講演録

暮らしの中の放射線

～放射線の基礎知識と利用～

私たちの生活を支える放射線
正しい知識に基づき有効活用を

宇宙の誕生から存在する放射線は、現在、農業や工業、医療など
多岐にわたる分野で有効に活用されています。
一人ひとりが放射線への理解を深め、適切に管理・利用することの
重要性について、岡田往子氏に講演いただきました。

講師

内閣府原子力委員会委員
東京都市大学理工学部客員教授
岡田（おかだ） 往子（ゆきこ） 氏

会場開催

2024 12.11［水］
金沢東急ホテル5Fボールルーム

主催：ほく・げん・こん 北陸原子力懇談会

悲劇を経て進んだ平和利用

放射線は、1895年にレントゲン博士によって発見されました。その後、ベクレル博士やキュリー夫妻が相次いで重要な研究成果を挙げ、放射線研究は飛躍的に発展していきました。

早期から医学的利用を目指した実験も行われましたが、当時は放射線の危険性が十分に認識されておらず、被験者の皮膚障害などの問題が生じました。こうした経緯を経て、放射線の性質とともに、防護の重要性が徐々に理解されるようになっていきました。

軍事目的での研究も進み、結果として広島と長崎への原爆投下という悲劇が起こりました。東西冷戦期、核戦争の危機の高まりを受け、アメリカのアイゼンハワー大統領が1953年、国連総会で「平和のための原子力」という演説をしたのをきっかけに、国際的な協力のもと、原子力の軍事転用を防止し、平和的に利活用していく機運が高まり、1957年の国際原子力機関(IAEA)の発足へとつながっていきました。

体からも放出される放射線

放射線は宇宙誕生時にはすでに存在し、46億年前に地球が誕生した頃の地表は強い放射線で満ちていました。時が経つにつれて放射線を出す力(放射能)は徐々に落ちてきているものの、現在でも皆さんの自宅の庭の土を分析すると、ごくわずかですが放射線を放出する放射性物質が必ず見つかりますし、私たちの体内にもわずかながら放射性物質があります。

このように人は放射線とともに生涯を過ごしており、「空気中の微粒子を吸い込む」「食べ物を摂取する」「地面や宇宙から降り注ぐ放射線を受ける」といった形で日常的に被ばくしています。

放射線を深く理解するには、元素についての知識が必要です。私たちの身の回りのあらゆる物質は原子から構成され、すべての原子は原子核とその周囲を飛び回る電子から成り立っています。

原子核は陽子と中性子が組み合わさってできており、原子の多くは両者が強く結びつき安定した状態を保っています。しかし、一部の原子ではバランスが崩れ不安定な状態になったものがあり、安定を取り戻すために原子核から余分な陽子や中性子を放出します。このとき放出される粒子や、併せて放出される電磁波を放射線と呼び、放射線を放つ物質を「放射性物質」、放射線を放つ性質を「放射能」と呼んでいます。

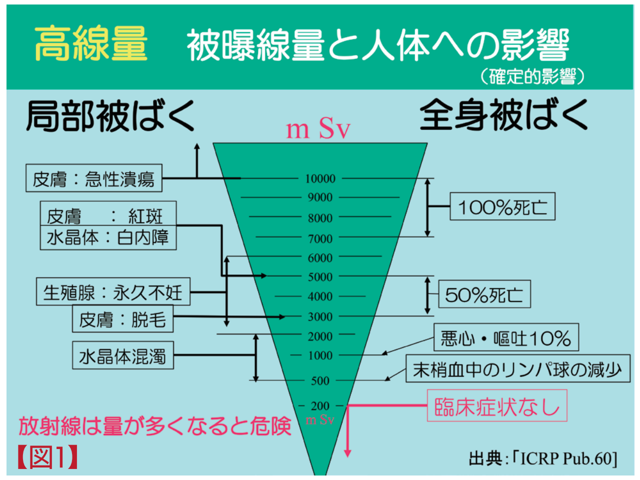
陽子2個と中性子2個がまとまって放出される場合はアルファ線、中性子だけなら中性子線、このほか原子核から電子が飛び出すベータ線、電磁波の一種であるガンマ線、エックス線などがあり、それぞれ程度は異なるものの、物質を通り抜ける透過力を持っています。

自然放射線への心配は無用

人間が放射線を浴びると、皮膚を通り抜けて細胞内のDNAが損傷することがあります。DNAには修復機能が備わっており、多くの場合は正常な状態に戻りますが、一部は修復に失敗し、変異が生じてがんの原因となることがあります。また、浴びる放射線量が多いと修復が追いつかなくなってしまいます。

