放射線医学総合研究所年報

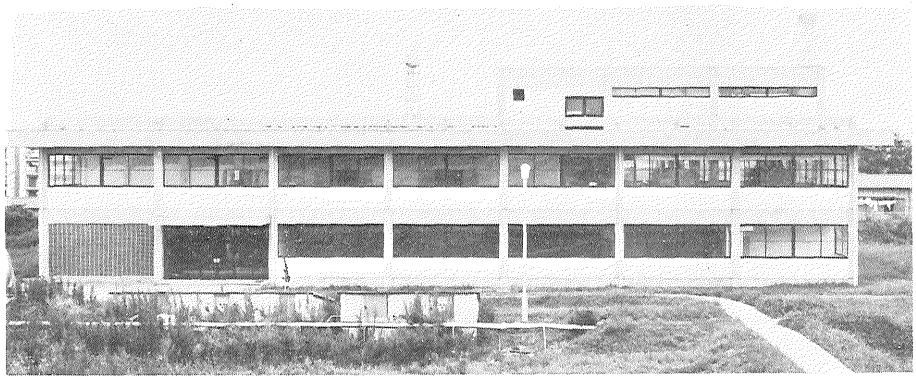
昭和38年度

放射線医学総合研究所

放射線医学総合研究所年報

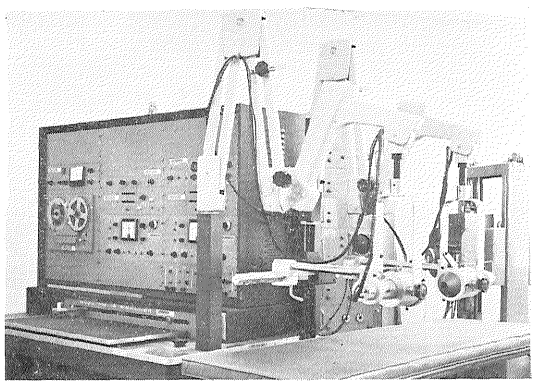
昭和38年度

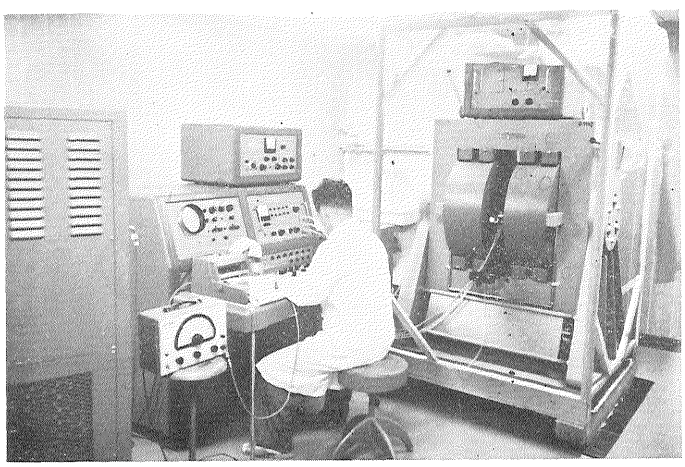
養成訓練棟外景(39年3月竣工)



養成訓練棟2階，物理測定室

三次元スキャンナー（病院棟2階，アイソトープ診療センター）





核磁気共鳴吸収装置(MNR)

序

この年報は昭和38年度における放医研の研究内容を主とした報告である。昭和38年度は研究所創立以来すでに7年を経過し，所内の体制もだんだんに整備されてきて，諸般の業務もようやく軌道にのり，研究の面では，各分野で着々とその成果をあげ得るようになってきたのは喜ばしいことである。

この年度は，いろいろな事情を考慮して研究所独自の立場から新たにプロジェクト研究を設定して，所内の研究協力の体制を一層強化するとともに，外来研究員制度を新たに設けて，所外の研究者との連けいをも促進することに努力を払ってきた。なお，このほかに，養成訓練棟を新設して，本研究所に課せられた使命の1つである放射線関係の技術者の養成訓練業務を一層円滑に推し進める基礎を築くことができた。

しかし，創立7年余を経過した現在においても，研究所の体制と運営，将来のあるべき映像等に関しては，あらためて今後さらに検討すべき多くの問題が残されており，所内はもとより所外からのご意見をも十分に尊重して，わが国における放医研の立場と役割を考慮しながら，いろいろな問題の解決をはかっていきたいと思う。

昭和38年度の年報を刊行するにあたって，各方面からのあたたかいご批判をあおぐとともに，今後とも一層のご理解とご支援を切望してやまない次第である。

昭和39年10月1日

放射線医学総合研究所長

塚　本　憲　甫

Ⅰ. 概　　況

概　観　研究所の設立以来6年有余を経過した38年度は，既に揺籃期を脱し，施設，人員等の整備，充足に伴なって各般の業務もようやくその内容と方向が定まってきた。

まず，研究業務の面では，放医研のおかれた客観的立場ならびに内外の要請等を勘案し，新たにプロジェクト研究を設定してこれを実施するとともに，外来研究員制度を開設して，従来からの懸案である所内における研究協力体制の一層の強化，施設の開放利用および所外との共同研究の促進等に積極的な努力が払われた。また，各部の一般研究においても，それぞれの分野で着実に成果を収め，関連学会等への研究発表も活発に行なわれた。

養成訓練業務については，年度内にほぼ養成訓練棟の建設を完了し，今後における業務の拡充をはかる基礎を築くにいたった。一方，放射能調査関係の業務も充実し，その実施体制の整備も逐次進められた。

施設，機器の利用の面では，バンデグラフ(3MeV)，医療用リニアック(6MeV)，ベータトロン(31MeV)等加速器による実験，研究，治療にも着手したが，特に本年度はヒューマン・カウンターの臨床診断的利用が活発に行なわれたことが注目される。なお，アルファ線実験棟については，39年度に廃棄物処理設備等を充足し，本格的な内部被曝実験にそなえるため，モニターの整備等を行なった。

39年に入り，研究所の将来計画を検討するため，所内においてその作業を開始したが，設立後数年を経た現在，放医研のあり方，将来への展望については，あらためて最近の情勢，内外の動向に即応した具体的方針を明らかにし，研究所の新たな運営体制の確立をはかるべき時期に到達している。

組織と人員　38年度の組織については，特に組織規則の上では何ら変更がなく，一応従来の内部組織を維持することとなったが，2，3の部課の所掌業務に関し，その事務分掌に若干の改正が行なわれた。すなわち，昭和38年4月1日，放射線医学総合研究所事務分掌規程(昭和34年7月，所長達第6号)の一部改正を内容とする所長達第17号が公布，施行され，これにより管理部門，研究部門および技術部門について，次のとおり事務分掌が改められた。

まず，管理部門では，会計課に新たに監査係を設け，従来同課予算係が担当してきた会計の監査に関する業務を司ることとなった。また，放射能調査業務の拡充に伴ない，企画課に放射能資料係を新設し，放射能水準の調査に関する文献および資料の調査，編集および刊行ならびに広報に関する業務のほか，国際機関に提出する放射能水準の調査資料の作成に必要な調査もあわせ行なうこととなった。

次に，研究部門では，従来4研究室から構成されていた環境衛生研究部に，さらに2研究室が増設され計6研究室となり，陣容が強化された。これら新設の2研究室の業務内容は，放射線の生活環境に及ぼす影響のうち，内部被曝によるものに関する調査研究（外部被曝によるものに関する調査研究は既設の研究室で行なう），ならびに放射線の特殊生活環境に及ぼす影響に関する調査研究を行なうことと定められた。

さらに，技術部門では，技術課の所掌業務の1つである研究用動植物の飼育，栽培および配分の業務を従来同課飼育栽培係が一括して処理してきたが，38年度からは同係を廃止して新たに飼育第1係および飼育第2係を設け，前者は研究用哺乳動物の飼育，配分，哺乳動物舎の運用等に関する業務を担当し，後者は研究用非哺乳動物(水生動物，昆虫等)および植物の飼育，栽培，配分ならびに動物舎，温室の運用に関する業務を分担することとなった。

一方，人員については，専門的事項の研究に関し総括して指導を行なう科学研究官(1名)の定員を確保したほか，遺伝第2研究室長および東海支所研究室長を含む30名が新規増員となり，定員総計391名となった。

研究業務　38年度は各部における一般研究のほか，新たにプロジェクト研究を実施した。本研究所の研究分野は物理学，化学，生物学，医学等広汎な領域にわたっており，それぞれの領域における問題はもとより，それらの境界領域における諸問題を追究することも重要な課題である。このため，37年度は内外の諸情勢を勘案して12の研究目標を設定し，各部研究課題をこれらの目標のもとに区分して，課題の相互関連性を明らかにするとともに，専門の異なる研究者相互の理解と協力を促進して総合的な研究の成果をあげるよう努力した。

38年度は，新たにプロジェクト研究を実施することとなったため，前年度における研究目標の一部をこれに移行させるとともに，各部一般研究における研究目標をさらに改編整理して次の7目標を設定し，研究の共同実施体制の確立をはかった。

研究目標

1) 放射線の測定法および吸収線量の算定法に関する開発
2) 細胞に対する放射線の影響の基礎的解明
3) 放射線による遺伝的影響の解明
4) 放射線による身体的影響の解明
5) 放射線による身体的障害の臨床的疫学的解明
6) 人体および環境における放射性核種の動向の解明
7) RIおよび放射線による診断法，治療法の開発

以上の一般研究のほか，38年度は，内外の要請にかんがみ，本研究所において行なう必要性を十分考慮して緊急の課題をとりあげ，関連研究部の共同により比較的短期間に一応の成果を収めることを目的として，新規にプロジェクト研究を設定することとなり，従来より研究を継続してきた「緊急時対策に関する調査研究」および「医用原子炉に関する調査研究」をこれに組入れて実施した。すなわち，前者については，原子炉等の緊急事故時におけるモニタリング方式，個人被曝線量の推定法，放射性ヨードの甲状腺摂取の軽減法，および各種放射線防護剤の開発等を行ない，後者については，医学生物学利用の原子炉に関し，必要な実験的研究および炉の型式，性能等の文献的調査を行なった。

人　事　38年4月1日付をもって，技術部技術課長補佐福並大円氏は厚生省に出向し，後任には管理部庶務課庶務係長益子孝氏が昇任した。また，薬学研究部薬学第1研究室長は，4月1日付をもって東京大学薬学部助教授日野亨氏により併任されていたが，10月1日付で併任解除となり，同氏が専任することとなった。

10月には，管理部企画課長鈴木一男氏が厚生省公衆衛生局精神衛生課長に転任することとなり，後任には厚生省薬務局細菌製剤課長補佐小玉知己氏が決定，同月25日付をもって発令された。また37年10月以来欠員となっていた企画課長補佐には，同課企画係長(統計係長，放射能資料係長兼任)藤岡淳介氏が昇任することとなり11月16日付で発令された。

39年に入り，管理部長榊原毅氏が厚生省へ出向することとなり，後任には科学技術庁原子力局政策課長補佐黒田政次郎氏の就任が決まり，この旨3月1日付をもって発令された。

建　設　38年度における主な施設の建設としては養成訓練棟があげられる。

養成訓練部では従来，放射線防護課程および放射線利用医学短期課程をそれぞれ年2回実施しており，39年度はさらに放射性薬剤課程の新設等コースの拡充が予定されているが，現在の教室，実習室（アイソトープ実験棟の一部を利用）では手狭の感を免がれず，その他の必要な付属施設も充分でないことから，従前より独立した専用施設の必要性が痛感されていた。養成訓練棟の建設にあたっては，管理部長を委員長とする同棟建設委員会を設け，種々検討したのち，9月19日に着工，年度末に竣工した。建屋(排水工事を含む)の建設費は3,935万円である。

養成訓練棟は2階一部3階建，鉄筋コンクリート造，延面積1,620 m²（建面積756 m²）で，建設の場所は廃棄物処理棟の北側，アルファ線実験棟の東側に位置を占めている。1階は放射線非管理区域で，部長室，教務室，指導室，教室，図書室，非汚染動物実習室，実習準備室その他があり，2階には放射線管理室，医学測定室，物理測定室，アイソトープ実習室，アイソトープ貯蔵庫，エレクトロニクス実習室，暗室その他があって，エレクトロニクス実習室を除き，すべて放射線管理区域となっている。3階は標準線源室および空調機械室である。

以上のほか，38年度は黒灰化装置棟(32m²，86.5万円)および危険物貯蔵庫（68m²，13.1万円）を建設し，工事としては電話交換機設備新設工事(50回線)，特高変電所増設工事（64 m²），雑工作物新設工事（道路整備，境界鉄柵，放射線管理区域鉄網柵，第2ガンマ線棟遮蔽壁増設）等が行なわれ，また，一般職員宿舎（木造平屋6戸）および東海支所職員宿舎(室長用，木造平屋1戸)が建設された。

海外との交流　38年度においても，国際会議への出席あるいは視察，調査のため職員の海外出張が頻繁に行なわれたが，その大要は次のとおりである。

まず38年9月，日本原子力産業会議により派遣された「アイソトープ開発利用調査団」の一員として，臨床研究部臨床第3研究室長永井輝夫氏が参加し，約1カ月半にわたって，欧米各国における核医学研究施設を訪問，短半減期アイソトープおよび標識化合物の生産，供給，利用状況ならびに医学研究用原子炉，ヒューマン・カウンター利用の実情等について調査，視察した。つづいて10月には，中旬から下旬にかけてIAEA（国際原子力機関）主催の2つのパネル会議がウイーンの同機関本部で開催され，環境衛生研究部長渡辺博信氏および物理研究部物理第1研究室長田中栄一氏がそれぞれ出席した。渡辺氏の出席した会議は「緊急事態における環境モニタリングに関するパネル」(10月14日～18日)で，IAEA加盟各国にとって指針となるべき緊急事態の際の環境モニタリングに関するマニュアル作成を目的として，各国の専門家のあいだで討論が行なわれた。また，田中室長の出席した会議は「低レベル放射能測定の標準化に関する国際パネル」(10月28日～31日)で，低レベル放射能測定の精度と比較法を改良するための定期的な相互比較について討論が行なわれた。

同じく10月，遺伝研究部遺伝第1研究室中西宥氏は，米国パサデナ医学研究所で開催された国際細胞学会主催の「放射線研究を含む培養細胞の細胞遺伝学」に関するシンポジウム（10月13日～17日）に出席，「細胞および染色体に及ぼす放射線ならびに薬物の影響の位相差顕微鏡映画法に関する研究」と題して講演を行なった。

12月には，化学研究部長伊沢正実氏がロンドンで開催されたICRP（国際放射線防護委員会）第Ⅱ専門委員会(12月2日～5日)に出席した。この会合では，1965年に開催される第11回国際放射線学会に，現行のICRP 1962年勧告を改訂してこれを提出，報告することになっているので，第Ⅱ専門委員会(内部被曝に関する委員会)としての報告の改訂草案を作成するにあたり，その基本的な構想，問題点等について討議が行なわれた。

39年に入り，2月24日から3月7日まで，ジュネーブの国連欧州本部において第13回国連科学委員会が開催され，日本政府代表として塚本憲甫所長が，代表代理として環境衛生研究部環境衛生第5研究室長佐伯誠道氏(立大教授田島英三氏も同行)が出席した。今回の会議では，前回の同委員会の結論にもとずき，fallout（放射性降下物）およびradiation carcinogenesis（放射線による癌の誘発）の問題に関し，最近のデータをとり入れてshort reportを作成し，これを1964年秋の第19回国連総会に提出することとなり，これらの報告書の具体的内容について審議が行なわれた(335頁，国連資料小委員会の項参照)。

同じく2月下旬より3月中旬にかけて，臨床研究部臨床第1研究室長熊取敏之氏は，マーシャル群島ロンジェラップ島に赴き，ビキニ事件当時の現地被曝住民の診療，調査にあたった。39年3月1日はビキニ事件10周年にあたるが，被曝した元第5福竜丸乗組員については同氏により毎年検査が実施されており，一方，同時期に被曝したマーシャル群島住民についても米国医学調査団（団長 Conard 博士)により毎年調査が行なわれている。同氏の現地の訪問は日米双方の交換調査の一環として行なわれたものである。

以上のほか，38年度に海外に留学した職員は7名(うち原子力留学生2名)で，年度内に帰国した職員は6名，留学(出張)中の職員は7名である(350頁，付録，職員海外出張の項参照)。

一方，38年度は，G. A. Andrews（オークリッジ原子核研究所医学部長)，G. V. Taplin（カリフォルニア大学医学部教授)，P. N. Srivastava（インド，ラジャスタン大学動物学教室)，R. A. Conard（ブルックヘブン研究所医学部)，W. J. Schull（ミシガン大学医学部教授)，A. Nelson, A. Nilsson(スェーデン国防研究所放射線生物部)，G. W. Marley(イギリス原子力公社保健安全局放射線防護部長)，B. A. J. Lister（ハウエル原子力研究所保健物理・医学部)，L. H. Gray（イギリス癌研究施設放射線生物部）その他の諸氏が来所し，講演あるいは研究討論を通して相互の知見交流をはかった。特にGray博士は，IAEA技術援助により年度末約10日間放医研に滞在し，放射線生物学における酸素効果に関する実験計画に関し，討論，指導を行なった。

研究集談会および放医研研究会　研究集談会は37年度までに28回を終了したが，38年度は下記のとおり3回開催し，内外知見の交流，吸収をはかった。

研究集談会

〔第29回〕　(38年5月20日)

1) Recent advances in the diagnosis of renal diseases with radioisotope procedure

カリフォルニア大学医学部教授

G. V. Taplin

2) The acute radiation syndrome ; a medical report on the Y-12 Reactor Accident

オークリッジ原子核研究所医学部長

G. A. Andrews

〔第30回〕 (38年6月5日)

突然変異と進化

ノースカロライナ大学準教授

小島健一

〔第31回〕 (38年12月9日)

1) Karlsruhe 原子力研究センターより帰って

遺伝第1研究室長 塩見敏男

2) IAEA, 緊急事態における環境モニタリングに関するパネルに出席して

環境衛生研究部長 渡辺博信

3) アイソトープ開発利用視察団に参加して

臨床第3研究室長 永井輝夫

4) IAEA, 低レベル放射能の標準化に関するパネル, その他

物理第1研究室長 田中栄一

一方, 放医研究会は, 研究およびこれと密接な関連をもつ放医研職員有志の自発的な意思にもとづいて結成された任意団体で, 38年4月に発足した。本会の目的は職員の研究の向上と相互の親睦をはかることであるが, 放医研の研究分野が極めて広範囲にわたっているため, 従来ややもすると研究者自身, 自己の領域にとじこもり, 放医研の内部で孤立化してしまう傾向があり, また外部との交流, 知識の吸収等も円滑に行ない得ない状況にあることから, それぞれ専門を異にする研究者相互の緊密な連けい, 外部との知見の交流をはかる必要が以前から痛感されていた。本会の主な活動はシンポジウム, ゼミナール, 講演会, 見学会その他広汎にわたっているが, 研究集会は38年7月に第1回を開催し, 以後38年度は次のとおり月例研究会を行なった。

〔第1回〕 オートラジオグラフィー (38年7月9日)

粒子線用の写真乾板について

東大生産技術研 菊池真一

さくらオートラジオグラフ乾板

小西六写真研 平田明

高分解能オートラジオグラフィーとその医学への応用

臨床第3研究室長 永井輝夫

〔第2回〕 映画会 (38年8月17日)

ガン細胞, 生体内のガン細胞, 追われるガン細胞, パルスの世界, その他

〔第3回〕 フリーラジカルおよびESRを中心として (38年9月13日)

遊離基の物理化学

東大物性研 長倉三郎

ESRについて

日本電子光学研 竹内誠

遊離基と生物

生物第1研究室 岩崎民子

〔第4回〕 遺伝現象と核酸 (38年10月11日)

原子核転換の遺伝学的および生物学的効果

遺伝研変異遺伝部 近藤宗平

放射線による突然変異誘発機構の問題点—線量依存性と回復機構—

遺伝研形質遺伝部長 田島弥太郎

〔第5回〕 放射線物性(測定の基礎) (38年11月21日)

放射線測定器の基礎的問題とその将来

立大助教授 道家忠義

有機シンチレーターの電子過程

東工大助教授 早川宗一郎

〔第6回〕 生物の調節機構と放射線障害 (38年12月11日)

下等脊椎動物の視床下部—脳下垂体について

東大理学部 小林英司

発癌とホルモン

東大理学部 高杉暹

甲状腺ホルモン生成系の生化学的研究

群馬大内分泌研 近藤洋一

〔第7回〕 ヒューマン・カウンター (39年1月24日)

ヒューマン・カウンターについて(総説)

物理第1研究室長 田中栄一

ヒューマン・カウンターによる人体放射能の定量

物理第1研究室 飯沼武

ヒューマン・カウンターの臨床的診断への応用

臨床第3研究室長 永井輝夫

ヒューマン・カウンターの保健物理的応用

環境衛生第4研究室長 市川龍資

〔第8回〕 パネル討論会 “Health Physics—原子力開発に伴なう重要問題” (39年2月14日)

話題提供者

板倉哲郎 (日本原子力発電株式会社)

黒川良康 (三菱原子力工業株式会社)

丸山正倫 (原子燃料公社)

宮永一郎 (日本原子力研究所)

吉沢康雄 (東京大学医学部)

外来研究員　本研究所における外来研究員とは，大学試験研究機関，その他これに準ずる機関に勤務する研究者であって，放医研の定める研究課題に公募により直接参加し，放医研において共同研究に従事する者であるが，この制度は，研究所における基礎研究の分野およびその境界領域の問題に関し，所外から専門研究者を招き共同研究を推進することを目的として，38年度より新規に実施することとなったものである。

38年度は，募集研究課題（5課題）のうち，1）核酸および蛋白質を含む系に対しての放射線作用の強さを支配する因子の研究，2）神経系に及ぼす放射線の影響に関する研究，3）河川，海洋セディメントによる放射能浄化作用の研究の3課題につき，3名の外来研究員が決定し，外来研究員はそれぞれ38年7月1日より年度内の一定期間，所内の担当研究員とともに共同研究に従事した（付録，353頁，昭和38年度外来研究員名簿参照）。

Ⅱ. プロジェクト研究

A. 緊急時対策に関する調査研究

概　　況

日本原子力研究所における国産1号炉の完成，さらに新たに大出力原子炉の建設，また，関西原子力研究所の開設等，原子力の開発は着々進展しつつあるが，諸外国における事例にかんがみても明かなごとく，原子炉による不測の事態の発生を常に念頭において，その対策に万全を期さねばならない。

しかしながら，原子炉の暴走その他によって発生を予期される事態は極めて多様であり，その事故の規模，放射性物質の外部放散の有無，また，被曝者の側からすれば外部被曝，内部被曝あるいは両者の混合の度合によって，千差万別の様相を呈し，それに対処するためには，あらゆる可能性を網羅した方策をたてなければならない。そのためには，放医研における研究とその成果を基盤として，万全の措置を施しうる態勢を整備することが必要であることはいうまでもない。もちろん，これとても不変の真理とはいい難く，研究の進展，累積とともに常に前進し，よりすぐれた方向へと導かれるべきものである。しかし，いかに究極の道が遠いものであっても，われわれは常に現在の時点において最良とされる対策を準備し，不測の事態に備えねばならない。

プロジェクト研究の1つとして，"緊急時対策"という問題がとりあげられたことは，以上のような理解のもとに，事故発生に際して放医研として対処すべき処置の中から，特に解決を急がねばならぬ問題に限定した。

まず事故の規模としてはかなり大型のものであって，炉心中の放射性物質が放出され，そのためその周辺住民に対する対策をも考慮せねばならぬという想定である。そして原子力施設従業員中の数人はかなり大量の中性子，γ線による外部被曝，さらに放射性物質による内部被曝を蒙って急きょ放医研病院へ転送されるものと仮定した。

そこでこれらの患者を治療する場合，まず最初に要求されることは，被曝した放射線の種類およびその量を明かにすることであって，それに応じて治療方針が確立されるのである。そのためには，特に問題となる中性子線量を誘導放射能から推定する方法の確立を第1にとりあげ，そのうちで患者自体の生物学的材料の中でもっとも誘導放射能を生じ易い血液中のナトリウム，毛髪中の硫黄，それに患者の携行するバックル，時計，バンド等に含まれる銅の3つを選び，中性子線量と誘導放射能の因果関係を明らかにすることにした。このテーマは物理研究部および化学研究部が担当したものであって，人間の血液，毛髪，銅片等を水ファントーム中に入れ，これにVan de Graaff によって発生せしめた中性子線を曝射，$^{23}Na(n, \gamma) \rightarrow {}^{24}Na$, $^{32}S(n, p) \rightarrow {}^{32}P$, $^{63}Cu(n, \gamma) \rightarrow {}^{64}Cu$ の反応で放射化した。そして ^{24}Na, ^{64}Cu はγ線スペクトロメーター，well 型シンチレーション・カウンター，^{32}S は毛髪中の燐を燐モリブデン酸アンモンニウムとして沈澱せしめ，田中式 low back β-counter で測定した。現在までに判明したことは，被曝後15時間以内であれば，患者の血液を10 m*l* 採血することによって，20 rad までの熱中性子線量を，また，患者毛髪10 g を用いて分析すれば5 rad 以上の速中性子線量を，患者の携行する金属製品の中で銅を含むものでは，1 rad 程度までの熱中性子線量をそれぞれ推定することが可能であることを明かにした。これらの成果は，39年度日本医学放射線学会総会で発表される。第2のテーマとしてとりあげたことは，事故によって放射性物質が大気中に放出された場合を想定したものであって，この際に最も問題となるのは放射性ヨウ素である。これは呼気とともに肺組織に入り，肺循環を経て体内に吸収される。この放射性ヨウ素は24時間後にその10～40％は甲状腺に，10～20％は体組織中のいわゆるヨウ素スペースに入る。もし吸収された放射性ヨウ素の量が多い場合は，甲状腺機能の低下を来たし，また，たとえ機能低下に致らぬ量であっても，将来甲状腺癌，あるいは白血病の発来を招く恐れがある。そこで，放射性ヨウ素の甲状腺集積を可及的少量に止めるとともに，速かに体外へ排泄せしめる手段を講

じねばならない。われわれは悪性腫瘍のために入院せる患者あるいは甲状腺機能検査を要する患者に ^{131}I を与え，次いで種々な時間的間隔をおいて無機ヨウ素，抗甲状腺剤を投与し，それによってどの程度放射性ヨウ素の甲状腺摂取，体外排泄が影響されるかを検討した。その結果によると，もっとも効果のあるのは無機ヨウ素であって，^{131}I 投与後3時間以内に100 mg を与えると甲状腺の摂取は著明に抑制される。すなわち，予め NaI の100 mg を含む錠剤を用意しておき，事故発生後4時間以内にこれを服用せしめる方策を考慮すればよいのである。この問題は臨床研究部，障害基礎研究部が担当し，その成果は39年度日本放射線影響学会総会で発表される予定である。

第3の問題としては，事故発生ののち，被災者の救出，その他緊急の事態のために事故現場に立ち入らねばならぬ健康者を対象としたものであって，かかる際に効果著明な放射線防護薬剤の開発が望まれるわけである。このテーマは薬学研究部が担当した。まず，文献上有効とされている AET, APT, MEA, チアゾリジン-4-カルボン酸など4物質の合成，さらに AET の-NH-基を N-アルキル基に変えた化合物4種，計8種の合成に成功した。次の問題として，従来これら防護薬剤の効果検定に用いる動物の種類，系統，年齢，照射術式，線量，その効果判定の基準等が一定でなく，防護薬剤相互の効果を比較することが困難である現状にかんがみ，これらの基準化をはかり，ほぼその目的を達することができた。これらの成績は39年度日本薬学会総会で報告する予定である。

以上，緊急時対策という問題をプロジェクト研究にとりあげて以来，僅かに1年を経たに過ぎないのであるが，当初予期していた以上の成果をあげることができたのである。今後さらに研究を発展せしめ，約2年後には実用化の段階にまで到達し，不測の事態に最も緊要とされる問題を解決しうるものと信ずる。

（臨床研究部長　田中　茂）

1. 放射性ヨウ素の甲状腺摂取率に対する諸種薬物の影響の研究

臨床第1研究室
田　中　　茂*
熊　取　敏　之
辰　口　益　三

* 臨床研究部長

放射性ヨウ素は消化管，皮膚，粘膜等より容易に吸収され，24時間後にはその $^1/_3 \sim ^1/_5$ が甲状腺に集まり，ホルモンの合成に利用される。近来放射性ヨウ素は甲状腺の機能検査として，また，甲状腺機能亢進症，甲状腺癌の治療等に盛んに用いられているが，取扱者の不注意による大量摂取の危険性が絶無とはいい難い。また，原子炉の事故に際し，多量の放射性ヨウ素が空中に飛散することは Windscale の事故にかんがみても当然考えられ，事故周辺の住民をその障害から保護する対策を樹立することが緊要である。それらの場合に惹起される甲状腺の障害としては，比較的早期に起る甲状腺機能の低下と，晩発効果として甲状腺癌の発生との2つがある。これを防止するためには，放射性ヨウ素が甲状腺に摂取されるのをできる限り少量におさえ，速やかに体外へ排泄せしめる研究の確立が必要である。

従来，大量の非放射性ヨウ素を放射性ヨウ素と同時に，あるいは投与前に与えておくと，放射性ヨウ素の甲状腺摂取率が著明に抑制されることが知られている。しかし，このように予め非放射性ヨウ素を与え，不測の事態に備えることは，ヨウ素による種々な副作用を考慮すると，決して好ましい方法ではない。そこで，放射性ヨウ素が体内に入ったのちに，これの甲状腺摂取をできるだけ少量に止める方法を選ぶ必要がある。これに類する研究は Pochin 等の報告が唯一のものであるが，これは僅かに短時間の経過しか追究していない。

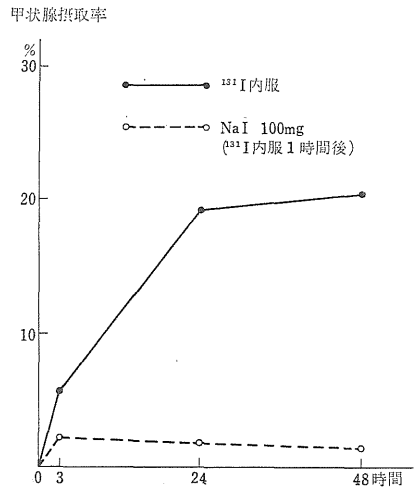
われわれは放射性ヨウ素として ^{131}I を用い，これを経口的に投与したのち，種々の間隔を置いて NaI または抗甲状腺剤を与え，^{131}I の甲状腺摂取率および尿中排泄率への影響を観察した。

（1）方　　法

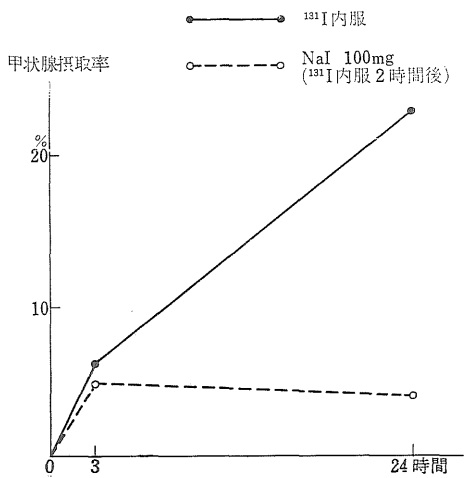
甲状腺に異常のない患者10例に ^{131}I の5～10 μc を経口的に投与し，3, 24, 48時間に甲状腺に摂取される量を2″×2″ φ NaI クリスタルを有する scintillation detector で測定した。また，その間に尿中に排泄される ^{131}I をもあわせ測定した。次に，約1週間後 ^{131}I を再投与し，ついで種々な時間的間隔を置いて（1, 2, 3, 4時間），NaI 100 mg あるいは抗甲状腺剤で Mercazol 30 mg を経口的に与え，甲状腺の ^{131}I 摂取率，尿中排泄量を測定した。

（2）成　　績

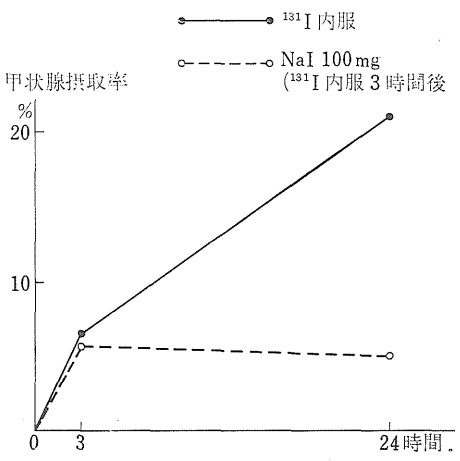
^{131}I 投与後1時間目に NaI を100 mg 投与した場合は，第1図のごとく ^{131}I の甲状腺摂取率は著明に抑制せられ，投与量のほぼ1％内外に過ぎない。NaI 投与の間隔が延長するとともに，^{131}I の甲状腺摂取は増加するが，4時間目でもなお $^1/_3$ 程度におさえられる（第2図，



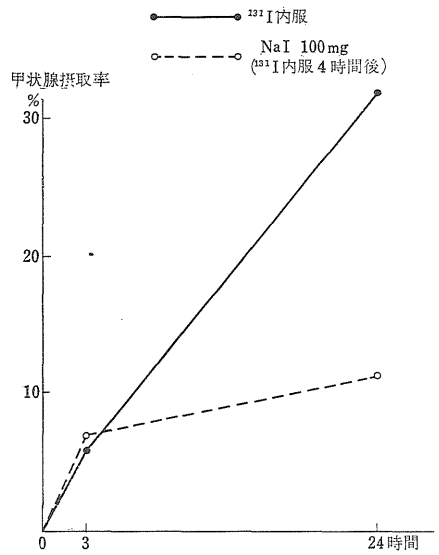
第 1 図



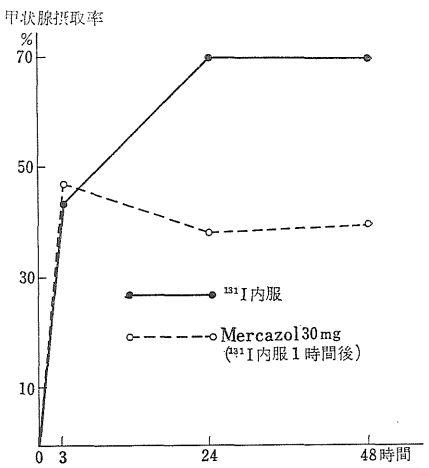
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

第3図，第4図)。

Mercazol 30 mg を投与した場合は，甲状腺摂取に対する抑制効果が弱く，^{131}I 投与後1時間で与えても，第5図のごとく約 1/2 程度におさえられるに過ぎない。

以上，現在まで約10例の患者に，^{131}I の甲状腺摂取に対する NaI，Mercazol 等の抑制効果を検討したが，今後これらの投与量，投与する時間等を変えて研究を進めるつもりである。

〔参考文献〕

E. E. Pochin and C. F. Barnaby; The effect

of pharmacological doses of non-radioactive iodine on the course of radio-iodine uptake by the thyroid, *Health Physics*, 125～126(1962)

2. AET 関連化合物の合成

薬学第1研究室
赤星三弥*
日野亨
田名網和子
山田和子

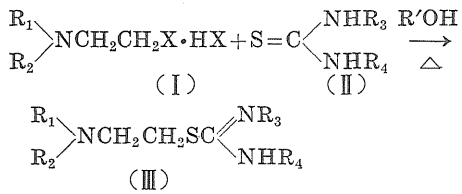
* 薬学研究部長

(1) 研究目的

放射線防護剤として知られている AET (s-2-aminoethylisothiuronium bromide hydrobromide)は毒性も強く，また水溶液中で不安定である。この不安定性と構造との関連を追求し，また AET の構造の微小の変化が防護剤としての効果にいかなる変化をもたらすかを検討するために，各種の N-alkyl AET を合成した。

(2) 実験結果

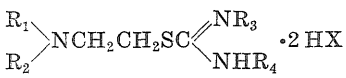
AET の合成法に準じ halogenoethyl amine (Ⅰ)および thiourea(Ⅱ)を alcohol 中で加熱し，目的物を得た。



(Ⅰ) (Ⅱ) (Ⅲ)

反応条件および生成物の性質を第1表にまとめて示す。

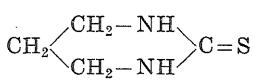
第 1 表



No.	R_1	R_2	R_3	R_4	X	reaction condition R'OH	time	yield %	m.p. ℃	solvent for recrystal.	picrate m.p. ℃
1	CH_3	H	H	H	Br	EtOH	25 min.	98	179～180	EtOH	188～189
2	CH_3	CH_3	H	H	Cl	〃	24 hr.	99	181～182	〃	—
3	C_6H_5	H	H	H	Br	〃	40 min.	78	214～216	〃	—
4	H	H	C_6H_5	H	Br	〃	4 hr.	54	220～222	MeOH-AcOEt	—
5	H	H	CH_3	H	Br	〃	15 min.	98	212～213	MeOH	—
6	H	H	$-CH_2CH_2-$		Br	i-PrOH	2.5 hr.	91	188～190	EtOH	201～202
7	CH_3	CH_3	$-CH_2CH_2-$		Cl	n-BuOH	8 hr.	54	185～188	〃	177～178
8	H	H	$-CH_2CH_2CH_2-$		Br	EtOH	2 hr.	97	218～220	MeOH	208～210

原料の(Ⅰ)および(Ⅱ)は市販のものを精製して用いたが，次の3種の化合物は文献に従がって，次のごとく合成した。

i) $CH_3NCS+NH_3 \longrightarrow S=C(NHCH_3)(NH_2)$

ii) $H_2N-(CH_2)_3-NH_2+CS_2 \longrightarrow$ 

iii) $CH_3NHCH_2CH_2OH+HBr \longrightarrow$ $CH_3NHCH_2CH_2Br \cdot HBr$

合成した化合物のうち，文献記載のないものおよび不充分なものについては元素分析を行ない，また，すべての化合物について，KBr 錠剤または nujol 中での IR-spectra を測定し，構造を確認した。

(3) 結論

以上のごとく合成に成功したので，次いで防護作用の検定を実施し，一方において，これら化合物の性質，特に溶液中での変化について検討する計画である。

3. 放射線障害防護薬剤の効力試験に関する研究——マウスの致死効果について

薬学第2研究室
篠田雅人
岡　孝己*
玉置文一
赤星三弥**

* 研究生
** 薬学研究部長

(1) 研究目的

原子力の利用が活発となり，放射能の人体または生物に対する障害が広く研究されると同時に，この障害を防護する薬剤の研究もさかんになってきた。しかし，この防護薬剤の効力を決定するための生物学的試験法がいまだ確立されていないために，研究者によって結果の異なる場合がある。従来，放射線生物学の研究には種々の生物が使われているが，薬剤の効力試験には最終的に人類への推定資料とするために，一般に哺乳動物が用いられており，特に，マウスによる実験が最も多い。しかし，マウスには種々の系統があり，それぞれの系統の感受性の高低，反応の均一度等の特性を知る必要がある。そこで，防護薬剤の効力を検定するための基礎実験として，マウスの致死効果と各種の照射線量および週令との関係を測定した。

(2) 研究方法

実験動物：船橋農場より購入した ddY 系雄マウスと，放医研動物舎において自家繁殖した CF_1 系雄マウスを使用し，約1週間予備飼育し，健康なものを実験に供した。なお，日令による感受性の差を比較するため生後日令±1日のものを揃えた。

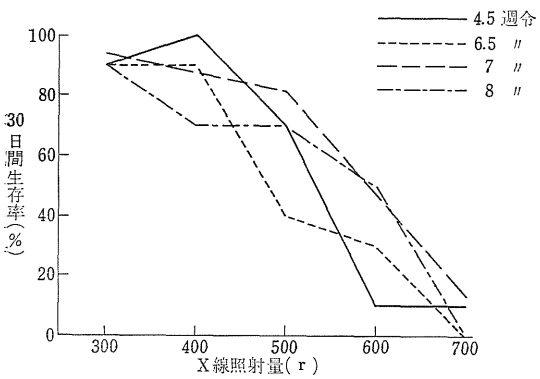
照射方法：マウスをプラスチック製照射用固定器に入れ，X線 200 kVp, 20 mA, フィルター 0.5 mm Cu+0.5 mm Al, 距離 50 cm, 線量率 92 r/min. の条件で，背部より全身照射した。

(3) 研究結果

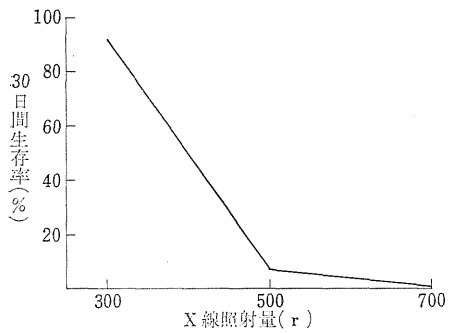
a) 照射線量と生存率との関係

300～700 r の各線量の X 線照射による 30 日間の生存率を，ddY マウスについては，4, 5, 6.5, 7, 8 週令について，また，CF_1 マウスは7週令について測定し，第1図および第2図に示す結果を得た。

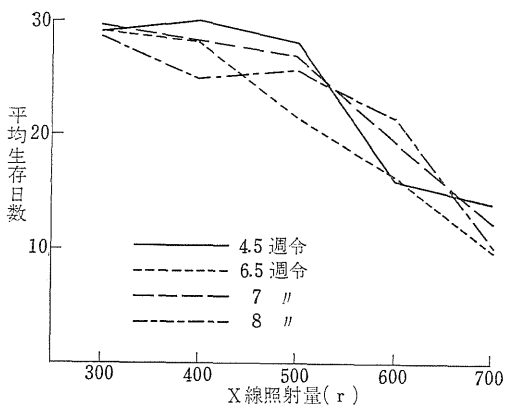
ddY マウスは，各週令とも 400～700 r の間で線量の増加にともなう生存率の低下がほぼ直線的に認められるが，CF_1 マウスの場合には 500 r でも生存率が著しく低いために，線量と生存率の直線関係が極端に狭いことを示し，系統による明らかな感受性の差が認められた。



第1図　照射線量と 30 日間生存率 (ddY マウス)



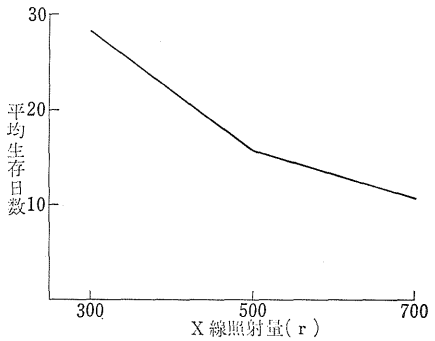
第2図　照射線量と 30 日間生存率
(CF_1 マウス，7週令)



第3図　照射線量と平均生存日数 (ddY マウス)

b) 照射線量と生存日数との関係

照射線量と 30 日間の平均生存日数との関係を前述の生存率の場合と同様に測定し，第3図および第4図の結



第4図　照射線量と平均生存日数
(CF_1マウス，7週令)

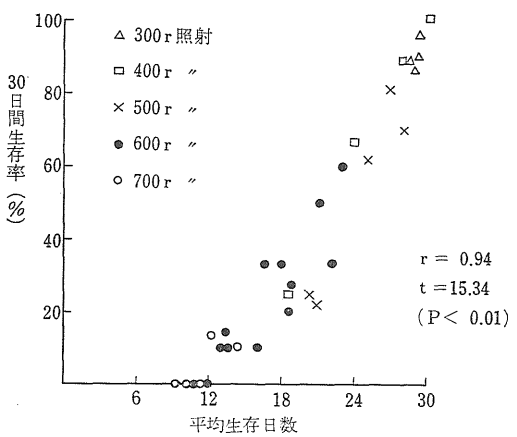
果を得た。ddY マウスでは500r以上で線量の増加にともなう平均生存日数の低下がみられ，また，この場合にも系統による差が認められた。

c）　生存率と生存日数との相関

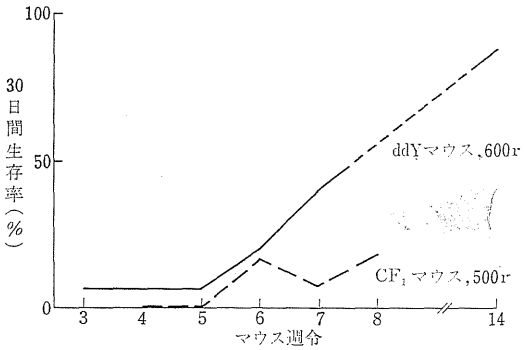
a)およびb)の結果から，生存率と生存日数はともに照射線量の増加にともなって変化することを知ったので，ddY マウスの300～700r 照射群について，30日間生存率と平均生存日数との相関関係を求めると第5図のごとく，相関係数r=0.94となり，危険率1%以下で相関の成り立つことを確めた。

d）　マウスの週令と生存率および生存日数との関係

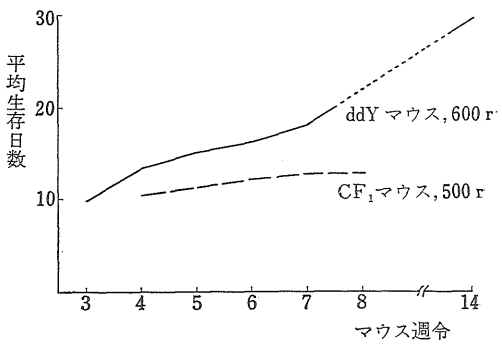
実験中にしばしば，同一週令のマウスを使用した場合にも実験日を異にすることによって，かなり相違した実験結果をみることを経験し，同一条件の再現性が困難であることを認めているので，この実験において，ddY マウスは3～14週令を，またCF_1マウスでは4～8週令のものを用意し，ddY マウスでは600r，CF_1 マウスでは500rを照射して，週令の差にともなう感受性の変化を同時に比較した。この結果，ddY，CF_1 両系統ともに，5週令以後において30日間生存率の増加する傾向がみられた(第6図)。また，平均生存日数については，両系統ともに4～8週令の範囲ではほぼ一定であることを認めた(第7図)。



第5図　30日間生存率と平均生存日数との相関



第6図　X線照射によるマウス生存率の週令比較



第7図　X線照射によるマウス平均生存日数の週令比較

（4）　総　　括

ddY 系およびCF_1 系マウスの放射線感受性をX線照射に対する致死効果について求め，30日間生存率と平均生存日数がともに有効な放射線障害のインデックスとなり得ることを認めた。また，放射線障害防護薬剤の効力試験には，X線照射線量の増減，実験動物の系統および週令等が感受性に影響を及ぼすことから，現在までの実験結果では，防護薬剤の効力測定の基礎条件として，ddY マウスの場合には5～7週令のものを用い，X線照射線量は600rが適当であると考えられる。一方，CF_1 マウスの場合には，照射線量と生存率の変化が直線関係を示さず，効力試験には不適当と考えられる。

〔研究発表〕

篠田雅人，岡孝己，玉置文一，赤星三弥；放射線障害防護剤に関する研究(第1報)，マウスの放射線感受性について，第19回日本薬学会大会(1964年4月)

4. 緊急被曝時の個人線量の推定

物理第3研究室
橋　詰　　雅
丸　山　隆　司
化学第3研究室
河　村　正　一
伊　沢　正　実*

* 化学研究部長

(1) 緒　　言

原子炉爆発等突発事故により，中性子線を被曝した場合，その中性子線量を推定する方法として，人血，毛髪およびその他金属所持品の誘導放射能を測定する方法がある。

われわれは Van de Graaff (3 MeV) を用い，Be(d, n)B 反応から生ずる中性子によって，人血，毛髪および金，銅などを放射化し，それらの放射能から被曝中性子線量を推定する予備実験を行なった。

(2) 実験方法

中性子源として，Van de Graaff で加速された 2 MeV の重陽子で Be の thick target をたたき，Be(d, n)B 反応から生ずる中性子を用いた。水ファントム表面における中性子線束密度は，速中性子では 4.37×10^6 n/cm²·sec，熱中性子では 3.15×10^4 n/cm²·sec であった。

保存血と生理的食塩水とをおのおの5 gずつポリエチレン試験管(14 mmφ)に入れ，水ファントム中で中性子を照射した。水ファントムは厚さ5 mm アクリル製で，24 cm×30 cm×34 cm であった。保存血中には，保存液としてクエン酸ナトリウムが0.26 wt%含まれている。そこで，保存血と保存液とを中性子線束の中心から5 cm の位置に対称におき，保存血中の保存液による誘導放射能への寄与を求めた。

男性の毛髪を約1 gずつ薬包紙に包み，できるだけ人体条件に合わせるため，ファントムの表面や水面上においた。銅や真鍮もファントムのまわりにつけた。これらの実験にはモニターをかねて，金箔を各試料とともにおいた。金箔の各試料の間は約3 cm 以上離し，試料相互の中性子散乱の影響をできるだけ小さくした。

(3) 測定方法

血液の場合には $1\frac{3}{4}''\phi\times2$ NaI(Tl)で，$\frac{1}{2}''\phi$ の well type scintillation detector をもつ256 ch. P.H.A. でエネルギー・スペクトルをチェックしたのち，0.7 MeV 以上のγ線を計数するように set した well type scintillation counter ($1\frac{3}{4}''\phi\times2''$, $\frac{1}{2}''\phi$ well) でその放射能を測定した。

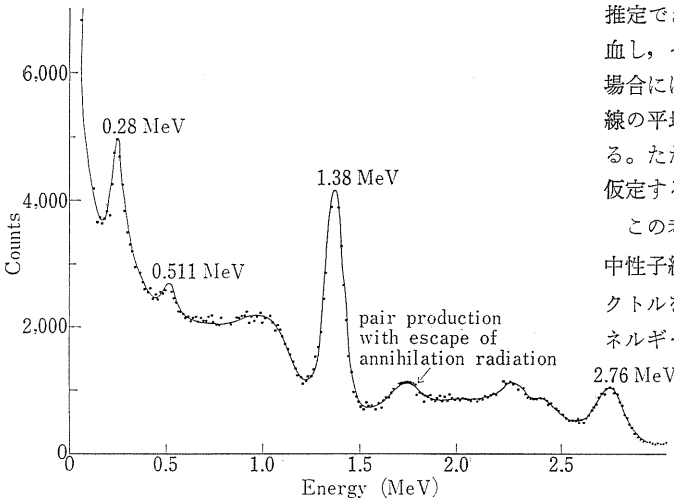
試料約1 g
↓
濃硝酸＋過塩素酸(1：1)10 ml を加えて30分間加熱。その後190 °C に2時間加熱。水でうすめる。5分間沸とうさせる。
pH を3.5に合わす。
2 mg の担体リン酸塩を加える。
5.5 %モリブデン酸アンモニウム溶液 25 ml
6 N 硝酸 25 ml
} を加える。
80 °C に5分間加熱。
3時間放置したのち口過する。
↓
リンモリブデン酸アンモニウム　→ 口液 捨てる
↓
2 %硝酸で洗浄する。
↓
試料皿
↓
放射能測定

第　1　図

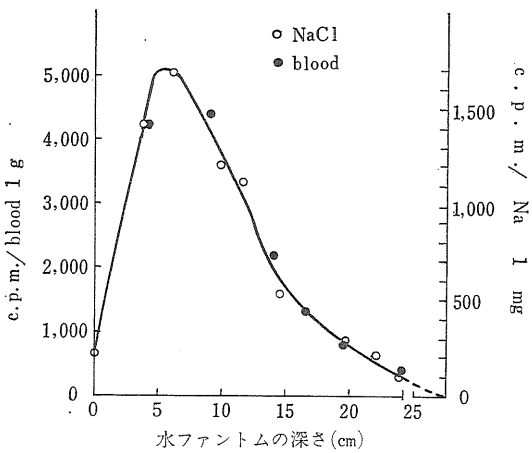
毛髪の場合には，第1図の方法で化学的に処理したのち，同時計数型低バックグラウンドβスペクトロメーターでエネルギー・スペクトルをチェックしながら，その放射能を測定した。銅，真鍮等の誘導放射能は血液の場合と同様，エネルギー・スペクトルをチェックしたのち，GM counter と well type scintillation counter で測定した。金箔の場合には4π counter を用いた。

(4) 結果と考察

1) 血液；保存血のγ線エネルギー・スペクトルの1例を第2図に示す。保存液の場合も同様であった。第2図から明らかなごとく，保存血中の ^{23}Na だけが ^{23}Na(n, γ) ^{24}Na 反応により放射化されたと考えられる。このことは半減期の測定からも証明された。そこで，保存血の放射能から保存液の放射能を差引き，血液1 g当りの比放射能を水ファントムの深さで示すと第3図のようになる。また，生理的食塩水から求めた水ファントム中



第2図　血液のエネルギー・スペクトル



第　3　図

における Na 1 mg 当りの比放射能を同一グラフ上に書くと，第3図のように血液1g当りのそれとよく一致した。この実験から求めた血液中の Na 量は，血液1g当り 3.02 mg であった。この値は標準人血 (Na 3.09 mg/血液1g) の値とよく一致した。

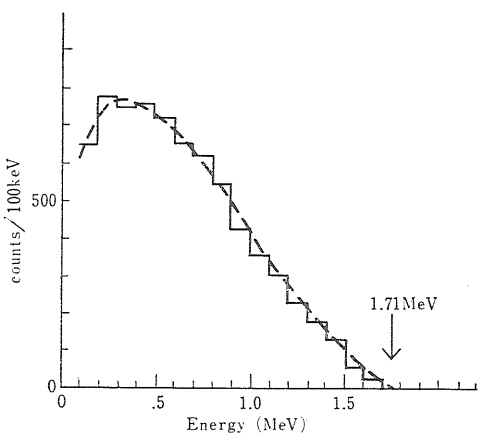
実験で用いた中性子源から出る熱中性子はわずかなので，Na の誘導放射能は Be thick target から発生した速中性子が水で熱中性子化された結果によるものと考えられる。第3図から明らかなごとく，厚さ 24 cm の水ファントムでは，表面から 5 cm のところで熱中性子線束が最大になる。人体組織が水と等価とすれば，この曲線を用いて各部にある臓器が被曝した熱中性子線量を推定できると思われる。しかし，中性子線被曝者から採血し，その血液の放射能から被曝中性子線量を推定する場合には，血液は体内で一様に混ざり合うため，この曲線の平均化されたものが血液の放射能となると考えられる。ただし，血液中の Na 量は体内で変化しないものと仮定する。

この考え方にしたがって，この実験結果から生体中の中性子線量を求めるには，中性子源のエネルギー・スペクトルを測定する必要がある。しかしながら，中性子エネルギー・スペクトルを実測するのは困難であったので，first collision dose curve (*NBS Handbook*, '63, p.7) を用い，中性子源の平均エネルギーを 2 MeV と仮定して計算した。

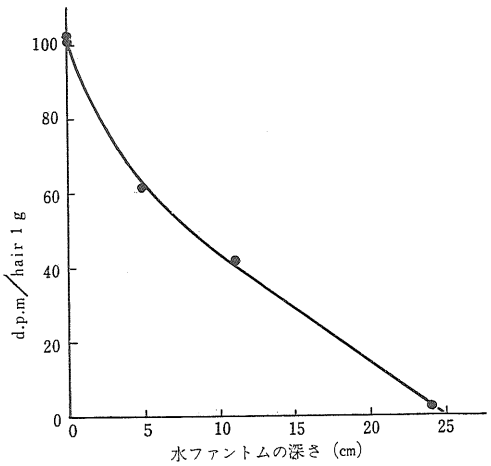
計算の結果，水ファントム前面における first collision dose は 950 rad となり，このときの血液の平均放射能は第3図から明らかなごとく，2,050 cpm/血液1g であった。したがって平均2 MeV の速中性子に被曝した人の血液 10 g を用いれば，被曝後 15 時間以内では約 20 rad まで推定できると考えられる。

2)　毛髪；人体各部位の体毛中の ^{32}S と ^{31}P の含有量比 P/S (D.F. Petersen, V.E. Mitchell; *Health Physics*, 6, p.1～5) は $3.3 \times 10^{-3} \sim 5.3 \times 10^{-3}$ であることが報告されている。そこで，中性子により放射化された毛髪はすべて $^{32}S(n,p)^{32}P$ の反応によったものと考えられる。前述の β-spectrometer で測定した化学的処理後の毛髪試料の β 線エネルギー・スペクトルは第4図のごとくである。

毛髪1g当りの比放射能を第5図に示す。$^{32}S(n,p)^{32}P$ のしきい値エネルギーは 2.5 MeV である。血液の場合



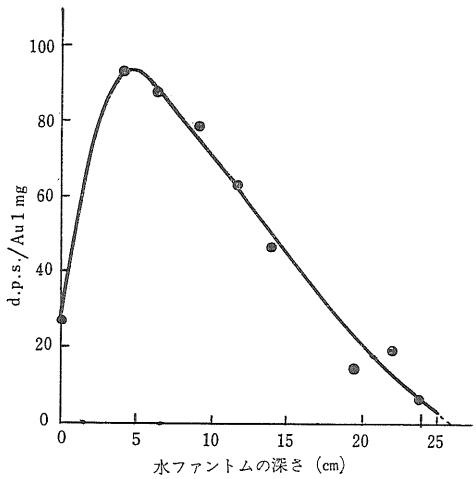
第　4　図



第 5 図

と同様にして，毛髪試料の放射能から速中性子線量を推定した。用いた中性子線のうち30％が2.5 MeV以上のエネルギーをもつとすれば，first collision dose curveからファントム前面で 2.7×10^3 radとなる。これだけの中性子線量により，毛髪は108 dpm/毛髪1 gの比放射能を得たのであるから，毛髪10 gを用いれば被曝後2～3日経過しても約5 rad以上の速中性子線量を推定できると考えられる。

3) 金属；金歯，バックル，10円玉等から熱中性子線量が推定できる。銅，真鍮等は熱中性子により，$^{63}Cu(n,\gamma)^{64}Cu$ 反応を行ない，^{64}Cu になることを実験で確めた。金は $^{197}Au(n,\gamma)^{198}Au$ 反応により，^{198}Au を生じ，中性子捕獲断面積も大きいので，緊急被曝時の遅い中性子線量の推定には最良と思われる。第6図に水ファントム中でのAu比放射能を示す。



第 6 図

この実験から，銅を用いた場合でも，被曝後10時間以内ならば1 rad程度の熱中性子線量の推定が可能であると考えられる。しかし，この熱中性子線量には速中性子が水で熱中性子化され，ファントム表面にもれた分も含んでいる。

B．医用原子炉に関する調査研究

概　　況

生物学および医学の分野における原子炉の利用には

1) 中性子線の生体への影響に関する研究
2) 中性子線医療
3) 生物学的試料の放射化分析
4) 生物実験および診療につかわれる短寿命RIの生産

などが考えられ，その有用性は高く評価されている。

しかしながら，これらの分野にとっては原子炉はなお新らしい道具であり，その大幅な活用は将来にのこされている。現に今日世界中で150基をこえる研究用原子炉が運転されているが，生物学用あるいは医学用と称しているものはそのうち4基程度で*，その他一般の研究用原子炉で生物学医学関係の研究にも部分的に使用されているものを含めても1割にみたない（*Nucleonics*, 20, 116, 1962；原子力年鑑，1963年版，p. 539）

* MRR （アメリカ，濃縮ウラン軽水型，3 MWt，中性子治療用）
Janus （アメリカ，濃縮ウラン軽水型，200KWt，放射線障害研究用）
HPRR （アメリカ，高速臨界集合体，バースト型，放射線障害研究用）
ITAL （オランダ，プール型，100 KWt，生物学研究用）

本プロジェクトは「原子力開発利用長期計画」（昭和36年，原子力委員会策定）にもとづいて，放医研に設置を予想される「医用原子炉」について，

1) 予想される使用の範囲と規模
2) 原子炉に必要な付帯設備
3) 安全管理
4) 設置場所
5) 必要経費・人員

などの問題点を明らかにするため，昭和37年度にひきつづいて，医用原子炉調査委員会（委員長　伊藤岳郎物理研究部長）および物理研究部医用原子炉研究室を中心にして作業が進められている。

昭和38年度の研究題目と担当研究部は次のとおりである。

1) 炉内大量中性子線の生物，医学的利用に関する実験的研究（物理研究部）
2) 炉内中性子線および短寿命アイソトープの生物学ならびに医学への利用に関する調査（各研究部，病院部，医用原子炉調査委員会）
3) 医用原子炉の仕様，運転および安全管理に関する調査（物理研究部，技術部，医用原子炉調査委員会）

調査委員会では，特に第2項の調査を充実するため所内専門家によるワーキング・グループを設け作業をはじめた。その調査結果は37年度と同様別途報告書を作成する予定である。

また，第1項に関連して物理研究部医用原子炉研究室では，ガラス線量計が大量中性子線の測定に使用できるかどうか検討するため予備実験を行なったほか，線量計用ガラスの熱中性子吸収断面積の測定を（報告1），中性子線の人体照射の場合の体内中性子線分布の理論的実験的研究もあわせ開始した（報告2，3）。

（物理研究部長　伊藤岳郎）

1. 線量計用ガラスの熱中性子吸収断面積の測定

医用原子炉研究室
高久祐治
物理第2研究室
河内清光

（1） 目　　的

螢光ガラス線量計用ガラスで，γ線の混在した場合の熱中性子線を測定する試みがなされ，ある程度成功しているようである（R. Yokota, *et al.*; *Health, Physics*, 5, 219～224, 1961; I. Miyanaga, *et al.*; 日本原子力学会誌, 7, 1961; S. Kondo; *Health Physics*, 7, 25～35, 1961）。このガラスで，ある媒質内の熱中性子束分布を測る場合，または照射実験の線量モニターを行なう場合，ガラス自身の熱中性子吸収によって，熱中性子束分布に乱れ（perturbation）を生じる。これは，輸送理論または Monte Carlo 法で計算することが可能であるが（W. N. Selander; *CRT*—927, *JAERI*—*memo*, No. 1186），その際，ガラス試料の巨視的熱中性子吸収断面積 Σ_a が必要である。現在市販されている線量計用ガラスの Σ_a をパイル・オッシレーターで測定し，計算値と比較を行ない，混合物における場合もよく一致するかどうかを検討した。

（2） 方法および結果

試料ガラスの密度は 2.41 g/cm³，組成は次のとおりである。

$LiPO_3$	50 wt %
$Al(PO_3)_3$	50
$AgPO_3$	7
B_2O_3	3

各成分の微視的断面積は次のとおりである。

	σ_a(barn)	σ_s(barn)
Li	71.0±1.0	1.4±0.3
B	755±2	4 ±1
O	<0.002	4.2±0.3
Al	0.230±0.005	1.4±0.1
P	0.2 ±0.02	5±1
Ag	6.3 ±1	6±1

これらから，ガラス 1 cm³ 中に含まれる各元素の個数 N_i を求め

$$\Sigma=\sum_i N_i\sigma_i$$

によって計算する。結果は

$$\Sigma_a=1{,}438\ \mathrm{cm}^{-1},\quad \bar{\Sigma}_s=0.3048\ \mathrm{cm}^{-1}$$

となった。

パイル・オッシレーターによる測定は，原研核物理研究室のご助力を得て JRR—1，13番実験孔にそなえられている装置によった。これはローカル信号型パイル・オッシレーターと呼ばれるもので，詳細は文献（*JAERI*—1009）にゆずるが，一口にいうと，Σ_a 未知試料をパイル内に入れ，ある周波数で振動させ，それによっておこる局部的中性子束密度の振動を増幅，積分するもので，Σ_a 既知の標準試料の積分値と比較することによって Σ_a を求めるものである。標準試料としては金箔を使った。また，補正は

(イ) 原子炉平均出力の変化
(ロ) 試料の自己吸収効果
(ハ) 試料の共鳴吸収の影響
(ニ) 試料の散乱断面積の影響

があるが，(イ)は無視し，(ロ)については，ガラスが厚く，

自己吸収が比較的大きくなるので，その測定点を Σ_{aV} のほぼ等しい金箔の測定点ではさんで，graphical に求めるようにした。(ハ)については，金については 0.922，ガラスについては Li が考えられるが，小さいので無視する。(ニ)については，金箔の補正係数 ε_{scat} は，黒鉛を純散乱体，ホウ素を純吸収体として求めた η_s を使って

$$\eta_s = \frac{\text{単位散乱断面積に対する装置の感度}}{\text{単位吸収断面積に対する装置の感度}} = 0.01994$$

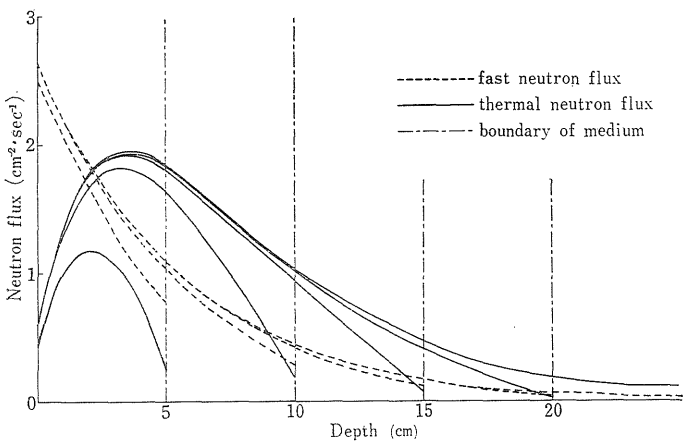
$$\varepsilon_{scat} = \frac{\frac{2}{\sqrt{\pi}}\Sigma_a}{\frac{2}{\sqrt{\pi}}\Sigma_a + \eta_s \overline{\Sigma}_s} = 0.9983$$

測定するガラスについては，Σ_a が不明なため，補正を行なわなかったが，計算で求めた Σ_a，$\overline{\Sigma}_s$ を使うと，$\varepsilon_{scat} \fallingdotseq 0.9963$ となる。測定結果を第1表に示す。

第 1 表

material of sample	mass of sample (g)	Σ_{aV}(cm)	補正した測定値
gold foil No.1	0.30105	0.09092	1.970
No.2	0.50065	0.1512	3.428
No.3	0.80007	0.2416	5.491
No.4	1.3007	0.3928	8.492
glass 3枚	0,45579		6.036
4枚	0.60810		8.033
5枚	0.76554		9.721

これをグラフにして求めるとと，$\Sigma_a = 1{,}417\ cm^{-1}$ となり，計算で求めた $\Sigma_a = 1.438\ cm^{-1}$ と非常によい一致を示している。パイル・オッシレーターの精度もさることながら，ガラス試料中の不純物が極めて少ないためであろうと思われる。



第1図 The calculated fast and thermal neutron flux distributions in water phantoms of various thickness

2. 水ファントム中の中性子束分布

物理第2研究室
河 内 清 光
医用原子炉研究室
高 久 祐 治

(1) 目　　的

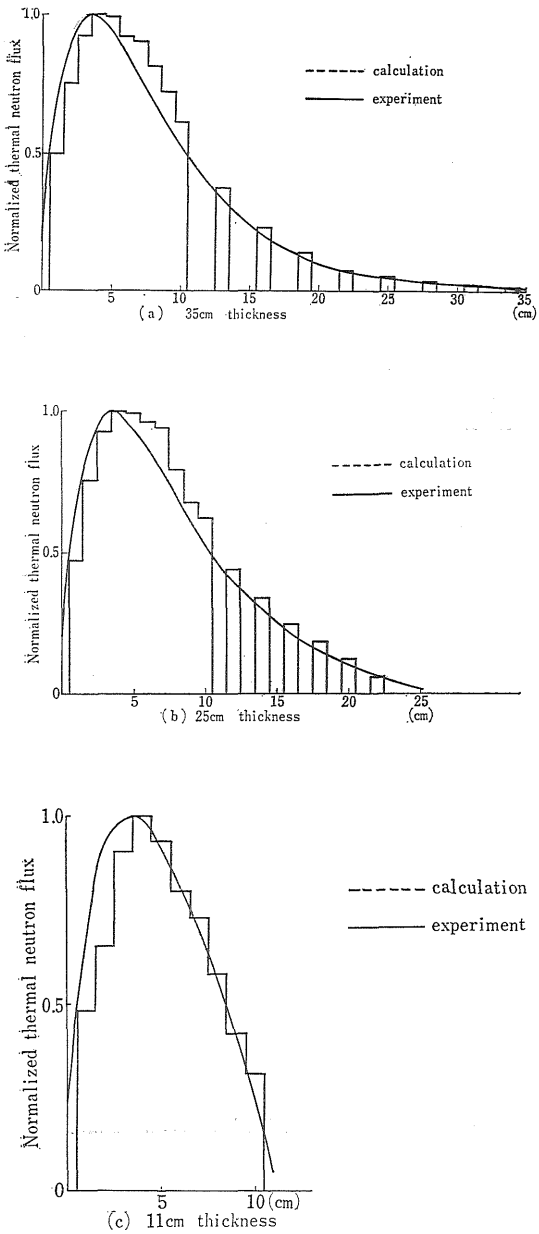
ある物質に中性子線を照射した場合，中性子線のエネルギー，物質と中性子の相互作用に関する核定数，物質の形状，大きさによって，物質内の中性子束分布に差が生じる。したがって，生体に中性子線を照射し，生体組織に対する中性子線の効果をしらべる基礎的データを得る目的で，まず，水中における中性子束分布を，高速中性子と熱中性子のエネルギー別に，解析的に，また実験的に求めてみた。

(2) 方法および結果

無限平板水ファントムが無限平面の高速中性子源に照射された場合のファントム内の中性子束分布を解析的に求めるため，高速中性子群と熱中性子群に分けた2群拡散方程式を適用し，H_2O に関する必要な核定数を *ANL*—5800 から引用して計算を行なった。第1図は厚さ 5 cm, 10cm, 15cm, 20cm, 40cm に関する結果である。20 cmより薄いファントムでは，薄くなるほど高速中性子が減速された結果生じる熱中性子束分布の最大値が前の方にでき，かつ絶対値が小さくなるが，ほぼ 20 cm 以上の厚さになると熱中性子束，高速中性子束ともその分布があまり変らなくなる。

5 mm厚アクリル板製の箱に水を入れ，Ra+Be 1 c 線源からの中性子線を照射し，Au 箔の放射化法で，水中の熱中性子束分布を実験的に求めてみた。厚さ 35 cm, 25 cm, 10 cm に関する両者の比較を第2図にのせる。表面附近では，Au 箔の perturbation のため実験値の方がいくぶん小さくなった。

原子炉工学の分野で，その必要性から核定数がかなり正確に求められ，数値計算を行なう上に好都合な H_2O について行なった，上記の方法がかなり有効なことがわかったので，ひきつづき軟組織等価物質について同様のことを行なっている。



第2図 The calculated and measured thermal neutron fluxes in water phantoms of various thickness

〔研究発表〕

河内清光，高久祐治；水ファントム中の中性子束分布，日本医学放射線学会雑誌，23，12（1964年3月）

3. 組織等価物質中の中性子束分布

医用原子炉研究室
高久祐治
物理第2研究室
河内清光

（1） 目　　的

無限平板水ファントムが無限平面の高速中性子源に照射された場合の，ファントム内の中性子束分布を解析的，実験的に求め，よい結果が得られたので，さらに2群拡散方程式を組織等価物質に適用し，主としてファントムの厚さによる中性子束分布のちがいに着目し，解析的に，また実験的に求めた。計算に必要な軟組織の拡散係数，フェルミ年令，拡散距離等の核定数を新たに求める必要があったので，*ANL*—5800，*BNL*—325にある個々の原子の断面積から計算した。

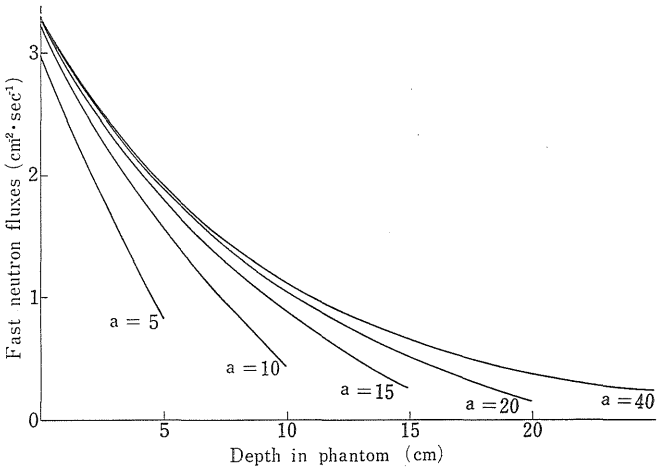
（2） 方法および結果

軟組織 $(C_5H_{40}O_{18}N)_n$ の原子組成をもった物質の核定数を求める際，高速中性子群を，数MeVから熱中性子近辺までの極めて広いエネルギー範囲にしたので，さらにこの群を14組に分け，各組のエネルギー領域での平均の断面積を求め，中性子束スペクトルはI/Eにしたがうことを仮定して積分に使用した。熱中性子群については，0.025 eVの中性子に対する核定数を求めた。結果は下記のとおりである。

高速中性子群の拡散係数	$D_1 = 1.007$ cm
フェルミ年令	$\tau = 85.05$ cm^2
熱中性子群の拡散係数	$D_2 = 0.3212$ cm
拡散距離	$L = 3.605$ cm

これを1次元平板に対する2群拡散方程式の解に代入することにより，高速中性子束と熱中性子束の分布を，種々の厚さの媒質について計算した。その結果，高速中性子束は中性子の入射する表面から離れるにつれて，指数関数的減少を示し，熱中性子束は厚さ20 cm以上の媒質の場合，中性子の入射する表面から4.9 cmの位置にピークを示した。媒質の厚さが20 cm以下になると，薄くなるにつれて，ピークの位置は表面に近くなり，中性子束の値も低くなる。これらの結果を水ファントムについて求めた結果と比較して第1図～第5図に示す。

実験では，軟組織とほとんど同じ原子組成をもつ組織等価物質を作り，Ra-Be源からの中性子を照射し，熱中性子束分布を金箔の放射化法により測定した。組織等価物質の組成を重量%で次に示す（密度1.09）。



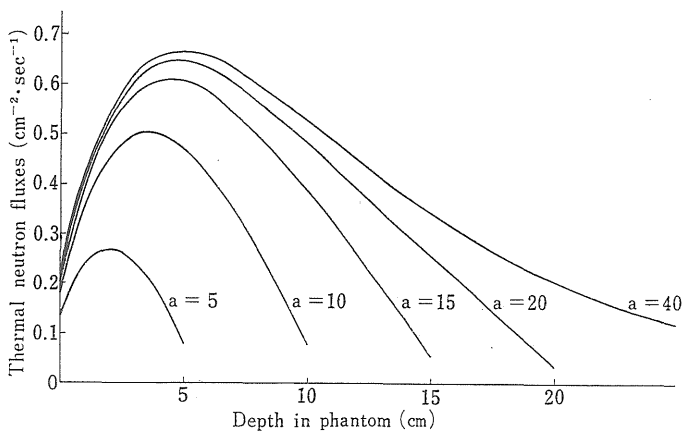
第1図　媒質の厚さ5, 10, 15, 20, 40 cm の高速中性子束分布（表面に1 n/cm²•sec の高速中性子が入射した場合）

water	66.2 %
gelatin	20.2 %
glycerol	5.2 %
sucrose	8.4 %

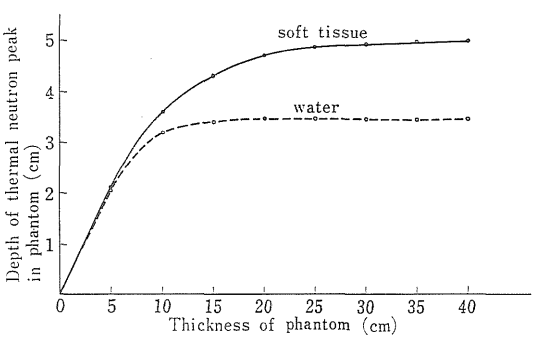
11 cm と 25 cm厚のファントムについての結果を比較して第6図に示す。計算によると軟組織では，熱中性子束分布のピークの位置が水より 1.5 cm 深くなり，その大きさが 1/2.9 になる。実験によると，ピークの位置は計算の結果と同じであったが，大きさは 1/1.4 であった。

〔研究発表〕

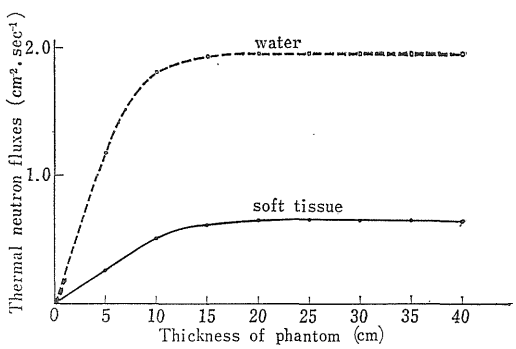
高久祐治，河内清光；組織等価物質中の中性子束分布，第23回日本医学放射線学会(1964年5月)



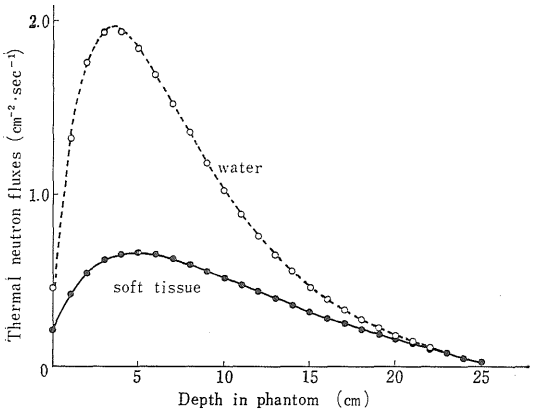
第2図　熱中性子束分布



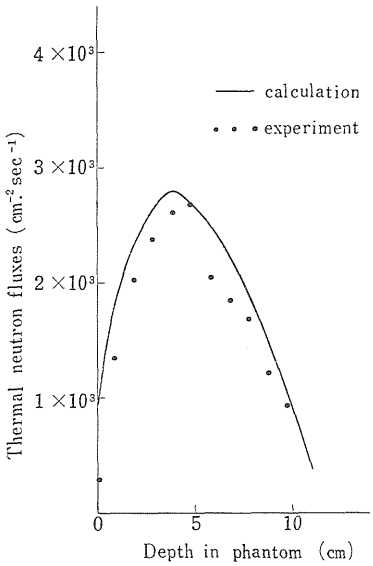
第3図　ファントムの厚さを変えた場合の熱中性子束最大値の位置の変化

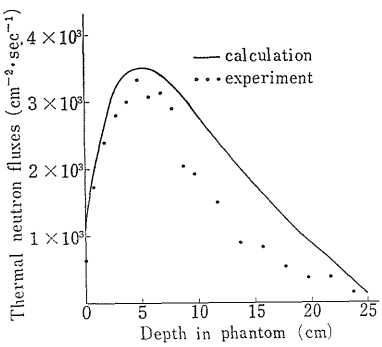


第4図　ピークにおける熱中性子束の値（ファントム表面に1 n/cm²•sec の高速中性子が入射した場合）



第5図　水と軟組織等価物質中の熱中性子束分布





第6図　10，25 cm 厚の軟組織等価物質中の熱中性子束分布の計算と実験結果との比較（ピークで規格化した）

Ⅲ. 物 理 研 究 部

概　　況

物理研究部には物理第1，第2，第3研究室のほか医用原子炉研究室があり，38年度の定員は2名増の計23名である。

本研究部の研究業務は，放射線の障害防止ならびに医学的応用に関する適切なる計量と防護方法との基礎的技術の開発のほか，人体組織に関する吸収線量の算定に必要な基礎資料を，またひいては放射線の人体に対する作用機構の解明のための1つの基礎資料を加えるため，放射線が人体組織に吸収される場合のエネルギー転換過程の物理学的解明に関する研究等を行なっている。また，37年度に引続き医用原子炉の設置に関係した調査研究も行なっている。

37年度に引続き，ヒューマン・カウンターに関する研究が行なわれ，その性能向上を目的とした基礎的な研究(報告1)のほか，較正法の研究(報告2)と実用測定（報告3)が行なわれた。

低バックグラウンドβ線スペクトロメーターに関する研究も続行され，二重螢光体を使用したものと，同時計数型とが研究されよい成果をあげ(報告4，5)，この種の計数装置のバックグラウンド計数の統計的性質の理論的実験的検討が行なわれた(報告6)。また，この種測定方式でエネルギー範囲を広げるのに有用な対数特性パルス増幅器についてもあわせ研究が行なわれ，よい結果が得られている(報告7)。

また，37年度に引続き NaI シンチレーション検出器に及ぼす宇宙線の影響についても研究が行なわれ（報告8)，中性子線のエネルギー測定用タイム・オブ・フライト装置については，引続き一部の改良と予備実験が行なわれた。

放射線量測定の分野においても，37年度に引続き主として高エネルギーに関する研究が続行された。

まず，本研究所の6 MeV の線型加速器を使用して，治療に必要な線量分布を測定し(報告9)，一応この方面の技術を確立した。

高エネルギーX線，電子線のラド単位系での測定に関しては，その実用方法の確立が強く要望されているが，これに関し研究が行なわれ提案することができた(報告10)。

以前から調整中であった高エネルギーγ線スペクトロメーター (NaI 使用) について，そのエネルギー・レスポンスについて研究が行なわれた(報告11)。

吸収線量の算定に必要な2次電子(X，γ線による)に関する研究は38年度も続行され，新らしいデーターを追加することができた(報告12)。

38年度から力を入れ始めた中性子線の吸収線量の測定方式の開発については，ポリエチレン使用の比例計数管の他，物理第2研究室で作った3種の指頭型電離箱等に関し，その諸特性について予備実験を行ない(報告13)，中性子照射実験は39年度行なう予定である。

放射線の遮蔽関係の研究では，37年度に引続きベータトロンから出る10～29 MeV のX線，β線について基礎的な実験を行ない（報告14)，中性子線の遮蔽に必要なコンクリート中での中性子束分布について実験的研究を行なった(報告15)。

よく問題になる工業用X線の遮蔽に関し，合理的な線質表示法と遮蔽計算法について新しい提案をした（報告16)。

広島，長崎における原爆爆発時の中性子線量の推定に関する予備測定は，ABCC，化学研究部等との協力のもとに行なわれた(報告17)。

一方，γ線量の推定についてはサーモ・ルミネッセンスによる方法について研究を行ない（報告18，19，20，21，22)，39年度に引続く予定である。

トロトラスト患者の臓器吸収線量の推定に必要な問題のうち，^{228}Ra の臓器からの排泄を測定する一方法としてのα線スペクトル測定法について研究を行なった（報告23)。

国民線量の推定関係の研究については，診断用X線と

治療用X線とについてそれぞれ行なわれ(報告24，放射能調査16)，また，RIの取扱いから生ずる職業者の被曝のわが国民の遺伝有意線量への寄与を推定する研究について協力した(放射能調査17)。

予定研究題目以外の研究としては，Moxon-Rae型検出器による30 keV中性子の捕獲断面積の測定に関する共同研究が行なわれた(報告25)。

以上の本研究部本来の研究項目のほかに，緊急時対策に関する調査研究(プロジェクト研究)の本研究部分担研究「緊急被曝時の個人線量の推定」を化学研究部との共同で行なった(プロジェクト研究，A．4)。

医用原子炉研究室の業務に関しては，プロジェクト研究「B．医用原子炉に関する調査研究」の項の報告を参照されたい。

(物理研究部長　伊藤岳郎)

1. ヒューマン・カウンターの基礎的特性に関する研究

物理第1研究室
飯沼　武
野原功全
石原十三夫
田中栄一
八代重雄*

* 技術部技術課

(1) プラスチック型カウンターのγ線特性

放医研のプラスチック型カウンターは，50 × 50 × 50 cmの直方体プラスチック・シンチレーター(松下電工製)に5 in.の光電子増倍管(Dumont 6364)を附したものを1ユニットとし，それらを上に4個，下に4個備え，その間に患者をsandwich状にはさむ構造になっている。

プラスチック・シンチレーターは原子番号の低い物質によってできているため，50 keV以上のγ線に対してはphoto peakが観測されず，その上シンチレーション効率が低いため，γ線エネルギー分析には不適当である。しかしながら，できるだけエネルギー分解能を大きくするように努めることは必要である。大型有機シンチレーターのγ線エネルギー分解能に関するデータが極めて少ないので，われわれは1個のシンチレーター・ユニットの4種の単エネルギーγ線(662 keV：^{137}Cs，1.11 MeV；^{65}Zn，1.46 MeV：^{40}K，2.62 MeV：ThC″)に対するresponseとエネルギー分解能を調べ，分解能が3つの因子によって支配されることを見出し，その個個の因子の寄与を測定した。それによると，上記のエネルギー範囲内では，コンプトン後方散乱による拡がり(σ_iと略)はシンチレーターの厚さの関数で厚さを小にすれば小さくなる。しかし，厚さを減らすことは計数効率を減らすことになるため不可能である。したがって，σ_iは一定と考えられる。次に，光電子増倍管の陰極面(P.C.)からでる光電子の統計的変動による拡がり(σ_s)はエネルギーの$^1/_2$乗に比例し，現在のシンチレーターをさらに螢光効率のよいシンチレーター(例えば，NE 102 A等)に変えればσ_sを小にし得る。さらにもう1つの因子としてシンチレーター内の場所による集光効率の変動(σ_g)があり，これは直方体の角の部分をまるくすることによって，やや改善できることがわかった。詳しくは研究発表1を参照されたい。

(2) NaI型およびプラスチック型カウンターの安定性

一般にシンチレーション・カウンターは不安定で特性が変化し易い特徴を有する。したがって，測定時間中の変動をできるだけ少なくする必要があることはいうまでもない。さらに，ヒューマン・カウンターは長期間(何年にもわたる)のtracer実験が行なわれることがしばしばあるので，長期間のの安定性をcheckすることが重要になってくる。

われわれは，大型NaIおよびプラスチック・カウンターの短期間(数時間～1日)および長期間(数十日～数年)の変動のmonitor方法を確立して，現在使用している。

NaI型については，^{22}Naの2本のγ線(0.51 MeVと1.28 MeV)をreference peakとして使用し，そのpeakのchannel数のずれと増幅器利得および256 channel analyzerのbase levelの変動との関係を求め，逆にpeakのずれから，利得およびbase levelの偏差を知るという方法によって，短期間の変動を見出している。長期間の変動はやはり^{22}Naの2本のpeakを2つの決ったchannelに合わせた時の増幅器利得，base level，2つのpeakの分解能，計数効率，さらにbackground等を1週に1度ずつ測定して変化があるか否か調べている。この方法の利点は故障を早期に予知できることと，微少なdriftも発見できることである(研究発表2参照)。データの再現性をよくするために，エネルギー軸は^{22}Naの2本のγ線によって人体測定前に較正される。

プラスチック型はデータの再現性を得るためにエレクトロニクス系の設定は各測定前に行なわねばならない。Reference sourceとしては，KCl 6 kgおよび^{137}Cs溶液(^{137}Cs約1 μc)をつめたプラスチック製のびん各6本

を長さ約1.5 m に等間隔に並べたものを使用している。まず，KCl source を使って，上下の各4ユニットずつの利得，8個全体の利得（増幅器を含めて）を 256 ch. P. H. A. によって合わせる。この際 256 ch. P. H. A. の memory 回路を2分して使用できることが利得合せを極めて容易にしている。2つの single channel analyzer の base level と channel width は標準電圧計で較正された mercury pulser で設定される。各 single channel analyzer は，おのおの ^{40}K と ^{137}Cs による peak に対応して設定されている。このようにして既知の値に設定されたのち，reference source と background の計数を求める（それぞれ K_K, K_{Cs}, C_S, B_K, B_{Cs}; K_K とは K channel における KCl source による net count を示す。以下同様）。短期間の変動の monitor には，K_K, K_{Cs}, C_S と増幅器利得の関係を求めておくことによって check され，1日以内の変動は negligible である。

長期間の drift は上記のごとくして設定した際の K_K K_{Cs}, C_S, B_K, B_{Cs} および増幅器の利得，2個の single channel analyzer の base level と channel width を記録し，その変動がある幅を越えているか否かによって check する。詳しくは近い将来に発表する予定である。

［研究発表］

1. 飯沼武，野原功全，石原十三夫；ヒューマン・カウンタ用大型プラスチック・シンチレータの特性，第24回応用物理学会(1963年10月)
2. 飯沼武，石原十三夫；γ-scintillation spectrometer の stability control, 第11回応用物理関係連合講演会(1964年4月)

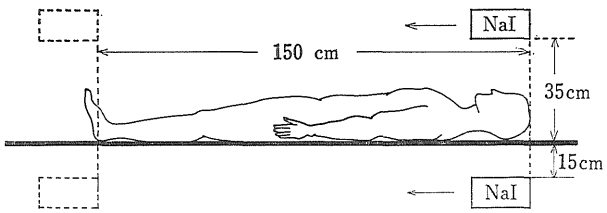
2. ヒューマン・カウンターの較正に関する研究

物理第1研究室
飯沼　武
石原十三夫
田中栄一

(1) 人体模型による較正法

37年度の放医研年報に述べたとおり，人体模型による較正法は定数 K_1' を種々の RI について求めることに帰着する。問題は人体模型とその中に充てんされた RI の分布が，実際の人間とどの程度類似しているかということになる。われわれは24才男子の標準体重・身長を有する模型および16才程度の少年の模型を作り，^{40}K と ^{137}Cs に対する K_1' を求めている。K と Cs に関しては全身体の軟組織に一様に分布していると仮定し，人体模型の各部にその体積に比例した量を充てんした。

Counting geometry は "Standard Chair" と "Two Crystal Scanning" (第1図)の2つを用いた。後者については，さらに2個の crystal 間の距離を変えて実験する予定である。



第 1 図

さらに，局所に集中する RI の例として，トロトラスト患者の体内量の較正を行なうために，米国 Alderson Research Lab. 製の Remcal Phantom を使用した。この phantom は各臓器の模型を内蔵し，おのおの独立に RI を充てんすることが可能な構造になっている。トロトラストは肝臓と脾臓に集中的に存在することがわかっているので，平衡状態の ^{232}Th の硝酸塩を水に溶かし，phantom の肝・脾臓に充てんした。その他の部分は蒸溜水で満たした。この方法によって，患者に類似した ^{232}Th の分布をもつ phantom を作った。さらに，患者の肝・脾臓に存在するトロトラスト量を別々に算出する必要があったので，以下のような方法によって行なった。まず，検出器としてベッドの上側にある NaI を使用する。初め phantom を肝臓が上向きになるように横向きにねかせ，肝臓だけに Th (既知量)を充たす。その時の計数(C_1)は，

$C_1 = a \cdot S_1$……(1)　a：定数, S_1：肝臓中の Th 量

次に，phantom を脾臓が上側になるような方向に横向きにねかせ計数すると，(C_2)

$C_2 = c \cdot S_1$……(2)　　c：定数

今度は脾臓にも既知量の Th を加えて，(1)式を得たと同一 geometry で計数する。(C_3)

$C_3 = a \cdot S_1 + b \cdot S_s$……(3)

b：定数,　S_s：脾臓中の Th 量

さらに，(2)式の geometry で計数すると，(C_4)

$C_4 = c \cdot S_1 + d \cdot S_s$……(4)　　d：定数

上記の(1)～(4)式を解くと，常数 a～d が求まる。今 phantom の肝・脾が人体と同一幾何学的条件下に

あると仮定すれば，a～dが人間にも適用される。患者を2方向の横向きにねかせて計数し，C_l，S_s を得たとすると，

$$C_l = a \cdot S_l + b \cdot S_s$$
$$C_s = c \cdot S_l + d \cdot S_s$$

となり，次式で S_s，S_l が求まる。

$$S_l = \frac{d \cdot C_l - d \cdot C_s}{a \cdot d - b \cdot c}$$
$$S_s = \frac{a \cdot C_s - c \cdot C_l}{a \cdot d - b \cdot c}$$

（2） RI投与の較正

^{137}Cs 体内量の較正は37年度 ^{132}Cs を用いて2例につき行なったが，38年度にさらに2名の正常成年男子につき較正定数を求めた。Geometryは“Standard Chair”と“Two Crystal Scanning”の2つを用いた。

（3） 上記(1)(2)の較正はプラスチック・カウンターについても同時に行なった。

3. ヒューマン・カウンターによるRI人体負荷量の測定

物理第1研究室
飯沼　武
石原十三夫
田中栄一

（1） 人体カリウム量定量による人体構成分の研究

永井臨床第3研究室長との共同研究として行なわれているので，詳しくは同室長の報告を参照されたい。本研究では，満7才より85才に至る男女約200名をプラスチック・カウンターにて測定し，Kの重量を得る。これから体重kg当りのKのg数を算出し，年齢，性別および体質の相違による変化をしらべる。これらのデータは正常人のものであって，臨床的に利用されよう。また，欧米人との比較も興味ある点である。この研究の結果は，1964年6月の米国核医学会に報告される。

（2） 人体中の ^{137}Cs 負荷量の定量

前記(1)の研究と同時に ^{137}Cs の人体負荷量を測定して，^{137}Cs による人体汚染の程度を測定した。また，そのうちの一部の人の24時間尿をとり，尿中 ^{137}Cs 量と体内量との関係を求めた。この研究は環境衛生研究部佐伯環境衛生第5研究室長，内山研究員(放射能検査課)との共同研究である。

（3） トロトラストの人体負荷量の測定

約10名のトロトラスト保有患者につき，橋詰物理第3研究室長，加藤同室研究員，熊取臨床第1研究室長との共同研究により負荷量の測定を行なっている。同時に，NaIカウンターに10 cm幅のスリット・コリメーターを附して，体内分布を測定し，大部分は肝・脾臓に局在していることを確めた。また，較正に関する研究で述べた方法により，各患者の肝・脾臓別のトロトラスト量を算出した。この研究の一部は日本医学放射線学会に報告された。詳しくは加藤研究員の報告を参照されたい。

（4） Cs代謝過程に関する研究

本研究は永井臨床第3研究室長，伊沢化学研究部長，渡利研究員（化学第3研究室）との共同のもとに行なわれた。正常成年男子2名に ^{132}Cs (γ : 0.669 MeV，半減期6.55日)約5 μc を経口投与し，その体内分布，生物学的半減期，f_u，f_w 等を求めるため計測中である。それと同時に ^{137}Cs 体内量の較正を行なうため，投与後7日～10日間の全排泄物を採集し，その放射能を測定した。この研究の詳細については近い将来に発表する予定である。

（5） ビキニ患者の体内放射能の測定

第5福龍丸乗組員の被曝後10年目にあたり，乗組員の医学的調査の一部として，熊取臨床第1研究室長と共同して行なった。約15名の患者をNaIカウンターで測定した。その結果については現在検討中である。

4. 二重層螢光体を用いた低バックグラウンドβ線スペクトロメーター

物理第1研究室
田中栄一
平本俊幸
野原功全

（1） 研究目的

プラスチック・シンチレーターの下面にGM管を設けて，これらの同時計数を行なう方式のβ線シンチレーション・スペクトロメーターが微量の放射性試料の核種の同定，あるいは定量測定に有用であることは37年度に報告した。この測定器には，β線の入射を検出する測定器にガスフロー型のGM管が使用されているため，計数気体を必要とし，常に流量に注意しなければならないこと，ガス漏れや計数管の窓の破裂の可能性があること，検出器の構造が複雑になること等の実用上の欠点があった。そこで，このGM管を安定で長寿命の固体検出器におきかえることができれば非常に好都合である。固体検出器としてシンチレーターや透過型半導体検出器が考えられるが，本研究はその1つの方法としてシンチレーターを用いる場合について検討した。

（2） 実験方法

この動作原理は，主としてエネルギー分析をするための比較的厚いシンチレーター（分析シンチレーターという）の下面に，β線の通過を検出するための薄いシンチレーター（窓シンチレーターという）を設けて，これら2つの信号の和を増幅して波高分析を行なうが，この際窓シンチレーターの信号との同時計数を行なうことにより，以下に述べるようにバックグラウンドを有効に減少させることができる。この方法による測定器には，窓シンチレーターの光出力の取り出し方に従って，1)分離計数管型と2) 波形選別型の2つが考えられる。1) は窓シンチレーターと分析シンチレーターがそれぞれ別のシンチレーション計数管を構成する型で，2つのシンチレーターの種類を自由に選択することができるが，窓シンチレーターの形状からいって集光効率が悪いという欠点をもっている。2)は窓シンチレーターと分析シンチレーターに互いに異なった減衰時定数をもつシンチレーターを用い，これを1本の光電子増倍管につけた型で，β線が窓シンチレーターを通過したかどうかは減衰時定数の違いを利用した波形選別で識別する。それ故，シンチレーターの組合わせに制限を受けるが，光電子増倍管が1本ですむので検出器および遮蔽室を小さくすることができる利点がある。そこで，2)の波形選別型を採用しこれについて実験を行なった。

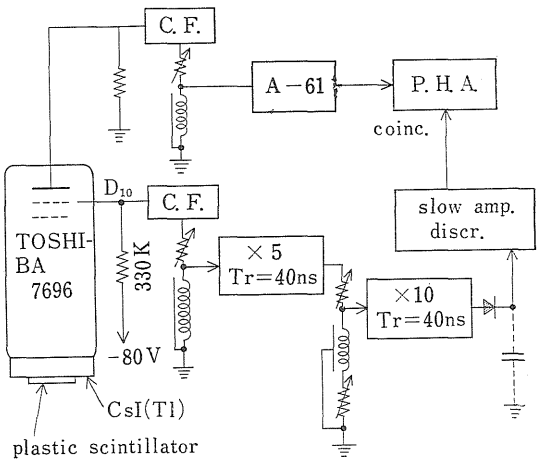
（3） 実験装置

β線分析用シンチレーターとしては，有機結晶シンチレーターが適しているが，これらの減衰時定数はほぼ3ないし50 n sec の範囲であるため，これらの組合わせは普通の光電子増倍管を用いたのでは，光電子増倍管の立ち上がり時間が遅いため波形選別が困難である。そこで，窓シンチレーターにはプラスチック・シンチレーターを，分析シンチレーターには CsI (Tl) 結晶を用いた。前者は約5 n sec の減衰時定数を有し，加工が容易で薄い窓シンチレーターに適している。CsI (Tl) はβ線に対する後方散乱が大きく，かつγ線感度がよいためバックグラウンドの高い欠点はあるが，取り扱いが簡単なことと，減衰時定数が長い(0.5 μsec と 7 μsec の2つの成分がある)ため，波形選別が比較的容易に行なえるという理由でこれを採用した。

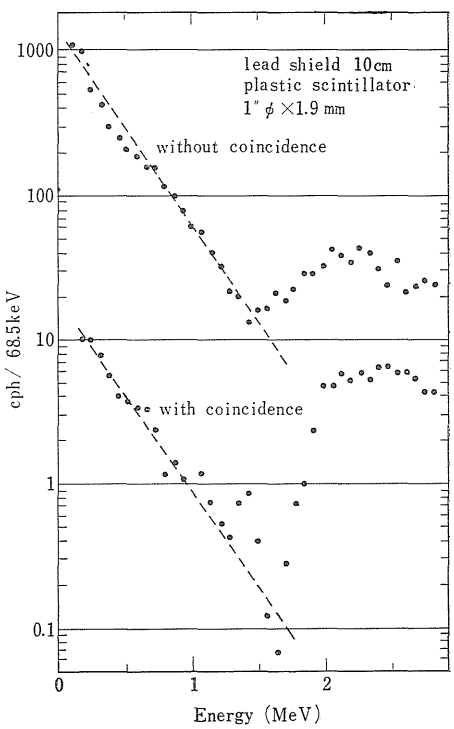
実験には 2″φ×3.5 mm の CsI (Tl) の下面に 1″φ の薄いプラスチック・シンチレーター (NE—102) をシリコングリースで接着し，全体を Al 箔で光遮蔽したものを用いた。光電子増倍管は東芝 7696 を使用した。波高分析のための信号は陽極から，波形選別のための信号は最終段ダイノードからとっている。検出装置のブロック結線図を第1図に示す。

（4） 実験結果および考察

鉛 10 cm の遮蔽室内に本検出器を入れたときのバックグラウンド・スペクトルを第2図に示した。このとき



第1図 The block diagram of the spectometer

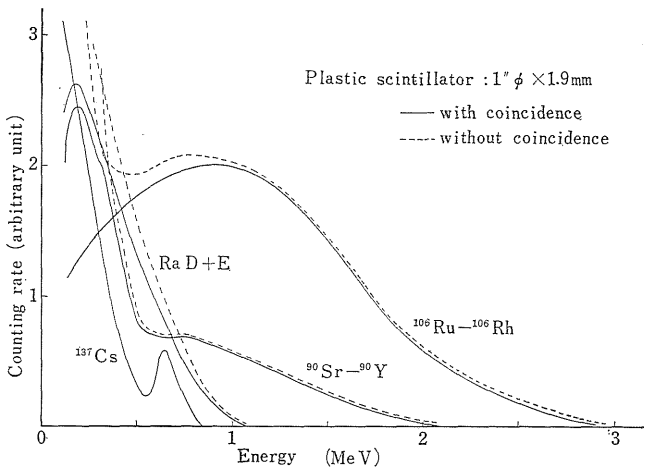


第2図 Background spectra with and without coincidence

のプラスチック・シンチレーターの厚さは1.9 mmである。1.7 MeV 以上でのスペクトルのもりあがりは μ 中間子によるもので，もっと厚い CsI(Tl) を用いればこのもりあがりはもっと高いエネルギー範囲にうつすことができる。同時計数を行なうことによって，バックグラウンドはスペクトルの形をほとんど変えずに約 $1/70$ に減少している。プラスチック・シンチレーターの厚さを変えても同時計数のスペクトルの形はほとんど一定で，ただ減少の割合が変化する。第1表にプラスチック・シンチレーターの厚さが0.5, 1.25 および 1.9 mm のときのバックグラウンド計数率を示した。また，第3図はプラスチック・シンチレーターの厚さが1.9 mm のときの各種同位元素からのβ線に対するエネルギー・スペクトルを示している。

第1表　Background counting rates with different window scintillators

thickness of window scintillator (mm)	background counting rate (cpm)	
	0.15～1.0 MeV	0.15～1.7 MeV
0.5	0.64	—
1.25	0.73	0.81
1.9	0.90	1.00



第3図　Pulse height spectra for several isotopes with window scintillator of 1.9 mm

この方法によるβ線スペクトロメーターは，前に報告したGM管式のものと比較して，バックグラウンドが多少高い。これはCsI (Tl) がγ線に対して高い検出感度をもっているためと考えられる。しかし，本装置はこの種の測定器の可能性を検討するために試作されたものであるため，もっとよいシンチレーターの組合わせや速い波形選別回路等の使用によって改良を行なえば，まだかなり性能は向上し，使用上の簡便なことを特徴として，充分実用に供しうるものと考えられる。

〔研究発表〕

田中栄一，平本俊幸，野原功全；二重螢光層を用いた低バックグラウンドβ線シンチレーション・スペクトロメーター，第11回応用物理関係連合講演会（1964年4月）

5. 同時計数型シンチレーション・スペクトロメーターによる微量試料のβ線エネルギー分析

物理第1研究室
田中栄一
平本俊幸
丸山隆司*
* 物理第3研究室

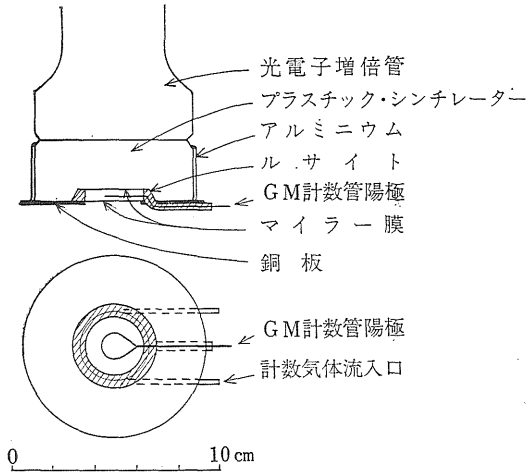
(1) 研究目的

同時計数型の低バックグラウンドβ線スペクトロメーターの低エネルギー特性の改良，エネルギー分解能の向上を行ない，実用測定器としての種々の問題点についてしらべた。この研究の1つの目的は広島，長崎の原子爆弾の中性子線量推定のため，中性子による放射化によって生じた鉄材中の ^{60}Co（最大β線エネルギーは約0.31 MeV）の測定における測定限界を向上し，エネルギー分析を併用して試料の汚染による誤差をさけることである。

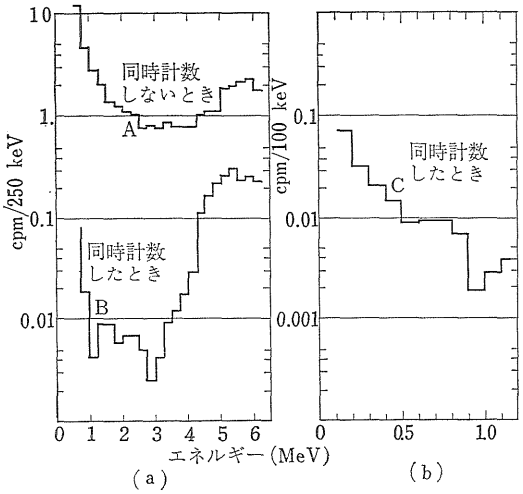
(2) 研究方法

検出器のおもな改良点は，プラスチック・シンチレーターとして発光率の良好なNE 102(Nuclear Enterprises, Inc.)を用いたこと，GM計数管に構造の簡単な分離型のパンケーキ型GM管を用いたことである。

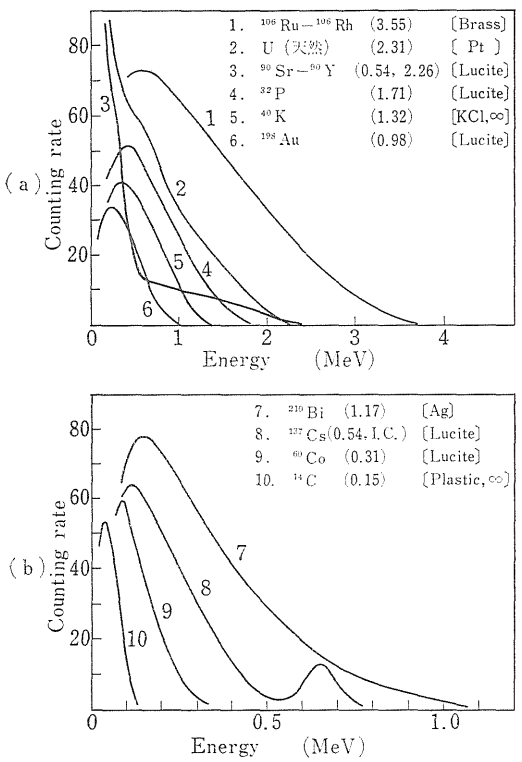
NE 102の螢光効率はアントラセン結晶の約60％で，従来のものに比して約1.7倍大きい。また，反射材として従来のアルミ箔の代りに反射効率の良好な白紙を用いて測定可能な最低エネルギーを低くし，^{60}Coの測定に必要な25～310 keVのエネルギー範囲を充分なSN比で測定することが可能となっ



第1図　検出器の構造



第2図　バックグラウンドの波高分布



第3図　種々の放射性物質の波高分布
(　)は主なβ線の最大エネルギー，[　]は後方散乱体，ただし，∞は無限厚さ材料

た。検出器の構造は第1図に示した。

また，GM計数管の陰極としてプラスチック・シンチレーターの内面にアルミニウムおよび金を真空蒸着する方法は，製作が比較的困難で光漏れ等のトラブルを生じやすく，また螢光に対する反射効率が悪い欠点があったが，両面にマイラー薄膜を有するパンケーキ型のGM管を用いることにより，これらの欠点を除くことができた。このマイラー膜の内側には金を，シンチレーターに接する面にはアルミニウムをそれぞれ真空蒸着してあり，厚さはそれぞれ約0.9 mg/cm²である。GM管の大きさは内径28 mm，厚さ6 mmで，陽極は0.05 mmφのステンレス線をループ状にしたものである。光電子増倍管にはDu Mont K—1758を用い，検出器全体は鉛10 cmで遮蔽した。

電子回路は従来のものとほぼ同様であるが，本装置のように窓面積に比して浅いGM管の場合には，放電のおくれが4 μsecにも達することがわかったので，同時計数が確実に動作するように回路の時定数を選定した。

(3)　実験結果と考察

装置の性能の大要は次のようである。GM管のプラトーは1,000～1,200 Vの範囲で，傾斜は約3％/100 Vである。GM管で通過するβ線にたいするβ線の検出効率は，^{90}Sr-^{90}Yを用いて求めた結果，約95％であった。エネルギー分解能は^{137}Cs-^{137m}Baの内部転換電子に対し，半値幅約16％である。バックグラウンドの波高分布は第2図に示した。

^{60}Coに対する検出効率は，白金板に電着した試料を距離5 mmの位置において，25～250 keVのエネル

ギー範囲を計数したとき，約12％であった。また，そのときのバックグラウンドは約0.06 cpmで，その計数率の安定性は理論的に予想される統計的変動によく一致していることが確かめられた。したがって，最小検出可能量を試料測定時間におけるバックグラウンドの統計的標準偏差の3倍と定義すると，測定時間を10時間として ^{60}Co の最小検出可能量は0.25 dpmである。

この測定器は，試料の目的とする核種以外の放射性物質による汚染の有無の検討，不明核種の同定にも非常に有用である。おもな核種の波高分布を第3図に示した。1 dpm程度の未知試料の最大β線エネルギーが比較的容易に決定できることがわかった。

〔研究発表〕

Tanaka, E., T. Hiramoto and T. Maruyama; Beta-spectroscopy of low level samples by a coincidence type scintillation spectrometer, 原子力学会誌(投稿中)

6. 低バックグラウンド計数装置のバックグラウンドの統計的性質

物理第1研究室
田中栄一
丸山隆司*
* 物理第3研究室

(1) 研究目的

微量のβ放射能の測定には，逆同時計数型の低バックグラウンド・カウンターが広く用いられている。また，最近われわれの研究室では同時計数型のβ線スペクトロメーターを用いている。極微量の放射能の測定には，これらの測定器のバックグラウンドが低いこと，計数効率が高いこととともに，バックグラウンドの計数率が安定であることが非常に要求される。一定時間のバックグラウンドを繰りかえし測定したとき得られる個々の計数値は一般に統計的な揺動を示す。この揺動は，理想的にはポアッソン分布に従がうはずであるが，実際の測定等では種々の原因のために，このことは甚だ疑問であることが多い。この点をしらべるため，実際に使用されている種々の装置で得られたバックグラウンドのデータについて揺動の統計的性質をしらべた。

(2) 研究方法

解析の対象とした測定装置は逆同時計数型のものでは数カ所の研究所で使用されている無窓GM計数管4台，薄窓GM計数管5台(いずれもガスフロー型)，および ^{14}C の測定を目的とした大型の CO_2 比例計数管1台で，同時計数型のものは，われわれの研究室で使用中のβスペクトロメーター(ただし逆同時計数型としても使用可能)1台である。バックグラウンド・データは各装置の使用者から提供していただいたもののうち，同一条件で得られたと思われるデータのみについて解析を行なった。

解析の方法は，χ^2 一検定法によった。まず，次式で定義される χ^2 を一連のバックグラウンド測定値から算出する。

$$\chi^2=\frac{\sum_{i=1}^{N}(\bar{n}-n_i^2)}{\bar{n}}$$

ここに N は測定値の数，n_i はその i 番目の測定値，$\bar{n}$ は n_i の平均値である。χ^2 および N の値よりH. Arkin およびP. R. Colton (1950) の表より，分布がポアッソン分布である確率 P を求める。P は理想的には0.5で，$P>0.5$ は揺動がポアッソン分布から期待されるよりも小さいことを意味し，$P<0.5$ は揺動が大きすぎて，不規則な雑音が混入していることを意味する。しかし，比較的サンプル数が少ない本報告のような場合には，P が0.1～0.9の範囲に入れば揺動はほぼポアッソン分布にしたがっていると考えてよい。

(3) 結果と考察

解析の結果を第1表に示した。データの中にはかなり長期間にわたって得られたものがあり，長期間の変動が結果に影響する可能性があるので表には測定期間も記入したが，結果の良否との顕著な関係はみとめられなかった。σ/σ_{th} は測定値から計算した標準偏差 σ と，平均値 $\bar{n}$ から理論的に予想される標準偏差 $\sigma_{th}=\sqrt{\bar{n}}$ との比である。

表からわかるように，逆同時計数型のGM計数管では，σ/σ_{th} が1より大きく，したがって P が小さい傾向にある。この原因としては次のことが考えられる。すなわち，GM計数管は多少とも後続放電の確率をもっているが，逆同時計数型では後続放電などの偽放電は除去されず，この放電による計数率がポアッソン分布にしたがわない。さらに，GM計数管の実際の計数率は宇宙線のために，みかけのバックグラウンドよりもはるかに大きい(10～20倍)ため，わずかの偽放電が結果に大きく影響する。比例計数管の場合は検定の数が少ないので明確な結論は得られないが，一般に計数毎の放電電気量が小さいため，偽放電の確率がGM計数管に比して小さいことが知られているので，電気的雑音に注意すれば良好な結果が得られることが期待される。

第　1　表

装置の種類		N	測定期間	$\bar{n}$	χ^2	σ/σ_{th}	P	
無窓GM計数管（逆同時計数型）	1	25	3 d	75.2	35.0	1.23	0.05	×
		24	3 d	70.2	27.2	1.09	0.25	○
		24	2 d	64.9	46.3	1.42	0.005	×
		24	2 d	63.9	38.5	1.36	0.025	×
	2	27	59 d	76.3	35.9	1.17	0.09	×
	3	23	31 d	40.7	24.4	1.05	0.3	○
		23	40 d	38.2	24.3	1.05	0.3	○
		23	34 d	37.5	18.5	0.92	0.6	○
	4	29	7 d	106.9	30.6	1.04	0.37	○
		29	7 d	109.8	121.7	2.08	< 0.005	×
		29	7 d	108.8	101.4	1.90	< 0.005	×
薄窓GM計数管（逆同時計数型）	1	25	34 d	59.7	38.8	1.27	0.04	×
		20	24 d	73.6	42.4	1.49	< 0.005	×
		22	46 d	74.4	41.2	1.40	0.005	×
	2	20	3 d	58.5	35.8	1.37	0.01	×
		20	3 d	55.0	59.3	1.76	< 0.005	×
		23	3 d	50.1	26.6	1.10	0.2	○
		15	2 d	41.6	25.0	1.14	0.15	○
	3	10	34 d	176.6	10.8	1.09	0.3	○
		9	62 d	150.4	10.1	1.04	0.3	○
		25	19 d	120.9	38.3	1.26	0.03	×
		19	7 d	116.3	13.7	0.87	0.75	○
		20	12 d	94.2	45.2	1.54	0.005	×
		20	22 d	93.8	14.0	0.86	0.75	○
		25	14 d	64.0	32.3	1.16	0.1	○
		25	14 d	63.7	19.7	0.90	0.7	○
	4	25	42 d	27.1	25.0	1.02	0.45	○
		25	7 d	26.8	36.3	1.23	0.05	×
		25	120 d	55.5	25.6	1.03	0.4	○
		25	43 d	55.4	33.4	1.18	0.1	○
	5	25	46 d	28.9	60.8	1.59	< 0.005	×
		25	132 d	25.3	55.1	1.52	< 0.005	×
		25	120 d	52.0	82.8	1.85	< 0.005	×
		25	23 d	55.5	65.2	1.65	< 0.005	×
CO_2比例計数管（逆同時計数型）		30	1 d	100	25.4	0.94	0.65	○
		30	1 d	100	21.5	0.86	0.8	○
		30	1 d	100	26.6	0.96	0.6	○
β－スペクトロメーター（逆同時計数型）	(a)	14*	8 d	34.8	23.2	1.34	0.04	×
	(a)	14**	8 d	36.6	18.0	1.18	0.18	○
	(b)	24***	5 d	34.3	94.9	2.03	< 0.005	×
	(c)	14*	8 d	6.9	13.8	1.03	0.4	○
	(c)	14**	8 d	7.0	7.7	0.77	0.9	○

装置の種類		N	測定期間	$\bar{n}$	χ^2	σ/σ_{th}	P	
β－スペクトロメーター（同時計数型）	(d)	20	7d	8.3	16.7	0.94	0.6	○
	(d)	24***	5d	10	10.8	0.69	0.98	□
	(d)	13	2d	5.2	7.9	0.81	0.8	○
	(d)	14	7d	4.7	9.5	0.86	0.7	○
	(d)	11	7d	4.5	10.3	1.01	0.5	○

注）（1） * ** *** 同数の＊印を附したデータは同じ測定から求めた。

（2） βスペクトロメーターにおけるエネルギー範囲：

（a） 0.5 MeV $< E$

（b） 0.25 MeV $< E$

（c） 0.05 MeV $< E <$ 0.5 MeV

（d） 0.025 MeV $< E <$ 0.25 MeV

（3） ×： $P < 0.1$

○ : $0.1 < P < 0.9$

□ : $0.9 < P$

同時計数型β線スペクトロメーターでも，データの数は少ないが，よい結果が得られている。これは原理的にGM計数管の偽放電が検出されないためと考えられる。また，この測定器の場合，1回の測定から逆同時計数値と同時計数値が同時に得られるので，同一の測定条件で2つの方式を比較することができる。これらのデータを同数の＊印で示した。逆同時計数値が大きい揺動を示し，したがって，GM計数管が偽放電を起していると考えられる場合でも，同時計数率は安全で，よくポアッソン分布にしたがっていることがわかる。

［研究発表］

Tanaka, E. and T. Maruyama ; On the statistical nature of background of low background counters, 原子力学会誌(投稿中)

7. 対数特性パルス増幅器

物理第1研究室

平本俊幸

田中栄一

低バックグラウンド・シンチレーション・スペクトロメーターを用いて低レベル放射能物質を同定するとき，有効なエネルギー範囲を広げて測定することが望ましい場合がある。通常のパルス増幅器に対数特性をもたせて，このダイナミック・レンジを広げることを試みた。

(1) 対数変換素子

P-n 接合ダイオードの電圧-電流の関係は次式であらわされる。

$$I = I_s \left[e^{ev/kt} - 1 \right] \quad \cdots\cdots (1)$$

ただし，I はダイオード電流，I_s は飽和電流，e は電子の電荷，k はボルツマン定数，T は絶対温度，V はダイオード電圧(順方向を正)である。そして V>0.1 V では，

$$V = \frac{kT}{e} \ln\left(\frac{I}{I_s}\right) \quad \cdots\cdots (2)$$

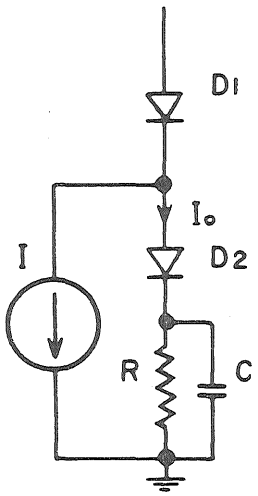
と近似でき，電流と電圧は対数的関係をもつ。

ダイオードの実際の直流特性は，一般に(1)式とはかなり異なっている。比較的大きな電流では，ダイオード全体にわたる電圧降下ならびに電導度変調の影響がある。また，パルスの変換ではパルス特性のよいものでなければならない。代表的なタイプのダイオードについて試験したところ，定電圧ダイオードの順方向特性がよいことがわかった。定電圧ダイオードと同一の構造をもつメーター保護用ダイオード 1S 57 を，以下の回路の変換素子として用いた。

(2) 変換ダイオードの使用法

1) 変換ダイオードの polarizing

実際の変換回路において，変換ダイオードには一定の電流を流す必要がある。これは (i) 直流条件を一定に保つため，(ii) 変換電圧を小さくしてパルス・レスポンスを改善するため，(iii) ダイオードの動抵抗を小さくして回復時間を速めるためである。有効な対数範囲を広くとりながらこの polarizing current を流す方法を第1図に示す。変換ダイオードと補償ダイオードの対数特性が同一ならば，このときの変換電圧 V_c は次式で



第 1 図

D_1: 変換ダイオード, D_2: 補償ダイオード, I_0: polarizing current, I: 信号電流

あらわされる。

$$V_c=\frac{kT}{e}\ln\left[\frac{I}{I_0}\frac{1+\sqrt{1+(I_0/2I)^2}}{2}\right]\cdots\cdots(3)$$

ここに, I は変換ダイオードに加えられる信号電流, I_0 は, polarizing current である。理想的な特性 $V_c=\frac{kT}{e}\ln(I/I_0)$ からの偏差を 0.02 decade 以内に保つためには, 信号電流は $4.7I_0$ から有効である。

2) パルス・レスポンス

変換された電圧波形は普通のパルスと非常に異なる。振幅が最終値の α 倍になるまでの時間 t は次のごとくなる。

$$t=\frac{CR_d}{D}\log_{10}\left[\left(\frac{I}{I_0}-1\right)\Big/\left(\frac{I}{I_0}\right)^{1-\alpha}-1\right](4)$$

ここに, C は変換ダイオードの容量, R_d は電流 I を流したときのダイオード抵抗, D は decade であらわした (I/I_0) である。ダイオード容量の変化は R_d の変化に比して小さいので, C は一定とみなした。実際に C の変化は使用範囲(10^{-5}～10^{-2}A)で約 20 %である。R_d は I に逆比例して変化するので, 小さい出力信号に対する出力パルスのライズ・タイムは非常に大きくなる。このため, 速いパルス・レスポンスを得るためには電流の大きい範囲で使用する方がよい。

3) 温度の影響

変換特性の傾斜は温度に依存する。polarizing によって I_s の影響を除いたときの decade あたりの電圧 V_D は(1)式から

$$V_D=\frac{kT}{e}\ln 10\cdots\cdots(5)$$

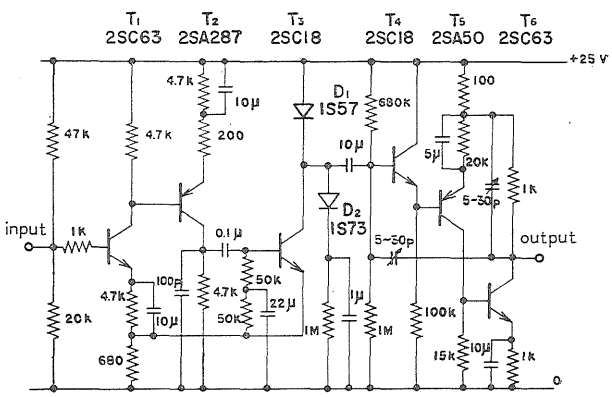
であらわされる。1S 57 について実験した結果はこれとよく一致する。これから 2 decade のところで誤差を 0.02 decade 以下に保つためには, 室温で温度変化を 3 °C以内に保たねばならない。このため, 変換ダイオードを恒温槽に入れるなどの処置が必要である。

(3) 回路とその特性

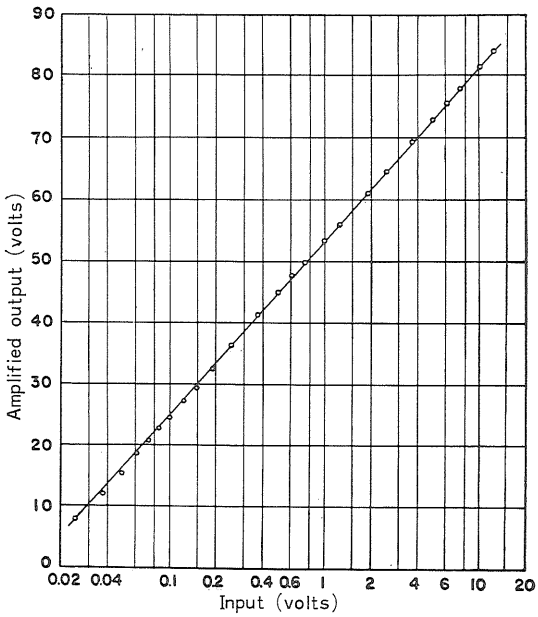
変換素子に電流を供給する方法は種々考えられる。実際に 3 種のタイプを作り実験したが, その 1 つを第 2 図に示す。回路は current generator (T_1～T_3), 変換ダイオード D_1, 補償ダイオード D_2, 出力増幅器(T_4～T_6)からなる。T_3 は通常カットオフで信号が到来したときだけ導通となり, 信号電流を変換ダイオードへ供給する。Polarizing current は, 対数範囲とパルス・レスポンスを考えて 13μA に選んだ。出力から変換ダイオードへの容量饋還はパルス・レスポンスを改善するためである。変換ダイオードへの信号電流が 40 μA のときの出力パルスのライズ・タイムは 0.5 μsec である。

パルス・ジェネレーターのパルス ($T_r=0.25$ μsec $T_{decay}=10$ μsec) で試験した変換特性を第 3 図に示した。2.5 decade にわたって理想的な対数特性からのずれは 0.02 decade 以内である。

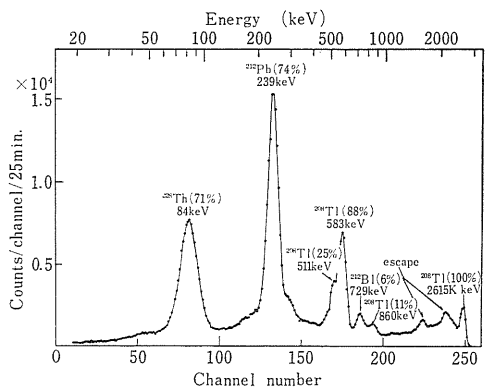
0.07 V 以下の小さな信号 (変換ダイオードで 100 μA) では(4)式から期待されるものより小さい。これは T_3 の電流利得の減少による。



第 2 図



第3図　対数特性



第4図　^{228}Th の波高分布

この変換回路と通常の比例増幅器とを組合わせて，実際のシンチレーション計数管からの信号を増幅したときの波高分布を第4図に示した。

3.5×10^3 cps までではエネルギー軸の移動は認められなかった。

[研究発表]

田中栄一，平本俊幸；対数特性パルス増幅器，第24回応用物理学会学術講演会(1963年10月)

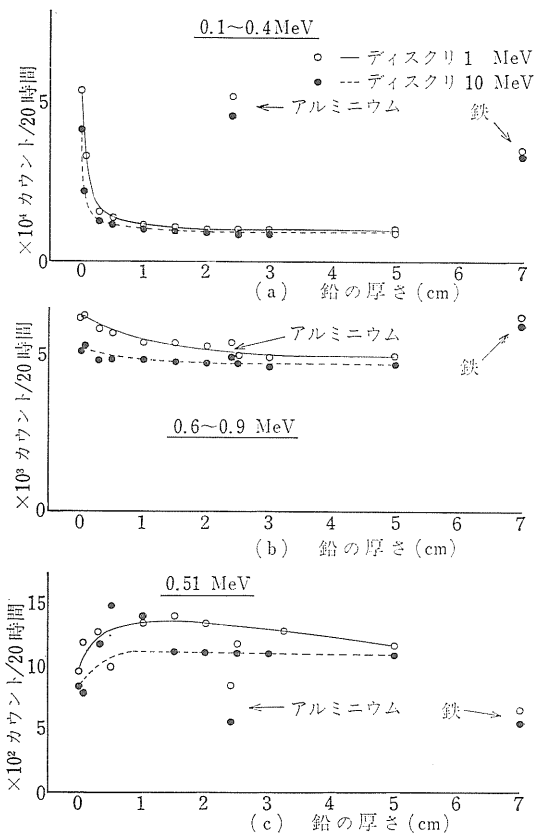
8. NaI シンチレーション検出器に及ぼす宇宙線の影響

物理第1研究室
伊藤　進
田中栄一

NaI のバックグラウンドに及ぼす宇宙線の影響をしらべるため，37年度にひきつづいて，NaI を種々の物質で包み，それから発生する宇宙線の2次成分によるバックグラウンドを測定した。0.1～0.4 MeV，0.6～0.9 MeV，0.51 MeV ピークの計数値にわけて考えた（放医研年報，昭和37年度参照）。38年度は，前年度改良した装置を用いてさらに精度のよいデータを求めた。また，遮蔽室の大きさの影響もしらべた。

(1) 測定結果

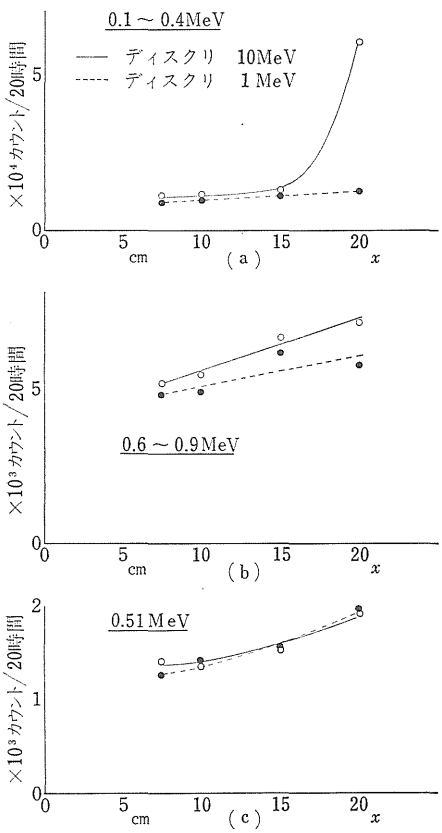
第1図は内側の大きさ縦10 cm，横10 cm，長さ30 cm の鉛の箱で，厚さを変えた場合である。鉄，アルミニウムは鉛の同じ g/cm² に相当するところにプロットした。



第　1　図

0.1～0.4 MeV のカウントは，1 cm ぐらいまで急激に減少し，それ以上厚さが増加してもあまり変らない。2 cm 以上はほとんど一定である。また，2 cm 以上では，ディスクリによってもほとんど変らない。平衡状態においては，アルミニウム，鉄，鉛と原子番号が増えるとカウントは減少する。

0.6～0.9 MeV のカウントも厚さが増加すると減少しているが，0.1～0.4 MeV の場合ほど急激ではない。原子番号が変ってもあまり変らない。0.51 MeV のピークのカウントは，こまかいことがいえるほどデータの精度がよくないが，厚さとともに増加していき，1.5 cm ぐらいから減少し，鉛は鉄，アルミニウムに比べて大きい傾向がある。



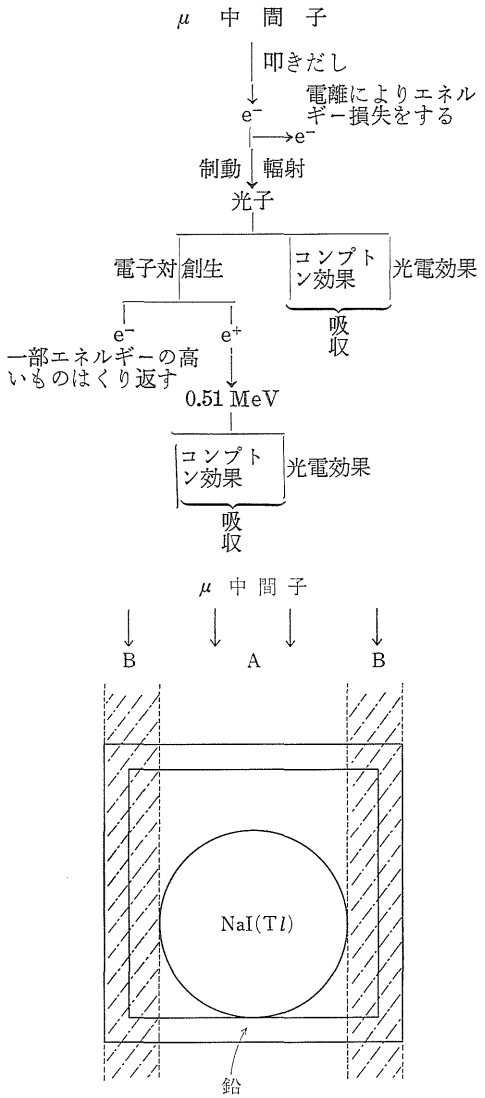
第 2 図

第2図は厚さ 1 cm 長さ 30 cm，縦 x cm，横 x cm の鉛の箱に NaI シンチレーターを入れたとき（第3図参照），x の変化に対し，カウントがどのように変化するかを示したものである。x が増加すると増加する傾向にある。

（2） 考　　察

物質中における μ 中間子のエネルギー損失の式より，宇宙線中の μ 中間子はほとんど電離によりエネルギーを損失することがわかる。実際計算してみると，叩きだし電子の断面積が圧倒的に大きく，電子のエネルギーを E とすると，その断面積はほぼ $1/E^2$ に比例している。

そこで，中間子より発生する2次成分の優勢的な相互作用の過程は次のようなものであることが予想される。



第 3 図

これにより第1図の傾向は定性的にほぼ説明できた。

第2図の鉛の箱の大きさを変えた場合の結果は予想どおりであった。第3図のように，μ 中間子が1方向のみ

から入射すると考えると，μ中間子によりB中の鉛でできた2次成分のみが問題とするエネルギー範囲に計数する。これは，B中にある鉛をNaIからみた立体角が大きい方が計数は多くなるからである。このことより，遮蔽室の大きさがNaIと同程度の場合は，遮蔽室は小さいほどバックグラウンドは少なくなることがわかる。

〔研究発表〕

伊藤進，田中栄一；NaIシンチレーション検出器に及ぼす宇宙線の影響，第11回応用物理学関係連合講演会(1964年4月)

9. 6 MeV Linac の X 線線量分布

物理第2研究室

平岡　武

星野一雄

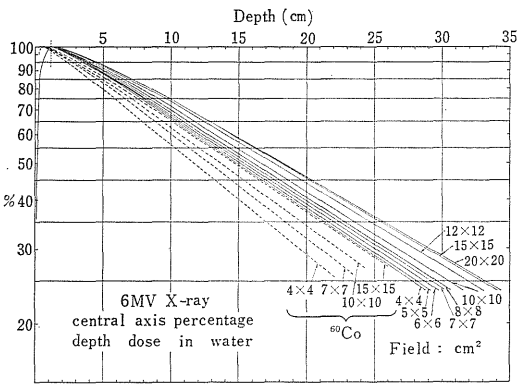
松沢秀夫

本研究所に設置された英国 Vickers 社製の 6 MeV linear electron accelerator X線を治療に用いる場合必要とする線量分布を測定した。

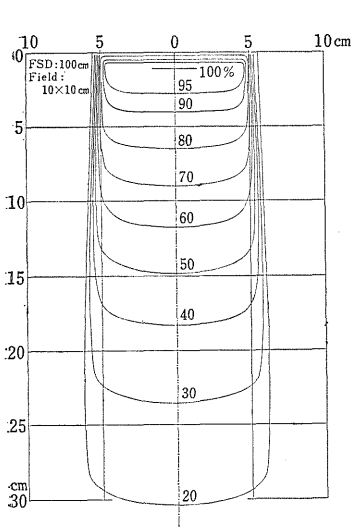
測定には東芝製等線量曲線自記装置を用いた。この装置は，検出器とモニターの差の信号から同じパーセンテージの点を自動的に記録していくもので，検出器とモニターは，電離容積約 0.3 cc，Al の中心電極をもった thimble 型電離箱を有し，検出器側の電離箱はルサイト5 mm 厚から成る 40 × 50 × 40 cm の水ファントムの中をスキャンニングする。ターゲットからファントムの表面までの距離はすべて 100 cm である。

第1図は中心軸上の percentage depth dose curve をおのおのの field size に対して示し，点線の ^{60}Co のそれと比較してある。第2図，第3図，第4図，第5図は各 field size による等線量分布である。また第6図は X-ray beam に対して，ファントムを直角から 30° 傾けた時の等線量分布である。

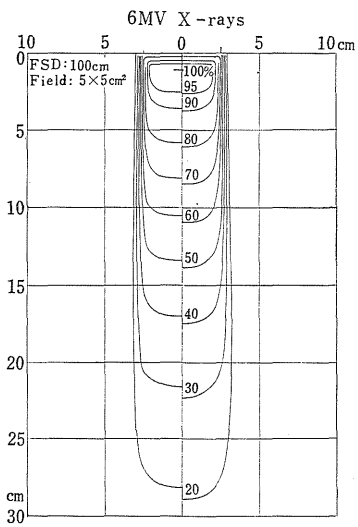
他方，表面附近の build-up の測定は，ファントムの壁や chamber size によって制約されるので，この方法では測ることが不可能である。したがって，平板電離箱の前面に，1 mm のルサイト板を重ねていくことによって



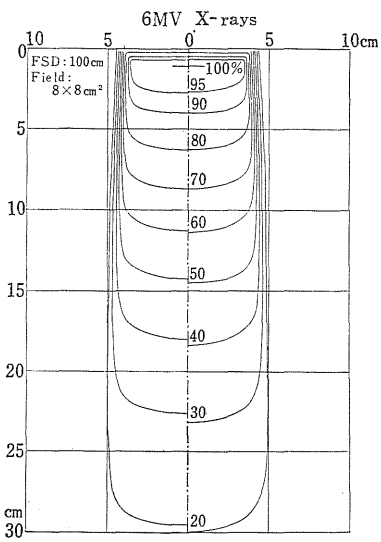
第 1 図



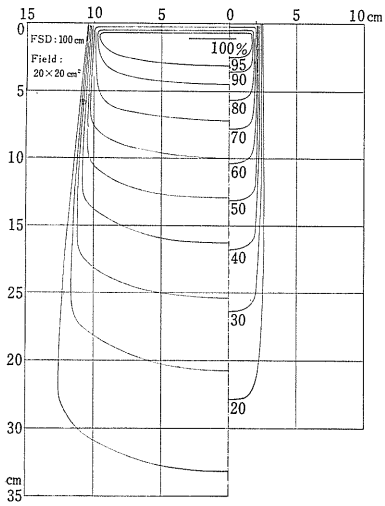
第2図　10 × 10 cm²



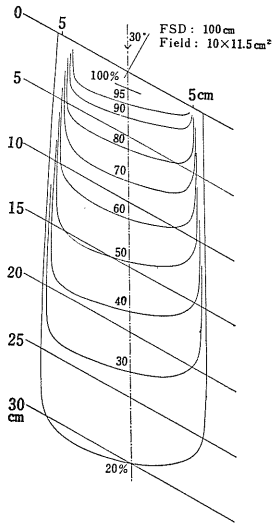
第3図　左5 × 5 cm²
右$\overline{5}$ × 15 cm²



第4図　左8 × 8 cm²
右$\overline{8}$ × 15 cm²



第5図　左 $20 \times 20\ cm^2$
右 $4 \times 4\ cm^2$



第6図　$10 \times \overline{11.5}\ cm^2$

測定し，水に換算した。最大線量率は，水中で10～11 mmのところに生ずる。

等線量分布図にみられるように，fieldの端が鋭く落ちているのは，この種のエネルギーでは横方向への散乱はほとんどないためと考えられる。

〔研究発表〕

星野一雄，平岡武，佐方周防，松沢秀夫；6 MV エックス線の線量分布，第23回日本医学放射線学会(1964年5月)

10. 高エネルギーX線，電子線の吸収線量

物理第2研究室
川島勝弘
平岡武
佐方周防

^{60}Co γ線やkV域のX線については，組織の吸収線量ラドをレントゲン値から求めるための換算係数(conversion factor)が既にICRU レポート(*NBS Handbook*, 78, 26, '61)に集成されている。しかし，レントゲン単位が適用されないMV域のX線や電子線については，吸収線量をラドで表示するとの原則は決められているのにかかわらず，実用的データは未だ確立されていない。われわれは，実用線量計の読み(レントゲン値)からラドを算定する方法を提案し，軟組織に等価と考えられるルサイト，水について，MV X線，電子線に対する換算係数を求めた。

高エネルギーX線，電子線照射の場合，被照射体(以下媒質と呼ぶ)中の任意の部位における吸収線量 D ラドは次式によって求められる。

$$D = R \cdot k \cdot f$$
$$\text{or} = Q \cdot F \quad \cdots\cdots (1)$$

ただし，R, k, f, Q, F は次のごとくである。

R：媒質中の任意の部位に置いた実用線量計の読み，レントゲン値

Q：同じ部位の空洞（air cavity）中の電離密度，esu/g・in air

k：^{60}Co γ線に対する実用線量計の較正係数（第1表参照）

f, F：ラドへの換算係数

第1表　^{60}Co γ線に対する線量計の較正係数

線量計*	A	B	C	D	E
較正係数(k)	0.89**	0.88	1.00	1.06	0.82

* A, B: Victoreen コンデンサー型, C: Radocon γ-メーター，D：東芝深部線量計，E：Philips線量計

** 電気試験所の ^{60}Co 標準線源（誤差±3％）で較正した値。他の電離箱の k は，これを基準として求めた。

Fの算定　ルサイトについて，Bragg-Gray の空洞原理により理論的に求めた。

$$D = 0.87_7 \cdot \overline{S}^{\text{lucite}}_{\text{air}} \cdot Q \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

$$\therefore \quad F = 0.87_7 \cdot \overline{S}^{\text{lucite}}_{\text{air}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (2')$$

ただし，$\overline{S}^{\text{lucite}}_{\text{air}}$ はルサイトの電子阻止能と空気のそれの比であり，Nelms の計算値(*Suppl. to NBS Circular*, 577, '58)を利用した。第2表にルサイトについ↙

第2表　電子線，X線に対するF値(ルサイト)

電　子　線

エネルギー(MeV)	1	2	4	6	8	10	15	20	30
$\overline{S}^{\text{lucite}}_{\text{air}}$	1.09	1.06	1.03	1.01	0.99	0.98	0.95	0.94	0.92
F	0.96	0.93	0.90	0.89	0.87	0.86	0.84	0.82	0.80

X　　線

エネルギー，MV	10	20	30
$\overline{S}^{\text{lucite}}_{\text{air}}$*	1.08	1.06	1.04
F	0.95	0.93	0.91

↙ての F を示す。水の電子阻止能はルサイトより約3％大きいので，水または軟組織の F は第2表の値の1.03倍と考えられる。

f の 算 定　(1)から $R \cdot k \cdot f = Q \cdot F$ であるので，

$$f = F \div (R \cdot k/Q) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

同一条件の放射線束に対し，実用線量計で $R \cdot k$ レントゲン値を，外挿電離箱で Q esu/g を測定し，F の計算値を介して f を求めた。ただし，実験はルサイトについて行なった。第3表はその結果である。

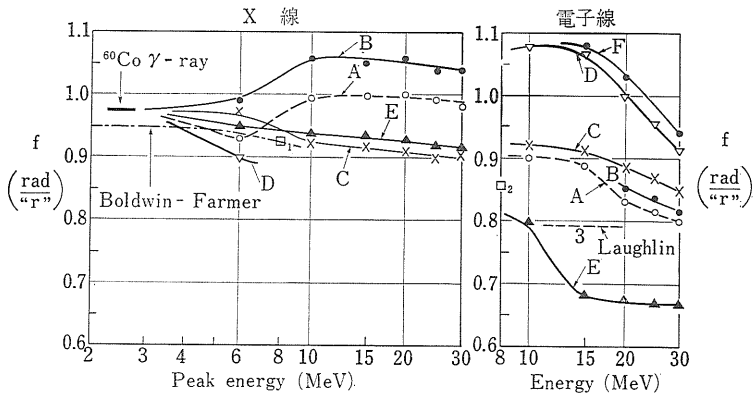
* X線によりルサイト中に発生する2次電子のエネルギー分布 $N(E)$ を計算し，次式によって $\overline{S}^{\text{lucite}}_{\text{air}}$ を求めた。

$$1/\overline{S}^{\text{lucite}}_{\text{air}} = \int N(E) \cdot 1/S(E) \cdot dE \Big/ \int N(E) \cdot dE$$

第1図は水の F 値であり，ルサイトの値の1.03倍と推定した値である。図に示すごとく，f は測定器ごとに相当な差異があり，また，線質依存性もある。したがって，実用のレントゲン・メーターの読みから吸収線量の絶対値を求める場合には，f 値の選定に充分注意すべきであろう。

第3表　ルサイトの f および F

放射線＼電離箱	f (rad/"r") A	B	C	D	E	F(rad/esu/g) 外挿電離箱
^{60}Co γ線	0.94_5	0.94_5	0.94_5	0.94_5	0.94_5	0.98_5
6 MV X線	0.90	0.96	0.96	0.87	0.92	0.96
10 MV 〃	0.97	1.03	0.90	—	0.91	0.95
15 MV 〃	0.97	1.02	0.90	—	0.91	0.94
20 MV 〃	0.98	1.02	0.89	—	0.89	0.93
25 MV 〃	0.96	1.01	0.88	—	0.88	0.92
30 MV 〃	0.95	1.01	0.88	—	0.88	0.91
10 MeV 電子線	0.87	—	0.88	1.05	0.77	0.86
15 MeV 〃	0.86	—	0.88	1.04	0.65	0.84
20 MeV 〃	0.80	0.82	0.86	0.97	0.65	0.82
25 MeV 〃	0.79	0.81	0.84	0.93	0.64	0.81
30 MeV 〃	0.77	0.78	0.81	0.88	0.64	0.80



第 1 図

A, B : Victoreen コンデンサー型, C : Radocon γ-線量計, D : 東芝深部線量計, E : Philips 線量計, F : 螢光ガラス針

□1 : Newbery(*Brit. J. Radiol.*, 28, 241, '55), 0.93 rad/"r" for 8 MV X 線とする。

□2 : Batcheler(*Brit. J. Radiol.*, 32, 332, '59), 0.865 rad/"r" for 8 MV 電子線と仮定する。

3 : Laughlin(*WHO/IAEA/ICRU Meeting on Standarization of Radiological Dosimetry*, Rev. No. 13, '61)

Baldwin-Farmer ; A code of practice for dosimetry of 2~8 MV X-ray and ^{137}Cs and ^{60}Co γ-rays (draft)

[研究発表]

松沢秀夫, 星野一雄, 川島勝弘, 佐方周防, 稲田哲雄 ; 高エネルギー X 線, 電子線の吸収線量, 日本医学放射線学会関東部会(1963 年 12 月)

11. 接着された 5″φ×9″ NaI (Tl) crystal のレスポンス

物理第 2 研究室
稲 田 哲 雄
佐 方 周 防
松 沢 秀 夫

連続γ線スペクトルの解析に大型 NaI (Tl) crystal を用いた scintillation spectrometer を用いることができる。しかし, 測定された波高分布よりもとのスペクトルを求めるには, その spectrometer の単一エネルギーγ線に対する詳細な response function を知らねばならない。連続γ線のスペクトルを $N(E)$, spectrometer より得られた波高分布を $P(E')$ とすれば, この 2 つの分布の間の関係は次式で表わされる。

$$P(E')dE' = dE' \int_0^{E_{max}} N(E) R(E, E')(1 - e^{-\mu L})dE \quad \cdots\cdots(1)$$

E_{max} はγ線スペクトルの最大エネルギー, $R(E, E')$ は response function と呼ばれ, エネルギー E の photon が螢光体中で波高 E' のパルスを生じる確率である。この方程式は容易に次の行列式に書き直される。

$$\langle P(E') \rangle = M \langle N(E) \rangle \quad \cdots\cdots(2)$$

$\langle P(E') \rangle$ と $\langle N(E) \rangle$ は 1 列の行列, M は正方行列で各項は次式で示される。

$$M_{ij} = \frac{\int_{\Delta E'_j} \gamma dE' \int_{\Delta E_i} R(E, E')(1 - e^{-\mu L})dE}{\Delta E'_j} \quad \cdots\cdots(3)$$

ΔE_i と $\Delta E'_j$ はそれぞれ photon エネルギーと波高分布のエネルギー間隔である。$N(E)$ を求めるには(2)式の両辺に M の逆行列を乗ずればよい。すなわち,

$$\langle N(E) \rangle = M^{-1} \langle P(E') \rangle \quad \cdots\cdots(4)$$

Response function を実験的に求めることはよく行なわれている。これは種々の単一エネルギーのγ線に対する NaI (Tl) の波高分布を求めることであるから, コリメーター, 遮蔽体を含めた検出器をつねに同一条件に保っておけば, これら全体を 1 つの検出器と考えることができる。

われわれは大型 NaI(Tl) crystal の response func-

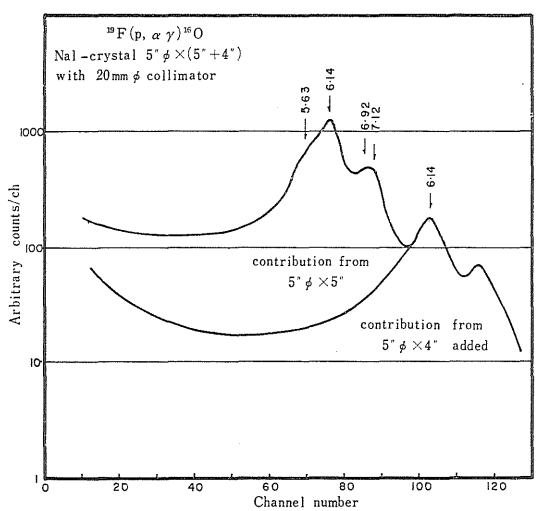
tion を求めることを主な目的とした一連の実験を計画しその第1段階を行なった。測定に使用した scintillation spectrometer は通常の 5″ϕ×5″ crystal に両面ガラス窓をもつ 5″ϕ×4″ crystal を接着した 5″ϕ×9″ のものと，5″ϕ×5″ crystal で Dumont の 6363 photo tube と一緒に銅の容器の中に入れたものである。これを鉛 20 cm で遮蔽し，さらにそのまわりを 10 cm の Borax で中性子遮蔽してある。出力パルス分布は R. C. L. 128 ch. P. H. A. により得られる。測定した単一エネルギー γ 線源を第1表に示す。プロトン↙

第1表 Monoenergetic γ-ray source

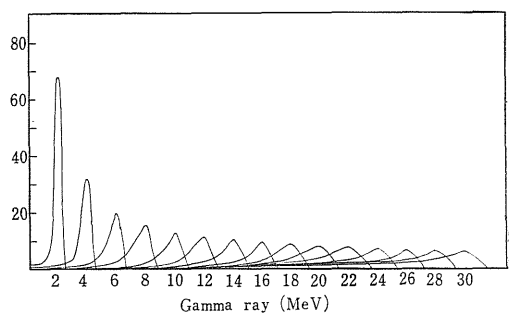
γ-ray source	target form	proton energy (keV)	γ-ray energy (MeV)	J^π ; T	τ_m or Γ_γ (keV)	impurity energy $[J^\pi$; T] Γ_γ (keV)
^{24}Na			1.37			2.76
			2.76			1.37
^{9}Be(α, nγ) ^{12}C	(RaD-Be)		4.433±.005	2^+ ; 0	0.01−0.02eV	Bremsstrahlung
^{15}N(p, $\alpha\gamma$)^{12}C	KNO_3	1500	4.433±.005	2^+ ; 0	0.01−0.02eV	
^{19}F(p, $\alpha\gamma$)^{16}O	CaF_2	800	6.135±.010	2^+ ; 0	$\tau_m=(1.0\pm.3)\times10^{-14}$sec	6.923[2^+ ; 0]1.2 $\times10^{-14}$ sec 7.121[1^- ; 0]1.0 $\times10^{-14}$ sec
^{9}Be(p, γ)^{10}B	Be-thick	991	7.48 ±.01	2^- ; 1	80±3	
^{11}B(p, γ)^{12}C		300	16.11±.002 −4.433±.005		6	16.11 4.433
^{7}Li(p, γ)^{8}Be	LiOH	440	17.64	1^+ ; (1)	10.7±.5	2.90[2^+ ; 0]1.9MeV 14.74
T(p, γ)^{4}He	(Ti-T)Cu	950	20.3			

↙ビームは放医研 3.5 MeV バンデグラフを用いた。2次 photon の crystal からの逸出を防ぐため，6 cmϕ の collimator が crystal の前面にとりつけてある。

実験の結果，接着した 5″ϕ×9″ crystal は第1図のようにそれぞれの crystal ごとに別の波高分布を生じることがわかった。これは右の2つのピークは photo tube に近い crystal から発光したもの，左の2つのピークは遠い crystal から発光したものであることを示している。よってこの波高分布から，2個の NaI をグリースにより接着して，より大型クリスタルとして使用することは困難であり，われわれの場合，エネルギーによらず約 10 : 7 の出力波高の差を得ている。得られた波高分布の curve の下の面積を crystal の効率に等し



第 1 図



第2図 Response function of 5″ϕ×(5″+4″) NaI crystal

第2表　Response

E'(MeV) / E(MeV)	2 (1~3)	4 (3~5)	6 (5~7)	8 (7~9)	10 (9~11)	12 (11~13)	14 (13~15)
2	41.7						
4	3.5	27.4					
6	2.0	4.9	20.1				
8	1.5	2.0	6.8	18.5			
10	0.9	1.7	2.6	5.3	15.9		
12	0.6	1.2	1.9	2.5	5.7	15.4	
14	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	5.9	14.7
16	0.5	0.9	1.4	1.8	2.3	2.7	5.6
18	0.4	0.9	1.3	1.7	2.2	2.6	3.0
20	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8
22	0.4	0.7	1.1	1.5	1.9	2.2	2.6
24	0.3	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.3
26	0.3	0.6	1.0	1.3	1.6	1.9	2.1
28	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.0
30	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.6	1.8

第3表　Inverse response

E'(MeV) / E(MeV)	2 (1～3)	5 (3～5)	6 (5～7)	8 (7～9)	10 (9～11)	12 (11～13)	14 (13～15)
2	2.398×10^{-2}						
4	-3.063×10^{-3}	3.650×10^{-2}					
6	-1.639×10^{-3}	-8.897×10^{-3}	4.975×10^{-2}				
8	-1.011×10^{-3}	-6.753×10^{-4}	-1.829×10^{-2}	5.405×10^{-2}			
10	-4.249×10^{-4}	-2.222×10^{-3}	-2.040×10^{-3}	-1.802×10^{-2}	6.289×10^{-2}		
12	-1.720×10^{-4}	-8.141×10^{-4}	-2.414×10^{-3}	-2.106×10^{-3}	-2.328×10^{-2}	6.494×10^{-2}	
14	-1.612×10^{-4}	-7.784×10^{-4}	-1.273×10^{-3}	-3.445×10^{-3}	-1.353×10^{-3}	-2.606×10^{-2}	6.803×10^{-2}
16	-2.134×10^{-4}	-5.775×10^{-4}	-1.415×10^{-3}	-2.375×10^{-3}	-5.710×10^{-3}	-2.260×10^{-2}	-2.930×10^{-2}
18	1.481×10^{-5}	-5.264×10^{-4}	-7.468×10^{-4}	-1.585×10^{-3}	-2.802×10^{-3}	-5.594×10^{-3}	-1.635×10^{-3}
20	-9.299×10^{-5}	-2.185×10^{-4}	-4.904×10^{-4}	-1.184×10^{-3}	-1.912×10^{-3}	-2.496×10^{-3}	-5.807×10^{-3}
22	-9.621×10^{-5}	-7.956×10^{-5}	-2.770×10^{-4}	-7.938×10^{-4}	-1.628×10^{-3}	-1.952×10^{-3}	-2.885×10^{-3}
24	7.410×10^{-5}	-3.719×10^{-4}	-4.625×10^{-4}	-6.266×10^{-4}	-1.450×10^{-3}	-2.298×10^{-3}	-2.953×10^{-3}
26	-2.886×10^{-5}	7.102×10^{-5}	-4.922×10^{-4}	-1.000×10^{-3}	-1.131×10^{-3}	-2.000×10^{-3}	-1.891×10^{-3}
28	-5.203×10^{-5}	-1.913×10^{-4}	-1.937×10^{-5}	-2.478×10^{-4}	-4.913×10^{-4}	-8.588×10^{-4}	-1.313×10^{-3}
30	-1.090×10^{-4}	5.373×10^{-5}	-1.839×10^{-4}	1.509×10^{-4}	-3.952×10^{-5}	-4.010×10^{-4}	-6.621×10^{-4}

いようにし，peak および各点の内挿と外挿により求められた 30 MeV までの response function が第2図である。Input data を作るため，この response function の curve を 2 MeV おきに分割し面積を積分すれば，source energy E に対する分布，$R(E, E')$の series ができる。これらの分布は第2表に示すように，triangular 行列 M_{ij} の形に書かれる。これから電子計算機 IBM 650 を用いて逆行列M^{-1}，第3表が求められた。(4)によって測定されるベータトロン等から生ずる連続X線のスペクトル $P(E')$ に M^{-1} を掛けてやって，真のスペクトル $N(E)$ が求められる。

〔研究発表〕

稲田哲雄，佐方周防，松沢秀夫；接着された 5″ϕ×9″ NaI crystal のレスポンス，日本物理学会昭和38年秋の分科会(1963年10月)

function matrix

16 (15～17)	18 (17～19)	20 (19～21)	22 (21～23)	24 (23～25)	26 (25～27)	28 (27～29)	30 (29～31)
13.7							
6.2	13.0						
3.5	7.6	13.0					
3.0	4.3	7.8	12.7				
2.7	3.0	3.7	6.3	11.1			
2.5	2.8	3.4	4.1	5.5	9.1		
2.3	2.6	2.9	3.2	4.5	6.3	10.0	
2.1	2.4	2.6	2.9	3.5	4.8	6.3	10.0

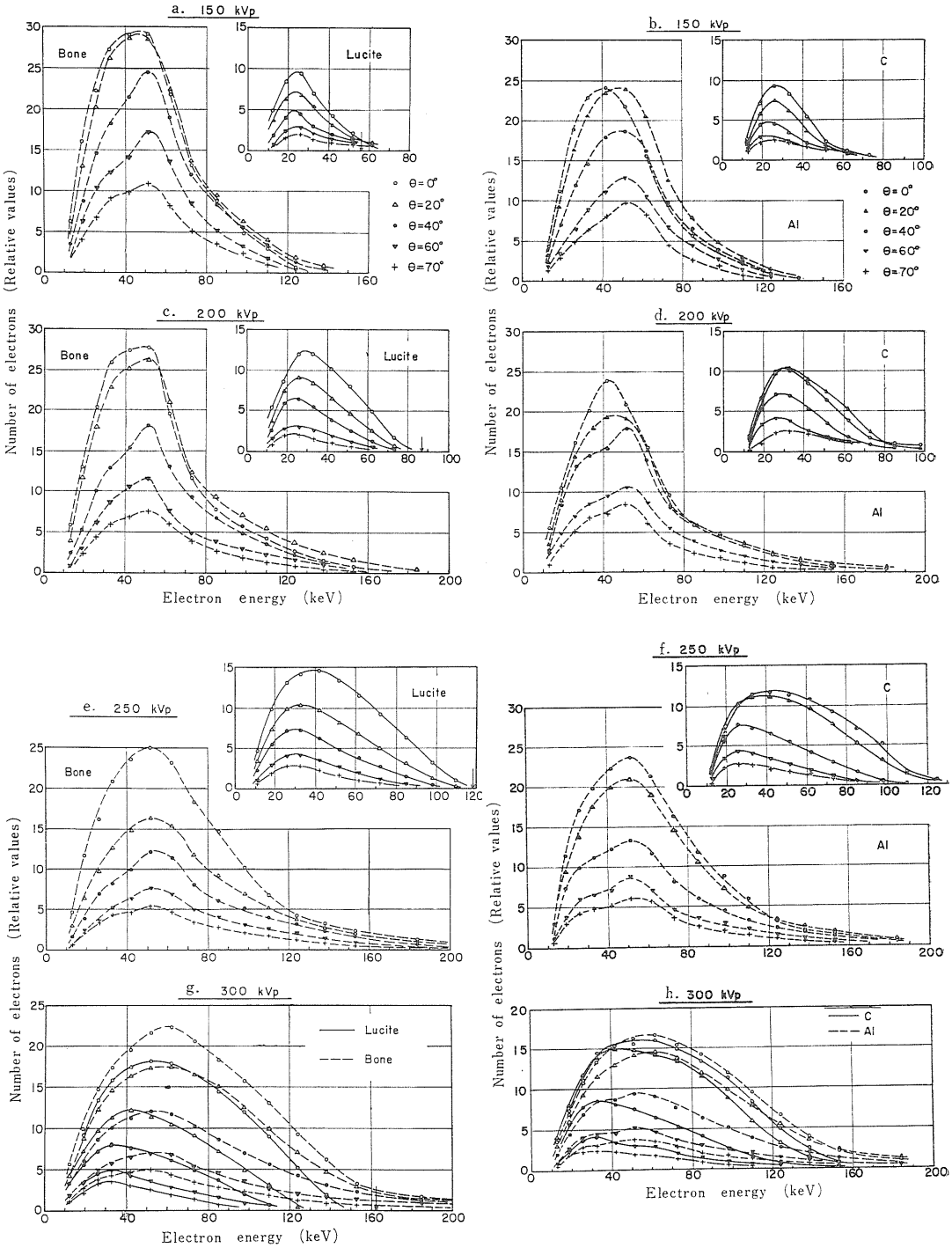
function matrix

16 (15～17)	18 (17～19)	20 (19～21)	22 (21～23)	24 (23～25)	26 (25～27)	28 (27～29)	30 (29～31)
7.692×10^{-2}							
-3.481×10^{-2}	7.299×10^{-2}						
-3.585×10^{-4}	-4.267×10^{-2}	7.692×10^{-2}					
-6.164×10^{-3}	1.494×10^{-3}	-4.724×10^{-2}	7.874×10^{-2}				
-5.684×10^{-3}	-6.352×10^{-3}	1.173×10^{-3}	-4.469×10^{-2}	9.009×10^{-1}			
-4.075×10^{-3}	-3.350×10^{-3}	-8.164×10^{-3}	-8.466×10^{-3}	-5.445×10^{-2}	1.099×10^{-1}		
-1.440×10^{-3}	-2.112×10^{-3}	-2.574×10^{-4}	2.472×10^{-4}	-6.237×10^{-3}	-6.923×10^{-2}	1.000×10^{-1}	
-1.111×10^{-3}	-1.324×10^{-3}	-1.358×10^{-3}	-2.970×10^{-3}	-1.466×10^{-3}	-9.132×10^{-3}	-6.300×10^{-2}	1.000×10^{-1}

12. 2次電子に関する研究(その3)

物理第2研究室
星野一雄
稲田哲雄
川島勝弘
松沢秀夫

X, γ線の吸収線量やLETを算定する基礎として，照射に伴ない物質中で発生する2次電子のエネルギー分


a. 150 kVp
Bone
Lucite
θ=0°
θ=20°
θ=40°
θ=60°
θ=70°
b. 150 kVp
C
Al
c. 200 kVp
d. 200 kVp
e. 250 kVp
f. 250 kVp
g. 300 kVp
h. 300 kVp
Number of electrons (Relative values)
Electron energy (keV)

第　1　図

布，空間分布や平均エネルギーなどに関する十分なデータが必要であろう。

これら2次電子に関しては，130～150 kVp の範囲の X 線について，水中のエネルギー分布が Cormack, Johns (*Brit. J. Radiol.*, 25, 369, '52) や Danker, Kessaris および Laughlin (*Radiology*, 72, 51, '59) 等により理論的に研究されている。他方，実験的研究は Bruce および Johns (*Brit. J. Radiol.*, 28, 443, '55) が水について，織田および鈴木 (*J. Phys. Soc. Japan*, 15, 2365, '60) がポリエチレンおよびアルミニウムについて，シンチレーション・スペクトロメーターを用い，Aglintsev 等 (*Proc. 2nd, United Nations International Conference on Peaceful Uses of Atomic Energy*, 21, 165, '58) がプレキシグラスについて，電磁型ベータ・スペクトロメーターを用いて行なっているが，これらはいずれも単一エネルギー γ 線における実験であり，連続X線による研究は未だ行なわれていない。それ故，われわれは医学用の連続X線に着目し，放出される2次電子のエネルギー・スペクトルおよび角度分布に関する一連の研究に着手した。

320 kVp X線により種々の物質（Al, 銅, 鉛, ルサイトおよび骨）から入射X線の方向と同じ方向に放出される2次電子について，また，鉛から 0°～80° の方向に放出されるそれについてはすでに報告した（放医研年報，37年度）。今回は，150～300 kVp X 線について，骨およびこれと等価と考えられる Al と，軟組織等価のルサイトおよび炭素について，0°～75° の方向に放出される2次電子のエネルギー・スペクトルを測定した。

電磁型ベータ・スペクトロメーターを用い，上述の各種物質から垂直方向の一定立体角内へ放出される2次電子のエネルギー分析を行なった。このスペクトロメーターは，スペクトロメーター軸と入射X線束とのなす角度(θ)を 0°～90° 変化でき得るもので，θ が 0°, 20°, 40°, 60° および 70° の場合について測定した。検出器としては，約 10 keV 程度の低エネルギーの電子まで測定可能で，しかもX線に対する感度が低いように特に考慮して試作した GM 管を使用した。

X 線は管電圧 300 kVp, 250 kVp, 200kVp, 150kVp, 半価層は各 3.0, 1.9, 1.16, 0.74 の銅である。X線束は鉛スリットで絞り，試料面における照射野を 6 mm ϕ とした。

試料の厚さは，それぞれ発生する2次電子の最大飛程以上とした。

試料面より放出される2次電子はスペクトロメーターの励磁電流の関数として計測される。この値から backgrounds を差引き，GM 管の窓による吸収を補正すれば真の計数が推定される。こうして得られた分布は，モーメンタムの分布 $N_\theta(A)$ であるからこれをエネルギー・スペクトル $N_\theta(E)$ に変換する。この変換は（1）式の関係より容易に得られる。

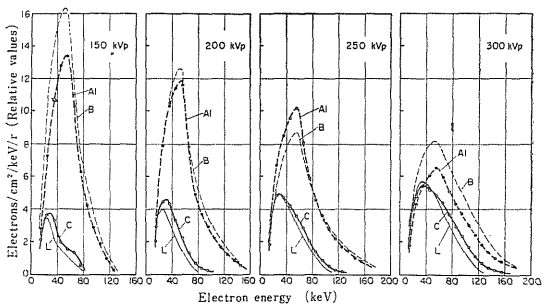
$$N_\theta(E)\Delta E = N_\theta(A)\Delta A \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

第1図の a～h に種々の管電圧，物質および角度における2次電子のエネルギー・スペクトルを示した。第1図の縦軸は，単位レントゲン当り単位面積当り keV 当り θ 方向へ一定の立体角内で放出される2次電子数の相対値である。

単位レントゲン当り 単位面積当り keV 当り 放出される2次電子数を求めるには，（2）式のように各 $N_\theta(E)$ を 0° から 90° まで積分すれば得られる。

$$N(E) = \int_{\theta=0^\circ}^{90^\circ} N_\theta(E)\, 2\pi \sin\theta\, d\theta \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

第2図にこの結果を示した。各分布曲線の下の面積は，単位レントゲン当り単位面積当り放出される2次電子の総数に対応し，第1表の第2行にこの値を，150 kVp



第 2 図

L：ルサイト，B：骨，C：炭素，Al：アルミニウム

第 1 表

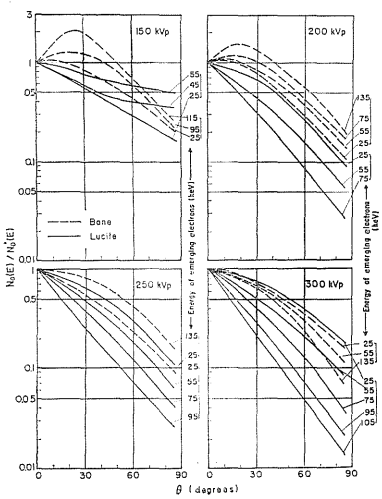
管電圧 (kVp)	単位レントゲン当り単位面積を通過する2次電子総数(比率)				平均エネルギー (keV)			
	L	C	B	Al	L	C	B	Al
150	1	1.36	8.63	6.85	28	38	54	55
200	1.36	1.73	6.95	6.58	34	41	62	59
250	2.27	2.58	5.70	6.49	48	50.5	72	65.5
300	3.43	3.76	6.54	5.00	54	60	77	75.4

L；ルサイト　C；炭素　B；骨　Al；アルミニウム

X線に照射されたルサイトの2次電子総数に対する比率として与えた。骨およびAlの場合，2次電子総数はルサイトおよび炭素のそれに比して大きい。この相違はX線管電圧が低くなるほど著しい。これはルサイトおよび炭素の場合，主にコンプトン効果により2次電子が発生するのに対し，骨およびAlでは，光電効果が優位な相互作用であるためである。また，2次電子総数はルサイトおよび炭素では管電圧の減少とともに減少するのに対し，骨およびAlでは反対の結果を示している(第2図，第1表)。これは，前者は管電圧の減少により発生する2次電子の有効飛程が短かくなるからと考えられ（したがって，試料面まで出てき得る電子に寄与し得る有効体積が小さくなる)，後者は管電圧の減少とともに光電効果の cross section が急激に増大するためと考えられる。

次に，$N_\theta(E)$ の角度依存性の物質による相異を比較する目的で，骨およびルサイトを取上げ，$N_\theta(E)$ を θ の関数として第1図を書き直してみた。第3図にこれを示す。ただし，縦軸は，$\theta = 0°$ に対する各 $N_\theta(E)$ の比率として与えた。ルサイトの場合 $N_\theta(E)$ は，いずれも θ の増加とともに単調に減少するが，骨では150～200 kVp X線の場合，小さい角度で極大が現われ，その後は θ の増加とともに減少する。この現象からも，すでに述べたようにルサイトではコンプトン効果が，骨（特に低電圧の）では光電効果が主たる相互作用であることを示していることがわかる。

最後に各種物質からそれぞれの管電圧において放出される2次電子の平均エネルギーを求めてみた。これは第2図のスペクトルの重心 ($\int E\ N(E)dE \Big/ \int N(E)dE$) を与えるエネルギーと考えられる。この値を第1表の第3行に与えた。ルサイトと炭素および骨とAlは各適度に一致しているが，正確な一致はみられなかった。



第 3 図

〔研究発表〕

松沢秀夫，星野一雄，川島勝弘，佐方周防，稲田哲雄；2次電子に関する研究（第2報)，第22回日本医学放射線学会総会(1963年4月)

13. 中性子線による吸収線量に関する基礎研究

物理第2研究室
稲田哲雄
川島勝弘
松沢秀夫

中性子は一般にγ線を伴なって発生するので，中性子照射の場合の組織の吸収線量はこの両者の和である。このうち，中性子の寄与を求めるために，ポリエチレンの壁とエチレンから成る比例計数管を試作し，その特性を検討した。この計数管のプラトーは，^{239}Pu の α 線で測定したところ，3.2～3.8 kVにあり，中性子の測定に用いうることがわかった。中性子照射の実験は39年度に行なう予定である。他方，電離箱中の電離値から全吸収線量を求めるために指頭型電離箱を作った。すなわち，速中性子，γ線に対し軟組織等価と考えられる物質の組成を理論的に計算し次の混合物を試作した。これはポリエチレン52.2％，ナイロン28.3％，SiO_2 13.9％，Al_2O_3 5.6％(重量％)を混合し，成型圧縮したものである。この混合物，テフロンおよびCP—705(米国製の組織等価物質）の壁を有する3種の指頭型電離箱を作り，飽和電圧，リーク等の諸特性について予備実験を行なった。中性子照射の実験は39年度に行なう予定である。

14. 高エネルギー放射線の遮蔽について

物理第3研究室
野田博治
丸山隆司
白貝彰宏

(1) 緒　　言

昭37年度につづいてベータトロンより発生する10～29 MeVのエネルギーの電子線の実用飛程，X線のビルド・アップ係数などの遮蔽のための基礎的な実験を行なった。

1) 電子線の実用飛程

単一のエネルギーの電子が物質中を通過するときに，次の式で表わされる R_0 を absolute maximum range (最大飛程)とよび，これは電子の collision energy loss だけによるもので，多重散乱もストラッグリングも，radiation energy loss をもうけないものである。

$$R_0 = \int_0^E dE/(dE/dx)_{ion} \quad \cdots\cdots(1)$$

しかしながら，R_0 は実験的に求めるのが困難であるので，実験的には電子の強度と物質の厚みとの関数としてプロットした曲線の直線部分と，バックグラウンドとを外挿した点をとると便利である。この点を practical maximum range (実用飛程 R_0)という。R_0 と R_p との差は，主として電子の物質中での多重散乱によるもので，多重散乱の効果は電子の平均の deflection の角度の cosin に関係したものである。この効果により，g/cm² で表わす実用飛程はエネルギー範囲が変ると物質の原子番号Zに対する依存性が異なってくる。

Herford, Swann (*Phy. Rev.*, 78, 727, 1950)によれば，エネルギー 3～12 MeV では，電子の多重散乱の効果により実用飛程は最大飛程より小さくなり，物質による差が大きく生じている。

ここでは，10～29 MeV のエネルギーのベータトロンの電子線の実用飛程とエネルギーとの関係の中で，物質の原子番号の依存性を検討する。

2) X線のビルド・アップ係数

1次線だけの(理想的な)物質による強度の減弱の測定

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

と，2次線を含んだ広い線束についての測定

$$I^* = B(\mu x) I_0^* e^{-\mu x}$$

から，ビルド・アップ係数 $B(\mu x)$ は，それらの比として求められる。

$$B(\mu x) = \frac{I^*}{I_0^*} \Big/ \frac{I}{I_0} \quad \cdots\cdots(2)$$

Photon の強度を測定する測定器に対しては，エネルギー・ビルド・アップ係数と呼ばれる。

10 MV 以上の高エネルギーのX線については，*NBS Handbook*, '55(1954)による物質の減弱より，ビルド・アップ係数は大体1に近いと思われるが，ここでは 29 MV のX線について測定し，その実験式について検討する。

(2) 実験方法

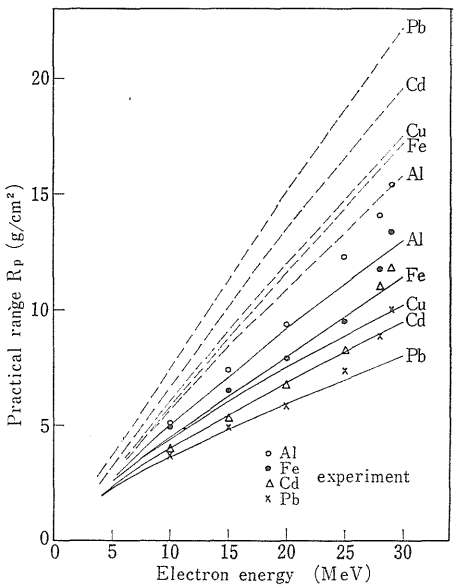
測定物質は 20 cm×20 cm の大きさの Al, Fe, Cd, Pb 等の物質である。電子線の絞りには，直径 4.5 cm の孔をあけた厚さ 7.8 cm のアクリル樹脂を用い，これをドーナツの中心から 70 cm のところにおいた。電子線の強度は直径 20 mm，間隔 5 mm のアルミニウム極板よりなる空気電離箱で測定した。

X線用の測定器としては，Victoreen のコンデンサー・チェンバー 552 を使用した。

(3) 実験結果と考察

1) 電子線の実用飛程

Al, Fe, Cd, Pb 等の物質の実用飛程を測定し，エネルギーと飛程との関係を第1図の点で示す。



第1図 Range-energy relation for various materials

この結果によると，実用飛程(g/cm²)とエネルギーは大体直線的な関係になったが，エネルギー 29 MeV では，直線的関係よりはずれた大きい値となった。同一エネルギーでは物質による相違があり，エネルギーが増すとともに物質の原子番号の高いものと低いものとの差が大きくなっている。

第1図の点線は，(1)式を Fowler *et al.* (*Rev. Modern Phys.*, 20, 1597, 1955) による計算方法で，10～29 MeV の電子のエネルギーについて計算したものである。実験値はこれらの計算値よりずっと小さくなっている。

第1図の実線は，12 MeV までのエネルギーで行なった Herford, Swann の計算方法を使って，29 MeV の

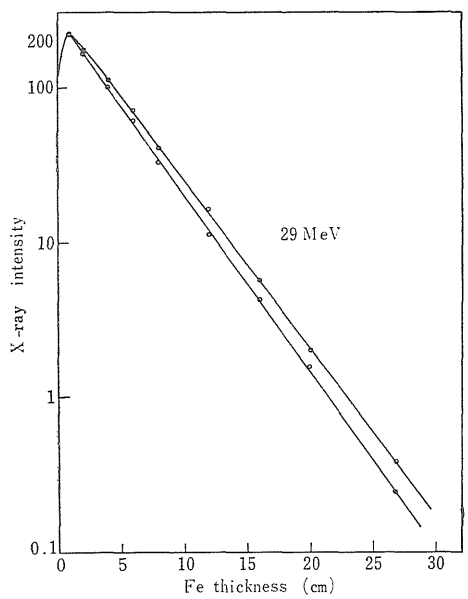
エネルギーまでそれぞれの物質について行なった計算結果である。これは電子の物質中での多重散乱の効果を入れたものである。この10～29 MeV のエネルギー範囲では，実用飛程は高い原子番号の物質のものが低い原子番号のものより小さな値になっている。それぞれの物質について電子の多重散乱の効果を入れた計算とは，10～25 MeV では大体合うが，29 MeV でははずれてくる。

このことは電子の collision loss だけでなく，radiation loss にもよるものと考えられる。制動輻射による radiation energy loss は，10 MeV 以下のエネルギーでは大体無視できるが，物質によってちがうが，25 MeV 以上のエネルギーの電子線ではこのエネルギー損失が主となり，制動輻射線によって電子のシャワーがつくられる。

この効果を入れる場合は，実用飛程は collision loss だけでは定義できない。

2) X線のビルド・アップ係数

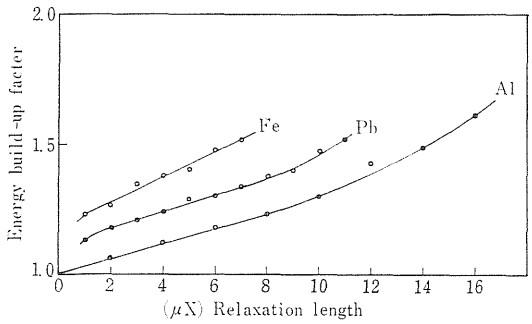
エネルギー 29 MV の X 線の 20 cm×20 cm の大きさの Al, Fe, Pb 等の物質による減弱を X線の照射野 14 cm × 14 cm と 7 cm×4.6 cm について測定した結果は，例えば Fe については第2図のようになった。



第2図 Fe attenuation curves of broad and narrow beam of 29 MV X-ray

これより，エネルギー 29 MV の X 線の線吸収係数はそれぞれ $\mu(\mathrm{Al})=0.59\ \mathrm{cm^{-1}}$, $\mu(\mathrm{Fe})=0.267\ \mathrm{cm^{-1}}$, $\mu(\mathrm{Pb})=0.8\ \mathrm{cm^{-1}}$ となった。

これから(2)式で与えられるエネルギー・ビルド・アップ係数を求めると，第3図のようになった。



第3図 Energy build-up factor for 29 MV X-ray as function of shield thickness x

第3図の示す結果によると，Al の場合は，厚みが小さい $\mu x<10$ なるところでは，エネルギー・ビルド・アップ係数 B は

$$B=1+0.03\,\mu x$$

という形で表わされる。$\mu x>10$ で厚くなると，直線的関係からはずれて大きくなる。

Fe, Pb についても，厚みが小さいところ($\mu x<10$)では大体 B と μx は直線的な関係になる。

Taylor (Price, Horton, Sinney ; "Radiation Shielding", Pergamon Press, 1907)によると，ビルド・アップ係数は2つの指数関数の和として表わされ，

$$B(\mu x)=A_1e^{-a_1\mu x}+A_2e^{-a_2\mu x}$$

$$A_2=1-A,\qquad a_1,\ a_2：\text{常数}$$

μx が小さく，これらの常数が小さいときは近似的に

$$B(\mu x)\fallingdotseq 1+Ax$$

となる。実験の結果は大体上の式の形で表わされる。

エネルギー・ビルド・アップ係数と物質の原子番号との関係は，Fe などの中位の原子番号のものが最も大きい値を示す。これは μx が大きくなるとともにこの差が大きくなると思われる。

15. コンクリート中の中性子束分布

物理第3研究室
橋詰雅
丸山隆司
野田博治
白貝彰宏

(1) 緒　　言

放射線の遮蔽材としてコンクリート・ブロックが広く

用いられている。そこで中性子の遮蔽にはコンクリート中の中性子束分布の知識が必要である。

われわれは，一般の建造物に用いられているポートランド・コンクリート中の熱中性子束および速中性子束を foil detector と threshold detector とを用いて測定した。

この結果は広島，長崎の原爆による被曝中性子線量の推定にも用いた。

(2) 実　　験

中性子源として，3 MeV Van de Graaff 加速器から生ずる deuteron で thick Be target をたたき，Be(d, n)B 反応で発生する中性子を用いた。Deuteron energy は 1.5 MeV であった。中性子のエネルギー・スペクトルの測定はできなかったが，ロング・カウンターと BF_3 カウンターで測定したこの中性子源の熱中性子束に対する速中性子束の比は $^1/_{100}$ であった。この中性子源(これを速中性子源とする)を熱中性子源として使用する場合には，Fe target を厚さ 25 cm パラフィン・ブロックで包み，さらにコンクリート前面を厚さ 10 cm のパラフィン・ブロックでさえぎった。

実験に用いたコンクリート・ブロックは全体で 100 cm × 100 cm で，厚さ 35 cm であった。このコンクリートの成分は第1表のとおりで，普通の建造物に用いるものと同様密度はほぼ 2.3 であった。

第1表　ポートランド・コンクリートの組成

material	vol. %	wt %
Portland cement	12.1	8.2
sand	24.3	28.7
gravel	48.6	56.4
water	15.0	6.7

(元素組成)

wt %　1.0 H, 52.9 O, 33.7 Si, 3.4 Al
1.4 Fe, 4.4 Ca, 0.2 Mg, 0.1 C
1.6 Na, 1.3 K

コンクリートの表面から異なる深さのところに detector を挿入した。モニターとして Au foil をコンクリート・ブロックの中心においた。

(3) 測定方法

a) foil detector

10 mm×10 mm, 厚さ 0.02 mm (39.0 ± 0.3 mg/cm²), 純度 99.9 %以上の Au foil を用いた。厚さ 0.5 mm の Cd の容器に Au foil をおさめた。各実験では，Au foil と Cd で包んだ Au foil—Cd(Au)foil という—をターゲットとコンクリート・ブロックの中心線を結ぶ軸に対称に 2 cm ずつはなして並べ，中性子を照射した。

Au foil の誘導放射能は 4π カウンターで測定を行なった。

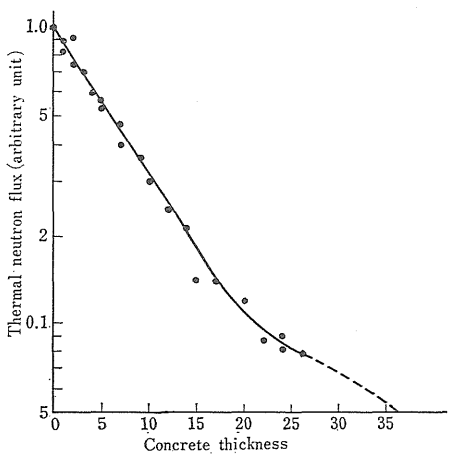
b) threshold detector

速中性子束を測定するため，S と P の threshold detector を用いた。S は $(NH_4)_2SO_4$ の形で，P は $(NH_4)_2HPO_4$ の形であった。いずれも特級試薬 $(NH_4)_2HPO_4$ 中 SO_4 0.004 %，$(NH_4)_2SO_4$ 中 PO_4 0.0005 % で，細かくすりつぶし乾いた状態で中性子を照射した。$^{32}S(n,p)^{32}P$，$^{31}P(n,p)^{31}Si$，$^{31}P(n,\gamma)^{32}P$ の反応により生じた核種の放射能は，coincidence low back β-spectrometer でスペクトルを監視しながら 0.1～1 MeV のエネルギー領域で測定した。線源は無限厚さとし，自己吸収の補正は考慮しなかった。

(4) 実験結果および考察

a) 熱中性子束のコンクリート中における減弱

Cd(Au)foil と Au foil との誘導放射能の差は熱中性子捕獲反応に起因するとして，その差から熱中性子束を求めた。foil に対する自己遮蔽，摂動等の補正は行なわず，コンクリート表面における熱中性子束を 1 に規格化してコンクリート中の熱中性子束の分布を求めた。それを第1図に示す。

