

太平洋上における二酸化炭素の海洋隔離の可能性

日本大学大学院生産工学研究科 学生員 ○西村 玲輔
 日本大学生産工学部 正会員 和田 明
 日本大学大学院生産工学研究科 学生員 長谷川 一幸

目的

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の1995年の報告によると、19世紀末以降、全球平均地上気温が0.3～0.6度上昇している。そして21世紀末までに約2度上昇し、その後も上昇し続けることが予測されている。これは、過去1万年の間に例を見ない極めて急激な変動であるとされる。この気温上昇に伴い海面水位は21世紀末までに約50cm上昇することが予測される。このような予測がされているのにも関わらず、温暖化ガスの代表である二酸化炭素(CO₂)についてはその排出の多くがエネルギー確保のために行われているために具体的な対策は遅れているのが現状である。また今の社会システムを急激に変化させることなく多量のCO₂の放出を削減させるのには困難がある。そこで、発電所等で発生するCO₂を回収・液化して、それを海洋隔離する技術に注目が集まっており、日本・米国・カナダ・ノルウェー・オーストラリアが協力して液化二酸化炭素を海洋隔離する実地実験が、ハワイコナ市沖合において放出する予定である。そこで本研究では、数値シミュレーションによってハワイコナ市沖合に投入した場合の濃度分布を把握し、二酸化炭素の海洋隔離の可能性を検討していくことを目的とする。

研究手法

本研究では、データ同化手法を用いて算出した流速場（和田：1997）¹⁾をもとに以下の式から、二酸化炭素の濃度分布を算出した。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + L(C) = R(K_H, K_V, C) + F(\lambda, \phi, Z, t)$$

ここで、左辺第一項は濃度の時間変化項であり、左辺第二項は移流項、右辺第1項は拡散項である。 λ ：緯度、 ϕ ：経度、 Z ：鉛直上向きを正とする座標、 C ：全炭酸濃度(μmol/kg)、 $L(C)$ ：移流項、 $R(K_H, K_V, C)$ ：拡散項、 K_H ：水平方向拡散係数=1.0×10²(m²/s)、 K_V ：鉛直方向拡散係数=1.0×10⁻³(m²/s)、 $F(\lambda, \phi, Z, t)$ ：CO₂の年間投入濃度(μmol/kgyr)とする。また水平方向の計算メッシュは緯経度を2°×2°とし鉛直分割層は、(表-1)に示す。左辺第二項の移流項は、球面座標系での流速成分を(u,v,w)とすると、次式で表すことができる。ただしaは地球半径である。

表-1：鉛直分割層

$$L(C) = \frac{1}{a \cos \phi} \left[\frac{\partial}{\partial t} (uC) + \frac{\partial}{\partial \theta} (v \cos \phi C) \right] + \frac{\partial}{\partial z} (wC)$$

層番号	深度(m)	層厚さ(m)
1	10	0～20
2	35	20～50
3	75	50～100
4	150	100～200
5	300	200～400
6	600	400～800
7	1150	800～1500
8	2000	1500～2500
9	3000	2500～3500
10	4000	3500～4500
11	5000	4500～5500

二酸化炭素の投入濃度は、気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)で採択された京都議定書を満足に達成する0.046Gt(炭素換算)を投入することとする。ただし、海洋内部の二酸化炭素濃度は計算初期

キーワード：二酸化炭素、海洋隔離

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 TEL:047-474-2420

で 0 と仮定した。

結果

二酸化炭素をハワイコナ市沖合(北緯 18 ~ 20 度、西経 156 ~ 154 度、深さ 1150m)の地点に 50 年間投入し続けた時の表層での濃度分布を(図-1)に示す。

