

沿岸域における地質環境の変遷を考慮した放射性廃棄物地層処分安全評価手法に関する研究

江橋, 健

<https://doi.org/10.15017/1500718>

出版情報：九州大学, 2014, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : 江橋 健

論 文 名 : 沿岸域における地質環境の変遷を考慮した放射性廃棄物地層処分安全評価手法に関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

放射性廃棄物のうち、高レベル放射性廃棄物については、300m以深の地下深い岩盤に処分される(地層処分)。この地層処分の安全評価においては、様々な自然事象や人為事象に対して、適切なシナリオ、モデル、データを設定して解析を行い、その解析結果が、あらかじめ定められた放射線防護上の要件を満足しているか否かを確認することとなる。この際、超長期の時間スケールおよび天然の地層の不均質性という地層処分システム固有の特徴により、不確実性の取扱いが鍵となる。

国際放射線防護委員会(ICRP)は、不確実性を考慮した放射性廃棄物の安全評価において、シナリオの発生の可能性とその影響を組み合わせたリスク論的考え方の適用が有効であることを提案している。この考え方は、我が国の規制機関も採用しており、技術開発の観点から見ると、既往のシナリオ区分と異なるシナリオ構築手法やモデル化手法が必要となることを示唆している。具体的には、隆起・侵食や海水準変動のような緩慢ながらも広域的な自然現象については、我が国において発生可能性が高いことから、地質環境の変遷を重視した研究開発が必要となる。一方、地層処分事業では、サイトが有する地質環境の特徴を安全評価に適切に取り込むことが重要である。この際、隆起・沈降・侵食や気候・海水準変動などに起因する長期的な変遷を適切に考慮していく必要がある。

これまでのサイトを特定しない地層処分の技術開発では、内陸の地質環境を対象とする検討に主眼を置いていた。我が国は周囲を海で囲まれており、輸送の容易性などの観点から、沿岸域への立地も選択肢として考えられる。このため、隆起・侵食に加え、海水準変動に起因する影響を評価できるようにしておくことは重要な課題と考えた。以上を踏まえ、本論文では、沿岸域における隆起・侵食および海水準変動による複合的な影響について長期安全性の観点から評価するための手法を整備することを目的とした。

本論文は全体として6章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的について述べた。

第2章では、我が国の地層処分事業を対象として、シナリオ、モデル、パラメータに関する考え方を既往の検討に基づき概括的に整理した。さらには、性能評価モデルと現象解析モデルに大別した上で、性能評価とそれを支持する現象解析モデル群の関係および主要なデータの流れを明らかにするとともに、各事業段階における安全評価の役割について提案した。これにより、我が国の地層処分事業における安全評価に対して基盤となる考え方や手法を体系化することができた。

第3章では、沿岸域における地質環境の長期変遷を考慮した地層処分システムの状態設定手法を開発した。具体的には、沿岸域における海水準変動および隆起・侵食に対して、これらの複合的な影響が汀線や塩淡水境界に与える影響を分析し、ストーリーボードとして例示した。これにより、これまで単一の事象毎の分析に留まっていた沿岸域における地層処分システムの将来の状態を複合的に設定できるようになった。

第4章では、隆起速度と侵食速度の違いおよび塩淡水境界の移動に着目した定量的な核種移行解析を実施するための手法を開発した。これにより、隆起・侵食+海水準変動に対する定量的な核種移行解析が可能となり、これまで簡略的かつ定性的な議論に留まっていた隆起・侵食+海水準変動の影響を複合的かつ定量的に評価することができるようになった。さらには、仮想的な堆積岩領域に開発した手法を適用することで、具体的なサイトが与えられた場合の適用性を確認し、隆起速度と侵食速度に起因する地質環境条件の変化は長期安全性に大きな影響を与える事、塩淡水境界の移動は本研究で想定した範囲では影響がさほど大きくないという知見を見出した。

第5章では、高レベル放射性廃棄物を対象として、人工バリアのパラメータに着目し、成立条件の抽出およびパラメータの安全裕度に関する評価手法を開発した内容について述べた。既往の包括的感度解析手法では、崩壊連鎖を構成するアクチノイド元素を含む場合の成立条件を抽出することが困難であった。このため、単核種、崩壊連鎖核種で別々に解析し最後にそれらを合算するといった工夫を取り込むことで、支配核種が崩壊連鎖核種を含めて時間的に入れ替わる場合でも、成立条件を抽出できることを明らかにした。この際、天然バリアがきわめて保守的な条件下において、ガラス固化体溶出率、オーバーパックの破損時期、緩衝材の厚さに着目した解析を行い、それに基づく成立条件の抽出および性能評価パラメータの安全裕度について例示することができた。

第6章では、上記の検討結果に基づいて、本論文のまとめおよび今後の課題について述べた。

以上を踏まえ、今後の沿岸域における地質環境変遷を考慮した安全評価において、これらの評価手法が有効かつ実用的な方法論となり得ることを示した。

以 上