

【原子力ワンポイント】 広く利用されている放射線 (123) トリチウムって何？何が問題？(その10)

今回は、前回の本コラムで予告しましたように、トリチウム水タスクフォースの活動について紹介します。

ゆりちゃん：はじめに、トリチウム水タスクフォース（以下、「タスクフォース」という）が設置された経緯を教えてください。

タクさん：内閣総理大臣を本部長とする原子力災害対策本部は2013年12月20日、大量貯蔵に伴うリスクが残存する「多核種除去設備（ALPS）等で処理した水（以下、「 ^3H 水」という）の取扱い」について、早急に対策を検討する方針を定めました。これを受けて12月25日、汚染水処理対策委員会ⁱⁱの下に「タスクフォース」が設置されました。タスクフォースは、 ^3H 水の長期的取扱いを決定するための基礎資料として、分離、貯蔵、放出等の様々な選択肢を抽出し、さらに、それらの技術的成立性、取扱いに要する期間、費用等について多面的に評価を行いました。そして2016年6月に報告書を作成しました。

ゆりちゃん：タスクフォースが取りまとめた報告書って、どんなものですか？

タクさん：簡単に言うと、二つの内容に分けられます。その一つ目は「基礎情報の整理」です。すなわち、「(1) ^3H の物性、(2) ^3H の環境動態および人体影響、(3) 福島第一原発における ^3H 水の存在状態、(4) ^3H に係る規制基準、(5) 国内外における事例」がとりまとめられています。二つ目は「 ^3H 水の長期的取扱いを決定するための基礎資料」です。

ゆりちゃん：もう少し具体的に教えてください。

タクさん：今回は、まず一つ目の「基礎情報の整理」について説明しましょう。実は、同報告書に目を通してみると、(1)、(3)、(4)、(5)の多くは、既に本コラム（その1～その9）で述べていることがわかりました。ここでは、(2)の「 ^3H の環境動態および人体影響」に的を絞って紹介します。最初は「 ^3H の環境動態」です。報告書には、「海洋中に放出された ^3H は、放出方法や放出位置にもよるが、放出地点から離れるに従い濃度は低減する。海流による移流拡散ⁱⁱⁱにより、約10km下流では約1桁低減、約50km下流では約2桁低減、約100km下流では約3桁低減との試算がある」との記述があります。東京駅で東海道線に乗車すると、品川駅まで約7km、藤沢駅まで約50km、熱海まで約100km。どうです、少しは距離感がつかめましたか。

ゆりちゃん： ^3H が海洋で薄まる事は前から知っていたけれど、10km離れるだけで1桁も濃度が下がるなんて、驚きですね。

タクさん：そうですね。さて、 ^3H の環境動態には次のような記述もあります。すなわち「 ^3H は宇宙線等により年間 7×10^{16} Bq程度生成されるため自然界にも存在し、天然水中には1 Bq/L程度、人体中（体重65 kgの人）には100 Bq/人程度存在する。過去には大気中核実験に由来する環境中 ^3H は約 $1.8 \sim 2.4 \times 10^{20}$ Bq程度存在した。2010年時点における環境中の存在量としては、 $1.0 \sim 1.3 \times 10^{18}$ Bq程度である。」

ⁱ 東京電力株式会社福島原子力発電所の事故について、原子力緊急事態に係る緊急事態応急対策を推進するため、原子力災害対策特別措置法（平成11年法律第156号）に基づき設置された。

ⁱⁱ 経済産業省は2013年4月、汚染水処理問題を根本的に解決する方策や今般の汚染水漏えい事故への対処等を検討するため、同委員会を設置した。

ⁱⁱⁱ 水にインクを落とすとインクは同心円状にジワーっと広がっていく。これが拡散。一方、インクを落としたのが流れのある場所であった場合、インクは下流へ流れていく。これが移流。移流拡散とはこの2つの現象が同時に起こることをいう。

