

第13回

独立行政法人 放射線医学総合研究所

公開講座

主催/（独）放射線医学総合研究所

後援/千葉市

2008年9月12日（金） 14:00～17:00

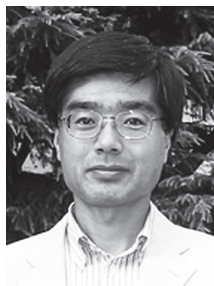


緊急被ばく医療と重粒子線がん治療

第13回 公開講座
プログラム

- 14:00～14:10 開会挨拶 米倉 義晴 放射線医学総合研究所理事長
 - 14:10～14:55 「環境中の放射線（能）に関する取り組み」
吉田 聡
放射線医学総合研究所
放射線防護研究センター
環境放射線影響研究グループリーダー
 - 14:55～15:00 質疑応答
 - 15:00～15:15 コーヒーブレイク
 - 15:15～16:00 「緊急被ばくにおける放医研の役割
ー放射線被ばくはいつ起こる？ー」
明石 真言
放射線医学総合研究所
緊急被ばく医療研究センター長
 - 16:00～16:05 質疑応答
 - 16:05～16:50 「前立腺癌の重粒子線治療ーこれまでの成果と将来構想ー」
辻 比呂志
放射線医学総合研究所
重粒子医科学センター病院
治療課第3治療室長
 - 16:50～17:00 質疑応答
 - 17:00～ 閉会挨拶
-

環境中の放射線（能）に関する取り組み



放射線医学総合研究所
放射線防護研究センター
環境放射線影響グループリーダー
吉田 聡

1. はじめに

環境中、すなわち私たちの身の回りには、ごく普通に放射線が飛び交い、いたる所に放射線を出す物質（放射能）が存在しています。おどかしている訳では有りません。環境中には自然に存在する放射線があり、私たちは人類が誕生したときからこれに曝されています。また、核実験等によって人工的に作り出された放射能も環境中に存在します。これら、環境中の放射線は、通常はそれらの被ばくが問題になることは有りません。しかし、人が受ける放射線のバックグラウンドとして正しい評価が必要である上、人の活動によってその線量が増大することがあります。

ここでは、環境中の放射線と放射能について簡単に解説するとともに、これらについての放医研の取り組みの一部を紹介します。

2. 環境中の放射線とは

人や生物が周りの環境から受ける放射線のことを環境放射線と呼び、自然放射線と人工放射線に分類することができます。自然放射線の1つは、岩石や土壌にもともと含まれる放射能（自然放射性核種）に起因する放射線です。もう1つは、宇宙から飛来する放射線（宇宙線）です。

人工放射線は、人によって新たに生み出されたもので、核兵器の製造と実験、原子力エネルギー生産、原子力関連事故等が起源となっています。この他、厳密には環境放射線に含まれませんが、医療や研究における放射性物質の利用

や、放射線発生装置の利用も人工放射線に分類されます。

図1に一般の公衆が受ける放射線の量をまとめました。自然放射性核種による被ばくは、被ばく経路に応じて、大地放射線による外部被ばく、食品摂取による内部被ばく、大気中からの内部被ばく（ラドン・トロン）の三つに分類されています。国連科学委員会2000年報告書によると、被ばく線量（実効線量）の世界平均は、年間2.8 mSv（ミリシーベルト）であり、医療を除くと年間2.4 mSvです。日本の場合は、世界平均とはかなり異なります。ラドン・トロンによる被ばくが小さいため、医療以外の被ばく線量は年間1.6 mSvと小さくなっています。一方、医療被ばくを含めた全体の値は世界平均よりも大きくなっています。医療以外の人工放射線による被ばくの寄与は通常無視できるほど小さいものとなっています。これら環境放射線や医療による被ばく線量は、人の生活形態の変化や技術の進歩によって変わって行きます。

