

二酸化炭素の帯水層貯留能力に関する研究

岡山大学大学院 正会員 西垣 誠
同 正会員 ○小松 満
山九(株) 非会員 小野 翔平

1. はじめに

平成17年2月の京都議定書において、第1約束期間(2008年～2012年)におけるわが国の温室効果ガス排出削減量として1990年比で6%減という数値目標が合意された¹⁾。特に二酸化炭素の排出量削減は確実に遵守すべき課題となっており、実用化が期待できる二酸化炭素排出量削減技術の確立が急務となっている。なお、日本では排出される温室効果ガスの約95%がCO₂であり、そのうち約30%は火力発電所などの大規模発生源から排出されている²⁾。ここでCO₂排出削減について、短期的な緩和策として考え出されたのが、二酸化炭素地中貯留技術である。この技術は、図-1に示す概念図のように天然ガスの地下貯蔵や石油増進回収等で蓄積された技術を地中へのガス圧入・貯留に応用できることから最も実用的な技術として期待されている。

しかし、その実現には現段階では高コストであること、また深度1000m以深の帯水層への圧入のみに留まっていることから日本におけるCO₂圧入サイトは数ヶ所に限定されている。さらに圧入においてCO₂が地下水にどのように溶解するのか、また地下水の流れに伴って流動するのかという動的な挙動を把握することも重要であり、これらは圧入サイト選定の重要な要因となるため、本技術開発確立のために解決すべき課題が多く残されているのが現状である。つまり、確立した技術として必要なのは信頼性、合理性、経済性、立地拡大の向上である。

そこで本研究では、浅層へのCO₂圧入に着目し、飽和状態の砂層に圧入した二酸化炭素の溶解量と、体積含水率の変化に対する計測を行い、溶解量と非溶解量の割合を調べるとともに、浅層の帯水層に注入する技術開発における様々な課題を抽出することを目的とした。

2. 二酸化炭素の一次元圧入試験

試験に用いた試料は川砂、王子微細砂である。図-2に粒径加積曲線を示す。

カラム内に試料を間隙率0.35、0.45で詰め脱気水を用いて飽和させた後、CO₂を上部から圧入する試験を行った。この際、CO₂の総流入量、下部からの排水量、間隙水圧を計測するとともに、FDR水分計により誘電率を計測し、飽和度の変化を算定した。試験条件としては、浅層への圧入を仮定し、CO₂圧入側の圧力を300kPa、排水側の圧力を200kPaとした。図-3に試験装置図を示す。

