

地域分散型 CCS の成立性に関する調査研究 その1 —CO₂ マイクロバブル地中貯留概念, その成立条件と貯留可能量評価—

(株)大林組 鈴木健一郎 (株)ニュージェック 志田原巧 応用地質(株) 松下典史
川崎地質(株) 山本高司 (株)大林組 下山真人 サンコーコンサルタント(株) 堀川滋雄
一般財団法人 エンジニアリング協会 三井田英明

1. はじめに

地球温暖化対策の方法として CCS (Carbon Dioxide Capture & Storage) に期待がかかっている。CCS には、深部塩水帯水層の大容量領域に超臨界状態の CO₂ を圧入する集中型 CCS (年間 10 万～100 万 t-CO₂) と CO₂ 排出源近傍の浅部帯水層に溶解して貯留する分散型 CCS (年間 10 万 t-CO₂ 以下) の方法が考えられている。ここでは、地域分散型 CCS について、わが国で貯留可能な地質条件やマイクロバブル¹⁾による効率的な溶解を前提とした貯留可能量評価などにより、成立性を検討したので報告する。

本検討では、図 1 に示すように、CO₂ をマイクロバブル化して地中に貯留する概念を情報収集により確立し、貯留に適したわが国候補地を深部塩水帯水層の全国貯留層賦存量調査結果²⁾から見直した。それにより貯留可能な地質条件をまとめ、貯留可能量評価式を提案し、情報の豊富な地点において貯留可能量を推定した。

2. CO₂ マイクロバブル地中貯留の概念

CO₂ マイクロバブル地中貯留は、図 2 に示すように、地上または注入井内で地下水中に CO₂ マイクロバブルを圧入して溶解水を貯留層に貯留する方法である。マイクロバブル法は、污水处理や土壌浄化、洗浄、殺菌など様々な用途に用いられている技術である。CO₂ を数十から数百 μm の直径のガス(マイクロバブル)にして地下水中に噴出させると、溶解が促進される。溶け残ったものも遮蔽層に作用する浮力が小さく閉じ込めが容易であるとともに、溶解したものは将来的に Ca²⁺ や Mg²⁺ イオンと反応し鉱物化し固定化されることが期待される。

3. 成立性の条件

わが国における地質条件として、貯留対象層は高い孔隙率を有する堆積岩(砂岩など)、遮蔽対象層は透水性が低く連続性の高い堆積岩(泥岩など)が適し、その連続性はある程度の貯留量が確保できる 10km² 程度を考える。貯留深度は地下水利用を考慮し、工業用水や飲料水の利用が少ない深度 300m から 500m が対象である。また、新第三紀以前の地質は固結度が高く、貯留量を見込むのが難しいと考えられるため、新第三系鮮新統～第四系下部更新統を検討対象とした。図 3³⁾に示すように、対象となる地質は、主に日本の平野部から沿岸域に分布しており、CO₂ の排出源と位置的に合致している。図 4 に示す排出源近傍の堆積盆について検討した結果、有望な地区として、十勝平野、内浦

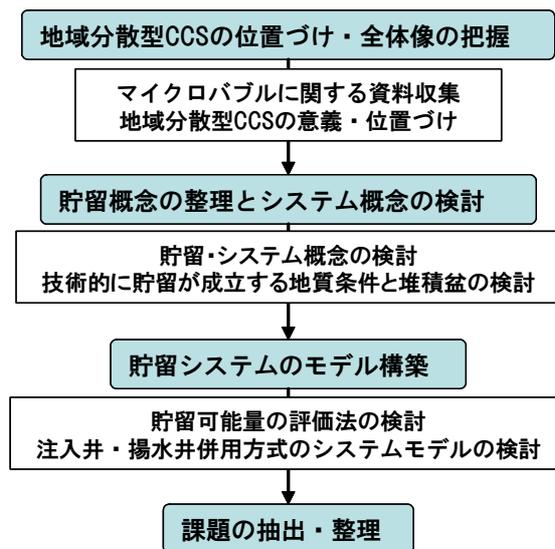


図 1 検討フロー

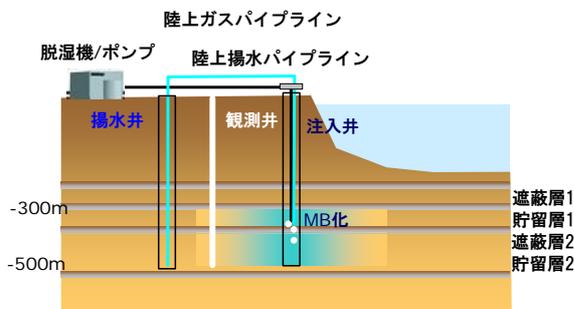


図 2 マイクロバブル CO₂ 地中貯留の概念

キーワード 地域分散型 CCS, マイクロバブル, 地質条件, 貯留可能量評価

連絡先 〒105-0003 港区西新橋 1-4-6 一般財団法人エンジニアリング振興協会 地下開発利用研究センター
03-3502-3671

湾, 庄内平野, 房総半島, 掛川地区, 伊勢湾, 大阪湾, 宮崎地域, 別府湾および, 沖縄本島の 10 地区が挙げられた. このうち, 伊勢湾と大阪湾については, 既存データも多く信頼性も高い.

