

成層の影響に着目した八代海における 海水中 CO₂分圧現地調査による変動要因分析

九州大学大学院 学生会員 ○齋藤直輝・熊柄 九州大学 学生会員 小森博仁 フェロー 矢野真一郎
神戸大学 正員 中山恵介 北見工業大学 正員 駒井克明 島根大学 正員 矢島啓

1. 目的

海洋生態系によって固定される炭素「ブルーカーボン」は、新たな気候変動緩和策への利用が近年注目されている。地球全体の生態系の作用によって固定される炭素量のうち、約 55%がブルーカーボンであることが知られている¹⁾。特に、藻場等の植生が存在する沿岸域は、炭素吸収・固定機能の場として重要であると考えられている^{2),3)}。

ブルーカーボンの固定量推定では、海水中 CO₂分圧の変化が重要となる。しかし、沿岸域における海水中 CO₂分圧に関する研究事例は少ない。また、沿岸域の海水中 CO₂分圧は時空間的に大きく変動しており、流動等の物理過程や、植物相による光合成、ならびにサンゴ等による石灰化といった生物過程による影響を受ける。すなわち、沿岸域の海水中 CO₂分圧の動態に関わる推定精度を向上させるためには、様々な地理・地形や生態系等に基づいたデータを蓄積する必要がある。さらに、過去の研究事例において、成層が発達すると表層の溶存無機炭素濃度(DIC)が低下し、海水中 CO₂分圧が小さくなることが報告されている^{4),5),6),7)}。

本研究は齋藤ら(2019)⁸⁾に引き続き、八代海を対象に海水中 CO₂分圧に関する現地調査を実施し、その実態を明らかにすることを目的とした。また、強い成層期、弱い成層期、混合期のそれぞれで観測を行うことで、成層が海水中 CO₂分圧に及ぼす影響を詳細に把握することを試みた。なお、八代海は海草とサンゴの双方の生息が確認されている特徴的な沿岸域である。

2. 研究内容

(1)調査対象地点

調査対象は図-1 に示した地点 a である(北緯 32°27'30", 東経 130°27'37", 水深 20m 程度)。八代海は、国内の他の内湾と比べて極めて閉鎖性が強く、河川流入負荷率が高いという特徴を有する⁹⁾。また、約 1,141ha の藻場の存在が確認されている¹⁰⁾。ほか、八代海を囲

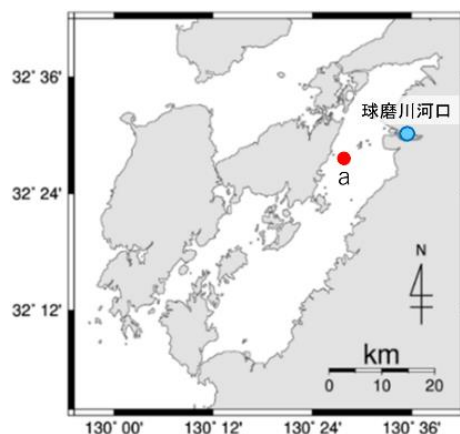


図-1 調査対象地点

む天草諸島の南西部は、九州西方における造礁サンゴの主要な生息地となっている¹¹⁾。

観測地点は、成層が強く発達することを理由に、八代海に流入する河川の流域面積のうち約60%を占める球磨川の河口に近い海域を選定した。

(2)調査方法

調査日はそれぞれ大潮である弱い成層期の2018年8月26日、混合期の同年12月7日、および強い成層期の2019年8月2日とした。成層期は共に終日晴れ、混合期は終日曇りであった[アメダス八代による]。当日の満潮9時頃から干潮15時頃までの半潮汐間に、水質測定と採水を行った。測定項目は、水質測定から水温・塩分・クロロフィルa等の鉛直分布、また、採水サンプルからDIC・全アルカリ度(TA)・栄養塩類とした。水質測定は多項目水質計(ProDSS, YSI社製)を用い、20分毎に計測した。採水は満潮時、満潮1.5時間後、下げ潮最大時、干潮1.5時間前、干潮時の計5回で、水深0m, 3m, 6m, 9m, 12m, 15mの計6層において、合計30サンプルを採取した。サンプルは250mLのDuran瓶に採取し、塩化第二水銀溶液を注入してDICを固定した。フロースルー型炭酸系分析装置(MDO-02, 木本電子社製)、全アルカリ度滴定装置(ATT-15, 同社製)を用い、DICとTAを測定した。また、栄養塩類の測定のために原水と濾

過水(0.45 μm フィルター使用)を別途採取した. 海水中 CO_2 分圧は炭素系の化学的平衡関係¹²⁾より水温, 塩分, DICおよびTAから算出した. 光合成による変動量 ΔDIC および石灰化による変動量 ΔTA は, 球磨川河川水と外海の黒潮海水¹³⁾との混合割合から推定されたDICおよびTAと観測値との差として算出した.

