

放射線
その正体と作用

東北放射線科学センター 理事

東北大学名誉教授

工藤 博司氏



【プロフィール】

昭和16年10月24日青島市(中国)生まれ。東北大学大学院理学研究科化学専攻修士課程修了後、日本原子力研究所研究員となる。平成6年東北大学理学部教授に。日本放射線学会会長などを歴任し、17年東北大学を定年退職。19年同大学名誉教授となる。

これは平成二十四年七月十二日に、当所全部会合同常任委員会で行われた講演会の一部を要約したものです。

福島第一原子力発電所の事故を契機に、放射線に対する社会の関心が非常に高まるとともに、多くの疑問や誤解が生じているのも事実です。これを機に、皆さまには放射能に関する正しい知識を身に付けていただきたいと思えます。

間違いやすい
放射線と放射能の違い

まず、放射線の数値の読み方についてご説明いたします。

よく耳にする「ベクレル」。これはα線を発見したフランスのベクレルの名前からつけられたもので、放射能そのものの量を表す単位です。もう一つは「シーベルト」。これは放射線が人体に当たった時、どのような影響を及ぼすのかをみるための尺度になる単位です。

ベクレルで表される数値は、常にメ

ガ(百万 \times 十の六乗)やギガ(十億 \times 十の九乗)、さらにはテラ(兆 \times 十の十二乗)という大きな数値で表されます。一方、シーベルトは小さな数値で表されます。例えば「ミリシーベルト」のミリは千分の一、「マイクロシーベルト」のマイクロは百万分の一の単位です。さらに小さいのが「ナノ」で、これは十億分の一です。自然界の放射線は毎時数十ナノシーベルトと言われています。このようにベクレルは、いつも大きな数字で表され、シーベルトは小さな数字で表されるのですが、なぜ数値が大きく異なるのでしょうか。実は、これは放射線と放射能の違いを知ることにつながります。

α線、β線、γ線といった放射線は、

放射性の原子(核種)である放射性物質から粒子や光の形で出てきます。この放射線が人間の身体に吸収されて初めて作用が起こるのですが、この吸収されたエネルギーをシーベルトを用いて表します(一シーベルト \equiv ジュール/kg)。

これに対して、放射能というのは放射性物質(核種)の量のこと、ベクレルを用いて表します。放射性核種が一秒間に何個変化(壊変)するかということが元々の定義で、一秒間に原子核が一個壊変することを一ベクレルと言います。セシウムがバリウム137

に変わる(壊変する)時にはβ線を出しますから、一秒間に出るβ線の個数を数えることになるので、億とか兆というような巨大な数値になるわけです。ちなみに、食塩一つまみには、どれくらいのナトリウム原子が含まれているのでしょうか。答えは一兆個の十億倍くらい原子数です。福島第一原子力発電所の事故で、「十六万兆ベクレルの放射性ヨウ素131が放出された」と政府は発表しましたが、この数値から逆算すると、飛散したヨウ素131の総量は三十五グラムになります。

また、放射能に「放射線を出す能力」との説明が加えられることが少なくありませんが、放射能の「能」は能力の「能」ではありません。本来の意味は「率」(壊変率)のことです。ですから放射能は放射性物質(核種)の「量」を表すもので、放射能そのものが漏れ

たり、人体に何らかの影響を与えることはありません。ただ、マスメディアは「放射性物質」のことを「放射能」と言うことが多くあり、混乱を招いているのです。

以上のことをまとめますと、放射能とは放射性物質の「量」のことで実体はなく、放射能そのものが作用を及ぼすことはありません。一方、放射線は目には見えませんが、粒子あるいは光という実体をもって空間を移動するエネルギーです。漏れることもあれば、物質や人体に吸収されると何らかの作用を及ぼします。この違いをぜひ理解してください。

物理学的半減期と
生物学的半減期

次に放射能の半減期についてお話しします。半減期とは、放射能が二分の一に減るまでの時間を指します。半減期は、核種によって異なります。ヨウ素131の半減期は八日、セシウム137の半減期は三十年ですが、これを具体的に説明します。たとえば、こ

ここに一万個のヨウ素131の原子があったとします。これが、放射線を出して五千個に減少するまでに八日間かかります。そしてここからさらに八日間経過すると、五千個の半分の二千五百個になります。また八日間経過とその半分の千二百五十個となり、どんどん半分になっていきます。半減期が短い核種には、十時間というものもありますし、数秒、数分というものもあります。セシウム137の半減期は三十年ですが、セシウム134は二年です。同じセシウムであっても半減期はこんなに違います。

