

実験で使う同位体

空気中や食物中に含まれている放射性物質を、私たちは日常生活の中で体の中に取り込んでいます。放射性物質が体内に入ってから体外に出て行くまでの動きを細かく調べておくことは、放射性物質からの影響を評価するために重要なことです。特に放射性物質である炭素14は、自然界にも存在しますし、核燃料再処理工場からも微量の放出があります。その影響を評価するためには、実験を行って、体内に入った量と体外に出た量を測定することになります。放射性物質を人に投与するには非常に厳しい制約があります。そこで化学的性質が放射性物質と同じで体内でも同じような動きをする放射能のない元素を使います。これを安定同位体といいます。

安定同位体は重さが違う

元素（周期表にある水素、ヘリウム、リチウム、ベリリウム、ホウ素、炭素など110種類以上確認）は、原子核を中心に、その周りを電子が回っている構造を持っています。原子核の中の陽子の数によって元素の種類が決まります。原子核の中には陽子のほかに中性子と呼んでいるものがあり、陽子と中性子の数の和で重さが決まります。同じ元素であっても、異なる数の中性子を持つものを同位体といいます。例えば、私たちの体をつくっている主な元素である炭素では、自然界にある炭素の約98.93%は陽子数6個、中性子数6個のもので炭素12です。残る約1.07%のほとんどが陽子数6個で中性子数が7個の炭素13で、極々微かに、陽子数6個、中性子数8個の炭素14も存在しています。炭素12に対して炭素13と炭素14は同位体であり、炭素13が安定同位体です。炭素14は不安定な同位体で、少しずつ壊れて放射線を出すので放射性同位体といいます。

重さの違いを分析に使う

さて、放射性物質が体内に入ってしまったときに、体からどのように出て行くかを知ることには、逆に言うと、どれだけ体内に残っているかを知ることともいえます。これを表すのには生物学的半減期（図1）という物差しを使い、残っている量が最初の半分になる日数で表します。量を知りたいのに時間で表すのはちょっと変ですが、これは、毎日減る量が時間の進むごとに違ってしまっているので、減る速さを量で表すのが難しいためです。例えば、ある放射性元素の体内での生物学的半減期が1日であれば、最初に1Bq[※]が入ってしまったときは1日後に0.5Bqになり、2日後には0.25Bqになり、そのまた1日後には0.125Bqになります。1日に減る量は0.5Bqだったり0.25Bqだったり0.125Bqだったりしていますが、生物学的半減期1日と簡単に表せる便利さが分かると思います。

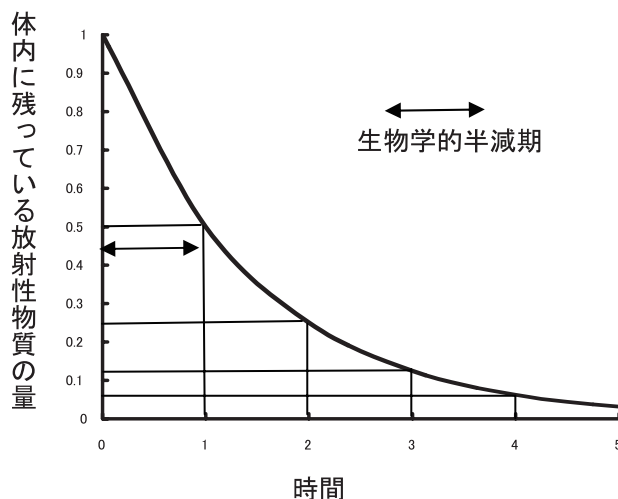


図1 生物学的半減期

体内に残っている放射性物質の量は、時間とともにグラフのように減少していきます。この量が半分に減る時間を、生物学的半減期といい、その放射性物質が体内に残っている時間の目安を与えます。

このような生物学的半減期を知るための実験を安定同位体を使って行うことができます。安定同位体量がどのくらいかを知るには、質量分析器（図2）という機械を使って測定します。重さの違いを利用して、試料の中に含まれる安定同位体を分析することができます。例えば、食物中に含まれる放射性的炭素14が体に入ってからどのように出て行くかを知りたい時には、安定同位体炭

素13を一定量含ませた食物を食べてから、呼気や排泄物を質量分析器で調べる実験をすればよいのです。そうすると、炭素13がどのように出て行くかが分かります。その実験結果から、化学的な性質の同じ炭素14の場合でも、そのように出て行くのだろうと考えることができるわけです。

（増田 毅）



図2 安定同位体を分析するための質量分析器

同じエネルギーで飛ばした時に質量（厳密には質量電荷比）によって飛び方が異なるという原理を利用した機械です。調べたい物質を1分子毎に分けて飛ばし、飛び方の異なるものがどのような割合で観察されるかで、重さの異なる同位体がそれぞれどれだけ含まれているかを明らかにします。

注) Bq は放射能の単位です。