

環境生態系のトリチウム移行 Behavior of Tritium in Ecosystem

宮本霧子 城谷勇陸
Kiriko Miyamoto Yuhei Shirovani

(公財) 海洋生物環境研究所
Marine Ecology Research Institute

はじめに

トリチウムが発する β 線エネルギーは最大18.6keVと小さく、半減期は12.3年と短めであり、放射線被ばくは、内部被ばく影響のみを考慮すればよく、線量係数(1 Bqの放射性核種を体内に摂取した時の実効線量(Sv)で核種別の定数)は小さくCs-137等の1000分の1程度である。しかし水素の同位体であることにより、人の健康を防護するためには特別な配慮が必要な核種でもある。即ち水・水蒸気や有機化合物中の水素として地球環境中を移動・拡散し、環境生態系の動植物に取り込まれ、生理・生化学的反應過程に入れば、様々な場面でヒトとの接触が起こる。環境移行モデルによる予測に基づき、適切な環境モニタリング計画の実施と放出源の管理が必要である。

環境観測データの役割

宇宙線で起こる大気成分の核反応によって、太古より今も天然トリチウムが自然生成している。また1950年代から開始された核実験によって核分裂起源のフォールアウトトリチウムが追加され、部分的核実験停止条約が結ばれた1963年がピークとなるまで、天然トリチウムの100倍のレベルに増加した。また世界の軍事・平和利用の原子力産業施設からは日常的に管理放出が行われているので、その放出データや環境観測データを網羅し、海洋を含む環境生態系の循環挙動を把握することは、今後のトリチウム利用事業計画にとって重要な基礎知識になると思われる。

環境生態系におけるトリチウムの化学反応

トリチウムは環境中で存在が考えられる限りの、あらゆる広義の水素化合物になり得ると言ってもよい。金属界面上に水素結合したトリチウムが作業環境では脅威であるが、自然の環境生態系では水や有機化合物が主要な存在となる。環境から水として摂取された後、植物の光合成や動物の異化作用など複雑な生体反応の中で水素としての役割を果たし、種々の有機化合物生化学反応に関与する。しかし質量数が3

で、プロトン水素に対する同位体効果が大きく、化学反応速度が遅くなることにより「同位体分別」の現象が観測される。即ち化学反応が平衡状態に達したとき、生成化合物での原子数比はプロトン水素よりも少なくなり、濃縮現象は見られない。

しかし自然の環境生態系はコントロールされた平衡状態ではないために、条件が逐次変化する環境下で観測される事象は単純ではない。それ故、環境中トリチウム濃度が高かった時期に生成された有機化合物は、生物濃縮が起きたように見える観測結果が報告されるときがあり誤解を受ける。またバイオメディカル産業分野で利用されたトリチウム化有機化合物が環境中に放出・摂取された場合も、同様な観測結果となる場合がある。放出源の識別と共に、環境条件の変化に応じられる動的なデータ解析と移行予測モデルの利用が必要である。

環境モニタリングの現場

トリチウムは生体内においては、水であるか、あるいは炭素、酸素、水素、窒素、硫黄などの原子に結びついた有機化合物である。前者を自由水形トリチウム(TFWT)、後者を有機結合型トリチウム(OBT)と分け、線量係数には約2倍の差が当てられているため別々にモニタリングする必要がある。後者の生体内代謝・排泄速度が前者より遅い観測結果に基づく差である。更に同じOBTであっても酸素、水素、窒素、硫黄などにトリチウムが結合したOBTは結合が不安定で、TFWTの水素と同位体交換を行うため、これを交換型OBTとし、炭素原子にトリチウムが直接結合したOBTは、TFWTと同位体交換を起こさないため、非交換型OBTとして区別する。後者のみが被ばく線量を評価するときにはOBTとして測定されなければならない。またTFWT自体も大気中水蒸気の水素と同位体交換を起こし得る水分子である。このように環境モニタリングの現場では、試料と大気中水蒸気との接触や、微生物による有機物分解などの様々な妨害条件と日々戦いながら、安全評価を行っている。