

【原子力ワンポイント】 広く利用されている放射線

(115) トリチウムって何？何が問題？(その2)

前回の本コラムでは、①トリチウム (^3H) の物理的・化学的性状、②自然界に分布する ^3H の生成量と存在量、③世界各国における大気中の ^3H 濃度の経年変化および④宇宙線や核実験などで生成された ^3H が自然環境を循環していく様子（環境動態）を紹介しました。今回は、 ^3H の被ばく形態（種類）と健康影響について探ってみましょう。

ゆりちゃん：それでは最初、「 ^3H (T と書く場合もある)」の被ばく形態について教えてください。

タクさん：図 1 を見て下さい。被ばくの形態には“外部被ばく”と“内部被ばく”があります。でも ^3H の場合、放出される β 線（電子）のエネルギー（速度）がとても低いので（最大で 18.6 keV）、衣服および皮膚で止まり、外部被ばくの影響は無視できます。問題となるのは内部被ばくです。 ^3H による健康への影響を伝える報道記事に多く見られる主張は、「体内に取り込まれたトリチウム水 (HTO) や有機結合型トリチウム (OBT) によって臓器が被ばくするだけでなく、遺伝子 (DNA) にも障害を与える。胎児も被ばくする。加えて、短期間被ばくに比べ長期間、体内に残留する OBT による被ばくが無視できない」というシナリオに基づいています。

ゆりちゃん： ^3H の内部被ばくって、怖いですね。

タクさん：上記のシナリオを耳にしたら、誰でもゆりちゃんと同じように不安を感じるでしょうね。でも、私が言いたいことは、「何故、誰も、放射線影響が見られる ^3H の量には触れないのか」ということです。

ゆりちゃん：タクさんの言う意味がよくわかりません。どういうことですか？

タクさん：放射線から人や環境を守る仕組みを勧告する国際的な学術組織「国際放射線防護委員会 (ICRP)」は、体内に摂取した放射性物質の濃度（ベクレル「Bq」）から、生涯にわたって受ける被ばく線量（内部被ばくの場合には「預託実効線量」と呼ぶ）に換算する係数（「実効線量係数」と呼ぶ）を与えています。実効線量係数が大きいほど、ヒトに及ぼす放射線影響は大きくなります。表 1 を見て下さい。 ^3H を経口摂取する場合、OBT の実効線量係数は約 2.3 倍（ $=4.2 \times 10^{-11} / 1.8 \times 10^{-11}$ ）大きくなっており、確かに OBT の放射線影響は HTO より大きいことに間違いはありません。しかし、他の放射性物質と比べたらどうなるのでしょうか？ 試しに、放射性セシウム (^{137}Cs) および放射性カリウム (^{40}K) を経口摂取した場合と比べてみましょう。驚くことに、OBT の実効線量係数は、 ^{137}Cs の約 1/310、また、 ^{40}K の約 1/150 と極めて小さな値となっています。これは何を意味するのでしょうか？ それは、「経口摂取した濃度 (Bq) が同じなら、 ^3H の放射線影響は、同量の ^{137}Cs および ^{40}K より小さい」という、とても大事なことを示唆しているのです。このように、体内摂取した ^3H の放射線影響を考える時には、「どれだけの量の ^3H をとり込んだのかをまず確認し、その上で放射線影響の大きさを判断する習慣」を育むことが大事です。ゆりちゃん、わかってくれましたか。

ゆりちゃん：それでは、「放射線影響が見られる ^3H の量」って、いったいどのくらいなのですか？

タクさん：カナダでは、「水素が 2 つ融合した重水素 “ ^2H ” を多く含む「重水」を使って中性子を減速し、この中性子を天然ウラン (^{238}U) に直接当ててエネルギーを取り出すユニークな原子力発電システム (CANDU 炉) を開発しました。カナダにおける発電用原子炉は全てこの CANDU 炉です。このシステムには天然ウランを濃縮する必要がないという利点がある反面、 ^2H が中性子を吸収して、 ^3H を大量に発生する欠点があります。そのため、カナダ原子力安全委員会 (CNSC) は、「 ^3H の放射線影響調査プロジェクト

ト」を立ち上げ、動物実験およびヒトの調査の結果を詳しく分析し、2010年、総合報告書「INFO-0799」を作成しました。動物実験結果については確定的影響（しきい値がある放射線影響）として、①致死性、②胎児の催奇性、③生殖器に及ぼす影響など、また、確率的影響（しきい値のない影響）として、①発がん性、②遺伝的影響など、さらに「OBTの健康影響」について詳細な分析がなされました。同報告書には、「ある条件化では ^3H による確定的影響として、胎児の成長への影響（催奇性）、確率的影響として遺伝的影響および発がん誘発の事例が見つかった。しかし、いずれも高線量の放射線を当てる実験であり、放射線影響を誘発するために必要な ^3H の量は、体重60kg当たり 10^{15} （ペタ）ベクレルのオーダーであり、およそ500ミリシーベルト（mSv）を超えないと、がんの誘発を招く事例は見つからなかった」と記述されています。今回はヒトの疫学調査の結果について紹介します。

（原産協会・人材育成部）

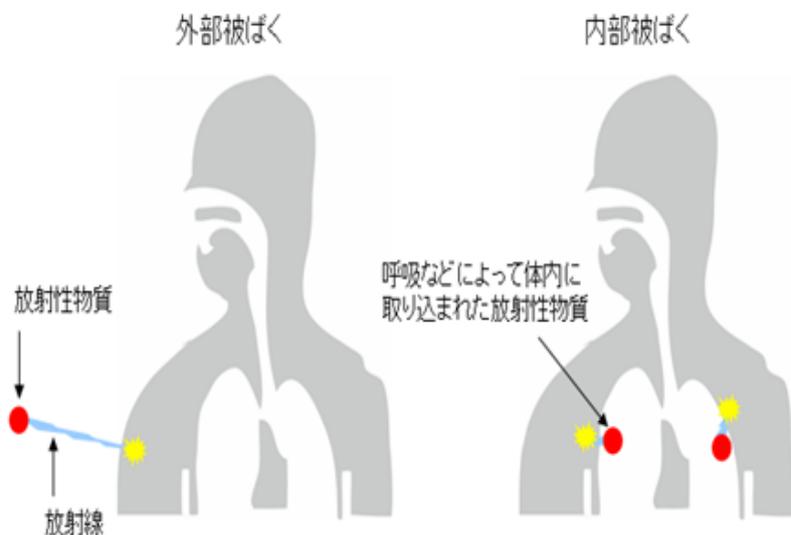


図1. 被ばくの種類
（引用：自然放射性物質データベース「放射線医学総合研究所」）

表1. 経口摂取による成人の実効線量係数

核種		実効線量係数 (Sv/Bq)
^3H	HTO	1.8×10^{-11}
	OBT	4.2×10^{-11}
^{131}I		2.2×10^{-8}
^{137}Cs		1.3×10^{-8}
^{40}K		6.2×10^{-9}

（参考：ICRP Publication 72）