

二酸化炭素地中貯留時の挙動に及ぼす水理特性について - 2次元モデルによる感度解析 -

A Study on hydrological parameters in the CO₂ geological storage -sensitivity analysis using 2D model-

當舎 利行 [1]; 石戸 経士 [2]; 杉原 光彦 [3]

Toshiyuki Toshi[1]; Tsuneo Ishido[2]; Mituhiko Sugihara[3]

[1] 産総研; [2] 産総研; [3] 産総研

[1] AIST; [2] GSJ/AIST; [3] GSJ

1. はじめに

京都議定書の第1約束期間が本年1月から始まり、議定書を批准した国々は2012年までのCO₂削減目標を履行することが求められている。この中で、地層中にCO₂を圧入する地中貯留技術は、削減目標を効果的に達成するための革新技術として考えられている。地中貯留の事業化をいち早く実施したノルウェーでは、CO₂の地中貯留ではガス田上部の、ガス田と同じ地質構造への貯留が行われており、他の欧米諸国でも枯渇油田・ガス田への貯留が検討されている。これらの貯留現場に特徴的な地質構造は背斜構造であり、貯留層上位のキャップロック層が健全であれば、石油、ガスなど同様に長期間の貯留が可能と考えられている。一方、このような地質構造を持たない地層は我が国に広く分布し、長期間水溶性天然ガスを貯留する能力を持つことから、このような帯水層（一般帯水層と称する）での地中貯留も検討されている。産総研では、一般帯水層でのCO₂貯留を念頭に置いて、CO₂が帯水層内でどのような挙動を示すのかをテーマに研究を進めてきた。主な技術開発課題は、1) 水理地質構造モデルの構築方法と広域的な地下水流動解析手法の開発、2) トラッピング・メカニズムの一つとしての地化学的CO₂貯留メカニズムの検討、および3) キャップロック層の微小亀裂影響を評価する手法の開発を目標としたキャップロックの健全性評価の研究である。本講演では、広域的な地下水流動解析に関連して実施したモデル地域での挙動シミュレーションについて、その結果を報告する。

2. 地質構造モデル

モデルは水平（東西）方向に25km、鉛直方向に2.5kmであり、深度1350mから300mの厚さに貯留層である砂岩層があり、その上に厚さ350mの遮蔽層である泥岩層が分布する。この砂岩層と泥岩層は緩やかな傾斜を持って東側に上昇している。グリッド分割は、垂直方向には100m、水平方向1kmであるが、圧入点（深度1400~1500m）付近では垂直方向に50m、水平方向には250mとなっている。砂岩層と泥岩層岩石の空隙率は20%、透水性は、帯水層で水平方向50ミリダルシー垂直方向10ミリダルシー、泥岩層で水平方向10ミリダルシー垂直方向1ミリダルシーとした。圧力の境界条件として、上面は1気圧、側面は静水圧、底面は不透水としている。温度の境界条件は、上面で15℃、下面西端で40℃、東端で60℃とし、その間を線形に変化させている。モデルの厚さを1kmとした場合に年間100万トン相当の量を50年間に渡って圧入を行うと仮定した。水の相対浸透率は、残留飽和率0.2としてvan Genuchten typeとし、CO₂の相対浸透率はCorey type、残留飽和率0.1を選択した。毛管圧はVan Genuchten typeを選択した。

3. 感度解析

以下の項目などについてCO₂の広がりや超臨界状態から液体状態への変化などを調べた。1) 貯留層垂直浸透率を50ミリダルシー、2) 貯留層水平・垂直浸透率をそれぞれ500ミリダルシー、100ミリダルシー、3) 遮蔽層の毛管圧の上昇、4) 相対浸透率のヒステリシスを導入（drainage: 0.1、imbibition: 0.5）、5) 貯留層の空隙率を40%。

4. おわりに

産総研の地中貯留研究では、我が国の一般帯水層を表す数値モデルを作ることを最終目標としており、このモデルを用いる応用研究として地中貯留可能量の評価などに発展してゆくことが期待されている。また、リスク評価などに対しても基本的なモデルとして活用され、ある地域での帯水層貯留に対する実現可能性の検討においてもベースとなりうる。本報告での研究成果は、一般帯水層へのCO₂貯留に対して一つのモデルを与えるものであり、感度解析の結果は、貯留を左右するパラメータを明らかにし、取得すべき基本的なデータの選別に利用できる。

謝辞 本研究の主要部分は、二酸化炭素地中貯留技術研究開発（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。