放射線医学総合研究所年報

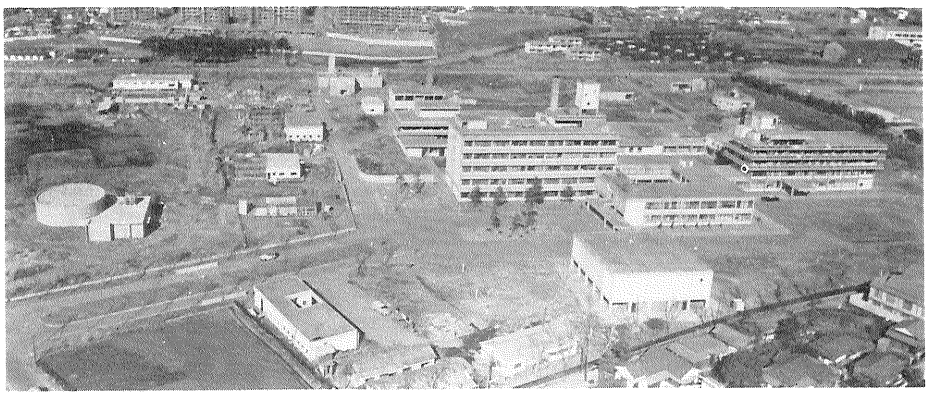
昭和37年度

放射線医学総合研究所

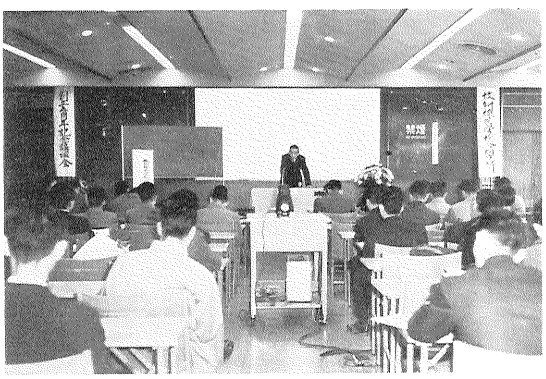
放射線医学総合研究所叢書

放射線医学総合研究所年報

昭和37年度

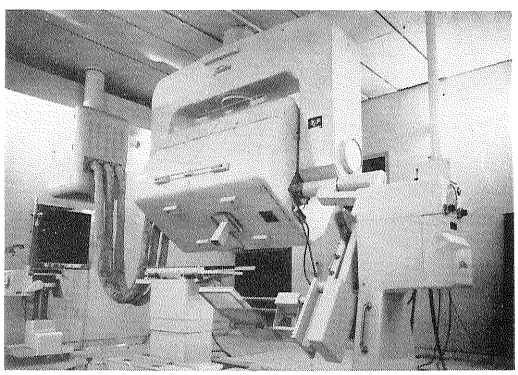


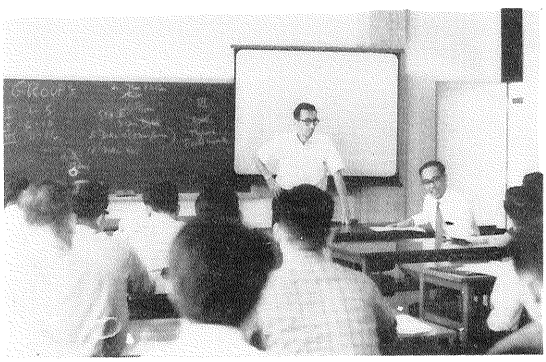
放 医 研 全 景（37 年 10 月 撮 影）



左　放医研創立 5 周年記念講演会（37 年 11 月）

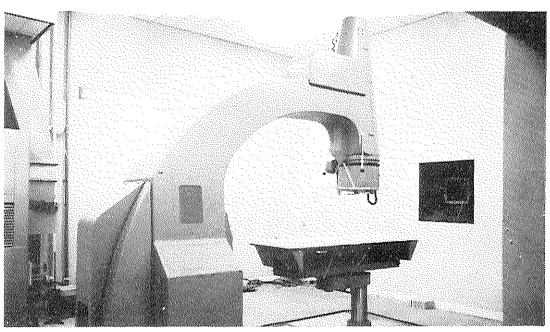
下　ベータトロン（31 MeV）

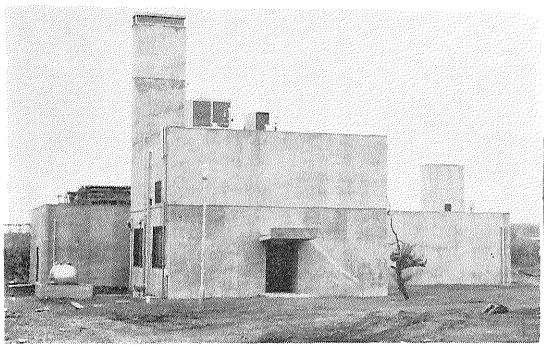


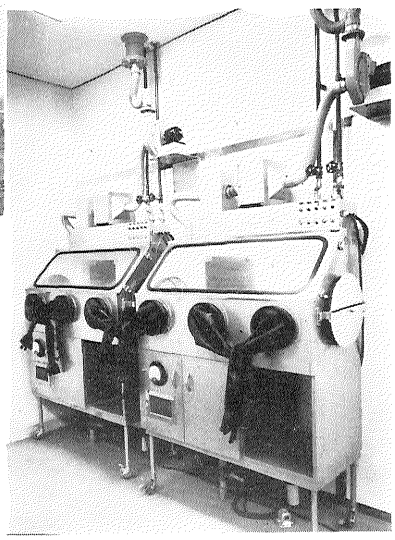


上　ナイズリー氏の講義
（第 2 回放射線利用医学短期課程）

右　医療用リニアック（6 MeV）

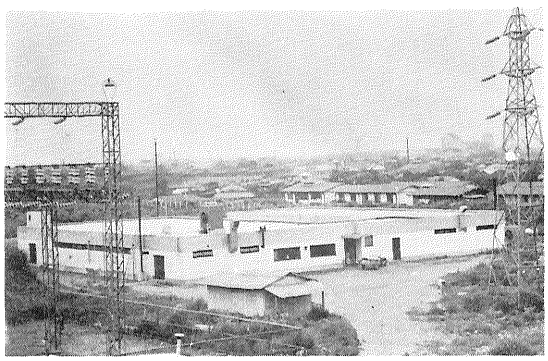






上　アルファ線実験棟外景（37 年 12 月竣工）

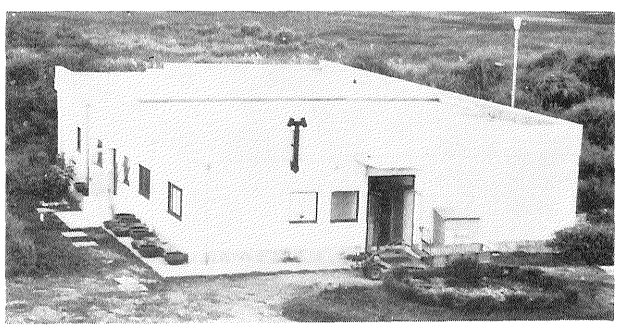
右　内部，グローブボックス実験室



哺 乳 動 物 舎

（左側は SPF 動物飼育施設）

水生昆虫動物舎



序

本年報は昨 37 年度の研究所業務報告であるが，年を重ねるとともに，各部門にわたる業務の内容も次第に軌道にのってきており，それぞれの研究分野において，地味な仕事ではあるが，少しずつ成果をあげうるようになってきたのは喜ばしいことである。これは放医研職員の努力の結果であるとはいいながら，所外にあって絶えず有形無形の援助と協力を惜しまれなかった関係各位のご厚情の賜であると深く感謝している次第である。

早いもので，32 年に放医研が発足してから昨年は丁度 5 周年にあたるが，ふりかえってみるとこの 5 年間は，組織，人員，施設，設備等研究所としての体制を整える基礎的な仕事に追われたいわば揺籃期であった。昨今にいたってようやく研究を本格的に推進しうる段階になってきた。特に昨年は創立 5 周年を記念して講演会を開催し，この間の事情と研究所の現状および将来の問題等について紹介して，放医研に対する一層の理解と協力をお願いしたのである。

しかし，われわれは決して現状に甘んじているわけではなく，自から研究所の在り方について絶えず反省し，問題の解決をはかるとともに，放医研に対する所外の要望と期待にもできうる限り応えていきたいと考えている。この意味において，今後の研究上の協力体制の問題は極めて重大であり，放医研が近代的な研究所としての真価を発揮しうるかどうかはこの点にかかっているといっても過言ではない。われわれは常に新しい視野に立って研究所の将来を考え，いたずらに右顧左べんするものではないが，同時にまた所外からの厚意ある批判と助言に対しては率直に耳を傾ける謙虚な態度で臨んでいきたいと考えている。

ここに 37 年度年報を刊行するにあたり，各方面のご批判をあおぐとともに，大方の一層のご支援とご鞭撻を切望してやまない次第である。

昭和 38 年 10 月 1 日

放射線医学総合研究所長

塚　本　憲　甫

I. 概　　況

組　織　37年度の組織については，37年4月25日付をもって，放射線医学総合研究所組織規則の一部を改正する総理府令（総理府令第21号）が公布，施行され，新たに薬学研究部の設置をみるに至った。これは従来，障害基礎研究部に所属していた薬学第1および第2研究室が同研究部より分離，独立したものである。このほか，物理研究部の所掌業務に新たに医用原子炉に関する調査研究が加わり，このため医用原子炉研究室が設置され，医用，生物実験等に適する原子炉の性能，利用その他医用原子炉開発のための調査研究を行なうこととなった。

以上の改正により，組織上研究部門は9研究部の構成により業務を推進することとなった。

また，上記組織規則の改正に伴ない，同じく4月25日付をもって放射線医学総合研究所事務分掌規程の一部改正を内容とする所長達第15号が公布，施行された。この改正の主な点は，まず管理部門では管理部企画課の所掌業務に新たに国有特許等の事務に関することが加わった。次に研究部門では，障害基礎研究部に第4研究室が新設され，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を行なうこととなった。これは従来，同研究部の第2研究室の所掌業務である，放射線の人体に対する許容量に関する調査研究のなかに包括されていた晩発性障害と放射性核種による体内照射に関する調査研究を切り離し，別個に第4研究室の所掌業務としたわけである。また，技術部門では，従来共用実験施設および放射線発生装置の運用に関する業務のうち，アイソトープ実験施設の運用については放射線安全課においてこれを行なってきたが，今回の改正では技術課の所掌業務となった。このほか技術課には研究用動物の衛生管理に関する業務に従事する動物衛生係が新設された。さらに放射能調査業務の拡充に伴ない，従来2係で構成されていた放射能検査課に新たに放射能検査第3係が設けられ，放射能の機器分析に関する業務を所掌することとなった。

なお，37年度定員は361名（前年度に比し67名増）である。

研究業務　従来，研究業務は総合研究と各部（もしくは一般）研究とに分けて実施され，特に前者は課題の緊急性が要求されるとともに，研究の遂行上強く総合性を必要とするものとして，36年度は5課題がとりあげられた。

37年度は，これらの区別を一応解消すると同時に，放医研のおかれた立場，使命および内外の諸情勢等を勘案して，次に示すとおり新たに12の研究目標を設定し，研究の方針を明らかにする一方，広汎多岐にわたる研究課題をこれらの目標のもとに区分した。

研究目標

1. 放射線障害の臨床的疫学的研究
2. 放射線による機能障害に関する研究
3. 放射線による晩発効果に関する研究
4. 放射線による突然変異に関する研究
5. 細胞に対する放射線の影響の基礎的研究
6. 線量評価に関する研究
7. 環境および人体における放射性核種の動向に関する研究
8. 放射線障害の防護に関する研究
9. RIの利用による診断・治療の研究
10. 高エネルギー放射線による治療の研究
11. 緊急時対策に関する研究
12. 医用原子炉の設置に関する研究

研究の実施に際しては適宜，研究集談会，シンポジウム等を開催し，内外知見の吸収をはかり，各専門分野の研究者間の相互理解と連けいを深めるとともに，情報の交換，技術の交流等を活発にし，各研究部による目標の分担，緊密な協力の体制を維持しつつ研究業務を総合的に推進した。

研究集談会は36年度末までに19回を終了したが，36年10月より向う1年間各研究室の研究内容の紹介を主体として毎月定例に開催され，37年10月からはでき得

る限り各部に共通の話題をとりあげ，出席者の自由な討論，活発な意見の交換をはかるため新たな構想のもとに行なわれることとなり，まず手始めに，「ベータトロン，バンデグラフ装置利用のために」と題し，各種研究のため利用の段階をむかえたこれら加速器の問題をめぐって活発な討論が行なわれた。

また，38年1月には「放射線に対する生体の感受性」をテーマとして，第1回所内シンポジウムが開催され，特に生物個体をはじめ，器官，組織，細胞および分子等生体構成の各レベルからみた放射線感受性の問題について，それぞれ専門の立場からその概説と総合討論が展開された。

人　事　37年度新設の薬学研究部長はしばらく塚本所長により兼務されていたが，37年6月，東京大学薬学部助教授赤星三弥氏の就任が決定した。これよりさき4月には，技術部長松友信寿氏が原子力局放射能課長に配置換えとなり，病院部事務課長伊東茂氏が厚生省（国立横浜病院）に出向し，後任には国立大蔵病院より村上正雄氏が転任した。また生理病理研究部病理第1研究室長には，癌研病理部より春日孟氏が転任した。

5月には，隅田拡技術課長が技術部長に昇任した。また6月には，上記赤星薬学研究部長の就任のほか，技術部放射線安全課長補佐に人事院職員局より深見稔氏の転任が決定，また生物研究部生物第2研究室長に田口茂敏氏が昇任した。9月には，生理病理研究部病理第2研究室長として千葉大学医学部より関正利氏をむかえ，翌10月には，隅田技術部長により兼務されていた技術部技術課長に管理部企画課長補佐天野隆治氏が昇任した。

建　設　36年度建設計画のうち，水生昆虫動物舎（第1期，水生動物舎分，コンクリート・ブロック造，125 m²）および廃棄物貯蔵庫（コンクリート・ブロック造，82 m²）は37年4月に竣工した。

37年度は，まず前年度よりの繰越工事として，医療用リニアック棟およびアルファ線実験棟の建設作業が進められたが，前者は鉄筋コンクリート造，半地下式，164 m²で，病院棟地下別棟のコバルト60照射室に隣接の位置をとり，5月末に竣工したが，医療用リニアック（6 MeV）本体は英国ヴィッカース・アームストロング社より購入し，年度内にほぼその据付を完了した。一方，アルファ線実験棟（鉄筋コンクリート造，2階建，延面積484 m²）は37年3月に着工したが，12月にいたってようやく竣工の運びとなった。なお2,3の内部設備をのこしているが，本実験棟の完成により，次年度以降アルファ放射体をはじめ，放射性粉塵，ラドン等に関する各種の予備的，本格的実験を開始し得る段階をむかえることとなった。

37年11月にいたり，哺乳動物舎および水生昆虫動物舎の第2期工事に着工，それぞれ年度内に一部をのぞきほぼ竣工した。本年度建設の哺乳動物舎（603 m²）は36年10月に竣工した既設の哺乳動物舎（340 m²）に接続して建てられたもので，特に研究上の要請によりSPF動物（特定の病原菌を排除した動物）の飼育を目的としている。一方，水生昆虫動物舎（113 m²）は上記既設のものに接続して建設され，海産魚飼育室，昆虫（蚕，ショウジョウバエ）飼育室，無菌培養室その他より構成されている。

このほか，本年度の工事としては36年度に竣工したバンデグラフ棟（442 m²）のエア・コン工事，獣屍体焼却炉，雑工作物（屋外給排水，土留および境界鉄柵工事等），一般職員宿舎（232 m²）および看護婦宿舎（26 m²）等の新設工事が進められ，それぞれ年度内に竣工をみた。

海外との交流　37年度の職員海外出張については，まず塚本憲甫所長がジュネーブで開催された（38年1月）第12回国連科学委員会に出席，1962年報告提出後における同委員会の活動方針，その他の審議に参画した。塚本所長は第7回国連科学委員会（1960年1月）以来，日本政府代表として毎回同委員会に出席し，1962年総括報告の草案作成に尽力してきたが，特に第10回および第11回の委員会では副議長をつとめ，各国の代表とともに大いに活躍した。

これよりさき，37年8月，塚本所長はモントリオール（カナダ）で開催された第10回国際放射線学会（ICR）に橋詰雅物理第3研究室長とともに参加，このあと塚本所長は「低開発地域における放射線医学専門家会議」（IAEAおよびWHO共催）に出席，橋詰室長は米国オークリッジ国立研究所その他を歴訪，特に同研究所では，広島，長崎における原子爆弾による被曝線量の推定に関する調査研究の打合せおよび討議を行なった。

一方，伊沢正実化学研究部長は37年5月，ストックホルム（スエーデン）で開催された国際放射線防護委員会（ICRP）第2専門委員会に出席，上記第10回ICRに提出するICRPの1962年報告の作成にあたった。

また，仲尾善雄生物研究部長（遺伝研究部長兼務）は38年7月，ハロゲイト（英国）で行なわれた第2回国際放射線学会議およびライデン（オランダ）の国際遺伝学シンポジウムに出席したのち，欧州の研究機関を視察し

た。なお，障害基礎第4研究室松岡理氏は7月上旬より8週間，FAOおよびIAEA共催の「アイソトープ技術に関する国際高級コース」（コーネル大学で開催）に参加し，動物科学におけるアイソトープ取扱いに関する技術を習得した。

38年10月には，熊取敏之臨床第1研究室長がIAEAおよびWHO共催の「放射能中毒の診断と治療」に関する科学会議（ウィーンで開催）に出席し，「放射性物質による障害者の臨床的研究」と題して研究発表を行なった。同じく10月，塩見敏男遺伝第1研究室長が西ドイツ，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した。このほか37年度における新たな留学生は11名にのぼり（付録，316頁参照），海外研究機関との活発な交流が行なわれている。

なお，技術部放射線安全課福元健夫氏は37年5月より約80日間，大洋漁業まぐろ母船「広洋丸」に乗組み，核爆発実験の行なわれた南方海域における大気汚染の調査に従事し，また，技術部放射能検査課鈴木譲氏および病院部医務課尾立新一郎氏は，7月より約50日間，水産庁の漁業調査船「照洋丸」に乗船，中部太平洋の核実験区域周辺における海水の放射能汚染調査にあたった。

一方，本年度は，英国ウィンズケール原子力研究所保健安全部長ハウエルズ博士，WHO本部健康保護増進部長テール博士，米国NIHスペクト博士，ブラジル核医学研究所長エストン博士，イスラエル，ワイズマン科学研究所シェレスニヤーク教授その他の外国人科学者が研究所を訪れ，相互の知見の交流をはかった。

その他　以上のほか，特に37年度は放医研設立5周年にあたり，これを記念する事業の一環として37年11月，東京大学医学部総合中央館において「創立5周年記念講演会」を開催し，放医研における業務の概況ならびに研究の一端を広く一般に紹介した。

また，年度の後半にいたり，所外の要望と期待，とりわけ日本学術会議より基礎研究の重視，施設の公開利用，所外の大学，研究機関との連けい等放医研に対する要望と問題点の指摘等があり，これらの要請に対処することを含め，放医研のおかれた独自の立場をも考慮しつつ，37年12月，「放医研の在り方について」と題して全所をあげて討論会を開催し，プロジェクト研究の実施，体制と運営その他の問題について活発な討論が展開された。

II. 物 理 研 究 部

概　　況

物理研究部は既設の第1，第2，第3研究室のほか，本年度新らしく医用原子炉研究室が新設され，37年度の定員は3名増の計21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一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の従前の研究業務のほか，本年度から医用原子炉の設置に関係した調査研究が加わった。

本年度の一般的特色は，関係施設の整備にともなって，高エネルギー放射線と中性子線関係に次第に研究が延びようとしていることである。

ヒューマン・カウンタによる体内放射能の定量測定法の研究は，実用時期に入ったことにともなって本格的に実施することとなった。その主な成果は ^{132}Cs と ^{42}K とを ^{137}Cs と ^{40}K との代用核種として使用し，臨床研究部との協力のもとにその較正方法が研究され，この方向での重要な資料が得られたことである（研究報告1参照)。

微量放射性物質に関するエネルギー分析法の研究に関しては，前年度に開発した低バックグラウンドβ線スペクトロメータの性能向上を目的とし，分解能の向上の方法，バックグラウンドの減少とエネルギースペクトルに関する理論的および実験的研究を行ない，良い結果を得た（研究報告2参照)。

またこの研究と平行して，β-γ 放射体の微量測定法として β-γ 同時計数法の研究を行ない，いろいろな利点があることがわかり（研究報告3参照)，その成果はそれぞれ放医研内の放射能の微量測定の実務に役立ちつつある。

NaI シンチレーション・カウンタを使用した，鉛または鉄しゃへい方式の低バックグラウンド放射能測定の場合，問題となる宇宙線の硬成分による影響について，昨年度に引続き理論的，実験的解析を行ない，その一部を解明したが引続き研究中である（研究報告4参照)。

中性子線の生体内エネルギースペクトル分布の測定法の研究の前提的研究として，中性子エネルギーの測定法の研究を行なったが，本研究は当所のバンデグラフ加速器の整備と平行して行なわれ，方式としては time of flight 法を採用し，装置としては一応完成し一部予備実験を行ない，加速器の調整完了をまって近く総合調整を行なう予定である（研究報告5参照)。

人体組織内で，X，γ 線によって生じる2次電子に関する研究は，LET や吸収線量等を求める場合に欠くことのできないものであるので，昨年度に引続き行なっているが，本年度からようやく芽が出そうである。実際上最も必要である連続X線関係のデータが欠けているので，これに主眼点を置いた（研究報告6，7参照)。

吸収線量測定の有力な一方法としての熱量的測定については，従来100～300 kVp 連続X線，^{137}Cs γ 線について行なったが，本年度は ^{60}Co γ 線について ergs/cm^2・r の値，熱量計法と電離箱法とによる銅および組織等価物質（Mix. P.）の減弱曲線の比較等が行なわれた（研究報告8参照)。

人体臓器の被曝有意線量に関する研究関係では，放射性同位元素の取扱いから生ずる被曝がどの程度国民有意線量に寄与するかを知るため，従来科学技術庁委託調査費の補助のもとで行なわれてきたが，当部第3研究室はその測定分野を担当し，その予備測定を行なった（研究報告9参照)。また医学利用X線による遺伝有意線量に関し，照射部の大小が大変関係があることが解明され，この方向に有益な資料を加えた（研究報告10参照)。

ABCC から依頼された，広島および長崎の原爆による被曝線量の推定についての研究は，当部第3研究室橋詰室長を中心に進められている。依頼内容は，(1) 1次放射線の推定，(2) 誘導放射能および Fallout の測定，

(3) 広島，長崎市民の医療X線による被曝であるが，本年度は (1) と (3) について行なわれた。前記の1次放射線のうち中性子線については，例えばコンクリート等のなかの鉄に含まれている Co の放射能を測定する方法を採用し，化学研究部および当部第1研究室の協力のもとに進められている。γ線の推定については，熱ルミネッセンスおよび ESR 等の測定による方法を採用すべく測定器等の整備を行なっており，この研究については ABCC を経て Oak Ridge の担当研究者との打合せも行なわれている。

高エネルギー X，β線および中性子線のしゃへい方式の基礎的研究のうち，10～30 MeV の電子線およびX線について，ベータトロンと水ファントムを使用して，それぞれ制動輻射線，散乱線の角度分布，電子線の実用飛程の測定が行なわれた（研究報告11参照）。また医療法の改正に必要なX線のしゃへい壁の厚さ等の算出方法についても研究を行なった（研究報告12参照）。

本年度から着手した医用原子炉に関する調査研究については，定員1名で充分な調査は行なえなかったが，外国における医用原子炉の実情の文献的調査，中性子線および短命 RI の医学および生物学方面への利用についての文献的調査を進める一方，この方面に使用される中性子線の測定法の修得および開発に関する実験的準備も進めてきた。

以上の年度計画課題のほか，医療X線フィルムの感度表示方法に関する JIS 制定の資料として，実験的研究が行なわれた（研究報告13参照）。また，当部第2研究室稲田技官が ORNL の Physics Division で留学中行なつた中性子の捕獲断面積に関する研究がある（研究報告14～17参照）。（伊藤岳郎）

1. ヒューマン・カウンタの較正に関する研究

物理第1研究室
飯沼　武
野原功全
田中栄一

本年度は2種のカウンタの最終的調整を終え，各種 RI の較正法の研究に着手した。

まず，NaI カウンタは，検出部の光電子増倍管の故障（Harshaw 社でつけた樹脂と光電管の熱膨張の差によるらしい），増巾器の故障を修理したのち，順調に運転された。最初に geometry として，Bed 上 35 cm，頭上より 150 cm scan と，いわゆる "Standard Chair" をえらんだ。NaI (Tl) crystal は $8''\phi \times 4''$ のもの1個を使用した。第1に ^{137}Cs content の較正を，最近得られるようになった ^{132}Cs を使用して行なった。

^{132}Cs は原研の木村，柴田両氏の好意により入手したもので，臨床研究部永井室長の協力により2名の "がん" 患者に ^{132}Cs 1～3 μc を経口投与して，その分布，排泄率を求め，かつ ^{137}Cs を較正した。^{132}Cs は半減期 6.5 日で被曝線量は極めて小さく，人体投与が可能である。また，もっとも強いγ線のエネルギーは 0.669 MeV で ^{137}Cs に非常に近く，この目的には最適の核種といえる。詳しくは最近発表した文献を参照されたい[2]。

次は，人体に自然に存在するもっとも重要な核種である ^{40}K を ^{42}K で較正することを試みた。この方法は Leeds 大学の Spiers や Burch 等により最初に試みられ，次いで Argonne N. L. の Miller, Marinelli 等が詳しく行なった方法である。

^{42}K は半減期 12.5 時間，放出γ線のエネルギーは 1.51 MeV で ^{40}K のγ線に極めて近く，上記の ^{132}Cs と同じく有益な RI である。われわれの目的には，^{40}K の較正のほかに，全交換可能 K を算出することも含めた。^{42}K は半減期が非常に短かいので，体内摂取による被曝線量は投与量が数 μc であれば極めて少ない。そこで，同じく臨床研究部永井室長の協力により，約 15 名の男女の患者（カリウム代謝の面から見て正常なものと異常と考えられるもの）に平均 4 μc 程度の ^{42}K を経口投与して，その後 14 時間経過してから，ヒューマン・カウンタで測定した。その間の全排泄物（尿と便）は採集されその放射能が測定された。いま，エネルギーが非常に近い RI による較正の原理というべきものを述べる。その本質は ^{42}K を例にあげれば，^{42}K を *in vitro* で測定したものと *in vivo*（経口投与後 14 時間以上経過）で測定したものとの比が ^{40}K を同一の geometry で *in vitro* および *in vivo* で測定した比と等しいことにある。

$$\frac{^{42}\mathrm{K}\ in\ vitro}{^{42}\mathrm{K}\ in\ vivo} = \frac{^{40}\mathrm{K}\ in\ vitro}{^{40}\mathrm{K}\ in\ vivo} = \mathrm{K}_1$$

この式の成立つ条件は，^{42}K および ^{40}K の geometry が *in vivo* および *in vitro* において相等しいことである。そうすれば，両者のγ線のエネルギーの差による吸収，散乱の相異は negligible である。

ここで，^{42}K *in vitro* と同一 geometry で重さのわかった natural potassium を測定すると，

$$\text{Weight of K } in\ vitro = \mathrm{K}_2 \cdot {}^{40}\mathrm{K}\ in\ vitro$$

の関係が成立する。自己吸収が無視できるような条件で

あれば，K_2 は constant になる。

そこで人体内のKの重さは，

$$K\,(g)\ in\ vivo = K_1 \cdot K_2 \cdot {}^{40}K\ in\ vivo$$

したがって，$K_1 \cdot K_2$ を求めておけば ^{40}K の計数から直ちに人体内のKの重さが求まる。現在 K_1 の値を種々のgeometry，体重，身長の人間について求めている。詳しくは別の文献に発表する。

以上の方法は原理的に正確であるが，人間に RI を投与しなければならない点で不便であり，簡易な方法とはいえない。そこで半経験的な方法として，人体模型を用いる方法がある。いま，分布のほぼわかっている RI を較正したい時は，そのように RI を人体模型内に分布させる。ただし，RI の絶対量は前もって測定しておくものとする。ここで次の関係が成り立つ。

$$\frac{A\ in\ phantom}{Counts\ in\ phanton} = \frac{A\ in\ vivo}{Counts\ in\ vivo} = K_1'$$

Aは問題の RI の絶対崩壊数。

ここで明らかなように，K_1' の値が，人体の場合とphantom の場合とで，異なることがあることである。^{42}K 投与によって求めた $K_1 \cdot K_2$ と K_1' を比較することは非常に面白い問題である。また，これによって K_1' の値に或る程度の補正を加えることが必要になるかも知れない。さらに，K_1' が人体の寸法によってあまり変化しないような NaI crystal の配置を見つけることも重要なことである。現在われわれは ^{40}K と ^{137}Cs の両人体模型につき種々の実験を続行中である。詳しくは別に報告する予定である。

さらに plastic scintillator を用いたヒューマン・カウンタは，多くの問題点があったが，第1に 32 本の光電子増倍管の利得を一致させることについては，全電圧を 1,100 V に設定し，Th の point source を一つの unit に4本ある光電子増倍管の軸上で scintillator の面上において，印加電圧を可変抵抗によって加減した。電圧を高く上げると利得は不安定で時間とともに変化する。低ければ安定であるが今度は信号が増巾器の雑音にかくされてしまうので，現在のところ上記の電圧がほぼ最適と思われる。上下四つずつの unit の利得を一致させると，今度は mixer において両者の利得の調整を行なって全 8 unit の利得は一致される。plastic 系の geometry は検出効率を増大するために 4π 型になっている。ここでも，^{137}Cs や ^{40}K のようにエネルギーの差が大きいものでは十分にエネルギー弁別が可能である。較正は phantom と RI 投与による方法を NaI カウンタと並行して進めている。

実際に患者を測定する場合に注意している点について述べると，患者は放射能的にみて ① 正常なもの（自然放射能と fall-out products のみ）と ② 異常なもの（～μc 程度の RI を身体中に有するもの）に分類し，① については，ヒューマン・カウンタ室に隣接するシャワー室にて全身を洗滌したのち，支給の寝巻を着て入室する。② については普通，病院に入院しているので，そこで清拭してヒューマン・カウンタ室に来る。ここでは，半減期が長く，かつ，汗等によって身体外に排泄され易い RI を有する患者には紙の寝巻と帽子，マスクをつけさせる。また，カウンタのベツドにはペーパー・シートを敷き汚染を防ぐ。ただし，身体外に排泄されないものや，半減期の短かいものは普通の寝巻を使用する。

測定前には体重・身長・胸巾・胸厚等を測定する。

今後の問題点として，background stability，最適な crystal の配置，その他の RI の較正法等の点を解決せねばならない。

以上簡単にわれわれが行なってきた仕事の考え方だけを述べたが，詳しくは下記の文献を参照されたい。

1) 田中栄一，野原功全； 放医研のヒューマン・カウンター，応用物理，31，11，943（1962年11月）

2) 飯沼　武，野原功全，永井輝夫，市川龍資； Calibration of ^{137}Cs content in the human body, *Nature*, 198, 605 (1963. 5)

3) 飯沼　武，野原功全，田中栄一； 第5回日本アイソトープ会議，パネル討論会「生体内放射能測定」（1963年5月）

2．同時計数型 β 線スペクトロメーターのバックグラウンド

物理第1研究室

田　中　栄　一

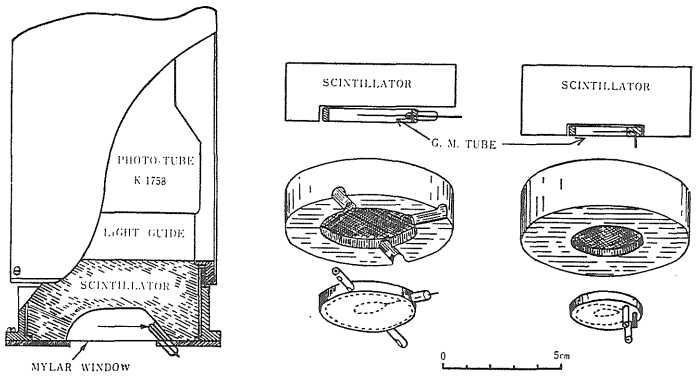
平　本　俊　幸

（1） 目　　的

前年度開発した低バックグラウンド β 線スペクトロメーターの性能を向上し，微量放射性物質の核種分析法および定量法を確立する目的で，上記スペクトロメーターのエネルギー分解能向上の方法を検討し，バックグラウンドの減少とエネルギースペクトルに関する理論的および実験的研究を行なった。

（2） 方　　法

エネルギー分解能に関しては，種々の形，大きさの検



DETECTOR A　　DETECTOR B　　DETECTOR C

第　1　図

出器について一定の γ 線にたいする光収量を比較し，さらに ^{137}Cs の内部転換電子にたいするエネルギー分解能を比較した。これによってエネルギー分解能におよぼすシンチレーターの形状，GM 計数管の形状，GM 管とシンチレーターとの境界層の構造などの影響について検討した。

上記の結果により，比較的良好なエネルギー分解能をもつ方法を用いて第1図のごとき3種類の検出器を試作し，これらのバックグラウンドの波高分布を鉛遮蔽5 cm と無遮蔽の状態において求め，この測定法の特徴である同時計数法によるバックグラウンド減少率を実験的に求めた。一方，このバックグラウンドの波高分布および上記減少率を理論的に導出し，これを上記の実験結果と比較した。

（3）結　果

エネルギー分解能に関してつぎの結論を得た。

1) GM 計数管とシンチレーターの境界物質としてシンチレーターに直接アルミニウムを蒸着すると，シンチレーションにたいする反射効率がわるく，分解能が悪化する。

2) 境界物質としてアルミニウムを蒸着したマイラー薄膜は，反射効率が大きく分解能はすぐれているが，膜の厚さが厚くなるので β 線の吸収損失が大きくなる欠点がある。さらにこの方法は GM 計数管の形を制限し，パンケーキ型 GM 管を使用するため，幾何学的効率が小さくなる（検出器 B, C)。

3) アルミニウムを直接蒸着する方法でも，GM 管の形を半球状にし，光電面のほぼ全部に直接光が入射するごとき構造（検出器A）にすると 1) の欠点はかなり除くことができる。

これらの結果にもとづき，試作した検出器の諸特性を第1表に示した。

つぎに，バックグラウンドの波高分布を三つの検出器について，GM 計数管との同時計数法を適用した場合と

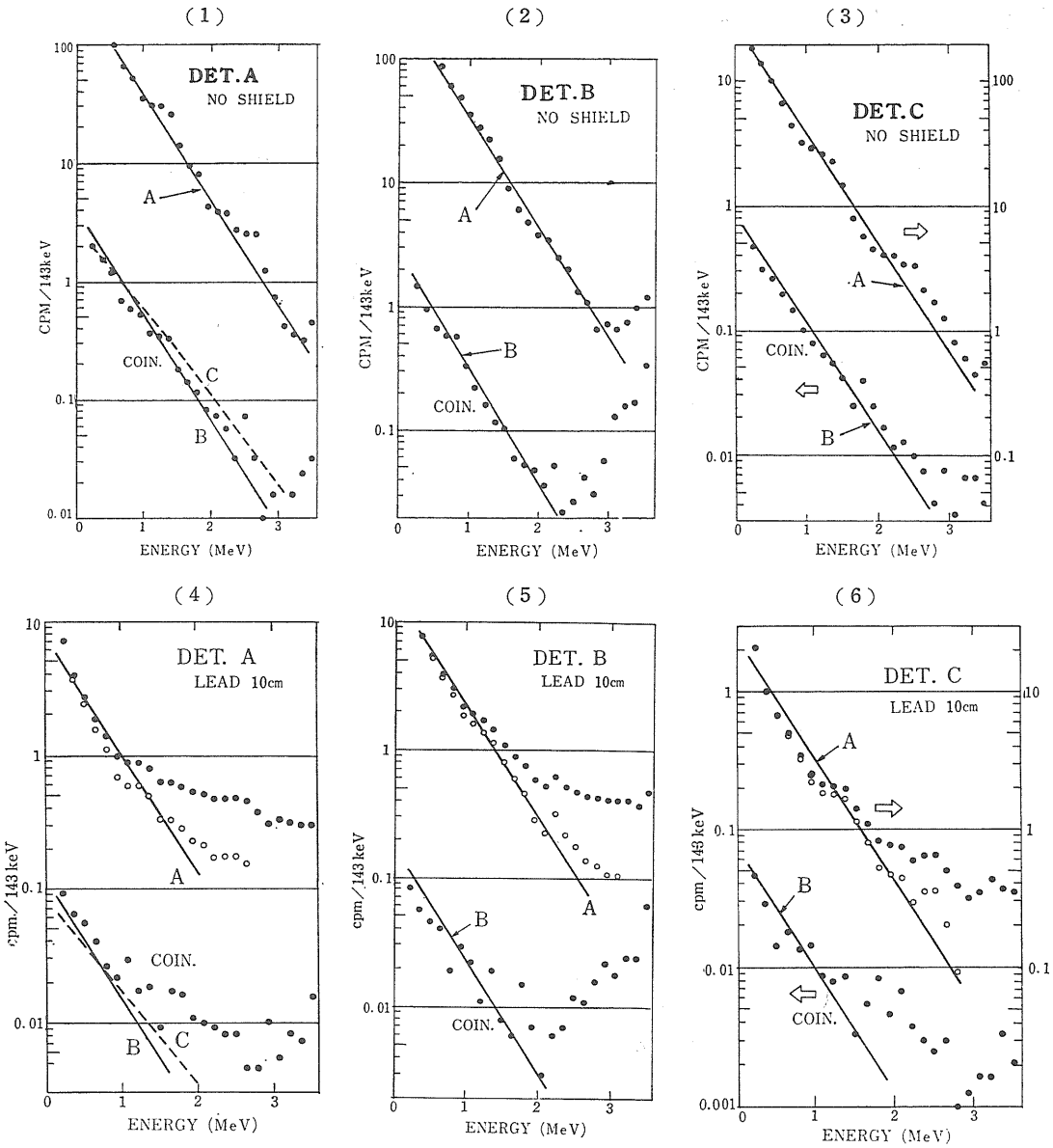
第　1　表

検出器		A	B	C
シンチレーターの体積	V (cc)	125	94.6	118
GM 管の全表面積	S (cm^2)	34.3	20.3	7.6
バックグラウンド減少率	$\frac{\varepsilon kS}{4\mu V}$	1/67	1/93	1/325
GM 管の特性	大きさ (mm)	40 ϕ × 14	36 ϕ × 6	22 ϕ × 4.5
	プラトーの長さ (V)	250	120	75
	プラトーの傾斜 (%/100 V)	4	6	15
	効率 ε (%)	94	87	83
エネルギー分解能 (^{137}Cs—^{137m}Ba の内部転換電子にたいする半値幅) (%)		20	17	16
バックグラウンド計数率 (10 cm Pb 遮蔽) (cpm)	GM 管の計数	11.4	8.05	3.01
	0.15 ～ 3 MeV	0.47	——	0.20
	0.15 ～ 2 〃	0.42	0.36	0.18
	0.15 ～ 1 〃	0.30	0.28	0.13

週用しない場合について求めた結果を第2図の黒点で示した。

一方，バックグラウンドに関する理論的考察の概要は以下のごときである。同時計数法を用いたときのバックグラウンドはμ中間子の影響が除去されるから，周囲からのγ線によって生ずる2次電子のみに原因すると仮定する（検出器またはその周辺に，部分的な放射能汚染はないと考える)。 体積Vなるシンチレーターのなかでバックグラウンドの原因となる電子（主としてγ線による2次電子）の位置分布および方向分布が一様で，シンチレーターの端効果が無視でき，さらにGM管とシンチレーター間の境界を1個の2次電子が2回以上横ぎらないと仮定する。しかるときは同時計数バックグラウンドの波高分布は，

$$B_{coinc.}(E)dE=\int_E^{\infty}\varepsilon\left[\frac{S}{4V}R(E')B_e(E')\right]P(E')dE'dE \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$



第 2 図

であたえられる。ここに ε は GM 管の真の効率，S は GM 管の全表面積（厚壁部は除く），$R(E')$ はエネルギー E' の電子のシンチレーター中の飛跡の長さ，$B_e(E')$ は同時計数しないバックグラウンドの波高分布，$P(E')\cdot dE$ はエネルギー E' の電子が GM 管とシンチレーターの境界層を通過した際に，シンチレーター内で $E\sim E+dE$ なるエネルギーを失なう確率である。

第2図からわかるごとく $B_e(E')$ は，

$$B_e(E') = B_0 e^{-\mu E'} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

で近似できる（図の白点は μ 中間子を補正した電子成分のみのスペクトルである）。

いま $R(E') = RE'$，$P(E')\,dE = \dfrac{dE}{E'}$ と仮定すると，(1) 式は

$$B_{coinc.}(E)\,dE = \frac{\varepsilon kS}{4\mu V} B_e(E)\cdot dE$$

となる。この式は，同時計数バックグラウンドは同時計数しないバックグラウンドの波高分布と同じ波高分布をもち，計数率が $\varepsilon kS/4\mu V$ だけ小さくなることを示している。第2図の直線Bは，同時計数しないときの波高分布を直線Aで仮定したときに，理論から予想される波高分布である。低エネルギー側は実験と比較的よく一致しているが，高エネルギーでは検出器を遮蔽したとき，実験値は理論値よりやや大きくなる傾向がある。これは，宇宙線2次成分の高エネルギー γ 線による $B_e(E)$ が，簡単な (2) 式で近似できないことに原因するものと思われる。

この理論によると，シンチレーション・カウンターのバックグラウンドから同時計数した際のバックグラウンドを推定することができ，それが実験値とよく一致することは，同時計数のバックグラウンドが周囲の γ 線のみに原因していることを意味する。したがって，遮蔽の良否，検出器の部分的な放射能汚染の影響の有無などが容易に検討できる。

〔研究発表〕

田中栄一，平本俊幸； Background of coincidence type beta-ray scintillator spectrometer, *Nuclear Instr. Meth.*（印刷中）

3. β-γ 同時計数法による微量 β-γ emitter の測定

物理第1研究室
田中栄一
平本俊幸

微量 β-γ emitter の測定は，低バックグラウンド β 線測定器で行なうのが普通である。これは，γ 線測定器では一般にバックグラウンドを十分に下げることが困難なためである。現在広く用いられている低レベル β 線測定法は鉄，鉛等で周囲からの γ 線を遮蔽し，さらに β 線計数管のまわりを宇宙線用計数管で囲い，逆同時計数法を用いて μ-meson によるバックグラウンドを除く方法である。しかしながら，β 線と γ 線を同時に放射するような β-γ emitter には，β-γ 同時計数法が応用できる。この方法を用いてバックグラウンドを減少せしめる実験を行なった。

同時計数法

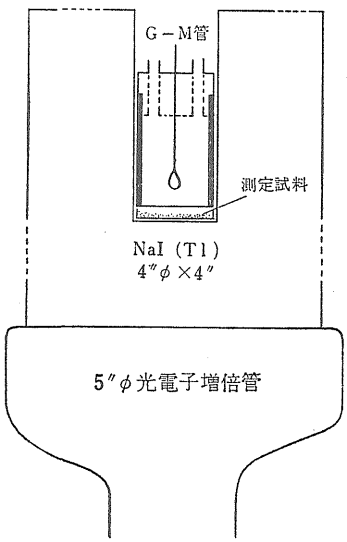
β-γ 同時計数法は，β 線と γ 線が同時に β および γ 線計数管で検出したときのみ計数する方法であるから，計数管およびその周囲の材料に含まれる β 線 emitter に起因するバックグラウンドは当然除去される。また周囲の物質からの γ 線によるバックグラウンドは，γ 線が少なくとも1回以上どちらかの計数管で散乱されて他の計数管に入らなければ計数されないから，β 線計数管だけのばあいより減少するはずである。したがって，同時計数法のバックグラウンドは上記の逆同時計数方式に比して減少する。この減少率を α とする。一方，同時計数法の正味計数率は，γ 線検出器の検出効率 ε_γ 倍に減少する（一つの β 線と同時に一つの γ 線が放射されると仮定する）。この結果，低レベル測定器の性能の尺度となる S^2/B は $\varepsilon_\gamma^2/\alpha$ だけ変化する。ここに S は正味計数率，B はバックグラウンド計数率である。$\varepsilon_\gamma^2/\alpha$ は，γ 線のエネルギー，γ 線検出器の大きさ等によって変化するけれども，この値が1よりも大きければ，同時計数法は微量測定に適しているということができる。

γ 線検出器としてウェル型 NaI シンチレーション計数管を用い，そのウェルのなかに β 線検出器として GM 計数管を挿入し，両者のあいだに測定試料をおく配置は ε_γ を大きくすることができる。この配置のもう一つの特色は，μ-meson によって生ずる同時出力が完全に除去できることである。すなわち，GM 管を通過する μ-meson は常に NaI に十分大きなエネルギーを与えるので，出力パルスが一定のレベルを超えたときは同時計数出力を出さないように電子回路で細工すればよい。また，γ 線

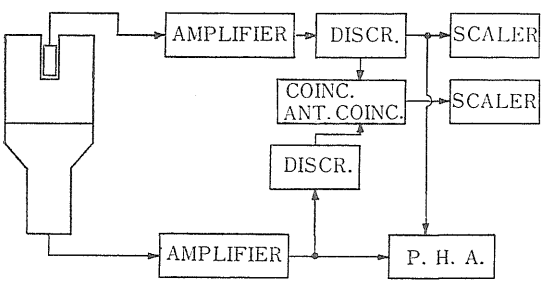
チャンネルのレベルを上と同じにしたときの両検出器の逆同時計数のバックグラウンドは，普通の逆同時計数方式のものに相当する。したがって，このような配置の検出器を用いて同時計数法と逆同時計数法との比較を行なうことができる。以下に主としてこの比較についてのべる。

実験装置

γ 線検出器として $4''\phi \times 4''$ のウェル型 NaI シンチレーション計数管を用いた。このウェルの大きさは 2 cmϕ×5 cm で，このなかに第1図に示すように端窓型 GM 管を挿入した。GM 管はガスフロー型で，壁は 1.5 mm の銅，窓は 1 mg/cm^2 のマイラーでできている。検出器全体は鉛で遮蔽した。使用した電子回路のブロック図を第2図に示す。



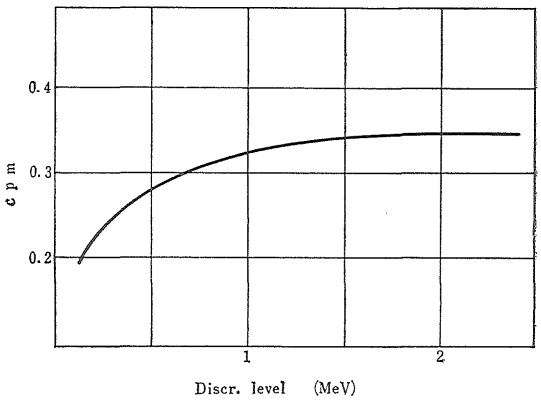
第 1 図



第 2 図

実験結果

一定の厚さの遮蔽では，逆同時計数方式のバックグラウンドはシンチレーション計数管のディスクリミネーターのレベルによって変る。このレベルが 1.5 MeV 以上ではほとんど一定で，この部分では μ-meson だけを除去している。1.5 MeV 以下にすると，γ 線によるバックグラウンドの一部が除かれるようになるため，次第に減少する。これを第3図に示す。



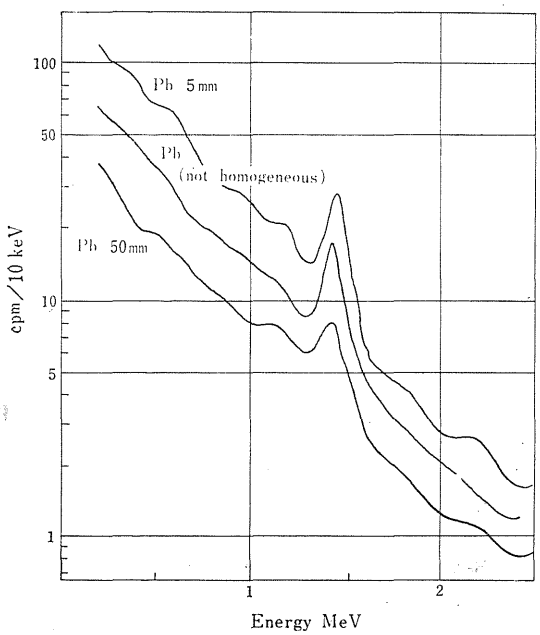
第 3 図

第 1 表

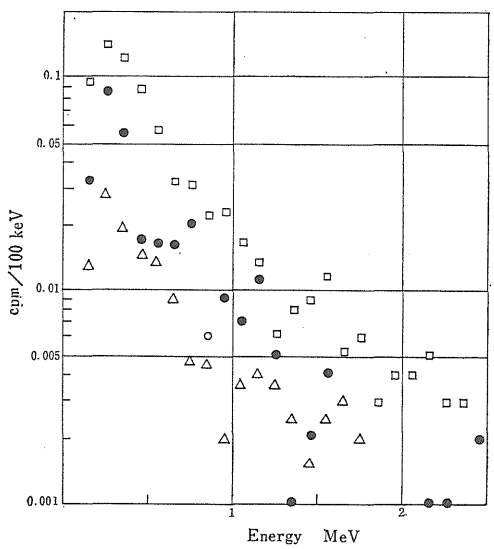
遮蔽	GM 管のバックグラウンド	逆同時計数のバックグラウンド	同時計数のバックグラウンド
	cpm	cpm	cpm
鉛 5 mm	3.4	1.2 ± 0.04	0.6
鉛(不一様)	2.9	0.62 ± 0.05	0.3
鉛 50 mm	2.6	0.34 ± 0.05	0.14

遮蔽の厚さを変えたときの各計数法のバックグラウンドを第1表に示した。この表で，同時計数法のバックグラウンドは，シンチレーション計数管の 0.1～2 MeV のパルスと同時計数したものである。逆同時計数のときのシンチレーション計数管のディスクリミネーター・レベルは 2.5 MeV にした。第1表の逆同時計数のバックグラウンドは，主として周囲からの γ 線の2次電子によるものであるから，第4図（次頁）に示すシンチレーション計数管のパルス波高分布と一定の関係にあるはずである。実際に第4図の波高分布は遮蔽の厚さによって第1表に示した割合とよく一致して減少している。

同時計数のバックグラウンドは，逆同時計数のバックグラウンドの一定の割合（約 $^1/_2$）をもっているが，これは第4図の波高分布の形が遮蔽の厚さによってあまり変化しないことに原因している。同時計数されたシンチレーション計数管のパルス波高分布は第5図（次頁）に示す。分布の形は第4図とほぼ似ている。



第 4 図



第 5 図

□: Pb 5 mm
◉: Pb (not homogeneous)
△: Pb 50 mm

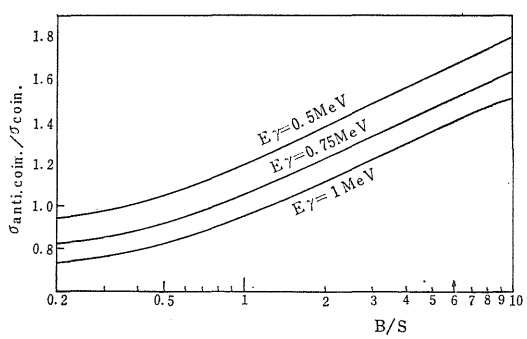
第1表でみる限り同時計数のバックグラウンドはあまり小さくないが，実際には γ 線チャンネルにウィンドウディスクリミネーターを用い，ウィンドウを注目している γ 線の photo-peak にあわせれば ε_γ をあまり小さくせずに，バックグランドを非常に小さくすることができる。このウィンドウ幅は photo-peak がほとんど入るようにすればよい。鉛 5 cm の遮蔽のもとでこのようにしたときの結果を第2表に示した。$\varepsilon_\gamma^2/\alpha$ は 1 よりも大きく，同時計数は $S \ll B$ であるようなとき有効であることを示している。ただし，$B = 0.34$ cpm である。どの程度の計数率から同時計数法が有効であるかを計算するには，一定測定時間で得られる相対的標準偏差を比較することによってわかる。試料測定とバックグラウンド測定の時間を最良に分配したときの相対的標準偏差 σ は次式であらわされる。

第 2 表

γ 線エネルギー	ウィンドウ幅	同時計数バックグラウンド	α	ε_γ	$\varepsilon_\gamma^2/\alpha$
MeV	MeV				
2	～0.421	0.004	0.012	0.16	2.1
1	～0.24	0.008	0.024	0.28	3
0.75	～0.2	0.012	0.035	0.36	3.7
0.5	～0.165	0.02	0.06	0.50	5
0.25	～0.1	0.03	0.09	0.87	9

$$\sigma = \sqrt{1 + B/S} + \sqrt{B/S}$$

鉛遮蔽 5 cm のとき，種々のエネルギーの γ 線に対して逆同時計数方式で得られる $\sigma_{\text{ant. coinc.}}$ と同時計数で得られる $\sigma_{\text{coinc.}}$ との比を第6図に示した。横軸の B/S は逆同時計数のときの値で，B は前と同様 0.34 cpm である。この図で $\sigma_{\text{ant. coinc.}}/\sigma_{\text{coinc.}} > 1$ なる部分では同時計数法がより有効であることを示している。



第 6 図

結　論

以上の実験から，β-γ emitter の微量測定には β-γ 同時計数法が或る条件のもとでは有効であることがわかった。もし ^{60}Co のように 2 本の γ 線を放射するようなも

のには，2台または3台のウィンドウ・ディスクリミネーターを用いて各 photo-peak と sum-peak をはさむようにすれば，γ 線検出効率が増して一層有効な方法として用いることができよう。この方法の他の利点は，いくつかのアイソトープが混合している試料を測定するとき，β-γ 線同時放出核種のみを選別して測定できること，特定の γ 線にウィンドウを合わせることにより特定のアイソトープだけを計数することが可能なこと，および微量の放射性物質の γ 線スペクトルが求められること等である。

4．NaI シンチレーションカウンターに及ぼす宇宙線の影響

物理第1研究室
伊藤　進
田中栄一

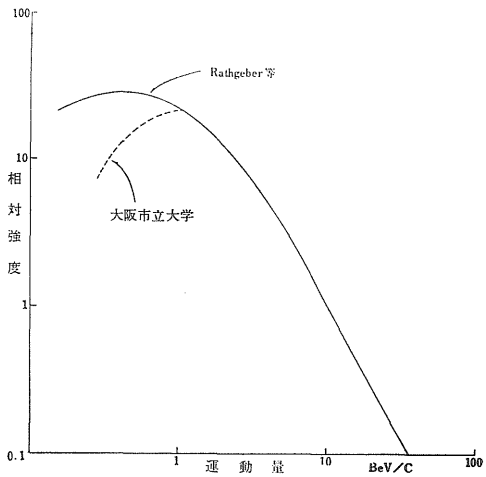
(1) 序

微量放射能を測定する場合には，建物中に含まれている放射能と宇宙線中の軟成分をとりのぞくために，鉛 10 cm または鉄 20 cm 程度の遮蔽をしている。遮蔽鉄室内におかれた NaI シンチレーション・カウンタのバックグラウンドの原因は，遮蔽材料および検出器自身に含まれている放射性物質によるもの，宇宙線の硬成分に原因するものに大別できる。宇宙線の硬成分はほとんどが μ 中間子であり，μ 中間子のエネルギーは非常に大きく (BeV 程度以上)，エネルギー損失はそれ自身のエネルギーにくらべて無視されるため，崩壊による以外に μ 中間子は消滅することはないので，鉄室中では，どこでも一様な μ 中間子の場 (flux) になっていると考えられる。そして μ 中間子により作られる電子や光子等の2次的成分が NaI に影響を及ぼしていると考えられるが，その詳細はわかっていない。

Sea level における μ 中間子の運動量分布は第1図に示すようであり，水平な 1 cm^2 における入射 μ 中間子の数は 0.8 個/cm^2·min. である。

μ 中間子が NaI を直接通過した場合は，エネルギー損失が大きい (数 10 MeV) ので高エネルギー部分に計数し，微量放射能を測定する場合にはあまり問題とはならない。問題となるのは，NaI の周囲で μ 中間子から作られる電子や光子の2次的成分である。

μ 中間子の物質中におけるエネルギー損失は S. Ozaki (*J. Phys. Soc. Japan.*, Vol. 17 (1962), Suppl. A-III) によれば，g/cm^2 当り (1) 式のとおりである。



第1図　Sea level における宇宙線 μ 中間子の運動量分布

1 BeV/c 以下の下りは μ 中間子の崩壊による効果である。この領域において二つの実験にかなり違いがみられるが，測定方法についていろいろ複雑な因子が入りやすく，結果が確定していない（小田　稔著，「宇宙線」より)。

$$\frac{dE}{dR} = a + bE + c\cdot\ln\left(\frac{E}{10^3}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$a = 1.98\ \mathrm{MeV/g/cm^2}$　電離項

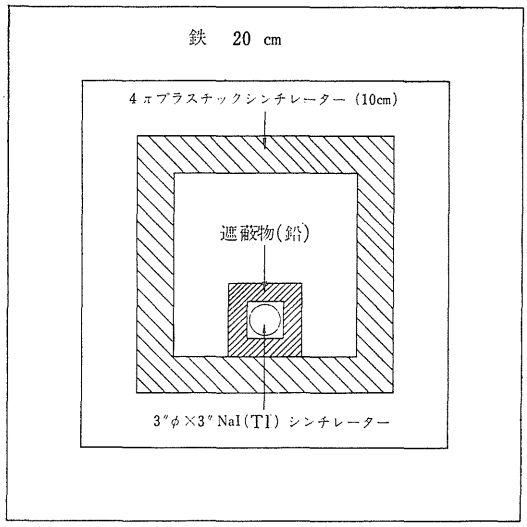
$b = 2.3 \times 10^{-6}\ \mathrm{/g/cm^2}$　(制動輻射 + 電子対創生 + スター + π 中間子発生) 項

$c = 0.077\ \mathrm{MeV/g/cm^2}$　チェレンコフ輻射項

運動量分布（第1図）とエネルギー損失の式 (1) より宇宙線中の μ 中間子から，電子，光子を作りだす過程は電離によるものが優勢的であろうと思われる。電離のなかには，高いエネルギーの電子を生ずる叩き出し過程も含まれている。W. D. Walker (*Phys. Rev.*, Vol. 90, 234, 1953) によれば，叩き出し電子のスペクトルはほとんど対数的に減少しているが，1,000 MeV 以上の電子も存在する。この叩き出されたエネルギーの高い電子がさらに制動輻射し，それで生じた光子が電子対創生をくり返してエネルギーの低い (0.1～3 MeV) 電子，光子を作るものと思われる。

(2) 実験方法

宇宙線によるもののみの NaI シンチレータの計数を測定するために，第2図（次頁）のような geometry でプラスチック・シンチレータと NaI シンチレータとの同時計数法を用いて，NaI シンチレータの波高分布を測定した。波高分析器は 128 チャンネルを用いた。

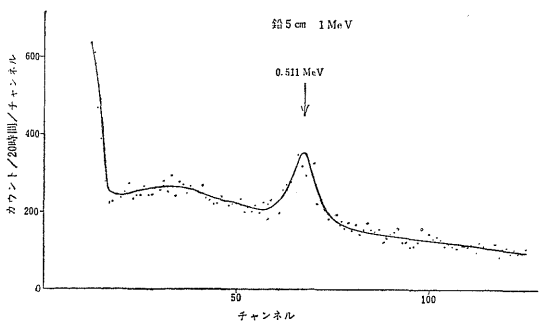


第　2　図

μ中間子によって作られる電子，光子のスペクトルは，物質の厚さ，エネルギーによって異なると思われる。それで遮蔽物(鉛)の厚さ，プラスチック・シンチレータのエネルギーのディスクリのレベルを変えて(1MeV, 10 MeV) 測定した。

(3) 測定結果と考察

第3図は測定結果の1例（鉛5cm，1MeV）である。

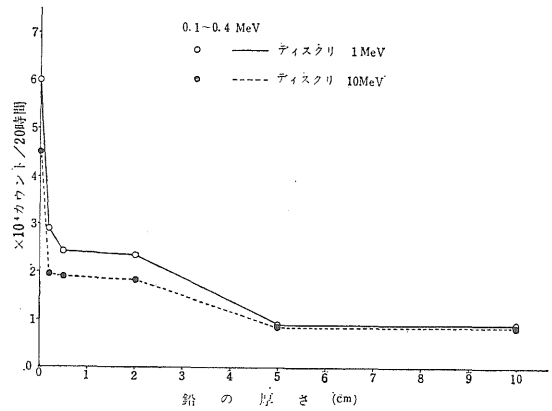


第　3　図

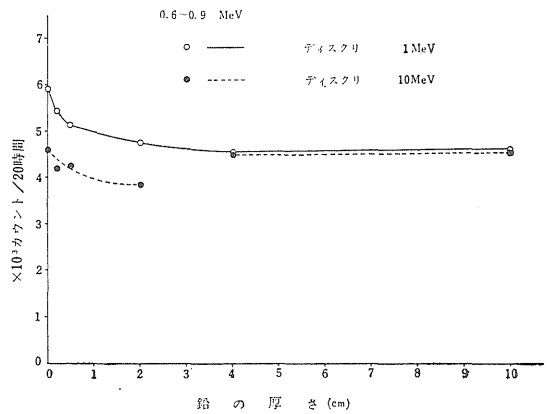
0.511 MeV のピークは，電子対創生（ほとんどが光子によるもので，少しではあるが，μ中間子の直接電子対創生もある）で作られた陽電子が消滅するときに生じる光子によるものである。ピークのカウントは，鉛の厚さ，ディスクリにも関係なく，ほとんど一定であった。

第4図，第5図は，0.1～0.4 MeV，0.6～0.9 MeV のカウントである。

0.1～0.4 MeV のカウントが鉛の厚さがふえるにつれ



第　4　図

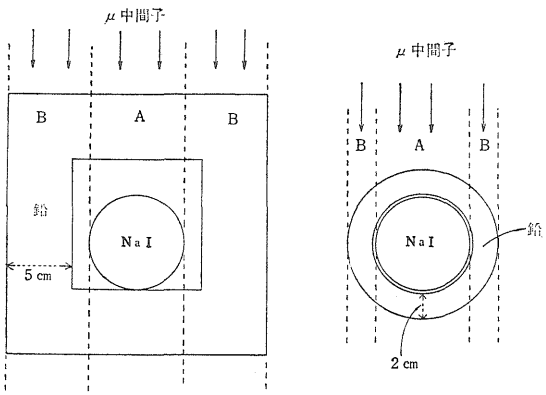


第　5　図

て，急激に減少するということは，鉄あるいはプラスチック・シンチレータからエネルギーの低い多くの電子，光子が生じているためと思われる。

0.6～0.9 MeV のカウントにおいて2cm と5cm を較べると5cm の方がむしろ増加しているのは次のような理由によるものと思われる。

すなわち，第6図（次頁）のように考えやすくするために，μ中間子が真上からのみ入射すると仮定すると，Aの範囲に入射したμ中間子は NaI に直接入り大きいエネルギー損失（数10 MeV）を生じ，低いエネルギー損失（0.2～3 MeV）をおこすのは，範囲Bに入射したμ中間子により鉛中で作られた電子，光子が NaI シンチレータに入る場合である。したがって，鉄，プラスチック・シンチレータ中で生じた電子，光子がほとんど吸収される以上の厚さになると，電子，光子を発生するBの範囲が大きい方がカウントが多くなるためである。そし



(a)　　(b)

第　6　図

てその理由は，第6図(a)(b)をくらべてみると，(a)の方が範囲Bが大きいのには二つの理由があることがわかる。一つは鉛の厚さが（a）の方が厚いこと。もう一つは（a）の方がNaIと鉛のあいだに空間があるためである。0.1～0.4 MeV のデータと較べると2番目の理由によると考えられる。

鉛の厚さ5cm以上になると，厚さ，ディスクリのレベルに関係なく，NaIのエネルギースペクトルは一定になる。これは鉛中での電子，光子の発生と吸収が等しくなった結果と考えられる。このことは一様なμ中間子の場の中の鉛を電子，光子の absorber であると同時に，radiator と考えると，少くとも5cm以上では，鉛の外からの電子，光子はほとんど吸収され，鉛中で作られる電子，光子の発生吸収が等しく，平衡状態になっていると考えられる。

この平衡に達する厚さはμ中間子からの電子，光子の到達距離を意味するので，この厚さをさらに正確に求めるために，以下にのべる装置の改良を行なって実験を継続している。

（4）　**実験装置の改良**

データの精度を向上させるため，プラスチック検出器の性能向上を試みた。反射材の MgO の脱落が性能低下の原因であることがわかつたので，種々検討の結果，反射材を反射効率のよい白紙（SM 原紙）に取り替えた。

改良前にくらべて明るさは2倍近くなり，エネルギー分解能も向上した。

SM 原紙は三菱製紙のご厚意によった。記して感謝する。

5．　中性子エネルギー測定法の研究

物理第1研究室
平　本　俊　幸
物理第2研究室
稲　田　哲　雄
星　野　一　雄
医用原子炉研究室
高　久　祐　治

バンデグラフ加速器によって加速された陽子，重陽子をT，Be，Li等の標的にあてて発生させた中性子を利用するばあい，第1に必要なことは中性子のエネルギー分布を知ることである。現在速中性子のエネルギー測定には幾つかの方法があるが，われわれは多くの長所をもつ time of flight 法を用いることにした。本年度は主として本測定に使用する装置の整備と調整を行なった。以下に本装置の概要を記す。

E MeV のエネルギーの中性子の飛行時間は，

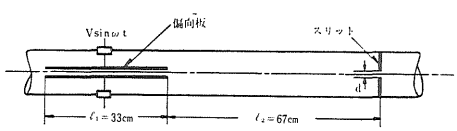
$$t = 72\sqrt{E} \quad n\ sec/m$$

であるから，一定距離を飛行するに要する時間を測定することによつてエネルギーがわかる。このために，バンデグラフからの陽子または重陽子ビームをパルス化して標的にあて，標的から一定の距離に中性子検出器をおき，ビームが標的にあたった時から検出されるまでの時間を測定する。

ビームのパルス化は偏向方式をとつた。バンデグラフを出たビームは平行板に高周波正弦波電圧を印加した偏向板を通過するあいだに上下に曲げられるが，1周期のうちビームのごく一部はほとんど曲げられずに，前方におかれたスリットを通過する。したがって，スリットを出たビームはパルス状となる。この装置を第1図に示した。パルス幅 T (sec) は次式で与えられる。

$$T = \frac{4V(d+w)}{2\pi fE(l_1+2l_2)l_1}$$

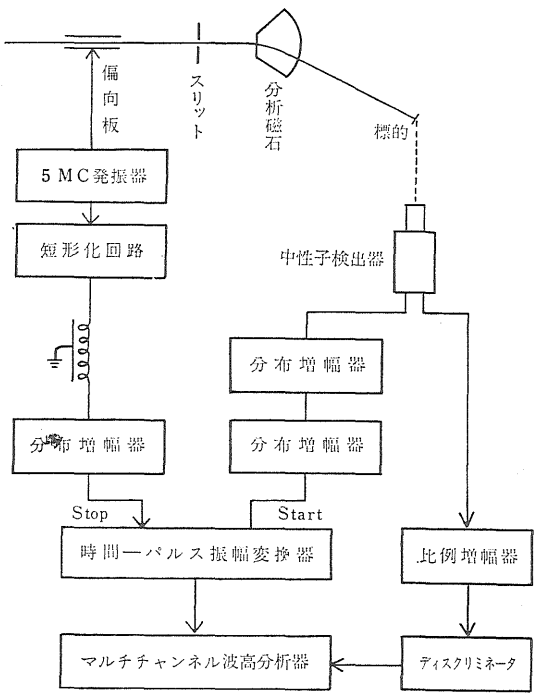
ここに f，V はそれぞれ正弦波周波数ならびに電圧，E は荷電粒子のエネルギー，w はビーム幅，l_1，l_2，d は第1図に示す通りである。正弦波周波数は5MC でビームパルスの時間幅は正弦波電圧，スリット幅 d を変えて調整する。本装置では，エネルギーが3MeV のとき最低



第1図　ビーム偏光装置

4 n sec にすることができる。こうして得られたビームパルスは分析磁石を通って標的にあたる。

中性子検出器は時間分解能のすぐれたプラスチック・シンチレータと RCA-7065 光電子増倍管を用いた。この中性子検出器は標的から1ないし4mの範囲の距離におかれ，さらに角度によるエネルギー分布の変化を測定できるような廻転台車の上におかれている。検出器はバックグラウンドを減少するため，鉄，パラフィン，鉛，カドミウム等からなる筒で遮蔽している。



第2図　測　定　装　置

測定に用いる電子装置のブロツク図を第2図に示した。基準時間信号（ビームが標的にあたる時間と一定の関係にある信号）は，偏向板に印加する正弦波発振器からとり出している（この信号は将来偏向板の後のピックアップ・シリンダーから得る予定)。正弦波を矩形化回路で 25 n sec の矩形波に変形したのち分布増幅器で増幅し，時間—パルス振幅変換器への stop 信号としている。一方，中性子の信号は 25 n sec で微分して2台の分布増幅器で約 100 倍に増幅して start 信号として用いる。

時間の測定は，Cramberg 型の時間—パルス振幅変換器とマルチチャンネル波高分析器によって行なう。時間—パルス振幅変換器の start チャンネルの jitter による分解能の劣化を防ぐため，side チャンネルを設けて検出器からの信号の大きいときだけパルス波高分析器が動作するようコインシデンス入力に加える。

現在は，以上にのべた装置の総合調整の段階にあり，side チャンネルを用いないとき，1.3 MeV の陽子と Be 標的を用いた予備的実験において，prompt γ 線に対する時間分解能 9 n sec を得ている。

6．2次電子に関する研究（その1）
（320 kVp 連続 X 線による2次電子スペクトルについて）

物理第2研究室
松沢秀夫
星野一雄
稲田哲雄
川島勝弘
高久祐治*
佐方周防
* 医用原子炉研究室

（1）緒　言

X, γ 線と物質との相互作用においては，2次的に発生する2次電子が重要な役割を演ずる。したがって，X, γ 線の作用を正確に理解するためには，これら2次電子の空間的，時間的分布，エネルギー分布およびエネルギー損失の過程などに関する十分な知見が必要であろう。これは，吸収線量や LET などを求める場合とくに欠くことのできないものである。

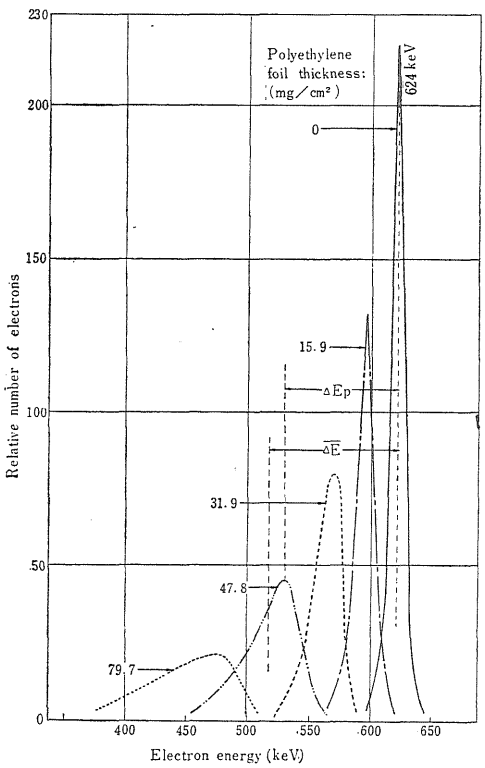
物質内における2次電子のエネルギー分布については，理論的に近似計算がなされかつ平均の LET も算出されているが，これらの値は計算方式の相違によって異なり，見解の一致はみられず，また，計算値が実際の2次電子スペクトルに一致するという証拠も未だ不十分と思われる。他方，2次電子スペクトルの実験的研究は，単一エネルギー γ 線に限られ，連続X線に関するデータを欠いている。

以上の理由から，われわれは連続X線によって発生する2次電子のスペクトルおよびエネルギー損失などに関する実験的研究を始めた。すなわち，電磁式 β スペクトロメーターを試作し，まず 624 keV の単一エネルギー電子線のポリエチレン膜によるエネルギー損失について実験を試みた。次に，320 kVp 連続X線によって Pb, Cu, Al, 骨，およびルサイトから発生する2次電子のスペクトルを測定し，理論的近似計算との比較を試みた。

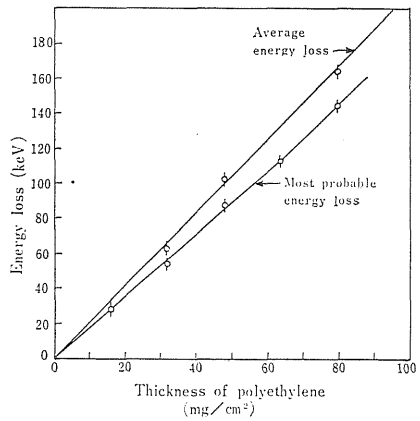
（2） ポリエチレン膜による電子のエネルギー損失

ライファン膜に ^{137}Cs をつけて，これをスペクトロメーターの試料支持器に装着し電子源とした。線源からスペクトロメーターの軸方向へ放出された電子は，磁場の強さに応じて分析される。本実験では，624 keV の K 内部転換電子（^{137}Ba）のみに着目して実験を行なった。

線源の電磁石側にポリエチレン膜を置くと，電子はこれを通過するあいだにエネルギー損失，および straggling を蒙りながら slow down する。ポリエチレン膜の厚さは 1 枚当り 7.97 mg/cm² で，これを 1～10 枚重ねた。これらの結果を第 1 図に示す。これより膜厚と平均エネルギー損失の関係を求めたものが第 2 図である。average energy loss は，分布の重心から重心までのエネルギー差（第 1 図の $\Delta\overline{E}$）であり，Bethe-Bloch の式から計算した Nelms の値によく一致する。また probable energy loss は，分布の極大から極大までのエネルギー差（第 1 図の ΔE_p）を示し，Landau, Blunck らの理論に対応するであろう。



第 1 図　Energy loss spectrum for 624 keV electrons after passing through polyethylene foil of 0~79.7 mg/cm²



第 2 図　Energy loss of electrons as a function of foil thickness for polyethylene

（3） 連続 X 線による 2 次電子スペクトル

前記の各種の試料を試料支持器に装着して，これに細い X 線束を照射して 2 次電子スペクトルを測定するわけであるが，この実験では，320 kVp の X 線によってこれと同じ方向（$\theta < 5°$）へ放出される 2 次電子だけに着目した。

試料として用いたものは，光電効果の大きい鉛，Compton 効果が優位を占めるルサイトのほか，中間の物質として銅，アルミニウム，骨（豚の大腿骨）などである。試料の厚さは 2 次電子の最大飛程よりもやや大きく選んだ。

X 線発生装置は東芝製 EX-300 型を用い，320 kVp 連続 X 線を発生させた。附加フィルターは 2.0 mm Cu + 0.5 mm Al，半価層は 3.0 mm Cu である。X 線束は鉛のスリットで絞り，試料面における照射野を 3 mm φ とした。

第 3 図 a，b はこのような条件で測定した emerging electron のスペクトル（相対値）である。emerging surface を通る 2 次電子の総数は分布曲線の面積に比例するから，ルサイトから発生する 2 次電子数に対する各試料の比率を求めることができ，骨：1.19 倍，Al：1.29 倍，Cu：6.15 倍，Pb：29.5 倍を得た。また各スペクトルの重心を与えるエネルギーをその電子群の平均エネルギーとすれば，ルサイト：73 keV，骨：75 keV，Al：76 keV，Cu：94 keV，Pb：93 keV なる値を得た。この結果からルサイト中の LET は，2 次電子スペクトルの荷重平均として 0.73 keV/μ が得られた。

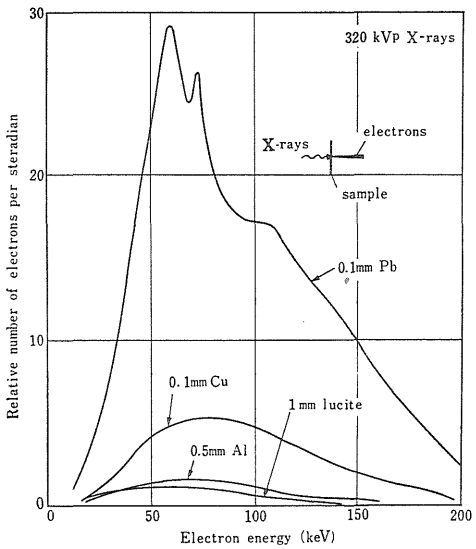
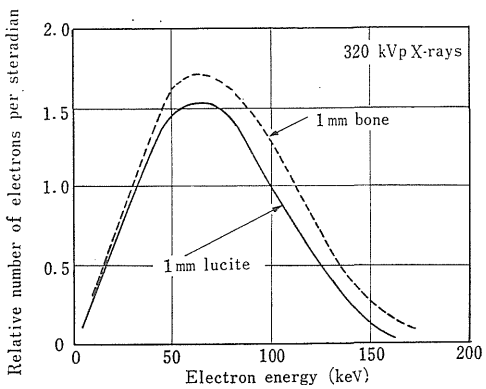
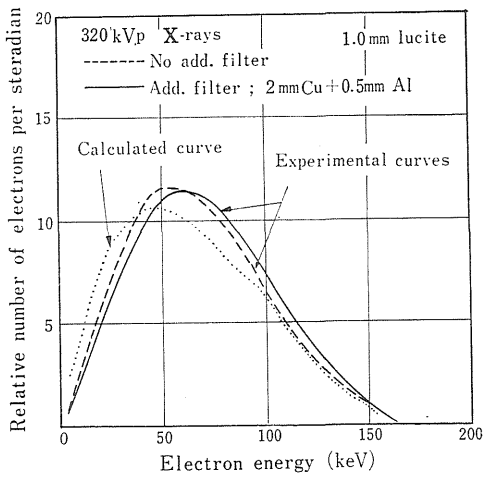


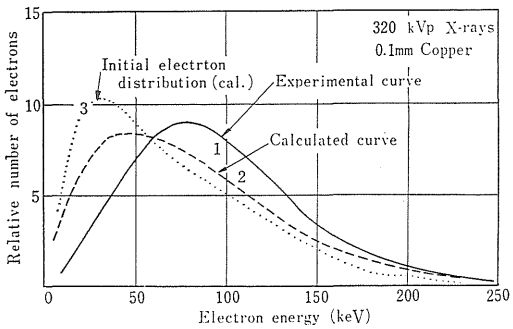
図3第-a Energy spectra of secondary electrons for $\theta < 5°$, which are produced in various materials by 320 kVp white X-rays.



第3図-b Energy spectra of secondary electrons for $\theta < 5°$, which are produced in lucite or bone by 320 kVp X-rays.



第4図 Energy spectra of secondary electrons at the emerging surface which are produced in 1 mm lucite by 320 kVp white X-rays ($\theta = 0°$). The dotted curve was calculated for Compton electrons after due consideration of the slowing down of electrons.



第5図 Energy spectra of secondary electrons at the emerging surface, which are produced in 0.1 mm copper foil by 320 kVp white X-rays ($\theta < 5°$). Curve 3 corresponds to curve 1 in.

次に，これらの実験曲線を理論的近似計算と比較し，ルサイトについては第4図，銅については第5図の結果を得た。近似計算は，最初に発生する電子のスペクトル，最後のスペクトルに寄与できる有効体積および電子の slowing down などを考慮して行なった。

(4) 結　論

電磁式βスペクトロメーターを用いて，単一エネルギー電子線のエネルギー損失および連続X線により，被照射体中に発生する2次電子のスペクトルを測定した。1) 624 keV 電子線のポリエチレン膜による平均エネルギー損失は理論値とよく一致した。2) 連続 X 線の照射を受けている各試料中において，入射X線の方向と同じ向きへ進む2次電子が単位断面積を通過する時のエネルギー・スペクトルは物質の相違によってあまり変らない。しかし，その電子束は原子番号が大きくなるに従って著しく増加する。3) この2次電子群の平均 LET はルサイトについて 0.73 keV/μ と算定された。4) 320 kVp X線によって最初に発生する電子のスペクトル，問題と

する断面積を通過できる電子に対する有効体積および電子の slowing down などを考慮した近似計算によって得られた2次電子スペクトルは，ルサイトの場合には実験値とほぼ一致した。 5) 物質内の全2次電子スペクトルは，各方向のスペクトルの集成として与えられねばならないが，これについては今後実験を続行する予定である。

〔研究発表〕

松沢秀夫，星野一雄，稲田哲雄，川島勝弘，高久祐治，佐方周防；2次電子に関する研究（その1）(320 kVp 連続X線による2次電子スペクトルについて)，日本医学放射線学会雑誌，22，4（1962年7月）

7. 2次電子に関する研究（その2）
（連続X線に照射された鉛から放出される2次電子について）

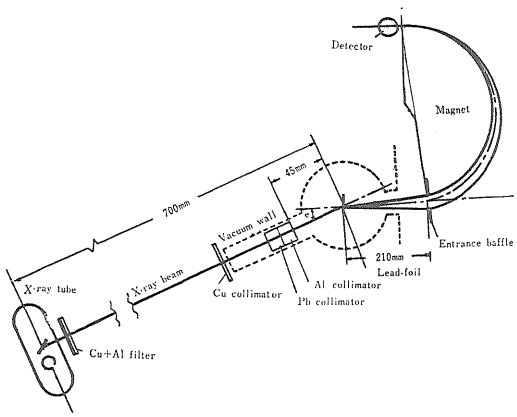
物理第2研究室

稲田哲雄
川島勝弘
星野一雄
松沢秀夫

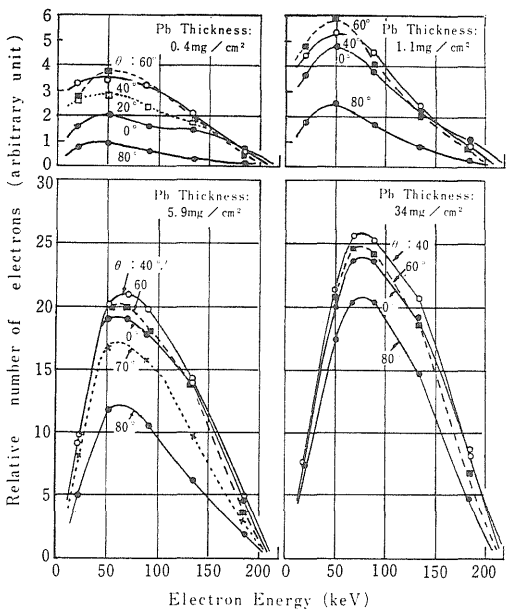
2次電子スペクトルの実験的研究は，Aglintsev ら (Proceedings of the Second United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, 21, 165, '58) が電磁型ベータースペクトロメーターを用い，織田ら (*J. Phys. Soc. Japan*, 15, 2365, '60), Bruce ら (*Brit. J. Radiol.*, 28, 443, '55) がシンチレーション・スペクトロメーターを用いて行なっているが，これらの実験は ^{60}Co，^{137}Cs などの単一エネルギーγ線に限られ，連続X線に関するデーターを欠いている。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を開始した。

ここでは，320 kVp 連続X線に照射された鉛箔から放出される2次電子についての実験を報告する。実験系の配置は第1図のとおりである。鉛は 0.4～34 mg/cm² の箔を用いた。電子のエネルギー分析は電磁型ベータースペクトロメーターによった。θ を 0～80° に変えたとき，鉛箔から垂直方向の一定立体角内へ放出される2次電子のスペクトルを測定して次の結果を得た（第2図，第3図)。

1) 2次電子は 10～220 keV のエネルギー域に測定された。



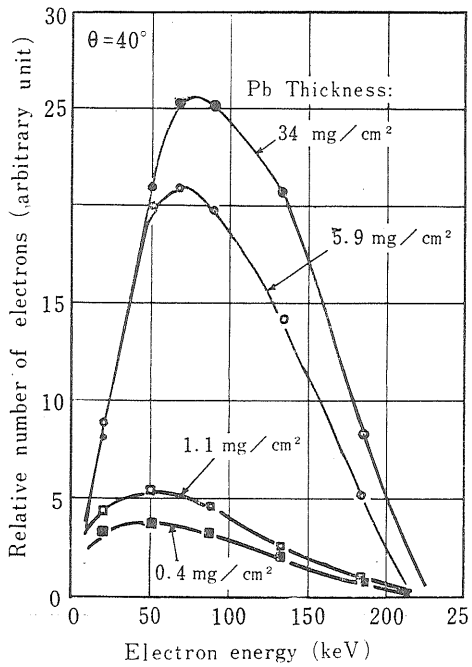
第1図 The schematic diagram of the experimental arrangements



第2図 Energy spectra of secondary electrons which emerge at right angles to the lead-foil exposed to 320 kVp X-rays ($\theta \leq 80°$). The ordinate corresponds to the number of electrons emerging to definite solid angle per unit emerging surface area (arbitrary unit).

2) スペクトルの極大は 50 keV～80 keV のエネルギー域にあらわれた。前者はうすい箔，後者は厚い箔の場合に得られる。

3) 箔の厚さが一定の場合，放出される2次電子の総数は θ に依存する（光電効果）が，スペクトルの形はほとんど不変である。



第3図 Variation of the electron spectra with foil thickness, when $\theta = 40°$

4) θが一定の場合，箔の厚さが増加するに従って電子数も増す（例えば第3図)。しかし10 mg/cm² 以上では飽和の傾向を示す。

5) ここに得られた2次電子スペクトルは，鉛壁の電離箱の特性を決めたり，楔形鉛フィルターを用いた時の皮膚障害を評価したりするのに有用な知見を与えるであろう。

6) $\theta > 80°$についての実験はできなかったが，今後は装置を改良して測定する予定である。

〔研究発表〕

松沢秀夫，稲田哲雄，川島勝弘，星野一雄；Energy spectra of electron emerging from lead exposed to 320 kVp white X-rays, *Japanese Journal of Applied Physics*, 2, 2, 99～105 (1963. 2)

8. 放射線の熱量的測定に関する研究（その3）
（^{60}Co γ線のエネルギー束について）

物理第2研究室
高久祐治
川島勝弘
稲田哲雄
星野一雄
佐方周防
松沢秀夫

（1） 緒　言

われわれは放射線の熱量的測定に関する研究を行なっているが，その実験計画にそって，100～300 kVp 連続X線[1]，^{137}Cs γ線[1]の出力（output, beam power）の測定を行なってきた。つづいて^{60}Co γ線について実験を行なったのでその結果を報告する。

実験に使用した熱量計は，その測定原理，構造とも，若干簡略化されている点をのぞけば，^{137}Cs γ線の測定に使用したもの[2]とほぼ同様なので省略する。

（2） ^{60}Co γ線の測定

使用した^{60}Co照射器は，島津製RT-2000型^{60}Co遠隔治療装置で，線源は2 cm φ × 1 mm × 13枚である。口過板は0.5 mm Cdである。

^{60}Co γ線束に関する測定データを第1表に示す。

線源から67.4 cmにおけるγ線束密度は毎分1.57 × 10^5 ergs/cm² と測定されたが，透過・散乱による円柱

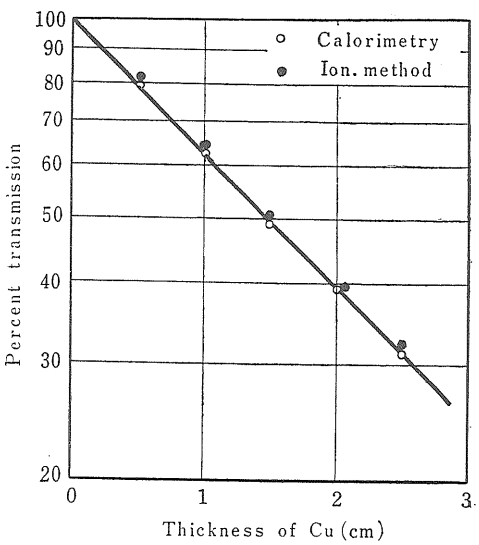
第1表 Experimental data

1. Source-absorber distance:	67.4 cm
2. Field size at the surface of absorber:	7×7 cm²
3. Recorder's reading:	36.17 divisions/10 minutes
4. Calibration coefficient of calorimeter:	$(4.36 \pm 0.07) \times 10^4$ ergs/cm²-divison
5. Energy flux density in ^{60}Co γ-ray beam at 67.4 cm from γ-ray source:	$(1.59 \pm 0.03) \times 10^5$ ergs/cm²-minute
6. Exposure dose rate at 67.4 cm from γ-ray source (Radocon No. 606 dosimeter):	47.5 ± 1.4 r/minute
7. Energy flux per roentgen, E_f:	$E_f = 3340 \pm 160$ ergs/cm²-r
8. Photon flux per roentgen, ϕ:	$\phi = (1.66 \pm 0.08) \times 10^9$ photons/cm²-r

外への損失（～1%）を補正すれば毎分 1.59×10^5 ergs/cm² となる。この値を同位置の照射線量率 47.5 r/min. で割れば，1 レントゲン当りのエネルギー束 E_f として 3340 ± 160 ergs/cm²-r が得られる。精度は ± 5% である—calorimeter の較正：± 1.4%，^{60}Co γ 線の熱量測定：± 0.6%，照射線量の測定（線量計の較正を含む）：± 3%。

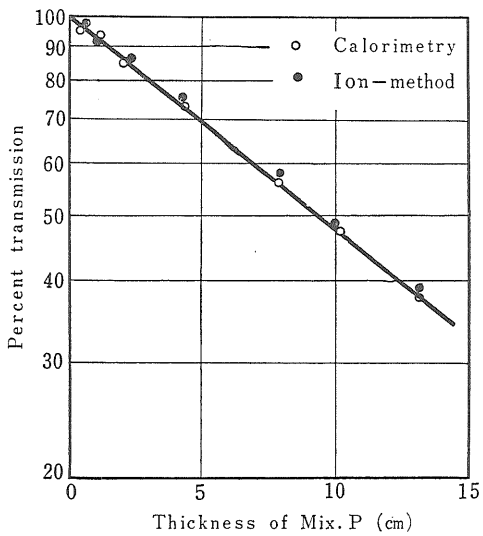
他方，空気の質量エネルギー吸収係数を $(_m\mu_{en})_{air}$，1 レントゲン照射による単位質量当りの吸収エネルギーを D_{air} とすれば，$E_f = D_{air}/(_m\mu_{en})_{air}$ から E_f を計算することができる。ただし $E_{air} = J_m W_{air}$（J_m：空気 1 g 中に生ずるイオン対の数，W_{air}：空気中に 1 イオン対を生ずるに必要なエネルギー）であり，$W_{air} = 34$ eV[3] とすれば $D_{air} = 87.7$ ergs/g-r である。さて，^{60}Co γ 線の平均エネルギーは理論上 1.25 MeV であるから，$(_m\mu_{en})_{air} = 0.0268$ cm²/g[3]，$E_f = 3272$ ergs/cm²-r が得られる。しかし実際には，線源内の自己吸収や散乱によって γ 線束の平均エネルギーは低下するであろう。そこで，銅板による γ 線の減弱の実験（第 1 図）を行なって全吸収係数 $\mu/\rho = 0.0526$ cm²/g を求め，Grodstein の表[4]により γ 線束の平均エネルギーを 1.21 MeV と判定した。したがって，$(_m\mu_{en})_{air} = 0.0270$ cm²/g[3]，$E_f = 3250$ ergs/cm²-r となった。

さて，この計算値とさきの実験値を比較するに，実験誤差の範囲内では両者がほぼ一致するようにみえるが，平均の実験値は計算値よりもやや大きい（～3%）傾向にある。これらは Laughlin[5] の実験値（3370 ± 130 ergs/cm²-r）においてもみられる。それゆえ，E_f の計算（$E_f = J_m W_{air}/(_m\mu_{en})_{air}$）に必要なパラメーター（$_m\mu_{en}$, W）の数値が不適当なのではないかとの疑問がおこるが，この実験値の精度で論ずるのは妥当でないように思われるので，別に検討する予定である。



第 1 図

次に，筋肉等価物質 Mix. P.[6] による ^{60}Co γ 線束の減弱を，電離法と熱量測定法によって測定した。第 2 図にみられるように，相対値としての減弱率は両者でよく一致し，連続 X 線におけるような厚さによる E_f の変化はみられなかった。



第 2 図

(3) 結　論

^{60}Co γ 遠隔治療装置からの γ 線出力を熱量測定法によって求めた。

^{60}Co γ 線の単位レントゲン当りのエネルギー束 E_f は 3340 ± 160 ergs/cm²-r であった。これは，γ 線の平均エネルギーを 1.21 MeV として計算した値よりも約 3% 大きい傾向にある。

また，銅および Mix. P. 透過による ^{60}Co γ 線のエネルギー束密度の減弱（熱量法）と照射線量の減弱（電離法）を測定し，相対的減弱率が両者で一致することを確認した。

文　献

1) 稲田，他；放射線の熱量的測定に関する研究（その 1），日本医学放射線学会雑誌，21，197 (1961)
2) 高久，他；放射線の熱量的測定に関する研究（その

2)，日本医学放射線学会雑誌，**21**，801 (1961)
3) Report of the International Commission on Radiological Units and Measurements (ICRU), 1959.
4) G. W. Grodstein; X-ray attenuation coefficients from 100 keV to 100 MeV. *NBS circular*, 583 (1957)
5) J. S. Laughlin; Radiation dosimetry, *Academic Press Inc.*, New York (1956)
6) 川島，他；組織等価物質の試作，日本医学放射線学会雑誌，**20**，2460 (1961)

〔研究発表〕

松沢秀夫，高久祐治，川島勝弘，稲田哲雄，星野一雄，佐方周防；放射線の熱量的測定法に関する研究（その3）（^{60}Co γ線のエネルギー束について），日本医学放射線学会雑誌，**22**，4 (1962年7月)

9．放射性同位元素による国民被曝線量に関する予備測定

物理第3研究室
橋詰　雅
加藤義雄
野田博治
丸山隆司

放射性同位元素（以下 RI と略す）の取扱いから生ずる被曝がどの程度国民線量に寄与するかを知るための予備調査が，昭和35，36年度の科学技術庁委託調査費の補助のもとにおこなわれた。われわれはそのうち測定分野を担当し，無作為抽出によって取り出された施設7カ所を実測調査し，アンケート調査による信頼性を確かめると同時に，アンケート調査では知ることのできなかった放射線管理区域およびその周辺に居住する特殊人群の被曝線量を高感度線量計にて測定することができた。

調査経過

35年度の調査は，当時（35年11月）科学技術庁原子力局の保有する資料によって，RI を取扱っている全施設に対し調査表を送付した。その回答率は78.9%であった。

36年度は35年度の726施設のなかから無作為に40施設(5.5%)を抽出し，そこで働らく放射線作業従事者全員に規定のフィルムバッジを貸与して被曝線量を測定した結果を第1表中央欄に示す。次に，その40カ所のうち，東京都内の全施設のうち調査期間中 RI を取扱っていた7施設を実測し，1人あたりの平均線量を算出して第1表の右欄に示す。年令別の被曝線量は第2表のごとくなり，これから算出した遺伝有意線量は年間約 0.03 mr となる。

第1表　1人あたりの平均被曝線量

	35年調査			36年調査			36年
	A	B	C	A	B′	C′	実測
学校	22.4	13.6	9.2	16.1	6.5	1.7	測定値なし
病院	108.5	104.9	103.6	88.2	84.1	81.8	81.2
工場	41.6	34.1	30.3	15.4	6.2	1.3	8.7
民間研究機関	23.7	18.0	14.6	17.9	12	8.5	測定値なし
国公立試験研究所	19.8	10.5	5.9	15.0	5	0	5.7
総括	56.0	50.1	47.1	55.3	49.2	45.9	

A は被曝量を上限と下限の平均値をとったもの
B は0～3 mr を5 mr とした場合
B′は0～10 mr を5 mr とした場合
C は0～30 mr を0 mr とした値
C′は0～10 mr を0 mr とした値

第2表　年令別 man·rem/年

年令	男 (man·rem)	女 (man·rem)
～19	48	40
20～24	432	432
25～29	792	310
30～34	878	199
35～39	372	110
40～44	144	16
45～49	108	12
50～54	60	16
55～	48	3
小計	2,882	1,138
合計	4,020 man·rem/年	

実測調査をした7施設の36年度届出線量と実測値の個人あたりの被曝線量等を第3表（次頁）に示す。

考　察

第3表でわかるように36年の調査と実測値をくらべると，1人あたりの平均被曝線量は比較的よく一致している。（D 施設のみ5倍の差があったが，これは調査時と実測時との時間的ずれのため RI の使用量に4.6倍の差があったためである。）また，調査はフィルムバッジ

第3表　調査と実測による各グループの被曝線量の比較

			職業者			特殊グループ			一般			針使用量
			N	D	M	N	D	M	N	D	M	
				mr			mr			mr		
病院	A	調査	12	1590	132							^{60}Co
		実測	8	866	108	33	314	9.5	8	132	16	160 mc
	B	調査	4	300	75							^{60}Co
		実測	7	571	81	0	0	0	9	780	8.7	80 mc
	C	調査	3	<30	<10							^{60}Co
		実測	3 4	25 85.5	8 21.4	0	0	0	36	157	3.8	8 mc
工場	A	調査	6	145	24							^{131}I 230mc
		実測	7	31.1	4.4	13	33.5	2.6	0	0	0	^{131}I 50mc
	B	調査	4	<40	<10							
		実測	21	213	10	0	0	0	0	0	0	
国試験公研究立所	A	調査	4	<40	<10							
		実測	2	3.2	1.6	0	0	0	0	0	0	
	B	調査	5	<50	<10							
		実測	20	124	6.2	0	0	0	0	0	0	

N：被曝者数　D：被曝線量　M：1人あたりの平均被曝線量

でおこなったため，微量線量はすべて10 mr 以下としかあらわされていなかった3カ所の施設も実測することにより，その平均が 6.6 mr であることがわかつた。しかし，微量線量被曝者（10 mr 以下）については第1表のA, B, C いずれをとるか，あるいは如何なる値をとるかはこのグループの被曝者数が非常に多いため慎重に決定しなければならない。

大線量を被曝している病院等でも ^{60}Co 等の tube や needle の使用量と被曝量とのあいだに相当つよい関連性があるように思われるが，実測件数が少なくて結論を得ることはできない。

特殊グループの被曝線量も職業者の全被曝線量にくらべ，やや下まわると思われるが，これも実測件数が少ないため結論を出すことはできない。

結　果

RI による遺伝有意線量に対する職業者のみによる寄与は，年間 0.03 mrem 程度と推定されるが，実測調査をさらに進めることによって，より正確な値を推定することができる。また，Ra 等の無届使用が病院等には相当見込まれる。この点も考慮しなければならない。さらに，実測調査を増すことによって，職業者以外の特殊グループおよび一般人のうける線量もある程度推定できると思われる。

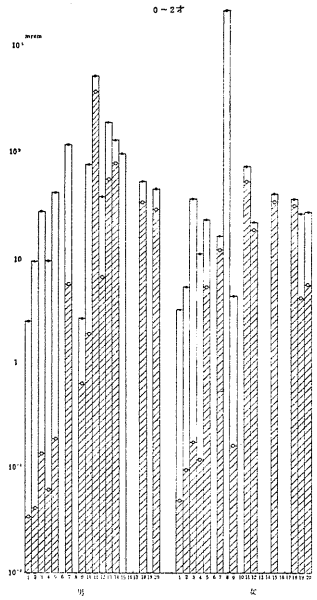
10. 医学利用 X 線による遺伝有意線量の逓減に関する照射野の影響について

物理第3研究室
橋詰　雅
加藤義雄

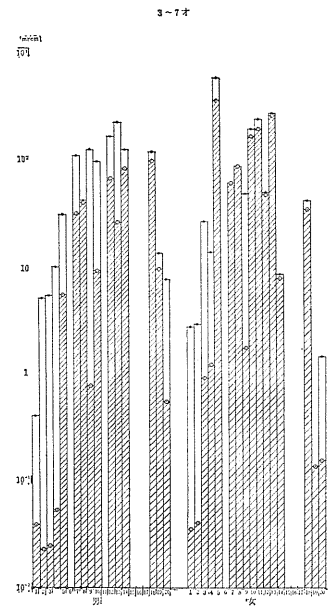
前年度，われわれは医学利用X線による遺伝有意線量にもっとも大きい影響力を持っているのはX線の照射野であろうと考え，15才以上の年令層の男女について，X線診断にさしつかえない範囲で照射野をせばめた場合，どの程度遺伝有意線量を減少せしめうるかを調べた。その結果，胸部，胃等では，照射野をフィルムサイズに一致するように絞った場合，生殖腺に直接線が入らなくなり著しく遺伝有意線量の減ずることがわかった。

今回は 0～2 才，3～7 才，8～14 才の各年令層の男女について同様な実験をおこなった。

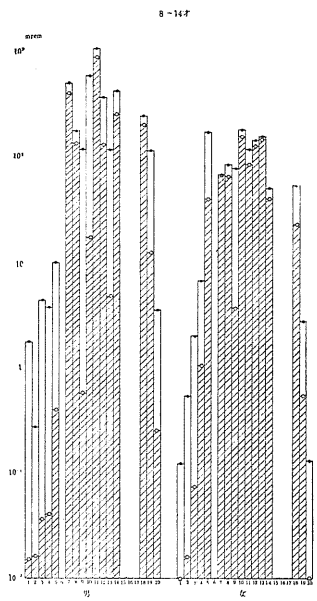
実験に用いた装置と phantom は前回と同様であり，また測定条件も前回と同じ調査表によった。照射野の大きさは調査表に記載されてある使用フィルムサイズに一



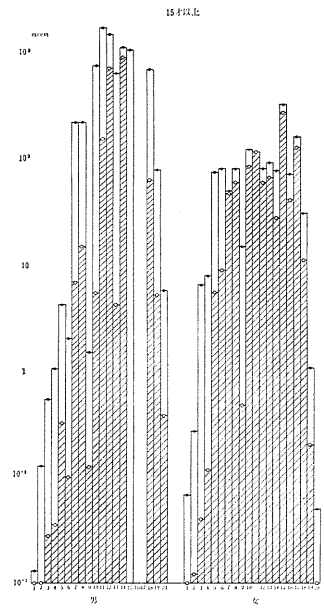
第　1　図



第　2　図



第　3　図



第　4　図

致するように決められた。

照射野をフィルムサイズに合せた時の各部位の測定値と，遺伝有意線量決定に用いた（調査表に記載された絞りの値で測ったもの）時の測定値を図に示した。横軸の数字は照射部位を，縦軸に生殖腺吸収線量（m rem）を示す。照射部位は第1表（次頁）に示すごとくである。

●は前々回の遺伝有意線決定の際求めた値

○は今回のフィルムサイズに照射野を合せた際の値

1×10^{-2} mrem の点にある○，はその線量が 1×10^{-2} mrem かまたはそれ以下の値を示す

第1表　撮影透視の分類

1	頭部・顔面・頸椎・上顎・下顎
2	肩甲骨・上膊・肘・前膊・腕関節・手指
3	肋骨・胸骨・鎖骨
4	胸部（肺・心臓・肺尖・気管枝）
5	食道・胃・十二指腸
6	胆嚢
7	腹部単純撮影
8	小腸・大腸（バリウム注腸）
9	胸椎のみ
10	腰椎のみ
11	腰椎と仙骨を含む場合
12	骨盤・臀部（腸骨・仙骨・尾骨などが含まれる場合）
13	腎臓造影（上向性・下向性）・輸尿管
14	膀胱・尿道
15	骨盤計測
16	子宮・卵管撮影
17	妊娠胎児
18	股関節・大腿骨骨頭・大腿上部（または大腿全部）
19	大腿骨下部のみ（下 $^2/_3$）
20	膝関節・下腿・足関節・足・趾
21	歯
22	その他

図から明らかなごとく，各年令層を通じて共通な点は，胸部より上の部位では著しい線量の減少がみられた。しかし，胃，腹部，腸，腰椎等では多少の減少はみられるが，著しい減少はなかった。この原因は，これらの部位は生殖腺のごく近くにあるため，直接線が生殖腺に入るためか，または入らなくても，相当に強い散乱線が入るためと思われる。

11. 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
橋詰雅

目　的

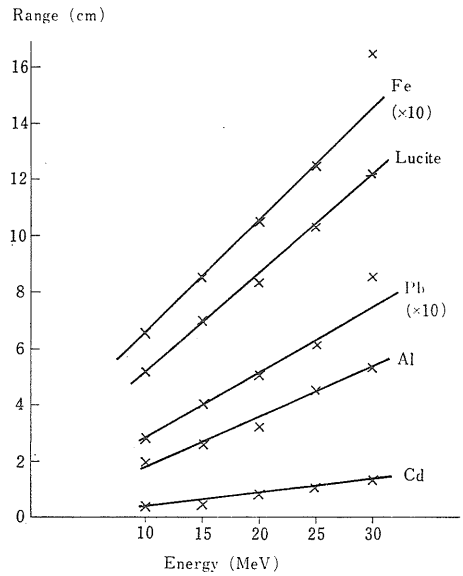
ベータトロンのエネルギー 10～30 MeV の電子線，X線について遮蔽のための実験として水ファントムに照射したとき，それぞれその制動輻射線，散乱線の角度分布および，電子線の実用飛程の測定を行なった。

実験方法

電子線の場合は，ベータトロンのドーナツの中心から1m のところで照射野は約 8 cmφ，X線の場合は，ターゲットの中心から1m のところで照射野は 15×15 cm であった。FSD = 1 m のところに 25×30×40 cm の水ファントムをおいて，それぞれ 0°, 45°, 60°, 90°, 135° の角度で測定した。測定器はアクリル樹脂の壁の空気電離箱で，モニターは小さな電離箱を絞りのところにおいた。

実験結果

1．電子線の実用飛程をアクリル樹脂，Al, Fe, Cd, Pb 等の物質について測定した結果は第1図のようになった。



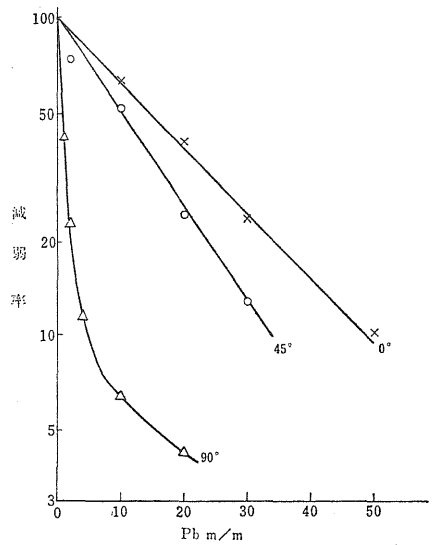
第　1　図

2．制動輻射線のエネルギー分布

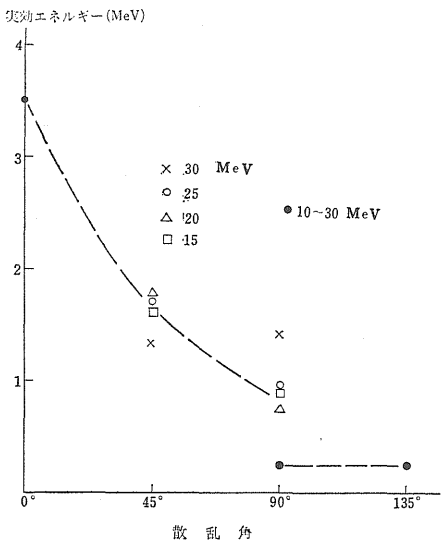
電子線を水ファントムに照射して，そのなかで発生する制動輻射線の実効エネルギーを第2図（次頁）のような鉛の吸収を測定して求めた。エネルギーの角度は第3図（次頁）のようになった。それによると，90° 方向では制動輻射線のなかにそのコンプトン散乱線の低いエネルギー成分が入ってきている。135° 方向ではその低エネルギーの散乱線のみとなる。この 90° 以上の角度で認められる散乱線は，2 m/m 厚みの鉛でほとんど吸収される。それぞれの角度においては，照射する電子線のエネルギー 10～30 MeV によってあまりその制動輻射線の実効エネルギーに大きな相違はなかった。

3．制動輻射線の線量分布

水ファントムのなかで発生する制動輻射線の相対的な線量分布は第1表（次頁）のごとくなった。それによる



第2図　Water phantom scatter radiation の鉛による吸収（30 MeV）



第3図　Water phantom による散乱線，角度分布

第　1　表

	入射電子線エネルギー（MeV）		
	30	25	15
0°	100 %	100 %	100 %
45°	2.6	6.7	23.6
90°	1.0	1.6	6.0
135°	0.3		1.3

と，前方方向（0°）に比べて側方，後方の線量は少なく，特に照射電子線のエネルギーが高くなるとほとんど前方方向だけになる。

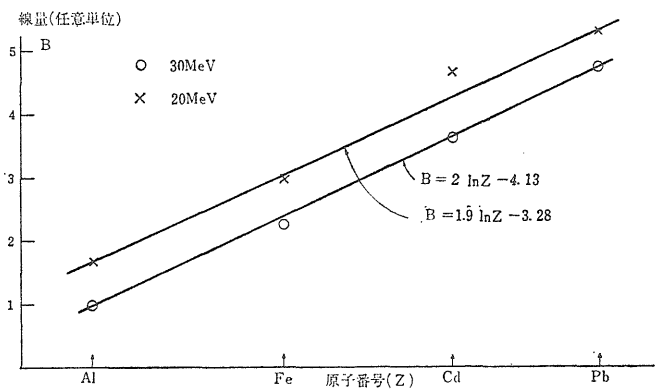
4．X線の散乱線量分布

X線を水ファントムに照射したときの散乱線量の角度分布は第2表のごとくなった。この表と第1表の電子線からの制動輻射線とを比べると，X線の散乱角度分布は非常に小さくなっている。

5．電子線をその飛程以上の厚さの種々の物質に照射して発生する制動輻射線の 90° 方向の線量Bは，その物質の原子番号Zとのあいだに第4図のような関係になった。

第　2　表

	入射X線エネルギー（MeV）				
	30	25	20	15	10
0°	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
45°	0.20	0.23	0.32	0.44	0.87
90°	0.08	0.093	0.12	0.35	0.93
135°	0.048			0.08	



第　4　図

12. 医療法の改正にともなう遮蔽壁の厚さ等の算出方法について

物理第3研究室
橋詰　雅
丸山隆司

（1）緒　言

ICRP の 1958 年の勧告にそって，昭和 37 年 10 月 12 日，医発第 946 号によって，放射線使用室の画壁，放射

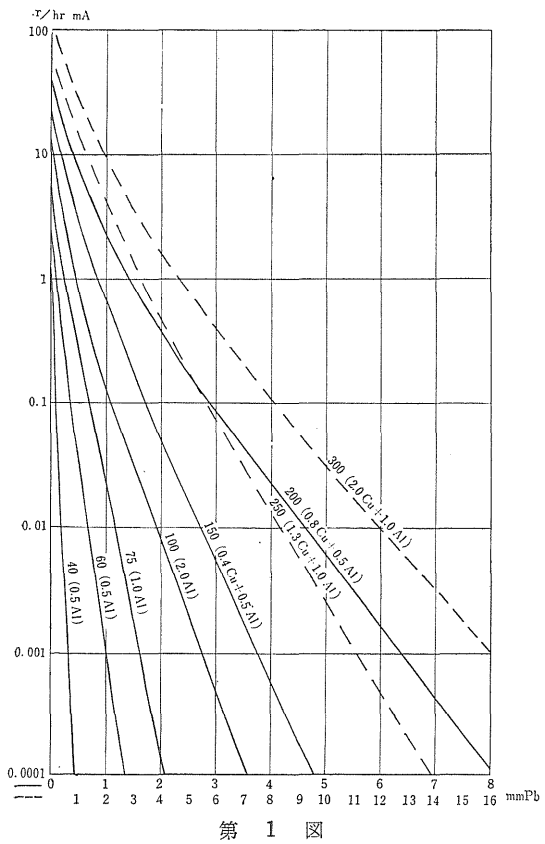
線発生装置の容器および螢光板等の遮蔽規準が変更された。これらの規準はすべて1時間あたりの線量率で示されている。この表示方法は，前回の鉛当量による表示方法にくらべ非常に合理的であるが，一方では，放射線関係室の設計等にあたっては，慣れないと容易でない場合が多い。われわれは厚生省の依頼により，遮蔽物の簡便な算出方法を実験的および理論的に求めたのでその概要をここに報告する。ここに示された表および計算法の一部は医発第157号として厚生省から38年2月15日付で各都道府県知事に通達されたものである。

（2） 実　験

X線発生装置は東芝 EX-300，島津信愛 250，桂 500，および Macrotank を使用した。

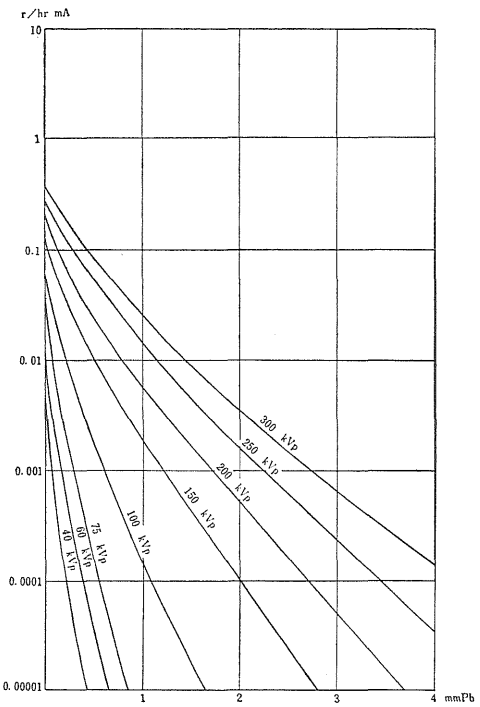
測定器は Colonial Universal Dosimeter を使用した。

管球焦点より 40 cm および 100 cm のところに，それぞれ遮蔽用の種々の厚さの鉛板および測定器の電離槽をおいて1次X線の鉛による減弱曲線を求めた。ただし，絞りはすべて開放とした。その値を第1図に示す。



第　1　図

管球焦点より水面までの距離 40 cm のところに縦横深さそれぞれ 20 cm の水槽をおき，10×10 cm の照射野でX線を照射し，主ビームに 90° 方向でファントームの中心より 100 cm のところに電離槽をおき，その周囲を種々の厚さの鉛で遮蔽して，2次X線の減弱曲線を求めた。その値を第2図に示す。ただし，この場合，管球容器からの漏洩を無視できるように適当に容器を遮蔽した。



第　2　図

（3） 遮蔽に必要な鉛当量およびその算出方法

第1図および第2図からから求めた遮蔽に必要な鉛当量の厚さは第1表および第2表（次頁）のごとくなる。

管球容器からの漏洩X線を遮蔽するに必要な鉛当量の厚さは第3表（次頁）のごとくなる。

（i） 1次X線の遮蔽に必要な鉛当量

第1表から直接求めることができる。

（ii） 2次X線の遮蔽に必要な鉛当量

第2表から，管球焦点から 40 cm，照射野 10 × 10 cm にしたときのファントームからの2次X線の遮蔽に必要な鉛当量を求めることができる。焦点からの距離（R cm），照射野（S cm²）が変わったときは第2表の i/DL^2 を $\frac{1}{16}\cdot\frac{i\cdot S}{DL^2R^2}$ として求めることができる。

第1表　1次線の遮蔽に必要な鉛当量

（単位ミリメートル）

$\frac{i}{DL^2}$ \ V	40	60	75	100	150	200	250	300	400
10	0.5	1.3	2.1	3.4	4.7	8.0	14	20	40
7	0.5	1.3	2.0	3.3	4.5	7.7	14	20	38
4	0.4	1.2	1.9	3.2	4.3	7.3	13	19	36
2	0.4	1.1	1.8	2.9	4.0	6.8	12	18	34
1	0.4	1.0	1.6	2.7	3.7	6.3	11	16	32
0.7	0.3	1.0	1.5	2.6	3.5	6.0	11	16	31
0.4	0.3	0.9	1.4	2.4	3.2	5.6	10	15	29
0.2	0.3	0.8	1.3	2.2	2.9	5.1	9.2	14	27
0.1	0.2	0.7	1.2	2.0	2.6	4.6	8.4	12	24
0.07	0.2	0.7	1.1	1.9	2.5	4.3	8.0	12	23
0.04	0.2	0.6	1.0	1.7	2.3	4.0	7.2	11	21
0.02	0.1	0.5	0.9	1.5	2.0	3.5	6.4	9.2	19
0.01	0.1	0.4	0.8	1.3	1.7	3.0	5.8	8.0	17
0.007	0.1	0.4	0.7	1.1	1.5	2.8	5.3	7.4	16
0.004	0	0.3	0.6	0.9	1.3	2.4	4.8	6.4	14
0.002	0	0.3	0.5	0.7	1.0	2.0	4.0	5.4	12
0.001	0	0.2	0.4	0.5	0.8	1.5	3.4	4.5	10

備考　1　Vおよびiは，それぞれ管電圧（キロボルト）および管電流（ミリアンペア）である。ただし，直接撮影用エックス線装置および間接撮影用エックス線装置については，iはそれぞれ3および4とする。
2　Dは当該場所における遮蔽後の線量率（ミリレントゲン毎時）である。
3　Lはエックス線管焦点から当該場所までの距離（メートル）である。
4　この表を脈動波形に適用する場合は鉛当量は10%減でよい。
5　該当値のないときは，内挿法により計算する。

(iii)　漏洩X線の遮蔽に必要な鉛当量

第3表から直接求めることができる。

(iv)　漏洩X線と2次X線が混合している場合

第2表から求めた2次X線を遮蔽するに必要な鉛当量をY，第3表から求めた漏洩X線を遮蔽するに必要な鉛当量をXとする。次に，2次X線および漏洩X線の半価層をそれぞれy，zとする。

（a）　$Y \fallingdotseq X$ のとき

(イ)　$X > Y$ のときは　$X + x$

(ロ)　$X < Y$ のときは　$Y + x$

（b）　$X > Y$ のとき

(イ)　$X - Y > 3y$ のときは　X

(ロ)　$X - Y < 3y$ のときは　$X + x$

（c）　$Y > X$ のとき

(イ)　$Y - X > 3x$ のとき　Y

(ロ)　$Y - X < 3x$ のとき　$Y + y$

(ハ)　$Y - X + y > x$ のとき　$Y + x$

第2表　90度散乱線の遮蔽に必要な鉛当量

（単位ミリメートル）

$\frac{i}{DL^2}$ \ V	40	60	75	100	150	200	250	300	400
40	0.4	0.6	0.8	1.5	2.5	3.3	4.2	5.1	6.4
20	0.3	0.5	0.7	1.3	2.3	3.0	3.8	4.7	5.9
10	0.3	0.4	0.6	1.1	2.0	2.7	3.4	4.2	5.3
7	0.2	0.3	0.6	1.0	1.9	2.5	3.3	4.0	5.0
4	0.2	0.3	0.5	0.9	1.7	2.3	3.0	3.6	4.6
2	0.1	0.2	0.4	0.7	1.5	2.0	2.6	3.2	4.1
1	0.1	0.2	0.4	0.6	1.2	1.7	2.2	2.7	3.5
0.7	0.1	0.2	0.3	0.5	1.1	1.6	2.0	2.5	3.3
0.4	0.1	0.1	0.3	0.4	0.9	1.4	1.8	2.1	2.8
0.2	0	0.1	0.2	0.3	0.7	1.1	1.4	1.7	2.3
0.1	0	0	0.1	0.2	0.5	0.8	1.1	1.4	1.7
0.07	0	0	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.2	1.5
0.04	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.8	1.0	1.2
0.02	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
0.01	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.4	0.5

備考　1　Vおよびiは，それぞれ管電圧（キロボルト）および管電流（ミリアンペア）である。ただし，直接撮影用エックス線装置および間接撮影用エックス線装置については，iはそれぞれ3および4とする。
2　Dは当該場所における遮蔽後の線量率（ミリレントゲン毎時）である。
3　Lは散乱体（患者）から当該場所までの距離（メートル）である。
4　この表を脈動波形に適用する場合は，鉛当量は10%減でよい。
5　該当値のないときは，内挿法により計算する。

第3表　迷放射線（stray radiation）の遮蔽の計算に用いる1次線および90度散乱線の半価層

管電圧（キロボルト）	鉛当量（ミリメートル）	
	1次線	90度散乱線
40	0.06	0.06
60	0.1	0.1
75	0.13	0.12
100	0.2	0.15
150	0.3	0.2
200	0.6	0.3
250	1.0	0.35
300	1.3	0.4
400	2.0	0.45

なお，Xのかわりに第1表による鉛当量から管球容器の鉛当量（利用線錐を遮蔽してX線容器からの最大漏洩線量とほぼ等しくしたときの当該鉛板の厚さをいう）を差引いた厚さを使用してもよい。

13. 医療用X線フィルムの感度表示方法について

物理第3研究室
橋詰　雅

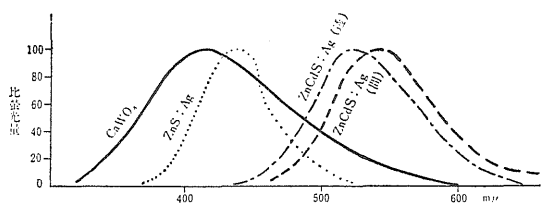
(1) 緒　言

医療用X線フィルムは現在感度が表示されていないため，撮影条件の決定に困惑を感ずることが多い。これはX線フィルムがX線のみによって感光させられるのではなく，その大部分がフィルムの前後にある増感紙から出る光によって感光させられるため，フィルムメーカー独自の立場で感度の表示ができなかったためである。今回フィルムメーカー，増感紙メーカーならびにフィルターメーカーの協力を得て，市販の増感紙を使用したときのフィルム感度表示の実用的方法を決めることができたので報告する。

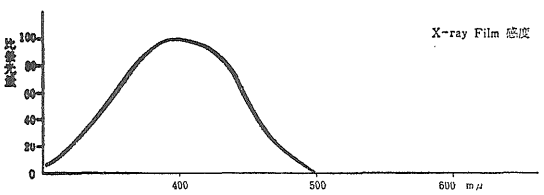
(2) 実験方法

(i) 増感紙

増感紙には青色螢光増感紙のほか3種類のものがある。その発光スペクトルを示すと第1図のごとくなる。しかし，わが国で使用されているものは，$CaWO_4$ 以外はほとんどないので，このスペクトルの光に対するフィルムの感度のみ検討すれば十分と思われる。第2図はフィルムの感光スペクトルを示す。



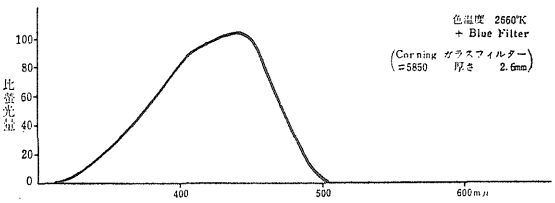
第1図　各種増感紙の発光スペクトル



第2図　X線フィルムの感度スペクトル

(ii) 光　源

$CaWO_4$ の発光スペクトルに近い光源が容易に得られなかったので，色温度 2660°K に corning ガラスフィルター #5850，厚さ 2.6 mm を使用した光を光源とした。そのスペクトルは第3図のごとくなる。



第3図　青色光源のスペクトル

(iii) 照射X線

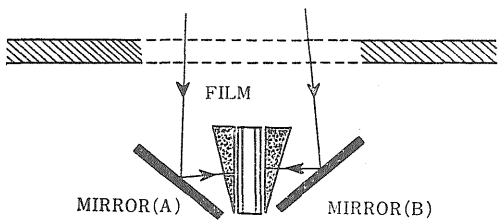
照射条件は管電圧 60 kVp，フィルター 1.0 mm Al，F. F. D. 100 cm と管電圧 140 kVp，フィルター 0.3 mm Cu + 0.5 mm Al，F. F. D. 150 cm の2種類とした。

(iv) フィルム

フィルムは富士フィルムで特別に2種類の感度のものを試作した。

(v) 露光方法

プリズムおよび鏡を使用して同一光源から第4図のごとくフィルムの両面に同時に露光する。



第4図　X線フィルム両面同時感光方法

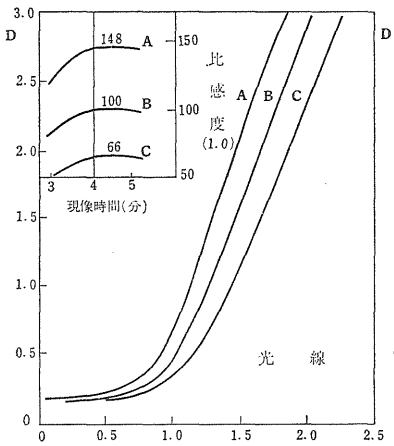
(3) 実　験

(a) (2)-(iv) のフィルムに (2)-(ii) の光源を使用して，(2)-(v) の方法によって階段露出をかけ，γ カーブをつくると第5図のごとくなる。黒化度 1.00 の比感度は，Bフィルムを 100 とすればAは 148，Cは 66 となる。

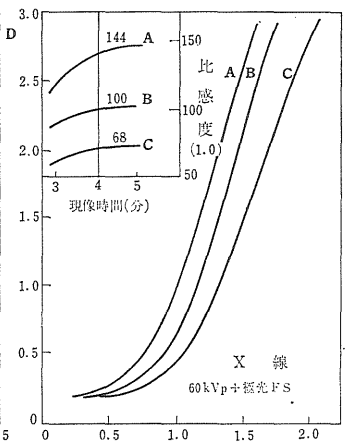
(b) (2)-(iv) のフィルムに (2)-(iii) のX線を使用して階段露出する。60 kVp のX線のγカーブは第6図（次頁）のごとくなる。黒化度 1.00 の比感度は，Bフィルムを 100 とすれば A は 144，C は 68 となる。同様にして得られた 60 kVp と 140 kVp の比感度を示すと第1表（次頁）のごとくなる。

(4) 考察および結果

実験には $CaWO_4$ の増感紙と同じスペクトルをもつ螢光を使用することができなかったが，第3図のごときスペクトルの光で，X-ray フィルムを露光することにより，X線で増感紙ではさまれたフィルムを露光したときと実用上あまり差のない比感度を得ることができた。し



第5図　光による黒化度



第6図　X線による黒化度

第　1　表

電　　圧	60 kVp		140 kVp	
増　感　紙	S S		S S	
黒　化　度	0.5	1.0	0.5	1.0
A フィルム	145	144	158	158
B フィルム	100	100	100	100
C フィルム	65	68	69	71

たがって，実際に感度を表示するときは基準点を適当にきめ（例えば黒化度1.00），その黒化を与えるに必要な露光量（erg cm^{-1}）の逆数に適当な係数を掛けた値を使用するのがよい。また，平均階調を示すには，適当な2点間の黒化度の差（例えば黒化度0.25～2.00）と，その2点の黒化度を与える露光量 E_1，E_2 から次式によって求めるのがよい。

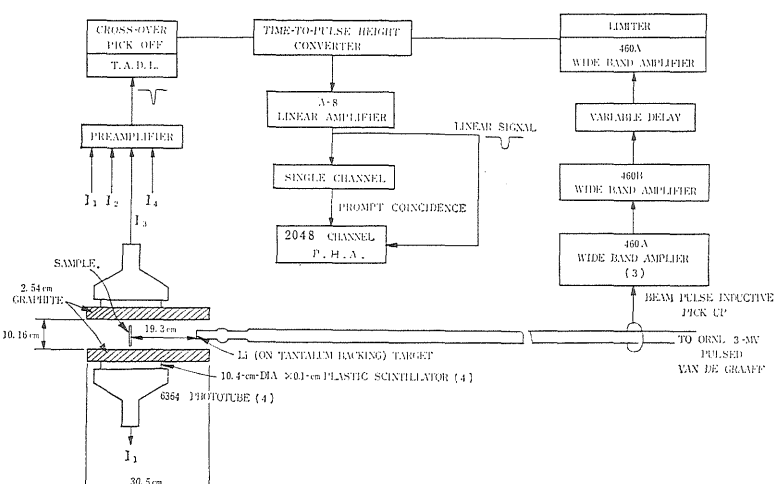
$$\text{平均階調} = \frac{2.00 - 0.25}{\log E_2 - \log E_1}$$

14. 30 keV 中性子の捕獲断面積

物理第2研究室
稲田哲雄
R. L. Macklin*
* ORNL Physics Division

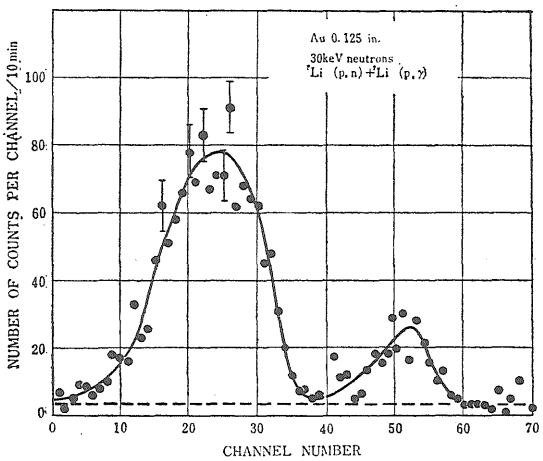
中性子を捕獲してγ線を発生する反応の断面積をORNL 3MV パルス・バンデグラーフおよび最近考案されたいわゆる Moxon-Rae 型検出器（M. C. Moxon and E. R. Rae, Neutron Time of Flight Methods, J. Spaepen ed. EURATOM, Brussels, 1961）によって測定した。中性子は ^{7}Li (p, n) ^{8}Be 反応からえられる閾値近傍の 30±7 keV の単色ビームである。測定試料は Au, Cd, Sn, Mo, Pt, W および Ta で標準試料として，この中性子エネルギーにおける反応断面積のよく知られた Ag (951 mb±10%) を使用して捕獲に伴なうγ線計数が比較された。γ線と中性子の Time of Flight の差によって，^{7}Li ターゲットから生ずるγ線と試料の捕獲γ線が区別される。中性子の Flight length は 19.3 cm，パルス中性子は約3 mμ sec のパルス巾でパルス間隔は 8 μsec である。検出器のγ線検出効率は IBM 7090 を用いて計算されて，γ線エネルギー 0.5 MeV から 8.0 MeV にわたり，±25% 以下の精度で，γ線エネルギーに比例する。このエネルギー範囲は中性子捕獲によるγ線を含むものである。また，検出効率とγ線エネルギーの比例性は，捕獲γ線の多重度によらず，全γ線エネルギー，つまり中性子エネルギーと，中性子結合エネルギーの和によることを示す。

第1図に検出器断面と測定系統を示す。試料から発生する捕獲γ線はグラファイト板に入射して2次電子を発生させ，その背後におかれたプラスチックシンチレーターおよび光電子増倍管により検出させる。この場合，グラファイト板はシンチレーターに入射する2次電子数と



第　1　図

γ線エネルギーとの比例性を与えるものである。4組のグラファイト板，シンチレーターおよび光電子増倍管からなる検出器が試料の周りを囲んで，それぞれ I_1～I_4 の信号を与え，パルスビームがコイル(Beam pulse inductive pick up) を通過して生ずる信号との時間間隔により，例えば第2図に示すようなスペクトルを与える。これは Au を試料とした場合で，高チャンネルが Time of Flight の短い方向である。50チャンネル附近の山が ^{7}Li ターゲットからのγ線によるもので，25チャンネル附近の山が，測定されるべき Au の中性子捕獲γ線によるものである。



第2図　Typical time spectrum example

第　1　表

Z	Element	Neutron capture cross sections for 30 keV neutrons (MB)	
		Present work	Gibbons, Macklin, Miller, and Neiler
42	Mo	141 (± 23%)	140 (± 10%)
47	Ag	(951)	951 (± 10%)
48	Cd	343 (± 21%)	330 (± 10%)
50	Sn	124 (± 24%)	88 (± 15%)
73	Ta	630 (± 20%)	735 (± 10%)
74	W	184*(± 21%)	270 (± 10%)
78	Pt	321 (± 23%)	330 (± 10%)
79	Au	513 (± 20%)	515 (± 10%)

*～300 using peak counts only

第1表に測定結果をまとめ，Gibbons ら（*Phys. Rev.*, 122, 182, 1961）の液体シンチレータータンクによって測定された結果と比較した。かなりよい一致をみているが，特に，Au の結果の約 0.5 barns については，示された液体シンチレーターや球殻体透過による測定値とよく一致しているが，Au activation により求められた結果の約1 barn と異なることが注目される。

この方法による捕獲断面積の測定は，試料が小量な場合に適用することができ，さらに，測定回路の改良により，この測定を行なう場合の時間分解能 15 mμ sec を 3 mμ sec にすることが可能となって，8 cm 程度の Flight length で充分 ^{7}Li ターゲットからのγ線と捕獲γ線とを分離することが可能となっているので，より広汎な適用が考えられている。

〔研究発表〕

1) 稲田哲雄, R. L. Macklin; 30-keV neutron-capture cross sections, *Bull. Am. Phys. Soc., series II*, **7**, 4, 290 (1962)

2) 稲田哲雄; 30-keV neutron-capture cross sections, The American Physical Society, 1962 Spring meeting (Washington, D. C.)

15. Sn 同位元素による中性子捕獲

物理第2研究室

稲　田　哲　雄

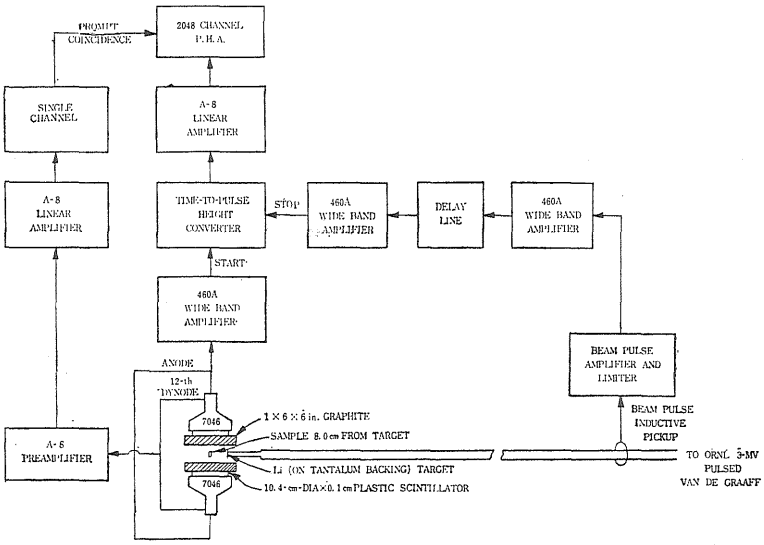
R. L. Macklin*

J. H. Gibbons*

* ORNL Physics Division

7種の Sn 同位元素 (Sn-116, 117, 118, 119, 120, 122 および 124) の 18～46 keV にわたる中性子に対する捕獲断面積が測定された。中性子線源として，ORNL 3 MV パルス・バンデグラフ加速器による ^{7}Li (p, n) ^{8}Be 反応を使用し，測定器は Moxon-Rae 型検出器 (M. C. Moxon and E. R. Rae in Neutron Time-of-Flight Methods, edit. by Spaepen; EURATOM, Brussels, 1961) を Time of Flight 法と組合せたものである（第1図，次頁)。この検出器の光電子増倍管に RCA-7046 を使用して，回路による時間損失を減らし，全体としての時間分解能は 3～4 mμ sec を得た。これにより，Li ターゲットと同位元素試料との間隔は 8 cm にとられている。試料は 30～35 g の角筒型で自己共鳴遮蔽，平均中性子飛程および試料の純度による影響について数%の補正がなされた。測定された捕獲断面積は第1表（次頁）(2) 欄に示される。これが平均 30.4 keV 中性子に対する値であると考えられる。

W. A. Fowler らの説（*Revs. Mod. Phys.*, **29**, 547, 1957; *Ann. Phys.*, **16**, 51, 1961）によれば，重



第 1 図

第1表　30 keV neutron capture cross sections

(1) Nucleus	(2) σ_c (mb)	(3) Isotope abundance $N^{(a)}$	(4) $N_r^{(b)}$	(5) $N_s\sigma_c=(N-N_r)\sigma_c$	(6) $N_r\sigma_c$	(7) $N_r/N_s^{(b)}$	(8) $N_r/N_s^{(c)}$
Sn-116	92 ± 19^d	0.1424	0	13.1	—	0	0
117	390 ± 82^d	0.0757	0.040	13.9	—	1.12	0.08
118	59 ± 12^d	0.2401	0.045	11.5	—	0.23	0.02
119	243 ± 51^d	0.0858	0.040	11.1	—	0.87	0.07
120	35 ± 7^d	0.3297	0.045	10.0	—	0.16	0.03
122	23 ± 5	0.0471	0.0471	—	1.1	—	—
124	23 ± 4	0.0598	0.0598	—	0.8	—	—

NOTE: σ_c Computed for natural tin from these results is $93 + 20$ mb.

[a] D. Strominger, J. M. Holländer, and G. I. Seaborg; *Revs. Modern Phys.*, 30, 585 (1958)

[b] W. A. Fowler; private communication re-estimating the r-process contribution

[c] D. D. Clayton and W. A. Fowler; *Annals of Physics*, 16, 51-68 (1961)

[d] This is the r.m.s. absolute error, the relative errors are estimated at $\pm 10\%$.

元素を生ずる s- および r-過程がこの同位元素の中性子捕獲断面積と関連がある。すなわち，s-過程によるものでは，自然の同位元素の存在比が中性子捕獲断面積と逆比例性をもつと考えられる。しかし，核種によっては形成される過程が単一のものや，二つないし，たまには p-過程（陽子による過程）が関係し，この説の検証が困難で Sn のように1核種が多数の安定同位元素をもつ場合，これらの過程を分けて考えることが可能である。例えば，Sn-116 は r-過程によっては形成されないが，Sn-122 および 124 は r-過程によってのみ形成される。さらに Sn-117, 118, 119 および 120 についての r-過程の寄与は小さいと考えられる（*Ann. Phys.*, 16, 51, 1961)。

自然の中性子エネルギーは宇宙温度によって定まり，10～60 keV と考えられる。これはこの測定に用いられた中性子にほぼ等しい。

さて，第1表 (3) 欄に Seaborg ら（*Revs. Mod. Phys.*, 30, 585, 1958）のまとめた同位元素の存在比を示した。(4) 欄は W. A. Fowler (private comunication) の求めた各同位元素への r-過程の寄与の計算値である。これらにより，s-過程のみの寄与 N_s と，求め

られた捕獲断面積 σ_c との積

$$N_s\sigma_c = (N - N_r)\,\sigma_c$$

が求められて，(5) 欄に示されている。この結果，比較的よい一定性を示して，N_s と σ_c との逆比例性を与える。なお，r-過程の寄与の大きさの変動は (7) 欄に示した比 N_r/N_s として比較される。(8) 欄に，Clayton および Fowler (*Ann. Phys.*, 16, 51, 1961) による計算結果を示してある。

(2) 欄に示した捕獲断面積の誤差は r. m. s. 絶対誤差で，相対誤差はおよそ ±10% である。

〔研究発表〕

稲田哲雄, R. L. Macklin, J. H. Gibbons; Neutron capture in tin isotopes at stellar temperatures, *Nature*, 194, 4835, 1272 (1962)

16. Sm 同位元素の中性子捕獲

物理第2研究室

稲田哲雄

R. L. Macklin*

J. H. Gibbons*

* ORNL Physics Division

最近の元素の形成過程に関する理論は中性子捕獲を基礎としており，放射性捕獲反応の測定により確かめられてきた (*Revs. Mod. Phys.*, 29, 547, 1957; *Geophysical J. Royal Astronomical Soc.*, 6, 148, 1962; *Nature*, 194, 1272, 1962)。この検証が Sm 同位元素の 30 keV 中性子捕獲反応を測定することによりなされたので報告する。

2～20 g の Sm 同位元素 (Sm-144, 147, 148, 149, 150, 152 および 154) を Sm_2O_3 として試料に用いた。中性子線源，測定器はそれぞれ，Sn の測定に用いたものと同じ ORNL 3 MV パルス・バンデグラフおよび Moxon-Rae 型検出器である (*Nature*, 194, 1272, 1962)。

Sm-148 および Sm-150 は安定同位元素 Nd-148 および Nd-150 があるために，r-過程 (*Revs. Mod. Phys.*, 29, 547, 1957) によって形成されることはない。したがって s-過程だけが自然でのこれら2同位元素を形成し，30 keV 附近でのこれらの中性子捕獲断面積 σ_c と自然存在比Nとの積は等しいことが期待される。第1表 (5) 欄に示すように，測定された捕獲断面積と自然存在比の積は両者の比が 0.94 でありよく一致している。この場合，断面積測定における相対誤差は ± 10% であるが，± 6% での測定結果では両者の積 $N\sigma_c$ の比は 1.02 である。原子量が 120～200 の範囲で予想される平均の比率は単位原子量につき1%減少すると考えると (D. D. Clayton; private communication)，この場合の理論値は 0.98 である。したがってこの結果は s-過程による原子核形成理論の確証となるものである。r-過程による形成の寄与 N_r は，第1表 (7) 欄に示すように奇数および偶数同位元素についてそれぞれよい一致を示すが，奇偶の差が大きい。Sm-152 の形成における N_r を求める場合，s-過程での Sm-151 の半減期 93 y. の β^- 崩壊による影響を無視したが，これが r-過程により Sm-152 の形成に寄与するので，第1表 (7) 欄の Sm-152 についての N_r は数% 増して Sm-154 の N_r とさらによい一致を示すものと考えられる。

s-過程での Sm-150 の親核である Sm-149 は非常に大きい熱中性子捕獲断面積 (40,800 b. at 0.0254 eV) をもち，Sm-147 のそれ (90 b.) の約 500 倍である。この比は 0.1 eV 共鳴の附近でも大きく，中性子温度で 2,000 度程度までは 400 以上の比を示す。したがって，得られた結果を考えると，固体内部での中性子照射による元素の形成 (*Geophysical J. Royal Astronomical Soc.*, 6, 148, 1962) は，それがたとえ融合状態であっても可能性が小さい。

第1表　Samarium isotopes at 30 (±7) keV

(1) A	(2) N (Atom %)	(3) Class	(4) σ_c (mb)	(5) $N_s\sigma_c$	(6) N_s	(7) N_r	(8) A
144	2.87	p(m)	119 ± 55				
147	14.94	rs	1173 ± 192	(2850)	2.4 ± 0.4	12.5 ± 0.4	147
148	11.24	s-o	258 ± 48	2930 ± 540			
149	13.85	rs	1622 ± 279	(2850)	1.8 ± 0.3	12.1 ± 0.3	149
150	7.36	s-o	370 ± 72	2770 ± 535			
152	26.90	rs	411 ± 71	(2850)	6.9 ± 1.0	20.0 ± 1.0	152
154	22.84	r-o	325 ± 61	0	0	22.84	154

A = 148～150 での $N_s\sigma_c$ の値を一定と考えると Sm-149 についてはその σ_c の値から N_s を得て N_r を求めることができるが（第1表(7)欄），熱中性子捕獲により Sm-150 を形成する部分があればそのために Sm-149 が減少する影響がその値に現われてくる。Sm-148 と Sm-150 の熱中性子捕獲断面積は Sm-147 のそれとほぼ等しいかやや小さめである（N. J. Pattenden, ORNL, unpublished)。$N\sigma_c(150)/N\sigma_c(148)$ という比を作ると，より明確にその影響を知ることができる。この比が r-過程に無関係であり，Sm-150 の存在比が Sm-149 の約 1/2 であるためである。したがって Sm-149 の熱中性子捕獲による減少分の影響は，

$$\frac{\Delta N(149)}{N(149)} = \frac{7.36}{13.85}[(1.02 \pm 0.06) - 1]$$

で与えられ，上に議論された太陽系物質についての影響はたかだか 4% である。このほか，(p, γ) や (γ, n) といった2次的な低い寄与や，中性子の共鳴による影響によってこの上限の誤差が2倍程度に増すものと考えられる。

〔研究発表〕

稲田哲雄, R. L. Macklin, J. H. Gibbons; Neutron capture in the samarium isotopes and the formation of the elements of the solar system, *Nature*, **197**, 4865, 369 (1963)

17. 30 および 65 keV 中性子の捕獲断面積

物理第2研究室
稲田哲雄
R. L. Macklin*
J. H. Gibbons*
* ORNL Physics Division

30 および 65 keV 附近の中性子捕獲に伴なう γ 線が液体シンチレーターおよび ORNL 3 MV パルス・バンデグラフによるパルス中性子線源により測定され，Gibbons らの測定（*Phys. Rev.*, **122**, 182, 1961）につづき A < 210 の元素のいくつかにつき捕獲断面積が求められた。測定方法は Gibbons らのそれと同じで P, Cl, K, Ca, Ti, Mn, Ga, As, Se, Rb, Te, Ba, Eu, Hf, Re, Os および Ir につき，また新たに In が標準試料として求められ，さらに Si, S, V, Co, Ge, Rh, Dy および Er を加え，Gibbons らが測定を行わなかったエネルギーについて測定された。

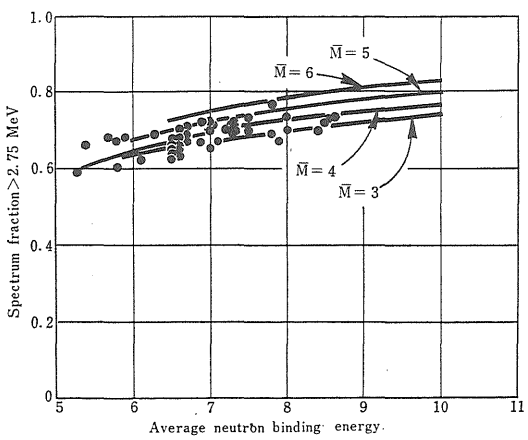
放射性捕獲断面積を未知試料Xについて σ_x とすると，その time peak の面積 A_x と標準試料の面積 A_{std} に関係し，

$$\sigma_x = \sigma_{std}\frac{A_x}{A_{std}}\frac{\nu_{std}}{\nu_x}\frac{f_{std}}{f_x}$$

ν = atoms/cm²
f = fraction of gamma-ray pulses occuring with in the detector single-channel analyzer window

で与えられる。In の捕獲断面積 σ_{std} は 30 keV および 65 keV でそれぞれ 763 mb および 448 mb である。RSP は試料物質中の自己共鳴遮蔽，APL は中性子の平均飛程である。f は中性子の結合エネルギーについてシンチレーター中の波高分布が計算されてかなりよい精度で求められた（第1図）。また，モンテカルロ法によるシンチレーター・レスポンスのプログラム（*Nucl. Instr. Methods*, 14, 115, 1961）を用いてこの直径 1.2 m 液体シンチレーターの効率が計算され，Gibbons らの測定結果についても多少の補正がなされた。第1表（次頁）にこれらの結果をまとめて示す。

65 keV 中性子について得られた捕獲断面積を Z の奇偶に分けて示したのが第2図（次頁）である。A の奇偶による捕獲断面積の両者の比は約 2.2 でほぼ一定の値を示し，図では Z の奇偶につき規格化して重ねて示してある。N = 50, 82 および 126 の中性子閉殻の附近に鋭い谷がみられ，Z = 50 殻附近では N = 82 の影響と多くの偶数核同位元素が存在するために複雑である。

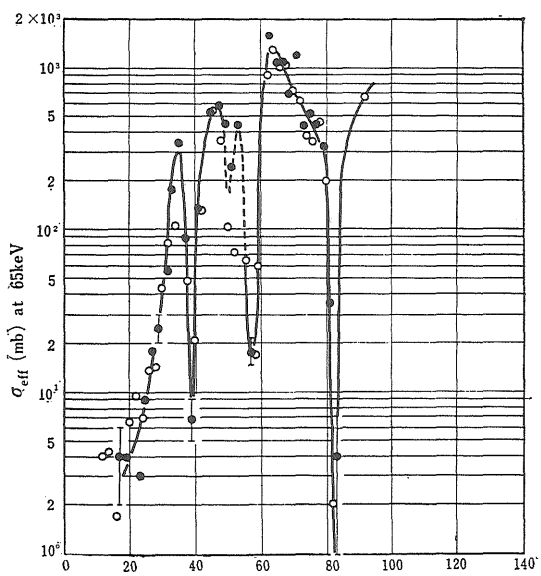


第1図　1.2-meter liquid scintillator calculated spectrum fractions for Maxwellian cascades of average multiplicities 3, 4, 5 and 6, and empirical values for several elements

第 1 表

Z	Element	$\sigma_{n,\gamma}$ (30)	$\sigma_{n,\gamma}$ (65)
6	C	<0.2	0.0 ± 0.3
9	F	4.5 ± 1.0	
11	Na	5.0 ± 0.7	0.7 ± 0.3
12	Mg	0.4 ± 0.2	2.1 ± 0.7
13	Al	2.8 ± 0.7	
14	Si	13 ± 4	2 ± 0.7
15	P	7 ± 1	0.5 ± 0.2
16	S	25 ± 8	0.8 ± 0.6
17	Cl	11 ± 4	4 ± 2
19	K	16 ± 2	4 ± 1
20	Ca	10 ± 1	3 ± 1
22	Ti	29 ± 3	5 ± 1
23	V	23 ± 8	3 ± 1
24	Cr	10 ± 3	3.5 ± 1
25	Mn	22	9 ± 1
26	Fe	12 ± 3	6.3 ± 2
27	Co	88 ± 30	18
28	Ni	16 ± 4	6.5 ± 2
29	Cu	39 ± 7	25 ± 5
30	Zn	31 ± 6	20 ± 5
31	Ga	103	56
32	Ge	74	39 ± 6
33	As	350	175
34	Se	94	51
35	Br	650	345
37	Rb	180	89
38	Sr	155	24
39	Y	13.5 ± 3	6.9 ± 2
40	Zr	14 ± 3	10.3 ± 2
41	Cb	264	135
42	Mo	140	69
45	Rh	850	540
46	Pd	454	265
47	Ag	951	586
48	Cd	330	183
49	In	(763)	(448)
50	Sn	88 ± 15	51 ± 10
51	Sb	436	245
52	Te	97	35
53	I	733	440
56	Ba	61	33
57	La	55 ± 10	18 ± 3
58	Ce	35 ± 5	8 ± 2
59	Pr	115	59
62	Sm	875	450
63	Eu	2560	1580
64	Gd	1175	670
65	Tb	1850	1070
66	Dy	775	570
67	Ho	1720	1070
68	Er	960	540
69	Tm	1310	700
70	Yb	575	390
71	Lu	2520	1200
72	Hf	510	330
73	Ta	735	440
74	W	270	190
75	Re	900	525
76	Os	300	175
77	Ir	795	450
78	Pt	330	234
79	Au	515	332
80	Hg	295	103
81	Tl	71	35
82	Pb	3 ± 3	1 ± 2
83	Bi	1 ± 4	4 ± 3
92	U-238	473	302

Results of "threshold" measurements with 30 and 65 keV average energy neutrons. Capture cross sections are given in millibarns. The estimated absolute error (standard deviation) as discussed in the text is $\pm 9\%$ except where noted. The neutron energy resolution was approximately triangular with width a half-maximum of ± 7 and ± 20 keV at 30 and 65 keV, respectively.



