

超臨界 CO₂ によるシルト岩中有機物の溶脱

Dissolution of Organic Matter in Siltstone by Supercritical CO₂

岡本 征雄[1], 李 小春[1], 大隅 多加志[1]

Ikuo Okamoto[1], Xiaochun Li[1], Takashi Ohsumi[1]

[1] RITE

[1] RITE

<http://www.rite.or.jp/>

人為的 CO₂ の大気中への排出量低減に対して、CO₂ 地中貯留は有効な手段の一つである。CO₂ の長期にわたる地中への貯留には、キャップロックのシール性能は最も重要である。キャップロックとして期待される岩石には泥岩や頁岩などがあるが、これらの岩石には有機物が相当量含まれている。一方、地中貯留における典型的な深度である 1000m において二酸化炭素は超臨界流体になり、有機物の溶解能力を持つ。これらのことより、圧入された二酸化炭素がキャップロック内の有機物を溶脱させ、キャップロックのシール性能を変化させる可能性がある。従来の研究では、オイルシェール中有機物の超臨界 CO₂ による抽出に関する研究がなされてきたが (McKay and Chong, 1983, Jaffe et al., 1997, Koel and Ljovin, 2000 など)、石油増進回収等の高効率化が目的であり、キャップロックのシール性能に着目したものではなかった。本研究では、超臨界 CO₂ のキャップロックへの影響を評価する研究の第一段階として、超臨界 CO₂ によって有機物の抽出処理をしたシルト岩の空隙率を計測し、透水係数を計算した。

始めにサンプル中有機物の量を計測するために、パウダー状にしたシルト岩サンプルに対し、バッチ式オートクレーブで超臨界 CO₂ による有機物の抽出処理を施した。処理条件は圧力 10MPa、温度 50、100、150 である。処理期間は一つの温度条件に対して 10、20、30 日間である。抽出処理後のサンプル内の炭素および窒素の量を CN アナライザによって計測し、未処理のサンプルの計測値と比較した。その結果、抽出処理によって両元素の含有量に顕著な変化は見られなかった。ただし、分子量の小さい有機物の抽出による差は検出できなかったことが考えられる。サンプル内の全有機物量はサンプル重量の 1% に満たないが、微量の有機物の溶脱が空隙構造を大きく変化させ、透水性が増加する可能性もある。

次に 1cm³ 程度のブロック状岩石サンプルに対して、同様の温度・圧力条件・処理期間で CO₂ による有機物の抽出処理を施した。処理後のサンプルに対し水銀ポロシメータを用いて空隙率と空隙半径分布を計測し、超臨界 CO₂ による影響を調べた。50 での処理後の空隙率は、未処理のものと比較して 1% 程度の増加が見られた。処理後の空隙半径分布は、半径が大きくなる方向にわずかにシフトした。また、計測された空隙率と空隙半径分布から、サンプルの透水係数を計算した (Lin et al., 1999)。50 で処理した試料の透水係数は、未処理のものと比較して 10% 程度増加した。透水係数は 10 日目以降には一定になっており、CO₂ による影響は速やかに進行すると考えられる。

以上の結果から、超臨界 CO₂ による空隙率と透水係数への影響は顕著ではないことが考えられる。しかしながら、透水係数は空隙率のみに依存するものではないため、CO₂ 処理後の透水係数を直接計測する必要がある。また、有機物の溶脱による空隙構造変化が岩盤の力学的強度の変化をもたらすなどの可能性も考えられるため、今後の包括的な研究が望まれる。