ここで、実際に被ばく量を計算してみたいと思います。暫定基準値は放射能を表すベクレルという単位で示されていますから、この値の線量を表すシーベルトに変換しなければなりません。このときに必要なのが「実効線量係数」です。次の例題ではセシウム137を対象にしますが、その「実効線量係数」として〇・〇〇〇一三を用います。

放射性セシウム137が、基準値の上限である一キログラムあたり百ベクレル含まれる牛肉を、一日に二百グラムずつ一年間食べ続けた場合、どれくらいの累積線量になるか、というものです。まずは一キログラムあたり百ベクレル含まれる牛肉を二百グラム食べますので、百(ベクレル)掛ける千分の二百(キログラム)を計算します。そして先ほどの実効換算係数〇・〇〇〇一三を掛けたあと、一年間毎日

すから三百六十五(日)を掛けると、〇・〇九五ミリシーベルトとなります。すなわち、年に約〇・一ミリシーベルトの内部被ばく線量になります。

先ほどセシウム137の半減期は三十年だと申しましたので、セシウム137が体の中に入ると長期間とどまると思う方が多いのではないでしようか。実はそうではありません。通常、私たちが半減期というと、それは物理学的半減期を指しますが、もう一つ「生物学的半減期」という値があります。セシウム137が身体に入っても、新陳代謝によって尿などと一緒に体外に排出されます。その度合いは年齢によって異なり、大人の場合で二カ月から三カ月程度で半分になります。

体の中にも存在する放射性物質

原子力発電所の事故の有無にかかわらず、私たちの体の中には放射性物質が常に存在しています。それはカリウム40です。カリウムというものを、聞いたことがある方もいらっしゃると思います。農家の方たちは米や野菜をつくるとき、カリ肥料や窒素肥料、リン酸肥料を使います。これらの肥料に含まれるカリウムは、私たちの筋肉を動かしたり、神経細胞による情報伝達になくてはならない栄養素です。

カリウムには、カリウム38とカリウム41があり、これらの核種は放射線を出しませんが、カリウム40は放射線(β

線とγ線)を出します。私たちの体の中や自然界に存在するカリウムのうち、一万個に一個は放射線を出すカリウム40なのです。このカリウム40の半減期は十三億年です。地球が誕生したときから、ずっと地球上に存在しているのがカリウム40で、例外なく誰も持っています。しかも、これは昔から変わらぬことであり、このような放射性物質が体内にあるからといって、それが原因で病気になるわけではありません。これがごく自然な状態なのです。

それでは、どれくらいの放射線量を浴びると体に影響が出るのでしょうか。私たちが一年間に浴びる放射線量は、世界平均で約二・四ミリシーベルトと言われています。この二・四ミリシーベルトは、放射線の身体への影響を考える上で一つの目安になると思います。報道などでは一ミリシーベルトなら浴びてもよいが、一ミリシーベルトを超えたら危険だと言います。しかし、実際にはそんなことはありません。実は、広島・長崎の原爆投下以来、七十年近くさまざまな研究が行われていますが、二百ミリシーベルトまでならば、ほとんどその影響を見いだせないというのが科学的な事実です。

リスク(危険性)とベネフィット(便益)

放射線の人体への影響をもう少し詳しくみてみましょう。被ばく線量が高くなればリスク(危険性)は増大しま

すが、リスクを知った上でうまく利用すれば、大きなベネフィット(便益)が得られます。特に、医療利用の便益は大きく、最近では診断や治療に広く用いられ、私たちの健康維持に欠かせないものになっています。

中でも、がんの治療に放射線を使うという話をよく耳にすると、この治療では、局所的ですが、線量が六万ミリシーベルト(六十シーベルト)に達することがあります。全身被ばくなら死に至る線量ですが、がん細胞に焦点を絞って放射線を照射することによって、がん細胞だけを死滅させ、通常の細胞は助けることができます。今では、このような照射技術が確立され、がんの治療に役立っているのです。そうは申しませんが、医療被ばくのリスク低減に注意を払うことも大切で、その上で恩恵にあずかりたいものです。

放射線と聞くと、皆さんは原子力発電所だけを想像するかもしれませんが、しかし現実には、放射線は医療分野のみならず、工業や農業分野などにおいても広く利用されています。放射線は幅広い分野で社会に役立っていることも忘れないでください。

本日は放射線の正体とその作用について、基礎的なことを中心にお話ししてまいりましたが、少しはわかっていただけたでしょうか。放射線の正体を知って、正しく怖がる。その判断力を身につけていただければ幸いです。

ご静聴、ありがとうございました。