例えば、身体への放射能の影響を表すSv(シーベルト)という単位で換算すると、短期間に全身で3000mSv以上の放射線を浴びると約半数の人が命を落とし、7000mSv以上ではほぼ全員が死亡します。

ただし、日常生活でこうした高い線量を浴びるケースはまずありません。【図1】



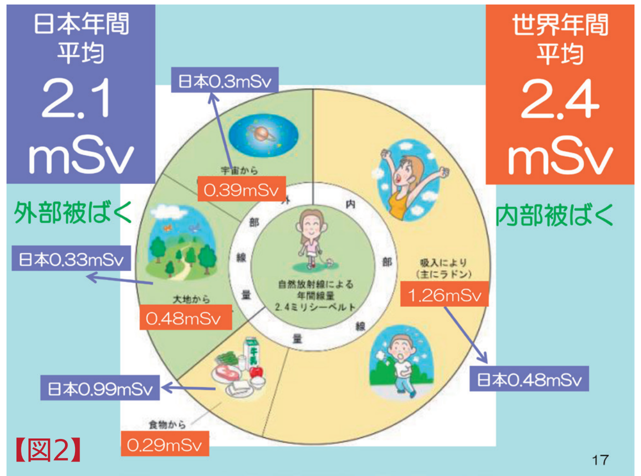
【図1】

ちなみに、私たちは放射線に限らずさまざまな要因によってDNAの損傷を受けています。国立がんセンターによると、運動不足や肥満、喫煙は100～200mSvの放射線被ばくよりもがんになるリスクが高いというデータが示されています。

一方、私たちが日常的に浴びる自然放射線の1年間の総量は、世界全体の平均で約2.4mSv、国内では約2.1mSvと推計されています。【図2】

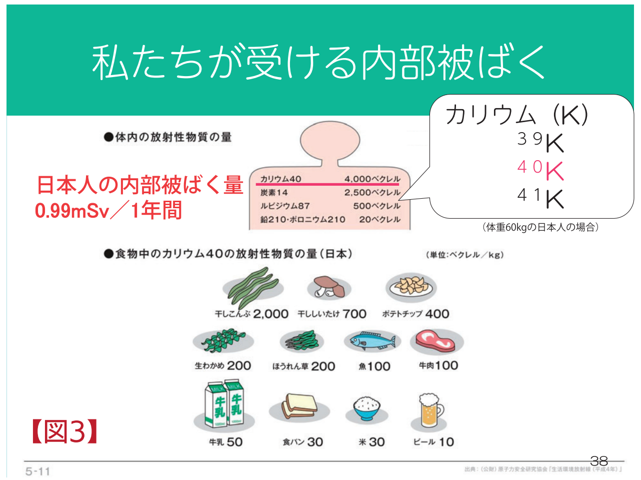
イランやブラジル、インドなど年間100mSvを超える地域もありますが、がん発生率が特別に高いというデータはありません。

日本が世界平均よりもやや低い理由の一つは、住宅の通気性が海外と比べて高いことで、放射性物質のラドンが室内に滞留しにくいからです。半面、海産物を多く摂取する日本人は、食べ物から受ける放射線被ばくの量が海外よりも高い傾向があります。



【図2】

例えば、藻類に多い栄養素のカリウムには、安定した(放射性でない)元素であるカリウム39や41だけでなく、放射性元素であるカリウム40も微量ですが混ざっています。ただし、カリウムにおいては、通常の食生活で人体に害を与えることはありません。【図3】



【図3】

一方、2011年の東京電力福島第一原子力発電所の事故以降、日本では食品中の放射性物質に関する基準が特に厳しく設定されました。例えば、アメリカでは放射性セシウムの規制値は1kgあたり1200Bq(ベクレル)と設定されていますが、日本では一般食品で100Bq、乳幼児食品や牛乳・乳製品では50Bqと定められています。この基準により、国内で流通している食品の安全性が確保されています。

ちなみに、「ベクレル」とは、放射性物質が放射線を出す能力(放射能)の強さを表す単位です。

品種改良、品質向上に活用

さて、このように私たちの身の回りにある放射線は、加速器という装置や原子炉で人工的に作られ、農業や工業、医学で活用されています。

まず、農業での利用では、病気に強い果物や台風に耐えられる稲、美しく長持ちする花といった新品種の開発に役立てられています。これらの品種改良は、育成途中の種子や苗に放射線を当てて突然変異を誘発し、その中から優れた性質を持つものを選び出して繁殖させる方法を用いています。

害虫駆除にも効果を発揮しています。例えば、沖縄の農業に深刻な被害を与えていたウリミバエに対して、放射線で不妊化させた個体を大量に放つことで野生種の繁殖を抑制し、最終的には根絶に成功しました。