第 2 図　Average capture cross sections for 65 keV neutrons

A の偶奇核による断面積の比約2.2は，30 keV 中性子についても同様な結果を得ており，Bethe-Hurwitz 効果によるものと考えられる（Fast Neutron Physics, Interscience Publishers, Inc., N. Y., 1962, Part II, Chap. V. L.）。

〔研究発表〕

稲田哲雄, R. L. Macklin, J. H. Gibbons; Average radioactive capture cross sections for 30- and 65-keV neutrons, *Physical Review*, 129, 6, 2695 (1963)

III. 化 学 研 究 部

概　　況

化学研究部においては，放射線の作用の研究の物理化学的，生化学的研究，および放射性物質等の分析に関する研究を行なっている。前者は放射線の生物に対する作用のメカニズムを解明しようとするものであり，後者は種々の分析方法を研究して，応用可能なものを開発することを目的とする。

放射線の遺伝的影響においても身体的影響においても，核酸の変化が第一義的に重要であることはよく知られている。しかし核酸分子の如何なる変化が，どのような過程を経てマクロな生物学的作用の発現にまで至るかの問題は未解明の点が多く，この観点からの approach が，放射線の人体に対する作用を理解する有力な手段であると考えられる。われわれは，生物学的活性と，DNA，蛋白質などの一次構造，高次構造との関連，放射線による構造変化の意義をしらべるために，主として大腸菌を研究材料として研究をすすめている。特に，二重ラセン構造をもつDNA分子の，2本のポリペプチド鎖のおのおのの役割，細胞内に存在するリボゾームの蛋白合成における役割などをあきらかにしようとして研究を行なった。また，前年度オークリッジ研究所のマキノダン氏との共同研究で習得した方法による，抗体蛋白合成機構の研究がその緒についた。

無機分析グループはひきつづいて，イオン交換法，溶剤抽出法，ロ紙電気泳動法などの基礎的な研究をすすめるとともに，放射能調査の一環として学童尿中の ^{137}Cs の定量を，技術部放射能検査課と共同してつづけた。また，ABCC，物理研究部と共同して，広島において収集した鉄材中に生じた ^{60}Co を定量して原爆投下時の中性子線束を推定する研究を集中的に行なった。化学分析は環境衛生研究部，技術部放射能検査課などで日常的に行なわれているが，本研究部における研究はこれらと密接に連繋を保って行きたいと考える。

組織上では，年度末定員は19名，実員15名であった。新しく加わったものは3名であり，転出したもの1名である。オークリッジ研究所の生物学部で研さん中であった沢田は留学をおえて帰朝し，一方，小野は米国のBrandeis Universityへ，坪田はUniversity of Maryland，へそれぞれ1年の予定で派遣された。前年度よりひきつづき外遊中の山崎を加えて在外の研究員は現在3名となった。また伊沢は国際放射線防護委員会の第2専門委員会委員として，5月にストックホルムで開催された同委員会総会に参加した。　　（伊沢正実）

1．クエン酸ナトリウムの水溶液中での放射線分解

化学第1研究室
藤田　斉
伊沢正実*
* 化学研究部長

（1）緒　言

前年度，硫酸バリウムゾルの安定度についての研究に関連して，クエン酸イオンの放射線分解の実験を予備的に行なった（放医研年報，昭36，50頁）が，詳細な検討は残されていた。

一方，熱変性DNAをrenaturationする場合にはクエン酸ナトリウムをふくむ食塩水がよく用いられる。このような系への放射線照射の影響を調べる場合，クエン酸イオンの放射線分解のために結果の解析が不正確になることがある。

以上二つの理由で，今年度はクエン酸イオンの水溶液中での放射線分解の研究をさらに進め，反応速度論的解釈をも試みた。

（2）実　験

試料としては，試薬特級クエン酸ナトリウム（3ナト

リウム塩）を，脱イオン水に過マンガン酸カリウムを加え，蒸留して水に溶かしたものを用いた。試料溶液を硬質ガラス製広口びんに入れ，^{60}Co のガンマ線を線量率約7,000 r/min. で照射した。照射中，特に記す場合以外は酸素で通気攪拌した。ガンマ線線量は Fricke の線量計（$FeSO_4$ の 0.8 N-H_2SO_4 溶液）で測定した。照射後，ペンタブロモアセトン法により，クエン酸の分析を行なった。

（3） 結果および考察

まず，ペンタブロモアセトン法について，検量線を描いて Beer の法則に従がう範囲を決めた。次に，照射した試料溶液に既知量のクエン酸ナトリウムを加えて分析し，放射線分解生成物による発色の妨害や深色効果などのないことを確めた。いろいろな濃度のクエン酸ナトリウム水溶液に照射したのち分析を行なうと，第1図に示すように，いずれの場合も，線量の増加につれて濃度は指数関数的に減少する。減少の速度は初濃度に依存している。

A. O. Allen が酵素溶液について示したように，一般に，放射線の間接作用による溶液中での濃度の減少速度は，次のように表わされる。

$$-\frac{dC}{dD} = G_R \frac{k_c C}{k_c C + k_i C + k_r (C_0 - C) + \Sigma k_p P} \cdots (1)$$

ただし，C：濃度

C_0：初濃度

D：線量

k_c：ラジカルと試料物質との反応のうち，検出されうる反応の速度定数

k_i：ラジカルと試料物質との反応のうち，検出されない反応の速度定数

k_r：検出された反応による反応生成物とラジカルとのあいだの反応の速度定数

P：溶液中にある他の物質の濃度

k_p：ラジカルと他物質とのあいだの反応の速度定数

G_R：ラジカルの生成収率

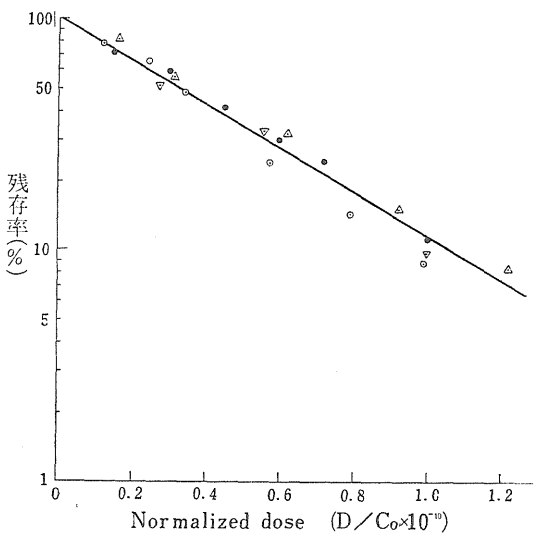
ここでは，P=0 である。また，$k_r = k_c + k_i$ と仮定すると，(1) 式は，

$$-\frac{dC}{dD} = G_R \frac{k_c}{(k_c + k_i)} \cdot \frac{C}{C_0} = G_0 \cdot \frac{C}{C_0} \cdots (2)$$

G_0 は，D=0 の時の $-\frac{dC}{dD}$ で，試料物質の放射線化学反応の収率を表わす。(2) 式を書きかえて，

$$\ln \frac{C}{C_0} = -\frac{G_0}{C_0} D \cdots (3)$$

分析結果について，$\ln C/C_0 \sim D/C_0$ をプロットすると，第2図に示すように，初濃度 C_0 が異なる場合でも



第2図 放射線分解によるクエン酸残存率の変化

初濃度（C_0）；●：1.33×10^{-4} mole/l

▽：1.74×10^{-4} mole/l

△：2.78×10^{-4} mole/l

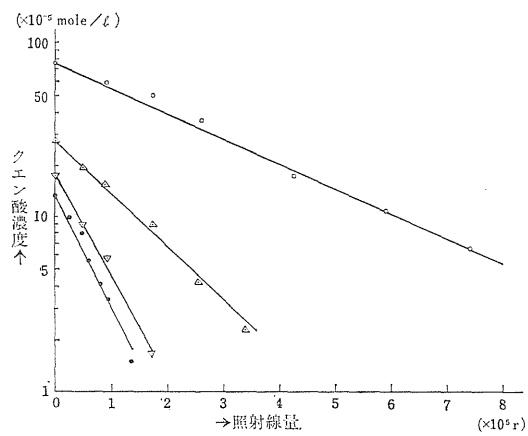
⊙：7.50×10^{-4} mole/l

1本の直線にのり，(3) 式によく合う。すなわち，G_0 は初濃度と無関係に一定で，この反応は零次である。

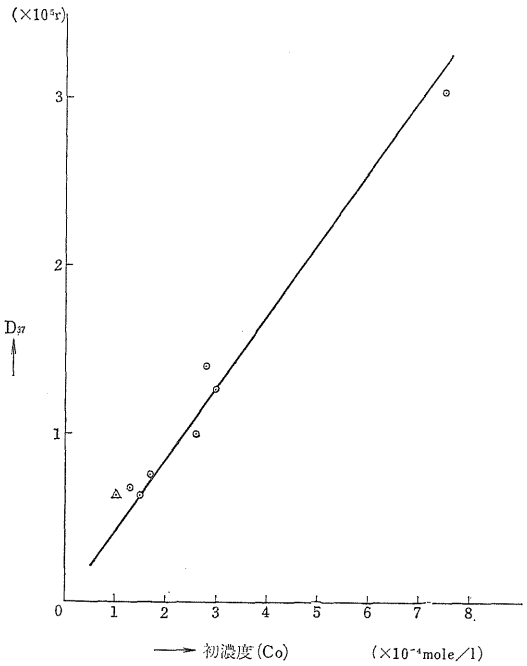
また，$C/C_0 = 1/e$ になる線量を D_{37} で表わせば，

$$D_{37} = C_0/G_0 \cdots (4)$$

第3図（次頁）のように，$D_{37} \sim C_0$ をプロットし，直線の勾配から G_0 を求めると，$G_0 = 2.5$ であった（ただし，



第1図 クエン酸濃度の放射線分解による減少



第3図　初濃度と D_{37} との関係

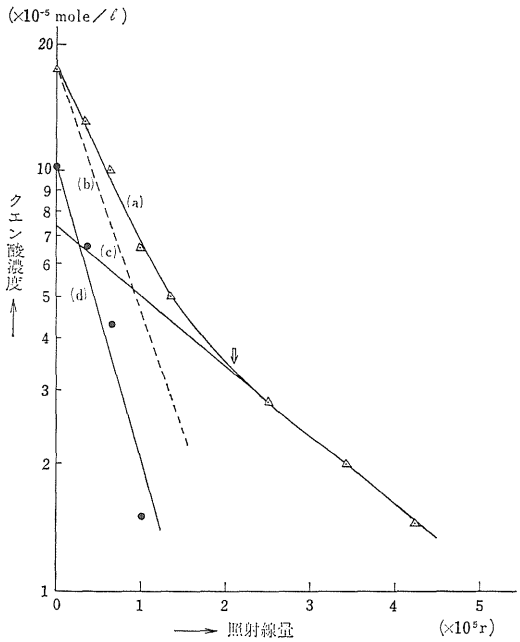
酸素通気の場合)。

このような反応機構は，カルボキシペプチダーゼの失活やクロルフェノールレッドの脱色などでも知られている。

次に，前報（36年度年報）で記した，クエン酸ナトリウム水溶液中に硫酸バリウム微粒子が分散している場合と，ここでの結果を比較した。第4図に示すように，粒子が分散していると，クエン酸の放射線分解の割合が小さい。また，この場合に得られた曲線を解析すると外部溶液中の濃度の減少を示す直線が得られ，その D_{37}～C_0 プロットは第3図で△印で示すように，ほぼ直線にのる。したがって，粒子を分散している場合と，分散していない場合との，クエン酸の放射線分解のみかけ上の差は，粒子への吸着による寄与と考えられる。

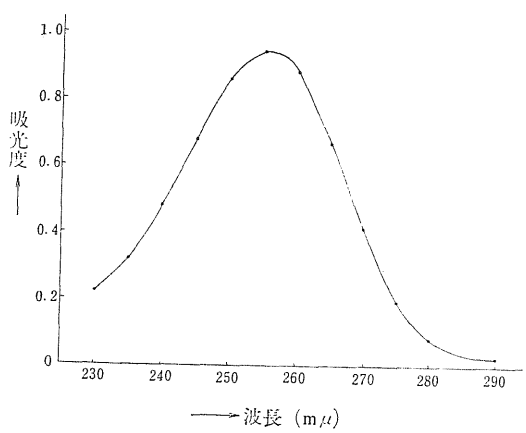
Fletcher らは，DNase I の溶液にセライト，イオン交換樹脂，セルローズなどを分散させると，放射線による失活に対し保護作用を示すことを知り，その機構を吸着で説明している。

クエン酸の放射線分解生成物については，未だ知見を得ていないが，興味ある事実として，照射により 256mμ にピークをもつ紫外吸収のある物質を生ずることを知った。第5図はその吸収スペクトルを示す。第6図（次頁）



第4図　分散粒子の影響

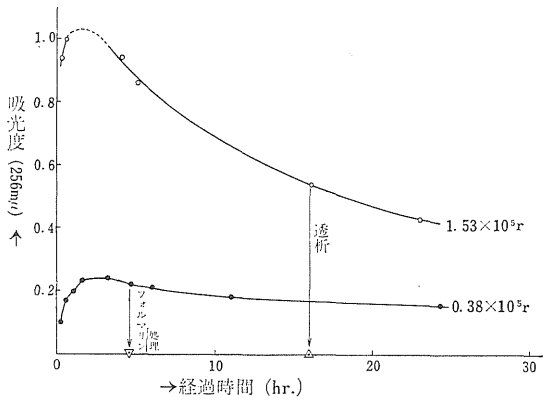
（a）—▲—：硫酸バリウムを分散している場合 (0.68 g/l)
（b）----------：分散していない場合
（d）—●—：外部溶液中の濃度（a—c）



第5図　クエン酸の放射線分解生成物の吸収スペクトル

初濃度：0.015 mole/l Na_3-cit., 0.15 mole/l NaCl
照射線量：1.53×10^5 r
測定時刻：照射終了10分後

に示すように，この紫外吸収をもつ物質の生成には後効



第6図　吸収ピークの経時変化

初濃度 {0.015 mole/l Na_3-cit. / 0.15 mole/l NaCl

果があり，また，生成物はかなり不安定で時間経過につれて吸収が減少する。この吸収は，フォルマリン処理により完全に消失する。また，透析用セロファンチューブを用いて透析すると生成物は通過するので，高分子性のものではない。窒素通気中では，256 mμ における吸光度はほとんど増加しない。この点，先にゾルの安定度を指標にして調べた結果と一致する。紫外吸収の位置が，ヌクレオチドや核酸のそれに近いので，核酸などの水溶液への放射線照射の影響を調べる場合，誤りをおかさないよう注意を要する。

本研究の一部は日本化学雑誌に投稿の予定である。

2．肺炎球菌の型転換 DNA の X 線およびその他の試剤による不活性化の研究

化学第1研究室
山上啓子
鈴木堅之*

* 化学第2研究室

DNA に対する *in vitro* でのX線その他の放射線による照射効果については，その高分子的性質の変化および型転換作用の失活など，多数の研究が行なわれている。しかしながら近年分子生物学の進歩につれて DNA の新らしい性質が明るみに出されている点にかんがみ，その放射線による不活性化についても改めて考え直す必要が生じてきた。主な問題点の一つは DNA を構成する2本のポリヌクレオチド鎖のうち片方だけにしかいわゆる遺伝情報を保有していないか，あるいは生物的に組換えなどの機構に関与していない時には，えられた線量—効果曲線は生物的にどのようなことを意味するかということである。事実ごく最近，このような可能性があちこちで予備的に見出されているので，われわれは DNA の鎖レベルでX線による型転換作用の失活現象を検討してみた。

実験方法

（1）　肺炎球菌の型転換の実験法は 36 年度年報に示されたとおりである。ストレプトマイシン（Sm）耐性マーカーを用いた。

（2）　DNA の変性はその水溶液を沸とう湯浴中で 100° C，15 分間加熱後直ちに氷水で急冷して行ない，再構成は変性 DNA を 65° C で3時間加温後ゆっくりと室温にまで冷して行なった。Sm 耐性菌からの DNA（Aa）と野性株からの DNA（Bb）とを混合して変性—再構成処理をすると，2種の hybrid DNA を含む混合物になる（Aa, Ab, Ba, Bb）。

（3）　X線照射は信愛—250 号，200 KV，20 mA で行なった。0.5 mm Cu, 0.5 mm Al をフィルターとして用いた。線量率は，約 550 r/min. である。

（4）　紫外線照射は 15 W の水銀殺菌灯で行なった。線量率は 100 erg/mm/sec. である。

（5）　亜硝酸処理は，1容の 80 μg/ml の DNA 溶液，2容の 4 M $NaNO_2$，1容の 0.5 M 醋酸塩緩衝液（pH 4.0）と 37° C で処理して行なった。50 倍に稀釈して反応を止めた。

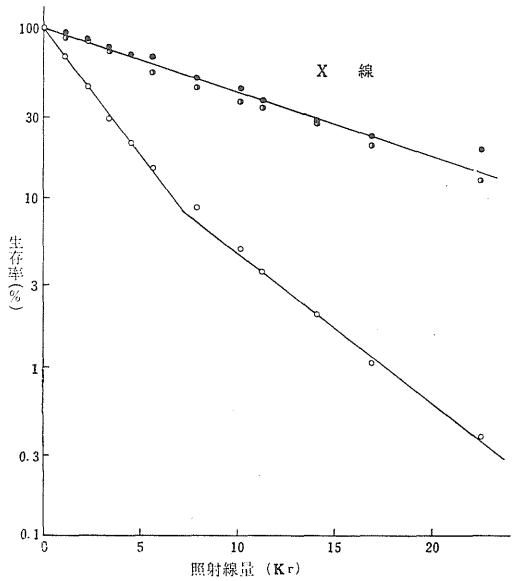
実験結果ならびに考察

（1）　正常の未変性 DNA と再構成 DNA との感受性

第1図および第4図に結果を示す。未変性 DNA は約 5,000 r で折れ曲る2本の直線を与える（第4図，曲線 D）。これは低線量域で特に著しい不活性化が優先的に進行することを示している。ところが再構成 DNA は未変性 DNA に比べてかなり不活性化の程度が低く，著しいことには，低線量域での急速な不活性化がみられない（第1図）。このことは，未変性 DNA には型転換の効率を高めるような，しかも感受性の強いある未知の構造があるが，再構成 DNA ではそれが再現されていないことを意味すると考えられる。この事実は将来さらに立ち入った研究を続けるうえで非常に参考になることであり，また DNA の生物活性の研究にも役立つであろう。なお同様のことは紫外線（第2図）および亜硝酸（第3図）による不活性化についても観察された。

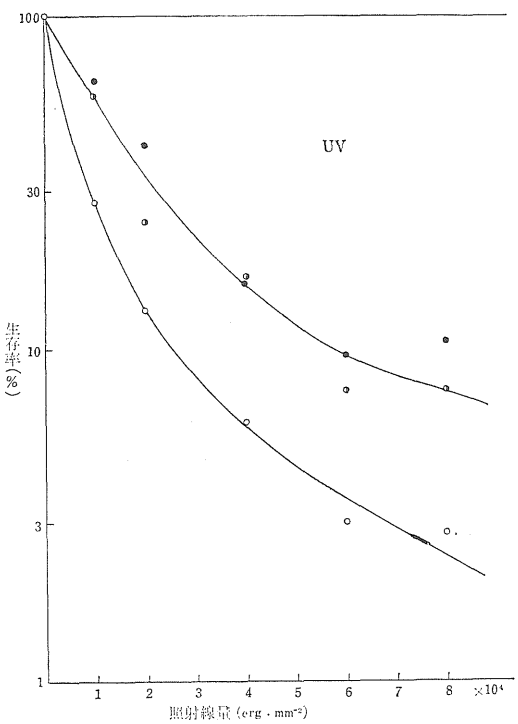
（2）　変性 DNA を照射してから再構成した時の影響

この実験では，まず DNA を熱変性により単一鎖にほ

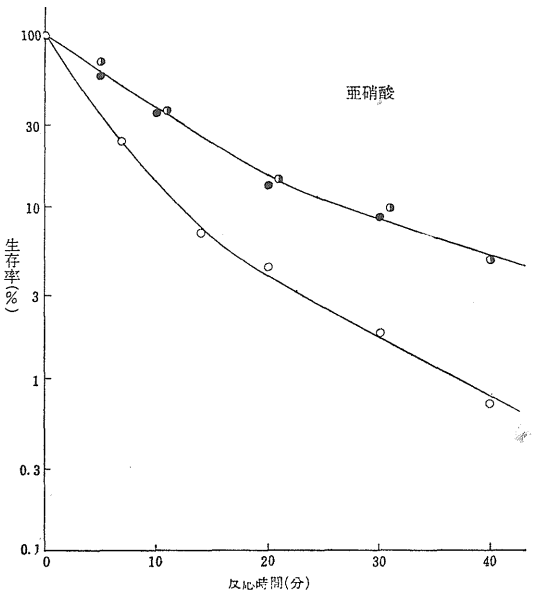


第1図　各種 DNA のX線による失活

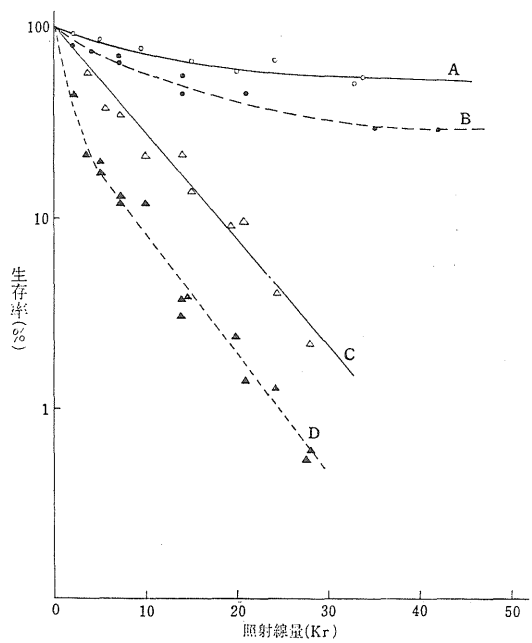
—○—：未変性 DNA
—●—：再構成 DNA
—◑—：hybrid を含む再構成 DNA



第2図　各種 DNA の紫外線による失活
（表示方法は第1図と同じ）



第3図　各種 DNA の亜硝酸による失活
（表示方法は第1図と同じ）



第4図　X線による DNA の失活
照射時における DNA の状態と失活の程度

A：変性野生株 DNA を照射し，変性 Sm—DNA と再構成
B：変性 Sm—DNA を照射し，変性 Sm—DNA と再構成
C：変性 Sm—DNA を照射し，変性野性株 DNA と再構成
D：未変性 Sm—DNA

ぐして照射を行ない，ついで熱変性のみを行なった未照射 DNA，または変性—照射 DNA と再構成してその影響をしらべた。一般に DNA の生物活性は熱変性によって単一鎖にするとほとんど失なわれてしまうが，これを熱再構成するとわれわれの条件では約15% が回復する。第4図の結果は再構成時にいくつかの組み合せを行なった実験によりえられたものである。

変性 Sm—DNA を，照射した変性野生株 DNA と再構成した時（曲線A），および変性 Sm—DNA を，照射した変性 Sm—DNA と再構成した時（曲線B）の不活性化は，変性 Sm—DNA を照射して変性野生株 DNA と再構成した時（曲線C）に比べ，見かけ上はるかにX線の作用が少ない。つまり，遺伝情報のある鎖を照射して，情報のない DNA 鎖と再構成した時に不活性化が著しいことになる。しかし，これらの不活性化のうちには，遺伝マーカー自体の不活性化と，再構成率の低下との二つの要因が含まれていると考えられるから，これらを別々に測定しないと真の遺伝マーカーの不活性化はわからない。ただ，第4図の曲線AおよびBから，曲線が水平に近づくのは活性をもつ鎖との再構成がおこらなくなって，照射を受けなかった活性鎖のみが再構成されることによるものと考えると，単一鎖 DNA は約 40,000 r で，健康な鎖とも生物活性をもつ再構成分子を形成しなくなるといいうるであらう。

第4図の曲線CとDの比較から，変性した単一鎖のマーカー DNA を照射した後，非照射の変性野生株 DNA と再構成した時の直線の傾斜が正常のマーカー DNA の高線量域での傾斜とほぼ等しいことは興味がある。

（3） hybrid 型 DNA の不活性化

hybrid DNA はマーカー DNA から一つの鎖を，野生株 DNA からもう一つの鎖をわけもっているような DNA である。したがって DNA の各鎖の生物的なはたらきと，不活性化試剤の性質いかんによっては，両方の鎖がマーカー DNA から成立っている DNA の場合に比べてその不活性化の状況が異なることが予想された。しかしながら第1図，第2図，第3図に示されているように両者には全く差が認められなかった。この理由については検討中である。

結　論

今までの実験結果から，DNA の型転換活性の失活については，その性状によって放射線感受性に大きなちがいが見られる場合があることが明らかになった。これらのちがいがどのような原因によるものであるかは，DNA 分子の物理的な性質やその生物作用についての研究がもう少し進行しないと明らかにすることができない。この点について引続き研究を行なっている。

この研究は並木初江嬢の助力のもとに行なわれた。

〔研究発表〕

山上啓子，鈴木孚之；DNA の構造と生物活性に対するX線の作用の研究，第4回放射線影響学会（1962年10月）

3．肺炎球菌の型転換現象におけるストレプトマイシン耐性の初期表現について

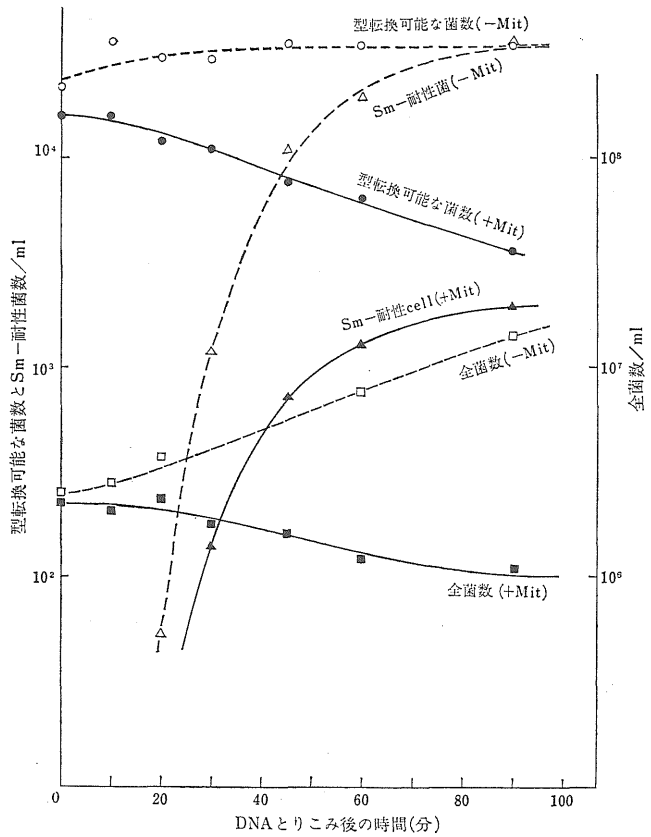
化学第2研究室
鈴木孚之
山上啓子*
* 化学第1研究室

われわれは細胞に対する放射線の影響を明らかにすることを目的として，遺伝的にもっとも重要なデオキシリボ核酸（DNA）に対する *in vitro* での照射効果を研究している。当面の目標は DNA 分子の2次構造の変化とその生物活性の失活との関係をしらべることであるが，このために肺炎球菌の型転換作用を DNA の生物活性をはかる尺度として用いている。この研究ではストレプトマイシンに感受性の野生株を耐性に変換させる性質を利用してきているが，照射実験を解釈するうえには，菌に DNA がとりこまれてからどのような挙動をとるかということと，DNA により運びこまれた遺伝情報（今の場合はストレプトマイシンに対して耐性を獲得すること）がどのように発現されるかを知っておく必要が生じた。表題の研究はこの目的で行なわれたものである。

型転換の実験の概要は前報（昭和36年度年報）に記してあるが，competent の状態にある菌を作る時，Adams と Roe の合成培地を用いるときわめて容易なことがわかった。

I．マイトマイシン C 存在下でストレプトマイシン（Sm）耐性菌がどのように現れるか

よく知られているように DNA は2本の互いに相補的なポリヌクレオチド鎖より成る。このために，DNA の複製化を許すと結果の解釈がめんどうになるのでマイトマイシンCを培地に加えてこれを阻止し，菌にとりこまれたままの DNA によって Sm—耐性化がどのように進むかをしらべた。第1図（次頁）に示すように，Sm—耐性菌は DNA の吸着が終って約20分後からきわめて急速にあらわれはじめ，90分後に完了する。この事情はマ



第1図　マイトマイシンC存在下でのストレプトマイシン耐性菌の出現
マイトマイシン C: 0.03 μg/ml
実線：マイトマイシンを加えた時
点線：マイトマイシンを加えないコントロール
丸印：型転換可能な菌数
三角印：ストレプトマイシン耐性菌の数
四角印：全菌数

イトマイシンが存在してもしなくてもかわりがない。

II. 初期表現に対するアクリフラビンの作用

アクリフラビンを5 μg/ml くらい培地に加えると，菌の増殖はほぼ阻止されるが，致死率はあまり大きくない。そこでマイトマイシンの時と同様の実験を行なってみると，アクリフラビンはマイトマイシンと異なり Sm—耐性菌の出現を完全に阻害することがわかった。しかし一度生成した Sm—耐性菌はこの程度のアクリフラビンには影響をうけない。したがって，アクリフラビンを初期に加えると型転換は強く阻害されるが，30分位以降に加えるとその効果はずっと少ない。

これに対し次のような説明が可能である。一つは，アクリフラビンがクロモゾーム DNA 以外の DNA（例えばエピゾーム DNA のような）を選択的に阻害する事実から推定して，菌体に入った DNA がまだクロモゾーム DNA に組こまれないあいだはこの試剤の影響を受けるということ，第2は，組換えとは無関係にアクリフラビンは DNA の表現能力を抑えるが，その初段階であるメッセンジャー RNA の合成が大体30分までに終るので，そのあいだにアクリフラビンを加えると Sm—耐性が現われないという考えである。しかし，組かえはかなり初期におこるらしいから，第2の考え方のほうが正しそうに思われる。

III. 初期に出現する Sm—耐性菌の性質

第1図に見られるように，Sm—耐性菌は20分位から現われるが，実際にその時間に完成された耐性菌が出現しているとは限らない。例えば，DNA 処理を終ってから60分たった菌を Sm を含む液体培地にうつしかえると，かなり長時間にわたって菌の生長が止り，同時に耐性菌の増加も抑えられる。したがって，この時間においては菌はまだ完全に耐性菌としての機能をもっているとはいえない。このような傾向はマイトマイシンが含まれているといっそう顕著である。

IV. hybrid DNA による Sm—耐性の発現

hybrid DNA は，DNA の1本のポリヌクレオチド鎖が Sm—耐性菌の DNA から，他の1本が Sm—感受性菌の DNA からきているようなものであって，2種の DNA 混合溶液を 100°C に10分間加熱し，ついで緩冷却操作をおこなうと生成される。

一般に DNA の情報発現がその2本鎖により行なわれるか，または1本の鎖のみで十分であるかを知るために，上のような hybrid を含む DNA による Sm—耐性菌の発現をしらべた。この際 DNA が菌にとりこまれてから菌の増殖があると考えにくいので再びマイトマイシンを加えてこれを抑えた。

hybrid DNA を作る時には Sm—耐性菌の DNA と，感受性菌の DNA とを1:1に混合したから，変性—緩冷却により生成する2重鎖 DNA 中の 1/4 は耐性菌の DNA と同じ鎖組成をもち，2/4 は hybrid で右か左かに耐性菌の DNA の鎖をもつものが半分ずつ含まれ，残

りの 1/4 は感受性菌の DNA と同じ鎖組成をもつ。したがって，もし hybrid DNA が表現能力がないならば，耐性菌 DNA に同じ処理を施したものに比べて 1/4 の活性をもつはずである。ところがもし両方の hybrid がともに活性をもつならば，この数字は 3/4 になるはずである。しかるに，実験の結果は 3/4 より小さく，大体 1/2 程度であることがわかった。このことは，2 種の互いに reciprocal な組成をもつ hybrid 型の DNA のうち一方しか初期表現の能力がないことを暗示している点非常に興味がある。

考察と結論

以上の実験で明らかになったことは次のとおりである。

（1） DNA 処理後 20 分以降にみられる急速な Sm—耐性菌の出現は，菌の急速な分裂によるものではなく，菌にとりこまれた DNA の表現が同調的に行なわれるためである。この表現のためには DNA の新らしい合成は必要ではない。またこの機能はアクリフラビンにより強く阻害される。

（2） DNA の遺伝情報の表現はその 1 本の特異的なポリヌクレオチド鎖によってなされる可能性が強い。

後者の結論を支持するような他の実験が報告されている。例えば hybrid DNA と，正常型の DNA とが紫外線に対して同じ感受性をもつことはその一つで，われわれはさらに X 線やその他の試剤について同様の事実を確認している。さらに，DNA の 2 本鎖のよりをほどいてもなお生物活性を保有すること，また DNA が菌にとりこまれる時すでに 2 本鎖がほどけてしまうような事実から考え，型転換作用では DNA の特異的な DNA の鎖しか関与していない可能性が大きい。このような事実は今後 DNA に対する放射線作用を研究する時にぜひ考慮しなくてはならない問題である。

補　足

DNA が菌にとりこまれてから以後どのような物理的状態をとるかについて，塩化インジウム法により，^{32}P でラベルした DNA が二重らせん構造を保っているか，あるいはいつか単一鎖にほどけることがあるかをしらべたが成功しなかった。この問題は別の形で将来研究を行なう予定である。

この研究は並木初江嬢の助力のもとに行なわれた。

〔研究発表〕

鈴木孚之；DNA の構造と生物活性，応用微生物研究所シンポジウム（1962 年 12 月）

4．ポリペプチジル・リボヌクレアーゼの酵素活性

化学第 2 研究室

沢田文夫

Robert R. Becker*

* ORNL, Biology Division, 現在は Science Research Institute, Oregon State Univ.

本稿では次の略号を用いる。

RNase；リボヌクレアーゼ

Gly-RNase；polyglycyl RNase

Phe-RNase；polyphenylalanyl RNase

Val-RNase；polyvalyl RNase

C!；シチジン 2′:3′ 環状燐酸

U!；ウリジン 2′:3′ 環状燐酸

放射線に対する蛋白質の感受性はその種類によって非常に異なっている。蛋白質分子が非常に複雑な構造をもっており，それが個々の蛋白質に特異的であって，蛋白質の個性をかたちづくっているからにほかならない。したがって生物活性をもった蛋白質，たとえば酵素蛋白質の放射線による不活性化は，その特異的構造の破壊によるものと考えられる。以上の見地から酵素蛋白質の構造，とくに活性と直接に関係のある部位の微細構造や酵素の作用機構の研究は大切な課題である。

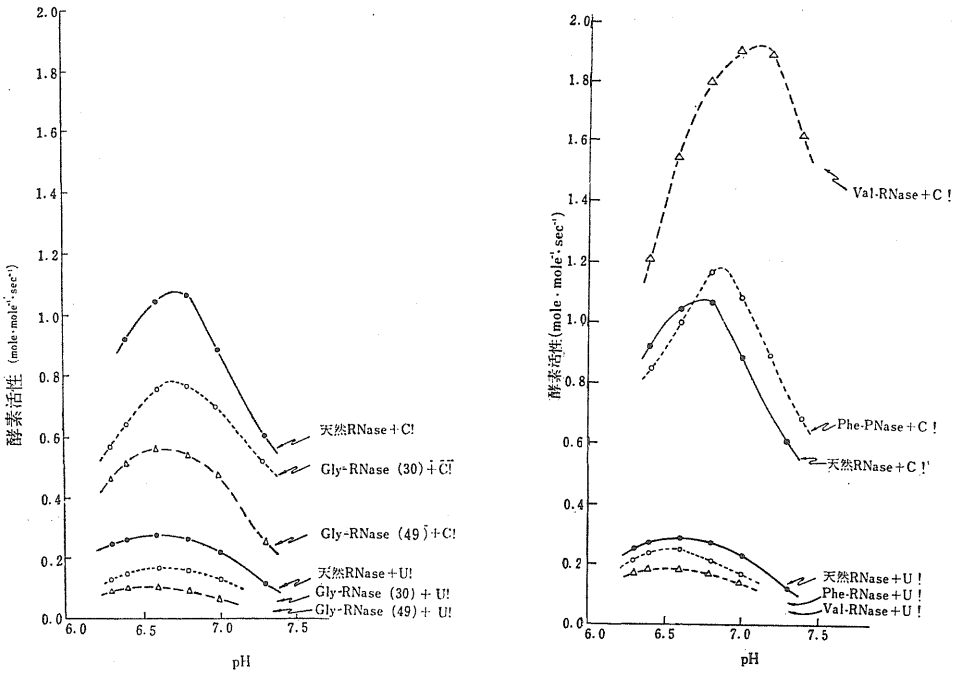
われわれは 1 次構造が確定されており，基質特異性の明瞭な酵素蛋白質としてリボヌクレアーゼ（RNase）を選んだ。そしてこの酵素分子に，化学的にある種のポリペプチド鎖を結合させると酵素活性が増加することを発見し，その原因を動力学的方法で究明した。

材料・方法

RNase はウシ膵臓の結晶製品をクロマトグラフ法で精製したものを用いた。基質にはシチジンおよびウリジンの環状燐酸（C! および U!）を用い，酵素活性の測定は酵素作用（25° C）で開環して遊離した基質の燐酸基の量を pH-スタットを用いて定量する方法によった。RNase のポリペプチジル化は，対応するアミノ酸の N-カルボキシ無水物と RNase を中性条件で反応させて行なった。生成物中のポリペプチドの附加量はアミノ酸自動分析機によって求めた。モノヨード酢酸による RNase の不活性化は 40° C で pH 5.5 と 8.5 で行なった。酵素活性の動力学的解析には，いわゆる Eadie-plot を用いて，ミカエリス定数 K_m と速度定数 k_3 とを求めた。

結　果

ポリペプチジル化した RNase の酵素活性の pH 依



第1図　ポリペプチジル・リボヌクレアーゼの pH-依存曲線

存曲線を第1図に掲げる。この図から明らかなように，polyvalyl RNase (Val-RNase) と polyphenylalanyl RNase (Phe-RNase) では C! に対する活性が天然 RNase よりも増加していることが注目に値する。これに反し，2種の polyglycyl RNase (Gly-RNase) 標品では C! に対する活性は天然のものより低下している。また U! に対する活性はいずれのポリペプチジル RNase でも，低下している。

これら RNase 誘導体の酵素活性の動力学的解析の結果を第1表に示す。このデータによれば，RNase 誘導体では k_3 値はいずれも低下しており，酵素基質結合物の分解速度が下っていることを物語っている。しかし Val-RNase と Phe-RNase では，天然 RNase とくらべて K_m 値が低下しており，いいかえれば酵素と基質とのあいだの親和力が増加し，したがって酵素活性が増したものと解釈される。

第1表　ポリペプチジル・リボヌクレアーゼの
ミカエリス定数 (K_m) と速度定数 (k_3)

酵素*	K_m ($\times 10^{-3}$ M)		k_3 (sec^{-1})	
	C! (pH 6.6)	U! (pH 6.8)	C! (pH 6.6)	U! (pH 6.8)
天然 RNase	2.3	3.0	4.0	1.40
Gly-RNase (30)	3.1	3.0	3.7	0.80
Gly-RNase (49)	3.1	5.1	2.6	0.78
Val-RNase (20)	0.68	2.9	3.5	0.87
Phe-RNase (8)	1.05	2.4	2.7	0.88

* カッコ内の数字は附加したポリペプチドのアミノ酸残基数

ポリペプチジル化した RNase のモノヨード酢酸による不活性化の模様からも興味ある結果がえられた。酵素の活性中心のヒスチジンが特異的に攻撃される pH 5.5 の条件では，Val-RNase も Gly-RNase も天然 RNase と同様に速やかに不活性化され，活性中心はポリペプチジル化にかかわらず無傷に保存されていると思われる。他方，リジンの側鎖の化学的修飾を含む pH 8.5 の条件では，ポリペプチジル RNase は天然のものより不活性化しにく，これは附加したポリペプチドによってリジンの側鎖が保護されているからと考えられる。

結語・考察

以上の実験により，Val-RNase と Phe-RNase の "超活性" は，酵素と基質とのあいだの親和力の増加によることが明らかになった。この親和力の詳細はよくわからないが，valyl 基や phenylalanyl 基のごとき疎水性基の附加でこのような現象のおこることは，酵素と基

質とのあいだの結合には，従来軽視されていた疎水性基が何らかの関与をしている可能性を示唆している。このような考察は，逆に放射線によって酵素蛋白質が不活性化するとき，その機構を探る一助となるであろう。

本研究は Biology Division, Oak Ridge National Laboratory で行なわれたものである。

〔研究発表〕

1. Krausz, L. M., F. C. Scaduto, F. Sawada and R. R. Becker; Physical properties on polyvalyl proteins, *Federation Proc.*, 21, 405 (1962)
2. Sawada, F. and R. R. Becker; Kinetic studies on superactivity of polypeptidyl ribonuclease, *J. Biol. Chem.* (in press)

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

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(β-galactosidase)の生合成の機構は，生細胞および無細胞系を用いた亀山らの研究によって着実に解き明かされてきた（35年度年報 p. 52，36年度年報 p. 56)。それらの研究を通じて，このときいわゆるメッセンジャー RNA が関与することが確かめられたので，RNA 構成成分のひとつ，ウラシルの類似体（アナローグ）であるチオウラシル（thiouracil）がこの酵素の生合成におよぼす影響をしらべた。その結果，チオウラシル存在下では菌の生長は若干おさえられるが，それにもましてβ-ガラクトシダーゼの合成はかなり特異的に阻害されることが観察された（このような現象は紫外線照射によってもおこることなので，放射線の作用機作と関連して興味深いことである)。そして，チオウラシル存在下に合成された酵素は正常のものよりも活性が低いが，他の性質は正常酵素とよく似ているという実験結果をえた。

材料・方法

用いた菌は大腸菌B（G）株（*Escherichia coli* strain B (G)；Gorini 株)。培養はアルギニン（0.1 mg/m*l*）を含む minimal-glycerol 培地（pH 7.0）中で37°Cで行ない，β-ガラクトシダーゼの誘導は，対数期（約10^9 cells/m*l*）に thiomethyl-β-D-galactopyranoside（$5\times10^{-4}M$）を誘導物質として加えて行なった。チオウラシルによる阻害実験は，誘導開始と同時にこの阻害剤（$2\times10^{-3}M$）を加えて行なった。菌抽出液としては，遠心で集めた菌を下記の緩衝液に浮べ，French Pressure Cell に2回通し（15,000～20,000 Lbs/2″ dia.），4,000 ×g，20分の遠心上清を用いた。場合によっては，顆粒を除いて可溶性分画をうるために菌抽出液をさらに105,000 ×g，2時間の遠心にかけて上清（S-100）を調製した。抽出に用いた緩衝液は免疫学的試験の場合は0.05 *M* Tris*，0.01 *M* $MgSO_4$，0.005 *M* チオグリコール酸，pH 7.2（TMS 緩衝液），またクロマトグラフ用試料では0.01 *M* Tris，0.01 *M* $MgSO_4$，pH 7.8（Tris 緩衝液）である。

β-ガラクトシダーゼの抗血清は，35年度年報 p. 52の報告にしたがって調製した。免疫学的滴定試験は，一定量の抗血清と種々の量の菌抽出液（または S-100）により形成した抗原抗体沈澱の上清の酵素活性を測定する方法によった。寒天ゲル拡散（Ouchterlony test）は，TMS 緩衝液を含む1.5% 寒天を用い氷室中で6日間行なった。

クロマトグラフは，diethylaminoethyl cellulose カラムに吸着させた菌抽出液を，NaCl の濃度勾配をもったトリス緩衝液で溶離して行なった。

β-ガラクトシダーゼ活性は，基質に *o*-nitrophenyl-β-galactopyranoside を用い，遊離するフェノールの比色定量によった。

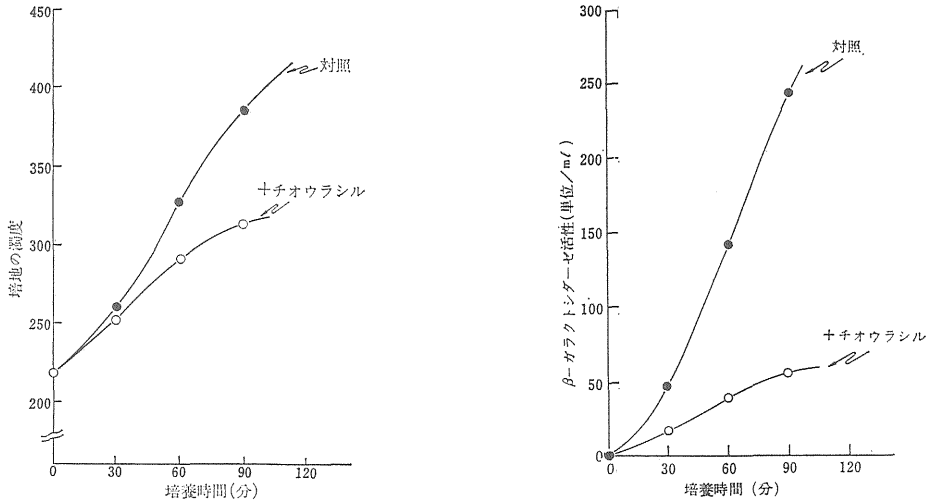
結　果

第1図（次頁）に菌の生育とβ-ガラクトシダーゼの誘導に及ぼすチオウラシルの影響を示す。菌の生育の阻害にくらべて酵素の誘導の阻害が著しいことがわかる。

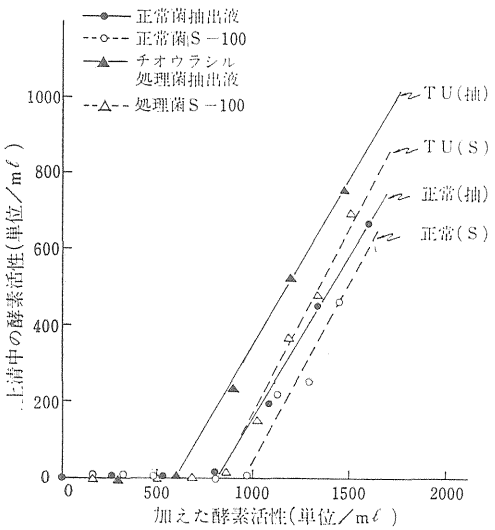
第2図（次頁）には，正常菌（酵素誘導30分）とチオウラシル処理菌（同90分）の菌抽出液の免疫学的滴定試験の結果を示す。抗原過剰となって上清中に酵素活性のあらわれてくる点（当量沈降点）に注目するならば，菌抽出液でも S-100（可溶性分画）でも，チオウラシル処理菌の場合は正常菌のときよりもこの点が高くなっている。このことは，チオウラシル存在下にできたβ-ガラクトシダーゼは単位酵素活性当りの抗原性が高い，逆にいえば抗原性に比して酵素活性が低い異常蛋白質であることをあらわしている。これは Hamers らの同様の所見と一致している。しかし第3図（次頁）に見られるように，正常菌とチオウラシル処理菌の酵素は寒天ゲル拡散法では区別できぬほどよく似ている。

さらにこの異常蛋白質の性状を知るため，正常菌（酵素誘導30分）とチオウラシル処理菌（同60分）の抽出

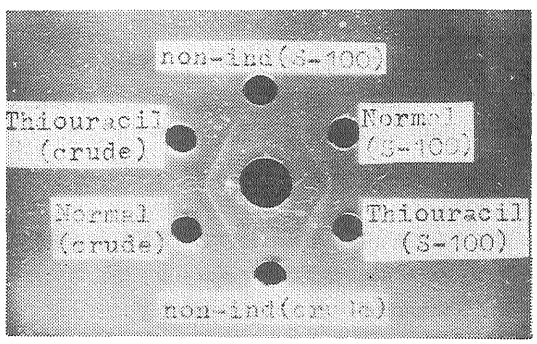
* Tris=Tris (hydroxymethyl) aminomethane-HCl



第１図　菌の生育と β-ガラクトシダーゼの誘導に及ぼすチオウラシルの影響



第２図　菌抽出液の免疫学的滴定試験



第３図　菌抽出液の寒天ゲル拡散

中央：β-ガラクトシダーゼの抗血清，non-ind：未誘導菌，Normal：正常菌，Thiouracil：チオウラシル処理菌，(crude)：菌抽出液，(S-100)：S-100 分画

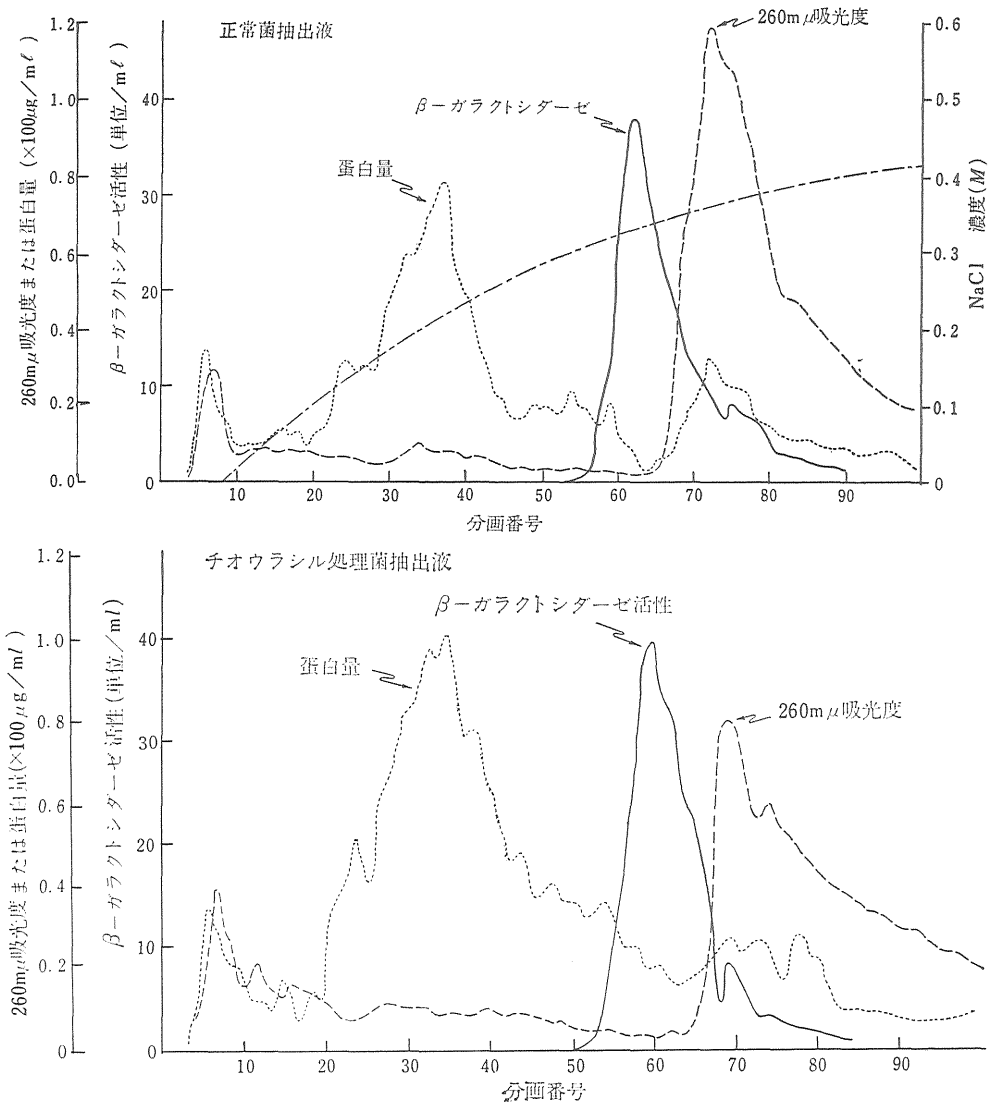
液をクロマトグラフ法で分析してみたが，両者の溶離曲線はよく一致していて区別できなかった（第４図）。ここでも再び異常酵素は正常酵素と性質がよく似ていることが認められた。

結語・考察

このような一連の実験によって，チオウラシル存在下に合成された β-ガラクトシダーゼは，抗原性に比して酵素活性が低い異常蛋白質であるが，その性状は正常酵素と甚だよく似ていることがわかった。しかしこの異常酵素は，酵素活性の低い単一のものか，あるいは活性のない類似蛋白質と活性の正常酵素の混合物なのかは明らかでない。

菌体内に入ったチオウラシルが RNA 分子の中に入っていることは ^{14}C-チオウラシルを用いた実験で確認したが，蛋白合成の情報をになったメッセンジャー RNA に入ったのか，アミノ酸を運搬する S-RNA にとりこまれたのかはわからない。いずれにせよ，チオウラシルの入った異常 RNA の影響で異常蛋白質ができたものと考えてよかろう。

またウラシル要求性の大腸菌 F２ 株を用いた実験により，微量のウラシル存在下に微量の β-ガラクトシダーゼの誘導を行なったのちにチオウラシルを加えると酵



第4図　菌抽出液のクロマトグラム

素活性の増大がみられ，このことは酵素合成の誘導開始ののちには，チオウラシルがウラシルの代りになって異常酵素が合成されたと解釈できるであろう。

謝辞　抗血清の抗原として精製β-ガラクトシダーゼを提供された亀山忠典氏（金沢大学医学部）に感謝する。なお抗血清は当研究部大町により調製されたものを用いた。

6．肺炎球菌のストレプトマイシン耐性株のリボゾームの性状

化学第2研究室
沢田文夫
鈴木孳之

本稿では下記の略号を用いる。

SM＝ストレプトマイシン

Tris＝Tris (hydroxymethyl) aminomethane-HCl

TCA＝トリクロル酢酸

紫外線の照射を受けた大腸菌ではリボゾームと呼ばれる細胞顆粒の合成が阻害され，さらに速かに分解される

ことはすでに報告した（35年度年報 p. 51)。またリボゾームは蛋白質生合成の場であって，無細胞系での蛋白合成におけるその重要性も明らかにされた（35年度年報 p. 52, 36年度年報 p. 48)。したがって放射線障害の一側面である蛋白生合成の阻害の一因は，リボゾームに対する放射線の影響にあると考えられる。しかしリボゾームの構造，機能や多様性に関しては未知の点が多く，それらを明らかにすることは重要な課題である。

さて，大腸菌のストレプトマイシン感受性株と耐性株のちがいは，それらのリボゾームによるのであることが，無細胞系での蛋白合成の研究から明らかにされている。われわれは，肺炎球菌のストレプトマイシン感受性株と耐性株とを用いて同様の実験を追試し，さらに免疫化学的方法によって両者のリボゾームのちがいを探ることを試みた。

方法と材料

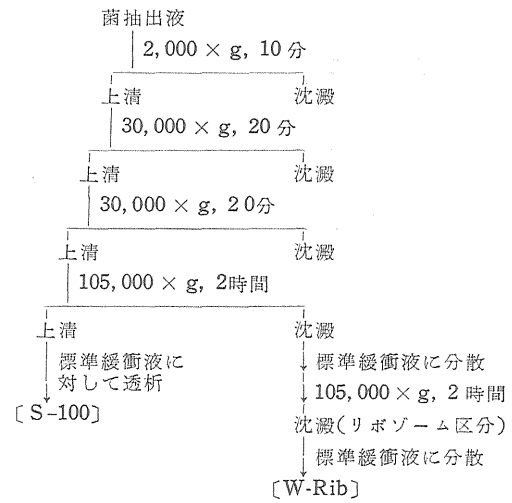
用いた肺炎球菌 *(Diplococcus pneumoniae)* はストレプトマイシン感受性の野性株 R 36 A および耐性株 R/Sm である。菌の培地は1% ネオペプトン (Difco), 2% 酵母抽出物 (Difco), 0.85% NaCl, 0.6% ブドウ糖, pH 7.6 である。培養は 37° C に静置し pH を 7.6 に保って行なった。

無細胞系はほぼ Nirenberg の方法に準じた。まず対数期の菌（約 10^9 cells/ml）を遠心集菌，洗滌ののち，菌の湿重量の2倍量の石英砂を加え氷室中ですりつぶし，2～3倍量の "標準緩衝液" で抽出した。その組成は，0.01 M Tris, 0.01 M 酢酸マグネシウム，0.05 M KCl, 0.006 M mercaptoethanol, pH 7.4 である。菌抽出液は第1表にしたがって遠心によって分画した。また大腸菌（*Escherichia coli*）B株からも同様の方法によって対応する抽出分画をえた。

無細胞系の組成は第2表のとおりである。反応混液 (1 ml) を 37° C で1時間インキュベートののち TCA で反応を停止し，0.3 M TCA と 90° C で15分処理し，沈澱を冷 0.3 M TCA で2回，エタノール：エーテル (1:1) 混液で1回，エーテルで1回洗ったのち，残渣（蛋白分画）の放射能を液体シンチレーション法で測定した。

肺炎菌の野性株とストレプトマイシン耐性株のリボゾームに対する抗血清は，蛋白量約 50 mg のリボゾームをウサギの静脈に約1カ月間，次いで約 100 mg を腹腔と皮下に約1カ月間にわたって注射して調製した。これより 50% 硫安沈澱分画をえて粗抗体として用いた。

第1表　菌抽出液の分画法



第2表　無細胞系の組成

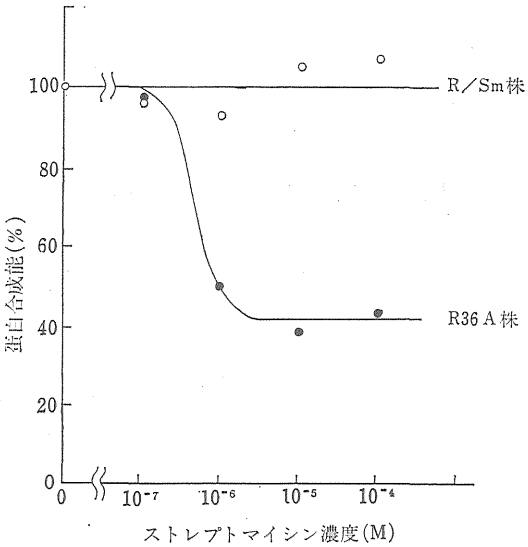
10^{-1} M	Tris
10^{-1} M	KCl
10^{-2} M	酢酸マグネシウム
2.5×10^{-3} M	$MnSO_4$
6×10^{-3} M	mercaptoethanol
10^{-3} M	ATP
各 3×10^{-5} M	GTP, UTP, CTP
各 5×10^{-5} M*	ロイシンを除くアミノ酸20種
5×10^{-5} M*	^{14}C-ロイシン (0.5 μc/0.1 μ mole)
6×10^{-3} M	クレアチン燐酸
100 μg/ml	creatine kinase
1 mg/ml**	S-100
2 mg/ml**	W-Rib
pH = 7.4	

* L-成分であらわした濃度
** 蛋白量であらわした濃度

寒天ゲル拡散（Ouchterlony 法）および免疫電気泳動（immunoelectrophoresis）は 0.01 M または 0.001 M の酢酸マグネシウムを含む 0.01 M Tris, pH 7.4 で緩衝化した 1.5% 寒天を用い氷室のなかで行なった。電気泳動はスピンコーロ紙電気泳動装置を利用し 200 V で6時間行なった。

結　果

肺炎球菌の無細胞系での蛋白合成に対する種々の濃度のストレプトマイシン（SM）の影響を第1図に示す。ストレプトマイシン感受性の R 36 A 株では 10^{-6}～10^{-4} M の SM によって蛋白合成能は半減しているのに反



第1図　肺炎球菌の無細胞系での蛋白合成に対するストレプトマイシンの影響

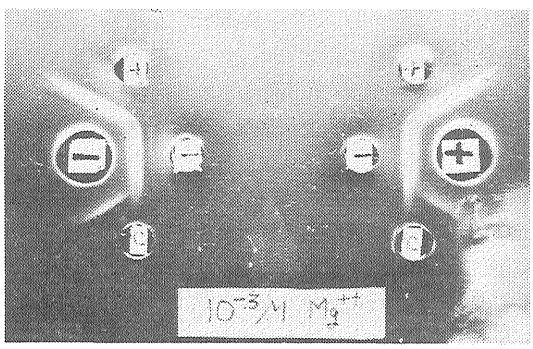
第3表　無細胞系での蛋白合成に対するストレプトマイシンの影響

実験番号	細胞成分の原料* W-Rib	S-100	蛋白合成能** SM なし	SM*** 存在	比率 (%)
1	R 36 A	R 36 A	37.5	14.7	39
2	〃	〃	4.2	2.3	55
3	〃	〃	9.8	4.3	44
1	〃	R/Sm	6.1	2.2	36
2	〃	〃	4.3	2.1	49
2	〃	Coli	8.6	5.5	64
1	R/Sm	R 36 A	33.2	38.4	115
2	〃	〃	14.4	13.3	92
1	〃	R/Sm	11.2	12.5	111
2	〃	〃	17.3	14.2	82
3	〃	〃	19.7	21.2	108
2	〃	Coli	27.4	28.5	104
2	Coli	R 36 A	16.5	8.4	51
2	〃	R/Sm	15.7	8.3	53
2	〃	Coli	24.4	13.1	54
3	〃	〃	19.1	9.7	51

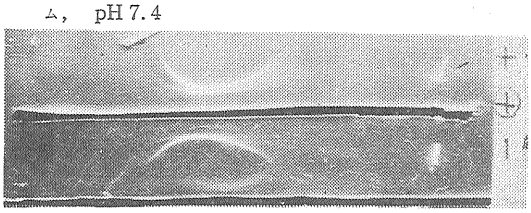
* R 36 A = 肺炎球菌 R 36 A 株
R/Sm = 肺炎球菌 R/Sm 株
Coli = 大腸菌 B 株
** ^{14}C-ロイシンのとりこみ量 ($\mu\mu$ mole/ml)
*** SM = 10^{-4} M (協和発酵工業製硫酸ジヒドロストレプトマイシン)

し，耐性株 R/Sm ではこの濃度の SM によって全く影響を受けていない。次に種々の原料からえた S-100 と W-Rib を用いた無細胞系での蛋白合成に対する SM (10^{-4} M) の影響をしらべた（第3表)。S-100 の原料いかんにかかわらず，W-Rib（リボゾーム）がストレプトマイシン感受性株（肺炎球菌 R 36 A 株と大腸菌 B 株）からえたものでは SM により蛋白合成能が約半分に低下しているが，ストレプトマイシン耐性株（肺炎球菌株 R/Sm 株）のリボゾームを用いれば，この抗生物質の影響は全く見られない。この結果は Speyer らと Flaks らにより大腸菌で見出された結果と一致し，SM に対する耐性がリボゾームに起因することを示している。

肺炎球菌リボゾームの寒天ゲル拡散と免疫電気泳動の代表的結果を第2図と第3図に示す。抗原のリボゾームの種類，抗体の種類，また緩衝液中の Mg イオンの濃度いかんにかかわらず，えられた図形は互いによく一致している。したがって，これらの免疫化学的方法によって両株のリボゾームを区別する試みは成功しなかった。



第2図　肺炎球菌リボゾームの寒天ゲル拡散図形
大きな丸：抗体，小さな丸：抗原
(—)：肺炎球菌 R 36 A 株，(十)：肺炎球菌 R/Sm 株，(C)：大腸菌 B 株
緩衝液は 0.01 M Tris, 0.001 M 酢酸マグネシウム，pH 7.4



第3図　肺炎球菌リボゾームの免疫電気泳動図形
中央：抗体（R 36 A 株），両側：抗原
(—)：R 36 A 株，(十)：R/Sm 株
緩衝液は 0.01 M Tris, 0.001 M 酢酸マグネシウム，pH 7.4

結　語

以上のように，無細胞系の研究によって，肺炎球菌のストレプトマイシン耐性はリボゾームに受けつがれていることが明らかにされた。しかし SM に対して感受性と耐性のリボゾームは免疫化学的方法では区別できなかったし，予備実験によると，紫外線による失活の様相にも差は見られなかった。したがって両者の差はリボゾームの微細構造に起因すると考えられる。

以上の経験を生かして，放射線感受性の問題を，細菌の無細胞系を用いて解明する研究に着手している。

7．抗体産生機構の研究 I. *in vivo* 培養法を用いての2次感作の過程に及ぼすX線照射の影響

化学第2研究室
大　町　和千代
島　津　良　枝
市　村　国　彦
森　田　敏　照*
T. Makinodan**

* 京大理学部原子核理学教室
** ORNL, Biology Division

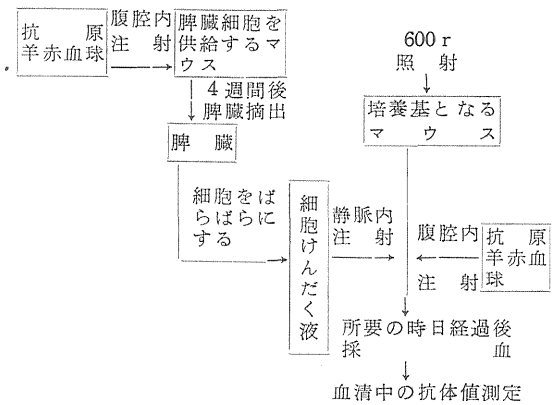
抗体産生の機構に関しては，多くの研究者により抗原による刺激後免疫学的に機能を有する器官—脾臓・リンパ節等—の細胞学的な変化が調べられている。それらの細胞学的知見から，抗体産生能を有する幹細胞が刺激を受けたのち，形態的にも機能的にも分化しながら成熟形質細胞となり，抗体産生に重要な役割を果すと考えられてきた。しかし動物が体内にとりこまれた物質を抗原として識別する機構，その抗原の刺激（情報）が抗体産生能を有する細胞にどのような機構で伝えられるか，その抗原に対応した情報を受けた細胞が抗体を産生するに至るまでの分化を支配する因子，抗体蛋白を合成する機構等については未だほとんど明らかにされていない。われわれはこの機構を研究する一つのてがかりとして，脾臓細胞の *in vivo* 培養法を用いて2次感作の過程の性質を放射線感受性の面より調べた。

方法と材料

動物：約900匹の8週令の C3H マウス（雄・雌）を用いた。

X線照射の条件：島津製作所製信愛—250 X線発生装置を用い，200 kV，20 mA，線源よりの距離 50 cm，0.5 mm Cu フィルターと 0.5 mm Al フィルター，80 r/分の条件で照射した。

脾臓細胞の *in vivo* 培養法：脾臓リンパ節等の，免疫学的な機能を有する器官を構成している細胞が抗原刺激を受けたあとで示す変化については未だ不明な点があり，それらが動物個体のなかでどのような自己制御機構のもとにあるか知られていないので，その第1次近似として *in vivo* 培養法を用いた。



第1図　*in vivo* 培養法の模式図

第1図に示すように，600 r X線の照射を行なって抗体産生能を失わせた C3H マウスに，1次感作後4週間以上経過し，血液中に抗体の認められなくなった C3H マウスからとった脾臓細胞の一定量（16×10^6 個）を静脈内に，抗原を腹腔内に注射する。所要の時日経過後採血し血清中の抗体量を測定する。この場合，培養基として用いられるX線照射マウスは与えた抗原には感応せず，移植された脾臓細胞のみが抗体を生成する。

脾臓細胞の懸濁液：摘出した脾臓を TC 199 培地のなかでほぐし，150 メッシュの白金網で ロ過したのち，500 rpm で3分遠心した細胞を TC 199 培地にけんだくする。

抗原：羊の赤血球の1% けんだく液を1匹のマウス当り 1 ml 腹腔内に注射する。

抗体値測定：血球凝集反応で調べる。

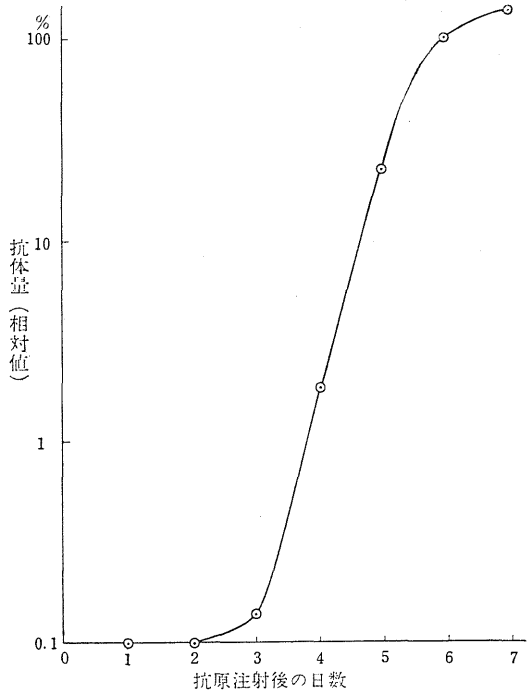
実験結果

移植した脾臓細胞の数とその細胞の生成する抗体量とは比例関係にあることは知られているが，この実験においても $2\sim20\times10^6$ 個の範囲で比例関係の成立することを確めた。

（1）　2次感作の時間的経過

脾臓細胞移植後直ちに羊赤血球を注射し，それから6日後までの血液中の抗体量を測定した。結果を第2図（次頁）に示す。

抗原注射後，2日間の潜伏期ののち，血液中の抗体量



第2図　抗原注射後の抗体生成の時間的経過
（6日の値を100%とする）

は exponential に増加し，その後しばらくのあいだ一定の抗体量が保たれる。

抗体産生の過程に関しては，抗原による刺激後，それに対応した抗体を生成する能力を有する幹細胞が細胞分裂を伴ないながら分化し，一定時間後に抗体蛋白を生成する成熟形質細胞になると考えられている。第2図に示した結果はその過程に対応した時間的経過を表わしていると考えられるが，この分化の過程のどの段階まで細胞分裂を必須とするかを調べるのを目的として次の実験を行なった。

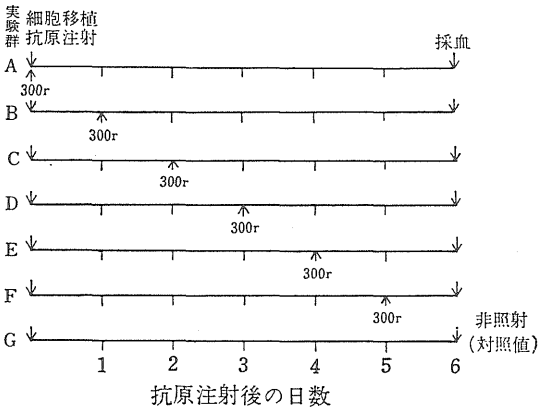
（2）　2次感作の過程に及ぼすX線の影響

i）　抗原刺激6日後の抗体生成量に及ぼすX線照射の影響

細胞分裂を抑制すると考えられるX線量（300 r）を第3図の実験計画のように照射し各群の抗原注射6日後の抗体量を測定し，非照射対照群（G）との値を比較する。結果を第4図に示す。

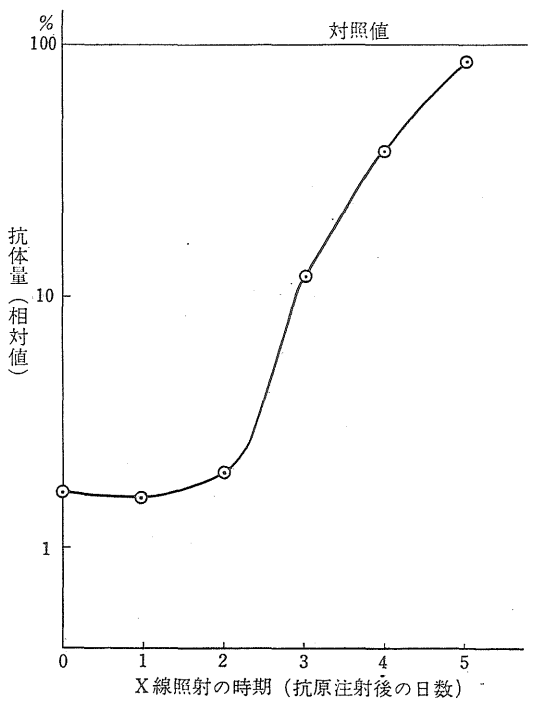
ii）　抗原刺激6日後の抗体生成量とX線照射線量との関係

抗原刺激2日後（A群），3日後（B群），4日後（C群）に種々の線量のX線を照射しその抗体生成におよぼす影響を調べた。結果を第5図（次頁）に示す。



第3図　実験計画

培養基となるマウスは細胞移植以前に 600 r 照射されているのは第1図に示すとおりである。

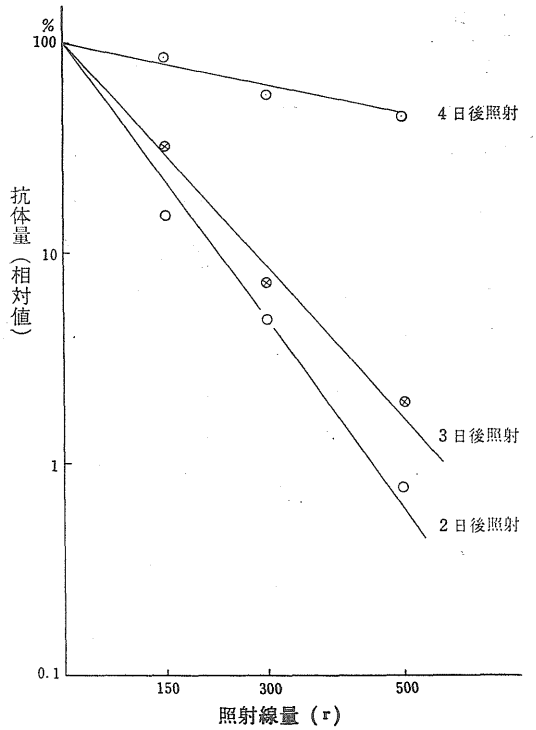


第4図　抗原刺激後，各時期に 300 r 照射の影響

第4図，第5図の実験から明らかなように，*in vivo* 培養脾臓細胞の2次感作の過程は抗原刺激後4日を境として放射線感受性に著しい差のあることが示された。

考　察

以上の実験から，2次感作の場合血液中に抗体が認め



第5図　X線照射線量と抗体生成に及ぼす影響の関係

られるまでに2日の潜伏期があり，それ以後 exponential に抗体は生成され，6日以後は或る期間，一定の抗体量が保たれること，その初期の段階は放射線に対して非常に感受性が高いことが示された。

このことと，他の多くの研究者により明らかにされている抗原刺激後の脾臓やリンパ節等の器官の細胞学的変化とがどのように対応するものであるか未だ明らかではないが，抗体産生の初期の段階に細胞分裂を伴なった細胞の分化が必要であり，さらにこの段階では細胞分裂より一層放射線に感受性の高い何らかの細胞内変化が用意されていることを示していると考えられる。これらの変化ののち—おそらく4日以後—には分裂を必要としない細胞の成熟が進み，多くの成熟形質細胞が作られ抗体を生成していると思われる。このことを明らかにするために現在細胞レベルでの実験および subcellular レベルでの実験をあわせ行なっている。

この実験を行なうにあたって，北爪雅之氏（技術部技術課）および若林克己氏（薬学研究部）に一部協力いただいたことを附記する。

8．TTA を用いる逆相ペーパークロマトグラフ法による核分裂生成物の分離

化学第3研究室
河村正一
伊沢正実*
* 化学研究部長

（1）緒　言

逆相クロマトグラフ法の研究は最近とくに盛んである。たとえば T. B. Pierce らの銅—ジチゾン系および D2EHPA による希土類の分離，Siekierski らの TBP による希土類の分離，Cerrai らの液体イオン交換体による研究などがある。逆相クロマトグラフ法に用いられる抽出剤としては，通常，液体イオン交換体，キレート剤などが用いられている。ここではキレート剤として TTA (2-thenoyltrifluoroacetone) を用いて，主として核分裂に関連のある元素，すなわち Sr, Cs, Ce, Zr, Zn, Ba などのほかに Fe, Co, Cr, Pb, Cu, Al などを含む試料の簡便な分離の可能性および限度などをしらべる目的でこの実験をおこなった。

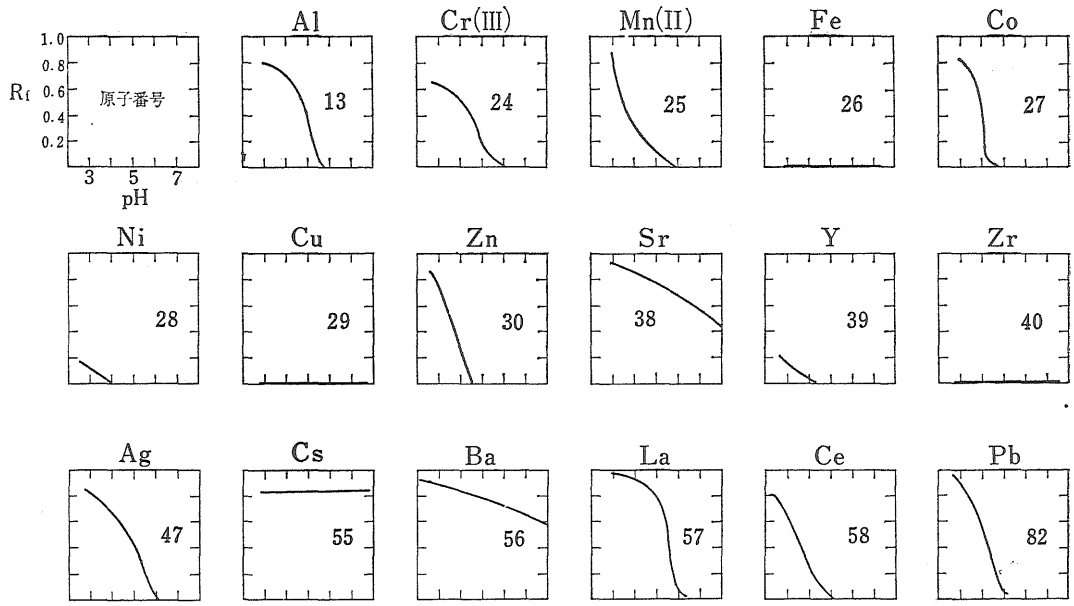
（2）実験方法

1）試料

^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{144}Ce, ^{95}Zr, ^{59}Fe, ^{60}Co, ^{51}Cr, ^{65}Zn などは輸入配分されたもので，それぞれに担体を加えて 0.05 M 溶液とした。Ba, Pb, Cu, Al などは RI を添加しないで 0.05 M 溶液とした。TTA は同仁薬化学株式会社の製品を用いた。

2）ロ紙処理および実験操作

ロ紙を逆相とする目的でワセリン，シリコンなどで処理したが，展開剤が均一に上昇せず，うまくいかなかった。トルエン，無水酢酸および濃硫酸でロ紙をアセチル化したが，もろくなり破損しやすくなった。このように種々の処理をおこなったが最終的にはつぎのようにおこなった。すなわち東洋ロ紙 No. 50, 2×40 cm を石油エーテルに浸し油分を除き，60° C，1時間で乾燥後，1% アセトン—酢酸セルローズ溶液に15分間浸す。取出して 60° C，1時間で乾燥する。このときロ紙は酢酸セルローズで被覆されている。TTA の溶媒としてベンゼンおよびヘキソンを用いて上昇法によって展開し分離状況を比較した。ベンゼンを用いると展開液の上昇が均一で，試料のテイリングなども認められなかったので，以下ベンゼンを用いて実験した。酢酸セルローズで被覆したロ紙を 0.2 M TTA ベンゼン溶液に1時間浸したのち使用する。展開は上昇法でおこない，緩衝液としては 1M



第1図　0.2*M* TTA で処理したロ紙を用い，0.1*M* 酢酸—酢酸アンモニウムを展開液としたときの pH と R_f 値との関係

酢酸—酢酸アンモニウムを用いた。

3）　スポットの検出

RI はペーパークロマトグラムスキャンナーで検出した。RI を用いない試料は呈色によった。Ba はロジゾン酸液で赤色となり，Pb は硫化ナトリウム液で黒色，Cu はジチゾン—クロロホルム液で紫褐色，Al はアリザリン—アルコール液で赤紅色となる。

（3）　実験結果

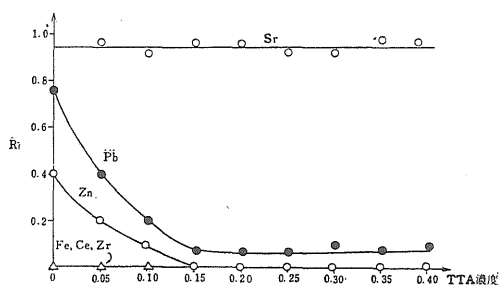
展開液としては通常，TTA の緩衝液として繁用せられている 0.1*M* 酢酸—酢酸アンモニウム液を用いた。ロ紙の端から 7 cm のところにスポットしたが，原点より約 20 cm 上昇するに要する時間はほぼ 12 時間であった。0.2*M* TTA—ベンゼンで処理したロ紙を用いた結果を第1図に示す。

1）　R_f 値と pH との関係

Fe, Cu, Zr は実験した pH の範囲では原点に留まるが，これはすでに報告されている溶媒抽出の結果と一致する。Fe, Cu, Zr などと Cs, Sr, Al, Cr (III), Mn (II), Zn, Sr, Ag, Cs などとは相互に分離できる。Fe, Co, Ni は分離できる。Ce と Zr, Cs と Sr などは相互に分離できるが，この4者を一度には分離できない。また，Ba, Sr は完全には相互分離できない。

2）　R_f 値と TTA の濃度との関係

前述の実験は 0.2*M* TTA—ベンゼン溶液を用いて行なった。一般に R_f 値はロ紙の種類，処理方法，展開液の濃度などによって変る。TTA の濃度を変えたときの R_f 値との関係は第2図のようになる。



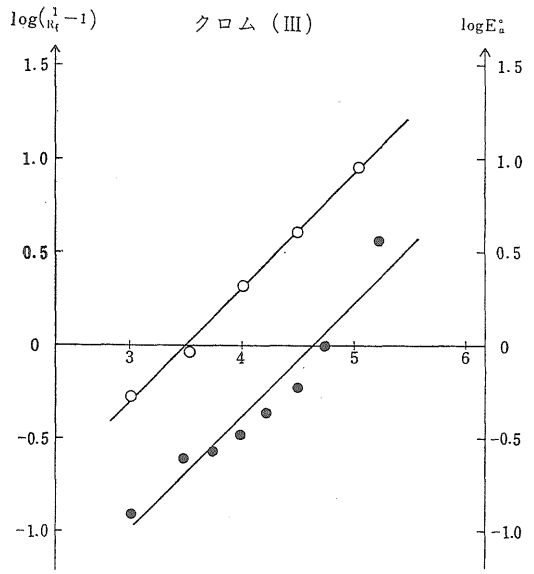
TTA 濃度，mole/*l*

第2図　Rf 値と TTA 濃度との関係

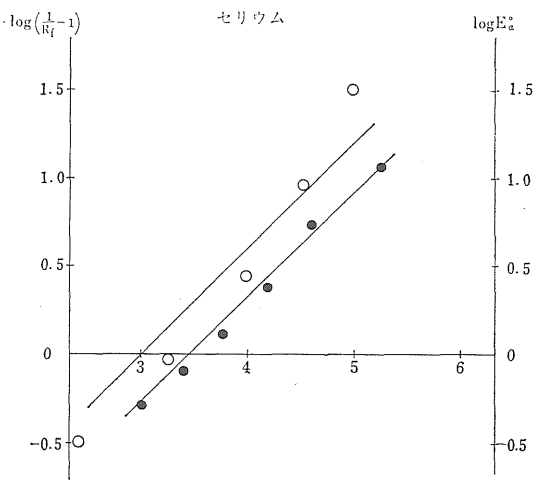
これらの pH で TTA を使った溶媒抽出で抽出されにくい元素は TTA 濃度に無関係である。中程度に抽出されやすい元素は濃度によって R_f 値がかわるような傾向があるようである。

(4) 考　察

一般に逆相クロマトグラフ法では溶媒抽出法のデーターが分離の参考となる。Cerrai らは試料の移動速度が溶媒の移動速度に比例し，ロ紙中ではプレート内で完全に溶媒抽出の場合の平衡が成立していると仮定して，つぎの式を誘導している。Cerrai はこの式を使って



第3図-a　クロム（Ⅲ）の $\log\left(\frac{1}{R_f}-1\right)$ と $\log E_a^0$ との関係



第3図-b　セリウムの $\log\left(\frac{1}{R_f}-1\right)$ と $\log E_a^0$ との関係

D2 EHPA による逆相ペーパークロマトグラフ法の R_f 値と溶媒抽出の分配比との関係の定量的説明をおこなっている。

$$\log E_a^0=\log\left(\frac{1}{R_f}-1\right)+\log k$$

$$k=\frac{\text{移動相の断面積}}{\text{固定相の断面積}}$$

この実験で逆相が完全におこなわれているかどうかを知る一つの目安として計算を試みた。その結果を第3図（a, b）に示す。E_a^0 と $\log\left(\frac{1}{R_f}-1\right)$ とは比例関係にある。log k の値を比較したが若干差が認められた。このことはロ紙中の溶媒が揮散したりして，溶媒抽出と条件が異なっていることも考えられる。この点，ロ紙の前処理，展開装置の改善をおこなって詳細に検討する。

〔研究発表〕

河村正一，伊沢正実；TTA を用いる逆相ペーパークロマトグラフィーによる核分裂生成物の分離，日本化学会第16年会（1963年3月）

9．原爆爆発時における中性子線束推定法の検討
—Co の分離定量法について—

化学第3研究室

伊沢正実*
河村正一
轡田敏一**
藤田斉***

* 化学研究部長
** 実習生
*** 化学第1研究室

(1) 緒　言

広島，長崎に投下された原爆の中性子線量値は放射線による障害の評価の資料として非常に重要であるので，多くの人たちにより推定されている。これらは主として物理的な方法であるが，これらの推定値間には，かなりひらきがあるので，精確な値が要求されている。著者らは物理研究部と共同して化学的方法による推定を試みた。化学的方法による推定の可能性はすでに斎藤ら（理化学研究所第56回学術講演会，日本放射線影響学会第2回研究発表会）によって行なわれている。この方法は被爆当時，現地にあった鉄材中のコバルトが放射化されて生成したコバルト60量と，存在する安定コバルトの量とを実測することにより中性子線量を推定するという原

理にもとづく。原爆投下から現在までに，すでに20年近く経過しているので，コバルト60は約1/10に減衰しまた鉄材中のコバルトは元来，不純物として含まれているものであるから，きわめて微量である。したがって，精確な推定値を得るためには大量の試料を要する。従来，鉄鋼中の微量コバルトを分離，定量する方法は種々報告されているが，いずれも0.5-1gの試料を対象として，しかも主に比色定量する方法である。大量の試料からコバルトを純粋に分離し，微量の放射能を精確に測定すると同時に，コバルトの量を定量する方法はあまりみあたらない。著者らは，この目的にそうようなコバルトの分離法，定量法，電着法をこころみた。

（2） 研究の概要

分離法の検討

1） 鉄の除去

1ニトロソ2ナフトールを加えてコバルト錯塩をつくり，クロロホルムで抽出する方法（E. Cogan; *Anal. Chem.*, 32, 973, 1960）（以下N法と略称），8 *N* 塩酸溶液中の鉄をイソプロピルエーテルで抽出する方法（R. W. Dodson; *J. Am. Chem. Soc.*, 58, 2573, 1936）（I法と略称），メチルイソブチルケトン—酢酸イソアミルで鉄を抽出する方法（平野，分析化学，10, 326, 1961）（MA と略称），リン酸塩として鉄を除去する方法（R.S. Young; *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.*, 18, 264, 1946）（P法と略称）などが考えられる。N法では鉄鋼を試料とすると大量の沈澱を生じ，クロロホルムによる抽出操作がきわめて困難となる。I法，MA 法では鉄だけの試料では完全に除去されるが，鉄鋼を試料とすると鉄の除去率は低下する。H. Neuman らは 10^{-3} *M* 以上の鉄で抽出率の減少を認め，この現象を重合によると説明している。著者らの結果はこれ以外の原因も考えられる点がある。

2） コバルトの回収率

^{60}Co をトレーサーとして検討した結果を第1表に示す。第1表から明らかなように，I法，N法では回収率はほとんど100%であった。N法では 2—1）で述べたように抽出操作が困難である。P法は口過に長時間を要し，かなりコバルトを共沈させる。

第1表　Yield data of separation procedure for cobalt

Procedure	Sample	Inactive Co added μg	^{60}Co added* cpm	^{60}Co recovered* cpm	Recovery %
1-nitroso 2-naphthol $CHCl_3$ system	S 35 C 7 g	0	29822 ± 98	30543 ± 102	102
		0	〃	31169 ± 105	104
		0	〃	30999 ± 103	103
Isopropyl ether 8 *N* HCl system	SUS 32 2 g	0	24538 ± 50	23340 ± 50	95
		500	〃	24794 ± 50	101
		2000	〃	25480 ± 62	103
	SUS 22 2 g	0	26079 ± 72	26112 ± 72	100
		2000	〃	26045 ± 72	99
	S 35 C 2 g	0	23113 ± 75	22592 ± 76	97
		500	〃	23174 ± 76	100
		2000	〃	23574 ± 67	101
Phosphate-filtration system	SUS 32 1 g	0	29822 ± 98	17340 ± 960	58
		100	〃	20069 ± 846	67
		500	〃	20157 ± 865	68
	SUS 22 1 g	0	29822 ± 98	13992 ± 848	47
		100	〃	14438 ± 840	48
		500	〃	13080 ± 680	44
	S 35 C 1 g	0	〃	11658 ± 870	39
		100	〃	14508 ± 936	49
		500	〃	15494 ± 976	52

* Measured by well type scintillation counter

したがって 1) および 2) の結果をまとめると，I法および MA 法（平野ら，分析化学，10，326，1961 によればコバルト 100% 回収）がすぐれている。この2法の優劣についてはなお詳細な検討を要するが，鉄鋼の試料の分離法としては MA 法がややまさっているように思われる。

3） 鉄，コバルト，ニッケルの相互分離

1)，2) の方法で鉄鋼中の大部分の鉄が除去されるが，わずかであるが鉄，ニッケル，クロムなどが残る。これらは Kraus（*J. Am. Chem. Soc.*, 75, 1460, 1953）による Amberlite CG-400 で分離した。直径2 cm，長さ 15 cm の樹脂に ^{60}Co をトレーサーとして，Fe^{3+} 0.2 g，Ni^{2+} 0.5 g，Cr^{3+} 0.5 g の試料をつけ，4 *N* 塩酸150 cc で溶離するとコバルトは 100% 回収できた。なお S 35 C（炭素鋼）50 g を I 法で鉄を除いた試料に，同様の分離操作をおこなっても，ほとんど完全に分離できた。

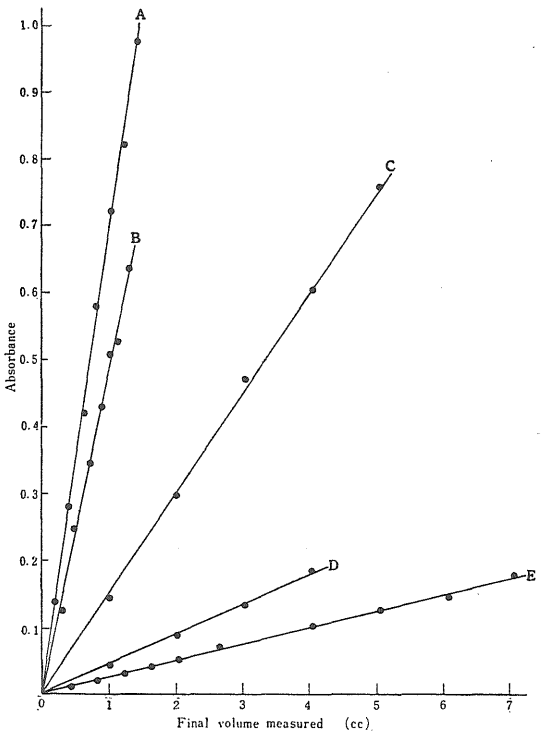
（3） 比色法の検討

微量コバルトの定量法としては，通常，吸光光度法がおこなわれている。これらにはオルトニトロソレゾルシンモノメチルエーテル，ニトロソR塩，チオシアン酸アンモニウム，チオグリコール酸，アルカリ性ビウレソトなどを発色剤として用いる方法がある。これらの方法の相互比較のために，検量線の比較をおこなった。その結果を第1図に示す。この結果から明らかなようにオルトニトロソレゾルシンモノメチルエーテルを発色剤とする鳥居（日化誌，76，328，昭和30年）の方法が感度，再現性よく選択性もすぐれている。したがってこの方法を用いた。

なおチオシアン酸アンモニウムを用いる方法は MIBK を用いると感度が上る。この機構については目下検討中である。

（4） 電着による試料作製

前記のようにして分離したコバルトは非常に放射能強度が弱いうえに，きわめて精確な測定値が要求されている。したがって均一な試料をつくらなければならない。電着によって均一な試料が得られる。著者らは C. J. Maletskos（*Nucleonics*, 14, 84, 1956）らの方法に準じて電着をおこなった。電解液として濃アンモニア水 20 cc，飽和硫酸アンモニウム液 10 cc，担体コバルト 10 mg および ^{60}Co を 10 cc の水に溶かして加えて電着した。一定時間電着したのちの電解液の放射能値を，最初に加えた放射能値から差引いて，電着したコバルトの量



第1図 Calibration curves for spectrophotometric determination of cobalt

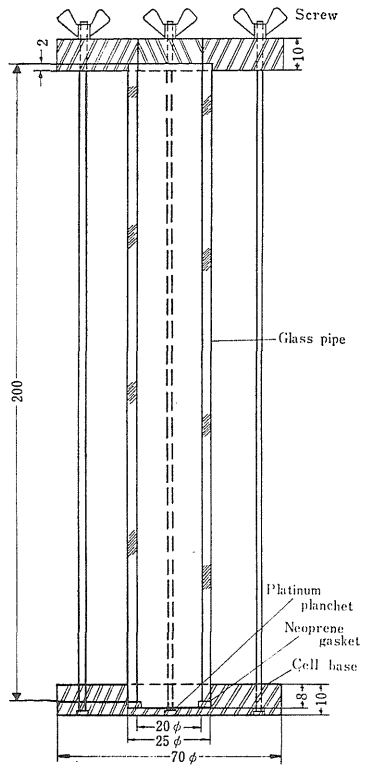
A: *o*-nitrosoresorcin mono methylether (T. Torii)
B: Nitroso-R salt (A. Mizuike *et al.*)
C: Thioglycolic acid (V. D. Anand *et al.*)
D: Antipyrine-ammonium thiocyanate (S. Yokosuka)
E: Alkaline biuret solution (V. K. Gustin *et al.*)

第2表 The result of electroplating of cobalt

Time for electroplating h	Recovered ^{60}Co in solution cpm	Rate of deposition %	Electroplate
2.75	68 ± 3	99.7	Copper
2.50	180 ± 4	99.4	〃
1.00	555 ± 7	98.1	〃
2.50	199 ± 3	99.3	Platinum
2.50	223 ± 3	99.3	〃
2.7	155 ± 3	99.4	〃

Added ^{60}Co, 29822 ± 98 cpm
Solution composition, conc., NH_4OH 20 m*l*
Sat. $(NH_4)_2SO_4$ 10 m*l*
Co added, 10 mg (10 cc)
Voltage (V) Initial 20–23
Final 12–14
Current (A) Initial 0.7–0.75
Final 0.7–0.75
Measured by well type scintillation counter

と考えた。その結果を第2表（前頁）に示す。電流，0.7 A，電圧 25 V，2時間 30 分で完全に電着できることがわかった。



第2図　Electroplating cell

第3表　Procedure

Sample
dissolve to HCl
extract with methyl isobutyl ketone isoamyl acetate (2:1)
Aqueous solution　　Extracted fraction
evaporate to dryness
make the solution to 8 *N* with HCl
pass 8 *N* HCl solution in Amberite CG 400
←4 *N* HCl　　Effluent (Ni, Cr)
Effluent (Co)
calorimetric determination of *o*-nitroso-resorcin monomethyl ether
electrodeposition
^{60}Co counting with low background GM counter

（5）まとめ

前述した分離法をまとめると第3表に示すようになる。鉄鋼を塩酸に溶かしメチルイソブチルケトン—酢酸アミルで鉄を抽出する。完全に分離されない鉄およびニッケル，クロムなどを除去する目的で Amberlite CG-400 に通す。その後に電着して放射能測定をおこなう。なお比色はオルトニトロソレゾルシンモノメチルエーテルでおこなう。以上の方法で鉄鋼中の試料からコバルトを分離，電着，測定し中性子線量を推定するつもりである。

〔研究発表〕

河村正一，伊沢正実，藤田　斉，轡田敏一；微量のコバルトの分離定量法の検討，日本化学会第16年会（1963年3月）

10. 三相分配による分離の研究

化学第3研究室
坪田博行
渡利一夫

（1）緒　言

分離分析の一手段である溶媒抽出法は，ふつう水との相互溶解度の小さい有機溶媒と，水との2相間における物質の分配の差を利用している。ここに第三相としてイオン交換樹脂のごとき固相を加えた系における物質の分配を，われわれは今，三相分配と称することにする。2種類以上の金属イオンが存在するとき，それぞれのもつ性質は異なるから各相への特性的な分配が行なわれ，条件をいろいろと変えることによって，より能率よく分離することが可能になると考えられる。

一方，最近逆相分配クロマトグラフィーが，無機イオンの分離にも用いられるようになり，すぐれた結果が報告されている。この場合，保持体として用いられるもの，例えばセルロース，シリカゲル，アルミナ，ケイソウ土等は，すべてイオン交換能をもっているので，これらの保持体のイオン交換能が，溶媒抽出系に影響をおよぼすかどうかをあらかじめ調べておけば，必ずしも経験によらないで，これまでのデータをもとにして保持体の選択が可能になると考えられる。

本実験では種々な有機溶媒を用いた場合の溶媒抽出系に，第三相として陰または陽イオン交換樹脂を加えたときの塩酸濃度の変化による金属イオンの各相への分配を求めるとともに，溶媒の種類による保持体の影響をしらべた。

（2） 実　験

1） 試　薬

実験に用いた有機溶媒は，Fe^{III} の抽出において 12M 塩酸濃度まで抽出率の減少しない β, β'-dichlorodiethyl ether（東京化成製，以下 DDE と略す），液体陰イオン交換体として近年最も利用されている tri-normaloctyl amine（花王セッケン製，以下 TNOA と略す）の 10% xylene 溶液，そして希土類元素の相互分離に効果のあることが認められている di (2-ethyl hexyl) phosphoric acid（多摩化学工業製，以下 D2EHPA と略す）の 25% toluene 溶液である。いずれも蒸溜または溶媒抽出により精製したものを規定の濃度にうすめたのち相当する濃度の塩酸であらかじめふりまぜたものを用いた。

D2EHPA については，ふつう M2EHPA (mono (2-ethyl hexyl) phosphoric acid) が含まれているが，不純物除去後特別に両者を分離することなく，混合比を調べつつ使用した（36 年度年報参照）。この実験に使用したものは D:M=62:38 のものである。

実験に際しては各有機溶媒とも相当する濃度の塩酸であらかじめふりまぜたものを用いた。

イオン交換樹脂は，50 メッシュの Dowex 50×8, Dowex 1×8 をそれぞれH型または Cl 型にしたものを風乾して用いた。

試料溶液は Fe^{III}, Co^{II}, Zn^{II} および Eu^{III} のおのおの 1 mg/ml 濃度のものを種々な塩酸濃度に調整しそれぞれ ^{59}Fe, ^{60}Co, ^{65}Zn, $^{152-4}Eu$ でラベルしたものを用いた。

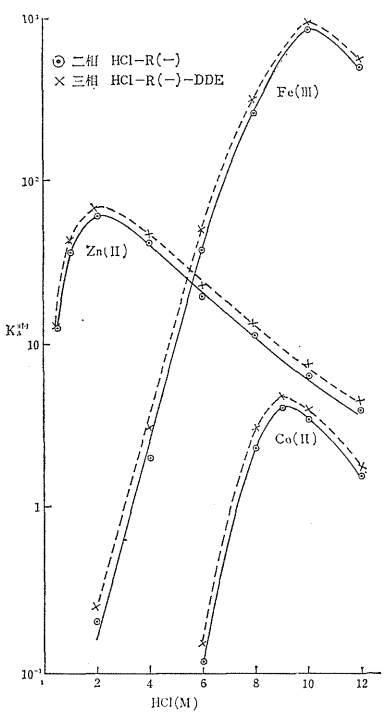
2） 操　作

試料溶液 5 ml に有機溶媒 5 ml，イオン交換樹脂 0.5g を共栓試験管にとり，充分ふりまぜる。相分離後，水相および有機相の放射能を測定することにより両相中の金属濃度を定量し，最初に加えた量から樹脂相中の濃度を換算する。

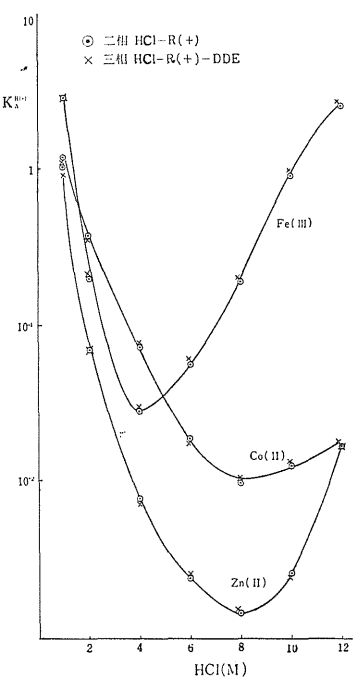
同時に試料溶液 5 ml に有機溶媒 5 ml，またはイオン交換樹脂 0.5 g を加えそれぞれ別個に実験を行ない，前記三相の結果と比較した。

（3） **実験結果および考察**

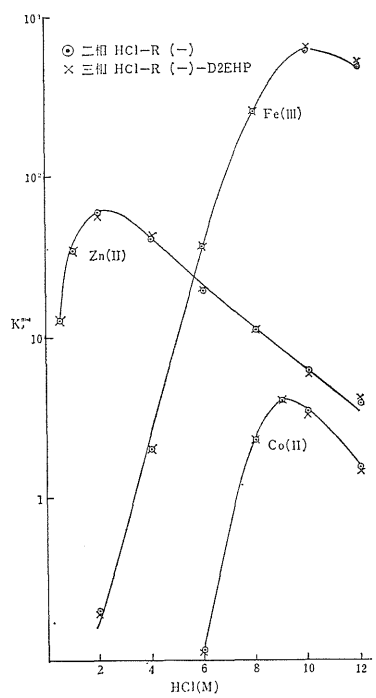
1） 有機相として DDE 溶液，第三相として陰イオン交換樹脂を加えた場合の樹脂相と水相とのあいだの分配係数 $K_A^{R(-)}$ は，Fe^{III}, Co^{II}, Zn^{II} とも二相の場合に得られた $K_A^{R(-)}$ よりもわずかに大きくなる（第1図）。第三相として陽イオン交換樹脂を加えた場合の $K_A^{R(-)}$ は，Fe^{III}, Co^{II}, Zn^{II} いずれも二相，三相での値がよく一致する（第2図）。



第1図



第2図



第3図

また，Fe^{III} についての DDE と水相とのあいだの分配係数 K_A^0 は二相，三相とも大きな差はない。Co^{II}，Zn^{II} は DDE には抽出されない。

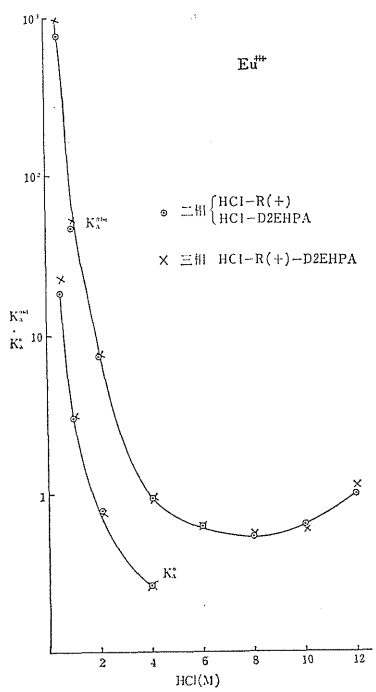
2） 有機相に D2EHPA-toluene (25%)，第三相として陰イオン交換樹脂を加えた場合の $K_A^{R(-)}$ は，二相，三相の場合ともよく一致する（第3図）。

第三相として陽イオン交換樹脂を加えた場合の $K_A^{R(+)}$ も DDE を用いた時と同様によく一致した値が得られた（第2図）。

K_A^0 についても同様である。

なお，Fe^{III} の $K_A^{R(+)}$ が 6N 以上の塩酸濃度でいずれの場合も増大している。これは Kraus が，塩酸濃度の大きいところでは tracer scale の Fe^{III} が，すべて塩素錯陰イオンとして存在するにもかかわらず陽イオン交換樹脂に吸着されることを認め，これを負吸着と呼んでいる（*J. Am. Chem. Soc.*, 81, 3204, 1959)。本実験では Fe が 1 mg/ml のかなり濃い溶液でも明らかに同じ現象が認められている。

3） 次に TNOA-xylene (10%) 溶液を用い，第三相として陰イオン交換樹脂を加えた場合の系については，前二者の系に比し平衡状態になるのに長時間を要し，特に Fe^{III} の 6N 以上，Zn^{II} の 1～4N の範囲において



第4図

$K_A^{R(-)}$，K_A^0 が非常に大きいため測定しにくい。したがってこの系については，最適の条件をさらに詳しく検討する要があり，継続して実験を行ないつつある。

以上の実験結果をみると，有機相に DDE を用いた場合の $K_A^{R(-)}$ が，二相の時に比し三相の場合にわずかに大きくなっているが，本質的な変化があったとは思われない。

D2EHPA-toluene (25%) 溶液を用いた場合には，Fe^{III}, Co^{II}, Zn^{II} および Eu^{III} とも $K_A^{R(-)}$，$K_A^{R(+)}$，K_A^0 に変化は認められない。しかも TNOA に比し短時間のうちに平衡に達する。また，D2EHPA は希土類元素の原子番号順に一定の間隔をもつ分配係数が得られることが報告されており，M2EHPA との混合比の関係についても調べられている（36年度年報)。したがって D2EHPA は逆相分配クロマトグラフィーの有機相として使い易いことが予想できる。

希土類元素の1例として Eu^{III} を用いて実験を行ない，その結果を第4図に示す。

一方，この方法を用いて他の元素についても基礎データを集め混合物の分離法も同時に検討したい。

〔研究発表〕

1. 坪田博行，渡利一夫；三相分配による分離の基礎的考察，日本化学会第15年会講演（1962年4月）
2. 坪田博行，渡利一夫；三相分配による分離の基礎的考察，第2報，日本分析化学会第11年会講演（1962年7月）

11. 海水中の放射性ルテニウムの捕集（アルカリ処理鉄型イオン交換樹脂による基礎的実験）

化学第3研究室
坪田博行
渡利一夫
伊沢正実*
* 化学研究部長

(1) 緒　言

ルテニウムはその化学的挙動が非常に複雑であり，かつ核分裂生成物中で重要な元素であることから，いろいろな手段で分離定量が検討されている。しかしながら海水のような大容積のなかからトレーサースケールのルテニウムを効率よく捕集することは，かなりむずかしい。これまでは主として水酸化鉄共沈法によって捕集されてきたが，鉄粉を用いてその表面に生成する水酸化鉄への

吸着現象を利用する報告もある（木羽，内島；文部省研究報告集録，昭36，放射線影響—総合研究）。われわれはこれと同じ原理にもとづき，鉄型イオン交換樹脂をアルカリで処理し樹脂表面に生成した鉄の加水分解生成物への吸着の基礎的実験を行なった。この方法は海水中のBeの濃縮に用いた例があるが（J. R. Merill *et al.* *Geochim. Cosmochim. Acta*, 18, 108, 1960），本実験では，海水中の放射性ルテニウムの溶存状態に留意しつつ，効率よく捕集する実験条件を求めることを目的とした。

（2） 実　験

鉄型イオン交換樹脂の作製

H型にした Dowex 50×8（50～100メッシュ）に塩化第二鉄の濃厚溶液を加え水で中性になるまで洗う。これに1.5 *M* アンモニヤ水を加えてアルカリ性にしたのち水で中性になるまで洗う。

人工海水の作製

塩化ナトリウム 24.44 g，塩化マグネシウム 4.98 g，硫酸ナトリウム 3.92 g および塩化カルシウム 1.10 g を 1 *l* の水にとかす。この時の pH は約6.2であるので炭酸ナトリウムで調整する。

試料溶液の調整

放射性ルテニウムが海水中でどのような形で溶存しているかは判然としないので，数種類の放射性ルテニウム化合物を作りこれを人工海水および海水に加えて炭酸ナトリウムで pH を調整して試料溶液とした。加えたルテニウムの形は塩化物，ニトロシル化合物，二酸化物等で，それぞれ文献にしたがって合成した（M.H. Lietzke, J. Griess; *J. Electrochem. Soc.*, 100, 434, 1953: J. Griess; *ibid.*, 429: W. F. Merritt; *Can. J. Chem.*, 36, 425, 1958）。

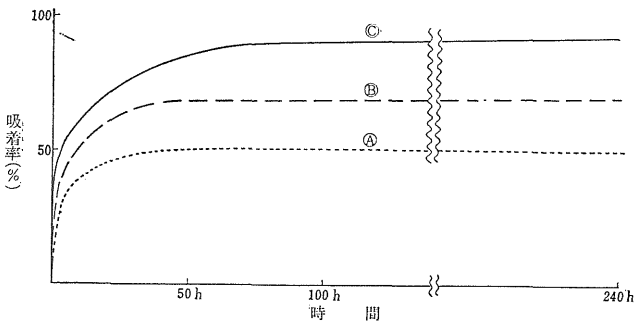
操　作

実験は主としてバッチ法で行ない，カラム法への応用も検討した。試料溶液に風乾した樹脂を加えそのまま放置，加温，または振盪し，水相の放射能を測定し，先に加えた量から樹脂への吸着率を求めた。液量と樹脂量は適当に変えて実験を行なった。一方カラム法では，内径 1 cm のカラムに 10 m*l* 樹脂をつめ人工海水 20 m*l* を通したのち試料溶液 50 m*l* を通し，さらに同じ pH の人工海水 30 m*l* を通す。そして流出液の放射能を測定することによって樹脂相への吸着率を求めた。この実験では先ずルテニウムを捕集することを目的としているが，実際の海水の場合には他の核分裂生成物の吸着も当然起こる。これらは次亜塩素酸ナトリウム法，あるいは蒸溜法により分離することができる。

（3） 実験結果および考察

樹脂の検討

Dowex 50×8 のH型にした樹脂をⒶ，これを塩化第二鉄で処理し水で中性にしたものをⒷ，さらにアンモニヤでアルカリ性にしたのち中性にしたものをⒸで表わしそれぞれの吸着率を比較してみた。この実験では塩化物を含む pH 7.5 の人工海水 50 m*l* の試料溶液にⒶ，Ⓑ，Ⓒ樹脂をそれぞれ 0.5 g づつ加え放置してその上澄液の放射能を測定して吸着率と時間との関係を求めた結果を第1図に示す。



第　1　図

Ⓐ，Ⓑ樹脂に比しⒸ樹脂は明らかに効果があることがわかる。Ⓑ樹脂は海水中の多量の陽イオンとイオン交換を行ない水溶液は黄色を呈する。

pH の影響

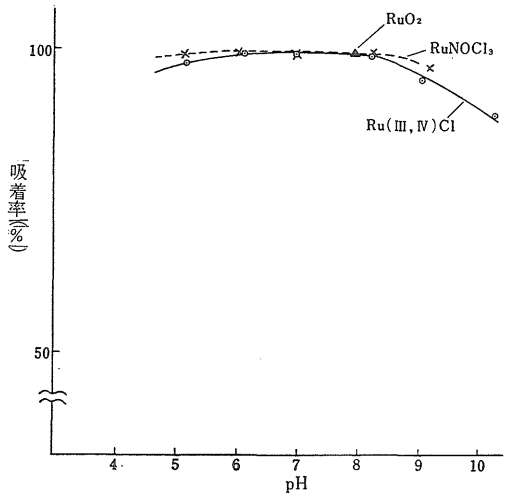
いろいろの形のルテニウムを含む試料溶液を作りそれぞれ pH を変化させた場合の吸着率を求めてみた。結果を第2図（次頁）に示す。

この実験結果は 5 m*l* の試料溶液に 0.5 g の樹脂を加え平衡になった時の吸着率であるが，pH 6.5～8.5 のあいだでは，塩化物，ニトロシル化合物，二酸化物とも定量的に吸着される。

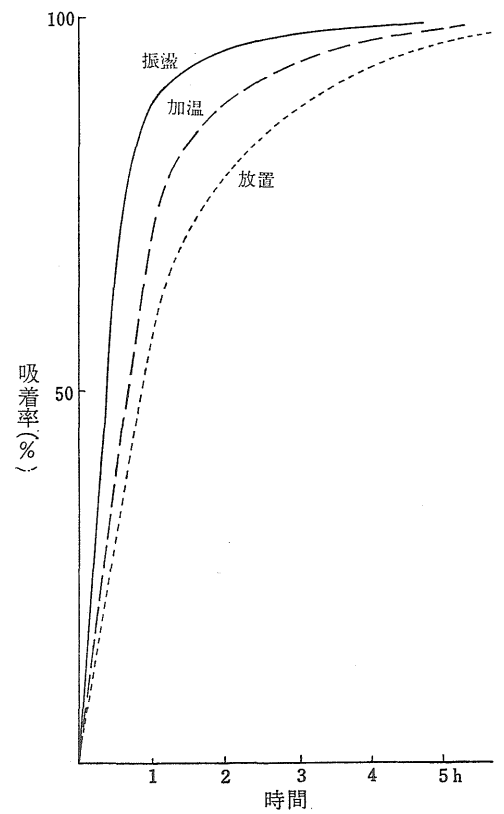
実験条件の検討

次に実験条件を変えることによる影響をみるため，放置した場合，60° C 加温した場合，および振盪した場合の吸着率と時間変化との関係を求めた（第3図，次頁）。

加温することにより時間を早めることができ，また振盪することによりさらに時間を早めることができる。この結果は塩化物について求めたものであるが，ニトロシ



第2図



第3図

ル化合物の場合も同様な結果が得られた。

以上バッチ法で得た結果をもとにしてカラム法で実験を行なってみると，平衡に達する時間が長いことと，ルテニウムの化学形による影響があることから実際の海水について定量的に吸着させるにはさらに実験条件を検討する必要がある。すなわち二酸化物では直ちに吸着されるのに比し，塩化物，ニトロシル化合物では一回の操作でわずかに漏出する。

これは平衡に達する時間が長いためと考えられるが，あらかじめ樹脂をアルカリ性にしておくことによってほとんど定量的に吸着させることができる。この問題解決のために，流速を極めて遅くすること，樹脂の量，カラムの太さおよび長さ等の最適条件を検討中である。この方法を用いることにより水酸化鉄生成の手間をはぶき海水中から放射性ルテニウムを効率よく捕集することができると考えられ，実際の海水について実験中である。

〔研究発表〕

坪田博行，渡利一夫，伊沢正実；鉄型イオン交換樹脂によるルテニウムの捕集，日本化学会第16年会（1963年3月）

12. 日本の河川における放射性物質の濃度（その地球化学的研究）

化学第3研究室

坪田博行　山下幹雄*
渡利一夫　堀内朗子*
田野実　三宅泰雄**
佐伯誠道*　松尾禎士**
小柳卓*　杉村行勇***

* 環境衛生研究部
** 東京教育大学
*** 気象研究所

（1）緒　言

放射性フォールアウトとして落下し地上に蓄積した，^{137}Cs および ^{90}Sr の地上における行動は重要な問題である。われわれは地上に蓄積した ^{137}Cs および ^{90}Sr の流出量を算定し，地上に蓄積した放射性核種の量の将来の推移を試算するとともに移動をしらべるために，日本の代表的10河川中の ^{137}Cs, ^{90}Sr の濃度をしらべた。同時にウラン，ラジウムおよびトリウムの含量をもとめ，また河川によってはこばれるその他の溶解物質が，地球化学的物質代謝におよぼす影響を検討した。

（2）方　法

全国の主要10河川，石狩川，最上川，北上川，信濃川，利根川，木曾川，淀川，旭川，吉野川および筑後川をえらんだ。これらの河川について，海水の影響がなく，定常的に流量が測定されていることなどを考慮して

地点をえらび，左岸，右岸および流心の3点から表面水を採水した。

^{137}Cs, ^{90}Sr については，河川水100 l をとり Cs および Sr キャリヤー各100 mg を加え，陽イオン交換カラム（Dowex 50×8, 50～100 mesh, Na 型，500 ml）に通した。5% シュウ酸，続いて3 N 塩酸で溶離した塩酸のフラクションから ^{137}Cs および ^{90}Sr を分析した。^{90}Sr は溶離液より炭酸カルシウム共沈により分離したのち，発煙硝酸法で Sr を純粋に分離し，Y-ミルキングによる β 放射能測定法により求めた。

^{137}Cs はリンモリブデン酸アンモニウム共沈法に引き続き，フェノールスルフォン酸形陽イオン交換カラムで Cs を精製し，過塩素酸セシウムとして β 放射能測定により求めた。

ウランおよびトリウムについては，Na 型陽イオン交換樹脂に100 l のロ過河川水を通して溶存イオンを吸着させ，5% シュウ酸で溶離しその溶離液を二つに分けて3回蒸発乾固をくり返す。有機物を分解し所定の酸溶液とする。ウランは溶媒抽出，陰イオン交換後，ジベンゾイルメタンにより比色，トリウムはイオン交換後ネオトロンにより比色する。

ラジウムは別の溶離液（酸性溶液）より坪田一杉村の方法（化学関係学協会連合秋季研究発表会，1961年11月）で α スペクトル分析を行なう。

また水温，pH，溶在酸素，全炭酸，塩素，臭素，ヨウ素，硫酸，全珪酸，ナトリウム，カリウム，マグネシウム，カルシウム，ストロンチウム，アルミニウム，鉄およびマンガン含量を常法にしたがい分析した。

（3） 結果および考察

結果を第1表に記す。

分析結果をみると，河川水の溶解物質については採水地点，採水時期などが異なるにもかかわらず小林純氏の年平均値（農学研究，48, 2, 63～106, 1960）とかなりよく一致している。10河川の化学組成は，従来いわれているように世界の河川の平均化学組成にくらべて溶解物質が少なく，陰イオン全量に対する Cl^- の比率の高いこと，および陽イオン全量に対するアルカリ土類金属の寄与の小さいことが再び認められた。

ウランについて得られた分析結果の一般的傾向としてみられることは，西日本における河川水のウラン含量が0.7～1.2×10^{-6} g/l で東日本の0.4～0.6×10^{-6} g/l よりやや大きい値を示している。地域的分布の型は，先に山崎文男氏らによる天然放射線のバックグラウンド測定の

第　1　表

河川名	採水場所	水温 ℃	pH	O_2 ml/l	ΣCO_2 mg atm/l	H_2CO_3 mg atm/l	Na^+ ppm	K_+ ppm	Mg^{++} ppm	Ca^{++} ppm	Sr^{++} ppb	ΣAl ppm	ΣFe ppm	ΣMn ppm	SiO_2 ppm	Cl^- ppm	Br^- ppb	I^- ppb	SO_4^{-2} ppm	^{90}Sr $\mu\mu c/l$	^{137}Cs $\mu\mu c/l$	Ra 10^{-14} g/l	Th 10^{-8} g/l	U 10^{-6} g/l
1 石狩川	江別市	23.6	6.7	4.0	0.64	0.21	6.0	1.6	4.0	10	97	0.38	1.1	0.010	17	7.5	36	13	20	0.21	0.036	13.7	0.87	0.41
2 最上川	立川町	26.0	7.1	5.4	0.35	0.06	7.5	1.0	2.2	6.5	51	0.22	0.50	0.010	19	8.5	38	2	16	0.21	0.045	3.7	1.2	0.38
3 北上川	登米町	24.4	7.0	5.3	0.39	0.08	5.3	1.0	2.5	10	54	0.28	0.80	0.020	19	5.2	29	3	20	0.20	0.035	7.8	2.7	0.65
4 信濃川	長岡市	22.6	7.3	5.7	0.45	0.05	6.3	1.4	2.9	12	71	0.27	1.4	0.012	20	6.6	25	3	18	0.18	0.031	4.4	3.7	0.58
5 利根川	栗橋町	22.8	7.1	5.6	0.50	0.08	7.3	1.5	3.5	16	79	0.20	1.0	0.010	26	10	29	4	32	0.21	0.052	13.3	2.9	0.62
6 木曽川	笠松町	22.8	7.2	5.7	0.44	0.06	2.8	1.0	0.6	5.7	36	0.05	0.23	0.030	13	1.3	5	5	4.5	0.11	0.026	8.2	2.3	0.58
7 淀　川	枚方市	27.8	7.2	4.7	0.42	0.05	4.5	1.2	1.6	8.8	50	0.37	1.0	0.022	4	5.3	25	3	8.2	0.31	0.031	4.1	4.8	0.34
8 吉野川	阿波町	23.6	7.2	5.8	0.35	0.05	2.2	0.4	1.2	6.2	42	0.08	0.20	0.008	10	0.9	12	2	4.0	0.09	0.020	11.9	3.9	0.77
9 旭　川	下　牧	26.9	7.3	5.5	0.39	0.04	5.3	1.0	1.8	7.5	67	0.06	0.25	0.010	17	6.5	22	2	5.5	0.13	0.040	4.4	4.8	0.67
10 筑後川	片の瀬	25.1	7.2	5.6	0.56	0.07	7.0	2.7	2.7	11	100	0.30	1.0	0.030	37	6.6	20	3	15	0.11	0.034	8.4	3.1	1.23

（採水　1961 年 7～8 月）

結果（*Scientific Papers of the Inst. of Phys. and Chem. Res.*, 56, 1, 40～46, 1962），および上田，宝来氏らによる日本の地中の熱流分布のパターンなどともよく一致している。

^{137}Cs 濃度は平均 0.035 $\mu\mu c/l$ である。^{137}Cs の一部はもちろん土壌中から溶出したものであるが，土壌にとらえられた ^{137}Cs は離れにくいので，大部分は雨水中の ^{137}Cs が地表面で捕捉されずに直接河川水中に入ってきたものであると考えることができる。河川水中の ^{137}Cs は，すべて雨水から直接にきたものであると仮定すれば，雨水の直接の寄与を最大に見積った値が得られる。調査当時の雨水中の ^{137}Cs 濃度は約 2.0 $\mu\mu c/l$ で河川水中の ^{137}Cs 濃度は約 0.035 $\mu\mu c/l$ であるから，河川水中最大約 1.7% が雨水より直接きたものである。

雨水中の ^{90}Sr は約 0.7 $\mu\mu c/l$ であるから，1.7% が直接河川に入ってきた ^{90}Sr の最大値は約 0.01 $\mu\mu c/l$ となる。これは河川を流れている ^{90}Sr（約 0.2 $\mu\mu c/l$）の約 5% 程度で，河川水中の ^{90}Sr の大部分は一度地表面にとらえられたものが再び溶出されてきたものと考え得る。

^{90}Sr の蓄積量（全国平均 20 mc/km^2）と河川の流域面積および総流出量から計算すると，河川により年間流出する ^{90}Sr の量は蓄積量の約 1.5% である。この値は英国などで出されている年間 5% 以上の流出量に対してかなり小さい値である。毎年，日本全国から海洋に流出される ^{90}Sr の総量は約 100 c である。

また，以上の計算で用いた，河川水中に直接混入した雨水の割合が最大約 1.7% であるという仮定は，河川によってはこばれる溶解物質が地球化学的物質代謝におよぼす役割の研究に役立つ値であろう。

〔研究発表〕

1. 坪田博行，渡利一夫，三宅泰雄，松尾禎二他；日本の代表的10河川の水質について，地球化学討論会（1962年10月）
2. 坪田博行，田野　実，佐伯誠道，小柳　卓，山下幹雄，堀内朗子，三宅泰雄；河川による ^{90}Sr および ^{137}Cs の流出，地球化学討論会（1962年10月）
3. 坪田博行，杉村行勇，三宅泰雄；日本の河川中のウラン，ラジウムおよびトリウム含量，地球化学討論会（1962年10月）
4. Tsubota, H., Y. Miyake; Estimation of direct contribution of meteoric water to river water by means of fallout radio-cesium and -strontium, *Symposium on Application of Radioisotopes in Hydrology* (1963. 3)
5. Miyake, Y., Y. Sugimura, H. Tsubota; Content of U, Ra and Th in river water in Japan, *International Symposium on Natural Radiation Environment* (1963. 4)

IV. 生 物 研 究 部

概　　況

生物研究部では，本年度当初第1研究室に舘鄰研究員を，10月第2研究室に加藤旌夫研究員を迎えた。新鋭の2人の研究員が研究に加わったことはひじょうに喜ばしいことである。

生物研究部の研究は人員の充実とともに着実に進歩しつつある。

第1研究室では江上室長を中心に，魚類を材料とする放射線作用の研究が精力的に進められた。すなわち，まず昨年度に引続いて線量と生存期間の関係が広い線量範囲にわたって詳細に追及され，その結果哺乳類においてRajewsky 等が確立した「線量不依存範囲」が硬骨魚類にも存在すること，その範囲は大体 4 kr から 40 kr であることを明らかにした。次いで，こうした現象の critical organ の一つと考えられる腸の照射後の組織的変化を明らかにし，その変化が全く哺乳類において見られた結果とよく一致することを観察した。一方，舘研究員はキンギョを用いて ^{60}Co γ 線照射後の Na, K イオンの排出量を測定した。照射後動物は正常より高い Na 排出を示すが，1,065 r の場合，正常のレベルに復し実験期間中は死亡しない。ところが 5,325 r を受けた動物は Na 排出量が日を経るに従って増加し，もとには戻らない。Kの排出量には差が認められなかった。このことから，前の「線量不依存範囲」における「10日効果」の要因の一つは表皮の破壊ではないかと推論する。

魚を材料とする他の一つの研究は，内分泌機能に及ぼす放射線の作用の研究である。X線照射による副腎組織の反応からみた ACTH の分泌促進，メダカ卵子形成に対する X 線照射の影響，メダカに対するレセルピンの防禦効果等の研究は，いずれも生体調節系としての内分泌機能に対する放射線の作用を目指したものであり，内分泌系に対する作用を通じて，線量―生存期間の関係をも一貫して説明し得る可能性の追及でもあった。ただ調節作用を営む内分泌系の機能自身，相互に複雑な依存関係をもち，放射線の作用について容易には結論を出し得ない。このため，あらゆる観点から周密な実験を行ない，慎重に結論を出す必要があろう。さらに，江藤研究員は昨年度に引続き，フナの黒色素胞を用いて凝集神経繊維に対する放射線の影響をしらべた。

第2研究室では，放射線作用を生物物理学的，生物化学的に追及する研究が昨年度に引続き行なわれた。すなわち，DNP の放射線感受性に対する影響がしらべられた。DNP は種々の動物胚の呼吸を上昇させることが知られている。通常 anoxia は放射線感受性を低下させるので，DNP は放射線に対し sensitizing agent として働くと考えられるにも拘らず protective に働くことが明らかになった。これについては，仲尾・田口はその mechanism を明らかにするため，NaN_3 を併用して DNP の保護効果の消失することを観察した。また，DNP の保護効果は決して両生類のみでみられる現象ではなくして，ウニの幼生およびメダカ胚にも同様にみられる現象であること，特に興味があるのは，DNP 呼吸のみられないメダカの発育時期を材料にとると，保護効果もみられないことを示した。さらに DNP 処理によりメダカ胚の ATP, AMP, ADP の変化を追及して，その量の変化と保護効果との関係をしらべた。こうした一連の実験はまだ充分に結論を出すにいたってはいないが，興味ある将来の発展を示唆するものといい得よう。さらに，石橋研究生はネコブ線虫に対する放射線の作用を研究し，DNP がネコブ線虫に対しても保護効果を示すことを明らかにした。研究部は同研究生の世話を充分にし得なかったにも拘らず，短期間にいくつかの成果をあげられた石橋研究生の努力には深い敬意を表する。

山口研究員は昨年度単細胞生物を用いて，照射後の電解質含量の変化をしらべたが，本年度はラットの急性放射線障害に占める電解質の行動を明らかにするため，450, 900, 1,800 r 照射後のヘマトクリット値，血漿およ

び血球中の Na, K, Ca 含量を時間経過を追ってしらべた。その結果，ヘマトクリットは最初少し減少し，次いで増加する。全血中の Na, K, Ca 含量は大きく変化する。すなわち，血漿中の Na はヘマトクリット増加に先立ち少し減少し以後増加する。K はヘマトクリット増加期に著しく増加する。こうした変化から小腸機能変化を追試して，放射線障害の基本的機構を把握しようとするのである。こうした研究は高等動物の放射線死を充分解析して行くうえにひじょうに大切な分野である。

最後に中沢研究員は新津研究員とともに，ラットの肝ミトコンドリアの研究を行なった。これは東海支所で主として行なわれた研究である。ミトコンドリアは重要な細胞構成成分であり，そのなかには電子伝達系，酸化的リン酸化反応に関する大部分の酵素が存在する。したがって，細胞に対する放射線の作用の分析のためにはミトコンドリアはひじょうに大切な成分であるが，ミトコンドリアの *in vitro* の放射線作用の研究はひじょうに少ない。こうした大切な実験の基礎となるのはミトコンドリア分画の種々な性質であるため，まず，ラットの肝ミトコンドリア膨張の濃度効果をしらべた。これらの研究は相互に密接な関係をもっていることは研究報告を読まれると容易に理解されることと信ずる。

生物第1研究室の岩崎民子，第2研究室の加藤旌夫両研究員は遺伝研究部の細胞グループに属して研究を行なった。

また，特記すべきことは生物，遺伝両研究部の第3回のシンポジウムである。われわれは昨年および一昨年放射線生物学の機構について，考え方の整理のためシンポジウムを開いてきた。第1回は三島の放射線遺伝シンポジアムののち，問題整理のために所内小会議室で小さい討論会を開いた。昨年の第2回は2日にわたり午後と夜，クラブハウスを利用して radiomimetic substance の作用について論じた。本年は第3回に当る。会は7月22, 23日の両日清澄寺の講堂を借りて行なった。すなわち，22日の午後，夜と23日の午前中にわたって化学研究部の鈴木孚之室長，障害基礎研究部の中村弥室長にも出席していただいて，静かな環境で充分に討議を行なった。このシンポジウムはいろいろの意味で研究上にもひじょうにプラスになったと考えられるので，今後もつづけて行く予定である。

なお，本年度本研究部の関係した文部省科学研究班は「電子スピン共鳴法による生体物質の放射線損傷の研究」(班長・立入弘阪大教授)，「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)，「中枢神経内分泌系の協調に関する研究」(班長・竹脇潔東大教授)である。

(仲尾　善雄)

1．魚類における X 線被照射線量と生存期間との関係

生物第1研究室
江藤久美
兵藤泰子
江上信雄
舘　鄰

電離放射線の生物個体に対する致死作用を研究する場合，最初着手すべきことの一つは線量—生残率関係を明らかにすることであろう。この目的を達するための研究法の一つとして，哺乳類については線量—生存期間の関係が詳細にしらべられ，種による比較も行なわれてきた(Rajewsky, 1955 など)。硬骨魚類についても放射線の致死作用をみた実験はいろいろな立場から行なわれてきたが，用いられた線量範囲が狭く，使われた種や実験条件も多様で，断片的報告が多く，系統的に線量—生存期間関係はしらべられていない。

著者らはキンギョおよびメダカを用いて放射線の身体的影響を研究するための基礎的データとして，成体，幼生および胚について線量—生存期間関係を確立した。

材料および方法

ヒメダカ (*Oryzias latipes*) の成体，幼魚，稚魚，胚およびワキン (*Carassius auratus*) の成体を材料とした。成魚は購入後，しばらく水槽中でイトミミズを餌料として飼育したのち，病変のある個体を除いて実験に供した。胚，稚魚および幼魚は研究室で産卵，フ化したものを用いた。

X線は島津製信愛号により，200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Al と 0.5 mm Cu フィルター使用，線源からの距離 25 cm で照射した。魚はキンギョ 5～8 個体，メダカ 20～25 個体を1群とし，直径 11 cm の円筒形ルサイト容器に入れ，深さ 1.5 cm の水中を自由に泳がせながら照射した。この位置の空中線量は 400 r/min. であったが，水中線量および魚の吸収線量については種々の方法で測定中であり別の機会に報告する。この報告では各群の線量を空中線量で示した。

照射後，魚は 22～23℃ の恒温で飼育し，大部分の実

験群は照射後30日間（メダカについては1回のみ365日間）毎日死亡個体をしらべて記録した。

実験Ⅰ　成魚の場合

キンギョ868尾（実験回数13回），メダカ2,114尾（27回）を用いて線量―生存期間をしらべた。線量は両者とも0.25，0.5，1，2，4，8，16，32，64，128 kr を与えた。実験は約1年間を要してくり返し行なわれたが，季節など条件が異なるにもかかわらず，生存日数の分布はどの実験でもほぼ似た結果となったので，すべての結果は一括して第1表および第2表（次頁）に示した。

第1表-A　X線被照射キンギョの生存日数

X線量(kr)	照射後各日数における死亡個体数（匹）																														30日目生存個体数	使用全個体数	30日目の死亡率(%)	平均生存日数
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	2	2	2	2	2	0	0	1	0	2	0	2	0	1	0	2	0	0	105	130	19	(27.1)
1/4	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	61	70	14	(27.8)
1/2	0	0	0	0	1	0	0	2	0	2	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	50	62	19	(26.9)
1	0	0	0	2	2	1	1	1	2	2	0	2	0	1	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	70	91	22	(25.9)
2	0	0	1	2	1	2	2	8	4	11	4	8	6	2	7	6	2	2	0	1	0	2	1	0	2	0	1	1	2	0	0	20	98	80	(15.5)
4	0	1	4	3	11	8	13	11	20	20	25	27	35	14	12	8	4	3	3	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	226	100	10.1
8	0	4	5	3	2	4	6	9	12	25	13	13	6	7	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	114	100	8.6
16	0	0	1	0	1	2	0	2	3	6	10	7	2	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	40	100	9.8
32	0	0	1	1	0	1	0	0	2	4	4	3	0	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	17	100	8.8
64	5	0	0	2	0	0	0	3	1	0	2	0	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	14	100	4.8
128	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	6	100	
計	11	6	13	15	19	18	24	36	46	71	58	62	49	32	28	20	8	8	6	2	3	5	6	0	5	2	2	1	6	0	0	306	868		

第1表-B　X線被照射メダカの生存日数

X線量(kr)	照射後各日数における死亡個体数（匹）																														30日目生存個体数	使用全個体数	30日目の死亡率(%)	平均生存日数
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
0	0	2	4	3	2	2	6	5	4	2	2	0	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	0	0	1	2	1	1	0	2	1	306	360	15	(27.2)
1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	39	3	(29.6)
1/2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	38	11	(27.7)
1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	31	38	18	(27.1)
2	0	5	4	3	8	9	10	6	9	12	13	31	25	19	17	15	11	9	10	6	6	5	4	3	1	2	2	2	3	1	2	295	548	46	(23.9)
4	0	4	6	7	3	6	11	12	13	21	47	79	66	33	14	8	2	2	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	335	100	10.4
8	0	1	1	1	4	3	3	13	23	36	56	61	39	18	13	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	275	100	10.2
16	0	1	0	1	2	4	10	8	33	35	53	62	42	15	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	272	100	10.0
32	0	3	1	1	2	0	4	7	16	15	34	38	19	8	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	151	100	9.9
64	0	3	0	5	1	2	8	10	8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	38	100	5.9
128	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	20	100	
計	20	19	16	21	24	26	53	61	107	123	205	271	193	95	55	28	17	14	11	8	8	6	4	3	3	4	3	3	3	3	3	704	2114		

第2表　X線被照射メダカの365日間観察の結果

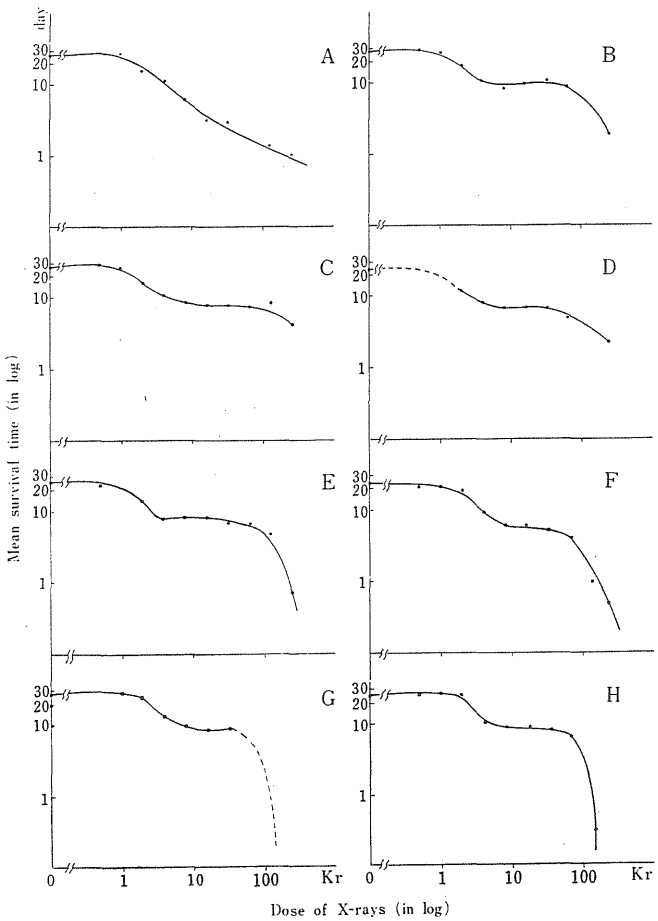
X 線 量 (kr)	0	1/4	1/2	1	2
365日目の死亡率 (%)	44	64	73	92	100
平均生存日数(日)	(229)	(278)	(257)	(202)	111

実験 II　メダカの胚，稚魚および幼魚の場合

発生の進行にしたがって5段階の胚，稚魚および幼魚を照射した（各発生段階の説明は第3表参照）。各発生段階の群にそれぞれ 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 および 256 kr の線量を与えた。照射後 22～23°C の恒温室で飼育し，30日間毎日実体顕微鏡の下で観察して死亡を記録した。結果から線量—生存期間曲線をつくり，まとめて第1図に示した。

第3表　X線照射を行なった発生段階

群	発 生 段 階	発生段階 MATUI (1949)	受精後の時間
A	Morula	10–11	8–12時間
B	Late germ ring	20–21	32–36時間
C	Optic vesicle formed	23–24	55–60時間
D	Blood circulation beginning	25–26	5– 6日
E	Prehatching embryos	30	9–11日
F	Newly hatched fry	—	12–15日
G	Young	—	42–45日

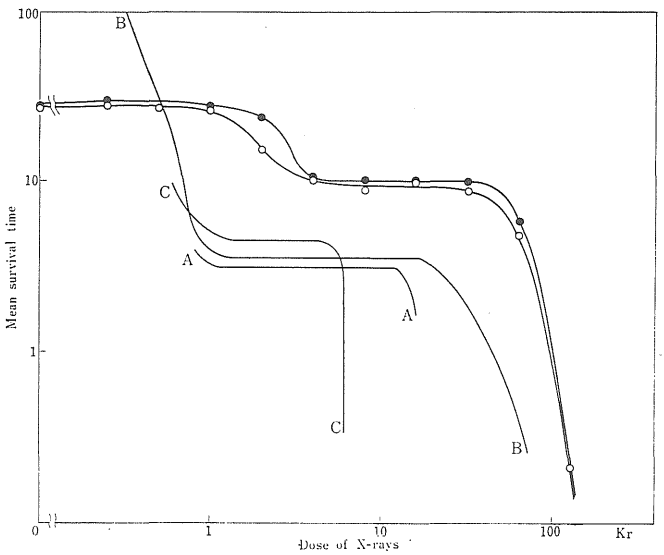


第1図　メダカの種々の発生段階におけるX線量—生存期間曲線の比較
A: Morula; B: Late germ ring; C: Optic vesicle formed; D: Blood circulation beginning; E: Prehatching embryos; F: Newly hatched fry; G: Young; H: Adults

論　議

Shechmeister ら (1962) は，キンギョに 0.1 から 10 kr にいたる 10 段階の X 線1回照射を行ない，その生存率を図示した。それによると 0.1 kr でも 200 日以内に過半数が死亡し，1 kr では 110 日以内に全滅している。また 5 kr，10 kr では照射後の生存期間は平均 10 日前後であることもみつけているが，これ以上の高線量についてはしらべていないし，線量のとりかたが系統的でないため，“線量不依存範囲”の存在を認めていない。菱田 (1959) は野生メダカを用いて，5, 10, 20 kr の3種の線量を照射しているが，生存日数はそれぞれ 60, 50, 45 日程度で，今回の実験より非常に長い。ヒメダカと野生メダカのあいだには，被照射後の生存期間に有意な差はない（江上，未発表）から，相違の生じた最も大きい原因は彼の実験が 9～13°C という低温で行なわれたことにあると想像される。Egami (1955) はヒメダカに 1, 2, 4 kr を照射した結果を報告しているが，その結果は今回の結果と完全に一致するが，実験した線量範囲が狭く，線量—生存期間関係を求めるにはいたらなかった。

哺乳類について一般に行なわれている方法にならい，横軸に放射線量を，縦軸に平均生存日数をそれぞれ対数目盛でとって，第1表に示した結果からキンギョおよびメダカの線量—生存期間関係を作図した（第



第2図　キンギョ（白丸）およびメダカ（黒丸）の線量—生存期間関係曲線とネズミ（A），ハツカネズミ（B）およびテンジクネズミ（C）の同曲線

2図)。さらに便宜のため，Rajewsky (1955) によってまとめられたネズミ，ハツカネズミ，テンジクネズミのそれらを同一スケールの上にあらわした。この図から魚類でみられる“線量不依存範囲”は哺乳類のそれらよりもはるかに高線量域にずれ，またその範囲の生存期間は魚類の方が長いけれども曲線の形は相互によく似ていることがわかる。

X線照射による死因が線量範囲のちがいによって異なることは，哺乳類では線量—生存期間関係をもとにして詳しく分析されているが，魚類においても，今回の実験からX線によって誘発される死には（i）照射中におこる即死，（ii）照射後10日前後でおこる死，（iii）さらにメダカについては照射後60～100日の潜伏期をもっておこる貧血死の少なくとも三つの型の存在が認められた（詳細は別に報告)。

著者らの興味の中心は上述の3型の死がいかなる生物学的内容にもとずくかにある。哺乳類で知られていることを考慮に入れて推論すると，(i) は中枢神経系障害による死，(ii) は曲線の形からみて，ハツカネズミで3.5日前後の生存期間を示す死（腸障害死)，(iii) はおそらく造血蔵器の障害に関係した死にそれぞれ相同なものと思われる。

このうちで特に（ii）の型の死亡がひきおこされる“線量不依存範囲”の存在が注目をひく。この現象をハツカネズミの3.5日効果に準じて“10日効果”と呼ぶ。10日効果が魚類でも哺乳類で認められているような腸障害死によってあらわれるかどうか疑問のあるところで，この範囲の線量で照射された場合におこる諸変化を追及している。これらのうち，すでに報告した結果だけを述べると（研究発表の項参照)，次のようになる。照射されたキンギョの皮膚に黒化がおこるが，これは脳下垂体から ACTH の分泌が増加した結果と考えられ，皮膚黒化のおくれた個体（ACTH 分泌の不充分な個体と考えられる）は早期に死ぬ傾向がある。また被照射個体で間腎細胞の肥大がみられることも ACTH 分泌増加を物語る。脳下垂体または頭腎（間腎細胞が含まれている）を摘出したキンギョでは，この線量不依存範囲の存在が不明瞭になり，線量増加とともに生存期間が短縮する。これらの結果はキンギョにおける線量不依存範囲の発現には脳下垂体—副腎皮質（魚類では間腎組織）系が何らかの役割を果していることを暗示するように思われる。

また今回の実験でメダカの胚，稚魚について線量—生存期間関係を求め，成体のそれと比較したところ，発生の初期にさかのぼるほど線量不依存範囲の幅が狭くなり，卵割期のものでは線量—生存期間関係曲線は単純な直線に近づくという結果になった。これも脳下垂体—副腎皮質系の機能的発生と関係しているかもしれない。

10日効果を示すキンギョの Na イオンの排出が異常に増加することも（舘，1962）この機構を知る上に手がかりとなるであろう。今後もキンギョやメダカの諸器官の放射線に対する反応を明らかにし，結果を総合的に判断して10日効果の内容を研究する予定である。

〔研究発表〕

1. Egami N. and H. Etoh; Dose-survival time relationship and protective action of reserpine against X-irradiation in the fish, *Oryzias latipes*, *Annot. Zool. Japon.*, **35**, 188-198 (1962)
2. 舘　　鄰；中枢神経—脳下垂体—副腎系に及ぼす放射線の影響，実験形態学誌，**16**, 22-31 (1962)
3. 江上信雄，江藤久美，舘　　鄰，兵藤泰子；キンギ

ョとメダカにおけるX線被照射量と生存期間との関係，動物学雑誌，71, 313-321 (1962)
4. 江藤久美，江上信雄，新井良一；X線照射をうけたキンギョの生存期間に対する脳下垂体，頭腎除去の影響，第33回日本動物学会大会（1962年10月），動物学雑誌，71, 412 (1962)（要旨）
5. 兵藤泰子，江藤久美，江上信雄；X線照射をうけたメダカ卵，胚，稚魚および成魚の生存期間について，第33回日本動物学会大会（1962年10月），動物学雑誌，71, 413 (1962)（要旨）

2. X線照射を受けたキンギョの腸の組織学的変化

生物第1研究室
兵藤泰子
青木一子*
*研究生

キンギョ，メダカ等の魚類が放射線を受けた場合の線量と生存期間の関係についてはすでに報告されているが(江上，江藤，舘，兵藤，1962)，ある線量範囲（キンギョでは4～32 kr，メダカでは8～64 kr）では線量が増加しても，その平均生存期間が一定で（キンギョは約9日，メダカは約10日），いわゆる線量不依存範囲 (dose-independent range) がみられる。同様なことはすでにマウス，ラッテ等の哺乳類ではよく研究されていて (Rajewsky, 1955 など)，この線量範囲での死には小腸の障害が重要な意義をもつものとされている。(Quastler, 1956)。そこで，魚類においても線量不依存範囲での死が腸の障害と関係しているかどうかを検討するために，X線全身照射を受けたキンギョの腸の組織像の変化を調べた。

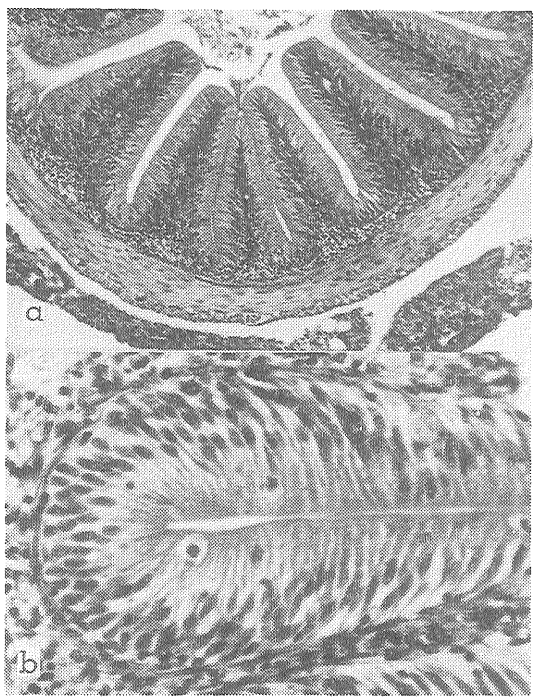
キンギョにおいても哺乳類と同様に，腸の上皮細胞は活発に細胞分裂を行ない，常に新しい細胞で古い細胞が置きかえられ，腸上皮はいわゆる renewal system であることがコルヒチン処理を行なった実験によって知られている (Vickers, 1962)。放射線を照射した場合，粘膜に最も激しい変化があることがわかったので，この部分の上皮細胞の変化を主としてのべる。

材料と方法

材料として市販の体重3～5 g のキンギョ *Carassius auratus* 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. の条件で行ない，直径 11 cm の円筒型の合成樹脂容器中に約 1.5 cm の深さに水を入れ，5～8匹を1群として照射した。照射した動物は直径約 24 cm のガラス水槽に入れ水温 21～23℃ で飼育し，照射後の種々の時間に殺して，各個体腸の一定の三つの部分を切り出し，ブアン氏液で固定し，6 μ のパラフィン連続切片を作り，マイヤーのヘマトキシリン—エオシン染色をして観察した。

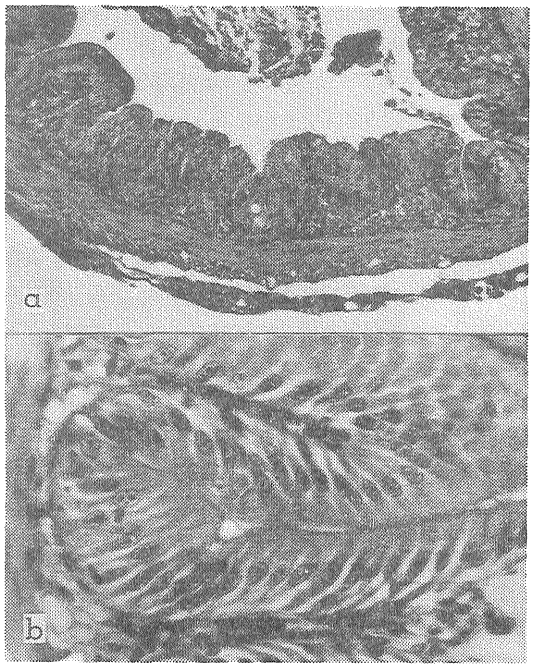
結果と考察

非照射キンギョの腸の構造は，腸の内側より，上皮細胞と粘液分泌細胞からなる粘膜 (mucosa)，網目状結合組織よりなる粘膜下組織 (submucosa)，輪走および縦走の筋組織 (muscle layer) および漿膜 (serosa) の4層よりなり，粘膜はヒダを形成し，その上にある上皮細胞は円柱状をなし，基底膜に近い部分に長楕円形の核をもち，規則正しく配列し，時々粘膜のヒダの谷の部分で細胞分裂をしている像が観察される（第1図 a, b)。

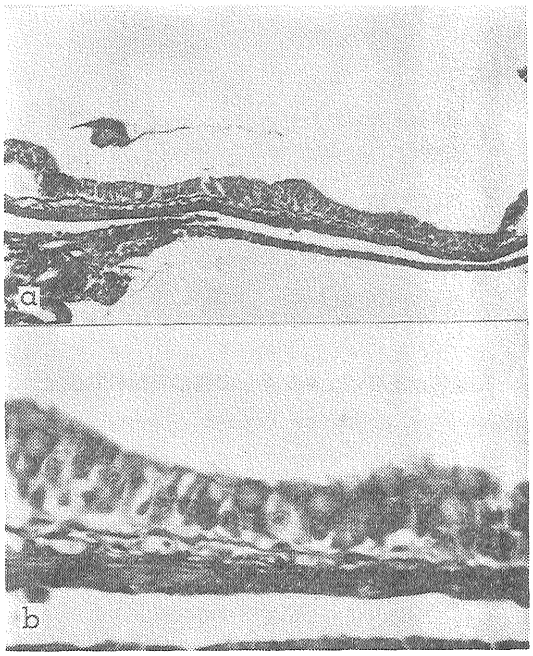


第1図　非照射キンギョの腸
a：×170，b：×680

まず，X線照射を受けた場合に起こる変化を線量不依存範囲に属する 8 kr 照射のものについてみた。照射後1～3日目に固定した材料には，組織学的に対照群とのあいだにほとんど差がみられず，上皮細胞は丈の高い円柱状を示し，核も細長い。5，7，9日以後になると個体



第2図　8kr 照射後9日
a：×170，b：×680



第3図　8kr 照射後13日
a：×170，b：×180

による差はあるが，粘膜の上皮細胞の数が減少して細胞の幅が増加し，核は肥大し，球形に近づき，ヘマトキシリン染色性が悪くなり，粘膜上での配列が不規則になる（第2図 a，b)。

細胞分裂はほとんどみられない。10日以後の死直前にはこのような変化がさらに進行し，上皮細胞の数は極度に減少し上皮細胞が欠如している部分もみられる。そして粘膜のヒダはほとんど消失し，上皮細胞は扁平化して不規則な形をした核をもつようになる（第3図 a，b)。

次に腸の障害の程度を，（Ⅰ）上皮細胞は円柱状で，その核は細長く，粘膜上の配列は規則正しく対照群とはとんど差がない，（Ⅱ）上皮細胞およびその核は肥大し，粘膜上の数は減少，（Ⅲ）上皮細胞，核の肥大はさらに著しく，粘膜上の数もさらに減少し配列は不規則になり，粘膜のヒダは消失しはじめる，（Ⅳ）上皮細胞は扁平化し，核は不定形になり，粘膜のヒダはほとんど消失してしまう，の四つの段階に分けて，線量によってどの位の個体が出現するかをみると第1表のようになる。0.5，1kr 照射のものでは上皮細胞にほとんど変化はみられず，変化のある場合も軽度のものである。中間の線量である2kr では障害を受けているものと，受けていないものとが混在する。8，32kr では照射後1日目では対照群と差がなく，5，7，9，11日と日数が経過すると

第1表　X線照射を受けたキンギョの腸の障害の程度

X線量 kr	0	0.5	1		2		8				32		
照射後の日数		11～37	1～9	10～24	1～9	10～15	1	2～5	6～9	10～13	1	2～5	6～9
Ⅰ	25	14	9	4	3	1	4	6	2		1	1	
Ⅱ		7		4	3	1		3	6	4		1	
Ⅲ				1	3			2	6	5		2	2
Ⅳ					1	4		1	8	9			3

表中の数字は個体数。　各個体3カ所を観察し，一番程度の高いものをあらわした。

ともに障害の程度が高い個体が増加する。

線量と腸上皮細胞に起こる障害の程度と死の関係について考えてみると，0.5，1 kr では10日前後に死はほとんどみられず，腸の障害もほとんど起らず，起こっても軽度で回復可能である。2 kr では10日前後に死ぬ個体と生きのびるものとあって，この線量では腸の障害は軽度のものと，重いものとが発見され，全身症状が良好で生きのびるものは概して障害が軽度であることがわかった。いわゆる線量不依存範囲に属する8，32 kr 照射を受けたものは10日前後に極度に腸の障害を受けていることがわかった。ある線量以上で起こる腸の障害は腸上皮細胞が renewal system であって，これが細胞分裂の阻害によって回復できないほどに障害を受けることによってはじまると考えられる。

以上のように，キンギョの腸の上皮細胞に起こる変化は，マウス，ラッテ等の哺乳類の上皮細胞の変化と類似し，線量不依存範囲の死の起こる日数と腸の障害が起こる日数に平行関係があることがわかった。キンギョのこの線量範囲で起こる放射線死に，皮膚の障害が重要であることは既に指摘されているが（舘，1962），哺乳類の場合と同様に腸の障害も重要であると考えられる。

〔研究発表〕

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，日本動物学会関東支部第16回大会（1963年4月）

3．キンギョ（*Carassius auratus*）の Na，K イオン排出量に及ぼす放射線の影響

生物第1研究室
舘　　鄰

多量の電離放射線で照射された動物において，無機電解質，Na^+，K^+ などの排出量に異常が認められることは，これまで哺乳類でよく知られている（Bowers and Scott, 1951）。

特に，1,000 r～10,000 r の範囲で照射した時に起こるいわゆる腸性放射線死の直接の原因は，腸管経由の Na^+ 排出量の増加であるとも議論されている（例えば Curran *et al.*, 1960; Jackson and Entenman, 1959 など）。哺乳類以外の下等脊椎動物では，紫外線で照射したカエル（*Rana temporaria*）について，van der Schueren と Bonte（1958）らが詳細な研究を行なっており，皮膚における Na^+，K^+ の透過性が照射によって変化し，これら無機イオンが体内から失われること，さらに照射を受けた動物に Na^+ 損失をおさえるような処理を加えれば，照射後の生存期間が長くなることなどを明らかにしている。

筆者らの研究室では，魚類を用いて一連の放射線生物学的な実験が系統的に行なわれているが，その一環として，キンギョにおける無機電解質排出量の変化と照射との関係を追究し興味ある結果を得た。

(1) 材料と方法

用いた材料は，市販のワキン（*Carassius auratus*）で，体重3～5 g のものである。

照射には3 kc ^{60}Co かご型線源（放医研第1γ棟）によるγ線を用いた。線源中心より27.5 cm の位置に，半径6 cm の円筒型の合成樹脂容器を置き，この中に1回に10匹宛入れて室温で照射した。水の高さは常に容器底面より2 cm になるように調節した。線源中心より26.5 cm の位置での，空中線量率は，実測の結果213 r/min.（1962年9月30日現在，シーメンス・ユニバーサル線量計，ミゼット・チェンバー使用，技術部曾我氏による）であった。以下本文中の線量は，すべてこの値をもととして計算したものである。

照射中は容器を回転台上で回転させ，容器への空気あるいは酸素補給は行なわなかった。照射終了後，直ちに1匹づつ500 m*l* の純水を満たしたビーカーの中に入れて，以後その中で，約23℃ に保ち飼育した。実験期間は照射後15日までとして，飼育中は水を換えず，日を追って5 m*l* づつの飼育水を採取して，Na^+ および K^+ の測定に当てた。蒸発して失われた分の水の補給は毎日測定用サンプルを採取する3～4時間前に行なった。対照群のキンギョは相当する時間，先に記した容器に入れて，照射は行なわず，その後実験群の動物と同じように，純水中で飼育した。実験前約1週間および実験期間中には，実験群，対照群いずれにも餌は与えなかった。Na^+，K^+の測定には炎光光度計（日立，FPF-2 型）を用いた。

^{22}Na を用いて腸管の吸収能をしらべた実験では，魚類用生理食塩水（NaCl 0.75 g，KCl 0.02 g，$NaHCO_3$ 0.02 g，$CaCl_2$ 0.02 g，Glucose 0.10 g）中に，1.3×10^5 cpm/m*l* の濃度で，$^{22}NaCl$ を加え，これを充分に洗った切り出した腸管に入れて，末端部をしばり，ソーセージ状にしたのち，生理食塩水中で室温に保ち，周囲の液中にでてきた ^{22}Na の量を時間を追って測定した。用いた腸管は輸胆管の位置から約0.5 cm 肛門側に測ったところから，約2 cm の長さに切り出したものを用い

た。^{22}Na の測定はウェル型シンチレーション・カウンター（計数部 Toshiba Medical Spectrometer, UCH-23103, HT 0.75 kV, EB 100, Gain 4）で行なった。

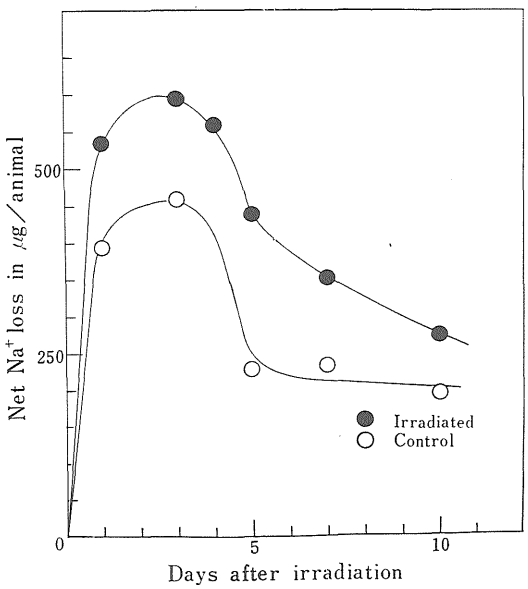
組織学的検索は，Bouin 氏液で固定したのち，パラフィンに包埋し，10 μ の連続切片を作り，マイヤーのヘマトキシリン—エオシンで染色して行なった。

(2) 結　果

1) Na^+ の総排出量

結果は，第1図，第2図に示すごとくである。

すなわち，1,065 r の照射を受けたキンギョは，照射後比較的短時間のあいだ，正常よりもやや多い Na^+ 総排出量を示すが，再び体内に吸収して，結局正常のものと変わらないレベルに達する。いい変えれば，Na^+ 総排出量に著しい差は認められない。また，この線量で照射された動物は，実験期間中，すなわち照射後 15 日以内には死亡しない。

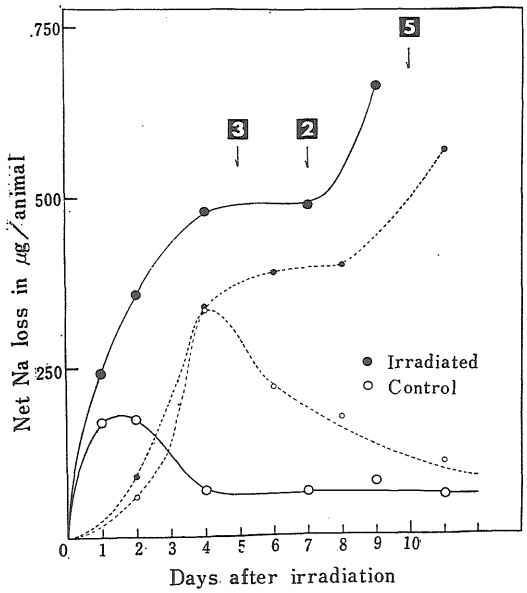


第1図　^{60}Co γ 線 1,065 r で照射したキンギョと正常のキンギョの Na^+ 総排出量

●—●：照射したもの

○—○：正常のキンギョ

5,325 r の照射を受けた動物の Na^+ 総排出量は日を経るに従って増加し，照射後 8～9 日までに，500～750 μg の Na^+ を体内から失う。Na^+ 総排出量の照射後の日数に応じた変化を示す曲線の型は，実験を行なった 10 匹づつ7群のキンギョですべて同じであった。正常対照群でも同様である。



第2図　^{60}Co γ 線 5,325 r で照射したキンギョと正常のキンギョの Na^+ 総排出量

●：照射したもの　○：正常のキンギョ　実線は 1962 年 9 月に行なった実験で得られたデータの代表的なもの。図中白抜きの数字は死亡した動物数を表わしている。点線は 1962 年 4 月の実験で得られたものの一つ。照射，正常いずれも 10 匹についての平均値である（本文参照）。標準誤差は図に示してないが ±30～±100 μg である。

しかし，最大値の位置，曲線全体のかたよりなどの点については，実験に用いる動物の群が違うことによって少なからぬ差が認められる。第2図には，はなはだしく異なっていた群のデータを同時に示してある。

なお，5,325 r 被照射の動物群の示すような，総排出量の変化を，仮りにキンギョにおける「ナトリウム反応」と呼び，以下「Na 反応」と略記する。

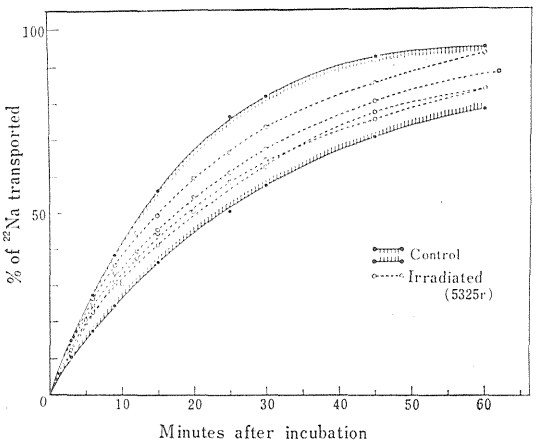
さらに線量をあげて，100,000 r の γ 線で照射する（線量率 10,000 r/min.）と，動物は照射中乃至照射後数分以内に「即死」する。この時に，照射直前から死亡直後までに排出される Na^+ の全量は 10 匹についての平均値で，0.04±0.01 μg であった。

2) K^+ の総排出量

K^+ の総排出量には，顕著な差は認められなかった。

3) 腸管の Na^+ 吸収能

前節に記した方法で腸管の Na^+ 吸収能に関する実験を行なったが，結果は第3図（次頁）に示されるごとく著しい差は認められなかった。しかし，この問題につい



第3図　切り出した腸管による ^{22}Na の吸収

縦の小線を施した実線は正常の腸管について得られた値の最大値と最小値を示す。点線は照射を受けたキンギョの腸管について得られた値である。照射後 3, 5, 7, 11 日目のいずれの日に腸管を切り出して実験を行なっても，正常の範囲の中に含まれてしまう。最初腸管に入れた ^{22}Na の量を 100% として計算した。

てはなお今後の研究が必要である。

4)　表皮破壊に伴なう Na^+ 排出量の増加

キンギョの表皮を，乾燥した脱脂綿でこすって破壊すると，Na^+ の排出量が1次的に増加する（第4図）。

5)「Na 反応」を示すキンギョの表皮の組織像

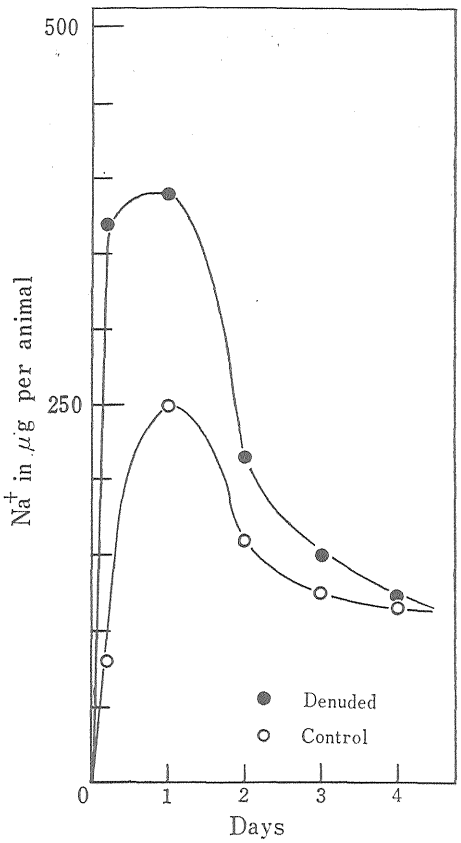
5,325 r で照射し，「Na 反応」を示しているキンギョを，照射後10日目に固定し，その表皮を組織学的に観察すると，正常のものに比して著しく破壊されている（第5図C，次頁）。これは，江藤および仲尾（1961）の観察とも一致している。

1,065 r で照射したキンギョの表皮も，正常のものとは異なっているが，破壊の程度は，5,325 r 被照射のものほど著しくない（第5図B，次頁）。

(3)　考　察

これまでの実験で，「Na 反応」をひき起すことの知られた照射線量 5,325 r はいわゆるキンギョにおける「10日効果」の線量範囲に属しており，一方「Na 反応」を誘発しない線量である 1,065 r は「10日効果」の線量範囲よりも低いところに属している。

「Na 反応」の結果，1匹のキンギョの体内から排出され失われる Na^+ の量は，その全 Na^+ 量のほぼ 1/5～1/8 に匹敵する。

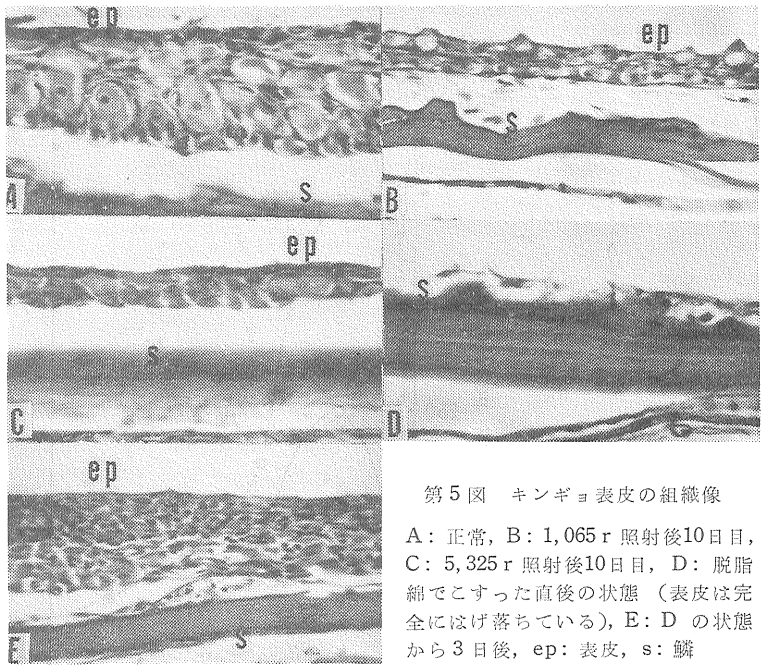


第4図　表皮破壊に伴なう Na^+ 排出量の変化

●：実験群　○：正常群　1群10匹として平均値が示してある。標準誤差は最大で ±30 μg

これらの結果を総合して，キンギョにおける「10日効果」の死因の重要な要因の一つが表皮破壊に伴なう Na^+ 損失にあるのではないかということが考えられるが，なお今後の研究が必要であることは言をまたない。特に放射線による腸管の損傷の問題については，兵藤，青木（1963）の研究があり，今後の展開が期待される。

最後に，魚類のようないわゆる下等脊椎動物が，より「高等」な，例えば哺乳動物と種々の点で異なっていることはむしろ当然である。ただ，両者に「相似」な現象を求め有効に解析を進めるのみならず，他方で魚類に「特異」的な現象を追求することによって，はじめて，ヒトをも含んだ生物一般の放射線障害の本質を理解し，応用的な問題へ貢献することも可能になるものと筆者は考えている。



第5図　キンギョ表皮の組織像

A：正常，B：1,065 r 照射後10日目，C：5,325 r 照射後10日目，D：脱脂綿でこすった直後の状態（表皮は完全にはげ落ちている），E：D の状態から3日後，ep：表皮，s：鱗

用を営む器官系におこる生理的変調は重視すべきものの一つである。とくに，中枢神経系と内分泌系との関連を司る視床下部—脳下垂体神経葉—腺性脳下垂体の放射線に対する反応は注目されはじめている。このような立場から著者らは，主として下等脊椎動物を用いて，副腎皮質刺激ホルモン（ACTH）と生殖腺刺激ホルモンの分泌様式に対する照射の影響を研究中である。

キンギョが 2,000 r から 8,000 r 程度のX線全身照射をうけると，皮膚やひれに黒色胞が出現すること，これは脳下垂体からの ACTH 分泌量が一時的に増大する結果と考えられることはすでに発表した（*Proc. Japan Acad.*, 38, 345, '62）。今年度は ACTH の分泌量が増加していることを一層確実にするため，照射をうけたキンギョの副腎皮質におこる組織学的変化を観察した。

(1)　材料と方法

ワキン（*Carassius auratus*）を数匹あて 1.5 cm の深さに水を入れた容器中に入れ，200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Al+0.5 mm Cu フィルター，400 r/min. の条件でX線を照射した。線量は 1,000, 2,000, 4,000, 8,000, 16,000 r の5種で全身1回照射または頭部のみの1回照射を行なった。照射後 21～23°C の水中に飼育し，3, 7, 10, 11, 14, 21 日目に頭腎をブアンまたはツェンカーフォルモールで固定し，パラフィン切片をマイヤーのヘムアラムとエオシン染色して間腎腺（哺乳類の副腎皮質と相同）を検鏡した。用いた ACTH は第一製薬のものであり，脳下垂体剔出術は Chavin の方法（*J. Exp. Zool.*, 133, 1, '56）によった。

(2)　結　果

正常なキンギョの間腎腺は頭腎内の血管壁にそっておおよそ2層に排列する間腎細胞と，クロマフィン細胞からなる（第1図 写真A，次頁）。間腎細胞は円柱状で好酸性の細胞質と球形に近い核をもつ（同 写真B）。

脳下垂体剔出後 23 日を経たキンギョの間腎細胞は収縮し，その結果，細胞間隙が間腎腺中にみられるようになった（同 写真C）。

(4)　謝　辞

実験中絶えず，貴重な助言を与えられ，実験の技法について指導と助力をしていただいた，生物研究部山口武雄博士に心から感謝の意を表したい。

〔研究発表〕

1）舘　　鄰；^{60}Co γ 線で照射したキンギョ *Carassius auratus* における Na イオン排出量の変化とその放射線死との関係について（予報），動物学雑誌，71, 322～327（1962）

2）舘　　鄰，江上信雄；^{60}Co γ 線被照射キンギョにおける Na^+ 排泄量の変化について，日本動物学会第33回大会（1962年10月）；動物学雑誌，71, 413（1962）

4．脳下垂体機能におよぼす放射線の影響

—X線照射に対するキンギョ副腎組織の反応からみた ACTH 分泌促進—

生物第1研究室

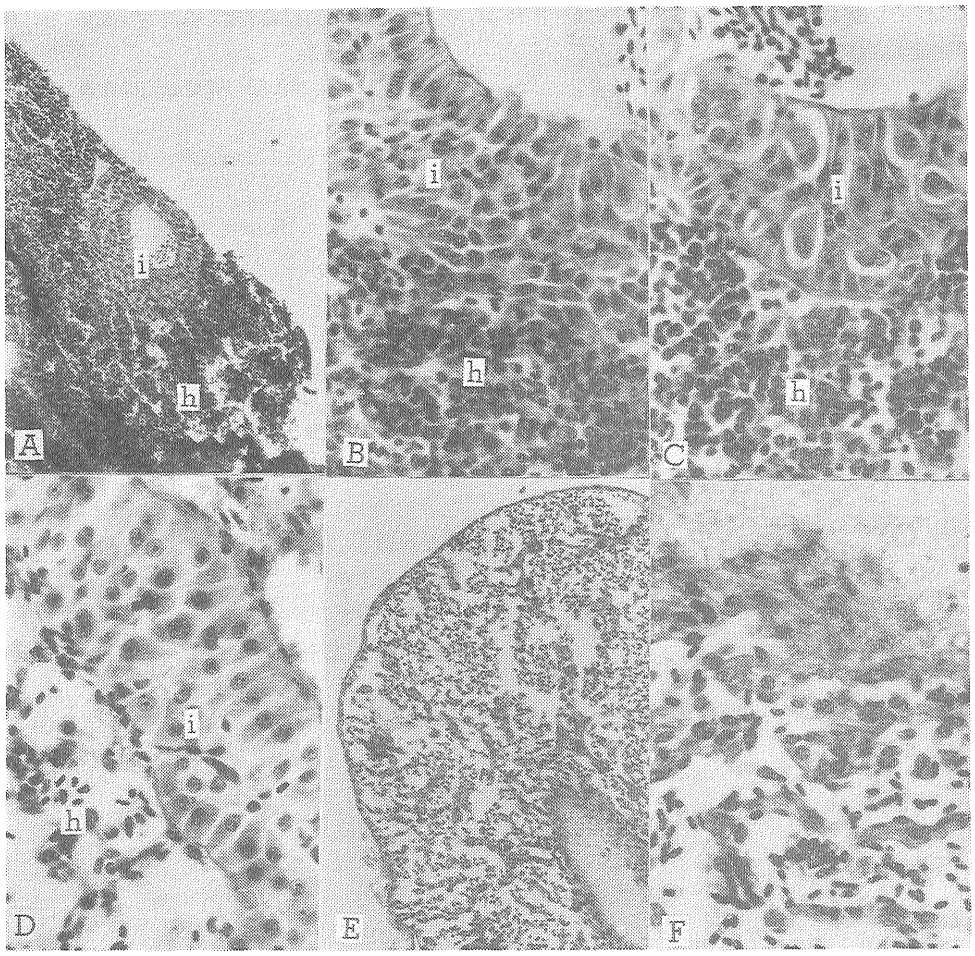
江　上　信　雄

青　木　一　子*

新　井　良　一*

*研究生

生体が放射線の照射を受けた場合に示すいろいろな機能変化のうち，神経系や内分泌系といった個体の調節作



第　1　図

4日間連続して1日/I. U. の ACTH 腹腔内注射を受けたキンギョの間腎細胞は顕著な肥大を示した。

2,000 r から 16,000 r の X 線全身照射を受けた個体では，3日目にすでに間腎細胞の肥大の傾向が現われ，7日目には ACTH の注射を受けた場合と同様な顕著な核の膨大と細胞質の肥大がみられた（第1図 写真D）。