より新しく正確な値を集めて、その値の持つ意味を評価することは放医研の重要な役割の1つです。

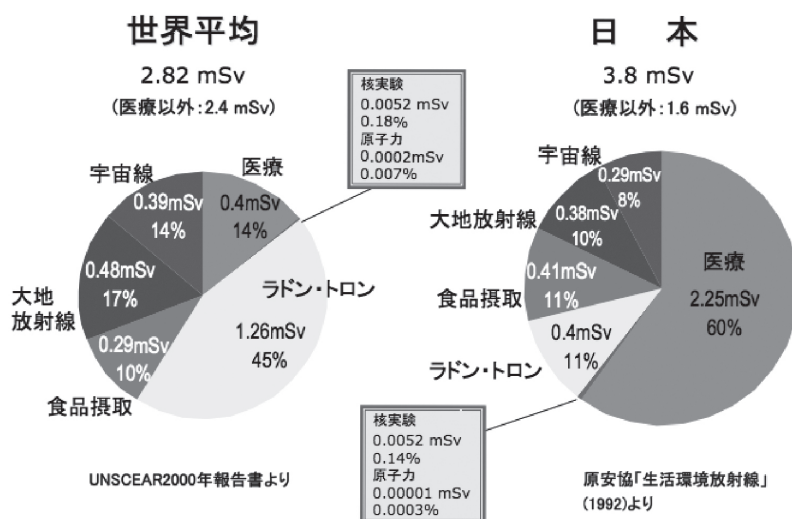


図1 世界および日本における公衆の被ばくの実態

3. 自然放射性核種

地球は約46億年前に誕生したと考えられています。

その誕生時に、宇宙空間に存在した様々な物質とともに、放射性核種も地球に取り込まれました。放射性核種は時間とともにその数が減少しますが、寿命（半減期）が長い一部の物質は現在でもその放射線を観測することができます。これを自然放射性核種と呼び、地表付近では岩石や土壌に含まれています。トリウムやウラン、また、カリウムの一部等が放射性核種です。例えば、日本の土壌中には1キログラム当たり2ミリグラム（2 mg/kg）程度のウランが含まれています。一方、後述する宇宙線によって大気中で生成する放射性核種もこれに分類されます。

3-1. 大地放射線

地表の岩石や土壌中の自然放射性核種からは放射線が放出されます。これを大地放射線と呼びます。

主としてガンマ線と呼ばれる放射線です。地表における大地ガンマ線のレベルは、地質に依存して変化します。日本の場合、自然放射性核種の濃度が低い玄武岩や安山岩が分布する地域（例えば、東北日本）では比較的低く、逆に、自然放射性核種の濃度が高い花崗岩などが広く分布する地域（例えば、西南日本）では比較的レベルが高くなっています。世界には非常に高い大地ガンマ線のレベルを示す地域があり、インド（ケララ）、ブラジル（ガラパリ）、イラン（ラムサル）などには、局所的に日本の200倍近くに達する場所も存在します。

3-2. 空気中のラドンとトロン

自然放射性核種であるウランとトリウムは、放射線を出しながら他の核種（子孫核種）に変化して行きます。その過程で生成するラドンとトロンはガス状

で、ほとんど他の物質と化合物を作らないため、岩石や土壌などから大気中に放出されて拡散します。

ラドンは半減期が3.8日であり、半減期55秒のトロンに比べてより広く拡散します。ラドンやトロンは、大気中で別の放射性核種になります。これらの子孫核種は、いずれも化合物を作りやすいため、多くは大気中の浮遊微粒子に付着し、これが呼吸によって体内に取り込まれ、被ばく（内部被ばく）の原因になります。

ラドン、トロン、およびこれらの子孫核種の大気中濃度は、地質や気象条件などによって大きく変動します。また、屋内では、床下から拡散したり建築材料から放出されたラドンとトロンが蓄積することがあり、公衆の自然放射線被ばくの重要な要因となっています。屋内のラドン濃度は、家の材質や構造によって異なり、特に北欧など寒い国では、家屋の換気率が悪いために高濃度となることがあります。