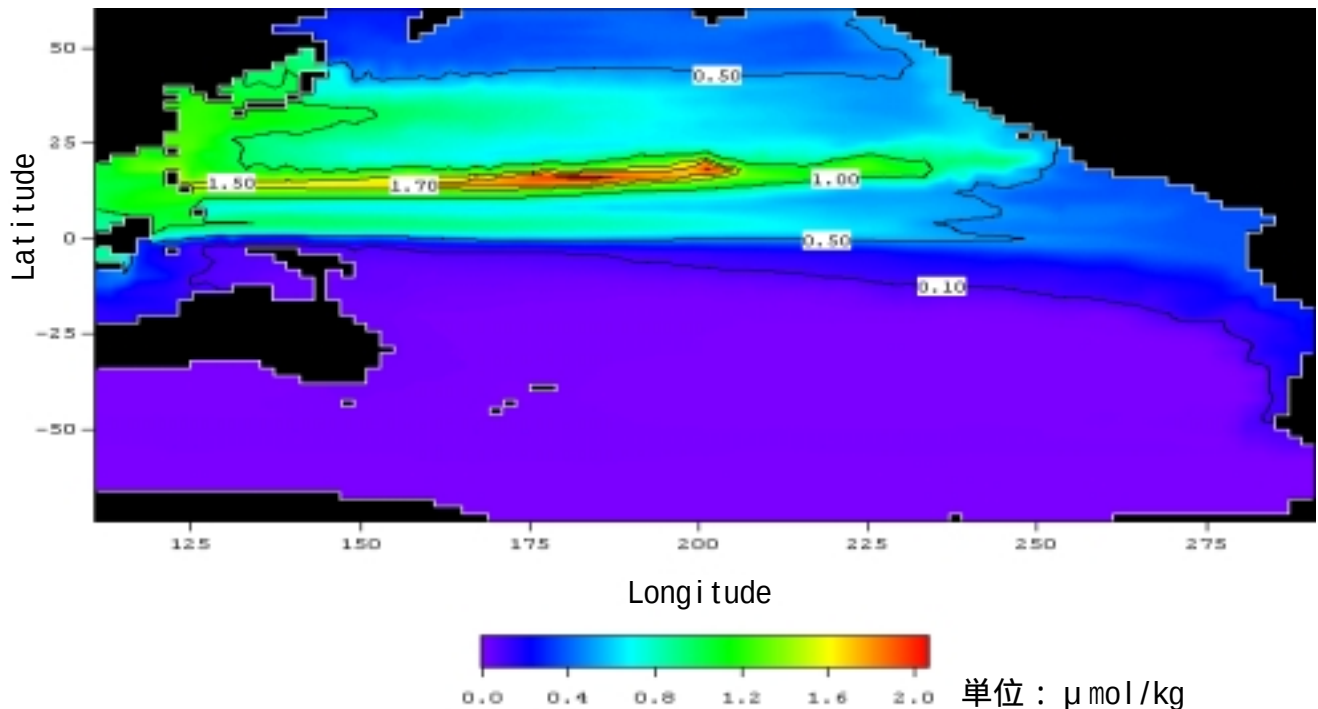


図-1 ハワイコナ市沖合に投入したときの 50 年後の表層での二酸化炭素濃度分布

投入地点での濃度は $45.85 \mu\text{mol/kg}$ であり、表層での最大濃度は、北緯 17 度西経 177 度付近が最大であり約 $2.06 \mu\text{mol/kg}$ になっていた。ハワイコナ市沖合に投入した場合、表層まで浮かび上がってきた二酸化炭素は、西の方に移動していることがわかる。これは、北赤道海流による影響のためだと考えられる。また西に移動した濃度は、黒潮の影響を受けて北東に移動するものもあれば、北赤道反流の影響を受けて東へ移動することがわかった。また南半球においては、非常に濃度が薄いことがわかる。この理由として、北半球においては大きな循環流（北赤道海流、黒潮、北太平洋海流、カリフォルニア海流）が存在し、この影響を受けたためであると考えられる。日本列島の南の海域から極東アジア付近の海域で濃度が濃くなっている。これは移動してきた二酸化炭素が地形で囲まれる海域に入り込んで濃度が蓄積されるためだと考えられる。

まとめ

二酸化炭素を中層付近(1150m 付近)に投入した場合、表層に浮かび上がってくる二酸化炭素量は、 0.01 Gt （炭素換算）であった。これは年間投入量に対する表層到達量比が 23.04%であり、その結果から中層に投入した場合表層に出てくる二酸化炭素量は、少ないと考えられる。今後の課題として、海洋中の二酸化炭素は大気とのやり取りや生物・化学変化における影響もあると考えられこれを考慮した場合どのように影響を受けるのか検討する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 和田明、名古屋靖一郎、高野泰隆、菱田昌孝、川鍋元二：データ同化手法を用いた太平洋の流動解析、水工学論文集、第 41 巻、pp.521-528、1997