4,000 r～16,000 r 被照射個体は10日目前後にすべて死亡するが，この間腎細胞の肥大は7日目にみたすべての個体にみられ，10日目に生存していた個体の多くのものにもみられた。しかし，10日，11日目に死亡直前の徴候を示したものの中には頭腎が破壊像を示し，結締組織があらわれ（同 写真E），間腎腺も崩壊しているものがみられた（同 写真F）。2,000 r の被照射では，30日以内に死亡する個体は少いが，間腎細胞の肥大は7，10，11，14，21日目のすべての日に固定されたものについて観察された。しかし破壊像は全然みられなかった。

頭腎部を鉛板で遮蔽し，頭部のみ照射した群でも，間腎腺の反応は全身照射の場合とほぼ同様におこった。

また脳下垂体をあらかじめ剔出しておいたキンギョに対しX線照射を行なった群では，照射による間腎腺の肥大反応はあらわれず，脳下垂体剔出非照射群と同様な状態を示した。

(3) 考　察

以上の実験結果のうち，脳下垂体剔出および ACTH 注射がキンギョの間腎細胞におよぼす影響については，従来他の研究者によって報告されたものと一致する（Chavin, '56; 小栗，日本水産学会誌，26, 476, '60）。

X線の全身照射をうけた場合のキンギョの間腎細胞の

反応が ACTH を注射された場合と同様であること，間腎そのものは遮蔽されても頭部にX線をうけると反応がみられること，脳下垂体を除去された個体では照射による反応がおこらぬことなどからみて，X線照射によって脳下垂体からの ACTH 分泌が促進され，その結果間腎細胞が肥大すると考えられる。

〔研究発表〕

1. Egami, N., K. Aoki and R. Arai; Histological repesonses to X-irradiation of the interrenal glands of the goldfish *Carassius auratus*, *General and Comparative Endocrinology*, 3 (in press)
2. 江上信雄，青木一子；X線照射を受けたキンギョの頭腎の組織学，第33回日本動物学会大会（1962年10月）；動物学雑誌，71，412（講演要旨）

5．メダカの卵子形成に対するX線照射の影響

生物第1研究室
江上信雄
兵藤泰子
江藤久美

脳下垂体からの生殖腺刺激ホルモンの分泌様式が放射線の照射を受けた場合，どのように変化するかを知る研究の予備段階としてこの仕事を行なった。メダカでは卵子形成の諸段階と，それぞれに対するホルモン支配の様相について知られているので，卵子形成に及ぼす放射線照射の影響を観察し，その結果から生殖腺刺激ホルモン分泌の量的変化を知る実験へと進む計画をたてた。今回は予備実験として，雌の生体にX線全身1回照射をした場合，どの程度の線量で卵子形成が阻害されるか，また形成の途中で照射を受けた卵は，受精後にどのような発生異常や致死をおこすかを調べた。

(1) 材料と照射条件

用いたヒメダカ *Oryzias latipes* は実験開始まで戸外におき，自然の温度，日照条件下に保った。この条件のもとでは，冬には卵巣は萎縮し，含まれる卵母細胞はすべて小さいが，春になって水温が上昇すると卵母細胞は成長をはじめる。5月から9月までは卵巣は種々の成長段階の卵母細胞をふくみ，これらは数個ずつ1群となって日周期的に成熟し，ほとんど毎朝1群ずつ産み出されるようになる。そこで実験は冬期〔実験 I〕と夏期〔実験 II，III〕に分けて行なった。

照射条件は 200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Al+0.5 mm Cu フィルター，線量率 400 r/min. で，直径 11 cm のルサイト製容器に成体数匹を1組にして入れ照射した。

(2) 方法と結果

〔実験 I〕 非繁殖季節の卵母細胞の成長に対する照射の影響

12月5日に 200 匹の雌成体を無作為に6群（A～F）に分け（第1表，次頁），同日 B，F の2群には 2 kr 照射を行なった。E，F の2群はそのまま室温（10°C 以下）に保ち，A，B，C，D の4群は 26°C の高温に移して飼育を続けた。

12月18日に C 群には 8 kr，D 群には 2 kr の照射を行ない，他の群は照射をせず各群とも温度はそれ以前と同じにしてひきつづき飼育した。12月25日に各群の全個体を10%ホルマリンで固定し，卵巣をとりだし卵母細胞の成長状態を観察し，卵巣重量を個体毎に測定した。結果は第1表に示す。A，D 群には 12月25日以降に産卵した個体がみられた。卵母細胞の成長の状態は卵巣重量と平行していることは従来の研究によって知られた点と変りなかった。

〔実験 II〕 繁殖季節の成長期卵母細胞に対する照射の影響

第1回の実験は5月下旬に開始した。産卵中の雌3個体と雄2個体を1組として水槽中に入れ，これらを 14 組つくり，すべて 23°C におき毎朝の産卵数を記録した。3日間各組の産卵状態を観察したのち，雌魚だけに 0，2，4，8，16 kr のX線照射をし，照射前と同じ組合せで非照射の雄と同一水槽中で飼育し，雌の死亡数，産卵数，異常卵数を毎日調べた。産卵された受精卵は各組毎にシャーレに移して 23°C で飼育し，30日間にわたり，毎日の死亡数を観察した。

第2回の実験は7月上旬に第1回と同様な 12 組について行なった。ただし，この回は各組の雌，雄の両方に同一線量（0，2，4，8，16，32 kr）を照射したのち，自然の温度条件下においた。照射後の産卵数の変化は雄が照射を受けたかどうかに関係のないことがわかったので，第1回，第2回の結果をまとめて第1図（次頁）に示す。また受精卵の死亡率は第1回，第2回の結果を分けて第2図（次頁）に掲げる。

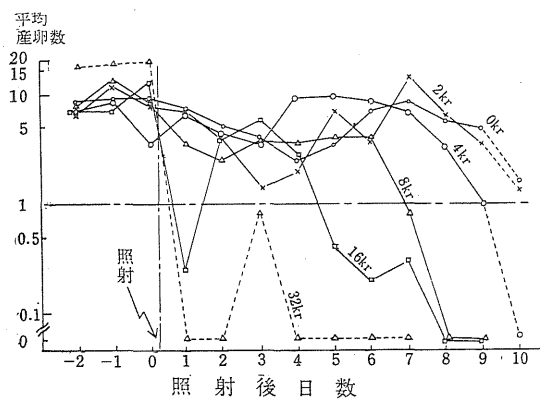
〔実験 III〕 排卵後の卵細胞に対する照射の影響

排卵がすみ，減数分裂の第1分裂を終了した卵細胞に対する照射の影響をみるため，産卵最盛期（8月）に雌を雄から隔離し，数日後に排卵された卵が卵巣腔にとどまっている状態の雌に 0，2，4，8，16，32 kr を照射したのち，非照射の雄を配し，産卵と受精がおこったものにつ

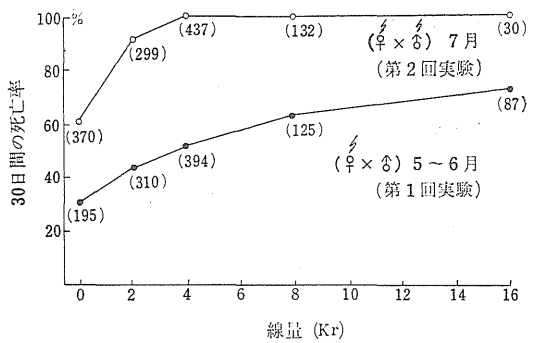
第1表　非繁殖期のメダカ卵母細胞成長に対するX線照射の影響

群	実験処理			産卵 12月22日～12月25日	死亡数 12月5日～12月25日	生存数（測定数）12月25日	卵巣重量（mg）平均±S.D.
	12月5日実験開始	12月18日	12月25日実験終了				
A	無処理	無処理	固定	++	2	33	124±53
	高温（26℃）						
B	2kr照射	無処理	固定	—	2	27	54±26
	高温（26℃）						
C	無処理	8kr照射	固定	—	15	21	48±25
	高温（26℃）						
D	無処理	2kr照射	固定	+++	0	30	144±59
	高温（26℃）						
E	無処理	無処理	固定	—	1	31	46±18
	室温（10℃以下）						
F	2kr照射	無処理	固定	—	1	28	32±13
	室温（10℃以下）						

危険率1%でAとB，AとC，AとE，CとD，EとFのあいだには有意差あり，AとDには有意差なし



第1図　産卵数に対するX線照射の影響



第2図　被照射配偶子の受精による胚の死亡率と線量との関係

いて，その後の死亡率を調べた。多くの個体が照射中に産卵したため，定量的な結果は得られなかったが，1）いずれの線量をうけてもこの時期の卵細胞は産み出され受精能力をもつこと，2）この時期に照射を受けた卵が受精したのち発生をはじめた胚は，卵母細胞成長期に照射を受けた卵から生じた胚よりもはるかに死亡率が高い（5日までの死亡率：非照射群で57%，2krで85%，4krで89%，8，16，32krで100%）ことがわかった。

(3) 論　議

冬期に行なった実験Iの結果から次のことがわかった。1）魚を室温においた場合卵巣は小さく，産卵は全然おこらず，2kr照射した群（F）では非照射の群（E）よりも卵巣は一層小さいがその差は確実とはいえない。2）照射をせず，26℃に移して飼育すると（A群），17日後には産卵をはじめる個体もあり，20日目に固定してみると，多くの卵巣は大小さまざまの卵母細胞をふくみ，卵巣重量は平均して室温においたものの3倍近くに

達する。 3) 高温に移す直前に 2 kr の照射をしておくと（B 群），高温による卵母細胞の成長促進はほとんどおこらない。 4) しかし，高温に移し 13 日目に 2 kr の照射をした場合は（D 群），卵母細胞の成長，成熟は抑えられず，17 日目には産卵をしはじめるものもある。 5) しかし，同じく 13 日目に 8 kr の照射をうければ，卵母細胞の成長は停止し，この卵巣中には退化的な卵母細胞さえもみられる。

非繁殖季節のメダカ卵巣中にある小型卵母細胞が成長を開始するのは，水温の上昇に脳下垂体が反応して生殖腺刺激ホルモン分泌をはじめ，このホルモンに卵巣が反応するためであることが知られている。したがって 2 kr の照射をしたのちに水温を上げても卵母細胞の成長がおこらないことは，脳下垂体の高温に対する反応性か，卵巣の生殖腺刺激ホルモンに対する反応性かのいずれかがX線照射によって失われたことを意味する。また水温上昇によって一旦成長をはじめた卵母細胞の成長は 2 kr によって阻止されないことから，卵母細胞の成長を開始させる機構と，成長を継続させる機構とはX線感受性の点で異なることが示唆される。照射量を 8 kr にあげると成長中の卵母細胞も退化することからみて，この後者の機構も放射線によって全然影響をうけないわけではないことは明らかである。

繁殖季節に行なった実験 II の結果（第 1 図）と今までに知られた線量—致死関係（江上，江藤，1962）から次のことがわかる。 1) 産卵を続けている雌に 2 kr の照射をしても，その後少なくも 10 日間の産卵数には有意義な変化はみられない。 2) 致死線量である 4 kr の照射をすると，8 日目位まで産卵するが，10～15 日目の死の直前になって産卵が停止する。 3) 8 kr 照射では産卵数は 7 日前後から急激に減少し，その後 1～3 日で死亡する。 4) 16 kr では照射翌日はほとんど産卵がおこらないが，2～4 日目に産卵が一旦回復しその後再び減少して 2～4 日に死亡する。 5) 32 kr 照射をうけると照射後 3 日目に少数の産卵がみられたほかは，産卵は照射翌日からほとんど完全におこらない。ここで注目を要するのは次の 3 点である。第 1 は繁殖季節の産卵は 2 kr 程度では影響をうけず，4 kr 以上の致死線量を受けてはじめて阻止されるが，この結果は実験 I の結果と一致する。第 2 は照射後産卵停止がおこるまでの時間は線量の増加とともに減少する。これは照射後の親の生存期間は 8～64 kr の線量範囲では線量に関係なく一定で約 10 日 (23℃) という事実とくらべると，致死の機構がそのまま産卵阻止の原因とはなっていないと考えられる。第 3 は 16 kr 以上の照射をうけた場合翌日の産卵は停止するが，その後一時的に産卵することからみて，最も成長の進んだ大型卵母細胞の方がより小さいものより影響をうけ易いか，放射線による産卵停止の機構には一時的な回復がありうると考えられる。

実験 III の胚死亡率については（第 2 図）次のことが考えられる。正常な精子で受精された第 1 回の実験では卵形成の過程で照射をうけても受精率は低下せず，外観上正常な受精卵が得られたが，発生の進行とともに障害があらわれた。例えば第 2 図に示すように，各線量をうけた群の見かけ上正常な受精卵に由来する胚の 30 日までの平均死亡率は，線量の増加とともに増すことが示された。しかし死亡率は稚魚の飼育条件によって著しく変化するため，今回の実験データだけでは線量と死亡率の量的関係を扱うには充分とはいえない。第 2 回の実験は，卵母細胞の段階で照射された卵を，雄の体内で照射をうけた精子と受精させたものである。この場合には 4 kr 以上照射した群の胚はすべて 30 日以内に死亡した。第 1 回実験と第 2 回実験とは対照群の死亡率が異なり，同じ指標で比較できないが，卵母細胞だけが照射をうけた第 1 回実験の胚に比べ，卵母細胞も精子もともに照射をうけた第 2 回の胚の方が死亡率もはるかに高いことはまちがいない。以上の諸事実は，稚魚の死亡は主として生殖細胞におこった優性致死突然変異によるという考えと矛盾しない。このように考えると，卵子形成の異なった段階で照射された場合の突然変異率を比べることも可能であって，実験 II，III について比較して，成長期よりも減数分裂の第 1 分裂が終了した時期の方が突然変異発生率に関して放射線感受性が高いといえる。

今回の予備実験の諸結果はいずれも充分でないが，実験に用いるに必要な線量を知ることができたので今後詳しい研究を行ないたい。

〔研究発表〕

江上信雄，兵藤泰子，江藤久美；メダカの卵子形成におよぼすX線照射の影響，文部省放射線影響班研究報告（1963 年 3 月）

6. メダカに対するレセルピンのX線防禦効果

生物第1研究室
江上信雄
江藤久美
兵藤泰子

哺乳類においては，セロトニンがX線に対して保護作用があることがよく知られている（Bacq and Alexander, 1961; van den Brenk and Elliot, 1958)。セロトニン，あるいは組織からセロトニンを放出させるレセルピンを注射するとX線照射後のラットの死亡率を減少させる（van den Brenk and Haas, 1961)。著者らは硬骨魚を用い，レセルピンのX線防禦機構を研究する第一歩として，まず防禦効果のみられる条件を明らかにした。

材料および方法

市販のヒメダカ *(Oryzias latipes)* を用いた。購入直後は環境の激変などにより高率に死ぬ場合があるので，1週間位屋外のカメの中で飼育したのち実験に供した。線源は島津製信愛号 200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Al と 0.5 mm Cu フィルターを用い，空中線量を 400 r/min. とした。

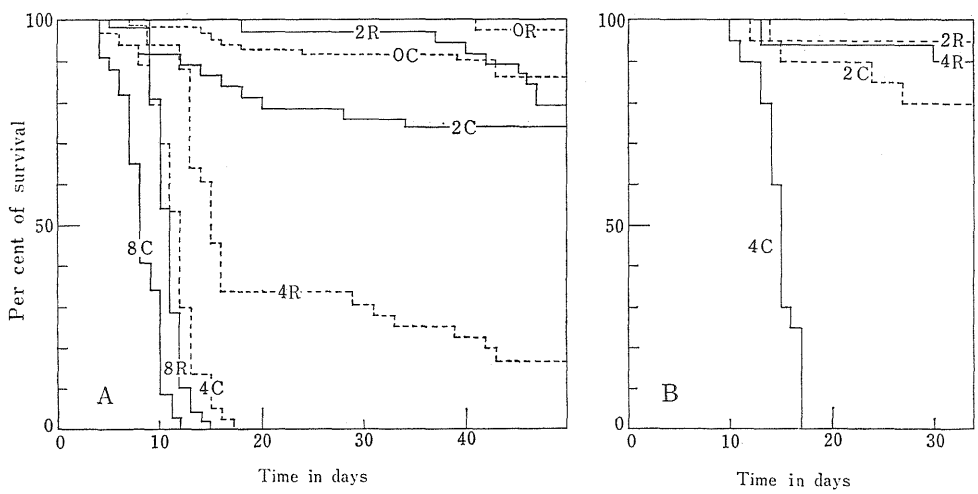
メダカは1群約25尾とし，水深1.5 cm のレセルピン溶液中において室温で照射した。照射後，直ちに真水にもどし21～23°C で飼育して30乃至50日間毎日死亡個体数を記録した。レセルピンは市販の "セルパシル" (Ciba Prod. Ltd.) を一定濃度にうすめて，その溶液中に照射前一定時間入れて処理した。

〔実験 I〕 生存期間におよぼす低濃度のレセルピンの効果

0, 0.625, 1.25 および 2.5 mg/*l* のレセルピン溶液中にメダカを 30 時間入れたのち照射した。線量は4または8 kr 与えた。この両線量ではレセルピンのいかなる濃度で処理した群についても生存期間の延長はみられなかった。

〔実験 II〕 生存期間におよぼす高濃度のレセルピンの効果

メダカは実験Iと同じコロニーのものを使った。メダカは 100 mg/*l* のレセルピン溶液中に照射前15分または30分保ち，同じ溶液中で照射した。この濃度のレセルピン溶液にメダカを入れると3～5分で泳ぎが止まり，照射中はほとんど静止状態になる。線量は2, 4および8 kr を与えた。結果は第1図 A および B に示した。



第1図 Effects of reserpine of survival of irradiated fish. Reserpine was applied for 15 minutes (A) or 30 minutes (B) prior to irradiation. OC: non-irradiated; OR: non-irradiated but treated with reserpine; 2C: irradiated with 2,000 r without reserpine; 2R: irradiated with 2,000 r following reserpine treatment; 4C: irradiated with 4,000 r without reserpine; 4R: irradiated with 4,000 r following reserpine; 8C: irradiated with 8,000 r without reserpine; 8R: irradiated with 8,000 r following reserpine

論　議

実験Ⅰで使用したような低濃度のレセルピンでもメダカの卵巣の発育をある条件下で促進させる能力があることがわかっているが（Egami and Ishii, 1962），放射線防禦作用はみられなかった。実験Ⅱの結果から高濃度のレセルピンは4 kr 照射をうけたメダカの生存期間を顕著に延長することがわかった。

Langendorff ら（1959）は，照射12時間前にレセルピンをマウスに注射しておくと保護効果がみられたと報告している。一方，ラットに少量のレセルピンを照射16時間前に注射したのでは無効であるが，多量を照射直前に与えると，明らかな保護効果があるという報告もある（van den Brenk and Haas, 1961）。われわれの結果は van den Brenk らの結果とよく似たものとなった。

レセルピンのセロトニン放出作用は多くの研究者によって確認されており，またセロトニンがX線防禦効果をもっていることも明らかにされている。一方，レセルピンは血中の ACTH やコルチコイドのレベルを上昇させることも報ぜられている（Monatanori and Stockham 1962）。別報のごとく（Egami *et al.*, 1962），X線照射により脳下垂体から ACTH の分泌が促進され，この ACTH がX線障害からの回復に何らかの寄与をしていることが考えられる。したがって，レセルピンを作用させたのちに ACTH の分泌が高まり，それがX線防禦効果の一端をになっているという可能性もある。さらにレセルピンの麻酔作用により，個体の外呼吸が抑えられ，酸素消費が低下することもメダカについて実測された（兵藤，未発表）。したがって，この条件下では組織中の酸素分圧が低下するので，このことが防禦作用の主な機構であるかもしれない。これらの点の一つ一つについて分析し，個体としての放射線防禦効果の本質について研究進行中である。詳細は下記論文および近く発表予定の論文にゆずる。

〔研究発表〕

1. Egami, N. and H. Etoh; Dose-survival time relationship and protective action of reserpine against X-irradiation in the fish, *Oryzias latipes; Annot. Zool. Japon.*, 35, 188～198 (1962)
2. 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，Ⅰ．レセルピンのX線防禦効果，日本放射線影響学会第4回研究発表会（1962年10月）；同講演集（要旨）

7．魚類の黒色素胞の調節機構に及ぼす放射線の影響

Ⅱ．黒色素胞の調節神経繊維に及ぼす放射線の影響

生物第1研究室

江　藤　久　美

自律神経に対する放射線の作用を研究することは生体の調節機構に対する作用を知るうえに重要である。著者は既に36年度年報において，フナの尾ヒレの黒色素胞およびその調節神経末端に対する放射線の影響について報告したが，今回は色素胞調節神経繊維に対する放射線の影響について述べ，若干の考察を行なった。

材料および方法

フナ（*Carassius carassius*）の尾ヒレを用いた。標本は尾ヒレの2鰭条を含む細片をとり，30分間生理食塩水中に静置したものを実験に供した。測定条件など特に記載のないものは前回報告した実験方法と同じである。線量は ^{60}Co γ 線を62.5，125，250 kr 与えた。神経繊維は1.5 mm 間隔の白金電極により AC 50 c/s，1.5 V で3分間刺激し，黒色素胞の凝集を光電記録法で記録した。

結　果

電気刺激によって黒色素胞の凝集，拡散の両神経繊維が興奮するが，凝集神経の効果が優勢であるため，黒色素胞の凝集のみがひきおこされる。この際，ジベナミン（dibenamin）で凝集神経系をブロックしておくと拡散反応がおこるが，フナの場合，この条件下で拡散した黒色素胞を凝集させる薬剤がないため，今回の実験では拡散神経繊維に対する作用は実験できなかった。凝集神経繊維に対する放射線の影響は第1表に示した。

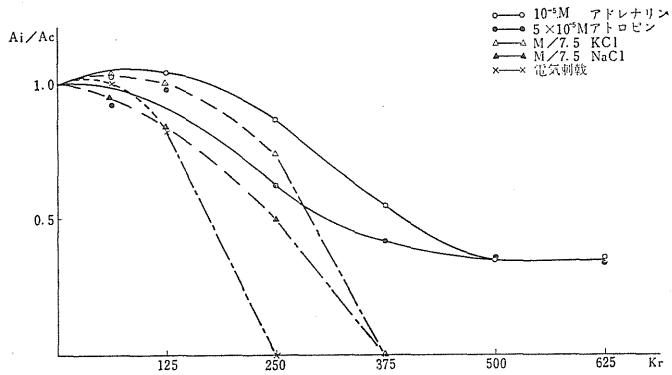
第1表　神経繊維の反応と線量との関係

Dose (kr)	62.5	125	250
A_i/A_c	1.01	0.83	0.00

A_i：照射後の測定値/照射前の測定値
A_c：2回目の測定値/1回目の測定値

論　議

Bachofer (1957) はラットの ventral caudal nerve をとり出して，X線を照射しながら電気的に spike amplitude，conduction velocity を測定した。その結果，照射開始とともに神経の活性の高まりがみられ，その後次第に低下して spike amplitude については500～600 kr 位でほとんど0になることを発見した。今回の実験は Bachofer の実験と神経の種類，指標のとり方，そ



第1図　黒色素胞，神経末端および神経繊維に対して
^{60}Co γ 線を照射した場合の線量—効果関係

の他実験方法などが全く異なるので比較はできないが，低線量域で，わずかではあるが反応の高まりがみられたことなど類似の傾向を示した。

第1表および昨年度年報で報告した結果をまとめて線量—効果関係を示すと第1図のようになる。この図から神経繊維，神経末端，黒色素胞の順に放射線感受性が低くなっているように思われる。

〔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 II. 第33回日本動物学会大会（1962年10月）；動物学雑誌，71，374（1963）（要旨）

8．脂質代謝，特に中性脂肪の体内移動のホルモン支配機構とその放射線感受性

生物第1研究室
舘　　鄰

生物の持つ最も基本的な性質の一つは，恒常状態（Homeostasis）を，個体ないし，個体に相当する閉鎖系の内部に維持することである（B. Cannon, 1932）。生物の存在にとって本質的な意味を持つ体内の恒常状態が，放射線によっていかに攪き乱されるかを実験的に明らかにすることは，放射線障害の本質を知り，化学的な防護の知識を得るための大きな足がかりとなるであろう。

そのような立場から行なわれている一連の実験のなかの一つとして，組織のレベルで調節機構の一断面を捕え，そこにおける放射線の影響を追究し，あわせて，放射線によってひき起こされる脂質代謝異常の原因を理解する手がかりを得ようとするのが，このテーマの目的である。

実験は，過去1年間に基本的な操作，設備を確立する段階を終り，現在ようやくその緒についたところである。

脂肪組織は，皮下をはじめ体内のさまざまの部分に分布し，主に「脂肪」の貯蔵にあずかっている組織である。この組織は，従来考えられていたごとく，生理学的に不活性なものでは決してなく，血液中の脂質レベルの調節，体内臓器へのエネルギー源の供給に積極的な役割を営んでいることが，最近次第に明らかになってきている。

シロネズミ雄の睾丸上部に附着しており，典型的な脂肪組織（White fat）の一つである Epididymal fat body（EFB と略記）は，多くの実験上の利点を備え，しばしばこの種の実験材料として用いられているが，EFB の組織片を切り出し，*in vitro* で血清，あるいは血清アルブミンを含有する生理的塩類溶液（Krebs-Ringer phosphate buffer 溶液）中で 37°C に加温振とうすると，組織内の中性脂肪が，加水分解され，非エステル型脂肪酸（Non-esterified-fatty acid, NEFA）が，溶液中に放出される。この過程は，糖代謝に密接に関連し，ACTH，インシュリン，アドレナリン等のホルモン物質で調節されている複雑な生理化学的な過程であることが，多くの研究者によって指摘されている（White and Engel, 1958; Gordon *et al.*, 1957, 1958; Hollenberg, 1961 など）。この現象は体内における脂質移動に重要な役割を演じているのみならず，たとえば糖尿病の際に見られる脂質代謝異常の1次的原因と関連していることが示唆されており（Langdon, 1960），その生理化学的な意義は高く評価されている。

筆者は，White and Engel (1958)，Hollenberg (1961) によって記されている方法を用いて，被照射 EFB 組織片の NEFA 生成について実験を行ない興味ある結果を得つつある。結果の詳細については，さらに実験を進めてから報告するつもりであるが，これまでに知られた事実および当面の計画の概要は以下のとおりである。

1. 切り出した EFB 組織片を *in vitro* で X 線およびγ線により照射した場合，i) 10,000 r では，NEFA 放出は促進され，ii) 100,000 r 以上では，線量に応じて抑制されるものと思われる。

2. 前者は，むしろ糖代謝系の抑制の結果であり，後

者は，NEFA 生成にあずかる酵素（簡単にはリパーゼ）そのものの不活化の結果であると考えられるが，実験的な証明が必要である。

3. ホルモン物質による NEFA 生成過程の活化，不活化の機構そのものの放射線感受性の追究，およびその放射線障害，特に照射によって誘発される脂肪肝，脂肪血症との関係。

4. 細胞内酵素の生理的な活性状態の差異と放射線感受性の差異との関係。

〔研究発表〕

Chikashi Tachi; Seasonal variations in the fat body and possible role of hypophysial factors in regulation of fat mobilization in the Japanese newt, *Triturus pyrrhogaster*, *Annot. Zool. Japon.*, 36, 7～13 (1963)

9．両生類幼生の放射線致死に対する DNP 保護効果の機構—NaN_3 による保護効果の消失

生物第2研究室
仲尾善雄*
田口茂敏
*生物研究部長

研究目的

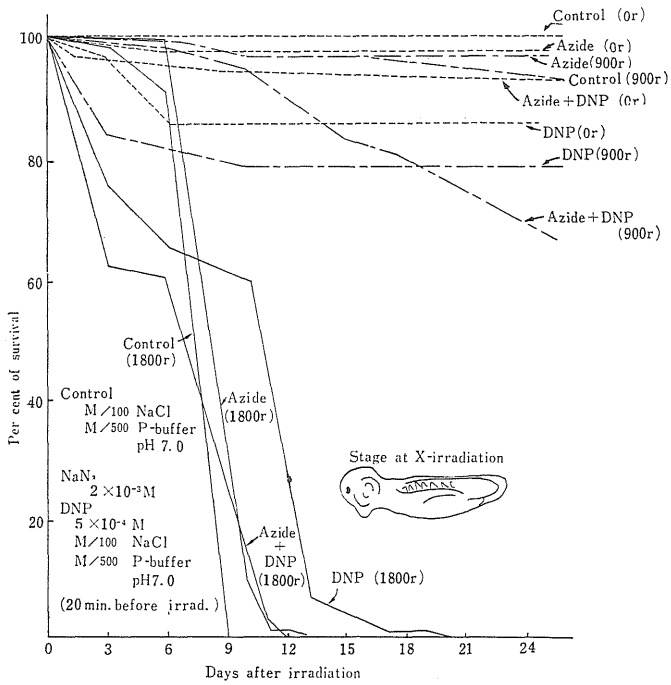
著者らは，昨年2,4—Dinitrophenol (DNP) が種々の動物胚の呼吸を高めるので，放射線感受性を上昇せしめることが予想されるにもかかわらず，実際は保護効果を有することを明らかにした。DNP の保護効果は，Fritz-Niggli によりショウジョウバエの致死突然変異および転座についても報告され，また Prasličkа *et al.* によりマウスの致死についても発表された。著者らはこの DNP の保護効果の作用機構を明らかにするために，NaN_3 が DNP の保護効果にどのように作用するかをしらべた。何故ならば，胚の DNP 呼吸は正常な呼吸に何らの影響をも及ぼさないような濃度の NaN_3 により完全に抑えられるからである。

研究方法

尾芽期または筋反応期の *Bufo vulgaris* の胚を，DNP ($5\times10^{-5}M$, NaCl $^1/_{100}M$ 中に溶解，$^1/_{500}M$ P-buffer により pH 7.0)；NaN_3 ($2\times10^{-3}M$)；DNP + NaN_3（前記 DNP 中に NaN_3 を同じ濃度に溶解）および対照群（$^1/_{100}M$ NaCl, P-buffer により pH 7.0）の各液に浸し20分後に照射を行なった。照射は X 線により 200 kVp, 20 mA (0.5 mm Cu + 0.5 mm Al)，線量率約 140 r/min. で，900 r, 1,800 r を照射した。4群は放射線錐中対称の位置におき同時照射し，線量は Victoreen の線量計で積算線量を求めた。照射後よく水洗し，シャーレ中に飼育して生残率を調べた。非照射対照群も同一処理をした。

研究結果

対照の非照射胚に対する DNP または DNP + NaN_3 の作用は軽微であって，わずかに13%以下の死亡を生じたにすぎない。900 r 照射も約1カ月後に最大約30%の死亡を生ずるのみであった。1,800 r では明らかに DNP の保護効果がみられる。しかし DNP の保護効果は，NaN_3 により全く消失せしめられる。900 r 照射の胚の発育程度を Merkmal とした場合にも全く同様のことがいえる。結果は第1図に示すとおりである。



第 1 図

考　察

DNP の保護作用の機構についてはいろいろ論ぜられた。哺乳動物における Prasličkа の実験は DNP の作用がいろいろな部分に違った形で行なわれるため解析の困難なことは彼らのいうとおりである。両生類の幼生で

は話が哺乳動物のように複雑ではないうえ，DNP の幼生呼吸に対する作用については石田らの詳細な研究があるので，比較的容易である。DNP の胚の呼吸上昇については，二つの考え方があってまだ決定していない。したがって，DNP の保護効果についても結論的なことは未だいえないが，NaN_3 によりその保護効果は，この物質の胚呼吸系に対する作用と同じ過程を通じて作用していると考えられる。

〔研究発表〕

1. 仲尾善雄，田口茂敏；両生類幼生の放射線致死に対する DNP 保護効果の機構—NaN_3 による保護効果の消失，日本放射線影響学会第4回研究発表会（1962年10月）
2. Nakao, Y. and S. Taguchi; The protective action of DNP (Dinitrophenol) against the lethal effects of X-irradiation in toad embryos, *IInd Intern. Cong. Rad. Rer.*, (1962)

10. Chromosome aberration の rejoining に対する nucleotide polyphosphate の作用の比較

生物第2研究室

仲尾善雄*

田口茂敏

*生物研究部長

Chromosome aberration の rejoining に対しては，照射後の各種の処理（無酸素，CO，DNP，6-PG，etc）により代謝により生ずるエネルギーが必要であることが示唆され，さらに ATP 処理により，それが ATP から与えられることが実験的に示された。著者はかねて，nucleotide polyphosphate に種類があるのは co-enzyme として働く時にその意味があり，エネルギー源として用いられるのは，各種の生物活性に対しても常に ATP であるという斉一性が存在するのではないかと考えていた。その1例として chromosome aberration の rejoining に対し各種 nucleotide polyphosphate がどのような作用をもつかを下記の条件でしらべた。

材料および方法

Vicia faba（さぬき長莢・わせそらまめ）を室温（Ca 17℃）で水耕し，7～9日目位で根の長さ6～7 cm 位のものを，厚さ3 cm のポリスチロールの板の上に口紙をひき，その上に根端を中心に向けて放射状に並べ，その上にうすい紙をのせ，上から水をそそいで，形を安定させるとともに水気をあたえた。このように用意したものを 200 kV (0.5 mm Cu+0.5 mm Al) X線で 50 r/min. で10分間（500 r）照射し，照射後直ちにそれぞれの液につけ1時間処理し，その後11時間（照射後12時間）水耕して根端を約4 mm とり Gomori の指定する固定液で固定し，その後 Gomori の haematoxylin で染色し，通常の squashing 法によりプレパラートを作り検鏡した。nucleotide polyphosphate は第2表（次頁）のごとき8種を用いた。製品は総べて Cal. Bio. Chem, のものを用い，$^1/_{100}M$ NaCl・$^1/_{500}M$ phosphate buffer pH 7.0 の溶液に $2\times10^{-3}M$ の濃度に溶かして用いた。

結果および考察

表のごとく bridge，breakage (chromatid break と isolocus break を含む)，multipoler，ring および micronucleus についてしらべた。第2表（次頁）上段の数字は染色体異常の見られた細胞数，下段の括弧内の数字は異常の総数に対する百分比である。なお bridge は1細胞内に多数見られた時にはそれを皆数としてかぞえている。また，micronucleus は異常の総数にはかぞえず，比は異常総数をもとにして計算した。

breakage に対し ATP と UDP が顕著に効いていることが知られた。

ATP は従前の結果と同じく rejoining に対し著しく効果のあることが知られた。そして ATP 以外のものは UDP を除きほとんど効果がないので，rejoining の時のエネルギー源としては ATP のみが役立ち得ることがわかった。たまたま UDP が効いているが UTP が効かないことからして，直接エネルギー源として用いられるのではなくて，UDP があることにより，或る代謝系の活性が促進され，その結果 ATP ができてこれが用いら

第1表　使用した normal な材料の分裂各期の分布および mitotic index

Total cell count	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Sum of mitotic cells	Break
2,241	74 (51)	29 (20)	20 (14)	23 (16)	146 (100)	3 (2)

146 ÷ 2241 = 0.065 (6.5%)……mitotic index

第 2 表

	Bridge	Break	Multipoler	Ring	Sum	Micronucleus
Irradiated control	27 (20.6)	120 (91.6)	15 (11.4)	1 (.76)	131 (100)	4 (3.1)
ATP	11 (12.1)	42 (46.2)	11 (12.1)	0 (.0)	91 (100)	5 (5.5)
ADP	20 (17.6)	81 (71.7)	3 (2.7)	0 (.0)	113 (100)	1 (.9)
GTP	15 (10.6)	130 (91.5)	7 (4.9)	2 (1.4)	142 (100)	27 (19)
GDP	10 (10.0)	83 (83.0)	8 (8.0)	0 (.0)	100 (100)	5 (5.0)
CTP	21 (16.2)	111 (85.4)	12 (9.2)	1 (.8)	130 (100)	0 (.0)
CDP	14 (13.9)	88 (87.1)	7 (6.9)	0 (.0)	101 (100)	0 (.0)
UTP	7 (7.9)	72 (81.8)	15 (17.0)	3 (3.4)	88 (100)	5 (5.7)
UDP	21 (21.9)	56 (58.3)	10 (10.4)	0 (.0)	96 (100)	2 (2.1)

れるものと考えるのが，妥当であろうと思われる。

なお今回の実験の結果さらに，線量を少なくし，照射後固定までの時間を短かくする等，多少実験条件を変更するとさらに明解な結果が得られるものと考えられる。

〔研究発表〕

仲尾善雄，田口茂敏；Chromosome aberration の rejoining に対する nucleotide polyphosphate の作用の比較，昭和37年度文部省班研究報告，No. 7, 4 (1963)

11. 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

生物第2研究室
田口茂敏
仲尾善雄*
*生物研究部長

われわれは，動物の組織呼吸を高める作用を有する DNP に着目し，かねてから，ウニ，ヒキガエル等の卵を用いて，その放射線に対する保護効果につき研究してきたが，さらにその作用の一般性を確かめるために，2, 3の動物胚に対する作用につき研究したのでその結果を報告する。

(1) バフンウニ胚に対する効果

材料および照射時期：5/9 M KCl によって刺激して卵および精子を得，さらに通常の方法に従って受精を行なわせたのち 20°C の恒温室中で飼育し，第3～4分裂期の胚を材料として用いた。

照射条件：^{60}Co の γ 線を用い，500 r/min. の線量率で16分間，総線量8,000 r の照射を行なった。

薬液処理：海水中に DNP を $5 \times 10^{-5} M$ の割で含み pH 8.4 なる液にて，照射前40分処理し，照射中も処理液はそのままとし，照射終了直後に通常の海水にもどして，再び 20°C のなかで飼育し，観察を行なった。

結　果：

1. 正常な対照群は受精後48時間でプルテウス幼生にまで達した。
2. DNP による処理のみで非照射の群は多少発生の遅れは感ぜられるが，全個体とも正常に発生して対照群とほぼ差がなく，薬液による処理のみでは発生にたいした影響を与えないことが知られた。
3. 薬液による前処理をしないで照射のみを行なった群では，大部分の個体は胞胚で，その体腔には間充織が一杯に詰まった状態で発生が止まり，ごく少数の個体はプルテウス幼生にまで達しているのが見られた。
4. DNP で照射前に40分間の処理をし，照射中もその処理を続けたまま，8,000 r の照射を行なった群では，約半数はほとんど対照群と同じようにプルテウス幼生にまで発達し，残りの約半数は間充織が体腔に詰まった胞胚期のままで発生が止まっているのが見られた。この結果からみて，DNP は γ 線の照射に対しバフンウニの胚に顕著な保護効果を現わすことが知られた。

(2) メダカ胚に対する効果

材料および照射時期：メダカ胚の産卵当日（胞胚期）および産卵後2日目の胚（体軸が定まり，頭部には眼胞とレンズの分化が見られ，体節数が10体節前後に達したもの）を用いた。

照射条件：^{60}Co の γ 線を用い，500 r/min. の線量率で14分間，総線量7,000 r の照射を行なった。

薬液処理：1/100 M の NaCl 中に DNP を $10^{-4}M$ の割で含み，1/500 Mの燐酸バッファーで pH 7.0 にしてある液で5時間，または照射前10時間より5時間のみ DNP 処理をし，その後は水にもどして飼育した。

結　果：1日目胚

1. 正常胚の対照群は産卵後7日目になると，卵黄嚢は小さくなり，胚体は成長し，胸鰭も発達して動くようにまでなる。
2. DNP による処理のみでは，認め得るほどの発生の遅延，異常は見られない。
3. 1日目胚に7,000 r の照射を行ない，7日目に観察すると，卵黄嚢は小さくならず，その表面には非常に不規則な凹凸が見られ，胚体は細胞の集合としてはみられるが，認め得べき器官の分化はなく，かつ細胞質の部分は不透明で，照射による影響の大きいことが知られる。
4. これに反し，DNP による前処理を行なってから照射した群では，卵黄はやや小さくなり，その表面も平滑であり，正常な対照群ほどではないが，胚体も発達し，脊椎も見られ，目も黒化して充分に発達し，頭部には多少水腫状の変化の見られる個体もあるが，ほぼ正常な4日目胚に近い形態をとり，体も透明で，メダカの1日目胚に対しては DNP は顕著な保護効果を現わすことが知られた。

2日目胚

2日目胚を用いて同様な実験を試みても1日目胚の時に見られたごとき保護効果は何ら認められなかった。

(3) DNP 処理によるメダカ胚の ATP 量の変化

DNP の放射線に対する保護作用は現在，一般に DNP が組織の呼吸を高め，その結果，細胞内の呼吸に利用し得る遊離酸素の分圧が低下して，酸素効果と逆の結果になり，したがって保護作用が現われるものと考えられている。

一方 DNP はメダカ胚に対して，1日目胚ではその呼吸を高めるが，2日目胚に対しては作用を及ぼさないことが知られている。また，一般に動物の組織や胚では，DNP を作用させると，ATP が減少することが知られているので，1日目胚と2日目胚につき正常群と DNP 処理群（処理時間，濃度等はすべて照射実験に同じ）につき ATP 等を，イオン交換樹脂を用いるカラムクロマトグラフ法により測定した。

結　果：

1. 下表に見るごとく，1日目胚では DNP 処理により ATP と AMP は減少し ADP はやや増加しているが，2日目胚では DNP による5時間の前処理ではそのような変化が見られないことが知られた。

第 1 表

処　理	発生時期	AMP	ADP	ATP
対　照	F. 12（1日目）	0.228	0.084	0.060
DNP 5 hr. 前処理	〃	0.168	0.092	0.027
対　照	F. 25（2日目）	0.383	0.087	0.054
DNP 5 hr. 前処理	〃	0.350	0.088	0.050
DNP 5 hr. AQ 5 hr.	〃	0.162	0.093	0.025

（表中の数字は500個胚当りの μM 数）

2. 表中最下段の列に見られるごとく，2日目胚でも，DNP による5時間処理ののちに再び正常な飼育液にもどしてさらに5時間置いたものでは，1日目胚の場合と同じように，DNP による5時間処理により ATP と AMP は減少し，ADP はやや増加した。

2日目でも，なおこのように ATP の減少が見られるような条件の処理をしたものに，同じ線量により照射を行ない，照射のみを行なった群には明らかな障害が見られる4日後に比較してみると，胚体や眼の分化もほぼ正常に進み，細胞質は透明であり，ごく一部のものの頭部には水腫が見られたが，なお DNP による保護効果が明らかに認められた。

要約および考察：

1. バフンウニおよびメダカの胚に対しても，或る条件のもとでは，DNP は放射線による障害を顕著に軽減する作用をもつことが知られた。
2. DNP はメダカの1日目胚の呼吸は高めるが，2日目の胚のそれには作用しないことが知られていたが，これと並行するように，DNP は1日目胚に対しては照射に対して保護効果を示すが，2日目胚には作用をもたなかった。また，ATP 量に対しても1日目胚では，DNP はそれを減少させ，2日目胚では（前処理5時

間）何ら作用をもたないことが知られた。

前半 1. の結果のみからみると，DNP による保護効果の作用機構は一見して酸素分圧の低下によるためであるとする考えに有利であるようにみえるが，後者 2. の結果からみると，DNP による呼吸の上昇と保護作用が必らずしも並行して起こるのではなく，むしろ ATP の減少を生ぜしめるような条件と保護作用が並行して存在しているように思われるが，なお細部の解析は今後の研究にまたねばならない。

〔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，第 33 回日本動物学会大会（1962 年 10 月）；動物学雑誌，71, 11, 409 (1962)

12. DNP (2, 4-dinitrophenol) のサツマイモネコブセンチュウ *in vitro* 産卵に対する放射線保護効果

生物第 2 研究室

石橋信義*

仲尾善雄**

*研究生

**生物研究部長

1) DNP の雌成虫 *in vitro* 産卵に対する影響（予備実験）

目　的：

DNP の使用濃度を決定するため，この実験を行なった。

材料ならびに方法：

6 月下旬，甘藷（関東 14 号）にサツマイモネコブセンチュウ *(Meloidogyne incognita var acrita)* の幼虫を接種し，9 月 8 日，卵のうの白色半透明な雌成虫を採集し，リンゲル液（NaCl 0.8 g, KCl 0.01 g, $CaCl_2$ 0.01 g, $NaHCO_3$ 0.02 g, H_2O 100 g，デヒドロアセト酸 400 mg）に室温で 1 昼夜浸漬し，内臓物の吐出しない健全な雌成虫を供試材料とした。

DNP は上記リンゲル液にて $1\times10^{-3}M$, $2\times10^{-4}M$, $1\times10^{-4}M$, $2\times10^{-5}M$ を調製し，雌成虫およそ 50～60 匹をそれぞれ，25℃ で 30 分，90 分浸漬し，処理後はただちにリンゲル液にて数回洗滌し，シラキュース時計皿にリンゲル液 3 ml，雌成虫 10 匹，5 反復として 25℃ で産卵させた。

結　果：

処理後 2 日目，4 日目に産卵を計数し，1 雌当りの産卵数を求めた。

第 1 表　　卵数/♀

	2 日目 平均値	2 日目 S.E.	4 日目 平均値	4 日目 S.E.	合計 平均値	合計 S.E.
対照	37.9	± 2.9	39.0	± 3.8	76.9	± 4.2
DNP $1\times10^{-3}M$ 30分	16.1	± 2.5	22.8	± 4.2	38.9	± 2.3
DNP $1\times10^{-3}M$ 90分	10.3	± 2.8	13.7	± 5.1	24.0	± 3.2
$2\times10^{-4}M$ 30分	23.2	± 3.1	30.3	± 2.3	53.5	± 3.1
$2\times10^{-4}M$ 90分	22.7	± 4.3	22.6	± 4.2	45.3	± 3.4
$1\times10^{-4}M$ 30分	27.4	± 4.2	35.9	± 3.1	63.3	± 5.1
$1\times10^{-4}M$ 90分	24.9	± 4.5	29.1	± 4.3	54.0	± 3.3
$2\times10^{-5}M$ 30分	34.7	± 3.4	29.6	± 2.8	64.3	± 6.1
$2\times10^{-5}M$ 90分	26.1	± 4.2	27.2	± 5.1	54.3	± 5.4

2) DNP の放射線保護効果

a) 産卵数に対する効果

実験 1）の結果より，DNP には雌成虫の産卵を阻止する作用をもつことが明らかであるが，放射線を照射した場合は DNP の処理により産卵数が多くなるか否かについて検討した。

材料ならびに方法：

実験 1）と同様にして雌成虫を採集し供試材料とした。実験 1）より DNP は $1\times10^{-4}M$ 90 分処理が適当であるとして採択した。雌成虫は径 2.5 cm 高さ 2 cm のポリエチレン容器に入れ，^{60}Co γ 線を 1,000 r/min. の割合で 20 kr, 300 kr について照射した（容器の水深は 4～5 mm とし，雌成虫は容器の底に沈ませた）。照射処理が終るのを以って 90 分の DNP 浸漬処理も終るようにした。

処理後は実験 1）と同様にシラキュース時計皿に 10 匹 4 反復 25℃ でインキュベイトした。処理後 1 日目，3 日目，6 日目に産卵数を計数し，計数した卵は卵の発育をみるための材料とした。

結　果：

DNP 処理による産卵数の高まりはみられない。

第 2 表　　卵数/♀

		1 日目	3 日目	6 日目	合計
対照		23.5	40.6	60.2	124.3
20 kr	無処理	23.4	42.1	69.3	134.8
20 kr	DNP $1\times10^{-4}M$ 90分	15.8	28.8	54.9	99.5

300 kr	無処理	3.7	7.8	10.9	22.4
	DNP $1\times10^{-4}M$ 90分	3.1	13.0	11.7	27.8

b) 卵の発育に対する効果

a) の実験で産卵した卵を計数日ごとに採集し，300～400個を一つのシラキュース時計皿に入れ，2反復とし，25℃ で発育させた。

採卵後13日目に卵の発育を観察した。

第3表 （2反復の平均値）

		処理後1日目に採集した卵		処理後3日目に採集した卵		処理後6日目に採集した卵	
		仔虫期	仔虫期前	仔虫期	仔虫期前	仔虫期	仔虫期前
		%	%	%	%	%	%
対照		57.9	42.1	80.0	19.9	90.1	9.2
20 kr	無処理	36.9	63.0	58.6	41.4	78.7	21.2
	DNP処理	56.8	43.2	69.4	30.6	82.8	17.2
300 kr	無処理	0	100	0	100	0	100
	DNP処理	0	100	0	100	0	100

DNP の効果は 20 kr で処理後1日目ないし3日目に産卵した卵について現われているが，処理後6日目には顕著でない。

300 kr では，すでに卵の発育に対する保護効果は見られない。

〔研究発表〕

石橋信義，仲尾善雄；DNP (2, 4-dinitrophenol) のサツマイモネコブセンチュウ *in vitro* 産卵に対する放射線保護効果，昭和37年度文部省班研究報告，No. 13, 114 (1963)

13. 被照射ラットにおける電解質の行動変化とその解析

生物第2研究室
山口武雄
榎本好和*
舘　鄰**

*環境衛生第3研究室
**生物第1研究室

究極的には個体の死を招くような放射線の作用の機序を，放射線が生体の Homeostasis，特にその端的な表現である電解質の細胞内外の平衡に，どのような変化を与えるかという面から解析することは，充分興味ある問題である。

哺乳類の急性放射線障害には，線量によっていくつかの型があることがよく知られているが，例えば小腸の機能変化をとりあげてみると，明らかな‘小腸死’を生ずるような kr の線量で起こる変化はよく調べられているが，‘造血器官死’を生ずるような数百 r での変化はあまり知られていない。

著者らは，各種線量照射により生ずる動物の反応を統一的に把握することを目的として，急性放射線障害において電解質行動の変化が占める役割と，その変化が起こる機序の解析を試みた。結果は充分な学問的吟味の対象とするには予備的であり過ぎるが，一応の経過を報告する。

(1) 材料および方法

当研究所自繁の Wistar 系雄性ラット（2～3月令）を線量率 180 r/min. in air の ^{60}Co γ 線で所要線量照射。各時点でエーテル麻酔後ヘパリン 0.1 ml（100単位）を股静脈より注射し，直ちに頸静・動脈を切断して採血する。一部をヘマトクリット測定に用い他は2分し，一方を遠心し血漿をとる。全血および血漿のおのおの 1 ml を蒸溜水で10倍希釈し炎光分光光度法により Na, K を測る。全血および血漿の1～2 ml を三塩化酢酸で除蛋白後，蓚酸カルシウム沈澱を作り硫酸溶解のうえ，$KMnO_4$ で Ca を定量。血球中の Na, K, Ca は計算により求めた。

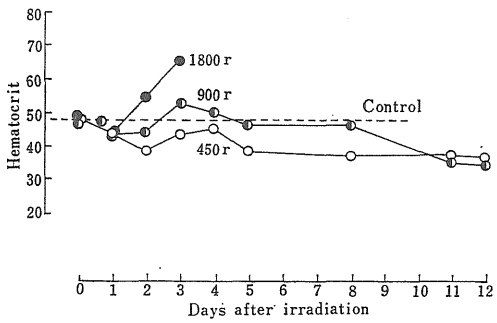
腸管吸収実験では，頭部強打放血後，回腸を約3 cm切り出し，Tyrode-glucose 液で洗滌。そのままおよび反転して下端をしばり嚢状とし，内部に ^{22}Na を含む Tyrode-glucose 液（0.1 μc/ml）を注入して上端をしばる。これを Tyrode-glucose 4 ml を入れたポリエチ管に移し 37℃ で incubate。5分毎に液をとり替え，嚢より外に出た ^{22}Na を Well type scintillation counter で測定。これにより腸腔から体内および逆方向への ^{22}Na の動きを知る。測定値は最初の10分を除く50分間に外に出た ^{22}Na の嚢中全 ^{22}Na 量に対する百分比として便宜的に表現した。

顕微鏡観察用の組織標本は，回腸および空腸を Bouin 液固定後，通常のごとく切片とし，eosin-haematoxylin 染色して得た。

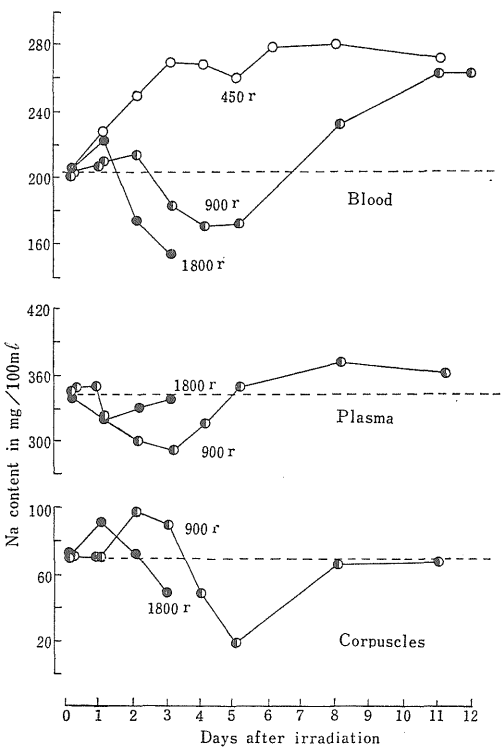
(2) 結果および考察

1) 450，900 および 1,800 r 照射後のヘマトクリット値の時間経過を第1図（次頁）に示す。いずれの線量でも最初少し減少し次いで増加した。この増加は大線量ほど著しい。1,800 r では照射後3日と4日のあいだにす

べて死亡した。その際全採血量も著しく減少（正常の約60%）したが，これは70%というヘマトクリット値が示すように激しい脱水のあることを示す。実際に照射後2日目から激しい下痢を起こし，非照射の無給餌対照に比して1日平均1割程度の体重減少があった。



第1図　γ 線照射後のラットのヘマトクリット値の変化



第2図　γ 線照射後のラットの全血，血漿および血球中の Na 含量の変化

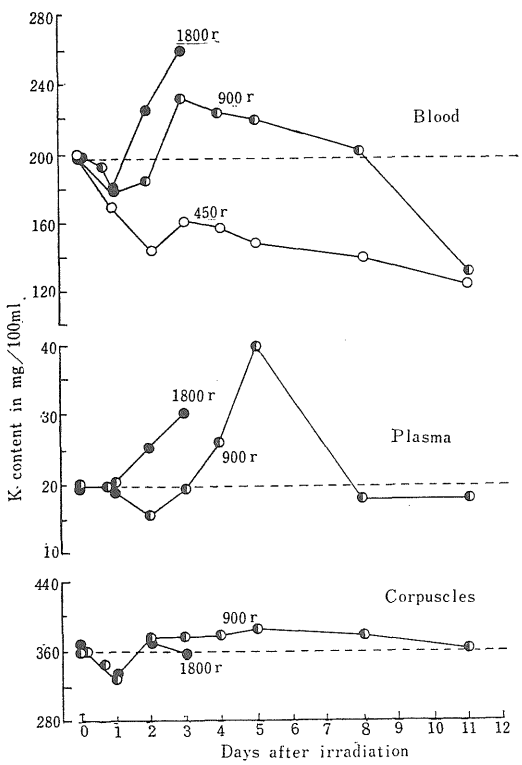
450，900 r の照射群では，ヘマトクリット値の増加は3～4日で終り再び減少した。900 r 照射のものは10日から2週間にかけて死亡した。したがって，この第2のヘマトクリット値の減少は造血器障害によるものであろう。

以上のことから，照射後のヘマトクリット値の変化には，三つの時期，すなわち減少・増加・再減少の3相があり，1,800 r ではこの第2の時期に，また 900 r では第3の時期に死亡すると表現できる。

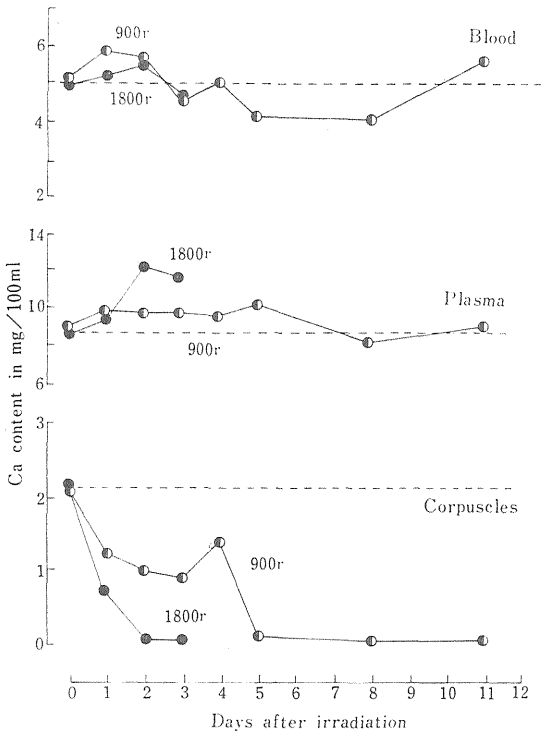
2）上記各線量照射後の血液，900，1,800 r 照射後の血漿および血球中の Na, K, Ca 含量の変化を，それぞれ第2図，第3図および第4図（次頁）に示す。

各図で示されるように，照射後の全血中の Na, K, Ca 含量の変化は一見大きいが，血漿と血球とにおける電解質分布が異なり，かつ照射後両者の容積比が変ることを考えれば当然の結果である。

血漿中の Na はヘマトクリット増加期に先行して少し減少し，以後増加する。このことは‘小腸死’における脱水現象に Na の過剰な損失が先行し，かつその主原



第3図　γ 線照射後のラットの全血，血漿および血球中の K 含量の変化

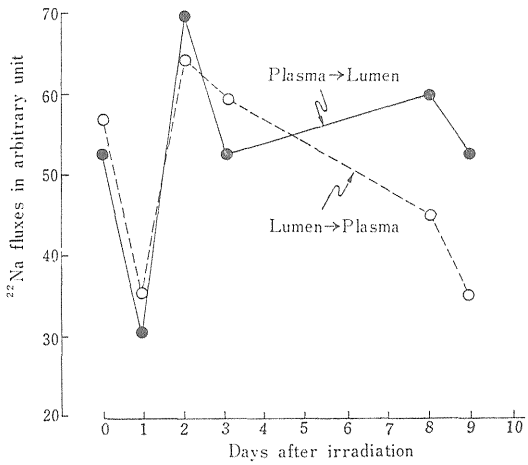


第4図　γ 線照射後のラットの全血，血漿および血球中の Ca 含量の変化

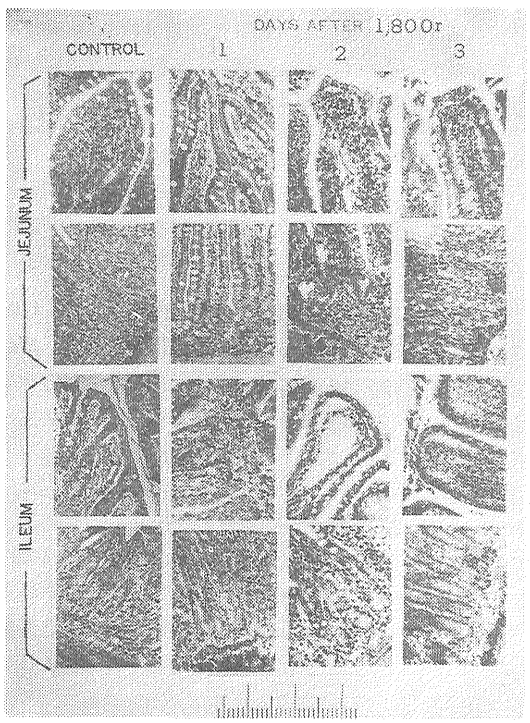
因となることを暗示する。血漿中の K は minor component であるが照射後の変化はかなり劇的であって，ヘマトクリット増加期に著しく増加する。第3図の下段に示されるように血球中の主たる電解質である K の漏出によっては説明されない。放射線による過量の組織分解（Jackson, K. L., R. Rhodes and C. Entenman; *Rad. Res.*, 8, 361, '58）または照射された心臓からの K の放出（Ellinwood, L. E., J. E. Wilson, and Coon; J. M. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 94, 129, '57; Hicks, S. P. and K. A. Wright; *Arch. Pathol.*, **61**, 226, '56）などで説明がつく。血漿中の Ca は 1,800 r 照射後ヘマトクリット増加期に増加したが，900 r ではほとんど変動がみられなかった。

血球中の主たる電解質である K が漏出しないことは先述した。これに対し，minor component である Na と Ca とは，ヘマトクリット増加期に著減する。特に Ca の減少が目立つが，赤血球と白血球とでは後者の Ca 含量がはるかに大きいことから，この Ca 含量の変化は血球組成の変動と結びつけて理解できる。

3）このようにヘマトクリット値および血液中の電解質分布の二つを指標にえらぶと，450～1,800 r のあいだで線量に関する質的な反応の不連続性は存在しない。これは放射線障害の基本的機構が線量によって不連続なものではなく統一的に把握できるものであることを示す。しかし実験の次の段階としては，直接‘死’に関係のあ



第5図　γ 線 900 r 全身照射後のラットの小腸壁を通っての ^{22}Na の出入り（本文参照）



第6図　γ線 1,800 r 全身照射後のラットの空腸および回腸の組織像（1目盛＝10 μ）

る器官を問題としなければならない。

Jackson, K. L. and C. Entenman (*Rad. Res.*, 10, 67, '59) は，1,500 r 照射のラットで死の直接の原因が過量の Na の体外への損失にあること，さらにこれが小腸の胆汁再吸収機能の減少の結果であることを示した。著者らはまずこの点で，小腸機能変化の追試と再検討とを始めようと思う。

第5図（前頁）に示したように腸壁を通っての Na の出入りは，900 r 照射後1日で両方向とも著しく抑制されるが，なお正味の Na の吸収がある。それが2日になると逆転し排出量の方が多くなる。3日後には一時回復するという結果が得られた。

第6図（前頁）の組織像はこうした機能変化と，腸上皮の形態的変化との相関関係を示す1例である。広範囲の線量での機能変化の正確な測定と形態的観察とは今後の課題である。

(3) 附　記

炎光分光光度計を貸与してくださった障害基礎研究部の松岡理博士に厚くお礼申し上げる。

〔研究発表〕

山口武雄，榎本好和，舘　鄰；被照射ラットにおける電解質の行動変化とその解析，第33回日本動物学会大会（1962年10月）；昭和37年度文部省放射線影響班研究報告（1963年3月）

14．ラッテ肝ミトコンドリア膨張の濃度効果

生物第2研究室
中　沢　　透
新津せつ子

放射線の細胞の生理的機能に対する作用として，細胞内の膜構造を通じておこる可能性は非常に大きい。なかでもミトコンドリアの膜には，電子伝達系，酸化的リン酸化反応に関与する大部分の酵素が存在し，その活性と密接に関連してミトコンドリアの構造が膨張と収縮を可逆的におこなう。この点についての基礎的な研究は，Green 一派，Lehninger 一派および Packer らによって大きく進められている。最近，Alexander ら（1961）および Thomson ら（1962）は，照射したラッテのミトコンドリアまたは *in vitro* で照射してその構造変化を調べたが，この面では作用は否定的であった。しかし，調節能力の強い状態のミトコンドリアで放射線の作用がなかったとしても，その調節能それ自体ないしは構造変化と直接関係する系に対する放射線の作用を，さらに調べてみることが必要である。

このような諸点を考慮して，ミトコンドリアの構造変化の基礎的な事実を追及した。本研究において，37年度一部発表した膨張の濃度効果の原因と考えられる事実が明らかになった。

(1) 実験方法

ラッテ肝臓をとり出し，氷冷下 0.25 *M* 蔗糖で homogenize する。homogenate を 600×g，10分遠心した上清を，さらに 8,500×g 10分で遠心し，その沈渣を2回洗う。このミトコンドリア分画を 3 m*l* の 0.125 *M* KCl—0.02 *M* トリス緩衝液（pH 7.4）に，はじめの肝臓重量にして 1 g と 50 mg を浮遊させる（それぞれのミトコンドリア濃度を eq. 1 g/3 m*l*，eq. 50 mg/3m*l* と表わす）。

1 g/3 m*l* の浮遊液はそのまま 30°C で 15 分孵置して，直ちに氷冷下 25,000×g で遠心し，その上清 2 m*l* をとり，それを eq. 50 mg/3 m*l* の浮遊液にあらかじめ加えておき，膨張に対する阻害作用を調べる。

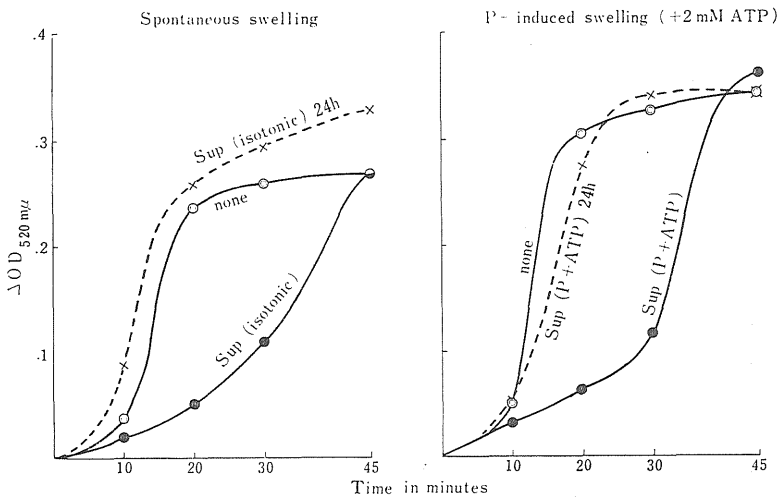
ミトコンドリアの膨張の測定は，浮遊液の一部をとって最終濃度 eq. 15～20 mg/3 m*l* にし，そのまま分光光度計で 520 mμ の吸収（OD_{520}）の低下によって調べる。膨張の相対的活性は，最高の膨張度を示すまでの反応時間の逆数によって表わし，その時の対照を 100 とする。

なお ATP の測定は 35 年度年報所載の田口の方法によっておこない，DPN はシアン法によって測定した。

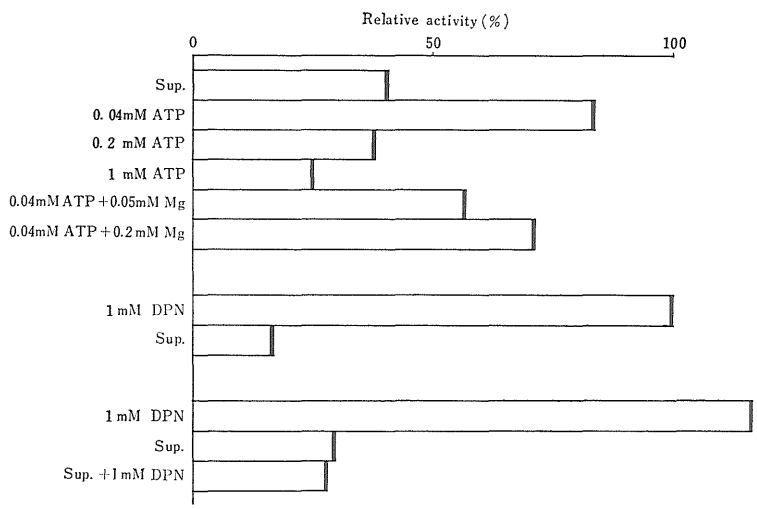
(2) 結　果

濃度の異なる浮遊液のミトコンドリアの膨張を調べてみると，spontaneous の膨張（30°C で等張浮遊液でみられる OD_{520} の低下）でも，20 m*M* 無機リン酸（Pi）と 2 m*M* ATP を一緒に加えて調節した膨張でも，ミトコンドリア濃度が高いと非常に膨張が抑えられるが，低いときにはかなり急激な膨張をおこす（Nakazawa *et al.*, 1962）。そこで高濃度の浮遊液を 30°C で 15 分置いたのち，その上清を低濃度の浮遊液に加えるとその膨張は強く抑えられる（第1図，次頁）。

高濃度浮遊液を全く孵置しない上清では，膨張の阻害はみられないし，60 分以上 30°C に置いておくと上清はかえって初期に膨張を促進するようになる。また，正規の方法で分離した上清を，24 時間あるいはそれ以上室温に放置すると阻害は全くみられなくなる。分離した上清を透析すると，透析の内液にも外液にも活性がみられなくなる。60°C 15 分あるいは 100°C 10 分熱処理をして変性蛋白を除いた上清では活性のなくなる場合となくな



第1図　低濃度ミトコンドリアの膨張に対する高濃度浮遊液上清の作用
◎—◎：対照，●—●：＋上清，×…×：＋24時間放置上清



第2図　低濃度ミトコンドリアの膨張に対する上清および諸種薬物の影響
対照を100としたときの相対的活性を示す

らない場合とがある。したがって，熱によっては不完全にしか変性しないと思われる。

ミトコンドリアからDPNの遊離があるというKaufman とKaplan (1961) らの研究から考えて，上清に存在するDPNの量を測定してみると，上清を加えた浮遊液3 ml 当り0.013 mM であった。1 mM のDPNを直接加えても膨張の阻害はなかった。上清にさらにDPNを加えても阻害作用が強められることもなかった（第2図）。

ATPが遊離する可能性も同様にして調べてみる。第2図でみられるように，spontaneous の膨張は0.04 mM のATPでも20%ぐらい抑えられる。実際に上清に存在するATPを測ってみると，最終濃度で6×10^{-4} mM となり，それ自体の効果は期待できない。

Mg^{++} という可能性も考えられるが，それ自体では1 mM の濃度でも阻害作用がみられず，5 mM ではかなりの阻害がみられることから同様に阻害の効果は期待できない。しかし，上清に同時に加えると，1 mM の濃度

でもかなり阻害を強める。

このような因子がいくつか複合して働くことがこの上清では考えられる。実際に ATP と Mg^{++} を一緒に加えると，かなり薄い濃さで阻害がみられる（第2図）。

(3) 考　察

細胞内での実際のミトコンドリアの濃度が，いろいろな機能の活性の測定に用いる浮遊液の濃度とどのように対応するかは不明であるが，これが構造の変化と関連して大きな影響をもっていることは疑いない。最近の研究によると，膨張は酸化的リン酸化または電子伝達系の部分反応と密接な関係がある。その観点から，膨張の機構については二つの考え方がある。一つはミトコンドリアの構造を保つのに働いていた因子が遊離するという考え方であり，他はミトコンドリアから積極的に膨張をおこすような物質が遊離するという事実に立脚している。前者は膨張に際して DPN, ATP, ATPase, 蛋白因子 (Lehninger のC因子) などが遊離するという事実を指摘する。この説によれば，遊離物質を適当な条件で補ってやれば膨張を抑えることができるはずである。しかし，実際に生理的なレベルでこれを確かめることができない。一方，膨張誘起物質の遊離に関しては，Lehninger のU因子（不飽和高級脂肪酸），Hunter らの脂質過酸化物生成などの証明がある。この点については，この報告では遊離物質が積極的に膨張を抑えるということから，当面の問題とはなり得ない。

DPN, ATP, Mg^{++} などの可能性については結果の項で指摘したように，遊離した量だけでは上清の阻害作用を説明しきれない。この点では最近 Lehninger や Kaplan が指摘している電子伝達系の酸化還元状態と膨張誘起との並行関係をさらに考慮する必要がある。ただ，透析のときに内液，外液ともに活性がみられなくなり，さらに両者を一緒にしてやっても活性が回復しないことは，単純な因子の作用とも考えられない点がある。

V. 遺 伝 研 究 部

概　況

遺伝研究部は本年度，中井斌，根井正利，戸張巌夫，佐伯哲哉の各研究員を迎えて研究に一大威力を加えた。中井研究員は今まで酵母，大腸菌を用いて，放射線突然変異の機構に関する研究を行ない，学界から高く評価されて国立遺伝学研究所に流動研究員として招かれた。根井研究員は京都大学育種学研究室において，植物育種に対して生物統計学を応用する研究，遺伝的パラメーターと環境との研究，遺伝的変異のコンポーネントに対する淘汰の効果の研究等を行ない，ロックフェラー財団の援助を受けて米国カリフォルニア大学およびノースカロライナ大学に学んだ優秀な学徒である。

第1研究室は，かくしてショウジョウバエ，蚕，微生物を用いて放射線の遺伝的影響を研究するグループと細胞学のグループが確立されたことになる。この三つの材料，ショウジョウバエ，蚕および微生物はそれぞれ長所をもっているので，相互にその長所を利用し欠点を補い研究を進めたならば，研究効率のひじょうな進展を期待し得るであろう。

また，塩見室長は10月西独カールスルーエの核研究センターの生物研究所に留学した。同研究所はZimmer教授以下ドイツの斯界の研究者が集っているので，ここに留学して最新の知識を得てくることは本研究部の将来のため大いにプラスになることと信ずる。

まず第1研究室では，「突然変異率を左右する要因の研究」として昨年に引続き，照射した精子を雌体内に貯蔵した場合，突然変異率が上昇するかどうかをショウジョウバエを用いて確めた。その結果 Muller 博士が自然突然変異率で見出した現象がそのまま照射精子にも適用し得ることを発見した。また昨年に引続き飼料にペニシリンを添加するとショウジョウバエにおける劣性致死突然変異が減少することが確認された。また放射線類似物質による突然変異誘発の機構を明らかにせんとする研究においては，アルキル化剤の functional arm の数と突然変異転座の関係が ethylene imine と TEM について比較された。この実験において昨年の ethylene oxide と diepoxibutane の実験と同じ結果が得られた。すなわち，ショウジョウバエの劣性致死突然変異と転座を指標とする限り functional arm の数が多くとも必ずしも染色体異常の相対頻度が高くなることはない。このレベルでは cross linking という考え方は成立しない。ショウジョウバエの実験ほど確実ではないが，蚕の可視突然変異と優性致死を用いての実験も行なったが，この結果を論じて結論を出すことは尚早である。また稲垣研究員は高等生物における突然変異誘発の機構が DNA 分子の strands のレベルで考察し得るかどうかを明らかにするため，X染色体上四つの可視因子についてモザイク突然変異と全体突然変異の分布の様相をしらべた。その結果，全体突然変異は線量に比例して直線的に増加するが，$^1/_2$ モザイクは線量に関係なく一定の値をとること，座位による差が存在すること，ひじょうに小さい局部的モザイク突然変異がX線に関係なく出現すること等を明らかにした。こうした研究は高等生物における突然変異発生機構探究の限界を知るためにもひじょうに大切な研究であり，大いに促進されることを期待している。

微生物のグループは本年研究を始めたばかりであり，充分な人手と設備に欠けるため，実験準備に努力した。突然変異というのは高エネルギーの電離放射線や紫外線のみでなく，可視光線でも充分起こり得ることを大腸菌を用いて示した。すなわち，光増感色素のアクリジンオレンジを用いて *E. coli* の生化学突然変異から野性型への復帰突然変異の上昇を観察した。さらにこのアクリジンによる突然変異誘発に対する系統差の影響，アクリジンオレンジ誘導体の効果等をしらべた。生物第2研究室の小川英行研究員は，予研・化学研究部の富沢純一部長の指導を受けて予研においてファージの実験法を習得したが，このグループの実験に協力した。

遺伝第1研究室の細胞遺伝のグループは中西研究員を中心とし生物第1研究室の岩崎，第2研究室の加藤研究員が協力して，種々な材料を駆使して精力的な研究を行なった。すなわち，まずカイコの精母細胞を培養し，これに紫外線マイクロビームを利用して種々の部分を照射しその影響を顕微撮影法を用いて追及した。このテクニックは同博士の独壇場であるため，ひじょうな成果を収め，興味ある多くの事実を明らかにすることができた。またethylene imineとTEMの作用を，シロネズミの腹水肉腫を用いて，染色体に対する影響の観察により分析した。その結果，分裂中期像における染色体の転座はethylene imineに比しTEMがはるかに有効なことを観察した。

さらに細胞のグループは，アルテミア卵を材料としてその発生の過程，ガンマ線，温度およびカルチノフィリンの影響を詳細に追及した。その結果，乾燥卵の構造，発生における細胞学的な変化を明らかにし，これらに対する放射線，温度，薬物の作用を細胞核の異常凝集により分析した。

さらに雞胚および人間胎児組織を用いて，組織を単一細胞に分離して旋回培養を行ない，それら細胞の凝集の状態と，これに対する放射線の作用を研究した。この研究はまだ緒についたばかりであり，放射線の細胞遺伝学的研究の分野としての価値は将来に待たねばならないが，放射線の作用解析のために新らしい分野の進出はひじょうに必要であって，その新らしい分野への開拓精神は高く評価されるべきであろう。

遺伝第2研究室では根井研究員を中心に今泉研究員の理論グループは，人類集団に及ぼす遺伝的影響を解析した。すなわち，i）突然変異率が増加した場合の遺伝病の時間的消長を，1世代だけ放射線レベルの増加した場合，永久的に放射線レベルの増加した場合について，ii）人類の劣性形質における新らしい突然変異率推定法について，iii）人類集団における劣性形質遺伝子の頻度推定法については，大きい集団と比較的小さい集団に分けてその方法を，さらにiv）無作為交配と近親婚の頻度について，いずれも集団遺伝学の立場から理論的計算を行なった。これらは遺伝集団に対する放射線の作用を評価する場合に基本的に大切な研究である。ただこうして研究が軌道に乗ってくると電子計算機の設置が強く要望される。実際に秀れたアイデアを出しても計算に時間を要したり，それが行なわれなければ常に外国の研究の後塵を拝することになる。この方面においてはわが国の研究レベルがひじょうに高いので，その理論が直ちに成果をあげるためにも適当な電子計算システムの設置が切望される。

遺伝第2研究室ではまた，渡部研究員が昨年に引続き単細胞生物 *Tetrahymena* の増殖時期と感受性の関係を研究した。昨年の研究では，増殖時期はoptical densityでとってあったが，本年度はこれを細胞数で決定したので，感受性の変化が細胞分裂の活性と関係づけてより明確にすることができた。

さらに渡部研究員はゾウリムシの配偶核形成期における誘発致死突然変異発生率を調査した。この材料では劣性致死と優性致死を同時に研究し得るとともに，高等動物，微生物でしらべられた研究と連けいし得るという点でひじょうに興味がある。

特記しなければならぬことは本年度東洋レーヨン科学奨励金が遺伝研の松村清二博士を主任とする「遺伝子突然変異の生成機構」の研究グループに与えられ，仲尾，中井がその研究分担者として参加した。この助成金は本研究部の研究推進にひじょうに役立った。東洋レーヨン科学財団と代表者松村清二部長に深く感謝の意を表する。

本年度本研究部の関係した文部省科学研究班は「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），「化学物質による突然変異生成機構」（班長・田島弥太郎遺伝研部長）であった。

（仲尾善雄）

1．突然変異率を左右する要因の研究
突然変異発生率に対する sperm の storage 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

昨年予報的に報告したが，ショウジョウバエの成熟精子を雌体内に貯蔵した場合に伴性致死突然変異がどう変化するかをさらに詳しくしらべた。照射後の精子が雌体内に長く貯蔵された場合，Muller が自然突然変異率でみたごとき突然変異率の上昇があるかどうかはひじょうに興味ある問題であり，また放射線の遺伝的影響の評価にあたって大切な問題である。

研究は昨年と同じく野性型として OrK を用い，羽化

後 3.5±2 hrs. の雄を 1,500 r (200 kVp, 20 mA, 90 r/分) 照射し, Muller-5 ♀♀ に 24 時間 mass mate した。雄から分離した ♀♀ は3群に分ち, 1群は直ちに産卵させ, 他の2群は 13.5℃ におき, それぞれ 10 日および 20 日後に 25℃ に戻して産卵させた。産卵は3日間 (storage しないもの) と4日間 (storage したもの) のあいだ行なわせた。そしてこのかけ合わせから伴性劣性致死を求めた。

結果は第1表のとおりである。

第1表　突然変異発生率に対する精子貯蔵の影響

	No storage	1.0 days stor.	2.0 days stor.
No. of tested chromosomes	5,362	2,926	3,600
No. of lethals	121	87	119
No. of semi-lethals	12	14	16
Mutation rate*	2.26	2.97	3.31
Ratio	1.0	1.3	1.5
Spontaneous mutation rate**	0.2	0.286	0.37
Ratio	1.0	1.43	1.85
Spontaneous mutation rate+	0.3	0.386	0.47
Ratio	1.0	1.28	1.57

* Mutation rates do not include semi-lethals.
** Spontaneous mutation rate based on Muller's data.
\+ Spontaneous mutation rate modified for OrK stock.
For calculation of the ratios, the frequency with no storage was taken at 1.0.
For estimating the spontaneous mutation rate, we made use of Muller's data; that is, if the frequency without storage is taken as 0.2, the expected increase after 10 days is $10/7 \times 0.06$.

この表から明らかに照射精子においても雌体内貯蔵の効果がみられる。自然突然変異率の貯蔵による上昇と照射精子の貯蔵による上昇を比較することは難しいことであるが, いま表に示したように, 貯蔵しない場合の発生率の何倍になったかという表現法をとると, その上昇の割合は自然突然変異の場合も, 照射精子の場合もほとんど同一であることがわかる。特に Muller の述べた場合の自然突然変異率 0.2% を, 用いた系統 OrK の 0.3% で修正した場合にはその一致は驚くべきほどである。このように成熟精子に対して, ひじょうに drastic な作用をもつ電離放射線で照射を行なった場合においても, 雌体内貯蔵のごとき処理により突然変異率が変化することはきわめて興味ある現象といわねばならない。

〔研究発表〕

1. Nakao, Y., E. Yamaguchi and I. Machida; The modification of mutation rates by storing irradiated spermatozoa in the female, *Leiden Symposium* (1962年8月)
2. 仲尾善雄, 山口英子, 町田　勇; X線照射精子の雌体内貯蔵による突然変異率の変化, 第34回日本遺伝学会大会 (1962年10月)

2. 放射線類似物質による突然変異誘発の実験
致死突然変異および転座誘発作用におけるエチレンイミンと TEM との比較

遺伝第1研究室
仲尾善雄*
山口英子
町田　勇
* 遺伝研究部長

Alkylating substances の細胞に対する作用を考えた場合, 突然変異誘発については functional arms の数は特別な意味をもたないが, 染色体異常については functional arms の多いものの方が特に転座とか交換について有効だと考えることができる。何故ならば, functional arms が同一染色体の違った場所または違った染色体と結びつくからである。この考え方は cross-linking 説と呼ばれて多くの人々の支持を受けており (Ehrenberg, 1959; Goldacre, Loveless and Ross, 1949), 直接 DNA を処理して電子顕微鏡で見た Alexander, P. (1958) の観察もある。もしこの仮説が正しいとすると, functional arms の数の異なる alkylating substances を用いて突然変異と転座を比較してみると, この相互の比が functional arms の数によって違ってくるはずである。Nakao & Auerbach (1961) は ethylene oxide と diepoxybutane を用いてショウジョウバエの伴性劣性致死と転座とを比較して, この仮説がこうした現象にそのままの形で適用し得ぬことを明らかにした。ここでは functional arms が一つの ethylene imine と三つの TEM を同じように比較したいと思う。

方法と材料

実験の大要は前の ethylene oxide と diepoxybutane の比較と同様である。すなわち, 羽化直後 (18±12 hrs.)

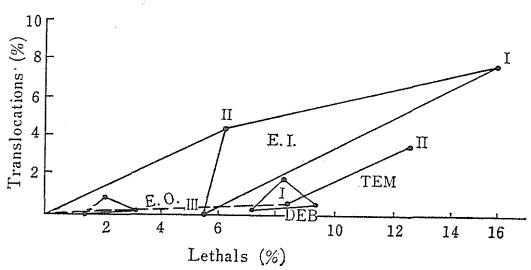
第 1 表

Agent	Molar conc.		Broods I	Broods II	Broods III
E. I. (BDH)	1.288×10^{-2} M	No. of tested chrom.	389	95	554
		No. of lethals	57	6	29
		% lethals	14.65	6.32	5.24
		No. of tested sperm	303	66	230
		No. of translocations	23	3	0
		% translocations	7.59	4.55	—
TEM	2×10^{-4} M	No. of tested chrom.	865	576	
		No. of lethals	68	72	
		% lethels	7.86	12.5	
		No. of tested sperm	437	324	
		No. of translocations	4	11	
		% translocations	0.69	3.40	
Control		No. of tested chrom.	562	525	477
		No. of lethals	0	1	3
		% lethals	—	0.19	0.63
		No. of tested sperm	512	472	438
		No. of translocations	0	0	0
		% translocations	—	—	—

の Oregon K の ♂♂ に ethylene imine (BDH) および TEM (桜井博士より) を注射した。ethylene imine の濃度は $1.288 \times 10^{-2} M$, TEM は $2 \times 10^{-4} M$ になるように 0.4% NaCl 液に溶解し Agla の微量注射器を用いて精巣部位に 3 μl 注射した。24 時間後に y sc^{s1} In 49 sc^{s}; bw; st ♀♀ に交配した。1 処理または対照雄に 3 匹の ♀♀ を交配し, 3 日目に ♀♀ と交換して brood pattern をしらべた。F_1 ♀♀ は M-5 ♂♂ と交配して伴性劣性致死突然変異を, F_1 ♂♂ は母親と同じ遺伝子型の ♀♀ に交配して, II, III および Y 間の転座をしらべた。一部の致死突然変異は Dr. Slizynski と Dr. Slizynska に調査していただいた。

結　果

この濃度の ethylene imine の注射により, 直接死亡する個体はほとんどない。すなわち, 雄 115 匹中死亡は 2 匹である。しかし注射による不妊の雄の率はきわめて高く, いずれかの brood で染色体調査の可能な例は lethal の場合, 約半数の 53 雄のみであった (translocation も同じ約 52 雄)。TEM の場合も用いた濃度で 24 時間以内の死亡は 14/130 であった (あるいは 10/53)。TEM の場合は不妊のものは少なく転座の場合は 68/80 であった。したがって TEM の場合 1 処理雄当り原則として 20 の調査染色体をとったが, ethylene imine の場合にはとり得る F_1 をほとんど全部調べたので, 1 雄当り 1～77 の極端な分布を示す (第 2 表, 次頁)。結果は第 1 表および第 1 図に示したとおりである。今この図上に前実験の E. O. と DEB とを重ねてみると, brood pattern による差は前実験ではひじょうに小さく本実験では著しく大きいことがわかる。



第 1 図

表　2　第

lethals				translocations			
雄	normal	lethal	計	雄	normal	transl.	計
10	2	0	2	10	3	1	4
12	5	1	6	12	10	1	11
15	4	1	5	15	2	0	2
19	4	1	5	19	4	1	5
32	2	1	3	32	1	0	1
48	41	7	48	48	43	1	44
49	13	2	15	49	23	1	24
51	10	5	15	51	9	0	9
52	20	6	26	52	9	1	10
54	3	1	4	54	4	1	5
55	4	2	6	55	3	1	4
57	15	1	16	57	8	1	9
60	28	1	29	60	26	3	29
63	4	0	4	63	3	0	3
72	9	1	10	72	3	1	4
96	54	0	54	96	46	0	46
98	13	1	14	98	14	0	14
74	12	5	17	74	3	3	6

論　議

本実験においても，前実験（Nakao & Auerbach, 1961）と同様に，ショウジョウバエの伴性劣性致死と転座とを指標にして比較する限り，cross-linking は考えられないということになる。もし cross-linking があるならば，functional arms 3 をもつ TEM の転座致死の比が E. I. に比べてはるかに大きくならねばならぬのにもかかわらず，結果は逆だからである。

しかし，いろいろの問題がある。まず用いた濃度で TEM は処理雄当り充分な F_1 を取り得たが，E. I. の場合には F_1 を生じない処理雄がひじょうに多くあったことである。もちろんこの場合，特に目立った致死または転座発生の個体差は見られなかった。しかしなお F_1 の多い処理雄では転座，致死ともに誘発率が低いのではないかという疑問を完全に除くことはできない。

第2に問題になる点は，brood pattern による差異が本実験の ethylene imine および TEM では大きく，前実験（Nakao & Auerbach）の ethylene oxide と diepoxybutane とでひじょうに小さいことである。このことは cross-linking とは別にひじょうに興味ある問題である。brood pattern は stage 別の感受性の差であるから，その差が薬品別に違うということは薬品が遺伝物質に届く mechanism に関しても説明できるし，遺伝物質の感受性によっても説明し得る。

cross-linking がこの方法で検出し得ない問題についてもいろいろ考えられる。lethal が切断端の結合したもの（形態的に元通りに，機能的には元と違って）と考える考え方もあれば，高等動物の染色体レベルでは cross-linking が macromolecules のレベルとは違って別個の考え方をしなければならぬかも知れない。

しかしここで検出した lethal は少なくとも細胞学的には breakage をともなう deficiency のごときものでないことは唾腺染色体によって確められたことである。

本実験の終始に深い興味を示し指導された Dr. Auerbach, C., 唾腺染色体の調査の労をとられた Drs. Slizynski & Slizynska および TEM を供与された桜井欽夫博士にそれぞれ厚くお礼申上げる。

〔研究発表〕

仲尾善雄，山口英子，町田　勇；致死突然変異および転座誘発作用におけるエチレンイミンと TEM との比較，第34回日本遺伝学会大会（1962年10月）

3．Alkylating substances による蚕の可視突然変異と優性致死との比較（予報）

遺伝第1研究室
仲　尾　善　雄*
山　口　英　子
町　田　　勇
* 遺伝研究部長

functional arm の数の異なる alkylating substances によって gene mutation と chromosome aberration との相対比が異なるかどうかをショウジョウバエを用いて調査した結果，E. O. と DEB とのあいだにも，また E. I. と TEM とのあいだにも cross-links の考え方が適用されない結果を得た。このことをさらに他の材料について確めるために蚕を材料として可視突然変異と優性致死とを比較してみた。蚕の可視突然変異のうち卵色遺伝子座の突然変異検出法は欠失を検出している可能性も高いが，大部分は遺伝子突然変異と考えてもよいという証拠もある（田島，1960）。もちろんショウジョウバエの分野における system に比べて確実さで少し問題はあろうが，試してみる価値のある実験といい得よう。

実験はなお中途であるが，今までに得られた結果を報告する。

材料および方法

蚕の眼色卵色遺伝子，pe，re および w_2 を標識遺伝子として specific loci method により可視突然変異を求めた。この場合でき得る限り mosaic を記録して，全卵突然変異は避けた。また実際上大部分は mosaic であって全卵突然変異は少ない（10% 以下）。野性型の蚕雄蛾に ethylene imine $1.288 \times 10^{-2}\,M$ または TEM $1 \times 10^{-4}\,M$（いずれも 0.4% NaCl に溶解）0.05 ml を注射し，pe, re/pe, re 雌蛾または w_2/w_2 雌蛾に交配してその生む卵を調べた。突然変異とともに着色前死卵および不受精卵の数をも記録し同時に着色卵の概数をも調べた。こうして求めた可視突然変異対優性致死（着色前死卵またはこれと不受精卵との和）を二つの薬品について比較した。

結　果

結果は第1表に示すごとくである。すなわち変異卵/優性致死の比をとってみると，TEM の場合 0.89，E. I. の場合 1.2 になる。

第　1　表

Agent	標識遺伝子および濃度	変異卵数	不受精卵	着色前死卵	比 着色前死卵	比 全死卵	着色卵*
TEM	$1\times10^{-4}M$	91 (6)	103	121			3500
		45 (0)	54	71			2500
		97(15)	27	126			
		113 (3)	40	70			
計		346(24)	224	388	0.89	0.57	
E. I.	$1.288\times10^{-2}M$ pe, re	113 (0)	63	42			3200
		99 (0)	92	37			3500
		137 (0)	43	66			
計		349 (0)	198	145	1.20	0.51	
対照		0 (1)	135	11			3100
		0 (1)	158	5			2900
		2 (0)	150	5			1900
計		2 (2)	443	21			

* 着色卵数は概数

論　議

蚕において，こうして求めた突然変異または不受精卵および着色前死卵の本質は何であるかひじょうに難しい問題である。可視突然変異は欠失か，遺伝子突然変異であり，着色前死卵は優性致死と考えられるが，これはいろいろな factor が関係する。したがって，突然変異の大部分が遺伝子突然変異であり，優性致死は着色前死卵の割合でつかまるということを前提にして論議をすすめる。alkylating substances の functional arms の数により cross-linking が生じ突然変異に対して優性致死が相対的に変化すると，この比は TEM において小さく E. I. において大きくなる。このことは本実験の結果と一致するように思われるが，実験はなお予報的段階にあるので詳細は将来にゆずることにする。

〔研究発表〕

仲尾善雄，山口英子，町田　勇；Alkylating substances による蚕の可視突然変異と優性致死との比較，第33回日本動物学会大会（1962年10月）

4．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

遺伝第1研究室
稲垣栄一
仲尾善雄*
* 遺伝研究部長

研究目的

高等生物における放射線誘発突然変異の発生機構を明らかにする一つの方法は，その mutational spectrum に関して詳細な解析を行なうことであろう。このような観点において従来その解析がほとんど行なわれていない放射線誘発モザイク突然変異の様相を明らかにし，またそれらと従来解析が比較的進められている全体突然変異との比較解析等は，問題とする放射線誘発突然変異の発生機構を明らかにするうえに重要な手がかりを与えるものと思われる。

本実験においては，まずその第1段階として放射線誘発モザイク突然変異の誘発率と線量との関係を明らかにすることとした。

実験方法

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 の X 線（200 kVp，20 mA，1.0 mm Cu + 0.5 mm Al，100 r/min.）を照射し，X 染色体に四つの劣性可視突然変異遺伝子，yellow，white，miniature，forked をホモにもつ雌と3日間交配しその F_1 個体に関して，問題とする各形質について詳細な解析を行なった。

結　果

I．whole body one-half (mosaic) mutants

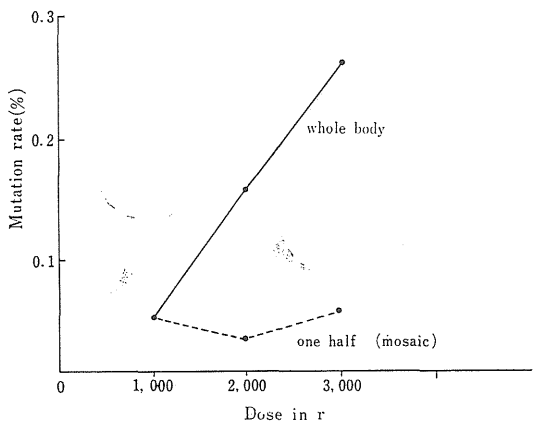
まず，ここに扱った各突然変異は，いずれも用いた四つの遺伝子が独立に変異を現わしてきたもので少なくと

第1表　Frequencies of whole body mutants induced by X-rays in mature sperm

Dose (r)	No. of F_1 females	No. of mutants	Transmitted	Non-transmitted	Died or sterile	Frequency of mutants (%)
1,000	12,767	6	1	0	5	0.047
2,000	5,962	9	4	1	3	0.151
3,000	5,980	16	10	1	5	0.268
cont.	7,320	1	1	0	0	0.014

第2表　Frequencies of one-half mosaic mutants induced by X-rays in mature sperm

Dose (r)	No. of F_1 females	No. of mutants	Frequency of mutants (%)
1,000	12,767	6	0.047
2,000	5,962	2	0.034
3,000	5,980	3	0.050
cont.	7,320	1	0.014



第　1　図

も point mutation に起因しているものと思われるものである。その結果を第1表，第2表，第1図に示す。明らかに，放射線による whole body mutants の誘発率は，従来よく知られているように線量に比例して直線的増加がみられるが，一方，one-half mosaic mutants は，本実験に用いた線量の範囲内においてその誘発率にほとんど差異は認められない。

II. multiple mutants

次に，上述の point mutation に起因すると思われる突然変異以外に用いた四つの遺伝子の突然変異形質の二つ以上が常に相伴なって現われる multiple mutants

第3表　X-ray induced multiple mutants and their types

Dose (r)	No. of F_1 females	No. of multiple mutants	Mutant characters involved				
				y	w	m	f
1,000	12,767	2	m-1	1/4	wh.	1/2	1/2
			m-2	1/4	—	1/2	1/2
2,000	5,162	4	m-3	1/4	—	1/2	1/2
			m-4	1/4	—	1/2	1/2
			m-5	1/4	wh.	1/2	1/2
			m-6	1/2	wh.	1/2	1/2
3,000	5,780	7	m- 7	1/2	—	1/2	1/2
			m- 8	1/2	—	1/2	1/2
			m- 9	1/4	—	1/2	1/4
			m-10	1/2	wh.	1/2	1/2
			m-11	1/4	1/2	1/2	1/2
			m-12	1/2	1/2	1/2	1/2
			m-13	1/4	wh.	1/2	1/2

に関する結果を第3表に示す。これらの変異個体は，初期発生途上におけるX染色体の切断や放棄による染色体異常が主たる要因で生じたものと思われる。このような要因で生ずる multiple mutants の放射線誘発率は，whole body mutants の場合と同様に線量と直線関係が認められる（1,000 r : 0.016%，2,000 r : 0.067%，3,000r : 0.12%）。

III. spot mosaic mutants

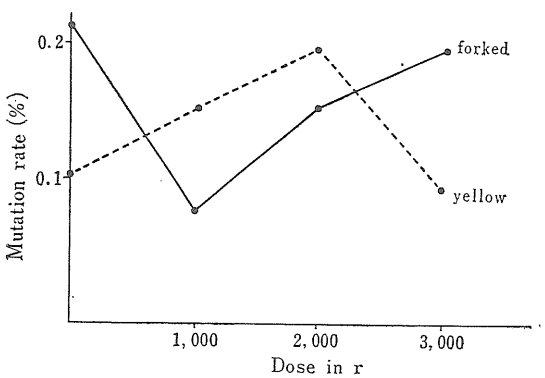
最後に，yellow，forked の両形質に関して観察した spot mosaic mutants に関する結果を第4表，第5表，第2図に示す。明らかにこの spot mosaic mutants は X 線照射とは無関係に出現することから spontaneous origin のものであると考えられる。すでに Muller (1946)，Hildreth & Carlson (1957)，Schalet (1957) らは受精後の early cleavage stage において spon-

第4表　Frequencies of spot mosaic mutants at the forked locus

Dose (r)	No. of F_1 females	No. of mutants	Frequency (%)
0	2,263	5	0.221
1,000	6,965	5	0.072
2,000	3,523	5	0.142
3,000	2,755	5	0.181

第5表　Frequencies of spot mosaic mutants at the yellow locus

Dose (r)	No. of F_1 females	No. of mutants	Frequency (%)
0	7,320	8	0.109
1,000	12,767	18	0.141
2,000	5,962	11	0.185
3,000	5,980	5	0.084



第　2　図

taneous mutations が著しく高い頻度で生ずることを報告しているが，おそらくここに得られた spot mosaic mutants もこの stages に生じたものであると考えられる。

考　察

このようにして成熟精子のX線照射によって誘発される mosaic mutants は大部分 one-half type のものであるとみなすことができる。このことはこの mosaic mutants が受精卵の第1分裂における遺伝子の複製過程において，missteps に導びかれるような delayed effect によって生じてきたものと考えるよりも，むしろ照射を受けた成熟精子の染色体において，one-half mosaic mutations に導びかれるような変化が生じているものと解釈される。

このような mosaic mutation の発生機構に関しては古く Patterson (1933) や Muller (1940) の仮説がある。近年 Muller, Carlson & Schalet (1961) らは，DNA の構造やその複製様式を考慮した新たな見地から興味ある仮説を提出している。

現在彼らの仮説の真偽は明らかではないが，少なくともX線によって誘発される mosaic mutations は照射を受けた雄の成熟精子の遺伝物質における whole body mutation とは異なった型の変化であろうと解釈され，また両者は本実験において明らかにされたX線誘発率にみられるように，その突然変異発生機構もかなり異なったものであると推定される。

今後この mosaic mutation の解析は放射線誘発突然変異の発生機構の究明に重要なてがかりを与えるものと思われる。

〔研究発表〕

稲垣栄一；ショウジョウバエにおける全体―モザイク突然変異率の比較，第34回日本遺伝学会大会（1962年10月）

5．X線の突然変異誘発に対するペニシリンの防護効果

遺伝第1研究室
塩　見　敏　男
稲　垣　弘　子

研究目的

放射線誘発突然変異率を左右する物理，化学的諸要因については，最近多くの研究が行なわれているが，放射線の遺伝的影響と関連して興味ある問題である。

また，Burdette W. J. (1961) はペニシリンGを培地に添加することにより，ショウジョウバエにおいて癌の発生率が低下することを報告している。発癌は somatic mutation で説明せられる場合のあることからも明らかなように，その本質において突然変異発生と密接な関係のある現象と考えられる。そこでわれわれは，ペニシリンGがショウジョウバエにおいて致死突然変異誘発になんらかの影響を与えるかどうかを調べてみた。

方　法

キイロショウジョウバエの野生型 *Canton-S* 系統を1 m*l* あたり結晶ペニシリンGカリウム2万単位（武田）を含んだ飼料で飼育し，羽化後24時間の雄にX線500 r，1,000 r，2,000 r，3,000 r (100 r/min., 200 kVp, 20 mA, 1.0 mm Cu + 0.5 mm Al) を照射，Muller-5 ♀♀

に 72 時間交配し，誘発された伴性劣性致死突然変異を検出した。

結　果

1)　ペニシリン含有飼料と通常飼料とから羽化した雄に 3,000 r を照射した結果を第 1 表に示す。照射した場合，ペニシリン含有飼料の方は半分近くも誘発率が低下した。ただし，照射しない場合には差は見られなかった。500 r，1,000 r，2,000 r を照射しても同じようにペニシリン含有飼料の方が半分近くも誘発率が低下した。

第　1　表

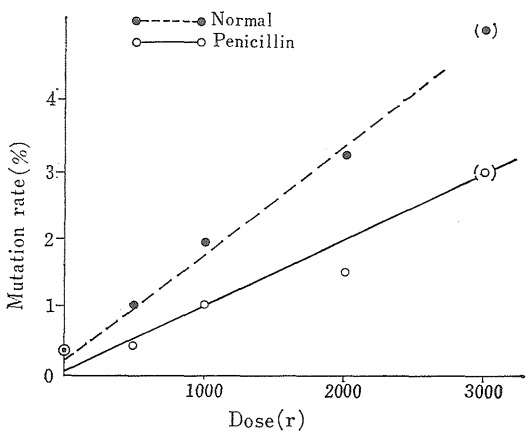
	N	n	Mutation rate (%)
control	1,677	3	0.19
PG	3,179	5	0.16
3,000 r	1,215	63	5.19
PG + 3,000 r	2,627	81	3.08

N:　No. of tested chromosomes
n:　No. of lethals
PG: penicillin G potassium

第　2　表

Dose (r)	N	n	Mut. rate (%)	Penicillin N	Penicillin n	Penicillin Mut. rate (%)
0	300	1	0.33	325	1	0.31
500	590	6	1.02	814	4	0.49
1,000	940	18	1.91	1,112	13	1.17
2,000	779	25	3.21	1,092	18	1.65

N: No. of tested chromosomes
n: No. of lethals



第　1　図

また，ペニシリン含有飼料の場合にも線量と誘発率とのあいだには直線関係が成り立ち，通常飼料から得られた直線とは有意差が見られた（第 2 表，第 1 図）。

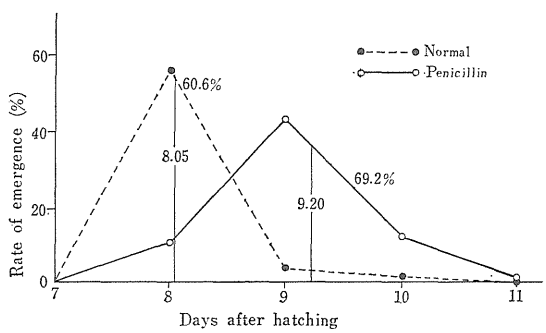
2)　次に，幼虫の時期を前半と後半に分けて飼料を変えて飼育した雄について誘発率を調べた。第 3 表に示されているように，照射しない場合には誘発率に差は見られなかったが，照射した場合には前半にペニシリン含有飼料で飼育した方に誘発率の低下がみられ，後半の飼料の如何には依存しないようである。

第　3　表

	0 r			3,000 r		
	N	n	Mut. rate (%)	N	n	Mut. rate (%)
N + N	621	0	0.00	1,006	46	4.57
N + P	1,830	6	0.33	2,108	93	4.41
P + N	2,178	5	0.23	3,558	130	3.65
P + P	623	2	0.32	915	30	3.27

N: No. of tested chromosomes
n: No. of lethals

3)　ハエの生長に対するペニシリンの影響をみるために，孵化直後の幼虫をペニシリン含有飼料と通常飼料に移しその羽化率を求めた。第 2 図でわかるようにペニシリン含有飼料に平均羽化日数の約 1 日のおくれがみられたが，その羽化率はむしろ通常飼料に比べて高かった。

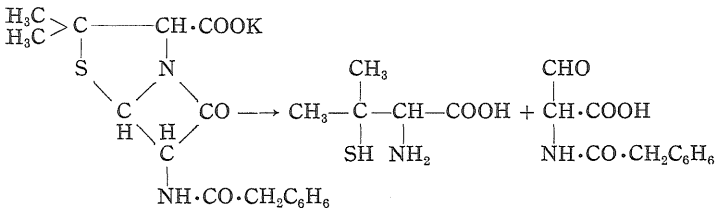


第　2　図

考　察

ペニシリンの一般的作用機作はまだ充分に知られていないが，蛋白合成に関連をもつという推定はされており実際に生長をおくらせることからも代謝面における影響が考えられる。

他方，第 3 図（次頁）に示されるように，ペニシリン



第 3 図

が水溶液で生じるペニシラミンのもつ SH 基の防護作用が考えられるが，まだなんともいえない。

しかし，このような突然変異の防護現象は突然変異誘発機構の解明になんらかの手がかりを与えないかと考えられる。

〔研究発表〕

塩見敏男，稲垣弘子；X線の突然変異誘発に対するペニシリンの防護効果，第 34 回日本遺伝学会大会（1962 年 10 月）

6. 可視光線による突然変異の誘発に関する研究

遺伝第 1 研究室
中井　斌
佐伯哲哉

（1） 研究目的

生物に対する放射線の最も重要な作用の一つである突然変異の誘発作用を明らかにするため，その前突然変異の分子的機構を解明する必要がある。従来可視光線の突然変異誘発能力については，同じ電磁波においても X 線，γ 線，紫外線などと異なり，ほとんどその存在が認められていなかった。最近 Photosensitizing dye（光増感色素）を用いて，DNA への可視光線の Photodynamic action が分子レベルで次第に明らかにされつつある。したがって，この方法による可視光線の突然変異誘発作用を明らかにして，放射線の作用と対比し，あるいはこれとの相互作用を解析して，放射線の突然変異誘発，特にその前突然変異の機構を明らかにすることがこの研究の目的である。

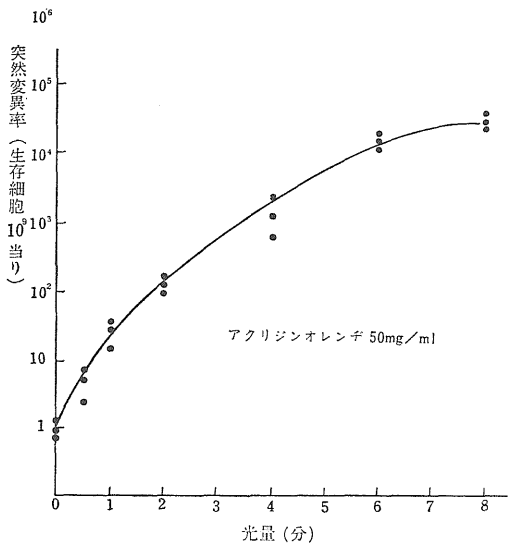
（2） 研究方法

Photosensitizing dye としてアクリジンオレンジなどアクリジン系色素を pH 7 の buffer に溶解して用いた。光源は 500 W の flood lump で，厚さ 5 cm の水そうで熱線を口過し，照射中は空気を bubble する。突然変異の検出は大腸菌のトリプトファン要求株（*E. coli*, K 12 (λ^-) try$^-$, W 3623）を用い，その野生型への復帰突然変異によった。

（3） 研究結果

1） 光量効果

もし可視光線の Photodynamic action によって突然変異が誘発されるなら，これの光量効果が期待されるはずである。その結果は第 1 図に示すように，突然変異率は光量に対して対数的に増加する。一方，致死率も光量に比例して対数的に減少する。しかし低光量のもとでは，その減少の度合は突然変異率の上昇量よりも小さく，したがって，この条件下では，突然変異の個体数そのものも有意に増加している。



第 1 図　突然変異率に対する光量効果

2） 色素量効果

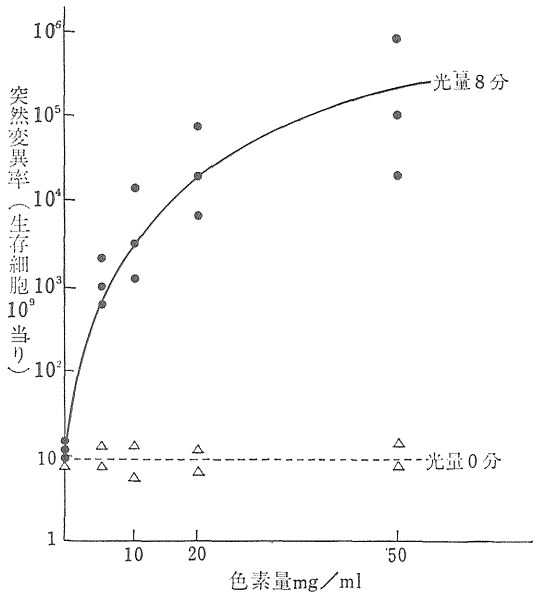
アクリジン系色素は DNA と特異的に結合することが知られている。Photodynamic action による突然変異の誘発作用が DNA への直接作用に基づくなら，これについての色素量効果が期待されてよい。その結果は第 2 図（次頁）に示してある。突然変異の誘発率は色素量に応じて対数的に増加している。

3） 影響因子

(イ) 野生型に対する選択的淘汰

この実験条件下で，野生型に有利な選択的淘汰効果がわずか存在するが，光量に対し比例せず，突然変異率の上昇結果を左右するほど大きくはない。

(ロ) 細菌の系統差



第2図　突然変異率に対する色素量効果

細菌の系統，および Marker gene の相違によって，突然変異誘発の Photodynamic action の能力にはかなり差がある。

(ハ) 誘導体の効果

アクリジン系色素の誘導体によって，突然変異の Photodynamic action には差がある。アクリジンオレンジおよびアクリジンイエローはこの作用があるが，アクリジンレッドにはこの作用がない。

（4） 考　察

本研究による諸種の実験事実によって，一応アクリジン色素の Photodynamic action による可視光線の突然変異誘発の事実がはじめて確認されたものと考えられる。この作用は，アクリジン色素に吸収された光のエネルギーの移動に基づく，遺伝子 DNA への恐らく直接的な作用によって生じたものと考えられる。

7. 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，特に分裂終期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

細胞分裂に及ぼす放射線の影響を的確に把握するためには，細胞全体に照射してその影響を調べるのみでなく，細胞の種々の部分に放射線を選択的に照射してその影響を研究することが必要である。生きている細胞に局部照射を行ない，16ミリ・フィルムに連続的に微速度撮影して，細胞におこる変化を動的に捉え，放射線の細胞に対する作用機構を分析しようとするものである。

（2） 材料と方法

材料にはカイコ（*Bombyx mori*）の精母細胞を用いた。カイコでは発育時期と生殖細胞の発達段階には一定の関係がある（Sado; *Jap. J. Genet.*, 36, 136, '61: Tazima; *Genetics*, 46, 1335, '61)。実験に用いた5令，1～3日のカイコでは，精巣内のほとんどの細胞は精母細胞であり，懸滴標本において顕微鏡の視野内に多数の同一分裂時期の細胞を観察することが可能である。このことは，同一視野内の同じ環境条件において，同時に被照射と非照射の細胞に起こる変化を比較観察することが可能であり，細胞の局部照射実験には特に有利な材料である。

観察には，虫体の背面を開き精巣を取出し，カバーグラスの上に置き，メスで切断して精母細胞を流出させ，精巣に付着している少量の体液により精母細胞を一層に広げて懸滴とした。これを石英製平底ホロースライドの上に載せ，カバーグラスの周辺を流動パラフィンで封じて標本を作った。紫外線の照射は，反射対物レンズ（Olympus MO 90×）を利用して高圧水銀灯からの紫外線を直径2.5～20ミクロンのマイクロビームに絞り，石英製ホロースライドを通して細胞に照射した。位相差顕微鏡は Zeiss Ultraphot-II（25×，40× 対物レンズ＋8× 接眼レンズ），撮影機は Bolex H 16 Reflex，フィルムは Kodak plus X を用いた。撮影速度は毎分5および10コマ，温度は25℃である。

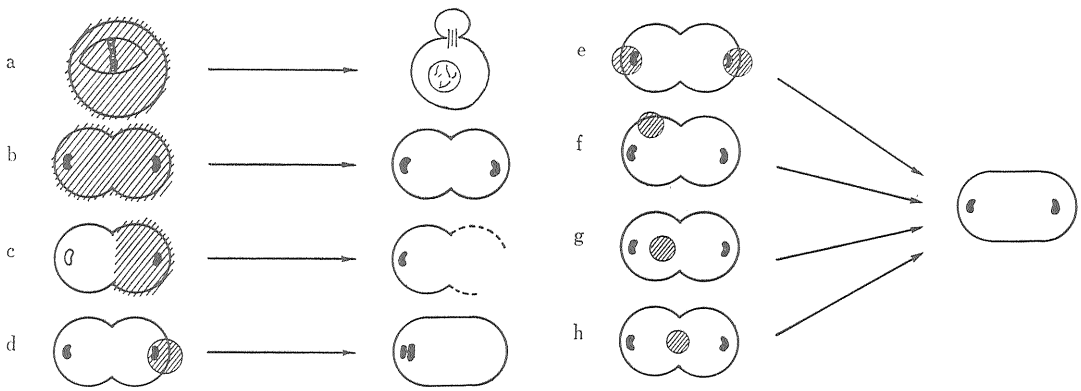
（3） 観察結果

1） 中期および終期の細胞の全体照射：　分裂中期の細胞に1分間照射すると，後期における染色体の分離は阻害されて染色体橋を形成し，すべての染色体は一塊となって復旧核を作る。その結果，分裂溝により無核と有核の細胞が形成される（第1図a，次頁）。分裂終期の細胞に1分間照射すると，照射後細胞は固定されたような状態になり，その動きはほとんど静止する（第1図b)。

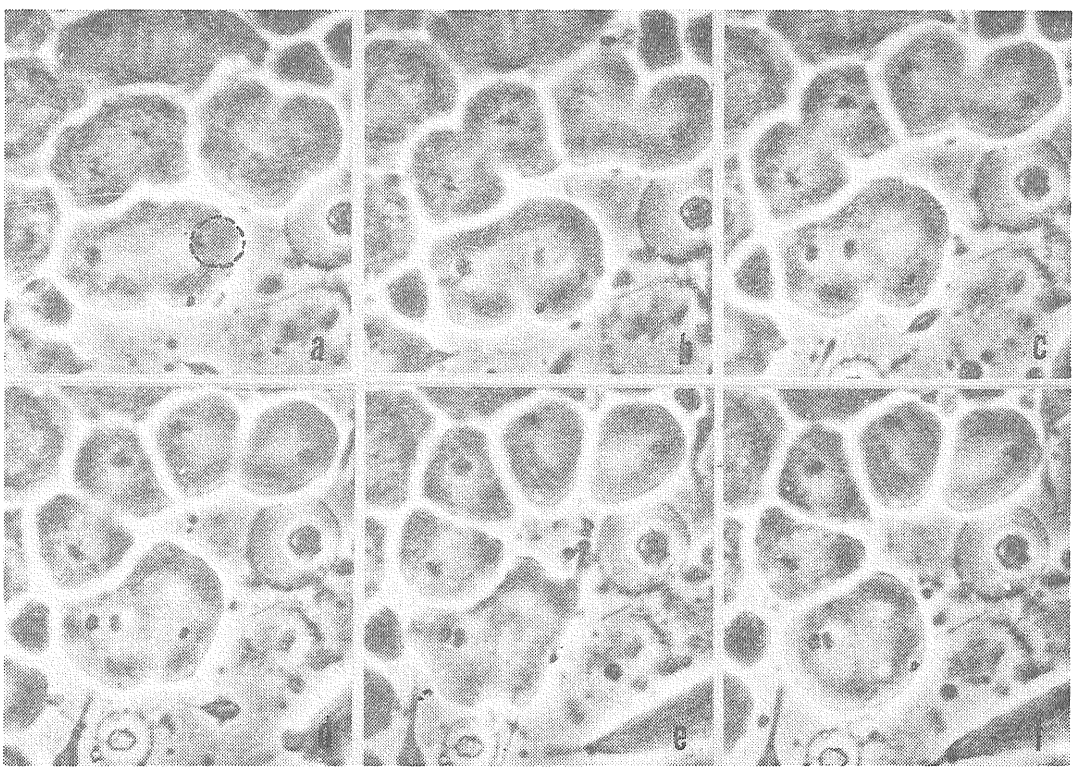
2） 終期における娘細胞の全体照射：　分裂終期における娘細胞の一つに直径10ミクロンの紫外線マイクロビームを3分間照射すると，照射を受けた娘細胞における娘染色体群は，いわゆる "pailing" を起こして，コントラストが低下し淡く見えるようになる。やがて分裂

溝は元に戻り細胞は球形となる。7分間照射すると，照射を受けた娘細胞は崩壊する(第1図 c)。

3) 終期における極の照射: 分裂終期の細胞の一方の極の部分（娘染色体群の一部分，あるいは全部を含む）を直径5ミクロンのマイクロビームで5分間照射すると，既にその極に達していた娘染色体群は非照射極へ移動を始める。約15分後に娘染色体群は非照射極の娘染色体群に到達するが，両者が一塊になることはない(第1図 d，第2図 a～f)。やがて分裂溝は元に戻り，細胞は球形となる。しかし，分裂終期の細胞の両方の極



第1図 Schematic illustration of irradiation of parts of spermatocyte of *Bombyx mori*

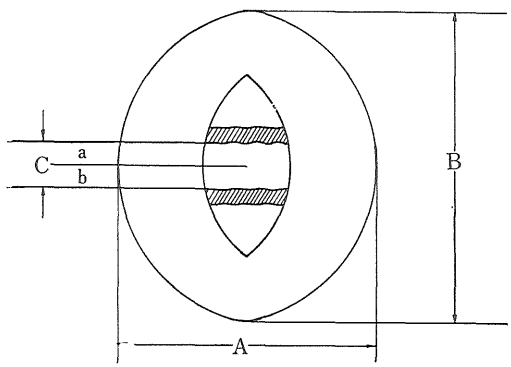


第2図 Selected film frames from a cine record of successive stages showing the behavior of the telophase chromosome group in a spermatocyte a pole of which received ultraviolet irradiation (film no. X-8-6; ×1,500)

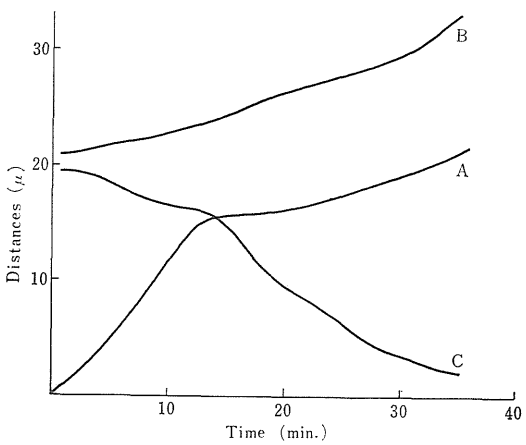
の部分を続けて照射しても，娘染色体群は照射前の位置からほとんど動かず，特異な運動はみられない（第1図 e)。

4） 終期における極以外の部分の照射： 極を含まない細胞の種々の部分（第1図 f～h）を，直径5ミクロンのマイクロビームで5分間照射した。いずれの部分を照射しても，娘染色体群の特異な移動はまったく起こらない。

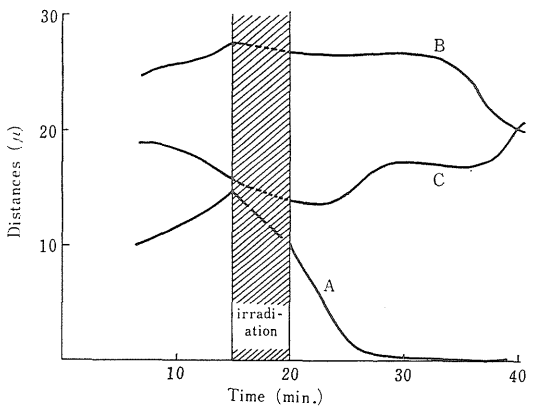
5） 染色体の運動の測定： 分裂終期における娘染色体群の特異な行動を定量的に分析する目的で，30秒～1分毎にフィルムのコマを印画紙に引伸ばし（約 2,400倍），細胞の直径，娘染色体群のあいだの距離を測定した（第3図)。測定結果は第4～6図に示す。非照射の細胞が分裂後期に入ると，すべての染色体はほとんど同時



第3図 Diagram illustrating measurement of various distances



第4図 Chromosome movement and the changes in cell distances of a non-irradiated spermatocyte-I of *Bombyx mori*

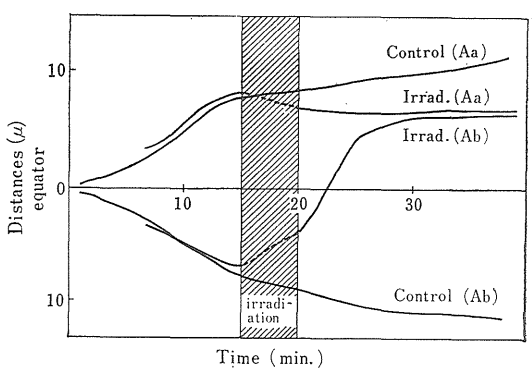


第5図 Chromosome movement and the changes in cell diametres in a telophasic spermatocyte-I, a single pole of which received ultraviolet irradiation

に分離し両極へ移動する（第4図)。その移動速度は毎分約0.8ミクロンであり，約15分で娘染色体はそれぞれの極に達する。染色体の両極への移動開始にわずか遅れて，細胞は紡錘体の長軸方向に伸張を始める。染色体が極に達すると分裂溝が入ってくる。分裂溝の形成開始後も細胞体の伸張は続き，それにつれて娘染色体群のあいだの距離も増加する。しかし，細胞表面から娘染色体群までの距離は変らない（約3ミクロン)。

一方の極の部分の照射を受けた細胞における娘染色体群の非照射極への移動速度は毎分1.6ミクロンであり，分裂後期における娘染色体の極への移動速度よりも約2倍早い。

第6図は，照射を受けた細胞および非照射の細胞の分裂後期および終期における娘染色体(群)の，赤道板から



第6図 Distances of the chromosome groups from the equatrial plane in irradiated and non-irradiated spermatocytes-I

の距離の時間的変化を表わしている。この図より，極の部分の照射は娘染色体群が極に達したのち行なわれたこと，および非照射極における娘染色体群はほとんどその位置を変えず，照射極における娘染色体群のみが非照射極へ接近したことが明らかである。その移動速度は照射後5分間は毎分約1.6ミクロンであるが，その後速度が落ち毎分約0.2ミクロンとなり，約10分間で非照射極の娘染色体群と接触する。

（4） 考　察

従来の細胞に対する局部照射の影響の研究は，いずれも分裂前—後期の細胞に照射している（Zirkle and Bloom; *Science*, 117, 487, '53: Izutsu; *Mie Med., Jour.*, 9, 15, '59: 和田・伊豆津；細胞化学シンポジウム，11, 105, '61: Nakanishi; *Jap. J. Genet.*, 36, 115, '61 等）。分裂終期の細胞に照射して，娘染色体群の行動を生きている細胞につき追跡した研究はないもののようである。分裂終期における娘染色体群の非照射極への移動の機構を説明することは，現在得られている研究結果からは極めて困難である。さらに詳細な測定結果の解析と，固定染色法による細胞化学的研究，電子顕微鏡による照射前後の精母細胞の微細構造，特に分裂終期における紡錘体，中心体，星系の構造についての観察を行ない，生きている細胞についての観察結果を比較考察することが必要であり，現在研究は進行中である。

（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；細胞分裂に及ぼす放射線の影響（位相差顕微鏡映画法による研究），染色体学会大会（1962年10月）
2. 中西　宥，加藤旌夫；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，特に分裂終期における娘染色体群の行動，文部省研究報告集録（放射線影響編），昭37, 72—73
3. Yuh H. Nakanishi and Hatao Kato; Behavior of the telophase chromosome-group following a microbeam irradiation, *Chromosome Information Service*, No. 3, 9—11 (1962)

8. Ethylene imine および triethylene melamine による染色体異常の誘発

遺伝第1研究室
中西　宥
加藤旌夫*
岩崎民子**
沖垣　達***

* 生物第2研究室
** 生物第1研究室
*** 研究生

（1） 研究目的

本研究の作業仮説は，二つ以上の機能群をもつアルキル化剤は巨大分子（例えば DNA）を架橋（cross-link）するが，一つの機能群をもつものではこの作用がないということである。この作業仮説にもとづき，ethylene imine（一つの機能群）および triethylene melamine（TEM，三つの機能群）を選び，これらの薬物により誘発される染色体異常の型および出現頻度を比較検討した。

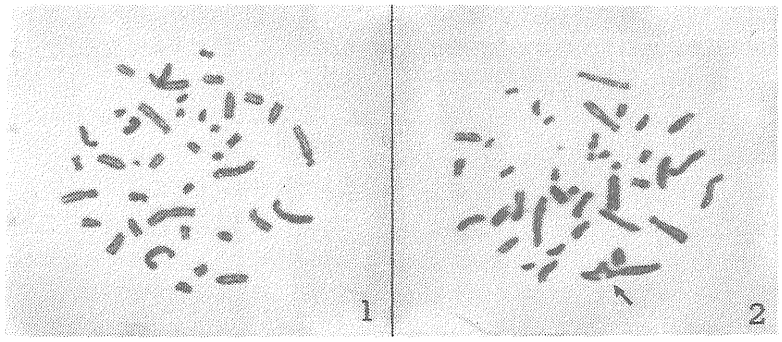
（2） 材料および方法

材料にはシロネズミの腹水腫瘍（MTK 肉腫-III）を用いた。この腫瘍は Wistar 系シロネズミ（体重約120 g）の腹腔内に累代移植して保存されているものである。用いた薬物の濃度は，ethylene imine は 0.1 m*M*, 1 m*M*, 10 m*M*, TEM は 0.001 m*M*, 0.01 m*M*, 0.1 m*M* であり，それぞれ 0.85% 食塩水に溶解した。これらの薬物を，移植後4日目のネズミの腹腔内にそれぞれ1 cc ずつ注射し，1, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 46, 58, 70, 80 時間後に腹水を採取して標本を作成し，観察に供した。分裂頻度，分裂後期および終期における染色体異常の観察にはアセティックダーリア押しつぶし標本を用い，分裂中期の染色体の観察には水前処理アセティックダーリア押しつぶし標本を用いた。

（3） 観察結果

1）分裂頻度：　ethylene imine 処理後，いずれの濃度においても分裂頻度は一時低下し，間もなくわずかに回復するが，その後徐々に低下する。処理後種々の時間における分裂前，中，後，終期細胞の割合には，濃度による差は認められない。TEM 処理では，ethylene imine 処理におけるよりもはるかに顕著な分裂頻度の低下と回復がみられる。0.01 m*M* 処理，70～80 時間後において，分裂中期像の累積があるように思われるが，C-mitosis と呼ばれるような現象は特に顕著ではない。

2）分裂中期における染色体異常：　染色体の転座の



第 1 図　　第 2 図

Photomicrographs of normal metaphase chromosomes of the MTK-sarcoma III. 1: normal chromosomes with the modal value of 40, 2: translocation of chromosomes (an arrow). ×2,000

出現頻度を，ethylene imine および TEM 処理の分裂中期細胞について比較した。ethylene imine 処理では染色体の転座は全くみられないが，TEM 処理では高い頻度で染色体の転座が生ずる（第 1, 2 図）。その出現は，特に 0.01 m*M* 処理において顕著であり，処理後 46～70 時間で，分裂中期細胞の約 80% が染色体の転座を示している。0.1 m*M* 処理では，18 時間以後多くの細胞が細胞質の崩壊を起こしており，分裂頻度の低下と相まって染色体の転座の観察に適した中期像は得られなかった。

3）分裂後期における染色体異常：　染色体の切断および染色体橋の形成を，ethylene imine および TEM 処理の細胞の分裂後期像について比較した。いずれの処理においても，処理後 1 時間からこれらの異常が出現する。その頻度は処理後 3～30 時間目までほぼ一定である。0.01 m*M* の TEM 処理では，その後染色体橋の出現頻度が増加するが，これはこの濃度で顕著に誘発される染色体の転座に起因するものと考えられる。

4．考　察

Biesele *et al.* (*Nature*, **166**, 1,112, '50) は，タマネギの根端細胞およびハツカネズミの培養細胞を，機能群の数の異なる種々のアルキル化剤で処理し，分裂後期における染色体橋の形成を観察した。その結果，機能群の数（1～3）による違いはないと報告している。

本実験の結果によれば，ethylene imine および TEM 処理による染色体異常の誘発には，後期像の観察に関する限り大差は認められないが，中期像における染色体の転座の出現に関しては，両処理のあいだに明らかな相違がある。また，分裂抑制に関しても，TEM は ethylene imine よりもはるかに有効に作用することが明らかにされた。

（この研究の一部は文部省班研究の費用によった）

9．アルテミア乾燥卵に及ぼすガンマ線，温度およびカルチノフィリンの影響

遺伝第 1 研究室
中西　宥
岩崎民子*
加藤旌夫**
沖垣　達***

* 生物第 1 研究室
** 生物第 2 研究室
*** 研究生

甲殻類さい脚目の *Artemia salina* L. は夏卵と冬卵の 2 種の卵を産出する。冬卵（直径約 220 μ）は胞胚が厚い殻につつまれており，長期間（15 年以上）乾燥状態で保存できる。さらにその含水量は，種々の湿度の空気中におくことによって，容易に任意に変えることができる。Iwasaki (*Rad. Res.*, 9, 133, '58; *Bull. Inst. Chem. Kyoto Univ.*, 37, 400, '59) はこの材料を用いて，放射線感受性と含水量の関係を孵化率について分析した。著者らはアルテミア乾燥卵に及ぼす放射線の影響についての細胞学的研究を行なっている。本報では，乾燥卵の構造と発生およびこれらに及ぼすガンマ線の影響について，温度処理ならびにカルチノフィリン処理の実験と比較研究した結果について報告する。

（1）乾燥卵の構造と発生

乾燥卵の卵殻は 3 層からなる。最外層と最内層は薄い膜であり，中間層はスポンジ状構造の厚い層である。5～10% のアンチフォルミンで 30 分～1.5 時間処理する

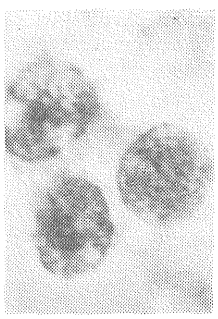
と卵殻の中間層が除去される。アンチフォルミン処理卵においても発生は正常に進み，ナウプリウス幼生が孵化する。便宜上，アンチフォルミン処理卵を無殻卵，無処理卵を有殻卵と呼ぶことにする。

乾燥卵の種々の発生時期の固定染色材料および押しつぶし標本について，乾燥卵の内部構造，発生の過程，細胞数および分裂頻度を観察した。乾燥卵は発生が胞胚期で止っており，卵の平均細胞数は 4,142 ± 52 個である。大部分の細胞の核の直径は 3～4 μ であるが，約 40 個の細胞は直径 6～9 μ の大型核を有する。フォイルゲン反応顕微分光分析法によると，大型核の DNA 量は小型核の約 3 倍である。乾燥卵は多くの卵黄粒を含み，これらの顆粒は Sudan III, Sudan IV に濃染する脂肪顆粒と Bauer-Feulgen の反応に陽性のグリコーゲン顆粒に大別される。乾燥卵は，2% 食塩水中に 27°C で保つと，32 時間後に約 84.5% が孵化し，ナウプリウス幼生となる。胞胚期より孵化直前の胚に発生するまでの期間，細胞数の増加はなく(平均 4,005 ± 25 個)，分裂頻度は孵化直前の胚においては 0.14～0.17%，それ以前の胚においては 0% であった。孵化したナウプリウス幼生の細胞数は 4,401 ± 86 個に増加し，分裂頻度も 0.96% となる。ナウプリウス幼生のフォイルゲン反応押しつぶし標本を作り染色体を観察した。染色体数の頂数は 42 である。

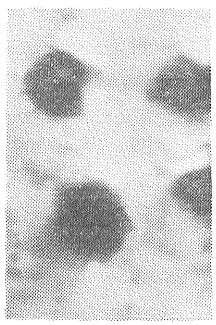
(2) ガンマ線照射

^{60}Co (3,000 キュリー) を線源として線量率 12 kr/min. で有殻および無殻の乾燥卵に，ガンマ線 (120～720 kr) を照射した。照射後 2% 食塩水中に入れ 27°C に保ち 72 時間後約 20% のホルマリン液で固定し孵化率を調査した (第 1 図)。360 kr および 480 kr 照射において無殻卵と有殻卵の孵化率に差があるが，これら以外の線量では大きな差がないもののようである。しかしいずれの線量においても無殻卵の孵化率は有殻卵のそれよりも低い。

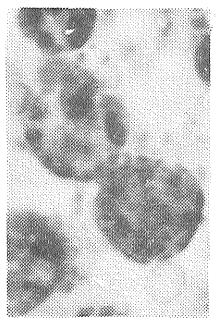
卵のアセティックオルセイン押しつぶし標本を作り細胞の核に起こる変化を観察した。核の状態は，1) 点状のクロマチン物質が一様に分布している正常核，2) 核全体が凝縮して濃染しているピクノーシスを起こした



第 2 図

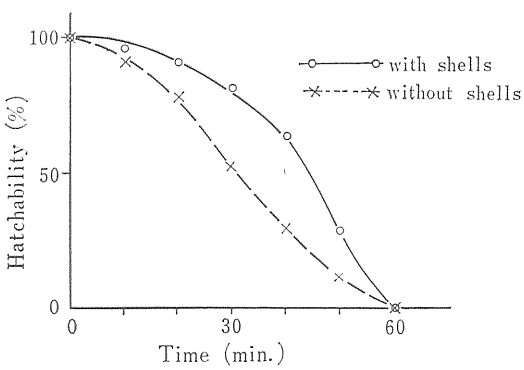


第 3 図

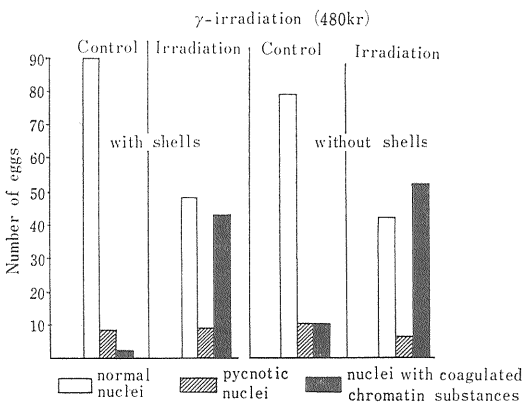


第 4 図

Photomicrographs of three types of nuclei in eggs treated with high temperature at 100°C in squashed preparations with acetic orein. 2: normal nuclei, 3: pycnotic nuclei, 4: nuclei showing an unusual coagulation of chromatin substances



第 1 図 Linear plot of hatchability of eggs with and without shells after gamma-irradiation with various doses

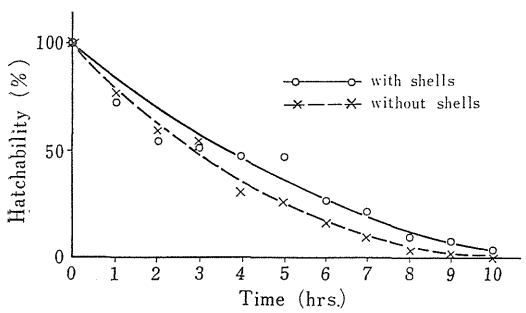


第 5 図 Numbers of eggs with three types of nuclei as compared to eggs with and without shells after gamma-irradiation with 480 kr. There is no significant difference in number of eggs containing abnormal nuclei in respect to eggs with and without shells.

核，3） 核内のクロマチン物質が異常凝集を起こした核に大別される（第2～4図）。480 kr 照射卵と非照射卵について異常核をもつ卵の頻度を調査した（第5図）。ピクノーシス核をもつ卵の頻度は，照射卵，非照射卵のいずれにおいてもほとんど同じであり，照射により新たに生じたものではないようである。クロマチン物質の異常凝集核をもつ卵は照射卵において数倍に増加している。有殻卵と無殻卵における異常核細胞をもつ卵の出現頻度にはほとんど差がない。ガンマ線照射においては，後述の温度処理の場合と異なり，1個の卵に正常核とクロマチン物質の異常凝集核をもつ細胞が混在している。

（3） 温度処理

乾燥卵の温度処理には，電気乾燥器を用いた。処理時間は100℃で，30分おきに6時間まで，それ以後は1時間おきに10時間まで行なった。処理後室温に5分間放置後2%食塩水に入れ27℃に保ち72時間後孵化率を調査した。孵化率は処理時間とともに低下するが，有殻および無殻の乾燥卵の孵化率には大差がない（第6図）。乾燥卵の重量は，100℃に保つと約1時間後にはほとんど平衡に達し，10時間後においても変化しない。このことは，温度処理により含水量が変化し，そのために孵化率が低下するのではなく，温度の影響が直接細胞構成要素に働いていることを示唆する。



第6図 Linear plot of hatchability of eggs with and without shells after treatment with high temperature at 100℃ for various periods of time

100℃で2時間処理後，異常核をもつ卵の頻度を調査した。クロマチン物質の異常凝集核をもつ卵の頻度は無処理卵の約8倍に増加している。この頻度は有殻卵と無殻卵において差がない。温度処理においては1個の卵に正常核，ピクノーシス核，クロマチン物質の異常凝集核をもつ細胞が混在していることはなく，1個の卵内の細胞の核はすべて同じ状態にある。

（4） カルチノフィリン処理

Nakanishi and Makino（*Jour. Microscopie*, 1, 100, 1962）は，HeLa 細胞をカルチノフィリンで処理すると，核内のクロマチン物質が顕著な異常凝集を示すことを，位相差顕微鏡映画法により生きている細胞について観察した。中西・木村（未発表）はこれらの異常凝集を起こしている物質が，クロマチン物質であることを細胞化学的に確認した。アルテミア乾燥卵のガンマ線照射および温度処理によるクロマチン物質の異常凝集の様相は，カルチノフィリン処理を行なったHeLa細胞におけるそれと類似している。乾燥卵をカルチノフィリン（10 γ, 25 γ/ml）で6時間処理し，孵化率および核の状態を調査した。有殻卵，無殻卵のいずれにおいても，その孵化率は無処理の対照とほとんど同じである。しかし核内のクロマチン物質の異常凝集は顕著である。温度処理の場合と同様に，1個の卵に正常核と異常核をもつ細胞が混在していることはない。

（5） 結　語

アルテミア乾燥卵（有殻卵）およびアンチフォルミン処理卵（無殻卵）にガンマ線照射（120～720 kr），高温処理（100℃, 30分～10時間），カルチノフィリン処理（10 γ, 25 γ/ml, 6時間）を行ない，孵化率および細胞の核に起こる変化を調査した。いずれの処理を行なっても，有殻卵と無殻卵の孵化率には大差がない。これらの処理をうけた大部分の卵において，核内のクロマチン物質が顕著な異常凝集を示す。その出現の様相は，ガンマ線照射において他の処理におけるそれと異なる。すなわちガンマ線照射では，1個の卵内に正常核をもつ細胞とクロマチン物質の異常凝集核をもつ細胞が混在しているが，高温処理およびカルチノフィリン処理では，1個の卵内に正常核と異常核をもつ細胞が混在していることはない。

〔研究発表〕

1. 中西　宥，岩崎民子，沖垣　達，加藤旌夫；アルテミア乾燥卵の構造と発生の細胞学的研究，第33回日本動物学会大会（1962年10月）
2. 中西　宥，岩崎民子，沖垣　達，加藤旌夫；アルテミア乾燥卵の卵殻，第15回細胞化学会（1962年10月）
3. 中西　宥，岩崎民子，沖垣　達，加藤旌夫；アルテミアの細胞学的研究，I．乾燥卵の発生と染色体，第34回日本遺伝学会大会（1962年10月）

4. 沖垣　達，岩崎民子，中西　宥，加藤旌夫；アルテミアの細胞学的研究，II. 乾燥卵の構造，第34回日本遺伝学会大会（1962年10月）
5. 中西　宥，岩崎民子，加藤旌夫，沖垣　達；アルテミア乾燥卵に及ぼす温度，ガンマ線およびカルチノフィリンの影響（予報）—特に卵殻との関連において—，細胞化学シンポジウム第13集（印刷中）
6. Yuh H. Nakanishi, Tamiko Iwasaki, Tohru Okigaki and Hatao Kato; Cytological studies of *Artemia salina*, I. Embryonic development without cell multiplication after the blastula stage in encysted dry eggs, *Annot. Zool. Japon.*, 35, 223-228 (1962)
7. Yuh H. Nakanishi, Tohru Okigaki, Hatao Kato and Tamiko Iwasaki; Cytological studies of *Artemia salina*, II. Deoxyribonucleic acid (DNA) content and the chromosomes in encysted dry eggs and nauplii, *Proc. Japan Acad.*, 39, 306-309 (1963)

10. 分離細胞の組織再形成能に及ぼすガンマ線の影響

遺伝第1研究室
中西　宥
加藤旌夫*
岩崎民子**
沖垣　達***

* 生物第2研究室
** 生物第1研究室
*** 研究生

最近，高等脊椎動物の胚組織を単一細胞に分離して旋回培養すると，同一種類の細胞が再結合してもとの器官組織構造を形成することが明らかになった（Moscona, *Exptl. Cell Res.*, 22, 455, '61)。ここでは，鶏胚の組織の単一細胞への分離方法，旋回培養法およびガンマ線照射を受けた細胞の組織再形成能について予報的に報告する。

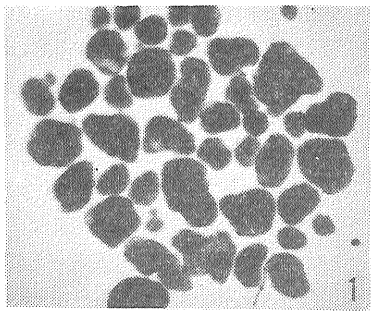
方法と結果

6日目の鶏胚（頭部は除く）を少量の0.2%トリプシン溶液（Rinaldini 氏液に溶解）とともに時計皿に入れて，ハサミで細片する。細切片に約10倍量のトリプシン溶液を加えて37°Cに加温し，マグネティックスターラーで撹拌する。20分後これに等量の培養液を加え，内径1.5 mmの針をつけた20 m*l* の注射器でくり返し強く吸っては押し出し，組織を単一細胞に分離する。遠心後

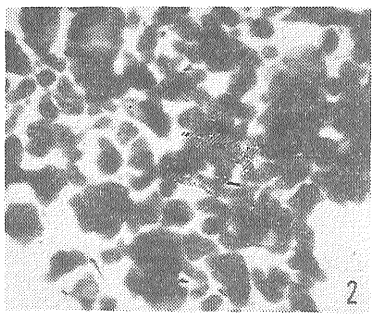
第1表　培養液の組成

Hanks 氏緩衝塩類溶液	1 *l*
ラクトアルブミン水解物	5 g
酵母抽出物	1 g
グルコーゼ	4.5 g
重炭酸ソーダ	0.8 g
ペニシリン	100,000 単位
ストレプトマイシン	100 mg
フェノールレッド	0.02 g
牛血清	200 m*l*

(3,000 rpm, 15分)，3回培養液で洗いトリプシン溶液を除く。最後に1 m*l* あたり 10^7 個の細胞を含む細胞浮游液を作りガンマ線を照射した。線量率は毎分200 r，線量は500 r, 1,000 r, 1,500 r, 2,000 r, 5,000 r, 10,000 r, 15,000 r および20,000 r である。照射後10 m*l* のエーレンマイヤーフラスコに1.5 m*l* ずつ分注した。培養液の組成は第1表に示した。旋回培養器は37°Cの恒温器中で水平載物台が毎分60回転，3/4インチ偏心の水平運動をする。この上に細胞浮游液を分注したフラスコをのせると，細胞は液の求心運動により，フラスコの底の中心部に集まる。約1～2時間後には，いずれの線量の照射をうけた細胞も無数の小さな細胞の集合体（clusters）を作る。これらの集合体は，時間の経過とともにその大きさを増し，24時間後には直径0.1～1.0 mm（平均0.3 mm）の約80個の細胞の凝集塊（aggregates）を形成する（第1, 2図)。10,000 r ～ 20,000 r 照射では凝集塊の直径は幾分小さく数は多い。非照射および500 r ～15,000 r 照射では約 6.7×10^6 個の細胞が，20,000 r 照射では約 8.7×10^6 個の細胞が単一細胞に分離したまま培養液中に浮游している。これらの細胞のアセティックダーリア押しつぶし標本を作り，ピクノーシス，破砕核，クロマチン物質の異常凝集核をもつ異常細胞の出現を調査した。線量の増加とともにその頻度は増加する。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三重染色を行ないその内部構造を観察した。いずれの線量の照射をうけた細胞においても，凝集塊は同一細胞群からなる数種の組織を形成している。顕著なのは，(1) 大型の細胞が基質のなかに分散している軟骨組織，(2) 大型の細胞が密接に塊っている組織および(3) 柱状細胞が管状構造を形成している組織である（第3, 4図)。これらの組織を形成している細胞は，いずれの照射区においても



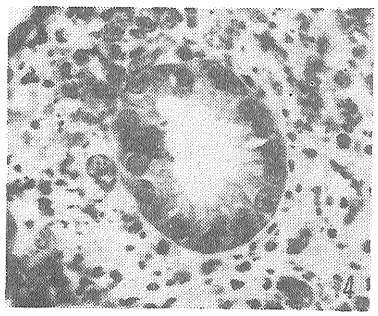
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

Photomicrographs of aggregates and their internal architecture at 24-hour culture, formed by dissociated cells from the whole bodies of 6-day chick embryos after removal of heads.
1: aggregates formed by non-irradiated cells, 2: aggregates formed by cells received 10,000 r gamma-irradiation, 3: selective groupings and histotypic differentiation of cells, 4: one layer of columnar cells forms a tubular structure

極めて正常であり，かなり高い頻度で分裂像が観察された。放射線誘発染色体異常と組織再形成の関係については今後の研究課題である。得られた実験結果に関する限りでは，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。

附　記

人工妊娠中絶による2カ月の人間胎児の組織を単一細胞に分離して旋回培養を行なうと，鶏胚と同様に24時間後に約50個の直径0.1～1.0 mmの細胞の凝集塊が形成された。凝集塊は数種の組織化した細胞群からなるが，特に顕著なのは硝子様軟骨組織である。

〔研究発表〕

1. Yuh H. Nakanishi, Hatao Kato, Tamiko Iwasaki and Tohru Okigaki; Effects of gamma-irradiation on the histogenetic aggregation of dissociated cells from chick embryos (preliminary report), *Proc. Japan Acad.*, 39, 21-25 (1963)
2. 中西　宥，加藤旌夫，岩崎民子，沖垣　達；単一細胞に分離した人間胎児の組織再形成予報，動物学雑誌，72, 115-117 (1963)

11. 人類集団に及ぼす放射線の遺伝的影響に関する理論的研究

—放射線増加と遺伝病との関係—

遺伝第2研究室

根井正利

今泉洋子

突然変異率が増加した場合の遺伝病の時間的消長については，すでに Penrose (The Hazards to Man of Nuclear and Allied Radiations, '56) の研究があるが，これは世代の重複を考慮していない点や，放射線レベルの増加と突然変異率の増加の時間的関係を調べていない点で，十分とはいえない。またわれわれが直接関心

を持つのは何十世代もののちのことではなく，何十年ないし百数十年先のことであり，したがって，世代単位にではなく年単位にかなり詳しく調べてみる必要がある。さらにまた，近年各遺伝病に対する淘汰圧が変化しつつあると考えられるので，この点も同時に考慮しなければならない。この研究は以上のような考えのもとに始められたものである。

（1） 放射線レベルの増加と集団の突然変異率

放射線レベルの増加と集団の突然変異率との関係を調べるには，個体についての放射線量（x）と突然変異率（μ）の関係を知らねばならないが，ここでは一般に認められている $\mu = a + bx$ なる関係を用いることにする。また簡単のために人口は一定であるとし，集団内では常に一定の割合で人が生まれ，そして死んでいくものとする。さらに平均生殖年令は t_g で表わし数値計算の際にはそれを 30 年とする。以上のような条件下で，放射線レベルが1世代に相当する期間すなわち t_g 年間だけ増加した場合と永久増加した場合について考えてみよう。

a. 1世代に相当する期間だけ放射線レベルが増加した場合

i） $0 \leq t \leq t_g$: 第1図にあるように，人工放射線の増加によって t_0 から t_1 まで放射線レベルが自然放射線量（β）の k 倍に上ったとすると，線量レベルが上ってから $t\ (0 \leq t \leq t_g)$ 年後に子供を生む人は，初めの（$t_g - t$）年間は自然放射線のみを受け，後の t 年間は自然放射線の k 倍の線量を受けることになるので，その人が子供を生むまでに受ける全線量（x）は，

$$x = \beta(t_g - t) + k\beta t \cdots\cdots (1)$$

となる。したがって突然変異率と時間との関係は，

$$\mu = a + bx = a + b[\beta(t_g - t) + k\beta t] = \mu_0 + Kt \cdots (2)$$

で与えられる。ここに μ_0 は平衡状態での突然変異率，K は $b\beta(k-1)$ である（第2図参照）。倍加線量があたった場合には，(2) 式は $\mu = \mu_0 + \frac{\mu_0}{t_g} t$ となる。

ii） $t_g \leq t \leq 2t_g$: 次に t が $t_g \leq t \leq 2t_g$ なる関係にある時には，同様の理由により，

$$x = \beta(2k-1)t_g - \beta(k-1)t \cdots\cdots (3)$$

が得られ，突然変異率は

$$\mu = \mu_0 + K(2t_g - t) \cdots\cdots (4)$$

で与えられる。

iii） $2t_g < t$: $2t_g < t$ なる場合には突然変異率は元の突然変異率に等しく μ_0 である。

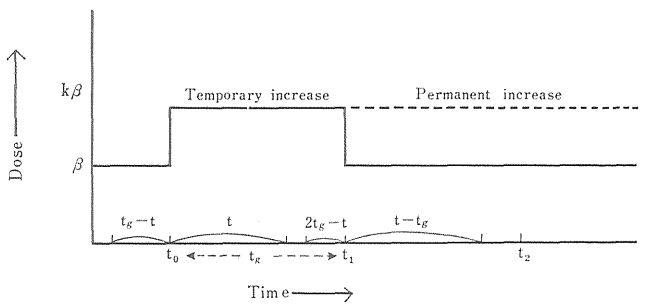
b. 永久的に放射線レベルが増加した場合

i） $0 \leq t \leq t_g$: この場合は a. i) と同じで，$\mu = \mu_0 + Kt$ となる。

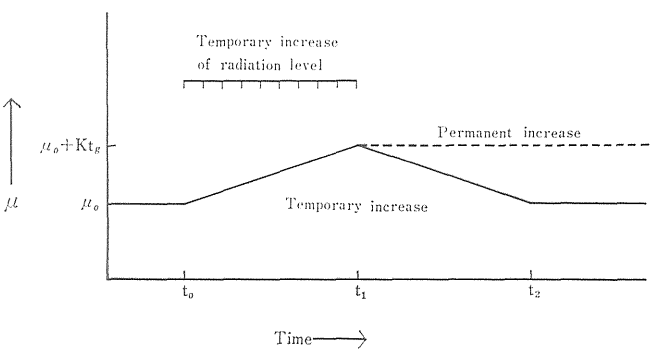
ii） $t_g \leq t$: すべての人が t_g 年間に $k\beta t_g$ の放射線を受けるので，

$$\mu = a + bk\beta t_g = \mu_0 + Kt_g \cdots\cdots (5)$$

が得られる。



第1図 Models for an increase in radiation level



第2図 Schematic representation of the increase in mutation rate

（2） 優性遺伝病の時間的消長

1個の優性遺伝子によって支配される優性遺伝病の時間的消長は，上に得られた突然変異率の時間的変化から容易に導くことができる。一般に遺伝子頻度を q とすると，表現型頻度は q が小さいところでは近似的に 2q で与えられ，平衡点における遺伝子頻度，淘汰係数，突然変異率をそれぞれ q_0, s_0, μ_0 とすると，$q_0 = \mu_0/s_0$ なる関係が成立する。ここで放射線レベルが増加し，同時に淘汰係数も s_0 から s に変化したとすると，t 年後における遺伝子頻度は次のようになる。

a. 1世代に相当する期間だけ放射線レベルが増加した場合

i） $0 \leq t \leq t_g$:

$$q_t = q_0 + Kt + \frac{s_0 - s}{t_g} q_0 t \cdots\cdots (6)$$

ii） $t_g \leq t \leq 2t_g$:

$$q_t=(1-s)\left[q_0+K(t-t_g)+\frac{s_0-s}{t_g}q_0(t-t_g)\right]+\mu_0+K(2t_g-t) \quad \cdots\cdots(7)$$

iii） $2t_g < t$:

$$q_t=(1-s)\,q_{t-t_g}+\mu_0 \quad \cdots\cdots(8)$$

b. 永久的に放射線レベルが増加した場合

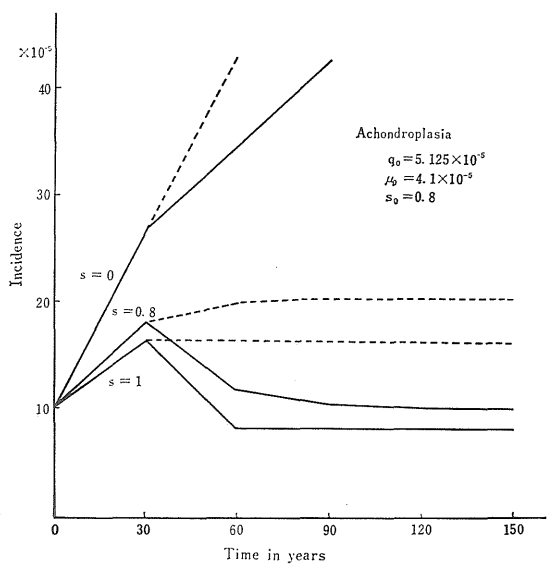
i） $0 \leq t \leq t_g$: （6）に同じ。

ii） $t_g < t$:

$$q_t=(1-s)\,q_{t-t_g}+\mu_0+Kt_g \quad \cdots\cdots(9)$$

上の式からt年後における優性遺伝病の頻度は，q_t を2倍することによって得られる。

第3図は軟骨栄養障害につき上の式を用いて計算した結果であり，$q_0=5.125\times10^{-5}$, $s_0=0.8$, $\mu_0=4.1\times10^{-5}$ とし，線量レベルは倍加線量まで増加したと仮定してある。



第3図 Effect of the increase of radiation level on the incidence of dominant hereditary disease

（3） 伴性劣性遺伝病

伴性劣性遺伝病の場合には，患者の頻度の時間的推移の計算はかなり複雑になるが，結果だけを示すと次のようである。

a. 1世代に相当する期間だけ放射線レベルが増加した場合

i） $0 \leq t \leq t_g$:

$$q_t=q_0+Kt \quad \cdots\cdots(10)$$

ii） $t_g \leq t \leq 2t_g$:

$$q_t=q_0+Kt_g+\frac{s_0-s}{2t_g}q_0(t-t_g) \quad \cdots(11)$$

iii） $2t_g \leq t \leq 3t_g$:

$$q_t=q_0+Kt_g+\frac{1}{4}\left(\frac{s_0-s}{t_g}q_0-2Ks\right)(t-2t_g)+\frac{3\mu_0(s_0-s)}{2s_0} \quad \cdots\cdots(12)$$

iv） $3t_g < t$:

$$q_t=\frac{1}{2}\{q_{t-t_g}+(1-s)\,q_{t-2t_g}\}+\frac{3}{2}\mu_0 \quad \cdots(13)$$

b. 永久的に放射線レベルが増加した場合

i） $0 \leq t \leq t_g$: （10）に同じ。

ii） $t_g \leq t \leq 2t_g$:

$$q_t=q_0+Kt+\frac{s_0-s}{2t_g}q_0(t-t_g) \quad \cdots\cdots(14)$$

iii） $2t_g \leq t \leq 3t_g$:

$$q_t=q_0+Kt+\frac{1}{4}\left(\frac{s_0-s}{t_g}q_0-2Ks\right)(t-2t_g)+\frac{3\mu_0(s_0-s)}{2s_0} \quad \cdots\cdots(15)$$

iv） $3t_g < t$:

$$q_t=\frac{1}{2}\{q_{t-t_g}+(1-s)q_{t-2t_g}\}+\frac{3}{2}(\mu_0+Kt_g) \quad \cdots\cdots(16)$$

上の式で q_t は男における患者の頻度を示すものであるが，同時にこれは女の形成する配偶子の中の遺伝子頻度でもある。

（4） 結　論

以上の研究を総合すると次のような結論が得られる。

a. 放射線レベルと突然変異率

i） 放射線レベルが増加すれば，突然変異率はその瞬間から増加を始める。

ii） 1世代に相当する期間だけ放射線レベルが増加すると，突然変異率は1世代間だけ直線的に増加し，その後の1世代間は直線的に減少して，2世代後に元の値に復帰する。

iii） 放射線レベルが永久的に増加すると，突然変異率は1世代間だけ直線的に増加し，その後は一定の値をとる。

b. 優性遺伝病

i） 1世代間だけ放射線レベルが高まると，新生児における患者の頻度はその瞬間から直線的に上昇し，その後の時間的推移は淘汰係数に大きく依存する。もし完全淘汰が行なわれれば，患者の頻度は1世代後には突然変異率に等しくなり，淘汰係数が小さくなると，たとえ突然変異率が元の値に復帰しても，患者の頻度は増加することがある。ただし淘汰係数が元の値と同じであれば，患者の頻度も究極的には元の値に復帰する。

ii） 放射線レベルの永久増加の場合には，患者の頻

度は一般に増加するが，淘汰係数が大きくなると減少することもありうる。

c. 伴性劣性遺伝病

i） 1世代間だけ放射線レベルが高まると，患者の頻度は1世代間だけ直線的に増加し，その後は淘汰係数の大小によって減ったり増えたりする。もし淘汰係数が元の値と同じであれば，2世代目に相当する期間の頻度は一定の値を示し，その後徐々に減少して究極的には元の値に復帰する。淘汰係数が元の値と同じでないならば，患者の頻度は減衰振動をしながら新しい平衡頻度へ向かっていく。

ii） 放射線レベルの永久増加の場合には，患者の頻度は一般に増加するが，淘汰係数が元の値と同じでないならば，その増加はまた減衰振動的である。

なお劣性遺伝病については別の観点から研究を進める必要があり，未だ完全な結果が得られていない。

〔研究発表〕

根井正利，今泉洋子；人類集団に及ぼす放射線増加の遺伝的影響，昭和37年度文部省班研究報告会（1963年1月）

12. 人類の劣性形質における新しい突然変異率推定法

遺伝第2研究室
根井正利
今泉洋子

今までに推定された劣性遺伝病の自然突然変異率は，用いた集団の遺伝子頻度が突然変異と自然淘汰に関して平衡状態にあることを仮定している。しかし，現在では社会機構の急激な変化により，近交係数や淘汰圧が変化し，今までのような平衡が仮定できない状態にある。環境条件が一度変化すれば，人類集団は再び新しい平衡点へ向かうと考えられるが，この新しい平衡点に達するには通常極めて長い時間を要する。したがって，現在の↗ように平衡が破れてしまったような状態でも適用できる突然変異率の推定法がのぞまれる。本研究はこの点を考慮して行なわれたものである。

（1） 新らしい平衡への時間的接近

まず，近交係数がある値から他の任意の値へ変化した場合，遺伝子頻度が新らしい平衡点の近くに到達する時間を考えてみよう。今1対の遺伝子A，aについてみると，元の平衡点における三つの遺伝子型の頻度は次のように表わすことができる。

遺伝子型	頻　度	淘汰値
AA	$(1-f)p^2+fp$	1
Aa	$2(1-f)pq$	1
aa	$(1-f)q^2+fq$	$1-s$

ここで，fは近交係数で，qは遺伝子aの頻度である（$p=1-q$）。Aからaへの突然変異率をμで表わせば，平衡点においては $(1-f)q^2+fq=\mu/s$ が成立するので，遺伝子頻度は

$$q=\frac{-sf+\sqrt{s^2f^2+4\mu s(1-f)}}{2s(1-f)} \quad \cdots\cdots(1)$$

で与えられる。

もし，ある世代でfがf′に変化すれば，遺伝子頻度は徐々に変化して新らしい平衡点

$$q_\infty=\frac{-sf'+\sqrt{s^2f'^2+4\mu s(1-f')}}{2s(1-f')} \quad \cdots\cdots(2)$$

に到達する。理論的には，この点に到達するには無限世代を必要とする。ここで $q_\infty-q$ を Δ_0 で表わせば，q_∞ とg世代の遺伝子頻度の差（Δ_g）は

$$\Delta_g=\Delta_0 e^{-s\{f'+2(1-f')q_\infty\}g} \quad \cdots\cdots(3)$$

で与えられる。したがって，Δ が半分になるのに要する世代数は

$$g_h=\frac{0.693}{s[f'+2(1-f')q_\infty]} \quad \cdots\cdots(4)$$

で与えられる。

一方，Δ が q_∞ の100aパーセントに減少するに要する世代数は↙

$$g_a=\frac{1}{\sqrt{s^2f'^2+4\mu s(1-f')}}\cdot \log\frac{s(f-f')+(1-f)\sqrt{s^2f'^2+4\mu s(1-f')}-(1-f')\sqrt{s^2f^2+4\mu s(1-f)}}{a(1-f)[\sqrt{s^2f'^2+4\mu s(1-f')}-sf']} \quad \cdots\cdots(5)$$

