

海洋における CO₂ 隔離手法に関する一検討

日本大学生産工学研究科 学 員 奥村 省吾
 日本大学生産工学部 正会員 落合 実
 日本大学生産工学部 フェロー 遠藤 茂勝
 日本大学総合科学研究科 正会員 和田 明

1. はじめに

近年、二酸化炭素(以下 CO₂)を含む各種温室効果ガスの大気中における濃度上昇が観測されて以来、地球温暖化の懸念が高まっている。温室効果ガスの中で CO₂ は地球温暖化の最も重要な要素であるが、この CO₂ 濃度の上昇を抑制する一方策として、燃烧排ガス中の CO₂ を回収して深海へ送込み、大気から長期にわたり隔離する CO₂ 海洋隔離という構想の可能性が検討され始めている。

そこで、本研究ではこの CO₂ 海洋隔離の基本概念を整理すると共に、システムの基本構想について検討を行うものとする。

2. CO₂ 海洋隔離の概念

CO₂ は高緯度において海底に沈む高密度の冷水に対して高い溶解性を示す。その結果、Fig-1 に示す海水の「熱塩循環」が生じ、深海に注入した CO₂ はこの循環流れに乗り、表層へ浮上するまでおよそ 1000 年間かかると予測され、深海に CO₂ を注入した場合、長期的に大気から CO₂ を隔離することが期待できる。

また、CO₂ を海洋へ送込んで大気から隔離する構想において環境への影響を極小化する考え方には、溶解拡散型と貯留型がある。

2-1. 溶解拡散型

溶解拡散型は、CO₂ を海水中に溶かし込んで薄く希釈することができれば、本来海洋中に溶解している CO₂ の濃度がある程度上昇するにとどまるという考え方に基づくものである。

Fig-2 に示す地球規模の炭素収支から、現在大気中に存在する CO₂ の総量に対して、海洋にはその 50 倍に相当する炭素量が何らかの形で存在することがわかる。大気中 CO₂ 濃度が 2 倍なるときの気候変動が議論されていることに照らすと、海洋が十分な CO₂ 隔離能力を持つ可能性があるといえる。



Fig-1 海洋の熱塩循環

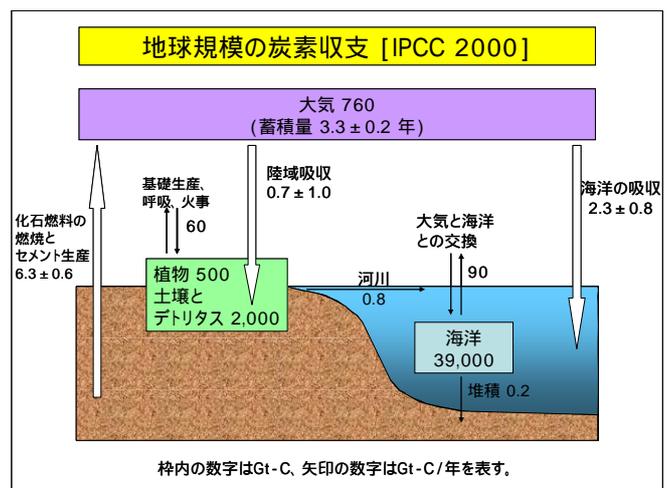


Fig-2 地球規模の炭素収支図

しかしながら全世界の海洋に均等に CO₂ を溶解させることは人為的には不可能であるので、工学的にできるだけ短時間に広く薄く溶解させ、後は自然の拡散による希釈に依存するというやり方が成立するかどうかについて研究していく必要がある。

2-2. 貯留型

貯留型は、深海底のくぼみに CO₂ をためることができれば、影響の範囲を局所化して限定できるという考え方に基づくものである。仮に直径 50km、深さ 50m のくぼみを想定すると、その 1 箇所だけで我

キーワード CO₂ 海洋隔離, 地球温暖化, 熱塩循環, 炭素収支

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 047-474-2452 E-mail : c53070@cit.nihon-u.ac.jp

が国から排出されている年間約 10 億 t の CO₂ を 100 年間にわたって入れ続けることのできる容量がある計算になる。CO₂ 貯留場の直下及びその周辺の海への影響は避けられないが、範囲を局所化することでその他への影響を回避する考え方が成立かどうか、また長期間にわたってためられることを学術的に確度をもって示すことと、影響を及ぼす範囲の大きさを定量的に評価することに関して、調査・研究を行う必要がある。

