

放射性ヨウ素を含む廃棄物

(8) I-129 の生物圏への放出域を海洋底下とした場合の生物圏評価[†]三木崇史^{††} 吉田英爾^{††} 池田孝夫^{††}

海底地中処分を想定して、I-129 が地圏から海洋底に放出された場合の生物圏評価を実施した。その結果、生物圏の線量換算係数は、河川水に放出された場合の評価と比較して非常に小さい値となった。これは、海水による大きな希釈効果が望めることと、海水に放出されることにより被ばく経路が海水に起因するものに限定されることが要因であると考えられる。

Keywords: 放射性廃棄物処分, I-129, 生物圏モデル, 生物圏評価, 沿岸海洋

Biosphere model for I-129 repository constructed under coastal seabed was developed in this study. The result showed that dose conversion factor for the repository was much less than that of biosphere model which was developed for the river discharge case. This was due to the much amount of dilution by seawater and limited exposure pathway.

Keywords: radioactive waste disposal, I-129, biosphere modeling, biosphere assessment, coastal marine

1 緒言

TRU 廃棄物処分を考えた場合、I-129 は安全評価上最も影響が大きい放射性核種のひとつである。これは、I-129 は地下水環境中では易溶性であること、陰イオンとして存在するため、人工バリア、処分場の構造物及び地質媒体への吸着性が低いこと、さらに、半減期が 1.6×10^7 年と長いことから、地層処分システムの有するバリア機能、すなわち核種の閉じ込め機能が I-129 に対しては発揮されにくいことが原因となっている。したがって I-129 の処分場の性能を評価する際には、処分場並びにその周囲の環境が有する希釈機能の重要性が相対的に高まり、特に生物圏における核種の希釈効果を把握することがより重要になるものと考えられる。

その一方、処分場の立地点として沿岸海底下に対する関心が近年高まりつつある。これは沿岸海底下に処分場を建設した場合、一つには地質環境条件として地下水流速に低い値が期待できることがあるが、これに加えて核種の放出域が海底下になると想定されることから、生物圏評価において海水による大きな希釈効果が期待できることが理由となっている。このうち後者は、前述のように I-129 に関する性能評価においても重要な課題となっており、沿岸海底下における処分場について I-129 に関する処分場可能性の観点からフィージビリティを検討することが重要となっていた。そこで本研究では、沿岸海底下処分場を対象に I-129 について生物圏評価モデルを構築するとともに評価を実施し、沿岸海底下処分場、特に生物圏が有する希釈機能を検討した。

2 前提条件

2.1 地形・地質条件

本検討では、広く海底下処分場が有する希釈機能を検討する観点から、サイトを特定せずに検討を行った。但し、隆起・浸食などの地形変動や海水準変動を考慮した場合、浅い海底下では放射性核種の放出域が海域から陸域へ変遷するおそれがあることから、処分場へのアクセスも考慮して、海岸線から海洋に向かって大きな傾斜を有する急峻な地形を想定した。

具体的には、沖合 2 km で海面の深度 300~400 m を有する地形において、海底下 500 m の位置に処分場を建設すると仮定した。また、想定する地形の評価結果に対する影響を極力小さなものにするため、単純な地形を考えたこととし、直線的な海岸線が直接外洋に接しているとした。本検討において想定した地形の概念図を Fig.1 に示す。

2.2 核種放出経路

放射性核種の地圏から生物圏への放出経路は、海底を経由した海洋への放出を想定した。核種の放出点は想定する諸条件に依存するが、本検討においてはニアフィールド及びファーフィールドにおいて核種は拡散により移行するとし、処分場直上の領域を放出域と仮定した。

