

地層処分にとって重要な地質環境の条件と適性の評価 - 研究開発の現状と今後の課題 -

Important geological conditions for a repository of high-level radioactive waste -Current state of the knowledge and future works-

清水 和彦[1]

Kazuhiko Shimizu[1]

[1] サイクル機構

[1] JNC

わが国における地層処分のコンセプトは、安定な場所を選んだ上で、そこに人工バリアと天然バリア（岩盤）を組み合わせた多重のバリアシステムを構築することにより、長期にわたる安全性を確保するものである。ここで、地質環境には「長期にわたって大きな変動がないこと」と「岩盤や地下水の性質が、人工バリアを設置する環境および天然バリアとして適切であること」が求められる。前者にとっては、火山活動や断層活動などの影響が、また、後者にとっては、岩盤の熱的・力学的な条件や地下水の水質と動きなどが重要である。このような観点から、これまでの研究によって得られた知見と情報を示しつつ、その限界と今後の課題について検討する。

わが国における地層処分のコンセプトは、安定な場所に、人工バリアと天然バリア（岩盤）を組み合わせた多重のバリアシステムを構築することにより、長期にわたる安全性を確保するものである。これまでの研究開発によれば、わが国には、地層処分の場として十分に安定であり、人工バリアを設置する環境および天然バリアの機能にとっても好ましい地質環境が広く存在すると考えられる。

今後は、一般論としてのジェネリックな研究開発から、サイト選定を念頭においたスペシフィックな研究開発へと移行しつつ、地質環境の適性を評価するための具体的な手法や手続きを検討していく必要がある。

1. はじめに

地層処分の安全性にとっては、まず、場としての地質環境が長期にわたって安定であることが重要である。わが国は、太平洋をとりまく変動帯に位置していることから、火山活動、断層活動、隆起・侵食、気候・海水準変動といった天然現象の影響を十分に考慮する必要がある。

一方、これらの天然現象による影響が小さいと期待できるような「安定な地質環境」が選定された後は、処分場の建設・施工性を左右する岩盤の特性、人工バリア材の品質や放射性物質の溶出・運搬を支配する地下水の特性、ならびに天然バリアとしての機能に直結する岩盤中での物質移動に着目する必要がある。

2. 研究開発の現状

1) 天然現象による影響

天然現象の将来における活動を評価する基本的な手法は、過去を踏まえた外挿である。すなわち、各天然現象の過去における活動履歴や変動様式を把握し、これを外挿することにより将来の姿を類推することができる。2000年レポート*によれば、地層処分に際して、天然現象による重大な影響が及ばないような地域を選定し、あるいは想定される変化を見込んで必要な対策を講じることができると考えられる。すなわち；

- 火山活動や断層活動は、過去数十万年以上の間、限られた地域内で繰り返し起こっており、将来にわたって活動が起こりそうな場所やその影響範囲を限定することができる。したがって、主要な影響範囲から十分に離れて、あるいは軽微な影響であれば、それを考慮して処分場を設計することが可能である。

- 隆起・侵食や気候・海水準変動については、過去の変動に規則性が認められることから、これを外挿することにより、将来における変動の速度や幅が推定できる。したがって、一部の変動の著しい地域を避けたうえで、個々の地域で想定される変動の程度を考慮して、処分場の深度などを設計することが可能である。

2) 岩盤と地下水の特性

多重バリアシステムの性能にとって重要な岩盤や地下水の性質に関し、2000年レポート*に示された情報によれば、人工バリアの設置環境としても、また、天然バリアの機能の点でも好ましい地質環境が、わが国にも広く存在すると考えられる。すなわち、天然現象による影響が小さい「安定な地質環境」においては、一般的に以下のようなことが言える。

- わが国における地温勾配は、火山地域を除く多くの地域で概ね3 /100m前後であり、また、地下での応力は深度が深くなるにしたがって均等な状態に近づく。そのような地域においては、岩盤の物性を考慮しつつ、地下数

百 m 以深に処分場を建設することが、工学的に十分可能である。

- わが国では、降水起源の地下水と海水起源の地下水を考慮する必要があるが、いずれも、岩石中に普通に含まれる鉱物との反応などによって、地下深部では弱アルカリ性で還元状態にあると考えられる。また、地下深部の岩盤は、地表付近に比べて新鮮で封圧が大きいため、割れ目などの空隙が少なく水を通しにくい。さらに、地下深部ほど局所的な地形の影響が小さくなるため、動水勾配も緩やかになる。このような、還元的で地下水が動きにくい環境下では、人工バリアの劣化は抑制され、所期の性能が長期間維持される。

- 地下水を媒体として岩盤中を移動する物質は、その過程で、移行経路となる割れ目や粒子間の空隙に存在する鉱物の表面に吸着したり、割れ目から岩盤中に拡散していく。このような効果により、処分場から人間環境へ向かう放射性物質の移行は、もともと緩慢な地下水の動きに比べて、さらに遅くなる。

3. 今後の課題

上述したような一般的な知見に基づけば、地層処分に適した地質環境はわが国に広く存在すると考えられる。今後は、処分地の選定に向けた現実的な手法として、また、公正で透明性のある手続きとして、地質環境の適性を評価するための方法論を具体化していく必要がある。具体化に際しては、これまでの研究開発によって得られた知見と情報の限界を認識し、また、今後の進展を予見しつつ、科学的な妥当性と事業としての合理性の両立を図ることが重要である。

* わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 - 地層処分研究開発第 2 次取りまとめ - , JNC TN1400 99-020 ~ 023, 核燃料サイクル開発機構 (1999)