

我が国の若い年代の堆積物の遮蔽性能について

Evaluation for the sealing capacity of the fine-grained sediments in Japan

亀谷 裕志¹, 竹島 淳也^{1*}, 大岡 正雄¹, 瀬口 真理子¹, 荒谷 忠¹, 小野 正樹¹, 大向 直樹¹,
菱田 省一¹, 平松 晋一¹, 東 宏幸¹

Hiroshi Kameya¹, Junya Takeshima^{1*}, Ohoka Masao¹, Mariko Seguchi¹, Tadashi Araya¹,
Masaki Ono¹, Naoki Ohmukai¹, Shoichi Hishida¹, Shinichi Hiramatsu¹, Hiroyuki Azuma¹

¹応用地質株式会社

¹OYO Corporation

日本におけるCO₂の大規模な排出源は大都市近傍に集中しており、排出源近傍でのCO₂地中貯留を実現することはCO₂の輸送コスト縮減を考慮すると非常に重要である。日本の大都市の近傍には新第三紀から第四紀にかけての地層が広く分布している。一方で、日本は環太平洋地帯に位置しプレート運動の影響を受けるため、古い年代の地層には断層活動等の影響が大きく地中貯留には向かないため、比較的年代の若い地層への地中貯留を検討することが避けられない。

新第三紀・第四紀の地層は低浸透性の細粒堆積物（泥岩または粘土）および高浸透性・高孔隙率の粗粒堆積物（砂岩または砂）からなり、地中貯留に必要な貯留層と遮蔽層のセットを見出すことは比較的容易である。一方で、遮蔽層の役割を果たす細粒堆積物は孔隙が大きいため毛管シール能力が弱く、過大な貯留を行った場合には漏洩が生じる可能性がある。特に貯留の対象として都市域近傍を考えた場合に漏洩リスクは社会的な受容性と直接結びつく問題であり、その評価は厳密に行う必要がある。そこで本研究では以下の検討を行った、(1) 広範囲の岩石・土質材料を対象とした毛管シール能力の文献からの抽出、(2) 毛管シール能力に影響を与える要因の抽出（例えば、圧入する流体の表面張力の影響）、(3) 代表的な細粒堆積物を用いたブレイクスルー実験によるエントリー圧力の測定。これらから我が国の細粒堆積物のCO₂貯留ポテンシャルの評価を試みた。

文献調査および室内のブレイクスルー実験から以下のことが明らかとなった。

(1) 日本の新第三紀・第四紀の細粒堆積物のエントリー圧（N₂～水または空気～水系のブレイクスルー実験で、ブレイクスルーが生じる最小圧力）はほぼ0.5～5MPaの範囲にあり、一方、浸透率は10⁻¹～10⁻⁴mdの範囲であった。

(2) 岩石から土質材料までの広範囲の材料のデータを整理すると、エントリー圧の大きさ0.001～30MPaに対し、浸透率は10⁻⁶～10⁻⁵mdの範囲であった。エントリー圧と浸透率の間には相関関係があり、年代が古いものほど浸透率が小さくエントリー圧が大きな傾向が得られた。日本の新第三紀・第四紀の細粒堆積物のエントリー圧と浸透率の関係も全体の傾向と整合するものであった。

(3) 世界の第三紀以前の岩石の孔隙率が1～30%程度に対し、日本の新第三紀以降の細粒堆積物は20～60%と高い孔隙率を有している。一方で、エントリー圧の大きさは第三紀以前のものと比較するとわずかに低い程度である。

(4) 水で飽和した試料に異なる流体（例えばN₂やCO₂）を圧入する場合、エントリー圧の大きさは水と流体との表面張力に依存する。

一方、第四紀の粘土で行った圧密試験の試料を用いて孔隙分布の変化を調べた結果から、径の大きな孔隙が先行してつぶれていくことが分かっている。このことから考えると、エントリー圧を決定するような径の大きな孔隙の連結は圧密によって先行してつぶれていくため、年代が若く圧密がそれほど進んでいない岩石でも、ある程度のエントリー圧を有していると考えられる。ま

た、圧密試験による浸透率とエントリー圧の変化は(2)で述べた広範囲の材料の傾向とよく一致するものであり、年代に伴うこれら物性の変化を圧密試験が表しているといえる。大阪湾の堆積盆を対象に、CO₂貯留ポテンシャルの評価を試みた。堆積盆を構成する粘土の圧密試験結果から浸透率と孔隙率との関係を求め、次に深度方向の孔隙率の分布から浸透率を求めた。浸透率を(2)で述べた関係からエントリー圧に変換し、検討を行った深度のCO₂の密度および表面張力の物性から貯留ポテンシャル(遮蔽層にCO₂が浸入しない最大の貯留高さ)を計算したところ約50mとなった。この結果はCO₂の地中貯留を行う際に、漏洩リスクを避けるためのひとつの目安となる。なお、本研究は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務として実施したものです。

キーワード: CO₂地中貯留,遮蔽層,エントリー圧

Keywords: CO₂ geological storage, cap rock, entry pressure