日本は、比較的換気の良い家屋の構造が多く、海外に比べると低いレベルになっています。

3-3. 自然放射性核種を含む物質の利用

私たちは放射線と放射性核種を様々な分野で利用しています。放医研ではこれらの重要性に関する研究も行っています。

産業用の原材料の中には、ウラン、トリウムおよびその子孫核種を比較的多く含む物があります。例えば、モナザイト、リン鉱石、ジルコン等です。製品としては、ラドン浴素、船底塗料、ネックレス、耐火レンガ、自動車用マフラー、衣料、研磨材、リン酸肥料等が知られていて、一般に利用されています。

このような自然放射性核種を含む物質の利用に伴って発生する被ばくに関しては、現在、各国や日本の規制当局において防護のための検討がなされています。

様々な原材料等の放射性核種を分析した結果が放医研のホームページで公開されています。

自然起源放射性物質データベース

<http://www.nirs.go.jp:8080/anzendb/NORMDB/index.php>

3-4. 食品や人体中の自然放射性核種

人体には飲食物を通じて様々な元素が取り込まれ、その一部は放射性核種です。この大部分は放射性カリウム等の自然放射性核種で、それらによる被ばく線量は、公衆の被ばくの10%程度です。

4. 宇宙線

宇宙空間には様々な起源の放射線（一次宇宙線）が存在します。地球に到来する一次宇宙線は、超新星爆発などによって発生する銀河宇宙線と太陽フレアに伴って宇宙空間に放出される太陽宇宙線に大別できます。いずれも主成分は陽子と呼ばれる粒子ですが、地球の磁場によって妨げられるため一部しか地球大気の頂上にまで到達できません。地球大気圏に達した一次宇宙線は大気と相互反応することにより、二次宇宙線を生成します。二次宇宙線の組成と強度は、緯度と高度によって変化します。また、太陽活動によっても変化します。

航空機を利用すると宇宙線の被ばく線量が増加します。二次宇宙線の電離成分の強度は、旅客機が飛ぶ高度10～12 km付近では海面高度の50倍以上、さらに宇宙空間では100倍以上になると考えられます。航空機の利用に伴う被ばく線量の増加を考慮しなければならなのは、飛行時間が長い、航空機乗務員です。

我が国では、航空機乗務員に対するガイドラインが示され、航空会社での取り組みが始まっています。

日本から世界各地に飛行する際の宇宙線被ばく線

量を計算するためのソフトが放医研等によって開発され、ホームページで公開されています。

航路計算システム（JISCARD）

<http://www.nirs.go.jp/research/jiscard/index.shtml>

一次宇宙線と地球大気との相互作用では、幾つかの放射性核種も生成されます。これらは宇宙線生成核種と呼ばれ、自然放射性核種の一部です。

5. 人工放射性核種

環境中に放出された人工放射性核種の主な起源は、大気中核実験、再処理を含む原子力利用、事故等です。

1945年にアメリカで最初の核実験が行われ、広島と長崎に原子爆弾が投下されて以来、これまでに1,500回近い原子爆実験が行われてきました。核実験由来の放射性核種は、放射性ストロンチウム、放射性セシウム、放射性ヨウ素など200以上の種類があります。

これらは、特に大気圏内核実験によって大気中を地球規模で拡散し、降雨等によって地表に達し（フォールアウト）、一般公衆の被ばく源となりました。

1954年～1964年の約10年間はフォールアウトの多い時期で、それ以降は、大気中核実験がほとんど実施されていないため、影響は桁違いに小さくなっています。

1986年4月26日に旧ソ連のチェルノブイリ原子力発電所で発生した事故によって、多量の放射性核種が環境中に放出されました。これによって、発電所周辺のみならず、特に北半球が広い範囲にわたって汚染されました。日本でもその影響が観測されています。

環境が汚染されると農畜産物や水産物中の放射性核種の濃度が高くなる場合があります。移行経路は様々ですが、農作物の場合は大気から農作物表面への沈着と土壌から根を通じての吸収が、海産物の場

