

CO₂ 地下注入後挙動モニタリングに関する実験的研究 (第2報) - 弾性波速度・減衰モデリング

Monitoring of CO₂ behavior after injection into geological formation (II)—modeling seismic velocity and attenuation

雷興林 [1]; 薛自求 [2]

Xinglin Lei[1]; ziqiu xue[2]

[1] 産総研・地圏資源環境; [2] 京大

[1] GSJ, AIST; [2] Kyoto University

CO₂ 地中貯留にとって 地下深部の帯水層に圧入された CO₂ 挙動のモニタリングは基本的で重要な研究課題と指摘されている。CO₂ 貯留量の推定や漏洩通路の検出においては、とりわけ高度なモニタリング技術が必要である。現状では地震探査手法が CO₂ の分布と移動を把握するための最も有効な方法だと考えられている。

本研究は CO₂ の注入による岩石物性値変化モデルの構築とイメージング技術の改良を同時に遂行することを目的とする室内 CO₂ 注入実験を展開している。良く制御された実験条件下で、多孔質岩石試料にガス状態・液体状態・超臨界状態の CO₂ をそれぞれ注入する実験を行い、稠密弾性波伝播測定及び AE 観測による弾性波速度、減衰、異方性などの物性値の変化を評価する。前回では、差トモグラフィ技術を適用し、CO₂ 注入による弾性波の速度と減衰係数の変化、CO₂ 移行を妨げるバリアの影響などについて詳細に調べた。多胡砂岩 (間隙率 24%) の場合、気体 CO₂、液体 CO₂ 及び超臨界 CO₂ の注入により、最終的に、P 波速度はそれぞれ 7.5%、12%、および 14.5% 減少した。同時に減衰ファクター 1/Q はそれぞれ 3.3、2.7、および 3.7 倍増加した。

これらの実験結果は White and Dutta-Odé の理論モデルを使ってよく説明できる。これは、超音波周波数帯域でも間隙流体の拡散が速度分散とエネルギー損失において大きな役割を果たしているのを示す。また、得られた不均質飽和 (パッチ) の特長サイズは $b=1.3\sim 1.5\text{mm}$ である。一般にガスパッチがフラクタル的な分布を示すと考えられ、実サイトに使える地震周波数帯域でも実験室の超音波帯域と同様な結果が得られると思う。実験及びモデルの結果は、CO₂ 飽和度の増加に伴い、減衰が急激増加し、30-40% のところにピークを持ち、その後完全 CO₂ 飽和状態になるまで (それが可能であるなら) 次第回復する特徴を示している。しかしながら、最終的な CO₂ の飽和度はおよそ 30-40% すぎなかった。

謝辞 この研究の主要部分は、二酸化炭素地中貯留研究開発 (財団法人 地球環境産業技術研究機構) の一部としてとりおこなわれた。関係各位に記して感謝を表す。

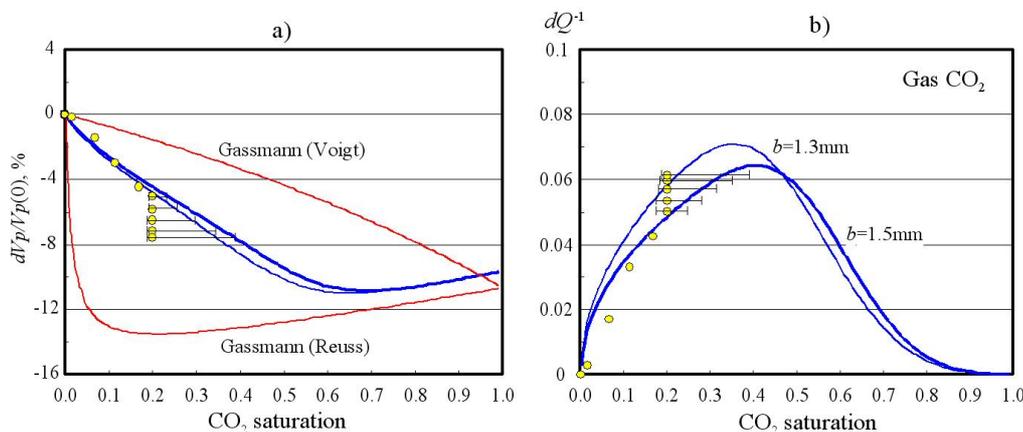


Figure 1. Comparison of observed velocity reductions and increase of Q^{-1} with numerical results obtained using the White and DuttaOdé model.