

低透水性岩盤における地下水抽出法の提案

背景

地下水の水質は放射性核種の環境中挙動に大きな影響を与えるため、正確な特性取得が必要であると認識されている。透水性の低い岩盤では、地下水は岩石間隙水として存在し、特性評価のため間隙水を取り出すことが必要とされる。岩石の圧搾により間隙水を抽出する「圧縮抽水法(図1)」を用いれば、多種の岩石から間隙水の抽出が可能となるが、抽水過程で溶存イオン濃度が増加する可能性が指摘されている。イオン濃度変化機構を解明し、適切な抽出条件を定めることができれば、圧縮抽水法の実用性を大きく高めることが可能である。

目的

地下水に溶存する主要イオンで、岩石へほとんど吸着しない塩化物イオンを対象として、圧縮抽水における濃度変化の機構を明らかにし、岩石試料への圧縮抽水法の適用性向上を図る。

主な成果

1. 圧縮圧力と塩化物イオン濃度の傾向解明

縮抽水で得られる間隙水中塩化物イオン濃度は圧縮圧力の増大に従って減少した。最も顕著な試料(豪州 Marree 地区の岩石)では、圧縮圧力によって塩化物イオン濃度に約3倍もの差が生じた。

2. 塩化物イオン濃度低下のメカニズム解明

- (1) 抽出圧力とスメクタイト^{*1}層間距離の関係: 圧力の増大に従って、岩石に含まれるスメクタイトの層間距離が減少することがわかった(図2)。
- (2) スメクタイト含有率と塩化物イオン濃度の減少の関係: スメクタイト含有率が大きい試料ほど、圧力に伴う塩化物イオン濃度の減少が顕著であった(図3)。
- (3) 定量的な検証: ベントナイト試料におけるスメクタイト層間距離と圧力の関係から算出した塩化物イオン濃度の計算値は、実際に得られた間隙水の測定値とよく一致した(図4)。

以上の3つの実験事実から、塩化物イオン濃度が減少する要因は、スメクタイト層間水が排出され、塩化物イオン濃度が希釈されるためであることが明らかとなった。

3. 間隙水塩化物イオン濃度を正確に評価するための圧縮抽水法

間隙水塩化物イオン濃度を正確に評価するためには、スメクタイトの層間水が排出されるより低い圧力であることが必要である。より高圧でしか十分な量の間隙水が得られない試料では、スメクタイト含有量と層間距離から、層間水の影響を定量的に評価する見通しが得られた。

なお、本研究は、経済産業省からの受託研究「地下水年代測定技術調査」として実施したものの一部である。

今後の展開

今回得られた塩化物イオン濃度の結果を基準として、圧縮圧力とその他の溶存イオンや溶存イオンの同位体比の関係とそのメカニズムを解明し、目的別の最適地下水抽出法を提案する。

主 担 当 者 地球工学研究所 バックエンド研究センター 主任研究員 中田 弘太郎

関連報告書 「地下水年代測定評価技術の開発(その6)－低透水性岩盤における地下水抽出法の提案－」
電力中央研究所報告: N07008

*1 : スメクタイト: 2対1型粘土鉱物。雲母と比べて層間の結合力が弱く、層間に水・有機物が容易に侵入し、層間水を持つ。

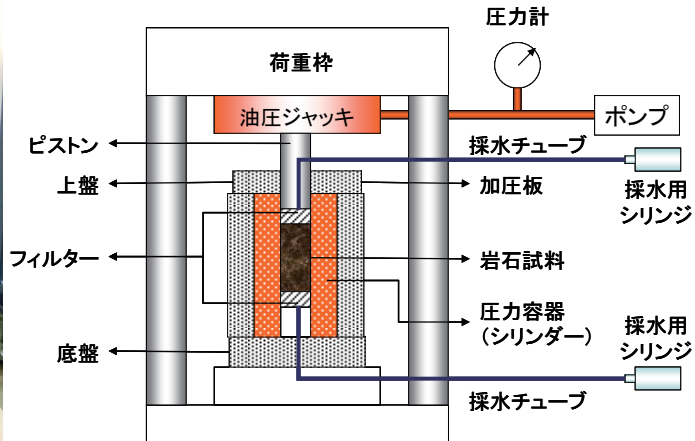
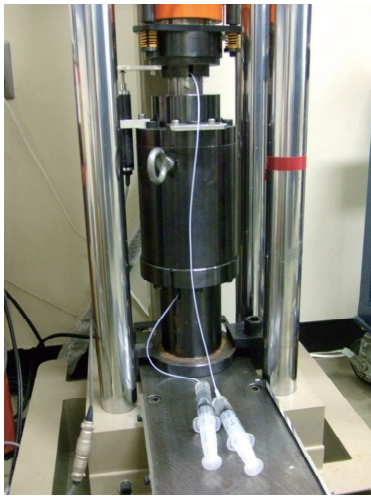