合は海水からの吸収と餌を通じた取り込みが重要です。チェルノブイリ事故直後の周辺諸国では食物連鎖に伴う放射性核種の移行と蓄積が問題となりました。例えば、牧草に沈着した放射性核種が牛のミルク中に濃縮しました。また、地表の地衣類に蓄積した放射性核種がそれを餌とするトナカイに移行し、これを食用とする極地地方の人々の被ばく線量が増加しました。

農畜産物や水産物中の放射性核種の濃度は生物の種類と核種によって異なり、環境条件によっても大きく変化します。生物によっては特定の放射性核種を特異的に蓄積するものがあり、被ばく線量の評価やモニタリングの際には注意が必要です（図2）。

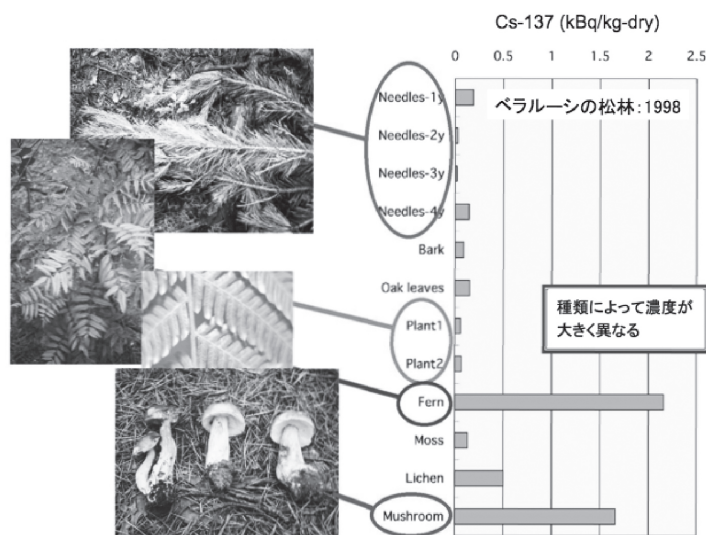


図2 環境試料中の放射性セシウムの濃度の例

例えばキノコは植物に比べて放射性セシウムを蓄積しやすいことが知られています。日本人がキノコを食べることによる被ばく線量は、自然放射線による被ばく線量に比べると無視できるほど小さいものです。しかし、他の食品中の放射性セシウム濃度が

非常に低いため、食品全体から摂取される放射性セシウムに対する寄与はおよそ30%と高くなっています。

6. 放射線の環境影響

近年の環境問題への意識の高まりと共に、放射線が環境そのものに与える影響を評価することが国際的に重要な課題となりつつあります。一般的に環境中の生物は人に比べて放射線に強いことが知られており、人が守られるような管理をしていれば環境は十分に守られると考えられています。しかし、これまで人を中心に考えてきた研究では、データが不十分である部分が多く、また、生物同士が相互作用をもつ生態系への影響についてはほとんど解っていません。放医研では、メダカ、ミミズ、トビムシ等の環境生物を飼育し、放射線の影響を明らかにするための研究を開始しています。

7. まとめ

放医研では、放射線の医学利用はもちろんのこと、環境中の放射線を調べて、その影響を評価するための研究も行っています。本講演により、それらの活動の一端を知って頂くと共に、放射線に対する理解を少しでも深めて頂ければ幸いです。

緊急被ばくにおける放医研の役割

－放射線被ばくはいつ起こる？－



放射線医学総合研究所
緊急被ばく医療研究センター長
明石 真言

放射線医学総合研究所（放医研）は放射線と人々の健康に関わる総合的な研究開発に取り組む国内で唯一の研究機関として、様々な活動を行ってきています。設立の引き金になったとされる1954年に行われた太平洋上ビキニ環礁での核実験で、放射線に被ばくした第五福竜丸の乗組員と第二次大戦中に使用された血管造影剤トロトラスト沈着症患者の健康影響調査、1972年に千葉県市原市で起きたイリディウム（ ^{192}Ir ）線源による被ばく事故患者の線量評価と治療、1999年に茨城県東海村で起きた臨界事故での対応など放射線被ばく医療に対する取り組みはすでに30年以上にも及んでいます。

