

岩盤における核種移行予測手法に関する一考察

Study on nuclide transport model in fractured porous media



山下 亮 Ryo YAMASHITA *1

研究の目的

高レベル放射性廃棄物の地層処分に対する安全評価では、地下水の流れに伴う核種移行挙動を予測することが極めて重要となる。地層中では亀裂内を地下水とともに移行する核種の岩石マトリクスへの拡散が、岩盤全体として見た場合の核種移行挙動に大きく影響することが知られている。一方、個々の亀裂形状、開口幅等のパラメータについては調査することが困難であるのが現状であることから、本研究では、地下水年代の観測値を利用し、マトリクス拡散を考慮したモデルにより核種移行予測の精度を向上させることができるかについて検討する。

研究の概要

岩盤に含まれる亀裂と岩石マトリクスの空隙の間の拡散移行を考慮するモデルとして二重空隙モデルに着目した。マトリクスの間隙率、亀裂間隔と地下水年代の関係について1次元の厳密解をもとに整理し、同じ地下水年代となる条件では、亀裂間隔や間隙率により物質フラックスのピークの現れ方が大きくなることを確認した。

次に、数値実験として、実際の岩盤の状況のある程度再現した亀裂ネットワークとマトリクス部からなる順解析モデル（ネットワークモデル）を2種類（model-1, model-2）作成し、仮定の地下水年代を計算した。この地下水年代から二重空隙モデルのパラメータを逆解析（定常解析）により求めた。比較のため、多孔質体モデルでも逆解析を実施した。このパラメータを使って、流出端での核種の物質フラックスの経時変化を非定常解析により計算した。用いたネットワークモデルの透水量係数分布と定常解析による濃度分布を図-1に示す。流出境界の濃度を地下水年代に換算し、逆解析のデータとした。逆解析で得られたパラメータで、流出境界の物質フラックスの経時変化を順解析モデル（ネットワークモデル）、二重空隙モデル、多孔質体モデルについて比較した結果を図-2に示す。ネットワークモデルの結果は二重空隙モデルにより比較的良好に再現できることがわかった。

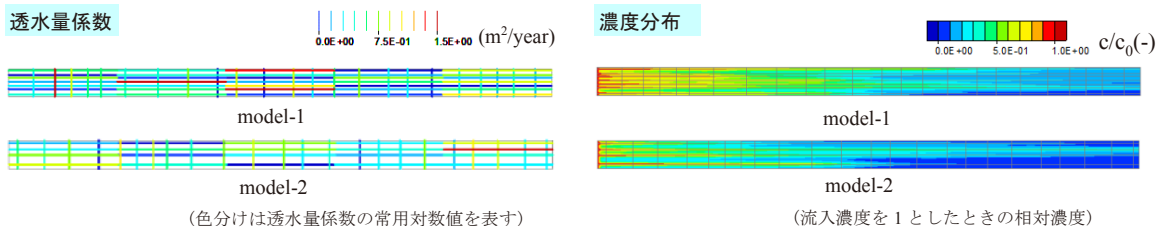


図-1 ネットワークモデルの透水量係数と相対濃度

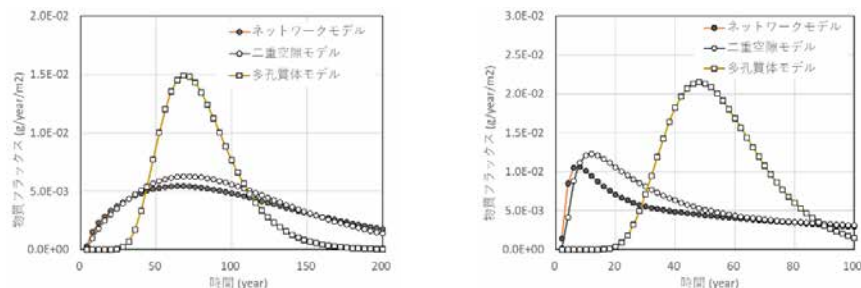


図-2 流出境界での物質フラックスの経時変化の比較

結論

亀裂を含む岩盤における核種移行の問題に関して、地下水年代の情報を利用することで予測精度が向上するかどうか、その際に用いるモデルの違いが予測に影響を与えるか、について検討を行った。その結果、非定常の物質フラックスの予測に関して、多孔質体モデルでは、物質フラックスのピークの予想精度が不十分であり、二重空隙モデルを用いることが望ましいと考えられた。二重空隙モデルでは、順解析モデルであるネットワークモデルの結果にかなり近い結果が得られており、地下水年代を利用してパラメータを調整することで、核種移行の予測精度向上が期待できる。