

CO₂ 地中貯留のための3次元深部地下構造モデリング

Three-Dimensional Deep Structures Modeling for Geological Storage of Carbon Dioxide

麻植 久史 [1]; 楠瀬 勤一郎 [2]; 古宇田 亮一 [2]; 丸井 敦尚 [3]; 植木 俊明 [4]

Hisafumi Asaue[1]; Kinichiro Kusunose[2]; Ryoichi Kouda[2]; Atsunao Marui[3]; Toshiaki Ueki[4]

[1] 産総研; [2] 産総研; [3] 産総研; [4] 海洋先端研

[1] Geological Survey of Japan, AIST; [2] AIST; [3] GSJ, AIST; [4] OHTI

CO₂ 地中貯留は、温室効果ガスである CO₂ を特定の地層に封じ込め、その排出量を削減する手法である。これを実行するためには、CO₂ を封じ込める貯留層と、大気中への CO₂ 漏出を防ぐ遮蔽層の分布を、3 次元的に推定する必要がある。しかし、地質データの多くは、深度方向に連なる 1 次元データ、あるいは面的に広がる 2 次元データである。そのため、これらのデータを 3 次元的に統合し、一意的な構造を推定するための解析手法を開発する。この解析手法は、対象範囲の層序を推定できるため、貯留層や遮蔽層に相当する地層分布の把握が可能である。本研究では、東京湾を中心として、南北 60 km、東西 75 km、深度 4000 m を解析対象範囲とし、この地域の 3 次元的な地下深部構造の推定を試みた。この地域は、工業地帯であり、CO₂ 排出量が多いため、CO₂ 地中貯留が可能になれば、大きな効果が望める地域である。また、地震探査データやボーリングデータに代表される様々な地下構造データが取得されており、十分な既存データが存在するため、テストケースとしても適当である。

これらのデータを使用して解析を行うために、東西、南北方向にそれぞれ 76 点 x 61 点 (1 km 間隔)、鉛直方向に 80 点 (50 m 間隔) の計 370,880 点を解析対象領域に設定した。この地域の層序を大きく分けると、地表から下総層群、上総層群中部、上総層群下部、三浦層群、基盤の順に推定されている。層序自体は、それぞれ独立した性質的なパラメータであり、物理的な値をもたないため、補間法を通常通りに適用できない。そこで、探査データから判別された地層データより、対象とする層の存在する座標に 1 を、他層が存在する層に 0 を与える Indicator 変換を行った。これは対象とする層の存在確率を示しているため、この段階では、その存在が未確定の座標には値を与えない。これらのデータセットを対象とする層ごとに作成する。

これらにおける、未確定座標の存在確率分布を推定するために、3 次元最適化による補間をデータセットごとに行う。3 次元最適化とは、力学的歪エネルギーの最小化問題に基づく補間法である。この手法は十分な補間精度を有しており、地質データに対して有効であることが明らかにされている。3 次元最適化による補間結果を、各対象層データセットの格子点ごとに比較し、最も存在確率の高い地層が存在すると仮定する。一連の手法は、地球統計学的な考えに基づくため、客観的な解析結果が期待できる。

臨界状態 (31.0 度, 72.80 気圧) での CO₂ 地中貯留を仮定すると、その最適な深度は、800-1000 m 程度となる。これは、上総層群中部を貯留層、下総層群を遮蔽層とみなしたときの、最適な深度でもある。そこで、深度 600 m, 800 m, 1000 m における水平断面図、および千葉県市原市付近を中心とした東西方向と、南北方向の垂直断面図を Fig.1 に示す。下総層群は、東京湾東側で北東-南西方向に分布する。この層群の存在する最大深度は 1000 m 程度であり、千葉県市原市付近で盆構造を示す。上総層群 (中部, 下部) は、全体的に分布する。これらも下総層群の分布と同様に盆構造をもつが、中部は東京湾南西側に連続している。三浦層群は、東京湾南側で特に厚く分布するが、その上面は比較的平坦である。東京湾内の深部構造は、中心部を境として、北部に上総層群、南部に三浦層群と明確に分割されている点が特徴的である。基盤構造は、南東に向かって急傾斜する構造をもつ。また、この構造は対象領域の北西側で、浅い盆構造を伴う。

この解析手法から導き出された 3 次元深部地下構造モデルより、貯留層容量の試算を基にした、理論的最大貯留可能量の算定が可能となる。また、対象領域が格子状に分割されているため、CO₂ 挙動等のシミュレーションを行う際には、構造モデルとして利用できる。