放射線は現代の生活に欠くことが出来ません。放射線の利用は、医療における診断や治療ばかりではありません。空港での手荷物検査、航空機の亀裂やパイプの継ぎ目の検査、医療器具の殺菌、ジャガイモの発芽防止等があります。また医療でも輸血用血

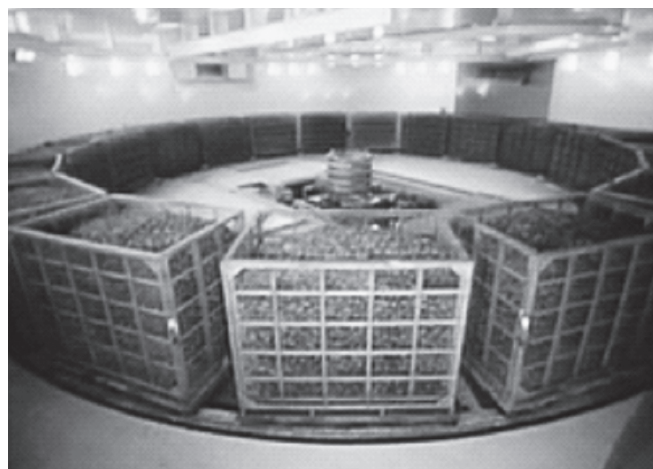


図1 ジャガイモの照射装置
（放医研のホームページから）

液に放射線を照射しています。血液に含まれるリンパ球が輸血した患者の体組織を攻撃して副作用を起こす場合があります、これを防止するために輸血用

血液を15～50 グレイ（Gy）の線量の放射線を照射しています。また放射線は私たちが住んでいるこの日常の生活空間にも非常に微量ではありますが存在します。私たちの身体の中にも放射線を出す物資がありますし、生活空間からも放射線を浴びています。だからといって病気になるわけではありません。私たちの身体には、放射線や外からの侵襲により壊された組織や遺伝子を修復する機構があり、このために病気ならずに済んでいます。ところがこの修復能力を超えるような放射線に被ばくをすると、障害が起こります。

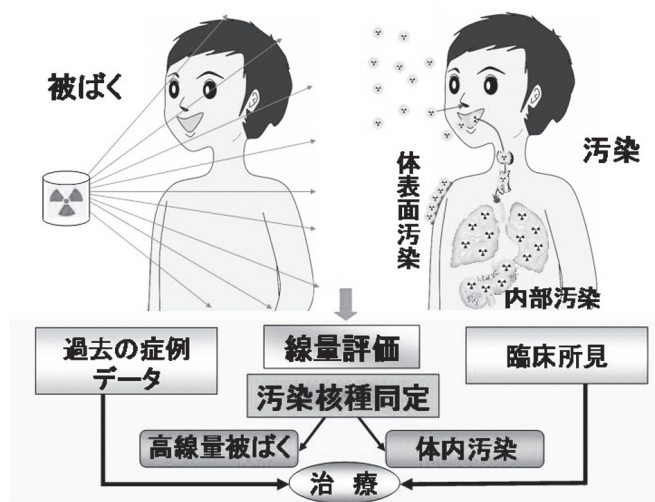


図2 被ばく医療の概念

身体の中に放射性物質が摂取され、体内から組織・臓器が被ばくすることもあります。被ばく医療とは、主に事故などで放射線被ばくにより障害が生じた際、治療方針を決定するための線量を評価し治療を行ない、体内に摂取された放射性物質を体外に出す治療を行うことを言います。このため医師、看護師、検査技師の他に、放射線防護・管理、放射線計測・線量評価などの専門家との協力により成り立つものです。

幸いなことにこういう事故は非常に希にしか起こりませんが、多くの分野で放射線が使われていることを考えれば、いつ何処で起きても不思議ではない、と考えざるを得ません。最近では万が一事故が起きた時の対応体制の構築も、被ばく医療の重要な仕事となっています。