3. 調査結果

観測値を用いて, 海水中 CO_2 分圧を目的変数とした重回帰分析を行った. 説明変数は水温, 塩分, ΔDIC , ΔTA とした. DIC および TA は塩分と強い正の相関(相関係数はそれぞれ 0.95, 0.98)を示したため, 説明変数から除外した. 目的変数に対する影響度を示す t 値は順に 85.51, -1.77, 103.44, -47.94 となった.

図-2 に, 強い成層期における ΔDIC , ΔTA , 海水中 CO_2 分圧の等値線図を示す. 弱い成層期と混合期については省略する. ΔDIC に関して, 強い成層期において水表面付近に極めて負に大きい値が見られた. これは, 植物プランクトンによる光合成の影響が集中したためと推測される. 弱い成層期では塩分躍層(水深約 8 ~12m)以浅で一様に-120 $\mu\text{mol/kg}$ 程度となっており, 混合期では全体的に-70 $\mu\text{mol/kg}$ 程度であった.

ΔTA に関して, 強い成層期では水深ごとに異なる値を示したが, 弱い成層期と混合期では全体的に-60 $\mu\text{mol/kg}$ 程度であった. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構による TS-Cluster で水塊構造を調べたところ, 強い成層期において ΔTA の分布は水塊に概ね対応していた. 以上より, サンゴによる影響を受けた水塊が観測地点に流入したため, ΔTA の変動が生じた可能性が示された.

強い成層期における海水中 CO_2 分圧の分布から, 表層は水温が高いにも関わらず, 成層に伴う光合成の集中により海水中 CO_2 分圧が低下しており, 海中への CO_2 吸収が促進されたことが確認された.

4. 結論

八代海において海水中 CO_2 分圧の現地調査を行い, その変動要因を考察した. 海水中 CO_2 分圧の変動に対する光合成と石灰化の影響が確認された. 成層発達により, 鉛直混合が抑制され表層に植物プランクトンによる光合成の効果が集中する現象が確認された. 強い成層期において, サンゴの生息域からの流入水によって海水中 CO_2 分圧が変動している可能性が示された.

今後は, 数値モデルを用いた観測地点への流入水に

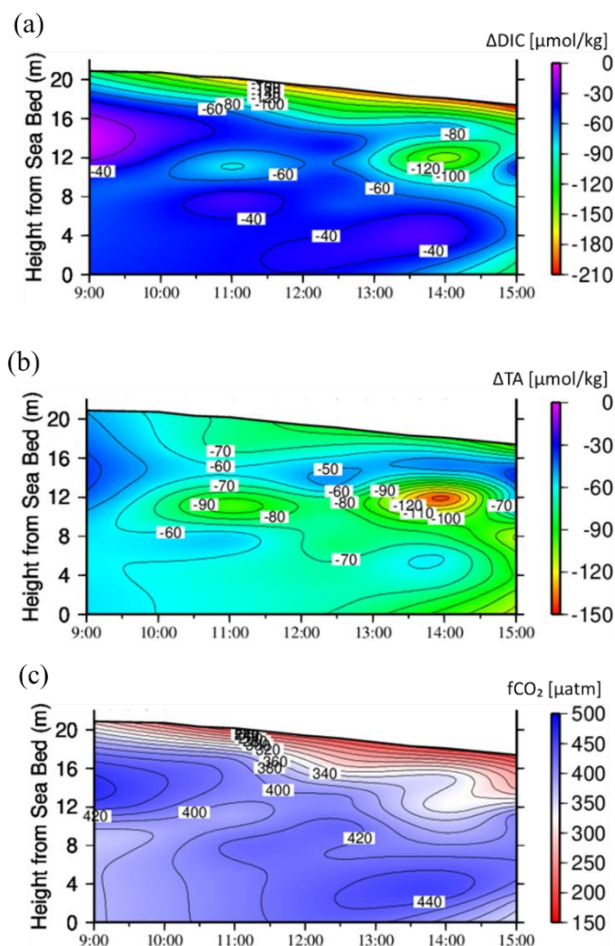


図-2 強い成層期(2019年8月2日)における

(a) ΔDIC , (b) ΔTA , (c) 海水中 CO_2 分圧の等値線図

関する流動解析を行う予定である.

[謝辞] 本研究は科研費基盤研究(B)(18H01545)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)藤井ら(2013): 土論 B2, 69(2), I_1111-I_1115., 5)藤井ら(2012): 土論 B2, 67(2), I_911-I_915., 6)藤井ら(2011): 土論 B2, 68(2), I_1061-I_1065., 7)田多ら(2018): 土論 B3, 74(2), I_444-I_449., 8)齋藤ら(2019): 年講, 74, II-191., 9)環境省(2016): 平成 28 年度有明海・八代海等総合調査評価委員会報告案, 10)環境省(1997): 第 5 回自然環境保全基礎調査, 11)野島(2004): みどりいし, 15, 5-11, 12)Zeebe & Wolf-Glandrow (2001): *CO2 in seawater: Equilibrium kinetics, isotopes.*, 13)Qu et al.(2018): *Sustainability*, 10, 791.