

バックエンド部会セッション

「ガラス固化体の実力は？—地層処分におけるガラス固化体性能評価の現状—」

(5) ガラス固化体の実力は？ —日本の研究の現状と課題—

(5) Current Japanese studies and future plan

*三ツ井 誠一郎¹¹ 日本原子力研究開発機構

1. はじめに

地層処分システムの安全評価におけるソースタームのうち、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）からの Cs-135 などの可溶性放射性核種の放出率は、ガラス固化体の長期溶解速度により制限されるため^[1]、現実的で信頼性の高いガラス固化体の溶解モデルの開発が必要である。「ガラス固化体の実力」はこの溶解モデルにより示すことができる。ガラス固化体近傍の溶存ケイ酸濃度は、処分環境におけるガラス固化体の溶解速度を支配する主要因の一つとされているが、ガラス固化体周辺に存在するオーバーパックとの相互作用による Fe ケイ酸塩鉱物の析出や海水起源の地下水中に存在する Mg イオンとの反応による Mg ケイ酸塩鉱物の析出など、複数のプロセスが溶存ケイ酸濃度に影響しうることが近年の研究によって報告されている。これらのプロセスの影響の程度が大きい場合、ガラス固化体近傍の溶存ケイ酸濃度が長期的に低く維持され、ガラス固化体の溶解が高い速度で進行する可能性がある。一方、ガラス固化体の表面に形成される変質層が保護膜として作用する場合、ガラス固化体の溶解・変質抑制が期待できる。本報告では、各種プロセスを考慮した溶解モデルの開発に向けたわが国の取り組みを紹介する。

2. 第 2 次取りまとめ以降の研究

第 2 次取りまとめ^[1]以降、国内では各種プロセスに関する現象の理解と溶解モデルに用いるパラメータの取得を目的とした実験的研究等が行われてきた（以下に一部を示すが、出典や他の成果については原子力機構の CoolRep^[2]を参照されたい。）。液性および温度等の環境条件の影響については、これらの条件の制御が可能なマイクロチャネル流水試験法が新たに開発され、pH および温度依存性に関する浸出試験により正確な溶解速度やガラス溶解に関するみかけの活性化エネルギー等のデータが取得された。人工バリア材料との相互作用については、放射性ケイ素 (Si-32) を用いた圧縮ベントナイトに対する拡散試験等により、ガラス溶解モデルにおいて緩衝材との相互作用を考慮する際に必要となる拡散係数および分配係数が取得された。また、これらの研究で得られた成果を含め、各種プロセスに関する現時点での知見に基づき作成された予備的なガラス溶解モデルによる感度解析が実施され、オーバーパックとの相互作用によって形成する Fe ケイ酸塩鉱物の析出や変質層の保護的効果などがガラス固化体の長期溶解速度を支配する可能性が示された。

3. 溶解モデルの信頼性の向上にむけて

処分環境におけるガラスの長期溶解に関する現象理解、データは未だ十分とは言えない。例えば、2 で述べた Fe ケイ酸塩鉱物の析出による影響の程度は、オーバーパックの腐食に伴う Fe イオンの供給速度や析出する Fe ケイ酸塩鉱物の Si/Fe 比に依存することから、実験等によりこれらのデータを取得する必要がある。また、各種ケイ酸塩鉱物が析出する条件でも変質層が保護膜として作用しうるのは現時点では明らかにされていない。溶解モデルの信頼性の向上、すなわち、より確からしい「ガラス固化体の実力」を示すには、各種のケイ酸塩鉱物の析出や変質層の保護的効果といった重要なプロセスに関する研究に取り組む必要がある。

参考文献

[1] サイクル機構, JNC TN1400 99-23 (1999), [2] 原子力機構, <http://kms1.jaea.go.jp/CoolRep/>

*Seiichiro Mitsui¹, ¹Japan Atomic Energy Agency