すでに述べました様に、平成11年9月30日茨城県東海村で我が国原子史上最悪の臨界事故が起き、尊い2名の命が失われました（JCO臨界事故）。放医研はこの事故以前から原子力安全委員会の「原子力施設等の防災対策について」と中央防災会議の「防災基本計画」の中で、放医研を放射線障害専門病院とされるなど、役割が決められていました。放射線障害は一臓器にとどまらない複合臓器障害であり、治療には各領域の専門家が必要です。このため外部の専門医療機関とネットワークを構築することにより、広く専門家の協力が得られるようなシステムを構築していました。JCO事故時に、3名の高線量被ばく患者のうち2名が東京大学医学部附属病院並びに医科学研究所附属病院での治療が行われたのは、このネットワークという考えに基づいたものでした。このため事故時の混乱の中でもスムーズに患者の治療が行われ、このネットワークの考え方は、ドイツ等外国でも広く紹介されています。この事故の時には、わかりにくく不安が大きい放射線の健康影響について、住民の方に説明し、不安を取り除くことにも努めました。

こういう大きな事故ばかりではありません。学校や企業における事故、さらにはポロニウム (^{210}Po) や他の放射性物質の盗難等による事件でも線量評価や健康影響についての説明を行っています。また、体

内の摂取された放射性物質を身体の外に出すような治療薬には、国内では入手困難なものもあります。

こういう薬も備蓄する必要があります。



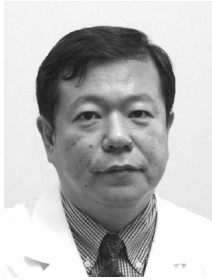
図3 プルトニウムによる体内汚染の治療薬
ジエチレントリアミン五酢酸 (DTPA)



図4 セシウムによる体内汚染時に使用する
プルシアンブルー

事故が少ないことは、裏を返せば経験が重要な役割を果たす医療の領域では負の要因です。不幸にして起きてしまった事故の症例を集め、希な事故に対応する人材と技術を維持するは不可欠です。被ばく医療に何が必要かを考え研究テーマの選択し、若い研究者や医療従事者、技術者を育てること、わが国のためだけではなく、国際的にも貢献できるような緊急被ばく医療体制作りが強く望まれています。

前立腺癌の重粒子線治療 －これまでの成果と将来構想－



放射線医学総合研究所
重粒子医科学センター病院
治療課第3治療室長
辻 比呂志

はじめに

前立腺癌に対する放射線療法の理想は、より効果の高い放射線をより厳密に前立腺に集中させ、副作用を伴わない癌の制御を得ることである。重粒子線治療は、高い線量集中性と高い生物学的効果を合わせ持つ放射線療法であり、前立腺癌の治療法として、うってつけの特性を有していると言える。

放射線医学総合研究所（以下、放医研）では、平成7年に重粒子線を用いた前立腺癌治療の臨床試験を開始し、安全かつ有効性の高い治療法の確立を目指してきた。結果的に、技術的、治療戦略的に高い完成度をもった治療法を確立することができ、平成15年からは先進医療として実践している。これまでの成果と今後の展望について紹介する。

1. これまでの経過

放医研では、平成7年6月に前立腺癌に対する炭素線の臨床試験を開始した。初期の2つの線量増加試験によって安全かつ高い有効性をもつ治療法が確立され、平成12年4月に開始された第2相臨床試験で有効性、安全性が検証された。

2. 治療方法

前立腺に対する治療戦略として、再発や転移のリスクが高いと予想される患者にはホルモン療法を併用し、リスクの低い患者には重粒子線単独治療を行っている。

重粒子線治療の方法は、リスクによらず共通で、前立腺及び精のうを標的として、均一に重粒子線を照射する。重粒子線治療のメリットの一つは線量集中性の高さにあるので、照射の精度、再現性は非常に重要である。毎回正側のX線透視により位置合わせを行っており、骨構造における照準誤差は2mm以内で

