

## 地域分散型 CCS の成立性に関する調査研究 その1 —CO<sub>2</sub> マイクロバブル地中貯留モデル地域の貯留可能量評価と経済性評価—

(株)大林組 鈴木健一郎 (株)ニュージェック 志田原巧 ダイヤコンサルタント(株) 山浦昌之  
応用地質(株) 松下典史 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 CO<sub>2</sub> を圧入する集中型 CCS (年間貯留量 10 万～100 万 t-CO<sub>2</sub>) と CO<sub>2</sub> 排出源近傍の浅部帯水層に溶解して貯留する分散型 CCS (年間貯留量 10 万 t-CO<sub>2</sub> 以下) の方法が考えられている。筆者らは、図 1 に示すような概念でマイクロバブルにより地中で溶解 CO<sub>2</sub> を作成し、貯留する地域分散型 CCS (以下 CMS という) について、成立性を検討してきた<sup>1)</sup>。今年度は、貯留層モデル地域の選択、貯留量評価<sup>2)</sup>、挙動予測<sup>2)</sup>、規制調査<sup>3)</sup>、経済性調査などを実施した。

この報告では、貯留に適したわが国での候補地を深部塩水帯水層の全国貯留層賦存量調査結果<sup>4)</sup>から見直し、新たな貯留モデルにより貯留可能量評価を実施し、経済性なども評価した結果を示す。

### 2. CO<sub>2</sub> マイクロバブル地中貯留の概念

CMS は、図 1 に示すように、地上または注入井内で地下水中に CO<sub>2</sub> 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。この方法によれば地下水より密度の高い CO<sub>2</sub> 溶解水は遮蔽層がなくても貯留することが可能である。

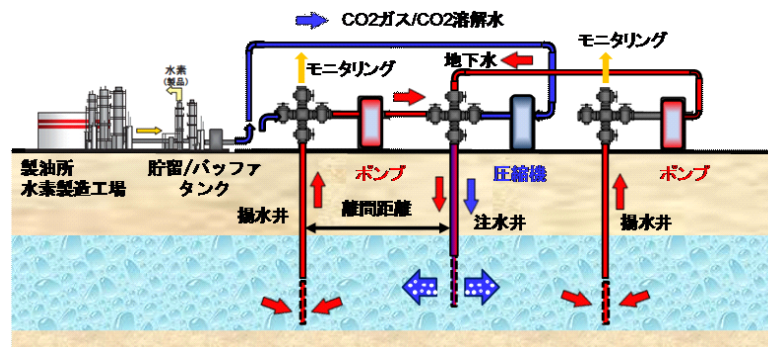


図 1 マイクロバブル CO<sub>2</sub> 地中貯留の概念

### 3. 貯留モデル地域の選定

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である新第三系鮮新統～第四系下部更新統を検討対象とした。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、CO<sub>2</sub> の排出源とも位置的に合致している。図 2 に示す排出源近傍 (特に石油精製などの高純度 CO<sub>2</sub> を排出するものを対象とした) の堆積盆について検討した結果、有望な地区として、苫小牧、室蘭、庄内平野 (能代、秋田、酒田)、沖縄など、都市近郊では房総半島、掛川地区、伊勢湾、大阪湾および、沖縄本島が挙げられた。今年度は、沖縄の地質構造をモデル地域として採用し、貯留可能量の評価を行った。

### 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

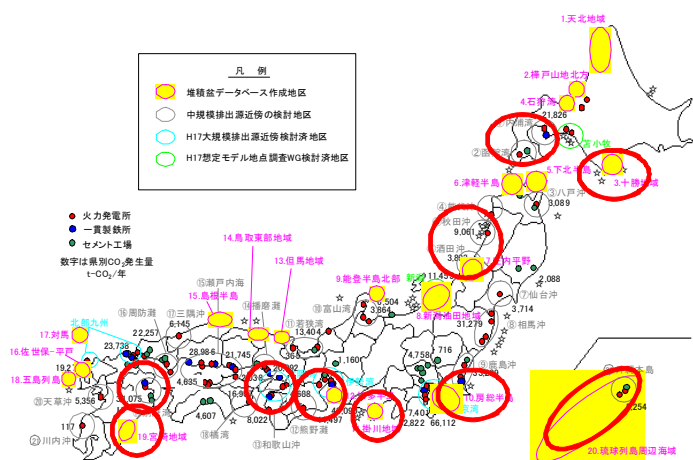


図 2 検討対象堆積盆の位置<sup>4)</sup>

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 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-18-19 一般財団法人 エンジニアリング協会 地下開発利用研究センター  
03-5405-7203

えた。

$$\text{貯留可能量} = R_c \times A \times h \times \phi \times \text{CO}_2 \text{ 濃度}$$