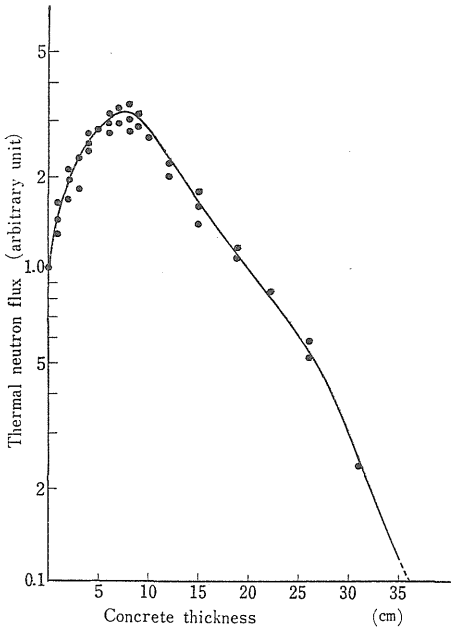


第1図　コンクリート中の熱中性子束分布

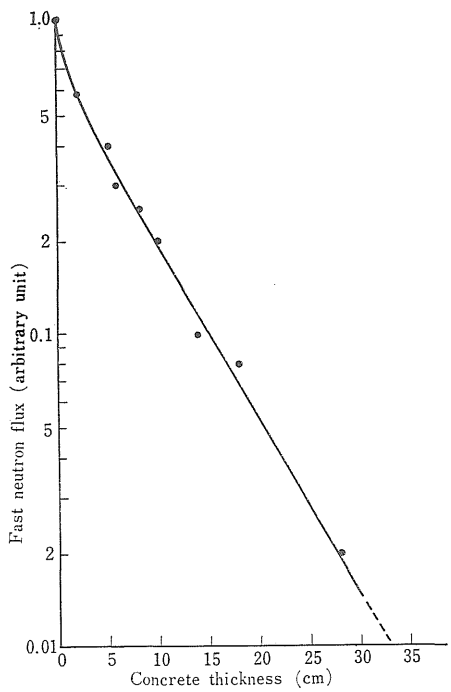
b) 速中性子のコンクリートによる熱中性子化

Cd(Au) と Au foil の誘導放射能から，a) と同様にして熱中性子束を求めた。その結果を第2図に示す。

c) 速中性子束のコンクリート中における減弱



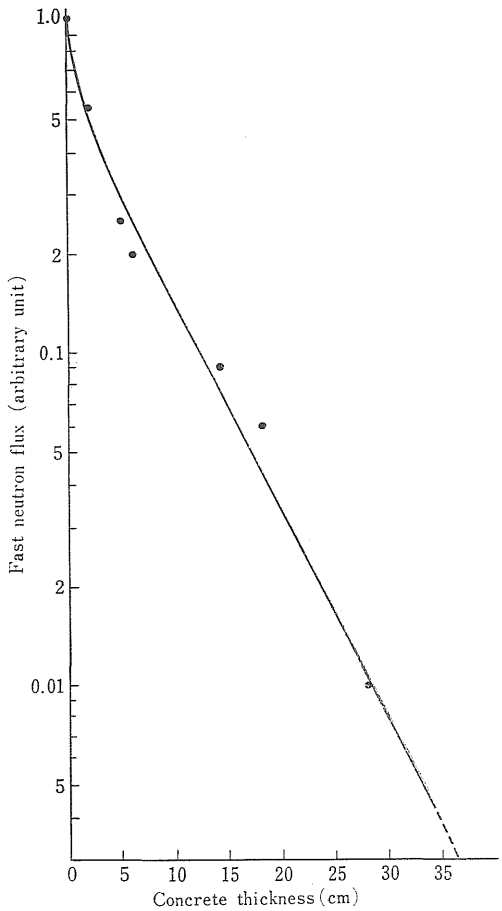
第2図　速中性子のコンクリート中における熱中性子化



第3図　コンクリート中の速中性子束(0.97 MeV 以上)分布

$(NH_4)_2HPO_4$ の放射能から 0.97 MeV 以上の速中性子束を求めた。この場合，熱中性子等によって $^{31}P(n,\gamma)^{32}P$ 反応から生ずる ^{32}P の量をスペクトルの測定と半減期の測定から求めたが，有意な値は得られなかった。したがって，$(NH_4)_2HPO_4$ のもつ放射能はすべて ^{31}Si によるものと考えた。この結果を第3図に示す。

$(NH_4)_2SO_4$ の放射能から求めた 2.5 MeV 以上の速中性子束のコンクリート中の分布を第4図に示す。エネルギー・スペクトルの測定から ^{32}P による放射能であることを確めた。



第4図　コンクリート中の速中性子束(2.5 MeV 以上)分布

これらの速中性子束分布は a)と同様，コンクリート表面における速中性子束を1に規格化した値である。

これらの結果から明らかなごとく，熱中性子束はコンクリート中で指数関数的に減弱する。

これは熱中性子の拡散方程式から予想される値と非常によく一致した。Threshold detector で測定した速中性子束分布も大体指数関数的に減弱するが，コンクリートの厚さが5cm以下では，指数関数的減弱に比べて減弱が激しいものと思われる。

速中性子のコンクリートによる熱中性子化曲線から明らかなごとく，コンクリート中では表面から8cmのところに最大値をもつことがわかった。

16. 新しい工業用X線の線質表示法に伴なう遮蔽計算法について

物理第3研究室
橋詰雅
丸山隆司

(1) 緒言

工業用X線の線質表示方法としては，従来まで管電圧の指示値による方法がとられていた。しかし，この方法によると，装置により管電圧とその指示値とに相当の違いがあり，一意的に線質を決めることが困難であった。現在この困難を除去するため，次の3つの線質表示方法が考えられている。

1) 鉄の第1吸収体により，1次X線を1mr/mA min. at 1m に減弱させたのちの X線の鉄の第2吸収体による半価層

2) 1)の半価層と理論吸収曲線から求められた実効X線エネルギー

3) 鉄の第1吸収体と第2吸収体により，1次X線の減弱曲線を求め，線量率が1mr/mA min. at 1m以下の部分を直線で近似したとき，鉄吸収体の厚さが0における点の外挿線量率

以上の3つはいずれも，1次X線を鉄の第1吸収体で1mr/mA min. at 1m に減弱させたのちの事象から，X線の線質を表示する点で類似している。そのため，どの表示方法をとっても本質的に変らないはずである。ここでは，3)の方法で1次X線の線質を表示した場合における1次線および背後2次線の遮蔽方法を実用的見地から考察する。

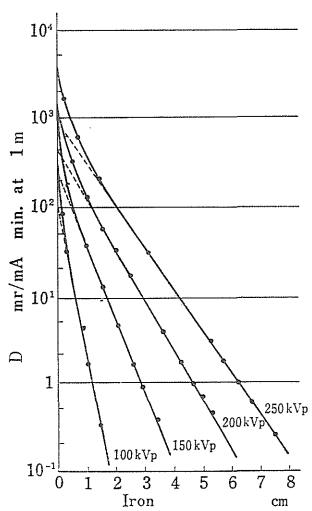
(2) 線質表示方法

1) 実験方法

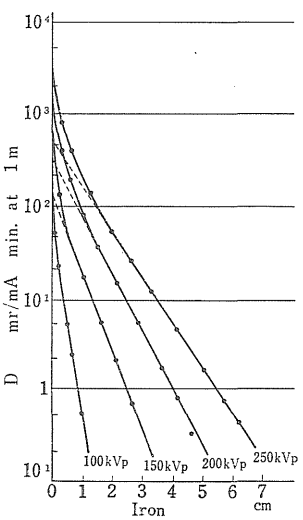
X線発生装置は定電圧波形—島津信愛250kVp—20mA，脈動波形—ドイツ Müller, Macrotank 260kVp—5mA (0.3mm Cu filter が装置に付加している)を使用し，測定器はコロニアル線量計を用いた。鉄吸収体の位置は Trout (E. D. Trout, *et al.* ; Determination of half-value layer, *Radiology*, 48, 729～740) らの方法に従がい，焦点と線量計との中間に鉄吸収体を入れた。実験では，鉄の第1吸収体と第2吸収体とを区別せずに，100mm×150mm の大きさで厚さ 0.5mm～2.0mm の鉄板を逐次重ね合わせ，内挿法により，減弱曲線から線量率が1mr/mA min. at 1m になる点を求める方法をとった。

2) 実験結果および考察

実験で求めた減弱曲線を各波形について第1図，第2図に示す。



第1図 定電圧波形



第2図 脈動波形

図から明らかなごとく，各波形で各管電圧とも線量率が大体10 mr/mA min. at 1 m 以下では，1次X線の減弱は1つの指数関数で表わされる。ここで，鉄吸収体の厚さ x mm とし，そのときの1次X線の線量率 D mr/mA min. at 1 mとすれば，D は次式で表わせる。

$$D=D_0 e^{-\mu x} \cdots\cdots (1)$$

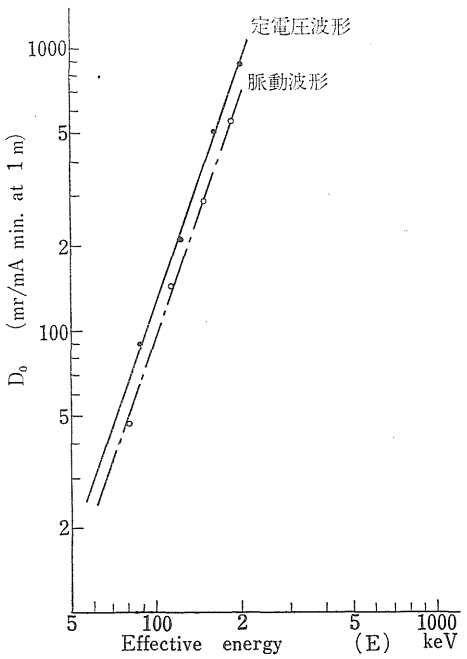
ただし，D_0 は前に述べた1 mr/mA min. at 1 m 以下の部分を直線で近似したとき，鉄吸収体がない点における外挿線量率である（第1図，第2図で点線で示す直線）。μ はこの実験から求めた実効線吸収係数である。

次に μ から実効X線エネルギー（E）keV を求め，D_0 を E で表わすと第3図のごとくなり，次のような実験式をうる。

定電圧波形: $D_0=1.2\times10^{-4}E^3$ ……(2)

脈動波形: $D_0=8.7\times10^{-5}E^3$ ……(2′)

上式から，X線発生装置の波形の相違は係数だけに関係し，線量率 D_0 は実効X線エネルギー E の3乗に比例することがわかった。このことから，線量率 D_0 をX線の線質表示に用いても不都合がないといえる。



第 3 図

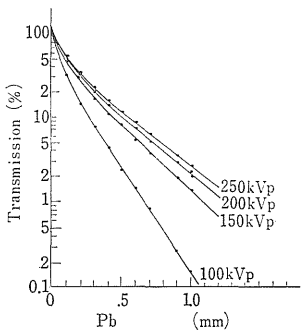
(3) 背後散乱線の遮蔽

1) 実験方法

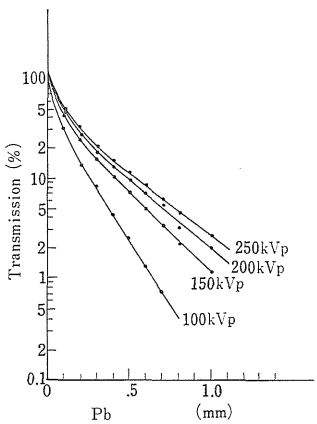
飽和点以上の厚さの鉄板からの135° 方向散乱線の鉛による減弱曲線を求めた。用いた器械装置は(2)の線質表示方法を決めた実験と同一である。鉛吸収板は電離箱の前面15 cm の位置においた。

2) 実験結果および考察

各波形についての135° 方向散乱線の鉛による減弱曲線を第4図，第5図に示す。



第4図 定電圧波形



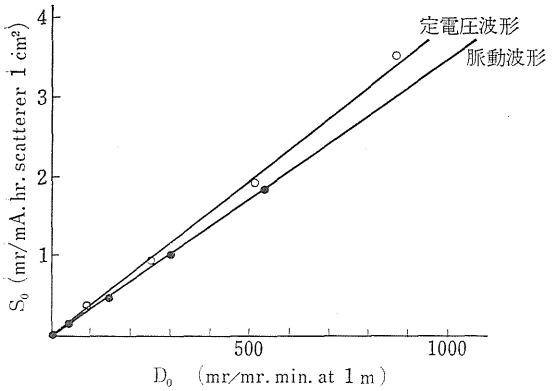
第5図 脈動波形

鉛吸収板がない場合の鉄散乱体1 cm² 当りの135° 方向散乱線量率を S_0 mr/mA min. at 1 m とすれば S_0 は D_0 と比例関係にあると考えられる。実測値を第6図に示す。定電圧波形では多少誤差も大きいが，最小自乗法を用いて次式が導かれる。

定電圧波形: $S_0=3.9\times10^{-3}D_0$ ……(3)

脈動波形: $S_0=3.4\times10^{-3}D_0$ ……(3′)

定電圧波形の方が脈動波形に比して散乱線も多い。第4図，第5図の減弱曲線は近似的に2つの指数関数の和で表わされる。すなわち，鉛吸収体の厚さ x'mm を用いたとき，これを透過した散乱体(1 cm² 当りの135° 方向



第 6 図

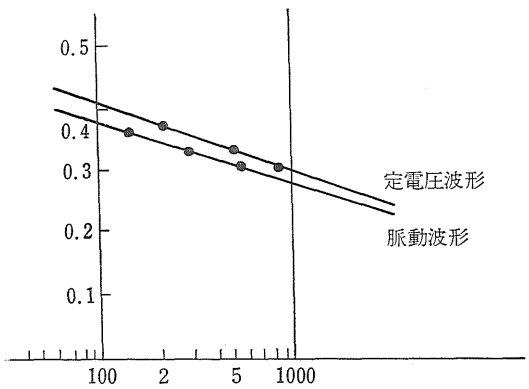
散乱線量率 S mr/mA min. at 1m) は次の式で表わされる。

$$S=S_0(e^{-12.4x'}+e^{-\mu' x'})/2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

ここで μ' は実験から求められ，μ' と線量率 D_0 との関係を第7図に示す。一般に用いられる管電圧 125 kVp 以上では大体次式で近似できる。

定電圧波形: $\mu'=6.3-0.49 \ln D_0$ ……(5)

脈動波形: $\mu'=5.7-0.42 \ln D_0$ ……(5′)



第 7 図

したがって，それぞれの D_0 について μ' を求め，(3)，(3′)，(4)式を用いれば，容易に 135° 方向散乱線量率 S が求められる。したがって，線質表示方法として，外挿線量率 D_0 を用いれば容易に背後散乱線量を計算することができる点好都合である。

〔研究発表〕

丸山隆司；新しい工業用X線表示方法に伴なう遮蔽方法について，日本非破壊協会雑誌(投稿中)

17. 広島，長崎における原爆被爆時の中性子線量の予備測定

物理第3研究室
橋詰雅
丸山隆司
田中栄一*
化学第3研究室
伊沢正実**
河村正一
織田昌平
長岡省吾***

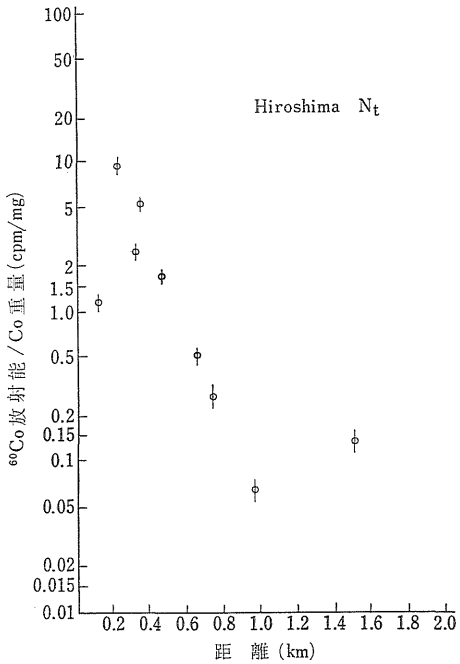
* 物理第1研究室
** 化学研究部長
*** 原爆傷害調査委員会 (ABCC)

(1) 緒　言

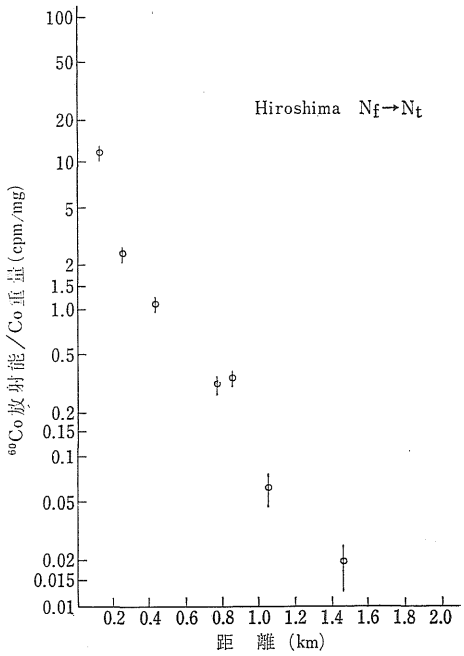
広島，長崎に投下された原爆爆発時の中性子線量の推定は，放射線による障害の評価の資料として非常に貴重である。したがって，多くの推定がなされているが，それらの値はかなりひらきがあり，正確な値が要求されている。化学的方法による熱中性子線量の推定の可能性は斎藤らによって行なわれている。著者らは，遮蔽されていない鉄材中のコバルト60(熱中性子によって放射化されたと考えられる)，およびコンクリート中の鉄材中のコバルト60(主として速中性子がコンクートで減速された熱中性子によって放射化されたと考えられる)を分離定量して，中性子線の線量の推定を行なおうとした。本報はその中間報告である。

(2) 広島で採取した試料

試料の分析法は，昭和37年度放医研年報で報告した方法に準じて行なった。放射能測定は同時計数型β線スペクトロメーターによった。原爆からでた中性子の一部は空気，建物などにより減速されて熱中性子となる。したがって，中性子線量の推定方法としては，1)直接，熱中性子によって放射化されたと考える戸外の鉄試料から中性子の線量を推定する方法，2)速中性子から減速された熱中性子をうけたビルデングのコンクリート中の鉄試料を用いる方法が考えられる。この場合，いずれも試料としては鉄材を用い，不純物として含まれるコバルトの放射化によって生成するコバルト60の量から推定した。最初，1)の方法で放射化されたと考えられる鉄材の試料を用いた。その分析結果を第1図に示す。第1図に示すように，Coの放射能は距離とともに減少している。



第1図　屋上リングのコバルトと距離(広島)



第2図　コンクリート中の鉄材中のコバルトと距離(広島)

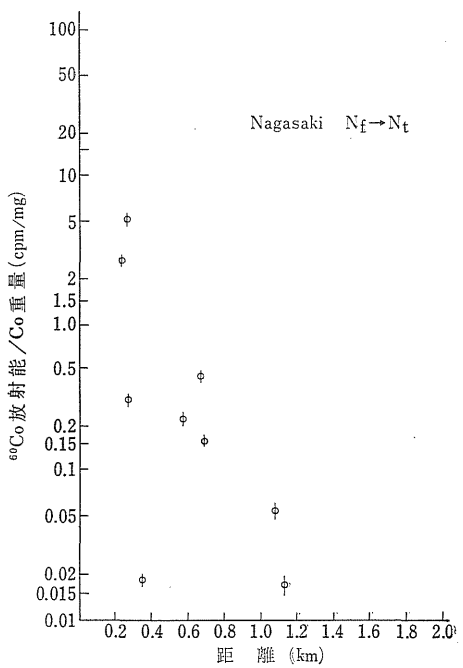
しかし，場所によっては相当のばらつきを示している。このばらつきは空気によるものとは考えられない。むしろ鉄試料の周囲の状態によるものと思われる。この方法では，ある程度，距離による相対強度は求められるが，較正された正しい線量を推定するのはかなり困難である。次に，2)の方法で放射化された鉄の試料として，被曝した現地のコンクリートの建物からとった鉄材を用いた。バンデグラフの実験によると，原爆程度のエネルギーをもった中性子をコンクリートに照射すると，表面から8 cm で熱中性子化が最大となることがわかっている。したがって，コンクリート表面から8 cm のところのものを試料とした。その実験結果を第2図に示す。

第2図は爆発点と試料との角度の違いによる補正などはまだ行なっていないが，約1,500 mまでは推定できそうである。

この方法で求められた Co の activity から速中性子線量を推定するに必要な較正は，実験 1) に比較して容易である。

(3)　長崎の資料

分離方法，放射能測定などはすべて広島と同一である。得た結果を第3図に示す。



第3図　コンクリート中の鉄材中のコバルトと距離(長崎)

このようにばらつきがあるのは長崎の鉄材のサンプリングに問題があると思われるので，現在再検討中である。

（4） ま と め

コンクリート中で減速された熱中性子によって，放射化された鉄材中のコバルト60およびコバルトを定量して中性子線量をきめようとした。現在まで予備的測定の段階であり，測定値はそのままで較正，補正もしていないが，この実験方法で，広島では爆央より1,500 m程度までは中性子線量の推定ができる予想がついた。なお，線量の較正および補正のために種々の実験を行なっており，その一環として，米国オークリッジ国立研究所にある，原爆に近いスペクトルを出すと考えられる同研究所保健物理部所属の遮蔽のない原子炉（HPRR）で標準試料を照射している。

〔研究発表〕

橘詰雅，伊沢正実，河村正一，田中栄一，丸山隆司，長岡省吾；広島，長崎の原爆投下時の速中性子線束の推定，その1. Coの誘導放射能による速中性子線束の推定，日本放射線影響学会第5回研究発表会（1963年7月）

18. Thermoluminescenceによる原爆被曝線量の推定

（1） 装置について

物理第3研究室
橘 詰 雅
加 藤 義 雄
中 島 敏 行
白 貝 彰 宏

（1） 緒 言

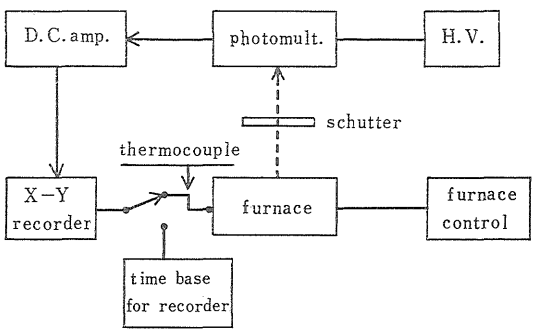
原爆によって放出される放射線は，主として中性子線（n）とガンマ線（γ）である。広島，長崎の場合，爆心に近いところでは両者（n, γ）はほぼ近い値を示しているが，距離が遠くなると後者（γ）がはるかに強くなる。したがって，ガンマ線の測定は特に注意深く行なわなければならない。しかも，20年前のガンマ線量を測定することは在来の測定方法では容易でない。しかし幸いに，ガンマ線が結晶等にあたると，そのエネルギーによって電子が格子欠陥に捕獲され，しかも長期間相当安定してそこにとどまるものである。このように捕獲された電子は，高温で加熱されることによって空孔に再結合され，そのとき螢光を出すいわゆるthermoluminescenceという現象を起す。この螢光量がガンマ線量と比例することを利用し，線量を測定することができるはずである。

このような熱発光を測定する基礎的な，あるいは応用的な研究装置は，古くからG. E. Ashby等多くの人々によって発表されている。また，国内でも鉱物関係などに多く使用されているし，近くは市川，東村氏等の発表もある。われわれはこれらの装置を種々検討し，改良を加えて予備実験を行なっているので，その一端をここに報告する。

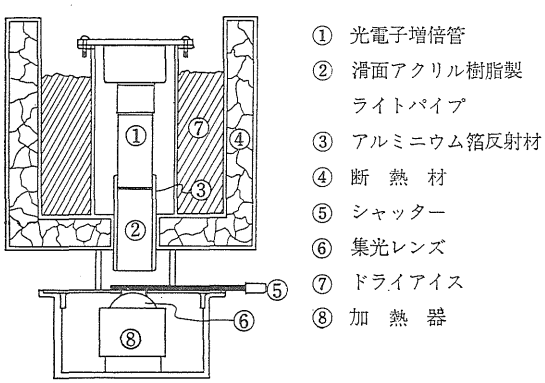
（2） 装 置

熱発光についてはRandallとWilkins(*Proc. Roy. Soc.*, London, 184, 366, '45)によって初めて定式化された。熱発光性物質それぞれの特性を別にすれば，熱発光強度（I）は照射温度で準安定状態にあった発光中心の数および温度上昇率（β）に依存する。しかし，実際に測定にかかるのはIではなく，Iに装置の幾何学的な因子（G）と検出器の波長依存性因子（W）とを掛けたものである。

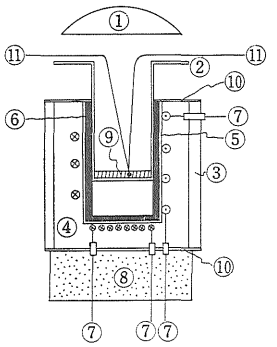
設計した装置のブロック・ダイアグラムを第1図に，また検出装置を第2図に，加熱装置を第3図に示す。



第1図 ブロック・ダイアグラム



第2図 検出装置



第3図　加熱装置

装置において現在の研究目的から主に要求されるのは次の4点である。

1. Gが大きい。
2. 発光波長に対して光電子増倍管のWが大きい。
3. 微小電流も測定できるように暗電流が少ない。
4. 試料中に温度勾配をもたない。

発光スペクトルをとるに至っていないので，一応感度は少しおちるが暗電流の少ない光電子増倍管，東芝製7309を用いた。また，暗電流を少なくするために，ドライアイスで光電子増倍管を冷却できるようになっている。

光電子増倍管の前面に，アルミニウム箔反射材でつつんだ円柱形滑面アクリル樹脂製光導管をつけた。この光導管は光の一部吸収という損失はあるが，空気中の分子等による光の揺動，あるいは炉からの熱い空気対流による光電子増倍管の光電面の瞬間的温度変化から生ずるグロー曲線上の揺動を防ぐ働きをした。

共同研究者の1人，中島の熱活性化エネルギーに関する研究報告にあるように，Iはβに強く依存するため，加熱炉の熱容量を小さくしてβを大きくする方法も考えられるが，試料が瓦という熱伝導率の非常に悪いものであるため，試料内に温度勾配ができて，得られるIは必ずしも大きくなく，したがって，試料全体が一様な温度上昇を示すよう，炉を深めにし，さらに熱容量を大きめにした。

熱発光の基礎的な研究を行なうためには，βが測定中一定に保たれるよう制御されていなければならないが，現在の目的のためには必ずしもその必要はなく，各測定において常に一定の変化をしていればよい。この条件はニクロム線への印加電圧を一定に保つことによって十分満たされたが，グロー曲線が得られる温度領域（ほぼ80℃から400℃位まで）では，時間に対する温度上昇はかなりよい直線性を示す。

被曝瓦からの熱発光は微弱であるため，1μAから1μμAまでの微小電流測定可能な直流増幅器を用いている。

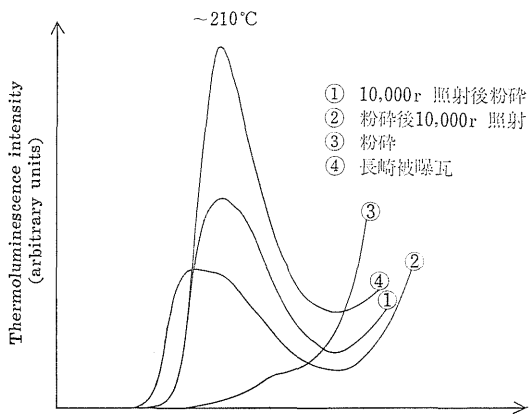
光電子増倍管からの電流をX—Y記録計のY軸に入れ，X軸にクロメル・アルメル熱電対を通しての試料の温度または経過時間をとってグロー曲線を描かせるようにした。

（3）実　　験

得られたグロー曲線のいくつかを第4図に示す。①～④はそれぞれ，^{60}Coのγ線で1万レントゲン照射後粉砕した瓦，粉砕後同様1万レントゲン照射しただけの瓦，長崎での被曝瓦の1つ（爆心から約100 mの地点のもの）からのグロー曲線である。粉にすることによって低温側ピークに大きな影響を与えるだけでなく，粉砕の仕方によっては高温側に，γ線照射では得られない新しいピークが現われる。温度較正がしてないのでピークの大体の温度を図中に示すにとどめる。

含まれる熱発光性物質の種類およびその量にもよるが，この装置を使用して，瓦によって，^{60}Co約100レントゲンまで測定できた。

なお，すべての実験を通じてどの場合も試料は100 mg使用した。



第4図　グロー曲線

（4）考　　察

設計した装置は研究目的に適したものであることがわかったが，さらに集光効率をよくするために，アクリル樹脂製光導管による光吸収損失をなくするような方法を考える必要がある。もちろんその場合，光の揺動をでき

るだけ防ぐ注意がなされなければならない。光導管の部分を真空にするのが最もよいが，技術的に非常に困難であろう。

19. Thermoluminescence による原爆被曝線量推定（2）基礎的研究

物理第3研究室
中島敏行
白貝彰宏
橋詰雅

（1） 緒　言

アルカリハライド等の thermoluminescence（T.L. 発光）に関して，数多くの研究者により研究されている。この T. L. 発光から，その発光機構および結晶構造の研究がなされている。一方，この T. L. 発光は過去の熱履歴がある場合，その温度以下においては結晶内の trapping level に捕獲された carrier が放出されるため，更度の昇温によっても T. L. 発光がみられない。また，T. L. 発光量と結晶に照射した線量との間には関数関係があることが認められている。最近，これらの性質を利用した2，3の放射線測定器が開発されている。また，市川，東村等によって，広島，長崎において原爆に被曝した瓦から生じる T. L. 発光をもとに被曝線量の推定が可能であると報告されている。著者らも原爆被曝瓦から被曝線量推定法を研究し，線量分布の研究を進めている。これらの研究において試料瓦は粉末化しているが，粉末化に伴なう次の事項に関しては配慮がなされていなかった。

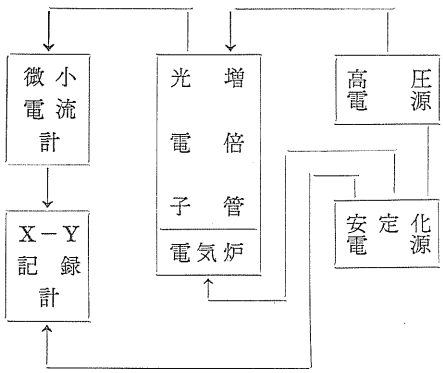
（a） 非放射線照射試料の擂潰および研磨による T.L.

（b） 擂潰による放射線照射試料の T. L. に及ぼす影響

これらについて著者らは研究し，粉末化によって得られる glow peak は，X 線照射された試料から生じる glow peak とは異なる発光 peak を見いだした。今回，これらの影響に関して，瓦に換えて，alkali halide を用いて，その実験を行なった。線量推定を行なうに際して注目しなければならぬ事柄について検討を加えたことを，ここに報告する。

（2） 実験方法

本実験に使用した NaCl, KBr 単結晶は応用光学研究所において引き上げ法によって製作した。NaCl, KBr 結晶を擂潰する場合，結晶に加える荷重，粉末化時間および回転数を正確に知るために，Alfred Fritsch 社製 Pulverisette 2 を使用し，室温にて試料を粉末化した。試料に加えた荷重は 9 kg/cm² で，粉末化した結晶のうち，150 ～ 325 mesh の粒度の粉末約 200 mg を試料とし，その発光をしらべた。これら粉末化した試料を Hat 型銀製ルツボに一杯に拡げ，室温から約 700°K 附近まで加熱した。試料の heating rate は約 1°K/sec. で，その直線性はかなりよく，glow curve を得るのには都合がよかった。

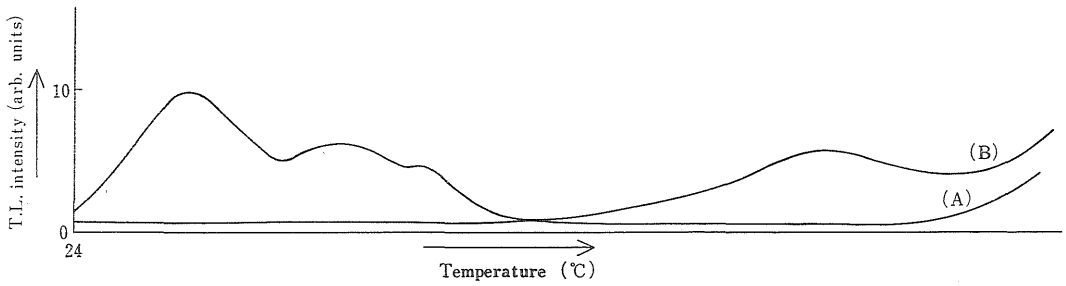


第 1 図

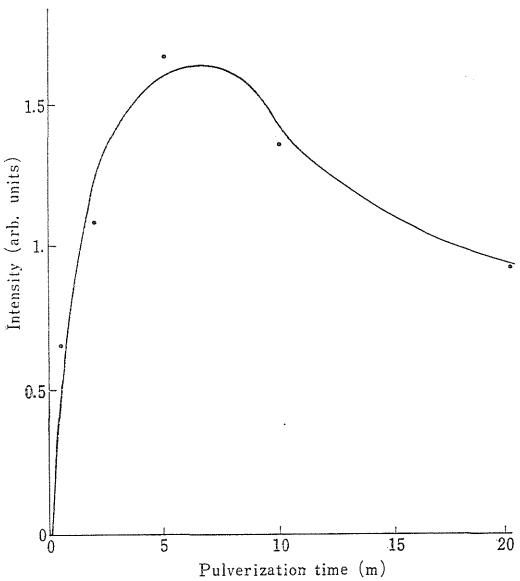
試料から放出される螢光は炉からの熱線放射を吸収する赤外線吸収フィルターを通して，マツダ 7309 型光電子増倍管により検出した。この出力を直接タケダ理研製微小電流計を測定し，X—Y recorder によって，その T.L. glow curve を記録した。これらの測定装置のブロック・ダイアグラムを第1図に示す。

（3） 結果および考察

第2図は，擂潰した KBr の glow curve（B）と X 線照射により着色した KBr の glow curve（A）を示す。粉末化した結晶の glow curve には glow peak が1個であり，X線照射された試料にはみられない温度に発光がみられた。粉末化による新しい発光は粉末化時間との間に第3図に示すような傾向がみられる。この試料は KBr 2 g の単結晶（3×3×3 mm）を擂潰器によって粉末化し，同一粒度，同一重量を試料とした。粉末化時間の増加に従って，thermoluminescence intensity は急激に増加する。しかし，粉末化時間の増加が一定値（粉末化時における試料の重量によって，この一定時間は変る。すなわち，重量が重いほど長時間になる）に達したのちに，徐々に減少していく傾向がある。これは擂潰過程において，一定時間後には粒度が微細になり，擂潰棒の圧力（9 kg/cm²）によって圧縮，圧着される。この際に圧力による螢光発光を生じるために，粉末化時間の増大により生成した thermoluminescence carrier が消滅



第　2　図

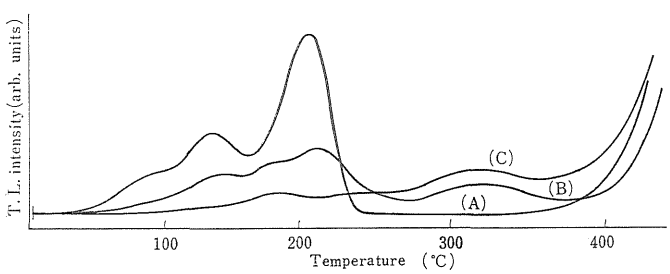


第　3　図

するためと考えられる。このことは，X線照射をうけた試料が粉末によって，どのような影響をうけるかによっても考えられる。第4図は，NaCl 単結晶 300 mg に X 線照射した試料の thermoluminescence glow curve (A)および，これらの試料を 9 kg/cm² の荷重を加えて 0.5 分間(B)，2 分間(C)粉末化した粉末体試料の glow curve である。

X 線照射された試料の glow peak は 3 点みられる。粉末化によって，これらの glow peak は弱まり，一方擂潰によって生じる glow peak は強まっていく。しかも粉末化時間の増加とともに，これらの影響は強くうけることが示されている。

粉末化前の結晶の大きさによる粉末化 T. L. 発光の強度に対する影響は，実験によると，粉末化時間一定，粉末粒度同一の場合には，粉末化前結晶の大きい試料ほど強かった。



第4図　(A) X-ray colored NaCl single crystal の glow curve, (B)同一試料を 0.5 分間擂潰したのちの glow curve, (C)同一試料を 2 分間擂潰したのちの glow curve

(4)　結　　論

原爆被曝をうけた瓦から生じる T. L. 発光を使って，その線量推定を行なおうとする試みに関して，その人為的誤差を減少させる基礎実験としてのこの研究において，前述の結果が得られたが，これから推定実験を行なうにあたって次のことが結論できた。

a)　擂潰時間を短かくする。

b)　T. L. 発光をみる際の試料の大きさは許される範囲内で最大のものとする。

c)　擂潰によって生じる T. L. 発光は，peak が 570° K 前後の高温である。しかしながら，X 線照射による peak はこれより相当低温側に現われる。したがって，擂潰によって生じる peak を測定しない温度において測定するならば推定測定ができる。

以上のことより，推定実験は可能と思われる結論が得られた。

20. 擂潰および研磨したKBrの thermoluminescence

物理第3研究室

中島敏行

(1) 緒　　言

擂潰および研磨された alkali halide 中に生成される電子捕獲中心 (electron trapping center) と thermoluminescence との基礎的関係について研究してきたが，ここに KBr について得た結果を報告する。

(2) 実験方法

この研究において使った擂潰器は，Alfred Fritsch 社製 Pulverisette 2 であった。また，結晶研磨には自動結晶研磨器を使った。

KBr 単結晶(3×3×3 mmと 10×10×2 mm, 応用光研製)を室温と液体窒素温度で擂潰し，また，室温で研磨して励起した。励起によって，結晶には thermoluminescence と密接に関係した trapping electron が存在することが知られている。この thermoluminescence trap は加熱されたとき，thermoluminescence trap が消滅する温度に正確に一致した温度においてemission の peak をあらわす。

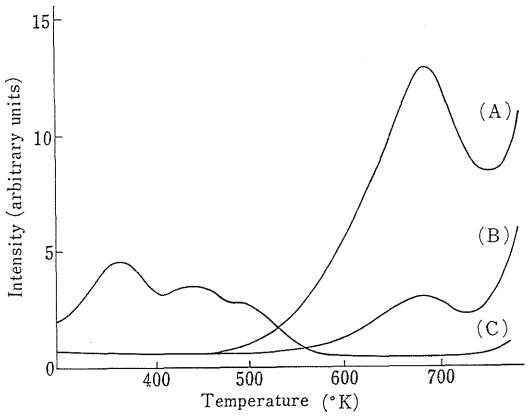
放出光は，赤外線吸収 filter を通して 7309 type マツダ photomultiplier を使って検出し，その電流を D.C. $\mu\mu$ 電流計で測定した。Thermoluminescence glow curve は，X 軸に温度軸(鉄—コンスタンタン熱電対使用)を，Y 軸に thermoluminescence intensity を入れて X—Y recorder で記録された。この実験では heating rate を一様に約 1°K/sec. に保ったが，この heating rate は glow curve の resolution をよくするのに好都合であった。試料をこの heating rate で室温から約 700°K まで電気炉で昇温した。なお，使用した試料には，発光分析によると Ca 0.003%，Mg 0.04%が含まれていた。

(3) 結果および考察

第1図に，室温および液体窒素温度で擂潰した KBr 結晶の thermoluminescence glow curve と X-ray colored KBr の glow curve を示す。

この glow curve には，650°K 附近から現われる炉の thermal noise は取り除かなかった。しかし，これらの glow curve は再現性がよく，また同一形をよく示している。

擂潰した試料の glow curve には，X-ray colored KBr の thermoluminescence glow curve には発見できなかった全く新しい glow peak が 570°K附近に発見された。一方，擂潰および研磨した KBr には，



第1図　Thermoluminescence glow curves of pulverizes (A) and (B), and (C) X-ray irradiated KBr crystals

擂潰および研磨時温度によらず X-ray colored KBr の glow peak は1個しか観測できなかった。

これは，擂潰および研磨によって生成される thermoluminescence center と X 線照射によって生成される種々の thermoluminescence center とは生成機構が本質的に異なることによるものであると考えられる。

ここに得られた glow peak の温度は，擂潰時間，擂潰前の結晶の大きさおよび粉末の大きさには全く関係のないものであった。

Glow peak の低温側の半値幅 W は，一般に X-ray colored KBr の半値幅に比較して非常に大きい。これは，前者の peak 温度が後者の peak 温度に比して高い点に peak があることにより，結晶格子の熱振動が一層大きくなることにより，thermoluminescence level の熱振動を激しくすることが原因と考えられる。ある種の X-ray colored alkali halide において，高温度側にみられる glow peak の半値幅はかなり大きいことが示されている。

一般に，ある深さにある thermoluminescence trap に関する glow peak は trap された電子の数に関係なく，その形と peak 温度は同じであることが認められている。実験によって得られた glow peak およびその形は全く同一のものである。したがって，擂潰および研磨によって励起された電子は，同一 trap center に trap されているものと考えてよい。Glow peak は trapping level から carrier が放出するに必要なエネルギーによって現われるものである。このエネルギーは Halperin 等の thermal activation energy の理論式，

$E_1=(2/\tau)\,kT_g^2(1-3\Delta)$

$E_2=(1.72/\tau)kT_g^2(1-2.58\Delta)$

および Randall 等の実験式

$E=21\,kT_g$

の助けをかりることによって求めることができる。これらの式においては，k は Boltzmann constant, T_g は peak 温度，τ は peak の低温側の半値幅，Δ は correction factor ($\Delta \ll 1$)である。

第1表 Temperature T_g in °K of the glow peaks, the half width at half maximum (W), in °K and thermal activation energies (E, E_1, E_2) in eV.

	T_g	W	E	E_1	E_2
KBr*	577	48	1.04	0.98	0.88
KBr**	573	44	1.04	1.04	0.98

* Pulverized at room temperature.

** Pulverized at liquid nitrogen temperature.

これらの式より得た activation energy または trapping depth を第1表に掲げた。Trapping depth の値は，理論式および実験式ともに大きな差異がなく近い値を示めしているが，しかし，initial rise method (intensity $I=A\,\exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$ から $\frac{1}{T}$ を X 軸にとって，log I を Y 軸に表わしたときの直線の勾配は E を表わす) によると，これらの値は 2.12 eV と約2倍の差がある。これは initial rise method の方法に欠陥があるもので，この原因としては前述の格子の熱振動による trapping level の乱れが考えられ，高温における glow peak から thermal activation energy を求めるには，上記の2方法，すなわち，Halperin, Braner 法と Randall, Wilkins 法がよいと考えられる。

(4) 結　　論

擂潰および研磨によって励起された結晶には，X線照射，附加着色および着色中心光によって励起された結晶とは異なる thermoluminescence level が約 1.04 eV に形成されたといえる。

[研究発表]

中島敏行；Thermoluminescence of pulverized potassium bromide, *Japanese Journal of Applied Physics* (印刷中)

21. 擂潰されたアルカリ・ハライド結晶の熱活性化エネルギーについて

物理第3研究室
中　島　敏　行

(1) 緒　　言

結晶内の trapping level の研究のために熱ルミネセンスは長い間研究されてきた。着色した結晶を温めることによって生じる種々の glow peak は一般に trapping level から carrier が放出されることにより生じるものと考えられている。

これらの熱活性化エネルギー (thermal activation energy)は熱ルミネッセンス(thermoluminescence)の glow curve に現われる peak から，また，おのおのの peak のスペクトル分布測定から求めることができる。この熱活性化エネルギーについては数多くの研究がなされ，その値はそれぞれの glow peak の温度に近似的ではあるが比例関係にあることを Randall と Wilkins が指摘している。一方，Hill と Schwed および最近発表された Bonfiglioll 等の研究によると，室温から 550 °K まで温度を上げた際に生じる NaCl の glow peak のすべての活性化エネルギーは一定 (1.28 eV) であると報告している。著者らは，粉末化されたアルカリ・ハライドの熱ルミネッセンスに新しい発光中心が存在することを発見した。これらの新しい発光中心の結晶内に占める trapping level に関する研究を行ない，X線照射によって生じる glow peak についての activation energy と比較，検討してみた。

(2) 理　　論

アルカリ・ハライドの伝導帯の下 E eV のところに，trap された electron のエネギルー準位 (trapping level) があるとすると，trap から電子が放出されるためには，少なくとも E eV のエネルギーを電子は吸収しなければならない。すなわち，この E を trap depth または activation energy と呼ぶ。いま，trap された電子が Maxwell 分布をしているものとすると，trap depth E から電子が放出される確率 P は，温度 T°K において

$$\phi=Se^{-E/kT}$$

で表わせる。ここにおいて，k は Boltzmann 定数，S は定数である。ある時刻 t において，trap depth E にある電子数を n とすると，glow intensity I は

$$I=C\,dn/dt=-CnSe^{-E/kT}$$

である。ここで $dT=\beta dt$ とおくと，

$$I=C\ dn/dt=n_0Ce^{-\int\frac{1}{\beta}Se^{-E/kT}dT}Se^{-E/kT}$$

で表わせる。この式はある深さの trap についての glow curve を示すもので，trap depth E は近似的に glow peak 温度 T_g が定まると，

$$E=T_g(1+f(S,\beta)\}k\ \log\ S$$

$$E\fallingdotseq 21\ kT_g$$

として表わせる。β は heating rate, $S=2.9\times10^9\ \sec^{-1}$ である。この関係は実験的に得られた Wilkins と Randall の式である。

Glow peak の形は，捕獲された電子と empty center との再結合過程における機構によるものであるが，この依存性を利用して，Halperin と Braner とは，glow peak の対称性から活性化エネルギーを計算する理論を展開した。彼らによると活性化エネルギー E は，

$$E=(q/\delta)kT_g^2(1-\Delta)\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

で表わせると提案している。ここで k は Boltzmann 定数，T_g は peak 温度(°K)，q は peak の形と再結合過程とに依存する定数である。これは次の2つの近似値で表わせる。

$$q_1=[1.72\mu_g/(1-\mu_g)](1-1.58\delta\Delta)$$

$$q_2=[2\mu_g/(1-\mu_g)](1-2\Delta)$$

これらの式は，peak の低温側の半値幅を導入することにより，さらに簡単化できる。

$$E_1=(1.72/\tau)kT_g^2(1-2.58\Delta)$$

$$E_2=(2/\tau)kT_g^2(1-3\Delta)$$

これによって，上式 E_1, E_2 の関係が得られる。ただし，correction factor $\Delta\ll1$ であるので，Δ 項を省略する。

(3) 実験方法

実験に使った試料 KCl, KBr, LiF は応用光学研究所において，引き上げ法によって作った単結晶で，その大きさは $2\times2\times1$ mm～$3\times5\times5$ mm 程度の結晶である。KI は本研究室において，溶融法によって作った単結晶に近い多結晶である。これらの結晶は，Alfred Fritsch 社製粉砕器で粉末化した。

粉末化した試料は heating rate 1 °K/sec. の直線的温度上昇で加熱され，その螢光は赤外線吸収フィルターを通して光電子増倍管で検出し，その強度を $\mu\mu$A 計を通して X－Y 記録計で記録した。

(4) 結果および考察

これらの実験に使用した LiF, KBr, KCl の単結晶に含まれる不純物は発光分光分析の結果によると，Ca, Mg がそれぞれ 10^{-2}%程度含まれていた。

Randall と Wilkins による擂潰した試料の活性化エネルギーは，X線照射をうけた KCl, KBr, KI より得られるその値とは異なっている。これは擂潰によって得られる glow peak が，これらより高温に現われることによるものである。

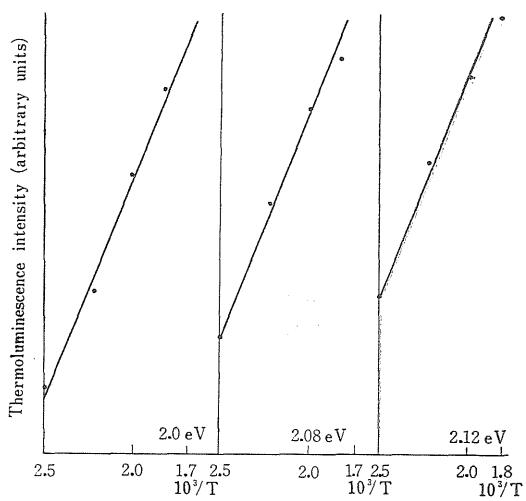
第1表　X線照射されたカリウム・ハライドの thermoluminescence glow peak 温度 T_g(°K)

KCl	139	190	235	255	290	350	375	400	470	500
KBr	125	150	170	190	220	260	280	350	375	430
KI	125	155	180	245	265	325	375			

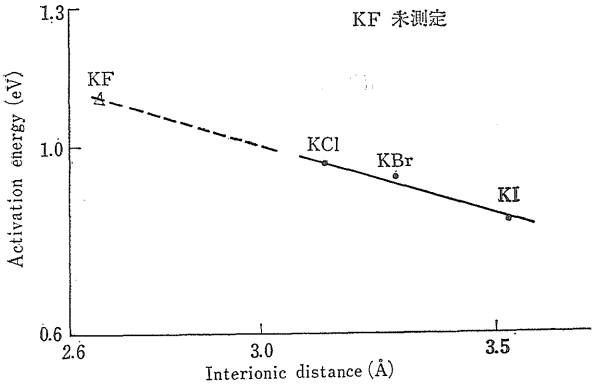
第2表　活性化エネルギーと peak 温度

	E eV	E_1 eV	E_2 eV	T_g °K
KCl	1.29	1 40	1.73	711
KBr	1.23	0.91	1.03	679
KI	1.17	0.84	0.95	648
LiF	1.17	1.02	1.18	701

Randall 等と Halperin 等との値の間には大きな差異は認められない。しかし，initial rise 法による実験値との間には相当の差異が認められる。これは，glow peak の半値幅が粉末化された試料の場合には，着色した試料のその値に比して1桁近く大きいことによるものと思われる。これらは 700°K 付近における格子の熱振



第1図　Initial rise 法による擂潰 KBr の活性化エネルギー



第2図　カリウム・ハロゲン・イオン間距離と擡潰による活性化エネルギー

動による trapping level の乱れによるものと思われる。

Halperin 等の理論から得られた一連のカリウム・ハロゲン化物の活性化エネルギーは，そのイオン間距離との間に第2図に示すような関係がみられた。

しかし KF については，試料入手ができず，推定の値である。これらの関係理論に関して検討中である。

（5）結　　論

X線等照射された alkali halide には存在しない thermoluminescence trap が存在し，これらは同一アルカリ金属に結合したハライド元素との間のイオ間距離に対し，一定の関係を見出した。

〔文　　献〕

1) J. T. Randall and M. H. F. Wilkins ; *Pro. Roy. Soc.*, A 184, 366(1945)
2) A. Halperin and A. A. Braner ; *Phys. Rev.*, 117, 407(1960)
3) A. Halperin, A. A. Braner, A. Ben-Zvi and N. Kristianpoller ; *Phys. Rev.*, 117, 416 (1960)
4) A. Halperin, A. A. Braner and N. Kristianpoller ; *Proceeding of the International Conference on Colorcenters and Crystal Luminescence*

22. 着色 NaCl 単結晶の自発退色

物理第3研究室
中島敏行
加藤義雄
橋詰雅
神山雅英*
* 東大工学部電子工学科

（1）緒　　言

低温において放射線照射された alkali halide には種々の color center が生成されることはよく知られている。このように，放射線照射により生成された color center は，金属(alkali)蒸気中で加熱後室温に急冷されてできる color center に比較して，その自発退色は著しいことがみとめられている。この自発退色における波長依存性と luminescence に関する研究は未だ十分になされていない。この実験においては，自発退色の性質と自発退色の際に発する螢光について，さらに F center と照射線量との関係をしらべた。

（2）実　　験

F center の濃度 n_F は吸収係数によって求められる。結晶中の積分吸収断面積は孤立した原子の場合，

$$\left[\frac{n}{k}\left(\frac{E_e}{E}\right)\frac{8\pi^3e^2\nu}{3c}\left|\int\Psi_b r\Psi_a d\tau\right|^2\right]^2 \cdots\cdots(1)$$

と表わせる。ここで color center の振動子の強さ f

$$f=\frac{4\pi m^*\nu}{3h}\left|\Psi_b r\Psi_a d\tau\right|^2 \cdots\cdots(2)$$

を導入すると，吸収曲線下の面積は(1)に n_F をかけた

$$\int\alpha\, dE=n_F f\frac{n}{k}\left(\frac{E_e}{E}\right)^2\frac{2\pi^2e^2h}{m^*c} \cdots\cdots(3)$$

となる。E_e を Lorentz 電場 $E+4\pi P/3$ と仮定するならば，

$$\int\alpha\, dE=n_F f\frac{(n^2+2)^2}{9n}\frac{\pi e^2h}{m^*c} \cdots\cdots(4)$$

となり，NaCl の場合(4)は近似的に

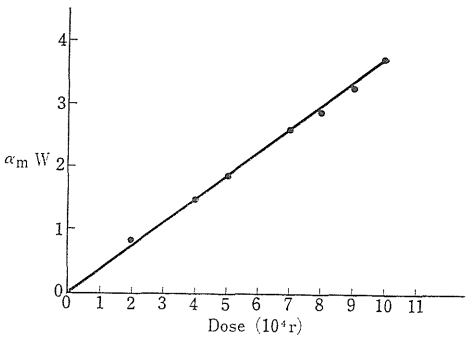
$$n_F=A\alpha_m W$$

と表わせる，ここにおいて，A は比例定数，α_m はピークの吸収係数，その半値幅 W である。

NaCl 単結晶(1 mm×5 mm×15 mm 程度)試料を，^{60}Co 3 kc カゴ型線源を使い，線量率 10^4 r/m で常温にてγ線照射を行なった。照射された試料の {100} 面に垂直方向の吸収係数を Chary 14 分光器を使って求めた。各波長による自発退色については，島津分光器を使用して試料に単色光を照射した。

(3) 結　　果

第1図はγ線照射線量と $\alpha_m W$ との関係を示す。線量とF center濃度との間に直線関係がみれる。しかしながら，このF center濃度は母体結晶中の不純物およびその濃度によって変化した。

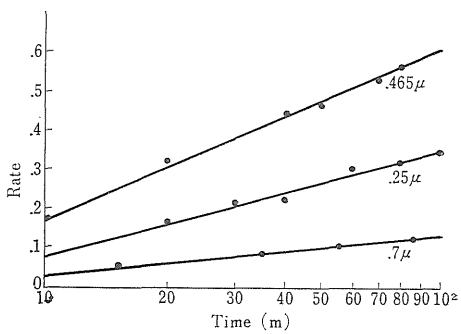


第1図　照射線量とF center 中心濃度

F centerは自然放置により相当の自発退色がみられる。このF centerの減衰状態をγ線照射終了直後における濃度 n_{F_0} と照射光 t 時間照射したのちのF center濃度を n_{Ft} として，

$$n_{F_0}-n_{Ft}/n_{F_0}=\text{diminution rate}$$

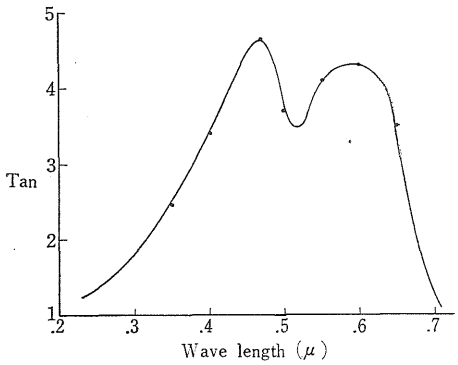
と表わした。励起光波長，465 mμ，250 mμ，700 mμの減衰率の状態を第2図に示す。減衰率は時間との間に指数関数的関係がある。しかも，F centerはF光によって最も減衰することがみられる。



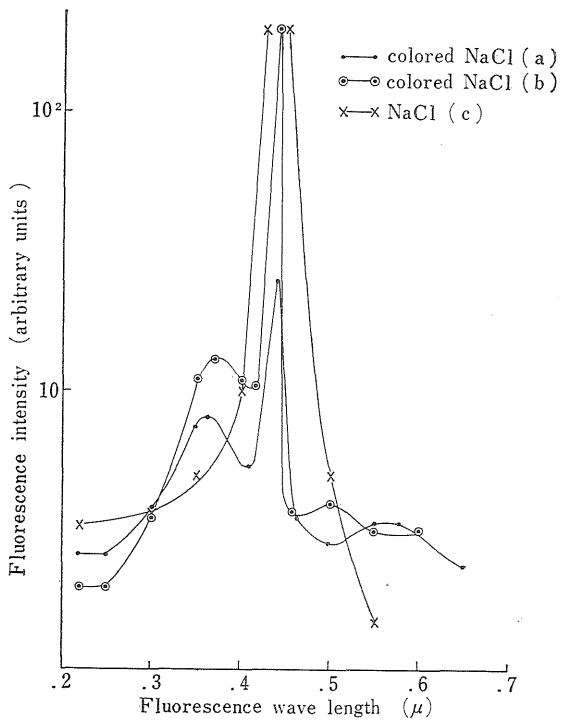
第2図　各照射光波長における自発退色の割合

この減衰率曲線の勾配 tanをとった時各照射光波長による減衰状態をみることができる。第3図にこれを示す。

F centerはF光照射により，最大の自発退色を示すことは第3図で示されたが，F光照射過程において，着色したNaClから放出される螢光のスペクトルは，着色したNaClの結晶内のエネルギー構造解析の情報を与える。



第3図　各照射光によるF center 減衰率の変化



第4図　着色NaClにF光を照射した時の螢光

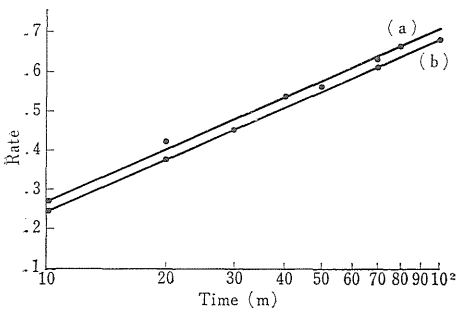
螢光スペクトルを Farand の螢光スペクトル計を使用して，螢光スペクトルをしらべた。第4図にそのスペクトルを示す。着色したNaClにF光照射したとき，370 mμ附近の螢光がみられたが，これは実験試料すべてではなかった。しかし，発光する同一試料については，他の面によっても発光がみられ，(a)(b) は照射面に対して互いに 90° の角度をもってF光照射された時のスペクトルである。

(4) 考　　察

Smakula によって，F center 濃度は吸収係数（半値幅はほとんど一定であった）に比例することが指摘されてきたが，濃度は，ある範囲の照射線量と比例関係にあることが示された。

各格子点に存在するハライド元素が放射線によって空格子を作り，その負空格子点に電子を捕獲したF中心は少なくとも実験範囲内では比例状態にあると考られる。

第2図において，自発退色が時間と対数関係にあることがみられたが，この直線の勾配は照射光の強度に関係なく，強度の変化は切片の移動として示されるもので，これを第5図に示す。これらのうちで，F光によって最大の F center 減衰を示すことは，電子捕獲準位電子がF光を共鳴吸収し，励起された電子が捕獲準位から↗



第5図　着色 NaCl のF光の強(a)弱(b)による減衰状態

↗ら放出されるものと考えられ，さらに，着色 NaCl がF光照射によって示す螢光を考えたとき，その発光によって上述のことが示される。螢光において励起F光より短波長光放出がみられたが，これは放射線により結晶内に種々の電子捕獲準位が生じ，これがF光刺激によって高準位に上ってから他の電子捕獲準位と再結合して生じるものと思われる。

23. トロトラスト患者決定臓器からの ^{228}Ra の排泄について

物理第3研究室
加　藤　義　雄

トロトラスト患者の臓器吸収線量推定に必要ないくつかの問題のうち，^{228}Ra の臓器からの排泄について研究した。^{228}Ra 排泄を直接測定から求めるのは困難なので，α 線スペクトルを測ることにより ^{232}Th と ^{228}Th の壊変率から計算で間接的に求めた。

(1) Th 系列の崩壊様式

Th が臓器中に存在し，血流で各元素の一部が臓器から排される際，次の仮定が成立するとする。

単位時間当り各元素の排泄される量は，その臓器中に存在するそれら元素の原子数に比例する。

この仮定によれば，はじめ ^{232}Th のみが N_1^0 個存在していたとすれば，時刻 t における i 番目元素の壊変率 $\lambda_i' N_i$ と時刻 $t=0$ における ^{232}Th の壊変率 $\lambda_1' N_1^0$ の比(以下これを i 番目の壊変率比と記す)は

$$\frac{\lambda_i' N_i}{\lambda_j' N_1^0} = \lambda_2' \lambda_3' \cdots\cdots \lambda_i' \left[\frac{e^{-\lambda_1 t}}{(\lambda_2-\lambda_1)(\lambda_3-\lambda_1)\cdots(\lambda_i-\lambda_1)} + \frac{e^{-\lambda_2 t}}{(\lambda_1-\lambda_2)(\lambda_3-\lambda_2)\cdots(\lambda_i-\lambda_2)} + \cdots\cdots + \frac{e^{-\lambda_i t}}{(\lambda_1-\lambda_i)(\lambda_2-\lambda_i)\cdots(\lambda_{i-1}-\lambda_i)} \right], \quad \lambda_i = \lambda_i' + \lambda_i'' \cdots\cdots (1)$$

で与えられる。ただし，λ_i', λ_i'', λ_i はそれぞれ物理的，生物学的，有効崩壊定数である。

$t=0$ で各元素の壊変率比を $\alpha_1, \alpha_2, \cdots\cdots$ とすれば，時刻 t における i 番目元素の壊変率比は，i 番目までの各元素の寄与を加え合せればよいから

$$\left(\frac{\lambda_i' N_i}{\lambda_1' N_1^0}\right)_{total} = \sum_{j=1}^{i} \alpha_j \frac{\lambda_i' N_i}{\lambda_j' N_i^0} \qquad \cdots\cdots (2)$$

(^{228}Ra の有効崩壊定数 λ_2 の決定式)

^{228}Ra の有効崩壊定数を決定するに際しては，^{232}Th と ^{228}Ac，^{228}Th は臓器から排泄されないとした。いくつかの Th 排泄の報告によれば，いずれも相当に長い生物学的半減期(>200年)であること，また ^{228}Ac は非常に短かい半減期であることより，この仮定は支持されると思われる。

第1表　Physical properties of the members of the thorium decay series

serial number	element	decay constant (per year)	α-energy (MeV)
1	^{232}Th	0.495×10^{-10}	4.07
2	^{228}Ra	0.103	(β)
3	^{228}Ac	0.990×10^{3}	(β)
4	^{228}Th	0.363	5.49
5	^{224}Ra	0.695×10^{2}	5.76
6	^{220}Rn	0.424×10^{6}	6.40
7	^{216}Po	0.138×10^{9}	6.90

serial number	element	decay constant (per year)	α-energy (MeV)
8	^{212}Pb	0.573×10^{3}	(β)
9	^{212}Bi	0.603×10^{4}	6.17 (37.7%)
10	^{212}Po	0.729×10^{14}	8.95 (66.3%)
11	^{208}Tl	0.117×10^{6}	(β)

組織摘出からα線スペクトル測定までの時間をτとすると，^{228}Th の壊変率比は

$$\left(\frac{\lambda_4' N_4}{\lambda_1' N_1^0}\right)_{total} = 1-1.396(1-A)e^{-0.103\tau} + \left(0.396+B-1.396\cdot A\right)e^{-0.363\tau} \cdots (3)$$

となる。ただし，AとBは^{228}Ra の有効半減期λ_2の関数で，次式で与えられる。

$$A=\frac{0.103}{\lambda_2}-\left(\frac{0.103}{\lambda_2}-\alpha_2\right)e^{-\lambda_2 t},$$

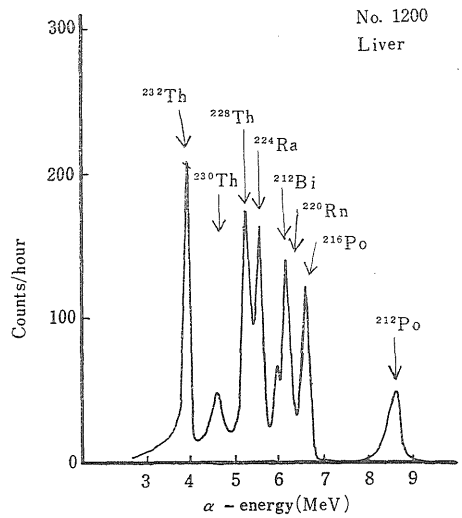
$$B=\frac{0.103}{\lambda_2}-\frac{0.037}{\lambda_2(0.363-\lambda_2)}e^{-\lambda_2 t} + \frac{0.103}{0.363-\lambda_2}e^{-0.363t}+\alpha_2\frac{0.363}{0.363-\lambda_2} \times(e^{-\lambda_2 t}-e^{-0.363t})+\alpha_4 e^{-0.363t} \cdots\cdots (4)$$

(3)式の左辺にα線スペクトルの測定値を入れて，λ_2について解くことにより，^{228}Ra の有効半減期が求められる。

(2) 実験結果

α線スペクトルの測定には，gridded ionization chamber と 150 ch. P.H.A.を用いた。試料には，患者組織を400～800℃で乾式灰化し，その一部を水に溶かし，攪拌しながら，その溶液の一部を直径10 cm の金属板上に一様分布するように附着乾燥させたものを使った。

この実験には4例のトロトラスト患者の肝臓と脾臓を使ったが，これらの測定条件は第2表に示したとおりである。第1図に患者 No. 1200 の肝臓組織のαスペクトルを示しておいたが，図から明らかなごとく，組織灰



第1図 Alpha-spectrum of thorium series in liver of thorotrast patient (No.1200)

第2表 The effective decay constants of ^{228}Ra in liver and spleen for four thorotrast patients

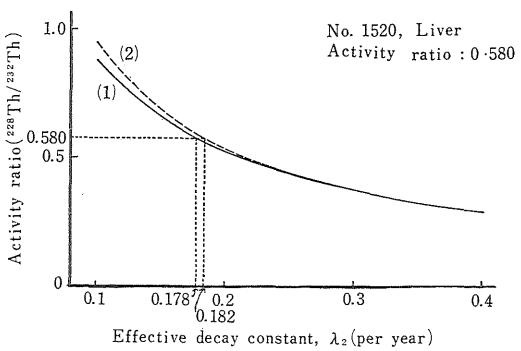
sample number	organ	time between administration and death (years)	time between death and measurement (years)	observed activity ratio of ^{228}Th/^{232}Th	effective decay constant* (per year)
896	liver	24	5.83	0.688	0.180 0.183
	spleen			0.588	0.240 0.242
1200	liver	21	3.92	0.604	0.190 0.193
	spleen			0.583	0.201 0.203
1243	liver	19	3.67	0.609	0.183 0.190
	spleen			0.654	0.164 0.172
1520	liver	21	1.83	0.580	0.178 0.182
	spleen			0.623	0.164 0.168

* Upper figure represents the value obtained under the condition that thorotrast was injected at the date of manufacture and lower figure represents the value obtained under the condition that thorotrast was injected at its expiration date (6 years after manufacture).

化物による α 粒子の自己吸収が強く現われている。このため，このスペクトルから ^{228}Th の壊変率比を決定するのに次の方法を用いた。

金属板上に附着された試料中の ^{224}Ra 以下のすべての娘核種は，数日間経過すると ^{224}Ra と放射平衡になるので，この時期に試料の α スペクトルを測る。次に，このスペクトルから互いに重なりあっている ^{228}Th と ^{228}Ra の全計数値と完全に独立した1本の山を示す他の娘核種(この場合 ^{216}Po)の計数値を読みとり，この両者の差をとれば ^{228}Th の計数値が得られる。この値を ^{232}Th の計数値で割れば ^{228}Th の壊変率比が得られる。

この方法で求めた ^{228}Th 壊変率比を第2表の第5列に示しておいた。これら4例の値は臓器から ^{228}Ra の排泄がなかったとした時に期待される値 (0.8～0.9) に比してかなり小さい。このことは臓器から ^{228}Ra の排泄が行なわれていることを示している。



第2図　Activity ratio of ^{228}Th to ^{232}Th as a function of λ_2 (effective decay constant of ^{228}Ra) in different initial condition: thorotrast was injected at the date of manufacture, (2) thorotrast was injected at its expiration date.

よって(3)式と(4)式から，トロトラスト製作時および使用期限時の両端のいずれかの時期に投与したとした場合の ^{228}Ra の有効崩壊定数 λ_2 を求めた。第2図に No. 1520 の λ_2 に対する ^{228}Th 壊変率比の変化を示しておいた。この図で曲線(1)はトロトラストを製作時に投与した場合を，また曲線(2)は使用期限時に投与した場合を示す。No. 1520 の肝臓中の ^{228}Th 壊変率比 0.580 に対するこれら2曲線の交点の値は，それぞれ 0.178/year, 0.182/year となった。この方法で得た結果は，第2表第6列に示されてある。この各行の上の値はトロトラストを製作時に投与した場合，下の値は使用期限時に投与した場合の値である。これら4例の平均値は肝臓で 0.183 と 0.187/year および脾臓で 0.192 と 0.196/year となり，投与時期想定による差は最大それぞれ 2.2％，2.1％となった。よって，投与後約20年経過した臓器を使ってその ^{228}Ra の排泄を決定する場合には，その投与時期による差はあまり考慮する必要はない。この ^{228}Ra の有効崩壊定数と生物学的崩壊定数およびそれらに対応する半減期を第3表に示しておく。

第3表　The average decay constants and half lives of ^{228}Ra in liver and spleen of four patients*

organ	effective decay constant (per year)	biological decay constant (per year)	effective half life (years)	biological half life (years)
liver	0.183 0.187	0.080 0.084	3.71 3.79	8.25 8.66
spleen	0.192 0.196	0.089 0.093	3.54 3.61	7.45 7.79

*　第2表の注参照

この値から ^{228}Ra の排泄の割合を求めると，肝臓で44％および脾臓で46％となった。

「文　　献」

1) Hursh, J.B., *et al.*; The excretion of thorium and thorium daughters after thorotrast administration, *Acta Radiol.*, 47, 481(1957)

2) Gustafson, P.F., *et al.*; A case of accidental puncture contaminated with ^{227}Th : studies on elimination and residual body activity, *Radiology*, 68, 358(1957)

3) Van Dilla, M.A., *et al.*; On the role of ^{228}Th in radium poisoning, *Radiology*, 66, 400(1956)

「研究発表」

加藤義雄；α 放射性物質による決定臓器吸収線量の研究(I)，トロトラスト患者決定臓器からの ^{228}Ra の排泄について，日本医学放射線学会雑誌，23，7，871 (1963年)

24. 診断用X線による骨髄線量の推定

物理第3研究室
橋　詰　　雅
加　藤　義　雄
丸　山　隆　司
白　貝　彰　宏

(1) 緒　　言

骨髄被曝によって誘発されると思われる白血病は本来個々人の被曝量が問題になるもので，ある特定なグループ全体の平均線量の概念では処理できないものである。しかし，10～100万人位の多数人のグループ(例えば日本人全体とか職業別とか)全体としての骨髄線量の総和は，そのグループにおける白血病の発生率と相関関係があると考えられる。したがって，骨髄有意線量(D)は次式によって与えられる。

$$D=\sum_{jk}N_{jk}d_{jk}L_{jk}/\Sigma N_k$$

kは各年令層，jは照射の種類，N_{jk}はk年令層でjの照射をうけた人数，d_{jk}はk年令層でjの照射をうけた場合の骨髄のうける線量，L_{jk}は放射線により誘発される白血病の誘発因子と，放射線をうけた人の平均余命とに関係した値である。

これらの値の中，N_{jk}については，34～36年度文部省の総合研究班(宮川班)により全国調査によって求められているので，その値を使用する。また，撮影条件等についても宮川班の調査表を使用する。38年度はD_{jk}の測定に主眼をおいて実験した。

(2) 実験方法

i) ファントム

千葉大医学部整形外科でモデリングした4種類(乳児，幼児，子供，成人)のM3ファントムを使用した。ただし，骨の部分は放医研荒居組成，肺の部分は密度0.5のコルクを使用した。

ii) 骨髄の位置

長崎大学岡島教授に依頼して，人体の各部のX線断層撮影をとり，各面5人の平均値によって決定した。

iii) 骨髄の量

宮川班の山田(名大)，橋本(九大)両教授の測定値を使用する。

iv) 照射条件

宮川班の調査表の中から部位，性および年令にわけて無作為に50件をとりだし，個々の管電圧，管電流，露出時間，焦点フィルム間距離，照射野の大きさ，体位，照射方向にしたがってファントムに照射した。

v) 測定器は螢光ガラス，サーモルミネッセンスおよびColonial線量計を使用した。

vi) 測定器の配置

骨中の赤血髄の分布にしたがって螢光ガラス板をファントム中に配置した(頭蓋6，頸椎1，肋骨および肩甲骨6，胸骨2，胸椎8，腰椎9，寛骨9，仙椎7，大腿4)。

(3) 予備測定

螢光ガラスを入れたファントムに調査表の条件にしたがったX線を照射した値と，管電圧mAs，照射野等すべて50件の平均値を使用したものとの値の差を，代表的な成人男の4つの部位について測定したところ，あまり大きな差は認められなかった(この点，遺伝有意線量の場合と大いに異なる)ので，他のすべての照射部位についてはそれぞれ無作為に抽出された50件の平均値を使用した。

(4) 実験結果

成人男子の各部位1回撮影の平均吸収線量を第1表に示す。

第1表　1回撮影吸収線量

部　位	頭部	上膊	胸骨	胸部	胃	胆嚢	腹部	腸	歯
線量 g-rad	17.8	1.3	19.8	6.7	40.4	21.4	7.0	8.1	4.6
部　位	胸椎	腰椎	仙骨	骨盤	腎臓	膀胱	股関節	大腿下	下腿
線量 g-rad	28.6	10.3	11.2	6.9	11.2	9.3	10.3	3.4	0.4

この値に前回調査の撮影件数を掛け合わせ日本人成人男子の1年間の吸収線量を求めると，約2.3×10^8 g-radとなる。なお，この値は調査に対して満足な答を寄せたもののみの値であるから，国民線量に対する寄与は40%以上多くなる。したがって，男子成人による国民線量への寄与は約4 g-rad/yearとなる。

25. Moxon-Rae型検出器による30 keV中性子の捕獲断面積の測定

物理第2研究室
R. L. Macklin*
J. H. Gibbons*
稲　田　哲　雄

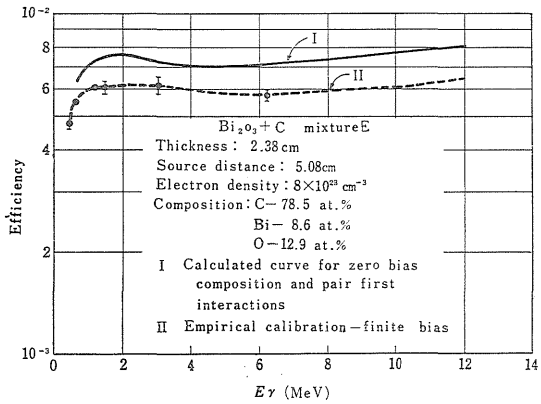
* Oak Ridge National Laboratory

これまで大型の液体シンチレーターを用いて中性子の

捕獲断面積の測定がなされてきた（B. C. Diven, J. Terrell and Hemmedinger; *Phys. Rev.*, 120, 556, '60 : J. H. Gibbons, R. L. Macklin, P. O. Miller and J. H. Neiler; *Phys. Rev.*, 122, 182, '61: R. L. Macklin, J. H. Gibbons and T. Inada; *Phys. Rev.*, 129, 2695, '63)。

この大型シンチレーターは4πの全吸収型であるが，バックグラウンドが多く，時間分解能が悪いことから中性子の飛行距離が大きくなり，試料が多量であることを必要とした。

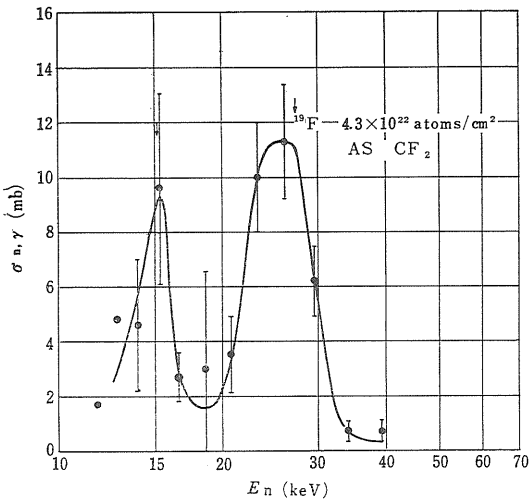
Moxon-Rae (M. C. Moxon and E. R. Rae; In neutron time-of-flight methods, ed. by J. Spaepen, EURATOM, 1961) によって提案された検出器は，上に述べた大型シンチレーターに伴なう困難を避けることができる。薄いプラスチック・シンチレーターの前に適当な(γ, e)コンバーターをおいて，捕獲γ線カスケード多重度に無関係に中性子結合エネルギーで決まる検出効率をもつように，γ線エネルギーと比例性をもつように考慮されたものである。ここで用いた検出器は，Moxon-Rae の設計したものに比例効率の点で次の2つの現象に注意した。カスケードに生ずるγ線の同時計数と(γ, e)変換のγエネルギーに対する直線性である。初めの現象について改良された検出器は1%以内の同時計数に抑えた。なお，2組の検出器を対にして試料を狭んだ配置での立体角は28%，効率は多重度が2以上，結合エネルギーが5 MeV 以上の場合について，MeV あたり0.6%であった。次に，検出効率のγ線エネルギーに対する直線性は次のように考えられた。コンバーター内の電子の飛程がほぼエネルギーに比例することに注意すると，1次近似では効率に寄与するコンバーターの厚さもエネルギーに比例する。さらに，この全体の厚さを検出すべき最大エネルギー（10 MeV 以下）の電子の飛程に等しくとっておけば，この検出器の MeV あたりの効率は(γ, e)断面積のエネルギー依存性と同じ傾向を示すものと期待される。このような簡単化した概念で，計算にあたってはコンプトンおよび電子対創生による2次電子の分布に "straight ahead" 近似を仮定した。すなわち，それぞれの角度分布はγ線の入射方向に対して角度分布の重みを掛けた平均飛程の "straight ahead" 電子でおき換えた。この計算によると，Z＝50 (tin) がほぼ一定の MeV 当りの効率を与えることが示されたが，中性子捕獲γ線の測定ではコンバーター物質の捕獲断面積および放射性の小さいことが要求され，Z＝50 近傍で適当な物質がえられない。したがって，計算はZ＝50に等しいコンプトンおよび電子対創生の断面積を与えるような軽重2種の物質の適当な混合を見出すことが行なわれて，Bi_2O_3 とグラファイトの混合により第1図に示す効率をえた。図中破線は既知の単一エネルギーγ線によってえた検出効率の実験値である。



第1図　Bi_2O_3，グラファイト混合コンバーターによる検出効率の計算値(実線)および実測値(破線)
縦軸での差は増幅器のバイアスで一致させることができる。

このように，検出器はそれぞれ混合圧縮したコンバーターと1mm 厚のプラスチック・シンチレーターを重ねて14段の光電子増倍管7046に接着された2組を使用し，それぞれのアノード・出力が直接，時間一波高変換器でのスタート・パルスとして用いられた。ORNL バンデグラフからえられた2 ns 幅の陽子ビームパルスによる全体の時間分解能として2.9 ns をえている。この分解能において，7.0 cm の飛程で中性子飛行時間の関数としての捕獲断面積の測定が可能である。この場合のエネルギー分解能は，25 keV 中性子について10%になる。

^{19}F: 第2図に ^{19}F の捕獲断面積の測定結果を示す。15.5 keV および27 keV に共鳴がみられる。中性子の飛行距離が7.0 cm と小さく，エネルギー分解能があまりよくないにもかかわらず，これらの共鳴を判別するに充分である。27 keV の共鳴は p-wave 中性子によるもので，スピンおよびパリティは $J^\pi=2^-$ で，中性子幅は $\Gamma_n=(0.38\pm0.10)$ keV である。γ幅は以前に1.1 eVおよび，0.7 eV と報告されているが(F. Gabbard, R. H. Davis and T. W. Bonner; *Phys. Rev.*, 114, 201, '58 : Gibbons, Macklin and Neiler; unpublished



第2図 ^{19}F の捕獲断面積

この測定における分解能は主に試料の厚さによる。矢印は全断面積の測定によって知られている共鳴のエネルギーを示す。

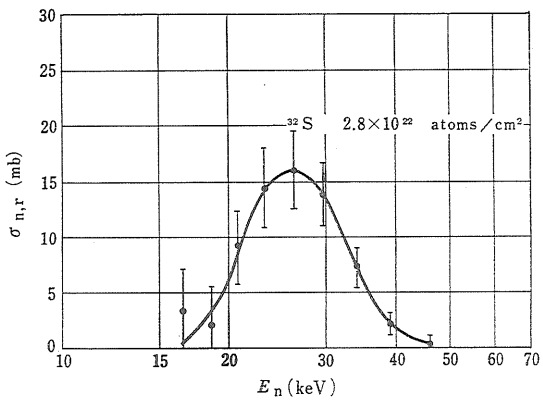
results, '58), 独立の Breit-Wigner 共鳴の γ 幅は共鳴曲線の面積から近似的に求めることができる。共鳴の全面積 $A(n,\gamma)$ を積分し, $E_0 \gg \Gamma_n$ かつ Γ_n, Γ_γ および λ が E_n によらないと仮定すると, Γ_γ は

$$A(n,\gamma) \approx 2\pi^2 \lambda_0^2 g(J) \frac{\Gamma_n \Gamma_\gamma}{\Gamma} \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

で与えられる。これにより

$$\Gamma_\gamma(27\ \mathrm{keV}) = (0.55 \pm 0.15)\ \mathrm{eV}$$

をえた。15.5 keV 共鳴については測定の統計が悪く, 以前の大型シンチレーターによる測定では判別できなかったもので, 最近の全断面の測定 (C. T. Hibdon; private communication, '62) で認められたものであるが, この共鳴の定数はわかっていない。



第3図 ^{32}S の捕獲断面積

[^{32}S] 110 keV 附近の共鳴のもとには, これまでの全断面積測定による共鳴は知られていない。しかし, さきの 30 keV および 65 keV 附近の捕獲断面積の測定 (J. H. Gibbons, R. L. Macklin, P. D. Miller and J. H. Neiler; *Phys. Rev.*, 122, 182, '61) によると, 30 keV 附近の結果が異常に大きな値を示した。このことから, 中性子エネルギーに対する捕獲断面積の測定が示唆され, これの今回の測定では, 27 keV 附近に新たな共鳴の存在を確かめた(第3図)。この共鳴のスピン, パリティは不明だが, p-wave 中性子の捕獲によるものと考えられる。E_0, $g\Gamma_\gamma$ の値はより薄い試料について検討される必要がある。

[研究発表]

R. L. Macklin, J. H. Gibbons, 稲田哲雄; Neutron capture cross section near 30 keV using a Moxon-Rae detector, *Nuclear Physics*, 43, 353~362 (1963)

Ⅳ. 化 学 研 究 部

概　　況

本研究部における研究の基本的な性格は37年度と何ら変らない。すなわち，生物を構成する重要な物質(DNA，酵素など）に放射線が与える変化と放射線の生物学的効果との関連を探究するという，放射線の物理化学的ないし生化学的機構に関するものと，放射性物質の危険性を推定，評価する基本となる化学分析法に関するものとである。いずれも，研究所の研究業務の中で基礎的な分野を担当するものと理解して仕事を進めている。

DNA 分子は2本の互いに相補的なポリヌクレオチド鎖から成るが，その生物学的特性(遺伝情報の伝達機能）は1本の鎖のみに含まれるのか，あるいは両方の鎖が必要なのかという問題をひきつづき追求し，38年度は新しく，バクテリオファージφR という特殊のファージを用いて研究を進めつつある。現在のところ，単一鎖のみに情報が含まれていると考え得る根拠を得ている。

DNA や酵素を単独で照射した場合には，これが生体内に存在するときとくらべて放射線感受性がひくいと一般的にいえる。この機構はいろいろ考えられようが，*in vitro* で第3物質を加えて照射すると，感受性は変化する（photodynamic action では色素の存在で，酵素に対しては基質アナローグの存在で)ことから，生体内においても他物質との結合状態の変化，あるいは重要分子のエネルギー状態如何によって感受性は異なると予想し得る。このような，物質の高次構造の放射線感受性におよぼす効果のメカニズムを種々の観点から追求した。

この研究において38年度特に記すべきことは，外来研究員として東大理学部和田昭允氏を迎えたことである。同氏との協力によって流動光二色性による研究方法を導入して，別記のごとく photodynamic action に関する研究を強力に進め得た。

一方，分析化学の分野では，海水中の微量の放射性ルテニウムを補集する目的で研究を行なってきた。特殊処理をほどこしたイオン交換樹脂(“水酸化鉄形イオン交換樹脂”)が，一般的な補集剤として利用し得る可能性を検討し，好結果を得た。また，逆相クロマトグラフ法による希土類の系統的分離，薄層クロマトグラフ法の無機分析分野への利用の研究を行なった。なお，以下に記す成果のほか，原爆からの高速中性子線量推定に関する研究のうち，化学分析の部分を受け持ち（物理研究部の項参照)，また，プロジェクト研究「緊急時対策に関する調査研究」の一部を分担した。

38年度には，年度当初新たに3名が本研究部に加わった。米国ブランダイス大学化学部に留学中であった小野浄治は別項のごとき業績をあげて帰国し，他の2名（坪田博行—米国メリーランド大学，山崎秀郎—カナダ国立研究会議研究所）はひきつづいて在外研究を行なった。また，伊沢正実は ICRP 専門委員会Ⅱに出席のため，38年12月に短期間渡英した。

上述の外来研究員のほかに，研究上の必要から，あるいは所外からの依頼により，多くの研究生，実習生をうけいれた。これらの人々の協力に対して感謝すると同時に，いささかでもこれらの方々のお役に立ち得たものと考えている。

（化学研究部長　伊沢正実）

1. Photodynamic action の研究（1）
肺炎球菌の型転換 DNA の不活性化

化学第1研究室
藤田　斉
山上啓子
森口恵津子*
鈴木堅之*
* 化学第2研究室

(1) 緒　　言

細胞や生体構成物質が色素存在下で可視光に対し異常な感受性を示す現象を photodynamic action という。われわれは，次の理由でこの研究を行なっている。(a)放射線の1次作用の研究は重要であるが，その作用が非特異的なので解析しにくい。この点可視光はかなり特異的

な作用をもち，その解析が容易であろうと考えられる。(b)色素の選択により生体構成物質の感受性を変えることができ，細胞に対する放射線照射の示す種々な作用を解析しうる可能性がある。

ここでは，肺炎球菌の型転換 DNA を試料として，アクリジン・オレンジ存在下で可視光照射を行ない，型転換能の不活性化をしらべた。

(2) 実　　験

1) 試　　料

DNA は，肺炎球菌 (*Diplococcus pneumoniae*, R 36 A/Sm^r)から Marmur の方法により抽出・精製した。濃度は，$\varepsilon(P)_{260} = 6{,}600$ として紫外吸収より算出した。光増感色素としては，アクリジン・オレンジを用いた。試料はすべて 0.15 *M* NaCl + 0.015 *M* Na_3-citrate(pH 7)を溶液として用いた。

2) 照　　射

光源としてはフォトフラッド・ランプ(500 W)を用い，光源と試料溶液との間を約12 cm とし，途中に熱線吸収のため厚さ5 cm の水のフィルターを置いた。

3) 型　転　換

ストレプトマイシン耐性をマーカーとして，グルコースをふくむNS培地で Ephrussi-Taylor の方法により型転換を行なわせた。

(3) 結　　果

1) Photodynamic inactivation

アクリジン・オレンジ存在下で，DNA に可視光を照射すると，活性は次第に低下していく。DNA 濃度を一定にして色素濃度を増すと，不活性化速度は次第に大きくなり，遂には飽和値に達する(第1図)。なお，色素だけによる不活性化はみられなかった。

2) 塩濃度の影響

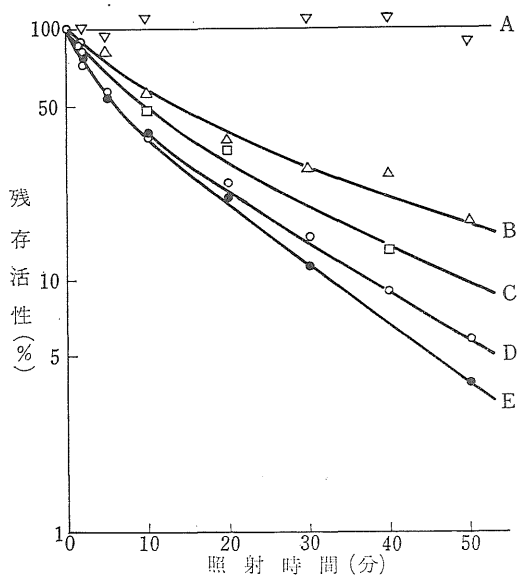
DNA を溶かしている食塩—クエン酸ソーダ溶液の濃度を変えて照射を行なうと第2図のようになり，イオン強度が低い方が効果が大きいことがわかる。

3) 溶存酸素の影響

照射前および照射中に窒素ガスを通気して酸素のない状況下で実験すると，第3図に示すように，不活性化率は著るしく小さい。

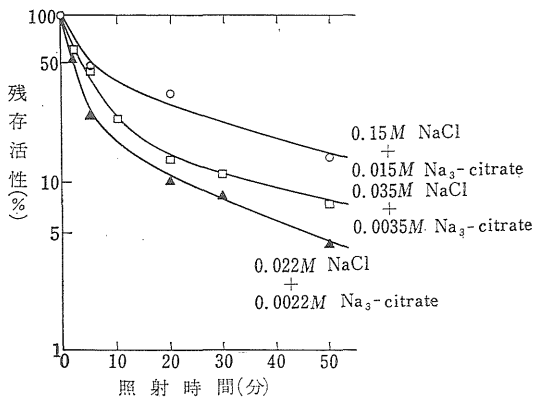
4) X線前照射の影響

あらかじめX線を照射して活性を1/2位に低下させておき，次いで photodynamic action を行なわせた。この場合の不活性化曲線は，X線前照射を行なわない場合の曲線と一致した。



第1図　アクリジン・オレンジ存在下における photodynamic action による形質転換 DNA の不活性化曲線

DNA 濃度：2 μg/ml，アクリジン・オレンジ濃度(μg/ml)：A; 0, B; 1.25, C; 2.5, D; 12.5, E; 39

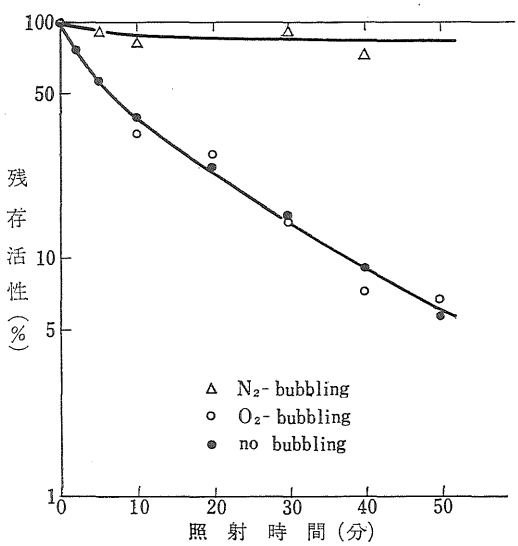


第2図　アクリジン・オレンジ存在下における photodynamic action に対する塩濃度の影響

DNA 濃度：2 μg/ml，アクリジン・オレンジ濃度：1 μg/ml

5) 再構成 DNA の不活性化

熱変性後再構成させた DNA の photodynamic



第3図　アクリジン・オレンジ存在下における photodynamic action に対する酸素の影響

DNA 濃度：2 $\mu g/ml$，アクリジン・オレンジ濃度：12.5 $\mu g/ml$

inactivation の曲線は，未変性 DNA の場合と一致した。

（4）考　　察

in vitro で生物活性をもつ DNA を試料として，photodynamic action をしらべ，DNA への作用が photodynamic action の1つの重要な要素であることを明らかにした。*in vivo* の photodynamic action における知見と同じく，*in vitro* の場合においても，色素，可視光，酸素が必須条件であることを確かめた。

次の2つの点から，この作用に直接関与しているのは DNA へ結合している色素であろうと考えられる。

i）不活性化速度の飽和現象と DNA への色素の吸着量の飽和現象との対応（Photodynamic action の研究(2)参照）

ii）不活性化のイオン強度依存性と吸着量のイオン強度依存性(Peacocke らのデータ)との対応

また，(a)X線前照射 DNA および(b)再構成 DNA の photodynamic inactivation の感受性は，未変性 DNA の感受性と一致した。(a)または(b)の処理をした DNA は，未変性 DNA に比べて，2次構造に変化をうけていることが知られているので，photodynamic inactivation の感受性は DNA の2次構造によりあまり影響をうけないものと結論できる。したがって，photodynamic inactivation は，X線，紫外線，亜硝酸等による不活性化とはかなり機構の異なる特異的なものと考えられる。

〔研究発表〕

藤田斉，山上啓子，森口恵津子，鈴木堅之；Photodynamic Action の研究(I)アクリジン系色素の存在下における肺炎双球菌の型転換 DNA の不活性化，日本遺伝学会第35回大会(1963年10月)

2. Photodynamic action の研究(2)
DNA とアクリジン・オレンジの結合

化学第1研究室
山上啓子
森口恵津子*
藤田斉
鈴木堅之*
和田昭允**

* 化学第2研究室
** 昭和38年度外来研究員（東大・理）

（1）緒　　言

本報では，photodynamic action の作用の本質およびエネルギー移動などの問題にとりくむ基礎を築くために，DNA と色素との結合様式および結合量を推定する研究を行なった。結合様式の研究には，流動二色性測定装置を用いた。これは剛体高分子上に規則正しく並ぶ発色グループの配向をしらべるのに有効な装置である。また，結合量の測定は透析平衡で行なった。

（2）実　　験

1）試　　料

DNA は，肺炎球菌(R 36 A/Sm^r)から Marmur の方法で抽出・精製したものを主に用いた。なお，二色性の比較的高い DNA として，大腸菌ファージ T_2 DNA を Mandel および Harshey の方法で抽出して用いた。変性および部分変性 DNA はそれぞれ 100℃および T_m 附近の一定温度で15分間熱処理後，氷水中で冷却して作った。

色素は，市販アクリジン・オレンジ(以下 AO と略記)を精製して用いた。

試料は，透析平衡の場合は SSC (0.15 M NaCl+0.015 M Na_3-citrate, pH7)に，流動二色性測定には 0.001 M リン酸緩衝液 (0.001 M リン酸塩，10^{-4} M EDTA，2.5×10^{-3} M 塩化ナトリウム)に溶かした。後者はイオン

強度が小さいので，DNA に対する色素の結合量を多くできる。

2) 方　　法

a) 透析平衡

共栓つき三角フラスコ中で，20 ml の色素溶液と半透膜内に入れた 4 ml の DNA 溶液とを接触させ，恒温槽中にならべて16～20時間振りまぜる。平衡に達してから内液と外液を分離して，両者の吸収スペクトルを測定し，平衡式から DNA と AO の結合定数，結合エネルギーおよび DNA の site の数を算出した。

b) 流動二色性スペクトル

石英製同心二重円筒のすき間(0.05 cm)に DNA または DNA—AO 溶液を入れ，内筒を種々の速度 (100～1000 sec^{-1})で回転し，その shear で DNA 分子を流れの方向に配向させる。流れに対して電気ベクトルが平行および垂直方向の面偏光をあて，それぞれの吸収($\varepsilon_{\parallel}$ および $\varepsilon_{\perp}$)を測定することによって，二色性 $\Delta\varepsilon=(\varepsilon_{\parallel}-\varepsilon_{\perp})$ が求められる。$\Delta\varepsilon$ は流れの速度勾配Gおよび波長 λ の関数であるが，吸収を与えるグループが1種類ならば，$\Delta\varepsilon/\varepsilon$ は波長に無関係に一定になる。$\Delta\varepsilon/\varepsilon$ は高分子の配向に関する項 $f(G/\Theta)$ と吸収をもつグループの分子軸に対する配向角 α に関する項 $g(\alpha)$ の積である。第2図では，高分子が完全配向したときの値で表示した。

(3) 結果および考察

a) 透析平衡から結合量の推定

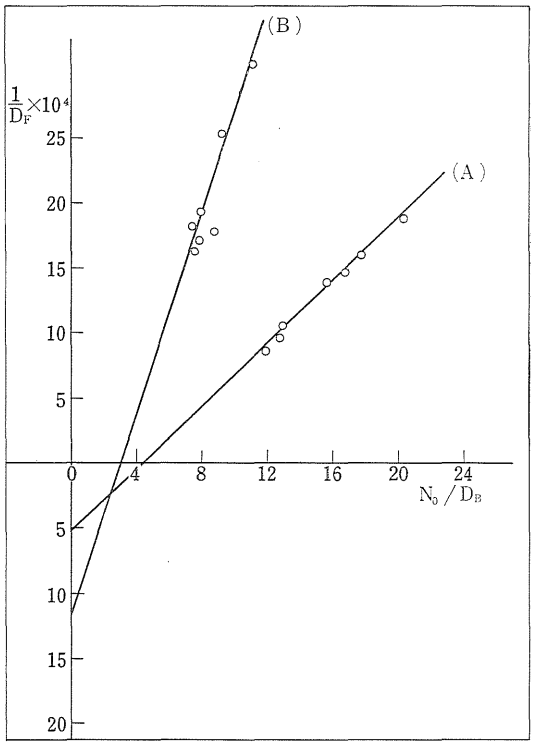
単位容積当りの site の数を N_0f (ただし，N_0 は存在するヌクレオチドの濃度，f は site の割合 $0<f\leq1$) とし，DNA に結合した色素濃度 D_B，結合せず自由に存在する色素濃度 D_F，および DNA と AO の結合定数を K とすれば，それらの間に次の平衡式が成立つ。

$$D_B/(N_0f-D_B)\cdot D_F=K$$

$1/D_F$ を縦軸に，N_0/D_B を横軸に目盛ると，縦軸切片から $-K$ が，横軸切片から 1/f が求まる。第1図に未変性および熱変性 DNA の 30 ℃における結果を示した。未変性 DNA については，20 ℃および 30 ℃の K 値から結合エネルギーが 13.4 kcal/mole と算出された。1/f の値から，AO は DNA のヌクレオチドの4個にほぼ1個の割合まで結合しうることが明らかとなった。また，DNA の規則正しい塩基の配列を乱すと，外見上 AO が結合しやすくなることが，変性 DNA の K，f 値から推察される。

b) 流動二色性スペクトルから結合様式の考察

DNA—AO 溶液中で DNA に結合した AO は，DNA の塩基と同じ方向，すなわち，流動に対して垂直方向の光を強く吸収する。このことから，DNA 上に整然と配向していることが示唆される。260 および 500 mμ での二色性の大きさを N_0/D_B に対して目盛った結果が第2図である。



第1図　DNA—AO の吸着等温曲線

肺炎球菌 DNA (SSC 溶液，濃度 5.75×10^{-5} M～9.00×10^{-5} M)，温度 30 ℃

(A)：未変性 DNA の吸着等温曲線

$K=5.5\times10^4$ l/mole，$1/f=4.3$

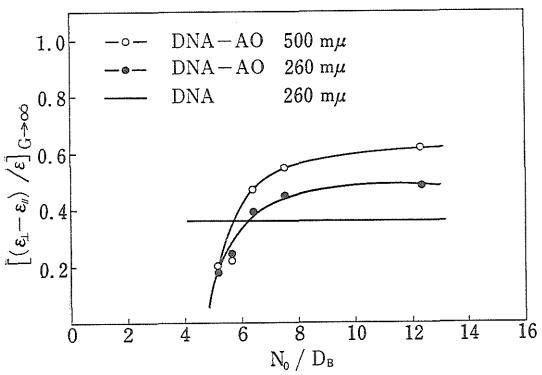
(B)：熱変性 DNA の吸着等温曲線

$K=12\times10^4$ l/mole，$1/f=3$

i) 第2図で，260 mμ の二色性には，色素および DNA 塩基による二色性が関与しているが，500 mμ の二色性は，260 mμ の二色性あるいは DNA 塩基だけによる二色性のいずれよりも大きいこと，

ii) ヘリックス含量を変えた，部分変性 DNA と AO の複合体では，500 mμ の二色性はヘリックス含量の高い方が大きいこと，

iii) ヘリックス含量の高いとされている T_2 DNA



第2図　DNA—AOの二色性

肺炎球菌DNA (0.001 M リン酸緩衝液，濃度 4.0×10^{-4} M～1.58×10^{-3} M)30℃ で透析平衡によりDNA—AO複合体を作る。

とAOの複合体では，500および260 mμの二色性の大きさにそれほどの差がないこと，などの観察から，AOはDNAのヘリックス部分に選択的に結合しやすいものと推察される。この結果は，熱変性したDNAの方に結合しやすいという透析平衡の結果と一見矛盾する。この問題については，今後なお検討する必要がある。

AOの示す高い配向性は，DNAの塩基対間に入りこむことによるものと考えられる。この考えは，Lermanの螢光二色性，LuzzatiらのX線回折およびCairnsによるオートラジオグラフィーの結果などから示唆されているものと一致する。

〔研究発表〕

山上啓子，森口恵津子，藤田斉，鈴木孚之，和田昭允；Photodynamic actionとアクリジン・オレンジの結合状態，日本化学会第17年会(1964年4月)

3. Photodynamic actionの研究(3)

型転換DNAの不活性化の作用スペクトルおよびDNAの化学変化

化学第1研究室

藤田　斉

森口恵津子*

山上啓子

鈴木孚之*

和田昭允**

* 化学第2研究室

** 昭和38年度外来研究員（東大・理）

(1) 緒　言

われわれは，肺炎球菌の型転換DNAのphotodynamic inactivationを研究している。ここでは，DNAに結合している色素により吸収された光だけが不活性化に有効であることを明らかにするため，不活性化の作用スペクトルの測定と偏光照射による不活性化測定を行なった。また，DNA分子の化学変化と生物活性の低下との関連性を見出すよう努力した。

(2) 実　験

1) 試料および型転換法

Photodynamic actionの研究（1）における場合とまったく同様である。

2) 照　射

光源は，フォトフラッド・ランプ(500 W)またはキセノン・アークランプ(150 W)を用いた。単色光照射のためには，干渉フィルターを用いた。偏光照射は，流動二色性測定装置を応用して行なった。光強度の測定は，potassium ferrioxalateアクチノメーターによって行なった。

3) 塩基の分析

照射後，色素を透析で除去し，6 N 塩酸でDNAを分解した。ペーパークロマトグラフで分離した各塩基を抽出して，それらの濃度を測定した。

4) 回転拡散定数の決定

流動二色性の測定と，剛性回転楕円体についての理論計算との対比から，DNAの回転拡散定数を求めた。

(3) 結果および考察

1) Photodynamic inactivation

第1図に，アクリジン・オレンジまたはメチレン・ブルー存在下で可視光を照射した際の不活性化曲線を示す。見かけ上，メチレン・ブルーの方が効果が大きい。

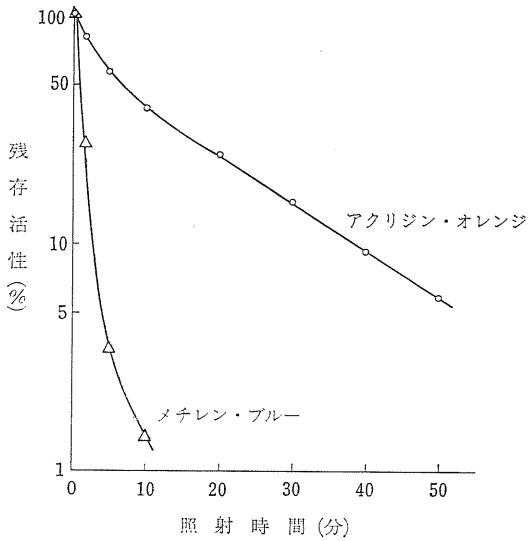
2) 作用スペクトル

照射に単色光を用いると，不活性化の程度が波長によって異なることがわかる。第2図(次頁)で○印が作用スペクトルを示す。ただし，縦軸は次のように定義する。

不活性化度$=(\ln 100-\ln S)/E$

S：残存活性(%)，E：入射エネルギー

点線は試料溶液の吸収スペクトルを，実線は結合している色素の吸収スペクトルを，それぞれ任意目盛で書い

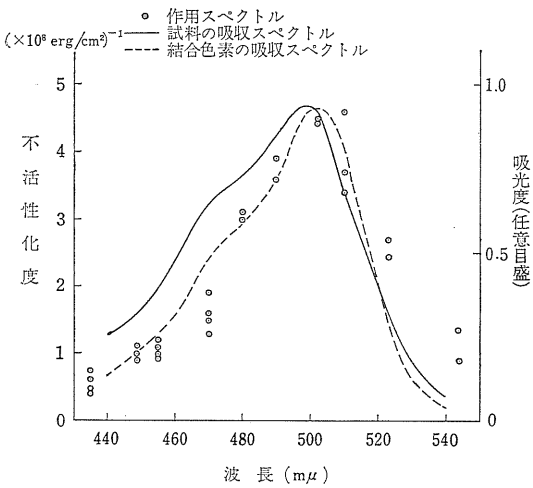


第1図　DNA の photodynamic action による不活性化

濃度：DNA 2 μg/ml，色素 $5.7\times10^{-5}M$

光源：フォトフラッド・ランプ

強度：約 5×10^{-5} erg/cm² • sec



第2図　作用スペクトルと吸収スペクトルとの関連

作用スペクトル測定条件：DNA 17.7 μg/ml，アクリジン・オレンジ 2.5 μg/ml，光源：キセノン・ランプ

たものであり，後者が作用スペクトルと大体一致している。

3)　偏光による不活性化

DNA 溶液に速度勾配を与えると配向する。メチレン・ブルー共存下で，DNA 分子軸に対して電気ベクトルが平行および直角の面偏光を照射した。一定時間照射後の残存活性は，分子軸に平行な偏光の場合が 78 %，直角な偏光の場合が 65 %であった。不活性化度の比は，

$$\frac{\ln(100/S_{\perp})}{\ln(100/S_{\parallel})}=1.7$$

他方，662 mμ での流動二色性は，

$$-\frac{\Delta\varepsilon}{\varepsilon}=\frac{\varepsilon_{\perp}-\varepsilon_{\parallel}}{\varepsilon}=\frac{3(\varepsilon_{\perp}-\varepsilon_{\parallel})}{\varepsilon_{\parallel}+2\varepsilon_{\perp}}=0.37$$

であり，$\varepsilon_{\perp}/\varepsilon_{\parallel}=1.5$ となる。両者は大体一致するので，$\ln(100/S)$ が吸収光量に比例するものとすれば，DNA に結合している色素が吸収した光だけが有効なものといえる。

4)　DNA の化学変化

第1表に，各塩基の相対濃度を，アデニンを 100 として示す。メチレン・ブルーの場合は明らかにグアニンが特異的に分解されている。アクリジン・オレンジの場合も，顕著ではないが同様な傾向が認められる。

一方，DNA の回転拡散定数は，照射前 18 sec^{-1} であったが，DNA ($5.4\times10^{-4}M$ ヌクレオチド/l) アクリジン・オレンジ ($2.8\times10^{-5}M$) 溶液をフォトフラッド・ランプで 4 時間照射すると，90 sec^{-1} となった。これは，DNA 分子の主鎖切断が起こり，平均して約 1/1.7 に短かくなったことを意味する。

以上の結果，不活性化にともなって，DNA のグアニ

第1表　塩基の分析(濃度比)

DNA		アデニン	グアニン	シトシン	チミン
		100	75	68	102
DNA—アクリジン・オレンジ	(1)	100	64	65	100
	(2)	100	61	68	106
	(3)	100	68	68	102
DNA—メチレン・ブルー	(1)	100	13	56	101
	(2)	100	9	62	100
	(3)	100	45	67	97

条　　件

	DNA	色　素	照射光量
(1)	300 μg/ml	$1\times10^{-4}M$	5.4×10^{10} erg/cm²
(2)	300 〃	1×10^{-4} 〃	3.6×10^{10} 〃
(3)	500 〃	1×10^{-4} 〃	2.7×10^{10} 〃

光源：フォトフラッド・ランプ

ン残基の分解および主鎖の切断がおこっていることが示された。

今後はエネルギーの転移を含む第1次作用機構の解明，および細胞の致死および変異誘発作用など生物に対する効果を，放射線による場合と比較研究していく予定である。

〔研究発行〕

藤田斉，森口恵津子，山上啓子，鈴木孚之，和田昭允；Photodynamic action の研究(Ⅲ)，DNA 不活性化の action spectra と塩基の変化，日本化学会第17年会(1964年4月)

4. 基質アナローグ存在下でのリボヌクレアーゼの紫外線感受性の変化

化学第2研究室
沢田文夫
市村幸子*

* 化学第1研究室

生物の放射線感受性はその生理条件などで変化することがある。この機構の1つには，生体内で，ある酵素が基質と作用している時としていない時とでその酵素の放射線感受性が異なり，ひいてはその生物の感受性に変化を及ぼすようなことがあるのではなかろうか。この可能性を，特定の精製酵素を用いたモデル実験によって検討してみた。

まず酵素としては，1次構造や基質特異性が確定し，また筆者らの研究(放医研年報，昭和37年度，p.43)も含めて諸性質のよく研究されているウシ膵臓リボヌクレアーゼ(RNase)を選んだ。イオン化放射線や紫外線で照射された蛋白質では，分子内をエネルギーが移動して，ある箇所に集中すると想像されているが，酵素分子と結合した基質分子に吸収されたエネルギーが酵素分子に伝達されることがあるだろうか。これを知るには，できるだけ特異的なエネルギー吸収のおこる基質と線源を選ぶのが好ましいが，RNase の基質と紫外線との組合わせはこの条件を満足させる。酵素反応は，酵素・基質複合体の形成とそれに続く基質の分解という2段階を経て進行するが，両段階を切離して解析するためには，酵素と結合はするが分解されない基質アナローグを基質の代りに用いればよい。また，放射線感受性の基準としては，まず第1に酵素活性をしらべればよいであろう。

以上の見地から，RNase と各種の基質アナローグとの共存下におけるこの酵素の紫外線による失活の様子を探求した。

(1) 材料・方法

RNase には，ウシ膵臓の結晶製品（Sigma 社製）をクロマトグラフ法で精製したものを用いた。基質アナローグには数種の 2′(+3′)リボモノヌクレオチドを用いたが，CMP，UMP，AMP，GMP は Calbiochem 社の市販品そのまま，ψ-UMP は酵母 RNA のアルカリ水解物よりクロマトグラフ法で分別抽出したものである。照射のときの酵素と基質アナローグの濃度はともに $10^{-6}M$ で，溶媒には pH 5.6 の酢酸ナトリウム緩衝液(イオン強度 0.01)を用いた。試料溶液は 1.0 cm 角の分光光度計用石英セルに入れ，氷室中でマグネチック・スターラーでかきまぜながら，側面より 15W 東芝殺菌灯(2537 Å)で照射を行なった。線量率は約 100 erg·sec^{-1}·mm^{-2}。好気的照射は開放セルで大気中で行ない，嫌気的照射は試料に窒素ガス(ピロガロール処理)を通気して密栓したセルを用いて行なった。酵素活性は照射直後(7分以内)に測定した。活性測定には，0.3％酵母 RNA を基質に用い，pH 7.3 (トリス緩衝液，イオン強度 0.1)，25℃で1分間にウラニル試薬で酸可溶性になった 260 mμ 吸収物質の増加量によって活性をあらわした。

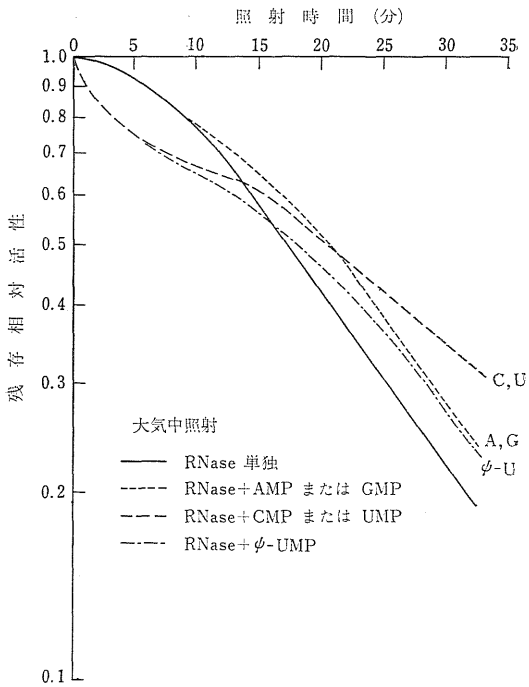
(2) 結　果

大気中照射の場合(第1図)，CMP または UMP 存在下で照射されたときは，低線量領域では RNase 単独のときよりも失活がいちじるしく(増感効果)，逆に高線量領域では失活が少なかった（保護効果)。AMP または GMP 存在下での大気中照射では増感効果はなく，弱い保護効果のみ認められた。また，ψ-UMP の場合には，CMP や UMP のときと同じ増感効果が観察されたが，保護効果は微弱であった。

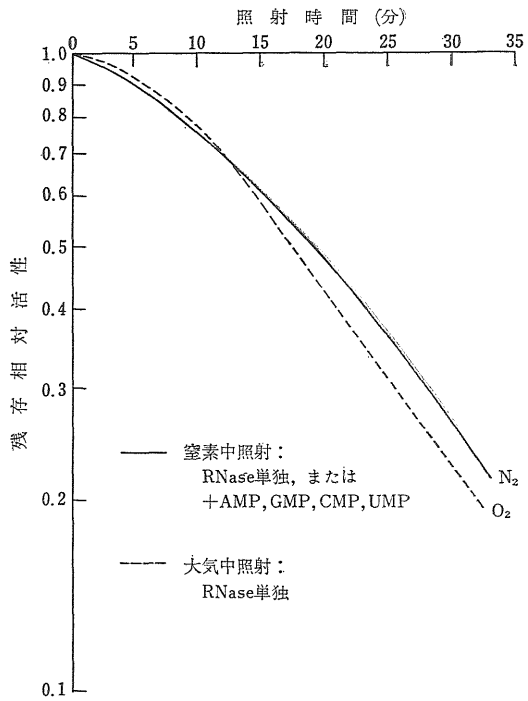
窒素中照射の場合(第2図)には，基質アナローグの存在の有無にかかわらず，すべて同一の感受性を示し，大気中で酵素単独の照射のときよりも若干抵抗性であった。

(3) 考　察

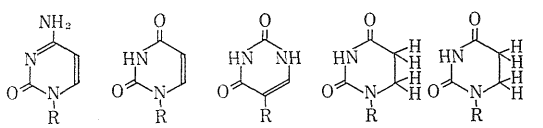
RNase はピリミジン・ヌクレオチドにのみ作用し，プリン・ヌクレオチドには働かないことが知られているが，大気中照射での増感効果がピリミジン・ヌクレオチド，すなわち，CMP，UMP，ψ-UMP にのみ見出されたことは興味深い。しかも予備実験によると，ジヒドロ UMP と UMP 水加物（第3図参照）は全く増感効果も保護効果も示さなかった。すなわち，5,6 位に π 電子があって 260 mμ 付近に吸収をもつピリミジン・ヌクレオチドのみが増感効果があることになる。このこと



第1図　基質アナローグ存在下でのRNaseの紫外線感受性大気中照射実験



第2図　基質アナローグ存在下でのRNaseの紫外線感受性窒素中照射実験



第3図　ピリミジン・ヌクレオチドの構造
CMP＝cytidine 2′(+3′) monophosphate
UMP＝uridine 2′(+3′) monophosphate
ψ-UMP＝5-ribosyluridine 2′(+3′) monophosphate

は，酵素と特異的に結合したヌクレオチドに吸収された紫外線のエネルギーが酵素部分に伝達されて酵素を失活させるのではないかと想像させる。そしてこのメカニズムには，窒素中照射の実験から明らかなように，酸素が関与している。高線量での保護効果には塩基の水和反応が関係しているらしいが，さらに検討を要する。

これらの事実は，酵素・基質複合体においても，基質より酵素への放射線エネルギーの伝達のありうることを物語り，さらに生体内でも酵素が基質と作用している時としていない時とで放射線感受性が異なる可能性を示している。

5. β-ガラクトシダーゼの生合成に対するチオウラシルの影響(補足)

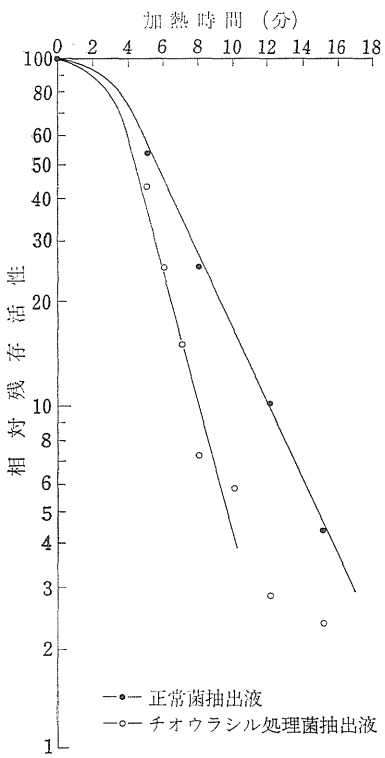
化学第2研究室

沢田文夫

大腸菌における誘導酵素β-ガラクトシダーゼの生合成に対するチオウラシルの影響について，前報（放医研年報，昭和37年度，p. 45）に記したが，その後得られた2, 3の事実を補足する。

前報の方法にしたがって，正常菌(30分誘導)とチオウラシル処理菌（90分誘導)の菌抽出液（TMS緩衝液溶液S-100分画）を調整し，下記の処理を行なって酵素の失活の状況をしらべた。

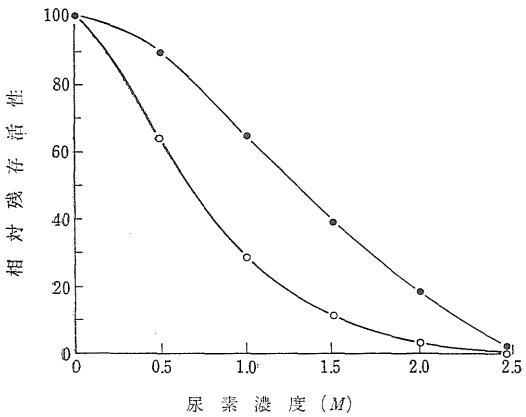
（i） 熱処理：菌抽出液（蛋白0.2 mg/ml）を50℃に加熱，急冷し，直ちに酵素活性を測定(第1図)。



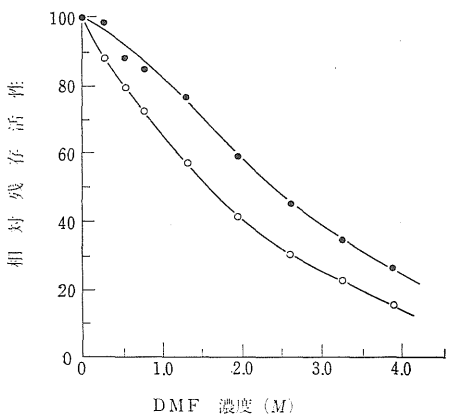
第1図　菌抽出液の加熱処理の影響

（ii） 尿素処理：菌抽出液（蛋白0.4 mg/ml）を種々の濃度の尿素を含むTMS緩衝液中で，27℃，1時間の前処理を行ない，ついで同濃度の尿素を含む反応混液中で酵素活性を測定(第2図)。

（iii） DMF 処理：尿素の代りにN, N′-dimethyl formamide を用いて同様の処理(第3図)。



第2図　菌抽出液の尿素処理の影響
符号は第1図と同じ



第3図　菌抽出液の DMF 処理の影響
符号は第1図と同じ

上記のいずれの処理によっても，チオウラシル処理菌の酵素は正常酵素よりも速かに失活した。このことは，チオウラシル処理によって不安定なβ-ガラクトシダーゼのできたことを示唆し，前報の考察をうらづけるものである。

〔研究発表〕

沢田文夫；チオウラシル存在下で合成された異常β-ガラクトシダーゼの性質，第124回日本生化学会関東支部例会(1963年10月)

6. ポリシチジル酸のテンプレート活性に対する紫外線照射の影響

化学第2研究室
小野浄治
L. Grossman*

* 米国 Brandeis 大学生化学部

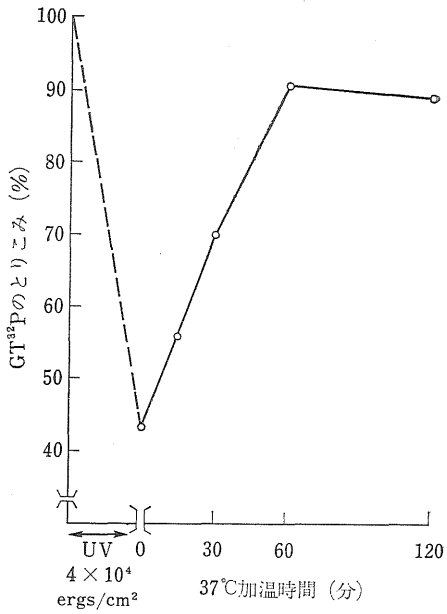
DNA を構成する塩基の中で，プリン塩基が紫外線照射(以下 UV と略記)による変化を認め得ないのに対し，シトシン，チミン等のピリミヂン塩基は顕著な化学変化をうける。すなわち，チミンはその5，6位の2重結合を介して2量体 $\widehat{TT}$ を形成するが，この $\widehat{TT}$ の生物学的意義に関して多くの研究結果が報告されている。一方，シトシンはその5，6-2重結合に1分子の水が結合して水和シトシンが形成されると考えられる。本研究においては，ポリシチジル酸(ポリ-C)をテンプレートとし，グアノシン三リン酸(GTP)を基質として，RNA 合成酵素によりポリグアニル酸が特異的に形成される系を用い，テンプレートであるポリ-Cに対する紫外線照射の影響をしらべた。その結果，一部の GTP に代って ATP が生成物中にとりこまれることが明らかとなり，UV による変異誘導の1因としてシトシン残基が関係していることが示された。

(1) 実験方法

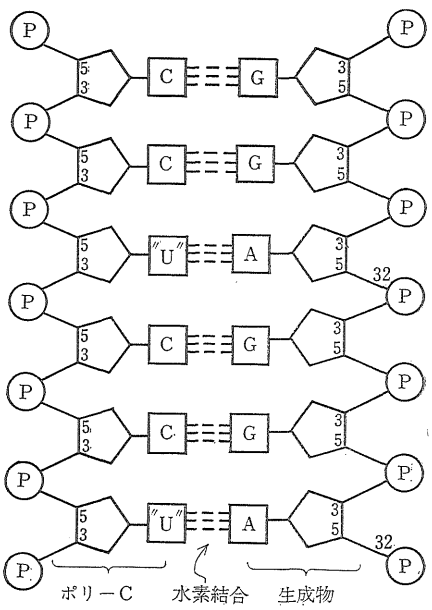
RNA 合成酵素は micrococcus から S. B. Weiss の法に従がい約400倍精製した。ポリ-Cは CDP を基質とし，ポリヌクレオチドホスホリラーゼで酵素的に合成した。反応系は 0.25 ml 中に，トリス，pH 7.5 (20 μmole)，$MnCl_2$ (1.5 μmole)，ポリ-C (10 μg)，$GT^{32}P$ または $AT^{32}P$ (0.2 μmole)，および RNA 合成酵素(100 μg)を含み，20℃で60分反応後，三塩化酢酸で生成物を沈澱させ，ミリポアフィルター上で洗ってから放射能を測定した。紫外線照射は，ポリ-Cを石英キュベット中で GE-殺菌燈下 (2.91×10^3 ergs/cm²/sec.) で行なった。

(2) 結果と考察

ポリ-C を UV 照射すると $GT^{32}P$ のとりこみは鋭敏に低下するが，この UV-ポリ-C を37℃またはそれ以上で加熱すると，とりこみは原値近くまで回復する(第1図)。これはポリ-Cに UV 照射した際の 270 mμ での吸光度の低下が37℃加温処理によって回復することと考え合わせて，ポリ-C の UV によるテンプレート活性の低下はその塩基部分の水和に帰因するものと考えられる。さらに興味あることは，この活性の低下が反応系



第1図　ポリシチジル酸のテンプレート活性に対する UV 照射および UV 照射後加温処理の影響



第2図　UV によるポリシチジル酸の情報変化の模式図

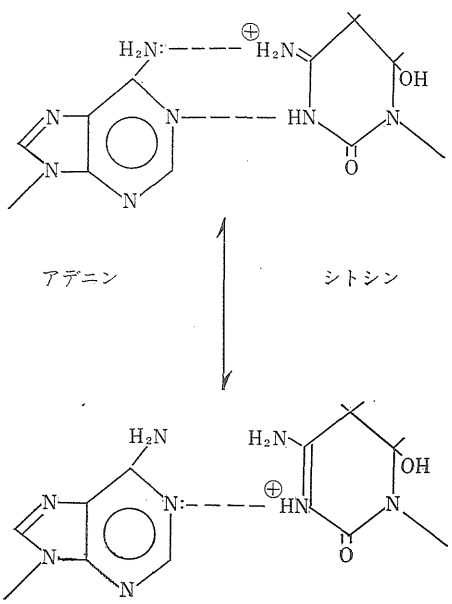
に $GT^{32}P$ とともに ATP を加えると37℃に加温しないでも完全に回復することで，これは UV によって正常のシトシンのもつ情報が一部ウラシル類似のものに変

り，テンプレートに沿ってのGT^{32}Pのとりこみはこの点にATPが入ってはじめて継続されるものと解釈された（第2図）。実際にUV-ポリ-Cをテンプレートとして反応生成物のポリ-C鎖中にATPがとりこまれることが，AT^{32}PとGTPを用いた系での実験から明らかになり，さらに，このAT^{32}Pのとりこみは UV-ポリ-Cを加熱処理したものでは全く認められず，ポリ-Cの情報変化は可逆的であって，不可逆的な脱アミノ反応によるものではないと考えられる。なお，とりこまれたAT^{32}Pの隣接ヌクレオチド分析から，AT^{32}Pは生成物中にランダムに分布していることがわかった（第1表）。

第1表　UV-ポリ-CをテンプレートとしてとりこまれたAT^{32}Pの隣接ヌクレオチド分析

ポリ-Cの処理	2′(3′)-^{32}P-ヌクレオチド (mμ mole)	
	GpA*	ApA*
——	0	0.006
1.75×10^6 ergs/cm^2	0.115	0.022
同上＋加熱処理	0	0.008

* GpAはグアニル酸(3′)-^{32}P-アデニル酸の配列を示し，ApAはアデニル酸とアデニル酸とが隣り合っている配列を示す。



第3図　水和シトシンのプロトン化とその水素結合様式

また，シトシンのCO-NHに関してのpKが4.1であるのに対し，水和シトシンのそれが6.0であること，ならびにUV-ポリ-CによるAT^{32}Pのとりこみが低いpH（6.0）で大きいことを考え合わせて，シトシンの情報変化の機構として第3図のごときプロトン化が示唆された。

以上の結果から，DNA複製の際の特異性保全の機構の1つであるシトシン-グアニンの塩基対が，UV照射の結果，シトシン-アデニンという異常対でおきかえられることが明らかとなり，ヒドラジン，ヒドロキシルアミンのごとき変異誘起剤でも，ピリミジン塩基の5，6-2重結合が飽和されることを考え合わせて，誘導変異の普遍的一機構が示された。

本研究は米国Brandeis大学生化学部において行なわれたものである。

〔研究発表〕

1. Grossman, L., J. Ono and R. Wilson ; The effects of ultraviolet light on nucleic acid coding systems, 18*th Annual Symposium on Fundamental Cancer Research, "Cellular Radiation Biology"* (1964, 3)
2. Grossman, L., R. Wilson and J. Ono ; The effects of ultraviolet irradiation on the structure and function of nucleic acids, 145*th National Meeting of American Chemical Society* (1963, 9)
3. Ono, J. and L. Grossman ; The effect of ultraviolet light on the template properties of polycytidylic acid, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.* (印刷中)

7. 肺炎球菌の型転換における初期の情報発現に対するマイトマイシンCおよびアクチノマイシンSの影響

化学第2研究室
鈴木堅之
島津良枝
山上啓子*
* 化学第1研究室

（1）研究目的

昭和37年度放医研年報において，肺炎球菌の型転換の際にマイトマイシンCを加えておくと，菌の増殖は阻止されるが初期の情報発現は正常の場合と同様に進行することをのべた。その後の研究で，マイトマイシンCの

存在下に型転換を行なわせると，ストレプトマイシン耐性になった菌の数がどうしても耐性になりうる菌数のレベルに到達しえないことが見出された。このことはのちにのべるように，型転換DNAが情報鎖と非情報鎖とから構成されていることを示唆しているので，さらに詳細な研究を行ない，あわせて情報発現に必要なメッセンジャーRNAの合成を阻害すると考えられているアクチノマイシンSを加えた時の影響をしらべ，DNAを受取った菌が情報発現を完成するまでの過程を研究した。

（2） 実験方法

肺炎球菌の型転換の実験方法は37年度放医研年報に記したとおりである。ストレプトマイシン耐性のマーカーを使用した。

（3） 実験結果

1） マイトマイシンC

最終濃度0.03 $\mu g/ml$ で使用した。このような低濃度でも菌の増殖は阻害され，^3H-チミジンのとりこみでしらべると，新しいDNA合成もほぼ完全に抑えられることがわかる。

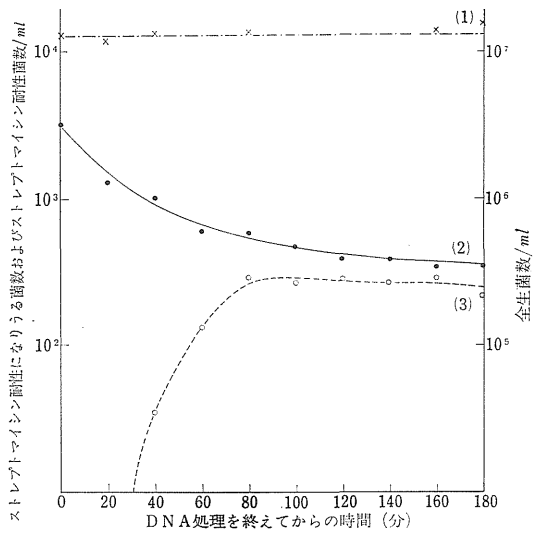
Competentな菌にDNAを5～7分作用させ，その後デオキシリボヌクレアーゼとマイトマイシンCを加えて培養をつづける。一定時間ごとに，ストレプトマイシンに対し耐性となりうる菌の数と耐性になった菌数とを測定した。

第1図に結果を示す。マイトマイシンが存在しない時には，耐性菌数を示す曲線は約90分後に，耐性化の可能な菌数の曲線に一致するが，マイトマイシンが存在すると両者は培養をつづけても一致しないで平行する。この時両方の比は1：2位であった。このような現象が，加えたマイトマイシンに由来することをさらに確めるため，培養途上で菌を洗ってマイトマイシンを除き，同薬剤を含まない培地中で培養をつづけると，およそ60分以内に耐性菌のレベルが上昇して両方の曲線が一致することが明らかになった。

2） アクチノマイシンS

1 $\mu g/ml$ で用いた。この濃度ではマイトマイシンの時と同様に菌の増殖はみられず，また，著しい致死作用もない。

Competentな状態にある菌にDNAを5～7分間作用させてからデオキシリボヌクレアーゼを加える。この親培養液から種々の時間毎に一定量をとり，アクチノマイシンを加えてから2時間さらに培養をつづけた。アクチノマイシンを加える直前および2時間の培養後にストレプトマイシン耐性菌と全生菌数とを測定した。アクチノマイシンを加えないままで培養をつづけた親培養液についても，相当する時間に同じ測定を行なった。



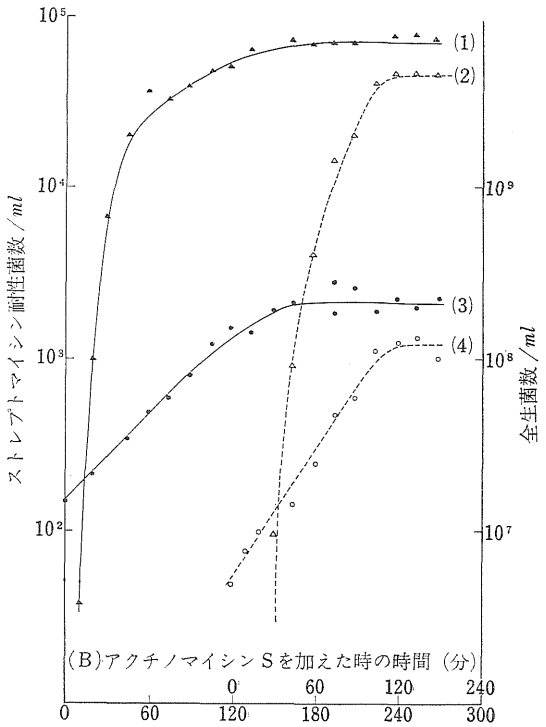
第1図 肺炎球菌の形質転換におけるストレプトマイシン耐性菌の出現に対するマイトマイシンの影響

（1）全菌数，（2）ストレプトマイシン耐性になりうる菌，（3）ストレプトマイシン耐性菌数

第2図に結果を示す。定量的な表現はここには省略するが，定性的には次のようなことが明らかになった。アクチノマイシンにより全生菌数の減少がみられるが，その程度は2時間の間におよそ$^1/_2$になる位である。しかるに，耐性菌の数に対してはアクチノマイシンSははるかに大きな効果を示す。たとえば，DNA作用後30分以前に加えると2時間後に耐性菌がみられない。この薬剤を加えなければ耐性菌は10分頃から現われるのであるから，アクチノマイシンは耐性菌の出現を抑えるとともに初期に現れた耐性菌を消失せしめることがわかる。45分以降に加えると2時間後の耐性菌の消失は次第に減少し，90分には全生菌数の減少と同じ程度になる。

（4） 考　　察

マイトマイシンを用いた実験結果は次のように解釈しうるであろう。DNAは特定の情報鎖と，これと相補的な非情報鎖から構成されている。このDNAが菌にとりこまれると2つの鎖にわかれ，情報鎖か非情報鎖かのどちらかが等しい確率で菌のクロモゾームDNAと組換えを行なう。つまり，DNAを受取った菌の集団中



第2図　肺炎球菌の形質転換におけるストレプトマイシン耐性菌の出現に対するアクチノマイシンSの影響

（1）アクチノマイシンSを加えない親培養液におけるストレプトマイシン耐性菌数，（2）横軸Bで示される時間の親培養液にアクチノマイシンSを加え2時間後のストレプトマイシン耐性菌数，（3）親培養液における全生菌数，（4）横軸Bで示される時間の親培養液にアクチノマイシンSを加え2時間培養後の全生菌数

1/2は情報鎖と組換えを行ない，そのままで情報の発現が可能であるが，残りの1/2は非情報鎖と組換えを行なうから，少なくとも一度DNAの複製がなければ情報の発現がみられない。したがって，マイトマイシンが存在するとDNAの複製が阻害されるために，前者の菌集団のみが耐性を獲得しうることになる。

アクチノマイシンを用いた実験によると，安定なストレプトマイシン耐性菌はおよそ45分以後に現われることがわかった。同様の結果はクロランフェニコールを用いた研究でも得られている。DNAをとりこんでから比較的初期に出現する不安定な耐性菌が安定化する過程の詳細はまだ明らかではないが，組換え現象が関与していることは予想される。

8. バクテリオファージ φR の研究（1）
ファージおよびファージ DNA の調製

化学第2研究室
鈴木堅之
島津良枝
小野浄治

（1）研究目的

DNAは種々の放射線に対してもっとも敏感な生体高分子物質である。われわれはこのDNAに対する放射線の影響，およびそれによってひきおこされる細胞の諸変化，たとえば蛋白質合成の阻害，あるいは調節機構の乱れなどと細胞の放射線感受性との関係を分子生物学的に理解すべく研究を行なっている。この研究は，DNAの照射による不活性化のkineticsを理解するため，それを構成している2本のポリヌクレチオド鎖のどちらか一方に完全な遺伝情報が含まれているのか，あるいは2本のポリヌクレオチド鎖が情報を共有するのかを決定する目的で行なわれた。

このような目的を実現させるためには，DNAの2本のポリヌクレオチド鎖を単独に働かせた時と，同時に働かせた時とでそのDNAによって特異的に示される機能，たとえば，特異的な蛋白質の合成能などがどうちがうかをしらべればよい。しかしながら，通常のDNAではそれぞれのポリヌクレオチド鎖を単離することは至難であり，かりにそれが可能であったとしても，機能をしらべるために適当な系が得られないので，このような研究はほとんど不可能である。

われわれは，この困難を乗りこえるためにバクテリオファージφRを用いることにした。φRは大腸菌(*Escherichia coli*) C株を宿主とするファージで，φX 174ファージと同様に単一鎖のDNAをもっており，精製されたDNAは互いに相補的な鎖の等量混合物ではなく，均一な分子種から成ることが示されている。ところが，φX 174もφRもそれが宿主に感染すると，RFと呼ばれる特異的なDNAがまず生成されることが知られている。RFはファージDNAと異なり2重らせん状のDNAで，かつファージの単一鎖DNAと同じくそれ自体でも菌のスフェロプラストに感染してファージを合成する能力をもっている。したがって，細菌の形質転換の実験と同様に，DNAに対して *in vitro* での照射

効果を研究しうるが，この場合はファージの単一鎖DNAとRFの2重鎖DNAとにおける効果を比較することが可能である。さらには，宿主細胞に感染して菌体内に注入された単一鎖DNAからどのようにして2重鎖のRF-DNAができるのか，また，そのRFを母体としてどのように子供ファージの単一鎖DNAが合成されるのかという問題，およびファージの特異蛋白質がどちらの型のDNAをプライマーにして生成されているのかなど，分子遺伝学の上で大事な問題を解くいとぐちが得られるはずである。われわれは，照射による影響の研究はあとに残して，とりあえず，まだあまりよく研究されていないファージRの一般的な性格をはっきりさせることからこの仕事にとりかかった。

（2） 増殖の条件

ϕR は大腸菌のC株または15T⁻株を宿主にして増殖する。ファージの研究に頻繁に用いられるT_2またはT_4よりはずっと小さく，直径が30 mμ，重さは10^{-18}gであるとされている。また，T_2やT_4などにくらべて宿主の生理的条件に対する依存性が高く，このため至適の増殖条件を見出すことは非常に困難であった。われわれは，まだかかる至適条件をつかんではいないが，分子生物学的な研究を進めるためには，どうしても多量のϕRを精製することから出発しなくてはならないので，とりあえず次のような事実のもとに立ってϕRを集積している。

1） 増殖のための培地は，ペプトンと食塩の溶液(pH 7.1くらい)(1 lあたりそれぞれ10 gと5 g)が経済的でもあり増殖も比較的よい。3XDも増殖はよいが，ϕRの精製の段階でまだ疑問点がある。

2） グルコースは不要で，加えても役に立たないか，もしくは収量の低下をまねく。

3） 宿主菌の濃度は低くても高くても収率を低下させる。3～4×10^8/mlでϕRを感染させるとよい。

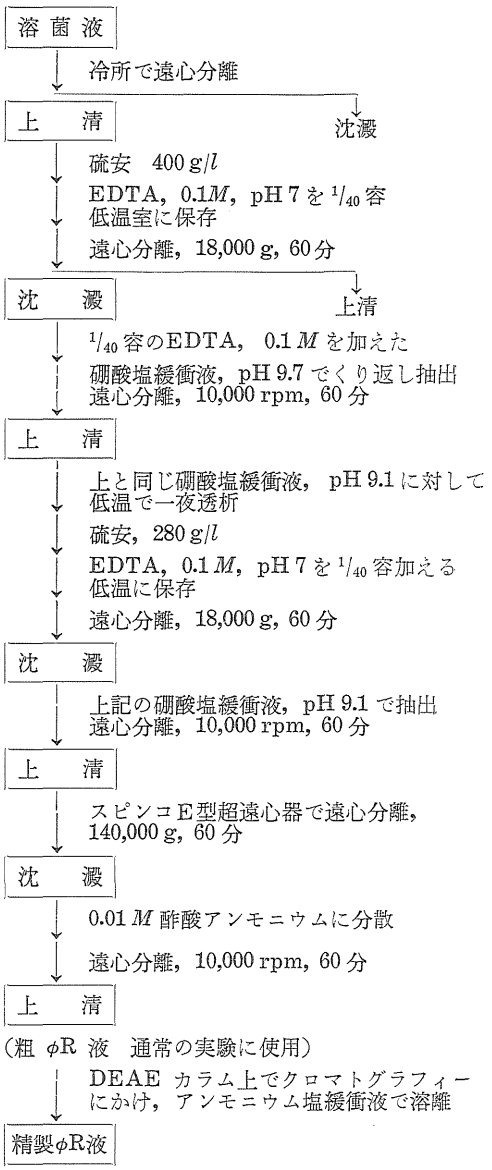
4） 感染させるϕRと宿主菌の比は1くらいが適当である。

5） 通気量は多すぎても少なすぎてもよくない。この量の選定は非常に困難であるが，今までの結果では，10 lのフラスコに5 lの培地を入れて振盪培養した時にもっともよい結果が得られた。10^{11}～10^{12}/mlのϕR液が得られた。

6） Ca^{++}はファージ収量を低下させるので，加えることができない。

（3） ϕR の精製

おおむね Sinsheimer がϕX174に用いた方法を適用してϕRの精製を行なった。方法は第1図に示す。粗ファージの液をうるところで収率は10％内外であった。



第1図 ϕR 精製法

（4） ϕR-DNA および RF-DNA の精製

あつめられたϕRからは，通常のフェノール法を用い，よい収率でDNAを精製することができる。RF-DNAはファージを染感させてから7分および12分たった菌体から Marmur の方法で精製した。

どちらのDNAも，リゾチーム法で作った宿主菌の

スフェロプラストに感染し，φR を生産しうる活性を有する。したがって，この活性を定量的に測定することにより，単一鎖の φR-DNA および2重鎖の RF-DNA について放射線などの作用を研究することが可能である。ただし，ここで用いた RF-DNA には，当然宿主の DNA が含まれており，かつ φR-DNA も含まれているかもしれない。RF-DNA を単離することが以後の研究には必要で，現在その努力をつづけているが，現在メチル化アルブミンのクロマトグラフィー法によって単一鎖の DNA と2重鎖のそれとを分離することには成功している。

9. バクテリオファージ φR の研究（2）

バクテリオファージ φR の抗血清による titration の方法，および無細胞系によるファージ特異蛋白の生合成の試み

化学第2研究室
島津良枝
鈴木孚之

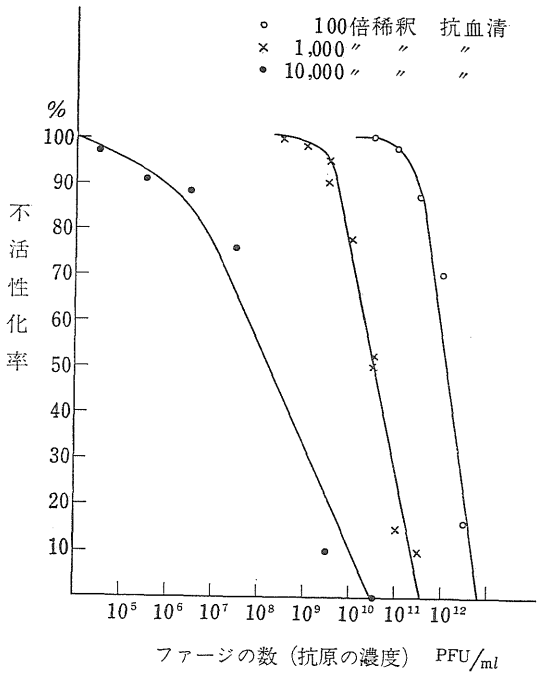
（1） 研究目的

さきに述べたように，ファージに特異的な蛋白を合成する情報を DNA の1つの鎖が担っているかどうかを知るために，無細胞系でファージ DNA と RF-DNA のいずれがプライマーとして有効であるかをしらべた。このためには，無細胞系で合成される微量のファージに特異的な蛋白を定量しなくてはならないが，これにファージ抗血清の吸収能力による測定法が用いられるかどうかをしらべた。すなわち，ある濃度の抗血清によるファージの不活性化率は，ファージ(抗原)に類似の抗原物質が共存すると減少するはずである。その変化の度合と類似抗原物質の量との間に定量的関係が見出せれば，その量，すなわち無細胞系でつくられるファージに特異的な蛋白の定量が可能なはずである。このような目的のために，ファージ抗血清の抗原抗体反応の最適条件を検討し，実用可能な定量的関係が得られるかどうかをしらべた。次に，無細胞系で特異蛋白の合成を試みた。

（1） 抗血清によるファージの不活性化（titration curve）

抗血清は，精製ファージをウサギに注射して得たものである。抗原，抗体の稀釈液は 0.15 *M* の食塩水に EDTA を 0.01 *M* 程度加え，pH は 6.7～7.6 に調節して用いた。正常血清を 1/1,000 濃度で加えた。

抗血清濃度を一定にし（100倍，1,000倍，10,000倍稀釈），抗原ファージの濃度を広範囲にかえて（10^4～10^{12} PFU/ml）加えた時の抗原ファージの不活性化のカーブを求めた(第1図)。



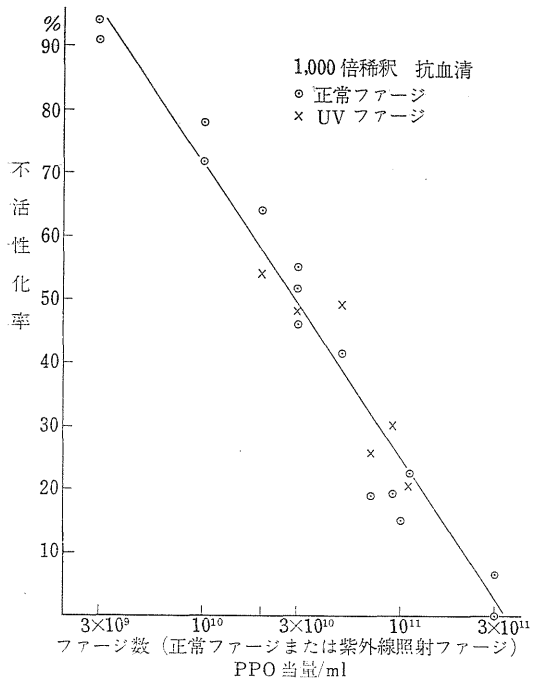
第1図 φR 抗血清の稀釈率とファージの不活性化率

（2） UV ファージによる阻止反応

（1）の結果より，1,000倍稀釈の抗血清は 10^{10} PFU のファージを 75％不活性化し，10,000倍稀釈では 10^7 PFU のファージを 95％不活性化する効力がある。それぞれの抗血清について，ファージおよびその一部を UV ファージでおきかえて反応させた時の不活性化率をしらべた。1,000倍稀釈抗血清の実験例を第2図に示す。この結果は次のことを示している。第1に，UV ファージは抗原的に正常ファージと等価であること，第2に，UV ファージが一部おきかわることにより，同時に存在する正常ファージの不活性化率が直線的に低下すること。したがって，この方法により微量の抗原物質を UV ファージ等価量として測定することが可能となった。ただし，この方法はあくまでもファージの中和抗体によるテストであるから，それに相当する抗原しか検出できないので，別に沈降抗体で特異的に沈降する抗原物質を定量化することも現在研究中である。

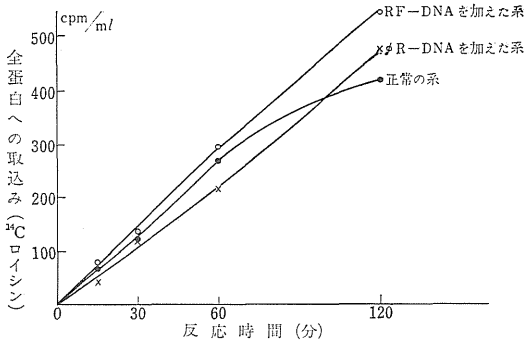
（3） 無細胞系によるファージ特異蛋白の生合成の試み

無細胞系としては Nisman の系を用いた。使用した



第2図　UV-ϕR による ϕR-抗体の吸収

菌は *E. coli* C である。ペニシリンを用いてプロトプラストにし，さらにジギトニン処理でこわし，30,000×g，15分の遠心によって得られる分画(P 30 kg と名付ける)がこの系の主体である。反応系の組成を 1 ml 当りの含量で示すと，Tris pH 7.3, 50 μ mole; $MnCl_2$, 3 μ mole; KCl, 100 μ mole; $MgCl_2$, 10 μ mole; sucrose, 200 μ mole; ATP, 2 μ mole; GTP, CTP, UTP, それぞれ 0.2 μ mole; mercaptoethanol, 6 μ mole; アミノ酸(ロイシン以外の19種)，各10 μ mole; ^{14}C または ^{3}H ラベルしたロイシン，0.1 μ mole; (^{14}C, 29.5 $\mu c/\mu$ mole; ^{3}H, 30 $\mu c/\mu$ mole) P 30 kg, 500 μg 蛋白; DNA, 34～100 μg である。全蛋白へのとりこみは反応混液の 0.1 ml を用い，TCA 沈澱中のカウントで測定した。特異蛋白の合成をみるには，ラベルしていないロイシンを加えた反応混液 0.1 ml につき，ϕR の抗血清を用いてしらべた。しかし，活性の高い P 30 kg 分画をつくるのは大変難かしく，まだ完全な系が得られていない。他の系を用いることも現在考えている。これまでに得た結果の1例を第3図に示す。この時特異蛋白の生成は検出されなかった。



第3図　無細胞系，全蛋白への ^{14}C - ロイシンのとりこみ

10. 抗体産生機構の研究

化学第2研究室
大町和千代
市村国彦
島津良枝
森田敏照*

* 京大・理・動物学教室

昭和37年度の放医研年報に，抗体産生機構は，特にその初期の段階が放射線に対して感受性が非常に高いことを報告した。その後，特にこの放射線感受性の高い初期の段階に注目し，次の観点から研究を行なっている。

（1）　抗原の情報はどのようにして抗体産生能を有する細胞に伝えられるか。

現在，マクロファージ(大喰細胞)といわれる喰細胞が，この機構に重要な役割をもつことが多くの事実によって示されている。このマクロファージが抗原を細胞内にとりこんだのち，抗原がどのようになるか，その抗原の情報がどのような物質として伝えられるのかを物質的基盤でとらえる。

（2）　プラズマ細胞(形質細胞)内で抗体グロブリンはどのような機構で合成されているか。

現在，抗体蛋白の主要な合成の場は形質細胞と考えられている。この細胞の中での抗体合成機構を，最近の無細胞蛋白合成系の研究との関連において研究する。特に，抗原の情報がこの段階ではどのような形で伝えられているかを物質としてとらえ，これとマクロファージ内で作られた情報との関連を追究する。

これらの研究は現在なお進行中であるが，今まで行なった実験の概要と問題点を記す。

1) マクロファージの採取

兎腹腔よりの採取： 兎の腹腔に 30 ml の流動パラフィンを注射，3～4 日後に兎を採血死ののち，腹腔内をヘパリンを含む緩衝食塩水 200 ml で洗滌採取する。採取後分液濾斗にて油層と分離し，水層をガーゼで濾過し，1,000 rpm の遠心で細胞を集める。沈澱した細胞を兎血清(2%)を含む Hank's の溶液にけんだくし，それを 30%の兎血清アルブミン生理食塩水溶液 10 ml の上に重ね 2,500 rpm，15～20 分遠心すると，2 層の界面にマクロファージは白層をなし，赤血球は遠心管の底に沈澱する。30%アルブミンの代りに 20%蔗糖溶液または 17% Ficol 溶液を用いても同様の結果が得られる。

この方法により 1 匹の兎から 1～4×10^8 のマクロファージが得られる。

マウスよりの採取：マウスの背皮下にアジュバント (Bayol F : Aracel : 食塩水＝4 : 1 : 5] 1 ml を注射，3～10 日後にマウスを採血死ののち，背皮を切開し，生理食塩水で洗滌採取する。以後の操作は兎より採取の場合と同様。この方法で 1 匹のマウスより 10^7 以上のマクロファージが得られる。

2) マクロファージの喰作用

1)の方法で採取したマクロファージの喰作用を T_2 ファージ抗原を用いてしらべた。マクロファージと抗原の割合，マクロファージの濃度，反応液の組成等の条件をいろいろ検討したが，100 のマクロファージが 1 の T_2 抗原をとりこむ程度の喰作用しか示さなかった。この程度の喰作用では以後の実験に不適当なので，^{32}P 標識大腸菌および ^{131}I 標識ヂフテリアトキソイドを抗原として喰作用をしらべている。

3) マクロファージにとりこまれた抗原の動向

抗原がマクロファージにとりこまれたのち，どのような挙動を示すかをしらべた。2) で述べたように，未だ *in vitro* での喰作用の条件が確立していないので，マウスよりマクロファージを採取する方法で述べた方法を応用し，*in vivo* で抗原をとりこませたマクロファージを採取して実験を行なった。まず，フロインドのアジュバントに抗原として ^{131}I 牛血清ガンマーグロブリンを加えたものをマウス背皮下に注射，7 日後にマクロファージを採取，洗滌したのち，細胞を一度凍結融解し，ガラス・ホモジェナイザーで磨砕したのち遠心分画し，各画分の ^{131}I 分布をしらべた。その後 10 万×g，60 分遠心，上清画分を DEAE セルローズ・カラムクロマトグラフ法で分画し，その各画分の蛋白と ^{131}I の分布をしらべた。なお，牛血清ガンマーグロブリンのほか，牛血清アルブミンおよびヂフテリアトキソイドを抗原として同様の実験を行ない，比較検討中である。

4) *in vivo* 培養法で抗体産生を誘導する方法の確立

ディフュージョン・チェンバー中に脾臓細胞と *in vitro* で抗原と接触させたマクロファージとを封入し，X 線照射マウスの腹腔内にこのチェンバーを入れて培養し，抗体産生を誘導する方法を確立すべく努力中である。この方法が確立したのち，3)で示したような画分の生物的活性(抗体産生を誘導しうるか否か)をこの方法を用いてしらべる。

5) 無細胞蛋白合成系の確立

抗原感作後，血流中の抗体値が高くなったモルモットの脾臓を摘出し，ばらばらにほぐして脾臓細胞を集める。これをホモジェナイザーで磨砕し，無細胞蛋白合成系をつくる。現在，全蛋白への ^{14}C または ^{3}H 標識アミノ酸のとりこみでしらべた限りでは，比較的安定な合成系が得られているが，特異抗体蛋白の合成には成功していない。細胞の破壊法の検討，その他条件の検討の段階である。

11. 薄層クロマトグラフ法によるヨウ素イオン，ヨウ素酸イオン，過ヨウ素酸イオンの迅速分離

化学第 3 研究室
河村正一
伊沢正実*
*化学研究部長

(1) 緒　　言

ヨウ素 -131 は核分裂生成物の 1 成分であり，核爆発実験や原子炉事故などからの降下物による牛乳の汚染が問題となる。また，ヨウ素 -131 はヨウ化物の形で診療などに用いられるが，ヨウ素酸の混入が考えられ，これは化学的挙動，生体内の代謝がヨウ素イオンと異なるので，その有無および混在量をしらべる必要がある。簡単で迅速な分離方法としてはペーパー・クロマトグラフ法，電気泳動法などが考えられるが，Jach らは，過ヨウ素酸カリウム，ヨウ素酸カリウムのジラード・チャルマー反応生成物をしらべる目的にロ紙電気泳動法を用いた。Shukla らはヨウ化物，ヨウ素酸塩，過ヨウ素酸塩の混合物を電気泳動で 15 分で分離している。しかしながら，この方法は特別な高圧定電圧装置が必要であり，電解液に水酸化ナトリウムを用いているので取扱いに不便である。著者らは検討の結果，これらの化合物の相互分離に薄層クロマトグラフ法が適用できることを認めた。

(2) 実験方法

1) 試　　料

実験に用いた試料は非放射性の試薬特級のヨウ化カリウム，ヨウ素酸カリウム，および過ヨウ素酸カリウムを再結晶して精製し，それぞれ 0.03 M/l にした。この溶液をプレートの端から 2.5 cm のところに 0.5 μl つけた。

2) プレートの作り方

吸着剤は第1表に示すような割合に調製したものを用い，ドイツ Desaga 社製の applicator で常法によりガラス板上に 0.3 mm の厚さにひろげた。このプレートを 110 ℃ 45 分間乾燥したのち，横型の展開槽に入れ，溶媒の先端が原点より約 15 cm 上昇したところでプレートを取り出し，風乾後発色させて R_f 値をきめた。発色には，ヨウ素酸カリウムと過ヨウ素酸カリウムは濃塩酸，ヨウ化カリウムは過酸化水素をそれぞれスプレイした。

第1表　吸着剤の処方

実験番号	吸着剤	前処理	添加の割合		
			吸着剤	でんぷん	水
1	Kieselgel G (メルク)	—	100	—	200
2	Kieselgel (メルク)	Seiler 法	100	5	100
3	Wakogel (和光)	Seiler 法	100	5	100
4	リン酸ジルコニウム(合成)	Gal 法	100	50	100

(3) 実験結果および考察

前記の試料，実験材料，実験方法で分離した結果を第2表に示す。

アルコール-水-15 N アンモニア水 (6 : 2 : 7) を溶媒とし，Kieselgel G を吸着剤とするとヨウ化カリウム，ヨウ素酸カリウム，過ヨウ素酸カリウムを 45 分で分離でき，迅速分離の目的を達することができた。第2表の実験5に示すように，同一溶媒でペーパー・クロマトグラフ法で分離させると，同一試料の分離に3時間を要する。

第　2　表

実験番号	吸着剤	展開溶媒 / 試料	1	2	3	4	5	6
1	Kieselgel G (メルク)	I^-	0.38	0.73	0.90	0.65	0.79	0.33
		IO_3^-	0.12	0.71	0.75	0	0.04	0
		IO_4^-	—	0	0	0	0	0
2	Wakogel (和光)	I^-	0.41	0.60	0.95	0.64	0.82	0.21
		IO_3^-	0.13	0.05	0.88	0	0.05	0
		IO_4^-	0.14	0.05	0	0	0	0
3	Kieselgel (メルク)	I^-	0.49	0.66	0.92	0.37	0.47	0.18
		IO_3^-	0.20	0.07	0.91	0	0	0
		IO_4^-	0.12	0.04	0	0	0	0
4	リン酸ジルコニウム	I^-	0.91	0.92	0.78	0.18	0.51	0.35
		IO_3^-	0	0	0	0	0	0
		IO_4^-	0	0	0	0	0	0
5	東洋ロ紙 No. 51	I^-	—	—	0.86	0.25	0.41	0.20
		IO_3^-	0.15	0.06	0.56	0	0.05	0.02
		IO_4^-	0.18	0.05	0	0	0.06	0.03

展開溶媒　1　ブタノール-2 N 塩酸
2　アセトン-水 (9 : 1)
3　エチルアルコール-水-15 N アンモニア水 (6 : 2 : 7)
4　ブタノール-1.5 N アンモニア水 (1 : 1)
5　ブタノール-エチルアルコール-水 (2 : 2 : 1)
6　20 %酢酸で飽和したブタノール

プレートには不純物を含まない精製したものを使用することが望ましい。Kieselgel Gはシリカゲルの中に結合剤として硫酸カルシウムを含んだものなので，そのままでは酸処理はできず，分離に用いる溶媒と同じ溶媒で上昇させ，室温で乾かしプレートを精製した。これを用いた場合の結果と精製しないものを用いたときの R_f 値とを比較した。その結果，精製の有無が R_f 値に影響を与えないことがわかった。したがって，検出の目的にはこの吸着剤の精製を行なう必要はないと考えられる。

Seilerらの方法にしたがって精製したシリカゲルを用いた結果は第2表の実験2，3に示す。いずれの溶媒でもヨウ化カリウムの R_f はヨウ素酸カリウム，過ヨウ素酸カリウムの R_f に比べて大きく，3者は分離できる。しかし，再現時がよくないという欠点がある上にシリカゲルの製品番号により，プレートに流した場合，うまく固まらず，均一で平滑なプレートがつくれないことがあった。シリカゲルの吸着力は化学構造に著しく左右されるので，シリカゲルの細かい前処理が鋭敏に影響するのであろうと考えられる。Kiesegel Gでは再現はよく，平滑なプレートが作れる。

リン酸ジルコニウムを用いた結果を第2表の実験4に示す。どの溶媒でもヨウ化カリだけ移動し，ヨウ素酸カリ，過ヨウ素酸カリは原点にとどまる。ブタノール-1.5 N アンモニア水(1:1)ではヨウ化物の R_f は小さい。リン酸ジルコニウムに加える殿粉はできるだけ少なくしようとしたが，リン酸ジルコニウムと同重量加えなければ結合剤の役目を果さなかった。

以上の実験から，ヨウ化物，ヨウ素酸塩，過ヨウ素酸塩の相互分離に薄層クロマトグラフ法が適用できることがわかり，中でも，吸着剤としてKieselgel G(Merck)，展開剤としてエチルアルコール-水-アンモニア系を用いた場合がもっともよかった。展開所要時間は約45分であった。

[研究発表]

河村正一，伊沢正実；薄層クロマトグラフ法による放射性核種の迅速分離について，第7回放射化学討論会(1963年9月)

12. 水酸化鉄形イオン交換樹脂による放射性核種の捕集

化学第3研究室
渡利一夫
小柳卓*
伊沢正実**

* 環境衛生第5研究室
** 化学研究部長

(1) 緒言

多量の海水中に微量に存在する放射性ルテニウムの捕集剤として，水酸化鉄形イオン交換樹脂が有効であることは37年度放医研年報で報告した。引続き他の代表的な核分裂生成物のこの樹脂に対する吸着の基礎データを集め，主として海水中よりの捕集の可能性を検討した。また，海水中の放射性核種の溶存状態を知ることは，捕集および以後の分離分析操作を行なううえに必要であるが，その結論をだすことはきわめてむずかしく，これまでに報告もほとんどみられない(A. E. Greendale, N. E. Ballou ; *U. S. Naval Radiological Defense Laboratory Document*, 436, 1954)。したがって，本実験では，この点にも留意しつつ種々の実験条件のもとで検討を加えた。

(2) 実験

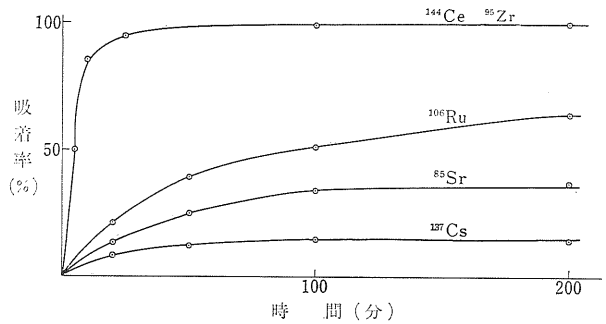
水酸化鉄形イオン交換樹脂の作製，試料溶液の調整および実験操作については，37年度放医研年報と同じである。用いた放射性核種は ^{144}Ce, ^{137}Cs, ^{106}Ru, ^{95}Zr, ^{85}Sr であり，それぞれ放射化学的に純粋なもので，化学種はすべて塩化物である。

(3) 結果および考察

H形，鉄形のイオン交換樹脂は，海水中に多量に存在する陽イオンとイオン交換反応を起すため，この実験目的には不適当であるのに対し，水酸化鉄形イオン交換樹脂は捕集剤として好適の性質をそなえている。また，最大吸着率に達するまでの時間は振盪することによって放置の場合よりも短縮され，加温によりさらに促進することができる。これらの実験および結果は37年度放医研年報に述べたので省略する。

1) 接触時間の影響

吸着が平衡に達するまでの時間を検討した結果，定量的に吸着される ^{144}Ce, ^{95}Zr, ^{106}Ru のうち，前二者は短時間で平衡に達するのに対し，^{106}Ru は比較的長時間を要する。また，^{137}Cs, ^{85}Sr はそれぞれ20%，40%の吸着率であり数時間で平衡に達する(第1図)。



第1図　接触時間の吸着率におよぼす影響

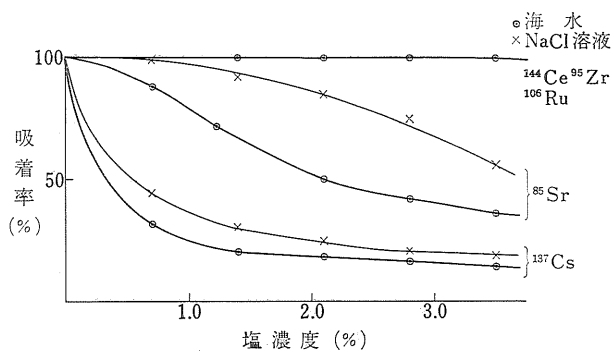
2)　pH の影響

pH 5～11 の範囲で ^{144}Ce, ^{106}Ru, ^{95}Zr は吸着率に変化はみられないが，^{85}Sr は pH の増大にともない吸着率も増加する。また，^{137}Cs も僅かに増加の傾向がある。

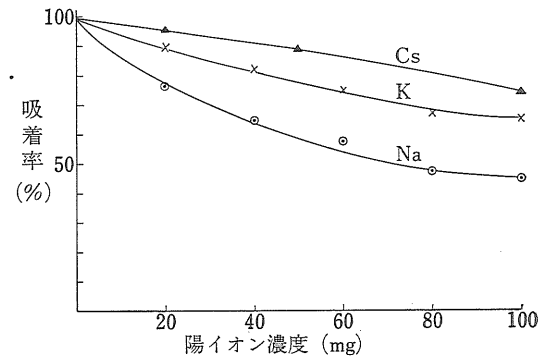
3)　塩濃度および共存イオンの影響

脱塩水から海水までの濃度範囲で ^{144}Ce, ^{106}Ru, ^{95}Zr はいずれも定量的に吸着するが，^{137}Cs および ^{90}Sr は塩濃度の減少にしたがって吸着率は増大し，塩濃度 0 の場合には定量的に吸着される。この両核種については，塩化ナトリウム溶液を用いて同様の実験を行ない，塩濃度の影響を海水の場合と比較した（第2図）。^{137}Cs, ^{85}Sr とも塩化ナトリウム溶液からの方が吸着率は高いが，^{137}Cs はその差が小さいのに比し ^{85}Sr は比較的大きい。これは ^{137}Cs の吸着が Na^+ の共存に強く影響されるのに比し，^{85}Sr の場合にはむしろ海水中にふくまれている他のイオンの影響が大きいためと考えられる。

そこで，海水中に存在する代表的な陽イオンを対象にして，これらが ^{137}Cs と ^{85}Sr の吸着におよぼす影響を検討した。^{137}Cs に対しては前述の Na^+ の他に K^+ も無視できず，海水中の K^+ 含量から考えると，塩化ナトリウムと海水との間にみられた吸着率の差は主として K^+ の影響によるものと考えられる。同様に，^{85}Sr の場合には Mg^{++}, Ca^{++} の関与が大きい。また，^{137}Cs, ^{85}Sr ともそれぞれの担体量増大にしたがい吸着率は減少する（第3図）（第4図）。



第2図　塩濃度の吸着率におよぼす影響



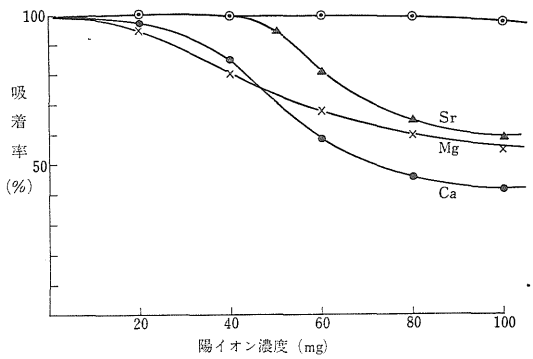
第3図　^{137}Cs の吸着におよぼす共存陽イオンの影響

4)　樹脂量の影響

^{144}Ce, ^{106}Ru, ^{95}Zr は，50 ml の海水に 0.5 g の樹脂量で定量的に吸着されることは先の実験結果よりあきらかであるが，吸着率の低い ^{85}Sr, ^{137}Cs とも樹脂量の増大にしたがい吸着率も増大する。

以上の実験結果をもとにし，カラム法を利用することにより，水酸化第2鉄共沈を行なうことなく効率よく多量の海水中の放射性核種の捕集が可能であると思われる。もちろん，海水以外の天然水についても充分利用できよう。また，^{144}Ce, ^{106}Ru, ^{95}Zr 等γ放射体については，捕集後そのままγ線スペクトロメトリーにより検出，定量することが期待できる。一方，海水中の微量の放射性物質の溶存状態については，上記の結果および他の実験結果からある程度の推定が可能である。すなわち，^{137}Cs と ^{85}Sr は大部分がイオン状で存在し，他のものは非イオン状であろうと思われる。吸着機構もそれぞれイオン吸着およびコロイドまたは分子吸着と推定される。

実験室でのトレーサー実験の結果から直ちに実際の海水中の溶存状態の推定は困難であるが，捕集された核種を適当な操作により脱着または溶離するためには吸着機構の解明は重要であるので，ひきつづき検討を加える計画である。



第4図 ^{85}Srの吸着におよぼす共存陽イオンの影響

〔研究発表〕

1. 渡利一夫，小柳卓，伊沢正実；水酸化鉄形イオン交換樹脂に対する長寿命核種の挙動，第7回放射化学討論会(1963年9月)
2. 渡利一夫，小柳卓，伊沢正実；海水中の放射性核種の捕集，第5回放射能調査研究成果発表会（1963年11月)

13. アルキルリン酸による希土類元素の分離（カラム・クロマトグラフィーによる分離)

化学第3研究室
渡利一夫
坪田博行
伊沢正実*

* 化学研究部長

(1) 緒　　言

アルキルリン酸のD2EHPA (di-(2 ethyl hexyl) phosphoric acid) と塩酸との系における希土類元素の分配係数K_dが原子番号の大きくなるにしたがい大きく，かつ隣接する元素間のK_dの比が2.5で比較的大きいことは，カウンター・カレント法による相互分離の可能性を示している。

一方，溶媒抽出系でのデータをカラム法に利用する逆相分配クロマトグラフィーによる分離方法が近年開拓されている。すなわち，シリカゲル，アルミナ，ケイソウ土等の保持体にTNOA, TBP, D2EHPA等を吸着させて固定相とし，塩酸，硝酸等を移動相として逆相クロマト的に分離を行なう方法である。希土類元素の相互分離には溶媒抽出系での結果からD2EHPAが有効であることは当然予想されるが，実際に分離の報告例もある(T. B. Pierce, R. S. Hobbs ; *J. Chromatography*, 12, 74, 1963)。しかし，この実験で注意すべきことは，D2EHPAにふつう含まれているM2EHPA(mono-(2 ethyl hexyl) phosphoric acid)が溶媒抽出系における分配係数K_dにおよぼす影響が大きいことであり，しかも，両者の分離はきわめてむずかしいことである。両者の混合比が分配係数K_dにおよぼす影響については，37年度放医研年報で報告したが，本実験では，これら溶媒抽出系で得た結果をともにするとともに，37年度放医研年報で報告したD2EHPA-キシレン溶液，塩酸，およびイオン交換樹脂3相間の希土類元素の分配の結果を参考にして，カラム・クロマトグラフィーによる相互分離の可能性を検討した。

(2) 実　　験

溶媒の精製および混合比の決定，希土類元素の純度は前報と同様であるので省略する。

本実験で用いたアルキルリン酸の混合比は次のとおりで，以後それぞれA，B，C，Dで表わす。

	A	B	C	D
mono-	＜1%	40	70	85
di-	＞99%	60	30	15

(3) 操　　作

風乾したDowex 50 W X 8, H形, 200 meshのものに前記アルキルリン酸A，B，C，Dのキシレン溶液を加え，加熱して充分に固着させる。キシレンで洗滌後内径5 mmのカラムに10 cm高さに充填する。樹脂柱頂部に希土類元素混合物を滴下し塩酸で溶離する。カラムからの流出液を一定量づつとり，γ線スペクトル測定により溶離状況をしらべた。同時に，比較のため前報と同称の操作で溶媒抽出系での実験を行なった。

(4) 結果および考察

原子番号の隣接する2つの元素の分離を検討するため，PrとNdの混合物およびHoとErの混合物について実験を行なった。逆相クロマトグラフィーでは，イオン交換樹脂による分離法とは逆に原子番号の小さい方から先に溶離してくるが，このとき溶離曲線のピークまでに要した液量の比 $S_1\left(=\frac{\text{elution curve peak}(Z+1)}{\text{elution curve peak}\ (Z)}\right)$ は，溶媒A，B，C，Dについて第1表に示すような値が得られた。一方，溶媒抽出の実験では，得られたそれぞれの元素の分配係数K_dから分離係数 $S_2\left(=\frac{K_d\,(Z+1)}{K_d\quad(Z)}\right)$ をもとめた。なお，本実験で用いた塩酸は0.5 Nのものであるが，前報での結果からS_1, S_2の値に塩酸濃度は関係ないと思われる(第1表)。

第 1 表

	カラム法 $S_1=\frac{\text{elution curve peak (Z+1)}}{\text{elution curve peak (Z)}}$		溶媒抽出法 $S_2=\frac{K_d(Z+1)}{K_d(Z)}$	
溶媒	Pr–Nd	Ho–Er	Pr–Nd	Ho–Er
A	2.3	2.3	2.47	2.47
B	1.4	1.4	1.50	1.50
C	1.2	1.3	1.36	1.40
D	1.1	1.2	1.30	1.30

カラム法の場合も溶媒抽出法の場合と同様に，D2EHPA中のM2EHPAの含量が相互分離に大きな影響をもつことが(第1表)あきらかであるが，あらかじめその混合比をもとめておけば，溶媒抽出での結果をもとにして，カラム法による分離の結果を予測することができる。また，本法により効率よく分離を行なうには，D2EHPAの充分な固着が必要であり，不完全の場合には保持体のもつイオン交換能が関与してカラムからの溶離が不完全になる。ふつう保持体として用いられるシリカゲル，アルミナ等についても，そのイオン交換能は常に考慮に入れておく必要があろう。

〔研究発表〕

渡利一夫，坪田博行，伊沢正実；カラムクロマトグラフィーによる希土類元素の分離，日本分析化学会第12年会(1963年10月)

14. シクロヘキサン-シクロオクタテトラエン混合物の放射線分解

化学第1研究室
山崎秀郎
志田正二*
佐藤伸*
弓削田レイ*

* 東工大物理化学教室

混合系の放射線分解の研究は，成分化合物の放射線分解初期過程を検討する上に重要な手がかりを与えると同時に，成分間のエネルギー移動についての直接的な知見を与える。

今まで動力学の取り扱いの対象となってきたのは，水素分子または水素原子が主であったが，本報では，エチレンについても検討を行ない，エネルギーの移動効果より，分子過程によって生ずる水素とエチレンを同一生成機構によっては説明し得ないことを明かにした。

シクロヘキサンは混酸により処理したのち蒸留し，次にシリカゲルの充填管を通過させたもので，紫外吸収およびガスクロマトグラフによって不純物の存在を見出し得ないものを用いた。

シクロオクタテトラエン(COT)は三菱化成工業株式会社研究所から提供されたもので，紫外吸収においてベンゼンの混入のないことを確かめ，これを再蒸留してただちに使用した。

γ線照射には，各種の混合比の5 m*l*をガラス管にとり，3包凍結融解をくり返して脱気し溶封した。γ線照射は，東海村の原子力研究所設置の^{60}Coγ線照射装置によって行なっていただいた。COTの混入量の少ない溶液は，照射線量率3.5×10^5 r/hr，全照射線量3.0×10^7 r，混入量の大きな溶液は照射線量率6.9×10^5 r/hr，全照射線量6.05×10^7 r，線量測定には硫酸鉄(Ⅱ)線量計($G_{Fe^{3+}}=15.5$)を用いた。

またG値は，溶液の吸収線量が電子密度に比例するとして算出した。

分析法は照射した試料管を真空中で開封し，−196℃のトラップに凝結しない水素およびメタンをガスビュレットに集めて容積を測定し，次にこの混合気体を210℃において酸化銅に接触させ，水素を燃焼させて水とし，これをトラップして残部をメタンとみなして定量した。

次に，トラップを−120℃とし，この温度で凝結しない気体(C_2またはC_4の炭化水素)を集め，容積を測定したのちガスクロマトグラフにより分離，そのピーク面積により各化合物の混合比を求め，これにガスビュレットの定量値を割りふって各化合物の生成量とした。

残部は真空中に封入し，ガスクロマトグラフおよび紫外吸収の定性的な測定に用いた。

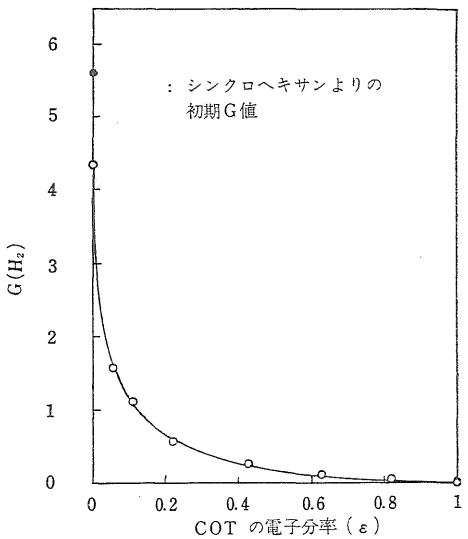
実験結果を第1図，第2図，第3図に示す。これは各測定値よりG値を換算し，これをCOTの電子分率εに対して図示した。すなわち，εは次式により与えられる。

$$\varepsilon = 56\,[\mathrm{COT}]/(48[C_6H_{12}]+56\,[\mathrm{COT}])$$

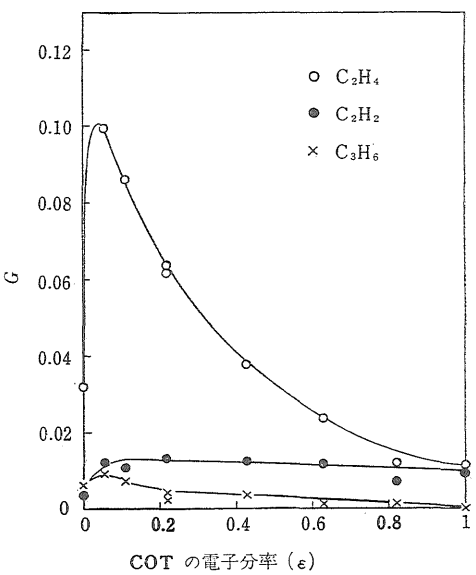
ここに[ ]はモル濃度を示す。

第1図にみられるように，$G(H_2)$はCOTのわずかな混入により急激に減少するが，0.5 mol/*l*以上の混入では減少はゆるやかである。このような傾向は，COTのかわりにベンゼンまたはシクロヘキセンを用いたときと同様である。

第2図に示すごとく，エチレン，プロピレンおよびアセチレンのG値はCOTのわずかな混入により急激に増大している。このような関係は，G (C_2H_4) について

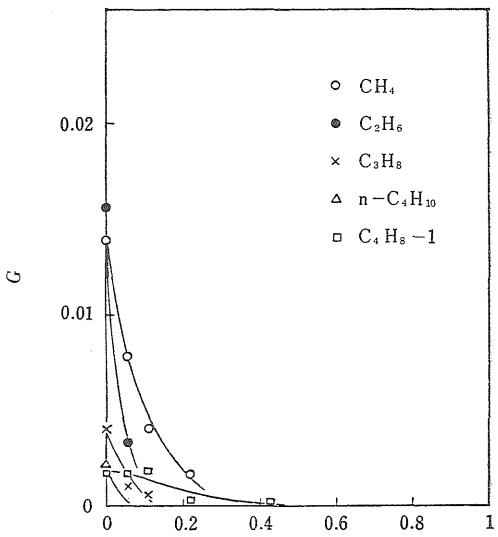


第1図　シクロヘキサン-シクロオクタテトラエン混合系よりのG(H_2)



第2図　シクロヘキサン-シクロオクタテトラエンの混合系よりのG(C_2H_4)，G(C_2H_2)，G(C_3H_6)

COT のかわりにシクロヘキセンを用いたときにも見出されている。その原因は，COTなどの遊離基捕捉剤が前もって存在していないときには，生成するエチレン，プロピレンなどがつづいて生じてくる遊離基に対し捕捉剤



第3図　シクロヘキサン-シクロオクタテトラエン混合系よりのメタン，エタン，プロパン，ブタンおよびブテン-1のG値

の役割をはたしているためであると考えられる。それゆえ，これらの化合物の初期G値はのちに述べる外挿方法により決定される。

第3図に示されるエタン，プロパンの初期G値は，エチレン，プロピレンの水素原子捕捉によって生ずる部分もあると考えられるので，図示の値よりも少ないと思われる。

実験結果を説明するために，次の反応が考えられる。

$$C_6H_{12} \begin{cases} \rightsquigarrow C_6H_{12}'' & \alpha \\ \rightsquigarrow C_6H_{12}'' & 1-\alpha \end{cases} \cdots(1)$$

$$C_6H_{12}'' \longrightarrow H_2+\text{生成物} \quad k_{01} \cdots(2)$$

$$C_6H_{12}'' \longrightarrow H+\text{生成物} \quad k_{02} \cdots(3)$$

$$H+C_6H_{12} \longrightarrow H_2+C_6H_{11} \quad k_\alpha \cdots(4)$$

$$H+S \longrightarrow HS \quad k_s \cdots(5)$$

$$C_6H_{12}''+S \longrightarrow C_6H_{12}+S' \quad k_{t1} \cdots(6)$$

$$C_6H_{12}''+S \longrightarrow C_6H_{12}+S'' \quad k_{t2} \cdots(7)$$

ここにSはミクロヘキサンに混入する溶質で，ここではCOTを意味し，S自身の分解は考慮していない。αは分子過程の割合，kはそれぞれの反応の速度定数である，ただし，反応(2)はC_6H_{12}'の濃度の1次に比例する反応で，単分子分解のみを意味しているのではなく，次のような反応も包含する。

$$C_6H_{12}'+C_6H_{12} \longrightarrow H_2+\text{生成物} \cdots\cdots\cdots(8)$$

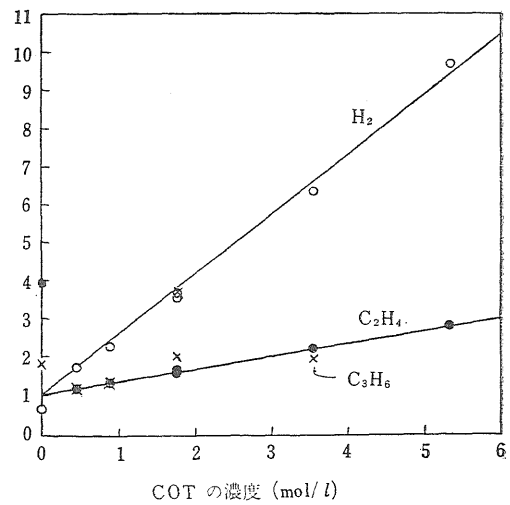
いま，C_6H_{12}'，C_6H_{12}'' および H の濃度の定常状態を仮定し，S′および S″の分解を無視すれば，次の関係式が得られる。

$$\frac{G(H_2)}{G_0(H_2)}\cdot\frac{[C_6H_{12}]_0}{[C_6H_{12}]}=\frac{\alpha}{1+k_{t1}[S]/k_{01}}+\frac{1-\alpha}{(1+k_{t2}[S]/k_{02})(1+k_{s1}[S]/k_{\alpha}[C_6H_{12}]}\cdots(\text{Ⅰ})$$

(Ⅰ)式の右辺第2項は，[S] >0.5 mol/l では第1項に対し無視することができる。そこで，(Ⅰ)式は(Ⅱ)式となる。

$$\frac{\alpha G_0(H_2)}{G(H_2)}\cdot\frac{[C_6H_{12}]}{[C_6H_{12}]_0}=1+\frac{k_{t1}}{k_{01}}[S]\cdots(\text{Ⅱ})$$

ただし，[S]>0.5 mol/l



第4図　シクロヘキサンよりシクロオクタテトラエンへのエネルギー移動
縦軸は(Ⅱ)式および(Ⅲ)式の左辺

[S]と左辺の値をプロットしたものが，第4図に示されている。この直線関係から次の値が得られる。

$\alpha G_0(H_2)=2.8$

$(k_{t1}/k_{01})_{COT}=1.56$ l/mol

測定された気体生成物のうち，エチレンとプロピレンの G値は電子分率にともなって相似的に変化している。前に述べたように（第1図），COT の遊離基捕捉効果は 0.5 mol/l 付近でほとんど完結していると思われるので，第2図の 0.5 mol/l 以上にあらわれているエチレン，プロピレンの G 値の電子分率にともなう変化は，エネルギー移動によるものと考えられる。そこで水素の分子過程による生成と同様に取扱うと，

$$C_6H_{12}\longrightarrow\!\!\!\!\!\!\sim\!\!\!\!\!\!\sim\!\!\!\!\!\!\sim

$$N_2O+h\nu \longrightarrow N_2+O^* \cdots\cdots (1)$$

反応容器，光源，光電管の窓は Supracil 石英で作られ，真空紫外線に対し透明である。光量は 1849 Å に主に感じる Pd 負極の光電管で計られる。光分解生成物の N_2 と O_2 とは，モレキュラーシーブカラムのガスクロマトにより定量した。反応（1）により生成した O^* は次の反応を行なうものと考えられる。

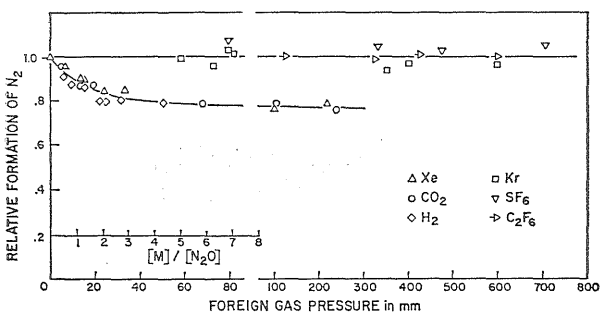
$$O^*+N_2O \longrightarrow N_2+O_2 \cdots\cdots (2)$$

$$O^*+N_2O \longrightarrow 2NO \cdots\cdots (3)$$

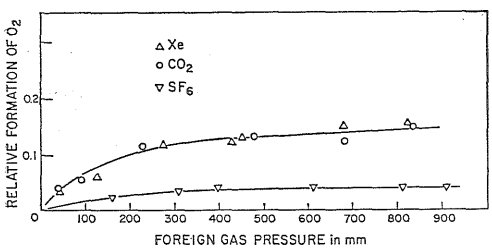
$$O^*+M \longrightarrow O(^3P)+M \cdots\cdots (4)$$

$$2O(^3P)+M \longrightarrow O_2+M' \cdots\cdots (5)$$

ここに M′ は第3体である。基底状態の酸素原子は N_2O と非常にゆっくり反応するゆえ，第2の気体を導入した場合，それが脱活性を行なう場合には，（2）の反応が制され N_2 の生成が減少する。第1図に示したごとく，Xe と CO_2 は脱活性を強く行ない，H_2 は O^* とよく反応し，Kr, He, A, SF_6, C_2F_6 はほとんど脱活性を行なわない。第2図も酸素分子の発生について Xe, CO_2 と SF_6 との間の脱活性の相違を示す。



第1図　Relative yields of nitrogen as a function of foreign-gas pressure (25°±2℃)



第2図　Relative yields of oxygen in hydrogen-nitrous-oxide mixtures($H_2/N_2O=2$) as a function of pressure of added foreign gases. (Temp. 25°±2℃. Oxygen yields are given relative to nitrogen yield from N_2O alone under comparable conditions.)

