

日本におけるCO₂地中貯留：非構造的帯水層の可能性

Feasibility study on CO₂ geological storage through non-structural trapping in aquifers of Quaternary basins of Japan

赤工 浩平 [1]; 馬場 敬 [2]; # 横井 悟 [3]; 山之内 芳徳 [3]

Kohei Akaku[1]; Kei Baba[2]; # Satoru Yokoi[3]; Yoshinori Yamanouchi[3]

[1] 石油資源開発・技研; [2] 石油資源・技研; [3] 石油資源開発(株)

[1] JAPEX Research Center; [2] Japex Reserch Center; [3] JAPEX

1. はじめに

IPCC 特別報告書の公開と引き続いての COP/MOP1 を経て、CCS (Carbon Dioxide Capture and Storage: 二酸化炭素分離回収・貯留) の主要構成要素としての CO₂ 地中貯留への期待が国際的に大きくなっている。一方、国内においても METI-RITE による研究推進の努力があるものの、広く実用化・導入へ向けての動きが加速されているとは言いがたい状況にある。その最大の要因がコストにあることはまちがいないものの、技術的にはそもそも国内におけるポテンシャルがまだよくわからない、あるいは知られていないということが背景にあると考えられる。国内におけるポテンシャルについては、先駆的な評価が電中研 - ENAA (H5 年度) によりなされ、現在さらに RITE - ENAA により見直し作業が進められているところである。一般論として国内においては、最も確かな貯留構造である石油ガスのトラップ構造の規模あるいは堆積盆そのものが世界と比べて小さいことから、地中貯留ポテンシャルも小さいという印象を持たれがちである。が、逆にパイプライン等による輸送も含めたコストを考えた場合、帯水層の容量の大きな若い堆積盆の上に大都市圏と共に大規模排出源が集中しているため、効率あるいは“経済的”ポテンシャルの面で世界と比してそれほど遜色はないと思われる。

2. 研究目的・概要

大都市圏での CO₂ 地中貯留は、東北日本の日本海側に代表される石油ガスのトラップ構造がほとんど期待できないため、いわゆる非構造的帯水層が対象となる。その場合、従来の主要研究対象である構造的帯水層(例: RITE による実証研究)に比べ、CO₂ の移動・リークという問題がさらに critical な問題となり、トラップへの構造的(物理的)固定ではなく移動過程で溶解あるいは残留ガスという形態で固定されるメカニズムに期待することになる。このような議論・検討のための第一歩として、非構造的帯水層での地中貯留の概念的な可能性検討のために日本の主要堆積平野(内湾含む)の地質状況をイメージした単純 2D モデルでのシミュレーションを、さらには半定量的議論のために地質状況が類似した石油ガスフィールド周辺を題材として、実モデルによる 3D シミュレーションを実施した。

3. シミュレーション結果

砂岩(厚さ 30 m、k 100md、25%)と泥岩(20 m、1md、27%)の互層モデル(2D)を用い、深度 1500 m 付近の砂岩層(一層分)に、坑井 1 本から 10 万トン/年以上のオーダー(破壊圧が制約条件)で 25 年間圧入するという条件でシミュレーションを行うと同時に各パラメータの効果を見るための sensitivity study を行った。その結果、泥岩層が存在する限り、上方への移動は抑えられ 500 年のオーダーでは表層リークは起こらない、適度な地層傾斜あるいは砂岩層(帯水層)分布の複雑さは移動による拡散・溶解を促進し、5°の地層傾斜(想定される堆積盆では一般的)の場合、1km/100 年程度の CO₂ の側方移動と共に、約 30% が溶解で残りがガス(多くは残留ガス)の形態でほぼ固定されるという結果が得られた。さらに地下データの豊富な新潟地域の石油ガスフィールド近傍を対象に 3 次元地震探査記録および坑井データをもとに構築した 3D 帯水層モデル(サイズ: 7 km(X) x 3km(Y) x 1km(Z))を用い、深度 1500 m 付近の砂岩層に対して 2D とほぼ同様の条件で圧入するというシミュレーションを行った。その結果、25 年間で平均 100 万トン/年オーダーでの圧入が可能であり、1000 年にわたり地表へのリークはないという結果が得られた。

4. まとめ および 今後の展開

今回の結果は、シミュレーションによるものではあるが、大都市近傍での非構造的性を対象とした地中貯留が技術的に可能であり、さらに言えば現在世界で先行している商業規模での実施例(Sleipner)と同規模での圧入が可能であることを示したものと見える。今後は、関連機関と連携し、シミュレーション精度の向上のための基礎データの拡充(超臨界 CO₂ - 水系での残留ガス飽和率、毛管圧力等)を図りつつ、同時に大都市圏(例えば東京湾)についてもデータは不十分であるものの 3 次元シミュレーションによる予察検討も考えていきたい。また国内ポテンシャル推定における精度向上のための各地域の基礎的な地下データ取得、あるいはシミュレーションの次のステップとしての非構造的性を意識した実フィールドでの実証試験等についても必要となろう。

なお本研究は、NEDO「二酸化炭素削減等地球環境産業技術開発事業 地球環境産業技術に関する先導研究」として平成 16~17 年度に行ったものである。