

新第三紀—第四紀シルト岩中の亀裂透水性の応力依存性 Stress dependency of permeability through a single fracture in Neogene-Quaternary siltstone

野口 真未^{1*}; 上原 真一²

NOGUUCHI, Mami^{1*}; UEHARA, Shin-ichi²

¹ 東京大学新領域創成科学研究科環境システム専攻, ² 東邦大学理学部生命圏環境科学科

¹Department of Environmental system, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, ²Department of Environmental science, Faculty of Science, Toho University

二酸化炭素地中貯留において、遮蔽層として期待される泥質岩に亀裂があった場合、そこから二酸化炭素が漏洩する可能性が指摘されている。したがって、泥質岩の亀裂が流路として機能する条件を解明することは重要である。

上原ほか [1] は有効圧（封圧と間隙圧の差）の昇圧過程において、亀裂の入った泥質岩と無垢な岩石の透水性を比べると、ある有効圧下で亀裂は閉口し、流体の移動経路として有効にはたらかなくなることを、そして、この有効圧条件が岩石の降伏条件に関係することを明らかにした。しかしながら、二酸化炭素地中貯留を行う場合は、地中で封圧を受けている岩石に二酸化炭素を圧入し間隙圧が増加するので、有効圧の除圧過程に注目する必要がある。この除圧過程の透水性と岩石の深度との関係性は、我が国で二酸化炭素地中貯留の対象として期待されている新第三紀—第四紀の堆積岩については明らかになっていない。

そこで本研究では、有効圧の除圧過程での透水性の変化が岩石の存在する深さによってどう変わるかを明らかにするとともに、岩石の降伏条件によってどのように変化するかを調べることを目的として、空隙構造の降伏条件の異なる上総層群大原層シルト岩（OHR3）と黄和田層シルト岩（KWD2）で、透水実験を行った。円柱形に整形した2種類のシルト岩を万力で力を加え、単一亀裂を作製し、それぞれの試料に対して昇圧過程と除圧過程を1つのサイクルとして、いくつかの最大有効圧（2~21 MPa）を設定し、透水係数を測定した。これを OHR3 では3回、KWD2 では2回実験を行った。

全ての実験について、昇圧過程と除圧過程の透水係数が一致しないサイクルと無垢な岩石と亀裂入りの岩石の透水係数が一致するサイクルが存在したため、前者を亀裂降伏開始サイクルと呼び、後者を亀裂閉口サイクルと呼ぶことにした。両者を全実験において推定したところ、亀裂閉口サイクルは OHR3 では7~9 MPa、KWD2 では17~21 MPa、亀裂降伏開始サイクルは OHR3 では5 MPa、KWD2 では3~9 MPaと推定された。亀裂閉口サイクルは無垢な岩石の降伏条件と等しく、これは既存の研究と一致する。また、亀裂降伏開始サイクルは無垢な岩石の降伏条件より低圧に現れ、これは、亀裂のかみ合わせが悪いことで亀裂面の接触面積が小さくなる一方で、接触部分にはたらく応力は設定した有効圧よりも大きく、岩石の降伏条件に達しているためと考えられる。よって、亀裂の閉口は岩石の降伏条件に依存しているが、亀裂の降伏開始は亀裂の状態に依存する傾向があると考えられる。

参考文献：[1] 上原, 嶋本, 松本ほか (2011) Journal of MMIJ, Vol.127, 139-144.

キーワード: 亀裂透水性, 新第三紀シルト岩, 室内透水試験, 応力依存性

Keywords: Fracture Permeability, Neogene Siltstone, Laboratory Permeability Test, Stress Dependency