図1を見て下さい。発生要因別に整理した自然環境中の³H存在量を示したものです。

ゆりちゃん：あれ？ 図1の「福島原発（海洋放出推定値） $(1-5) \times 10^{14}$ 」って、前回のコラムでも出てこなかったかしら？

タクさん：よく気が付きましたね。この推定値は、Povinec 教授らが 2011 年 6 月、米国の学術誌「Biogeosciences」2013 年第 10 号に発表したものです。同時に教授は、「海洋中の³H濃度は、事故前の（約 0.07 Bq/L）から約 0.08 Bq/L 上昇し、約 0.15 Bq/L となっていた」と書いています。「タスクフォース」は教授の報告を基に、「魚が全量を有機結合型³H（OBT）としてとり込み、その魚を人が 1 年間に 60 kg 摂取する」と仮定して、「³H の人体影響（被ばく線量）」を評価しました。図2を見て下さい。海洋中の³Hによる被ばく線量は、約 2×10^{-7} mSv/年、日本人が自然放射線から受ける被ばく線量（約 2.1 mSv/年）よりかなり低いレベルであったと言えますね。さて今回は二つ目の、「³H 水の長期的取扱いを決定するための基礎資料」を探ってみましょう。（原産協会・人材育成部）

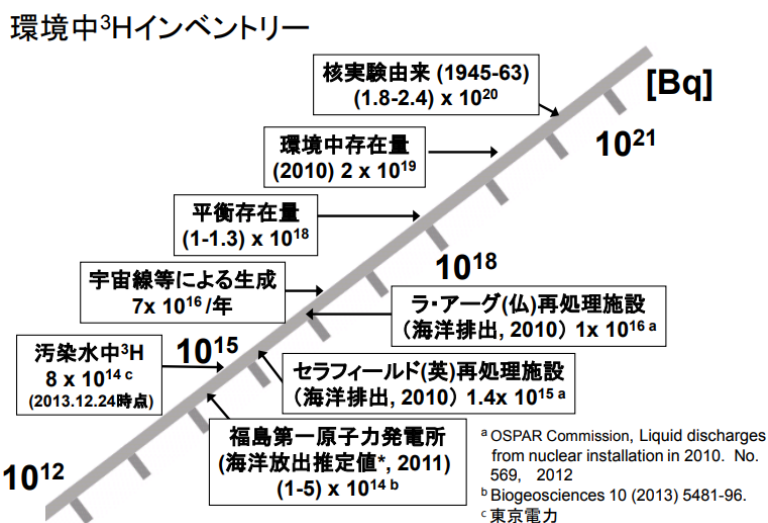


図1. 発生要因別に整理した自然環境中のトリチウム（³H）存在量
福島沖海水中³H濃度（2011年6月）

福島沖表層海水(200-300 mまで)中³H濃度^a
バックグラウンド 0.07 Bq L⁻¹
事故後 0.15 Bq L⁻¹

水圏環境において、生物中FWT濃度 [FWT]と水中³H濃度[HTO]は速やかに平衡に達する。

$$[FWT] \approx [HTO]$$

水から生物へ³Hの生体濃縮は起こらないので、水棲生物中OBT濃度 [OBT]と[HTO]の比は1を超えない。^b

$$\frac{[OBT]}{[HTO]} \leq 1$$

事故後上昇した海水中³H濃度から線量の推定

(仮定) ・魚を年間60kg摂取^c

$$\cdot [OBT] = [HTO]$$

・魚中³HがすべてOBTとして存在

$$60 \text{ (kg/y)} \times 0.08 \text{ (Bq/kg)} \times 4.2 \times 10^{-11} \text{ (Sv/Bq)} = 2 \times 10^{-10} \text{ (Sv/y)}$$

^a Povinec, P. P. et al. Cesium, iodine and tritium in NW Pacific waters - a comparison of the Fukushima impact with global fallout, Biogeosciences 10 (2013) 5481-96.

^b Jean-Baptiste, P., et al. Environmental OBT/TFWT ratios revisited, Fusion Science and Technology, 60, (2011) 1248-1251.

^c http://www.jfa.maff.go.jp/kikaku/wpaper/h22_h/trend/1/t1_2_1_1.html

図2. 福島事故直後に海洋中に放出されたトリチウム（³H）による被ばく線量の推定値（2011年6月）

「引用：トリチウム水タスクフォース報告書（平成 28 年 6 月）参考資料 3」
(http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/tritium_tusk/pdf/160603_02.pdf)