第3番目の報文においては，励起酸素原子と $C^{18}O_2$ との交換反応により，この問題をより定量的にしらべたものである。この場合には次のような反応が考えられる。

$$N_2O+h\nu \longrightarrow N_2+O^* \cdots\cdots (1)$$

$$O^*+N_2O \longrightarrow N_2+O_2 \cdots\cdots (2a)$$

$$O^*+N_2O \longrightarrow 2NO \cdots\cdots (2b)$$

$$O^*+C^{18}O_2 \longrightarrow CO_2+\alpha{}^{18}O+(1-\alpha){}^{16}O \cdots (3)$$

$$O^*+C^{18}O_2 \longrightarrow CO_2+{}^{16}O \cdots\cdots (3d)$$

$$O^*+M \longrightarrow M+{}^{16}O \cdots\cdots (4)$$

これより定常状態法により次式が得られる。

$$R_1=\left[\frac{1}{\alpha\eta}-1\right]+\frac{1}{\alpha\eta}\frac{k_{3d}}{k_3}+\frac{2k_{2a}}{\alpha\eta\, k_3}\frac{[N_2O]}{[CO_2]}+\frac{k_4}{\alpha\eta k_3}\frac{[M]}{[CO_2]} \cdots\cdots (\mathrm{I})$$

$[M]=0$ のときには，

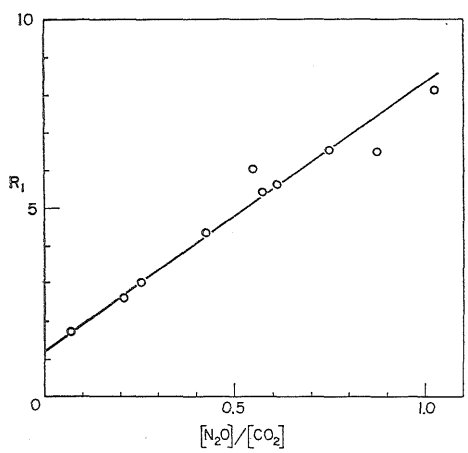
$$R_1^0=\left[\frac{1}{\alpha\eta}-1\right]+\frac{1}{\alpha\eta}\frac{k_{3d}}{k_3}+\frac{2k_{2a}}{\alpha\eta k_3}\frac{[N_2O]}{[CO_2]} \cdots\cdots (\mathrm{II})$$

ここに

$$R_1=\frac{2(^{16}O^{16}O)+(^{16}O^{18}O)}{2(^{18}O^{18}O)+(^{16}O^{18}O)}=\frac{1+2R_2}{1+2/R_3}$$

$$R_2=(^{16}O^{16}O)/(^{16}O^{18}O)$$

$$R_3=(^{16}O^{18}O)/(^{18}O^{18}O)$$

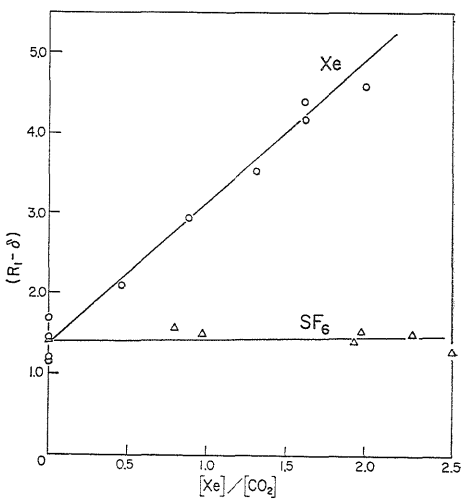


第3図　Plot of R_1 against $[N_2O]/[CO_2]$

$$\eta=([C^{18}O^{18}O]+[C^{18}O^{16}O]/2)[CO_2]_{total}$$

$$\delta=2k_{2a}[N_2O]/\alpha\eta k_3[CO_2]$$

(Ⅰ)式および(Ⅱ)式は$(R_1-\delta)$と$[M]/[CO_2]$およびR_1と$[N_2O]/[CO_2]$との直線関係を示し，これは第4図および第3図の実験結果に対応する。第4図に対し，Xeの導入により交換反応は強く抑制される。これら直線関係の接片と勾配とから種々の反応速度の比が求められる。O* と $C^{18}O_2$ との交換反応の機作については，knock off と complex formation との2つの様式が考えられるが，現在のところでは両者を区別することはできない。この両方の機作についての反応速度の値を第1表に示す。



第4図 Plot of $(R_1-\delta)$ against $[M]/[CO_2]$ for xenon and SF_6 as the deactivating gases (M)

第 1 表

交換反応機作	k_{3d}/k_3	k_{2a}/k_3	$k_{2a}/(k_3+k_{3d})$	k_4/k_3	$k_4/(k_3+k_{3d})$
knock off	0.41	2.3	1.6	1.16	0.82
complex formation	−0.06	1.5	1.6	0.77	0.82

N_2O の1849 Å (6.7 eV) による分解反応として次の様式が考えられる。

$$N_2O+h\nu\longrightarrow N_2(^1\Sigma_g^+)+O(^3P)+5.0eV \quad \cdots(5)$$

$$N_2O+h\nu\longrightarrow N_2(^1\Sigma_g^+)+O(^1D)+3.0eV \quad \cdots(6)$$

$$N_2O+h\nu\longrightarrow N_2(^1\Sigma_g^+)+O(^1S)+0.8eV \quad \cdots(7)$$

$$N_2O+h\nu\longrightarrow NO(^2\Pi)+N(^4S\,^3/_2)+2.2\,eV \quad \cdots(8)$$

しかし，(6)と(8)はスピンが保存されず，(6)，(7)のスピンが保存される反応の中では，N_2O の分解のポテンシャル曲面が反ぱつ型であり，かつそこへの遷移は0.8 eV 以上を要するものと考えられるから，反応(6)によるO(¹D)が妥当なものであると考えられる。

[研究発表]

1. Yamazaki, H., R. J. Cvetanović; Collisional deactivation of the excited states of oxgen atoms, *J. Chem. Phys.*, 39, 1902 (1963)
2. Yamazaki, H., R. J. Cvetanović; Isotopic exchange of the excited oxgen atoms with $C^{18}O_2$ and their collisional deactivation, *J. Chem. Phys.*, 40, 582 (1964)

V. 生 物 研 究 部

概　　況

生物研究部では38年度中，小川英行研究員が予研に出向し，新津せつ子研究員が退職した。また，年度中に藤井，山田の両研究員を迎えた。すなわち，39年4月に東大理学部動物学教室より山田武修士を，同年11月には同じく東大動物学教室より藤井良三博士を迎えた。山田修士は生化学方面を専攻し，本研究部では直接田口生物第2研究室長を助けて研究を行ない，藤井博士は東大で魚類の色素胞の生理で優秀な研究を行なっていたので山口博士に協力する。生物第2研究室はこの2人を加えて研究面で大きな寄与をすることを期待している。

また，38年度本研究部は，田口茂敏生物第2研究室長を米国に，舘　鄰研究員を英国に送った。田口室長はプルマンのワシントン州立大学動物学教室にあって，鳥類の内分泌学的研究にRIを応用する面でFarner博士に協力する。舘研究員はBritish Councilの給費生として，ロンドンのChester Beatty Research Instituteにおいて，P. Alexander博士の指導のもとで，培養細胞の低放射線感受性突然変異株の核酸代謝をテーマに研究を行なうことになっている。

また，われわれは年度末の39年3月，放射線生物学の世界的権威であるL. H. Gray博士（British Empire Cancer Campaign Research Unit in Radiobiology, Mount Vernon Hospital）を迎えることができた。同博士はIAEA技術援助により約4週間滞在されて，研究に対する助言，批判および研究計画，特に酸素効果の研究計画について議論を行なって下さった。同博士の滞在は本研究部の研究にとってこの上なく有益であった。

研究部にとって嬉しいことであるが，江上信雄生物第1研究室長が福岡で開かれた第34回日本動物学会大会において，動物学会賞を受賞した。受賞の対象となったのは，硬骨魚類を用いてステロイドホルモンが第2次性徴発現をもたらす機構を追及した業績であって，長年の研鑽を認められたことは本研究部としても名誉なことである。

研究面については，生物第1研究室では江上室長を中心に魚類を用いた放射線作用の研究で特に温度の影響が取上げられた。線量—効果関係や障害発現機構の研究に温度の影響が追及できるのは変温動物を材料とする研究の強みで，こうした研究に魚類という材料の特色が十二分に発揮し得るわけである。すなわち，X線照射をうけたメダカにおける線量—生存期間関係をみるため，1, 7, 15, 23, 30, 37℃の6通りの水温で実験を行ない，飼育水温の高くなるほど平均生存日数の短かくなること，6℃の水温で障害の進行も回復も全く停止すること等を明らかにした。また，放射線死に深い関係があると思われる造血組織と腸上皮に注目し，X線照射をうけたキンギョの腸上皮および頭腎内造血組織の変化に対する温度の影響が研究された。その結果，腸上皮にみられる放射線障害が4℃の低温ではみられないこと，造血組織の再生不能性破壊が4℃では進行が非常に遅らされることが明らかになった。

一方，放射線障害発現における内分泌系の作用をしらべる実験がいくつか行なわれた。メダカの卵母細胞に対してX線がどのように影響するかをしらべ，卵母細胞の発育時期により放射線感受性が非常に異なること，照射による影響の一部には，照射動物における脳下垂体からの生殖腺刺激ホルモンの放出減少が原因となっていること等が明らかにされた。さらに，メダカのしりびれにおいてアンドロジェンにより誘発される細胞分裂に対するX線の作用，キンギョにおける放射線感受性と甲状腺機能との関係が追及された。また，37年度に引続き黒色素胞に対する放射線の作用がフナを材料として研究された。

生物第2研究室における研究は，3つのグループに大別することができる。

第1は田口室長のグループであって，放射線障害を代謝の面から追及する。38年度は前年度に引続き，DNPの放射線保護効果がメダカ胚を用いて詳細に分析された。その結果，DNPによる呼吸上昇が細胞内の酸素分圧低

下をもたらし，それが保護効果の理由であるという考え方は不適当なことがわかった。また，ATPの染色体再融合に対する作用をしらべるため，ショウジョウバエの致死突然変異を目標とし，ATPの照射前注射がどのように影響するかを観察した。37年度のそらまめの根端細胞における実験と同様にATPは放射線誘発致死突然変異率を低下させることが明らかになった。また，放射線の研究の基礎データとして，ヒキガエル胚における乳酸生成能の発生中の変化が研究された。

第2のグループは放射線初期効果を生物物理的に把握しようとするグループである。この面では，山口研究員がラット胸腺細胞を材料とし，放射線死を詳細に解析した。すなわち，ラットの胸腺細胞を懸濁液とし *in vitro* で照射したのち5℃または37℃にインキュベーションし，細胞死はエリスロシンBの染色性で判断した。その結果，i)細胞死は22.5 rから200 krの範囲で影響がみられ，22.5 rで充分対照との差があること，ii)760 rから6 krでは，線量の増加にかかわらず死亡曲線に大きな差のみられないこと，換言すれば，丁度個体にみられるような線量不依存域が細胞のレベルでも認められること，iii)照射胸腺細胞の37℃保存開始後の死細胞出現の時間別頻度分布を解析すると胸腺細胞に2種類あると考えられること，iv)37℃と5℃においたときの線量—生存期間曲線を比較すると，約20倍のスケール変換で両者はよく一致した様相を示すこと，v)システィンや酸素効果は明らかであるが照射前に加えなければ効果のないこと，vi)メチオニン保護効果のないこと等が明らかにされた。また，藤井，山口両研究員は，同じ材料について照射された場合の微細構造の変化を電子顕微鏡で追及し種々の知見を得た。これら研究は興味深いものであり，将来の発展を期待している。

第3のグループは，中沢研究員を中心として主として東海支所において行なわれた。1つは細胞微細構造のうち酵素の貯蔵庫と考えられているミトコンドリアの構造変化に対するγ線の作用をしらべた。この方面は非常に大切な分野と思われるが，影響の結果を明らかに表現する指標のないこととか技術的な困難によって遅れていた。中沢研究員等はミトコンドリアの膨潤を，浮游液の吸光度の変化によってしらべた。その結果，5 m*M* ATP＋2 m*M* Mg^{++} を加えた時の収縮活性は，線量を対数で表わすと直線的に抑えられること，ATPaseは放射線により僅かに抑えられるだけで，γ線の収縮抑制と並行しないことがわかった。

また，アルテミア卵が植物種子のように長く乾燥貯蔵に耐えることを利用する ^{32}P の transmutation の影響の実験は非常に興味あるものと考える。

38年度，本研究部の関係した文部省科学研究班の主なるものは，「生体に対する放射線作用の生理・生化学的研究」(班長　秋田康一東大教授)等である。

(生物研究部長　仲尾善雄)

1. X線照射をうけたメダカにおける線量—生存期間関係に及ぼす水温の影響

生物第1研究室
江藤久美
江上信雄
兵藤泰子
舘　鄰

放射線感受性や放射線障害の発現を左右する要因の1つとして，変温脊椎動物を用いて温度条件を変化させる研究は既にいくつか報告されている。たとえば，Pattら(1948)，Patt & Swift (1948)はカエルを照射後，低温に保つと生存期間がのびることを報告したし，Gros & Blouh (1957)，Grosら (1958)などはキンギョを用いて放射線障害の発現が低温により遅延されることを述べている。

著者らは既に標準状態を設けて，魚類の線量—生存期間関係を確立した(江上ら，1962)。今回は照射中あるいは照射後の水温を変えた場合の生存期間の変化をしらべ，放射線障害発現の機構について考察した。

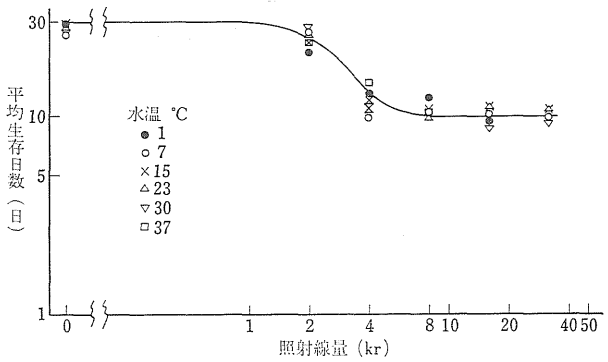
(1)　方法および結果

市販のヒメダカ(*Oryzias latipes*)の成体を材料とした。X線は200 kVp，20 mA，0.5mm Cu＋0.5 mm Alフィルター使用，線量率400 r/min.で照射した。各実験区に50個体内外を用い，30日間観察して生残率と平均生存日数を計算した。実験Ⅲのみは50日間観察した。

実験Ⅰ　線量—生存期間関係に及ぼす照射中の水温の影響

貯水槽の中でそれぞれの温度に調節され，空気を飽和させた水をストローク・ポンプで循環させ，照射中の魚の環境水温を1，7，15，23，30，および37℃の6通りに保った。各温度区でそれぞれ0，2，4，8，16，および32 krのX線を照射し，その後すべて23℃で飼育した。

結果は第1図に示す。照射線量が同じであれば，照射中の水温を1～37℃の範囲に変えても，平均生存日数の間に有意の差はなく，線量不依存範囲では10日前後になった。

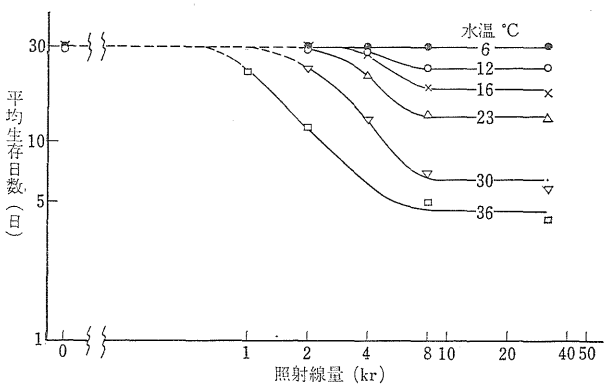


第1図　照射中の水温の異なる場合の線量—生存期間関係

実験Ⅱ　線量—生存期間関係に及ぼす照射後の水温の影響

照射前および照射中7℃に保たれたメダカを照射後6, 12, 17℃で，また，照射前および照射中30℃に保たれた魚を照射後23, 30, 36℃で飼育観察した。X線は0, 2, 4, 8, および32krを照射した。

結果は第2図に示す。照射後6℃で飼育した場合には30日間ほとんど死亡しなかった。飼育温度が上昇するとともに線量不依存範囲の平均生存日数は短縮し，36℃では4～5日となった。



第2図　照射後，種々の水温で飼育した場合の線量—生存期間関係

実験Ⅲ　照射後の飼育水温を変化させた場合の線量—生存期間関係

メダカは照射前1週間15℃で飼育し，8krの照射後，i）23℃に保ち，3日目に水温を6℃に低下させ，20日後再び23℃に上昇させた群，ii）23℃で飼育し，8日目に水温を6℃に低下させた群およびiii）6℃で飼育した実験区のうち半数を21日目に23℃移した群（残りはそのまま6℃に保った）という3つの実験群をつくった。すべての実験群は照射後50日間観察し，毎日死亡個体数を記録した。結果は第3図(a, b, c)に示す。

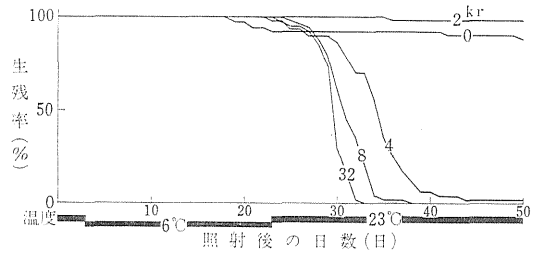
（2）考　　察

Patt & Swift (1948), Patt ら (1948) はカエルを用いた実験から，照射中および直後の24時間の温度条件はカエルの放射線感受性に変化を与えないことを報告している。著者らも照射後の生存日数について同様な結果を得た。

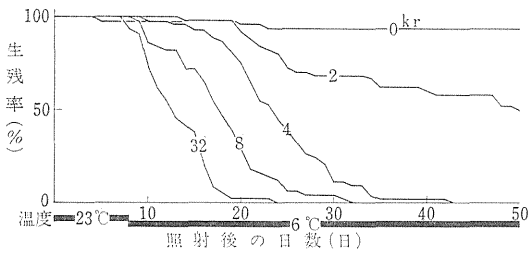
照射後，6～36℃の6段階の水温で飼育した結果は，飼育水温が高くなるほど平均生存日数が短かくなった。従来，多くの研究者が魚を材料として，照射後の生残率をしらべたが，いずれも異なる水温で実験し，生存期間の値がまちまちであったが，今回の結果にてらして考えるならば理解できるように思われる。線量不依存範囲にある8krについて得られた照射後の水温と平均生存日数との関係を図示すると第4図ようになる。第4図には参考として，化学反応速度を示す van't Hoff の式から得られた温度と反応速度の関係を示す曲線も合わせ示した。両曲線は10℃以上では完全に一致するが，6℃では平均生存日数が極めて長くなり（現在進行中の実験では150日以上になる），この理論曲線上にのらないことは注目に値する。すなわち，10℃附近を境として，それ以上とそれ以下との温度の間で障害の進行機構に質的な差があることを暗示する。

照射後，23℃で飼育し，3日以内に6℃に水温を低下させ，20日間経て再び23℃に上昇させると，23℃におかれた期間の合計が平均10日になると死亡する。したがって，6℃におかれた場合には障害の進行も，回復もおこっていないことが暗示される。これに反して，照射後8日間23℃に保ち，その後6℃に水温を低下させた場合には低温中でも障害が進行し，4, 8, 32kr照射をうけた魚の平均生存日数はそれぞれ24.2, 18.0, 13.8日となった。この結果から，放射線障害の進行には，ある閾値以上の温度が必要であるが，ある程度以上進行した障害は温度依存性が非常に低くなると考えられる。

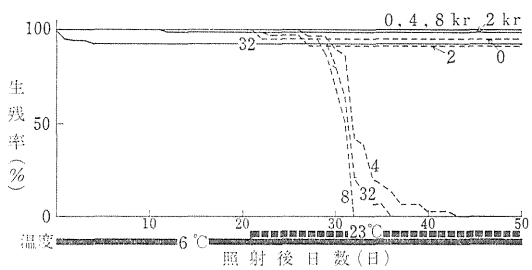
今回得られた結果から，個体の放射線障害発現の機構を解明する上に大きな手がかりが得られた。



(a)



(b)



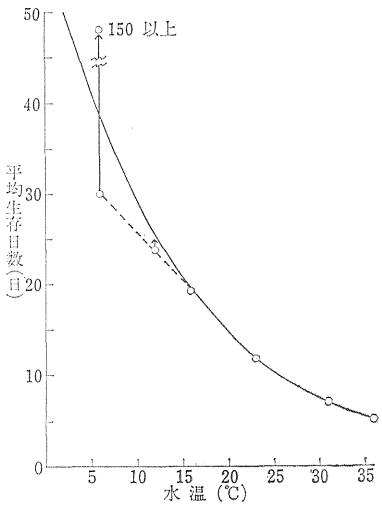
(c)

第3図　照射後の飼育水温を変化させた場合の生残曲線

a．照射後23℃に保ち，3日目に水温を6℃に低下させ，20日後再び23℃に上昇させた場合の生残曲線

b．23℃で飼育し，8日目に水温を6℃に低下させた場合の生残曲線

c．6℃で飼育したのち，21日目に23℃に移した場合の生残曲線



第4図　8kr照射後の飼育水温と平均生存日数との関係(白丸，点線)およびvan't Hoffの式から得られた曲線(実線)

[研究発表]

1. 江藤久美，江上信雄，兵藤泰子；被照射メダカにおける線量—致死関係とそれに影響を与える諸要因 Ⅱ．水温の影響，日本放射線影響学会第5回研究発表会(1963年7月)
2. Etoh, H., N. Egami and Y. Hyodo; Effect of water temperature on length of survival time of the fish, *Oryzias latipes*, irradiated with different doses of X-rays (作成中)

2. X線照射をうけたキンギョの生存期間と腸上皮細胞の変化に対する水温の影響

生物第1研究室
兵藤泰子

キンギョに4～32krのX線を照射し(いわゆる線量不依存範囲の線量)，22～23℃で飼育すると平均10日くらいで死亡するが，この時腸粘膜に著しい障害が起り，上皮細胞は肥大し，不規則となりその数も著しく減少することはすでに報告した(37年度放医研年報，69～71頁)。一方，メダカにおいて，線量不依存範囲のX線を照射したのち7℃以下の低温で飼育すると，100日以上生存することが指摘されている(江藤ら，1963)。

そこでキンギョに線量不依存範囲の線量である8krの照射をして，その後の飼育の温度を変え，個体の生存

の様相と腸上皮細胞の障害の出現の有様を観察し，放射線障害の進行に対する温度の影響をしらべ，さらに一方，放射線死と腸障害との関係を検討した。

（1） 材料と方法

材料としては市販のワキン *Carassius auratus*（体重5～7 gのもの）を用いた。X線照射は200 kVp，20 mA，0.5 mm Alと0.5 mm Cuフィルターを使用し，線源中心より25 cmの距離で，線量率400 r/min.の条件で行なった。直径10 cmの円筒型の合成樹脂容器中で約1 cmの深さに水を入れ，5～8匹を1群にして室温で照射した。照射した動物および非照射の対照群の動物は，直径約24 cmのガラス水槽に入れ，第1実験は照射直後から実験中を通して4℃の低温室で飼育し，第2実験では40日および100日4℃で飼育したのち，25℃の恒温室（水温22℃）へ移して飼育した。

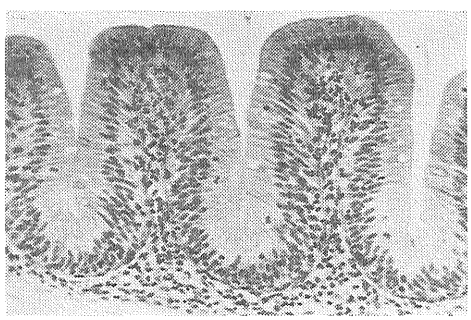
照射後の種々の時間にキンギョを殺し，各個体腸の一定の部分を切り出し，ブアン氏液で固定し6 μの連続切片を作りマイヤーのヘムアラム-エオジン染色を行なった標本につき，組織学的な変化の様子および上皮細胞の数の変化をしらべた。上皮細胞の数は6 μの横断連続切片につき20枚毎に3切片について全横断面に含まれている上皮細胞を数え，その平均値をもって表した。また，おのおのの細胞分裂数も数え，分裂の様相もしらべた。

（2） 結　　果

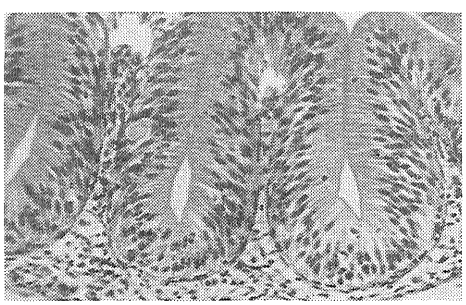
8 krを照射したのち4℃に飼育したキンギョでは，183匹のうち53匹は組織学的観察のために途中で殺したが，残りの130匹のうち10匹が途中で死亡したのみで，120匹（92.4％）が100日以上生存した。一方，対照群の非照射動物は87匹のうち37匹は途中で殺したが，残りの50匹のうち2匹が100日以前に死亡した。この結果は，8 kr照射をして22℃で飼育した場合約10日で全個体が死亡することと著しく対称的である。

8 kr照射後，40日および100日間4℃に保ったのち22℃に移して飼育した第2実験の結果は，40日間4℃で飼育したのち，22℃に移した群の生存期間曲線は照射後直ちに22℃で飼育した場合と似ているが，100日4℃で飼育したのち移した場合は，生存期間がやや短かくなった。

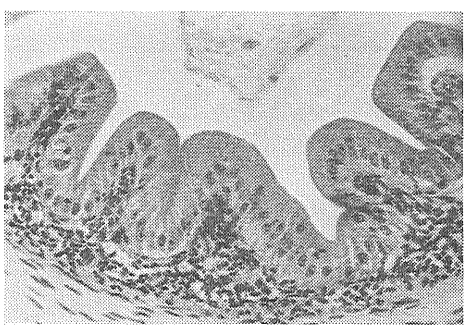
8 kr照射しても4℃で飼育すると，腸上皮細胞の様相には対照群のものと著しい差はなく，円柱上皮細胞は規則正しく配列し，核も基底膜の近くに存在する。しかし，40日および100日と長期間後には照射をうけなかったものとの間に核の染色質の染色性に多少の相違が認められた（第1図A，B）。また，上皮細胞の数を22℃で飼育した場合と比較しながらみると（第2図），22℃では10日以内に著しい減少がおこるが，4℃の場合には少くとも100日まで著しい減少は認められなかった。一



（A）

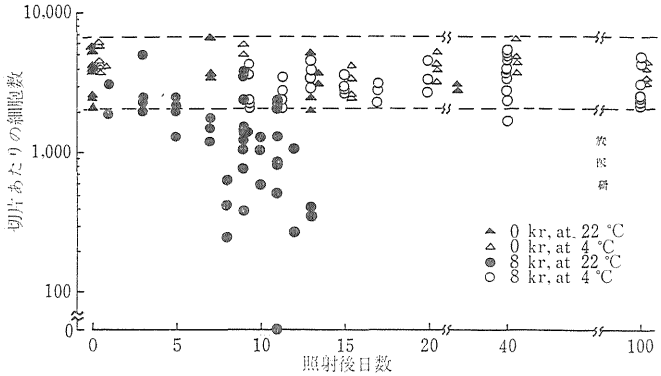


（B）

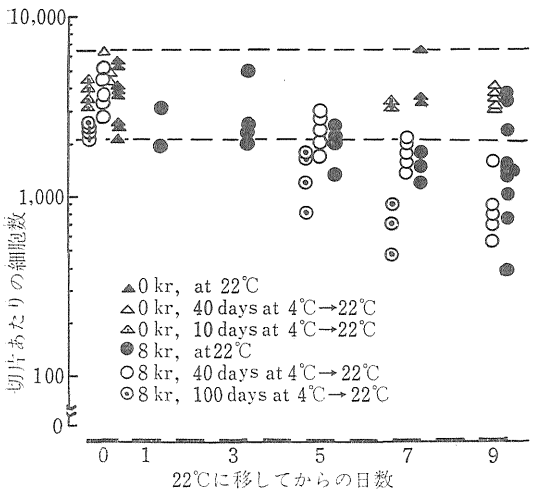


（C）

第1図　キンギョ腸上皮細胞にみられるX線照射の影響
A：正常キンギョを4℃で100日間飼育した場合
B：8 kr照射後4℃に保ち，100日間おいた場合
C：8 kr照射後40日間4℃におき，その後22℃に移して5日目



第2図　キンギョ腸上皮細胞数の照射による減少とそれに及ぼす温度の影響



第3図　種々の条件においた被照射キンギョの腸上皮細胞数の減少
照射後40日，100日間4℃においたのち22℃に移してからの細胞数減少速度を示す。

方，細胞分裂は非照射群ではかなり認められるが，照射したものでは非常にまれであった。

照射後40日および100日4℃で飼育したのち，22℃へ移したものの組織像の変化をみると（第1図C），照射後直ちに22℃で飼育した場合と同様な変化が認められ，細胞は肥大し，不規則となり粘膜も低くなり，その数は減少する。この場合，100日間4℃で飼育したのち22℃に移した群の方が，40日のものより早く細胞数の減少がみられた（第3図）。

結果の詳細については後掲の発表本論文を参照されたい。

（3）考　　察

動物に放射線を与えたのち，低温下で飼育すると，その放射線死の出現がおさえられることが，既に，魚類，カエル，冬眠中の哺乳動物について報告されているが，キンギョについても同様なことが確かめられた。さらに，キンギョの腸上皮細胞の障害もこのような低温の下ではほとんどみとめられない。しかし，100日間という長期間後の腸の上皮細胞の細かい点の変化および22℃に移した時の生存期間と腸障害出現の様相からみて，低温下でも放射線の障害は非常にゆっくりと進行していることが示唆された。

また，37年度報告で，魚類においても腸の障害が放射線死の1原因であることを指摘したが，今回の結果からも，急性放射線死と腸障害の出現との関係が示された。

〔研究発表〕

1. Hyodo, Y.; Effect of X-irradiation on the intestinal epithelium of the goldfish, *Carassius auratus* I. Histological changes in the intestinal epithelium, *Annot. Zool. Japon.*, 37, 110～118 (1964, 6)
2. Hyodo, Y.; Effect of X-irradiation on the intestinal epithelium of the goldfish, *Carassius auratus* II. Influence of temperature on the development of histopathological changes in the intestine. (*Rad. Res.*, 印刷中)
3. 兵藤泰子；被照射キンギョの腸の組織学的変化とそれに及ぼす水温の影響，第34回日本動物学会大会(1963年10月)，動物学雑誌，72，340 (1963)(要旨)

3. X線全身照射をうけたキンギョの頭腎内造血組織の変化とそれに対する温度の影響

生物第1研究室
青　木　一　子*
江　上　信　雄
* 研究生

哺乳類が電離放射線をうけると細胞分裂の活発な造血器官に著しい障害がみられ，これが放射線死の主要な原因となっている。われわれは，同様な造血器官の変化が

照射をうけた硬骨魚類にもみられること，およびこの病理学的変化の発生は温度に依存することを知ったので，その結果を報告する。

本研究は放射線障害の進行が温度に依存することを利用して，障害発現の機構を明らかにする研究の一部として行なったものである。

（1） 材料と方法

第1実験： ワキン *Carassius auratus* の体長4～5 cmのものを数匹あて 200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Cu＋0.5 mm Al フィルター，400 r/min. の条件でX線照射をした。0, 1, 2, 4, 8 kr の全身照射ののち22～23℃の水中で飼育し，0～21日後に主要な造血器官である頭腎をブアン固定し，パラフィン切片をマイヤーのヘムアラムとエオジンで染色して造血細胞数の変化を定量的にしらべた。

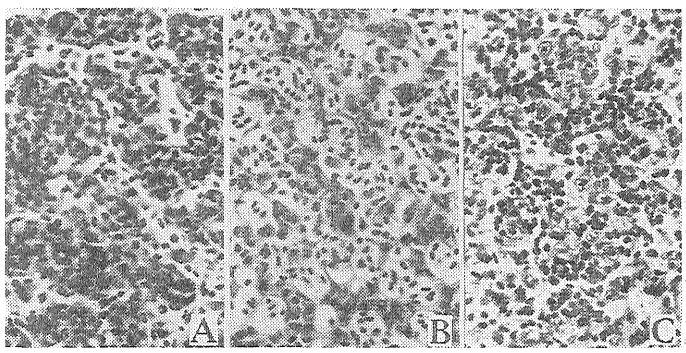
第2実験： ワキンを2週間4℃の低温室で飼育したのち8 krのX線を照射，ひき続き4℃で飼育，照射後10, 20, 40日後に第1実験と同様な方法で造血組織を観察した。また，頭腎の一部をアセトオルセインおしつぶし標本として細胞学的観察を行ない，細胞分裂の頻度と異常の有無をしらべた。

第1表 X線照射によるキンギョの体重・頭腎重量の変化

照射線量 (kr) dose	照射後の時間 days after irradiation	検査個体数 No. of individual	体重 (g) ± S.E. body weight (A)	頭腎重 (mg) ± S.E. weight of head kidneys (B)	頭腎重/体重 (%) (B/A)
0	3	10	3.5±0.14	16.2±1.71	0.46
	14	5	3.1±0.17	14.9±1.49	0.48
	21	5	3.4±0.16	15.1±1.44	0.45
1	3	10	3.6±0.12	16.0±1.46	0.44
	5	10	3.5±0.19	12.5±0.90	0.36
	14	10	3.3±0.22	12.6±1.28	0.38
	21	7	2.7±0.13	11.0±1.70	0.41
2	5	10	3.3±0.13	13.4±0.71	0.40
	14	10	3.2±0.29	11.8±1.63	0.37
	21	7	2.4±0.21	10.4±2.05	0.43
4	3	10	3.5±0.14	13.9±0.80	0.40
	5	10	3.3±0.24	11.5±1.12	0.35
	12	10	2.7±0.24	6.8±0.93	0.25
8	3	10	3.8±0.15	15.5±1.48	0.41
	5	10	3.3±0.30	10.8±0.69	0.33
	10	6	2.9±0.18	7.1±0.79	0.24

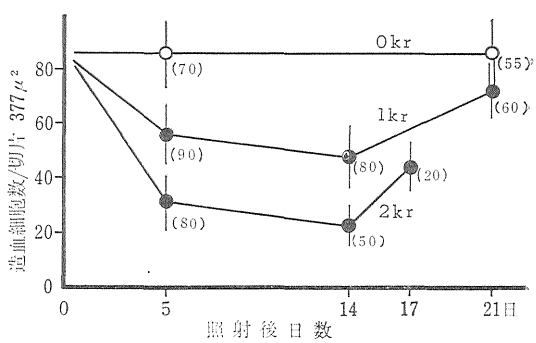
（2） 結果と考察

第1実験： X線照射によるキンギョの体重・頭腎重量の変化は第1表に示す。1, 2 krの照射をうけると3週間後に頭腎重量の減少がみられる。4, 8 krをうけたものは平均10日後に死亡するが，その直前には頭腎の重量が著しく減少する。組織学的にみて頭腎の重量減少は造血組織の萎縮によることがわかった。すなわち，正常の頭腎内造血組織には網状細胞からなる結締組織中に種々の発生段階の造血細胞と完成した血球がみられる（第1図A）。これに対し，照射をうけた個体の頭腎組織では



第1図 X線照射されたキンギョの頭腎内の造血組織像の変化
A：正常，B：2,000 r照射後23℃におき3日目，
C：8,000 r照射後4℃におき40日目

造血細胞は肥大変形し，核濃縮を示すものも少なくなく，時間が経過すれば造血細胞数は減少する（第1図B）。致死線量である4, 8 krをうけると造血細胞の再生はみられずに魚が死亡するが，1 kr程度をうけた場合には5～14日目には単位体積当りの細胞数が減少するのに，21日目には再生がおこっていることが注目される（第2図）。この結果の詳細は既に発表した論文を参照さ



第2図 X線照射後のキンギョ造血細胞数の変化
（ ） 内は観察した組織切片数

れたい。

第2実験： 8kr照射をうけたキンギョを22～23℃で飼育すると10日前後で死亡するが，4℃で飼育すれば200日以上も生きのびる。8kr照射後4℃で40日間飼育したものの頭腎組織をみると(第1図C)，細胞数の著しい減少はみられないが，正常な細胞のほかに著しく肥大し核濃縮をおこした細胞が多く見出される。また，この場合分裂頻度も低下し，異常分裂像がみられる。照射後4℃に保ち100日後の造血組織もほぼ同様な変化を示していた。低温飼育実験の詳細については目下研究を続行中である。

(3) 結　　論

以上の実験結果から，魚類の場合にも造血組織の再生不能性破壊が急性放射線死の重要な1因となっていること，および同じ線量をうけても魚類を低温におき障害の進行をおくらせ急性の放射線死がおこらないようにすると，これに平行して造血組織の病理変化の状態も異なることを知った。

〔研究発表〕

1. 青木一子；キンギョの頭腎内にある造血組織におよぼすX線全身照射の影響，動物学雑誌，72，283～288(1963年10月)
2. 青木一子；キンギョの頭腎内造血組織におよぼすX線照射の影響，第34回日本動物学会大会(1963年10月)講演，動物学雑誌，72，340(1963)(要旨)

4. メダカ卵母細胞に対するX線の影響の解析

生物第1研究室

江　上　信　雄

兵　藤　泰　子

江　藤　久　美

37年度の研究により，動物の卵子形成はX線の全身照射によって抑制されることをメダカについて明らかにした(放医研年報，37年度，76頁)。38年度は，卵母細胞のどの発育段階が感受性が高いかを組織学・細胞学的観察からも確かめ，生殖腺刺激ホルモンがこの抑制効果に果す役割を検討し，生殖細胞に対する放射線影響の特異性を明らかにする実験を進めた。照射条件等の詳細は37年度報告と同様である。

〔実験Ⅰ〕 X線全身照射後の産卵数の変化

180個体の雌メダカを6群に分け，各群に0，2，4，8，16および32krのX線全身照射を行ない，その後1匹あて非照射の雄と同一容器中で飼育し，個体毎にうみ出された正常および異常卵数をかぞえた結果から37年度の結論を確認した。特に，(1)2krをうけると，約1週間は産卵数に変化がないが，その後に減少し，約1カ月後に元のレベルに戻ること，および(2)16kr以上の高線量をうけると，照射翌日の産卵は停止し，その後再び卵がうみ出されてから10日前後に死亡することが特徴的であった。そこで，以後の実験はこの2つの現象の解析を目的として行なわれた。

〔実験Ⅱ〕 X線照射後の卵巣重量と卵母細胞の大きさ分布の変化

産卵数変化の理由を明らかにするため，2krおよび32krの全身照射をした雌魚の卵巣を，種々の時間後に摘出し，重量を測定したのちRinger液中で解剖顕微鏡下で解剖し，卵母細胞の状態を観察し，それらの大きさと数をしらべた。

2krの照射群では，卵巣の変化は産卵数の変化と平行していた。すなわち，照射後5日目までは，重量は対照群と同じレベルに保たれるが，7日以後になって急激に減少する。これは照射により大型卵母細胞の成長と排卵は進行するのに中型卵母細胞の成長が抑えられる結果，7日目以後になって卵巣重量の大部分を占める大型卵母細胞の数が枯渇するためである。

一方，32kr群では，照射後1，2日目の卵巣中に過熟卵が正常のもの以上に見出される。このことから高線量をうけても大型卵母細胞の成長は進行するが，排卵が一時的に遅延することが示された。

〔実験Ⅲ〕 X線照射後の卵巣の組織学的変化

実験Ⅱで示された中型卵母細胞成長抑制の様相を一層明確にする目的で組織学的観察を行なった。非照射の卵巣中には，あらゆる成長段階にある卵母細胞が存在するが，それを若いものから順に染色仁期(A)，周辺仁の出現期(B)，細胞質中に空胞が出現しはじめる時期(C)，空胞がかなり増加する時期(D_1)，細胞質がほとんど空胞でうめられる時期(D_2)，卵黄顆粒の出現期(E_1)，中心部に大きな卵黄塊が形成される時期(E_2)，および胞胚が周辺に押しやられる時期(F)の8段階に分け，これらの細胞の卵巣中での分布状態および照射後の破壊の様子を定量的にしらべた。

2krの照射を行なうと，5日目頃から，E_1，E_2のものに崩壊が認められはじめ，つづいてD_2，Fがこわれる。7～9日になるとE_1，E_2，Fには正常なものがほとんどなくなるが，A，Bなどの若い細胞は正常にみられる。その後成長の進んだものがうみ出されてしまう結果，卵巣の中はA，Bばかりとなる。しかし，さらに時

間が経過すると，A，Bのものが漸次成長してC，D_1，D_2となって出現し，やがてE_1，E_2のものがみられて組織像の上からも，細胞のおきかわりによる修復が認められるようになる。

16 krのX線をうけた場合は，照射後の2日から，各段階の卵母細胞に一斉に崩壊像がみられ，発達段階による相違はみられず，しかも回復の様相は全然ない。

上述の実験Ⅰ，Ⅱ，Ⅲから次のことが結論される。

（1） 比較的若い卵母細胞は放射線感受性が低い。2 kr照射後20日以後にみられる卵巣の修復は，この若い細胞の成長によっておこる。

（2） 卵黄蓄積の活発な中程度の大きさの卵母細胞は感受性が高くみえる。しかし，これはこの段階の細胞自身の感受性が高いのか，濾胞細胞または母体が影響を受けた結果をうけ易いのか明らかでない。

（3） 卵母細胞成長の後期（4～5日以内にうみ出される予定の細胞）は感受性が再び低くなる。しかし，成熟の最後の段階と排卵は16 krの線量で遅延する。

以上の結果にもとづいて問題の点を明らかにするため以下の実験を行なった。

〔実験Ⅳ〕 産卵に対するX線の局部照射の影響

卵巣にみられる影響が，他の組織でおこる変化を経由して現れるものかどうかを確かめる方法の1つとして，卵巣を含む部分約5 mmのスリットに照射した群と，この部分を遮蔽した群について，その後の産卵数を比較した。その結果，卵巣自身は遮蔽されても2 krの照射による産卵数の減少はみられた。この線量による7日以後の産卵減少は，卵巣に対するX線の作用のほかに，全身照射によっておこった他の器官での変化が関与しているものと考えられる。

〔実験Ⅴ〕 生殖腺刺激ホルモン投与によるX線の卵母細胞成長の抑制効果の変更

2 krの照射後生殖腺刺激ホルモン注射を行なうと，中型卵母細胞の成長阻害による卵巣の萎縮を防ぐことが可能であった。この実験結果から，卵子形成抑制効果の一部は，照射をうけた動物では，脳下垂体からの生殖腺刺激ホルモンの放出が減ずることに由来することが予想される。

〔実験Ⅵ〕 32 krによる排卵抑制効果の生殖腺刺激ホルモン投与による変更

実験Ⅳ，Ⅴの結果は，2 kr照射による卵母細胞の生長停止の1因が，卵巣自体に対する作用のほか，脳下垂体からの生殖腺刺激ホルモン放出量の不足にあることを示している。そこでこの実験では，32 krの大量照射による翌日の産卵停止，すなわち，排卵抑制と，生殖腺刺激ホルモンの関係をしらべた。

雌メダカに32 krのX線全身照射を行ない，その直後に腹腔中にアセトン乾燥したキンギョの脳下垂体を移植し，その後の排卵状態と，卵母細胞の性状を観察した。この手術をうけたメダカでは完熟しない不透明な卵を翌日排卵し，産卵した。そしてその数は正常なものと同様であった。この観察から，32 krの照射は成長を完了した卵母細胞の成熟分裂を遅延させ，排卵を抑制する。このうち排卵の過程は外から多量の脳下垂体刺激ホルモンを与えて進行させることが可能であるが，成熟分裂の抑制はホルモン処理によって代行することはできないことが結論できた。

（本研究の費用の一部は文部省科学研究費による）。

〔研究発表〕

1. 江上信雄，兵藤泰子；メダカの卵母細胞に対するX線照射の影響，Ⅱ．卵母細胞の成長におよぼす影響，第35回日本遺伝学会大会（1963年10月）講演，遺伝学雑誌，38，177（1963年）（要旨）
2. 江上信雄，兵藤泰子，江藤久美；メダカの卵母細胞に対するX線照射の影響，文部省科学研究費研究報告集録（放射線影響編）昭38，145～146

5. メダカしりびれにおけるアンドロジェンによって誘発される細胞分裂とそれに対するX線の抑制作用

生物第1研究室
江上信雄
新井良一*
大島たま代**

* 研究生（国立科学博物館）
** 研究生

哺乳類の前立腺細胞の分裂は，雄性ホルモンの支配下にあり，去勢された動物の前立腺には分裂細胞がみられないのに，これにテストステロンを投与すると，細胞分裂が誘発される。この性質を利用してFleishmanらにより，放射線の細胞分裂に対する影響を *in vivo* の条件下で研究する試みがなされてきた。われわれは，メダカのしりびれ軟条にある細胞が，メチルテストステロン処理をうけると特異的に分裂を開始することを認め，この分裂と増殖を目標において，種々の温度条件下での細胞活性に対する放射線の影響を明らかにする研究を企画した。

（1） 方　　法

アンドロジェンとして，メチルテストステロンを用い，この1mgを1mlのプロピレングリコールに溶解した原液の種々の量を熱した井水に加えて，任意の濃度の飼育液を調製した。成体雌メダカをX線照射の前または後，いろいろの時間にこの飼育液中に入れ，その後毎日しりびれ軟条を顕微鏡下で観察し，軟骨性小突起の出現数をかぞえた。一方，このような処理をしたメダカ軟条の小部分を注意深くとり出し，アセトオルセインを用いたおしつぶし標本を作製し，細胞分裂像を観察し，その頻度を2,000個以上の細胞について求めた。コルヒチン処理が必要な場合には，2×10^{-4}モルの溶液中に魚を入れる方法をとった。X線照射はメダカの全身またはしりびれの局所に対して，200 kVp，20 mA，0.5 mm Cu＋0.5 mm Al，距離25 cm，その位置における空中線量400 r/min.の条件で，50～64,000 rの広い範囲で行なった。今回の予備実験ではすべての実験を23°±1℃で行なった。

（2） 結果と結論

結果の詳細は後掲の論文に印刷中であるので，ここでは結論だけを記す。

1） アンドロジェン処理を行なわない雌メダカでは，しりびれ軟条を構成する細胞に分裂像はみられない。

2） メチルテストステロン処理開始後24時間後には，細胞分裂の各時期にある像がみられ(第1図)，その後経日的に分裂頻度をしらべると，少なくとも11日後までの間には有意な差を生じない。この増殖の結果軟骨性小突起が形成される。

3） アンドロジェン処理直後から3日目頃までにX線を照射すれば，その後の分裂は遅延または抑制され軟骨性小突起の形成は抑制される。全身照射でも，局所照射でも分裂抑制は同様におこる。ただし，局所を遮蔽しても16,000 r以上の大線量を他の部分がうけると細胞増殖は異常となる。

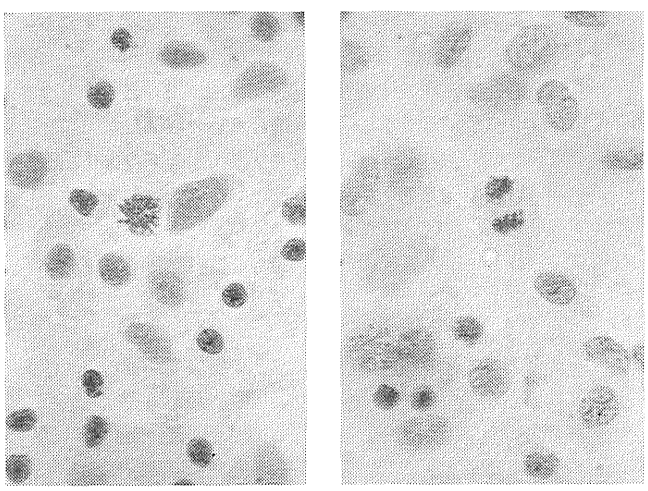
4） 全身または局所にアンドロジェン処理後24時間後に照射した例では，125 r以下では分裂抑制効果は少なく，250～2,000 rの範囲では線量の増大とともに影響は大きく，4,000 r以上では抑制は完全であって，それ以上の線量を与えても同様な結果となる。この場合，照射時における各細胞の分裂時期は揃っていない。

5） 照射後いろいろの時間を経たのちに，アンドロジェンを作用させる実験から，この時間の延長とともに，X線の分裂遅延効果が減少することを知った。この結果，Fleishman(1957)の哺乳類での実験に似るが，この量的関係は目下追究中である。

6） アンドロジェンの量と放射線量との間の量的関係を求めた。抑制効果は見かけ上両方の量に関係するが，アンドロジェンの濃度がある範囲内で上昇すると，分裂に参加する細胞数が増加するものと考えられる結果を得た。

7） 細胞分裂を中期で停止させるための，コルチヒン処理は4時間とするのが最適であった。この場合，コルヒチン処理を照射の前後いろいろの時間に開始することにより，第1表に示す結果が得られた。

8） 上述の結果から，照射は短時間のうちに分裂抑制効果を示していることがわかった。また，照射後時間が経過すると回復がおこることも示された。



（A）　　（B）

第1図　メチルテストステロンによって誘発されたメダカしりびれ軟条細胞の分裂像
（A）：中期，（B）：後期

（3） 考　　察

今回の実験結果は予備的段階であるが，この系は *in vivo* における細胞分裂に対する照射の影響を研究するのに便利な性質をもつことが明らかとなった。今後は特に局所照射に重点をおき，温度の影響を中心に研究を進めたい。

（本研究は遺伝研究部中西宥博士の技術的援助によるところが少なくない。また，研究費の一部は文部省科学研究費によった。）

第1表　メチルテストステロン処理を行なった雌メダカしりびれ軟条細胞の分裂に対する照射の影響

（4時間のコルヒチン処理後の中期細胞出現頻度）

照射を行なった時期	C-metaphase にある細胞の率
非照射群	0.60
コルヒチン処理開始後2時間	0.33
コルヒチン処理開始の直前	0.09
コルヒチン処理開始前2時間	0.00
コルヒチン処理開始前24時間	0.05

〔研究発表〕

1. Egami, N., T. Ohshima and Y.H. Nakanishi; Inhibitory effect of X-irradiation on the development of male characteristics in female of the teleost, *Oryzias latipes*, kept in water containing methyltestosterone, *Japanese Journal of Zoology*（印刷中）
2. 江上信雄，大島たま代；雄性物質による魚類の第二次性徴出現に対するX線の抑制効果，第34回日本動物学会大会(1963年10月)講演，動物学雑誌，72，340 (1963年)（要旨）

6. キンギョにおける放射線感受性と甲状腺機能との関係

生物第1研究室

江藤久美

P.N. Srivastava*

舘　鄰

江上信雄

* IAEA フェロー(インド，ラジャスタン大学)

個体の放射線感受性を支配する生理的要因の1つとして，甲状腺機能がしばしば問題とされ，例えば，障害基礎研究部では，マウスを用いた研究が進められてきた（放医研年報，昭和37年度，145～146頁）。甲状腺機能が高い場合に感受性が高いということが，動物の種をこえた一般的現象であるのか否かを知る目的で，キンギョを用いて同様な実験を行ない，魚類についても甲状腺ホルモンの血中レベルを上げると感受性が高くなり，また，照射を受けたのちの生存時間が短縮することを知った。

実験と結果

第1～第4実験では，体長5cm前後のワキンを材料とし，照射には200kVp，20mA，0.5mm Cu+0.5mm Alフィルター，400 r/min.の条件のX線を用いた。

線量は実験によって異なる。

第1に，thyroxine注射群と非注射群をつくり，注射直後に0，1，2，4，および8krを照射し，23℃で飼育し死亡の状態を観察した。4，8kr照射群では死亡するまでの時間はthyroxine注射によって短縮し，1，2kr照射群の30日間の死亡率も注射によって上昇した。

第2に，thyroxine注射時間とX線照射の時間との関係をしらべ，照射以前の注射が有効であることを知った。

第3に，チオ尿素の長期間処理によって甲状腺ホルモンの分泌を抑える実験，および第4に，^{131}Iを14日おきに4回反覆注射する方法による甲状腺破壊を行なう実験の条件が明らかになったので，これらのキンギョに対する照射実験が進行中である。

第5に，遺伝的に甲状腺機能の異なるキンギョ品種を用いて感受性の比較を行なった。品種として，ワキン，リュウキン，クロデメキン，フナ，ヒブナ，オオサカランチュウおよびアズマニシキを用いた。これらのうちで，ワキンとクロデメキンについては前者の方が放射線感受性が低いというかなり明らかな差を見出したので，両品種間の甲状腺の機能を組織学的所見，^{131}Iの甲状腺への摂取率(TUF)，血漿中の蛋白結合^{131}Iの割合(CR)等を測定して比較し，現在までのところ，とくにワキンの方がCRが低く，甲状腺機能が低い結果を示している。

いずれの実験結果も，甲状腺ホルモンの血中濃度が高い条件下で感受性が高いという点で一致している。詳細については，放医研とインドのRajasthan大学とにおいて同時に進行中の確認実験の結果を待って報告する予定である。

7. フナの黒色素胞に対する放射線の影響

生物第1研究室

江藤久美

前報(江藤，放医研年報，昭和36年度)において述べたごとく，放射線は魚類の黒色素胞の凝集過程よりも拡散過程により大きく作用すると考えられる。ただし，その実験で使用したアドレナリンは生体中に存在するいわゆる「内因性」刺激物質であるが，アトロピンは生体中に

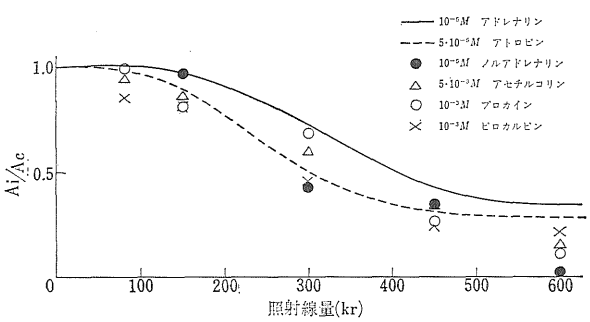
存在しない「外因性」刺激物質である。したがって，黒色素胞の拡散過程の方が放射線感受性が高いという結果を得たが，それが色素胞内での顆粒の凝集機構と拡散機構との感受性の差によるものか，あるいは用いた刺激物質に対する反応性の差によるものかは明らかでない。この問題をさらに解析するために，外因性刺激物質2種，内因性刺激物質2種を用いてフナの黒色素胞の線量—反応関係をしらべた。

（1） 材料および方法

実験に供した材料と実験方法の詳細は前報（江藤，放医研年報，36年度）とほとんど同じである。黒色素胞に直接働いてその凝集反応をおこさせるには $5\times10^{-5}M$ ノルアドレナリンを，拡散反応をおこさせるには $5\times10^{-3}M$ アセチルコリン，$10^{-3}M$ ピロカルピン，$10^{-3}M$ プロカインを用いた（Fujii, 1961；Watanabe *et al.*, 1962）。標本にノルアドレナリンを5分間作用させて黒色素胞の凝集反応を記録したのち，5分間 $5\times10^{-5}M$ アトロピン液中に浸して拡散させ，照射した。照射後，同一標本の同一箇所について，再びノルアドレナリンに対する反応を測定，比較した。また，あらかじめ $10^{-5}M$ アドレナリンで黒色素胞を凝集させたのち，アセチルコリン，ピロカルピンあるいはプロカインを5分間作用させて拡散反応をおこさせ，同様な実験を行なった。照射線源には ^{60}Co γ線を用い，80, 150, 300, 450および600krを照射した。

（2） 結果および考察

内因性刺激物質，ノルアドレナリン，アセチルコリンおよび外因性刺激物質，ピロカルピン，プロカインに対する黒色素胞の反応に及ぼすγ線の影響を実験した結果を第1図に示す。図の横軸には線量を，縦軸にはAi/Acの値をとった。比較のため，前報（江藤，放医研年報，36年度）の黒色素胞をアドレナリン，アトロピンで刺激した際の線量—反応関係も合わせ記載した。この図には，したがって，内因性刺激物質であるアドレナリン，ノルアドレナリン（ともに凝集剤），アセチルコリン（拡散剤），外因性刺激物質であるアトロピン，ピロカルピン，プロカイン（すべて拡散剤）の合計6種の薬剤に対する黒色素胞の反応と照射線量との関係が示されている。



第1図　γ線照射によるフナ黒色素胞の各種薬剤に対する反応性の変化の比較

使用したすべての薬剤についての線量—反応関係はほぼS字型の曲線で表わされ，高線量域では反応の低下はゆるやかになり，低線量域での反応の高まりもみられなかった。このことは前報（江藤，放医研年報，36年度）の結果とよく一致する。黒色素胞を刺激する薬剤の種類によっては，凝集，拡散反応の間に有意の差がみられる場合もあるが（アドレナリンとピロカルピン），アドレナリン，ノルアドレナリンで刺激した際の反応の平均と，他の4種の拡散剤によって刺激した際の反応の平均との間にいずれの照射区においても差がみられなかった。特に，内因性刺激物質であるアドレナリン，ノルアドレナリンに対する反応の平均とアセチルコリンに対するそれとの間に有意の差がないことは明らかである。したがって，前報で得られた黒色素胞の凝集，拡散過程の間の放射線感受性の差は，色素胞のある特定の薬剤に対する反応性の差に起因し，色素顆粒の凝集，拡散過程による感受性の差によるものではないと考えられる。

〔研究発表〕

江藤久美；魚類の黒色素胞の調節機構に及ぼす放射線の影響Ⅲ，第34回日本動物学会大会（1963年10月）

8. キンギョ（*Carassius auratus*）のエラ経由 ^{22}Na 排出に及ぼす放射線の影響

生物第1研究室

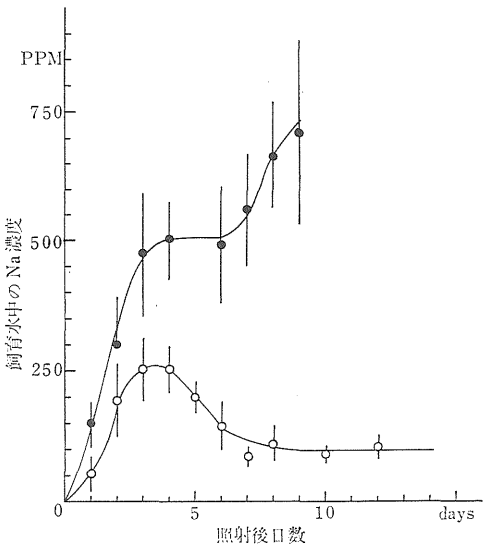
舘　　鄰

P. N. Srivastava*

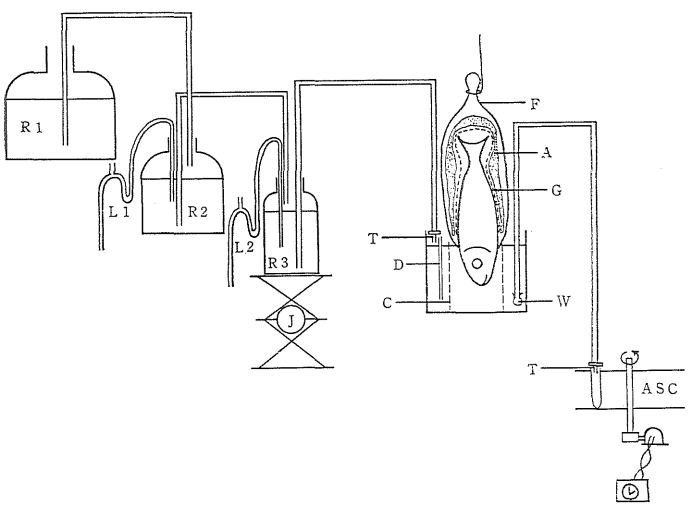
* IAEA フェロー（インド，ラジャスタン大学）

イオン化放射線による照射を受けた動物において，Na代謝の異常が起ることは，哺乳動物では比較的よく知られた現象であり，放射線死の1つの原因として注目されてきた。しかし，代謝（吸収，排出）異常の起こる原因そのものについては推論の域を出ていない。舘（1962）は ^{60}Co γ線で，いわゆる“10日効果”を与える線量で照射されたキンギョにおいて，Naの排出量が増加し，これがこの線量範囲における放射線死の原因の1つと考えられることを示

した(第1図参照)。ここではさらに，放射線が，Na代謝過程に及ぼす影響を知る1つの段階として，キンギョのエラ部分からのNa排出に対する影響を実験的に追究し，興味ある結果を得た。



第1図　8,000 r X線全身被照射キンギョにみられるNa排出量の増加
●被照射キンギョ
○非照射対照キンギョ



第2図　かん流実験装置
ASC：自動試料採取装置，A：脱脂綿，C：金属ケージ，D:エアーポンプのダクト，F：アルミニウム箔，G：ガーゼ，J：ラボラトリー・ジャッキ，L1, L2：レベリング・サイホン，R1，R2，R3：蒸溜水だめ，T：Tygon (autotechnicon) チューブ

(1) 材料および方法

業者より得たキンギョを水生動物舎において飼育していたものを用いた。体重5.5～7.7 gのものを性，年令に関係なく選択した。照射にはX線(信愛，200 kVp, 20 mA 0.5 mm Al+0.5 mm Cu filter, 400 r/min. in air)を用いた。照射後1日，3～4日，7日目のキンギョ，および非照射対照キンギョに，0.3 ml の ^{22}NaCl-魚類用リンガー液(32,000 cpm/ 0.3 ml) を腹腔内に注射し，第2図に示すような装置でエラ部分のみを蒸溜水でかん流し．排出される ^{22}Na 量をウェル型シンチレーション計数器で測定した。かん流の速度は，およそ 30 ml/12 min. であった。なお腹腔内注射を受けた動物は蒸溜水でよく洗滌し，大体注射後30分後から測定を開始した。キンギョのからだの部分照射を行なった実験では，十分な厚みの鉛板でエラを含めた頭部と，それ以下の腹部とにわけてそれぞれしゃへいし，頭部のみ照射，腹部のみ照射の実験群を作って，かん流実験を行なった。

(2) 結　　果

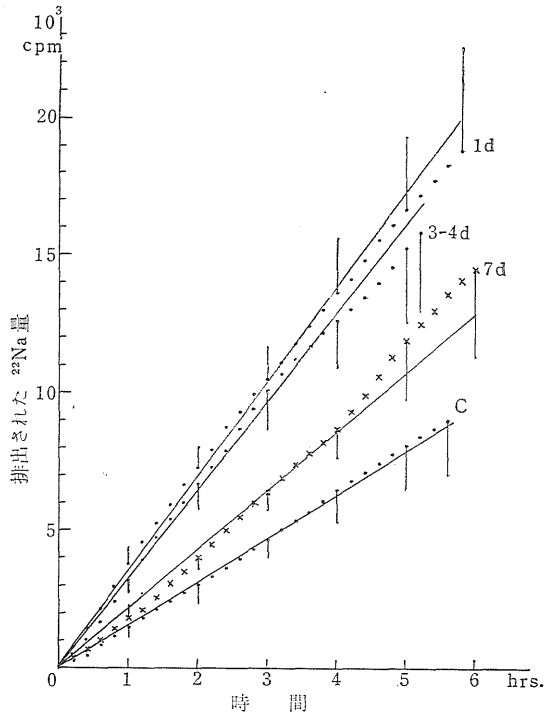
第1図には，先に報じた(動物学雑誌，71，322～327；放医研年報，昭和37年度)“Na反応”，すなわち，照射後の平均生存日数が10日前後になるような線量のX線で照射されたキンギョにみられる，Na排出量の増加を示している。8,000 r のX線で照射されたキンギョではNaの排出量が顕著に増加している。

かん流実験の結果は，いずれも被照射動物において，エラ経由の ^{22}Na 排出量が増加していることを示している(第3図)。

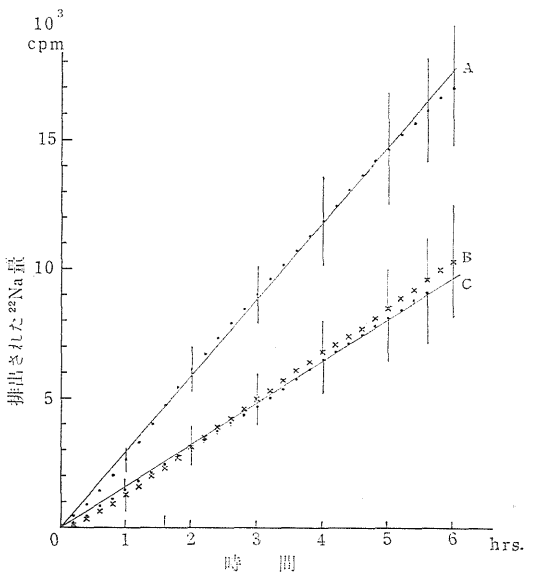
頭部を照射し，腹部のみを照射したキンギョ，および腹部をしゃへいし頭部のみをしゃへいしたキンギョで，それぞれ同じ実験をしてみると，頭部のみを照射した動物は，全身を照射したものとほとんど同じ排出量の増加を示す一方，腹部のみ照射した場合には，非照射対照と同じ値を示した(第4図)。

(3) 論　　議

以上の結果から，1) 線量不依存線量域における急性放射線死（キンギョの場合には，平均生存日数10日前後のものを指す）の顕著な症候の1つがNa損失であることがキンギョにおいても確かめられ，2) 頭



第3図　エラ経由 ^{22}Na 排出量に対するX線(8,000 r)の影響(全身照射)
1d：照射後1日，3-4d：照射後3-4日，7d：照射後7日，C：非照射対照



第4図　頭部(エラを含む)しゃへい効果
A：頭部照射，腹部非照射
B：腹部照射，頭部非照射

部に局在する諸器官(エラ，脳下垂体を含む調節系，あるいはヒフ)のいずれか1つ，あるいはそれらの組合せに起こった障害が原因であることが示唆された。

とりわけNa代謝に重要な役割をもつエラ上皮に対する影響は，哺乳動物を含めて，Na代謝機構一般に対する放射線の効果を追究するうえで興味深いが，詳細は今後の研究にまたねばならない。

〔研究報告〕

舘　鄰，P. N. Srivastava；キンギョのエラ経由ナトリウム排出に及ぼすX線照射の影響，日本動物学会第34回大会(1963年10月)

9. Chromosome aberration の rejoining に対する nucleotide polyphosphate の作用の比較（その2）

生物第2研究室
仲　尾　善　雄*
田　口　茂　敏

* 生物研究部長

37年度は，そらまめ *Vicia faba* を材料に用い，chromosome aberration の rejoining に対し，ATP が特異的な作用を有することを著者らは明らかにした。38年度はさらに，このような ATP による形態的な染色体の修復が機能的な面，すなわち，突然変異に対してもその発現率を低下させることに実際に役立っているかどうかをしらべた。

材料としては *Drosophila melanogaster*（ショウジョウバエ)を用い，照射によって生ずる突然変異のうち致死突然変異に注目し，ATP を注射によりあたえることにより，致死突然変異率を軽減しうるかどうかを孵化率によってしらべた。照射は前記そらまめの実験と同じく 200 kV(0.5mm Cu，0.5 mm Al)のX線により，線量率は 500 r/min. の割で総線量は 1,000 r をあたえた。Nucleotide polyphosphate はそれぞれ 2 μM(後処理)または3 μM(前処理)に溶かし，NaOHで中和したのち M/100 の燐酸バッファー(pH 7.4)と M/10 NaCl を含むようにした。前処理の場合は，注射後30分から50分以内に照射を行ない，後処理の場合には，照射後4分から36分以内に注射を行なった。注射は微量注射器により，腹節の間隙から腹部に 0.6 μl ずつ行なった。孵化率をみた brood は3～5日(前処理)と1～3日(後処理)のものである。交配させておいた雌に24時間産卵させ，

25°C に 24 時間おいて孵化率をみた。

正常では，1％前後の致死突然変異率が 1,000 r の X 線照射によって 45％前後に上昇するが，ATP の照射前の注射によりこの率を 30％前後に低下させることができた。すなわち，ATP は 37 年度報告のごとき形態的な染色体の切断の修復に役立つのみならず，放射線によって生ずる致死突然変異率をも低下させることが知られた(第1表)。

第1表　Pre-treatment with 3 μM of ATP solution

	number of eggs	number of unhatched eggs	rate of unhatched eggs
normal control	1,117	5	.004
irradiated (1,000 r)	672	297	.442
ATP	958	274	.286

第2表　Post treatment with 2 μM of nucleotides solution

	number of eggs	number of unhatched eggs	rate of unhatched eggs
normal control	626	14	.022
irradiated (1,000 r)	438	207	.473
ATP	542	241	.445
CTP	327	132	.404
GTP	257	83	.323
UTP	348	171	.491
ADP	459	204	.444
CDP	372	174	.467
GDP	421	177	.420
UDP	777	242	.311

しかしながら，照射後にヌクレオチドを注射した場合には，37 年度のそらまめの実験とショウジョウバエの ATP の前処理の実験結果から想像されるような ATP に特異的な，放射線により誘発される致死突然変異に対する回復作用は認められなかった(第2表)。むしろ，GTP と UDP にその作用がみられるように思われる。そらまめを用いた染色体の形態的研究においても UDP は効果をもっていたことと考え合せてこの事実は興味あるが，GTP の結果については，このグループの産卵数が少なかったため必ずしも確実とはいい難い。

なお，後処理の実験には用いた brood からして，受精に用いられた精子は照射時に既に成熟精子になっていたものであるが，前処理に用いたものは精子細胞であったためにこのような差異がでたものと思われる。いずれにしろ，放射線による致死突然変異の回復に対しては，ATP の特異性は証明され得なかった。しかし，今日までの研究で ATP が保護物質として証明された例は知られていないので，本研究の前処理の場合にもやはり ATP は回復過程に役立っていると考えるのが適当であろうと思われるが，その特異性に関しては，精子細胞もしくは精母細胞の時期を選んでさらに研究を重ねなければならないと思われる。

[研究発表]

仲尾善雄，田口茂敏；染色体異常の再融合に対するヌクレオチド・ポリフォスフェートの作用の比較，昭和38年度文部省班研究報告(1963年12月)

10. 2, 4-ジニトロフェノールの動物胚に及ぼす放射線に対する保護効果(その2)

生物第2研究室
田口茂敏
仲尾善雄*
* 生物研究部長

37 年度までに，$10^{-4}M$ の DNP は産卵1日目のメダカ胚の形態的な発生に対して，5時間の処理で 7,000 r のγ線照射によって顕著な保護作用を現わし，また，2日目胚に対しては，DNP での5時間処理ののち，正常な水にもどしてからさらに5時間放置しておくと，同じような顕著な保護作用を示すことを報告し，さらに1日目，2日目胚とも DNP による保護作用のみられる時には，DNP 処理による ATP の減少が並行しておこっていることを報告した。

38 年度はさらにこのような保護作用が，核酸への ^{32}P のとりこみに対してもあることが知られたのでこれを報告し，さらに DNP の保護機構を知るために呼吸に対する作用もしらべたのであわせて報告する。

約 50 個の1日目胚を用い，正常な対照，7,000 r の照射のみを行なったもの，$10^{-4}M$ の DNP で5時間の処理のみを行なったもの，および DNP による5時間処理の最後の 14 分間に照射を行なったものの4群を作り，各群とも処理後3時間してから 10 $\mu c/ml$ ^{32}P 無機燐酸塩液 2 ml 中にうつして 30 分間接触させたのち，フェノール法により核酸を抽出して，その単位核酸量(OD 260 mμ : 1)当りのカウントを測定し，CPM で表わすと第1表のごとくなる(第1表)。すなわち，正常群に比し 7,000 r の照射により核酸への ^{32}P のとりこみは抑

第1表　^{32}P のメダカ胚核酸へのとりこみ

cpm/OD：1

exp. No.	control	irradiated (7,000 r)	DNP ($10^{-4}M$,5hrs.)	DNP and irradiated
1	37.7	22.4	36.4	35.1
2	39.4	26.4	37.7	38.1
3	32.6	16.8	30.4	34.4
4	44.9	40.9	41.1	45.1
5	30.4	17.7	24.4	30.9

第2表　1日目メダカ胚の呼吸

(μl/500 embryos)

exp. No.	control	DNP	+%
1	22.7	57.3	153
2	35.3	63.0	78
3	28.7	80.3	180

えられるが，DNP で前処理をしておくと正常な対照群とほとんど差が認められない。この結果，DNP はこのような現象に対しても保護作用をもつことが知られた。

さらに，前報と同じDNPの処理条件での呼吸に対する影響をみると，第2表のごとく1日目胚では80～180%増加するが，2日目胚では5時間処理のみでは50%位呼吸が増加するが，それを水にもどしてさらに5時間放置したものでは，あまり呼吸の増加はみとめられなかった(第2表，第3表)。

第3表　2日目メダカ胚の呼吸

(μl/500 embryos)

exp. No.	control	DNP 5 hrs.	+%	DNP 5 hrs. water 5 hrs.	+%
1	120.3	182.0	51.2	144.3	19.9
2	116.0	160.7	58.5	140.7	21.3
3	88.0	132.0	50.0	72.0	−19.2

このような結果から，2日目胚のDNP 5時間，水5時間の処理の群では，呼吸の増加はむしろDNP 5時間のみの処理よりも少ないのに，保護作用はむしろ強くみられるので，DNPの保護作用に関して，従来考えられていた説，すなわち，DNPによる呼吸上昇が細胞内の酸素分圧低下をまねき，その結果保護作用が現われるという考えは，少なくともメダカの胚に関しては不適当であることが知られた。

〔研究発表〕

田口茂敏，仲尾善雄；2, 4-ジニトロフェノールの動物胚に及ぼす放射線に対する保護効果(その2)，昭和38年度文部省放射線影響班研究報告(1964年2月)

11. ヒキガエル胚における乳酸生成能の発生中の変化

生物第2研究室
山田　武
田口茂敏

動物胚の放射線感受性は，胚発生にともない顕著な変化を示すことが知られている。われわれはこのような胚発生にともなう放射線感受性の変化の根底に，胚細胞のエネルギー代謝のパターンの変動があることを想定し，感受性の変化の要因を求めて，まず，胚細胞の糖代謝の変動をしらべた。

(1)　材料および方法

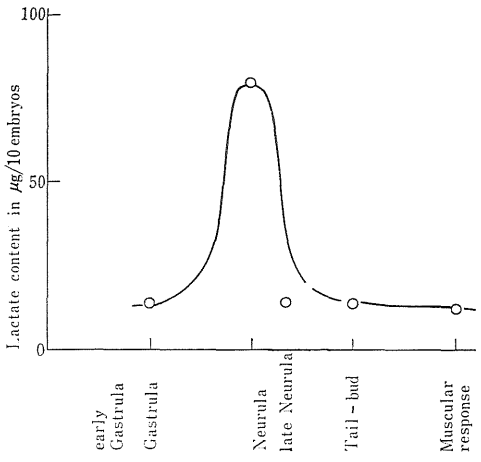
氷川付近で採集したヒキガエル (*Bufo vulgaris*) 胚を用い，糖代謝能の指標として発生各時期の胚の乳酸量を Barker と Summerson の方法 (*J. Biol. Chem.*, 138, 535, 1941)により測定した。

(2)　実験および結果

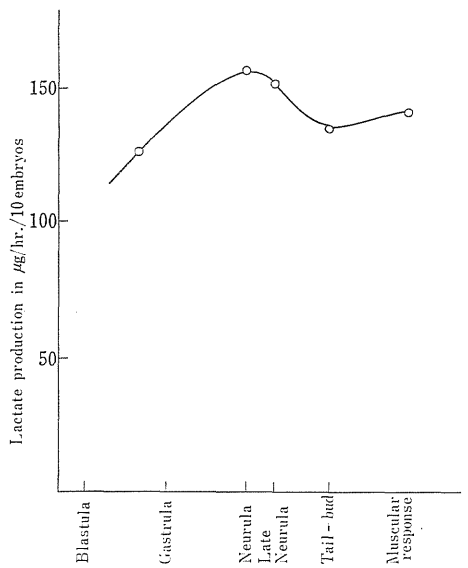
まず，intact の胚の乳酸含量を発生の各時期，blastula 期，gastrula 期，neurula 期，tail-bud 期および muscular response 期に測定した結果を第1図に示す。

図よりわかるように，胚の乳酸含量は neurula 期前に著しく増大し，明瞭な peak ができる。石田らの報告 (Ishida, *et al.*; *J. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, 1955) によれば，ヒキガエル胚の呼吸量は発生が進行するにしたがい，特に neurula 期付近より漸増的に増加する。したがって，この乳酸生成量の neurula 期の peak は単に呼吸量との相対的な差に起因するのみではなく，乳酸を生成する代謝 system に何らかの変化がおこっていることが推測される。また，DNP 処理により，neurula 期以外の他の stage の乳酸量が相対的に増加し，この peak が小さくなることも知られている (田口茂敏；動物学会報告，1962)。

次に，胚を $^1/_{100}M$ NaCl 溶液中で N_2 処理で無酸素状態にし，$^1/_{500}M$ 燐酸 buffer pH.7.0 で20℃，4時間保温して，anaerobiosis 処理下の乳酸発生量をみた(第2図)。無酸素処理によって発生各 stage の乳酸生成量は増加し，特に neurula 期以外の stage の増加率が大で，peak は相対的にゆるくなっている。

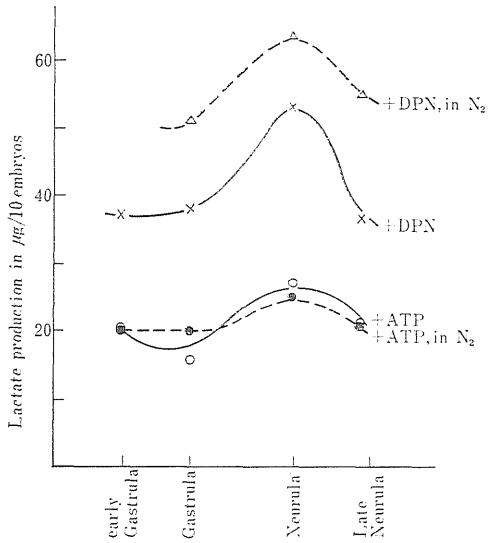


第 1 図



第 2 図

以上のごとく，DNP，anaerobiosis 処理により発生全段階にわたり乳酸生成量が増加し，neurula 期にみられる peak が小さくなったという事実より，乳酸を生成する代謝 system は，発生の各 stage とも，neurula 期とほぼ同様な乳酸生成能を有しているが，neurula 期以外の stage，特に neurula 期以前の stage では，何らかの機構によりこの潜在的能力が抑制されている状態にあり，neurula 期に発生が進行するや，その抑制がとれて full operate の状態になると考えられる。



第 3 図

そこで，さらにその機構を解析するために，糖代謝系(乳酸生成系)が存在するとされている細胞分画，いわゆる high speed supernatant 分画の乳酸生成能を検した。胚を 0.14 *M* KCl 溶液で homogenize し，10,000 g 60 分遠心した上清をとり，$MgCl_2$，KCl を添加し，基質として HDP，さらに DPN と ATP を加えて 25 ℃，1 時間，pH 7.4 で保温した。結果を第 3 図に示す。このような系にも neurula 期の peak があること，および cofactor として DPN を加えるとこの peak が不明瞭になることがわかった。

さらに，DNP 前処理の影響を同様な細胞分画についてしらべ，第 1 表のごとき結果を得た。DNP 前処理した胚の supernatant は，正常胚のものに比しいずれの実験についても乳酸生成能は 2～3 倍の増加を示してい

第 1 表　Lactate production

μg/ml

control	DPN+HDP	7.7
	DPN+DNP	7.4
	DPN+glucose	3.2
	DPN+ATP+HDP	7.7
DNP-pretreated	DPN+HDP	15
	DPN+DNP	16
	DPN+glucose	10
	DPN+ATP+HDP	16

るが，supernatant に DNP を加えたのではこの効果はないことがわかる。

38年度までに得られた実験的事実は以上であるが．今後はさらに glucose より乳酸にいたる中間代謝物の動向を ^{14}C-標識 glucose を用いて追跡し，発生にともなう代謝パターンの変動と感受性との関連を研究したい。

〔研究発表〕

山田武，田口茂敏；ヒキガエル胚における乳酸生成能の発生中の変化，日本動物学会大会(1963年10月)

12. ラット胸腺細胞の放射線死の解析

生物第2研究室

山口武雄

放射線の生物学的初期効果の本質と，それが可視的な障害に至るまでの過程とを研究するには，放射線感受性が高く，実験条件の単純な系を材料とする必要がある。哺乳類の胸腺細胞は極めて少量の電離放射線によって細胞分裂を介することなしに細胞死が起り，その放射線反応様式が造血細胞のそれのモデル的行動をとること，および容易に細胞懸濁液が得られる点から，この種の実験に極めて有利な材料である。

そこでまず，ラット胸腺細胞を *in vitro* で広範囲の線量の放射線で照射したのちの生残曲線を求めた。線量—生残時間曲線は plateau をもつ。これは線量範囲によって細胞死の原因が異なっていることを暗示する。

各線量域での初期効果および障害発現の本質を知ることが次の課題となる。これには直接検出法と間接推理法との2つの研究方法が考えられる。前者は問題視すべき変化を直接追求するものであり，後者は感受性を左右する照射間・後の物理化学的要因から推理する方法で，本報の後半では後者の方法を採った。

(1) 材料および方法

Wistar 系雄性ラット(2月令)から，Schrek(*Radiology*, 47, 395, '46)の方法で胸腺細胞懸濁液(濃度：4×10^7 cells/m*l*)を作製。実験液は Myers and Sutherland (*Canad. J. Biochem. Physiol.*, 40, 413, '62) による Krebs-Ringer の変法で，インキュベート開始前は常に細胞を0～5℃に保ち，標本作製はすべて滅菌条件下で行なった。この懸濁液5 m*l* を13×100 mm のポリエチ管に入れ，水平に保って垂直方向から第1表に示す条件で照射した。照射時の温度を変えても放射線効果に差はないから，照射は室温(20～25℃)で行なった。インキュベーションは1～2 m*l* の試料をL字管に移し，恒温槽中で15°の角度間を25回/分 振盪して行なった。

第1表 照 射 条 件

線量範囲 r	線量率 r/min.	線源			
		線質	kVp	mA	FSD cm
22.5～180	22.5	X線*	200	20	100
95 ～ 3k	190		200	15	30
3k～12k	500	γ線	約2kc ^{60}Co		
12.5k～200k	6250				

* フィルター：0.5mm Cu+0.5 mm Al

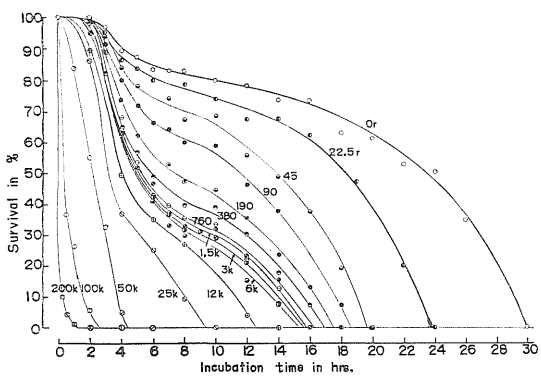
インキュベーションの各時点で試料を採取し，エリスロシンB(最終濃度0.02%)を加え，血球計算板上，顕微鏡(約1,000倍)下で染まった細胞(死細胞)と染まらない細胞(生細胞)の数を算える(Phillips and Terryberry, *Exp. Cell Res.*, 13, 341, '57)。結果はインキュベート前の対照試料の生残率を100とした時の各試料の生残率で表わし，特に断わらない限り，各測定値は3回ずつ測定した2回の実験の平均値である。

(2) 結果および考察

1) 線量—効果関係

22.5 r から逐次倍加して200,000 r に至るまでの各線量で照射したのち，37℃に保った場合の生残率の時間経過を第1図に示した。かかる広汎な線量範囲を同一の線量率でカバーすることはできないので，第1表に示すように，線量域によって線量率および線質を変えた。しかし，実験範囲内では，互いに重複した線量域に関し線量率およびX線とγ線による差は認められなかった。

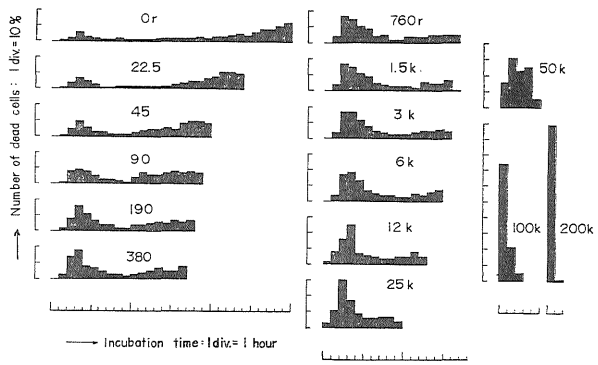
第1図の曲線群について次の2つの特徴が目立つ。すなわち，1)約25 kr までの範囲で曲線は2相性であり，



第1図 被照射胸腺細胞の37℃保存開始後の生残曲線　　0 r は非照射対照

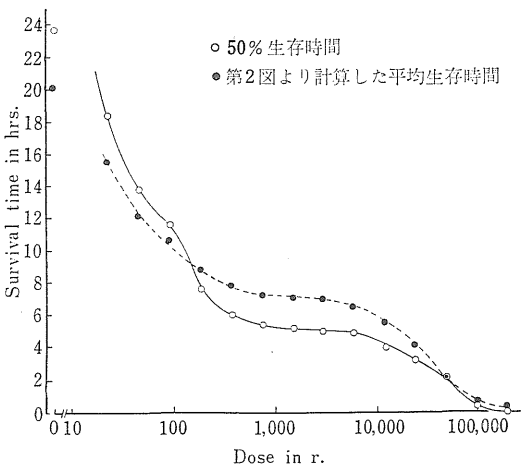
2)線量倍加につれて効果は漸増したのち一時的な飽和状態に達し，次いで再び増大する。

この両現象を図解したものが第2図および第3図である。時間別の死細胞出現頻度のヒストグラム（第2図）



第2図　被照射胸腺細胞の37℃保存開始後の死細胞出現の時間別頻度分布(第1図より再録)

に，早いピークと遅いピークとがあることは，この細胞群が障害発現に関し異なった時間経過をもつ2種の細胞集団より成ると考えるとよく説明がつく。Trowell(*Int. J. Rad. Biol.*, 4, 163, '61) は照射したラットの胸腺の12～48時間後の組織像の観察から，髄質と皮質とではその構成細胞の感受性が異なると結論している。この観察と対比すると早期に障害の出現するのが皮質リンパ球で，遅れてピークが出るのが髄質リンパ球であろうと考えられる。しかし，両者の間には感受性の差が存在するのではなく，効果の出現に遅速があるのみで，低線量の場合にも髄質細胞の死も早められていると思われる。



第3図　被照射胸腺細胞の37℃における線量—生残時間関係

線量効果に飽和域のあることは第2図からも明らかであるが，さらに第3図の線量—生残時間関係でplateauとして示される。生物個体を全身照射した場合の線量—生残時間関係に線量不依存域のあることはよく知られており，その原因として放射線死に関する決定器官の線量域による差異が考えられている。細胞について線量不依存域の存することは本報が最初の報告と思われる。胸腺細胞の場合，上記のように，2つの細胞群の存在からでも見掛け上plateauの存在を説明できるかにみえるが，第1図，第2図をあわせ考えると，両細胞群のおのおのについて線量不依存域が存することが明らかである。同じように死細胞として扱ったものでも，エリスロシンBに対する反応性が線量範囲によって異なることが観察されたし，また12 kr以上では生残している間でも光力学的反応に対する光量閾値が甚しく低下し，低線量ではそうしたことがみられないのは，細胞の放射線死の原因となる決定構造が線量範囲によって異なっているという考えを支持する。

2)　照射時の感受性修飾要因

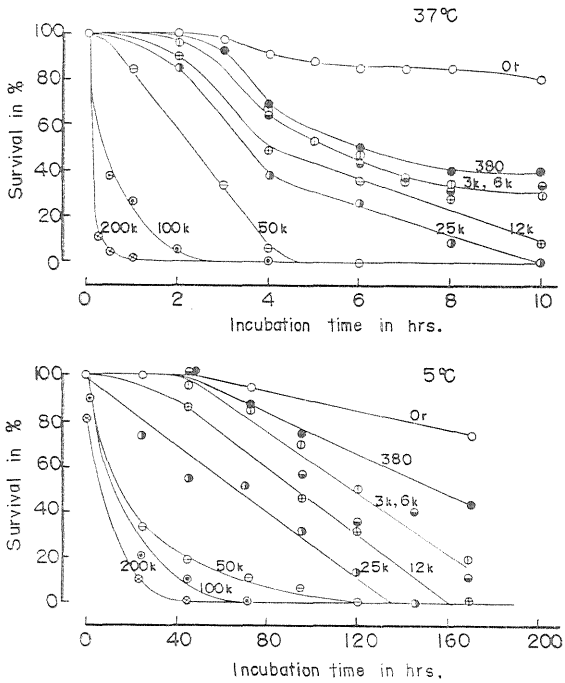
システィンの効果と酸素効果とを追試し，次いで両者の併用効果を検した。結果の一部を第2表にまとめた。照射前10～60分に$10^{-3}M$のシスティンを加えておくと保護効果がみられ，照射後に加えたのでは効果がない。硫黄を含むアミノ酸でもメチル化されたメチオニンには保護作用はなかった。酸素効果は空気中の酸素分圧で既に飽和している。無酸素の防禦効果はシスティンとほぼ同程度で，システィンをさらに加えても効果は相加

第2表　無酸素およびシスティンの保護効果

処理		6時間後の生残率（平均値とS.E.）		
気体	システィン	非照射	380 r	1520 r
空気	0	86±9	47± 4	42±3
	$10^{-3}M$	88±4	62±10	
酸素	0	80±7	49± 3	38±6
	$10^{-3}M$	77±8	(27±21)	
窒素またはヘリウム	0	79±8	59± 4	51±2
	$10^{-3}M$		58± 4	

各測定値は4～9回の実験(各3回測定)の平均値。

されない。この結果のみからは，システィンの酸素駆逐作用がその保護効果の原因であるとの可能性が残っている。酸素ガス処理時にシスティンを加えておくとかえって障害が大きく偏倚も大きかった。システィンの酸化産物に対する検討を要しよう。



第4図　被照射胸腺細胞の高温と低温とにおける障害発現の時間経過

3)　障害発現の修飾要因

障害発現に決定的な影響をもつのは温度である。第4図に示すように，低温でも高温におけるのと類似の線量効果がみられ，ただ時間経過が低温では約1/20の速度になっているに過ぎない。したがって Myers and Sutherland（前記）のいうような両温度における感受性の本質的な差を認めることはできない。ただし，低温において2相性がなくなることは2種の細胞群の時間経過の差の消失——さらには両温度間での物質代謝の質的な差を意味するのかもしれず，この点は検討を要する。

なお，カルシウムの照射後処理の障害軽減作用の可能性（Myers and de Wolfe; *Int. J. Rad. Biol.*, 5, 195, '62）をも検討したが，しらべた範囲では無効であった。

〔研究発表〕

山口武雄；ラット胸線細胞の放射線死の解析，日本動物学会第34回大会講演(1963年10月)；昭和38年度文部省放射線影響班研究報告(1964年2月)

13. X線照射をうけたラット胸腺細胞の微細構造の変化

生物第2研究室
藤井良三
山口武雄

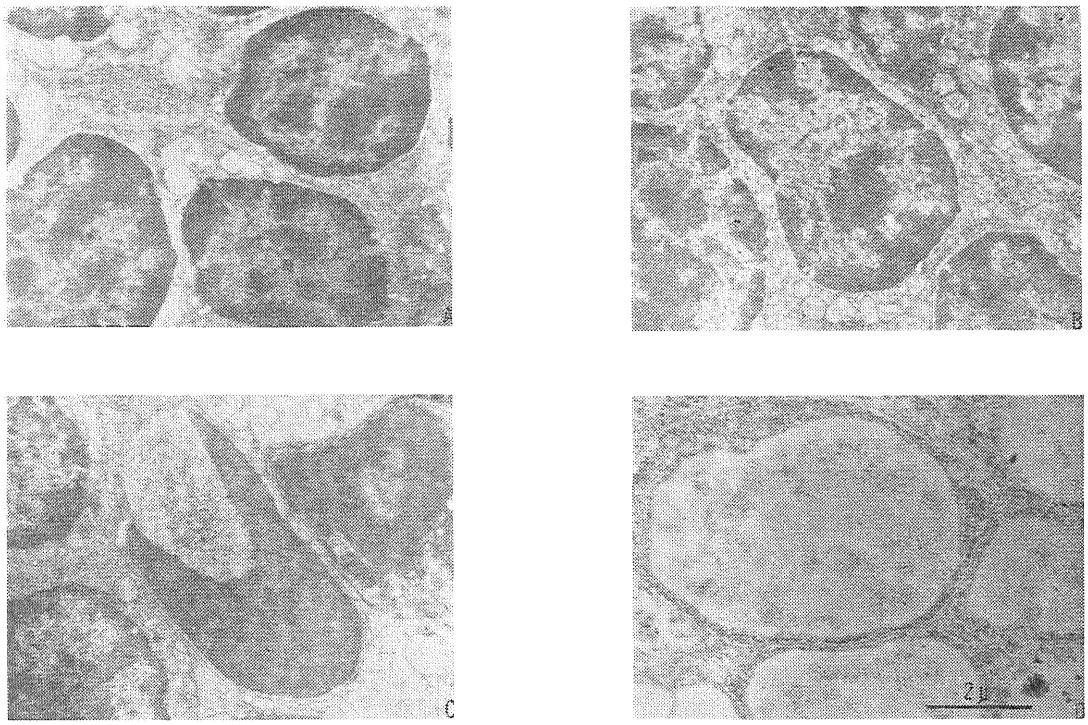
別報(山口，本年報)で記載したように，われわれは哺乳類の胸腺細胞に対する放射線の初期効果を研究している。その高い放射線感受性の故に，この材料での放射線生物学的研究はかなり多いにもかかわらず，照射後の形態学的変化についてはほとんど知られていない。おそらく組織像になんら興味をひくような構造が見当らなく，その機能も明白でなかったことから形態学者の注意をひかなかったのがその原因と思われる。そこで，照射したラットの胸腺細胞の微細構造の経時変化を電子顕微鏡で観察した。

（1）　材料および方法

Wistar 雄性ラット(2月令)にX線(200 kVp, 15mA, 0.5 mm Cu + 0.5 mm Al, FSD＝100 cm, 22.5 r/min.) 360 r の全身照射を行ない，各時間後に胸腺を摘出し，1％ オスミウム酸（Millonig; *J. Appl. Physics*, 32, 1637, '61）で固定，エタノール脱水後 Epon 812 に包埋した(Luft; *J. Biophysic. Biochem. Cytol.*, 9, 409, '61)。超薄切片は Porter-Blum 型ミクロトームにより作製し，ウラニウム（Watson; *J. Biophysic. Biochem. Cytol.*, 4, 475, '58)または鉛(Reynolds; *J. Cell Biol.*, 17, 208, '63）による染色，あるいは両者による2重染色を行なった。

（2）　観察および論議

正常の胸腺細胞（第1図A）は他の小リンパ球の場合(Trowell; *Int. Rev. Cytol.*, VII, 235, '58)と同様な構造をしている。すなわち，細胞の直径は5～10ミクロン程度で，その内容の大半は核で占められ，細胞質は極めて少ない。ミトコンドリアはしたがって非常に小数である。Trowell（前出)はこのミトコンドリア（エネルギー生産系）の乏しいことがリンパ球の高い放射線感受性の1因ではないかと推論しているが，当否はともかくとして，この推論の根拠となる形態的特徴は胸腺細胞にも適合し得るわけである。その他の微細構造の特徴としては，細胞質中にリボソームが多く，小胞体がほとんど見当らない。



第1図　X線照射をうけたラット胸腺細胞の微細構造の変化

照射後30分(第1図B)で固定した胸腺細胞の微細構造は非照射のものとほぼ変らない。照射後1時間になると異常と考えられる細胞が出現してくる。第1図Cは照射後2時間に固定したもので，核のクロマチン物質は核の一側に凝集している。ミトコンドリアはしばしばクリステが不明瞭となっている。照射後3時間になると，第1図Dのように核内のクロマチン物質が消失している細胞が数多く見られるようになる。しかし，クロマチン物質が核内で消失するのか，あるいは細胞外に流出するのかは未だ明らかでない。この段階では，ミトコンドリアの膜構造はますます不明瞭となる。

胸腺細胞やリンパ球の傷害の指標しては，核の pycnosis が用いられることが多い。Alexander (*Proc. 3rd Austral. Conf. Radiol.*, 1, '61)は1,000 r 照射後4時間のラット胸腺で，90%が pycnotic であるにもかかわらず電顕像には変化がないとして，pycnosis の原因は核蛋白の生化学的な凝固によるものではないとしている。しかし，山口(前出)の *in vitro* の照射実験からも1,000 r 4時間後の pycnotic cells の割合は30%程度のはずで，90%に達することは考えられないし，また，本報の結果から，360 r 2時間で既に核蛋白の凝固が電顕像に現われていることは明らかである。Alexander の報告は詳細を伝えてないので，方法その他について本報と対比し得ないが，その結論は信じ難い。分染法で判別した細胞の放射線死や，pycnotic change に先行して微細構造に変化が現われると結論できる。

さらに別の線量，特に *in vitro* での線量—生残時間関係(山口，前出)の plateau の範囲およびそれ以上の大線量照射の場合に微細構造の変化を追求し，線量域による障害発現の差をしらべるべく実験を継続中である。

14. アルテミア卵孵化率に対する ^{32}P の transmutation の影響

生物第2研究室
中　沢　　透
安　増　郁　夫*

* 東大・教養・生物

アルテミア乾燥卵を2%食塩水に浸けると発生が開始するが，浸水直後には全くみられなかった蛋白合成が20分頃に急激におこり，それに先行してRNA合成が始まる。一方，DNAへの ^{32}P のとりこみは浸水後9時間目までは全く認められない。すなわち，これまでの時

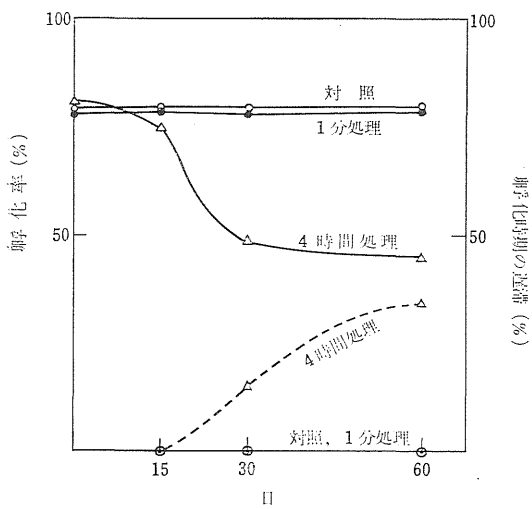
期は特異的にRNA合成のみおこり，DNAの合成がないという著しい特徴をもっている。

浸水させて発生を開始したアルテミア卵は，真空中で再乾燥するとそのままの状態で発生を中止し，これを水に浸けると再び発生を開始する(中西・岩崎；未発表)。こうして一定の処理をしたのち，発生可能な状態で長期間貯蔵することができる。

この2つの特異的な性質を利用して，アルテミア卵に^{32}Pをとりこませて再乾燥したものの孵化率をしらべた。この場合，とりこまれた^{32}Pの影響について2つの可能性が考えられる。第1は，^{32}Pを卵にとりこませて長期間貯蔵することによって，β線による内部照射の影響の可能性である。第2に，^{32}Pは14.3日の半減期をもって壊変し^{32}Sになるため，とりこみをしたRNAの燐酸エステル結合が切れること，すなわち，^{32}Pのtransmutationの可能性である。

(1) 実験および結果

アルテミア乾燥卵を2%食塩水に入れて，27℃に4時間保ち，その全期間20 μcの無機^{32}Pを与えたものと同じ条件にして最後の1分間だけ^{32}Pで処理したものを乾燥して，^{32}Pのとりこみを比較すると第1表のようである。卵当りの全countは，処理の時間にかかわらず大差がない。おそらく^{32}Pの卵表面への吸着が主であるためと考えられる。したがって，4時間処理のものも，1分処理のものも再乾燥卵における内部照射量に大差がないことになる。ところが，中に入ってRNAにとりこまれる^{32}Pの量は，4時間処理のものが圧倒的に多い。



第1図 ^{32}P処理のアルテミア卵孵化への影響

^{32}Pで処理したアルテミア卵は，再乾燥して一定期間保存したのち，水に浸けてその孵化率をしらべた。第1図に示すように，4時間浸水して再乾燥した卵は正常のものと同じく80%の孵化率を示す。その浸水の間^{32}Pで処理したものも，再乾燥の直後ないし15日目までは孵化率に変化がみられない。ところが，15日を過ぎると4時間処理の卵は急激に孵化率が減少し，対照の半分のレベルにまで下る。この時でも1分処理の卵では孵化率が対照と異ならない。第1図に点線で示したのは，各群の全孵化卵の50%が孵化するまでの時間を，対照を100として比較したもので，発生の遅滞を表わす。この場合も孵化率と同様，4時間処理の卵だけ15日以後に著しい違いを示す。

以上の事実から，アルテミア卵に^{32}Pをとりこますことによる発生の進行への著しい影響は，とりこまれた^{32}Pのβ線内部照射によるものでなく，特異的にRNAにとりこまれた^{32}Pの壊変，すなわち，^{32}Pのtransmutationが原因であると推定できる。4時間に^{32}Pをとりこんで合成されたRNAは，孵化率を約半分のレベルまで減らすに相当する情報をもっていたことになる。アルテミア卵は，動物細胞においてはきわめてまれな顕著な特徴により，発生過程における transmutation の機作をしらべる好適な材料になり得るものである。

[研究発表]

中沢透，安増郁夫；アルテミア卵における蛋白合成，第34回日本動物学会大会(1963年10月)

15. グリセリン処理ミトコンドリアの構造変化に対するγ線の作用

生物第2研究室
中沢 透
新津せつ子

細胞に対する放射線の作用機序として，細胞の機能を調節する膜構造に対する作用が1次的に重要と考えられる。ミトコンドリアの膜は，呼吸酵素系や酸化的リン酸化の酵素系が局在しており，これらの活性がミトコンドリアの収縮や膨張の構造変化によって調節されている点で，諸種の膜構造のうち構造の機能調節を解析するのに都合のよい材料である。今回の実験においては，ミトコンドリアの構造変化をグリセリンモデルを用いて明らかにし，その構造変化過程に対する放射線の作用をしらべた。

(1) グリセリン処理ミトコンドリアの収縮について

ミトコンドリアをグリセリン処理することによって，筋収縮のグリセリンモデルの場合と同じように，遊離の蛋白質や低分子物質はミトコンドリアから離れ，その結果，収縮およびそれに関与する単純な系が残ると考えられる。その収縮の活性は intact のミトコンドリアと変りなく強いものである。

〔材料・方法〕

ラット肝臓から 0.25 *M* 蔗糖を用い，常法に従がってミトコンドリアをとり出す。得られたミトコンドリアを 50 % グリセリン-0.125 *M* KCl-0.02 *M* Tris (pH 7.4) に浮遊し，−15℃ のディープ・フリーザー中に貯臓する。3～10 日目にこのグリセリン処理ミトコンドリアからグリセリンを除き，KCl-Tris に入れて実験に用いる。

収縮は，重量測定によって求められた含水量の変化および電子顕微鏡で確かめたが，主に浮遊液の 520 mμ の吸光度の変化によってしらべた。ATPase は収縮と同じ条件 (0.125 *M* KCl, 0.02 *M* Tris, 0.005 *M* ATP, pH 7.4) で初期反応(0.5～2 分)を測定した。基質の酸化は，常法に従がってワールブルグ検圧計を用いて測定した。

〔結　果〕

i) 0.5 の吸光度を示す浮遊液に 5 m*M* ATP + 2 m*M* Mg^{++} を加えると，0.1～0.15 程度の急激な吸光度の上昇を示す。この上昇は ATP や Mg^{++} の濃度，pH などに依存する。ATP と Mg^{++} を加えてからミトコンドリアを集め，その湿重量と乾燥重量を測り，その差を対照と比較してみると，明らかに低い。また，このミトコンドリアを固定して電子顕微鏡でみると，対照はかなり膨張しているのに比して，収縮の像が見られ，またクリステも凝集している。

ii) 収縮は ATP + Mg^{++} 添加後 1～2 分で最も高い活性を示し，10～15 分で吸光度の上昇は止まる。その後長時間に徐々に吸光度の回復がみられる。また，ATP + Mg^{++} を加えて収縮させたミトコンドリアから ATP, Mg^{++} を除くと，上昇した吸光度は次第に元に戻り，再び ATP + Mg^{++} で収縮することが可能である。

iii) 収縮は，ATP 以外のヌクレオチドではほとんどおこらず，2 価イオンについては Mn^{++} がもっとも強く，Mg^{++}, Co^{++} の順に活性がみられた。

iv) 収縮は，酸化的リン酸化の阻害剤である azide, arsenate, gramicidin, および SH 阻害剤の p-chloromercuribenzoate などによって阻害される。酸化的リン酸化の uncoupler である 2,4-DNP やチトクローム系の阻害剤であるシアンは作用しない。グリセリン処理によって酸化的リン酸化全反応の活性は失なわれていることから，収縮はその部分反応に関与していると考えられる。

第1表　グリセリン処理ミトコンドリアの収縮に対する諸条件の影響

(A)

exptl. No.	additions	contraction rate
		$\Delta OD_{520} \times 10^3$/min.
1.	5 m*M* ATP + 2 m*M* Mg^{++}	133
	+ 2 m*M* Mn^{++}	188
	+ 2 m*M* Co^{++}	132
	+ 2 m*M* Ca^{++}	0
2.	5 m*M* ATP + 2 m*M* Mg^{++}	166
	5 m*M* ITP + 2 m*M* Mg^{++}	26

(B)

inhibitors	additions	per cent inhibition
10^{-5}*M* NaN_3	5 m*M* ATP + 2 m*M* Mg^{++}	46
5×10^{-4}*M* PCMB	〃 + 〃	41
5×10^{-5}*M* gramicidine	〃 + 〃	64
10^{-3}*M* arsenate	〃 + 〃	52

v) 収縮と並行して，Mg^{++} 活性化の ATPase 作用がみられる。この ATPase は，最大活性が反応開始後 1～2 分にある点，要求する 2 価イオン，阻害剤などで収縮と同じ性質をもっている。

vi) このグリセリン処理ミトコンドリアのコハク酸や NADH の酸化の活性は基質だけの存在では低いが，チトクローム C を加えると 5 ないし 10 倍も呼吸が高まる。この上にさらに ATP または ADP を加えると，対応する量の intact のミトコンドリアと同じレベルまで活性が高まる。すなわち，グリセリン処理ミトコンドリアでは，チトクローム C が失なわれていることと，酸化的リン酸化の全反応はないのに ADP による呼吸の調節機構が働いていることを示すものである。これと収縮との関係はまだわからないが，前記阻害剤の点からみても収縮機構の一部が関与している可能性が強い。

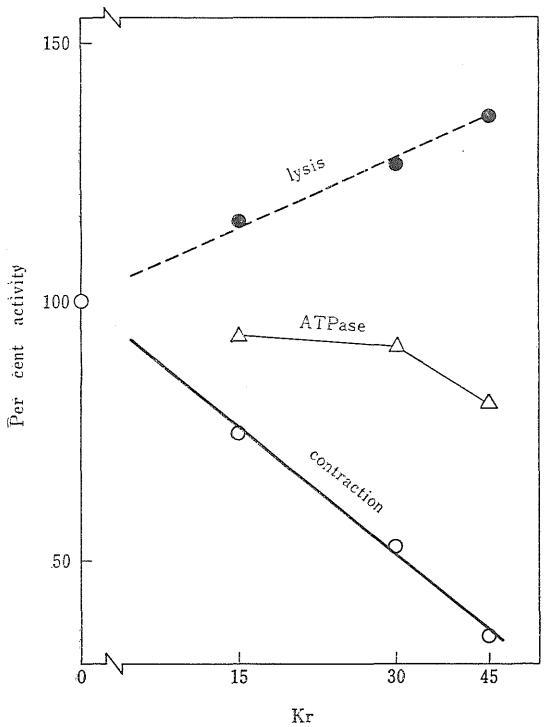
(2) 収縮に対する γ 線の作用

以上のようにグリセリン処理ミトコンドリアの収縮は，ミトコンドリアの機能調節の上に重要な役割をもつと考えられる機構であり，それが筋収縮と共通性をもっている。このことから細胞の放射線感受性における要因として，ミトコンドリアの収縮に対する放射線の直接

作用が考えられる。

〔方　法〕

グリセリン処理ミトコンドリアは，前記と同じ方法でグリセリンを除き KCl-Tris(pH 7.4)に浮遊させる。この状態でポリエチレン管に入れ，周囲に十分な氷を置いて照射する。照射は ^{60}Co（日本原子力研究所，16 kc 線源）γ線で 30 分間行なった。全線量は 15, 30 および 45 kr である。線量率を同じにして上記線量による照射も行ない，特に線量率の効果がないことも確かめたが，活性が長時間では落ちるため，照射時間を 30 分に統一して測定した。照射後，その浮遊液のまま収縮を測定しても，ミトコンドリアを一度集めて媒液を変えても，活性に違いがみられなかった。



第1図　Effect of γ-irradiation on contractile, ATPase and lytic activities

〔結　果〕

第1図に示すごとく，5 m*M* ATP＋2 m*M* Mg^{++} を加えたときの収縮活性は，線量を対数で表わした場合，直線的に抑えられる。

同様にして ATPase に対するγ線の作用をしらべると，前記のごとく収縮とほとんど同一の性質を示すこの ATPase が，放射線によっては僅かに抑えられるだけで，収縮のγ線による阻害とは全く並行しない。筋収縮と同じように，ミトコンドリアの収縮にも ATPase 活性をもつ 'mechanoenzyme' があるという考え方にこの結果は矛盾する。しかし，ATPase 活性の一部だけが収縮に直接関係しているという可能性が考えられるので，両者の性質の同一性と放射線による阻害との関係はさらにしらべる予定である。

収縮に対してのγ線の影響とともに，もう1つの構造変化として脂質過酸化物形成に伴なうミトコンドリアの破壊に対するγ線の作用をみた。最近 intact のミトコンドリアで明らかにされたが，2価の鉄イオンは ADP の存在下でミトコンドリアの膜に脂質過酸化物を作り，これによって構造の破壊をおこす。グリセリン処理ミトコンドリアでも，ADP の存在で微量の Fe^{++} を加えると，吸光度の急激な減少を示し，電子顕微鏡像でもミトコンドリアが完全に破壊されているのが認められる。

収縮に対する時と同じように，このミトコンドリアの破壊の速さに対して線量との関係を求めてみると，第1図に点線で示したようにγ線の線量の増大とともに，こわれ易くなっているのが認められる。この効果は，おそらく脂質過酸化物の生成が照射によって強められるためと考えられるので，現在さらに追究中である。

〔研究発表〕

中沢透，新津せつ子；グリセリン処理ミトコンドリアの収縮と破壊，第36回日本生化学会総会（1963年10月）

Ⅵ. 遺 伝 研 究 部

概　　況

38年度，本研究部では2人の研究員を海外に送った。すなわち，中井斌博士は米国バークレイのカリフォルニア大学ドナー研究所に38年6月招へいされた。中井博士は同研究所の Tobias 博士のもとで，重イオン加速装置を使って研究する予定で，現在 Mortimer 博士と基礎的データを集積しつつある。また，渡部郁雄博士は38年12月出発して，米国ロチェスター大学の実験放射線学教室において，岡田重文博士に協力して培養細胞の放射線感受性の問題に取組んでいる。非常に面白いことに，ロチェスターの渡部博士の使っている培養細胞の系統は，生物研究部の舘研究員がロンドンの Chester Beatty 研究所で使っているものと同一であり，研究目標も全くよく似ていることである。生物，遺伝の研究員2人が，英，米両国で期せずして培養細胞の放射線感受性の問題で競演していることになる。

また，37年10月から西ドイツ，カールスルーエの原子力研究センター，放射線生物学研究所に留学中であった塩見遺伝第1研究室長は多大の成果を得て帰朝した。同室長は帰途，オランダで開かれた第11回国際遺伝学会に出席した。

また，中西宥博士(遺伝第1研究室)は38年10月，カリフォルニア州パサデナ医学研究所で開催された「放射線の影響を含む培養細胞の細胞遺伝学」シンポジウム(国際細胞学会主催)に出席，Phase cinematography studies on the effects of radiation and some chemicals on the cell and the chromosomes の題で講演を行なった。その後，パサデナ医学研究所に約1カ月滞在し，培養細胞に及ぼす放射線の影響について実験を行なった。

次に，遺伝研究部の研究であるが，遺伝第1研究室の仕事は2つに大別できよう。1つは放射線誘発突然変異の生成機構の追及であり，他は放射線の作用を細胞遺伝学的な面から追及する研究である。

前者については，突然変異発生機構を真正面から取組むことは労多くして功少ないことがよく知られているので，搦手からの攻撃を重点とした。すなわち，突然変異率を左右する要因が各方面から研究された。37年度に引続き，仲尾等は精子の体内貯蔵による突然変異率の上昇から，DNA の aging，すなわち，replication せずにおかれた DNA には老化があって，自然または放射線誘発いずれにおいても突然変異を上昇せしめるのではないかという仮説を提出した。また，突然変異率を左右する要因として，呼吸上昇に働く DNP の作用が試されたが，蚕ではマイナスの結果を得た。さらに，放射線耐性という現象が，長期連続照射により致死変異を生じたものを脱落させるような実験設計で得られるかどうかが研究されたが，1カ年約2,000 r の長期連続照射によっては耐性は得られず，むしろ放射線感受性が高くなっていることがわかった。これはさらに継続する予定である。さらに，突然変異率を左右する要因とその変更する程度を明らかにするために，蚕を材料として浸酸，温度の影響が(仲尾等)，また，塩見室長のグループではショウジョウバエを材料として，ペニシリンを培地に添加した場合の N_2 の効果がしらべられた。

ショウジョウバエを材料としては，さらに染色体の構成の差によって突然変異率の非常に異なることが，逆位および complementation の関係にある座位について追及されて興味ある結果を得た。特に，X染色体上4つの座位を用いて全体—モザイク突然変異生成のパターンを研究した業績は，遺伝学会のシンポジウムにおいて稲垣研究員が発表し，多くの討論を呼んだ。このように，高等生物を用いて DNA のレベルから突然変異生成機構を考察せんとする進み方は将来大切な分野になることと思われる。

一方，微生物を用いて photodynamic action により突然変異を誘発せんとする仕事は，中井研究員のグループで精力的に進められ，この過程に酸素が大切なこと，突然変異誘発と致死との間で線量効果曲線の異なること等を明らかにした。

これに対して，細胞遺伝学グループは，中西研究員を中心として蚕を材料として，精原細胞の時期別の放射線感受性を精細に分析し，時期別に感受性が異なり，遅い細胞期の精原細胞ほど高い感受性をもつことを明らかにした。また，紫外線局部照射により，染色体の行動がどのように変化するかの実験では，カイコの2核精母細胞を材料として研究が行なわれた。近接した2個の極の部分を直径10μのマイクロビームで照射すると，2個の娘染色体群はそれぞれ相対する非照射極に移動する。また，このときの移動の速度を分析すると，その速度は照射後の時間により異なる。これらの研究は細胞分裂の機構解析に大いに役立つことを期待し，その進展をはかりたいと思う。

また，分離細胞の組織再形成は細胞の分化を考察する上に興味ある技法であるが，雛胚を用い，分離細胞の凝集の様相とこの過程に対するクロランフェニコールの阻害作用が観察された。

アルテミア乾燥卵を材料としては，37年度に引続き，形態形成に及ぼすγ線の作用が追及され，再乾燥が発生の進歩を止め，もとの状態に逆行させることを明らかにした。

最後に，放射線による障害の細胞遺伝学的研究の準備実験として，ウサギ培養細胞の染色体の観察が行なわれた。

遺伝第2研究室では，突然変異が集団でどのように推移するかの理論および実験的研究が並行して行なわれた。まず，理論的研究では，根井研究員のグループにより致死遺伝子の平衡頻度に及ぼす連鎖と遺伝子相互作用の影響とが研究された。このような試みは今までもいくつかあったが，集団中に致死突然変異遺伝子を数多くヘテロの形で保有する機構について不明の点が多いので，この研究はその保有機構を明らかにするため，集団中における致死遺伝子の平衡頻度に及ぼす連鎖と遺伝子相互作用の影響とをとりあげた。この数値解には電子計算機を使用したが，理論的に集団遺伝学の問題を解決するために電子計算機は将来不可欠の機器となるであろう。

次に，放射線の遺伝的障害の評価には集団の近交係数が劣性突然変異に大きく影響するので，集団の細分化と近交係数を追及した。何故ならば，集団の近交度は近親婚のみならず，集団の細分化によっても生ずるからである。この問題を考えるに当っては，理論的のみならず，日本人集団の近交係数を，ABO 血液型，MN 血液型，色盲より実際に求めて，それぞれについて数値を得た(ABO 血液型については現在計算中)。

実験的方面では，渡部研究員はゾウリムシを材料として，37年度に引続き線量効果率からみた劣性致死突然変異と優性致死突然変異について，ヒット等の比較検討を行ない，戸張研究員は集団における致死遺伝子の保有機構を解析するため，ショウジョウバエを材料として実験を行ない，自然の致死遺伝子と正常のヘテロの淘汰係数は，温度，genetic background により有意に変化すること，致死遺伝子と温度，致死遺伝子と genetic background との間の相互作用はいずれも有意なことを明らかにした。

また，ショウジョウバエの腹部および胸部剛毛数を用いて，遺伝的に不均一な集団の量的形質に及ぼす放射線の遺伝的影響についてしらべた。

38年度中，本研究部の関係した文部省綜合研究班は，放射線による集団の遺伝的障害の基礎的研究（班長，森脇大五郎都立大教授），細胞における放射線の遺伝的影響(班長，田中信徳東大教授)，突然変異生成における放射線の線量効果の基礎的研究（班長，田島弥太郎遺伝研部長)，化学物質による突然変異生成機構の研究(班長，田島弥太郎遺伝研部長)等であった。

（遺伝研究部長　仲尾善雄）

1. 精子の体内貯蔵による蚕の放射線誘発突然変異率の変化

遺伝第1研究室
仲尾善雄*
山口英子
町田勇

* 遺伝研究部長

(1) 研究目標

Muller は，ショウジョウバエの自然突然変異率が精子を雌体内に貯蔵することにより，0.06％/week の割合で上昇すると述べている。われわれは，ショウジョウバエの伴性劣性致死突然変異率がX線照射精子の雌体内貯蔵によっても，自然突然変異率の上昇に相応する上昇を示すことを明らかにした。こうした精子貯蔵による放射線または自然突然変異率の上昇が，他の動物においても一般にみられる現象であるかどうかを明らかにするため，蚕の可視突然変異率を用いて実験を行なった。また，蚕では精子の雌体内貯蔵が困難であるため（交配後時間をおくと雌蛾が死亡するかまたは卵を産まなくなる)，精子の雄体内貯蔵を行ない，また，卵色可視突然変異を検出に用いた。

〔2〕 研究方法

蚕の野性型(C 108)雄蛾をX線照射した。X線は200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Al + 0.5 mm Cu フィルター, FSD 60 cm, 約60 r/min. の照射条件で, 3,000 r照射した。照射した雄蛾は2群に分かち, 1群は直ちに *pere*/*pere* 雌蛾に交配した。他の1群は5℃に貯蔵し, 20日間貯蔵後 *pere* / *pere* 雌蛾に交配した。この交配より得られた卵の色をしらべて突然変異率を求めた。変異率の基数になる調査卵は孵化後に正確に数えるので, 現在なお概数である。

〔3〕 研究結果

結果は第1表に示すとおりである。

第 1 表

処理	調査卵++	*pe*	*pe*+*	*re*	*re*+*	変異卵計	変異率†
3000 r no storage	8,388	4	36	1	4	45	0,536
3000 r 20日storage	7,078	17	86	4	5	112	1,582
0 r no storage	8,553	1	9	0	1	11	0,128
0 r 20日storage	7,742	11	7	0	1	19	0,245

* *pe*+, *re*+はそれぞれ*pe*と+および*re*と+とのモザイクを示す。

† 変異率は調査卵に対する全変異卵の割合を示す。

++ 調査卵は概数である。

表から明らかなように, 照射区においても非照射区においても, 貯蔵により率が上昇していることがわかる。

〔4〕 考察

いままでショウジョウバエを用いて, 伴性劣性致死突然変異率が, 照射した場合にも(非照射の場合にも), 精子の雌体内貯蔵により上昇することを明らかにした。可視突然変異が, 蚕においても雄体内貯蔵により上昇することがわかった。この理由にはいろいろ考えられる。しかし, 現在われわれは, DNA の aging により突然変異率が上昇するのではないかという working hypothesis を前提として研究している。この点についてさらに実験を進めていきたい。

〔研究発表〕

仲尾善雄, 山口英子, 町田勇; 精子の体内貯蔵による蚕の放射線誘発可視突然変異率の変化, 日本動物学会第34回大会(1963年10月)

2. 蚕の放射線誘発可視突然変異率に対するDNP前処理の効果

遺伝第1研究室
仲尾善雄*
山口英子
町田勇

* 遺伝研究部長

〔1〕 研究目標

われわれはさきに, *Bufo* 胚, ウニ胚を用いて, 2, 4-dinitrophenol (DNP)処理が放射線誘発胚発生異常や発生遅延に対して保護的に働くことを明らかにした。DNPが組織呼吸を上昇させることは, いろいろの材料を用いて証明されている。一方, anoxia が放射線の生物学的作用を軽減することは周知の事実である。

したがって, DNP の保護効果は一見奇妙のようであるが, Praslička, M. *et al.* は, mice を用いてやはりDNP に保護効果のあることを明らかにし, Fritz-Niggli は, ショウジョウバエの伴性劣性致死および転座がDNP により保護されることを明らかにした。DNP の保護効果が遺伝的作用にも及ぶことが普遍的事実であるかどうかをしらべるため, 蚕の可視突然変異率がDNPによりどのように変化するかを観察した。

〔2〕 研究方法

蚕の野性型(108)に DNP を注射した。用いた DNP は $10^{-3}M$ に海水に溶かしたものを原液とし, 0.4 %NaCl で3倍に薄めた。この DNP 液 0.05 ml を蚕の雄蛾の精巣部に注射し, 約1時間後にX線照射をした。X線は200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Al+0.5 mm Cu, フィルター, FSD 60 cm, 60 r/min. の条件で, 3,000 r 照射した。照射後直ちに *pe*/*pe* 雌蛾に交配して, その産む卵の色から突然変異率を求めた。突然変異率の基数の正常卵色はなお概数であるので, 正確な数は孵化後計数する。

〔3〕 研究結果

結果は第1表に示すとおりである。

第 1 表

処理	観察卵数	*pe*	*pe*+*	全変異卵数	変異率	不受精卵+	不受精率
対照	5,220	7	5	12	0.23	1,230	23.56
DNP	4,366	7	0	7	0.16	2,107	48.25
3,000 r	6,300	8	52	60	0.95	1,309	20.77
DNP+3,000 r	11,894	23	175	198	1.66	4,281	35.99

* *pe* + は *pe* と野性型とのモザイク

\+ 不受精卵は着色前死卵を含む

第1表から明らかなように，DNP 処理のみは不受精率を上昇せしむるほか，ほとんど変異率に影響しない。3,000 r の照射区について比較すると，DNP 前処理により，突然変異の上昇および不受精率の上昇はみられるが，保護効果はみられない。

（4） 考　　察

DNP の保護効果は何によるかなお明らかではない。酸素効果によるものでないことは，DNP によりなお充分呼吸上昇のみられる間において保護効果のあることから明らかである（すなわち，呼吸の上昇は組織細胞の anoxia をひき起すとはいい得ない）。DNP による放射線の化学防護は，通常の呼吸に影響を与えないような濃度の NaN_3 で消失する。DNP 呼吸も NaN_3 で抑えられることを考えると，DNP の保護効果は呼吸と深い関連があるように思われる。Oxydative phosphorylation についても考えねばならぬ。ショウジョウバエにおいて，DNP が致死突然変異や転座に対し保護効果を示すにもかかわらず，蚕においてこの作用がみられないのはショウジョウバエと蚕の組織（細胞）に対する DNP の作用が，その含む酵素等のため異なることによるのであろう。この理由は将来追究していきたい。

〔研究発表〕

仲尾善雄，山口英子，町田勇；細胞の放射線感受性を左右する要因，文部省総合研究「生体に対する放射線作用の生理，生化学的研究」班会議(1964年2月)

3. X線誘発致死突然変異率に対する長期連続照射の影響

遺伝第1研究室

仲　尾　善　雄*

山　口　英　子

町　田　　勇

* 遺伝研究部長

Muller-5 法は，キイロショウジョウバエにおいてX染色体上に生ずる致死突然変異を検出する非常に巧妙な方法であり，この方法によれば，X染色体上に生じた致死遺伝子により F_2 野性型雄は脱落する。したがって，この方法を用いると，F_2 野性型雄は X 染色体に致死の生じなかったもののみを拾うことができる。長期照射により，果して遺伝的に抵抗性獲得が得られるかどうかを試すことができる。本実験は，^{60}Co γ線の長期連続照射により，果して遺伝的に抵抗性が生ずるかどうかを知るため，X染色体上放射線誘発致死率の変化をしらべたものである。

（1） 材料および方法

キイロショウジョウバエの野性型として OrK を用いた。One pair から増殖した OrK♂♂ 17 pairs を牛乳瓶に入れ（交配の相手は M-5 ♀♀），このような瓶を7本準備した。照射線源は5 curie の ^{60}Co γ 線を用い，線源を背面にするよう低温恒温器(25℃)をおき，瓶を7本線源に対して円弧の形においた。線量は牛乳瓶中で測定した。F_1 は7本の瓶から集め，一度よく混合して F_2 をつくり，同様に F_2 をよく混じてその中から 119 の野性型♂♂を拾い出し，M-5♀♀を当初の交配のごとく瓶毎に17 pairs 宛入れてこれを繰返した。実験開始7カ月間は 4.3 r/day，後半4カ月は 10.3 r/day，合計 2,000 r 照射後実験に供した。他方，全く実験と同様な交配を継代する非照射対照を設けた。

その後，この両者を同時にX線照射して伴性劣性致死を求めた。X線照射は 200 kVp，20 mA，90 r/min.（0.5 mm Cu＋0.5 mm Al フィルター）の条件で行なった。線量は対照，1,500 r，3,000 r の3つの区分で行なったが，一斉に照射を行なうと調査染色体数が少なくなるので，30 世代目に 3,000 r，32 世代目に 1,500 r，34 世代目に 0 r の照射を行なった。連続照射，対照両群より 250♂♂を取出し（羽化後1～2日），照射して3日間M-5♀♀に交配した。Lethal 検出は F_3 までとり，mass mating を行なった。

（2） 結　　果

結果は第1表に示すごとくである。

第1表　長期連続照射による伴性致死率の変化

世代数	区　分	線　量	調査染色体数	lethal	semi-lethal	率(%)*
30世代	連　照	3,000 r	5,211	297	31	5.70±0.32
	対　照	3,000 r	5,428	251	30	4.62±0.28
32世代	連　照	1,500 r	5,761	151	25	2.62±0.21
	対　照	1,500 r	5,467	151	20	2.76±0.22
34世代	連　照	0 r	6,694	16	4	0.24±0.06
	対　照	0 r	6.678	12	6	0.18±0.05

* 変異率には semi-lethal を含まない。

表から明らかなように，1,500 r 照射区で長期連続照射区と対照区に差のみられないほかは，3,000 r 区でも 0 r 区でも常に長期照射区の方が対照区より変異率が高いことがわかる。

（3） 考　　察

このような方法によって，致死突然変異を起したX染色体が脱落し致死を生じなかったX染色体のみが残って

放射線抵抗性が得られるか，または非照射の継代染色体に比べて，より飽和度の高い(次の照射で additive な致死を生ずるような)状態が生ずるかは難しい問題である。この連続照射はさらに継続し，また，50世代よりは吉田幸弘氏の suggestion により，M-5 の代りに attached-X を入れて手数を省略した。

〔研究発表〕

1. 仲尾善雄，山口英子，町田勇；X線誘発突然変異率に対する長期連続照射の影響，日本放射線影響学会第5回研究発表会(1963年7月)
2. Nakao, Y., E. Yamaguchi and I. Machida; The effect of chronic irradiation on sex-linked lethal mutation frequencies in *D. melanogaster*, *DIS*, 38, 90 (1963)

4. 蚕の放射線誘発可視突然変異率に対する浸酸，温度の影響

遺伝第1研究室

仲尾善雄*

山口英子

町田勇

* 遺伝研究部長

蚕のV連関群に属する *pe*(0.0)，*re* (31.7) は突然変異検出のために極めてすぐれた方法である。この方法を利用して，卵色における放射線誘発突然変異を検出する場合，いろいろの要因がどのような程度に変異率を左右するかをしらべた。ここでは卵の浸酸処理と保護温度との影響について述べる。

(1) 材料と方法

野性型の蚕の雄蛾を照射し，*pe re* について2重劣性の♀♀に交配し，この産む卵を2群に分かち，i)1群は浸酸処理をし，他方は浸酸処理を行なわず，ii) 一方は10℃で発育せしめ，他方は27℃で発育せしめた場合の可視突然変異率の相違を比較した。照射条件は200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Cu+0.5mm Al フィルターで行なった。浸酸は24℃にて25時間経過後に通常の15％塩酸46℃にて行ない，その後よく水洗して風乾した。脱落防止は2％フォルマリンで行なった。

(2) 結果

結果は第1表および第2表に示すごとくである。

第1表より，明らかにみられる差異はない。しかし，浸酸の場合は僅かであるが変異率の低下がみられる。

第2表においては，卵の保護温度は10℃の場合に比べて27℃で明らかに高い。しかも明らかに *pe*+ のモザイクの増加が著しい。

第1表　可視突然変異率に対する浸酸の影響

処理	線量	調査卵数*	*pe*	*pe*+	*re*	*re*+	変異卵	率
	3,000 r	35,331	33	218	12	18	276	0.787
浸酸	3,000 r	25,759	15	120	8	20	163	0.637
	0 r	20,623	10	14	0	0	24	0.117
浸酸	0 r	14,720	1	2	0	0	3	0.020

* 調査卵数は概数である。

第2表　可視突然変異率に対する保護温度の影響

温度	線量	調査卵数*	*pe*	*pe*+	*re*	*re*+	変異卵	率
10℃	3,000 r	10,573	15	47	3	7	72	0.686
10℃	0 r	9,757	11	25	9	6	51	0.525
10℃	0 r	7,599	9	7	0	0	16	0.211
10℃	0 r	3,847	5	0	0	0	5	0.130
27℃	3,000 r	12,738	9	145	2	12	168	1.337
27℃	3,000 r	14,575	16	112	8	15	151	1.047
27℃	0 r	4,797	0	5	1	0	6	0.125
27℃	0 r	4,834	0	2	3	0	5	0.104

* 調査卵数はなお概数である。

(3) 考察

調査卵数はいずれも概数であるが，浸酸によりほとんど差はないと思われる。浸酸区における変異率の僅かな低下は，浸酸により，変異卵の判別が困難になることによるのであろう。すなわち，浸酸処理により漿液膜の色が区別し難くなることによるものと考えられる。

温度が高い時に変異率の高いことは，発育の早いほど欠失のごときものの表現が高率になることによると思われる。特に，*pe*+ の増加はこの説明の根拠になる。しかし，*pe* 座位に比し，*re* 座位の増加は甚だしくない。このことは座位の特殊性によるものと考えられる。

5. ショウジョウバエにおける放射線誘発全体—モザイク突然変異の比較解析

遺伝第1研究室

稲垣栄一

仲尾善雄*

* 遺伝研究部長

近年，高等生物においても DNA の分子構造と結びつけて突然変異の誘発機構を解明するため，種々の mutagenic agents によって誘発される全体—モザイク突然変異の比較解析が盛んに試みられるようになった。

このような試みは，いずれも Muller (*10th Intern. Congr. Genet.*, 1, '58), Muller, *et al.* (*Genetics*, 46, '61) 等の提唱する，高等生物の遺伝子もその本質は微生物におけると同様に，DNA 2-strands から成るという理論的背景に立脚している。彼らの理論によれば，この DNA 2-strands に生じた変化は必然的に全体突然変異に導びかれ，一方，one-strand のみの変化はモザイク突然変異となる。

この仮説の是非は，今後高等生物における突然変異誘発機構の問題を，より本質的な面から理解する上に重要な意味を含んでいるので，ここにショウジョウバエの劣性可視突然変異形質を標識として，X線誘発全体—モザイク突然変異の比較解析を試みた。

（1） 材料および方法

標識遺伝子としては，X染色体上の yellow (0.0), white (1.5), miniature (36.1), forked (56.7)を用いた。すなわち，キイロショウジョウバエの野生型 Canton-S 系統の羽化後2日目の雄に 1,000 r, 2,000 r, 3,000 r および 4,000 r (200 kVp, 20 mA, 1.0 mm Cu+0.5 mm Al, 100 r/min.) の X 線を照射し，*y*, *w*, *m*, *f* をホモにもつ雌と 2 日間交配し，その F_1 雌個体に関して問題とする 4 つの座位形質について詳細な調査を行なった。

（2） 結　　果

結果は表(第1表～第5表)に示すごとくである。まず，全体突然変異に関しては，第1表に示すようにその誘発率は線量の増加に比例して明らかに上昇する。一方，モザイク突然変異も同様に線量の増加に伴なって上昇する傾向がみられた。しかしながら，これらのモザイク突然変異の大部分は，標識として用いた4つの遺伝子のうち少なくとも2つ以上を同時に伴なって出現する multiple-mutants であった。しかも，これらの multiple-mutants は明らかに gynandromorph であり，その生成機構は染色体放棄によると思われるので，第2表には

第1表 Frequencies of whole-body mutants induced by X-rays in mature sperm

dose (r)	No. of F_1 females	No. of whole-body mutants	frequency (%)
1,000	12,767	6	0.047
2,000	5,962	9	0.151
	4,932	4	0.081
3,000	5,980	16	0.268
	6,845	14	0.205
4,000	5,750	19	0.330
control	20,985	1	0.005

第2表 Frequencies of fractional mutants induced by X-rays in mature sperm

dose (r)	No. of F_1 females	No. of fractional mutants	frequency (%)
1,000	12,767	6	0.047
2,000	5,962	2	0.034
	4,932	3	0.061
3,000	5,980	3	0.050
	6,845	3	0.044
4,000	5,750	3	0.052
control	20,985	3	0.014

これらを除去し，標識として用いた4つの遺伝子が独立に突然変異を生じたものについて，線量との関係を示した。明らかに，このようなモザイク突然変異の誘発率は1,000 r から 4000 r の各照射区では非照射対照区に比して高いけれども，線量の増加によって上昇することはなく，用いた範囲の線量域ではほとんど差が認められない。

次に，brood pattern から全体—モザイク突然変異を比較してみると，第3表，第4表のごとくであって，全体突然変異の場合には，明らかに spermatid において感受性が高いという従来よく知られた突然変異率の shift を示す。これに対して，モザイク突然変異では brood による差はほとんどみられず，明らかに stage difference は存在しないという結果を示している。

さらに，照射時における酸素効果は全体—モザイク突然変異について比較した結果を第5表に示す。全体突然変異では，N_2 中での照射は空気中での照射に比し変異

第3表 Brood pattern of X-ray induced whole-body mutants

brood*	No. of F_1 females	No. of whole-body mutants	frequency (%)
I	18,106	7	0.039
II	9,632	5	0.052
III	17,740	35	0.197

第4表 Brood pattern of X-ray induced fractional mutants

brood*	No. of F_1 females	No. of fractional mutants	frequency (%)
I	18,106	5	0.028
II	9,632	3	0.031
III	17,740	5	0.028

* Brood: two virgin females for every two days.

率に明らかな低下がみられるが，モザイク突然変異では酸素の存在しないため誘発率の低下は認められない。

これらの一連の実験結果は，全体突然変異とモザイク突然変異の発生が異なる機作のもとで行なわれるであろうことを強く示唆するものである。

第5表 X-ray induced mutation rates of *Drosophila* germ cells in different atmospheres

treatment	induced mutations(%) whole	fractional
mature spermatozoa (3000 r-X-rayed in air)	0.153 (23/15,022)	0.027 (4/15,022)
mature spermatozoa (3000r-X-rayed in N_2)	0.0934 (22/22,142)	0.0452 (10/22,142)

（3） 考　　察

過去におけるこの種の実験において明らかにふれている1つの大きな特性は，放射線によって誘発される突然変異の大部分は全体突然変異であり，モザイク突然変異の誘発率は著るしく少ないということである。しかし一方，化学物質で処理した場合には，逆にモザイクが突然変異の70～90％に及ぶということも明らかにふれており，両種の突然変異型は，用いる mutagens によってその反応様相を著るしく異にする。

本実験における結果も，明らかに全体突然変異とモザイク突然変異とはその発生機作において本質的に異なるものであろうことを示唆している。

すなわち，この両種の突然変異型は線量に対する発生率との関係においても，また時期別の発生率においても全くその様相を異にする。

古く Bonnier (*Brit. J. Rad.*, 25, '52)は，放射線の間接作用と突然変異誘発率との関係を追及し，この間接作用によって生ずる突然変異はかなり低い線量域で飽和に達することを指摘している。この時は未だ Watoson-Crickの モデルも明らかにされていなかったが，彼の結果は現在においても非常に示唆に富んでいるものといえよう。

かようにして，もしこのモザイク突然変異が放射線の間接作用と関係するものとすれば，その誘発率が brood pattern において差がないことも これでよく 説明される。しかしながら，空気中，N_2 中照射に差がみられないことは逆に説明困難である。Oster のいう LET の異なる放射線によっても，モザイク突然変異の誘発率に差がみられなかったという記述と考え合せて，間接作用による生成の都合の悪い点である。

このように，高等生物における全体―モザイク突然変異の比較解析は種々の点において重要な問題を含んでいるが，特に，高等生物の染色体が DNA のどのような複合構造からなるかという問題，自然突然変異の発生機構および放射線誘発突然変異の発生機構の解明に大切な手がかりを与えるものと思われる。

［研究発表］

稲垣栄一，仲尾善雄；ショウジョウバエにおける放射線誘発全体―モザイク突然変異の比較研究，日本遺伝学会第35回大会(1963年10月)

6. 染色体の構造によるキイロショウジョウバエのX線誘発突然変異率の変化

遺伝第1研究室
稲　垣　弘　子
仲　尾　善　雄*
* 遺伝研究部長

突然変異率を左右する要因については，数多くのものが以前から考えられ，それについて多くの研究者により追及されてきた。その中の1つとして，染色体の構造が変異率にどのように影響するかについてしらべたので，その結果について報告する。

（1） 材料と方法

キイロショウジョウバエの $y\ sc^{si}\ In\ 49\ sc^{s}$; bw ; st (この系統は Edinburgh 大学の Institute of Animal Genetics より提供された。以後0-1と略称する）および野生型(Canton-S 系統）の羽化後48時間の雄に，X線3,000 r (200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Al+0.5 mm Cu フィルター）を照射し，y, w, m, f に関しホモの雌に交配した。この交配の F_1 について，各座位における劣性可視突然変異率を求めた。0-1における y とこの y, w, m, f の y（この y は京都大学理学部動物学教室からきたものである）とは complementation の関係にあり，0-1 × y, w, m, f は野性型の体色を示す。

また，0-1は逆位を有するので，M-5と0-1の羽化後48時間の雄同様の条件で3,000 r 照射して比較を行なったり，さらに，Canton-S と y, w, m, f 雄とを照射して，0-1雌と交配する実験も行なった。

（2） 結　　果

結果は第1表～第3表に示すごとくである。すなわち，第1表では0-1，Canton-S 両系統の y 以外の座位では変異率に差がみられない。しかし，y 座位においては，0-1系統の方が変異率が10倍以上も高い。また，非照射対照についても0-1系統の方が変異率が

第1表 Comparison of mutation rates at the four loci (y, w, m, f) on X-chromosome between 0-1 and Canton-S males (48 hr. old)

strain	dose (r)	No. of F_1 females	No. (rates) of mutant			
			y	w	m	f
0-1	3,000	7,924	36 (0.45)	5 (0.06)	2 (0.03)	0 (—)
	0	7,671	2 (0.03)	1 (0.01)	1 (0.01)	0 (—)
Canton-S	3,000	6,845	3 (0.04)	8 (0.12)	3 (0.04)	0 (—)
	0	13,665	0 (—)	0 (—)	0 (—)	0 (—)

Figures in parentheses are mutation rates(%).

第2表 Comparison of mutation rates between M-5 and 0-1 males (48 hr. old) mated to y, w, m, f females

strain	dose (r)	No. of F_1 females	No. (rates) of mutants			
			y	w	m	f
M-5	3,000	8,111	18 (0.22)	2 (0.03)	4 (0.05)	1 (0.01)
	0	2,835	0 (—)	0 (—)	0 (—)	0 (—)
0-1	3,000	7,924	36 (0.45)	5 (0.06)	2 (0.03)	0 (—)
	0	7,671	2 (0.03)	1 (0.01)	1 (0.01)	0 (—)

Figures in parentheses are mutation rates(%).

高いように思われる。ここに用いられた両系統は，y 座位について complementation を示すのみならず，0-1が大きな逆位をもつという点においても異なっている。そこで，0-1と同様に X 染色体上大きな逆位をもつM-5系統と0-1とを比較してみた。

その結果が第2表である。表から明らかなように(第1表と比較して)，M-5系統ではCanton-Sより突然変異率が高い。したがって，逆位がこうした突然変異頻度の高い原因の1つとも考えられる。しかし，この逆位が y 座位にのみ大きな影響を及ぼすのかどうか，また，y 座位についても，0-1の方がM-5より変異率が2倍高いことから，complementation も大きな原因であるということは確かである。

次に，第1実験における交配を逆にして，Canton-S と y, w, m, f の両系統を照射して，0-1雌と交配する実験を行なった(第3表)。表から明らかなように，逆の交雑の場合には，y 座位においても，Canton-S と y, w, m, f との間には差がみられないことがわかる。

第3表 Comparison of mutation rates between Canton-S and y, w, m, f, strains (48 hr. old males) mated to 0-1 females

strain	dose (r)	No. of F_1 females	mutation at y locus	
			No.	rate
y, w, m, f	3,000	8,582	12	0.14
	0	1,941	2	0.10
Canton-S	3,000	6,116	11	0.18
	0	1,910	2	0.11

(3) 考　　察

ここに現われた結果の説明は困難である。もし，問題にしている y 座位が complementation の関係にあることが原因であるとすると（y 座位のこのような性質については，今まで何人かの研究者によって指摘された），どのような交配，すなわち，正逆いずれの交配についても，y 座位における突然変異率が高くなければならないが，事実は反対であって，第1表，第3表にみるごとく0-1を照対して y, w, m, f に交配すると，Canton-Sの10倍近く突然変異率が上昇するが，逆に，y, w, m, f を照対して0-1に交配すると，突然変異率は Canton-S と異ならない。

逆位についても同様であって，第1表，第2表からは逆位も y における高い突然変異率の1つの原因と考えられるが，第3表は否定的であって，さらに，逆位が y 座位のみに効果的であることも説明に困難である。ただ，y 座位突然変異体の検定を行なってみると，0-1系統照射の場合，ほとんど F_2 で1種 (y, w, m, f) の雄しかみられない。このことは，Frye, S. のいうごとく欠失である可能性の高いことを示している。もし，欠失とすれば，切断，再融合の過程についても考察する必要が生ずる。いずれにせよ，理由は現在明らかではないが，染色体の構造により，このように変異率が変化することは，非常に興味あることであり，この問題の追及は突然変異誘発の手がかりとして有用であると思う。

[研究発表]

稲垣弘子，仲尾善雄；染色体の構造によるキイロシ

ウジョウバエのX線誘発突然変異率の変化，日本遺伝学会第35回大会(1963年10月)

7. X線の突然変異誘発に対するペニシリンの抑制効果

遺伝第1研究室
塩見敏男
稲垣弘子

本研究については，すでに大要を報告した（放医研年報，昭和37年度，100～102頁)が，その後不足のデータを補なったので追加する。材料，方法などについては省略し，結果だけを要約すると次のようになる。

1) ペニシリン自体は突然変異誘発作用を示さない。
2) ペニシリン添食をしたショウジョウバエを照射した場合，突然変異誘発率は通常培地で育ったハエの場合に比べて半分近くまで減少する(第1表)。
3) 線量—誘発率関係はペニシリン・グループでも直線的である。
4) 幼虫期前半にペニシリンを与えた方が，後半に与えるよりも，羽化後照射した場合に誘発される突然変異の抑制に効果的である(第2表)。
5) ペニシリン含有餌料は通常餌料の場合に比べて，幼虫の発育を約1日おくらせるが，羽化率は対照よりも10％近くよくなる(放医研年報，昭和37年度，101頁，第2図)。

ペニシリンは最も著名な抗生物質の1つであり，グラム陽性菌に対し効果を発揮するが，これは細菌膜のRNAに作用し，アミノ酸摂取を阻害して発育を抑えると考えられている。

ペニシリン自体の作用機作も不明の点が多いが，放射線による突然変異の誘発を抑制する事実についても明確な解釈はまだできていない。ペニシリンの作用をうけた生殖細胞がX線による障害をよりうけやすく，それが照射後授精するまでに淘汰される結果，誘発率の低下という形であらわれるという仮定は，F_1羽化率が対照よりもよいことから考え難い。また，ペニシリンの化学構造式から，SH基による防護作用も考えられるが，幼虫期に添食させただけで，蛹という，呼吸以外に外部から物質の与えられない時期を通じて成虫になるまでの時間的経過を考え，特に，幼虫期前半の添食が有効である事実をみると，SH基による直接的な防護に基礎をおくことも無理であろう。細菌では，ペニシリンがRNAアーゼに対し阻害作用をもつこと，ハエの幼虫期の発育がおくらされ，しかも羽化率はよくなるというような結果を考えると，誘発率低下の原因が，幼虫期における代謝，特に，蛋白代謝に何らかの関係をもつことは明らかであろう。

ショウジョウバエを材料にした突然変異誘発実験において，感受性の差異をもたらすいくつかの，材料自身のもつ生理的要因があるが，照射される親の羽化後の日数もその1つにあげられる。雌の体内に入った精子（貯精嚢内の）にX線を照射した場合や，染色体異常誘発率をしらべた結果では，ペニシリン効果がみられない（いずれも未発表データ）ことなども考えあわせて，今後の研究を進めていきたい。

第1表　X線誘発致死突然変異率とペニシリンの抑制効果

培地	X線線量(r)	調査X染色体数	致死数	突然変異率(%)
通常	0	1,977	4	0.20
	500	1,350	16	1.19
	1,000	1,289	27	2.10
	2,000	1,301	49	3.76
	3,000	1,536	85	5.53
ペニシリン含有	0	3,504	6	0.17
	500	1,323	7	0.53
	1,000	1,533	19	1.24
	2,000	1,288	24	1.86
	3,000	1,325	49	3.70

第2表　ペニシリン添食時期と抑制効果

X線	飼育条件	調査染色体数	致死数	突然変異率(%)	前半期でのPの有無(%)
0r	N+N	1,155	2	0.17	0.27
	N+P	1,830	6	0.33	
	P+N	2,178	5	0.23	0.25
	P+P	961	3	0.31	
3,000r	N+N	1,427	72	5.05	4.77
	N+P	2,595	120	4.63	
	P+N	4,005	146	3.64	3.57
	P+P	1,257	42	3.34	

N：通常培地，P：ペニシリン含有培地

[研究発表]

Shiomi, T.; Effect of penicillin feeding on the reduction of radiation induced mutation rate in *Drosophila melanogaster*, *The XI International Congress of Genetics*, The Hague, The Netherlands, Sept., 1963, *Genetics Today*, *Pro-*

ceedings of the Congress, Vol. 1, 71, Pergamon Press.

8. 放射線の遺伝的影響に対するショウジョウバエ成熟生殖細胞の感受性の差異と N_2 処理効果

遺伝第1研究室
塩　見　敏　男

放射線の突然変異誘発効果が，照射をうけた生殖細胞の発育時期によって異なることは，これまでに明らかにされた事実である。このような感受性の差異が何によってもたらされるのかは，現在，放射線遺伝学の研究分野において大きな問題になっている。

同一雄を次々に新しい雌に交配していくことで，雄性生殖細胞の各発育時期における誘発突然変異率の比較をすることができるが，従来多くの実験で精子として扱われ，形態的には区別できない時期の中にも，感受性の違いがあるのではないかといわれ，また，感受性の差異をみるときに，より斉一な材料でさらに詳しく比較分析をする必要があると考えられてきている。精子段階の感受性の差異も，その原因が放射線による障害からの回復のためか，酸素分圧の違いのためか，あるいは他の生理的条件によるのかが問題になる。

すでに放射線照射時の N_2 ガス処理が感受性を低下させることはよく知られているので，上述の問題を明らかにするため，その効果をしらべるとともに，処理が突然変異誘発率以外に，例えば，F_1 羽化数などに及ぼす影響についても実験を行なった。

(1) 材料および方法

照射には羽化後3～4日のショウジョウバエ *Drosophila melanogaster* の *Bar* 雄を用い，Oster(1958)が考案した伴性劣性致死突然変異および常染色体転座を同一被照射雄からそれぞれ検出できる方法で実験した。交配は1 *Bar*♂×10 *y sc*^{s1} *In 49 sc*^{s} ; *bw* ; *st* ♀♀とし，24時間ごとに新しい雌にかえ5日間にわたるブルードについて誘発率をしらべた。1雄に対し，10雌という過剰のものを与えたのは，しらべるブルードの精子が材料として均一であるためで，24時間の間に用いられるべきものが使われずに次のブルードにもちこされるということがないようにした。また，交配は集団とせず，各雄ごとに行ない，個体差や交配しなかったために起る実験結果への影響などについてチェックできるよう配慮した。これらの結果は整理中である。

N_2 ガスは純度99.99％のものを用い，X線は150kVp，15 mA，毎分500 r の割合で照射した。実験温度は F_2 飼育を23°±1 °Cで行なった以外はすべて25°±1 °C であった。

(2) 実験結果

1) N_2 処理時間と F_1 羽化数

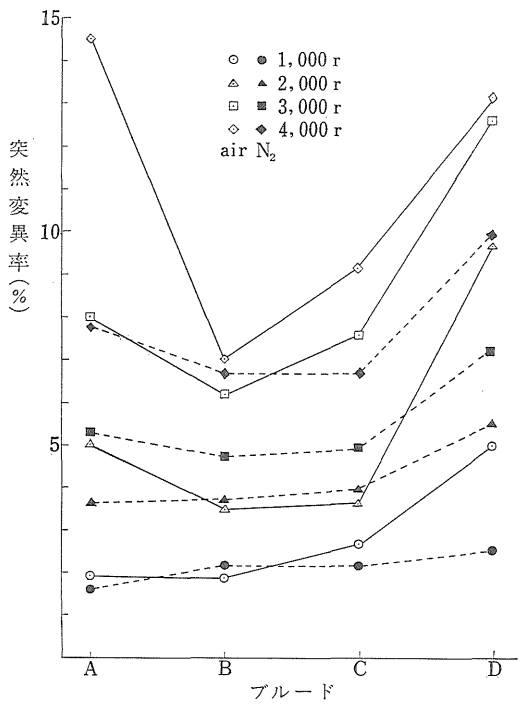
ハエを小型照射容器中におき N_2 ガスを流すと，急速に運動を停止し仮死状態になる。死亡したときと同じ形態的特徴を示すが，2～3時間処理をしても，空気中に戻すと15～20分後には麻酔からさめる。120分処理群では F_1 数が著しく少なくなり，60分処理で対照群の4分の1以下，30分処理群でもやはり低下はみられる。

2) N_2 処理時間と突然変異誘発率

X線2,000 r の照射時間4分を含めて，それぞれ15，30，60分間 N_2 ガスで前処理を行ない，そのあと4日間のブルードにおける突然変異誘発率をみたが，各処理グループの間に著しい差はみられなかった。

3) 成熟生殖細胞にみられる感受性の差異と N_2 処理効果

X線1,000，2,000，3,000および4,000 r を対照グループ(空気中)および N_2 処理30分(照射時間を含む)のグループにそれぞれ照射し，4～5日間24時間ごとのブ



第1図　伴性劣性致死突然変異率と N_2 処理の響影

第1表　誘発突然変異率と N_2 効果

a.　伴性劣性致死突然変異率(致死/調査 F_1 ♀数)

	ブルード / 線量(r)	A	B	C	D	E	A～E計
空気	1,000	39/2,036 *1.92%*	21/1,133 *1.85%*	39/1,464 *2.66%*	42/848 *4.95%*	32/389 *8.23%*	173/5,870 *2.95%*
	2,000	44/878 *5.01%*	33/954 *3.46%*	33/905 *3.62%*	56/583 *9.60%*	5/21 *23.8%*	171/3,341 *5.12%*
	3,000	81/1,011 *8.01%*	39/628 *6.20%*	80/1,058 *7.56%*	22/175 *12.6%*	9/29 *31.0%*	231/2,901 *7.96%*
	4,000	21/145 *14.5%*	19/272 *6.98%*	50/612 *9.17%*	19/145 *13.1%*	6/43 *14.0%*	115/1,217 *9.45%*
窒素処理	1,000	51/3,061 *1.67%*	46/2,113 *2.18%*	57/2,668 *2.14%*	64/2,578 *2.48%*	68/2,069 *3.29%*	286/12,489 *2.29%*
	2,000	115/3,183 *3.61%*	108/2,929 *3.69%*	89/2,250 *3.96%*	87/1,697 *5.13%*	20/313 *6.39%*	419/10,372 *4.04%*
	3,000	141/2,673 *5.28%*	60/1,266 *4.74%*	102/2,069 *4.93%*	81/1,125 *7.20%*	56/693 *8.08%*	440/7,826 *5.62%*
	4,000	59/757 *7.79%*	44/657 *6.70%*	110/1,642 *6.70%*	110/1,109 *9.92%*	74/559 *13.2%*	397/4,724 *8.40%*

b.　Ⅱ-Ⅲ　転　座　率　(転座/調査 F_1 ♂数)

	ブルード / 線量(r)	A	B	C	D	E	A～E計
空気	1,000	14/1,560 *0.90%*	3/1,014 *0.30%*	16/967 *1.65%*	13/521 *2.49%*	7/176 *3.97%*	53/4,238 *1.25%*
	2,000	47/974 *4.83%*	27/842 *3.21%*	26/864 *3.01%*	43/500 *8.60%*	4/9 *44.4%*	147/3,189 *4.61%*
	3,000	55/616 *8.93%*	21/421 *4.98%*	45/861 *5.23%*	6/84 *7.15%*	1/11 *9.1%*	128/1,993 *6.42%*
	4,000	10/113 *8.85%*	11/201 *5.48%*	33/435 *7.59%*	5/74 *6.76%*	4/24 *16.7%*	63/847 *7.44%*
窒素処理	1,000	14/2,284 *0.61%*	10/1,605 *0.62%*	20/2,199 *0.91%*	11/1,578 *0.70%*	17/1,202 *1.41%*	72/8,868 *0.81%*
	2,000	59/2,972 *1.99%*	31/2,490 *1.24%*	34/1,772 *1.92%*	58/1,370 *4.23%*	16/234% *6.84%*	198/8,838 *2.24%*
	3,000	30/1,201 *2.50%*	18/712 *2.53%*	34/1,424 *2.39%*	45/774 *5.82%*	42/505 *8.32%*	169/4,616 *3.66%*
	4,000	33/665 *4.96%*	26/507 *5.13%*	53/1,132 *4.68%*	73/737 *9.91%*	49/305 *16.1%*	234/3,346 *6.99%*

ルードにおける伴性劣性致死および転座の誘発率をしらべた。空気中照射の場合，これまで精子として扱われてきた段階(ブルードA～C)にも感受性に差のあることが認められ，第2日，第3日を底としたU字型の誘発率パターンを示すが，N_2 処理によってこれが直線的になり，第4日，第5日と未熟精子の時期にかけて上昇を示す形をとることがわかった(第1表および第1図)。

(3)　考　　察

N_2 処理時間と F_1 数との関係をみると，明らかに N_2 処理がハエの生殖能力に悪影響を与えていることがわかる。N_2 による麻酔から回復したのち，a)雄の交尾行動力が回復していない，b)交尾行動はあっても，充分な精子を雌に与えることができない，あるいはc)精子自体が障害をうけたために授精率が低下する，というようないくつかの原因が考えられるが，雄ごとにしらべた結果からは，処理後24時間に交尾能力が低下したとは考えられない。精子そのものも，本来細胞として anoxic であると考えられているので，精子自体よりもむしろ交尾授精に際して役割を果す seminal fluid の分泌作用が阻害されるというようなことが授精率を低下させ，F_1 数減少の原因になるのではないかと考えられる。

N_2 処理時間の長短と突然変異誘発率との関係をみると，各グループ間に著しい差異はみられない。これは，N_2 処理によって，ハエ自体が anoxic な状態になるにはそれほど長時間を要しないということ，あるいは，ある程度 anoxic になればそれ以上時間をかけても変化しないということを示すものと考えられる。

N_2 処理30分で，1,000～4,000 r の照射を行なった結

果は第1表に示したが，空気中照射のものにみられる特徴的なU字型パターンはなくなる(第1図)。すなわち，AとD，EのブルードにN_2効果がみられるが，BとCではあまりない。成熟精子の段階において，空気中照射の場合にみられるこのような感受性の差異をもたらす原因は，精子がほとんど細胞質を含まない事実から考えても，いわゆる回復現象によるというよりは，むしろN_2処理でその差異がなくなることからみて，酸素効果にあるとする方が妥当である。特に，AとBの差については，照射時における雄体内での精子のあった場所，輸精管，精嚢あるいは射精嚢にまで達しているものなど，異なった位置にあってその状態も異なっている。したがって，その環境における酸素分圧の差異が感受性の違いとなっていると考えられる。しかしながら，精子形成過程における蛋白質の質的な変化，酵素系の違いなど生理的条件の違いが感受性に何らかの関係をもつことも否定できないと思う。

本研究は，西独カールスルーエ原子力研究センター放射線生物学研究所で行なった。種々ご配慮下さったZimmer, Catsch 両教授，Traut 博士，また，実験に終始助力された Apitzsch, Ufholz 両嬢に深く感謝する。

[研究発表]

1. 塩見敏男；放射線の遺伝的影響に対するショウジョウバエ成熟生殖細胞の感受性の差異とN_2効果，日本遺伝学会第35回大会（1963年10月），遺伝学雑誌，38，205
2. 塩見敏男；ショウジョウバエのN_2前処理と放射線誘発突然変異率，日本動物学会第34回大会(1963年10月)，動物学雑誌，72，361

9. アクリジン系色素を用いた突然変異誘発の研究

遺伝第1研究室
中井斌
佐伯哲哉

(1) 緒言

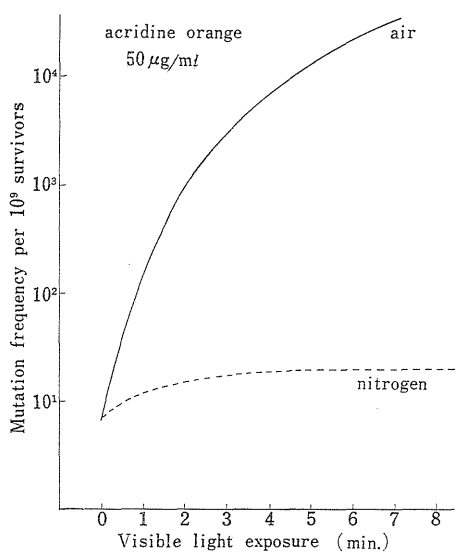
アクリジン系色素を用いた photodynamic mutation については，37年度の報告(放医研年報，昭和37年度)にも若干触れられているが，38年度はこの問題について一応のまとまりがついたので，この点について報告する。Photodynamic action が種々の生物系を不活性化すること，および種々の光増感物質のうちで，アクリジン系色素は核酸と特異的に結合することから，この系における突然変異誘発を研究することは興味深いものと考えられる。突然変異誘発を photodynamic action によって行なった報告は，Kaplan が erythrosine 処理した Serratia による例があるが，アクリジン色素を用いて行なった例は他に未だみなかった。そこで，この問題についての研究を行なうことは，突然変異の機構を化学的，物理的な両面から捉えるのによい手段となると考える。

(2) 材料および方法

大腸菌 *E. coli* K12 (λ^-)(try$^-$)；w 3623 のトリプトファン要求株を用い，peptone broth 中 37℃で一夜振盪培養した休止期の菌を tris buffer (pH 7.0) 中 10^9 cells/m*l* の濃度とし，各2m*l* ずつガラス試験管中に入れる。これに暗黒中で色素の tris buffer 溶液を加え，15分後に可視光線(VL)照射を行なった。光源は500 W の写真用フラッドランプで，光源と試験管との間に厚さ約5 cm の水層をおいて熱線を吸収させる。照射中は毛細管を通して bubbling を行なった。突然変異の発生は，トリプトファン要求性から非要求性への復帰突然変異でみている。なお，用いた色素は acridine orange (東京化成)，acridine yellow (東京化成)，acridine red(Bayer)，methylene blue(Koso Chemical)，toluidine blue 等であり，主に acridine orange について研究を行なった。

(3) 結果

Photodynamic action によって突然変異が発生すると，その発生頻度は与えた可視光線量増加に伴なって

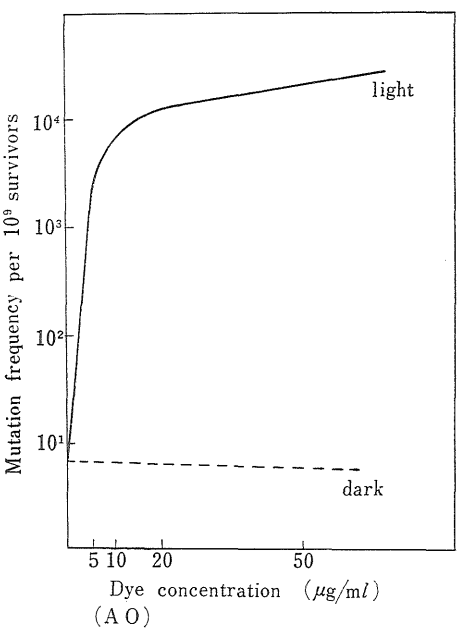


第 1 図

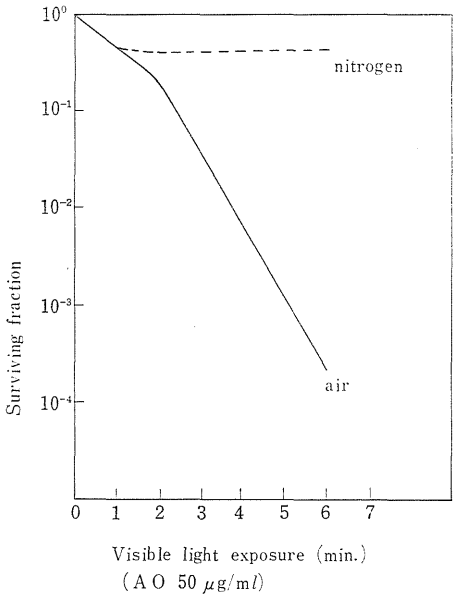
上昇する。第1図は，acridine orange 濃度 50 $\mu g/ml$ での好気的(実線)，嫌気的(点線)条件下における突然変異—露光時間の関係を示す曲線である。色素処理のみで光照射せず，あるいは光照射した色素溶液を菌懸濁液に混入した場合，突然変異発生頻度は無処理区に比べ上昇しない。しかし，色素処理後に光照射を行なうと，突然変異頻度は露光時間増加に伴なって上昇する。try^+ 型細菌は try^- 型に対して photodynamic inactivation ではわずかに selective advantage がある。しかし，曲線の上昇の程度は到底このことで説明できるレベルではなく，やはり acridine orange を用いた photodynamic action により突然変異が誘発されるためと考えるべきである。

Photodynamic action による突然変異誘発に対する酸化の影響をみるため，bubbling を窒素によって行ない，無酸素条件による実験を行なった。第1図においてみられるように，photodynamic action の突然変異誘発活性は無酸素条件下で非常に低下する。これは不活性化曲線(第3図)でもみられるものであって，この作用における酸化の役割が重要であることを示している。

Acridine orange 濃度の突然変異誘発に対する効果(第2図)は低濃度において明らかである。これは遺伝物質(DNA)と結合する色素量が主な限定要因であり，遺伝物質と結合する色素量は濃度に比例するためと考えられる。しかし，色素濃度が高くなると突然変異誘発活性は大体平衡に達する。



第 2 図



第 3 図

他の色素についても突然変異誘発活性をしらべた。Acridine orange, acridine yellow, methylene blue, toluidine blue ではかなり強い活性がみられたが，acridine red ではこうした活性がみられなかった。

一方，こうした photodynamic action による back-mutant のトリプトファン合成能の活性が野生型のものと同じかどうかについて，光処理後の培養を種々の時間，低温(20℃)または高温(45℃)において mutant 発生率が温度により変化するかどうかをしらべた。その結果，早期に温度衝撃を与えるとかなりの変動がみられるが，時間的変動を模式化するには実験ごとに変動がありすぎ，直接関連があるとはいい得ない。

さらに，色素と遺伝物質の結合に要する時間をしらべるため，色素添加後，光照射までの時間間隔と突然変異頻度および生残率との関連についてしらべた。その結果，可視光線照射は ionizing radiation や UV に比べ長時間を要するため，明快な結果は得られないが，大体突然変異頻度および生残率は色素添加—照射の間隔約5分までで上昇しており，あとは大体平衡することがわかった。したがって，色素—遺伝物質複合体の形成は両者混合後約5分(濃度 50 $\mu g/ml$, 37℃)で生じると考えられ

る。

（4） 考　　察

用いた色素中，acridine red のみは突然変異誘発活性が弱く，また，理論的にもそのような能力が低いことが裏付される（福田，私信）。また，この色素はDNAとの相互作用が弱い（鈴木，私信）ことがわかってきた。したがって，photodynamic action による突然変異誘発にはDNAと色素の結合が重要と考えられる。われわれは，ある種の photodynamic action が突然変異を誘発することを示したが，こうした作用は，1）遺伝物質（DNA）と色素の結合，2）酸素の存在，3）遺伝物質と色素の複合体に吸収される十分な可視光線量などを要求する。

このような突然変異誘発は遺伝物質の光酸化によると考えられるが，こうした反応が DNA の strand 切断を生じるという説（Freifelder, 他）と電荷移動による code change によるという説（福田，他）があるが，これについては今後の追究が必要と思われる。

［研究発表］

1. 中井斌，佐伯哲哉；アクリジン色素による大腸菌の光力学的突然変異誘発，日本遺伝学会第35回大会（1963年10月）
2. Nakai, S., T Saeki; Induction of mutation by photodynamic action in *Escherichia coli*, *Genetic Research*, 5, 158～161(1964, 2)

10. カイコ精原細胞の放射線感受性

遺伝第1研究室
中　西　　宥
岩　崎　民　子*
加　藤　旌　夫**

* 生物第1研究室
** 生物第2研究室

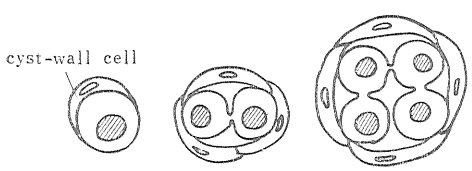
（1） 研究目的

人類に及ぼす放射線の遺伝的障害を研究することは現在の急務であるが，実験的には人類を研究対象とすることができない。動物を用いての遺伝学的研究とともに，人類培養細胞およびその他研究に適した動物を材料としての細胞遺伝学的研究が必要とされる。著者らは，遺伝的障害との関連において生体に及ぼす放射線の影響を解明するために，研究に適した種々の材料を用いて細胞遺伝学的研究を行なっている。その材料の1つとして，遺伝学的研究をはじめ関連分野の研究が進んでいるカイコを用いて，生殖細胞に及ぼす放射線の影響を研究している。38年度は，精巣の一般的構造と精原細胞の放射線感受性についての基礎的研究を行なった。

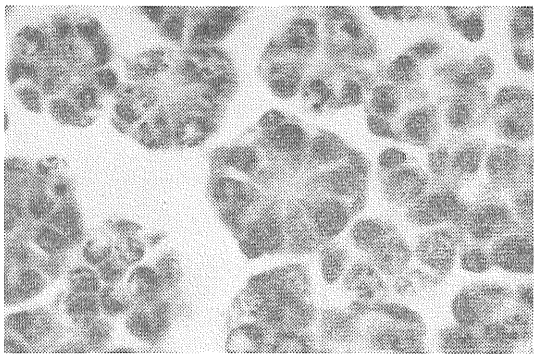
（2） 観察結果

1） 精巣の一般構造

カイコの3令幼虫の精巣は長径約0.6mm，短径約0.3mmのソラマメ型である。3令起蚕後種々の時間の幼虫をPFA-3液で固定し，パラフィン連続切片を作り，メイヤーのヘマラムとエオシンの2重染色を施した。同時に，精巣を取出して，パレードの固定液で固定し，メタクリレートに包埋し，超薄切片として，電子顕微鏡により観察した。精巣は隔壁により4個の精室（testicular follicle）にわけられる。各精室の頂端には，尖端細胞（apical cell）と呼ばれる1個の巨大細胞が存在する。この細胞のまわりを，多数の原始生殖細胞（primordial germ cell）と種々の発育段階にある精原細胞（spermatogonium）がとりまいている。本研究において，精原細胞の発育には6段階があり，これらの細胞は細胞学的に明瞭に区別することが可能となった。最も若い発育時期においては，1個の精原細胞に1個の三日月型の細胞が密着している。この時期の細胞を1-細胞期（1-cell stage）にある精原細胞と呼び，三日月型の細胞を被嚢細胞（cyst-wall cell）と呼ぶことにする（第1図）。原始生殖細胞が2個に分裂し，そのうちの1個が精原細胞となり，他の1個は被嚢細胞となるもののようである。1個の精原細胞は6回分裂を繰返して64個の精母細胞となる。細胞期の経過とともに，被嚢細胞も分裂増殖して1層の細胞からなる袋状の被嚢を形成し，精原細胞群を包む。便宜上，これらを総称して精原細胞嚢（gonocyst）と呼ぶ。精原細胞嚢内の精原細胞の数を算定することにより，1-細胞期から32-細胞期まで6段階の精原細胞を認定することが可能である（第1図，第2図）。注目すべきことは，同一精原細胞嚢内の精原細胞は分裂しても娘細胞が完全に分離することなく，幅約1μの細胞質の橋により互いに連結していることである。



第　1　図



第　2　図

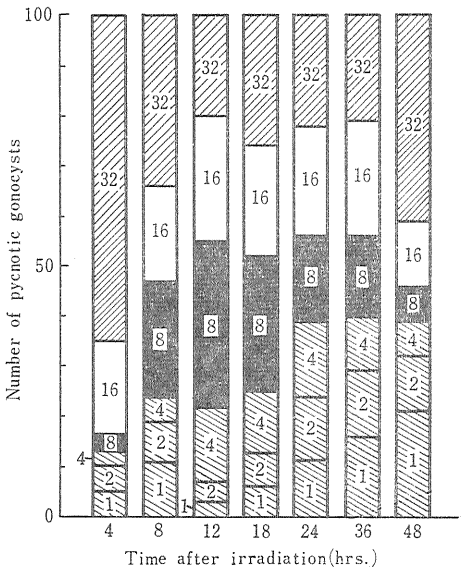
2)　X 線 照 射

X線照射は島津製作所信愛号により，200 kVp，19 mA，1 mm Al フィルター使用，線源中心からの距離は 40 cm，線量率 300 r/min. の条件で，3 令 2 日目のカイコの幼虫に 1,000 r 照射した。照射後 4 時間から 48 時間まで 4 時間おきに固定し，パラフィン連続切片標本および電子顕微鏡標本を作り観察した。

照射後種々の時間の固定材料において，高い頻度でピクノーシスを起している精原細胞が観察された。核は正常細胞核の約 $^1/_3$ の大きさに，細胞は約 $^5/_7$ に収縮している。細胞質はエオシンに濃染し，核はヘマラムに濃く無構造に染まっている。電子顕微鏡による観察では，正常の精原細胞の細胞質中には桿状のミトコンドリアが散在しているが，ピクノーシスを起こした細胞では，ミトコンドリアが集まって 1 ないし 2 個の凝集塊を形成している。ピクノーシスの過程にあると思われる細胞においては，核は分葉状を呈し，ミトコンドリアは一塊に集合しつつある。

特に興味あることは，1 個の精原細胞嚢内の細胞はすべて同程度にピクノーシスを起こしていることである。すなわち，1 個の精原細胞嚢の中で，ピクノーシスを起こしている細胞と正常の細胞が混在していることはない。精原細胞嚢内において各細胞が互いに連結していること，およびシンクロナスに分裂していることから，同一被嚢内の精原細胞は全く同じ放射線感受性を有する状態にあると考えられる。

照射後種々の時間に固定した精巣のパラフィン連続切片について，ピクノーシスを起こしている細胞を含む 100 個の精原細胞嚢を任意に選び，それらを 1- ～ 32-細胞期に分類した（第 3 図）。照射 4 時間後においては，32-細胞期の精原細胞が最も多くピクノーシスを起している

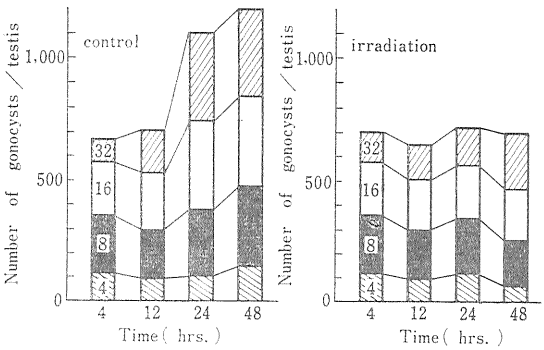


第　3　図

(100 個中 65 個)。8 時間以後においては，32-細胞期が大部分を占めてはいないが，他の細胞期に比して高い割合でピクノーシスを起こしている。1- ～ 32-細胞期の各期において精原細胞の放射線に対する感受性は異なり，遅い細胞期にある精原細胞ほど感受性が高いもののようである。

ここで問題になるのは，照射後種々の時間の精巣における各細胞期の精原細胞嚢の分布である。もし照射 4 時間後の精巣において，32-細胞期の精原細胞嚢が大部分を占めていると，当然この時期の精原細胞嚢が高い割合でピクノーシスを起こしていることになるからである。この研究に適した標本の作製は極めて困難であり，数十種類に及ぶ方法を試みたが，充分に満足できるものは現在ない。しかし，次に述べる方法により，4- ～32-細胞期の精原細胞嚢については一応の調査が可能であった。1 個体より 1 個の精巣を取出し，スライドグラスの上に載せて 1 滴のカイコ用の生理食塩水を加え，細い針で精巣を破り，生理食塩水中に精原細胞嚢を流し出して静かに 1 層に広げる。これを真空オーベンに入れて，45℃ で 2 時間真空ポンプで引く。この操作により，細胞は均一に乾燥しスライドグラスに附着する。染色は組織用ギムザ液を 20 倍に薄めて濾紙でこして作る。これをスライド上に滴下して 15 分間染色する。染色後，25℃，湿度 50 % で約 24 時間乾燥する。乾燥後，アセトンに数秒間浸して余分の色素を除き，アセトン・ザイロール等量混合

液，ザイロールを通してビオライトでマウントする。この方法により，精原細胞は被嚢に包まれたまま核は赤く，細胞質は青く染まり，被嚢内の細胞数を算定することにより細胞期を決定できる。



第 4 図

第4図は，3令2日目のカイコ幼虫（C 108)に1,000 r照射後4，12，24，48時間後における各細胞期にある精原細胞嚢集団の分布を，非照射の対照区とともに示す。非照射の精巣における4-，8-，16-，32-細胞期の精原細胞嚢の割合は，4時間後において1：2：2：1であり，その総数は671個である。この数と割合は12時間後においても大差ないが，24時間後になると総数は約1.5倍に増加し，4-～32-細胞期の割合は1：3：4：4となる。時間の経過とともに，遅い細胞期の精原細胞嚢が増加する。24時間後と48時間後では大差がない。一方，照射区においては4-～32-細胞期の精原細胞嚢の数と割合は，照射後時間が経過してもほとんど変化がなく，非照射区の4時間後における分布に近い。すなわち，遅い細胞期の精原細胞嚢が特に集団の大部分を占めていることはない。それにもかかわらず，遅い細胞期の精原細胞嚢が高い頻度でピクノーシスを起こしていることは，精原細胞の放射線に対する感受性が，その細胞期により異なり，遅い細胞期の精原細胞ほど感受性が高いことを示している。

各細胞期の精原細胞の放射線感受性の違いをそれぞれの細胞の分裂周期，DNA 合成期の長さなどとの関連のもとに研究中である。

この研究の一部は文部省班研究の費用によった。

〔研究発表〕

1. 中西宥，加藤旌夫，岩崎民子；カイコの精原細胞の放射線感受性，日本遺伝学会第35回大会(1963年10月)

2. 中西宥，岩崎民子，加藤旌夫；カイコの精原細胞の分裂増殖と放射線感受性，文部省研究報告集録（放射線影響編)，昭38

11. 紫外線局部照射をうけたカイコの2核精母細胞における娘染色体群の行動

遺伝第1研究室
中西　宥
加藤旌夫*

* 生物第2研究室

(1) 研究目的

37年度に，カイコの分裂終期の精母細胞の極の部分を紫外線のマイクロビームで局部照射すると，極に達していた娘染色体群が非照射の反対極へ移動することを発見した。38年度は，2つの核を有する精母細胞を選んで局部照射を行ない，娘染色体群の行動を位相差顕微鏡映画法により観察記録するとともに，固定染色法により，紫外線照射をうけた細胞の変化，特に紡錘体の変化を観察して，細胞分裂の機構に及ぼす放射線の影響を解明するための基礎的資料を得ることを試みた。

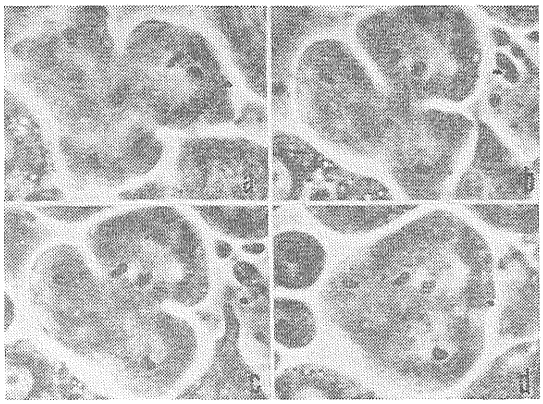
(2) 材料と方法

材料にはカイコ(*Bombyx mori*)の5令幼虫の精母細胞を用いた。細胞の生体観察には，石英製ホロースライドを用いて精母細胞の懸滴標本を作製した。紫外線の照射は，反射対物レンズ(Olympus MO 90x)を利用して高圧水銀灯からの紫外線を直径10 μ に絞り，ホロースライドを通して細胞に3分間照射した。撮影速度は毎分10コマ，観察温度は25℃である。紡錘糸の観察には，1％酢酸蒸気固定法，押しつぶし法および固定染色法を用いた。固定染色標本の作製には，ツェンカー氏液および牧野氏液で精巣を固定し，7 μ のパラフィン切片を作り，ハイデンハイン氏鉄ヘマトキシリン染色を行なった。

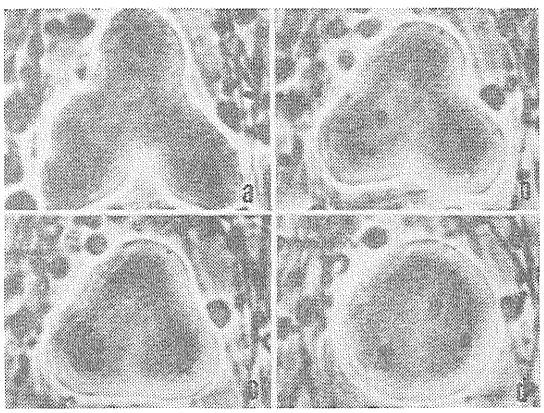
(3) 観察結果

1) 照射を受けた2核精母細胞における娘染色体群の行動：2核細胞の分裂終期像は一見，三極分裂に類似の形を呈する。2個の紡錘体の一方の極は互いに接近し，他方の極は離れて，それぞれ三角形の頂点に位置する(第3図)。

この近接した2個の極の部分を直径10 μ のマイクロビームで3分間照射すると，すでにその極に達していた2個の娘染色体群は，それぞれ相対する非照射極に向かって移動する(第1図，第2図)。細胞質内のミトコンドリアは，細胞のいずれの部分を局部照射しても膨潤し



第　1　図

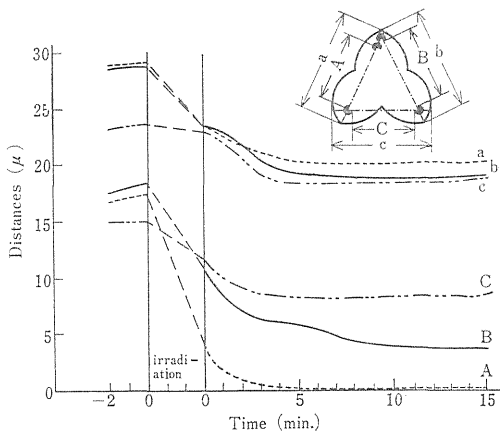


第　2　図

て塊となる。このために，移動を開始した娘染色体群が，ミトコンドリアが形成した障碍により途中で阻止されることが多く，観察した6例において，2個の娘染色体群がともにそれぞれの反対極に完全に到達した例はない。しかし，いずれの場合においても，娘染色体群が無方向に細胞内を動くことはなく，常に非照射の反対極への方向性を保って移動する。第1図は2つの娘染色体群がいずれも移動途中において阻止され，反対極に達し得なかった例である。この細胞ではミトコンドリアが膨潤して塊となったとともに，照射後すでに分裂溝が深く陥入しており，娘染色体群の移動コースが極端に内側に折曲げられたため，赤道面附近まで移動してきた娘染色体群がそれ以上前進できず，その位置に止ったと考えられる。第2図は一方の娘染色体群のみ逆行を完遂し，他方は途中で止められた例である。以上の2例においても，移動中の娘染色体群は常に相対する反対極に方向づけられていることが明らかである。

娘染色体群が反対極に達した場合，その極の娘染色体群と接触するが，両者が一塊となることはない。分裂溝は照射後数分で元に戻り，細胞はやがて球形になる。

2)　娘染色体群の運動の測定：染色体群の行動を定量的に分析する目的で，第2図に示した細胞につき30秒ごとにフィルムのコマ焼きを行ない，細胞の直径，娘染色体群間の距離を測定した(第3図)。



第　3　図

照射極の2つの娘染色体群のうち，一方は照射中にすでに移動を開始しており，照射後7分でほとんど反対極に到達する。移動速度は毎分1.3 μ である。分裂後期における染色体の極への移動速度は毎分約0.8 μ である（放医研年報，昭和37年度)。他の一方の娘染色体群も，毎分約1.3 μ の同じ速度で非照射極へ移動するが，照射3分以後その速度は非常に緩慢となり，10分以後，非照射極との距離は一定となり変化しない。これは，第2図に示されるごとく，赤道面附近に集積したミトコンドリアの障碍物および分裂溝の陥入による移動コースの歪曲により前進が妨げられたためと考えられる。2つの非照射極間の距離(第3図，c)は，照射後細胞の球形化に伴ないやや短縮するが，照射3分以後はほとんど変化がない。また，細胞のそれぞれの距離(第3図 a，b，c)も，照射後の一時的な短縮ののち，3～5分後には一定になる。以上のことから，娘染色体群が，細胞の球形化には関係なく，非照射極に向かってそれぞれ移行していることは明らかである。

3)　紡錘糸の観察：懸滴標本に1%醋酸蒸気を作用させて固定したのち，位相差顕微鏡で紡錘体を観察した。非照射の細胞では分裂中期，後期および終期の各時期を

通じて紡錘糸は明瞭に観察される。しかし，紫外線の全体照射をうけた細胞の蒸気固定標本では，紡錘糸はいくぶん不明瞭になる。

ホロースライドを用いて体液の中に精巣を浸し，精巣全体に10分～2時間紫外線照射を行ない，照射後直ちに固定してパラフィン切片を作製するとともに，アセティックオルセインによる押しつぶし標本を作製した。分裂の異常は精巣の表面近くに位置する細胞に特に顕著である。染色体橋の形成等の染色体異常とともに，分裂溝の不完全な形成，娘染色体群(娘核)が極に達していない像等，紡錘体あるいは極の障害にもとづくと思われる異常像が観察された。

（4） 考　　察

本研究で用いた2核精母細胞において，娘染色体群の逆行が完全に行われた例が少なかった理由として，次のことが考えられる。すなわち，分裂溝の陥入は娘染色体群の逆行の移動コースを極端に歪める。そのため，コースの歪曲の程度が小さいうちに照射された細胞では逆行が容易に完遂されるが，それより遅い時期に照射されたものにおいては，娘染色体群は赤道面附近までは移動してくるが，分裂溝およびその附近に集積するミトコンドリアにより前進を阻止される。一度止まった娘染色体群は，分裂溝が元に戻っても，もはや再び移動することはない。

しかしながら，反対極に到達するか否かにかかわらず，運動の方向は常に相対する極に向けられていることは明らかである。また，固定染色標本で観察されるように，分裂終期の細胞においても紡錘体(連結糸)が存在する。以上の事実より，娘染色体群の間には“つながり”が残っており，娘染色体群の逆行現象に何らかの役割を果しているものと想像される。この“つながり”の役割――運動そのものに関連をもつものであるのか，あるいは運動の方向を決めているに過ぎないのか――については，現在得られている資料からは結論できない。今後の研究の課題である。

この研究の一部は文部省班研究の費用によった。

〔研究発表〕

中西宥，加藤旌夫；局部照射を受けた細胞における染色体の行動，文部省研究報告集録（放射線影響編），昭38

12. クロランフェニコールによる分離細胞の組織再形成能の阻害

遺伝第1研究室
中　西　　宥
加　藤　旌　夫*
岩　崎　民　子**
* 生物第1研究室
** 生物第2研究室

37年度，Moscona (*Exptl. Cell Res.*, 22, 455, '61) の方法を改良して，鶏胚および人間胎児を単一細胞に分離して組織を再形成させる旋回培養法を開発した。この培養法によると，他の培養法に比較し極めて短時間（24時間）に細胞の組織形成に及ぼす放射線の影響を研究することが可能である。さらに，形成された組織塊（凝集塊）には，高い頻度で分裂像が観察される。放射線誘発染色体異常と組織再形成の関係については研究中であるが，37年度報告したように，用いた線量(500 r～20,000 r)に関する限りでは，ガンマ線照射は分離細胞の組織再形成能には著しい影響を及ぼさないようである。38年度は，タンパク合成を選択的に阻害するクロランフェニコールで分離細胞を処理して，組織再形成にタンパク合成が関与しているか否かを明らかにせんと試みた。

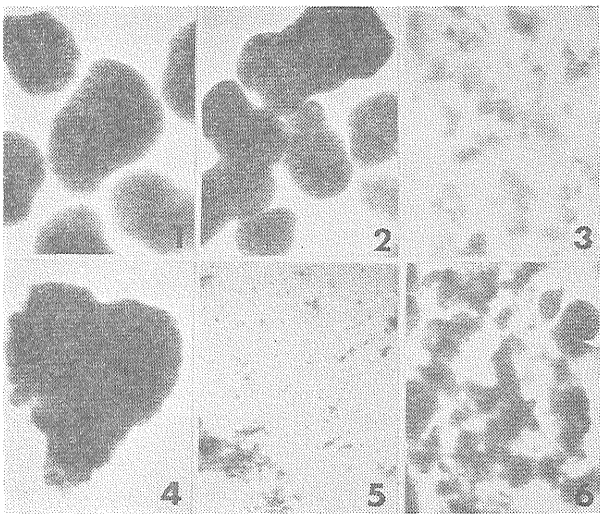
（1） 材料と方法

5～7日目の鶏胚(頭部を除く)を0.2％トリプシン溶液で処理して，1 ml あたり 10^7 個の細胞を含む細胞浮游液を作り，クロランフェニコールで処理した。クロランフェニコール(クロロマイセチン末，三共製薬製)は培養液に0.001％，0.01％，0.1％，0.2％，0.25％の濃度に溶かした。細胞浮游液は，10 ml のエーレンマイヤーフラスコに1.5 ml ずつ分注して，24時間旋回培養を行なった。

（2） 結　　果

0.001％および0.01％処理区では，無処理区と同様にフラスコ1個あたり約15個の直径0.2～1.0 mm（平均0.6 mm）の細胞の凝集塊を形成した(第1図，第2図)。しかし，0.1％および0.25％処理では細胞の組織再形成は強く阻害され凝集塊を形成しない(第3図)。凝集塊をブアン氏液で固定後パラフィン切片を作り，メイヤー氏ヘマラム染色およびマロリー氏の3重染色を行ない，その内部構造を観察した。クロランフェニコール処理をうけた細胞においても，凝集塊は同一種類の細胞が再結合して数種の組織を形成している。

分離細胞を0.2％クロランフェニコールを含む培養液中で1，2，4時間旋回培養後，培養液で洗ってクロランフェニコールを除去して培養した。1時間および2時



第1～6図　Aggregates and clusters formed by dissociated embryonic chick cells cultured in the medium with or without chloramphenicol for 24 hours.　×24
1; normal aggregates of non-treated cells, 2—3; aggregates and cell-clusters of cells treated at doses of 0.01 % and 0.1 %, respectively, 4—5; an aggregate and cell-clusters of cells treated at a dose of 0.2 % for 2 and 4 hours and then resuspended in normal medium, respectively, 6; cell-clusters of cells cultured in normal medium for 12 hours and then treated with 0.2 % chloramphenicol for 12 hours.