海外では、放射線を使った香辛料の殺菌が広く行われています。一方、国内では食品に気体の薬剤を浸透させる燻蒸(くんじょう)という方法が中心です。残留する薬剤の健康への影響が懸念されており、私は海外と同様、放射線殺菌の導入は検討に値すると考えます。

工業分野での利用も盛んです。例えば、ゴムやプラスチックに放射線を照射することで、耐熱性や強度が向上します。この技術は、自動車のタイヤやシート、耐熱カーテンなどの繊維製品、浮き具のビート板などの製造に役立っています。おむつの吸収力を向上させる技術にも応用されています。【図4】

【図4】

もちろん、これらの製品に放射線が残留することはなく、安全性にも問題はありません。

さらに、放射線の透過力を利用して、航空機のエンジン内部を分解せずに点検したり、高速道路の橋内部の劣化状況を確認したりすることができます。歴史的価値のある文化財の内部構造を調査する際にも活用されています。

副作用を抑えてがんを治療

医療分野でも放射線は重要な役割を果たしています。エックス線によるレントゲン検査やCTスキャンで体の内部を画像化し、骨折の状態を確認したり、内臓の異常を発見したりすることができます。

かつて医療器具は煮沸消毒していましたが、現在ではビニールに封入した状態で放射線を照射する滅菌方法が広く用いられています。これにより、滅菌後の汚染リスクが減少し、衛生面が向上しています。

治療では、がん細胞を死滅させるためにエックス線やガンマ線を活用した手術方法が確立しています。がんの放射線治療は複数回にわたって行われるため、副作用を心配される方も多いでしょう。その際、被ばく量がどの程度のリスクを伴うかを理解することが、冷静な判断の助けとなります。

また、最近では、放射性物質を含む薬剤を静脈注射や経口薬として体内に取り入れる治療法の開発が進んでいます。薬剤ががん細胞の周囲に集まり、そこからアルファ線などの放射線を放出し、がん細胞を最短距離で攻撃するのです。治療の確実性が高く、周囲の健康な細胞を損傷する恐れの小さい技術として期待されています。【図5】

【図5】

一方で、医療用の人工放射線を作るための国内の原子炉は減少しており、海外からの輸入に依存している現状があります。海外の原子炉も老朽化が進む中、放射性医薬品を安定的に供給するには、国内での生産体制の整備が急務です。私が所属する原子力委員会でも、この課題の解決に向けて取り組んでいます。

適切な管理で恩恵を得る

先にお話しした通り、私たちは日常的に自然由来の放射線を浴びたり、体内に取り込んだりしています。その量は、住む場所や食生活によって異なりますが、少し多いからといって危険というわけではありません。

もちろん、治療などで必要に迫られるケースを除き、できるだけ放射線を浴びる量を減らした方がよいことは間違いありません。国際放射線防護委員会では、自然放射線以外の追加被ばく線量について、一般公衆においては、1mSv以下に抑えるよう基準を設けています。

一方、放射線を取り扱う職業に従事する人々は、年間追加被ばく線量が50mSvを超えないよう基準が設けられており、放射線防護の3原則（放射線にさらされる時間を短縮する、遮へい物を利用する、距離を取る）を徹底しています。

また、あってはならないことですが、放射性物質が漏えいする事故が発生した場合の対処方法も、知っておくと賢明です。まずは屋内に避難して外の空気を吸い込んだり、放射性物質が体に付着したりするのを防ぐことが肝要です。成長期の子どもにおいては、放射性ヨウ素の体内蓄積を予防するために、安定ヨウ素剤の服用が有効とされています。

放射線は、私たちの暮らしを豊かにする役割を担っています。しかし、その利用には危険性を正しく理解し、適切に管理することが求められます。科学的知識を踏まえて過度に恐れない冷静さを保ちながら、放射線の恩恵を享受できる社会を築いていきましょう。

講師

内閣府原子力委員会委員
東京都市大学理工学部客員教授

岡田（おかだ） 往子（ゆきこ） 氏

1980年、日本大学農獣医学部水産学科卒業。東京工業大学天然物化学専攻研究員、武蔵工業大学（現東京都市大学）原子力研究所技術員を経て、1994年、千葉大学で博士（理学）取得。武蔵工業大学工学部原子力安全工学科准教授、東京都市大学理工学部客員准教授を歴任後、2022年、内閣府原子力委員会委員、2023年、東京都市大学理工学部客員教授。所属学会は日本分析化学会、日本鉄鋼協会、日本原子力学会、日本放射線化学会。Women's Energy Network（WEN）会員。日本原子力学会男女共同参画委員、公益財団法人原子力安全技術センター評議委員。