

CO₂回収・貯留の安全性評価に向けた地質学的な取り組み



藤井 孝志

ふじいたかし
takashi.fujii@aist.go.jp

地圏資源環境研究部門
CO₂ 地中貯留研究グループ
研究員
(つくばセンター)

超臨界状態の二酸化炭素 (CO₂) は、私たちが呼吸する大気中の CO₂ とは全く性質が異なり、気体のように拡散し、かつ液体のように物質を溶かす性質をもっています。CCS 技術の実施にあたり貯留層内に圧入された CO₂ は、そのような超臨界状態となります。岩石の空隙内で起こりうる超臨界 CO₂ / 水 / 岩石の相互作用については、未解明な部分が多く残されています。今後は、ナノスケールでの界面という新たな視点を入れて相互作用の現象解明を目指していきます。

CO₂回収・貯留(CCS)技術とは、CO₂排出源から回収されたCO₂を地下約1 kmの泥岩や頁岩のキャップロック下の貯留層に圧入することで隔離し、大気中へのCO₂排出を抑制する技術です。今回は、CCS技術に必要な泥岩のシール性能の評価を対象に、岩石室内実験による岩石の浸透率と毛管圧の相関関係の解明に向けた取り組みについて紹介します。

はじめに

CCS技術において、貯留層(深部塩水帯水層: 古海水で飽和された砂岩層)に圧入されたCO₂は、キャップロック中の無数の空隙内で働く毛管圧により、貯留層から漏れずに保持されます。その技術の展開には、まず、貯留層内への安全なCO₂の封じ込めが必要不可欠です。このため、キャップロックのシール性能を十分に精査する必要があります。しかし、実際には、流体の圧入に伴い岩盤内の圧力の均衡が崩れて、岩石が変形することが予想されます。従って、静的な状態の毛管圧を調べるだけでは、キャップロックのシール性能を十分に評価したことはありません。現在、私たちは、経済産業省の受託研究を中心に、シール性能の評価システムの開発に向け、岩石の変形挙動が水理特性(空隙率、浸透率、ならびに毛管圧)に及ぼす影響の評価に取り組んでいます。

した天然の泥岩を用いて、さまざまな力学条件下での水理特性の定量的な把握を行いました。その結果、浸透率と毛管圧を対数スケールで表現すると、力学条件に応じて直線性を示す場合とそうでない場合があることが明らかとなりました(図1)。さらに、この違いは、使用した泥岩で見られた圧縮過程の違いや、図2に示すような泥岩中で見られる二種類の空隙構造(扁平型、および丸状型)に起因すると推測されました。これまで数値シミュレーションにおけるキャップロックのモデル化には、文献からの水理パラメータを入力値とすることが一般的でしたが、この研究で求めた相関性を用いることで、岩石の浸透率から毛管圧の値を推定できるようになると期待されます。

今後は、このようにCO₂地中貯留モデリングの精緻化に向けた研究を進めると同時に、世界的なCCS技術の発展に資する安全性評価技術の構築に貢献していきたいと思えます。

力学と水理パラメータの関係

この研究では、房総半島の上総層群から採取

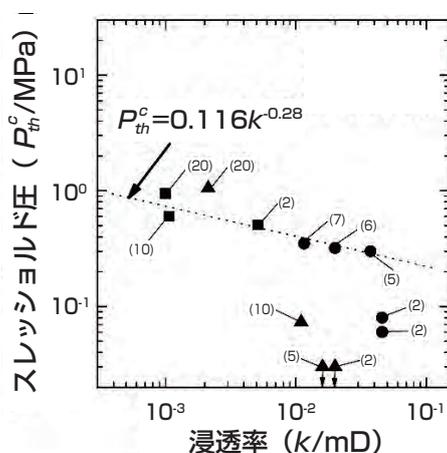


図1 毛管圧(スレッシュヨルド圧)と浸透率の関係
()内は力学条件 MPa を示す。
図中の▲●■は、上総層群の泥岩層の▲は大田代層泥岩、●は大原層泥岩、■は浪花層泥岩。

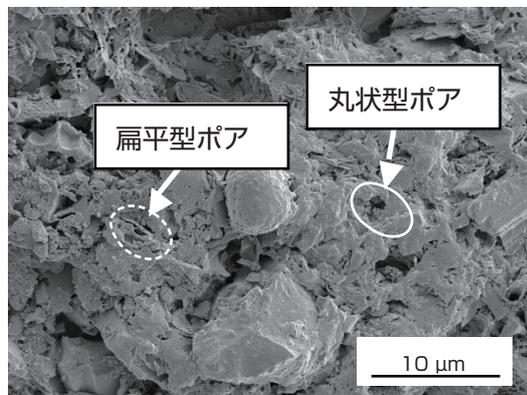


図2 走査型電子顕微鏡による泥岩の表面観察の結果