間処理では，24時間後に形成された凝集塊の直径は無処理のそれよりもむしろ大きく，平均0.9 mmである(第4図)。4時間処理では凝集塊がほとんど形成されない(第5図)。

分離細胞を旋回培養後，2，4，6，12時間後に最終濃度が0.2 %になるようにクロランフェニコールを培養液に加えて培養した。凝集塊の形成は処理を加えた時間における状態で停止するもののようである(第6図)。

クロランフェニコール処理実験で注目すべきことは，凝集塊の形成を完全に阻害するような高い濃度と処理時間で細胞を処理しても，24時間後に培養液中に浮游している細胞は正常であり，異常細胞の出現頻度は無処理の培養のそれと変らないということである。このことは，細胞がクロランフェニコールにより死殺されてしまい，そのために組織が形成されないのではなく，細胞のタンパク合成が押えられるのが原因であることを示している。

(3) 考　　察

ごく最近，Moscona and Moscona (*Science*, 140, 1071～1076, '63) は，分離細胞の組織再形成がアクチノマイシンDおよびピューロマイシンで阻害されることを報告した。クロランフェニコール処理実験の結果と合わせ考えると，分離細胞の組織再形成にはDNA-RNA-タンパク合成という一連の系が関与していることが明らかである。解析を容易にするため，心臓のみを単一細胞に分離して放射線照射および薬物処理を行なう実験を現在行なっており，旋回培養法を利用して放射線の影響の細胞遺伝学的研究の分野を開きたいと望んでいる。

[研究発表]

1. 中西宥；分離細胞の組織再形成能に及ぼす放射線の影響，日本組織培養学会(1963年5月)
2. 加藤旌夫，中西宥，岩崎民子；分離細胞の組織再形成能に及ぼす放射線および薬物の影響，日本動物学会第34回大会(1963年10月)
3. Nakanishi, Yuh H., Hatao Kato and Tamiko Iwasaki; Inhibitory effects of chloramphenicol on the histogenetic aggregation of dissociated cells, *Jap. Jour. Genet.*, 38, 257～260(1963)

13. アルテミア乾燥卵の形態形成に及ぼすガンマ線の影響

遺伝第1研究室
中　西　　宥
岩　崎　民　子*
加　藤　旌　夫**
山　田　久　美　子***
寺　村　亘　弘***

* 生物第1研究室
** 生物第2研究室
*** 研究生

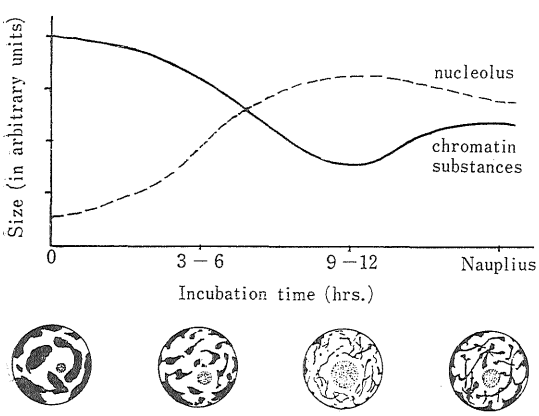
アルテミア乾燥卵は，胞胚期から孵化直前の胚まで細胞の増殖なしに発生し，その後急激に細胞分裂が起こり細胞数が増加する(放医研年報，昭和37年度参照)。細胞の分裂増殖と形態形成の過程を時間的に切離して分析できるこの材料の特徴を生かして，細胞の組織および器

官形成に及ぼす放射線の影響を細胞学的に研究せんと試みた。

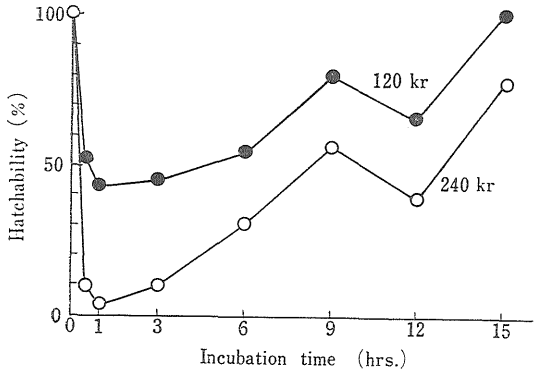
(1) 発生過程における核の形態変化と放射線感受性

乾燥卵を2%食塩水中に入れ，27℃に保つと細胞分裂は起らないが，形態形成は数時間後から顕著に認められる。これに伴ない，細胞の核の様相にも著しい変化がみられる。乾燥卵を浸水後種々の時間にアセティックオルセイン押しつぶし標本および固定染色標本（メイヤー氏ヘマラム染色，フォイルゲン反応，アザン染色，メチルグリン・パイロニン染色）を作製し，核に起こる変化を観察した(第1図)。乾燥卵では，クロマチン物質が大きな不定形の塊として核内に充満しているが，時間の経過とともに次第に細い糸状あるいは小さな粒状となって散在する。孵化したナウプリウス幼生では，クロマチン物質が再びその大きさを増し，一見分裂前期の核の様相を示す。一方，核内の仁は乾燥卵の細胞では非常に小さく点状であるが次第にその大きさを増す。9～14時間後にクロマチン物質がもっとも細糸化した時，仁の大きさは最大となり，ほぼ球形となる。ナウプリウス幼生では，仁は再びいくぶん小さくなる。発生の全期間を通じて，仁の数は多くの細胞において1個であるが，2個の仁をもつ細胞もある。このようなクロマチン物質および仁の形態変化は，胚を形成している約4,000個のいずれの細胞においても認められる。

このような核の変化がみられる種々の発生過程において，放射線感受性がどのように変化するかを孵化率にもとづいてしらべた。乾燥卵および種々の時間(0.5～15時間)2%食塩水中に27℃で保った卵に，^{60}Co ガンマ線(12 kr/min.)を120 krおよび240 kr照射し，72時間後に孵化率を調査した(第2図)。浸水後0.5～1時間の卵



第 1 図



第 2 図

に照射すると孵化率が著しく低下し，その後浸水時間の経過とともに孵化率は上昇する。しかし，12時間後の照射において孵化率は一時低下する。120 krおよび240 kr照射のいずれにおいても同様の傾向がみられた。浸水直後における感受性の増大は，乾燥卵が急激に吸水するために細胞の生理状態が不安定となっているのが原因と考えられる。しかし，その後における感受性の変化は，核および仁の時間的形態変化との関連を示唆する。すなわち，核内のクロマチン物質の大きさは浸水後9～14時間の細胞において最小となり，仁はこの時に最大となる。アルテミア乾燥卵のDNAの合成は浸水後12時間頃から始まることが報告されているが（中沢・安増，放医研年報，昭和38年度），これは放射線感受性が一時的に高まる時期とよく一致する。

(2) 浸水卵の再乾燥およびガンマ線照射実験

形態形成に及ぼす放射線の影響を研究するための基礎実験として，乾燥卵を種々の時間2%食塩水に浸水して27℃に保ち，発生を進行させてから室温で真空乾燥を行ない，孵化率と核の変化を観察した。再乾燥中の含水量の時間的変化は，乾燥開始30分後にその重量はすでに約$^2/_3$に減少し，2時間後には約$^1/_2$になり，4時間以後はほとんど変化しなくなる。16時間デシケータ中に放置すると，卵が含んでいる水分はほとんど失われて乾燥状態となる。乾燥卵を0.5～16時間浸水後再乾燥し，その後卵を再び食塩水に入れ，72時間後に孵化率を調査した。孵化率は再乾燥前の浸水時間が長くなるにつれて徐々に低下するが，16時間浸水後再乾燥した卵においても約50%の卵が孵化した。このことから，長時間浸水後再乾燥しても，アルテミア卵は再び発生を続け得ることが明らかとなった。

このような前処理が卵の発生所要時間に影響をもたら

すかどうかをしらべるために，再乾燥卵を浸水後時間まで12時間ごとに孵化率を調査した。その孵化率は，再乾燥前の浸水時間の長さによらず，12時間後ではほとんど孵化してこないが，36時間後においてピークを示し，その後徐々に低下した。すなわち，いずれの浸水時間においても孵化率は一定のパターンを示した。さらにガンマ線照射(480 kr)に対して再乾燥卵は無処理乾燥卵とほとんど同じ放射線感受性を示した。これらのことは，アルテミア乾燥卵は浸水により発生が進行しても，再乾燥することにより再び乾燥状態に逆行することを示唆する。このことは浸水後再乾燥した卵の押しつぶし標本についての核および仁の形態観察の結果からも支持される。すなわち，クロマチン物質および仁は浸水以前の乾燥状態の卵におけるそれらと極めて類似していた。

再乾燥実験の結果から，含水量と放射線感受性の問題，種々のラジオアイソトープをとりこませて再乾燥し長期間保存して内部照射の影響を研究するなど，他の動物ではできない実験が可能となる見通しがついた。

(3) コルヒチン処理による分裂中期染色体の集積

放射線誘発染色体の発生機構，染色体の内部構造の変化などを研究するために，分裂中期の染色体を細胞から分離する方法を開発中である。アルテミア乾燥卵は容易に任意の時に大量の材料を得ることが可能であり，この目的には有利な材料である。基礎実験として，まずコルヒチン処理による分裂中期染色体の集積を試みた。孵化直後のナウプリウス幼生を 10^{-2}，10^{-4}，10^{-5}，$10^{-6}M$ のコルヒチン溶液中で飼育し，2～24時間後における分裂頻度を調査した。無処理区および 10^{-5}，$10^{-6}M$ 処理区では，分裂頻度は約1％であった。$10^{-2}M$ 処理区ではナウプリウス幼生が死亡したが，$10^{-4}M$ 処理区では12時間後に約7％に分裂頻度が増加し，多数の分裂中期像が観察された。放射線照射後の分裂中期染色体を分離して，その構造変化を研究すべく準備中である。

この研究の一部は文部省班研究の費用によった。

［研究発表］

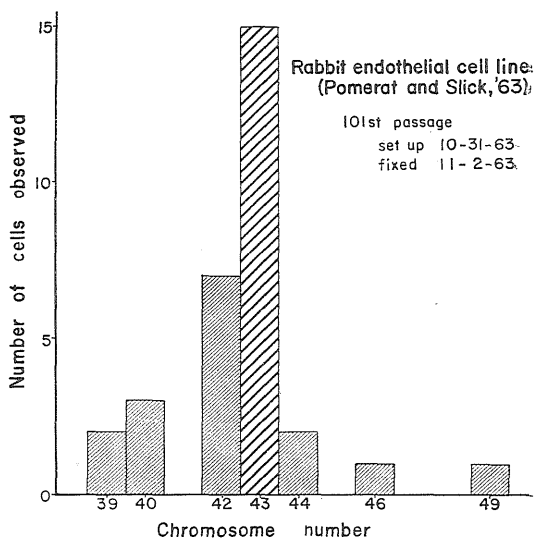
岩崎民子，中西宥，加藤旌夫；アルテミア乾燥卵の発生における核の変化と放射線感受性，日本動物学会第34回大会(1963年10月)

14. ウサギの培養細胞株の染色体

遺伝第1研究室
中西　宥
沖垣　達*
大石英恒*
C. M. Pomerat**

* 研究生
** Pasadena Foundation for Medical Research, California, U.S.A.

現在，非常に多方面の生物学および医学の分野において継代培養細胞株が材料として使われている。放射線生物学の分野においても細胞株が広く使われているが，常に問題になるのは，このような細胞株を用いての *in vitro* の実験結果と動物そのものを用いての *in vivo* の実験との比較であり，また細胞株がもとの組織なり細胞の性状をどの程度保持しているかということである。パサデナ医学研究所においても，最近非常に簡単な方法で動物の各種器官から endothelial cells を集めて継代培養することに成功し (Pomerat and Slick; *Nature*, 198, 859, 1963)，種々の実験に使っている。その性状を確かめる1つの手段として，継代移植101代目（培養開始後1年6カ月）の細胞について染色体数と核型分析を行なった。ウサギの染色体数は44個であるのに，この細胞株では43個に1個減数しており，その核型もかなり変化していることが明らかになった(第1図，第2図)。従来この細胞株は，2倍性細胞株であるといわれていた



第 1 図

第 2 図

が，厳密には凝2倍性であり，染色体の変化に伴なってその他の性状も変っているものと考えなくてはならない。この研究は中西が昭和38年10月18日より11月18日まで米国カリフォルニア州，パサデナ医学研究所に滞在中に行なった。

〔研究発表〕

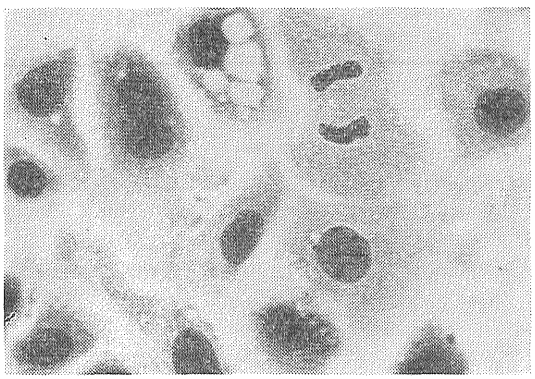
Nakanishi, Yuh H., Tohru Okigaki, Hidetsune Oishi and C. M. Pomerat ; Preliminary note on the chromosomes of a rabbit endothelial cell line in the 101st passage, *Texas Rept. Biol. Med.* (印刷中)

15. 被照射動物組織の体外培養(予報)

遺伝第1研究室
中　西　　宥
沖　垣　　達*
C. M. Pomerat**

* 研究生
** Pasadena Foundation for Medical Research, California, U. S. A.

従来の組織培養法を利用しての放射線生物学の研究の多くは，まず動物から器官なり組織なりを取り出して培養し，これに放射線を照射してその影響を研究したものである。Pomerat 博士とその共同研究者は，最近ネズミ，ニワトリ等の動物に種々の線量のガンマ線を照射してから，脾臓，神経組織等を取り出して培養しその影響を研究している。生体に及ぼす放射線の影響の細胞学的研究の1つの研究手段として興味がある。著者らは，生後3日目のネズミにガンマ線を 200 r, 400 r, 600 r,



第1図　生後3日目のネズミにガンマ線 200 r 照射後体外培養した腎臓細胞(培養2日目)

1,000 r, 2,500 r 照射後，肺臓および腎臓を切り出して培養し，細胞に起こる変化を固定染色法および位相差顕微鏡映画法により研究した。結果は予備実験程度に終ったが，分裂頻度，増殖率，巨大細胞の出現頻度は，いずれの線量を照射した場合にも肺臓の方が腎臓の培養細胞よりも高かった(第1図)。

この研究は中西が昭和38年10月18日より11月18日まで，米国カリフォルニア州パサデナ医学研究所に滞在中に行なった。

16. 致死遺伝子の平衡頻度に及ぼす連鎖と遺伝子相互作用の影響 I，連鎖平衡

遺伝第2研究室
根　井　正　利

人類その他の生物集団が数多くの致死突然変異遺伝子をヘテロの形で保有していることは，Morton, *et al.* (*Proc. Nat. Acad. Sci.*, 42, '56)その他によって明らかにされたが，それら致死遺伝子の保有機構については依然として不明の点が多い。本研究は，この保有機構の解明を目的として，集団中における致死遺伝子の平衡頻度に及ぼす連鎖と遺伝子相互作用の影響を明らかにせんとしたものである。

2つの遺伝子座を考え，そのおのおのがそれぞれ2個の対立遺伝子 A_1, A_2 および B_1, B_2 をもつとすれば，無作為交配のもとでは9種類の遺伝子型が生ずる。ここで A_2, B_2 を致死遺伝子と考え，そのいずれかあるいは両方の遺伝子についてホモになった個体は死んでしまい，残りの4種類の遺伝子型は第1表のような淘汰値をもつとする。一方，t 世代目における A_1B_1, A_1B_2, A_2B_1, A_2B_2 なる配偶子の頻度をそれぞれ P_t, Q_t, R_t,

第1表 Frequencies and selective values for nine genotypes

		A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2
selective value	B_1B_1	a	b	0
frequency		P^2	$2PR$	R^2
selective value	B_1B_2	c	d	0
frequency		$2PQ$	$2(PS+QR)$	$2RS$
selective value	B_2B_2	0	0	0
frequency		Q^2	$2QS$	S^2

S_t で表わせば，次の世代の受精時における各遺伝子型の頻度は第1表のように表わすことができる（第1表では t が省いてある）。また，致死遺伝子 A_2，B_2 の頻度は $q_1=R+S$，$q_2=Q+S$ で表わされる。

以上のような条件のもとでは，$(t+1)$世代目の配偶子頻度は次のように表わすことができる。

$$P_{t+1}=\frac{P_t(cP_t+cQ_t+bR_t+dS_t)-rdD_t}{\overline{W}_t} \quad \cdots\cdots(1.\ a)$$

$$Q_{t+1}=\frac{Q_t(cP_t+dR_t)+rdD_t}{\overline{W}_t} \quad \cdots\cdots(1.\ b)$$

$$R_{t+1}=\frac{R_t(bP_t+dQ_t)+rdD_t}{\overline{W}_t} \quad \cdots\cdots(1.\ c)$$

$$S_{t+1}=\frac{S_tdP_t-rdD_t}{\overline{W}_t} \quad \cdots\cdots(1.\ d)$$

ここで r は2つの遺伝子座間の組換価，D_t は $P_tS_t-Q_tR_t$，すなわち，連鎖不平衡，$\overline{W}_t$ は $P_t(aP_t+2bR_t+2cQ_t)+2d(P_tS_t+Q_tR_t)$，すなわち，平均淘汰値である。

配偶子あるいは遺伝子の平衡頻度は，理論的には t 代目と $t+1$ 代目の配偶子頻度の差を0とおくことによって得られることになる。しかし，実際には3次の連立方程式を解かねばならなくなり，代数的に一般解を得ることは困難である。ただ，特殊な場合，すなわち，連鎖平衡にある集団では，$D=0$ となるので代数解を得ることができる。この場合の致死遺伝子の平衡頻度は

$$\hat{q}_1=\frac{d-c}{2d-c} \quad \hat{q}_2=\frac{d-b}{2d-b} \quad \cdots\cdots(2)$$

で与えられ，また，配偶子頻度は

$$P=(1-\hat{q}_1)(1-\hat{q}_2) \quad Q=(1-\hat{q}_1)\hat{q}_2$$
$$R=\hat{q}_1(1-\hat{q}_2) \quad S=\hat{q}_1\hat{q}_2 \quad \cdots\cdots(3)$$

で与えられる。

一方，これらの平衡が安定であるための必要条件は，$a>b$，$d>c$ によって与えられ，また十分条件は，$\overline{W}$ の最大値の十分条件と同等なので，次の式で与えられる。

（i） $2(bc+2d^2)-(a+2b+2c)d>0$

（ii） $[(a+2b+2c)d-2(bc+2d^2)]^2-4(ad-bc)^2>0$

ただし，次に示すように，$D=0$ なるためには $ad-bc=0$ でなければならないので，（ii）は実際には意味をもたない。また（i）は各遺伝子座の超優性の条件と同等である。すなわち，2つの遺伝子座における致死遺伝子がともに集団中に保持されるためには，突然変異が起らぬ限り，それらの致死遺伝子は超優性を示さなければならない。

以上は連鎖平衡という条件下でのみ成立するものであるが，次に集団が常に連鎖平衡にあるための条件を求めることにする。まず，$t+1$ 代目の連鎖不平衡 D_{t+1} は (1. a～1. d)式を使って

$$D_{t+1}=[P_tW_{Pt}S_tW_{St}-Q_tW_{Qt}R_t+W_{Rt}-rdD_t\overline{W}_t]/\overline{W}_t^2$$

と書くことができる。ただし，W_{Pt}，W_{Qt}，W_{Rt}，W_{St} は配偶子 A_1B_1，A_1B_2，A_2B_1，A_2B_2 の平均淘汰値である。したがって，$D_t=0$ ならば

$$\overline{W}_t^2D_{t+1}=P_t^2S_t^2(ad-bc)$$

が得られる。これより $D_t=0$ なる場合には，$ad-bc=0$ であれば D_{t+1} も0になることがわかる。すなわち，常に連鎖平衡が成立するためには，$ad-bc=0$ で，しかも $D_0=0$ でなければならないという厳しい条件が必要である。このことは，今までの研究の大部分が連鎖平衡を仮定している点に疑問を投げかけるものである。

〔研究発表〕

根井正利；Effects of linkage and epistasis on the equilibrium frequencies of lethal genes, I. Linkage equilibrium, *Jap. J. Genet.*, 39, 1～6

17. 致死遺伝子の平衡頻度に及ぼす連鎖と遺伝子相互作用の影響 II，数値解

遺伝第2研究室
根 井 正 利

第I報で述べたように，集団が連鎖平衡にない場合には，致死遺伝子の平衡頻度に及ぼす連鎖と遺伝子相互作用の影響を代数的に解くことは困難である。しかし，実際には連鎖平衡にない場合の方が重要である。そこで電子計算機を用いて数値解を試みた。なお，この研究では平衡頻度をしらべるだけでなく，遺伝子および配偶子頻度の平衡点への接近の状況および連鎖不平衡，集団適応度の世代変化をも同時にしらべた。

（1） 方　　法

第Ⅰ報の場合と同様に，A_1, A_2 および B_1, B_2 なる対立遺伝子をもつ2つの遺伝子座を考え，A_2 と B_2 を致死遺伝子とすれば，A_1B_1, A_1B_2, A_2B_1, A_2B_2 なる配偶子の $t+1$ 代目の頻度は，第Ⅰ報（1.a～1.d）式のように t 代目の配偶子頻度で表わすことができる。したがって，これらの式を用い，P, Q, R, Sに種々の初期値を与え，これらの1世代当りの変化量が事実上0になるまでくり返し計算を行なえば，平衡値が得られることになる。この計算では P, Q, R, S のすべての変化量が 10^{-4}以下，多少危険と考えられた場合には10^{-6}または10^{-8}以下になるまでくり返して行なった。このようにして得られた値は厳密な意味での平衡値と異なる可能性があるが，種々の異なった初期値から出発して同じ値に収斂するかどうかをしらべたので，その可能性は小さいと考えられる。

P, Q, R, S の初期値としては，6組の異なった値を用い，遺伝子型$A_1A_1B_1B_1$, $A_1A_2B_1B_1$, $A_1A_1B_1B_2$, $A_1A_2B_1B_2$ の淘汰値 a, b, c, d に対しては遺伝子相互作用の種類を考慮して，8組の異なった値を与えた。また，組換価 r に対しては，0.5, 0.2, 0.1, 0.05, 0.01 なる5種類の値を与えた。

（2） 結　　果

i） 遺伝子頻度

適応度ベクトル a $=(a\ b\ c\ d)$が(1 1 1 1)または (2 1 1 2)なる時には，たとえ連鎖不平衡があっても致死遺伝子は平衡頻度をもちえず，究極的には集団から完全に排除された。$a<b, c$, または $a<d$, あるいはその両方が満足される場合には，遺伝子頻度に安定平衡がみられ，その平衡頻度は $ad-bc=0$ で連鎖不平衡の初期値 D_0が0の時以外すべて組換価が小さくなるほど高くなった（第1表）。$ad-bc=0$ で $D_0=0$ の場合の平衡頻度は，第Ⅰ報の研究結果から期待される通り，組換価とは独立に一定の値をとった。また，$ad-bc\neq 0$ の場合の平衡頻度は，D_0 の符号によって異なることが判明した。以

第1表　Equilibrium values of gamete and gene frequencies, linkage disequilibrium, and population fitness for a=(1 2 2 4)

$D_0=0$

r	P	Q,R	S	q	D	$\bar{W}$
.50	.444	.222	.111	.333	.000	1.778
.01	.444	.222	.111	.333	.000	1.778

$D_0>0$

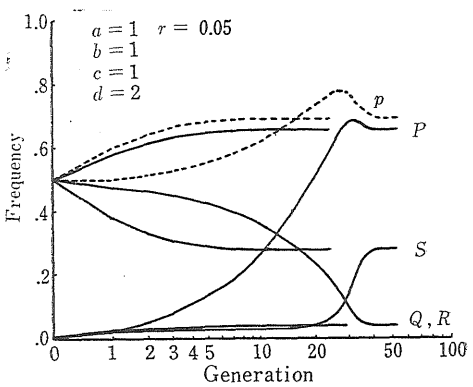
r	P	Q,R	S	q	D	$\bar{W}$
.50	.444	.222	.111	.333	.000	1.778
.20	.444	.222	.111	.333	.000	1.778
.10	.517	.120	.243	.363	.111	1.884
.05	.549	.048	.354	.402	.192	2.089
.01	.567	.009	.415	.424	.336	2.247

$D_0<0$

r	P	Q,R	S	q	D	$\bar{W}$
.50	.444	.222	.111	.333	.000	1.778
.20	.444	.222	.111	.333	-.000	1.778
.10	.408	.255	.082	.337	-.0317	1.787
.05	.268	.352	.029	.380	-.116	1.877
.01	.109	.443	.005	.448	-.196	1.972

上の結果から，$ad-bc\neq 0$ の場合には一定の r の値に対して1個の平衡点が存在し，$ad-bc=0$ の場合には $r=0.5$ を除いて3つの平衡点が存在すると考えられる。

平衡点に達するまでの遺伝子頻度の変化は必ずしも直接的でなく，場合によっては致死遺伝子は初め増加してその後に減少したり，あるいは初めに減少してその後に増加するという場合もみられた（第1図）。



第1図　Change in gamete and gene frequencies under selection
$P=1-$ lethal gene frequency ($P_1=P_2=P$)

ii） 配偶子頻度と連鎖不平衡

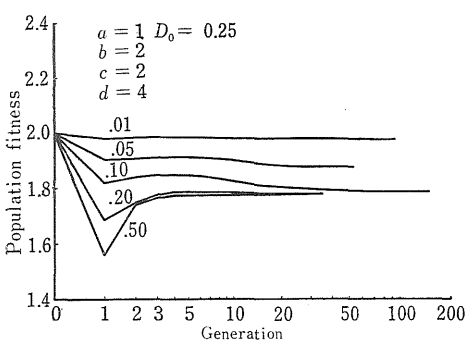
連鎖不平衡 D は $PS-QR$ で表わされるので，この値が正であれば相引の配偶子が多く，負であれば相反の配偶子が多いことになる。平衡点におけるこの連鎖不平衡

の値は，$ad-bc$ の値に直接依存していた。すなわち，この値が正であれば D の平衡値 $\hat{D}$ も正になり，負であれば，$\hat{D}$ の値は D_0 に依存し，D_0 が正ならば正，負ならば負，0ならば0となることが判明した。このように $\hat{D}$ が $ad-bc$ の値に依存するのは，$ad-bc$ が正ならば相引の配偶子が，また負ならば相反の配偶子が淘汰上有利なためである。

配偶子頻度と D の世代変化は，当然のことながら $\hat{D}$ と D_0 が同じ符号をもつか否かによって異なっていた。すなわち，両者の符号が同じならば，その変化は比較的単純であるが，符号が異なれば配偶子頻度が大きく変化するので，D の変化も複雑になり，しかもその傾向は組換価が小さければ小さいほど著しかった。たとえば，a＝(1 2 2 2) で $r=0.01$ の場合には，$D_0=0.0099$ ($P_0=0.99$, $Q_0=0$, $R_0=0$, $S_0=0.01$) から出発すると，D はまず0.18あたりまで増加してそののちに減少しはじめ，最後には -0.06 なる平衡値に到達する。

iii) 集団適応度

平衡点における集団適応度すなわち平均淘汰値は，$\hat{D}=0$ の場合を除けば $\hat{D}$ の符号に関係なく，組換価が小さくなればなるほど高くなった。また，$ad-bc=0$ の時は，$\hat{D}$ が負の時より正の時において，集団適応度が高いことが明らかにされた。自然淘汰の下では，集団適応度は通常 Fisher の自然淘汰の基本定理にあるように，増加するだけで減少することがないが，連鎖と遺伝子相互作用があると必ずしもそうではなくなってくる（第2図)。ただ，このような場合の集団適応度の低下は，大抵連鎖不平衡の崩壊と結びついていた。しかし，そうでない場合，すなわち，連鎖不平衡の形成過程にみられることもあった。



第2図 Change in mean fitness under selection. The number above or under the line refers to the recombination value.

(3) 考　　察

以上の結果から，特殊な場合を除いて致死遺伝子の頻度も，集団適応度も組換価が小さければ小さいほど高くなることが明らかになったが，このことは，もし組換価に関して遺伝的変異があるならば，自然淘汰はある範囲で組換価の低い個体を選ぶことになり，したがって，致死遺伝子の頻度を高める作用のあることを意味する。この結果として，染色体上の致死遺伝子の分布は random でないことが期待される。

平衡点における連鎖不平衡の値は，近親交配によって生ずる遺伝的荷重に大きな影響を与える。この遺伝的荷重は $1-P$ に比例するので，致死遺伝子の頻度が一定ならば，$\hat{D}$ が正の場合より負の場合において大きくなる。

〔研究発表〕

1. 根井正利；致死遺伝子の平衡頻度におよぼす連鎖とエピスタシスの影響，日本遺伝学会第35回大会 (1963年10月)
2. Nei, Masatoshi ; Effects of linkage and epistasis on the equilibrium frequencies of lethal genes, II. Numerical solutions., *Jap. J. Genet.*, 39, 7～25

18. 集団の細分化と近交係数

遺伝第2研究室
根井正利
今泉洋子

放射線の遺伝的障害のうち劣性突然変異による部分は，集団の近交度によって大きく影響されるが，集団の近交度は近親婚のみならず集団の細分化によっても生ずる。この研究は，集団がいくつかの分集団に分かれていて，しかも，ある形質について各分集団の遺伝子頻度がわかっている場合に，その遺伝子頻度の変異または共変異から近交係数を推定しようというものである。

(1) 理論的考察

いま団集が n 個の分集団に分かれており，その第 i 番目の分集団における近交係数を $f^{(i)}$ とし，ある特定の遺伝子座における第 j 番目の対立遺伝子の相対頻度を $p_j^{(i)}$ で表わすことにする。こうすると，第 i 番目の分集団における A_jA_j, A_jA_k なる遺伝子型の頻度 $f(A_jA_j)^{(i)}$, $f(A_jA_k)^{(i)}$ は次のように表わされる。

$$f(A_jA_j)^{(i)}=(1-f^{(i)})p_j^{(i)2}+f^{(i)}p_j^{(i)}$$
$$f(A_jA_k)^{(i)}=2(1-f^{(i)})p_j^{(i)}p_k^{(i)}$$

したがって，第i番目の分集団の相対的な大きさを$W^{(i)}(\Sigma W^{(i)}=1)$とすれば，全集団における$A_jA_j$，$A_jA_k$の頻度は次のようになる。

$$f(A_jA_j)=\Sigma W^{(i)}[p_j^{(i)2}+f^{(i)}p_j^{(i)}(1-p_j^{(i)})]$$
$$=(1-\bar{f})(p_j^2+\sigma_j^2)+\bar{f}\bar{p}_j+(1-2\bar{p}_j)\sigma_{fj}-\mu_{fjj}$$
$$f(A_jA_k)=2[(1-\bar{f})(\bar{p}_j\bar{p}_k+\sigma_{jk})-p_j\sigma_{fk}$$
$$-p_k\sigma_{fj}-\mu_{fjk}]$$

ここで，$\bar{f}$と$\bar{p}_j$はそれぞれfとp_jの平均値，σ_j^2はp_jの分散，σ_{jk}はp_jとp_kとの共分散，σ_{fj}はfとp_jとの共分散であり，また

$$\mu_{fjk}=\Sigma W^{(i)}(f^{(i)}-\bar{f})(p_j^{(i)}-\bar{p}_j)(p_k^{(i)}-\bar{p}_k)$$

である。上の式は，fとp_jがrandom differentiationの際に期待されるように独立ならば，σ_{fj}とμ_{fjk}が0になるので，次のように簡単化される。

$$f(A_jA_j)=(1-\bar{f})(\bar{p}_j^2+\sigma_j^2)+\bar{f}\bar{p}_j$$
$$f(A_jA_k)=(1-\bar{f})(\bar{p}_j\bar{p}_k+\sigma_{jk})$$

一方，全集団の近交係数をf_Tで表わせば

$$f(A_jA_j)=(1-f_T)\bar{p}_j^2+f_T\bar{p}_j$$
$$f(A_jA_k)=(1-f_T)\bar{p}_j\bar{p}_k$$

なる式が得られる。したがって，次のような関係式が得られる。

$$f_T=\frac{(1-\bar{f})\sigma_j^2+\bar{f}\bar{p}_j(1-\bar{p}_j)}{\bar{p}_j(1-\bar{p}_j)} \quad \cdots\cdots(1)$$

$$f_T=\frac{-(1-\bar{f})\sigma_{jk}+f_S\bar{p}_j\bar{p}_k}{\bar{p}_j\bar{p}_k} \quad \cdots\cdots(2)$$

$$\sigma_j^2=\frac{(f_T-\bar{f})\bar{p}_j(1-\bar{p}_j)}{1-\bar{f}} \quad \cdots\cdots(3)$$

$$\sigma_{jk}=\frac{-(f_T-\bar{f})\bar{p}_j\bar{p}_k}{1-\bar{f}} \quad \cdots\cdots(4)$$

$$R_{jk}=-\sqrt{\frac{\bar{p}_j\bar{p}_k}{(1-\bar{p}_j(1-\bar{p}_k)}} \quad \cdots\cdots(5)$$

$$f_{sT}=\frac{f_T-\bar{f}}{1-\bar{f}}=\frac{\sigma_j^2}{\bar{p}_j(1-\bar{p}_j)} \quad \cdots\cdots(6)$$

$$f_{sT}=\frac{-\sigma_{jk}}{\bar{p}_j\bar{p}_k} \quad \cdots\cdots(7)$$

ただし，R_{jk}はp_jとp_kとの相関係数，f_{sT}は分集団の全集団に対する近交係数である。

(2) 日本人集団の近交係数

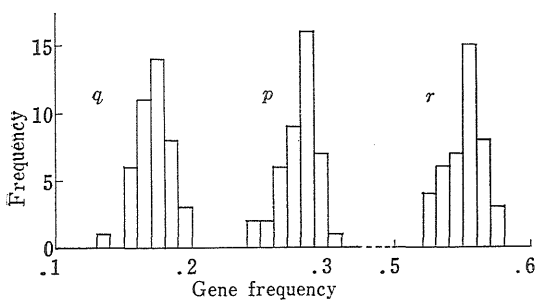
i) ABO血液型

田中(犯罪学雑誌，25，'59)は，日本人のABOおよびMN血液型の頻度を各県ごとに集録しているので，これを用いて近交係数の計算を行なうことができる。まず，ABO血液型について，Bernsteinの公式を用いA，B，Oの遺伝子頻度p,q,rを各県ごとに求め，その↙

第1表 Variance, covariance and inbreeding coefficient for ABO blood group gene frequencies

parameters used	p	q	r	$p\cdot q$	$p\cdot r$	$q\cdot r$
variance or covariance ($\times10^{-4}$)	2.03	1.09	1.75	−.62	−1.36	−.45
R (observed)				−.4146	−.7024	−.3160
R (expected)				−.2829	−.6862	−.2536
f_{sT} ($\times10^{-4}$)	10.11	7.65	7.49	12.89	14.42	4.75

↙分散，共分散を計算すると，第1表のようになる（青森と宮城はデータが異常のため除く）。また，p，q，rの頻度分布を図示すると第1図のようである。



第1図 Frequency distribution of A, B, and O genes in Japan

式(5)によって与えられる相関係数は，遺伝子頻度の分化がrandomに行なわれた時に期待される値なので，この値と実際の値を比較することにより，random differentiationの程度を知ることができる。この目的で計算したのが第1表の相関係数の理論値と実測値であるが，この両者の差はいずれの場合にも有意でない。このことは遺伝子頻度の分化がrandomに近いことを支持するものであるが，厳密にはp，q，rにclineがみられ，その分化は完全にrandomでないことが判明している。

式(6)または(7)によって得たf_{sT}の値も第1表に示してあるが，その値は計算に用いた遺伝子の種類によって若干の変動を示している。これにはclineその他が影響しているものと考えられる。6個のf_{sT}の平均をとると9.6×10^{-4}が得られる。ABO血液型の場合，$\bar{f}$やf_T

の計算は多少面倒になり目下計算中である。

ii） MN 血液型

MN 血液型の場合には，遺伝子頻度を規定するパラメーターは1つしかないので，共分散を使うことはできない。この場合，式(6)を使って f_{sT} を計算すると 14×10^{-4} が得られ，ABO 血液型の場合より少しだけ大きくなっている。また，$\bar{f}$ は 89×10^{-4} となり，(6)の関係式を使って f_T を計算すると 0.0103 となる。この f_T は日本全国についての近交係数の推定値であるが，この値は近親婚の頻度のみから得られたもの (0.002～0.005) より相当に高くなっている。これは集団の細分化を考慮したためである。

iii） 色　　盲

色盲は伴性遺伝をするので，他の形質と同等に取扱うことはできないが，f_{sT} は前と同じ方法で計算することができる。ただ，このようにして得た値は，autosomal genes を用いて得た値より大きくなることが理論的に期待される。事実，昭和36年度文部省保健統計報告書より中学生男児の色盲の頻度を用いて f_{sT} を計算すると，0.0064 となって，血液型遺伝子から得た値より高くなっている。

19. ゾウリムシの接合時における放射線感受性 II
線量効果率からみた劣性致死突然変異のヒット数の推定と優性致死突然変異の検討

遺伝第2研究室
渡　部　郁　雄

37年度報告において，配偶核形成期のゾウリムシにおける放射線誘発劣性致死突然変異率が成熟分裂の各時期で異なっており，その変化がショウジョウバエで得られた結果と極めてよく類似していること，および接合完了個体(F_1)で致死現象を発見したことを報告した。

本研究は，したがって，37年度にひきつづいて次の問題に焦点をしぼって行なった。すなわち，1)劣性致死の特性を明らかにすること，2) F_1 致死現象を解明すること。1)の点については，Kimball の一連の研究によって一部明らかにされているが，まだ不充分な点が残されている。特に，ヒット数の推定はまだなされていない。2)については，ゾウリムシでは初めての発見であり，まずこれが優生致死であるかどうかの検討をする必要がある。

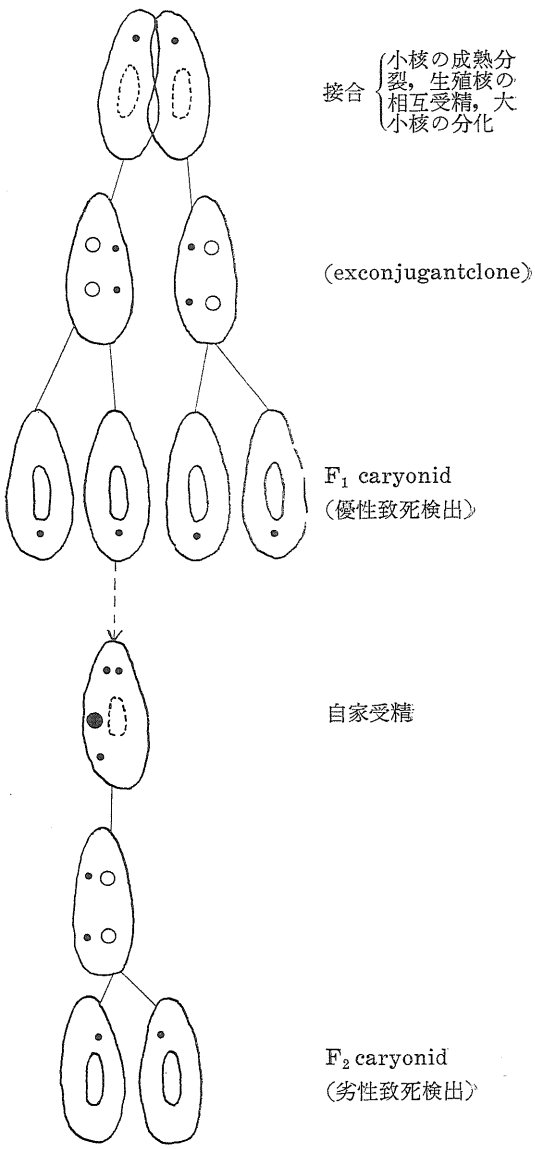
以上のような観点から行なった実験結果を報告する。

(1) 材料および方法

実験材料は前報と同じく *Paramecium aurelia*, syngen 4, stock 51, mating type Ⅶ および Ⅷ を用いた。

培養方法，接合および自家受精の誘導方法，照射方法なども前報と同じである。ただ，照射の時期については第3回成熟分裂期のみを選んだ。その理由は，最も実験しやすい時期であることのほかに，この分裂が既に減数分裂を終えたのちの haploid に起こるものであるため，実験結果の考察が容易になるという利点をもつからである。

線源は 200 kV，20 mA で作動させた X 線にフィル



第1図　実験方法の模式図

ター として 0.5 mm Cu+0.5 mm Al を付加したものを用いた。線量率は 400 r/min. であり，線量は空中線量で表示した。

優性致死の観察は接合を完了したあとのキャリオナイド(F_1)で行ない，劣性致死はさらに自家受精 (autogamy) を起こさせて得られたキャリオナイド(F_2) で行なった。これらの検出手順を模式化して第1図に示す。

(2) 結果および考察

1) 劣性致死におけるヒット数の推定

既に述べたように，最も実験しやすくそのうえ減数分裂をすませたのちの第3回成熟分裂期をえらび，その前期に 1,000 r から 6,000 r におよぶ線量を照射し，線量効果率を求めたところ第1表のような結果を得た。

第 1 表

dose (r)	0	1,000	2,000	4,000	6,000
total number of irrad. animals	1,000	445	675	625	925
number of viable animals	992	391	363	94	3
per cent of viable animals	92.2	87.87 ± 3.67	53.78 ± 2.80	15.04 ± 7.93	0.32 ± 0.30

この結果を Kimball の式，すなわち，

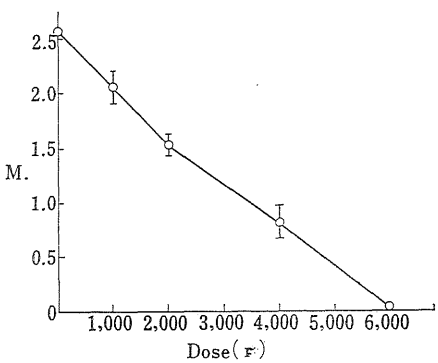
$$M=\sin^{-1}\left(\frac{n-1}{n+3}\right)+\sin^{-1}\left[\frac{2p^{1/2}(n+1)-(n-1)}{n+3}\right]$$

n＝1回の測定に用いられたキャリオナイドの数

p＝正常成長を示すキャリオナイドと致死および半致死を示すキャリオナイドの割合

を用いて角変換してみると第2図のようになる。

この結果は明らかに直線性を示し，照射時期は全く異なるが，Kimball によって得られた実験結果 (*Genetics*, 34, 210～222, 1949 ; *Rad. Res.*, 10, 490～497, 1959) と極めてよく類似している。Kimball (1949) によれば，このような劣性致死について，個々の mutation そのものは検出不能であるにしても，いくつかの mutant gene の combined action の結果として致死をひきおこすのか，あるいは 2 hit chromosomal aberration によるものであろうと結論している。



第2図 突然変異率 (M は Kimball の式による) と線量との関係

ここに得られた劣性致死突然変異は，本質的に Kimball によって得られたものと同じ性質のものであると考えられる。

2) 優性致死の誘発について

劣性致死の場合と同様に，第3成熟分裂期をえらび 1,000～10,000 r の範囲にわたる照射を行ない，優性致死突然変異の発生率を調査した。結果は第2表に示す。

第 2 表

dose (r)	0	1,000	4,000	6,000	10,000
total number of irrad. animals	1,000	300	140	80	150
number of viable animals	998	273	107	42	47
per cent of viable animals	99.80	91.00 ± 1.33	76.43 ± 3.92	52.50 ± 2.17	31.33 ± 3.46

Paramecium について接合完了個体 (F_1 キャリオナイド) における致死突然変異については，現在まで報告されたものはない。したがって，ここに得られた致死が優性致死とみなし得るかどうかについては，十分に検討する必要があると考えられる。

今もし，優性致死突然変異でないと仮定すれば，physiological death とか受精過程の阻害などの原因が考えられる。

ところが，physiological death については，次のような根拠から排除されねばならない。すなわち，無性増殖期の *P. aurelia* の LD_{50}は，Wichterman(1955)によれば 230,000 r であり，同様に Kimball(1949) の報告によれば，13,000 rep (β-ray) の照射では最初の 24 時間において2分裂が極めてわずか低下するだけである。また，接合中の *P. bursaria* (LD_{50} = 340,000 r) に X 線照射した場合，Wichterman (1953) によれば，300,000 r の照射によって接合対のまま死亡する個体数が 40 %である。これらの事実は直接的ではないにしても，いずれも physiological death は 10^5 r のレベルでみられるものであることを示している。

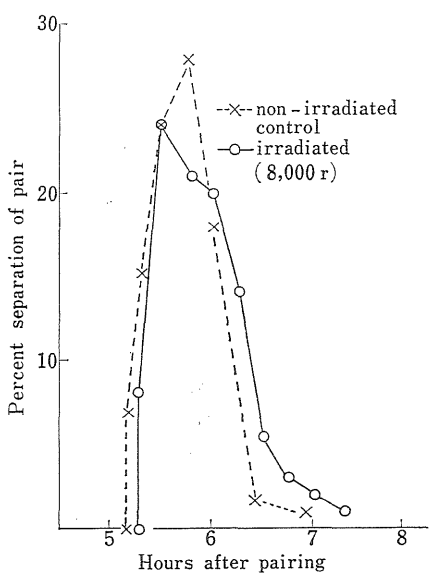
もし，機械的な受精阻害が起こったと仮定するなら，この場合 cytogamy が起こり，F_1 において recessive lethal homo を生ずる可能性がある。しかし，これが主要因であるなら，F_1 致死は性質的に劣性致死と類似しているはずであるが，そのような事実はみられなかった(本実験)。

次に，生殖核それ自身に何らかの障害が起こったために受精ができなくなったと仮定した場合，もし，旧大核断片の再生が起こらなければ (Kimball の結果では起こっていない)，新しい大核原基ができないため当然死亡する個体が出てきてよいはずである。そこで次のような実験を行なった。

通常の手順で 8,000 r を照射し，接合対が分離したのち 7～10 時間(大核原基が最もよく発達している時期)で固定染色し大核原基の有無をしらべた。その結果，大核原基をもたない個体はわずかに 2.47%($^{11}/_{445}$)であった。

したがって，受精不能による死亡もまた主たる原因ではあり得ない。以上のような事実から，F_1 における死亡は，正常に受精しそれから発達した大核に内在する遺伝的障害にもとづくものと断定せざるを得ない。しかも，それは F_2 における劣性致死と明らかに異なったものであり，優性致死突然変異とみなし得るであろう。

これらの点について，さらに筆者は接合完了後まもなく physiological death を起こすような変化が起こっているなら，その前の過程，すなわち，接合対の分離にも大きな影響がみられるのではないかと考えて，照射による分離の時間的おくれをチェックしてみた。その結果は，1,000 r～4,000 r では control (非照射) と全くかわらず，8,000 r でわずかに時間的おくれを生じるにすぎなかった(第 3 図)。



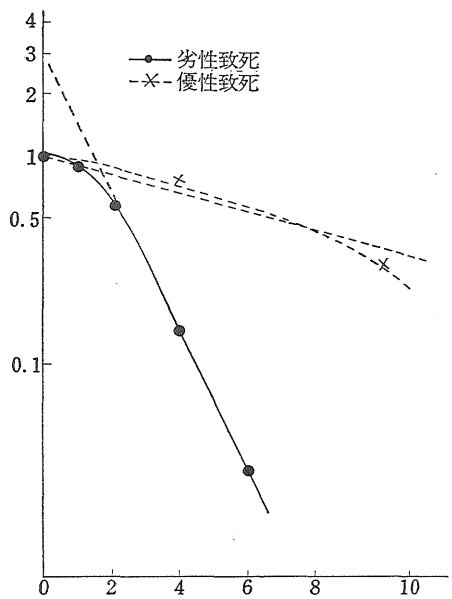
第 3 図　照射による接合体分離の時間的遅れ

いずれにしても，*Paramecium* では，10,000 r 以下では physiological death は起こり得ないものと考えられる。

第 2 の問題点は，生殖核形成過程，受精核形成過程および受精核が大小核に分化する過程のどこかで抜けてしまうかどうかをしらべることであろう。

3)　劣性致死と優性致死のヒット数の推定

実験結果を解析するために，1) および 2) において得られた数値を片対数グラフに目盛ったものが第 4 図である。



第　4　図

この図において劣性致死は一応 3 ヒットの現象であると理解される。この点について Kimball (1949)は，*P. aurelia* における劣性致死が，1) two-hit chromosome aberrations によるか，あるいは 2) 個々には検出できないような比較的少ない効果しかもたない mutant gene の combined action であろうと推定した。一方，fractional irradiation の効果がほとんどみられないので，2)の方が主役を演じているものと結論した。この結論を一応受入れるとすれば，この場合個々では検出で

きない微少効果をもった gene mutation がいくつか生じた場合，平均して3個の mutant geneをもった時はじめて致死効果を生ずるものと考えられる。

一方，優性致死現象については，この発見が筆者によってはじめてなされたものであり，まだ実験的に充分な検討がなされていないので，早急な結論をだすことはできない。

しかしながら，第4図において優性致死を単独に one-hit event であるとは考えられない。

なぜなら，劣性致死と比較した場合，3-hit event で起こる劣性致死の方が1-hit で起こる優性致死より効果が大きいということは全く矛盾してしまうからである。

そこで，優性致死を生ずるには少なくとも数個以上の hit が必要であると推定することができると考えられる。しかしながら，hit 数を推定するためには，さらに実験的高線量の照射を必要とする。一方，20,000～30,000 r の照射を行なった場合，致死突然変異以外のほかの効果が入ってくることも考えられるので，これらの点を考慮に入れてさらに実験を進めていきたい。

（3） 要　　約

1) ゾウリムシ (*P. aurelia.* syngen 4. stock 51, mating type Ⅶ および Ⅷ) で接合の第3成熟分裂期にX線照射を行ない，優性致死および劣性致死の誘発率をしらべた。

2) 劣性致死は平均して3個の mutant genes を生じた時はじめて致死効果を示すことが明らかになった。

3) 優性致死はこの研究ではじめて明らかにされたものである。現在 multi-hit event と推定されるが，この点については，さらに高線量の照射結果を追加しなければならない。

20. ショウジョウバエの人工集団における致死遺伝子の保有機構の解析

遺伝第2研究室
戸 張 厳 夫

ショウジョウバエの自然集団中にかなり高い頻度で致死遺伝子が保有されていることは，Dobzhansky and Spassky (*Genetics*, 38, '53)，その他によって報告されている。この研究は，ショウジョウバエの人工集団における致死遺伝子の保有機構を環境の変化と関連させて解析しようとするものである。

（1） 方　　法

まず，キイロショウジョウバエの人工集団から総数355本の第Ⅱ染色体をとりだし，viability に有害な効果をもつ染色体の頻度を *Cy*/*Pm*-法によって調査した。この調査から得られた50の致死遺伝子について，同一の遺伝子座に位置しているものと，異なる遺伝子座に位置しているものとを区別するために，allelism-test を行なった。

次に，allelism-test によって区別された24種の異なる致死遺伝子をもつ染色体（l）と30本の正常染色体（+）を用いて，3つの温度条件(17 ℃, 25 ℃, 29 ℃)のもとで，viability-test を行なった。このテストに用いた交配様式は次に示すとおりである。

	experiment	control
P	$Cy/l_n \times +_i/+_i$	$Cy/+_k \times +_i/+_i$
F_1	$Cy/+_i$　$l_n/+_i$,	$Cy/+_i$　$+_k/+_i$
個体の相対頻度	$(1-q)$: q	$(1-q')$: q′

n, k および i は，おのおの用いた染色体の数を示し，n =24, k=30, i=10である。

いま，$+_k/+_i$ の相対的な淘汰値を1とし，$l_n/+_i$ の淘汰値を1－sとすると，淘汰係数(s)は次の式から算出できる。

$$s = 1 - \frac{q(1-q')}{q'(1-q)}$$

（2） 結果と考察

Cy/*Pm*-法による調査から，この実験で用いた人工集団中には約16％の致死遺伝子が保有されていることが明らかになった。この頻度は，従来報告されていた価とほぼ一致するものである。また，頻度分布についても，他の研究者らの得たものとほとんど等しいパターンを示している(第1表)。

Allelism-testの結果，allelic rate は8.8％(101/1,255)で，異なる26種類の致死遺伝子が区別された。

Viability-testから得られた $l_n/+_i$ の淘汰係数は第2表に示してある。この表から明らかなように，17 ℃と25 ℃の間では，淘汰係数に差はなく，いずれにおいても $+_k/+_i$ にくらべて $l_n/+_i$ は約2.5％ viability が低下している。一方，29 ℃においては，$l_n/+_i$ の方が，$+_k/+_i$ にくらべて1.5％高い viability を示している。そこで，温度ならびに genetic background による淘汰係数の変化の有意性を検定するために，分散分析を行なった(第3図)。その結果 $l_n/+_i$ の淘汰係数(s)は，1)温度，genetic background によって有意に変化すること，2)致死遺伝子と温度，致死遺伝子と genetic background との間の相互作用は，いずれも有意なものであ

第1表 Frequencies of deleterious and normal second chromosomes isolated from an artificial population

	per cent of wild type flies						No. of chrom. tested
	lethal	semi-lethal		subvital	normal		supervital	
	0	0—8.3	—16.7	—25.0	—33.3	—41.6	—	
exp. Ⅰ	14	4	4	13	41	21	2	99
exp. Ⅱ	15	3	2	8	32	26	5	91
exp. Ⅲ	15	6	3	6	39	35	1	95
exp. Ⅳ	11	3	6	8	22	17	3	70
total	55	31		35	223		11	355
%	15.49	8.73		9.86	62.81		3.10	

第2表 Mean coefficient of selection $\bar{s}$ on pre-adult viability of the *Cy/l* flies among the progeny from *Cy/l*×+/+ cross, ratio of *Cy/l* to +/+ (r) and total number of flies counted (n)

lethal strains			
temperature	$\bar{s}$	$\bar{r}$	n
17℃	0.0245	1.032	7,4591
25℃	0.0253	0.992	9,8144
29℃	− 0.0148	1.067	7,3615
control			
17℃	0.0000	1.052	4,8102
25℃	0.0000	1.018	5,9176
29℃	0.0000	1.052	4,5895

第3表 Variance analysis of the coefficient of selection on pre-adult viability

components	S. S.	d.f.	M. S.	F
(1) lethal(L)	0.55666	23	0.02420	—
(2) background(B)	0.54470	9	0.06052	2.84**(a)
(3) temperature(T)	0.25272	2	0.12636	3.12* (b)
(4) L×B	4.69251	207	0.02267	1.89**
(5) L×T	1.90293	46	0.04137	3.45**
(6) B×T	0.05244	18	0.00291	—
(7) L×B×T(error)	4.97097	414	0.01201	—
total	12.97293	719		

** Significant at the 1% level
* Significant at the 5% level
(a) $F=\frac{(2)+(7)}{(4)+(6)}$, $n_1=12.9$, $n_2=224.1$
(b) $F=\frac{(3)+(7)}{(5)+(6)}$, $n_1=2.3$, $n_2=52.3$

ることがわかった。

このことは，致死遺伝子の viability に及ぼす効果は，温度ならびに genetic background によって変えられることを示している。以上の結果から，環境の変化あるいは問題としている遺伝子が存在している遺伝的背景が，その遺伝子の保有に重要な役割を占めていることが明らかとなった。

21. 遺伝的に不均一な集団の量的形質に及ぼす放射線の遺伝的影響

遺伝第2研究室
戸張巌夫
根井正利

遺伝的に均一な集団が放射線をうけた場合，身長や知能指数のような量的形質の遺伝的変異が増大することは，Clayton and Robertson(*Amer. Nat.*, 89, '55) 等によって既に報告されている。しかし，量的形質を支配するポリジーンは＋－の両方向へ突然変異を起こすので，人類集団のように遺伝的に不均一な集団においては，放射線の照射をうけても，量的形質の遺伝的変異は必ずしも増大することは考えられない。この研究はこの点を明らかにするために行なったものである。

(1) 材料および方法

まず，遺伝的に不均一な集団を得るために，キイロショウジョウバエの24系統を混合して無作為交配を続け，平衡集団を作った。この平衡集団に2,000 r のX線を照射し，2世代にわたって無作為交配を行なわせ，3世代目に biparental cross を行ない，その後代で腹部および胸部剛毛数をしらべた。Biparental cross では，照射区，対照区

ともに50♂♂と200♀♀を用い，1♂に4♀♀を交配させた。剛毛数の調査はその子孫につき1交配当り10匹の雌について行なった。したがって，しらべた雌の総数は4,000匹である。この調査の結果はsib-analysisによって分析した。

一方，このsib-analysisの結果を確かめる意味で，腹部剛毛数に関する上下両方向への選抜実験を行なった。選抜にあたっては，雌雄おのおの25匹の中から剛毛数の最も多いもの(high-selection)あるいは最も少ないもの(low-selection)5匹ずつを次代の親として選んだ。

(2) 実験結果

腹部剛毛数および胸部剛毛数のsib-analysisによる変異分析の結果は第1表，第2表に示してある。第1表から明らかなように，腹部剛毛数においては，表現型分散はX線照射によって有意に増加しているが，これは主として相加遺伝分散と環境分散の増加によっている。しかし，これら分散成分の増加はいずれも有意ではなかった。また，遺伝力についても照射区と対照区との間に有意差が認められなかった。

第1表 Estimates of causal components of variance of abdorminal bristle-number

components	irradiation	control	t
additive genetic (V_A)	10.17 ±2.81	7.47 ±2.18	0.76
dominance (V_D)	−0.11 ±3.30	2.15 ±2.68	
enviromental(V_E)	6.90 ±1.53	4.38 ±1.33	1.25
phenotypic(V_P)	16.98 ±0.54	13.99 ±0.44	5.24
heritability	0.599	0.533	
mean	43.35	44.16	

第2表 Estimates of casual components of variance of sternopleural cheatae-number

components	irradiation	control	t
additive genetic (V_A)	1.28 ±0.50	1.37 ±0.42	0.14
dominance (V_D)	2.12 ±0.73	0.15 ±0.52	2.18
environmental(V_E)	0.67 ±0.43	2.23 ±0.28	3.03
phenotypic(V_P)	4.08 ±0.13	3.75 ±0.12	1.83
heritability	0.314	0.366	
mean	19.38	19.35	

一方，腹部剛毛数においては，表現型分散はX線照射によって増加したが，その増加量は有意でなかった。分散成分についてみると，腹部剛毛数の場合と異なり，優性分散と環境分散が有意に増えていた(第2表)。

腹部剛毛数の選抜実験の結果は第1図に示してあるが，これからわかるように，low-selectionでは雄雌のいずれにおいても，照射区と対照区の選抜に対する反応はほぼ同じである。一方，high-selectionでは，照射区よりむしろ対照区において選抜に対する反応が大きくなっているように思われる。

(3) 考　察

量的形質を支配する遺伝子座の1つにおいて，対立遺伝子A，aがp，q $(p+q=1)$の頻度で存在し，放射線をうけた時のAからaへの突然変異率をμ_1，aからAへのそれをμ_2とすれば，Aの遺伝子頻度は$\Delta p=-\mu_1 p+\mu_2 q$だけ増加することになる。いま，Yamada and Kitagawa(*Jap. J. Genet.*, 36, '61)のデータにもとづき，$\mu_1=\mu_2=\mu$と仮定すると，$\Delta p=-\mu(p-q)$が得られる。一方，放射線をうける前の相加遺伝分散および優性分散はそれぞれ

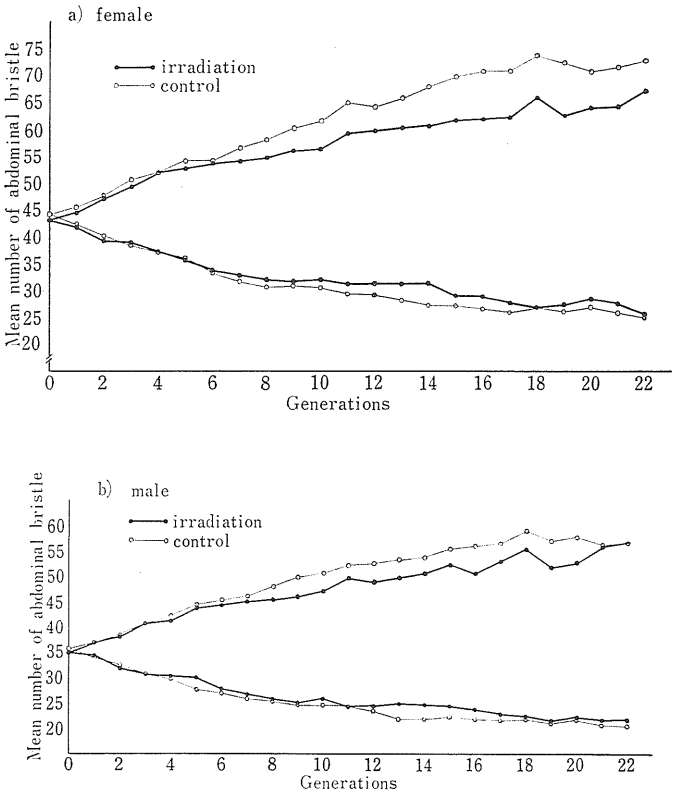
$$V_A=2pq[a-(p-q)d]^2$$
$$V_D=4p^2q^2d^2$$

で与えられるので，放射線によって増加する分散は次のように表わされる。

$$\Delta V_A=\frac{dV_A}{dp}\Delta p$$
$$=2\mu(p-q)\{a-(p-q)d\}\{(p-q)a-(1-8pq)d\}$$
$$\Delta V_D=\frac{dV_D}{dp}\Delta p=8\mu pq(p-q)^2d^2$$

ここでaはAAとaaの遺伝子型値の差の半分であり，dはAa個体の示す優性の程度である。したがって，ショウジョウバエの剛毛数のように優性現象がないと考えられる場合には，$\Delta V_A=2\mu(p-q)^2a^2$，$\Delta V_D=0$となる。

これらの式からわかるように，理論的には剛毛数の相加遺伝分散はpとqが同じでない限り増加し，優性分散は増加しないことが期待される。この実験で得られた腹部剛毛数の結果はこの期待とよく一致している。この場合，V_Aが増加したことは，$p=q$でなかったことを示すものと思われる。また，選抜試験において，照射区



第1図　Response curves to high- and low-selections for abdorminal bristle-numbers

が対照区より大きな選抜反応を示さなかったことは，照射前に固定していた遺伝子座の分散増加に対する寄与が小さかったためと思われる。

一方，胸部剛毛数の結果は上記の理論から予想されないものであり，実験誤差の可能性もあるので，さらに研究を行なう必要がある。

〔研究発表〕

1. 戸張厳夫，根井正利，山口英子，町田勇；遺伝的に不均一な集団の量的形質に対する放射線の影響，日本遺伝学会第35回大会(1963年10月)
2. 戸張厳夫，根井正利；Genetic effects of X-rays on the quantitative characters in a heterogeneous population, *Drosophila Information Service*, 38, 83-84(1964)

Ⅶ. 生理病理研究部

概　　況

このような名称が，本研究所において，いかなる具体的内容を意味するかの明確な定義は見当らない。それは一面臨床研究とほとんど同義語と理解されると同時に，他面実験動物による問題の解決を意味するならば，脊椎動物の生物学とわずかに一線を画するにすぎない。しかしながら要は研究方法にあるのではなく，研究テーマのとりあげ方にあるといえる。本研究所の設立主旨が放射線による人体障害の把握とその予防ならびに治療の探究と，放射線の医学的利用にあるのである以上，生理病理研究部の使命は臨床活動(病院を場とする)と基礎的研究(医学的)の両面に，極めて広い分野を担当することとなる。したがって，ここでは広く医学の各分野に視野のとどく指導のもとに，内部機構と人員構成もまたこの方針に沿って計画，推進されてきた。すなわち，生理部（1室）と病理部（2室）が今日のところ医学者である部長(病理)のもとにあり，生理部は1室長(M. D.)，5研究員(ph. D.)より成り，病理部は春日孟および関正利両君の室長着任を得て，2室長(M. D.)および8室員によって運営されている(昭和38年度)。しかしながら，全体として現在の研究テーマ，ならびにその発展方向からみて，両室とも人員の不足は覆い難く，今日でも研究の発展はこれを遂行する人員の不足によって明らかに阻止せられようとしている現況である。

両室の研究テーマの個々の内容については後述されるが，生理部は主として基礎医学における内分泌系の変動を放射線障害において追求し，病理部は臨床と基礎との両面にわたって研究網を拡げている。すなわち，その学問上の必要から臨床との結びつきが強く，義務として病理解剖(剖検)と生検手術材料の検査は担当しなければならず，このほかに基礎研究の遂行が課せられている。また，このほかに障害臨床その他の研究部との協同研究の処理などが行なわれる。

両室の設備の内容は，一般に設立の早い生理部は比較的充実の度が早いのに反し，病理部は事実上の発足が昭和35年度であったため，機械器具の整備が遅れている。しかしながら，38年度においては，一般病理検査設備のほかに電子顕微鏡，autoradiograph，組織培養が発足し，ようやく研究は緒についた。

研究結果は，設立の比較的古い生理部においては逐次発表せられて斯界に対する寄与も大きい。そのうちSr除染の研究は注目を浴びた。

なお，昭和36年6月に生理研究室所属の一井昭五はWorcester Foundation for Experimental Biology (Massachusetts, U.S.A.)のDr. Ralph I. Dorfmannのもとに留学し引続き2年滞在している。昭和37年1月，病理第1研究室所属の白沢春之はProf. Letterer の招きにより Tübingen 大学病理学教室（ドイツ）に留学している。また昭和37年9月より春日孟室長はLos Angeles County Hospital および University of California L. A. に留学中である。

（生理病理研究部長　竹内　正）

1. ヒト胎盤におけるステロイドホルモン生合成系路に関する研究

生理学研究室
松葉三千夫
矢後長純
島　澄夫
小林　森

(1) 研究目的

胎盤は妊娠期間中のみ生体に存在する妊娠維持には不可欠の臓器であり，プロゲステロンや女性ホルモンを分泌するステロイドホルモン産生臓器の1つである。他のステロイドホルモン産生臓器におけるその主要な生合成過程は明らかにされているが，胎盤においては部分的な過程の証明を除き，ほかにみられるような生合成系路，すなわち，酢酸から最終産物にいたる全体的な流れは明らかにされていない。これを明らかにするのが本研究の目的である。

（2） 研究方法

1） 実験の種類

実験1：酢酸→コレステロール，プレグネノロン，17α-OH-プレグネノロン，DHA(デヒドロエピアンドロステロン)，プロゲステロン，17α-OH-プロゲステロン

実験2：コレステロール→プレグネノロン，プロゲステロン，アンドロステンダイオン

実験3：プレグネノロン→プロゲステロン，17α-OH-プレグネノロン，DHA

実験4：17α-OH-プレグネノロン→DHA，17α-OHプロゲステロン，アンドロステンダイオン

実験5：プロゲステロン→17α-OH-プロゲステロン，DOC（デゾキシコルチコステロン），Comp. B（コルチコステロン），Subst. S（11-デゾキシコルチゾール），コルチゾール

実験6：DOC→Comp. B

2） 材料と方法

ヒトの妊娠2～3カ月の胎盤から絨毛部分を鋏でつみとり，これをプロピレン・グリコールに溶かしたラジオアイソトープ基質とクレーブス・リンガーの燐酸緩衝液とを合せた培養液中に浮遊せしめ，酸素ガスをフラッシュし，密栓してで37°Cで2時間振盪しつつ孵置した。この混液をアセトンに入れて反応を停止させ，キャリヤーを加え，以下は常法にしたがって抽出および予備精製を行なった。なお，ゼロ時間対照を同時に並行して行なった。

抽出物はリグロイン：プロピレン・グリコールのペーパー・クロマトグラフィーを行ない，各キャリヤー・フラクションを分離し，さらにそのおのおのをトルエン：プロピレン・グリコールまたはBushのペーパー・クロマトグラフィー・システムを用いて4回以上精製を重ねた。

これにキャリヤー10 mgを加え再結晶を繰り返し，比放射能値が3回以上ひきつづいて一定した場合に目的産物ができたものと判定した。

（3） 結　　果

実験1：酢酸の孵置でコレステロールとプロゲステロンの生成が認められた。この結果は，胎盤におけるステロイドホルモン生合成の場合にも，いわゆる“酸酸—コレステロール・ルート”が参与する可能性を示すものである。この実験ではプレグネノロン，17α-OH-プレグネノロン，DHAおよび17α-OH-プロゲステロンの生成は認められなかった。

実験2：コレステロールの孵置でプレグネノロンとプロゲステロンの生成が認められた。これは，胎盤にもコレステロールの側鎖を切断する酵素が存在することを示している。アンドロステンダイオンの生成は認められなかった。

実験3：プレグネノロンの孵置で，プロゲステロンと17α-OH-プレグネノロンの生成が認められた。プロゲステロンの生成率は比較的高く，基質として加えたプレグネノロンの約$^1/_3$はプロゲステロンに変った。これはプレグネノロンに対するデヒドロゲナーゼとイソメラーゼの活性が相当高いことを示している。17α-OH-プレグネノロンの生成量は微量で，しかもトラッパーテストによってようやく証明されたものであるが，一般に男性ホルモン生成の場合，17α位への水酸基の導入がその前段階として必要であるとされているので，胎盤においてこれが見出されたことは，女性ホルモン生合成を考える場合，大きな意味を有するものである。しかし，この実験ではDHAは証明されなかった。

実験4：17α-OH-プレグネノロンの孵置でDHAとアンドロステンダイオンの生成が認められた。これは17α-OH-プレグネノロンに対して活性を有するデスモラーゼが胎盤にも存在すること，DHAに対して活性を有するデヒドロゲナーゼとイソメラーゼが存在することを示している。

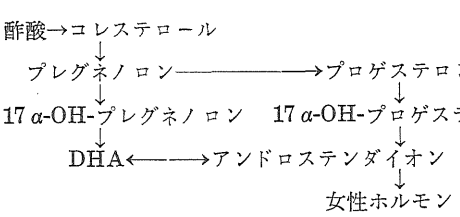
実験5：プロゲステロンの孵置で微量ながら17α-OH-プロゲステロンの生成を認めた。これはプレグネノロンの17α位へ水酸基が入ったことと同様の大きな意味を有するものである。DOC, Comp. B, Comp. Fの生成は認められなかった。

実験6：DOCの孵置でComp. Bの生成は認められなかった。

（4） 総　　括

以上に得られた結果を総合すると，ヒトの幼若胎盤においては第1図に示されるようなプロゲステロンおよび女性ホルモンの生合成過程があるものと考えられる。

すなわち，この時期の胎盤におけるステロイドホルモンの生合成は，その主要産物の1つと考えられるプロゲステロンが酢酸→コレステロール→プレグネノロン→プ



第1図　ヒトの幼若胎盤におけるステロイドホルモン生合成系路

ロゲステロンの過程を経て産生され，他の主要産物と考えられる女性ホルモンは，酢酸→コレステロール→プレグネノロン→プロゲステロン→17α-OH-プロゲステロン→アンドロステンダイオン→女性ホルモン，および，→プレグネノロン→17α-OH-プレグネノロン→DHA→アンドロステンダイオン→女性ホルモンという過程で産出されるものであろうと考えられる。

また，実験5および6で得られた結果から，この時期の胎盤ではComp. BやComp. Fなどの副腎皮質ホルモンの合成能力はないものと考えられる。

以上に述べたことは，あくまでも*in vitro*の条件下で行なった実験結果をもとにしての推測であるから，これが生体内で行なわれる反応と全く一致しているかどうかは疑問である。この点の解明と主要ルートの検索とが今後に残された問題である。

〔研究発表〕

1. 松葉三千夫，矢後長純，島澄夫，小林森；胎盤におけるステロイドの生合成，第16回日本医学会総会第16分科会，第36回日本内分泌学会総会，シンポジウム「胎盤ホルモン」の部(1963年4月)
2. 松葉三千夫，矢後長純，島澄夫，小林森；胎盤におけるC_{21}ステロイドの17α-hydroxylationに関する研究，第29回日本薬理学会関東部会(1963年11月)

2. 腎循環血量（RBF）の変動とそれに見合う組織像の検索

病理第1研究室
竹　内　　正*
関　山　重　孝
高　木　長　二
米　山　達　男
* 生理病理研究部長

腎臓の循環血液量の測定は，近来RI利用によって長足の進歩を遂げた。Renogramの臨床的応用は端的にこれを物語る。しかしながら，renogramで腎臓全体の血流量の変動はわかっても，腎内血液循環の部位的差を測定することはできない。放射線急性障害において腎所見の著しいものがある今日，たとえば急性腎不全ないし腎皮質壊死等の極端な腎臓内循環不全の発生は腎臓の血流動態の部位的観察なしに追求できない。

本研究はこの線にそって，犬または家兎について血中に^{55}Feを導入し，2本以上の小型GM管(直径約2 mm endowindow)を用いてβ線をとらえ，これによって腎表面および腎動静脈において計測し，これに全身または部分照射を行ない，腎障害を生理的に把握すると同時に，電顕ならびに組織化学的方法でこれを形態学的に裏付ける。

以上の研究方法によって，次の所見が証明または予想される。

（1） 腎循環は，照射その他の外的条件によって比較的容易に変動しうる。

（2） その場合，腎内循環様式の変化を前提とする。すなわち，被膜下循環(subcapsular circulation)がまず第1に犠牲にされ，腎循環は傍髄循環(juxta-medullary circulation)をもって行なわれる。

（3） その場合，皮質表層部の糸球体およびそれに附属する尿細管は乏血性変化を被る。遂には傍髄部に発生するnephronは過重に陥る。そのために，被膜下nephronと違った形態または組織化学的変化が期待される。

（4） 腎動脈の計測的狭窄に対比してnephronの病理組織変化を追究すると，1/2程度の腎乏血で近位尿細管上皮細胞は剥離脱落し，尿細管内を髄質まで流下して滲透圧差により融解解離する。そして，このことが蛋白尿の原因となりうると考える。

（5） 放射性同位元素標識化合物をtracerとして用いた腎循環動態測定結果から，赤血球と血漿とは条件によって分離流走することが判明した。すなわち，赤血球は比較的皮質表層部を流れ，血漿は皮質深部から髄質に向うことである。

3. 骨に沈着せる放射性ストロンチウムの副甲状腺ホルモンによる除染実験

病理第2研究室
竹　内　　正*
関　　正　利
高　木　長　二
高　橋　イ　チ
* 生理病理研究部長

37年度の研究で，副甲状腺ホルモン(PTH)を，予め^{85}Srの腹腔内注入を施したラットに皮下注射すると，尿中の^{85}Sr排泄量が24～48時間尿において一過性に増加すること，さらに，PTH注射後24時間目にキレート剤（クエン酸ナトリウム・カルシウム）を併用すると，^{85}Sr排泄量の増加は一層顕著であること等が明らかとなっ

た。38年度はこの除染方法の改良を目的として次の実験を行なった。

（1） 基礎実験

1） 実験材料および方法

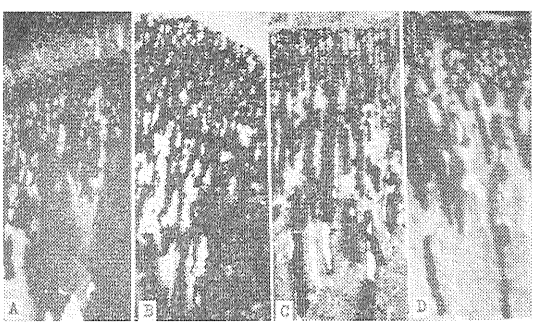
同腹のウィスター系ラット5匹を用い，うち3匹にはPTH 100単位(Parke & Davis Ltd.)を注射し，注射後16時間，24時間および40時間で屠殺し，他の2匹は対照として同量の生理食塩水を注射後16時間および40時間で屠殺し，骨および腎を中心に組織学的，組織化学的および電子顕微鏡的検索を加え，PTHの作用機序について追求した。

2） 結　　果

a） 未脱灰骨のPAS反応およびトルイジン・ブルーによるメタクロマジー染色では，PTH注射後16時間の骨梁に基質粘液多糖類の解重合が顕著であった。

b） 破骨細胞数はPTH注射後24時間で最大となった。

c） 未脱灰骨のKossa染色では，PTH注射後24時間および40時間で，骨梁の削痩が顕著となった（第1図）。

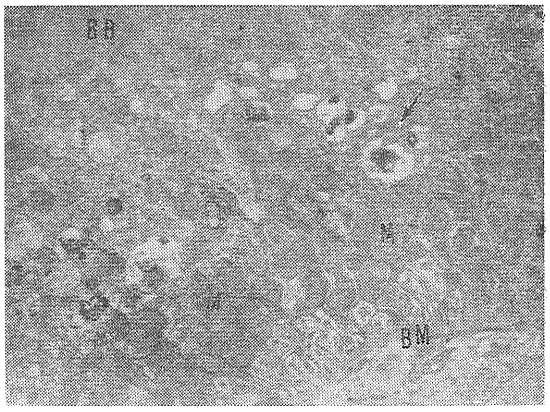


第1図　脛骨骨端部(未脱灰，Kossa染色)
A：対照，B：PTH注射後16時間，
C：同24時間，D：同40時間

d） 腎の電顕的検索により，PTH注射後16時間の腎において，主部尿細管上皮における暗細胞の増加，上皮細胞のapical zoneにおけるカルシウム反応陽性の吸収空胞の増加，basal infolding内腔の拡張および該部原形質突起の配列の乱れ等，一連の吸収機能高進を思わせる所見が得られた(第2図)。

3） 小　　括

以上の所見より，PTHの作用機序は，a）骨基質の粘液多糖類の解重合を誘発し，b）その分解産物の刺戟により破骨細胞の増殖が起こり，c）その吸収作用により骨梁の削痩が起こる。d）一方，腎においては，尿細管におけるカルシウム(およびストロンチウム)の再吸収機能が高進し，骨質の融解と相俟って，血中カルシウム濃度の上昇をきたすものと結論された。



第2図　腎尿細管主部上皮細胞(6,000×)
BB：刷子縁，M：糸粒体，BM：基底膜，矢印：吸収空胞

（2） 利尿剤併用実験

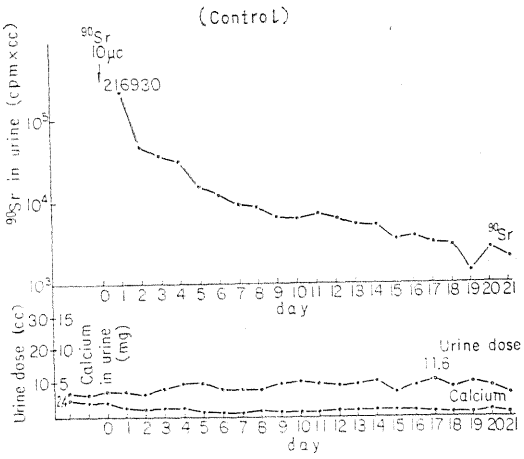
上記の結論より，尿細管における再吸収を抑制するため利尿剤を併用することを考え，次の実験を行なった。

1） 実験材料および方法

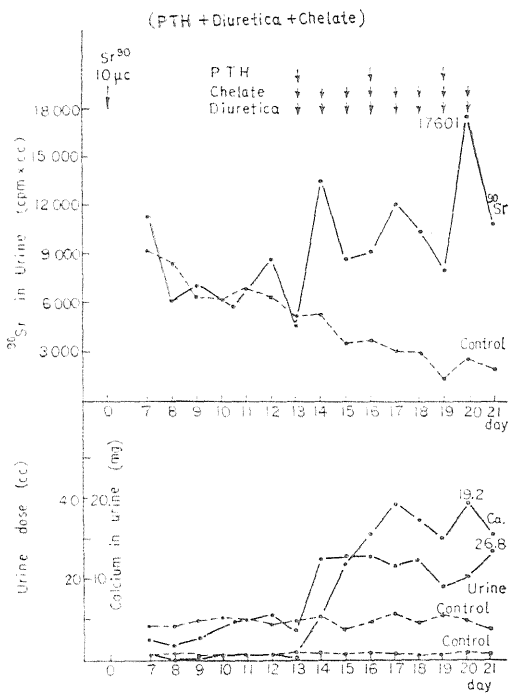
ウィスター系ラットの腹腔内に塩化^{90}Sr水溶液を，1匹当り10 μc宛注射し，尿中の^{90}Sr量をGMカウンターにより計測し，また，尿中カルシウム量を過マンガン酸カリ法により定量した。^{90}Sr注射後2週間経過したのち，ラットを4群に分かち，第1群はPTH（1回50単位)＋キレート(クエン酸ナトリウム・カルシウム2％水溶液，1回10 cc)＋利尿剤(イグロシン，1回0.01 cc)の3者併用を行ない，第2群はキレートと利尿剤，第3群は利尿剤のみの単独使用，第4群は無処置の対照とした。実験開始後9日目に全群屠殺し，骨および全身主要臓器に組織学的検索を加えた。また，脛骨の一部を用いて，コンタクト法によりオートラジオグラフを行なった。乾板はフジ・コンタクト乾板を用い，20日間の露出を行ないD 72現像液により2分間現像した。また，左側大腿骨を摘出し，これを骨端部と骨幹部とに分け，灰化後計量し，灰分10 mg当りの放射能を計測比較した。

2） 結　　果

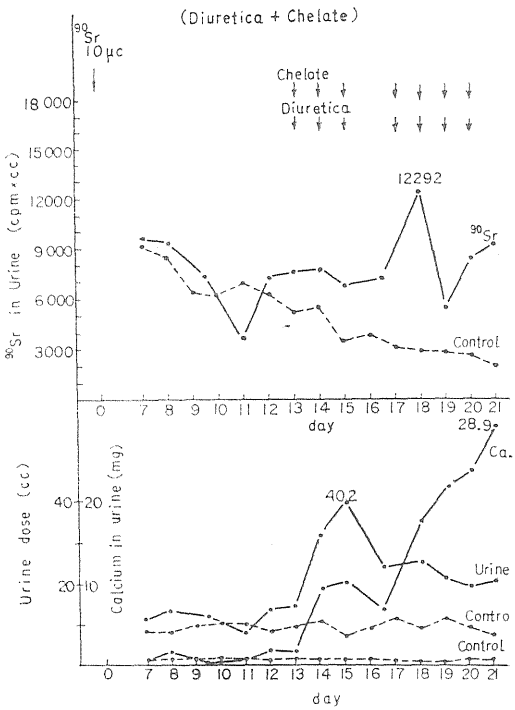
対照における^{90}Srの尿中排泄曲線は第3図に示すごとくであり，カルシウム量にも大きな変動はみられない。3者併用群においては，尿量の増加とともに^{90}Srお



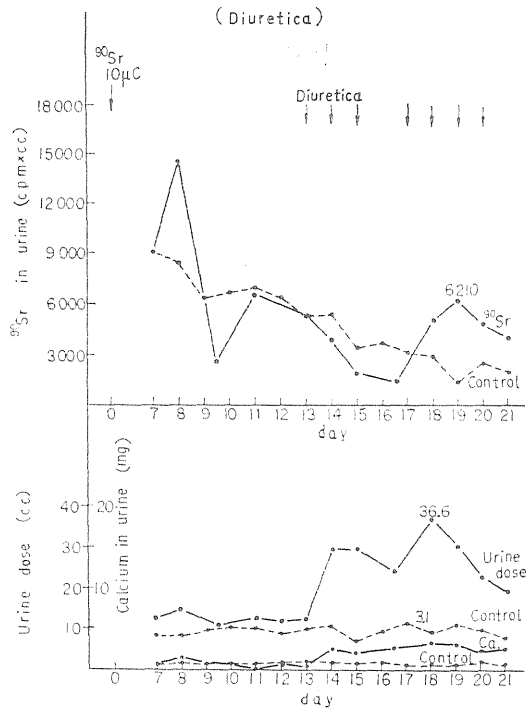
第 3 図



第 4 図



第 5 図

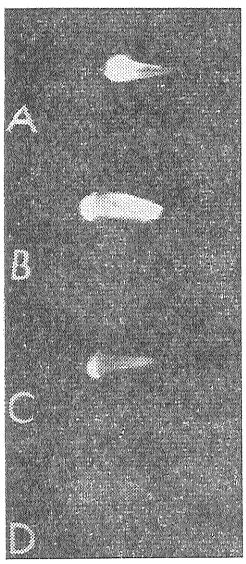


第 6 図

よびカルシウムの排泄の著明な増加がみられるが（第4図），特に，^{90}Sr の増加が PTH 注射後 24 時間尿にピークを示すことが注目される。利尿剤およびキレートの併用を行なった群でも前者ほどではないが，尿中 ^{90}Sr およびカルシウム排泄量の上昇がみられた（第5図）。さらに，利尿剤単独使用の場合にも，多少の増加がみられたが，この際，^{90}Sr の増加はカルシウムの増加よりやや

遅れて起こる点より，体内のカルシウムの欠乏により骨の融解機転が発動したためと考えられる(第6図)。

オートラジオグラフによれば，3者併用を行なった骨は，対照に比し全般に放射能の減弱がみられるが，特に骨端部海綿質の減少が著じるしい(第7図)。これは，破骨細胞による骨破壊が主としてこの部に起こるためと考えられる。また，骨端部(E)および骨幹部(D)のc.p.m.の比，すなわちE/Dは，対照の0.896に比し，3者併用群では0.743で，明らかに骨端部における^{90}Srの減少がみられる。組織学的にも骨梁の削痩が顕著である。



第 7 図

A：^{90}Sr 10 μc 腹腔内注入後24時間のラット脛骨

B：^{90}Sr 10 μc 腹腔内注入後2週間のラット脛骨

C：^{90}Sr 10 μc 腹腔内注入後3週間のラット脛骨

D：^{90}Sr 注入後2週間を経たのち，3者併用の除染を1週間行なったラット脛骨

Cに比較して明らかに^{90}Srの減少がみられる。

(3) 結　　論

1) 腎における再吸収機能を抑制する目的で，PTH＋キレート剤にさらに利尿剤を併用し，骨沈着の放射性ストロンチウムの除染を試みた。

2) その結果，3者併用法により，尿中の^{90}Srおよびカルシウム排泄量の著じるしい増加が認められた。

3) これらは破骨細胞による骨端部海綿質の融解にもとづくものが主体をなすと考えられる。

4) オートラジオグラフおよび骨灰化物中の^{90}Srの計測により，除染効果が骨端部海綿質に著明なことを確認した。

〔研究発表〕

1. 関正利，関山重孝，高木長二，竹内正；副甲状腺ホルモンの骨組織に及ぼす影響，第52回日本病理学会総会(1963年4月)

2. 関正利，関山重孝，高木長二，竹内正；骨に沈着した放射性ストロンチウムの除染に関する病理学的研究(第2報)，日本放射線影響学会第5回研究発表会(1963年7月)

3. 関正利，関山重孝，高木長二；副甲状腺ホルモン投与に際しての腎の形態学的変化（電顕的および組織化学的研究)，第6回日本腎臓学会総会(1963年9月)

4. 放射線による実験白血病の抑制機序に関する脾の病理学的研究

病理第2研究室

竹　内　　正*

関　　正　利

関　山　重　孝**

米　山　達　男

大　谷　恵　子

高　橋　イ　チ**

* 生理病理研究部長

** 病理第1研究室

マウスにおいて，脾はリンパ系のみならず骨髄系造血の母地として重要な意義を有している。X線全身照射に際し，脾を遮蔽し(Kaplan & Brown)あるいは脾のホモジネートを注射することにより(Cole, Nowell & Ellis)，急性放射線障害による死亡率を低下せしめ，かつ晩発効果としての白血病の発生を抑制せしめ得ることは既に知られている。また脾の照射が骨髄性白血病の治療に有効なことも認められている。これらの事実より，脾が骨髄系造血機能に対し，これを統御する物質を産生することが推測されているが，未だ確証は得られていない。この点の病理学的検索を目的とし，あわせて放射線による造血組織障害の本質を追求するため，下記の実験を行なった。

(1) 実験材料および方法

60匹のddY系マウス（体重15～20 g）を2群に分かち，両群とも，加速電圧180 KV, 20 mA, 0,7 mm Cu, 0.5 mm Alのフィルターにて空中線量240 rの全身照射を行なった。ただしこの際，1群は外科的に脾臓を体外にひき出して，ペニシリンを加えた生理食塩水中に浸し，これを5 mm厚の鉛板2枚をもって遮蔽し，照射終了後再び体内に還元し縫合した。以後両群とも標準固型食によって飼育しつつ，経過を観察中である。

(2) 結　　果

今日までに得られた結果は次のごとくである。

a) X線照射後の死亡率は両群とも0である。

b) 体重曲線を比較すると，照射後40日頃より両群

間に差が現われ，脾保護群の平均値が対照群を常に2～3g上回る結果が得られた。

c) 照射後6カ月の観察では未だ如何なる種類の白血病も発生していない。現在実験を継続中である。

5. 腫瘍の放射線照射に対する 5-bromouracil の影響について

病理第1研究室
関山重孝
米山達男*
田中幸子
竹内正**
望月幸夫***
池田道雄***
田崎瑛生***

* 病理第2研究室
** 生理病理研究部長
*** 病院部医務課

(1) 研究目的

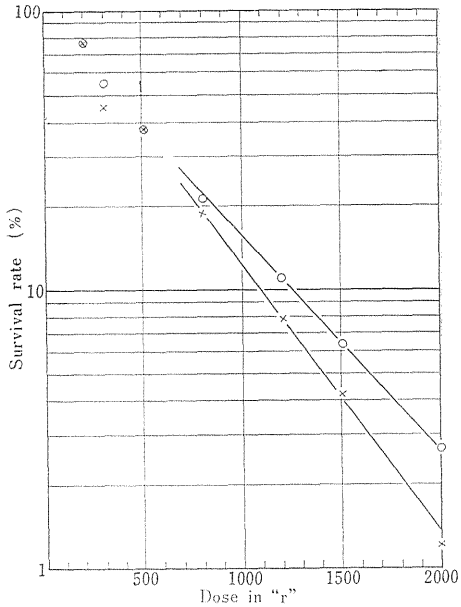
ピリミヂン塩基のハロゲン置換体に放射線増感作用のあることは知られており，Kaplan (1960)，Szybalski (1962) およびその他の研究者により，FU，FUdR，BUdR，BCdR，IUdR 等については既に検討されている。われわれは今回，入手容易で毒性のほとんどない5-bromouracil (5BU)が放射線治療に増感効果があるか否かにつき，培養細胞(HeLa cell)および人体腫瘍3例を用いて，病理組織学的に検討した。

(2) 実験材料および方法

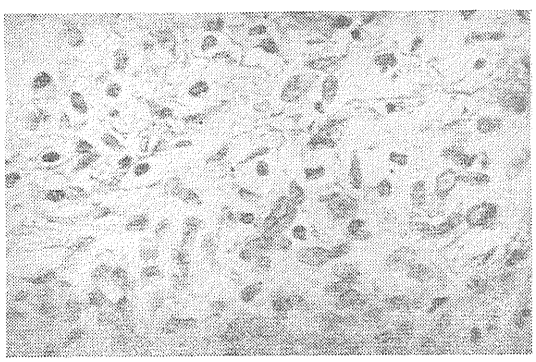
a) HeLa 細胞に対する試験管内実験は，LE 培地に各種濃度の5BU溶液 (10～100γ/ml) を入れ10日間接触を行なった。その後 tele-^{137}Cs γ線(200, 300, 500, 800, 1,200, 1,500, 2,000 r) を照射し，7日および10日後に counting 法により生存率を求めた。b) 臨床的応用については，悪生腫瘍の皮膚転移（細網肉腫，扁平上皮癌，腺癌）3例につき検討した。すなわち，5BUの局所注射を行ない，放射線照射後一定期間をおき腫瘍を剔出し病理組織学的に検索した。なお，対照側は同一症例の他部転移巣に等量の生理的食塩水を局所注射した。

(3) 実験結果

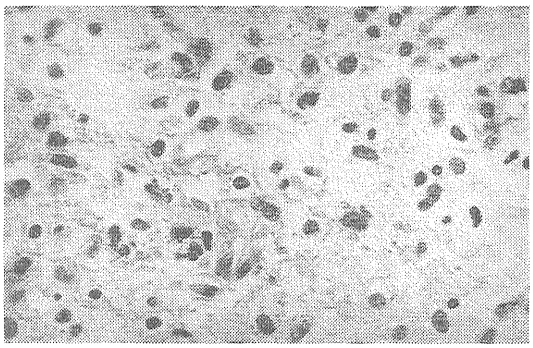
HeLa 細胞に関しては100γ/cc，10日間の培養により，800 r 以上ではより有効的であり増感効果が認められた(第1図)。形態学的には巨細胞，特に多核巨細胞を含んだ変性細胞がより多くみられた。なお，5BUの毒性は100γ/cc以上投与しても認められなかった。また，フルオレッセンス法による Brom 染色では，分裂前期の細胞内に強くとりこまれていることも証明された。臨床材料の検索は細網肉腫，扁平上皮癌および腺癌につき行なった。症例1）32才，♂，細網肉腫症，皮膚転移腫瘍に5BUを500γ/0.5 cc 10日間注射（計5,000γ）X線300 r を照射し4日後に剔出した。対照に比較し細胞数は減少し，細胞間の浮腫が強い。また原形質の腫大および淡明化と核の染色性の低下がより高度に認められた。嗜銀線維は照射例に比較し多少断裂的の傾向を示した。症例2）60才，♀，膣部癌（扁平上皮癌），5BU 2 mg/5 cc 10日間投与（計20 mg）後，tele-^{60}Co γ



第1図 HeLa 細胞に対する放射線の影響
○：照射のみ，×：5BU＋照射



第2図 Reticulum cell sarcoma，300 r 照射後3日



第3図　Reticulum cell sarcoma, 5 BU+300 r 照射後3日
第2図に比して細胞数の減少と細胞間浮腫が認められ，原形質の腫大および核の濃縮等の変性像が比較的強い。

線照射を開始21日後に試験切除した。病巣総線量は3,750 r であった。対照に比較し，変性細胞がより多く認められると同時に，多核巨細胞がより多く出現した。症例3）36才，♂，肺癌，5 BU 500 γ/0.5 cc 計 5000 γ/10日局所注射後 X 線 500 r を照射し，第7日に検索した。対照に比較して，一般に多形性が強く細胞の大小不同，変形がより多く，巨細胞，特に多核巨細胞の形成が極めて高度に認められた。また，原形質の淡明化，空胞変性ならびに核の濃縮，染色性の低下，空胞変性等の出現がみられた。電顕所見では著明な差異は認められなかったが，一般的に核の淡明化，糸粒体の腫大や空胞化，小胞体の腫大等が比較的に強い傾向がみられた。

以上のごとく，halogenated uracil の1つである5-bromouracil は，悪性腫瘍に対する放射線治療の効果を増強するか否かにつき検討したが，HeLa 細胞および人体悪性腫瘍に対し増感効果をもち，有効的であることを認めた。しかしながら，検索は未だ不充分であり，今後さらに追求するつもりである。

Ⅷ. 障害基礎研究部

概　　況

(1) 研究目的

本研究部に課せられた業務内容は放射線の人体に対する障害，許容量，障害予防などに関する調査研究を行ない，障害予防対策の学問的基礎資料を得ることにある。したがって，その研究目標を，生物学的見地よりみた放射線の身体的障害の(Ⅰ)軽減ならびに(Ⅱ)評価に関する基礎的研究においている。(Ⅰ)については，放射線の身体的障害の早期発見に資する意味での放射線による局部ならびに全身的影響に対する生物学的指標を種々の観点より検討し，放射線影響の障害への進展を軽減する方法に役立つことを企図している。

すなわち，(i) 生化学的観点よりは，脂質の生体内における重要性にかんがみ，放射線照射による(a)燐脂質自身の変化に起因する細胞の直接死，(b)燐脂質の構成成分たる不飽和脂肪酸より産生される有毒過酸化物による細胞障害，および(c)不飽和脂肪酸に対するantioxidants の抗酸化活性の低下など，一応考え得る事柄より出発し研究する。

(ii)機能的観点よりは，(a) 放射線感受性と生理学的性質の差異の関連性，ならびに(b)中枢神経系に対する放射線の影響につき研究する。

また，(iii)内部被曝による全身的影響の観点から，全身的影響として基礎代謝量，運動量，体重の変化などを指標として，内部線量との関係を同一個体につき時間的に追跡を試みる。

(Ⅱ)については，「放射線による身体的障害の評価」について，(i)実用的見地より「障害の模型化」の観点から混合被曝における，各被曝器官の障害の相互の関連性の表現化を試み，また，(ii)放射線比較実験動物学的観点より，動物実験の結果から人類への外挿適用性の検討を企図している。

(2) 構　　成

38年度は新に定員2名の増加が認められ，昭和38年度末(昭和39年度3月末現在)における研究定員は25名である。なお，第2研究室新発田杏子研究員は37年4月より再び西ドイツ，フライブルグ大学へ留学したが，38年3月末帰朝した。また，38年度より新たに設けられた外来研究員制度により，前川杏二氏(東大・医)が，また日本学術振興会流動研究員として岡本和男氏(徳島大・医)がそれぞれ本研究部において研究の一端に参画した。

(3) 研究課題概略

研究業務計画にしたがい各研究室ごとに独自の研究課題があるが，問題によっては部内研究室同士協力して研究に当っている。

a. 第1研究室

研究課題「放射線障害発現に関する脂質の役割についての研究」

放射線照射による脂質の変化およびその代謝異常は有毒過酸化物の産生，細胞膜透過性の変化などに重要な役割を演ずるものとみられているので，特に障害の発現機序との関連につき研究を進めた。

(i) 組織培養法による脂質過酸化物の作用機序の解析

37年度においては，紫外線を照射した methyl linolenate(ML)のL細胞の発育に及ぼす影響について研究し，紫外線照射により生成される過酸化物の量を TBA 値を指標とした場合，これと細胞発育阻害度との間にある種の並行関係のあることを見出した。38年度は細胞培養液中に未照射の MLを，それ自体としては毒性を示さぬが好気的孵置により自動過酸化すれば充分な毒性を示すと考えられる程度の量を添加し，培養した。さらにこの系にX線を照射し，細胞発育の阻害にどのような影響を及ぼすかにつき研究したが，その結果は予想に反して複雑であって，その解釈にはさらに今後十分な検討を要することが知られた。

(ii) 哺乳動物血漿燐脂質に及ぼすX線の効果

放射線障害の医化学的指標としての血漿燐脂質量の変化の意義について実験的に検討を行なった。すなわち，X線1回照射(500～2,000 r)後におけるウサギおよびシ

ロネズミについて，その変化を時間的に追求したが，現在までに得られた結果では，照射後における血漿燐脂質の上昇程度は，放射線障害の医化学的指標としての有用性は低いと思われる。

（iii） 血中セロトニン量の変化に関する研究

放射線照射による脂質過酸化物破壊能(抗酸化活性)の変化の検討に関連して重要と思われる物質として5-HT (serotonin または 5-hydroxytryptamin) をとりあげた。これは正常動物体内で合成されて各組織に広く分布し，多方面に，かつ重要な生理学的活性を有すること，およびこの物質が放射線防護剤として知られているもののなかでも最も強力なものの1つであり，また放射線照射によってかなり敏感にその分布と存在状態の変化する可能性が指摘されている点で，放射線障害の医化学的指標となしうるかを検討するうえでも興味深い。

（a） ウサギを用い，血中 5-HT 量の日内変動および頻回連続採血の影響に関し，37年度にひきつづき検討を行なった。その結果，日内変動の存在を再確認したが，連続採血により認められた 5-HT 量の長期間にわたる変化は，それが果して採血による影響であるのか，季節的変化によるものかは疑問である。また，X 線照射(500～1,000 r) による影響の長期の影響についても観察中である。

（b） ハツカネズミにX線を照射(50～350 r)し，血中5-HT 量の変化を指標とした線量—効果関係の実験を継続中である。

また，摘脾の効果に関し，それの血中 5-HT 量に及ぼす影響，および摘脾後のX線照射の影響を検討中である。後者の場合，その結果は摘脾しない場合と本質的には変らない模様である。また，脾のみを遮蔽し，残り全身を照射した場合には，5-HT 量の変化の観点よりは，かなり保護効果があるように思われる。

b．第2研究室

研究題目「混合被曝による放射線の身体的影響の評価に関する調査研究」

混合被曝の際の障害評価はきわめて複雑な因子を含み非常に困難な問題であるが，実用的立場からも，なんらかのよりどころが望まれている。障害機構の解明の第一歩として，全身障害を理解するに役立つ事柄を実験と理論の両面から考察する意図をもって研究に着手した。

（i） 部分照射の全身的障害に及ぼす影響

混合被曝の1型式として部分照射と全身照射を適当に組合わせ，各照射方式による全身障害の差異を追求する実験を企図した。哺乳および非哺乳動物を用い，障害の指標としては平均生存日数，LD_{50} 等に着目して，まず全身照射の場合についての線量—効果関係を求めるべく努力している。

（ii） 障害評価のための実用的見地よりみた放射線障害の模型化

37年度にひきつづき，早期および晩発性障害の広範な現象を統一的に記述し，かつ放射線障害の作用機構の解明の一助となり得るような障害の模型化を試みた。各種の個体差には正規分布を仮定した。障害の回復および増幅などの時間依存性は，器官間に相互作用が伝達するのにある時間を必要とすることから説明された。実験との比較には，文献上より死のモード，急性障害からの回復，部分照射による半致死線量，死亡数の時間的分布等を引用し，この模型でいかに統一的に記述されるかを検討した。それによれば，定性的には満足な結果が得られたが，定量的には多くの問題点が残されている。

c．第3研究室

研究課題(1)「放射線感受性と生理学的性質の差異に関する研究」

放射線障害発現の機構に関連する重要な生物学的因子の1つとして，個体による放射線感受性の差異が問題になる。本研究の目的は，$LD_{50/30}$ の異なる系統のマウスを用いて，まず放射線感受性ならびに生理学的性質に関する研究を行ない，その結果より両者の相互の関連性を検討することによって，放射線障害の解明に資するにある。

（i） 放射線感受性に関する研究

放射線照射による脾臓および胸腺の重量減少，^{59}Fe の血中へのとりこみの低下に関し，前記系統間における差異を認めた。また，従来までの放射線感受性についての観察は1回大量照射について行なっていたので，連続照射の場合の影響を検討する目的で，γ線長期連続照射(第2γ線照射棟使用) による観察実験に着手した。

（ii） 生理学的性質に関する研究

甲状腺機能と関連すると考えられる組織の酸素消費量の測定，ならびにそれらのX線による影響につき観察中である。また，免疫学的方法を用い，骨髄，脾臓，胸腺の性質を検討するとともに，X線照射による影響が放射線感受性の指標となりうるか否かについても目下検討中である。

研究課題(2)「中枢神経系に及ぼす放射線の影響」

近年，中枢神経系の放射線感受性に対する概念について根底より再考がうながされていること，および胎児におけるその高い感受性が強調されていることなどの諸事実

にもとづき，中枢神経系への放射線の影響を生理学的(特に電気生理学的)立場から家兎を用いて研究を行なってきた。

38年度は，同一線量で全身および頭部を照射した場合における次の項目について比較検討した。

i） 海馬での自発活動電位の変動

ii） 光刺激による皮質視覚領での誘発電位の変化

iii） 視床各部における電気刺激に対する皮質感覚領，運動領での誘発電位

これらの中で一部には差異が認められたが，なお実験を継続中である。

また，胎内で照射された家兎が成体に達したときの影響に関する実験にも着手した。

d．第4研究室

研究課題(1)「内部被曝の全身的影響に関する研究」

38年当初にほぼ完成した ^{85}Sr による ^{90}Sr のγラベル法を今回試作したマウス用の全身カウンターに適用して，内部照射の全身的影響に関する本実験に着手した。全身的影響の指標として次の4項目を選び，まず，主として影響が特定の critical organ にのみ関連すると考えられている内部照射の場合の全身的影響を，^{90}Sr を投与したマウスについて検討した。

i)投与量による ^{90}Sr 自身の retention 曲線の相違，ii)基礎代謝量(呼気 O_2 量，CO_2 量)，iii) ^{131}I 負荷テストによる ^{131}I の retention，iv)体重変化

研究課題(2)「放射線比較実験学に関する調査研究(動物実験から人類への外挿法に関する研究)」

実験動物と人類についての量的形質，すなわち，臓器の重量，大小，構成成分量の含有率等に関する数値的比較を行ない，種による放射線感受性の差異の検討に役立つ基礎資料を得ることを試みた。

(4) 業務計画外研究

1) 照射蛋白質溶液の物理化学的性質

(障害基礎第2研究室　佐藤文昭，同第1研究室　中村弥)

生体内の代謝機構に重要な役割を果す蛋白質に着目し，放射線効果を物理化学的方法によって測定して，こうした現象が障害の生物学的指標となり得る可能性および障害の基本的機構との関連に注意した。電気伝導度，誘電率，吸光度等を測定し，共存塩および溶存酸素の影響を追跡した。

2) 蛋白質のアミノ酸配列の統計的性質

(障害基礎第2研究室　佐藤文昭)

蛋白質のアミノ酸配列は，核酸からの遺伝情報の伝達または蛋白質自身の立体構造とも関連し，多くの興味ある問題を与えているが，ことに蛋白質の立体構造はその生物活性および放射線感受性にも深い関連があると考えられる。従来からいわれている配列の規則性に関し，既知の1,500余のジペプチドの統計処理より2，3の興味ある知見を得た。

3) X線照射による胎児の傷害の組織学的研究

(障害基礎第2研究室　新発田杏子)

フライブルグ大学 Radiologisches Institut において，マウス胎児のX線照射により macroscopic にとらえられた奇形について，さらに組織学的に観察を行なった。

4) X線全身照射によって起こる骨髄細胞の染色体異常に対するセロトニンの効果について

(障害基礎第2研究室　新発田杏子)

フライブルグ大学 Radiologisches Institut において行なった研究で，セロトニンの放射線防護の骨髄細胞に対する意義につき検討した。

5) ウニ初期胚の蛋白質合成に対するγ線照射の影響

(障害基礎第2研究室　土橋創作)

ウニの初期胚に照射し，その後の各発生段階における胚の(a) ^{32}P の RNA への転入，(b) ^{14}C-アミノ酸の蛋白質への転入を測定，照射線量と蛋白合成系の変化，形態的変化と蛋白合成との関係をしらべた。

6) エタノールのマウスに対する放射線防護効果

(障害基礎第2研究室　土橋創作)

CF_1，RF，C 57 BL の3系統のマウスにつき，給水ビンにエタノール水溶液を入れて飼育したのち，X線を照射し，エタノールの放射線防護効果について検討した。

(5) 業務計画外の調査活動状況

1) 各種委員会における活動状況

本研究部の性格上，放射線障害関係の立場から各種委員会(原子力施設関係の主な委員会は下記のごとくである*)に江藤秀雄が専門委員として参加しているので，必要に応じて資料提出などのために文献的調査，その他に相当の努力を払ってきた。

*原子炉安全専門審査部会，原子炉安全基準専門部会，原子力災害補償専門部会，原子力事業従事者災害補償専門部会，造船技術審議会原子力船安全部会

2) 文部省科学研究費放射線総合研究による“医療用放射線による骨髄線量に関する研究”に本研究部より江藤秀雄が班員として参加している。

(障害基礎研究部長　江藤　秀雄)

1. X線照射との関連における methyl linolenate 添加細胞培養液のTBA値と生物学的効果との関係

障害基礎第1研究室
中　村　　弥
小　林　定　喜
小　島　栄　一

(1) 研究目的

われわれは，先に紫外線(UV)照射によって methyl linolenate(ML)が過酸化し，UV 照射量が増すとともに過酸化指標である thiobarbituric acid による発色値（TBA値）がある極大点まで上昇し，以後減少すること，このUV照射MLが組織培養細胞に対して発育阻害効果を示し，この阻害効果がTBA値とほぼ並行することを報告した。MLは好気的孵置により自動過酸化を起こすこと，また，電離放射線照射はこの自動過酸化の開始を促進することが知られている。したがって，細胞培養液にそれ自体では毒性がないが過酸化すると充分な毒性を示すような量のMLを添加し，その中で細胞を培養すると，過酸化物に関する限りでは，もし添加MLの過酸化が起これば発育阻害が生ずることが期待され，また，この系にX線照射を行なえばその効果が修飾されることが予想される。以上の観点から，MLを添加しX線を照射した細胞培養系におけるTBA値と細胞の増殖との関係をしらべた。

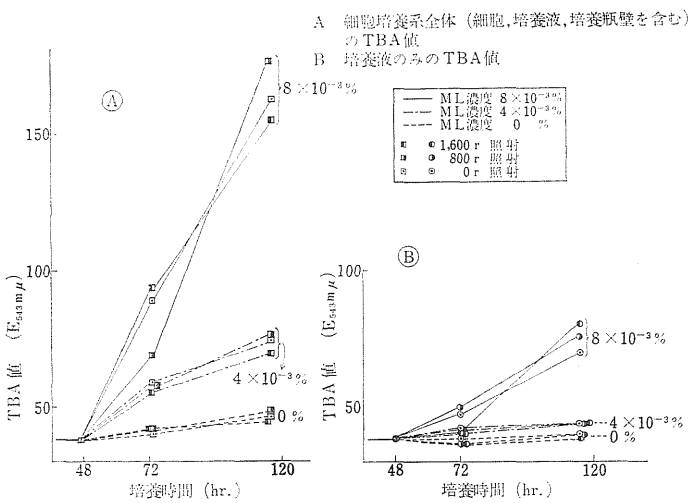
(2) 研究方法

$1\sim2\times10^6$ 個のL細胞を含む 5 m*l* の培養液に，最終濃度が 4×10^{-3} %，8×10^{-3} %となるようにMLを ethanol 溶液として添加したのちに 800 r，1,600 r のX線を照射し，37℃に孵置，以後3日間，細胞核数と，培養液，および細胞を含む培養系全体のTBA値を測定する。対照として，ML無添加群および非照射群をもうけた。TBA値は，蛋白混濁処理のため発色後アルカリ性とし，かつ，その際生ずるカルシウム塩の沈澱による干渉を防ぐため，あらかじめ適量の EDTA を添加して発色反応を行ない，543 mμ の吸光度で測定した。

(3) 結果および考察

ML添加培養液のTBA値は，孵置時間とともにほぼ直線的に増加し，ML添加量の多い方が大きい発色を示すが，観察期間内では正確には添加量に比例しない。放射線のML自動過酸化開始促進効果は，この系では温度効果に隠されて検知できない。TBA値は発育阻害量のUV照射MLの示す値まで上昇するが，それに相当する阻害効果はみられない。TBA値の変化は実験ごとに常に同一の傾向を示すが，細胞核数の増減は場合によって一定せず，添加MLは，見かけ上，放射線照射効果に対し，保護的，増感的の両様の作用を示し，核数の増減とTBA値との間には直接的関係の存在が認められない。

TBA値は，不飽和脂肪酸過酸化物に由来するMalon dialdehyde(MDA)がTBAと反応して生ずる色素量を示すものであって，MDA自体には毒性がないと報告されており，TBA値は現象的には大略，毒作用と一致するが，本質的に毒作用の原因となるものを示すのではないことは，UV照射MLについて，同一TBA値を示すMLでも照射量が多いほど毒作用が強いこと，ガスクロマト分析でTBA陽性分画がいくつか検出されることなどからも示唆されている。この点から，この系で，孵置によって生ずるTBA陽性物質が直接，細胞の増減に関与しないことも，ある程度首肯できる。しかし，脂酸過酸化物の毒作用は，それが直接あるいは間接的に過酸化水素を経て，時間的，空間的に集中して酸化作用を行なうことにより発現すると考えられるから，孵置による自動過酸化のように生成速度が遅い場合には，毒作用



第1図　Methyl linolenate 添加組織培養系の培養時間によるTBA値の変化

を呈するに充分な量に達する以前に，脂質過酸化物，過酸化水素ともに，細胞または培養液中成分により分解されて作用を示すに至らず，TBA陽性物質のみが蓄積増加すると考えるのがより妥当であろう。細胞に過酸化物分解能があることは，MLと長時間孵置した細胞自体にTBA反応を試みても全く呈色しないことによっても示される。いずれにせよ，単に培養液のTBA値ではMLの添加効果は説明できず，ML添加時および照射時の細胞条件，MLの細胞内とりこみ量，細胞の抗酸化能などの検討が必要である。

〔研究発表〕

中村弥，小島栄一，門間汎美，小林定喜，江藤秀雄；L細胞の放射線感受性に及ぼす Methyl Linolenate の影響，第23回日本医学放射線学会総会（1964年5月）

2. 哺乳動物血漿燐脂質に及ぼすX線の効果

障害基礎第1研究室
中　村　　弥
完　倉　孝　子

（1） 研究目的

放射線障害の医化学的指標としての血漿燐脂質量変化の有用性の検討

（2） 実験方法

実験動物としてはウサギとシロネズミの雄を用いた。全身照射(500～2,000 r)後，一定時間に採血し，血漿をクロロフォルム・メタノール(1：1 V/V)で抽出した。この抽出液の燐量を測定して血漿燐脂質燐量とした。燐定量は Fiske 法の Delsal 変法を用いた。

（3） 結　　果

ウサギ：同一個体から採血を繰り返えして，長期間の変化を観察する目的で用いた。

500～2,000 r 照射し，エサ，水を自由に与えた。24時間後，血漿燐脂質量は前値の120～190％に上昇し，以後徐々に下り，1,000 r 後1カ月間の観察で，照射群の血漿燐脂質は常に対照群より高い値を保った。週1回3 ml，4回の採血で，全観察期間を通し，対照群の値は前値より低かった。

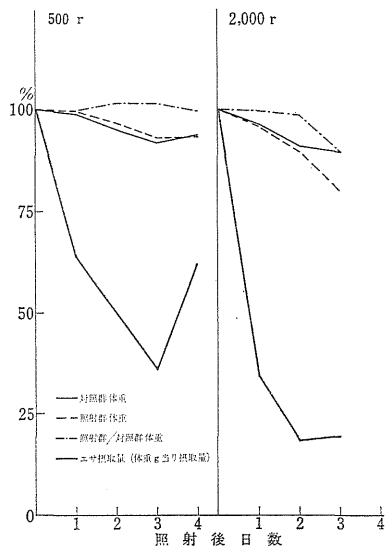
シロネズミ：採血の影響を除くため，全採血して必要量の血漿を得る目的で用いた。

（i） 長期間の観察　500 r 照射後，エサ，水を自由に与える条件で，1カ月観察した。第1～第7日の間に血漿燐脂質上昇のピークがあり以後減少するが，経過は明瞭でなく，また，照射による食慾減退の影響がみられた。

（ii） 短期間の観察　食餌の響影を除くため，照射後絶食群(水だけ与える)，および pair fed control を置く群につき，短期間の実験を行なった。結果は第1表および第1図に示す。

第1表　X線全身照射されたシロネズミ血漿燐脂質の経時変化（同日の対照群に対する照射群血漿燐脂質のパーセントで表わす）

	線量	第1日	第2日	第3日	第4日
照射後絶食群	2,000r	145%	167	344	死亡
pair fed control 使用群	500	122	152	111	144
	2,000	198	265	死亡，または衰弱のため採血不能	死亡



第1図　体重とエサ摂取量との関係

（4） 考察および結論

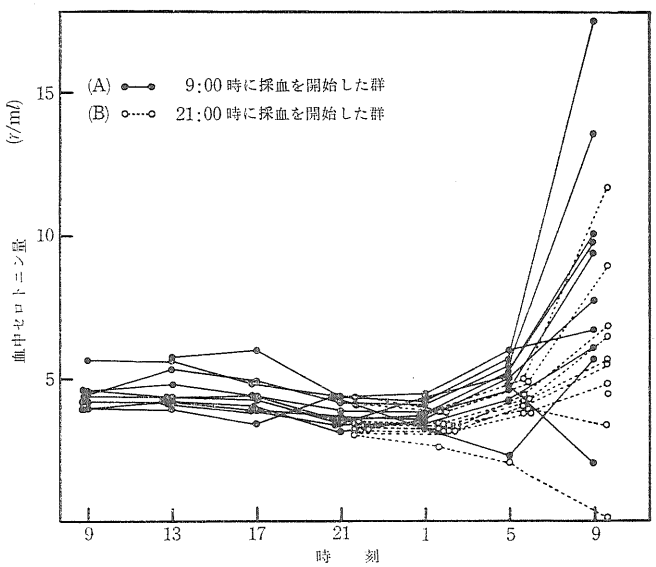
人血漿の正常範囲は広く，個人差も大きい。この実験結果によれば，ウサギ，シロネズミで照射後初期の血漿燐脂質増量は，2,000 r で190％以内，また，$LD_{50(30)}$ 前後の線量では，増量は最大120％前後である。正常値が高くない場合，照射後この程度の血漿脂質上昇があって

も，正常範囲を超えない場合が多いので，血漿燐脂質量は放射線障害の医化学的指標として適当でないと思われる。

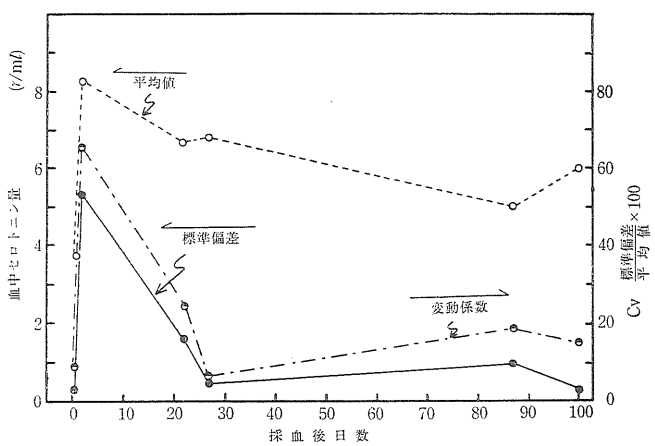
3. ウサギの血中5-HT量の日内変動および連続頻回採血の5-HT量に及ぼす影響

障害基礎第1研究室
中村　弥
門間汎美
根井正利*

* 遺伝第2研究室



第1図　ウサギの血中5-HT量の日内変動



第2図　ウサギの血中5-HT量に及ぼす頻回採血の影響とその後の回復

(1) 研究目的

ウサギの血中5-HT量に及ぼすX線照射の影響を検討している際，血中5-HT量が日内変動するらしいこと，および採血操作自身が血中5-HT量に何らかの変化をもたらすであろうことに気づき，37年度年報に記したが，これらの事実を明らかにするために次のような実験を行なった。

(2) 実験方法

体重2.4～3.5 kgの雄ウサギをできるだけ温度を一定に保った室(23℃前後)で飼育し，採血時には動物を刺激することを避け，夜間は電燈を暗くする等の注意を払った。動物は1群10羽とし，A,B2群用意した。A群は午前9時から採血を開始して4時間ごとに，B群は午後9時から同様4時間ごとに耳静脈より1 ml採血し，2日以後は1日1回時々採血した。5-HTの定量法は前報と同様である。

(3) 結　果

A,B各群の5-HT量の測定結果は第1図のごとくである。A群では昼間の5-HT量は午前9時に4.5 γ/ml，夜間午前1時に3.8 γ/mlと，昼間に比し夜間は低値を示し，B群では午前1時3.3 γ/ml，翌朝5時に4.04 γ/mlとなり，12時間採血時をずらしても夜間に低い値を示すことが明らかである。その後の朝・夜の1日2回のくり返し採血でも同様に夜間に低値を示しており，ウサギ血中の5-HT量はリズミカルに日内変動することがわかった。

第1図に示すように，4時間ごとに採血すると，A,B群とも翌朝9時にはそれ以前とはかなり異なった値となる。すなわち，平均値はA,B群それぞれ8.9，5.8 γ/mlと高くなるとともに各測定値間のバラツキが著しく大きくなる。その後さらに長期間経過したのちの成績を両群一括して示すと第2図のとおりである。連続採血後の著しい変化もバラツキの点からみると1カ月後にはかなり落着くが，平均値の高さは依然として回復していない。100日後にも完全に元の値には戻っていない。連続採血による5-HT量の変化がこのように長期間にわたって影響を残しているのか，または血中5-HT量が季節的にも変化するのであるかは明らかでない。

〔研究発表〕

1. Nakamura, W., K. Shibata, H. Mom-

ma, M. Nei et H. Eto; Rythme diurnal de la teneur en sérotonine du sang chez le lapin, *C. R. Soc. Biol.* (印刷中)
2. Momma, H., W. Nakamura et H. Eto; Effet de la saignée fréquente sur la teneur en sérotonine du sang chez le lapin, *C. R. Soc. Biol.* (印刷中)

4. ウサギの血中5-HT量に及ぼすX線照射の影響（第2報）

障害基礎第1研究室
中村　弥
門間汎美

（1） 研究目的

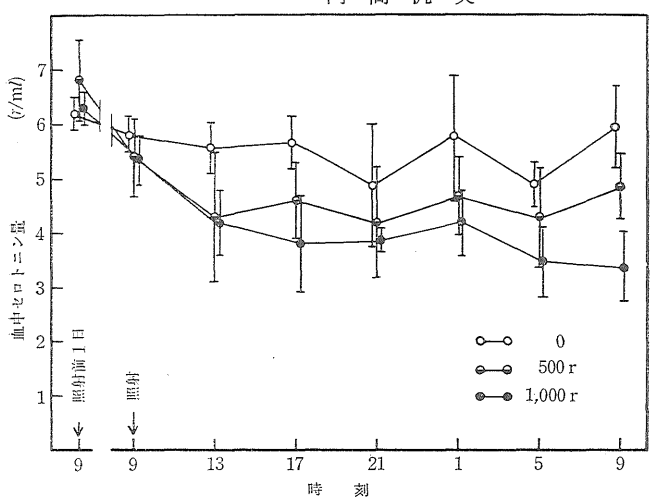
ウサギの血中5-HT量が，X線照射によって敏感に変化するものであることは36年度年報に記した。前報では短時間(24時間以内)の変化に主に注目したが，今回はその後の経過を追求するのが目的である。

（2） 実験方法

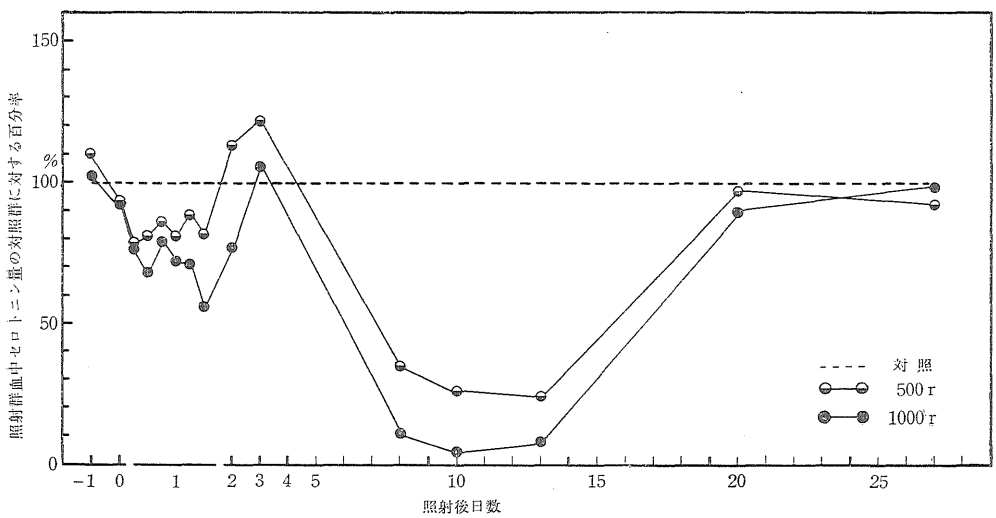
体重2.7～4.0 kgの雄ウサギ各4匹を1群として，500 r, 1,000 r X線(線量率24 r/min., 200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Cu＋0.5 mm Al)照射を行ない，連続4時間ごとに24時間後まで採血し，その後1日1回の頻度で時々採血して5-HT量を測定する。

（3） 結果

対照，500 r，1,000 r照射各群の24時間以内の変化は第1図に示すとおりである。対照群の測定値については，前報10匹の実験で行なった時のように夜間の減少がはっきりとは認められず，また，測定値自身バラツキが大きい。この原因の1つは，前実験で用いたウサギが自繁であり今回のものは購入動物であることを考慮せねばならぬし，季節的な影響も無視できないであろう。照射群では24時間以内に対照より低い値となる。また，今回の実験結果では前報のごとく連続採血の影響は翌朝には現われず，翌々朝またはさらにその後になって現われた。照射後8日，10日，14日，20日，25日に測定したものも加えて，各時点での対照群の値に対する百分率でこの変化を示すと第2図のようにな



第1図　ウサギの血中5-HT量に及ぼすX線照射の影響(24時間以内にみられる変化)



第2図　ウサギの血中5-HT量に及ぼすX線照射の影響(後期の変化，対照群の5-HT量に対する百分率)

る。照射群は10日～14日に最低値をとり，500 r，1,000 r 両照射群はそれぞれ対照群の27.0％，7.3％となり，その後の回復は20日，25日での測定値にみる限り，各照射群に著しい変化はない。

［研究発表］

Nakamura, W., K. Shibata, H. Momma, et H. Eto ; Effet des rayons X sur la teneur en sérotonine du sang chez le lapin, *C. R. Soc. Biol.*（印刷中）

5. ハツカネズミの血中5-HT量に及ぼすX線照射の影響

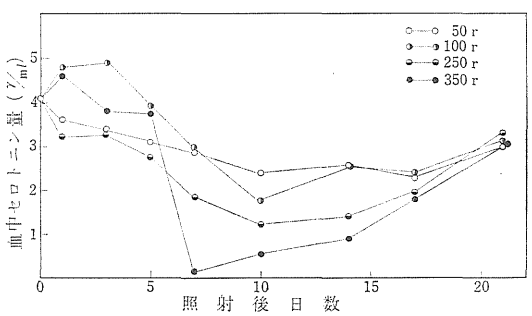
障害基礎第1研究室
中　村　　弥
門　間　汎　美

（1） 研究目的

ウサギを用いての実験の結果，血中5-HT量はX線照射後かなり著明な変化を示すことがわかった。放射線障害の医化学的指標として扱うためには，線量―効果関係についての知見をひろめることが重要である。

（2） 実験方法

本研究においては，連続採血の影響を除き，より多数の個体について実験するため，動物はハツカネズミ（C 3 H系，7週～10週）を用いた。1群を40匹とし，50 r，100 r，250 r，350 r の各照射群を設けた。全身照射後1，3，5，7，10，14，17，21日目にエーテル麻酔下で全採血を行なった。



第1図　ハツカネズミ（C 3 H）の血中5-HT量に及ぼすX線照射の影響

（3） 結　　果

第1図にみるとおり，いずれの群においてもX線照射後10日目頃の血中5-HT量の低下は明らかである。350 r 群のみは7日値の方が10日値よりも低いが，線量増加に伴なって反応が早期に現われたのかどうかについては，目下さらに大線量について実験中である。

6. X線照射後のハツカネズミ血中5-HT量の変化に及ぼす摘脾ならびに脾遮蔽の影響

障害基礎第1研究室
中　村　　弥
門　間　汎　美
荒　川　清　二*
* 東大伝研

（1） 研究目的

37年度シロネズミを用いて行なった実験の結果，摘脾後1週間目，照射直前の血中5-HT量は対照の3倍近くに増量し，照射後24時間には照射直前よりいくぶん上廻る結果が得られた。しかしながら，その後の実験では以上の結果は再現性に乏しいことが明らかになった。ウサギにおいては，連続頻回採血後数日間にわたって血中5-HT量の上昇がみられているので，手術時の侵襲の程度によって異なる結果を招き得ることも考えられる。

今回はハツカネズミを用いて行なった結果について報告する。

（2） 実験方法

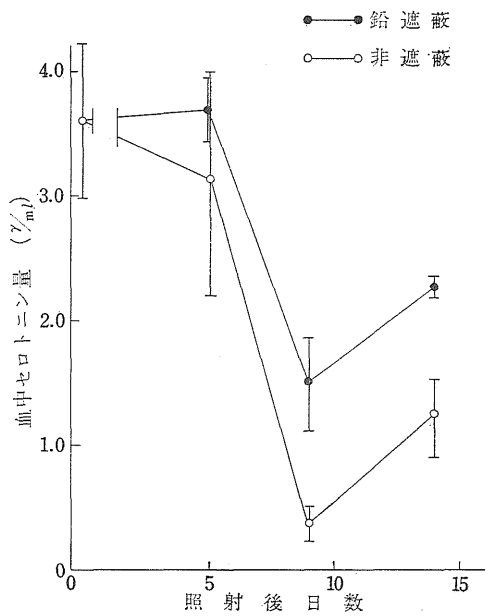
C 3 Hハツカネズミ（8週～10週）5匹を1群としてX線500 r 照射。線量率96 r/min.。以後経時的に全採血してウサギの時と同様に Udenfriend の方法によって5-HT量を測定した。摘脾はエタノール麻酔下に側腹切開して行ない，10日後X線照射する。また，脾遮蔽は脾臓を体外に露出し，生理的食塩水を含むガーゼで温存しつつ厚さ20 mm の鉛製円壔で行なう。遮蔽は脾臓だけに限るよう留意した。

（3） 結　　果

1） X線照射後の血中5-HT量　照射後1，3，6，9，14，17，25日後の血中5-HT量の変化は，3日後やや増加の傾向を示し，9～17日には著しく低い値となり照射前の10％程度に減少する。その後24日の値はわずかに少ないがほとんど照射前の値に戻る。

2） 摘脾後の血中5-HT量　術後1，3日後にはやや減少するとともに群内でのバラツキが大きく，手術侵襲に対する動物の反応の個体差を思わせる。その後5日ですでに回復し，22日まで著しい変化はない。

3） 摘脾後のX線照射　摘脾後10日目に照射して1，3，5，7，10，14，22日と経時的に5-HT量を測定する



第1図　血中5-HT量に対する脾鉛遮蔽の影響

と，7日後に最低値（照射前の10％以下）を示すが，全体の経過は摘脾していないものと本質的に変化はない。

4）　脾遮蔽の効果　照射時脾を遮蔽することによって5-HT量の減少度はかなり保護される。すなわち，照射9日後には対照（遮蔽していないもの）は照射前の10.3%に減少するが，遮蔽したものでは42.2％にとどまる（第1図）。その後の経過は実験が完全でないので明らかではないが，回復にもよい効果があると思われる。

7. 放射線の照射線量と生存期間との関係

障害基礎第2研究室
土　橋　創　作

（1）　研究目的

部分照射の全身障害に及ぼす影響についての研究の一環として，部分照射および飼育，観察上適当な材料としてイモリを選び，まず全身照射の場合における照射線量と平均生存期間との関係に関する実験に着手した。

（2）　研究材料

市販のイモリ（*Tritrus pyrrhogaster*）を購入，イトミミズを飼料として2週間飼育後，体重5～7gの肉眼的に異常のない個体を使用した。

（3）　実験結果および考察

a）　線量と生存期間との関係

10個を1群とし，手製のアクリル板製の照射ケースに入れ，X線（200 kVp，16 mA，1.0 mm Al フィルター線源からの距離30 cm）を線量率500 r/分で20℃の空気中で照射。照射後22～23℃の恒温水槽中で飼育した場合，哺乳類や魚類で知られているようなはっきりした“線量不依存範囲”は認められず，また，Brunst（米国）の*Axolotl*（両棲類）の関係とも異なり，特に江上氏等（放医研生物研究部）のメダカおよび金魚での結果，著者がさきに行なったトジョウを用いての結果と比較すると，高線量ではイモリの方がむしろ平均生存期間が短かくなっている。

b）　照射後の飼育温度と生存期間

a）と同様にして，23℃で48,000 r照射後水温23℃，18℃，7℃の水槽中で飼育すると，平均生存日数はそれぞれ3.7，4.6，11.6日となり，照射後の平均生存日数の温度依存性はかなり高いように思われ，Brunst等の報告には飼育温度について記載がないので，a）の場合でも一概に比較ができない。

c）　線量率と生存期間

a）と同様にケースに入れ，^{60}Co γ線で23℃で全線量48,000 rになるように線量率を50 r，100 r，200 r，500 r，1,000 r/分で照射，照射後は23℃で飼育した場合，平均生存日数はそれぞれ3.7，3.9，3.4，4.0，3.9となり，線量率依存性は認められなかった。

8. 放射線障害の模型化

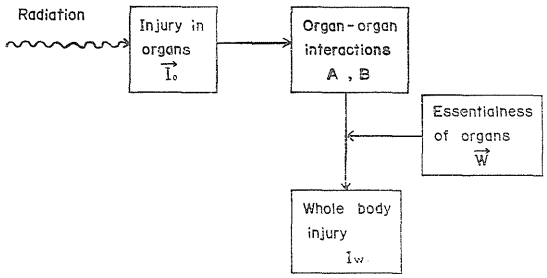
障害基礎第2研究室
佐　藤　文　昭
土　橋　創　作
中　村　　弥
江　藤　秀　雄*
* 障害基礎研究部長

（1）　研究目的

平常ならびに緊急被曝時におけるいわゆる混合被曝の影響はしばしば問題となるが，どう加算評価すべきかはほとんど検討されていない。したがって，その評価の方法について，なんらかの手がかりを得る目的で，混合被曝の場合の各被曝器官の障害面よりみた相互関連性についての調査研究を行なった。この目的のため，早期および晩発性障害の広範な現象を統一的に記述し，かつ作用機構の解明の一助となり得るような障害の模型化を試みた。現象論より一歩前進するために，全身障害を器官の固有の障害と器官間の相互作用より組み立てた。

（2）　研究経過

われわれの放射線障害の模型は第1図（次頁）に示した



第1図　Block diagram of model

ような機構を仮定して組み立てられた。この模型の特色を以下に記述する。

1)　個体差：線量・生存曲線と呼ばれるものは酵素，細菌から哺乳動物に関するものまであるが，その解析に2つの立場がある。細菌または分子レベルでは，標的説のような作用機構から線量・生存曲線を説明するのが普通である。哺乳動物の場合には，同様な解析のほかに単に個体差による現象と理解する立場がある。われわれは後者の立場をとる。

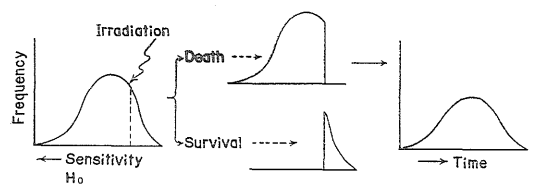
2)　器官レベル：器官障害の発現には，分子および細胞レベルの複雑な現象を伴なうことは自明であるが，器官レベルに関係した諸量より全身障害を構成するように努力した。

3)　時間依存性：障害の回復，増幅または補償等の時間的経過はすべて器官間の相互作用に由来すると仮定した。器官の固有の障害は時間に依存しないとした。

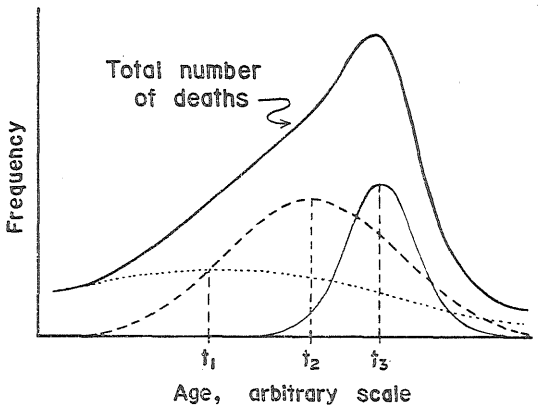
4)　器官の障害：一般に器官の障害は正常状態からの変位と定義される。ある器官の障害が他の器官の障害を増加させるか軽減するかは，その2つの器官の状態による。

5)　死の閾値：全身障害がある値になると動物は死ぬと仮定する。死の閾値に対しては年令依存性を与えず，自然の老化現象を考慮した。閾値に達した動物は全部死に，そこには確率的な過程がないと仮定した。

6)　形式論：現在提出される模型は障害の統一的理解のための枠を与えるもので，器官の固有障害の発現機構



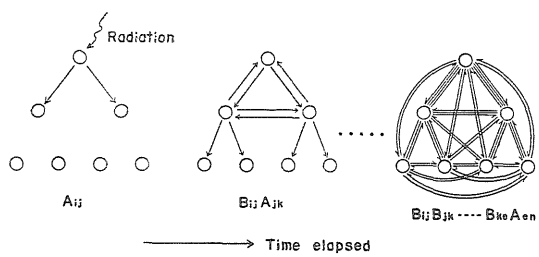
第2図　Distribution of sensitivity and distribution of time at death



第3図　A distribution of time at death with three causes of death

には，ある程度独立である。

放射線感受性の個体差は正規分布すると仮定し，また，死因が同じである場合には死亡数の時間的分布も正規分布であると仮定した(第2図参照)。死因が3つの場合には第3図に示したような死亡数分布を示すことになる。

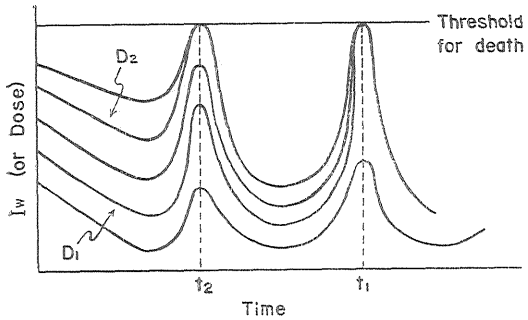


第4図　Time dependent pattern of interactions

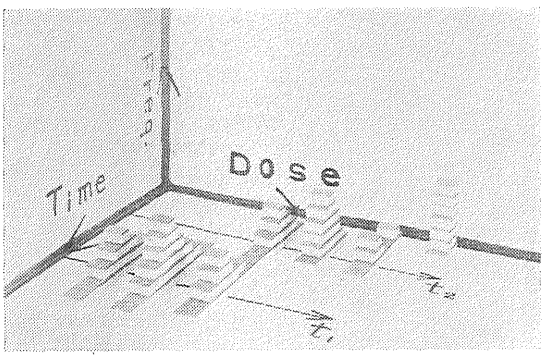
上述のごとく，障害の経時的変化は器官間の相互作用によるので，第4図に示すごとく時間の経過は一般に複雑な相互作用を許すことになる。相互作用の伝達は瞬時には行なわれず，ある時間を必要とする。器官 n, l,……, j, i を通って相互作用が n から i に伝達されるに必要な時間を $t_{ij\cdots ln}$ で表わし，「伝達時間」と呼ぶことにする。時刻 t における i 番目の器官の障害は次の式で表わされる。

$$I_i(t)=I_{ii}+\sum_j A_{ij}(t-t_{ij})I_{jj}+\sum_{j,k} B_{ij}(t-t_{ij})A_{jk}(t-t_{ij}-t_{ik})I_{kk}+\cdots\cdots$$

$$=I_{ii}+\sum_j A(t-t_{ij})I_{jj}+\sum_{j,k} B_{ij}(t-t_{ij})A_{jk}(t-t_{ijk})I_{kk}+\cdots\cdots$$

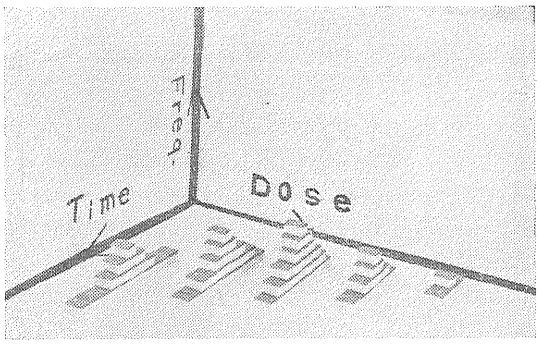


第5図　Schematic diagram of whole-body injury with two special transmission times



第6図　Distribution of time at death from acute injury

ある特定の伝達時間で障害が著しく増幅されるとすると，全身障害は第5図に示すような形をとる。この図から明らかなごとく，線量が $D_1<D<D_2$ の範囲では動物の平均寿命は t_1 で線量依存性がない。実験的には3.5日効果として確立されている事実が対応する。このような特殊な伝達時間がいくつかある場合には，死亡数の分布は3次元で第6図のようになり，急性死の実験もこれを支持している。第5図から明らかなごとく，急性死の場合には各モードに対応して回復現象があると考えざるを得ないが，実験的には，回復に slow component と fast component とがあるという事実に対応するものと考えられる。従来，全身障害の回復は指数関数で近似されてきたが，こうした事実を考慮すれば死因との関連において回復を記述する方がより正確になると考えられる。晩発性障害による死亡の場合には，急性死にみられるような線量依存性のない平均寿命は現われない。それは多くの死因が関与しているためと思われる。晩発性障害による死の分布は第7図のようになる。なお，詳細は原著を参照されたし。



第7図　Distribution of time at death from chronic injury

（3）考　　察

37年度の宿題であった時間依存性の導入は相互作用の時間的遅れを考慮することで行なわれた。しかし，固有障害に全く時間依存性がないとしたことは近似が粗すぎる恐れがある。全身障害はこの模型では固有障害の線形1次結合として表現されているので，固有障害の2次の項が含まれていない点も再考を必要とする。かかる意味で，この模型は線形模型なので線量依存性，時間依存性をどのようにとろうとも説明できない現象があり得る。

前述のごとく，この模型は形式論であるので線量と時間依存性を具体的に与えることはできない。また，固有障害および相互作用にどのような線量・時間依存性を仮定しても成立するものである。これらの依存性を求めるには，標的説のように具体的な作用機構に対する仮定が必要である。

〔研究発表〕

佐藤文昭；放射線と寿命についての考察(4)，日本医学放射線学会誌，第23巻(1964年)(印刷中)

9. 放射線感受性と生理学的性質との差異に関する研究

障害基礎第3研究室

土屋武彦
村松晉
早川純一郎
玉野井逸朗
岡本和男*

* 流動研究員（徳島大学医学部）

（1）研究目的

個体による放射線感受性の差異を明らかにすることは，放射線障害の発現機構を解明する重要な問題と考え，遺伝的に異なる系統のマウスについて放射線感受性と生

理学的性質との関連を追求している。さきに放射線感受性と甲状腺機能とのあいだに相関が予測されることを報告した。しかし，放射線感受性自体一義的には論ずることはできないし，生理的性質に関しても種々の角度より検討することが必要である。そこで放射線感受性の問題に関しては，種々の考え方があるが，大線量1回照射の場合と小線量連続照射の場合とにおける somatic effectを指標としたときの感受性について検討することとした。大線量1回照射については，臓器重量等を指標とし，小線量連続照射においては，その somatic effect を検出することの困難さから，胎児より成体に達するまでの照射における成長，臓器重量等を指標として研究を進めることとした。

生理的性質に関しては，甲状腺機能と関連する組織酸素消費量および急性放射線致死と関連すると思われる骨髄機能について，^{59}Fe の血球転入率，ならびに抗骨髄抗血清に対する反応性を，免疫電気泳動法を用いて測定を行なった。また，これらの3性質に対する1回大量照射による影響を検索した。なお，これらの研究は $LD_{50/30}$ の異なる C57BL/6, $CF_{\#}1$, RF あるいはこれらの F_1 を用いた。

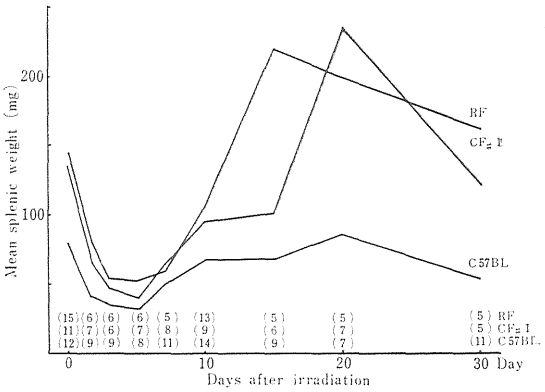
i） 脾臓，胸腺重量に対する大量1回照射の影響に関する実験

（担当　早川純一郎，村松晉）

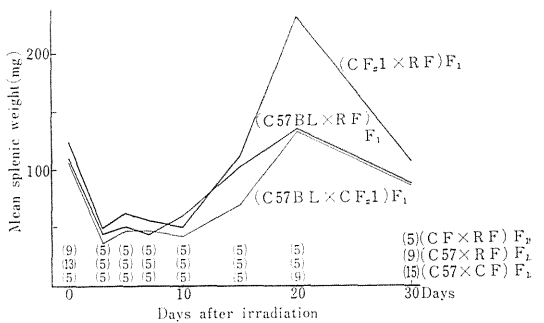
方法：実験Aでは上記3系統の他にこれらの F_1 マウスを用いて 350 r X線（200 kVp）全身照射後に脾臓，胸腺の重量の変化を30日まで経時的に観察した。実験Bでは3系統について，照射後3日目における非照射群に対する照射群の脾臓，胸腺重量の減少率と照射線量との関係を50～500 r の範囲で検討した。

結果：実験A　脾臓は各系統とも3日から5日で最小になり，7日以後回復した。RF および $CF_{\#}1$ では15日後から20日後に非照射群の約2倍になり，以後再び減少したが，C57BL では，15日から20日での肥大は認められなかった。F_1 マウスでも同様な変化をしめした。$(CF_{\#}1\times RF)F_1$ では親系統と同様に照射20日後に非照射群より大きくなったが，C57BL の F_1 では認められなかった（第1図，第2図）。

胸腺重量は，照射後，3日から5日で最小になり，以後10日まで回復し，再び減少する傾向は3系統とも同様であるが，30日後の回復は C57BL が非照射と同じ程度があるのに対して，RF とくに $CF_{\#}1$ では回復が悪い結果を得た。F_1 マウスも同様な変化をしめしたが，30日後の回復はどの F_1 も C57BL と同様で非照射群と同



第　1　図



第　2　図

程度になった。

実験B　脾臓，胸腺とも線量の対数と重量の減少率とは直線関係が認められた。回帰直線から求めた非照射の50％に減少する線量 ED_{50} は脾臓では C57BL が 388 r, $CF_{\#}1$ 308 r, RF 261 r であった。胸腺では3系統とも ED_{50} はほぼ等しい結果を得た。

以上の結果は，LD_{50} の異なる系統間では，脾臓および胸腺重量を放射線感受性の指標としても差異のあることは明らかであり，また，これらの系統の F_1 で，親系統と同様な反応をしめすことは，これらが遺伝的な要因によるものであることをしめすものである。しかも，これらの臓器重量の変化が機能的にどのような変化をあらわしているかは問題で，これらについて検討を行なっている。

ii） 小線量連続照射による影響に関する実験

（担当　村松晉，早川純一郎）

方法：1.7 c の ^{60}Co を線源とし 6 r/22 hr-day の線量率

で，受精より出生を経て性成熟に達する63日令までおよそ83日（全生殖年令）にわたって，498 r 全身照射した。このために交配後膣栓形成後の雌親を照射室に移し，その中でマウスを繁殖育成した。

このようにして育成されたマウスにみられる低線量照射の影響を各個体について，①出生時より63日令に達するまでの成長経過，②成長に伴なう外部形態の変化，③成長に達した時の各臓器の状態について観察を行なっている。また，膣栓形成後照射室に移された雌親に関係した影響として，出生時の平均一腹仔数，性比，奇形，早期死亡率等も調査している。

結果：現在いまだ例数が少ないので，はっきりした結果は得られていないが，照射群については胸腺，脾臓，精巣，卵巣などに重量減少の傾向がみられている。

iii） 組織酸素消費量に関する実験

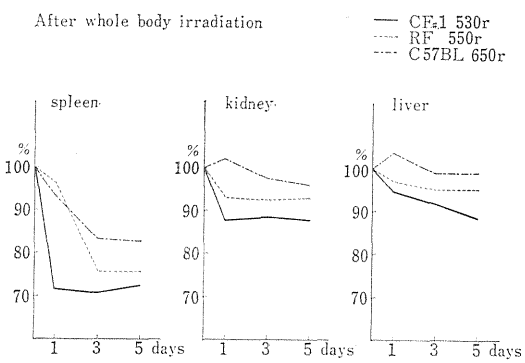
（担当　岡本　和男）

方法：組織酸素消費量測定には，島津製オキシグラフ（OX－2型）を用い，白金電極の電圧は，それぞれ負電圧0.7 V，正電圧0.5 Vに一定とし，Tyrode氏液中で38℃の組織酸素消費量を測定した。白金電極は，被覆型電極を用い，厚さ10 μのテフロン膜で被覆し，閉鎖式試料室を用い，混合ガス（酸素80％，窒素20％）をトノメーターによって，Tyrode氏液に飽和させた。

X線照射条件は，200 kVp，20 mA，フィルター Cu 0.5 mm＋Al 0.5 mm，半価層 1.2 mm Cu，焦点-被射体距離 50 cm，90 r/分で，それぞれ全身1回照射した。

結果：非照射マウスの脾臓，肝臓，腎臓における酸素消費量は，それぞれの系統内において脾臓，肝臓，腎臓の順序に大なる値を示した。

3系統マウスのそれぞれ $LD_{50/30}$ 照射例の非照射例に対する組織酸素消費量の百分率は，いずれも照射後1日目から3日目の間に減少の最小値が認められるが，C57BLについては照射後1日目にやや増加の傾向をしめした（第3図）。3近交系マウスについて，減少の程度は脾臓を除き，C57BL, RF, CF#1の順序に大となっている。すなわち，組織における放射線感受性はこの順序に大となっている。



第　3　図

3系統マウス同線量 350 r 照射例においては，脾臓を除き，$LD_{50/30}$ 照射例と同様の傾向を示した。照射後，20日目，30日目においてもこの傾向は変化しないように思われた。

iv） ^{59}Fe 血球転入率に関する実験

（担当　早川純一郎）

方法：2％クエン酸ナトリウムで稀釈した $^{59}FeCl_3$ 1μc～3 μc/ml 溶液の 0.1 ml をマウス尾静脈より注射し，注射48時間後に股動脈より採血，血液 0.1 ml の血球中の放射能を測定した。全血量を体重の 6.32％として血球転入率を求めた。^{59}Fe の注射はX線照射24時間で行なった。

結果：非照射群では CF#1 系統が最も低い転入率を示し，RF，C57BL系統ではほとんど同じ値を示した。全身照射群では RF 系統が最も低く，CF#1 系統がそれにつぎ，C57BL系統が最も高い値を示した。脾臓を遮蔽して照射した群では，CF#1 が著るしく高い値を示し，非照射群と同程度の値を示した。RF，C57BLでは全身照射群より高値を示したが，CF#1 ほどではなかった。このように，CF#1 が RF, C57BL と異なった傾向を示したので，この点を中心として目下検索中である。

v） 抗骨髄抗血清に対する骨髄反応性に関する実験

（担当　玉野井逸朗）

方　　法：

a） 抗血清および免疫泳動用抗原

免疫電気泳動用抗原には C57BL，CF#1 系♂マウスの非照射，照射のそれぞれの骨髄液を使用した。すなわち，動物をクロロフォルムで麻酔したのち全採血を行ない，0.85％ NaCl で灌流，両脚の骨を筋肉をきれいにふきとったのち，0.85％ NaCl で骨髄を注射器を用いて洗い流し，5 mice bone marrow/ml NaCl の割で骨髄液を作製した。抗骨髄抗血清は同様な方法で作製した C3H 系マウス骨髄液と Freund adjuvant (incomplete)とを等量混合し，この混合液 2.0 ml を1回分として週3回約2カ月間家兎に筋注し，その後その家兎より全採血を行なって抗血清を得た。なお，X線（200 kVp）の 400 r 全身照射を行なったものを照射マウスとした。

b） 免疫電気泳動法

LKB-6800 A (Sweden 製)免疫電気泳動装置を用い抗原の穴に骨髄液を入れ，Na-Veronal buffer, pH 8.2, $\mu=0.1$ で電圧 250 V，電流 30 mA のもとに寒天内で1時間泳動した。そのあとで溝に骨髄抗血清を注入，38 ℃で反応させ観察を続けた。3日後に写真撮影し，それぞれを比較検討した。

c） 観 察 法

照射マウスは同じ系統で大体同じ生れのものを1系列とし，C57BL では照射後1，3，5，7，10，20日目のグループに分け，5～7匹をもって1グループとし，1グループの骨髄液（5～7匹分）をプールして使用した。$CF_{\#1}$ は照射後1，3，7日目のみについて同じような方法で使用した。対照群は，同じ系列から実験グループと同数のマウスをとり，全照射グループの抗原作製が終った翌日に同様の方法で骨髄液を作った。

反応の比較は，免疫電気泳動法で作られた precipitin arc の出現数およびその易動度で比較検討した。

結　　果：

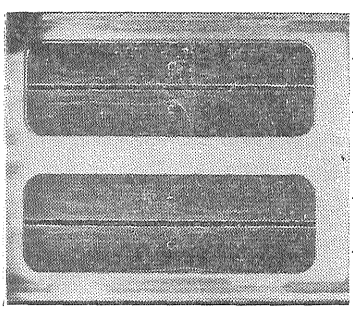
a） 系統に specific な差異

陽極側に近い部位(Alb, α)において C57BL と $CF_{\#1}$ との間に易動度の異なる arcs が出現した。

b） X線照射の影響

$CF_{\#1}$ では，照射群は対照に比し，陰極側と原点からあまり動かない部位において（γ とαあるいはβ部位）1～2個の arcs の出現がみられた。

C57BL では，照射後1，3，5，7日目の骨髄液で，対照よりも arcs 数が多く現われる。出現部位は $CF_{\#1}$ の場合と大体似ているが，10，20日と照射後の日数が経つにつれ，これらの arcs はみえなくなり対照に近づくように思われる(第4図)。



第4図　Antiserum(C3H bone marrow)
Antigen(C57BL bone marrow)

以上のように免疫電気泳動法を用いることにより，系統による違い，X線照射による免疫 precipitin 反応の相違，および照射後の時間の経過による precipitin 反応の変動とが得られた。したがって，目下線量との関係，免疫機能等との関連等について追求を行っている。

10. 中枢神経系に及ぼす放射線の影響に関する研究

障害基礎第3研究室
土屋武彦
南沢　武
前川杏二*
* 昭和38年度 外来研究員（東大・医）

（1） 研 究 目 的

最近，中枢神経系の放射線感受性に対する概念の再考が促がされており，しかも胎児の中枢神経系は放射線感受性が高いものの1つであるとされている。一方，放射線障害を全身的反応によると考えると，個体の制禦中枢としての中枢神経系への影響を知ることは，神経系それ自体の障害を現わすものと考えなくとも，全身障害における1つの反応の現われとして考えることができよう。このことは障害の早期診断あるいは予後の予知のうえに重要な意味をもつと思われる。そこで中枢神経系への放射線の影響を客観的に知る方法として生理学的（特に電気生理学的）な立場から，特に放射線影響の指標となりうる反応について検討を行なつている。

（2） 研 究 方 法

実験動物：本研究所において自家繁殖した家兎(約180日令，約2.5 kg)を使用。

自発電気活動の記録：大脳皮質の左右の知覚領，運動領および視覚領に各1対の銀球(径1 mm)電極を，また，左右背側海馬にステンレス針（径0.5 mm）電極を埋没し，それぞれの部位における神経細胞群の自発電気活動(spontaneous electrical activity) を単極誘導法により脳波計(時定数 0.3 sec.)を用いて記録した。

誘発電位の記録：

（i） 光刺激による法　光源を個体の正面に置き，1 cycle/sec. の頻度で10回連続して閃光させ，その誘発電位(evoked potential) を皮質視覚領から単極誘導法により脳波計（時定数 0.3 sec.），およびオシロスコープ(時定数 0.3 sec.) を用いて記録した。

（ii） 電気刺激による法　ステンレス針(外径 0.5mm)に銅線を封入した単極同心型針電極を視床の前腹側核(V. A)および後腹側核(V. P)に埋没し，0.1～0.3 m sec., 15～20 volt の矩形波電気刺激を与え，その誘発電位を同側の知覚領または運動領から単極誘導法によりオシロ

スコープ(時定数 0.3 sec.)を用いて記録した。

X線照射: 250 kVp のX線で全身 (W 群; 1,000 r, 40 r/min.), または頭部(H群; 1,000 r, 105 r/min.)に照射を行なった。

観　察: 電極挿入5～7日後に記録を開始した。すなわち，毎日大体同時刻に3～4日間記録し，これを対照とした。X線照射後は，自発電気活動の場合には，その直後から24時間連続に，また，誘発電位の場合には，その直後，30分，1，2，3，4，6，8，10，12，15，18，21，24，32，48各時間後に記録した。

(3) 実験結果

Ⅰ 自発電気活動

海馬から記録される自発電気活動のパタンは，その大部分が8～10 c/sec. の規則的な波からなる覚醒パタンと極めて不規則な波からなる睡眠パタンとの2種に分けられる。おのおののパタンを示す期間は，個体により，またその状態により異なっているが，一般に正常のものは比較的それぞれの期間が長い。これらの波形を脳波分析器を用いて7つに分析すると，前者は θ 波(4～8 c/s)の電位が圧倒的に高く，後者は δ_2 波(1～2 c/s)，δ_1 波(2～4 c/s)と θ 波(4～8 c/s)とが他のものに比較して高くなっている。覚醒パタンの電位は大体 200 μV であるが，睡眠パタンはそれよりも一般に高くなっている。

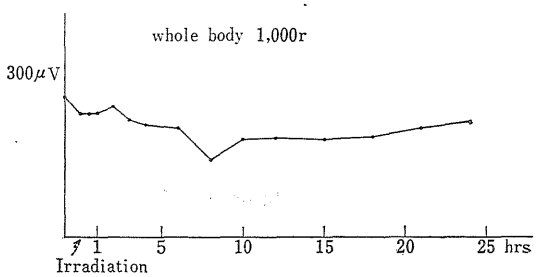
X線照射後，W群，H群とも，上記の海馬覚醒パタンは極端に連続性を増し，しばらくの間，ほとんど変化なく持続する。その後，睡眠パタンが次第に増加し，その持続も長くなり，時間の経過とともに，両パタンの割合は照射前のそれに近づいてくる。W群では，約5時間後から再び覚醒パタンが増加し，数時間続いたのち，照射前の状態に戻ってくる。H群では，睡眠パタンの増加の状態が約10時間後まで続き，その後，逆に覚醒パタンが次第に増加し，その状態が24時間後も持続している。

Ⅱ 誘発電位

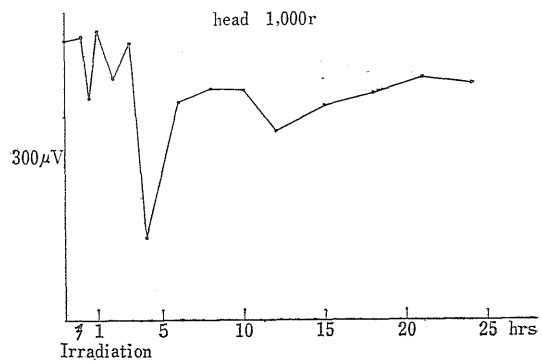
(i) 光刺激による法

光刺激により覚視領から記録される誘発電位は潜時10数 m sec. 後のスパイク状の波と，それに続く緩やかな陰性の波とからなっている。その大きさおよび期間は，個体により，また同一個体でもその記録部位によって異なっているが，大体 200 μV および 300 m sec. である。連続刺激(1 cycle/sec.)による誘発電位の波形はそれぞれ互いに多少異なっているが，その差異は極めてわずかである。

X線照射後，誘発電位の大さ(1 c/sec., 10回を3度，計30回の平均値)はW群，H群とも増大するもの，減少するもの，あまり変化しないものの3グループに分けられるが，いずれも数時間後には最小値を示すようになる。その時間は，W群では8時間後，H群では4時間後である。その後，2～4時間以内に照射前の状態に回復するものもあるが，大部分のものは減少した状態を数時間持続し，徐々に回復に向う。24時間後，W群はいずれも照射前に比較してまだ減少しているが，H群は増大しているもの，わずかに減少しているもの，極端に減少しているもの等さまざまである。これらの時期における連続刺激による誘発電位の大きさは互いに異なっており，また波形も変化している(第1図，第2図)。



第 1 図



第 2 図

(ii) 電気刺激による法

前腹側核(V. A)あるいは後腹側核(V. P)を電気刺激することにより，知覚領または運動領から記録される誘発電位は陽性の速波とそれに続く緩やかな陰性の波とからなっている。その大きさおよび期間は個体により異なっているが，それぞれ約 200 μV, 30 m sec. である。連続刺激(1 c/s)による誘発電位の波形はそれぞれ互いに異なっているが，その差異は僅少である。

X線照射後，誘発電位(1 c/s 5回の平均値)の大きさは，W群，H群ともに減少するが，その期間はほとんど変化しない。その後，これらの状態はしばらく持続し，24～48時間後に照射前の状態に大体回復する。

11. 内部被曝の全身的影響に関する研究

障害基礎第4研究室
松　岡　　理
古　川　義　宣
鹿　島　正　俊

(1) 研究目的

内部被曝の影響は，主としてそのアイソトープの critical organ への影響という形でとらえられ研究されてきたが，障害の評価のための実験的基礎としては，1つの critical organ への影響が全身的にはどのような影響を与えるか，また他の臓器系へはどのような間接的な影響を与えるかということが問題となる。このことは混合被曝の影響の評価という点で実用上の要求ともつながる。そこで本研究においては，典形的な bone seeking isotope である ^{90}Sr をとりあげ，^{90}Sr による内部被曝の影響が全身機能あるいは他の臓器系にいかなる影響を与えているか追求せんとした。また同時に本研究においては，動物実験の精度を上げるため実験動物側の条件を可能な限り一定にすることを試みることも目的とした。

(2) 研究方法

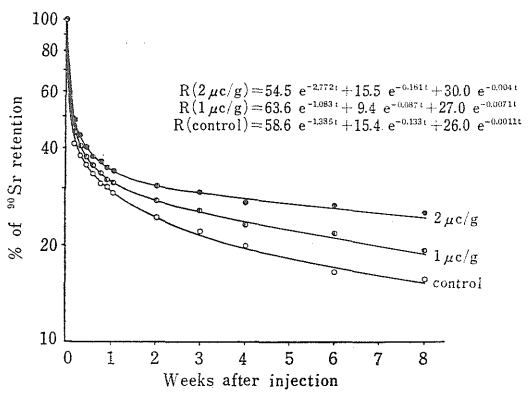
実験動物としては実験の性質上多数を用うることは困難なので，各実験群間の動物の生理学的な形質のバラツキを最小にすることを目的として，litter size の大きいこと，生理学的な形質において純系よりも均一性が高いといわれる2つの純系間の1代雑種を用うることにした。すなわち，CF#1の♀と RF の♂の F_1 である CR F_1 の♂を使用し，生後60日で同腹の仔をそれぞれ対照群と実験群とに同数ずつ分配して各群を構成した。この結果，実験開始時の各群の体重の平均値と標準誤差はおのおの次のようであった。対照群(29.1±0.77g)，1 μc/g 投与群(29.2±0.70 g)，2 μc/g 投与群(29.9±1.54 g)

^{90}Sr 体内残留 activity の測定は37年度に開発し，すでに発表した ^{85}Sr による ^{90}Sr のγラベルの方法を採用した(松岡，田中；内部照射実験における体内放射能測定の新しい試み，第5回日本放射線影響学会，1963年7月)。すなわち，マウス用の whole-body counter を用い ^{90}Sr に2%混合した ^{85}Sr の 0.5 MeV のγ線を指標として，differential counting による体外測定を1 μc/g，2 μc/g の ^{90}Sr 腹腔内投与と対照群とについて経時的に行なった。対照群では，2 μc/g 群に使用したのと同量の ^{85}Sr のみを食塩水で稀釈して同量を注射した。体内残留量は，動物の注射時に同時に作製したマウスと同体積の水を入れたポリエチレン瓶に同量の ^{90}Sr 注射液を注入してスタンダード・ファントームとし，毎回同時に測定し，動物の計数値との比率を求めて残留 activity とした。

^{131}I 代謝テストは上記と同じ装置を使用し，0.364 MeV のフォトピークを用いて differential counting により ^{90}Sr と分別定量した。マウスのガス代謝の測定は，呼気の採取に佐藤らの法(佐藤，柳瀬，石丸；小動物呼吸装置によるマウスの代謝測定法，実験動物彙報，4(4)，43～46，1955)を改良した装置を用い，採気槽中の O_2，CO_2 量と室内の空気中の O_2，CO_2 量との差から一定時間内に消費された O_2 量と排出された CO_2 量を算出した。採取したガスおよび室内空気のガス分析は Scholander 式微量ガス分析器を用いた。

(3) 実験結果

まず，投与された ^{90}Sr の体内残存率曲線そのものが，内部照射の影響によって変化させられることを予想して，トレーサーとしての ^{85}Sr のみを投与した対照群とともに1 μc/g，2 μc/g の各投与群の体内残存率曲線を求め，おのおのの曲線についてその生物学的半減期を求めた結果は第1図および第1表のごとくである。



第1図　Dose effect on the whole-body retention of ^{90}Sr

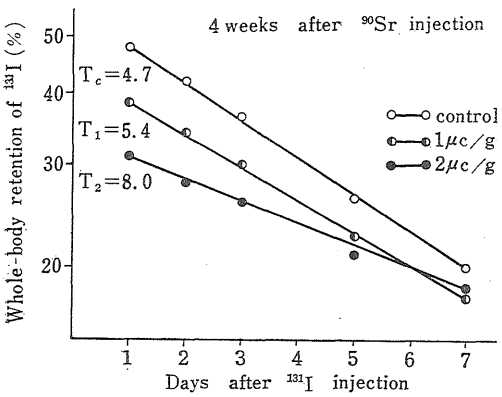
第1表　Dose relationship on ^{90}Sr retention

dose of Sr-90 administered	biological half life		
	T_1 (days)	T_2 (days)	T_3 (days)
control	0.50	5.2	65.0
1 μc/g	0.64	8.0	98.0
2 μc/g	0.25	4.3	180.0

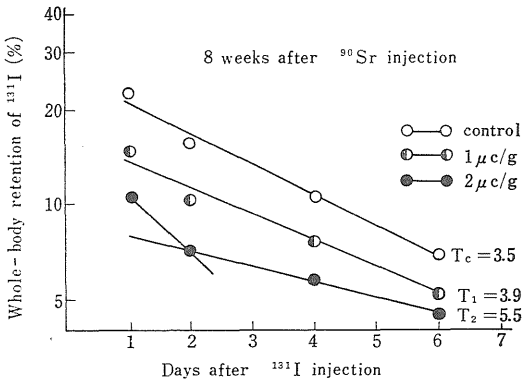
この結果から投与された ^{90}Sr による内部被曝によって ^{90}Sr の代謝そのものが影響をうけ，結果として投与

量の高いものほど残存率が高く，またながく滞留して排出速度もおそいことがわかった。この結果は，骨の塩代謝を中心とし腎臓等の排泄系を含めた代謝経路におよぼす内部照射の影響と考えられるので，このような場合における他の代謝系への影響をしらべる目的で，^{131}Iの投与による whole body での摂取率および滞留のテストを行ない，1週間の測定による生物学的半減期を，^{90}Sr 投与後それぞれ4週後および8週後において求めた。結果は第2図および第3図のごとくで，その数値を第2表にまとめた。

この結果は，^{90}Sr による内部被曝によって骨塩代謝以外にも critical organ とはことなる甲状腺を含めた^{131}I の代謝系にも著るしい抑制的影響を与えていることが明らかにされ，^{90}Sr の投与量の高いほど^{131}Iの24時間摂取率も低く，生物学的半減期も長いことが，4週目で明らかで，8週目でも同様に24時間摂取率にも差があ



第2図 Effect of internal exposure of ^{90}Sr on whole-body retention of ^{131}I in mice



第3図 Effect of internal exposure of ^{90}Sr on whole-body retention of ^{131}I in mice

第2表 Effect of internal exposure of ^{90}Sr on ^{131}I retention

dose of Sr-90 administered	4 weeks after injection		8 weeks after injection	
	24 hrs. uptake (%)	biological half life (days)	24 hrs. uptake (%)	biological half life (days)
control	48.0	4.7	22.6	3.5
1 μc/g	38.7	5.4	14.8	3.9
2 μc/g	31.3	8.0	10.8	5.5

第3表 Effect of Sr-90 on the respiration of mice

weeks after Sr administration	dose of Sr administered (μc/g)	O_2 absorbed (10^{-2}ml/g/min.)	CO_2 produced (10^{-2}ml/g/min.)	respiratory quotient
0	0	7.1±0.2(16)	6.8±0.2(16)	0.81±0.003(16)
4	2	6.9±0.3(8)	5.3±0.3(8)	0.77±0.02 (8)
4	1	7.0±0.4(10)	5.0±0.3(10)	0.71±0.01 (10)
4	0	7.2±0.3(10)	5.5±0.2(10)	0.76±0.02 (10)
8	2	7.4±0.4(8)	5.6±0.3(8)	0.76±0.01 (8)
8	1	8.3±0.4(10)	6.3±0.4(10)	0.75±0.02 (10)
8	0	8.1±0.2(10)	6.1±0.5(10)	0.76±0.01 (10)

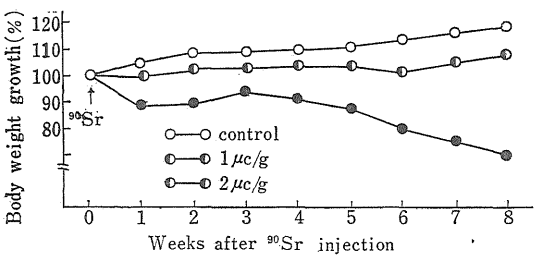
mean ± S.E. (numbers of animal)
Mean values represent the volume of gas at 25℃.