ここで、 $R_c$  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場合には、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)、 $\phi$  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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> の貯留深度における飽和溶解度を用いた<sup>2)</sup>。想定地質断面図を図 3 に、平面図を図 4 に示す。貯留層となる T1 砂岩層の幅は約 2km であり、貯留層の深度は-300m~-500m と想定できる。一方、排出源となる製油所周辺の推定断層で囲まれた範囲は、奥行きとして 2km 程度である。また、モデル地域での既往の泥岩層と砂岩層の物性値を整理した結果を表 1 に示す。これらの情報を基に、上式により、このモデル地域では貯留可能量として 240 万 t-CO<sub>2</sub> ( $0.25 \times 4 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 200 \text{ m} \times 0.3 \times 0.04 \text{ t/m}^3$ ) が見込まれる。この貯留層に注水井 1 本と揚水井 4 本の 1 ユニット<sup>2)</sup> で注入レート 1 万 tCO<sub>2</sub>/y と注水井 2 本と揚水井 6 本 (2 本は 2 ユニットの兼ねる) の合計注入レート 2 万 tCO<sub>2</sub>/y で注入した場合のコスト評価を行った。

### 5. 経済性の評価

CMS システムのコストは、深さ 500m の井戸の削孔コストが主なものとなり、輸送コストは排出源からのパイプラインコストとなる (気体輸送でレートは年間 1 万 t-CO<sub>2</sub>/y)。15 年で設備費を償却し、維持管理費を 3% とすると、注入レート 1 万 tCO<sub>2</sub>/y と 2 万 tCO<sub>2</sub>/y でそれぞれ 6,100 と 4,600 円/t-CO<sub>2</sub> と試算された。ただし、分離・回収コストは含んでいない。スケールメリットがあるため、注入レート 1tCO<sub>2</sub>/y 当たりの設備費用に関しては、大規模 CCS の方が安価となるが、輸送コストを考慮すると CMS は同等以上となる。また、CO<sub>2</sub> 削減効果を再生可能エネルギーでの発電による削減効果と比較すると、太陽光発電、マイクロ水力発電、バイオマス発電よりは安く、地熱発電や風力発電よりは高くなる。ただし、この比較は、再生可能エネルギーの売電価格に依存する (ここでは一律 25 円/kWh とした)。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) (財)エンジニアリング振興協会 地下開発利用研究センター:平成 22 年度 CO<sub>2</sub> マイクロバブル地中貯留の成立性に関する調査報告書 2) 人見ら:地域分散型 CCS の成立性に関する調査研究 その 2 -CO<sub>2</sub> 溶解水の貯留量評価と地中挙動に関する試解析-第 67 回土木学会年次学術講演会(2012) 3) 下山ら:地域分散型 CCS の成立性に関する調査研究 その 3 -法規制および P A に関する動向と課題-第 67 回土木学会年次学術講演会(2012) 4) RITE/ENAA 全国貯留層賦存量調査成果データベース (2009)

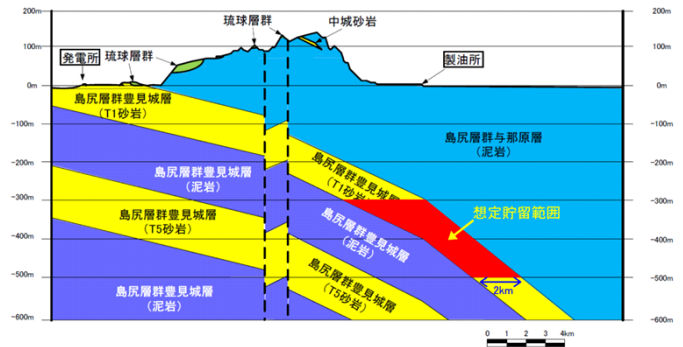


図 3 モデル貯留地域の断面

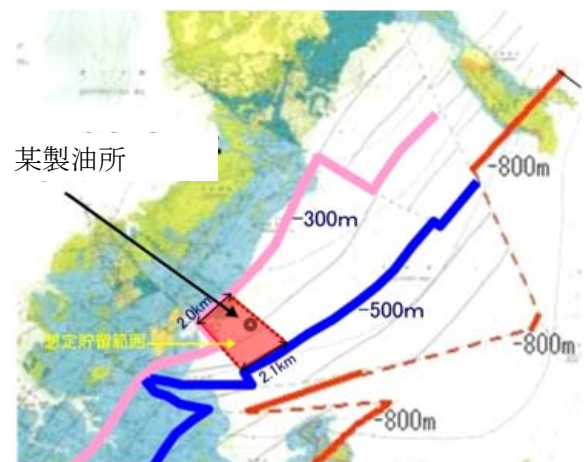


図 4 モデル貯留地域の平面

表 1 対象岩盤の物性値

項目	泥岩	砂岩
透水係数(m/s)	1E-12~1E-9	1E-6~1E-5
間隙率(%)	30~40	30~40
内部摩擦角(°)	27.2~31.1	23~24
粘着力(MPa)	0.47~1.26	0.36~1.20