4. 貯留可能量の評価

上述した地質条件において, 貯留可能量を算出した. 貯留可能量算出式は次のように考えた.

$$\text{貯留可能量} = Rc \times A \times h \times \phi \times CO_2 \text{ 濃度}$$

ここで, Rc は地質調査の精度および, 地質の不均質性などによる不確実性を考慮した低減率, A は貯留面積, h は有効層厚 (砂岩泥岩で構成される全層厚に貯留対象である砂岩層の層厚割合を掛けたもの), ϕ は孔隙率である. ここでは, 低減率は, 広域の低い調査精度とデータの寡少により, 全体としては低いものとして 0.25 を用いることとした. 調査が進んだ段階では 1 に近づく. CO_2 濃度については, 貯留対象の帯水層に最大限溶解させて貯留できるものとして, CO_2 の貯留深度における飽和溶解度を用いた. 図 4 に示す検討地域のうちデータの豊富な 1 か所において, 貯留面積 A は $450km^2$, 貯留深度 300m~500m での砂泥比 0.5 から有効層厚 h は 100m, 孔隙率 ϕ は 0.3 とした. CO_2 濃度は圧力と温度に依存する. ここでは, 想定注入圧 1MPa で深度 300m に注入するとして図 5³⁾より $45kg/m^3H_2O$ とした. 以上により, 貯留可能量は 1.52 億 t- CO_2 が得られ, 十分な量と考えられる.

4. まとめ

この調査研究において得られた結果は以下のようである. (1)わが国の地域分散型 CCS 対象候補層は, 新第三系鮮新統~第四系下部更新統の堆積岩であり, 有望な堆積盆は 10 地区であった. (2)データ豊富な想定モデル地点での貯留可能量評価を実施した結果, 深度 300m~500m に 1.5 億 t- CO_2 の貯留可能量が存在することを示した.

本研究は, (財)JKA による競輪の補助金を受けて一般財団法人エンジニアリング協会で実施した.

参考文献 1) H.Koide and Ziqiu Xue: Carbon microbubbles sequestration: a novel technology for stable underground emplacement of greenhouse gases into wide variety of saline aquifers, fractured rocks and tight reservoirs, GHGT-9, pp.3655-3662 (2009) 2) RITE/ENAA 全国貯留層賦存量調査成果データベース (2009) 3) 市原実: 大阪層群 (1993) 4) 二酸化炭素の隔離技術に関する調査研究 NEDO-GET-9538 (1995)

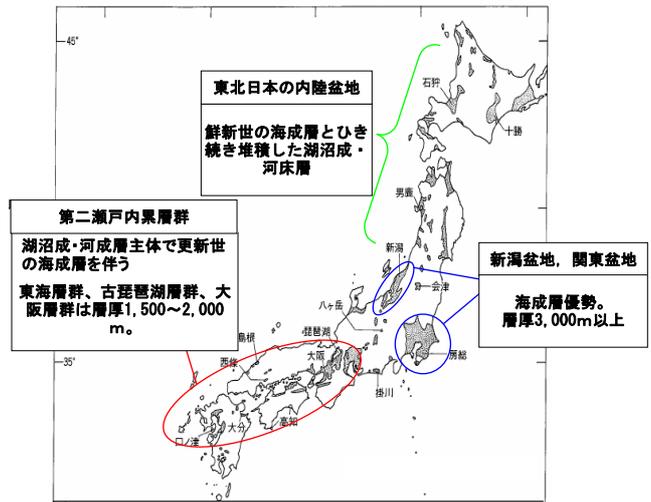


図 3 日本の新第三紀鮮新統~第四紀更新統の分布 市原 (1993)³⁾ に一部加筆

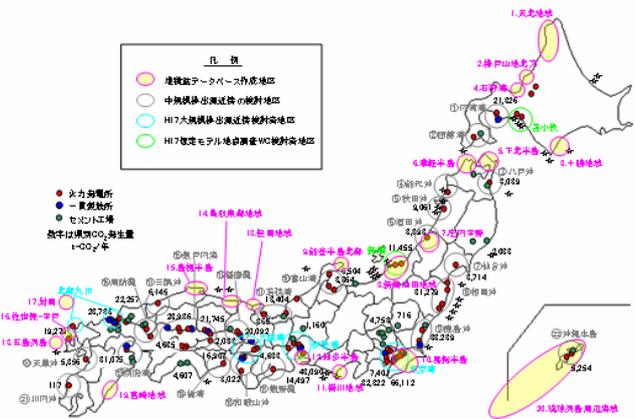


図 4 検討対象堆積盆の位置²⁾

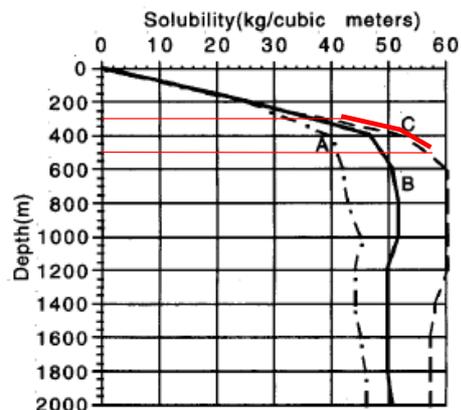


図 5 地下の温度圧力条件下における CO_2 の水への溶解度 (A: 温度勾配 $4^\circ C/100m$, B: 温度勾配 $3^\circ C/100m$, C: 温度勾配 $2^\circ C/100m$,)⁴⁾ に加筆