り，生物学的半減期はやはり対照，1 μc/g，2 μc/g の順に長くなっている。

次に，これらの影響が体全体のエネルギー代謝にどのような変化を与えているかをしらべる目的で，^{131}I テストと同じ時期に，それぞれの実験群についてのガス代謝をしらべた結果は第3表に示すごとくである。

結果は予想に反し，^{90}Sr 投与群との間に有意の差は認められなかった。

一方，体重測定の結果は第4図に示すごとくで，^{90}Sr の投与により著しい影響を与えていることが明らかである。

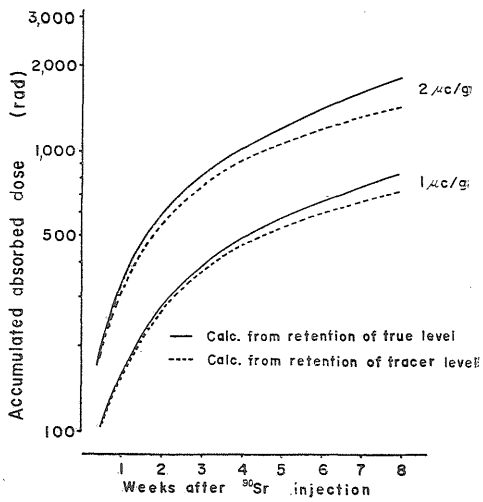


第4図　Dose effect of internal ^{90}Sr on body weight growth

(4) 考　　察

従来内部被曝の被曝線量を考える場合，実験的にはトレーサー量のアイソトープを与えて経時的に動物を殺して activity の測定を行ない，この実験値を集めて retention curve を作り，これにもとづいて計算するので，したがって投与量に比例する被曝線量が得られるわけである。本研究に用いた方法によれば，同一の個体の連続的な変化としてとらえられるので，バラツキが少なく，はるかに精度の高いデータが得られる。また本実験では，内部被曝の影響そのものが，^{90}Sr の retention に影響を与える事実を直接とらえられる便利があり，トレーサー量程度の投与により得られた結果を，実際の内部被曝の場合にそのまま適用し得ないことがあきらかにされたが，このことは障害評価の上に重要視すべきことと考える。この影響の及ぼす結果を定量的にしらべるために，^{90}Sr の均等分布を仮定して第1表を用いて組織1g当りの被曝線量を各投与群について計算し，対照群である ^{85}Sr のトレーサー量のみを与えた場合の生物学的半減期を用いての理論値と比較対照したものが第5図であるが，蓄積線量について8週間目では1 μc/g では約13%，2 μc/g では約27% 理論値より大であった。

^{131}I テストの結果は，内部被曝群で生物学的半減期の増大がみられたが，マウスの幾何学的な大きさから甲状



第5図　Accumulated absorbed dose following ^{90}Sr injection
—comparison of the two calculated methods—

腺の ^{90}Sr による直接被曝も考えられるが，別の検討によれば，甲状腺機能が抑制された場合は生物学的半減期も短かくなることが普通であるので，この場合は甲状腺機能というよりも全身的な代謝機能の低下と考えた方がよいと思われる。ガス代謝において影響が認められず，一方，体重増加に著しい影響があった点に関しては，これだけでは結論は出せないが，現在検討中の他のテストの結果と合せて考察したいと考えている。

〔研究発表〕

松岡理，田中栄一；内部照射実験における体内放射能測定の新しい試み，第5回日本放射線影響学会（1963年7月）

12. 照射蛋白質溶液の物理化学的性質

障害基礎第2研究室
佐藤文昭
中村　弥

(1) 目　　的

生体高分子に対する放射線の影響を知るために，マウスヘモグロビンに ^{60}Co の γ 線を照射し，共存塩および溶存酸素の効果をしらべた。

(2) 実験方法

マウス心臓部より採血し赤血球を洗滌する。溶血後遠心，CO を添加し，一夜水で透析する。照射線量は約100～500 kr の範囲である。照射後 37 ℃ で1時間 incubate

し遠心する。上清を分光光度計で測定し可視部のスペクトル変化を観察する。スペクトルの分析からメトヘモグロビンおよび沈澱となった量の指標を得る。一部の試料は誘電分散および電気伝導度の測定に供される。

（3） 実験経過

酸素ガスを飽和した溶液中で照射すると“酸素効果”が著しく，特に分子間の cross-link による沈澱よりも明らかにメトヘモグロビン発生を加速した。食塩を加えて照射すると，イオン強度 0.1 程度まで保護効果はイオン強度に線型である。塩化カリでも同様の保護効果があるが，線量との関係は解析中である。いずれもこの範囲では著しい塩溶効果があり，分子間結合による沈澱を防ぐものと思われる。非照射ヘモグロビンの誘電分散を 30 c～5 Mc の範囲で測定した。30 kc 以下では電極の分極効果が現われ，Oncley の $Cp \propto f^{-1.5}$ が得られた。約5％のヘモグロビン溶液ではもちろん電気伝導度は大きいが，ε の増加は水に比べて極くわずかであった。照射ヘモグロビンおよび赤血球浮遊液について未だ決定的な知見を得ていない。

13. 蛋白質のアミノ酸配列の統計的性質（Ⅱ）

障害基礎第2研究室

佐 藤 文 昭

（1） 研究目的

アミノ酸配列の実験データがだんだん蓄積されてきており，蛋白質の3次構造あるいは“coding”との関連か

第1表 1—2 型ジペプチド

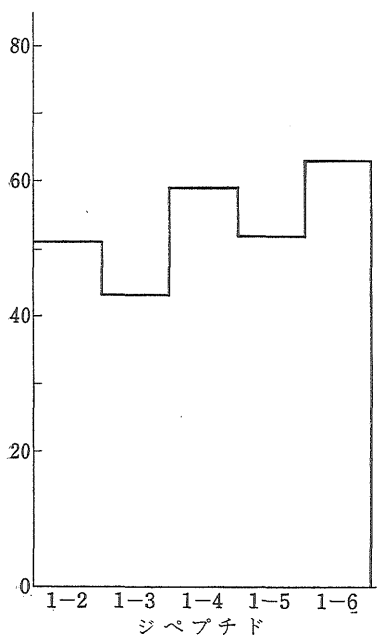
	ala	arg	asp	aspn	cys	glu	glun	gly	his	ileu	leu	lys	met	phe	pro	ser	thr	try	tyr	val	
ala	16	7	7	6	4	11	7	12	10	6	15	5	2	6	3	14	9	5	4	7	156
arg	4	19	1	4	3	2	2	6		2	5	3	2	2	6	3	2	2	2	5	75
asp	12	4	9	1	2	10	2	3	2	3	5	3	1	5	4	11	3		5	4	89
aspn	9	5				1	7	1		2	4	5		2	6	1	4	1	3	4	55
cys	6	2	1	4	2	3		4	1		2	3		1	1	3	2		2	1	38
glu	8	4	14	4	1	3	2	6	2		7	7	1	3		8	5	1	2	2	80
glun	10	2	2		4	2	1	2	2	2	6	4	1	5		2	1	1		5	52
gly	13	3	11	5	1	10	1	8	3	7	8	17	1	4	5	9	5	1	4	7	123
his	4				3	2		7	1	3	9	3	1	6	2	2	1			3	47
ileu	3	3	1	1	2	2	2	1	3	2	3	4	2	4	2	1	5		1	7	49
leu	12	1	8	1	2	9	2	10	5	7	7	6	2	4	2	16	8	1	4	9	116
lys	11	2	7	3	2	6	1	7	5	3	5	10	3	4	6	3	10		7	10	105
met	1		1	2		3		1	1	1		3	1	1	1	2	1			1	20
phe	3	4	6	2	2	4		5	2	1	5	4		3	4	3	4		2	5	59
pro	6	1	4	4	1	4	2	3	1	4	5	7		2	3	2	3	1	3	9	65
ser	18	8	7	2	1	3	5	12	6	4	8	5	3	4	6	11	7	1	4	3	118
thr	9	3	4	9	2	7	2	8		1	9	6	1	4	9	14	5	1	2	8	104
try	1					1	1	4		1	1	2		1		2	2				16
tyr	1	4	2	3	3	1	3	7	2	2	6	3		1	3	5	3			3	52
val	9	6	7	4	7	9	7	7	7		8	4	1	5	2	4	7	3	4	2	103
	156	78	92	55	42	93	47	114	53	51	118	104	22	67	65	116	87	18	49	95	1,522

ら統計的な研究もいくつか報告されている。われわれは約40種のアミノ酸配列について，1－2型のジペプチドの分布，X・YとY・Xの頻度差，X・Xの頻度およびreplacement data 等について検討を加え，配列の規則性を追求した。

（2） 研究経過

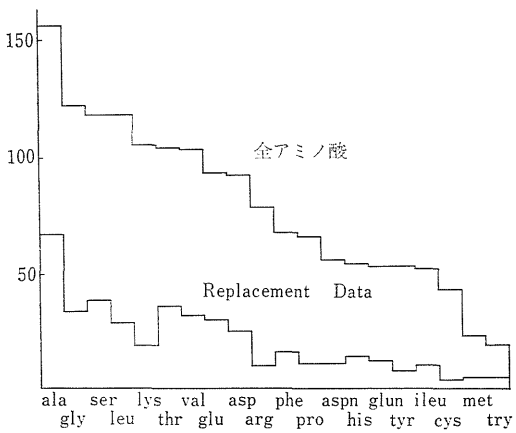
第1表に示したのは1－2型ジペプチドの分布で，縦の行がN端に対応するアミノ酸で横の列がC端のアミノ酸である。ジペプチドの総数は1522でアミノ酸の数は1567である。構造蛋白，homologous protein あるいは突然変異によるアミノ酸配列は含まれていないが，新しく生じたジペプチドは含まれている。このアミノ酸集団からランダムにジペプチドが作られたと仮定した時の頻度分布は，$P=0.005$ で観察値と有意に異なった。χ^2 に大きく寄与しているのは，arg・arg，glu・asp，aspn・glun，gly・lys，his・leu 等である。いずれも期待値より多く観察されている。20種のアミノ酸を全部は区別しないで Lanni または沢田(化学研究部)の分類に従って同様の計算を行なうと有意差は消失する。

同じアミノ酸の繰り返し，すなわち，X・Xのジペプチドは1－2，1－6型に多いと Sorm 等が報告している。全配列の知られている7種蛋白 ACTH, insulin, TMV 蛋白，hemoglobin αとβ，cytochrome c についてX・Xなるジペプチドをしらべると，1－2，1－6型に多いことが知られた(第1図参照)。



第1図 X・X型ジペプチドの分布

"coding" と最も直接的に関連する replacement data については，従来からその入れ替えのアミノ酸対はランダムでないことが主張されてきた。われわれは種特異性を示す homologous protein と突然変異のデータから208個の replacement pair を集め，その中に含まれるアミノ酸集団の間でランダムにアミノ酸対を作った場合と観測値との有意差を検定すると，$P=0.005$ で有意差がない。しかし，われわれが扱った全アミノ酸集団と replacement data のアミノ酸集団の組成の間には有意差がみられた(第2図参照)。



第2図 アミノ酸分布

RNase では，1－2と1－4型を比較すると，X・YとX・Yというように同じ順序に現われることが多いという事実が報告されているが，他の蛋白質ではそのような傾向がみられなかった。

[研究発表]

1. 佐藤文昭；アミノ酸配列の統計的研究，日本生物物理学会(1963年12月)
2. 佐藤文昭；アミノ酸配列の統計，生化学，36，1964(印刷中)

14. X線照射による胎児の障害の組織学的研究

障害基礎第1研究室
新発田杏子
H. Kriegel*
* Heiligenberg Institut

（1） 研究目的

以前の研究で，著者らはX線照射による胎児の障害

を，妊娠18日目に肉眼的に観察される正常胎児，奇形胎児，胎児再吸収，死亡胎児の頻度の面からしらべた。その結果，同線量(200 r)照射の場合，妊娠7.5日から12日まで，つまり主要臓器形成期に障害が最も多く，妊娠8日目，つまり神経胚期の照射の場合の障害の線量依存性をみると，線量250 rで正常に生存する胎児がほとんどなく，325 r以下では，胎児は1匹も生存し得なかった。また，線量175 rと250 rとの間の照射で，奇形の発生頻度が最高になることがわかった。一般に，障害の線量依存性は，照射時の妊娠日数と関係がある。

そこで，ここでは妊娠5日(着床期に相当する)および8日(神経胚期)における照射後みられるそれぞれについて，胎児障害の発生経過を経時的に観察した。

(2) 方　　法

実験動物として，ドイツ，フライブルヒ大学放射線医学教室独自の種のハツカネズミを用いた。妊娠の確認，照射法および胎児の固定は前の研究に用いた方法に準じた。妊娠5日目に親動物にX線を照射し，6，9，12，15，18日目に，また妊娠8日目に照射した動物は9，12，15，18日目に開腹して胎児を子宮とともに取り出して固定した。胎児の頭部から尾部の方向へ厚さ7 μの横断切片を作り，ヘマトキシリン・エオジンで染色した。

(3) 結　　果

1) 妊娠6日目の正常胎児は原腸胚の過程にあり，内外胚葉の外に中胚葉が出現している。また，各分裂相の細胞分裂がみられた。

一方，胚の着床期に相当すると思われる妊娠5日目に，親動物にX線200 rを照射して24時間後に観察すると，主な変化は子宮壁にみられた。そこには核濃縮核崩壊が著明であった。Plazental conusを形成する細胞の変化は特に顕著である。この現象は線量400 rの場合にさらに著しく，胚そのものの子宮壁からの剝離がみられた。これは明かに胚の死をもたらすものと思われる。

胚そのものは内外胚葉がみられるだけで中胚葉は現われていない。

2) 妊娠9日目の正常の胚は神経胚期に達している。神経溝が閉じ，中枢神経系原基，および眼胞が形成されている。

妊娠5日目にX線200 r照射したマウスでは，その胚は既に正常の胚と大差ないまでに発達し，神経冠の細胞も異常ない。なお，妊娠8日目の照射の場合には，神経溝が閉塞していないものがあった。この形成遅延がのちに起こる脳の分化に何らかの意味をもたらすであろう。また，眼胞は形成されていた。

3) 妊娠12日目の胎児の神経器官の1つである眼は，この時期には，網膜，色素層，水晶体が分化している。

妊娠5日目にX線200 r照射したマウスの胎児の眼は，網膜，色素層，水晶体の分化はみられるが，一般に正常の発生過程より遅延している。

妊娠8日目にX線400 r照射したマウスの胎児は，一見，発生学上同じ間脳に由来する網膜，色素層の発達が平行しないために起こると思われる網膜の褶曲がみられる。なお，この期に至っても水晶体原基の状態にあるものが2個も出現しているものもあった。この網膜および水晶体の異常の発生頻度はかなり高いらしい。

4) 妊娠15日目の胎児の眼は，網膜，水晶体のほかに角膜，前眼房，毛様体，視神経，瞼等が分化している。

妊娠5日目にX線200 r照射したマウスの胎児の眼には，瞼の分化がみられず，一般に分化の遅延はあっても異常な分化発達はしていない。

5) 妊娠18日目の胎児の眼については，後日，被照射胎児の神経器官の異常についての組織学的研究に総括して発表することになっている。

15. X線全身照射によって起こる骨髄細胞の染色体異常に対するセロトニンの効果について

障害基礎第1研究室
H. Langendorf*
新発田杏子

* Radiologisches Institut der Universität Freiburg

(1) 目　　的

セロトニンの放射線防護効果について既にいろいろの研究者による業績がある。それは照射した動物の生存率を高める意味での防護効果であった。

一方，染色体が電離放射線によって障害をうけることは既に周知の事実である。そこで著者らは，マウスの骨髄細胞を対象とし，その細胞の染色体がX線によってどのように変化し，またその変化がセロトニンの照射前投与によってどのような影響をうけるかをしらべた。

(2) 方　　法

実験動物として，ドイツ，フライブルヒ大学放射線医学教室固有の種のマウスを用いた。雄マウスに1) X線810 r照射し，[照射後0，1，3，6，12時間，1，3，6日目に，2) X線照射5分前に5-HT 1 mg/動物を腹腔内に投与して線量810 r照射し，照射後0，1，3，6，時間

1, 3, 6, 30 日目に，3) 対照として 5-HT のみ投与して，投与後 0, 1/2, 1, 3, 6, 12, 24 時間後にまた 4)正常マウスにそれぞれコルヒチンを *in vivo* で投与した。その後 1 時間経て骨髄を取り出し，破砕標本を作り，ダイヤモンドフクシンで染色し，顕微鏡観察を行なった。

（3） 結果および検討

1） mitose-index（‰ 骨髄細胞 1,000 中の細胞分裂数:

イ） 正常マウスの骨髄

前記の処理下において，正常マウスの骨髄細胞の細胞分裂は前期 17.06，中期 16.73，後期 2.0，終期 1.6 ‰を占め，全体として mitose-index は 37.39 ‰である。

ロ） 5-HT のみ投与した場合

投与後 5 分では全 mitose-index は 16.89 ‰に落ちる。この値は正常値の約 45 %を下廻る。なお，前期にあるものは 6 ‰を示し，正常値の 1/3 に，また，後終期にあるものは正常値の 1/6 に落ちていた。全体として中期にある mitose は前期にある mitose よりも数的減少が激しい。つまり，セロトニンは分裂前期あるいは全分裂数低下を考えると，分裂準備期を阻止する物質なのであろう。

5-HT投与後 1/2 時間で mitose-index は 28.75 ‰まで回復し，中期後期の数が回復している。前期にある細胞分裂数は未だ僅かに低値を続けている。

5-HT 投与 1 時間後は，全体の mitose-index は正常値に回復した。この時期の 5-HT 投与は既に照射動物の生存率改善という意味での防護を示していない。

ハ） X線 810 r 照射した場合

X線 810 r 照射直後にコルヒチンを投与し 1 時間後に固定して観察した場合，mitose-index はほぼ 0 に落ちる。

照射 3 時間後は細胞分裂は回復しないが，6 時間後には全体の mitose-index は 9 ‰まで回復した。その場合 7.5 ‰は前期の状態にある mitose であった。細胞分裂が前期から回復しつつあるのは明らかである。

照射 12 時間後も全 mitose-index は 9.3 ‰にとどまった。その場合，6.0 ‰は中期にある mitose であった。その後，照射後 1 日後には mitose-index が 9.61 ‰を示したが，2 日後にはほぼ 0 に落ちた。

ニ） 5-HT＋X線 810 r 照射の場合

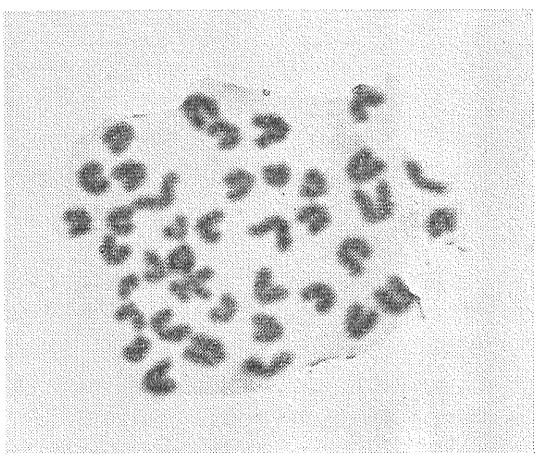
照射後 6 時間までは 810 r 照射のみの場合と同じ様相を示したが，6 時間目に全 mitose-index は 7.5 ‰に回復した。

照射後 1 日目には 16.68 ‰を示し，X線照射のみの場合とは有意差（$P<0.001$）がある。この場合 16.68 ‰中 12.37 ‰は中期の状態を示していた。

照射後 3 日目には全 mitose-index は 24.5 ‰に達した。X線照射のみの場合とは明らかに有意差（$P<0.001$）がある。各細胞分裂期の割合をみると，中期にあるものが優勢であるので，全 mitose-index が完全に回復していないのは，セロトニンの前期あるいはそれ以前の準備期の阻止効果が未だ残っているためであろう。なお，前期にある mitose 数は少なく正常値と有意差（$P<0.001$）がある。

照射 6 日後には全体の mitose-index は正常に復した。前期にある mitose は 11.5 ‰に回復している。

照射後 30 日目には全 mitose-index は正常値より高く 48.83 ‰を示し，有意差（$P=0.01-0.001$）がある。



第 1 図

2） 染色体分析

イ） 正常マウスの骨髄（第 1 図）

ロ） 5-HT のみ投与した場合

投与後に，中期にある mitose に染色体異常はみられなかった。

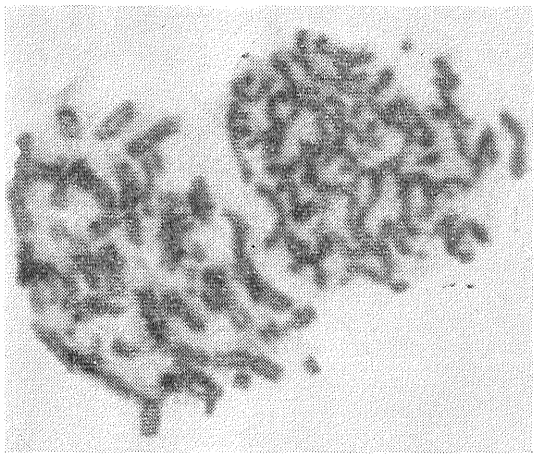
ハ） X線 810 r 照射の場合（第 2 図）

照射 6 時間後，12 時間後にみられる細胞分裂において，そのすべてが染色体異常をもっている。照射 1 日後もすべての型の染色体異常をもつ分裂像がみられた。

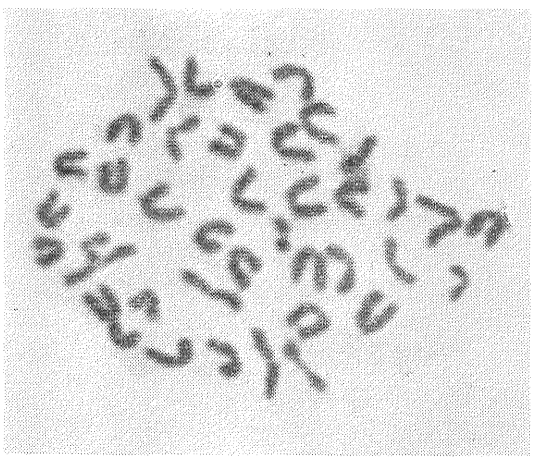
ニ） 5-HT＋X線 810 r 照射の場合（第 3 図）

照射後 1 日目には，染色体異常をもつ mitose が 52.5 %を占め，それらはすべての型の染色体異常を含んでいる。

照射後 3 日目には，染色体異常は全くみられなかった



第　2　図



第　3　図

が，照射後6日目，さらに30日目にも数%のmitose染色体異常があった。しかし，この場合にみられる染色体異常は1あるいは2個であって，照射1日後にみられたような，高度の染色体異常をもつ細胞分裂はなかった。これは，高度の異常をもつ細胞は分裂をもはや繰り返えすことはできないが，1個乃至2個ほどの染色体異常をもつ細胞は生存可能であることを示している。

セロトニン投与によって，810rという大量線量に耐えて動物を生存し続けさせることはできるが，照射によって極く僅少ながら染色体異常が残ることがわかった。この僅かな染色体異常が，将来のその個体にどのような影響をもたらすかは，今後の大きな問題であろう。

16. ウニ初期胚の蛋白質合成に対するγ線照射の影響

障害基礎第2研究室

土　橋　創　作
安　増　郁　夫*
腰　原　英　利**

* 研究生(東大・教養)
** 研究生(東大・理)

(1)　研究目的

動物の胚に放射線を照射すると，以後の発生にさまざまな異常が起こることが知られているが，ここではウニの初期胚放射線を照射した場合の蛋白質合成能の変化と形態形成との関係に注目して実験を行なった。

(2)　実験方法

バフンウニの受精卵を受精後20℃で約90分正常海水で飼育した胚(4～8細胞期)に^{60}Coγ線を720r/分で照射し，以後も20℃で飼育し受精後種々の時間経過後の胚5×10^5個を，a)^{32}P 10 $\mu c/ml$ 海水と15分および，b)^{14}C-アミノ酸(クロレラ水解物) 0.25 $\mu c/ml$ 海水と30分間保温して，^{32}PのRNAおよび^{14}Cアミノ酸の蛋白質分画への転入を測定した。形態は受精後45時間目にホルマリンで固定して観察した。

(3)　結果および考察

1)　受精卵のRNA合成能に対するγ線照射の影響

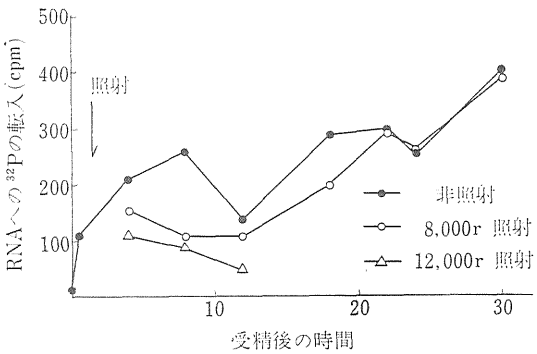
第1表に示したように，^{32}Pと保温してから照射した場合も，照射してから^{32}Pと保温した場合もともに，線量の増加とともに^{32}PのRNAへの転入は少なくなっている。

2)　被照射胚の照射後の時間と^{32}PのRNAへの転入

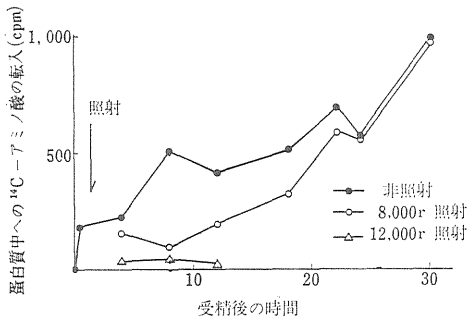
第1図に示したように，8,000r照射群では初期には相当非照射群に比し低いが，受精後22～24時間になると対照群と同じ位になる。一方，12,000r照射群では転入は非常に低下し，受精後12時間以後はほとんど転入がみられなくなり，そのような時期には形態的にもばらばらにくずれていた。

第1表　受精卵(4～8細胞期)のPNA中への^{32}Pの転入に対するγ線照射の影響

照射線量(r)	^{32}PのRNAへの転入(cpm)	
	^{32}Pの保温後照射	照射後^{32}Pと保温
0	195	250
8,000	205	220
12,000	175	170
20,000	169	150
40,000	151	111



第 1 図



第 2 図

3) 被照射胚の照射後の時間と ^{14}C アミノ酸の蛋白質への転入

第2図に示したように，^{32}P の RNA への転入の場合も大体似た傾向を示し，8,000 r 照射群では受精後 4～8 時間における転入の低下が著じるしく，以後次第に対照群のレベルに近づくが，12,000 r 照射群では始めから著じるしく低下し，そのまま低下を続け 12 時間よりのちはほとんど転入がみられなくなった。

4) 形態的変化

第2表に示したように，8,000 r 照射群では受精後 45 時間目でエキソガストゥルラその他の異常胚が高率で出現しているが，壊われてしまった胚はほとんどない。それに比し 12,000 r 照射した群では，ほとんどの胚が壊われてしまっている。

以上の結果から，ウニ卵の初期胚に放射線を照射すると線量依存性の損傷が蛋白質生合成系におこり，8,000 r では回復がみられるが 12,000 r では回復はみられなかった。8,000 r 照射群では，受精後 4～12 時間の蛋白質合成能の低下，および形態的にはエキソガストゥルラの生成がみられたが，蛋白質合成の阻止剤を孵化前の胚に作用させると，エキソガストゥルラの生成をひきおこすことが報告されているのと考えあわせると，放射線による異常胚の生成にもこのような蛋白質合成系の関与が考えられる。

第2表 ウニ受精卵へのγ線照射と異常胚の発生率 (%)

線量	プルテウス	エキソガストゥルラ	他の異常胚	壊れてしまった胚
8,000	26.4	15.2	66.0	2.4
12,000	0	0	10.3	85.4

[研究発表]

土橋創作，安増郁夫，腰原英利；ウニ初期胚に蛋白質合成に対するγ線照射の影響，第34回日本動物学会大会(1963年10月)；動物学雑誌，72，339(1963)

17. エタノールのマウスに対する放射線保護効果

障害基礎第2研究室

土 橋 創 作

(1) 研究目的

エタノールが動物に対し放射線保護効果を示すことは既に報告されている(Paterson and Matthews, 1951, 他)が，その保護機構については定説がないので，機構を解明する研究の第一歩として，マウスについて2，3の実験を行なった。

(2) 実験方法および結果

i) 経口投与した場合の保護効果

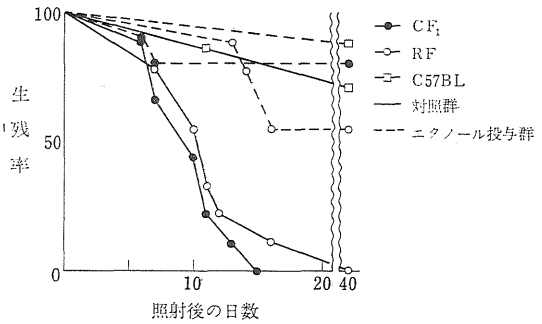
マウスの給水ビンにエタノール水溶液を入れて10日間飼育したのち X 線を 88 r/分 で 1,000 r 照射し，照射後は普通に給水して飼育した群は，照射前も通常の給水をした群の平均生存日数が 7.0 に比し，3 % エタノール水溶液投与群，30 %エタノール水溶液投与群ではそれぞれ 9.4，10.3 となり，若干の保護効果がみられた。

ii) 3系統のマウスに対する保護効果

本研究所で生産された CF_1，RF，C57BL の3系統のマウスに 88 r/分で 700 r の X 線照射をし，照射前 10～20 分に 25 %エタノールを体重 10 g につき 0.3 cc 腹腔内注射した群とエタノールの代わりに生理食塩水を注射した群とを比較した。結果は第1図(次頁)に示したように，CF_1 および RF では著じるしい保護効果がみられたが，放射線感受性の低い C 57 BL ではっきりした効果は認められなかった。

iii) 照射線量と保護効果

CF_1 マウスに 700 r，1,000 r の X 線(線量率は 88 r/分)および 20,000 r の ^{60}Co γ線(線量率は 200 r/分) を照射



第1図　700r照射(対照およびエタノール注射)後の各系統マウスの生残率

し，照射前10～20分に，25%エタノールを体重10gにつき0.3cc腹腔内注射した群とエタノールの代わりに生理食塩水を注射した群とを比較することにより，各線量における保護効果をしらべた。結果は第1表に示したように，700r照射群では保護効果がみられたが，1,000r照射群では効果が認められず，20,000r照射群ではむしろ平均生存期間の短縮がみられた。

第1表　照射線量と保護効果

線量(r)	放射線の効果	対照群	エタノール投与群	エタノールの保護効果
700	30日目の生存率(%)	0	80.0	＋＋＋
1,000	平均生存日数	9.2	8.9	－
20,000	平均生存時間	42.8	28.4	－

(3)　考　　察

以上の実験結果から，エタノールの放射線保護効果の機構が複雑であることが推察されるので，より広い線量範囲について実験例を増加させるとともに，他の比較的保護機構の解明されている薬剤との共働作用を研究する予定である。

Ⅸ. 薬学研究部

概　　況

薬学研究部は独立して満1年を経過し，部としての研究体制も順次ととのってきた。

まず，第1研究室の充実に重点をおき，37年度部長兼任であった薬学第1研究室長について，38年4月より東京大学薬学部助教授日野亨博士の兼任の発令をみ，さらに10月付をもって同博士を薬学第1研究室長としてむかえることができ，研究面に威力を加え得ることができた。また，新たに薬学第1研究室に山田和子研究員をむかえ，部長以下12名の定員となった。しかしながら，部全体として考えた場合，現在の研究テーマ，その研究の進展状況から第1，第2両研究室とも人員不足は覆い難く，また新設された部に対する予算的措置も充分とはいい得ない現状で，将来第3研究室の設置が望まれる次第である。

薬学第1研究室は，日野新室長のもと着々と研究体制を整え，合成化学的，薬品分析化学的の面を生かして研究を行なっているが，37年度にひきつづき，銅錯塩を触媒とするアスコルビン酸の酸化反応において，配位子として無機イオンをもつ銅錯塩につき検討を行ない，これをさらに発展させて，生体内の微量金属イオンと生体内成分との錯塩の構造とその役割という，内部照射の解毒，外部照射の防護作用の解明にとって重要な基礎的問題と考えられるアミノ酸銅錯塩，ジペプタイド銅錯塩の構造解析に着手した。

この研究の一部は，花木研究員が38年度大阪大学蛋白質研究所の共同研究員として共同研究に参加，行なったもので，その内容，結果については英文年報(1963年版)を参照されたい。

外部照射による放射線障害防護剤の研究に関しては，37年度においてAPT，チアゾリンカルボン酸などの基本的化合物の合成に成功をおさめたが，AET，APTなどにより代表される防護薬剤が水溶液中不安定であり，注射その他投与時における化合物の構造にかなりの問題が生じた。したがって，これら不安定な化合物の化学構造とその不安定性の関連を追求する研究を行なった。AETの水溶液における変化は複雑で，解析がやや困難と考え，より簡単と思われるAPTの水溶液中での構造変化をpHの変化を指標として追求，検討し，極めて面白い結果を得た。

一方，AET系化合物の不安定性とその化学構造との関連，さらに放射線防護作用と化学構造との関連を解明する目的で，数種のN-アルキルAET誘導体の合成を実施し，新化合物の合成に成功した。これら化合物の物理化学的性質，不安定性，防護作用，効果などに関しては39年度の研究課題として続行するものである。

薬学第2研究室においては，玉置室長のもと，放射線防護薬剤の効力試験の基礎となるデータの集積に努力し，第1段階として，マウスの週令と系統による放射線感受性の差異を検討した。また，37年度にひきつづき，造血器官の1つである脾臓より，核蛋白部分を対照として抽出を行ない，抽出物中に白血球増加作用物質の存在を確認した。さらに，同一操作により得られた分画でありながら動物の種によって作用に差異がみられたことは，有効成分の今後の物理化学的性質の分析とともに興味ある問題を示唆している。

内分泌腺に対する放射線の影響については，脳下垂体—性腺系について生化学的研究を行ない，従来，放射線に強いといわれてきた内分泌腺においても，放射性亜鉛の摂取にみられたように(放医研年報，昭和37年度)，生化学的には障害があきらかに観察され，38年度はとくに，脳下垂体—性腺と密接に関連した系に対する放射線の影響をとりあげた。すなわち，脳下垂体に対しては，細胞レベルで蛋白生合成機能が放射線の局部照射により低下していること，また，睾丸においては，放射性プロジェステロンを基質とした場合に，最も強力な男性ホルモンであるテストステロンの生産が影響をうけるなどの実験結果を得た。

放射線障害の回復において，内分泌腺の果す役割が重

要であることにかんがみ，さらに脳下垂体—副腎系に対する影響についても一部研究に着手した。

また，唾液より抽出した蛋白成分であるサリバ・パロチン・Aが，X線照射動物の白血球に対して増加作用をもつことを明らかにし，報告したが，その際の増加作用の機作として，サリバ・パロチン・Aの投与により，ある種の物質が血液に分泌され，またはその分泌が促進された結果，白血球が増加するものであることを示唆する結果を得た。また，サリバ・パロチン・Aが蛋白質であることにより，その抗原性を，免疫化学的方法により検討し，抗原抗体反応と白血球に対する効力発現の関連について分析を行なった。

これら38年度の研究には，柿崎弘子，国井美恵子，福島真知世，中村裕，岡孝巳の6名の研究員が参加した。

なお，38年6月より約3カ月間，米国コーネル大学より Glenn Meltzer 氏が研究生として，薬学第2研究室における免疫化学の実験に参加し，所期の目的を達して無事帰国した。

37年度原子力留学生として，米国シカゴの Illinois Institute of Technology (I. I. T.) に留学した松島美一研究員は，A. E. Martell 教授の願いによりその留学期間を10カ月延長し，ひきづつきメタノール中の亜鉛キレート触媒によるアミノ基転移反応につき詳細な研究を行なっている。

（薬学研究部長　赤星三弥）

1. APTの水溶液における安定性

薬学第1研究室
花木　昭
山下トモコ
日野　亨
赤星三弥*

* 薬学研究部長

（1） 研究目的

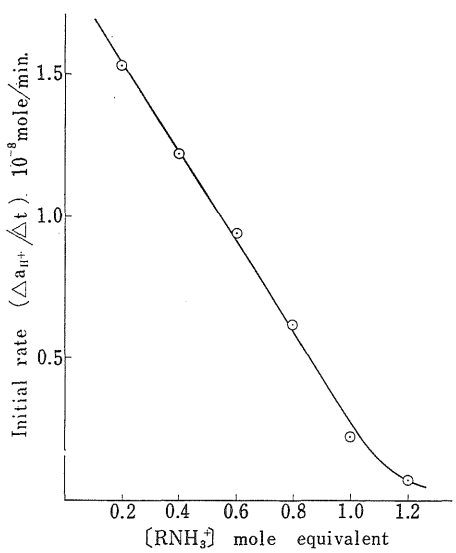
放射線障害に対する化学的防護剤の1つである APT (3-aminopropylisothiuronium bromide hydrobromide) を水溶液中で中性にするために，アルカリを加えて行なうと，アルカリ添加に伴なって急速にプロトンが放出され溶液は酸性に傾く。このように，pH 低下を伴なった化学変化がおこっているため，生理的pHにしたAPT溶液を実験動物に注射した場合，果してAPTを実験に供しているのだろうかという疑問が第1にもたれる。このように問題を明らかにするため，われわれは種々の条件でAPT水溶液のpH変化を電位差法によって測定し，反応機構を解析し同時に水溶液でのAPTの安定性について論じた。

（2） 研究方法

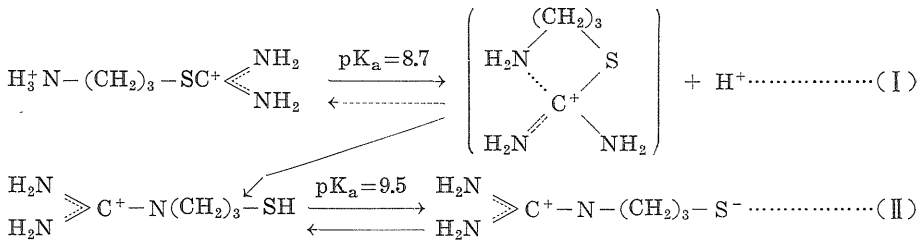
pHの値は25℃ イオン強度0.1(NaCl)で自動記録計を用いて測定した。APT溶液は測定時新らしく調製したものを用いた。

（3） 研究結果

APTは水溶液でpH 7以上になると，プロトンを放出しはじめpH低下がみられるようになる。このpH領域では，APTのアミノ基の酸解離 ($pK_a=8.70$) がおこるので，APT自身の構造変化がみられるはずである。そこで，APTにアルカリを0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0モル当量加えてAPTの酸解離を起こさせ，それぞれの場合のプロトン遊離速度 $\triangle aH^+/\triangle t$ (aH^+ はプロトンの活量を示す)を求めた(第1図)。第1図よりわかるように，酸構造の APT(RNH_3^+) の量に比例する。すなわち，プロトンは，(I)の反応より生ずるものと考えられる。一方，塩基構造のAPT(RNH_2)は極めて不安定で，非常に速い速度でMPG (mercaptopropyl guanidine) に変化し，酸を加えても RNH_3 には戻らなくなる。MEGの還元性は中性では比較的弱いので，生理的pHではSH基は安定である。



第1図　Relation between the amount of RNH_3^+ and initial rate of H^+ liberation
$[RNH_3^+]+[RNH_2]=2.00+10^{-3}M$,
$T=25.0\pm0.5$℃, $\mu=0.1$(NaCl)



また，室温では APT は環形成をして 2-aminopen-thiazoline に変化しないことが電位差滴定の結果より明らかになった。

このような結果，APT 水溶液を生理的 pH にして動物実験に供する場合は，ほとんどが MPG の形に変化していることがわかった。

2. 無機イオンを配位子とする銅錯塩の酸化作用

薬学第1研究室

花　木　　昭

山下トモコ

赤　星　三　弥*

* 薬学研究部長

(1) 研究目的

銅イオン触媒によってアスコルビン酸が酸化される反応機構は，分子状酸素がまず銅イオンによって還元せられて活性中間体となり，これがアスコルビン酸を攻撃して，アスコルビン酸の遊離基を生成する。この遊離基は不安定であって，2分子が互いに反応し，電子の受け渡しをして，デヒドロアスコルビン酸とアスコルビン酸になると考えられている。37年度において，このような銅イオンのアスコルビン酸酸化活性が種々のキレート剤の存在によっていろいろと影響をうけることを報告した。キレート剤の効果は銅キレート生成によっておこる銅の物性，例えば，酸化還元電位，磁性，荷電状態の変化によって，あるいは銅キレート自体の構造の立体的効果によって，銅イオンとアスコルビン酸の相互作用の程度が変化をうけることなどによってひきおこされると考えられる。このような効果を解析するために，38年度は簡単な無機配位子をもった銅錯塩のアスコルビン酸酸化活性について，主として錯塩の安定度定数を考慮しながら研究を行なった。

(2) 研究方法

無機配位子として硝酸，クロル，ブロム，ヨード，シアン，チオシアン，酢酸および硫酸イオンをえらんだ。反応は pH 5.2, 25 ℃ において行ない，反応系に対する分子状酸素の吸収量をワールブルグ装置を用いて検圧法により測定し，反応速度を求めた。

(3) 研究結果

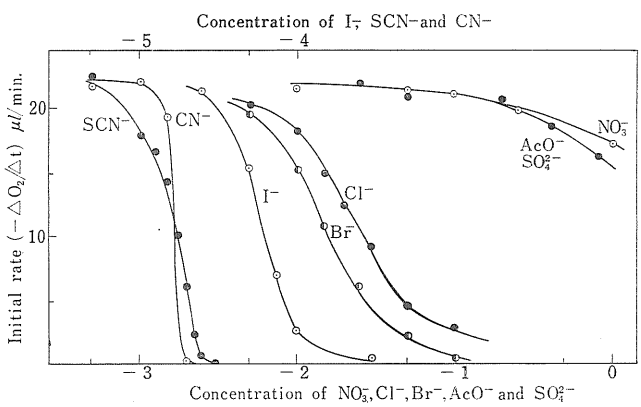
無機配位子8種のうち，反応を阻害するものは，クロル，ブロム，ヨード，シアン，チオシアンイオンの5種で，その程度は，$SCN^- \geq CN^- > I^- > Br^- > Cl^-$ のようになる(第1図)。

一方，これらの銅錯塩の安定度定数は次の順で大きくなる。

Cu(Ⅱ)　$NO_3^- < SO_4^{2-} < AcO^- < Cl^- < Br^- < (I^-) < SCN^- < CN^-$

Cu(Ⅰ)　$Cl^- < Br^- < (I^-) < SCN^- < CN^-$

銅イオンは，1価と2価とではイオンの配位子場の構造が全く異なるので，錯塩を形成して中心の銅イオンの構造が強固に保持されるとそれだけ反応が進みにくくなることが上の例より説明できる。



第1図　Effect of various concentration of anion upon the O_2 consumption

$[Cu^{2+}]=2\times10^{-5}M$, [asc. acid]$=5\times10^{-3}M$, [buffer]$=5\times10^{-2}M$, acetate pH 5.20±0.05, T$=25.0\pm0.5$ ℃

3. 脾臓中の白血球増加性成分の検索(その3)

藥学第2研究室
篠田雅人
高木良成
国井美恵子*
玉置文一

* 研究生

(1) 研究目的

放射線障害のうち造血機能障害，なかんずく，白血球減少は低線量の被曝でも発現する。その治療には脾臓細胞の移植が有望な手段といわれているが，他方，脾臓の白血球増加因子についても報告がある。本研究室でも，白血球減少症の治療を目的とし，脾臓の加温抽出法による白血球増加性成分の分離・精製について報告した(放医研年報昭和36，37年度)。今回は低温で核蛋白を対照とする抽出法により有効成分を分離し，その性質を調べた。

(2) 研究経過

抽出原料：仔牛および豚の脾臓。屠殺場で入手後，直ちに凍結したものを実験に用いた。

効力検定：放医研年報昭和37年度に記載した方法で行なった。

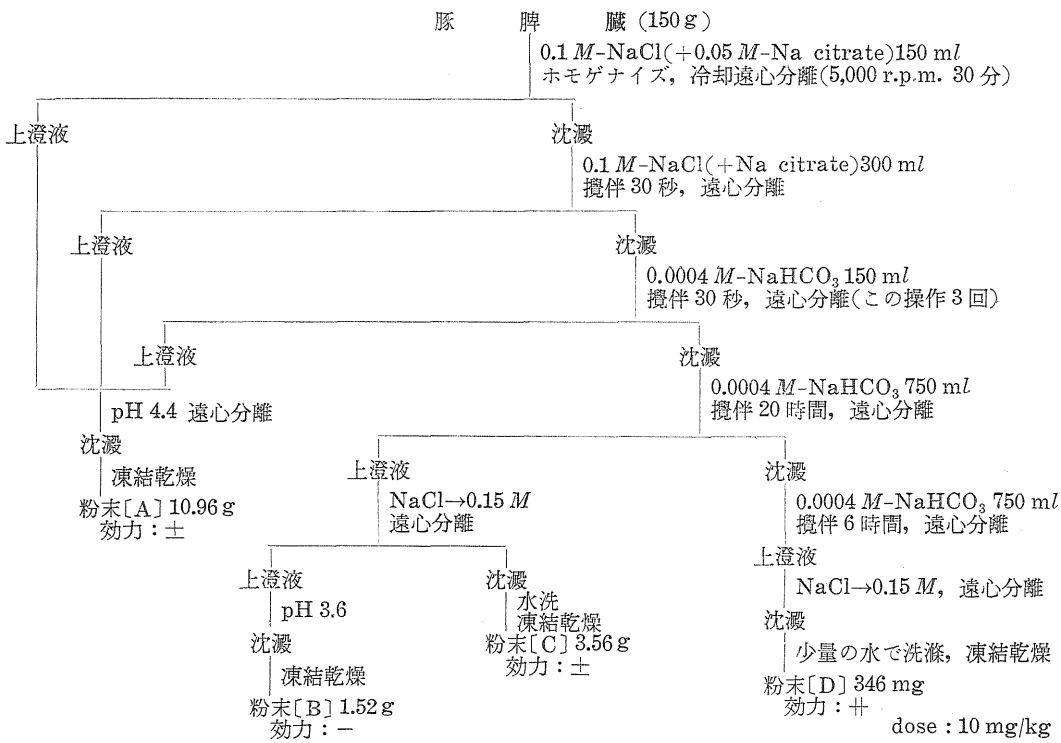
a) 脾臓より有効成分の分離

Crampton 等の方法に準じ，脾臓を waring blender で homogenize したのち，0.1 *M* 食塩水で数回抽出を繰り返し，可溶部分と不溶部分に分け，可溶部分は等電点沈澱(pH 4.4)させ〔A〕，不溶部分は蒸溜水($NaHCO_3$ で pH 7 に調整した)で長時間抽出した。抽出液は食塩濃度が 0.15 *M* になるように調整し，上澄〔B〕と沈澱〔C〕に分けた。抽出残渣はもう一度蒸溜水($NaHCO_3$ で pH 7 に調整)で抽出し，前と同様に食塩濃度を 0.15 *M* とし沈澱〔D〕を得た(第1図)。

各フラクションの白血球増加効力を調べると，deoxypentose nucleoprotein(DNP と略す)が主成分と思われる〔D〕フラクションが有効であった。このフラクション〔D〕を等電点分画すると，有効成分は pH 4.4 で沈澱し，この操作により単位重量当りの効力の増加が認められた。

b) 抽出法と原料動物による白血球増加効力の比較

前の抽出法で DNP と思われる部分が有効であったので，DNP が可溶である高塩濃度(1 *M* および 1.4 *M* 食塩水)と低濃度(0.0004 *M* 重ソウ水，pH 8 水)による抽出を行ない，収量および効力を比較した。また，原料



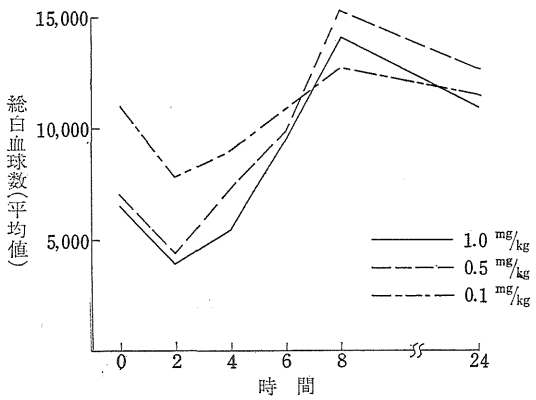
第1図　脾臓から白血球増加性成分の抽出

臓器として牛および豚の脾臓につき検討した。

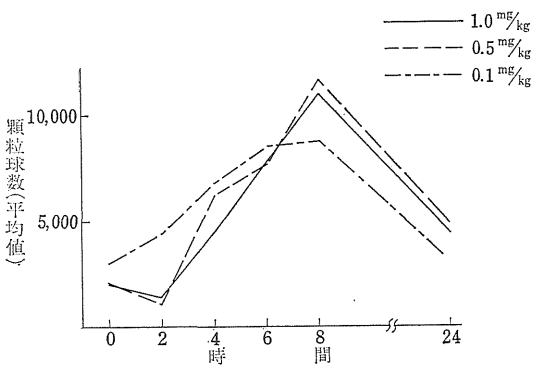
上記の結果，豚の脾臓を用い，低塩濃度で抽出を行なったものが最も白血球増加効力が強いことがわかった。

c） 有効成分の家兎循環白血球に対する反応

豚の脾臓から抽出した有効成分について，家兎の循環白血球に及ぼす影響を測定すると，総白血球に対しては0.1 mg/kg 以上の静脈注射で第2図に示す増加反応を認めた。



第2図 脾臓中の有効成分の総白血球数に及ぼす影響



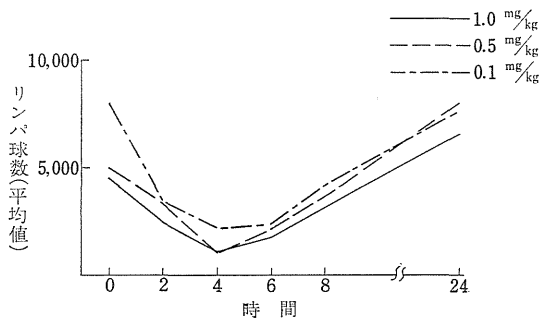
第3図 脾臓中の有効成分の顆粒球数に及ぼす影響

この白血球反応をさらに分類すると，顆粒球に対しては注射8時間以後に強い増加作用があり(第3図)，リンパ球に対しては逆に注射4時間後附近で減少作用を認めた(第4図)。

d） 有効成分の性質

紫外部吸収スペクトル：258 mμ に極大吸収がある。

水溶液中における効力の安定度：37 ℃で1時間および5時間 incubate したが，処理前と比較して，白血球増加効力に差が認められなかった。



第4図 脾臓中の有効成分のリンパ球数に及ぼす影響

トリプシン消化：37 ℃ で 1時間および 5時間消化すると白血球増加効力は失活した。この消化液をブタノール：酢酸：水＝4：1：2の溶媒でペーパークロマトにかけ，ニンヒドリンで発色させると，消化前では原点のみにスポットが現われるのに対し，消化後では多数のスポットが現われ，明らかに分解していることがわかった。

〔研究発表〕

篠田雅人，高木良成，国井美恵子，玉置文一；脾臓中の白血球増加性成分の検索（その3），第18回日本薬学大会(1963年11月)

4. 内分泌器官に対する放射線障害の基礎的検討—ラット下垂体前葉に対するX線頭部照射の響影

薬学第2研究室

若 林 克 己

福 島 真 知 世*

玉 置 文 一

* 研究生

(1) 研究目的

下垂体前葉はいうまでもなく，その産生，分泌する多種類のトロピックホルモンによって，重要な諸器官を統御する内分泌系の要(カナメ)ともいうべき器官であり，その変調は身体に重大な影響を及ぼす。37年度の放医研年報に，色田，玉置が述べているごとく，頭部X線照射により生ずる睾丸の亜鉛とりこみの低下は，下垂体の機能低下を示唆している。下垂体に対する諸放射線の影響については，形態的，機能的な面で，ある程度の研究がなされているが(Kelly, *et al.* 1958, Young 1957, Forrest

and Brown 1955, Fraser, *et al.* 1959), *in vivo* の仕事が多く，*in vitro* での生化学的な研究は不充分である。われわれは，*in vitro* でのホルモン生合成の機構に対する放射線の直接的影響を解明する目的で実験を始めた。

（2） 実験方法および結果

体重200～300 g の雄の Wistar 系ラットに，240 r/min. の線量率で X 線をそれぞれ 2,000 r および 1,000 r アダプターにより頭部のみに照射した。体の他の部分は，鉛板で被覆保護した。2,000 r 照射群では，4～5 日後に頭部の部分的脱毛や粘膜部分の変化がみられ，飼料の摂取量は激減する。照射後2週間ほどで約80％が死亡する。われわれは，まず照射の影響が外部より明瞭に認められ，しかも動物が死亡しない時期における下垂体の生化学的変化を観察すべく，照射後1週間に動物を殺し，体重，睾丸，附属性腺，副腎および下垂体の重量を測定し，下垂体での蛋白合成の指標として ^{14}C-ロイシンの粗蛋白分画，すなわちトリクロル酢酸沈澱分画へのとりこみをしらべた。その方法としては，ラット下垂体を軽く tease して細胞浮遊液を作り，0.5 μc の ^{14}C-ロイシンを含む Krebs-Hensleit 液中で 95％ O_2, 5％ CO_2 の気流下に，メタボリック・インキュベーターを用いて 37 ℃，4時間加温後，非放射性ロイシンを含む液を加えて 1,000 倍以上のアイソトープ稀釈を行ない，テフロンのホモジナイザーでホモジネートとし，凍結融解処理を経て，3,500 r. p. m. で30分間遠心分離した上清に，キャリヤーの蛋白を加えて10％トリクロル酢酸と 0.1 *M* 苛性ソーダで沈澱，溶解を繰り返し，共沈した低分子放射性化合物を除き，最後にメタノールで洗滌して，hyamine hydroxide-10X を加えて 50 ℃ に加温して溶解させ，トルエン 1 *l* に対し，POPOP 0.1 g，PPO 4 g の割合に溶かしたものを加え，液体シンチレーション・スペクトロメーターで放射能を計測した。粗蛋白分画中の放射能はすべて ^{14}C-ロイシンとしてとりこまれたものであることは，この分画を加水分解してペーパークロマトグラフィーにかけ，スポットの放射能をスキャンニングすると，放射能はロイシンのスポットに集中していることで証明された。

照射後1週間での体重，臓器重量，粗蛋白分画への ^{14}C-ロイシンのとりこみは，時を変えて行なった2回の実験結果として，第1表および第2表に示すとおりである。各処理群の間の有意差は危険率によってそれぞれ表現され，危険率の表示のない組合せは，危険率5％でも有意差を認め難いことを意味している。

体重は，2,000 r 照射群で特に減少が著しいが，1,000 r 群では対照群との間に有意の差を認めなかった。また，睾丸，前立腺では，照射による重量の変化はほとんどなく，精嚢にのみやや差を認めることができた。副腎重量

第1表 Effects of X-ray irradiation upon the weight of several organs and protein bisoynthesis (I)

treatment	body weight gain(g)	testis(g)	prostate (mg)	seminal vesicle (mg)	adrenal (mg)	pituitary (mg)	^{14}C-Leu incorporation into protein fraction
							cpm/10 mg p.t.
2,000 r	−57.3	2.400	406	787	47.53	9.20	23,816
	± 6.7	±0.093	± 42	± 77	± 4.17	±0.27	± 1,313
1,000 r	7.3	2.672	314	938	41.97	9.05	29,114
	± 2.3	±0.066	± 15	± 46	± 1.52	±0.19	± 1,305
Intact	10.9	2.726	411	1148	45.86	9.58	30,113
	± 2.6	±0.14	± 49	± 67	± 2.15	±0.18	± 1,688

2,000 r vs 1,000 r: $p<0.001$ (body weight gain); $p<0.05$ (testis); $p<0.05$ (prostate); $p<0.05$ (seminal vesicle); $p<0.05$ (protein fraction)
1,000 r vs Intact: $p<0.001$ (body weight gain); $p<0.05$ (seminal vesicle); $p<0.05$ (protein fraction)
2,000 r vs Intact: $p<0.05$ (seminal vesicle)

mean ± S. E.

Irradiation to head. Dosage rate : 240 r/min.
Sacrificed on 8th day after irradiation.

第2表　Effects of X-ray irradiation upon the weight of several organs and protein biosynthesis (Ⅱ)

treatment	body weight gain(g)	testis(g)	prostate (mg)	seminal vesiclo (mg)	adrenal (mg)	pituitary (mg)	^{14}C-Leu incorporation into pituitary protein fraction
							cpm/10 mg p. t.
2,000 r	−62.9 ± 5.2	2.918 ± 0.095	311 ± 36	691 ± 60	58.30 ± 2.66	7.91 ±0.19	34,529 ± 2,644
1,000 r	− 8.1 ± 4.9	2.999 ± 0.122	338 ± 29	868 ± 66	63.63 ± 2.62	8.90 ±0.47	45,360 ± 2,524
intact	7.4 ± 5.9	2.929 ± 0.095	317 ± 29	857 ± 49	58.8 ± 2.78	9.41 ±0.45	46,969 ± 2,330

Irradiation to head. Dosage rate: 240 r/min.　　mean ± S. E.
Sacrificed on 7th day after irradiation.

には有意差なく，下垂体でも差は僅かである。しかし，下垂体での ^{14}C－ロイシンの蛋白へのとりこみは，2,000 r 群では明らかに減少の傾向がみられ，蛋白の de novo synthesis の阻害の起こっていることを示している。全体としてみると，1,000 r では影響はほとんどなく，2,000 r の照射により初めて変化を認め得ることは，動物の外観変化とよく対応しているといえよう。

しかしながら，2,000 r 照射群に食物の摂取不能に近い状態が屠殺前2～3日続くことから考えて，臓器重量や蛋白合成への影響が，単に絶食に由来するものではないかとの疑念がおこる。このため，絶食の影響を検討する目的で，次の実験を行なった。すなわち，動物を3群に分け，第1群は6日間，第2群は4日間の絶食期間をおいて屠殺し，第3群は6日間充分に飼料を与えたのち屠殺して，前記諸重量および蛋白への ^{14}C－ロイシンのとりこみをしらべた。その結果は第3表に示すとおりで，絶食

第3表　Effects of starvation upon the weight of several organs and protein biosynthesis

treatment	body weight gain(g)	testis(g)	prostate (mg)	seminal vesicle (mg)	adrenal (mg)	anterior pituitary (mg)	^{14}C-Leu incorporation into ant. pit. protein fraction
							cpm/10 mg p. t.
starvation for 6 days	− 66.0 ± 2.5	1.978 ± 0.053	160 ± 24	150 ± 16	67.48 ± 3.26	4.50 ± 0.54	49,283 ± 5,502
starvation for 4 days	− 44.0 ± 2.0	2.463 ±0.112	150 ± 12	156 ± 25	65.58 ± 3.76	5.46 ± 0.45	35,584 ± 3,566
intact	25.3 ± 5.6	2.588 ± 0.094	260 ± 19	570 ± 54	56.08 ± 2.76	5.98 ± 0.31	53,038 ± 5,034

mean ± S. E.

が性腺関係の重量に及ぼす影響は非常に大きいことがわかる。このことから，2,000 r の頭部X線照射により生じた臓器重量の変化は，絶食の結果として受け取られるべきであろう。2,000 r 群の体重減少は，ほぼ6日間の絶食後の状態に匹敵すると考えられるが，実際の観察と臓器重量に現われた変化とからみると，X線照射による体重減少は，絶食によるそれをはるかに凌ぐということができよう。また，下垂体における蛋白生合成の指標としての ^{14}C－ロイシンの粗蛋白分画へのとりこみは，絶食によりやや減少する傾向を認めるが，絶食期間との間に一定の傾向がなく，2,000 r 群におけるとりこみの低下は絶食のみからは説明し難く，X線の下垂体への直接作用が想定される。

絶食の影響を除外するため，さらに照射後屠殺までの期間の短縮と摘出した下垂体に対する照射とを検討中である。また，蛋白から歩を進めて，性腺刺激ホルモンの生合成に対する影響も現在実験を進めている。

5. 睾丸におけるテストステロン生成に対するX線照射の影響

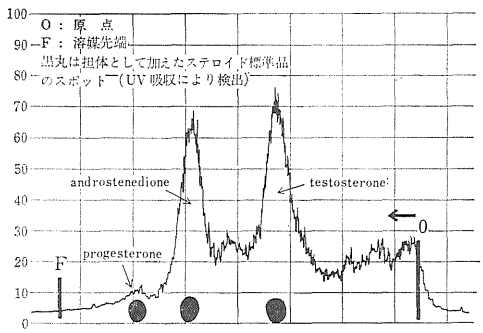
薬学第2研究室
色田幹雄
玉置文一

(1) 研究目的

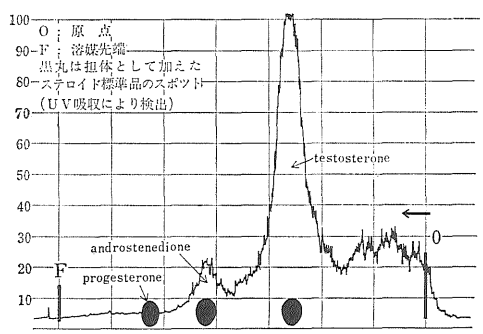
睾丸のもつ2つの機能のうち，造精子機能が放射線に対して極めて感受性が高いのに比べ，男性ホルモン生産機能は radio-resistant であるといわれてきた。X線で造精子機能を破壊しても，副性器重量に減少が生じないことがその根拠とされた。このことは，また，男性ホルモン生産の場所が，睾丸の間質細胞であるという通念の根拠の1つともなってきた。しかし，X線で破壊した睾丸でも，男性ホルモンが正常に生産されることを直接定量的に証明した報告はなかった。われわれは，睾丸への ^{65}Zn のとりこみをしらべた実験 (Shikita and Tamaoki, 1963)から発展して，睾丸の男性ホルモン生産機能に対するX線照射の影響を再検討する段階にいたった。

(2) 実験方法および結果

生後2カ月の Wistar 系ラットを Nembutal 麻酔し，scrotum にX線 500 r を局部照射した。5週間後，睾丸重量は正常の $^1/_2$ 以下に減少し，組織学的検索により造精子機能が完全に破壊されていることを確認した。このようなX線破壊睾丸を 0.25 *M* 蔗糖溶液中で細胞懸濁液とし，progesterone-4-^{14}C を加えて8時間 incubate した。正常睾丸についても同様の incubation を行ない，生成された男性ホルモンを抽出し，薄層クロマトグラフによって分離した。第1図および第2図に，X線破壊睾丸および正常睾丸における生成物の薄層クロマトグラムを，フローガス・スキャンナーによって検索し



第1図　Progesterone-4-^{14}C をX線照射した睾丸の細胞懸濁液と incubate したとき生じた生成物
薄層クロマトグラフィー
担体：シリカゲル-G
溶媒系：benzene: acetone (8 : 2)
上図は Vanguard 社製のクロマトグラム・スキャンナーで検出した放射性スポットの分布



第2図　Progesterone-4-^{14}C を正常の睾丸の細胞懸濁液と incubate したときに生じた生成物
薄層クロマトグラフィー
担体：シリカゲル-G
溶媒系：benzene: acetone (8 : 2)
上図は Vanguard 社製のクロマトグラム・スキャンナーで検出した放射性スポットの分布

た図を示した。X線破壊睾丸では，最も生理的活性の高い男性ホルモンである testosterone の生成が少なく，比較的活性の弱い androst-4-ene-3, 17-dione の蓄積が著しいことがみられた。これは 17β-hydroxysteroid dehydrogenase 活性が低下していることを示すものであると思われる。それに対して，testosterone と androstenedione の和に関しては，正常睾丸とX線破壊睾丸との間に差がなかった。このことは，17α-hydroxylase および side chain cleavage enzyme の活性には変化がなかったことを示すものと考えられる。以上の点について，X線照射後の経時変化および基質を変えた場合などについて検討中である。

（1） 考　　察

Slaunwhite 等 (1962) によれば，長期間女性ホルモンを投与した患者では，睾丸における 17β-hydroxysteroid dehydrogenase 活性が低下するが，17α-hydroxyprogesterone の側鎖切断酵素の活性には変化がないという。また，性腺刺激ホルモンの投与によって，前者のみが増加したという。われわれの別の実験結果によっても，ラットの月令等の状態などにより，17β-hydroxysteroid dehydrogenase 活性に変動が生じやすいように思われる。X線照射後の変化もそれらの現象の1つとして理解される。

以上にのべたような定量的な差があるとはいえ，定性的には，X線で精細管内細胞を完全に破壊した睾丸でも，progesterone を testosterone に変えることができることが証明された。このことは，上記の酵素活性が睾丸の間質細胞に局在することをうらづけたものである。

（4） 結　　論

X線 500 r 局部照射後5週間で，睾丸の造精子機能は完全に破壊された。このような睾丸では，17β-hydroxysteroid dehydrogenase 活性が低下していることが観察されたが，定性的には，progesterone を testosterone にまでに代謝する酵素活性はすべてそなわっていた。

〔文　献〕

Shikita, M. and B. Tamaoki; *Radiation Res.*, 19, 419 (1963)

Slaunwhite, W. R. Jr, *et al.*; *J. Clin. Endoc. Metab.*, 22, 992 (1962)

6. サリバ・パロチン・Aによる白血球増加作用の検討

薬学第2研究室

篠田雅人

高木良成

玉置文一

（1） 研究目的

循環血液中の白血球数を調節する機構については，古くより，神経調節，体液調節をはじめ，多くの説が報告されており，また，循環白血球数を変化させる物質も多数報告されている。最近，これらの物質の多くは血清中に白血球増加性因子の分泌を促進し，この因子によって血流中の白血球が増加することが明らかにされている。

サリバ・パロチン・A（以下 S. P. A と略す）は人の唾液から抽出された蛋白質で，強い白血球増加効力を示す物質であるが，その作用機構については現在までほとんど研究が行なわれていないので，この点について正常およびX線照射した家兎を用いて検討した。

（2） 研究経過

a） 循環白血球組成に及ぼす S. P. A の影響

正常家兎の循環白血球組成に及ぼす S. P. A の影響を測定すると，S. P. A 50 μg/kg の静脈注射では，総白血球数は投与2時間後に一旦最低値（−70％）を示したのち増加反応が起こり，6時間後にほぼ注射前値に回復し，さらに増加を続けて24時間後附近で最高値（+100～+200％）に達し，72時間後に再び注射前のレベルに復帰した。この反応は主として顆粒球によって行なわれており，リンパ球および単球に対しては弱い減少反応を示した。

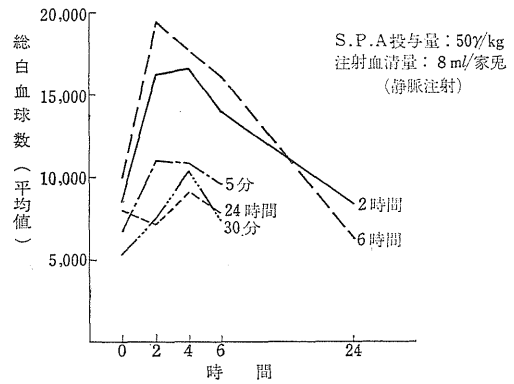
b） 家兎血清注射の循環白血球数に及ぼす影響

正常およびX線（200 r または 400 r）を照射した家兎の耳静脈から採血，分離した血清 4～8 ml を，別の正常およびX線（200 r または 400 r）照射した家兎に静脈注射した場合の循環白血球数に及ぼす影響を測定すると，いずれの組合せについても変化を示さなかった。したがって，この用量の範囲では，正常またはX線照射家兎血清の投与によって白血球数に影響を及ぼさないことを確認し，次の実験を基礎とした。

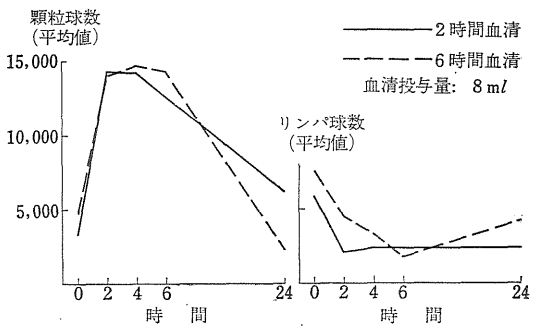
c） S. P. A 投与血清の循環白血球数に及ぼす影響

正常家兎に対して S. P. A 50 μg/kg を静脈注射したのち，種々の時間で心臓から採血を行ない，血清を分離し，これらの血清（S. P. A 投与血清と呼ぶ）について総白血球数に対する反応を測定すると，2時間後および6時間後の S. P. A 投与血清に，注射2～4時間後に，白血球増加作用が認められ，5分後および30分後の血

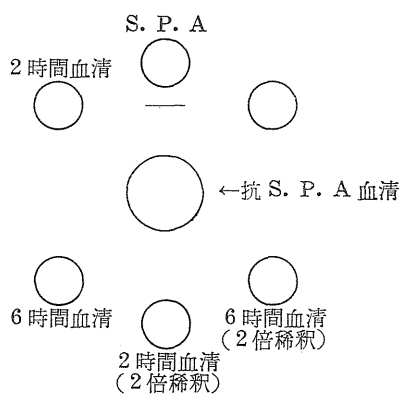
清は作用が弱く，24時間後の血清にはそのような効果がみられなかった(第1図)。この白血球増加効力を示した2時間後および6時間後のS. P. A投与血清について白血球組成におよぼす影響を測定すると，いずれの血清も，顆粒球は注射後2～6時間に増加反応を示し，リンパ球に対しては減少反応を示した(第2図)。



第1図　S. P. A投与血清の正常家兎総白血球数に及ぼす影響

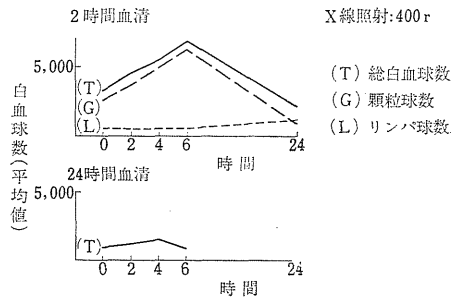


第2図　S. P. A投与血清の正常家兎顆粒球ならびにリンパ球に及ぼす影響



S. P. A投与血清を分離する場合の採血方法の差による白血球効力の変動を測定する目的で，2時間血清について，心臓より採血した場合と耳静脈より採血した場合とを比較したが，両者には差がみられなかった。

X線400r照射を行ない，循環白血球を減少させた家兎に対して2時間血清および24時間血清を投与すると，この場合も正常家兎の場合と同様に，2時間血清にのみ総白血球と顆粒球の増加反応がみられ，リンパ球は変化しなかった(第3図)。



第3図　S. P. A投与血清のX線照射家兎白血球に対する反応

d）　S. P. A投与血清のOuchterlony反応

Ouchterlony法によって，抗S. P. A血清に対して，2時間後と6時間後のS. P. A投与血清，および抗原として用いたS. P. Aを作用させたが，S. P. Aにのみ沈降帯が生じ，S. P. A投与血清ではみられなかった(第4図)。

e）　血清中のS. P. Aの免疫化学的定量

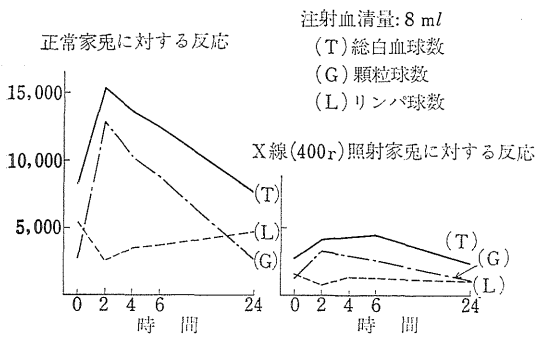
抗S. P. A血清を用いた定量的沈降反応により，血清中に添加したS. P. A 25～200 μgの定量が可能であり，また，定性的にはS. P. A 0.1 μgまで検出し得る方法を考案したが，S. P. A投与血清からS. P. Aは検出されなかった。

抗　原：S. P. A(250 μg/ml)
　　S. P. A投与2時間血清
　　S. P. A投与6時間血清
抗　体：抗S. P. A血清
寒天板：寒天1%の0.15 M(pH 7.2)
　　燐酸緩衝液溶液　厚さ2mm
試料穴：中央(抗体)の直径8mm
　　周辺(抗原)の直径5.5mm
　　試料穴の間隔7mm
反　応：飽和水蒸気箱中，室温，2日間

第4図　S. P. A投与血清のOuchterlony反応

f） X線照射家兎 S. P. A 投与血清の白血球反応

X線 600 r 照射により循環白血球が極度に減少（−90%）している家兎を用いて，前述と同様に S. P. A 投与2時間後血清を分離し，白血球反応を測定すると，正常の S. P. A 投与血球と同様に，正常およびX線照射家兎に対して増加効力が認められた(第5図)。



第5図 X線照射家兎 S. P. A 投与血清の白血球反応

（3） 総　　括

S. P. A の白血球増加作用は主として顆粒球によって行なわれており，リンパ球に対しては弱い減少反応を有している。また，S. P. A 投与後2時間および6時間の血清に，顆粒球に由来する強力な白血球増加作用が認められ，免疫化学的な測定により，この反応は最初に投与した S. P. A そのものによるものではないことから，S. P. A の投与により血清中に白血球増加性因子が出現したものと考えられる。なお，この因子はX線照射家兎についても正常家兎の場合と同様に認められた。

[研究発表]

篠田雅人，高木良成，玉置文一；サリバ・パロチン・Aによる白血球増加作用の検討，第18回日本薬学会大会（1963年11月）

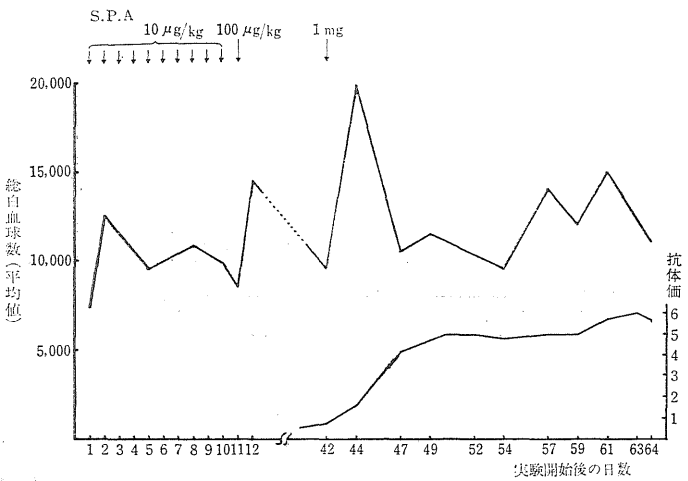
7. サリバ・パロチン・Aの抗原性について

薬学第2研究室
篠田雅人
高木良成
玉置文一

（1） 研究目的

最近，多くの蛋白性ホルモンに抗原性が見出され，これらの免疫化学的研究が広く行なわれている。一方，サリバ・パロチン・A（以下 S. P. A と略す）は人唾液から分離精製された分子量16,000の蛋白質で，骨の象牙質の石灰化促進作用，骨髄温上昇作用，循環白血球増加作用等を示す物質であるが，X線照射による家兎の白血球減少に対してこの S. P. A が有効であることを認め，すでに昭和36年度放医研年報に報告した。この S. P. A は家兎に対して連日投与を続けるとその白血球増加効力が徐々に減退することを認めたが，この原因として抗原抗体反応による失活が考えられるので，S. P. A について抗原性の有無およびその抗体の特性について検討した。

（2） 研究経過



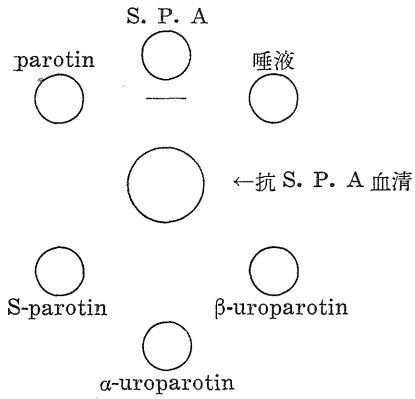
第1図 S. P. A の家兎に対する抗原性の測定

a） S. P. A の家兎に対する抗原性の測定

未処置の正常雄家兎に対して，第1図に示すごとく，S. P. A を静脈内に連続投与すると，注射開始44日後から急速に血清中の抗体価が増加することを認めた。この場合の循環白血球のレベルは徐々に高まる傾向を示している。最終注射10日後に心臓から血液を採取し，抗 S. P. A 血清を分離した。

b） 抗 S. P. A 血清の Ouchterlony 反応

抗 S. P. A 血清に対して，S. P. A および同様の生物



抗　原：試料 250 μg/ml 生理食塩水溶液
〃　125　〃　　〃
抗　体：抗 S. P. A 血清原液
寒天板：寒天 1 %の 0.15 M・燐酸緩衝液 (pH 7.2)
溶液　厚さ 2 mm
試料穴：中央(抗体)の直径 8 mm
周辺(抗原)の直径 5.5 mm
試料穴の間隔 7 mm
反　応：飽和水蒸気箱中，室温，2 日間

第 2 図　抗 S. P. A 血清の Ouchterlony 反応

学的活性を示す牛パロチン，牛 S-パロチン，人 α-ウロパロチン，人 β-ウロパロチン，人唾液等の反応を Ouchterlony 法によるゲル内沈降反応によって測定すると，第 2 図に示すように，S. P. A のみ単一の沈降帯を示し，他はすべて陰性であった。

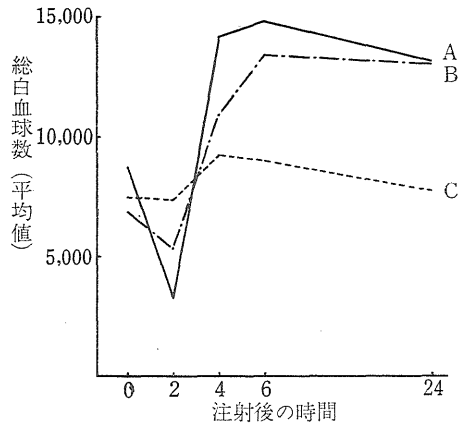
c）抗 S.P. A 血清の抗体価

混合法による沈降反応によって，この抗 S. P. A 血清の S. P. A に対する抗体価を測定すると，この抗血清 1 ml は S. P. A 300 μg に反応することを認めた。また，この測定において当量域の存在することから，免疫化学的に S. P. A の抗原性は比較的単一なものと考えられる。

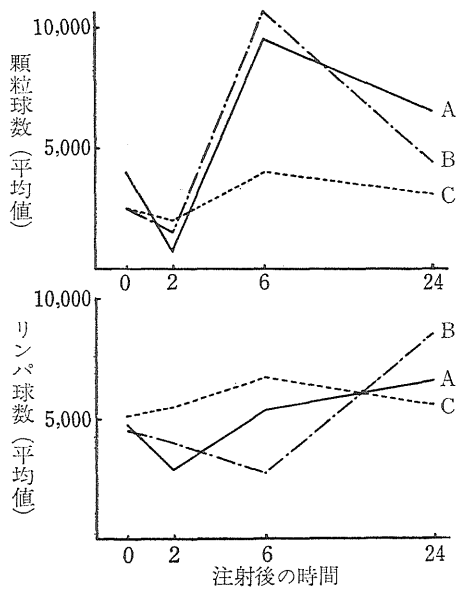
d）S. P. A の白血球効力に及ぼす抗 S. P. A 血清の影響

S. P. A に対して抗 S. P. A 血清を反応させた場合の白血球効力に及ぼす影響を測定すると，対照として正常血清を添加した場合と比較して差異がなく，総白血球および顆粒球が一旦減少したのち増加する反応と，リンパ球(単球を含む)の減少する反応とが，抗血清を作用させたあとでも存続していた(第 3 図，第 4 図参照)。

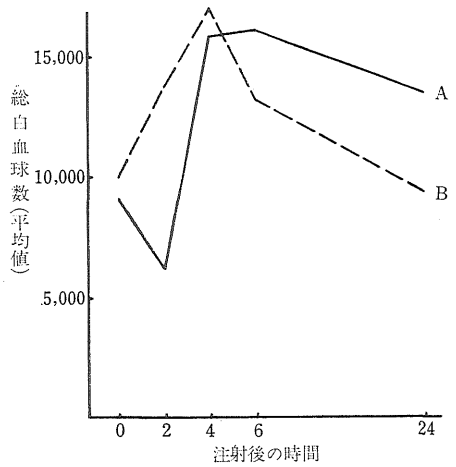
さらに，この抗原抗体反応による生成物を分離し，沈降部分と可溶部分とについて白血球反応を測定すると，いずれも総白血球の増加効力が認められるが，特に顆粒球の増加反応は可溶部分の方が強く，リンパ球の減少反応は沈降部分の方が強い効力を示した（第 5 図，第 6 図参照)。なお，家兎の循環血流中に不溶性の微粒子を注入する際に起こる非生理的変化によって白血球増加現象が誘発される可能性を検討する目的で，血球作用に



第 3 図　S. P. A の白血球効力に及ぼす抗 S. P. A 血清の影響　（1）
A：S.P.A 120 μg＋抗血清 0.4 ml/6 ml saline
B：S.P.A 120 μg＋正常血清 0.4 ml/6 ml saline
C：抗血清 0.4 ml/6 ml saline
(S.P.A 注射量 10 μg/kg)



第 4 図　S. P. A の白血球効力に及ぼす抗 S. P. A 血清の影響　（2）



第5図　S.P.Aと抗S.P.A血清の反応物の白血球反応　（1）

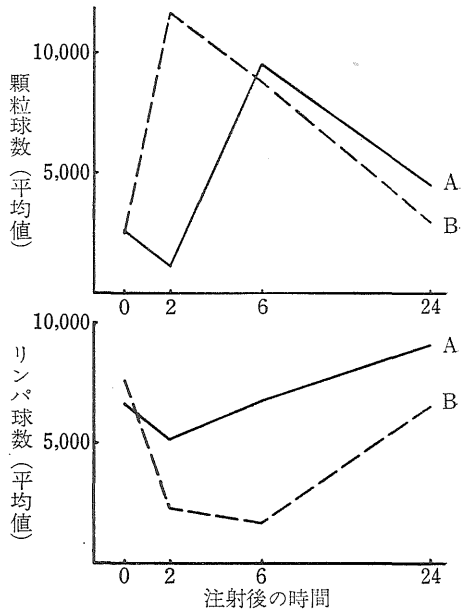
S.P.A　240μg
抗血清　0.8μg
生理食塩水　5.2μg
→ 37℃, 30分間 → 1夜氷室放置 → 遠心分離
→可溶部分（A）
→沈降部分（B）（生理食塩水6 mlにサスペンド）

（S.P.A含量：40 μg/ml，注射量：0.5 ml/kg）

ついて，不活性の羊血清とその抗血清とによって生じた沈降部分とにつき白血球反応を測定したが，全く影響がないことがわかった。したがって，S.P.Aによる沈降物質の効力は抗原抗体反応前の活性が反応後も持続したものであることを確認した。

（3）　総　　括

以上の結果から，S.P.Aは抗原性を有し，家兎に連続投与すると血清中に抗体が生成する。S.P.Aの家兎循環白血球増加効力に対して，抗S.P.A血清はほとんど影響を及ぼさず，また，抗原抗体反応生成物の沈降部分と可溶部分のいずれにも効力の存続することから，S.P.Aの示す白血球増加功力には，S.P.A抗体に対して沈降反応を示す因子と，沈降反応を示さない因子とが含有されていることを認めた。



第6図　S.P.Aと抗S.P.A血清の反応物の白血球反応　（2）

〔研究発表〕

篠田雅人，高木良成，玉置文一；サリバ・パロチン・Aの抗原性について，日本薬学会関東支部総会（1963年10月）

X. 環境衛生研究部

概　　況

環境衛生研究部は，研究分野が広範多岐にわたっているので，1研究室がいくつかの異なった性質の課題をもって研究を行なってきたが，38年度新たに2研究室の増設が認められたため，研究業務の内容により，研究室を次のように改めることができた。すなわち，1）環境における外部被曝に関する調査研究ならびに自然放射能による被曝に関する調査研究を行なう研究室，2）環境放射能による内部被曝に関する調査研究を行なう研究室，3）職業環境における被曝に関する調査研究を行なう研究室，4）特殊環境における被曝に関する調査研究を行なう研究室，以上，放射線の被曝ならびに環境における放射性核種の ecological study を行なう研究室のほかに，5）環境放射能を衛生学的見地より調査研究する研究室，6）環境放射線の公害対策を行なう研究室を設置した。上記の2研究室は前記4研究室と比較した場合，応用的研究を行なう研究室である。以上6研究室をもって38年度の業務計画にもとづき仕事を行なったが，研究員の増員が僅かであったため，一部の研究を次年度に持越した。

（1）研究目的と38年度の目標

昭和38年度における本研究部の主な研究目標は，放射性降下物(特に，核実験により生じたもの)の環境への影響の究明，職業環境における特殊な放射性核種の職業人への影響の究明，放射性廃棄物の環境への影響の究明である。37年度に比して異なった点は，核実験の停止協定が一応成立したため中半減期核種の調査を中止し，長寿命核種の問題に研究をしぼった。また，原子力平和利用にともなう放射線影響の研究に目標を移して，線量評価に関する研究，重要核種の ecology の研究，対策研究が今後の主要課題になる。

（2）構　　成

昭和38年度末における研究員は27名，専門別には農学系9名，理学系6名，薬学系4名，工学系2名，医学系1名その他5名となっている。この人員が6研究室に分れて室単位の研究を行なっているが，第6研究室は38年度に限り第5研究室の研究課題を分担研究した。なお，研究員中1名がオーストリア所在の IAEA 本部に滞在中である。

（3）研究課題概略

外部被曝に関する研究は，環境放射線に関し被曝線量算出のための諸因子につき研究が継続されている。内部被曝に関する研究は，重要放射性核種につき，食品中の濃度の測定，生物体内における代謝の実験的研究が継続されている。職業環境における被曝の研究については，α線棟の建築と内部設備の一部が実験に使用されるに至ったため，安全管理のための調査が開始され，また，粉塵発生吸入装置の試作，粉塵測定の基礎研究が継続されている。特殊環境の被曝については，大気圏，生物圏における C-14 の濃度の測定，ならびに植物における放射性炭酸ガスの固定の機構に関する実験研究が栽培フードを利用して計画され，準備実験が行なわれている。環境放射線の対策研究については，都市における放射性降下物と下水処理場における放射性核種の動向につき研究が継続され，処理場における活性汚泥の作用機序につき研究が進められている。また，外来研究員をまじえての水圏における放射性核種の動向の研究が水産資源の問題に関連して重要となるので，今後強力に進められる。

（4）業務計画外の調査活動状況

1）各委員会における活動

放射線審議会環境放射能専門部会，放射能対策本部幹事会に渡辺，原子力委員会放射能専門部会小委員会に佐伯，市川，同廃棄物処理専門委員会処分小委員会に佐伯，市川，日本工業標準調査会原子力部会審議専門委員に樫田が出席して，重要問題の審議に活躍した。

2）文部省科学研究「放射線の影響の研究」“人骨中のα放射体の定量”，“土壌中の放射性セシウムに関する研究”，“自然放射能のアルファ放射体による体内(肺)線量の評価”に渡辺，山下，“気圏水圏生物圏における C-

14 と H-3 の分布" に樫田が参加した。

3) その他　日本原子力学会企画委員，日本保健物理協議会企画委員，日本原子力産業会議アイソトープ委員会に佐伯が出席，活躍した。

（環境衛生研究部長　渡辺博信）

1. バックグラウンド放射線の測定

環境衛生第1研究室

渡　辺　博　信*
山　下　幹　雄
松　田　節　子

* 環境衛生研究部長

（1） まえがき

わが国における環境外部放射線の国民線量への寄与の評価について，いくつかの基礎的研究がなされてきたが，これらは主として測定技術に関するものであり，国民線量の実際的評価を行なうには，未だ充分な資料が得られていない。

生活環境において，われわれが受ける外部放射線として，宇宙線，地中からの自然放射線（Ra，Th，^{40}K等から），建造物からの自然放射線および地表に蓄積した放射性降下物からの外部放射線等があげられる。このうち，宇宙線による寄与については，建造物等による遮蔽効果を無視すれば，地磁気緯度によりほぼ一定であると考えられる。地中からの自然放射線については，舗装された街路，建造物等，種々の遮蔽体による遮蔽効果について考慮されねばならないと思われる。建造物材質が含有する自然放射性物質からの線量寄与は，材質の種類およびその多様な幾何学的配置により，大きく異なることが予想される。また，地表上に蓄積した放射性降下物による外部線量は，特に，舗装された街路，密集住宅地域等において，降雨水による流亡等種々の weathering 効果によって著るしく低くなることが予想される。上記のごとき見地から，環境放射線による国民線量を評価する基礎資料を得るために，東京都内街路，民家，千葉市内民家，コンクリート建造物等において外部放射線を測定した。

フォールアウト線量率の長期変動について，放医研構内のグラウンド内で測定した結果を付記する。

（2） 測　定　器

1) プラスチック製電離箱(20 cmϕ，壁厚 6 mm)

電離電流は タケダ 理研製振動容量電位計 TR-84 TC 型を用いて充電法により測定した。この場合，材質中の自然放射性物質からの α 線による電離電流が background として問題になるが，その寄与はパルス的であるために，充電電圧の時間的変化をレコーダーを用いて連続的に記録することによりその影響を除くことができる。電離箱の較正は，理化学研究所，立教大学原研，横浜国立大学と共同で Ra 標準線源を用いて行なった(山崎文男，他；第5回 日本放射線影響学会，1963：山崎文男，他；第5回放射能調査研究成果発表会，1963)。

2) プラスチック・シンチレーターおよびシングルチャンネル波高分析器

1″ϕ×1″ プラスチック・シンチレーターを用い，反跳電子のエネルギースペクトルをシングルチャンネル波高分析器により測定した。プラスチック・シンチレーターを軟組織等価と考えれば，スペクトルの総和から吸収線量が算出される（Doke, T., *et al.; Rad. Research*, 1, 46～53, 1960)，較正は上記電離箱と比較することによった。

3) NaI シンチレーター（2″ϕ×2″）およびシングルチャンネル波高分析器

主として野外測定において，フォールアウトからの寄与を推定する目的で，入射 γ 線のエネルギースペクトルを測定した。

4) NaI サーベイメーター(1.5″ϕ×1″)

放医研構内において，フォールアウト線量率の長期変化を簡易に測定するために使用した。原理的に，その感度のエネルギー依存のために不確実性が存在するが，フォールアウト γ 線の平均エネルギーが比較的一定であることから，定期的に電離箱と同時測定を行なうことにより，その測定結果を補正した。

（3） 測　定　法

外部放射線の空間的，時間的分布を把握するために，線量率を宇宙線，自然放射線，フォールアウト放射線の各成分に区別して考えることが必要となる。宇宙線による線量寄与は，高度変化および遮蔽体による影響を除けば地域的に一定であると考えられる。その sea-level における線量率は，海上における電離箱を用いた測定結果から推定された。

建造物内において，建材中の自然放射性物質からの線量寄与は，プラスチック・シンチレーターを 5 cm 厚の鉛で遮蔽して，検出器の上方 2π 立体角，下方 2π 立体角からの線量率を測定することにより推定される（第1表)。

野外測定において自然放射線とフォールアウト放射線を区別することは，測定点周辺の線源分布が複雑である場合は困難である。比較的広い平坦な地表上の場合には，γ 線スペクトルを測定することにより，ある程度推定することができる。すなわち，自然放射線量が決定され

第1表　屋内における線量率—1（千葉市内）

測定場所	電離箱 (μr/hr.)	プラスチック・シンチレーター (μr/hr.) 4π	上方2π	測定日
コンクリート建物				
5階中央	11.6	8.0	4.0	1963.5.15
4階中央	10.7	7.6	3.8	1963.5.15
3階中央	11.3	8.3	4.1	1963.5.15
2階中央	10.7	7.7	3.4	1963.5.16
1階中央	11.1	7.6	3.6	1963.5.16
地階中央	10.0	7.5	3.5	1963.5.16
木造2階建				
2階	11.6	8.0	4.0	1963.6.12
1階（コンクリート土間）	—	8.4	3.4	1963.6.12
木造平屋	10.9	6.1	2.9	1963.6.21
木造2階建				
2階	—	5.5	2.5	1963.6.23
和洋折衷2階建				
1階	—	7.0	3.6	1963.6.15

第2表　屋内における線量率—2（東京都内）

測定場所	電離箱 (μr/hr.)	除宇宙線	測定日
御徒町・木造平屋			
入口	8.9	5.3	1963.10.14
居間（土庭に面す）	10.0	6.4	1963.10.14
西片町・洋式2階建			
1階中央	7.9	4.3	1963.10.14
土庭	10.0	6.4	1963.10.14
白山前町・木造平屋			
室内	9.1	5.5	1963.11.18
舗装道路	8.1	4.6	1963.11.18
目白・木造平屋			
室内	9.6	6.0	1963.10.27
芝庭	9.5	5.9	1963.10.27

（床上約30 cmで測定）

ている放医研グラウンドにおいて（Watanabe, H.; *Rad. Research*, 2, 61～67, 1961），線量率および線スペクトルを測定し，その結果からγ線スペクトルとフォールアウト線量を対応させることができる。

線量率の測定は，野外においては常に地上1 mの高さにおいて，建造物内においては床上30～50 cmにおいて測定したものである。これらの測定結果を以下に示す。

（4）　建造物内における線量率

建造物内の線量率は，材質の種類，大きさ，幾何学的配置により変化するが，その傾向は第1表と第2表に示す測定結果から，ある程度推定される。

屋外に蓄積したフォールアウトからの屋内線量への寄与の程度は，フォールアウトの分布模様，建物の構造によって，種々様々であるが，その寄与が比較的高いと考えられる場合の測定結果を付記する。

測定場所：広い芝庭内に建てられた木造平屋家屋（建坪約64 m²）の中央

測定日：昭和38年10月27日

測定結果：

庭内の線量率6.0 μr/hr.｛自然放射線 3.1 μr/hr.／フォールアウト 2.9 μr/hr.

室内の線量率5.9 μr/hr.｛自然放射線 4.5 μr/hr.／フォールアウト 1.3 μr/hr.

（宇宙線の寄与を除く）

（5）　市街地における線量率

主として自動車内に電離箱を設置して測定した。電源はバッテリーをインバータによりAC 100 Vに変換して使用した。自動車の車体による遮蔽効果は，同一地点で車内車外の線量率を測定することにより減少係数0.83を推定した。測定の結果を第1図に示す。第2図，第3図に，同時に測定したγ線スペクトルを示す。第2図は舗装道路上のスペクトル，第3図は草地におけるスペクトルであるが，第2図には第3図にみられるフォールアウトによるピークが認められない。

（6）　フォールアウト線量率の長期測定

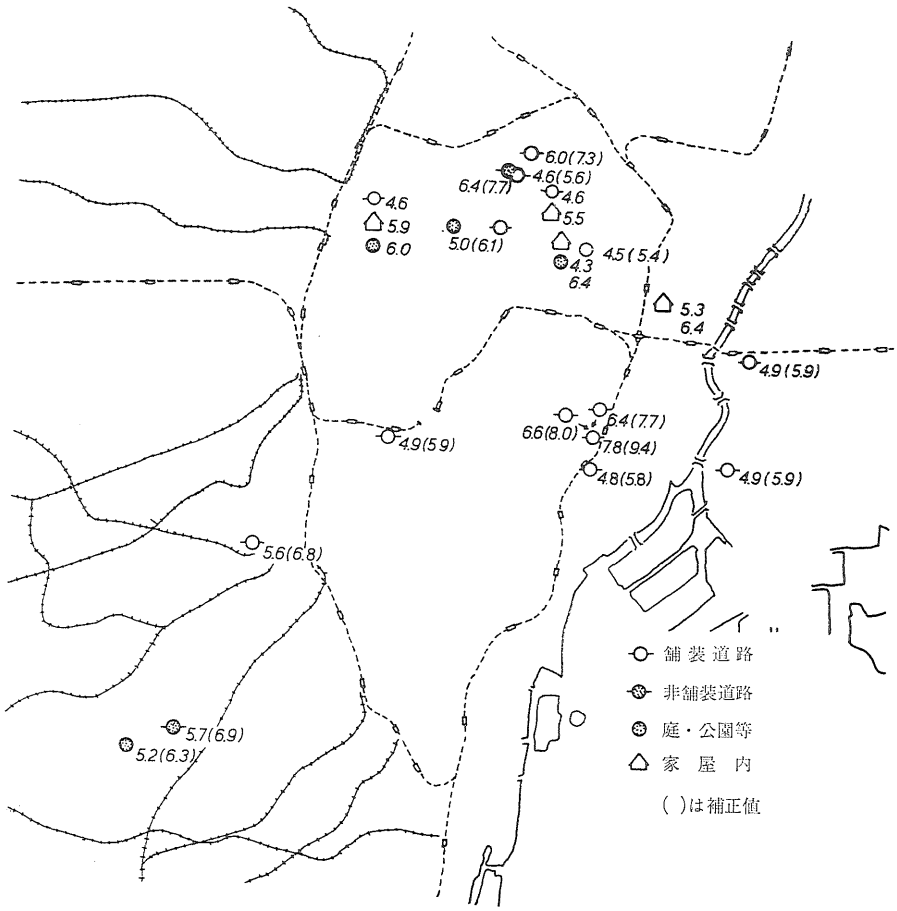
放医研構内において，NaIサーベイメーターにより測定したフォールアウト線量の変動の様子を示す（第4図）。

（7）　主な結果

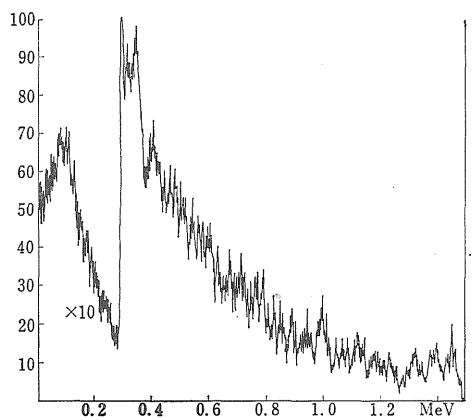
1）　屋内線量率の範囲は4.3～8.4 μr/hr.（宇宙線の寄与を除く）が得られた。この値の大部分は建築材料に含まれる自然放射能の寄与によるものである。

2）　市街地における屋外線量率は4.5～7.8 μr/hr.（宇宙線の寄与を除く）の範囲で得られた。

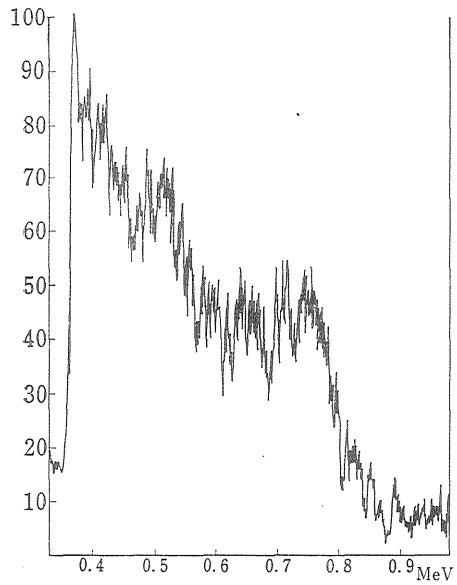
3）　市街地におけるフォールアウトはweatheringの影響によりほとんど流亡してしまっている。ただし，草地には残っている。



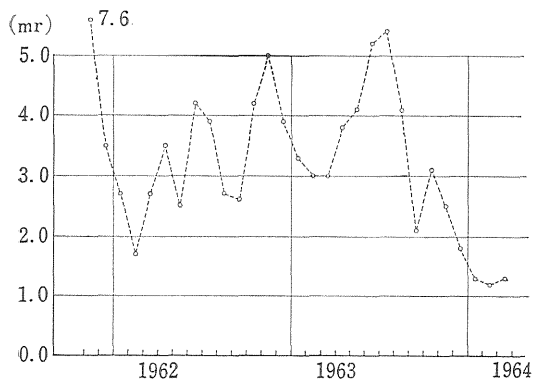
第1図　市街地(東京)における外部線量(宇宙線部分は除く)



第2図　1963年10月27日，文京区白山前町舗装道路上(表面)



第3図　1963年10月14日，豊島区高田本町民家庭内芝生上1m



第4図　放医研グラウンドにおける fallout 線量率(月間積算値)

(8) むすび

以上，バックグラウンドγ放射線の分布について，総合的調査を行なうための基礎資料を得たが，今後は国民線量の評価を行なう上で，生活活動に対応した線量測定を行なう予定である。本研究の一部は放射能調査費による。

〔研究発表〕

渡辺博信，山下幹雄，松田節子；屋内および市街地における外部線量の測定，第5回放射能調査研究成果発表会(1963年11月)

2. Food chain における放射性物質の動向に関する研究—その1(水生生物)

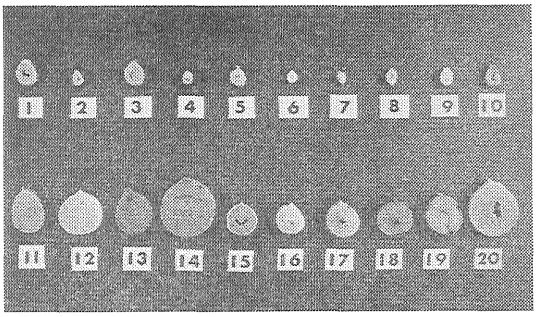
環境衛生第2研究室
小栗幹郎

(1) 軟骨魚類の電解質代謝に関する基礎的研究—淡水産軟骨魚 *Carcharhinus leucas* の直腸腺について

軟骨魚類の直腸腺の機能は長い間不明であったが，最近電解質の排出上重要な役割をはたしていることが報告された(Burger and Hess ; *Science*, 131, 670, 1960, *Physiol. Zool.*, 35, 205, 1962)。筆者は，1963年8～11月の滞米期間中に，淡水産軟骨魚として有名な中米 Nicaragua 湖産 bull shark, *Carcharhinus leucas* および同じ種類でメキシコ湾から採取した海産 bull shark の直腸腺を比較研究し，ミネラル排出器官説を支持する所見を得，軟骨魚類における放射性核種の代謝において重要な器官であることを明らかにした。

淡水産軟骨魚 bull shark の直腸腺は，Nebraska 大学動物学教室の Thorson 教授より提供されたもので，Nicaragua 湖の Granada 付近およびこの湖とカリブ海とを結ぶ Rio San Juan の San Carlos, El Castillo および Greytown で採集した10個体から集めたものである。また，海産 bull shark としてはメキシコ湾で採集した6尾を用いた。なお，比較のためメキシコ湾で採集した bonnethead, *Sphyrna tiburo*, tiger shark, *Galeocerdo cuvieri* など9種類，18尾の海産軟骨魚の直腸腺についても検討した。なお，組織学的観察の際の固定液としては，海産魚の場合には Zenker-formal 液および中性ホルマリン水を使用したが，淡水産 bull shark の場合には，70%アルコールで固定保存された状態で送られてきたので，Zenker-formal 液で再固定した。

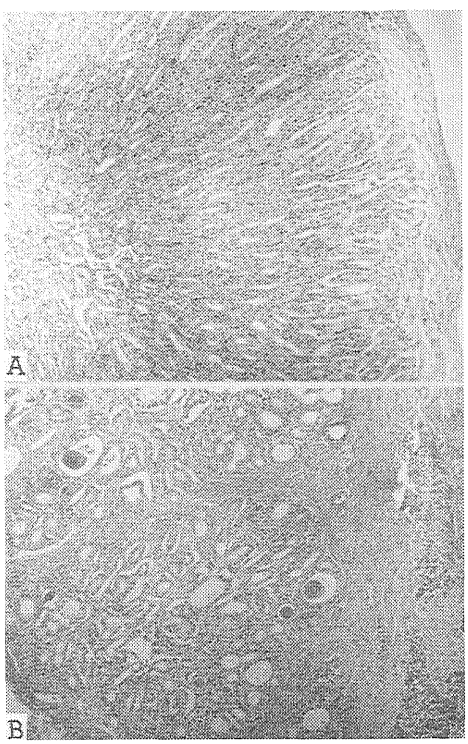
まず，外部形態を比べてみると，第1図に示されているように，淡水産軟骨魚では海産のものに比べて直腸腺が著しく小さくなっている。No. 1～No. 10は淡水産 bull shark(体長127.2～188.2 cm)の直腸腺(重さ0.35～1.5 g)で，No. 11～No. 15は海産 bull shark (体長185.9～261.2 cm)の直腸腺(3.8～15.9 g)である。また，No. 16とNo. 17, No. 18とNo. 19およびNo. 20はそ



第1図　軟骨魚類の直腸腺(中央部横断)　×約0.8

れぞれ blacktip shark, *C. limbatus* (体長142.5 cmと161.3 cm), tiger shark, *Galeocerdo cuvieri* (体長196.4 cm と 212.7 cm), lemon shark, *Negaprion brevirostris* (体長205 cm)の直腸腺を示した。

次に，直腸腺の組織構造をしらべてみると，海産軟骨魚では，その実質が多数の excretory tubules よりなる複合管状腺である(第2図—A)。Excretory tubules



第2図　直腸腺の組織構造　　×約120
A：bonnethead, *S. tiburo*
B：淡水産 bull shark, *C. leucas*

の細胞質は顆粒状で，エオシンやフロキシンで基底線条状に染色され，また，鉄ヘマトキシリンでは灰色に染まる。PAS 反応陽性物質やズダンⅣで染まる脂肪粒は認められなかった。一方，淡水産 bull shark の直腸腺では著しい退行変性がおきており，excretory tubules の萎縮や拡張肥大，さらに間質の増殖が認められた(第2図—B)。そして，しばしば管腔内にエオシンや時によってはヘマトキシリンで染まる物質がつまっており，酸性 Mucopolysaccharides 反応(Hale 氏透析鉄法)が陽性であった。しかしカルシウムの沈着は起きていなかった。

このように，淡水産軟骨魚の直腸腺が萎縮し退行変性が認められることは，淡水域での直腸腺の機能の低下や停止を物語るものと思われ，Burger らの塩類排出器官説を支持する有力な傍証を提供するもので，放射性核種の代謝上きわめて重要な器官といえよう。

なお，本研究は，米国 Office of Naval Research の Grant (G-00016-63) によって，フロリダにある Cape Haze 臨海実験所において行なったものである。稿を終るにあたり，本研究を行なう機会を与えられ，いろいろご教示とご助言を賜わった Cape Haze 臨海実験所長 Eugenie Clark 博士，東大末広恭雄教授，日比谷京助教授に厚くお礼を申しあげる。

〔研究発表〕

1. 小栗幹郎；Rectal glands of marine and fresh-water sharks : comparative histology, *Science*, 144, 1151(1964)
2. 小栗幹郎；軟骨魚類の直腸腺に関する組織学的研究，日本水産学会年会(1964年4月)
3. 小栗幹郎；淡水産軟骨魚 *Carcharhinus leucas* の直腸腺について，第16回日本動物学会関東支部大会(1964年4月)

(2)　硬骨魚類の電解質代謝に関する基礎的研究—ACTH 投与キンギョの間腎腺と血糖量

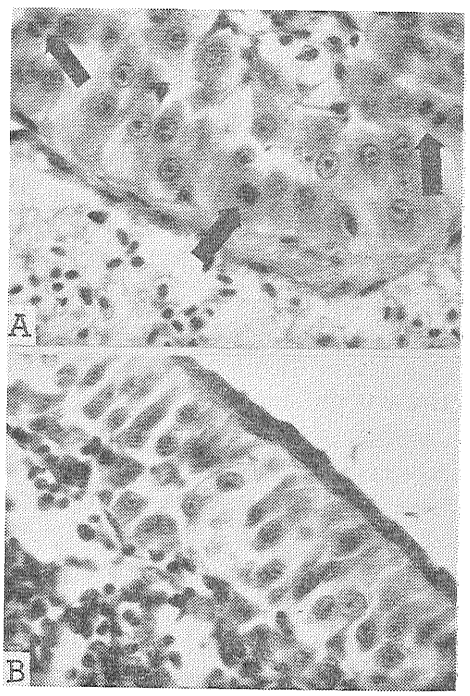
魚類における電解質代謝の研究は，放射性物質による魚類の汚染とも関連して，重要な問題である。本実験は，内部環境要因が魚類のミネラル代謝および糖代謝に及ぼす影響を明らかにする目的の研究の一部として，カナダ McMaster 大学において P. F. Nace 博士と行なった共同研究の1つである。

硬骨魚類の間腎腺(哺乳類の副腎皮質と相同の器官)からも糖代謝やミネラル代謝に関与している corticosteroids が分泌されていると考えられているが，この方面

の研究は少ない。そこで本実験では，哺乳類の副腎皮質刺激ホルモン(ACTH)を投与し，間腎腺と血糖量に及ぼす効果をしらべた。

実験魚としてキンギョ *Carassius auratus*（体重39～139 g）41尾を用い，16～20℃の水温にて飼育し実験を行なった。このうち10尾について毎日2国際単位のACTH (corticotrophine-Zn) を1週間にわたって投与し，他の10尾については，4国際単位ずつ6～8回にわたって投与し，最後の注射後4～5時間にてキュビエ氏管より採血 (0.1 ml)し，血糖量を Folin-Malmros 法(以下F-M法と略記)，glucose oxidase 法（以下G法と略記)によって測定した。また，採血後解剖して，頭腎部を取出し組織学的に検討した (Bouin 氏液固定，H-E 染色)。残りの21尾は対照魚として使用した。

ACTH 投与魚の間腎腺(第3図—A)では，対照魚のそれ(第3図—B）と比べて，その肥大，増殖，核分裂像の増加など顕著な組織学的変化が認められ，哺乳類の副腎皮質刺激ホルモン投与によって間腎腺の機能が亢進することが明らかになった。一方，血糖量測定の結果は次のとおりである。対照魚(21尾)では，血糖値は 28.3±12.1 mg %(F-M法)，30.3±11.4 mg %(G法)，ACTH 投与魚では，2国際単位投与の場合（10尾)，68.8±25.8 mg %（F-M法)，68.3±23.3 mg %（G法)，4国際単位投与の場合（10尾使用)，59.0±22.3 mg %（F-M法)，59.1±14.8 mg %（G法)で，ACTH 投与魚では対照魚と比べ約2倍の高血糖値を示した。ACTH 投与魚で間腎腺機能が組織学的にみて著しく亢進していることから，この高血糖は corticosteroids の産生増加によるものと考えられる。下等脊椎動物では，高等脊椎動物のいわゆる gluco-corticoids でも塩類代謝にかなり著しい効果を与えることが知られている。組織化学的にみて著しい特長を示す硬骨魚類の間腎腺（小栗；日水誌，26，448，1960)においても，したがって，下垂体の支配下にあってミネラル代謝や糖代謝の上に重要な役割を果している corticosteroids を分泌し，放射性核種の代謝において注目せねばならぬ器官であると考えられる。



第3図　キンギョの間腎腺　　×約780
A：ACTH 投与個体（矢印は核分裂像)，
B：対照魚(H-E染色)

〔研究発表〕

Oguri, M. and P. F. Nace ; Blood sugar and adrenal histology of the goldfish after treatment with mammalian adrenocorticotrophic hormone, *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*(投稿中)

3. Food chain における放射性物質の動向に関する研究—その2(哺乳類)

腎臓排泄における Sr および Ca の動向について

環境衛生第2研究室
市川龍資
榎本好和
稲葉次郎

体内に吸収された放射性 Sr は，主として腎臓で排泄されるが，腎臓排泄時における Sr の動向に関しての報告は少ない。従来報告された結果によると，尿排泄における Sr および Ca の OR 値が1より大であり，Ca に比して Sr の排泄が大であることが知られている。そこで，腎臓排泄時の Sr および Ca の動向をさらに詳細に検討するために，近位曲尿細管における再吸収機構とそれに及ぼす利尿剤の影響について実験を行なった。

実験は Wistar 系成熟雄ラットを使用し，腹腔内に Diamox(acetazoleamide)，Salyrgan(mersalyl and theophylline) をそれぞれ投与したのち，^{85}Sr および ^{45}Ca を同じく腹腔内に投与し，メタボリズム・ケージによって24時間尿を採取，尿中の ^{85}Sr, ^{45}Ca の量を測定し

第1表 Effect of diuretics on renal excretion of Sr and Ca in rat

treatment	sample (No.)	% excretion of Ca (mean±S.D.)	% excretion of Sr (mean±S.D.)
untreated	4	2.4±1.2	22.2±4.6
Sarylgan	3	5.6±0.3	22.1±2.8
Diamox	3	6.7±1.0	34.1±6.1

た。その結果を第1表に示す。

Salyrgan 投与群では，対照群に比して ^{45}Ca の排泄は増加するが，^{85}Sr の排泄には著変なく，Diamox 投与群では，^{45}Ca は著明な排泄増加を示したが，^{85}Sr の排泄増加は軽度であった。

これらのことから，^{85}Sr および ^{45}Ca の尿細管における再吸収機構に問題点があると考え，特に，近位曲尿細管での Sr および Ca の再吸収について検討した。顕微鏡下で腎の近位曲尿細管を観察し得るイモリ(♂，4～5 g)を使用し，脳脊髄破壊で不動化したのち，開腹して腎を露出し，糸球体より直径 50～100 ミクロンのポリエチレン管を挿入，単一ネフロンについて stop flow micro-perfusion method によって実験を行なった。尿細管内に注入した溶液は，0.6％ NaCl 溶液に ^{45}Ca または ^{85}Sr を加えて，おのおの近位曲尿細管における再吸収量を測定した。尿細管内に，前記の溶液を stop する時間を3分，5分，10分とした時の結果を第2表に示す。この結果

第2表 Ca and Sr effluxes in proximal tubule

time (min.)	sample (No.)	efflux (%) (mean±S.D.) Ca	efflux (%) (mean±S.D.) Sr	Sr/Ca
3	6	23.5±3.8	10.2±4.0	0.43
5	6	36.3±5.9	15.1±4.1	0.42
10	6	55.6±5.8	29.7±5.0	0.53

から，尿細管再吸収において Sr，Ca の差別が認められた。また，所定の溶液を stop する時間は，5分間が適当であると考えて，以後の実験を行なった。ラットについて行なった実験と同様に，尿細管直接作用があるとみられている前記利尿剤を予め投与したイモリについて，stop flow microperfusion method によって尿細管における Sr および Ca の再吸収に及ぼす利尿剤の影響を検討した。この実験では，Diamox，Salyrgan に加えて Diuril(chlorothiazide)についても検討した。結果を第3表に示す。^{45}Ca の再吸収は，Diamox，Salyrgan によっては強い抑制をうけるが，^{85}Sr の再吸収に

第3表 Effect of diuretics on Ca and Sr effluxes in proximal tubule

treatment	sample (No.)	efflux(%) (mean±S.D.) Ca	efflux(%) (mean±S.D.) Sr	Sr/Ca
untreated	6	36.3±5.9	15.1±4.1	0.42
Diamox (acetazole-amide)	6	15.4±9.1	14.1±4.5	0.91
Salyrgan (mersalyl & theophylline)	6	15.9±8.7	13.3±4.4	0.86
Diuril (chlothiazide)	6	24.7±9.1	14.3±5.5	0.58

は顕著な変化はみられず，したがって，Sr/Ca は1に近づいた。また，Diuril によっては，前記両利尿剤に比較すると，軽度ではあるが ^{45}Ca 再吸収の抑制がみられ，^{85}Sr の再吸収にはほとんど影響がみられなかったことは他の利尿剤と同様である。

これらの結果から，尿排泄における Sr と Ca の動向は，主として尿細管における再吸収に主因があり，Sr の再吸収に比較して Ca の再吸収が大であることおよび Sr と Ca の尿細管再吸収機構には，本質的に異なる点があるものと思われる。

〔研究発表〕

1. 榎本好和，市川龍資，酒井文徳；尿細管再吸収における Sr-Ca の差別について，第5回日本放射線影響学会講演(1963年7月)
2. 榎本好和，酒井文徳，曾我部博文；腎単一ネフロンにおける stop flow method，日本腎臓学会講演(1963年9月)
3. 榎本好和，市川龍資，稲葉次郎；Sr および Ca の腎臓排泄における利尿剤の影響，日本獣医学会講演(1963年10月)
4. 市川龍資，榎本好和；Strontium and calcium reabsorption in renal tubules of the newt, *Triturus pyrrhogaster*, *Science*, 144, 53 (1964)
5. 酒井文徳，榎本好和；Über eine Perfusionsmethode am einezellnen Nieren-Tubulus und ihre Anwendung für die Analyse der Electrolyt-Rückresorption *in vivo*, *Archives internationales de Pharmacodynamie et de Therapie* (投稿中)

4. Food chain における放射性核種の動向に関する研究—その3

大豆と大豆製品の ^{90}Sr, ^{137}Cs 濃度について

環境衛生第2研究室

市川龍資
阿部道子
高田直子

豆類は，わが国の食生活において多種多様な利用が行われており，植物性蛋白質を多量に含みかつ Ca 含量も多い。豆製品からの Ca せっ取は，全 Ca せっ取の20～25％にものぼり，その量は他の野菜類全体にも匹敵するという。また，植物であるから安定元素 Sr/Ca 比は，陸上動物性食品に比してはるかに高く，したがって，Sr 元素のせっ取源として大きいものであって，土壌中 ^{90}Sr 蓄積量の大きい場合には，^{90}Sr の人体に到達する経路として重要な対象となろう。そこで，37年より大豆および大豆製品（みそ，なっとう，とうふ等）の ^{90}Sr と ^{137}Cs 濃度の分析定量を行なった。それらの結果を第1表，第2表に示す。

第1表　大豆およびその製品の ^{90}Sr 濃度

種類	採取条件	入取地	^{90}Sr pc/kg	pc/g Ca	Sr/Ca×10^{-3}
豆腐	市販, 1963 Apr.	東京	7.5	4.8	0.20
	〃	埼玉	9	7.2	0.49
	〃	千葉（船橋）	5.9	5.1	0.16
	市販, 1963 May	千葉	7.7	7.4	0.92
豆乳	市販, 1963 Apr.	東京	4.5	20	0.66
	〃	埼玉	3.2	32	0.89
	〃	千葉（船橋）	4.1	26	0.93
	〃 May	千葉	6.6	35	1.4
	1962 Sept.	〃	27	185	1.8
おから	1962 Apr.	東京	15	21	2.4
	〃	埼玉	17	11	1.8
	〃	千葉（船橋）	25	33	3.6
	1962 May	千葉	33	98	6.7
	1962 Sept.	〃	53	136	4.7
味噌	市販, 1963 Mar.	仙台味噌（商品名）	32	22	1.8
	〃	信州味噌（商品名）	38	30	1.9
	〃	名古屋味噌（商品名）	37	27	4.0
	〃	千葉	49	75	4.6
	〃	越後味噌（商品名）	38	79	4.8
納豆	市販, 1963 Oct.	千葉	36	38	3.1
	〃	埼玉	68	88	2.2
	〃	東京	46	47	2.8
	〃	神奈川	44	53	2.4
大豆	1961 秋産	北海道（札幌）	132	51	3.6
	〃	新潟	494	297	1.6
	1962 秋産	鳥取	289	162	2.2
	〃	北海道（倶知安）	388	168	2.9
	〃	〃（札幌）	118	70	1.4
	〃	千葉	109	41	2.1
	〃	岡山	82	48	1.7
	1963 秋産	新潟	119	79	3.2
	〃	鳥取	116	73	2.6
	〃	岡山	58	29	1.3
	〃	愛媛	173	82	1.3
	〃	三重	162	85	1.7
	〃	岐阜	168	93	1.5
	〃	北海道（函館）	156	87	2.7

第2表　大豆およびその製品の ^{137}Cs 濃度

種類	採取条件	入取地	^{137}Cs pc/kg	pc/gk
豆腐	市販, 1963 Apr.	東京	26	33
	〃	埼玉	28	22
	〃	千葉（船橋）	28	20
	市販, 1963 May	千葉	21	34
豆乳	市販, 1963 Apr.	東京	31	20
	〃	埼玉	10	13
	〃	千葉（船橋）	33	21
	市販, 1963 May	千葉	86	44
	1962 Sept.	〃	15	10
おから	1963 Apr.	東京	22	18
	〃	埼玉	18	11
	〃	千葉（船橋）	40	17
	1963 May	千葉	73	49
	1962 Sept.	〃	12	14
味噌	市販, 1963 Mar.	仙台味噌（商品名）	81	21
	〃	信州味噌（〃）	132	34
	〃	名古屋味噌（〃）	137	14
	〃	千葉	82	21
	〃	越後味噌（商品名）	140	34

納　豆	市販, 1963 Oct.	千　葉	217	37
	〃	埼　玉	288	56
	〃	東　京	246	38
	〃	神奈川	204	34
大　豆	1961 秋産	北海道(札幌)	100	61
	〃	新　潟	793	473
	1962 秋産	鳥　取	945	649
	〃	北海道(倶知安)	505	275
	〃	〃 (札　幌)	583	324
	〃	千　葉	745	444
	〃	岡　山	75	46
	1963 秋産	新　潟	999	65
	〃	鳥　取	909	63
	〃	岡　山	482	29
	〃	愛　媛	712	45
	〃	三　重	1087	65
	〃	岐　阜	1751	126
	〃	北海道(函館)	903	56

大豆は1962, 1963年秋の産物で，納豆を除く他の製品は1963年春市販，納豆は1963年秋市販のものである。1962, 1963年秋産の大豆は，1961年秋のそれより ^{90}Sr, ^{137}Cs 濃度ともに高い値を示している。これは1962, 1963年のフォールアウトによる直接汚染の影響のためと思われる。大豆製品にあっては，^{90}Sr はそれほど両年度に大きい差はみられないといえるが，^{137}Cs は豆腐，味噌ともに1963年市販のものが高い。豆腐は大豆および他の製品に比べてCaに対する ^{90}Sr 濃度が低く，数分の1に過ぎない。この理由を検討するため，製造工程を分離して，特に豆乳とおからをも試料としたが，豆腐の凝固前の状態である豆乳の $^{90}Sr/Ca$ 濃度は，他の大豆製品と同様で数＋S. U. の値を示し，豆腐の低い $^{90}Sr/Ca$ 濃度は，やはり凝固剤として加えるCa塩に大きく影響されるものと考えられる。Sr/Ca 比は，大豆，味噌，おから，納豆については，$2\sim3\times10^{-3}$ くらいであって，ふつうの植物と変らないが，豆腐および豆乳は $0.5\sim1\times10^{-3}$ くらいで，前者よりやや小さいことがうかがわれる。このことは，大豆からその可溶性蛋白成分を中心として抽出された豆乳が，原料大豆より相対的に少ないSr濃度を有することであり，$^{90}Sr/Ca$ を低下させる1つの要因になっていると思われる。

[研究発表]

市川龍資，阿部道子，高田直子；大豆と大豆製品の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度について，第5回放射能調査研究成果発表会(1963年11月)

5. アルファ線棟用ダストモニターの試作—1

環境衛生第3研究室
渡辺博信*
阿部史朗
小高庄二**

* 環境衛生研究部長
** 技術部技術課

(1) まえがき

本研究所の特殊研究施設の1つ，α 線棟の建築部分は一応できあがり，現在本格的使用前の整備，調査が行なわれつつある状態である。その整備の一環として，各室ダストモニターの設計，試作が特に急がれている。危険性が非常に高い α 放射体を危険なく扱うには，きわめて低濃度まで放射性浮遊塵をすばやく監視し得るモニターが必須だからである。

われわれは38年度計画として，その基本設計を終え，現在試作中であり，本体はまもなくでき上るばかりである。次に，本モニターの設計の原理的な面の概要を報告する。なお，38年度は3チャンネル分製作しているが，試験的な意味を含め，おのおの方式をちがえている。ただし，各方式間には互換性をもたせ，将来の統一に備えている。

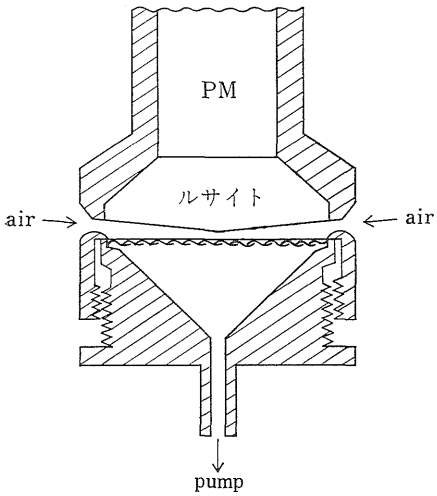
いずれの型においても，要求される点は低濃度の放射性エーロゾル粒子を迅速に，正確に計測しなければならないことである。そのため出会う困難は，自然放射性核種のラドン，トロンおよびそれらの娘核種が大気中に相当の濃度で浮遊し，目的とする核種の高感度計測値をその中に埋もれさせてしまうことにある。すなわち，どのようにして自然放射性核種の影響を分離するか，という点に問題のほとんど大部分がかかっているといってもよいほどである。

本研究ではいくつかの方法を検討し，3つの方法を有利な方式として採用した。3法ともすべて固定フィルター方式であるが，Ⅰ型は崩壊，蓄積の平衡状態を利用する方法，Ⅱ型はそれにスペクトロメトリーを加味した方法，Ⅲ型はⅡ型の間欠測定型ともいうべき方法である。

以下各型の方法，構成のみをとりあげ報告するが，くわしくは続報，学会誌を参照されたい。

(2) Ⅰ型の方法と構成

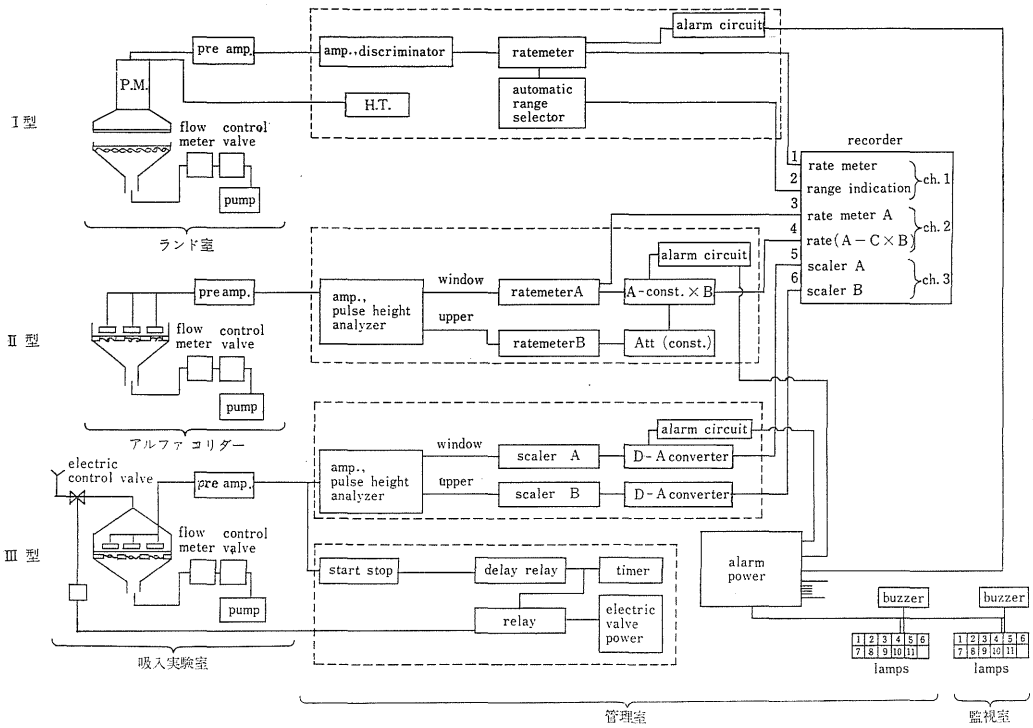
ラドン用ともいえるもので，ラドン娘核種の高感度検



第　1　図

出に用いる。第1図のような集塵，検出部に4インチ径のミリポアAAフィルターを固定し，集塵しながらZnSシンチレーターにてα線を検出する。通常時には，集塵開始後数時間内に計数値は平衡値に達するが，空中濃度の増加があれば計数値は平衡値以上に増加する。Ⅰ型ではその平衡値がバックグラウンドで，それ以上になったものが求める対象とされる。平衡値が安定でさえあれば相当高感度に測定できる。

ブロック・ダイアグラムは第2図Ⅰ型にある。フィルター，シンチレーターともに4インチ径にし，通気抵抗を下げるとともに通過空気量を多くし，検出感度を上げるようにしている。レートメーターは自動レンジ切換回路を付属し，計数値が増加した場合自動的に高いレンジに切換わるようにしてある。計数回路が飽和しないためである。この他ディスクリミネーターの設置により，雑音，信号の選択が行なえるようになっている。



第2図　アルファ棟各室ダストモニターのブロック・ダイアグラム

(3)　Ⅱ型の方法と構成

固定フィルターの方式はⅠ型と同じであるが，検出器としてエネルギー分解能のよい半導体検出器を用いる。得られた信号は，波高分析器によりウインドウ・チャンネルとアッパー・チャンネルに分離し，それぞれレートメーターにて計測する。アッパー・チャンネルの計数値は定数倍され，ウインドウ・チャンネルのレートメーター計数値から差引く。この結果が目的の計数値である。

自然放射性核種のアルファ線エネルギーは，実験に用いる人工放射性核種のアルファ線エネルギーより高い

ので，アッパー・チャンネルは自然核種の信号，ウインドウ・チャンネルは実験核種の信号と自然核種スペクトルのひろがりのすその信号を通す。引算はウインドウ・チャンネルから自然核種の寄与を除くために行なっている。

構成は第2図Ⅱ型に示されているとおりで，上の性能を満たすような回路を含んでいる。定数付加回路が特徴的である。

(4) Ⅲ型の方法と構成

フィルターを固定しておくことはⅠ，Ⅱ型と共通であるが，集塵計測を交互にしていく点が異なっている。集塵，検出部の空気入口は電磁弁によって閉止，開放が行なわれるようになっている。定時間集塵を行なったあとで，タイマーが働き，集塵部入口側が閉じられる。吸引ポンプは常に運転しているので，集塵，検出部の容器内はしだいに排気され真空になってくる。定められた時間がくると，タイマーにより計測回路のゲートが開き，放射線の検出信号が波高分析器を通ってスケーラーA，スケーラーBで計測される。定まった時間の計数ののち，ゲートは閉じ，集塵部入口側の弁が開かれ，集塵が開始される。このくり返しが自動的に行なわれるのである。

この方法の利点は，真空で計測するためエネルギー分解能がよくなり，Ⅱ型のような引算回路を必要としないことと，レートメーター方式で測定されないような低計数値でも時間設定をうまくすれば測定可能になることである。ただ，間欠的な測定であるところに難点がある。

構成は第2図Ⅲ型に示すとおりで，タイマー，電磁弁等の系統が特徴的である。検出器はⅡ型と同じ半導体検出器を用いる。スケーラーの計数値はDAコンバーターによりレコーダーに記録される。アッパー・チャンネルも記録させるのはバックグラウンドの監視のためである。

(5) むすび

本装置はその完成を待って，試験，検査を行ない，一層改善していく予定である。ただ室内の自然放射性核種の濃度が，この種の装置の性能を上下させ得ることに注目し，外的な条件の整備も期待したい。

なお，本装置の設計原理は他の用途にも用いられよう。

6. 放射性エーロゾル発生装置の試作—1

環境衛生第3研究室
渡辺博信*
阿部史朗
小高庄二**

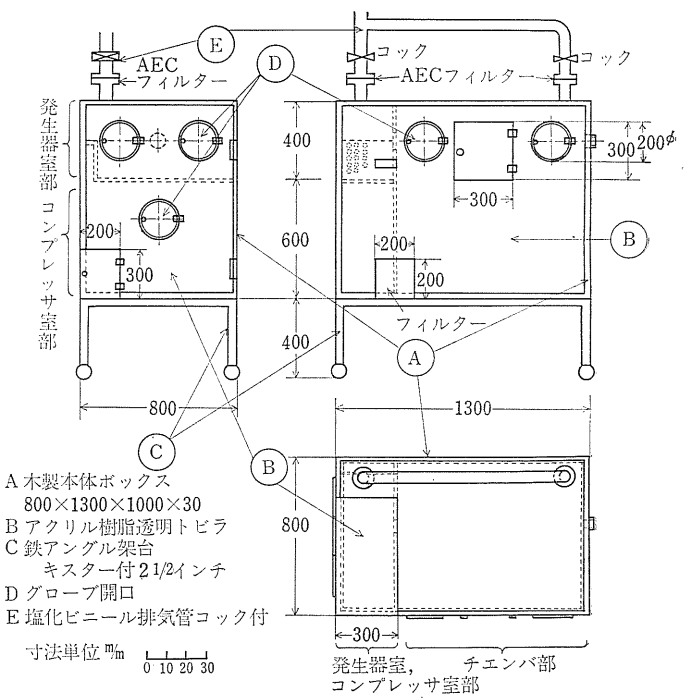
* 環境衛生研究部長
** 技術部技術課

(1) まえがき

本研究所の特殊研究施設の1つ，アルファ線棟の建築は一応できあがり，本格的使用に先立ち，内部の調査，整備が行なわれはじめている。その一環としてエーロゾル発生装置が必要とされている。今回，グローブボックスを主体とした発生装置系が試作された。

(2) グローブボックス

1) 必要な条件とその解決：発生したエーロゾル状態を一定にさせるため，大容量のダストチェンバーが必要とされる。今の場合，実験上可動にする必要上その容量を大きくできないので，1 m³ の立方体型にした。除染，汚染防止のため，ダストチェンバー内にちょうど入るだけのポリエチレン袋を取付け，それを取替えられるようにした。



第 1 図

また，発生器，コンプレッサー，ダストチェンバーはなるべく1カ所にまとめ，流路長による条件変化の軽減，除染，移動を有利にしてある。

この他の条件は37年度放医研年報171頁にあげたグローブボックスの問題とほぼ同等に考慮した。

2) 構成：全体の構成はコンプレッサー室，発生器室，ダストチェンバーの3部より成り，第1図(前頁)のような配置，寸法になっている。

材料は大部分が木製で，監視しやすいようにアクリル板の面を設けた。

3) 付属設備：空気入口には高性能フィルターを設け，外部のエーロゾルが入り込まないようにし，ボックス全体の空気(ポリエチレン袋内を除く)は高性能フィルターを通して上部ダクトへつなげるようになっている。ダストチェンバー内のポリエチレン袋は発生器の放出口と密に連結し，実験用ダスト取出口から他の実験設備と結ぶ。その内部は上部ダクトへの放出空気口とはまったく独立させ，余分の汚染がおきないようにしている。

(3) 発 生 部

Dautrebande改良型，Wright Feeder改良型のものが作られた。詳細はあとの機会にゆずる。

(4) む す び

以上簡単に装置全体について紹介したが，本装置については，より一層の改良，開発研究と試験調整が行なわれる予定である。

7. 吸入実験用チェンバーの試作

環境衛生第3研究室
渡 辺 博 信*
阿 部 史 朗
小 高 庄 二**

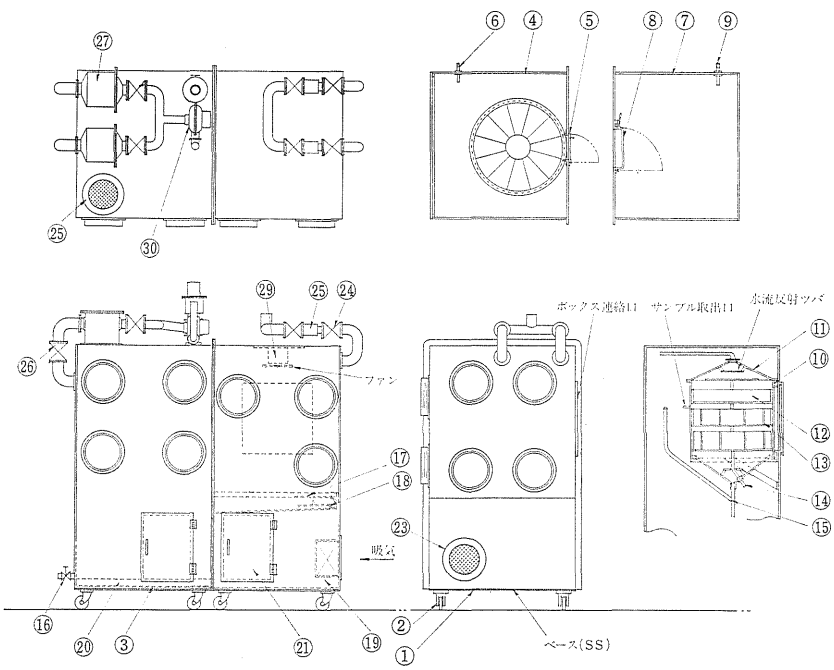
* 環境衛生研究部長
** 技術部技術課

(1) ま え が き

本研究所の特殊研究施設の1つ，アルファ線棟の建築は一応できあがり，本格的使用に先立ち，内部の調査，整備が行なわれはじめている。その一環として動物吸入実験用装置の整備が必要とされているが，今回試験的なものとしてグローブ付チェンバーの試作が行なわれた。

(2) 要求される条件とその解決

本来放射性エーロゾル，気体を実験動物に吸入させることを目的とするが，その場合(a)すべての実験動物に



30	排気ファン	
29	ファン	
27	フィルター	AEC
26	バルブ	P.V.C
25	フィルター	ガラスウール
24	バルブ	P.V.C
23	フィルター	ガラスウール
22	グローブポート	AIC
21	ドアー	アクリル
20	受 皿(B)	SUS27
19	受 皿(A)	〃
18	流 し	〃
17	アミ棚	SUS27
16	排水コック	
15	排水管	PVC
14	水道サプライ	PVC
13	試料入カゴ(B)	〃
12	試料入カゴ	SUS27
11	試料入蓋	〃
10	試料入本体	アクリル
9	水道接続金具	BC
8	連結扉	アクリル
7	ボックス(B)	アクリル
6	水道接続金具	BC
5	資料出入扉	〃
4	ボックス(A)	アクリル
3	ベースプレート	SS
2	自在キャスター	
1	ベースプレート	SS
No.	部 品 名	材 料

第 1 図

1・3：ベースプレート，2：自在キャスター，4・7：ボックス，5：試料出入扉，6・9：水道接続金具，8：連結扉，10：試料入本体，11：試料入蓋，12・13：試料カゴ，14：水道サプライ，15：排水気管，16：排水コック，17：アミ棚，18：流し，19・20：受皿，21：ドアー，22：グローブ・ポート，23・25・27：フィルター，24・26：バルブ，29：ファン，30：排気ファン

可能な限りむらなく，その場所に関係なく吸入させなければならないし，(b)外から内部を十分に監視でき，(c)被実験動物を運搬，飼育(短期間)する機能ももたなければならない。

(a) の理由ならびに汚染部分を少なくするため，動物は円筒型容器に同心円状に配置させる。(b)の理由から透明な材料を用いて作った。また，(c)の理由のために，実験部と運搬部を分離させることが可能なようにした。水洗処理のために水流反射つばを動物容器内上部に設け，屎尿処理のためにポリエチレン瓶を使用している。

全般的には37年度放医研年報171頁にあげたグローブボックス試作の場合とほぼ同等の条件が必要とされ，同じように考慮した。

(3) 本体構成ならびに付属品

1) 各部寸法：形状ならびに寸法は第1図(前頁)のとおりである。

2) 各部材質：本体は5mm厚のアクリル製である。金属部はステンレスを用いている。

(4) むすび

内圧検査の結果は十分の性能をもつことがみとめられたが，さらに気流試験，操作試験が予定されている。

本チェンバーの性能を逐次調査することにより，一段と完全なチェンバー作製のための基礎資料が得られよう。内部装置についてはのちに検討する予定である。

8. Rosin-Rammler 粒子サイズ分布の特性の考察

環境衛生第3研究室
小口雄康
阿部史朗

(1) まえがき

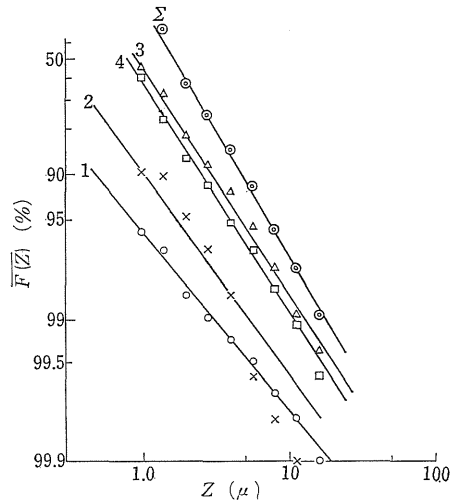
放射性塵埃の吸入の問題を扱かう上で，その粒子サイズ分布を知ることは第1に重要な点である。Five channel automatic particle counter and sizer の性能テスト，およびカスケード・インパクターによって集められた大気中浮遊塵の粒子サイズ分布の研究がその線に沿って行なわれ，37年度放医研年報に報告された。それと関連し，浮遊塵の粒子サイズ分布について，特にRosin-Rammler 型分布についてその理論的な考察を試みた。

(2) カスケード・インパクターによって集められた大気中浮遊塵の粒子サイズ分布型

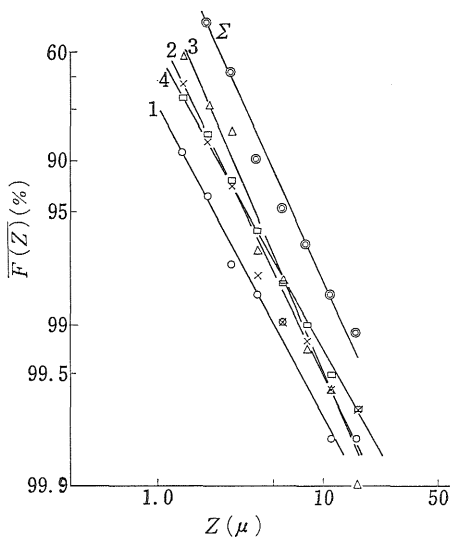
37年度放医研年報に述べたように，浮遊塵の累積粒子サイズ分布は，

$$F(z)=1-\exp[-bz^{-n}] \quad (n<0) \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

で示されることが多い。この分布は，Rosin-Rammler 分布（以後 R-R 分布と記す）としてよく知られているものである。ここで，z は粒子サイズ，n, b は分布型を定めるパラメーターである。



第1図a



第1図b

第1図 a, b は R-R 分布確率紙上に，その実例を示したものである。この分布図上で測定値が直線上にならべば，R-R 分布をしていることになる。図中，番号はインパクター各段を示し，Σ は各段の総和の分布を示す。横軸は粒径，縦軸は $\overline{F(z)}(\equiv 1-F(z))$ ととってある。第1図 a は各段ごとの分離がよいもの，第1図 b は悪い例を示す。$n<0$ である。別のインパクターによる測定も行なったが，各段の分離は非常によく，1段目で $n>0$ となった。いずれにしろ，あまり R-R 分布からはずれていない。

(3) R-R 分布

R-R 分布はふつう(1)式のような累積分布で示すが，この式からガウス分布則のように，その微分分布形をすぐ知ることは難かしい。また，それも明らかにされていないようにみえる。比較上，分布の代表値と微分分布形を含めた分布則の性質を明らかにすることが望まれる。(1)で示したような分布はしばしば現われるので，いろいろその性質を調べた。その結果を簡単に述べる。

1) R-R 分布式: R-R 分布式は，正しくは

$$F(z)=\exp[-bz^n] \quad (n>0) \cdots\cdots(2a)$$
$$=1-\exp[-bz^n] \quad (n<0)\cdots\cdots(2b)$$

で表わされる。ただし，b は正の定数である。便宜上 $b=\log_e 10\cdot b'$ とおけば，(2a)，(2b)は

$$F(z)=10^{-b'z^n} \quad (n>0) \cdots\cdots(3a)$$
$$=1-10^{-b'z^n} \quad (n<0)\cdots\cdots(3b)$$

となる。

実測値は，$-0.5>n>-2.0$ が多かったので，主として，(3b)式について考察した。

(3b)式は，n, b'によって特徴づけられるが，これを次のように書き直す。

$$\left.\begin{aligned} F(R)&=1-10^{-R^n}\\ \overline{F(R)}&=1-F(R)=10^{-R^n}\end{aligned}\right\}\cdots\cdots(4)$$

ただし，

$$R=z/\phi,\ \phi=b'^{-\frac{1}{n}} \cdots\cdots(5)$$

とする。R は粒子サイズに相当する。R-R 分布の形は n に依存し，b' は粒子サイズの分散の度合を示すパラメーターである。

分布密度は

$$f(R)=-dF(R)/dR$$
$$=-n\cdot\log_e 10\cdot R^{n-1}\cdot 10^{-R^n} \quad (n>0)\cdots\cdots(6a)$$
$$=-n\cdot\log_e 10\cdot R^{n-1}\cdot\overline{F(R)} \quad (n<0)\cdots\cdots(6b)$$

で与えられる。

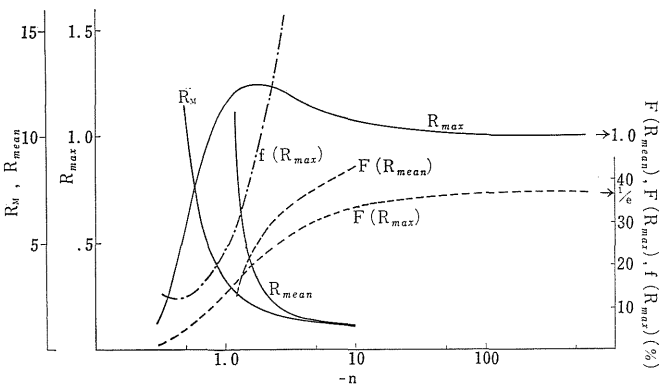
第2図に $-0.5\geq n\geq -2.0$ (n は 0.1 きざみ)における $\overline{F(R)}$, $f(R)$ の値を示した。$-n$ が大きくなると分布は鋭い山型になる。すなわち，粒子サイズの分散は小さくなる。また，この範囲内では $f(R)$ は常に極大値をもつ。比較のため，$n=0.5$, 1.0, 2.0 に対する $\overline{F(R)}$, $f(R)$ を示してある。$n<0$ の場合と異なるのは，$0\leq n\leq 1.0$ で $f(R)$ は極大値をもたないことで，このとき粒子サイズの分散は大きくなる。

2) R-R 分布の代表値

平均値(R_{mean})

$$R_{mean}=\int_0^\infty Rf(R)dR=(\log_e 10)^{-\frac{1}{n}}\Gamma(1+1/n) \quad (n<-1)\cdots\cdots(7)$$

$0>n>-1$ では R_{mean} が負となり，物理的に意味をもたない。第3図に n に対する R_{mean}, $F(R_{mean})$ を示した。$-n$ が大になれば R_{mean} は減少し，$-n\to\infty$ で1に近づく。$10>-n>1.0$ での $F(R_{mean})$ の変化から



第 3 図

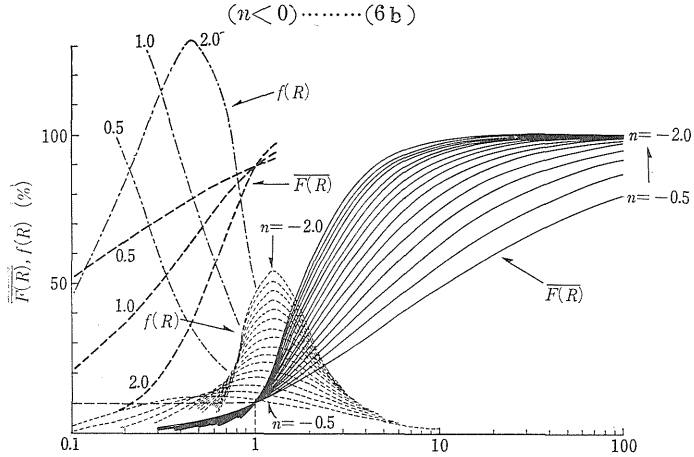
ら，$-n$ が小になるにしたがい明らかに分布型が偏よってくる。

個数メディアン径(R_M)

$F(R)=0.5$ となる R が R_M である。第3図に n に対する R_M の値を示した。R_M も，$-n$ に対して単調減少し，$-n\to\infty$ で1に収束する。ふつう $R_{mean}>R_M$ であるが，$-n$ が大になると一致する。すなわち，$-n$ が大きいとき，平均値がメディアンとほぼ等しくなる。また，$-n$ が大になると一定数に収束することから，そのようなとき R_{mean}, R_M ともに n にはよらなくなる。

モード(R_{max})

$f(R)$ が極大値をとる R がモード R_{max} を



第 2 図

与える。第3図の R_{max}, $\overline{F(R_{max})}$, $f(R_{max})$ より次のことがいえよう。$-n>1.0$ のとき R_{max} はあまり変化しない。R_{max} のあらわれる累積百分率が $-n>10$ に対してあまり違わないことから，分布型はあまり変らない。それにくらべ $f(R_{max})$ ははげしく変化する。すなわち，分布型の山が鋭くなってくることは明らかである。

ϕ, b' の意味

(5)式から，R_{max} に対する粒子サイズ z_{max} は

$$z_{mex}=R_{max}\cdot\phi$$

$-n\gg 1$ のとき，$R_{max}\approx 1$ であるから

$$z_{max}\approx\phi$$

すなわち，$-n\geq 1$ では ϕ がモードサイズを与える。また，$1/\phi=b'^{\frac{1}{n}}$ から，b' は n と結びついて，粒子サイズの分散の度合を示すパラメーターであることがわかる。特に，$|n|\approx 1$ で $\phi\approx 1/b'$ から，b' がモードサイズに関係することが知られる。

(4) むすび

R-R 分布に関し，以上述べた事柄のほかにもいろいろしらべた。詳細は学会誌に報告する予定である。

R-R 分布について，以上のような概観が得られたので，今後実際の測定結果をとりまとめ，比較する際に参考となろう。

9. 放射性ダスト・サンプラーの試作

環境衛生第3研究室
阿部史朗

(1) まえがき

各種原子力施設および核実験により人工放射性物質が，また自然産物として自然放射性物質が空中に拡散し，放射性塵となって浮遊していることは明らかである。これらを総合的に，かつ人体への吸入という観点からしらべることは危害，障害評価にあたって重要な問題である。

しかし，現在までのところ十分解決されているとはいいがたい。全放射能をしらべるというような簡単な場合でも，捕集，測定法の点で明らかでないことがあったり，人手と時間を要したりするからである。

上のような目的を十分に満たし，確実な値を得る装置が開発されれば有用である。今回，その目的に沿い，ある限られた範囲内ではあるが，測定できる装置系を開発したのでここに報告する。

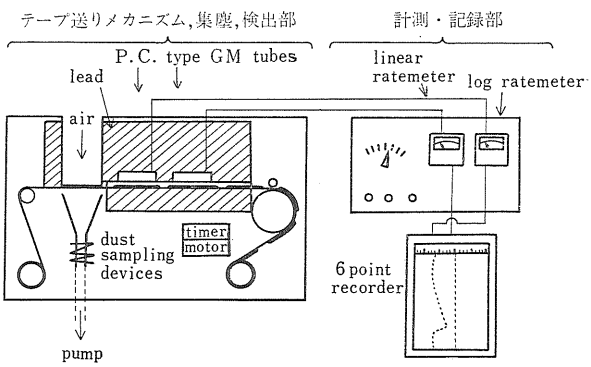
本自動装置は，浮遊塵捕集が良好で，人工と自然にほぼ分離して(α)，$\beta(\gamma)$ の全放射能計数値が得られ，短半減期核種が類推できる。全体として，長時間の積算値が得られる。

自然放射能と人工放射能の分離測定はもっとも簡単な次の方法を用いる。1つの試料につき崩壊曲線を長時間にわたって記録させ，それから人工放射能を推測する。同時にこの曲線から短半減期核種が推測できる。

(2) 装置と構成

1) 構成：安定でかつ装置も簡単なので集塵方式としてはフィルター法を用いる。

全体のブロック・ダイアグラムは第1図のとおりで，テープ送りメカニズム，集塵，検出，計測，記録の各部よりなる。



第1図 ダスト・サンプラーのブロック・ダイアグラム

テープ送りメカニズムはフィルター・ペーパーを定時間ごとに定長だけ送る。送られた集塵ずみテープは2個の検出器で(α)，$\beta(\gamma)$ 線が検出され，その信号はレートメーターによって計測，記録される。

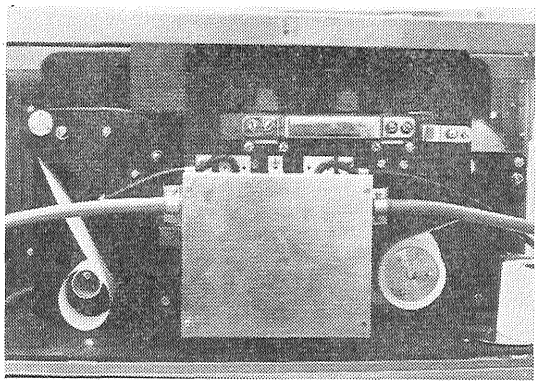
2) 使用フィルター：フィルターは，本研究グループでいままで使われているもののうちもっとも信頼できるものの1つとして，ミリポア AA フィルターを用いた。60 mm 幅のテープ状にして使用している。

そのフィルターは，本グループの研究（一部は本年報212頁参照），その他の資料でも明らかなように，表面保持特性が非常によく，自己吸収の影響をあまり考えなくてすむし，後方散乱も小さいことが確かめられている。集塵効率も非常に良好である。

3) 集塵部，テープ送り：ほぼ通常のダスト・サンプラーと類似しているが，フィルター強度の点から，支持網を用いるなど工夫してある。集塵スポット直径は50 mm で，送り出し間隔は 70 mm である(第2図)。

4) 検出部：

パンケーキ型 GM 管を2個テープの走行方向に並べ，

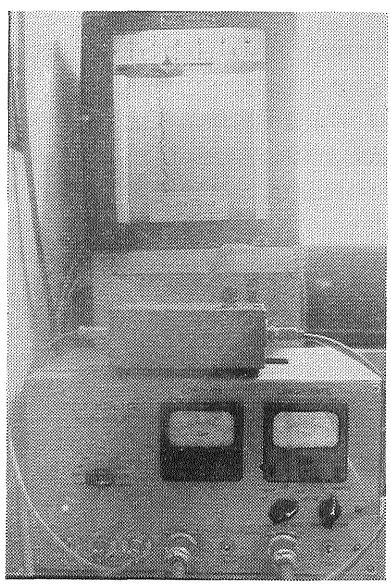


第　2　図

送られたテープの集塵スポットがちょうどその真下にくるように位置させてある。集塵時間を1単位時間とすると，第1検出器では集塵終了後からはじまり，第2検出器では，集塵終了1単位時間後からはじまる1単位時間だけの放射線測定が行なわれ，その崩壊状況がレコーダーに記録される。本装置では1単位時間が12時間または24時間に設定できる。

検出器としては，有効径44 mm の大口径パンケーキ，ガス充填型GM管を用い，検出効率を大きくしている。窓厚は1.6～1.9 mg/cm² である。フィルター—GM管間距離は3 mm 以内にとってある。

バックグラウンド計数値を下げるため，検出部は60 mm厚の鉛で蔽い，外部放射線を遮蔽している。バックグラウンド値は約18 cpm であった。フィルター下部にあたる部分にはアルミ板を取付け，後方散乱を防いでいる。



第　3　図

5)　計測，記録部(第3図参照)：計測には第1GM管に対しログ・レートメーター，第2GM管に対しリニア・レートメーターを用いている。

ログ・レートメーターは，自然放射性物質の短半減期成分ならびに突発的なカウント数増加に対処できるように，10^4 cpm のレンジをもたせている。時定数を300秒程度にして，記録のバラツキを抑えている。

リニア・レートメーターは100，300，1,000，3,000，10,000 cpm の5レンジをもち，ログ・レートメーターの計数値の多少によってレンジが切換え得る。時定数は400秒程度である。

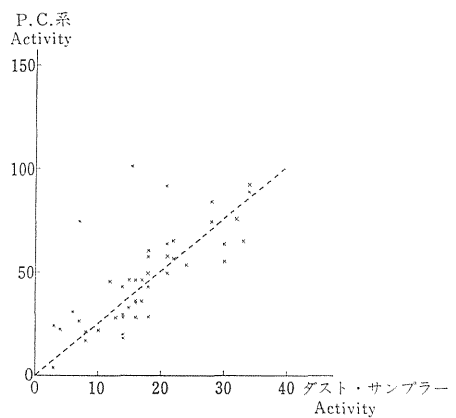
レコーダーは標準送り速度30 mm/hr. の6打点式のものを用いている。

(3)　特　　性

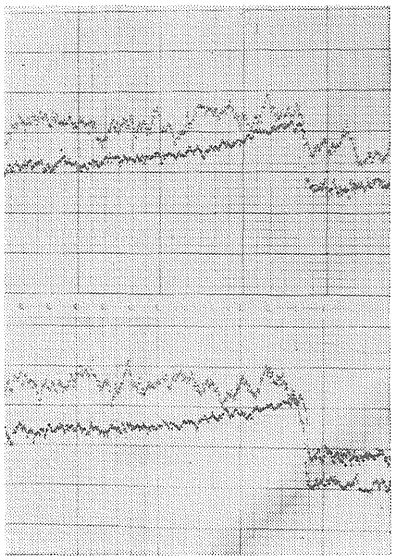
1)　検出効率：幾何学的効率はほぼ50％で，^{137}Csに対する効率は40％である。

2)　他の方法との比較：ミリポア・フィルター・パンケーキGM管系(本年報212頁参照)の測定値と比較したものが第4図に示してある。この種の数値としては，良好な比例関係が成立するとみてよい。

3)　結果の実例：第5図のような記録が得られる。



第4図　ダスト・サンプラー計数値とミリポア・フィルター＋PC型GM計数系による計数値の関係(arbitrary scale)



第 5 図

（4） む す び

本器における運転期間は現在まで半年弱であるが，期待された性能は十分得られている。

現在，放射性物質の蓄積状況ならびに集塵後相当長時間後の放射線計測が行なえるような第2号器を計画しつつある。

さらに，将来は分解能のよい検出系，ウインドウ・アンプなどの併用により，得られる値がより有意義なものになるようにしていく予定である。

10. ミリポア・フィルター＋PC型GM管系による放射性浮遊塵計測の有効性

環境衛生第3研究室
阿 部 史 朗
岡 田 守 道

（1） まえがき

放射性浮遊塵をつねに監視することは，種々の施設で行なわなければならないし，現に行なわれている。その方法にもいろいろあって性能も千差万別である。われわれはその1つとして，ミリポア・フィルター＋パンケーキ型GM管(以後PC型GM管と略称する)系による方法を確立して使用しているので，それを報告する。本系は長時間の積算値を得るのに有効で，かつ装置も簡単，確実である。

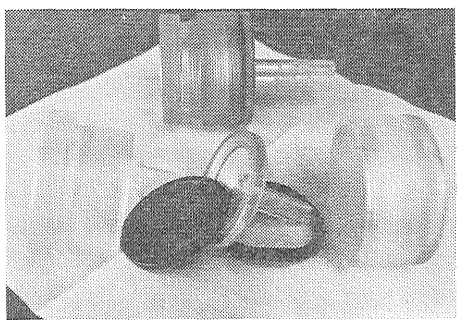
（2） 装　　置

1） 全構成：フィルターで集塵したものをGM管系で測定するというありふれた方法であるが，その構成部分が異なっている。すなわち，フィルターはミリポア・フィルターを用い，GM管系はPC型GM管と専用測定台を使用している。

2） ミリポア・フィルター：フィルターとしては集塵効率，表面保持特性の優秀さから考えてミリポア・フィルターを用いている。

3） フィルター・ホルダー

第1図のようなプラスチック製のものを用いた。空気洩れがなく有用である。



第1図　フィルター・ホルダー

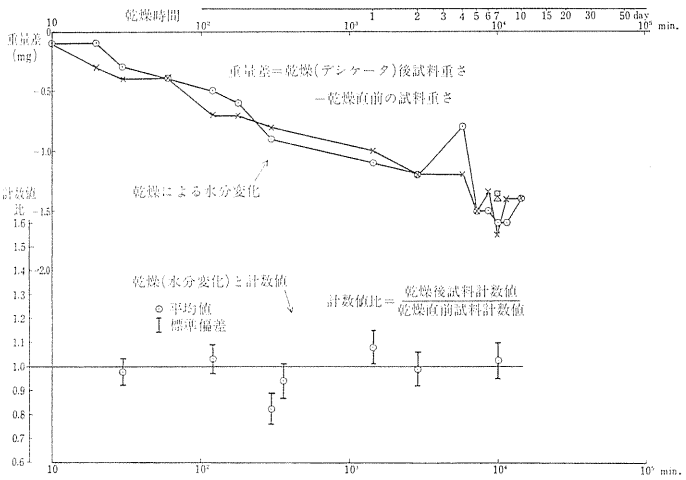
4） 計測器：ふつうのGM用スケーラーとPC型GM管を用いた。PC型GM管を用いたのは，放射能の低いものを測定し得るよう幾何学的効率を大にすること，バックグラウンドを下げること，安定な動作が期待し得ることのためである。

（3） ミリポア・フィルターの特性

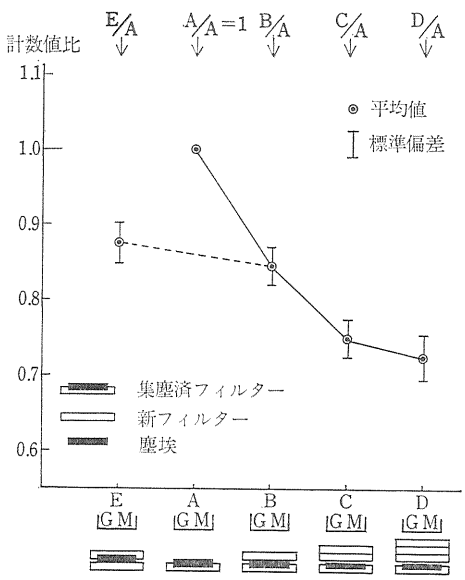
集塵効率については別の機会に発表することにして，それ以外の特性につきフォールアウト浮遊塵によってしらべた結果を次にあげる。

1） 水分の計数値に及ぼす影響：フィルター試料の水分が計数値に及ぼす影響をしらべた。試料を長時間乾燥させて，その前後の計数値，乾燥状態を測定した。結果は第2図のとおりで，水分は特に影響ないとみてよい。実測された水分（1試料につき 0.1 mg/cm²）からみても問題ない。

2） フィルターによる自己吸収：捕集済フィルター試料上に未使用フィルターを重ね合わせてその計数値の減少をしらべた。第3図のとおりである。1枚のせた場合で15％減少するが，あとで述べるように粒子はあまり内部に侵入しないので，フィルター材料が全部吸収に影響せず明らかにこの値以下になり，実用上問題にならない程度である。フィルター重量値（総量約 80 mg，4.6 mg/cm²）からの計算によっても影響の小さいことが確かめられている。



第　2　図



第　3　図

3)　フィルター上の塵による自己吸収：2台の集塵器を用い，1つは連続的に長時間集塵させ，他方は短時間集塵を続けて行ない，全体として同時間集塵させる。両者の計数値の比較を行なった結果，塵自身による自己吸収は5％以内であることがわかった。塵重量（24時間集塵で放医研の最大値0.5 mg/cm²）から考えてもこのことは裏付けられる。

4)　フィルターならびにフィルター支持物による後方散乱：フィルターによる後方散乱は5％以内であることが確かめられた。第4図から明らかなように，フィルター支持物としてアルミが有効であり，ステンレスでもさほど差がないことがわかる。

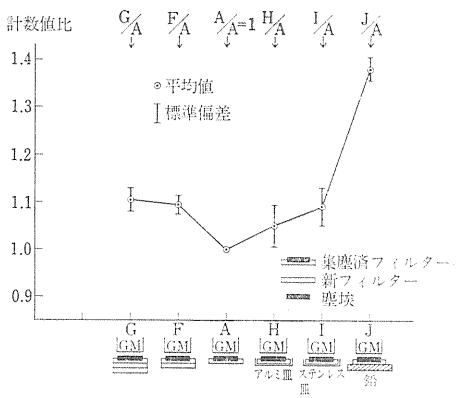
5)　塵埃のフィルター中への侵入の度合：第3図のB，Eの間にほとんど差がないことからも明らかなように，内部への侵入はほとんどなく，表面付近でとめられていることがわかる。他の方法でも確かめられている。

6)　表面付着の一様性：フィルターを分割して重量を測定した。その差は器差の範囲内であり，差はないといえる。

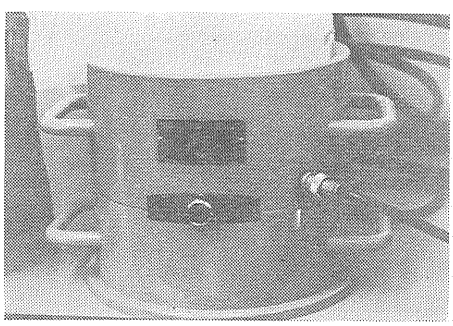
7)　流量変化，圧力損失：数百の実験例の結果，塵埃が少ないせいもあるが，48時間吸引して流量変化がみられない程度である。

(4)　PC型GM管と測定台

1)　PC型GM管：有効径44 mmのPC型GM管が用いられた。測定された特性の報告は別の機会にゆずる。47 mmフィルター試料に対する幾何学的効率はほぼ100％である。



第　4　図



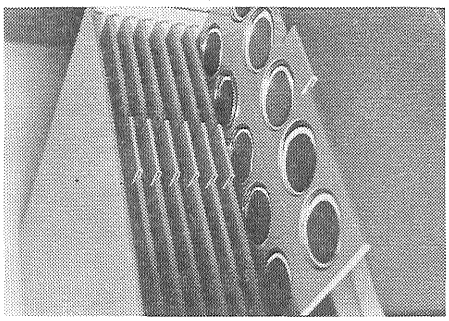
第　5　図

2) 遮蔽測定台：第5図のものが試作され用いられている。鉛遮蔽厚は50 mm であり，GM管のまわりはアルミを用い散乱を防いだ。この台を用いればバックグラウンド計数値は約22 cpm 以下になる。

3) 吸収板：市販の大口径のものが使用できる。

（5） 試料保存

プラスチック製の第6図のような保存箱が作られ用いられている。



第 6 図

（6） むすび

以上のように，本系はフィルター性能がよいこと，幾何学的な効率がよいことから，種々の目的に対し十分有効であるとみられる。特に，習慣的な連続測定には信頼性のよい値が得られよう。

11. ^{14}C, ^{3}H の測定法の研究

環境衛生第4研究室

樫田義彦
岩倉哲男
森崎尚子

RI 実験室の経費により購入した Packard: Tri-Carb liquid scintillation spectrometer 314 EX について，測定効率，background などの基本試験，discriminator ratio 法による quenching 較正線の検討などを行なった。その実験の1つとして color quenching について報告する。

また，California大学 Dr. Kaufman 考案の試料測定容器は，元来比較的大量の水を有機溶剤に溶解する目的のものであったが，これを応用してアルコール中の放射能を簡便にはかる方法を考えた。これは放射能調査の項において一括報告する。

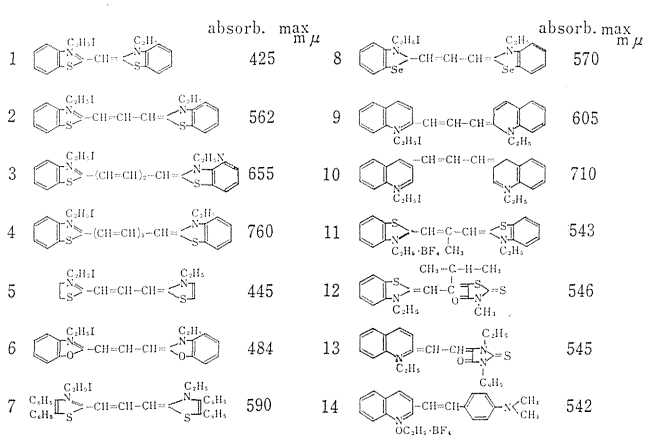
なお，比例計数管の試料調製法についても新知見を得たので紹介する。

（Ⅰ） 液体シンチレーション・スペクトロメーターによる ^{14}C, ^{3}H の測定Ⅵ：color quenching

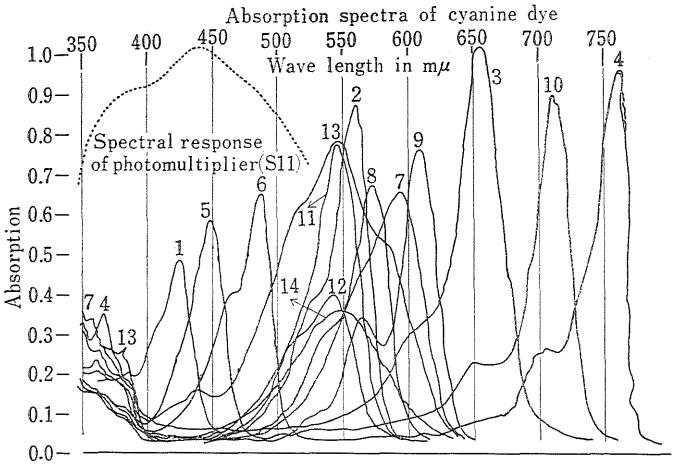
液体シンチレーターの消光または螢光抑制現象は，次の3つに大別される。すなわち， 1) dilution, 2) chemical quenching, 3) color quenching。これらはいずれも，放射線→溶媒→溶質（螢光剤）のエネルギー移動がなんらかの形で妨害され，その結果，螢光剤から放射される光子数が減ずる現象である。この場合，シンチレーターの溶媒は，この光子の波長範囲で透明とみなされるため，小容量のシンチレーターでは，一旦螢光剤より放出された光子のシンチレーター自体による再吸収は無視してよい。しかし，color quenching ではシンチレーター中に，可視領域に吸収をもつ物質が溶けこんでいる。つまり，着色しているため螢光剤から放出された光子が再吸収されることにより光子が減少する。つまり，chemical quenching はシンチレーション過程の前段で発光抑制，color quenching は終段での光の再吸収といえる。したがって，これらの間に quenching による計数効率の低下に関しても，なんらかの異なった所見が得られるものと考えた。

今回の実験では，メタノールに可溶で，可視領域での吸収スペクトルの異なった14種の cyanine 色素を用いて，これら色素の吸収スペクトルと光電子増倍管の波長感度特性との関係，および quenching の較正に discriminator ratio 法を用いた場合の chemical quenching と color quenching との較正線のずれについて検討を加えた。

用いた色素の化学構造式と吸収極大波長を第1図に，



第 1 図



第 2 図

また，各色素の吸収スペクトルを Cary 14 分光光度計で測定した結果を第2図に示した。図中の点線は光電子増倍管 EMI 9536B（S11）の波長感度曲線である。この図から，350～550 mμ の範囲に吸収をもつ色素，特に波長感度曲線の極大点 440 mμ 前後に吸収極大をもつ色素が最も大きな color quenching を生ずることがわかる。さらにこれを確めるために，360～560 mμ を 40 mμ 巾の5つの帯に分け，おのおのの帯における吸光度をスペクトルの面積を計って求め（Ai），それと各帯における光電子増倍管の相対感度（Wi）より

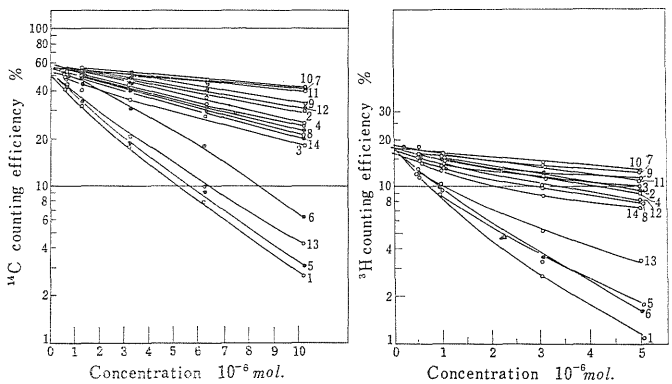
$$\overline{A}=\sum WiAi/\sum Wi$$

なる量 $\overline{A}$ を吸光係数と考えた。この吸光係数の逆数 $1/\overline{A}$ と計数効率 E との関係を求めると第3図の結果となり，

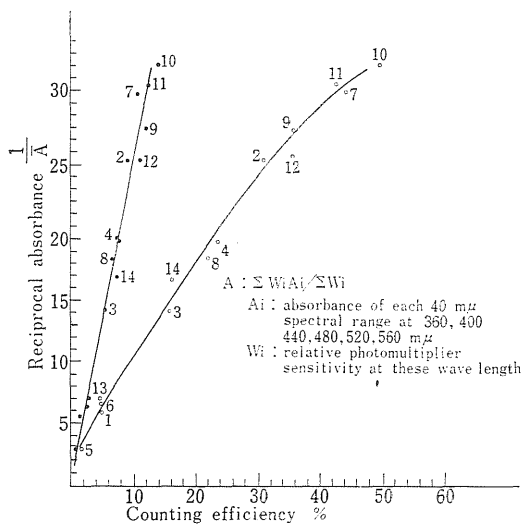
$$\frac{1}{\text{吸光係数}} \propto \text{計数効率}$$

の関係が成立する。

また，色素のモル濃度と計数効率の減少との関係を求めたのが第4図である。Color quenching に特徴的なことは，程度の差こそあれ，いずれの場合にも，濃度に対してほぼ指数的に計数効率が減少しており，1, 5, 6, 13 等の色素では，^{14}C で



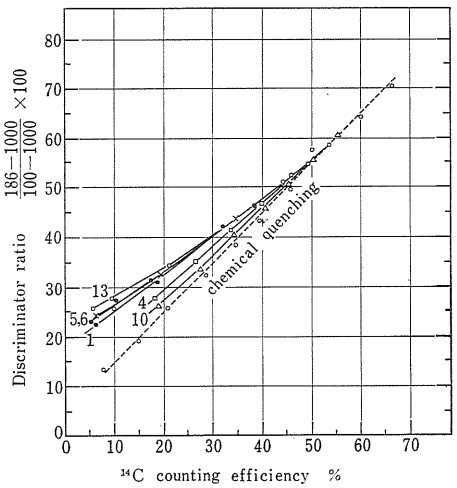
第4図 Quenching curves of cyanine dye



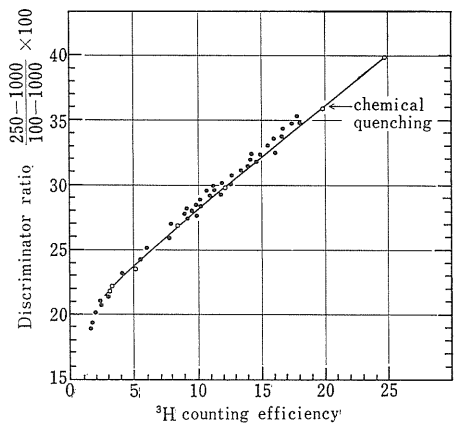
第 3 図

$2\sim4\times10^{-6}$ モル，^{3}H で $1\sim2\times10^{-6}$ モルで，半分以下に計数効率が低下する。これは，一般の chemical quenching とは極めて対称的であり，color quenching の指数としては，chemical quenching で用いられる半価量よりも，440 mμ 前後の吸光係数を求めて用いる方が適切であろう。

Color quenching の較正に discriminator ratio 法を適用する場合に，chemical quenching と同一の較正線がそのまま適用できるか否かを検討するため，各色素について，discriminator ratio—計数効率の関係を ^{14}C, ^{3}H について求めた。^{14}C については，chemical quenching の較正線よりのずれが大きい色素についてのみ図示した（第5図）。この場合，色が薄いか，または 350～550 mμ に吸収のないときは，chemical quenching の較正線が適用できるが，色が濃くなったり，350～550 mμ の吸収が無視できないと，ずれが次第に大



第 5 図



第 6 図

きくなる。一方，^3H については（第6図），両方の quenching の較正線の間に有意の差が認めにくい。これは，color quenching においてはシンチレーター内の発光位置の差によって，光電子増倍管に達するまでの吸収の度合い，つまり，光電面に達する光子の数が変化するという，chemical quenching の際にはみられなかった条件が加わることにもとづく。特に，光電子増倍管を2本用いた同時計数型の測定器の場合には，両方の光電子増倍管に達する光子の数が不揃いになるために起こる同時計数損失を生ずる。この傾向は，光電子増倍管の波長感度領域におけるシンチレーターの吸光度が大きくなればなるほど，いいかえれば色が濃くなればなるほど助長されるから，chemical quenching で求めた較正線と color quenching の較正線とのずれが大きくなる。ところが，^3H の場合，β線エネルギーが相当小さいため，chemical quenching の場合でも前述の同時計数損失が大きいので，color quenching と chemical quenching の較正線の差が ^{14}C の場合ほど明瞭にあらわれないと解釈される。

（Ⅱ） 比例計数管測定用メタンの合成法

（1） 目　　的

^{14}C を比例計数管で測定する場合の試料ガスとして炭酸ガス，アセチレン，メタンなどが使われている。このうちメタンは，近年 W. H. Burcke, A. W. Fairhall, H. Schultz らによって開拓されたもので，測定ガスとしてはアセチレンに匹敵する優秀性があり，合成行程は一段の簡便なものとして推奨されている。いずれも触媒として Ru-シリカゲルまたは Ru-アルミナを用い，400～500 ℃で炭酸ガスと水素とを反応させてメタンを合成しているが，装置は特殊なものを用いている。われわれはこれらの例に注目して，比例計数管の試料ガスとして適当なメタンの簡易合成法を目的として研究をはじめた。

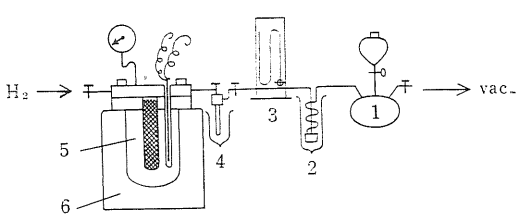
すなわち，既製の坂下式1 l オートクレーブに若干の附属品を組合せ，Ru-アルミナ触媒を使用して実験を行なったところ，収率よく合成でき，不純物の除去も簡易であった。特に，反応状態をガスクロマトグラフで検討した結果，260 ℃以下で反応し短時間に完結することがわかったのでここに報告する。

（2） 実　　験

触媒：$RuCl_3 \cdot 3H_2O$（横沢化学 K. K.）1.3 g を水 50 ml に溶かし，アルミナ（西尾工業 K. K. 10～12 mesh）100 g を入れ水浴上で水分を蒸発させたのち，水素気流中で約 300 ℃，4～5 時間加熱し還元する。1反応に使用する触媒量 40 g。触媒の再生は還元操作の繰り返しで可。

装　置：第7図

1） CO_2 発生フラスコ，2） 脱水用トラップ，3） マノメーター，4） CO_2 トラップ，5） 1 l オートクレーブ（径 2.5 cm，長さ 13 cm の触媒保持用銅網が中心部に



第7図 反 応 装 置

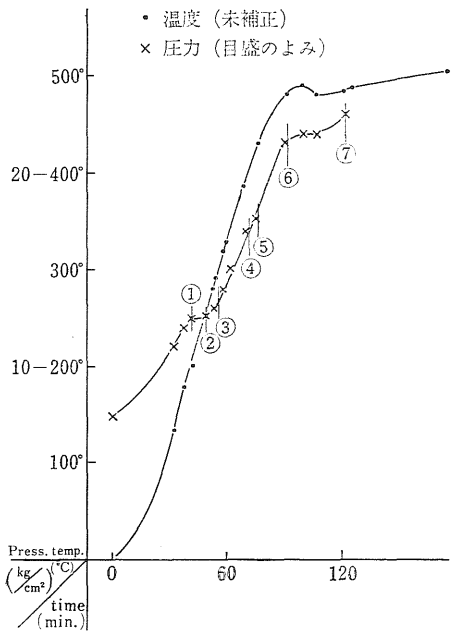
あり，側部に熱電対用小円筒がある)，6) 電気炉。

反　応：全系を吸引排気後，発生させた炭酸ガスを一度トラップで固化させたのち弁を用いてオートクレーブに入れ，水素を7～8 kg/cm² になるように充塡する。加熱。反応終了は圧の減少で確認できる。反応時間約50分。生成ガスはドライアイス，トラップ，モレキュラシーブ，ソーダライム中を通じて不純物の水分，酸素，炭酸ガスを除去してカウンターに充塡する。

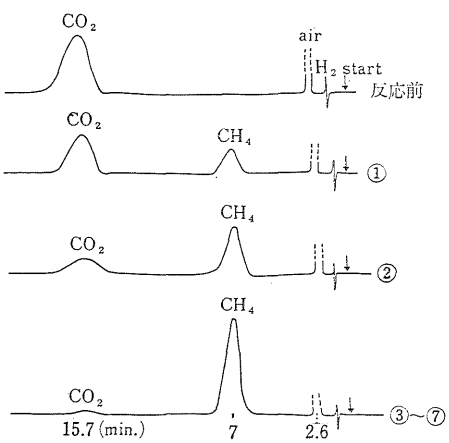
（3） 考　　察

文献に従がい475 ℃ まで加熱した場合の反応生成物を，時を逐って採取しガスクロマトグラフで分析した。第8図はこの時間と温度，圧力の状態図で，1，2……7の時点で採取した試料のガスクロマトグラムが第9図1，2，3……である。この状態図でわかるとおり，3で既に反応が完結している。これを確認するため，反応温度最高260 ℃ で行なった状態図ならびにガスクロマトグラムがそれぞれ第10図，第11図である。

以上の実験によって，反応は260 ℃ 以下でおこることが証明でき，かつ低温の方が収率も良好であった。

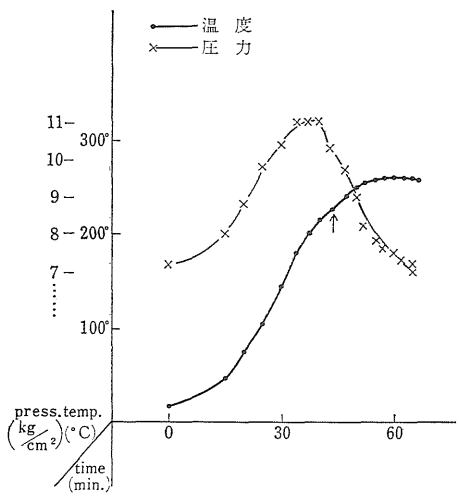


第　8　図

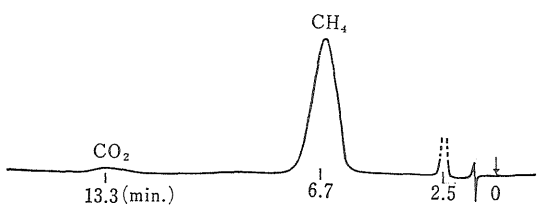


第　9　図

カラム温度：72.5 ℃，カラム充塡剤：活性炭 1.5 m，
キャリヤー・ガス：He，入口圧：3.9 psi.



第　10　図



第　11　図

カラム温度：73 ℃，　カラム充塡剤：活性炭 1.5 m，
キャリヤー・ガス：He，入口圧：3.9 psi.

〔研究発表〕

樫田義彦，岩倉哲男，森崎尚子；液体シンチレーション・スペクトロメーターによる ^{14}C，^{3}H の測定 V，第5回日本放射線影響学会(1963年7月)

12. 植物の炭酸摂取機構の研究

環境衛生第4研究室

樫田義彦
松尾光芳
新井清彦

植物の炭酸摂取機構を解明するため建設した栽培フードは，37年度の実験にもとづいて，年度当初改良工事を行なった。そして予定の機能が具備されたが，附属装置の各部について試験して確めた。その成績は若干の不満個所を残していたが，^{14}C 関係装置を運転するには差支ないものと判断し，$^{14}CO_2$ を発生させ第1回の総合実験を行なった。この結果，装置としてほぼ満足する性能を有し，今後の実験の基礎資料を得ることができ，一応完成とみなした。しかし，本格的な総合実験を行なう直前に，測定回路の除湿装置の故障が発見され困惑したが，植物の成育期の関係上応急修理を施し，実験を遂行した。なお，これらの実験の前後に行なった予備実験についてもあわせて報告する。

(Ⅰ) 植物栽培フードの実験

1) 漏洩試験

ガス状の放射性炭素を使用するので，漏洩には十分な注意が必要であるから，air washer および水耕液系を除く全系統を対象として試験を行なった。

フードに CO_2 を通じたのち1時間循環を続け，ほぼ均一化したと思われるところで測定を開始し，所期の測定成績を得た。この結果，CO_2 濃度の減少値は8時間で6 ppm あった。

さらに，フード内外の CO_2 濃度差 400 ppm，全容積 2,000 l，調圧タンク容積 200 l として温度補正を行なうと，

$$400\times\left(1-\frac{1.7}{273}\times\frac{2{,}000}{200}\right)\times\frac{3.7}{273}\fallingdotseq 5\ \text{ppm}$$

となる。これより24時間での漏洩率を求めると

$$\frac{6-5}{400}\times\frac{24}{8}\times 100\fallingdotseq 0.75\ \%/24\ \text{hr.}$$

となった。

2) 温度ムラ試験

フード内はクーラー・ヒーターによる温冷風により，温度調節を行なっているので，気流の状態により温度ムラが起こる恐れがある。なるべくこれが少なくなるように風路を設定してから測定を行なった。なお，風速は1m/sec. 以下にした。

測定はサーミスタ温度計2個，白金抵抗温度計2個，棒状温度計11個を用い，フード内の必要と思われるところに設置した。

第 1 表

経過時間(分)	クーラー動作	時刻	フード下部温度	フード上部温度	クーラー感温部	クーラー吹出口
3	入	4.30	18.1	18.3	18.7	18.0
	切	4.33	11.5	7.7	9.3	3.0
6		4.37	16.3	14.8	16.3	16.0
3	入	4.39	17.8	17.8	18.5	17.0
	切	4.42	11.1	7.3	8.8	4.0
6		4.45	14.3	12.3	14.0	13.0
	入	4.48	17.6	17.8	17.8	17.0

測定値の平均は第1表のごとくである。一般にクーラーが働いている2～3分間は冷風が吹いているため，フード内上部と下部とでは約7～8℃ 程度の温度差を生ずる。しかし，下部の植物を設置する部分においては，平均して ±3.5℃ 程度に制御可能であると思われる。

3) 除染装置試験

a) air filter

主回路流量 100 l/min. の速度で，液体窒素合計 80 l を使用した実験の結果は，最大捕捉速度 $T\frac{1}{10}\fallingdotseq 50$ min. となった。しかし，この時間は予冷の状態と液体窒素量により差ができるので，液体窒素を十分に用いる必要がある。

b) 再発生試験

冷却 air filter は CO_2 ガスを液体窒素で −190℃ に冷却して固化し，filter の表面に粉雪状に附着捕集する形式なので，加熱すれば再び気体の炭酸ガスにもどり再発生する。実験の途中でフードを開ける必要がある場合，$^{14}CO_2$ を再使用できるので経済的である。この試験の結果，再発生用 300 W ヒーターを使用し約20分でほぼ完全に気化している。

c) air washer

炭酸ガスを最終的に捕集するには air washer 型アルカリ・トラップを用い，アルカリ液中に炭酸を捕集す

る。条件として，主回路流量 110 l/min. で2回路並列にあるうちの1回路を用いて行なった。これにより捕捉速度 $T=\frac{1}{10}\fallingdotseq$ 47 min. であった。(この装置は捕集能力は所期どおりであったが，アルカリ液の漏洩，容器の耐圧性などに問題があり，39年度において別方式のものに取替える予定である。)

4) $^{12}CO_2$ 測定試験

a) $^{12}CO_2$ 測定は赤外線分析計で測定するので，まずこれの検定を行なう必要がある。検定は零ガスと基準ガスを流してそのときの目盛りにより基準点を定める方法で行なった。測定結果は下表のとおりで，零点はこの

時　刻	零ガス	基準ガス	スパン	1,008 mb におけるスパン	気圧 mb
13.30	152	669	517	516	1,009.5
0.30	182	697	515	518	1,002.5

試験期間中一定の変動があったものとして結果を補正し，502 ppm の基準ガスの 1,008 mb におけるスパンは平均値をとり 517 目盛りとした。

b) $^{12}CO_2$ で，発生量に対する測定器の指示を試験してみた。フードを循環回路にして流量 400 l/min. で運転を続け，その間に $NaHCO_3$ 2.3 g を水溶液にして入れた三角フラスコ中に HCl を十分加えて，$^{12}CO_2$ 600 ml を発生させた。これに対して，赤外線分析計の指示は約 120 ppm 上昇した。指示の上昇は発生量に比例しているので，この結果は正当なものと認められる。

5) フード総合運転

一応の完成をみたので，総合運転を行なった。第1回は38年7月10～12日に行ない，7月10日に 2.6 mc の CO_2 を発生器のガラスボンベにつめて，装着後電磁弁を開けてフード内に発生させたが，電磁弁開口後 $^{14}CO_2$ の指示が上昇しないのでしらべてみると，ボンベ装着に不具合があり発生器箱内に漏洩して失敗であったので，バルブを開けてフード内に吸引したのち，air washer を用いてアルカリ液に吸収させた。次に，7月12日，フード内で $Ba^{14}CO_3$ に $HClO_4$ を加えて直接発生させて実験した。このときは，850 μc の発生量で14時～18時の4時間経過後 air washer を使用した。この実験では，植物はポットに土植えのレモングラスを用い，ほかに蒸溜水と水耕液をおのおの容器に入れて置いた。$^{14}CO_2$ による汚染の程度をみるため，土壌および水耕液・蒸溜水について測定してみたが，大体の傾向として蒸溜水は control の約5倍，pH 6 の水耕液は2倍で，水耕液の方が汚染度が少ないことを示した。土壌は表面では control の約6倍，10 cm 下部では 1.5 倍で，この程度の時間では深部まではあまり汚染されないことが知られた。

第2回目実験は38年9月6日に行ない，2.87 mc の $^{14}CO_2$ を9時に直接フード内で発生させ，10時間後の19時に air washer を使用，除染した。試料としては，レモングラス，ヤマジソ，ハッカ，オジギソウを用い，水耕法と砂耕法を使用した。試料への ^{14}C の分布状態は目下分析中である。

(Ⅱ) レモングラス油への $^{14}CO_2$ とりこみ

透明塩化ビニール製気密箱 (50×50×80 cm，内容積 200 l) の中で，250 μc $^{14}CO_2$ を使用してレモングラスを3日栽培，1週間後に収穫し，葉位別に精油を分離し，精油の比放射能を測定した(Packard: Tri-Carb 314 EX liquid scintillation spectrometer を使用する)(第2表)。

精油の含量は植物の生長とともに増大するが，CO_2 の精油へのとりこみは葉位の低い葉ほど盛んで，精油の比放射能が高い。また，とりこみの傾向は6月，9月とも季節的変化が認められなかった。

第　2　表

A. 1963. 6. 10～実験

葉位	新鮮葉重量(g)	精油重量 (mg)	放射能 (cpm)	比放射能 (cpm/mg)
1	0.3	—	1,680	—
2	10.6	175	365,280	2,090
3	13.8	116	98,160	844
4	14.4	77	3,840	50
5	11.0	166	62,880	379

B. 1963. 9. 18～実験

葉位	新鮮葉重量(g)	精油重量 (mg)	放射能 (cpm)	比放射能 (cpm/mg)
1	11.5	1,968	712,600	362
2	45.9	1,383	479,500	347
3	57.4	988	24,280	25
4	56.1	698	3,820	6
5	103.7	555	7,500	14

(Ⅲ) 芥子油配糖体の生合成機構研究

前報(放医研年報，昭和37年度，163頁)において，芥子油配糖体 sinigrin の分解反応および酢酸-1-^{14}C のとりこみについて報告したが，今回は同様な方法により第3表の化合物のとりこみについて研究した。すなわち

カラシナ *Brassica juncea* Cosson に次の放射性物質を与え，前報の方法により sinigrin の比放射能および標識位置を決定した。

第 3 表

標識化合物	放射能	allylthiourea の比放射能	sinigrin のCの標識位置
Na-acetate-2-^{14}C	100μc	1.79×10^6 dpm/mM	4
dl-aspartic acid-2-^{14}C	〃	5.07×10^5	1, 2
dl-glutamic acid-2-^{14}C	〃	3.07×10^5	3
dl-orinithine-2-^{14}C	〃	1.59×10^5	3
Na-butyrate-3-^{14}C	〃	1.05×10^5	3

以上の結果より，sinigrin 炭素鎖部分の生合成は植物生体内で TCA cycle と密接に関連しているように考えられるが，詳細はなお検討中である。

次に，$Na_2{}^{35}SO_4$ 330 μc をワサビ大根 *Armoracia lapathifolia* Gilib に投与，根部より ^{35}S 標識 sinigrin を結晶として分離し比放射能を測定したところ，2.9×10^5 cpm/mM であった。また，この sinigrin を myrosinase 分解してえられた allylthiourea の比放射能は 3.2×10^4 cpm/mM であった，したがって，sinigrin 分子中の2個の S のとりこみの割合は，$-OSO_3K$ の S が 89%，-S-glucose の S が 11% である。このことから，sinigrin 中の S は硫酸イオンから生合成され，特に硫酸基の部分は，直接硫酸イオンから生ずると考えられる。

〔研究発表〕

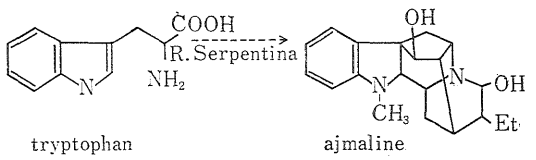
松尾光芳；芥子油配糖体の生合成（Ⅲ），sinigrin agulcose 部分の生合成について，第18回日本薬学会大会(1963年11月)

13. Ibogaine の生合成

環境衛生第4研究室
山崎幹夫
Edward Leete*

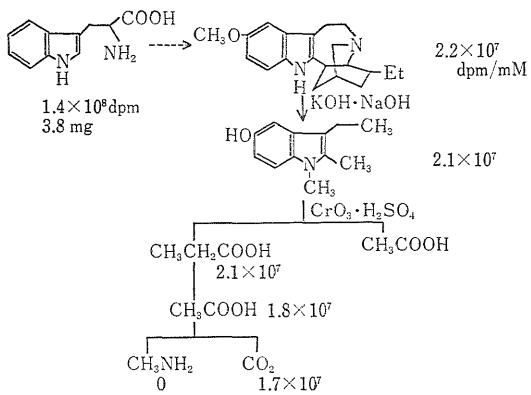
* Dept. of Chemistry, Univ. of Minnesota, U. S. A.

