

トリチウム生体影響の概要 An Overview of Biological Effects of Tritium

立花章¹⁾, 馬田敏幸²⁾, 笹谷めぐみ³⁾, 鈴木正敏⁴⁾, 田内広¹⁾
TACHIBANA Akira¹⁾, UMATA Toshiyuki²⁾, SASATANI Megumi³⁾, SUZUKI Masatoshi⁴⁾,
TAUCHI Hiroshi¹⁾

1) 茨城大, 2) 産業医大, 3) 広島大, 4) 東北大

1) Ibaraki Univ., 2) Univ. Occup. & Environ. Health, Japan, 3) Hiroshima Univ., 4) Tohoku Univ.

トリチウムに関しては、これまで核融合炉や使用済み核燃料再処理施設からの放出に関心もたれてきた。加えて最近では福島第一原発事故によるALPS処理水の処分方法について社会的関心が高まっている。このような議論では、トリチウムに関する科学的知見、特にトリチウムから放出される低エネルギーβ線の物理学的性質、トリチウム化合物の体内動態や線量評価、内部被ばく影響などに関する知見を蓄積し、それに基づいた生体影響評価を行うことが重要である。

トリチウムは水素の放射性同位体であり、低エネルギーのβ線を放出するが、トリチウムβ線の水中の飛程は非常に短く、平均飛程は0.56 μm、最大飛程は6 μmである。従って、トリチウムβ線の生体影響を考える際には内部被ばくによる影響が主となるが、外部被ばくと異なり内部被ばくにおいては組織や細胞によって線量分布が不均一になる可能性がある。特に、その化学形の違いは重要である。トリチウムはトリチウム水 (HTO) や有機結合型トリチウム (OBT) の形で存在するが、HTOは体内に均一に分布するのに対し、有機物質は特定の組織や細胞内の部位に偏在することが多い。生体影響を検討するためには、吸収線量の正確な推定が不可欠であるが、組織や臓器ごとのトリチウムの分布を踏まえて、吸収線量の推定には細心の注意を払う必要がある。

また、トリチウムによる被ばくは低線量かつ低線量率の慢性被ばくの形態が考えられるが、このような被ばくによる生体影響を検出することは非常に困難である。

トリチウムβ線はγ線よりも高い線エネルギー付与 (LET) の値を示すため、その生物学的効果比 (RBE) について、さまざまなエンドポイントについて調べられてきた。評価方法や基準放射線が異なるため、単純に比較すること

は困難であるが、トリチウムβ線のRBE値はおおよそ1~2の間にあるように見える。しかし、これらの研究のうちの多くでは高線量・高線量率の基準放射線を用いており、トリチウムの生体影響での被ばく形態は慢性被ばくであることを考慮すると、これらの場合にはトリチウムβ線のRBEを低く見積もるものと考えられる。また、発がんを指標としてRBEを検討した研究は極めて少数であるため、発がんをエンドポイントとして直接的にRBE値の結論を出すことは困難である。しかも、これらの研究の多くは1980-1990年代に行われたものであり、その後のバイオテクノロジーの進展を踏まえた現代的な手法による再検討が必要である。

このようにトリチウムの生体影響に関する研究の必要性は認識されているが、世界的に研究が活発に行われているとは言い難く、わが国以外ではフランス、カナダなどの少数の研究グループによって行われているのが現状である。その中で、わが国の研究グループでは、低線量・低線量率放射線の生体影響を鋭敏に検出するために、遺伝子変異や発がんを高感度に検出することができる世界的にもユニークな実験系を構築し、これらを用いて低濃度トリチウムの生体影響を明らかにすることに取り組んでいる。

一方、生体は低線量放射線を何らかのシグナルとして受容し、特有の生体応答を行っていることが明らかにされてきており、低濃度トリチウムによる生体応答誘導についても研究が進展しつつある。

本講演では、上述の内容について概説し、今後の課題について議論したい。