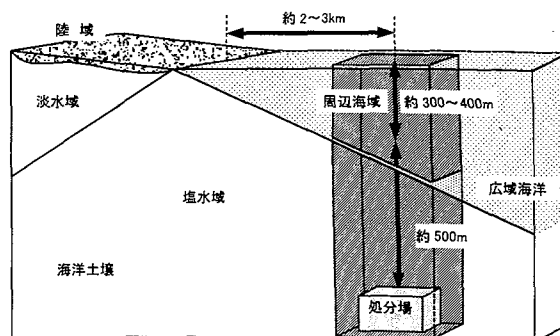


Fig.1 Schematic view for the topography and location of the repository

[†] Radioactive Iodine Waste (8) Biosphere assessment of I-129 released to deep marine seabed, by Takahito Miki (miki.takahito@jgc.co.jp), Hideji Yoshida and Takao Ikeda.
本稿は、日本原子力学会バックエンド部会第 15 回夏期セミナーにおける講演内容に加筆したものである。

^{††} 日揮(株) 第 2 事業本部 PMT4 部 No.4 Project Management Department, No.2 Project Division, JGC Corporation 〒220-6001 横浜市西区みなとみらい 2-3-1

2.3 周辺環境および社会条件

線量当量を考慮する対象として、仮想的な被ばくグループを複数設定した。被ばくグループは、保守的と考えられる自給自足的な集団を仮定するとともに、日本人の平均的な生活様式を営む成人について評価した。また、現状の気候や農業・漁業習慣等の周辺環境及び社会条件は、将来に亘り継続すると仮定した。

3 評価手法

本検討においては、生物圏内の核種の移行については、生物圏をいくつかのコンパートメントに分割し、それぞれのコンパートメント間における核種の移行を評価する“コンパートメントモデル”を使用した。生物圏における放射性核種の移行プロセスに関する概念モデルを Fig.2 に示す。また、生物圏評価の被ばくグループおよび被ばく経路については、Fig.2 に示したコンパートメントからの被ばくの可能性を検討して想定した。想定した概念モデルを Fig.3 に示す。これらの概念モデルに対応した数学的定式化を行い、評価に必要なパラメータを整備して、生物圏が有する見かけの線量換算係数を算出した。

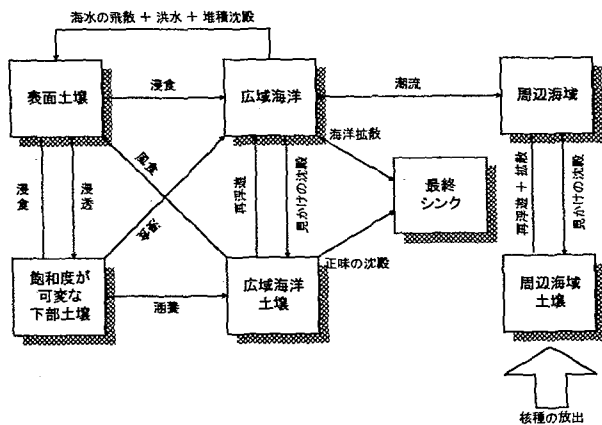


Fig.2 Conceptual model of transfer (Geosphere-biosphere interface: Deep marine)

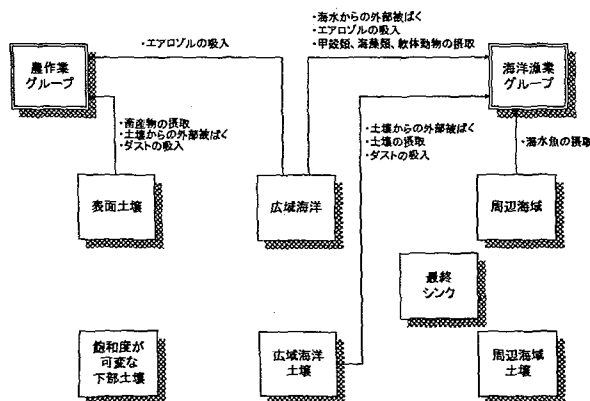


Fig.3 Conceptual model of exposure pathway (Geosphere-biosphere interface: Deep marine)