Ibogaine は *Tabernanthe iboga* より得られる indole alkaloid の1種であるが，その化学構造上の特殊性からアミノ酸 tryptophan と密接な関係を有することが考えられる。先に Leete らは，Rauwoltia alkaloid の ajmaline 分子構造中におけるインドール環が tryptophan に由来することを証明した。

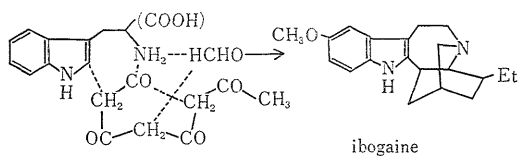


tryptophan　　ajmaline

試みに tryptophan-3 ^{14}C を *T. iboga* に与え，3週間栽培を続けたのち植物を処理し，ibogaine を抽出精製すると，ibogaine は強い放射能を有し，tryptophan からの移行率は 6.7% にも達した。これを alkali fusion にふし，N-methyl-1-methyl 3-ethyl-indole を得，さらに Kuhn-Roth reaction によって，プロピオン酸および酢酸を得た。両酸の分離は silicic acid によるカラムクロマトにより行なった。プロピオン酸はさらに重クロム酸カリウムにより酸化して酢酸とし，それをさらに，Schmidt reaction により methylamine と炭酸ガスとにわけて，それぞれの部分の放射能を測定した。



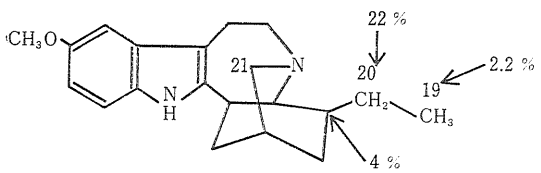
この結果 tryptophan-3 ^{14}C は分解をともなわずに ibogaine 導入されることが判明した。さらに，他の部分に関しては，acetyl-CoA に由来するポリケトメチレン鎖と義酸のごとき one-carbon fragment を前駆物



ibogaine

質とする合成仮説を想定し，実際に酢酸1-^{14}Cと義酸-^{14}Cを植物に与えた。

その結果，ともに放射性 ibogaine を得，酢酸1-^{14}C供与により得られた ibogaine においては，Kuhn-Roth reaction, Schmidt reaction による分解反応の結果，炭素側鎖C_{19}-C_{20}(下図)に全体の約25％放射能の存在することが認められ，したがって，この結果は上記の仮説



に一致した。また，義酸のごとき one carbon fragment に由来すると思われるC_{21}の由来を追求すべく，義酸-^{14}C供与植物より得られた ibogaine を分解反応にふした結果は，methoxyl のメチル炭素に全体の放射能の48％が存在することが認められた。なお，C_{21}炭素を単離すべく実験を進行中である。

〔研究発表〕

Leete, E. and M. Yamazaki; Biosynthesis of ibogaine, 第3回国際天然物化学シンポジウム(1964年4月)

14. 放射性核種の水中懸濁物による濃縮

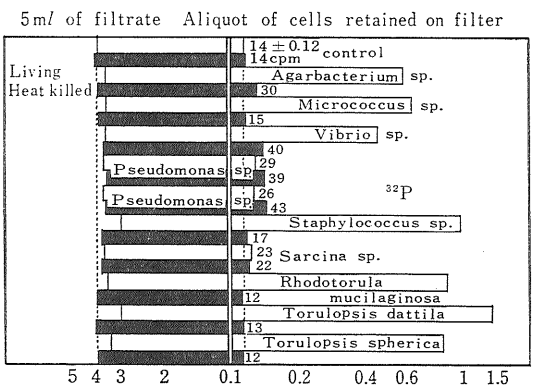
環境衛生第5研究室
佐伯誠道
梅津武司*

* 昭和38年度外来研究員

(1) 緒　　言

放射性降下物や廃棄物が河川，海洋に流入し，放射能汚染が生じた場合さまざまの問題が発生する。海洋はもとより，天然の水界は各種の微細な粒状物質を含む一種の不均一系をなしていると考えられる。これらの懸濁物(suspended matter)は程度の差はあっても，放射性，非放射性のいかんをとわず，さまざまの物質を液相から収着 (sorption) する性質をそなえており，特に有機の懸濁物は生物とその環境水塊との間の生化学的循環(marine biochemical cycle)の過程に介在する物質として，海洋の生産系を認識するうえできわめて重要な意味をもつことが知られている。したがって，海洋の汚染の本体である放射性核種の水中でのひろがりや異なった栄養段階への移行，沈降による水界からの消滅などの挙動一般について，懸濁物がかなりの程度関与しているであろうことは当然考えられる。Rice らの一連の研究をはじめ，培養した各種のプランクトンを使用して放射性核種の摂取を比較検討した例は多いが，水中の懸濁物といった観点からの考察はほとんどないといえよう。一方，漁業生物学的な分野においては，漁場の生産性を把握するうえでの指標としての懸濁物の研究が，古川らによって行なわれており，その実験室での研究面において，ラジオアイソトープをトレーサーとして用いることにより，従来きわめて困難であった部面での懸濁物の研究も可能になると考えられる。

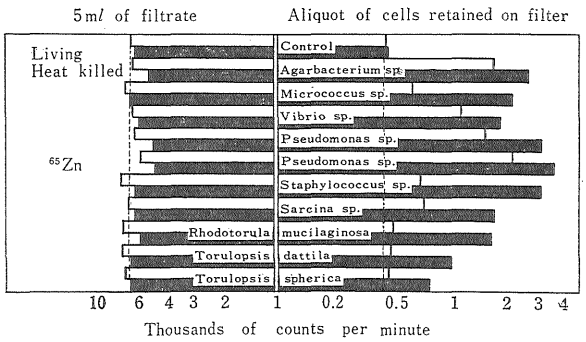
懸濁物というのは，動物・植物プランクトンはもとよりバクテリア，コロイドにおよぶ生物，無生物，あるいは有機，無機のいかんにかかわらず，およそ水中に浮遊，懸濁している一切の粒子を含んでおり，その内容はきわめて複雑である。それに加えてその多くは多様な生成，分解の過程にあり，これと真の溶液(true solution)および堆積物 (sediment) との間に明確な境界をもうけることも厳密には困難である。大きさについては，可視状の集合体から数100 mμ以下の粒子にいたるサイズの範囲が考えられる。古川らはこれらの懸濁物を100 μ前後で2分し，大型および小型懸濁物として検討を加えており，したがって，従来の net-plankton は前者に含まれることになる。いままでプランクトンといえば，例えば，放射能調査においても，もっぱら net-plankton について考えられてきたが，実はそれより小さい微細な懸濁物がいろいろの点で net-plankton よりも重要な意味をもつことが近年明らかにされている。Rice らは，核種の循環過程における植物プランクトンの役割の重要さを実証し，また強調している。しかし，Fox らは量的な存在割合でいうならば，現生微生物の占める割合は



第　1　図

水中のコロイド物質や粒状有機物として集めたもののせいぜい数パーセント以下にすぎないと述べているし，放射性核種の表面吸着を考える場合には，生物に無関係なセストン（abioseston）の役割を無視できないと考えられる。例えば，Zenkevich の示しているところによると，1 m², 1,000 m の水柱当りに存在する abiosestonは 10,000～40,000 m² の表面積をもつことになるのに対して，動物・植物プランクトンおよびバクテリアは，3者をあわせても表面積はその1％にも満たないという。

手始めに，懸濁物を abioseston と bioseston とに分け，そのうち bioseston として15種類の海洋微生物を材料とし以下のことを考慮に入れながら実験を行なった。1) 放射性核種がどの程度懸濁物に摂取されるか，2) 特に，ある核種を濃縮する微生物が見出された場合，その生物による放射性廃棄物の生物学的除染

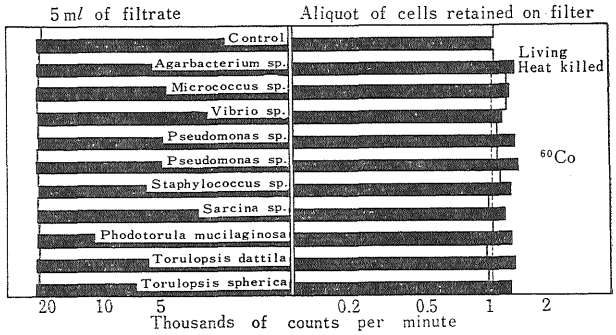


第 2 図

(biological decontamination) の可能性はないか，3) 魚・甲殻類の幼生，貝類など suspension-feeder の餌に関する実験をする場合に必要なラベルした懸濁物を調整する方法の検討，4) bacteria-free でない水産生物を用いて，ラジオアイソトープのトレーサー実験を行なった場合の放射能を基準としてのバクテリアの影響をしらべる。

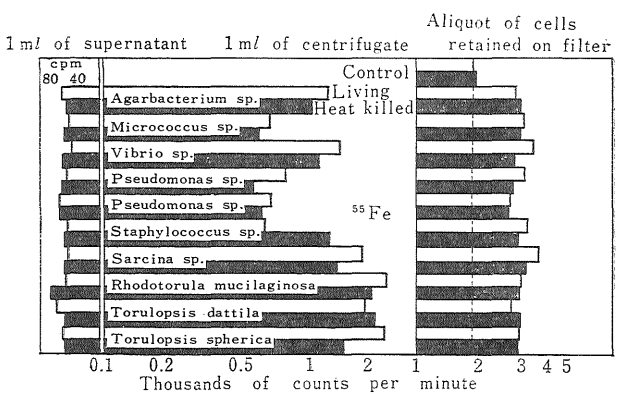
（2） 材料と方法

放射性海水を用いて細胞懸濁液を調整し，海水中の細胞を millipore filter で口過してフィルター上に保持された放射能をコントロールのそれと比較することにより，細胞による核種の gross uptake を判定するのが実験方法の基本である（^{55}Fe など海水中で粒子状となりやすい核種については，懸濁液を遠心分離してその supernatant と centrifugate との放射能を測定比較して摂取の目安とした）。



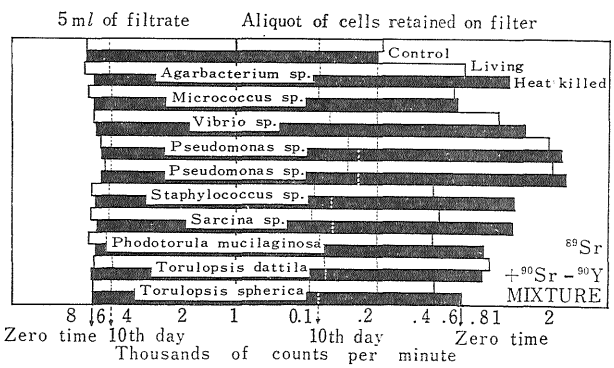
第 3 図

7株の海洋細菌は，ZoBell 2216 E にならって調整した寒天斜面培地で，3種の海洋酵母はポテトーグルコース寒天培地で同様にして室温で培養した。緑藻の *Dunaliella* sp. および *Nannochloris* sp., 紅藻のチノリモの培養および甲殻類に属する *Artemia salina* の孵化は Miquel 氏液を添加した天然海水を用いて行なった。硅藻の *Ditylom brightwellii* のみ TA type の人工海水を用いて培養した。実験にあたり，使用海水はすべて millipore filter (type HA, pore size 0.45 μ) で口過した。細菌，酵母については，濃厚な細胞の懸濁原液を光電比色計を用いて調整し，その一定量を放射性海水に加え，この試験濁懸液から経時的に一定量を口過し，口紙および口液の放射能を測定した。植物プランクトンでは，培養そのものにラジオアイ



第 4 図

ソトープの原液を添加して試験懸濁液とした。懸濁原液および培養を約95℃の熱湯中に数分間浸す加熱処理をほどこしたものを，生細胞に対して加熱死細胞として使用した。アルテミアの場合には，孵化後 *Dunaliella* sp. を与えて数日間経た体長0.5～0.7 mm の個体を用いて，加熱処理した群，生きているが絶食させた群および摂餌させた3群をもうけて，4時間中の放射性海水からの核種の濃縮を比較した。同じ海水にアルテミアの卵を一定量加え，5日後に孵化した幼生および孵化しなかった卵もすべてロ別してフィルターの放射能を測定することも試みた。β-counting した試料はすみやかに非放射性海水に再懸濁して，$\frac{1}{2}$時間後に生物体からの放射能の損失をしらべてみた。アルテミアのロ別には，ナイロン製のプランクトンネットXX 12（網目の大きさは約100 μ）を使用した。放射能の測定にあたっては，β-counting の場合にはフィルターのまま，γ-emitter については millipore filter は濃硫

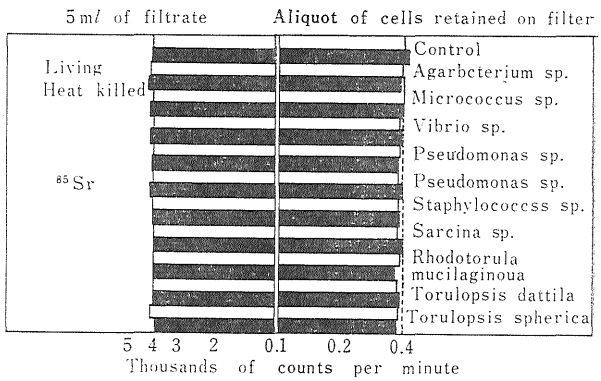


第 5 図

酸，ネットは濃蟻酸のおのおの1 ml で溶解して測定に供した。使用したラジオアイソトープの形態は，^{32}P 以外は ^{55}Fe, ^{60}Co, ^{65}Zn, ^{85}Sr, $^{89}Sr+^{90}Sr$-$^{90}Y_{mix}$, ^{106}Ru, ^{134}Cs などすべて塩化物であった。

（3） 結果および考察

コントロールのフィルターに保持された放射能と試験懸濁液をロ過した場合のそれとの差を gross uptake と規定すると，上記の方法で核種の摂取が判定できた。細菌，酵母では，生菌で ^{32}P の濃縮がみられ（第1図），^{65}Zn はむしろ死菌により多く濃縮されることがみとめられた（第2図）。^{60}Co も ^{65}Zn に近い挙動を示し（第3図），^{55}Fe, ^{90}Y は細胞の生死にかかわらずかなり摂取された（第4図，第5図）。^{85}Sr, ^{134}Cs はこの実験条件下では摂取はみとめられなかった（第6図，第7図）。



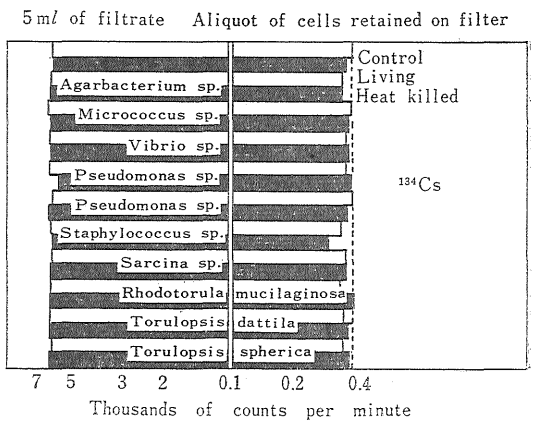
第 6 図

Dunaliella sp., *Nannochloris* sp., チノリモ, *Ditylum brightwellii* においても細菌などとほぼ同じ傾向がみられ，このほか ^{106}Ru, F. P. も濃縮されることがわかった。アルテミアは，核種の摂取について次のような4つの傾向がみられた（第8図）。1) ^{32}P のように，餌の植物プランクトンを通してすみやかに濃縮される核種，2) ^{65}Zn, ^{60}Co のように，むしろ死細胞に対してより高い親和性を示すもの，3) ^{55}Fe, ^{90}Y, ^{106}Ru, F. P. など水中で粒子状となって存在しやすい核種では，摂餌の有無にかかわらずかなり摂取された。4) ^{85}Sr, ^{134}Cs のようにほとんど摂取がみとめられないもの。

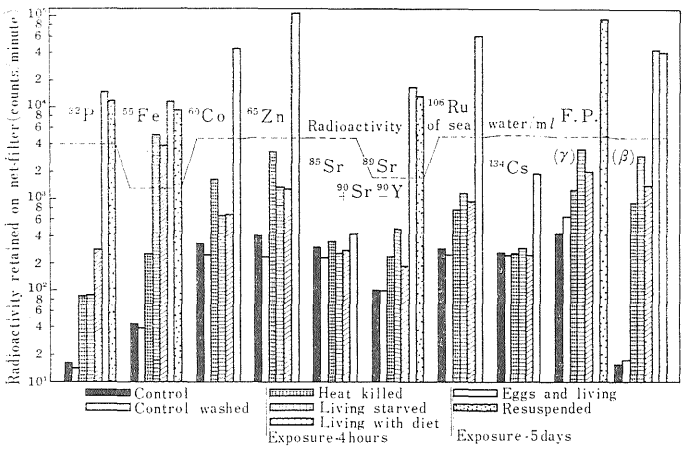
温度の影響，発育段階，培養条件，核種の濃度と摂取の諸関係については現在実験中である。

［研究発表］

1. Saiki, Masamichi and Takeshi Ume-



第 7 図



第 8 図

zu ; Formal discussion on "Accumulation of mixed fission products by marine organisms" by Dr. Rice *et al.* (III-12), *Second International Conference on Water Pollution Research*, Tokyo (1964)

2. 佐伯誠道，梅津武司，古川厚；放射性核種の水中懸濁物による濃縮（第1報），日本水産学会昭和39年度年会(1969年4月)

15. 牛乳中に含まれる放射性物質の除去に関する研究

環境衛生第5研究室
大桃洋一郎
佐伯誠道

牛乳中に含まれている放射性物質のうち，特に人体に対して危険であると考えられている ^{90}Sr および ^{137}Cs の除去法について検討した。著者らは，先に牛乳中の ^{90}Sr 除去法として，Ca型，K型樹脂連続処理法について報告した。この方法によれば，牛乳中の ^{90}Sr の50～70%を除去することができる。しかし，Ca型樹脂処理した時に，牛乳中のCa含量が一時的に増加し，牛乳の塩類平衡を乱すばかりでなく，^{137}Cs の除去率が低いことが認められた。これらの問題を解決する目的で，混合型樹脂処理法について検討した。今までに行なわれた実験の概要は次のとおりである。

1) 強酸型陽イオン交換樹脂に牛乳を通し，牛乳中の主な陽イオンであるK，Na，MgおよびCaについて，通す前と通した後の組成が同じになるまで流した。そしてその時の樹脂内組成について分析を行なった。

2) 1) の分析結果にもとづき，K, Na, Mg および Ca 混合型樹脂をつくった。

3) この混合型樹脂に，^{85}Sr および ^{134}Cs 添加乳を通し，流速の除去率に及ぼす影響ならびに樹脂の処理能力について検討を行なった。

4) イオン交換処理後の牛乳について，脂肪，蛋白，乳糖，水分，乳固形分，灰分，Caおよび P 含量の測定，さらにアルコールテスト，加熱凝固時間およびレンネット凝固時間などの測定を行なった。

以上の実験から，混合型イオン交換樹脂処理によって，牛乳の性質はほとんど変化しないこと，^{85}Sr ならびに ^{134}Cs の除去率は，それぞれ60%および90%であることが明らかにされた。現在，Sr の除去率をさらに高めることならびに ^{131}I の除去法について検討中である。

16. 牛乳中の ^{131}I の定量法

環境衛生第5研究室
大桃洋一郎
山口治子
佐伯誠道

牛乳中の ^{131}I の定量法には，γ線測定と ^{131}I をβ分離してβ線測定する方法とがある。γ線測定は，^{131}I 以外の短寿命γ放射性核種が混在する場合は解析が非常に困難である。一方，^{131}I の分離法については，すでにいくつかの報告 (H. Bergh; *Second United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy*, 18, 508, 1958 : G. K. Murthy & J. E. Campbell; *J. Dairy Sci.*, 43(8), 1042, 1960) があるが，必ずしも満足し得るものではない。この研究は，牛乳中の ^{131}I の分離定量に関する改良法を見出すことを目的として行なわれたものである。

(1) 実験および結果

1) 牛乳中の全 ^{131}I の定量法としての灰化法ならびに Bergh の方法について

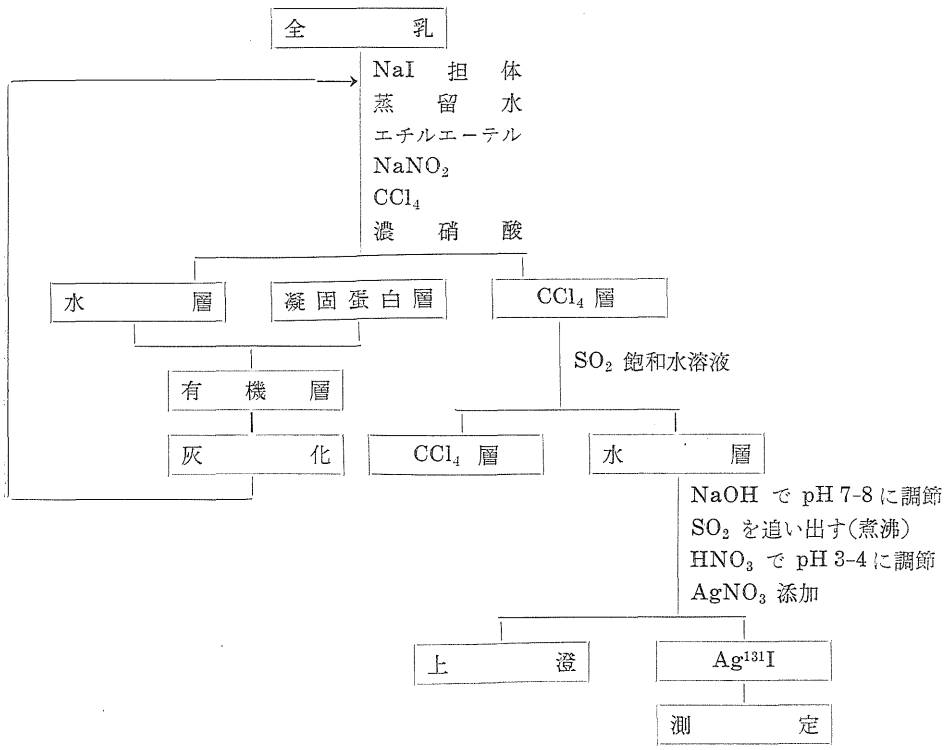
a) 灰化法に関する検討：牛乳中の全 ^{131}I の定量を行なうには，前処理として牛乳を灰化する必要がある。高温，長時間の灰化は ^{131}I の損失を増大させる。しかし，牛乳に NaOH を加えて灰化すると，^{131}I の損失をある程度おさえることができるが，NaOH の添加量

がふえると，灰化に要する時間が長くなり，また高温で灰化する必要が生じてくる。第1表に示すように，この実験の範囲内では，牛乳に対する NaOH (1*N*)の比を19:1にした場合の成績が最もすぐれていた。

b) Bergh の方法に関する検討: Bergh の方法の大要は第1図に示すとおりである。本法は全乳を試料として用い，乳清中に存在する無機態 ^{131}I と，蛋白および脂肪部の有機態 ^{131}I を別々に分離定量する方法である。本法によれば，操作の過程において，無機態の ^{131}I は亜硝酸によって酸化されて，カゼインや脂肪と結合する(第2図および第3図を参照)。特に，CCl_4 に抽出された ^{131}I は，同時に CCl_4 区分に抽出された脂肪と結合し，本法では，この区分は無機態ヨウ素としても有機態ヨウ素としても定量されないので，収率を低下させる大きな原因となる。故に前処理として遠心分離およびトリクロル酢酸を添加することによって，脂肪ならびに蛋白を分離し，無機態ヨウ素と有機態ヨウ素とを別々に分離定量した方が，収率を高めることができる。

第1表　灰化における牛乳中に含まれる ^{131}I の損失

牛乳 (m*l*)	NaOH (m*l*)	$Na^{131}I$ (mμc)	NaI (mg)	灰化時間 (時間)	^{131}I 損失率 (%)
100	0	10	20	3	35～40
95	5(1*N*)	10	20	3	12～15
90	10(1*N*)	10	20	7	40～45
90	10(2*N*)	10	20	＞9	—



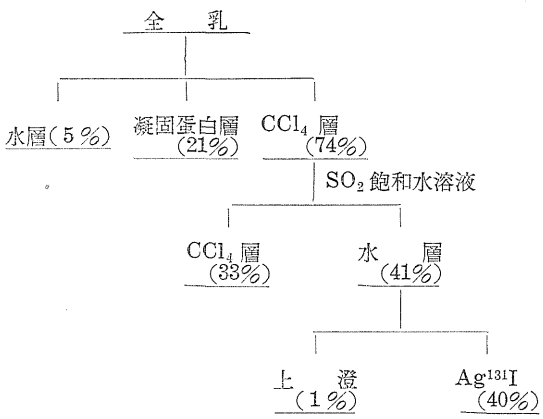
第1図　牛乳中の ^{131}I 定量法 (Bergh による)

第2表　^{131}I のオレイン酸およびパルミチン酸への移行

試料 / 層		オレイン酸を含む脱脂乳	パルミチン酸を含む脱脂乳
水層		0%	1%
凝固蛋白層		21%	26%
CCl_4 層		79%	73%
SO_2 飽和水溶液処理後	CCl_4 層	59%	10%
	水層	20%	63%

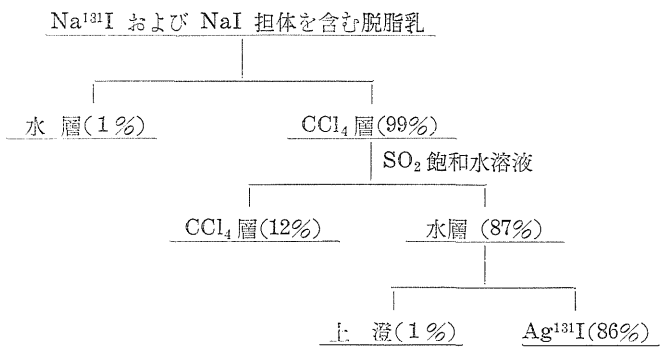
2) 牛乳中の無機態 ^{131}I の定量法について

Honour (A. J. Honour, N. B. Myant & E. N. Roulands; *Clin. Sci.*, 2, 447, 1952) および Glascock

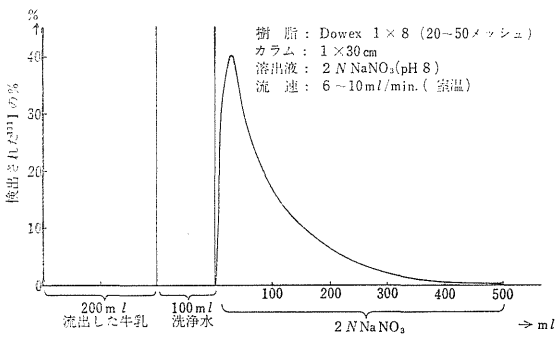


第2図　Bergh の方法による分析操作過程における ^{131}I の収率
注：(　)内の数字は収率を示す

(R. F. Glascock; *J. Dairy Res.*, 21, 318, 1954)は，人乳および牛乳中のヨウ素の約90%が，無機態ヨウ素として，乳清中に存在することを報告している。この仮説を認めるならば，無機態の ^{131}I のみを測定することによって，牛乳中の ^{131}I の濃度を10%程度の誤差で定量し得ることになる。ここに牛乳中の無機態 ^{131}I の定量法の検討を行なう意義がある。



第3図　CCl_4 抽出法による脱脂乳中の ^{131}I 定量
注：(　)内の数字は収率



第　4　図

a）CCl_4 抽出法による無機態 ^{131}I の定量法に関する検討：試料として全乳を用いた場合には，無機態の ^{131}I は，分離操作の過程において有機態の ^{131}I に変化することが明らかにされたので，前処理として，脱脂，除蛋白を行なった。これを試料として，CCl_4 抽出法によって ^{131}I の定量を行なったところ，第3図に示すとおり，常に85%以上の収率で定量し得ることが明らかにされた。

b）イオン交換法と CCl_4 抽出法との併用法：CCl_4 抽出法は，大量の牛乳を処理するには不適当である。この問題を解決する目的で，イオン交換法との併用法について検討した。内径1cm，高さ30cmのカラムに，Dowex 1 X 8 (20~50 メッシュ) NO_3 型の樹脂5 ml をつめ，これに $Na^{131}I$ 1 μc および I 10 mg(NaI として)を含む全乳200 ml を流した。蒸溜水100 ml で樹脂を十分洗滌したのち，2N $NaNO_3$ 溶液(pH 8~9) 500 ml を通し，樹脂に吸着されたヨウ素を溶出した。溶出液は50 ml ごとに分取し，その一定量を採取してウェル型γシンチレーションカウンターで ^{131}I の定量を行なった。得られた溶出曲線を第4図に示す。第4図から明らかであるように，添加された無機態の ^{131}I は，NO_3^- 型樹脂に完全に吸着され，2N $NaNO_3$ 溶液500 ml で，ほぼ100%溶出された。この溶出液を試料として，CCl_4 抽出法によってヨウ素の分離を行なったところ，98%の ^{131}I が $Ag^{131}I$ として回収された。

〔研究発表〕

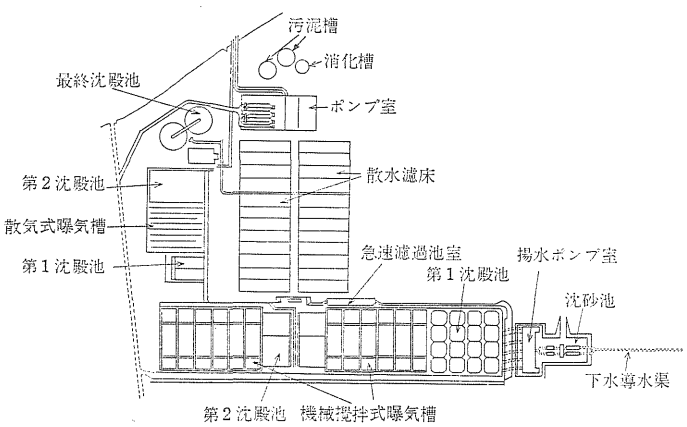
1. 大桃洋一郎，佐伯誠道；牛乳中に含まれる ^{131}I の定量に関する研究(I)，日本放射線影響学会第5回研究発表会(1963年7月)
2. 大桃洋一郎，佐伯誠道；牛乳中に含まれる ^{131}I の定量法に関する研究，第1回理工学における同位元素研究発表会(1964年4月)

17. 下水道における放射能の研究(第2報)

環境衛生第5研究室
佐伯誠道
小柳卓
近藤喜久子

(1) 緒　言

本研究は37年度に引続き,放射性降下物あるいは放射性廃棄物の下水道における動向を観測することによって生活環境の放射能汚染をモニタリングする一助としようという試みのもとに行なわれた。すなわち,下水中の放射性核種の量とその汚染源との関連を追求するとともにそれら核種の下水処理施設内での挙動を究明することにより,処理場に到るまでの経路を辿って一般環境の汚染度をある程度評価できるとすれば,環境の最終段階としての下水処理場は1つの濃縮された放射能観測点としての利点を備えていると考えられる。37年度第1報に報告したとおり,下水施設の整った都市区域では,降雨とともに環境にもたらされた ^{95}Zr–^{95}Nb, ^{106}Ru–^{106}Rh 等の中半減期放射性核種は短時間内に処理場への流入下水中で観測され,また,下水処理過程で活性汚泥によく吸着されるので,汚泥のγ線スペクトルを測定することによりそれら核種の定量が容易に行なえることがわかった。つまり,これらの核種については下水処理場は環境の放射能汚染をよく反映しているといえるが,このような環境汚染と下水との関連をさらに検討するとともに,下水処理過程での活性汚泥による放射能除去機構を解明することをも目的とし,38年度は特に ^{90}Sr と ^{137}Cs を主として取上げ長期観測を行なった。一方,実験室においては処理場で採取した活性汚泥を用い両核種をトレーサーとした吸着実験を行なった。



第1図　三河島下水処理場平面略図

(2) 試料の採取および分析

37年度に引続き観測地点とした東京都三河島下水処理場では,第1図に略示したような機構で,活性汚泥法により1日約25万トンの下水を浄化し,処理水は一部工業用水としても用いられている。放射能観測用の試料としては,処理前の流入生下水,曝気槽中の下水および活性汚泥,さらに処理後の濾過水をそれぞれ毎月1回採取した。

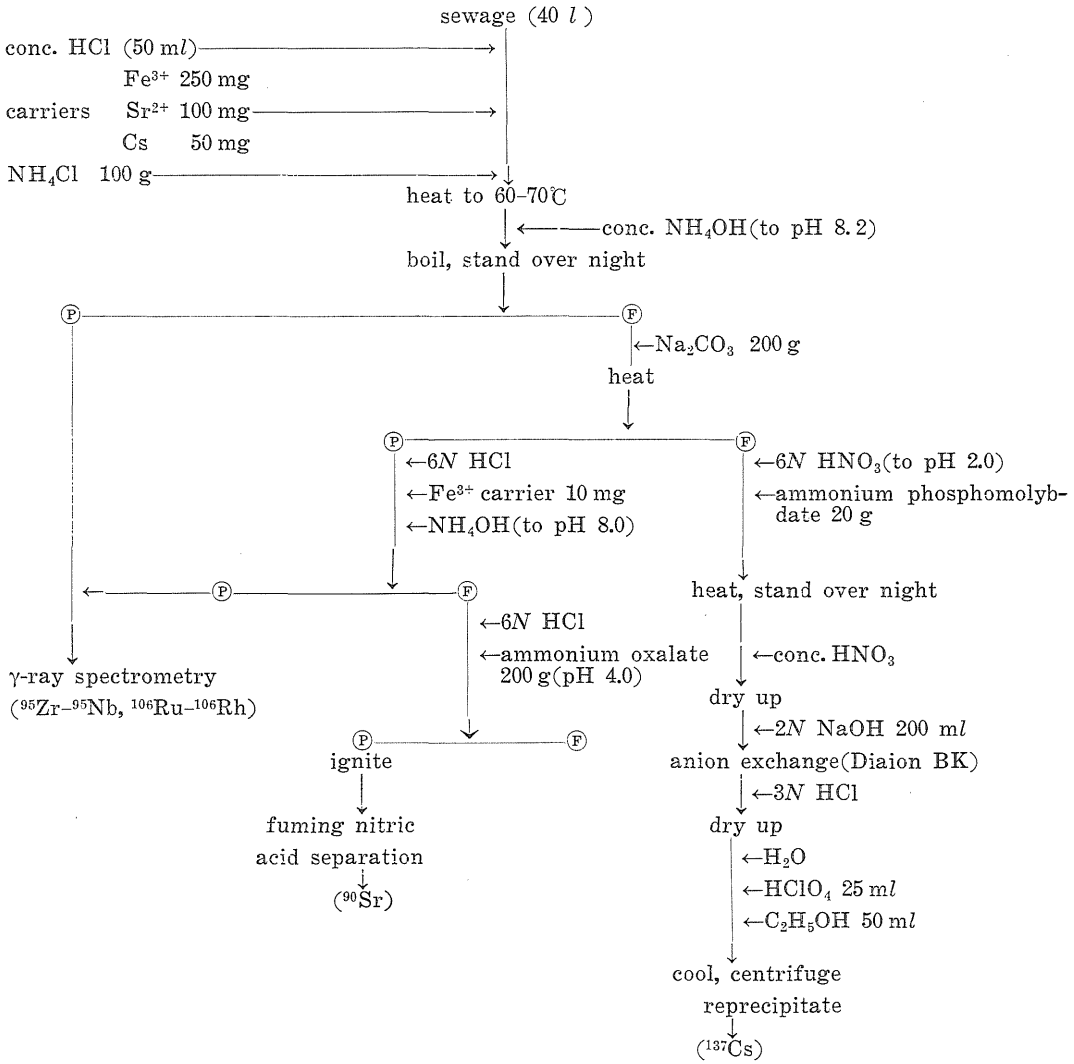
下水の分析法の概略は第2図に示した。水酸化鉄共沈法で ^{95}Zr–^{95}Nb, ^{106}Ru–^{106}Rh 等を分離した濾液より,^{90}Sr は発煙硝酸法によって ^{137}Cs は燐モリブデン酸アンモニウム共沈法およびイオン交換法によってそれぞれ分離し,ともに低バックグラウンド・カウンターを用いて放射能を測定した。一方,活性汚泥は連続式遠心分離機を用いて下水より取り分け,第3図に示した方法によって分析した。

(3) 結果および考察

1) フォールアウトと下水との関連

^{90}Sr, ^{137}Cs の濃度変化および両者の比を生下水,濾過水,汚泥上澄(遠心分離上澄),活性汚泥それぞれについて第1表に示した。38年6月より39年1月までの月間降雨量の記録を用い,また雨水の流亡率を都市住宅地域でほぼ50%と仮定して,下水中で雨水量の占める割合を算出すると10乃至100%となり,平均60%という値が得られる。雨水の下水道への流入率はその時の降雨量,降雨時間はもちろん,前後の気象条件によっても左右され,したがって,雨水が下水中で占める割合も晴天時の0%から多雨時の数十%までの中でかなり変動すると思われる。一方,東京都における38年6月より10月までの ^{90}Sr および ^{137}Cs の降下量から処理区域全体への降下量を算出し,下水中の濃度から計算した流入量と比較すると,^{90}Sr の流入率は降下量の9%乃至23%,平均13.5%,^{137}Cs の場合は2%乃至7%,平均して37%の流入率となる。

すなわち,処理場に流入する ^{90}Sr, ^{137}Cs のすべてが降雨に由来すると仮定しても,Sr で20%以下,Cs では10%以下の寄与ということになり,水量としての寄与が0から10%にわたる変動



第　2　図

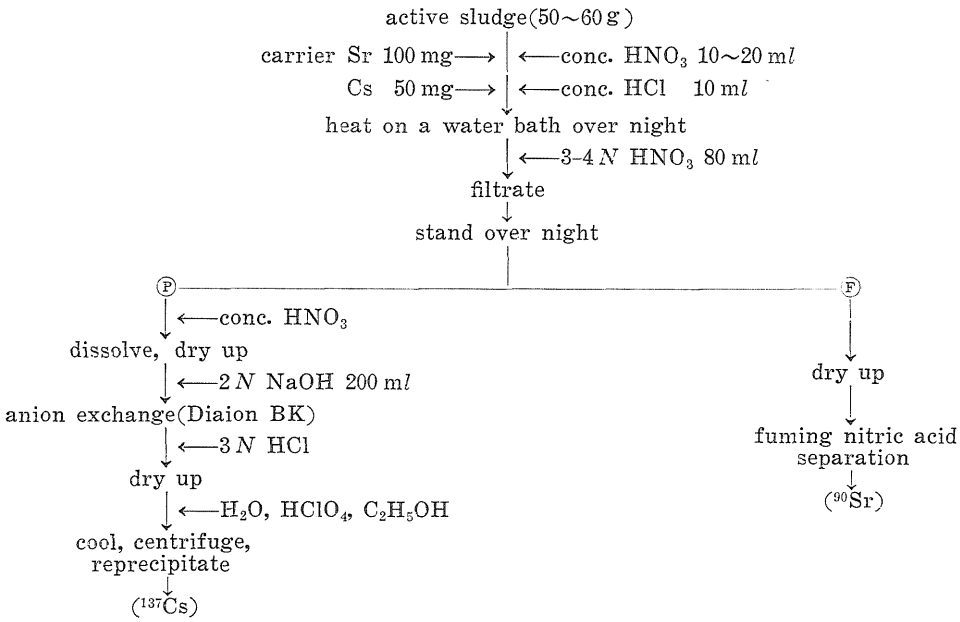
を示すとしても，なお僅かな値であることがわかる。また，Sr と Cs の間にみられる差は流亡率の違いによるものと考えられる。

2) 水道水との関連

三河島幹線の人口約100万人に対する推定給水量は1日16万トン位であるが，これがほとんど下水道に入ると仮定すると，下水受水量1日25万トンのうち，62.8％を占めることになる。東京都の水道水中の ^{90}Sr 濃度は38年6月には 0.82 pc/l，7月には 0.32 pc/l であるが，処理区域への供給水量と下水中の観測値より算出した月間流入量とから計算すると，下水中の ^{90}Sr のうち，20.8％および54.2％を水道水中の ^{90}Sr が占める割合になる。

同じく，38年6月および7月の水道水中の ^{137}Cs 濃度はそれぞれ 0.16 pc/l，0.09 pc/l であり，下水中の ^{137}Cs に対して水道水中の ^{137}Cs の寄与は11.6％，23.2％となっている。すなわち，水道水がそのまま下水道に入ると考えると，量的には60％の寄与を示すことになるが，実際には下水道に到るまでに複雑な流下経路を辿るうえに，一方では水道水以外の種と汚染源からも流入が考えられるわけであるから，放射能の面では水道水は10％から50％位の間で寄与しているとみるのが妥当なところであろうと考えられる。

このように，下水量に対する寄与としては雨水も時により水道水と同程度の量的寄与をすることがわかるが，



第　3　図

第1表　Concentration of ^{137}Cs and ^{90}Sr in sewage

raw sewage

	^{137}Cs(pc/l)	^{90}Sr(pc/l)	$^{137}Cs/^{90}Sr$
Jun. '63	0.56±0.03	1.45±0.08	0.39
Jul.	0.25±0.02	0.85±0.04	0.29
Aug.	0.28±0.02	1.31±0.03	0.21
Sep.	0.31±0.02	1.49±0.10	0.21
Oct.	0.90±0.04	1.10±0.04	0.82
Nov.	0.32±0.02	0.50±0.02	0.64
Dec.	0.13±0.01	0.51±0.02	0.25
Jan. '64	0.89±0.06	0.50±0.02	1.78

filtered effuluent

	^{137}Cs(pc/l)	^{90}Sr(pc/l)	$^{137}Cs/^{90}Sr$
Jun. '63	0.37±0.02	1.23±0.04	0.30
Jul.		0.81±0.03	
Aug.	0.21±0.02	1.30±0.03	0.16
Sep.	0.31±0.02	1.10±0.04	0.28
Oct.	0.69±0.03	1.21±0.07	0.57
Nov.	0.43±0.02	0.47±0.02	0.91
Dec.	0.51±0.03	0.42±0.04	1.21
Jan. '64	0.50±0.03	0.56±0.03	0.89

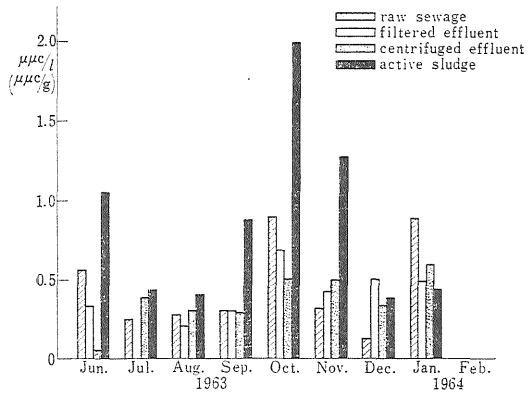
centrifuged effuluent

	^{137}Cs(pc/l)	^{90}Sr(pc/l)	$^{137}Cs/^{90}Sr$
Jun. '63	0.06±0.01	0.16±0.02	0.38
Jul.	0.39±0.04	0.68±0.04	0.57
Aug.	0.31±0.02	0.89±0.08	0.35
Sep.	0.30±0.02	1.01±0.05	0.30
Oct.	0.51±0.02	1.09±0.04	0.47
Nov.	0.50±0.02	0.42±0.04	1.19
Dec.	0.32±0.07	0.37±0.02	0.87
Jan. '64	0.60±0.04	0.54±0.02	1.11

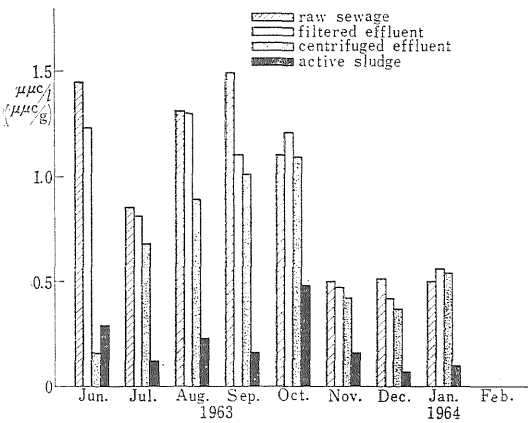
active sludge

	^{137}Cs(pc/l)	^{90}Sr(pc/l)	$^{137}Cs/^{90}Sr$
Jun. '63	1.05±0.05	0.29±0.03	3.62
Jul.	0.44±0.02	0.12±0.01	3.67
Aug.	0.41±0.02	0.23±0.01	1.78
Sep.	0.88±0.04	0.16±0.01	5.50
Oct.	2.00±0.04	0.48±0.02	4.17
Nov.	1.28±0.04	0.16±0.01	8.00
Dec.	0.39±0.02	0.07±0.01	5.56
Jan. '64	0.45±0.03	0.10±0.01	4.50

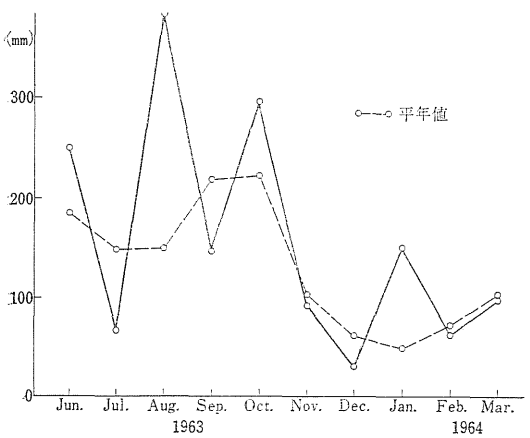
水道水が一応恒常的な流入率をもつのに反し，雨水の場合はその下水への流入が0から数十％まで大きな変動性をもっていることから，放射能の寄与という点に関しては，両者はかなり違った関連性を示すであろうことが予想される。つまり，水道水はほとんど定常的に下水量の60％程度を占め，かつその中に ^{90}Sr，^{137}Cs が，ある程度以上の濃度をもって常に含まれているとすれば，それに比べてかなり高濃度の放射能が雨水とともに流入するか，あるいは相当量の降雨がない限りその放射能の下水への流



第4図　Concentration of ^{137}Cs in sewage



第5図　Concentration of ^{90}Sr in sewage



第6図　Rainfall during 1963—1～1964—3

入を明確に捉えることは困難であろうと思われる。

第4図および第5図は ^{90}Sr, ^{137}Cs の濃度と生下水，濾過水，汚泥上澄および汚泥についてそれぞれ棒グラフで示したものである。汚泥については，湿潤重量当りの放射能で示してあるが，曝気槽中には通常30乃至50gの汚泥が存在するので，曝気槽中の下水は等容積中に生下水の数倍から数十倍の放射能を含むことになり，汚泥を集める沈殿槽ではさらに濃縮されている結果になる。

一方，この観測期間の降雨状態は第6図に示したとおりであり，点線で示した平年値に比べて実線の示すとおり6月，8月および10月は特に高い値を示している。これを第4図，第5図と比較検討すると，前述の計算によったごとく，放射能降下量が降雨量にほぼ比例するとすれば，降下量のたとえ数％乃至20％程度の流入であっても，降雨量が充分にあったためその影響が下水中濃度に反映されているとみることができよう。^{137}Cs の場合は特に活性汚泥中での濃度が高く，また，降下量との対応が ^{90}Sr に比べ多少遅れているように思われる。この点に関しては，実験室でトレーサー実験を行なったがその結果は別に報告したい。

（4）結　　論

1）38年6月より39年1月までの観測結果では，東京都三河島下水処理場への流入生下水中の ^{90}Sr および ^{137}Cs の濃度はそれぞれ 0.96 pc/l, 0.46 pc/l であった。

2）フォールアウトに由来する ^{90}Sr, ^{137}Cs はその下水処理場への流入を ^{95}Zr-^{95}Nb や ^{106}Ru-^{106}Rh の場合のように短時間内での相関で捉えることはできない。

3）東京都の水道水は既に ^{90}Sr および ^{137}Cs をある程度含んでおり，下水の示す放射能のバックグラウンドとなっていることがわかる。

4）活性汚泥による ^{90}Sr, ^{137}Cs の吸着は各種条件によって左右されるため，ある場合には予期した除染効果が得られず処理水にも相当量が残存している。このことは，処理水の再利用が行なわれている現状からみて，放射性アイソトープの下水への放出量が増加したような場合には重要視すべき問題を含んでいると考える。

Ⅺ. 臨 床 研 究 部

概　　況

臨床研究部は4研究室によって構成されている。第1研究室および第2研究室は放射線障害の臨床的研究，第3研究室はRIによる諸種疾患の診断，代謝異常の究明，第4研究室は放射線，特に高エネルギー放射線による悪性腫瘍の治療に関しての調査研究を目的としている。

38年度に施行した研究業務を各研究室ごとにわけて，その概略を述べると，まず，第1研究室ではビキニ被災者の一部を放医研病院に入院せしめ，臨床的ならびに病理学的，さらに保健物理学的に精密な検索を行なった。元第5福竜丸の乗組員が1954年3月，中部太平洋で放射性降下物に被曝して以来，逐年的にその経過を観察しているが，39年は丁度10年目に相当するので，患者の臨床的検査はもちろん，白血球染色体異常の有無，ヒューマン・カウンターによる体内放射能測定，尿中^{90}Sr，^{137}Csの測定等を行なった。また，米国AEC調査団長Dr. Conardが来日し，熊取室長とともにビキニ被災者の調査に参加する一方，熊取室長は同調査団とともにマーシャル群島，ロンゲラップ島に赴き，その調査状況を視察した。その他，第1研究室では，トロトラスト投与患者について白血球染色体の変化を検索し，興味ある所見を発表している。

第2研究室は，主として放射線の血球酵素系に及ぼす影響についての研究を行なった。すなわち，悪性腫瘍の患者を^{60}Coの外部照射で治療した場合，あるいはこれに小線源による局所療法を併用した際の赤血球酵素活性の変化を追究した。各酵素系の中では，コリンエステラーゼ活性が低下することを認めた。

第3研究室では，RIによる腸管からの蛋白漏出の問題，子宮頸部癌に対するRI-レノグラムの診断的価値に関する研究，甲状腺ホルモンと血清蛋白の結合の研究，RI-標識ステロイド・ホルモンによるcortisol, corticosteroneの測定法，^{75}Se-methionineによる膵腫瘍の診断，ヒューマン・カウンターによる全身カリウム量の測定等各方面にわたる研究を行ない，その成果を学会で発表した。

第4研究室では，平板電離槽による容積線量の測定を^{60}Co治療患者で実施，また，wedge filterによる線量分布の均等化の試み，等線量自記装置による線量分布の精確な測定法等の研究を行なった。その他，collagenにRIを結合せしめたRI縫合糸を開発，今後悪性腫瘍の手術時に縫合糸として使用し，その再発防止に資するものと期待されている。

上記の研究業績以外に，臨床研究部長，臨床第1研究室はプロジェクト研究“緊急時対策に関する研究”の一部を担当し，それぞれ興味ある知見を得ているが，これは別項(Ⅱ. プロジェクト研究，6頁)で述べることにする。

（臨床研究部長　田中　茂）

1. 被曝10年後におけるビキニ被災者の臨床的観察—予報

臨床第1研究室
熊取敏之
石原隆昭
上田俊男
佐藤満洲子

1954年3月1日，中部太平洋において，核爆発によって生じた放射性降下物に被曝した元第5福竜丸乗組員について行なった，被曝後10年の検査成績について述べる。検査はなお続行中で，ここには昭和39年1月より3月までに得られた結果の一部分について記載する。

これら被曝者の被曝は，1)γ線による外部全身被曝，2)体内に摂取された放射性物質による内部被曝，3)主としてβ線による皮膚被曝に分けられ，その被曝様式は従来経験されなかった新しいもので，その医学的観察を行なうことは，被曝者の健康管理を知るのに必要であると同時に，人体に対する放射線の影響についての知識を得るのにも重要である。外部被曝線量は，14日間に総量

200～600 r と推定され，各人の船内での行動や寝室によって，その被曝線量は異なっており，被曝線量の多少と医学的諸症状の重軽は比例していた。内部被曝線量を推定することは困難であるが，放射性物質の体内摂取は，被曝後数週間の尿中放射能測定，体外からの甲状腺放射能測定，剖検材料の放射性物質の存在によって証明されている。また，皮膚障害は，主として皮膚の露出部に付着した放射性物質のβ線によって生じたものである。

検査結果

昭和39年1月より3月の間に12名の検査を行なった。このうち，8名は放医研に入院した。

貧血は認められず，白血球数は4,100から9,800の間にあった。1名に好酸球増多を認めたが，この例に寄生虫卵は認められていない。骨髄細胞数も1例は低値を示したが，他はいずれも正常値であった。細胞学的観察を目下行なっている。出血および凝固時間も正常である。血清鉄量は，1例40 γ/dl と低値を示した。好中球アルカリ・フォスファターゼ活性はいずれも正常範囲内にあった。血清電気泳動では正常像を得た。

その他，肝機能検査も正常とみなされる。

腹部放射線火傷の痕跡の認められる者には，皮膚試験切除を行なった。いずれも皮膚色素脱失があるが，炎症や悪性腫瘍を疑わせる所見は全く認められなかった。

眼科的にも放射線被曝と関係づけられるような変化は見出せなかった。

Whole body counter による体内放射能測定を行なったが，得た γ-spectra では正常人との差は見出せなかった。

尿中の ^{90}Sr および ^{137}Cs の測定も目下続行中である。

1例に Wilson 型脚ブロックを見出した。

また，末梢白血球培養による白血球染色体の研究を行なっているが，結論を述べるまでにいたっていない。

総　　括

現在までに得た検査結果では，明らかに被曝と直接結びつけられるような変化は見出されていない。しかし，血液所見その他からみて，今後も逐年的に検査を行なっていくことが必要と考えられる。これらの結果を総合すると，人体に対する放射線影響の研究に大いに寄与することとなろう。

2. 電離放射線による白血球染色体の変化に関する研究

臨床第1研究室
熊取敏之
石原隆昭
上田俊男
佐藤満洲子

電離放射線の人体に対する影響を評価する指標を得，また，被曝後の白血病誘発機構の解明に資するために，本研究室では，従来から種々の被曝者について白血球培養法による染色体の観察を行なってきた。38年度は，トロトラストを注射された者およびビキニの被災者についてこの観察を行なったが，後者については，染色体解析を行なっている途中であるので，現在までに一通りの染色体解析を行なった前者について述べる。

（1） 研究方法

25～30年前に血管撮影のためにトロトラストを注入された者（以下「ト例」と略す）11例について，末梢白血球を Moorhead らの方法を多少変えた方法で培養し，その後，染色体を観察した。対照例として，35～53才の男子3名について同様の観察を行なった。

（2） 研究成績

1) Diploid cell の total scored cells に対する率は，正常および「ト例」ともに95％で，両者の差はほとんどみられなかった。なお，scored cell の数は，各例について200行なった（一部は100または500）。

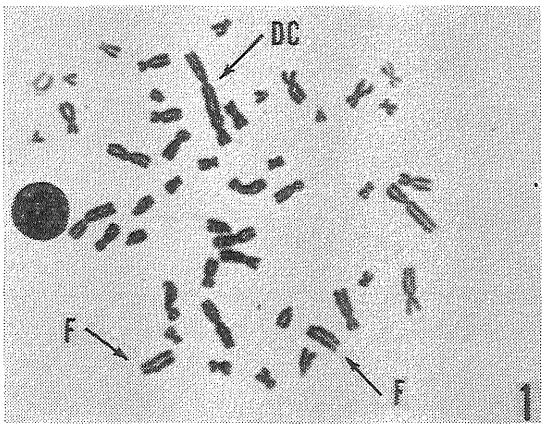
2) 正常人には5％前後の染色体異常がみられる。これらの異常は chromatid gap or break, isochromatid gap or break で，dicentric, ring 等はみられなかった。

これに対し「ト例」では，染色体異常の率が全般に正常人に比してやや高い傾向がみられるが，最も特徴的なことは，dicentric, ring chromosome その他の出現である（第1図，第2図）。

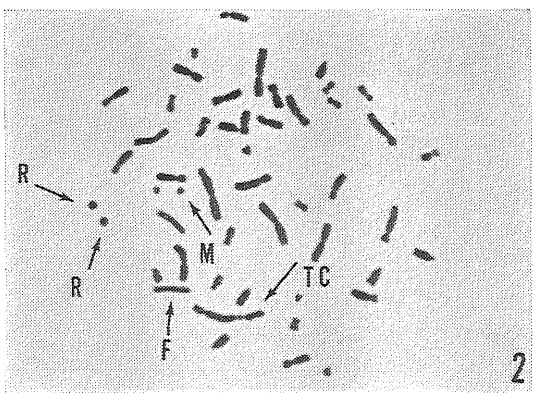
3) 全例について，whole body counter による体内放射能測定を行ない，トロトラストの全身負荷量の計算も行ないつつある。Whole body counter あるいは肝脾部X線単純撮影によって，トロトラストの体内残留を証明し得なかった2例では，染色体異常は量的にも質的にも正常人と差が認められなかった。これは興味ある点である。

（3） 総　　括

放射線の人体に対する影響を適確に把握する1つの方法として，われわれは種々の被曝者の染色体変化を観察している。「ト例」にみられた dicentric, ring chromo-



第 1 図
DC: dicentric, F: fragments



第 2 図
TC: tricentric, R: rings, F: fragments,
M: minute

some 等は，おそらく体内，殊に肝脾に貯留しているトロトラストから照射をうけた細胞にみられたものと思われる。今後，さらに詳細な分析を行ないたい。

また，白血病と被曝との関係を染色体レベルで結びつけることは，現在までにわれわれの得た知見からは困難である。しかし，その解明の1手段として現在，白血病細胞の stationary long term culture を行ないつつあり，これによって得た細胞の染色体観察を行なう予定である。

本研究の一部は文部省班研究の費用によった。

3. 放射線の赤血球代謝に及ぼす影響

臨床第2研究室
三 輪 史 朗
入 沢 和 世
鎌 形 富 世

(1) 研究目的および方法

今回は予備実験として，赤血球の ATP，還元グルタチオン(GSH)および酵素のうち，cholinesterase, pyruvate kinase, glucose-6-phosphate dehydrogenase をえらび，悪性腫瘍患者で放射線深部治療を行なうもの3例(子宮癌2，直腸癌術後肝転移1)につき，照射開始後経時的にこれらの値の変動を追求した。深部治療は ^{60}Co 線源 2,000 curie により，子宮癌患者では，病巣線量1回 2,000 r，肝転移例では，肝照射で1回 100～170 r，週(4)～5～6回であり，なお，子宮癌患者では，小線源(^{60}Co tube)の局所挿入による照射数回を併用している。

(2) 成　　績

赤血球 ATP レベル，GSH 値，pyruvate kinase, glucose-6-phosphate dehydrogenase 活性値は少数例でバラツキがあるが，特に，一定の変動はないようである。赤血球 cholinesterase 活性値は照射開始後に低下し(子宮癌患者では小線源による照射開始1～2日後，肝転移例では ^{60}Co teletherapy 開始後8日目に最低値をとる)，のち徐々に回復する傾向があるように思われる。なお，網赤血球数は経過中著しい変動は示さなかった。

(3) 考　　察

少数例の観察にすぎないので，この成績から結論を導くことは危険である。

1回全身照射の際の赤血球 cholinesterase の変動については，マウスで行なわれており(I. G. Sabine ; *Amer. J. Physiol.*, 187, 275, 1956) 300 r 1回照射3～5日後には活性が上昇し，7日後には照射前値より低下する。この関係は，25 r 1回照射マウスでも推計学的に有意であるという。いずれにしても，赤血球 cholinesterase 活性の *in vivo* での放射線照射後の変動は，今後追究してみる価値があると思う。

なお，この研究の一部は文部省班研究の費用によった。

[研究発表]

三輪史朗；放射線の赤血球代謝に及ぼす影響，文部省班研究「造血機能に及ぼす放射線障害の基礎的ならびに臨床的研究」(1963年12月)

4. Glucose-6-phosphate dehydrogenase (G-6-PD) 欠乏症に関する研究

臨床第2研究室
三輪史朗
入沢和世
寺村公*

* 虎の門病院臨床検査科

(1) 日本人での発生頻度について

G-6-PD 欠乏症は黒人，地中海沿岸住民ではかなり頻度が高い疾患であるが，本邦での発生頻度は詳細には知られていない。今回は，金井らによる半定量的方法により，男子130例，女子149例，Beutler による spot test により，男子337例，女子294例，計910例について，無選択的に検索を行なったが，1例も見出すことができなかった(もっとも，既に G-6-PD 欠乏症の知られている1例では，spot test でも検出された)。したがって，日本人での本症の発生頻度はかなり低いものと考えられる。

(2) G-6-PD 欠乏症赤血球溶血液の正常人赤血球 stroma による活性化について

Rimon ら (*Biochem. Biophys. Res. Comm.*, 2, 138, 1960) は，正常赤血球 stroma 中には本症患者赤血球の G-6-PD を活性化する因子があり，この活性化因子は本症患者赤血球の stroma には欠如している。したがって，本症の本態は G-6-PD 欠乏によるものではなく，G-6-PD 活性化因子の欠損によるものであろうという。

われわれもこの点に興味をもって，本症例1例につき追試し，ほぼ同様の結果を得た。すなわち，患者溶血液を患者赤血球 stroma と incubate するときはほとんど活性がみられないが，患者溶血液を正常赤血球 stroma と incubate すると，正常人溶血液の活性の約半分程度まで活性の増加がみられる。

5. Pyruvate kinase 欠乏による遺伝性非球状赤血球性溶血性貧血の2例

臨床第2研究室
三輪史朗
入沢和世
鎌形富世
小宮正文*

* 東大上田内科

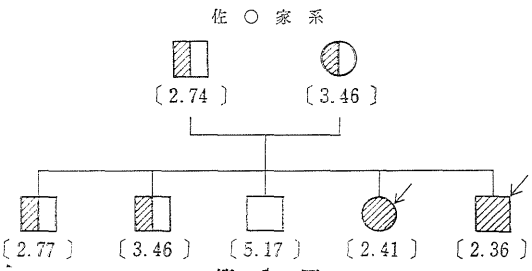
Pyruvate kinase deficiency hereditary nonspherocytic hemolytic anemia は，1962年 Valentine, Tanaka & Miwa (*Blood*, 19, 267, 1962) が7例を報告して以来，現在までに20例の報告例がみられるにすぎない。

著者らは，本邦で最初の例と思われる本症の1家系2例を見出したので報告する。

症例は27才男子および30才女子の姉弟で，それぞれ血色素量 11.2, 12.0 g/dl，網赤血球数 4.8, 6.4 %の貧血があり spherocyte を欠く。Autohemolysis test では溶血亢進をみ，glucose 添加でやや改善をみ，ATP 添加ではさらに改善をみる。異常血色素は検出されない。赤血球の pyruvate kinase 活性はそれぞれ 2.36, 2.41 u/10^{10}cells(正常平均値±S.D.;6.23±1.57)と低下を示す。

赤血球の glucose 消費，乳酸産生は低下しており，また，formate カラムによるクロマトグラフィーでの分析で，2,3-diphosphoglycerate の有意な上昇とATPの低下を認めた。

両親の双方および同胞3名中2名では，pyruvate kinase 活性は正常値の約50%に低下しており，常染色体性劣性遺伝形式によるとの従来の報告に合致した(第1図)。



第 1 図

□：男子，正常，○；女子，正常，▨◉：homozygous (同種接合)，◧◐：heterozygous (異種接合)，↙：発端者，〔 〕：pyruvate kinase 活性，正常平均値± S. D.: 6.23±1.57

6. アイソトープ・レノグラム，特に子宮癌患者の尿管閉塞に対する診断的価値

臨床第1研究室
田中茂*
辰口益三
尾立新一郎**
望月幸夫**

* 臨床研究部長
** 病院部医務課

子宮癌の患者ではしばしば尿管の狭窄をきたし，これ

の有無は治療方針，予後を決定する上に重要な指針となる。

われわれは子宮頸癌患者42例につき，静脈腎盂撮影およびインジゴカルミンによる色素排泄を検するとともに，^{131}I-hippuran を用いてアイソトープ・レノグラフィーを行ない，3者の診断的価値について検討したのでここに報告する。

（1） 方　　法

方法として，坐居の患者で両側腎臓部，心臓部および膀胱部の4カ所にディテクターを当て，メジカル・スペクトロメーターを通したのちレートメーターに入れ，この変動を1時間30 cmの速度で記録した。^{131}I-hippuran は 0.4 μc/kg 体重を静注した。

（2） 測定成績

レノグラムは，以下のごとく3つの因子に分けて解析した。すなわち，vascular phase の終末点と secretory phase の最高点を結ぶ線が半分の高さになる時間を S/2，excretory phase の起始部に接線を引き，その高さが半分になる時間を E/2，vascular phase の起始部から secretory phase の最高点に達する時間を PT とした。各値の正常値は，S/2 は 4.6 ± 3.64 分，E/2 は 4.9±2.62 分，PT は 2.48 ±1.34 分であった。

まず，腎機能正常なもの20例について，レノグラムの再現性を検討したが，いずれもその差異は2分以内であり，再現性は良好であった。

次に，子宮頸癌患者を癌の拡がりによってⅠ～Ⅵ期に分け，各病期のS/2，E/2，PTを正常値と比較したが，Ⅲ期以上では異常値を呈するものが増加する。特に，E/2に異常を伴なうものが多く，臨床的にⅡ期と考えられるものでもしばしば異常値を呈した。

静脈腎盂像とレノグラムとの関係では，腎盂像が正常のものでもレノグラムで22.2％に異常所見が認められた。一方，腎盂像が異常なものでは，レノグラムで全例に変化が認められた。すなわち，子宮癌にさいしての腎機能障害，尿管狭窄の診断にレノグラムがすぐれている。

インジゴカルミンの排泄とレノグラムとの間には一定の関係は認められず，これは色素の排泄が主観をまじえるものであり，また，カテーテルの挿入等によって反射的に腎尿管機能等に影響を与えるためと考えられる。

［研究発表］

田中茂，辰口益三，尾立新一郎，望月幸夫；アイソトープレノグラム，とくに子宮癌患者の尿管閉塞に対する診断的価値，第3回核医学研究会(1963年11月)

7. 癌患者のアルブミン代謝および蛋白の腸管内漏出について

臨床第1研究室
田　中　　茂*
辰　口　益　三
大　坪　嘉　昭**

* 臨床研究部長
** 長崎大学第1内科

癌患者にしばしばみられる低蛋白血症，特に血清アルブミンの減少が蛋白の catabolism，排泄の増加にもとづくものであるか，あるいは生成の減少によるかはなお議論のあるところである。

われわれは，消化管癌を含む種々な癌患者，protein-losing gastroenteropathy の患者らに^{131}I 標識人血清アルブミン(RISA)静注によるアルブミンの turnover，^{131}I 標識 polyvinyl pyroidone (^{131}I-PVP) 静注による消化管内への蛋白漏出等を検討したのでここに報告する。

（1） 方　　法

方法として，アルブミン代謝の研究には予めルゴール液を投与された患者に RISA 50～100 μc を静注し，15分，2時間さらに24時間ごとにヘパリンを使用して採血，血漿を分離したのち well counter で測定した。また24時間ごとに尿，便を集め，その中に含まれる^{131}I量を測定した。この3者より体内残存量，血中濃度および血管外濃度を求め，Veal and Vetter の方法によってアルブミンの崩壊量を求めた。

^{131}I-PVP の場合は，同じくルゴール液で予め甲状腺をブロックした患者に，これの 50 μc を静注し，血中濃度の変化，尿，便への排泄量を測定した。なお，^{131}I-PVP の体内分布をしらべるために，投与後 profil- および area-scanning を行なった。

（2） 測定成績

癌患者では，一般に血清アルブミンの減少，アルブミンの生物学的半減期の短縮，アルブミン崩壊量の増加等が認められ，特に，消化器癌の進行しているものでは著明であった。

^{131}I-PVP による消化管内への蛋白漏出を検査した結果では，胃癌，子宮癌患者の間に差はなく，いずれも投与量の3％以下であった。Proteinlosing gastroenteropathy では著明に増加していた。

（3） ま と め

以上の結果より，癌患者にみられる血漿アルブミン量の減少はアルブミン生成の減少より，崩壊の増加にもと

づくと考えられる。なお，消化器癌で消化器内への蛋白の漏出は，われわれの検した限りにおいてはあまり著しくない。

最後に，^{131}I-PVP の体内分布はアルブミンとまったく異なり，大部分は肝に摂取され，長くその部分にとどまっていた。

〔研究発表〕

田中茂，大坪嘉昭，辰口益三；癌患者のアルブミン代謝および蛋白の腸管内漏出について，第3回核医学研究会(1963年11月)

8. ^{75}Se-セレノメチオニンによる膵臓腫瘍の診断

臨床第3研究室
永井輝夫

^{75}Se-メチオニンの体内分布を動物実験でしらした結果，高い膵肝分布比を得たので，これを臨床的に応用し膵臓スキャンを試みた。

正常者1例，膵臓癌が疑われる症例5例に ^{75}Se-メチオニンを140～200 μc 静注後，10～60分後にスキャンした。一部症例では線スキャン，1時間内の臓器内摂取の自記，1週間内の臓器内分布の推移が記録され，また，全身計数法で体内残留率の変動を求めた。

6例中5例に膵臓像が認められ，3例では膵臓全形態が明らかであったが，2例では頭部像のみであり，尾部の腫瘍が疑われた。一般に，脊臥位像の方が腹臥位像より脊椎による吸収が認められず良好であった。

一部の症例では，小腸像と思われる像が認められた。

以上の結果より，^{75}Se-メチオニンは膵臓疾患，特にその腫瘍の診断に有力なものと考えられるが，^{75}Seが全身に分布すること，および全身カウンターで求めた効果的半減期が比較的長いことから，β線を欠くとはいえ，その対象は制限されねばならないと結論した。

〔研究発表〕

1. 永井輝夫；^{75}Se-メチオニンによる膵腫瘍の診断，第3回核医学研究会(1963年11月)
2. Nagai, T.; Preliminary studies with ^{75}Se-methionine for clinical diagnosis of pancreas tumor, *Radioisotopes*, 12, 378 (1963年11月)

9. ヒューマン・カウンターによるカリウム代謝の研究

臨床第3研究室
永井輝夫

体内に自然に存在する ^{40}K の放射能を8インチ径NaI(Tl)結晶型ヒューマン・カウンターで分析し，正常者7例，低カリウム血症を伴なう定期性四肢麻痺患者5例の体内総カリウム量を算出した。キャリブレーションには，既知量の KCl を入れた人体ファントムを利用する *in vitro* calibration と，同一対象に微量 ^{42}K を経口投与する *in vivo* calibration との両方を並行して行なった。

なお，放射性水素水による希釈法により全例の体総量を求め，これより lean body mass および体脂肪量を算出した。そして，これらの gross body composition とカリウムとの関係を追究した。

体内総カリウム量は両群とも lean body mass とよく相関し，体重との相関は認められなかった。これは体内脂肪がカリウムを含まず，その量の個人差によるものと考えられる。

Lean body mass 一定量中のカリウム量は，両群の間に差異は認められなかった。

本原理を利用した体内総カリウム量の測定が臨床的，生理的に重要な役割をもつことを指摘した。

なお，本研究には物理研究部の協力を得た。

〔研究発表〕

1. 永井輝夫；ヒューマン・カウンターによる身体総カリウム量の測定，第3回核医学研究会(1963年11月)
2. 永井輝夫；ヒューマン・カウンターによるカリウム代謝の研究，日本臨床，22，123 (1964年1月)

10. 放射線生物作用の量子化学的考察 I
DNA 塩基の電子密度の変化とそれによる突然変異
I. プリン塩基の π 電子密度の変化

臨床第3研究室
福田信男
藤田裕子*
永田親義**

* 臨床第4研究室
** 国立がんセンター研究所 生物物理部

(1) はしがき

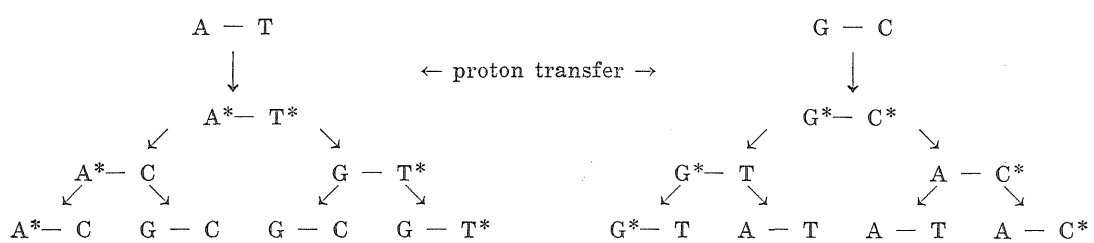
1963年春の "Symposium on Quantum Aspect of Polypeptide and Polynucleotide" において, P. O. Löwdin は "Effect of proton tunnelling in DNA on genetic information and problems of mutations, aging, and tumors" という興味ある論文を発表している。そこで述べられている基本的な思想は, 何らかの誘因により, DNA 塩基対間でプロトンの移動が起こり, それが第1図のように複製の段階で, A-T→G-C, G-C→A-Tという塩基対の交替にまで進み突然変異や発癌, 老化の原因になるということである。彼はこのプロトン移動の誘因として, 量子力学でいう "トンネル効果" の可能性を論じている。われわれは, 本報においてこのような "自然突然変異" でなく, 何らかの外因により DNA 塩基のπ電子分布の変化を生じ, これがさらにプロトン移動をひき起こす可能性を論ずる。その外因として考えるのは, 第1に DNA塩基に平面的に重なった, 励起色素によるπ電子の移動であり, これは実験事実としては, 遺伝研究部で行なわれている色素増感突然変異や, 化学研究部で行なわれている DNA の生物活性の光力学的失活を念頭においている。第2に紫外線による, ピリミジン塩基の水和によるπ電子密度の変化で, これは実験事実として, L. Grossmann によって行なわれた UV 照射による poly U の C-like code への転換や, 化学研究部小野氏と Grossmann により行なわれた poly C の U-like code への同様の転換を念頭においている。このような水和と同じことは, ピリミジン塩基にX線, γ線を照射して生ずる 5-6二重結合の飽和でも予想されるので, 第3に, X線, γ線の間接効果を定量的にしらべるため, ピリミジン塩基の5, 6両原子のラジカル反応性指数を論じ, 実験結果とのよい一致を示す。

計算はすべて単純分子軌道法を用いて, π電子エネルギー準位と各係数をもとめ, これらを使って摂動論により, 電荷移動量, π電子密度, ラジカル反応性指数 (super delocalizability)などの計算を行なった。

(2) プリン塩基から励起色素への電荷移動とそれにもとづくプロトン移動

化学研究部の最近における実験からも明らかなように, アクリジン系諸色素は DNA の塩基対に平面的に重なるように挿入(intercalation)され, その状態で励起した色素が photodynamic action の原因になることはかなり可能性のあることである。そこで, われわれは acridine orange (A. O.), acridine yellow (A. Y.), acriflavine (A. F.), proflavine (P. F.), lumichrome (L. C.), acridine red (A. R.)といった諸色素と DNA 各塩基の分子軌道とを求め, この可能性を検討した。まず, DNA 塩基の中でも, グアニンとアデニンが電子供与性が高いので, これらプリン塩基の最高被占準位と, 色素の最高被占準位 (励起状態ではここが half occupied である)とを比較した。この両準位が近いものほど, プリン塩基から励起色素への電荷移動が起こりやすいことが推定される。結果は第1表のようにこの推定を裏付け, 活性といわれる A. O., A. Y., A. F., P. F., L. C. の諸色素はすべてその最高被占準位が G (guanine), A(adenine) のそれに極めて近いか, あるいはそれより下にあることがわかる。これに反し, 実験的にこのような光力学的活性を示さない A. R. のそれは, 塩基のそれより大分上にあることが判明した。

この表で δQ_g は塩基から色素への電荷移動量の相対値を, $\Delta_e \delta Q$ はそれに及ぼす色素の第1励起の影響を示している。この電荷移動量の計算に必要な色素と塩基の重なり方は両者の静電引力がなるべく大きく, かつうまくはまり込んで足を出さないような配置を計算によりもとめた。この表で A. O. の電荷移動量に及ぼす色素励起の影響がGの場合, Aに比しはるかに大なることは注目すべきことであり, これはGがAよりも光化学的変化を受け易いという実験事実に対応するものである。また, A. F., L. C. の場合は, その最高被占準位がプリン塩基のそれより下にあるので, 塩基から励起色素への電荷移



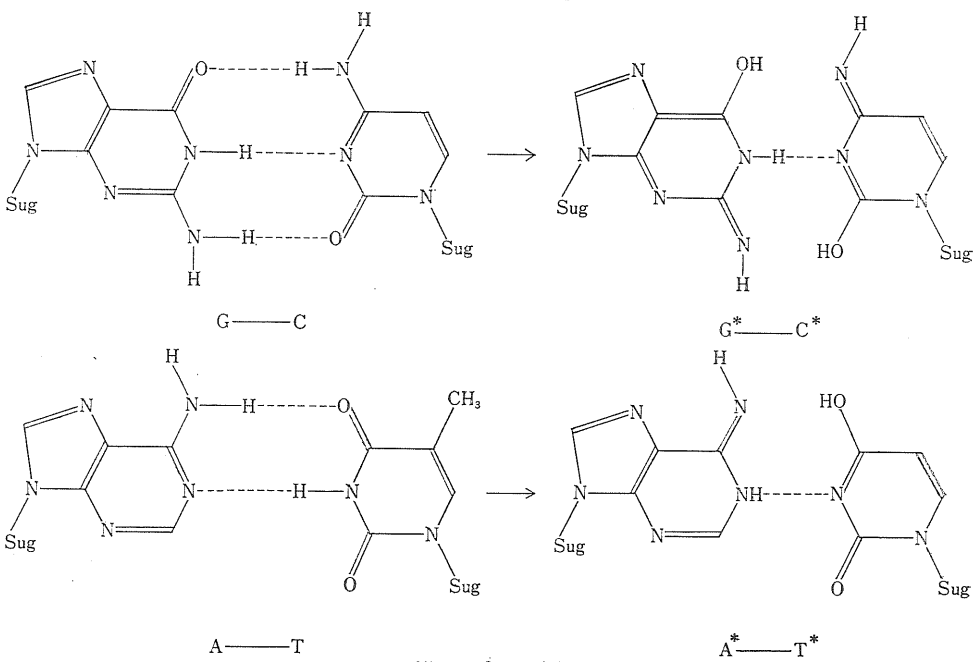
第1図 Replication error induced by "proton transfer"

第　1　表

	G.	A.	A.O.	A.Y.	A.F.	P.F.	L.C.	A.R.
	−0.9257	−0.7856	−0.3599	−0.4038	−0.3178	−0.3690	−0.3010	−0.4285
								−0.0698
	0.3385	0.3537	0.3062	0.2697	0.5229	0.3086	0.5882	
δQ_g	(G⇌D)		−0.666	0.0236	0.0936	−0.0206		0.2346
$\Delta_e \delta Q$			31.4611	2.1301	2.2685	0.9268		0.1382
δQ_g	(A⇌D)		−0.4242	−0.0156	−0.6330	0.4140		0.1311
$\Delta_e \delta Q$			0.2850	8.8032	2.3002	0.0105		0.1015

動は明らかに可能であり，２次の電荷移動量 δQ はあまり活性と関係がない。次に，このような塩基から励起色素への電子移動により，塩基の π 電子分布にどのような変化をきたすかを具体的に計算し，それにもとづいてどのような形のプロトン移動が可能性が大きいかを，G-C，A-T各対について推定した結果が第２図である。これは複製の過程で，G-C→A-T，A-T→G-Cの入れかえを起こす誘因となり得る。

Base pair change induced by " proton transfer "



第　2　図

11. 放射線生物作用の量子化学的考察 II

ピリミジン塩基のπ電子密度の変化とプロトン移動

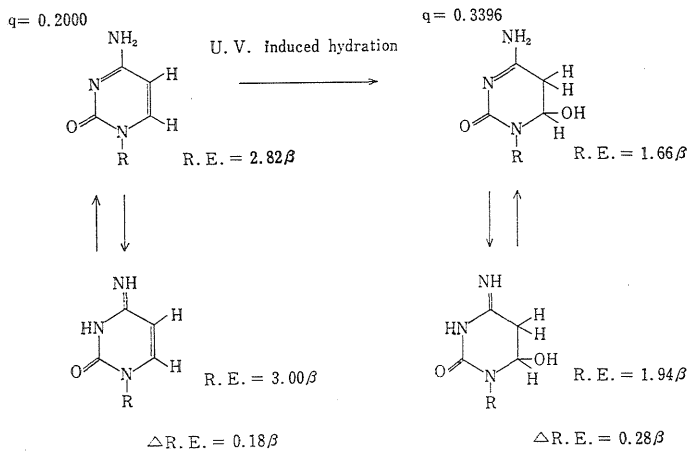
臨床第3研究室
福田信男
藤田裕子*
永田親義**

* 臨床第4研究室
** 国立がんセンター研究所生物物理部

(1) 紫外線照射によるピリミジン塩基の5, 6水和とそれに由来するプロトン移動

この問題のよい例として，小野氏(化学第2研究室)とL. Grossmannにより，RNAレベルでcode changeの証明されたUV照射によるpoly Cの U-like codeへの転換について考察する。

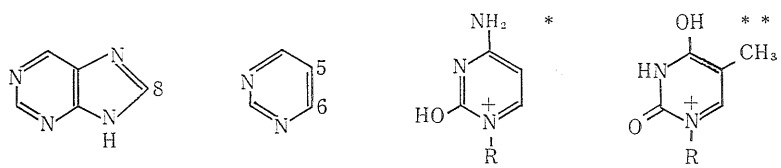
まず，UV照射によりCの5の位置にH，6の位置にOHが入り易いことが，反応性指数の検討からいえる。そこでこれを仮定して，水和により tautomerization が起こりやすくなるか否かを，共鳴エネルギーとアミノNの有効電荷から検討した結果が第1図で，いずれの面からも，図のような tautomerization の可能性が5,6水和により増加することがいえる。このような tautomerization は，まさに C-like code から U-like code への転換を示しており，実験事実とよく一致している。同様の計算を uracil について行ない，5, 6水和により C-like code に変り易くなるというL. Grossmann の実験結果を説明することが可能である。このような機序による code change は，UV照射による突然変異の誘発機序の1因をなしているものと思われる。また，ここでの計算



第 1 図

A. Theoretical index of X-ray indirect effect

	G	A	C	T	U	BU	CH *	TH * *
$S_5^{(R)}$			0.9492	0.9852	0.9361	0.8921	0.9187	0.9228
$S_6^{(R)}$			0.9124	1.0130	0.9129	0.9268	1.0897	1.1834
$S_8^{(R)}$	0.9812	0.9658						



B. Direct effect of X(γ*)-ray (abs. energy eV/spin; observed)

G	BU	U	C	A	T
150	160 *	190	350	1,200	1,400

第 2 図

は5，6二重結合の飽和があれば同じことがいえるのでX線，γ線により発生したラジカルによる5，6二重結合の飽和の場合にも適用可能である。そこで次節で，塩基のラジカル反応性を論じよう。

（2） DNA に対する電離放射線の間接効果についての考察

胸腺 DNA 溶液（5 mg/ml）に15 MeV の電子線を照射して，各塩基の変化の G-value をしらべた G.Hems (*Nature*, 185, 525, '60) によると，それぞれ A：0.12, G：0.19, C：0.28, T：0.44(酸素のない状態)，A：0.53, G：0.63, C：0.53, T：0.73（酸素のある状態）となっている。

一方，各塩基の反位置のラジカル反応性指数を super-delocalizability によりもとめると，第2図のようになる。ここで，$S_i^{(R)}$ とあるのは，iという位置のラジカル反応性指数であり，これの大なるほど（ほぼ指数関数的に効く）ラジカルによる攻撃を受けやすい。図にみるように，理論は実験とよい一致を示している。

ただし，酸素のある状態では実験はどの塩基もみな大きな G-value を示しているので，ここでの計算結果は，無酸素状態の実験とも対応しているのであろう。

次に，DNA にとりこまれた 5-bromouracil(5-BU) が著明な放射線増感作用を示すことが知られているので，これを間接効果の面から検討すると，第2図に示したようにうまく説明できないことを知る。

この点については，第2図の下段に示したような，X(γ)線による 5-BU の電離のしやすさ（E. S. R. で測定し，スピン1個生成に必要な照射量，すなわち，吸収エネルギー）が，T(1,400 eV)に比べずっと少ない(160 eV)ことと関係があるものと推定される。

また，この図で CH* は先にのべたような photodynamic change によりGからCにプロトンが移動した不安定な状態，TH* は同様にAからTにプロトンが移動した不安定な状態のX線感受性(間接効果)を計算したもので，ともにそれぞれCおよびTに比べ増大していることがいえる。これは両者の相乗効果を暗示する。

〔研究発表〕

福田信男，藤田裕子，永田親義；Photodynamic action についての量子化学的考察，日本生物物理学会年会(1963年12月)，第11回物理学会生体物理分科会（1964年4月）

12. 甲状腺ホルモンの量子化学的考察

臨床第3研究室
福田信男
藤田裕子*
永田親義**

* 臨床第4研究室
** 国立がんセンター研究所 生物物理部

（1） はしがき

甲状腺ホルモンとその類似物質の活性の指標として，基礎代謝上昇，甲状腺腫抑制，甲状腺 ^{131}I 摂取抑制，おたまじゃくしの変態促進の4種が用いられるが，構造の変化に対応して，これら4指標は解離した対応を示す。また，本ホルモンの細胞レベルあるいは酵素レベルでの作用機序としても，ミトコンドリアの膨化，酸化的燐酸化の uncoupling，DNA，RNA，蛋白などの生合成の促進，電子伝達系の促進など極めて多面的な作用が報告されている。

（2） 構造とホルモン活性との相関関係

ホルモン活性といっても，このように多元的なものであるので，構造との相関関係についても事情が極めて複雑になるが，一応現在認められている考え方は次のとおりである。

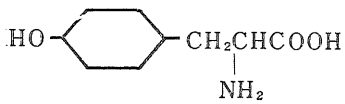
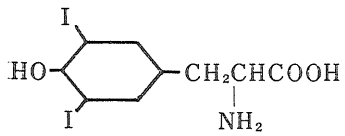
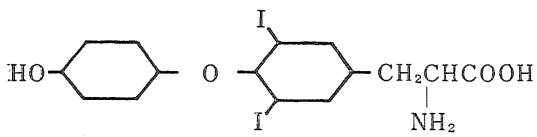
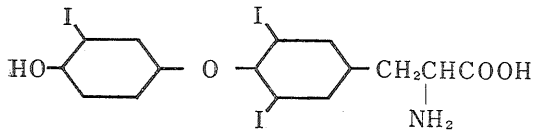
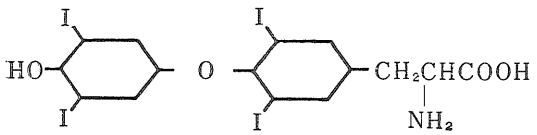
1) Diphenyl ether の構造がホルモン活性に必要である。mono-, di-iodotyroxine は不活性。
2) Thyroxine に少なくとも2個のハロゲンが入っていることが，代謝促進と甲状腺腫発生抑制に必要である。
3) ハロゲンのうちでは I が最も強い作用を示し，次いで Br，Cl の順である。
4) 3，5，3′ の位置に3個のハロゲンをもつ化合物は，4個もつものより作用が強い。
5) ハロゲンの入る位置が重要で，ortho-thyroxine, meta-thyroxine は全く活性をもたない。
6) 側鎖も生理作用に大いに関係する。プロピオン酸となったものが最も大きい活性を示す。
7) Phenol-OH の解離度も重要である。解離度は大き過ぎても(3, 5-diiodo-3′, 5′-dinitrothyroxine) 小さ過ぎても(3, 5-T_2 3,5-diiodo-3′, 5′-dimethyl-thyroxine) 活性が低下する。

このような構造上の条件がホルモン活性になぜ必要であるかは，その作用機序の本態が不明である現在では，これら構造を変えた場合の電子状態，π電子密度，反応

性指数などを計算し，活性との現象論的対応をしらべることにより，何らかの手掛りを得ることができよう。

(3) 電子供与性とホルモン活性の平行性

（2）で述べたような考え方から，われわれはまず，構造と電子供与性との相関関係をしらべることから始めた。電子供与性(還元性)が，ホルモン活性と平行関係を

物質 （2 μ mole/L）	阻害百分率
 tyrosine	10
 diiodo-tyrosine	18
 3, 5, diiodo-thyroxine	40
 3, 5, 3′ triiodo-thyroxine	46
 thyroxine	55

第1図　Thyroxine および類似物質の酵素的ヨードイオン酸化に対する抑制効果
(S.M. Siegel and P. Frost ; *Proc. N.A.S.*, 45, 1379, '59)

有するという実験結果の1例として，第1図を示そう。

組織レベルでも，thyroxine が vit. E 様の還元作用を示すことは古くから知られていることである。

(4) 単純分子軌道法による電子状態の計算にもとづく作用機序仮説と構造との関係

甲状腺ホルモンについて，有機電子論的定性的考察は2，3 その例をみるが，量子力学にもとづいた定量的計算は全く報告がなされていない。そこで，われわれは最も簡単な Hückel LCAO. MO 法を用いて電子状態の計算を行なった。その結果得られた最高被占準位と最低空準位を λ ($E=\alpha+\lambda\beta$, α：炭素原子のクーロン積分，β：C−C 間の π 電子共鳴積分)という相対値で示すと，第1表のようになる。

この表で，T_4^- は phenol OH の解離したもの，T_4^- (twisted) は2つのベンゼン環が，etheral O を中心としてねじれ，直交している状態を示す。この表をみていえることは，1) tyrosine に I が2つ入って DIT に

第 1 表

	Tyr.	DIT	T_4	T_4^-	T_4^-(twisted)
最低空準位	−1.0000	−1.0213	−0.9965	−1.0052	−1.0212
最高被占準位	0.7920	0.3548	0.3502	0.1010	−0.0484

なると，最高被占準位が上昇し，電子供与性が亢進する，2) 平面構造の T_4 の電子供与性は DIT と大差ない，3) T_4 の phenol OH の解離により電子供与性が高まる，4) T_4^- がねじれた状態では最高被占準位は反結合性軌道($\lambda<0$)にまで上り，電子供与性は著しく上昇する，の4点である。

次に，3′の位置の脱ヨード反応性指数を，陽イオン置換$\left(S_3^{(E)}\right)$，陰イオン置換$\left(S_3^{(N)}\right)$，ラジカル置換$\left(S_3^{(R)}\right)$によるそれぞれの場合について計算すると，第2表のようになり，phenol OH 解離により，3′I が陽イオン置換反応で脱ヨードしやすくなり，この性質は，ねじれるこ

第 2 表

	T_4	T_4^-	T_4^- (twisted)
$S_3^{(E)}$	1.0130	2.3584	2.7866
$S_3^{(N)}$	0.7494	0.7210	0.7246
$S_3^{(R)}$	0.8812	1.5397	1.7556

とによりさらに著しくなることがわかる。これに反し，3の位置の陽イオン置換反応による脱ヨード性は，これらの解離やねじれの影響をあまり受けない。

この計算から，thyroxine が diiodotyroxine よりも強い電子供与性を示すのは，ねじれの自由度に由来することが推定される。このねじれは，5の位置のIと2′の位置のHとの立体障害により起こりやすくなるので，5の位置のIをそれより半径の小さい Br, Cl に変えると，ねじれが低下し電子供与性も下ることが予想される。また，3′, 5′のIをそれより電気陰性度の大きい Br, Cl に変えると，最高被占準位，したがって電子供与性が低下することがいえる。最後に，ここでとりあげなかった側鎖の影響については，末梢組織の仮想的な受容体との結合に必要な構造を規定するものと思われる。

また，さらに想像をたくましくすれば，受容体との結合により，ねじれは最高にまで達してこれにより電子を渡しやすくなり，同時に 3′5′Iの陽イオン置換的脱ヨード反応性もたかまるものと推定される。この末梢の受容体は現在のところ全く不明であるが，末梢組織のペルオキシダーゼが thyroxine の脱ヨード反応に関連しているという最近のデーターは，このことと何らかの関係があるかも知れない。

〔研究発表〕

福田信男，田中茂；甲状腺ホルモンの量子化学的考察，日本内分泌学会東部会総会(1963年11月)

13. Cortisol および Corticosterone の1日分泌量に関する臨床的検討

臨床第3研究室

村川章一郎
永井輝夫
田中茂*
井林博**
吉田尚**

* 臨床研究部長
** 東大中尾内科

臨床的に，^3H あるいは ^{14}C で標識した steroid hormone を利用して，種々の steroid hormone の1日分泌量の測定が行なわれている。われわれも37年度より ^{14}C labeled corticosterone を用いて，臨床的に corticosterone の1日分泌量の測定を始めているが，38年度はさらに 1,2-^3H-cortisol を用い，cortisol および corticosterone の1日分泌量の同時測定を行なった。

（1） 方　　法

比放射能 50$\mu c/\mu g$ の 1,2-^3H-cortisol 約 5 μc と，比放射能 44.4 μc/mg の 4-^{14}C-corticosterone 約1 μc の ethanol 溶液を，生理食塩液にて稀釈静注し，以後24時間尿を正確に蓄尿し，その一部100ないし400 ml を用いて cortisol および corticosterone の尿中代謝産物である tetrahydrocortisone (THE) および tetrahydrocorticosterone (THB) の比放射能を測定した。すなわち，chloroform にて free 型 steroid を除去した尿を，β-zlucuronidase にて水解し (300 V/cc, 37℃ 72 hrs.), ethyl acetate により抽出，0.1 N NaOH および蒸溜水にて洗滌後脱水，減圧下に乾固する。残渣を70% methanol: petroleum ether にて partition 後 chloroform: formamide 系 paper chromatography にて THF, THE, THB, THA の各分画に分ける。THE 分画はさらに Bush B_5 system にて20時間展開する。また THB 分画は modified Peterson's system (cyclohexane: benzene: methanol: water, 4: 4: 2: 1) にて18時間展開する。Paper chromatoscanner を用いておのおの THE, THB の peak を確認して該部を methanol にて elute する。おのおのその一部をとり，Tri-Carb liquid scintillation counter により，^3H および ^{14}C の activity を求める。この際，screening out 法を用いて相互の contamination を除く。また，残りの一部にて，THE は Porter-Silber 反応により，また，THB は blue tetrazoleum 反応によりそれぞれ比色定量し，比放射能を求め，投与した ^3H および ^{14}C の activity から1日分泌量を算出する。

（2） 結果および考按

第1表に示すごとくで，正常例では cortisol は 9.0～19.4 mg/day，corticosterone は 2.2～6.7 mg/day であった。Cushing 症候群では両者とも著明な増加が認められた。Addison 病および Simmonds 病において，両者とも著明な減少を認めた。また，F/B 比は正常例で1例を除き4～5で，従来の報告とほぼ一致する。Cushing 症候群では F/B 比の高い傾向があり，Addison 病および Simmonds 病では低下の傾向が認められた。さらに，例数を重ねて検討する必要がある。なお，

Addison 病の C. K. 例では，尿中 170 HCS が低いにもかかわらず，水負荷試験により水利尿が認められその成因が疑問とされたが，cortisol の1日分泌量の測定に

第1表 Secretion rate of cortisol and corticosterone

case	sex	age	diagnosis	F_k* mg/day	B_k** mg/day	F_k/B_k
T.S.	♀	38	normal	14.7	2.9	5.1
T.O.	♀	28	〃	9.0	2.2	4.1
U.I.	♂	22	〃	11.4	6.7	1.7
F.H.	♂	44	〃	19.4	3.6	5.4
Y.K.	♀	32	Cushing's syndrome	42.4	8.0	5.3
〃	〃	〃	〃	58.1	—	
S.U.	♀	39	〃	85.4	9.3	9.2
H.Y.	♀	23	〃	54.7	10.2	5.4
〃	〃	〃	〃	43.1	—	
N.H.	♀	43	〃	44.2	7.1	6.2
〃	〃	〃	〃 (post-ope.)	14.5	1.3	11.1
H.I.	♂	33	〃	199.5	12.2	16.4
E.K.	♀	24	〃	—	5.2	
K.M.	♂	48	Addison's disease	0.8	0	
K.A.	♀	41	〃	1.2	1.6	0.8
C.K.	♀	47	〃	6.0	1.2	5.0
Y.B.	♂	54	〃	—	0.2	
N.M.	♂	39	Simmnds' disease	0	0	
K.T.	♀	31	〃	0.9	0.6	1.5
E.I.	♀	23	hirsutism	9.0	5.4	1.7
〃	〃	〃	〃	8.4	—	
Y.K.	♀	21	Stein-Levental syndrome	14.6	—	
C.S.	♀	19	anorexia nervosa	6.5	—	
H.S.	♀	28	acromegaly	—	0.6	
J.I.	♀	48	myxedema	—	2.7	
H.N.	♂	19	periodic paralysis	—	6.5	

* F_k……cortisol

** B_k……corticosterone

より，なお 6.0 mg/day と，ある程度の機能が保たれていることが認められ，そのために水利尿が正常に行なわれたと考えられる。この例にみるごとく，cortisol および corticosterone の1日分泌量の測定は，必要な条件を充分考慮すれば，従来行なわれている諸種副腎皮質機能検査より一層正確であり，臨床診断上極めて有用なものであると考えられる。

〔研究発表〕

村川章一郎，永井輝夫，田中茂，井村博，吉田尚，内川澄，中村真已，谷岡達男；Dehydroepiandrosterone, cortisol, corticosterone の secretion rate に関する臨床的検討，第3回核医学研究会(1963年11月)

14. 放射線のアミノ酸代謝に及ぼす影響に関する研究 種々臓器のアミノ酸 uptake について——第2報

臨床第2研究室
寺尾寿夫
三輪史朗
永井輝夫*

* 臨床第3研究室

(1) 緒　　言

放射線障害時には，正常と異なるアミノ酸代謝が営まれることは BAIB, taurine などのアミノ酸について研究されているが，各種臓器へのアミノ酸の transport についても，正常と異なることを示唆するいくつかの研究がある。われわれはこの点を明らかにするため，第1の段階として，正常時におけるアミノ酸の各臓器へのとりこみを研究し，既に autoradiography 法による半定量的な知見を報告した(放医研年報，昭和37年度)。本報告は各臓器への標識アミノ酸のとりこみを定量的に測定したものである。

(2) 方　　法

1) 使用したアミノ酸は ^3H 標識のロイシン (D. L-leucine-4 : 5 T. 0.5 mc/1.13 mg) および 1-^{14}C-α アミノイソ酪酸(0.1 mc/0.71 mg)である。

2) 実験はすべて *in vivo* で，動物は Wistar 系のラッテを用い，本研究所において自繁せる生後100日前後のもので，体重は 200～250 g に統一した。

3) これに体重 100 g 当り 2 μc の ^{14}Cアミノ酸または 3.3 μc の ^3Hアミノ酸を心臓内に注射し，予め定めた種々の時間ののちに採血，直ちに少量のヘパリンを注射し，約 100 ml の生理食塩水にて灌流後，各臓器を取り出した。

4) ^{14}Cアミノ酸の場合は acetic acid で抽出，^{3}Hアミノ酸は $HClO_4$ で除蛋白後遠心沈澱し，その水層を取り，toluene-methylcellosolve 系の scintillator を用いて，液体シンチレーション・カウンターにより，放射能活性を測定した。なお，使用した scintillator は，塩類，酸，少量の水による quenching の少ないことを確めた。

（3） 結果および考察

1） αアミノイソ酪酸注射後の放射能活性分布の時間的推移を第1表に示す（3匹平均）。

第 1 表

cpm/g wet weight

time	heart	muscle	liver	spleen	kidney
15 min.	15.3×10^3	2.75×10^3	8.2×10^3	50.4×10^3	152.1×10^3
30 〃	23.7× 〃	9.0 × 〃	14.8× 〃	159.4× 〃	176.0× 〃
60 〃	35.6× 〃	13.0 × 〃	59.4× 〃	101.9× 〃	174.6× 〃
120 〃	41.2× 〃	11.3 × 〃	81.2× 〃	112.3× 〃	127.2× 〃

放射能活性は腎に最大で，脾，肝，心，筋の順に減ずる。また，腎，脾，筋肉は注射後30分～1時間でピークを作り，のち減少するが，肝，心，筋ではこれより遅れてピークが現れる。

第 2 表

cpm/g wet weight

time	cerebrum	cerebellum	brain-stem	spinal cord
15 min.	2.7×10^2	0	0	0
30 〃	33.0× 〃	26.7×10^2	18.8×10^2	10.8×10^2
60 〃	42.5× 〃	78.3× 〃	52.6× 〃	28.4× 〃
120 〃	49.6× 〃	91.8× 〃	48.3× 〃	92.7× 〃

第2表は中枢神経系各部位の uptake を示したものであるが，神経系は他の組織とくらべ，

a） このアミノ酸のとりこみが少ないこと。

b） また，ピークが極めておくれ，120分でもなお放射能活性の上昇をみることが特異で，いわゆる血液脳関門の関与を示している。

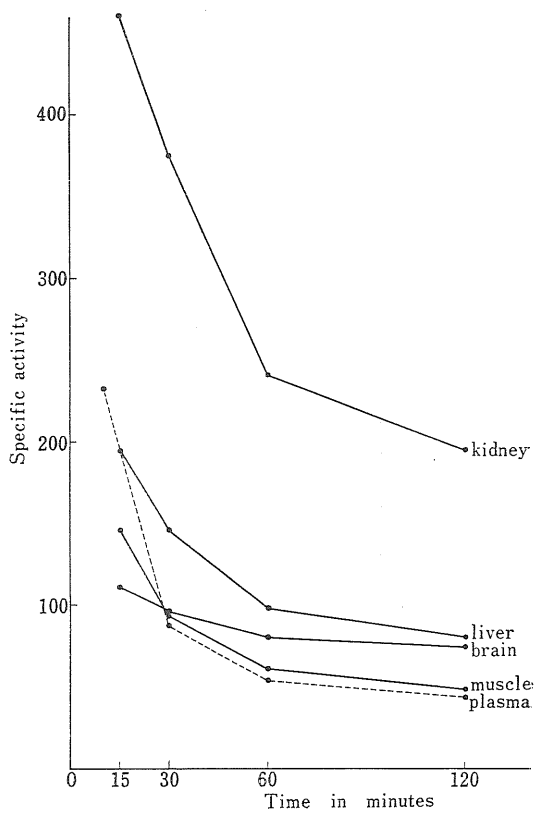
c） 脳各部位を比較すると，小脳，脳幹部の活性が高く，大脳は比較的低値を示している。

この分布は他の代謝の盛んなアミノ酸と異なる点である。

時間が経過するに従がい，多くの組織における放射能活性は血漿中のそれより高値を示し，このアミノ酸を能動的にとりこむ能力があることを示している（例えば，注射後1時間目における liver/plasma = 2.87, kidney/plasma = 8.45）。しかるに，中枢神経および赤血球は例外で，cerebrum/plasma = 0.21, R.B.C./plasma = 0.51 で1.0以下を示した。

代謝的に不活発なαアミノイソ酪酸と必須アミノ酸のような場合とは，生体内での transport の機序がかなり異なることが予想される。そこで，^{3}H-ロイシンを用い，これとαアミノイソ酪酸の uptake を比較してみた。この際は注射されたロイシンは急速に代謝され，われわれの測定では15分で，筋肉の水抽出物中の放射能活性の中ロイシンそのものによるものは78.9％で最も高く，肝では55.1％，腎では38.5％にすぎなかった。そのため，著者らはイオン交換樹脂を用いロイシンのみを取り出し，その specfiic activity を測定した。第1図は各臓器のロイシンの比放射能の時間的変化を示したものである。

これで明らかなごとく，腎に最も多くロイシンがとりこまれることはαアミノイソ酪酸と同様であるが，



第1図 Change of specific activity of free leucine

脳においては顕著な差がみられた。第1に，ineıtなアミノ酸と異なり，ロイシンのとりこみはかなり高く，大脳は筋肉よりも高い specific activity を示した。第2は uptake の速度が早いことで，15分で既にピークに達し，30分で血漿の値と交叉し，その後は時間とともに減ずる。この際，血中の遊離ロイシンのレベルは脳中のそれより常に高いのであるから，脳内ロイシンは濃度勾配に抗して放出されることになる。もっとも，この第2の点，すなわち，ロイシンの turn over が早いことは，脳に限らずすべての組織でこの傾向がみられ，Reiner らにより，生物学的半減期を計算すると1時間以内の値が得られる。

以上われわれは，生体内で代謝が著しく異なる2種の標識アミノ酸を用い，各臓器への transport 態度をしらべ，特に中枢神経系は他の組織と異なるいくつかの特徴を有することを知った。

15. 3次元(立体) compensating wedge filter の研究

臨床第4研究室
恒元　博
楠本五郎
古川重夫
小池幸子

Wedge filter を用いて線量分布を均等にする方法について数多くの研究が発表され，また，放射線が皮膚面に斜めに入射する時の compensating wedge filter に関する研究も多い。

今回，臨床的に広く活用でき，製作も容易な3次元(立体) compensating wedge filter の基礎実験を行ない，興味ある結果を得た。

(1) 実験方法

島津製 RT-2000 型 ^{60}Co 治療装置を使用し，銅，鉛製の compensating wedge filter を試作し，その等線量曲線を水 phantom で測定し，比較検討した。

(2) 結　果

1) Van de Geijn の報告にもとづき，compensating wedge filter の製作に当って次の式を採用した。

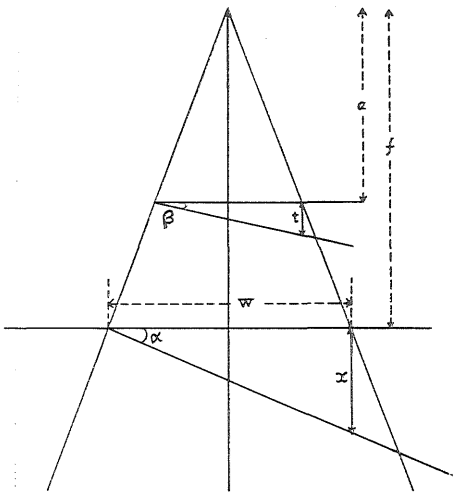
$$t=\frac{1}{\lambda}\cdot\mu x$$

$$\tan\beta=\frac{t}{a\cdot W}\cdot\frac{1}{\lambda}\cdot\mu x$$

μ……水の実効線吸収係数

λ……filter の線吸収係数

水の吸収係数(μ)は臨床的条件から計算して，0.047 cm^{-1}とした。



f……SSD
a……source to filter distance
x……thickness of tissue
t……thickness of filter
w……dimension of field

第1図　Schematic diagram of a typical compensation problem

Schematic diagram を第1図に示す。

この方法で作った wedge filter を使用すると，等線量曲線は治療上必要な深さ(5～10 cm)で充分 compensate し，照射野による影響はほとんどみとめられなかった(第2図)。

2) 3次元(立体) compensating wedge filter の製作法

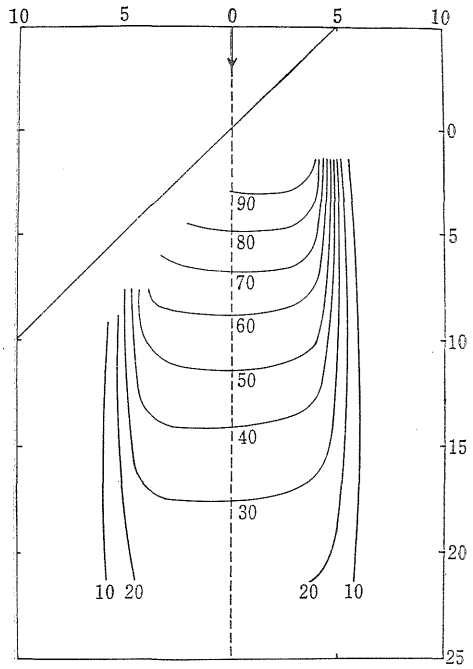
階段状の wedge filter を作る時，filter の厚さ(t)を，

$$t=\frac{1}{\lambda}\cdot\mu x$$

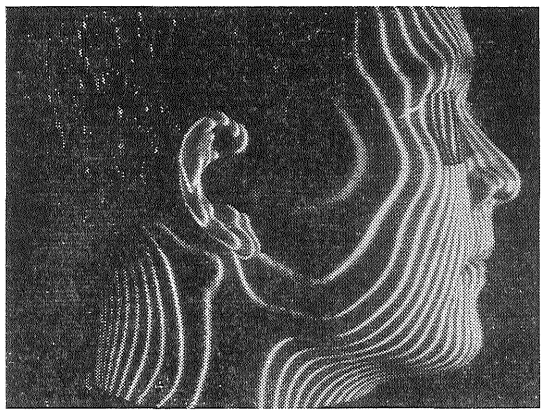
で表わすと，使用する金属板の種類と厚さによって，それに相当する組織の厚さ(x)が決まる(使用した filter は 0.5 mm 厚さの銅板で，それに相当する組織の厚さは 5.3 mm である)。

第3図のごとく，2台の幻燈機で，先に求めた組織の厚さに等しい間隔の平行な光を，スリットを通して投影すると，正面からは等高線が観察される。第4図は人の顔の等高線を示す。

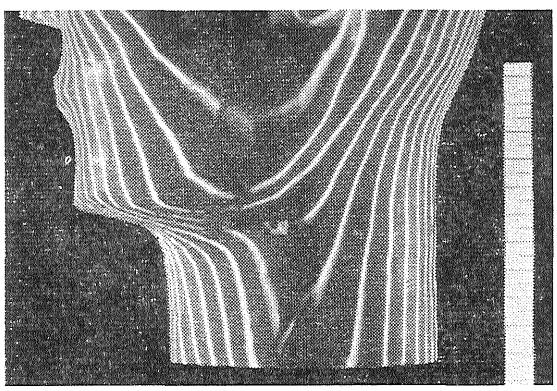
この際，スケールを同時に撮影し，filter の位置に応



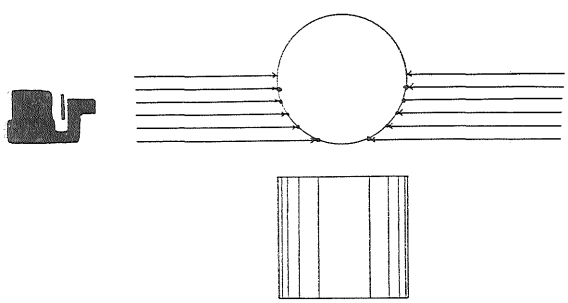
第2図　Isodose curves for 8×8 cm field inclined at 45° to surface of phantom (with wedge filter)
^{60}Co : S.S.D. 75 cm



第4図　顔の等高線



第5図　Mix-D 製の首 phantom の等高線



第　3　図

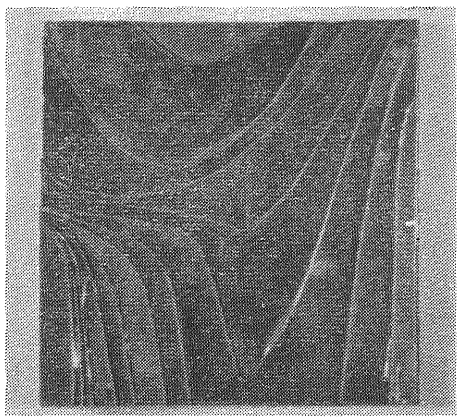
じた比率で縮小した等高線を作り，この等高線どおりに金属板を切りぬき，重ね合せると，3次元(立体) wedge filter は容易に作ることができた。第5図は Mix-D 製の首 phantom の等高線を，第6図はそれから作った wedge filter を示す。

3)　この wedge filter を使用して，次の実験を行なった。

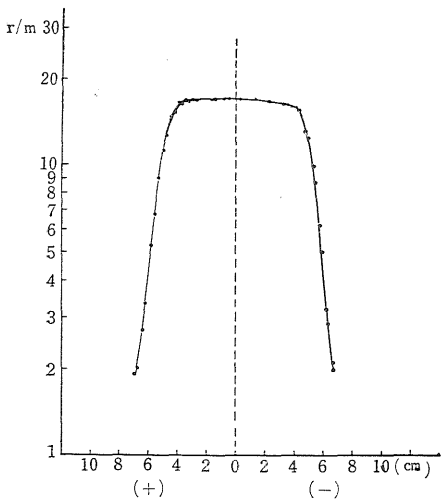
MiX-D 製の首 phantom と水 phantom を密着して set し，wedge filter を併用して，水 phantom 中の線量分布を測定すると，線量計の高さを変えても，完全に compensate された分布が得られた(第7図)。

(3)　結　　論

3次元(立体) compensating wedge filter の製作に等高線を利用する方法を考案した。Filter の製作も容易で，臨床的応用範囲の広い方法である。



第6図　第5図より作った wedge filter



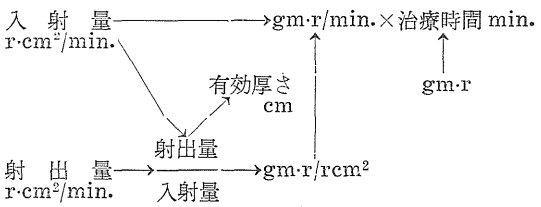
第7図　Dose distribution in water phantom

16. 平板型電離槽を用いた治療時人体容積線量の測定

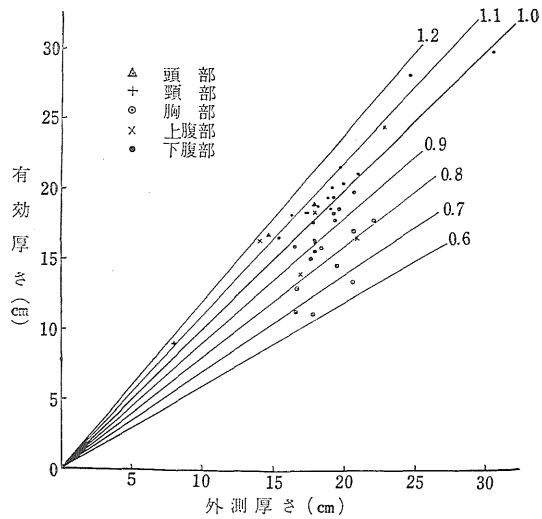
臨床第4研究室
楠本五郎
恒元博
藤田裕子
古川重夫

島津製 RT-2000 型治療装置の照射口に平板型電離槽A(16×16×0.1 cm)を，また，同治療用寝台に平板型電離槽B(30×30×0.1 cm)を装着し，Aによって ^{60}Co 線錐の患者への入射量を測定し，Bによって患者よりの射出量を測定した。

この2者から患者を水に換算した有効厚さを算出するとともに，患者のうけた容積線量をもとめ，容積線量とリンパ球の減少とを比較した(第1図)(容積線量をもとめる方法は37年度放医研年報に発表した)。



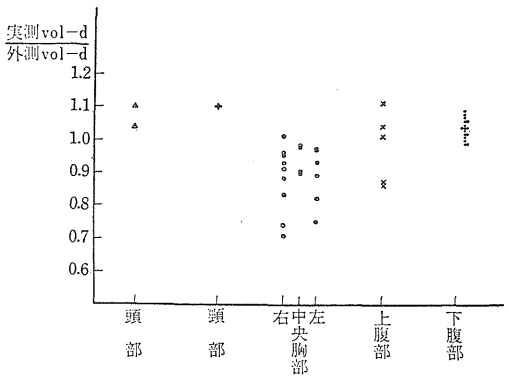
第1図



第2図

1)　有効厚さと患者を実測した外測厚さとの比を，種々の症例についてもとめると 0.63～1.16 となり，照射部位に応じて肺による有効厚さの減少，および骨質による有効厚さの増加が認められた(第2図)。胸部は特殊な例を除いては 0.7～1.0 の値を示し，肺による有効厚さの減少が著しい。特に，腫瘍が小さくしかも肺気腫をもった右肺では，最低 0.63 を示した例がある。頭頸部および下腹部では，骨質の影響がみられ，大部分は 1.0～1.15 となっている。

2)　有効厚さからもとめた実測容積線量と外測の厚さからもとめた外測容積線量との比をもとめると，胸部では 0.7～1.0 となり，平均約 0.89 となる(第3図)。頭頸部および上下腹部では，ほとんどすべてが 1.0～1.1 の間の値を示している。上腹部照射例中約 0.85 を示す2例は，左季肋部で照射野中に左肺下部および胃胞のガスを

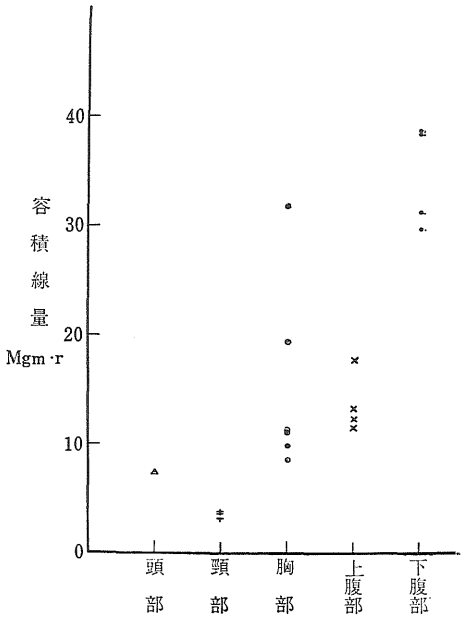


第 3 図

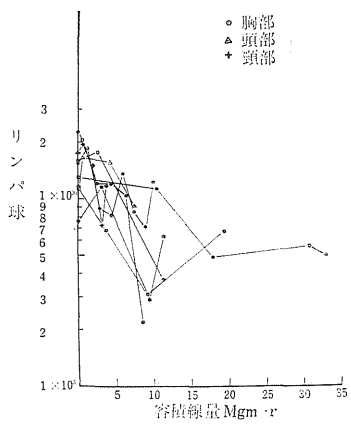
含んだものである。

3) 治療終了時までの全容積線量を積算すると（第4図），下腹部の症例が最も大きく，30～40 Mgm·r となる。この中でも大きなものは，全骨盤腔に照射したものおよびゼミノームに上下腹部を照射した症例である。

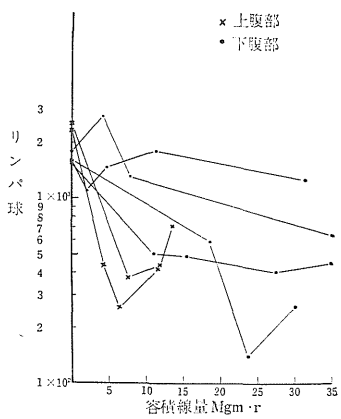
上腹部および胸部は，照射野が下腹部よりは小さくなるため容積線量も減少し，大部分が 10～20 Mgm·r となる。頭頸部は 5 Mgm·r 附近の値を示している。



第 4 図



第 5 図 A



第 5 図 B

4) 容積線量とリンパ球数の変化との関係はまだ例数が少なく，傾向を云々するには不充分である。ただ，下腹部症例のリンパ球減少の傾斜は最も安定しており，これに比して上腹部の照射例の減少率がやや著明である。これは上腹部の臓器による影響とも考えられる（第5図B）。

頭頸部および胸部におけるリンパ球減少率は意外に大きく，この点，治療装置よりの僅かの漏洩が全身におよぼす影響も考慮すべきではないかと考える（第5図A）。

17. 放射性縫合糸の試作

臨床第4研究室
荒居龍雄
福田信男*
藤田裕子
病院部医務課
田崎瑛生
山本五郎
望月幸夫
病理第2研究室
関正利

* 臨床第3研究室

(1) 研究目標

深在性腫瘍，たとえば膀胱癌，子宮癌，胃癌等の手術切除を行ない，その断端部または周辺部に腫瘍の残存が疑われた場合，その腫瘍の放射線感受性がリンパ系腫瘍のような高感受性である腫瘍群を除いては，術後外部照射によって再発予防の効果を期待することは困難なことと思われる。この場合，術中に半減期の短かいRIを局所組織内に均等かつ高濃度に残置しておくことは，小範囲の強照射という意味で，症例によっては成功の可能性がある。このような考え方より，われわれは普通の縫合糸と同じ取り扱いやすさで生体反応が少なく，それ自体が放射線源となる糸の作成を試みた。

(2) 糸の作成

コラゲン溶液(pH 2.8)にRI液を投入し，イオン結合させたのち，これをアンモニア・アセトン液(pH 9~10)に注射筒を用いて噴出させるとやわらかい糸になる（第1図)。次いで，第2燐酸ソーダおよびフォルマリン溶液で補強処理し，水洗したのち乾燥すると，細かい，かなり丈夫なRI糸ができる。糸は^{60}Co大量照射（500,000 r）または，フォルマリン蒸気で殺菌消毒したのち使用する。

(3) 研究結果

1) RI糸の線源

β線源として^{90}Y（半減期2.54日，β線エネルギー0.9 MeV)，γ線源として^{52}Mn（半減期6.5日，γ線平均エネルギー0.91 MeV)を用いた糸を作成した。

2) RI糸の距離—線量相関関係

次式より計算で求めた(第2図)。

(^{90}Y糸)

$$D_R=\frac{1.28\times10^{-9}\nu^3E\beta}{3}\left(\int_0^\infty e^{-0.693\,t/T}dt\right)\times2\times\int_0^\infty\frac{1}{\nu^2(x^2+D^2)}\times\left\{\left[1-\nu\sqrt{x^2+D^2}\;e^{1-\nu\sqrt{x^2+D^2}}\right]\right.$$

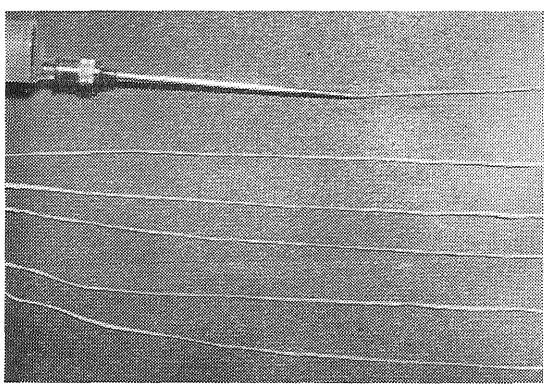
$$\left.+\nu\sqrt{x^2+D^2}\;e^{1-\nu\sqrt{x^2+D^2}}\right\}dx \qquad \left[1-\nu\sqrt{x^2+D^2}\;e^{1-\nu\sqrt{x^2+D^2}}\right]\equiv0 \qquad \sqrt{x^2+D^2}\geq\frac{1}{\nu}$$

ただし，T：61時，ν：6.2 cm²/gm，$E\beta$：0.895 MeV，D_R：点Rから糸までの距離

(^{52}Mn糸)

$$D_R=\Gamma\times q_0\times\left(\int_0^\infty e^{-0.693\,t/T}dt\right)\times2\times\int_0^\infty\frac{e^{-\nu\sqrt{x^2+R^2}}}{x^2+R^2}\fallingdotseq7490\times q_0\times\frac{\pi}{R}$$

ただし，T：5.7日，Γ：19，q_0：μc/cm



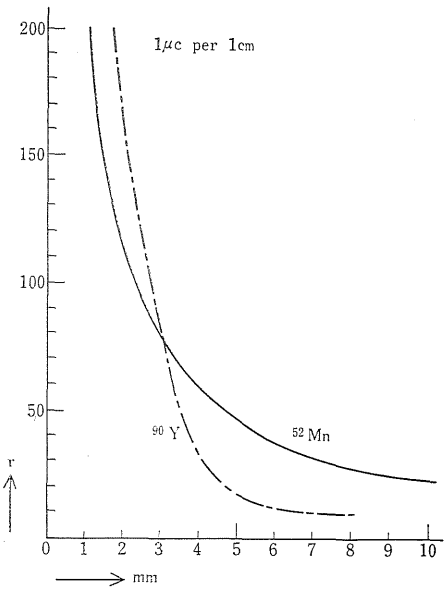
第1図　RI糸の作成(糸の噴出)

使用されるRI糸は有限であり，直径も1 mm前後のものであるが，これをそのまま計算で求めることは困難である。そこで，糸の長さは無限大，太さは無限小という条件の上で求めた。この条件の相違は臨床上非常に少ないと思われるが，病理組織上の変化を検討して考慮すべきと思われる。このような問題は残されているが，この線量曲線(第2図)を基準にして，任意の線強度のRI糸を作ることができる。

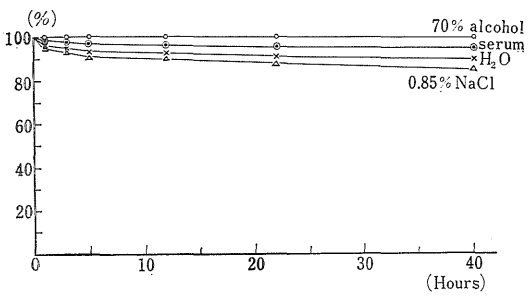
3) 糸からのRI溶出試験

各種溶液(蒸溜水，生理的食塩水，70％アルコール，人血清）に対する糸からのRI溶出検査は第3図のごとくで，ほとんどRIの溶け出しは認められなかった。

4) RI糸の人癌応用例



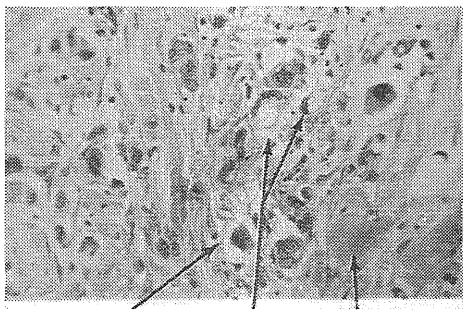
第2図　RI糸の距離と線量との関係



第3図　RI(90Y)の各種溶液への浸出

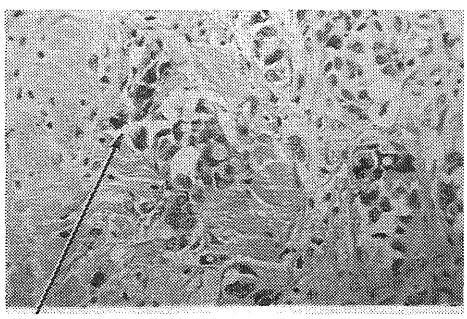
放射線の作用効果を確かめる目的で使用したので，症例は皮膚癌および皮下転移癌を主に選んで行ない，一定期間後に摘出，病理検査を行なった。腫瘍の縮少および挿入皮膚の色素沈着が認められたが，局所の異物反応および細菌性の炎症は全くみられなかった。病理組織学的検査では，糸より1.5～2mm以内の癌巣は強度の照射変化（核の濃縮空泡変性および異常分裂等），2.5mm以内では中等度の変化が認められたが，3mm以上はなれた癌巣では照射効果はほとんど認められなかった（第4図，第5図，第6図参照）。

挿入されたRI糸は1週間後の病理標本では，既に異物巨細胞と肉芽組織に変えられていた(第7図)。



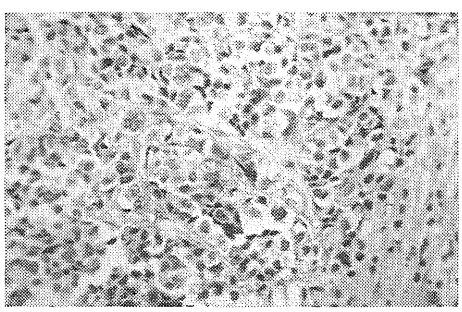
核濃縮　原形質空胞変性　結合線維

第4図　RI糸(52Mn)より1.8mmはなれた癌組織（乳嘴状腺癌）
高度の照射変化が認められる。



核崩壊，核濃縮

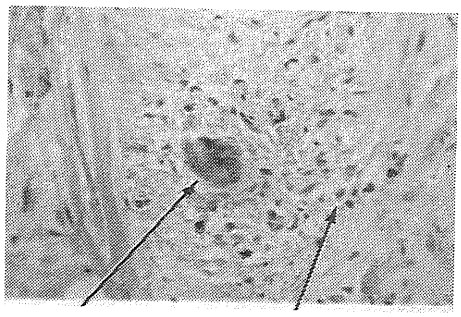
第5図　RI糸(52Mn)より2.3mmはなれた癌組織（乳嘴状腺癌）
中等度の照射変化が認められる。



第6図　RI糸(52Mn)より3mmはなれた癌組織（乳嘴状腺癌）
照射の変化はほとんど認められない。

（4）考　　按

病理検査結果より，RI糸から2mm以内は照射効果が著明に認められたが，臨床上使用して効果を期待する



異物巨細胞　　線維芽細胞

第7図　糸の部分に生じた肉芽組織

ためには，3mm以内の癌巣の消滅を必要とする。それは，手術中に再発を疑われた臓器に5mm間隔でRI糸を縫い込むことは，術者にとって極めて容易なことであるし，線量分布の上からも好都合であると考えられるからである。3mmまでの癌巣に現在有効な放射線量を与えられない点を検討すると，人癌内においては糸の溶出が早過ぎることが最大の原因と思われる。*in vitro* の，特に人血清に対する溶出成績は良好であるし，移植動物癌(エールリッヒ癌および果糖肉腫)の実験でも4週間以上糸の原形を残していたが，人癌では1週間で同化吸収されてしまっていた。

この相違を問題にすることは興味あることであるが，治療医として，われわれが対象とするのは人癌である以上，これに適した補強処理が必要で現在検討中である。

使用するRIは，糸が癌治療を目的とするためには1カ月以内に第3半減期以上に減弱するものが望ましい。したがって，半減期が10日以内のものということになる。また，線量分布の面から高エネルギーをもつものが要求され，安価のものとなると数多のRIの中で限られてしまう。^{177}Lu, ^{198}Au, ^{131}I 等の使用を検討中であるが，現在 ^{90}Y および ^{52}Mn をわれわれは使用している。^{90}Y 糸は（ゼネレーターが市販されているので，随時使用できる）β線源であから，作成者および術者の被曝が非常に少なく，線量の分布も優れているが，半減期が少し短か過ぎるので，作成から使用までの時間を含めた保存にいささか難点がある。^{52}Mn はγ線源でラジウムとほとんど同じエネルギーをもっているので，多くの先人がなしとげたラジウムの組織内照射の経験をそのまま生かせる利点があり，半減期も適当で使いやすい。ただ，エネルギーが強過ぎて術者の被曝が多い難点がある。また，安定の ^{52}Mn は2価であるので，コラゲンとの結合があまりよくなく，今後検討すべき問題の1つである。

XII. 放 射 能 調 査

概　　況

37年度にひきつづき，原子力委員会の計画にもとづいて科学技術庁放射能調査計画を分担実施した。調査内容は37年度と同様に，日本の放射能汚染水準調査を主体としているが，38年度は線量調査が新たに追加された。下記項目の実施に要する経費として24,084千円が計上された。なお，業務の実施にあたっては，分担内容別に次のように責任者を定めて業務を遂行した。

1. 放射能レベル調査(責任者：佐伯誠道)
   - イ．人骨，人体臓器の分析
   - ロ．人尿の分析
   - ハ．各種食品の汚染調査
   - ニ．空気の分析
   - ホ．原子力施設の検査試料の分析
2. 放射能線量調査(責任者：渡辺博信；内部線量分担責任者：市川龍資，外部線量分担責任者：渡辺博信，国民線量分担責任者：橘詰雅)
   - イ．肺線量調査
   - ロ．腸間線量調査
   - ハ．フォールアウトによる外部被曝線量調査
   - ニ．建造物による遮蔽効果の調査
   - ホ．河口附近の外部被曝線量調査
   - ヘ．診断用X線による被曝線量の調査
   - ト．ラジオアイソトープによる国民線量の調査
   - チ．自然放射能による被曝線量の調査
3. 放射能データセンター(責任者：望月尚文)
   - イ．内外の放射能調査資料の収集，整理，保存
   - ロ．海外との放射能関係情報資料の交換
   - ハ．放射能調査資料の解析

放射能レベル調査は，放射能調査地点のうち5地区(札幌，新潟，東京—千葉，大阪，福岡)に重点をおき，総合的に調査し，放射性降下物の蓄積量，河川海洋への流亡，食品への寄与，人体蓄積量の実態の把握を計り，これらの相関関係を究明しつつある。この調査の実施は，技術部放射能検査課と環境衛生第5研究室が協力して業務を遂行した。なお，人尿中の^{137}Csについては，化学研究部(部長：伊沢正実)が一部を分担し，^{3}H，^{14}Cの測定は環境衛生第4研究室（室長：樫田義彦）が担当した。また，浮遊塵放射能測定結果の集計には環境衛生第3研究室の協力を得た。放射能レベル調査の結果は主として本章に集録したが，一部は環境衛生第5研究室の項に掲載した。これらの成果は政府の放射能対策本部に逐次報告された。また，科学技術庁主催の第5回放射能調査研究成果発表会，日本放射線影響学会第5回研究発表会，日本原子力学会年会，日本生化学会年会，日本水産学会年会に発表され，さらに一部の成果は第13回，第14回国連科学委員会に資料として提出された。

放射能線量調査は，物理研究部と環境衛生研究部が分担して実施した。その成果は関係各学会に報告され，本章ならびに両研究部報告中に集録されている。

放射能データセンター業務は，国内の放射能レベル調査成果の収集を行ない，その一部を集録した“Radioactivity Survey Data in Japan” No.1およびNo.2を発行し，国内外の関係各機関と研究者に配布した。

A. 放 射 能 レ ベ ル 調 査

1. 人骨のストロンチウム-90濃度

技術部放射能検査課
佐 伯 誠 道*
田 中 義 一 郎
富 川 昭 男

* 環境衛生第5研究室

(1) 緒　　言

われわれは37年度にひきつづき，日本における人骨のストロンチウム-90濃度とその年次変化の調査研究を行なったのでその結果を報告する。

(2) 試料人骨

北海道，新潟，福島，埼玉から採取した1962年3月

より1963年10月までの死亡者の人骨(主として肋骨)302検体中，主として20才以下の試料に重点をおき，165検体につき分析を行なった。

分析の可能な量が試料1検体より得られない場合は，ほぼ同年令で死亡月の近い試料で同一地域から採取された2～6検体分を合わせ合併試料として分析に供した。20才以下の試料は集めにくく，東京地域以外では特に採取が困難であった。

1963年度　人骨分析試料数

	採取試料数	供分析試料数
胎　　児	17	17
0 ～ 4才	15	13
5 ～ 19才	69	65
20 才 以 上	211	39
	312	134

(3) 分析測定法

^{90}Sr の分析は WHO/FAO Expert Committee (*FAO Atomic Energy Series* No. 1, 1959)の方法によった。すなわち，発煙硝酸法に従がい ^{90}Sr を分離し2週間放置後，放射平衡に達した娘核種 ^{90}Y を分離し計測を行なった。計測器は日本医理学製低バックグラウンド・ガスフロー・カウンター LBC-13 (^{90}Y 測定効率40%，バックグラウンド0.7 cpm)を用いて，1検体につき240分以上測定を行なった。

(4) 実験結果

1962年に採取した人の試料を第1表に記し，既に37年度放医研年報に報告ずみの試料については*印をつけた。また，1963年に採取した人骨試料の結果は第2表に記載した。

この測定結果からは，試料採取が主として東京に限られているために試料数が多くないので，地域(257頁へ)

第1表　人　骨　の　^{90}Sr　濃　度

1962年　死　亡　者

年令	地区	試料採取月	性別	骨種	Sr mg/Ca g	S. U. ± s. d. (^{90}Srpc/gCa)
胎児 *	東京	1963年 12月	男	全身骨	0.7	1.00 ± 0.07
〃 *	〃	〃 〃	〃	〃	0.6	1.17 ± 0.08
〃 *	〃	〃 〃	女	〃	0.7	0.70 ± 0.05
〃 *	〃	〃 〃	〃	〃	0.6	0.95 ± 0.07
新生児 *	〃	〃 〃	男女	〃	0.6	0.59 ± 0.05
0年 *	〃	〃 1～5	女	肋骨 (6)		1.13 ± 0.08
0～3 *	〃	〃 1～3	男	〃 (12)		2.24 ± 0.11
1	〃	〃 7	女	肋骨，脊椎骨		1.61 ± 0.07
7	〃	〃 1	〃	肋骨		0.95 ± 0.07
8	〃	〃 9	〃	〃		1.00 ± 0.06
8 *	宮城	〃 5	〃	大腿骨	0.7	1.44 ± 0.07
8 *	〃	〃 11	男	〃	0.7	0.93 ± 0.05
12	東京	〃 7	女	肋骨		1.99 ± 0.08
12 *	宮城	〃 11	〃	胸骨	0.4	2.22 ± 0.19
13	東京	〃 1	男	肋骨		2.37 ± 0.09
13	〃	〃 7	〃	〃		1.45 ± 0.07
14 *	福島	〃 9	〃	脊椎骨	0.7	1.56 ± 0.10
14	〃	〃 7	女	肋骨		0.55 ± 0.05
15 *	宮城	〃 〃	男女	胸骨	0.8	2.02 ± 0.09
15	東京	〃 〃	〃	肋骨		1.38 ± 0.08
16	〃	〃 9	男	脛骨		2.05 ± 0.10
17 *	宮城	〃 1	〃	肋骨		1.72 ± 0 08
17	東京	〃 10	〃	〃		2.03 ± 0.10
18	〃	〃 6	女	〃		0.84 ± 0.06
18	〃	〃 11	男	脊椎骨		1.64 ± 0.08
18	〃	〃 〃	〃	肋骨		1.81 ± 0.08
18	〃	〃 8	〃	肋骨，脊椎骨		1.08 ± 0.06
18	〃	〃 9	〃	肋骨		2.07 ± 0.09
18	〃	〃 〃	〃	〃		0.81 ± 0.01
18	〃	〃 10	女	胸骨		1.14 ± 0.08
18	〃	〃 1	〃	肋骨		1.18 ± 0.09
18	〃	〃 9	男	〃		1.44 ± 0.07
19	〃	〃 7	〃	〃		1.35 ± 0.07
19	〃	〃 10	女	〃		0.88 ± 0.06
19	〃	〃 9	〃	脊椎骨		0.78 ± 0.05
19	〃	〃 〃	〃	肋骨		1.30 ± 0.07
19	〃	〃 〃	〃	大腿骨		0.37 ± 0.04

| | | |

64	*	新	潟	1962 年	6 月	男女	肋 骨	0.5	0.63 ± 0.04
65	*	〃		〃	4	〃	〃	0.6	0.17 ± 0.02
66	*	〃		〃	1	男女	〃	0.6	0.18 ± 0.01
68	*	〃		〃	11	〃	〃		0.32 ± 0.03
60～68	*	東	京	61年11月,62年1月		男	〃 (3)		0.24 ± 0.03
63～65	*	〃		1962 年	2 月	〃	〃 (5)		0.19 ± 0.02
63～69	*	〃		〃	2～3	〃女	〃 (6)		0.46 ± 0.04
71	*	新	潟	〃	5	〃	〃	0.6	0.25 ± 0.04
73		東	京	〃	1	〃男	胸骨		0.33 ± 0.04
73		〃		〃	〃	〃	膝蓋骨		0.14 ± 0.02
73		〃		〃	〃	〃	大腿骨		0.19 ± 0.02
73	*	〃		〃	11	〃	肋骨		0.22 ± 0.02
73	*	新	潟	〃	5	〃	〃	0.9	0.21 ± 0.03
73	*	〃		〃	1	〃女	〃		0.10 ± 0.01
74	*	東	京	〃	10	男	〃		0.35 ± 0.03
76	*	新	潟	〃	5	〃	〃	1.1	0.34 ± 0.03
78	*	〃		〃	6	〃	〃	0.3	0.55 ± 0.04
79	*	〃		〃	〃	〃	〃	0.7	0.29 ± 0.03
70～82	*	東	京	〃	1～5	〃女	〃 (4)		0.19 ± 0.03
71～74	*	〃		〃	1～2	〃	〃 (3)		0.24 ± 0.03
73～77	*	〃		〃	〃	〃男	〃 (2)		0.26 ± 0.03
80	*	新	潟	〃	5	〃女	〃	1.2	0.36 ± 0.05

〔注〕 1) ( ) 内数字は合併試料の試料数。

2) * 印は，既に昭和 37 年度年報に報じた数値である。

第2表 人 骨 の ^{90}Sr 濃 度

1963年 死 亡 者

年 令	地 区	試料採取月	性 別	骨 種	Sr mg/Ca g	U. S. ± s. e. (^{90}Sr pc/g Ca)
胎 児	東 京	1963 年 7 月		全身骨		1.09 ± 0.07
〃	〃	〃 10		〃		1.43 ± 0.11
〃	〃	〃 〃		〃		2.10 ± 0.13
〃	〃	〃 〃		〃		1.33 ± 0.08
〃	〃	〃 〃		〃		1.41 ± 0.11
〃	〃	〃 〃		〃		2.38 ± 0.13
〃	〃	〃 〃		〃		1.49 ± 0.11
〃	〃	〃 〃		〃		0.94 ± 0.09
〃	〃	〃 〃		〃		0.85 ± 0.08
〃	〃	〃 〃		〃		0.98 ± 0.09
〃	〃	〃 7		〃		2.14 ± 0.13
〃	〃	〃 〃		〃		1.19 ± 0.07
〃	〃	〃 8		〃		1.18 ± 0.07
〃	〃	〃 10		〃		1.25 ± 0.10
〃	〃	〃 8		〃		1.22 ± 0.07
〃	〃	〃 7		〃		1.35 ± 0.08
〃	〃	〃 6		〃		0.86 ± 0.04
0 年	〃	〃 2	男	〃		3.15 ± 0.17
〃	〃	〃 6	女	〃		2.81 ± 0.19
〃	〃	〃 5	男	大腿骨		0.80 ± 0.04
〃	〃	〃 1	男，女	肋骨 (14)		1.38 ± 0.08
〃	〃	〃 2	〃	〃 (8)		1.96 ± 0.10
〃	〃	〃 6	〃	〃		2.06 ± 0.14
1	〃	〃 8	男	〃		4.37 ± 0.19
3	〃	〃 6	女	大腿骨		2.12 ± 0.13
〃	〃	〃 〃	〃	肋骨，大腿骨		1.34 ± 0.10
4	〃	〃 〃	男	〃		1.24 ± 0.10
〃	〃	〃 〃	〃	〃		1.47 ± 0.10
1～4	〃	〃 〃	男，女	肋骨 (7)		0.95 ± 0.09
5	〃	〃 〃	女	〃		1.78 ± 0.10
6	〃	〃 7	〃	肋骨，大腿骨		0.99 ± 0.13
7	〃	〃 〃	男	肋骨		1.64 ± 0.10
〃	〃	〃 4	女	〃		1.28 ± 0.10
〃	〃	〃 1	男	脊椎骨		1.13 ± 0.06
〃	〃	〃 〃	〃	肋骨		0.70 ± 0.06
〃	〃	〃 8	女	肋骨，大腿骨		1.25 ± 0.10

7	東京	1963 年	7 月	男	肋骨		1.14 ± 0.10
8	〃	〃	2	女	〃		1.10 ± 0.06
〃	〃	〃	5	男	〃		2.50 ± 0.13
9	〃	〃	4	女	〃		1.64 ± 0.08
〃	〃	〃	7	〃	肋骨，大腿骨		0.91 ± 0.10
〃	〃	〃	〃	〃	〃		1.30 ± 0.08
〃	〃	〃	3	〃	肋骨		2.18 ± 0.11
〃	北東海道	〃	〃	男	〃		1.94 ± 0.11
11	北東海道	〃	2	〃	〃		1.63 ± 0.08
〃	北東海道	〃	8	〃	肋骨，大腿骨		1.66 ± 0.08
〃	〃	〃	6	女	肋骨		0.92 ± 0.08
〃	〃	〃	8	男	肋骨，大腿骨		1.13 ± 0.08
12	〃	〃	4	女	肋骨		1.37 ± 0.09
〃	〃	〃	〃	男	脊椎骨		1.79 ± 0.11
〃	〃	〃	8	女	肋骨，大腿骨		1.78 ± 0.12
〃	〃	〃	6	男	肋骨		0.83 ± 0.08
13	〃	〃	8	女	肋骨，大腿骨		2.08 ± 0.15
15	〃	〃	7	男	〃		1.98 ± 0.13
〃	〃	〃	6	〃	肋骨		1.06 ± 0.10
〃	〃	〃	3	〃	〃		1.82 ± 0.13
16	〃	〃	6	〃	〃		1.97 ± 0.08
〃	〃	〃	8	〃	〃		2.30 ± 0.10
〃	〃	〃	2	〃	〃		1.07 ± 0.10
17	〃	〃	3	女	〃		1.03 ± 0.09
〃	〃	〃	8	〃	〃		1.34 ± 0.10
18	〃	〃	6	〃	〃		2.02 ± 0.11
〃	〃	〃	8	男	〃		1.59 ± 0.09
〃	〃	〃	4	女	〃		0.55 ± 0.04
〃	〃	〃	5	〃	〃		1.40 ± 0.10
19	〃	〃	3	男	〃		1.23 ± 0.09
〃	〃	〃	〃	〃	〃		1.75 ± 0.10
〃	〃	〃	9	〃	〃		1.13 ± 0.09
5～10	〃	〃	1～5	男，女	〃	(3)	0.53 ± 0.04
20	〃	〃	8	男	肋骨，脛骨	(2)	1.17 ± 0.10
21	〃	〃	1	〃	肋骨		0.96 ± 0.09
25	新東京	〃	2	女	〃		1.29 ± 0.04
29	〃	〃	5	〃	〃		1.15 ± 0.05
20～21	〃	〃	6～8	男	〃	(3)	0.42 ± 0.05
27	〃	〃	6	〃	〃		0.42 ± 0.04
33～38	〃	〃	2～3	男，女	肋骨，脊椎骨	(3)	0.41 ± 0.04
37～38	新東京	〃	〃	男	肋骨	(3)	0.51 ± 0.05
40～44	〃	〃	1～3	〃	〃	(5)	0.38 ± 0.03
40～48	〃	〃	1～4	女	〃	(4)	0.40 ± 0.03
54～59	〃	〃	1～3	〃	〃	(3)	0.42 ± 0.03
50～59	〃	〃	〃	男	〃	(6)	0.36 ± 0.03
60～69	〃	〃	〃	男，女	肋骨，胸骨	(6)	0.22 ± 0.02
70～79	〃	〃	1～4	〃	肋骨	(8)	0.40 ± 0.02
							0.27 ± 0.02
							0.32 ± 0.02

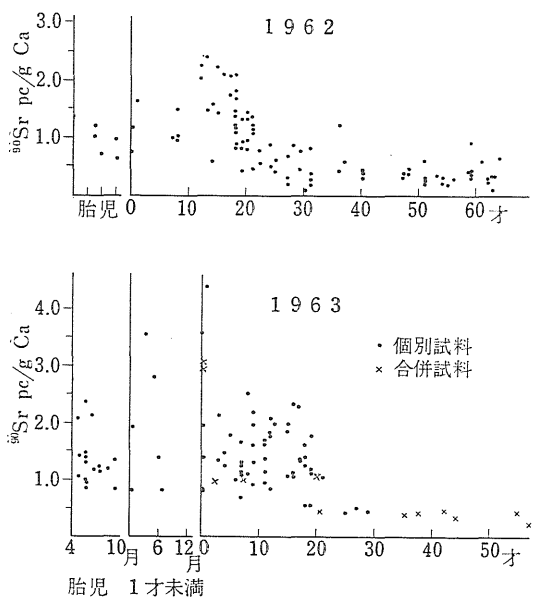
〔注〕 括弧内の数字は合併試料の試料数

第3表 年令群別の人骨中の ^{90}Sr 濃度

			年令群		S.U. (^{90}Sr pc/g Ca)	
			胎児	0才～4才	5～19才	20才以上
1962	試料数		10	26	45	243
	S.U.	最小値～最大値	0.59～1.17	0.95～2.24	0.37～2.37	0.03～1.33
		平均値±標準偏差	0.88±0.20	1.66±0.45	1.38±0.54	0.45±0.31
1963	試料数		17	38	44	47
	S.U.	最小値～最大値	0.86～2.38	0.80～4.37	0.55～2.50	0.22～1.29
		平均値±標準偏差	1.36±0.44	2.01±1.01	1.41±0.47	0.41±0.25

別や性別の有意差を論ずることができない。

第1図は1962年，1963年における人骨中の ^{90}Sr 濃度と年令との関係を示したものであり，第3表は4つの年令群の最大値，最小値および平均値と標準偏差を示したものである。



第1図　人骨中の ^{90}Sr 濃度と年令との関係

これらの図表を通じてみると，年代による ^{90}Sr 濃度がかなり違うことがみられる。すなわち，0～4才群が最も高く，5～19才群がこれに次ぎ，胎児はこれよりさらに低い値を示した。

なお，1963年の試料については，0～4才群の中でも特に1才未満の人骨の ^{90}Sr の濃度の著しく高いことが認められた。

また，日本人については，欧米と異なって胎児の人骨は0～4才群の人骨より ^{90}Sr 濃度が高いとする従来の定説(UNSCEAR, *Report* 1962, p. 300, U. S. A., New York, 1962)の傾向と相反する結果を37年度放医研年報で報じた。本報においても，胎児17例について分析を行なって検討した結果，前報に報じたと同様に，従来いわれていた日本の特殊性は認め得なかった。

〈5〉 結　　語

日本人の人骨の ^{90}Sr 濃度は，胎児 1.36 ± 0.44 S. U.，(S. U.=^{90}Sr pc/g Ca)，0～4才 2.01 ± 1.01 S. U.，5～19才 1.41 ± 0.47 S. U.，20才以上の成人 0.41 ± 0.25 S. U. であった。0～4才群は37年に比しやや高い値を示したが，特に1才未満の乳幼児に ^{90}Sr 濃度の高いことが認められた。

〔研究発表〕

佐伯誠道，小柳卓，田中義一郎，富川昭男；Assay of strontium-90 in human bone in Japan, 1961～1963, *Journal of Radiation Research*, 5, 2 (1964)

2. 日英交換試料による人骨ストロンチウム-90測定値の検討

環境衛生第5研究室
佐　伯　誠　道

〈1〉 緒　　言

人骨のストロンチウム-90濃度の経年変化，年令差，地域的差異等を把握することは，人体への放射性物質の影響を知る上に重要である。日本人のストロンチウム-90蓄積の程度を諸外国の水準と比較する必要性も考えて，本研究所では分析法も国際的に広く用いられている方法 (WHO/FAO Expert Committee, "Methods of Radiochemical Analysis", *FAO Atomic Energy Series*, No. 1, 1959) を採用している。しかしながら，人骨のストロンチウム-90等の微量放射能分析測定における測定値については，化学分析過程における僅少の操作上の差や，各種の計測器の効率，放射能標準品の違いによって差を生じ易い。

この意味で，本研究所の測定値の信頼性を検討するために，他の研究所との分析試料の交換を行なって，測定値を照合することを心がけている。今回(1964年2月)，イギリスの A. E. R. E. (Atomic Energy Research Establishment)のW. G. Marley 博士の斡旋により，United Kingdom Atomic Energy Authority (U. K. A. E. A.)の Research Group Woolwich Outstation の F. J. Bryant 博士に本研究所から3検体の人骨試料を送付し，同博士の研究室および本研究室で同時に分析測定を行なって，その結果を交換した。

〈2〉 結　　果

F. J. Bryant 博士の研究室における測定結果は同博士からの次の通知状に示されている。

Dear Dr. Marley,

We are now able to give the following provisional results on the three samples from D. M. Saiki.

Japanese reference	Our reference	Strontium-90 pc/g Ca
A(1962)	M/HB 87	0.85 ± 0.05
B(1963)	M/HB 88	1.0 ± 0.05
C(1963)	M/HB 89	1.5 ± 0.1

The results are provisional because the amount of activity present is such that the measurements have had to be based on the counting of the strontium sources. We intend to recount these sources and to attempt to separate and count the yttrium-90 daughter in a few weeks time in order to allow for the presence of any strontium-89.

I will write to you again when this has been done but I expect the final figures to be little different (at most 5~10 per cent lower) from those given above.

I should be very interested to know the results obtained in Dr. Saiki's laboratory.

Yours sincerely,
F. J. Bryant

本研究所の測定値は次の通知状の抜粋に示したとおりである。なお，この分析は田中義一郎，富川昭男の両研究員の分担により行われた。

Dear Dr. Marley,

It is my pleasure to forward you the following results on the three samples analyzed in our laboratory.

U. K. reference	Japanese reference	g of sample	g of Ca	recovery of Sr (%)	Sr-90 pc/g Ca
M/HB 87	A	5,0425	1,8859	79.3	0.97±0.03
M/HB 88	B	5,0422	1,8858	77.6	0.99±0.03
M/HB 89	C	5,0407	1,8852	79.6	1.64±0.07

The analyses were carried out by the method described in the FAO Atomic Energy Series No. 1, Rome, 1959; and WHO Technical Report Series No. 173, 1959. On the measurement, activity of separated daughter Y-90 was counted with an end-window type low-background gas flow country of 0.7 cpm background.

Yours sincerely,
M. Saiki

(3) 考　　察

両研究所の測定結果は，かなりよく一致している。この供試人骨検体は甚しく S. U. (^{90}Sr pc/g Ca) の低い試料であったにもかかわらず，この程度の一致をみたことから，現在程度のレベルの人骨の S. U. を論ずるには日英両国の実測値に何らの補正を行なうことなく，両国の人骨ストロンチウム-90 濃度の差異を比較し得ることが示された。

3. 人骨中のラジウム-226 の測定

環境衛生第1研究室
渡 辺 博 信*
田 中 義 一 郎**

* 環境衛生研究部長
** 技術部放射能検査課

37年度にひきつづいて人骨中のラジウム-226の測定を行なった。38年度は，試料を特に7～19才の年令層に限って測定を行ない，37年度の高年令層群の値と比較を行なった。

(1) 測　　定

灰化した人骨(3～8g)にバリウム・キャリヤー(10 mg)を加え発煙硝酸法による放射性ストロンチウムを化

第1表　骨中のラジウム-226濃度
試料：19才以下の群(範囲7～19才)

試料 No.	測定値($\times 10^{-14}$ c/g·ash)
1	0.2
2	0.7
3	1.0
4	0.1
5	0.8
6	0.0
7	0.4
8	0.7
9	0.2
10	0.1
11	0.0
12	0.0
平　均	0.4($\times 10^{-14}$ c/g·ash)

学分離 (Method of Radiochemical Analysis FAO of the U. N. Technical Report, Ser. No. 173, 1959) する過程で，クロム酸バリウム共沈によるラジウム分離(斎藤信房，大塚秀子，渡辺博信；文部省研究集録，No. 13, 昭和37年) を行ない，測定用試料とした。

(2) 結　　果

第1表および第2表に測定結果を示した。

第2表　骨中ラジウム-226濃度

試料：20才以上の群(範囲20～70才)

試料 No.	測定値 ($\times10^{-14}$ c/g·ash)	試料 No.	測定値 ($\times10^{-14}$ c/g·ash)
1	3.2	15	0.8
2	2.0	16	1.7
3	2.2	17	0.8
4	0.4	18	0.2
5	1.4	19	1.1
6	1.8	20	0.7
7	0.7	21	0.5
8	4.8	22	0.4
9	1.1	23	0.6
10	2.4	24	1.0
11	1.1	25	0.1
12	0.3	26	1.3
13	3.9	27	2.4
14	0.3		

平　均　　1.4($\times10^{-14}$ c/g·ash)

高年令層群と若年令層群にラジウム-226の差がある傾向が認められた。

39年度においては，特に人骨試料の分析法を改め，ラジウム以外の核種についても測定を行なう予定である。

〔研究発表〕

渡辺博信，田中義一郎；人骨中の ^{226}Ra の測定，日本放射線影響学会講演(1963年7月)

4. 人尿中のセシウム-137濃度

技術部放射能検査課
内山正史
田野実*
伊沢正実**

* 化学第3研究室
** 化学研究部長

(1) 緒　　言

昭和37年度の人尿中の ^{137}Cs 濃度の調査は，経年変化の傾向を詳細に知るために，石川，大阪両地区については年4回行なった。昭和38年度は石川，大阪，埼玉の3地区につき分析を行なった。なお，各地区とも，中学生を対象として試料採取を行なった。

分析の結果，昭和37年度分については，昭和36年10月のソ連の核実験再開の影響が昭和37年6月調査分に明らかにあらわれてきている。さらに，昭和37年4月から5月に行なわれた米国の核実験の影響も，同年9月以降の尿中 ^{137}Cs 濃度の増加となってあらわれたと考えられる。

(2) 試料の採取および分析測定法

試料は1回排尿全量を集め，その100 ml をとって50人分をあわせて1試料とした。予備処理は37年度と同様である。協力を得た学校は次のとおりである。

埼玉県　大宮市立植竹中学校
　　大宮市立馬宮中学校
　　大宮市立春里中学校
石川県　金沢市立鳴和中学校
大阪府　豊中市立第二中学校
　　茨木市立養精中学校
　　富田林市立第一中学校
　　八尾市立龍華中学校

以上は，昭和38年度協力校である。なお，昭和37年度協力校は昭和37年度放医研年報に記載した。

分析測定法は，昭和36年度放医研年報に記載した方法を第1図のように変えて行なった。

(3) 結　　果

測定結果を第1表～第3表(261頁)および第2図，第3図(262頁)に示す。これから次の知見がえられた。

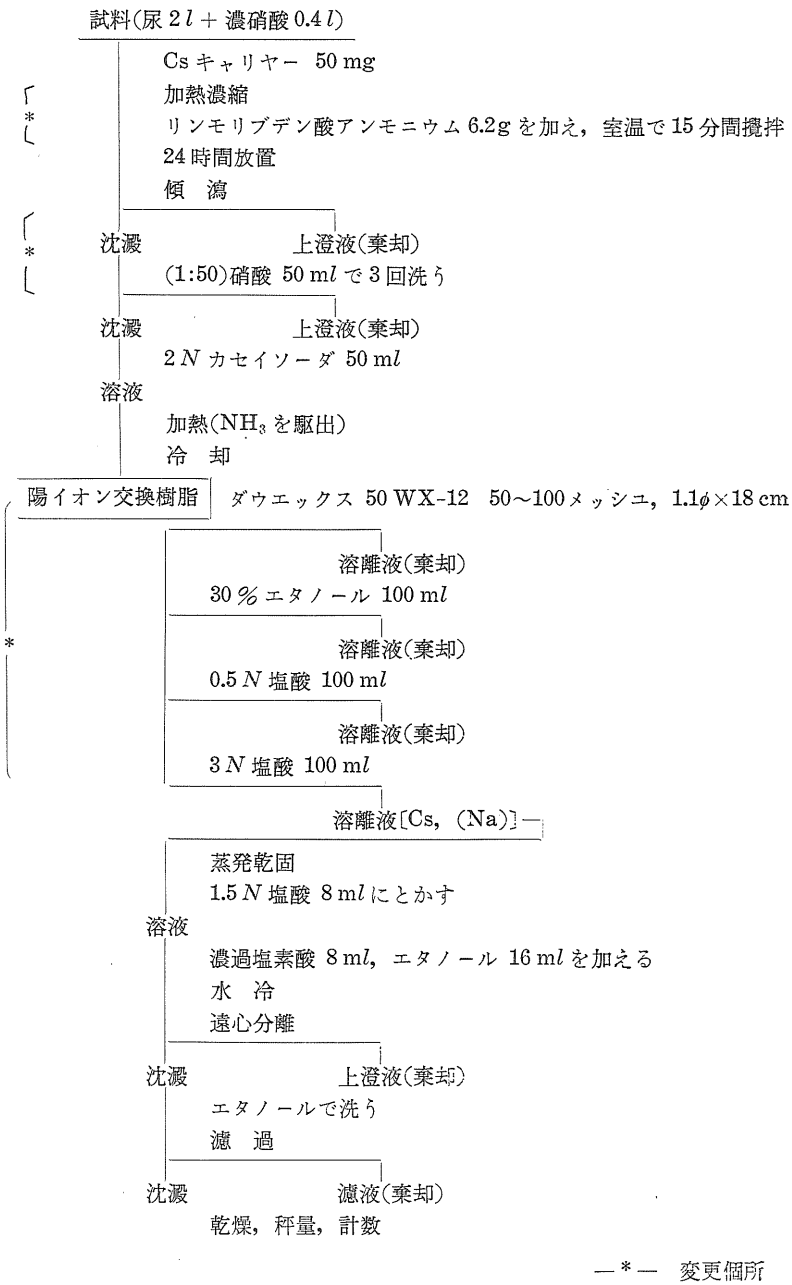
1) 昭和36年度末と比較して，昭和37年度末は尿中 ^{137}Cs 濃度が2倍に達している。

2) 県ごとにみた尿中 ^{137}Cs 濃度には明らかな差があるとはいいえない。

3) 性別での有意の差があるとはいいえない。

第2図の傾向および昭和37年度に行なわれた核実験の状況から，昭和38年度分についても ^{137}Cs 濃度の増加が同様にみられることが予想される。

本実験の実施に当りご協力いただいた本研究所の環境衛生第5研究室長佐伯誠道氏，ならびに試料の採取と前処理をしていただいた北海道衛生研究所安藤芳明，石川県衛生研究所板倉淳，大阪府公衆衛生研究所沖岩四郎，福岡県衛生研究所真子憲治，森彬，森本昌宏，埼玉県衛生研究所小津茂弘の諸氏に感謝する。



—*— 変更個所

第1図 リンモリブデン酸アンモニウム吸着濃縮—イオン交換—過塩素酸セシウム沈澱—β 測定による尿中の ^{137}Cs の分析法の概略

第1表　人尿中の ^{137}Cs 濃度（pc/l）　石川地区

試料	性別	昭和37年			昭和38年
		6月	9～10月	12月	2～3月
1	男	15.2	27.9	42.4	45.2
2	男	20.8	23.8	41.8	40.9
3	女	16.0	32.9	49.3	44.9
4	女	12.2	20.9	37.5	42.8
5	男	17.5	17.9	44.2	42.4
6	男	17.0	23.3	36.2	39.5
7	男	18.5	20.6	40.6	43.0
8	男	18.9	23.9	44.7	35.4
9	女	10.2	16.2	37.7	40.5
10	女	16.3	21.4	33.2	32.5
11	女	15.6	18.4	45.3	36.2
12	女	17.0	24.5	41.0	31.9
13	男	16.4	26.3	48.6	32.7
14	男	16.8	30.8	47.9	37.8
15	男	15.9	23.3	48,4	42.6
16	女	12.3	24.3	43.1	34.2
17	女	16.8	25.1	34.2	43.0
18	女	15.0	27.9	26.5	38.8
19	男	18.6	28.1	49.0	43.2
20	男	16.4	24.7	45.7	39.1
21	男	21.2	31.8	54.6	51.0
22	女	21.5	27.5	46.8	41.3
23	女	17.4	27.1	38.7	44.6
24	女	16.9	24.6	35.2	41.1
mean±S.D.		16.9	26.7±0.8	42.4±4.8	40.7±3.3

第2表　人尿中の ^{137}Cs 濃度（pc/l）　大阪地区

試料	性別	昭和37年			昭和38年
		6～7月	9月	11～12月	2月
1	男	25.4	18.6	30.5	32.6
2	男	33.8	15.1	31.7	31.5
3	男	36.2	17.0	28.9	30.9
4	女	23.2	17.4	19.6	41.0
5	女	21.8	18.1	25.0	39.0
6	女	16.3	16.9	22.9	35.5
7	男	32.6	20.5	30.8	42.1
8	男	22.9	17.1	25.8	36.7
9	男	23.2	20.9	25.9	34.4
10	女	23.4	23.6	36.4	29.3
11	女	24.5	15.4	25.2	40.4
12	女	20.4	21.7	27.7	29.6
13	男	25.2	24.6	30.9	46.5
14	男	18.3	21.6	30.3	49.2
15	男	29.5	23.2	34.7	52.2
16	女	32.3	13.0	31.5	44.7
17	女	18.2	25.4	31.3	52.0
18	女	29.5	20.9	30.3	50.5
19	男	27.7	15.0	30.3	44.0
20	男	37.5	20.9	28.2	40.6
21	男	25.7	18.2	27.9	47.5
22	女	26.6	17.1	23.8	38.5
23	女	21.7	20.0	25.0	45.0
24	女	24.7	20.5	32.8	45.8
mean±S.D.		25.7±4.1	18.2±1.1	28.3±2.8	40.8±6.6

第3表　人尿中の ^{137}Cs 濃度（pc/l）

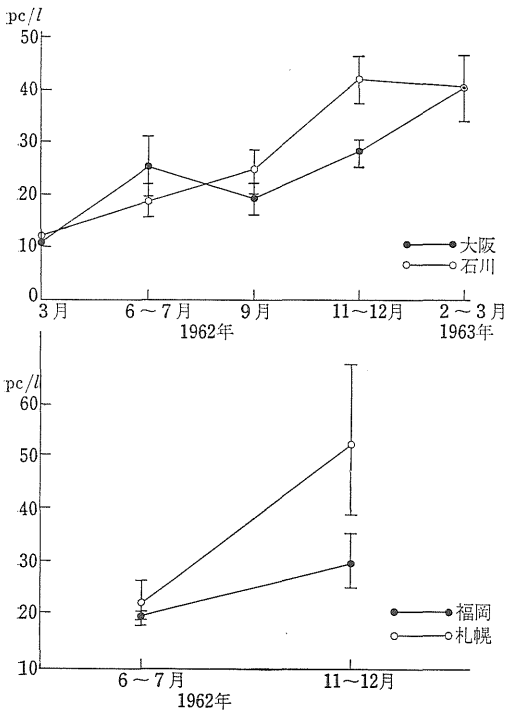
札幌地区

試料	性別	昭和37年	
		6～7月	12月
1	男	26.1	62.7
2	男	20.4	62.3
3	男	16.0	41.9
4	男	19.7	61.9
5	女	25.7	71.7
6	女	16.1	69.6
7	女	18.4	58.4
8	女	19.0	75.0
9	女	21.2	54.1
10	女	31.9	75.8
11	女	27.9	76.1

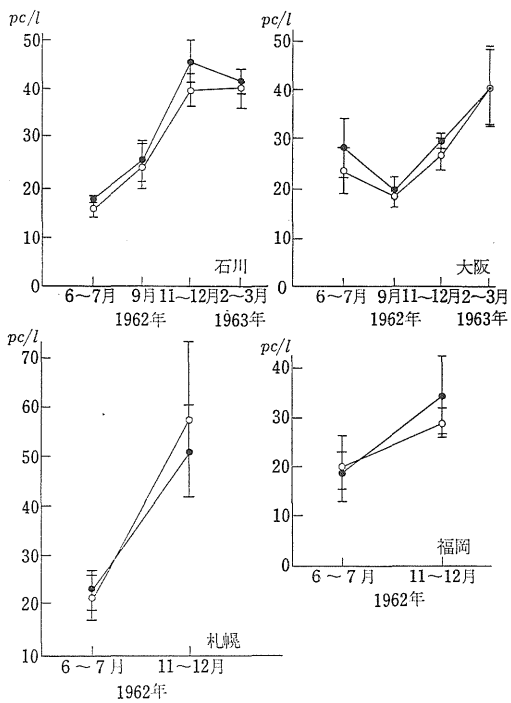
福岡地区

試料	性別	昭和37年	
		6月	12月
1	男	25.1	44.2
2	男	24.1	41.4
3	男	17.8	37.7
4	男	17.1	42.9
5	男	25.6	46.8
6	男	19.1	30.8
7	男	16.6	24.3
8	男	13.5	26.5
9	男	19.9	32.9
10	男	19.7	30.4
11	男	16.3	25.5

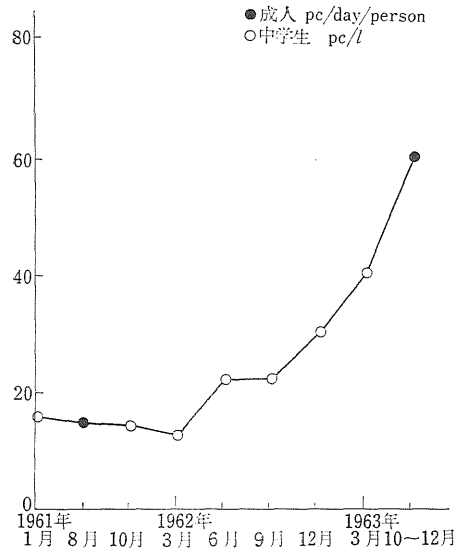
12	女	22.1	55.4	12	男	15.4	29.5
13	男	21.3	48.3	13	女	26.3	33.4
14	男	26.7	50.2	14	女	17.5	24.1
15	男	20.2	59.2	15	女	16.3	31.6
16	男	27.5	53.1	16	女	19.7	27.5
17	男	28.5	36.6	17	女	18.2	30.0
18	男	18.9	50.7	18	女	20.2	27.3
19	男	22.3	44.8	19	女	20.8	28.6
20	男	21.6	43.1	20	女	19.0	31.2
21	女	21.8	42.6	21	女	20.2	26.1
22	女	16.9	45.7	22	女	17.6	25.7
23	女	23.4	28.3	23	女	20.6	32.6
24	女	20.9	38.5	24	女	20.5	28.7
mean±S. D.		22.5±2.8	54.4±13.3	mean±S. D.		19.6±1.7	31.2±5.3



第2図　人尿中 ^{137}Cs 濃度の経年変化



第3図　性別の尿中 ^{137}Cs 濃度



第4図　人尿中の ^{137}Cs 濃度の年次変化（昭和36年6月～38年12月）

〔研究発表〕

内山正史，田野実，伊沢正実；人尿中のセシウム-137濃度，第5回放射能調査研究成果発表会（1962年11月）

5. 食品の放射性物質

技術部放射能検査課
佐伯誠道*
上田泰司
鈴木譲
村越善次

* 環境衛生第5研究室

（1）緒　　言

放射性降下物による国民の放射線体内負荷を知るために，国民の摂取する放射性物質を知ることは極めて重要であることは当然である。しかし，各地方の各職種階層の人を含めての国民平均摂取量をつかむことは容易ではない。現在，日本で行なわれているのは，実際の消費者の各家庭より食品を集めて分析する方法（日常食分析）と，各地方の食品原料を集めて標準献立表によって調理し分析する方法（標準食分析）がある。前者の場合は，試料採集上の不備も加わるためか，概して食物も貧困であり，したがってカロリーも低く，かつ放射能測定結果も変化が大きい。これに比べると，後者の標準食の方が一定条件により変動の少ない値を得やすい点，ならびに食品の品目別（野菜，肉，魚等の品目）の差を詳しく求め得る点がすぐれているが，実情よりは少々理想的な食事すぎるかもしれない。

筆者らは，科学技術庁放射能調査の一環として日常食を担当したが，調理済の食品を大別して主食類，野菜類，肉類，汁類の4区分に分けて調査した。つまり，日常食の放射能水準を知るとともに，上記のどの区分に ^{90}Sr，^{137}Cs が多いかの傾向をあわせて検討した。

（2）試　　料

北海道（札幌），新潟，東京，大阪，福岡の5地区の各都道府県衛生研究所に依頼し，都市成人，農村成人および農村子供の3群（ただし，大阪のみは都市成人および会社寮等の集団の2群）に分け，調理済の可食部2日分を次の4区分に分けて収集し，450℃で灰化後分析に供した。

1）主食類（米，麦，パン，ウドン類）
2）野菜類（根菜，葉菜，豆類等）
3）肉　類（獣肉，鳥肉，魚介類，卵，牛乳等）
4）汁　類（汁類，水，嗜好飲料等）

試料収集の日時は第1回は6月下旬より8月初旬，第2回は11月中旬より12月初旬であった。

（3）実験および結果

1）γ線波高分析

灰化試料をポリエチレン製の袋に入れ，256チャンネルのγ線波高分析器（東芝製，クリスタル：3″φ×2″ NaI）で，16時間計測し，γ線放出核種をしらべた。

新潟都市成人と大阪集団成人につき，4食品区分のガンマー線波高分布を第1図，第2図に示した。

各食品区分に，^{40}K に次ぎ ^{137}Cs を示すピークが明瞭に現われた。さらに野菜類，主食類，汁類の各食品区分には僅かながら $^{95}Zr+^{95}Nb$ と思われるピークが現われたが，肉類には認められなかった。

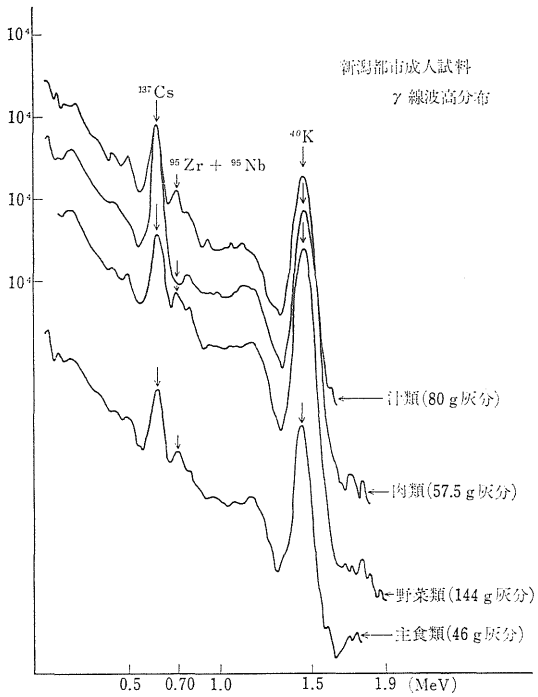
この傾向は大阪，新潟のいずれにも共通している。

2）^{90}Sr および ^{137}Cs 量

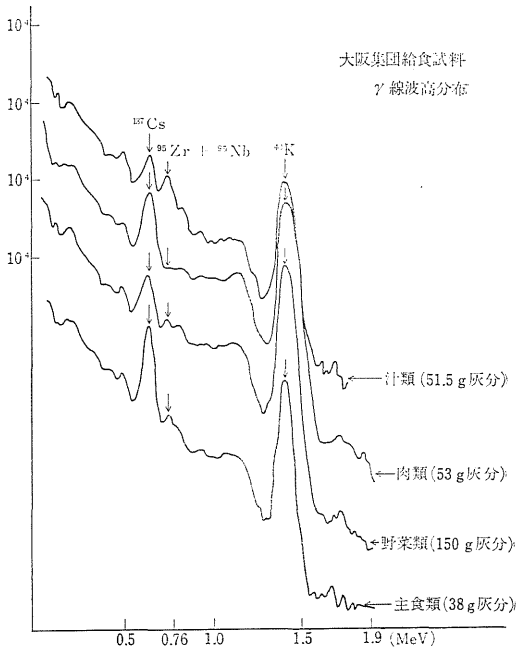
i）^{90}Sr 量

分析は発煙硝酸法により，医理研製ガスフロー低バックグラウンド・カウンター-13型（バックグラウンド：0.7 cpm，計数効率：44.0％ ^{90}Y）を用いて計測した。

結果を第1表，第2表に示す。1人1日の ^{90}Sr 摂取量は第1回，第2回ともに野菜類に最も多く，主食類がこれに次ぎ，肉類，汁類は大体同じであった。主食類では，第1回の試料では福岡都市成人の 5.9 pc/d/p



第 1 図



第 2 図

第1表　カテゴリー別日常食中の ^{90}Sr 量（1963年6月末～8月初）

		主食類		野菜類		肉類		汁類		計	
		pc/d/p(Ca mg/d/p)	S. U.	pc/d/p(Ca mg/d/p)	S. U.	pc/d/p(Ca mg/d/p)	S. U.	pc/d/p(Ca mg/d/p)	S. U.	pc/d/p(Ca mg/d/g)	S. U.
北海道	都市成人	1.3±0.1(55.3)	23.5	2.2±0.1(34.8)	63.1	1.1±0.1(162.0)	6.8	1.5±0.1(185.0)	8.1	6.1±0.4(437.1)	14.0
	農村成人	0.2±0.0(59.7)	33.5	2.3±0.3(34.9)	65.8	1.8±0.1(207.0)	8.7	1.4±0.1(166.0)	8.4	5.7±0.5(467.6)	12.2
	農村子供	0.9±0.1(29.2)	30.8	1.0±0.1(13.0)	76.6	2.0±0.2(148.0)	13.5	1.2±0.1(145.0)	8.3	5.1±0.5(335.2)	15.2
新潟	都市成人	2.0±0.1(51.2)	3.9	11.3±1.3(119.0)	95.1	1.1±0.1(119.0)	9.2	1.4±0.1(164.0)	8.5	15.7±1.6(453.2)	34.6
	農村成人			9.5±1.1(119.0)	80.1	0.9±0.1(105.0)	8.6	3.1±0.3(191.0)	16.2		
	農村子供	0.4±0.0(10.4)	38.5	9.0±0.9(168.0)	53.5	1.6±0.2(258.0)	6.2	1.2±0.1(80.0)	15.0	12.2±1.3(516.4)	23.3
東京	都市成人	1.7±0.3(34.8)	48.8	2.2±0.6(25.9)	85.1	1.6±0.2(83.3)	19.2	1.9±0.6(122.0)	15.5	7.4±1.7(266.0)	27.8
	農村成人	0.8±0.1(15.0)	53.3	1.9±0.1(24.3)	78.2	0.8±0.1(51.6)	15.5				

東京	農村子供	0.3±0.0(4.8)	62.0	1.3±0.1(24.2)	53.5	0.5±0.1(49.0)	10.2	0.4±0.0(111.0)	3.6	2.5±0.2(189.0)	13.2
大阪	都市成人	1.3±0.1(30.0)	48.1	2.3±0.2(43.3)	53.1	1.2±0.1(132.0)	9.0	1.6±0.1(107.4)	14.9	6.4±0.5(312.8)	20.5
	集団給食	1.5±0.3(31.5)	47.6	9.6±0.8(61.5)	156.0	1.4±0.3(173.0)	8.1	1.2±0.3(88.9)	13.5	13.7±1.7(354.9)	38.6
福岡	都市成人	5.9±0.3(110.0)	53.1	9.3±0.8(124.0)	75.5	1.0±0.1(294.0)	3.5	1.5±0.1(115.5)	13.0	17.7±1.3(643.5)	27.5
	農村成人	5.3±0.4(110.0)	48.1	8.4±0.7(103.0)	81.3	3.3±0.3(38.4)	8.6	1.3±0.1(111.6)	11.6	18.3±1.5(708.6)	25.8
	農村子供	2.7±0.2(85.7)	31.5	4.4±0.5(85.4)	52.0	4.5±0.5(363.0)	12.5	1.1±0.1(98.9)	11.1	12.7±1.3(633.0)	20.1

第2表　カテゴリー別日常食中の ^{90}Sr 量　　(1963年11月中～12月初)

		主食類		野菜類		肉類		汁類		計	
		pc/d/p(Ca mg/d/p)	S.U.	pc/d/p(Ca mg/d/p)	S.U.	pc/d/p(Ca mg/d/p)	S.U.	pc/d/p (Camg/d/p)	S.U.	pc/d/p(Ca mg/d/p)	S.U.
北海道	都市成人	1.8±0.1(52.1)	34.5	6.0±0.3(85.1)	70.5	3.0±0.2(132.0)	22.1	2.5±0.2(138.1)	18.1	13.3±0.8(407.3)	32.7
	農村成人	2.8±0.2(48.5)	57.7	5.6±0.3(88.1)	63.6	2.5±0.2(152.0)	16.5	3.6±0.2(156.7)	23.0	14.5±0.9(445.3)	32.6
	農村子供	0.7±0.0(41.6)	16.8	6.1±0.4(90.5)	67.4	1.2±0.1(111.0)	10,8	1.8±0.1(118.8)	15.2	9.8±0.6(351.9)	27.8
新潟	都市成人	2.3±0.2(63.5)	36.2	14.3±1.0(81.6)	175.2	1.6±0.1(121.0)	13.2	3.6±0.2(101.5)	35.5	21.8±1.5(367.6)	59.3
	農村成人	2.7±0.2(61.0)	44.3	22.1±2.0(80.5)	274.5	2.1±0.1(131.0)	16.0	5.9±0.4(163.2)	36.2	32.8±2.7(435.7)	75.3
	農村子供	2.6±0.2(55.5)	46.8	23.9±1.9(85.5)	279.5	1.5±0.1(128.0)	11.7	2.5±0.2(151.5)	16.5	30.5±2.4(420.5)	72.5
東京	都市成人	1.0±0.1(48.1)	20.7	5.9±0.3(67.1)	87.9	0.4±0.0(85.5)	4.7	0.9±0.1(125.5)	7.2	8.2±0.5(326.2)	21.5
	農村成人	1.3±0.1(36.6)	35.5	1.1±0.1(39.9)	27.6	1.1±0.1(67.7)	16.2	2.2±0.1(121.3)	18.1	5.7±0.4(265.5)	25.1
	農村子供	1.6±0.1(29.8)	53.7	1.5±0.1(41.5)	35.1	6.4±0.3(101.5)	63.0	0.6±0.0(100.1)	6.0	10.1±0.5(272.9)	37.0
大阪	都市成人										
	集団給食										
福岡	都市成人	1.8±0.1(45.5)	39.7	8.2±0.4(88.9)	92.2	1.5±0.1(146.1)	10.3	1.3±0.1(128.5)	10.2	12.8±0.7(409.0)	31.3
	農村成人	1.5±0.1(46.6)	32.2	7.3±0.4(85.4)	85.5	0.9±0.1(138.5)	6.5	1.0±0.1(135.1)	10.1	10.7±0.7(405.6)	26.4
	農村子供	1.3±0.1(40.1)	32.4	6.3±0.3(81.7)	77.2	1.0±0.1(113.1)	8.8	1.2±0.1(128.1)	9.4	9.8±0.6(363.0)	27.0

(53.1 S.U.)が高く，北海道農村成人の 0.2 pc/d/p (33.5 S.U.)が最低であつた。これに対し第2回の試料では，北海道農村成人の 2.8 pc/d/p(57.7 S.U.)が高く，北海道農村子供の 0.7 pc/d/p(16.8 S.U.)が最低であった。野菜類では第1回の試料では新潟都市成人の 11.3 pc/d/p (95.1 S.U.)が高く，北海道農村子供の 1.0 pc/d/p (76.6 S.U.)が最低であった。第2回の試料では，新潟農村子供の 23.9 pc/d/p (279.5 S.U.)が高く，最低は北海道農

