

地質環境長期予測における時間枠

Time frame for stability assessments of geological environments

楠瀬 勤一郎[1]

Kinichiro Kusunose[1]

[1] 地調

[1] Geological Survey of Japan

「我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 -」（以後、第2次取りまとめと呼ぶ）は、処分場の核種隔離性能に影響を及ぼす可能性のある地球科学現象（以後、第2次取りまとめに準じて地質環境と呼ぶ）について、将来10万年の予測を行い、日本における地質環境の安定性についての目安とした。しかし、処分後の経過時間とともに廃棄物に含まれる放射能レベルの減衰・人工バリアの劣化など、核種の隔離シナリオの変化に沿って、要請される地質環境の予測内容や精度は変わるはずである。

そこで、隔離のシナリオに沿って地質環境の予測時間枠と予測内容について検討してみる。

はじめに

核燃料サイクル機構による「我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 -」（以後、第2次取りまとめと呼ぶ）は、処分場の核種隔離性能に影響を及ぼす可能性のある地球科学現象（以後、第2次取りまとめに準じて地質環境と呼ぶ）について、将来10万年の予測を行い、日本における地質環境の安定性についての目安とした。しかし、処分後の経過時間とともに廃棄物に含まれる放射能レベルの減衰・人工バリアの劣化など、核種の隔離シナリオの変化に沿って、要請される地質環境の予測内容や精度は変わるはずである。

1. 処分場閉鎖まで

処分場の建設・操業時は、処分坑道の掘削と廃棄物の定置・埋め戻し作業が並行して進行する。操業中は処分坑道が地表とつながっており、空気中に含まれる酸素も換気によって大気中と同等に保たれている。操業終了後、閉鎖時までの期間に人工バリアの隔離性能に問題が生じるような事故が生じた場合には、操業終了時に埋め戻されない部分が核種移行の経路となる可能性がある。処分場の隔離性能は、すべて埋め戻されてしまう処分場閉鎖後より脆弱いである。そのため、処分場閉鎖までの期間は、強震動など処分場の操業に障害が生じる可能性がある現象についても検討が必要となる。

2. 処分場閉鎖～処分後千年

処分場閉鎖後、廃棄物中の放射能は時間とともに減衰する。処分当初は半減期の比較的短い核種の崩壊によって放射能が急激に減少するため、処分開始後千年にガラス固化体の放射能は固化時の数千分の1に減少する。その後、廃棄物中に含まれる核種は半減期の長い核種が主になるため、廃棄物の放射能レベルの低下は緩慢となり、百万年経過後の固化体の放射能レベルはさらに数十分の1低下するだけである。

処分後千年間は、オーバーパック内に核種が隔離されるよう設計される。この期間は人工バリアの性能に影響を与える現象についての予測が求められる。地震を例に取れば、処分場内の岩盤に大きな変位をもたらす、オーバーパックの隔離性能を損なうような地震発生の可能性を検討する必要がある。

3. 処分後千年～

処分後千年を経過するとオーバーパックの腐食が進行してガラス固化体中に地下水が浸潤し、徐々にオーバーパックの核種閉じこめ機能は失われる。第2次取りまとめの安全評価では、処分後千年を経過した時点でオーバーパックの核種閉じこめ機能は消失するとした。人工バリアシステムから核種が周辺の地下水に溶出し、生物圏に漏出するまでの経過時間と放射能の量は、処分場を取り巻く広域の地質環境に左右される。核種は、経過時間の異なる種々の経路を経て生物圏に達する。

オーバーパックの機能が失われた後は、隆起・浸食作用など広い範囲の地質環境に影響を及ぼす現象が処分場の性能や挙動に大きな影響を与える。処分場あるいは処分場周辺に地表に達する断層が新たに生じる場合は、新しい核種移行経路となる可能性を検討する必要がある。断層が核種隔離性能に及ぼす影響を評価するためには、断層の透水性や構造・深部地下水などについての理解がさらに深まる必要がある。

4. いつまで予測すべきか

「高レベル放射性廃棄物の処分に関わる安全規制の基本的考え方について」は、放射能の一般公衆に対する評価線量の最大値を、審査基準の基本として用いることを提言している。

第2次取りまとめの例示計算では、生物圏に漏出する放射能は、処分後十万年から千万年に最大線量の値を示す。人工バリア中に残存する多くが半減期が長い核種になるので、生物圏への漏出線量が最大線量に達した後は、生物圏へ漏出する放射能レベルは緩慢にしか減少しない。したがって、隆起にともなう浸食速度が0.1 mm/年程

度であっても、浸食作用が継続する様な場所に処分場が建設されているならば、1千万年後には処分場を覆う岩盤が削剥され、地表部に露出する過程で再び生物圏に漏出する放射能レベルは増加する。一方、核種が処分場から移動しなかった場合でも、数百万年後には処分坑道とほぼ同じ体積の、品位 1%のウラン鉱石と等しい放射能レベルに減少する。

高レベル放射性廃棄物処分で、処分後百万年を越える地質環境の予測の取り扱いは、その必要性を含めて科学・工学の範疇に限定しきれない問題と考える