図1 圧縮抽水装置の写真(左)と概念図(右)

油圧ジャッキを用いて岩石を圧縮し、フィルターと不織布を通過してきた間隙水をシリンジに採取するシステムである。(木方ら:応用地質 Vol.40, p260-269, (1999)に加筆)

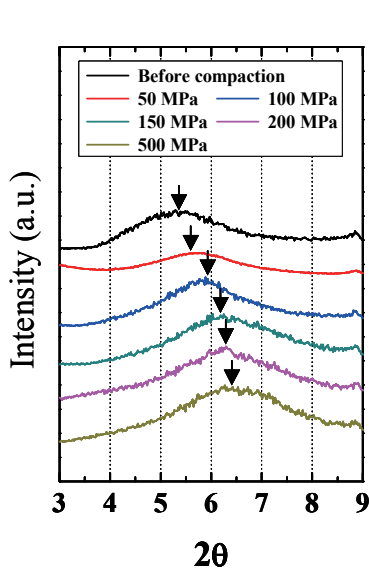


図2 Marree 岩石における圧縮後の X 線回折
図2 抽出圧力増大に従って、岩石に含まれるスメクタイト層間に対応するピークが高角度側にシフトし、層間距離が減少している。

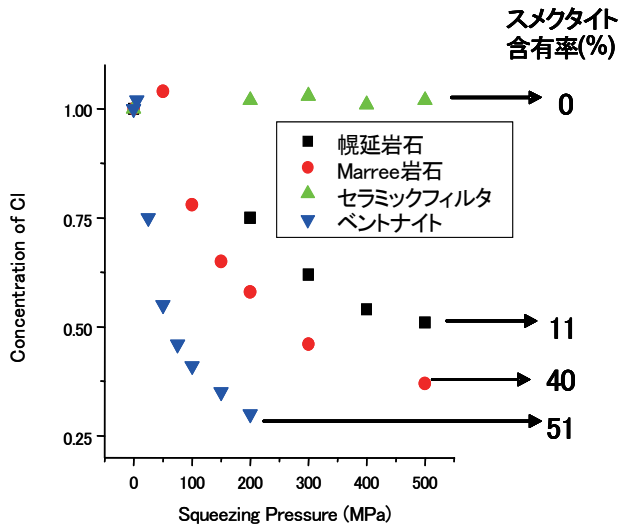


図3 スメクタイト含有率と Cl 濃度低下の関係

図3 スメクタイト含有率が大きい試料ほど、抽出圧力に伴う塩化物イオン濃度の減少が顕著である。これらの結果はスメクタイト層間水が塩化物イオン濃度低下の主要因であることを強く示唆している。

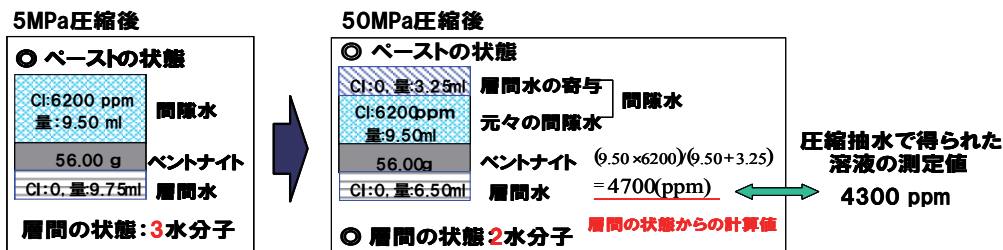


図4 ベントナイト試料におけるスメクタイト層間距離、抽出された間隙水量と塩化物イオン濃度の関係

ベントナイト試料におけるスメクタイト層間距離の変化から、層間から抽出された水の量を算出し、塩化物イオン濃度の変化を算出したところ、実際に圧縮抽水で得られた間隙水における値と良く一致した。図では50MPaから50MPaでの圧縮における結果をまとめている。