

長岡 CO₂ 地中貯留サイトにおける貯留岩の地球化学的反応性の評価Geochemical reactivity of reservoir rocks on the Nagaoka CO₂-injection test site

徂徠 正夫 [1]; 三戸 彩絵子 [2]; 大隅 多加志 [3]; 奥山 康子 [4]; 當舎 利行 [5]

Masao Sorai[1]; Saeko Mito[2]; Takashi Ohsumi[3]; Yasuko Okuyama[4]; Toshiyuki Toshi[5]

[1] 産総研・地圏資源; [2] 地球環境産業技術研究機構; [3] 電中研; [4] 産総研地質調査総合センター; [5] 産総研

[1] AIST; [2] RITE; [3] CRIEPI; [4] Geological Survey of Japan, AIST; [5] AIST

<http://unit.aist.go.jp/georesenv/geoenv/>

本研究では、CO₂ 地中貯留の長期安定性評価に関して、詳細な鉱物組成および速度論データに基づいた岩石の反応率を設定することにより、貯留岩の反応性を定量的に予測する手法を開発した。反応率は、鉱物組成および存在形態（結晶粒子、岩石片、マトリックス/セメント）の違いを考慮に入れた貯留岩の粉末試料（バルクでない）を CO₂ 飽和水中でフラッシングした場合に、反応開始から時間 t の間に反応する割合として定義される。岩石の反応性についてはこれまで定量的な指標がなく、今回定義した反応率が、貯留岩の反応ポテンシャルの推定のみならず、将来的な地中貯留サイトの選定においても有効になり得ると考えられる。

新潟県長岡市の CO₂ 地中貯留実証サイト（Ic 層）から採取したコア試料に対して反応率を算出したところ、同一の Ic 層内においてさえ、深度により反応率が大きく異なることが示された。このことは、反応率が岩相による反応性の違いを敏感に反映していることを意味している。一方、スライプナープロジェクトにおける砂岩貯留層と比較した結果、1,000 年のスケールでは Ic 層が 2 倍以上の反応性を有することが明らかとなった。このような相対的に高い反応性は、最終的な炭酸塩化の可能性までを含めて、日本の帯水層貯留における地球化学プロセスの重要性を示唆している。

一方、実際の貯留岩の反応速度および反応量は、地層水飽和度の変動とリンクさせた岩石の溶解挙動から予測可能である。これに関して、CO₂ 地中貯留におけるキー鉱物である長石の溶解実験からは、溶液の飽和度が平衡に近づくに従い、定常溶解速度が急激に減少する様子が明らかとなった。また、飽和度の増加速度は、水/鉱物比の低下に伴って大きくなり、その結果、溶解する長石量も著しく減少することが確認された。これらの実験結果は、一般的に閉鎖系とみなされる圧入サイトでの貯留岩の反応性に対して、重要な示唆を与えている。

実際の貯留岩の反応速度に関して、灰長石の溶解のみを想定した簡単な試算結果からは、貯留岩の反応の時間スケールが、長石溶解速度の飽和度依存性に強く依存することが示された。すなわち、地層水の飽和度が一定（溶解速度も一定）の場合には、圧入開始からわずか 14 年で全ての灰長石が消滅するのに対して、飽和度が変動（溶解速度も変動）する場合には、圧入開始から 1,000 年後でさえ体積減少量が 1% に留まっていた。このような極端な時間スケールの違いは、圧入後の CO₂ の挙動を予測する上で重大な誤差を生み出す可能性を秘めている。したがって、今後、貯留岩の反応性に関する時間スケールの信頼性を向上させるためには、飽和度の変化を規定する水/鉱物比をパラメータとして、長石溶解速度の飽和度依存性データを整備する必要がある。今回定義した反応率をより現実的なパラメータとするためには、このような液相とのリンクに加えて、鉱物の表面積や表面状態の取り扱い方を含めたバルク岩石中の鉱物の反応メカニズムについて、より詳細なモデル化を行っていくことが課題となる。