グリムゼル花崗閃緑岩の単一割れ目中の核種移行特性評価（1）室内試験

Radionuclide migration in single fracture of granodiorite at the Grimsel Test Site
(1) Laboratory experiments

*赤木 洋介[1]，舘 幸男[2]，根本 一昭[2]，Andrew Martin[3]
[1]三菱マテリアル，[2]日本原子力研究開発機構，[3]Nagra

結晶質岩の割れ目中核種移行モデルの確証に資するため，スイスグリムゼル原位置試験場から採取した単一割れ目を含む花崗閃緑岩試料を対象に，セシウム等をトレーサーとする透過拡散試験とバッチ収着試験，及び割れ目中通液試験を実施し，割れ目部とマトリクス部での収着・拡散特性を定量的に評価した。

キーワード：核種移行，グリムゼル原位置試験場，花崗閃緑岩，単一割れ目，拡散係数，収着分配係数

1. 緒言　天然バリア中の割れ目等の不均質性を考慮した核種移行評価手法を構築するため，室内試験によるデータ取得とモデル評価，及び原位置試験への適用性評価からなる体系的アプローチに基づく研究を進めている。本報告では，国際共同研究として進めているスイスグリムゼル原位置試験場から採取した単一割れ目を含む花崗閃緑岩試料を対象とし，割れ目部とマトリクス部の鉱物・間隙等の特性分析，拡散・収着試験，及び割れ目中通液試験を実施した。その結果を基に，割れ目部とマトリクス部の収着・拡散データを取得するとともに，割れ目中の核種移行メカニズムを評価した。

2. 実験　グリムゼル原位置試験場から採取した単一割れ目を含むコア試料から，定流量通液試験に供する割れ目を含む円柱状試料（ϕ50 x ^{L}80 mm）を，割れ目近傍とマトリクス部から円板状試料（拡散試験用）及び粉末状試料（バッチ収着試験用）を調製した。これらの割れ目部とマトリクス部の試料を対象に，鉱物組成，陽イオン交換容量，間隙率・間隙径分布等を測定した。試験にはグリムゼル原位置試験場の模擬地下水中に，HDO（重水；10 %），I（10^{-5} mol/L），Cs（10^{-5} mol/L），Se（10^{-4} mol/L），Ni（10^{-6} mol/L），Eu（10^{-6} mol/L）を添加した混合トレーサー溶液を用いた。透過拡散試験及びバッチ収着試験は，割れ目部とマトリクス部の試料を用いて，Ar 雰囲気，室温条件下で実施した。透過拡散試験では，上流/下流セルのトレーサー濃度の経時変化と試験終了時の試料内部プロファイルを取得し，これらの同時フィッティングにより収着・拡散パラメータを決定した。収着試験は，液固比 100mL/g，28 日間反応期間で収着分配係数を評価した。通液試験では，混合トレーサーを 1mL/h の一定流量で通液させ（大気条件下），破過曲線を取得した。通液終了後に割れ目表面近傍におけるトレーサー分布を取得した。

3. 結果と評価　透過拡散試験から得られた実効拡散係数は，マトリクス部と比較して割れ目部が低い結果となり，拡散抵抗要因が割れ目近傍に存在する可能性を示唆する結果となった（図 1）。また，いずれの試料においても，陽イオン加速と陰イオン排除効果を示す明瞭な傾向性が確認された。さらに，拡散試験後の割れ目部近傍の内部プロファイルからは，表層ごく近傍からマトリクスにかけて不均質性な収着・拡散特性を示唆する結果が得られた。収着分配係数については，Eu＞Ni＞Cs＞Se の序列であった。一方，通液試験においては，Se，Cs，Ni，Eu の順に破過する結果が得られ（図 2），透過拡散試験で得られた収着特性と整合する傾向となった。通液試験終了後の割れ目表面のトレーサー濃度分析からは，割れ目部におけるトレーサーの不均質な分布が確認された。これらの結果をもとに，割れ目近傍の物質移行メカニズム及びモデル解釈について本シリーズ発表の(2)，(3)で検討する。

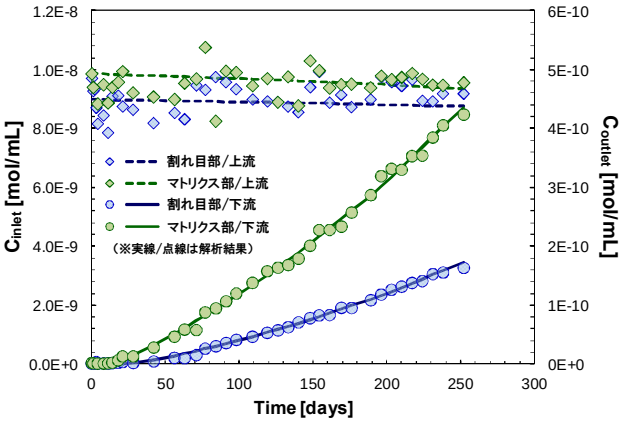

図 1　透過拡散試験の上流/下流の Cs 濃度変化と解析結果

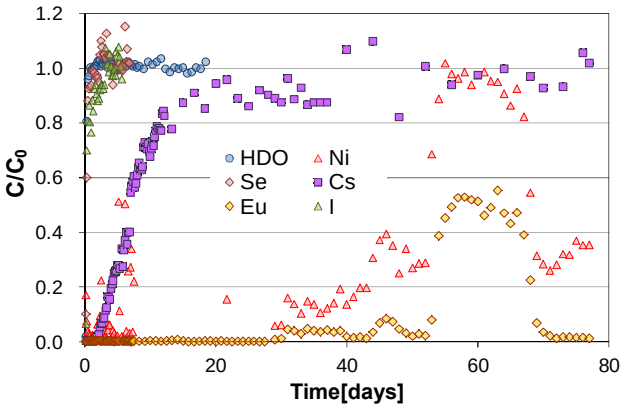

図 2　割れ目中通液試験で得られたトレーサー破過曲線

※本報告は経済産業省委託事業「平成 27 年度 処分システム評価確証技術開発」の成果の一部である。

*Yosuke Akagi[1], Yukio Tachi[2], Kazuaki Nemoto[2] and Andrew Martin[3]
[1]Mitsubishi Materials Co., [2]JAEA, [3]Nagra