

3. トリチウム影響研究

3.1 トリチウム研究センターの目指すもの

ALPS 処理水の海洋放出が決定されてトリチウムへの社会的関心が高まる中、環境科学技術研究所では、六ヶ所村に建設された大型再処理施設の本格稼働にともなって排出されるトリチウムへの地域住民等の様々な不安や懸念に丁寧に応え得る体制をとることが必要と考え、令和4年4月にトリチウム研究センターを新たに設置した。

当研究所では、これまでも環境影響研究部やその前身となる環境動態研究部、環境シミュレーション研究部等においてトリチウムの環境中での移行や農畜水産物への移行及びヒトが摂取した後の代謝等に関する様々な調査を行ってきた。しかし、トリチウムからの内部被ばくによる生体影響に関しては調査を行っていなかった。一方、低線量率γ線照射施設を有する生物影響研究部では外部被ばくの生物影響に関して国際的にも高く評価される研究の実績がある。そこでトリチウム研究センターでは、外部被ばく影響研究の成果を活用しつつ、新たにトリチウムからの内部被ばくによ

る影響をマウスで調べる調査を開始した。これにより、大型再処理施設からのトリチウムの放出後の大気や海洋における拡散の研究から、環境中での移行、農畜水産物への移行、食品を通じヒトへの移行、ヒトが受ける線量の評価、そして受けた線量と生物影響の関係の研究までの全体が環境科学技術研究所の調査で概ね網羅されることとなる(図1)。

トリチウム研究センターでは、それらの調査の成果取り纏め、また、所内だけではなく内外のトリチウム研究情報を収集整理することにより、トリチウムに対する地域住民等の様々な不安や懸念に科学的データで応えることができる体制を整える。集約した情報は、整理した分かり易い形で地域住民に伝え、また行政や学术界等にも提供することで社会に還元していくことを目指す。トリチウム研究センターの設立準備段階において、原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)2016年報告書科学的附属書C内部被ばく核種の生物学的影響—トリチウム—の邦訳(島田2021)を行っていたのは、その第一歩としての活動である。

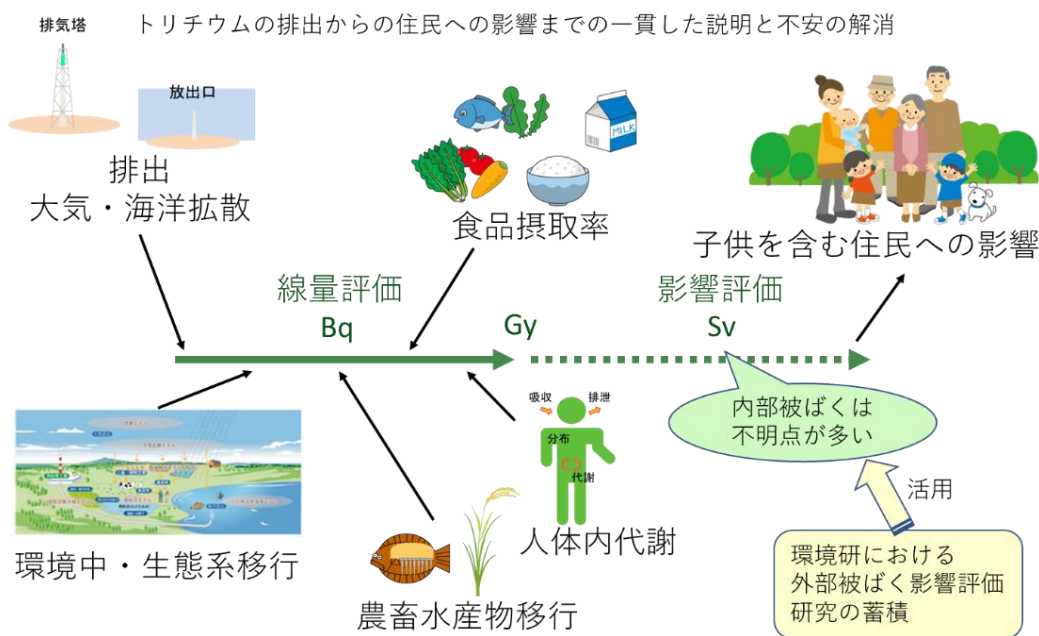


図1 大型再処理施設によるトリチウムの放出からヒトへの影響までの流れ

3.2 設立準備期までの活動

トリチウムは環境中やヒト体内で主にトリチウム水

(HTO)あるいは有機結合型トリチウム(OBT)の形態で存在するが、そのうちでHTOについては動態及び影響

について多くのことが分かっているのに対し、OBT については不明点が多くさらなる研究が必要であることは UNSCEAR も指摘しているところである。特に OBT の体内動態については不明点が多く、国際放射線防護委員会(ICRP)が線量係数を求める際に用いている OBT 摂取後の体内代謝モデル (図2) のパラメータについてもヒトでの代謝データの裏付けが十分ではなかった。

