

## 八代海における成層の影響を考慮した海水中 CO<sub>2</sub> 分圧モデルの開発

九州大学大学院 学生会員 ○小森博仁・熊柄 フェロー 矢野真一郎  
産業技術総合研究所 正員 齋藤直輝 神戸大学 正員 中山恵介 北見工業大学 正員 駒井克明

### 1. 目的

海洋生物が固定する炭素「ブルーカーボン」については、重要性が認識されているが<sup>1),2),3)</sup>, 変化の大きい沿岸域での CO<sub>2</sub> 吸収量の推計値は不確実性が高い<sup>4)</sup>. そのため、推計精度向上のために、流動構造や生態系等の多様な条件に基づく海水中 CO<sub>2</sub> 分圧 (以下、pCO<sub>2</sub>) のデータ蓄積が求められている. また既往研究により、pCO<sub>2</sub> は成層の発達に伴い変動することが報告されている<sup>5)</sup>. 成層発達期には、植物プランクトンの光合成により表層の pCO<sub>2</sub> が低下する. しかし、成層と pCO<sub>2</sub> の関係に着目した詳細な現地調査やモデル開発の事例は少なく、成層が沿岸域の CO<sub>2</sub> 吸収量に及ぼす影響は未解明である.

本研究では、沿岸域の CO<sub>2</sub> 動態に関する基礎的な知見を得ることを目的に、齋藤ら<sup>6)</sup>による3つの成層条件下で実施された pCO<sub>2</sub> に関する現地調査結果に基づき、各成層条件の pCO<sub>2</sub> 動態を再現できる数値モデルの開発を行った. さらにモデルを用いて、成層の影響を考慮した沿岸域における CO<sub>2</sub> 吸収量の時空間的変動の解明を試みた.

### 2. 内容

#### 2.1 現地調査

齋藤ら<sup>6)</sup>による調査地点は、**図-1** に赤点で示した地点である (水深 20m 程度). 調査日は大潮で弱い成層 (2018 年 8 月 26 日), 混合期 (同年 12 月 7 日), および強い成層 (2019 年 8 月 2 日) であった. 9 時頃 (満潮) から 15 時頃 (干潮) までの半潮汐間に水質測定と採水を行い、水質測定で水温・塩分等の鉛直分布、採水で溶存無機炭素濃度(DIC)と全アルカリ度(TA)を測定している. 得られた DIC, TA, 塩分、水温から pCO<sub>2</sub> を炭素系化学的平衡関係<sup>7)</sup>より算出している.

#### 2.2 数値モデル

沿岸域流動モデル Delft3D を用いて pCO<sub>2</sub> 動態モデ

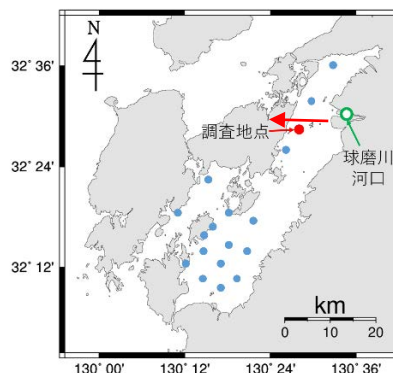


図-1 八代海の調査地点 (赤点)

[水色は鹿児島県水産技術センターの調査地点]

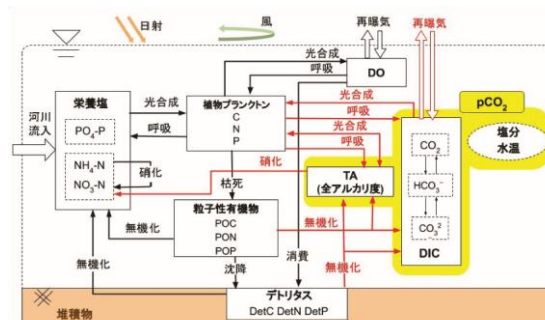


図-2 低次生態系モデルの概要

[黄色枠が田所・矢野のモデルから加えた部分]

ル開発を行った. モデルは流動モデルと低次生態系モデルで構成される. 流動モデルは、田所・矢野<sup>8)</sup>と同じである. pCO<sub>2</sub> 動態を計算する低次生態系モデルは、流動モデルの結果をカップリングして行った. モデルを構成する要素は、植物プランクトン、栄養塩、粒子性有機物、溶存酸素 DO, DIC および TA をコンポーネントとした (**図-2**). 主なプロセスは、植物プランクトンの光合成・呼吸・枯死、有機物の沈降・無機化、硝化、再曝気等である. 河川からの栄養塩負荷量は、一級河川の水質データ (国土交通省) から作成した L-Q 式より推定した. モデル式については数が多いため説明を省くが、既往研究<sup>8),9)</sup>を参考にパラメータを設定した.

