

## 【原子力ワンポイント】 広く利用されている放射線

### (114) トリチウムって何？何が問題？(その1)

河北新報は2018年1月12日、「原子力規制委員会の更田（ふけた）豊志委員長が11日に福島県いわき市役所で清水敏男市長と面会し、東京電力福島第一原発で増え続ける放射性物質“トリチウム（ $^3\text{H}$ ）”を含む処理水については、薄めて海洋放出するしか選択肢がないと述べた」との記事を掲載しました。一方、 $^3\text{H}$ の海洋放出には漁業関係者ら地元の反発が強いことも事実です。 $^3\text{H}$ って何？そして何が問題なのでしょうか。今一度、考えてみましょう。

ゆりちゃん：「今一度、 $^3\text{H}$ について考えてみましょう」というけれど、どんなことを考えているの？

タクさん：いつものように、最初にゆりちゃんの質問を聞いて、これに答えるつもりでいたのだけれど、今回は福島第一原子力発電所の廃水にも含まれる $^3\text{H}$ について、多面的に理解してもらおうと思います。最初に、① $^3\text{H}$ の性状および、② $^3\text{H}$ の健康影響に関する最近の国際的知見についてまとめ、その後、③原子力施設の通常運転時に発生した $^3\text{H}$ はどのような考え方に基づいて海洋放出されているのか？また、④仮に福島第一原子力発電所で $^3\text{H}$ が海洋放出された場合の被ばく影響はどの程度なのか？などを探ってみようと思います。

タクさん：始めに、 $^3\text{H}$ の物理的・化学的性状について探ってみましょう。図1の上段を見てください。 $^3\text{H}$ は水素原子と同じ元素“原子番号が同じ”ですが、質量数が異なり“三重水素”と呼ばれ、原子核は2つの中性子と1の陽子で構成されています。そして、約12年の半減期で最後には放射線を出さない安定した“ヘリウム（ $^3\text{He}$ ）”に壊変します。 $^3\text{H}$ から放出される $\beta$ 線のエネルギーはとても低い（最大で18.6 keV）ので、ヒトの表皮の部分で止まってしまうため、外部被ばくの影響についてはほとんど心配する必要がありません。そのため、専門家が重視するのは主に“内部被ばく”です。図1の下段を見てください。自然環境中に存在する $^3\text{H}$ の種類（化学形態）は主に、①トリチウムガス（HT）、②トリチウム水（HTO）、③有機結合型トリチウム（OBT）に分けられます。①のHTは水素ガスと同じ化学的性質を持ち、目に見えない無臭の気体です。②のHTOは水と同じ性質を持ち、無色無臭です。③のOBTは植物または動物がHTOを取り込んだあと、 $^3\text{H}$ の一部が炭水化物あるいはタンパク質と結合したものの総称です。HTやHTOに比べて長く体内にとどまることが特徴です。このため、OBTを問題視する専門家もいます。この内容については次回のコラムで詳しく説明します。

タクさん：それでは次に、自然界に広く分布する $^3\text{H}$ の生成量と存在量について探ってみましょう。図2を見て下さい。自然界では大気中の窒素および酸素が宇宙線（特に中性子）と反応し、年間約 $7.2 \times 10^{16}$ ベクレル（Bq）の $^3\text{H}$ が生成しています。これにより、地球上には約 $1.275 \times 10^{18}$  Bqの $^3\text{H}$ が常に存在しています。加えて、核実験によって放出された $^3\text{H}$ が存在します。1960年代前半までに放出された総量は約 $2.4 \times 10^{20}$  Bqと推測されていて、その後の壊変（減衰）により、1990年時点で約 $5.2 \times 10^{19}$  Bqまで減少したと推定されています。

タクさん：それでは次に、世界各国における大気中の $^3\text{H}$ 濃度の経年変化（1940～1995年）を探ってみましょう。図3を見て下さい。1950年代の初頭、 $^3\text{H}$ 濃度は $3 \times 10^{-10}$  Bq/cm<sup>3</sup>以下でした。しかし、1950年代後半から1960年代前半にかけて行われた核実験により急激に濃度が上昇し、1970年代初めには約3桁（ $1 \times 10^{-7}$  Bq/cm<sup>3</sup>）も高い濃度となりました。その後、核実験の停止により、1990年代で約1桁濃度が下がりましたが、核実験の影響は現在も残っています。

タクさん：今回のコラムの終わりとして、宇宙線や核実験などで生成された<sup>3</sup>Hが自然環境を循環していく様子（環境動態）を探ってみましょう。自然環境においては<sup>3</sup>Hの99%以上が水蒸気トリチウム（HTO）の化学形態で存在します。図4を見て下さい。多くは雨（雪）として地表へ落下し、自然の水循環経路にとり込まれます。すなわち、土壌などから植物へ移行し、また食物連鎖により動物へと移行します。私たちはこの経路にそって外部被ばくおよび内部被ばくを受けます。次回は、<sup>3</sup>Hの被ばく形態と健康影響について詳しく説明しましょう。（原産協会・人材育成部）