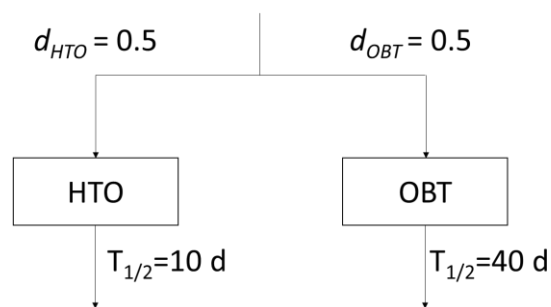


図2 公衆が有機結合型トリチウム(OBT)を経口摂取した際のトリチウム体内動態モデル
国際放射線防護委員会(ICRP)によるモデル. HTO, トリチウム水. OBT, 有機結合型トリチウム. d , 分配率. $T_{1/2}$, 半減期.

そこで平成22年度からの排出トリチウム生物体移行総合実験調査等において、トリチウムに代えて重水素を標識に用いた様々な化合物等を被験者に投与して呼気や尿等の排泄物中重水素濃度を測定すること等でヒトでのトリチウム代謝を推定するためのデータを得た (Masuda *et al.* 2016, 2020, Masuda and Yoshioka 2021)。それらを用いて、日本人及び米国人の栄養摂取状況に応じた平均的な食事中トリチウムの HTO 及び OBT コンパートメントへの分配率 d_{HTO} 及び d_{OBT} を求め、ICRP モデルのパラメータに置き換えて公衆の線量係数を推定したところ、いずれの国の場合も現行の線量係数よりもやや小さい値となった (図3) (Masuda and Yoshioka 2021)。これは現行の線量係数は適度に安全寄りであることをヒトでのデータによって示す成果である。

3.3 今後のトリチウム影響研究に向けて

図2に示すように ICRP モデルでは OBT も体内均一分布を仮定している。しかし、OBT は様々な化学形を取るため、各化学形で臓器組織間分布が異なり得る。ま

た、トリチウムからのβ線は極めてエネルギーが小さく、その平均飛程 (0.56 μm) が細胞のスケール (10-100 μm) に対して短いため、細胞内での局在も線量評価に影響し得る。先行調査の次の課題として、これらを考慮したトリチウム生体影響研究が挙げられた。

トリチウム研究センターの設立とともに、環境科学技術研究所では、トリチウムをマウスに投与する内部被ばく実験が可能な施設を整備している。令和4年度からのトリチウム生体影響調査では、ヒトに投与することが難しいトリチウムをマウスに投与し、ヒトでは測定することが難しい体内分布を解剖測定する。このような施設を活用した調査によって OBT からの生体影響をより明らかにしていく。

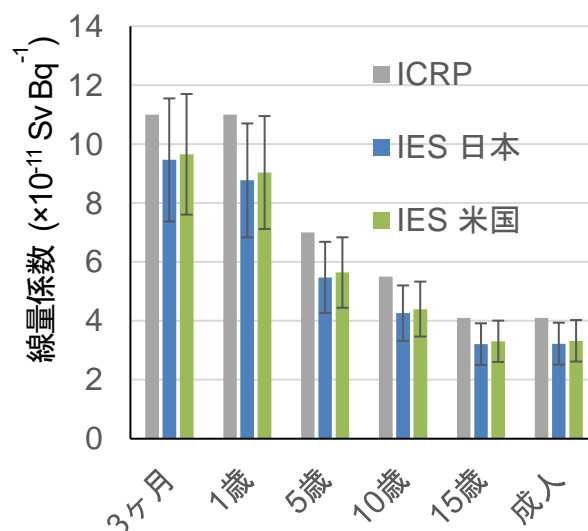


図3 公衆の有機結合型トリチウム(OBT)経口摂取に対する年齢別線量係数

ICRP, 国際放射線防護委員会(ICRP)の示す線量係数. IES 日本, 日本人の食生活に応じ各標識物質投与実験データを加重平均して求めた線量係数. IES 米国, 同様に米国の食生活に応じて求めた線量係数.

引用文献

- Masuda *et al.* (2016) *J. Radiol. Prot.*, 36(3), 532-546.
 Masuda *et al.* (2020) *Sci. Rep.*, 10, 8156.
 Masuda and Yoshioka (2021) *Sci. Rep.*, 11, 2816.
 環境科学技術研究所監修. (2022)

https://www.ies.or.jp/publicity_j/data/unscear_2016annex_v2.pdf