キーワード：ブルーカーボン、海水中 CO<sub>2</sub> 分圧、八代海、成層、数値モデリング

連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 九州大学 W2 号館 1013 号室 TEL：092-802-3412

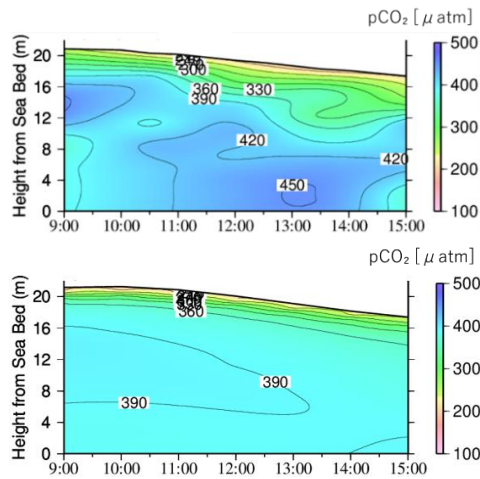


図-3 強い成層期（2019年8月2日）における  
pCO<sub>2</sub>の観測結果（上），再現計算結果（下）

### 2.3 結果と考察

調査日を含む期間を対象に再現計算を行い、モデルの再現性を検討した。pCO<sub>2</sub>の再現性の比較として、図-3に強い成層状態での観測と計算結果を示すが、モデルは概ね良く再現できていた。同様に、弱い成層期および混合期についても良く再現できていた（図省略）。全観測値と比較してpCO<sub>2</sub>は二乗平均平方根誤差率 RMSPE=2.68%であったため、良く再現できているといえる。

pCO<sub>2</sub>モデルを用いて、大気中のCO<sub>2</sub>分圧を412μatmとしてバルク式で大気-海水間CO<sub>2</sub>フラックスを算出した。対象海域は球磨川の出水による成層が発達する八代海北部、対象期間は比較的大規模な出水が発生した2018年とした。得られた対象海域の月間CO<sub>2</sub>吸収量と、球磨川の月平均河川流量より、月400t前後のCO<sub>2</sub>が海水中へ吸収されているが、出水が大きい7月には微量なCO<sub>2</sub>放出となった（図省略）。

図-1の赤線を検査断面として、pCO<sub>2</sub>などの分布を確認した。出水直後の7月7日12時の塩分、pCO<sub>2</sub>、植物プランクトン量の鉛直断面図（図省略）より、出水直後はpCO<sub>2</sub>が高い河川水が表層に集中するため、大気へのCO<sub>2</sub>放出の促進を確認した。その後の7月27日では、河口から離れた海域で河川水の影響は弱まり、負荷された栄養塩に起因して植物プランクトンが増殖し、それに呼応したCO<sub>2</sub>の吸収が見られた（図-4）。以上より、混合が進み塩淡成層が弱まり、出水後の植物プランクトンが増殖することで、大気からのCO<sub>2</sub>吸収が促進されることが確認された。

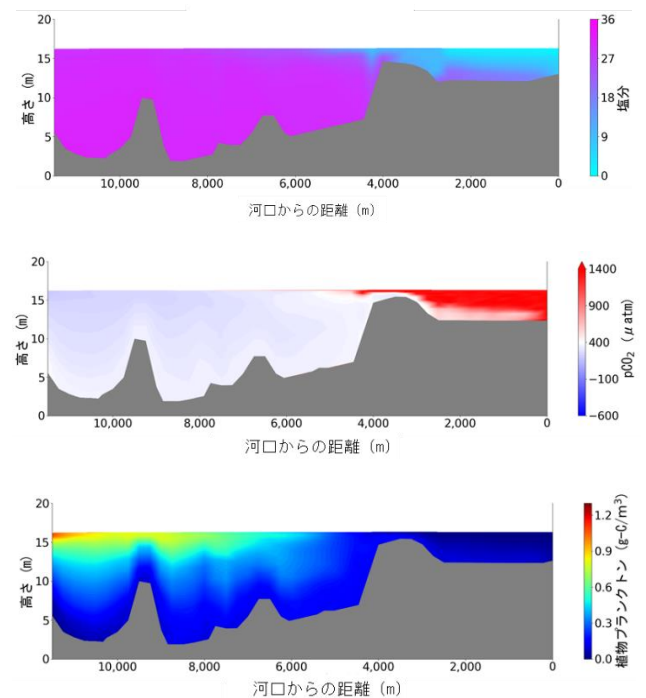


図-4 2018年7月27日12時の鉛直断面図  
（上：塩分，中：pCO<sub>2</sub>，下：植物プランクトン量）

### 3. 結論

河川からの淡水流入による塩淡成層が沿岸域のCO<sub>2</sub>吸収量に及ぼす影響として以下の2つが確認された。①出水直後は河川水がCO<sub>2</sub>を吸収する海水に蓋をする形になりCO<sub>2</sub>放出が促進される。②その後混合が進み成層が弱まりながら表層では植物プランクトンの極大層が現れ光合成によるCO<sub>2</sub>吸収が促進される。

[謝辞]本研究は科研費基盤研究(B)(JP18H01545)，ならびに河川財団2020年度研究助成により実施された。冬季調査では長崎大学水産学部所有の実習船鶴洋丸を利用し、長崎大学多田彰秀教授にご協力いただいた。ここに記し感謝の意を表す。

[参考文献] 1)UNEP(2009): *Blue Carbon, A rapid response assessment.*, 2)McLeod et al.(2011): *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9, 552-560., 3)Watanabe et al.(2015): *Global Change Biology*, 21, 2612-2623., 4)Sohma et al. (2020): *Journal of Coastal Zone Studies*, 32(4), 9-14., 5)藤井ら(2013): 土論 B2, 69(2), I\_1111-I\_1115., 6)齋藤ら(2020): 土論 B2, 76(2), I\_901-I\_906., 7)Zeebe & Wolf-Glandrow (2001): *CO<sub>2</sub> in seawater: Equilibrium kinetics, isotopes.*, 8)田所・矢野(2019): 土論 B2, 75(2), I\_1231-I\_1236., 9)Sohma et al.(2018): *Ecological Modelling*, 384, 261-289.