ある。患者さんは仰臥位で厚みのある固定具で治療台に固定される。線量は66もしくは63GyEを20回分割で照射していたが、その後短期化の第一段階として57.6GyE/16回分割への移行に成功した。

3. 結果

治療患者数は年を追うごとに増加を続け、平成20年7月までに837名の前立腺癌患者の治療を行った。

この内、第2相臨床試験以後に治療を受け、6ヶ月以上観察可能な症例は542例である。その平均年齢は68.5歳で病期別ではB期368例、C期174例であった。

a. 副作用

治療の副作用としては遅発性放射線障害が重要であり、特に重篤な直腸障害や膀胱、尿道などの下部尿路障害を出さないことが優れた治療法であるための必要条件である。現在の重粒子線治療では、外科的治療を要するような3度以上の有害事象は全く発生せず、内科的治療（投薬）が必要な2度の反応が直腸で2.3%、膀胱、尿道などの下部尿路で4.8%に生じたのみであった。さらに、これらの2度の反応の多くは時間経過によって改善し、最終観察時点での反応を集計すると直腸は0.9%、下部尿路でも2.7%に減じていた。この結果は極めて良好であると言える。欧米から報告されている各種放射線治療の有害事象の頻度（2度以上）を重粒子線治療の結果と比較したものを表1に示す。X線の強度変調照射法や陽子線治療でも従来のX線治療に比べれば明らかに副作用は減少しているが、重粒子線はさらにこれらをしのぐ低頻度となっており、その安全性は際立っていると言える。

b. 治療効果

前立腺癌の局所療法として副作用のリスクの多寡以上に重要なのは非再発率や生存率で表される治療

表1 各種放射線治療の副作用比較

施設名	放射線治療	線量	症例	2度以上の副作用	
				直腸	下部尿路
MDアンダーソン ¹⁾	3次元原体	78Gy/39f	151	26.0%	13.0%
クリーブランド ²⁾	強度変調	70Gy/28f	770	4.4%	5.2%
ロマリンド ³⁾	陽子線	75CGE/39f	901	3.5%	5.4%
放医研 ⁴⁾	炭素線	63-66GyE/20f 57.6GyE/16f	563	2.3%	4.8%

1) DA Kuban et al. IJROBP 70; 2008

2) PA Kupelian et al. IJROBP 68; 2007

3) RW Schulte et al. Strahlenther Oncol 176; 2000

4) H. Tsuji, et al. IJROBP 63; 2005

効果である。この点においても重粒子線治療ではたいへん良好な結果を達成することができた。前述の542例の5年生化学的非再発率は88.9%で、対象症例の60%以上が高リスクであることを考慮すると極めて高い確率であると言える。前立腺内部からの再発は4例のみであり、照射領域内における腫瘍制御の失敗はほとんどない（5年非再発率97.5%）。

再発が少ないことを反映して、生存率においても非常に良好な成績が得られている。542例の5年原病生存率（前立腺癌によって死亡しない確率）は98.7%に達する。高リスクに限定しても97%を越え、さらに低リスク、中リスク群においては前立腺癌による死亡例は認められていない。

表2は高リスク前立腺癌を対象に欧米で行われた放射線とホルモン療法の併用の臨床試験と重粒子線の治療成績を比較したものである。通常の放射線にホルモン療法を併用した場合に比べ、非再発率でも明らかに良好な成績であるが、特に生存率において際立った差を示している。死亡率という観点で考えれば、従来はホルモン療法を併用しても20～25%の患者が5年以内に死亡していたものが10%未満減じ

表2 他の放射線+ホルモン療法併用治療との比較
(高リスクグループ)

出典 (放射線)	患者数	病期	線量 (Gy)	ホルモン療法	非再発率 (%)	全生存率 (%)
EORTC* (X線)	208	T2-4	70/35f	(-)	43	62
	207			(+)3年	81	79
RTOG** (X線)	468	T1-3	65-70/35f	(-)	20	71
	477			(+)無期限	53	75
放医研 (炭素線)	320	高リスク	66,63GyE/20f 57.6GyE/16f	(+)2年	85	94

