

HRE031-03

会場:303

時間:5月24日 09:00-09:15

深部帯水層に注入されたCO₂の長期挙動に対するシール特性の影響検討シミュレーション

Simulation of the Effects of Seal Properties on the Long-term Behavior of CO₂ Injected Into a Deep Saline Aquifer

加野 友紀^{1*}, 石戸 経士¹
Yuki Kano^{1*}, Tsuneo Ishido¹

¹産総研 地質調査総合センター
¹GSJ/AIST

CO₂ 地中貯留は地球温暖化を抑制するための早期対策技術として考えられている。CO₂ の貯留層には枯渇油ガス田や不採掘炭層、塩水帯水層等が挙げられ、国内及び国際的に試験・実証プロジェクトが行われている。我が国では背斜構造を持たない帯水層（一般帯水層と称する）において、水溶性天然ガスが長期に渡って貯留されていることが知られており、貯留ポテンシャルの観点からも一般帯水層におけるCO₂の地中貯留が検討されてきた。

背斜構造が存在しない場合においても、上部層の高遮蔽性がCO₂ プルームの広がりに対し十分連続性を有する場合、圧入層内に全てのCO₂を貯留することが可能であると考えられる。他方、圧入層直上の地層単層での遮蔽性が十分でない場合、長期においてはCO₂ プルームの一部が上部層を通り抜けて地層内を上昇する可能性がある。この時、我が国に広く分布する砂泥互層のように帯水層と遮蔽層が鉛直方向に交互に分布する場合、CO₂には複層によるトラッピング効果及び溶解・残留ガストラッピングメカニズムが働くと考えられる。筆者らはこれまでに帯水層へ圧入されたCO₂の長期挙動シミュレーションと主要パラメータに関する感度解析を行い、遮蔽層が単層では遮蔽性が十分でない場合においても互層構造によりCO₂を浅部に到達させることなく貯留できる可能性を示した。

これまでの研究では、この遮蔽性が十分でない層の浸透率を均質多孔質として比較的大きな値を与えてきたが、実際には、難透水の泥岩の水平方向の連続性が十分でなかったり、フラクチャーが存在する状況が考えられる。このような場合、マクロに平均化した浸透率は同等でもCO₂が砂岩から成るバスに集中することにより流動挙動が大きく異なる可能性がある。今回は、フラクチャー岩体を表現するためのダブルポロシティモデルをシール層に適用し、シール層の岩石特性がCO₂の長期挙動にもたらす影響を検討した。

シミュレーションで使用した二次元モデルは、水平方向に40 km、鉛直方向に2 kmの領域を対象とし、上端には温度15℃、圧力0.1 MPaの地表条件を設定した。最上部の300 mには未固結堆積物が分布し、その下に砂泥互層が分布する。水の相対浸透率はvan Genuchten型、CO₂の相対浸透率はCorey型で表されるものとした。また、毛管圧はvan Genuchten型を選択した。CO₂は深度950 mから1000 mに50年間圧入されるものとし、そのレートは2次元モデルの面と垂直方向の厚さを1 kmとした場合に年間100万トン相当となるよう設定した。

このモデルを使用して、圧入期間の50年間及びその後1000年間におけるCO₂ プルームの広がりや地層水への溶解量等に関するシミュレーションを行った。このシミュレーションにより、泥岩層の連続性が十分でなく比較的大きな浸透率(1 mD)を有する遮蔽層を想定して、多孔質媒質とした場合とダブルポロシティ媒質とした場合の、長期挙動の差異を検討した。計算には、汎用貯留層シミュレータSTARと状態方程式SQSCO₂を用いている。

キーワード: CO₂ 地中貯留, 塩水帯水層, 砂泥互層, ダブルポロシティモデル, 数値シミュレーション

Keywords: Geological storage of CO₂, Saline aquifer, alternating layers, double porosity model, numerical simulation