

環境中のトリチウム

地球上に生きる動植物の生命を維持する上でなくてはならないものの一つが水です。私たちの体内の60～70%程は水が占めています。水は水素と酸素の化合物ですが、水素も酸素も、原子の中心にあるとされている原子核に含まれる中性子の数が異なっているものがあります。これを同位体といい、水素の同位体では、原子核が陽子1個のもの、陽子1個と中性子1個のもの、そして陽子1個と中性子2個のものがあります。最後のものが、トリチウム（三重水素）と命名されていて、放射性のものです。トリチウムは、ベータ線という種類の放射線を出してヘリウムという元素に変わっていきませんが、その半分がヘリウムになるのに要する期間（半減期）が12.3年です。

水素の同位体のうち、放射線を出さない安定同位体の割合は全体の99.99%以上です。また天然に存在するトリチウムは極わずかなものです。そのトリチウムは高層大気中で宇宙線と大気中の窒素や酸素との核反応で日々作られていて、その量は年間200g程度と見積もられています。その99%は空気中の水蒸気、雨水、海水中に水として存在し、普通の水と一緒に自然界を循環しています。水としてのトリチウム循環に関してはミニ百科第100号「降水中のトリチウム」で紹介しています。一方人間の活動によって環境中に放出されるトリチウムもあります。過去の大気圏核実験からは大量に放出されました。また原子力発電所や再処理工場からもわずかに放出されます。

環境中の動きと存在形態

原子力施設から環境中に気体廃棄物または液体廃棄物として放出されたトリチウムは、大気や水の流れに従って拡散をします。そして大気や水から土壌へ、土壌から植物へと移行したり、土壌から再度大気中へ戻ったりしますが、その

特徴は移行速度が比較的速いことが挙げられます。また水として植物等の生体に取り込まれると、生体内の有機物組織と結合した有機結合型トリチウムになります。この形態になると水として存在するより、トリチウムの生体内での滞留時間が長くなります。

環境中のトリチウムは、その存在場所や化学形の違いにより、環境中の移行挙動も大いに異なってくるため、いくつかのグループに分けて考える必要があります。環境中に存在するトリチウムの化学形としては、自然水の中に含まれるトリチウム水、大気中の水蒸気に含まれるトリチウム水蒸気、大気中に存在するトリチウムガスや炭化水素状トリチウム、動植物の体内水に含まれるトリチウム水、動植物の体を作っている有機結合型トリチウムが代表的なものです。そしてトリチウムはβ線放出核種であるため、人への影響を考える場合は体内摂取、すなわち内部被ばくが重要です。国際放射線防護委員会(ICRP)が提示しているトリチウムの化学形別の線量係数(Sv/Bq)、すなわち単位摂取放射能当たりの実効線量は、トリチウム水が、トリチウムガスの10000倍となっています。また、有機結合型トリチウムは、人の体内に摂取された場合、臓器等に取り込まれてタンパク質、脂肪、糖などの生体分子の一部になるため、水に比べて体内から出にくい性質があります。その結果、体内での残留時間が長くなるため、線量評価をする際、有機結合型トリチウムの線量係数はトリチウム水の約2.3倍と見積もられています。したがって、トリチウムによる被ばく線量を評価する場合にも、その化学形を考慮する必要があります。

分析の方法

河川水、湖水、雨水、海水等の自然水の中に含まれるトリチウムを測定するには、蒸留し、

不純物を取り除いてから、液体シンチレーションカウンターで計測します。この液体シンチレーションカウンターとは、放射線が作用すると光を出す物質（蛍光物質）を溶かしてある液体（これを液体シンチレーターという）にトリチウムを含む物質を混ぜ合わせて、出てくる光を測定する装置です（図1）。トリチウムガス、トリチウム化メタン、有機結合型トリチウムなど水以外の化学形を持つトリチウムを測定するには、これらを酸素で燃やして、含まれるトリチウムをトリチウム水に変えてから水と同様にして測定します。この時水素原子 10^{18} 個あたりトリチウムが5個程度存在すれば測定することができます。この濃度レベルは原子力施設からの影響を把握するには十分な感度ですが、自然環境におけるトリチウムの移行挙動を知るためには不十分です。さらに低いトリチウム濃度範囲を知りたい場合、トリチウムの分離濃縮操作を行って測定を行う必要があります。また最近ではトリチウムが壊変して生成する ^3He を測定して、トリチウムを定量する分析技術が開発されています。この手法を用いると、水素原子 10^{19} 個当

たりトリチウムが1個程度含まれていれば検出が可能です。この濃度レベルは沿岸域に生息する生物のトリチウム濃度を定量できるレベルであり、自然環境におけるトリチウムの移行挙動を知る上で大いに役に立つ事が期待されています。

（柿内 秀樹）

参考文献

UNSCEAR (2000). Sources and Effects of Ionizing Radiation, United Nations Publications.

Rowland, F. S. (1959). "Ratio of HT/HTO in the Atmosphere." Journal of Chemical Physics 30: 1098-1099.

ICRP (1995). Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 72. Oxford, Pergamon Press. 72.

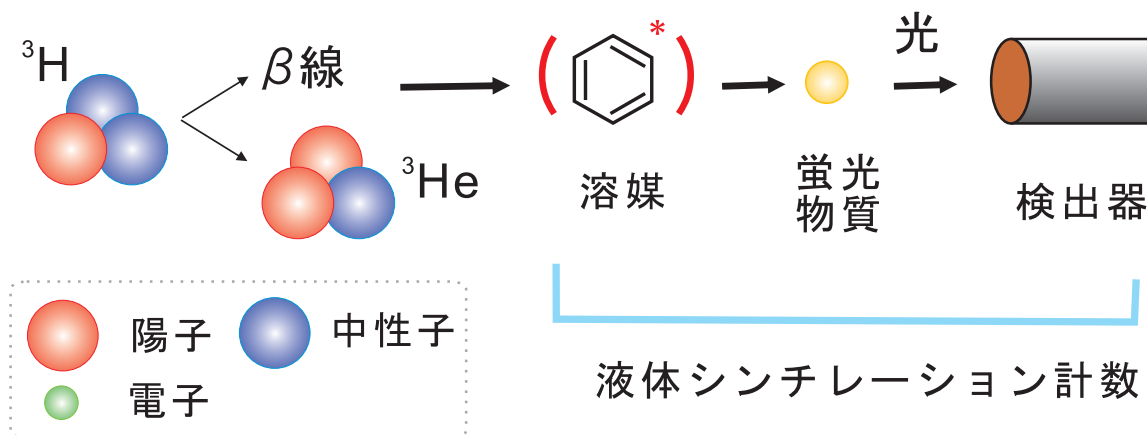


図1 ^3H の測定原理

このミニ百科は、文部科学省の委託を受けて環境科学技術研究所が発行しているものです。

財団法人 環境科学技術研究所 広報・研究情報室

〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁字家ノ前1-7 電話0175-71-1200

平成20年1月16日 発行