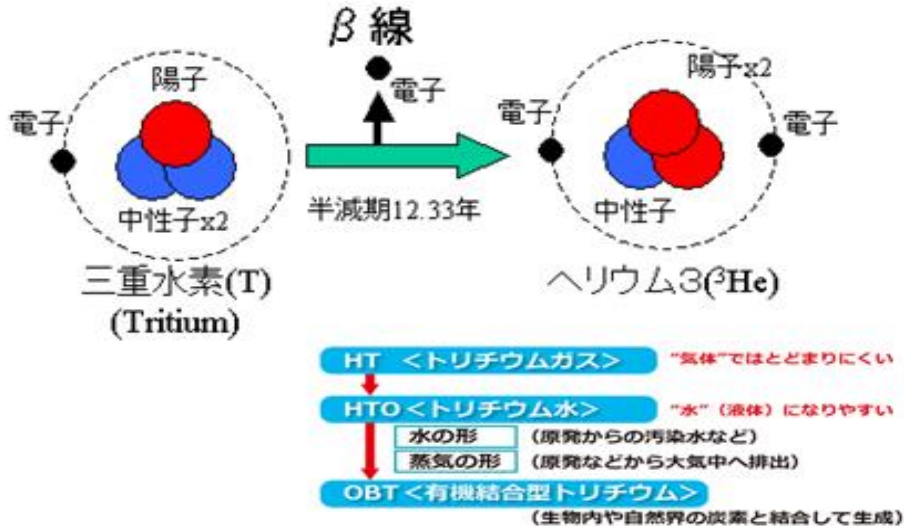
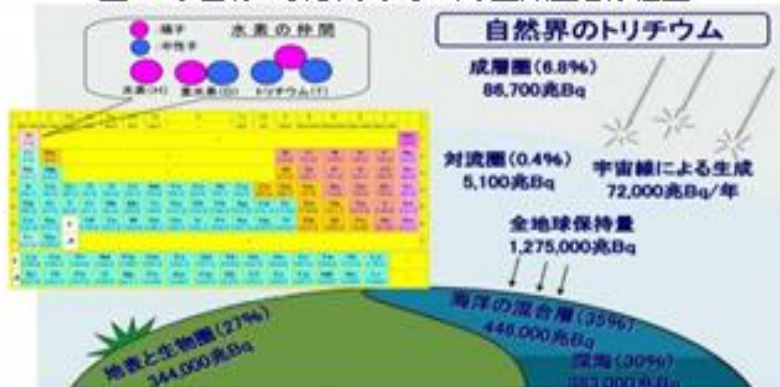


図1. トリチウム(<sup>3</sup>H)の物理的性質

(参考: [http://swebry.info/sp/cha-mame\\_atwebry.info/200602/article\\_6.html](http://swebry.info/sp/cha-mame_atwebry.info/200602/article_6.html))

図2. 宇宙線によるトリチウム生成量と存在量



(参考: UNSCEAR2000年報告, 1997年報告)

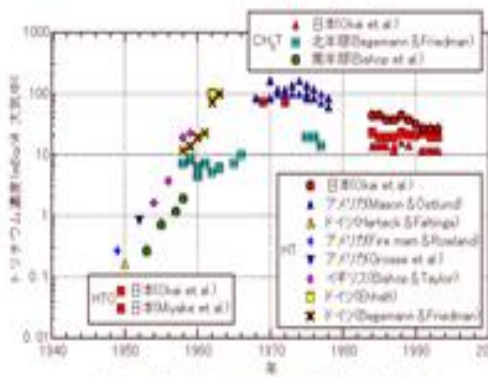


図3. 大気中のトリチウム濃度の経年変化

(参考: 百島剛幸ほか, 日本原子力学会誌, 39(11), 1997)

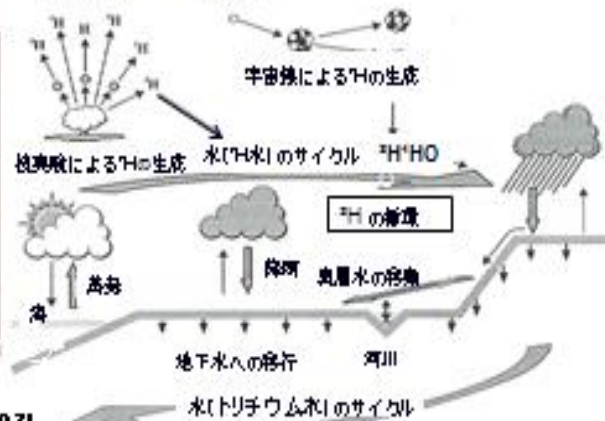


図4. 自然界でのトリチウムの生成と循環

(参考: <https://www.nrc.gov/docs/ML1029/ML102990100.pdf>)