↙で与えられる。また g_a に平均生殖年令Aを乗ずれば g_a に相当する年数（t_a）が得られる。すなわち $t_a=Ag_a$ である。

例： Neel *et al.*（*Amer. J. Hum. Genet.*, 1, 156, '49）は白子について $q=5\times10^{-3}$，$f=6\times10^{-3}$，$s=0.5$，$\mu=2.8\times10^{-5}$ なる値を得ている。これらの値を用い，$f'=0$ を仮定して計算すると，$g_h=92.7$，$g_{0.05}=248.9$ が得られる。わが国における現在の平均生殖年令は約30年であるから，$t_h=2,780$年，$t_{0.05}=7,467$年となる。

もしfとsが同時にそれぞれf′，s′に変化すれば，Δ が q_∞ の100a％になるのに要する世代数は

$$g_a=\frac{1}{\sqrt{s'^2f'^2+4\mu s'(1-f')}}\cdot$$
$$\log\frac{ss'(f-f')+s(1-f)\sqrt{s'^2f'^2+4\mu s'(1-f')}-s'(1-f')\sqrt{s^2f^2+4\mu s(1-f)}}{a(1-f)\{\sqrt{s'^2f'^2+4\mu s'(1-f')}-s'f'\}} \quad \cdots\cdots(6)$$

で与えられる。

(2) 突然変異率の推定法

次に，近交係数と淘汰係数が変化した場合の突然変異率推定法について考える。ある世代においてfとsがそれぞれf′とs′に変化したとすると，その世代での劣性ホモの頻度Pは近似的に

$$P=(1-f')(1-s'_1)q^2+f'(1-s'_1)q \cdots(7)$$

で与えられる。ここにs'_1は調査時以前での淘汰係数であり，調査時後の淘汰係数はs'_2で表わすことにする。したがって$s'_1+s'_2=s'$である。たとえば，もし調査が出生時に行なわれれば，s'_1は出生前の淘汰を表わす。(7)式のqに(1)式で与えられた関係を代入すると

$$\mu=\frac{-B+\sqrt{B^2-4AC}}{2A} \quad \cdots\cdots(8)$$

が得られる。ここに

$A=(1-f')^2(1-s'_1)^2$

$B=s(1-s'_1)\{f'(f-f')s(1-s'_1)-2(1-f)(1-f')P\}$

$C=s^2\{(1-f)^2P-f(f-f')(1-s'_1)\}P$

である。

この一般式はかなり複雑であるが，次の二つの場合には極めて簡単な式になる。

〔Case 1〕 近交係数のみが変化した場合：

$$\mu=\left[(1-f)\frac{P}{1-s'_1}+f\sqrt{\frac{P}{1-s'_1}}\right]s \quad \cdots\cdots(9)$$

μの分散は近似的に次の式で与えられる。

$$\sigma^2_\mu=\left[\left(\frac{1-f}{1-s'_1}\right)^2\frac{P(1-P)}{N}+\frac{f^2}{1-s'_1}\cdot\frac{1-P}{4N}\right]s^2 \quad \cdots\cdots(10)$$

ここにNは調査個体数である。

この場合，もし誤まって集団が任意交配のもとで平衡状態にあると仮定されるならば，突然変異率は

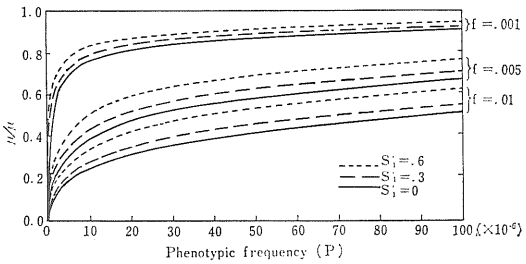
$$\mu'=\frac{s}{1-s'_1}P$$

として推定される。したがって，μ'のμに対する比は

$$\frac{\mu'}{\mu}=\frac{1}{1+f\left(\sqrt{\frac{1-s'_1}{P}}-1\right)} \quad \cdots\cdots(11)$$

である。

μ'/μ, f, s'_1, Pのあいだの関係は第1図で与えられている。fが大きくs'_1が小さい時，μ'/μは小さくなり，例えば$f=0.01$, $s'_1=0$, $P<6\times10^{-6}$なる場合には，



第1図 Effect of f and s'_1 on the values of μ'/μ

μ'は常に実際の突然変異率の1/5より小さい。

〔Case 2〕 $f'=f$なる場合：

$$\mu=\frac{s}{1-s'_1}P \quad \cdots\cdots(12)$$

分散は

$$\sigma^2_\mu=\left[\frac{s}{1-s'_1}\right]^2\frac{P(1-P)}{N} \quad \cdots\cdots(13)$$

である。また，もしqが他の方法で推定されるならば，μは

$$\mu=[(1-f)q^2+fq]s \quad \cdots\cdots(14)$$

で与えられる。

(3) 白子の突然変異率

以上に述べた方法で日本における白子の突然変異率を推定すると，次のようである。田中，渡辺（人遺雑，5, 57, '60）は，静岡県の学童197,448人の中に白子9人を見出し，$P=4.557\times10^{-5}$を得ており，また Neel *et al.* (1949) は日本の過去における近交係数を$f=0.006$，白子の淘汰係数を$s=0.5$と推定している。一方，現在の近交係数はほぼ$f'=0.002$とみなすことができ，また田中，渡辺（1960）によれば$s'_1=0$と仮定できる。これらの値を用いて，(8)式で突然変異率を推定すると$\mu=3.7\times10^{-5}$が得られる。この値は Neel *et al.* (1949) の得た2.8×10^{-5}より少しだけ高くなっている。

(4) フェニールケトン尿症の突然変異率

この病気の突然変異率はヨーロッパでしか得られていないが，Tanaka *et al.* (*Jap. J. Hum. Genet.*, 6, 65, '61) の data を用い (12) 式で計算すると日本人での値として$\mu=3.99\times10^{-5}$が得られる。この値は Penrose (The Hazards to Man of Nuclear and Allied Radiations, '56) が英国人について得た2.5×10^{-5}より多

少高くなっている。

〔研究発表〕

1. 根井正利，今泉洋子； 人類の劣性形質における突然変異率推定法，第34回日本遺伝学会大会（1962年10月）
2. 根井正利，今泉洋子； Estimation of mutation rate in rare recessive traits, *Amer. J. Human Genet.*, 15, 90-95 (1963)

13. 人類集団における劣性遺伝子の頻度推定法

遺伝第2研究室
根 井 正 利

放射線の人類集団に及ぼす遺伝的影響を知るには，まず集団の遺伝的構造を明らかにしなければならないが，遺伝子頻度はその構造を規定する最も重要なパラメターの一つである。従来遺伝子頻度は Dahlberg の公式を用いて推定されてきたが，この公式は近親婚のうち，いとこ結婚のみを考慮し，他の近親婚はすべて無視しているので，得られる値は必ずしも正しくない。本研究は Dahlberg の公式のこの欠陥を修正するために行なったものである。

（1） 大きな集団の場合

根井，今泉（14.）の研究が示すように，小さな集団ではたとえ無作為交配が行なわれたとしても，かなりの頻度で近親婚の起こることが期待されるので，まず大きな集団を考え，近親婚はすべて結婚の非無作為性によると仮定する。一方，近縁係数（coefficient of parentage）f_i なる関係にある人のあいだの結婚の頻度を C_i で表わすことにする。ただし f_i は非近親者間で $f_0=0$，いとこ間で $f_1=1/16$，いとこ半で $f_2=1/32$，またいとこで $f_3=1/64$ 等である。

以上のような条件下では，f_i なる関係にある夫婦の子供における劣性ホモの期待頻度は

$$P_i = q^2 + q(1-q)f_i$$

となり，集団全体の劣性ホモの頻度は

$$P = \sum_{i=0}^{r} C_i P_i = q^2 + q(1-q)f$$

で与えられる。ここで q は劣性遺伝子の頻度であり，f は子供の平均近交係数である。したがって，劣性ホモ個体のうち近親婚による子供の割合（K）は

$$K = \sum_{i=1}^{r} \frac{C_i P_i}{P} = \frac{Cq + (1-q)f}{q + (1-q)f}$$

で与えられる。上の式で C は $\sum_{i=1}^{r} C_i$，すなわちすべての近親婚の頻度の総和である。これより遺伝子頻度を与える式として

$$q = \frac{f(1-K)}{f(1-K)+K-C}$$

が得られる。C と K が二項分布にしたがい，f を常数と考えれば，q の誤差分散は近似的に次のように表わされる。

$$\sigma_q^2 = \frac{(1-K)(1-C)f^2}{[f(1-K)+K-C]^4}\left\{\frac{K(1-C)}{n_k} + \frac{C(1-K)}{n_c}\right\}$$

ここで n_c と n_k はそれぞれ C と K の計算に用いた全調査個体数である。

（2） 比較的小さな集団の場合

遺伝子頻度の機会的変動が重要にならない程度に小さな集団を考え，近親婚の頻度を前と同様に C_i で表わし，無作為交配下に期待される頻度を c'_i で表わすことにする。したがって $C_i - c'_i = c_i$ とすると，$\sum_{i=0}^{r} c'_i = 1$，$\sum_{i=0}^{r} c_i = 0$ なる関係が成立する。このような条件下で前と同様な劣性ホモ個体のうちの近親婚による子供の割合を求めると

$$K = \frac{Cq + (1-q)[f + f'(1-C)]}{q + (1-q)f}$$

が得られ，したがって遺伝子頻度は

$$q = \frac{f(1-K) + f'(1-C)}{f(1-K) + f'(1-C) + K - C}$$

で与えられる。ここで $f = \sum_{i=0}^{r} c_i f_i$，$f' = \sum_{i=0}^{r} c'_i f_i$ である。

なおこの研究の詳細は下記の論文に記述されている。

〔研究発表〕

根井正利； Estimation of recessive gene frequencies from data on consanguineous marriages, *Amer. J. Human Genet.*, 15, 86-89 (1963)

14. 無作為交配と近親婚の頻度

遺伝第2研究室
根 井 正 利
今 泉 洋 子

近親婚の研究は突然変異の劣性障害（recessive damage）を評価するのに極めて重要であるが，近親婚そのものは集団の大きさが有限である限り無作為交配のもとでも起こりうる。しかもその頻度は集団の大きさと密接な関係にあると考えられるので，近親婚の研究を行なうにはまずその関係を明らかにし，そのうえで近親婚がどんな形式で行なわれるかを調べる必要がある。

（1） 無作為交配下に期待される近親婚の頻度

まず同数の男と女からなるN人の集団を考え，結婚は必ず1人の男と1人の女とのあいだで行なわれ，重婚や

再婚は行なわれないと仮定する。この場合親の世代の集団の大きさがnであるとすると，N人の男女は$\frac{1}{2}$ n 家族のいずれかに属することになるが，ここで第i番目の家族はx_iなる子供を持っているとする。したがって$\sum_{i=1}^{\frac{1}{2}n} x_i = \frac{1}{2} n \bar{x} = N$ で，$\bar{x}$はx_iの平均である。

次にx人の兄弟を持つ家族において，兄妹または姉弟交配の可能な方法の数を計算すると，$\frac{1}{2}\binom{x}{2}$通りになる。なぜなら，性比を$\frac{1}{2}$と仮定するとx人の兄弟のうちk人が男である確率は$\binom{x}{k}\left(\frac{1}{2}\right)^x$で与えられ，したがって兄妹または姉弟交配の可能な数は$\sum_{k=0}^{x}(x-k)k\binom{x}{k}\left(\frac{1}{2}\right)^x$となるからである。一方，$\frac{1}{2}$Nの男と$\frac{1}{2}$Nの女とのあいだで可能な結婚の数は$\frac{1}{2}\binom{N}{2}$で与えられる。したがって兄妹または姉弟交配の相対頻度は

$$f_B = \frac{\sum_{i=1}^{\frac{1}{2}n}(x_i^2 - x_i)}{N(N-1)} \quad \cdots\cdots(1)$$

となり，これはさらに次のように変形できる。

$$f_B = \frac{\sigma^2_x + \bar{x}(\bar{x}-1)}{\bar{x}(N-1)} \quad \cdots\cdots(2)$$

ここでσ^2_xは各家族の子供数の分散である。

いとこより近い近縁者間の結婚は行なわれないと仮定して同様の計算を行なえば，いとこ（first cousin）結婚の頻度として次の式が得られる。

$$f_1 = \frac{2[\bar{x}_2^2(\sigma^2_{x_1} + \bar{x}_1^2) - \bar{x}_1(\sigma^2_{x_2} + \bar{x}_2^2)]}{\bar{x}_1\bar{x}_2(N-1)} \quad \cdots(3)$$

ここで，$\bar{x}_1$と$\bar{x}_2$はそれぞれ親および子供の世代の子供数の平均である。さらにまた，一般式として，g-th cousin marriage の頻度は次のように与えられる。

$$f_g = \frac{2^g \prod_{i=2}^{g+1} \bar{x}_i^2[(\sigma^2_{x_1} - \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_2^2}\sigma^2_{x_2}) + \bar{x}_1(\bar{x}_1 - 1)]}{\prod_{i=1}^{g+1}\bar{x}_i(N-1)} \quad \cdots(4)$$

おじ－めい，または，おば－おい結婚や g-th cousins once removed 間の結婚の頻度も同様にして得られるが，前者は

$$f_{ps} = \frac{2\bar{x}_2[\sigma^2_{x1} + \bar{x}_1(\bar{x}_1 - 1)]}{(2+\bar{x}_1)(N-1)} \quad \cdots\cdots(5)$$

となり，後者は

$$f_{g\frac{1}{2}} = \frac{2^{g+2}\bar{x}_{g+2}\prod_{i=2}^{g+1}\bar{x}_i^2[(\sigma^2_{x_1} - \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_2^2}) + \bar{x}_1(\bar{x}_1 - 1)]}{\prod_{i=1}^{g+1}\bar{x}_i(2+\bar{x}_{g+2})(N-1)} \quad \cdots\cdots(6)$$

となる。

しかしながら，上の式はすべて問題の近親婚より近い近縁者間の結婚は全く行なわれないという仮定のもとに計算されているので，この点を補正すると g-th cousins および g-th cousins once removed 間の結婚の頻度は次のようになる。

$$f'_g = [1 - f_{ps} - \sum_{i=1}^{g-1} f'_i - \sum_{i=1}^{g-1} f_{i\frac{1}{2}}]f_g \quad \cdots\cdots(7)$$

$$f'_{g\frac{1}{2}} = [1 - f_{ps} - \sum_{i=1}^{g} f'_i - \sum_{i=1}^{g-1} f'_{i\frac{1}{2}}]f_{g\frac{1}{2}} \quad \cdots\cdots(8)$$

上の式で，もし日本におけるように3等親以内の結婚が行なわれない場合にはf_{ps}は0となる。第1表の数値は上の式を用いて行なった計算結果の一部で，すべての場合に$\sigma_x^2 = 1.5\bar{x}$が仮定してある。

（2） データ分析のあらまし

以上の理論的研究をもとにして，国内国外の近親婚の頻度に関するデータを集め，その分析を開始したが，今までに得られた結果の大要を述べると次のようである。

i） 集団の大きさがあまり大きくない場合（1万以下）には，上の理論から期待されるように集団の大きさと近親婚（いとこ，いとこ半，またいとこ）の頻度とのあいだには，高い負の相関がみられる。

ii） 日本やブラジルにおけるいとこ結婚の頻度は，無作為交配下に期待される頻度より高くなっているが，ヨーロッパや米国では必ずしもそうではない。

iii） 日本やブラジルでは，またいとこ結婚よりいとこ結婚の頻度の方が高いが，欧米では逆になっている。このことは欧米の結婚が日本やブラジルにおけるより無作為的であるという ii）の結論を裏付けるものである。

第1表　Frequency of consanguineous marriages expected under random mating (%)

Population size	First cousin		1½ Cousin		Second cousin		2½ Cousin		Third cousin	
	$\bar{x}=2$	$\bar{x}=3$	$\bar{x}=2$	$\bar{x}=3$	$\bar{x}=2$	$\bar{x}=3$	$\bar{x}=2$	$\bar{x}=3$	$\bar{x}=2$	$\bar{x}=3$
100	7.07	18.18	13.1	35.7	22.6	46.1	32.4	—	24.8	—
1,000	0.70	1.80	1.4	4.3	2.7	10.2	5.3	21.7	10.1	40.3
10,000	0.07	0.18	0.1	0.4	0.3	1.1	0.6	2.6	1.1	6.2

iv) 近年世界各国で近親婚の頻度が減少しつつあるが，これには二つの型があり，一つは人口の増加と逆比例（偏相関が負になる）し，他は人口の変化と無関係な減少である。前者はブラジルでみられ，後者はフランスで認められる。

〔研究発表〕

今泉洋子，根井正利；近親婚率と通婚圏の大きさ，第34回日本遺伝学会大会（1962年10月）

15. 繊毛虫 *Tetrahymena pyriformis* strain W の各種生長期における放射線感受性—集団に対する電離放射線作用の基礎的研究（II）

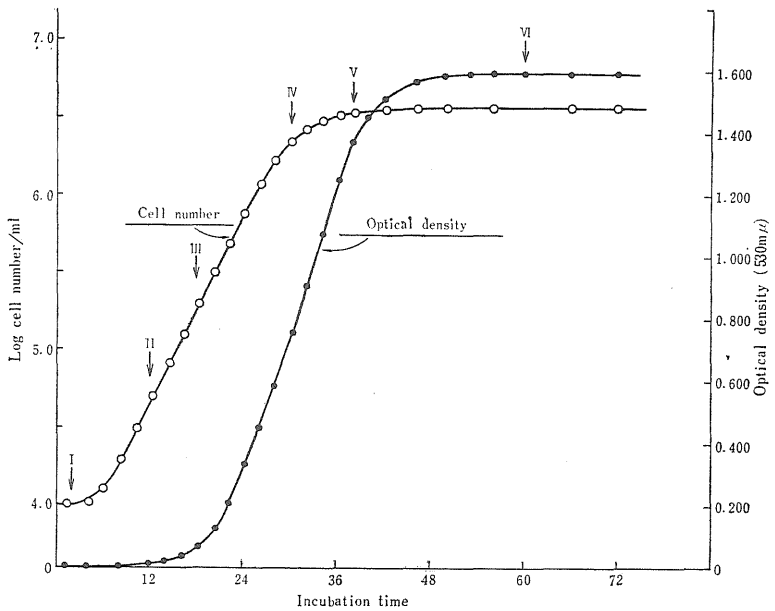
遺伝第2研究室

渡部郁雄

すでに36年度年報において基礎的実験方法，実験条件，および一部の実験結果について報告した。しかし，こうした実験では実験ごとの偏差が大きいことが予想されるので，以後の実験のより正確な根拠を得るため，さらに実験条件を厳密にして実験を重ねた。また測定点を増加させることによって感受性変動の巾を正確につかむ努力をおこなった。

材料および方法

実験材料については前報で用いたものと全く同じであり，培養方法にも特に変更した部分はないが，実験方法の一部に次のような点でいくらか異なっている。すなわち，^{60}Co を線源として用いるため自然減少による線量率の低下がみられ，前年度報告の時の毎分15 kr に対して本実験では毎分13 kr であった。また，培養開始時の細胞数を培養液1 cc 当り 1.0×10^4 とわずかに変更した。その他については前報とほとんど同じであり，生長の状態は細胞数および濁度の両方で測定され，第1図に示された。



第1図　Normal growth curves in mass of *T. pyriformis*

時期	細胞数/cc	濁度（波長530 mμ）	培養時間（時間）
I	1.0×10^4	0.00	$2 \pm 1/2$
II	5.0×10^4	0.01	12 ± 2
III	2.0×10^5	0.08	18 ± 2
IV	2.1×10^6	0.75	30 ± 2
V	3.2×10^6	1.37	38 ± 2
VI	3.2×10^6	1.59	60 ± 2

照射をおこなった時点は第1図の生長曲線で相当する部分を矢印で示したが，それを数値で示すと左表のようになる。

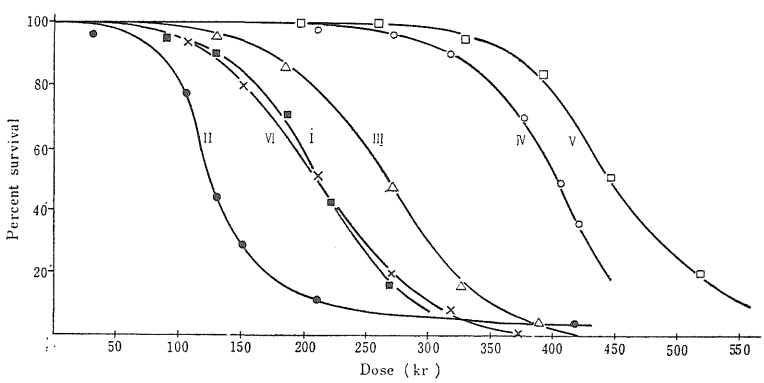
結果および考察

結果は36年度のデータとともに第1表および第2図（次頁）に示した。

以上のような変動を表示するために，便宜上第1表および第2図から推定される半数致死線量を濁度および細

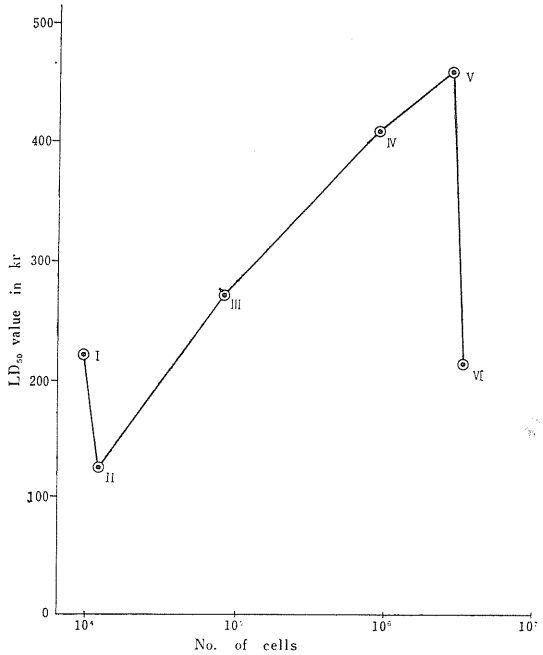
第 1 表

Dose	Number of tested individuals and its survival (%) at various growth stages					
(kr)	I	II	III	IV	V	VI
0	100 (98.0)	75 (94.7)	100 (95.0)	75 (97.3)	100 (98.0)	100 (95.0)
30		25 (96.0)		50 (96.0)		
52	50 (98.0)		50 (96.0)			
60		25(100)		25(100)		25(100)
91	75 (93.3)		50 (96.0)			
105		75 (78.7)		25 (92.0)		75 (94.7)
120		75 (52.0)				
130	150 (90.0)		100 (95.0)			
150		50 (30.0)				50 (80.0)
182	150 (70.7)		150 (86.6)			
195					50(100)	
210		75 (12.0)		75 (97.3)		75 (53.3)
221	150 (43.0)					
260					100 (99.0)	
270				25 (96.0)		50 (22.0)
273	150 (16.0)		150 (48.0)			
315		75 (8.0)		75 (92.0)		50 (8.0)
325	50 (6.0)	25 (0.0)	100 (15.0)		100 (93.0)	
375		50 (6.0)		50 (70.0)		75 (1.3)
390			50 (6.0)		150 (84.7)	
405				75 (49.3)		
420				75 (36.0)		
445					150 (50.7)	
520					100 (19.0)	

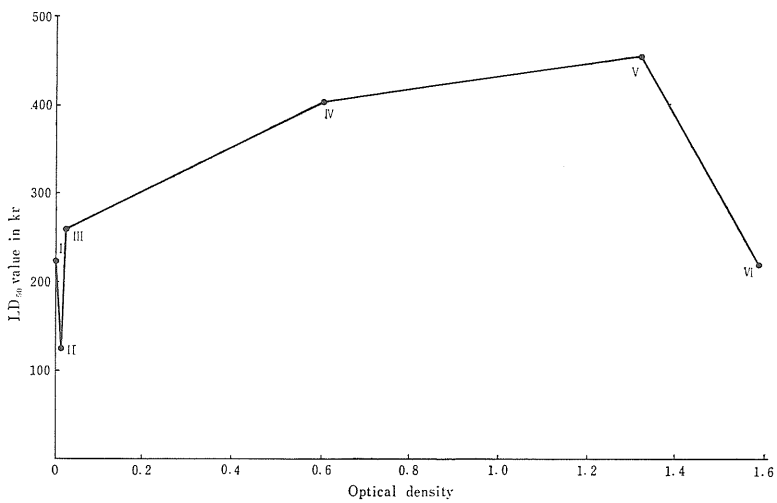


第 2 図　Dose-survival curves in *T. pyriformis* at various growth stages

胞数のおのおのとの相関で示すと第3図および第4図のようになり，いずれも培養開始後，細胞の増殖が起こるまでの前段階的な時期でいちじるしく感受性の高い時期が存在することが明確になった。この時期の感受性については特に細胞分裂との関連が強いのではないかと考えられる。その理由は時間的にみてこの時期の大部分の細胞は分裂サイクルのS(核酸合成期)に当るとみられるからである。その後の細胞増殖と比感受性との関係はほぼ直線に近くなる。ここにとられた値はいずれも培養集団についてえられたものであり，したがって細胞分裂のサイクルおよび頻度を平均化したものであるとみなされるが，直線的に増大する比感受性が培養継続にともなう分裂頻度の推移と強く結びついているのか（生理的変動），あるいは培養液の老化（環境条件による変動）にもとずくものか，またその両者の総合結果であるのかはまだ明確でなく複雑な要因が考えられる。しかしながら，本実験において培養にともなう感受性変動の巾が明らかになり，さらに変動の起こり方が明らかにされたことは今後の解析の手がかりになると考えられる。



第3図 The relationship between number of cells and LD_{50} value



第4図 The relationship between optical density and LD_{50} value

16. ゾウリムシの配偶核形成期における放射線誘発致死突然変異の発生率に関する研究

遺伝第2研究室
渡 部 郁 雄

配偶子形成過程において，放射線誘発突然変異発生率がいちじるしく変化することは，すでにショウジョウバエなどの昆虫およびラットなどを材料とする研究でいくつか知られている。そしてその結果が一般的によく一致することから，こうした限られた材料を用いての結果を一般化して考える傾向が強い。しかしこの問題をどの範囲に一般化して考えてよいかは，ひじょうに大切な問題である。この点を明らかにするため高等生物とは系統発

生上かなり離れたゾウリムシを用いて実験をおこなった。特にこの材料では優性致死と劣性致死とが同時に検出されるという特徴があるので，この問題の追及は高等生物で明らかにされなかったところを十分カバーするものと期待される。

本実験は，ゾウリムシ (*Paramecium aulevia*) を材料として，このような実験の可能性および高等動物との対比などについての予備的調査を目的としておこなった。

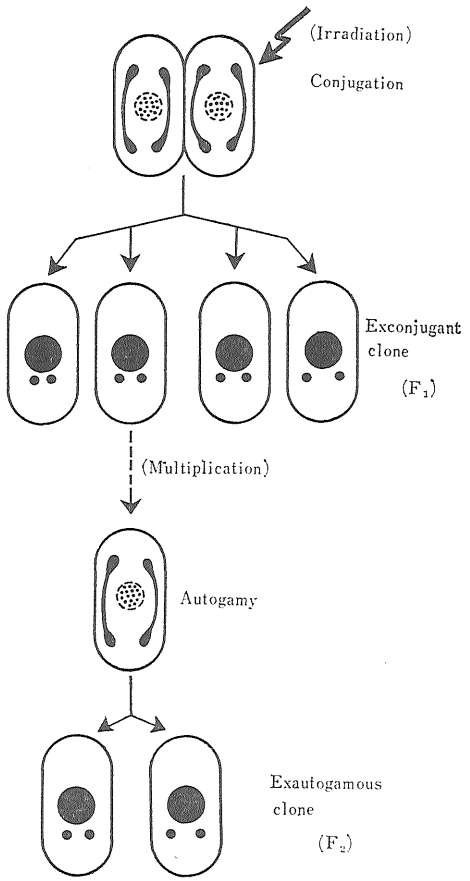
材料および方法

用いた材料は *Paramecium aurelia*, syngen 4, stock 51（交配型 Ⅶ および Ⅷ）である。本材料は単細胞動物であって，配偶子（配偶核）形成を容易に人為的に調節することができ，しかもその進行状態は高度に同調的であり，さらに進行状態を正確にチェックすることが可能である。またこの stock 51 は高度な inbreeder であり，自家受精を繰返した時でも子孫の生存率は 99.2～99.3% で極めて安定している。配偶核形成は接合中におこるが，接合を誘導するには成熟した両交配型細胞を適当な条件で別々に培養し，増殖が最大に達した時混合する。最適温度 27℃ に保った時，混合直後に凝集塊を形成し，ついで 1 時間後に接合対を形成する。第 1 成熟分裂は接合対形成から約 4 時間にわたっておこなわれ，このうち約 3 時間が分裂前期にあたる。第 2 成熟分裂は全過程約 20 分で第 1 成熟分裂に引続いて起こる。第 3 成熟分裂は約 1 時間を要する。その後配偶核の相互交換および受精がおこなわれ，F_1 世代を生じる。この F_1 世代で優性致死あるいは半致死（成長の極度に悪いもの）が検出される。劣性については F_1 世代の細胞に自家受精 (autogamy) をおこなわせることによって F_2 世代で検出することができる。この方法によればすべての遺伝子担荷体に生じた致死因子の検出が可能である。この検出過程は模式的に第 1 図に示される。照射線源は X 線(200 kV, 20 mA, 0.5 mm Cu + 0.5 mm Al フィルター付加)，線量率は毎分 400 r（空中）とし，照射容器にはナイロン注射筒を用いた。照射の時期は第 1 成熟分裂（前期），第 2 成熟分裂（前期，前期から中期，および全過程—線量によってきまる），および第 3 成熟分裂（前期）でおこなった。

なお，配偶核形成の進行度を調べるには (i) 接合対形成からの時間および (ii) アセチック・ゲンチアンバイオレットによる確認をおこなった。

結　果

（1） Deviation について



第　1　図

第 1 表　Number of survivors in four caryonides with 25 exautogamous clones (F_2) each

No. Exp. / Caryo.	1	2	3	4	5	6
1	21	20	19	23	22	22
2	25	18	15	21	23	23
3	25	23	16	23	24	23
4	25	24	20	22	22	24

まず接合完了後生じる 4 個のキャリオナイドのあいだにいちぢるしい deviation があるかどうかを調べた。第 1 成熟分裂前期に 6,000 r 照射し，F_2 での劣性致死を検出したところ第 1 表のような結果をえた。

この表の数値は任意抽出された 25 自家受精完了個体についてえられた生存数であり，照射時の遺伝的障害の発生率を反映したものである。縦列の 4 個の数値は接合

後生じた4個のキャリオナイドのおのおのを意味する。この数値は性質的に統計処理をおこなうことが困難であるため断定的なものではないが，生じた4個のキャリオナイド間にいちぢるしい deviation がないことを示すとみなしてさしつかえないと考えられる。したがって，以後の実験では1接合対当り1キャリオナイドをとり，また同様に，1自家受精当り1キャリオナイドをとることにした。その理由はクラスターの影響を最少限度におさえるためである。

（2） 角変換による母平均値の推定法について

Kimball (*Rad. Res.*, 10, 490, '59) は，ゾウリムシを用いた前突然変異およびその回復に関する一連の研究において，劣性致死の割合を次の式で処理しうることを報告した。

$$M=\sin^{-1}\left(\frac{n-1}{n+3}\right)+\sin^{-1}\left\{\frac{2p^{\frac{1}{2}}(n+1)-(n-1)}{n+3}\right\}$$

ここでnは1回の測定に用いられたキャリオナイドの数，pは正常な成長を示すキャリオナイドと致死キャリオナイドとの割合。この式について検討した結果 n=25 として何らの変更を加えることなく本実験に適用できることが明らかになった。そこでこの式からえられるMの値について u^2 検定をおこなうことにより，母平均値の推定および有意差を検定することができた。

（3） a： 6,000 r 照射による各成熟分裂期の劣性および優性致死突然変異発生率の変動

以上の基礎実験の結果にもとづいて，第1，第2，第3成熟分裂の各時期に 6,000 r の照射をおこなった。結果は第2表および第2図に示す。

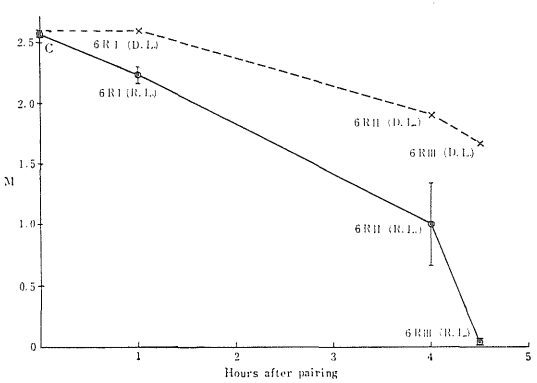
この結果から各時期で放射線感受性がいちぢるしく違っていることが明白になったが，第3成熟分裂期照射の実験結果は F_2 において，ほとんど 100% の致死率を示しているため，この値を用いてそのまま他の結果と比較することができないのではないか，換言すれば 100% 致死に要する線量は 6,000 r よりもっと少ないのではないかという疑問が残る。そこでこの点についてさらに実験を進めた。

b： 第3成熟分裂前期に対する線量効果

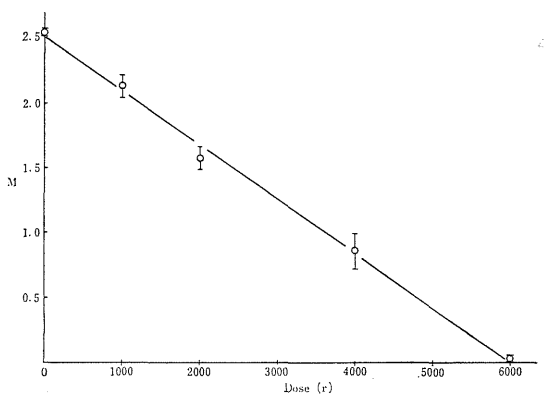
もし劣性致死突然変異率が線量依存性を示すなら，6,000 r 照射による第3成熟分裂期の F_2 100% 致死が正しいものかの判定ができ，また一方では照射によって誘

第2表　Variation in the rate of lethal mutations at each stage following 6,000 r X-ray

Design	Dose (r)	Stage during conjugation	No. of treated pair	Percent of F_1 caryonide with good growth	No. of F_2 caryonide	Percent of F_2 caryonide with good growth	M + s.e. (Resessive lethal)
C	0	non-irrad. control	40	100	1000	99.20	2.548±0.037
6 R I	6000	Early prophase in 1st preg. div.	80	98.75	1400	88.79	2.214±0.067
6 R II	6000	whole stages in 2nd p. d.	80	63.75	400	22.00	0.996±0.351
6 R III	6000	prophase in 3rd. p. d.	80	46.25	925	0.32	0.042±0.007



第2図　Induced recessive lethals (R.L.) and dominant lethals (D.L.) after irradiation with 6,000 r X-rays at each pregamic division



第3図　Dose-dependent linearity of recessive lethals induced with various doses at the third pregamic division

発される劣性致死突然変異の性質を推定する手がかりがえられるのではないかと考えられる。そこで線量を1,000, 2,000, および4,000 r にして F_2 の致死率をしらべた。結果は第3図（前頁）に示す。

第3図で明らかなように，この場合の線量効果は線量依存直線性を示し，6,000 r でほぼ飽和に達する。

考　察

原虫を用いて配偶核形成の各時期あるいは一定の時にしろ放射線誘発突然変異率を調べた研究は不幸にして見当らない。したがって，ここで直接比較対照しうるデータはない。しかしながら，この実験の意図の一つは高等動物，たとえばショウジョウバエを用いての研究などと対比して考えることができるかということにある。この点に関して *Drosophila melanogaster*, Canton S を用いて，劣性伴性致死突然変異発生率を求めた Mossige (Progress in Radiobiology, 137, '56) によれば精原細胞，第1精母細胞，第2精母細胞，精細胞と順をおって感受性（劣性伴性致死突然変異発生率）が高くなり，特に精細胞期でいちぢるしいことを示している。このデータについてみると，少なくとも傾向において極めてよく類似していることがわかる。したがって，今後このような材料を用いて，高等生物と対比しながら，より精細な実験を進めてゆくことが十分に可能であると考えられる。特に線量効果関係が線量依存直線性を示すことは，問題を単純化するために有力な手がかりになりうると考えられる。

第2の問題点は F_1 における致死である。この問題についても原虫では全くデータは得られていない。だが，多くの材料でそうであるように，F_1 で死亡する場合その原因を解析する手段をもたない以上，包括して優性致死とするほかはない。この F_1 における致死については今のところ十分なデータがそろっていないため，有意差を検定しうるまでになっていない。だが第2図に参考的に記入した値（×印）と F_2 における劣性致死とのあいだになんらかの相関がありそうにみえる。この問題についてはさらに実験例を多くする必要がある。それによって優性致死と劣性致死との相関，および本材料における致死突然変異の本質についての概念が明確にされる可能性があると考えられる。

VI. 生理病理研究部

概　　況

このような名称が，当研究所において，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，研究テーマの取り上げ方にあるといえる。当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7室員によって運営されている（昭和37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。しかしながら本年度においては，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が，病理部は昭和37年度以後は活発に論文発表が行なわれ，かつ昭和37年11月広島における放射線影響学会で発表された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月春日孟室長はLos Angeles County Hospital および University of Southern California に留学した。なお37年暮，宇田川啓次君は急性心臓麻痺によって急逝したことに心から哀悼の意を表する次第である。　　（竹内　正）

1．副腎皮質における副腎皮質ホルモン産生に及ぼす放射線の影響

生理学研究室
松葉三千夫
矢後長純
島　澄夫
小林　森
森崎益雄

生体外実験で，X線大量照射（20万レントゲン）により副腎皮質の ACTH に対する反応性が著明に減少することについては，昭和35年度，昭和36年度年報に報告

した。今回は生体実験で，X線照射の副腎皮質機能について研究するのが目的で行なった実験の結果を報告する。

実験および実験結果

Bush (*J. Eudocrinol.*, 9, 95, 1953) の方法で，ラットの副腎静脈血を採取し，この副腎静脈血について，Nowaczynski *et al.* (*J. Lab. Clin. Med.*, 45, 318, 1955) の方法，および Zenker *et al.* (*J. Biol. Chem.*, 231, 695, 1958) の方法で，副腎皮質ホルモン量を測定した。

種々なる方法で，種々なる線量のX線を照射し，X線照射の副腎皮質機能におよぼす影響について実験を行なった。

実験 1. X線 (500～2,000 r) 全身照射のラット副腎静脈血中コルチコイド濃度に及ぼす影響についての実験

各群について，500 r，800 r，1,000 r，2,000 r，のX線全身照射後直ちに副腎静脈血の採取を開始し，1時間採血し血中総コルチコイドをNowaczynski 等の方法により測定した。対照群22例の平均値が (12.46±3.97) μg/m*l* であったのに対し，500 r 照射群4例の平均値は (7.39±0.59) μg/m*l*，800 r 照射群7例の平均値は (7.68±0.73) μg/m*l*，1,000 r 照射群7例の平均値は (6.21±2.11) μg/m*l*，2,000 r 照射群6例の平均値は (4.94±1.83) μg/m*l* で，X線全身照射により，いずれも副腎静脈血中コルチコイド濃度が減少していることを認めた。

実験 2. X線 (2,000 r) 全身照射後2時間以内の副腎皮質機能の経過についての実験

X線照射後1時間のあいだ，副腎静脈血中コルチコイド濃度が減少していることは，実験によって明らかとなった。実験2については，X線照射後2時間にわたって15分毎に血液を採取し，Zenker 等の方法で血清中コルチコイド濃度の変遷を追求することにより，X線照射後の副腎皮質機能の時間的経過を判断した。対照群の場合，照射直前値，照射開始後15分間の値，それ以後各15分間の値は，230 μg/d*l* plasma，245 μg/d*l* plasma，300 μg/d*l* plasma，260 μg/d*l* plasma，260 μg/d*l* plasma，250 μg/d*l* plasma，295 μg/d*l* plasma，245 μg/d*l* plasma，300 μg/d*l* plasma であって，これらの変化は，実験誤差の範囲内を変動するに過ぎない。しかし，X線照射群の場合は，各値が280 μg/d*l* plasma から，255 μg/d*l* plasma，175 μg/d*l* plasma，180 μg/d*l* plasma，125 μg/d*l* plasma，130 μg/d*l* plasma，120 μg/d*l* plasma，75 μg/d*l* plasma，70 μg/d*l* plasma で，X線照射開始後1時間で大体最底値の域に達し，以後1時間以内においてさらに多少の減少を示した。これらの実験結果は，X線全身照射後直ちに，副腎皮質機能の低下がはじまることを暗示するものである。

実験 3. 副腎皮質局所照射の副腎皮質機能に及ぼす影響についての実験

副腎皮質機能に及ぼすX線照射の直接的作用を知りたいため，左副腎のみにX線 500 r，800 r，1,000 r，2,000 r を照射し，照射後1時間の副腎静脈血を採取し，コルチコイド濃度を測定した。

対照群の平均が 9.4 μg/m*l* であったのに対し，500 r 照射群の場合は平均 9.3 μg/m*l* で，ほとんど影響を認めなかったが，800 r 照射群の場合は 21.2 μg/m*l* で著明な促進を示した。また1,000 r 照射群の場合は平均値 5.4 μg/m*l*，2,000 r 照射群の平均値は 5.7 μg/m*l* で，明らかな減少を示した。この実験結果は，X線 500 r 位では副腎皮質の機能には何らの影響をも及ぼさないが，800 r では副腎皮質機能を何らかの機序で亢進せしめ，1,000 r 以上では，副腎皮質機能を抑制することを暗示するもののようである。

実験 4. 反対側副腎をX線照射した場合の非照射側副腎皮質機能に及ぼす影響についての実験

実験3で，副腎皮質機能に見られた変化がX線照射の直接効果であるか，あるいは副腎組織の照射による何らかの非特異的変化が，下垂体系を経て2次的に副腎皮質機能の変化を惹起したものであるか否かを知りたいために，右側の副腎に照射し，左側の副腎静脈にカニューレを挿入して，左側副腎皮質の機能を求めた。X線照射 (800 r, 2,000 r) 後，1時間の影響を観察した。対照実験の平均値が 10.0 μg/m*l* であったのに対し，800 r 照射の場合は 8.5 μg/m*l*，2,000 r 照射の場合は 14.4 μg/d*l* で，いずれも対照群値の変動範囲内にあり，ほとんど影響のないことを認めた。このことは，実験3におけるX線 800 r，あるいはX線 2,000 r の副腎照射の影響は直接的のものであって，下垂体の機能変化の存在によるものでないことを暗示するものである。

実験 5. ストレス負荷ラットの副腎皮質機能に及ぼすX線 (1,000～2,500 r) 照射の影響についての実験

実験1，2，3，4の実験結果は，X線は副腎皮質機能に対し，直接的にはその機能を低下せしめるように作用す

ることを暗示するものである。この関係をさらに確めるためにこの実験を企てた。いわゆる non-specific stress を負荷する場合，直後より副腎皮質機能は亢進し，副腎静脈血中のコルチコイド濃度が上昇するものである。いわゆるストレスとして“immobilization”が一般によく用いられているので，“immobilization”後1時間の副腎静脈血中コルチコイドを測定してみると，対照群の平均値が 12.5 μg/ml であるのに対し，21.5 μg/ml と著明な増加を示すのに反し，X線全身照射（1,000 r）を行なうと平均値は 5.2 μg/ml となり，また副腎のみをX線照射（1,000 r）した場合も 5.6 μg/ml となり，ストレス効果は完全に消失し，さらに対照群の値をも下廻っている。次いで副腎（両側）を完全に shield し，全身照射を行なった場合は 4.8 μg/ml，となり，頭部のみをX線照射（2,000 r）した場合も平均値は 5.4 μg/ml となり，ストレス効果を完全に消失せしめるのみならず，副腎照射の場合と同様，対照平均値を下廻っている。これらの実験結果は，X線照射は明らかに副腎皮質機能を低下せしめるものであり，さらに全身照射に際しての副腎皮質機能の低下は，X線は下垂体の ACTH 分泌能を抑制し，さらに副腎皮質に対しては，直接的にその機能を抑制する機構に由来するものであろうことを暗示するものである。

実験 6. 副腎皮質機能に対する ACTH 作用に対するX線照射（2,000 r）の影響についての実験

X線照射が副腎皮質の場において，ストレスの副腎皮質に対する効果を消滅せしめる作用は実験5によって認めた。X線は ACTH の副腎皮質刺激機構のどこかに抑制的に作用することが充分に考えられるので，生体内実験でも，このようなことが証明される可能性があるためこの実験6を計画した。X線全身照射後，最初の1時間の採血終了後，ACTH 1 I.U./100 g を股静脈内に注射し，さらに1時間の血液を採集し，コルチコイドの測定を行なって ACTH の効果を判定した。対照群の場合，8.7 μg/ml から 15.0 μg/ml まで増加したのに対し，全身照射群の場合は 4.9 μg/ml から 6.5 μg/ml となり，また副腎照射群の場合は 5.2 μg/ml から 7.0 μg/ml となった。ACTH 投与後その平均値は増加しているが，いずれも推計学的には無意味の増加で，少くとも照射群の場合においては，ACTH に対し副腎皮質の反応性が減退していることが充分に考えられる。

2. 腎内循環血量（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*
白沢春之
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 線を捕え，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。

〔研究発表〕

高木長二，竹内正；領域別腎内血流動態の変動測定と

その病理学的研究，第51回日本病理学会総会（1962年6月）

3．放射線照射による中枢神経組織内毛細血管壁の電顕的研究

病理第1研究室
竹内　正*
関山重孝
白沢春之
大谷恵子
*生理病理研究部長

放射線照射による中枢神経組織の病変の病理学的研究には未開拓の分野が多い。本研究は血液脳関門（Blood-brain barrier）の破壊の形態学的研究から照射障害の本態を究明する目的をもって下記の条件下に実験を行なった。

ウィスター系ラットにX線（加速電圧200 kV，filt, 0.5 Al および Cu）300～12,000 r の全身照射を行ない，一定時間後に脳の病理組織学的ならびに電子顕微鏡的検索を行なった。その結果，線量増加とともに脳容積の増加するものが多く組織学的には次のことが見出された。

1. 内皮細胞は血管内腔に面した表面の凹凸，細胞膜の不明瞭化があらわれ，原形質は比較的淡明で小空胞が増加する部分と電子密度が高く細胞質の均一化を示す部分とが区別される。

2. 血管基底膜は膨化腫大し内皮細胞および Pericyte との境界が不明瞭化する。また淡明な裂隙もあり，小空胞による断裂が著明となるが，時には基底膜裂隙間に極めて電子密度の高い物質の集積をみる。コロイド鉄法の電顕的観察においても鉄粒子の沈着が不均一で粗となり，ところにより全く沈着しない。このことは基底膜の物理化学的性状の変化に起因すると推定される。また血管壁 ChE（Chiolacetic acid esterase）の電顕的所見も著明な活性低下，消失をきたすと同時に基底膜の屈曲，断裂等の変化を認める。

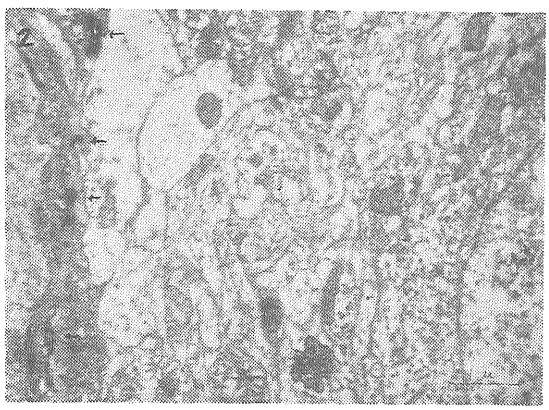
3. 血管周囲の Astrocyte 足は膨化し，血漿近似の電子の密度を示す。糸粒体も膨化腫大不正形となる。

4. Pericyte は著明な変化はないが，場所により内皮細胞同様の原形質淡明化と均一化を示し，この部分は電子密度が高い。

これらの変化を放射線障害とみたときそれが直接または間接のいずれの作用によるかは不詳であるが，肉眼的に脳容積は毛細管壁に局在すると考えられる血液脳関門の破壊によるものと推定される。



第1図　毛細血管およびその周囲腔（Astrocyte and feet）の著明な水腫瘍変化
1,200 r 3日後　11,500 ×



第2図　血管基底膜裂隙に電子密度の極めて高い物質の集積をみる（矢印）
12,000 r　3日後　2,000 ×

4．組織培養細胞に対する放射線の影響（第1報）

病理第2研究室
竹内　正*
宇田川啓次
関山重孝
田中幸子
*生理病理研究部長

目　的

Cell level の放射線影響を検索する目的で HeLa 細胞に ^{60}Co を照射し，正確な吸収線量とそれに対応する諸変化につき考察した。

実験材料および方法

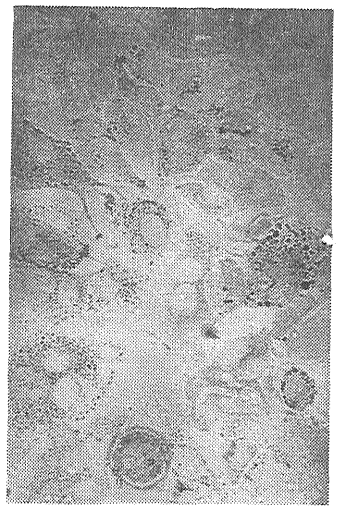
HeLa 細胞の培養第3日にそれぞれ 165, 413 および 825 rad 照射し，経時的に第9日までを観察した。細胞：HeLa（RS 20～29, 伝研より分与），培地：L（0.4%）・E+BS（20%），Inoculum size：30,000 cells/m*l* ～80,000 cells/m*l*，継代法：トリプシン（0.25%），培養法：カレル瓶（D 3.5）にカバーグラス片を挿入，2 m*l* づつ分注し静置培養，照射には島津 RT-2,000 を使用し，シーメンスで積算，ガラス線量計で正確を期した。染色は Giemsa, H. E., P. A. S., Sudan Ⅲ および Succinic dehydrogenase(NT 法), Cytochrome oxidase（Gräff 氏法），Alkali ATPase（pH 9.2），Alkali phosphatase（Gomori 氏アゾ色素法および改良法），Acid phosphatase（Gomori 氏改良法）の活性を検した。

実験結果

細胞増加率：165 rad は対照に類似し有意差はみられない。413 rad は第3日以後増加率は減少し対照の約 1/2 となるが，825 rad はほとんど増加せず逆に減少の傾向をたどる。細胞分裂頻度：165 rad は第3日以後軽度の減少を示し，413 rad はさらに減少する。825 rad は第3日以後著減し第6日になると分裂像はほとんどみられない。細胞形態：照射線量および経過日時により巨細胞，特に不正多核や等大多核巨細胞が特異的に出現し，同時に原形質の空胞化や不正変形細胞がより多くみられる。等大多核巨細胞は 413 rad で第3日以後軽度に出現するが 825 rad では急増し全細胞数の約 20% を占める。不正多核巨細胞は照射直後より増加し第3日には対照の 1% に対し，165 rad：7%，413 rad：21%，825 rad：56% と線量に比例する。第6日になっても同様で線量に対する出現比率は変らない。酵素活性：Succinic dehydrogenase, Cytochrome oxidase, Alkali ATPase, Alkali および Acidphosphatase 等の酵素活性は，線量および照射後の経過日時に対応して減弱するが，第3日以後は顕著な差異をみる。一般に，分裂細胞は極めて強陽性であり，単核および等大核巨細胞の活性も高い。不正多核巨細胞や原形質の空胞化や不正変形をきたす変性細胞は弱陽性であり時に全く活性の消失をみる。また，静止期の細胞の活性は低い。165 rad は対照と同様で一般に活性の高い細胞よりなるが第3日以後部分的に低下する。413 rad は照射後第1日は



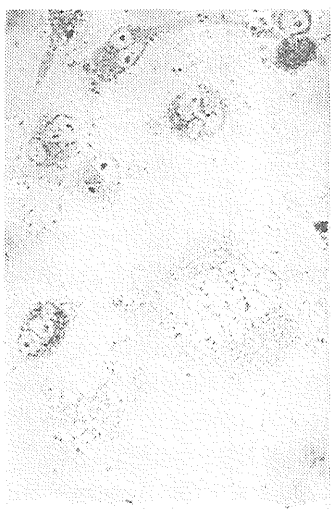
第1図



第2図



第3図



第4図

第1図　Cytochrome oxidase：Control
第2図　Cytochrome oxidase：413 rad，6日後　著明な活性低下をきたす
第3図　Succinic dehydrogenase：Control
第4図　Succinic dehydrogenase：825 rad，6日後　著明な活性低下および消失が認められる

ほとんど対照と変らないが，以後漸次減少し第6日にはほとんど活性のない細胞が大部分を占める。しかし極めて高い活性を有する細胞が散見される。825 rad は 413 rad よりさらに顕著で照射直後より低下し，第3日には活性の全くない変性細胞が増加し，第6日はほとんど全細胞が活性の消失をきたす。

以上のごとく，HeLa 細胞においては 165 rad と 413 rad のあいだに著明な効果の山があり照射第3日以後は特に顕著である。

5．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

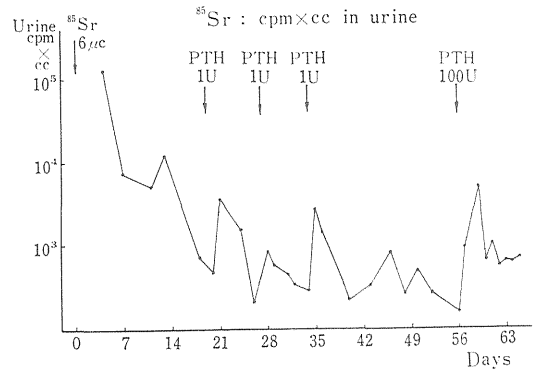
病理第2研究室
竹内　正*
関　正利
高木長二
高橋イチ
*生理病理研究部長

放射性ストロンチウムが骨組織に強い親和性をもって沈着し，諸種血液疾患，骨腫瘍の発生等の病変を惹起することは広く知られている。したがって，その除染方法を開発することは緊急の必要事というべきであって，既に本研究所においても，松島，色田等により，キレート剤および低燐食飼育による優れた業績が挙げられている。しかしキレート剤は骨組織の深部に取り込まれたストロンチウムに対してはほとんど効果を示さない。したがって，汚染後長時間を経過した場合の除染方法には単なる化学的方法のみでなく，骨組織の代謝を変動させるような生物学的な手段を取り入れなければならない。その一つの試みとしてわれわれは副甲状腺ホルモンを取りあげてみた。

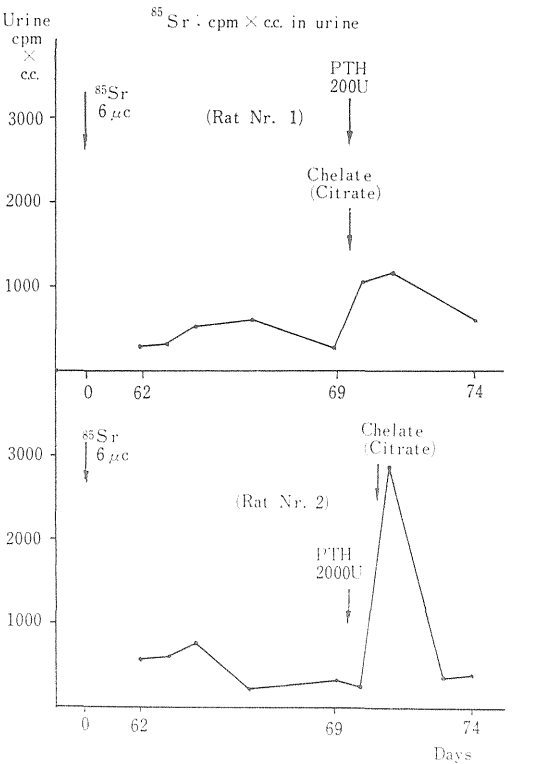
副甲状腺機能の異常亢進がレックリングハウゼン氏病等の骨疾患を惹起し，骨質の融解と尿中 Ca の排泄の増加をきたすことは古くから知られている。しかしホルモンの作用機序には未だ解明されない分野が少なくない。われわれの知り得たところでは，このホルモンは血中カルシウム濃度の上昇に対して合目的的に働くもののようである。その第1段階としては骨の matrix である粘液多糖類の解重合を惹起し，その分解産物の刺激により破骨細胞の増生が起こり，その働きにより骨質の融解が起こってカルシウムの尿中排泄量の増加が起こるものと考えられる。したがって副甲状腺ホルモンの使用により，骨質深部と沈着したストロンチウムが再び血中に遊離することが期待される。

なお，血中に解放された Sr を，より有効に排泄せしめるために，キレート剤の併用を試みた。

実験方法としては体重 200 g 以上の成熟 Wistar 系ラット 10 匹を用い，その腹腔内に ^{85}Sr クエン酸塩 6 μc 宛注射し，その尿中排泄量をスペクトロメーターにより経時的に測定した。尿中排泄量がほぼ定常状態に達し



第 1 図



第 2 図

たのち，副甲状腺ホルモン（Paroidin: Parke Davis）$^{1}/_{10}$～200単位を皮下注射し，^{85}Srの尿中排泄量の増加を追跡した。また副甲状腺ホルモンにキレート剤としてクエン酸ナトリウム・カルシウムを併用し，同様に変化を観察した。なお一定期間投与後屠殺した動物に対し，胃，腎，副甲状腺等の諸臓器を組織学的に検索した。

結　果

第1図に示すごとく，副甲状腺ホルモン（PTH）を注射した場合の尿中ストロンチウム排泄量は明瞭な一過性増加を示すことを知った。この際注射後0～24時間尿においては増加は明らかでなく，24～48時間尿において著明な増加を来たす。キレート剤を併用した場合の変化は，PTHと同時注射した場合と，PTH注射の24時間後に注射した場合とで異なり，第2図のごとく，後者においてより著しい増加を示す。これはPTHによる血中^{85}Sr濃度の上昇が，注射後16時間頃より始まって24時間頃最高となるためであって，キレート剤の併用方法としては後者が望ましいことはもちろんである。

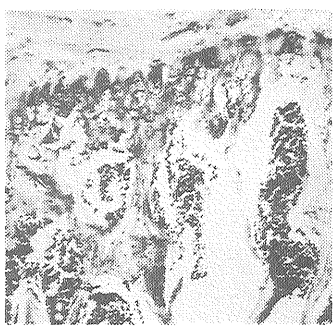
組織学的には，PTHを注射したラットの骨組織には，Spongiosaにおける骨梁の削痩が著明であった（第3図，第4図）。腎には皮髄境界部，特にHenle氏係蹄における部にCastの形成と円形細胞浸潤巣を散在的に認めるほか（第5図），軽度の腎盂炎がみられた（第6図）。副甲状腺は処置群では対照（第7図）に反し実質細胞の丈が高く円柱状となり，かつ腺管状配列が顕著であった（第8図）。

これらの所見は必らずしも副甲状腺ホルモンの直接の影響のみとはいい得ず，殊に腎における変化は^{85}Srの放射線による変化と思われる。しかし骨の変化は尿中^{85}Sr（および恐らくはCa）排泄量の増加を考え合わせる時，明らかに副甲状腺ホルモンによる骨質融解の結果であって，同ホルモンが骨質，特にSpongiosaにおけるSr除染に対して有効であることを示すものと考える。

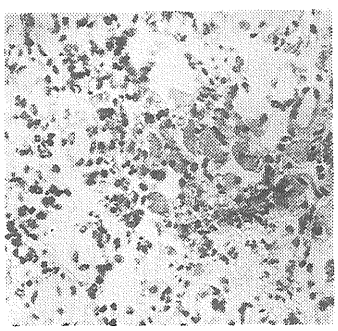
以上を要約すると次のとおりである。



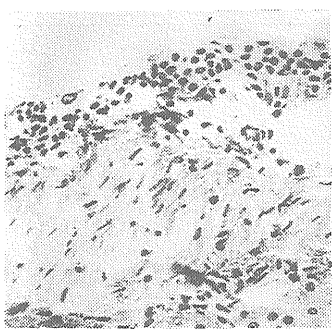
第3図　対　照
脊椎骨組織（H. E. 染色）



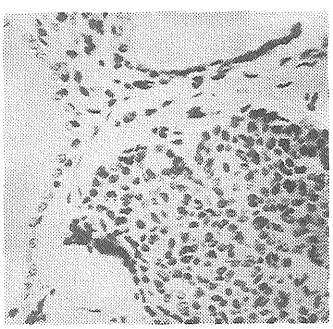
第4図　PTH処理群脊椎骨組織
骨梁の削痩が顕著である
（H. E. 染色）



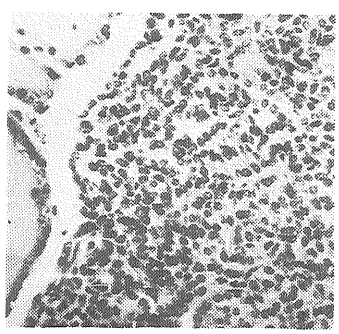
第5図　PTH処理群
腎（H. E. 染色）Henle氏
係蹄部におけるCastの出
現および円形細胞浸潤



第6図　PTH処理群
腎（H. E. 染色）
腎盂炎における円形
細胞浸潤



第7図　対　照
副甲状腺（H. E. 染色）



第8図　PTH処理群
副甲状腺（H. E. 染色）
実質細胞は丈が高く，腺
管状の配列が著明である

1) ラット骨組織に沈着せる ^{85}Sr の副甲状腺ホルモンによる除染を試みた。

2) 副甲状腺ホルモン注射後24～48時間尿において，^{85}Sr の尿中排泄量は著明な一過性増加を示す。

3) キレート剤と副甲状腺ホルモンとの併用は有効であるが，殊に副甲状腺ホルモン注射後24時間目にキレート剤を使用した場合好結果を得た。

4) 副甲状腺ホルモン使用群の骨組織には特にSpongiosaにおける骨梁の削痩が著明であった。すなわち，^{85}Sr 尿中排泄量の増加は，同ホルモンにより惹起された骨質融解に基づくものと考えられる。

〔研究発表〕

竹内正，関正利，高木長二，市川龍資，榎本好和，真下正，石持了二：骨に沈着した ^{85}Sr の除染に関する病理学的研究，日本放射線影響学会第4回研究発表会（1962年10月）

6. 腫瘍発生に及ぼす放射線の影響

病理第2研究室

竹内　正*

関　正利

関山重孝

白沢春之

大谷恵子

*生理病理研究部長

放射線による発癌機転の解明に向っては，種々のおびただしい試みが企てられている。特に1936年Furthらにより初めて試みられた卵巣腫瘍発生に関する実験，すなわちマウスにただ1回のX線全身照射を施すのみで，その卵巣に腫瘍を発生せしめ得るという事実は，その発生機転に全身的な因子が関与することを想定せしめる。Furthは一連の業績に基づき，放射線障害によってもたらされた下垂体，卵巣間のホルモン系の失調が，卵巣腫瘍の発生機序の一環をなすことをとなえた。この仮説に対する追試として，また，たまたまわれわれが入手したddY系というstrainの特殊性を追求するため，次の実験を行なった。

実験材料および方法

本実験には生後20日未満のddY系マウスの雌のみを使用した。ddY系は同腹の交配により作られた均一系であるが，その腫瘍自然発生の詳細は未だ明らかでない。マウスは2群に分ち，第1群には空中線量150rのX線全身照射1回を行ない，第2群は無処理の対照とした。両群とも船橋農場製標準固形食および水をもって飼育し，10カ月目より月1回数匹宛屠殺し，1年8カ月で実験を終了した。屠殺せるマウスはすべて精密な剖検を行ない，さらに組織標本を作製して診断を確定した。なお照射に使用したX線発生装置は島津製作所製250 kV信愛号である。

実験結果

第1表に示すごとく，X線照射群においてはその約半数に，対照群においては約87%に各種腫瘍の発生をみた。これら腫瘍の大部分は卵巣腫瘍であって照射群には約64%の割でみられたが，対照群には約90%の高率で発生をみた。その多くは一側性で，小指頭大ないし示指

第1表　Tumor incidence in ddY female mice

	Control	X-ray irradiated
Number of animals	15	94
Number of animals with neoplasia	13 (86.7%)	50 (53.2%)
Lung cancer	1 (6.7%)	3 (3.2%)
Breast cancer	2 (13.3%)	4 (4.3%)
Neuroblastoma	0	1 (1.1%)
Malignant lymphoma	0	3 (3.2%)
Ovarian tumor	13 (86.7%)	46 (48.9%)

第2表　Histological classification of ovarian tumors

	Control	X-ray irradiated
Number of ovarian tumors	13	46
Luteoma mature	4 (30.8%)	26 (56.5%)
Luteoma immature	5 (38.5%)	11 (23.9%)
Luteoma + Granulosa cell tumor	3 (23.1%)	5 (10.9%)
Granulosa cell tumor	1 (7.7%)	2 (4.3%)
Total	9 (69.2%)	18 (39.1%)
Thecoma	1 (2.2%)	0
Dysgerminoma	1 (2.2%)	0

頭大に達した。さらにその組織学的分類よりみると，第2表に示すごとく，Luteoma および Granulosa cell tumor が大部分を占めている。各実験群別にみると，照射群においては成熟型の Luteoma が 56.5% を占めるのに反し，対照群においては 30.8% と約 1/2 であり，未熟型 Luteoma および Granulosa cell tumor との合併例が多いことが注目された。

要　約

以上の実験結果を要約すると次のとおりである。

1) ddY 系マウスは，自然発生卵巣腫瘍が好発する strain である。この strain の体質的特徴として，内分泌系の先天的 imbalance を否定し得ない。

2) この腫瘍発生に対し，放射線照射はマイナスの関連を有する。これは下垂体機能の抑制に基づもくのか，卵巣における内分泌機能または細胞分裂の抑制に基くものかは不明である。

3) X線照射群には成熟型 Luteoma が多く，対照群には未熟型 Luteoma および Granulosa cell tumor を合併せるものがやや高率を占める傾向を認めた。このような腫瘍成熟度の差異は放射線の直接の影響と考えられるが，なお検討を要する。

以上の諸点を究明することが今後のわれわれの研究課題であり，放射線による腫瘍発生機転を追求するための有力な方途の一つと考える。なお，われわれは CF_1 系マウスにより同様の方法による卵巣腫瘍発生実験を継続中である。

〔研究発表〕

関山重孝，白沢春之，薬師寺仲利，深沢滋，真下俊一，伊藤清水，竹内正；放射線照射による卵巣腫瘍の発生について，第 51 回日本病理学会総会（1962 年 6 月）

VII. 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（a）軽減ならびに（b）評価に関する基礎的研究においている。具体的な研究内容としては(a)については，(i)「放射線の身体的障害の早期発見に資する生物学的指標」，すなわち，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生化学的，機能的立場より検討し，放射線影響の障害への進展を軽減する方法の基礎を与える。(ii)「放射線感受性と個体の生理学的生化学的特性の関連性」，すなわち，放射線感受性の起因の全般的な探究は困難であるので，まず，個体の生理学的，生化学的特性のうち，定量的表現の可能なものとの関連性につき検討する。(iii)「放射線反応(radiation response)を修飾する諸因子の検討」，すなわち，従来知られている酸素効果，温度効果などを含め，修飾因子（modifying factor）の効果につき，放射線障害軽減の立場より検討する。(b)については，(i)「障害の評価に必要な関連諸因子（単純被曝）」，すなわち，線量の時間的，空間的因子および放射線のタイプ，エネルギーなどの線量—効果，限界値，dose-effect ratio，回復過程などへの影響とそれらの意義につき検討する。(ii)「障害の評価に必要な関連諸因子（混合被曝）」，すなわち，放射線障害面よりみた臓器の相互の関連性，各個臓器の被曝の全身的影響に対する寄与，全身的影響の評価に対する共通の尺度（measure）などを検討し，個々の臓器の障害面よりみた相互比較の定量化とその加算評価の方法，さらに進んで実用的見地よりみた障害の評価に資する“放射線障害のモデル化”を試みる。(iii)「放射線影響に関する動物実験の結果の人類への外挿適用性」検討などを企図している。

(2) 構　　成

本年度より，薬学研究部の新設に伴ない，薬学関係の2研究室は，同部に配置所属されることになったが，新たに第4研究室の設立が認められ（定員3名），「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こととなった。

したがって昭和37年度末（昭和38年3月末現在）における研究員定員は計23名である。

なお新設の第4研究室には第3研究室の松岡理研究員が配置転換し，また第2研究室新発田杏子研究員はドイツ留学を終へ5月帰朝，早川純一郎（名大農，大学院），中東美明（東北大，理，大学院）の両名が研究生として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相互に協力して研究に当っている。なお一部の研究は，現状にそくして内容を若干変更したものもある。

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」

現在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） 異なる動物，組織細胞の放射線感受性の差異と脂質過酸化物との関連について

実験動物にX線を照射すると，ある臓器にはその構成成分たる脂質（特に不飽和脂肪酸）に由来する強力な細胞毒性を有する脂質過酸化物が生成するのに，他の組織，たとえば血液にはそれが見られないといわれている。この場合後者には脂質過酸化物の生成を阻害し，または破壊する物質が充分量存在するものと思われる。し

たがって照射前後のそれら動物血中の脂質過酸化物破壊能（抗酸化活性）の変化を検べることは，異なる動物種間の放射線照射後の障害発現の様相，ならびに感受性の差異等を理解するうえにきわめて重要であるばかりでなく，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。

本年度は実験動物としてウサギ，シロネズミを用いて研究した。なお本問題に関連して重要と思われる物質に5-HT（Serotonin または 5-hydroxytryptamin）がある。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一つであり，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生物学的にも興味深い。この意味において，上記の実験動物の血中 5-HT 量がX線照射後どのような動きをするかについても研究を行なった。

ii） 組織培養法による脂質過酸化物の作用機序の解析

放射線障害の発現過程での脂質過酸化物の役割の詳細に関してはほとんど知られていないが，その作用機序を解析するに当っては複雑な調節機構を有する動物について研究するに先立ち単一種の細胞を対象としての *in vitro* の実験を行なう方が有利な面が多い。この意味で本年度はL細胞の発育に及ぼす紫外線照射 methyl linolenate の影響について研究し，紫外線照射後生成する各種の過酸化物パターンと毒性とのあいだの関連について一定の知見を得た。

iii） 放射線による燐脂質代謝異常について

燐脂質は脂質過酸化物の基質たるのみならず，細胞膜，細胞内顆粒，核膜等の膜構造を維持するうえに不可欠の物質である。したがって，放射線照射によって既存の該物質そのものの変化，あるいはその代謝の変調がもたらされるとすれば，その結果細胞，組織，ひいては個体にどのような影響を及ぼすかということは，きわめて重要な問題であり，照射後の脂血症の程度によって予後が判定できるとされていることからしても，この分野の研究は重要であると思われるので，ウサギ全血中の燐脂質パターンが放射線照射によってどのように変化するかに注目し，まず燐脂質の分画抽出法について検討した。

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，許容線量レベル設定の実用的立場からも，なんらかのよりどころが望まれている。全身的障害の指標としては，従来平均寿命，LD_{50} 等が用いられてきたが，障害機構の解明の第一歩として，器官のレベルにおい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，各種の被曝型についての線量—効果関係を求めるべく努力しているが，哺乳動物の供給が思うにまかせず目下のところ予備実験の段階にある。

（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

全身的障害を各器官の障害を基礎として評価しようとする数学的模型の組立てを試みた。各器官の相互作用，フィード・バック機構を考慮し，障害の移動，増巾または軽減を含みうる模型は数学的には行列とベクトルで表現されることが知られた。

c. 第3研究室

研究課題（1）「中枢神経系におよぼす放射線の影響」

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基づき，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）立場からさらに詳細に追求する意図のもとに研究を行なってきた。

本年度は胎児の影響を観察する前段階として，成熟家兎を用いて全身，または頭部へのX線照射を行ない，深部電極により記録される神経細胞の自発性電位および刺激による誘発電位，刺激の閾値，誘発電位発現の潜時などについての照射前後の変化の検討を行なってきた。現在までに得られた結果では，照射直後は覚醒波出現の頻度の増加，誘発電位発現の閾値の下降，誘発電位の上昇，潜時の短縮などの現象が認められた。

研究課題（2）「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

の一つとして，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，放射線感受性を生理学的性質との相関の観点に立って検討するにある。

i） 前年度報告に述べたように，放射線感受性の異なる3系統のマウスを用いた実験の結果，甲状腺機能と放射線感受性とのあいだに，ある種の相関が予測されたので，本年度はさらに運動機能，組織内酸素消費との相関性をも考慮して研究を進めるため，これらの測定に関する基礎的実験を進めるとともに，本研究に適するよう装置の改善を行ないつつある。また甲状腺機能の季節的変動が推測されているので，四季を通じての機能測定を実施した。

ii） 個体における放射線感受性の一面を表わす尺度として，従来主として $LD_{50}/30$ の概念が用いられているが，これのみで比較することにはいろいろと問題があるので，全身照射あるいは，部分照射による脾臓，胸腺の重量減少など，別の角度から観察された放射線感受性と $LD_{50}/30$ との相関につき比較検討を行なっている。

d. 第4研究室

研究課題「内部被曝の全身的影響に関する研究」

本研究は内部被曝による身体的影響に関して，体内沈着による経時的放射線量と全身的影響とを比較検討する目的で企図されたものであるが，予定された定員が，本年度末にようやく充足されるという状況にあったため，本年度は，内部被曝に関する内外文献の調査ならびに松岡研究員による米国における各種動物実験研究施設の実地調査の結果に基づき，本研究に要求される高レベル汚染動物の自動飼育装置ならびにマウス用体内放射能測定装置の設計に主力をそそいだ。なお，小規模ながら，所内の既存の機器施設を利用し，新らしい研究方法の開発に着手した。

(4) **業務計画外研究**

1） 照射された細胞および生体物質の誘電的性質の研究（佐藤文昭，中村　弥）

生体の放射線に対する高感受性の要因として，細胞の膜の変化や生体高分子の構造的複雑性が考えられているが，生物物理的観点よりこれらの問題を把握し，放射線障害の機構解明の一助としての実験を計画した。

2） 蛋白質のアミノ酸配列の統計的性質（佐藤文昭，江藤秀雄）

重要な生体高分子の一つである蛋白質のアミノ酸配列はその立体構造とも関連し興味ある問題を提出している。従来からいわれている配列の規則性に関し，統計処理を行なった。

(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*）に江藤部長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部長が班員として参加している。　（江藤　秀雄）

1. 脂質過酸化物定量法としてのチオバルビツール酸法の検討と応用

障害基礎第1研究室
中　村　　弥
小　林　定　喜
門　間　汎　美

(1) **研究目的**

Bernheim, Wilbur らにより 2-thiobarbituric acid (TBA) が特異的に脂質過酸化物と反応することが報告されて以来，*in vitro*，*in vivo* での生体組織内で起こる脂質過酸化に関する研究では過酸化物の定量に TBA test が広く用いられてきている。この test の原理は脂質過酸化物が Trichloroacetic acid (TCA) 強酸酸性で TBA と沸騰水浴中で反応して生ずる色素 (malon-aldehyde-TBA 複合体) の比色定量 (5,300 Å) であるが，反応の諸条件や発色色素の抽出法に関しては実験者により方法が異なり，疑問の点が多い。本研究は放射線による生体組織内脂質過酸化物の生成，抗酸化活性の変化の追求に TBA 法を適用するために反応条件を検討し，適切な方法を決定することを目的とした。

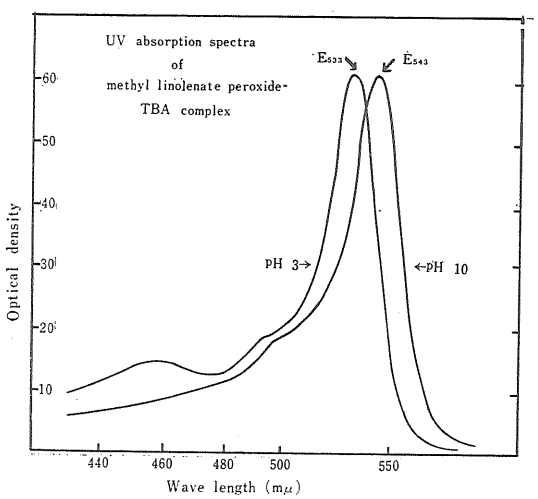
(2) **研究方法**

methyl linolenate を一定条件下で紫外線照射して過酸化し，その ethanol 溶液を標準過酸化物試料とし，反応系は標準試料 0.5 m*l*，緩衝液（または蛋白溶液）2 m*l*，TCA 0.5 m*l*，TBA 2 m*l* で発色後 20～25 m*l* に希釈し比色した。反応条件については TBA 濃度，反応時間，pH，共存蛋白，共存鉄イオンを，発色色素については定量性，安定度，可視吸収スペクトル，および共

存蛋白からの抽出法を検討した。

(3) 結果および考察

TBA 濃度，反応時間はそれぞれ 0.4%，20 分で大体 plateau に達する。pH は最適域が 3～4 附近にあり，それより酸性側ではゆるやかに，アルカリ性側では急激に発色度が減ずる。アルカリ性では発色しない。TCA の代りに HCl を用いても反応する。微量蛋白 (Serum, Albumin) が共存すると発色は促進され，大量では抑制される。促進作用は脂質過酸化物の反応表面積の拡大，抑制作用は蛋白による過酸化物の破壊，吸着によるものと思われる。Hb が共存すると，それ自体の TBA との反応や過酸化触媒作用などにより複雑な現象がみられる。Fe イオンでも同様な現象がみられる。生成色素量は methyl linolenate peroxide 量に対しては完全な直線性を示し，酸性側よりもアルカリ性側でより安定で，酸性では 5,330 Å，アルカリ性では 5,430 Å に最大吸収を示す (第 1 図)。蛋白が共存する場合，比色定量には色素を抽出する必要があるが，従来，報告のある isoamyl alcohol, conc. TCA では不満足な結果しか得られず，acetone, benzene, chloroform, ether, toluene, 各種 alcohol 類などの有機溶媒でも目的を達し得なかった。NaOH で沈澱蛋白をとかし，TCA で再沈させる方法が最も簡単で効率がよく，操作をくり返えすことによって 100% 近く色素を回収できる。アルカリで処置した乳濁液のまま比色しても，感度は著しく落ちるが，直線性は得られた。



第 1 図

〔研究発表〕

小林定喜，門間汎美，完倉孝子，中村弥，江藤秀雄；ラット血清中の抗酸化活性に及ぼすX線照射の影響—時間効果関係，日本放射線影響学会第 4 回研究発表会 (1962 年 10 月)

2. シロネズミ血漿の抗酸化活性に及ぼすX線照射の影響

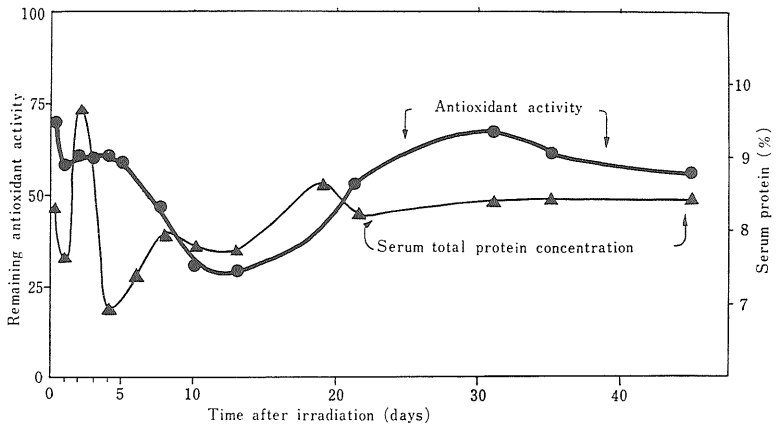
障害基礎第 1 研究室
中村　弥
小林定喜
門間汎美
完倉孝子

(1) 研究目的

電離放射線照射により生体内の脂質過酸化物のレベルが上昇することと，脂質過酸化物には放射線類似作用があることから，脂質過酸化物は放射線障害の発現機序に重要な役割を果していると考えられる。一方，正常な生体組織内では基質が充分な量存在するにもかかわらず過酸化が起こらず，また，ある組織ではそのホモジェネイトを孵置しても過酸化が起こらないという事実から，正常な組織内では過酸化過程を制御する抗酸化機構が存在すると思われ，したがって，放射線による生体内の過酸化物レベルの上昇は放射線と脂質（特に不飽和脂肪酸）との直接的反応による以外に放射線による抗酸化機構の障害によるところが大きいと考えられる。X線照射による予備実験では脾，肝，腎臓においては過酸化物の生成が認められたが，小腸粘膜，骨髄，血漿は全く過酸化物を生ぜず，高い抗酸化活性を示した。血液の動的平衡における重要性を考え，血漿の抗酸化活性がX線照射によりどのように影響されるかを調べることを目的としてこの研究を行なった。

(2) 研究方法

体重 250 g 前後の雄シロネズミを 4 匹 1 群として 600 r X線照射し，照射後一定時間毎に電気ショックを与え，股動脈から採血，遠心分離して血漿を得，活性を測定した。X 線照射条件は 200 kVp, 20 mA, filter: 0.5 mm Cu +0.5 mm Al, 線源—動物中心間距離 1 m で，動物は 8 匹を一度にメタアクリル樹脂製の照射箱に入れて照射した。活性は，5% の検体血漿燐酸緩衝溶液 (pH 7.4, 0.15 M) に，あらかじめ紫外線照射して過酸化した methyl linolenate の ethanol 溶液を加えて混合，37°C に孵置し，一定時間内に破壊される過酸化物の割



第1図　Effect of X-irradiation on the ability of rat serum to decompose methyl linolenate peroxide —single whole body irradiation of 600 r—

合で表わした。過酸化物の定量は修正 TBA 法（前報）で行なった。また，同時に屈折計および Folin の方法で蛋白濃度を，ロ紙電気泳動で蛋白分画比の消長をみた。

(3)　結果および考察

抗酸化活性は照射後1日から変動を示し，5日を過ぎると急に減少，13日から20日にかけては対照の30%程度にまで低下するが以後次第に回復する（第1図）。

最低値は Lipemia の起こる時期および，hematocrit 値の低くなる時期と一致する傾向を示した。全蛋白濃度の変動は直接的には活性と関係しないが，Albumin 分画比の消長が活性の変動と類似する傾向があること，Albumin 分画による過酸化物の破壊能が他の分画に比して大きいことなどから，活性物質は一部，Albumin 分画と関連があると推定される。

〔研究発表〕

小林定喜，門間汎美，完倉孝子，中村弥，江藤秀雄；ラット血清中の抗酸化活性に及ぼすX線照射の影響—時間効果関係，日本放射線影響学会第4回研究発表会（1962年10月）

3．ウサギおよびシロネズミ血漿の抗酸化活性に及ぼすX線照射の影響—放射線感受性の比較生化学的考察

障害基礎第1研究室

中村　弥
小林定喜
門間汎美

(1)　研究目的

先にシロネズミ血漿の抗酸化活性がX線照射により影響されることをみた。本研究ではウサギの場合における照射の影響を調べ，さらに，ウサギとシロネズミについて同一線量を照射した場合の効果を比較し，抗酸化活性と放射線感受性とのあいだに何らかの関係が存在し得るかを検討することを目的とした。

(2)　研究方法

ウサギは体重2kg以上の雄，シロネズミは体重250～300g前後の雄を用い，4匹1群とした。

X線照射条件は，200 kVp，20 mA，filter：1.0 mm Cu＋0.5 mm Al，線源—動物中心間距離1mで線量は動物中心で測定し，シロネズミは背面から，ウサギはあらかじめファントムでカリブレイトして体の両側から照射し，できるだけ体内に規定の線量が均一に分布するようにした。ウサギは耳静脈から連続採血，シロネズミは電気ショック後に股動脈切断採血し，遠心分離して血漿を得，前報と同様にして抗酸化活性を測定した。

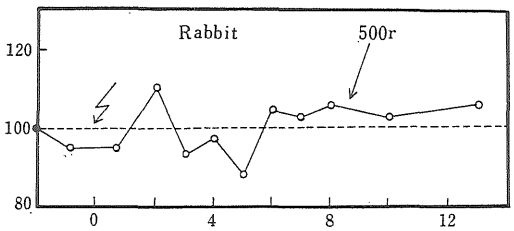
(3)　結果および考察

ウサギでは500r照射で4～5日にかけてやや活性が減少し，以後やや高目になる傾向を示すがこの変化は有意ではなく，1,000r照射の場合でも傾向は同様であるが有意ではない。これに反し，シロネズミでは照射による明らかな減少が認められる。500rでは600rに比し回復は早いが全般的には同様の変化を示し，最低値では50%に低下する（第1図，次頁）。

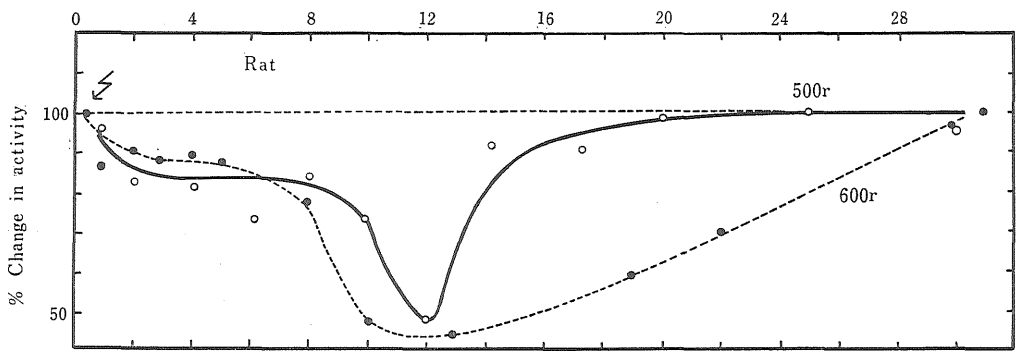
抗酸化活性に関係があると思われる Albumin 分画比はウサギ（～50%）ではシロネズミ（～40%）より大きく，照射による Albumin 分画比の変動もウサギ（～20%）の方がシロネズミ（～50%）より小さい。また，生体内抗酸化物質である Serotonin の全血中濃度についても，ウサギ（～6γ/ml）の方がシロネズミ（0.8γ/ml）に比してはるかに大きい。ウサギの $LD_{50}/30$ は～800rで，シロネズミのそれは～600rであることや，放射線照射によってひき起こされる症状がウサギとシロネズミとで異なるなどの事実は，このような抗酸化活性の強さならびに恒常性の差で説明され得るのではないかと思われる。

〔研究発表〕

1．中村弥，小林定喜，門間汎美；家兎血清の抗酸化活



第1図 Effect of X-irradiation on the ability of serum to decompose methyl linolenate peroxide
—comparison between rat and rabbit—



性に及ぼすX線照射の影響—放射線感受性の比較生化学的考察，第22回日本医学放射線学会総会（1963年4月）

2. 中村弥，小林定喜；放射線による血清の抗酸化活性の変動について，放射線障害の医化学的指標に関する研究班会議（1963年3月）

4. ウサギの血中 5-HT 量の1日の変動

障害基礎第1研究室
中村　弥
新発田杏子
門間汎美

(1) 研究目的

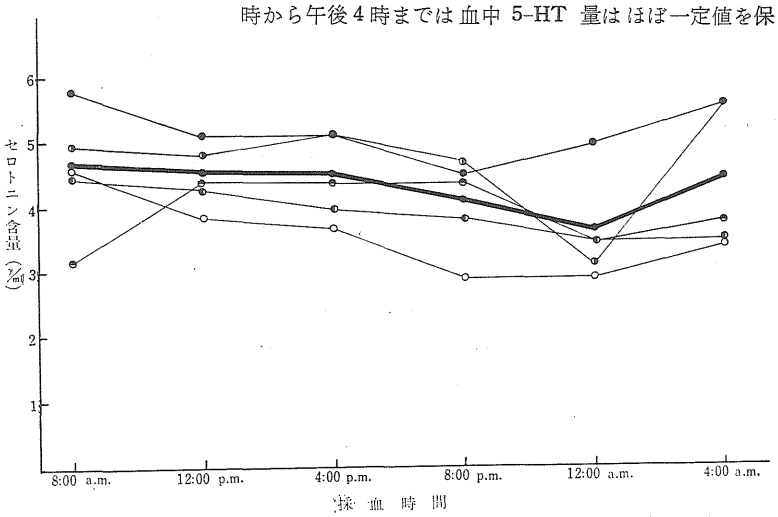
ウサギの血中 5-HT 量におよぼすX線の影響をしらべるために行なった前の実験で，対照動物においても血中 5-HT 量が明らかに減少する場合のあるのがみられた。これは同一動物から連続的に採血したための影響であるか，それともその点がたまたま夜に当っているので，1日のなかの時刻による変動，すなわちいわゆる“生物時計”的現象であるかをつきとめる目的でこの実験を行なった。

(2) 研究方法

体重約 2.5 kg のウサギ5羽を室温に放置し，午前8時から4時間ごとに，耳静脈から 1 m*l* づつ採血し，Udenfriend 等の方法にしたがって螢光分光光度計によって 5-HT 量を定量した。

(3) 結果および考察

第1図にみられるとおり5羽の平均値でみると午前8時から午後4時までは血中 5-HT 量はほぼ一定値を保



第1図　ウサギ血中セロトニン含量の1日の変動

ち，午後8時には減少を示し，夜の12時に最低値に達したのち午前4時には再び上昇するのがみられる。ただし午前8時に24時間前の値に復帰していない。このことから採血操作にまつわる何らかの影響があらわれているものと思われるので目下検討中である。

〔研究発表〕

中村弥，新発田杏子；放射線による血中セロトニン（5HT）量の変動について，放射線障害の医化学的指標に関する研究班会議（1963年3月）

5．ウサギ血漿燐脂質の抽出・分画法の検討

障害基礎第1研究室
中村　弥
完倉孝子

(1) 研究目的

イヌ，ウサギ，シロネズミ等の実験動物にX線照射すると，早期にかなり著明な脂血症がみられ，その程度と予後とのあいだには一定の関係があるものと考えられている。なお燐脂質が細胞の重要な構成成分であり，放射線照射によって感受性の高い細胞が死滅破壊することを考えると，血漿中の燐脂質の質的ならびに量的変化は放射線障害の実態を知るための手がかりを提供するだけでなく，該障害の医学的指標としても意味を有するものと考えられる。本研究はそのための実験操作術式に検討を加えるのが目的である。

(2) 実験内容ならびに所見

a) 採血法；組織液の混入を避けなるべく大量の血液を得るため，エーテル麻酔後頸動脈にヘパリナイズしたポリエチレン製カニューレを挿入し，ヘパリン液の入った試験管に血液を導いて採血する方法が適当と考えた。

b) 全脂質抽出法；Paysant らによる Folch 法の変法では，クロロフォルム対メタノール比が1：2の溶媒で少量使用して数回抽出しているが，これは2：1の溶媒を用い20倍容1回抽出で十分であろう。

c) 無機Pの洗滌除去；^{32}P を用いての実験の結果，従来の方法によっては洗液中にあらわれる無機P量は洗滌初回においても総Pの1%を越えないので，1回水洗で十分である。

d) 硅酸カラム法における展開媒交換の時期；これを判定するのに溶出各試験管の燐量を比色定量する方法と，ウサギにあらかじめ $H_3{}^{32}PO_4$ を投与しておいてそのcpmを測定する方法との優劣を検討し，後者の方がいくつかの理由でまさる点の多いことを認め，この方法によって各展開媒の容量を決定した。

6．紫外線照射リノレイン酸メチルエステルのガスクロマト分析——TBA 値との関連において

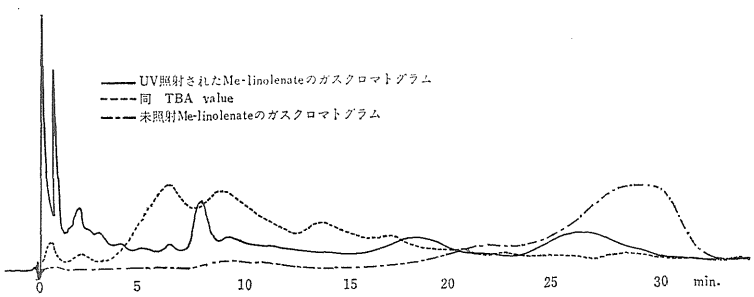
障害基礎第1研究室
中村　弥
完倉孝子
小林定喜

(1) 研究目的

放射線障害の発現過程で脂質過酸化物が重要な役割を果していることを示唆する多くの事実が報告されているが，その意義に関してはまだ一致した見解に達していない。一方 *in vitro* で紫外線照射によって過酸化物化した不飽和脂肪酸の毒性に関しては細菌，培養細胞，哺乳動物等の広い対照について研究されている。また脂質過酸化物は TBA 法によって定量しようとされているが，当研究室での研究によると，L細胞に対する紫外線照射リノレイン酸メチルエステルの毒性は微細な点において必ずしも TBA 値と一致しないことが知られた。したがって紫外線照射後生ずる分解産物の各分画の TBA 試験に対する態度を知る必要に迫られた。

(2) 実験方法

リノレイン酸メチルに38℃で70 erg/cm²/sec.で紫外線照射を行ない，一定時間後，サクシネートポリエステルを充填剤とし，180℃ キャリアガスとしてヘリウムを用いてガスクロマト分析を行なった。またガスクロマトカラム出口で流出するキャリアガス＋検体，蒸気の混合ガスを一定量づつトラップし，その TBA 値を定量した。



第 1 図

(3) 結果および考察

a) 紫外線照射によりリノレイン酸メチルから10～12個のピークが得られ照射時間延長とともに高分子量のものの面積は徐々に減少して低分子量のものが増大し，遂にリノレイン酸メチルのピークは消失する。

b) TBA テストの結果，4～5個のピークを生じ，照射時間延長とともにその TBA 強度も増加するが，ガスクロマトグラムに現われるピークの位置とその TBA テストによるピークの位置とは必ずしも一致せず，またガスクロマトピーク面積と TBA 発色強度も並行しない。

以上のことから，紫外線照射によりリノレイン酸メチルは分解していくつかの化合物を生じ，そのなかにはパーオキサイドと考えられるものが数種あるが，これら TBA 陽性の分解産物相互の構造には相当の差があることが考えられる。

7. ウサギの血中 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
新発田杏子

(1) 研究目的

5-HT は最も強力な放射線防護物質のひとつであるとともに動物体内組織に広く分布して，多方面にわたる生理機能の mediator として知られている。また外来の刺戟に対して，結合している組織からかなり敏感に遊離することが知られている。したがって放射線障害の医学的指標として，血中 5-HT 量の測定がどの程度の価値を有するかを検討した。

(2) 実験方法

X線照射条件は 200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Cu + 0.5 mm Al, 線源—動物中心間距離 1 m, 24 r/min. で 250 r および 500 r。各実験とも照射群および対照群各5匹宛。耳静脈から採血。

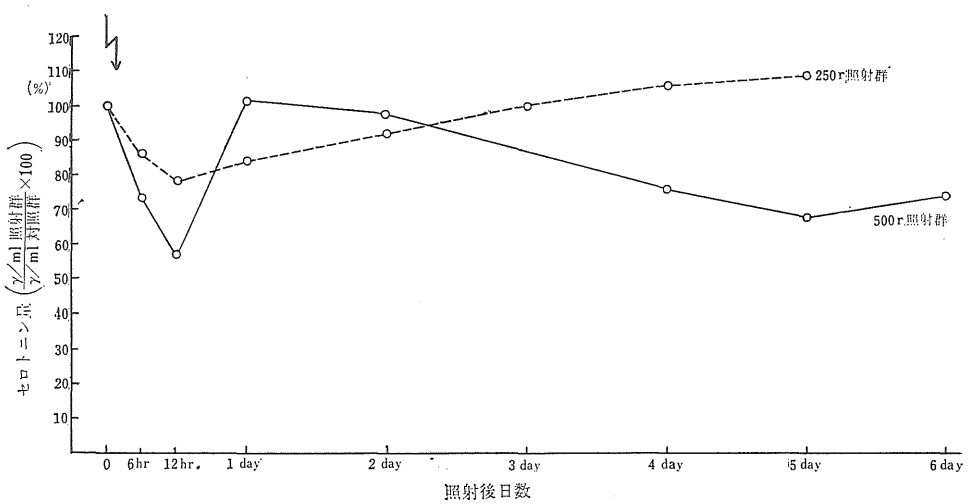
5-HT の定量は Udenfriend らの方法にしたがい，螢光分光光度計法によった。

(3) 結果および考察

第1図の表示法は同時に行なった非照射群の各時点における 5-HT 量の平均値に対する，照射群の 5-HT 量の平均値の % で示した。250 r 照射群では照射後 12 時間に 80% 位に減少し，以後次第に増大して3日後正常値に達したのちもその傾向を持続して over-shoot が見られる。500 r 群では 12 時間後対照の 60% 以下に減少し，24 時間後一旦正常値に復帰した後漸減して5日後には 70% 位になる。採血量は 250 r 群の 1 m*l* に対し 500 r 群では 4 m*l* 前後であった。採血の影響がありとすればこの成績の解釈に際してこの採血量の差について考慮する必要があろう。この点に着目して目下追試中である。

〔研究発表〕

中村弥，新発田杏子；放射線による血中セロトニン(5-HT)量の変動について，放射線障害の医化学的指標に関する研究班会議（1963年3月）



第1図　ウサギ血中セロトニン含量のX線照射による変動

8. シロネズミ血中 5-HT 量に及ぼす摘脾ならびに摘脾後X線全身照射の影響

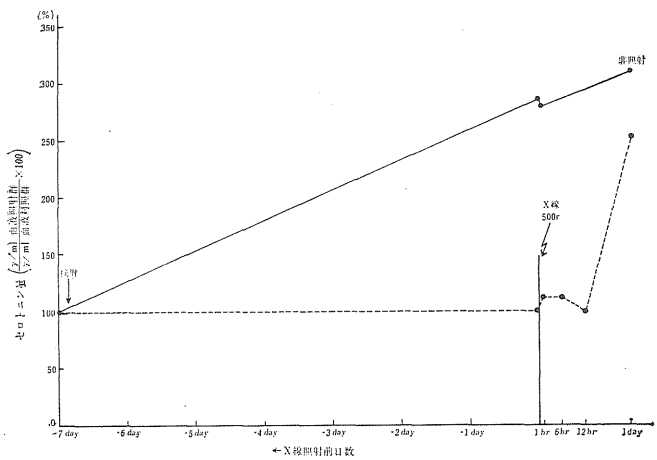
障害基礎第1研究室
中村　弥
新発田杏子

(1) 研究目的

あらかじめ脾臓摘出することによってモルモット，ハツカネズミ，シロネズミ等のX線照射後の死亡率を低くし得ること，および 5-HT の前投与によっても同様の効果が得られることが知られている。この二つの防護作用のあいだに共通性があるかどうか，すなわち脾臓摘出によって血中 5-HT 量が増加するかどうか，さらにそれがX線照射によっていかに変化するかしらべた。

(2) 実験方法

照射1週間前に摘脾を行なった動物および対照動物について 500 r の全身照射直前，1時間後および24時間後の血中 5-HT を Udenfriend らの方法にしたがって螢光分光光度計法によって測定した。



第1図　摘脾ならびに摘脾後X線照射したシロネズミの血中セロトニンの変化

(3) 結果および考察

摘脾動物においては術後1週間目（照射直前）に血中 5-HT 量は対照の3倍近くに増量し，照射直後もそれに近い値を維持し，照射後24時間には照射直前の値よりも幾分上回った（第1図，上図）。この結果から摘脾の防護効果は血中 5-HT 量の増加という点で 5-HT 静注と同じ意味を有するのかもしれない。なおこの現象の再現性に関して目下検討中である。

9. シロネズミの血中 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
新発田杏子

(1) 研究目的

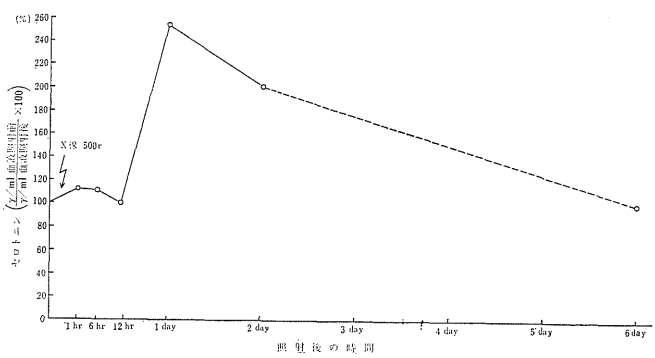
シロネズミ血中5-HTは，主として腸管粘膜において合成されたのち血小板にとりこまれたものと考えられている。放射線照射後の腸管粘膜からの 5-HT の遊離の程度は動物の種類によって大いに異なることが松岡らによって示された。したがってこの遊離された 5-HT が血中に移行することも考えられ，その程度も動物の種類によって変化することが期待される。放射線照射後各種動物に見られる症状の多様性の理解に資せんとしてこの実験を行なった。

(2) 実験方法

体重 200 g 前後のシロネズミを使用，X線照射条件は 200 kVp，20 mA，0.5 mm Cu＋0.5 mm Al，線源—動物間距離 1 m で線量率 24r/min.，500 r 1回照射，エーテル麻酔後股動脈から採血，5-HT 定量は Udenfriend らの方法にしたがい螢光分光光度計法によった。

(3) 結果および考察

照射動物の血中 5-HT 量をその時の非照射対照動物の血中 5-HT 量に対する％で示すと第1図（下図）のごとくになる。照射後12時間の採血は夜になるので対照値もその時刻に同時に処理して得られたものを用いた。第1図に見られるとおり照射12時間目までは著変な



第1図　血中セロトニン含量のX線照射による変化

く24時間後に対照の約2.5倍に達し，6日後にはほぼ旧値に戻っている。ウサギの場合と著しく異なる経過を示すのは興味深い。他のX線量についても研究中である。

10. UV 照射 methyl linolenate による L 細胞発育阻害度——TBA 値と発育阻害度との関係——

障害基礎第1研究室
中村　弥
門間汎美

(1) 研究目的

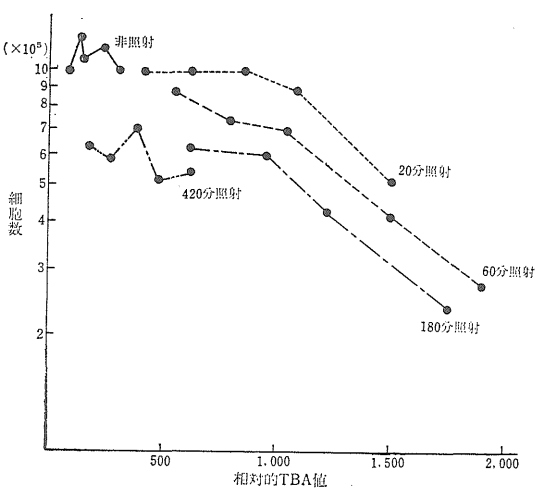
研究課題概略（a. 第1研究室）に述べたごとく，放射線照射後生成する脂質過酸化物の細胞に及ぼす作用を知ることはきわめて重要と思われる。脂質過酸化物の定量にはTBA法が広く用いられているが，それによって得られるTBA値と，L細胞発育阻害度とのあいだには一定の関係があるかどうか，つまり同じTBA値を示す脂質過酸化物は同じ発育阻害度を示すものかどうかを知る目的で本研究を行なった。

(2) 実験方法

一定の方法でUV照射したmethyl linolenateのアルコール溶液希釈列をつくる。これを精製牛血清アルブミン（第5分画）加YLHで培養したL細胞の培地に加える。37℃, 72時間孵置後の核数を測定し発育阻害度算出の資料とする。一方，培地に添加する直前にmethyl linolenateのアルコール溶液のTBA値を，小林らによるBernheim, F. らの変法で測定した。

(3) 結果および考察

methyl linolenateはUV照射によって時間とともに酸化が進むが，TBA値ははじめ急激に上昇して本実験条件では180分前後に極値に達し，以後次第に低下する。



第1図　紫外線放射時間による methyl linolenate の相対的TBA値と細胞数

照射試料の希釈列について，それらのTBA値と発育阻害の程度とのあいだには第1図のごとき関係が見られる。すなわちある閾値を越えるといずれもTBA値とともに阻害の程度もほぼ直線的に高まる。しかし子細にみると照射時間の長いものほど同じTBA値に対して強い阻害効果を示していることがわかる。既に完倉等がみたごとく，UV照射時間とともにTBA陽性物質のガスクロマトパターンが変化するが，本実験の結果をあわせ考えるとmethyl linolenateの酸化が進むにつれてTBA値に比してL細胞発育阻害度の高い成分の割合が増大するものと考えられる。

〔研究発表〕

1. 小林定喜，門間汎美，完倉孝子，中村弥，江藤秀雄；ラット血清の抗酸化活性に及ぼすX線照射の影響について——時間効果関係，日本放射線影響学会第4回研究発表会（1962年10月）
2. 同　上；第22回日本医学放射線学会総会（1963年3月）

11. 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*
新発田杏子*
*障害基礎第1研究室

(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。

(2) 研究方法および経過

各被曝器官の障害の関連性を考慮して，全身的障害評価のための模型化を試みるために，次の二つの仮定を用いた。

i）各器官（または身体の部位）のあいだには障害の共通の尺度があるものとする。

ii）各器官の障害は被曝による直接の障害（intrinsic injury）と他の器官の障害によりその器官に誘発される

障害（interaction injury）の二つに分けらるれものとする。interaction injury はホルモン支配，神経支配，血行による物質の伝達等によるものである。上記の仮定にしたがってｉ番目の器官の障害は次式のごとく表わされる。

$$I_i = I_{ii} + I_{ai} \cdots\cdots (1)$$

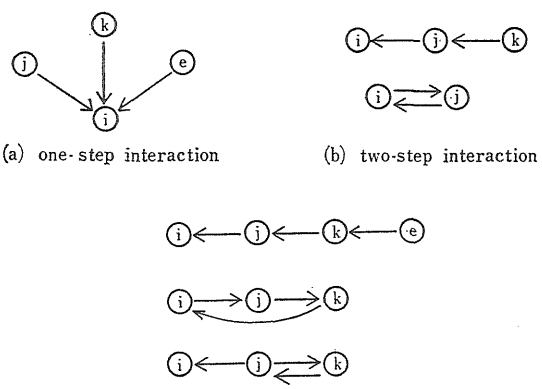
ここで I_{ii} は intrinsic injury で I_{ai} は interaction injury である。もしｎ箇の器官を考えるならば，I_i はｎ次元の障害ベクトル $\vec{I}$ のｉ番目の成分と考えることができる。もしｉ番目の器官が被曝しなかったとすれば I_{ii} は零であるが一般に I_{ai} は零でないので I_i は零でない。これは遠隔作用（indirect action）として知られている事実である。

次に I_{ai} を $I_{11}, I_{22}, \cdots I_{nn}$ からどのように組立てるかが問題となる。障害は複雑に時間に依存しているわけであるが，生理学的に定常状態になっている場合のみを考えることにする。非定常状態の場合には I_{ai} が I_i 自身に依存するようなことになり模型化は困難である。時間依存性を論ずる場合にはこうした定常状態間の遷移と考える立場をとらざるを得ない。各器官の相互作用の最も簡単な形は j 番目の器官の障害がｉ番目の器官に直接影響するが，第３の器官を媒介として影響することがない場合である。これを便宜上 "one step interaction" と呼ぶなら，相互作用の強さを表わす係数 a_{ij} を導入して I_i は次のようになる。

$$I_i = I_{ii} + \sum_{j}^{n} a_{ij} I_{jj} \cdots\cdots (2)$$

$$a_{ij} = 0, \quad \text{if} \quad i = j \cdots\cdots (3)$$

a_{ij} の意味は I_{jj} がどれだけ i 番目の器官に伝達されるかを示す量である。



第１図　Types of interaction between organs

ホルモン支配に見られるフィード・バック機構は第１図に示されたような "two-step interaction" を考慮することにより含めることができる。第３の器官を介在して伝わる影響に対し，新らしい相互作用のパラメーター b_{ij} を導入して，I_i は次式で表わされる。

$$I_i = I_{ii} + \sum_{j=1}^{n} a_{ij} I_{jj} + \sum_{j,k}^{n} b_{ij} a_{jk} I_{kk} \cdots\cdots (4)$$

$$b_{ij} = 0, \quad \text{if} \quad i = j \cdots\cdots (5)$$

a_{ij} と違う b_{ij} を導入した理由は次のとおりである。I_{jj} がｉ番目の器官に寄与する部分は $a_{ij}I_{jj}$ であるが，$a_{jk}I_{kk}$ がｉ番目の器官に寄与する割合は $a_{ij}a_{jk}I_{kk}$ と違う可能性を持たせるためである。

同様に高次の相互作用も含ませると，I_i は次式のごとく表わされる。

$$I_i = I_{ii} + \sum_{j=1}^{n} a_{ij} I_{jj} + \sum_{j,k}^{n} b_{ij} a_{jk} I_{kk} + \sum_{j,k,l}^{n} b_{ij} b_{jk} a_{kl} I_{ll} + \cdots \cdots\cdots (6)$$

二つの相互作用の係数 a_{ij}, b_{ij} は次のような行列をかたちづくる。

$$A = \begin{pmatrix} 0 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 0 & & \\ \vdots & & \ddots & \\ a_{n1} & & & 0 \end{pmatrix} \cdots\cdots (7)$$

$$B = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & 0 & & \\ \vdots & & \ddots & \\ b_{n1} & & & 0 \end{pmatrix} \cdots\cdots (8)$$

この行列を用いると，（６）式は次のようなベクトルのｉ番目の成分となる。

$$\vec{I} = \vec{I_0} + A\vec{I_0} + BA\vec{I_0} + BBA\vec{I_0} \cdots\cdots (9)$$

$$\vec{I} \equiv (I_1, I_2, \cdots\cdots I_n)$$

$$\vec{I_0} \equiv (I_{11}, I_{22}, \cdots\cdots I_{nn})$$

（９）式におけるベクトルの成分は各器官の全障害（intrinsic + interaction injury）を表わしているが，全身障害の評価の際には何らかの形で各器官の障害を加算しなければいけない。全身障害として何を考えるかにより，各器官の障害のもつ生理学的な重要性が違うことが考えられるので，次のような加重のある加算が妥当と思われる。

$$I_w = \sum_{i=1}^{n} W_i I_i \qquad (10)$$

または

$$I_w = \vec{W} \cdot \vec{I} \cdots\cdots (11)$$

$$\vec{W} \equiv (w_1, w_2, \cdots\cdots, w_n)$$

結局（9），(10) 式を用いて，全身障害 I_w は次式で表わされる。

$$I_w = \vec{W} \cdot \vec{I} = \vec{W}\,(\vec{I_0} + A\vec{I_0} + BA\vec{I_0} + BBA\vec{I_0} + \cdots\cdots) \quad \cdots\cdots(12)$$

$$= \sum_i^n w_i\,(I_{ii} + \sum_j^n a_{ij}I_{jj} + \sum_{j,k}^n b_{ij}a_{jk}I_{kk} + \sum_{j,k,l}^n b_{ij}b_{jk}a_{kl}I_{ll} + \cdots\cdots) \cdots\cdots(13)$$

(3) 考　察

この模型と実験データとの比較は原報に詳しく述べてあるが，現段階では定量的に比較するのは非常に困難である。それは各器官の障害の異常な複雑さと機能の特異性によるものである。I_i や I_w の線量依存性については定量的に知られているものもあるが，器官の相互作用を定量的に求めている実験データは皆無に等しい。定性的なデータからは a_{ij} の大小関係を幾分推定できる場合もある。模型自身の完全性という意味では時間依存性を導入する点が残されているわけであるが，現在実験データを集めながらその問題を研究中である。

〔研究発表〕

佐藤文昭，土橋創作，新発田杏子，中村弥，江藤秀雄；Theoretical approach to life span shortening induced by radiation (3)，日本医学放射線学会誌，23巻，1963年（印刷中）

12．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

(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一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，全身障害における一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）な立場から検討を行なっている。

(2) 研究方法

実験動物：当研究所において自家繁殖した家兎（生後約180日，約2.5 kg）を使用。

活動電位の記録：大脳皮質の左右の知覚領および視覚領に各1対の銀球（径1 mm）を，また左右背側海馬に2本1対としたステンレス（径0.5 mm）針を埋没し，それぞれの部位における神経細胞群の spontaneous electrical activity（自発性の活動電位）および evoked potential（誘発電位）を単極誘導法により記録した。

誘発電位の記録：i）電気刺激による法　左右いずれか一方の海馬に3 m sec　2～2.5 volt の矩形波電気刺激を与え，その evoked potential を反対側の海馬から単極誘導法により，オシロスコープ（time constant 0.3 m sec）を用いて記録した。ii）光刺激による法　光源を個体の正面に置き，1 time/1 sec を10回連続して閃光させ，その evoked potential を皮質視覚領より記録した。

X線照射：250 kVp のX線で，全身あるいは頭部照射を行なった。i）全身：1,000 r（40 r/min.），ii）頭部；5,000 r（150 r/min.）。

観察：記録電極挿入5～7日後に記録を開始した。すなわち，毎日大体同一時刻に3～4日間記録し，これを対照とした。X線照射後は，その直後，15分，30分，1時間，2時間，3時間，5時間，7時間，10時間，15時間，20時間，1日，2日，3日後にそれぞれ記録した。

(3) 結　果

1) Spontaneous electrical activity

海馬から記録される活動電位は8～10 c/sec. の規則的な波形からなる arousal wave（覚醒波）と極めて不規則な波形からなる drowsy wave（睡眠波）の二つに大別される。照射前の正常状態における これらの wave の周波数を7帯域（1～2 c/sec，2～4 c/sec，4～8 c/sec，8～13c/sec，13～20c/sec，20～30c/sec，30～60c/sec）に分析すると arousal wave では主として8～13 c/sec の波によって構成されているが，drowsy wave では4～8 c/sec 以下の低い周波数の波によって構成されている。照射直後からしばらくは arousal wave が連続的に発現し，その後，arousal wave のあいだに数秒間 drowsy wave が混入してくるようになる。drowsy wave の期間はその後次第に長くなってくると同時に arousal wave の期間は短かくなってくる。2～3時間経過すると arousal wave と drowsy wave を示す期間は逆になる。照射後，数時間で大体照射前の状態に戻るようである。これらの波形の大きさは照射前と同じで200 μ volt 前後である。

2) Evoked potential

電気刺激：矩形波はパルスをブラウン管に同期して単掃引すると刺激数 m sec 後に evoked potential が現われる。それを惹起する電圧は個体により異なるが 0.7～1.0 volt である。照射直後には，この値はわずかに減少するがその後再び元の値に戻り，1～2 時間以後ではかえって増加する傾向を示した。evoked potential は時には negative-positive，また時には positive-negative の wave を示すが，いずれの場合にもその大きさは 1～2 m volt である。照射直後，その出現する時間は早くなり，またその高さも大きくなるが，時間の経過とともに遅く，かつ小さくなる。数時間後には wave の高さは，照射前に比較して小さくなる。

光刺激：1 time/1 sec，10 回の光を与えると，それぞれに相当する evoked potential が視覚領から得られる。この evoked potential の現われ方は all or none である。照射後数時間すると，この wave が現われにくくなり遂には全く現われなくなってしまう。その後，さらに数時間経過すると回復してくる。

以上のことから照射直後 1～2 時間は興奮の状態となり，時間の経過とともにそれが抑制の状態に変化し，数時間位で極限に達し，以後次第に回復することがわかった。これらの反応がどの程度の小線量で出現するか，また回復の問題等について今後検討する予定である。

13．放射線感受性と生理学的性質の差異に関する研究

障害基礎第 3 研究室
土屋武彦
村松晋
早川純一郎*
中東美明*
*研究生

(1) 研究目的

個体による放射線感受性の差異は，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一つと考えられている。

前年度マウスの放射線感受性と甲状腺機能とのあいだに相関関係が予測されることを報告した。しかし放射線感受性の問題は非常に複雑で，これを一義的に論ずることはできないし，また放射線感受性の比較を従来のように $LD_{50}/30$ による比較だけで行なうことに疑問がある。そこで生理的性質に関連する問題と感受性そのものに関連する問題とのそれぞれについて検討を行なうこととした。生理的性質については甲状腺機能の季節的変動，ならびに甲状腺機能と関連すると考えられる組織の酸素消費，個体としての酸素消費（BMR），運動機能などをとりあげた。

放射線感受性の問題については，もちろん種々の角度よりの検討が必要であるが，まず全身一時照射による臓器重量の減少より着手した。

(2) 研究経過

実験はいずれも従来より用いている RF，CF♯1，C 57 BL/6 の 3 系統のマウスについて行なっている。

〔I〕 生理的性質に関連する研究

a) 甲状腺機能

甲状腺機能は ^{131}I の摂取率より観察した。この際前回報告した測定法により，65～70 日令の 3 系統の（雄）マウスについてできるかぎり毎月測定するようにした。その結果は第 1 表に示すように時期による明らかな変動が認められたが，一般的な季節との関係は判然としない。また室温は完全に調節されていないので，室温との関係ははっきりしない。年間を通じての平均値は前回報告と大差ないので，これらの変動は技術的問題ではないと思われる。ただ飼料は一定のものであっても，その原料のヨード含有量の時期的変動も一応考えうるので，今後この点について検討する予定である。

第 1 表

系統＼月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	12月	平均
RF	20.9	16.4	33.1	31.6	15.9	32.7	25.1
CF♯1	21.5	15.8	21.5	19.3	19.5	13.6	18.5
C57BL/6	11.7	11.9	21.7	16.4	10.6	16.7	14.8
室温(C)	20°～30°	25°	25°～30°	25°	—	20°	

b) 酸素消費

生体内あるいは剔出組織の酸素消費をオキシグラフにより測定するため，これに使用する電極，電極槽についての試作実験ならびにマウスの基礎代謝測定のための基礎実験を行なっている。

c) 運動機能

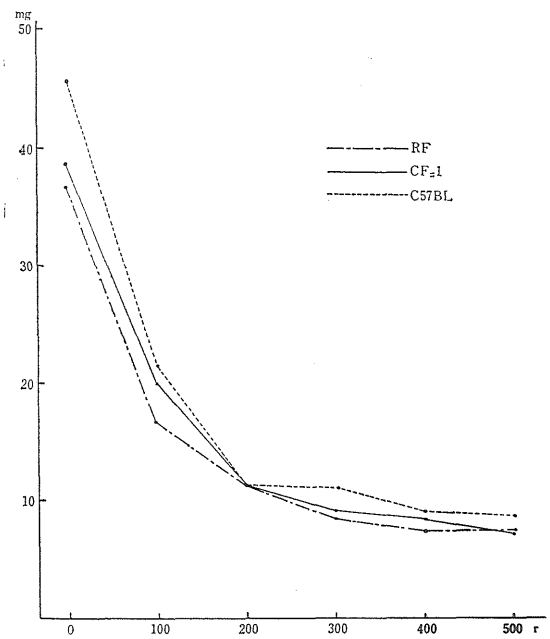
マウスの自発運動を電気的信号に変換し，これを記録する装置の活用する方法を考えているが，市販の装置の感度，安定性等が満足でなく，現在これらの点の改善のために基礎的実験を行なっている。

〔II〕 放射線感受性に関する研究

RF, C57BL/6, CF♯1 の3系統の60～70日令雄マウスに全身1回照射を行ない，照射3日後に脾臓，胸腺の重量測定を行ない，重量減少と線量の関係を観察している。

a) 脾　臓

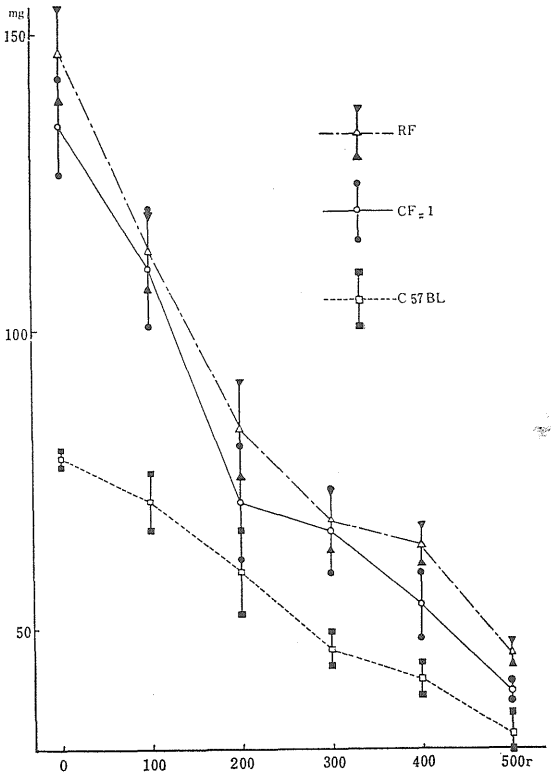
第1図に示すように，C57 BL/6 は，他の2系統に比して，脾臓重量が小さい。照射による重量減少率は RF と CF♯1 とのあいだには差がみられないが，この2系統と C57 BL/6 とのあいだには明らかな差があり，C57 BL/6 が小さい。この結果は $LD_{50}/30$ による比較の結果とも一致しているが，しかしこれのみではただちに感受性を論じ得ないので，現在，回復過程などについても検討を試みている。



第 1 図

b) 胸　腺

第2図に示すように，3系統いずれも同じ傾向で，それらのあいだに明らかな差は得られなかった。しかし脾臓の場合と同じく，現在回復についての検討を行なっている。



第 2 図

14. 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
林　正俊

(1) 研究目的

内部被曝による身体的影響に関しては既に幾多の報告があるが，その多くは腫瘍の発生に関するもので，経時的に全身的影響と線量との関係を追求した研究は少ない。しかしながら，内部被曝による障害を知るうえには，その体内沈着の経時的放射線量と全身的影響とを比較検討することが重要であると考えられる。このような観点から内部被曝関係の問題を究明するのが本研究の目的である。このためには，まず高レベル汚染動物の自動飼育装置，および体内放射能の連続測定装置が必要となるので，本年度はこれら装置の設計とその基礎的資料を得る意味と，合わせて新らしい研究方法の開発のため，所内の既存の機器を用いて予備的かつ基礎的研究を行なった。

(2) 研究経過

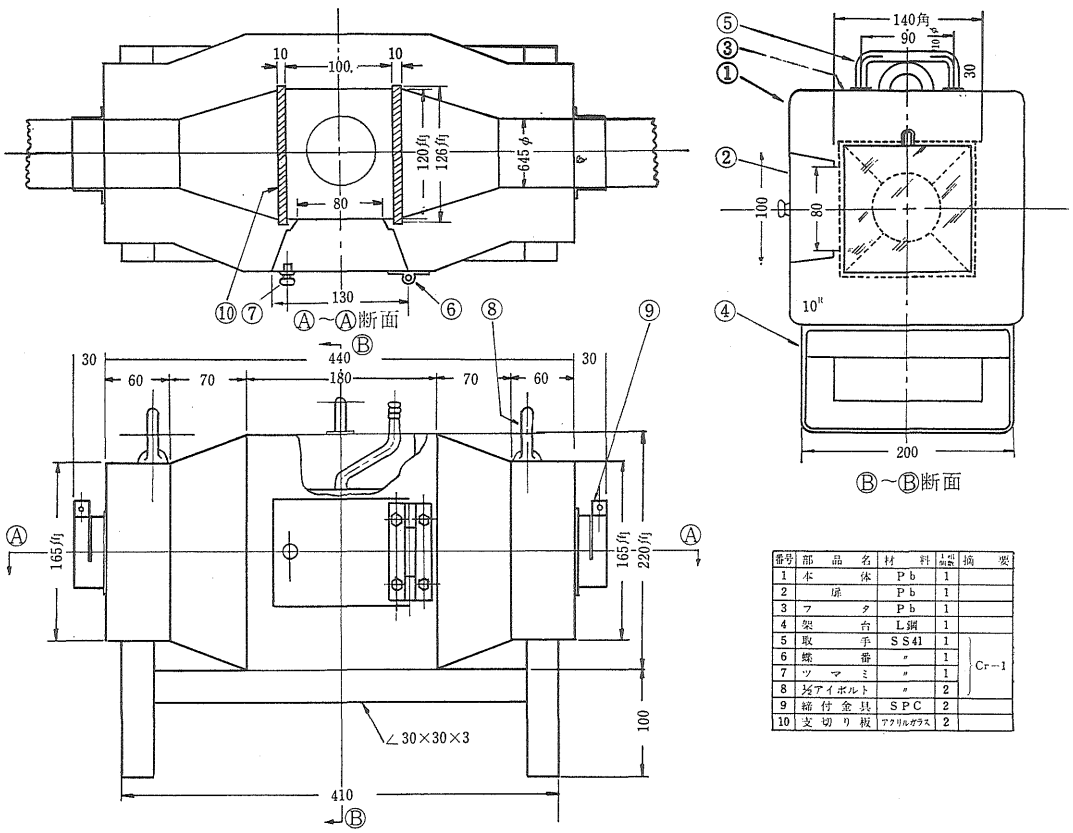
本研究には内部被曝の影響を，動物を殺すことなく長期間にわたり，同一個体で反復測定し得ることが重要であるが，このような長期にわたる実験を行なうにあたっては現実的にいって，まず低実験コストでかつ限られた人員で実施可能な計画を立てる必要がある。したがって実験動物としては遺伝学的にもよく知られており，しかも飼育装置スペースが小さく，体内放射能の測定装置もあまり大がかりなものを必要としないようなものとして純系マウスを用いることとし，その線に沿って計画を進めた。

動物飼育装置：動物飼育用のケージは釣下げ方式の個室型で，各ケージに新らしく設計した自動給水ノズルと自動補給式の固形飼料の給餌孔を配置する。屎尿は下方においたポリエチレンで裏打ちされたロ紙で作られたペーパー・ベルトコンベア上に落ち，一定時間毎に移動して廃棄物容器中に収容する。このケージは2列3段の棚状に配置されて，特殊設計のカリフォルニア型フードに格納され，フード内は空気調節を行なう。飼育自動装置の概要は以上の諸点にもとづいて，オールフレッシュエア方式による完全な空気調節，汚染動物の特殊性により，木毛その他のベット材を使用しないため，温度25℃，湿度50%として設計した。

本形式の装置によれば，ほとんど飼育管理に人手を要せず，したがって実験者および飼育管理者が汚染動物の取扱いによる外部被曝，および内部被曝の危険性を著しく低減し得ると考えられる。また放射性排泄物を排泄後きわめて短期間のうちに取除き得るので，不必要なクロスコンタミ，施設の汚染等も避けることができる。

体内放射能測定装置：本装置は内部被曝の実験のために，β-emitter を投与された動物の体内放射能を個体を殺さず whole body で計測するためのもので，その概要は次のとおりである（第1図参照）。

（i） ディテクター：2吋×2吋 NaI クリスタル水



番号	部品名	材料	員数	摘要
1	本体	Pb	1	
2	扉	Pb	1	
3	フタ	Pb	1	
4	架台	L鋼	1	
5	取手	SS41	1	
6	蝶番	〃	1	Cr−1
7	ツマミ	〃	1	
8	½アイボルト	〃	2	
9	締付金具	SPC	2	
10	支切り板	アクリルガラス	2	

第1図　小動物用体内放射能測定装置（マウス用測定鉄室）

平 180° の双ディテクター方式

(ii) シールドルーム：5 cm 厚みの鉛室，β 線遮断用フィルター内蔵，動物室内は換気用ダクト埋没

(iii) コンテナ：プラスチックケージ，動物は無保定

この方法は，従来内部照射の実験では，体内放射能の β 線による Bremsstrahlen の測定によっているが種々の欠点が多く，応用範囲もせまい。今回 ^{90}Sr にその約 2% の γ-emitter である ^{85}Sr を加える方法によって極めて容易に外部から能率よく計測し得るようになった。また 2% の ^{85}Sr 添加によって約 100 倍の検出感度を得，さらに γ-spectrometry によって，内部照射の実験中の動物に他のアイソトープを投与することも可能である。

予備実験によって得られたその特徴ならびに利点をあげると，i) 極めて少量 (2% 以下) で長期間 (1 μc/g 投与で 3 カ月以上) 追跡できる。ii) Spectrometry で計測するため，Bremsstrahlen による方法に比し，低域をカットできるのでバックグラウンドを非常に低く下げ得る (ピークにおける 5 volt 幅で 12 cpm)。したがって，iii) 測定に要する時間の短縮により測定のために動物に与える影響を著しく軽減し得る。 iv) γ-emitter のため，体内分布の差による計測の誤差が少ないこと，クリスタルの雑音域を測定に使用しないため，電源電圧の変動に対しても安定して測定し得ることなどである。

以上の理由で，従来の Bremsstrahlen による測定法にまさるものと考えられる。本法を今後の実験で採用，実施するため，さらに各種のアイソトープを組合わせて使用する際に生ずると思われる諸問題を明らかにするために，現在これらに関する予備的なテストを行なっている。

15. 照射された細胞および生体物質の誘発的性質の研究

障害基礎第 2 研究室
佐藤文昭
中村弥*
*障害基礎第 1 研究室

(1) 研究目的

生体の放射線に対する高感受性の原因の一つとして，細胞の重要構成成分である巨大分子の構造的複雑性とその分布を決定する膜構造の敏感性が考えられる。細胞浮游液の誘電分散は膜構造によって決定される。Maxwell-Wagner 型で，照射による分散曲線の変化を追求し膜構造の変化に対する何らかの知見を得ることを目的とする。生体高分子の放射線損傷は誘電分散のみならず，旋光分散，粘性等の一連の物理化学的測定を行ない，主鎖の切断や 2 次構造の変化を追求することを目的とする。

(2) 測定法

商用周波数程度の低周波から 100 MC に至る周波数範囲での誘電率測定法は，大別してブリッジ法と共振法とになる。ブリッジ法は零位法の代表的なもので比較的低周波で用いるのに適しており，一般に精度よくまたガード電極を用いることができるために，縁端容量の影響を受けずに誘電率を正確に測定することができる。しかしブリッジ法では，周波数の増大とともにしだいに測定が困難となり，また誤差も多くなるため高周波では共振法が用いられる。共振法は偏らせて読む方法であり，一般に零位法より精度が悪く，またガードを用い得ない欠点がある。電気伝導度の高い生体高分子溶液等の場合には，発振が起こりにくいので共振法を用いることができない。この場合電極を絶縁物で覆う考えもあるが，その絶縁物自身の誘電率の寄与があり問題が複雑になる。ブリッジ法を用いるとしても種々の方式があるが，広帯域で精度を高く保てるという点では変成器ブリッジが最もすぐれている。このブリッジの第 1 の特長は，比例辺に巻線比が 1：1 で密に結合した比例辺を用いることによって，ワグナー電位平衡器を不用にし比例辺の中点部，すなわち変成器の中性点を直接に接地している点である。ガード電極も用いることができ，ブリッジ各部の配線と接地遮蔽導体間のアドミタンスも問題にならない。第 2 の特長は試料アドミタンスのコンダクタンス分の平衡をコンダクタンス・シフタによって行なうことである。これには周波数特性のよい炭素皮膜抵抗を用いることができる。以上の観点より安藤電気 K. K. の製品に決定した。電極は平行板コンデンサー型とし，7 pF と 91 pF のセルを二つ試作した。

16. タンパク質のアミノ酸配列の統計的性質 (I)

障害基礎第 2 研究室
佐藤文昭
江藤秀雄*
*障害基礎研究部長

(1) 研究目的

核酸からタンパク質への遺伝情報の伝達機構の問題と関連して，アミノ酸配列の統計的研究がさかんに行なわれるようになった。核酸の上で "coding" を直接調べることができない今日，"decoding" の結果としてのア

ミノ酸配列の研究から“coding”に対するなんらかの手がかりをえようという試みである。アミノ酸配列の規則性の問題はタンパク質の機能とも関連し，それ自身興味ある問題である。

(2) 研究方法

Šorm ら (*Collect. Czech. Chem. Commun.*, 26, 531, '61) のデータにみられるアミノ酸配列の周期性は必ずしも明瞭でないので，統計的検定を必要とする。著者らはこの周期性がランダム配列から生ずる“chance”による一致かどうかを分割表を用いて検定した。同様に Lanni (*Proc. Natl. Acad. Sci.*, 47, 261, '61) の主張する規則性が他のタンパク質にも共通にみられるものかどうかを調べた。

統計的処理の対象として次の七つのタンパク質を選んだ。1) ACTH, 2) グルカゴン, 3) インシュリン, 4) オキシトシン, 5) RNase, 6) タバコ・モザイク・ウィルス・タンパク, 7) バソプレシン。以上七つを選んだ理由は全配列が知られているほかに，Asp と Aspn, Glu と Glun の区別が知られているからである。一般に N 末端…ab cd ef g…C 末端なる配列があった場合次のような5種の型のアミノ酸対に注目した。1-2型: ab, bc,…; 1-3型: ac, bd,…; 1-4型: ad, be,…; 1-5型: ae, bf,…; 1-6型: af, bg,…; この5種のアミノ酸対のおのおのについて，配列の相関を調べるため，Yčas (*Symposium on Information Theory in Biology*, p. 70, '58) の方法にしたがって20行20列の分割表を作った。この5種の分割表について χ^2 検定を行ない，P を 0.05 として，相関がないという結果がえられた。

Lanni の行なった分析は20種のアミノ酸を3分類することに特長があった。その分類方法は次のとおりである。

i) Dominant group: Cys, His, Phe, Pro, Tyr, Try
ii) Subdominant group: Arg, Lys, Asp, Aspn, Glu, Glun
iii) Minor group: Ala, Gly, Ileu, Leu, Met, Ser, Thr, Val

この分類を用い5種のアミノ酸対に関して，3行3列の分割表を作ってふたたび χ^2 検定を行なった。χ^2 値は，P を 0.05 として相関がないことを示している。

(3) 総括と考察

アミノ酸配列にありうると思われる規則性を便宜上2種類に分類して考えることにする。一つは各タンパク質に共通な規則性で，他の一つは各タンパク質固有の規則性とか立体構造に関連した規則性である。仮りに前者を“universal”な規則性と呼ぶことにすれば，著者らの検定の対象は“universal”な規則性に関するものである。一方 Lanni の主張は後者の“local”な規則性である。

Šorm らは1-6型のアミノ酸の繰り返しが，“universal”に多いことを示すデータを提供したが，統計的検定を行なわなかったのでその主張をさし控えた。彼らのアミノ酸配列集団は著者らが扱かった集団と必らずしも一致しないが，少なくとも前述の七つのアミノ酸配列集団にはどんな周期性も規則性も見られなかった。Šorm らのデータにはペプチド断片も含まれているが，ペプチド鎖の切断が実験技術によりランダムに起こっていないとすれば，これらを含めると統計処理の意味があいまいになる。著者らの結論は“local”には（すなわち一部のタンパク質群には）1-6型の繰り返しが多いという可能性までも否定するものではない。いずれにしても規則性がそれほど明瞭でないときは，なんらかの方法により統計的な検定が必要である。

Lanni は“local”な規則性として三つのグループの配列はランダムでないことを主張したが，著者の計算結果は“universal”にはそうした規則性はみられないことを示している。もちろん著者らのような扱いでは“local”な規則性がランダム性のなかに埋没する可能性がある。したがって，“local”な規則性を検定しようとする際には，扱かうタンパク質集団はなんらかの criterion で選択されたものでなければいけない。タンパク質の立体構造や機能に関連したアミノ酸配列の規則性（“local”）を暗示するデータが最近蓄積されつつあるので，著者らはその統計的検定を考慮中である。著者らはこの研究に関し，積極的な援助を惜しまなかった沢田文夫博士に深く謝する。

〔研究発表〕

1. 佐藤文昭，江藤秀雄；アミノ酸配列の統計的研究，日本生物理理学会（1962年5月）
2. 佐藤文昭，江藤秀雄；タンパク質のアミノ酸配列の統計的性質（1），生化学，35，32（1963）

VIII. 薬 学 研 究 部

概　　況

本研究部は昭和37年度に従来障害礎基研究部内に設置されていた薬学研究室が独立したものであるが，研究室は今までどおり第1，第2の2研究室でスタートした。6月に部長の発令があり東京大学薬学部より赤星三弥が着任した。

部独立に伴ない，第1研究室に田名網和子，山下トモ子の2研究員を，第2研究室に東大薬学部より若林克己博士，研究補助員として堀川康子の4名を迎えた。8月に松島美一研究員は原子力留学生として米国イリノイ州にある Illinois Institute of Technology（I. I. T.）の化学部に留学し，A. E. Martell 教授の研究室において，放射性物質解毒に関連する，金属キレート化合物の物理化学的研究に従事し，成果の一部は既に投稿済みである。

12月に，永年薬学研究部独立に努力された鈴木治薬学第1研究室長は東京都立アイソトープ総合研究所に転出され，第1研究室長は部長兼任で空席であるが近々新室長を迎える予定である。

本研究部は「放射線による人体の障害の予防及び治療に関する薬学的調査研究」に主体を置いているが，現在行なわれている研究は大別して次の四つに分けられる。

1）放射線障害の防護剤ならびに解毒剤の合成とその生物学的試験法に関する研究（1，2研）

2）新しい RI 化合物の合成とその診断薬および治療薬への応用（1，2研）

3）放射線障害治療薬に関する基礎的研究（2研）

4）内分泌腺の放射線障害に関する生化学的研究（2研）

これらのうち 1）および 3）は障害基礎研究部時代（前年度）からの継続研究であり，2），4）は新規に始めた研究である。

1）の放射線防護物質に関しては，従来多くの化合物が試験されているが，そのなかで特に有効とされているアミノアルキルイソチオ尿素系（AET，APT など）化合物，システアミン系化合物，チアゾリジンカルボン酸系化合物などを選び，これら化合物の合成を行なうと同時にその生物学的試験法を確立する方向に向って研究を進めている。

上記有効物質とされている化合物はいずれも化学的に不安定で毒性も極めて強く，その点を改良しないと実用化は困難視されているので，生物試験法の確立と同時に適当な誘導体に導くことによりその成果が期待される。

2）の新しい RI 化合物に関しては現在人員，研究室の整備不充分などの支障があり，現状ではあまり急速の進展を望めないが，臨床研究部などとの密接な協力体制をとつて行なう予定である。

3）放射線障害の治療薬としての研究は主として白血球減少症，その他血液像の悪化を改善する薬剤の開発を目標に種々検討している。

前年度において，核酸前駆物質，その他有効性を報じられている約30種程度の薬物を白血球増加性を指標としてスクリーニングを行なったが，これまでの実験ではサリバ・パロチン・A が X 線を照射した動物に対してよい成績を示した。

一方脾臓，骨髄，肝臓等造血臓器から白血球増加作用を持つ有効成分を抽出する研究も引続き行ない，仔牛の脾臓から有効成分を抽出することに成功し，試験動物としてウサギを使用してその効果を認めているが，その有効成分の化学構造に関しては目下研究続行中である。

4）の内分泌腺の放射線障害に関する生化学的研究は，第2研究室において進められている。放射線に対する生体の自己防衛乃至障害の修復に内分泌腺が重要な役割を果しているが，とくに，放射線感受性の高い生殖腺系をとりあげ，その生理化学的研究を行なっている。前年度に引続き，早期に発現する睾丸の放射線障害のインデックスの一つとして，放射性亜鉛の摂取を検査し，その結

果から，放射性亜鉛の摂取は，睾丸への放射線の部分的直接的作用によって減少するばかりでなく，間接的に頭部照射によっても影響されることが観察された。この事実は，生殖腺を支配している中枢，脳下垂体およびより高次の支配をする部位も，放射線によって影響されることを意味するものであり，これらの障害は直ちに生殖腺，内分泌腺の機能に変化をもたらすと考えられる。今後，機能の障害とともに，内分泌腺におけるホルモン生合成経路の研究，とくに，脳下垂体ホルモンおよびステロイドに及ぼす放射線の影響を考慮して，並行して行なう計画である。

なお，本年度の研究には新たに新井良一，柿崎弘子，国井美恵子，福島真知世，山田和子の5名の研究員が参加した。

薬学研究部が独立してから未だ日が浅く，人員，設備に関し充分とはいい難いので，今後全員努力するとともに各方面の理解と援助を切にお願いいたしたい。

（赤星　三弥）

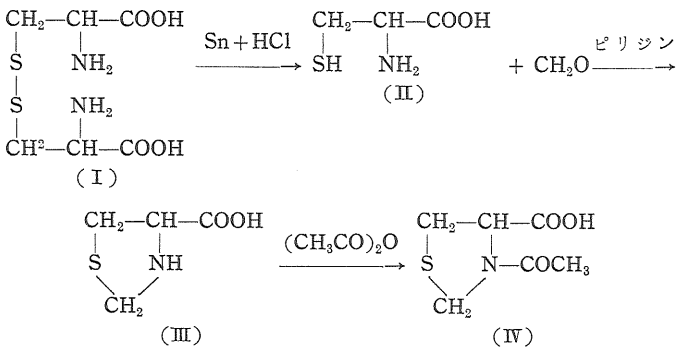
1. Thiazolidine-4-carboxylic acid の合成およびその旋光度測定

薬学第1研究室
赤　星　三　弥*
田　名　網　和　子
*薬学研究部長

最近 R. Riemschneider は 28 種のチアゾリジンおよび類似化合物の Chemical protective 効果を検討した結果，チアゾリジン-4-カルボン酸が有効なることを認めているが，その詳細に関しては不明であるので，まず題記化合物の合成を行なった。

L-シスチン（Ⅰ）を原料として Sn と HCl で還元して L-システィン・HCl 塩（Ⅱ）とし（R. Riemschneider; *Z. Naturforsh.*, **166**, 75, 1961），これとホルマリンをピリジンの存在下で反応せしめ，目的物 Thiazolidine-4-carboxylic acid（Ⅲ）を得（E. Baumann, C. Preusse; *Z. Physiol. Chem.*, **5**, 309, 1881），さらに無水酢酸でアセチル化して対応するアセテート（Ⅳ）の合成に成功した（S. Ratner, H. T. Clarke; *J. Am. Chem. Soc.*, **59**, 200, 1937）。

式示すれば次のごとくである。



（Ⅰ）→（Ⅱ）の収率は 75%，（Ⅱ）→（Ⅲ）は 95%，（Ⅲ）→（Ⅳ）は 60% であった。

上記過程により合成した化合物は出発原料として光学活性の L-cystine を使用したため，すべて光学活性体であるので旋光度の測定を行なった。その結果は第1表～第4表（次頁）に示すとおりである。

旋光度測定

測定装置は Zeiss 社製 Polarimeter および A-2 型偏光附属装置付日立分光光電光度計（以後，A-2 型と略す）を用いて測定した。A-2 型を用いる測定法には全消光法と対称角法があるが，後者の方が精度が高いので対称角法によって測定を行なった。なお，測定の補正値を求める方法として A-2 型取扱説明書には試料管を入れないで全消光点を求めているが，第2表（次頁）をも

第1表　L-cystine の比旋光度

A		B		C	
α	$[\alpha]$	α	$[\alpha]$	α	$[\alpha]$
−1.69	−168.3	−2.07	−206.2	−1.96	−195.2
−1.68	−167.3	−2.08	−207.2	−1.94	−193.2
−1.73	−172.3	−2.10	−209.2	−2.04	−203.2
−1.83	−182.3				
av.	−172.6		−207.5		−197.2

文献値　$[\alpha]_D^{20}$ −223.4 (C=1 in 1 *N* HCl)
測定条件　soln. C=1 in 1 *N* HCl
cell. 3.5 mm × 100 mm
temp. 28°C

A：Zeiss polarimeter で測定した場合
B：A-2 型を用いて，試料管を入れないで補正値を求めた場合
C：A-2 型を用いて同じ溶剤を試料管に入れて測定した場合
とする（第2表～第4表とも共通）

とにして考えると，試料管に同じ溶剤を入れて全消光点を求めた方がよい結果が得られた。

以上の結果から次の結論を得た。

1) 半影を目測する Zeiss polarimeter を使用するより，透過率をメーターで合致させその時の旋光度目盛を読む A-2 型の方が測定値のバラツキが少ない。

2) A-2 型を用いる場合，補正値を求める方法として試料管に同じ溶媒を入れて全消光点を求める方がよい結果を得る。

第2表 L-cysteine HCl の比旋光度

C	temp.	A		B		C	
		α	〔α〕	α	〔α〕	α	〔α〕
1	28	−0.22	−22.0	−0.08	− 8.0	0.03	3.0
		0.07	7.0	−0.10	−10.0	0.03	3.0
		0.28	28.0	−0.07	− 7.0	0.03	3.0
		0.02	2.0				
		−0.08	− 8.0				
		−0.08	− 8.0				
		0.08	8.0				
			1.0		− 8.3		3.0
10	27.5	0.44	4.4	0.33	3.3	0.36	3.6
		0.44	4.0	0.38	3.8	0.45	4.5
		0.47	4.7	0.40	4.0	0.43	4.3
			4.3		3.7		4.1

文 献 値 $〔\alpha〕_D^{20}$ +17.5° (C=1 in 1 *N* HCl)

測定条件 soln. C=1, 10 in 1 *N* HCl
cell. 3.5 mm × 100 mm
temp. 28, 27.5°C

第3表 L-thiazolidine carboxylic acid の比旋光度

A		B		C	
α	〔α〕	α	〔α〕	α	〔α〕
−0.65	−131.3	−10.00	−200.7	− 9.95	−199.7
−0.63	−127.3	−10.05	−201.7	−10.11	−202.9
−0.53	−107.1	−10.06	−201.9	−10.00	−200.7
−0.72	−145.5				
	−127.8		−201.5		−201.1

文 献 値 $〔\alpha〕_D^{22}$ −203 in 1 *N* NaOH

測定条件 soln. C=0.5 in 1 *N* NaOH
cell. 3.5 mm × 100 mm
temp. 28.2～28.8°C

第4表 Acethyl thiazolidine carboxylic acid の比旋光度

B		C	
α	〔α〕	α	〔α〕
−1.37	−132.0	−1.52	−146.4
−1.34	−134.9	−1.38	−132.9
−1.41	−135.8	−1.53	−147.4
	−134.2		−142.3

文 献 値 $〔\alpha〕_D^{20}$ −133.5 in water

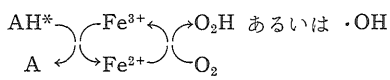
測定条件 soln. C=1 in water
cell. 3.5 mm × 100 mm
temp. 17°C

2. 銅キレート化合物の酸化作用

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

前年度において，鉄（II）イオンと適当な電子供与体が存在すると分子状酸素は強い酸化作用をもつ活性酸素に変化することを報告した。この活性酸素は例えば N-アルキルアニリン誘導体の脱アルキル化，あるいは水酸化に働く。この反応系を模式的に示すと



O_2H あるいは ·OH の作用

i) AH の酸化
ii) N-アルキルアニリン誘導体の脱アルキル化
iii) N-アルキルアニリン誘導体の水酸化

* AH は電子供与体を指す

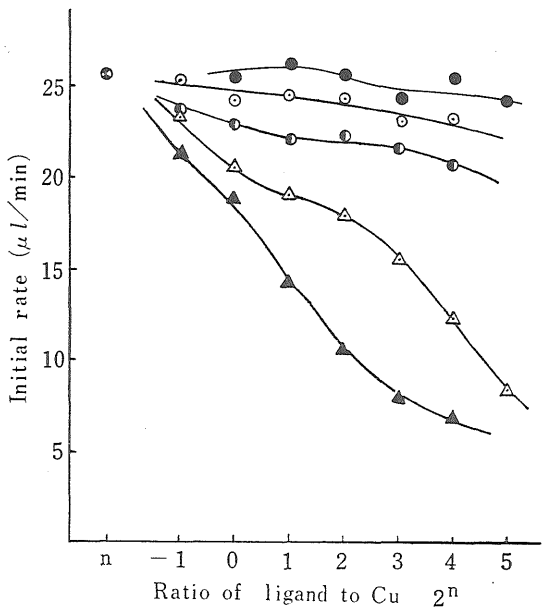
で表わされ，系全体として主反応は電子供与体の酸化になる。酸素の活性化に主点をおいて研究を進めるためには，複雑な反応系を選ばないで，主反応の電子供与体の自動酸化によって酸素の活性化を追跡した方が反応としても簡単になるので，そのような系を選んであらたに研究を始めた。

(2) 研究方法および結果

1) 従来より最もよく知られている銅（II）イオンによるアスコルビン酸の酸化について研究した。反応系に対する分子状酸素の吸収はワールブルグ装置を用いて検圧法によって測定した。また反応の途中の銅錯塩の吸収

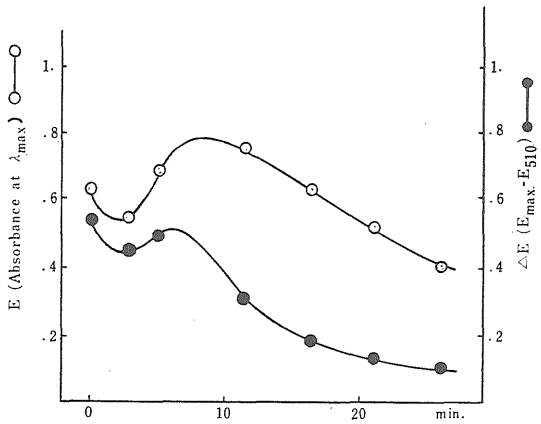
スペクトルの変化より反応機構の解析を試みた。

2) 銅（II）イオンは水溶液中の雰囲気すなわち pH，共存アニオンなどによって異なった構造をとりそれに従って色調の変化がおこる。この変化に伴なって触媒活性も影響を受けることが考えられるので，最初は銅キレートの触媒活性について調べた。定性的にみると EDTA，NTA などアミノポリカルボン酸，あるいは O-フェナントロリンなど銅（I）イオンの特異キレート剤は反応速度を低下させる（第1図）。pH が大きくなるとアスコルビン酸が不安定になって酸素吸収も速くなる。



第1図 Effect of complex-formation on the catalysis of ascorbate oxidation by copper complexes
copper: $8\times10^{-5}M$, ascorbic acid: $6\times10^{-3}M$, acetate buffer: $8\times10^{-2}M$ pH 5.5, temperature: 25°C
glycine (◉), glycylglycine (◐), diglycylglycine (●), phenanthroline (◬), iminodiacetic acid (▲)

3) 銅（II）イオンあるいは銅（II）錯塩の特異な色調は，他の化合物との相互作用があるとその程度に従って変化する。アスコルビン酸の酸化反応の中間段階で，銅キレートがアスコルビン酸と何らかの親和性をもって，いわゆる活性錯合体を形成するならば，それに応じて吸収スペクトルも変化するはずである。銅・グリシルグリシンによってこの変化を追跡したところ，第2図に



第2図 Spectral change of copper glycylglycinate during oxidation of ascorbic acid
copper: $8\times10^{-4}M$, glycylglycine: $2\times10^{-3}M$, ascorbic acid: $4\times10^{-3}M$, acetate buffer: $5\times10^{-2}M$, pH 5.4

みられるような変化が認められ，活性錯合体の生成が推定された。定量的解析については現在進行中である。

〔研究発表〕

花木昭，山下トモコ；銅錯塩の可視部吸収スペクトルと酸化作用について，第16回日本薬学会大会（1962年11月）

3. 放射線防護薬剤に関する研究

(1) AET，APT および関連化合物の合成

薬学第1研究室
赤星三弥*
田名網和子
山田和子**

*薬学研究部長
**研究生

システインの発見以後多くの化合物が試験されたが，現在 Chemical protector として有効とされている物質に β-Mercaptoethylamine（MEA），アミノアルキルイソチオ尿素 $NH_2-(CH_2)_n-S-C\diagup\!\!\diagdown^{NH}_{NH_2}$（n＝2, AET; n=3, APT），チアゾリジンカルボン酸などがある。しかしこれら化合物はいずれも毒性が強く，また化学的に不安定で人間を対象とした場合実用化されていない現状である。

ここでは AET，APT がその構造上 S-ベンチルウロニウム塩（J. J. Donleavy; *J. Am. Chem. Soc.*, 58, 1,004, 1936）と同様な点に着目し，恐らくカルボン酸類

と比較的安定な塩を形成することを予想し AET, APT の安定化をはかり，その毒性をも軽減させることを考え本研究を実施した。

APT の合成

3-Aminopropanol（市販品）を再溜して bp_{20} 95.5℃ の部分を使用し，これに濃 HBr を作用させ Org. Synthesis の方法（*Org. Synthesis*, Vol. II, 91）に準じて 3-Bromopropylamine-HBr を合成した。白色微細結晶 mp 173℃, 収率 52.2%, 次いでチオ尿素 17.5 g および上記ブロマイド 51.5 g をイソプロパノール中（140 cc）加熱して縮合させ，APT mp 141～142℃,（D. G. Doherty *et al.*; *J. Am. Chem. Soc.*, 97, 5, 667, 1957）白色結晶を好収率で合成した。収率 91.7%, 水に易溶。

反応は次のごとくである。

$$NH_2—CH_2—CH_2—CH_2—OH \xrightarrow{HBr}$$

$$NH_2—CH_2—CH_2—CH_2—Br \cdot HBr \longrightarrow + S=C(NH_2)(NH_2) \longrightarrow$$

$$HBr \cdot NH_2—CH_2—CH_2—CH_2—S—C(=NH_2^{\oplus})(NH_2)\ Br^{\ominus}$$

（APT）

AET と有機酸の反応

AET を 20 倍量の無水エタノールに熱時溶解後，AET と同モル量の無水酢酸ナトリウムを加え約 1 時間加熱還流すると，無水酢酸ナトリウムが溶解後，白色結晶が少量析出し母液は淡紅色に着色する。冷後白色結晶（NaBr）をロ別後母液を長時間冷却放置すると白色結晶が析出する。ロ過，乾燥後無水エーテル，イソプロピルエーテル等を使用しソクスレー抽出器で抽出した部分および残渣を検討した結果，残渣より得られる mp 190.5°～193℃ の白色結晶，は赤外線吸収スペクトルより AET の酢酸塩であることが明らかになった。

目下アミノ酸類と AET, APT の塩を合成中である。なお，得られた AET の酢酸塩の効果について検討中である。

4. 脾臓中の白血球増加性成分の検索（その 2）

薬学第 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

生体が放射線の照射を受けた場合に発現する種々の障害のうち，特に造血機能障害の軽減または回復に果す脾臓の役割は非常に重要であり，現在にいたるまで，細胞移植をはじめとして多くの研究が行われつつある。

そこで，放射線照射に基因する白血球減少症に対する脾臓成分の治療効果を検討する目的で研究を行ない，脾臓中に家兎循環白血球を増加させる成分が存在することを確かめ，すでに報告した（昭和 36 年度年報）。今回は，さらに種々の精製法を試み，有効なフラクションの分離を行なった。

(2) 研究経過

抽出原料：仔牛および豚の脾臓は屠場において入手後，直ちに凍結し，研究室に運び実験に供した。家兎およびラットの脾臓は研究室において屠殺したのち，直ちに実験に供した。

効力検定：体重 2.0～2.5 kg の正常雄家兎を少なくとも 10 日間以上休息期間をおいて反復使用した。試料は蒸溜水に溶解し，必要に応じて pH 8.0 に調整した。家兎の体重 1 kg 当り 0.5 m*l* の割合で耳静脈に注射し，注射前と注射後 2, 4, 6, 8 および 24 時間に他側の耳静脈から採血し，常法に従がい白血球数を算出した。効力の判定は 1 群 2～3 匹の白血球増加率の平均が，0～50% を ±，50～100% を +，100% 以上を ++，増加の一定しないものを − として表現した。

(a) 仔牛脾臓から加温抽出法による粗エキスの抽出

前報において，脾臓中の白血球増加性成分は水溶液中で熱に対して比較的安定であることが明らかとなっているので，今回も同様の加温抽出法により粗エキスを抽出した。

牡仔牛の脾臓をワーリング・ブレンダーでホモジェネートにし，これに 8 倍量の蒸溜水を加え，沸騰水浴上で 2 時間撹拌抽出を行なったのち，吸引ロ過する。このロ液を水浴上で約 1/20 の容量に濃縮し，冷却後析出した沈澱を遠心分離する。上澄液を 0.5 *N* HCl で pH 2.6 に調整すると沈澱が析出するから，この沈澱も遠心分離によって除き，上澄液を NaOH で中和したのち，凍結乾燥した。粗エキスの収率は原料脾臓の 3.5% 前後である。

(b) 原料動物の種類の差による粗エキスの収量と効力の比較

一般に，生体成分の抽出を行なう場合に，原料動物の種類の差によって結果が著しく異なることがある。そこで，仔牛，豚，家兎，およびラット（いずれも雄動物）の脾臓について同様の加温抽出を行ない，それぞれの粗

第1表　動物の種類による加温抽出物（粗エキス）の収量と効力の比較

種　類	抽出原料		収　量	収　率	白血球効力	
	箇　数	重　量（g）	（g）	（%）	注射用量（mg/kg）	増　加　反　応
仔　牛（♂）	2	250	8.61	3.44	2.0 0.2	＋＋ ＋
豚　（♂）	2	315	9.76	3.10	2.0	±
家　兎（♂）	9	9.65	0.35	3.62	5.0	—
ラット（♂）	27	20	1.40	7.00	10.0	±

エキスを抽出し，その収量および白血球増加効力を比較した（第1表参照）。

前述の加温抽出法によって抽出される脾臓中の白血球増加性効力は，原料動物の種類によってその強弱に著しい相違があり，とりあげた抽出原料に牡仔牛の脾臓が家兎の白血球反応に関して最も適当であることを認めた。

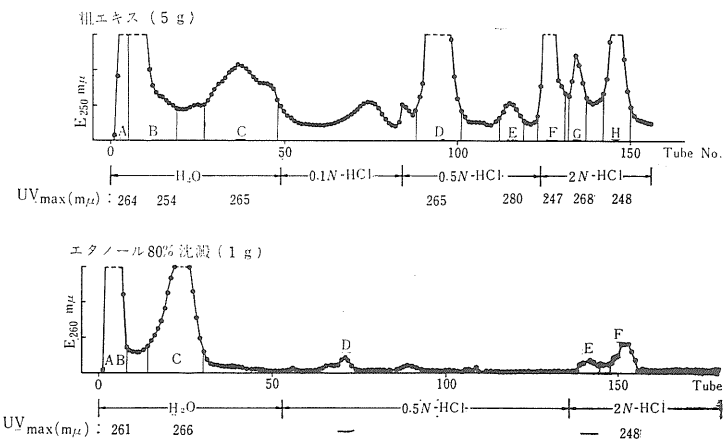
（c）加温抽出粗エキスのエタノール分画による精製

牡仔牛の脾臓から加温抽出によって得られた粗エキスについて，常法のごとくエタノール分画法による有効成分の精製を試みた。なお，エタノール分画による精製法はその抽出温度の変化によって，精製能率，有効成分の純度，有効フラクションの位置等が著しく左右されることがあるので，分画操作はでき得るかぎり氷冷しながら行なった（第1図参照）。

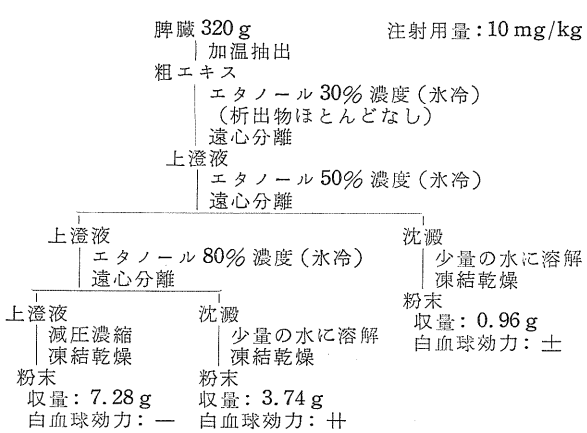
粗エキスのエタノール分画により，エタノール濃度50%および80%で沈澱する部分とエタノール80%可溶部分とに分画したが，白血球増加効力は主としてエタノール80%沈澱部分に存在することを認めた。

（d）カラム・クロマトグラフィーによる粗エキスとエタノール80%沈澱の比較

粗エキスについてAmberlite CG-120 H型樹脂を用いたカラム・クロマトグラフィーを行なうと，少くとも8種のフラクションに分離することはすでに前報で報告したが，さらに，エタノール分画法によって精製したエタノール80%沈澱についても，粗エキスの場合と同一のサイズのAmberlite CG-120 H型カラムによるクロマトグラフィーを行ない，それらの溶出曲線を比較した（第2図）。粗エキス中に含有しているAmberlite CG-120に吸着性の強いフラクションの大部分が，エタノール80%沈澱にはほとんど認められず，精製法としてエタノール分画が有効であることを知った。



第2図　仔牛脾臓抽出物の Amberlite CG-120（H型）カラム・クロマトグラフィー
カラム：3.5×20 cm，1管 50 ml

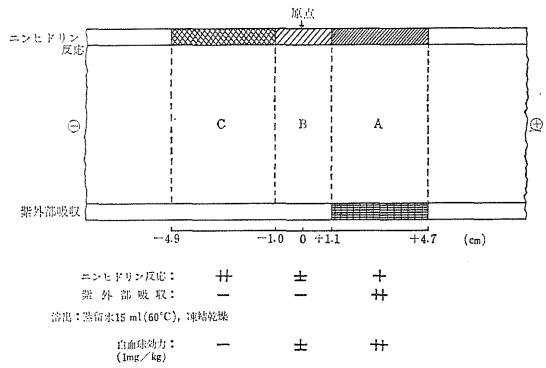


第1図　脾臓加温抽出物のエタノール分画

（e）エタノール80%沈澱のロ紙電気泳動

エタノール80%沈澱はイオン交換樹脂によるクロマトグラフィーの結果，なお数種のフラクションを含有していることを認めたので，さらに精製する目的でロ紙による電気泳動を行なった（第3図，次頁）。

エタノール80%沈澱を第3図に示す条件でロ紙電気泳動を行ない，ロ紙の一部を切り取って，ニンヒドリン反応およびUVランプ（253 mμ）により紫外部吸収をしらべ，A，B，Cの3フラクションに分割し，蒸溜水で溶出し，白血球増加効力を測定し



第3図　エタノール80% 沈澱のロ紙電気泳動
試料：50 mg，東洋ロ紙 No. 51，巾 19 cm，pH 8.0 (0.1 *M*) phosphate buffer，1 mA/cm，3 hrs.