村成人の 5.6 pc/d/p(63.6 S.U.) であった。肉類については，第1回の試料は福岡農村子供の 4.5 pc/d/p(12.5 S.U.) が高く，東京農村子供の 0.5 pc/d/p(10.2 S.U.) が最低であるが，第2回の試料では，東京農村子供は 6.4 pc/d/p(63.0 S.U.)を示したが，これを除くと最高は 3.0 pc/d/p(22.7 S.U.) より 0.4 pc/d/p(4.7 S.U.) の範囲であった。東京農村子供が高い値を示したのは，他の群の肉の摂取量が平均 3.38 g に対し 7.90 g と肉の摂取が多かったためである。汁類は第1回の試料では，新潟農村成人の 3.1 pc/d/p(16.2 S.U.) が高く，東京農村子供の 0.4 pc/d/p (3.6 S.U.)が最低であり，地域差はほとんど認められないのに対し，第2回の試料では，最高は新潟農村成人の 5.9 pc/d/p (36.2 S.U.)が高く，東京農村子供の 0.6 pc/d/p(6.0 S.U.)が最低であり，概して新潟県は多く，東京は最も少なかった。

1人1日の^{90}Sr 摂取を S.U.でみれば，第1回に比べ，第2回は東京都市成人が 27.8 から 25.1 と減じている以外はすべて増加していて，5地方，3群の各回の食品区分別 S.U. の平均値では，都市成人では第1回は 24.9 で，第2回は 37.1，同様に農村成人では 19.0 と 39.0，農村子供では 18.0 と 41.1 であり，第2回は第1回のそれぞれ 49 %，105 %，128 %と顕著な増加を示した。

ii) ^{137}Cs 量

^{137}Cs は，燐モリブデン酸アンモンセシウムとして Cs を沈澱させたのち，塩化白金酸セシウムとして医理研製ガスフロー低バックグラウンド・カウンター -22 型，(バックグラウンド：2.0 cpm，計数効率：22 % Cs)で測定した。

分析の結果を第3表，第4表に示す。

主食類は，第1回の試料は最高 24.0 pc/d/p より最低

第3表　カテゴリー別日常食中の ^{137}Cs 量 (1963 年 6 月末～8 月初)

		主食類	野菜類	肉類	汁類	計
		pc/d/p(K mg/d/p)C.U.	pc/d/p(K mg/d/p)C.U.	pc/d/p(K mg/d/p)C.U.	pc/d/p(K mg/d/p)C.U.	pc/d/p(K mg/d/p)C.U.
北海道	都市成人	24.0±2.3(324.5) 73.8	17.6±1.6(674.4)26.2	28.4±2.6(591.7) 36.9	11.8± (301.6) 39.1	81.8±7.6(1892.2)43.2
	農村成人	4.2±0.4(53.3) 79.2	17.9±1.8(1093.6)16.4	4.1±0.4(333.9) 11.7	11.1±1.1(533.5) 20.7	37.2±3.6(2014.3)18.5
	農村子供	11.1±1.1(160.0) 69.6	9.3±0.8(363.5)25.5	8.0±0.6(433.0) 18.4	12.1±1.2(348.4) 34.6	40.4±3.6(1304.5)31.0
新潟	都市成人	9.5±0.9(268.3) 35.3	40.0±3.5(1170.0)34.2	59.0±5.7(788.5) 74.8	14.3±1.3(318.4) 45.0	122.7±11.3(2545.2)48.2
	農村成人		48.7±4.4(2172.7)22.4	3.3±0.3(248.0) 13.1	35.3±2.9(442.8) 40.8	
	農村子供	6.8±0.6(133.9) 50.8	34.8±2.7(1387.5)25.1	35.2±3.1(273.8)128.4	5.1±0.4(240.7) 21.3	81.9± 6.8(2037.9)40.2
東京	都市成人	10.7±0.8(212.7) 50.3	18.2±1.5(644.5)28.2	26.2±2.6(202.0)129.9	5.9±0.5(195.0) 30.8	65.6± 5.8(1052.2)62.3
	農村成人	5.4±0.5(293.2) 18.5	8.0±0.8(248.6)32.3	35.2±3.4(674.0) 52.3		
	農村子供	2.8±0.3(58.4) 47.1	9.6±0.9(279.2)34.2	6.6±0.6(149.1) 44.4	3.1±0.2(96.5) 32.0	22.0± 2.1(583.2)37.7
大阪	都市成人	12.4±1.2(309.8) 39.9	27.3±2.4(1213.3)22.5	27.2±2.2(603.9) 45.0	19.0±1.7(197.8) 80.2	85.8± 7.4(2324.8)36.9
	集団給食	21.4±1.9(293.5) 73.0	25.3±1.7(1018.1)24.9	15.1±1.3(477.5) 31.7	9.7±0.9(223.4) 43.6	71.6± 5.7(2012.5)35.6
福岡	都市成人	17.8±1.7(345.6) 51.5	20.6±2.0(1350.5)15.2	10.3±1.0(522.5) 19.8	6.7±0.9(198.6) 33.9	55.5± 5.7(2417.2)23.0
	農村成人	9.6±0.9(414.8) 23.1	15.1±1.5(1178.0)12.8	2.9±0.2(419.3) 7.0	2.5±0.2(194.7) 12.6	30.0± 2.8(2206.8)13.6
	農村子供	5.0±0.5(228.0) 22.1	8.4±0.8(764.0)11.0	9.4±0.9(492.0) 19.1	2.2±0.2(104.3) 20.6	25.0± 2.0(1588.3)15.7

第4表　カテゴリー別日常食中の ^{137}Cs 量（1963年11月中～12月初）

		主食類	野菜類	肉類	汁類	計
		pc/d/p (K mg/d/p) C.U.	pc/d/p (K mg/d/p) C.U.	pc/d/p (K mg/d/p) C.U.	pc/d/p (K mg/d/p) C.U.	pc/d/p (K mg/d/p) C.U.
北海道	都市成人	42.8±4.2 (369.7) 115.7	37.1±3.1 (1062.8) 29.8	27.2±2.7 (792.5) 34.4	13.8±1.4 (595.7) 23.1	115.5±11.8 (2820.7) 41.0
	農村成人	54.8±5.4 (396.2) 138.4	28.4±2.8 (883.2) 32.2	5.5±0.5 (521.7) 10.5	14.6±1.5 (730.0) 20.0	103.3±10.1 (2531.1) 40.9
	農村子供	14.4±1.4 (155.9) 92.5	41.9±4.1 (948.8) 44.1	7.2±0.7 (398.3) 18.2	5.6±0.6 (231.8) 24.2	69.1± 6.8 (1734.8) 40.0
新潟	都市成人	17.1±1.6 (277.5) 61.6	49.3±4.5 (1604.4) 30.7	16.7±1.7 (521.6) 32.0	22.6±2.2 (588.6) 38.4	105.7±10.0 (2992.1) 35.4
	農村成人	33.8±3.4 (456.7) 73.9	39.2±3.8 (1789.9) 21.9	5.5±0.5 (407.1) 13.6	14.3±1.4 (890.2) 16.1	92.8± 9.0 (3543.9) 26.1
	農村子供	12.8±1.3 (203.8) 62.8	47.3±4.7 (1760.1) 26.9	6.3±0.6 (353.8) 17.7	8.1±0.8 (473.5) 17.1	74.5± 7.3 (2791.2) 26.7
東京	都市成人	15.8±1.6 (317.2) 49.7	45.4±4.5 (1329.9) 34.2	4.8±0.5 (151.9) 31.7	5.0±0.5 (218.5) 22.9	71.0± 7.0 (2017.5) 35.1
	農村成人	17.9±1.8 (304.3) 58.9	9.3±0.9 (387.0) 24.1	15.1±1.5 (491.4) 30.6	30.6±3.0 (682.7) 44.8	72.9± 7.1 (1865.4) 39.0
	農村子供	7.6±0.8 (174.9) 43.6	9.0±0.9 (332.3) 27.0	46.8±4.6 (1231.6) 38.0	2.4±0.2 (111.1) 21.3	65.8± 6.5 (1849.9) 35.5
大阪	都市成人集団給食					
福岡	都市成人	22.3±2.2 (378.0) 88.9	17.8±1.8 (1422.8) 12.5	10.6±1.0 (52.6) 20.3	16.4±1.6 (455.5) 36.0	67.1± 6.6 (277.9) 24.1
	農村成人	15.0±1.5 (506.0) 29.5	23.7±2.3 (1576.6) 15.0	3.2±0.3 (339.2) 9.3	14.8±1.5 (443.5) 33.3	56.7± 5.5 (2865.3) 19.7
	農村子供	14.0±1.4 (429.5) 32.5	24.7±2.4 (1284.8) 19.2	6.7±0.7 (438.6) 15.2	8.1±0.8 (491.7) 16.5	53.5± 5.3 (2644.6) 20.3

2.8 pc/d/p に対し，第2回は最高 54.8 pc/d/p から最低 7.6 pc/d/p で，いずれの地域においても増加しているが，特に北海道の増加が著るしい。地域的にも北海道は高い。野菜類では第1回が最高 48.7 pc/d/p，最低 8.0 pc/d/p に対し，第2回では，最高 49.3 pc/d/p，最低 9.0 pc/d/p であり，新潟農村成人，東京農村子供および福岡都市成人を除いてはいずれも第2回の方が増加している。地域別では，第1回，第2回を通じて新潟が特に高かった。肉類では，第1回の試料は 59.0 pc/d/p が最高であり，2.9 pc/d/p が最低であったのに対し，第2回の試料では 46.8 pc/d/p が最高であり，3.2 pc/d/p が最低であった。北海道，福岡は1，2回を通じてほとんど増減は認められなかったが，新潟都市成人および農村子供，東京都市成人および農村成人は顕著な減少を示し，一方，東京農村子供は著るしい増加を示した。汁類では第1回は最高 35.3 pc/d/p，最低 2.2 pc/d/p であり，第2回は最高 30.6 pc/d/p，最低 2.4 pc/d/p であった。第1回，第2回を通じ，新潟県は他よりもやや高い値を示した。また，福岡県は3群とも明らかに増加を示した。

1日の ^{137}Cs 総摂取量は，第1回では，新潟都市成人の 122.7 pc/d/p が最高であり，東京農村子供の 22.0 pc/d/p が最低で，全般的には新潟，大阪，北海道，東京，福岡の順であった。第2回では，北海道都市成人の 115.5 pc/d/p が最高であり，福岡農村子供の 53.5 pc/d/p が最低であったが，全般的には北海道，新潟，東京，福岡の順であった。第2回の方が ^{137}Cs 摂取量は新潟都市成人および農村子供は減少を示したが，全国平均では，都市成人が 82.3 pc から 89.8 pc，農村成人が 33.6 pc から 81.4 pc，農村子供が 42.4 pc から 65.7 pc とそれぞれ明らかな増加を示した。

6. 野菜のストロンチウム-90，セシウム-137 濃度

技術部放射能検査課
佐伯誠道*
富川昭男
吉沢慎介

* 環境衛生第5研究室

(1) 緒　　言

日本人の放射性降下物の摂取に野菜の占める割合はかなり高く，全摂取の半量を占めるとされている（檜山，速水等; *Journal of Radiation Research*, Vol.5, No.2, 1964)。37年度の放医研年報（黒沢，吉沢，佐伯，248p.）に記載した結果の示すように，野菜は甚だ種類が多く，かつ同一種でも土質，施肥，天候，時期，栽培状況，試料の採取および処理状況などの相違により，その放射性降下物による汚染度はかなり異なると考えられる。

本報は，37年度にひきつづき，放射能調査の一環として各県衛生研究所より送付された試料の調査分析の結果と，放医研で採集した同一畑で栽培された野菜についての分析測定結果を集録し，これらの結果にもとづき考察を行なった。

(2) 試料および結果

37年度につづいて，1962年11月より1963年3月末までに12カ所の県衛生研究所より本研究所に送付された野菜試料の分析測定を行なった。

その結果は第1表のとおりである。

第1表　12地方衛生研究所より送付された野菜中の ^{90}Sr, ^{137}Cs 濃度

年　月	採集地	品　種	^{90}Sr pc/kg	^{137}Cs pc/kg
37.11.	青　森	はくさい	26 ± 1	62 ± 4
〃	宮　城	はくさい	26 ± 2	38 ± 3
〃	神奈川	はくさい	9 ± 0.7	25 ± 2
〃	石　川	キャベツ	99 ± 5	93 ± 4
〃	福　井	はくさい	41 ± 3	25 ± 2
〃	福　井	はくさい	21 ± 1	25 ± 2
〃	福　井	大　根	12 ± 1	12 ± 1
〃	福　井	ほうれん草	36 ± 3	38 ± 3
〃	愛　知	はくさい	21 ± 1	9 ± 0.6
37.12.	福　井	はくさい	13 ± 1	18 ± 1
〃	福　井	はくさい	11 ± 1	22 ± 1
〃	福　井	大　根	30 ± 2	31 ± 2
〃	福　井	大　根	20 ± 1	22 ± 2
〃	茨　城	はくさい	14 ± 1	17 ± 1
〃	茨　城	ほうれん草	42 ± 4	53 ± 4
37.12.	大　阪	キャベツ	8 ± 0.6	3 ± 0.3
〃	岡　山	ほうれん草	29 ± 3	11 ± 0.8
〃	鹿児島	ほうれん草	43 ± 3	75 ± 5
38. 1.	青　森	はくさい	6 ± 0.5	20 ± 2
〃	青　森	はくさい	51 ± 4	42 ± 3
〃	宮　城	ほうれん草	83 ± 6	68 ± 4
〃	神奈川	はくさい	6 ± 0.5	20 ± 2
〃	石　川	キャベツ	6 ± 0.4	7 ± 0.5
〃	愛　知	はくさい	18 ± 1	14 ± 1
〃	京　都	キャベツ	14 ± 1	32 ± 2
〃	鳥　取	キャベツ	43 ± 3	71 ± 5
38. 2.	大　阪	キャベツ	14 ± 1	24 ± 2
〃	岡　山	ほうれん草	92 ± 6	12 ± 0.9
〃	京　都	キャベツ	8 ± 0.5	11 ± 0.7
38. 3.	宮　城	ほうれん草	36 ± 2	88 ± 6
〃	石　川	キャベツ	5 ± 0.4	5 ± 0.4
〃	愛　知	ほうれん草	35 ± 2	59 ± 4
〃	京　都	キャベツ	4 ± 0.3	16 ± 1
〃	鳥　取	キャベツ	57 ± 4	49 ± 4
〃	鹿児島	ほうれん草	56 ± 11	250 ±18

1963年9月中旬に，東京都北多摩郡田無町の東京大学農学部附属農場において大根と花野菜を，また1963年10月中旬に，新潟県新潟市郊外仏伝附近においてキャベツ，白菜を，いずれも同一畑内で2，3地点から採集し，水洗した野菜を乾燥，灰化し分析測定を行なった。その結果を第2表に示した。

(3) 考　　察

37年度の報告ならびに本報の第1表にみられるように，本調査による野菜の放射能汚染の程度には，同一品種，同一地区の試料についてもかなりのフレがある。したがって，一概に地域や品種別の差を論ずることは困難であるが，ほうれん草が他の野菜に比して ^{90}Sr, ^{137}Cs 濃度のいずれも高いことは注目に値する。一般に，根菜類よりも葉菜類の汚染が甚だしいのは，放射性降下物の葉面への直接汚染に由来すると考えられる。

野菜の放射能汚染の程度に大きな差があるのは，緒言に記したような諸要因によると思われる。特に，わが国における野菜は農家の経営規模が小さいこととあいまって，同一地域においても土質，施肥，栽培管理等が異なり，これらが同一地方の野菜の放射能汚染に大きな差を与える要因の1つと考える。また，放射性降下物中にしばしば見出される強放射能粒子による個々の野菜の直接汚染も，野菜放射能汚染の不均一性の原因にあげられるであろう。

これらの原因をしらべる1手段として，同一畑地で同

第2表　同一時期に同一畑中の2～3地点から採集した野菜のストロンチウム-90，セシウム-137濃度

地域 採集時期	品種	部位	試料番号	^{90}Sr Ca mg/kg sample	^{90}Sr pc/kg	^{90}Sr S.U. (pc/g Ca)	^{137}Cs K mg/kg sample	^{137}Cs pc/kg	^{137}Cs C.U. (pc/g K)
東京（北多摩郡田無町） 1963年9月中旬	大根	葉部	No. 1L	1,280	15.6±1.4	12.2±0.9	2,900	45.5±3.0	15.7±1.0
			No. 2L	1,460	31.5±2.3	21.6±1.5	3,300	49.9±3.1	15.2±1.0
			No. 3L	1,530	35.0±2.4	23.1±1.7	3,300	34.9±2.7	10.7±0.8
		根部	No. 1R	450	11.8±0.8	26.2±1.6	3,400	16.6±1.1	4.9±0.3
			No. 2R	370	34.5±2.6	93.2±7.3	3,100	13.5±1.0	4.3±0.3
			No. 3R	390	13.7±1.0	35.2±3.1	3,200	14.5±1.0	4.5±0.3
	花野菜	茎葉	No. 4	2,370	55.6±3.8	23.5±1.7	4,500	41.3±2.4	9.2±0.6
			No. 5	1,920	25.8±2.1	13.5±0.9	4,300	27.6±1.6	6.3±0.4
			No. 6	1,710	21.2±2.0	12.4±0.9	3,500	32.7±1.8	9.4±0.6
新潟（新潟市郊外） 1963年10月中旬	キャベツ	葉	No. 7	780	33.0±2.2	42.3±3.8	2,700	29.1±2.0	10.7±0.8
			No. 8	1,330	36.8±2.6	27.7±2.2	3,500	23.7±1.9	6.6±0.5
	はくさい	葉	No. 9	610	26.8±2.0	43.8±3.8	2,500	30.7±1.8	12.3±0.9
			No. 10	480	24.8±2.0	51.7±4.1	2,300	31.5±1.9	13.7±0.9

一栽培管理下にある野菜をしらべて，この条件下でも大きな差が見出されるかどうかを検討した。その実験結果が第2表である。

同一畑，同一時期の2～3点から採集した野菜の放射能汚染の程度は概して大差がなかったといえよう。しかし，田無産花野菜の1試料(No. 3)が他の2試料(No. 4, No. 5)に比べて ^{90}Sr，^{137}Cs ともに約2倍の濃度を示すのが観察された。これらの試料については，水洗等の前処理は同一実験者が行なって，なるべく均一な操作をするように留意したので，直接汚染の程度が葉のしげり具合等によって異なったためではないかと考える。しかしながら一方，田無産大根葉部の1試料 (No. 1L) は，他の2試料 (No. 2L, No. 3L) に比べて ^{90}Sr 濃度が低いが，^{137}Cs 濃度は3試料ともほぼ同程度であることが示されている。また，田無産大根の根部の1試料(No. 2R)は他の2試料(No. 1R, No. 3R)に比べて ^{90}Sr 濃度が2倍以上であるが，^{137}Cs 濃度には大差がない。大根についてのこれらの結果は，放射性降下物による直接汚染の差によっては説明し難いので，大根については ^{90}Sr の経根的汚染がかなり影響するのかもしれない。

この点については，野菜採集地点から同時に採集して現在分析中の土壌成分を比較参照してさらに究明したい。

終りに，試料採集に当りご援助をいただいた川廷東京大学助教授，新潟県衛生研究所ならびに各県衛生研究所の関係者各位，本研究所環境衛生第5研究室の大桃洋一郎氏に感謝する。

7. 日本海側と太平洋側の魚類中のストロンチウム-90，セシウム-137濃度

技術部放射能検査課
佐伯誠道*
上田泰司
鈴木譲
* 環境衛生第5研究室

(1) 緒言

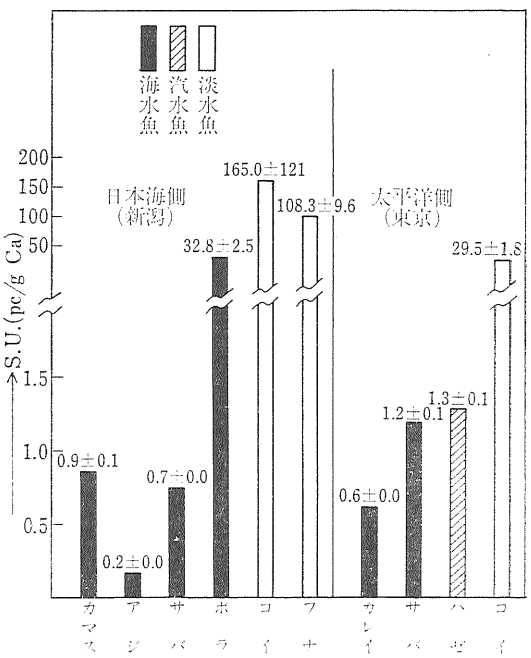
日本人の主要な動物性蛋白質源である魚類の放射能汚染の調査研究は，放射性降下物の国民に与える影響を知るために必要なばかりでなく，将来の問題として考えられる放射性廃棄物の水産食品に与える影響を評価するために必要な放射能バックグラウンド調査としても意味をもつと考える。筆者らは，37年度の放医研年報に1962年の中部太平洋の魚類の放射性核種について報じたが，38年度は，淡水産および日本近海の魚類につき調査研究を実施した。

(2) 試料と実験法

日本列島の日本海側の試料として新潟沖合のカマス，サバ，アジ，ボラの海水魚および鳥屋野潟のコイ，フナ

の淡水魚(天然魚)を1963年10月中旬に採集した。太平洋側としては，銚子沖のサバ，千葉県竹岡のカレイの海水魚と東京湾のハゼの汽水魚および淡水魚として，東京都下のコイ(養殖魚)を1964年1月中旬に採集した。各試料につき骨，筋肉，内臓の3部分を採取し，450℃で灰化して分析に供した。

魚骨の^{90}Srの分析測定は，発煙硝酸分離法によって^{90}Srを分離後，その娘核種^{90}Yをガスフロー低バックグラウンド・カウンター(L. B. C. 13型，バックグラウンド：0.7 cpm，計数効率：40％^{90}Y)で，また，^{137}Csの分析は，燐モリブデン酸アンモンセシウムとしてCsを沈澱させたのち，塩化白金酸セシウムとして同じくガスフロー低バックグラウンド・カウンター(L. B. C. 22型，バックグラウンド：2.0 cpm，計算効率：22％Cs)で測定した。



第1図　近海産および淡水産魚類の骨の^{90}Sr濃度

(3) 考　　察

1) 魚骨中の^{90}Sr

第1図にみられるように，海水魚と淡水魚とを比べると，淡水魚は，海水魚に比べて桁ちがいにS. U. (^{90}Sr pc/g Ca)が高い。この原因として，海水は，淡水に比べて安定SrならびにCa濃度が著しく高いので，^{90}Srはアイソトープ稀釈され，生体内に摂取蓄積される量が減ずることが考えられる。すなわち，雨水中ではCa：1.1 mg/l，Sr：0.014 mg/lであるが(菅原健；日本化学会関東支部地球化学研究会，1962年10月)，海水では，Ca：400 mg/l，Sr：7 mg/l (O. I. Leipunsky; *Atomnaya Energia*, 3, 530, 1957)の濃度を示している。それにしても，淡水魚骨のこのように高い^{90}Sr濃度は，淡水魚が^{90}Srを濃縮した藻類を好んで摂取したことに起因するものであろう。

淡水魚については，東京に比べると新潟の魚骨のS. U. が高いことが観察された。新潟地方は，東京地方に比べると，放射性降下物量が概して多いことが原因の1つであると思うが，両地方の魚の生育する環境の水質や飼料に関して今後の検討を進めて原因を明らかにしたい。また，ボラのS. U. が他の海水魚に比べて著しく高いことは興味がある。ボラの摂餌の特殊性にもとずくものかもしれないので，他の地方のボラについてもさらに調査したい。

2) 魚類の筋肉と内臓の^{137}Cs

第1表の結果にみられるように，日本海側のサバを除いては，いずれの魚種についても内臓より筋肉の^{137}Cs濃度が高いことが観察された。

第1表　魚類の^{137}Cs濃度

	魚類	生棲区分	組織	pc/kg fresh	ash%	K%/ash	C. U.
日本海側	カマス	海水	筋肉	188.1±18.1	4.75	27.6	14.3±1.4
			内臓	88.3± 8.0	2.17	25.3	16.1±1.5
	アジ	〃	筋肉	92.4± 9.0	2.17	24.5	17.4±1.7
			内臓				
	サバ	〃	筋肉	38.2± 3.5	1.13	29.6	11.4±1.1
			内臓	45.2± 4.4	2.27	15.6	12.8±1.2
	ボラ	〃	筋肉	158.9±15.0	1.29	28.5	43.2±4.1
			内臓	132.9±11.8	4.60	25.0	11.6±1.0
	コイ	淡水	筋肉	53.8± 5.0	1.04	31.6	16.4±1.5
			内臓	39.5± 3.7	1.11	28.0	12.7±1.2
	フナ	〃	筋肉	146.9±14.6	0.80	30.8	59.6±5.9
			内臓				
太平洋側	カレイ	海水	筋肉	19.1± 1.9	1.25	33.8	4.5±0.4
			内臓	13.1± 1.3	1.54	18.8	4.5±0.4
	サバ	〃	筋肉	57.3± 5.1	0.72	33.6	23.7±2.1
			内臓	45.2± 4.4	1.40	20.7	22.6±2.2
	ハゼ	汽水	筋肉	14.1± 1.4	2.17	14.9	4.3±0.4
			内臓	9.7± 0.9	1.05	14.1	6.5±0.6
	コイ	淡水	筋肉	91.5± 9.0	1.05	33.0	26.4±2.6
			内臓	21.5± 2.0	0.78	27.8	9.9±1.0

日本海側のカマス，ボラは著しく高い^{137}Cs濃度を示しているが，カマスは灰分含量(無機物含量)が他の魚に比べて多いことに起因している。それ故に，C. U. (^{137}Cs pc/g K)としては著しい高い値を示さない。一方，ボラはC. U. も43.2と高く，日本海側のフナのC. U. 59.6に次いで高かった。ボラはS. U. も前述のように

高いので，ボラについてはさらに調査を進めたい。

また，ともに鳥屋野潟に生棲するコイとフナでは，その筋肉のC. U.がコイは16.4であり，フナの59.6とかなりの差を示しているが，この点についてはさらに調査を続けたい。

海水魚と淡水魚とを比較してみて，^{137}Csについては，^{90}Srに認められたような両者の著しい差は認められない。海水の安定Cs含量は安定Sr含量に比べて甚だ低く，0.0005 mg/lであることと，海水魚のCs濃縮率が比較的に低いことが原因であろうと考える。

試料の採集にあたり，格別のご協力を賜わった新潟県衛生研究所の各位，ならびに本研究所環境衛生第5研究室小柳卓，大桃洋一郎の両氏に感謝する。

［研究発表］

佐伯誠道，上田泰司，鈴木譲，村越善次；放射性降下物による食品，特に水産食品汚染の研究，日本水産学会昭和39年度年会(1964年4月)

8. 1962年太平洋捕獲魚の放射性物質

技術部放射能検査課
佐伯誠道*
上田泰司
鈴木譲

* 環境衛生第5研究室

37年度にひきつづき，1962年8月中旬に漁獲されたメバチ，キハダ，ビンナガ，クロカワカジキの放射性核種の分析測定を行なった。

その結果，新たに^{137}Cs濃度について第1表にあげる結果を得た。核爆発実験の直後に採集された試料ではあるが，前回^{90}Srについて観測されたと同様に^{137}Csについても，その濃度の高いものは認められなかった。肝臓の^{137}Cs濃度は他の組織に比べて高いことが観察された。

第1表 マグロ中の ^{137}Cs 濃度

魚種	試料番号	組織	pc/kg fresh	ash %	K%/ash	C. U.
メバチ	No. 4	肝臓	44.3 ± 4.4	1.01	25.1	17.5 ± 1.7
メバチ	No. 4	卵巣	3.3 ± 0.3	0.98	29.0	1.2 ± 0.1
メバチ	No. 5	胃壁	6.1 ± 0.6	1.41	21.0	2.0 ± 0.2
キハダ	No. 11	血合肉	15.6 ± 1.5	1.39	30.6	3.7 ± 0.4
ビンナガ	No. 39	血合肉	9.7 ± 0.9	1.29	31.4	2.4 ± 0.2
クロカワカジキ	No. 48	ユウモンスイ	12.3 ± 1.2	1.34	27.7	3.3 ± 0.3
クロカワカジキ	No. 48	胃壁	8.9 ± 0.9	1.35	20.7	3.2 ± 0.3
キハダ	No. 50	卵巣	5.7 ± 0.6	1.01	26.5	2.1 ± 0.2

9. 日本各地の上水道水のストロンチウム-90，セシウム-137の濃度

技術部放射能検査課
鎌田博
清水恵美子
佐伯誠道*

* 環境衛生第5研究室

(1) 緒言

37年度放医研年報(p. 242～248)に，日本各地から毎月集めた上水道水の^{90}Sr濃度を報告した。

本報は^{90}Srについてひきつづき行なった調査と，新たに^{137}Csについて調査した結果を報告する。

(2) 試料採取

上水道の源水および蛇口水について，それぞれ100 lづつを隔月に採取した。

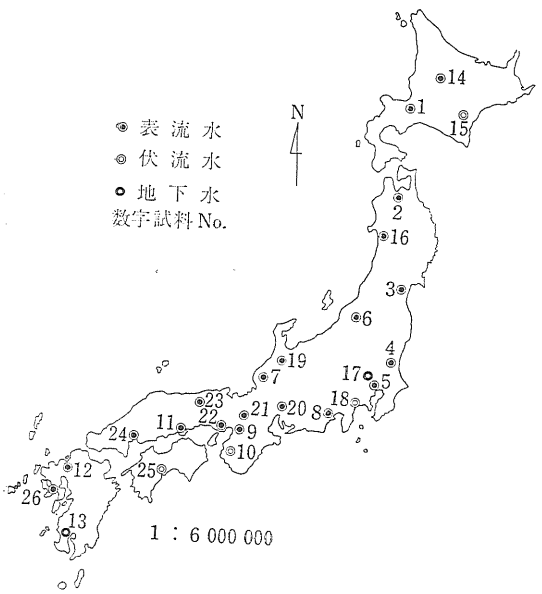
試料採取地点は昭和37年度放医研年報に記載されているとおりであるが，湧水の種類別に図示したのが第1図である。

昭和38年度から調査地点を減少させて，新潟，東京および大阪の3都府県について隔月の調査を実施した。

試料は上記3都府県の衛生研究所によって採取，およびイオン交換樹脂に吸着処理されたものを本研究所で分析測定した。

(3) 分析法(概要)

分析および測定法は，昭和37年度放医研年報に記載したイオン交換法にて処理後，3N塩酸約2 lで溶出したものについて，アンモニア水による沈澱除去，炭酸ナトリウムによる沈澱，発煙硝酸処理，クロム酸ナトリウムによる沈澱除去，ミルキングにより^{90}Srを計測した。



第1図　試料採取地点

^{137}Cs については $F_3(Cs)$ について，リンモリブデン酸アンモニウムによる沈澱，塩化白金酸法で分析および測定した。

（4）　分析測定結果

分析測定結果の一覧は第1表(1)および(2)のとおりであるが，湖水，貯水池および大きな河川の表流水を水源としている水道水が高いレベルを示しており，小河川の上流部および伏流水を水源としている水道水は比較的低いレベルを示し，地下水を利用している水道水は最低値を示している。

全般的に源水よりも蛇口水が低レベルであり，また，^{90}Sr 濃度よりも ^{137}Cs 濃度の方が低くなっているが，^{90}Sr が高濃度を示した時期には，^{137}Cs 濃度の方が ^{90}Sr よりも高レベルの ^{137}Cs を検出する場合があり，貯水池の表流水を利用している鳥取，長崎，福岡および高レベルを示している河川の表流水を利用している札幌，秋田，新潟においてこの現象がみられる。

（5）　考　　察

^{90}Sr 濃度の月変化をみるために，試料採取年月日ごとにその濃度をプロットしたのが第2図である。

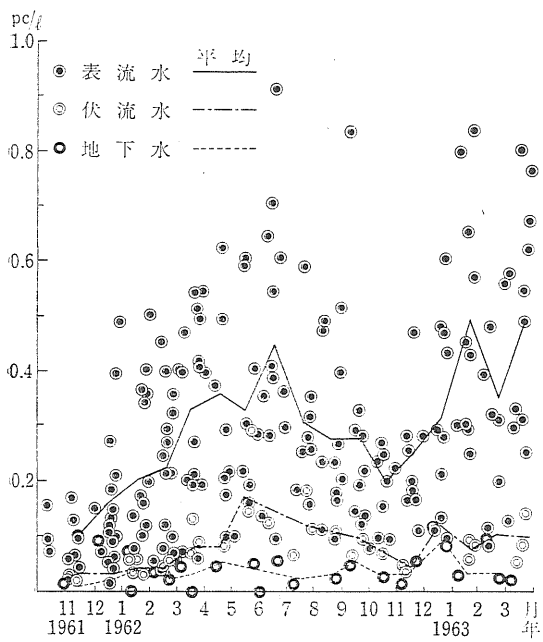
第1表(1)　分　析　結　果　　1962. 4. ～1963. 3.

試料No.	都道府県名等	上水道水源	源水 ^{90}Sr pc/l	源水 ^{137}Cs pc/l	蛇口水 ^{90}Sr pc/l	蛇口水 ^{137}Cs pc/l
			平均値 最高値 最低値	平均値 最高値 最低値	平均値 最高値 最低値	平均値 最高値 最低値
1	北海道札幌	豊平川 表流水	0.28(0.41～0.18)	0.17(0.42～0.02)	0.22(0.29～0.08)	0.09(0.14～0.00)
14	〃旭川	石狩川 表流水	0.27(0.32～0.20)	0.10(0.13～0.05)	0.27(0.31～0.20)	0.07(0.09～0.04)
15	〃帯広	札内川 伏流水	0.14(0.30～0.06)	0.06(0.17～0.03)	0.05(0.17～0.01)	0.01(0.03～0.00)
2	青森	横内川 表流水	0.23(0.34～0.15)	0.18(0.26～0.13)	0.16(0.25～0.09)	0.04(0.08～0.00)
16	秋田	旭川 表流水	0.37(0.56～0.22)	0.27(0.65～0.07)	0.29(0.47～0.21)	0.04(0.06～0.02)
3	宮城	大倉川青下川表流水	0.43(0.60～0.27)	0.17(0.31～0.12)	0.38(0.58～0.19)	0.11(0.16～0.07)
4	茨城	那珂川 表流水	0.19(0.31～0.10)	0.09(0.18～0.05)	0.12(0.16～0.07)	0.06(0.09～0.03)
17	埼玉	地下水	0.02(0.05～0.00)	0.01(0.03～0.00)	0.02(0.05～0.00)	0.005(0.02～0.00)
5	東京	江戸川 表流水	0.31(0.61～0.21)	0.12(0.23～0.07)	0.19(0.35～0.12)	0.07(0.10～0.02)
18	神奈川	酒匂川 伏流水	0.06(0.07～0.05)	0.02(0.03～0.00)	0.06(0.07～0.05)	0.007(0.01～0.00)
6	新潟	阿賀野川 表流水	0.53(0.65～0.40)	0.24(0.66～0.12)	0.46(0.50～0.40)	0.19(0.63～0.05)
19	石川	犀川 表流水	0.62(0.84～0.19)	0.22(0.59～0.05)	0.44(0.66～0.17)	0.05(0.08～0.03)
7	福井	堂ノ奥川 表流水	0.12(0.14～0.10)	0.05(0.07～0.03)	0.11(0.12～0.10)	0.02(0.03～0.01)
8	静岡	興津川 表流水	0.10(0.11～0.08)	0.07(0.08～0.06)	0.08(0.09～0.07)	0.02(0.03～0.00)
20	愛知	木曾川 表流水	0.21(0.31～0.12)	0.11(0.22～0.04)	0.18(0.37～0.01)	0.06(0.17～0.00)
21	京都	琵琶湖疎水	0.46(0.71～0.29)	0.14(0.22～0.10)	0.42(0.68～0.28)	0.07(0.13～0.02)
9	大阪	淀川 表流水	0.57(0.91～0.24)	0.16(0.25～0.08)	0.41(0.62～0.11)	0.09(0.12～0.07)
10	和歌山	紀ノ川 伏流水	0.14(0.28～0.07)	0.05(0.06～0.02)	0.09(0.12～0.06)	0.01(0.03～0.00)
22	兵庫	千苅川 表流水	0.26(0.31～0.20)	0.09(0.13～0.05)	0.22(0.26～0.15)	0.04(0.09～0.01)
23	鳥取	美歎川溜池 表流水	0.54(0.85～0.30)	0.47(0.96～0.10)	0.34(0.69～0.16)	0.07(0.10～0.03)

11	岡山	旭川	表流水	0.31(0.39～0.16)	0.08(0.14～0.04)	0.11(0.14～0.09)	0.02(0.02～0.01)
24	広島	太田川	表流水	0.37(0.78～0.14)	0.15(0.31～0.10)	0.26(0.41～0.13)	0.09(0.18～0.07)
25	高知	物部川	伏流水	0.12(0.15～0.04)	0.03(0.05～0.01)	0.11(0.17～0.03)	0.02(0.05～0.00)
12	福岡	曲渕水源池	表流水	0.35(0.57～0.21)	0.21(0.63～0.00)	0.37(0.53～0.19)	0.07(0.09～0.01)
26	長崎	貯水池	表流水	0.38(0.67～0.14)	0.39(0.90～0.12)	0.23(0.46～0.08)	0.11(0.15～0.09)
13	鹿児島		湧・地下水	0.05(0.07～0.03)	0.01(0.02～0.00)	0.03(0.07～0.01)	0.007(0.02～0.00)

第1表(2)　分　析　結　果

試料No.	採水地		採水年月日	1963年5月	6月	7月	9月	10月	12月	1964年2月		3月
6	新潟	源水(阿賀野川表流水)	^{90}Sr pc/l	1.25	1.24	—	1.06	0.81	—	0.81	—	—	0.52
				27日	27日		23日	27日		24日			3日
			^{137}Cs 〃	0.65	0.50	—	0.37	0.39	—	0.15	—	—	0.46
		蛇口水(新津市)	^{90}Sr 〃	1.23	1.06	—	0.86	0.74	—	0.70	—	—	0.23
				27日	27日		23日	27日		24日			3日
			^{137}Cs 〃	0.41	0.34	—	0.33	0.24	—	0.14	—	—	0.29
5	東京	源水(江戸川表流水)	^{90}Sr 〃	—	0.97	—	0.34	0.35	0.35	0.28	0.26	—	—
					25日		24日	25日	31日	11日	12日		
			^{137}Cs 〃	—	0.17	—	0.15	0.30	0.14	0.13	0.38	—	—
		蛇口水(金町)	^{90}Sr 〃	—	0.82	—	0.32	0.30	0.35	0.22	0.22	—	—
					25日		24日	25日	31日	11日	12日		
			^{137}Cs 〃	—	0.16	—	0.09	0.09	0.09	0.13	0.15	—	—
9	大阪	源水(淀川表流水)	^{90}Sr 〃	1.26	—	1.15	1.32	—	0.77	—	0.75	0.75	—
				24日		1日	26日		11日		4日	27日	
			^{137}Cs 〃	0.32	—	0.22	0.32	—	0.31	—	0.30	0.23	—
		蛇口水(東成区)	^{90}Sr 〃	1.13	—	1.13	1.27	—	0.73	—	0.68	—	0.65
				29日		5日	30日		14日		10日		4日
			^{137}Cs 〃	0.11	—	0.16	0.13	—	0.24	—	0.15	—	0.15



第2図　上水道源水中の ^{90}Sr 濃度の月変化

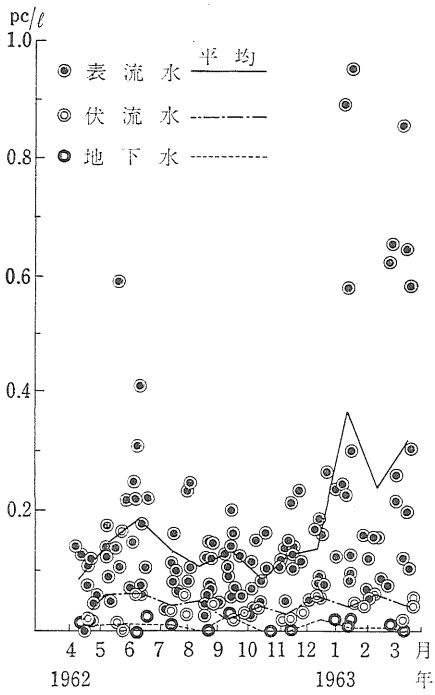
表流水を利用している上水道源水にあっては高低の変化量が大きく，1962年5月，6月および1963年1月～3月が高いピークを示している。また，1962年よりも1963年の同時期については，1963年の方が高いレベルを示している。

伏流水を利用している上水道源水は，表流水のそれよりもさらにレベルが低く，したがって，高値，低値の差が少なくなっている。

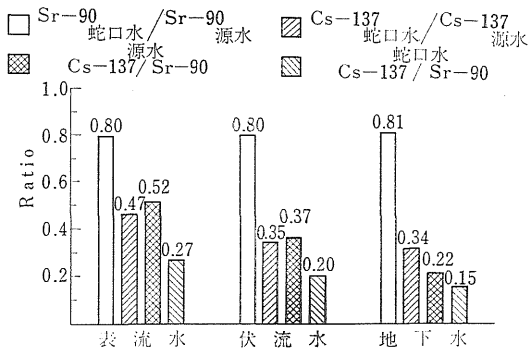
地下水を利用している水道水にあっては，さらにレベルが低く，高低のピークはみられず，すべてが0.10 pc/l以下であった。

^{137}Cs 濃度の月変化をみるために，試料採取年月日ごとにその濃度をプロットしたのが第3図である。

表流水を利用している源水中の ^{137}Cs 濃度は1962年5月，6月および1963年1月，2月が高レベルを示している。また，全般的には ^{90}Sr のレベルよりも ^{137}Cs のレベルが低くなっているが，前述のとおり，1962年5月，6月および1963年1月～3月の ^{90}Sr 濃度が高レベルを示した時期には貯水池および大河川の表流水を利用している源水，例えば，鳥取，福岡，長崎および札幌，秋田，新潟等は ^{90}Sr よりも ^{137}Cs が高いレベルになる傾向がみられる。したがって，高値，低値の変化量は，^{90}Sr 濃



第3図　上水道源水中の ^{137}Cs 濃度の月変化



第4図　上水道源水—蛇口水間の種々の平均 ratio

度よりも ^{137}Cs 濃度の場合の方が大きくなっているようである。

伏流水を利用している源水中の ^{137}Cs 濃度は月ごとの変化量は表流水のそれよりも少なく，また，^{90}Sr レベルよりも低くなっている。

地下水にあっては，さらにレベルが低く 0.03pc/l～0.00 pc/l であり，検出されない場合が多々あった。

上水道源水中の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度は以上のような状態であるが，源水が浄水場に導入され，緩速濾過あるいは急速濾過等の処理により，一般家庭に飲料用水および家庭用水として，またいろいろの公共用水として給水されているが，最終の末端部である蛇口水について，源水—蛇口水間の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の変化率あるいは処理によるこれらの除去減少率について，それぞれの平均値をとったのが第4図である。

^{90}Sr 濃度については，源水—蛇口水間において急速濾過あるいは緩速濾過等により，表流水，伏流水，地下水等の水源の種別による差異はほとんど認められず，約 20 %(ratio 0.80～0.81) の ^{90}Sr が除去減少されている。

^{137}Cs 濃度については，除去減少率は水源の種別により異なり，表流水を源水としている水道水にあっては，53 %(ratio 0.47)，伏流水を源水としている水道水にあっては，65 %(ratio 0.35)，地下水を源水としている水道水にあっては，66 %(ratio 0.34)であった。

したがって，源水中の $^{137}Cs/^{90}Sr$ の ratio は蛇口水中の $^{137}Cs/^{90}Sr$ の ratio よりも大きく，また，両者の ratio についても表流水>伏流水>地下水であった。

〔研究発表〕

鎌田博，佐伯誠道；日本各地における上水道水中の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度，第19回日本薬学大会(1964年4月)

10. 土壌中のストロンチウム-90，セシウム-137濃度

技術部放射能検査課
鎌田　博
清水恵美子
佐伯誠道*

* 環境衛生第5研究室

(1) 緒　言

放射性降下物の土壌への蓄積量を知ることと，河川流域土壌より河川への放射性物質の流亡をしらべる目的で，土壌中の ^{90}Sr および ^{137}Cs について放射能調査を始めた。

(2) 試料採取

北海道，新潟，東京，静岡，愛知，大阪，福岡の7都道府県の衛生研究所の協力により，表土を裸地および草

地について，30 cm 四方，深さ 5 cm をそれぞれ 2 区画づつ採取し，2 区画を一緒にして，裸地試料，草地試料とした。

試料採取地および採取年月日については第 1 表に示すとおりである。

（3） 分 析 法

上記各衛生研究所より送付されたものについて風乾後，ジャイロシフター（徳寿製作所製，篩目 JIS 2 mm）

第 1 表　昭和 38 年度土壌放射能調査試料採取地等一覧表

都道府県名	採取年月日	種類	38年6月～8月 採取地	土質	空間線量平均 μc/hr.
北海道	38. 8. 20	裸地	北海道学芸大学構内	砂壌土	7.1
〃	〃	草地	真駒内団地	壌土	6.5
新潟	38. 7. 30	裸地	中蒲原郡横越村杉林	砂黄土	9.7
〃	〃	草地	〃	〃	9.7
東京	38. 5. 15	裸地	新宿区百人町，東京都衛生研究所	関東ローム	
〃	〃	草地	北多摩郡久留米町小山 196	〃	
静岡	38. 8. 8	裸地	清水市清池字上島	軟質土壌	
〃	〃	草地	〃	〃	
愛知	38. 7. 5	裸地	愛知県江南市東野，滝実業高校	沖積層砂地	22.7
〃	〃	草地	〃	〃	
大阪	38. 6. 28	裸地	大阪府枚方市御殿山，大阪大学枚方学舎	粘土質	
〃	〃	草地	大阪市東淀川区浜町，柴島浄水場	砂地	
福岡	38. 9. 4	裸地	曲渕水源地附近	壌土	
〃	〃	草地	〃	〃	

都道府県名	採取年月日	種類	38年11月～12月 採取地	土質	空間線量平均 μc/hr.
北海道	38. 11. 29	裸地	札幌市，学芸大学構内	砂壌土	2.9
〃	〃	草地	真駒内団地（旧種畜場）	壌土	2.6
新潟	38. 12. 4	裸地	中蒲原郡横越村杉林	やや石を含む砂質土	9.9
〃	〃	草地	〃	〃	10.1
東京	38. 12. 13	裸地	新宿区百人町，東京都衛生研究所	関東ローム	
〃	〃	草地	北多摩郡久留米町小山 196	〃	
静岡	38. 11. 29	裸地	清水市清池字上島	軟質土壌	
〃	〃	草地	〃	〃	
愛知	38. 11. 8	裸地	愛知県江南市東野，滝実業高校	沖積層	20.3
〃	〃	草地	〃	砂地	
大阪	38. 11. 18	裸地	枚方市御殿山，大阪大学工学部枚方学舎	粘土質	
〃	〃	草地	大阪市東淀川区浜町，柴島浄水場	砂地	
福岡	38. 12. 9	裸地	福岡県早良町，曲渕水源池	砂壌土	
〃	〃	草地	〃	〃	

〔注〕 供試料： 縦×横×深，30cm×30cm×5 cm を 1 区画として，2 区画採取し均一に混合したものである。
草地は草根を除いて土壌のみ供試
分析法： 塩酸抽出法

第2表　昭和38年度　土壌放射能調査分析結果

試料No.	試料採取都道府県	試料採取年月日	土質	^{90}Sr 裸地 * pc/kg	^{90}Sr 裸地 ** mc/km²	^{90}Sr 草地 * pc/kg	^{90}Sr 草地 ** mc/km²	^{137}Cs 裸地 * pc/kg	^{137}Cs 裸地 ** mc/km²	^{137}Cs 草地 * pc/kg	^{137}Cs 草地 ** mc/km²
1	北海道	38. 8. 20	裸地，砂質土 草地，壌　土	319.7±10.1	22.3±0.7	232.4± 7.8	16.5±0.6	409.7± 7.0	28.7±0.5	263.3± 5.0	18.8±0.4
2	新　潟	7.30	砂　黄　土	477.1±14.5	24.8±0.8	456.9±13.9	23.1±0.7	1021.3±16.6	53.3±0.9	865.0±14.3	43.8±0.7
3	東　京	8.15	関東ローム	297,1±25.6	12.1±1.0	461.6±14.6	12.0±0.6	420.2± 6.3	17.2±0.3	743.5±10.6	32.3±0.5
4	静　岡	8. 8	軟質土壌	117.1± 5.9	7.0±0.4	265.5± 8.6	16.5±0.5	104.2± 3.2	6.2±0.2	377.6± 6.6	24.1±0.4
5	愛　知	7. 5	沖積層 砂地	288.4±10.2	18.6±0.7	327.7±10.3	20.0±0.6	577.8± 9.6	37.4±0.6	516.1± 8.6	31.5±0.5
6	大　阪	6.28	裸地，粘土質 草地，砂　地	326.5±10.3	28.6±0.7	278.8± 8.8	19.1±0.8	249.7± 4.5	21.9±0.4	895.6±14.5	61.4±1.0
7	福　岡	9. 4	壌　　土	431.3±13.3	23.6±0.7	847.1±25.0	43.5±1.3	621.2±10.3	34.1±0.6	1455.9±23.3	74.9±1.2

*　乾土1kg 当りの pc

**　^{90}Sr, ^{137}Cs の土壌表層より深部への流亡の factor は考慮していない

第3表　昭和38年度　土壌放射能調査分析結果

試料No.	試料採取都道府県	試料採取年月日	土質	^{90}Sr 裸地 * pc/kg	^{90}Sr 裸地 ** mc/km²	^{90}Sr 草地 * pc/kg	^{90}Sr 草地 ** mc/km²	^{137}Cs 裸地 * pc/kg	^{137}Cs 裸地 ** mc/km²	^{137}Cs 草地 * pc/kg	^{137}Cs 草地 ** mc/km²
1	北海道	38.11.29	裸地，砂壌土 草地，壌　土	428.6±10.4	34.0±0.8	152.8± 7.9	12.3±0.6	962.7±37.8	76.4±2.9	221.8±17.4	17.9±1.4
2	新　潟	12. 4	砂　質　土	285.7± 8.8	23.1±0.7	646.7±12.0	42.4±0.8	72.5±16.5	5.9±1.3	2090.5±41.9	137.3±2.7
3	東　京	12. 3	関東ローム	153.9± 3.1	6.0±0.1	378.4± 8.2	14.3±0.3	293.5±24.6	11.4±0.9	982.9±36.4	37.2±1.4
4	静　岡	11.29	軟質土壌	312.8± 6.3	13.2±0.3	373.0± 7.5	16.0±0.3	770.7±29.6	32.5±1.2	740.7±27.1	31.7±1.2
5	愛　知	11. 8	沖積層 砂地	535.6±14.9	37.3±1.0	295.1± 7.9	19.2±0.5	1624.3±36.9	113.1±2.5	971.5±19.6	63.1±1.3
6	大　阪	11.18	裸地，粘土質 草地，砂　地	388.0± 7.8	19.5±0.4	311.2± 6.2	19.3±0.4	696.6±26.3	35.0±1.3	1031.7±25.3	64.0±1.6
7	福　岡	12. 9	砂　壌　土	251.4± 5.0	10.6±0.2	696.5±15.9	30.7±0.7	441.3±20.1	18.6±0.8	1772.6±37.1	78.3±1.6

*　乾土1kg 当りの pc

**　^{90}Sr, ^{137}Cs 土壌表層より深部への流亡の factor は考慮していない

で篩別し，その中より 200 g を分析供試料とした。

分析法は「科学技術庁編，放射性ストロンチウム分析法及びセシウム137分析法」に準じて実施した。

（4）分析結果

分析結果は第2表（1回目）および第3表（2回目）のとおりである。

11. 海水中のストロンチウム-90 定量法について

環境衛生第5研究室

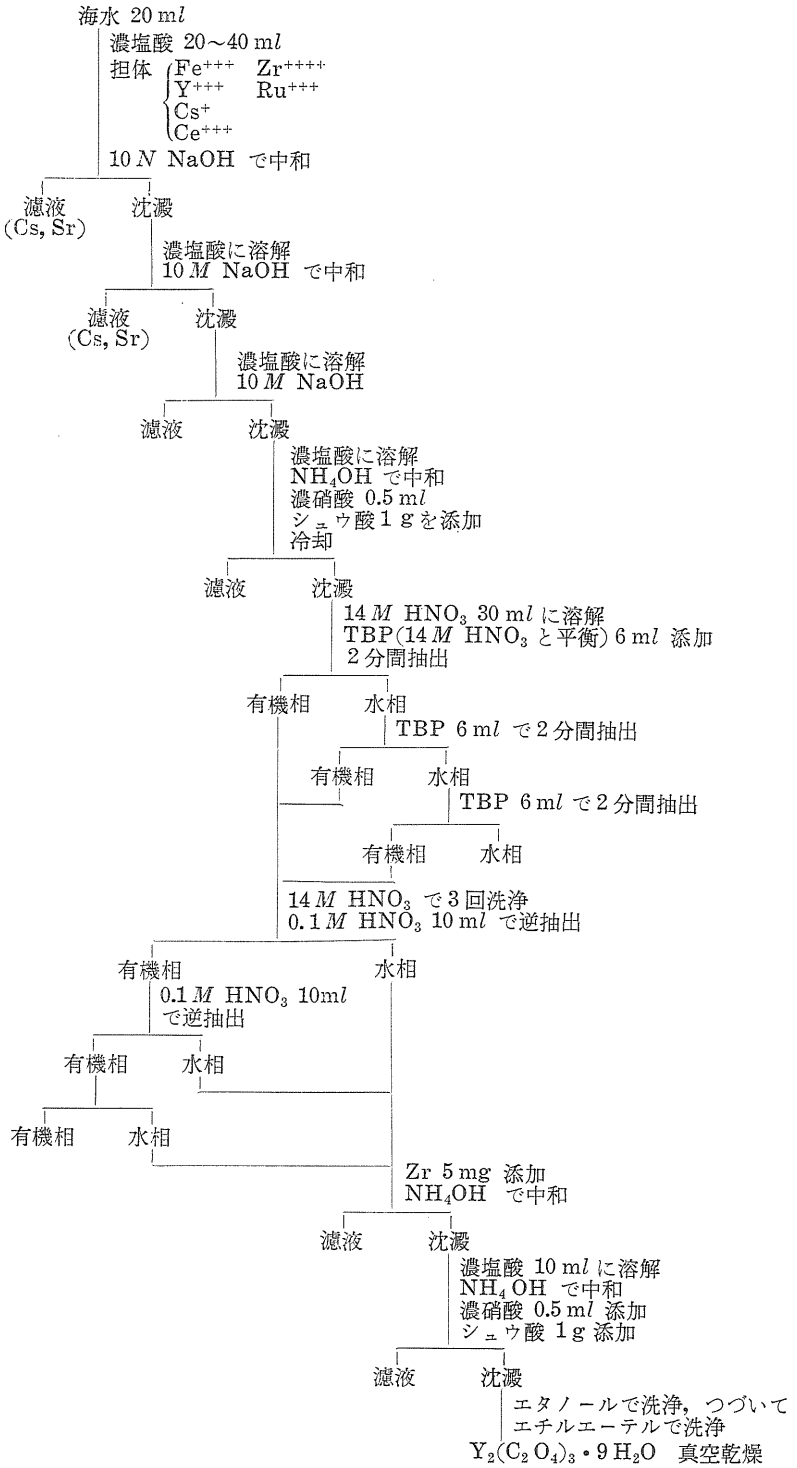
佐伯誠道

大桃洋一郎

児玉幸雄*

* 技術部放射能検査課

海水中の ^{90}Sr 濃度の測定を行なうにあたり，定量法の検討を行なった。採用した定量法は，Velten らの方法（R. J. Velten and A. S. Goldin; *Anal. Chem.*, 33, 128, 1961）にもとづく塩崎の変法（塩崎愈；日本海洋学会誌投稿中）である。本法は，^{90}Sr の娘核種である ^{90}Y を TBP を用いて抽出する方法であって，その概略は第1図に示すとおりである。海水1 l および20 l に ^{90}Sr を添加し，本法にしたがって，^{90}Y の抽出を行なったところ，それぞれ 92 および 96 % の収率で ^{90}Y を定量することができた。今後 ^{137}Cs, ^{144}Ce および ^{95}Zr の定量法について検討し，さらに実際の試料についてこれら核種の濃度測定を行なう予定である。



第1図　海水中の ^{90}Y 抽出法（Velten らの方法にもとづく塩崎変法）

12. 放射性浮遊塵の観測

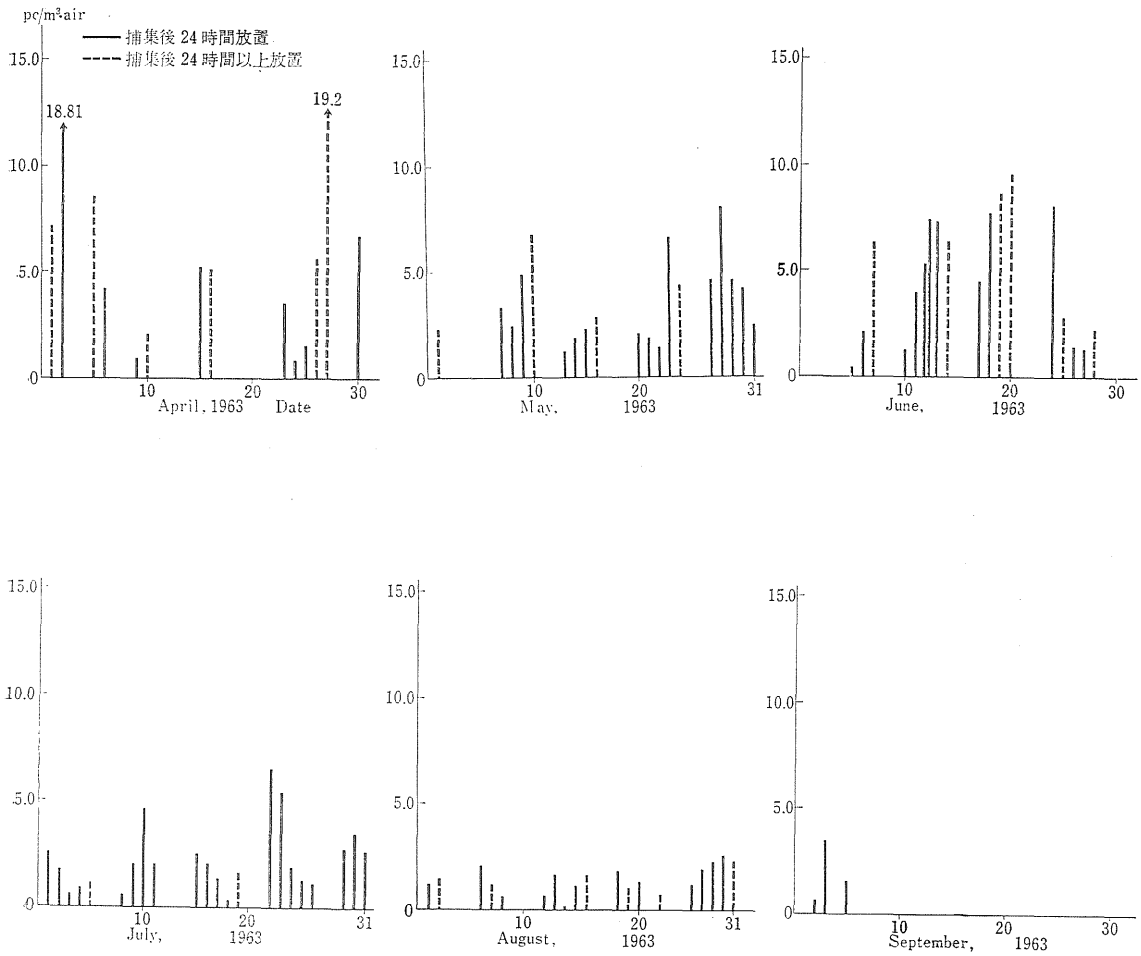
環境衛生第3研究室
阿部史朗
村越善次*
岡田守道

* 技術部放射能検査課

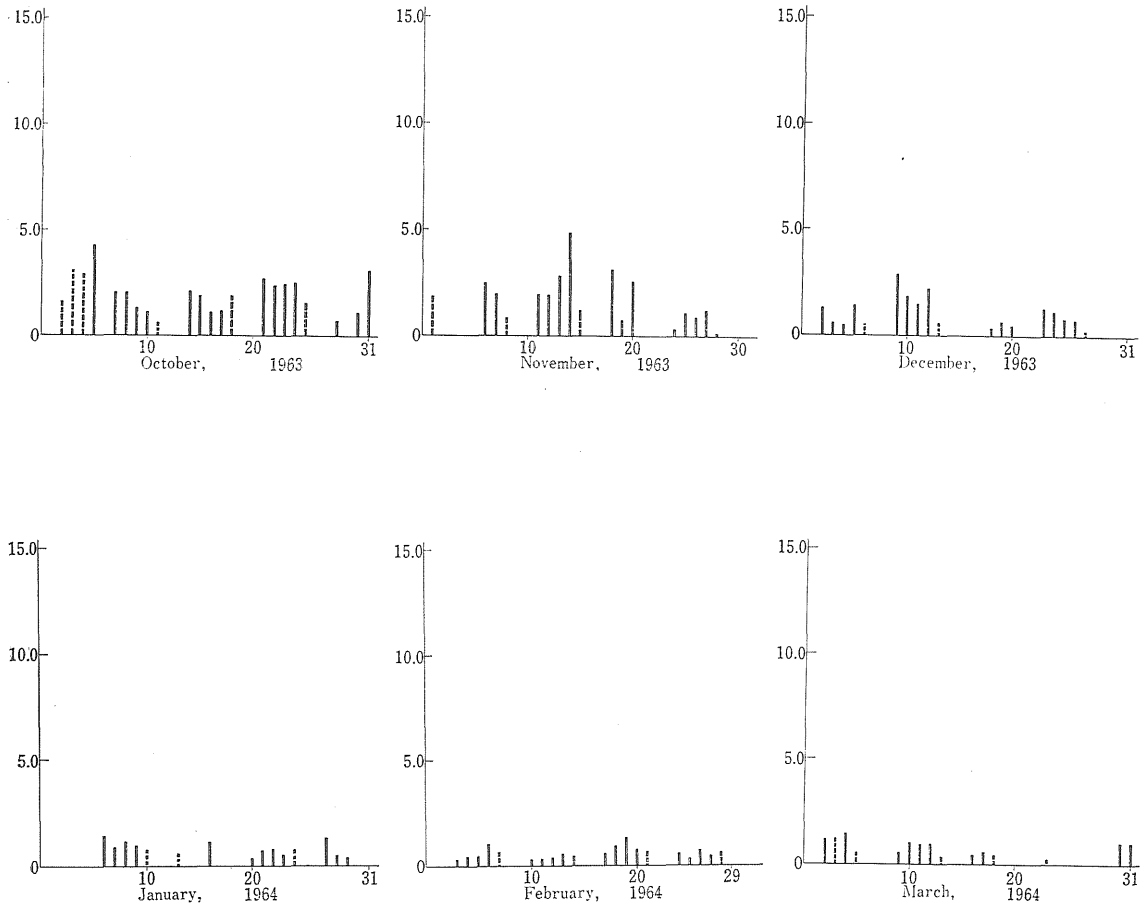
37年度にひきつづき，大気中に含まれる放射性浮遊塵の採取，測定を行なった。測定装置が未整備なため，37年度にひきつづきGM管による α，β(γ) 線の全放射能測定が主として行なわれた。全放射能測定の結果だけをここに報告する。さらに今後，いままでの集塵試料につき，他の測定結果を報告する予定である。

採取には37年度にひきつづき，47 mm 径のミリポアAAフィルターを用い，約30 *lmp* の空気をほぼ1昼夜吸引した。測定は集塵終了直後ならびに24時間放置後GM計数器によって行なったが，ここには人工放射能とみなせる24時間後測定の値をあげておく。測定装置は，38年度後半よりパンケーキ型GM管装置(本年報212頁参照)に変更した。マイカー窓厚は1.9～1.6 mg/cm² である。この計数効率は ^{137}Cs につきほぼ70％である。

1963年4月1日より1964年3月末までの結果を第1図に示す。レベルの変化はそう大きくないし，全体として減少する傾向にある。



第　1　図(1)



第　1　図（2）

13. 降下性 ^{14}C の濃度分布調査研究

環境衛生第4研究室

樫田義彦
北野妙子
岩倉哲男
森崎尚子

核爆発実験に伴なう ^{14}C の消長を追求する目的で35年度より観測を継続してきたが，植物精油中の ^{14}C 濃度分布の測定や大気中の炭酸ガス捕集を継続してきて後記の成績をえた。38年度はさらにアルコール中の ^{14}C を比較的容易に測定する方法を考案し，約33種の試料について実施した。これらの成績を総合すると，^{14}C の放射能はいずれも37年に比しさらに急増の傾向にあり，自然に存在する ^{14}C の放射能の倍量にも達したことを示す。以下その詳細を報告する。

（1） 植物精油中の ^{14}C 濃度

35年来観測を継続してきた1年生草本植物「やまじそ」*Orthodon japonicum* 中の成分 thymol を利用し，あるいは37年よりはじめた「はっか」*Mentha arvensis L.* の成分 menthol を熱分解して，p-cymene 誘導体として liquid scintillation counter の溶媒として測定する研究は38年も続行した。実験方法は前年どおりなので省略する。

38年度は，前年使用した北海道北見産の「はっか」のほか，岡山産のものも入手して地域差による影響を吟味した

が，実験の結果は差を認めなかった。

Thymol, menthol の両試料を通じて，38年の ^{14}C 濃度は顕著に増加している。いわゆる modern carbon

第 1 表

year	thymol			menthol		
	dpm/g.C	% above normal	△	dpm/g.C	% above normal	△
1954	14.1	0		14.0	0	−1
55	～		−5	13.9	−1	2
56	13.3	−5	18	14.2	1	9
57	15.8	13	−4	15.5	10	7
58	15.2	9	11	16.3	17	14
59	16.8	20	3	18.3	31	1
60	17.2	23	2	18.6	32	−8
61	17.5	25	15	17.3	24	16
62	19.6	40	46	19.6	40	33
63	26.0	86		24.2[1)]	73	40
				25.2[2)]	80	30
				23.7[3)]	70	

1) 北見産，2)岡山産，3)岡山産

の自然放射能 14 dpm per gram carbon を基準にとり増加率を計算すると，第1表のごとく 70～80 %増となり，37年の 40 % 増よりさらに飛躍している。すなわち，1945～58年の第1次核実験の際の ^{14}C の増加傾向は年々 5～10 %増の等差級数程度であったものが，第2次実験においては 20 %，40 %と等比級数的な増加率になった点は注目に値する。

Thymol 油を提供してくださった千葉大学薬学部萩庭丈寿教授，menthol を賜わったホクレン北見工場ならびに東洋薄荷工業に対し深謝する。

(2) アルコール中の ^{14}C 濃度の測定

1) 目　　的

先に山梨産「ぶどう」を原料としたぶどう酒中の ^{14}C の濃度を測定し，核実験による ^{14}C の増加の様子を調査した。今回は各地の通商産業局配下のアルコール工場製造の国内産「さつま芋」，東南アジア産糖蜜，黄変米などを原料とするアルコールについて，各年代における ^{14}C の濃度を液体シンチレーション法により測定し，^{14}C の濃度分布を調査した。

2) 方　　法

測定用アルコールをできるだけ多量にシンチレーターに混入する目的で Kaufman 測定容器を用いた。これはアルミニウム製の円筒型容器で，両側より O-リングを介して光電子増倍管をさしこみ，固定する。したがって，測定試料をふくんだシンチレーターが直接光電子増倍管の光電面にふれることになる。ガラス容器のような ^{40}K による background を考慮する必要もなく，optical contact も理想的であるが，試料交換の際の露光と前回の測定試料の残りや汚染の影響の点で不利となるので，充分な考慮をはらった。測定試料をふくむシンチレーターの組成は次のとおりである。

トルエン	80 m*l*
測定試料アルコール	80 m*l*
PPO	0.4 %
dimethyl POPOP	0.012 %

測定時間は1試料につき 400～800 分で，総計数値はいずれの試料も 1.5×10^5 count 以上である。

Background 測定用としては Humble Oil & Rafining Co. 製の合成アルコールを用いた。

3) 測 定 値

第2表のとおり。

アルコールは含水(95.3 v/v %)，無水(99.9 v/v %)の2種あるが，いずれも純アルコール量に換算し，アルコー

第 2 表

製造年月日	製造工場	原料	産地	cpm/g・carbon	増加率
27. 7.17	磐田	糖蜜	Philippine	6.620	0.
33. 7. 9	磐田	黄変米	Burma	6.607	−0.1
33.12.10	石岡	生甘藷	茨城	7.398	11.2
34.12.22	肥後大津	生甘藷	熊本	7.945	20.0
35. 2.12	肥後大津	糖蜜	Philippine	8.168	23.3
35. 3.28	石岡	糖蜜	Formosa	8.145	23.0
35.12.22	石岡	生甘藷	茨城	8.078	22.0
36. 2. 1	肥後大津	糖蜜	Philippine	8.026	21.2
36. 4.21	磐田	糖蜜	Philippine	8.142	23.0
36. 5.31	石岡	糖蜜	Philippine	8.257	24.7
37. 4.30	石岡	糖蜜	Philippine	9.007	36.1
37. 5.17	千葉	糖蜜	Philippine	8.622	30.2
37. 6.15	肥後大津	糖蜜	Cuba	8.831	33.4
37.10.24	千葉	糖蜜	Pakistan	8.368	26.4
37.11. 7	千葉	生甘藷	千葉	7.651	15.6
37.11. 8	近永	糖蜜	Formosa	8.330	12.6
37.11.12	石岡	生甘藷	茨城	9.044	45.4
37.11.24	肥後大津	生甘藷	熊本	9.119	46.6
37.12. 4	近永	生甘藷	愛媛	8.400	26.9
38. 1.25	出水	糖蜜	Philippine	9.888	59.0
38. 4.24	出水	糖蜜	Philippine	9.098	37.4
38. 4.26	肥後大津	糖蜜	Thai	9.401	42.0

38. 5. 4	千	葉	糖蜜	Philippine	8.803	33.0
38. 6.16	近	永	干甘藷	愛媛	8.380	26.0
38. 7. 4	近	永	糖蜜	Formosa	8.557	29.2
38. 2/4期	鹿	屋	廃糖蜜	Formosa	9.193	38.9
38. 8. 6	石	岡	糖蜜	Pakistan	9.051	36.7
38.10.	鹿	屋	生甘藷	鹿児島	11.24	69.8
38.10.20	千	葉	糖蜜	Philippine	9.058	36.8
38.10.26	熊	本	生甘藷	熊本	11.79	78.1
38.11.28	千	葉	生甘藷	千葉	12.05	82.0
			糖蜜	Pakistan		

ル中のC含量(52.14%)を掛けて炭素1gramあたりのcpmを求めた。

4) 考　　察

Burma 産黄変米は28年頃の輸入品であるから，少なくともそれ以前の年度産米である。糖蜜は砂糖をしぼりとった残りであり，アルコール醗酵はその年の上半期(1～6月)に行なわれている現状から，原料の「さとうきび」の生育期はアルコール製造の年の前年以上にさかのぼって考えるべきである。これに反し，「さつま芋」はその年度内に処理するので，生育年と製造年とは一致する。

2，3の例外を除いて，製造年月日の新しい試料ほど^{14}Cの増加の傾向にあり，今回測定した中で一番古い27年度産の試料を基準にとれば，38年度産の一部のアルコールでは約80%の増加を示している。核実験開始前の測定値がないので，基準値の取り方が若干高めに出ていると考えれば，他のチモール，メントールなどの測定結果ともおおむね一致している。

特に37，38年の増加率は著しく，米ソの大規模な核実験の影響がはっきりあらわれている。

試料を提供してくださった通産省アルコール事業部ならびに千葉，石岡，磐田，近永，肥後大津，出水，鹿屋各アルコール工場に対し深謝する。

B. 放射能線量調査

14. 消化管内における放射性Srの動向について

環境衛生第2研究室
市川龍資
榎本好和
小栗幹郎

人体が汚染食品を摂取することにより，内部被曝をうけるが，その内部被曝線量の評価を行なうにあたって，経口摂取の場合，腸管内での種々の放射性核種の動向が問題となつてくる。この点で考えられることは，腸管内でのそれら放射性核種が通過する際の経時的変化と，腸管内で吸収をうけた場合の腸管壁における放射性核種の滞留部位およびその経時的変化との2つの問題がある。今回は，腸管通過における経時的変化を動物実験によって求めた。

実験は，Wistar 系成熟雄ラットを使用し，stomach tube によって胃内に注入し，1/2，1，4，6，24時間ごとに殺し，消化管各部位における放射能濃度を測定し，同時に体内吸収量を測定した。使用したアイソトープは^{85}Srで，1匹当り3μcを1ml水溶液として投与し，小腸間は2cmずつに区切って，ウエル型シンチレーション・カウンターで測定した。結果を第1表に示す。数値はすべて，投与量に対する百分率で示した。^{85}Srの腸管内での動きは，小腸間においては，十二指腸，空腸の通過は比較的はやく，回腸部での滞留がみられた。また，盲腸部の滞留は比較的長かった。投与後24時間では，消化管内に残る量は投与量の約2%で，体内吸収をうけない放射性Srは，尿として体外に排泄された。

第1表　ラット消化管内における放射性Srの滞留率(投与量に対する百分率)

	1/2	1	4	6	24
stomach	30.0	3.9	1.8	—	—
duodenum	3.1	4.0	0.3	1.0	—
jejunum	25.8	21.3	2.5	2.3	—
ileum	9.8	37.3	6.2	4.7	—
cecum	—	—	33.9	35.9	1.6
colon	—	—	9.2	1.2	0.3
feces	—	—	—	—	41.8
absorbed	31.3	33.5	46.1	54.9	56.3

さらに，腸管吸収をほとんどうけないとされている種々の放射性核種の腸管内通過時間および滞留量の検討と，腸管壁におけるそれらの核種の吸収状態および滞留状態について検索する予定である。

15. フォールアウトによる外部線量と建造物による防護効果

環境衛生第1研究室
山下幹雄
松田節子
渡辺博信*

* 環境衛生研究部長

(1) まえがき

従来，地上に沈積したフォールアウトからの危害評価を行なう場合，外部被曝線量の算定は，計算を簡単にするために一様に分布した無限平面線源を仮定し，その上の一定の高さにおける線量(無限平面線量)を求めることによってなされているが，より実際的な線量評価を行なうためには，人々の生活活動との関連において，汚染平面の有効範囲，建造物による遮蔽効果等が考慮されねばならない。

本報は，このような見地から，特に，屋内におけるフォールアウト線量を算定する1つの方法として，建造物の防護係数を定義し，これに関連するいくつかの因子について，定量的に考察する。

建造物の防護係数は，無限平面線量と，屋内における線量率との比として定義される。したがって，この中には，建造物の遮蔽効果のみならず，線量に有効に寄与するフォールアウトの分布範囲に関する因子も含まれるが，これらの因子は，建造物の大きさ，建材の種類，幾何学的配置等によって複雑であり，厳密に予測することは困難である。しかしながら，問題の性格から厳密な評価は必ずしも必要ではなくて，数十%の精度においても十分に有用であると考えられる。

なお，本報では，フォールアウト線源の特性およびその時間的因子については考察しないために，“線量”を“線量率”と同義的に用いる。

(2) 防護係数とそれに関連した因子

1) 無限平面線量

一様に分布した平面線源上，高さ h の点において，そのまわりの半径 ρ_1 以内の平面からの線量寄与 D は次のように書くことができる。

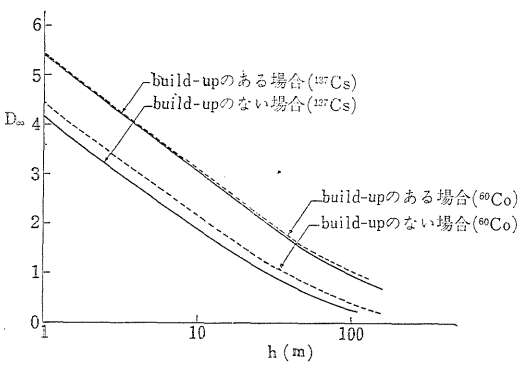
$$D=2\pi CS_0\int_{\rho=0}^{\rho_1}\frac{e^{-\mu r}}{r^2}\cdot B(\mu r)\cdot\rho d\rho \cdots (1)$$

ここで，C は単位強度の点線源から単位距離における線量率，S_0 は単位面積当りの線源強度，$B(\mu r)$ は空気中でのγ線の dose build-up factor，μ はγ線の空気に対する吸収係数であり，$r^2=\rho^2+h^2$ である。

空気中の dose build-up factor $B(\mu r)$ には適当な近似式を用いなければならない。この場合，(1)式において，$\frac{e^{-\mu r}}{r^2}\cdot\rho$ は μr の増加とともに急激に減少するから，μr の小さい部分での近似の適合性が特に重要である。本報では，μr の比較的小さいところで，$B(\mu r)$ は2次式によって近似する。

$$B=1+a(\mu r)+b(\mu r)^2 \cdots\cdots (2)$$

定数 a，b の値はγ線のエネルギーによって異なるが，Goldstein and Wilkins (*Report NYO-3075*, '54)および Cowanand Meinhold (*Radiation Botany*, 2, 241, '62)の計算結果を外挿して，^{137}Cs (0.66 MeV) および ^{60}Co (平均 1.25 MeV) のγ線に対し，それぞれ $a=0.86$, $b=0.44$ および $a=0.81$, $b=0.17$ を与えることができる。第1図は，(1)式および(2)式を用いて ^{137}Cs および Co^{60} が無限平面上に一様に分布している場合，種々の高さにおける線量率が散乱線を考慮した場合と，しない場合についてどのように変るかを示したものである。この図から，無限平面上，1 m の高さにおける dose build-up factor は，^{137}Cs および ^{60}Co に対してそれぞれ1.31, 1.22 となる。この値は，竹内等(竹内柾，長原幸雄，石塚安広，永原照明；日本放射線影響学会第5回研究発表会，1963)が実験的に求めた結果とよく一致している。



第1図 無限平面上の高さ h における線量率 D_∞

2) 屋内における線量率

屋内における線量率は，周辺の汚染平面からの寄与および建造物の屋根に沈積したものからの寄与に分けて考える。一般に，建造物の形は直方形であるため，厳密な計算は幾何学的に複雑になるが，Auxier, *et al.* (J. Auxier, J. O. Buchanan, C. Eisenhauer and H. E. Menker; *Report CEX-58-1*, '58)によると，一様分布の矩形状平面線源は，同面積の円で置き換え得ることが実験的に確められていることから，以下の計算はす

べてこのような円近似によって行なう。

第2図に示すような簡単化したモデルにおいて，建造物の建坪は同面積の円(半径a)で置き換えられる。その周辺に半径$a+R$にわたって汚染平面が分布している場合に，屋内の中心点上hにおける線量率Dは

$$D=G_1+R \quad \cdots\cdots(3)$$

と表わされる。ここでG_1は建造物周辺の汚染面からの線量寄与で，さらに次のように書かれる。

$$G_1=G_0 f_s \quad \cdots\cdots(4)$$

ここで，G_0は建造物の障壁による遮蔽効果がない場合の線量率であり，f_sは障壁の遮蔽係数で，それぞれ次のように与えることができる。

$$G_0=2\pi CS_0\{-E_i(-\mu r_1)+E_i(-\mu r_2)\} \quad \cdots\cdots(5)$$

$$f_s=\frac{4}{\pi}\,\frac{\displaystyle\int_0^{\rho_1}\frac{\cos^2\rho}{\rho}\cdot e^{-\frac{\mu_1\rho}{\cos\rho}}\cdot Sec_i\left\{\varkappa(\rho),\ \frac{\pi}{4}\right\}d\rho}{\{-E_i(-\mu_1 r_1)+E_i(-\mu_1 r_2)\}} \quad \cdots\cdots(6)$$

ただし，

$$r_1=\sqrt{a^2+h^2}$$

$$r_2=\sqrt{(a+R)^2+h^2}$$

$$Sec_i\left\{\varkappa(\rho),\ \frac{\pi}{4}\right\}=\int_0^{\frac{\pi}{4}} e^{-\frac{\varkappa(\rho)}{\cos\theta}}d\theta$$

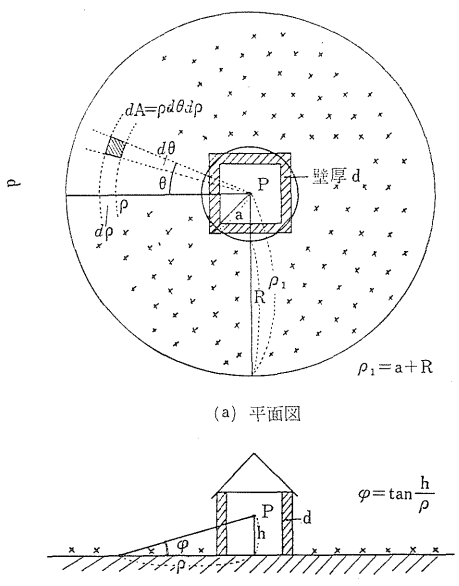
$$\varkappa(\rho)=\frac{\mu_2 d}{\cos\varphi}=\mu_2 d\,\frac{\sqrt{\rho^2+h^2}}{\rho}$$

μ_1, μ_2は，それぞれγ線の大気中における吸収係数および障壁中における吸収係数である。dは障壁の厚さである。

第3図は，0.66 MeVγ線に対するf_sの値を異なった2, 3の値について求めたものである。この図より，$\mu_2 d$が比較的小さい場合($\mu_2 d<0.5$)，f_sは近似的に指数関数で表わし得ることがわかる。

$$f_s \fallingdotseq e^{-\mu_2 d} \quad \cdots\cdots(7)$$

実際に，わが国における一般の木造住宅のような場合，$\mu_2 d<0.5$であると考えられ，したがってこのような場合，f_sを(7)式によって求めても大きな誤差は生じないことになる。↙



第 2 図

↙次に，屋上の沈積物からの線量寄与Rは，第4図(A)に示すような場合

$$R(h)=2\pi CS_0\left[-E_i\left\{-(\mu_1 h+\mu_2 d)\right\}+E_i\left(-\frac{\mu_1 h+\mu_2 d}{\cos\theta}\right)\right] \quad \cdots\cdots(8)$$

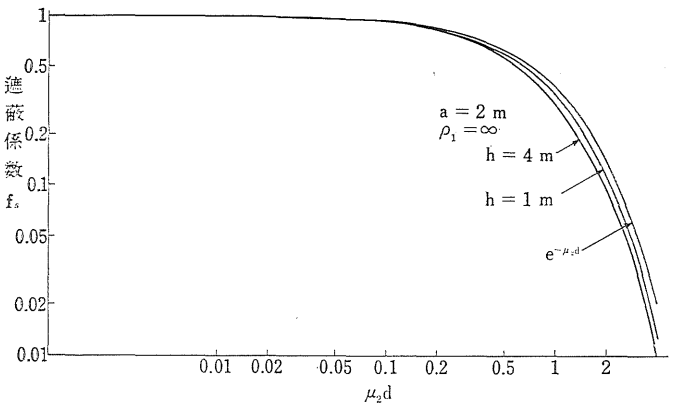
で与えられる。$\theta=\cos^{-1}\dfrac{h}{\sqrt{a^2+h^2}}$である。第4図(B)のような場合の線量寄与は，屋根の大きさ，勾配等によって異なるが，近似的に$\dfrac{1}{2}\left\{R(h)+R(h+H)\right\}$で与えることができる。

3) 防護係数

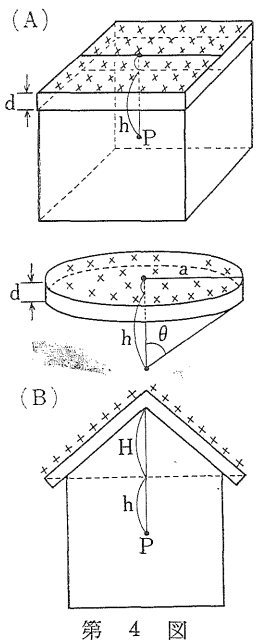
建造物の防護係数F_pは定義によって次のように書かれる。

$$F_p=\frac{D_\infty}{G_1+R} \quad \cdots\cdots(9)$$

ここでD_∞は，(1)式において$\rho_1\to\infty$として与えられる無限平面線量で，一般に，$h=1$ mの値が基準にされる。



第3図　地表上の一様分布線源に対する壁の遮蔽効果
(0.66 MeV γ 線の場合)



第　4　図

(3)　防護係数の計算例

前述のような計算方式にもとづいて，第5図に示すような場合の建造物の防護係数を考える。建造物の大きさ，建材の種類は第5図および第1表に示されるものと

第1表　遮蔽体についてのデータ

	材　　質(比重)	厚　　さ　d	$\mu_2 d$
横　　壁	土(1.0)，木材(0.5)	土 5 cm＋木材2cm	0.461
屋根(瓦)	土(2.0)	土 2 cm	0.308

$\mu_m = 0.077$ cm²/g

する。フォールアウトからのγ線の平均エネルギーは ^{137}Cs のγ線 (0.66 MeV) で代用できると考え，遮蔽体の質量吸収係数はコンクリートのそれに等しいと仮定する。また，建造物周辺に蓄積したフォールアウトの有効範囲は半径 30 m 以内であると仮定する。

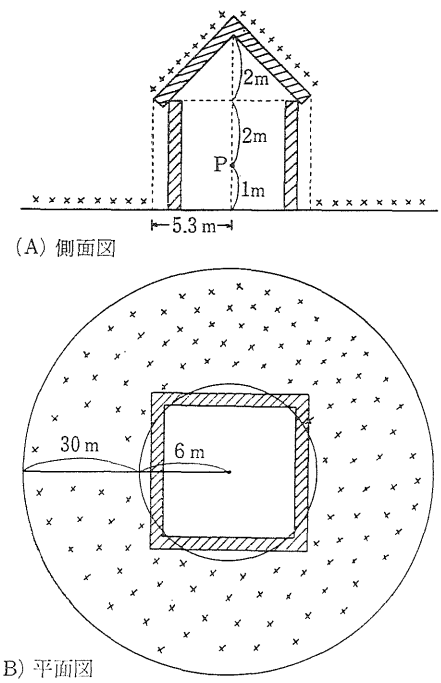
防護係数は，フォールアウトが屋上に沈積している場合と沈積していない場合とについて次のようになる。

i)　屋上にも地表面と同様に沈積している場合

$F_p = 3.8$

ii)　屋上には沈積していない場合

$F_p = 5.8$



第　5　図

一般に，降下直後のフォールアウトは屋上および地表面に一様に分布すると考えられるが(i の場合)，時間の経過とともに，特に屋上に沈積したフォールアウトは，降雨その他の気象的影響で容易に流亡してしまうことが考えられる。実際に，核実験からの最近のフォールアウトの分布に関する研究からも，舗装道路上，屋根上等の降雨水の流出し易い場所におけるフォールアウト蓄積量

は，吸水性に富んだ地表上の蓄積に比べて極めて少ないことが測定されている(渡辺博信，山下幹雄，松田節子；第5回放射能調査研究発表会，1963)。このような場合，長期間にわたっての外部被曝を予測するためには，屋上におけるフォールアウトの沈積を除いて考える方がむしろ妥当であると考えられる(iiの場合)。

(4) 考察と結語

フォールアウト分布および建造物について，簡単な幾何学的配置を仮定して，建造物の防護係数とそれに関連した因子を近似的に検討したが，無限平面線量の算定以外ではすべて散乱線の影響は無視して計算した。大気中での散乱に関しては，汚染平面の有効範囲が半径50 m以内であれば，散乱線を無視することによって生ずる誤差の程度は約10 %以下であることを示すことができる。しかしながら，横壁および屋根の遮蔽体の場合，その厚みの増加とともに散乱γ線の影響は大きくなり，遮蔽係数f_sは(6)式で与えられるものより大きくなる。このような場合の build-up factor は，線源分布が平面状であり，かつ遮蔽体が不均一であるためにその算定は困難であるが，点線源に対するデータを使って，ある程度近似的に補正することができよう。

屋内における線量率は，前述のごとくすべて屋内の中心点上における値として算定されたが，この値は屋内の全面積にわたっての平均線量率よりも低くなるために，結果的に防護係数は若干高く評価されることになる。屋内線量率に寄与する因子としては，前述のほかに，建造物周辺の地表状態，隣接した建物の影響，窓からの入射線等が考えられるが，これらの量的評価は極めて難しい。前述の例のごとく，屋内線量に寄与する汚染平面の実効面積を半径30 m以内と考えれば，降下直後のフォールアウトに対して，わが国における一般的木造家屋の防護係数は2～5程度であろうと考えられる。

長期間の外部被曝を考える場合，気象的影響を受けるフォールアウトの分布を考慮しなければならない。例えば，長期間の気象的影響を受けたフォールアウト分布の場合，地表面が大部分舗装されている市街地においては，屋内線量に寄与する線源分布は，主として地表面の露出している建造物周辺の庭だけに限られると考えられる。特定の建造物に対する防護係数の正確な評価は，もちろん，実験的に検討されねばならない。最近のフォールアウトに対する建造物の防護係数についての実験的検討も予備的に行なわれているが（渡辺博信，山下幹雄；日本放射線影響学会第5回研究発表会，1963)，今後，さらに，前述の考察の結果について実験を進めていく予定である。

16. 治療用X線による骨髄線量の推定

物理第3研究室
橋詰雅
加藤義雄
丸山隆司
白貝彰宏

(1) 緒　言

われわれは文部省科学研究費による研究班「骨髄および骨に対する電離放射線の個人的並びに集団的影響（いわゆる骨髄線量)に関する研究」に協力し，線量測定およびIBMによる線量計算を受けもった。われわれは数年来本研究を継続してきたが，38年度は本班の最後の年にあたり，特に治療用X線による骨髄線量（D）を次のような方法で推定した。

$$D=I_0\cdot P\cdot\left(\frac{FSD}{FMD}\right)^2\cdot T\cdot S\cdot\left(\frac{FMD}{FSD}\right)^2\cdot N\cdots\cdots(1)$$

ここに，I_0は照射空中線量(R)
Pは平行ビームの深部量百分率
FSDは皮膚—焦点間距離(cm)
FMDは焦点—骨髄間距離(cm)
Tは照射時間(分)
Sは照射野(cm^2)
Nは1カ月の治療回数

37年度行なった全国治療調査によって，個々の患者のI_0, T, S, Nおよび$\left(\frac{FSD}{FMD}\right)$はしらべられているので，残る問題は$P$の値である。$P$の値を左右するものは，深部量を左右する線質，照射野，半影および散乱線の分布，active bone marrow の位置およびその量である。われわれはPの値をファントームを使用して次のごとき方法で推定した。

(2) 実験方法

1) X線発生装置

島津信愛250—20および200—20を使用した。

2) 測定器

螢光ガラス板および針を使用し，その較正に Colonial の Universal dosimeter を使用した。

3) ファントーム

本来，個々の身長，体重に合わせたものを使用すべきであるが，本研究の目的は個々の線量ではなく国民全体の線量であるので，便宜上0～2歳，3～7歳，8～14歳，および15歳以上の4群に分け，その群の平均体重，身長をもった4つのファントームを使用した。これは前回

遺伝有意線量を測定したときのものと同じである。すなわち，軟組織部分はM3（パラフィン，MgO，Ca_2CO_3），肺はコルクを用いた。

ただし，骨の部分は線量計を入れやすくするため，A-1（パラフィン，Ca_3PO_4，獣炭粉）を使用した。

骨の位置は，岡島班員によって撮影された標準と思われる成人5人の身体各部の回転断層写真の平均値を使用した。

4) 照射方法

実験は100 kVp(Al 2 mm)，150 kVp (Cu 0.3, Al 0.5) 200 kVp(Cu 0.7, Al 0.5)，250 kVp (Cu 1.0, Al 0.5)のX線を調査表で分類した1～1ないし9～16までの部位のうち，骨髄線量に寄与すると思われる腹背方向24，背腹方向24，および側面18カ所に，皮膚焦点間距離40 cm，照射野8×8 cmで照射した。

5) 螢光ガラス板の配置

i) 利用線および散乱線の測定には，橋本，山田班員の求めた active bone marrow の量約20 gに1個の割合で頭部から足までA-1骨ファントームの中に小さな穴をあけ，その中に8×8×4.5 mmの螢光ガラス板を入れた。

ii) 半影等による利用線周囲の線量の測定には，適当の厚さのM3ファントームの中に，厚さ5 mm，幅3 cmのA-1骨ファントームを埋め，その中に1×1×6 mmの螢光ガラス針を0.5 cmないし1 cmおきに配置した。

(3) 線量測定方法

1) 利用線量

利用線による骨髄線量(A)は，主ビーム中のガラス板のよみから測定を行なった。主ビーム中にガラスのないときは直下の骨の中にガラスを入れて測定した。次に，骨髄は調査表で分類した区画の下にあるものをすべて合計し，その量の active bone marrow が1層になって照射野全面に平均に広がっていると仮定し，単位照射野あたりの active bone marrow の量(B)を上記の骨髄線量に掛け合わせ($A\times B$)，各部位における単位照射野あたりの容積線量(C)を求めた。さらに，(1)式を満足させるために，Cの値を平行ビームに換算してC'とした。

2) 利用線の近傍の線量

表面から4 cm，8 cm，16 cmの深さの線量分布を測定した。次に active bone marrow が平面に一様に分布していると仮定して，照射野8×8 cmの幾何学的本影内の主ビームの容積線量と近傍の容積線量との比(D)を求めた。この比は照射方法によって多少変動するが，便宜上すべて8×8 cmの値を使用した。

3) 散乱線の寄与

主ビーム以外の部位のガラスのよみ(E)にそのガラスが代表する active bone marrow の量(F)を掛け合わせ，そのおのおのを加えて(ΣE_iF_i)それを照射野8×8＝64 cm^2で割り，単位照射野，単位線量あたりの散乱線附加量(G)を各部位ごとに求めた。

4) 単位線量・単位照射野あたりの容積骨髄線量

2-1) 2) 3)で求めた値から，各部位における単位線量・単位照射野あたりの容積線量(P)は次式によって求められる。

$$P=C'\times(1+D)+G$$

(4) 結　　果

(2)，(3)の方法で求めたPの値の1例を示すと第1表のごとくなる。

このP値をつかって，(1)式をIBMを使用して回答のあった調査表をすべて計算すると，第2表のごとくなる。

この値に，不完全な調査表と回答のなかったものを加

第1表　治療用X線による骨髄容積線量（P値）　　（単位はg・mrad/Rcm²）

線質＼部位	頭 (1-03)	顔 (2-03)	頸 (3-03)	肺 (4-02)	胸 (4-03)	右上腹 (5-02)	右下腹 (6-02)	下腹 (6-3)	足 (7-02)
100 kVp Al 2	41	55	33	133	422	36	161	210	68
150 kVp Cu 0.3 Al 0.5	103	126	72	222	788	69	301	464	105
200 kVp Cu 0.7 Al 0.5	245	190	120	317	1118	110	500	925	142
250 kVp Cu 1.0 Al 0.5	385	248	152	400	1580	137	604	1255	196

第2表　全調査表から求めた骨髄線量

sex	age	dose $\times 10^6$ g·rad
male	～ 2	0.74
	～ 7	0.41
	～14	4.39
	成人	350.7
female	～ 2	0.79
	～ 7	0.82
	～14	2.76
	成人	1065.82

えて推定して計算すると，放射線治療による国民1人あたりの骨髄線量は約340 g·rad/yearとなる。さらに，病気による5年生存率と余命を考慮した骨髄有意線量を求めると，約120 g·radとなる。また，平均骨髄有意線量は約160 mradとなる。

17. 放射性同位元素による国民線量の推定に関する研究

物理第3研究室
橋　詰　　雅
加　藤　義　雄
丸　山　隆　司
白　貝　彰　宏

(1) 緒　　言

放射性同位元素の取扱いから生ずる職業者の被曝のわが国民の遺伝有意線量への寄与については，山崎班が昭和35年度の科学技術庁委託研究費によりRI使用の全施設726について，アンケート調査によって推定した。その結果年間の被曝線量は4,020 man rem/年となった。これにより，遺伝有意線量への寄与は0.03 mrem/年となった。つづいて36年度には，上記726施設から無作為に40施設を抽出し，これらに働く放射線作業従事者(RI関係)全員に規定のフィルム・バッジを貸与して，ひきつづいた4週間の着用によって，その間の被曝線量の推定を行なった。その結果，前回の被曝量にくらべ，やや少ないがあまり相違のないことがわかった。

今回は上記40施設(35年度調査の際，グルーピング，すなわち，学校(A)，病院(B)，工場(C)，民間研究機関(D)，国公立研究所(E)の5種の内訳に応じて比例配分によるA：6，B：16，C：10，D：4，E：4の施設)の実態調査を行ない，フィルム・バッジ調査の信頼性を検討すると同時に，アンケート調査では推定できなかった特殊グループ，および一般人の放射線被曝による国民線量への寄与を推定した。

(2) 測定方法

測定器はColonial線量計を改造し，特別に感度をあげ，最高感度のフルスケールを線量率で0.5 mr/h.，積算で10 μrとしたものを使用した。また，モニター用には医理学のGMサーベイメーター，およびシンチレーション・サーベイメーターに特殊なフィルターを使用し，線質依存性を少なくして使用した。

測定にあたっては，各施設で実際に取扱う方法を再現し，RIが貯蔵庫を出てから再びもどされるまでの周囲の空中線量を実測し，各人の被曝線量を推定した。

(3) 測定経過

上記40施設のうち，現在までに測定できた施設は，病院8，その他6である。その結果を第1表～第4表に示す。

第1表　病院における職業者の被曝線量

		Oc. male			Oc. female			Oc. male female			
hospital	mc	No.	mr	mr/man	No.	mr	mr/man	No.	mr	mr/man	mr/mc
S	235	12	1,044	87	13	1,312	108	25	2,356	94	10.0
N	40	1	44	44	2	260	130	3	304	101	7.6
T	93	5	503	101	2	240	120	7	743	106	8.5
T	80	4	341	85	3	230	77	7	571	82	7.3
T	160	6	815	136	3	550	183	9	1,365	152	8.5
E	8	1	60	60	—	—	—	1	60	60	7.5
K	40	2	273	134	1	183	183	3	416	152	6.8
sum	656	31	3,080	99	24	2,725	115	55	5,805	105	8.9
mean	94	4.5	440	92	3.4	389	117	7.9	829	107	8.0

E		2	19	9.5	1	6.5	6.5	3	25.5	8.4
J		11	112	10.2				11	112	10.2
sum		13	131	10.1	1	6.5	6.5	14	138	9.8
total								69	5,942	86.1

第2表　病院以外の職業者の被曝線量

	No.	mr	mr/man
D	7	31.1	4.4
N	21	213	10
T	2	3.2	1.6
O	20	124	6.2
K	6	0	0
S	2	2.8	1.4
total	58	284.1	4.89

第3表　病院における非職業者の被曝線量

	population dose		
hospital	No.	mr	mr/man
S	62	2,136	65.5
N	25	172	7.7
T	97	697	7.2
T	9	790	86.8
T	41	446	10.8
E	36	137	6.2
K	44	2,470	56.1
total	364	6,828	16.6
mean	52	977	18.7

第4表　職業者の施設別人数

	male	female	total-1
hos.	1,642	680	2,322
sch.	680	38	718
G. lab.	324	5	329
N. lab.	741	55	796
fac.	1,142	17	1,159
Ra paint.		50	50
total	4,529	845	5,374

（4）考　　察

無作為に抽出した40施設のうち，現在まで測定を完了したものはわずかに15施設であるため，国民線量を確定することはできないが，次のような傾向がみられる。

1）第1表でわかるように，Co針を使用している病院はテレコバルトのみの病院にくらべ被曝量が非常に多く，前者の1人あたりの被曝量は約100 mradであり，後者は約10 mradである。全体の平均は86.1 mradとなった。

2）病院以外の職業者の被曝線量の平均は第2表に示すごとく約5 mradであったが，もっと少なくなる可能性が大きい。

3）調査した7つの病院の被曝量の合計は，職業者が（第1表）5,942 man mrad，非職業者が（第3表）6,828 man mradとなった。

4）病院における被曝量にくらべ，他の施設の被曝量は，ラジウム・ペインターの1人平均181 mradを除けばほとんど無視できる。

5）病院職業者のCoまたはRa針1 mcあたりの被曝量は8 mradで，そのばらつきは非常に小さいので，将来日本国内で使用しているCo針の量がわかると，全被曝線量が推定できると思われる。

6）第4表の職業者の施設別人数と第1表，第2表の職業者の被曝線量から，職業者による国民線量への寄与を試算すると次のごとくなる。

$$86.1\times2{,}322+181\times50+4.9\times2{,}972$$
$$=224{,}442 \text{ man mrad/month}$$

すなわち，2.67×10^3 man rad/year

人口を1億とすれば，国民1人あたりに対する被曝量は0.0267 mrad/year，考察3)により，非職業者も同程度の被曝量と考えれば，RIによって国民1人あたり年間0.05～0.06 mrad/yearと思われる。

しかし，この値はあくまでも予想であって，2年後全施設の調査が終ってのちはじめて正しい値が使われる。

本研究は放射能調査費の補助によった。

XIII. 技　術　部

A. 技　術　業　務

1. 概　況

まず，施設関係において，38年度は特高変電所の増設工事を行ない，従来の6回線に加えて新たに4回線を増し，38年度以後の研究施設等の増加に即応し得る体制を整えた。また，37年度末より増加を準備中であった受電契約容量は，38年8月，通商産業省の認可を得て，1時間499 KWより800 KWに更改された。ボイラー，機械室および工作室の運用は従来どおり行なっている。工作室において38年度扱った研究用物品の工作および修理の件数は次のとおりである。

金　工	98件
木　工	115件

次に，共同実験室に関し，研究棟関係においては，米国 Varian 社より 100 Mc 核磁気共鳴装置を購入し，現在，装置の整備，較正中であるが，39年度より有機化合物の分子構造解析に一威力を加えることになった。ヒューマン・カウンターは37年度に比べその使用件数は20倍以上に増加し，各部の研究上の利用が本格的になったことがうかがわれる。38年度ヒューマン・カウンターの使用状況は第1表に示すとおりである。

第1表　ヒューマン・カウンター使用状況

測定内容	測定の対象	使用検出器	測定件数
体内 ^{40}K 量の測定	各年令層(幼児より老人まで)	プラスチック・シンチレーター	200
体内 ^{137}Cs 量の測定	〃	〃	230
内部被曝の核種決定，体内分布	ビキニ患者	NaI シンチレーター	12
〃　〃	所内放射線従事者	〃	5
〃　〃	トロトラスト患者，診断用 RI 服用者	〃	12
^{132}Cs 経口投与による代謝の追求	所内放射線従事者	〃	2
			計 461

RI実験棟においては，38年度 Packard 社の液体シンチレーション・カウンターを購入，整備した。

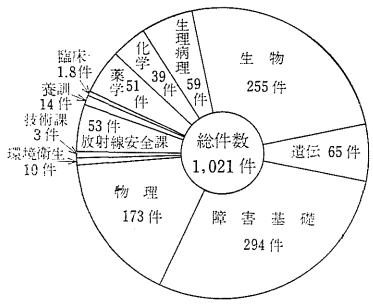
アルファ線実験棟は，モニターの未整備および廃棄物処理施設の不十分なことから，38年度も全面的な使用にまではいたらなかったが，現在の設備で許される範囲で一部の実験を開始した。

X線照射棟の使用を所内各部研究要員の充足に伴なって急増し，第1γ，第2γ線照射棟，中性子線棟の運用と併せて，現人員をもってしては満足な運用に支障を感ずる状況になっている。これらの各照射棟において，38年度取扱った実験件数は下記のとおりである。

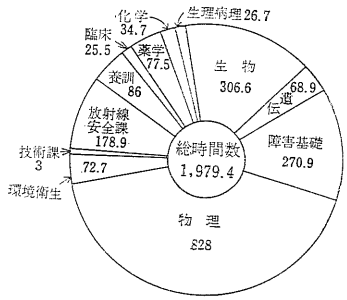
X線照射棟	1,021件	1,979時間
第1γ線照射棟	252件	630時間
第2γ線照射棟	37件	14,496時間
中性子線照射棟	41件	1,565時間

なお，X線棟各種X線照射装置ならびに線源室の各研究部別年間使用件数および使用時間を円グラフに示すと第1図のようになる。このうち，過半数は250 kVp 信愛号X線照射装置2台によるX線照射であり，これを第1図と同じく，各部別使用件数および使用時間の円グラフとして第2図に示した。

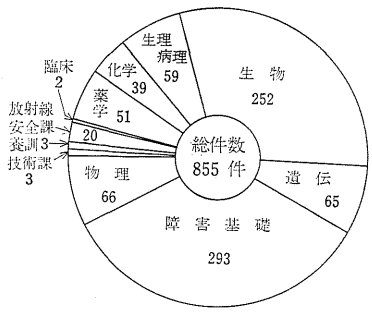
ベータトロンについては，年度前半は本体の整備と並行して高エネルギー電子線治療に必要な技術的な諸問題の解決を慎重に進め，38年9月から10月末にかけて，初めて実際の治療が実施された。年度後半はこの治療の経験により各方面にわたる装置の改良を行ない，また，



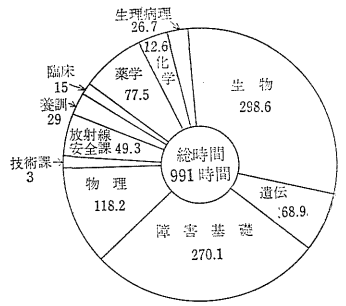
第1図—1　X線および線源室の各部使用件数



第1図—2　X線および線源室の各部年間使用時間



第2図—1　信愛-250の各部年間使用件数



第2図—2　信愛-250の各部年間使用時間

これと並行して，種々の放射試験，ルサイト製のシーブによる新しい照射方法の実用試験，電子線の放射電流測定のための予備実験等を行なった。しかし，本体の性能および安定性については，なお不満な点があり，製作者側によるこれらの点の改良計画を39年度前年に実施する予定である。

バンデグラフについては，本体およびその制御系統とともに順調に作動しており，38年度は各種実験と並行して附帯設備の増強に主力が注がれた。38年度整備された主な附属機器はビーム強収斂用4極電磁石，周波数変換装置および線型増幅器等であった。また，完成した施設としては測定器保護のための遮蔽壁の構築，照射室内の空気調和設備等がある。Maintenance のためにも多くの時間が必要であったが，このかなりの部分が真空劣化とのたたかいに費やされており，リーク・デテクター等真空対策のための機器整備の必要が痛感された。38年度実施された主な実験は，large crystal の response function の測定，time of flight の予備実験，熱中性子の分布測定，その他であった。

医療用リニアックについては，37年度末据付け調整が完了してから直ちに医療に必要な基礎的実験を開始し，ある程度のデータは得られたが故障のため実験は中断された。38年秋にいたり，Vickers 社より技師が来所して故障部位の高圧変調器の修理，マグネトロンのとりかえ等を行ない，線量の点を除いてほぼ完全に元の機能が恢復された。そこで治療面の基礎的実験を再開完了して患者治療の開始を準備している矢先，39年1月マグネトロンの高圧端子の過熱のためケーブルが燃焼するという不測の事故が起こり，年度内の治療活動の開始は望み薄となった。この故障については，Vickers 社の手により修理が行なわれた。

動物舎関係においては，哺乳動物舎および非哺乳動物舎ともに37年度末に増築が成ったが，種々の故障，隘路のために動物供給数の伸びは意外に振わなかった。その原因の第1は，梅雨期および年末に発生した疾病による動物の多数斃死，第2は動物舎空気調和装置の再三再四にわたる故障(このための動物の衰弱，妊娠率の低下)，第3は繁殖用動物舎を全面的に活用するための人員の不足等にあったと思われる。これらの対策が39年度以降の課題である。非哺乳動物舎における業務の大半はショウ

ジョウバエの培地調製およびその容器の洗滌，滅菌，原虫培養器具の洗滌滅菌等に割かれて温室，圃場等の業務には十分に手が廻り兼ねる状況であった。38年度のショウジョウバエの調製培地供給数は以下のとおりである。

大管壜	17,265本
小管壜	116,665本
牛乳壜	13,193本
染色壜	216本
ケージ	240本

なお，ベータトロン，バンデグラフ，リニアック等の加速器類および哺乳動物舎の業務については，さらに各論において詳述する。

2. ベータトロン

37年度に引続いて本体の整備が続行されたが，38年度の最大の目標である高エネルギー電子線治療を実施するために必要な当面の問題として，必要な照射野を得るための効率のよい散乱板の型状寸法の決定，線量率を考慮した至適照射距離の決定および制動放射線の発生を最小にとどめ，しかも充分な効果のある照射筒の試作の3点がまずとりあげられた。この3者はそれぞれ密接な関連性を有するものであって，独立しては設計できない。散乱板としては，一応特定の条件についての良好な寸法，型状が決定されたが，臨床的に必要とされる照射野を得るためには照射距離を最初予定されていた100 cmから120 cmに延長する必要を生じた。また，照射筒の材質として当初予定し，製作されたアルミニウムは，今回の120 cm用照射筒においてはメタアクリル樹脂に変更され，照射筒より発生する2次的な制動放射線の量を極限まで軽減しようとする試みがなされた。これは治療開始までには準備できなかったが，使用可能なルサイト製の照射筒延長部は完成し，関係各部と技術部の密接な協力のもとに，必要とされる各電子線についての深部等線量曲線の作成も完了し，モニター線量計の積算指度も目的距離において完全に校正された。

ベータトロン治療をうけるための患者が来所，入院したのは38年8月下旬である。高エネルギー電子線治療は9月中旬より10月末にかけて連日実施され，技術部はこのオペレーションに全力を注入し，これを無事完了させた。

第1次治療の終了と同時に，この経験に基づいて各方面にわたる装置の性能向上計画が製作者側をも交えてなされ，低エネルギー域での出力増大がさらに要求されるとともに，出力増強に附帯して生ずる安定度の低下を予測して，より強力な装置全体の安定性向上策が討議された。また，機械的な問題で重要視されたのは本体駆動機構に含まれる制動装置であった。重量8トンにも達するため，今までも制動時，若干の慣性に基づく誤差は認められてはいたが，これは振子集光照射の場合には本質的に無視し得た。しかし，固定多方向照射が実施されるとすれば，この制動動作の不確実さは多少にかかわらず生じてはならないものである。これについては，従来の電磁クラッチ制動別に独立した強力な機械制動機構を取附けることに決定し，この弱点は完全に改良されることになった。

しかし，これらに先立ってさらに研究しなければならない問題も残されているし，38年末までは患者の治療も予定されていなかったので，最終的な向上計画の実行と並行して運転は続行され，新しい照射方法として，ルサイト製の多孔板(シーブ)を電子線に応用するための実用試験が臨床，技術，物理各部共同で開始された。この第1報は39年度発表される予定である。この間38年12月中旬に前述の機械制動装置の取付は完了し，良好な動作結果が得られた。また，研究計画も活潑化し，そのため当初予定されていた性能向上計画は制動装置を除いて39年度に実施するのやむなきに至ったが，その間，技術部においては，今までの放射試験を続行するとともに，電子線の放射電流を測定するための予備実験が開始され，年度内には一応の成果が得られた。これはさらに39年度にわたって続行される予定である。また，各種研究に必要な写真処理室の新設が要求されたので，その設備を増設して使用の便をはかる等の業務も行なった。

3. バンデグラフ

組立て調整中，われわれの風土の中で次々とトラブルを惹き起したこのアメリカ製の加速器も，38年度は本体およびその制御系統とも順調に作動し，生命を得たもののごとく本来の性能を発揮するようになった。

もはや加速器に対する故障対策から解放された38年度は，年度当初により各種の実験に応ずる一方，附帯設備の増強および新設に主力を注ぐことができた。

なお，40年度から生体照射実験の要望に応ずる計画のもとに，本加速器から発生する中性子線と被照射生体との相互作用を正確に把握するために，RBE線量を算定する基礎となる中性子スペクトルの検出は当面の課題である。物理研究部の応援を得，実験と平行して time of flight 法による中性子エネルギー測定の諸設備の組織化をほぼ完了した。

38年度に取り扱った実験では，もっぱら陽イオン加速を行なった。

Proton または deuteron を 0.4～3.3 MeV に加速し，この加速ビームに対向して，^{2}D，^{3}T，^{7}L，^{9}Be 等，主として8種類のターゲットを交換使用して，γ線，中性子線を発生させた。

据付調整後最初の実験ゆえ，38年度行なった実験は，そのまま本加速器の今後のルーチンな運営の基礎的な data として役立つものが多かった。すなわち，物理研究部の p，γ reaction による large crystal の response function の測定，time of flight の予備実験，熱中性子の分布測定，緊急被曝の実験，中性子の yield 測定，化学研究部の溶液の放射化，RI の製造等である。

上述の実験の合い間をぬって，加速器関連設備を増強し，実験の確度を上げ，能率化することも38年度の課題であった。

ビームを4種の時間間隔にパルス化するための周波数変換装置の据付，パルス化するビームがアパーチャー部スリットを衝撃するため発生するγ線から測定器の動作を保護するための遮蔽壁の構築，加速器周辺の空気を20℃，湿度60％以下に維持する空気調和設備も完成し，年度末に据付けたビーム強収斂用4極電磁石は，本加速器から発生する如何なるエネルギーのビームをもターゲット位置で1mmφ以下のスポットに収束するという好結果を確認した。

以上の工事のために，実験のための machine time を充分とれなかったが，ほかに maintenance のためにもかなりの時間を費した。

特に真空劣化の問題がある。実験用加速器を取り扱う以上，真空対策は宿命的な課題であるが，実験当日，すべての準備が整った時，ビーム走路の不確定の個所から真空洩れが出てわれわれを悩ませた。

真空劣化に対する周到な準備こそ machine time を充実する必須条件と考えられるが，必要機器の充足とともに解決の見通しがある。

4. 医療用リニアック

37年度中に完成したり医療用リニアック本体ならびにその附属施設は，以後引き続いて治療面の基礎的実験（X線エネルギー，線量率，均等度等）にとりかかり，ある程度のデータをとるにいたったが，その後，高圧変調器内部の端子接続の不良による異常放電の発生とともに器内絶縁油の炭化，電気的絶縁不良，変調器の発熱等を併発し，続いてマグネトロン・ヒーターが断線して運転は完全に停止のやむなきにいたった。

その後38年秋に Vickers 社の技師が来所し，高圧変調器の修理，マグネトロンのとりかえ，電源電圧自動調整装置の新設等を行ない再度の運転に入ったが，その出力線量は定格値200 r/毎分/1 m に達せず，130 r/毎分/1 m であった。

しかし，装置自体は安定に働き，出力線量の低下以外は以前にまさる状態にまで修理されたので，再度治療面の基礎的実験を行ない，これを完了して治療が可能な段階となった。

ところが，39年1月，マグネトロンの高圧端子の加熱から一部ケーブル線が燃焼するという不測の事故が起り，遂に年度内に患者の治療を開始することができなくなった。39年3月，Vickers 社の技師が再度来所して修理点検の結果，最終的には出力線量を増加させることが残された問題であり，線量低下の原因は加速管自体の効率低下によることが明らかにされ，その修理が進められた。

5. 哺乳動物舎

37年度に完成した繁殖用動物舎をもって，本研究所で使用するマウス，ラットの生産に十分な動物舎は得られた（約942 m²）ものの，38年度は種々の条件により，その全部を使用するにいたらなかった。

各動物の生産は順調に伸びたが，一方，種々の問題も生起した。まず，38年6月の梅雨期から7月にかけて，マウスに Tyzzer 氏病が発生し相当の被害を受け，また，12月にはウイルス性下痢のため相当数のマウスが斃死した。HVJ（ウイルス性肺炎）の検査も同時に国立予防衛生研究所へ依頼した結果，各系統にわたり蔓延していることが判明した。また，空気調節系統の故障も目立ち，特に夏季の冷凍機の故障は相当に致命的であった。

以上の問題点の対策の1つとして動物衛生係の充実をはかるため，係員を東京大学伝染病研究所へ訓練に派遣（38年11月～12月）するとともに，斃死動物すべての剖見を開始した（39年1月以降）。結果は第2表のとおりであり，C57 BL 系統の斃死数が著るしく，病変としては

第2表　昭和38年度系統別斃死数および解剖所見

（39年1月～3月）

系　統	斃死数	肺	肝	脾	腸	その他	異常を認めず
C3H	2	2					
C57BL	120	63	2	1	2		63
$CF_{\#1}$	28	21		1			6
RF	14	3	1		1		10
CRF_1	33	26	2	1			5
雑	25	7	1	4	1		13
計	222	122	6	7	3		97

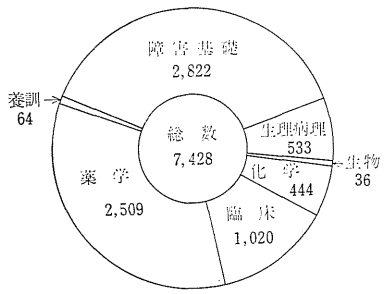
肺の病変が大部分であった。なおHVJ対策としては39年度にはワクチンの投与を行なう予定である。

技術課飼育栽培第1係が各研究部に支給した哺乳動物は下記のとおりである。

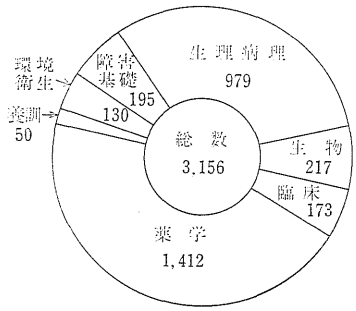
マウス	7,428	(4,959)
ラット	3,156	(2,840)
ウサギ	327	(338)
モルモット	300	(0)

( )内は37年度供給数

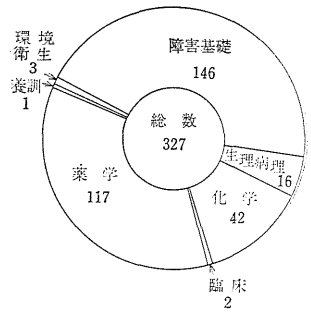
また，上記の哺乳動物の各研究部別供給数は第3図に図示した。モルモットは化学研究部のみ使用。



第3図—1 各部別動物供給数（マウス）



第3図—2 各部別動物供給数（ラット）



第3図—3 各部別動物供給数（ウサギ）

B. 放射線安全業務

1. 概　況

放射線施設における放射線の安全管理の目的は，放射線業務に従事する者および放射線施設に立ち入る者，さらに施設周辺の居住者，一般大衆をも含めて放射線障害より完全に防護し，放射線の利用開発の業務の遂行上，支障のないような策を講ずることである。本研究所における放射線安全管理業務も，研究活動の開始とともに，というよりさらにさかのぼって，その準備段階として昭和33年度管理部内に新設された技術課においてその活動が開始され，翌34年度には保健安全課が新設され専掌することとなった。その後，技術部の創設，課名の変更があり，現在は技術部放射線安全課がその主管課として健康管理係，安全係および汚染処理係の3係，12名の定員をもって，その業務を行なっている。

放射線安全管理は，放射線の利用開発と表裏一体，不可分なものであり，本研究所の放射線安全管理の体制も，研究所の整備発展とともにこれに対応する分掌組織をつくってきており，今後とも施設の拡充，研究員の増加，研究業務の進展に伴ない，すみやかにそれに対応する体制を整備することが肝要である。第1表に，創設より現在に至るまでの管理対象人員および施設と，これに対する安全管理業務組織の推移を掲げる。

第1表 放射線安全業務年度別推移

		33年度	34年度	35年度	36年度	37年度	38年度
所員（定員）		70	163	225	295	361	391
管理対象人員	所員	40	100	142	196	288	314
	養成訓練研修生	0	30	60	92	92	92
	計	40	130	202	288	380	406
組織		管理部技術課	管理部保健安全課	技術部保健安全課	技術部放射線安全課	技術部放射線安全課	技術部放射線安全課
		定員3名 { 汚染処理係 / 安全管理係	定員10名 { 健康管理係 / 安全係 / 汚染処理係 / 検査係	定員9名 { 健康管理係 / 安全係 / 汚染処理係	定員11名 { 健康管理係 / 安全係 / 汚染処理係	定員13名 { 健康管理係 / 安全係 / 汚染処理係	定員12名 { 健康管理係 / 安全係 / 汚染処理係

管理対象施設	汚染のおそれのある施設	温室 131 m²	RI 実験棟 1,884 m² 廃棄物処理棟（低レベル） 198 m²	病院 RI 診療センター 915 m² 病院排気室 30 m² 病院解剖室 26 m² し尿処理場 463 m² 廃棄物処理棟 132 m² 東海支所 615 m²	廃棄物貯蔵庫 100 m²	α 線実験棟 495 m²	養成訓練棟（2階） 756 m²
	汚染のおそれのない施設	X線棟 847 m² 第1γ線棟 428 m² 中性子線棟 121 m²	第2γ線棟 176 m²	病院 Ra 病棟 215 m² 病院附属棟 (Co, Cs) 189 m² 病院X線室 207 m² 病院手術室 43 m²	ベータトロン照射室 440 m² バンデグラフ棟 416 m²	医療用リニアック照射室 198 m²	養成訓練棟（屋上） 576 m²
年度別管理面積		1,527 m²	2,258 m²	2,835 m²	956 m²	693 m²	1,332 m²
累積管理面積		1,527 m²	3,785 m²	6,620 m²	7,576 m²	8,269 m²	9,601 m²

2. 管理総括業務

放射線安全管理業務は放射線障害の防止に関する一連の法規に基づいて実施されているが，これら関連法規の動きについて概述すると，37年度の医療法施行規則の改正に続き，38年度において国家公務員法に基づく人事院規則10-5（職員の放射線障害の防止）が全文改正され，10月1日から施行となり，続いて労働基準法に基づく電離放射線障害防止規則が同様に全文改正となり，39年1月1日から施行された。これらはいずれもさきに行なわれた「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」の改正と規を一にするものであって，この一連の改正により，各法令によって不均一であるといわれていた放射線障害防止に関する技術的基準の斉一化がほぼ行なわれたものと考えられる。

本研究所の放射線管理規定は，これらの法規を受けて定められた放射線医学総合研究所障害予防規定を基幹とし，現在次のような体系から成り立っている。

放射線安全会議の組織及び運営に関する規定
管理区域に関する規定
管理区域立入りに関する心得
部外者の管理区域立入りに関する規定
放射線作業心得
健康診断実施要綱
病院部安全取扱規定
緊急時の措置に関する規定
緊急時作業要領

38年度においては，安全取扱専門委員会において原案作成中であった放射線作業心得が6月1日付で施行されたほか，緊急時の措置に関する規定および作業要領についてはすでに作成されている案に対し，管理部庶務課において作成中の本研究所防災計画の一環として折り込むべく両課において合同作業が行なわれた。病院部安全取扱規定については，専門委員会において原案審議が続けられた。他の規定・心得はすべてすでに施行済であるが，さきに述べたように基をなす関係法規に大幅の改正をみたので，これに対応して所要の修正を施すため，放射線障害予防規定をはじめとするすべての規定・心得類の検討が実施され，近く規定類の改正をみる予定である。

放射性同位元素または放射線発生装置を使用する場合は，科学技術庁長官の許可（国の機関にあっては承認）を受けなければならないが，本研究所においては，当初の使用承認を35年11月に受けて以来，施設の拡充，研究業務の進展に伴なって10回にわたり，変更承認を申請してきたが，そのうち38年度において行なった変更承認の申請は次のとおりである。これらのうち，上の3件はすでに年度内に承認されており，38年3月3日申請の1件だけの承認が昭和39年度にもちこされた。

申請年月日	申　請　内　容
38年4月19日	汚染温室 ^{14}C チャンバーにおける RI の使用
〃 8月13日	1. 病院における直線加速装置の使用 2. バンデグラフ用ターゲットとして密封 RI の使用
〃 10月24日	1. α線棟の新規使用ならびに非密封 RI の使用 2. RI 棟における非密封 RI の使用量の追加 3. 病院 ^{60}Co 第2照射室における RI 使用量の追加
39年3月3日	病院患者治療に用いる密封小線源の追加および削減

放射線障害の予防に関する所長の諮問機関として放射線安全会議が設けられ，設立以来すでに16回の開催をみているが，38年度においては，議長は伊藤物理研究部長，委員は榊原管理部長，伊沢化学研究部長，渡辺環境衛生研究部長，田中臨床研究部長，隅田技術部長，熊谷病院部長が就任し，第17回，第18回，第19回の安全会議が開催され，放射線作業心得，女子放射線作業者の被曝線量の取扱い方について審議が行なわれた。

38年度に当研究所で購入した放射性同位元素は第1表のとおりである。

第1表　昭和38年度　非密封放射性同位元素購入量　　(単位　mc)

核　種	数　量	核　種	数　量	核　種	数　量	核　種	数　量
^{3}H(l. c.)	33.5	^{52}Mn	5	^{85}Sr	5.5	^{134}Cs	3
^{14}C	20	^{54}Mn	0.02	^{89}Sr	3.5	^{137}Cs	2.08
^{14}C(l. c.)	5.92	^{55}Fe	3.54	^{90}Sr	22.4	$^{140}Ba+^{140}La$	1
^{24}Na	15	^{59}Fe	8.9	^{90}Y	5	^{172}Tm	2
^{32}P	69	^{60}Co	3.04	^{95}Zr	5	^{177}Lu	5
^{35}S	36	^{63}Ni	0.5	^{106}Ru	1	^{198}Au	44
^{35}S(l. c.)	7	^{64}Cu	5	^{125}I	20	^{203}Hg	0.1
^{42}K	36	^{65}Zn	10.1	^{131}I	345.5	^{203}Hg(l. c.)	1
^{45}Ca	8	^{75}Se(l. c.)	6	^{131}I(l. c.)	50.6	^{228}Th	1
^{51}Cr	8	^{86}Rb	41	^{132}Cs	1	f. p.	2

注：　l. c. は labeled compound の，f. p. は fission product の略である。

3. 個人管理

1) 被曝管理

38年度の被曝管理は37年度同様フィルム・バッジを主体とし，必要に応じてポケット線量計を併用する方法を採用した。対象者は職員，研究生，養成訓練研修生および管理区域に立ち入る部外者について従来どおり行なったほか，新たに病院部検査課と東海支所とをその対象に加えた。

38年度において，上記のうち研究生を含めた本所員のフィルム・バッジの利用人員はγ線用で207名，X線用で136名であり，その測定延件数はγ線用フィルム2,692件，X線用フィルム1,438件で，37年度よりγ線用で約500件，X線用で約300件増加している。γ線およびX線の年間の被曝状況を示すと第2表のとおりであり，フィルムの測定限界(10 mrem)未満に入る件数が，γ線で138名66.7％，X線で113名83.0％で大半を占めている。

38年度において，最大許容集積線量 D=5(N-18) rem および最大許容被曝線量(3カ月につき3 rem)をこえた例は皆無であった。

第2表　年間被曝状況　(単位　人)

種　類		γ　線	X　線
すべての測定値が10 mrem 未満のもの		138	113
10 mrem 以上の値が1つでもある場合，それらの値の合計量(mrem)	10～　500	63	22
	510～1,000	3	0
	1,010～2,000	3	1
	2,010 以上	0	0
計		207	136

また，比較的被曝の多かった者について検討すると，高エネルギーX線の照射条件決定実験によるもの，および作業の性質上連続的に被曝することの多い医療関係者等があげられる。

このほか，養成訓練研修生および管理区域に立ち入る部外者等継続的にフィルム・バッジ・サービスを受けていない者のフィルム・バッジの利用人員および測定延件数はγ線で101名169件，X線で60名60件であり，これらの人々については，γ線において10～60 mrem/1回

のものが6件あり，それ以外はすべて10 mrem 未満であった。

2) 血液検査

38年度において，放射線作業従事者等に対する健康管理の一環として血液検査を2回(38年5月，11月)実施した。

検査対象者は延べ男344名，女166名，計510名であり，検査結果の概要を示すと第3表，第4表，第5表となる。

第3表 白血球数

白血球数 /mm³	第1回		第2回	
	度数(人)	百分率(%)	度数(人)	百分率(%)
4,000 以下	24	9.3	27	10.7
4,001～5,000	78	30.4	70	27.6
5,001～6,000	78	30.4	84	33.2
6,001～7,000	37	14.4	41	16.2
7,001～8,000	24	9.3	20	7.9
8,001～9,000	7	2.7	6	2.4
9,001 以上	9	3.5	5	2.0
計	257	100.0	253	100.0

第4表 赤血球数

赤血球数 $\times 10^4/mm^3$	第1回		第2回	
	度数(人)	百分率(%)	度数(人)	百分率(%)
350 以下	3	1.2	25	10.0
351～400	41	16.0	73	28.9
401～450	86	33.5	83	32.7
451～500	90	35.0	58	22.9
501～550	37	14.3	14	5.5
551 以上	0	0	0	0
計	257	100.0	253	100.0

第5表 血色素量

血色素量 g/dl	第1回		第2回	
	度数(人)	百分率(%)	度数(人)	百分率(%)
10.0 以下	1	0.4	0	0
10.1～11.0	3	1.2	3	1.2
11.1～12.0	3	1.2	14	5.5
12.1～13.0	29	11.3	34	13.4
13.1～14.0	30	11.7	52	20.6
14.1～15.0	44	17.1	53	21.0
15.1～16.0	54	21.0	67	26.4
16.1～17.0	60	23.3	26	10.3
17.1～18.0	26	10.1	4	1.6
18.1 以上	7	2.7	0	0
計	257	100.0	253	100.0

検査の結果著しく正常値より偏よる者は再検査を実施し，各人の従来の検査結果ならびにフィルム・バッジによる被曝量等とあわせて検討を加えているが，放射線の影響と思われる血液諸成分の変化は認められない。

また，内部被曝線量の測定の一環として，ヒューマン・カウンターを用いて体内の放射性物質量について検討を加えている。

4. 施設管理

1) 管理区域

放射線障害防止のために，放射線被曝，放射性汚染や放射性物質の吸入をおこさないよう効果的な管理を行なうため，本研究所の各放射線施設には管理区域が設定され，その出入口には定められた標識および当該管理区域の注意事項が掲げられている。39年3月末現在の管理区域の設定状況は第6表のとおりである。

第6表 管理区域一覧

名称	該当施設および区域
RI 棟管理区域	RI 棟
温室管理区域	温室およびその周辺
X線棟管理区域	X線棟およびその周辺
第1γ線棟管理区域	第1γ線棟
第2γ線棟管理区域	第2γ線棟およびその周辺
中性子線棟管理区域	中性子線棟およびその周辺
廃棄物処理棟管理区域	廃棄物処理棟，廃棄物貯蔵庫およびその周辺
病院廃水貯留施設管理区域	病院廃水貯留および放射性し尿処理施設
RI 診療センター管理区域	RI 診療センター
RI 病室管理区域	RI 病室およびその前面の廊下
Ra 病室管理区域	処置室，Ra 病室およびその周辺の廊下
病院附属棟管理区域	第1，第2 Co 照射室，Cs 照射室，ベータトロン照射室，リニアック照射室およびその周辺
病院地階管理区域	X線室，手術室およびその周辺
バンデグラフ棟管理区域	バンデグラフ棟およびその周辺
α線棟管理区域	α線棟およびその周辺

各管理区域には，それぞれ放射線安全管理者が任命され，担当区域内の安全の確保に当っている。放射線安全管理者には放射線安全課員が各管理区域を分担し，常駐することが望ましいが，現在は放射線安全課員のほか，技術課，病院部医務課等，それぞれの施設の所管部課の職員をもってこれにあて，間接管理の体制を一部ではとっている。

2) 線量率，空気中放射性物質濃度および表面汚染度等の測定

放射線発生装置から漏洩する放射線，あるいは非密封放射性同位元素使用施設から放出される気体，液体廃棄物は放射線障害をおこす原因となる。研究所構内外の広い区域にわたってそれらの量が現行法規によって定められた値をこえないように監視し，わずかの異常でも迅速に発見して，できるだけ早くその処置をとるようにすることは施設管理の最も重要な業務である。

空間線量率の測定は各管理区域および研究所の境界において定期的に実施しているが，研究所の境界における線量率は法定許容線量率週間10ミリレムをこえた場所はなかった。また，管理区域境界における法定許容線量率(週間 30 ミリレム)をこえた場所も第2γ線棟を除いてはなく，同棟も38年度遮蔽壁の延長，管理区域の拡張の措置をとることにより法定許容線量率以下とした。

空気中の放射性物質濃度の測定は，排気設備よりの排気はダストモニターにより連続的に，屋外・作業室内はミリポアフィルター No. A.A. を使用して系統別に定期的に実施している。いずれも10^{-10}～10^{-12} $\mu c/cc$ 程度であり，年間を通じて法定許容濃度をこえたことはなかった。

管理区域のうち汚染区域内の共同使用の場所の表面汚染度の測定はスミヤー法あるいはサーベイメーターにより定期的に実施しているが，現在までのところではβ，γ核種のみを使用しているので，規定に定められたその許容表面密度10^{-4} $\mu c/cm^2$をこえて汚染した場所はなかった。

本研究所から出る排水については，汚染区域から出る放射性廃液については後述するように，すべていったん廃液貯槽に貯留され，モニターのうえ処理あるいは放出されるが，その他の一般排水についても，環境汚染管理のため研究棟および病院棟の2個所でサンプリングを行ない，それぞれ放射能濃度をモニターしている。その濃度は年間を通じて10^{-8} $\mu c/ml$ のオーダーで，バックグラウンド程度であった。

3) 施設の安全設備

産業安全の物的対策の要件として施設のフール・プルーフ化が唱えられているが，われわれの五官にその危険を感知できない放射能対策としては，特に施設の安全設備は重要である。本研究所の各施設に対しても鋭意安全設備の充実に力を傾けてきているが，38年度に実施したおもな設備は次のとおりである。

イ) 従来不備であった第2γ線棟の第1，第2照射室，病院地下の^{60}Coの回転照射室，エアシューター照射室および^{137}Cs照射室の扉に電気錠を取り付けインターロック・システムとし，照射中の事故の防止をはかった。

ロ) 第2γ線棟の管理区域の境界において法定許容線量率を上回る個所に対し，コンクリート遮蔽壁の延長工事を施工し，許容線量率以下とした。

ハ)放射線作業者以外の人たちが，みだりに管理区域に近寄り，立ち入ることを防ぐため管理区域鉄網柵を設け，また，使用施設の標識を充実した。

4) 放射線管理用機器

安全管理上必要な放射線計測機器も逐年整備され，39年3月末現在のおもな機器の現有数は第7表のとおりである。量的には表にみるように，一応の数を保有している

第7表 放射線計測機器保有状況

品名	現有数
G.M. サーベイメーター	33 (7)
シンチレーション・サーベイメーター(γ)	3
〃 (α)	1 (1)
電離箱式サーベイメーター	6 (2)
表面汚染計	2
中性子サーベイメーター	4 (1)
X線用ガスフロー・サーベイメーター	1
ポケット照射線量計(P.D. 型)	45
〃 (P.C. 型)	150
中性子線用ポケット照射線量計	11 (3)
ベルアラームメーター	4 (2)
エリアモニター	1
ベルアラームモニター	2
ハンドフットクロスモニター	5
ダストモニター	4
床モニター	2
水モニター	1
直示線量計	2
ダストサンプラー	4 (2)
振動容量電位計	1

注: ( )内の数字は現有数のうち38年度購入分

が，購入年次の古いもの，使用頻度のはげしいもの等に故障が多いことおよびα線棟の使用開始に伴なうα放射体計測機器の充実等が当面の課題としてとりあげられる。なお，38年度設計，試作した標準曝射装置(Ra 30 mg)によって，各種計測機器の較正および個人被曝管理用フィルムの標準曝射について今後一層の充実がはかられることとなろう。

5) 事故の概要

本研究所においては，非常管理体制をしくほどの大きな放射線事故は創設以来皆無であって，38年度においても「放射線事故」と称するようなものはおこらなかったが，例年にならって，小さな異常も含めて事故の概要を以下に列挙する。いずれの場合も所外に対する環境汚染はもちろんのこと，当事者たちの人体についての異常所見も認められていない。

i) 38年5月29日　中性子線源を取り出す際に誤って線源を保持しているテグスを切断した。

ii) 38年8月～9月　RI棟でヒュームフードの下に発煙硝酸を格納しておいたところ，容器からの漏洩があった。幸いRIによる汚染は極く微量であったが，床の一部が損傷した。

iii) 38年8月15日　日本放射性同位元素協会から入荷したイギリス製の ^{60}Co 標準密封線源をスミヤー法により表面汚染度を測定したところ，^{60}Co および ^{137}Cs による高度の汚染が発見され，日本放射性同位元素協会に返送して除染を依頼した。

iv) 39年2月3日　第2γ線棟のエアシューター式照射装置で，照射中であるにもかかわらず次の線源を打ち出したため，線源が気送管途中で停止し，操作室等の室内空間線量率が増加した。

5. 廃棄物処理

1) 処理過程

本研究における放射性廃棄物の処理過程を簡単に示すと第8表のごとくである。↙

第8表　廃棄物処理過程概要

液体廃棄物
- 第1系統廃液(高レベル廃液)→ 貯留びん → 処理 / 廃棄物処理機関に引渡し
- 第2系統廃液(中レベル廃液)，第3系統廃液(低レベル廃液) → 貯留タンク → 処理
- 第4系統廃液(極低レベル廃液)→ 貯留プール → 処理 / 放出(モニターのうえ)

放射性し尿 → 浄化槽 → 貯留槽 → 放出(モニターのうえ)

固体廃棄物 → 専用容器 → 廃棄物処理機関に引渡し

なお，動物死体，スラリー状廃棄物は，固体廃棄物に準じている。

↙ただし，廃液の処理に当り，中レベル廃液にあっては原則として蒸発濃縮法を，また，低レベル廃液にあっては，原則として高速薬品凝集沈澱法を採用している。

2) 廃棄物処理機関に引渡した廃棄物

第9表　処理機関引渡し廃棄物量

種類	容器容量	引渡した廃棄物量(l) 第1回(38年7月)	第2回(38年10月)	第3回(39年1月)	第4回(39年3月)	計
可燃性固体	ドラム缶 200 l	4,000	2,000	1,000	1,000	8,000
不燃性固体	ドラム缶 50 l	1,500	3,000	2,500	500	7,500
動物	陶製びん 20 l	340	400	200	900	1,840
スラリー	〃	360	—	400	400	1,160
フィルター	鉄箱 150 l	—	3,300	—	—	3,300
計		6,200	8,700	4,100	2,800	21,800

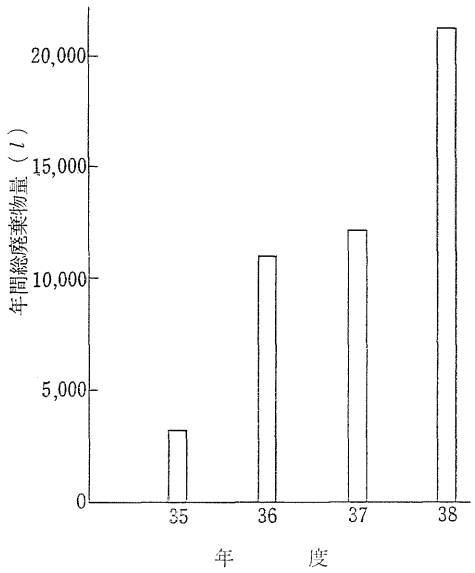
第9表は，所内のRI使用施設から排出された廃棄物のうち，38年度において放射性廃棄物処理機関に引渡したものについて示したものである。

また，第1図は，35年度(放医研における第1回引渡し年度)からの処理機関引渡し廃棄物量の推移を示すものである。

3) 廃液(し尿を含む)排出量および処理量

第10表は，放射性廃棄物のうち，高レベル廃液を除く液体廃棄物およびRIを投与された患者からの放射性し尿の排出量を系統別に示したものである。

現在，液体廃棄物処理施設としては，4 t/h. の処理能力をもつ低レベル廃液(1×10^{-5} $\mu c/ml$ 以下)用の高速薬品凝集沈澱装置と，0.5 t/h. の処理能力をもつ中レベル廃液(1×10^{-3}～1×10^{-5} $\mu c/ml$)用の自己蒸気加圧式蒸発装置が設けられているが，38年度においては，RI棟および病院から排出された汚染系廃液のうち，全排出量の約61％にあたる310 tを処理した。



第1図　放射性廃棄物引渡し量の年度別推移

第10表　廃液およびし尿排出量

系統		排出量（t）
RI棟	汚染系	480
	極低レベル系	1,380
病院	汚染系	30
	極低レベル系	1,640
	放射性し尿	960

6. 保健物理の技術開発

放射線安全業務もその当初は施設・機器の整備，各種所内規定の制定とその施行等放射線安全管理の体制づくりに追われ，その内容について多くの問題点・疑問点を残し，また，実際に手掛けてその重要さと困難さを見出し，しかも今日まで不本意ながらそのままに留保されてきているものも多いのである。これも管理体制の整備を急ぐためやむをえなかったことであるが，今後の活動において保健物理に関する実際的な数多くの問題に対して技術開発に努め，内容の充実を期している。

以上の趣旨に沿って，38年度において手掛けた技術開発の概要を掲載する。これらのうち，あるものは38年度一応の結論をみたが，多くのものは39年度において引き続き開発を行なう予定である。

1)　ポケット線量計の放電および振動テスト

ポケット線量計には多かれ少なかれ放電（漏洩）があり，また，衝撃等の影響により著しく偏った読みを与える場合がある。これらのポケット線量計に影響を与えるいくつかの因子を解明するため，若干の実験を行ない検討した。

実験は線量計のγ線に対する感度をしらべるためPC形，PD形について一定の線量を照射し，γ線対する感度誤差を求め，JISに規定されている15％の誤差範囲により分類し検討を加え，また，線量計の自然放電ならびに着用状態における放電について実験した。

その結果，誤差の少ない良好な線量計でも保守管理を怠ったり，着用時に不必要な振動，衝撃を与えると全く不明な読みを表わす場合があった。

なお，これらポケット線量計の自然放電の原因として考えられる衝撃，振動等による影響を究明するため，さらにstaticな試験と並行してdynamicな試験を加え実験を続行中である。

2)　高性能フィルター(C.H.E.)に関する実験

近年RIを利用する施設が増加し，その施設内容も新らしい技術を取り入れているが，これらRI施設管理上の問題点の1つに排気浄化設備のフィルターがある。この排気浄化用フィルターは，RI施設に限らず，化学工場，紡績工場等でも広く使用され，その交換は一般にろ過抵抗の増加を指針として実施されているが，RI施設においてはさらにRI汚染がからみ，ろ過抵抗のみにたよるのは種々の点で疑問があるので，ろ過抵抗，ろ過効率およびフィルターに蓄積された放射性物質との相互関係を調査する目的で実験を開始した。

本研究所の排気浄化フィルターには，主体として高性能フィルター(D.H.E.)が，また，そのプレフィルターとしてグラスウールフィルターが使用されているが，実験の対象は，主体であり価格も高額なD.H.E.を選んだ。実験方法としては，RI棟排気浄化装置のD.H.E.の個所に試験用フィルター3種類を試作し配置した。試験用フィルターのろ材には，D.H.E.のろ材とほぼ同一のろ過抵抗をもち，集塵用として最も多く使用されている東洋濾紙No.5Aを使用した。試験用フィルターは1月，3月，6月ごとに交換し各種の測定を実施している。現在実験を継続中であるが，中間調査結果からみると，フィルターに付着した塵埃の放射能強度はその期間に使用したRIの量と比例せず，3月，6月の放射能強度は必ずしも3月分，6月分の合計数量とは合致していない。

なお，この実験には他の関連実験もあわせ行ない，これらの結果を総合して高性能フィルターの管理基準を作成

したいと考えている。

3) α放射体廃液処理施設の設計

α線棟の使用開始により，α放射体廃液処理施設の早期整備が緊急課題となってきた。専用の施設を設けるか否かについては，①人体に対する危険度の高いα放射体をいたずらに拡散させることは望ましくない，②既設の処理施設はβ,γ放射体用であり，かつ開放型であるため，密閉方式を原則とするα放射体を含む廃液の処理方式としては望ましくない，との理由から専用の施設を設けることとなり，部内で計画案を練るとともに，海外の文献および国内における学識経験者のアドバイスを参考に処理プラントを設計した。この処理方法の概要を述べると，廃液中の含有核種および放射能濃度を基本として考え，単床式イオン交換塔を主体として，その前処理装置には凝集沈澱装置およびろ過器を用いている。この方法の特色は管理・保守のしやすいことであり，また，放射能の体内摂取に対し十分配慮していることである。

4) 放射性廃液処理(凝集沈澱法)に及ぼす合成洗剤の影響について

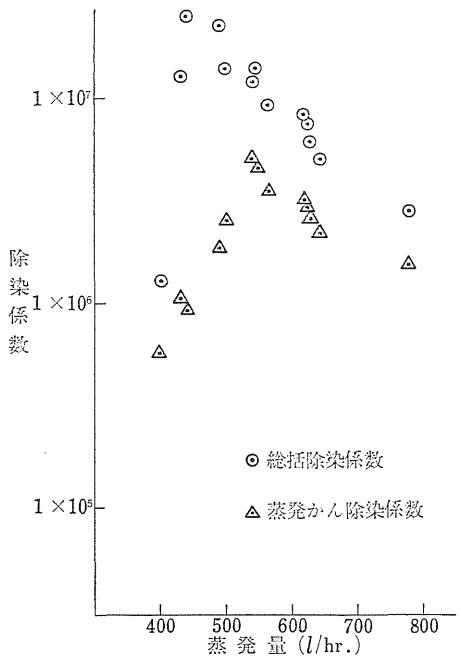
戦後，合成洗剤，特にalkyl benzene sulfonate (ABS)系の開発が発展し，従来の石けんにかわって使用量も著増している。これらの合成洗剤は廃液中に残存し水面に泡を生じたり，下水処理場で曝気中発泡したり，他の不純物の除去に悪影響を及ぼす一因として水処理に困難な問題を投げかけている。本研究所のRI使用施設においても合成洗剤の消費量が逐年増大し，これは必然的に放射性廃液中に混入し，廃液処理に悪影響を及ぼしていると考え，合成洗剤による影響について基本的な実験を行なった。実験は^{89}Srをトレーサーとし，ジャー・テスターを用い洗剤添加量をパラメーターとする場合の除染係数(D.F.)と添加量との関係をしらべた。

実験の結果，ABS系合成洗剤の混入は，凝集沈澱処理のうえに大きな影響を与えるものであること，しかしながら，洗剤濃度とpHの調節いかんでは，共存する洗剤が凝集沈澱処理のうえに支配的因子となることは避けられることが判明した。今回の実験は定性的段階の領域を出ないものであるが，今後定量的な方向に実験を進め，凝集沈澱法による廃液処理の基準書を作成したいと考えている。

5) 蒸発処理装置の性能テスト

本研究所においては，中レベル放射性廃液処理用として蒸発処理装置が設置されているが，この装置はフロキュレーター，ろ過器，脱気塔，予熱器，蒸発かん，サイクロン，グラスウール充填塔および蒸気圧縮機を備えた自己蒸気加圧方式で，設計処理能力は500 l/hrである。以下に本装置について，38年度実施した性能テストの概要をしるす。

実験方法としては，蒸発かん内の液濃度がSr^{++}として1×10^5 ppmとなるように$Sr(NO_3)_2$を添加した。そして液面を一定とし，水道水を供給しながら蒸発量をパラメーターとして，蒸発かん，サイクロンおよびグラスウール充填塔の除染係数を算出した。実験結果によれば，蒸発量と除染係数との関係は第2図のとおりである。



第2図　蒸発量と除染係数との関係
総括除染係数とは，蒸発かん，サイクロンおよびグラスウール充填塔を合計した値である

XIV. 養成訓練部

1. 概　　況

昭和38年度の養成訓練業務は，第8回および第9回放射線防護課程，ならびに第4回および第5回放射線利用医学短期課程の計4課程を次のように行なった。

放射線防護課程

第8回　昭和38年5月13日から
7月5日まで

第9回　昭和38年10月21日から
12月13日まで

放射線利用医学短期課程

第4回　昭和38年9月2日から
10月11日まで

第5回　昭和39年2月3日から
3月13日まで

放射線防護課程（国際放射線防護課程を含む）は通計10回行ない，292名の受講者を送り出し，放射線利用医学短期課程は昭和36年度より通計5回行ない，80名の受講者を送り出している。

放射線防護課程の応募者は漸減，放射線利用医学短期課程の応募者は漸増の傾向にあった。

教科内容については，学問の進歩と原子力開発の進展に応じて常に修正を加えてきた。

特に，放射線利用医学短期課程については，わが国の医療の現状や研修生の立場を考え，課程の期間の約4分の1は放射線治療とRI診断専攻とに分けて実施した。

昭和38年度は待望の養成訓練棟の予算 70,793,000円（うち建築予算は48,936,000円）が計上された養成訓練棟は敷地面積756 m²，2階一部3階建，鉄筋コンクリート造り，延面積1,620 m²である（第1図，304頁参照）。

養成訓練棟の完成と内部施設の充実によって研修成果の向上が期待されるとともに，39年度以降，積極的に研修課程増設の要望や必要をみたすことができる。

2. 応募状況

4課程を通じて応募者総数129名うち92名が受講決定，平均1.4倍強の応募者があり，従来どおり選考委員会を開催し厳正な選考を行なった。

（課程別）　応募者数　受講者数

放射線防護課程

第8回　36名　30名

第9回　31名　30名

放射線利用医学短期課程

	応募者数	受講者数	専攻内訳	
第4回	30名	16名	RI診断	12名
			放射線治療	4名
第5回	32名	16名	RI診断	12名
			放射線治療	4名

研修生の所属機関別分類表は第1表—1～第1表—3に示すとおりである。

また，研修生の都道府県分布状況は第2表に示すとおりである。

なお，付録，370～374頁参照。

第1表—1　放射線利用医学短期課程研修生機関別分類表

所属機関	昭和38年度実施		累計
	第4回	第5回	
国立病院	1	4	11
公立病院	1	1	4
私立病院			2
国立大学附属病院	9	8	42
国立大学附属研究所			1
公立大学附属病院	1		5
私立大学附属病院	4	3	15
計	16	16	80

第１表－２　放射線防護課程研修生機関別専攻学科別累計表

（第１回～第９回）

所属機関＼専攻学科	医・薬	農	理・工	文	計
官庁	1		10		11
国立機関	20	17	21	3	61
国立大学	32	6	27		65
公立大学	9	1	2	1	13
私立大学	9	1	8	1	19
公立機関	5	2	13	4	24
準公立機関	12	1	15		28
民間	12	2	34		48
その他	1				1
計	101	30	130	9	270

第2表　研修生都道府県

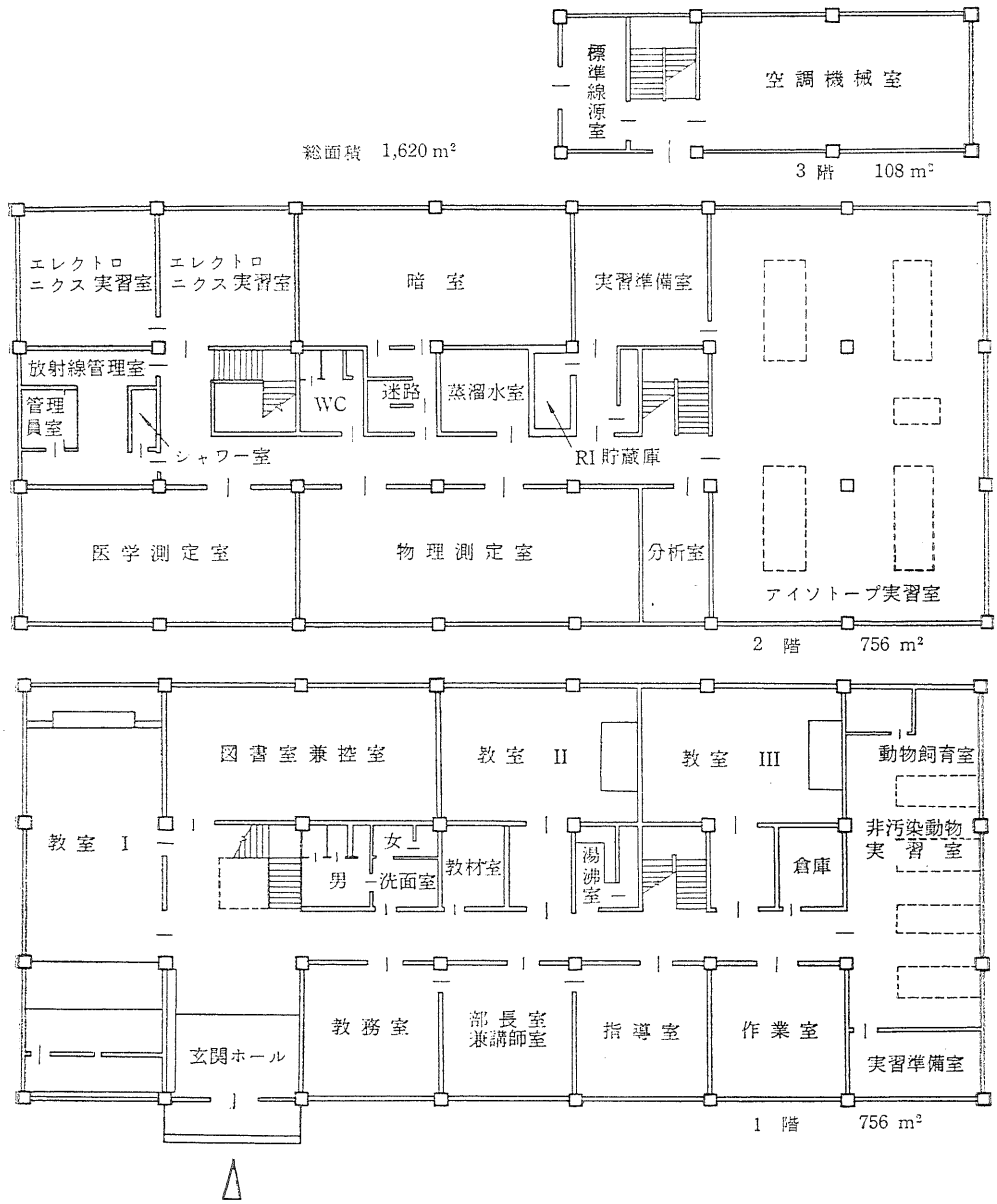
実施年度	課程別回数＼地域別	北海道	青森県	岩手〃	宮城〃	秋田〃	山形〃	福島〃	茨城〃	栃木〃	群馬〃	埼玉〃	千葉〃	東京都	神奈川県	新潟〃	富山〃	石川〃	福井〃	山梨〃	長野〃	岐阜〃	静岡〃
34	第１回防護	1							1				2	17	1		1					1
35	第２回防護				1				1				4	15	1			1				
	第３回防護	1				1		1	2			1	1	10		1						
36	第４回防護				1			1	5			1	3	11	2						1		1
	第５回防護										1		1	14	4						1		
	国際防												2	1									
	第１回医学	1			1								1	7									2
37	第６回防護	1						1	1		1	1	1	8	3		1					1	
	第２回医学	1			1									5				1					
	第３回医学	1			1			1	1				1	6		1						1	
	第７回防護	1	1			2			3		1	1	1	10	4								1
38	第８回防護				1	1				1	1	2	4	7	1						1		
	第４回医学								1	1				7					1				
	第９回防護	2			3				3		2		1	6					1			1	
	第５回医学				1				1				2	5	1				1				
計		9	1		10	4		4	19	2	6	6	24	129	17	2	2	2	3		3	3	5

第1表—3　昭和38年度放射線防護課程研修生機関別専攻学科別分類表

専攻学科 / 所属機関	（第8回） 医・薬	農	理・工	文	計	（第9回） 医・薬	農	理・工	文	計	合計
官庁											
国立機関	2	2	4	1	9	5	1	3		9	18
国立大学	5	1	2		8	5	2	3		10	18
公立大学	1		1		2				1	1	3
私立大学	1		1		2	1				1	3
公立機関			1	2	3						3
準公立機関	1		1		2	2		4		6	8
民間	2	1			3	1		2		3	6
その他	1				1						1
計	13	4	10	3	30	14	3	12	1	30	60

分布状況一覧表

愛知〃	三重〃	滋賀〃	京都府	大阪府	兵庫県	奈良〃	和歌山〃	鳥取〃	島根〃	岡山〃	広島〃	山口〃	徳島〃	香川〃	愛媛〃	高知〃	福岡〃	佐賀〃	長崎〃	熊本〃	大分〃	宮崎〃	鹿児島〃	その他	計
		1			1	1						1					1		1						30
					1			1			3						1			1					30
1				3	1					1	2	1					2							1	30
1					1			1									1								30
1			1	2	1					1			1							1			1		30
				2							1													16	22
1			1														1		1						16
				4	2					1		3							1						30
1			1	2						1	1												1	1	16
			1												1		1								16
1	1			2	1																				30
2			2	2						1	1				1						1			1	30
1			1		1						2						1								16
2			1	2	1			1		1		1	1				1								30
2										1	1						1								16
13	1	1	8	19	10	1		3		7	11	6	2		2		10		3	2	1		2	19	372



第1図 養成訓練棟平面図

XV. 病　　院　　部

1. 診　　療

i) 概　　況

病院部は開設されて3年目を迎え，患者数も増加したため，従来承認病床が50であったのを昭和39年1月13日88の承認をうけた。

放射線治療については，ひきつづき千葉大中山外科，肺がん研究所と協力し，食道がん，胃がん，肺がんの術前，術後照射を行ない，日本医科大学真柄産婦人科と共同して子宮がんの術後照射を行なっているほか，新鮮例の頭頸部の悪性新生物の照射を積極的に行なっている。

RI診断検査は，国立東京第一病院，国立千葉病院等より甲状腺疾患，糖尿病，心疾患の検査のため患者が送られたほか，ヒューマン・カウンターを利用して体内放射能の測定，代謝機能検査が行なわれた。

放射線障害の診療については，ビキニ被災船員が被災後10年経るので諸検査，戦時中造影剤に使用したトロトラストによる肝硬変患者の検査，特に，ヒューマン・カウンターによる体内放射能の測定が行なわれた。

悪性新生物患者のフォロ・アップの一部をはじめ，退院患者の予後の一端を明らかにすることができるようになった。

悪性新生物の放射線照射については，小数例であったがベータトロン(35 MeV)によるベータ線照射，気送式^{60}Co(120 c)による照射が行なわれた。

臨床検査で複雑な手技を必要とする生化学的検査，死体解剖数が増加し，4名の検査技師でまかないきれぬ状態となっているが，専任の臨床病理医による臨床検査全般にわたる管理がようやく緒についた。

高度の診療，よい看護，よい環境を提供し，診療をとおして研究成果をあげるようにつとめている。このため，診療，看護，診療補助(臨床検査，薬局)，事務の4部門の有機的連けいに意を用い，問題点は時々の会議により解決するようにしている。臨床病理討論会を月に1回，患者治療打合会を週に1回の割で行ない，診断，治療方法，治療効果を検討批判し，診療内容をたかめる努力がなされた。

ii) 患　者　数(表1～4)

入院患者数441，退院患者数426，1日平均入院患者数45.3，平均在院日数38.2日である。入院患者数の内訳は次のとおりである。

総　　数	441
悪性新生物	306
ビキニ被災元船員検査	8
放射線障害の疑い	7
ヒューマン・カウンターによる^{40}Kの検査(健康人)	43
その他(甲状腺疾患)，心疾患，糖尿病等	77

37年度に比較し，平均在院日数は8日ほどのび，入院患者数において34，1日平均患者数で約15ふえている。平均在院日数を病棟別の患者でみると次のとおりである。

RI検査治療患者(2階病棟)	20.7日
Ra等組織内照射患者(3階病棟Ra病室)	8.3日
放射線外部照射患者(3, 4階病棟)	52.1日

外来新患者数459，新患と再来をあわせた1日平均患者数7.5，外来患者1人平均通院回数5.0であり，37年度に比較し変化がない。

退院患者数426のうち死亡31，元の病院に帰えしたもの47，一時的に軽快したもの348である。

院内死亡率は6.5％で少しふえている。

入院患者の大部分が40歳以上であるのは悪性新生物の多いためである。

居住府県別にみて，当病院部所在周辺に多いのは当然であるが，なお全国的にわたっている。

患者の紹介元は大学病院が多いが，再入院が増加し約4分の1を占めていること，当病院部で診療を受けた患者からの紹介がふえていることが注目される。

iii) 悪性新生物と放射線治療(表5，6)

悪性新生物の入院患者数は37年度に比較しやや減少し，特に食道の悪性新生物が著しく減り，胃，喉頭，子宮の悪性新生物がふえている。

放射線照射回数は 10,240 とふえ，1件当りの照射回数は 27.7 と 37 年度のほぼ 2 倍となっている。特に，^{137}Cs (2,000 c) 固定照射回数がふえ，Ra 針等組織内照射，^{60}Co 管腔内照射が激減している。このほか，35 MeV ベータトロンによるベータ線照射，気送式 ^{60}Co (120 c) 照射がはじめて行なわれ，これまで適応症例がなくほとんど使用しなかった X 線照射がやや活発となった。

昭和 36 年 5 月 13 日（診療開始）以来，39 年 3 月 31 日まで約 3 年間に放射線治療を行なった悪性新生物の数は 713 であり，頭頸部のそれは 135，このうち新鮮な症例（はじめてここで治療されたもの）は 65 であり，意外に新鮮症例が多かった。

iv） RI 投与による検査治療(表 7)

RI 投与患者数は 128 で，37 年度より 61 減ったが，投与患者延数も 242 で約 2 分の 1 となった。

使用核種別にみると，^{131}I とその標識化合物がほとんどであり，^{125}I，^{51}Cr，^{132}Cs，^{203}Hg の使用は数例にすぎない。

検査方法別では，甲状腺機能検査・摂取率測定，腎臓機能検査が最も多く，蛋白代謝測定，糖代謝測定がこれに次いでいる。

RI 検査を行なったものを疾病別にみると，子宮がん，甲状腺腫，甲状腺機能亢進症が多いほか，各疾病に広い範囲にわたっている。

なお，本研究所の健康職員（RI の仕事にたずさわったことのない各種年令）43 を入院させ，ヒューマン・カウンター法によって体内 ^{137}Cs と ^{40}K を測定し，^{40}K の測定により体内総カリウム量を測定することによって，筋肉，体脂肪量を算出し，脂肪，骨格，筋肉等の身体構成成分の年令的推移を分析して，成熟，老化等の生理的変化を解析する仕事が行なわれた。

v） X 線透視撮影回数(表 8)

X 線透視撮影回数は 37 年度よりやや少なくなっているが，1 回撮影あたりのフィルム枚数は増加している。

vi） 手　　術(表 9)

手術件数は少し減少し，手術内容にはみるべき変化はない。

vii） 輸　　血(表 10—1)

保存血の手術時使用は激減し，手術時以外に使用することが多いが，使用総量は 37 年度に比較し減っている反面，プラスマを大量に使用した。

viii） 調 剤 数(表 10—2)

調剤回数は入院において 37 年度の 40 %，調剤延剤数は 2 倍以上にふえ，患者 1 人 1 回当り延剤数(2.2)の著しい増加がみられた。分包機による調剤の迅速化を行なっているが，2 人の薬剤師ではまかないきれなくなった。組織呼吸の促進物質，副腎皮質ホルモン等の軟膏の注腸剤を製剤し，放射線照射後の火傷に使用しているほか，^{90}Y ジェネレーターにより，^{90}Sr から ^{90}Y を総計 350 mc 採取し，がん性胸腹膜炎等に使用した。

ix） 医療費支出済額(表 10—3)

総支出済額 16,184,837 円であり，このうち注射薬品費とアイソトープ費がもっとも多く，その他の薬品費（注射薬試薬以外の薬品）と医療用消耗器材費が次いで多い。

x） 臨 床 検 査(表 11)

検査件数は 30,912 で，37 年度に比較し 10 %の増加であった。栓球計算のほか，アミラーゼ定量等複雑な手技と時間を要する血液生化学的検査がふえ，内視鏡室で医師の行なう内視鏡検査のうち，特に食道鏡，直腸鏡，膀胱鏡検査が著しくふえている。

xi） 死 体 解 剖(表 12, 13)

はじめて臨床病理医師による解剖が行なわれたが，解剖数 25（♂ 13, ♀ 12）で死亡数 31（♂ 15, ♀ 16）に対し 80.6 % の解剖率であり，36 年度の 58 %，37 年度の 68 % より漸次増加している。

臨床診断，試験切除による組織学的診断，解剖による病理診断を総合し，死亡を明らかにするとともに，放射線照射の影響，照射治療の効果を検討するよう努めている。

2. 放射線による事故(表 14)

1 例は RI 取扱上の医師の不注意，他の 1 例は気送式 ^{60}Co 照射装置線源伝送状態実験中，^{60}Co 120 c 線源が収納容器へ収納不能になったものである。37 年度に比較し事故はほとんど減ったが，なお常時 RI 取扱の教育訓練を行なうことが必要である。

3. 看護とその他のサービス

i） 看　　護

重症患者が入院患者中約 3 分の 1 以上を占め，がん患者を例にとっても全診療科領域にわたっており，Ra 等の組織内照射，RI による検査，治療等放射線防護にもいろいろ看護上，手がかかった。加えて，看護婦の採用難から定員を充たすことができず，常に看護婦の手不足を感じているが，そのわりによい看護をするための努力がなされた。

看護職員の配置と勤務体制は表 18— 2, 3 に示すとおりである。

ii） 給　　食(表 15)

患者の年令構成が成年以上の多いこと，放射線照射による食慾不振や嗜好上の変化がおこり，また患者1人1日当りの平均材料費に予算上の制約等があるため，患者1人1人に満足を与える給食は困難であったが，給食委員会を活用し嗜好調査を常時行ない，栄養士が病室に進出して患者が好んで食べられるように努めた。

食種別患者延数でみると，特別食が全体の半分以上を占めている。特別食のうち，経管栄養のための濃厚流動食，胃潰瘍食，肝臓食，糖尿食等手がかかり，かなりの材料費を必要とするものがふえている。

患者1人1日の平均材料費は144円93銭であった。

iii) 環境の改善

イ) 洗　　濯(表 16)

洗濯総重量は患者用診療用あわせて12,235 kg，その83％をアイロンプレスしている。患者1人1日当り洗濯量は739 gである。洗濯夫 1，裁縫婦 1の定員配置しかなく，手不足を感じているが，患者の私物等の洗濯もできるだけ行ない，寝具設備サービスの充実につとめている。

ロ) 清　　掃

清掃屋内面積51,025.5 m² に対し清掃婦 2の定員配置しかなく，清掃はまかないきれないほどであるが，職員の協力により病室の窓ふき，防蚊防蠅のため屋内，屋外の清掃，薬剤撒布をしばしば行ない，よい環境をつくるため努力がなされた。

4. 実診療額(表 17)

患者1人1日平均実診療額は入院患者2,043円(37年度2,189円)，外来患者720円(37年度851円)である。基本診療料をのぞくと入院患者1人1日注射料354円，放射線治療料314円，検査料274円，レントゲン料168円，投薬料90円等であり，外来患者1人1日レントゲン料178円，投薬料170円，放射線治療料125円，検査料99円等である。入院の給食料，外来の投薬料をのぞいたすべての基本診療料，特掲診療料は37年度に比較し下っている。RI検査の大部分は社会保険診療報酬点数表に定めがないため，数多く実施したにかかわらず，この実診療額を計上することができなかった。

38年度実診療額は入院，外来あわせて37,380,844円，軽費無料額1,178,281円，したがって請求額はその差の36,208,563円である。

基準看護(一類)と寝具設備はすでに実施しているが，基準給食は昭和38年4月1日承認をうけ実施している。したがって，入院給食料の増加は，基準給食，特別給食の加算のためである。

5. 組織と人員(表 18)

昭和35年度以降の定員ならびに現在員の推移は表18に示したとおりである。

6. 予算と主要医療器械(表 19，20)

詳しく統計表として掲げたが，参考までに患者1人1日当りの医療費と患者食糧費の予算単価，および保存血と特殊薬品(RI)の購入予算額を示すと次のとおりである。

		35 年	36 年	37 年	38 年
医療費	入　院	193円35銭	306円26銭	338円57銭	376円44銭
	外　来	111円67銭	184円91銭	204円60銭	227円14銭
患者食糧費		102円00銭	105円29銭	115円00銭	120円00銭

		35 年	36 年	37 年	38 年
医療費	保存血購入費	60千円	759千円	806千円	907千円
	特殊薬品(RI)	1,436千円	—	700千円	1,112千円

100万円以上購入主要医療器械は，間接撮影方式回転横断撮影機（X線室）で，放射線治療計画用のものである。

7. 統　　計　　表

本統計は，昭和38年4月1日から39年3月31日に至る期間の実績である。
「—」の記号は計数のない場合を表わしている。
RIとは診療に用いたラジオアイソトープの略称である。

表1　患者数，入院・外来別

入院											外来			
入院数			退院数			入院患者延数	取扱患者延数	1日平均患者数	病床利用率	平均在院日数	新患者数	延数	1日平均患者数	平均通院回数
総数	男	女	総数	死亡	その他									
441	220	221	426	31	395	16,564	16,990	45.3	77.8%	38.2	459 (107)	2,284 (1,437)	7.5 (4.7)	5.0 (13.4)

注　1. 入院患者延数は，医療法施行規則にもとづき，毎日午前0時現在で在院していた患者数を累計したものである。したがって，当日入院し即日退院した患者数は含まれない。
2. 取扱患者延数は，入院患者延数に退院患者数を加えたものである。
3. 1日平均入院患者数は，前記期間の全日数をもって入院患者延数を除した数である。1日平均外来患者数は，日曜および休日を除き実際に診療した前記期間の全日数をもって外来患者延数を除した数である。
4. 病床利用率とは，従来の許可病床数(50)および昭39.1.13付変更後の許可病床数(88)に対する入院患者数の割合で次の算出方法によった。

$$\text{病床利用率}=\frac{\text{入院患者延数}}{(50\text{床}\times 287\text{日})+(88\text{床}\times 79\text{日})}\times 100$$

5. 平均在院日数とは，1人の患者が入院してから退院するまでの在院日数を推定したもので次の算出方法によった。

$$\text{平均在院日数}=\frac{\text{入院患者延数}}{1/2\ (\text{入院数}+\text{退院数})}$$

6. 平均通院回数とは，1人の外来患者が通院した平均回数で次の算出方法によった。

$$\text{平均通院回数}=\frac{\text{外来患者延数}}{\text{新外来患者数}}$$

7. (　)内の数字は，外来患者として本院を利用した放射線医学総合研究所の職員とその家族の別掲である。

表2　退院の事由

退院患者数	死亡		その他			院内死亡率
	男	女	転医	治療中止	その他	
426	15	16	47	0	348	6.5%

注　1. 院内死亡率の計算は次によった。

$$\text{院内死亡率}=\frac{\text{年間死亡患者数}}{\text{繰越患者数}+\text{新入院患者数}}\times 100$$

2. 転医とは，元の病院，診療所に帰えしたものである。
3. 治療中止は，所期の治療が不能のため退院したものである。
4. 「その他」のなかの「その他」は，一時的に軽快した故をもって退院したものである。

表3　月別患者数，入院・外来別

	入院				外来	
	入院数	退院数	延数	取扱患者延数	新患者数	延数
総数	441	426	16,564	16,990	459 (107)	2,284 (1,437)
38.4月	27	18	1,001	1,019	25 (8)	161 (68)
5	33	28	1,271	1,299	50 (9)	172 (102)
6	30	32	1,402	1,434	36 (5)	158 (86)

7月	31	35	1,388	1,423	45 (9)	178 (97)
8	35	27	1,433	1,460	36 (11)	218 (93)
9	41	41	1,564	1,605	37 (15)	199 (146)
10	42	38	1,538	1,576	43 (7)	277 (123)
11	60	63	1,453	1,516	54 (11)	210 (135)
12	32	52	1,481	1,533	30 (8)	182 (113)
39.1	39	22	1,199	1,221	32 (6)	153 (139)
2	30	34	1,405	1,439	33 (14)	162 (160)
3	41	36	1,429	1,465	38 (4)	214 (175)

注　1. 入院延数は午前0時現在の入院患者数の累計である。
2. ( )内の数は表1と同様，職員とその家族の別掲である。

表4－1　入院患者数，年令階級別・性別

		男	女
総数	441	220	221
9才	2	—	2
10～19	9	3	6
20～29	34	17	17
30～39	81	36	45
40～49	87	41	46
50～59	96	47	49
60～69	101	59	42
70～	31	17	14

表4－2　入院患者数，居住府県別・性別

		男	女
総数	441	220	221
北海道	3	2	1
宮城	1	1	—
秋田	1	—	1
福島	3	1	2
茨城	11	5	6
栃木	6	5	1
群馬	9	3	6
埼玉	10	6	4
千葉	171	78	93
東京	154	66	88
神奈川	24	18	6
新潟	1	—	1
長野	1	—	1
石川	2	2	—
山梨	3	—	3
岐阜	1	1	—
静岡	15	12	3
愛知	6	3	3
三重	2	2	—
大阪	3	2	1
兵庫	7	7	—
広島	3	3	—
山口	1	1	—
愛媛	1	—	1
福岡	1	1	—
沖縄	1	1	—

表4－3　入院患者数，紹介元別

総数	441	100％
大学病院	171	38.7
国立病院	29	6.6
公立病院	3	0.7
私立病院	34	7.7
当院の勤務医師	37	8.4
再入院	103	23.4
その他	64	14.5

注　「その他」とは，診療所および当院で診療中の患者から紹介されたものである。

表5－1　悪性新生物による入院患者数，性別・年令階級別

	総数		～9才		10～19		20～29		30～39		40～49		50～59		60～69		70～	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
総数	306		2		6		5		35		56		90		94		30	
	153	153	—	2	3	3	1	4	14	21	23	33	39	51	55	39	18	12
A44 口腔および咽頭の悪性新生物	33		—		—		1		3		2		13		8		6	
	28	5	—	—	—	—	1	—	3	—	2	—	11	2	7	1	4	2
A45 食道	47		—		—		—		1		2		13		25		6	
	38	9	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	11	2	19	6	6	—
A46 胃	27		—		—		—		14		4		—		9		—	
	16	11	—	—	—	—	—	—	7	7	3	1	—	—	6	3	—	—
A47 腸	1		—		—		—		—		1		—		—		—	
	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
A48 直腸	7		—		—		—		1		3		2		1		—	
	4	3	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	2	—	—	1	—	—
A49 喉頭	24		—		—		—		—		5		8		8		3	
	21	3	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	6	2	8	—	2	1
A50 気管，気管支および肺	28		—		1		—		2		6		5		11		3	
	17	11	—	—	—	1	—	—	1	1	4	2	3	2	7	4	2	1
A51 乳房	13		—		—		—		2		4		4		3		—	
	—	13	—	—	—	—	—	—	—	2	—	4	—	4	—	3	—	—
A52 子宮頸	11		—		—		—		—		2		3		5		1	
	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	3	—	5	—	1
A53 子宮その他の部位および部位不明	52		—		—		—		5		16		15		12		4	
	—	52	—	—	—	—	—	—	—	5	—	16	—	15	—	12	—	4
A54 前立腺	1		—		—		—		—		—		—		1		—	
	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
A55 皮膚	3		—		—		—		—		1		—		—		2	
	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	1
A56 骨および結合組織	8		—		—		1		—		1		3		1		2	
	3	5	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	2	1	—	—	2

A57 その他および詳細不明	51		2		5		3		7		9		12		10		3						
	22	29	—	2	3	2	—	3	3	4	2	7	5	7	6	4	3	—					

注　新生物の分類は「国際疾病，傷病および死因統計分類(1948)」をもととし，昭和25年から日本において採用された「疾病，傷害および死因統計分類」の「150項目疾病および死因の統計中間分類表」によった。2つ以上の病名が付されたものは主な病名によったから，病名数は悪性新生物による入院患者数と一致する。

表5－2　放射線治療を行なった頭頸部悪性新生物

頭頸部			その他の部位		
	新鮮症例	その他		新鮮症例	その他
総数	135		総数	578	
	65	70		144	434
鼻咽腔	5	3	脳，眼窩	4	16
中咽頭（扁桃）	3	—	肺，肋膜，縦隔	17	44
下咽頭（喉頭部咽頭）	8	7	食道	47	62(術前) 46(その他)
頸部食道	6	7	胃	12	80
喉頭	13	10	肝，腸，直腸，膵	—	28
上顎	3	9	乳	3	51
舌	11	9	子宮頸部	50	71
舌以外の口腔	8	11	その他婦人科	6	18
甲状腺	2	12	膀，前立，睾丸	1	9
耳下腺	2	—	皮膚	4	2
頸部	4	2	骨	—	6
			その他	—	1

注　1. この表は本病院部において，39年4月17日開催せられた頭頸部腫瘍クリニックに示説された資料の1つである。
2. 36年5月13日(病院部開設)以来39年3月31日までに放射線治療を行なった症例数である。

表6　悪性新生物の放射線照射件数

総数		2,000 c ^{60}Co回転照射		2,000 c ^{137}Cs固定照射		X線深部治療		120 c ^{60}Co固定照射	
実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数
370	10,240	218	8,069	42	1,045	13	249	10	286
		35 MeV ベータトロン		Ra針組織内照射		^{60}Co管の腔内照射		ラドンシード組織内照射	
		実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数
		3	126	16	142	55	190	13	133

注　1. 在院および外来患者に行なった放射線照射件数の合計である。
2. 同一患者に2種以上の照射を行なった場合はそれぞれ計上した。
3. Ra針は1mg，2mg針，^{60}Co管は15mc管である。

表7－1　RI 投与患者数，在院および外来患者

実数			延数		
総数	性別		総数	性別	
	男	女		男	女
128 (29)	39 (—)	89 (29)	242 (91)	67 (—)	175 (91)

注　1. 投与延数を投与の目的別にみると，検査のため 227(66)，治療のため 15(1)である。
2. (　)内の数字は放射線外部照射治療を併用した患者数の再掲である。

表7－2　核種別投与患者延数，在院および外来患者

総数	^{22}Na	^{42}K	^{51}Cr	^{52}Mn	^{59}Fe	^{85}Sr	^{90}Y	^{125}I	^{131}I	^{132}Cs	^{198}Au	^{203}Hg
242 (91)	1 —	1 —	3 —	1 —	1 —	1 —	4 —	5 (3)	220 (88)	2 —	1 —	2 —

注　1. この表は表7－1の延数を核種別に分類したものである。
2. (　)内の数字は放射線外部照射治療を併用した患者数の再掲である。

表7－3　検査別患者延数，在院および外来患者

核種		^{22}Na	^{42}K	^{51}Cr	^{59}Fe	^{85}Sr	^{125}I	^{131}I	^{132}Cs	^{198}Au	^{203}Hg
総数	227	1	1	3	1	1	5	210	2	1	2
甲状腺 機能検査	113	—	—	—	—	—	—	113	—	—	—
甲状腺 摂取率測定											
カリウム代謝測定	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
蛋白代謝診断	19	—	—	—	—	—	5	14	—	—	—
腎臓 機能検査	65	—	—	—	—	—	—	63	—	—	2
腎臓 スキャンニング											
脳循環測定	5	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—
ナトリウム代謝測定	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
肝臓腫瘍診断	2	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—
鉄代謝測定	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
肝臓機能検査	5	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—
赤血球寿命 診断	2	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
脾臓機能 診断											
糖代謝測定	9	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—
胃腸管内出血量測定	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
セシウム代謝測定	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
骨腫瘍診断	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—

注　この表は表7－1の注 1. で述べた検査のための投与延数を検査の種類によって分類したものである。

表7－4　治療別患者延数，在院患者

	核種	^{52}Mn	^{90}Y	^{131}I
総数	15	1	4	10
甲状腺腫	3	—	—	3
脳転移	1	1	—	—
甲状腺機能亢進症	7	—	—	7
乳がん	2	—	2	—
肺がん	1	—	1	—
額部腫瘍	1	—	1	—

注　この表は7－1の注1．でのべた治療延数の内訳である。

表7－5　疾病別によるRI投与患者実数，在院および外来患者

		男	女
総数	128	39	89
甲状腺腫	17	4	13
子宮がん	38	—	38
肺がん	6	5	1
食道がん	2	2	—
筋肉疾患	1	1	—
喉頭がん	1	—	1
バセドー氏病	1	—	1
甲状腺機能亢進症	15	—	15
先天性心臓弁膜症	1	1	—
乳がん	3	—	3
甲状腺炎	2	1	1
胃がん	5	3	2
腎臓結核	4	2	2
乳房がん	4	—	4
のう胞腎	1	1	—
肝臓腫瘍	2	1	1
頸部腫瘍	2	—	2
溶血性貧血	1	1	—
脳循環異常	1	1	—
額部腫瘍	1	—	1
肝臓がん	1	1	—
下顎骨がん	1	1	—
糖尿病	4	4	—
睾丸腫瘍	1	1	—
膀胱がん	1	1	—
直腸がん	1	1	—
骨肉腫	1	—	1
本態性高血圧症	1	—	1
若年性高血圧症	1	—	1
セシウム代謝	2	2	—
脳転移	1	1	—
低蛋白血症	3	3	—
腸骨窩腫瘍	1	—	1
溶血性黄疸	1	1	—

注　この表は表7—1のRI投与患者の実数を疾病別に分類したものである。

表8　X線透視撮影回数

			回数	フィルム枚数
透視		計	510	
		呼吸器	59	
		消化器	421	
		その他	30	
撮影	部位別	計	1,976	4,831
		呼吸器	970	2,024
		消化器	413	1,131
		泌尿，性器	49	200
		心臓血管	3	5
		骨	513	1,208
		その他	28	263
	方法別	計	1,976	
		単純	1,354	
		造影剤使用	479	
		特殊	143	

注　1．この回数は社会保険診療報酬点数表によって計上した回数である。

2. 透視にひきつづき撮影を行なった場合，透視と撮影の双方にその回数を計上した。ただし，撮影の準備手段としての透視は算入していない。
3. 撮影は部位別においても方法別においても，使用したフィルムの枚数にかかわらず撮影した回数によっている。単純，造影剤，特殊の区分は診療報酬点数表の区分による。
4. 使用位別撮影の「その他」の多くは軟骨および軟部組織である。

表9 手術件数

総数	76
胃瘻造設術	14
頸部リンパ節廓清術(摘出術)	12
気管切開術	6
乳房切断術兼腋窩リンパ腺廓清術	3
骨盤壁リンパ節廓清術	3
後腹膜腫瘍摘出術	3
頸部悪性腫瘍摘出術	3
舌腫瘍切除術	3
鼠径リンパ節腫摘出術	2
胃切除術	2
甲状腺腫摘出術	2
甲状腺軟骨部分切除術	2
皮膚悪性腫瘍摘出術	1
喉頭全摘出術	1
硬口蓋腫瘍摘出術	1
胃腸吻合術	1
腸瘻および腸吻合術	1
盲腸部糞瘻造設術	1
人工肛門造設術	1
胆嚢瘻増設術	1
尿管皮膚瘻増設術	1
膣縫縮術	1
子宮膣上部切断術	1
卵巣部分切除術	1
100点以下のもの	9

注 社会保険診療報酬表による100点以上の手術は手術術式別にあげ，100点以下は一括して計上した。

表10—1 輸血の回数と数量(cc)

		回数	数量(cc)
保存血	手術のため	24	7,200
保存血	手術以外	578	121,200
プラスマ	手術以外	297	45,100

注 保存血を使用して行なった手術件数は19件である。

表10—2 調剤数，在院および外来

			在院	外来
調剤数	総数	回数	5,277	2,766
		延剤数	36,465	13,969
	内用剤	回数	3,294	2,163
		延剤数	21,579	16,770
	外用剤	回数	1,245	387
		延剤数	13,188	1,467
	頓服剤	回数	738	216
		延剤数	1,698	732
調剤1回当り延剤数			6.9	5.1
患者1人1日当り延剤数			2.2	3.8

注 1. 調剤回数とは処方箋により調剤を行なった数である。
2. 延剤数とは剤の単位に投与数を乗じた数の合計数である。
3. 調剤1回当り延剤数とは延剤数の総数を回数の総数で除したものである。
4. 患者1人1日当り延剤数とは延剤数の総数を入院患者延数で除したものである。