4 結果

本検討における評価結果を各被ばくグループごとに Fig.4 に示す。これらは、生物圏での核種の流入開始後、十分時間が経過した時点の平衡状態における評価結果である。図から、海洋漁業グループの方が、農作業グループに比較して線量換算係数が大きくなることが確認された。また、海洋漁業グループの被ばく経路に着目すれば、海水魚の摂取による被ばくの寄与が最も大きくなった。これは、放射性核種の生物圏への放出域が周辺海域土壌コンパートメントであるため、その直上の周辺海域コンパートメント中の放射性核種濃度及びそこに生息する海水魚中の放射性核種濃度が高くなっているためであると考えられる。

なお、ヨウ素は海藻に濃縮されることはよく知られており、海産物摂取による線量換算係数への影響が大きくなることが予想されたが、本評価においては主要な被ばく経路とはならなかった。これは、海藻が生育する比較的浅い海域と本検討で想定した放出域が別のコンパートメントとして設定されていることから、海藻生息域までの移行において I-129 が海水により希釈されるためであると考えられる。

また、本検討により得られた線量換算係数を、核種の放出域を河川水として評価した場合と比較した。核種の放出域を河川とした場合の評価は、「地層処分研究開発第2次取りまとめ」[1]を参考にして実施した。その結果、インターフェイスを海洋底下とした場合の線量換算係数は、河川水の場合と比較して非常に小さい値となった (Fig.5)。この評価結果の相違は、海水により大きく希釈されることと、海水に放出されることにより陸域に起因する飲用摂取等の被ばく経路を排除できることによると考えられる。

これらの結果からは、個別のサイト条件に依存するものの、I-129 による線量当量の低減方策として、生物圏へ

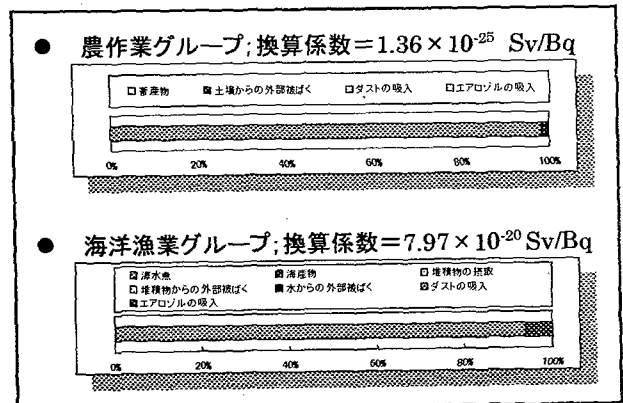


Fig.4 Dose conversion factor of I-129 (Geosphere-biosphere interface: Deep marine)

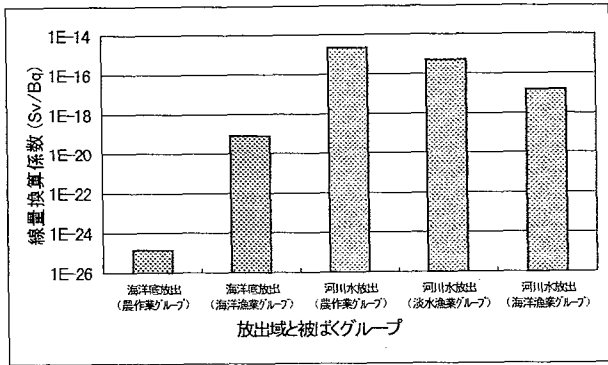


Fig.5 Comparison of dose conversion factor between deep marine interface and river water interface

の核種の放出域が海洋となる沿岸海底下に処分場を建設することにより、海洋の希釈機能を活用することが有効であることを示していると考えられる。

今後の課題として、海洋のモデル及びパラメータの不確か性等に起因した評価結果の幅を明らかにする必要があると考えられる。

参考文献

[1] 核燃料サイクル開発機構: 地層処分研究開発第2次取りまとめ 第2次ドラフト 総論レポート わが国における地層処分の技術的信頼性. JNC TN1400 99-006 (1999).