3. Moving Ship による中層希釈放流方式

溶解拡散型の CO₂ 海洋隔離を行う技術的な方策として、Moving Ship による中層希釈放流が考えられる。システムは主に、陸上一時貯蔵タンク、CO₂ 輸送船、CO₂ 放流船から構成される。船から吊り下げた 1000 ~ 2000m 程度の長さのパイプの下端部近傍から液体 CO₂ を放流しつつ船を前進させ、放流点の移動によって CO₂ の希釈を増進させることができる。Fig-3 にシステムの概要を示す。

4. 深海底貯留方式

液体 CO₂ は海水よりも圧縮性があるので、圧力上昇に対する密度上昇が相対的に大きく、深海の海水温度である 2 から 5 では、深度が約 3000m 以上になると液体 CO₂ の方が周辺海水よりも重くなる。また海水と CO₂ の接触面には水と CO₂ の化合物であるクラスレートが生成され、CO₂ の海水への溶解速度を抑制する機能を果たすことが実験的に解明され始めている。したがって、水深が数千 m で海水の流れや乱れがほとんどないような海底に適当な大きさのくぼみを見つけ、そこを CO₂ の貯留場にすることができれば、かなり長期間にわたって大量の CO₂ をためることができると考えられる。

5. CO₂ 海洋隔離に関する既往の研究例

財団法人・地球環境産業技術研究機構(RITE) 平成 14 年から 5 ヶ年「二酸化炭素の海洋隔離に伴う環境予測」と題し、研究開発を進めている。研究の概要は、CO₂ 海洋隔離能力の技術評価、環境影響評価技術の評価、CO₂ 希釈技術の開発、と大きく 3 つの項目に分かれている。これまでの成果として CO₂ 海洋隔離の有効性・経済性に関する検討や、CO₂ 放出による生物に与える影響等の報告が出てあるが、まだ研究開発の途中であり、検討すべき課題が多い。また RITE では深海に CO₂ を送込むシステムとして

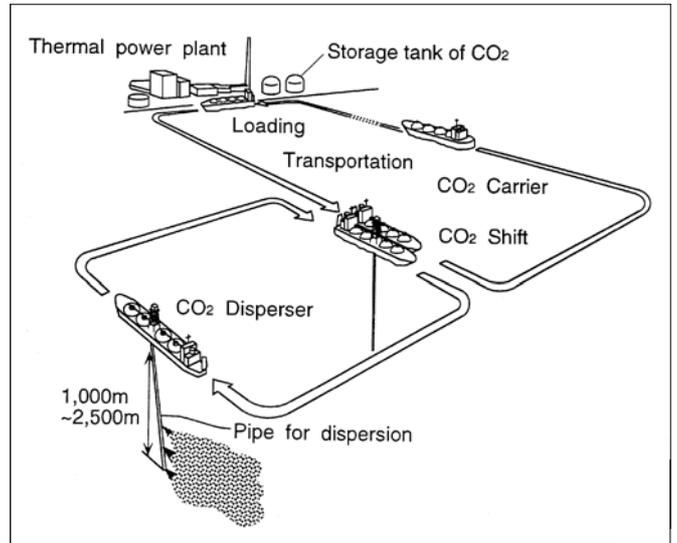


Fig-3 中深層への CO₂ 送込みシステム

航走船舶(Moving Ship)方式による要素技術の開発も行われており、海洋隔離のリスク低減を図っている。このシステムは中深層への CO₂ 放出をイメージしており、発電所等から回収された CO₂ を積み出す手前で一時貯蔵するところから始まり、CO₂ を放出サイトまで海上輸送し、CO₂ 放流船から垂下されたパイプにより水深 1000 ~ 2500m へ液滴にしてカーテン上に分布され連続的に放出するものである。

6. 今後の検討課題

地球温暖化対策の 1 つとして有望視されている CO₂ 海洋隔離は、溶解拡散型もしくは貯留型で大別されるが、技術的な方策は溶解拡散型・貯留型共に類似している。システムは主に、陸上一時貯蔵タンク、CO₂ 輸送船、CO₂ 放流船(又は洋上基地などといった洋上浮体)から構成され、放流船(又は洋上浮体)から吊り下げた必要な長さのパイプを用いて CO₂ を希釈または貯留場へ送込む形となっている。

しかし、CO₂ の輸送や放流までに船を用いることが前提となっており、陸上からパイプで CO₂ を、直接海へ溶解希釈する方法については十分な検討は行われていない。そこで、今後は陸上から海洋の中深層へ直接パイプで CO₂ を送込むシステムの希釈技術および海洋隔離の有効性評価を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 野崎義行著 地球温暖化と海 東京大学出版会、(1993)、pp.106。
- 2) W.G. Ormerod, etc. Ocean Storage of CO₂, IEA Greenhouse Gas R&D Programme, (2000)