た。有効成分は A-フラクションに認められ，このフラクションはニンヒドリン反応陽性であり，紫外部吸収を示した。

（f）有効フラクションの紫外部吸収スペクトル

エタノール80% 沈澱のロ紙電気泳動によって分離した有効フラクションを自記分光光電光度計により，その紫外部吸収スペクトルを測定すると，波長257～258 mμに吸収極大が認められた。

〔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，第15回日本薬学会大会（1962年11月）

5．睾丸の亜鉛とり込みに対する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

放射線防護剤の生物学的検定を，能率よくまた合理的に行なうために，てごろな index を探すことが要求されている。睾丸は放射線に対する感受性のもっとも高い器官の一つであり，睾丸に生ずる変化は，上記の index として適切であることが予想される。一方，睾丸の機能は高次の内分泌学的調整のもとにあるから，睾丸に生じた変化は，興味ある一連の内分泌学的反応を生体中にひき起こすに違いない。睾丸の障害の回復を促進する治療法を検討するためには，このような内分泌学的反応を解明することが必要とされるであろう。

これは，遺伝的障害を防ぐためにも意味があるかもしれない。

(2) 実験結果

われわれはとりあえず，睾丸の ^{65}Zn とり込みに対するX線照射の影響をしらべた。亜鉛は睾丸中で特殊な役割をもつことが推察されており，また ^{65}Zn の測定は比較的簡単に行なうことができるからである。

生後80日の C 57-BL 系のマウス12匹を，4匹づつの3群に分け，1群は睾丸および下肢を，1群は頭部および上肢をX線照射し（1,000 r），他の1群は対照群とした。6時間後に ^{65}Zn を10～20 μc 脊部皮下に注射し，その後18時間で動物を殺した。同様の規模の実験を生後110日および生後300日のマウスを使って行なった。睾丸，精のう，および脾ぞうについて，^{65}Zn のとり込みをしらべた。精のうと脾ぞうに関しては，変化がみられなかったが，睾丸に関しては，湿重量または乾燥重量あたりのとり込みとして表現して，^{65}Zn の摂取がX線の局部照射によって減少することが認められた。くり返しのある二元配置の実験として，推計学的に要因分析を行なった結果，睾丸に対するX線の局部照射の影響は，0.1% 以下の危険率で有意義であることが示された。頭部に照射した場合は，睾丸に照射した場合に比べると影響は小さいが，やはり睾丸の ^{65}Zn とり込みに推計学的に有意義と認められる減少をもたらした。

その他にも2，3の実験を行なったが，一部は36年度年報にも記載済みであり，全貌については *Radiation Research* に発表した原論文を参照していただきたい。

(3) 討論および将来計画

上に述べた睾丸の ^{65}Zn 摂取に対する影響は，X線照射後24時間で観察されたものであり，かなり早期に生ずる反応の一つであると思われる。精のうの ^{65}Zn 摂取には変化が生じないことから考えて，睾丸に生じたこの変化は，単に血液流量の変化や，注射部位からの ^{65}Zn の拡散速度の変化に基づくものでないことは明らかであろう。

頭部照射によって，睾丸に変化が生じたことは興味をひく。脳下垂体の機能低下に基づくものである可能性があるが，これに関しては，別途に若林等によって，下垂体での性腺刺激ホルモンの生合成に対する放射線の影響を検討中である。睾丸で亜鉛のはたす生理化学的役割に関しても，興味ある問題が残されているが，脱水素酵素やデスモラーゼの co-factor としての役割について，とりあえず検討中である。

IX. 環境衛生研究部

概　　況

(1) 研究目的と37年度の目標

本研究部は人体が生活環境および職業環境から受ける放射線量について，現在の被曝線量の測定と将来の被曝線量を推定するための諸調査研究，ならびに環境から不必要な放射線を浴びることを防止するための研究を行なうことを目的としている。したがって研究方針としては1) 生活環境からの内外被曝量の現状を把握し，これら放射線源の重要な核種について ecological な研究調査を行なう。2) 職業環境からの被曝については，特に放射性核種の吸入による体内被曝の調査研究を実験を主として行なう。3) 自然放射線，医療用放射線以外の線源からの被曝量を減らすため，放射性物質の環境からの除染に関する研究を行なう。以上の方針は研究実施の段階において放射線影響研究の基礎的な問題の解明とともに，公衆衛生的見地からの応用的な対策研究を行なうことが必要となり，また要望されてきた。同一の研究部でどちらに重点を置いて仕事を進めて行くかは難しい問題で，本来ならば両者が平行して行なわれるべきことであるが，限られた研究室，限られた研究員で行なうには，年々の社会情勢，研究者の要望によりどちらかに重点を置かざるを得ないであろう。

昭和37年度における当研究部の主な研究目標は，放射性降下物（特に核実験によって出来たもの）の影響，放射性物質を取扱う職業環境における放射性物質の影響，放射性廃棄物の環境への影響の調査研究であった。いずれも前年度から引続いて行なわれてきたものであるが，米ソの核実験の再開により多量の降下物による環境汚染が著しくなったために，調査研究が急がれ，問題となった核種も中半減期のもの，誘導放射性核種の影響が重要と考えられるようになり，この方面の研究も促進された。また原子炉の運転も活発となり，大型炉の計画が具体的となり，加えて核燃料再処理を必要とする時期も迫ってきたので，これらと関係のある放射性物質の影響研究も，研究準備の段階から具体的な研究に移る時期に入った年であった。

(2) 構　　成

昭和37年度末における研究員は研究補助員を含めて24名，専門別には農学系9名，物理系5名，薬学系4名，化学系2名，工医生物系各1名である。この人員は四つの研究室に分かれて，室単位に調査研究を行なっているが，研究課題の性質により，専門の異なった研究員が同室内で協力して仕事を進めている。当研究部将来の研究計画から見れば，今後医工系のより一層の協力が望まれる。なお研究員中2名がアメリカ合衆国およびカナダへ留学中である。ほかに1名がジュネーブの IAEA に出向を命ぜられ滞在中である。

(3) 研究課題概略

研究の方針にしたがい各研究室が主体となり，年度の研究計画を立て実行に移しているが，問題の重要性ならびに緊急性により，二つ以上の研究室が同一種類の研究を行なうことがある。このため府令に定められた各研究室の業務内容は年度により若干変更されることがあるが，当研究部の性質上やむを得ないことである。

放射性降下物の影響研究については，レベル調査を大気中の放射能について行なった。主として大気中の粉塵の粒度と放射能強度の関係を調査した。雨水中の放射能レベルについては中半減期核種の測定を行ない，これら核種と外部被曝線量の実測値との関係を求めようとした。誘導放射性物質のレベル調査としては，昨年に引き続き大気中の炭酸ガス中の C-14 濃度の測定と植物中の C-14 濃度の消長の測定を行ない，核実験の規模が大型化した結果，誘導放射性物質の生物環境中の濃度は著しく増加した結果をみた。上記の核種を含む食物連鎖における核種の動向の研究については，レベル調査と動物実験による研究が繰り返され，特に成人とは異なった物質

代謝を示す幼若年令層における放射性核種の動向に研究の重点を移した。これらの研究結果は今後，緊急時，廃棄物の影響研究の際，深い関係を有するものである。放射性降下物からの体外被曝線量の算出は，実測以外によい算出方法を見出すことに努力しているが，なかなか難しい。

職業環境における問題は今後も放射性物質の吸入による障害問題を重要と考え，粉塵についての基礎研究と研究施設の整備を急いだ。

放射性廃棄物の環境への影響に関しては，特に放射性降下物の都市における動向に着目し，下水処理場における下水処理方法と，放射能物質の濃縮度について調査研究を行ない，将来の放射性廃液処理について一つの新知見を得た。

(4) 業務計画外の調査活動状況

1) 各委員会における活動

学術会議原子力特別委員会放射線影響部会，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，放射能対策本部第2委員会，原子力学会安全性専門委員会，国連資料小委員会に市川が出席し，資料の提出，重要問題の審議に活躍した。

2) 文部省科学研究費放射線総合研究における“人骨中の α 放射能の測定”に渡辺，“核爆発による C-14 生成の現状”に樫田，原子力産業会議原子動力研究会化学グループ，廃棄物処理サブ・グループに阿部（史）が参加し，他の研究機関と密接な研究連絡をとって研究を行なっている。

3) 保健物理協議会の企画委員に佐伯，放射性物質処理専門部会放射性物質処分小委員会に市川，佐伯が活躍している。

（渡辺　博信）

1. 人骨中のラジウム-226 の測定

環境衛生研究部長
渡辺博信
田中義一郎*

*技術部放射能検査課

人体内に摂取される自然放射能についてはウラン系，トリウム系の各核種について順次測定する予定である。

本年度はラジウムの測定を行なった。本測定は人骨内のストロンチウム-89, -90 を測定することを目的として採取した試料について，ストロンチウムの分離過程におけるバリウムの沈澱からラジウムを測定したものである。測定結果については試料の数が少ないため数値的に論ずることは難しい。

(1) 測　定

灰化せる人骨（3～10 g）にバリウム（10 mg）をキャリアーとして加え，硝酸溶液とし，クロム酸バリウムの沈澱をつくり，直径 10 cm の塩化ビニールの円板上に均一に拡げて測定用試料とする。測定器はグリッドチェンバーとアルファ線波高分析器を用いてラジウムのエネルギースペクトルを求め，これから放射能強度を得た。

別に骨試料を用いないで，沈澱をつくり，使用薬品および，塩化ビニールからの放射能を求めてこれをバックグラウンド計測値とする。標準試料として，10^{-11}c のラジウムを骨試料に加えて，上記と同一操作により試料をつくって測定した。

第　1　表

Sample No.	Age	No. of Samples	Location	Bone	$^{226}Ra \times 10^{-14}$ c/g of ash
20605	20～60	4	東　京	rib	2.9
20809	26～45	3	〃	tibia	1.9
20827	21, 50	2	〃	femur	2.0
209191	56～82	7	〃	rib	1.3
209192	20～28	11	〃	rib	1.6
210081	50～63	4	〃	rib	0.6
210082	38～61	4	〃	sternum	4.3
211101	54～73	5	京　都	rib	1.0
211102	24～33	5	〃	rib(femur)	2.2
30206	60, 58	2	〃	rib	0.65
30218	69	1	〃	rib	0.53
30223	32, 37	2	大　阪	rib	0.43
30228	42, 59, 66	3	〃	rib	0.64
30311	20, 26	2	〃	rib	1.0
30315	30	1	新　潟	rib	0.1
30320	50～58	4	〃	rib	1.3
20901	20, 31, 73	3	〃	rib	0.44
20906	成　人	3	〃	rib	0.55
211293	20	1	〃	rib	1.1
211294	28	1	〃	rib	0.33
211291	29	1	〃	rib	3.8
211295	25	1	〃	rib	0.32
211296	24	1	〃	rib	0.76
211292	40	1	〃	rib	1.7
30110	34, 38	2	〃	rib	0.76
30121	56	1	〃	rib	0.22
30124	54	1	〃	rib	1.1

(2) 結　果

骨中のラジウムの回収率は74%である。ただしキャリアーとして加えたバリウムの回収率は44%である。測定結果は第1表に示したとおりであるが，0.1×10^{-14} c/g ash 以下のものは記載していない。測定結果からは骨中のラジウム濃度は年令と関係はない。濃度の範囲は 10^{-15}c～4×10^{-14}c である。地域差については東京地区は 1×10^{-15}c 以下のものは記載してないため，比較はできないが，京都，大阪地区は 0.7×10^{-14}c で新潟地区は 1.0×10^{-14}c である。この差は地域差とみてよいが，日本の平均値とみなしてよいか否かは，さらに各地の試料の測定を必要とする。

なお各国の値は肋骨については $0.3\sim3.0\times10^{-14}$g Ra (1グラムの骨灰当り)[1]，全身については $0.6\sim500\times10^{-14}$ g Ra (1グラムの灰分当り)[1)2)] になっている。

参考文献

1) Walton, A., R. Kologrivov and J. L. Kulp; The concentration and distribution of radium in the normal human skeleton, *Health Physics*, 1, 409～416 (1959)

2) Palmer, R. F., A. J. R. R. T.; Normal abundance of radium in Cadavers from the Pacific Northwest, *Nuclear Medicine*, 79, 521～529 (1958)

2. 気相および液相における ^{14}C, ^{3}H の測定研究

環境衛生第1研究室

樫田義彦

岩倉哲男

森崎尚子

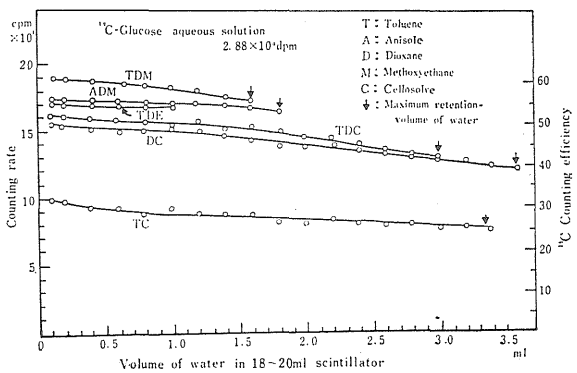
前年度に発注して未納であった Nuclear Chicago 社製 Dynacon 6000 Eletrometer と Loenco-Cary 社製 Radioisotope 用 Gaschromatograph はそれぞれ年度中期と末期に到着した。これら装置を使用する研究は前者について較正と分解法の検討を行なった程度で，報告をまとめるまでに至らず次年度にゆずった。ここでは34年より継続研究中の Liquid scintillation counting についての新知見のみ報告する。

(1) 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.（親水性シンチレーター）

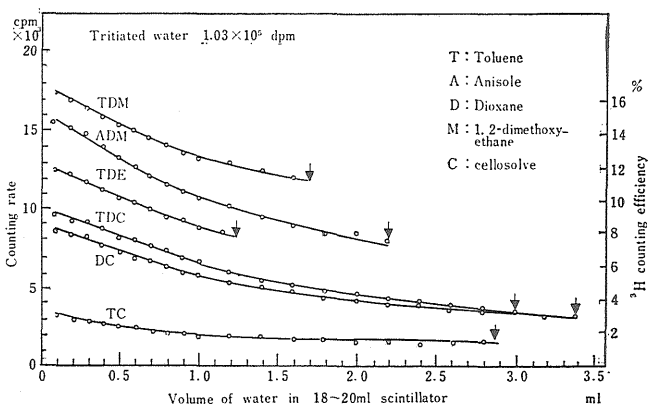
従来，親水性シンチレーターとして用いられている Toluene-Ethanol-水，および Dioxane-Naphthalene-水の系は，水の保持量あるいは氷点下測定の際の凍結の点などに問題があった。今回は親水性シンチレーターとして上記各溶媒のほか，Methyl cellosolve (Ethylene glycol monomethyl ether $CH_3OCH_2\cdot CH_2OH$)，1,2-Dimethoxyethane (Ethylene glycol dimethyl ether $CH_3OCH_2\cdot CH_2OCH_3$)，Anisole 等を用いて種々の組合せのシンチレーターを作り，各系のシンチレーターにつき，水の保持量および ^{14}C, ^{3}H の測定効率を比較検討した。その結果を第1図，第2図に示す。

1,2-Dimethoxyethane は国産市販品がなかったため，Methyl cellosolve より下記行程で合成した。

$$CH_2OH\cdot CH_2OCH_3+CH_3Cl+Na \rightarrow CH_3OCH_3\cdot CH_2OCH_3$$

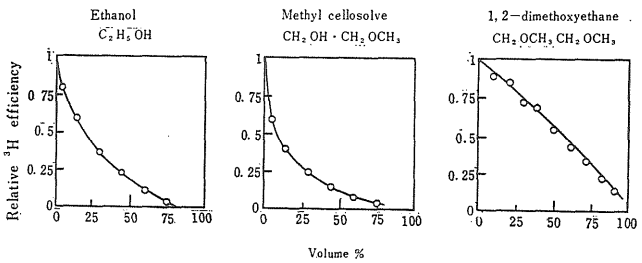


第 1 図



第 2 図

Methyl cellosolve は多成分系の親水性シンチレーターに用いた場合，親水性においては Ethanol よりも優れているが，quenching による効率低下が Ethanol よりやや大きいため多量用いることは望ましくない。また 1,2-Dimethoxyethane は quenching も少なく，親水性も比較的良好で，Dioxane (m.p. 11℃) と共用した場合は凍結防止の働きも大きく，極めて有用な溶媒の一つである（第3図)。

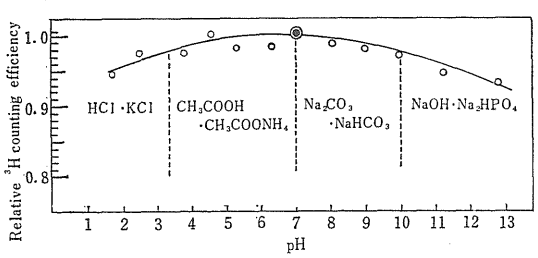


第3図　Quenching curves of representative water-soluble organic solvent

また，水の pH の変化による quenching の様相を求めるため，第1表のごとき緩衝溶液を調合し，おのおの 1 m*l* を D. T. M. 系のシンチレーター 19 m*l* と三重水素水 0.1 m*l* (1.03×10^5dpm) を添加して測定した。その結果を第4図に示す。水の酸性，塩基性が強くなると，わずかながら quenching の起こることが認められた。

第　1　表

pH	緩　衝　溶　液
1～ 3	HCl + KCl
4～ 7	$CH_3COOH + CH_3COONH_3$
7～10	$Na_2CO_3 + NaHCO_4$
10～13	$NaOH + Na_2HPO_4$



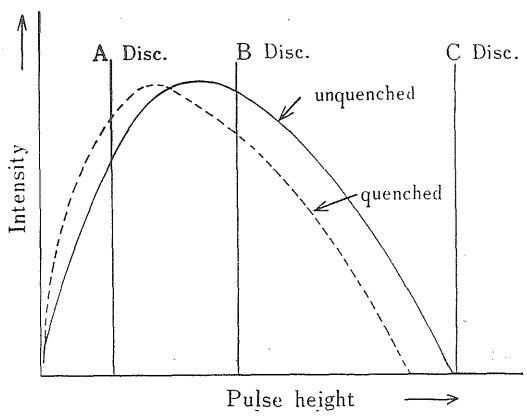
第4図　Influence of pH of water on counting efficiency

〔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, ^3H の測定 III，親水性シンチレーター，日本放射線影響学会第4回研究発表会（1962年10月）

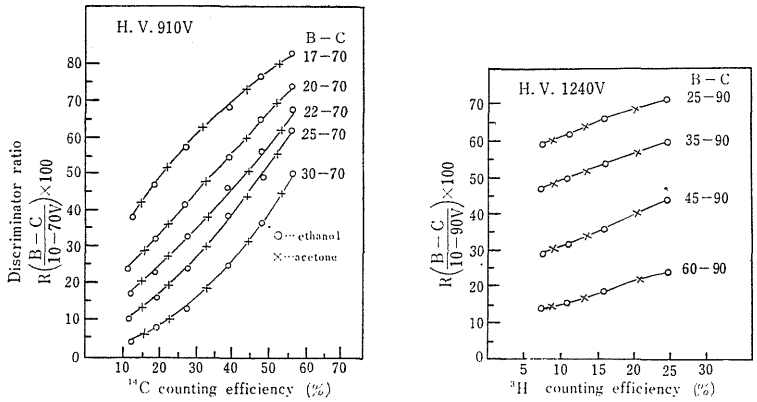
(2)　液体シンチレーション・スペクトロメーターによる ^{14}C, ^3H の測定 V (Discriminator ratio による較正法の検討)

液体シンチレーション計数器で β 線を測定した場合，その出力波高はシンチレーター内で β 線により誘発される光子の数にほぼ比例する結果，β 線エネルギースペクトルと類似のスペクトルとなる。したがって，quenching 等の要因によって光子の数が減少した場合は出力波高も低下し，波高分布曲線が総体的に波高の低い側へ移行する。その結果，三つの Discriminator A, B, C を設けて2組の window（例えば A−B, A−C）において観察される計数値の比をとれば，その比は波高分布曲線の移行とともに一意的に変化し，quenching 等による光子の減少，つまり計数効率の低下を間接的に表示することとなる。原理的には2組の window のとり方は任意であるが，計数効率の低下を Discriminator ratio の減少と対応させるためには，B−C/A−C の比をとるのが適当である（第5図)。



第　5　図

Mild quencher である Methanol と strong quencher である Acetone を用いて，計数効率 E と Discriminator ratio (B−C/A−C=R) の関係を詳細に検討した。結果の1例を第6図（次頁）に示す。Metha-



第 6 図

nol と Acetone は quenching の点からみて，かなり異質の溶媒であるにもかかわらず，EとRとの関係において，両者のあいだに有意の差が認められないという点は，この較正法の実用性からいって大きな意味をもつ。つまり，較正すべき試料の化学形がある程度異なっても，全く同一の較正線を適用できる利点がある。

較正線の直線性は装置の特性にも支配されるが，一般的にいって B−C/A−C のように比をとった場合，B が高すぎると下に凸の曲線に，また近すぎると上に凸の曲線になるから，試行錯誤法で最適条件を求めなければならない。

^{3}H の場合には quenching のないシンチレーターでも，^{3}H の β 線（最大 18 keV）で誘発される光子の数が，光電子増倍管の光電子を放出するに要するしきり値（10～12 光子）より数倍多い程度なので，quenching がおこった場合，波高分布曲線の移行よりも計数率の低下の方がずっと大きくきいてくるため，Discriminator ratio 法で厳密な較正をやることはあまり期待できない。

〔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 IV，Discriminator ratio による測定効率の決定，第 5 回日本アイソトープ会議（1963 年 5 月）

3．^{14}C の生物学的影響に関する研究

環境衛生第 1 研究室
樫　田　義　彦
山　崎　幹　夫
碓　井　妙　子
松　尾　光　芳
森　崎　尚　子
新　井　清　彦

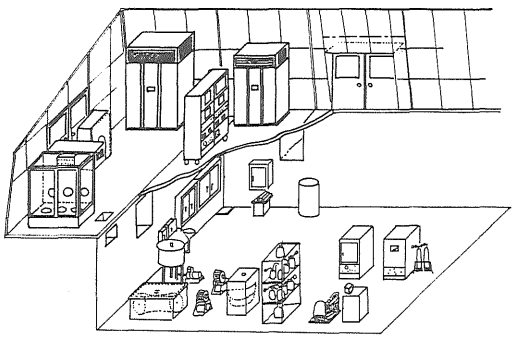
前年度末までに完成しなかった植物栽培フードは引続いて各種性能試験を行ない整備を急いだ。しかしなにぶん放射性炭酸ガスを扱うのでフードはもちろん，全配管系の細部にわたって徹底的に気密試験を行なう必要があった。特に運転中は陰圧であるべきはずの系路が温度上昇により陽圧になった場合の漏洩など，多くの条件下に総合試験をくり返して慎重を期した。その結果，附属装置の改造をはじめ再三改良工事を施してようやく所期性能の漏洩率（24 時間に 5% 以下）に下げることができた。ただし植物の成育期を逸したのと，アイソトープ使用の認可が間に合わなかった理由により，実際放射性炭酸ガス下に植物を栽培する実験はできなかった。

なおこれと平行して，^{14}C の年次変化の調査試料として新たに Menthol を，また生合成機構の解明材料として Sinigrin をとり上げて基礎実験を行なったので，以下その概略をのべる。

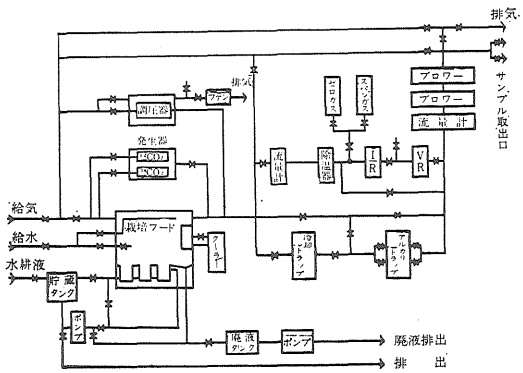
(1)　植物栽培フード

完成したフードの見取図（第 1 図，次頁）および系統図（第 2 図，次頁）をかかげるとともに，前年度報告の設計に追加または変更した主要点のみを記す。

フード：床面の水はけが悪いのでシリカを混合したエ



第1図　植物栽培フード機器配置図



第2図　植物栽培フード配管系統図

ポキシ樹脂〔Epicot (SHELL) + Aerosil (DEGSA)〕を盛り上げ塗布して傾斜をつけた。植物を栽培しながら数日間運転した実験から，配管系路に除湿装置で除去し切れなかった凝縮水がたまることがわかったので，末端にドレイン抜きを設けることにした。

炭酸ガス発生装置：不測の漏洩を防ぐ意味において全装置を塩ビ製ケースに入れて密閉し，必要があればフードと接続して排気できるバルブをつけた。予備実験により長時間植物を栽培する時は1日に1リットル程度の CO_2 を補充する必要を認めたので，通常の鉄製ボンベと接続しうる導管をケース外につけた。

内圧調整装置：気体が充満して破裂することのないよう警報装置を設けた。

Air filter：第1回の実験では炭酸捕集率が所期の1/10程度しかえられなかったので，気体通過部の口経を小さくし，Demister のまき方をきつくし周辺を断熱材製ケースでおおい余計な放熱を防止した。

アルカリ捕集器：はじめ既製のポリエチレン瓶にゴム栓をし，それに塩ビ管を通す方式であったが接着剤を用いても異質材料のため親和性なく気密にならなかった。よってゴム栓をやめ塩ビ板に変えたがポリエチレンと塩ビの接着で難行し専門家に相談したが良法なく，結局エポキシ樹脂を厚く塗って固めるほか手段がなかった。長時間使用のためには本装置は早晩再改造を必要とする。

達成された性能は次のとおりである。

漏洩率：24時間に0.75%

Air filter：最高 CO_2 捕集速度 T 1/10＝43 min.

アルカル捕集器：同　上　＝47 min.

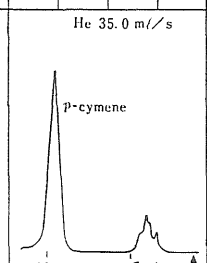
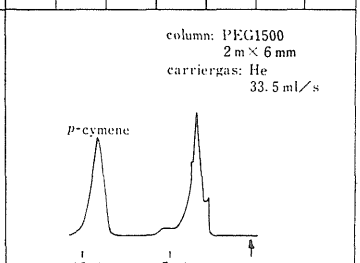
内圧調節装置の圧力変化（フード内の急激な温度変化によるもの）　±2 mmAg 以下

(2) Menthol 中の ^{14}C の濃度測定

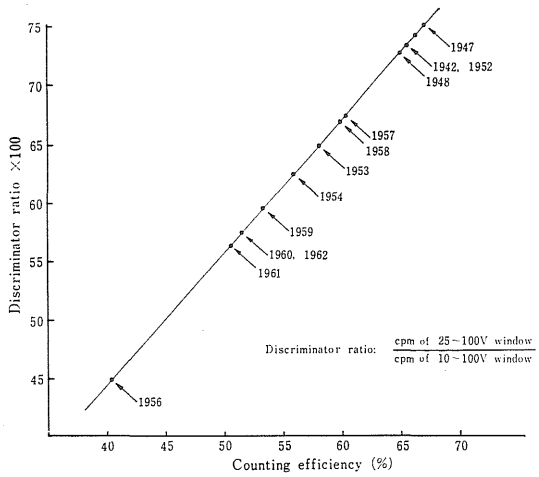
生物圏中の ^{14}C の変化を Liquid scintillation counter で測定観測する試料として，1942年以降の北海道北見産「はつか」の Menthol をホクレン科学研究所の好意により入手した。

はじめ Menthol をトルエンにとかし直接測定する方法を検討したが，Menthol の濃度増加につれ測定効率が減少し，50% 以上の溶液では低温で Menthol が固化し，測定不能となることが判明した。

よって Pines らの白金アルミナ触媒により Menthol を Menthane, *p*-Cymene に誘導する報告にならって，パラジウム・アルミナ触媒を用い，305～310°C で Men-

year	'42	'47	'48	'52	'54	'56	'57	'58	'59	'60	'61
catalyst	No. 3				No. 4	No. 5					
menthol	40	40	40	40	32	40	37	37	40	40	40
product	16	18	22	22	17	18	18	15	15	20	20
H_2(%)	92	84	89	77	47	—	63	65	—	—	—
gas chromatogram											

第3図



第 4 図

thol より一挙に脱水，脱水素を行なって *p*-Cymene に導いて測定試料にした（第3図）。この生成物を Perkin Elmer の水素炎法ガスクロマトグラフィーで分析したところ，初期と後期とでは主成分の *p*-Cymene や副産物の生成比が異なることがわかった。未同定の成分は Liquid scintillation counter で測定した場合，*p*-Cymene と測定効率が異なると考えられ見掛けの実測値はバラバラであった。よって Discriminator ratio による quenching 補正法を採用し計数を補正した（第4図）。

Dead carbon の *p*-Cymene は *Friedel-Crafts* 反応によりトルエンとイソプロピルアルコールから合成した。この生成物はガスクロマトグラムでは一つのピークであったが，赤外スペクトルでは Merk 製の分析用 *p*-Cymene と一致しない。これは合成および精製の過程，さらに赤外スペクトルの解析より m，p 異性体の混合物と考えられるが，dead carbon の測定の場合には m，p 異性体の測定効率の差は無視できるのでそのまま background として利用した。

以上の諸条件を整理した測定値を図示する（第5図）。

この結果から，核実験開始の 1954 年以降 1958 の実験停止まで漸増し，1959 年をピークとして減少する傾向を認める。1961 年ソ連，アメリカの実験再開の影響は 61 年試料では再開前の収獲品のため観察できないが，62 年試料では顕著に認められた。この現象は前年度より引続いて測定している Thymol の例も同様である。

試料を斡旋された北大生薬学教室三橋博教授およびホクレン科学研究所の平野前所長ならびに小野恒氏に感謝する。

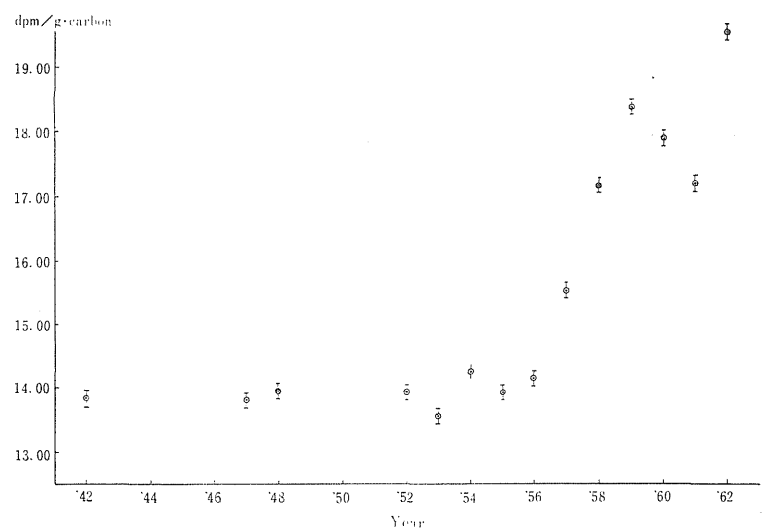
〔研究発表〕

樫田義彦，山崎幹夫，岩倉哲男，森崎尚子；植物精油中の炭素放射能の測定 II，メントールにおける年次変化，第 16 回日本薬学大会（1962 年 11 月）

(3) 芥子油配糖体の生合成機構の研究

1) カラシナ種子発芽時における芥子油配糖体 Sinigrin の動向

Sinigrin はカラシナの種子，西洋ワサビの根部等に多量含有される配糖体で，実験材料としてカラシナの発芽種子が使用可能であれば非常に有利となるため，カラシナ発芽時における Sinigrin の動向について 2，3 実験を行なった。



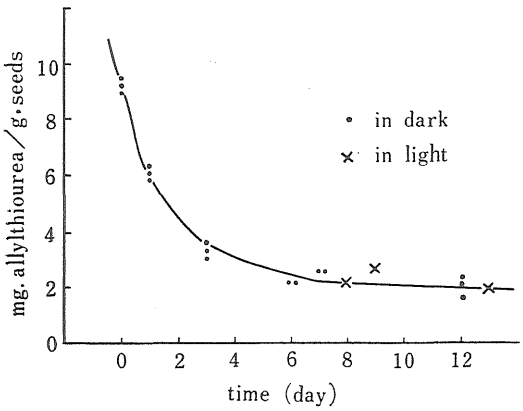
第 5 図

a) カラシナ発芽時における Sinigrin 含量の変化：

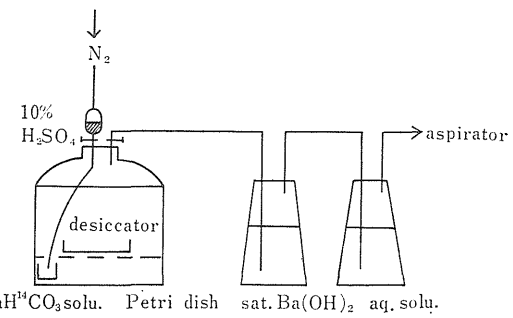
発芽時における Sinigrin の消長は非常にはげしく，25°C において 3 日間発芽を行なわせることにより，Sinigrin 含量は一挙に 30～40 % に減少し，その後 7～10 日間においてはほぼ一定の含有量を示す（第6図，次頁）。

b) カラシナ発芽時における $^{14}CO_2$ の uptake：

$^{14}CO_2$ 気流中で発芽種子を栽培する装置を考案し，カラシナ発芽種子



第6図　Variation curve of Sinigrin in germinating *B. juncea*.



第7図　Biosynthetic apparatus

にとり込まれた ^{14}C による Sinigrin の標識について検討した。

（実　験）

供試植物より Sinigrin を水抽出し，イオン交換樹脂 Amberlite IR-4B Cl 型カラムを通してまず glucose を分離し，ついで，BuOH : Pyridine ; H_2O 系および Ph-OH : Ammonia 系のペーパークロマトグラフィーにより精製した。Sinigrin の定量は 227.5 mμ における紫外部の吸光度によりまた放射能は薄膜試料を GM 型ローバックカウンターにより測定した。その結果 Sinigrin mg 当り 4.3×10^2 cpm という値を得た。したがって，発芽期において CO_2 から Sinigrin が合成されていることが明らかになった。

2）酢酸〔1—^{14}C〕による Sinigrin の標識位置の決定

カラシナ種子形成時に酢酸〔1—^{14}C〕100 μc を木綿糸貫通法により投与し，種子を収獲し，種子より抽出された Sinigrin の比放射能を測定し，さらにおのおのの Sinigrin を分解し，Sinigrin の炭素の放射能を測定した。

a）Sinigrin の分解反応

Sinigrin は下記の方法により各炭素が分離された。

（i）$\text{Sinigrin} \xrightarrow[\text{myrosinase}]{} CH_2{=}CHCH_2NCS \xrightarrow[NH_3]{}$
$CH_2{=}CH_2NHCSNH_2 \xrightarrow[H_2O_2,\ Ba(OH)_2]{}$
$CH_2{=}CHCH_2NH_2 + HCOOBa$

（ii）$CH_2{=}CHCH_2NH_2 \xrightarrow[O_3]{} HCHO + OHCCH_2NH_2$

（iii）$HCOOBa \xrightarrow{①\ HCl\ ②\ Br_2\ ③\ Ba(OH)_2} BaCO_3$

（iv）$OHCCH_2NH_2 \xrightarrow{①\ KMnO_4\ ②\ \text{ninhydrine}}$
$HCHO + CO_2$

（v）$HCHO \xrightarrow[\text{dimedone}]{} \text{formaldehyde dimethone}$

（vi）$CO_2 \xrightarrow[Ba(OH)_2]{} BaCO_3$

b）分解産物の比放射能

前記の分解反応により，各分解成績体の放射能を測定し，Sinigrin より誘導された Allylthiourea の各炭素原子の比放射能を決定した。

Acetate〔1—^{14}C〕(100 μc)
↓
Sinigrin 6.4×10^4
↓ myrosinase
$CH_2{=}CHCH_2NCS$
↓ NH_3
$CH_2{=}CHCH_2NHCSNH_2$ 3.5×10^4
↓ carrier
$CH_2{=}CH\ CH_2NH\ CSNH_2$ 4.2×10^3

formaldehyde dimethone	$BaCO_3$	formaldehyde dimethone	$BaCO_3$
3.2×10^3	2.9×10^2	1.2×10^3	2.4×10^2

（数字はすべて cpm/mM）

c）結　論

以上の結果よりカラシナにおいて Sinigrin は酢酸より生合成され，さらに酢酸のカルボキシル炭素は Sinigrin の glucose と aglucone にほぼ 50% づつとり込まれる。また aglucone 部の各炭素には次のような割合で分布することが明らかにされた。

Acetate〔1—^{14}C〕 ——→ カラシナ
(%)
65　6　24　5
$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}C$
S-Glucose
$NOSO_3K$
(^{14}C-distribution ratio)

d）参　考

① 第16回日本薬学大会予講集
② *Chem. Pharm. Bull.*, 11, 4, 545～547.

4. 放射性ヨウ素のエーロゾルへの付着に関する研究（第3報）

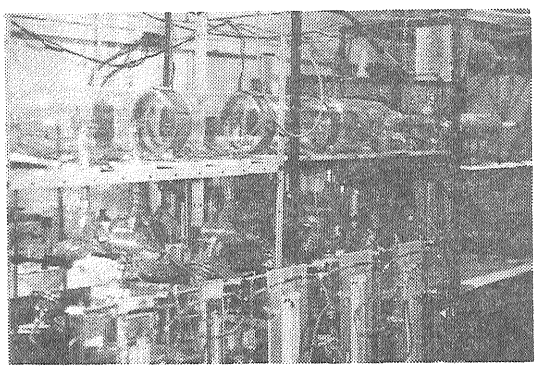
環境衛生第2研究室
阿部史朗
小口雄康
松田節子

原子炉事故等により放射性ヨウ素が外部に拡散されたとき，一部は浮遊している塵埃に付着する。このような場合，単なるガスであるときよりも行動が複雑になり，吸入，沈着等によって生体に与える影響が大きくなり得る。このような付着過程をしらべることは危害の評価にあたって重要な意味をもつ。

36年度には準備段階的な実験を行ない一応の結果を得たが，今年度は前年度の結果を参考にし，装置を改良して実験を行なった。方法はほとんど前年度と変らない。粒子には DOP を用い，条件を前年度よりひろげて流動状態での付着をしらべた。

(1) 装置の改良

前年度に使用した反応槽は20 l の瓶であったが，これでは反応の経時的な過程はわからなかった。一方，前年度には全体捕集の方法が行なわれ，その結果から，反応時間（流量に逆比例）が増すと付着量が増す傾向のあることがいわれていた。それを個々の例について確かめるために，反応の進行途中でサンプリングできるような装置を作る必要性がおこった。そのため，円筒型の大型反応槽に変えた。実際の寸法，配置は第1図（写真），第2図のとおりである。



第 1 図

反応槽の一端よりヨウ素ガス，DOP 粒子，温空気を送ると，互いに接触反応をおこしながら円筒中を流れ，ついには他端に達する。送風側からの距離が増せば，そこに至るまでの時間，すなわち反応時間は長くなると考えられる。この反応槽の軸上7カ所にサンプリング開口を設け，各場所の反応気体をサンプリングして，反応時間による付着量のちがいを各例ごとにあきらかにして行こうというものである。

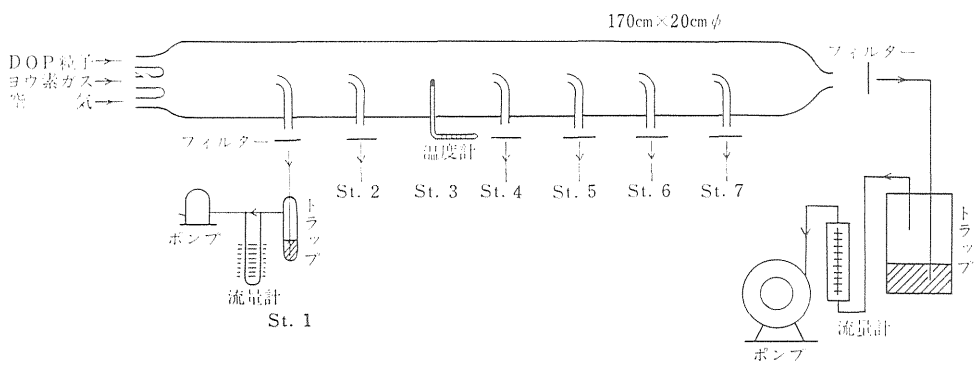
この他の主な改良点は，空気用の系路にも電気炉をつけて温度調節を可能にしたことである。

(2) 実験条件

実験の詳細については発表済み（放医研年報，35年度，p. 139，同上；36年度，p. 157；労働衛生工学，1，p. 9，'62）なので省略する。今年度は第1表の実験を行なった。反応時の条件を第2表（次頁）に示す（温度は常温）。

第 1 表

総流量 = I_2 流量 + DOP 流量 + 空気流量				サンプリング箇所の数
($l$pm)			($l$pm)	
6	2	4		2
9	3	6		2, 5
15	3	6	6	1, 2
18	3	6	9	5



第 2 図 反応槽およびサンプリングシステム

第2表　反応時の I_2 ガス濃度および粒子濃度

I_2 ガス濃度		0.6～1.5	$\times 10^{-5}$	mol/l·air
DOP粒子	粒径(直径)	1.4±0.34		μ
	粒子濃度	0.3～3.0	$\times 10^{9}$	個/l·air
	〃(発生時)	1.0～4.5	$\times 10^{9}$	個/l·air

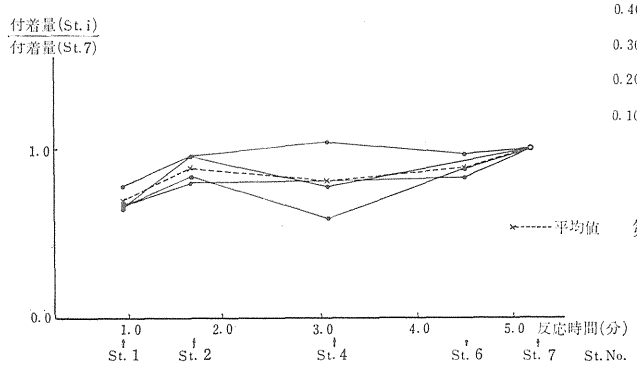
(3)　DOP 粒子への付着量

1)　反応時間が付着に与える影響

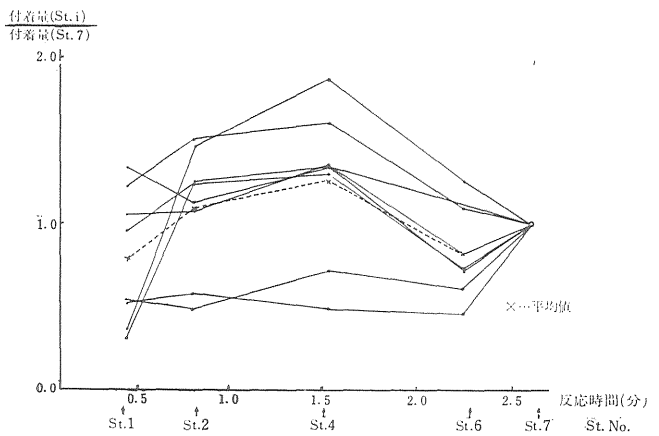
各実験例ごとに反応時間の影響がみられるかどうか調べるため，いくつかのサンプリング箇所から同時に捕集を行なった。総流量が 9 $l$pm と 18 $l$pm（第1表）の2種類の実験を行なった結果，第3図および第4図が得られた。横軸は Sampling station（St. と略す）の番号（第1図参照）と反応時間（流れが反応槽に入ってからフィルターに捕集されるまでの時間）である。縦軸は粒子に付着した I_2 量の相対値であるが，比較のために，一つの St. で捕集されたサンプルの付着量を1としたものである。

図から，各 St. での付着量間には何らかの関係がありそうに思える。統計検定によれば，各 St. での平均値のあいだには，ごく一部分には差が認められるが，全体として St. 間に差があるということは認められなかった。反応時間の影響をこのような方法で明らかにしていくためには，実験例を増すこと，実験ごとの値の差を小さくすることなど解決すべき問題が多い。

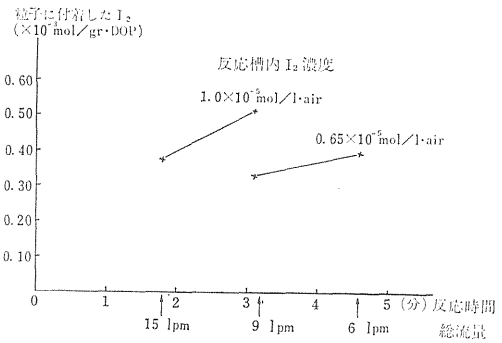
この実験の結果，反応時間による付着量の差ははっきりしなかったが，反応槽の形体と流れの相互作用の結果のようなものがみられる。



第3図　総流量 9 $l$pm の実験における St. による付着量の変化の様子



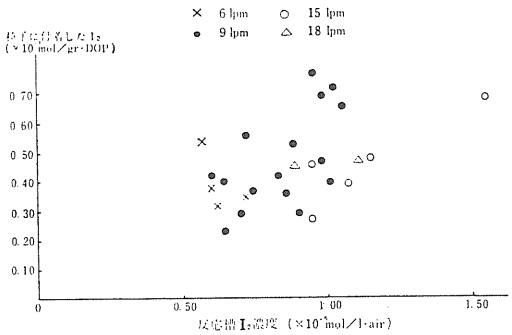
第4図　総流量 18 $l$pm の実験における St. による付着量の変化の様子



第5図　総流量の異なる実験でみた反応時間の付着量に及ぼす影響

上の結果から，全 St. の付着量の平均値をもって一応その実験での代表値とみなし，総流量（反応時間に逆比例）と付着量の関係をしらべて第5図に示す。第6図（次頁）にみられるように，I_2 濃度がちがうときには粒子への付着量もちがっているので，I_2 濃度 0.65×10^{-5} mol/l·air と 1.0×10^{-5} mol/l·air の付近の付着量についてしらべたものである。

この図から反応時間が増せば付着量は増しているとみてよいであろう。なお，総流量 6 $l$pm の実験における DOP 粒子濃度は 1.3×10^{9} 個/l·air，9 $l$pm では 1.3×10^{9} 個/l·air，15 $l$pm では 0.8×10^{9} 個/l·air と変化しているが，前年度の報告中にある粒子濃度と付着量の関係からあきらかなように，この差は上の傾向を弱めることはない。



第6図　I_2 濃度が付着に与える影響

2)　I_2 濃度が付着に与える影響

第1表の4種類の実験について，粒子に付着した I_2 と反応時の I_2 濃度の関係を図示したのが第6図である。縦軸は DOP 粒子単位量 (gr) に付着した I_2，横軸は反応槽内の混合気体 1 l 中に含まれる I_2 濃度である。I_2 濃度が増大すると付着量も多くなるようにみえる。しかし I_2 濃度の範囲が約 0.6～1.5×10^{-5}mol/l·air と狭いこと，実験ごとのバラツキが大きいこと，実験例が少ないことのため詳しい傾向はわからない。なお，前年度の実験では I_2 濃度の範囲は 0.6～0.9×10^{-5}mol/l·air であったのにくらべ，今回は2倍程度広くなっている。

3)　単分子層付着量および溶解度との比較

反応槽の改造後得られた今年度の実験結果をみると，昨年度までの付着量よりかなり多くなったことが認められる。各流量の実験における付着量の平均値を求めると第3表のようになる。いまこの表の 9 $l$pm の実験の付着量をとって考えてみよう。DOP 粒子単位重量あたりの付着量について単分子層付着量(理論値)，溶解度（実測値)，実験値を比較すると第4表に示したようになる。

第4表にみられるように，この実験では I_2 ガスの DOP 粒子に対する付着量は，単分子層付着したと考えた場合の約10倍に，溶解度まで DOP 粒子に溶解したと考えた量の数倍になっている。反応のメカニズムについては現在のところあきらかでない。

第3表　付着量平均値

総流量 $l$pm	付着量平均値 ×10^{-3} mol/gr·DOP	I_2 濃度平均値 ×10^{-5} mol/l·air	DOP粒子濃度 ×10^{9} 個/l·air	実験例
6	0.396	0.63	1.3	4
9	0.472	0.84	1.3	16
15	0.455	1.13	0.8	5

第4表

付着量実験値 (9 $l$pm の平均値)	単分子層付着量 (理論値)	溶解度 (実測値)
0.47 × 10^{-3} mol/g·DOP	0.046 × 10^{-3} mol/g·DOP	0.1 × 10^{-3} mol/g·DOP

DOP 粒子の粒径；1.4 μ，粒子濃度；2.0×10^{9}個/l·air（発生時)，I_2 分子の被覆面積；15.6 A^2 (H. K. Livingston；*J. Colloid Sci.*, 4, 450, 1949) として計算した。

おわりに，本実験に対して有益な助言をいただき，実験の便宜をはかってくださった東京大学工学部向坊隆教授，鈴木伸助教授，工業化学教室の方々に深く感謝の意を表する。

〔研究発表〕

阿部史朗，小口雄康，松田節子；エーロゾルに対する放射性ヨウ素ガスの付着-1，日本放射線影響学会第4回研究発表会（1962年10月）

5．Five channel automatic particle counter and sizer による微粒子の粒径分布の測定

環境衛生第2研究室
小口雄康
阿部史朗

いろいろな微粒子の粒径分布を知ることは，自然科学のいろいろな分野において要求される非常に重要な事柄である。特に，最近環境衛生の立場から大気汚染に関連して，大気中の粉塵の粒径分布を求めることが強く要望されている。こうした粒径分布は，いろいろな方法，例えば顕微鏡による目視測定，写真に撮ってフィルム走査方式の測定器を用いる方法などで求められるが，試料を直接スライドグラス上にとって測定できるスリット走査方式による測定法が大変有用である。この方式による英国 Casella 社製の装置の調整もおわったので，本格的な使用の前に使用上の問題点を明確にする研究が行なわれた。

(1)　測定法について

この装置は，測定しようとする粒子をスライドグラス上にとってこれを光学顕微鏡を用いて拡大投影してスリットを通し，得られた光を光電子増倍管によって電気パルスにかえ，適当に増幅して波高分析器で分類し，同時に試料を移動させて計数するようになっている。

Hawksley ら（*British J. of Applied Physics, suppl.*, 3, 125, 165, 1965）によると，スリットの長さ ω と計数値 $\phi(\omega)$ には，

$$\phi(\omega) = LN\{\omega(1-2p)+\bar{z}\}\ F(z) \quad [z = \text{const.}]$$

の関係がある。ここで，

L：走査の長さ
N：単位面積中の粒子数
z：粒径
$\bar{z}$：粒径 z 以上の平均粒径
F(z)：粒径 z 以上の全粒子数分布関数
$p = \frac{z}{\omega}$：波高分析器のレベル・セッティング

を表わす。

したがって，NF(z) が単位面積中の粒径 z 以上の粒子数を表わすから，これを求めることがわれわれの問題である。

z=const. で $\phi(\omega)$ と ω とは直線関係にあるので，2個以上の ω に対する $\phi(\omega)$ を計数すれば，L は既知であるから NF(z) が求められる。本装置は5チャンネルの波高分析器からなるので4チャンネルを別々の波高分析にセットし，1チャンネルは四つのどれかと同一にセットしてモニターするようになっている。もちろん，5チャンネルをすべて異なる波高分析にセットしてもよい。

$$p = \frac{1}{\sqrt{2}},\ \frac{1}{2},\ \frac{1}{2\sqrt{2}},\ \frac{1}{4},\ \left(\frac{1}{4\sqrt{2}}\right)$$

に固定し，ω を $\sqrt{2}$ のベキ級数値に変えると，z = const. の線が簡単に引け，かつ各点の直線性が検定できる。

顕微鏡の倍率を変えることによって，1 μ～200 μ 粒径が測定できる。

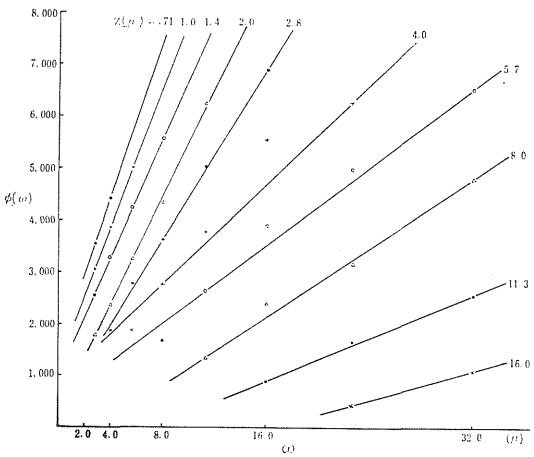
また，粒子の透明度によって，同じ粒径のものでも電気パルスの波高が異なり，実際とは違った粒径を示すので10段階に分かれた ND（neutral density）フィルターを用いて透明度が補正できるようになっている。

なお，装置の詳細については下記の文献を参照されたい。

1) Hawksley, P. G. W.; Theory of particle sizing and counting by track scanning, *British J. of Applied Physics, suppl.*, 3, 125 (1954)
2) Hawksley, P. G. W., J. H. Blackett, E. W. Meyer and A. E. Fitzsimmons; The design and construction of a photoelelectronic scanning machine for sizing microscopic particles, *ibid*, 165 (1954)
3) 楢岡清成，小寺嘉彦；粒度分布の顕微鏡による測定の自動化，化学と工業，第13巻，第6号，585頁（1960）
4) 大気汚染研究全国協議会第2小委員会編；大気汚染の測定，コロナ社，112頁（1962）

(2) $\phi(\omega)$ の直線性

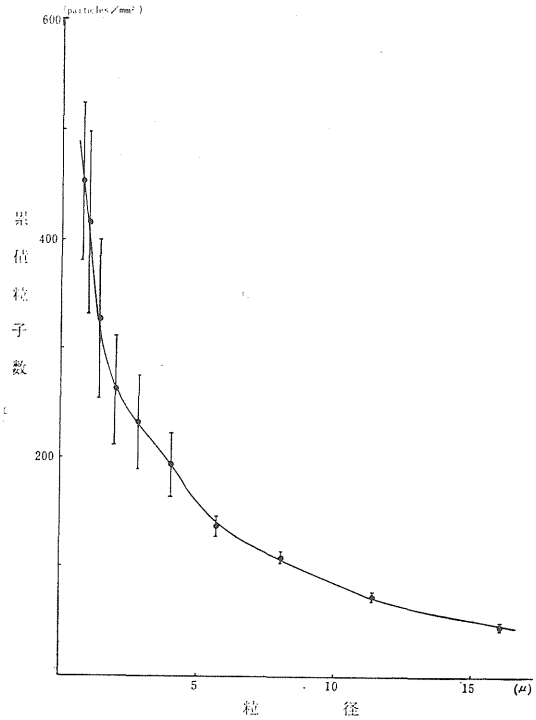
活性炭粒子を用いて実測した例を第1図に示した。倍率は325倍にとってある。z=4.0 μ，5.7 μ，8.0 μ においてやや大きなばらつきを示すが，粒子測定の困難さからみて十分な直線性をもつといえよう。ただし，試料の種類によっては大きなばらつきを示すこともある。



第 1 図

(3) 測定誤差

同一試料を測定する場合，i）スライドグラス上の粒度分布の不均一性，ii）顕微鏡に対するスライドグラスの位置の移動，iii）波高分析器の不安定などの原因により1回ごとに計数値が異なる。その変動を調べるために活性炭粒子を5回測定して，その標準偏差を第2図，第3図（次頁）に示した。第2図は NF(z) を，第3図は Rosin-Rammler 分布確率紙に示してある。いずれも20％以内の偏差である。目視測定の個人差は往々にして100％以上になることがあることを考えるとこの程度の偏差は十分実用になることを示す。なお，ここで用いた試料は比較的粒子濃度の高いものであって，(4) に用いた試料においては，やや濃度が低いもので，偏差が10％

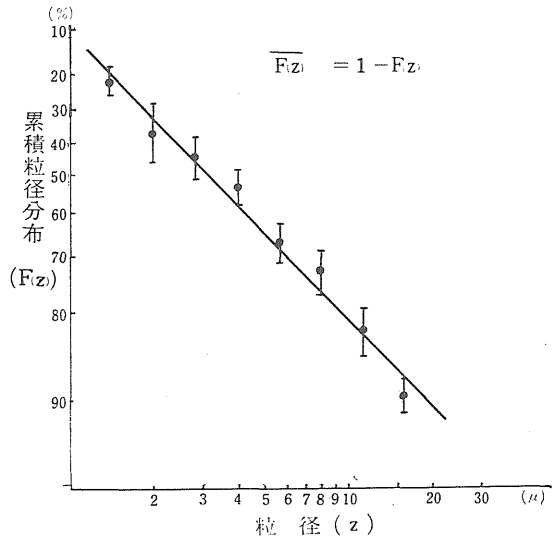


第 2 図

以内になっている。結局，測定誤差を小さくするためには試料の濃度を小さくする必要がある。それにはいろいろに測定の経験を重ねて適当な濃度の試料をつくるようにしていかなければならない。

(4) 倍率の差

本装置に附属している顕微鏡は，対物× 30，接眼 × 10，倍率 ×178 のものである。スリット操作の便宜上，

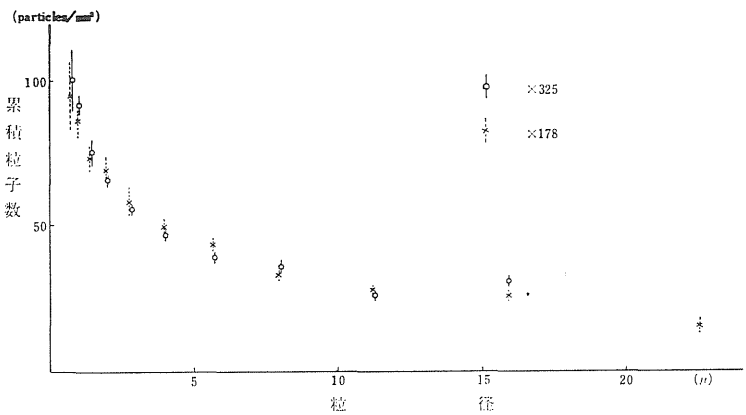


第 3 図

これより高倍率（対物×20，接眼×20，倍率×325）で使用することがある。この両者の測定値に差が生じると正しい粒度分布が求められないので，これを調べてみた。×325 は 4 回，×178 は 5 回の測定を行ない，この結果を第 4 図に示した。両者に明瞭な差は認められない。したがって，使用目的に応じてどちらを用いてもよい。なお，低倍率（30 倍前後）については対象とする粒径が異なるのでここでは除外する。

(5) フィルターによる差

粒子の透明度の補正は 9 個の ND フィルターによって行なわれる。これらのフィルターには 2～10 までの番号がついていて，透明度との関係は第 1 表（次頁）のよ



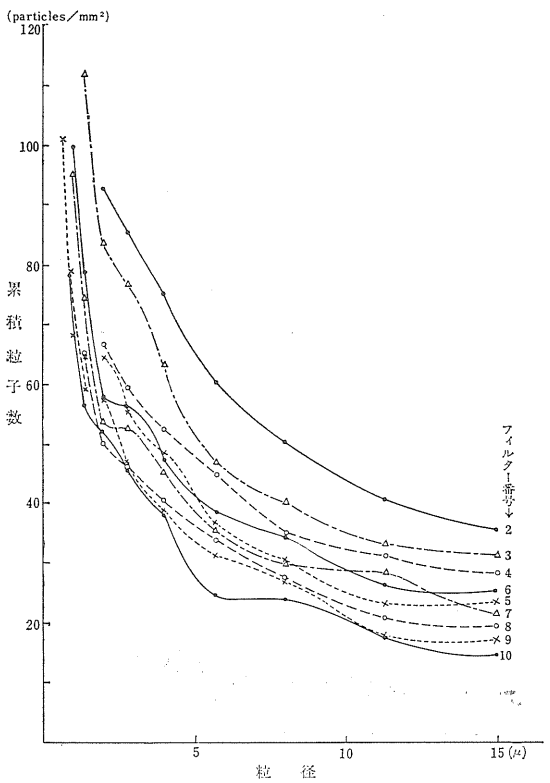
第 4 図

第　1　表

フィルター番号	透明度(%)	フィルター番号	透明度(%)
1	100	6	20
2	70	7	15
3	50	8	10
4	40	9	5
5	30	10	0

うになっている。

実際には，適当な粒子とフィルターとを比べることによってフィルター番号を決めて粒径測定をはじめるのであるが，番号の中間値をとる場合もあるので，フィルターの誤用によって測定値がどのように変るかを調べてみた。試料は活性炭粒子で適正フィルターは No. 9 であったが，これを他のフィルターで測定した結果を第5図に示した。フィルター番号の大きいものは隣接した番号を用いても大きな差はないが，フィルター番号の小さなものでは差がみられるから使用に際して注意を要する。



第　5　図

(6)　カスケード・インパクターによって集塵された大気中の粉塵の粒子測定

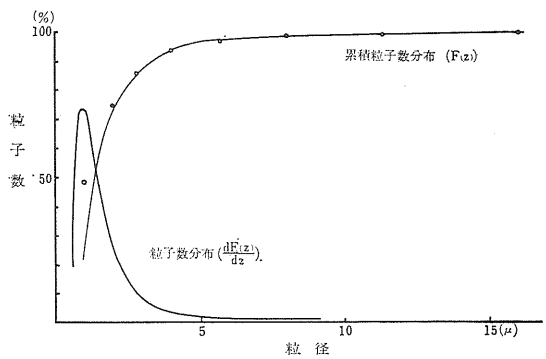
国産 K 社製のカスケード・インパクターを用いて，大気中の粉塵を集塵し，その試料の測定を行なった。試料を顕微鏡でみると，各段とも透明度の異なった粒子が混合していて，測定精度が低いと思われるが，得られた結果は次のとおりである。

1)　集塵された全粒子の分布は，

$$F(r)=1-\exp\left[-br^{n}\right] \quad (1\,\mu\leq r\leq 16\,\mu)$$

で示され，$n=-2.1\pm0.2$ となった。n の値が比較的ばらつかない原因は，同一季節に試料をつくったためおよびカスケード・インパクターの効率によると思われる。

第6図に得られた粒子数分布関数の1例を示す。図中の点は測定値を示す。



第　6　図

2)　1μ 以下，15μ 以上の粒子は少なかった。これは集塵効率に大きく影響されていることならびに装置の分解能によるものであろう。

3)　各段ごとの試料の粒度分布に大きな差がみられない。普通，教科書など，例えば上記文献 4) をみると各段にはっきりした区別がみられるが，本機では粒径・粒子数ともはっきりした区別はみられなかった。

以上の結果は，粒度分布のわからない大気中の粉塵から得られた試料で測定したために，特に明瞭な結果を得られなかったものであろう。いずれ，カスケード・インパクターについては詳しい測定の結果を述べるつもりである。

(7)　おわりに

われわれは今後いろいろな生活環境における粉塵の測定を行なう予定であるが，多数の試料を迅速，正確に測定することが必要である。本装置がこの目的に果す役割は相当大きなものであることが以上のテストから推定さ

れる。ただ，1μ 以下の粒子，または液体粒子の測定には不適である。しかし，小さい粒子は，高倍率の光学顕微鏡または電子顕微鏡による乾板写真に撮って測定可能な粒径に拡大することによって，そして液体粒子は適当に染色することによって，おのおの測定することができるようになる。これらの結果については続報にゆずる。

〔研究発表〕

小口雄康，阿部史朗；自動粒径測定器による微粒子粒径の測定，分析化学，第12巻，第11号（1963）

6．α 線棟用木製グローブボックスの試作

環境衛生第2研究室
阿部史朗
桜井保孝*

*技術部放射線安全課

本研究所の特殊研究施設の一つ，α 線棟の建築が37年度末一応できあがり，本格的使用に先立ち，その調査，内部整備が行なわれはじめている。その一環として，この建物専用のグローブボックスを設計，試作した。なお，α 線棟は α 放射体のダスト，ミストを使う実験が主となるように建設されているので，グローブボックスはこの建物内の実験上重要な位置を占める。このため，できるだけ α 線棟の使用目的に沿うように，外国ならびに国産の種々のグローブボックスを参考にして設計した。ここで取上げているのは多用途型のグローブボックスで，特別な用途をもつものは順次設計試作される予定である。

(1) 要求される条件とその解決

1) 実験操作：建設段階に α 線棟で予定された実験は次のとおりである。i) α 放射体の研究（サンプリング，測定，分析等の実験でダスト，ミスト状である場合が多い）。ii) 吸入実験（放射性エーロゾルの動物による吸入，吸入後の処理操作，吸入に関係した実験）。iii) その他 α 放射体の性質を利用した実験。

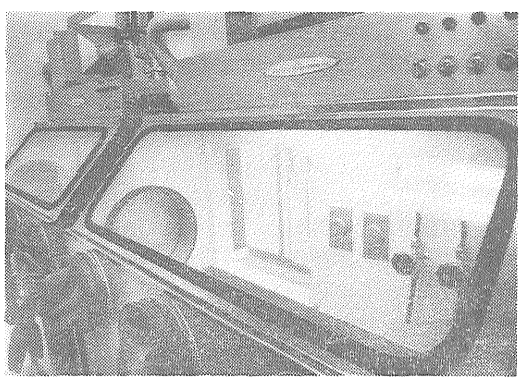
このような実験で飛散するおそれのあるものは，グローブボックスまたはフード内で行なわなければならない。すなわち，多用途型のグローブボックス内で行なわれる操作は生物実験，化学実験，物理実験と多様にわたる。ただ非常に特殊な実験操作に対しては別に専用グローブボックスを考えている。

2) 扱う核種と遮蔽：このグローブボックスで扱う予定の核種は，各種の α 放射体（ただし，エネルギーの高い γ 放射体が娘核種にないもの）であるが，本格的な実験に入るまえの予備実験として，短寿命の β，γ 放射体も扱うことになろう。ただ β，γ の使用は多量にわたることなく，また一時的なので，このグローブボックスでは遮蔽は特に考えない。

3) 火災と排気：α 線棟においては安全性の観点から実験上ある程度の制約がある。α 線棟建設の原則として，「no flame，すなわち火焔をあげるものは使わない」，「dust free，すなわちダスト，ミスト等の浮遊物はなるべくその場でつかまえる」の二つがある。前者は火災によるフィルターの目づまりを避けるために（火災防止のために），後者は危険な汚染が拡がらないように考えられた。前者からこのグローブボックスは構造上火焔に対する防禦を特に考慮しない。後者からフィルター系をできるかぎり十分にし，またグローブボックス内で，ある程度の非拡散処理ができるよう真空配管等が利用できるようにしてある。

4) 除染と廃棄：α 放射体による汚染はその発見，測定，除去が困難なため，α 放射体を扱うグローブボックスは，一般に，ある程度の期間がたてば使用中止にして，破壊してしまう。そのため値段を安く，破壊しやすいものにしておく必要がある。このような点ならびに火焔に対する配慮をなくしてよいという点から，本体を木製にし一部だけを金属製にした。また除染の困難性から排水も主としてその場に貯留できるようにした。

5) 物の出し入れ（第1図）：α 線棟はグローブボックスを使う実験室の中央をアルファコリダーと呼ばれる廊下がとおり，汚染はできるだけそこに集中させるようにしてある。実験室内のグローブボックスはその背面をアルファコリダー壁に接合し，物の出し入れはグローブボックスの背面，すなわちアルファコリダー側から行なう。このため背面に物の出し入れ用の開口を設ける。こ

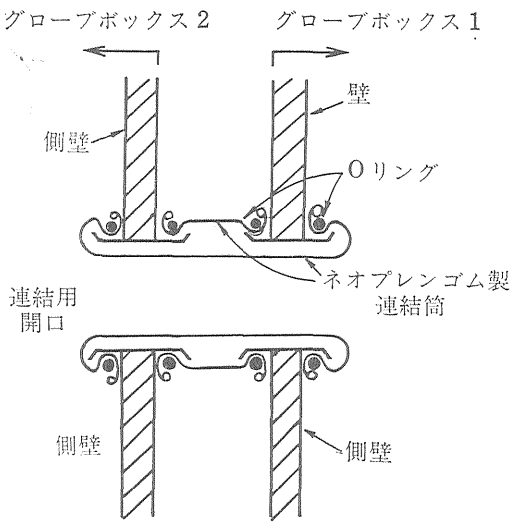


第1図　グローブボックス後部開口と連結口

の開口はアルファコリダー側から開閉できるようにし，汚染の可能性のあるものは移動型のグローブボックスで運び，アルファコリダーでこの開口と連結して，目的のグローブボックス内に移し変える。この開口は物の出し入れ上，十分広くとらねばならないが，反対に接合作業を容易にするためできるだけ小さくせねばならない。この点については簡単なモデル試験を行ない，現在の大きさに定めた。

6) グローブボックス間の連結（第1図，第2図）：

気体の実験その他の理由から，このグローブボックスはいくつも連結する必要がある。そのため両側面に大型開口を設け，グローブボックス開口と同様にゴムチューブをOリングで取付け，互いに連結できるようにした。連結する必要のないときはその開口は金属製のふたをする。開口の大きさは構造上可能な限り大きくした。

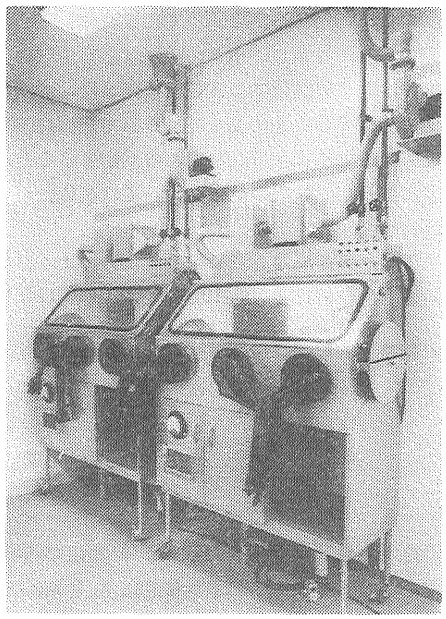


第2図　グローブボックスの相互接続（断面図）

7) モデル試験，寸法決定：上の条件を入れ，各部寸法を定めるため，ボール紙によるモデル試験が行なわれ，高さ，奥行等各部寸法が定められた。モデル試験の結果グローブ開口は1台のグローブボックスにつき3個にし，生物実験のとき助手が手助けできるよう，また手のとどかないところができるだけないようにしてある。高さは背面開口部の関係上，自在にはできないので，本グローブボックスは身長160～170 cm 程度の人を標準として設計し，この範囲以外の人はビニール金網製の補助台または高椅子を使用する。

(2) 本体構成ならびに付属品

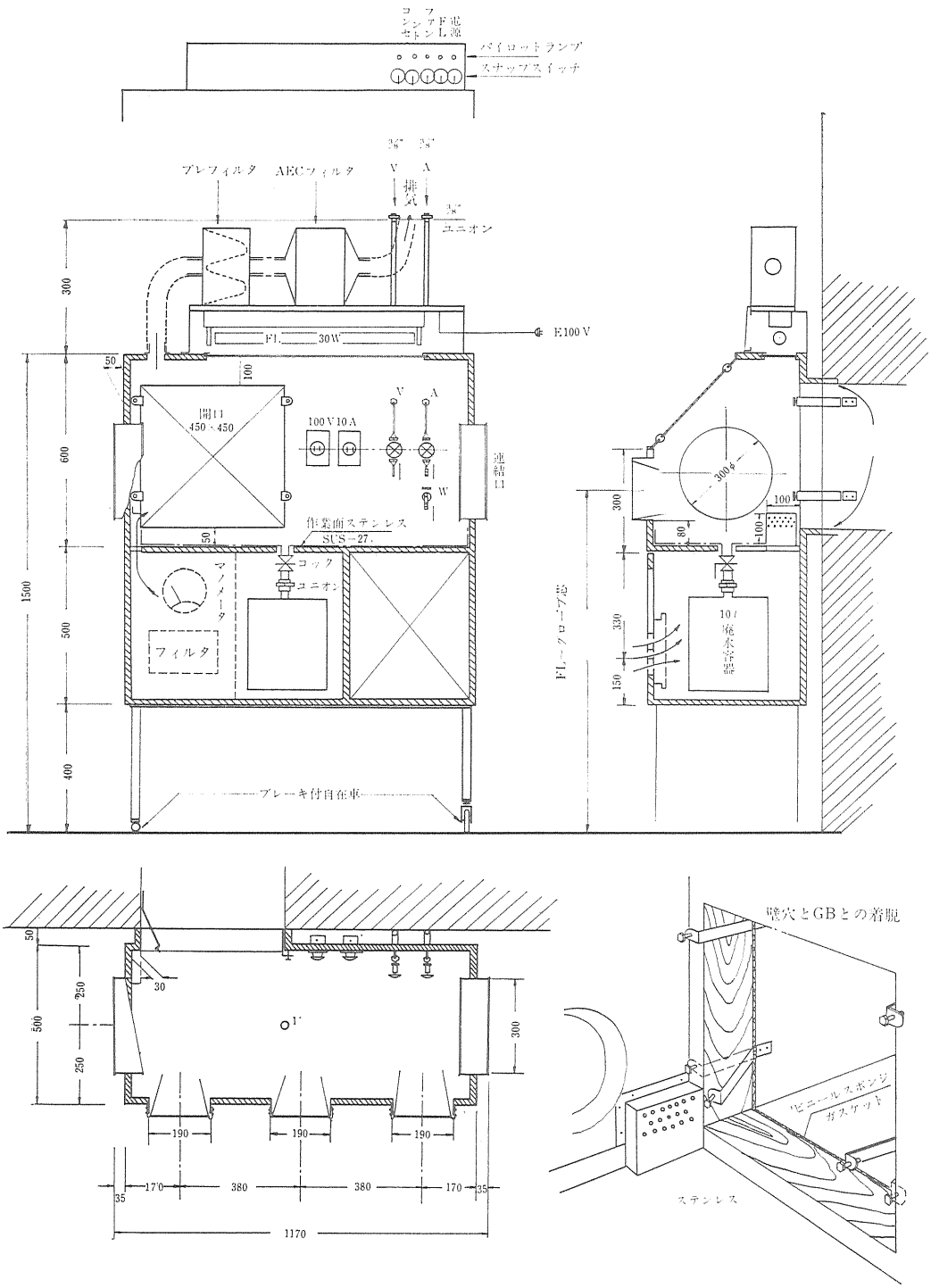
1) 各部寸法：形状ならびに寸法は第3図，および第4図（次頁）のとおり。



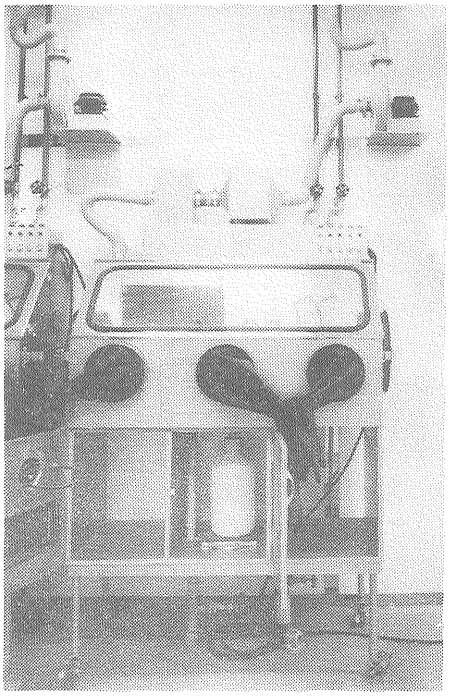
第3図　グローブボックス全体の形状

2) 各部材質：本体は 19 mm 厚耐水ベニア製でエポキシ樹脂系塗装仕上げをしてある。ボックス内底面はステンレス SUS-27 で皿型に内張りし，水使用上ならびに除染上の便宜を考えている。窓は安価であること，焔には弱いが熱には耐えられること，透明度が優秀であることならびに廃棄が容易であることの理由からルサイトを使用した。除染の都合上換気系はできるだけ塩化ビニールで被覆している。すなわち，塩化ビニールのフレキシブルホース（排気管），フィルター容器，排気ファンを用いている。フィルターは吸気部にグラスウールフィルター，排気部にプレフィルターと AEC フィルターを用いている。グローブ，接続用チューブはネオプレン製，各開口部（グローブ開口，グローブボックス間接続用開口，物の出し入れ口）はゴムとステンレスを併用している。架台は鋼管製であり，ブレーキ付自在車を備えつける。排水用には 10 l のポリエチレン瓶が主として使われ（第5図，174頁），多量の水が排水されるときは床から立ち上がった排水管へ接続可能にしてある。

3) 付属品ならびに配管，配線：内圧測定用のマノメータが付属し，常に内圧が読め，フィルター交換時期の監視ができるようにしてある。また，種々の実験用として圧縮空気，真空用の配管をはじめとして給電，給水，排水，排気の接続がされている。



第4図　グローブボックス全体の構成，寸法



第5図　グローブボックス下部の構造，排気管

(3) 結　び

建物の方から制約され本グローブボックスの精密試験はまだ行なわれていない。ただ簡単な操作試験，気流試験，内圧検査が行なわれ，十分に所期の目的を達していることがみとめられた。

α 放射体のエーロゾルは生体への危険性が特に大きいので，今回試作のものも使用上の安全性をくわしく検討して，今後試作のための資料を集め，本格的な使用に備えるつもりである。

7. Food chain における放射性物質の動向に関する研究—1.（水生生物）

環境衛生第3研究室
市川龍資
小栗幹郎
高田直子

(1) 魚類のエラ吸収における Sr-Ca 差別率に及ぼす水中 Ca 濃度の影響について

これまでの研究で，われわれは淡水および海水に生息するウナギを用いてエラ吸収時における Sr と Ca の差別率を実験的に検討し，エラ吸収時の Sr-Ca 差別率 ($DF_{gill-absorptive}$) を淡水 (100 mg Ca/l) にて 0.74，海水 (498 mg Ca/l) にて 0.67 の値を報告した。しかし，自然の淡水域ではその Ca 濃度が甚だまちまちで Sr-Ca 差別率に及ぼす影響を検討しておかねばならない。なぜならば哺乳動物が食餌中から Sr, Ca をせっ取する時，食物中 Ca 量が Sr-Ca 差別率に影響することが知られているからである。

実験方法としては前報までに詳しく述べたので省略するが，150～200 g のウナギを用い，血管内およびエラのまわりの内外両灌流による Sr，Ca 移動率の測定により，両者間の吸収時における差別率を推算した。

エラのまわりを通過させる外部灌流液（環境水にあたる）としては 30 mg，60 mg，190 mg/l の Ca 濃度の水を用い，^{89}Sr，^{45}Ca で標識した。内部灌流液（血液にあたる）としては Key 氏生理塩類液を用い，外部灌流液からエラ粘膜を通して移動してくる Sr，Ca をその放射能によって測定し，差別率は

$$DF_{gill-absorptive} = \frac{^{89}Sr/^{45}Ca\ (内部灌流液)}{^{89}Sr/^{45}Ca\ (外部灌流液)}$$

の関係により求めた。

実験結果は第1表に示すとおりである。最も高い水中 Ca 濃度 (190 mg/l) の場合，DF は 0.73±0.03 で，100 mg/l の場合とほとんど同じ値を示した。ただ，60 mg/l の場合のみ 0.66±0.02 で他の群よりやや低い値を得たが，最も低い Ca 濃度 (30 mg/l) の群で 0.71±0.06 の値を示し，高 Ca 濃度の群に近いが，その群内

第1表　ウナギのエラ吸収における Sr-Ca 差別率

1) Ca 濃度：190 mg/l

Fish No.	Sr-89 : Ca-45 (環境水中)	Sr-89 : Ca-45 (内部灌流液中)	$DF_{gill-absorptive}$
1	0.707	0.515	0.73
2	0.701	0.545	0.78
3	0.788	0.559	0.71
4	0.695	0.502	0.72
5	0.510	0.367	0.72
		Mean	0.73 ± 0.03

2) Ca 濃度：100 mg/l

1	0.895	0.670	0.75
2	0.834	0.641	0.77
3	0.518	0.372	0.72
4	0.518	0.380	0.73
5	0.517	0.367	0.71
		Mean	0.74 ± 0.02

3) Ca 濃度： 60 mg/l

1	0.598	0.378	0.63
2	0.605	0.408	0.68
3	0.582	0.377	0.65
4	0.604	0.408	0.68
5	0.539	0.351	0.65

Mean 0.66 ± 0.02

4) Ca 濃度： 30 mg/l

1	0.499	0.315	0.63
2	0.421	0.323	0.77
3	0.816	0.533	0.65
4	0.621	0.453	0.73
5	0.733	0.555	0.76

Mean 0.71 ± 0.06

の変異が大きく，DF の小さい値の個体の含まれていることが注目に値する。したがって低 Ca 濃度の環境水の場合，DF がやや小さくなる傾向が存在するのかも知れないが，未だこれだけの実験例では確認することができない。したがって，30～190 mg Ca/l の広い濃度範囲にわたって，エラ吸収時の Sr-Ca 差別率には現実的に問題となるほどの大きい変化は起こらないと考えてよい。参考例として筆者（1960）のニジマスを用いての魚体—淡水間の Sr-Ca 差別比（$OR_{body-water}$）の測定実験の報告があるが，ここでは水中の Sr 濃度を 1～12 mg/l，Sr/Ca 比（$\times 10^2$）を 4～100 に変化させ，全濃度範囲にわたって 0.2 という差別比を得ている。これは水中 Sr 濃度を人工的に大きくした場合であって，同種魚を自然水（Sr 濃度ははるかに低い）で測定した場合は OR＝0.4 ぐらいである。$OR_{body-water}$ は魚体と環境水とのあいだの総合された Sr-Ca 差別をあらわし，エラ吸収やはいせつなどの各生理的プロセスにおける単一の DF を包含するものである。

〔研究発表〕

市川龍資，小栗幹郎，高田直子；Metabolism of radionuclides in fish-III, comparative behaviour of strontium and calcium at gill absorption in environmental water with different amount of calcium, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 28 (12), 1160～1163 (1962)

(2) 魚類による Tantalum-182 のせっ取について

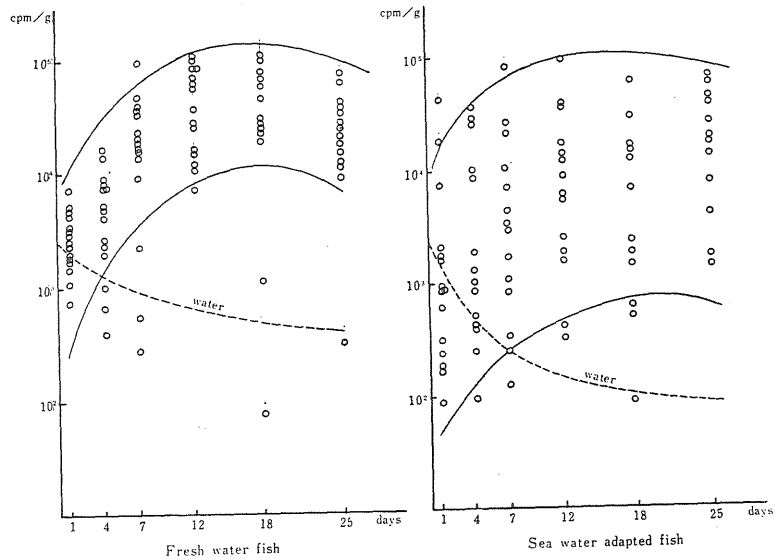
水生生物における放射性核種の水中からの濃縮係数 Concentration factor については，今でも数多くの研究者によって検討されているが，これは放射性廃棄物が淡水や海洋に導入されることからの影響を評価するために必要とされるからである。

この濃縮係数の決定の際常に問題となるのは，放射性廃液中にしばしばみられる核種で，水中にてイオンになりにくく，大部分が微粒子で存在する核種である。これらの核種は水中で濃度が不安定であり，また，生物体へとり入れられる量が，水中濃度に対して一定の量的関係が得られにくいことが知られており，環境水の汚染度の許容レベルを設定するうえに甚だ不便な条件を与えている。

このような見地から，われわれは原子力船の炉冷却水中によくみられる核種 ^{182}Ta（物理半減期 112 日）をとりあげて魚体へのせっ取の様相を実験的に考察した。この核種は廃棄物として多量に水中に放出されるものであるが，水中で微粒子として存在するものである。

実験方法としてはメダカを淡水または海水に飼育し，^{182}Ta を加えて 1, 4, 7, 18, 25 日目にそれぞれ魚体全体の ^{182}Ta 汚染度を測定した。海水には希釈海水から漸次適応させたメダカを用いた。魚体は 1 回の測定に 15 尾を用い，生体のままウェル型シンチレーション計測器で測定した。飼育水中の ^{182}Ta 濃度も同じ間隔で測定し，変化の様子を第 1 図（次頁）に示してある。淡水より海水の方が水中 ^{182}Ta 濃度の変化がはげしく，ともに初めの頃急速に減少し，その後やや緩慢な減少率になっている。魚体の ^{182}Ta 汚染度は同じ測定日のうちでも甚だ大きな変異がみられ（第 1 図），最高最低のあいだには淡水で 1 桁，海水ではほとんど 2 桁にも達しているのがみられる。魚体汚染度を水中初期濃度（淡水では 1,800 cpm/ml, 海水では 2,400 cpm/ml）と比較すると，淡水魚で 5～50 倍（生重量を基準），海水適応魚で 0.5～50 倍の値が得られ，このことから，魚類が水中から ^{182}Ta を最高レベルとして 50 倍ほどの汚染度を得ることがわかる。

同一魚群間にこのような大きな汚染度の幅があることは，この核種が水中でイオンになりにくいことに起因していると思われ，魚体へのせっ取が均一に行なわれないことを示していると考えられる。^{182}Ta の魚体へのせっ取に関する研究はないが，ネズミに注射した場合のデータはニオブ，バナジウムと同じように体組織に大体同様に分布するといわれているが，消化管からの吸収率は甚だ悪いので，放射線量に対しては消化管が Critical organ になる。海中の許容濃度を考える場合，最悪の



第1図　飼育水および魚の ^{182}Ta 汚染度

条件を仮定して，動物蛋白を魚のみからとるとすると，欧米人では 250g/日 せっ取することになり，濃縮係数を最高レベルの 50 にとると，飲料水許容濃度を利用して次の関係式が成立つ。

$$MPC_{(海水中)} = MPC_{(飲料水中)} \cdot \frac{2,200}{250 \times 50}$$

ICRP 勧告の職業的従事者に対する許容線量に対応する $MPC_{(飲料水)}$ は $4\times10^{-4}\mu c/ml$ であるから上式より $MPC_{(海水)}$ は $7\times10^{-5}\mu c/ml$ となる。また，これに一般人への安全係数 1/30 を乗ずると，$2\times10^{-6}\mu c/ml$ となる。しかし，これは他の汚染源を無視しているから陸上生産食品への線量割当を 2/3，海産物への割当を 1/3 に仮りにとれば，さらに $MPC_{(海水)}$ は小さくなり，$7\times10^{-7}\mu c/ml$ となる。ただしこれらの計算は濃縮係数を汚染度の最高レベルに合わせた値として 50 をとっているので，実際の汚染度はもっと低いものが多いわけであるから，この MPC はかなり安全側につくられていると考えてよい。

〔研究発表〕

市川龍資，小栗幹郎，高田直子；Uptake of tantalum -182 by fish, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 29 (6) 521-524 (1963)

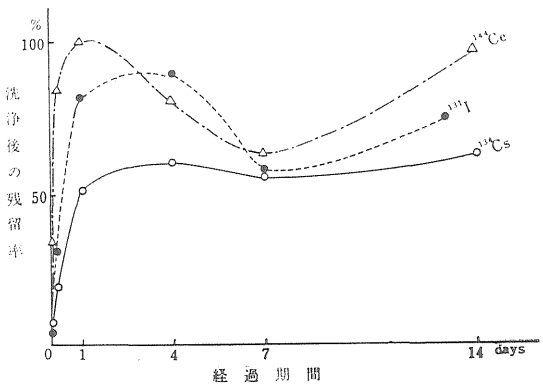
8．Food chain における放射性物質の動向に関する研究—2（農作物）

(1) 農作物の*Cs, *I, *Ce, *Sr, *Zr-*Nb, *Ru による直接汚染の機構

環境衛生第3研究室
市川龍資
阿部道子

農作物の放射性核種による汚染は土壌中に蓄積した核種を経根的に吸収する場合のほか，空中から直接汚染する経路があり，特に土壌から吸収されにくい核種（^{137}Cs, ^{144}Ce, ^{106}Ru など）や短半減期のため蓄積しないもの（^{131}I など）についてはこの直接汚染の経路が問題になりやすい。また，イネのように可食部，つまり白米の部分は Ca 含量が少なく，したがって経根的に *Sr をせっ取する量の少ない食品では，比較的経根吸収率のよい *Sr でも直接汚染が時として重要になることがある。

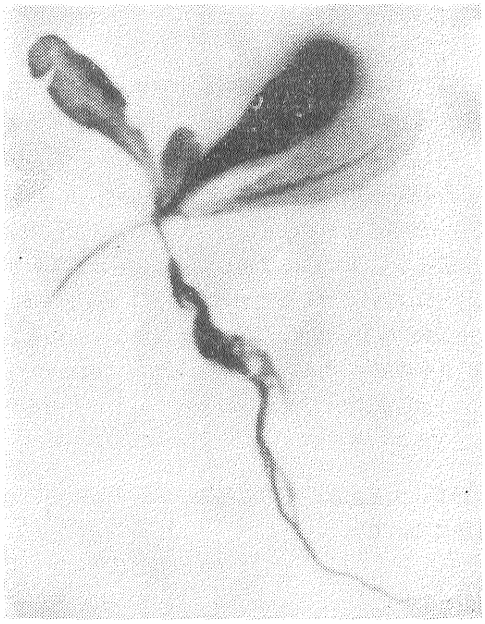
まず葉菜類として小松菜を用い，^{134}Cs, ^{131}I, ^{144}Ce 水溶液を葉面に附着させ，1，5，24時間，4日，1週，2週後に，一定条件で水洗し，洗浄後も残留する各核種の量を測定した。測定値は3～4個体の平均を用い，測定は Well type scintillation counter によって行なった。水洗条件は，200 ml 蒸溜水に5分間マグネチックスターラで攪伴，これを3回繰り返した。洗浄後に附着葉に残留する核種の量は附着から採取までの時間の経過とともに変化し，核種によってもその残留率やその時間



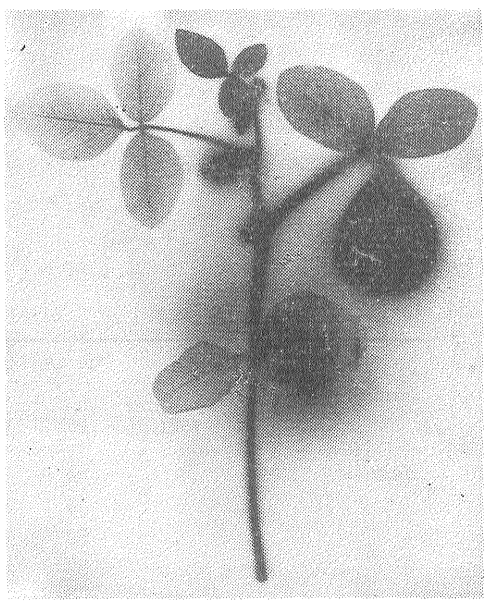
第1図　^{144}Ce, ^{131}I, ^{134}Cs の葉面への残留率の変化

的変化が異なるようである（第1図参照）。^{144}Ce では附着後1時間における洗浄でも約1/3が残留するのに対し，^{131}I，^{134}Cs はほとんど大部分が洗い流されてしまう。しかし，5時間後になると，^{131}I，^{134}Cs でも20～30% の残留率となり，^{144}Ce では80% の高い残留を示す。1日経過後になると，いずれも大きい部分が洗浄されない。^{134}Cs は1日～2週間にわたって60% の残留率を保持しているが，^{131}I，^{144}Ce はもっと高い傾向がある。ただし未だ実験例数が少なく，個体の変動があるので結論的な考察は今後の検討にまたねばならない。いずれにしても放射性核種による直接汚染は短期間のうちに洗い流されにくい状態となっており，一部は体内に吸収移動している。特に ^{134}Cs は吸収移動がはやく，附着葉以外の葉，茎，根における ^{134}Cs の量は，附着後1時間では検出され得ない程度であるが，5時間後ではわずかに検出可能となり，24時間後には附着量の数% の ^{134}Cs が他葉に移動していることが測定される。そして1～2週後には附着葉以外の葉，茎，根に附着量の 20～30% の ^{134}Cs が分布していることが観察された（第2図）。これに対し，^{144}Ce ではこの期間中他部への移動はほとんど検出することができない程度であり，^{131}I は ^{134}Cs ほど顕著ではないが，他部への移動が検出されている。

次に ^{134}Cs の植物体内移動に関連し，葉部をそのまま食用とせず，他部を食用とするものとして大豆を用いて，葉から豆に移動する状況を実験的に検討した。すなわち，播種後2カ月位の大豆の別々の個体にそれぞれ第1，2，3，4葉に ^{134}Cs 溶液を附着させ，20日間を経てのち植物体各部（附着葉，他の葉，茎，根，果実部）の ^{134}Cs 含量を測定した。附着葉には当初附着量の 30～50% が残留しており，他の部位にもそれぞれ転移しているが，特に果実部は形成途上のものなので附着量の数% が蓄積されており，植物全体の含量に対して果実部における含量は 20～40% に達し，これを豆粒とサヤの部分に分けると大体約半分ずつの ^{134}Cs 含量になっているこ



第2図　^{134}Cs 附着後2週間目の小松菜ラジオオートグラフ



第3図　^{134}Cs 附着後22日目の大豆ラジオオートグラフ

とが観察された。1例をラジオオートグラフにより第3図（前頁）に示す。

次にイネの穂の核種の直接吸収の程度を核種間の相対的相違を観察する目的で，生育中の出穂せるイネを用い，穂の部分を ^{85}Sr，^{106}Ru，$^{95}Zr-^{95}Nb$，^{131}I，^{134}Cs，^{144}Ce の溶液に1分間浸漬し，余滴を拭い去って24時間放置し，殻の部分と米粒とに分けておのおの核種の含有量を測定した。米粒中に移動した核種の量は ^{134}Cs が最も高く（1.8%），^{131}I がこれに次ぎ（1.4%），^{85}Sr と $^{95}Zr-^{95}Nb$ が1%程度，最も移動の少なかったものが ^{144}Ce と ^{106}Ru で0.5%ほどであった。これについてはもっと長い時間にわたる実験を行なったうえで検討したいと考えている。

(2) 野菜，大豆およびその製品の ^{90}Sr，^{137}Cs その他の核種について

環境衛生第3研究室
市川龍資
江藤正子

野菜類は食品中そのせっ取量もかなり大きく，かつ放射性フォールアウトによる汚染の影響も大きく受けやすいものであるが，その種類の甚だ多いことによって形態，生理，生育条件の多様性がその汚染度を大きく変動させるものである。従来日本では，1956年から1960年まで断片的に分析測定結果があるのみで各年における汚染度の変遷はよくわかっていない。

1956年終期　7～9 $\mu\mu c$ ^{90}Sr/kg（2検体）
1957年　5～25 $\mu\mu c$ ^{90}Sr/kg（6検体）
1958年　20～200 $\mu\mu c$ ^{90}Sr/kg（5検体）
1960年　20～50 $\mu\mu c$ ^{90}Sr/kg（3検体）

56年終期の値があるのみである。

ここでは1961年5～6月と10月以降1962年5月までに全国各地衛生研究所の協力で採取された野菜について，^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度を発煙硝酸分離法およびジピクリルアミン一塩化白金法によってそれぞれ分離測定を行なった。1961年5～6月試料における ^{90}Sr，^{137}Cs 濃度はフォールアウト降下率の割合に少ない頃の試料であって，9～10月のソビエト核実験再開後の影響をみるために比較対照の材料にすることができる。10月以降の試料については，^{89}Sr や後述する ^{95}Zr，^{103}Ru などの短寿命核種にて汚染されていることから，最近のフォールアウトによる直接汚染（葉面からの汚染）を相当うけていると考えられるが，第1表に示されたように10月，翌年1月，3月の試料では再開前の5～6月試料に比べて高い汚染のものが発現する頻度が増加しており，^{90}Sr，^{137}Cs 濃度の変異も甚だしく大きくなっていることが観察される。再開後の ^{90}Sr，^{137}Cs 汚染の上昇はみとめられるが，変異の大きいことによって全国的な平均的汚染レベルの推定は困難である。しかし，1962年前半における葉菜類の ^{90}Sr 含有量を50±30 $\mu\mu c$/kg の幅に入るものが多いと考えると，1日に葉菜類100 g せっ取で2～8 $\mu\mu c$ という大きい寄与が考えられる。^{137}Cs 含有量も ^{90}Sr の1～2倍程度のものといえよう。根菜類はフォールアウトの直接汚染の影響をうけにくいので1961年10月試料のみであるが，10～30 $\mu\mu c$ ^{90}Sr/kg くらいのものが多い。^{137}Cs はその2倍くらいであろう。

第1表　1961～1962年春の葉菜類 ^{90}Sr，^{137}Cs

Sample name	^{90}Sr pc/kg				^{137}Cs pc/kg			
	May～June 1961	Oct. 1961	Jan. 1962	Mar. 1962	May～June 1961	Oct. 1961	Jan. 1962	Mar. 1962
Hakusai	16	63	36		44	64	31	
		10	11			24	40	
		56	10			46	19	
		32	96			29	154	
		23				24		
Cabbage	17	15	98	35	34	18	76	43
	18	19	85	61	76	25	82	64
	11	10			16	16		
	6				17			
	13				20			
	14				23			

Spinach	9	40	113	117	22	75	145	118
	136	42	75	173	64	74	154	142
	21	15	47	44	85	99	75	40
	16		102	57	58		138	25
	8		97	229	30		132	155
			90	72			126	42
Miscellaneous		41	93	54		34	70	33
		46	37	128		48	39	67
				123				37
Average	24	32	71	99	41	44	92	70

短寿命核種について黒灰化物をガンマスペクトロメータで測定し，10～12月の葉菜に0.1～5 mμc/kgの ^{95}Zr，^{103}Ru がみられ，1，2，3月にて1～10 mμc/kgの ^{95}Zr，0.1～2 mμc/kgの ^{103}Ru が検出されている。

豆類はわが国の食生活においてかなりの量利用されており，かつCa含量の多いものであるから，豆製品からのCaせっ取は全Caせっ取の20～25%にのぼるものである。また，植物であることからSr/Ca比は動物性食品に比して高く，したがって安定元素Srのせっ取源としては他の生野菜全体に匹敵するほどである。このことは将来，地上蓄積 ^{90}Sr が増大するにつれて，フォールアウト降下率の影響より蓄積量が大きく支配するようになり，安定Srの含量の高いものほど ^{90}Sr の含有量が高くなることは明らかであるから，豆製品は ^{90}Sr せっ取源として次第に増大するはずである。これらのことから，従来研究の盲点となっていた大豆製品について ^{90}Sr，^{137}Cs の分析定量を行なったが，未だ少数の結果しか得ていない。

第2表　大豆およびその製品の ^{90}Sr，^{137}Cs

種類	採取条件	産地	μμc ^{90}Sr/Ca	μμc ^{90}Sr/kg	μμc ^{137}Cs/kg
みそ	1962-Feb. 市販	石川	37	33	54
	〃	佐渡	42	35	54
	〃	名古屋	55	76	75
	〃	長野	22	30	43
	〃	仙台	16	45	34
なっとう	〃	埼玉	61	53	44
	〃	東京	30	25	24
	〃	千葉	40	47	49
豆腐	〃	埼玉	6.7	7.2	3.6
	〃	東京	9.4	12	5.6
	〃	千葉	6.3	7.0	4.6
大豆	1961 秋産	千葉	18	51	60
	〃	岐阜	56	117	46
	〃	鳥取	37	73	247
	1960 秋産	千葉	17	46	77

結果は第2表に示すようで，大豆は1961年秋の産物，他の製品は1962年2月市販のものであるから，原料大豆としては1961年またはその前のものといえよう。各産物についての ^{90}Sr 濃度は ^{90}Sr μμc/g Ca で比較するのが合理的であるが，みそ，なっとうは1961年産大豆の ^{90}Sr 濃度と大体よく合っていて，30～50 μμc/g Ca 程度で，ソビエト核実験再開前の他の野菜類と大差ないのに対し，豆腐がおよそその1/5程度に過ぎないのが特徴的である。

したがって他の豆腐の製品すなわち，あぶらあげ，がんもどきの類も同様他の大豆製品より ^{90}Sr 濃度は少ないであろう。この原因としてはいろいろ考えられるが，豆腐の製造工程において凝固剤としてCa塩を添加することがμμc/g Ca濃度を低下させることは十分考えられることである。そのほかに，豆腐のSr/Ca比が他の大豆製品に比してずっと低い値を得ており，このことも関係するものではないかと目下研究中である。そのほか，大豆製品には米国からの輸入大豆を使用するので，この影響についても考慮せねばならないが，米国産大豆の ^{90}Sr 調査によれば相当大きな幅のある値が示されている。

〔研究発表〕

市川龍資，江藤正子；Increase of strontium-90 and cesium-137 in Japanese leafy vegetables due to the Russian nuclear test, 1961, *Nature*, **197**, 509～510 (1963. 2)

9. Food chain における放射性物質の動向に関する研究—3.（哺乳類）

(1) 食性の相違と Sr-Ca 差別率との関係について

環境衛生第3研究室
市川龍資
榎本好和

人体への放射性 Sr の蓄積は，特に食物からの長期にわたるせっ取による場合，人体における Sr と Ca の差別率に大きく関係する。Ca は人体に生理的に必要な元素で，Sr は微量ではあるが常にこれに伴なって行動する。そして，動物体における Sr と Ca の差別率は，食物中 $^{90}Sr/Ca$ 比から，体内に蓄積されるときの骨中 $^{90}Sr/Ca$ 比を大体推算することができる程度には安定したものであることがわかっている。しかし，この差別率にある程度影響を与える種々の因子については，広い地域での食性の相違する集団で低レベル ^{90}Sr の長期にわたるせっ取の影響を評価するために研究が必要である。これまでにも種々の食物中成分の影響について調べられており，食物と骨とのあいだの Sr と Ca の差別比（$OR_{bone-diet}$）はミルク食のネズミで，非ミルク食のネズミより高い値を示すことが確められている。また食物中 Ca，燐のレベルも成鼠の $OR_{骨-食物}$ にある程度影響があり，リジン，アルギニンのようなアミノ酸やラクトースは Ca や Sr の消化管内吸収を増加させ，その差別率にも少しく影響すると報告されている。ここではアジア地域における多量の米のせっ取を考え，米，牛乳および普通飼料によって飼育したネズミにおける Sr-Ca 差別率を比較研究した。

実験方法としては，年令120日のウィスター系白ネズミを6群に分け，各群を後述の飼料で2週間飼育したのち，^{89}Sr，^{45}Ca で二重標識した飼料を1週間投与した。大腿骨，尿，糞をメタボリズム・ケージで採取し，^{89}Sr，^{45}Ca 濃度を測定した。用いた6種類の飼料は，米，牛乳，普通飼料，および米，牛乳食に Ca を添加したものである。その内容を第1表に示す。

測定値により，食物と骨とのあいだの Sr-Ca 差別比（$OR_{absorptive}$），消化管における Sr-Ca 差別率（$DF_{bone-diet}$），両核種の排せつ率その他の情報を算出した。これらの結果をまとめたものが第2表で，普通飼料における $OR_{bone-diet}$（大腿骨中 $^{89}Sr/^{45}Ca$ の飼料中 $^{89}Sr/^{45}Ca$ に対する比で得られる）は 0.27±0.02 で，従来多くの研

第1表　各飼料の内容と組成

Group diet type	Daily amount (g)	Daily Ca intake (mg)	Ca/P
1. Commercial diet	20	21.3	1.45
2. Milk diet			
powdered whole milk	10	9.6	1.21
dried yeast	0.4		
raw cellulose	0.4		
3. Milk diet (Ca supplemented)			
same above + $CaCl_2$		21.3	1.5
4. Rice diet			
milled rice powder	15	0.7	0.08
dried yeast	0.4		
raw cellulose	0.4		
5. Rice diet (Ca supplemented I)			
same above + $CaCl_2$		9.6	0.11
6. Rice diet (Ca supplemented II)			
same above		21.3	0.3

第2表　各群における Sr-Ca 差別率

	1 Commercial diet	2 Milk diet	3 Milk diet Ca supplemented	4 Rice diet	5 Rice diet Ca supplemented I	6 Rice diet Ca supplemented II
No. of rats	4	4	4	4	3	4
$OR_{bone-diet}$	0.27±0.02	0.45±0.03	0.41±0.04	0.51±0.02	0.50±0.02	0.46±0.02
$OR_{urine-diet}$	1.08±0.02	1.48±0.18	1.27±0.13	2.01±0.12	3.43±1.99	1.19±0.09
$OR_{feces-diet}$	1.37±0.18	2.25±0.15	2.36±0.20	4.66±0.21	3.61±1.19	1.28±0.06
$DF_{absorptive}$	0.31	0.51	0.44	0.57	0.57	0.61
% excretion						
^{45}Ca in urine	1.9±0.7	3.0±0.4	4.1±0.5	3.0±0.4	2.0±0.9	5.0±0.2
^{89}Sr in urine	2.0±0.7	4.3±0.9	5.2±0.7	5.8±0.5	4.3±1.5	6.9±0.2
^{45}Ca in feces	64.8±1.6	28.7±0.3	29.3±3.3	10.4±0.7	14.2±0.7	62.2±7.6
^{89}Sr in feces	89.0±2.5	63.6±3.2	69.1±4.8	48.5±4.3	51.3±3.5	77.0±7.8

究者によって得られた値にほぼ等しい。一方，米，牛乳食群では 0.41～0.51 となって普通餌料群より顕著に高い OR 値を示した。ミルク食での値は Comar *et al.* (1958) の報告しているミルク食での値とほとんど変らない。米食群の値はミルク食群のそれよりわずかに高めであるが，有意の差とは認め難い。米食では Ca 含量が低いので，その影響を排除するために，ミルク食および普通餌料と同じ程度まで Ca 添加を行なった群では OR 値はわずかに低下したが，大きな変化は認められていない。また Ca/P 比の影響も，この比がミルク食と普通食とでほぼ同程度であることから除外することができよう。消化管における吸収時の Sr-Ca 差別率($DF_{absorptive}$)も OR と同様の群間の関係にあったから，OR 値の相違の主原因はこの消化管吸収時の差別率の相違によっていると考えてよい。糞中の ^{45}Ca，^{89}Sr 量は普通食群に最も高く，^{45}Ca が投与量の 65%，^{89}Sr が 89% にのぼり，ミルク食では ^{45}Ca 30%，^{89}Sr 64～69% となり，1例を除けば最低は米食群であった。このことから，消化管において，Ca，Sr の利用率が米食で高く，普通餌料で低く，ミルク食はその中間とみられる。尿中のこれら核種濃度もやはり，普通餌料群が他より低く，体内への吸収の少ないことを示している。

従来調べられているように，この実験でも体全体の Sr と Ca 差別には消化管吸収時の Sr-Ca 差別率が主要因になっており，米，ミルクは高い $DF_{absorptive}$ を示す食品であることがわかる。人体のデータにて，食物と人骨の安定 Sr 元素の定量値から求めた $OR_{bone\text{-}diet}$ の値として 0.25（カナダ，英国），0.18（米），0.16（日本）などの値があるが，日本での低い OR 値が多量に食する米によるものでないことがわかる。

〔研究発表〕

1. 市川龍資，榎本好和；食性による Sr, Ca 代謝の相違に関する研究，日本放射線影響学会講演（1962年11月）
2. 市川龍資，榎本好和；Strontium-calcium discrimination in rats feeding on rice, milk, and commercial diets, *Health Physics*, 9, 717-720 (1963. 7)

(2) 人体での ^{85}Sr，^{132}Cs 投与例における尿中排出率について

環境衛生第3研究室

市川龍資

高田直子

長半減期核種として人体への吸収，蓄積の効率も高く，したがって内部被曝線量への寄与に大きく関係する ^{90}Sr，^{137}Cs の人体内代謝については，従来多くの努力がなされ，いくつかの知見が得られているが，これらは主として短半減期の核種 ^{85}Sr，^{132}Cs を用いたもので，人体例における被曝量を最小に止める利点がある。われわれは 1962 年以来主として腫瘍の診断の目的で ^{85}Sr（65日），^{132}Cs（6.55日）投与の患者の血清中濃度および尿中への排出率を測定している。測定例は第3表にあげたとおりである。

第 3 表

核種	患者	年令	体重 (kg)	病名
^{85}Sr (静注)	K. S.	10	25	大腿骨肉腫
	Y. Y.	13	41	癌全身転移
	T. N.	13	40	ひざ関節腫瘍
	H. Y.	21	50	肩胛骨腫瘍
	M. K.	27	52	Albright's syndrome
	O. G.	32	60	骨癌
	F. Y.	42	55	肺癌
	A. K.	56	46	食道癌
^{132}Cs (経口)	I. M.	49	38	乳癌後の骨盤転移
	T. J.	59	51	肝腫瘍
	M. Y.	62	41	子宮癌
	S. Z.	61	42	舌癌
	S. T.	67	45	慢性甲状腺腫

尿中排出量測定データは未だとりまとめに至っていないが，放射性 Sr の排出は腫瘍の影響，年令の高低の影響があるように考えられ，放射性 Cs の排出は例数は少ないが，大体よくそろっていて，投与後1日で 10% ほどが尿中に出，1週間で 20～30% が排出される。なお今後も同様の ^{85}Sr，^{132}Cs 投与例につき測定を行なったのち考察されることになる。本研究の実施にあたっては本研究所臨床研究部永井輝夫臨床第3研究室長の協力を得た。

10. フォールアウト試料の γ 線スペクトロメトリー

環境衛生第4研究室

山下幹雄

渡辺博信*

*環境衛生研究部長

(1) 緒　言

近年，放射性降下物を含む環境試料の迅速測定のために，γ 線スペクトロメトリーによる方法が広く用いられ

ているが，特に初期のフォールアウト試料のような極めて複雑な γ 線スペクトルを示す場合，核種の定量的測定は，実際問題として，いくつかの困難な問題に直面する。その一つは，スペクトル解析によって得られたフォトピーク面積の定量化の問題である。あるγ線エネルギーに対応するフォトピーク面積は，同一の γ 線エネルギーの，かつ測定試料と同一の幾何学的条件を有する標準試料のそれとを比較することによって定量することができるが，フォールアウト試料のように，種々のエネルギーの γ 線が存在する場合，それぞれについて標準試料を作成することは非常に困難である。また同一の幾何学的条件下で，NaI (Tl) クリスタルに対する γ 線の効率を計算により求め，フォトピーク面積を定量化することも可能であるが，フォールアウト試料のように，測定試料が必ずしも一定の形に作成されないような場合，この方法を適用することは極めて困難になる。

このような見地から，本報告は，実験的にフォトピーク効率の γ 線エネルギーに対する相対的変化を決定して，ある任意の γ 線エネルギーの標準試料だけを作成することによって，他のエネルギーのフォトピーク面積の定量化をする方法について記述する。また円筒形の試料のような場合，自己吸収の効果が問題となるが，その補正についても，実験的検討とともに簡単に記述する。

(2) γ 線スペクトルの定量化

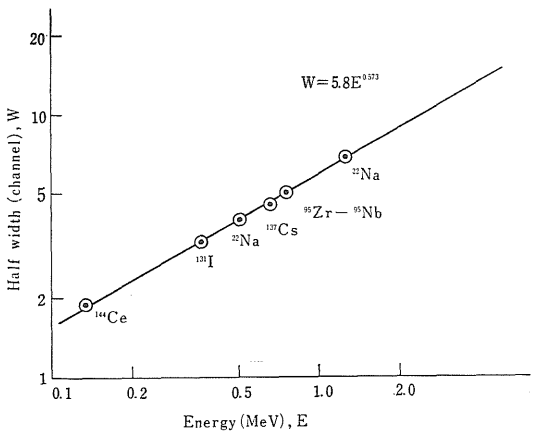
一般に，フォトピークはガウス分布に近い形をしており，誤差関数によってよく近似される。この場合，フォトピーク面積，A は次のように表わされる。

$$A=C\cdot H\cdot W \quad \cdots\cdots(1)$$

ここに，W はピークの半値巾であり，H はピークの高さである。C は定数であるが，理論的には 1.07 である。複雑な γ 線スペクトルの場合，H を正確に推定することは困難であるが，特に微量放射能の場合，および Stripping 法によるスペクトル解析が困難な場合には，統計的方法を適用して，ある程度推定することができる（放医研年報，昭和35年度，129頁)。半値巾 W は γ 線のエネルギーとともに増大するが，近似的に，

$$W=KE^{\alpha} \quad \cdots\cdots(2)$$

で表わされ得る。ここに K, α は定数で，E は γ 線のエネルギーである。第1図に半値巾のγ線エネルギーに対する変化の1例を示す。今，測定試料と同一の幾何学的条件をもつ，γ線エネルギー E_s の標準試料の崩壊率 D_s，フォトピーク面積 A_s，γ 線 abundance η_s，フォトピーク効率 ε_s とすれば，測定試料中の γ 線エネルギー E_i のフォトピークの崩壊率 D_i は，次式で表わされる。



第1図　フォトピークの半値巾

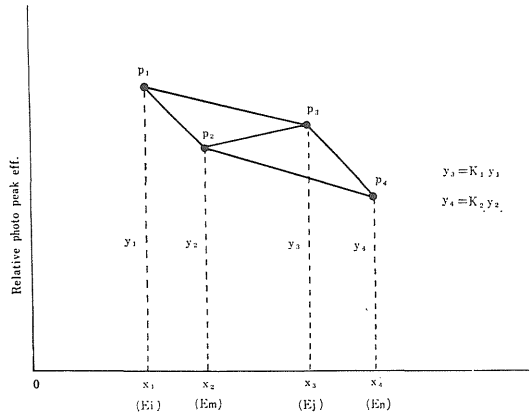
$$D_i=D_s-\frac{A_i\cdot\varepsilon_s\cdot\eta_s}{A_s\cdot\varepsilon_i\cdot\eta_i} \quad \cdots\cdots(3)$$

(3) 相対的フォトピーク効率の推定

フォトピーク効率の比 $\varepsilon_s/\varepsilon_i$ が与えられれば，崩壊率 D_i は (3) 式より求まる。一般に，γ 線エネルギーに対するフォトピーク効率（フォトピーク面積の相対的大きさ）は，γ 線エネルギーが増すとともに漸減する。このエネルギー依存性は，同時に2本以上の γ 線を放出し，かつ γ 線 abundance のよく知られた単一のアイソトープをいくつか使用することにより推定することができる。すなわち，エネルギー E_i，E_j の γ 線を放出する単一のアイソトープのスペクトルから，E_i および E_j におけるピーク効率の比 k_1 を推定することができる。同様に，E_m，E_n の γ 線を放出するアイソトープより，そのピーク効率の比 k_2 が推定される。これらのそれぞれ独立した比の値は，γ 線エネルギーに対するフォトピーク効率の変化が単調関数率で表わし得ると仮定すれば，次のようにして近似的に，相互に関連づけることができる。

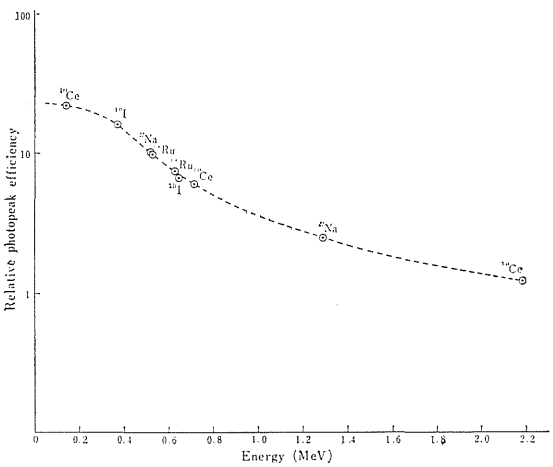
第2図（次頁）において，y_1, y_3 はエネルギー E_i および E_j における相対的ピーク効率であるが，これらの値に規格化した E_m, E_n におけるピーク効率 y_2, y_4 は $\Delta P_1P_2P_3$ と $\Delta P_2P_3P_4$ の面積の積を最小にすることにより推定することができる。すなわち

$$\left.\begin{aligned} y_2&=-\frac{\{a_3a_5y_3+(a_2y_1+a_1y_3)(a_3+k_2a_2)\}}{2a_4(a_3+k_2a_2)}\\ y_4&=k_2y_2 \end{aligned}\right\} \quad \cdots(4)$$



第 2 図

ただし，$a_1=x_2-x_1$，$a_2=x_3-x_2$，$a_3=x_4-x_3$，
$a_4=x_1-x_3$，$a_5=x_2-x_4$



第 3 図　フォトピーク効率の γ 線エネルギーに対する変化

同様な操作を，いくつかの適当なアイソトープについておこなうことにより，エネルギーに対する相対的ピーク効率のグラフを作成することができる。第 3 図にこのようにして推定したピーク効率の 1 例を示す。NaI (Tl), $1\frac{3}{4}''\times2''$, 128 チャンネル波高分析器を用いて，点線源について得られたものである。使用したアイソトープの γ 線エネルギーおよび γ 線 abundance の値は第 1 表に示すとおりである。得られた結果は，^{137}Cs および ^{144}Ce の標準点線源を用いて確かめられたが，±5% の範囲で一致した。

第 1 表　各核種の γ 線エネルギーおよび γ 線 abundance

核　種	γ 線 エ ネ ル ギ ー
^{22}Na	0.51 MeV (～200%)
(2.6 y)	1.28 MeV (～100%)
^{106}Ru	0.52 MeV (21%)
(1 y)	0.62 MeV (10%)
^{131}I	0.364 MeV (80%)
(8.1 d)	0.637 MeV (9%)
^{144}Ce	0.134 MeV (17.2%)
(285 d)	0.694 MeV (1.6%)
	2.18 MeV (0.8%)

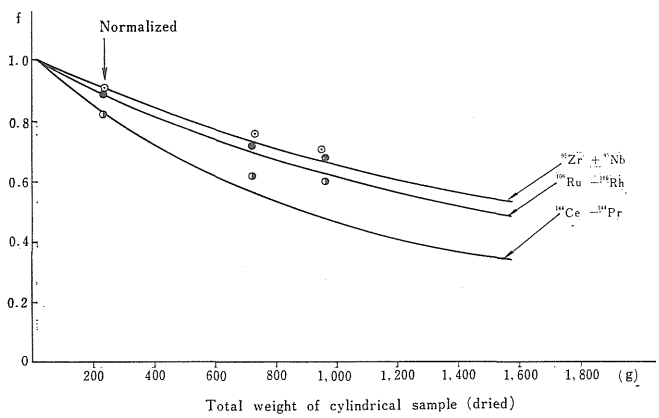
(4) 自己吸収に対する補正

円筒形の試料等を測定する場合，試料の自己吸収を考慮しなければならない。厳密に自己吸収に対する補正を行なうことは難しい問題であるが，試料からの等方線束を仮定すると，自己吸収係数 f は次式で示される。

$$f=\frac{1}{h\cdot\mu_l}(1-e^{-\mu_l h}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

ここに，h は円筒形試料の厚さであり，μ_l は試料中における γ 線の線吸収係数である。

第 4 図は ^{144}Ce (0.134 MeV)，^{106}Ru－^{106}Rh (0.51 MeV)，^{95}Zr－^{95}Nb (0.75 MeV) を，密度の異なる土壌に混入して，実験的に各フォトピーク高さの減少の割合を求めたものである。ただし，検出器は $1\frac{3}{4}''\times2''$，試料容器 10 cmϕ×10 cm で，試料は検出器に接触している通常の土壌試料の場合（上記試料容器中の重量は 500～1,000 g），^{95}Zr－^{95}Nb，^{106}Ru－^{106}Rh については，(5)



第 4 図　自己吸収係数（実線は計算値）

式を使って得られる計算値に近い変化を示すが，^{144}Ce の場合には計算値よりかなり異なっている。このことは，γ 線のエネルギーが低い場合，(5) 式を使うことはかなり高目の補正になることを示す。自己吸収によって生ずるフォトピークの形の歪を無視すると，自己吸収に対する補正として，(3) 式においてピーク面積 A は $A'=\frac{A}{f}$ で置き換えられる。

(5) 検　討

上述のごとく，2本以上の γ 線を放出するアイソトープの γ 線スペクトルから，各エネルギーに対する相対的ピーク効率を推定する場合，その精度はスペクトル解析の精度に大きく依存するので，なるべく簡単な崩壊図をもつアイソトープを使用するのが望ましい。本実験においては，ピーク面積の算出は，スペクトルの統計的解析により，ピーク高さを推定しておこなったものである。第3図に示される相対的ピーク効率は，すべて点線源を用いて得られたものであるが，線源の幾何学的位置による変化については，未だ十分の資料が得られていない。しかしながら，通常の測定条件下では，大きな変化はないと考えられる。この問題についての詳細な検討は，円筒形試料の自己吸収補正に関する検討とともに今後に残されている。

終りに，種々有益な助言をいただいた物理研究部飯沼武氏に感謝する。

〔研究発表〕

日本原子力学会誌，5，11 (1963)（投稿中）

11．地表に蓄積した中半減期 γ 線放出核種の測定

環境衛生第4研究室

渡辺博信*
佐伯誠道
山下幹雄
小柳　卓
堀内朗子
近藤喜久子

*環境衛生研究部長

(1) 緒　言

1961 年9月より再開された核爆発実験により，その放射性降下物による環境汚染が問題となった。わが国においては，中半減期核種に関する分析資料が乏しく，これらに関する一層の研究が要望されてきた。これらの中半減期核種は比較的短期間であるが，外部被曝線量に大きく寄与するものである。ことに，これらの代表的核種である ^{95}Zr (65 d)—^{95}Nb (35 d) による外部線量は無限積分値においても，^{137}Cs (30 y) のそれに匹敵すると考えられている。本研究は，上述のような観点から，昨今の放射性降下物に関して，わが国における中半減期 γ 線放出核種の蓄積の現状を調べ，さらにそれらによる外部線量の程度を推定して，放射性降下物による影響の評価に資することを目的としている。

(2) 土壌試料の採取

国内の各地における蓄積の分布模様を調べるため，昭和37年7月～9月の期間に，札幌，仙台，千葉，新潟，大阪，門司，長崎のそれぞれ1ないし2地点より，土壌試料を採取し，さらに昭和37年12月に新潟，大阪のそれぞれ1地点において試料を採取した。土壌試料の採取は，予備的考察から，放射降下物は地表近くに大部分沈積していると思われるので，薄層に分けておこなった。採取場所，採取量等は次のような基準によっている。

(a) 採取場所の選定

比較的広い，その附近を代表する平坦地で，過去数年来，地表の状態が乱されていない場所で，かつ砂塵の発生，降雨水の流出入の少ない場所。

(b) 採取量

雨水による降下物の流亡および砂塵発生による飛散の影響を考慮して，採取場所（地区）において裸地および草地の2地点を選定する。上記の2地点のそれぞれについて1～2 m 間隔の2点をとり，それぞれ $30\times30\ cm^2$ の面積について深さ0～1 cm，1～2 cm，2～10 cm の3層に分けて採取し，各層ごとに混合平均化する。ただし，2～10 cm 層については $30\times30\ cm^2$ の1点だけとする。

(c) 採取方法

地表上に規定面積を区画し，その外側を堀り除いて規定面積の土柱を作り，各層ごとに採取する。

上述のような方法で薄層の土壌を採取する場合，層の厚さは必ずしも正確ではないが，降下物の全蓄積量を問題とする場合，大きな影響はもたらさない。採取場所，採取年月日等は第1表（次頁）に示すとおりである。

(3) 測定試料の作成

採取土壌は乾燥器を用いて乾燥させたのち粉砕し，フルイにより砂礫，植物片および土壌に分離する。植物片は電気炉を用いて灰化後，土壌と混合してその重量を秤る。その一部分を，10 cmϕ × 10 cm の円筒形のポリエチレン製試料容器につめて測定する。

第1表　土壌試料採取場所

試料略称	採取年月日	採取場所	記事
札幌1	1962. 7. 22	札幌市北大農場内	道路（裸地）路端（草地）より採取　草地の表面は根が多い　壌土
札幌2	〃 7. 23	札幌市北大触研構内	建物から10m離れた芝地　黒色の壌土
仙台	〃 7. 25	仙台市東北大農学部構内	建物のあいだ　10m以上離れた所　石多し　壌土
新潟1	〃 8. 15	新潟市内信濃川堤防脇	砂地
新潟2	〃 8. 15	新潟市旭町通一番町 新潟大医学部	グランド脇　砂質壌土
千葉	〃 9. 13	千葉市黒砂町放医研構内	雑草地　壌土
門司	〃 8. 14	門司市内民家庭内	農地　少々砂質の黒土
長崎1	〃 8. 21	長崎市本原町2丁目 アパート庭内	原爆直接被爆地　ほとんど裸地　所々草地　赤色壌土
長崎2	〃 8. 21	長崎市昭和町 水源地附近	原爆間接被爆地(山かげ) ほとんど裸地　所々草地　壌土
大阪	〃 8. 23	大阪府堺市新家町 大阪府立放射線中央研究所構内	広い空地　地表は局部的に滑らかでない
新潟2	〃 12. 12	上に同じ	草地
大阪	〃 12. 12	上に同じ	牧草地（所々裸地）

(4) 測　定

測定は次の装置を用いたγ線スペクトロメトリーによっておこなった。

$1\frac{3}{4}''\times 2''$ NaI (Tl) 検出器

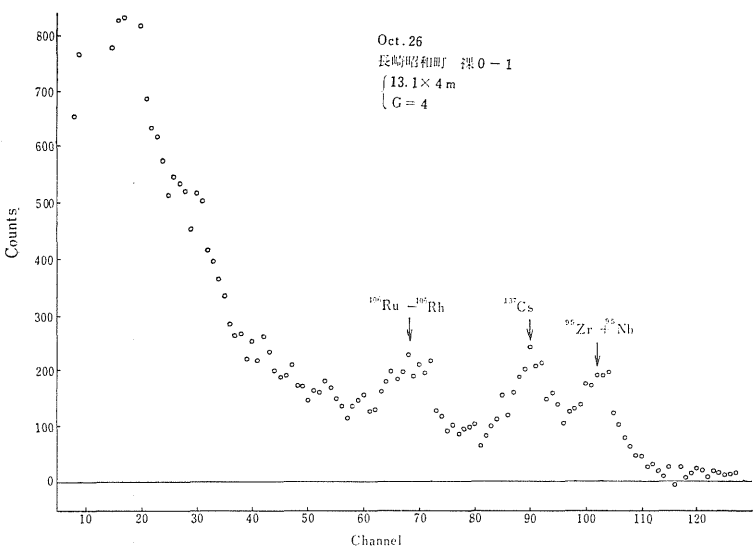
RCL 製　128チャンネル波高分析器

5 cm 厚の鉛シールド

γ線スペクトルの定量的解析は，最小二乗法を用いた曲線解析による統計的手段を用いて行なわれた。この方法による誤差の程度は，実験的に推定することができるが，本測定の場合，±20% 以内であろうと推定された。ピーク波高値の定量化は，存在するすべての核種について崩壊率既知の標準試料を作成することができないため，NaI (Tl) クリスタルの各エネルギーピークに対する相対的効率を実験的に定め，作成された ^{137}Cs 標準試料または ^{144}Ce 標準試料と比較することにより行なった（別報参照）。試料から得られるγ線スペクトルは自然放射性核種によるものを除けば，0.14 MeV，0.5 MeV，0.75 MeV 近傍における三つのフォトピークで代表されるが，これらは雨水試料の分析結果（別報参照），ピーク波高値の減衰等から，それぞれ {^{141}Ce (33 d), ^{144}Ce (285 d)}, {^{103}Ru (40 d), ^{106}Ru—^{106}Rh (1 y)}, {^{95}Zr (65 d), ^{95}Nb (35 d)} に対応していると考えられた。各混合ピークの成分比の推定は難しい問題であるが，ピーク波高の減衰曲線から推定された。試料によっては，第1図に示すように明らかな ^{137}Cs のピークを示すものがある。

(5) 測定結果

土壌試料の測定結果は第2表～第4表，第2図～第4図（186～189頁）に示すとおりである。測定値は試料採取日に換算されている。第3層（2～10 cm）の試料に↗



第1図　土壌試料のγ線スペクトル

第2表　0～1 cm 層の蓄積量　　0～1 cm　30 × 60 cm²

採集地		採集日	全重量 (g)	試料重量 (g)	全重量/試料重量	試料中 (mμc)			1 m² 当り (mμc)		
						$^{95}Zr+^{95}Nb$	$^{106}Ru-^{106}Rh$	$^{144}Ce-^{144}Pr$	$^{95}Zr+^{95}Nb$	$^{106}Ru-^{106}Rh$	$^{144}Ce-^{144}Pr$
北大農場	草地	S. 37. 7. 22	310	310	1.0	7.91	1.10	4.93	43.9	6.1	27.4
	裸地		1730	710	2.437	5.13	2.29	3.67	69.5	31.0	49.7
北大触研	草地	37. 7. 23	890	570	1.5614	32.90	6.23	21.0	284.8	53.9	181.8
	裸地		—	—	—	—	—	—	—	—	—
仙台	草地	37. 7. 25	680	540	1.2592	18.30	3.83	10.80	128.0	26.9	75.5
	裸地		1520	620	2.452	13.50	2.85	7.36	183.6	38.8	100.1
新潟 No. 1	草地	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	裸地	37. 8. 15	1570	870	1.8046	20.40	3.88	13.10	203.8	38.8	130.9
新潟 No. 2	草地	37. 8. 15	1140	970	1.175	20.0	4.14	18.95	131.0	27.1	124.1
	裸地		1770	1090	1.624	12.50	4.84	10.35	112.3	43.5	93.1
放医研	草地	37. 9. 13	1520	710	2.141	8.44	2.05	4.45	100.2	24.3	52.9
	裸地		2220	740	3.00	6.13	2.43	4.78	102.1	40.5	79.6
大阪放中研	草地	37. 8. 13	2650	870	3.046	9.15	2.25	7.33	154.9	38.1	124.1
	裸地		2470	760	3.25	5.80	1.84	3.63	104.6	33.2	65.5
門司	草地	37. 8. 14	715	715	1.0	10.34	3.64	5.25	57.4	20.2	29.1
	裸地		1130	790	1.43	10.04	2.56	4.84	79.7	20.3	38.4
長崎昭和町	草地	37. 8. 21	870	660	1.318	8.41	1.46	5.80	61.6	10.7	42.5
	裸地		1250	730	1.712	8.85	3.03	4.03	84.0	28.8	38.2
長崎本原町	草地	37. 8. 21	1360	860	1.581	6.09	2.33	3.47	53.4	20.4	30.4
	裸地		1700	880	1.932	14.93	3.64	7.80	159.9	39.0	83.5

第3表　1～2 cm 層の蓄積量　　1～2 cm　30 × 60 cm²

採集地		採集日	全重量 (g)	試料重量 (g)	全重量/試料重量	試料中 (mμc)			1 m² 当り (mμc)		
						$^{95}Zr+^{95}Nb$	$^{106}Ru-^{106}Rh$	$^{144}Ce-^{144}Pr$	$^{95}Zr+^{95}Nb$	$^{106}Ru-^{106}Rh$	$^{144}Ce-^{144}Pr$
北大農場	草地	S. 37. 7. 22	440	440	1.0	—	—	—	—	—	—
	裸地		1300	610	2.13	<1.27	<0.48	<0.54	<15.0	< 2.5	< 6.4
北大触研	草地	37. 7. 23	1190	570	2.088	5.64	1.84	3.67	65.4	21.3	42.6
	裸地	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
仙台	草地	37. 7. 25	1000	680	1.47	5.13	0.98	3.20	41.9	8.0	26.1
	裸地		1710	630	2.71	<1.76	<0.67	<0.80	<26.5	<10.1	<12.0
新潟 No. 1	草地	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	裸地	37. 8. 15	1550	860	1.80	7.87	1.73	4.83	78.6	17.3	48.3
新潟 No. 2	草地	37. 8. 15	1970	1000	1.97	23.8	3.67	15.62	260.2	40.1	170.8
	裸地		2400	1100	2.18	4.07	<0.34	1.21	49.2	< 4.1	14.6
放医研	草地	37. 9. 13	2090	760	2.75	<0.48	<0.27	<0.57	< 7.3	< 4.1	< 8.7
	裸地		1630	660	2.47	<0.44	<0.26	<0.52	< 6.0	< 3.6	< 7.1

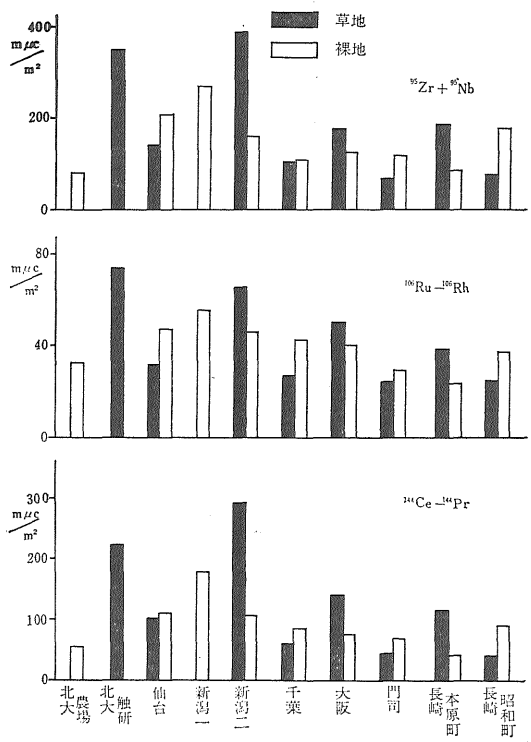
大阪放中研	草地	37. 8. 13	3080	950	3.24	<1.64	<0.73	<0.97	<29.5	<13.1	<17.4
	裸地		1820	690	2.64	<1.49	<0.66	<0.80	<21.8	< 9.7	<11.7
門司	草地	37. 8. 14	1290	980	1.316	2.84	0.75	2.32	20.8	5.5	17.0
	裸地		810	780	1.038	7.15	1.56	5.40	41.3	9.0	31.2
長崎昭和町	草地	37. 8. 21	1860	880	2.114	11.1	2.4	6.39	130.0	28.1	74.8
	裸地		1190	780	1.526	<1.32	<0.22	<0.62	<11.2	< 1.9	< 5.3
長崎本原町	草地	37. 8. 21	840	670	1.254	4.64	0.82	1.79	32.2	5.7	12.4
	裸地		1720	790	2.18	<1.52	<0.48	<0.87	<18.4	< 5.8	<10.5

第4表　12月採取試料の分析値

（放射能強度は試料採取日における値）

試料名	採取日	全重量（g）	試料重量（g）	全重量/試料重量	試料中 (mμc)			1 m² 当り (mμc)		
					$^{95}Zr+^{95}Nb$	^{106}Ru	^{144}Ce	$^{95}Zr+^{95}Nb$	^{106}Ru	^{144}Ce
新潟 0～1 cm	1962. 12. 12	2780	960	2.90	41.9	8.0*	10.8	675	129*	174
新潟 1～2	〃	2220	980	2.31	1.42	0.93*	0.38**	18	12*	0.38**
新潟 2～3	〃	2510	980	2.56	—	—	—	—	—	—
大阪 0～1	〃	1690	860	1.97	17.5	2.9*	1.98**	192	32*	22**
大阪 1～2	〃	1780	1000	1.78	0.8	—	—	8	—	—

（註）* 印および ** 印の数字は，それぞれ，^{103}Ru と ^{106}Ru の混合比，^{141}Ce と ^{144}Ce の混合比が，推定できないため，ピーク波高値から，γ-abundance 100% として算出したものである



第2図　蓄積量（第1層＋第2層）

↗ついては，十分に検出できなかったため，その結果は記載されていない。このスペクトルの例は第5図（189頁）に示されている。

（6）考　察

前述の測定結果に示されるごとく，放射性降下物のわが国における分布模様は，地域により大きな差異があるが，全般的な傾向としては新潟，北海道地方に高い値を示していることがうかがえる。しかしながら，同一地域における草地および裸地の蓄積量の比較にみられるごとく，蓄積量は局部的にも地表の状態，地形，土質等によって大きな変化のあることが予想される。土中の垂直分布については，第1層と第2層の蓄積量の比からその傾向の一端をうかがうことができる。第4図（189頁）に示されるごとく，ことに草地の場合大きな垂直分布を示↗

第5表　地上1mにおける線量率

$^{95}Zr+^{95}Nb$ （平均）	0.0835	$\frac{m\ rad}{year}\cdot\frac{m^2}{m\mu c}$
$^{106}Ru-^{106}Rh$	0.018	
^{103}Ru	0.055	
^{144}Ce	0.003	
^{141}Ce	0.008	

（IAEA, Selected Topics in Radiation Dosimetry, 1961）

第6表　地上1mにおける線量率

（地表上に一様分布を仮定）

採取地		採取日	蓄積量/m² (第1層＋第2層)			mrad/year			合計
			$^{95}Zr+^{95}Nb$	$^{106}Ru-^{106}Rh$	$^{144}Ce-^{144}Pr$	$^{95}Zr+^{95}Nb$	$^{106}Ru-^{106}Rh$	$^{144}Ce-^{144}Pr$	
北大農場	草地	1962. 7. 22	—	—	—	—	—	—	—
	裸地		84.5	33.5	56.1	7.06	0.60	0.17	(0.89) 7.83
北大触研	草地	〃 7. 23	350.2	75.2	224.4	29.24	1.35	0.67	(3.56) 31.26
	裸地	—	—	—	—	—	—	—	—
仙台	草地	〃 7. 25	142.9	34.9	101.6	11.93	0.63	0.30	(1.47) 12.86
	裸地		210.1	48.9	112.1	17.54	0.88	0.34	(2.14) 18.76
新潟 No. 1	草地	—	—	—	—	—	—	—	—
	裸地	〃 8. 15	282.4	56.1	179.2	23.58	1.01	0.54	(2.86) 25.13
新潟 No. 2	草地	〃 8. 15	391.2	67.2	294.9	32.67	1.21	0.88	(3.96) 34.76
	裸地		161.5	47.6	107.7	13.49	0.86	0.32	(1.67) 14.67
放医研	草地	〃 9. 13	107.5	28.4	61.6	8.98	0.51	0.18	(1.10) 9.67
	裸地		108.1	44.1	86.7	9.02	0.79	0.26	(1.15) 10.07
大阪放中研	草地	〃 8. 13	184.4	51.2	141.5	15.40	0.92	0.42	(1.91) 16.74
	裸地		126.4	42.9	77.2	10.55	0.77	0.23	(1.32) 11.55
門司	草地	〃 8. 14	78.2	25.7	46.1	6.53	0.46	0.14	(0.81) 7.13
	裸地		121.0	29.3	69.6	10.10	0.53	0.21	(1.24) 10.84
長崎昭和町	草地	〃 8. 21	191.6	38.7	117,3	16.00	0.70	0.35	(1.94) 17.05
	裸地		95.2	30.7	43.5	7.95	0.55	0.13	(0.98) 8.63
長崎本原町	草地	〃 8. 21	85.6	26.1	42.8	7.15	0.47	0.13	(0.88) 7.75
	裸地		187.3	44.8	94.0	15.64	0.81	0.28	(1.91) 16.73

（註）　カッコ内の数字は，μrad/hr. に換算したもの

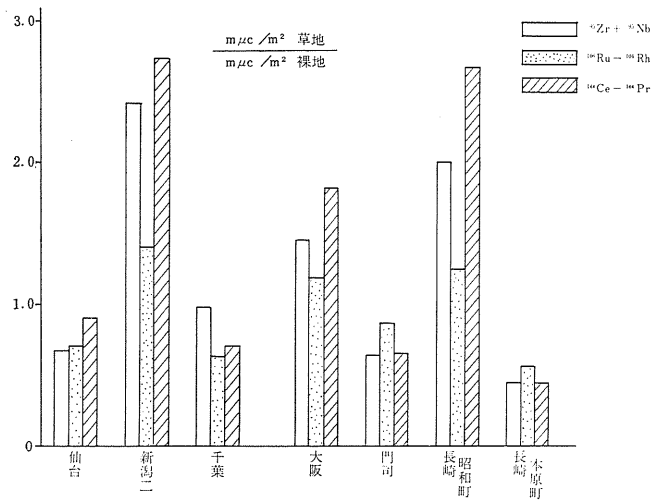
第7表　地上1mにおける線量率

（地表上に一様分布を仮定）

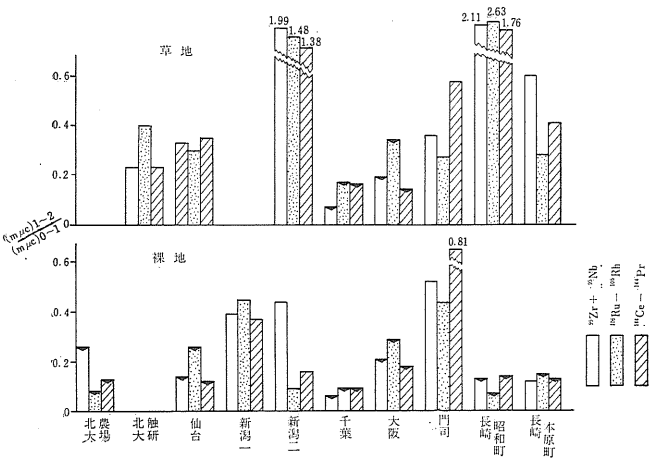
採取地	採取日	蓄積量/m² (第一層＋第二層)			線量率 mrad/year			合計
		$^{95}Zr+^{95}Nb$	^{106}Ru	^{144}Ce	$^{95}Zr+^{95}Nb$	^{106}Ru	^{144}Ce	
新潟	1962. 12. 12	693	141*	174	57.86 (6.59)	—	—	
大阪	〃	200	32*	22**	16.70 (1.90)	—	—	

（註）　^{106}Ru, ^{144}Ce による線量率への寄与は，$^{95}Zr+^{95}Nb$ に比べて僅少である

カッコ内の数字は，μrad/hr. に換算したもの



第3図　草地と裸地における蓄積量の比



第4図　第1層と第2層との蓄積量の比

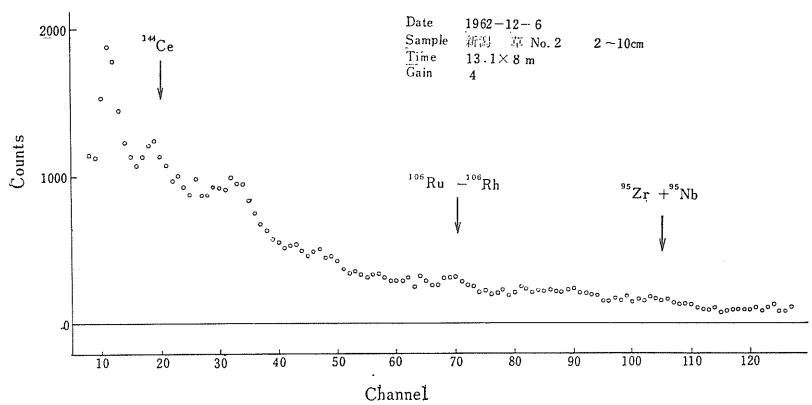
↗すものがあり，このことは今後のサンプリング方法のあり方に示唆を与えるものである。またこれらの結果は，測定における誤差を考慮すると核種による垂直分布の変化には大きな差異は現われていない。第2図に示されるごとく，一般的に蓄積量（第1層＋第2層）は草地において高い傾向にある。また草地においては，蓄積の垂直分布が一般に大きく，全蓄積量は（第1層＋第2層）で与えられるものより幾分多くなることが考慮されねばならず，また草地においては，裸地に比べて降雨水の流出，砂塵の発生が少ないことが予想されるから，全降下量を推定する場合，草地におけるサンプリングがより適切であろうと思われる。蓄積量から，地上1mにおける線量率を算定するには，蓄積分布の一様性，垂直分布の程度，地形，γ線の再生係数等についての知識が必要となるが，非常に難かしい問題である。

地表における一様分布を仮定し，γ線の散乱の影響を無視した場合，地上1mにおける線量率は第5表（187頁）から推定することができる。この表を用いて推定された地上1mにおける線量率は第6表，第7表に示されている。

終りに，本研究は科学技術庁の研究委託費により遂行されたものである。

〔研究発表〕

渡辺博信，佐伯誠道，小柳卓，山下幹雄，堀内朗子，近藤喜久子；土壌中の中半減期ガンマー線放出核種，第4回放射能調査研究成果発表会（1962年11月）



第5図　第3層（2〜10 cm）試料の γ 線スペクトル

12．雨水中の中半減期 γ 線放出核種の測定

環境衛生第4研究室
渡辺博信*
山下幹雄
*環境衛生研究部長

(1) 緒　言

放射性降下物に関する研究のなかで，中半減期核種についての知識は，その定量的測定が比較的厄介であるため，特にわが国においては未だ十分に得られていない。このような見地から，本報告は1961年10月～1962年12月の期間の降雨水について，γ 線スペクトロメトリーによってその中半減期 γ 線放出核種（^{141}Ce，^{144}Ce，^{103}Ru，^{106}Ru，^{95}Zr＋^{95}Nb）を測定し，得られた結果からそれらの物理的性質，降下量等について考察する。

(2) 試料採取

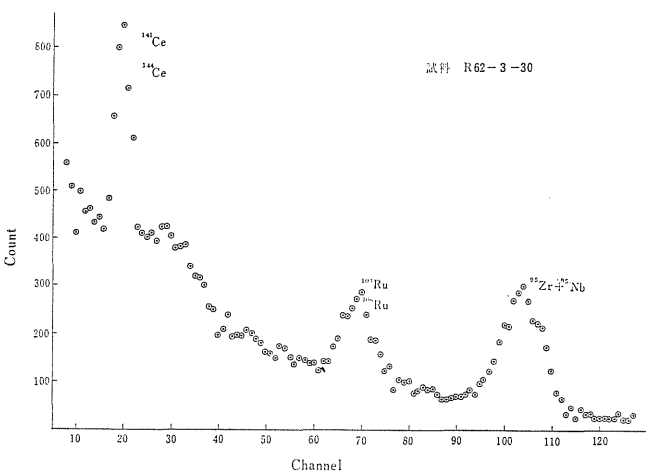
雨水試料は直径56 cm，高さ約60 cmの採水容器を用い，放医研屋上において各降雨ごとに採取した。各試料の1 l（1 l に満たない場合はその全量）を蒸発乾固し，残渣を試料皿に入れてそのまま測定する。

(3) 測定器

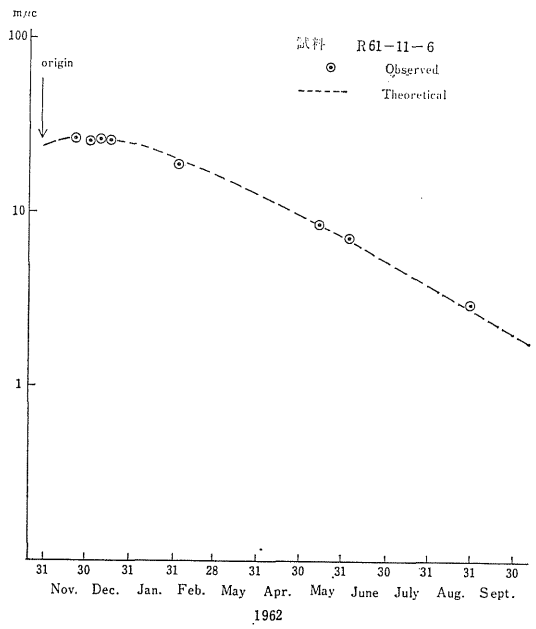
測定は，RCL社製128チャンネル，波高分析器，1$\frac{3}{4}$″×2″ NaI (Tl) により，約5 cm厚の鉄遮蔽の測定台を用いて行なわれた。

(4) 測　定

一般に，分裂生成後1～2週間以内の放射性降下物の γ 線スペクトルは極めて複雑で，その正確な定量的解析は非常に困難であるが，短寿命核種が減衰するにつれて，数カ月以降になると比較的簡単化され，第1図に示れさるごとく，明らかな三つの光電ピーク（0.14 MeV，0.5 MeV，0.75 MeV）で代表されるようになる。この場合，0.14 MeV ピークは ^{141}Ce (33 d)，^{144}Ce (285 d) に対応し，0.5 MeV ピークは ^{103}Ru (40 d)，^{106}Ru-^{106}Rh (1 y) に対応する。0.75 MeV ピークは ^{95}Zr (65 d) およびその娘核種 ^{95}Nb (35 d) によるものであるが，両者は生成後1年以内では崩壊平衡に達しないため，このピークの減衰の割合は，生成後の時間とともに大きく変化する。第2図はこの ^{95}Zr＋^{95}Nb ピークの減衰の模様を示している。したがって，降下物が起源の異なる分裂生成物の混合である場合，そのピークの減衰（半減期）を予測することは生成後1年以内の場合非常に難しくなる。0.14 MeV ピーク，0.5 MeV ピークの場合，短寿命成分，長寿命成分への分解は，これらのピークの減衰の模様を各成分の個有の指数関数の和の形で適合することによりなし得る。



第1図　雨水試料の γ 線スペクトル



第2図　^{95}Zr＋^{95}Nb の減衰

γ 線スペクトルの定量的解析は，統計的方法により，個有の光電ピークの高さを求めることによってなされる。崩壊率への換算は，実験的に求められた NaI (Tl) に対する光電ピーク効率—γ 線エネルギーのグラフおよび ^{137}Cs 標準

線源を使っておこなわれるが，これらについては別報に報告する。計算に使用された各核種の半減期等は第1表に示す。

第 1 表

核　種	γ 線 エ ネ ル ギ ー
^{141}Ce (33 d)	0.142 MeV (70%)
^{144}Ce (285 d)	0.134 MeV (17.2%)
^{103}Ru (40 d)	0.495 MeV (90%)
^{106}Ru (1 y)	0.516 MeV (21%) 0.619 MeV (10%)
^{95}Zr + ^{95}Nb	0.75 MeV (～100%)

(4) 測定結果

1961年9月～1962年12月のあいだの測定結果は第2表に示す。試料記号の例えば R 61-10-9 は，1961年10月9日の降雨水であることを示す。放射能強度は，降雨日に換算して表わされている。( ) 内の値は光電ピークの減衰率を観測して得られたものではなく，爆発90日後において ^{103}Ru/^{106}Ru の比および ^{141}Ce/^{144}Ce の比が，それぞれ0.1および1であると仮定して推定されたものである。これらの比は実測値から推定されたものであるが，Hunter and Ballou (*Nucleonics*, 9 (5), C 2～C 7, 1961) に与えられるものより若干低い値である。^{95}Zr+^{95}Nb に対して減衰の補正をする場合，前述のごとく，放射性降下物の生成後の時間的経過に関する情報が必要になる。R 61-10-9～R 61-11-6 については，GM カウンター測定による全 β 放射能の減衰模様から，$t^{-1.2}$ 法則を適用してその平均的起源（爆発日）を推定した。1961年11月から1962年8月までの降下物については，爆発日は平均的に1961年10月25日であると仮定された。これは，Cambray *et al.* (AERE-R-4094, 1962) によって推定された平均的な爆発日であるが，第3表に示す核爆発実験頻度の資料（気象庁，小池亮治氏の厚意による）からも十分予想されるところである。(174頁へ)

第2表　雨水試料の測定結果

(放射能強度は降雨日に換算)

Sample	Amouunt of precipitation (mm)	^{95}Zr+^{95}Nb (mμc/m²)	^{95}Zr+^{95}Nb (cumulative)	^{106}Ru−^{106}Rh (mμc/m²)	^{103}Ru (mμc/m²)	^{144}Ce (mμc/m²)	^{141}Ce (mμc/m²)	Assumed date of origin
R 61-10- 9	13.12	10.57	10.6	0.30	10.69	3.36	14.4	Oct. 1, 1962
R 61-10-16	4.00	0.96	11.5	0.05	1.77	0.32	1.61	Oct. 10, 1962
R 61-10-21	4.20	2.06	13.6	(0.04)	(1.27)			Oct. 6, 1962
R 61-10-22	5.08	1.68	15.3	(0.07)	(2.24)			Oct. 12, 1962
R 61-10-26	7.44	9.90	25.2	0.18	6.64	1.37	1.53	Oct. 23, 1962
R 61-11- 6	0.46	102.00	127.2	0	0.05	11.10	14.16	Oct. 30, 1962
R 61-11-17	6.76	2.35	135.6	(0.05)	(1.41)			Oct. 25, 1962
R 61-11-22	34.64	6.19	144.2	(0.21)	(5.50)			〃
R 61-12- 1	23.44	9.00	150.6	(0.30)	(6.65)			〃
R 61-12- 4	2.64	1.28	151.9	(0.40)	(0.80)			〃
R 61-12- 6	0.84	2.15	154.0	(0.04)	(0.82)			〃
R 61-12-17	5.04	4.20	152.7	(0.13)	(2.33)			〃
R 62- 1- 1	27.76	8.72	152.7	(0.17)	(2.50)			〃
R 62- 1-10	7.80	6.48	153.1	(0.23)	(2.72)			〃
R 62- 1-19	7.84	8.47	153.6	(0.31)	(2.92)			〃
R 62- 2- 9	1.00	2.74	134.4	(0.15)	(1.12)			〃
R 62- 2-25	9.48	7.10	126.0	(0.38)	(2.24)			〃
R 62- 2-26	1.48	1.86	126.0	(0.07)	(0.41)			〃
R 62- 3- 1	6.04	6.46	128.8	(0.37)	(2.10)			〃
R 62- 3- 7	Bit	0.99	123.9	(0.04)	(0.19)			〃
R 62- 3-15	14.20	14.20	130.2	(0.81)	(3.66)			〃
R 62- 3-21	9.44	8.59	137.2	(0.45)	(1.89)			〃
R62-3-23-1	0.40	8.92	143.6	0.92	1.80	2.0	0.49	〃

R62-3-23-2	4.76	4.13	147.8	(0.20)	(0.82)			Oct. 25, 1961
R 62- 3-24	1.16	1.62	149.4	(0.10)	(0.41)			〃
R 62- 3-26	1.84	1.50	147.9	(0.09)	(0.34)			〃
R 62- 3-30	3.80	6.88	149.6	0.34	1.79	3.08	0.76	〃
R 62- 4- 3	4.56	8.12	151.9	0.81	1.74	1.63	0.44	〃
R 62- 4-10	15.52	5.52	146.8	(0.51)	(1.56)	(0.95)	(0.23)	〃
R 62- 4-13	13.12	12.10	154.2	(0.87)	(2.56)			〃
R 62- 4-18	21.08	12.35	159.7	(0.95)	(2.57)			〃
R 62- 4-26	20.00	20.40	168.9	(1.56)	(3.92)			〃
R 62- 5- 4	0.60	7.12	163.4	0.46	1.82	4.60	0.78	〃
R 62- 5- 5	35.44	5.78	164.7	(0.74)	(1.56)	(5.24)	(0.82)	〃
R 62- 5- 9	12.00	2.99	167.7	(0.20)	(0.41)	(1.66)	(0.23)	〃
R 62- 5-12	10.88	5.55	168.6	(0.55)	(1.04)	(2.50)	(0.33)	〃
R 62- 5-15	42.68	8.07	171.9	(0.77)	(1.41)	(2.99)	(0.38)	〃
R 62- 5-23	50.20	16.60	173.3	(1.71)	(2.76)	(3.91)	(0.40)	〃
R 62- 5-24	0.64	1.92	175.2	0.25	0.40	1.48	0.14	〃
R 62- 5-27	16.40	3.31	172.8	(0.60)	(0.92)	(1.70)	(0.16)	〃
R 62- 5-29	16.60	11.10	181.8	(1.39)	(2.06)	(4.10)	(0.40)	〃
R 62- 6- 3	20.96	8.53	180.4	(1.30)	(1.76)	(6.67)	(0.59)	〃
R 62- 6- 4	10.16	1.66	182.0	(0.21)	(0.28)	(1.29)	(0.11)	〃
R 62- 6- 7	79.32	23.50	199.0	(2.70)	(3.49)	(12.0)	(0.95)	〃
R 62- 6-12	13.09	3.05	191.0	(0.39)	(0.46)	(1.86)	(0.14)	〃
R 62- 6-13	2.60	0.70	189.5	(0.14)	(0.16)	(0.72)	(0.06)	〃
R 62- 6-22	Bit	4.08	177.0	0.55	0.55	3.67	0.21	〃
R 62- 6-25	44.40	2.71	172.0	(0.35)	(0.35)			〃
R 62- 7- 2	19.88	2.37	161.0	(0.76)	(0.58)	(2.88)	(0.14)	〃
R 62- 7- 5	2.32	3.54	162.2	2.00	0.73	3.44	0.16	〃
R 62- 7-15	Bit	10.0	156.0	2.10	1.50	(5.66)	(0.34)	〃
R 62- 7-28	29.60	4.17	142.8					〃
R 62- 8-18	2.44	0.13	116.2					〃
R 62- 8-19	9.24	0.67	115.9					〃
R 62- 8-21	0.84	0.13	113.4					〃
R 62- 8-25	4.68	0.40	108.4					〃
R 62- 8-26	84.48	0.68	109.0					〃
R 62- 9- 2	0.68	1.90	101.9		1.01		2.93	〃
R 62- 9- 6	0.52							〃
R 62- 9-16	4.08	2.70	89.6		0.87		0.76	〃
R 62- 9-18	Not measured							〃
R 62-10- 5	〃							〃
R 62-10-11	17.88	1.54	72.1					〃
R 62-10-14	12.52	7.36	77.3		4.91			〃
R 62-10-16	0.52	2.85	78.4					〃
R 62-10-20	7.52	7.86	84.2		3.38		2.91	〃
R 62-10-22	1.20	6.40	88.8		1.84	0.47	1.96	〃
R 62-10-29	40.32	13.59	98.2		9.96		5.28	〃
R 62-11- 3	41.20	13.18	108.7		8.90		5.07	〃

R 62-11- 8	13.44	5.47	111.7		5.16		5.89	Oct. 25, 1961
R 62-11-10	3.68	2.95	113.8		1.52		1.35	〃
R 62-11-16	32.48	43.80	154.1		11.89		13.45	〃
R 62-11-22	19.28	27.96	179.1	3.95	8.87	2.31	14.65	〃
R 62-11-26	21.52	5.32	182.9		2.52		2.20	〃
R 62-11-28	6.00	8.82	191.2		3.06	0.78	3.00	〃
R 62-12-15	3.20	10.37	195.1		4.32		4.66	〃
R 62-12-30	30.00	45.0	234.1		20.34		19.29	〃

第3表　核爆発実験資料

（ソ　連）

実験日	実験場所	規　模	備　考
1961年			
9月1日	セミパラチンスク	1 MT 以下	大気圏内実験
4日	〃	低 KT	〃
5日	〃	低または中 KT	〃
6日	スターリングラード東方	〃	〃
10日	ノバヤゼムリャ	数 MT	〃
10日	〃	〃	〃
12日	〃	〃	〃
13日	セミパラチンスク	低または中 KT	〃
13日	ノバヤゼムリャ	〃	〃
14日	〃	数 MT	〃
16日	〃	〃	〃
17日	〃	爆発規模不明	〃
18日	〃	1 MT 以上	〃
20日	〃	爆発規模不明	〃
22日	〃	1 MT	〃
10月2日	〃	〃	〃
4日	〃	数 MT	〃
6日	〃	10 MT	〃
8日	〃	小規模爆弾	〃
12日	セミパラチンスク	爆発規模不明	〃
20日	ノバヤゼムリャ	数 MT	〃
23日	〃	30 MT	〃
23日	〃	低威力爆弾	水中実験
25日	〃	1 MT 以下	大気圏内実験
27日	〃	爆発規模不明	〃
30日	〃	50～60 MT	〃
31日	〃	数 MT	〃
31日	〃	1 MT 以下	〃
11月2日	〃	20～50 KT	〃
2日	〃	〃	〃
4日	ノバヤゼムリャ	数 MT	大気圏内実験
1962年			
8月5日	〃	～20 MT	〃
20日	〃	～10 MT	〃
22日	〃	～数 MT	〃
25日	〃	〃	〃
27日	〃	〃	〃
9月15日	〃	〃	〃
17日	〃	〃	〃
18日	〃	〃	〃
20日	〃	20 MT	〃
21日	〃	数 MT	〃
26日	〃	20 MT	〃
27日	〃	20 MT	〃
10月22日	〃	20 MT	〃
11月1日	〃	～数 MT	〃
12月19日	〃	〃	〃
24日	〃	〃	〃
25日	〃	20 MT	〃
26日	〃	10 MT	〃

（アメリカ）

実験日	実験場所	規　模	備　考
1961年			
9月15日	ネバダ	20 KT 以下	地下実験
16日	〃	〃	〃
10月10日	〃	〃	〃
29日	〃	〃	〃
12月3日	〃	20 KT 相当	〃
13日	〃	20 KT	〃
17日	〃	5.1 KT	〃
22日	〃	20 KT 以下	〃
1962年			
4月25日	クリスマス島	中程度	飛行機より投下
27日	〃	低 MT	〃
5月2日	〃	中程度	〃
4日	〃	0.5 MT	〃

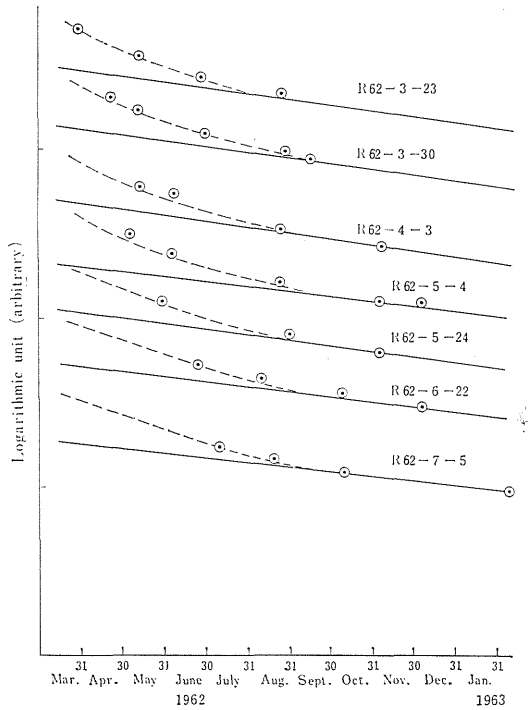
6日	クリスマス島	中程度	潜水艦よりミサイル
8日	〃	〃	飛行機より投下
9日	〃	〃	〃
11日	〃		〃
11日	太平洋東部	低	水中
12日	クリスマス島	中程度	飛行機より投下
14日	〃	〃	〃
19日	〃	〃	〃
25日	〃	低	〃
27日	〃	中程度	〃
6月8日	〃	〃	〃
9日	〃	〃	〃
10日	〃	低 MT	〃
12日	〃	中程度	〃
15日	〃	〃	〃
17日	〃	〃	〃
19日	〃	低	〃
22日	〃	中程度	〃
27日	〃	～MT	〃
30日	〃	～MT	〃
7月9日	ジョンストン島		高空実験
12日	クリスマス島	数 MT	
10月19日	ジョンストン島	不明	
31日	〃	～MT	

(191頁より)