*EORTC: Bolla M. et al N Eng J Med; 337: 295-300, 1997

**RTOG: Mack Roach III et al IJROBP; 47(3): 617-627, 2000

ていることになり、患者にとっての大変な朗報であることは間違いない。

4. 将来構想

a. さらなる短期化

副作用、治療効果の両面で非常に優れた成果を得ることが出来ていると自負しているが、こうした良好な結果を得ることが出来たのも、治療法として常に改良、改善を心がけてきたことが最大の要因であると考えている。その意味では、今後もさらなる改善を目指して技術的、治療戦略的に前進を続けなければならない。

その一つとして進めているのが治療期間の短期化である。通常の放射線治療では7～8週間の時間をかけて治療が行われることが多いが、重粒子の場合は短期化することで治療効果をおとしめることなく副作用を減らせる可能性がある。そこで、放医研では最初から比較的短期（5週間）での照射に取り組み、線量増加試験を経て適正な線量を決めることが出来た。

さらに、短期化を目指して5年前から一部の患者に4週間の治療を実施してきた。その結果、副作用は

5週間の治療よりも少なく（表3）、非再発率などでは遜色が無いという予想通りの良好な成績が得られた。そこで昨年からは全例で4週間の治療を実施している。

さらに最近、将来に向けて3週間の治療を確立すべくトライアルを開始した。まだ少数例であるが、副作用の増強は見られていないので今後の成果が楽しみである。

表3 治療回数(期間)別の副作用比較

照射法	期間+回数 症例数	直腸				下部尿路			
		0度	1度	2度	3度	0度	1度	2度	3度
5週20回	466	392	62	12	0	202	237	27	0
(%)		84.1	13.3	2.6	0	43.3	50.9	5.8	0
4週16回	97	85	10	2	0	60	36	1	0
(%)		87.6	10.3	2.1	0	61.9	37.1	1.0	0+

b. 照射技術の改良

照射技術についても改善の余地はある。現在の結果は大変良好なため、差し迫った問題として改良の必要性があるわけではないが、さらなる短期化を進めていく上では、照射精度や照射方法の改良が不可欠な要素となる。前立腺癌の治療では各種放射線治療でも手術でも前立腺全体（必要に応じて精のうを含む）を治療するのが常識となっている。しかし、画像診断が進歩すれば他の臓器の癌治療同様に癌だけを治療する、あるいは全体を治療しつつ特に画像で認識できる癌病巣には強く治療行う、ということが可能になる。

そのための照射法として高精度に位置決めを行い、かつ高精度に領域設定されたシャープな分布で治療を行うための技術が必要である。位置決めに関して

は、現行の技術で前立腺の位置がどの程度再現し、かつ安定しているかを評価する研究を始めており、予想通り高い精度が維持できていることが示されつつある。従って現在の照射法でも前立腺の一部だけを狙った照射は十分に実施可能であるが、よりシャープな線量分布の形成のためには、現在建設中の新治療棟で実施予定のスキヤニング法を用いる必要がある。この方法では細い重粒子線のビームを走査することで高線量の領域を今以上に標的の形状に一致させることが出来る。病巣の位置、範囲に合わせて特定の方向から治療すれば前立腺内部にある尿道をさけて病巣を照射するようなことも可能であると期待している。

5. まとめ

放医研における炭素線治療の経過と将来構想につき紹介した。前立腺癌に対する放射線療法としては、まさに究極の治療法であり、これまでの結果がその事実を力強く支持している。

しかし、現状に満足せず今後も技術的、戦略的改良を心がけることによって、さらに優れた治療法に昇華していくものと信じている。国内外を問わず炭素線治療施設が広く普及して、施設間でより完成度の高い重粒子線治療法を目指して競い合う時代が来ることが切望される。



独立行政法人 放射線医学総合研究所

第13回
公開講座