

核融合工学部会セッション

核融合炉の潜在的リスク

Potential risks of fusion reactors

(4) 施設外での RI の環境動態

(4) Environmental behavior of radionuclides originating from fusion facilities in the field

*横山 須美¹¹長崎大学

核融合発電は、二酸化炭素排出量を低減できる点で、環境への負荷が比較的小さく、実現すれば地球温暖化へ貢献も大きいものと考えられる。また、長半減期の放射性同位元素が生成されないことから廃棄物管理の面でも原子力発電よりも安全性が高いといえる。しかしながら、燃料として水素の放射線同位元素であるトリチウム（三重水素）を使用する。また、核融合反応で生成される中性子による構造体の放射化等により⁴¹Ar や¹³N 等の短半減期の放射性同位元素の生成は避けられない。これらの環境放出をできるだけ低減するため、放出低減と閉じ込め対策が必要である。中でも、燃料に使用されるトリチウム量は、これまで研究等で利用されてきたレベルを大きく上回ることが予想される。トリチウムの放射性同位元素としての特徴は、β線放出核種であること、その最大エネルギーは 18.6 keV であること、そして物理学的半減期が 12.3 年と比較的長いことである。エネルギーが低いβ線放出核種であることから、体内での飛程は平均 0.6 μm、最大でも 6 μm である。このため、他の核種を同量摂取した場合に比べ線量は低い。たとえ環境中に放出された場合でも環境やヒトへの影響は小さいと考えられるが、核融合発電の早期実現に向けて、社会に受容してもらえエネルギー源となるよう、施設から環境へ放出される主となる放射性同位元素であるトリチウムの環境及びヒトへの影響評価をあらかじめ行っておくことが重要であると考えられる。

燃料のトリチウムはガス状のものが利用されると考えられることから、環境に放出される際の化学形としては、主に、ガス状（HT）またはこれが酸化した水（HTO）であろう。トリチウムは、同量摂取しても化学形により線量が大きく異なる。化学形が HTO の場合、HT に比べ線量係数（1Bq 摂取したときの線量 Sv）が 10,000 倍も高い。その環境挙動も特徴的である。環境中（大気中）に放出されたトリチウムの化学形が HT の場合、ヒトが直接それを経口または吸入摂取した場合は、HTO を摂取した場合に比べて線量は著しく低い。しかし、環境中（大気中）に放出された HT は土壌表面に接触（沈着）すると、土壌表面上に存在する細菌により、直ちに酸化されて HTO となる。このため、その後、土壌下層への移行、地下水や河川への流出、動植物への移行、そして大気への再放出は HTO として評価する必要がある。また、植物へ移行した場合、二酸化炭素と水（HTO）から光エネルギーを用いて有機物（有機結合型トリチウム、OBT）を合成する。この OBT は水と交換しやすいもの（交換型 OBT）のほか、一部は、セルロースのような交換が起こりにくい成分（非交換型 OBT）となる。この OBT の線量係数は、HTO の約 2 倍となっており、HTO として摂取した場合よりさらに線量への寄与が高くなる。環境やヒトへの影響を過大評価しすぎないためには、施設から放出されたトリチウムの化学形、評価地点の大気での拡散状態（地形や気象条件）、土壌表面での酸化のしやすさや土壌内での移行、そして大気への再放出割合（土壌の種類）、植物内での移行や OBT としての蓄積（植生）等を十分に把握しておく必要がある。

本発表では、主にこのようなトリチウムの環境挙動のほか、施設内で生成される主な放射性同位元素の特徴についても、紹介したい。

*Sumi Yokoyama¹¹Nagasaki Univ.