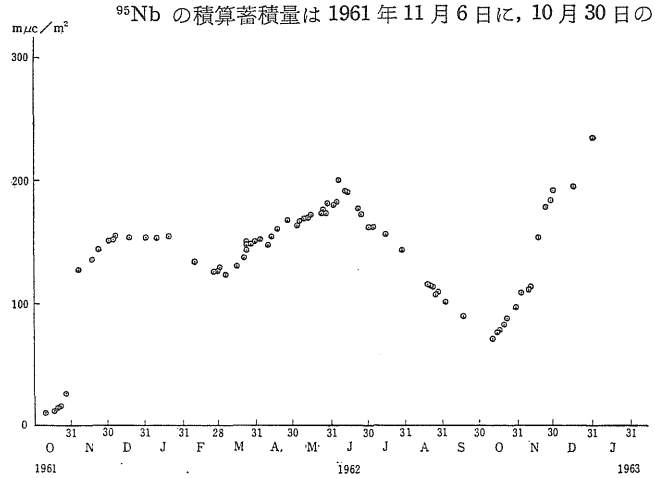
1962年4月より太平洋実験が開始されたが，第3図に示されるごとく，1962年3月～7月における各雨水試料中の0.14 MeV ピーク（$^{141}Ce+^{144}Ce$）の減衰模様はほとんど同一である。このことは，太平洋実験による“若い”放射性物質の供給はほとんどなされていないことを示す。1962年8月より，北極において強力な実験が再開され年末まで続けられたが，その結果多量の短寿命核種を含む初期の降下物が1962年2月より雨水中に観測され始めた。第4図に減衰の補正がなされた $^{95}Zr+^{95}Nb$ の積算蓄積量の推移を示す。この場合，1962年9月以降の試料については $^{95}Zr+^{95}Nb$ に対する減衰の補正はなされていないが，これは第2図に示されるごとく，$^{95}Zr+^{95}Nb$ のピークの高さは，分裂生成後3カ月程度のあいだは大きく変化しない事実によっている。

(5) 考　察

初期の降下物の場合，他の報告（T. Mamuro *et al.*; *J. Atomic Energy Soc. Japan*, 4 (2), 36～42, 1962）にみられるごとく，強放射能粒子が観測される。このため雨水中放射能の均一性が乱され，一定量の試料水の分析から総降下量を評価する場合に誤差の一因になると考えられるが，本報告ではこの問題は考慮されていない。第4図に示されるごとく，$^{95}Zr+^{95}Nb$ の積算蓄積量は1961年11月6日に，10月30日の



第3図　0.14 MeV ピーク（$^{141}Ce+^{144}Ce$）の減衰
実線は ^{144}Ce の成分を示す



第4図　$^{95}Zr+^{59}Nb$ の積算蓄積量

いわゆる 60 MT 実験の影響により急激に増加したが，1962 年 2 月には，降下量の減少および物理的減衰により若干減少してきている。5 月～6 月の多雨期に入ると，降下期は著しい増加を示し積算蓄積量は 6 月初旬にピークを示す。その後，物理的減衰がまさって減少するが，1962 年秋の北極圏シリーズの影響により再び急激な増加を示している。前述のごとく，これらの放射性降下物は主として北極圏実験によるものと考えられる。1961 年 9 月，実験再開当時の降下物はセミパラチンスク地方における小規模実験によるもので，量的にも僅少であるため無視されている。

一般に初期の放射性降下物においては，短寿命核種による寄与を除けば，外部被曝線量は大部分，$^{95}Zr+^{95}Nb$ によるものと考えられている。これについての若干の報告は別紙になされている。地表における実際の蓄積量は dry fallout による寄与もあり，雨水による積算蓄積量よりも多くなることが予想されるが，他の報告 (Stewart, N. G.; *Geofis. Pura. and Appl.*, **50** (3), 287, 1961 および Marquardt, W.; *Z. Meteorol.*, **15** (7/8), 221～228, 1961) によれば，総降下量の 80% 以上は降雨水によってもたらされる。

〔研究発表〕

1. 渡辺博信，坪田博行，山下幹雄；核実験再開後の雨水中放射能とそのγ線スペクトロメトリー，日本放射線影響学会第 4 回研究発表会 (1962 年 10 月)
2. *J. Radiation Research* (投稿中)

13. 螢光X線分析法による人骨中 Sr の定量

環境衛生第 4 研究室
小柳　卓
坪田博行*
*化学第 3 研究室

研究目的

人骨中に蓄積する ^{90}Sr が重要視されるに伴なって，骨中の非放射性 Sr の分析法および分析結果は既に多数報告されている。筆者らは前年度にイオン交換分離—炎光分析法による骨中 Sr の分析法を考案し，約 100 個の試料につき Sr の定量を行なったが，その分析値を他に報告されている結果と比較する場合に方法の違いによる差，あるいは試料による差がどの程度存在するものかを知るため，同一試料を用いて螢光分析法による Sr の定量を行なうとともに人骨，さらには他の生体試料中の微量元素の定量に，より簡便かつ効果的な分析法として，螢光X線法の適用を試みる研究の一環として本分析法の検討を行なった。

分析装置

理学電機製螢光X線装置 D3F 型，X線管球：Machlett OEG-50 タングステン対陰極，分光結晶板：LiF，検出器：NaI (Tl) シンチレーションカウンター。

分析方法

骨のX線分析に際し，目的とする Sr の示す螢光X線強度はそれを含む試料の違いにより大きな影響を受け，同一条件で測定を行なってもそのバックグラウンドが非常に変る。さらにそのような試料による違いは，それらにそれぞれ一定量添加した Rb についてもピークの高さが異なる結果として表われることがわかった。このような条件から，定計数法によって真にピークの示す値を精度よく定量することは困難ではないかと考えたので，ここでは内部標準法を用いて Sr を定量した。

内部標準元素の選定

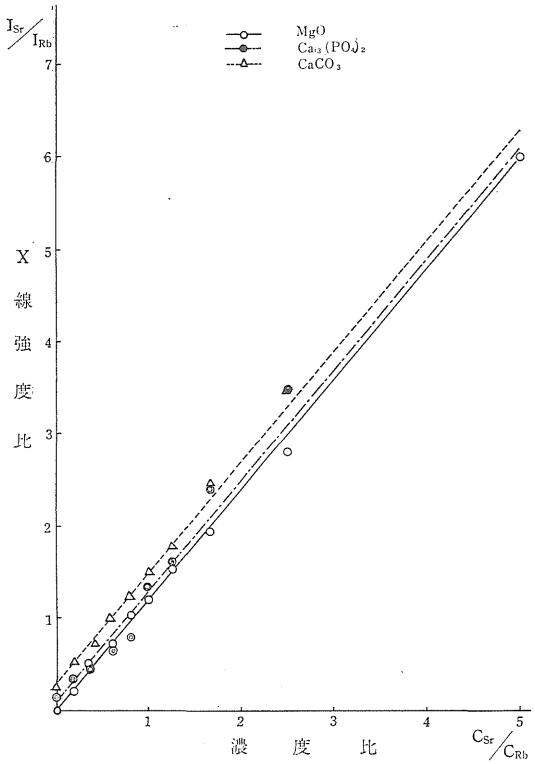
内部標準元素としては，まず ① 螢光X線に関する点から Sr とのあいだに螢光X線の干渉がなくしかも近い波長をもつもの，また ② 元来骨中に存在しないものでかつ純粋のもの，特に Sr を含まないもの，さらに ③ 試料との均一な混合が容易なものなどが望ましいが，これらの諸点を考慮して元素数種を比較検討した結果，Rb が最も適当であることがわかった。

検量線の作成

Rb を内部標準として加え Sr の検量線を求めるにあたり，そのマトリックスとなる物質による影響の有無をしらべるため，数種のマトリックスについてそのなかの Sr と Rb の濃度比と螢光X線強度比の関係をしらべた。その結果第 1 図（次頁）に示すように，人骨に最も近い燐酸三カルシウムをはじめ，いずれの場合にもほぼ等しい勾配で直線性が得られたが，炭酸カルシウムおよび燐酸カルシウムはたとえ特級試薬を用いてもともに 0.01% 程度の Srを含んでおり精製の手間を要するので，酸化マグネシウムをマトリックスとして検量線を求めた。

分析操作

人骨は灰化後擂潰機により粉末とし，MgO に $RbClO_4$ の形で稀釈した Rb を一定量加え，磁気攪拌器でよく攪拌して完全に均一にしたのちアクリル製試料保持板に充填し，ガラス板で圧して平滑にした試料面をライファン膜で蔽って測定に供した。測定は，走査記録法により走査速度 0.5°/min.，レートメーター 64，時定数 4，記録紙送り 1 cm/min. でバックグラウンドを差し引いた Sr



第 1 図

および Rb の K_α 線の示すピーク値から検量線によって濃度比を求め，Sr 含量を算出した。

試料粒度の影響

試料粉砕の際の粒度による影響をしらべるため，4段階の粒度にわけた試料についておのおの Sr と Rb の螢光 X 線強度比を求めた結果，第1表に示すように粒度 100 メッシュより粗い場合には明らかに差異がみられるが，100 メッシュより細かい試料ではほとんど有意差がみとめられない。この結果から試料は完全に 100 メッシュ以下になるように擂潰条件を決定した。

第 1 表

matrix：骨灰
Rb：0.03% 添加

粒度 (mesh)	80～100	100～150	150～200	200～
I_{Sr}	5.59	5.80	5.60	5.84
I_{Rb}	6.56	5.47	5.09	5.53
I_{Sr}/I_{Rb}	0.86	1.06	1.10	1.06

試料重(容)量の影響

試料保持板に詰める骨灰の量による変化を第2表に示した。すなわち，0.6g から 1.0g のあいだではほとんど有意差はみとめられない。また試料保持板により試料の厚さは 1mm および 2mm と変えられるが，いずれも螢光X線強度比にはほとんど差を示さず，ただバックグラウンドが変るため試料量としてはできるだけ多く取る方が望ましいと思われる。また，試料の飛散を防ぐ目的で用いたライファン膜は定量に妨害を示さないことがわかった（第2図）。

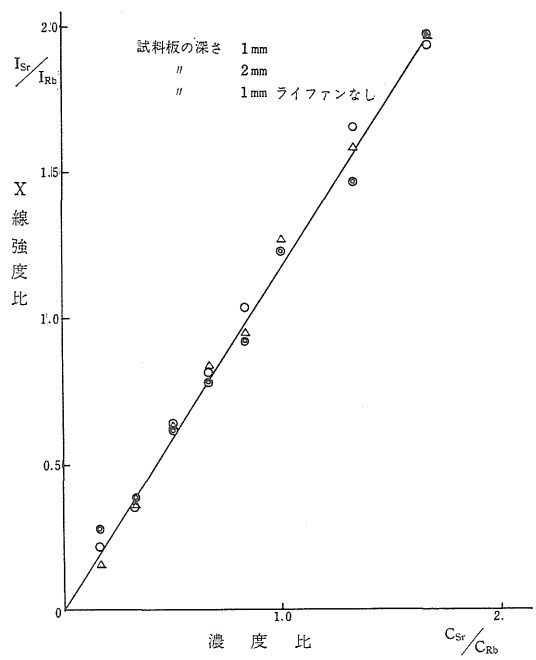
第 2 表

matrix：MgO
$C_{Sr}/C_{Rb}=1.00$

重量 (g)	I_{Sr}/I_{Rb}
0.60	1.119
0.65	1.160
0.70	1.156
0.75	1.140
0.80	1.204
0.85	1.196
0.90	1.133
0.95	1.186

測定条件

内部標準として Rb を添加した場合，Sr と Rb の濃



第 2 図

度比1のとき，両者のX線強度比は約1.2になることがわかった。また骨中に予想されるSrの濃度は0.003～0.03%位で大部分は0.01～0.02%という値をとると考えられるので，添加するRbの量は混合後の濃度にして0.03%になるように決めた。一方，機器についての測定条件は電圧，電流による影響を検討したところ，電圧は35 kV以上であれば50 kVまでほぼ一定の強度が得られ，電流は強いほどよい結果を得たが，長時間にわたる測定中の安定度を考慮して20 mAに抑えた。

再現性の検討

測定の繰返しにおける再現性および試料調製に際しての再現性を検討した。その結果，第3表に示したとおりいずれの場合も標準偏差数%以下でよい再現性が得られている。

第3表-1　詰めかえ繰返しにおける再現性
試料：骨灰（Rb 0.03% 添加）

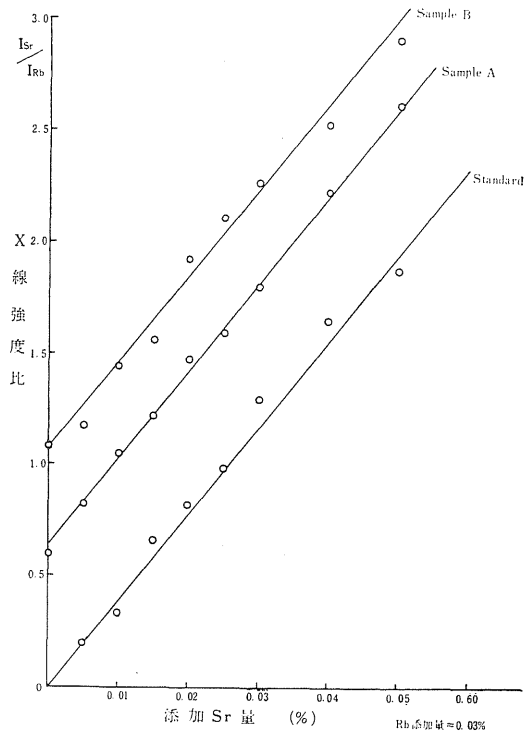
試料板	I_{Sr}/I_{Rb}
1	0.696
2	0.694
3	0.687
4	0.673
5	0.678
平均	0.686 ± 0.005

第3表-2　繰返し測定における再現性
試料：骨灰（Rb 0.03% 添加）

回数	I_{Sr}	I_{Rb}	I_{Sr}/I_{Rb}
1	2.86	5.49	0.521
2	2.79	5.49	0.508
3	2.73	5.10	0.535
4	2.76	5.49	0.503
5	2.67	5.28	0.506
平均			0.515 ± 0.007

加成性の成立

試料に既知量のSrを添加してSrおよびRbのX線強度比を求めたところ，第3図に示すように完全な直線が得られ加成性の成立が確かめられた。またこの直線は，酸化マグネシウムを用いた標準物質の検量線と完全に平行になっており，このことは標準試料のマトリックスとして酸化マグネシウムを用いても差支えないことを示している。



第3図

第4表

Sample No.	Sr content (10^{-5} g/g ash)	
	X-ray fluorometry	flame photometry
1	15.2	15
2	13.6	15
3	15.4	13
4	13.7	14
5	13.0	17
6	(18.1)	(7)
7	(14.0)	(7)
8	17.3	24
9	15.8	22
10	13.4	19
11	15.4	13
12	22.2	23
13	14.2	13
14	16.5	18
15	13.8	17

測定結果

分析結果の一部を第4表に掲げ，前年度行なった炎光分

析法による定量値と比較した。( ) 内の数値は両分析法の結果にかなりの開きを示しているが，X線分析に関しては，同一試料を他の螢光X線装置により分析して検討したが炎光分析法についての検討が終っていないためその原因を究明するに至っていない。

結　論

以上のごとく，本分析法によれば，約1gの灰化人骨を用い何らの化学的分離操作を要さず3～30 ppm 程度含有されている Sr を約5% 以下の誤差範囲内で定量でき，しかも Sr 定量後の ^{90}Sr 分析をも併せ行なうことができるので有効な方法であることがわかったが，なお分析結果についてはさらに他の方法と比較することによって，研究目的に掲げたように，骨中の Sr 定量値に分析法あるいは試料による差異があるか否かを検討すべきであろうと考える。

〔研究発表〕

小柳卓，坪田博行；X線螢光分析法による骨中ストロンチウムの定量，日本分析化学会第11年会（1962年7月）

14．下水道における放射能の研究

環境衛生第4研究室
佐伯誠道
小柳　卓
山下幹雄
堀内朗子

序　論

放射性降下物，原子力施設からの廃棄物などによる生活環境の放射能汚染という問題は，一般公衆に対する放射線安全の立場から昨今の重要な関心事になっているが，環境の放射能汚染度を把握することは必らずしも簡単ではない。

今，生活環境として下水施設の完備した都市地域をとり上げた場合，その地域内の工場，その他諸施設や各家庭などから出る廃水およびその地域への降雨水は下水溝を通じて下水処理場に集められる。下水処理場では活性汚泥法による浄化処理が行なわれるが，下水中に含まれる放射性物質は下水処理場における処理過程で活性汚泥に吸着濃縮されることが予想される。そこで活性汚泥中の放射性核種濃度を分析測定し，その数値を環境モニタリングの指標の一つとして用いることが考えられる。

本研究室ではこの点を研究するため，下水処理場において放射能を観測し，次の諸点の究明をおこなっている。

(1) 下水処理場への流入下水中の放射性核種の濃度の変動およびそのフォールアウトとの関連
(2) 活性汚泥による放射性核種の吸着
(3) 流入下水と活性汚泥の放射能の関連

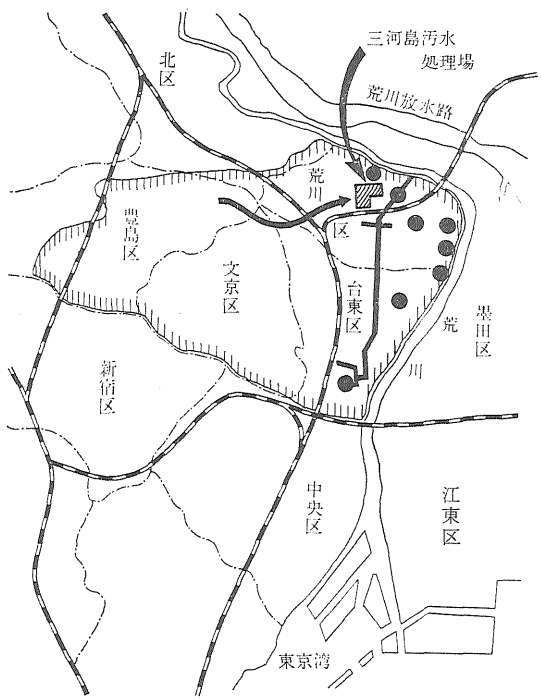
本年度はその一環として放射性核種のうち，$^{95}Zr+^{95}Nb$，$^{103}Ru+^{106}Ru$，$^{141}Ce+^{144}Ce$ などをとりあげてその動向を観測しいろいろ検討をおこなった。

試料の採取および処理

観測地点には東京都下水道局三河島下水処理場を選んだ。第1図に示すとおり，同処理場は都内7区にまたがる面積約4,000ヘクタール，人口約100万を処理対象としている。処理区域内の下水は流入管渠を通り，ポンプ場を経て処理場に運ばれたのち普通，

沈砂池とスクリーン—ポンプ室—第1沈殿池—曝気槽—第2沈殿池

という経路をたどって浄化され放流される。



第1図　三河島系統排水区域

この間，下水は曝気槽で活性汚泥と混合し，パドル式または散気式により好気性微生物を働かせることによって浄化される。浄化法には一部散水ロ床方式も用いられ，また浄化水は一部ロ過されたのち工業用水として利

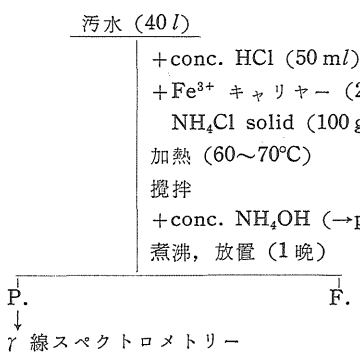
用されている。

今回の研究においては，ポンプで汲み上げられた処理前の生下水および曝気槽中の活性汚泥を測定試料として採取した。採取は短時日での変動を測定するための2時間ごとの採取および長期にわたる観測のための隔日乃至2日おきの採取をおこなっている。

生下水は1観測に 40 l を採取して分析にあて，活性汚泥については曝気槽中の汚水 40 l を採取後連続式遠心分離機を用い，毎分 12,000～15,000 回転の遠心分離によって活性汚泥のみを分離し放射能測定試料とした。

試料の分析および測定

生下水の分析および測定法の概略を第2図に示した。下水中の浮遊固形物は水酸化鉄沈殿とともに ロ過乾燥し，粉砕後その一定量を ガラス容器（径 3.5 cm，深さ 1.5 cm）に詰め，γ スペクトロメトリーによって定量した。分析の収率はロ液をすべて蒸発乾涸したのち，同じく γ スペクトルにより測定した結果，Zr-Nb についてはほとんど 99% が回収されていることがわかった。また活性汚泥については，遠心分離によって分離した湿潤汚泥をガラス容器（径 5 cm，深さ 3 cm）に詰め，ビニールで蔽って同じく γ 線スペクトルから放射性核種を定量した。

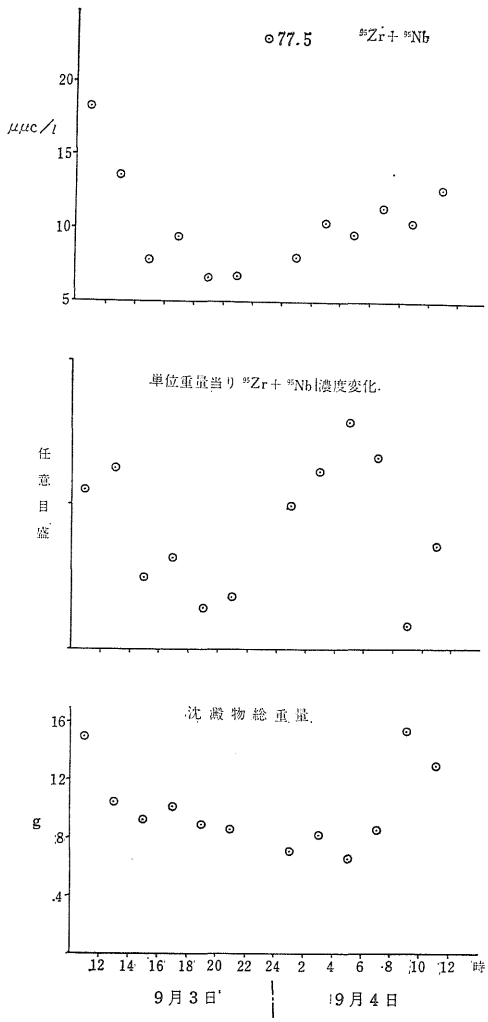


第 2 図

実験結果および考察

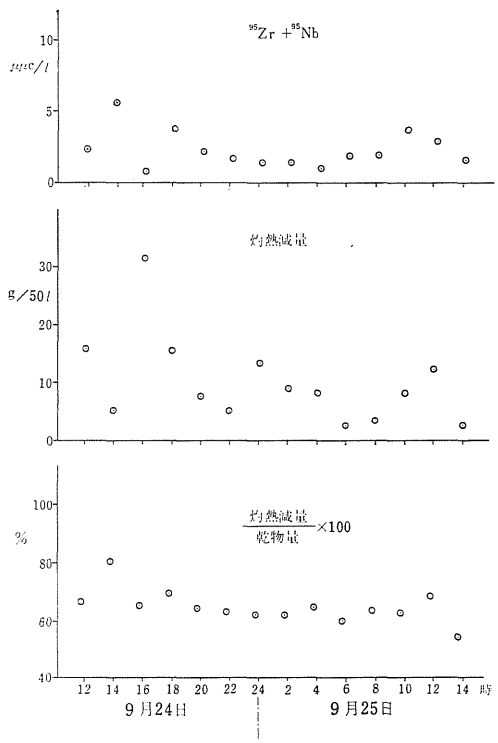
1) 流入下水中の放射性核種濃度の変動とフォールアウトとの関連

予備実験の結果処理場への流入下水には時刻によって質，量ともに多少の変動があることがわかったので，その変化状況を把握する目的で，2時間ごとに採取した試料の分析測定をおこなった。その結果，第3図，第4図に示したように，時刻変化は流入下水量，沈殿物総量，有機物含量などについてみられるとともに，流入下水中



第 3 図

の $^{95}Zr+^{95}Nb$ の濃度についても観測された。この放射性核種濃度の変動は，実際に測定に用いた沈殿物の単位重量当りの示す放射能値のうえにも同じ傾向の変動として観測された。下水中の放射能はそのほとんどが浮遊している固形物の方に存在していることは，実験室でのトレーサー実験および下水をロ過して観測した結果から明らかになった。したがって，浮遊物含量と放射能とのあいだに比例関係のあることが考えられるが，浮遊物単位重量当りの放射能になお時刻変化が見られるという事実は，浮遊物自体に汚染の時刻変化による不均一性があることを示すものであり，このような不均一性をもたらす原因としてはあらたな汚染供給源を考えざるを得ない。



第 4 図

今このような放射能汚染源としては，家庭その他の廃水のほかに降雨中の放射性物質が考えられる。一般に降雨の影響は数時間後に流入量の変化として下水処理場に現われ，約半日後には消滅するが，雨中の放射性物質がどの程度雨水と行動をともにするかは明確でない。つまり，雨水中の放射性物質は大部分が下水に至る以前に種種の物体と接触して吸着，保持されるであろうから，下水処理場に放射能の影響が現われるのは比較的おそいのではないかとも考えられる。今第3図に示した連続測定結果のピークと，同時に観測区域のほぼ中心地で採取した雨水の放射能とから算出すると，降雨水中の $^{95}Zr+^{95}Nb$ 量の約 30% が下水に流入したことがみとめられる。この点をさらに追求するため行なった次の連続測定の結果は第4図に示した。

9月24日から25日にかけての $^{95}Zr+^{95}Nb$ 含量の増加を雨だけの寄与とすると，その時観測した処理区域への 0.1 mm の降雨中の $^{95}Zr+^{95}Nb$ 量は 8.15×10^{5} mμc であり，処理場で観測した $^{95}Zr+^{95}Nb$ 流入量は 1.13×10^{5} mμc であったので，全降下量の 15% が処理場に流入したことになる。現地において常時観測している降雨量と総受水量とから推定された下水処理場への雨水流入量は，雨量あるいは前後の降雨の有無などによって数%から 30% 位にわたることが知られている。したがって，放射能測定結果から算出した 15%，30% という数字はかなり妥当な範囲内にあると考えられる。また再度の観測の結果，降雨後その放射能の影響が下水処理場の流入下水に現われるまでの時間は 4～6 時間であった。このように短時日における時刻変化としてここに捉えた下水中の放射能値の変動は，その直前の雨の影響をかなり敏感に示すものであり，その増加量は処理地域に降下した放射能の量を間接的に反映しているものとみることができる。

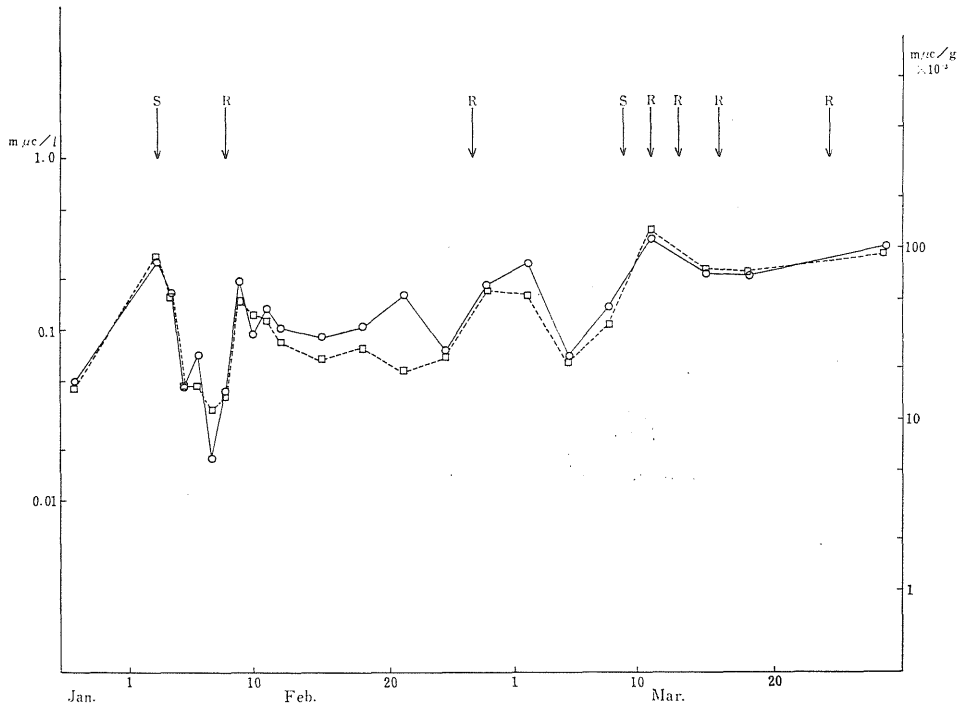
次にこの下水とフォールアウトとの関連を，より長期にわたる放射能観測によって追求した。

第5図（次頁）は 38 年1月～3月の測定結果を示したもので，実線は各観測日の流入下水 1 l 当りの $^{95}Zr+^{95}Nb$ 濃度を mμc で表わしている。一方，点線で示した値は実際に測定に用いた沈殿物の単位重量当りの $^{95}Zr+^{95}Nb$ 量を表わしている。両者の変動はその傾向によい一致性を示している。2，3の観測点において示される不一致性は，それらの点の浮遊物量が他に比して異常な値を示していることから，試料採取上の偶発的現象と考えることが妥当と思う。すなわち，流入下水中の $^{95}Zr+^{95}Nb$ 濃度の変動状況を握むには，沈殿物単位重量当りの放射能の変化を測定することが妥当な方法であると考える。また観察期間中の降雨（雪）は図の上部に矢印で示した。この一連の観測期間以前約3週間降雨がないので，2月3日に観測した $^{95}Zr+^{95}Nb$ 濃度の増加分を雨の寄与とみて，降雨水と流入下水の $^{95}Zr+^{95}Nb$ 濃度から算出すると全降下量の約 6% が下水に流入したことになり，短期観測で得たと同様，降雨による流入下水量増加の影響範囲とほぼ一致する結果を得た

2) 活性汚泥による放射性核種の吸着

すでに述べたように，下水中の放射性核種は下水処理場の曝気槽の活性汚泥に吸着されることが予想される。そこで曝気槽中の下水を採取して，遠心分離によって分けた上澄と活性汚泥のそれぞれにつき $^{95}Zr+^{95}Nb$ 濃度を測定した。

その結果第1表（次頁）に示したとおりほとんど 95% 以上が遠心分離した活性汚泥の方に存在することがわかった。また $^{103}Ru+^{106}Ru$，$^{141}Ce+^{144}Ce$ もその 98% 以上が活性汚泥の方に存在している。他の放射性核種についても検討中である。



第5図　下水中の $^{95}Zr+^{95}Nb$

3)　流入下水と活性汚泥の放射能の関連

流入下水と曝気槽の活性汚泥をほぼ同時に採取しそれぞれの $^{95}Zr+^{95}Nb$ 濃度を測定し，その日別変化を第6図（次頁）に示した。流入下水にみられたと同様に，活性汚泥でも降雨の影響が明確に観察された。すなわち，流入下水と活性汚泥の放射能の時刻変化はほぼ同様で両者はかなり短時間の対応を示していることがわかる。また単位容積当りの放射能濃度は，流入下水に比べ曝気槽中の下水は数十倍乃至100倍位の $^{95}Zr+^{95}Nb$ 濃度を示している。また流入下水では，降雨の影響による $^{95}Zr+^{95}Nb$ 濃度の増加は一両日中に元のレベルに戻るが，活性汚泥では復元がより緩漫であり，一週間位の見掛け上の半減期をもって減衰している。両者の復元状態の差異については，なお多くの観測にもとづいて究明したい。

結　論

今回の下水道の $^{95}Zr+^{95}Nb$，その他の観測結果から次の諸点を知り得た。

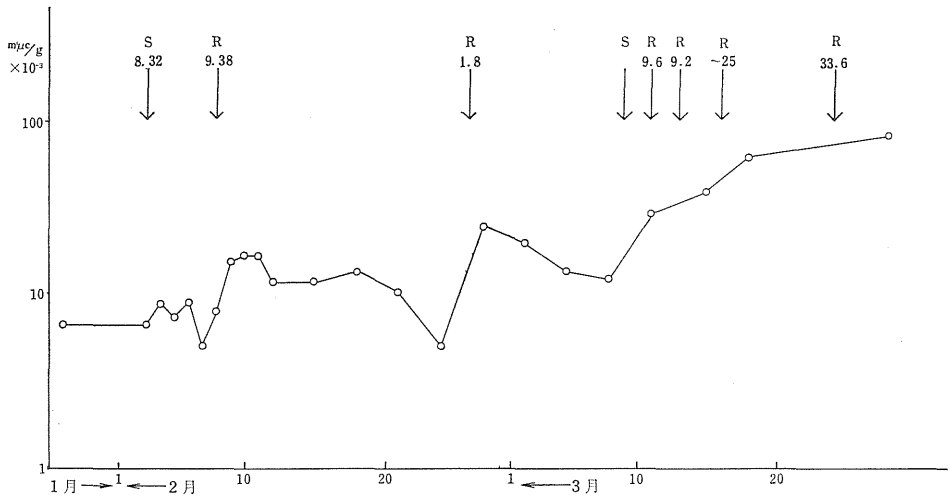
1)　下水施設の完備した都市地域では，下水処理区域に降雨によってもたらされた放射能は数時間内に処理場において観測され，その濃度の変化は流入下水中におけるとほぼ時を同じくして活性汚泥中にあらわれる。

第　1　表

試料	試料中の $^{95}Zr-^{95}Nb$ 全量 mμc	活性汚泥中の $^{95}Zr-^{95}Nb$ 全量 mμc	上澄液中の $^{95}Zr-^{95}Nb$ 全量 mμc	活性汚泥中の比率 %	上澄液中の比率 %
1-28	19.701	18.854	0.847	95.70	4.30
2- 3	2.681	2.576	0.105	96.08	3.92
2- 4	22.205	21.998	0.207	99.07	0.93
2- 5	3.782	3.622	0.160	95.77	4.23
2- 6	22.123	22.002	0.121	99.45	0.55
2- 7	13.971	13.373	0.598	95.72	4.28
2- 8	3.799	3.700	0.099	97.39	2.61
2- 9	31.902	31.008	0.894	97.20	2.80
2-10	8.781	8.442	0.339	96.14	3.86
2-11	20.301	20.220	0.081	99.60	0.40
2-12	5.955	5.894	0.061	98.98	1.02
2-15	4.005	3.932	0.073	98.18	1.82
2-18	4.978	4.903	0.075	98.49	1.51
2-21	4.668	4.589	0.079	98.31	1.69
2-24	6.727	6.647	0.080	98.81	1.19

2)　この場合，放射能の大部分は活性汚泥中に存在し，汚泥処理槽中に濃縮されている。

3)　活性汚泥槽の汚水を採り，連続式遠心分離機にかけ



第6図　活性汚泥中の $^{95}Zr+^{95}Nb$

れば短時間で活性汚泥を分取し得るので，この活性汚泥の放射能を測ることにより，通常おこなわれる多量の水の煮沸，濃縮あるいは化学的処理などの操作を省いても通常法とほぼ同程度の効率で水中の $^{95}Zr+^{95}Nb$，$^{103}Ru+^{106}Ru$，$^{141}Ce+^{144}Ce$ などの放射能測定ができる。

すなわち，簡単な分離操作のみで放射能測定効率を高め得るので，下水処理場の機構上の明細点と活性汚泥の示す微生物学的性質がさらに明確にされれば，活性汚泥の放射能測定は環境汚染モニタリングの有効な一手段となることがわかった。

〔研究発表〕

1. 佐伯誠道，小柳卓，山下幹雄，堀内朗子，岡田和男；下水処理場における放射能観測，日本放射線影響学会第4回研究発表会（1962年10月）
2. 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），日本原子力学会年会（1963年4月）

X. 臨 床 研 究 部

概　況

臨床研究部は4研究室よりなり，第1および第2研究室は放射線障害の診断および治療，第3研究室は放射線，特にRIによる疾病の診断，第4研究室は放射線による疾病の治療に関する調査研究にあたっている。

37年度に予定されていた研究計画のうち，放射線障害に関するものとしては“人体に対する放射線障害の研究”があるが，これは第1研究室を主体としてビキニ被災者について，従来のごとく，逐年的に臨床所見の精細な調査を行なうとともに，本年度は患者の一部を放医研病院に入院せしめ，ヒューマン・カウンターによって放射性物質が体内に残存しているかいないかの検討を行なった。またビキニ被災者，トロトラスト投与患者，甲状腺機能亢進症のもので，^{131}Iの投与を受けたもの等について末梢白血球を培養し，染色体異常の有無を観察し興味ある所見を得たので，その成果を日本血液病学会総会に発表した。特に甲状腺機能亢進症の患者を比較的少量の^{131}Iで治療した場合にも，染色体異常が起こることは注目に値する。なお熊取第1研究室長は10月15日より3日間にわたり，IAEAおよびWHOの共催で開かれた“放射能中毒の診断と治療”に関する科学会議のためウィンに出張，ビキニ被災者に関する講演を行なった。

第2研究室では，主として血球内の酵素に関する研究を行なっている。特に白血病，妊娠時等に際しての白血球中のアルカリフォスファターゼ，エノラーゼ活性値等について興味ある所見を得ており，それぞれの学会において発表された。これらの問題は将来放射線障害の際に起こる血球中の酵素学的変化の研究に応用せられるものであって，放射線障害の早期診断に資するものと期待される。

第3研究室においては，アイソトープによる疾病の診断，代謝の研究等に主力を注いでいる。37年に成果をあげ得たものとしては，糖尿病患者の^{131}I-Insulin代謝，副腎皮質ホルモンの分泌量を^{14}C-corticosteroneによって定量化する方法，Erythropoietin，Norepinephrine-acetate-7-^{14}Cの組織内代謝産物の測定，あるいは^{131}I-thyroxineと血清蛋白の結合等内分泌学の領域において多くの業績を発表している。その他外部測定法による臓器機能の診断についてもいくつかの研究が発表された。また37年度にIAEAの留学生を韓国より受け入れ，^{86}Rb代謝について興味ある成績を日本医学放射線学会総会で発表した。

第4研究室では昨年度に引続き容積線量の測定に関する研究を行ない，平板型電離槽を用いて簡単な測定法を開発した。また喉頭癌患者の照射療法を行なう際，喉頭内の線量分布を均等化するためにWedge filterを用い，これによって，±3%以内の均等度を得ることに成功した。その他リンパ管造影法に対して新しい改良法を発表したが，これによって，癌のリンパ節転移の問題に新しい解釈を導くものと考えられる。　　（田中　茂）

1．臨床第1研究室昭和37年度研究概要

臨床第1研究室
熊取敏之
井石哲哉
土井田幸郎
白倉暉子

（1）放射性物質による被曝者の医学的検索

1954年3月1日に被災した元第5福龍丸乗組員について，従来から行なわれてきた医学的検索は本年度も引き続いて実施された。

被検者は予算，人員の関係で東京や焼津市周辺在住者に限られた。また一部被災者は遠洋漁業に従事しているために，検査日に参加不能の状態にあった。

実施した検査は，一般理学的検査，血液学的，生化学的，眼科学的検査等である。また，3名のものについては放医研病院に入院せしめて，Whole body counter

による体内放射能測定を実施した。

検査成績は全般的にみて特に放射線障害を確証するものはない。特に今後観察を続けるべき点としては，

1） 少数のものに白血球増多が特別の原因がなく認められること（ただし，白血球種別では好塩基球増多や白血球アルカリフォスファターゼ値の低下はない）。

2） 皮膚障害の残存部位の変化

があげられよう。

また，Whole body counter による測定では対照例と有意な差異は認められなかった。同時に尿中の ^{137}Cs 排泄量の測定も行なったが，これも対照例とのあいだに有意な差は見出せなかった。

一部のものには，末梢白血球培養による白血球染色体の観察を行なった。未だ結論を出すまでには至っていないが，これはさらに検査を進める予定である。

（2） 放射線被曝後の白血球染色体の観察

電離放射線の被曝によって細胞の染色体に種々の変化がくることは知られているが，近年，ひと白血球の培養法の進歩により染色体観察が容易となった。当研究室でも前年度来，種々の線源からの被曝者について，末梢白血球の培養を行なって染色体を観察している。

1）正常人： 年令22才～31才の健康男女各2名について，おのおの500個の細胞を観察した結果，46個の染色体を持った細胞はいずれも約93％である。また chromatid gap or break，あるいは chromosomal gap or break の異常は約3％にみられた。

Dicentric or ring chromosome はこれら若年正常人ではみられていないが，これらは正常老年者では観察し得るか否か，今後，検索を進める予定である。

2） ^{131}I 投与患者

3例の甲状腺機能亢進症患者に治療のため ^{131}I を投与し，その後，10～40日のあいだにそれぞれ1～2回検索し，投与後の染色体と，投与前ならびに正常人のものと比較した。また同時に Green らの作製したノモグラムにより ^{131}I による血液被曝線量を推定した。投与後に共通してみられた染色体の変化は dicentric あるいは triradical chromosome が少数ながら出現することで，その他の異常については正常例や投与前と比べて大差はない。投与後に出現する dicentric or triradical chromosome が放射線被曝によるか否かは，今後症例を増すとともに，薬物あるいは手術を受けた甲状腺機能亢進症例について研究し，同時に，1）で述べたごとく，比較的高年者の染色体について検査して決定しなければならない。

3） 放射性物質による被曝者

ビキニ被災者については，現在まで5名検査を行なった。観察細胞数が少いため決定的なことはいえない。注目すべきことは，被災当時軽症であった者で，最近の染色体観察の結果，Poliploidy を示す細胞が正常人より増加していたことで，引き続き検査を続行して経過をみなければならない。

2． 妊娠，産褥期の好中球アルカリフォスファターゼ活性値

臨床第2研究室
三輪史朗
坂元正一*
野末悦子*
池沢紀郎*
伊藤龍三*
武井徳郎*
* 関東中央病院

妊娠，産褥，妊娠中絶等の際の好中球アルカリフォスファターゼ（以下 NAP と略）変動および NAP を用いた妊娠補助診断法について検討した。

対　象

妊婦280例，産褥23例，褥婦60例，妊娠中絶25例，対照60例（うち正常非妊婦50例，男子10例）。

実験方法： 耳朶採血による血液塗抹標本を Kaplow 原法を一部改変した方法により染色，scoring method により成績判定を行なった。

成　績

A）正常妊娠各月数別 NAP は非妊時平均 62.3±3.9 の score が妊娠初期に急増し，妊娠2カ月 115.5±29.4，以後妊娠3カ月 140.6±53.6，妊娠4カ月 158.8±17.4 と漸増の傾向にあり，非妊時の平均の約2.5倍の値を示すが，妊娠中期を過ぎると 150～140 の横ばい状態で，以後各月のあいだに有意の差を認めない。

B）産褥第1～3日の平均 NAP score は 185.7±13.8 で妊娠，産褥各期を通して最高であり，その後徐々に低下し，産褥第2週では 50.5±11.5 と非妊時と差を認めない。

C）対照　正常非妊婦の平均値は 62.3±3.9 であり，黄体期にいくぶん高い値をとるものがあるが，月経周期による差は平均値では特に認めない。男子10例の平均は 53.7±8.8 である。

D) Hormone の影響　正常非妊婦に月経周期に合わせて Ovahormon 2,000 i. u., Norluten 10 mg を，男子に Decadron 1 mg をそれぞれ各5名に7日間連用せしめ，その前後における NAP を比較した。Ovahormon 使用前 66.6，使用後 66.3 で全く差を認めない。Norluten 使用前 73.5，使用後 65.0 でむしろ減っているが，いずれも正常範囲内である。Decadron では使用前 65.0 使用後 79.0 と増加している。

E) 妊娠初期人工妊娠中絶 16 例，自然流産7例では中絶後7日を過ぎると正常値に回復する。少数例であるが，妊娠4カ月以後のものでは回復のやや遅れるものがある。

F) 妊娠補助診断法としての可能性　正常非妊婦の最高値は 98 であり，非妊上限を 100 とした時，妊娠適中率は妊娠2カ月で 80%，妊娠3カ月でも 86.4% である。上限を 90 とすれば適中率は妊娠2カ月で 88.5%，妊娠3カ月で 95.5% となる。実際上は 100 以上，70 以下ではそれぞれ妊娠，非妊の適中率は 100% であるが，そのあいだの値をとるものについては再検査の必要がある。

昭和 38 年4月，日本産科婦人科学会（大阪）で発表

3．白血病細胞のエノラーゼ

臨床第2研究室
三輪史朗
大山ハルミ

1) 白血球エノラーゼ活性を正常人 53 例，諸種白血病および類縁疾患 73 例について測定し，その測定方法，成績についてのべる。一部の症例では部分的に精製（約 20 倍）したエノラーゼについて性質の検討を行なった。

2) 白血球単位個数あたりの活性は，急性および慢性淋巴性白血病，淋巴性白血肉腫症では低く，骨髄芽球，前骨髄球が 80% 以上を占める急性骨髄性白血病例では，活性は高いかあるいは正常であった。慢性骨髄性白血病の急性転化，単球白血病，赤白血病ではいずれも高値を示した。慢性骨髄性白血病，骨髄化成，真性赤白血増多症，好中球性白血球増加症では高値を示した。

したがって白血球エノラーゼ活性の測定は，白血病細胞が末梢血の大半を占める急性白血病例で，淋巴性か骨髄性かの鑑別診断上，ある程度の価値があると考えられる。

3) 精製したエノラーゼについての Kinetics は現在進行中であり，白血病細胞と正常白血球とのあいだに差異がみられるかどうかの点を中心に検討している。

〔研究発表〕

三輪史朗；白血病細胞のエノラーゼ，日本血液学会秋季白血病に関するシンポジウム（1962年10月）

4．糖尿病患者の ^{131}I-Insulin 代謝について

臨床第3研究室
田中　茂
大坪嘉昭*
日野佳弘**

* 研究生
** 国立第一病院

緒　言

Insulin の体内各臓器への分布，分解等については動物では充分に検討されているが，人間についての報告はほとんどない。われわれは糖尿病患者で Insulin 治療を行なっているもの，未治療のもの，あるいは他の治療をしているものおよび正常人について ^{131}I で標識したインスリンを静注し，各臓器への分布，血中からの消失，尿中への排泄等を測定し，興味ある結果を得たので報告する。

実験材料および方法

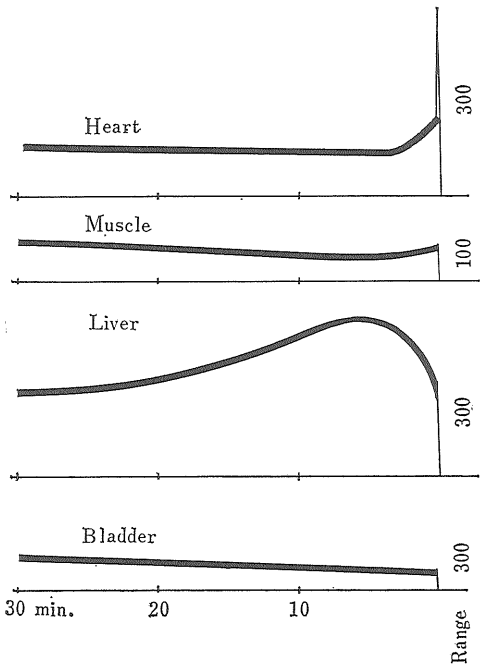
糖尿病患者で Insulin 治療を受けているもの 16 例，Sulfanilurea 剤，Mesoxane 等で治療されているもの5例，未治療のもの 15 例，糖尿病以外の諸疾患4例に対し，体重 1 kg にたいして ^{131}I-insulin を 0.8 μc の割合で静注し，4個のシンチレーション・ディテクターを心，肝，筋，膀胱部にあて，体外より γ 線の変動を記録測定した。使用したディテクターは 2″×2″ の NaI クリスタルを有し，これより出るパルスはメディカル・スペクトロメーターを通したのち，レート・メーターに入れ，この変動を電子管式レコーダーによって1時間 30 cm の速度で記録した。また一部の患者ではプロフィル・スキャンナーによって ^{131}I の分布を経時的に測定した。

注射後 5，30 分，1，2，ついで 24 時間ごとに採血し，血清を分離後，血清 1 cc および三塩化酢酸で蛋白を沈澱せしめ，この沈渣に含まれる ^{131}I をウェル型シンチレーション・カウンターで測定した。さらに注射後 1，24，48 時間の尿を集め，このなかに含まれる ^{131}I をウェル型シンチレーション・カウンターで測定した。

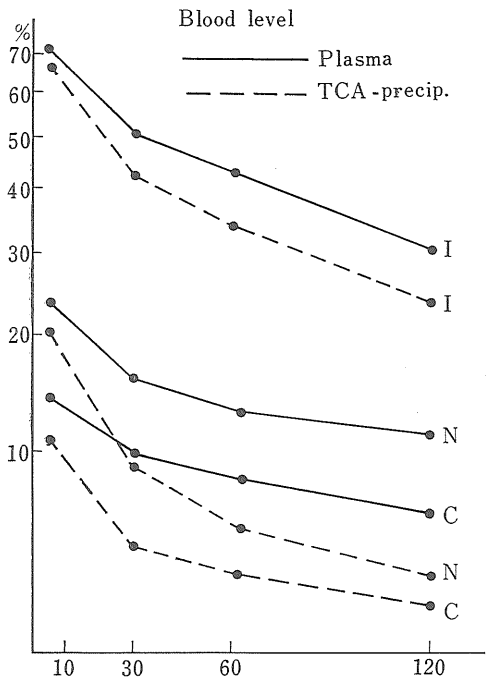
測定成績

Insulin 注射後大部分は肝に摂取されたのち，分解されて尿中へ無機ヨードとして排泄される。また，一部は

骨格筋，心筋等に摂取される（第1図）。糖尿病患者でInsulin 治療を受けているものでは肝への摂取が少なく，かつ分解の速度が遅延している。



第 1 図



第 2 図

糖尿病患者で Insulin 治療を受けていないもの，対照群では Insulin 注射後血中の Insulin は速かに減少し，5分後には投与量の 20% 程度となる。これに反し，Insulin 治療を受けているものでは血中に Insulin が多量に残存する（第2図）。

次に ^{131}I-insulin を患者血漿に加え，これを Sephadex—Column を通し，蛋白結合—Insulin と遊離型—Insulin に分けた。Insulin 治療を受けている糖尿病患者では結合型—Insulin が著明に増加していた。

以上の結果より，Insulin 治療を行なっている糖尿病では血中に Insulin—結合蛋白が添加し，そのため肝，筋等への末梢移行が阻害されているものと考えられる。

〔研究発表〕

田中 茂，大坪嘉昭，日野佳弘；糖尿病患者の ^{131}I-インスリン代謝，核医学研究会（1962年11月）

5. ^{86}Rb 代謝について，特にX線照射の影響

臨床第3研究室

田中 茂*

裏 洙東**

* 臨床研究部長

** IAEA 留学生

Rubidium (Rb) はその生物学的作用がカリウムと類似したものとされている。したがって，放射性カリウム ^{42}K の代りに放射性 ^{86}Rb を用い，生体内でのカリウム代謝を測定することが一部で行なわれている。特に，^{42}K のごとく半減期が短く，かつ日本で作られているものはその比放射能が極めて低いため，^{42}K によってカリウム代謝を調べることは不可能に近い現状である。しかし，Rb とカリウムとが生体内で全く同一の代謝系を示すか否かについてはなお多くの疑問を有している。

われわれは ^{86}Rb を用い，これが生体内のカリウム量とどのような関係にあるか，また放射線の照射あるいは DOCA の投与等によって生体内のカリウム代謝に攪乱を与えた時，すなわち，カリウム代謝の平衡を乱した場合，^{86}Rb 代謝もまた同じような態度をとるものであるか否かを *in vivo* ならびに *in vitro* で検索した。

実験材料および方法

In vivo の場合は，塩化ルビジウムの形となっている ^{86}Rb を，家兎では 300 μc 静注，人では 1 mc を経口的に投与した。注射10分後に家兎の total body counting を行ない，次いで耳静脈より血液 1 cc を採血した。血液

はヘパリンを加えて凝固を阻止し，その一部をヘマトクリットの測定に供するとともに，血漿および赤血球中に含まれる ^{86}Rb をウェル型シンチレーションカウンターで，Na，K 量はフレーム，フォトメーターで測定した。また 24 時間ごとに尿，屎を集め，このなかに含まれる ^{86}Rb および Na，K 量を測定した。

X線を照射する場合は 200 kVp，20 mA の X線発生装置を用い，0.5 mm の Cu および Al フィルターで ro 過し，100 cm の距離から照射した。この場合の空中線量は 20 r/min. であり，500～1,000 r を 1 回あるいは分割して照射した。DOCA の場合は 1 回 5 mg あて 5～10 回筋肉内に注射した。

X 線照射，DOCA の投与後，3, 4, 7, 8, 9, 13 日等種種な間隔をおいて家兎を放射致死せしめ，骨格筋，心筋，肺，脳，胃，腸，肝，脾，副腎の一部を取り出し，このなかに包まれる ^{86}Rb, Na, K 量を測定した。人の場合は 1 mc を経口的に投与したのち total body counting を行ない，次いで 24 時間ごとに測定を繰返すとともに，血液（血球ならびに血漿），尿，屎中の ^{86}Rb, Na, K 量を 24 時間ごとに測定した。なお 1 例の子宮癌患者は投与後 19 日目に全身衰弱のため死亡したので，各臓器内の ^{86}Rb, Na, K を測定した。

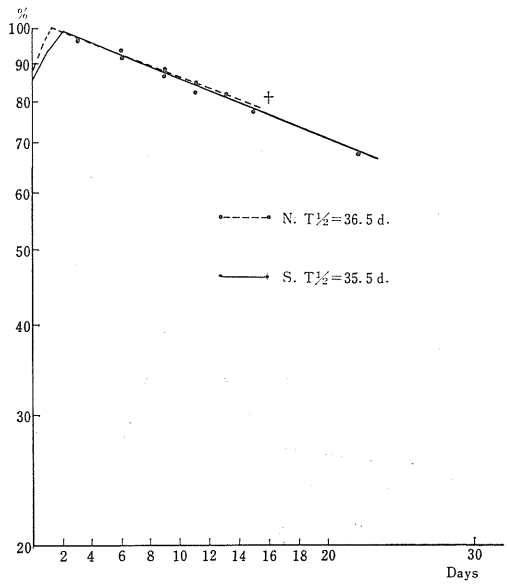
In vitro の実験ではヘパリンを加えた人血液 10 cc に ^{86}Rb および ^{42}K をおのおの 1 μc を添加，37°C で振盪しつつ，15 分，30 分，1, 2, 3, 4 時間目に 0.5 cc を取り出し，遠心によって血球を分離し，これをウェル型カウンターで測定した。この試料は 1 週間後再び測定し，両者の値より，^{86}Rb および ^{42}K の赤血球摂取量を求めた。

成　績

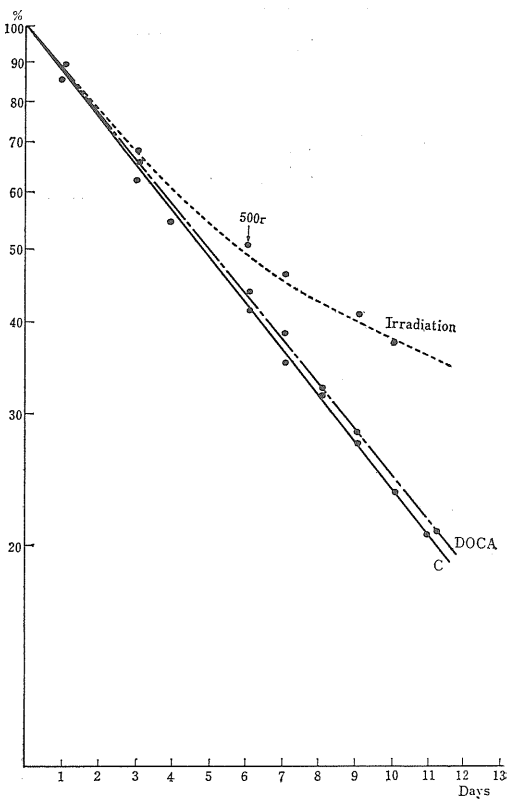
^{86}Rb を家兎あるいは人に投与した場合，全身の ^{86}Rb は指数関数的に減少する（第 1 図）。家兎に 500～1,000 r を照射すると ^{86}Rb の排泄が遅延するが，DOCA の大量投与では影響されない（第 2 図）。血漿，赤血球中の ^{86}Rb, Na, K 量は X線照射，DOCA の投与等によって影響されない。これらの家兎について尿量，尿中への ^{86}Rb, Na, K の排泄量を調べると 1,000 r の照射では尿量，Na, K, ^{86}Rb の排泄量はいずれも減少する。しかし 500 r では尿量に影響なく，K の排泄は一時増加するが ^{86}Rb の排泄は逆に減少する（第 3 図，次頁）。

500 r の全身照射後 4, 7, 8, 12 日目に家兎を殺し，各臓器の Na, K 量および ^{86}Rb を測定すると，K は一時減少しているが，^{86}Rb の摂取は増加している。

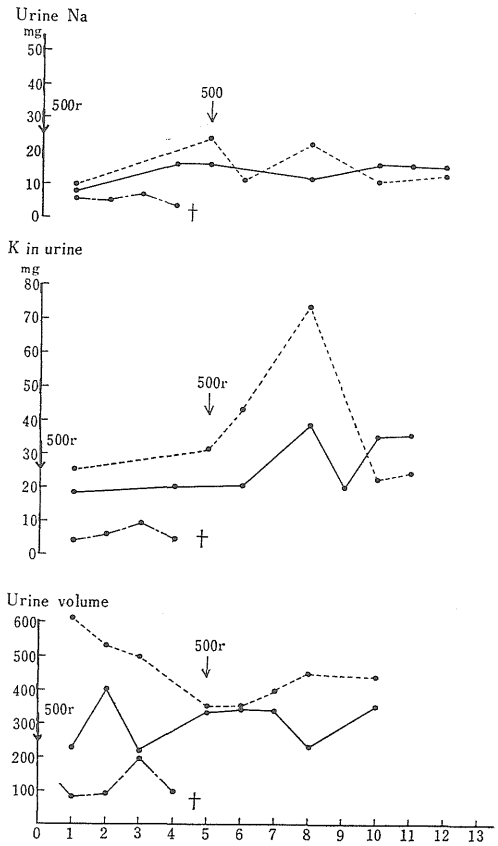
^{86}Rb 投与後 19 日目に死亡せる子宮癌患者の各臓器へ



第 1 図　^{86}Rb in the total body of human



第 2 図　^{86}Rb in the total body of the rabbits given DOCA and irradiation



第3図　Group 1 (irradiation)

の ^{86}Rb の取り込みは，癌の転移巣を除きほぼそのK量と平行していた。

健康人の血液に ^{42}K および ^{86}Rb を加え，さらに glucoside を加えて，赤血球への摂取を検したところ，^{42}K では glucoside によって著明に血球への摂取が抑制されるが，^{86}Rb の摂取はあまり強く抑制されなかった。

以上の結果より，生体内のカリウム代謝が定常状態にあるときは ^{86}Rb をもって ^{42}K に代えることができるが，何らかの原因によって，カリウム代謝の平衡が乱されている場合は，K と ^{86}Rb とは必しも一致した動きを示さない。

6．四肢の浮腫とアイソトープ

臨床第3研究室
田　中　　茂*
* 臨床研究部長

いとぐち

放射性アイソトープが医学の各分野で広く利用され，多くの成果を挙げつつあることは周知のごとくである。それらのなかで心搏出量，血流速度，末梢循環等をアイソトープによって測定する試みもいち早く取り上げられ，アイソトープの応用面における大きな分野をなすに至った。したがって循環系の障害に基づく浮腫では，アイソトープを用いて心あるいは末梢循環の状態を知ることができる。しかし浮腫は循環系障害以外に種々な原因で起こり得ることはいうまでもなく，これら各種の原因による浮腫をアイソトープを利用して分類する試みはほとんど行なわれていない。

筆者は乳癌の手術後同側上肢に発生するいわゆる“淋巴性浮腫”が，果して淋巴の鬱滞のみに基づくものであるか否かに疑問をもち，本症および他の原因による浮腫患者の皮下にアイソトープを注射し，その吸収の速度より浮腫の鑑別ならびに成因に対する考察を試みた。

方　法

被検者　乳癌の手術後患側の上肢に浮腫を来たしたもの7名，浮腫のないもの2名，計9名，肺癌および縦隔洞腫瘍によって上肢の浮腫を有するもの2名，心不全による浮腫2名，子宮癌で静脈圧迫による浮腫1名，浮腫ないもの1名，対照として浮腫を有しない各種疾患10名を選んだ。

アイソトープ　使用したアイソトープは Abbott から入手した $Na^{131}I$ および ^{131}I で標識した人血清アルブミン (RISA) を用いた。$Na^{131}I$ の場合には 1 m*l* 中に約60～100 μc を含むように生理的食塩水で稀釈して使用した。RISA は 1 m*l* 中に約 10 mg のアルブミンを含有するものであって稀釈せずに用いたが，使用時の ^{131}I 量は 50～560 μc/m*l* であった。なお RISA は入手後直ちに冷蔵庫内に入れて保存しているが，長期間経たものでは $^{131}I^-$ が遊離する恐れがある。これを確めるために *n*-butanol : dioxane : 2*N* ammonia (5:1:2, 容量比) を溶媒としてペーパークロマトグラフィーを行ない，^{131}I が 10% 以上遊離していないものを用いた。

注射部位　被検者はベット上に仰臥せしめ約5分間安静を取らしたのち，上肢では上膊，下肢では下腿の外側に左右対称の部位を選び，1 m*l* のツベルクリン注射器によって 0.1 m*l* を皮下注射した。注射をする際には約 30 度の角度で注射針を挿入し，皮下に達したらできるだけ皮膚面に平行して注射針を約2cm 進めてから注射する。

測定器および測定法

1) $Na^{131}I$ クリアランス　2×2インチの NaI クリスタルを有するシンチレーション・ディテクターを用い，

これから出るパルスをメディカル・スペクトロメーターに入れたのち，レート・メーターを通し電子管式レコーダーによって記録した。コリメーターは直径2インチの円筒型のものを使用した。

メディカル・スペクトロメーターで364 keVを中心に5～8 keVの幅でパルスを取り出した。レート・メーターのスケーラーは300～3,000 cpmとし，時定数は0.5～2.0秒，レコーダーの速度は30 cm/min.とした。

$Na^{131}I$ 注射後直ちに注射部を中心にして，コリメーターを皮膚面にできるだけ近く接着させる。この際皮膚をコリメーターの先端で圧迫せぬように注意する。次いで注射部位のγ線の変動をレコーダーによって通常30分間記録する。特に吸収の遅い場合は放射能の強さが最初の半分になる時間まで継続した。

なお一部の患者ではあらかじめルゴール氏液30滴を投与しておき，注射後1, 5, 10, 20, 30分後に採血，血清を分離しこれをウェル型シンチレーションカウンターで測定した。

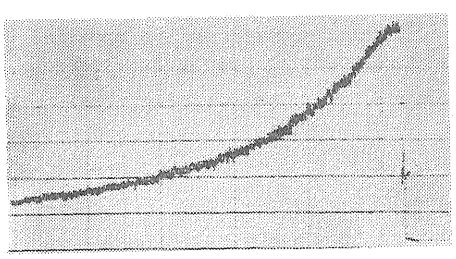
2) **RISA クリアランス**　コリメーター，シンチレーション・ディテクター，メディカル・スペクトロメーターは前と同じであるが，次いでカウンターに入れ，注射部の放射能を測定した。注射部の測定後は対照として注射量と同量のRISAを試験管に入れ，コリメーターの前面において測定する。測定時間は注射直後1，2，4時間，次いで24時間ごとに少なくとも注射直後の計数値が半減するまで測定した。

一部の患者ではあらかじめルゴール氏液を与え，注射後10分，24，48，72時間に採血，血清を分離後これを三塩化酢酸で沈澱し，沈渣に含まれる ^{131}I をウェル型シンチレーション・カウンターで測定した。

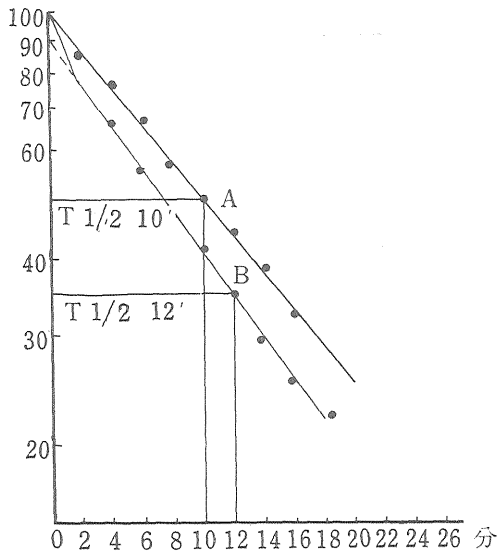
測定成績

1)　**$Na^{131}I$ クリアランス**

$Na^{131}I$ の皮下注射後の消失曲線は第1図のごとくであって，これを時間を横軸に注射直後のγ線の強さを100



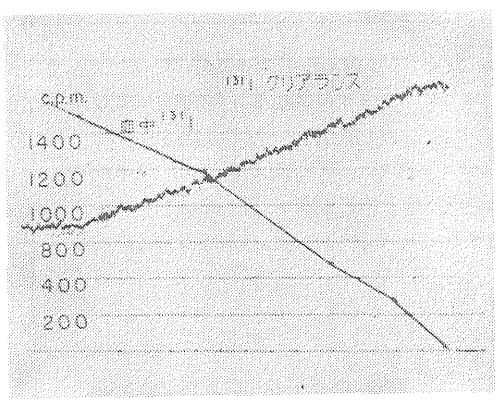
第1図　S. O. 61才 ♂, control r. leg.



第　2　図

として，これを片対数グラフ上の縦軸にとった場合は第2図Aのような直線となる。この直線が50の高さになるまでの時間を $T^{1}/_{2}$ すなわち生物学的半減期とした。時として最初の数分間は急速に，次いでやや緩かな二つの直線となることがある（第2図B）。これは恐らく注射の際に血管の損傷を伴ない，その部から直接に $Na^{131}I$ が吸収されたためと考えられる。この場合は緩かな直線を延長し，この高さが半分となる時間を $T^{1}/_{2}$ とした。

消失曲線と血清中 ^{131}I：注射後1分では血中に出現しないが5分後には認められる。次いで血中濃度が増加してくる。注射部位からの消失曲線と血中 ^{131}I 量との関係は第3図のごとくであって，両者はちょうど逆の関係にある。



第　3　図

第 1 表

	性	年令	病名	腫浮	$Na^{131}I$ (分)				RISA (時間)			
					右上	左上	右下	左下	右上	左上	右下	左下
1	♀	51	対照	—	5.5	7.0			15.0	18.0		
2	♀	58	〃	—	8.0	6.5			34.0	40.0		
3	♂	41	〃	—	14.0	17.0			16.0	12.0		
4	♀	53	〃	—	9.5	7.0			37.0	42.0		
5	♀	58	〃	—			17.0					26.0
6	♀	45	〃	—			16.0					39.5
7	♂	22	〃	—			9.0					20.0
8	♂	59	〃	—	7.0	8.0	10.0		25.0	19.0		
9	♂	61	〃	—	3.0	4.0	6.0				23.5	
10	♀	75	〃	—								43.0
1	♀	47	左乳癌	+	13.0	18.0			14.0	38.0		
2	〃	53	〃	+	7.0	7.5			43.0	60.0		
3	〃	60	〃	+	17.0	14.0			27.0	38.0		
4	〃	43	〃	+	5.0	7.5			31.0	47.0		
5	〃	57	〃	+	8.0	8.5			9.5	13.0		
6	〃	48	右乳癌	+	7.0	4.5			55.0	41.0		
7	〃	51	〃	+	11.0	10.0						
8	〃	58	〃	—	3.0	4.0	6.0		20.0	16.0		
9	〃	47	左乳癌	—					30.0	26.0		
1	♂	56	縦隔洞腫瘍 治療後	+ —	38.0 10.5	24.0 8.0			34.0 31.0	39.0 36.0		
2	♂	53	右肺癌	+	24.5	8.0			37.0	29.0		
3	♀	63	心不全 治療後	+ —			44.5 27.0					3.5
4	♂	58	心不全	+			33.0					27.0
5	♀	49	子宮癌	+	4.0		12.5	16.5				22.5
6	♀	48	〃	—			36.0	22.0				
1	♀	43	バセドー氏病	—			18.0	13.0				16.0
2	♀	20	〃	—	14.0			12.5				28.0

a. 対照： 浮腫，心不全等のない9名によって得られた $Na^{131}I$ クリアランスを $T^{1}/_{2}$ で示すと第1表のごとくである。すなわち上肢については 3.0～17.0 分，平均 8.0 分，下肢では 9.0～16.0 分，平均 11.6 分であった。

b. 乳癌の手術後患者： 乳癌および腋窩淋巴腺の剔出を行ない，さらに大部分の患者では術後照射を受けたもので，同側上肢に淋巴性浮腫のあるもの7例，浮腫のないもの1例に $Na^{131}I$ クリアランスを行なった。浮腫を有するものでは患側 7.5～18.0 分，対照の健側上肢では 4.5～17.0 分で，両者のあいだに統計的差異は認められなかった。

c. 静脈の圧迫あるいは心不全： 肺癌，縦隔洞腫瘍で上半身の浮腫を有するもの，心不全で下肢に浮腫を来したものでは表のごとくクリアランスが著明に延長しており，24.0～44.5 分であった。また，子宮癌の患者で傍子宮結合織に浸潤を有するものでは下肢に浮腫がないにも拘わらずクリアランスが延長していた。なお，縦隔洞腫瘍に対してはコバルトの照射を行ない上半身の浮腫が消失したが，それとともにクリアランスの値も正常化した。また心不全の患者では強心剤，利尿剤を投与し，浮腫が消失するとともにクリアランスも短縮した。

2) RISA クリアランス

RISA を皮下に注射後，その部にディテクターをあて放射能の変化を記録しても短時間ではほとんど変化を示さない。そこで種々な時間後の計数値をとり，注射直後のカウント数を 100 とし時間的減衰を片対数グラフ上にとるときは $Na^{131}I$ の時と同様に直線となる。しかしこの場合にも最初の 2～3 時間までは速く，次いで緩かな 2 相性となることがあり，この時は緩かな直線を延長し，それが 0 時と交わる値が半分になるまでの時間を $T^{1}/_{2}$ とした。なお RISA の場合には $Na^{131}I$ のようにきれいな直線となることは少ない。これは恐らくコリメーターを毎回正確に同じ位置に置くことが困難なためと考えられる。

消失曲線と血清中の RISA： RISA の皮下注射後 10 分で痕跡程度に認められ，その後 72 時間まで徐々に増加していく。

a. 対照： RISA のクリアランスを $T^{1}/_{2}$ で表わしたものが第 1 表（前頁）である。浮腫，心不全のない場合の $T^{1}/_{2}$ は 12.0～42.0 の時間であった。上下両肢あるいは左右による差は認め難い。

b. 乳癌の手術後患者： 浮腫を有するものでは 13.0～60.0 時間であり，約半数は対照より延長していた。しかし同一人を左右上肢の対称部で比較すると患側上肢からの吸収は健側に比して全例において延長していた。すなわち最低 30% から 170% まで延長している。浮腫を有しない 2 例では左右による差は僅少であった。

c. 静脈の圧迫または心不全： 縦隔洞腫瘍，子宮癌等による静脈圧迫，心不全等の場合 $T^{1}/_{2}$ は 3.5～37.0 時間であって，正常の範囲あるいはむしろこれより短縮していた。

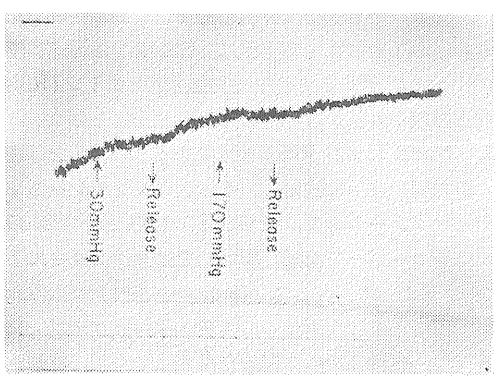
考　按

アイソトープを皮下に注射し，これが吸収される速度から末梢循環の状態を知ろうとする試みは 1949 年 Kety (*Am. Heart J.*, 38, 321, 1949) によって報告されている。しかし彼が用いている ^{24}Na は半減期が短く（15 時間），わが国ではなかなか使用し難い現状にあり，また浮腫のように組織内の Na が増加しているときは，それによって組織からの吸収が影響されると考えられる。

浮腫に対して $Na^{131}I$ および RISA を用い，これの吸収を検討しているのは Hollander ら (*J. Clin. Invest.*, 40, 222, 1961) の発表が唯一のものであるが，$Na^{131}I$ の吸収に対する基礎的事項に不備なところがある。われわれが得た成績では静脈の鬱血がある場合には $Na^{131}I$ の皮下吸収が遅延している。すなわち心不全の患者，縦隔洞腫瘍，肺癌等による上空静脈，鎖骨下静脈等の圧迫がある場合には明らかに吸収が遅くなっていた。これらの患者を治療し，静脈鬱血が改善されるとともに $Na^{131}I$ クリアランスも促進し正常化する。また子宮癌の患者では下肢に浮腫が認められないのにも拘らず，傍子宮結合織に浸潤がある側の下肢では $Na^{131}I$ の吸収が著明に遅延しており，恐らく癌の浸潤によって股静脈が圧迫があるものと思われる。このことは子宮癌の拡がりを知るうえによい方法であることを示している。一方乳癌の手術後に発生したいわゆる“淋巴性浮腫”に対しては全く正常と変らない値を示した。これは興味ある問題であって，この浮腫の成因に有力な示唆を与えるものである。従来本症の原因として感染，淋巴の鬱滞，さらにまた静脈の圧迫等 (*J. A. M. A.*, 180, 95, 1962) が考えられているが，われわれの結果では静脈の鬱血はあまり大きな役割を演じていないようである。

一方 RISA の吸収であるが，静脈鬱血がある場合には，吸収は正常あるいは 1 例で著明な促進が認められた。これに対し“淋巴性浮腫”と考えられる場合には RISA の吸収が健側に比して明らかに遅延していた。

これらの成績が示すように，$Na^{131}I$ のようなイオンの形にあるものは組織間を自由に通過し，毛細管を通じ静脈血中に入るものと考えられる。そのことをさらに実証するものとして注射部の心臓寄りの上膊に血圧測定用のマンシェットを巻き，これを 30 mm Hg で 25 分間圧迫すると第 4 図のように吸収が著しく悪くなる。またこの吸収に対して動脈側からの血液の流入も必要であることは，上膊を最高血圧より高い 170 mm Hg で圧迫すると 30 mm Hg の場合よりさらに一層強い吸収阻止が認められることから明らかである。しかし圧迫を解放した際



第　4　図

reactive hyperaemia による吸収の促進は認められなかった。これは圧迫によって血管壁より組織間に液体が濾出し，そのため $Na^{131}I$ が稀釈されることによるものであろう。すなわち $Na^{131}I$ の皮下吸収に関与するものとしては ① 動脈からの毛細血管への血液の流入，② 静脈より心臓への血液の還流の二つが考えられる。その他に組織内のヨード量（iodide space），甲状腺のヨード摂取率等をも考慮されるべきである。そこでルゴール氏液の投与前後および甲状腺機能亢進症等について $Na^{131}I$ の吸収を検したが，ルゴール氏液の投与によっても吸収は変りなく，また甲状腺機能亢進症でも正常値を示していた。このことは，注射する $Na^{131}I$ がヨード量として無視し得るものであり，かつ，組織からの吸収が速かなため iodide space，甲状腺機能が関与するまでには至らないことを意味している。

一方 RISA，すなわちアルブミンのような蛋白体は既に動物実験（*J. Exp. Med.*, 65, 373, 1937）で証明されているように，皮下から淋巴を通じて血流中に入るものと考えられ，静脈の鬱血では影響を受けないのである。

以上を要約すると静脈鬱血がある場合には，$Na^{131}I$ の皮下吸収が遅延するが RISA の吸収に障害はない。一方淋巴の鬱滞がある時は $Na^{131}I$ の吸収に変化がないが，RISA の吸収が遅延する。

われわれの病院の特殊性のため，他の原因による浮腫等について，充分に検討することはできなかったが，しかし本法は淋巴管の造影等に比して極めて簡単であり，また癌の患者等では浸潤の範囲を知るうえに参考になるので一応試みるべきものであろう。

総　括

1） 乳癌の手術後同側の上肢に発生せる浮腫，縦隔洞腫瘍，肺癌，子宮癌等で静脈圧迫を来たして浮腫を生じたもの，心不全によって下肢に浮腫を有する患者等で $Na^{131}I$ および ^{131}I で標識した人血清アルブミン（RISA）の皮下吸収を外部から測定した。

2） $Na^{131}I$ および RISA はおのおの 0.1 m*l* を浮腫部および対側の皮下に注射し，その上にシンチレーション・ディテクターをあて，その吸収の状態を $Na^{131}I$ の場合にはレコーダーで記録，RISA ではカウンターによって 24 時間ごとに測定した。

3） 両者ともに皮下からの吸収を片対数グラフ上にとると直線，時に 2 相性の直線で減衰していき，この高さが半分になる時間をもって生物学的半減期 $T^{1}/_{2}$ を求めた。

4） 心不全，癌の浸潤による静脈の圧迫等がある場合には $Na^{131}I$ の吸収が遅延しているが，RISA の吸収は正常かあるいは短縮している。

5） 乳癌手術後の浮腫では $Na^{131}I$ の吸収は正常であるが，RISA の吸収が健側に比して遅くこの浮腫が淋巴の鬱滞によることを示している。

〔研究発表〕

田中　茂；四肢の浮腫とアイソトープ，老年病，第 6 巻，第 11 号（1962 年 11 月）

7．甲状腺機能検査

臨床第 3 研究室
田　中　　茂*
* 臨床研究部長

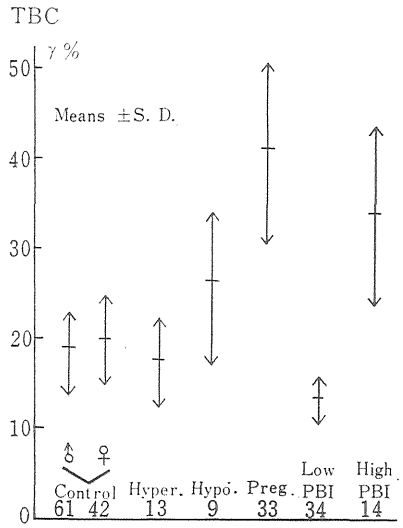
甲状腺機能の検査法として基礎代謝率，血清 PBI 値および ^{131}I の甲状腺摂取率の測定が主なものであるが，これらのなかで血清 PBI は直接血液中のホルモン量を測定するものであり，甲状腺機能のもっともよい指標とされている。

PBI の測定法は大別すると，Barker らによって開発されたアルカリ灰化法と Chaney によって考案され，さらに Corner によって簡易化された蒸留法とがある。これらは血清蛋白と結合している甲状腺ホルモンを無機ヨードに変換する方法の違いであって，その後の過程はいずれもセリウム，亜砒酸液にたいするヨードイオンの触媒作用に基づいている。

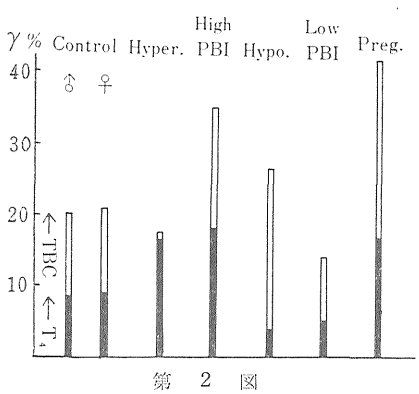
血清 PBI の測定が甲状腺機能検査法のなかで最も優れたものの一つであることには異論がないが，しかし時として PBI の値と臨床所見とが一致しない場合がある。そこで今回はこの問題について考えてみたい。

甲状腺ホルモンは血漿中では大部分がサイロキシン結合グロブリン（TBG）に，そして一部がアルブミンと結合している。TBG はその量が少ないため直接測定することはできないが，ある程度以上のサイロキシンによって飽和されるため，その結合能から TBG の量を推定することができる。

そこで種々な PBI 値を有する血漿（血清）に大量の ^{131}I-標識サイロキシンを加え，逆流電気泳動によってアルブミンと TBG とに分け，両者に結合する ^{131}I の比率および血漿中の総サイロキシン量から TBG の結合能を求め，この平均および標準偏差を示すと第 1 図（次頁）のごとくである。すなわち，甲状腺機能亢進症では結合



第 1 図



第 2 図

能がやや低く，低下症では上昇している。

High PBI 症，すなわち PBI が高くてしかも臨床症状を呈しないものおよび妊娠時には結合能が高く，逆に PBI が低くても臨床所見のない Low PBI 症では結合能が低下している。第2図は血漿中の PBI をサイロキシン量として表わしたものと，結合能との関係を図示したものであるが，High PBI, Low PBI および妊娠時には血中ホルモン量と結合能はほぼ正常の比率を示している。甲状腺機能亢進症では両者の値が接近し，機能低下症では両者が大きく離開している。

以上の成績から甲状腺ホルモンの末梢作用を規定するものは血中の総ホルモン量ではなく，遊離形ホルモンの多寡であって，これは血漿中の TBG の結合能によって左右されるものと考えられる。したがって，PBI が異常値を呈しても TBG の結合能が同時に同じ方向へ移動するときは遊離形ホルモン量が正常に保たれ，甲状腺機能異常の臨床症状を呈しない。

8. 甲状腺ホルモンに結合する血漿蛋白

臨床第3研究室
田 中 茂*
* 臨床研究部長

いとぐち

血液中の甲状腺ホルモンの主体をなすものは l-thyroxine (T_4) であり，このほかに Gross および Pitt-Rivers (*Lancet* I, 439, 1952) によって発見せられた l-triiodothyronine (T_3) が少量に存在する。これらの甲状腺ホルモンは血液中で遊離のかたちではなく，血漿蛋白と結合している。このことは血清中に T_4 を加えて透析しても外液に移行しないことおよび三塩化酢酸，水酸化亜鉛などによって蛋白とともに沈澱することによっても推定することができる。それでは甲状腺ホルモンが血漿蛋白のどの部分に結合し，そしてこれがどのような意義を有するものであるかについてのべてみよう。

甲状腺ホルモンと血漿蛋白との結合部位

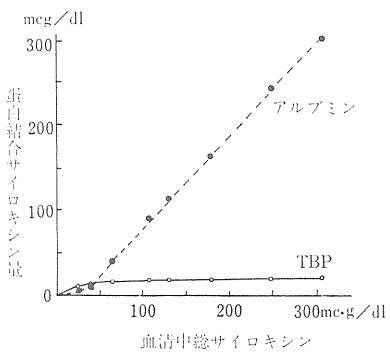
これは1952年 Gordon ら (*Nature*, 169, 19, 1952) によって初めて明らかにされた。それによると血液中の T_4 の大部分は α_1-グロブリンと α_2-グロブリンの中間に位置するサイロキシン結合グロブリン (TBG) に，一部がアルブミンに結合している。この TBG はまだ純粋な形で分離されていないので，その化学的性質は明らかでないが，種々な pH における電気泳動性および超遠心の成績より分子量約 50,000 の糖蛋白の一種と考えられている (*J. Biol. Chem.*, 208, 369, 1954)。甲状腺ホルモンと血漿蛋白との結合は，血漿（血清）に ^{131}I で標識した T_4（あるいは T_3）を加え，これを ロ紙電気泳動によって蛋白分画に分けた場合にも認められる。この場合は血清に添加する T_4 の量によってそれぞれの蛋白に結合する量が異なり，第1図（次頁）のごとく T_4 の量が増すとともにアルブミンに結合する量は増加するが，TBG はある一定量以上で飽和される。

以上の実験はロ紙電気泳動の溶媒としてバルビタール緩衝液を用い，pH を 8.6 とした場合であるが，Tris-，炭酸アンモニア-緩衝液などを用いると TBG，アルブミン以外にアルブミンより泳動の速やかないわゆる pre-albumin の部分にも T_4 が証明される (*Endocrinol.*, 63, 256, 1954)。これはこれらの緩衝液によっておこった人為的なものであるか，あるいは逆にバルビタール緩

衝液が prealbumin と T_4 との結合を阻害するためなのかは明らかでない。しかしバルビタール緩衝液を用いても，T_4 の類似化合物である tetraiodothyroacetic acid および tetraiodothyropropionic acid が prealbumin とよく結合するという筆者の実験（*Acta Endocrinol.*, 31, 161, 1959），また Tris-緩衝液でも pH 7.6 で泳動すると prealbumin には結合しないという Christensen ら（*J. Clin. Endocrinol.*, 21, 104, 1961）の報告によっても，むしろ prealbumin との結合が人工的なもののようである。

TBG の測定法

TBG は血清中にごくわずかしか存在しないためこれを直接に測定することは不可能であるが，第1図で示したごとく血清中に ^{131}I で標識した T_4 を大量に加えると飽和される性質を利用し，その結合能を求めることができる。この方法の詳細は紙面の関係で省略させてもらい，著者の発表した論文（*J. Clin. Endocrinol.*, 19, 84, 1959）を参照していただきたい。



第　1　図

甲状腺ホルモン—血漿蛋白結合の意義

上記のごとく甲状腺ホルモンはアルブミン（および prealbumin ?）および TBG と結合して血液中を循環しているが，これが生理的にどのような意義をもつものであろうか，甲状腺ホルモンが血管壁を通って末梢組織へ移行する場合，蛋白と結合したままではなく，遊離した形となると想像される。いま蛋白と結合するホルモンを PT とすると，この他に微量の遊離形ホルモン T があり $PT \rightleftarrows P + T$ なる平衡関係が成立していると考えられる。甲状腺ホルモンと結合する蛋白のなかでは結合力の強い TBG がこの平衡に支配的影響をおよぼしていることは，つぎのいくつかの事実が裏書きしている。

1）妊娠中の血清甲状腺ホルモン（PBI）は増加しているが，甲状腺機能亢進症状は認められない。この際，TBG の結合能が増加している（*J. Clin. Endocrinol.*, 16, 280, 1956；*J. Clin. Invest.*, 37, 153, 1958；*Am. J. Obst. & Gynec.*, 79, 718, 1959）。

2）PBI が異常に高く，しかも甲状腺機能亢進症状を呈しない場合があるが，この場合 TBG の結合能がしばしば増加している（*Metabolism*, 8, 441, 1959；*J. Clin. Invest.*, 38, 1,683, 1959）。

3）ネフローゼ性疾患では PBI は低下しているが甲状腺機能低下症を示さない。血清 TBG の結合能は低下している（*Recent Progr. Hormone Res.*, 13, 161, 1957）。

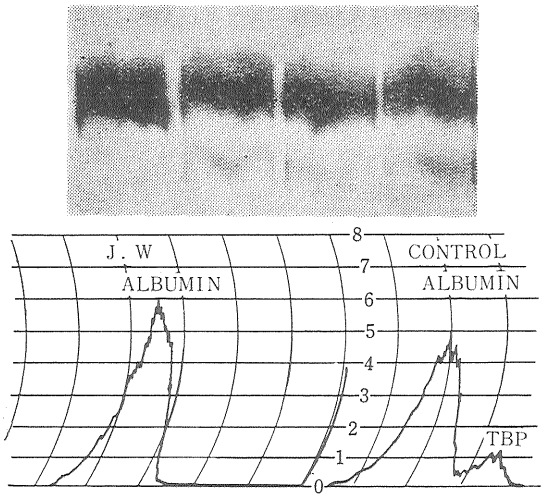
4）甲状腺機能が正常と思われるもので，PBI が低い場合，TBG の結合能は低下している（*J. Clin. Endocrinol.*, 19, 84, 1954）。

5）血液に ^{131}I で標識した T_3 を加え，赤血球に摂取される T_3 の量を測定すると，TBG の結合能が高いときは低く，結合能が低下しているものでは摂取率が高い（*Endocrinol.*, 66, 783, 1960）。赤血球に摂取されるのは血液中の遊離形の T_3 と考えられる。

上述の諸事実は，血中の甲状腺ホルモンが末梢組織へ移行するのを支配している因子として，TBG が重要な役割を演じていることを示すものであり，たとえ血清中の甲状腺ホルモンが正常値以上であっても TBG の結合能が高いとき，また逆に甲状腺ホルモンが減少していても TBG の結合能が低いときは，末梢へ移行する遊離形のホルモン量は正常であり，末梢組織の代謝異常をきたさない。

なお TBG が甲状腺ホルモンの末梢移行に対して支配的な役割を演じていることは確かであるが，しかしそれのみが唯一のものではないことを示唆するものとして，筆者（*J. Clin. Endocrinol.*, 19, 485, 1959）が世界で最初の報告を行なった症例をお目にかけたい。これは第2図（次頁）のごとく血清中の TBG が欠如しているものであって，この患者では血清 PBI が低下しているにもかかわらず，他の甲状腺機能には異常が認められなかった。これと同じような例が一昨年，Ingbar（*Ann. N. Y. Acad. Soc.*, 86, 440, 1960）によって第2例目として報告された。

以上のことより，甲状腺ホルモンの末梢作用を規定する因子として，血液中の甲状腺ホルモンの多寡という問題のほかに，ホルモンと血漿蛋白との結合が重要な役割



第　2　図

を演じていることが明らかであり，血清 PBI 値のみから甲状腺機能を云々することは，時に誤まりを招くものである。

〔研究発表〕

田中　茂；甲状腺ホルモンに結合する血漿蛋白，内分泌と代謝，第3巻，第1号（1962年7月）

9．甲状腺内ホルモンおよび流血中ホルモン

—ペーパークロマトグラフィーによる甲状腺内および流血中ホルモンの分析，サイロキシン結合蛋白の結合能の測定—

臨床第3研究室
田　中　　茂*

* 臨床研究部長

（1）いとぐち

Kendall（*J. A. M. A.*, 64, 2,042, 1915）によって甲状腺からサイロキシンが分離せられ，Harington（*Biochem. J.*, 20, 300, 1926）がその構造を明らかにしてから既に 30 年以上を経ているが，甲状腺内でのホルモン合成の過程，流血中のホルモン姿態等が明らかにされたのは極く最近のことである。それというのは放射性ヨード（^{131}I）をクロマトグラフィー，電気泳動等の新しい分析の方法と組合せることによって，従来の化学的分析法では到底不可能であるような微量のヨード化合物を分離測定し得るに至ったためである。これらの新しい方法によって，甲状腺ホルモンの代謝系が明らかにされるとともに種々な甲状腺疾患に際し，その異常の所在を究めることができるのである。

甲状腺内および流血中の甲状腺ホルモンを測定することは比較的よく行なわれているので，これについて簡単に触れ，次いで最近関心の高まりつつあるサイロキシン結合グロブリンの測定法について述べてみたい。

（2）甲状腺ホルモンのペーパークロマトグラフィー

ペーパーに塗布した試料を一方向のみに展開するのを1次元といい，これをさらに別の溶媒中で直角の方向に再展開するのを2次元と呼んでいる。後者は，1次元では分離し難い化合物の分離に用いられている。通常甲状腺あるいは血液中に見出されるヨード化合物は1次元で分離し得るため，2次元を行なう必要はない。

溶媒：甲状腺ホルモンの分離に用いられている溶媒はかなり多数にのぼっているが，そのうち主なものを第1表に示してみよう。（ ）内は各成分の容量比を表わしているが，これは人によっていくぶん異なる場合がある。

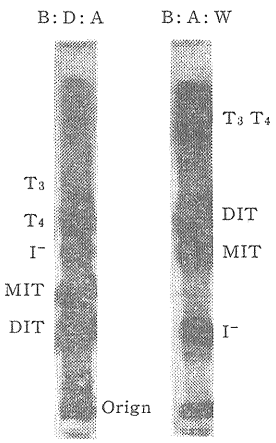
第　1　表

1次元法	
n-Butanol : dioxane : 2 *N*-ammonia (B : D : A)	(5 : 1 : 2) (5 : 1 : 4) (4 : 1 : 2)
n-Butanol : acetic acid : water (B : A : W)	(78 : 10 : 12) (100 : 15 : 35)
n-Butanol : 2 *N*-ammonia (B : A)	(1 : 1)
n-Butanol : acetic acid (B : Ac)	(85 : 15)
n-Butanol : primary amyl alcohol : 2 *N*-ammonia (B : P : A)	(7 : 3 : 10)
n-Butanol : ethanol : 2 *N*-ammonia (B : E : A)	(5 : 1 : 2)
Tertiary amyl alcohol : 2 *N*-ammonia (T : A)	(1 : 1)
Collidine : water : ammonia (C : W : A)	
2次元法	
n-Butanol : dioxane : 2 *N*-ammonia	(5 : 1 : 4)
Tertiary amyl alcohol : 2 *N*-ammonia	(1 : 1)
n-Butanol : dioxane : 2 *N*-ammonia	(5 : 1 : 4)
Collidine : water : ammonia	(100 : 35)

甲状腺ホルモンをペーパークロマトグラフィーで分離する場合の溶媒としての条件は，ホルモンを分解あるいは逆に合成せずかつ各ヨード化合物の分離のよいものでなければならない。そこで ^{131}I で標識された T_4，T_3 等をペーパークロマトグラフィーで分離後ペーパーより抽出することによって純化し，再びクロマトグラフィーを行なって各溶媒の回収率を検したところ第2表（次頁）

第 2 表

	回収率 %		
	T_4	T_3	I^-
B：D：A（精製せず）	69	74	95
B：D：A（精　製）	81	84	96
B：A：W	92	94	96
C：W：A	78	78	95
B：E：A	76	80	98



第 1 図

のごとくであった（綜合医学，17，597，1960）。この成績ではB：A：Wが最もよく，次いでB：D：Aがよい成績を示していた。一方分離性については B：D：A が最も優れており，B：A：W を用いるときは T_4 と T_3 の分離が困難である（第1図）。T：A は T_4 と T_3 の分離性がよいとされているが，筆者の経験では常に一定の結果が得られなかった。

これら溶媒に用いる試薬は特級品を用いるべきであるが，それでもよい成績が得られぬ時は蒸溜精製して使用すべきである。特に dioxane の古いものは過酸化水素を生じていることがあるから注意せねばならない。

なおこれら溶媒を用いてペーパークロマトグラフィーを行なう場合，それぞれの化合物に特有な Rf 値が得られるが，この値は諸種の条件によって異なるので，少量のヨード化合物を 0.02N NH_4OH にとかし約 100γ 程度をペーパーに塗布，これを同時に展開したのちヨード化合物は nynhydrin，無機ヨードは palladium chloride で発色しその位置を決めて同定する。これらの代りにセリウム試薬を用いることもできるが，この場合は塗布するヨード化合物は 1γ 程度で足りる。

展開後の処理：溶媒が約 25 cm 上昇（あるいは下降）したところでペーパーをクロマト管からとり出し，溶媒の先端に鉛筆でしるしをつけ，これを吊して室温で充分に乾燥する。

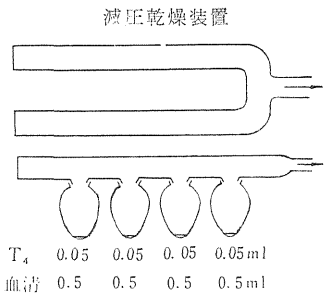
（3）**TBG の測定法**

1）試薬および器具

i）^{131}I-T_4：通常 50% propylene glycol に溶解されており，比放射能が 20～40 mc/mg 程度のものがよい。

ii）Barbital 緩衝液：pH 8.6，イオン強度 0.1。

iii）減圧乾燥装置：約 10 ml 容量のナス型コルベンを 8 個接続し得る枝付ガラス管（第2図）を作り，これをガス補捉装置に導き，真空ポンプで吸引する。



第 2 図

iv）ロ紙電気泳動装置

v）Paper scanner または Well 型 scintillation counter

vi）X線フィルム，現像および定着液

2）測定法

i）^{131}I-T_4 の乾固：^{131}I-T_4 に 50% propylen glycol を加えて稀釈し，1 ml 中に約 12γ 程度の T_4 を含むようにする。これの各 0.05 ml を小コルベンに入れて減圧乾固する。

ii）血清の添加：被検血清 0.5 ml を上記小コルベンに入れよく振盪後，使用するまで氷室に保存，T_4 と蛋白との結合を経時的に調べたところ，室温では瞬間的に行なわれるので特に加温する必要はない。

iii）ロ紙電気泳動：Spinco の懸垂型を用い，陰陽両極の緩衝液の液面を同一にしたのち陽極側に緩衝液を 400 ml 追加する。次いで緩衝液に浸したロ紙 8 枚を架け，30 分間放置後，血清を塗布する，各ロ紙片（約 3 cm）に対して 8 V の電圧で約 20 時間通電，終了後ロ紙片を取り出し，100℃ で 30 分間乾燥する。

iv) ロ紙片をX線フィルムと重ね合わせて1日～数日間放置後現像定着する。

v) フィルムの乾燥後ロ紙とフィルムと重ね合せ，アルブミンおよびTBGの黒化像に相当した部分のロ紙を切り，その放射能を測定する。

vi) Paper scanning 4.5の代りにロ紙上の放射能をscannerによってグラフに描くとアルブミンおよびTBGに相当して二つの山が認められるので，この内部の面積をplanimeterで測定し，両者の比率を求める。

vii) 添加せる ^{131}I-T_4 の測定：血清に添加した ^{131}I-T_4 の0.1 ml を血清9.9 ml に加え，よく振盪後PBIを測定する。この値と血清本来のPBIとの差を1.53×10倍したものが血清100 ml に加えられた T_4 量である。

viii) ^{131}I-T_4 の乾燥による逸出，容器壁への吸着等に対する補正：^{131}I-T_4 の0.1 ml に血清0.9 ml を加えたものをロ紙上に0.02 ml とる。一方ロ紙電気泳動に用いた残りの血清を0.02 ml あてロ紙に塗布，両者の放射能を測定して補正係数を求める。

3) TBGの結合能の計算

TBGと結合している T_4 の絶対量はTBGに結合する ^{131}I-T_4 の相対量に血清中の総 T_4 量を乗じたものである。後者は血清中の内因性の T_4 量および外から加えた ^{131}I-T_4 量の和で示される。内因性の T_4 量は厳密にいえば血清PBI自体ではなく，ブタノール抽出性ヨード(BEI)で表わさねばならないが，両者の差は外部から加えられた T_4 量に比して無視し得る程度であるのでPBIをもって替えた。ただしPBIは T_4 をヨード量として示すものであるから，T_4 量に換算するためにはPBIの値に1.53を計数として掛けねばならない。

以上のことから，血清100 ml 中に存在するTBG結合能(binding capacity)は以下の式によって求められる。

$$\frac{T}{A+T}(SC + 1.53 \times PBI)\gamma$$

A：アルブミンに結合する ^{131}I-T_4 の量
T：TBGに結合する ^{131}I-T_4 の量
S：血清100 ml に対して加えられた ^{131}I-T_4 量
C：^{131}I-T_4 の乾燥による補正係数

測定誤差

同一血清を最初の操作から10回測定した場合の成績は第3表のごとくであり，この測定法が精度の高いことがうかがわれる。Aは正常血清，Bは妊娠初期でTBGのやや高いものを選んだ。

第 3 表

	結合能 (γ/100 ml)	
	Range	平均±S.D.
A	12.7－15.9	14.0±0.9
B	27.1－30.9	29.5±1.1

〔研究発表〕

田中 茂；甲状腺ホルモンおよび流血中ホルモン，ホルモンと臨床，第10巻，第7号（1962年7月）

10. ヒューマンカウンターの臨床診断的利用

臨床第3研究室
永井輝夫

0.02～0.1 μc/kgの微量トレーサー法による診断，および天然 ^{40}K 放射能測定により身体カリウム全量測定による診断法を確立した。

トレーサー診断にはプラスチックシンチレーターを利用した全身計数装置を用い，^{131}I による甲状腺機能診断（8例），^{85}Sr による骨腫瘍，カルシウム代謝異常診断（6例），^{22}Na による浮腫診断（4例），^{51}Cr 赤血球による脾機能診断（4例），^{59}Fe による貧血診断（3例），^{60}Co-VB_{12} による悪性貧血診断（1例）を行ない，本法の従来の方法に優る点を考察した。

^{40}K 測定では8インチNaI結晶ヒューマンカウンターを利用したスタンダードチェアー法およびスキャン法で測定した。キャリブレーション法は，人体模型ファントームを利用する *in vitro* 法と，同一患者に微量 ^{42}K を投与する *in vivo* 法によった。

カリウム代謝異常を伴なう定期性四肢麻痺例5例，対照例7例での成績では，両キャリブレーション法の値はよく一致し，同時に行なった ^3H_2O 稀釈法による体液量から求めたリーンボディマス単位質量あたりのカリウム量は定期性四肢麻痺例と対照例のあいだに大きな差はなかった。また全カリウム量と体重の相関は悪いが，これとリーンボディマス間にはよい相関が認められた。

また ^{132}Cs 微量経口投与による体内 ^{137}Cs 量の *in vivo* calibration 法を確立した。

なお本研究には物理研究部飯沼武，野原功全両氏の協力を得た。

〔研究発表〕

永井輝夫；ヒューマンカウンターの臨床診断的利用，第60回内科学会総合シンポジウム（1963年4月）

11. ^{125}I の医学的利用

臨床第3研究室
永井輝夫

主としてシンチグラムおよびミクロオートラジオグラムの解像力を上昇させる目的で，^{125}I を用いその結果を ^{131}I と比較した。

甲状腺疾患患者約20例に Na ^{125}I を，肝疾患患者約20例に ^{125}I-ローズベンガルを，また腎嚢腫患者1例に ^{125}I-ヒップランを静注投与し，甲状腺，肝，腎のシンチグラムを作成し，これをそれぞれ同一患者に行なった Na^{131}I，^{131}I-ローズベンガル，^{203}Hg-ネオヒドリンシンチグラムと比較検討した。^{125}I ではシンチグラムの解像力は極めて上昇し，直径1cm未満の腫瘍も証明することができた。肝臓深部の腫瘍診断にはその利点は失われるが，肝臓表面の腫瘍では ^{131}I では全く証明不可能の腫瘍まで発見することができた。また，これらの結果をうらづけるため，種々ファントームを用いる基礎的実験を行なった。

家兎を用いる甲状腺，肝，腎のミクロオートラジオグラムでは ^{125}I で ^{3}H に比すべき高い解像力，すなわち細胞内単位のオートグラムに成功した。これは ^{131}I では全く期待することのできなかったものである。

〔研究発表〕

永井輝夫；^{125}I の医学的利用，第2回核医学研究会（1962年11月）

12. ^{85}Sr の臨床診断的利用

臨床第3研究室
永井輝夫

$^{85}SrCl_2$ を骨軟骨疾患患者，カルシウム代謝異常患者20例に静注投与し，線スキャン，面スキャンおよび全身計数法でその診断的価値を追究した。

^{85}Sr は骨軟骨腫瘍に親和性が高く，シンチグラムおよび線スキャンで早期診断を行なうことが可能であり，また腫瘍以外の代謝性異常も本法で推測することができる。

微量投与で追跡可能な全身計数法はスクリーニング法としての価値が高い。

〔研究発表〕

永井輝夫；^{85}Sr の臨床診断的利用，第60回内科学会総会シンポジウム（1963年4月）

13. ^{75}Se メチオニンによる膵臓癌の診断

臨床第3研究室
永井輝夫

^{75}Se メチオニンを1例の正常者および5例の膵臓癌患者に静注投与し，膵臓シンチグラムを試み，6例中5例に成功した。

高蛋白食後 ^{75}Se メチオニンを140～200 μc 投与し，10～60分後にスキャンし，得られたシンチグラムを磁気分析器で分析した。

3例では正常と思われる膵臓像を，2例ではおそらく癌による膵尾部の欠損像を認めた。

あわせて線スキャン，各臓器体外計測，全身計数等を時間的に行ない ^{75}Se メチオニン代謝を追究した。

〔研究発表〕

永井輝夫；^{75}Se メチオニンによる膵臓癌の診断，第60回内科学会総会シンポジウム（1963年4月）

14. 磁気記録分析法の臨床的利用

臨床第3研究室
永井輝夫

シンチレーション検出器よりのパルスを高速テープに記録後再生し，心放射図を分析し冠状動脈血流を算出した。正常者約10例での成績はほぼ満足すべきものであった。

シンチグラム描記中のパルスを同時にテープに記録し，のち高速でオシロスコープスクリーン上に再生し，シンチグラムの定量分析および最良シンチグラムの選択を行なった。本法により，一般の方法では全く認め得ない小腫瘍像も検討することができた。

〔研究発表〕

永井輝夫；磁気記録分析法の臨床的利用，第60回内科学会総会シンポジウム（1963年4月）

15. アイソトープによる腎臓機能診断

臨床第3研究室
永井輝夫

^{131}I-ヒップランを用いる腎機能診断，すなわちレノチストグラムを約100例に，^{203}Hg-ネオヒドリンを用いる腎臓形態診断，すなわち腎シンチグラムを約40例に行ない，その臨床的価値を追究した。

レノチストグラムでは ^{131}I 標識アルブミンの併用によるその分析，腎動脈血流分析へのテープレコーダー法の利用，膀胱中排泄の体外測定による定量分析法等を開発

し，また血液中放射能の消失より腎血流量を求めた。

腎シンチグラムでは嚢腫，腫瘍等の診断に極めて有効であることを証明する一方，全身計数法等による体内残留率から ^{203}Hg-ネオヒドリンの一部が長く腎に残留することを認め，腎への照射効果も否定し得ないことが判明した。これをさける目的で ^{57}Co-EDTA を腎シンチグラムに利用し成功した。^{57}Co-EDTA は効果的半減期が数時間で短く，かつβ線がないので照射線量が少ないばかりでなく，γ線エネルギーが ^{203}Hg に比し低いのでシンチグラムの解像力の上昇が期待できる。

〔研究発表〕

永井輝夫；アイソトープによる腎臓機能診断，第2回核医学研究会シンポジウム（1962年11月）

16. 赤血球生成の調節機構に関する研究

臨床第3研究室
平嶋邦猛
永井輝夫
高久史麿*
* 東大医学部中尾内科

赤血球の生成が，体液性因子 "Erythropoietin" によって調節されていることは，既に疑いを入れない事実であり，その物質の精製純化もかなりの程度まで成功しており，glycoprotein の性質を有することも明らかにされている。われわれは，米国 NIH より特別に提供をうけた緬羊血漿より精製した "Erythropoietin"（AL-0336）を用い，この物質の作用機序をラジオアイソトープを用いて検索した。

実験動物としては，Wistar 系ラット雄，生後60日目のものを使用した。

1) 網赤血球変動より検討した成績

Erythropoietin（以下 Ep. と略す）25単位を1回静注して，以後経時的に末梢網赤血球数の変動を Brecher 法により検討すると，網赤血球数は72時間後にピークに達し，以下減少傾向を示す。この際，網赤血球を Heilmyer の基準にしたがって5型にわけて検討すると，幼弱型と考えられるⅠ，Ⅱ型の網赤血球は，注射後24時間後にピークに達し，72時間目の総網赤血球の増加のピークは，成熟による型のズレを反映しているためであることがわかり，結局，Ep. の効果は，Ⅰ，Ⅱ型網赤血球を24時間後に増加ピークに達せしめる効果であることがわかる。

2) 骨髄赤芽球変動より検討した成績

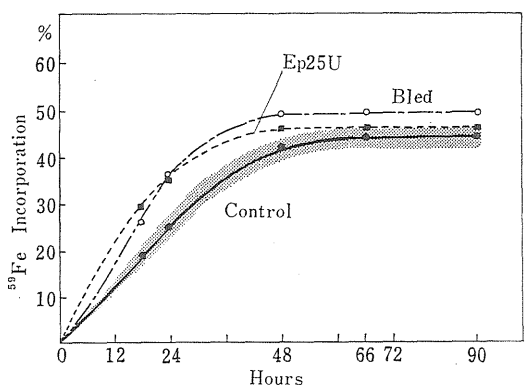
骨髄赤芽球数は Yoffey，Hulse の方法に準じて求め，Ep. 10，60単位1回静注後の変動を検討すると，骨髄赤芽球増加は，注射後24時間目にピークを示し以後は次第に減少傾向を示し，72時間目に元値に復した。この成績は，1回大量瀉血（体重の2%に相当する血液量を瀉血）後，20時間目に輸血を行なって貧血を回復させる操作，つまり，20時間だけ瀉血貧血をおこさせて一過性に内因性 Erythropoietin の増加をおこさせた場合の成績とよく一致し，内因性にしろ外因性にしろ，Ep. が一過性にたかまるときは，骨髄赤芽球の変動は24時間内におこることを示す。

3) 骨髄赤芽球の *in vitro* での ^{3}H-thymidine とりこみより検討した成績

骨髄赤芽球を *in vitro* で ^{3}H-thymidine と孵置し，autoradiograph を作製して検討することにより，赤芽球の DNA 合成能の変化，ひいてはその細胞の分裂能の変化を追求することが可能である。その成績は，昨年度年報に報告したとおり，Ep. 注射後，骨髄赤芽球は分裂の亢進を示すような成績はえられず，むしろ注射後24時間までのあいだに，一時分裂能の低下するような相のあることを認めた。この成績は，Ep. によりひきおこされる造血能の亢進が，赤芽球の Mitose の亢進という形ではおこされないことを示すものである。

4) ^{59}Fe 利用曲線より検討した成績

放射性鉄 ^{59}Fe 静注後，3時間後に充分量のデキストラン鉄（5 mg）を静注し，骨髄内赤芽球を標識した状態にした動物につき，Ep. を1回静注し，以後，末梢血の ^{59}Fe 利用率を経時的に検討することにより，対照群に比



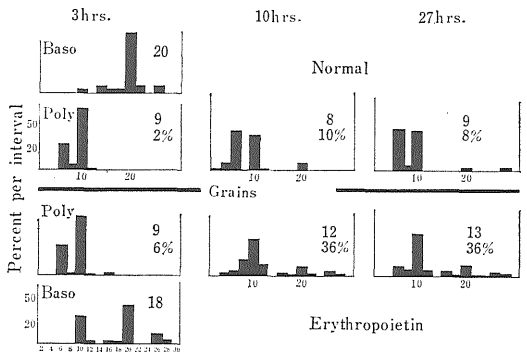
第1図　末梢血 ^{59}Fe 利用曲線の処置（Bled = 体重の2% 相当瀉血；Ep. 25 U = Erythropoietin 25単位静注；control = 対照（各群4匹の平均）

し，骨髄内赤芽球の動員が Ep. によりいかに促進されるかを検討した成績を第1図（前頁）に示す。末梢血放射能のピークが 66 時間目であるのに対し，Ep. 注射群では 48 時間でピークに達し，ピークまでの時間の短縮がみられ，さらにピークまでの曲線を検討しても，明らかに赤芽球の末梢への動員が Ep. により促進されていることが示される。すなわち，Ep. は骨髄赤芽球の成熟動員を促進することが明らかである。

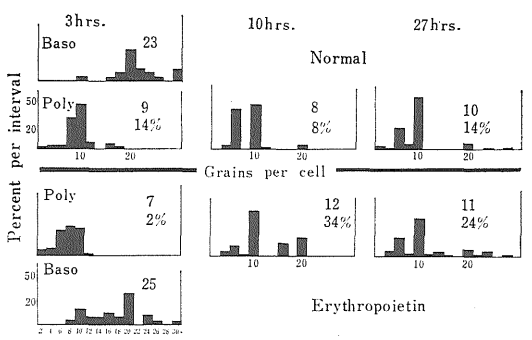
5) ***in vivo*** に ^{3}H-thymidine を注射して検討した成績

次に，対照群および Ep. 1 回静注動物群にそれぞれ ^{3}H-thymidine 100 μc を静注し，経時的に骨髄をとり radioautograph を作製して，赤芽球の grain 数を検討することにより，赤芽球の成熟分裂機構が Ep. によりいかに変動するかを求めた。

第 2，3 図に示すように，^{3}H-thymidine 注射後 10 時間目および 27 時間目の骨髄多染性赤芽球の grain 数については，Ep. 30 単位注射群の方が，grain 数の多いものの比率が高い。指標として，一段階前の塩基好性赤芽球の grain 数および注射後 3 時間目の多染性赤芽球の grain 数を参考として，11 以上の grain 数をもつものの比率を求めてみると，Ep. 注射群のそれは対照群よりもそのようなものの比率が高値を示す。すなわち，この成績より，Ep. によって塩基好性赤芽球から分裂せずに，多染性赤芽球に成熟するものの比率が増加することが示される。この成績は 3), 4) の成績とともに，Erythropoietin は，骨髄赤芽球に作用し，分裂なしに成熟する（skipped division）過程にすすむ赤芽球の数を増加させる作用があることを示す。



第 2 図



第 3 図

総　括

精製された Erythropoietin（米国，NIH より提供）につき，この物質が正常ラットに注射されたとき明らかな網赤血球増加を惹起する作用を有することを確めたうえで，その作用機序につき検討し，この物質の造血機能亢進の機序が，網赤血球の骨髄から末梢血への Premature release，骨髄赤芽球の "成熟なしの分裂"（skipped division）にすすむ系列のものに増加させることによる成熟動員の促進によるものであることを明らかにした。現在，Erythropoietin が "Stem cell" に直接作用するとの考えが広く行なわれているが，われわれの考えとこの考えのあいだの関連は今後検討されなければならない。

今後は "Erythropoietin" の作用機序の解析より，この物質の放射線障害に対する効果をも検討したい。

〔研究発表〕

1. 平嶋邦猛，永井輝夫，高久史麿； 造血因子に関する研究 XIV, XVI, サイミジン-6-^{3}H ミクロラジオオートグラフ法による研究 (1), (2)， 医学と生物学，62, 155； 64, 87 (1962)
2. 平嶋邦猛，高久史麿； 赤血球生成の調節機構，第2回核医学研究会シンポジウム，「放射性同位元素の血液学領域への応用」(1962 年 11 月)
3. 平嶋邦猛，永井輝夫，高久史麿； 造血因子の実験的研究，第5報，日本血液学会（1963 年 4 月）

17. 造血因子の産生部位に関する研究

—Juxtaglomerular cells と造血因子—

臨床第3研究室

平嶋邦猛

永井輝夫

高久史麿*

* 東大医学部中尾内科

われわれは，造血因子（Erythropoietin）生成の場として，Juxtaglomerular cells（以下，J. G. cells）を推定し，それを裏づけるような実験成績を示してきた。しかしながら，従来のわれわれの実験成績，およびHartroft, Tohian らのごとく，Renin の分泌をこの細胞群の機能と考える立場のいずれも，その推論はあくまでも形態学から類推した間接的な証明であって，(1) J. G. cells が，果して腎組織のなかで特殊な機能，内分泌能を持つ細胞群であるのか，(2) もし内分泌能があるとしても，それが単一な Erythropoietin のみを分泌するものであるかという点に関しては，まだ実証的な成績に乏しいといわなければならない。

第1の点について，われわれは，tritium 標識化合物，^{3}H-thymidine, ^{3}H-cytidine, ^{3}H-leucine を用うる autoradiograph 法により，細胞レベルでの DNA 合成，RNA 合成，蛋白質合成について検討を加えた結果，J. G. cells の機能的な特性をつかみえたので報告する。

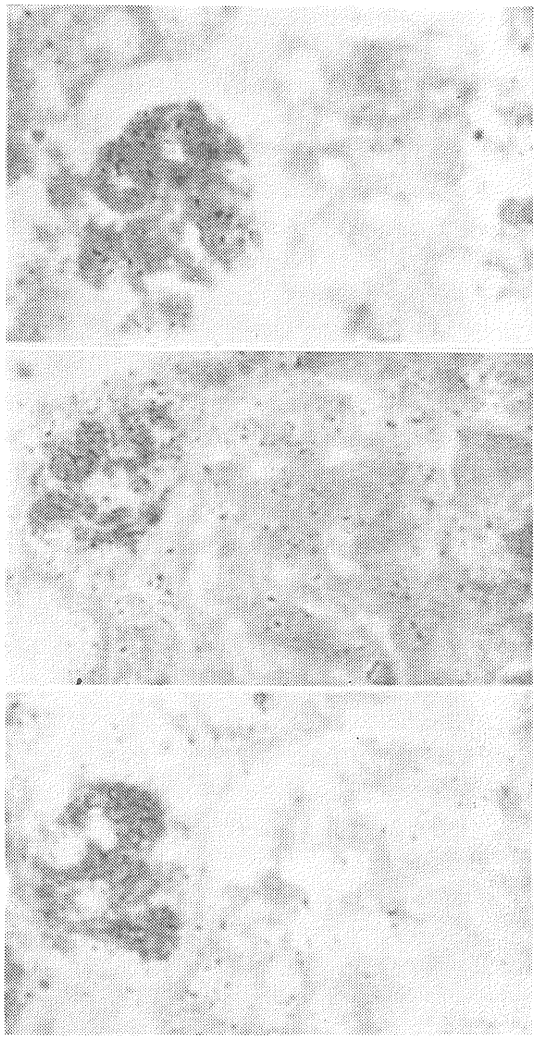
実験方法

動物は，RF 系ハツカネズミ雄，体重32～35 g のものを用い，瀉血群は，眼静脈より，体重の2% に相当する血液量を瀉血した。

対照群および瀉血後24時間群（各群6匹ずつ）につき，各2匹ずつ，^{3}H-thymidine 1 μc/体重1g 当り，^{3}H-cytidine 1.5 μc/体重1g 当り，^{3}H-leucine 1.5 μc/体重1g 当り，を腹腔内注射し，注射後1時間目に腎臓を剔出し，Bouin 液に固定しパラフィン包埋後，3 μ の組織標本を作製し，脱パラフィンののち，Eastman Kodak AR-10 ストリッピング乾板を用いて，autoradiograph を作製し，21日間露出後，現像，ついで原田法により J. G. cells 顆粒を染色した。

実験成績

瀉血群は，瀉血により，平均赤血球数が1,343万/mm^3 より842万/mm^3 に減少する。そして，瀉血群の J. G. cells は，対照群に比し顆粒増加を示す。このことは先に報告したとおりである。そして，この原田法により染色された顆粒に一致して，第1図写真に示すごとく，



第 1 図

上：^{3}H-thymidine, 中：^{3}H-cytidine, 下：^{3}H-leucine 注射後のハツカネズミ腎臓のミクロラジオオートグラフ，原田法により特殊染色された J. G. cells（黒い部分）に選択的な感光銀粒子集合像を見る

^{3}H-thymidine, ^{3}H-cytidine, ^{3}H-leucine の選択的な J. G. cells への組み入れが明確に autoradiograph の感光粒子像として認められる。なお，この感光粒子像は，原田法により染色された顆粒の増加に比例して増加し，対照群の J. G. cells にも感光粒子像を認めるが，その程度は瀉血群のそれに比して少ない。

考　按

J. G. cells の存在が Ruyter により発見されて以来，この細胞群の機能に関して，Goormightigh 以来，形態

上，腺細胞の特性を示すこと，また分泌顆粒と考えられるような細胞顆粒を有することにより，内分泌能の存在が推察されてきている。さらに最近，Hartroft の電子顕微鏡による観察によれば，J. G. cells の細胞顆粒は，膵臓ラ島および脳下垂体前葉細胞にみられるものと同一の性質を持つもので，単なる退行性産物のごときものではなく，分泌顆粒と考えられ，さらに形態学的に，この細胞の内分泌能は確認されつつある。しかし一方において，形態から機能を類推することには限界があり，間接的な証明の段階にとどまるもので，それゆえにこれらの細胞群は，腎輸入血管への衝撃増加による反応性の増殖細胞群で，特殊な機能を持つとは考え難いとなす反論を完全に否定することができなかった。

今回，われわれのえた実験成績から，J. G. cells が他の腎組織と異なり，^{3}H-thymidine を選択的に組み入れることから，DNA 合成能が他の部分より強いことを示し，ゆえに，この細胞群が腎臓中，特に細胞回転の早い細胞群であることを示す。このことは，繰り返し瀉血をおこなった小動物腎臓の J. G. cells が肥大増殖をするという Bohle の実験成績を裏付するものといえる。次に，^{3}H-cytidine の選択的な J. G. cells への組み入れは，RNA 代謝が活発であることを示し，現今までの核酸についての知見から，この事実は蛋白質合成の亢進を想定せしめる。さらに，蛋白質素材としてのアミノ酸である ^{3}H-leucine が，この細胞群に選択的に組み入れられる成績から，J. G. cells が腎臓組織において，蛋白質合成の活発な組織であることは明白である。しかも，以上のような tritium 化合物の J. G. cells への組み入れは，瀉血動物の J. G. cells で，原田法による染色顆粒度とよく比例して増大する。すなわち，瀉血という刺激によって，J. G. cells の分裂能，蛋白合成能は増大することを示す。

瀉血時には，貧血と同時に血圧低下もおこり，造血機構と循環動態の密接な関連から，J. G. cells に内分泌能があるとしても，果して従来いわれているように Renin を分泌するのか，また，われわれの主張するような Erythropoietin を分泌するのか，いずれか一方に断定するにはまだ実験成績が乏しい。一方，最近 Fisher は，Angiotensin 自体の造血亢進作用を見出しており，Erythropoietin といい，Renin Angiotensin といい，同一物質の作用を別な角度から追求しているのかも知れず，今後，両者の比較検索から興味ある新知見がえられることが期待される。

結　語

^{3}H-thymidine, ^{3}H-cytidine, ^{3}H-leucine を用いる autoradiograph 法により，J. G. cllls は，(1) 他の腎臓組織よりも活発な細胞回転を行なう細胞群であること，(2) 活発な RNA 代謝および蛋白質合成を示すこと，(3) 以上のような J. G. cells の細胞回転，蛋白質合成亢進は，瀉血動物では正常動物に比し一段と著明に認められることが明らかで，J. G. cells は，腎臓組織中，特殊な機能をもつ細胞群であり，さらに，瀉血時にその機能が亢進することを確認した。

〔研究発表〕

1. 平嶋邦猛，永井輝夫，高久史麿； 造血因子に関する研究 XV, Juxtaglomerular cells と造血因子 (2)，医学と生物学，64，83 (1963)
2. 平嶋邦猛，高久史麿； 赤血球生成の調節機構，第2回核医学研究会シンポジウム (1962年11月)

18. 副腎皮質ホルモン分泌量の測定

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
** 東大医学部中尾内科

副腎皮質の機能検査法としては，従来主に Steroid-hormone 乃至その代謝産物の血中または尿中の定量値が用いられてきたが，その際，回収率の問題があったり，また尿中の代謝産物については，肝，腎の機能異常により影響される場合もあって，正確に副腎皮質の機能を表わしているとはいい得ない。最近 ^{3}H, ^{14}C 等の測定が容易となり，また比放射能の高い labeled steroid-hormone が作られるようになって，それらを臨床的に用い，Steroidhormone の1日分泌量 (Secretion rate)，1日平均血中濃度等が測定されるようになった。われわれは，本方法を用い，副腎皮質ホルモンのうち比較的研究の少ない Corticosterone について臨床的に2，3の内分泌疾患者につき1日分泌量を測定した。

方　法

比放射能 44.4 μc/mg の 4-^{14}C-corticosterone 1 μc 前後を生理的食塩水 20 cc にて薄め，3～5分間に静注し，以後24時間尿の一部 100～200 ml を用い，代謝産物

として Tetrahydrocorticosterone を分離してその比放射能を算出し，投与した Corticosterone の量および比放射能より次式によって1日分泌量を算出した。

$$S = a\left(\frac{I_i(f)}{I_o} - 1\right)$$

S＝1日分泌量
a＝投与した Steroidhormone 量
I_i＝投与した Steroidhormone の比放射能
I_o＝排泄された Steroidmetabolite の比放射能
f＝投与した Steroidhormone と Metabolite の分子量比

また放射能の血中減衰曲線より，two compartment model (Tait *et al.*) により，turnover rate, metabolic clearance rate, mean plasma concentration を算出した。

Tetrahydrocorticosterone の分離定量法

尿 100 乃至 200 m*l* を β-glucuronidase にて水解し (β-glucuronidase 500 V/m*l* を加え，醋酸 Buffer にて pH 5 とし，37℃ にて 72 時間 incubate する)，2倍量 Chloroform で2回抽出，$^1/_{10}$ 量の 0.1 *N* NaOH にて1回，$^1/_{10}$ 量蒸溜水で2回洗滌後脱水し，50℃ 以下にて減圧乾固し，残渣を 25% Ethanol: Petrolium ether にて分配，Ethanol 部分を7倍量の Chloroform で抽出減圧乾固し，第1次 Paper chromatography として Formamid: Chloroform system を用い，さらに第2次 Paper chromatography として Cyclohexane: Benzene: Methanol: Water (4:4:2:1) を用いて展開し，Tetrahydrocorticosterone を分離した。その一部において，Tri-Carb liquid scintillation counter により放射能を測定し，また一部において，Nowaczynski による Blue tetrazolium 反応を行ない，Beckman 型光電比色計にて比色定量した (波長 510 μ，Allen の補正を施行)。

血中放射能の測定

静注後5分，15分，30分，60分において 10 m*l* 宛採血し，血漿を分離して5倍量の Chloroform で抽出，洗滌後脱水乾固し，TRI-CARB liquid scintillation counter により測定。

結　果

第1表に示すごとき結果を得た。すなわち1日分泌量は，Addison 氏病において著明な減少，Cushing 氏症候群では著明な増加が認められた。

考　按

Steroidhormone の1日分泌量は，副腎皮質機能をよく反映していると考えられる。今後さらに症例を重ねるとともに，Corticosterone 以外の Hormone (Aldosterone, Cortisol) についても同時に1日分泌量の測定を行なう予定である。

第　1　表

症例	年令	性	診　断	1日分泌量 mg/日	平均血漿濃度 μg/dl	尿中 17-OHCS mg/日
Y. S.	28	♀	末端肥大症	1.07	0.125	2.5
Y. B.	54	♂	アヂソン氏病	0.25	0.033	0.9
H. I.	33	♂	クッシング氏症候群	8.68		4.9
J. I.	48	♀	粘液水腫	2.80		2.6

19. セファデックスによるホルモンと血清蛋白との相互作用の測定

臨床第3研究室
福田信男
田中　茂*
* 臨床研究部長

(1) 緒　論

分子ふるいとしての性質を有する Sephadex は通例高分子と低分子の分離に用いられてきたが，これはまた高分子と低分子の相互作用の測定に利用することが可能であると思われる。このような方法はまだ報告が少ないので，われわれは本法をホルモンと血清（血漿）蛋白との相互作用の測定に利用することを試みた。

(2) Sephadex G 75 Column による ^{131}I-thyroxine (^{131}I-T_4) と血清蛋白との相互作用の測定

甲状腺ホルモンと血清蛋白（アルブミン，Thyroxine-binding globulin—T. B. G.—，Thyroxine binding prealbumin—T. B. P. A.—）との結合は，このホルモンの末梢移行を規定する因子として重要である。従来主として用いられてきた Veronal buffer (pH 8.6) による ロ紙電気泳動法，^{131}I-Triiodothyronine (^{131}I-T_3) 赤血球摂取試験などにおいては，T. B. P. A. の寄与が表面に出ないのでこの蛋白の生理的意味が疑問視されてきた。しかし，Tris-buffer (pH 8.6) による Ingbar, Freinkel ら (*Recent Progress in Hormone Reserach*, 16, 353, 1960) の測定結果では，8 μg/d*l* という T_4 濃度の条件下においては ^{131}I-T_4 結合における T. B. G. と T. B. P. A. の寄与はほぼ等しく，320 μg/d*l* という T_4 濃度では両者の比が 1:5.5 になることが認められ，また

T. B. P. A. は非甲状腺性疾患，Stress などの際に著減することを見出している。このことは T. B. P. A. が甲状腺ホルモン代謝のホメオスタージスにおいて果たす役割の重要性を推定させる。そこでわれわれは，10 倍稀釈血清中に ^{131}I-T_4 を 30 μg/dl の濃度になるように加え，これを 5 ml 容積の Sephadex G 75 Column に附加し，7 ml の生理的食塩により溶出するという方法を用いて ^{131}I-T_4 結合能の測定を試みた。このときの溶出液の ^{131}I-放射能を Well type scintillation counter により計測し，附加した ^{131}I-T_4 放射能に対する百分率をもって ^{131}I-T_4 結合百分率とした。この方法によるときは，血清蛋白と結合した ^{131}I-T_4 と遊離の ^{131}I-T_4，無機 ^{131}I などは簡便に分離することが可能である。この方法で血清の代りに生理的食塩のみを用いるときは，7 ml の溶出百分率は 4.5% であり，0.4% 人血清アルブミン（これは 10 倍稀釈人血清中のアルブミン濃度とほぼ等しい）溶液を用いた場合には 20% であった。同一血清 5 回の測定値は 68.3, 67.8, 68.5, 68.8, 69.6% であり，測定誤差は一応満足すべき低値である。

健常人 20 例の測定値は 62.8～80.5%，平均 74.1% であった（$74.1+2.116 \geqq m \geqq 74.1-2.116$, $\alpha=0.05$）。これに対し，悪性腫瘍患者 43 例の測定値は 13.1～86.9% とかなりのばらつきを示したが，その平均値は 59.1% と低値を示した。なお，^{131}I-T_4 結合能と血清蛋白量と蛋白像とのあいだには認むべき相関関係は見出せなかった。

（3） Sephadex G 200 Column による ^{131}I-Insulin と血清蛋白との相互作用の測定

Insulin の末梢移行を規定する血清 Insulin 蛋白結合能の測定には，ロ紙電気泳動法，イオン交換樹脂による方法などが行なわれているが，われわれは，分子量 20 万をさかいとする分子ふるいである Sephadex G 200 Column の利用を試みた。生理的食塩水を用いて作ったこの Column（12 ml）の上端に検体（血清 1 ml に，^{131}I-insulin［10 μg/ml］0.1 ml 添加したもののうち 0.1 ml）を附加し，5 ml の生理的食塩水により溶出し，溶出液の ^{131}I-放射能を Well type scintillation counter により計測し，附加した量に対する百分率をもって結合百分率とする。血清の代りに生理的食塩水を用いると溶出百分率は 4.6% であり，4% 人血清アルブミン溶液を用いても，Cohn's fraction IV-4 を用いてもこの値は変らない。

健常人 5 例の測定値は 19.1～34.1%，平均 26.4% に対し（$26.4+7.4 \geqq m \geqq 26.4-7.4$, $\alpha=0.05$），悪性腫瘍患者 19 例の測定値は 7.3～65.5%，平均 35.0% とやや高値を示した。このように小数例ではあるが，悪性腫瘍患者において，^{131}I-T_4 結合能は正常値よりも低値，^{131}I-insulin 結合能は正常値よりも高値と，平均として逆方向への deviation を認めた。このような ^{131}I-T_4 と ^{131}I-insulin の両結合百分率の逆相関関係は，平均としてのみでなく個々の同時測定例のあいだにも認められた。

ここに述べたような，低分子量の蛋白と高分子量の蛋白との相互作用の測定に Sephadex G 200 Column を用いる方法は，Growth hormone, ACTH, T. S. H. Gonadotrophine などの蛋白ホルモンと血清蛋白との相互作用の測定，血中 Thyroglobulin antibody の検索などの活性蛋白の抗体価の簡便な測定法などへの応用も可能であろう。

〔研究発表〕

福田信男，田中 茂；セファデックスによるホルモンと血清蛋白との相互作用の測定，日本内分泌学会東部会総会（1962 年 11 月）

20. アミノ酸代謝の研究（各種アミノ酸の脳内への移行に関する研究）

臨床第 3 研究室
寺尾寿夫
永井輝夫
北林和子
吉川政己*
茂在敏司*
平井俊策*
* 東大医学部中尾内科

緒　言

中枢神経の代謝に必要な物質がいかに脳内に移行するかは神経化学の重要な研究テーマの一つであるが，特にアミノ酸を主とする含窒素化合物の移行は，その代謝や病的状態の解明に極めて重要な意義を有している。特に脳内のアミノ酸の種類および量を測定してみると，グルタミン酸，グルタミン，GABA 等のアミノ酸が著しく多く，他のものは極めて少ない。これは血液中のアミノ酸分布と著しく異なり，中枢神経系におけるアミノ酸代謝の特異さとともに，血液脳関門による極めて選択的な通過を考えさせるものである。

著者らは種々のアミノ酸の脳内への移行を研究中であ

るが，本稿では ^{3}H label のアミノ酸を用い，脳をはじめとする各臓器への移行および移行後の分布を autoradiography を用いて研究したので報告する。

方　法

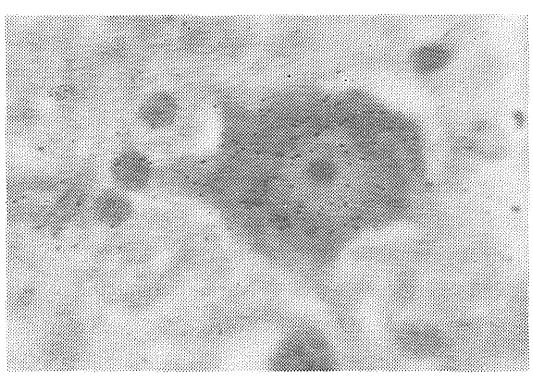
われわれの使用したアミノ酸はメチオニン，チロシン，ロイシンで，メチオニンとチロシンは generally labeled のものを，またロイシンは4と5の位置にトリチウムの入ったものである。

これらのアミノ酸を 500 μc/cc に生理食塩水で稀釈して使用した。実験動物はマウスおよびラッテを用い，使用量は体重に従って1匹につき 80～150 μc で，これを静注または腹腔内に注射後，種々の時間ののち放血により殺し，各臓器につき autoradiography を作製した。用いたフィルムは AR 10 であり，露出期間はいずれも3週間に統一した。

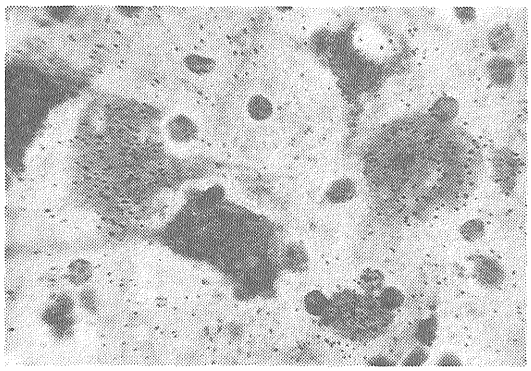
結　果

まず中枢神経系にはこれらのアミノ酸はよく移行する（ただし他の臓器ほどではない）。また移行後の分布は灰白質によく入るが，白質にはわれわれの行なった実験時間（24 時間まで）内にはほとんど移行しなかった。

大脳皮質内でも場所によりかなり分布を異にし，特に濃度の高いのは神経細胞であった。第1図はマウスに 100 μc のロイシンを注射後 15 分で屠殺した autoradiography を示したものであるが，この写真でみるように，感光銀顆粒は神経細胞に一致して集中的に認められ，特に Cytoplasma に多く見られる。Schultze ら（*Beiträge zur Path. Anatomie u. zur allg. Pathologie*, 120, 58～84, 1959）は ^{35}S メチオニンを用いた研究で，神経細胞の Kernmembran に特に入りやすいといっているが，著者らの autoradiography ではいくぶんその傾向は認められたが特に顕著なものではなかった。



第　1　図

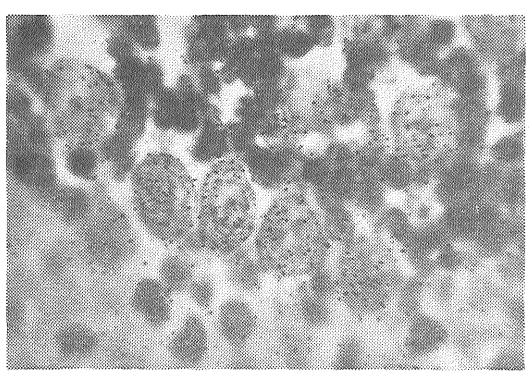


第　2　図

第2図はマウスに ^{3}H メチオニンを注射後，30 分の脳の autoradiography を示したものである。この場合にも，神経細胞に一致して grain が集中して見られたが，Glia 細胞にも多少は入っている。しかし神経細胞に比べれば濃度は低いようである。また写真にみられるように同じ神経細胞でもよく入るものと，ほとんど grain が認められないものとがあり，grain の少ないものは濃染し軽度の変性を思わせるものが多い。

小脳においては特に Purkinje 細胞に入りやすく，これはロイシン，メチオニン，チロシンとも同様である。第3図はメチオニン注射後のマウス小脳を示したものであるが，Purkinje 層に一致して grain が最も多く，顆粒層がこれにつぎ，最も入りにくいのが分子層であることがよくわかる。

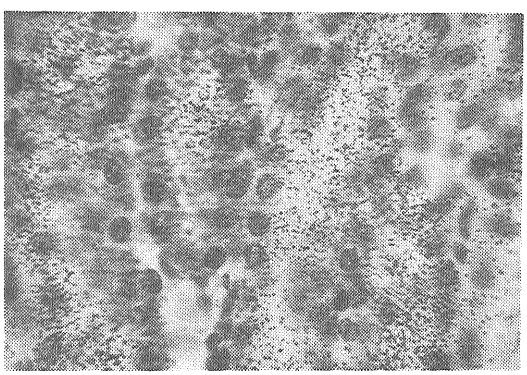
脊髄においては前角細胞，後角細胞に集中的に感光銀顆粒が認められる。かかる細胞成分に比べて白質にはアミノ酸のとり込みはほとんどなく，これは3種のアミノ酸すべてにみられる。また末梢神経においても標識アミノ酸はほとんど証明できないことがわかった。^{3}H-amino



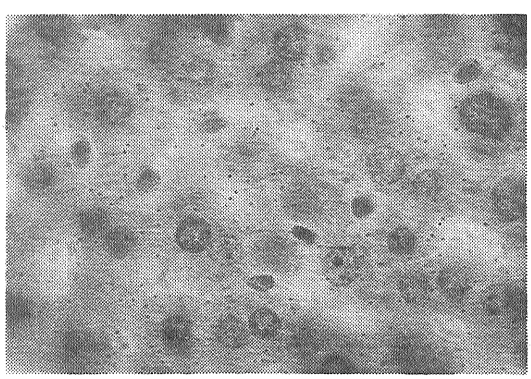
第　3　図

acid（3種）は極めて短時間に中枢神経内に移行する。例えば ^{3}H-メチオニンを下大静脈より注射後3分で殺したラッテにおいても，その神経細胞には既にかなりの grain が集中して認められる。ただし，脳の部位によっては細胞集中の傾向は比較的軽く，むしろ細胞の周囲に grain が多く見られるところもあった。また感光銀粒子と血管との関係は著者らの行なった短時間の実験では明瞭ではなかった。

一方，注射後長時間ののちでは，^{3}H-アミノ酸の濃度はいくぶん減少する。このことは，一度入ったアミノ酸が再び脳内から pump out されることを示している（*Regional Neurochemistry*, 19～24, Pergamon Press, 1961）。すなわち血中各アミノ酸は注射直後も，また注射長時間後も脳内よりは常に多いのであるから，脳内に一度入った ^{3}H-アミノ酸はかかる濃度勾配に抗して脳内より出されたものであり，このことの確認にはいろいろ定量的な測定を進めている。中枢神経以外の臓器につき autoradiography を作り ^{3}H-アミノ酸の分布を調べると，最も高濃度にみられるのは腎である。第4図はロイシン 100 μc 注射後15分のマウスの腎をみたものであるが，この写真でみられるように尿細管に一致して多量の grain が認められ，腎よりの ^{3}H-アミノ酸の急速な排泄を思わせる。これはメチオニンでもチロシンでも同様であった。また肝にもよく入り，第5図はメチオニン投与後の肝 autoradiography を示すが細胞内外に grain がよくみられる。



第 4 図



第 5 図

筋肉も生体内のアミノ酸代謝に重要な役割を演ずると考えられるが，^{3}H-アミノ酸注射後の筋肉内への移行は意外に少なく，メチオニンおよびロイシンともに筋肉内に低濃度にみられるに過ぎない。

なお，著者らは注射された標識アミノ酸が，そのままの形で脳内に移行するか否かをみるため，ラッテおよびマウスに ^{3}H-アミノ酸を注射して30分後の脳を取り出し，除蛋白および脱塩後，ブタノール，酢酸，水を溶媒としてペーパークロマト上に1次元展開後，フィルムに1カ月密着して autoradiography を作製，検討した。例えばメチオニンについてみると，フィルム上の感光スポットはメチオニンのみでなく，他のアミノ酸にも一致して放射能活性が認められた。これは生体内での代謝によるものと思われるが，他のアミノ酸に移行する活性は少なく，上述の autoradiography 上の grain の大部分はもとの ^{3}H-アミノ酸のままの形で入った ^{3}H によるものと考えることができる。

21. Norepinephrine-acetate-7-^{14}C の組織内代謝産物の測定法の検討

臨床第3研究室
木全心一*
細田瑳一*
永井輝夫
岡野道子*
* 研究生

Norepinephrine（NE）が組織内で不活性化される経路として，Monoamine oxidase（MAO）の作用のもとで脱アミノ化および酸化をうけ，3,4-dihydroxymandelic acid（DOMA）となり，ついで catechol 0-methyl transferase（0-MT）により 3-methoxy-4-hydroxymandelic acid（VMA）になる経路と，NE がまず 0-MT の作用をうけて，Normetanephrine（MNE）となりついで MAO により VMA となる経路が考えられている。われわれはどちらの経路が主であるかを各器官ごとに検討する目的で，現在測定法を検討している。

1) Norepinephrine-acetate-7-^{14}C (NE-7-^{14}C) は N. V. Philips-Duphar の製品（比放射能 21.9 mc/m*M*）を用いた。paper chromatography を用いて検討したところ，不純物は 2% 以下であった。

2) 組織よりの抽出

家兎の器官 1.0 g に生理的食塩水 1.0 m*l* を加え乳鉢と海砂を用いて homogenate し，それに一定量の NE-7-^{14}C を加えて 37°C で 30 分間 incubation したのち，0.4 *N* 過塩素酸（PCA）10 m*l* を用いて 3 回抽出した。同様の操作を NE-7-^{14}C を加えずに行なって得た抽出液について quenching を求めた。quenching を補正した各器官の測定値が，homogenate に加えた NE-7-^{14}C の何パーセントにあたっているのかを求め，この方法で各器官よりどの位抽出できるかの参考とした。測定値は第 1 表にまとめてある。大脳皮質，脳幹部，副腎，心臓からは NE-7-^{14}C の代謝産物を 75～80% 抽出すると考えられる。また表より，使用の重量が 1.0 g 以下ならば 0.4 *N* PCA 10 m*l* の 2 回抽出でほぼ目的を達することができる。

第 1 表　0.4 *N* 過塩素酸の組織よりの Norepinephrine-acetate-7-^{14}C の代謝産物の抽出の検討

（3 例平均）

家兎の器官	使用した器官の重量 (g)	第 1 回抽出 (%)	第 2 回抽出 (%)	第 3 回抽出 (%)	抽出合計 (%)
大脳皮質	1.0	65.6	10.9	1.0	77.5
脳幹部	1.0	62.9	10.3	4.2	77.4
副腎	0.5	73.5	2.2	0.0	75.7
脾臓	1.0	80.9	4.3	0.8	87.3
心臓	1.0	73.8	4.5	1.9	78.9
骨格筋	1.0	87.6	3.1	0.8	91.5
肝臓	1.0	91.5	6.4	2.1	100.0
血液	5.0 m*l*	82.9	11.9	5.2	100.0

3) Norepinephrine acetate-7-^{14}C の代謝産物の分画

体重 1 kg あたり 0.005 mc の NE-7-^{14}C を家兎の脳室内に注入し，30 分後に大脳皮質を剔出し，0°C 0.4 *N* PCA 内で homogenate しその上清を第 2 表のごとき操作で代謝産物を分画した。

DOMA の分画はさらに Woelm の酸性 alumina の column（5 × 80 mm）を用いて分画した。結果は第 1 図（次頁）に示したとおりである。

第 2 表　Norepinephrine-acetate-7-^{14}C の代謝産物の分画法

組織 1 g 以下を秤量後，0°C, 0.4 *N* PCA 内で乳鉢と海砂を用いて homogenate する

↓

homogenate を 10 m*l* の 0°C, 0.4 *N* PCA で 2 回攪拌洗滌，遠沈分離後，上清を合わす

↓

アンモニア水を用いて上清を pH 4～5 とする

↓

Duolite C-25（H 型，300～400 mesh）の column（8 × 80 mm）に charge する

↓

effluent　脱イオン水 40 m*l*　4 *N* 酢酸 40 m*l* で elute.

↓

アンモニア水を用いて pH 6.1 とする

↓

Dowex 1×2 (pH 6.1) の column (10×100 mm) に charge する

↓

effluent　脱イオン水 30 m*l*　0.05 *N* 酢酸アンモニウム緩衝液 (pH 4.8) 80 m*l*　0.3 *N* 酢酸アンモニウム緩衝液 (pH 4.8) 50 m*l*　1.0 *N* 酢酸アンモニウム緩衝液 (pH 4.8) 100 m*l*　3.0 *N* 酢酸アンモニウム緩衝液 (pH 4.8) 150 m*l*

↓

中性カテコールアミン　MNE 酸結合物　不明　VMA　DOMA + α

アンモニア水を用いて pH 8.5 とする

↓

Woelm の塩基性 alumina の column (5×80 mm) に charge する

↓

effluent 0.5 *N* 酢酸 40 m*l*

↓

MNE

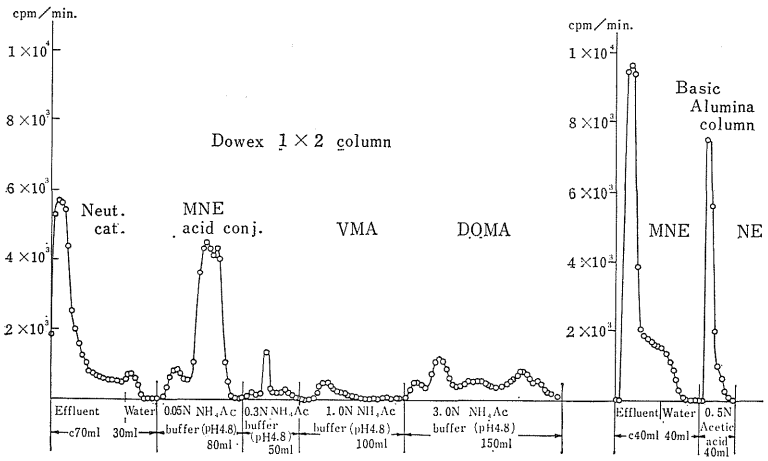
NE

4) Liquid scintillation spectrometer による測定

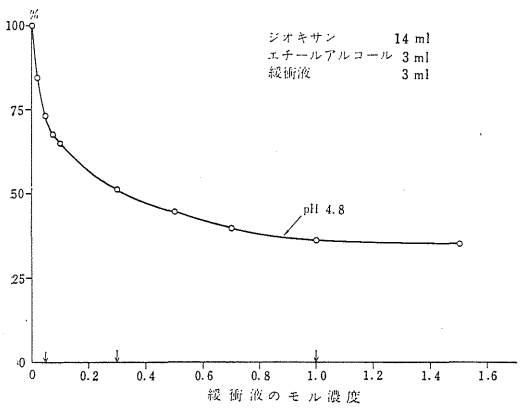
測定には Packard Co. の TRI-CARB 自動式 Liquid scintillation spectrometer を用いた。Wheaton Glass Co. (Millville N. J.) の低カリガラス vial に，dioxan 1 *l* に PPO 4 g, POPOP 0.1 g, naphthalene 50 g を溶解した液 14 m*l*, ethyl alcohol 3 m*l*, それに先の展開液 3 m*l* を入れて測定した。

組織の色素による quenching は中性 catecholamine の分画にわずか認められたのみであった。

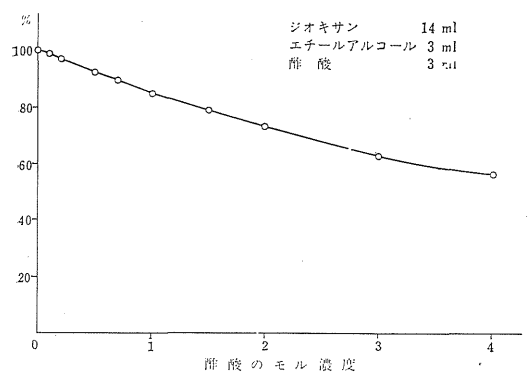
pH 4.8 の酢酸アンモニウム緩衝液の quenching は次頁第 2 図のとおりであった。この図は dioxan 14 m*l*, ethyl alcohol 3 m*l* と各モル濃度の酢酸アンモニウム緩衝液 3 m*l* を vial に入れて，それに一定量の NE-7-^{14}C を入れて測定し，その測定値が酢酸アンモニウム緩衝液のかわりに脱イオン水を入れて同様の操作をして得た測定値の何パーセントになっているのかを示したものである。0.05 *M*, 0.3 *M* のところでは quenching が急激に変化しており，わずかな濃度差で大きな測定誤差を生ずるおそれがあるので，1.0 *M* にしてから測定にもってい



第1図　Noradrenaline-7-^{14}C-acetate の代謝産物の分画



第2図　酢酸アンモニウム緩衝液のクェンチング



第3図　酢酸のクェンチング

った。例えば 0.05 N 溶液 20 ml に pH 4.8, 3 N 酢酸アンモニウム緩衝液 9.5 ml を加え，また 0.3 N 溶液 10 ml に 3 N 溶液 3.5 ml を加えることにより，1 N の溶液として，うち 3 ml を測定に用いた。3 N の溶液は，そのままでは混濁し沈澱を生じてくるので，1 M にしてから測定した。1 M のところでは ±0.2 M の範囲内での変動で，測定値の誤差は 5% 以内にとどめることができることがわかった。

酢酸についても同様の検討を行なった。各モル濃度の酢酸 3 ml, dioxan 14 ml, ethyl alcohol 3 ml, それに既知の NE-7-^{14}C を加えてしらべた quenching の曲線が第3図である。上に凹な曲線であるが，狭い範囲ではほぼ直線とみなすことができる。0.5 M の濃度のところでは，酢酸の濃度が 0.25 M の幅で変動しても測定値の誤差は 5% 以下におさえることができることがわかった。

実際展開液を測定する時，同時に展開液に既知の NE-7-^{14}C を加えて測定し，その展開液の quenching を求め，測定値の補正に使用した。

以上の方法により Norepinephrine-acetate-7-^{14}C の代謝産物を測定した。結果は別の機会に報告する。

22. 平板型電離槽を用いた容積線量の測定

臨床第4研究室
楠本五郎
荒居龍雄
藤田裕子
古川重夫

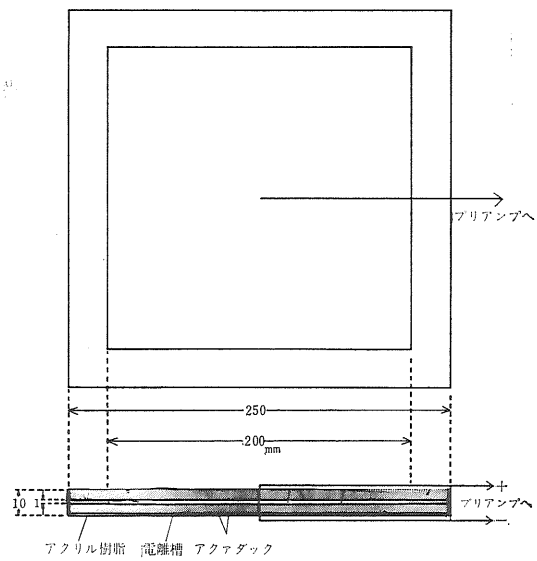
(1) 緒　論

容積線量を求めるには Mayneord 法, Energy flux による計算法, Saturated method 等，種々の計算法があるが，臨床的に各患者について計算するには相当繁雑である。またこれらの方法は，人体を水と等価な一様な物質と考えて計算している。人体のなかには骨，肺等密度の異なる部分も多いので，これらを考慮にいれて容積線量を測定し，しかも各患者について治療のつど簡単に容積線量を測定することができれば最も理想的である。

われわれは平板型電離槽を試作し，これを用いて患者に入射する線錐の r·cm^2/min. と，患者より射出する r·cm^2/min. とを測定することによって，患者を水に換算した有効厚さを求め，同時に容積線量を算出することを試みた。

（2） 実験装置

測定に用いた平板型電離槽（第1図）は 200 mm×200 mm×1 mm の容積のもので，厚さ 5 mm のアクリル樹脂板で製作した。測定器は東芝製直続形線量計（RCD-43101 型）を用い，そのプリアンプの前に上記の平板型電離槽を接続した。照射装置は島津製 RT-2000 型 ^{60}Co 治療装置を用いた。また容積線量の較正に用いた化学線量計は硫酸第一鉄溶液を使用し，吸収波長 224 mμ により測定した。



第1図　平板型電離槽構造図

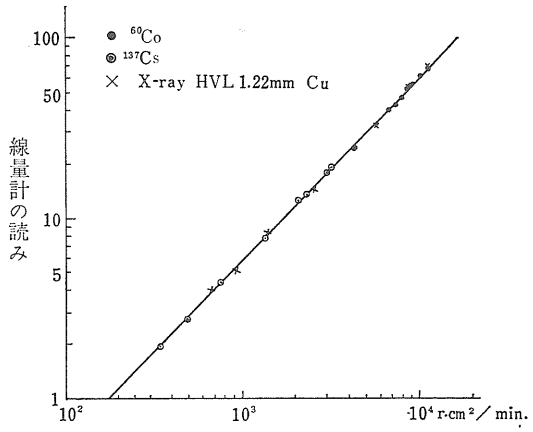
（3） 実験結果

平板電離槽を線量率のわかった大きな照射野内におき，その時の r·cm²/min. によって電離槽の読みを較正した。読みに対する r·cm²/min. は ^{60}Co, ^{137}Cs, X 線 (HVL 1.22 mm Cu) とも一つの直線となり（第2図），

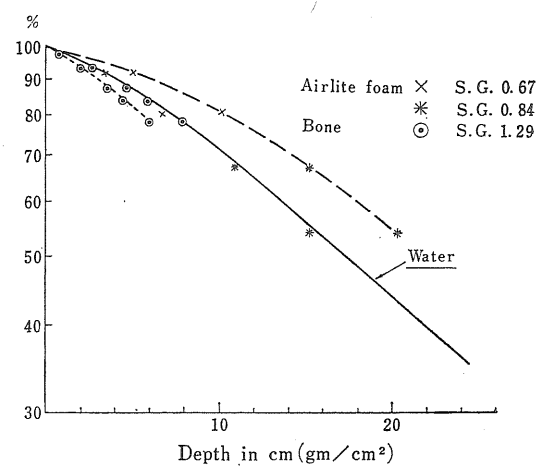
$$\text{r·cm}^2/\text{min.} = \text{電離槽の読み} \times 1.71 \times 10^3$$

を得た。したがって，平板電離槽に入射する任意の線錐の r·cm²/min. は電離槽の読みから計算することができる。

次に，平板型電離槽の上に水槽を置き，水の厚さによる吸収を測定すると第3図実線のごとき曲線が得られる。また，比重 0.67 および 0.84 のエアライトフォーム（尿素系樹脂に泡を入れたもの）および比重 1.29 の骨質ファントムについての吸収を測定し，厚さを横軸にして曲線を画くと第3図破線のごとくなる。しかし gm/cm² に換算すると，同図の水の吸収曲線と全く合致すること



第　2　図



第3図　深さ（cm）および gm/cm² に対する各物質の吸収曲線

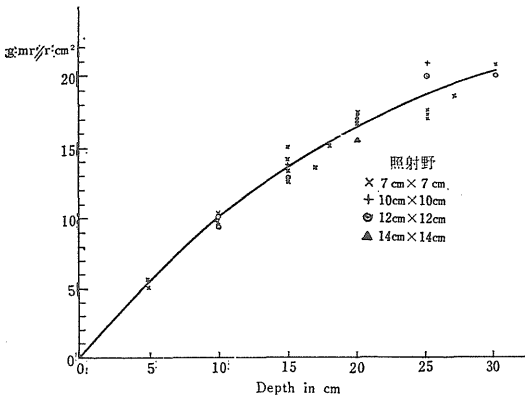
を認めた。したがって人体のごとく肺，骨等を混在する場合も，吸収を測定すれば，

$$\frac{\text{吸収物のある時の電離槽の読み}}{\text{吸収物のない時の電離槽の読み}} \%$$

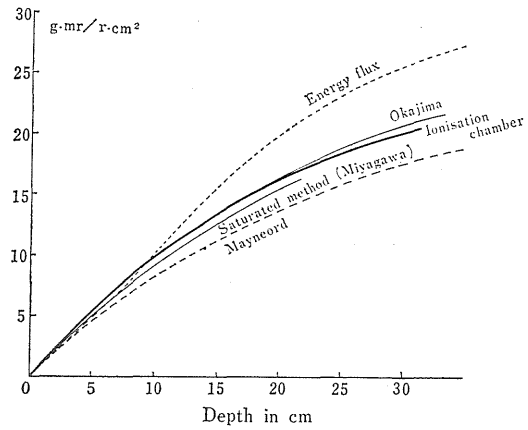
から水に換算した有効厚さをもとめることができる。

いまこの吸収曲線をそのまま厚さで積分すると，容積線量曲線に近い曲線がられるが，ファントムによって散乱して平板型電離槽外に行った散乱線は測定していないので，実際の容積線量より小さい値が出る。これを補正するため，種々の深さの硫酸第一鉄溶液に ^{60}Co γ 線を照射し，その時の容積線量を測定した。先の吸収曲線から積分した容積線量曲線に定数を乗じたものが，真の容積線量曲線を示すと考えて補正すると第4図（次頁）実

線のような曲線が得られる。第5図はこの曲線を種々の報告による容積線量曲線と比較したもので，われわれ↗が作製した曲線は，岡島（日本医学放射線学会雑誌，第19巻，2,509頁）の曲線にほとんど合致した。



第4図　化学線量計による容積線量曲線の較正
打点は化学線量計による測定値，実線は平板型電離槽による測定値を較正したもの



第5図　種々の報告による容積線量曲線との比較

(4) 計算法

以上の結果から，臨床的には

入射量（患者がいない時の平板電離槽の読み）→ ×1.71×10³（較正常数）→ r·cm²/min.

