

氏名	熊本 創
授与した学位	博士
専攻分野の名称	環境学
学位授与番号	博甲第4998号
学位授与の日付	平成26年 3月25日
学位授与の要件	環境学研究科 資源循環学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	亀裂を有する堆積岩を対象とした物質移行パラメータの評価手法に関する研究
論文審査委員	教授 西垣 誠 教授 鈴木 茂之 准教授 小松 満

学位論文内容の要旨

高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全性評価では、天然バリアを構成する岩盤の物質移行特性を精度良く把握することが重要となる。一般に、亀裂の発達した岩盤中の物質移行現象は、亀裂内の移流・分散現象が支配的となる。しかし、堆積岩のように空隙率の大きい岩盤の場合は、亀裂から岩石基質部への拡散現象（マトリクス拡散現象）による遅延効果の影響を受けやすくなる。亀裂内の移流・分散やマトリクス拡散は、それぞれ亀裂内の実流速や分散係数、およびマトリクス部の空隙率や拡散係数などのパラメータによって決定付けられる。これらのパラメータは、一般に、原位置や室内のトレーサー試験によって評価されるが、マトリクス拡散を含めた複数のパラメータをトレーサー試験から一意に評価することは困難であると言われている。従来の研究では、これを可能にするための幾つかの試験手法が提案されているが、いずれも試験手法の有効性や適用範囲について理論的な説明がなされておらず、試験手法として十分に確立されていないのが現状である。

そこで、本研究では、マトリクス拡散を含む諸パラメータを取得するための試験手法として従来から提案されているマルチ流量試験とマルチトレーサー試験に着目し、①数値実験による試験手法の課題抽出、②課題解決のための新たな試験手法の提案、③室内試験による提案手法の適用性の検証、を実施した。その結果、マルチ流量試験とマルチトレーサー試験の試験条件を適切に設定することで、マトリクス拡散を含む諸パラメータを適切に評価できることを示し、その条件設定の方法を提案することができた。また、実際の岩石試料を用いた室内マルチトレーサー試験の実施を通じて、提案した条件設定手法の妥当性を示すことができた。

論文審査結果の要旨

本研究は、高レベル放射性廃棄物の地層処分において、亀裂製岩盤内の放射性核種の移行を遅延させる効果として期待される「マトリクス拡散現象」に着目し、亀裂とマトリクスの双方の移行現象を支配する諸パラメータ（亀裂内の流速と分散長、およびマトリクスの拡散係数）を同時に評価可能なトレーサー試験手法を提案したものである。以下に、本研究の成果を列挙する。

- (1) トレーサー試験から亀裂とマトリクスに関する3つのパラメータ（開口幅、縦方向分散長、マトリクス拡散係数）を評価する場合を想定した数値実験を行い、単成分のトレーサー試験を1回実施するだけでは、3つのパラメータを一度に評価することは困難であることを示した。また、3つのパラメータを評価するためには、従来から提案されているマルチ流量試験やマルチトレーサー試験が有効であるが、試験の流量条件によっては、パラメータの同定感度が著しく低くなり、適切に評価できない場合があることを示した。
- (2) 試験の流量条件とパラメータの同定感度の関係について理論的な考察を行い、同定感度が亀裂内の移流による滞留時間とマトリクス拡散による遅延時間の比に依存することを明らかにした。さらに、新たな同定感度の指標（濃度変化率）を提案し、これを用いて、3パラメータの評価を可能とする適切な流量条件の設定する方法を提案した。
- (3) 提案した条件設定手法に基づいて、岩石試料を用いた室内マルチトレーサー試験を実施し、提案手法が実際の試験に適用可能であることを示した。また、再試験を含めた効率的な試験手順を提案し、同様の室内トレーサー試験によりその妥当性を示した。

以上の成果は、今後の高レベル放射性廃棄物の地層処分研究の進展に大きく貢献するものである。よって、本研究は、博士（環境学）を授与するに値すると判断した。