表10—3 医療費支出済額

区分	支出額	備考
総計	16,184,837	
注射薬品費(除試薬)	4,975,920	
その他の薬品費	2,297,583	
試薬費	253,586	臨床検査用の諸試薬
衛生材料費	759,970	油紙，バンソウコウ，カーゼ，脱脂綿等
X線フィルム費	831,920	
X線薬品費	101,390	X線フィルム現像定着液
写真材料費	134,950	カラーフィルム，印画紙等
ガス等(酸素笑気ガス)費	120,250	酸素，笑気，水素
医療用消耗器材費	1,635,298	注射器，ガラス器具その他
医療用器具費	220,450	
修理費	659,700	
印刷費	159,990	カルテ，検査用紙等
保存血費	997,500	
アイソトープ費	3,036,330	ラドンシード費(52,500円)

表11 臨床検査件数

総数				30,912
尿検査	尿中物質定性検査(基本診療料に含まれるもの)			3,648
	定量	蛋白質	(020の1)	128
		その他	(020の2)	49
	沈査顕微鏡検査		(021)	385
	その他 Na, K, Cl 等			1
糞便検査	寄生虫卵検査		(022)	376
	潜血反応検査		(023)	566
	その他		(023)	5
血液検査	血液化学的検査	黄疸指数測定	(024の2)	521
		血糖，電解質定量等	(024の3)	7,110
		アルカリフオスファターゼ定量等	(024の4)	4,667
		コレステロール定量等	(024の5)	821
		トランスアミラーゼ定量等	(024の6)	708
	赤血球沈降速度測定		(025)	584
	血色素量測定		(026)	1,654
	血球計算		(027)	3,410
	ヘマトクリット値測定		(024の3)	1,541
	血液像検査	末梢	(028の1)	1,532
		骨髄	(028の2)	26
	網状赤血球数計算		(028の1)	96
	栓球数計算		(028の1)	1,328
	出血時間測定		(024の1)	58
	凝固時間測定		(024の2)	57
	プロトロンビン値測定		(024の3)	22
	血中微生物検査		(029)	—
採取液穿刺液検査	胃液または十二指腸液		(030)	5
	脳脊髄液		(031)	4
	体腔穿刺液		(032の1)	11
細菌検査等	排泄物，滲出物，分泌物の顕微鏡的検査	螢光顕微鏡等暗視野装置等	(032の1)	—
		その他	(032の2)	98
	細菌培養検査	一般検査	(033の1)	173
		固定検査	(033の2)	32
		薬剤耐性検査	(033の3)	21
	細菌動物検査		(034)	—
	妊娠動物反応検査		(035)	—
免疫血清検査	梅毒血清反応	緒方法	(037の1)	116
		凝集法	(038の1)	22
		ガラス板法	(038の1)	118
	その他		(039～041)	5
機能検査等	呼吸機能		(043)	23
	基礎代謝		(044)	79
	心電図		(046)	363
	腎機能検査		(049)	10
病理組織検査	病理組織学的検査		(082)	264
	細胞学的検査		(083)	110
内視鏡検査	喉頭直達鏡		(085)	19
	気管支鏡		(086)	8
	食道鏡		(088)	47
	胃鏡		(089)	8
	直腸鏡		(090)	19
	膀胱鏡		(093)	64

注 1. この表は社会保険診療報酬点数表によって分類したもので，( )内は点数表の区分番号である。
2. 尿中物質定性検査(基本診療料に含まれるもの)とは，尿の比重，蛋白質，糖，ウロビリノーゲン，ビリルビン，ウロビリン等の尿中物質の定性検査である。
3. 血液理化学的検査のうち，(024の3)は，総蛋白量，チモール混濁反応，亜鉛反応，BSP，ビリルビン量，アミラーゼ，Na, K, Cl, Ca, P 等の定量，血糖検査，フィブリノーゲン定量等である。
4. (024の4)はアルブミン－グロブリン比，非蛋白性窒素，尿素窒素，尿酸酸性およびアルカリ性フォスファターゼ，クレアチン，クレアチニン，血中 CO_2 血液 pH の検査である。
5. (024の5)は総コレステロール，遊離型コレステロール，濾紙電気泳動検査等である。
6. (024の6)は含水炭素，同化試験，PBI，トランス アミラーゼ等である。
7. 腎機能検査は P.S.P. 希釈試験，クリアランス等である。
8. RI による甲状腺機能検査，シンチグラム検査は表7にあり，この表に含まれていない。

表12—1 死体解剖件数

死亡数			解剖数			解剖率
総数	男	女	総数	男	女	
31	15	16	25	13	12	80.6%

注 解剖率は在院中の死亡患者中死体解剖を行なったものの割合で，次の算出方法によった。

$$解剖率=\frac{死体解剖数}{死亡数}\times 100$$

表12－2　生検材料と剖検による診断

解剖番号	年令	性	初診月日	死亡月日	臨床診断	生検材料による病理診断	剖検診断
S-23	38	♀	38. 1.10	38. 5. 3	上顎細網肉腫	変性した悪性腫瘍細胞を認めた。頸部照射のため上膊部に帯状ヘルペス出現	上顎細網肉腫として発生したが放射線治療のため原発部位の腫瘍は消失し，他の頸部リンパ節等に悪性リンパ腫として残存した例；直接死因は重症な気管支肺炎
S-24	56	♂	37. 2. 8	38. 5.22	食道がん再発	扁平上皮がん	食道に再発した扁平上皮がんと広汎な転移のあった例；悪液質のため死亡
S-25	13	♀	38. 3. 5	38. 5.23	胃部細網肉腫	生検を施行しなかった	び漫性に発生した胃の細網肉腫，腹腔内リンパ節全体に強度の腫脹あり，重症な閉鎖性黄疸を示し，肝性昏睡により死亡した例
S-26	72	♂	38. 5.29	38. 6. 6	扁桃腺原発の細網肉腫症	扁桃腺原発の細網肉腫	組織学的に多形性を示した扁桃腺原発の細網肉腫症，全身リンパ節の強度な腫脹のあった例；慢性胃潰瘍あり，直接死因は急性心不全
S-27	67	♂	38. 5.10	38. 6.14	噴門がん	噴門がん	胃噴門部に原発した低分化性の扁平上皮がん，広汎な転移あり，後縦隔竇に膿瘍形成，膿胸，気管支肺炎を併発した例
S-28	51	♂	38. 5.29	38. 6.20	左肺がん兼汎発転移	生検を施行せず	左下葉，右上葉の巨大な肺膿瘍および粟粒大の膿瘍を肺全体に形成した例；食道に潰瘍も認めた。
S-29	36	♂	38. 1. 8	38. 6.25	口底部扁平上皮がん	扁平上皮がん	口底部に原発した分化した扁平上皮がん，周囲に膿瘍形成もあり，また局所リンパ節に転移も認めた例；重症な化膿性気管支炎を併発していた。
S-30	70	♂	38. 4.10	38. 6.28	右外耳周囲皮膚がん	扁平上皮がん	右外耳周囲に発生した低分化性の扁平上皮がん，周囲に浸潤，局所リンパ節に転移あり，左胸水(2,700 cc)のため肺圧縮を起こした例
S-31	56	♀	38. 7.15	38. 7.16	子宮がん	生検を施行せず	子宮がんとして入院，翌日死亡した例で剖検により，膀胱に第4度の移行上皮がんを認めた。両側の強度の水腎症あり，尿毒症が直接死因
S-32	83	♀	38. 4.11	38. 7.23	胃がん	変性した悪性細胞を認めた	噴門部に原発した低分化性の粘液性腺がん，広汎な転移，右水腎症，強度の肺および肝の充血を認めた例
S-33	49	♀	38. 5.27	38. 9.18	右乳がん	髄様がん胸水に悪性細胞を認めた	右乳切除後周囲より肩にかけてび漫性に浸潤を示した例；転移は両側肺，肝，心，第10腰椎，左胃，縦隔竇，後腹膜リンパ節に認めた。
S-34	14	♀	38. 9. 9	38.11. 4	悪性リンパ肉腫	悪性リンパ肉腫症，胸水に悪性細胞を認めた	全身リンパ組織に悪性リンパ肉腫を認め，末期にリンパ性白血病に移行した例；出血性素因発現により左に1,850 cc の血胸発生
S-35	61	♀	38. 8.23	38.11. 9	子宮がん	生検を施行せず	子宮がんの転移が後腹膜リンパ節に著しく尿閉を起こし，両側強度の水腎症発生，尿毒症で死亡した例
S-36	29	♀	36. 9.11	38.11.27	平滑筋肉腫	平滑筋肉腫	右骨盤壁に原発した平滑筋肉腫で転移は大網，腸壁，肝，肺，縦隔竇リンパ節にあり，生前胃切除し診断確定した例；直接死因は腫瘍による腸壁穿孔急性化膿性腹膜炎
S-37	47	♂	36. 9. 7	38.11.28	直腸がん	胸水に悪性細胞を認めず	直腸に原発した腺がんで，膵頭部リンパ節，肝，左小脳に転移した例；腹水3,700 cc，右胸水600 cc，左胸水700 cc，全身に悪液質性浮腫が著しかった。
S-38	52	♂	37. 9.25	38.12. 7	鼻咽頭部がん	腹水に悪性細胞を認めず	鼻咽頭部に原発した扁平上皮がん，照射による後鼻腔からの動脈性出血が直接死因，肝，背椎に転移が著しかった。腹水900 cc
S-39	70	♂	38. 7.25	38.12.11	食道がん	扁平上皮がん	食道に原発した扁平上皮がん，左主気管支に穿孔，重症な気管支肺炎を起こした例
S-40	64	♂	38.12. 4	39. 1. 1	食道がん	角化性扁平上皮がん	下部食道がんで転移は縦隔，胃周囲リンパ節，肝，骨髄，著明な悪液質に陥いった例
S-41	52	♂	38. 6.26	39. 1.15	食道がん	扁平上皮がん	中部食道がん，放射線による線維化著明，左主気管支に瘻管形成，嚥下性肺炎にて死亡した例

S-42	56	♀	38. 3. 7	39. 1.15	食道がん	扁平上皮がん	下部食道がんで転移は上部縦隔洞，肝，後腹膜リンパ節；左がん性胸膜炎および急性肺浮腫で死亡した例
S-43	53	♂	37.11.26	39. 1.19	直腸がん，術後再発	浸潤性腺がん	直腸がんの術後再発，未分化腺がん，肝，腎，肺，十二指腸，脾，副腎，第4腰椎，後腹膜，腸間膜リンパ節，骨盤腔結合織等に転移，著明な悪液質にて死亡した例
S-44	60	♀	38. 8. 8	39. 1.23	子宮がん	角化性扁平上皮がん	子宮頸部がん，骨盤結合組織中に浸潤し，両側尿管を圧迫し膿腎症を起こし，尿毒症にて死亡した例
S-45	46	♀	39. 1.10	39. 2.11	子宮がん	未分化性扁平上皮がん	子宮頸部がん，扁平上皮がん，卵巣，両側尿管，後腹膜リンパ節等に浸潤，両側尿管閉塞により水腎症，腎盂腎炎，尿毒症にて死亡した例
S-46	68	♂	37.10. 9	39. 2.21	舌がん	角化性扁平上皮がん	舌がん，扁平上皮がん，肺，胸膜，肝に転移，特に肺，胸膜は線維化を伴なった広汎な病巣を認めた例
S-47	33	♀	39. 2. 4	39. 3. 3	卵巣腫瘍腹膜炎	生検を施行せず	両側卵巣に発生した悪性腫瘍，組織学的にはクルケンベルグ氏腫瘍，原発は広汎な胃の粘液細胞性潰瘍症であり，急性化膿性腹膜炎で死亡した例

表13 臨床病理討論会

開催回数	開催月日	症例 解剖または生検番号	年令	性	臨床診断	組織診断	討論内容
1	38. 6.27	63-P-130	44	♂	悪性多形膠腫	細網肉腫	臨床的に悪性多形膠腫の診断がついたが，放射線治療に感受性あり，組織学的には細網肉腫であった。このような例は稀ではあるが，文献に記載がある。リンパ節転移もあった。
2	38. 7.25	63-P-156	63	♂	肺がんおよび頸部リンパ節転移	扁平上皮がん	扁平上皮がんがリンパ節転移した場合，その浸潤の様式について説明した。この場合に腫瘍細胞相互間の膠着性が失なわれたために，1個ずつ細胞が浸潤している。辺縁リンパ洞への浸潤の仕方も説明した。
		63-P-95	56	♀	右乳ガンおよびリンパ節転移	髄様がん	リンパ管造影術施行後，リンパ節全剔出術を行なった患者で，造影剤による異物巨細胞性肉芽炎症とがん転移の共存する例を供覧した。がん細胞を押し出す可能性について討論した。
		63-P-129	32	♀	子宮膣部びらん	上皮内がん	ルーチンの検査，その後3回のパパニコロウ氏法による細胞診の結果，異形細胞の持続的出現，生検を施行，上皮内がん（carcinoma in situ）を発見，放射線治療により根治した例；細胞診断，組織診断の時の鑑別点，定義について説明した。
3	38. 9.27	63-P-178 63-P-190 63-P-202	63	♂	左下顎膿瘍	扁平上皮ガン	膿瘍切開排膿するも治癒せず，他病院において扁平上皮がんの疑いという組織診断により，本院入院，2回の生検で pseudocarcinomatous hyperplasia，第3回目の生検で扁平上皮がんの確定した例
		63-P-173	67	♂	舌がん	扁平上皮がん	約9年間にわたり，舌側部がんにラジウム針押入，最近その周辺部に白斑を発見，生検により典型的な扁平上皮がんの診断がついた。がん周辺部の上皮細胞に異型性がみられることは興味深い。
		63-P-193	60	♀	子宮がん胆嚢炎膠原病の疑い	皮膚萎縮，色素沈着	第Ⅱ度子宮がんを放射線治療中，胆嚢炎を併発，その後全身に発疹，色素沈着のため副腎皮質ホルモンを使用，中止により症状増悪，膠原病または副腎皮質機能不全を疑い，筋肉および皮膚の生検を中心に討議。（その後 ACTH を併用してステロイドを漸減することにより，症状軽快をみた例）

4	38.10.24	63-P-215	58	♂	甲状腺がん	乳嘴状腺がん	甲状腺乳嘴状腺がんの典型例を供覧
		63-P-236	2	♀	網膜芽細胞腫	網膜芽細胞腫	両眼の網膜芽細胞腫の典型例。Rosette formation を供覧
		S-25	13	♀	胃細網肉腫	細網肉腫症閉鎖性黄疸	訪日中の Dr. Hans Smetana（肝臓病理学者）の講演の報告と閉鎖性黄疸を呈したこの解剖例の肝の病理組織像を中心にして討議，特に肝の反応性病変としての glandular and giant cell transformation の説明と解剖例の示説
		63-P-198（S-34）	13	♀	前縦隔部腫瘍	悪性リンパ肉腫	悪性胸腺腫を疑がわれ入院，全身リンパ腺腫脹，生検により悪性リンパ肉腫症と診断され，死亡。2週間前より突然白血球数が増加(6万)，剖検により，末期にはリンパ性白血病を併発したことの判明した例
5	38.11.28	63-P-237 63-P-242	58	♂	舌がん	角化扁平上皮がんおよびduct cell carcinoma	1年3カ月前に角化の強い舌の扁平上皮がんと診断され，入院後，リンパ腺転移の生検により duct cell carcinoma と診断された例。腺導管入口部より発生するがんのこのような組織像の変化について示説
		S-27	67	♂	噴門部がん	未分化がん	胃噴門部に原発したがんであるが，放射線治療中に縦隔竇・右胸に膿瘍形成，次第に右頸部にまで及び，排膿により臨床診断の確立した例。膿瘍壊死部の感染により，このような状態になったことに対して，放射線の量と臨床症状との関係を討議

表14 放射線事故

発生年月日	汚染個所	発見者	発見の動機	状況	処置	備考
38. 9.27	RI第2診断室 1. 指向性シンチレーションヘッド支持棒（アーム）の一部 2,000 cpm（1 mr/h） 2. 処置台 1,500cpm(0.8mr/h) 3. 患者右胸部の一部 2,000 cpm（1 mr/h）	作業従事者	作業従事者が作業中にRIの飛散を確認	腎臓機能検査のためバイアルびん入^{131}Iを注射筒に吸い上げる作業中，注射筒からバイアルびんに空気を送りすぎたためバイアルびんのゴム栓がはずれてRIが飛散した。	1. 除染 2. 汚染したポリエチレン濾紙を廃棄	〔測定器〕TR型GMサーベイメーター 自然計数値 60～80cpm 〔作業従事者〕医師
38.11.29	コバルト-60第2照射室線源 コバルト-60(コイン型線源10m/mφ×2m/m 3枚ステンレススチール製カプセル入) 120キュリー，作業従事者の被曝 60 mr	作業従事者	^{60}Co気送式照射器の線源収容容器に線源伝送不能となった。	^{60}Co気送式照射器の線源収容容器下面モニター検出器交換作業終了後，検出器の作動および収容容器と照射器間の線源伝送状態を反復試験中，照射器に伝送された線源が停止し，収容器に伝送不能となった。	照射器側の線源伝送管の結合環をはずし，接合部からケーブル線を差し込み，線源を背後から押したのち再び線源伝送管を結合し気送機能を作動したところ，線源が収容容器に伝送され，安全な状態に復した。	〔測定器〕アラームメーター電離箱サーベイメーター 〔作業従事者〕東芝電気玉川工場1名 〔被曝測定〕ポケット線量計

注 放射能の計測値はいずれも発見した時の測定値である。

表15　食種別患者給食延数，患者1人1日当り材料費

			給食延数	1人1日当り給食材料費
総計			50,973	144円93銭
一般食			21,918	
特別食	特別食加算のある特別食	小計	27,525	
		肝臓食	3,716	
		糖尿食	3,578	
		胃潰瘍食	4,404	
		腎臓食	1,926	
		治療乳	—	
		経管栄養のための濃厚流動食	12,938	
		特別な場合の検査食	512	
		その他の特別食	451	
	加算のない特別食	小計	1,530	
		術前術後食	1,378	
		乳児食	—	
		小児食	152	
		その他	—	

注　1. 一般食とは特別食以外の患者食である。
2. 特別食加算のある特別食とは，疾病治療の直接手段として医師の発行する食事箋にもとづき特別に調理された腎臓食，肝臓食，糖尿食，胃潰瘍食，治療乳，経管栄養のための濃厚流動食および特別な場合の検査食である。
3. 加算のない特別食とは上記2以外の特別食である。
4. 胃潰瘍食には胃がん食を含めた。
5. 経管栄養のための濃厚流動食は，食道がん，喉頭がん，口腔がん等のため食道造設術および栄養ゾンデを用いて行なった経管栄養食数である。

表16　洗濯実施状況

		洗濯重量(kg)	仕上重量(kg)（アイロン／プレス）
総数		12,235	10,193
管理用	診察衣等	2,201	1,589
	その他	2,151	1,378
患者用	包布	685	674
	敷布	6,335	6,272
	毛布	29	
	その他	395	280
	私物	439	
患者1人1日当り洗濯量 (g)		739	
職員1人1日当り洗濯量 (kg)		25.2	
洗濯総重量に対するプレス，アイロン仕上比率 (%)		83.3	
石けん使用量 (kg)		125	
洗濯物1kgに対する石けん使用量 (g)		10.2	

注　1.「管理用」の中の「その他」はベルト，キャップ，四角布，椅子カバー，バスタオル，カーテン等である。
2.「患者用」の中の「その他」はマットレスバット，枕カバー等である。
3.「患者1人1日当り洗濯量」は洗濯重量総数を入院患者延数16,564名で除した数である。
4.「洗濯職員1人1日当り洗濯量」は洗濯重量総数を稼動延人員485名で除した数である。

表17—1　診療行為別実診療額と患者1人1日平均診療額

入院患者			実診療額	1人1日平均診療額
総計			34,707,143	2,043
入院時基本診療料	計		12,395,053	729
	入院料	小計	8,447,648	497
		入院料	5,650,505	333
		基準看護加算料	2,096,793	123
		寝具設備加算料	700,350	41
	給食料	小計	3,947,405	232
		給食料	2,976,488	175
		基準給食加算料	875,437	52
		特別食加算料	95,480	5
特掲診療料	計		22,312,090	1,314
	検査料		4,650,423	274
	RI検査料		49,457	3
	レントゲン料		2,851,097	168
	放射線治療料	小計	5,332,590	314
		小線源γ線による照射	204,958	12
		大量γ線外部照射	5,029,067	296
		RI内部照射	53,755	3
		X線	44,810	2
		超高圧X線	—	—
		電子線	—	—
	投薬料		1,527,274	90
	注射料		6,007,870	354
	処置および手術料		742,889	44
	その他		1,150,490 (1,149,250)	68 (68)

外来患者			実診療額	1人1日平均診療費
総計			2,679,701	720
基本診療料	計		364.711	98
	初診時基本診療料		170,858	
	再診時基本診療料		193,853	
	乳幼児特定疾患初診加算料		—	
特掲診療料	計		1,117,143	300
	往診料		—	—
	療養と指導料		85,357	23
	検査料		368,241	99
	RI検査料		1,284	—
	レントゲン料		662,261	178
	放射線治療料	小計	467,001	125
		小線源γ線による照射	—	—
		大量γ線外部照射	467,001	125
		RI内部照射	—	—
		X線	—	—
		超高圧X線	—	—
		電子線	—	—
	投薬料		627,110	170
	注射料		83,209	22
	処置および手術料		11,077	3
	その他		9,450 (9,450)	2 (2)

注　1.「その他」とは診療収入となる文書料および他の診療行為各欄に該当しないものの額である。
2.「その他」のうち輸血料に関する金額は（　）内に再掲した。
3. 取扱入院患者延数は表1に示したとおり 16,990人，外来患者数は 3,721人であった。

表17—2　月　別　診　療　額

	実診療額			軽費無料額	請求額
	総額	入院実診療額	外来実診療額		
総額	37,386,844	34,707,143	2,679,701	1,178,281	36,208,563
38年 4月	2,359,423	2,206,114	153,309	41,225	2,318,198
5	2,992,982	2,850,104	142,878	37,205	2,955,777
6	3,288,108	3,128,087	160,021	31,883	3,256,225
7	2,957,452	2,755,619	201,833	46,889	2,910,563
8	2,804,197	2,572,906	231,291	41,577	2,762,620
9	3,371,403	3,055,694	315,709	62,500	3,308,903
10	3,378,676	3,041,684	336,992	104,328	3,274,348
11	3,304,258	3,105,981	198,277	181,436	3,122,822
12	3,503,755	3,293,594	210,161	112,961	3,390,794
39年 1	2,865,621	2,659,208	206,413	159,998	2,705,623
2	3,258,356	3,022,664	235,692	122,747	3,135,609
3	3,302,613	3,015,488	287,125	235,532	3,067,081

注　1. 実診療額とは診療行為(入院サービスを含む)を社会保険診療報酬点数(甲)によって算定した額である。
2. RI の大部分が社会保険診療報酬点数表に定めがないため，実施した多くのものについて実診療額を計上することができなかった。
3. 当病院部の規定により，診療額の一部または全部を軽減した額が経費無料額で，請求額は実診療額からこれを差引いた額である。

表17—3　診療費支払方法別患者数

総数		入院	外来
		83 (12)	201 (11)
全額自費		2 (1)	8 (2)
健保共済	本人	21	107
	家族	17 (1)	31
国保		33 (2)	47 (2)
研究		8 (8)	7 (7)
その他		2	1

注　1. 入院は昭和39年3月中の在院患者，外来は同3月中の新患者と前月からの繰越患者について調査したもので，いずれも実数である。
2. 全額自費とは社会保険等の適用のないもので診療費の全額を支払ったものである。
3. (　)内の数字は経費無料の扱かいをうけたものの再掲である。
4. 研究の8名は福竜丸乗組員の被曝後の研究検査4名，ヒューマン・カウンターによる検査2名，糖尿テスト1名である。
5. 生活保護法による医療機関としての指定をうけていないので，医療扶助の患者は「その他」の欄に記入した。

表18—1　病　院　部　職　員　数

	病院部定員職員数																												定員外職員数		
	総数	行政職(一)				行政職(二)										医療職(一)				医療職(二)					医療職(三)				非常勤職員	賃金職員	併任職員
		事務課長	係長	事務員	計	調理士	洗濯夫	配膳婦	小使	清掃婦	看護助手	裁縫手	検査助手	計	病院部長	医務課長	医員	計	薬剤師	医療技術職員	X線技師	栄養士	計	総看護婦長	看護婦長	看護婦	准看護婦	計			
35年度定員	32	1	4	3	8	1	-	1	-	-	-	-	-	2	1	1	3	5	1	2	-	1	4	1	3	9	-	13	-	調理士 1	-
36年度定員	52	1	4	4	9	2	-	2	1	-	-	-	-	5	1	1	4	6	2	3	-	1	6	1	4	14	7	26	医師 4	調理士 1 清掃婦 2	-
37年度定員	62	1	3	4	8	3	1	3	1	2	1	-	-	11	1	1	5	7	2	4	1	1	8	1	4	16	7	28	医師 4	-	-
38年度定員	67	1	3	4	8	3	1	3	1	2	3	1	-	14	1	1	6	8	2	4	2	1	9	1	4	16	7	28	医師 3	-	-
39.3.31現在員	64	1	3	4	8	3	1	3	1	2	5	1	2	18	1	1	6	8	2	4	2	1	9	1	4	8	8	21	医師 2	-	X線技師 1 RI管理室 1

注　1. 行(二)の看護助手のうち，2は医(三)看護婦定員内のものである。
2. 非常勤職員医師2名は胸部外科，泌尿器科医である。

表18—2　病院部組織と職員配置表，昭和39年3月31日現在

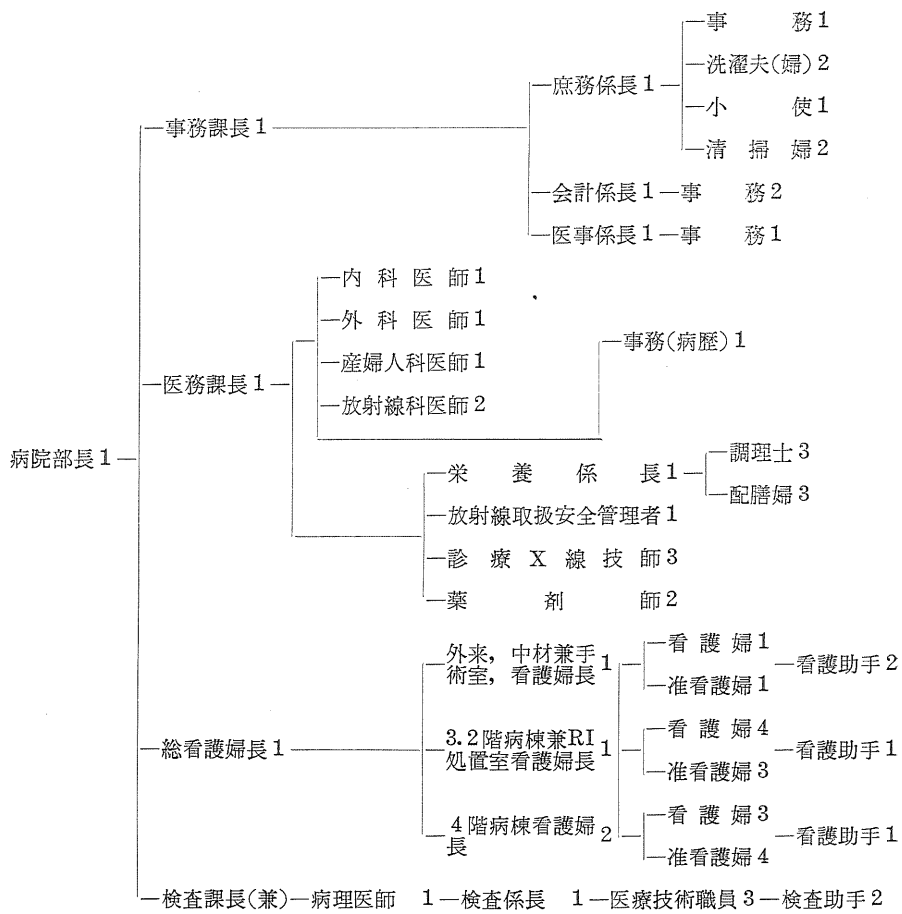


表18—3　看護職員の配置と勤務体制，昭和39年3月31日現在

看護単位	病床数	在院患者数	勤務体制	看護職員数 計	看護婦	准看護婦	看護助手	その他
総数	88	47		25	13	8	4	—
2階 3階	56	18	3交代	9	5	3	1	—
4階	32	29	3交代	10	5	4	1	—
外来，中材，手術室		外来患者数 24		5	2	1	2	—
総看護婦長室				1	1	—	—	—

注　1. 病床数は看護単位ごとの許可病床数である。
　　2. 在院患者数および外来者数は，調査日の患者実数である。

表19　病院部の予算　昭和38年度

科目		
病院部門運営費	33,836	
非常勤職員手当	200	
諸謝金	135	
職員旅費	117	
収入督促旅費	104	
庁費	3,465	
庁用器具費	258	
自動車購入費	850	
燃料費	1,980	
自動車維持費	150	
被服費	110	
印刷製本費	100	
通信運搬費	17	
光熱水料	2,576	医療費内訳
患者用品費	347	
医療費	16,185	入院患者1人1日当り 376円44銭 外来患者1人1日当り 227円14銭 保存血 907,000円 特殊医薬品(RI) 1,112,000円
患者食糧費	3,723	入院患者1人1日当り 120円
医療機器整備費	6,984	購入主要医療機器　表20参照

表20　購入主要医療機器

室名	品名	納入(製造)会社および型式規格	数量	購入価格	会計年度および予算科目
X線室	間接撮影方式回転横断撮影機	島津製作所TL—3型	1式	4,250,000	38年度医療機器整備費
ベータトロン室	監視用テレビ装置	日本原子工業(八欧電機製)	〃	915,600	〃

XVI. 東　海　支　所

業務概要

東海支所は，原子炉施設等を利用する医学，生物学研究を実施することを目的として設置されたものであるが，38年度は研究室長(1名)の定員を確保し，運営費4,238千円(うち3,357千円は試験研究費)を計上して，医用原子炉に関し，炉内中性子の測定に関する実験的研究のほか，関連研究部により下記の分野における研究を行なった。

1) 短寿命RIの生物学的利用に関する研究
2) 被照射動物の細胞組織における代謝型の変化
3) 混合被曝による身体的影響の評価に関する基礎的調査研究
4) 環境および人体中の放射性核種およびそれの安定同位体の化学的研究
5) RIによる診断法の実験的研究

特に，2)については，生物研究部より2名の研究員が常駐し，「グリセリン処理ミトコンドリアの構造変化に対するγ線の作用」に関し研究が行なわれた(研究の詳細は113頁参照)。

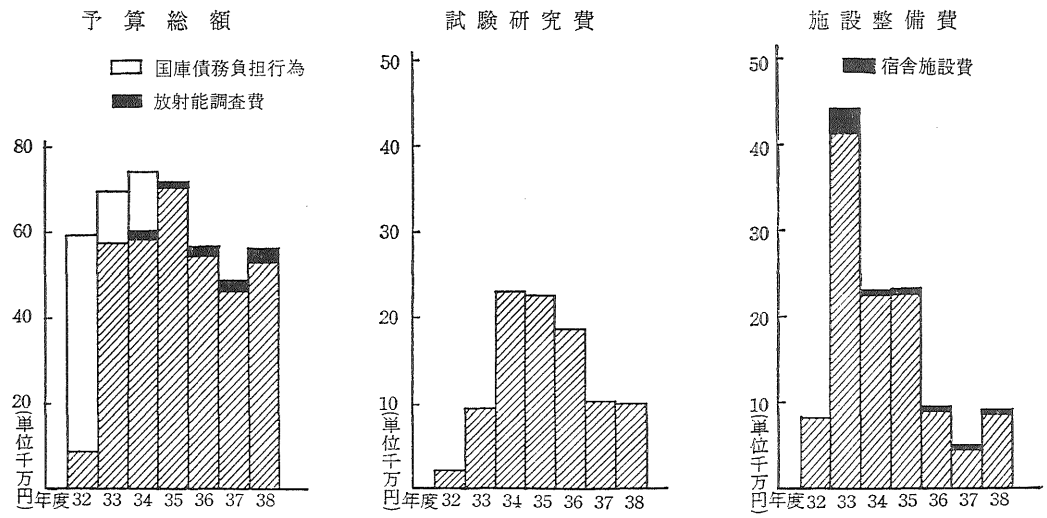
なお，東海支所は，その立地条件や設置の経緯から，原子炉等利用による生物実験を行なう所外の大学，試験研究機関等の研究者に対し，共同利用の場として提供する方針を明らかにしているが，38年度は東海支所運営委員会(委員長，仲尾善雄生物研究部長)を設け，その具体的な使用手続等について検討を行なった。

XVII. 予算および決算

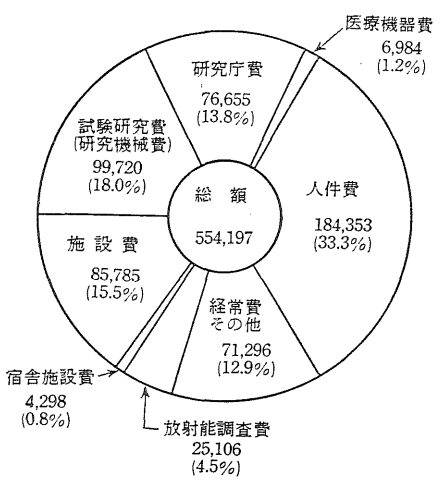
1 昭和38年度予算の概要

昭和38年度の予算編成にあたっては，37年度までに整備をみるに至らなかった組織，すなわち，①科学研究官の設置，②近時その対策の強化が望まれている放射能調査研究のための「環境放射能研究部」の設置，および定員の充足ならびに施設の整備をはかり，もって研究業務が本格的に実施し得る体制の確立を目標として，総額

昭和32年度以降放医研予算額の推移 （第2表参照） （単位：千円）

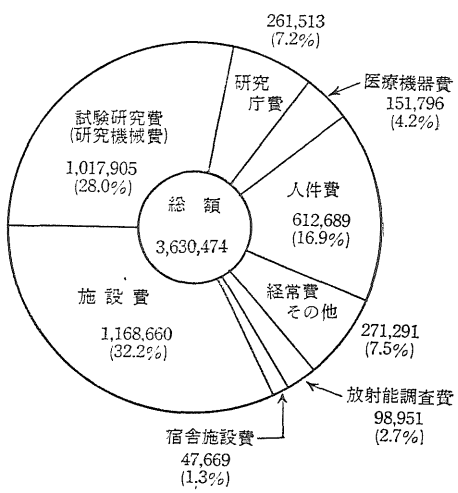


昭和 38 年度放医研予算の内訳



（単位：千円）

昭和 32 年度以降放医研予算の総計額



第1表 昭 和 38 年 度 予 算

科目＼事項別	(1) 人当経費 (イ) 既定人員分	(1) 人当経費 (ロ) 新規増員分	(1) 人当経費 小計	(2) 特 (イ) 一般管理運営費	(2) 特 (ロ) 研究部門運営費	(2) 特 (ハ) 技術部門運営費	(2) 特 (ニ) 廃棄物処理費
(項) 放射線医学総合研究所	184,191	4,581	188,772	2,404	157,689	19,191	6,651
2 職員俸給	114,380	2,996	117,376				
3 扶養手当	2,253	94	2,347				
3 暫定手当	6,671	191	6,862				
3 職員諸手当	6,127	323	6,450				
3 職員特別手当	38,019	494	38,513				
4 超過勤務手当	12,503	302	12,805				
5 非常勤職員手当							
6 諸謝金					96		
8 職員旅費				1,171			
8 試験研究旅費					1,744		
8 収入督促旅費							
8 講師旅費							
8 外来研究員旅費							
9 庁費	3,710	158	3,868	1,233	76,655	19,191	6,651
9 光熱水料	528	23	551				
9 試験研究費					79,194		
9 患者用品費							
9 医療費							
9 患者食糧費							
9 医療機器整備費							
15 研究所施設費							
15 公務員宿舎施設費							
15 不動産購入費							

721,459 千円(要求定員 111 人)の概算要求を行なった。

これに対し，大蔵省内示は歳出予算査定額 529,091 千円(要求額 721,459 千円の 73 %)，定員査定 30人(要求定員 111 人の 27 %)であった。

(1) 歳出予算

1) 歳出予算総額

昭和 38 年度歳出予算総額は，529,091 千円 (第 1 表) が計上されたが，これは 37 年度歳出予算総額 459,436 千円に比し，69,655 千円 (15 %) の増加である。これは施設整備費および人当経費の増加によるものであって，他の費目予算の増加は全般的にはみられない。

しかしながら，新規事項として，①プロジェクト研究に必要な経費 17,183 千円，②外来研究員に必要な経費 1,132 千円が認められた。

なお放医研発足以来の歳出予算総計額を参考までに示すと第 2 表のとおりである。

2) 組織および定員

昭和 38 年度の組織および定員の整備拡充方針にもとづき，組織では，科学研究官(1 名)，環境放射能第 2 研究部を，定員においては 111 人の要求をしたが，結局科学研究官(1 名)が認められたほか，定員 30 人が増員となった。これにより昭和 38 年度定員総計は 391 人であ

事 項 別 総 表（標準予算を含む）

（単位 千円）

別			経			費				
(ホ) 放射線医学特別研究費			(ヘ)	(ト)	(チ)	(リ) 研究所営繕等施設整備費			計	合 計
(i) プロジェクト研究費	(ii) 外来研究員費	小計	病院部門運営費	養成訓練部門運営費	東海支所運営費	(i) 研究所営繕等施設費	(ii) 営繕附帯事務費	小計		
17,183	1,132	18,315	33,836	7,012	4,238	90,083	900	90,983	340,319	529,091
										117,376
										2,347
										6,862
										6,450
										38,513
										12,805
			200						200	200
14		14	135	246					491	491
			117		387		360	360	2,035	2,035
									1,744	1,744
			104						104	104
				67					67	67
	432	432							432	432
	700	700	3,465	6,699	494		540	540	115,628	119,496
			2,576						2,576	3,127
17,169		17,169			3,357				99,720	99,720
			347						347	347
			16,185						16,185	16,185
			3,723						3,723	3,723
			6,984						6,984	6,984
						85,785		85,785	85,785	85,785
						4,208		4,208	4,208	4,208
						90		90	90	90

る（第3表，329頁参照）。

3) 研究経費

a) 人当研究庁費

人当研究庁費は，37年度研究員1人当り460千円であったところ，大蔵省において昭和38年度査定に際し，国立試験研究機関を分類のうえ，人当研究費単価（理工系495千円，農医系330千円）を定めたため，放医研は農医系（330千円）の対象群に属することとなり，総額76,655千円が計上されたが，37年度単価(460千円)による推計額と比較しても大幅な減額となった。

b) 試験研究費(研究用機械購入費)

昭和38年度の研究業務を行なうに必要な研究用機械器具について，総額153,705千円の要求をしたのであるが，これに対し，「核磁気共鳴吸収装置（1式）24,250千円」，「波高分析器（1式）14,550千円」を含む総額99,720千円が認められた。

4) 研究所施設費

37年度実現をみなかった養成訓練棟(1,848 m²/560坪)を主軸とした要求総額218,812千円に対し，養成訓練棟（1,650 m²/500坪）のほか次のとおり認められ，総額90,983千円(公務員宿舎施設費4,298千円を含む）が計上された。

第2表　年度別科目別予算額総表

（単位　千円）

項	目	32年度	33年度	34年度	35年度	36年度	37年度	38年度	合計
(項)	放射線医学総合研究所	(447,567) 143,571	(120,000) 569,335	(140,000) 583,187	702,119	544,794	459,436	529,091	3,531,533
2	職員俸給	7,629	13,339	31,136	48,170	75,320	97,021	117,376	389,991
3	扶養手当	309	607	1,644	2,340	2,256	2,213	2,347	11,716
3	暫定手当	1,588	2,620	5,404	4,340	5,377	6,227	6,862	32,418
3	職員諸手当	367	1,241	2,485	2,968	4,236	5,675	6,450	23,422
3	職員特別手当	1,747	3,535	8,517	13,002	20,413	29,379	38,513	115,106
4	超過勤務手当	601	1,200	2,513	4,582	7,858	10,477	12,805	40,036
5	常勤職員給与	0	0	278	538	158	0	0	974
5	非常勤職員手当	0	0	273	228	170	180	200	1,056
6	諸謝金	0	0	43	94	376	387	491	1,391
8	職員旅費	278	1,042	1,842	2,358	1,948	2,568	2,035	12,071
8	赴任旅費	60	0	0	0	0	0	0	60
8	試験研究旅費	0	523	744	918	1,239	1,562	1,744	6,730
8	収入督促旅費	0	0	0	0	75	89	104	268
8	講師旅費	0	0	16	32	64	67	67	246
8	外来研究員旅費	0	0	0	0	0	0	432	432
9	庁費	5,030	13,400	39,322	57,944	82,894	116,227	119,496	434,313
9	光熱水料	0	0	0	0	0	509	3,127	3,636
9	試験研究費	(39,050) 43,765	90,210	259,096	248,771	172,563	103,780	99,720	(39,050) 1,017,905
9	患者用品費	0	0	0	1,462	1,446	361	347	3,616
9	医療費	0	0	0	2,182	15,101	14,250	16,185	47,718
9	医療機器整備費	0	0	0	79,273	55,789	9,750	6,984	151,796
9	患者食糧費	0	0	0	229	3,074	3,568	3,723	10,594
9	賃金	0	0	0	0	3,101	0	0	3,101
9	各所修繕	0	0	0	593	2,216	3,617	0	6,426
15	研究所施設費	(408,517) 82,197	(120,000) 415,845	(140,000) 224,862	226,756	85,445	47,770	85,785	1,168,660
15	公務員宿舎施設費	0	25,773	5,012	5,066	3,675	3,709	4,208	47,443
15	不動産購入費	0	0	0	136	0	0	90	226
16	国有資産所在市町村交付金	0	0	0	137	0	0	0	137
(項)	科学技術庁	0	0	0	0	0	42	5,017	5,059
9	国有特許外国出願費	0	0	0	0	0	42	110	152
9	各所修繕	0	0	0	0	0	0	4,907	4,907
(項)	特別研究促進調整費	0	0	0	0	0	4,406	3,970	8,376
8	試験研究旅費	0	0	0	0	0	55	0	55
9	試験研究費	0	0	0	0	0	4,351	3,970	8,321
(項)	放射能調査研究費	0	0	14,196	11,654	24,514	23,481	25,106	98,951
6	諸謝金	0	0	0	0	0	0	450	450
8	放射能調査旅費	0	0	0	0	0	0	131	131
9	光熱水料	0	0	0	0	0	0	0	0
9	放射能測定費	0	0	14,196	11,654	24,514	23,481	24,525	98,370

(項) 総理本府	0	0	0	0	0	109	0	109
賠償々還及払戻金	0	0	0	0	0	109	0	109
合計	(447,567) 143,571	(120,000) 569,335)	(140,000) 597,383	713,773	569,308	487,474	563,984	707,567 3,644,028

第 3 表

区分	新規	既定	計
科学研究官	1 人	0 人	1 人
行政職 (一)	4	99	103
行政職 (二)	5	54	59
研究職	18	166	184
医療職 (一)	1	7	8
医療職 (二)	1	7	8
医療職 (三)	0	28	28
計	30	361	391

なお，この経費は，全額を建設省(関東地方建設局)に支出委任して，新営工事を行なうのであるが，昭和38年度新営工事表は第5表(332頁)のとおりである。

(内訳)

養成訓練棟	(鉄筋コンクリート3階建，1,650 m²/500 坪)
電話交換設備増設	(50 回線)
特高変電所増設	(鉄筋コンクリート平家建，66 m²/20 坪)
雑工作物	(道路整備，囲障等)
公務員宿舎	(木造平家<1戸 33 m²/10 坪> 8戸)

5) 放射能調査研究費

昭和38年度において，フォールアウト，自然放射能および原子力施設の廃液等による環境汚染の実態を調査し，放射線の人体に対する影響の調査研究を行なうに必要な経費として，25,106千円が計上された(37年度23,481千円)。

(2) 歳入予算

放医研の歳入予算は，病院部の診療収入で，昭和38年度は，基礎患者数を入院1日平均85人，外来1日平均30人として見込収入総額51,427千円を予定した。

2 昭和38年度決算の概要

(1) 歳出予算

昭和38年度決算額の詳細は第4表(次頁)のとおりであるが，流用等増減額，翌年度繰越額，不用額等についての事由は次のとおりである。

1) 流用等増減額

a) 人件費の流用増減額は「一般職の職員の給与に関する法律」の改正に伴なうものである。

b) 庁費と光熱水料の彼此流用額は，事務的に正当科目へ流用したものである。

2) 翌年度繰越額

特殊事情によって年度内に完了せず，予算を次年度に繰越すの余儀なきに至ったものである。

試験研究費　　放射線モニター　1式

3) 不用額

a) 人件費の不用額は，職員に欠員があって生じたものである。

b) 患者食糧費の不用額は，病院部において当初予定された患者数が少なかったために生じたものである。

(2) 歳入予算

昭和38年度病院部収入は，当初入院1日平均85人，外来1日平均30人を見込んだのであるが，入院，外来ともに見込患者数より少なかったことにより，収納済歳入額は35,168,468円である。

(内訳)

入院	1日平均	45.3 人	32,586,582 円
外来	1日平均	12.4 人	2,581,886 円

第4表　昭　和　38　年　度　歳　出　予

項目	歳出予算額	前年度繰越額	流用等増△減額	歳出予算現額
(項) 放射線医学総合研究所	(90,893,000) 529,091,000	2,413,351	0	(90,893,000) 531,504,351
2 職員俸給	117,376,000	0	△ 632,000	116,744000
3 扶養手当	2,347,000	0	63,000	2,410,000
3 暫定手当	6,862,000	0	0	6,862,000
3 職員諸手当	6,450,000	0	0	6,450,000
3 職員特別手当	38,513,000	0	0	38,513,000
4 超過勤務手当	12,805,000	0	569,000	13,374,000
5 非常勤職員手当	200,000	0	0	200,000
6 諸謝金	491,000	0	0	491,000
8 職員旅費	(360,000) 2,035,000	0	0	(360,000) 2,035,000
8 試験研究旅費	1,744,000	0	0	1,744,000
8 収入督促旅費	104,000	0	0	104,000
8 講師旅費	67,000	0	0	67,000
8 外来研究員旅費	432,000	0	0	432,000
9 庁費	(540,000) 119,496,000	0	△ 14,562,000	(540,000) 104,934,000
9 光熱水料	3,127,000	0	14,562,000	17,689,000
9 試験研究費	99,720,000	2,413,351	0	102,133,351
9 患者用品費	347,000	0	0	347,000
9 医療費	16,185,000	0	0	16,185,000
9 医療機器整備費	6,984,000	0	0	6,984,000
9 患者食糧費	3,723,000	0	0	3,723,000
15 研究所施設費	(85,785,000)	0	0	(85,785,000)
15 公務員宿舎施設費	(4,208,000)	0	0	(4,208,000)
15 不動産購入費	90,000	0	0	90,000
(項) 科学技術庁	5,017,000	0	0	5,017,000
9 国有特許外国出願費	110,000	0	0	110,000
9 各所修繕	4,907,000	0	0	4,907,000
(項) 特別研究促進調整費	3,970,000	2,680,000	0	6,650,000
9 試験研究費	3,970,000	2,680,000	0	6,650,000
(項) 放射能調査研究費	25,106,000	0	0	25,106,000
6 諸謝金	450,000	0	0	450,000
8 放射能調査旅費	131,000	0	0	131,000
8 光熱水料	0	0	1,029,000	1,029,000
9 放射能測定費	24,525,000	0	△ 1,029,000	23,496,000
総計	563,184,000	5,093,351	0	568,277,351

注：( )内は内数で関東地方建設局へ支出委任分を示す

算　額　お　よ　び　決　算　額　調

（単位　円）

支出済歳出額				翌年度繰越額	不用額
支出官払額	資金前渡官吏払額	関東地建支出委任分	計		
117,105,491	312,047,183	90,876,573	(90,876,573) 520,029,247	2,850,000	(16,427) 8,625,104
0	109,521,914	0	109,521,914	0	7,222,086
0	2,409,775	0	2,409,775	0	225
0	6,824,027	0	6,824,027	0	37,973
0	6,331,150	0	6,331,150	0	118,850
0	38,504,562	0	38,504,562	0	8,438
0	13,374,000	0	13,374,000	0	0
0	199,940	0	199,940	0	60
0	475,200	0	475,200	0	15,800
0	1,674,997	0	(357,675) 2,032,672	0	(2,325) 2,328
0	1,743,998	0	1,743,998	0	2
0	103,440	0	103,440	0	560
0	65,664	0	65,664	0	1,336
0	333,582	0	333,582	0	98,418
19,135,971	85,257,460	539,998	(539,998) 104,933,429	0	(2) 571
12,095,254	5,581,700	0	17,676,954	0	12,046
80,708,666	18,570,395	0	99,279,061	2,850,000	4,290
0	345,775	0	345,775	0	1,225
0	16,184,837	0	16,184,837	0	163
5,165,600	1,818,400	0	6,984,000	0	0
0	2,636,767	0	2,636,767	0	1,086,233
0	0	85,785,000	(85,785,000)		(0)
0	0	4,193,900	(4,193,900)		(14,100)
0	89,600	0	89,600	0	400
650,000	4,259,229	0	5,009,229	0	7,771
0	102,523	0	102,523	0	7,477
650,000	4,256,706	0	4,906,706	0	294
5,922,000	727,345	0	6,649,345	0	655
5,922,000	727,345	0	6,649,345	0	655
12,660,700	12,311,562	0	24,972,262	0	133,738
0	317,000	0	317,000	0	133,000
0	130,940	0	130,940	0	60
252,000	777,000	0	1,029,000	0	0
12,408,700	11,086,622	0	23,495,322	0	678
136,338,191	329,445,319	90,876,573	(90,876,573) 556,660,083	2,850,000	8,767,268

第5表　昭和38年度新営工事表(研究所施設費)

工事名	工事内容	契約金額	工期	請負者	備考
		円			
養成訓練棟新設工事					
建築工事	新築RC-2 1,620m²(490坪)	39,674,000	38. 9.19 39. 3.31	岩田建設(株)	
電気工事	電灯設備，動力配線設備，電話配線，電鈴，拡声設備	5,732,000	38.11.30 39. 3.27	高千穂電設(株)	
機械設備工事	空気調整設備，換気設備，暖房設備	16,231,000	39. 2.15 39. 3.28	(株)斎藤省三商店	
衛生設備工事	給排水設備，衛生器具，給湯設備，し尿浄化設備	6,932,000	38.12.12 39. 3.28	〃	
ガス工事	配管設備	240,000	39. 3.15 39. 3.28	東京ガス(株)	
計		68,809,000			
電話交換設備増設工事					
電話交換設備工事	電話交換設備	2,171,000	38. 8.17 38.12. 2	東洋電気通信工業(株)	
計		2,171,000			
特高変電所設備増設工事					
増築工事	増築RC 57.60m²(17坪)	2,136,000	38. 9.19 39. 3.31	岩田建設(株)	
電気設備工事	変電設備，機器設備	2,695,000	38.12.21 39. 3.30	高千穂電設(株)	
計		4,831,000			
危険物貯蔵庫新設工事					
建築工事	新築CB 68.04m²(20坪)	1,225,400	39. 1.25 39. 3.29	岩田建設(株)	
計		1,225,400			
黒灰化装置棟新設工事					
建築工事	新築CB 32.40m²(9坪)	728,600	39. 1.25 39. 3.29	岩田建設(株)	
計		728,600			
哺乳動物舎冷蔵室工事					
内部仕上工事	保冷内装	158,000	39. 1.25 39. 3.29	岩田建設(株)	
計		158,000			
哺乳動物舎ボイラー室新設工事					
建築工事	新築R 9.72m²(3坪)	300,600	38. 7.11 38.10.24	岩田建設(株)	
ボイラー設備工事	ボイラー設備，電気設備	815,000	38. 6.29 38.10.10	小糸工業(株)	
計		1,115,600			
道路新設工事					
舗装工事	整地，道路舗装，排水	4,892,000	39. 3. 4 39. 3.30	岩田建設(株)	
計		4,892,000			
囲障新設工事					

有刺鉄線	有刺鉄線柵 410m ガードレール 27m	235,300	38. 7.11 38.10.24	岩田建設(株)	
管理区域境界棚	バンデグラフ棟 ベータトロン棟 中性子線棟	1,067,000	38. 9.19 39. 3.31	〃	
計		1,302,300			
遮蔽壁増設工事					
遮蔽壁工事	第2γ線棟遮蔽壁増設	536,000	39. 1.25 39. 3.29	岩田建設(株)	
計		536,000			
公務員宿舎新設工事(本所)					
建築工事	新築木造 194.4m²(58.8坪)	3,171,000	38.12.18 39. 3.26	岩田建設(株)	1棟2戸建 3棟
電気工事	電灯設備	141,000	39. 1.17 39. 3.26	高千穂電設(株)	
ガス工事	配管設備	85,900	39. 3.20 39. 3.28	東京ガス(株)	
衛生工事	給排水設備	463,800	39. 3. 7 39. 3.26	(有)小林水道工業所	
計		3,861,700			
公務員宿舎新設工事(東海支所)					
建築工事	新築木造 39.38m²(11.9坪)	796,100	38.12.25 39. 3. 6	(株)黒沢工務店	電気，衛生工事を含む
給水工事	屋外給水	18,000	39. 3.24 39. 3.28	水戸管工事(株)	
計		814,100			
合計		90,444,700			

XVIII. 図書および広報，その他

1. 図書業務

昭和38年度の業務は，本研究所の研究分野に関する資料の収集はもちろんのこと，図書の管理および目録作成に重点をおいて行なった。

図書の管理については，閲覧貸出規程を改正し貸出冊数，期限を厳守している。

目録の作成については，「図書目録，第2巻」(昭和35年12月より昭和39年3月までに受入整理した1,650冊を収録)および“List of Periodicals '64”(1964年3月末現在所蔵の欧文誌376誌，和文誌297誌を収録)を刊行し，関係機関に配布した。また，文部省大学学術局編の「学術雑誌総合目録，自然科学欧文編増補改訂版」に原稿カードを作成，提出した。一方，執務能力と公務能率を向上させるため，国立国会図書館職員基礎研修に係1名を参加させた。

なお，昭和38年度の図書費予算額は5,864千円を計上した。購入したものを大別すると，次のとおりである。

1. 新刊雑誌 a 外国雑誌 234種
   b 国内雑誌 34種
2. バックナンバー 10種
3. 単行書 a 洋書 311冊(累計1,755冊)
   b 和書 88冊(累計1,251冊)
   (総数3,006冊)
4. リポート類 24件

以上詳細は「図書目録」，“List of Periodicals '64”を参照されたい。

分類別は別表のとおり。

別表

区分		分類	物理学	化学	生物学	医学	その他	合計
単行書	購入	和書	9	22	21	2	34	88
		洋書	28	36	114	68	65	311
	寄贈	和書					1	1
		洋書	1					1
		合計	38	58	135	70	100	401
雑誌	購入	和文	0	4	2	17	11	34
		欧文	15	32	73	58	56	234
	寄贈	和文	4	5	7	71	170	257
		欧文	3	2	11	27	42	85
		合計	22	43	93	173	279	610

2. 出版その他

(1) 刊行物

38年度における主な刊行物は次のとおりである。

1) 放射線医学総合研究所年報 昭和37年度(年刊)；昭和38年11月16日発行，B5判，352頁，発行部数1,500部

2) National Institute of Radiological Sciences, Annual Report, 1962 (年刊)；昭和39年3月30日発行，レター・サイズ，72頁，発行部数1,500部

3) 放医研ニュース(月刊)；第6巻第4号～第7巻第3号，B5判，16頁(ただし，第6巻第4号は20頁，第6巻第5号，第6号は8頁，第6巻第7号，第8号，第7巻第1号は12頁)，発行部数，毎月2,000部

4) 放医研のしおり，1963 (不定期刊)；昭和38年4月15日発行，A5判，16頁，発行部数6,000部

5) Radioactivity Survey Data in Japan(季刊)；レター・サイズ，発行部数1,500部

No. 1(Nov., 1963)，50頁，昭和38年11月発行

No. 2(Feb., 1964)，36頁，昭和39年2月発行

5)はわが国における放射能調査に関するデータ・ブックで，38年度より新たに放医研において編さん，刊行することとなったものである。放医研においては，37年4月より管理部企画課に放射能資料係を設け，データ・センター業務の構想について検討を重ねてきたが，当面主として技術部放射能検査課を中心に，イ）国内および海外における放射能調査に関する情報，データの収集，整理，保存，ロ）収集した情報等の解析，ハ）放射能調査に関する情報交換の体制の整備等の作業を開始した。

これらの仕事の一環として，各関連機関により全国的に実施されている放射能調査のデータを収集，編さんし，刊行することになった。本季報は，放医研のほか，気象研究所，栄養研究所，公衆衛生院，畜産試験場，農業技術研究所，国立衛生試験所，分析化学研究所等から得られたデータを集録している。内容は大体において1961年からのデータ，特に人体関係（人骨，人尿，筋肉，甲状腺等）および食品関係(主食，ミルク，日常食，野菜，肉，飲料水等)におけるストロンチウム-90，セシウム-137，ヨード-131などの放射性核種の存在量に関する測定，調査結果に重点がおかれている。

（2） 所内一般公開

38年4月18日(木)，恒例により第4回科学技術週間原子力デーの行事の一環として，所内一般公開が行なわれた。38年度も従来と同様，所内の施設，実験室等を開放し，展示等により午前10時より午後4時まで研究所業務の紹介が行なわれたほか，講堂において映画，「アイソトープによる診断」および「原子力と医学」が上映された。見学者は周辺の高校生約700名，一般約50名のほか，今回は特に，科学技術庁の親睦団体「睦会」の会員約50名をむかえ，見学とこん談の会が催された。

（3） 教材用映画の製作

38年度の養成訓練教材用映画の製作については，38年6月の所議においてその方針が審議された結果，放射線障害の問題をとりあげることとなり，7月2日，第1回映画製作委員会(委員長 江藤秀雄障害基礎研究部長)を開催し，具体的な製作計画を検討，直ちに作業に入り12月末にシナリオ決定稿「放射線障害」を作成した。その後新理研映画株式会社に製作を依頼して39年1月中旬より撮影を開始し，年度内に「放射線障害」（モノクローム，35ミリ・フィルム，全2巻)を完成した。

放射線障害の問題は現在必ずしもすべてが充分に解明されているわけではなく，その取扱い方，表現の方法等について種々の意見が交わされたが，特に放射線の影響に関する国連科学委員会1962年報告など，最新の情報をできるだけとり入れてシナリオを作成した。

画面の構成は，放射線による遺伝子突然変異，染色体異常など細胞の損傷をとおして遺伝的影響の説明にはじまるが，このほかもり込まれた内容としては，放射線被曝の様式(体内，体外，1回，連続，全身，部分照射等)，身体的影響(急性，慢性，晩発障害等)，生体の放射線感受性，放射線による癌の誘発，特に白血病の発生頻度，その他の事項の解説があり，広島，長崎における被曝者の場合も実例として紹介されている。

3. 厚放研連

厚生省付属機関--放射線医学総合研究所研究者連絡会議(厚放研連)は，研究者相互の理解と協力を促進するため，34年8月に発足，37年度までに18回の会合を重ねてきたが，38年度は下記のとおり2回の会合が開催され，講演と討論が行なわれた。

厚放研連

[第19回] 38年6月12日，放医研

1) 放射能調査研究38年度の実行計画と39年度の方針

原子力局放射能課課長補佐 山口 弘一

2) 放医研における加速器開発の現状

放医研技術部長 隅田 拡

3) リニアアクセレレーターによる治療上の問題点

放医研病院部医務課長 田崎 瑛生

[第20回] 38年9月20日，公衆衛生院

1) 学童胸部間接撮影時の生殖腺防護について

公衆衛生院放射線衛生学部 石坂 正綱
遠藤 幸一

2) 食品選別による微量元素の摂取について

公衆衛生院放射線衛生学部長 山県 登

4. 国連資料小委員会

国連科学委員会 (United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation) の放射線の影響に関する1962年総括報告が公表されたあと，1963年1月に第12回国連科学委員会が開催され，同委員会の活動をその後もさらに継続して行なうことが決議された。すなわち，fallout (放射性降下物)，carcinogenesis (放射線による癌の誘発) および radiosensitivity (放射線感受性)の問題に関し，最新のデータにもとづいて short report を作成して，fallout および carcinogenesis については1964年の第19回国連総会に，radiosensitivity については間に合わなければ1965年の第20回国連総会にそれぞれ報告書を提出することとなった。

これに伴ない，わが国においても従来行なってきた(1962年総括報告の公表以後一時中断されていた) 国連資料小委員会の活動を再開することとなり，別表のとおり各分類ごとに作業グループを編成し，塚本憲甫放医研所長を委員長として，38年10月より再びその活動を開始した。すなわち，1964年2月24日から3月7日まで，ジュネーブで第13回国連科学委員会が開催され，わが国からは塚本憲甫所長（日本政府代表)，田島英三立大教授，佐伯誠道環境衛生第5研究室長(代表代理)が出席

して，同委員会の報告書草案について具体的な検討が行なわれたが，これに先立って，草案の作成にあたり，国連資料小委員会では，わが国から国連科学委員会に提出すべき国内の関係資料の収集，整備，検討を行なった。第13回国連科学委員会の開催までに37篇の論文資料を国連科学委員会事務局あて提出したが，これらのうち，わが国よりの公式資料（G.L.レポート）として提出されたものは次のとおりである。

A. fallout 関係

1) 真室哲雄(大放研)他；X-ray microanalysis of highly radioactive fall-out particles

2) 真室哲雄（大放研）他；Fractionation phenomena in highly radioactive fall-out particles

3) 木越邦彦（学習院大）；Recent variation of atmospheric contents of C-14 in Tokyo and transfer problem of atmospheric carbon dioxide

4) 三宅泰雄（気象研）他；Deposition of Sr-90 and Cs-137 in Tokyo through the end of July 1963

5) 放医研；Radioactivity survey data in Japan, No.1 (Nov., 1963)

6) 山崎文男(理研)他；External doses of radiation from fallout in Tokyo and its vicinity

7) 津郷友吉(東大)他；Radioactive contamination of milk in Tokyo(1961～1963)

8) 小平潔（農技研）；Contamination of rice in Japan

9) 佐伯誠道（放医研）他；Assay of strontium-90 in human bone in Japan 1961～1963

国連資料小委員会委員名簿(順不同)

38年10月31日

分類	委員
fallout	田島英三(立大)，三宅泰雄(気象研，東教大)，檜山義夫（東大），伊沢正実(放医研)，山県登(公衆衛生院)，山崎文男(理研)，渡辺博信(放医研)
carcinogenesis	塚本憲甫(放医研)，粟冠正利（東北大)，宮川正（東大)，入江英雄（九大)
radiosensitivity	森脇大五郎（都立大)，田島弥太郎(遺伝研)，秋田康一(東大)，菅原努(京大)

10) 檜山義夫(東大)他；Japanese dietary habits and the fallout problem, part Ⅱ

B. carcinogenesis 関係

1) 粟冠正利(東北大)；Leukaemia and ionizing radiation in Japan

2) 高橋信次（名大）他；A statistical study of human cancer induced by medical exposures

C. radiosensitivity 関係

1) 田島弥太郎(遺伝研)他；The increase in induced mutation frequency after fractionated irradiation of gonial cells of the silkworm

2) 田島弥太郎(遺伝研)他；Differential radiation sensivity of germ cells as a possible interpretation of sex difference in dose-rate dependence of induced mutation rates in the silkworm

付　　録

1. 放射線医学総合研究所組織規則
2. 放射線医学総合研究所事務分掌規程
3. 職 員 名 簿
4. 昭和38年度職員海外出張
5. 昭和38年度人事異動表
6. 昭和38年度退職および転出者名簿
7. 昭和38年度外来研究員名簿
8. 昭和38年度研究生名簿
9. 職員研究発表一覧
10. 職員著書その他一覧
11. 養成訓練部各課程講師，科目および研修生一覧
12. 放射線医学総合研究所組織英文呼称
13. 放射線医学総合研究所日誌

1. 放射線医学総合研究所組織規則

(昭和32年6月29日
総理府令第39号)

改正　昭和37年4月25日総理府令第21号

放射線医学総合研究所令(昭和32年政令第166号)第3条の規定に基づき，放射線医学総合研究所組織規則を次のように定める。

放射線医学総合研究所組織規則

第1条　放射線医学総合研究所に，次の13部を置く。

管　理　部
物理研究部
化学研究部
生物研究部
遺伝研究部
生理病理研究部
障害基礎研究部
薬学研究部
環境衛生研究部
臨床研究部
技　術　部
養成訓練部
病　院　部

第2条　管理部に，次の3課を置く。

庶　務　課
会　計　課
企　画　課

第3条　管理部庶務課においては，次の業務をつかさどる。

1　機密に関すること。
2　人事に関すること。
3　所長の官印及び所印の保管に関すること。
4　公文書類の接受，発送，編集及び保存に関すること。
5　職員の福利厚生に関すること。
6　前各号に掲げるもののほか，他部及び他課の所掌に所属しない業務に関すること。

第4条　管理部会計課においては，次の業務をつかさどる。

1　予算，決算及び会計並びに会計の監査に関すること。
2　行政財産及び物品の管理（アイソトープ，医療用消耗品及び給食用食品の保管及び配分を除く。）に関すること。
3　営繕に関すること。

第5条　管理部企画課においては，次の業務をつかさどる。

1　調査研究の総合調整及び企画に関すること。
2　文献及び資料の調査，収集，編集，刊行及び保管に関すること。
3　国際機関に提出する資料の作成に必要な調査を行うこと。
4　統計の製表，解析及び編集に関すること。
5　国有特許等の事務に関すること。

第6条　物理研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射線からの人体の防護に関する調査研究に関すること。
2　人体及び生物に対する放射線の測定に関する調査研究に関すること。
3　人体及び生物に対する放射線の照射に関する調査研究に関すること。
4　医用原子炉に関する調査研究に関すること。

第7条　化学研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射線の作用に関する化学的調査研究に関すること。
2　放射線の作用に関する生化学的調査研究に関すること。
3　放射性物質の分析等に関する調査研究に関すること。

第7条の2　生物研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射線の作用に関する生物学的調査研究に関すること。
2　放射線の作用に関する生物物理学的調査研究に関すること。

第7条の3　遺伝研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射線の遺伝線量に関する調査研究に関するこ

と。

2　放射線による突然変異の生物集団に及ぼす影響に関する調査研究に関すること。

第7条の4　生理病理研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　人体に及ぼす放射線の影響に関する生理学的調査研究に関すること。

2　人体に及ぼす放射線の影響に関する病理学的調査研究に関すること。

第8条　障害基礎研究部においては，次の事務をつかさどる。

1　放射線による人体の障害に関する基礎的な調査研究に関すること。

2　放射線の人体に対する許容量に関する調査研究に関すること。

3　放射線による人体の障害の予防及び早期発見に関する調査研究に関すること。

第8条の2　薬学研究部においては，放射線による人体の障害の予防薬及び治療薬に関する薬学的調査研究に関する業務をつかさどる。

第9条　環境衛生研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射線の生活環境に及ぼす影響に関する調査研究に関すること。

2　放射線の職業環境に及ぼす影響に関する調査研究に関すること。

3　放射性物質による食品の汚染に関する調査研究に関すること。

4　放射性物質による汚染の除去に関する調査研究に関すること。

第10条　臨床研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射線による人体の障害の診断に関する調査研究に関すること。

2　放射線による人体の障害の治療に関する調査研究に関すること。

3　放射線を利用する疾病の診断に関する調査研究に関すること。

4　放射線を利用する疾病の治療に関する調査研究に関すること。

第10条の2　技術部に，次の3課を置く。

技　術　課
放射線安全課
放射能検査課

第10条の3　技術部技術課においては，次の業務をつかさどる。

1　共用実験施設の運用に関すること。

2　変電施設，ボイラー室及び機械室の運用に関すること。

3　研究用物品の工作及び修理を行なうこと。

4　研究用動物の飼育及び研究用植物の栽培並びにこれらの配分を行なうこと。

第10条の4　技術部放射線安全課においては，次の業務をつかさどる。

1　所内における放射線量率の測定その他放射線に関する安全管理に関すること。

2　アイソトープの保管及び配分を行なうこと。

3　機器，被服等のアイソトープによる汚染の除去及び放射性廃棄物の処理に関すること。

4　職員の放射線に関する健康管理に関すること。

第10条の5　技術部放射能検査課においては，次の業務をつかさどる。

1　生活環境における放射能の検査に関すること。

2　汚染物質の放射能の検査に関すること。

第11条　養成訓練部においては，次の業務をつかさどる。

1　養成訓練計画の樹立及びその実施に関すること。

2　教科書及び教材の作成に関すること。

3　受講生の入所，退所その他身分取扱に関すること。

4　受講生の宿泊に関すること。

5　前各号に掲げるもののほか，養成訓練に関すること。

第11条の2　病院部に，次の3課を置く。

事　務　課
医　務　課
検　査　課

第11条の3　病院部事務課においては，次の業務をつかさどる。

1　患者の受診及び入退院の手続に関すること。

2　医療用消耗品及び給食用食品の保管及び配分に関すること。

3　診療記録の整備及び保管並びに医療に関する統計に関すること。

第11条の4　病院部医務課においては，次の業務をつかさどる。

1　診療に関すること。

2　入院患者の給食に関すること。

3　調剤及び製剤に関すること。

第11条の5　病院部検査課においては，生理学的検査，病理学的検査，化学的検査及び細菌学的検査に関する業務をつかさどる。

第12条　放射線医学総合研究所に，所長を置く。

2　所長は，所務を掌理し，所属職員を監督する。

第12条の2　科学研究官は，所長の命を受け，専門的事項の研究に関し，総括して指導を行なう。

第13条　放射線医学総合研究所の部に部長，課に課長を置く。

2　部長は，所長の命を受け，部務を掌理する。

3　課長は，部長の命を受け，課務を掌理する。

第14条　病院部に，総看護婦長1名を置く。

2　総看護婦長は，部長の命を受け，看護に関する業務を掌理する。

第15条　放射線医学総合研究所に，支所を置く。

2　支所の名称及び位置は，次のとおりとする。

名　　称	位　　置
放射線医学総合研究所東海支所	茨城県那珂郡東海村

3　支所に，支所長を置く。

4　支所長は，所長の命を受け，支所の業務を掌理する。

附　則

この府令は，昭和32年7月1日から施行する。

附　則

この府令は，公布の日から施行する。

2. 放射線医学総合研究所事務分掌規程

（昭和34年7月17日 所長達第6号）

改正　昭和38年4月1日　所長達第17号

（目的）

第1条　この規程は，科学技術庁事務分掌規程第32条の規定に基づき，放射線医学総合研究所の各部及び支所並びに各課の事務分掌について定めることを目的とする。

（庶務課）

第2条　管理部庶務課に，庶務係，人事係，給与係及び厚生係を置く。

2　庶務係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　機密に関すること。

(2)　所長の官印及び所印の保管に関すること。

(3)　公文書類の接受，発送，編集及び保存に関すること。

(4)　所内規程案，その他成案文書の審査及び進達に関すること。

(5)　庁中の取締に関すること。

(6)　課の庶務に関すること。

(7)　その他他部，他課及び課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3　人事係においては，職員の任免，給与，職階，懲戒，分限，服務，試験その他の人事並びに教養及び訓練に関する業務をつかさどる。

4　給与係においては，職員の給与，旅費等の支払に関する業務をつかさどる。

5　厚生係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　職員の保健衛生，宿舎その他の福利厚生に関すること。

(2)　職員の公務災害補償に関すること。

(3)　共済組合に関すること。

（会計課）

第3条　管理部会計課に，予算係，契約係，物品係，営繕係，経理係及び監査係を置く。

2　予算係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　予算の編成及び実行計画に関すること。

(2)　支出負担行為計画及び支払計画に関すること。

(3)　支出負担行為の確認に関すること。

(4)　課の庶務に関すること。

(5)　その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3　契約係においては，物品，役務等の契約に関する業務をつかさどる。

4　物品係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　物品の需給計画及び運用計画に関すること。

(2)　物品の管理（アイソトープ，医療用消耗品及び給

食用食品の保管及び配分を除く。)に関すること。

5　営繕係においては，国有財産の管理及び営繕に関する業務をつかさどる。

6　経理係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　歳入の調定及び収納に関すること。

(2)　小切手の振出及び支払に関すること。

(3)　歳出歳入の決算に関すること。

(4)　債権の管理に関すること。

(5)　計算証明に関すること。

7　監査係においては，会計の監査に関する業務をつかさどる。

(企画課)

第4条　管理部企画課に，企画係，調査係，統計係，図書係及び放射能資料係を置く。

2　企画係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　調査研究の総合調整及び企画に関すること。

(2)　各種会議，委員会等の運営に関すること。

(3)　研究者の派遣及び受入れの企画及び調整に関すること。

(4)　課の庶務に関すること。

(5)　その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3　調査係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　文献及び資料の調査及び編集（放射能資料係の所掌に属するものを除く。)に関すること。

(2)　文献及び資料の刊行並びに広報（放射能資料係の所掌に属するものを除く。)に関すること。

(3)　国際機関に提出する資料の作成に必要な調査（放射能資料係の所掌に属するものを除く。）を行なうこと。

(4)　国有特許の事務に関すること。

(5)　調査研究の委託又は受託の事務に関すること。

(6)　技術相談に関すること。

4　統計係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　統計の製表，解析及び編集に関すること。

(2)　統計原表の保管に関すること。

5　図書係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　図書，文献及び資料の収集，整理，保管及び閲覧に関すること。

(2)　文献及び資料の複写及び記録写真の作成に関すること。

6　放射能資料係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　放射能水準の調査に関する文献及び資料の調査，編集及び刊行並びに広報に関すること。

(2)　国際機関に提出する放射能水準の調査資料の作成に必要な調査を行なうこと。

(物理研究部)

第5条　物理研究部に，物理第1研究室，物理第2研究室，物理第3研究室及び医用原子炉研究室を置く。

2　物理第1研究室においては，人体及び生物に対する放射線の測定に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

3　物理第2研究室においては，人体及び生物に対する放射線の照射に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

4　物理第3研究室においては，放射線からの人体の防護に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

5　医用原子炉研究室においては，医用原子炉に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

(化学研究部)

第6条　化学研究部に，化学第1研究室，化学第2研究室及び化学第3研究室を置く。

2　化学第1研究室においては，放射線の作用に関する化学的調査研究に関する業務をつかさどる。

3　化学第2研究室においては，放射線の作用に関する生化学的調査研究に関する業務をつかさどる。

4　化学第3研究室においては，放射性物質の分析等に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

(生物研究部)

第7条　生物研究部に，生物第1研究室及び生物第2研究室を置く。

2　生物第1研究室においては，放射線の作用に関する生物学的調査研究に関する業務をつかさどる。

3　生物第2研究室においては，放射線の作用に関する生物物理学的調査研究に関する業務をつかさどる。

(遺伝研究部)

第7条の2　遺伝研究部に，遺伝第1研究室及び遺伝第2研究室を置く。

2　遺伝第1研究室においては，放射線の遺伝線量に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

3　遺伝第2研究室においては，放射線による突然変異の生物集団に及ぼす影響に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

(生理病理研究部)

第8条　生理病理研究部に，生理学研究室，病理第1研究室及び病理第2研究室を置く。

2　生理学研究室においては，人体に及ぼす放射線の影響に関する生理学的調査研究に関する業務をつかさど

る。

3　病理第1研究室においては，放射線による人体の正常組織の変化に関する病理学的調査研究に関する業務をつかさどる。

4　病理第2研究室においては，放射線の医学的利用に関する病理学的調査研究に関する業務をつかさどる。

（障害基礎研究部）

第9条　障害基礎研究部に，障害基礎第1研究室，障害基礎第2研究室，障害基礎第3研究室及び障害基礎第4研究室を置く。

2　障害基礎第1研究室においては，放射線による人体の障害に関する基礎的な調査研究に関する業務（障害基礎第4研究室の所掌に属するものを除く。）をつかさどる。

3　障害基礎第2研究室においては，放射線の人体に対する許容量に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

4　障害基礎第3研究室においては，射放線による人体の障害の予防及び早期発見に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

5　障害基礎第4研究室においては，放射線による人体の晩発性障害に関する基礎的調査研究に関する業務をつかさどる。

（薬学研究部）

第9条の2　薬学研究部に，薬学第1研究室及び薬学第2研究室を置く。

2　薬学第1研究室においては，放射線による人体の障害の予防薬及び治療薬の合成及び抽出に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

3　薬学第2研究室においては，放射線による人体の障害の予防薬及び治療薬の効果に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

（環境衛生研究部）

第10条　環境衛生研究部に，環境衛生第1研究室，環境衛生第2研究室，環境衛生第3研究室及び環境衛生第4研究室，環境衛生第5研究室，環境衛生第6研究室を置く。

2　環境衛生第1研究室においては，放射線の生活環境に及ぼす影響のうち，外部被ばくによるものに関する調査研究（環境衛生第6研究室の所掌に属するものを除く。）に関する業務をつかさどる。

3　環境衛生第2研究室においては，放射線の職業環境に及ぼす影響に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

4　環境衛生第3研究室においては，放射性物質による食品の汚染に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

5　環境衛生第4研究室においては，放射性物質による汚染の除去に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

6　環境衛生第5研究室においては，放射線の生活環境に及ぼす影響のうち，内部被ばくによるものに関する調査研究（環境衛生第6研究室の所掌に属するものを除く。）に関する業務をつかさどる。

7　環境衛生第6研究室においては，放射線の特殊な生活環境に及ぼす影響に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

（臨床研究部）

第11条　臨床研究部に，臨床第1研究室，臨床第2研究室，臨床第3研究室及び臨床第4研究室を置く。

2　臨床第1研究室においては，放射線による人体の障害の診断に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

3　臨床第2研究室においては，放射線による人体の障害の治療に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

4　臨床第3研究室においては，放射線を利用する疾病の診断に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

5　臨床第4研究室においては，放射線を利用する疾病の治療に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

（技術課）

第12条　技術部技術課に，施設係，技術第1係，技術第2係，飼育第1係，飼育第2係及び動物衛生係を置く。

2　施設係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　変電施設，ボイラー室及び機械室の運用に関すること。

(2)　研究用物品の工作及び修理を行なうこと。

(3)　部の庶務に関すること。

(4)　課の庶務に関すること。

(5)　その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3　技術第1係においては，共用実験施設（技術第2係の所掌に属するものを除く。）の運用に関する業務をつかさどる。

4　技術第2係においては，放射線発生装置の運用に関する業務をつかさどる。

5　飼育第1係においては，次の業務をつかさどる。

(1) 研究用ほ乳動物の飼育及びほ乳動物舎の運用（動物衛生係の所掌に属するものを除く。）に関すること。

(2) 研究用ほ乳動物の配分を行なうこと。

6 飼育第2係においては，次の業務（飼育第1係の所掌に属するものを除く。）をつかさどる。

(1) 研究用動物の飼育及び動物舎の運用（動物衛生係の所掌に属するものを除く。）に関すること。

(2) 研究用植物の栽培及び温室の運用に関すること。

(3) 研究用動物及び研究用植物の配分を行なうこと。

7 動物衛生係においては，研究用動物の衛生管理に関する業務をつかさどる。

（放射線安全課）

第13条 技術部放射線安全課に，健康管理係，安全係及び汚染処理係を置く。

2 健康管理係においては，次の業務をつかさどる。

(1) 職員の放射線の被ばくの管理に関すること。

(2) 職員の放射線に関する健康診断に関すること。

(3) その他職員の放射線に関する健康管理に関すること。

(4) 課の庶務に関すること。

(5) その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3 安全係においては，次の業務をつかさどる。

(1) 所内における放射線量率の測定，放射線測定器の較正その他放射線に関する安全管理に関すること。

(2) アイソトープの保管及び配分を行なうこと。

4 汚染処理係においては，次の業務をつかさどる。

(1) 機器，被服等のアイソトープによる汚染の除去に関すること。

(2) 放射性廃棄物の処理及び放射性廃棄物施設の運用に関すること。

（放射能検査課）

第14条 技術部放射能検査課に，放射能検査第1係，放射能検査第2係及び放射能検査第3係を置く。

2 放射能検査第1係においては，次の業務をつかさどる。

(1) 生活環境における放射能検査（機器分析に関することを除く。）に関すること。

(2) 課の庶務に関すること。

(3) その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3 放射能検査第2係においては，汚染物質の放射能検査（機器分析に関することを除く。）に関する業務をつかさどる。

4 放射能検査第3係においては，放射能の機器分析に関する業務をつかさどる。

（養成訓練部）

第15条 養成訓練部に，教務室及び指導室を置く。

2 教務室においては，次の業務をつかさどる。

(1) 教科書及び教材の作成に関すること。

(2) 受講生の入所，退所その他身分取扱に関すること。

(3) 受講生の宿泊に関すること。

(4) 部の庶務に関すること。

(5) その他部の他室の所掌に属しない業務に関すること。

3 指導室においては，次の業務をつかさどる。

(1) 養成訓練計画の樹立及びその実施に関すること。

(2) 養成訓練に関する調査研究に関すること。

（事務課）

第16条 病院部事務課に，庶務係，会計係及び医事係を置く。

2 庶務係においては，次の業務をつかさどる。

(1) 患者の受診の手続に関すること。

(2) 部の庶務に関すること。

(3) 課の庶務に関すること。

(4) その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3 会計係においては，次の業務をつかさどる。

(1) 医療用消耗品及び給食用食品の保管及び配分に関すること。

(2) 診療費の徴収に関すること。

4 医事係においては，次の業務をつかさどる。

(1) 患者の入退院手続に関すること。

(2) 入退院患者名簿及び外来患者名簿の保管に関すること。

(3) 患者診療費の算定事務に関すること。

(4) 死体の保管及び解剖の手続に関すること。

(5) 診療記録の整理及び保管並びに医療に関する統計に関すること。

（医務課）

第17条 病院部医務課に，栄養係を置く。

2 栄養係においては，次の業務をつかさどる。

(1) 給食計画に関すること。

(2) 食料品の調理に関すること。

(3) 炊事場の管理に関すること。

(4) 栄養指導に関すること。

(5) 課の庶務に関すること。

(6) その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

(検査課)

第18条 病院部検査課に，検査係を置く。

2 検査係においては，生理学的検査，病理学的検査，化学的検査及び細菌学的検査に関する業務をつかさどる。

(総看護婦長付)

第19条 病院部に，総看護婦長付を置く。

2 総看護婦長付においては，次の業務をつかさどる。

(1) 患者の看護及び医師の診療の補助に関すること。

(2) 病棟，外来診療棟，手術室及び中央材料室の運用に関すること。

(3) 看護婦宿舎の運営に関すること。

(東海支所)

第20条 東海支所に，管理室及び研究室を置く。

2 管理室においては，次の業務をつかさどる。

(1) 支所の器材及び施設の保管または運用に関すること。

(2) 支所の庶務に関すること。

3 研究室においては，各部(管理部，技術部，養成訓練部及び病院部を除く。)の業務のうち原子炉施設を使用して行なう調査研究に関する業務をつかさどる。

(東京連絡所)

第21条 科学技術庁内に，東京連絡所を置く。

2 東京連絡所においては，放射線医学総合研究所の業務の連絡に関する業務をつかさどる。

(課長補佐)

第22条 各課に，課長補佐を置く。

2 課長補佐は，上司の命を受け，課の所掌業務につき課長を補佐する。

(係長)

第23条 各係に，係長を置く。

2 係長は，上司の命を受け，係の所掌業務をつかさどる。

(研究室長)

第24条 各部(管理部，技術部，養成訓練部及び病院部を除く。)及び東海支所の研究室に，研究室長を置く。

2 研究室長は，上司の命を受け，研究室の所掌業務をつかさどる。

(主任研究官)

第25条 各部(管理部，技術部，養成訓練部及び病院部を除く。)に，主任研究官を置く。

2 主任研究官は，上司の命を受け，特定の研究課題について研究の指導及び管理を行なう。

(室長)

第26条 養成訓練部の各室及び東海支所の管理室に室長を置く。

2 室長は，上司の命を受け，室の所掌業務をつかさどる。

(医師)

第27条 病院部医務課に，医師を置く。

2 医師は，上司の命を受け，診療に関する所掌業務をつかさどる。

(薬剤師)

第28条 病院部医務課に，薬剤師を置く。

2 薬剤師は，上司の命を受け，調剤及び製剤に関する業務をつかさどる。

(婦長)

第29条 病院部総看護婦長付に，婦長を置く。

2 婦長は，上司の命を受け，総看護婦長付の業務につき総看護婦長を補佐する。

(守衛長)

第30条 管理部庶務課に，守衛長を置く。

2 守衛長は，上司の命を受け，守衛を指揮監督する。

(車庫長)

第31条 管理部会計課に，車庫長を置く。

2 車庫長は，上司の命を受け，自動車運転手を指揮監督する。

附 則

この規程は，昭和34年7月16日から施行し，昭和34年4月1日から適用する。

附 則

この規程は，昭和38年4月1日から施行する。

3. 職　　員　　名　　簿

所　　長　　塚本憲甫
管理部長　　黒田政次郎
庶務課長　　石井一
課長補佐　　高野繁
庶務係長　　郡司善雄
鶴子一郎
金山貴子
三沢清子
関桂子
吉崎啓子
湯沢リツ子
森谷石治
守衛長　　根本正衛
浅野了
加藤義一
鯨井栄一
浮島豊次郎
小川良平
人事係長　　岡田春夫
山崎茂雄
給与係長　　高貫秀雄
吉川和子
田辺寿男
厚生係長　　川端音三
鈴木稔
会計課長　　榊原賢二
課長補佐　　狩野清
予算係長　　住吉利明
永田孝行
村松恵美子
契約係長　　山岸栄男
長谷川芳夫
家入賢二
小木曾清士
物品係長　　伊東善己
富田千秋
岡田和夫
河西育子
酒井政吉

坂本広
土屋義男
前田栄
河野茂広
木内尚男
営繕係長　　関和一郎
山下義久
福岡孝寿
和田ちか
石井節子
長嶋紀子
佐藤キリ
亀井慎子
布施きく
経理係長　　海老原昇二
駒谷恒夫
村井アイ子
企画課長　　小玉知己
課長補佐　　藤岡淳介
企画係長　　深谷守平
神谷基二
野地一二
成毛千鶴子
調査係長　　福田宗一
渕上辰雄
北友子
統計係長(兼)　　藤岡淳介
福久健二郎
図書係長　　田中昭
野々村恭子
大日方信治
高森弘子
物理研究部長　　伊藤岳郎
物理第1研究室長　　田中栄一
平本俊幸
飯沼武
伊藤進
野原功全
石原十三夫

	西村弘子
物理第２研究室長	松沢秀夫
	稲田哲雄
	川島勝弘
	佐方周防
	平岡武
	河内清光
	星野一雄
物理第３研究室長	橋詰雅
	加藤義雄
	丸山隆司
	野田博治
	中島敏行
	白貝彰宏
医用原子炉研究室長（兼）	伊藤岳郎
	高久祐治
	喜多尾憲助
化学研究部長	伊沢正実
化学第１研究室長（兼）	伊沢正実
	山崎秀郎
	藤田斉
	市村幸子
	山上啓子
	佐藤好子
化学第２研究室長	鈴木堅之
	沢田文夫
	小野浄治
	大町和千代
	市村国彦
	島津良枝
	森口恵津子
化学第３研究室長（兼）	伊沢正実
	河村正一
	坪田博行
	渡利一夫
生物研究部長	仲尾善雄
生物第１研究室長	江上信雄
	江藤久美
	岩崎民子
	兵藤泰子
	舘鄰
	高橋文子
生物第２研究室長	田口茂敏
	山口武雄
	中沢透
	山田武
	加藤旌夫
	藤井良三
遺伝研究部長（兼）	仲尾善雄
遺伝第１研究室長	塩見敏男
	中井斌
	中西宥
	稲垣栄一
	佐伯哲哉
	稲垣弘子
	永井むら
遺伝第２研究室長（兼）	仲尾善雄
	渡部郁雄
	根井正利
	今泉洋子
	戸張厳夫
	町田勇
	山口英子
生理病理研究部長	竹内正
生理学研究室長	松葉三千夫
	矢後長純
	島澄夫
	小林森
	黒川ひろみ
病理第１研究室長（兼）	竹内正
	関山重孝
	高木長二
	高橋イチ
病理第２研究室長	関正利
	大谷恵子
	田中幸子
	米山和子
障害基礎研究部長	江藤秀雄
障害基礎第１研究室長	中村弥
	完倉孝子
	小林定喜
	小島栄一
	亀ヶ谷武雄
	門間汎美
	中村正代
障害基礎第２研究室長（兼）	中村弥
	佐藤文昭
	土橋創作

新発田杏子
高橋千代子
西本義雄
杉山洋
障害基礎第3研究室長　土屋武彦
玉野井逸朗
南沢武
村松晉
山田淳三
早川純一郎
斎藤博子
障害基礎第4研究室長（兼）　土屋武彦
松岡理
古川義宣
石田桂子

薬学研究部長　赤星三弥

薬学第1研究室長　日野亨
花木昭
松島美一
田名網和子
山下トモ子
山田和子
堀川康子

薬学第2研究室長　玉置文一
色田幹雄
篠田雅人
高木良成
若林克己

環境衛生研究部長　渡辺博信

環境衛生第1研究室長（兼）　渡辺博信
松田節子
山下幹雄
平嶋瑞穂

環境衛生第2研究室長　市川竜資
小粟幹郎
榎本好和
阿部道子
稲葉次郎
高田直子

環境衛生第3研究室長（兼）　渡辺博信
阿部史朗
岡田守道

環境衛生第4研究室長　樫田義彦
山崎幹夫

北野妙子
松尾光芳
岩倉哲男
新井清彦
森崎尚子

環境衛生第5研究室長　佐伯誠道
上田泰司
大桃洋一郎
小柳卓
山口治子
清水恵美子

臨床研究部長　田中茂

臨床第1研究室長　熊取敏之
辰口益三
石原隆昭
上田俊男
佐藤満洲子

臨床第2研究室長　三輪史朗
平嶋邦猛
大山ハルミ
鎌形富世
入沢和世

臨床第3研究室長　永井輝夫
福田信男
寺尾寿夫
村川章一郎

臨床第4研究室長　楠本五郎
荒居龍雄
北川俊夫
恒元博
藤田裕子
古川重夫
小池幸子

技術部長　隅田拡

技術課長　天野隆治
課長補佐　益子孝
施設係長　鶴岡良宣
元吉貞子
佐々木末雄
小坂三夫
川島利雄
篠原秀雄
黒沢進
内藤寛治
三橋千代義

		藤田欣司
放射能検査課長	望月尚文	
放射能検査第1係長	田中義一郎	
		富川昭男
		大島一蔵
		近藤喜久子
放射能検査第2係長	黒沢保雄	
		鎌田博
		児玉幸雄
		遠藤真理子
放射能検査第3係長(兼)	田中義一郎	
		鈴木譲
		内山正史
		村越善次
養成訓練部長(兼)	塚本憲甫	
教務室長	若林一夫	
		石原照一
		山下チヨ子
指導室長	飯田博美	
		中村正好
		鹿島正俊
病院部長	熊谷冨義	
事務課長	村上正雄	
庶務係長	稲坂正行	
		鷹取賢子
		榎本陸三
		飯田優
		杉本義雄
		三瓶ハナ
		成毛菊子
会計係長	山崎博文	
		根田和江
医事係長	峰村啓蔵	
		小藤田満
		中村栄寿
医務課長	田崎瑛生	
		尾立新一郎
		山本五郎
		米山達男
		池田道雄
		中島和彦
		望月幸夫
		小泉利喜雄
		石黒由紀子

		戸辺昭男
		黒沢範夫
		八代重雄
		土屋一男
		高石重義
		齢亀一郎
技術第1係長	小高庄二	
		並木良夫
		増沢武男
		岡本延夫
		魚路益男
		近藤竜雄
技術第2係長	森正弥	
		近藤民夫
		山崎英一
		吉川元之
		三輪実
		長沢志保子
飼育栽培第1係長(兼)	山田淳三	
		堀祐司
		種田信司
		長沢文夫
		稲葉一司
		曾我健吾
		富田静男
		小関よし子
飼育栽培第2係長	林定治	
		佐藤貞男
		山崎友吉
動物衛生係長(兼)	山田淳三	
		塩見美緒子
		北爪雅之
放射線安全課長	小岩規男	
課長補佐	深見稔	
健康管理係長	福元健夫	
		若松隆
		関川富士江
安全係長	桜井保孝	
		原勢千恵子
		岩楯七郎
		山田隆
汚染処理係長	伊藤文雄	
		新井実
		中升晋司

	谷口清司		深山晴子
	鈴木富士男		中島紀子
	勝田弘子		矢口松子
	加瀬栄子		猪俣喜代野
	竹垣シズ		藤田郷子
	宮本みつ		加藤昌子
	宮岡喜代子		佐藤勝子
	庄田文夫		馬木宮子
	坂下邦雄		石渡啓子
	朽木満弘		植草豊子
	管野健夫		三島絹子
総看護婦長	石井喜久子		大内豊子
看護婦長	長田しず子		藤田文子
〃	岩本房子	検査課長(兼)	熊谷冨義
〃	小笠原しほ子	検査係長	山根昭子
〃	衛藤公子		三浦正司
看護婦	花田富美子		中島耀子
	清水琴子		大谷繁子
	庄田博子		藤田友子
	秋山己佐		大内隆三
	田中靖子	東海支所長(兼)	塚本憲甫
	小田澄江	管理室長	上滝利春
	花内美江子		須藤重雄
	野村節子		高橋正弘
	三宅文代	研究室長	

4. 昭和38年度職員海外出張

氏名	所属	出張先	期間	備考
一井昭五	生理病理研究部	アメリカ合衆国(Worcester Foundation for Experimental Biology)	36. 6. 4～39. 6. 3	
安田徳一	遺伝研究部	アメリカ合衆国 (University of Wisconsin)	36. 8.10～39. 6. 9	
山崎秀郎	化学研究部	カナダ(National Research Council of Canada)	36.11.28～39. 3.25	
白沢春之	生理病理研究部	西ドイツ (Universität Tübingen)	37. 1.27～39. 9.26	
小栗幹郎	環境衛生研究部	カナダ (McMaster University, Hamilton College)	37. 8.30～38.12. 5	
松島美一	薬学研究部	アメリカ合衆国 (Illinois Institute of Technology)	37. 8.31～39. 5.31	37年度原子力留学生
春日猛	生理病理研究部	アメリカ合衆国 (The American Cancer Society)	37. 9. 1～39. 8.31	
山崎幹夫	環境衛生研究部	アメリカ合衆国 (University of Minnesota)	37. 9. 3～39. 3. 2	フルブライト留学生

斎藤むら子	技術部放射線安全課	アメリカ合衆国 (Columbia University)	37. 9.15～39. 2.14	
塩見敏男	遺伝研究部	西ドイツ(Karlsruhe Kernforschungszentrum)	37.10.15～38. 9.12	交換留学生
坪田博行	化学研究部	アメリカ合衆国) University of Maryland)	37.11.17～39.11.16	
小野浄治	化学研究部	アメリカ合衆国 (Brandeis University)	37.12.27～39. 1. 4	フルブライト留学生
新発田杏子	障害基礎研究部	西ドイツ(Universität Freiburg)	38. 3.28～39. 3.28	
中井斌	遺伝研究部	アメリカ合衆国 (University of California)	38. 6.26～40. 6.25	フルブライト留学生
大山ハルミ	臨床研究部	アメリカ合衆国 (Columbia University)	38. 7. 3～39. 9. 2	
永井輝夫	臨床研究部	欧米各国の視察，調査および核医学国際シンポジウム出席	38. 9.21～39.11. 5	「アイソトープ開発利用調査団」の一員として
川島勝弘	物理研究部	イギリス(Christie Hospital, Holt Radium Institute)	38.10.12～39. 8.30	37年度原子力留学生
中西宥	遺伝研究部	アメリカ合衆国 (Pasadena Foundation for Medical Research)	38.10.14～39.11. 3	国際細胞学会出席
渡辺博信	環境衛生研究部長	オーストリア，ウイーン，IAEA，「緊急事態における環境モニタリングに関するパネル」	38.10.14～39.11. 3	
田中栄一	物理研究部	オーストリア，ウイーン，IAEA，「低レベル放射能測定の標準化に関する国際パネル」	38.10.14～39.11.23	
平嶋邦猛	遺伝研究部	イギリス(Christie Hospital, Holt Radium Institute)	38.10.26～39. 9.22	37年度原子力留学生
伊沢正実	化学研究部長	イギリス，ロンドン(国際放射線防護委員会第Ⅱ専門委員会)	38.11.27～39.12.18	
渡部郁雄	遺伝研究部	アメリカ合衆国 (University of Rochester)	38.12. 4～39.12. 3	
舘鄰	生物研究部	イギリス(Royal Cancer Research)	39. 1.20～40. 1.10	
山下幹雄	環境衛生研究部	アメリカ合衆国 (University of California)	39. 1.20～39.12.16	37年度原子力留学生
塚本憲甫	所長	スイス，ジュネーブ（第13回国連科学委員会）	39. 2.20～39. 3.11	日本政府代表
佐伯誠道	環境衛生研究部	スイス，ジュネーブ（第13回国連科学委員会）	39. 2.20～39. 3.13	日本政府代表代理
田口茂敏	生物研究部	アメリカ合衆国 (Washington State University)	39. 2.22～40.2. 21	
熊取敏之	臨床研究部	マーシャル群島	39. 2.23～39. 3.18	「被曝住民医学調査団」に参加

5. 昭和38年度人事異動表

行政職（一）

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
企画課	[redacted]	38. 4. 1	採用
技術課		〃	文部省より
事務課		〃	厚生省より
企画課		38. 7.16	採用
事務課		〃	〃
事務課			
医事係長		38.10. 1	厚生省より
企画課長		38.10.25	〃
技術課		38.11. 1	採用
医務課		39. 1.13	〃
庶務課		39. 2. 1	〃
管理部長		39. 3. 1	科学技術庁より
企画課		39. 3. 2	採用
会計課		〃	

個人情報保護の為、非公開

行政職（二）

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
東京連絡事務所	[redacted]	38. 4. 1	採用
放射能検査課		38. 5. 1	〃
事務課		38. 5.16	〃
技術課		〃	〃
会計課		38. 6. 1	科学技術庁より
〃		38. 7. 1	採用
検査課		〃	〃
技術課		38. 8. 1	採用
医務課		38.10.16	〃
庶務課		38.12. 2	〃
医務課		39. 1.13	〃
〃		39. 3.16	〃

個人情報保護の為、非公開

研究職

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
物理研究部	[redacted]	38. 4. 1	採用
〃		〃	〃
〃		〃	〃
化学研究部		〃	〃
〃		〃	〃
障害基礎研究部		〃	〃
化学研究部		〃	〃
薬学研究部		〃	〃
物理研究部		〃	〃
環境衛生研究部		〃	〃
障害基礎研究部		〃	〃
環境衛生研究部		〃	〃
障害基礎研究部		〃	〃
生物研究部		〃	〃
障害基礎研究部		〃	〃
生理病理研究部		〃	〃
臨床研究部		〃	経済企画庁より
物理研究部		38. 4.16	文部省より
臨床研究部		38. 6.16	採用
障害基礎研究部		38. 7. 1	〃
臨床研究部		38. 7. 1	文部省より
〃		38. 7.16	採用
障害基礎研究部		38. 8. 1	〃
臨床研究部		38. 9. 1	〃
薬学研究部		38.10. 1	文部省より
生理病理研究部		〃	採用
環境衛生研究部		〃	〃
生物研究部		38.10. 7	〃
環境衛生研究部		38.11. 1	文部省より
物理研究部		38.12. 1	採用

個人情報保護の為、非公開

医療職（一）

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
医務課医師	[redacted]	38. 5. 1	文部省より

医療職（二）

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
医務課	[redacted]	38. 5. 1	採用

医療職（三）

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
看護婦	[redacted]	38. 4. 1	厚生省より
〃		38. 7. 1	〃
〃		38. 8. 1	採用
〃		38. 8.23	〃
〃		38. 9. 1	厚生省より
〃		〃	〃
〃		〃	採用
〃		38.12. 1	厚生省より
〃		39. 3. 1	〃
看護婦長		39. 3. 2	採用

個人情報保護の為、非公開

6. 昭和38年度退職および転出者名簿

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
生物研究部	個人情報保護の為、非公開	38. 4. 1	厚生省へ
事務課		〃	〃
技術課長補佐		〃	〃
障害基礎研究部		38. 4. 3	辞職
看護婦長		38. 4.30	〃
医務課医師		38. 5. 1	文部省へ
技術課		38. 5.16	〃
臨床研究部		38. 6.16	〃
会計課		38. 7.31	辞職
看護婦長		38. 8.16	厚生省へ
看護婦		38. 9.30	辞職
臨床研究部		〃	〃
事務課医事係長		38.10. 1	厚生省へ
放射能検査課		〃	科学技術庁へ
企画課長		38.10.25	厚生省へ
看護婦	個人情報保護の為、非公開	38.10.31	辞職
事務課会計係長		38.11.22	死亡
庶務課		38.11.30	辞職
企画課		38.12.31	〃
看護婦		38.12.31	〃
〃		39. 1. 1	厚生省へ
生物研究部		39. 1.31	辞職
化学研究部		〃	〃
看護婦		〃	〃
〃		〃	〃
養成訓練部		〃	〃
企画課		39. 2.15	〃
管理部長		39. 3. 1	厚生省へ
看護婦		39. 3.31	辞職
〃		〃	〃
環境衛生研究部		〃	〃

7. 昭和38年度外来研究員名簿

氏名	所属研究部	研究課題	研究期間	備考
和田昭允	化学研究部	流動二色性の方法によるDNA蛋白質溶液の物性物理の研究	38. 7.16～38.11.15	東京大学理学部講師
前川杏二	障害基礎研究部	神経系に及ぼす放射線の影響に関する研究	38. 3.16～39. 3.31	東京大学医学部助手
梅津武司	環境衛生研究部	河川，海洋セディメントによる放射能浄化作用の研究	38. 7.16～39. 3.31	農林省内海区水産研究所

8. 昭和38年度研究生名簿

所属研究部	氏名	期間	備考
薬学	中村裕	38. 4. 1～39. 3. 31	塩野義製薬(株)社員
臨床	北村知子	38. 4. 1～39. 2. 28	東京大学医学部沖中内科研究生
化学	木島博正	38. 4. 8～38. 5. 7	東京大学数物系大学院学生
〃	郷信正	38. 4. 8～38. 5. 7	〃
〃	河本栄一	38. 4. 25～39. 3. 31	千葉大学学生
薬学	岡正己	38. 5. 1～39. 4. 30	田辺製薬(株)社員
物理	後藤健	38. 5. 1～39. 3. 31	東京理科大学応用物理学科(学生)
臨床	小池幸子	38. 5. 10～39. 4. 9	千葉大学附属診療X線技師学校学生
生物	石橋信義	38. 5. 1～39. 6. 30	農林省農事試験場農林技官

生物	青木一子	38. 6. 1～39. 5. 31	千葉大学文理学部研究生
薬学	G. A. Meltzer	38. 6. 1～38. 9. 1	コーネル医大講師
臨床	木全心一	38. 6. 1～39. 5. 31	東京大学医学部中尾内科助手
〃	岡野道子	38. 6. 1～39. 5. 31	〃
遺伝	沖垣達	38. 6. 3～39. 6. 2	国際基督教大学自然学科講師
臨床	井石哲哉	38. 6. 16～38. 9. 15	長崎大学医学部高岡内科
〃	杉原寿彦	38. 6. 17～38. 9. 6	日本大学医学部大学院学生
〃	平間石根	38. 6. 17～38. 9. 16	〃
生物	中沢和子	38. 7. 1～39. 3. 31	東京大学理学部植物学教室研究生
環境衛生	村越勇	38. 7. 15～39. 3. 15	千葉大学薬学部生薬学教室助教授
〃	生田安喜良	38. 8. 1～38. 8. 31	東京大学薬学部学生
臨床	石原明夫	38. 8. 19～38. 11. 18	順天堂大学大学院学生
生理病理	寺島東洋三	38. 9. 1～39. 3. 31	千葉大学医学部細菌学科助手
生物	新井良一	38. 9. 15～39. 3. 31	国立科学博物館文部教官
技術	堀祐司	38. 9. 1～38. 11. 31	
臨床	大坪嘉昭	38. 10. 1～39. 3. 31	長崎大学医学部大学院学生
〃	高岡義行	38. 11. 20～39. 2. 19	順天堂大学医学部大学院学生
生理病理	藤田哲夫	38. 12. 1～39. 11. 30	日本医大第1産婦人科研究生
臨床	奥田博昭	39. 1. 1～39. 3. 31	順天堂大学医学部大学院学生
〃	斎藤秀雄	39. 2. 1～39. 6. 15	〃
技術	長内忠亮	39. 3. 1～39. 3. 31	弘前大学文理学部文部教官
化学	大綱保司	39. 3. 2～39. 9. 2	
薬学	後藤百子	39. 3. 23～40. 3. 31	田辺製薬(株)社員

38年

9. 職員研究発表一覧

A 論　文

（　）内は所外の共同研究者

発表者	題目	発表年月	発表誌	巻	号	頁	備考
〔物理研究部〕							
橋詰　雅　加藤義雄 丸山隆司	新しい工業用X線表示方法に伴なう遮蔽方法について		日本非破壊協会雑誌				投稿中
橋詰　雅　加藤義雄 野田博治　丸山隆司	生殖腺被曝線量への照射の影響	1964. 1.	日本医学放射線学会雑誌	23	10	1165～1172	
飯沼　武	ヒューマン・カウンターによる人体内放射能の定量	1963. 5.	第5回日本アイソトープ会議報文集	1			
飯沼　武	Operating characteristics of large diameter photomultipliers I. scintillation spectrometric performance	1963. 6.	Japanese Journal of Applied Physics	2	6	337	
飯沼　武	Operating characteristics of large diameter photomultipliers Ⅱ. noise	1963.10.	Japanese Journal of Applied Physics	2	10	652	
飯沼　武 野原功全 永井輝夫*市川竜資**	Calibration of cesium-137 content in the human body	1963. 5.	Nature	198	4880	604	*臨床研究部 **環境衛生研究部
稲田哲雄 (P. L. Macklin) (J. H. Gibbons)	Neutron capture cross sections near 30 KeV using a Moxon-Rae detector	1963	Nuclear Physics		43	353～362	
加藤義雄	α放射性物質による決定臓器吸収線量の研究（Ⅰ）	1963.10.	日本医学放射線学会雑誌	23	7	871～878	
河内清光 高久祐治	水ファントム中の中性子束分布	1964. 3.	日本医学放射線学会雑誌	23	12	1488～1492	
田中栄一 丸山隆司	On the statistical nature of backgrounds of low background counters		原子力学会誌				投稿中
田中栄一　平本俊幸 丸山隆司	Beta-spectroscopy of low level samples by a coincidence type scintillation spectrometer		原子力学会誌				投稿中
〔化学研究部〕							
藤田　斉 伊沢正実	硫酸バリウムゾルの安定度に及ぼすγ線照射の影響	1963.10.	日本化学雑誌	84	10	779～783	
沢田文夫 鈴木堅之	Streptomycin-sensitive and resistant ribsomes of *Diplococcus pneumoniae*	1964	Biochimica et Biopysica Acta	80	1	160～163	
山崎秀郎 (R. J. Cvetanovic)	Collisional deactivation of the excited states of oxygen atoms	1963.11.	Journal of the Chemical Physics	39	7	1902～1903	
山崎秀郎 (R. J. Cvetanovic)	Isotopic exchange of the excited oxygen atoms with CO_2^{18} and their collisional deactivation	1964. 1.	Journal of the Chemical Physics	40	2	582～585	
〔生物研究部〕							
青木一子*	キンギョの頭腎内にある造血組織に及ぼすX線全身照射の影響	1963.10.	動物学雑誌	72	10	283～288	*研究生
江上信雄	Studies on variation in number of anal fin rays in *Oryzias latipes*. Effect of X-irradiation	1963. 9.	Copeia	1963	3	592～593	
江藤久美	フナの黒色素胞およびその調節神経の機能に対する放射線の影響	1963.10.	動物学雑誌	72	10	277～282	

江藤久美	X線照射によるキンギョしりびれの移殖片脱落時間の延長(予報)	1963. 10.	動物学雑誌	72	10	293～294		
江藤久美 江上信雄	Effect of hypophysectomy adrenalectomy on the length survival time after X-irradiation in the goldfish, *Carassius auratus*	1963. 7.	Proceedings of the Japan Academy	39	7	503～506		
江藤久美 江上信雄	Responses to Na^+, K^+, atropine and adrenaline of melanophores induced by X-irradiation in the fin of the goldfish, *Carassius auratus*	1963. 9.	Annotationes Zoological Japonenses	36	3	133～139		
田口茂敏	Adenosinetriphosphate content and lactic acid proceeding of normal and 2,4-dinitrophenol-treated embryos of the toad, *Bufo vulgaris*	1964. 4.	Annotationes Zoological Japonenses	37	1	33～40		
〔遺伝研究部〕								
稲垣弘子 仲尾善雄	Modification of X-ray induced visible mutation frequencies by chromosome structure	1963. 12.	Drosophila Information Service	38		88		
仲尾善雄　山口英子 町田勇	The effect of chronic irradiation on sex-linked lethal mutation pregnencies in *D. melanogaster*	1963	Drosophila Information Service	38		90		
仲尾善雄　山口英子 町田勇	放射線誘発突然変異率を左右する諸要因の研究	1964. 2.	文部省班研究報告集録放射線影響篇総合研究	38年集録13		93		
仲尾善雄　山口英子 町田勇	合成培地を用い metabolic analogue によるショウジョウバエにおける突然変異誘発の可能性	1963	東洋レーヨン科学技術研究助成報告					
仲尾善雄　山口武雄 山口英雄　町田勇 中沢透	細胞の放射線感受性を左右する要因	1964. 2.	文部省班研究報告集録放射線影響篇総合研究	38年集録13		148		
仲尾善雄　山口英雄 町田勇　稲垣栄一 森岡美子	Chemical mutagenesis における crosslinking の意義	1964	総合研究報告化学物質による突然変異生成機構の研究			88～94		
中西宥　加藤旌夫* 岩崎民子*	Inhability effects of chloramphenicol on the histogenetic aggregation of dissociated cells	1964. 1.	Japanese Journal of Genetics	38	4	257～260	*	生物研究部
中西宥 加藤旌夫*	局部照射を受けた細胞における染色体の行動	1964. 2.	文部省班研究報告集録放射線影響篇総合研究	38年集録13		105	*	生物研究部
中西宥　岩崎民子* 加藤旌夫*	カイコの精原細胞の分裂増殖と放射線感受性	1964. 2.	文部省班研究報告集録放射線影響篇総合研究	38年集録13		114～115	*	生物研究部
中井斌 佐伯哲哉	Induction of mutation by photodynamic action in *Escherichia coli*	1964. 2.	Genetic Research	5	1	158～161		
中井斌 佐伯哲哉	放射線誘発突然変異の生成機構に関する分子遺伝学的研究	1964. 2.	文部省班研究報告集録放射線影響篇総合研究	38年集録13		108～109		
塩見敏男	Effect of penicillin feeding on the reduction of radiation induced mutation rate in *Drosophila melanogaster*	1963. 9.	Genetic Today: Proceedings of the XI International Congress of Genetics	1		71		
戸張厳夫 根井正利	Genetic effects of X-rays on the quantitative characters in a heterogeneous population	1963. 12.	Drosophila Information Service		38	83～84		
〔生理病理研究部〕								
小林森　矢後長純 森崎益雄　一井昭五 松葉三千夫	*In vivo* effect of corticotropin activity of the phosphorylase of rat adrenal	1963. 8.	Steroids (U.S.A.)	2	2	167～174		

松葉三千夫 矢後長純 小林 森 森崎益雄	胎盤におけるステロイドの生合成	1964. 1.	日本内分泌学会雑誌	39	10	948～951	
島 澄 夫 松葉三千夫	副腎皮質ステロイドホルモン産生能に及ぼす放射線の影響に関する研究	1963. 8.	日本生理学雑誌	25	8	377～382	
島 澄 夫 松葉三千夫	Effect of X-irradiation on adrenal function in rats	1964.	Japan Science Review Medical Sciences	11	3		印刷中
		1964.	Steroid(U. S. A.)				投稿中
島 澄 夫 松葉三千夫	Effect of X-ray on adrenal cortex in rats	1964.	Nuclear Science Abstracts(U.S.A.)				印刷中
寺島東洋三 (K. L. J. Tolemach)	Variations in several responses of HeLa cells to X-irradiation during the division cycle	1964. 1.	Biophysical Journal	3		11～33	
寺島東洋三 (K. L. J. Tolemach)	Growth and nucleic acid synthesis in synchronously dividing populations of HeLa cells	1964. 4.	Experimental Cell Research	30		344～362	
寺島東洋三 (K. L. J. Tolemach)	X-ray sensitivity and DNA synthesis in synchronous populations of HeLa cells	1964. 5.	Science	140		490～492	
矢後長純 松葉三千夫	Corticosterone の微量定量法について	1964. 1.	ホルモンと臨床	12	1	53～59	
矢後長純 小林 森 森崎益雄 一井昭五 松葉三千夫	*In vivo* effects of corticotropin on the effective concentration of phosphorylase and glucose-6-phosphate dehydrogenase in rat adrenal	1963. 8.	Steroids (U. S. A.)	2	2	175～183	
矢後長純 小林 森 松葉三千夫	Effect of whole-body X-irradiation on rat liver α-glucan phosphorylase activity		Jikei Medical Journal				印刷中
矢後長純 森崎益雄 小林 森 松葉三千夫	*In vivo* effects of corticotropin on the contents of pyridine nucleotides in rat adrenal		Jikei Medical Journal				印刷中
[障害基礎研究部]							
門間汎美 中村 弥 江藤秀雄	Effet de la saignée fréquente sur la teneur en sérotonine du sang chez le lapin	1963.11.	Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie				印刷中
村松 晉 早川純一郎 山田淳三 土屋武彦	近交系ならびにその正逆交配から得られた F_1 マウスにおける骨格の変異	1963.10.	実験動物	13	1		印刷中
松岡 理 土屋武彦 江藤秀雄	消化官機能に及ぼす放射線の影響 第1報 腹窓法による家兎消化管障害の観察	1964. 3.	日本医学放射線学会雑誌	24	2		印刷中
中村 弥 新発田杏子 門間汎美 江藤秀雄	Effet des rayons X sur la teneur en sérotonine du sang chez le lapin	1964. 1.	Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie				印刷中
中村 弥 新発田杏子 門間汎美 根井正利 江藤秀雄	Rythme duirnal de la teneur sérotonine du sang chez le lapin	1963.11.	Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie				印刷中
佐藤文昭	アミノ酸配列の統計	1964. 2.	生化学	36	6		印刷中
佐藤文昭	放射線と寿命についての考察(4) 放射線障害の模型化	1964. 4.	日本医学放射線学会雑誌	24	3		印刷中
佐藤文昭 中村 弥 土橋創作 新発田杏子 江藤秀雄	放射線と寿命についての考察(3)	1963. 6.	日本医学放射線学会雑誌	23	3	322	
土屋武彦 早川純一郎 村松 晉 江藤秀雄	Radiosensitivity and thyroid function in mice	1963. 6.	Radiation Research	19	2	316	
[薬学研究部]							
赤星三弥	放射線防護物質の合成 (transtriazolination と transoxazolination)	1963.11.	化学	18	11	1072~1074	

赤星三弥	放射線防護物質の合成 2-および3-aminoalkanthiol の heterocyclic analog の合成	1964. 1.	化学	19	1	92～94	
赤星三弥	放射線防護物質と mercaptoalkylamine の反応	1964. 4.	化学	19	4	396～398	
赤星三弥 (加藤俊雄)	Benzo[a] quinolizine 誘導体の合成研究	1963. 11.	薬学雑誌	83	11	1067～1072	
日野亨 (山田俊一 小川清美)	The reductive cyclization of 1-methy 1-3-aminoalicyloxindoles with lithium hydride	1963. 5.	Chemical & Pharmaceutical Bulletin	11	5	674～678	
日野亨 (山田俊一)	Total synthesis of(±)-Folicanthine	1963. 10.	Tetrahedron Letters		25	1757～1760	
日野亨 (山田俊一 モーセン・オマール)	Studies on thionamides I. synthesis of N-(2-arylethyl)-thionamides and their infrared absorption spectra	1964. 2.	Chemical & Pharmaceatical Bulletin	12	2	244～249	
松島美一	Determination of complex stability constants by ion exchange method	1963. 5.	Chemical & Pharmaceutical Bulletin	11	5	566～570	
色田幹雄 玉置文一	Influence of X-irradiation on zinc-65 uptake of testes in mice	1963. 7.	Radiation Research	19	3	419～428	
色田幹雄 玉置文一	20-oxo reduced derivatives of progesterone produced from progesterone in normal rat testes *in vitro*	1963. 8.	Endocrinologica Japonica	10	2	144～145	
色田幹雄 玉置文一 (新井良一)	*In vitro* bioconversion of progesterone-4-C^{14} to 17α-hydroxyprogesterone and androst-4-ene-3, 17-dione in testicular tissue of tribolodon hakinensis Grunther	1964. 2.	General and Comparative Endocrinology	4	1	68～73	
玉置文一 色田幹雄	A simple method of recording ultra-violet light absorbing spots on paper chromatograms	1963. 6.	Steroids	1		684～688	
若林克己	Enzymatic hydrolysis of L-prolyl-β-naphthylamide and a colorimetric assay method for prolylpeptide hydrolase activity	1964. 3.	Journal of Biochemistry	55	3	244～253	
〔環境衛生研究部〕							
市川竜資 榎本好和 (酒井文徳)	Strontium and calcium reabsorption in renal tupules of the newt, *Triturus pyrrhogaster*	1964. 4.	Science	144	3616	53～54	
樫田義彦 岩倉哲男 森崎尚子	液体シンチレーション・スペクトロメーターによる^{14}C, ^{3}H の測定IV. Discriminator ratio 法による測定効率の決定	1963. 5.	第5回日本アイソトープ会議報文集		3	84～86	
小口雄康 阿部史朗	Automatic counter and sizer による浮遊塵の粒度測定	1964. 3.	産業環境工学				印刷中
小口雄康 阿部史朗 (鈴木伸)	自動粒度測定器の性能試験	1963. 11.	分析化学	12	11	1063～1065	
小栗幹郎	Rectal grands of marine and fresh water sharks: comparative histology		Science	114	3622	1151～1065	
小栗幹郎 (P. F. Nace)	Nuclear material in Amphiuma cytoplasm		Revue Canadienne de Biologie	23	1	17～20	
小栗幹郎 (P. F. Nace)	Blood sugar and adrenal histology of the goldfish after treatment with mammalian adrenocorticotrophic hormone		Canadian Journal of Physiology and Pharmacology				投稿中

(酒井文徳) 榎本好和	Uber eine Perfusionsmethod am einzellnen Nieren-Tubulus und ihre Anwandung für die Analyse der Electrolyt-Rückresorption *in vivo*		Archives internationales de Pharmacodynamie et de Therapie				印刷中
佐伯誠道　小柳卓 田中義一郎*富川昭男*	Assay of strontium-90 in human bone in Japan 1961～1963	1964.	Journal of Radiation Reserch	5	2	19～22	* 放射能検査課
山下幹雄 渡辺博信	フォールアウト試料のγ線スペクトロメトリー	1963. 10.	日本原子力学会誌	5	10	823～827	
山下幹雄　松田節子 渡辺博信	フォールアウトによる外部線量と建造物による防護効果		日本原子力学会誌				投稿中
山崎幹夫 (E. Leete)	The incorporation of tryptophan into ibogaine		Tetrahedron Letters				印刷中
[臨床研究部]							
荒居龍雄	硝子細桿線量計による線量測定	1963. 9.	日本医学放射線学会雑誌	23	6	753～772	
石原隆昭 (A. A. Sandberg L. H. Crosswhite G. F. Keepf)	XYY genotype	1963. 3.	New England Journal of Medicine	268	11	585～589	
石原隆昭 (Y. Kikuchi A. A. Sandberg)	Chromosomes of twenty cancer effusions : Cornalation of haryotypic, clinical, and pathologic aspects	1963. 6.	Journal of National Cancer Institute	30	6	1303～1361	
石原隆昭 (A. A. Sandberg)	Chromosome constitution of diploid and pseudodiploid cells in effusions of cancer patients	1963. 7	Cancer	16	7	885～895	
石原隆昭 (A. A. Sandberg G. E. Moore J. W. Pickren)	Unusually high polyploidy in a human cancer	1963. 10.	Cancer	16	10	1246～1254	
石原隆昭 (A. A. Sandberg Y. Kikuchi L. H. Crosswhite)	Chromosomal differences among the acute leukemias	1964. 2.	Annals of the New York Academy of Sciences	113	2	663～716	
永井輝夫	^{85}Sr の臨床診断的利用	1963. 5.	第5回日本アイソトープ会議報文集	4		172～174	
永井輝夫	ヒューマンカウンターの臨床診断的利用	1963. 5.	第5回日本アイソトープ会議報文集	1		143～149	
永井輝夫	^{125}I の医学的利用；シンチスキャンニング，コンタクトテレオートラジオグラフィおよびミクロオートラジオグラフィへの応用	1963. 5.	ラジオアイソトープ	12	5	91～100	
永井輝夫	Application of human whole body counters in nuclear medicine	1963. 8.	ラジオアイソトープ	12	3	301～310	
永井輝夫	*In vivo* counting による診断	1963. 9.	日本内科学会誌	52	6	590～597	
永井輝夫	ヒューマンカウンターによる定期性四肢麻痺患者の身体総カリウム測定	1963. 10.	医用電子と生体工学	1	4	601～63	
永井輝夫	*In vivo* counting of ^{85}Sr in studies of calicum metabolism and bone lesions	1963. 11.	ラジオアイソトープ	12	4	373～377	
永井輝夫	Preliminary studies with ^{75}Se-methionine for clinical diagnosis of pancreas tumor	1963. 11.	ラジオアイソトープ	12	4	378～383	
永井輝夫	ヒューマンカウンターによるカリウム代謝の研究	1964. 1.	日本臨床	22	1	123～128	

(杉田元宣) 福田信男	遺伝子制御の論理回路論による解析とスイッチ回路モデルによる simulation	1963. 10.	一橋大学研究年報自然科学研究	5			
(杉田元宣) 福田信男	論理回路系を用いた解析と分子生物学Ⅲ，調節遺伝子および作動遺伝子の定常状態とその切替	1963. 11.	小林理学研究所報告	13	1～2	27～35	
(杉田元宣) 福田信男	Functional analysis of chemical system *in vivo* using a logical circuit equivalent Ⅲ. Analysis using a digital circuit combined with an analogue computer	1964. 2.	Journal of Theoretical Biology	5		412～425	
田中茂	甲状腺機能検査	1963. 8.	臨床検査			485～489	
田中茂	肝再生のアイソトープシンチグラム		医学の歩み				印刷中
〔病院部〕							
田崎瑛生	放射線療法のあり方	1963. 10.	臨床放射線	8	10	727～735	
田崎瑛生　荒居龍雄 尾立新一郎　山下泰徳 (真柄正直)	リンパ節造影の放射線治療への応用	1963. 8.	臨床放射線	8	8	575～581	

B　口　　頭　　（　）内は所外の共同研究者

発表者	題目	発表年月	学会	場所	備考
〔物理研究部〕					
橘詰雅	放射性同位元素による特殊グループおよび一般人の受ける線量の推定に関する研究	1963. 11.	第5回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
橘詰雅	診断用X線による骨髄線量の推定(中間報告)	1963. 11.	第5回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
橘詰雅　田中栄一 丸山隆司　伊沢正実* 河村正一*　織田昌平* (長岡省吾)	広島，長崎の原爆投下時の速中性子線束の推定，その1，Coの誘導放射能による速中性子線束の推定	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	* 化学研究部
橘詰雅　田中栄一 丸山隆司　伊沢正実* 河村正一*　織田昌平*	広島，長崎の原爆投下時の速中性子線束の推定，その3，同時計数計β線シンチレーションスペクトロメーターによる微量^{60}Coの測定	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	* 化学研究部
飯沼武 石原十三夫	γ-scintillation spectrometer の stability control	1964. 4.	応用物理学会	中央大学	
伊藤進 田中栄一	NaI シンチレーション検出器に及ぼす宇宙線の影響	1964. 4.	応用物理学会	中央大学	
稲田哲雄　佐方周防 松沢秀夫	接着された5″ϕ×2″ NaI crystal のレスポンス	1963. 10.	日本物理学会	大阪市立大学	
松沢秀夫　星野一雄 川島勝弘　佐方周防 稲田哲雄	2次電子に関する研究(第2報)	1963. 4.	日本医学放射線学会総会	大阪ガスビル	
松沢秀夫　星野一雄 川島勝弘　佐方周防 稲田哲雄	高エネルギーX線電子線の吸収線量	1963. 11.	日本医学放射線学会関東部会	東京がんセンター	
中島敏行　加藤義雄 橘詰雅　(神山雅英)	NaI の着色効果の利用	1963. 10.	応用物理学会	福井大学	
野原功全　飯沼武 石原十三夫	ヒューマンカウンタア用大型プラスチックシンチレータの特性	1963. 10.	応用物理学会	福井大学	

田中栄一 平本俊幸	対数特性パルス増幅器	1963. 10.	応用物理学会	福井大学	
田中栄一 平本俊幸	対数増幅器をそなえた低バックグラウンドβ線スペクトロメーター	1964. 4.	応用物理学会	中央大学	
田中栄一　平本俊幸 野原功全	二重螢光層を用いた低バックグラウンドβ線シンチレーションスペクトロメーター	1964. 4.	応用物理学会	中央大学	
〔化学研究部〕					
藤田　斉　山上啓子 森口恵津子　鈴木孜之	Photodynamic action の研究(Ⅰ) アクリジン系色素の存在下における肺炎球菌の型転換 DNA の不活性化	1963. 10.	日本遺伝学会第35回大会	東京大学	
藤田　斉　森口恵津子 山上啓子　鈴木孜之 (和田昭允)	Photodynamic actionの研究(Ⅲ) 型質転換 DNA の不活性化の作用スペクトルおよび塩基の変化	1964. 4.	日本化学会第17回年会	東京大学	
伊沢正実　河村正一 橘詰　雅*　田中栄一* 織田昌平　丸山隆司*	広島，長崎の原爆投下時の速中性子線束の推定，その2，被曝鉄材中のコバルトの化学分析およびその検討	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	* 物理研究部
河村正一 伊沢正実	薄層クロマトグラフ法による放射性核種の迅速分離について	1963. 9.	第7回放射化学討論会	東北大学	
(L. Grossman) 小野浄治	The effects of ultraviolet light on nucleic acid coding system	1964. 2.	18th Annual Symposium on Fundamental Cancer Research, "Cellular Radiation Biology"	University of Texas	
沢田文夫	チオウラシル存在下で合成された異常β-ガラクトシターゼの性質	1963. 4.	第124回日本生化学会関東支部例会	東京大学	
山上啓子　森口恵津子 藤田　斉　鈴木孜之 (和田昭允)	Photodynamic action の研究(Ⅱ) DNA とアクリジンオレンジの結合状態	1964. 4.	日本化学会第17回年会	東京大学	
渡利一夫　小柳　卓* 伊沢正実	水酸化鉄形イオン交換樹脂に対する長寿命核種の挙動	1963. 9.	第7回放射化学討論会	東北大学	* 環境衛生研究部
渡利一夫　小柳　卓* 伊沢正実	海水中の放射性核種の捕集について	1963. 11.	第5回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	* 環境衛生研究部
渡利一夫　坪田博行 伊沢正実	カラムクロマトグラフィによる希土類元素の分離	1963. 11.	日本分析化学会第12年会	金沢大学	
〔生物研究部〕					
(青木一子)*	キンギョの頭腎内造血組織に及ぼすX線照射の影響	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	* 研究生
江上信雄	新しい実験分類学と遺伝学	1963. 4.	日本動物分類学会例会特別講演	国立科学博物館	
江上信雄	硬骨魚の第二次性徴発現機構に関する実験的研究	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	学会賞受賞講演
江上信雄	淡水魚で行なわれた種形成に関する研究	1963. 11.	科学博物館講演会	国立科学博物館	
江上信雄	雄性物質によってひきおこされた細胞分裂に対するX線の影響	1964. 2.	ホルモン作用に関する討論会	東京大学	
江上信雄	内分泌学と放射線影響（特に魚類を用いた研究）	1964. 2.		宮内庁	陛下へのご進講
江上信雄	ホルモンと放射線	1964. 3.	細胞内分泌シンポジウム	大磯ホテル	
江上信雄 兵藤泰子	メダカの卵母細胞に対するX線照射の影響	1963. 10.	日本遺伝学会第35回大会	東京大学	
江上信雄 (大島たま代)	雄性物質による魚類の第二次性徴出現に対するX線の抑制効果	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	
江上信雄　兵藤泰子 江藤久美	メダカの卵母細胞発達に対するX線の影響	1964. 2.	文部省科学研究費総合研究班会議	学士会館	

江藤久美	魚類の黒色素胞の調節機構に対する放射線の影響Ⅲ	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	
江藤久美　江上信雄 兵藤泰子	被照射メダカにおける線量一致死関係とそれに影響を与える諸要因Ⅱ，水温の影響	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	
兵藤泰子	被照射キンギョの腸の組織学的変化とそれに及ぼす水温の影響	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	
兵藤泰子 (青木一子)	X線照射を受けたキンギョの腸の組織学的研究	1963. 4.	日本動物学会第16回関東支部大会	東京大学	
岩崎民子	アルテミア乾燥卵の分割照射の効果	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	
岩崎民子　中西宥* 加藤旌夫	アルテミア乾燥卵の発生における核の変化と放射線感受性	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	* 遺伝研究部
加藤旌夫　中西宥* 岩崎民子	カイコの精母細胞に及ぼす紫外線マイクロビームの影響	1963. 10.	日本遺伝学会第35回大会	東京大学	* 遺伝研究部
加藤旌夫　中西宥* 岩崎民子	分離細胞の組織再形成能に及ぼす放射線および薬物の影響	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	* 遺伝研究部
(木下治雄) 藤井良三 (藤井佳子)	電子顕微鏡による色素胞活動の研究	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	
中沢透 (安増郁夫)	アルテミア卵における蛋白合成	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	
中沢透 (安増郁夫)	アルテミア卵RNA-^{32}Pの孵化への影響について	1964. 2.	文部省科学研究班会議放射線影響班	東京大学	
中沢透 新津せつ子	グリセリン処理ミトコンドリアの収縮と破壊	1963. 10.	第36回日本生化学会総会	東京大学	
中西宥*　加藤旌夫 岩崎民子	カイコの精原細胞の放射線感受性	1963. 10.	日本遺伝学会第35回大会	東京大学	* 遺伝研究部
(P. N. Srivastava)*	Role of thyroid in relation to raidophosphorus metabolism in goldfish	1963. 7.	日本動物学会関東支部例会	東京大学	* IAEA研究員
舘鄰 (P. N. Srivastava)*	キンギョのエラ経由ナトリウム排出に及ぼすX線照射の影響	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	* IAEA研究員
田口茂敏 仲尾善雄	γ線照射メダカ胚に対するDNPの保護作用	1964. 2.	文部省科学研究班会議放射線影響班	東京大学	
田口茂敏（安増郁夫） 仲尾善雄	X線照射動物胚に対するDNPの保護作用Ⅱ	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	
(田沢栄五郎) (大川真澄) 田口茂敏（安増郁夫）	ユムシ卵の発生にともなうDNPの効果	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	
山口武雄	ラット胸腺細胞の放射線死の解析	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	
		1964. 2.	文部省科学研究班会議放射線影響班	東京大学	
		1964. 2.	発生談話会	学士会館	
山口武雄	ゾウリムシの膜のイオン吸着と興奮生起	1963. 11.	第2回日本原生動物学会シンポジウム	法政大学	
山田武 田口茂敏	ヒキガエル胚における乳酸生成能の発生中の変化	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	

〔遺伝研究部〕

稲垣栄一 仲尾善雄	ショウジョウバエにおける放射線誘発全体—モザイク突然変異の比較研究	1963. 10.	日本遺伝学会第35回大会	東京大学
稲垣弘子 仲尾善雄	染色体の構造によるキイロショウジョウバエのX線誘発突然変異率の変化	1963. 10.	日本遺伝学会第35回大会	東京大学
今泉洋子 根井正利	無作為交配と近親婚の頻度	1963. 4.	Biometrics Society 日本支部会	東京大学

今泉洋子 根井正利	近親婚率と通婚圏の大きさ	1963.10.	日本遺伝学会第35回大会	東京大学	
岩崎民子* 中西宥 加藤旌夫*	アルテミア乾燥卵の発生における核の変化と放射線感受性	1963.10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	* 生物研究部
加藤旌夫* 中西宥 岩崎民子*	カイコの精母細胞に及ぼす紫外線マイクロビームの影響	1963.10.	日本遺伝学会第35回大会	東京大学	* 生物研究部
加藤旌夫* 中西宥 岩崎民子*	分離細胞の組織再形成能に及ぼす放射線および薬物の影響	1963.10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	* 生物研究部
仲尾善雄 山口英子 町田勇	X線誘発致死突然変異率に対する長期連続照射の影響	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	
仲尾善雄 山口英子 町田勇	精子の体内貯臓による蚕の放射線誘発可視突然変異率の変化	1963.10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	
仲尾善雄 山口英子 町田勇	Chemical mutagenes における cross linking の定義	1963. 7.	文部省総合研究班報告会	箱根強羅	
仲尾善雄 山口英子 町田勇	放射線誘発突然変異率を左右する諸要因の研究	1964. 1.	文部省総合研究班報告会	国立遺伝学研究所	
仲尾善雄 山口英子 町田勇	細胞の放射線感受性を左右する要因	1964. 2.	文部省総合研究班報告会	東京大学	
仲尾善雄 山口英子 町田勇	合成培地等による突然変異誘発の可能性	1964. 3.	東洋レーヨン科学助成発表会	国立遺伝学研究所	
中西宥	分離細胞の組織再形成能に及ぼす放射線の影響	1963. 5.	日本組織培養学会	岡山大学	
中西宥	細胞の分裂増殖に及ぼす放射線の影響	1963. 9.	日本動物学会関東支部例会	東京大学	
中西宥 加藤旌夫*	局部照射を受けた細胞における染色体の行動	1964. 1.	文部省科学研究費研究班報告会	学士会館	*生物研究部
中西宥 (牧野佐二郎)	Phase cinematography studies on the effects of radiation and some chemicals on the cell and the chromosomes	1963.10.	Symposium on the Cytogenetics of Cells in Culture Including Radiation Studies	Pasadena, California, U. S. A.	
中西宥 岩崎民子* 加藤旌夫*	カイコの精原細胞の分裂増殖と放射線感受性	1963.12.	文部省科学研究費研究班報告会	国立遺伝学研究所	*生物研究部
中西宥 岩崎民子* 加藤旌夫*	アルテミア卵の分化と細胞分裂に関する細胞学的研究	1964. 1.	文部省科学研究費研究班報告会	国立遺伝学研究所	*生物研究部
中西宥 加藤旌夫* 岩崎民子*	カイコの精原細胞の放射線感受性	1963.10.	日本遺伝学会第35回大会	東京大学	*生物研究部
根井正利	致子遺伝子の平衡頻度に及ぼす連鎖とエピスタシスの影響	1963.10.	日本遺伝学会第35回大会	東京大学	
根井正利 今泉洋子	人類集団における隔離と近交系数との関係	1963.10.	日本人類遺伝学会	順天堂大学	
中井斌 佐伯哲哉	アクリジン色素による大腸菌の光力学的突然変異誘発	1963.10.	日本遺伝学会第35回大会一般講演	東京大学	
中井斌 佐伯哲哉	アクリジン色素による光力学作用による大腸菌の突然変異の誘発	1964. 1.	文部省科学研究費研究班報告会	学士会館	
塩見敏男	放射線の遺伝的影響に対するショウジョウバエ成熟生殖細胞の感受性の差異と N_2 効果	1963.10.	日本遺伝学会第35回大会	東京大学	
塩見敏男	ショウジョウバエの N_2 前処理と放射線誘発突然変異率	1963.10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	
塩見敏男	Effect of penicillin feeding on the reduction of radiation induced mutation rate in *Drosophila melanogaster*	1963. 9.	The XI International Congress of Genetics	Hague, Netherland	
戸張厳夫 根井正利 山口英子 町田勇	遺伝的に不均一な集団の量的形質に対する放射線の影響	1963.10.	日本遺伝学会第35回大会	東京大学	

〔生理病理研究部〕					
小林　森　矢後長純 松葉三千夫	胎盤におけるC_{21}ステロイドの17α-hydroxylation に関する研究	1963. 11.	第29回日本薬理学会関東部会講演	日本医科大学	
(L. J. Tolmach) 寺島東洋三	Relation between X-ray sensitivity and DNA synthesis in synchronous populations of HeLa cells	1964. 1.	The 7th Meeting of Biophysical Society	New York U.S.A.	
松葉三千夫　矢後長純 小林　森　森崎益雄	胎盤におけるステロイドの生合成	1963. 4.	日本内分泌学会シンポジウム	大阪関電会館	
松葉三千夫　島　澄夫 矢後　長純　小林　森 森崎　益雄	Effect of X-ray on adrenal cortex in rats	1963. 3.	Second Asia and Oceania Congress of Endocrinology	Sydney, Australia	
島　澄　夫 松葉三千夫	副腎皮質ステロイドホルモン産生能に及ぼす放射線の影響について	1963. 4.	日本生理学会総会	大阪日本生命ビル	
		1963. 4.	日本内分泌学会東部部会	東京大学	
関山重孝　大谷恵子 竹内　正	電顕的オートラジオグラフィに対する臭化銀法の応用	1963. 5.	第19回電子顕微鏡学会	岡山大学	
関山重孝　島　澄夫 竹内　正	放射線照射による内分泌の変動：特に形態的変化について	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	
関　正利　関山重孝 高木長二	副甲状腺ホルモン投与に際しての腎の形態学的変化（電顕的および組織化学的研究）	1963. 9.	第6回日本腎臓学会総会	京都会館	
関　正利　関山重孝 高木長二　竹内　正	副甲状腺ホルモンの骨組織に及ぼす影響	1963. 4.	第52回日本病理学会総会	大阪大学	
関　正利　関山重孝 高木長二　竹内　正	骨に沈着した放射性ストロンチウムの除染に関する病理学的研究（第2報）	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	
寺島東洋三	HeLa 癌細胞の同調培養と放射線感受性の変化について	1963. 10.	第124回日本生化学会関東支部会	東京大学	
寺島東洋三	同調培養された HeLa 細胞の DNA 合成への X 線の効果	1963. 10.	第22回日本癌学会	岡山大学	
宇田川啓次　関　正利 関山　重孝　高木長二 楠本　五郎*竹内　正	組織培養細胞に対する放射線の影響	1964. 4.	第52回日本病理学会	大阪大学	* 臨床研究部
矢　後　長　純 松　葉　三　千　夫	Corticosterone の微量定法について	1963. 11.	日本内分泌学会東部部会シンポジウム	群馬大学	
矢後長純　小林　森 森崎益雄　一井昭五 松葉三千夫	ACTH 副腎皮質刺激機構に関する研究—ACTH の phosphorylase 活性化説に対する2，3の反証	1963. 8.	日本内分泌学会東部部会6月例会）	東京薬科大学	
〔障害基礎研究部〕					
古　川　義　宣	腸壁からの acelylcholine 遊離の因子	1963. 10.	第56回日本獣医学会	東京大学	
松　岡　　理	放射線の家兎消化管運動への影響	1963. 10.	第56回日本獣医学会	東京大学	
松　岡　　理 田　中　栄　一*	内部照射実験における体内放射能測定の新しい試み	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	* 物理研究部
門間汎美　中村　弥 新発田杏子	ウサギの血中5-HT量におよぼすX線照射の影響	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	
中村　弥　完倉孝子 小林定喜　門間汎美 江藤秀雄	家兎血清の抗酸化活性におよぼすX線の影響	1963. 4.	第22回日本医学放射線学会総会	大阪ガスビル	
南　沢　　武 土　屋　武　彦	中枢神経系におよぼす放射線の影響 Ⅰ．家兎の脳の electrical activity におよぼすX線の影響	1963. 7.	日本放線射影響学会第5回研究発表会	北海道大学	
佐　藤　文　昭	アミノ酸配列の統計的研究	1963. 12.	日本生物物理学会	東京大学	
佐藤文昭　土橋創作 新発田杏子　中村弥 江藤秀雄	部分照射による障害の模型的扱い	1963. 7	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	

土橋創作（安増郁夫）（腰原英利）	ウニ初期胚の蛋白質合成に対するγ線照射の影響	1963. 10.	日本動物学会第34回大会	九州大学	
土屋武彦（伊藤国彦，他）	バセドウ病の ^{131}I 治療における線量と効果との関係について	1963. 4.	日本内分泌学会年会	大阪関電会館	
土屋武彦（伊藤国彦，他）	Hyperfunctioning single nodule of thyroid について	1963. 4.	日本内分泌学会年会	大阪関電会館	
玉野井逸朗（川端五郎）（岡村節夫）（奥田義博）（竹中俊助）	生体内における oxytocin vasapressin の分布について	1963. 9.	日本平滑筋学会	東京銀座ガスホール	
［薬学研究部］					
花木昭	発ガン性アミノアゾ色素と肝臓蛋白質との結合について	1963. 10.	第36回日本生化学会総会	東京大学	
花木昭 山下トモコ 赤星三弥	銅錯塩によるアスコルビン酸の酸化について	1963. 11.	第18回日本薬学大会	東京薬科大学	
日野亨（山田俊一）	(±)-Folicanthine の全合成	1963. 10.	日本薬学会関東支部総会	東京大学	
中村裕 玉置文一	ラット副腎のステロイド18位水酸化酵素および11β位水酸化酵素について	1963. 10.	第36回日本生化学会総会	東京大学	
色田幹雄	放射性ラベル付化合物の薄層クロマトグラフィ	1963. 11.	日本薬学会総会“クロマトグラフィの新技術に関するシンポジウム”	東京薬科大学	
色田幹雄 玉置文一	ラット睾丸の間質細胞内顆粒におけるステロイド代謝	1963. 10.	第36回日本生化学会総会シンポジウム“細胞顆粒の生化学”	東京大学	
篠田雅人 高木良成 玉置文一	サリバ・パロチン・Aの抗原性について	1963. 10.	日本薬学会関東支部総会	東京大学	
篠田雅人 高木良成 玉置文一	サリバ・パロチン・Aによる白血球増加作用の検討	1963. 11.	第18回日本薬学大会	東京薬科大学	
篠田雅人 高木良成 国井美恵子 玉置文一	脾臓中の白血球増加性成分の検索（その2）	1963. 11.	第18回日本薬学大会	東京薬科大学	
［環境衛生研究部］					
阿部史朗 小口雄康	大気中の浮遊塵の粒度測定	1913. 12.	大気汚染測定ならびに微量分析に関する討論会	東京工業試験所	
阿部史朗 桜井保孝*	アルファ線実験棟用グローブボックスの試作	1963. 10.	日本原子力学会第1回炉工学分科会	東京大学	* 放射線安全課
阿部史朗 小口雄康 村越善次*	放射性浮遊塵の観測報告	1963. 11.	第5回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	* 放射能検査課
阿部史朗 小口雄康 松田節子（鈴木伸）	エーロゾル粒子に対する放射性ヨウ素ガス付着—2	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	
阿部史朗 α線棟建設準備委員会	アルファ線実験棟の建設—1	1963. 10.	日本原子力学会第1回炉工学分科会	東京大学	
榎本好和 市川竜資 稲葉次郎	Sr および Ca の腎臓排泄における利尿剤の影響	1963. 10.	第56回日本獣医学会	東京大学	
榎本好和 市川竜資（酒井文徳）	尿細管再吸収における Sr-Ca の差別について	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	
榎本好和（酒井文徳）（曾我部博文）	腎単一ネフロンにおける stop flow method	1963. 9.	第6回日本腎臓学会	京都会館	
市川竜資	Future estimation of radioactive fallout and radiation	1963. 11.	International Symposium on Radioactive Contamination of Human Environment	広島市原爆被爆者福祉会館	
市川竜資 阿部道子 高田直子	大豆と大豆製品の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度について	1963. 11.	第5回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	

樫田義彦　岩倉哲男 森崎尚子	液体シンチレーション・スペクトロメーターによる ^{14}C, ^{3}H の測定Ⅳ, discrimination ratio による測定効率の決定	1963. 5.	第5回日本アイソトープ会議	東京文化会館	
樫田義彦　岩倉哲男 森崎尚子	液体シンチレーション・スペクトロメーターによる ^{14}C, ^{3}H の測定Ⅴ	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	
樫田義彦　岩倉哲男 森崎尚子	植物精油中の炭素放射能の測定Ⅲ	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	
樫田義彦　岩倉哲男 森崎尚子	植物精油中の炭素放射能の測定Ⅳ P-シメンの測定効率	1963. 11.	第18回日本薬学大会	東京薬科大学	
松尾光芳	芥子油配糖体の生合成(Ⅲ) Sinigrin agulcone 部分の生合成について	1963. 11.	第18回日本薬学大会	東京薬科大学	
小口雄康 阿部史朗	Automatic particle counter and sizer による粒子測定(Ⅰ)および(Ⅱ)	1963. 11.	第3回労働衛生工学会	横浜市開港記念館	
小口雄康 阿部史朗	Automatic particle counter and sizer の性能テスト	1963. 11.	第4回大気汚染全国協議会総会	公衆衛生院	
大桃洋一郎 佐伯誠道	牛乳中に含まれる ^{131}I の定量に関する研究(Ⅰ)	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	
佐伯誠道	放射線衛生について	1963. 5.	敦賀市教育委員会共催原子力講演会	敦賀市南小学校	
佐伯誠道	放射性廃棄物の安全管理	1963. 5.	敦賀市教育委員会共催原子力講演会	敦賀市南小学校	
佐伯誠道	Radiological and hygienical considerations on marine contamination	1963. 11.	International Symposium on Radioactive Contamination of Human Environment	広島市原爆被爆者福祉会館	
佐伯誠道	原子力施設と放射能	1964. 1.	三重県主催「原子力発電所中央関係懇談会」	東京会館	
佐伯誠道　上田泰司* 鈴木譲*	カテゴリー別日常食中の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度について	1963. 11.	第5回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	* 放射能検査課
佐伯誠道　小柳卓 山下幹雄　近藤喜久子*	下水道における放射性物質の研究(第2報)	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	* 放射能検査課
佐伯誠道　田中義一郎* 小柳卓　富川昭男*	ストロンチウム−90の人骨蓄積量の年令差	1963. 10.	第36回日本生化学会総会	東京大学	* 放射能検査課
佐伯誠道　田中義一郎* 小柳卓　富川昭男*	人骨中の ^{90}Sr について	1963. 11.	第5回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	* 放射能検査課
佐伯誠道　小柳卓 山下幹雄　堀内朗子 近藤喜久子*	下水道における放射性物質の研究(第1報)	1963. 4.	日本原子力学会年会	東海大学	* 放射能検査課
渡辺博信 田中義一郎*	人骨中の ^{226}Ra の測定について	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	* 放射能検査課
渡辺博信　山下幹雄 松田節子	屋内および市街地における外部線量の測定	1963. 11.	第5回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
山下幹雄 渡辺博信	屋内における外部線量を測定	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	
〔臨床研究部〕					
村川章一郎　永井輝夫 田中茂(井村博) (吉田尚)(内川澄) (中村真已)(谷岡達男)	Dehydroepiandrosterone, cortisol, corticosterone の secretion rate に関する臨床的検討	1963. 11.	第3回核医学研究会	東京大学	
三輪史朗	放射線の赤血球代謝に及ぼす影響	1963. 12.	文部省総合研究：造血機能に及ぼす放射線障害の基礎的並に臨床的研究	東京大学	
永井輝夫	生体内放射能測定による診断	1963. 4.	日本内科学会総会	京都大学	

永井輝夫	癌のアイソトープ診断	1963. 5.	日本短波放送		
永井輝夫	ヒューマンカウンターによる身体総カリウム量の測定	1963. 11.	第3回核医学研究会	東京大学	
永井輝夫	^{75}Se メチオニンによる膵腫瘍の診断	1963. 11.	第3回核医学研究会	東京大学	
大山ハルミ 三輪史朗	白血球エノラーゼの2,3の性質について	1964. 4.	第25回日本血液学会総会	大阪商工会議所	
田中茂 大坪嘉昭	糖尿病患者の ^{131}I-insulin 代謝	1963. 4.	日本内分泌学会年会	大阪関電会館	
田中茂 (裘朱東)	^{86}Rb 代謝，特にX線照射の影響	1963. 4.	日本放射線病学会	大阪ガスビル	
田中茂 辰口益三（大坪嘉昭）	癌患者のアルブミン代謝	1963. 11.	第3回核医学研究会	東京大学	
田中茂 尾立新一郎* 辰口益三 望月幸夫*	子宮癌患者のアイソトープレノグラムについて	1963. 11.	第3回核医学研究会	東京大学	* 病院部
荒居龍雄 田崎瑛生* 尾立新一郎*山下泰徳*	子宮頸癌の根治放射線治療上の2，3の問題	1963. 4.	第22回日本医学放射線学会総会	大阪フェスティバルホール	* 病院部
荒居龍雄 福田信男 田崎瑛生* 山本五郎* 関正利**	放射線縫合糸の試作	1963. 10.	第22回日本癌学会	岡山市民会館	* 病院部 **生理病理研究部
荒居龍雄 田崎瑛生* 尾立新一郎*池田道雄* 望月幸夫*	子宮頸癌腔内照射の線量について	1964. 2.	第116回日本産婦人科学会東京地方部会	日本医科大学	* 病院部
(A.A. Sandberg) 石原隆昭 (Y. Kikuchi) (C.H. Crosswhite)	Chromosome differences among the acute leukemia	1963. 5.	American Association for Cancer Research	Tronto, Canada	
福田信男 田中茂	セファデックスカラムによる甲状腺ホルモンと血清蛋白との相互作用の測定	1963. 4.	日本内分泌学会年会	大阪関電会館	
福田信男 田中茂	甲状腺ホルモンの量子化学的考察	1963. 11.	日本内分泌学会東部会総会	群馬大学	
福田信男 藤田裕子 (永田親義)	甲状腺ホルモンの電子状態	1963. 12.	日本生物物理学会年会	東京大学	
福田信男 藤田裕子 (永田親義)	Photodynamic action についての量子化学的考察	1963. 12.	日本生物物理学会年会	東京大学	
楠本五郎 荒居龍雄 藤田裕子	平板電離槽線量計を用いた容積線量の測定	1963. 4	第22回日本医学放射線学会総会	大阪フェスティバルホール	
楠本五郎 古川重夫	ラジウム針糸通し器ならびに消毒容器の試作	1963. 11.	日本医学放射線学会関東部会	東京がんセンター	
熊取敏之 井石哲哉 (土井田幸郎)	電離放射線被曝による白血球染色体の変化について	1963. 4.	第25回日本血液学会総会	大阪商工会議所	
熊取敏之 石原隆昭 佐藤満洲子	放射線被曝者の白血球染色体異常に関する研究	1964. 2.	白血球研究班会議	東京大学	
〔放射能検査課〕					
鎌田博 清水恵美子 佐伯誠道*	上水道中の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度について	1963. 11.	第5回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	* 環境衛生研究部
望月尚文 田中義一郎 黒沢保雄 坪田博行* 児玉幸雄 鈴木譲 富川昭男 吉沢慎介 佐伯誠道**	日本各地の上水道中の ^{90}Sr 濃度について	1963. 7.	日本放射線影響学会第5回研究発表会	北海道大学	* 化学研究部 **環境衛生研究部
田中義一郎	人骨のストロンチウム-90	1963. 11.	人の環境汚染に関する国際シンポジウム	広島原爆被爆者福祉会館	
上田泰司 鈴木譲 佐伯誠道*	1962年太平洋捕獲魚の放射性物質	1963. 4.	日本水産学会年会	東京水産大学	* 環境衛生研究部
内山正史 田野実* 伊沢正実*	人尿中の ^{137}Cs の濃度	1963. 11.	第5回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	* 化学研究部

〔病院部〕					
荒居龍雄* 田崎瑛生 尾立新一郎 山下泰徳	子宮頸癌の根治的放射線治療上の2, 3の検討	1963. 4.	第22回日本医学放射線学会総会	大阪ガスビル	* 臨床研究部
田崎瑛生	放射線治療のあり方	1963. 4.	日本医学会総会シンポジウム(S_2)	大阪フェスティバルホール	
田崎瑛生 荒居龍雄* 山本五郎 関 正利** 福田信男*	放射線縫合系の試作	1963.10.	第22回日本癌学会総会	岡山大学	* 臨床研究部 **生理病理研究部
田崎瑛生 尾立新一郎 池田道雄 望月幸夫 荒居龍雄*(金 槇 鎮)	子宮頸癌腔内照射の線量について	1964. 2.	第116回日本産科婦人科学会東京地方会	日本医科大学	* 臨床研究部

10. 職員著書その他一覧

A 著　　者

著　書(執筆者)	書　名	題　名	出版年月	頁　数	備　考
〔遺伝研究部〕					
(片山義勇) 根井正利	植物の半数性に関する研究		1963. 3.	全 78 頁	宮崎大学
〔障害基礎研究部〕					
江藤秀雄	物理学(高等看護講座 7)		1964. 2. (改定版)	全203頁	医学書院
江藤秀雄 (菊池真一, 他)	科学写真便覧〔下〕応用編	医学用放射線写真	1964. 3.	72～92	丸善
〔薬学研究部〕					
赤星三弥	有機薬品合成化学	フリーデル・クラフツ反応	1963.11. 増補第6版	156～165	南江堂
赤星三弥	有機薬品合成化学	縮合	1963.11. 増補第6版	166～203	南江堂
〔臨床研究部〕					
熊取敏之	今日の治療指針	放射線障害	1963. 7.	543～544	
熊取敏之 (三好和夫)	Diagnosis and Treatment of Radioactive Poisoning	Clinical studies on persons injured by radioactive materials	1963	253～272	IAEA出版

B 総説, その他

発　表　者	題　名	発表年月	発　表　誌	巻	号	頁	備　考
〔物理研究部〕							
飯沼　武	Photomultiplier scintillation counter のエネルギー分解能について(Ⅰ)	1963	放射能物理研究	1	3	223	
飯沼　武	Photomultiplier scintillation counter のエネルギー分解能について(Ⅱ)	1964	放射能物理研究	1	4	323	
飯沼　武 平本俊幸	シンチレーション計数管(基礎的特性とγ線の測定)	1963. 5.	Radioisotopes	12	2	181	
田中栄一	IAEA「低レベル放射能測定の標準化に関するパネルに」出席して		原子力学会誌				印刷中

〔化学研究部〕							
河村正一	RI講座(第7回)	1963.11.	日本エックス線技師会雑誌	10	11	13～20	
渡利一夫 (岩島清)	天然水中の放射性ルテニウムの捕集および分離分析法について		化学と工業				投稿中
〔生物研究部〕							
江上信雄	雄をうまない魚	1963.10.	遺伝	17	10	8～12	
江上信雄 江藤久美 舘鄰 兵藤泰子 (青木一子)	放射線の動物に対する致死作用①～④	1963. 7. 1964. 1.	東書高校通信「生物」		1963.7 ～ 1964.1	6～15	連載
江藤久美	黒色素胞の凝集と拡散	1963. 9.	東書高校通信「生物」		1963.9	4～5	
〔遺伝研究部〕							
中西宥	分離細胞の組織再形成能に及ぼす放射線と薬物の影響	1963. 8.	科学読売	15	9	28～29	
〔生理病理研究部〕							
松葉三千夫	副腎皮質ホルモンの測定法	1964. 3.	医学のあゆみ	48	1	596～599	
〔障害基礎研究部〕							
江藤秀雄	原子力の平和利用と放射線障害	1963. 4.	臨床放射線	8	4	239～242	
江藤秀雄	原子利用と放射線障害について	1963.11.	放射線影響協会協会 NEWS	4	1	3～11	
江藤秀雄	保健物理に関する諸問題	1963.12.	東京都エックス線技師会雑誌	10	12	4～15	
江藤秀雄	ヒューマンカウンターの発達と現状について	1963.	第5回日本アイソトープ会議論文集Ⅰ			125～131	
鹿島正俊	RI講座(第8回)	1963.12.	日本エックス線技師会雑誌		124	7～15	
鹿島正俊	RI講座(第9回)	1964. 1.	日本エックス線技師会雑誌		125	11～18	
佐藤文昭 江藤秀雄	アミノ酸配列の統計的扱い		蛋白質核酸酵素	8	2	1～8	
〔薬学研究部〕							
赤星三弥	シアノエチル反応とシアノメチル化反応	1963. 6.	化学	18	6	547～549	
赤星三弥	放射線防護物質 chemical protector について	1963.11.	薬学雑誌	83	11	1005～1015	
〔環境衛生研究部〕							
佐伯誠道	IAEA の諸活動—特に保健，安全，廃棄物処分部を中心として—	1963. 5.	日本保健物理協議会ニュース	4		91～101	
佐伯誠道	海の放射能汚染(上，下)	1963. 4.	読売新聞				
佐伯誠道	放射能廃棄物海洋投棄の各国の現状	1963.	原子力委員会放射性廃棄物処理専門部会資料	11-3		130～151	
〔臨床研究部〕							
石原隆昭	癌細胞(腫瘍細胞)の染色体	1964. 2.	綜合医学	21	2	115～121	
三輪史朗	臨床酵素学 §5. 血液疾患	1964. 1.	臨床酵素学			82～93	
三輪史朗	臨床酵素学 §38. Pyruvate kinase	1964. 1.	臨床酵素学			568～576	

三輪史朗	赤血球酵素欠乏による溶血性貧血	1964. 4.	医学のあゆみ	49	4	
永井輝夫	核医学におけるメディカルエレクトロニクス	1963. 7.	内科	12	1	107～117
永井輝夫	シンチスキャンの基礎と応用	1963.10.	臨床病理	11	10	562～568
永井輝夫	血液学へのアイソトープの応用	1964. 3.	日本医師会雑誌	51	5	725～730

11. 養成訓練部各課程講師，科目および研修生一覧

第1表　放射線防護課程，放射線利用医学短期課程所外講師名および講義科目

氏名	所属機関名	防護課程第8,9回講義科目	医学課程第4,5回講義科目
有水昇	千葉大学助教授	放射線およびRIの医学系への利用	アイソトープスキャンニング実習，臨床実習，アイソトープスキャンニング
柄川順	国立がんセンター病院放射線科		臨床実習
藤井正一	建設省建築研究所第二研究部長	放射線施設概論，排気排水設備	研究室および病室設計
藤田順一	国立東京第二病院放射線科医長		患者取扱い
浜口博	東京教育大学教授	RIの製造，放射線およびRIの化学的利用	
平田明	小西六写真工業株式会社化学研究所		オートラジオグラフィー
茨木康行	通商産業省工業技術院電気試験所	線量標準測定法と測定器較正法	線量測定
井出喜夫	科学技術庁原子力局放射線安全課	障害防止法	
井上喜美雄	東京大学医学部附属病院物療内科		統計学および推計学
飯尾正宏	東京大学医学部上田内科		循環器機能診断
石田末雄	科学技術庁原子力局放射線安全課		障害防止法および健康管理
伊藤巖	東京大学医学部附属病院土田内科		循環器機能診断
筧弘毅	千葉大学教授	放射線およびRIの医学系への利用	アイソトープスキャンニング
加藤正夫	東京大学生産技術研究所教授	放射線およびRIの工業利用	
勝沼晴雄	東京大学教授	放射線と公衆衛生	
倉光一郎	国立東京第二病院研究検査科長		臓器機能診断，腫瘍診断
松平寛通	国立がんセンター病院放射線科		臨床実習
松本元一	日本原子力研究所原子炉管理部	原子力施設の安全設備	
宮川正	東京大学教授		放射線治療概論
宮永一郎	日本原子力研究所保健物理部	個人管理(被曝管理)	
宮坂駿一	日本原子力研究所JRR4建設室	遮蔽計算と実際	
望月恵一	日本原子力研究所動力試験炉管理部	原子炉概論	
森田春雄	労働省労働基準局労働衛生課	労働基準法（電離放射線障害防止規則）	
守屋忠雄	自治省消防研究所	事故対策概論	
村上悠紀雄	日本原子力研究所ラジオアイソトープ研修所	放射化学	

長尾英彦	厚生省医務局総務課	医療法	
西垣晋	農林省農業技術研究所	放射線およびRIの農業利用	
尾内能夫	癌研究会附属病院分院放射線科		放射線遮蔽理論
大野明	神奈川県工業試験所	安全取扱（密封RI），安全設備および取扱い器具	
大塚厳	理化学研究所	電子回路	エレクトロニクス
粟冠正利	東北大学教授		放射線生物学，障害基礎
渋谷政夫	農林省農業技術研究所	放射線およびRIの農業利用	
篠田裕	労働省労働基準局労働衛生課	労働基準法（電離放射線障害防止法）	
志田正二	東京工業大学教授	放射線化学	
末吉徹	富士写真フィルム株式会社研究所	オートラジオグラフィー	
村主進	日本原子力研究所保健物理部	モニタリングおよびエリアサーベイ	
高橋晄正	東京大学講師		統計学および推計学
高久史麿	東京大学医学部附属病院中尾内科		血液疾患診断
滝沢延次郎	千葉大学教授		悪性腫瘍の放射線病理
田島雄三	日本原子力研究所保健物理部	事故時の急救処置	
月橋得郎	厚生省医務局総務課	医療法	
津屋旭	横浜市立大学教授		外部測定
内山暁	千葉大学講師		アイソトープスキャンニング実習，臨床実習
梅垣洋一郎	国立がんセンター病院放射線科部長		臨床実習
山県登	国立公衆衛生院放射線衛生学部長	放射化学分析	
山中和	科学技術庁原子力局放射線安全課		障害防止法および健康管理
山下久雄	癌研究会附属病院放射線科医長		アイソトープの内用治療
米山良昌	東京大学助教授		RIの基礎医学への利用（各論）
吉川春寿	東京大学教授	放射線およびRIの生物系への利用	RIの基礎医学への利用（総論）
吉沢康雄	東京大学助教授	個人管理(健康管理)	

（アルファベット順）

第2表　所内講師名および講義科目

氏名	所属	防護課程第8,9回講義科目	医学課程第4,5回講義科目
塚本憲甫	所長	トピックス	トピックス
伊藤岳郎	物理研究部長	放射線測定概論，放射線の単位，放射線測定器	放射線測定概論
田中栄一	物理研究部	放射線測定器，放射能測定法，物理演習	放射能測定法
平本俊幸	〃	ガスフローカウンター講義・実習，放射能測定法	ガスフローカウンター講義・実習
飯沼武	〃	シンチレーションカウンター講義・実習，放射線測定器	シンチレーションカウンター講義・実習
野原功全	〃		シンチレーションカウンター実習
松沢秀夫	〃	放射線発生機器，放射線測定器	
星野一夫	〃	X線遮蔽，線量分布実習	

橘　詰　雅	物理研究部	環境放射線(人工放射線)	
加藤義雄	〃	放射線遮蔽理論	
丸山隆司	〃	X線遮蔽，線量分布実習	
伊沢正実	化学研究部長	安全取扱い（非密封RI)，最大許容量	許容量および保健安全
藤田　斉	化学研究部	放射化学分析法実習	
河村正一	〃	β線自己吸収講義・実習，共沈法講義・実習，化学演習	β線自己吸収講義・実習
渡利一夫	〃	イオン交換法講義・実習	
仲尾善雄	生物研究部長兼遺伝研究部長	放射線遺伝学概論，集団特に人類に対する放射線の遺伝的作用	放射線遺伝学
江上信雄	生物研究部	生物演習	
田口茂雄	〃	細胞集団に対する放射線の作用	
山口武雄	〃	放射線生物物理学概論	
竹内　正	生理病理研究部長		放射線病理学
関　正利	生理病理研究部		放射線病理学
江藤秀雄	障害基礎研究部長	放射線障害の基礎的問題，トピックス	トピックス
中村　弥	障害基礎研究部	アイソトープ代謝講義・実習	
松岡　理	〃	汚染動物の管理	動物実験における RI 安全取扱い
鹿島正俊	障害基礎研究部(兼)養成訓練部	オートラジオグラフィー実習，急性障害実習，RI 代謝実習	オートラジオグラフィー実習，RI 代謝実習
赤星三弥	薬学研究部長	放射線防護薬剤	
渡辺博信	環境衛生研究部長	環境放射線(自然放射線) 〃　(フォールアウト)	
市川竜資	環境衛生研究部	放射性物質とフードチェイン	
樫田義彦	〃	標識化合物，汚染および除染	液体シンチレーションカウンター
佐伯誠道	〃	廃棄物管理原理，廃棄物処理技術	
田中　茂	臨床研究部長		外部測定講義・実習，甲状腺疾患診断，物質代謝，臨床実習，RI 診断概論
熊取敏之	臨床研究部	放射線障害の臨床的問題，急性障害とその血液変化講義・実習	障害臨床
平嶋邦猛	〃		オートラジオグラフィー実習
永井輝夫	〃		RI 診断概論，外部測定実習，アイソトープスキャンニング実習，血液疾患診断，臓器機能診断，オートラジオグラフィー実習
楠本五郎	〃		治療技術ならびに線量分布，線量測定講義・実習
北川俊夫	病院部医務課		高エナージ線治療
近藤民夫	技術部技術課	安全取扱い(照射器)	
小岩規男	技術部放射線安全課長	放射線管理体制	
福元健夫	〃　放射線安全課	個人被曝管理講義・実習	フィルムバッジ講義・実習
桜井保孝	〃	モニタリングおよびエリアサーベー講義・実習，除染作業講義・実習，汚染管理講義・実習	サーベーおよびモニター，廃棄物処理，汚染管理実習，サーベーメーター実習，汚染および除染講義・実習
岩楯七郎	〃		汚染管理実習，サーベーメーター実習，汚染および除染実習
山田　隆	〃	個人被曝管理実習	フィルムバッジ実習
伊藤文雄	〃	廃棄物処理技術講義・実習	

田崎瑛生	病院部医務課長		治療総論，臨床実習
飯田博美	養成訓練部	原子物理，GMカウンター講義・実習，物理演習，X線遮蔽，線量分布講義，放射化学分析法，放射能測定，計測演習	原子物理，GMカウンター講義・実習
中村正好	〃	GMカウンター実習，共沈法実習，オートラジオグラフィー実習，アイソトープの代謝実習，RI安全取扱い法実習	GMカウンター実習，RI安全取扱い法実習，RI代謝講義・実習，オートラジオグラフィー実習，β線自己吸収実習

第3表—1　第8回放射線防護課程研修生名簿

氏名	所属
近松徹也	横浜市立大学医学部病院放射線科
遠藤修	東京消防庁警防部防災課
衛藤公子	科学技術庁放射線医学総合研究所病院部
藤岡祥夫	東亜ペイント株式会社東京工場
深見稔	科学技術庁放射線医学総合研究所技術部
古川義宣	科学技術庁放射線医学研究所障害基礎研究部
原口隆英	東京農工大学農学部林学科
檜山弘	国立埼玉療養所医務課放射線科
堀部信義	通産省工業技術院名古屋工業技術試験所
伊藤祐也	国立栃木療養所放射線科
片山昌春	日本歯科大学病院放射線科
加藤公義	済生会今治病院
高阪彰	名古屋大学医学部生化学第2教室（大学院3年）
古屋仲芳男	秋田大学鉱山学部採鉱学科選鉱教室
神津暁通	原子燃料公社人形峠出張所技術課
久保田雅之	陸上自衛隊衛生学校教育部第5科
森嶋弥重	近畿大学原子力研究所保健物理部
茂木俊久	群馬大学医学部附属病院中央レントゲン部
野田一郎	九州大学温泉治療学研究所X線室
島袋善勇	琉球政府立ゴザ病院放射線科
曾我部康之	京都大学結核研究所レントゲン室
鈴木光彦	東北大学抗酸菌病研究所RI研究室
中田昭一	扶桑会中田診療所
高谷俊平	高砂病院放射線科
竹田仁	京都府立医科大学同位元素研究室
竹川純一	警視庁第5機動隊第3中隊
竹内鎮彦	伊那中央総合病院レントゲン部
田中仁	千葉大学医学部附属病院診療エックス線技師学校
梅津武司	水産庁内海区水産研究所生産力部
脇哲明	陸上自衛隊化学学校教育課

第3表—2　第9回放射線防護課程研修生名簿

氏名	所属
明木靖	国立岩国病院放射線科
新健治	札幌鉄道病院放射線科
岩井卓也	原子燃料公社人形峠出張所技術課
岩田一郎	原子燃料公社倉吉出張所抗道係
梶田元一	工業技術院名古屋工業技術試験所第4部
河原良英	徳島大学医学部附属病院中央放射線部
木村俊夫	国立衛生試験所生物化学部
工藤史郎	警視庁第3機動隊第3中隊
松原丘	京都大学農学部農芸化学科（大学院在学中）
本山茂二	原子燃料公社東海製錬所放射線管理課
長松谷孝昭	北海道大学工学部原子炉材料講座
中村三夫	岐阜大学農学部農学科
中野昭彦	聖マリア病院放射線科
野村悦夫	富士製鉄株式会社広畑製鉄所研究所
佐久間雄平	防衛庁技術研究所本部第1研究所
佐々木晃寿	日本火災探知器株式会社研究部
佐藤周子	東北大学医学部放射線基礎医学教室
佐藤進司	伊勢崎病院放射線科
佐藤次雄	金沢大学結核研究所病態生理部
志田寿夫	東北大学医学部附属病院放射線医学教室

清水琴子	放射線医学総合研究所病院部
篠原勲	ポーラ化粧品本舗大阪診療所
須藤貞之	東北大学医学部附属病院中央レントゲン部
田胡雄司	国立高崎病院放射線科
高沢務	防衛庁技術研究本部技術開発官付(陸上)第5班
竹信美保	大阪歯科大学附属病院放射線科
辻信雄	原子燃料公社東海製錬所原子燃料試験所
塚本雅子	東京大学伝染病研究所アイソトープ室
渡部洋一	名古屋大学医学部附属病院放射線科
山川邦夫	農林省放射線育種場照射課

第3表—3　第4回放射線利用医学短期課程研修生名簿

氏名	所属
阿部帥	東京医科歯科大学医学部第1内科学教室
藤川光弘	東京慈恵会医科大学放射線医学教室(大学院在学中)
堀江久夫	国立栃木病院外科
星野孝夫	東京大学医学部附属病院脳神経外科(大学院在学中)
石原明夫	順天堂大学医学部附属病院第2内科(大学院在学中)
勝田静知	広島大学医学部附属病院中央レントゲン科
久保敏男	京都大学医学部附属病院放射線科
松石正治	昭和医科大学外科(大学院在学中)
森迫健一	水戸赤十字病院外科放射線科
野村恒治	広島大学医学部放射線医学教室(大学院在学中)
大沼勲	名古屋大学医学部附属病院放射線科
高山茂	金沢大学医学部附属病院放射線科
田仲謙次郎	九州大学医学部附属病院第2内科
谷合哲	東京医科歯科大学医学部内科学第2講座(大学院在学中)
富永輝	神戸医科大学放射線医学教室
山岸嘉彦	日本医科大学第1医院放射線科

第3表—4　第5回放射線利用医学短期課程研修生名簿

氏名	所属
穴沢和光	慶応義塾大学医学部内科学教室(大学院在学中)
古谷幸雄	国立療養所村松晴嵐荘
池田義治	広島大学医学部附属病院放射線科教室
井沢豊春	東北大学抗酸菌病研究所内科(大学院在学中)
桑原正彦	日本医科大学附属第1病院村上小児科学教室(大学院在学中)
前山周一	久留米大学医学部附属病院放射線医学教室(大学院在学中)
森尾昭	国立国府台病院放射線科
興村哲郎	国立金沢病院放射線科
志田原睦雄	岡山大学医学部産婦人科学教室
鈴木清典	国立療養所久里浜病院研究検査課
高江四郎	東京医科歯科大学医学部第2内科学教室(大学院在学中)
高岡義行	順天堂大学医学部第二外科(大学院在学中)
田坂仁正	東京大学医学部附属病院中尾内科
舘野翠	千葉大学医学部放射線医学教室(大学院在学中)
渡辺令	名古屋鉄道病院放射線科
山田英雄	名古屋大学医学部附属病院日比野内科(大学院在学中)

12. 放射線医学総合研究所組織英文呼称

所　　長 Director

管　理　部 Administration Division

庶　務　課 General Affairs Section

会　計　課 Accounting Section

企　画　課 Planning and Information Section

物理研究部 Division of Physics

物理第1研究室 Physics—1 Laboratory

物理第2研究室 Physics—2 Laboratory

物理第3研究室 Physics—3 Laboratory

医用原子炉研究室 Research of Medical Reactor

化学研究部 Division of Chemistry

化学第1研究室 Chemistry—1 Laboratory

化学第2研究室 Chemistry—2 Laboratory

化学第3研究室 Chemistry—3 Laboratory

生物研究部 Division of Biology

生物第1研究室 Biology—1 Laboratory

生物第2研究室 Biology—2 Laboratory

遺伝研究部 Division of Genetics

遺伝第1研究室 Genetics—1 Laboratory

遺伝第2研究室 Genetics—2 Laboratory

生理病理研究部 Division of Physiology and Pathology

生理学研究室 Physiology Laboratory

病理第1研究室 Pathology—1 Laboratory

病理第2研究室 Pathology—2 Laboratory

障害基礎研究部 Division of Radiation Hazards

障害基礎第1研究室 Radiation Hazards—1 Laboratory

障害基礎第2研究室 Radiation Hazards—2 Laboratory

障害基礎第3研究室 Radiation Hazards—3 Laboratory

障害基礎第4研究室 Radiation Hazards—4 Laboratory

薬学研究部 Division of Pharmaceutical Science

薬学第1研究室 Pharmaceutical Science—1 Laboratory

薬学第2研究室 Pharmaceutical Science—2 Laboratory

環境衛生研究部 Division of Environmental Hygiene

環境衛生第1研究室 Environmental Hygiene—1 Laboratory

環境衛生第2研究室 Environmental Hygiene—2 Laboratory

環境衛生第3研究室 Environmental Hygiene—3 Laboratory

環境衛生第4研究室 Environmental Hygiene—4 Laboratory

環境衛生第5研究室 Environmental Hygiene—5 Laboratory

環境衛生第6研究室 Environmental Hygiene—6 Laboratory

臨床研究部 Division of Clinical Investigation

臨床第1研究室 Clinical Investigation—1 Laboratory

臨床第2研究室 Clinical Investigation—2 Laboratory

臨床第3研究室 Clinical Investigation—3 Laboratory

臨床第4研究室 Clinical Investigation—4 Laboratory

臨床第5研究室 Clinical Investigation—5 Laboratory

技　術　部 Technical Service Division

技　術　課 Technical Service Section

放射線安全課 Health Physics Section

放射能検査課 Radioactivity Inspection Section

養成訓練部 Training Division

教　務　室 Course Office

指　導　室 Instruction

病　院　部 Hospital

事　務　課 General Affairs Section

医　務　課 Medical Affairs Section

検　査　課 Clinical Pathology Section

総看護婦長付 Nursing Section

東海支所 Tokai Branch Laboratory

管　理　室 Branch Office

研　究　室 Laboratory

13. 放射線医学総合研究所日誌

昭和38年

4月9日　合同会議
　　臨時所議(緊急対策マニュアル作成等)
　10日　養成訓練棟建設委員会
　　非哺乳動物運営委員会
　11日　昭和38年度所内公開実行委員会
　16日　定例所議(外来研究員について)
　　放射線安全会議
　18日　昭和38年度所内一般公開，約1,000名来所
　19日　共同実験室運営委員会
　　哺乳動物運営委員会
　　照射室運営委員会
　20日　西ドイツ，エルランゲン大学　Wacksmann 教授来所，講演
　24日　図書委員会
　　物品供用官会議
　25日　哺乳動物舎運営委員会
　26日　放射線安全会議
　30日　定例所議(放射線安全会議委員改選等)
5月2日　第1回年報編集連絡会
　6日　共同実験室運営委員会
　7日　合同会議(刊行計画，研究会設立等)
　　定例所議（放射線作業心得，東南アジア留学生受入計画等)
　8日　放医研研究会世話人会
　13日　第8回放射線防護課程開講
　14日　定例所議(放医研編集連絡会規程等)
　20日　米国オークリッジ原子核研究所医学部長 Andrews，カリフォルニア大学医学センター，Taplin 両氏来所，講演
　24日　第3回プロジェクト研究緊急時対策打合会
　25日　インド，Rajasthan 大学動物学主任 P. N. Srivastava 博士来所，滞在研究
　28日　定例所議(38年度映画製作等)
　　共同実験室運営委員会
6月4日　合同会議(39年度概算要求予算編成等)
　　臨時所議(39年度概算要求予算編成方針)
　5日　米国 North Carolina 大学，小島健一教授講演会
　6日　RI棟，α線棟運営委員会
　　非哺乳動物舎運営委員会
　　共同実験室運営委員会
　7日　昭和39年度予算小委員会
　11日　臨時所議(38年度映画製作等)
　12日　第19回厚生省附属機関—放医研研究者連絡会
　15日　Annual Report，1962年版刊行
　17日　昭和38年度映画製作委員会
　18日　定例所議(39年度概算要求予算編成等)
　21日　臨時所議(放射能調査，新規増員要求等)
　　英文年報編集連絡会
　22日　遺伝研究部第1研究室中井斌氏，カリフォルニア大学 Donner 研究所に留学のため渡米
　25日　定例所議(外来研究員等)
　26日　外来研究員審査委員会
　　英文年報編集連絡会
　27日　養成訓練棟建設委員会
7月1日　放医研創立6周年記念
　2日　合同会議(プロジェクト研究，予算編成等)
　4日　第2回年報編集連絡会
　5日　第8回放射線防護課程終講式
　9日　放医研研究会7月例会
　　定例所議(編集連絡会規程等)
　10日　昭和39年度予算ヒヤリング
　　映画製作小委員会
　11日　放射線安全管理者打合会
　15日　ラウンドテーブル談話会(Srivastava 博士)
　16日　定例所議(原子力委員会に対する予算説明等)
　24日　管理改善実態調査のため行政管理庁より7名来所
　30日　定例所議(予算経過報告等)
8月2日　図書委員会
　3日　照射室委員会
　6日　合同会議(39年度概算要求予算等)
　7日　RI棟，α線棟運営委員会
　20日　定例所議(39年度予算新規要求等)
　23日　哺乳動物舎委員会
　26日　英文年報編集連絡会
9月2日　第4回放射線利用医学短期課程開講式
　　非哺乳動物舎委員会
　3日　合同会議(39年度概算要求の説明等)
　　臨床研究部大山ハルミ氏，Columbia University 留学のため渡米
　5日　第4回編集連絡会

10日　定例所議(身体内カリウム測定等)
13日　放医研研究会9月例会
17日　定例所議(ベータトロン，リニアック等)
19日　養成訓練棟着工
20日　第20回厚生省附属機関—放医研研究者連絡会
21日　臨床研究部臨床第3研究室長　永井輝夫氏，「RI調査団」のメンバーとして渡欧
実験動物慰霊祭
25日　遺伝研究部遺伝第1研究室長　塩見敏男氏，西ドイツ Karlsruhe 原子力研究所より帰国
RI棟，α線棟運営委員会
27日　哺乳動物舎運営委員会
10月1日　合同会議(物品購入，図書購入等について)
薬学第1研究室長に日野亨氏専任
2日　図書委員会
物理研究部　川島勝弘氏，英国マンチェスター，Holt Radium 研究所に留学のため渡英
7日　一般定期健康診断
8日　定例所議(上級職員採用等)
11日　第4回放射線利用医学短期課程終講式
放医研研究会10月例会
12日　遺伝研究部　中西宥氏，国際細胞学会（米国カリフォルニア州))で講演のため渡米
14日　哺乳動物舎運営委員会
環境衛生研究部長　渡辺博信氏，物理研究部物理第1研究室長　田中栄一氏，IAEAのパネル会議(ウイーン)に出席のため渡墺
15日　定例所議(38年度研究状況報告等)
21日　第9回放射線防護課程開講式
22日　定例所議(養成訓練部，病院部の研究費等)
25日　管理部企画課長に厚生省薬務局細菌製剤課長補佐　小玉知己氏就任
26日　臨床研究部　平島邦猛氏，英国マンチェスター，Holt Radium 研究所に留学のため渡英
29日　定例所議(38年度庁費下期使用計画等)
30日　メキシコ，グアダハラ大学リーベリング教授来所
11月5日　合同会議(共同実験室運営委員会等)
米国オークリッジ国立研究所，Biology Division, Congdon 博士談話会
7日　放射線安全管理者打合会
8日　研究棟共同実験室運営委員会
12日　定例所議（放射能調査研究成果発表会，原子力委員会との定例連絡会等)
14日　映画製作小委員会
15日　昭和37年度和文年報刊行
16日　管理部企画課長補佐に企画係長　藤岡淳介氏昇任
18日　英国原子力公社保健安全局放射線防護部長 W. G. Marley 博士来所講演
19日　定例所議(東海支所運営)
21日　放医研研究会11月例会
第5回放射能調査研究成果発表会(講堂)
25日　スェーデン国防研究所放射線生物部 A. Nelson 博士および A. Nilsson 博士来所，講演
26日　定例所議(38年度庁費下期使用計画等)
A. Nilsson 博士講演会
27日　物品供用官会議
養成訓練部薬剤課程新設打合会
化学研究部長　伊沢正実氏，国際放射線防護委員会(ロンドン)に出席のため渡英
28日　A. Nelson 博士，A. Nilsson 博士講演会
29日　フランス原子力省防災部長 A. Chappellier 氏来所
12月3日　合同会議
4日　遺伝研究部　渡部郁雄氏，米国ロチェスター大学放射線学部へ留学のため渡米
5日　環境衛生部　小栗幹郎氏，カナダ，マクマスター大学より帰国
9日　第31回研究集談会
10日　定例所議(放医研施設使用規程案等)
放医研研究会11月例会
12日　物品供用官会議
13日　第9回放射線防護課程終講式
17日　定例所議(将来計画策定等)
20日　共同実験室運営委員会
28日　御用納め

昭和39年

1月4日　御用始め
化学研究部　小野浄治氏，米国マサチューセッツ州ブランディス大学より帰国
7日　合同会議
11日　将来計画小委員会
14日　定例所議(39年度業務計画編成方針，外来研究員募集等)
16日　RI棟運営委員会
研究棟共同実験室運営委員会

20日　米国大使館原子力アタッシェ P. Morris 氏来所
　　環境衛生研究部　山下幹雄氏，カリフォルニア大学に留学のため渡米
　　生物研究部　舘　　鄰氏，ローヤル癌病院に留学のため渡英
21日　臨時合同会議
　　定例所議(39年度実行計画等)
22日　業務計画打合せ(化学)
23日　編集連絡会
24日　業務計画打合せ(物理)
　　放医研研究会1月例会
27日　業務計画打合せ(障害基礎，薬学，環境衛生)
28日　定例所議(39年度実行計画)
30日　業務計画打合せ(生理病理，技術，養訓)
　　医用原子炉調査委員会
31日　業務計画打合せ(病院，生物，遺伝，東海)
2月3日　第5回放射線利用医学短期課程開講式
　　業務計画打合せ(臨床)
4日　臨時所議(研究集談会，プロジェクト研究等)
5日　非哺乳動物舎建設委員会
6日　放射線安全管理者打合会
8日　将来計画検討小委員会
11日　定例所議(39年度業務計画等)
14日　放医研研究会2月例会
18日　定例所議(39年度実行計画等)
　　米国，マーシャル群島被曝住民調査団長 Conard 博士来所，講演
19日　放射線安全会議
20日　放医研所長　塚本憲甫氏，環境衛生研究部環境衛生第5研究室長　佐伯誠道氏，第13回国連科学委員会に出席のため渡欧
21日　研究棟共同実験室運営委員会
23日　臨床研究部臨床第1研究室長　熊取敏之氏，医学調査のためマーシャル群島に出張
　　生物研究部生物第2研究室長　田口茂敏氏，ワシントン大学に留学のため渡米
25日　米国ミシガン大学 Schull 博士来所，講演
3月1日　科学技術庁原子力局政策課長補佐　黒田政次郎氏，管理部長に就任
3日　合同会議
4日　千葉県工業展参加出品
5日　放射線安全管理者打合会
7日　原研 RI 研修所東南アジア留学生22名来所
10日　定例所議(人当経費の配分，39年学会予定等)
11日　塚本憲甫所長，国連科学委員会より帰国
13日　佐伯誠道氏，国連科学委員会より帰国
17日　定例所議(人当経費配分等)
18日　熊取敏之氏，マーシャル群島より帰国
19日　英国ハウエル原子力研究所，B. Lister 博士来所，講演
　　英国マウントバーノン病院放射線癌研究所長，L. H. Gray 博士来所
24～26日　L. H. Gray 博士講演会
31日　定例所議(外来研究員審査等について)