射出量（患者がいる時の平板電離槽の読み）→ 射出量/入射量（%）（有効厚さ（cm））→ gm·r/r·cm²

r·cm²/min. → gm·r/min.（× 治療時間（分））→ gm·r

からその治療により患者のうけた容積線量 gm·r を求めることができる。

射出量/入射量（%）から gm·r/r·cm² を求めるには第3図および第4図の曲線から求めた表（第1表）を用いる。

第2表（次頁）は，3種のファントムに照射野および照射位置をかえて照射した場合の容積線量を，平板型電離槽と化学線量計で比較測定したもので，良好な合致を示している。

第1表　射出量/入射量（%）に対する gm·r/r·cm² の関係

%	gm·r/r·cm²	%	gm·r/r·cm²	%	gm·r/r·cm²	%	gm·r/r·cm²	%	gm·r/r·cm²	%	gm·r/r·cm²	%	gm·r/r·cm²	%	gm·r/r·cm²
—	—	30	19.4	40	17.3	50	15.0	60	12.7	70	10.2	80	7.50	90	4.29
—	—	31	19.2	41	17.1	51	14.8	61	12.4	71	9.92	81	7.21	91	3.95
—	—	32	19.0	42	16.8	52	14.5	62	12.2	72	9.66	82	6.91	92	3.60
—	—	33	18.8	43	16.6	53	14.3	63	11.9	73	9.40	83	6.60	93	3.23
—	—	34	18.6	44	16.4	54	14.1	64	11.7	74	9.14	84	6.28	94	2.85
25	20.4	35	18.4	45	16.1	55	13.8	65	11.4	75	8.88	85	5.95	95	2.24
26	20.2	36	18.2	46	15.9	56	13.6	66	11.2	76	8.61	86	5.62		
27	20.0	37	18.0	47	15.7	57	13.4	67	10.9	77	8.34	87	5.30		
28	19.8	38	17.7	48	15.5	58	13.2	68	10.7	78	8.06	88	4.97		
29	19.6	39	17.5	49	15.2	59	12.9	69	10.4	79	7.78	89	4.62		

第2表　容積線量測定例

照射法	Field size cm×cm	Ioniza-tion chamber gmr/min.	Chemical dosimeter gmr/min.	C.D / I.C.
20cmφ ×25cm	7×7	40700	42100	1.03
20cmφ ×25cm	6×12	54000	59000	1.09
20×20×20cm	7×7	48600	51000	1.05
20×20×20cm	7×7	49600	52200	1.05
20×20×20cm	7×7	27300	25000	0.92
7.8cmφ ×17cm	10×7	13200	12730	0.97

（5）結　論

平板型電離槽を用いて容積線量測定の基礎実験を行ない，よい近似で測定しうることがわかった。この方法によれば，骨，肺等のある人体についても容積線量が測定できる。またその計算法も極めて簡略であるため，治療のつど測定が可能である。現在臨床的の応用を準備中である。この報告は ^{60}Co のγ線について測定したもので，X線については近似が悪くなることは当然であろう。

〔研究発表〕

楠本五郎，荒居龍雄，藤田裕子；平板型電離槽を用いた容積線量の測定，第22回日本医学放射線学会（1963年4月）

23. Wedge filter を用いた喉頭癌照射法

臨床第4研究室
楠　本　五　郎
藤　田　裕　子
古　川　重　夫

治療用 ^{60}Co 照射装置の発達とともに照射法も進歩してきた。喉頭癌治療においても，種々の照射法が考えられ，最近は廻転照射法，原体照射法等の理想的線量分布を示す照射法が発表されている。しかし，これらの照射法はややもすると複雑となり，特殊な照射器を用いなければ治療を行なうことができない。

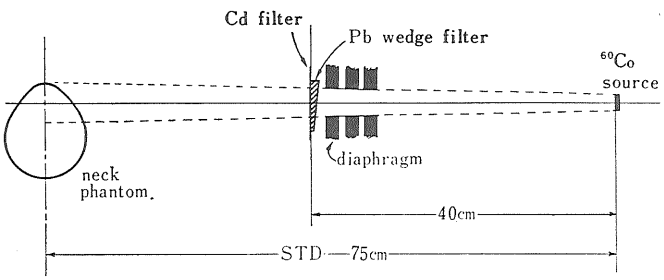
われわれは，一般に使用されている程度の ^{60}Co 治療装置で，なるべく簡単な方法で治療でき，しかも理想に近い線量分布を得る照射法を求め，一応満足すべき結果を得た。

（1）照射方法

最も普遍的な照射方法は当然固定照射法である。中間角度を指定して照射する方法は，照射野位置の決定および照射角度の固定が複雑である。比較的満足な線量分布がえられ，しかも照射法の簡単なのは頸部両側よりの対向2門照射である。対向2門照射の欠点は頸部断面が前方で細くなるため，喉頭前部に高線量域ができることで，これを避けるために頸部前半に mix D 等の充填部を追加して線量分布を修正する方法が行なわれている。しかし，この充填物を附加することは，皮膚障害を大きくするので好ましいことではない。

われわれは，対向2門固定照射に Wedge filter を併用し，しかも一般患者に共通に使用しうるような filter の角度を求めた。

実験に用いた ^{60}Co 治療装置は島津製 RT-2000 型で，その関係位置は第1図に示すとおりである。

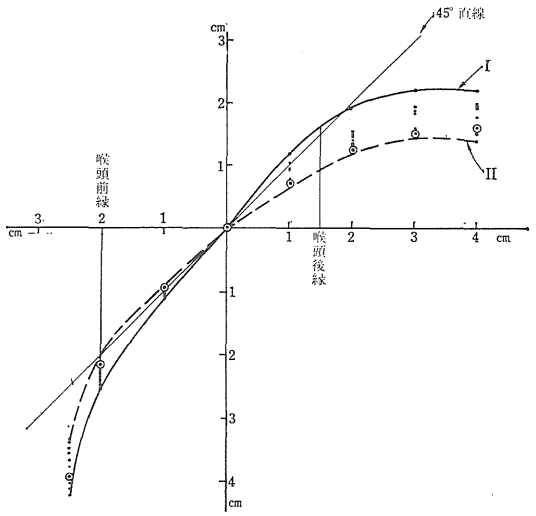


第1図　実験装置配置図

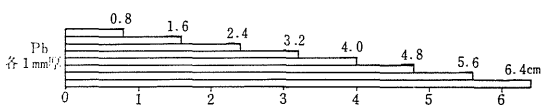
（2）Wedge 角度の決定

Wedge 角度を決定するため，まず10名の患者について頸部断面を検討した。頸部前額の後方約 2.5 cm に喉頭の中心がくると考え，この附近の皮膚面の傾斜を求めると第2図（次頁）がえられる。この図でわかるように，前縁から 2.5 cm の皮膚面を原点として断面の分布をとると，頸の太さにほとんど無関係に 45° の傾斜の附近に分布することを示している。

この結果から 45° の Wedge filter が最も一般性をもったものと考え，第3図（次頁）の鉛 filter を作製した。



第2図　患者における頸部断面の分布

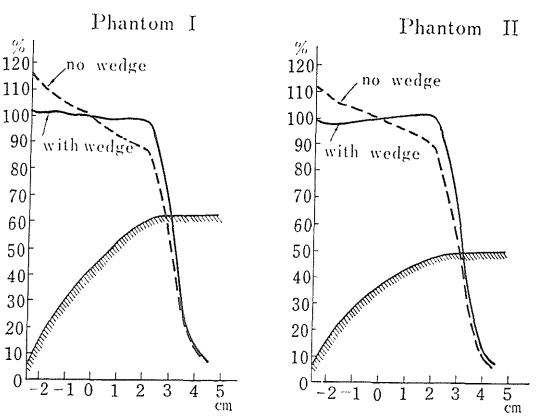


第3図　実験に使用した 45° 鉛フィルター

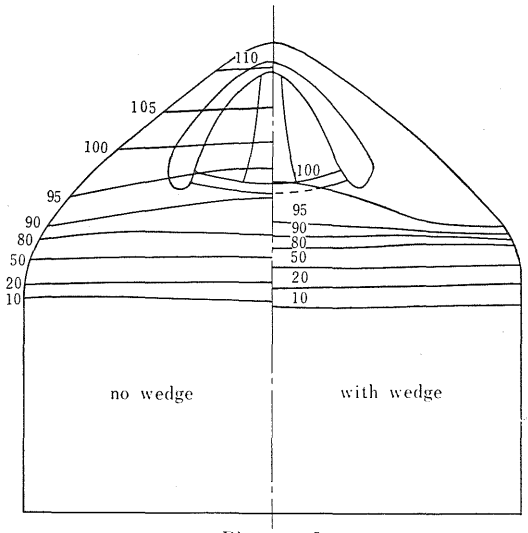
(3) 実験結果

第2図の皮膚面分布から両極端の包絡線 I，II を求め，この2種の曲線のファントムを作製し線量分布を測定した。照射野はすべて 5 × 6 cm (STD 75 cm) である。

第4図は頸部中心線上の線量分布を示し，Wedge filter を用いない時は前後で約 ±10% の傾きが認められるが，filter を用いると I，II 両断面とも ±2% 以内の分布がえられることを示している。



第4図　頸部中心線上の線量分布



第5図　ファントムI内の線量分布

第5図はファントムI内の線量分布で，喉頭に一様な線量分布が与えられていることがわかる。

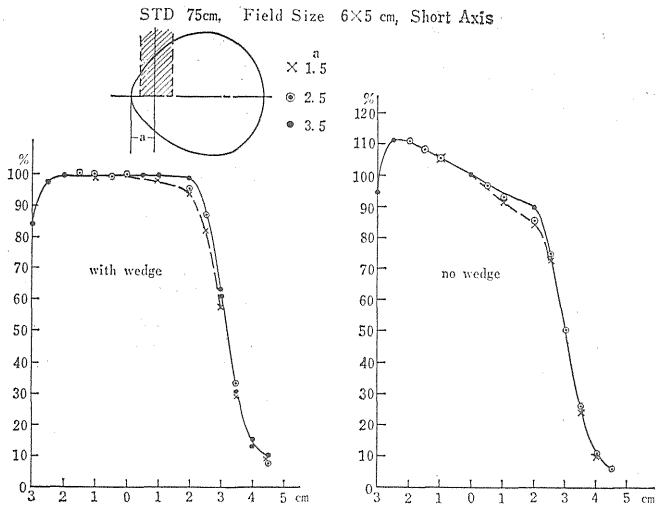
以上の実験では，照射野の中心を頸部前縁か 2.5 cm 後方に置いたが，実際の治療では癌の位置によって，照射野を前後させることが多いので，前縁より 1.5 cm，2.5 cm，3.5 cm に照射中心を置いた場合を比較した。第6図（次頁）はファントムIについて，頸部中心線上の線量分布を測定した結果を示している。図にみるごとく，どの場合にも照射野内の分布はほとんど変化を生じない。

(4) 結　論

最も一般的な喉頭癌照射法として，Wedge filter を用いた対向2門固定照射を用いた。この際 45° Wedge filter を使用すると，ほとんどすべての患者に共用でき，しかも喉頭内の線量分布を ±3% 以内の均等度におさえることができる。

〔研究発表〕

楠本五郎，藤田裕子，古川重夫；ウェッジフィルターを用いた喉頭癌照射法，第143回日本医学放射線学会関東部会（1962年11月）



第6図　照射野中心位置の変化による頸部中心線上の線量分布の変化

24. リンパ節造影法の放射線治療への応用

臨床第4研究室
荒居龍雄
田崎瑛生*
尾立新一郎*
* 病院部医務課

放射線による癌の根治的治療において，早期に発見された放射線感受性中等度以上の癌に対しては，その原発巣の治癒の可能性は十分にある。すなわち，高エネルギー放射線を利用し，運動照射法を適応できる現在では，体外より任意の部位に至適線量を投入することは容易である。しかしながら，癌治療で当然遭遇しなければならぬ問題にリンパ節転移の対策があり，これを制御することが重要な課題として残されている。われわれは Kinmoth, J. B. ("Lymphangiography in man: method of outline lymphatic trunks at operation," *Clin. Sc.*, 11, 13～20, 1952) により開発せられた方法，すなわち，リンパ管に直接造影剤を注入するリンパ管撮影を追試改良して放射線治療に応用した。

リンパ節造影法

拇指と示指および示指と中指の指掌間皮内に，0.5% エヴァンス・ブルーと1% のプロカインを等量に混じた液を約1cc 注射する。10分後色素注入部のリンパ流域に当る手（足）背内側部の皮膚切開を行ない，リンパ管をよく出してから $^1/_4$ 針を刺入し，動かぬように固定してから造影剤を注入する。造影剤は Ethyodol, Moljodol を用い，使用量は下肢は1側 8～12 cc，両側合計 25 cc 以下，上肢は1側 5～8 cc，両側合計 15 cc 以内がよい。注入速度は1時間 4～6 cc 程度が適している。造影剤注入後は，感染予防に抗生物質を使用する必要がある。X線撮影は一般には 24 時間後がよい。

放射線治療への応用

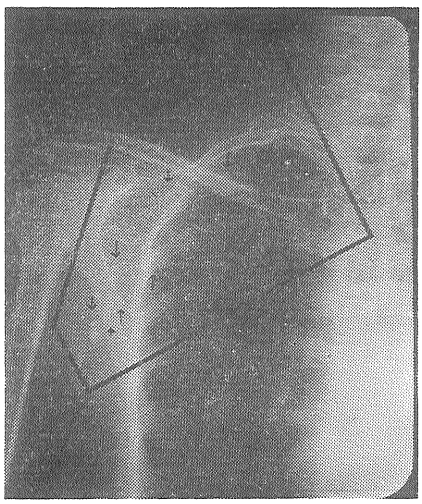
—照射領域の選定および照射方向に関する利用—

癌の放射線治療で，その所属リンパ節の位置的関係を体外より知ることは極めて重要なことであるが，今までその追求は不十分であった。したがって，照射領域の決定は原発部位と，その進展による統計上の転移頻度を参考にして，解剖学的知識より経験的にきめられ，個々の症例についての検索がなされなかった。リンパ節造影によると，体外よりその位置がX線写真上に捕えられるので，照射計画が一層厳密に行ないうる。

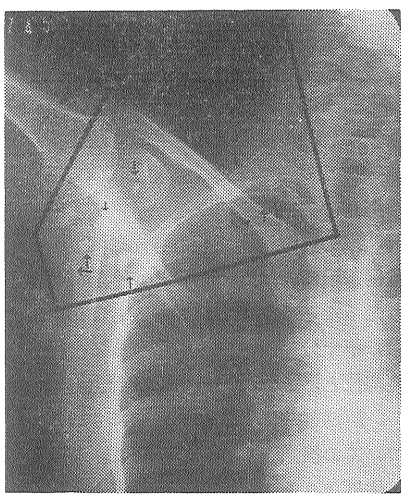
（a） 乳癌について

乳癌の術前または術後照射の際，鎖骨上下窩，腋窩を一連の照射野で照射するのが一般的な傾向である。その際腕をできるだけ挙上して照射するのは第1図および第2図（次頁）にみられるように，肺の照射領域が著しく縮少されることで大きな意味が持たれる。また晩期障害としての肩関節の強直を避けるために，同部を照射野に含まさぬことも考慮する必要がある。

このように必要区域に十分の放射線量を投入するためには，癌転移の考えられぬ周囲重要臓器は避けて照射するという，放射線治療上の基本的な照射野選定に有用で



第1図　乳癌術後照射の照射野
（手を挙げぬ姿勢）

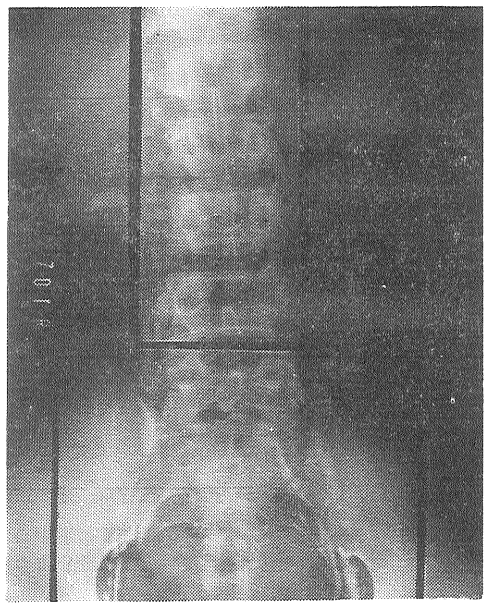


第2図　乳癌術後照射の照射野
（手を挙げた姿勢）

ある。

（b）　ゼミノームの術後照射

これはすべての術後照射のうち，最も価値を認められているものである。全骨盤腔の照射と同時に，傍腹部大動脈リンパ節を横隔膜下まで照射するのが普通である。腎臓の耐容線量は両側同時に照射された時，たとえばM. Friedman (Normal tissue tolerance, *Roentgen, rads and Riddles*, U. S. A. E. C., 217～238, 1959) によると2,300 r/50日のようにかなり低線量であり，所定のリンパ節を十分に含め，両側腎を照射野より除外する



第3図　ゼミノームの予防照射野（リンパ節造影と静脈性腎盂撮影を併用）

照射領域検討のため本症例にリンパ節造影と同時に静脈性腎盂撮影を併用した。この場合6×16 cmが適当であった（第3図）。6 cm幅が適当であるかあるいは7 cmまたは8 cmがよいかは，数十症例によって検討が加えられねばならない。

（c）　子宮頸癌について

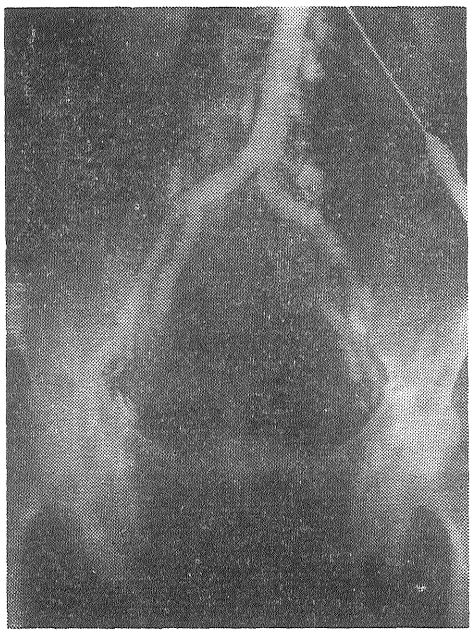
リンパ節造影を下肢から行なう場合，内腸骨リンパ節はほとんど造影されない。したがって血管造影を併用することによって，その点を補なう必要があった（次頁，第4図，第5図）。上部は血管三角部附近のリンパ節，下部は閉鎖リンパ節を完全に含めて照射するには，上下に16±1 cmの長さが必要である。

手術への応用

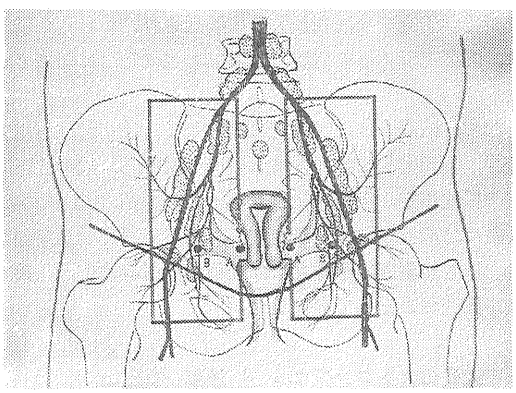
リンパ節廓清術を行なう際に，X線写真をみながら手術がやれるので，廓清がやりやすく，そのうえ取り残したかどうかX線写真ですぐわかる。第6図（次頁）は手術前，第7図（次頁）は手術後のX線写真で，取り残されたリンパ節がはっきりわかる。手術中にイメージ・インテンシファイヤーを利用することにより確実さが期待される。

線量と病理組織との関係への応用

体内における位置の確認から，個々のリンパ節に対する線量がかなり正確に知ることができる。例えば，子宮



第4図　骨盤内のリンパ節造影と血管撮影
（子宮癌治療に利用）

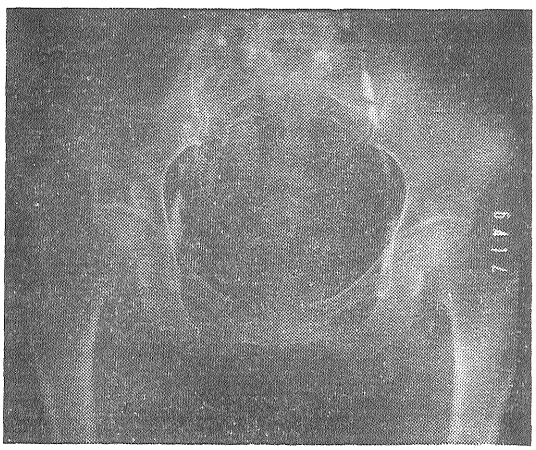


第5図　骨盤内のリンパ節と血管との
位置的関係と照射野

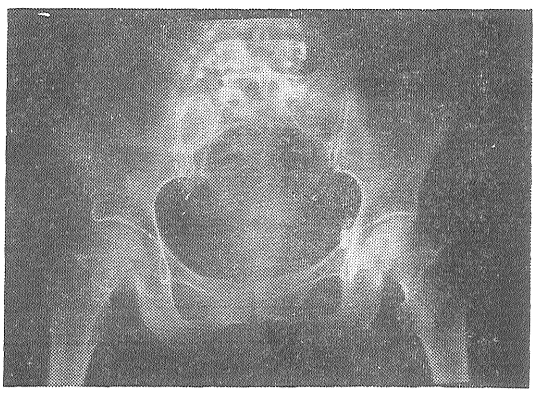
頸癌の根治的照射において，多くの場合腔内照射の併用が加えられる。その際各リンパ節の線量を算定することはリンパ節造影を行なわぬ限り不可能である。線量を正しく出し，リンパ節の廓清を行ない，それを病理組織学的に検討することにより，線量を転移リンパ節の致死効果の研究に役立て得る。現在症例を重ねて検討しているので結果は後日報告する。

副作用について

われわれが行なった25例では局所のリンパ管炎を起こした2例だけで，いずれも抗生物質投与により7～10日で治癒した。従来報告されている肺梗塞や血管性虚脱は経験してない。これらの大きな合併症は，造影剤の注入量と速度に関係するのではないかと考えられる。確実にリンパ管に注入すること，胸管を経て血中に入るような過量の造影剤を用いないことに注意する必要がある。



第6図　骨盤内リンパ節造影（手術前）



第7図　骨盤内リンパ節造影の手術後のX線写真
（左側に取り残したリンパ節がみられる）

むすび

今後転移リンパ節のX線診断の可能性，リンパ節造影法の手技の利用による転移リンパ節のRIによる治療の可能性等も考慮されるが，本稿ではリンパ節造影法が，放射線治療の際，照射体位におけるリンパ節の位置づけを立体的に把握し，照射領域の選定，個々のリンパ節の線量の算定等に大きな意味のあることを述べた。

〔研究発表〕

荒居龍雄，田崎瑛生，尾立新一郎；リンパ節造影法の放射線治療への応用，第147回日本医学放射線学会関東部会（1963年3月）

XI. 放 射 能 調 査

概　　況

昭和36年に引続き原子力委員会の計画にもとずいて，次の各号について行なった。

1. 人骨中の ^{90}Sr
2. 人尿中の ^{137}Cs
3. 上水中の ^{90}Sr
4. 環境の ^{3}H, ^{14}C
5. アイソトープ利用施設廃水

これに要する経費として，放射能調査費23,481千円の予算が計上された。

昭和36年9月にソ連の核爆発実験が再開され，アメリカも太平洋において実験を行なうに至り，放射能調査はますます重要性と緊急性を増した。そのため，当研究所の放射能調査業務も放射能対策本部の要請によって，計画業務のほかに照洋丸の捕獲魚の各種放射性核種の分析測定，広洋丸により採集された浮遊塵の測定，県衛生研究所から送付された野菜の一部についての ^{90}Sr, ^{137}Cs の分析測定および天水ロ過器の試験などが加えられた。実施項目は次のとおりである。

1. 人骨の ^{90}Sr 調査研究
2. 人尿の ^{137}Cs の調査研究
3. 上水の源水，蛇口水の ^{90}Sr
4. 野菜の ^{90}Sr, ^{137}Cs
5. 照洋丸の捕獲の太平洋魚類の各種放射性核種に関する調査研究
6. 天水ロ過器の試験研究
7. 環境の ^{3}H, ^{14}C の調査研究
8. 放射性浮遊塵の調査研究

このように，昭和37年度の放射能調査は多数の試料を分析測定する必要が生じ，かつ調査対象とする品目ならびに放射性核種も著しく増加した。この事態に対処するため，放射能調査研究業務について環境衛生研究部長（渡辺博信）の指導ならびに環境衛生第4研究室長（佐伯誠道）が技術指導に当り業務を遂行した。すなわち，放射能調査は，環境衛生研究部との緊密な連絡のもとに放射能検査課が中心となって行なった。なお，人尿の ^{137}Cs については化学研究部（部長，伊沢正実）が担当し，環境の ^{3}H, ^{14}C は環境第1研究室（室長，樫田義彦）が担当した。

分析測定の結果は，そのつど放射能対策本部へ報告された。また，結果の一部は，科学技術庁主催の放射能調査研究成果発表会，日本放射線影響学会第4回研究発表会，日本水産学会年会に発表された。

野菜，牛乳，卵，獣肉類の ^{90}Sr, ^{137}Cs などの分析は分析化学研究所（浅利民弥）に委託され，それらの結果は，同研究所より放射能対策本部と当研究所に報告された。

なお，政府の放射能調査に協力して，技術部放射線安全課，福元健夫が広洋丸において南太平洋の放射性浮遊塵の採取測定，空間線量調査を行ない，採取試料の測定検討には環境衛生第2研究室，阿部史朗研究員が参加した。放射能調査船照洋丸には技術部放射能検査課，鈴木譲が調査団員として参加した。

1. 人骨のストロンチウム-90濃度

放射能検査課
佐伯誠道*
小柳　卓*
田中義一郎
富川昭男

* 環境衛生第4研究室

(1) 緒　　言

人骨のストロンチウム蓄積量を知ることは，放射性降下物の国民へ与える影響を評価するうえに極めて大切である。欧米においては，Kulp ら（Kulp, J. L., A. R. Schubert; *USAEC Report*, NYO-9934）により各国

国民の人骨のストロンチウム-90濃度に関しての調査研究が行なわれ，多数の分析測定結果にもとづいた影響評価がなされている。日本でも数年前より人骨のストロンチウム-90含量の調査が行なわれているが，その分析結果は必ずしも多いとはいえない。

また分析法等の相違によるためか，各大学や研究所の分析結果にはかなりのズレが認められるようである。

当研究所では，上記の放射能調査上の欠点をおぎなうため，日本人の人骨ストロンチウム-90濃度の分析測定結果の増加と内容的な充実を目標として，調査研究を進めている。

（2） 試料人骨

東京，大阪，京都，新潟，宮城，福島（主として，東京，新潟，大阪）から採取した1961年10月～1962年12月間の死亡者の人骨（主として肋骨）322検体中の297検体について分析を行なった。なお分析の可能な量の試料を1体から得られない場合には，ほぼ同年令で，死亡の月が近く，同地域から採取された2～6検体分を合わせて合併試料として分析に供した。

年令層	採取試料数	供試試料数	分析試料数
胎児	10	10	6
0 ～ 4	25	25	3
5 ～ 19	22	22	14
20才以上	253	218	141
合計	322	297	164

（3） 分析測定法

^{90}Sr の分析は WHO/FAO Expert Committee (*FAO Atomic Energy Series*, No. 1, 1959) の発煙硝酸法に従がい，計測は ^{90}Y について行なった。計測器は日本医理学製低バックグラウンドカウンター LBC-13 を用いた。

人骨中の天然Sr定量には，さきに小柳ら（放医研年報昭和36年度，164頁）が発表したイオン交換樹脂に吸着させたのち，EDTAで溶離し炎光分析する方法を用いた。

（4） 実験結果

各個人別の測定結果を第1表に，2～6人の合併試料の測定結果を第2表（次頁）に記した。表中の天然Srの含量はCa含量との比の1,000倍の値をもって表わし，^{90}Sr は S.U.（Ca 1g 当りの ^{90}Sr $\mu\mu c$）を記した。

第1表 人骨の ^{90}Sr 分析結果（個別試料）

年令	地区	骨種	$Sr/Ca\times10^3$	S.U.±s.d.
(妊娠7月)	東京	全身骨	0.7	1.00±0.07
(〃 7月)	〃	〃	0.6	1.17±0.06
(〃 8月)	〃	〃	0.7	0.70±0.05
(〃10月)	〃	〃	0.6	0.95±0.10
(生後7日)	〃	〃	0.6	0.59±0.05
8年	宮城	大腿骨	0.7	1.44±0.07
〃〃	〃	〃	0.7	0.93±0.05
11〃	京都	肋骨		1.44±0.07
12〃	宮城	胸骨	0.4	2.22±0.19
14〃	福島	脊椎骨	0.7	1.56±0.10
15〃	宮城	胸骨	0.8	2.02±0.09
17〃	新潟	肋骨		1.72±0.08
18〃	大阪	〃		1.38±0.12
19〃	〃	〃		2.00±0.08
〃〃	東京	〃		1.07±0.07
20〃	新潟	〃		1.28±0.02
〃〃	〃	〃	0.6	1.42±0.08
21〃	東京	大腿骨		0.65±0.09
22〃	大阪	肋骨		0.55±0.08
24〃	〃	〃		0.37±0.06
〃〃	新潟	〃	0.5	0.85±0.06
〃〃	〃	〃	0.5	0.48±0.04
〃〃	東京	〃		0.63±0.04
25〃	〃	〃	0.8	0.58±0.05
〃〃	新潟	〃	0.5	0.38±0.04
〃〃	〃	〃	0.6	0.38±0.04
26〃	東京	脛骨		0.92±0.02
27〃	〃	肋骨		0.64±0.05
〃〃	新潟	〃	0.6	0.68±0.06
〃〃	〃	〃	0.7	0.64±0.05
〃〃	〃	〃	0.6	0.14±0.03
28〃	〃	〃		0.45±0.03
〃〃	〃	〃	0.6	0.84±0.06
29〃	〃	〃	0.6	0.42±0.04
30〃	大阪	〃		0.38±0.04
31〃	新潟	〃		0.79±0.05
〃〃	〃	〃	0.4	0.34±0.04
〃〃	〃	〃	0.5	0.25±0.04
36〃	〃	〃	0.6	0.39±0.03
37〃	〃	〃	0.5	0.55±0.06
〃〃	大阪	〃		0.17±0.03
38〃	新潟	〃	0.5	0.34±0.03
〃〃	東京	胸骨		0.39±0.03
39〃	〃	脛骨		0.78±0.02
〃〃	〃	胸骨		0.41±0.06

年　令	地　区	骨　種	Sr/Ca×10³	S.U.±s.d.
40年	新　潟	肋　骨		0.33±0.03
〃〃	〃	〃		0.27±0.03
41〃	東　京	胸　骨		0.33±0.03
42〃	大　阪	肋　骨		0.36±0.04
43〃	東　京	大腿骨		0.30±0.03
〃〃	〃	膝　骨		0.09±0.01
44〃	〃	肋　骨		0.33±0.03
45〃	〃	脛　骨		0.21±0.03
47〃	〃	肋　骨		0.35±0.03
〃〃	新　潟	〃	0.5	0.29±0.03
48〃	〃	〃	0.7	0.44±0.04
〃〃	〃	〃	0.6	0.33±0.04
49〃	京　都	〃		0.23±0.04
50〃	東　京	大腿骨		0.32±0.04
52〃	〃	胸　骨		0.35±0.03
53〃	〃	肋　骨		0.33±0.03
54〃	〃	脊椎骨		0.32±0.03
〃〃	新　潟	肋　骨	0.6	0.32±0.03
〃〃	〃	〃	0.5	0.19±0.02
55〃	東　京	脛　骨		0.17±0.04
〃〃	新　潟	肋　骨	0.5	0.16±0.01
56〃	東　京	胸　骨		0.40±0.05
〃〃	新　潟	肋　骨	0.5	0.27±0.03
58〃	東　京	〃		0.22±0.03
59〃	〃	〃		0.19±0.01
〃〃	〃	〃		0.39±0.03
〃〃	新　潟	〃	0.6	0.09±0.06
〃〃	〃	〃	0.5	0.39±0.03
61〃	東　京	胸　骨		0.41±0.03
〃〃	新　潟	肋　骨	0.4	0.56±0.05
63〃	東　京	脊椎骨		0.60±0.04
〃〃	〃	肋　骨		0.32±0.03
〃〃	新　潟	〃		0.18±0.02
〃〃	〃	〃	1.0	0.08±0.01
〃〃	〃	〃	0.6	0.26±0.04
64〃	〃	〃	0.5	0.63±0.04
65〃	〃	〃	0.6	0.17±0.02
66〃	〃	〃	0.6	0.18±0.01
68〃	〃	〃		0.32±0.03
69〃	京　都	〃		0.54±0.07
71〃	〃	〃		0.58±0.06
〃〃	新　潟	〃	0.6	0.25±0.04
72〃	東　京	膝　骨		0.12±0.02
73〃	〃	肋　骨		0.22±0.02
〃〃	新　潟	〃	0.9	0.21±0.03

年　令	地　区	骨　種	Sr/Ca×10³	S.U.±s.d.
73年	新　潟	肋　骨		0.10±0.01
74〃	東　京	〃		0.35±0.03
76〃	新　潟	〃	1.1	0.34±0.03
78〃	〃	〃	0.3	0.55±0.04
79〃	〃	〃	0.7	0.29±0.02
80〃	〃	〃	1.2	0.36±0.05

第2表　人骨の ^{90}Sr 分析結果（合併試料）

年　令	地　区	骨　種	個体数	Sr/Ca ×10³	S.U.±s.d.
胎　児	東　京	肋　骨	5		0.54±0.05
～12月	〃	〃	6		1.13±0.04
0～ 3年	〃	〃	7		0.80±0.06
〃〃	〃	〃	12		2.24±0.12
9～17〃	〃	〃	3		0.91±0.05
12～17〃	〃	〃	3		1.58±0.14
18～19〃	〃	〃	2		1.61±0.20
〃〃	〃	〃	4		1.12±0.09
20～22〃	〃	〃	4	0.5	0.31±0.04
20～21〃	〃	〃	5		0.54±0.05
20～25〃	〃	〃	6	0.7	0.57±0.05
20. 26〃	大　阪	〃	2		0.75±0.04
21.23.28〃	〃	〃	3		0.78±0.06
24～28〃	東　京	〃	5		0.53±0.03
25～27〃	〃	〃	4	0.9	0.87±0.05
25～29〃	〃	〃	4	0.8	0.47±0.03
28. 29〃	〃	胸　骨	2		0.65±0.08
30～34〃	大　阪	肋　骨	4		0.33±0.06
30～39〃	東　京	〃	4	0.7	0.70±0.06
32. 37〃	京　都	〃	2		0.32±0.05
33～36〃	東　京	〃	3		0.34±0.05
34. 35〃	大　阪	〃	3		0.59±0.04
34. 38〃	新　潟	〃	2	0.6	0.28±0.03
35. 36〃	大　阪	〃	2		0.33±0.04
37. 39〃	〃	〃	2		0.40±0.04
40. 40〃	新　潟	〃	2	0.5	0.40±0.03
41. 43〃	東　京	〃	2		0.73±0.07
41. 44〃	京　都	〃	2		0.54±0.05
41. 45〃	大　阪	〃	2		0.45±0.05
42～51〃	東　京	〃	4	1.3	0.21±0.05
44～52〃	〃	肋　骨	3		0.33±0.04
47. 47〃	大　阪	〃	2		0.46±0.08
50. 54〃	東　京	〃	2		0.41±0.06
50. 58〃	大　阪	〃	4		0.39±0.04
50～59〃	〃	〃	4		0.33±0.05

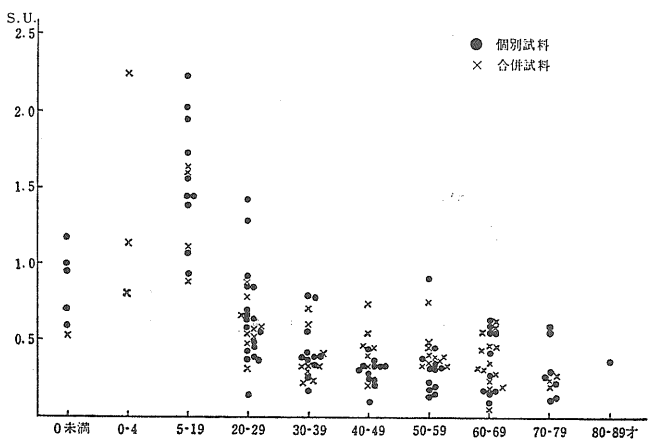
年　令	地　区	骨　種	個体数	Sr/Ca ×10³	S. U.±s. d.
52. 54年	〃	〃	2		0. 48±0. 05
54. 56〃	新　潟	〃	2		0. 36±0. 02
54～58〃	東　京	〃	2	0. 3	0. 38±0. 03
55～59〃	〃	〃	4	0. 3	0. 36±0. 03
55. 61〃	〃	胸　骨	2		0. 45±0. 06
55. 62〃	〃	〃	2		0. 33±0. 04
57. 62〃	大　阪	肋　骨	2		0. 56±0. 05
58. 59〃	京　都	〃	2		0. 74±0. 04
60～69〃	大　阪	〃	2		0. 19±0. 02
60. 61. 63〃	〃	〃	3		0. 30±0. 03
60～64〃	東　京	胸　骨	4		0. 61±0. 06
60～65〃	〃	肋　骨	2		0. 54±0. 05
60. 62. 66〃	大　阪	〃	3		0. 42±0. 04
60～68〃	東　京	〃	3		0. 24±0. 03
61. 62〃	〃	〃	4		0. 45±0. 05
61. 66〃	〃	〃	2		0. 06±0. 03
61～68〃	〃	〃	3		0. 29±0. 03
63～65〃	〃	〃	5		0. 19±0. 02
63～69〃	〃	〃	6		0. 46±0. 05
63～82〃	〃	〃	4		0. 30±0. 04
63. 65. 72〃	〃	脊椎骨	3		0. 70±0. 05
69～72〃	〃	肋　骨	4		0. 34±0. 03
70～82〃	〃	〃	4		0. 19±0. 03
71～74〃	〃	〃	3		0. 24±0. 03
73～77〃	〃	〃	2		0. 26±0. 03

第1図に各年代別に個別試料と合併試料の ^{90}Sr 濃度を示したが，合併試料は個別試料のほぼ中間に点在している。第2図（次頁）は地域別による各年令の ^{90}Sr 濃度を表わしているが，この測定結果の範囲では地方差を論じ得ないと考えられる。第3図（次頁）に性別による各年代の ^{90}Sr 濃度を示したが，本実験の限られた測定結果では性別に有意の差異を見出し得ない。

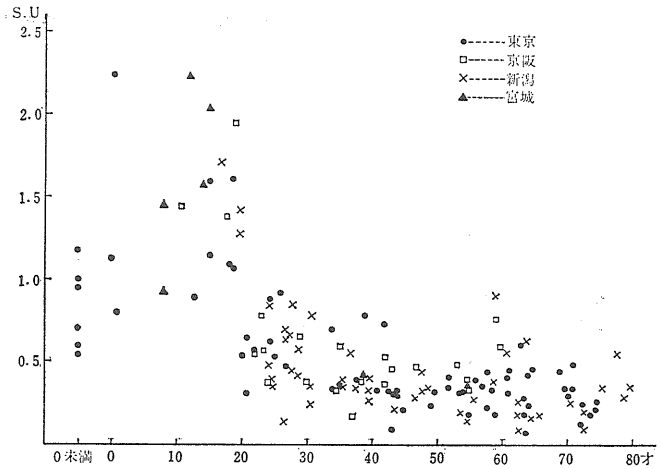
これらの図を通じて，年代による ^{90}Sr 濃度の変化が観察される。すなわち，年令の長じるに従がって ^{90}Sr 濃度は減少している。逆にいうと，年少者の方が人骨の ^{90}Sr 濃度が高いことが認められる。ただし，母体内の胎児は，0～4才，5～19才の未成年者に比べてやや低い値を示している。第3表（次頁）に年代別に ^{90}Sr 濃度（S. U.）を集計し標準偏差を求め，あわせて最大値，最小値，中央値を記した。

現在，定説として日本の場合は欧米と異なって乳幼児より胎児の ^{90}Sr 濃度が高いとされ，その理由として ^{90}Sr 摂取の食物的要因の日本特殊性があげられている。この定説は，1962年の国際放射線影響科学委員会報告書（*Report of U. N. Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*, A/5216, U. N., p. 300, 1962）にも記されている。今回の筆者らの結果によると，この定説のような傾向は観察されず，胎児の ^{90}Sr 濃度は年少者より低いようである。この点に関しては，さらに多くの試料を集め，分析して検討したい。

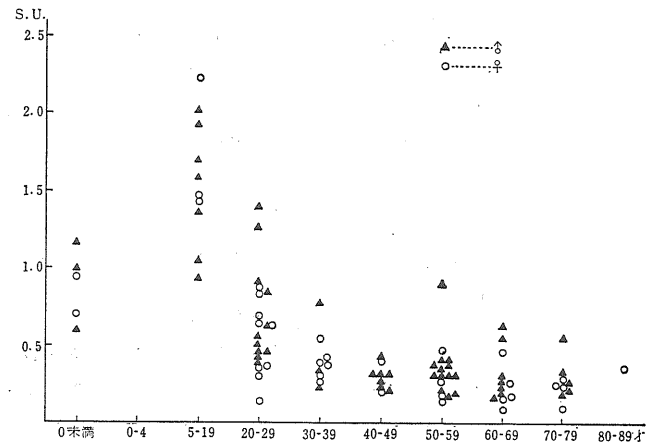
1961年度の分析結果と，今回の1962年度の分析結果を比較すると第4表（241頁）のとおりである。いずれの年代についても，^{90}Sr 蓄積量の顕著な増加は認められない。国民の人骨への ^{90}Sr 蓄積量の推移について



第1図　個別試料および合併試料の各年代別の人骨 ^{90}Sr 濃度（S. U.）



第2図　地域別による各年令の人骨 ^{90}Sr 濃度（S. U.）



第3図　性別による各年代の人骨 ^{90}Sr 濃度（S. U.）

第3表　年代別の人骨 ^{90}Sr 濃度（S. U.）

年代	平均値 平均値±標準偏差	中央値	最小値	最大値
胎児	0.83±0.23	0.83	0.54	1.17
0～4才	1.39±0.70	1.13	0.80	2.24
5～19才	1.49±0.39	1.50	0.89	2.22
20才以上	0.42±0.20	0.37	0.06	1.42

は，さらに多くの試料につき永く観察する必要があると考える。

（5）結　語

日本人の人骨の ^{90}Sr 濃度は，胎児 0.83 S.U.±0.23，0～4才 1.39 S.U.±0.70，5～19才 1.49 S.U.±0.39，20才以上 0.42 S.U.±0.20 であり，年少者の人骨への ^{90}Sr の濃縮が顕著であった。胎児の人骨は年少者より低く，従来の定説と異なる結果を得た。この点については，さらに多くの例数について実験を進めたい。

第4表　1961年度と1962年度との分析結果の比較

年　代	1961年度		1962年度	
	平均値±標準偏差	試料個数	平均値±標準偏差	試料個数
胎　児	—	0	0.83±0.23	10
0～4才	1.43±0.64	8	1.39±0.70	25
5～19才	1.38±0.66	47	1.49±0.39	22
20才以上	0.58±0.48	168	0.42±0.20	218

2. 尿中の ^{137}Cs の濃度（続報）

化学第3研究室

伊沢正実*
坪田博行
田野実
沖岩四郎**
板倉淳***

* 化学研究部長
** 大阪府公衆衛生所
*** 石川県衛生研究所

（1） 緒　言

尿中の ^{137}Cs の濃度について昭和34年度より大阪，石川両地区の中学生を対象として調査を続けてきた（放医研年報昭和36年度参照）が，昭和37年度は北海道，福岡を加え計4地方について分析を行なっている。これまでの年次変化をみると，36年度まで減少の一途をたどり，このまま新たな核実験が行なわれなければ，降下率と体内蓄積量との関係から体内汚染が一定のレベルに達するか，または一定の割合で減少を続けるかを知りうると思われた。しかしながら昭和36年10月，ソ連が核実験を再開したことにより再びその影響が現われるものと思われる。

（2） 試料の採取，および分析測定法

試料および予備処理は昨年と全く同一である。協力を得た学校は下記のとおりである。

北海道　幌東中学校
　　啓明中学校
　　中島中学校
石　川　長田中学校
　　金石中学校
　　鳴和中学校
大　阪　和泉市立中学校
　　八尾市立成法中学校
　　豊中市立第二中学校
　　富田林市立第一中学校
福　岡　筑紫女学園中学校
　　雙葉女学園中学校
　　九州女子高校中学部
　　高宮中学校

第1表　尿中の Cs-137 の分析結果

試料番号＼地区・採取年月日	Cs-137 濃度（$\mu\mu c/l$）			
	大阪		石川	
	1961.10	1962.3	1961.10	1962.3
1	13.1	14.0	14.3	18.2
2	14.6	13.4	13.2	13.6
3	13.5	12.7	10.4	10.6
4	14.7	12.7	16.0	11.2
5	13.1	12.2	15.3	10.6
6	12.8	11.8	14.5	9.7
7	12.2	16.1	12.1	14.0
8	14.5	11.0	11.3	14.7
9	16.0	10.5	13.1	15.4
10	14.9	12.4	14.0	11.5
11	13.9	12.3	13.4	11.8
12	14.6	12.2	12.5	8.9
13	11.3	13.1	10.2	
14	15.5	14.9	13.7	
15	16.2	14.9	15.0	
16	13.4	10.6	12.4	
17	15.1	15.9	12.7	
18	13.0	8.8	17.5	
19	11.2	9.7	15.2	
20	8.6	9.0	16.1	
21	9.7	9.2	14.0	
22	11.1	5.7	17.1	
23	9.6		13.1	
24	12.9		16.1	
平　均	13.1	12.0	13.9	12.5

警固中学校

分析測定法は，昭和36年度放医研年報に記したと同一の方法によった。

（3） 結　果

個々の試料の測定結果を大阪，石川にわけて第1表（前頁）に示す。この表から石川の平均値は大阪の平均値よりやや大きいが，3年前に比しほぼ一致した値が得られている。また全体として減少の傾向にあるが，これは核実験が中止されたことに起因する。しかし体内蓄積量が ^{137}Cs の蓄積量と降下率に依存するかどうかは結論を下すには至らない。

その後のデータによると，昭和37年6月以降新しいフォールアウトにより ^{137}Cs の濃度が増加する傾向にあり，北海道，福岡地区の試料とともに分析を続行中である。

また，昭和38年度からは，石川，大阪，埼玉の3地区を対象にして調査を行ないつつある。

〔研究発表〕

伊沢正実，坪田博行，田野　実，沖岩四郎，板倉　淳；尿中の ^{137}Cs の濃度（続報），第4回放射能調査研究成果発表会（1962年11月）

3. 日本各地の上水道水のストロンチウム-90濃度

放射能検査課

望　月　尚　文
田　中　義一郎
黒　沢　保　雄
坪　田　博　行*
鎌　田　　博
児　玉　幸　雄
鈴　木　　譲
富　川　昭　男
吉　沢　慎　介
佐　伯　誠　道**

* 化学第3研究室
** 環境衛生第4研究室

（1） 緒　言

われわれの日常の食生活上，欠くことのできない飲料水の水源は各地で異なるが，河川の表流水あるいは伏流水，貯水池水，湖水等の地表水と湧泉水，井水等の地下水とから得られている。また上水道のない個所では雨水を溜めて（天水），飲用ならびに家庭用水に利用している。

飲用ならびに家庭用水として日夜使われている上水道水の放射能について，日本各地でグロース放射能が測定され，部分的にストロンチウム-90，セシウム-137等の放射性核種も測定されているが，ストロンチウム-90濃度の連続的観測は行なわれていない。

当研究所では，1961年9月の核爆発実験再開にともなう放射能対策のための放射能調査の一環として，24都道府県の上水道水のストロンチウム-90濃度の月変化を調べた。1961年12月から1962年11月までの305検体の分析の結果，若干の知見を得た。

なおこの調査は，科学技術庁原子力局の要請により各都道府県衛生研究所の全面協力のもとに行なわれたものである。すなわち，各都道府県衛生研究所は，採水ならびに分析のための前処理（試料水のイオン交換樹脂による処理）を担当された。

（2） 試料採取

採水は24都道府県衛生研究所によって行なわれた。源水および蛇口水の採水地は第1表および第2表（次頁）のとおりである。

（3） 分析法

1962年3月までの分は検水100 l を採水後，放医研に送付されたものについて沈澱法，1962年4月以降の分については検水100 l 採水後，キャリヤーを加え，東洋ロ紙 No. 2 にてロ過後，ロ液をイオン交換筒（Dowex 50 WX 8-Na型）を通過させ，上記ロ紙および樹脂筒を放医研に送付されたものについてイオン交換法にて第1図（244頁）のごとく処理し，科学技術庁編「放射性ストロンチウム分析法中，海水中の放射性ストロンチウム分析法」に準じて分析した。

分析法の概略は第1図のとおりである。

（4） 分析結果

総計305検体についての分析結果は第3表（245頁）のとおりであり，総括して最高値0.91 $\mu\mu c/l$，最低値0.00 $\mu\mu c/l$，上水道源水の総平均値0.22 $\mu\mu c/l$ であった。

（5） 考　察

各県の上水道水はそれぞれ異なった値を示し，最高値は湧水では大阪6月の0.91 $\mu\mu c/l$，蛇口水では京都6月の0.68 $\mu\mu c/l$ であり，最低値はいずれも埼玉で0.00 $\mu\mu c/l$ であった。

源水中のストロンチウム-90濃度一覧は第4表（246頁）のとおりであるが，水源別に検討すると一般に表流水が高値を示し，伏流水，地下水にあっては低値を示している。ただし，表流水でも小河川の上流（245頁へ）

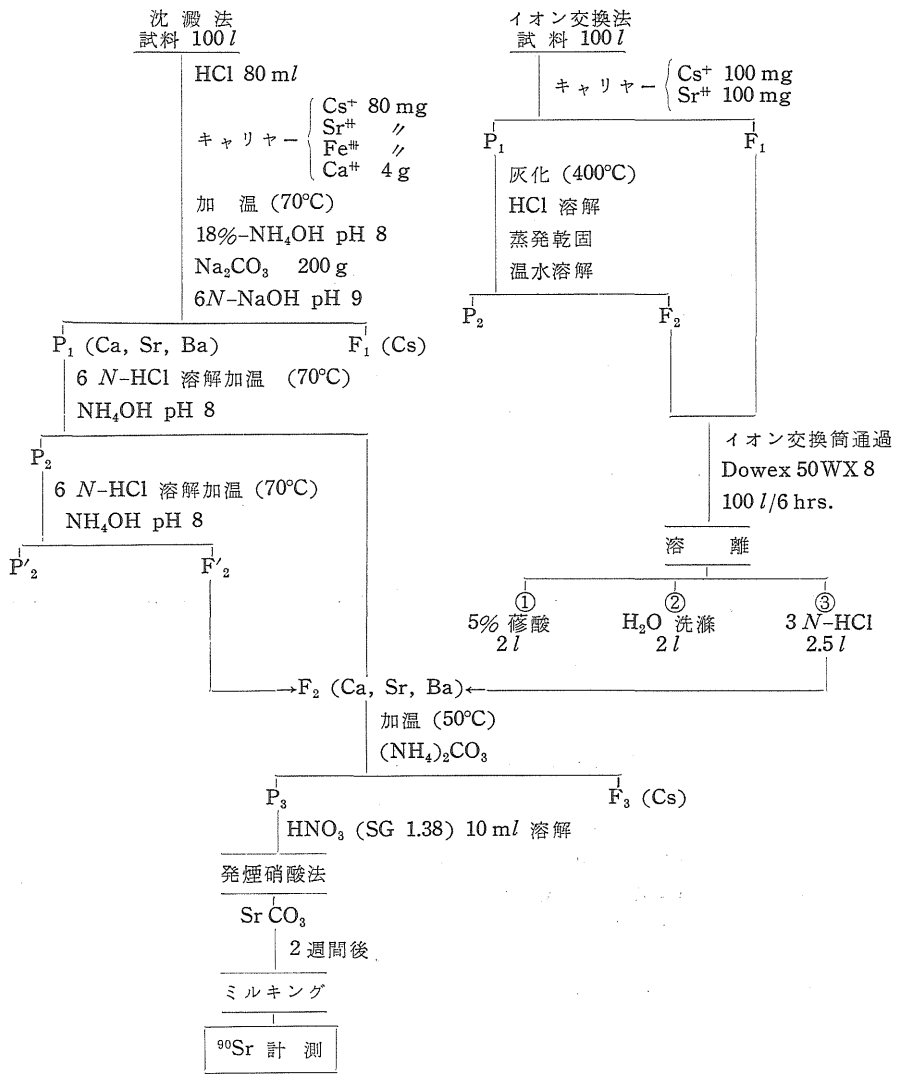
第1表　上水道源水の採水地

衛研＼年月	1961年 12月	1962年 1月	2月	3月	4月以降
北海道	稚内市緑町字ウェソナイ揚水場（増幌川）				旭川市春光町五区春光揚水場（石狩川表流水）
北海道	札幌市山元町藻岩浄水場（豊平川表流水）				
北海道	帯広市川西町字中稲田（札内川伏流水）				
青森	青森市横内浄水場（横内川表流水）				
秋田	秋田市手形上丁大木屋浄水場（旭川表流水）				
宮城	宮城郡宮城村中原浄水場				仙台市荒巻雷神国見浄水場（大倉川，青下川表流水）
茨城	水戸市渡里町（那珂川表流水）				
埼玉	浦和市常盤町6—59県南水道浦和浄水場（地下水）				
東京	青梅市沢井（多摩川伏流水）				葛飾区金町浄水場（江戸川表流水）
神奈川	小田原市蓮正寺小田原水道取入口（酒匂川伏流水）				
新潟	新潟市平島取水場（信濃川表流水）				新津市満願寺（阿賀野川表流水）
石川	金沢市末町地内（犀川表流水）				金沢市寺津町地内（犀川表流水）
福井	吉田郡光明寺（湧水及び谷川表流水）				吉田郡志比村永平寺（堂，奥川表流水）
静岡	清水市清地字上島市水道水源地（興津川表流水）				
愛知	大山市継鹿尾（木曽川表流水）				
京都	京都市東山区山科日ノ岡一切経谷川17の5市蹴上取入口（宇治川琵琶湖疎水）				
大阪	大阪府守口市庭窪浄水場取入口（淀川表流水）				
和歌山	和歌山市真砂町浄水場（紀ノ川伏流水）				
兵庫	神戸市兵庫区道場町千苅貯水池（千苅川表流水）				
鳥取	鳥取市美歎浄水場（美歎川溜池表流水）				
岡山	岡山市三ツ野水源池（旭川表流水）				
広島	広島市坂町市水道取水場（太田川表流水）				
高知	香美郡土佐山田町（物部川伏流水）				高知市旭天神町184（鏡川伏流水）
福岡	福岡市平尾浄水場（曲淵水源池）				
長崎	長崎市本河内市水道貯水池				
鹿児島	鹿児島市池之上町福昌寺（湧地下水）				鹿児島市下田町七窪（湧地下水）

第2表　上水道蛇口水の採取地

衛研＼年月	1962年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
北海道	旭川市春光町4区（市営水道）							
北海道	札幌市南9西20（市営水道）							
北海道	帯広市西5南6（市営水道）							
青森	青森市浦町野脇54衛研内（市営水道）							
秋田	秋田市上中城町2（市営水道）							
宮城	仙台市覚性院丁16衛研内（市営水道）							
茨城	水戸市北三ノ丸119衛研内（市営水道）							
埼玉	浦和市常盤町6—1県南水道							
東京	葛飾区金町浄水場（都営水道）							
神奈川	小田原市十字小田原保健所（市営水道）							
新潟	新津市満願寺浄水場（市営水道）							
石川	金沢市広坂通り衛研内（市営水道）							
福井	吉田郡志比村永平寺（村営水道）							
静岡	清水市興津中町清水市上水道浄水場（市営水道）							

愛　　知	名古屋市中区衛研内（市営水道）
京　　都	京都市東山区東大路五条上ル衛研内（市営水道）
大　　阪	大阪市東成区森町南1丁目成人病センター（市営水道）
和 歌 山	和歌山市真砂町浄水場（市営水道）
兵　　庫	西宮市上ケ原百合野町神戸市水道局上ケ原浄水場（神戸市営水道）
鳥　　取	鳥取市吉方271の1衛研内（市営水道）
岡　　山	岡山市津島衛研内（市営水道）
広　　島	広島市戸坂町市水道取水場（市営水道）
高　　知	高知市丸の内5（市営水道）
福　　岡	福岡市薬院堀端7衛研内（市営水道）
長　　崎	長崎市中川町128衛研内（市営水道）
鹿 児 島	鹿児島市下田町



第1図　^{90}Sr 分析法

第3表　上水道 {源水 / 蛇口水} 中の ^{90}Sr ($\mu\mu c/l$)

衛研＼年月	1961 12	1962 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
北海道	0.10 —	0.16 —	0.10 —	0.20 —	0.18 0.08	—	0.41 0.21	—	0.18 0.16	—	0.25 0.20	—
北海道	0.19 —	0.34 —	0.22 —	0.55 —	旭川—	0.20 0.31	—	0.29 0.27	—	0.21 0.20	—	0.26 0.24
北海道	0.04 —	0.04 —	0.04 —	0.09 —	—	0.30 0.17	—	0.18 0.02	—	0.10 0.05	—	0.06 0.01
青森	0.09 —	0.10 —	0.22 —	0.21 —	—	0.16 0.17	—	0.16 0.09	—	0.15 0.14	—	0.17 0.15
秋田	0.07 —	0.17 —	0.28 —	0.42 —	—	—	0.36 0.25	0.32 0.31	—	0.22 0.22	—	0.29 0.23
宮城	0.05 —	0.12 —	0.25 —	0.40 —	—	0.60 0.50	0.55 0.58	—	0.27 0.28	—	0.27 0.19	—
茨城	0.01 —	—	0.06 —	—	—	0.31 0.15	0.30 0.14	—	0.17 0.16	—	0.70 0.07	—
埼玉	0.01 —	0.00 —	0.02 —	0.00 —	—	—	0.00 0.00	0.02 0.03	—	0.05 0.05	—	0.02 0.02
東京	0.02 —	0.06 —	0.06 —	0.07 —	0.21 0.14	—	0.61 0.15	—	0.40 0.35	—	0.21 0.12	—
神奈川	0.02 —	0.03 —	0.02 —	0.02 —	—	0.05 0.05	—	0.07 0.07	—	0.07 0.07	—	0.05 0.05
新潟	0.21 —	0.36 —	0.45 —	0.54 —	0.50 0.50	—	0.65 0.50	—	0.52 0.43	—	0.40 0.40	—
石川	0.05 —	0.04 —	0.04 —	0.07 —	—	0.61 0.66	—	0.60 0.55	—	0.84 0.40	—	0.19 0.17
福井	0.13 —	—	—	—	—	0.10 0.10	0.14 0.11	—	0.10 0.10	—	0.10 0.10	—
静岡	0.01 —	0.10 —	0.07 —	0.06 —	—	0.10 0.07	0.10 0.09	—	0.11 0.07	—	0.08 0.07	—
愛知	0.12 —	0.07 —	0.06 —	0.06 —	0.22 0.18	—	—	0.19 0.20	—	0.13 0.10	—	0.12 0.01
京都	0.50 —	0.51 —	0.40 —	0.47 —	—	—	0.71 0.68	—	0.48 0.36	0.34 0.28	—	0.29 0.28
大阪	0.40 —	0.41 —	0.46 —	0.47 —	0.68 0.41	—	0.91 0.62	—	0.49 0.42	—	0.24 0.11	—
和歌山	—	0.06 —	—	—	0.08 0.08	—	0.15 0.12	—	0.11 0.11	—	0.07 0.06	—
兵庫	0.11 —	0.08 —	0.08 —	0.21 —	—	0.22 0.22	—	0.26 0.23	—	0.29 0.26	—	0.20 0.15
鳥取	0.40 —	0.20 —	0.33 —	0.52 —	—	0.41 0.29	—	0.36 0.33	—	0.30 0.27	—	0.48 0.16
岡山	0.06 —	0.10 —	0.15 —	0.20 —	0.38 0.09	—	0.39 0.04	—	0.24 0.14	—	0.16 0.10	—
広島	0.27 —	0.14 —	0.12 —	0.27 —	—	0.29 0.22	—	0.26 0.23	—	0.14 0.13	—	0.17 0.13
高知	0.04 —	0.02 —	0.04 —	0.14 —	—	0.15 0.17	—	0.12 0.15	—	0.13 0.13	—	0.04 0.03
福岡	0.15 —	0.36 —	0.36 —	0.50 —	0.30 0.37	—	0.37 0.41	—	0.21 0.19	—	0.23 0.20	—
長崎	0.15 —	0.20 —	0.30 —	0.40 —	0.40 —	—	0.29 0.32	—	0.24 0.26	0.14 0.12	—	0.29 0.08
鹿児島	0.10 —	0.08 —	0.03 —	0.05 —	0.05 0.03	—	0.06 0.03	—	0.03 0.02	—	0.03 0.01	—

各衛研の項上欄は源水，下欄は蛇口水

(242頁より) 部より取水している上水道—静岡，福井等—にあっては伏流水と同程度の低値を示している。

静岡，福井等の上水道は低いストロンチウム-90濃度で終始しているが，大阪，石川，京都，新潟，東京等は高ストロンチウム-90濃度を示し，その上下の変動も大である（第2図，247頁）。

伏流水は表流水よりストロンチウム-90の濃度変化は一般に少いが，地下水よりは多い。ただし，帯広（札内

第4表　各県別上水道源水中 ^{90}Sr

順位	都道府県名	^{90}Sr $\mu\mu c/l$		中央値	平均値	備考	
1	大阪	0.91～0.24		0.47	0.51	淀川	表流水
2	石川	0.84～0.19	(0.07～0.04) サイ川	0.61 (0.05)	0.56 (0.05)	犀川	〃
3	京都	0.71～0.29		0.44	0.46	琵琶湖	疎水
4	新潟	0.65～0.40	(0.54～0.21) 信濃川	0.51 (0.41)	0.52 (0.39)	阿賀野川	表流水
5	東京	0.61～0.21	(0.07～0.02) 青梅	0.31 (0.06)	0.36 (0.05)	江戸川	〃
6	宮城	0.60～0.27	(0.40～0.05)	0.41 (0.19)	0.42 (0.20)	大倉川青下川	〃
7	鳥取	0.52～0.20		0.38	0.38	美歎川	溜池
8	福岡	0.50～0.15		0.33	0.31	曲淵	水源池
9	秋田	0.42～0.07		0.29	0.27	旭川	表流水
10	札幌	0.41～0.09		0.18	0.20	豊平川	〃
11	長崎	0.40～0.14		0.29	0.27		貯水池
12	岡山	0.39～0.06		0.18	0.21	旭川	表流京
13	茨城	0.31～0.01		0.14	0.16	那珂川	〃
14	帯広	0.30～0.04		0.08	0.11	札内川	伏流水
15	旭川	0.29～0.20	(0.55～0.19) 稚内	0.24 (0.28)	0.24 (0.33)	石狩川	表流水
16	広島	0.29～0.12		0.22	0.21	太田川	〃
17	兵庫	0.29～0.08		0.21	0.18	千苅川	〃
18	青森	0.22～0.09		0.08	0.16	横内川	〃
19	愛知	0.22～0.06		0.12	0.12	木曽川	〃
20	和歌山	0.15～0.06		0.08	0.09	紀ノ川	伏流水
21	高知	0.15～0.04	(0.14～0.02)	0.13 (0.04)	0.11 (0.06)	物部川	〃
22	福井	0.14～0.10		0.10	0.11	堂ノ奥川	表流水
23	静岡	0.11～0.01		0.05	0.08	興津川	〃
24	神奈川	0.07～0.02		0.04	0.04	酒匂川	伏流水
25	鹿児島	0.06～0.03	(0.10～0.03)	0.04 (0.07)	0.04 (0.06)		地下水
26	埼玉	0.05～0.00		0.02	0.02		〃

川）は上水道には伏流水を利用しているが，採水したのは表流水であったので表流水と同様の変化を示している（第3図，247頁）。

地下水は変化量が最も少なく，すべてが 0.1 $\mu\mu c/l$ 以下であった（第3図点線）。

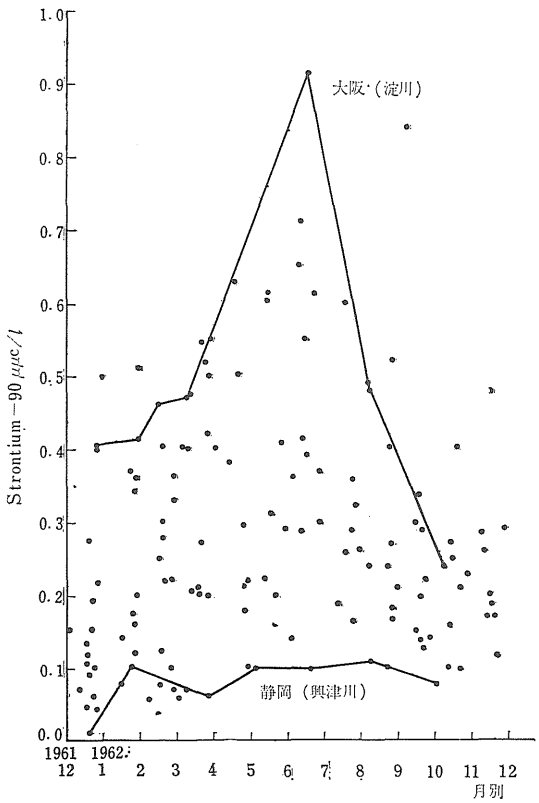
源水中ストロンチウム-90濃度の月別平均をプロットすると第4図（247頁）のごとく，表流水>伏流水>地下水の順であり，表流水は6月が最大のピーク 0.445 $\mu\mu c/l$ を示している。なお，第4図中の各種源水の月別総平均は各月のストロンチウム濃度を機械的に全部を平均したものであるので，ストロンチウム-90濃度の高く，かつ検体数の多い表流水に近いカーブを示している。

各県の上水道源水のストロンチウム-90濃度の月変化において，ストロンチウム-90の高濃度を示すピークは第5図（247頁）に示すように，5，6月は日本列島東側（表日本）および中部の地方にピークが認められ，2，3月には日本列島西側（裏日本）がピークを示している。

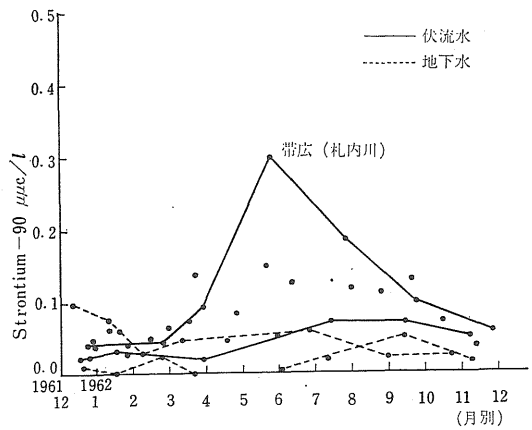
われわれが実際に飲料に供するのは蛇口水であるから，源水が上述のごとき汚染状態の場合にどの程度のストロンチウム-90が蛇口水中に表われるかが公衆衛生上注目される。

今回の調査結果からすれば第5表（228頁）に示すごとく総体的に源水に比較して蛇口水中のストロンチウム濃度は約20%減であった。

試料採水時に浄水場に導入された源水が蛇口水に出てくるまでの時間および流量を確認することはかなり困難であるので，源水—蛇口水のあいだのストロンチウム-90除去率については，さらに基礎的研究をあわせて行なって究明したい。



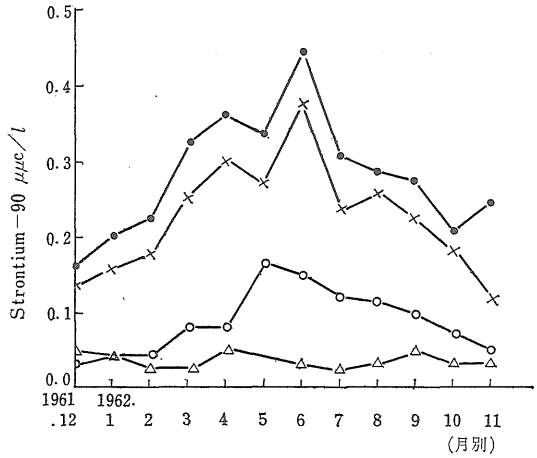
第2図　上水道源水（表流水）中の ^{90}Sr



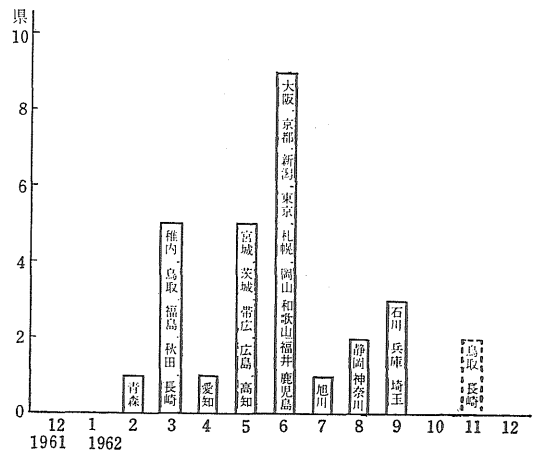
第3図　上水道源水（伏流水，地下水）中の ^{90}Sr

（6）　総　　括

1961年12月より1962年11月まで12カ月にわたり，24都道府県の上水道水305検体（源水201件，蛇口水104件）について，ストロンチウム-90濃度を測定した。その結果，



第4図　上水道源水中の ^{90}Sr 各月平均
●表流水，○伏流水，△地下水，湧水，×各種源水の月別総平均　総平均 0.22 μμc/l



第5図　上水道源水中の ^{90}Sr 濃度　月変化の高値ピーク一覧

1）　全体としてストロンチウム-90濃度は 0.91 μμc/l～0.00 μμc/l，源水の平均は 0.22 μμc/l であった。

2）　源水のストロンチウム濃度は表流水＞伏流水＞地下水の順に低くなる傾向が認められた。

3）　全国的にみると，ストロンチウム-90濃度は4，5，6月が高く2，3月には日本列島西側（裏日本）が高値を示し，5，6月は日本列島東側（表日本）および中部の地方が高値を示している。

4）　蛇口水のストロンチウム-90濃度は 0.68 μμc/l～0.00 μμc/l であり，総平均値の示すところによれ

第5表　蛇口水 ^{90}Sr/源水 ^{90}Sr

水源別＼値	最高値～最低値	検体数 源水	検体数 蛇口水	平均値
表流水	1.55 ～ 0.08 （旭川 5月）（愛知 11月）	80	80	0.80
伏流水	1.25 ～ 0.11 （高知 7月）（帯広 7月）	16	16	0.82
地下水	1.50 ～ 0.33 （埼玉 7月）（鹿児島 10月）	8	8	0.82
総平均				0.80

ば，蛇口水は源水の20%減が示された。

4. 野菜中のストロンチウム-90，セシウム-137濃度について

放射能検査課
黒沢保雄
吉沢慎介
佐伯誠道*
* 環境衛生第4研究室

われわれが食べる食品は，主として米を中心に多くの種類の野菜がせっ取されているが，生のまま食べられることの多い野菜が核爆発実験によるフォールアウトの人体せっ取へ大きな影響を与えると考えられている。

本年度は放射能対策調査の一環として，全国都道府県中12カ所の県衛生研究所より，当研究所に送付された野菜試料（葉菜類，根菜類，果菜類）について分析測定を行なった。

1962年4月以降10月までの試料のストロンチウム-90，セシウム-137濃度について報告する。

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要因により，そのフォールアウトによる汚染度はかなり異なるので，本分析結果で一概に各地，各種類の野菜の放射能レベルを論ずることは困難である。

測定結果を一覧すると，一般に葉菜類は，根菜類に比べて同時期，同地区のものでも，その値にかなりの変動が認められる（第1表）。これは，本年度の野菜の放射能汚染はフォールアウトの葉表面への直接付着の寄与が多いと考えられる。この点については，今後，試料の品種を限定して，種々の栽培上の要因と放射能汚染の関連を検討したい。

第1表　野菜中のストロンチウム-90，セシウム-137濃度

月	別	採取地	品種	^{90}Sr $\mu\mu c/kg$	^{137}Cs $\mu\mu c/kg$
37.	4.	石川	きゃべつ	184 ± 7	273 ± 10
	〃	鹿児島	〃	17 ± 1	24 ± 3
	〃	岡山	ほうれん草	43 ± 2	44 ± 4
37.	5.	石川	きゃべつ	86 ± 4	39 ± 7
	〃	大阪	〃	10 ± 1	7 ± 1
	〃	鳥取	〃	188 ± 4	52 ± 5
	〃	宮城	ほうれん草	102 ± 3	285 ± 12
	〃	茨城	〃	51 ± 2	110 ± 10
	〃	福井	〃	108 ± 4	115 ± 10
	〃	愛知	白菜	30 ± 1	87 ± 8
	〃	神奈川	長ねぎ	31 ± 3	34 ± 6
37.	6.	大阪	きゃべつ	17 ± 1	16 ± 1

	〃	岡山	〃	68 ± 5	12 ± 1
	〃	鹿児島	〃	9 ± 1	25 ± 5
	〃	福井	ほうれん草	104 ± 5	116 ± 8
37.	7.	宮城	きゃべつ	10 ± 1	41 ± 7
	〃	愛知	〃	17 ± 2	103 ± 12
	〃	京都	〃	21 ± 2	99 ± 6
	〃	青森	白菜	90 ± 7	28 ± 6
	〃	福井	大根	30 ± 2	26 ± 4
37.	8.	鳥取	きゃべつ	57 ± 3	103 ± 9
	〃	茨城	山東菜	11 ± 1	75 ± 8
	〃	岡山	白菜	22 ± 1	37 ± 3
	〃	神奈川	じゃがいも	26 ± 3	83 ± 10
	〃	鹿児島	大根	10 ± 2	29 ± 4
	〃	大阪	茄子	10 ± 1	26 ± 5
	〃	京都	〃	9 ± 1	10 ± 1
37.	9.	石川	きゃべつ	42 ± 2	19 ± 2
	〃	鳥取	〃	48 ± 2	7 ± 1
	〃	宮城	白菜	26 ± 2	15 ± 1
	〃	愛知	〃	75 ± 5	25 ± 3
37.	10.	大阪	きゃべつ	7 ± 1	6 ± 1
	〃	福井	ほうれん草	53 ± 3	39 ± 3
	〃	岡山	〃	15 ± 1	11 ± 1
	〃	茨城	白菜	52 ± 3	20 ± 2
	〃	鹿児島	大根	9 ± 1	26 ± 2

5. 1962年太平洋捕獲魚の放射性物質

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4研究室

(1) 緒言

1962年8月中旬に，中部太平洋で捕獲されたメバチ，キハダ，ビンナガ，クロカワカジキの計19尾の魚体各組織，器官の放射性核種の蓄積状態を調べて，1954年～1958年の状況と比較するとともに，これらの結果にもとづいて，洋上に降下した放射性物質の魚類への移行の経路とその程度について考察を進めることを目的として調査研究を行なった。

1962年の放射能調査船“照洋丸”の捕獲魚の一部19尾を分析用として科学技術庁より分与されたので，当研究所において解剖し，各組織および器官を摘出し，γ線波高分析装置を用いて各組織および器官のγ線放射核種を調べ，さらに ^{90}Sr，^{65}Zn の放射化学分析を行ない若干の知見を得たので報告する。

(2) 試料魚

分与された19尾の試料魚はいずれも延縄（はえなわ）によって捕獲されたもので捕獲日時，位置は第1図（次頁）に示すとおりである。

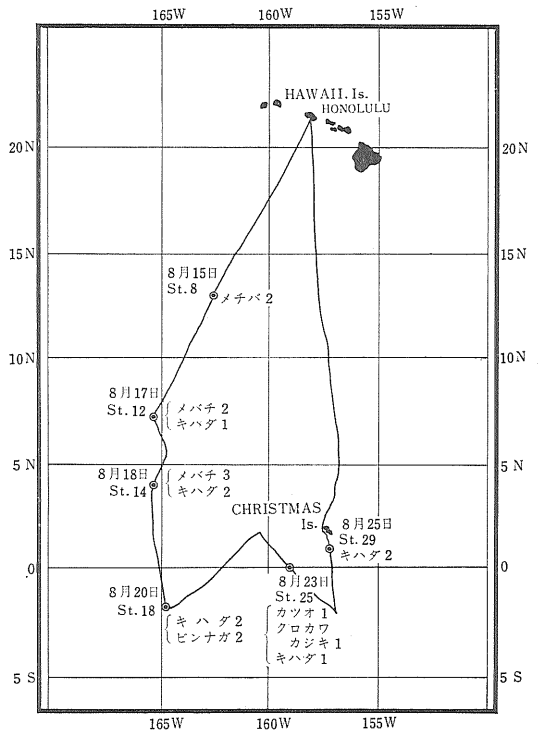
捕獲後直ちに冷凍した魚類は，陸あげ後研究所において解剖し，皮とウロコ，エラ，セキツイ骨，心臓，ヒ臓，肝臓，胃，胃内容物，腸，腸内容物，胆ノウ，ユウモンスイ，ジン臓，生殖腺，血合肉，および普通肉に分けた。

第1表（251頁）は解剖記録である。

(3) 実験および結果

1) 魚体表面サーベイ

シンチレーションサーベイメーターのヘッドをビニール布で包み，直接魚体にふれて測定した。その値はバックグラウンドを上下し，いずれの試料魚も人工放射能を検出し得ない程度であった。1954年および1956年の第1次および第2次俊鶻丸捕獲魚では体表において，人工



第 1 図　試料魚捕獲地点

放射能を容易に認知し得るものがあったが，(Saiki, M., *et al.; Research in the Effect and Influences of the Nuclear Bomb Test Explosion* II, 825～838, 1956) 今回の 19 尾中にはシンチサーベイによって放射能を検知し得るものはなかった。

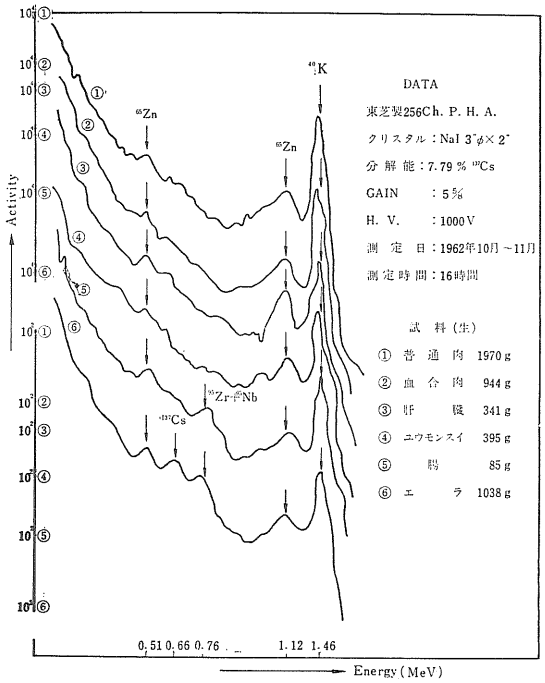
2） γ 線波高分析

測定器は東芝製 256 channel γ 線波高分析装置でクリスタルは $3''\phi\times2''$ (NaI) を使用した。生試料をすりつぶしたのち，塩化ビニールの測定用バケツに入れ 15～16 時間計測した。1 例としてメバチ (No. 6) の各組織の γ 線波高分布を第 2 図に示す。

この実験に使用した波高分析装置は高エネルギー部において比例増巾器の直線性が悪く，スケールが若干寸づまりとなる欠点がある。しかし，第 2 図は同一装置で同条件において測定したものであるので，各種試料中の γ 線波高分析の相対的な差異を論ずることができる。

自然放射能 ^{40}K (1.46 MeV) のピークのほかに，いずれの組織にも ^{65}Zn (0.51 MeV, 1.12 MeV) と考えられる二つのピークが認められた。

この ^{65}Zn の確認については後述する。



第 2 図　メバチ (No. 6) の γ 線波高分布

エラと腸には，^{65}Zn の二つのピークのほかに ^{95}Zr+^{95}Nb と考えられるピークが認められた。

この ^{95}Zr+^{95}Nb のピークは筋肉，肝臓などにはほとんど認められないが，エラと腸だけにかなり明瞭に示されている。その原因は，放射性降下物にかなり顕著に存する ^{95}Zr+^{95}Nb が，海水懸濁物，プランクトンなどに吸収され，これら懸濁物やプランクトンが，ブラシ状のエラに附着したり，食物として腸内へせっ取されたことによるものと考える。

希土類元素は，消化管より吸収されて魚体内組織に蓄積され難いことが実験室飼育魚によっても示されているが（佐伯誠道，安元健，森高次郎；第 2 回日本アイソトープ会議報文集, 576 p., 1958), 太平洋汚染魚でも同様の傾向であることを上記の測定結果は示している。

3） 骨および皮とウロコの ^{90}Sr

灰化試料 10 g をとり ^{90}Sr の分析を行なった。分析方法は WHO/FAO Expert Committee の "Methods of Radiochemical Analysis" (*FAO Atomic Energy Series*, No. 1, 1959) より "Animal bone" の項を参考にした。測定器は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）を用いた。

第1表　試料魚の解剖記録

試料番号	捕獲月日 (1962年) および推定位置	魚種	性別	体長 cm	体重 kg	*年令	内臓各器官重量 (g) 心臓	脾臓	肝臓	胆ノウ	ユウモンスイ	卵巣	精巣	胃内容物
2	8月15日 St. 8	メバチ	♂	115	26.2	III	60	50	150	—	250	—	49	なし
4	13°21′～13°25′ N 162°20′～162°24′ W	メバチ	♀	147	69.0	V	125	80	580	—	650	1070	—	165 (サンマ1尾（餌） フグ類 体長20 cm 1尾)
5	8月17日 St. 12	メバチ	♂	143	59.5	V	110	40	200	20	340	—	710	165 (サンマ2尾 エビ類少々)
6	07°04′～07°10′ N	メバチ	♂	161	79.4	VI	160	70	350	25	430	—	780	なし
7	165°09′～165°11′ W	キハダ	♂	151	63.0	IV	70	35	250	20	340	—	470	(小イカ1尾，小魚体長 10 cm 1尾，小フグ1尾)
11	8月18日 St. 14	キハダ	♂	113	25.8	II	55	40	170	—	355	—	720	40 (小フグ1尾 小イカ1尾)
12		キハダ	♂	124	35.6	III	50	40	170	10	300	—	160	20（小魚体長3 cm 1尾）
22	04°22′～04°32′ N 165°21′W	メバチ	♂	87	14.6	II	50	25	100	10	200	—	40	30（小タコ）
25		メバチ	♂	128	46.2	IV	140	110	230	10	400	—	280	なし
28		メバチ	♂	106	28.5	III	110	50	150	—	210	—	160	340 (小魚体長3 cm，小エビ 白味の魚が胃袋一杯)
37	8月20日 St. 18	キハダ	♀	136	45.3	III	60	30	230	10	290	280	—	205 (サンマ1尾50 g，イカ20 cm 3尾，アジ1尾
38		キハダ	♂	128	30.0	III	65	—	230	10	250	—	300	なし
39	02°01′～01°56′ S 165°00′ W	ビンナガ	♂	92	17.3	VI	30	9	140	—	100	—	70	—
44		ビンナガ	♂	97	19.0	VI	24	11	90	—	125	—	12	
47	8月23日 St. 25	カツオ	♂	71	7.8	—	30	20	60	20	110	—	150	なし
48	00°02′～00°.07′ N	クロカワカジキ	♂	201	68.4	—	70	65	300	—	760	—	140	560 (サワラ類2尾 サンマ2尾)
50	158°.55′ W	キハダ	♀	141	50.0	IV	60	230	340	20	300	570	—	なし
51	8月25日 St. 29	キハダ	♀	137	50.4	III	85	50	380	10	260	850	—	なし
52	01°35′～01°31′ N 157°24′～157°29′ W	キハダ	♀	147	54.0	IV	85	40	200	—	425	255	—	95（エビ2 cm）

* 年令の推定は，① 水産学集成（1957），② 南水研マグロ研究パンフレット No. 7，③ 南水研報告第12号を参照した。

第2表　試料魚各組織中のストロンチウム-90

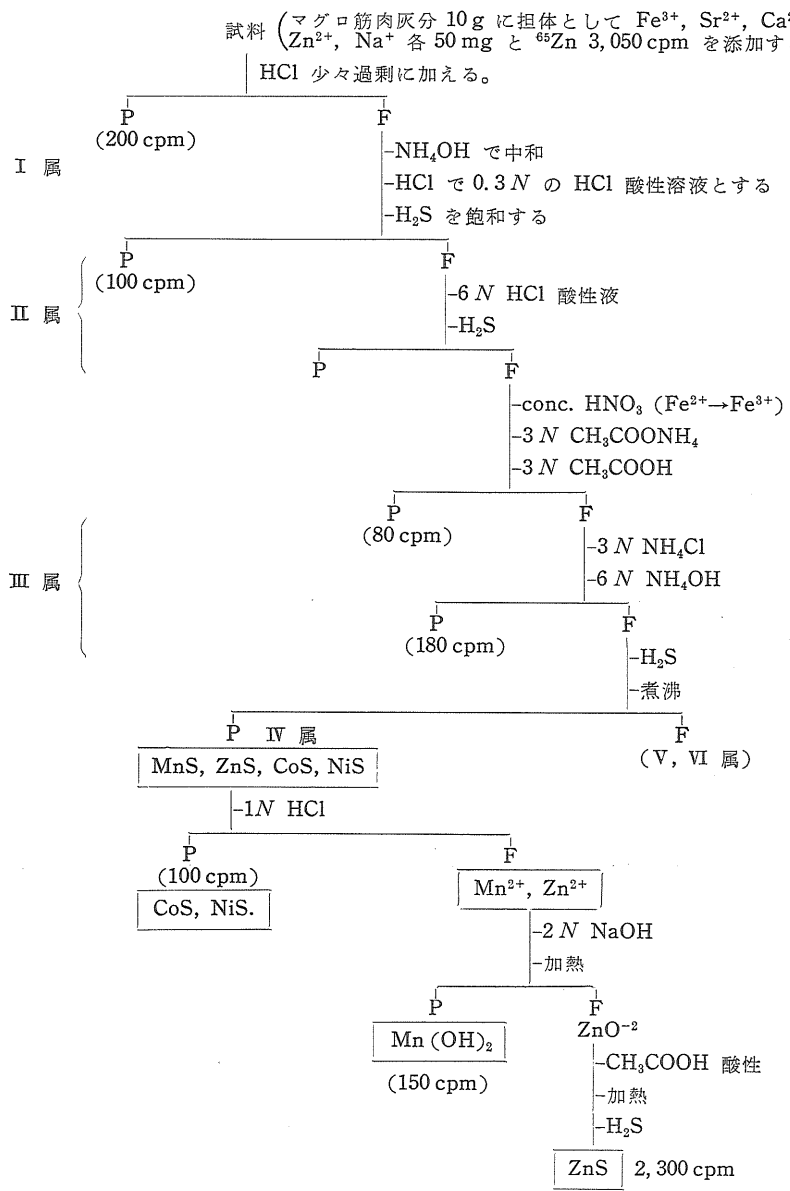
魚種および学名	試料番号	骨			皮とウロコ		
		μμc/kg（生組織）	Ca％（灰分）	S.U.（μμc/g of Ca）	μμc/kg（生組織）	Ca％（灰分）	S.U.（μμc/g of Ca）
メバチ *Parathunnus mebachi*	2	2.42 ± 0.78	37.0	0.12 ± 0.04	10.56 ± 1.60	35.9	0.33 ± 0.05
同上　同上	4	2.41 ± 0.80	37.2	0.12 ± 0.04	11.20 ± 1.60	36.5	0.35 ± 0.05
同上　同上	5	1.82 ± 0.42	37.4	0.09 ± 0.02	12.24 ± 2.07	34.4	0.39 ± 0.07
同上　同上	6				18.54 ± 1.44	36.0	0.58 ± 0.05
同上　同上	22	3.80 ± 0.61	40.3	0.18 ± 0.03	17.60 ± 1.92	32.8	0.55 ± 0.06
同上　同上	25	1.62 ± 0.20	35.5	0.08 ± 0.01	19.08 ± 2.16	36.0	0.53 ± 0.06
同上　同上	28				9.36 ± 1.17	35.1	0.29 ± 0.04
キハダ *Neothunnus macropterus*	7	6.27 ± 0.81	38.1	0.32 ± 0.04	11.97 ± 1.17	36.0	0.37 ± 0.04
同上　同上	11				16.32 ± 1.92	30.5	0.51 ± 0.06
同上　同上	12	1.07 ± 0.41	39.8	0.05 ± 0.02	16.74 ± 1.53	34.0	0.54 ± 0.05
同上　同上	37	2.77 ± 0.40	38.7	0.14 ± 0.02	12.16 ± 1.60	35.5	0.38 ± 0.05
同上　同上	38						
同上　同上	50	4.04 ± 0.82	38.1	0.20 ± 0.04		36.0	
同上　同上	51	2.63 ± 0.80	37.0	0.13 ± 0.04	15.36 ± 2.24	34.8	0.48 ± 0.07
同上　同上	52	3.43 ± 0.81	36.0	0.17 ± 0.04	16.00 ± 2.56	35.2	0.50 ± 0.08
ビンナガ *Thunnus alalunga*	39	1.95 ± 0.41	38.0	0.10 ± 0.02	13.44 ± 1.92	37.2	0.42 ± 0.06
同上　同上	44	5.45 ± 0.20	36.2	0.27 ± 0.01		38.4	
カツオ *Katsuwonus peramis*	47	4.85 ± 0.83	37.5	0.24 ± 0.04			
クロカワカジキ *Makaira mazara*	48	9.54 ± 0.86	38.4	0.43 ± 0.04		34.2	

測定結果は第2表（前頁）に示した。

すなわち，骨では ^{90}Sr の S.U.（Ca 1g あたりの ^{90}Sr $\mu\mu c$）で 0.05～0.43 であり，皮とウロコでは 0.29～0.58 である。この値は，北太平洋の表面水（*FAO Atomic Energy Series*, No. 2, 1960）の 2.5 S.U. に比べるとかなり低い。これは魚の Ca と Sr との Discrimination factor によるものと思うが，この点に関しては筋肉その他の組織の ^{90}Sr，天然 Sr，Ca の分析値が出揃ってからさらに考察したい。

4）^{65}Zn の確認

2）で述べたγ線波高分析の結果，^{65}Zn の存在がうかがわれた。^{65}Zn の放射能汚染魚における存在は，さきに筆者（佐伯誠道，岡野真治，森高次郎；日本水産学会誌，**20**, 902, 1955；**22**, 645, 1957：分析化学，**6**, 443, 1957）によって 1954 年の太平洋汚染魚の放射化学分析によって確認されたが，最近の汚染魚については検査さ



第3図　マグロの筋肉灰分の担体分属法

れていない。^{65}Zn のγ線エネルギーは ^{60}Co に近いため，γ線波高分析だけでは ^{65}Zn であると結論し難いので，次の放射化学分析を行なった。

第3図（前頁）に示す方法により，メバチ（No. 6）の普通肉の灰に担体を加えて分属をし，Co と Fe 等を除いた Zn 画分を得た。この Zn 画分のγ線波高分布は標準 ^{65}Zn のピークと一致した。

なお，分属法を検討するため，^{65}Zn 3,050 cpm を魚灰 10 g に加えて試験したところ，各画分の放射能は第3図に記入したとおりであり，Zn 画分に 2,300 cpm を捕集し得た。つまり回収率は約75% であった。

（4） 結　語

(イ) 1954年～1958年の放射能汚染魚では，GM サーベイメーターによる魚体表面放射能サーベイによっても容易に人工放射能を認め得る程度の汚染魚があったが，今回の当研究所で入手した19尾についてはシンチレーションサーベイメーターでは，その放射能を検出できない程度であった。

(ロ) 内臓各器官に ^{65}Zn の存在が示され，エラおよび腸には $^{95}Zr+^{95}Nb$ があわせ認められた。海水懸濁物やプランクトンに吸着された $^{95}Zr+^{95}Nb$ がエラに附着し，また消化管に採り入れられたものと推定した。同様に測定した筋肉や肝臓に $^{95}Zr+^{95}Nb$ のピークが認められないのは，$^{95}Zr+^{95}Nb$ は消化管より魚体内各組織に吸収され難いことを示すものと考える。

(ハ) 魚骨の ^{90}Sr は 0.05～0.43 S. U.，皮とウロコの ^{90}Sr は 0.29～0.58 S. U. であった。

(ニ) メバチ筋肉中の ^{65}Zn の存在を放射化学分析ならびにγ線波高分析によって確認した。

追　記

^{137}Cs および ^{65}Zn の含量については続報で報告する。

本実験施行にあたって，魚体解剖にご協力賜わった東京大学吉野鎮夫氏ならびに当研究所放射能検査課各位に対して深謝する。

6. 天水の放射能除去剤について

放射能検査課
黒沢保雄
佐伯誠道*
* 環境衛生第4研究室

（1） 緒　言

天水の放射能ロ過器に使用されている海砂，木炭，バーミキュライトにつき，Sr, Cs, I の吸着溶離を調べた。

（2） 実験法

第1表に示す人工合成天水に放射性 Sr, Cs, I を添加し，供試放射能除去剤をつめたカラムを通し，添加した放射性元素の通過を観察した。

使用したラジオアイソトープの性状は第2表のとおりである。

カラムは径1cm，高さ15cmのガラス製カラムに粒度40meshの各種除去剤5g（乾物重量）をつめ，供試天水を流速6 ml/min. で通し，通過液各画分と供試天水の放射能を比較し，放射性物質の通過率を求めた。

$$\text{通過率}(\%)=\frac{\text{通過液の放射能}}{\text{供試人工天水の放射能}}\times 100$$

（3） 実験結果

^{134}Cs についての実験結果は第3表（次頁）に示す。

アンバーライト IR 120，ダウエックス 50 WX 8 のイオン交換樹脂は ^{134}Cs の交換容量が大きく，3 l の天水を通過させた本実験の範囲では Cs の溶離は認められなかった。バーミキュライト原鉱，焼成バーミキュライト，

第1表　人工合成天水の組成*　　pH 4.8 (mg/l)

Na	K	Mg	Ca	Sr	Cl	SO_4	Fe	Al
1.3	0.31	0.42	1.1	0.014	1.4	5.3	0.27	0.13

*菅原健；日本化学会関東支部地球化学研究会（1962. 10）

第2表　使用したラジオアイソトープの性状

核種	化学形態	比放射能	製造元
^{85}Sr	$Sr(NO_3)_2$	4,124 mc/g	Oak Ridge National Lab.
^{134}Cs	$CsCl_3$	5.1 mc/ml	Radiochemical Center
^{131}I	NaI	104 mc/ml	Radiochemical Center

第3表　^{134}Cs の通過率（%）

各種除去剤＼通過流量	0.5 l	1.0 l	1.5 l	2.0 l	2.5 l	3.0 l
アンバーライト IR 120	0	0	0	0	0	0
ダウエックス 50 WX 8	0	0	0	0	0	0
バーミキュライト 原鉱（白）	0.9	7.5	13.9	16.3	26.7	28.4
バーミキュライト 原鉱（金）	0	5.6	7.5	7.5	3.9	8.5
焼成バーミキュライト（白）	0	5.6	7.1	5.9	14.3	15.7
焼成バーミキュライト（金）	0	0	0	0	0	0
粒状活性炭	54.6	94.2	93.4	98.4	100	100
木炭（ナラ）	2.8	9.3	9.5	17.3	16.5	100
木炭（雑）	100	100	100	100	100	100
消炭（雑）	74.8	100	100	100	100	100
海砂	0	12.7	11.0	19.9	12.3	21.4

海砂も Cs の除去に関して，かなり有効であることが示されているが，木炭はその種類によりかなりの変化があるのでさらに詳細な検討を要すると考える。

^{85}Sr の結果は第4表に示すとおりであり，2種のイオン交換樹脂を除いては，あまりよい除去効果は認められない。しかし，バーミキュライト原鉱は交換吸着容量は少ないが除去効果があるので，吸着容量に注意を払えば，Sr 除去の効果をあげることができると考えられる。なお，焼成バーミキュライトの数種について，バッチ法で Sr 吸着試験を行なってみたが，その種類によって Sr 吸着率に甚だ差があることが観察された。焼成バーミキュライトは，その種類が多く性質もかなり違うので，その個々のものについて放射性核種の交換吸着容量，至適 pH，接触時間などにつき実験を行なう要があると考える。

^{131}I の結果を第5表（次頁）に示した。

アンバーライト IRA 400（pH 8.1），アンバーライト IRA 400（pH 5.5）が I の交換容量が大であり有効であるが，バーミキュライトは原鉱，焼成の両者とも除去効果は観察されなかった。木炭の類はある程度の除去効果をあげ得ることがわかったので，さらに品種，性状の異なるものについて実験し，検討を加えたい。

（4）結　語

水ロ過器に使用されている天水の放射能除去剤の数種につき，Sr, Cs, I の除去効果を観察した。それぞれの元素に適合した種類のイオン交換樹脂を用うることにより，有効な放射能除去を行ない得ることが当然のことながら観察された。

Cs の除去は，海砂，バーミキュライト原鉱，焼成バーミキュライトによっても，かなり効果をあげ得ること

第4表　^{85}Sr の通過率（%）

各種除去剤＼通過流量	0.5 l	1.0 l	1.5 l	2.0 l	2.5 l	3.0 l
アンバーライト IR 120	0	0	0	0	0	0
ダウエックス 50 WX 8	0	0	0	0	0	0
バーミキュライト 原鉱（白）	0.4	41.8	59.2	76.6	84.3	98.1
バーミキュライト 原鉱（金）	0.5	23.0	43.9	74.9	81.4	93.7
焼成バーミキュライト（白）	64.8	70.0	82.0	80.3	91.5	95.0
焼成バーミキュライト（金）	100	100	10.0	100	100	100
粒状活性炭	80.4	100	100	100	100	100
木炭（ナラ）	59.8	100	100	100	100	100
木炭（雑）	100	100	100	100	100	100
消炭（雑）	90.7	90.7	88.7	98.4	94.7	100
海砂	100	100	100	100	100	100

第5表　^{131}I の通過率（%）

各種除去剤＼通過流量	0.5 l	1.0 l	1.5 l	2.0 l	2.5 l	3.0 l
アンバーライト IRA 400 (pH 8.1)	0	0	0	0	0	0
アンバーライト (pH 5.5)	0	0	0	0	0	0
バーミキュライト 原鉱（白）	0	81.2	79.5	87.1	99.6	—
バーミキュライト 原鉱（金）	85.7	94.2	92.5	89.4	90.5	—
焼成バーミキュライト（白）	80.2	82.8	85.5	87.3	97.6	99.9
焼成バーミキュライト（金）	82.5	85.7	88.4	90.0	93.3	98.7
粒状活性炭	19.9	19.9	36.8	20.1	15.8	32.8
木炭（ナラ）	64.8	43.2	54.9	38.0	43.3	67.8
木炭（雑）	15.6	21.9	12.0	36.6	54.9	49.1
消炭（雑）	0	0	0	0	0	0

がわかった。木炭はその種によって異なるが，Cs の除去効果はあまり期待し得ないと考えられる。

Iの除去には，バーミキュライト原鉱，焼成バーミキュライトのいずれも有効でなかったが，木炭の類はある程度の除去効果が期待できる。

Sr については，バーミキュライト原鉱は交換吸着容量は少ないが，海砂，木炭類に比べて除去効果がある。焼成バーミキュライトの Sr 吸着は，原鉱の種類，焼成温度などによって吸着率が甚だ異なる。

7. ^{14}C の放射能測定

環境衛生第1研究室
樫田義彦

（1） 空気中の ^{14}C

1961年3月以降はじめは毎月，核実験再開の9月以降は毎週炭酸捕集装置により，40% KOH 溶液 1800 ml，吸引速度 30 l/min.，75時間連続捕集の条件下に空気中の炭酸を固定する。これを硫酸で炭酸を再発生し，アンモニア水に吸収させ，塩化カルシウムを加えて炭酸カルシウムとして沈澱ロ過し乾燥試料として保存してきた。

実験の当初は Liquid scintillation 法で測定するため Toluene または Benzene に誘導する計画であったが，試料合成過程に難点あり，M.B.L.E 製の Proportional counter が設備されるにおよんで気体のまま測定する方法に変更した。本年度は本装置の調整ならびに試料調製法の検討に終り実測の段階に達しない。すなわち，従来の CO_2 または C_2H_2 法は前者は純度と印加電圧の点で，後者は合成時の爆発の危険性の点で難点があり，これらの欠点を補なう新規に開発された CH_4 法を採用することにした。

この方法はアルミナを担体としたルテニウムを触媒として，加圧下 400～500° C で CO_2 と H_2 とを反応させて，副成する H_2O を氷結分離し CH_4 を単離する。合成行程が一段で多数の試料を処理するのに適している。装置ならびに試薬を準備中で次年度よりは前記試料の測定ができよう。

（2） 植物精油中の ^{14}C

従来の千葉大学薬草園栽培のやまじそ中の Thymol のほかに新規に Menthol による ^{14}C の放射能濃度の測定を行なった。方法は前者は前年度どおりであり，後者は環境衛生研究部の研究報告にのべたので詳細を略し測定値のみを記す（第1表）。

第　1　表

	54	55	56	57	58	59	60	61	62
Thymol	14.05	～	13.28	15.84	15.16	16.82	17.21	17.49	19.57
Menthol	14.04	13.93	14.19	15.46	16.32	18.25	18.56	17.34	19.60

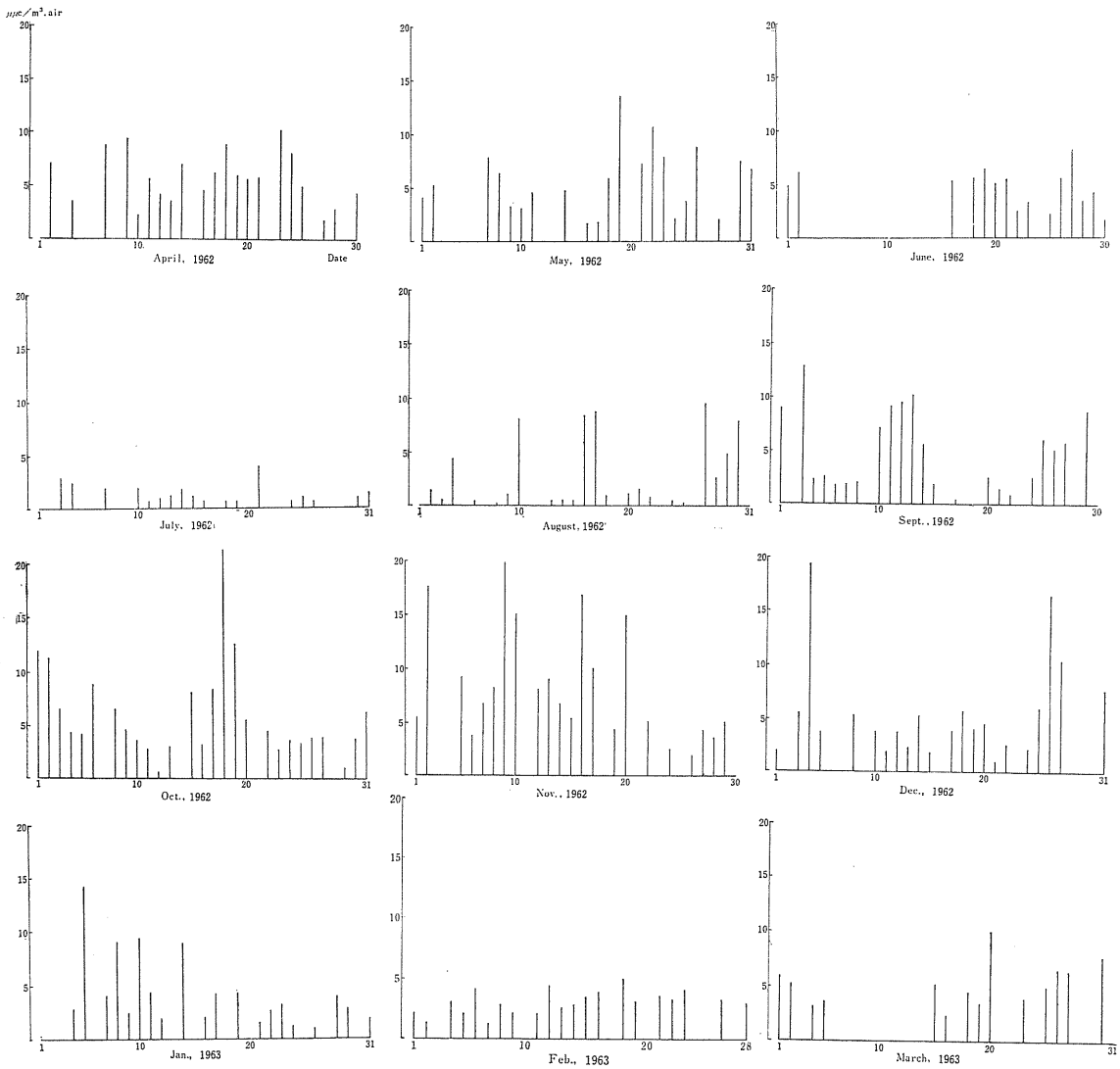
（単位 dpm/gm・carbon）

8. 放射性浮遊塵の観測報告

環境衛生第2研究室
阿部史朗
小口雄康
村越善次*

* 放射能検査課

36年度に引き続いて，大気中に含まれる放射性浮遊塵の放射能測定を行なった。昨年度のいろいろなテストの結果（「各種の集塵装置の放射性浮遊塵に対する測定について」，放医研年報，36年度，156 p；「放射性浮遊塵の観測報告」，同上，209 p.）を参照して，集塵装置は直径47 m/mのミリポアAAフィルターを用い，約30 *l*pmの空気量をほぼ1昼夜吸引した。自然放射能の影響をさけるため，集塵終了後約24時間放置してから，GM計数器によって放射能測定を行なった。GM管は理研，医理研，神戸工業製のものを適宜使用し，これらの計数効率を ^{137}Cs 標準線源と比較し，それぞれ15%，12%，10%としてある。1962年4月1日から1963年3月末日までの測定結果を第1図に示した。昨年度と違っ



第　1　図

て，年間を通じて特に大きい放射能の増大は認められないが，春季は昨年度末とほぼ同一レベルであったが，7月に入ってレベルがさがった。8月は，核実験が行なわれた結果か，日によって放射能がふえた。9月から1月中旬まで放射能レベルが高かったが，2月に入って減少の傾向を示している。しかし3月後半にやや増加し，昨年度の同時期におけるレベルとはほぼ同じになっている。

9. 広洋丸上で採取された浮遊塵試料の解析

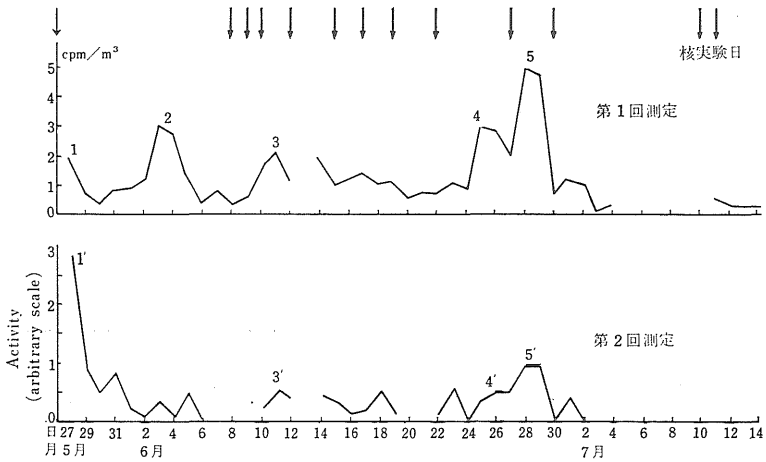
放射線安全課
福元健夫
阿部史朗*
渡辺博信**

* 環境衛生第2研究室
** 環境衛生研究部長

著者の1人福元が広洋丸に便乗し37年5月25日東京港を出航後，8月10日に帰着するまでに，南方洋上で採取した浮遊塵試料について検討したものを報告する(第1表)。

第1表　船　の　位　置

月　日	海上における船の位置	月　日	海上における船の位置	月　日	海上における船の位置
5. 27	N 28 — 35 E 145 — 17	6. 13	S 06 — 54 E 175 — 45	6. 30	S 11 — 29 E 174 — 19
28	N 24 — 20 E 148 — 57	14	S 06 — 59 E 175 — 15	7. 1	S 11 — 37 E 173 — 59
29	N 20 — 03 E 152 — 11	15	S 07 — 23 E 175 — 05	2	S 11 — 40 E 174 — 28
30	N 15 — 58 E 155 — 31	16	S 07 — 22 E 175 — 19	3	S 16 — 09 E 175 — 21
31	N 11 — 39 E 158 — 34	17	S 06 — 58 E 175 — 27	4	S 18 — 18 E 178 — 21
6. 1	N 07 — 34 E 161 — 38	18	S 07 — 33 E 175 — 10	5	Suva 港内
2	N 03 — 27 E 164 — 57	19	S 08 — 58 E 174 — 45	6	〃
3	S 00 — 51 E 168 — 06	20	S 08 — 50 E 174 — 19	7	〃
4	S 04 — 58 E 171 — 14	21	S 08 — 50 E 174 — 56	8	〃
5	S 07 — 15 E 172 — 42	22	S 08 — 57 E 174 — 28	9	〃
6	S 07 — 24 E 172 — 15	23	S 09 — 11 E 173 — 55	10	S 18 — 32 E 178 — 12
7	S 07 — 30 E 172 — 03	24	S 09 — 10 E 173 — 18	11	S 17 — 40 E 176 — 39
8	S 07 — 04 E 171 — 48	25	S 09 — 30 E 173 — 16	12	S 13 — 33 E 174 — 58
9	S 04 — 50 E 170 — 31	26	S 09 — 17 E 172 — 49	13	S 13 — 41 E 174 — 29
10	S 02 — 58 E 170 — 23	27	S 09 — 05 E 172 — 36	14	S 13 — 45 E 174 — 06
11	S 04 — 12 E 173 — 07	28	S 09 — 17 E 172 — 25	15	S 13 — 49 E 173 — 38
12	S 04 — 28 E 175 — 53	29	S 09 — 25 E 172 — 42	16	S 13 — 16 E 172 — 48



第１図 測 定 結 果 の 比 較

（１） 測定結果とその解釈

船上の集塵にはワットマン 51 フィルターを使用し，流量率約 350 l/m で，正午中心に約６時間連続吸引した。採取量は１日あたり 120 m³ である。

採取した浮遊塵は直後に船上で測定しているが，その後約３カ月後に再度測定した。これらの測定値を第１図にあげる。測定条件は次のとおりである。

直後測定（第１回測定）：集塵済後約３時間放置したのち，2π ガスフローカウンター（$\alpha+\beta$ に対する効率約 50% とみた）によって測定。３カ月後測定（第２回測定）：フィルターをそのまま GM カウンター（β に対する効率 10%）によって測定。

第１図の第１回，第２回各測定の比較により次のことが明らかにされる。

1) 第１回の測定値のピーク（1, 2, 3, 4, 5）は，第２回測定において 1′, 5′ の例外を除いて，ほとんどピークとは認めにくい。

2) 第１回測定の 2, 3, 4, 5 のピークは第２回測定では大きくつぶれているが，それに対し１のピークのつぶれが小さい。

3) 5月 28 日から６月１日にかけて採取された試料につき，その減衰のしかたがそれ以後のものにくらべ小さい。一部の試料に対し減衰曲線を作ってみた結果，やはりこのことが認められた。

4) 第１回測定の２以下の各ピークは，船の位置を参考にすれば，その当時の核実験に関連しているとみなしうる。

以上のことから次のことがいえるであろう。2, 3, 4, 5 のピークは短寿命の核種を比較的多く含むので，比較的高度の低い場所から，爆発後比較的短時間に降下したものであろう。

１のピークとそれに続く数日（５月末まで）の値は短寿命のものが比較的少ないことから，古い核実験によるフォールアウトを示しているのであろう。船が南下しつつあることを考え合わせると，これはフォールアウトの緯度変化の一部を示しているのかもしれない。すなわち，フォールアウトは低緯度より中緯度で多いという結果を示していると思われる。

第２回測定で，赤道付近で採取された試料の値は二つの異なった起源のものの和と考えられる。すなわち，古い爆発により，高空に滞留しているものから降下したものと，爆発後比較的短い期間内に降下したもの（長半減期のものだけを対象として）との和になっているだろう。この図では，爆発後まもなくの落下物が少ないはずの中緯度の値より赤道近辺，低緯度の値が小さい。洗浄効果等の気象条件にもよるであろうが，このことから，高空に滞留している核分裂生成物は赤道付近，低緯度に降下しにくいことが認められよう。

（２） 測定法についての考察

この測定では 2π ガスフローカウンターならびに GM カウンターを使用している。試料は，フィルターの材質上，灰化不能なので，そのままの形で測定を行なった。

この場合試料がフィルターそのままなので，フィルター内に入り込んだ塵からの放射線がフィルター自身で吸収され，測定結果を狂わすおそれがある。この点に関し，同質のフィルターで実測したところ最悪の場合でも

−10% 以内であることがたしかめられた。

また試料が吸湿して，やはり吸収を起こす可能性がある。2日，3日および1カ月間デシケーター内で乾燥して実測した結果，この点については全く問題ないことがわかった。

フィルター支持具およびフィルター自身による後方散乱も計数効率を狂わせる。フィルターによる大ざっぱな測定の結果，これも +10% 以内と推定された。

ガスフローカウンターでは $\alpha+\beta$ の値が求められているが，α の計数値は少ないのでほとんど β と考えてよい。

フィルターの集塵効率は放医研付近の浮遊塵に対し，放射能測定により 98% 以上であることがたしかめられている。

以上のことから第1回，第2回とも測定操作上大きい誤差の出現は考えられない。

10. その他

原子力局の要請により，次の品目の放射能調査を社団法人分析化学研究所に依託した。

概要は次のとおりである。

試料の種類および数量

野菜（葉菜類，根菜類，果菜類）
156 検体

牛乳　156 検体

卵，肉および果実　51 検体

試料採取地および採取者

24 都道府県。県衛生研究所。

試料の量

生野菜　3〜5 kg

牛　乳　3〜6 l

卵　2〜3 kg

獣　肉　2〜3 kg

果　実　1〜5 kg

測定結果

野菜中のストロンチウム-90，セシウム-137 濃度

	^{90}Sr μμc/kg	^{137}Cs μμc/kg
37年 4月	3.1 〜 162	24 〜 74
5月	9.1 〜 142	25 〜 216
6月	19 〜 171	13 〜 188
7月	7.0 〜 147	13 〜 220
8月	16 〜 210	17 〜 99
9月	10 〜 169	8 〜 130
10月	9.5 〜 153	16 〜 171
11月	9.4 〜 123	16 〜 157
12月	7.2 〜 94.6	10 〜 105
38年 1月	6.4 〜 48.5	21 〜 147
2月	4.1 〜 159	24 〜 148

牛乳中のストロンチウム-90，セシウム-137 濃度

	^{90}Sr μμc/l	^{137}Cs μμc/l
37年 4月	3.9 〜 10.0	32 〜 151
5月	3.1 〜 19.0	32 〜 153
6月	3.0 〜 19.0	33 〜 114
7月	3.7 〜 23.0	18 〜 558
8月	4.5 〜 31.0	19 〜 260
9月	2.8 〜 24.0	35 〜 166
10月	1.1 〜 11.6	30 〜 98
11月	2.4 〜 27.0	27 〜 146
12月	1.7 〜 19.7	26 〜 144
38年 1月	1.3 〜 22.7	19 〜 101
2月	2.3 〜 13.4	27 〜 105

果実中のストロンチウム-90，セシウム-137 濃度

	^{90}Sr μμc/kg	^{137}Cs μμc/kg
37年 7月	8.0 〜 17	25 〜 40
9月	3.9 〜 49	24 〜 67
38年 2月	2.7 〜 19	30 〜 365

卵中のストロンチウム-90，セシウム-137 濃度

	^{90}Sr μμc/kg	^{137}Cs μμc/kg
37年 4月	2.8 ± 0.4	52 ± 7
7月	1.6 ± 0.7	39 ± 6
38年 2月	1.1 〜 2.2	11 〜 26

獣肉中のストロンチウム-90，セシウム-137 濃度

	^{90}Sr μμc/kg	^{137}Cs μμc/kg
37年 4月	0.96 ± 0.23	94 ± 11
7月	3.1 ± 0.50	355 ± 25
38年 2月	0.40 〜 1.8	27 〜 176

XII. 技　　術　　部

技 術 業 務

1. 概　況

施設関係においては，変電所，ボイラー，機械室および工作室の運用を従来どおり行なっている。本年度は各研究室，病院等の電力使用量の漸増により，1時間当り受電契約容量499KWをしばしば上廻る電力量の消費をみせており，変電所の受電契約更改を準備中である。工作室において，本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　　93件
木　工　　113件

次に，共同実験室の運用も従来どおり行なっており，研究棟関係においては，本年度，ケリー14型光電光度計，ルドルフ旋光分散分析器，スピンコH型電気泳動装置，顕微撮影装置を整備した。また本年度9月にアルファ線実験棟約147坪が完成し，ガスまたは粉塵状の放射性物質，特にラドン，ラジウム，ウラン，プルトニウム等アルファ線放出物質の実験が行なわれる予定であるが，モニターおよび廃棄物処理施設が未整備のため，年度内に使用するまでにはいたらなかった。アルファ線実験棟の部屋割りは化学実験室，フード室，吸入実験室，汚染動物室，動物処理室，除染室，ラドン室，アルファコリダー，廃棄物処理室等の汚染区域のほか，物理実験室，測定室，管理室，記録室，研究室，機械室等である。なお，共同実験室として本年度アルファ線実験棟に整備した機器は研究用万能顕微鏡（カールツァイス・イエナ社），エレクトロニックダストカウンタ，光電式粉塵濃度計測器である。

ヒューマンカウンタ（後述）も装置の整備，較正と併行して，その利用度も漸増している。

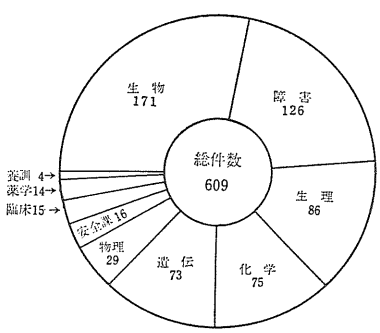
X線照射棟，第1，第2γ線照射棟，中性子線照射棟の運用も従来どおり行なっており，本年度取扱った実験件数は下記のとおりである。

X線照射棟	740件
第1γ線照射棟	240件
第2γ線照射棟	57件
中性子線照射棟	16件

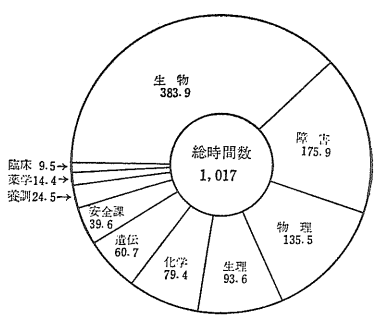
注：取扱件数の算出法が昨年と異なるため，件数は数字的には昨年より減っているが，照射時間数においては増加している。

なお，X線棟250kVp信愛号X線照射装置2台による，各研究部別年間使用時間および使用件数を円グラフに示すと第1図のようになる。また，同じく，X線棟線源室の各研究部別年間使用時間および使用件数を円グラフに示すと第2図（次頁）のようになる。

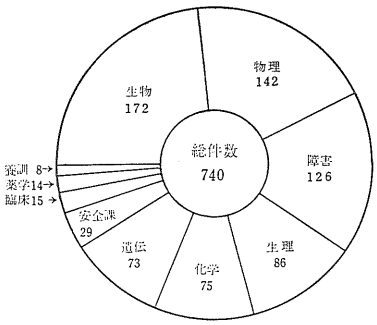
ベータトロンおよびバンデグラフ加速器については，本年度は，大部分整備，調整に終始し，一部の予備的実験を除いて，本格的な研究実験にまではいたらなかった。リニアアクセレレータは年度末にいたってようやく入荷し，据付けを開始したが，順調に整備，調整が進められ，年度内に設置完了した。これらの加速器類につ



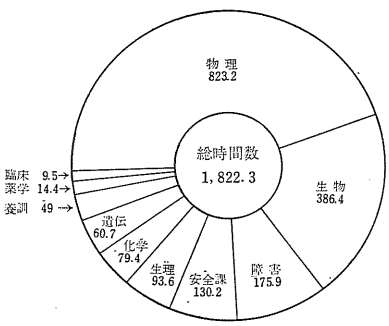
第1図-1　信愛-250の年間各部使用件数



第1図-2　信愛-250の年間各部使用時間



第2図-1　X線，線源室の各部使用件数



第2図-2　X線，線源室の各部使用時間

いてはのちに詳述する。

動物舎関係においては，年度末に哺乳動物舎約183坪の増築が完成し，水生昆虫動物舎も約34坪の増築分が竣工して，未だ不足の面は多いが，実験用動物供給の面においては，ほぼ研究部の需要を充たし得る体制が整った。なお，細部および動物舎の業務については後述する。

2．ヒューマンカウンタ

前年度末ほぼ完成し，据付けを完了したヒューマンカウンタについては，仕様に従って装置の較正を行なうとともに，利用内規を作成して装置の放射性汚染を慎重に防止する措置を講じて実験を開始した。本年度に測定した検体は23例であった。このうち20例までは患者の体内カリウム代謝異常を追究することが目的で，まず体内^{40}K量の測定により体内カリウムを算出した。その較正には，*in vitro* 法で，^{40}KCl を含む人体模型ファントムを用い，次に，*in vivo* 法で，患者自身に微量の ^{42}K を経口投与してその挙動を追跡する方法を用いた。また，これと同時に $^{2}H_2O$ を経口投与し，体水量，筋肉量，脂肪量を算出して，これらと体カリウム量との関係を調べる測定を行なった。他の3例は，ビキニ被曝者が被曝後8年を経過しているので，正常人との比較のため，測定を行なったものである。

3．ベータトロン

ヒューマンカウンタとともにほぼ前年度に据付けを完了したベータトロンは，以下に述べる経過により，本年度の大部分を整備，調整のために費し，本研究所としては一部の物理的な予備実験を除いて，本格的な研究実験を開始するまでにはいたらなかった。以下にその整備，調整の概況をややくわしく述べる。

ベータトロンの実用放射試験は，今まで最高エネルギーにおいてのみ規定されていたX線および電子線の放射出力を，10 MeV および20 MeV の低エネルギー域においても規定した仕様出力を目標として行なわれた。加速出力部の電気的調整はパルス回路網の処理がその大部分であるが，パルス波形は分布容量その他の伝送線の条件の変化に極めて敏感であるために，工場試験のみでこれを最良のものとしても，移設した場合には補正が必要である。配線が効率よく行なわれた結果，Injection cabe が今までより短かくて済むようになったが，鋭い尖頭電圧が電子銃部に悪影響を及ぼすようなこともあって，これらの調整完了には不測の時日を要した。次いで，連続使用可能時間を研究用として必要な最高エネルギーにおいて1時間，29 MeV において24時間という目標を達成するため，夏季の最悪の条件でもこれに対処し得るよう冷却系統の設備強化が7月より8月にかけて実施された。これも工場試験では条件の変化によって完全には調整ができなかった事項であって，完成した2系統液冷装置は放医研ベータートロンの特徴の一つである。その後，短時間最大放射出力は30 MeV，焦点より距離1 m においてX線で120 ρ/m を，また同じ条件で β 線の場合には3,000 ρ/m をヴィクトリーン線量計ラドコン型で得ることができた。これらの値は15 MeV 級の50 c/s 系統の装置に比較すると，5～10倍の値であり仕様を上まわるものである。次に問題となったのは，本装置に要求される医療および実験用という万能性の実現ということである。医療用として必要な性能の主要点は，10～20 MeV 域を中心とする実用的な放射出力の確保と，放射線束と撮影照準用のX線装置をも含む各種照準装置との連動性の保持である。反面，物理実験において必要なのは出力およびエネルギーの，医療用よりもはるかに高度な安定性と可変性であり，放射出力は医療用に比較して相当小さくても研究に差支えはない。逆に出力を円滑に低下させることができないと不都合を生じることが多く，振子照射運動等は利用されない。1台の装置でこの両方の要求を具備させるための地味な努力こそが本年度のベータートロン整備の最大の目標であった。今でもまだすべての問題が解決されたとはいえないが，年度の後半においては，放射出力の安定性は汎用のX線治療装置の安定度より，は

るかに良好なものとなった。ベータートロン型加速器は，静電加速器等と比較すると，本質的に不安定なものである事実を考慮すれば，いわばこれは非常な進歩と考えてよい。また，連続使用可能時間も，29 MeV 附近で24時間が完全に確保できることも実証された。これは一般の医療用線型加速器等のそれの20倍以上にも達するものである。

このようにして，本年度秋より物理的な予備実験と，エネルギーの高度の安定化と，医療に必要な10～25 MeV 域における大放射出力を得るための研究とが平行して続けられている。まだこれ以外にも問題はある。例えば電子線散乱膜の使用の代りに電子偏向掃引回路を採用する研究等である。

以上，性能において未解決の問題はなお多いが，本研究所のベータトロンがその全能力を発揮して，医療およびその他の研究に活発に利用される日も遠くはないと思われる。

4．バンデグラフ

前年度，バンデグラフ棟の完成とともに据付けを開始した3 MeV バンデグラフ加速器は，電子加速方式については順調に整備，テストが進められ，問題は起らなかったが，4月中旬より始められた陽イオン加速方式の整備，テストにいたって，絶縁用ガスの不良，真空系統，イオン源の故障，加速管の破壊等不測の事故が続発して，年度前半の大部分を経過し，メーカーの High Voltage Engineering Corporation より実質的な引渡しを受けたのは10月中旬であった。その経過を順を追って，ややくわしく述べると次のとおりである。

すなわち，本所の使用計画として，据付後陽イオン加速から始める予定なので，電子加速のテストから始め，最終段階において陽イオン加速の方式で検収するという予定を申し入れた。これに従がい，据付けの当初は電子加速に関する種々のユニットを逐次組込んでいき，フォーカス，スキャンニング，電圧チェックと仕様に従って順調に進み，4月中旬最終テストの結果，連続4時間運転，加速電圧3 MeV，加速電流1,050 μA と好結果を確認して，電子加速についての最終テストを終了した。こののち，直ちに陽イオン加速方式のテストに移り，加速管，高圧電極および諸回路を陽イオン加速用に変換してテストを再開したが，最初の故障は2 MeV 附近における放電であった。ベルトスパークの間隙を精密に再調整しても，電圧上昇のたびにスパークが繰り返され，その要因を求めて苦闘，結局原因が絶縁用ガスにあるらしいという結論に達した。このため，ガスメーカーと交渉し，ガスの純度，水分の除去等製造過程およびボンベの管理に特別の配慮を要請して超乾燥度の試作品を入手，また，ガスフィルターを新たに加えて，この問題は解決した。その間真空系統内の各所で続発するリーク，イオン源の故障等調整に困難を極め，不測の時日が費された。High Voltage Engineering Corporation 社からは，事故のつど，適切な指示が届き，5月中旬応援の engineer も派遣されてきたが，遂に6月末に加速管が沿面放電のため破壊さるにいたり，ビームテストは一時中断された。新しい加速管の到着するまでのあいだ，陽イオン分析装置，タイム・オブ・フライト実験用のパルス発生装置等国内メーカーの製造にかかる附属装置の据付け調整が行なわれた。8月中旬，加速管が到着したので，新旧の加速管を交換して調整テストを再開した。その後も，加速電流が仕様の400 μA に達し難くなる等の事態を生じイオン源，高圧電極内の回路部品を交換する等数度におよび，10月上旬ようやく全部品が安定に動作するようになり，連続3時間半運転でスパークもなく，仕様を十分満足する結果を確認し，10月中旬装置の引き渡しを受けた。

その後，技術課において引続き操作をするうち，加速管延長部分の真空度が劣化し，ビーム加速が不可能になったが，リークデテクターを借用して，3カ所の小さな漏洩箇所を発見し所要の真空度を回復した。年末バンデグラフ本体にパルス発生装置および陽イオン分析装置の接続を行なったが，陽イオン分析装置の到達真空度が悪いのでメーカーに改善を要望，一方，1月から始められたタイム・オブ・フライトの予備実験により高周波の誘導が無視し得ない状態にあることが判明して，パルス発生装置の改善も行なわしめ，2月下旬にこれら附属品の改良は一段落した。以上で準備的措置を終り，バンデグラフ本体の制御系統と回路を結合し有機的に総合効果を発揮するよう最終的な調整を3月上旬完了した。引続き物理研究部によりタイム・オブ・フライトの予備実験および p, γ 反応の実験が開始されている。

5．医療用リニアック（線型加速器）

前年度の11月に着工した医療用リニアック棟の新設工事は，37年5月に完成し，引続き加速器本体の輸入据付けがいそがれていたが，年度末の3月上旬にようやく入荷，装置の据付ならびに調整を始め，下旬に完了した。38年度より治療ならびに実験を開始する予定である。

本装置は英国 Vickers-Armstrong 社製，医療用6

MeV X線照射装置で，冷却部，本体および遠隔操作部からなり，その出力線量はターゲットから1mの位置で毎分200rの性能を有するものとされている。

なお，医療用として安全かつ適確に操作をするのに必要な制御装置が配置されている。

当所において据付後行なわれた調整は，定格出力，すなわち6MeVのエネルギーを有するX線を距離1mで200 ρ/mとし，かつ±2%以下の均等な線束とするための電気的な調整が主であった。

まずエネルギーについては，Magnetron filament: 5 kV, 20 mA, Magnetron voltage: 35 kV, Magnetron magnet current: 1.5 A, Accelerator gun heater: 13 V, 0.82 A, Accelerator gun voltage: 35 kV, Accelerator coil: 5.1 A に設定し，Radio frequency power 1 MW (pulse), Frequency: 9,250 Mc/s とした。これらは加速管の設計規格から換算すると，6 MeVのエネルギーを発生していることになる。

線量については，Pulse repetition rate: 600 pps, Pulse length: 1.9 μs, Steering coil: (1) 2.5 V, (2) 12.5 V, Tilt coil: 19.0 V にして，距離1mで200 ρ/m (5 mm 厚の Perspex cap を用いた *Baldwin Farmar* MK-2 型線量計による) とした。

線束の均等化については，適当な Flattering filter を用いることにより解決した。

その他 Modulator, H. T. stabilizer については，Ballast current: 400 mA, Boost current: 165 mA とし6%の入力電圧の変動に対してその出力電圧を0.5%以下にし，高圧回路の安定をはかった。冷却用水圧ならびに圧縮空気圧は，おのおの2.5 kg/cm^2 に設定し，装置の温度調整ならびに Trigger unit の調整を行なった。

また，機械的調整については，Vickers 社で組立てられたものを当所で確認する程度であり，その性能は満足すべきものであった。

なお，今後，物理的ならびに医学的測定が行なわれるにつれてその性能が充分に調整されよう。

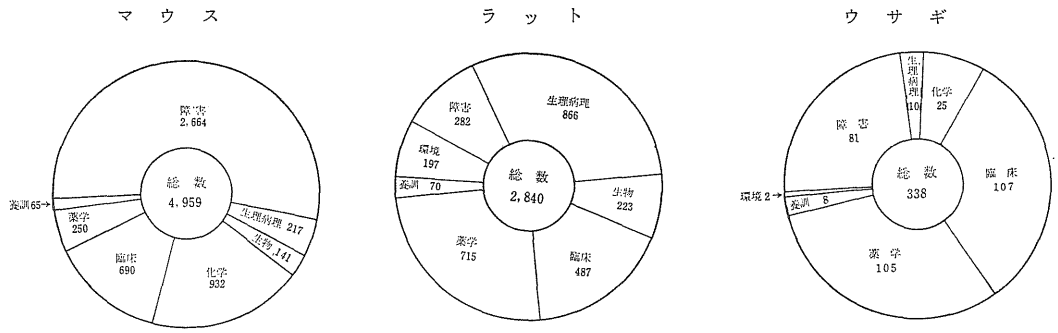
6. 動物舎関係

哺乳動物舎は前年度に完成した約103坪に加え，本年度末にいたり，SPF 動物の繁殖，飼育を目的とする約183坪が増築され，あわせて約286坪の完成をみるにいたったので，昭和38年度より繁殖，供給の面においてはほぼ研究部の需要に応じ得る体制が整ったが，飼育従事者定員の不足および動物供給後の実験観察用動物舎のないことなど，なお多くの不便が痛感されている。実験観察用動物舎の代用として，現在，実験室の振り替えによる研究棟3，4階の動物室，RI棟動物室および動物管理室等が充当されているが狭隘である。なお，完成した哺乳動物舎全体の部屋割りは，飼育室20室のほか，清浄作業室，洗滌室，給水室，検疫室，実験室，管理室，機械室，倉庫等である。また，年度末に獣屍体焼却炉が哺乳動物舎に附属して完成した。従来はボイラー室に続く塵埃焼却炉をもって代用されていたものである。

水生昆虫動物舎は前年度の予算による約38坪が4月末完成し，これに加え本年度末にいたり約34坪の増築分が竣工し，あわせて72坪となったが，まだ床面積および飼育栽培従事者定員の不足は否み難い状況にある。現在の部屋割りは飼料調整室，洗滌乾燥滅菌室，淡水魚類飼育室，海水魚類飼育室，両棲類飼育室，蚕飼育室2室，ショウジョウバエ飼育室2室等である。

なお，技術課飼育栽培係が本年度各研究部に供給した哺乳動物は下記のとおりである。

マ　ウ　ス　　4,959 (3,867)



第3図　各研究部別哺乳動物供給数

ラ　ッ　ト	2,840 (1,062)
モルモット	0 (　72)
ウ　サ　ギ	338 (　227)

括弧内は前年度供給数

また，上記哺乳動物の各研究部別供給数を円グラフによって示せば，第3図（前頁）のようになる。

栽培圃場関係の業務は従来どおり行なっている。

放射線安全業務

1．概　況

当所における放射線安全管理業務は，昭和33年度管理部内に新設された技術課において所掌することにより，その活動が開始されたが，翌34年度には新らたに保健安全課が設置され専掌することとなった。その後，部課名の改正があり，現在技術部放射線安全課が主管課として業務を行なっており，37年度の定員は13名である。放射線安全課には健康管理係，安全係および汚染処理係の3係が設けられ，課の業務を分掌している。所内の放射線安全管理の体制は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たわけではあるが，今日なお終局の形に達したわけではなく，施設の拡充，研究員の増加とともに一段の充実を必要とするのが現状である。

放射線の安全管理の業務は，放射線障害の防止に関係する一連の法規に基づいて行なわれていることは当然であるが，当研究所では，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，これに基づく管理区域に関する規定，部外者の管理区域立入りに関する規定，健康診断実施要綱，管理区域立入りに関する心得および放射線作業心得等各種の所内規定および心得が定められ，実施にうつされている。本年度においては，各部ごとの放射線作業指導者の指名，各管理区域ごとの放射線安全管理者の任命，放射性同位元素運搬手続および届出様式の制定，管理区域の一般注意事項および各管理区域ごとの特別注意事項の決定，掲示等を行ない，その実際的な運用を推進した。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，これに対応する安全管理業務組織の推移を掲げ，次章以下に本年度の業務活動の概要を述べる。

第1表　放射線安全業務年別推移

		33年	43年	35年	36年	37年
所員（定員）		70	163	225	295	361
管理対象人員	所員	40	100	142	196	288
	養成訓練研修生	0	30	60	92	92
	計	40	130	202	288	380
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
		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
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 屎尿処理場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

管理対象施設	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	リニアック照射室 198 m²
年度別管理面積		1,527 m²	2,258 m²	2,835 m²	956 m²	693 m²
累積管理面積		1,527 m²	3,785 m²	6,620 m²	7,576 m²	8,269 m²

第2表　年間被曝状況

種類	積算被曝線量 (mrem)						合計
	*260 以下	10～500	510～1,000	1,000～2,000	2,000～3,000	3,000～5,000	
γ線	113 名	57 名	4 名	0	1 名	1 名	176 名
X線	86 名	19 名	1 名	0	1 名	0	107 名

（注）＊10 mrem 以下 / 2 週 × 26（年間測定回数）または 10 mrem 以下 / 4 週 × 13（年間測定回数）を示す

2．個人管理

(1) 被曝管理

日常の管理は本年度においても前年と同じ方法を講じた。

本年度の当所員のフィルムバッジの利用人員はγ線用で176名，X線用で107名であり，その測定延件数はγ線用フィルム 2,112 件，X線用フィルム 1,128 件であった。γ線および X線の年間の被曝状況を示すと第2表のとおりである。

本年度において最大許容集積線量 D＝5 (N-18) rem をこえた例は皆無であったが，事故による最大許容被曝線量（3カ月につき3rem）をこえた例が1件あり，当該者に対しては，その期間放射線作業中止の措置をとった。また被曝の傾向は研究員，放射線発生装置操作担当者については，特殊な作業あるいは事故による被曝が数例ある以外は各測定値とも測定限界の下限（10 mrem）程度の被曝であるのに対し，医療関係者ではその作業の性質上比較的多い連続的被曝が認められた。

養成訓練部研修生および部外者（照射装置の設置および修理などで立ち入る者）等定期的にフィルムバッジサービスを受けていない者に対するサービスは年間をとおして，その利用人員および測定延件数はγ線用で 118 名，247 件，X線用で 92 名，92 件であった。これらの人々については 10 mrem 以上/1回 の被曝はみられなかった。

(2) 健康管理

健康診断実施要綱に基づいて，放射線作業従事者に対する健康管理を行なっており，現在までのところ放射線被曝によると思われる異常所見は見出されていないが，管理方法に関しては一段の改善を要する。

健管管理の一環として行なっている血液検査結果の概要を示すと第3表，第4表および第5表（次頁）となる。

結査の結果，著しく正常値より偏よる者は再検査を実

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	12	5.6	11	4.6
4,001～5,000	79	36.6	59	25.4
5,001～6,000	64	29.6	61	26.4
6,001～7,000	36	16.7	47	20.3
7,001～8,000	17	7.9	34	14.7
8,001～9,000	7	3.2	14	6.0
9,000 以上	1	0.4	6	2.6
計	216	100.0	232	100.0

第4表　赤　血　球　数

赤血球数 $\times 10^4/mm^3$	第1回 度数（人）	第1回 百分率（%）	第2回 度数（人）	第2回 百分率（%）
350以下	1	0.4	2	0.9
351～400	31	14.4	22	9.5
401～450	102	47.2	73	31.5
451～500	68	31.5	87	37.4
501～550	14	6.5	47	20.3
551以上			1	0.4
計	216	100.0	232	100.0

第5表　血　色　素　量

血色素量 g/dl	第1回 度数（人）	第1回 百分率（%）	第2回 度数（人）	第2回 百分率（%）
10.0以下	3	1.4	6	2.6
10.1～11.0	4	1.9	3	1.3
11.1～12.0	15	6.9	17	7.3
12.1～13.0	18	8.3	21	9.1
13.1～14.0	29	13.4	43	18.6
14.1～15.0	23	10.7	35	15.1
15.1～16.0	52	24.1	60	25.9
16.1～17.0	49	22.7	35	15.1
17.1～18.0	16	7.4	11	4.6
18.1以上	7	3.2	1	0.4
計	216	100.0	232	100.0

施し，また，フィルムバッジの記録等より本人の被曝歴を調査し，考察を加えているが，現在までの職員の被曝線量はきわめて低く，放射線によると思われる血液諸成分の変化は認められない。

3．安全管理

(1)　管理区域

放射線の安全管理のため所内に管理区域を設定しているが，38年3月末現在の管理区域は第6表のとおりである。

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の職員が任命され，各管理区域の管理室に常駐することが好ましい姿ではあるが，定員不足のため，それぞれの施設の所管部課の職員をもってこれにあて，間接管理の体制をとらざるを得ない現状である。

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
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	廃棄物処理棟およびその周辺
病院廃水貯溜施設管理区域	病院廃水貯溜および放射性尿尿処理施設
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病室および廊下
Ra病室管理区域	処置室，Ra病室および廊下
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
温室管理区域	温室およびその周辺
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

(2)　安全管理

安全管理の業務としては，各管理区域（放射線施設）の安全管理用設備の維持管理はもちろんのこと，管理区域に立ち入る者の管理，RIの管理，汚染のモニタリング，線量率の測定，各種測定器の較正整備，器材消耗品の貸与支給等の業務があり，これらが年間を通じて休みなく実施された。本年度行なった正常業務以外のもので主なものを挙げれば次のとおりである。

1)　放射線安全管理者打合会の定期的開催の実施

2)　病院附属棟の屋上，第2γ線棟周辺について，立入り禁止，管理区域境界柵の拡張，遮蔽壁の延長等の措置に関する勧告

3)　バンデグラフ棟用土波の補強に関する勧告

4)　α線棟建設に際しての除染室，廃棄物処理室，排気浄化装置等に関する設計についての意見具申

なお，安全管理上必要な放射線管理用の各種機器も逐年整備されつつはあるが，量的にも質的にもまだ利用者の要求を満たす段階には至っていない。38年3月末現在の主な機器の現有数は第7表（次頁）のとおりである。

第7表　放射線管理用機器一覧

名　　称	現有数
G. M. サーベイメーター	26 (6)
シンチレージョン・サーベイメーター	3 (1)
電離箱式サーベイメーター	4
表面汚染計	2 (1)
中性子サーベイメーター	3 (1)
α線用ガスフローサーベイメーター	1 (1)
ポケット線量計	45
ポケットチエンバー	150
中性子線用ポケット線量計	8 (3)
ベルアラームメーター	2 (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 (1)
ダストモニター	4 (1)
床モニター	2
水モニター	1
直示線量計	2 (1)
ダストサンプラー	2 (2)
振動容量電位計	1 (1)

注：( ) 内の数字は現有数のうち 37 年度購入分

(3)　事故の概要

本年度おきた主な事故は次のとおりであったが，いずれの場合も，人体についての異常所見は認められていない。これらの大部分が研究生および新入職員によるものであり，その原因としては放射線作業に対する認識の不足，または操作の不慣れによるものと推察される場合が多かった。特に取扱いの不慣れな研究生の単独実験については，何らかの規制を加える必要があると考える。

1)　37年6月28日　X線発生装置で試料を照射中，開閉器が開放であるのに気付かず試料の交換を行なったため被曝した。フィルムバッジによる被曝線量は 400 mrem であった。

2)　8月1日　X線発生装置で実験中誤まって螢光板にある開閉器に触れた。この際，附近に設置してあった線量計の線量指示を故障のためと誤認したため，大量の被曝を受けた。フィルムバッジによる被曝線量は 1,620 mrem であった。

3)　8月20日　動物に ^{45}Ca を注射中，動物があばれ周囲に汚染を生じたが，サーベイメーターを携行せず，また退出の際の汚染検査を怠ったため，翌日になって汚染を発見した。このため汚染が広範囲に拡大していた。汚染状況は実験衣 2×10^{-2}～$1.2\times10^{-1}\mu c/cm^2$，実験台 2×10^{-2}～$1.2\times10^{-2}\mu c/cm^2$，床 4×10^{-3}～$2\times10^{-2}\mu c/cm^2$ であった。

4)　8月～9月（日時不明）　フィルムバッジの定期測定を行なったところ，研究生中に異常被曝者を発見し，原因を調査したが不明であった。フィルムバッジによる被曝線量は 1,800 mrem 以上（測定限界外）が2回であったので，放射線作業の一時中止を勧告した。

5)　38年2月21日　気送管式照射装置が故障し，線源を格納容器に収納する作業中に工事人2名が被曝した。被曝線量は 140～390 mrem であった。

6)　2月18日　中性子線源を格納する際に，誤まって線源を保持しているテグスを切断し，このテグスを交換する際に被曝した。個人被曝測定用具を装着していなかったので，計算による推定被曝線量は 330 mrem であった。

4．廃棄物処理

本年度においては各種施設の充実，人員の増加にともない，放射性廃棄物の排出物も一段と増加した。

第8表は，所内の RI 使用施設から排出された廃棄物のうち，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。

第8表　処理機関引渡し廃棄物量

廃棄物の種類		総量 (l)
固体廃棄物	可燃性	10,200
	不燃性	5,050
液体廃棄物（高レベル放射性廃液）		240
動物死体（フォルマリン溶液とも）		2,080
スラリー状廃棄物		1,060
排気処理用フィルター		(換算量) 2,700

また第9表（次頁）は放射性廃棄物のうち，高レベル廃液をのぞ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，4t/h の処理能力をもつ低レベル廃液（$1\times10^{-5}\mu c/ml$ 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}～$1\times10^{-5}\mu c/ml$）用の自己蒸気加圧式蒸発装置が設けられているが，本年度においては，RI 棟より排出された汚染系廃液のうち，全排出量の 61% にあたる 480 t を凝集沈澱装置により処理を行なった。

第9表　廃液および し尿排出量

系統			処理方式	排出量 (t)
RI棟	汚染系		凝集沈澱処理	790
	非汚染系		原則として処理せず，モニターのうえ放出	1,520
病院	汚染系	(中レベル) 第2系統	蒸発濃縮処理	5
		(低レベル) 第3系統	凝集沈殿処理	10
	非汚染系		原則として処理せず，モニターのうえ放出	1,240
放射性し尿			浄化のうえ減衰処理	2,000

（注）　技術部放射能検査課の業務については，XI. 放射能調査の項（236頁以下）参照。

XIII. 養成訓練業務

1. 概　況

昭和37年度の養成訓練業務は，第6回および第7回放射線防護コース，ならびに第2回および第3回放射線利用医学短期コースの計4コースを次のように行なった。

放射線防護コース

第6回　昭和37年 5月 7日より
　　6月30日まで
第7回　昭和38年 1月28日より
　　3月22日まで

放射線利用医学短期コース

第2回　昭和37年 9月 4日より
　　10月13日まで
第3回　昭和37年 11月 5日より
　　12月15日まで

放射線防護コースは昭和34年度より通計7回行ない，210名の受講者を送り出し，放射線利用医学短期コースは昭和36年度より通計3回行ない，48名の受講者を送り出している。いずれも回を重ねるに従がい，より一そう研修効果をあげるため，カリキュラムの編成にあたって次の諸点に留意した。

1) 放医研の研究成果がわが国の原子力開発利用に直接反映し得るように，常に研究所の現在の研究業務に密接した内容を盛り込んでいくよう考慮した。

2) 教科内容やその指導が社会的，行政的関心から孤立することのないよう，広く実社会との結びつきに注意を払った。

3) 一般最新の知識と斯学の動向を十分盛り込み，その時点における最高の知識と技術を汲み取り得るよう配慮するとともに，講義と実習のバランスに留意した。特に実習や視聴覚教授を重視し，セミナー方式を十分取り入れ，研修生が自主的に知識と技術を習得し得るように努力した。

第2回放射線利用医学短期コースには，IAEAの交換計画により Visiting Professor として派遣された，米国オークリッジ原子核研究所医学部の臨床研究ならびに同研究所養成訓練部門の主任である Ralph M. Kniseley 博士の直接指導のもとに，広範な分野にわたり新しい講義と実習が行なわれた。

2. 応募状況

4コースを通じて応募者総数154名うち92名が受講決定，平均1.6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。

コース別	応募者数	受講者数
第6回放射線防護コース	58名	30名
第7回　〃　〃	46〃	30〃
第2回放射線利用医学短期コース	25〃	16〃
第3回　〃　〃	25〃	16〃

研修生の所属機関別分類は第1表-1～第1表-4(次頁)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(272)に示すとおりである。なお，付録，339頁参照。

第1表-1　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7回）

所属機関＼専攻学科	医・薬	農	理・工	文	計
官　庁	1	–	10	–	11
直轄機関	13	14	14	2	43
国立大学	22	3	22	–	47
公立大学	8	1	1	–	10
私立大学	7	1	7	1	16
公立機関	5	2	12	2	21
準公立機関	9	1	10	–	20
民　間	9	1	32	–	42
計	74	23	108	5	210

第1表-2　昭和37年度放射線防護課程研修生機関別専攻学科別分類表

所属機関＼専攻学科	（第6回） 医・薬	農	理・工	文	計	（第7回） 医・薬	農	理・工	文	計	合計
官庁	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–	1
直轄機関	2	1	2	–	5	3	4	2	–	9	14
国立大学	4	1	3	–	8	4	1	2	–	7	15
公立大学	2	–	–	–	2	1	–	–	–	1	3
私立大学	2	1	–	–	3	1	–	1	–	2	5
公立機関	1	–	2	–	3	2	–	1	–	3	6
準公立機関	1	–	2	–	3	2	–	–	–	2	5
民間	2	–	3	–	5	2	–	4	–	6	11
計	14	3	13	–	30	15	5	10	–	30	60

第1表-3　放射線利用医学短期課程研修生機関別累計表（第1回～第3回）

所属機関	診断	治療	診断治療	トレーサー	計
国立病院	–	3	2	1	6
国立大学附属病院	5	3	15	2	25
国立大学附属研究所	–	1	–	–	1
公立大学附属病院	–	1	2	1	4
私立大学附属病院	4	–	3	1	8
公立病院	–	1	1	–	2
私立病院	–	2	–	–	2
計	9	11	23	5	48

第1表-4　昭和37年度放射線利用医学短期課程研修生機関別分類表

所属機関	（第2回） 診断	治療	診断治療	トレーサー	計	（第3回） 診断	治療	診断治療	トレーサー	計	合計
国立病院	–	–	–	–	–	–	1	1	1	3	3
国立大学附属病院	–	2	9	1	12	–	–	6	1	7	19
国立大学附属研究所	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
公立大学附属病院	–	–	2	–	2	–	–	–	1	1	3
私立大学附属病院	–	–	1	1	2	–	–	1	–	1	3
公立病院	–	–	–	–	–	–	1	1	–	2	2
私立病院	–	–	–	–	–	–	2	–	–	2	2
計	–	2	12	2	16	–	4	9	3	16	32

第 2 表　　研修生都道府県分布状況一覧表

実施年度	地域別 / 課程別 / 回数別	北海道	青森県	岩手県	宮城県	秋田県	山形県	福島県	茨城県	栃木県	群馬県	埼玉県	千葉県	東京都	神奈川県	新潟県	富山県	石川県	福井県	山梨県	長野県	岐阜県	静岡県	愛知県	三重県	滋賀県	京都府	大阪府	兵庫県	奈良県	和歌山県	鳥取県	島根県	岡山県	広島県	山口県	徳島県	香川県	愛媛県	高知県	福岡県	佐賀県	長崎県	熊本県	大分県	宮崎県	鹿児島県	その他	計
34	第1回防護	1	−	−	−	−	−	−	1	−	−	−	2	17	1	−	1	−	−	−	−	−	1	−	−	1	−	−	1	1	−	−	−	−	1	−	−	−	−	1	−	1	−	−	−	−	−	30
35	第2回防護	−	−	−	1	−	−	−	1	−	−	−	4	15	1	−	−	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	1	−	−	1	−	−	3	−	−	−	−	1	−	−	1	−	−	−	−	30
	第3回防護	1	−	−	−	1	−	1	2	−	−	1	1	10	−	1	−	−	−	−	−	−	1	−	−	−	3	1	−	−	−	−	1	2	1	−	−	−	−	2	−	−	−	−	−	−	1	30
36	第4回防護	−	−	−	1	−	−	1	5	−	−	1	3	11	2	−	−	−	−	−	1	−	1	1	−	−	−	1	−	−	1	−	−	−	−	−	−	−	−	1	−	−	−	−	−	−	−	30
	第5回防護	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	1	−	1	14	4	−	−	−	−	−	1	−	−	1	−	−	1	2	1	−	−	−	−	1	−	−	1	−	−	−	−	−	1	−	−	1	−	30
	国際防	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	2	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	2	−	−	−	−	−	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	16	22
	第1回医学	1	−	−	1	−	−	−	−	−	−	−	1	7	−	−	−	−	−	−	−	−	2	1	−	−	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	1	−	1	−	−	−	−	16
37	第6回防護	1	−	−	−	−	−	1	1	−	1	1	1	8	3	−	1	−	−	−	−	1	−	−	−	−	−	4	2	−	−	−	−	1	−	3	−	−	−	−	−	1	−	−	−	−	−	30
	第2回医学	1	−	−	1	−	−	−	−	−	−	−	−	5	−	−	−	1	−	−	−	−	−	1	−	−	1	2	−	−	−	−	−	1	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	1	1	16
	第3回医学	1	−	−	1	−	−	1	1	−	−	−	1	6	−	1	−	−	−	−	−	1	−	−	−	−	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	1	−	1	−	−	−	16
	第7回防護	1	1	−	−	2	−	−	3	−	1	1	1	10	4	−	−	−	−	−	−	−	1	1	1	−	−	2	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	30
計		7	1	−	5	3	−	4	14	−	3	4	17	104	15	2	2	2	−	−	2	2	5	6	1	1	4	15	8	1	−	2	−	4	7	5	1	−	1	−	7	−	3	2	−	−	2	18	280

XIV. 病　　院　　部

1. 診　　療

i) 概　　況

病院部は開設されて2年目を迎え，患者数も漸次増加したため，一時的に看護婦宿舎に転用していた4階病棟を整備し，37年12月はじめから患者の一部収容を開始した。

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，肺がんの術前，術後照射を行ない，日本医大真柄産婦人科との共同による子宮がんの照射を行なっている。

RI診断検査は，東大附属病院，国立東京第一病院，国立千葉病院等より脳腫瘍，糖尿病，肝臓腫瘍の検査のため患者が送られたほか，入院中のがん患者等の腎機能検査を行なっているが，ヒューマンカウンターの整備にともない，これを利用して代謝機能検査，体内放射能の測定が活発に行なわれている。

放射線障害の診療については，ビキニ被災元船員，原爆被爆者，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諸検査，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。

フォロアップの組織を充実することができず，退院患者の予後はその一部を除いて明らかにすることができなかった。

^{60}Co 照射回数，X線透視撮影回数の増加に対応し，2名の診療X線技師では手不足であり，また万能シンチスキャンナー，メジカルスペクトロメータを操作して行なうRI検査に技術者の定員配置がないため，医師自ら操作を行なっている。臨床検査では，複雑な手技を必要とする血液の生化学的検査が増加し，4名の検査技師でまかないきれず，病理組織学的検査はすべて当所生理病理研究部に依頼している。

高度の診療，よい看護，よい環境を提供することにより，研究所における研究を診療に応用し，診療を通して研究結果をあげることが病院部の使命である。このため診療，看護，診療補助（臨床検査，薬局），管理の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って解決するよう努めてきた。放射線障害の診療，RI診断，放射線治療と全く異質の診療研究が，同じ病院部内で行なわれることについてはいろいろ運営上問題が多く，臨床研究部と病院部の医師による診療会議も当初期待した機能は必ずしも発揮されなかったが，総合的な高度の診療が行なわれるように努力がなされた。

臨床病理討論会（表13）は病院部，臨床研究部，生理病理研究部の医師が月1回の割で行なっており，竹内生理病理研究部長の司会により臨床所見，病理組織標本，剖検結果を討議し，診断，治療方法，治療効果を検討批判しているがその効果は大きい。また常時患者診療打合会を行ない，田中臨床研究部長により，内科的の診療を必要とする患者の回診も行なわれている。

ii) 患者数（表1～4）

入院患者数407，退院患者数405，1日平均入院患者数34.0，平均在院日数30.6日である。平均在院日数を病棟別の患者でみると次のとおりになる。

RI検査，治療患者（2階病棟）	11.2日
Ra等組織内照射患者（3階病棟 Ra病室）	2.5日
放射線外部照射患者（3，4階病棟）	43.5日

36年度に比較し平均在院日数はやや多くなり，入院患者数において106，1日平均入院患者数で約10ふえている。

外来新患者数468，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4.8である。36年度に比較し，新患者数において105ふえ，1日平均患者数と通院回数は約2倍となっている。退院後定期的検査のために来訪するものが少しふえているためである。

退院患者数405のうち死亡22，元の病院，診療所に帰えしたもの163，一時的に軽快したもの214，所期の治療の不能であったもの6である。院内死亡率は5.0%である。

入院患者数の大部分が40才以上であるのは，悪性新生物の多いためである。居住府県別にみた場合当研究所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と国立病院が多いが，再入院のふえている点が注目される。

iii) 悪性新生物と放射線治療（表5, 6）

入院患者中食道の悪性新生物が最多数を占めるのは，千葉大中山外科と共同して手術前照射を行なっているためである。次に子宮の悪性新生物が多いのは，日本医大真柄産婦人科との共同による術後照射を，肺の悪性新生物の多いのは千葉大肺がん研究所との協力による手術前，術後，根治照射を行なっているためである。36年度に比較しその取扱数において，食道，胃，直腸，肺の悪性新生物はやや少なくなり，口腔および咽頭，喉頭，子宮，骨，その他の悪性新生物がふえている。

放射線照射回数は ^{60}Co 2,000 c 回転または固定照射が最も多く患者1人あたり26回にあたる。^{137}Cs 2,000 c 固定照射の回数は少ないがややふえている。X線による治療は適用症例が少ないので，いまのところほとんど行なっていないといってよい。Ra針組織内照射，^{60}Co 管腔内照射，ラドンシード組織内照射は ^{60}Co 2,000 c 照射と併用しているが，その使用は36年度の5倍以上にふえている。

iv) RI投与による検査治療（表7）

RI投与患者数189で36年度より74ふえたが，投与患者延数は約2倍となっている。このうちヒューマンカウンターによる臨床的利用が活発に行なわれはじめたことが注目される。

使用核種別にみると，^{131}I とその標識化合物が最も多く，ついで ^{132}Cs, ^{42}K, ^{3}H 等がこれにつづいている。^{198}Au の使用が減り新らしく ^{86}Rb, ^{75}Se, ^{59}Fe を使用している。検査方法別では腎機能検査，ヒューマンカウンターによる超微量トレーサー法による検査が多く，次いで甲状腺機能検査，糖代謝測定，肝臓スキャンニング，全体液量測定の順となっている。治療には小数例しか使用していないが，このことは36年度よりさらに少なくなっている。RI検査を行なったものを疾病別にみると，甲状腺腫，子宮がん，糖尿病，肝臓腫瘍，脳腫瘍が多いほか各疾病に広い範囲にわたっている。使用核種の大部分が短半減期のものであるから，核種の入手と患者の集中把握が一しょにできるように努力がなされた。

v) X線透視撮影回数（表8）

X線透視撮影回数が36年度より少なく奇異の感をいだくが，これは36年度の回数のとり方に誤まりのあったことをのちに発見した。部位別で呼吸器，消化器，骨，軟部組織，泌尿性器の順，方法別では単純撮影が多い。

vi) 手術（表9）

手術件数には見るべき増加はないが，胃瘻造設術，頸部リンパ節摘出術は減少し，乳房切断術，骨盤内リンパ節廓清術，気管切開術等が新らしくふえた。

vii) 輸血（表10-1）

保存血は手術時よりむしろ手術時以外に使用することが多く，大量の保存血を使用しその量も36年度より45%ふえ，患者1人1日使用量もふえている。

viii) 調剤数（表10-2）

調剤回数，延剤数は表10-2のとおりである。

ix) 医療費支出済額（表10-3）

総支出済額13,229,453円のうち注射薬品費とRI費がもっとも多くそれぞれほぼ1/3を占め，その他の薬品費，保存血費，医療用消耗器材費がこれについで多くなっている。

x) 臨床検査（表11）

病理組織学的検査を除いて検査は主として臨床検査室で行なった。内視鏡検査は外来内視鏡室において医師が行なった。検査件数は36年度の2倍にふえたが，そのなかで網状赤血球計算，栓球計算のほかアミラーゼ定量等，アルカリフォスファターゼ定量等，含水炭酸同化試験等の複雑な手技と長時間を必要とする血液化学的検査が著しくふえている。

xi) 死体解剖（表12）

解剖の執刀は生理病理研究部の医師によって行なわれたが，解剖数15（♂8, ♀7）で死亡数22（♂14, ♀8）に対し68%の解剖率である。臨床診断，試験切除による組織学的診断，解剖結果による病理診断を総合死因を明らかにするとともに，放射線の照射の影響，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）

16例中，患者の咽頭部からラドンシード1 mc 脱落した1例と，気送式 ^{60}Co 照射装置実験中 ^{60}Co 50 c 線源が照射部位にとどまり収納容器への収納不能になった例をのぞいて，すべてRI取扱上の不注意による汚染事故である。

RI汚染事故14例中医師，看護婦の取扱い不注意に原因のあるものそれぞれ5と1，患者側に原因あるもの5，不詳3である。患者側の汚染原因はRI投与後嘔吐，尿

をもらすこと，放尿後便器をおとしたことによっている。医師，看護婦の汚染原因は，注射器やビーカー等からRI液をこぼし，あるいはRI液容器を素手で取扱うなどの不注意によるが，さらにRI安全取扱いの教育訓練の必要を痛感する。

3．看護とその他のサービス

ⅰ）看　護

重症患者，放射線照射，RIによる検査，治療等手のかかる患者が多く，がん患者に例をとっても全診療科領域にわたっており，看護上いろいろ問題があった。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18-3に示すとおりである。

ⅱ）給　食（表15）

患者の年齢構成が成年以上の多いこと，放射線照射のため食思不振や嗜好の変化がおこり，患者1人1日当りの平均材料費に予算上の制約等もあるため，患者の1人1人に満足を与える給食が困難であったが，給食委員会を活用し嗜好調査を行ない栄養士の病室進出を行なった。食種別患者給食延数でみると，特別食が全体の60%を占め，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。

ⅲ）環境の改善

ィ）洗　濯（表16）

洗濯夫1が長期療養をしているので小使を洗濯作業に配置し行なっている。冬期3カ月間の洗濯総重量は患者用，管理用あはせて2,655 kgでその80%をプレスアイロンを行なっている。患者1人1日当り洗濯量は776 gである。患者の私物等の洗濯もあわせ行ない，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，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2,189円（36年度1,943円），外来患者851円（36年度737円）である。基本診療料を除くと入院患者は注射料401円，放射線治療料361円，検査料284円，レントゲン料177円，輸血料110円等であり，外来患者はレントゲン料251円，放射線治療料223円，検査料130円，投薬料116円等である。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，数多く実施したにもかかはらず，この実診療額を計上することができなかった。37年度実診療額は入院，外来あわせて31,258,422円，経費無料額1,861,075円，したがって請求額はその差の29,397,347円である。

基準看護（一類）と寝具設備を実施しているが，基準給食については入院患者に40才以上が多いことに関連し，カロリーと補食の問題を検討し承認を受けるにいたらなかった。

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にしめしたとおりである。

6．予算と主要医療機械（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）の購入予算額をしめすと次のとおりである。

		35年	36年	37年
医療費	入院	193円35銭	306円26銭	338円57銭
	外来	111円67銭	184円91銭	204円60銭
患者食糧費		102円00銭	105円29銭	115円00銭

		35年	36年	37年
医療費	保存血購入費	60千円	759千円	806千円
	RI特殊薬品費	1,436千円	—	700千円

100万円以上購入主要医療機械は，イメージインテンシファイア（治療計画室），黒化度分布自動記録装置（治療計画室），脳波記録装置（検査室）である。

統　　計　　表

本統計は，昭和37年4月1日から38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									
407	206	201	405	22	383	12,409	12,814	34.0	68.0%	30.6	468 (126)	2,251 (1,518)	7.5 (5.0)	4.8 (12.0)

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。したがつて，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つ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つて外来患者延数を除した数である。
4. 病床利用率とは，許可病床数（50）に対する入院患者数の割合で次の算出方法によつた。

$$\text{病床利用率} = \frac{\text{入院患者延数}}{\text{50床} \times \text{365日}} \times 100$$

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つた。

$$\text{平均在院日数} = \frac{\text{入院患者延数}}{1/2\,(\text{入院数} + \text{退院数})}$$

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つた。

$$\text{平均通院回数} = \frac{\text{外来患者延数}}{\text{新外来患者数}}$$

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	
405	14	8	163	6	214	5.0%

注 1. 院内死亡率の計算は次によつた。

$$\text{院内死亡率} = \frac{\text{年間死亡患者数}}{\text{繰越患者数} + \text{新入院患者数}} \times 100$$

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つ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	407	405	12,409	12,814	468 (126)	2,251 (1,518)
4月	20	24	859	883	40 (9)	178 (135)
5	35	29	981	1,010	42 (7)	205 (123)
6	39	44	956	1,000	34 (8)	182 (128)

7 月	32	23	980	1,003	51 (15)	172 (168)
8	26	31	1,101	1,132	35 (23)	172 (100)
9	25	29	878	907	30 (11)	163 (159)
10	49	42	1,043	1,085	50 (14)	208 (147)
11	40	41	1,046	1,087	36 (8)	240 (116)
12	36	42	1,142	1,184	49 (12)	216 (130)
1	39	23	1,138	1,161	37 (7)	148 (100)
2	41	45	1,110	1,155	40 (6)	166 (111)
3	25	32	1,175	1,207	24 (6)	209 (96)

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	407	206	201
～9才	1	—	1
10～19	13	11	2
20～29	36	15	21
30～39	48	26	22
40～49	72	22	50
50～59	101	55	46
60～69	100	54	46
70～	36	23	13

表 4-2 入院患者数，居住府県別・性別

		男	女
総数	407	206	201
北海道	2	2	—
青森	1	1	—
宮城	1	—	1
秋田	2	2	—
山形	1	1	—
福島	3	1	2
茨城	9	3	6
栃木	5	2	3
群馬	10	2	8
埼玉	11	5	6
千葉	107	42	65
東京	180	93	87
神奈川	21	13	8
新潟	1	1	—
長野	4	3	1
山梨	2	1	1
富山	1	1	—
岐阜	1	1	—
静岡	20	13	7
愛知	3	3	—
大阪	6	5	1
兵庫	6	5	1
岡山	1	1	—
広島	2	2	—
愛媛	1	—	1
佐賀	1	1	—
鹿児島	2	1	1
沖縄	2	—	2
タイ国	1	1	—

表 4-3 入院患者数，紹介元別

総数	407	100
大学病院	175	43
国立病院	93	23
公立病院	15	4
私立病院	35	8
当院の勤務医師	35	8
再入院	27	7
その他	27	7

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　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	314		1		13		11		30		60		79		88		32	
	165	149	—	1	11	2	4	7	15	15	21	39	43	36	50	38	21	11
A44 口腔および咽頭の悪性新生物	30		—		—		—		5		4		8		11		2	
	19	11	—	—	—	—	—	—	4	1	3	1	3	5	9	2	—	2
A45 食道	70		—		—		—		2		8		26		24		10	
	54	16	—	—	—	—	—	—	2	—	5	3	20	6	19	5	8	2
A46 胃	18		—		—		1		5		2		4		4		2	
	9	9	—	—	—	—	—	1	3	2	1	1	1	3	2	2	2	—
A47 腸	2		—		2		—		—		—		—		—		—	
	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A48 直腸	6		—		—		1		—		2		2		1		—	
	5	1	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	2	—	1	—	—	—
A49 喉頭	17		—		—		1		—		—		7		5		4	
	15	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	7	—	4	1	4	—
A50 気管，気管支および肺	28		—		—		—		—		6		6		11		5	
	20	8	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	4	2	8	3	5	—
A51 乳房	14		—		—		—		—		5		5		4		—	
	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	5	—	4	—	—
A52 子宮頸	4		—		—		—		—		2		—		1		1	
	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—	1
A53 子宮その他の部位および部位不明	44		—		—		—		6		12		11		12		3	
	—	44	—	—	—	—	—	—	—	6	—	12	—	11	—	12	—	3
A54 前立腺	—		—		—		—		—		—		—		—		—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A55 皮膚	2		—		—		—		1		—		—		1		—	
	2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—
A56 骨および結合組織	9		—		3		2		1		2		—		1		—	
	4	5	—	—	3	—	—	2	1	—	—	2	—	—	—	1	—	—
A57 その他および詳細不明	70		1		8		6		10		17		10		13		5	
	35	35	—	1	6	2	4	2	4	6	7	10	6	4	6	7	2	3

注　新生物の分類は「国際疾病，傷害および死因統計分類（1948）」を基とし，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」によつた。二つ以上の病名が付けられたものは主な病名によつ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		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	実数	延数	実数	延数
470	7,419	254	6,584	37	387	40	104	124	235	15	109

注 1. 在院および外来患者に行なつ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つ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
189 (28)	76 (7)	113 (21)	469 (49)	291 (11)	278 (38)

