

超深地層研究所計画 物質移動モデル化技術の開発の現状

Mizunami Underground Research Laboratory Project
Development of Mass Transport Modeling Methodology

*濱 克宏¹，石橋正祐紀¹，田中靖治²

¹日本原子力研究開発機構，²電力中央研究所

原子力機構が岐阜県瑞浪市において実施している超深地層研究所計画では，現在，研究坑道を利用した調査研究段階（第3段階）を進めているところである。第3段階では，①地下坑道における工学的対策技術の開発，②物質移動モデル化技術の開発，③坑道埋め戻し技術の開発，を中心に調査研究を進めている。本報では，このうち物質移動モデル化技術の開発の現状を報告する。

キーワード： 深地層の研究施設計画，超深地層研究所計画，物質移動

1. 緒言

超深地層研究所計画は，原子力機構が実施している深地層の研究施設計画のうち，結晶質岩（花崗岩）を対象としたものである^[1]。本計画では，物質移動モデル化技術の開発を重要な研究開発課題の1つとして挙げている。本課題では，割れ目が不均質かつネットワーク状に分布する岩盤について，地質環境の長期変化を考慮しつつ，岩盤中の物質移動を調査・評価する手法の整備を目標としている。本報では，この課題を達成するために実施した物質移動に関する室内分析や試験，原位置試験などについて報告する。

2. 実施内容

2-1. 室内分析・試験

割れ目の地質学的特徴（変質の状態や割れ目充填鉱物など）と物質移動に関するパラメータ値の関係の把握を目的に，室内拡散試験として岩石ブロックを用いた拡散試験および透過拡散試験を実施した。また，長期にわたる物質移動現象を評価するため，花崗岩中の透水性割れ目沿いのU系列核種の分布を測定した。

岩石ブロックを用いた拡散試験では，縦30cm×横30cm×高さ20cmの花崗岩のブロックを切り出し，中央にトレーサー添加孔を，周囲に観測孔を設置し，約400日間試験を実施した。透過拡散試験では，ボーリングコアを対象に，花崗岩中に観察された割れ目を地質学的な観点でタイプ分けし，それぞれのタイプごとに，直径2.5cm，厚さ0.5cmの円盤状の試料を作製し，試験を実施した。試験試料については，間隙率などの物性を測定するとともに，鉱物の分布や微小割れ目の観察を行った。岩石ブロックを用いた拡散試験実施後の試料について，トレーサー物質（蛍光染料：ウラニン）の分布を観察し，花崗岩中での物質移動経路を評価した。

2-2. 原位置試験

これまでに開発した原位置トレーサー試験装置を利用して，坑道内のボーリング孔においてトレーサー試験を実施し，装置の適用性を確認するとともに，注水・揚水流量などの条件を変え，試験結果への影響を評価した。また，試験結果から，割れ目開口幅などの物質移動に関するパラメータの推定を試みた。

3. 主な結果

3-1. 室内分析・試験

岩石ブロックを用いた拡散試験後の試料を切断し，ウラニンの分布を観察した結果，ウラニンは添加孔を中心として不均質に拡散していることがわかった。また，石英などの鉱物では，鉱物粒界や粒内割れ目にウラニンが認められ，特定の鉱物（斜長石）中でウラニンの分布が確認された。この斜長石中の微小空隙がマトリクス拡散の経路として機能することが明らかとなった^[2]。透過拡散試験では，試験試料について薄片観察を行った結果，斜長石中に微小空隙が発達し，微小空隙の面密度と実効拡散係数の間には正の相関があることがわかった。

透水性割れ目沿いにウラン系列核種の分布を測定した結果，割れ目充填物中のU濃度およびTh濃度は母岩中の濃度より高く，また，全ての試料で²³⁴U/²³⁸U放射能比，²³⁰Th/²³⁸U放射能比は放射平衡の値を示すことから，過去100万年程度の間，UやThが移動していないことがわかった。

3-2. 原位置試験

原位置トレーサー試験装置の適用試験を行った結果，新たに付加した原位置での蛍光濃度センサーなどの装置の適用性を確認することができた。また，試験結果から，試験対象割れ目の開口幅や収着係数などのパラメータを推定することができた。

4. 今後の予定

室内試験や原位置試験を継続するとともに，割れ目分布のモデル化も進め，これらの結果を統合し，物質移動モデル化技術の開発を進めていく。なお，本研究のうち，原位置試験については，経済産業省資源エネルギー庁より電力中央研究所が受託した「岩盤中地下水移行評価確証技術開発」の成果の一部である。

参考文献

- [1] 日本原子力研究開発機構，JAEA-Review 2015-015 (2015)。
- [2] 石橋ほか，原子力バックエンド研究，Vol.23, No.2, pp.121-129 (2016)。

*Katsuhiro Hama¹, Masayuki Ishibashi¹ and Yasuharu Tanaka²

¹JAEA, ²CRIEPI.