

幌延 URL における物質移行特性評価：(3) マトリクス中の原位置トレーサー試験

Modeling of solutes transport at the Horonobe URL: (3) In-situ tracer tests in the rock matrix

*伊藤 剛志¹, 舘 幸男¹, 根本 一昭¹, 佐藤 智文¹, 武田 匡樹¹, 大野 宏和¹

¹ 日本原子力研究開発機構

堆積岩中の物質移行モデルの確証に資するため、幌延 URL の 350m 調査坑道において岩石マトリクス中の原位置トレーサー試験及び解析を行い、室内と原位置とのデータの整合性やモデルの適用性を評価した。

キーワード：幌延 URL, 泥岩, 原位置トレーサー試験, マトリクス, 物質移行, 拡散係数, 収着分配係数

1. 緒言

原子力機構では、地層処分の安全評価に係る重要な基盤技術である岩盤中の物質移行評価技術について、室内試験による現象理解とモデル化、原位置トレーサー試験による深部地質環境でのモデルの適用性評価を、相互に関連付けて確証することを目指した研究開発を進めている。本研究では、幌延深地層研究センターの 350m 調査坑道において実施した岩石マトリクス部の原位置トレーサー試験、原位置試験試料の室内分析、データの解析評価を行い、原位置と室内とのデータの整合性やモデルの適用性を評価した。

2. 原位置トレーサー試験及び室内試験の方法

本研究で対象としたのは 350m 調査坑道に開削した試験孔 D05 孔における泥岩（稚内層）マトリクス中の原位置トレーサー試験である。孔径 76mm の試験孔の試験区間中に、安定同位体トレーサーとして HDO(重水, 10%), I(1000ppm), Cs(10ppm), Sr(50ppm), Ni(0.1ppm), Co(0.1ppm), Eu(Am のアナログ; 0.1ppm), Mo(0.1ppm) を含む模擬地下水を循環させることにより、周辺岩石中への拡散に伴うトレーサー濃度の減衰データを約 11 カ月間にわたって取得した。試験期間終了後に、試験孔と周辺岩石を含むオーバーコア試料を採取し、試験孔表面から岩石内部へ研削及びトレーサー濃度分析を行うことにより、岩石中のトレーサー濃度分布を取得した。

3. 試験結果と解析評価

原位置で得られたトレーサー減衰曲線は、各トレーサーの収着特性に応じた明瞭な減衰傾向を示した (図 1a)。岩石中の濃度分布は、Cs の場合には、深さ 25mm 程度までの十分な精度の濃度分布が取得されたが (図 1b), I 等の一部トレーサーでは表面近傍の傾きが異なる 2 重プロファイルの傾向が確認された。単純なプロファイルのデータはそのまま、2 重プロファイルのデータは表面部分を除いたうえで、1 次元の拡散方程式の厳密解を適用し、実効拡散係数(D_e)及び収着分配係数(K_d)を導出した。この際、図 1a に示したトレーサーの濃度変化を境界条件として考慮した。フィッティング結果は、図 1a, b に示した Cs のように概ね良好な結果が得られた。原位置試験で得られた D_e , K_d データを、先行研究で得られた室内試験データ [1, 2] とあわせて図 2 に示す。ここで、室内試験データは、HDB-6 孔の深度 500m 付近の泥岩（稚内層）試料を対象に、トレーサー濃度や pH 等が原位置試験とは異なる条件で取得されたものである。 D_e については、水分子(HDO, HTO)と Cs では原位置と室内試験で整合する値が得られた。また、Cs の陽イオン加速 (図中赤矢印)、オキソ酸陰イオンである Mo, Se の陰イオン排除 (図中青矢印) に伴う D_e の変化も、原位置と室内データで同様の傾向が確認できた。ただし、I の陰イオン排除に伴う D_e の低下が原位置では確認されず、また、Ni の D_e 値に原位置と室内データ間で不整合が見られた。 K_d については、陰イオン(I, Mo, Se)が低収着性、陽イオン(Cs, Ni, Eu, Am)が高収着性である傾向は原位置と室内データで同様であったものの、I, Ni や Eu/Am の K_d 値では原位置と室内で大きな不整合が確認され、pH やトレーサー濃度などの原位置と室内試験の条件の違いを考慮した解釈の必要性が示唆された。

※本報告の一部は、経済産業省委託事業「平成 28 年度 処分システム評価確証技術開発」の成果である。

参考文献

- [1] Tachi et al.(2011), Geochim. Cosmochim. Acta, 132, 75-93,
[2] Tachi et al.(2016), CMS workshop lecture series 21, Chap.19.

*Tsuyoshi Ito¹, Yukio Tachi¹, Kazuaki Nemoto¹, Tomofumi Sato¹, Masaki Takeda¹ and Hirokazu Ohno¹ ¹JAEA

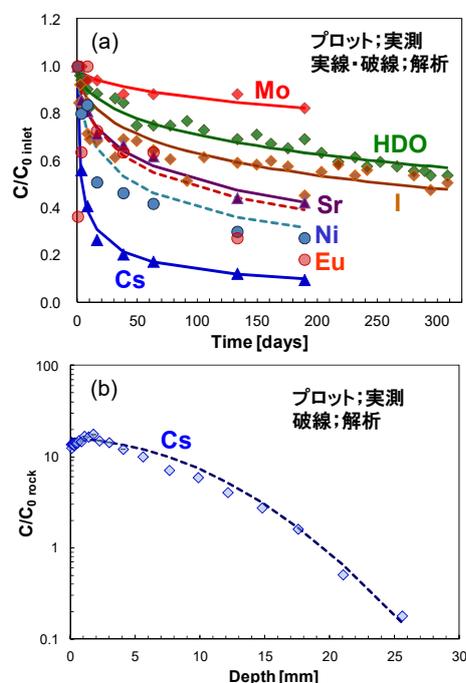


図1 原位置トレーサー試験の解析結果:(a) トレーサー減衰曲線, (b) 岩石中Cs濃度分布

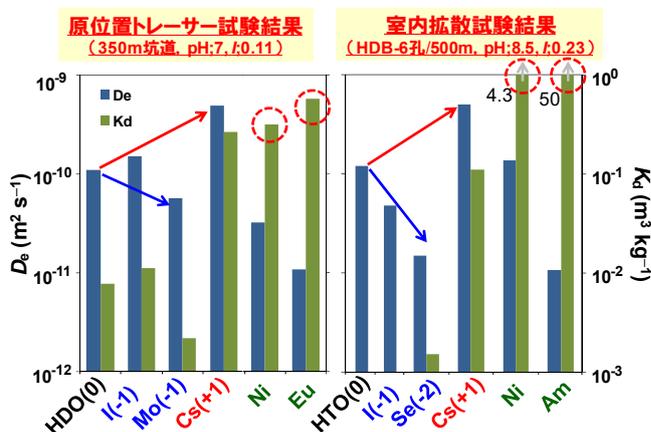


図2 原位置及び室内試験で得られた幌延の泥岩マトリクス中の拡散・収着データの比較