注 1. 投与延数を投与の目的別にみると検査のため373(48)，治療のため9(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　核種別投与延患者数，在院および外来患者

総数	^{3}H	^{22}Na	^{42}K	^{51}Cr	^{57}Co	^{59}Fe	^{60}Co	^{75}Se	^{85}Sr	^{86}Rb	^{90}Y	^{125}I	^{131}I	^{132}Cs	^{198}Au	^{203}Hg
469 (49)	26 (1)	6 (1)	33 (—)	15 (—)	4 (—)	3 (—)	2 (—)	6 (—)	15 (1)	3 (2)	1 (1)	17 (—)	254 (39)	56 (1)	6 (—)	22 (3)

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		^{3}H	^{22}Na	^{42}K	^{51}Cr	^{57}Co	^{59}Fe	^{60}Co	^{75}Se	^{85}Sr	^{86}Rb	^{125}I	^{131}I	^{132}Cs	^{198}Au	^{203}Hg
総数	460	26	6	33	15	4	3	2	6	15	3	17	246	56	6	22
脳腫瘍スキャンニング	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	4
甲状腺 機能検査	59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	54	—	—	—
甲状腺 摂取率測定																
心臓機能検査	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	17	—	—	—
脾臓 形態検査	6	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
脾臓 機能検査																
脾臓腫瘍スキャンニング	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
肝臓スキャンニング	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	16	—	6	—
腎臓 機能検査	95	—	—	1	1	2	—	—	—	1	—	1	71	—	—	18
腎臓 スキャンニング																
膵臓腫瘍検査	6	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—
骨腫瘍スキャンニング	12	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—
ビタミン B. 12 による悪性貧血検査	4	—	—	—	—	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
末梢循環機能検査	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—

白血症の赤血球検査	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
貧血量測定	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
血漿量測定検査	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
消化管内出血量測定	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
循環血流量試験	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
赤血球寿命測定	3	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
皮下吸収試験	13	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—
浮腫診断	4	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
淋巴液吸収試験	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—
鉄吸収試験	3	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
塩類代謝試験	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
カルシウム代謝測定	6	—	—	4	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
セシウム 〃	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—
蛋白 〃	8	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—
糖 〃	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42	—	—	—
ナトリウム 〃	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
カリウム量測定	6	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
全体液量 〃	13	12	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ヒューマンカウンターによる検査	87	14	—	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51	—	—

注　この表は表7-1の注-1でのべた検査のための投与延数を検査の種類によつ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	^{90}Y	^{131}I
総数	9 (1)	1 (1)	8 (—)
甲状腺機能亢進症	1 (—)	—	1 (—)
良性甲状腺腫瘍	6 (—)	—	6 (—)
悪性甲状腺腫瘍（がん）	1 (—)	—	1 (—)
がん性肋膜炎	1 (1)	1 (1)	—

注　この表は表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	189	76	113
脳腫瘍	6	2	4
右涙腺癌および全身転移	1	1	—
甲状腺腫	39	8	31
甲状腺肥大	2	—	2
亜急性甲状腺腫	1	1	—
甲状腺癌および骨盤転移	1	—	1
バセドー氏病	1	—	1
テタニー症	2	2	—
低蛋白症	1	1	—
心膜炎	1	—	1
心因性浮腫	2	—	2
頸部食道がん	1	—	1
食道がん	6	4	2

舌がん	1	1	—
肩胛骨腫瘍	1	1	—
肺がん	3	3	—
乳がん	2	—	2
胃がん	4	4	—
肺がんおよび甲状腺腫	1	—	1
乳がん術後脳転移	1	—	1
乳がん術後浮腫	1	—	1
肝硬変症	1	1	—
肝臓腫瘍	8	5	3
膵臓腫瘍	3	2	1
腎臓結石	2	2	—
水腎症	1	1	—
腎臓炎	2	2	—
腎臓結核	3	1	2
腎水腫	1	1	—
のう(嚢)胞腎	1	—	1
腎性高血圧	2	1	1
糖尿病	26	18	8
子宮がん	35	—	35
膀胱がん	1	—	1
直腸がん術後脳転移	1	1	—
骨腫瘍	4	3	1
左大腿肉腫	1	1	—
細網肉腫	2	2	—
悪性貧血	1	—	1
鉄欠乏性貧血	1	—	1
溶血性貧血	4	—	4
低血糖症	1	—	1
慢性骨髄性白血病	2	1	1
急性白血症	1	1	—
高血圧症	1	—	1
周期性四肢麻痺	4	4	—
バンチ氏病	1	—	1
アルブライト症	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
透視	計	763
	呼吸器	23
	消化器	732
	その他	8

撮影	部位別	計	2,339
		呼吸器	1,142
		消化器	678
		泌尿・性器	29
		心臓・血管	6
		骨	344
		その他	140
	方法別	計	2,339
		単純	1,547
		造影剤使用	709
		特殊	83

注　1. この回数は社会保険診療報酬点数表によつて計上した回数である。
2. 透視に引続き撮影を行なつた場合，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，使用したフイルムの枚数にかかわらず撮影した回数によつている。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. 部位別撮影の「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	83
胃瘻造設術	19
頸部リンパ節廓清術(摘出術)	13
乳房切断術	8
骨盤内リンパ節廓清術	6
気管切開術	5
肺葉切除術	4
人工肛門造設術	4
空腸瘻造設術	3
耳下腺腫瘍根治手術	3
上顎洞篩骨蜂窩悪性腫瘍根治術	2
甲状腺軟骨腐骨除去術	2
胃切開術	2
上膊腫瘍剔出術	1
上顎がん根治術	1
喉頭全剔術	1
両側尿管移植術	1
胸部食道全剔出兼食道瘻造設術	1
食道がん根治術	1
眼球剔出術	1
100点以下のもの	5

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
保存血	手術のため	127	58,800
保存血	手術以外	393	90,800

注　保存血を使用して行なつた手術件数は 40 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	3,756	1,939
		延剤数	16,955	12,021
	内用剤	回数	2,216	1,525
		延剤数	12,360	10,431
	外用剤	回数	706	275
		延剤数	3,416	1,273
	頓服剤	回数	834	139
		延剤数	1,179	317
調剤1回当り延剤数			4.51	6.20
患者1人1回当り延剤数			1.37	3.19

注　1. 調剤回数とは処方箋により調剤を行なつた数である。
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	13,229,453	
注射薬品費（除試薬）	3,730,859	
その他の薬品費	1,967,461	
試薬費	321,229	臨床検査用の諸試薬
衛生材料費	662,949	油紙，バンソウコウ等，ガーゼ，脱脂綿等
X線フィルム費	651,720	
X線薬品費	116,580	X線フィルム現像定着液
写真材料費	53,115	カラーフィルム印画紙等
ガス等（酸素笑気ガス）費	132,200	酸素，笑気，水素
医療用消耗器材費	1,045,305	注射器，ガラス製品および備品に附属する消耗品等
医療用器具費	103,760	備品となるもの
修理費	84,640	
印刷費	221,020	カルテ，検査用紙等
保存血費	1,084,500	
（ラドンシード含）アイソトープ費	3,054,115	ラドンシード費(41,450)

表 11　臨床検査件数

				件数
総数				28,280
尿検査	尿中物質定性検査（基本診療料に含まれるもの）			3,185
	定量	蛋白質	(020の1)	180
		その他	(020の2)	24
	沈渣顕微鏡検査		(021)	477
	その他 Na, K, Cl 等			68
糞便検査	寄生虫卵検査		(022)	342
	潜血反応検査		(023)	401
	その他		(023)	—
血液検査	血液化学的検査	黄疸指数測定	(024の2)	306
		アミラーゼ定量等	(024の3)	6,985
		アルカリフォスファターゼ定量等	(024の4)	4,866
		コレステロール定量等	(024の5)	499
		含水炭素同化試験等	(024の6)	406
	赤血球沈降速度測定		(025)	409
	血色素量測定		(026)	1,604
	血球計算		(027)	3,247
	ヘマトクリット値測定		(024の3)	1,259
	血液像検査	末梢	(028の1)	1,412
		骨髄	(028の2)	7
	網状赤血球数計算		(028の1)	165
	栓球数計算		(028の1)	766
	出血時間測定		(024の1)	107
	凝固時間測定		(024の2)	82
	血中微生物検査		(029)	—
穿刺液採取液検査	胃液または十二指腸液		(030)	28
	脳脊髄液		(031)	3
	体腔穿刺液		(032の1)	8
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)	83
	細菌剖養検査	一般検査	(033の1)	125
		同定検査	(033の2)	61
		薬剤耐性検査	(033の3)	24
	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)	88
		凝集法	(038の1)	79
		ガラス板法	(038の1)	91
	その他		(039～041)	22

機能検査等	呼吸機能	(043)	40
	基礎代謝	(044)	60
	心電図	(046)	342
	腎機能検査	(049)	20
病理組織検査	病理組織顕微鏡的検査	(082)	254
	細胞学的検査	(083)	69
内視鏡検査	喉頭鏡検査	(085)	2
	気管支鏡検査	(086)	11
	食道鏡検査	(088)	30
	直腸鏡検査	(090)	4
	膀胱鏡検査	(093)	39

注 1. この表は社会保険診療報酬点数表によつて分類したもので（ ）内は点数表の区分番号である。
2. 尿中物質定性検査（基本診療料にふくまれるもの）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，チモールこん濁反応，亜鉛反応，B.S.P.，ビリルビン量，アミラーゼ，Na, K, Cl, Fe, Ca, P 等の定量，血糖検査，Gros 反応検査等である。
4. （024の4）はアルブミン・グロブリン比，尿素窒素，酸性・アルカリ性フオスフアターゼ燐酸酵素，クレアチン，クレアチニン，非蛋白性窒素，血中 CO_2，血液 pH の検査である。
5. （024の5）は総遊離型コレステロール，ロ紙電気泳動検査等である。
6. （024の6）は含水炭素，同化試験，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，濃縮試験，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	
22	14	8	15	8	7	68%

注　解剖率は在院中の死亡患者中死体解剖を行なつたものの割合で次の算出方法によつた。

$$\text{解剖率} = \frac{\text{死体解剖数}}{\text{死亡数}} \times 100$$

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
8- 5	72	♀	37. 1. 22	37. 4. 25	食道がん	扁平上皮がん	扁平上皮がんで食道に原発；胃噴門部へ連続的に浸潤した例
9- 6	53	♂	37. 3. 3	37. 5. 2	食道がん	扁平上皮がん	扁平上皮がんで食道に原発；気管支，頸部，後腹膜および腸間膜リンパ節，気管，副腎，左肺上葉，回腸に転移した例
10- 7	76	♂	37. 4. 14	37. 5. 8	肺がん	パパニコロウ氏法で陰性	扁平上皮がんで気管支に原発；胸膜，肋骨，胸椎，胸壁に連続的に浸潤を示した例
11- 8	64	♂	36. 11. 21	37. 5. 16	咽頭がん	扁平上皮がんでリンパ節には転移はなかった	扁平上皮がんで舌根部に原発；頸部リンパ節に転移した例
12- 9	66	♂	36. 12. 13	37. 6. 3	肺がん	パパニコロウ氏法で悪性腫瘍の細胞を認めた	未分化がんで気管支に原発；気管周囲に浸潤，頸部，後腸膜リンパ節，肝，腎に転移した例
13-10	49	♀	37. 5. 21	37. 6. 25	食道がん	リンパ節に転移した不全角化性棘細胞がんを認めた	扁平上皮がんで食道に原発；気管周囲，後腹膜リンパ節，肺の末梢部，膵に転移した例
14-11	56	♀	37. 3. 26	37. 6. 29	子宮がん	生検を施行しなかった	腺がんで子宮頸部に原発；後腸膜リンパ節，肝，腎に転移した例
15-12	12	♂	36. 11. 21	37. 8. 30	腹部腫瘤	腸間膜リンパ節に反応性増殖，血膿性腹水を認めたが，骨髄像に著変はなかった	悪性リンパ肉芽腫症の例で，全身のリンパ節，脾，肝，副腎，骨に変化を認めた
16-13	71	♂	37. 8. 3	37. 9. 11	肺がん	パパニコロウ氏法で陰性	未分化がんで気管支に原発；気管周囲のリンパ節に転移した例
17-14	49	♀	37. 5. 28	37. 9. 23	子宮がん	パパニコロウ氏法で悪性腫瘍の細胞を認めた	扁平上皮がんで子宮膣部に原発；膣，膀胱，直腸に連続性に浸潤，卵巣，卵管に転移した例
18-15	46	♀	37. 10. 16	37. 11. 12	肺がん	がん性胸膜炎および心外膜炎	気管支原発の未分化がんで気管周囲，頸部リンパ節に転移，なお，がん性胸膜炎および心外膜炎も認めた例

19-16	62	♀	37. 9. 24	37. 11. 27	子宮がん	角化性扁平上皮がん	扁平上皮がんで子宮腟部に原発；腟壁，膀胱，直腸，尿管に浸潤，腎に転移をした例
20- 1	16	♂	37. 4. 10	38. 1. 2	細網肉腫	腸間膜リンパ節の細網肉腫	細網肉腫症で全身リンパ節，脾，肝に浸潤を認めた例
21- 2	45	♀	36. 10. 2	38. 3. 12	肺がん	パパニコロウ氏法で悪性腫瘍細胞を認め，リンパ節にがんを認めた	未分化がんで気管支に原発；気管周囲，頸部，後腹膜リンパ節に転移，胸膜心外膜に浸潤を認めた例
22- 3	52	♂	38. 2. 15	38. 3. 25	食道がん	生検を施行しなかった	扁平上皮がんで食道に原発；気管支，胸椎，肋骨，所属リンパ節に転移した例

表13　臨床病理討論会

開催回数	開催月日	症例 解剖番号	年令	性	臨床診断	組織診断	討論内容	生否
1	37. 4. 18	6の3	47	♂	リンパ腺腫	細網肉腫	両側頸部リンパ腺腫脹より発症し，全身の表在性リンパ腺，腹壁および皮下に転移をきたした。放射線に高感受性であるが進展度大で治癒をみず，発病後6カ月で死亡。	死亡
〃	〃	—	30	♂	口唇黒色腫	悪性黒色腫	歯ギン粘膜は好発部ではなく，口唇そのものが好発部である。この患者は下口唇より歯ギン粘膜に及んでいる。ラジウム治療で腫瘍は非常に縮少し，局所は瘢痕化してきた。	生存
2	37. 5. 28	—	15	♂	腹部腫瘤	細網肉腫	廻腸末端部に原発した細網肉腫で外科的切除を施行し，のち照射治療をしたのであるが，腹部全体に放射線を入れるのは困難，解剖生理病理学的見地より最も転移をきたしやすいところから重点的に後照射をした。	生存
〃	〃	4の1	40	♂	食道がん	扁平上皮がん	原発食道腫瘍は大きな潰瘍を形成し，ほかに胃粘膜下に孤立性にがん病巣があり，これが重複がんか転移がんかはきめ難い。このほか肝，腎，膵，後腹膜に転移をみとめた。	死亡
3	37. 6. 18	—	13	♂	左眼窩腫瘍	嚢胞状腺がん	涙腺組織原発の悪性腫瘍で，臨床的に頭骨および四肢骨の転移が著明であり，放射線には高感受性であった。	生存
4	37. 7. 16	10の7	76	♂	肺がんおよび胸壁浸潤	類上皮がん	一般的に原発性肺がんが肋膜を経て胸壁に浸潤をきたすことは極めて稀で，まずないといってもよい。本症例は末期に全身痛をきたし，胸椎にも浸潤していた。	死亡
〃	〃	—	58	♂	肺がん	類上皮がん	右下葉，後肋膜に近接せる手掌大の腫瘍で，背部は膨瘤していた。背部より試験切片をとり，気管支原性の類上皮がんと考えるが，一方神経原性の腫瘍も考えられる。放射線には高感性で，6,050 r/43日照射で痕跡的陰影を残すのみとなった。	生存
5	37. 7. 19	—	41	♂	食道がん	扁平上皮がん	照射前後の試験切片で，前は明らかな扁平上皮がん，5,850 r/36日後の切片は食道粘膜上皮のみ，7,100 r/46日後の切片は凝血塊，非角化性上皮細胞で悪性像ありと考える。後2者は腫瘍が縮少したため患部の上端にはずれて切片をとったものと思われる。残存腫瘍の中心に近く鉗子を入れなければ病理学的診断はむづかしい。	生存
〃	〃	11の8	53	♂	食道がん	扁平上皮がん	原発部は上部食道で気管に穿孔，がん性腹膜炎，胃噴門部転移，腸壁のいたるところに転移巣あり，腸壁癒着著明，腸穿孔をきたした。肺は高度の浮腫を呈し，左上葉に転移巣があった。	死亡
6	37. 7. 25	—	46	♂	頸部腫瘍	細網肉腫	頸部腫瘍で悪性像組織をしめすものは断然細網肉腫が多い。次いでホジキン氏病，次にリンパ肉腫である。本症例は ^{60}Co 3,300 r/28日照射で局所の縮少は顕著であった。	生存
7	37. 9. 24	13の10	49	♀	食道がん	扁平上皮がん	上部食道の巨大腫瘍で呼吸困難であって気管切開を施行した症例である。腫瘍は3.5×3.5×9 cm大，気管食道瘻を形成していた。腹部リンパ腺転移も認めた。	死亡

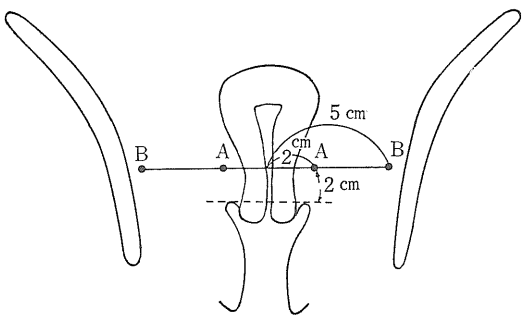
7	37. 9. 24	—	64	♂	下咽頭がん兼頸部リンパ腺転移	類上皮がん	頸部腫瘍で受診，精査の結果原発は下咽頭部なることがわかった。もしこの種の頸部腫瘍で咽頭部に原発がなければ男性では肺，女性では乳房の原発も考えるべきである。	生存
8	37. 10. 8	15の12	12	♂	腹部腫瘍	ホジキン氏病	下腹部腫瘍で始まり，外科的に摘出，Lymphadenopathic 様組織像であったが，悪性度は大で腹部全般に転移をきたした。放射線に高感受性であったが，結局治癒せしめ得ず進展が問題となった。発病後6カ月で死亡，組織所見はホジキン氏病であった。	死亡
9	38. 2. 4	17の14	39	♀	子宮がん	扁平上皮がん	子宮膣部より一部膣壁に，前方は膀胱三角部に，さらに右子宮靱帯におよぶ広がりで腔内照射および ^{60}Co 遠隔で子宮膣部には1万数千r，A点6,250r，B点5,200rを照射した。病理解剖学的にA点，B点に放射線による障害はないが尿管は腫瘍による圧迫性閉塞で臨床症状と一致し，尿毒症で死亡したと考える。腫瘍は壊死高度で，局所のがん組織はなお残存していた。  注　A点とはほぼ基靱帯の起始部 B点とはほぼ基靱帯の付着部	死亡

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
37. 6. 12	RI第2診断室入口床面 〔16 mr/h〕	作業従事者	看護婦の注意に従って周囲の点検をしたことによる	^{198}Au-colloid 溶液（46 μc）を患者に投与するため，溶液をバイエルびんから注射器で吸い上げて傾けた時に注射器から滴下した	除染したが，なお床面に汚染の残存が認められるので，ポリエチレン濾紙およびビニールシートで汚染部を被覆するとともに放射能ラベルテープで汚染区域を明示し減衰を監視	〔測定器〕 TR型GMサーベイメーター 〔作業従事者〕 医師(研究生)
37. 6. 14	作業従事者の右手 〔1.6 mr/h〕	放射線安全取扱管理者	作業終了後の汚染測定による	RI診断室で患者に投与して残った ^{131}I (NaI) 稀釈溶液入りのアンプルを素手で取扱った	1. 手の除染 2. 手以外の部位および器物についての汚染測定を行なった結果異常は認められなかった	〔測定器〕 TR型GMサーベイメーター 〔作業従事者〕 医師(研究生)
37. 10. 18	RI処置室内の処置テーブル上の物品 1. 枕（被覆したポリエチレン濾紙） 〔2.1 mr/h〕 2. バット（被覆したポリエチレン濾紙） 〔6.4 mr/h〕 3. 滅菌した注射器(1本) イ. 外装紙 〔16 mr/h/3 cm〕 ロ. 注射器 〔0.5 mr/h〕	RIセンター婦長 放射線安全取扱管理者	処置室使用に先立ち，朝の汚染測定	汚染発見の前日にはRI処置室は使用されなかったが，前々日の10月16日には，4件の投与が行なわれた。しかし作業終了後の汚染測定では気づかなかったものでその汚染経路は不明である	1. 枕およびバットを被覆していたポリエチレン濾紙の廃棄（枕およびバット自体の汚染はなかった） 2. 注射器の除染	〔測定器〕 TR型GMサーベイメーター

37. 10. 25	1. RI センターホットラボラトリー入口約10平方cmの床面〔16 mr/h/5 cm〕 2. ホットラボラトリー入口から配分室に至る通路および台上8ヵ所〔0.3 mr/h～10.6 mr/h〕 3. 配分室内6ヵ所〔0.33 mr/h～4.87 mr/h〕 4. 除染室入口〔7.3 mr/h〕	放射線取扱管理安全者	RI センター内中の汚染を測定管理区域用のスリッパ3足の底部が汚染していることを発見したので，床面の汚染測定を実施。その結果汚染を発見した	動物実験に使用するため ^{90}Sr–^{90}Y を抽出した30mc，約60 cc（ビーカー入り）の溶液をフード内で濃縮，この濃縮液に縫合糸を浸し，同フード内で乾燥するとともに，残液をビーカーのまま他の室に運搬する途中水滴を床に落とし点状に汚染を広げたものと思われる	1. ホットラボラトリーへの立入り禁止 2. 除染 3. 汚染した物品で廃棄可能な物は廃棄。なお完全な除染ができず，汚染の残存が認められる個所には，ポリエチレン濾紙で被覆し放射能ラベルテープでこれを明示，立入りの制限をした	〔測定器〕TR型 GM サーベイメーター 〔作業従事者〕医師
38. 2. 21	〔事故〕コバルト-60 第2照射室，線源52キュリー（昭和37年11月現在） 〔Aの被曝 200 mr～290 mr〕 〔Bの被曝 60 mr～140 mr〕	作業従事者	^{60}Co 収納器から気送した線源が照射部に入ったまま，収納不可能となった	収納器から照射部に気送された線源が，先端の接点組立てキャップに内接するスプリングと噛み合い，線源の動きを不能にした	作業者Aが接点組立てキャップ（当キャップ内が照射状態における線源停止位置となっている）の外装部前面を金属棒で破り，線源を収納器に送り込むため吸引ポンプを働らかせると同時に線源を外部から金属で圧迫して収納した	〔測定器〕アラーム・モニター 〔作業従事者〕東芝電気玉川工場作業員AおよびB 〔被曝測定〕ポケット線量計

注 1. 16例の放射線による事故があつたが，そのうち主なものだけここにあげた。
2. 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日当り材料費
総計			38,268	127円43銭
一般食			16,326	
特別食	特別食加算のある特別食	小計	20,583	
		肝臓食	2,868	
		糖尿食	2,781	
		胃潰瘍食	3,216	
		腎臓食	1,413	
		治療乳	—	
		経管栄養のための濃厚流動食	9,855	
		特別な場合の検査食	108	
		その他の特別食	342	
	加算のない特別食	小計	1,359	
		術前術後食	1,359	
		乳児食	—	
		小児食	—	
		その他	—	

注 1. 一般食とは特別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せんに基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つ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）（プレス，アイロン）
総数		2,655	2,130
管理用	診察衣等	510	510
	その他	91	68
患者用	包布	69	69
	敷布	1,399	1,399
	毛布	—	—
	その他	370	370
	私物	216	—

患者1人1日当り洗濯量（g）	776
職員1人1日当り洗濯量（kg）	19
洗濯総重量に対するプレス，アイロン仕上比率（%）	80.2
石けん使用量（g）	63,710
洗濯物1kgに対する石けん使用量（g）	24

注 1. この表は昭和38年1月1日から同年3月31日に至る3カ月間の実績である。
2.「管理用」のなかの「その他」はベルト，キヤツプ，4角巾，ガーゼ，椅子カバー，バスタオル，カーテン等である。
3.「患者用」のなかの「その他」はマットレスパット，枕カバー等である。
4.「患者1人1日当り洗濯量」は洗濯重量総数を上記期間の入院患者延数3,423で除した数である。
5.「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143で除した数である。

表17-1　診察行為別実診療額と患者1人1日平均診療額，入院・外来別

入院患者				1人1日平均診療額
総計			28,050,461	2,189
入院時基本診療料	計		8,574,180	669
	入院料	小計	6,395,800	499
		入院料	4,345,560	
		基準看護加算料	1,537,680	
		寝具設備加算料	512,560	
	給食料	小計	2,178,380	170
		給食料	2,178,380	
		基準給食加算料	—	
		特別食加算料	—	
特掲診療料	計		19,476,281	1,520
	検査料		3,637,999	284
	RI検査料		735,062	57
	レントゲン料		2,279,698	177
	放射線治療料	小計	4,622,129	361
		小線源γ線による照射	274,060	21
		大量γ線外部照射	4,148,911	324
		RI内部照射	137,570	11
		X線	61,588	5
		超高圧X線	—	—
		電子線	—	—
	投薬料		829,903	65
	注射料		5,142,586	401
	処置および手術料		752,134	59
	その他		1,476,770 (1,406,160)	115 (110)

外来患者			1人1日平均診療額
総計		3,207,961	851
基本診療料	計	376,200	100
	初診時基本診療料	167,940	
	再診時基本診療料	208,260	
	乳幼児特定疾患初診加算料	—	
特掲診療料	計	2,831,761	751
	往診料	—	—
	療養と指導料	4,800	1
	検査料	491,211	130
	RI検査料	7,225	2
	レントゲン料	947,172	251
	放射線治療料 小計	838,680	223
	小線源γ線による照射	19,730	5
	大量γ線外部照射	815,250	216
	RI内部照射	—	—
	X線	3,700	1
	超高圧X線	—	—
	電子線	—	—
	投薬料	436,719	116
	注射料	92,929	25
	処置および手術料	4,500	1
	その他	8,525 (7,560)	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12,814人，外来患者延数は3,769人であつた。

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	31,258,422	28,050,461	3,207,961	1,861,075	29,397,347
4月	2,293,831	2,008,379	285,452	194,844	2,098,987
5	2,253,141	1,982,955	270,186	195,564	2,057,577
6	2,325,372	2,070,637	254,735	180,560	2,144,812
7	2,340,062	2,089,689	250,373	178,952	2,161,110
8	2,646,364	2,435,940	210,424	422,846	2,223,518
9	2,208,579	1,956,608	251,971	71,777	2,136,802
10	2,777,201	2,472,034	305,167	243,100	2,534,101
11	2,834,477	2,513,515	320,962	57,762	2,776,715
12	3,027,290	2,665,184	362,106	113,533	2,913,757
1	2,891,303	2,673,125	218,178	60,711	2,830,592
2	2,904,888	2,676,419	228,469	21,411	2,883,477
3	2,755,914	2,505,976	249,938	120,015	2,635,899

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）によつ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つた。
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，請求額は実診療費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

		入院	外来
総数		64 (8)	114 (2)
全額自費		1 (1)	10 (2)
健保共済	本人	17	63
	家族	14 (1)	8
国保		28 (6)	31
原爆医療		1	1
その他		2	1

注 1. 入院は昭和 38 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つたものである。
3. ( ) 内の数字は経費無料の扱いをうけたものの再掲である。
4. 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」のらんに記入した。

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	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	−	調理士 2 清掃婦	−
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 2	−	X 線技師 1 RI 管理室 1　2
38. 3. 31 現在員	61	1	3	5	9	3	2	2	1	2	3	13		1	1	5	7	2	4	2	1	9		1	4	10	8	23	医師 1	−	X 線技師 1 RI 管理室 1　2

注 1. 行二の看護助手の内 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 は胸部外科医である。

表 18-2　病院部組織と職員配置表，昭和 38 年 3 月 31 日現在

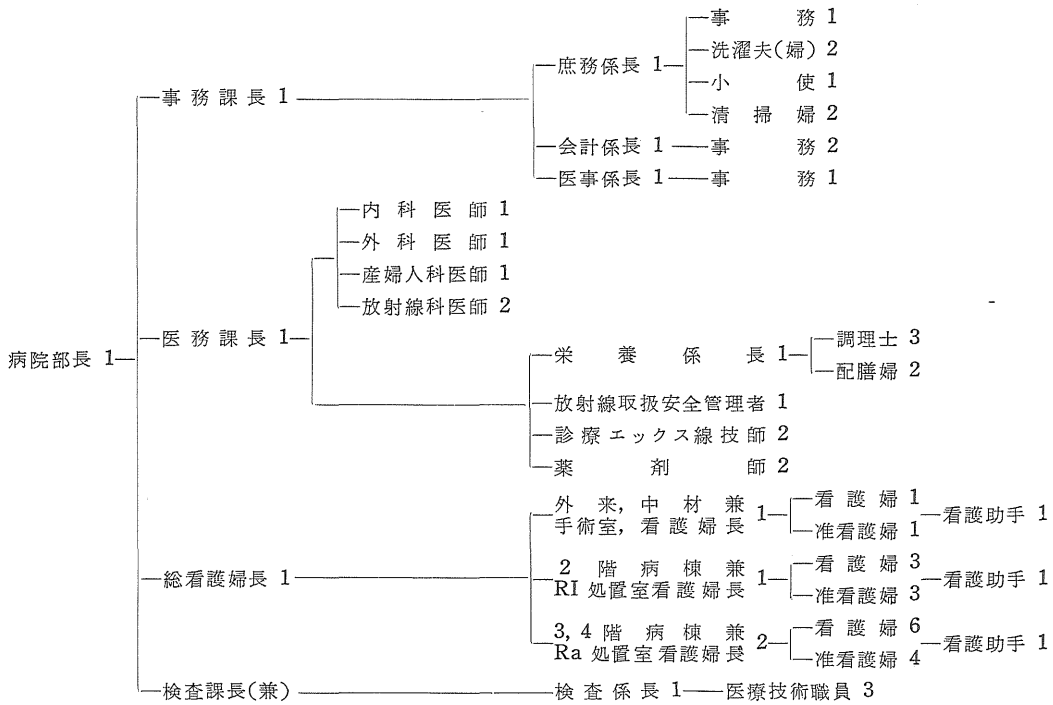


表 18-3　看護職員の配置と勤務体制，昭和 38 年 3 月 31 日現在

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	50			26	15	8	3	—
2 階	18		3 交代	8	4	3	1	—
3 階 4 階	32		3 交代	13	8	4	1	—
外来，中材，手術室		外来患者数 9		4	2	1	1	—
総婦長室				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。
3. 看護職員中兼務をしているものは，主たる勤務場所によつて記入した。

表19　病院部の予算　昭和37年度

科目	金額	備考
	千円	
研究所営繕等		
施設整備費	454	
研究所施設費	454	看護婦宿舎　454,000 円
病院部門運営費	33,304	
非常勤職員手当	180	
諸謝金	70	
職員旅費	117	
収入督促旅費	89	
庁費	4,919	
庁用器具費	377	
自動車購入費	0	
燃料費	1,875	
自動車維持費	100	
被服費	108	
賃金	0	
印刷製本費	100	
光熱および水料	2,342	
通信運搬費	17	
患者用品費	361	
医療費	14,250	
患者食糧費	3,568	入院患者　1人1日当　115円
医療機器整備費	9,750	購入主要医療機器（100万円以上）下記参照

	円
入院患者　1人1日当	338.57
外来患者　1人1日当	204.60
保存血	806,000円
特殊医薬品（RI）	700,000円

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
検査室(生理)	脳波記録装置	日本光電工業製 ME-91 D-A	1式	1,770,000	37年度医療機器整備費
治療計画室	黒化度分布自動記録装置	日本光電研究所製	1式	1,480,000	〃
〃	イメージインテンシファイヤー	ドイツ，ミュラー製 BV-20	1式	2,329,855	〃

XV. 東　海　支　所

業務概要

東海支所は放医研に課せられた研究目的を達成するため，その研究の一助として日本原子力研究所の原子炉を利用して研究業務を行なうことを目的としており，実施される研究課題はおよそ次のとおりである。

1) 原子炉を利用しての中性子の生物に対する照射方法の研究
2) 半減期の短かいラジオアイソトープの投与による生物学的影響に関する研究
3) 中性子大量照射の場合の生物に対する影響（生化学的，生理学的，病理学的）研究
4) 生体および環境の各種成分元素の放射化分析に関する研究
5) 半減期の短かいラジオアイソトープによる診断，治療ならびに中性子による治療の実験的研究

37 年度は，東海支所の管理運営のための経費として 6,931 千円（うち，試験研究費 5,650 千円）が計上され，生物研究部より中沢透，新津せつ子の 2 研究員が常時派遣されて，「ラッテ肝ミトコンドリア膨張の濃度効果」に関し研究が行なわれた（研究の詳細については 90 頁参照）。

なお，東海支所は，原子炉利用による生物実験を行なう所外の大学，試験研究機関等に共同利用の場としてこれを提供することになっているが，現行の使用手続は極めてはん雑なためか，本年度はこの面で特にみるべき成果が得られず，使用手続の簡易化が問題となっているので，目下検討中である。

XVI. 予 算 お よ び 決 算

1. 昭和37年度予算の概要

昭和37年度才出予算総額は459,436千円が計上されたが，これは前年度才出予算総額544,794千円に比し，金額で85,358千円の減，比率にして16%の減少となっている。この減少の主たるものは，① 試験研究費（研究機械購入費）の減68,783千円，② 医療機器整備費の減46,039千円，③ 研究所施設費の減37,641千円等であるが，この減少した経費が研究設備および施設に係るものであることからみて，設立当初計画によるこれに係る整備が一応満たされたものということができる。一方，その他費目予算は概ね前年度より増額となっているが，これは人当経費および経常費等の増加によるものである。

なお，放医研発足以来の才出予算総計額（費目別構成）について，参考までに示すと次のとおりである（第1図および第2図）。

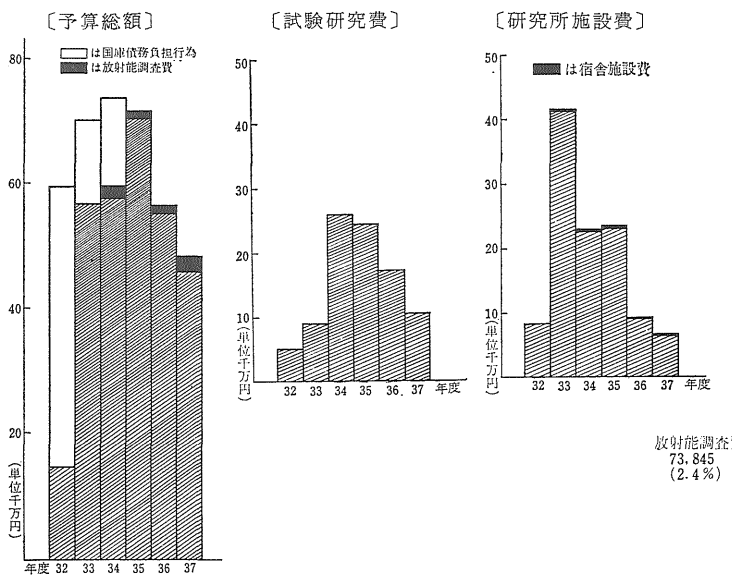
以下37年度才出予算について若干記述する。

1） 才出予算の明細

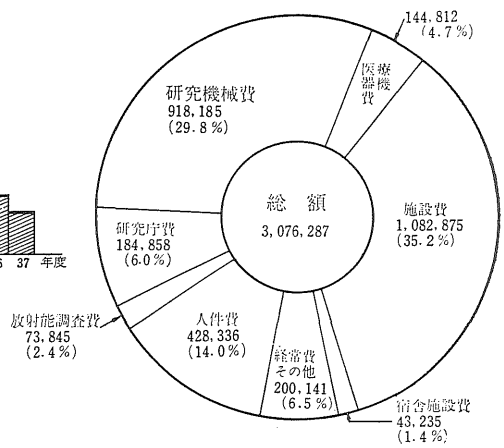
第1表（次頁）のとおりであるが，この表には放医研の直接の予算のほかに別途科学技術庁において一括計上される放射能調査費のうち，放医研の必要経費（23,481千円）が含まれている（第3図，296頁参照）。

2） 組織および定員

組織については新たに薬学研究部および部長が認められ，定員については研究職の増員のほか，放射能調査研究業務の拡充強化に伴なう人員増加，ならびに賃金支弁職員（21名）の定員化が認められて新規定員増は67人であり，その内訳は第2表（296頁）のとおりである。



第1図 昭和37年度以降年度別才出予算の推移



第2図 昭和32年度以降才出予算総計額（単位千円）

第1表　年度別科目別予算総表

（単位千円）

項目	昭和32年度予算額	昭和33年度予算額	昭和34年度予算額	昭和35年度予算額	昭和36年度予算額	昭和37年度予算額	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	(707,567) 3,002,442
2 職員俸給	7,629	13,339	31,136	48,170	75,320	97,021	272,615
3 扶養手当	309	607	1,644	2,340	2,256	2,213	9,369
3 暫定手当	1,588	2,620	5,404	4,340	5,377	6,227	25,556
3 職員諸手当	367	1,241	2,485	2,968	4,236	5,675	16,972
3 職員特別手当	1,747	3,535	8,517	13,002	20,413	29,379	76,593
4 超過勤務手当	601	1,200	2,513	4,582	7,858	10,477	27,231
5 常勤職員給与	0	0	278	538	158	0	974
5 非常勤職員手当	0	0	273	228	170	180	851
6 諸謝金	0	0	43	94	376	387	900
8 職員旅費	278	1,042	1,842	2,358	1,948	2,568	10,036
8 赴任旅費	60	0	0	0	0	0	60
8 試験研究旅費	0	523	744	918	1,239	1,562	4,986
8 講師旅費	0	0	16	32	64	67	179
8 収入督促旅費	0	0	0	0	75	89	164
9 庁費	5,030	13,400	39,322	57,944	82,894	116,227	314,867
9 光熱水料	0	0	0	0	0	509	509
9 試験研究費	(39,050) 43,765	90,210	259,096	248,771	172,563	103,780	(39,050) 918,185
9 患者用品費	0	0	0	1,462	1,446	361	3,269
9 医療費	0	0	0	2,182	15,101	14,250	31,533
9 患者食糧費	0	0	0	229	3,074	3,568	6,871
9 医療機器整備費	0	0	0	79,273	55,789	9,750	144,812
9 賃金	0	0	0	0	3,101	0	3,101
9 各所修繕	0	0	0	593	2,216	3,617	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	(668,517) 1,082,875
15 研究所職員宿舎施設費	0	25,773	5,012	5,066	3,675	3,709	43,235
15 不動産購入費	0	0	0	136	0	0	136
16 国有資産所在市町村交付金	0	0	0	137	0	0	137
（項）放射能調査費	0	0	14,196	11,654	24,514	23,481	73,845
9 放射能測定費その他	0	0	14,196	11,654	24,514	23,481	73,845
合計	(447,567) 143,571	(120,000) 569,335	(140,000) 597,383	713,773	569,308	482,917	(707,567) 3,076,287

（註）　括弧内は国庫債務負担行為を示す。

第 3 表　昭　和　37　年　度

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	(52,003,000) 459,436,000	(40,409,100) 76,224,368	△8,000,000	(92,412,100) 527,660,368
職員俸給	97,021,000	0	△8,000,000	89,021,000
扶養手当	2,213,000	0	0	2,213,000
暫定手当	6,227,000	0	0	6,227,000
職員諸手当	5,675,000	0	0	5,675,000
職員特別手当	29,379,000	0	0	29,379,000
超過勤務手当	10,477,000	0	0	10,477,000
非常勤職員手当	180,000	0	0	180,000
諸謝金	387,000	0	0	387,000
職員旅費	(215,000) 2,568,000	(116,000)	0	(331,000) 2,684,000
試験研究旅費	1,562,000	0	0	1,562,000
収入督促旅費	89,000	0	0	89,000
講師旅費	67,000	0	0	67,000
庁費	(309,000) 116,277,000	(63,000)	△14,910,000	(372,000) 101,430,000
光熱水料	509,000	0	14,910,000	15,419,000
試験研究費	103,780,000	10,755,302	0	114,535,302
患者用品費	361,000	0	0	361,000
医療費	14,250,000	0	0	14,250,000
患者食糧費	3,568,000	0	0	3,568,000
医療機器整備費	9,750,000	25,059,966	0	34,809,966
各所修繕	3,617,000	0	0	3,617,000
研究所施設費	(47,770,000)	(40,230,100)	0	(88,000,100)
職員宿舎施設費	(3,709,000)	0	0	(3,709,000)
(項) 放射能調査費	23,481,000	3,684,267	0	27,165,267
放射能測定費	23,481,000	3,684,267	0	27,165,267
(項) 科学技術庁	42,000	0	0	42,000
国有特許外国出願費	42,000	0	0	42,000
(項) 特別研究促進調整費	4,406,000	0	0	4,406,000
試験研究旅費	55,000	0	0	55,000
試験研究費	4,351,000	0	0	4,351,000
(項) 総理本府	109,000	0	0	109,000
賠償償還及び払戻金	109,000	0	0	109,000
合計	(52,003,000) 487,474,000	(40,409,100) 79,908,635	△8,000,000	(92,412,100) 559,382,635

註　( ) 内は内数で関東地建支出委任分を示す。

支出済才出額				翌年度へ繰越額	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		
			(92,375,847)		(36,253)
157,957,529	269,581,261	92,375,847	519,914,637	2,413,351	5,332,380
0	87,771,210	0	87,771,210	0	1,249,790
0	2,189,391	0	2,189,391	0	23,609
0	5,981,324	0	5,981,324	0	245,676
0	5,500,558	0	5,500,558	0	174,442
0	28,812,774	0	28,812,774	0	566,266
0	10,477,000	0	10,477,000	0	0
0	179,900	0	179,900	0	100
0	387,000	0	387,000	0	0
			(322,735)		(8,265)
0	2,352,761	322,735	2,675,496	0	8,504
0	1,561,680	0	1,561,680	0	320
0	88,890	0	88,890	0	110
0	66,997	0	66,997	0	3
			(371,612)		(388)
28,458,543	72,597,651	371,612	101,427,806	0	2,194
10,810,421	4,606,678	0	15,417,099	0	1,901
86,224,696	25,896,348	0	112,121,044	2,413,351	907
0	360,150	0	360,150	0	850
213,600	12,934,703	0	13,148,303	0	1,101,697
0	1,639,806	0	1,639,806	0	1,928,194
31,601,269	3,208,630	0	34,809,899	0	67
649,000	2,967,810	0	3,616,810	0	190
0	0	87,973,100	(87,973,100)	0	(27,000)
0	0	3,708,400	(3,708,400)	0	(600)
18,308,623	8,853,603	0	27,162,226	0	3,041
18,308,623	8,853,603	0	27,162,226	0	3,041
0	41,955	0	41,955	0	45
0	41,955	0	41,955	0	45
0	1,725,728	0	1,725,728	2,680,000	272
0	54,800	0	54,800	0	200
0	1,670,928	0	1,670,928	2,680,000	72
0	109,000	0	109,000	0	0
0	109,000	0	109,000	0	0
			(92,375,847)		(36,253)
176,266,152	280,311,547	92,375,847	548,953,546	5,093,351	5,335,738

第 2 表

区　　分	新　規	既　定	計
行　政　職　(一)	21人	78人	99人
行　政　職　(二)	11	43	54
研　　究　　職	31	135	166
医　療　職　(一)	1	6	7
医　療　職　(二)	1	6	7
医　療　職　(三)	2	26	28
計	67	294	361

3)　研　究　費

ここにいう研究費は，研究用庁費と研究用機械購入費であるが研究用庁費については研究職 1 人当り 460 千円（前年度の 419,750 円に比し約 10% 増）で，総額 66,057 千円であり，研究用機械購入費については，総額 103,780 千円であり，主要機械としては「光電光度計（ケリー）三次元スキャンナー，ベックマンメガクローム，臓器内循環動態測定用装置，オートアナライザー」等が含まれている。

4)　建　設　費

a)　研究所施設費（47,770 千円）

（内　　訳）

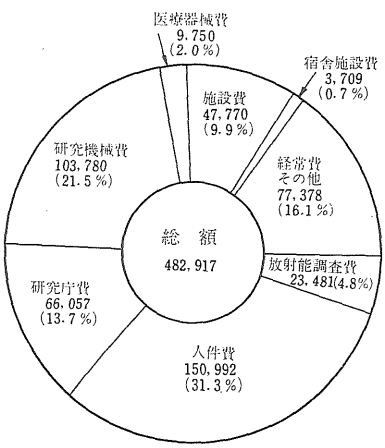
i)　実験哺乳動物舎　（200 坪）

ii)　水生，昆虫飼育舎　（40 坪）

iii)　バンデグラフ棟空気調整設備 1 式　（123 坪）

iv)　獣屍体焼却炉　（1 基）

v)　雑工作物（擁壁，境界柵，屋外排水工事等）



第 3 図　昭和 37 年度放医研予算の内訳

b)　研究所職員宿舎施設費（3,709 千円）

（内　　訳）

i)　一般職員宿舎（10坪×7戸）

ii)　看護婦宿舎　（8坪）

5)　放射能調査費

この経費はフォールアウトおよび原子力平和利用ならびに原子力利用施設の事故等に伴なう環境汚染の実態調査（陸水，食品，人体臓器等について分析）を行なう経費であり，放医研において必要な経費として 23,481 千円が計上された。

2．昭和 37 年度決算の概要

昭和 37 年度決算の詳細は第 3 表（294 頁）のとおりであるが，以下若干記述する

1)　流用等増減額

a)　人件費の流用減額は「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，総理本府への流用によるものである。

b)　庁費と光熱水料に係る流用増減額は，事務的に正当科目への流用を行なったものである。

2)　不　用　額

a)　医療費　残額が生じたのは診療患者数が予算上の員数より少なかったことによるものである。

b)　患者食糧費の残額が生じたのは，入院患者数が予算上の員数よりも少なかったことによるものである。

3)　翌年度へ繰越額

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いたったものである。

a)　試験研究費　三次元スキャンナー　1式

b)　試験研究費　逆同時式比例計数検出器　1式

3．昭和 37 年度才入予算の概要

昭和 37 年度病院部収入は，当初入院 1 日平均 85 人，外来 30 人を見込んだのであるが，入院，外来とも見込患者数より少なかったことにより収納済才入額は，29,045 千円である。

（内　　訳）

入　院	1 日平均 34 人	26,410 千円
外　来	1 日平均 12.4 人	2,635 千円

第4表　昭和37年度契約工事表

工事名	工事内容	契約金額	工期	請負者	備考
		円			
アルファ線棟建築工事	新築 RC-2 527.50m²	22,873,000	37. 3. 7 37. 12. 10	岩田建設KK	
〃 電気工事	電灯，電力配線，動力配線，電話その他配管設備	3,465,000	37. 3. 30 37. 12. 10	高千穂電設KK	
〃 空調工事	空気調整，衛生器，給水給湯，排水空気配管設備	25,110,000	37. 3. 31 37. 12. 10	KK斎藤省三商店	
〃 空気濾過設備工事		530,000	38. 3. 22 38. 3. 30	〃	
〃 ガス工事	配管設備	88,300	37. 7. 14 37. 12. 10	東京ガスKK	
哺乳動物舎建築工事	新築 CB 602.64m²	12,270,500	37. 11. 10 38. 3. 25	岩田建設KK	
〃 空調設備工事	空気調整設備，換気設備，衛生器具設備給排水設備	6,936,000	37. 12. 4 38. 3. 25	小糸工業KK	
〃 電気工事	電灯設備，動力配線設備，電話配管設備インターホン設備	1,750,000	37. 12. 4 38. 3. 25	高千穂電設KK	
〃 ガス工事	配管設備	102,900	38. 2. 16 38. 3. 25	東京ガスKK	
水生動物舎建築工事	新築 CB 113.40m²	2,923,200	37. 11. 10 38. 3. 25	岩田建設KK	
〃 衛生設備工事	給排水設備	290,000	37. 12. 4 38. 3. 25	小糸工業KK	
〃 電気工事	電灯設備，動力配線設備	1,585,000	37. 12. 26 38. 3. 25	高千穂電設KK	
〃 ガス工事	配管設備	40,400	38. 2. 16 38. 3. 25	東京ガスKK	
獣屍体焼却炉上屋工事	新築軽量鉄骨造 20.93m²	340,700	37. 12. 18 38. 3. 25	岩田建設KK	
〃 本体工事	炉体，煙突	810,000	37. 12. 3 38. 3. 25	小糸工業KK	
擁壁工事	間知石積 60 m	5,000,000	38. 3. 19 38. 3. 25	岩田建設KK	バンデグラフ棟盛土 232千円
盛土その他工事		360,000	38. 3. 15 38. 3. 30	〃	リニアック棟天井 128千円
囲障その他工事		1,493,000	38. 12. 18 38. 3. 25	〃	囲障 747千円 屋外排水 745千円
看護婦宿舎屋外暖房工事		188,000	37. 11. 19 37. 12. 10	KK斎藤省三商店	
職員宿舎建築工事	新築木造 29.81m²	3,255,000	37. 12. 19 38. 3. 25	岩田建設KK	1棟2戸建 3棟
〃 電気工事	電灯設備		37. 12. 26 38. 3. 25	高千穂電設KK	
〃 衛生工事	衛生器具設備，給排水設備		38. 2. 1 38. 3. 25	大島設備KK	
〃 ガス工事	配管設備		38. 3. 23 38. 3. 25	東京ガスKK	
看護婦宿舎建築工事	新築木造モルタル 22.68m²	454,000	37. 12. 19 38. 3. 25	岩田建設KK	
〃 電気工事	電灯設備		38. 12. 26 38. 3. 25	高千穂電設KK	

XVII. 図書および広報，その他

1. 図書業務

昭和37年度の図書費予算額は5,642千円を計上し，前年度に比し約700千円が増額されたが，この計上費の枠内では研究上必要なスタンダードブック類を補充し得ないので，その整備費の一部として前年度と同様，別途1,500千円の支出を受けることとなった。このため図書雑誌その他年次購入分以外に，Gmelins Handbuch der Anorganischen Chemie の一部（特に必要なもののみ）28種を購入した。この購入については，前年度に購入した Beilsteins Handbuch der Organischen Chemie と同様，スタンダードブック類として各研究部から提出されている購入要望の最も強いものであった。

ここ数年来の研究職定員の推移をみると，毎年相当数の研究職の増員となっている。本年度は研究職定員166名となり，病院部，技術部等においても若干名増員されており，したがって，図書室の利用状況は利用者数も自然に増加し，さらに研究業務の進展に伴ない，図書，資料の利用ひん度も飛躍的に増加して，貸出業務はかなり大きな仕事量となってきた。

資料の収集については，海外，国内ともに寄贈，交換等に積極的に必要文献の入手に努め，また他機関（その大部分は千葉大学医学部図書館および国立国会図書館）との相互貸借や文献複写の依頼等により，バックナンバーやリポート類の不備を補っている。

インフォーメーションとしては「資料速報」（図書，雑誌，資料，その他の新着案内）を週刊として発行している。

本年度に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　182種 / b. 国内雑誌　27種 }
2. バックナンバー　19種
3. 単行書 { a. 洋　書　360冊（累計1,444冊） / b. 和　書　131冊（累計1,163冊） }
   総数　2,607冊
4. リポート類　62件

以上の詳細は巻末，付録344～348頁所載のとおりである。

2. 出版その他

（1） 刊行物

37年度における放医研の主な刊行物は次のとおりである。

イ）放射線医学総合研究所年報　昭和36年度（年刊）；昭和37年7月1日発行，B5判，312頁，発行部数1,500部

ロ）放医研ニュース（月刊）；第5巻第4号（昭和37年4月25日）～第6巻第3号（昭和38年3月25日）B5判，16頁（ただし，第5巻第8号は12頁，第5巻第9号，第11号，第6巻第1号～第3号は8頁，第5巻第12号は32頁），発行部数毎月2,000部

ハ）放医研のしおり1962（不定期刊）；昭和37年4月20日発行，A5判，12頁，発行部数8,000部

ニ）眼でみる放医研5年の歩み（不定期刊）；昭和37年7月1日発行，B5判，42頁，発行部数3,000部

ホ）National Institute of Radiological Sciences, March, 1963（不定期刊）；昭和38年3月1日発行，B5判，12頁，発行部数500部

ヘ）Annual Report, 1961（年刊）；昭和37年12月発行，レター判，本文93頁，発行部数1,500部

ヘ）については，本年度より海外研究機関への情報の提供ならびに知見の交流等を目的として，新たに英文年報（Annual Report, 1961）の刊行を計画し，このため特に数名の委員をもって英文年報編集委員会（委員長江藤秀雄障害基礎研究部長）を組織して編集作業が進められた。英文年報の刊行については，従前からその必要性が痛感されていたが，なにぶんにも初めての試みであ

るため，その編集方針，構成，体裁等に関しては相当の苦心が払われ，37年5月に第1回編集委員会を開催してから翌38年2月にいたるまでに十数回にわたって同委員会の審議が続けられた。

本年報は，研究所創立以後36年末にいたるまでの研究業績のサマリーのうち主なものを収録しており，米国ブルックヘブン国立研究所の年報等海外のこの種出版物を参考にし，外国研究者の利用の便を考慮して，各サマリーの配列にあたっては，特に 1) Physical sciences, 2) Biological studies, 3) Medical studies および 4) Environmental studies の4分類項目を設け，これらのもとにそれぞれ区分することとした。

なお，本年報は海外関係研究機関および一部国内関係機関に配布した。

（2） 所内公開

37年度の科学技術週間原子力デー所内一般公開は4月20日に行なわれた。当日は各研究部における研究内容の紹介，所内諸施設の開放および主要機器の展示のほか，これと並行して講堂では映画「アイソトープによる診断」その他が上映されたが，本年度は特に婦人層への呼びかけを積極的に行ない，主婦連合会の婦人約65名を招待して，こん談と見学の会が催された。

こん談会には，原子力局より村田調査課長，放医研より塚本所長をはじめ江藤障害基礎研究部長，渡辺環境衛生研究部長，松友技術部長らが出席，鈴木企画課長の司会で，36年秋以来一般の関心を集めている核爆発実験による放射性降下物の影響およびその対策を話題として活発な質疑応答が交わされた。

なお，このほか当日の参観者は学生，婦人団体など約2,000名をかぞえ，極めて盛況であった。

（3） 教材用映画の製作

37年度の映画製作については，映画製作世話人会の原案をもとに，37年7月31日の所議において審議した結果，前年度にひきつづき放射線利用医学シリーズの第2編として，治療関係を中心にとりあげることが決定し，これに伴ない9月上旬新たに映画製作委員会（委員長 田中茂臨床研究部長）が設置されて，具体的な活動が開始された。

特にシナリオ作成にあたっては，さらに小委員会を設けてその方針を審議し，専門的事項について検討を重ね，10月下旬第1稿が作成されるに及んで，数回にわたり草稿の加筆，訂正が行なわれ，12月中旬，シナリオ最終稿「放射線による癌の治療」が決定した。

その後ただちにクランクインし，翌38年3月に至り大方の撮影を終了，年度内にほぼ完成をみた。

本年度の教材用映画「放射線による癌の治療」（モノクローム，2.5巻）は，前年度に製作した放射線医学利用シリーズ第1部「アイソトープによる診断」にひきつづき，同シリーズの第2部を構成するもので，主として放医研の病院を舞台とし，特に高エネルギー放射線発生装置による癌の治療の問題をテーマとしている。すなわち，まず癌の生態，放射線が癌の治療に用いられる理由，放射線療法における癌の致死線量と正常組織の耐容線量，およびその間に介在する治療適正線量の問題等について概括的な解説があって，そのあと実際の放射線治療の模様が紹介される。

特に食道癌の患者をモデルとして，エックス線診断，病理検査，線量分布図の作成，照射治療計画の綿密な検討，コバルト-60回転照射装置による患部の照射等，治療にいたる一連の手順を追って画面が進展し，このほかラジウム組織内照射（舌癌へのラジウム針刺入），医療用リニアック（6 MeV）による深部癌の治療，ベータトロン（31 MeV）による電子線治療の特質などにも触れている。

3. 創立5周年記念講演会

放医研は32年7月設立以来，37年7月をもって満5周年をむかえたわけであるが，これを記念して同年11月26日午後1時30分より，東京大学医学部総合中央館333号室において，創立5周年記念講演会を開催した。この種の行事は放医研としても初めての試みであり，その成果については所内においても多くの期待がよせられていたが，当日は各省庁，研究所，学校，会社その他より約200名の聴集がつめかけ，終始熱心な関心を示し極めて盛会であった。講演終了後，映画「アイソトープによる診断」（放医研企画，新理研製作）を上映，午後5時30分閉会した。

当日行なわれた講演は次のとおりである。

1) 放射線医学総合研究所の概況について
所長 塚本 憲甫

2) 環境放射能の問題
環境衛生研究部長 渡辺 博信

3) 低線量放射線の遺伝的影響
遺伝研究部長 仲尾 善雄

4) 放射線医学総合研究所における放射線管理の現状

技術部長 隅田 拡

4. 厚放研連

厚生省付属機関一放射線医学総合研究所研究者連絡会（厚放研連）は，研究者相互の協力と理解を促進するため，昭和34年8月に発足，前年度までに16回の会合を開催してその活動を続けてきた。

会議には，厚生省側から科学技術参事官室，公衆衛生局，医務局，薬務局等の各担当者をはじめ，公衆衛生院，栄養研究所，予防衛生研究所，東京第一病院，東京第二病院等の国立試験研究機関等の研究者，原子力局からアイソトープ課，放射線安全課，放射能課の関係者，放医研側からは関係研究者が出席している。

従来，ほぼ隔月に例会を開いてきたが，37年度は都合により次の2回が行なわれた。

〔第17回〕 37年6月22日，公衆衛生院

1） 38年度の放射能調査について

原子力局放射能課長 松友信寿

2） 第11回国連科学委員会に出席して

放医研所長 塚本憲甫

3） ICRP ストックホルム会議に出席して

放医研化学研究部長 伊沢正実

〔第18回〕 37年10月19日，科学技術庁第3会議室

「広洋丸，照洋丸による放射能調査について」

原子力局放射能課長 松友信寿

理化学研究所 岡野真治

放医研病院部医務課 尾立新一郎

放医研技術部放射線安全課 福元健夫

放医研技術部放射能検査課 鈴木 譲

5. 1962 年報告主文の翻訳

国連科学委員会（UNSCEAR）は37年9月，放射線の影響に関する第2次総括報告，いわゆる1962年報告を公表した。この報告の作成までには，前回の第1次総括報告（1958年報告）が発表されて以来，数回の国連科学委員会が開催され，審議が継続されてきたが，わが国からは塚本憲甫所長をはじめ数名の科学者が日本政府代表としてこれらの審議に参画し，一方，国内においても国連資料小委員会が活動をつづけ，国連科学委員会に提出もしくは携行した国内資料の収集，整備にあたった。

1962年報告は主文（main text）と付属書（annexes）とから構成され，原典はレター・サイズ全440頁にわたる浩瀚なものであるが，このうち主文のみを翻訳し，「放射線の影響」と題して38年3月，財団法人放射線影響協会よりこれを刊行した。

62年報告主文の翻訳にあたっては，特に所内に翻訳作業班（責任者 伊沢正実化学研究部長）を組織し，管理部企画課において作成した仮訳稿をもとに，37年11月初旬より約3カ月にわたって入念に作業が進められた。作業班のメンバーは次のとおりである。

化学研究部長	伊沢 正実
生物第1研究室長	江上 信雄
遺伝第2研究室	根井 正利
障害基礎第1研究室	小林 定喜
環境衛生第3研究室長	市川 龍資
臨床第1研究室長	熊取 敏之
事務局	管理部企画課

「放射線の影響」（財団法人放射線影響協会刊）はA5判，112頁で，その構成は放射線影響協会会長長沼弘毅氏の序文，同協会事務局による解題，および訳者例言を前置きとして，本文は第Ⅰ章緒言，第Ⅱ章電離放射線と物質との相互作用の物理学的，生物学的様相，第Ⅲ章身体的影響，第Ⅳ章遺伝的影響，第Ⅴ章照射線源，第Ⅵ章線量の比較と危険度の推定値，および第Ⅶ章評価と結論の各章からなり，最後に付録として，付属書（annexes）目次の主要項目が原文のまま掲載されている。

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37年度職員海外出張
5. 昭和37年度人事異動表
6. 昭和37年度退職および転出者名簿
7. 昭和37年度研究生名簿
8. 職員研究発表一覧
9. 職員著書その他一覧
10. 養成訓練部各課程講師，科目および研修生一覧
11. 昭和37年度購入国内雑誌目録
12. 昭和37年度購入外国雑誌バックナンバー目録
13. 昭和37年度購入外国雑誌目録
14. 放射線医学総合研究所組織英文呼称
15. 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，次の業務をつかさどる。

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37年4月25日
所長達第15号

（目的）

第1条 この規程は，科学技術庁事務分掌規程第23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およ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，営繕係及び経理係を置く。

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及び会計の監査に関すること。

(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) 才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) 才出才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。

（企画課）

第4条 管理部企画課に，企画係，調査係，統計係及び図書係を置く。

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に関すること。

(2) 文献及び資料の刊行並びに広報に関すること。

(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) 国有特許等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。

（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，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に関する調査研究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。

（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，飼育栽培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　飼育栽培係においては，次の業務をつかさどる。

(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。

6　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)　職員の放射線の被曝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37年4月25日から施行する。

3. 職　　員　　名　　簿

所　　長　塚本憲甫

管理部長　榊原　毅

庶務課長　石井　一

課長補佐　高野　繁

庶務係長　益子　孝
三沢清子
金山貴子
鶴子一郎
関　桂子
吉崎啓子
関　弘

守衛長　根本正衛
加藤義一
浅野　了
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

厚生係長　山崎博文
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　郡司善雄
長谷川芳夫
家入賢二
小木曽清士

物品係長　伊東善己
川端音三
富田千秋
河西市子
駒谷恒夫
坂本　広
土屋義男
前田　栄
河野茂広

営繕係長　海老原昇二
福岡孝寿
山下義久
和田ちか
兼坂美枝子
石井節子
佐藤キリ
亀井慎子
布施きく

経理係長　山岸栄男
岡田和夫
村井アイ子

企画課長　鈴木一男

課長補佐　欠

企画係長　藤岡淳介
小川晃司

調査係長　深谷守平
福田宗一
高森弘子
野地一二

統計係長(兼)　藤岡淳介
成毛千鶴子
福久健二郎

図書係長　田中　昭
野々村恭子
大日方信治
市川　進

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
西村弘子

物理第2研究室長　松沢秀夫

川島勝弘
稲田哲雄
佐方周防
星野一雄
物理第3研究室長　橋詰雅
加藤義雄
野田博治
丸山隆司
医用原子炉研究室長(兼)　伊藤岳郎
高久祐治

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
山上啓子
佐藤好子
化学第2研究室長　鈴木孚之
沢田文夫
小野浄治
大町和千代
市村国彦
島津良枝
並木初江
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
田野実

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
舘鄰
兵藤泰子
高橋文子
生物第2研究室長　田口茂敏
√山口武雄
中沢透
小川英行
加藤旌夫
新津せつ子

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
戸張厳夫
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
山口英子
町田勇

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
病理第1研究室長(兼)　竹内正
関山重孝
高木長二
高橋ィチ
田中幸子
病理第2研究室長　関正利
米山達男
大谷恵子

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
門間汎美
西本義男
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
亀ケ谷武雄
中村正代
杉山洋
障害基礎第3研究室長　土屋武彦
南沢武
山田淳三
村松晉

高橋千代子
障害基礎第4研究室長(兼) 土屋武彦
松岡理
林正俊
石田桂子

薬学研究部長 赤星三弥
薬学第1研究室長(兼) 赤星三弥
花木昭
松島美一
山下トモコ
田名網和子
堀川康子
薬学第2研究室長 玉置文一
篠田雅人
色田幹雄
若林克己
高木良成

環境衛生研究部長 渡辺博信
環境衛生第1研究室長 樫田義彦
山崎幹夫
碓井妙子
岩倉哲男
松尾光芳
新井清彦
森崎尚子
環境衛生第2研究室長(兼) 望月尚文
阿部史朗
小口雄康
松田節子
環境衛生第3研究室長 市川龍資
小栗幹郎
榎本好和
阿部道子
高田直子
環境衛生第4研究室長 佐伯誠道
上田泰司
小柳卓
山下幹雄
平島瑞穂

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
井石哲哉
白倉暉子
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
臨床第3研究室長 永井輝夫
福田信男
村川章一郎
寺尾寿夫
臨床第4研究室長 楠本五郎
北川俊夫
恒元博
荒居龍雄
藤田裕子
吉川重夫

技術部長 隅田拡
技術課長 天野隆治
課長補佐 福並大円
施設係長 鶴岡良宣
元吉貞子
小坂三夫
川島利雄
佐々木末雄
篠原秀男
黒沢進
内藤寛治
三橋千代義
戸辺昭男
黒沢範夫
土屋一男
八代重雄
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
近藤龍雄
魚路益男
技術第2係長 森正弥
近藤民夫
山崎英一

	三輪　実
	吉川元之
	長沢志保子
	曽我健吾
飼育栽培係長	林　定治
	塩見美緒子
	佐藤貞男
	種田信司
	長沢文男
	稲葉一司
	山崎友吉
	石井　勇
動物衛生係長(兼)	山田淳三
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
	関川富士江
	若松　隆
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
	藤田欣司
放射能検査課長	望月尚文
課長補佐	欠
放射能検査第1係長	田中義一郎
	富川昭男
	遠藤真理子
	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
	吉沢慎介
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)	伊沢正実
教務室長	若林一夫
	石原照一
	山下チヨ子
	増田志郎
指導室長	飯田博美
	中村正好
病院部長	熊谷富義
事務課長	村上正雄
庶務係長	稲坂正行
	榎本睦三
	三瓶ハナ
	成毛菊子
	植草豊子
	飯田　優
会計係長	中沢忠男
	小藤田　満
	中村栄寿
医事係長	大羽文夫
	川相紀夫
医務課長	田崎瑛生
	尾立新一郎
	山本五郎
	山下泰徳
	望月幸夫
	池田道雄
	小泉利喜雄
	石黒由紀子
	谷口清司
	関　和一郎
	菅野健夫
	庄田丈夫
	鈴木富士男
	加瀬栄子
	勝田弘子
	竹垣シズ
	宮本みつ
総看護婦長	石井喜久子
看護婦長	岩本房子
〃	津野和嘉子
〃	梅田礼子
〃	長田しず子
看護婦	衛藤公子
	花田富美子
	清水琴子

	秋山己佐
	猪俣喜代野
	藤田文子
検査課長(兼)	熊谷冨義
検査係長	山根昭子
	三浦正司
	村田耀子
	大谷繁子
東海支所長(兼)	塚本憲甫
管理室長	上滝利春
	須藤重雄
	高橋正弘
研究室長	

加藤昌子	
野村節子	
前野日出子	
三宅文代	
小壺悦子	
馬木宮子	
小山俊子	
高崎栄子	
國本美恵子	
亀山芳子	
中島紀子	
市川博子	
三島絹子	

4. 昭和37年度職員海外出張

氏名	所属	出張先	期間	備考
鈴木正	環境衛生研究部	国際原子力機関 (IAEA, Health Safety and Waste Disposal Division)	35.4.14～38.4.13	
飯沼武	物理研究部	イギリス (University of Leeds)	35.4.18～37.5.16	昭和34年度原子力留学生
新発田杏子	障害基礎研究部	西ドイツ (Radiologisches Institut der Universität Freiburg)	36.1.3～37.5.5	
一井昭五	生理病理研究部	アメリカ合衆国 (Worcester Foundation for Experimental Biology)	36.6.4～38.6.3	
安田徳一	遺伝研究部	アメリカ合衆国 (University of Wisconsin)	36.8.10～38.8.9	
沢田文夫	化学研究部	アメリカ合衆国 (Oak Ridge National Laboratory)	36.10.12～37.9.9	昭和36年度原子力留学生
稲田哲雄	物理研究部	アメリカ合衆国 (Oak Ridge National Laboratory)	36.11.22～37.10.20	昭和36年度原子力留学生
山崎秀郎	化学研究部	カナダ (National Research Council of Canada)	36.11.28～38.11.27	
小栗幹郎	環境衛生研究部	カナダ (McMaster Universty, Hamilton College)	37.8.30～38.8.29	
白沢春之	生理病理研究部	西ドイツ (Universität Tübingen)	37.1.27～39.1.26	
伊沢正実	化学研究部	スウェーデン (国際放射線防護委員会) ほか	37.5.5～37.5.24	
仲尾善雄	生物研究部	イギリス，ハロゲイト (第2回国際放射線学会議) ほか	37.8.3～37.8.26	
橋詰雅	物理研究部	カナダ，モントリオール (第10回国際放射線学会) ほか	37.8.19～37.11.24	
塚本憲甫	所長	カナダ，モントリオール (第10回国際放射線学会) ほか	37.8.21～37.9.15	
松島美一	薬学研究部	アメリカ合衆国 (Illinois Institute of Technology)	37.8.31～38.8.1	昭和37年度原子力留学生
春日孟	生理病理研究部	アメリカ合衆国 (The American Cancer Society)	37.9.1～38.8.31	
山崎幹夫	環境衛生研究部	アメリカ合衆国 (University of Minnesota)	37.9.3～38.9.29	
斎藤むら子	技術部放射線安全課	アメリカ合衆国 (Columbia University)	37.9.15～38.9.14	
熊取敏之	臨床研究部	オーストリア，ウィーン「放射線中毒の診断と治療」に関する科学会議	37.10.14～37.10.28	

塩見敏男	遺伝研究部	西ドイツ (Karlsruhe Kernforschungszentrum, Institut für Strahlenbiologie)	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～ 38.11.16	
小野浄治	化学研究部	アメリカ合衆国 (Brandeis University)	37.12.27～ 39.1.4	
塚本憲甫	所長	スイス，ジュネーブ (第12回国連科学委員会)	38.1.16～ 38.2.7	日本政府代表
新発田杏子	障害基礎研究部	西ドイツ (Universität Freiburg)	38.3.28～ 39.1.28	
松岡理	障害基礎研究部	アメリカ合衆国 (Cornell University)	37.7.6～ 37.9.15	

5. 昭和37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
事務課長	個人情報保護の為、非公開	37. 4. 1	厚生省より
放射線安全課		〃	採用
放射能検査課		〃	〃
〃		〃	〃
企画課		〃	〃
放射能検査課		〃	〃
〃		〃	〃
放射線安全課課長補佐		37. 6. 1	人事院より
会計課		37. 8. 1	厚生省より
〃		〃	〃
〃		37. 9. 1	〃
事務課		〃	〃
企画課		38. 3.12	採用
放射能検査課		38. 3.16	〃

行政職（二）

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
事務課	個人情報保護の為、非公開	37. 4. 1	採用
総看護婦長付		〃	〃
技術課		37. 5. 1	〃
遺伝研究部		37. 4.16	〃
医務課		37. 7. 1	〃
総看護婦長付		37. 9. 7	〃
放射能検査課		38. 1. 1	〃
技術課		38. 3.12	〃
障害基礎研究部		38. 3.12	〃
会計課		38. 3.20	〃

研究職

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
物理研究部	個人情報保護の為、非公開	37. 4. 1	採用
〃		〃	〃
薬学研究部		〃	〃
〃		〃	〃
生理病理研究部病理第1研究室長		〃	〃
養成訓練部		〃	文部省より
生物研究部		〃	〃
臨床研究部		〃	〃
薬学研究部	個人情報保護の為、非公開	37. 4. 1	採用
生理病理研究部		〃	〃
生物研究部		〃	〃
臨床研究部		〃	〃
〃		〃	〃
生理病理研究部		〃	〃
遺伝研究部		37. 5. 1	〃
〃		〃	文部省より
障害基礎研究部		〃	〃
薬学研究部長		37. 6. 1	〃
障害基礎研究部		37. 6.13	採用
〃		37. 6.16	〃
化学研究部		37. 7. 1	文部省より
臨床研究部		37. 7.16	採用
環境衛生研究部		37. 8. 1	文部省より
生理病理研究部		37. 8.16	採用
〃		37. 9. 1	文部省より
病理第2研究室長			
薬学研究部		37. 9.16	採用
遺伝研究部		37.10. 1	文部省より
臨床研究部		37.12. 5	採用
生物研究部		〃	採用
遺伝研究部		37.12.16	〃
臨床研究部		38. 1. 1	厚生省より
〃		〃	文部省より
障害基礎研究部		38. 2. 1	採用
〃		〃	〃
生理病理研究部		38. 3. 1	〃
障害基礎研究部		38. 3. 5	〃

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	個人情報保護の為、非公開	37.10. 1	文部省より
〃		〃	採用

医療職（二）

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
検査課		37. 4.16	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	個人情報保護の為、非公開	37. 4. 1	厚生省より
〃		37. 8. 1	採用
〃		〃	〃
〃		〃	〃
〃		37. 9. 1	〃
〃		37.12. 1	厚生省より
〃		37.12.20	採用
〃		38. 1. 1	厚生省より

6．昭和37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
事務課長	個人情報保護の為、非公開	37. 4. 1	厚生省へ
技術部長		37. 4.25	科学技術庁へ
事務課		37. 6. 1	厚生省へ
看護婦		37. 6.15	辞職
会計課		37. 6.16	建設省へ
看護婦		37. 7. 1	国立北海道第2療養所へ
化学研究部		〃	金沢大学へ
臨床研究部		37. 7.16	東京大学へ
会計課		37. 8. 1	金属材料技術研究所へ
看護婦		〃	国立大阪療養所へ
〃		37. 8.15	辞職
会計課		37. 8.16	国立公衆衛生院へ
環境衛生研究部		37. 9. 1	国立横浜大学へ
企画課		37. 9.30	辞職
医務課医師	個人情報保護の為、非公開	37.10. 1	千葉大学へ
障害基礎研究部		37.10.15	辞職
薬学研究部 薬学第1研究室長		37.12.15	〃
生理病理研究部		37.12.22	死亡
事務課		37.12.31	辞職
障害基礎研究部		37.12.18	〃
臨床研究部		38. 1.16	京都大学へ
庶務課		38. 1.15	辞職
会計課		38. 2.28	〃
〃		38. 3.15	〃
看護婦		〃	〃
生理病理研究部		38. 3.31	〃
環境衛生研究部		〃	〃
看護婦		〃	〃
〃		〃	〃

7．昭和37年度研究生名簿

氏名	所属研究部	期間	備考
田口昌代	臨床研究部	36. 11. 2 ～ 37. 6. 30	東京大学医学部沖中内科
青木一子	生物研究部	37. 4. 1 ～ 38. 3. 31	千葉大学教務員
沖垣達	〃	37. 2. 20 ～ 38. 2. 20	国際基督教大学助手
田中喜久	臨床研究部	37. 1. ～ 38. 1.	日本大学助手
菅井隆一	環境衛生研究部	37. 4. 2 ～ 37. 4. 30	新潟大学助手
堀川正克	障害基礎研究部	37. 4. 1 ～ 37. 5. 31	京都大学助手
高木長二	生理病理研究部	37. 4. 1 ～ 37. 6. 30	日本大学大学院学生
柿崎弘子	薬学研究部	37. 4. 16 ～ 38. 4. 15	
国井美恵子	〃	37. 4. 16 ～ 38. 4. 15	
新井良一	生物研究部	37. 4. ～ 38. 3.	東京大学大学院学生
我妻堯	臨床研究部	37. 4. 13 ～ 38. 6. 30	東京大学助手
中沢和子	生物研究部	37. 5. 1 ～ 38. 4. 30	東京大学研究生
石橋信義	〃	37. 5. 1 ～ 38. 2. 28	農林省農事試験場農林技官
加藤旌夫	〃	37. 5. 1 ～ 37. 12. 4	北海道大学大学院学生
金西信次	養成訓練部	37. 5. 1 ～ 38. 4. 30	日本大学助手
佐伯哲哉	遺伝研究部	37. 5. 1 ～ 37. 9. 30	京都大学助手
森井浩世	臨床研究部	37. 4. 1 ～ 38. 3. 31	東京大学大学院学生
相沢義雄	生理病理研究部	37. 9. 15 ～ 38. 9. 14	東京慈恵会医科大学助教授
早川純一郎	障害基礎研究部	37. 10. 1 ～ 38. 2. 28	名古屋大学大学院学生
福島真知世	薬学研究部	37. 10. 1 ～ 38. 9. 30	
戸張厳夫	遺伝研究部	37. 11. 15 ～ 37. 12. 15	東京都立大学助手
和田英太郎	化学研究部	38. 1. 20 ～ 38. 7. 19	東京教育大学大学院学生
松葉谷治	〃	38. 1. 20 ～ 38. 7. 19	東京教育大学学生
滝上幸子	〃	38. 2. 21 ～ 38. 4. 20	東邦大学学生
安藤芳明	〃 環境衛生研究部	38. 3. 25 ～ 38. 4. 20	北海道衛生研究所技師
山田和子	薬学研究部	38. 3. 1 ～ 38. 3. 31	
寺村亘弘	遺伝研究部	38. 3. 15 ～ 39. 3. 14	東邦大学学生
山田久美子	〃	38. 3. 15 ～ 39. 3. 14	東邦大学学生

37年.

8. 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
〔所長〕							
塚本憲甫 荒居龍雄* (筧 弘毅)	On clinical use of fluorod dosimetry for deep seated tumor in radiotherapy of malignancy	1963. 2.	Nippon Acta Radiologica	22	11	1192～1197	* 臨床研究部
〔物理研究部〕							
飯沼 武 (P.R.J. Burch)	The γ-ray performance of a large volume plastic scintillator	1962. 7.	Nucl. Instr. Meth.	16	2	247～261	
飯沼 武 (P. R. J. Burch ほか)	The construction and performance of a three unit plastic scintillator whole body counter	1962. 1.	Whole Body Counting			59～77	IAEA Symposium
稲田哲雄 (P.L. Macklin)	30-keV neutron-capture cross sections	1962. 4.	Bulletin of the American Physical Society Series II	7		290	
稲田哲雄 (P. L. Macklin, J. H. Gibbons)	Neutron capture in the isotopes at steller temperatures	1962. 6.	Nature	194	4835	1272	
稲田哲雄 (P. L. Macklin, J. H. Gibbons)	Neutron capture in the samarium isotopes and the formation of the elements of the solar system	1963. 1.	Nature	197	4865	369	
稲田哲雄 (P. L. Macklin, J. H. Gibbons)	Average radiative capture cross sections for 30- and 65-keV neutrons	1963. 11.	Physical Review	129	6	2695	
松沢秀夫 星野一雄 稲田哲雄 川島勝弘 高久祐治 佐方周防	2次電子に関する研究（その1）(320 kVp 連続X線による2次電子)	1962. 7.	日本医学放射線学会雑誌	22	4	306～315	
松沢秀夫 稲田哲雄 川島勝弘 星野一雄	Energy spectra of electrons emerging from lead exposed to 320 kVp white X-rays	1963. 2.	Japanese Journal of Applied Physics	2	2	99～105	
松沢秀夫 高久祐治 川島勝弘 稲田哲雄 星野一雄 佐方周防	放射線の熱量的測定に関する研究（その3）(^{60}Co γ 線のエネルギー束について)	1962. 7.	日本医学放射線学会雑誌	22	4	316～319	
野原功全 (東村武信 他2名)	External standard method for the determination of the efficiency in liquid scintillation counting	1962. 6.	Int. J. Appl. Rad. Isotopes	13		308～309	
田中栄一 平本俊幸	Background of coincidence type beta-ray scintillator spectrometer	1963. 4.	Nucl. Instr. Meth.	22		292～300	
〔化学研究部〕							
鈴木孚之 山上啓子 (Nicole Reheyrotte)	Quantitative estimation of the transforming activity of hybrid DNA	1962. 11.	Journal of Molecular Biology	5	11	577～579	
伊沢正実 坪田博行	Cesium-137 concentration in human urine and estimation of cesium-137 body burden	1962. 6.	Journal of Radiation Research (Japan)	3	2	120～129	
伊沢正実 坪田博行 田野 実	A method of radiochemical determination of cesium-137 in human urine	1963. 3.	Journal of Radiation Research (Japan)	4	1	1～7	
藤田 斉 伊沢正実 山崎秀郎	γ-ray-induced formation of gold sol from chloroauric acid solution	1962. 11.	Nature	196	4855	666～667	

坪田博行	Ion exchange equilibrium between cesium and phenol-sulfonic acid type cation exchange resin	1963.	Bulletin of the Chemical Society of Japan				投稿中
坪田博行	Cation exchange absorption of calcium and strontium from ammonium formate or ammonium acetate solutions in mixtures of organic solvents and water	1963.	Bulletin of the Chemical Society of Japan				投稿中
坪田博行	An ion exchange method for the determination of cesium-137 and strontium-90 in fallout	1963.	Bulletin of the Chemical Society of Japan				投稿中
〔生物研究部〕							
江上信雄 江藤久美	Dose-survival time relationship and protective action reserpine against X-irradiation in the fish *oryzias latipes*	1962. 12.	Annotationes Zoologicae Japonenses	35	4	188～198	
江上信雄 江藤久美 舘鄰 兵藤泰子	キンギョとメダカにおけるX線被照射量と生存期間との関係	1962. 10.	動物学雑誌	71	10	313～321	
江上信雄 江藤久美 舘鄰 (青木一子 新井良一)	Role of the pituitary gland in melanization in the skin of the goldfish, *carassius auratus*, induced by γ-ray irradiation	1962. 7.	Proceedings of the Japan Academy	38	7	345～347	
江藤久美	キンギョを材料とした腎臓摘出手術	1962. 11.	科学	32	11	606	
兵藤泰子 江上信雄	メダカ卵孵化率に対するX線照射の影響	1962. 10.	動物学雑誌	71	10	337～338	
中西宥*　岩崎民子 加藤旌夫　沖垣達	アルテミア乾燥卵に及ぼす温度，ガンマ線およびカルチノフィリンの影響（予報）—特に卵殻との関連において	1963.	細胞化学シンポジウム	13			* 遺伝研究部 印刷中
中西宥*　岩崎民子 沖垣達　加藤旌夫	Cytological studies of *artemia salina*, I. Embryonic development without cell multiplication acid (DNA)	1962. 12.	Annotationes Zoologicae Japonenses	35	4	223～228	* 遺伝研究部
加藤旌夫	The cytological effect of chemicals on tumors, XVIII. Effect of anti-tumor agents an the ameboid matility of tumor cells an ascites sarcoma of the rat	1962.	The Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series VI, Zoology,	15	1	27～36	
中西宥* 加藤旌夫	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—特に分裂終期における娘染色体群の行動	1963. 3.	文部省班研究報告集録 放射線影響編 昭和37			72～73	* 遺伝研究部
中西宥* 加藤旌夫	Behavior of the telophase chromosomegroup following a microbeam irradiation	1962. 12.	Chromosome Information Service		3	9～11	* 遺伝研究部
中西宥*　加藤旌夫 岩崎民子　沖垣達	単一細胞に分離した人間胎児の組織再形成	1963. 4.	動物学雑誌	72	4	115～117	* 遺伝研究部
中西宥*　加藤旌夫 岩崎民子　沖垣達	Effects of gamma-irradiation the histogenetic aggregation of dissociated cells from chick embryos (preliminary report)	1963. 4.	Proceedings of the Japan Academy	39	4	236～240	* 遺伝研究部
中西宥*　沖垣達 加藤旌夫　岩崎民子	Cytological studies of *artemia salina*, II. Deoxyribonucleic acid (DNA) content and the chromosomes in encysted dry eggs and nauplii	1963. 5.	Proceedings of the Japan Academy	39	5	306～309	* 遺伝研究部
仲尾善雄　岩崎民子 小川英行	アルテミア卵のγ線照射によるラジカル形成との関係	1963. 3.	文部省班研究報告集録 放射線影響編 昭和37			105～106	

中沢　透	Effects of the detergent tween 80 on the respiratory enzyme system and structure of mitochondria	1962. 9.	Scientific Papers of the College of General Education, University of Tokyo	12	2	223～231	
中沢　透（安増郁夫 堀内賢介）	Dilution effect in mitochondrial swelling	1962. 9.	同　上	12	2	211～216	
中沢　透（堀内賢介 安増郁夫）	The action of acid ATP on the swelling of mitochondria	1962. 9.	Scientific Papers of the College of General Education, University of Tokyo	12	2	217～222	
舘　鄰	^{60}Co-γ線で照射したキンギョ *Carassius auratus* における Na イオン排出量の変化とその放射線死との関係について（予報）	1962. 10.	動物学雑誌	71	10	322～327	
舘　鄰	Seasonal variation in the fat body and possible roll of hypophysial factors in regulation of fat mobilization in the *Japanese Newt Tritums Pyrrhogaster*	1963. 3.	Annotationes Zoologicae Japonenses	36	1	7～13	
田口茂敏	Changs in the content of adenosine nucleotides during early development of the sea urchins	1962. 12.	Annotationes Zoologicae Japonenses	35	4	183～187	
田口茂敏（毛利秀雄 安増郁夫）	Changes in the content of adenosine nucleotides on aerobic incubation of sea-urchin spermatozoa	1963. 3.	Experimental Cell Research	30	1	218～223	
山口武雄	Time changes in Na, K and Ca contents of *Paramecium caudatum* after γ-irradiation	1963. 6.	Annotationes Zoologicae Japonenses	36	2	55～65	
〔遺伝研究部〕							
藤田英子 仲尾善雄	A test of mutagenicity and chromosome breaking ability of 4-nitroquinoline-N-oxide in *D. melanogaster* (injection experiment)	1963. 1.	DIS	37		80	
中井　斌	放射線突然変異の機構に関する分子遺伝学的研究	1963. 3.	文部省班研究報告集録 放射線影響編　昭和37			77	
中西　宥 岩崎民子* 加藤旌夫* 沖垣　達	アルテミア乾燥卵に及ぼす温度，ガンマ線およびカルチノフィリンの影響（予報）—特に卵殻との関連において	1963.	細胞化学シンポジウム	13			* 生物研究部 印刷中
中西　宥 岩崎民子* 沖垣　達 加藤旌夫*	Cytological studies of *Artemia salina*, I. Embryonic development without cell multiplication after the blastula stage in encysted dry eggs	1962. 12.	Annotationes Zoologicae Japonenses	35	4	223～228	* 生物研究部
中西　宥 加藤旌夫	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，特に分裂終期における娘染色体群の行動	1963. 3.	文部省班研究報告集録 放射線影響編　昭和37			72～73	* 生物研究部
中西　宥 加藤旌夫*	Behavior of the telophase chromosome-group following a microbeam irradiation	1962. 12.	Chromosome Information Service		3	9～11	* 生物研究部
中西　宥 加藤旌夫* 岩崎民子* 沖垣　達	単一細胞に分離した人間胎児の組織再形成	1963. 4.	動物学雑誌	72	4	115～117	* 生物研究部
中西　宥 加藤旌夫* 岩崎民子* 沖垣　達	Effects of gamma-irradiation on the histogenetic aggregation of dissociated cells from chick embryos (preliminary report)	1963. 4.	Proceedings of the Japan Academy	39	4	236～240	* 生物研究部

中西 宥 沖垣 達* 加藤旌夫* 岩崎民子	Cytological studies of *Artemia salina*, II., Deoxyribonucleic acid (DNA) content and the chromosomes in encysted dryeggs and nauplii	1963. 5.	Proceedings of the Japan Academy	39	5	306～309	*	生物研究部
(水谷正寛) 中西 宥 (大貫 泰)	煙草の煙およびその濃縮物の人肺培養細胞に及ぼす影響ならびに煙草濃縮物によるマウス癌の染色体について	1962. 8.	日本臨床	20	8	175～184		
仲尾善雄 森岡良子*	A test of mutagenicity of 4-nitroquinoline-N-oxide in *D. melanogaster* (feeding experiment)	1963. 1.	DIS	37	1	110～111	*	研究生
根井正利	Estimation of recessive gene frequencies from data on consanguineous marriages	1963. 3.	American Journal of Human Genetics	15	1	86～89		
根井正利	Effect of selection on the components of genetics variance	1963. 3.	Proceedings of the Symposium an Statistical Genetics and Plant Breeding			501～515		National Academy of USA より発行
根井正利	The efficiency of haploid method of plant breeding	1963. 3.	Heredity	18	1	95～100		
根井正利 今泉洋子	Estimation of mutation rate in rare recessive traits	1963. 3.	American Journal of Human Genetics	15	1	90～95		
塩見敏男 稲垣弘子	X線の突然変異誘発に対するペニシリンの防護効果	1963. 1.	文部省班研究報告集録 放射線影響編 昭和37			70		
渡部郁雄	繊毛虫 *condylostoma spatiosum* OZAKI et YAGIU の大核小球体の再生	1962. 4.	動物学雑誌	71	4	132～136		
〔生理病理研究部〕								
竹内正閑 正利 高木長二	Removal of ^{85}Sr deposited in the skeletal system by employing the parathyroid hormone and chelates	1963.	Journal of Radiation Research (Japan)	4	5			印刷中
〔障害基礎研究部〕								
松岡 理 榎本好和* (大久保義夫)	放射性 Sr による乳の汚染に関する基礎的研究	1962. 8.	日本獣医学雑誌	24	4	201～214	*	環境衛生研究部
松岡 理 (池田三義 大久保義夫)	放射性物質による家畜の障害に関する基礎的研究 II. ^{32}P の消化管部局所適用による障害	1962. 6.	日本獣医学雑誌	24	3	135～140		
村松 晋 (菅原 努 岡沢好子)	Genetic effects of chronic low-dose irradiation on mice	1963. 1.	Int. J. Rad. Biol.	6	1	49～59		
松岡 理 土屋武彦 (古川義宣)	The effect of X-irradation on 5-hydroxytryptamine (serotonin) contents in the small intestines of experimental animals	1962. 6.	Journal of Radiation Research (Japan)	3	2	104～108		
佐藤文昭 江藤秀雄	タンパク質のアミノ酸配列の統計的性質 (1)	1963. 1.	生化学	35	1	32～33		
佐藤文昭 土橋創作 新発田杏子 中村弥	Theoretical approach to life span shortening induced by radiation (3)—a model for radiation injury	1963. 6.	日本医学放射線学会誌	23	3	74～79		
土屋武彦 (早川純一郎 菅原 努)	マウスの統計間における甲状腺の ^{131}I 代謝の比較	1962. 2.	Radioisotopes	11	1	81～85		
土屋武彦 (早川純一郎) 村松 晋 江藤秀雄 (菅原 努)	Radiosensitivity and thyroid function in mice	1963. 6.	Radiation Research	19	2	316～323		

〔薬学研究部〕								
赤星三弥	有機化合物の新しい合成法	1962. 2.	化学	17	2	187～188		
赤星三弥	(±) Calycotomine の合成	1962. 4.	化学	17	4	365～367		
赤星三弥	Diskatol の構造とピリジン類の還元	1962. 11.	化学	17	11	987～989		
赤星三弥	C_2O_3-Pyridine Complex による酸化と Flavopereirine の合成	1963. 2.	化学	18	2	182～183		
赤星三弥 (加藤俊雄 雑賀昭助)	Benzo〔a〕quinolizine 誘導体の合成研究（第1報，第2報）Synthesis and dehydrogenation of 6,7-dihydrobenzo〔a〕quinolizinium salt	1963. 11.	Chemical & Pharmaceutical Bulletin	11	11		印刷中	
赤星三弥 (久津間輝雄)	N-アルキリピリドンと $PoCl_3$ の反応（第1報，第2報）	1963.	Chemical & Pharmaceutical Bulletin				印刷中	
(亀谷哲治 早坂鉄太郎 高野誠一) 赤星三弥	複素環式化合物の合成研究（第73報）2-Methyl-9, 10-dimethoxy-1, 2, 3, 4-hexahydro-11 b H-benzo〔a〕quinolizine の合成	1962. 7.	薬学雑誌	82	7	956～959		
花木昭	Steric effect on the non-enzymic N-demethylation of 4-N-methyl-N-alkylaminoazobenze	1962. 9.	Biochem. Biophys. Acta	63		215～216		
花木昭 (石舘守三)	Oxidative N-demethylation of aminoazo compounds by model system I. Oxidation of 4-N-dimethylaminazo benzene by some systems	1962. 5.	Chemical & Pharmaceutical Bulletin	10	5	358～361		
花木昭 (寺山宏)	Studies on the nature of binding of carcinogenic aminoazo dyes with liver proteins VII. Purification of polar dyes and their physicochemical properties	1962. 12.	Gann	53	4	285～291		
色田幹雄	A method for the ureteral catheterization and the determination of the glomerular filtration rate in rats; with some applications on the study of parathyroids	1962. 6.	Endocrinologica Japonica	9	2	139～146		
色田幹雄 (鶴藤丞 伊藤四十二)	Adaptation in renal phosphorus excretion under the influence of parathyroids; a study in uretherally catheterized rats	1962. 9.	Endocrinologica Japonica	9	3	171～180		
(伊藤四十二 鶴藤丞) 色田幹雄	The effects of parathyroidectomy on phosphorus reabsorption in the renal tubules in rats	1962. 9.	Endocrinologica Japonica	9	3	181～186		
〔環境衛生研究部〕								
小口雄康 阿部史朗	自動粒径測定器による微粒子粒径の測定	1963. 11.	分析化学	12	11		投稿中	
阿部史朗　小口雄康 松田節子 (向坊隆　鈴木伸)	放射性エーロゾル発生装置試作に関する基礎研究	1962. 10.	労働衛生工学	1	1	9～13		
阿部史朗　小口雄康 松田節子（鈴木伸）	放射性ヨウ素のエーロゾルへの付着に関する研究—2	1963. 11.	分析化学	12	11		投稿中	
市川龍資 榎本好和	Strontium-calcium discrimination in rats feeding on rice, milk, and commercial diets	1963. 6.	Health Physics	9	7	717～720		
市川龍資 江藤正子	Increase of strontium-90 and cesium-137 in Japanese leafy vegetables due to the Russian nuclear tests, 1961	1963. 2.	Nature	197	4866	509～510		

市川龍資 堀内朗子	Transfer of radiocesium into hen's egg following single and daily oral administration	1963. 3.	Journal of Radiation Research (Japan)	4	1	26～30		
市川龍資　小栗幹郎 高田直子	Metabolism of radionuclides in fish-Ⅲ. comparative behaviour of strontium and calcium at gill absorption in environmental water with different amount of calcium	1962. 12.	Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries	28	12	1160～1163		
市川龍資　小栗幹郎 高田直子	Uptake of tantalum-182 by fish	1963. 6.	Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries	29	6	521～524		
樫田義彦 岩倉哲男	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 (Ⅱ) 同一試料中の ^{14}C, ^{3}H の測定法	1962. 8.	Radioisotopes	11	3	247～256		
樫田義彦 岩倉哲男	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 (Ⅲ) 測定用容器材質の検討	1962. 8.	Radioisotopes	11	3	257～264		
樫田義彦　山崎幹夫 岩倉哲男　馬被尚子 (萩庭大寿)	Carbon-14 in a biological environment I. Annual variation of carbon-14 concentration in thymol	1962. 11.	Bulletin of the Chemical Society of Japan	35	11	1811～1813		
坪田博行* 小柳卓	Determination of strontium in bone with ion exchange separation-flame photometric method	1963.	日本放射線影響学会誌				*	化学研究部投稿中
松尾光芳 山崎幹夫	Biosynthesis of sinigrin	1963. 4.	Chemical & Pharmaceutical Bulletin	11	4	545～547		
渡辺博信　山下幹雄 坪田博行*	Observation of intermediate lived gamma-emitting nuclides in rain water	1963. 3.	Journal of Radiation Research (Japan)				*	化学研究部投稿中
山下幹雄 渡辺博信	Quantitative measurement of beta radioactive noble gases by using a spherical ionization chamber	1962. 9.	日本原子力学会誌	4	9	588～593		
山下幹雄 渡辺博信	A gamma-ray spectrometric method for the measurement on fallout contaminated samples	1963. 10.	日本原子力学会誌	5	10			印刷中
山崎幹夫　碓井妙子 (柴田永二)	The biogenesis of plant products Ⅱ. the biogenesis of thymol	1963. 3.	Chemical & Pharmaceutical Bulletin	11	3	363～365		
〔臨床研究部〕								
塚本憲甫* 荒居龍雄 (筧弘毅)	On clinical use of fluorod dosimetry for deep seated tumor in rodiotherapy of malignancy	1963. 2.	Nippon Acta Rodiologica	22	11	1192～1197	*	所長
福田信男 (杉田元宜)	Mathematical analysis of the genetic control using a logical circuit equivalent	1963. 4.	Annual Report of the Research Group of Biophysics in Japan	Ⅱ		63		
福田信男 (杉田元宜　小川幹男)	甲状腺機能の不連続的変化を模倣するアナログ計算	1962. 10.	小林理化学研究所報告	12	3	93		
平嶋邦猛 永井輝夫 (高久史麿)	造血因子に関する研究 XV Juxtaglomerular cells と造血因子 (4)	1962. 8.	医学と生物学	64	3	83		
平嶋邦猛 永井輝夫 (高久史麿)	造血因子に関する研究 XVI. サイミジン-6-^{3}H ミクロラジオオートグラフ法による研究 (2)	1962. 8.	医学と生物学	64	4	87		
平嶋邦猛 (高久史麿)	造血機能の加令による変化について—その実験的考察	1962. 7.	老人病	6	7	407		
平嶋邦猛 (高久史麿)	Experimental studies on erythropoietin Ⅱ. The relationship between juxtaglomerular cells and erythropoietin	1962. 7.	Blood	20	1	1		

平嶋邦猛 (高久史麿)	Humoral regulation of erythropoiesis	1962. 11.	第2回核医学会プロシーディング				
(高久史麿) 平嶋邦猛 (中尾喜久)	Studies on the mechanism of erythropoietin I. Effect of unilateral constriction of the renal artery	1962. 5.	J. Lab. & Clin. Med.	59	5	815	
(高久史麿) 平嶋邦猛 (冲中重雄)	Studies on the mechanism of erythropoietin production II. Effect of bilateral section of the splanchnic nerves	1962. 5.	J. Lab. & Clin. Med.	59	5	821	
北川俊夫	10 MeV betatron electron beam therapy adapted to a case of mycosis fungoides	1962. 8.	Am. J. Raentg.	88	2	229～234	
熊取敏之　土井田幸郎 井石哲哉	放射線被曝による白血球染色体異常について（予報）	1962. 8.	日本血液学会雑誌	25	3. 4	348	
三輪史朗 (K. R. Tanaka W. N. Valentine)	Erythrocytic and leukocytic glycolytic enzyme studies in hemolytic and nonhemolytic deseases	1962. 2.	Acta Haemat. Jap.	25	1	12～26	
三輪史朗 (K. R. Tanaka W. N. Valentine)	Enolase activity of erythrocytes in hereditary spherocytosis	1962. 8.	Nature	109	4841	613～614	
村川章一郎	Aldesterone 分泌に及ぼす内臓神経電気刺激の影響	1963. 2.	日本内分泌学会雑誌	38	11	1079	
永井輝夫 (服部理男)	^{55}Fe-^{59}Fe ダブルトレーサー法への液体シンチレーション計数法の応用	1963. 1.	Radioisotopes	12	1	45	
永井輝夫	細胞化学における放射性水素標識化合物利用ミクロオートラジオグラフィーの役割	1962. 11.	細胞化学シンポジウム	12		9	
田中茂	甲状腺ホルモンに結合する血漿蛋白	1962. 7.	内分泌と代謝	3	1	57	
田中茂	アイソトープによる腫瘍の診断と治療	1962. 10.	内科	10	4	727	
田中茂	四肢の浮腫とアイソトープ	1962. 11.	老年病	6	11	699	
田中茂	アイソトープによる内分泌機能の診断	1963.	放射線医学				印刷中
田中茂	甲状腺機能検査	1963. 4.	臨床病理	11	4	199	
田中茂	甲状腺内ホルモンおよび流血中ホルモン	1962. 7.	ホルモンと臨床	10	7	503	
辰口益三	動脈硬化症に関する研究	1963. 3.	日本循環器学会雑誌	27	3	294	
寺尾寿夫（冲中重雄 吉川政己　茂在敏司 平井俊　渡辺晴雄 萩原一光）	アミノ酸代謝の研究	1962. 7.	神経研究の進歩	6	3	59～63	

B 口　頭

（　）内は所外共同発表者

発表者	題目	発表年月	学会	場所	備考
〔物理研究部〕					
橋詰雅 (田島又一　丸山静雄)	医療用X線フィルムの感度表示方法について	1962. 7.	日本医学放射線学会関東部会	東京大宝寺	
星野一雄　稲田哲雄 川島勝弘　高久祐治 佐方周防　松沢秀夫	2次電子に関する研究 (320 kVp 連続X線による2次電子スペクトルについて)	1962. 5.	日本医学放射線学会関東部会	放射線医学総合研究所	
稲田哲雄	30 keV neutron-capture cross sections	1962. 5.	American Physical Society	Sheraton Park Hotel (Washington D. C.)	
加藤義雄　橋詰雅 (津屋旭　田中利彦)	トロトラスト使用患者決定臓器の吸収線量算定（第2報）	1962. 4.	第21回日本医学放射線学会総会	愛知県文化会館	

松沢秀夫 川島勝弘	高エネルギーX線，電子線の測定	1962. 4.	日本医学放射線学会物理部会	名古屋大学	
松沢秀夫 川島勝弘	各国の重荷電粒子加速器の設置状況について	1962. 8.	日本医学放射線学会物理部会	東北大学	
松沢秀夫 川島勝弘	高エネルギー電子線の測定 (電離の再結合について)	1962. 8.	日本医学放射線学会物理部会	東北大学	
松沢秀夫　川島勝弘 高久祐治　星野一雄	高エネルギーX線電子線の測定	1962. 4.	第21回日本医学放射線学会総会	愛知県文化会館	
野田博治 橋詰雅	高エネルギー電子線の遮蔽について	1962. 4.	第21回日本医学放射線学会総会	愛知県文化会館	
〔化学研究部〕					
伊沢正実 (永井充)	フォールアウト中のSr-90とCs-137について	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	
伊沢正実　坪田博行 田野実　(沖岩四郎) (板倉淳)	尿中の Cs-137 の濃度（続報）	1962. 11.	第4回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
河村正一 伊沢正実	TTA を用いる逆相ペーパークロマトグラフィーによる核分裂生成物の分離	1963. 3.	日本化学会第16年会	早稲田大学	
河村正一　伊沢正実 藤田斉　(礒田敏一)	微量のコバルトの分離定量法の検討	1963. 3.	日本化学会第16年会	早稲田大学	
(L. M. Krausz F. C. Scaduto) 沢田文夫 (R. R. Becker)	Physical properties of polyvalyl proteins	1962. 4.	Federation Proceeding	Atlantic City, U.S.A.	
鈴木孚之	DNA の構造と生物活性	1962. 12.	応用微生物研究所シンポジウム	学士会館	
坪田博行 (三宅泰雄)	Estimation of direct contribution of meteoric water by means of fallout radiocesium and strontium	1963. 3.	Symposium an Application of Radioisotopes in Hydrology	赤坂プリンスホテル	
坪田博行　望月尚文* 田中義一郎*　黒沢保雄* 鎌田博*　児玉幸雄* 鈴木譲*　富川昭男* 吉沢慎介*　佐伯誠道**	飲料水中の ^{90}Sr について	1962. 11.	第4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 ** 環境衛生研究部
坪田博行 (杉村行勇)	日本中の河川中のウラン，ラジウムおよびトリウム含量	1962. 10.	地球化学討論会	地質調査所	
坪田博行 (杉村行勇　三宅泰雄)	本邦河川水中のウランおよびトリウムについて	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	
坪田博行　佐伯誠道* 小柳卓*　山下幹雄* 堀内朗子*　田野実 (三宅泰雄)	河川による Sr-90 および Cs-137 の流出	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	* 環境衛生研究部
坪田博行 渡辺博信* 山下幹雄*	核実験再開後の雨水中放射能とそのγ線スペクトロメトリー	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	* 環境衛生研究部
坪田博行　田野実 佐伯誠道*　小柳卓* 山下幹雄*　堀内朗子* (三宅泰雄)	河川による ^{90}Sr および ^{137}Cs の流出	1962. 10.	地球化学討論会	地質調査所	* 環境衛生研究部
坪田博行 渡利一夫	三相分配による分離の基礎的考察 第2報	1962. 7.	日本分析化学会第11年会	北海道大学	
坪田博行 渡利一夫 伊沢正実	鉄型イオン交換樹脂によるルテニウムの捕集	1963. 3.	日本分析化学会第16年会	早稲田大学	
坪田博行　渡利一夫 (三宅泰雄　松尾禎士)	日本の代表的10河川の水質について	1962. 10.	地球化学討論会	地質調査所	

山上啓子 鈴木孚之	DNA の構造と生物活性に対するX線の作用の研究	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	
〔生物研究部〕					
江上信雄 (青木一子)	X線照射を受けたキンギョの頭腎の組織学	1962. 10.	第33回日本動物学会大会	岡山大学	
江上信雄 江藤久美 兵藤泰子	脳下垂体のホルモン分泌機能に対する放射線の影響	1963. 1.	文部省科学研究費研究班報告会	東京大学	
江上信雄 江藤久美 舘鄰 (青木一子 新井良一)	放射線被照射によるキンギョ黒化現象の内分泌学的解析	1962. 4.	第14回日本動物学会関東支部大会	立教大学	
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 I. 予備実験	1962. 10.	第34回日本遺伝学会大会	日本大学	
江上信雄 兵藤泰子 江藤久美	メダカの卵子形成におよぼすX線照射の影響	1963. 2.	文部省科学研究費総合研究連絡会議	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 II.	1962. 10.	第33回日本動物学会大会	岡山大学	
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. 2.	文部省科学研究費総合研究連絡会議	学士会館	
江藤久美 江上信雄 (新井良一)	X線照射をうけたキンギョの生存期間に対する脳下垂体，頭腎除去の影響	1962. 10.	第33回日本動物学会大会	岡山大学	
江藤久美 江上信雄 兵藤泰子	被照射メダカにおける線量—致死関係とそれに影響を与える諸要因 I. レセルピンのX線防禦効果	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	
兵藤泰子 江藤久美 江上信雄	X線照射をうけたメダカ卵，胚，稚魚および成魚の生存期間について	1962. 10.	第33回日本動物学会大会	岡山大学	
岩崎民子	アルテミア卵の放射線感受性	1962. 3.	日本動物学会関東支部3月例会	東京大学	
中西宥*　岩崎民子 (沖垣達)　加藤旌夫	アルテミア乾燥卵の構造と発生の細胞学的研究	1962. 10.	第33回日本動物学会大会	岡山大学	* 遺伝研究部
中西宥*　岩崎民子 (沖垣達)　加藤旌夫	アルテミア乾燥卵の卵殻	1963. 10.	第15回細胞化学会	岡山大学	* 遺伝研究部
中西宥*　岩崎民子 (沖垣達)　加藤旌夫	アルテミアの細胞学的研究 I. 乾燥卵の発生と染色体	1962. 10.	第34回日本遺伝学会大回	日本大学	* 遺伝研究部
(沖垣達)　岩崎民子 中西宥*　加藤旌夫	アルテミアの細胞学的研究 II. 乾燥卵の構造	1962. 10.	第34回日本遺伝学会大会	日本大学	* 遺伝研究部
中西宥*　加藤旌夫	細胞分裂に及ぼす放射線の影響(位相差顕微鏡映画法による研究)	1962. 10.	染色体学会大会	三島市婦人青少年会館	* 遺伝研究部
仲尾善雄 (石橋信義)	DNA のサツマイモネコブセンチュウ *in vitro* 産卵に対する放射線保護効果	1963. 2.	文部省科学研究班会議放射線影響班	東京大学	
仲尾善雄 田口茂敏	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	1963. 2.	文部省科学研究班会議放射線影響班	東京大学	
仲尾善雄 田口茂敏	両生類幼生の放射線致死に対するDNA 保護効果の機構—NaN_3 による保護効果の消失	1963. 2.	文部省科学研究班会議放射線影響班	東京大学	
仲尾善雄 田口茂敏	The protective action of DNP (Dinitrophenol) against the lethal effects X-irradiation in toad embryos	1962. 8.	2nd Intern. Congr. Rad. Res.	Harrogate, England	
中沢透	ミトコンドリアの膨脹—それに作用する諸要因について	1963. 2.	日本動物学会関東支部例会	東京大学	
中沢透 新津せつ子	ミトコンドリア構造の機能的維持について III. ミトコンドリアの呼吸酵素系と濃度効果	1962. 10.	第33回日本動物学会大会	岡山大学	
舘鄰	中枢神経—脳下垂体—副腎系に及ぼす放射線の影響	1962. 7.	日本動物学会関東支部7月例会	放射線医学総合研究所	

舘　　鄰 江　上　信　雄	^{60}Co—γ 線被照射金魚における Na^+ 排泄量の変化について	1962. 10.	第33回日本動物学会大会	岡山大学	
田　口　茂　敏 仲　尾　善　雄	γ 線照射動物胚に及ぼす DNP の保護作用	1962. 10.	第33回日本動物学会大会	岡山大学	
山　口　武　雄	電離放射線照射後のラットにおける水分電解質の行動変化	1963. 2.	日本動物学会関東支部例会	東京大学	
山口武雄　榎本好和* 舘　　鄰	γ 線照射による脊椎動物の電解質の行動変化	1962. 10.	第33回日本動物学会大会	岡山大学	* 環境衛生研究部
山口武雄　榎本好和* 舘　　鄰	被照射ラットにおける電解質の行動変化とその解析	1963. 2.	文部省科学研究班会議放射線影響班	東京大学	* 環境衛生研究部
〔遺伝研究部〕					
今　泉　洋　子 根　井　正　利	近親婚率と通婚圏の大きさ	1962. 10.	第34回日本遺伝学会大会	日本大学	
稲　垣　栄　一	ショウジョウバエにおける放射線誘発全体—モザイク突然変異率の比較	1962. 10.	第34回日本遺伝学会大会	日本大学	
中西　宥　岩崎民子* (沖垣　達)　加藤旌夫*	アルテミア乾燥卵の構造と発生の細胞学的研究	1962. 10.	第33回日本動物学会大会	岡山大学	* 生物研究部
中西　宥　岩崎民子* (沖垣　達)　加藤旌夫*	アルテミア乾燥卵の卵殻	1962. 10.	第15回細胞化学会	岡山大学	* 生物研究部
中西　宥　岩崎民子* (沖垣　達)　加藤旌夫*	アルテミアの細胞学的研究　I．乾燥卵の発生と染色体	1962. 1.	第34回日本遺伝学会大会	日本大学	* 生物研究部
中西　宥　岩崎民子* (沖垣　達)　加藤旌夫*	アルテミアの細胞学的研究　II．乾燥卵の構造	1962. 10.	第34回日本遺伝学会大会	日本大学	* 生物研究部
中西　宥　加藤旌夫	細胞分裂に及ぼす放射線の影響(位相差顕微鏡映画法による研究)	1962. 10.	染色体学会大会	三島市婦人青少年会館	
仲　尾　善　雄	突然変異率を左右する要因について	1962. 9.	日本遺伝学会東京談話会例会	東京大学	
仲尾善雄　塩見敏男 稲垣栄一　橘　弘子	Mutation rates at low level irradiation in *Drosophila melanogaster*	1962. 8.	2nd Intern. congr. Rad. Res.	Harrogate, England	
仲　尾　善　雄 田　口　茂　敏	両生類幼生の放射線致死に対する DNP の保護効果の機構—NaN_3 による保護効果の消失	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	
仲　尾　善　雄 山　口　英　子 町　田　　勇	The modification of mutation rates by storing irradiated spermatozoa in the female	1962. 8.	Symp. on "Repair from Genetic Radiation Damage and differential Radiosensitivity in Germ Cells"	Laiden, Netherland	
仲尾善雄　山口英子 町田　勇	Alkylating substances による蚕の可視突然変異誘発実験	1962. 10.	第33回日本動物学会大会	岡山大学	
仲尾善雄　山口英子 町田　勇	X線照射精子の雌体内貯蔵による突然変異率の変化	1962. 10.	第34回日本遺伝学会大会	日本大学	
仲尾善雄　山口英子 町田　勇	致死突然変異および転座誘発作用におけるエチレンイミンと TEM との比較	1962. 10.	第34回日本遺伝学会大会	日本大学	
根　井　正　利 今　泉　洋　子	人類の劣性形質における突然変異率推定法	1962. 10.	第34回日本遺伝学会大会	日本大学	
根　井　正　利 今　泉　洋　子	人類集団に及ぼす放射線増加の遺伝的影響	1963. 1.	放射線影響班会議昭和37年度	学士会館	
塩　見　敏　男 稲　垣　弘　子	X線の突然変異誘発に対するペニシリンの防護効果	1962. 10.	第34回日本遺伝学会大会	日本大学	
渡　部　郁　雄	生長曲線の推移にともなうテトラヒメナの放射線感受生の変化	1962. 10.	第33回日本動物学会大会	岡山大学	
渡　部　郁　雄	ゾウリムシの接合時における放射線感受性　I．配偶核形成期の致死突然変異率	1963. 1.	放射線影響班会議昭和37年度	学士会館	

渡　部　郁　雄	繊毛虫の交配型について	1962. 3.	日本動物学会関東支部例会	東京大学	
〔生理病理研究部〕					
松葉三千夫　矢後長純 小林　森	ACTH　の副腎皮質刺激機構について	1962. 4.	第35回日本薬理学会総会	日仏会館	
松葉三千夫　矢後長純 小林　森　森崎益雄	ステロイドホルモン産生内分泌腺に及ぼす放射線の影響	1962. 4.	第39回日本生理学会総会	弘前大学	
松葉三千夫　矢後長純 小林　森　森崎益雄	肝グリコゲン・ホスホリラーゼ活性に及ぼすX線全身照射の影響	1962. 11.	第27回日本薬理学会関東部会	横浜市立大学	
松葉三千夫　矢後長純 小林　森　森崎益雄	ACTH　の副腎皮質刺激機構に関する研究	1962. 11.	第27回日本薬理学会関東部会	横浜市立大学	
森崎益雄　矢後長純 島　澄夫　小林　森 松葉三千夫	人胎盤におけるプロゲステロンの生合成	1962. 2.	第10回日本内分泌学会東部部会	東京大学	
竹内　正　関　正利 高木長二　市川龍資* 榎本好和* (真下　正　石持了二)	骨に沈着した ^{85}Sr の除染に関する病理学的研究	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	* 環境衛生研究部
矢後長純　小林　森 森崎益雄　松葉三千夫	ステロイドホルモン産生内分泌腺におよぼす放射線の影響 V. X線照射に際しての副腎皮質の生化学的変化	1962. 4.	第35回日本内分泌学会総会	神戸国際観光会館	
矢後長純　小林　森 森崎益雄　一井昭五 松葉三千夫	ACTH　の副腎皮質刺激機構に関する研究	1962. 12.	第119回日本生化学会関東部会	東京教育大学	
〔障害基礎研究部〕					
小林定喜　門間汎美 完倉孝子　中村　弥 江藤秀雄	ラット血清の抗酸化活性に及ぼすX線照射の影響について—時間効果関係	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	
松岡　理　南沢　武 土屋武彦	消化器系に及ぼす放射線の影響（第2報）家兎消化管運動における初期反応に及ぼす薬物の影響	1962. 4.	第21回日本医学放射線学会	愛知県文化会館	
中　村　　弥 新発田　杏　子	放射線による血中セロトニン (5-HT) 量の変動について	1962. 3.	放射線障害の医化学的指標に関する研究班会議	学術会議	
中　村　　弥 小　林　定　喜	放射線による血清の抗酸化活性の変動について	1962. 3.	放射線障害の医化学的指標に関する研究班会議	学術会議	
佐　藤　文　昭 江　藤　秀　雄	アミノ酸配列とユーディング	1962. 5.	生物物理学会	大阪中之島日本生命ビル	
土　屋　武　彦 (伊　藤　国　彦)	バセドウ氏病の ^{131}I 治療における諸問題	1962. 4.	第35回日本内分泌学会総会	神戸国際観光会館	
〔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	1962. 10.	第21回日本癌学会総会	昭和医科大学	
花　木　　昭 (竹内昌男　寺山　宏)	発ガン性アミノアゾ色素とラット肝タンパク質との結合，第8報	1962. 4.	日本化学会第15年会	京都大学	
花　木　　昭 山　下　トモコ	銅錯塩の可視部吸収スペクトルと酸化作用について	1962. 11.	第16回日本薬学会大会	静岡薬科大学	
色　田　幹　雄	腎の燐酸排泄機構と上皮小体の関係について	1962. 11.	日本内分泌学会東部部会総会 “副甲状腺に関するシンポジウム”	東京大学	
色　田　幹　雄 玉　置　文　一	睾丸における男性ホルモン生合成経路についての考察	1962. 10.	日本生化学会総会シンポジウム “生体内におけるステロイドの転換”	東京大学	
色　田　幹　雄 玉　置　文　一	20-oxo reduced derivatives of progesterone produced from progesterone in normal rat testes *in vitro*	1963. 2.	リプロダクションに関するシンポジウム	東京大学	

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	1962. 11.	第16回日本薬学会大会	静岡薬科大学	
篠田雅人　高木良成 玉置文一	家兎の放射線障害に対するサリバ・パロチン・Aの効果	1962. 11.	唾液腺シンポジウム	東京大学薬学部	
〔環境衛生研究部〕					
阿部史朗　小口雄康 松田節子（鈴木　伸）	エーロゾルに対する放射性ヨウ素ガスの付着-1	1962. 10.	日本放射線影響学会	広島市平和記念館	
市　川　龍　資	環境の放射能汚染—原子炉事故の場合	1962. 7.	学術会議 放射能影響シンポジウム	学術会議	
市　川　龍　資	放射性廃棄物の生物への転移	1962. 7.	日本原子力産業会議原子動力研究会	原子力産業会議	
市　川　龍　資	海水中の放射能許容濃度について	1962. 11.	日本水産学会シンポジウム	長崎大学	
市　川　龍　資 榎　本　好　和	食性による Sr, Ca 代謝の相違に関する研究	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	
市　川　龍　資 江　藤　正　子	1961年秋産大豆および大豆製品の ^{90}Sr, ^{137}Cs 濃度について	1962. 11.	第4回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
市川龍資　江藤正子 吉沢慎介※	1961～1962年産野菜類の ^{90}Sr, ^{137}Cs およびその他の核種の濃度について	1962. 11.	第4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
岩倉哲男　樫田義彦 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 III.（親水性シンチレーター）	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	
樫　田　義　彦	放射化学領域における薬学新分野の紹介　装置を中心として	1962. 11.	第16回日本薬学会大会	静岡薬科大学	
小　柳　　卓 坪　田　博　行※	X線螢光分析法による骨中ストロンチウムの定量	1962. 7.	日本分析化学会第11年会	北海道大学	※ 化学研究部
松尾光芳　山崎幹夫 樫田義彦	芥子油配糖体の生合成 II. Sinigrin の生合成	1962. 11.	第16回日本薬学会大会	静岡薬科大学	
森崎尚子　岩倉哲男 樫田義彦　山崎幹夫	植物精油中の炭素放射能 II. メントールにおける年次変化	1962. 11.	第16回日本薬学会大会	静岡薬科大学	
望月尚文※ 田中義一郎※ 黒沢保雄※ 坪田博行※※ 鎌田　博※ 児玉幸雄※ 鈴木　譲※ 富川昭男※ 吉沢慎介※ 佐伯誠道	飲料水中の ^{90}Sr について	1962. 11.	第4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 ※※化学研究部
佐　伯　誠　道	環境の放射能汚染—放射性廃棄物処分に関して—	1962. 7.	放射線影響に関するシンポジウム（日本学術会議原子力特別委員会主催）	日本学術会議	
佐　伯　誠　道	放射性廃棄物処分に伴う環境安全管理	1963. 2.	第1回原子力総合シンポジウム（関連24学協会共催）	学士会館	
佐　伯　誠　道	放射性物質の海洋投棄の各国の現状	1963. 3.	海洋の放射能汚染に関するシンポジウム（日本学術会議，原子力特別委員会主催）	日本学術会議	
佐伯誠道　小柳　卓 田中義一郎※富川昭男※	人骨のストロンチウム含量	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	※ 放射能検査課
佐伯誠道　小柳　卓 山下幹雄　堀内朗子 （岡田和男）	下水処理場における放射能観測	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	
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（I）	1963. 4.	日本原子力学会年会	東海大学本校	
佐伯誠道　黒沢保雄※ 堀内朗子	天水の放射能除去について	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	

碓井妙子　松尾光芳 山崎幹夫　樫田義彦	芥子油配糖体の生合成 I. カラシナ中 Sinigrin への $^{14}CO_2$, 酢酸 1-^{14}C の incorporation について	1962. 11.	第16回日本薬学会大会	静岡薬科大学	
渡辺博信　佐伯誠道 小柳　卓　山下幹雄 堀内朗子　近藤喜久子	土壌中の中半減期ガンマー線放出核種	1962. 11.	第4回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
渡辺博信　佐伯誠道 小柳　卓　田中義一郎* 富川昭男*	人骨の ^{90}Sr について	1962. 11.	第4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
渡辺博信　坪田博行* 山下幹雄	核実験再開後の雨水中放射能とその γ 線スペクトロメトリー	1962. 10.	日本放射線影響学会第4回研究発表会	広島市平和記念館	* 化学研究部

〔臨床研究部〕

塚本憲甫* 荒居龍雄 (筧　弘毅)	On clinical use of fluorod dosimetry for deep seated tumor in radiotherapy of malignancy	1962. 8.	第10回国際放射線学会	カナダ，モントリオール	* 所長
荒居龍雄　田崎瑛生* 尾立新一郎*山下泰徳*	放射線治療におけるリンフォグラフィーの 2, 3 の応用	1963. 3.	第147回日本医学放射線学会関東部会	東京都アイソトープ研究所．	* 病院部医務課
田崎瑛生* 荒居龍雄 尾立新一郎*	子宮頸癌腔内照射支持器の試作	1962. 12.	第144回日本医学放射線学会関東部会	横浜市立大学	* 病院部医務課
土　井　田幸郎 (菅　原　　努 堀　川　正　克)	Preliminary studies on cytosis and transformation in mammalian cells in culture	1962. 10.	第34回日本遺伝学会大会	国立遺伝研究所	
平　嶋　邦　猛 永　井　輝　夫 (高　久　史　麿)	造血因子に関する実験的研究 第4報—造血因子の作用機序に関する ^{3}H-サイミジン・ミクロオートラジオグラフ法による研究	1962. 5.	第24回日本血液学会総会	熊本市郵政局	
平　嶋　邦　猛 (高　久　史　麿)	赤血球生成の調節機構	1962. 11.	第2回核医学研究会シンポジウム	東京大学	
(高　久　史　麿) 平　嶋　邦　猛	造血因子に関する実験的研究第3報 新らしい bioassay 法による腎抽出液の erythropoietin 活性について	1962. 5.	第24回日本血液学会総会	熊本市郵政局	
熊　取　敏　之	Clinical studies on persons injured by radioactive materials	1962. 10.	A Scientific Meeting an "Diagnosis and Treatment of Radioactive Poisoning"	オーストリア，ウィーン	
熊取敏之　土井田幸郎 井石哲哉	放射線被曝による白血球染色体異常について；予報	1962. 5.	第24回日本血液学会総会	熊本大学	
楠本五郎　藤田裕子 古川重夫	ウェッジフィルターを用いた喉頭癌照射法	1962. 11.	第143回日本医学放射線学会関東部会	東京都アイソトープ研究所	
楠　本　五　郎 古　川　重　夫	ラジウム針糸通し器の試作	1962. 11.	第143回日本医学放射線学会関東部会	東京都アイソトープ研究所	
三　輪　史　朗	白血病細胞のエノラーゼ	1962. 10.	日本血液学会秋季白血病に関するシンポジウム	京都大谷ホテル	
三　輪　史　朗 (K. R. Tanaka W. N. Valentine)	諸種血液疾患非血液疾患患者赤血球および白血球の解糖系酵素の生化学的研究	1962. 5.	第24回日本血液学会総会	熊本市郵政局	
永　井　輝　夫	レノヒストグラムと腎シンチグラム	1962. 11.	第2回核医学研究会シンポジウム	東京大学	
永　井　輝　夫	放射性ヨード—125 の医学的役割	1962. 11.	第2回核医学研究会	東京大学	
田　中　　茂	甲状腺機能検査法血中 PBI	1962. 11.	日本臨床病理学会シンポジウム	京都大学	
田　中　　茂 福　田　信　男	ラジオアイソトープレノグラムの再現性	1962. 4.	第21回日本医学放射線学会総会	愛知県文化会館	

田　中　　茂 福　田　信　男	アイソトープによる末梢循環の研究	1962. 4.	第21回日本医学放射線学会総会	愛知県文化会館	
田　中　　茂 福　田　信　男	セファデックスによる甲状腺ホルモンと蛋白質との結合の研究	1962. 4.	第35回日本内分泌学会総会	神戸国際観光会館	
田　中　　茂 （大　坪　嘉　昭）	癌患者の蛋白質代謝について	1962. 4.	第21回日本医学放射線学会総会	愛知県文化会館	
田中　茂　福田信男 （大坪嘉昭　日野佳弘）	糖尿病患者の ^{131}I インスリン代謝	1962. 11.	第２回核医学研究会	東京大学	
恒　元　　博	^{60}Co 治療用ウェッジフィルターの基礎的実験	1962. 4.	第21回日本医学放射線学会総会	愛知県文化会館	
〔病院部〕					
田崎瑛生　荒居龍雄※ 尾立新一郎	子宮頸癌腔内照射支持器の試作	1962. 12.	第144回日本医学放射線学会関東部会	横浜市立大学	※　臨床研究部
田崎瑛生　北川俊夫※ 鍋谷欣市　池田道雄	挿管組織内照射法による研究	1962. 10.	第21回日本癌学会総会	東京昭和医大	※　臨床研究部
田崎瑛生　楠本五郎※ 尾立新一郎　荒居龍雄※	子宮頸癌の根治的照射における尿管被曝線量について	1962. 4.	第21回日本医学放射線学会総会	愛知県文化会館	※　臨床研究部
田崎瑛生　鍋谷欣市 （香月季雄　他９名）	肺癌外科療法における放射線併用療法の問題点	1962. 4.	第62回日本外科学会総会	東京文化会館	
田崎瑛生　山下泰徳 荒居龍雄※　尾立新一郎	放射線治療におけるリンフォグラフィーの2,3の応用	1963. 3.	第147回日本医学放射線学会関東部会	東京都アイソトープ研究所	※　臨床研究部

9. 職員著書その他一覧

A 著書

（ ）内は共同執筆者

著書（執筆者）	書名	題名	出版年月	頁数	備考
〔生物研究部〕					
仲尾善雄	アイソトープ便覧	放射線の遺伝的影響 細胞の構造と成分	1962. 1.	241～254 273～292	丸善
中沢透	生物学大系第7巻 動物の生理，生化学	解糖と呼吸	印刷中	約30頁	中山書店
Pierre Auger 著 舘鄰他訳	最近における科学研究の動向	生物科学	1962. 9.	63～83	大蔵省印刷局
W.B. Cannon 著 舘鄰他訳	世界教養全集	からだの知恵	1963. 3.	333～523	平凡社
山口武雄	生物学大系第7巻 動物の生理，生化学	繊毛ベン毛運動	印刷中	約20頁	中山書店
〔障害基礎研究部〕					
中村弥	血液化学	白血球の沈降	印刷中	255～276	朝倉書店
〔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. 4.	156～165	南江堂
赤星三弥	有機薬品合成化学	縮合	1963. 4.	166～203	南江堂
赤星三弥 （久津間輝雄）	有機化合物合成法 第14集	Ethyl benzoylacetate	1962. 12.	39～41	技報堂
赤星三弥 （川口渉）	有機化合物合成法 第14集	4-Amino pyridine	〃	10～12	〃
赤星三弥 （川口渉）	有機化合物合成法 第14集	2-Methyl-5-acetyl pyridine	〃	65～67	〃
赤星三弥 （川口渉）	有機化合物合成法 第14集	2-Oxazolidinone	〃	83～86	〃
赤星三弥 （川口渉）	有機化合物合成法 第14集	Pyrogallol tribenzylether (1, 2, 3-tribenzyloxy-benzene)	〃	90～91	〃
〔環境衛生研究部〕					
阿部史朗	大気汚染の測定	粒子サイズおよび濃度の測定法	1962. 9.	76～120	コロナ社
阿部史朗	放射性廃棄物処理総説	空中拡散	1963. 3.	1～35	原産
〔臨床研究部〕					
熊取敏之 （三好和夫）	Proceedings in "Diagnosis and Treatment of Radioactive Poisoning"	Clinical studies on persons injured by radioactive materials	印刷中		

B 総説・その他

発表者	題目	発表年月	発表誌	巻	号	頁	備考
〔所長〕							
塚本憲甫	第10回国際放射線医学会の記	1962. 12.	日本医事新報		2018	35～38	
〔物理研究部〕							
野原功全 （他2名）	シンチレーション・カメラ	1962. 10.	第2回日本アイソトープ会議報文集			762～765	
田中栄一	シンチレーション・カウンター	1962. 6.	原子力工業	8	6	85～90	

田中栄一 野原功全	放医研のヒューマンカウンター	1962. 12.	応用物理	31	11	943～948	
〔化学研究部〕							
坪田博行 (猿橋勝子)	降水中の人工放射性核種の分析	1962. 7.	化学の領域	16	7	34～46	
坪田博行	研究所めぐり 放射線医学総合研究所	1962. 3.	分光研究	10	3	163～167	
山崎秀郎 山上啓子	ESR を用いる実験法 ①	1962. 6.	蛋白質，核酸，酵素	7	6	391～395	講座
山崎秀郎 山上啓子	ESR を用いる実験法 ②	1962. 7.	蛋白質，核酸，酵素	7	8	445～449	講座
〔生物研究部〕							
江上信雄	放射線と奇形	1963. 2.	遺伝	17	2	13～16	
田口茂敏	放射線取扱主任者講座 生物学	1962. 12.	原子力工業	9	2	67～71	
〔遺伝研究部〕							
中西宥	位相差および干渉顕微鏡映画法による細胞学の研究	1962. 2.	採集と飼育	24	2	11	
中西宥	イモリの腹腔内のラッセル氏体細胞	1962. 3.	採集と飼育	24	3	47	
中西宥	細胞の分裂	1963. 3.	東書 高校通信 生物	2	3	4～5	
〔障害基礎研究部〕							
松岡理	成長と放射線の影響 —放射線の影響研究の立場から—	1962. 12.	成長	1	4	7～12	
松岡理	アイソトープ利用動物実験における問題点	1963. 3.	Radioisotopes	12	1	75～80	
松岡理	"Animal Science" におけるアイソトープ技術国際高級コースに出席して	1962. 10.	放医研ニュース	5	10	2～10	
佐藤文昭 江藤秀雄	アミノ酸配列の統計的扱い	1963. 2.	蛋白質核酸酵素	8	2	1～8	
土屋武彦	甲状腺線量の推定	1962. 7.	ホルモンと臨床	10	7	476～482	
〔薬学研究部〕							
赤屋三弥	放射線障害防護物質	1963. 4.	日本薬剤師会雑誌	15	4	39～42	
玉置文一	ホルモンにみられる動物特異性	1962. 1.	科学	32	1	16～20	
玉置文一	内分泌の領域における生物学的試験法の基本的問題	1962. 4.	日本臨床	20	4	14～20	
〔環境衛生研究部〕							
市川龍資	海水中の放射能許容濃度について	1963. 3.	文部省班研究報告集録 放射線影響編 昭和37			16～19	
市川龍資	Rodio-ecology 研究の現状と問題点	1963. 3.	日本保健物理協議会ニュース	1	3	48～53	
市川龍資	人体の放射能について	1962. 4.	放射能対策本部 環境放射能報告書	第1部各論(中)		369～394	
市川龍資	野菜類の放射能について	1962. 4.	同上	第1部各論(中)		224～233	
佐伯誠道	放射性廃棄物の管理に関する技術 —特に河川，海洋への放射性物質の流入に関連して—	1962. 5.	日本水産学会誌	28	5	556	
〔臨床研究部〕							
(高久史麿) 平嶋邦猛	赤血球生成の体液性調節（その1）	1962. 6.	臨床血液	3	3	159	

（高久史麿） 平嶋邦猛	赤血球生成の体液性調節（その2）	1962. 8.	臨床血液	3	4	223
北川俊夫	悪性腫瘍の放射線治療	1962. 3.	医学のあゆみ	40	9	430～432
北川俊夫	ビータートロン電子線治療（1）	1962. 7.	臨床放射線	7	7	397～401
北川俊夫	ビータートロン電子線治療（2）	1962. 8.	臨床放射線	7	8	457～466
三輪史朗	赤血球の酵素異常	1962. 6.	医学のあゆみ	41	9	358～362
永井輝夫	ヒューマンカウンターの臨床診断的利用	1962. 2.	Radioisotopes	11	2	222
永井輝夫	内科領域におけるアイソトープ診断の現在と将来	1962.10.	内科	10	4	606
永井輝夫	甲状腺スキャンニング	1962. 7.	ホルモンと臨床	10	7	19
恒元博	Osdil による胆嚢造影	1963. 3.	臨床放射線	8	3	188～194

10．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6，7回講義科目	医学課程第2，3回講義科目
Ralph M. Kniseley	IAEA Medical Division (Oak Ridge Institute of Nuclear Studies)		核医学における物理および計測，トレーサ実験概論，甲状腺機能診断，臓器機能診断，オートラジオグラフィー，アイソトープ使用上の基礎について，外部測定講義，実習 RI 投与実験動物の安全取扱い，動物実験（RI の代謝），アイソトープスキャンニング，研究室および病室設計臨床実習，放射線病理学，障害臨床
有水　昇	千葉大学医学部		臨床実習
藤井正一	建築研究所	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		患者取扱い
浜口　博	東京教育大学理学部	RI および放射線の化学的利用 RI の製造	
井出喜夫	科学技術庁原子力局	障害防止法	障害防止法
筧　弘毅	千葉大学医学部	RI および放射線の医学系への利用（医学的方面）	アイソトープスキャンニング
垣花秀雄	東京工業大学理工学部	放射化学	
加藤正夫	東京大学生産技術研究所	RI および放射線の工業利用	
勝沼晴雄	東京大学医学部	放射線と公衆衛生	
倉光一郎	国立東京第二病院		腫瘍診断
松本元一	日本原子力研究所 東海研究所	原子力施設の安全設備	
宮川　正	東京大学医学部		治療概論
宮永一郎	日本原子力研究所 東海研究所	個人管理—(被曝管理)	
宮坂駿一	日本原子力研究所 東海研究所	遮蔽計算と実際	
望月恵一	日本原子力研究所 東海研究所	原子炉概論	
森田春雄	労働省労働基準局	労働基準法	
森内和之	工業技術院電気試験所	線量の標準測定法と測定器較正法	線量測定
守屋忠雄	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	
西垣　晋	農業技術研究所	RI および放射線の農業利用	
岡野真治	理化学研究所	安全設備および取扱器具	
尾内能夫	癌研究会附属病院分院		放射線遮蔽理論
大野　明	神奈川県工業試験所	安全取扱い（密封 RI） 安全設備および取扱い器具	
大塚　巖	理化学研究所	電子回路	電子回路

三枝健二	千葉大学医学部		外部測定実習アイソトープスキャンニング実習
粟冠正利	東京医科歯科大学医学部		放射線生物学，放射線障害
志田正二	東京工業大学理工学部	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	日本原子力研究所東海研究所	モニタリングおよびエリアサーベイ	
田島雄三	日本原子力研究所東海研究所	事故時の救急処理	
高橋晄正	東京大学医学部		統計学および推計学
月橋得郎	厚生省医務局	医療法	
津屋旭	横浜市立大学医学部		外部測定
内山暁	千葉大学医学部		臨床実習
亘理信一	科学技術庁原子力局	障害防止法	
山下久雄	癌研究会附属病院分院		アイソトープ内用治療
山県登	国立公衆衛生院	放射化学分析法	
米山良昌	東京大学医学部		RI の基礎医学への利用（各論）
吉川春寿	東京大学医学部	RI および放射線の生物系への利用（生物学的方面）	RI の基礎医学への利用（総論）
吉沢康雄	東京大学医学部	個人管理（健康管理）	

第2表　所内講師名および講義科目

氏名	所属	防護課程第6，7回講義科目	医学課程第2，3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	測定概論
橋詰雅	物理研究部	放射線遮蔽理論，環境放射線（人工放射線）	
松沢秀夫	〃	線放射線発生機器，放射線測定器	
田中栄一	〃	放射線測定器，放射能測定，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	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	シンチレーションカウンター講義，実習
野田博治	〃	X線の遮蔽，線量分布，講義，実習	
高久祐治	〃	X線の遮蔽，線量分布，講義，実習	
河村正一	化学研究部	β線の自己吸収，講義実習，化学演習，共沈法，講義，実習	β線の自己吸収講義，実習
坪田博行	〃	安全取扱（非密封 RI），放射化学分析法，イオン交換法，講義，実習，放射化学分析講義，実習	
渡利一夫	〃	イオン交換法講義，実習	
藤田斉	〃	放射化分析，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，細胞に対する放射線の作用，集団特に人類に対する放射線の遺伝学的作用	放射線遺伝学
田口茂敏	生物研究部	細胞集団に対する放射線の作用，アイソトープの代謝，講義，実習	
江上信雄	〃	生物演習	
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
江藤秀雄	障害基礎研究部長	放射線障害基礎的問題，トピックス	トピックス
中村弥	障害基礎研究部	アイソトープの代謝，講義，実習	
土屋武彦	〃	オートラジオグラフィー，講義，実習	
松岡理	〃	オートラジオグラフィー，講義，実習，汚染動物の管理	動物実習における RI 安全取扱い
赤星三弥	薬学研究部長	放射線防護薬剤	
鈴木治	薬学研究部	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） 環境放射線（フォールアウト）	
樫田義彦	環境衛生研究部	標識化合物，汚染および除染	
市川龍資	〃	放射性物質と food chain	
佐伯誠道	〃	廃棄物管理の原理，廃棄物処理技術	
田中茂	臨床研究部長		臨床実習，物質代謝，甲状腺診断
熊取敏之	臨床研究部	放射線障害臨床的問題，急性放射線障害とその血液変化，講義，実習	
永井輝夫	〃		外部測定講義実習，オートラジオグラフィ講義，実習，動物実験（アイソトープの代謝），臓器機能診断アイソトープスキャンニング講義，実習，臨床実習
楠本五郎	〃		線量測定講義，実習，治療技術
北川俊夫	〃		高エネルギー線治療
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	
桜井保孝	技術部放射線安全課	モニターリングおよびエリアサーベイ講義，実習除染作業，実習，汚染管理，講義，実習	サーベイおよびモニター講義，実習，廃棄物処理
福元健夫	〃 〃	個人被曝管理，講義，実習	汚染管理実習，フィルムバッジ実習
伊藤文雄	〃 〃	廃棄物取扱い技術，講義実習	
田崎瑛生	病院部医務課長		治療概論，臨床実習
伊沢正実	化学研究部長 (兼)養成訓練部長	最大許容量，安全取扱い（非密封RI）	最大許容量および保健安全
飯田博美	養成訓練部	原子物理，GMカウンター実習，物理演習，放射化分析法実習	原子物理，GMカウンター講義，実習，物理演習半減期測定実習
中村正好	〃	オートラジオグラフィー，実習	GMカウンター実習，オートラジオグラフィー実習，RIの代謝講義，実習
林正俊	〃	急性放射線障害とその血液変化，実習，オートラジオグラフィー実習	

第3表の1　　第6回放射線防護課程研修生名簿

氏名	所属
藤村暢男	山口県衛生研究所
藤岡成徳	東京大学医学部附属病院冲中内科
藤田哲雄	東京大学農学部獣医学科家畜外科学教室
行田敏夫	武蔵工業大学原子力研究所
計屋慧実	長崎大学医学部附属病院中央放射線部
樋口龍夫	東京大学医学部附属病院放射線科医局
飯田博	富山労災病院放射線部
梶芳光昭	原子燃料公社人形峠出張所技術課
川野水広	雇用促進事業団　茨城総合職業訓練所原子力工業科
川崎宏直	農林省農業土木試験場水地耕地部造構第1研究室
木村雄一郎	近畿大学原子力研究所
小原人司	山口大学文理学部化学教室
倉地守	京都大学化学研究所山本研究室
楠美秀夫	科学技術庁原子力局放射線安全課
松岡道男	蚕糸試験場化学部
宮本稔	山口県立医科大学附属病院放射線科
村山秀彦	合資会社根本光化学研究所
永野利助	東京都衛生局医務部医務課
長瀬精宏	神鋼フアウドラ株式会社水処理部研究課
長田しず子	放射線医学総合研究所病院部
大目雄造	国立大阪福泉療養所医務課放射線科
太田庸起子	株式会社東京原子力産業研究所保健物理部
鈴木晃	福島県医科大学附属病院放射線科
田中五郎	通商産業省工業技術院電気試験所
田中一男	三菱原子力工業株式会社研究所放射線管理室
谷達子	北海道大学医学部放射性同位元素総合研究室
豊吉一美	岐阜薬科大学製薬化学研究所
都築博	群馬大学アイソトープ総合実験室
安威徹	関西医科大学附属病院放射線科
吉和雅雄	川崎重工業株式会社技術研究所材料研究室

第3表の2　　第7回放射線防護課程研修生名簿

氏名	所属
安部忠夫	名古屋大学医学部附属病院放射線科
江原功	三重県立大学医学部附属病院放射線科
藤平栄一	大正製薬株式会社研究部研究三課
藤島徹	日立製作所横浜工場設計部研究課
古川武温	茨城県衛生部保健予防課
羽鳥昇	群馬大学医学部附属病院中央レントゲン部
久末勉	農林省北海道農業試験場農業物理部
北条良夫	農林省農業技術研究所生理遺伝部
市波義雄	厚生省国立沼津病院放射線科
五十嵐俊次	防衛庁技術研究本部第1研究所第5部
石川大二	東京大学医学部附属病院放射線科
石坂正綱	厚生省国立公衆衛生院放射線衛生学部
岩城浩	大阪厚生年金病院放射線科
岩本房子	放射線医学総合研究所病院部
金西信次	日本大学理工学部
木下陸肥路	東京農工大学工学部
小林佑吉	日本原子力研究所東海研究所職員診療所
牧野潔	中部電力株式会社東京支社技術課
洋見敏夫	通商産業省電気試験所大阪支所産業計測研究室
中野誠	富士電機製造株式会社原子力部
奥瀬一郎	弘前大学農学部
小佐野勝春	日立製作所中央研究所王禅寺分室
太田温	厚生省国立横浜病院放射線科
佐原良太郎	秋田大学鉱山学部
玉置尚徳	大阪大学歯学部
田村清彦	秋田県立中央病院 RI センター
坪井孝夫	東京消防庁予防部査察課

鶴巻龍磨	東京芝浦電気株式会社中央研究所原子力研究部
山下淳	農林省放射線育種場照射課
湯之上未已	慶応義塾大学医学部病院中央検査部レントゲン科

第3表の3　第2回放射線利用医学短期課程研修生名簿

氏名	所属
秋貞雅祥	東京大学医学部附属病院放射線科
金子昌生	名古屋大学大学院研究科放射線医学教室
川本精一郎	岡山大学医学部附属病院放射線科
川西弘	金沢大学医学部放射線科
菊池章	東北大学医学部附属病院放射線科
木谷健一	東京大学医学部附属病院上田内科
倉内末男	鹿児島大学医学部附属病院放射線科
宮崎泰一	広島大学医学部附属病院放射線科
越智宏暢	大阪市立大学医学部附属病院放射線科
奥山武雄	東京医科歯科大学医学部放射線科
李性寛	IAEA留学生（韓国慶北大学校医科大学）
鈴木邦治	北海道大学医学部附属病院第二内科
竹谷弘	大阪大学大学院医学研究科第一外科学講座
山田親久	京都府立医科大学放射線医学教室
山中延元	日本医科大学大学院放射線医学教室
安田和人	東京大学医学部附属病院吉利内科

第3表の4　第3回放射線利用医学短期課程研修生名簿

氏名	所属
千葉良	東北大学医学部附属病院小児科学教室
日高三郎	東京大学医学部附属病院吉利内科
市川皖章	大原総合病院内科
小杉恵洋	国立療養所東京病院放射線科
蔵原一郎	松山赤十字病院放射線科
丹生純一	東京大学医学部麻酔科麻酔学教室
西川和夫	国立舞鶴病院放射線科
野崎正彦	国立療養所村松晴嵐荘
小原敬	東京医科歯科大学医学部第2外科学教室
岡伸光	岐阜医科大学口腔外科学教室
志村義高	札幌鉄道病院内科，放射線科
高橋亘	日本医科大学附属医院真柄産婦人科学教室
高杉昌幸	九州大学医学部内科学第3講座
内山暁	千葉大学医学部放射線科医学教室
山内尚聰	東京大学医学部放射線科
山崎岐男	新潟県立ガンセンター新潟病院放射線科

11. 昭和37年度購入国内雑誌目録

1. 治　　療
2. 同位体と放射線
3. 癌の臨床
4. 外科学，整形外科学，放射線学中央雑誌
5. 外科治療
6. ホルモンと臨床
7. 遺　　伝
8. 医学のあゆみ
9. 医学中央雑誌
10. 医学と生物学
11. 耳鼻咽喉科
12. 科　　学
13. 化　　学
14. 科学朝日
15. 化学の領域
16. 科学技術文献速報　アイソトープ放射線化学編
17. 厚生の指標
18. 内　　科
19. 臨床放射線
20. 臨床婦人科産科
21. 臨床血液
22. 臨床検査
23. 最新医学
24. 自　　然
25. 手　　術
26. 世界産婦人科総覧
27. 薬　　局

12. 昭和37年度購入外国雑誌バックナンバー目録

1. Acta Endocrinologica Vol. 1 (1948)-29 (1958)
2. American Journal of Human Genetics
   Vol. 1 (1949)-10 (1958)
3. Biological Bulletin Vol. 100 (1951)-115 (1958)
4. Biological Review Vol. 26 (1931)-36 (1961)
5. Biometrics Vol. 1 (1945)-14 (1958)
6. Blood Vol. 14 (1959)
7. British Journal of Radiology
   Vol. 18 (1945)-30 (1957)
8. Chemical Abstracts Decennical Index
   Vol. 41 (1947)-50 (1956)
   Subjects Index Po-Z
   Formulas Index C 13-W 2
9. Chemistry and Industry 1950-1959
10. Heredity Vol. 4 (1950)-15 (1960)
11. Journal of Biophysics and Biochemistry Cytology Vol. 1 (1955)-4 (1958)
12. Journal of Chemical Physics
    Vol. 12 (1944)-29 (1958)
13. Journal of Chemical Society 1951-1957
14. Journal of Physiology Vol. 156-159 (1961)
15. Nature Vol. 175 (1955)-180 (1957)
16. Physical Review Vol. 37 (1931)-58 (1940)
17. Proceedings of the Chemical Society 1951-1957
18. Proceedings of Society for Experimental Biology and Medicine Vol. 91 (1956)-99 (1958)
19. Tetrahedron Vol. 1 (1957)-9 (1960)

13. 昭和37年度購入外国雑誌目録

Acta Chemica Scandinavica (D)
Acta Medica Scandinavica (S)
Acta Endocrinologica (D)
Acta Radiologica (Swe.)
American Heart Journal (A)
American Industrial Hygiene Association Journal (A)
American Journal of Clinical Pathology (A)
American Journal of Human Genetics (A)
American Journal of Obstetrics and Gynecology (A)
American Journal of Pathology (A)
American Journal of Physiology (A)
American Journal of Roentogenology Radium Therapy and Nuclear Medicine (A)
American Journal of Surgery (A)
American Naturalist (A)
American Scientist (A)
Analytical Biochemistry (A)
Analytical Chemistry (A)
Anatomical Record (A)
Animal Breeding Abstracts (E)
Annales d'Endocrinologie (F)
Annuals of Human Genetics (E)
Annales de l'Institut Pasteur (F)
Archives of Biochemistry and Biophysics (A)
Archives of Environmental Health (A)
Archives of Internal Medicine (A)
Archives of Pathology (A)
Atomkern Energie (G)
Bacteriological Review (A)
Biochemica et Biophysica Acta (H)
Biochemical and Biophysical Research Communication (A)
Biochemical Journal (E)
Biochemistry (Biokhimiya-English tr.) (A)
Biochemische Zeitschrift (G)
Biological Abstracts (A)
Biological Bulletin (A)
Biological Review of the Cambridge Philosophical Society (E)
Biometrics (A)
Biometrika (E)
Biophysical Journal (A)
Biophysics (E)
Blood (A)
British Journal of Cancer (E)
British Journal of Experimental Pathology (E)
British Journal of Haematology (E)
British Journal of Industrial Medicine (E)
British Journal of Pharmacology and Chemotherapy (E)
British Journal of Radiology (E)
British Medical Journal (E)
Brown Boverie Review (Swi.)
Bulletin of American Physical Society; Series II (A)
Bulletin de la Société de Chemie Biologique (F)
Canadian Journal of Biochemistry and Physiology (C)
Canadian Journal of Chemistry (C)
Canadian Journal of Physics (C)
Cancer (A)
Cancer Research (A)
Chemical Abstracts (A)
Chemical Engineering (A)
Chemical Review (A)
Chemische Berichte (G)
Chemistry and Industry (E)
Chromosoma (G)
Circulation (A)
Circulation Research (A)
Developmental Biology (A)
Discussions of the Faraday Society (E)
Doklady Akademy Nauk SSSR (USSR)
Ecology (A)
Electronics (A)
Endokrinologie (G)
Endocrinology (G)
Evolution (A)

Excerpta Medica Section 3; Endocrinology (H)
Excerpta Medica Section 14; Radiology (H)
Experientia (Swi.)
Experimental Cell Research (A)
Experimental Neurology (A)
Federation Proceedings (A)
Genetica (H)
Genetical Research (E)
Genetics (A)
Geochimica et Cosmochimica Acta (E)
Growth (A)
Health Physics (E)
Helvetica Chimica Acta (Swi.)
Helvetica Physica Acta (Swi.)
Hereditas (Swe.)
Heredity (E)
International Abstracts of Biological Sciences (E)
International Journal of Air and Water Pollution (E)
International Journal of Applied Radiation and Isotopes (E)
International Journal of Radiation Biology (E)
Control Association (A)
Journal of Air Pollution
Journal of American Chemical Society (A)
Journal of American Medical Association (A)
Journal of Applied Physics (A)
Journal of Bacteriology (A)
Journal of Biological Chemistry (A)
Journal of Cell Biology (A)
Journal of Cellular and Comparative Physiology (A)
Journal of Chemical Physics (A)
Journal of Chemical Society (E)
Journal of Chromatography (H)
Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism (A)
Journal of Clinical Investigation (A)
Journal of Colloid Science (A)
Journal of Embryology and Experimental Morphology (E)
Journal of Endocrinology (E)
Journal of Experimental Biology (E)
Journal of Experimental Medicine (A)
Journal of Experimental Zoology (A)
Journal of General Microbiology (E)
Journal of General Physiology (A)
Journal of Genetics (I)
Journal of Geophysical Research (A)
Journal of Histochemistry and Cytochemistry (A)
Journal of Immunology (A)
Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry (E)
Journal of Laboratory and Clinical Medicine (A)
Journal of Lipid Research (A)
Journal of Molecular Biology (E)
Journal of National Cancer Institute (A)
Journal of Nuclear Medicine (A)
Journal of Organic Chemistry (A)
Journal of Pathology and Bacteriology (E)
Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics (A)
Journal of Pharmacy and Pharmacology (E)
Journal of Physical Chemistry (A)
Journal of Physiology (E)
Journal de Physique et Radium (F)
Journal of Polymer Science (A)
Journal of Protozoology (A)
Journal of Research of NBS Section A; Physics and Chemistry (A)
Journal of Research of NBS Section C; Engineering & Instrumentation (A)
Journal of Scientific Instruments (E)
Journal of Theoretical Biology (A)
Journal of Ultrastructure Research (A)
Journal of Water Pollution Control Federation (A)
Klinische Wochenschrift (G)
Kongressentralblatt für die Gesamte Innere Medizin mit Einschlus der Kinderheilkunde (G)
Lancet (E)
Limnology and Oceanography (A)
Metabolism (A)
Nature (E)
Naturwissenschaften (G)
New England Journal of Medicine (A)
Nuclear Instruments and Method (H)

Nuclear Science Abstracts (A)
Nucleonics (A)
Pharmacological Reviews (A)
Physical Review (A)
Physical Review Letters (A)
Physiological Reviews (A)
Physics in Medicine and Biology (E)
Proceedings of Chemical Society (A)
Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. A. (A)
Proceedings of the Royal Society Series B; Biological Scienes (E)
Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine (A)
Public Health Reports (A)
Quarterly Journal of Microscopical Science (E)
Quarterly Review of Biology (A)
Radiation Research (A)
Radiology (A)
Radiophysica (USSR)
Review of Modern Physics (A)
Review of Scientific Instruments (A)
Science (A)
Science Abstracts Section A; Physics Abstracts (E)
Soil Science (A)
Soviet Physics-Technical Physics (A)
Stain Technology (A)
Staub (G)
Strahlentherapie (G)
Surgery, Gynecology & Obstetrics (A)
Tetrahedron (E)
Transaction of Faraday Society (E)
Transaction of I. R. E. on Nuclear Sciences (A)
Virchows Archiv für Pathologische Anatomie und Physiologie und für Klinische Medizin (G)
Virology (A)
Water and Sewage Works (A)
Water Pollution Abstracts (E)
X-Ray Technician (A)
Zeitschrift für Analytische Chemie (G)
Zeitschrift für Naturforschung (G)
Zeitschrift für Physik (G)
Zeitschrift für Vererbungslehre (G)

Note:

(A) America	(F) French	(Swe.) Sweden
(B) Belgium	(G) Germany	(Swi.) Swiss
(C) Canada	(H) Holland	(USSR) Soviet
(E) English	(I) India	

14. 放射線医学総合研究所組織英文呼称

所　　長 Director
- 管　理　部 Administration
  - 庶　務　課 General Affairs Section
  - 会　計　課 Accounting Section
  - 企　画　課 Planning 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 Reactors
- 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
- 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
- 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

15. 放射線医学総合研究所日誌

昭和37年

4月2日　年報編集連絡会
　　安全取扱委員会
9日　安全取扱委員会
10日　定例所議
11日　昭和37年度所内公開実行委員会
12日　長期計画打合せ会
13日　大蔵省主計官ほか5名来所
17日　定例所議
　　メキシコ大学教授ゴンザレス氏来所
18日　図書委員会
20日　原子力デー（科学技術週間）
　　昭和37年度所内一般公開，800名来所
23日　化学系，生物系小委員会
　　バンデグラフ棟打合せ会
24日　定例所議
　　第20回研究集談会
25日　RI 棟委員会
26日　英国大使館科学アタッシェ，マンダース氏来所
30日　安全取扱委員会
5月1日　第4回合同会議
　　放射線安全会議
5日　伊沢化学研究部長，国際放射線防護委員会に出席のため渡欧
7日　安全取扱委員会
　　養成訓練部「第6回放射線防護課程」開講
8日　定例所議
　　英文年報編集委員会
14日　安全取扱委員会
15日　定例所議
　　第21回研究集談会
16日　隅田拡技術課長，技術部長に昇任
17日　動植物舎委員会
　　英文年報編集委員会
19日　科学技術庁創立6周年記念日
21日　安全取扱委員会
22日　定例所議
24日　英文年報編集委員会
　　東京大学理学部化学教室アイソトープ研究会見学
25日　英国ウィンズケール原子力研究所保健安全部長ハウエルズ博士講演会
28日　安全取扱委員会
29日　定例所議
30日　英文年報編集委員会
　　化学系，生物系小委員会
31日　動植物舎委員会
6月1日　臨時所議
　　東京大学より赤星三弥氏，薬学研究部長として着任
　　人事院より深見稔氏，技術部放射線安全課長補佐として着任
3日　障害基礎研究部新発田杏子氏，西ドイツ，フライブルグ大学より帰国
4日　安全取扱委員会
5日　定例所議
6日　会計検査（3日間）
8日　哺乳動物委員会
12日　合同会議
　　哺乳動物委員会
13日　動物舎建設打合せ会
14日　英文年報編集委員会
　　大蔵省主査一行5名来所
14日　物理研究部飯沼武氏，イギリス，リーズ大学より帰国
15日　名古屋大学理学部助教授北野康氏講演会
18日　ヒューマンカウンター打合せ会
19日　定例所議
　　物理系小委員会，RI 棟委員会
　　化学系，生物系小委員会
　　第22回研究集談会
21日　英文年報編集委員会
22日　物理系小委員会
　　第17回厚生省研究機関—放医研研究者連絡会（厚放研連）
23日　臨時所議
26日　定例所議
29日　ニュージーランド，ニユープリマス病院 Dr. E. P. アレン氏来所

30日　第6回放射線防護課程終講式
7月1日　研究所創立5周年記念日
2日　研究所創立記念パーティ，映画鑑賞
5日　合同会議
英文年報編集委員会
6日　障害基礎研究部松岡理氏，FAOおよびIAEA共催，「動物科学におけるアイソトープ関係技術に関する国際高級コース」出席のため渡米
7月9日　RI棟委員会
12日　英文年報編集委員会
生物系小委員会
13日　動物舎打合せ会
17日　定例所議
第23回研究集談会
18日　生物系小委員会
19日　英文年報編集委員会
27日　労働省労働衛生専門官6名見学
8月3日　仲尾善雄生物研究部長，第2回国際放射線学会議出席のため渡英
6日　第24回研究集談会
9日　映画製作世話人会
11日　第5回放射線取扱技術者講習会
13日　ブラジル核医学研究所長エストン博士来所
14日　定例所議
18日　第5回放射線取扱技術者講習会
アメリカ，ピッツバーク大学F. J. ブラッドレイ博士来所
19日　物理研究部橋詰雅物理第3研究室長，第10回国際放射線学会に出席（カナダ）
21日　定例所議
塚本憲甫所長，第10回国際放射線学会に出席（カナダ）
23日　映画製作世話人会
24日　英文年報編集委員会
27日　仲尾生物研究部長海外出張より帰国
31日　薬学研究部松島美一氏，留学のため渡米（イリノイ工学研究所）
9月1日　関正利氏，千葉大学医学部より生理病理研究部病理第2研究室長として着任
春日孟生理病理研究部病理第1研究室長，米国癌協会ロスアンゼルス郡病院へ出張
4日　合同会議
9月4日　定例所議
第2回放射線利用医学短期課程開講式
5日　ベータトロン打合せ会
7日　昭和37年度映画製作委員会
9日　化学研究部沢田文夫氏，オークリッジ国立研究所より帰国
10日　動植物舎委員会
11日　WHO本部健康保護増進部長L. S. テール博士来所
12日　物品供用官会議
13日　英文年報編集委員会
14日　技術部放射線安全課斎藤むら子氏，留学のため渡米（コロンビア大学）
15日　塚本所長帰国
18日　障害基礎研究部松岡理氏帰国
定例所議
第25回研究集談会
20日　一般定期健康診断
英文年報編集委員会
21日　動物慰霊祭
植動舎委員会
22日　原子力産業会議職員見学
25日　定例所議
10月2日　合同会議
4日　近藤科学技術庁長官一行視察
天野隆治管理部企画課長補佐，技術部技術課長に昇任
8日　各省直轄試験研究機関所長連絡協議会
9日　定例所議
12日　第2回放射線利用医学短期課程終講式
13日　顧問会議
14日　臨床研究部熊取敏之臨床第1研究室長，IAEA，WHO主催「放射線中毒の診断および治療」科学会議出席のため渡欧
10月15日　遺伝研究部塩見敏男遺伝第1研究室長，西ドイツ，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に留学のため渡独
16日　定例所議
第26回研究集談会
17日　RI棟委員会
18日　第3回放射線利用医学課程研修生選考委員会
19日　化学系，生物系小委員会
第18回厚生省研究機関—放医研研究者連絡会

10月19日　物理研究部稲田哲雄氏，オークリッジ国立研究所より帰国
23日　定例所議
24日　ＮＩＨスペクト博士一行来所
11月２日　物理系小委員会
５日　第３回放射線利用医学短期課程開講式
生物系，化学系小委員会
６日　合同会議
映画製作小委員会
７日　放射能調査研究成果発表会実行委員会
臨床研究部熊取敏之臨床第１研究室長，欧州より帰国
８日　図書委員会
12日　生物系，化学系小委員会
13日　定例所議
ＩＡＥＡクリシナムスィ氏来所
16日　放射線影響協会第２回科学講演会（ヤマハホール）
19日　化学研究部坪田博行氏，留学のため渡米（メリーランド大学文理学部化学科）
21～22日　第４回放射能調査研究成果発表会
24日　物理研究部物理第３研究室長橋詰雅氏，欧米より帰国
26日　放医研創立５周年記念講演会（東大医学部総合中央館）
27日　定例所議
第27回研究集談会
28日　物品供用官会議
29日　図書委員会
30日　映画製作小委員会
12月５日　英文年報編集委員会
11日　「放医研の在り方について」所内討論会を開催
12日　国立公衆衛生院７名見学
14日　第３回放射線利用医学短期課程終講式
15日　薬学研究部薬学第１研究室長，鈴木治氏退職
18日　定例所議
22日　大韓民国梨花女子大学教授崔日崑氏来所
25日　定例所議
ＲＩ棟委員会
27日　化学研究部小野浄治氏，留学のため渡米（ブランディース大学）
28日　御用納め

昭和38年

１月４日　御用始め
８日　定例所議
12日　第１回シンポジウム「放射線に対する生体の感受性」開催
16日　臨時所議
18日　塚本憲甫所長，第12回国連科学委員会日本政府代表としてジュネーブへ出発
21日　生物系，化学系小委員会
22日　定例所議
25日　哺乳動物舎委員会
物理系小委員会
28日　第７回放射線防護課程開講
29日　定例所議
30日　ＲＩ棟委員会
31日　化学系，生物系小委員会
２月１日　物理系小委員会
イスラエル，ワイズマン科学研究所Ｍ.Ｃ.シェレスニャーク氏来所
５日　合同会議
７日　塚本憲甫所長帰国
11日　大蔵省印刷局東京病院附属看護学院生徒見学
12日　定例所議
19日　定例所議
第28回研究集談会
26日　定例所議
３月１日　図書委員会
６日　合同会議，臨時所議
７日　ＲＩ棟委員会
12日　定例所議
13日　α線棟委員会
15日　米軍科学委員会技術本部在日事務所ジェームス・マックリーン氏，長尾美兼氏来所
16日　オークリッヂ国立研究所生物研究部Ｍ.Ａ.ベンダー氏来所
19日　定例所議
22日　第７回放射線防護課程終講式
26日　ＲＩ棟委員会
27日　アメリカ，カリフォルニア州公衆衛生院上杉氏来所
生物系小委員会
28日　定例所議
30日　昭和38年度所内公開第１回実行委員会