

CO₂注入速度が多孔質砂岩中のCO₂飽和度と間隙圧に与える影響 Impact of the injection speed on CO₂ saturation and pore pressure

*北村 圭吾¹、本田 博之²、高木 進之介²、今里 光紀²、三谷 泰浩³

*Keigo Kitamura¹, Hiroyuki Honda², Shinnosuke Takaki², Mitsunori Imasato², Yasuhiro Mitani³

1. 九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、2. 九州大学大学院工学府、3. 九州大学大学院工学研究院

1. International Institute for Carbon-Neutral Energy Research, Kyushu University, 2. Graduate School of Faculty of Engineering, Kyushu University, 3. Faculty of Engineering, Kyushu University

地下深部の貯留層に圧入されたCO₂の挙動を理解する事はCCSの安全性と経済性を評価する上で重要である。地下深部貯留層に圧入されたCO₂は地下水と二相流を形成し貯留層内部へ侵入する。この時、貯留層内部のCO₂飽和度 (S_{CO_2})と間隙流体圧力 (P_p)が上昇する。CO₂飽和度の変化を把握する事はCO₂貯留量の推定のために不可欠である。また間隙流体圧のモニタリングは貯留層の健全性を評価する上で重要である。近年、CO₂の注入速度がCO₂飽和度や間隙水圧に影響を与えている事が実験的および理論的研究から示唆されている。そこで本研究は塩水で飽和したベレア砂岩 ($\Phi=18.1\%$)に対して、CO₂の注入速度(FR)を変化させながら超臨界CO₂の注入を行い、 S_{CO_2} と間隙差圧 (δP)の測定を行った。同時にP波速度 (V_p)の測定を実施し、岩石試料中のCO₂挙動のモニタリングと V_p による S_{CO_2} の推定について検討した。CO₂の注入速度は10 $\mu\text{l}/\text{min}$ から段階的に5000 $\mu\text{l}/\text{min}$ まで変化させた。同時にP波速度 (V_p)の測定を実施し、岩石試料中のCO₂挙動のモニタリングと V_p による S_{CO_2} の推定について検討した。P波速度は岩石試料上に異なった高さに設置した3チャンネルで測定した。極定流量(10 $\mu\text{l}/\text{min}$)でCO₂を注入したとき、 S_{CO_2} は9%までしか増加せず、 δP は10kPaであった。この時、 V_p の低下は4-5%程度であった。注入速度を500 $\mu\text{l}/\text{min}$ まで増加させたとき、 S_{CO_2} は25%、 δP は30kPaまで増加した。一方、 V_p の低下率は5%であった。注入速度が1000 $\mu\text{l}/\text{min}$ より大きくなると S_{CO_2} は35%から47%まで増加したが δP も50-500kPaまで急激に増加した。5000 $\mu\text{l}/\text{min}$ の時、各chの V_p の低下率は6-8%であった。これらの結果はCO₂の注入速度が岩石中のCO₂挙動に大きな影響を与えている事を示している。またFRの500 $\mu\text{l}/\text{min}$ と1000 $\mu\text{l}/\text{min}$ の間に S_{CO_2} と δP の増加量の閾値がある事を示唆された。

キーワード：CO₂飽和度、間隙差圧、注入速度、二相流

Keywords: CO₂ saturation, differential pressure, injection speed, two-phase flow