結果として、初期飽和度、最終飽和度のグラフをそれぞれの試料毎に図-4、図-5に示す。上部ほど飽和度の低

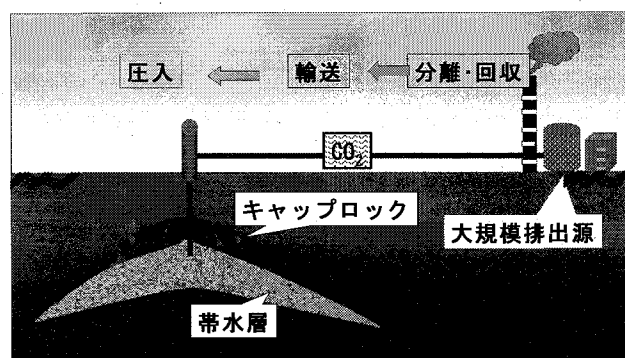


図-1 地中貯留概念図

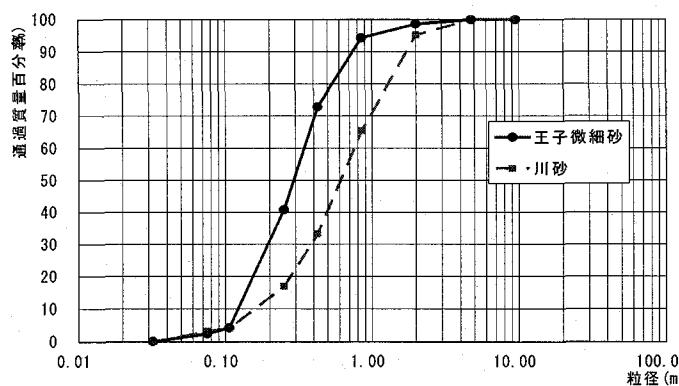


図-2 粒径加積曲線

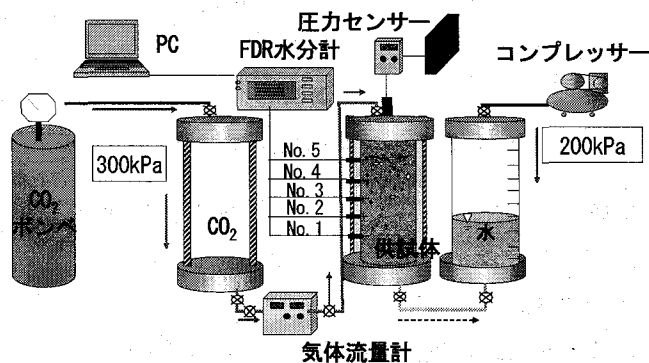
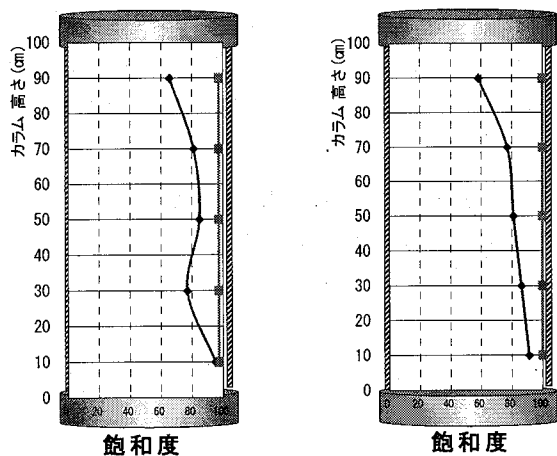


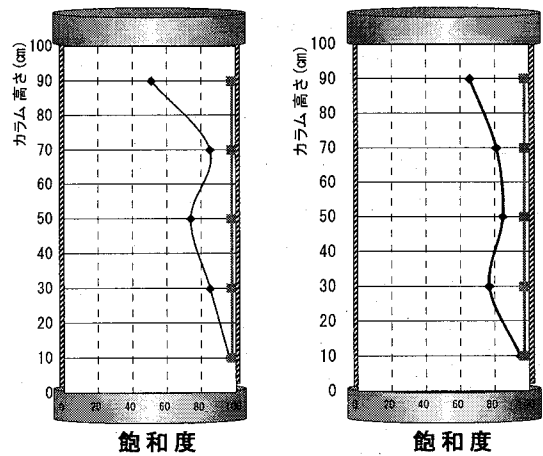
図-3 試験装置図

下が多く見られ、下部では低下も少ない。これよりCO₂は下部まで浸透することなく上部に気体のまま多く留まることが判明した。つまり、圧入による飽和度の低下と間隙率によるCO₂貯留量の違いが確認できた。

これらの試験結果を表-1にまとめる。砂の種類による溶存量の違いは、間隙の形状によるCO₂と吸着水との接触面積との違いなどによるものと考えられる。また間隙率の違いによる溶存量の違いはカラム体積約7760 cm³当たりで約400 cm³の違いが見られた。このことから間隙率の大小で貯留量、溶存量が大きく変わることが明らかになった。



(a) n=0.45 (b) n=0.35
図-4 飽和度の変化(川砂)



(a) n=0.45 (b) n=0.35
図-5 飽和度の変化(王子微細砂)

表-2 試験結果

試料	間隙率	初期飽和度(%)	CO ₂ 流入量(cm ³)	排水量(cm ³)	圧入後気体量(cm ³)	CO ₂ 溶存量(cm ³)
川砂	0.45	97.6	5900	479	3280	1960
川砂	0.35	99.9	5340	992	2760	1580
王子	0.45	97.6	5180	596	2680	1710
王子	0.35	97.2	4520	757	2230	1320

3. まとめ

本研究では、浅層の帯水層にCO₂を注入する技術開発における様々な課題を抽出することを目的とし、室内での一次元モデルを用いて注入試験を行った。結果として、図-6に示すように、CO₂溶解量と間隙率の関係には相関性があることを確認できた。また、飽和度の低下からCO₂は下部まで浸透することなく上部に気体として多く留まることが明らかとなった。これらにより浅層に対する圧入においてもCO₂は吸着水へと溶解するものと気体として存在することで貯留が可能であることを示した。

今後の課題としては、二次元的な挙動に対しての把握と帯水層を構成する地質の種類による圧入量の差異に対する検討が挙げられる。つまり、間隙形状に起因する吸着水とCO₂との接触面積の違いによる溶存量の差異である。さらに、実際の貯留量の予測には間隙率が必要となるため現地での間隙率を計測する技術開発、長時間の注入実験における挙動とCO₂の貯留量に対する検討などが挙げられる。

【参考文献】

- 1) 財団法人地球環境産業技術研究機構：冊子RITE WORLD 01, 2003.
- 2) 薛自求, 大隈多加志：帯水層貯留におけるCO₂モニタリング技術開発に関する実験的研究, 地下水学会誌, 第47巻, 第1号, pp. 29~44, 2005.

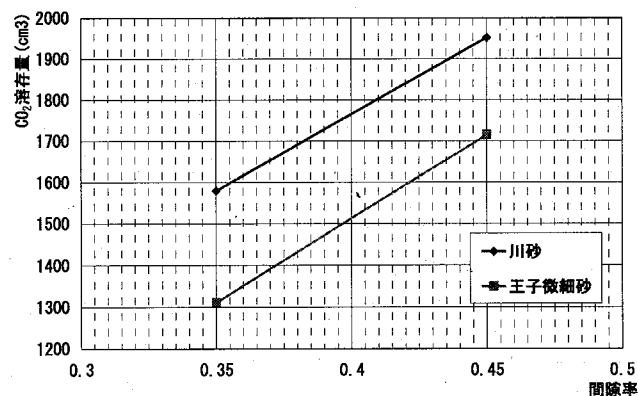


図-6 間隙率とCO₂溶存量の関係