

成層の影響を踏まえた八代海におけるブルーカーボン動態に関する現地調査

九州大学大学院 学生会員 ○齋藤直輝 熊柄 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 駒井克昭 島根大学 正員 矢島啓

1. 目的

近年、海洋生態系の光合成等の作用によって隔離・貯留される炭素「ブルーカーボン」が注目されており、特に海草藻場等の植生を有する沿岸域は、炭素隔離・貯留機能の場として重要であると考えられている^{1),2)}。しかし、沿岸域での海水中 CO_2 分圧の研究事例は少ない。また、海水中 CO_2 分圧は流動等の物理過程や生物による光合成や石灰化等の影響を受ける。すなわち、沿岸域の海水中 CO_2 分圧の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くデータを蓄積する必要がある。さらに、沿岸域の海水中 CO_2 分圧は成層の影響を受けることが明らかになっている³⁾。

本研究は、海水中 CO_2 分圧の測定実績がない八代海で現地調査を実施し、その実態を明らかにすることを目的とした。また、夏季成層期と冬季混合期で観測を行うことで、八代海において成層が海水中 CO_2 分圧に及ぼす影響を把握することを試みた。

2. 内容

2.1 調査対象地点

調査対象は図-1に(a)と示した地点である。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。また、約1,141haにおよぶ藻場の存在が確認されている⁴⁾ほか、八代海を囲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⁵⁾。

観測地点は、塩淡水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周辺海域を選定した。

2.2 調査方法

調査日は共に大潮である夏季成層期の2018年8月26日、ならびに冬季混合期の同年12月7日とした。夏季は終日晴れ、冬季は終日曇りであった[アメダス八代]。時間帯は満潮8時頃から干潮15時頃までの

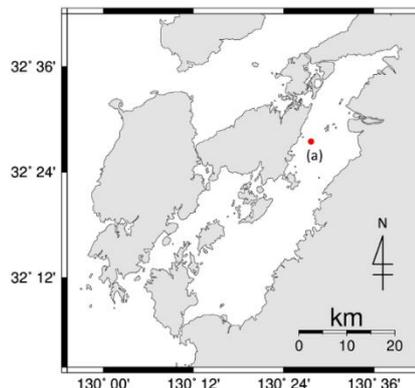


図-1 調査対象地点

半潮汐間とした。調査はCTD観測と採水を行った。CTD観測では調査項目を水温・塩分等の鉛直分布とし、他項目水質計(ProDSS, YSI社製)を用い20分毎に計測した。採水では調査項目を溶存無機炭素濃度(DIC)および全アルカリ度(TA)とした。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回に、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Schott Duran瓶に採取し、塩化第二水銀溶液を注入して溶存無機炭素を固定した。これらは、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を同定した。海水中 CO_2 分圧は、炭素系の化学的平衡関係⁶⁾に基づき、DIC, TA, 塩分および水温からUSGSが提供する計算ソフトCO2Calc v4.0.9を用いて算出した。生物過程による変動量 ΔDIC , ΔTA は、endmemberとして球磨川河川水の採水結果および生物過程の影響が極めて小さい黒潮外海水のデータ⁷⁾を用い、それらの混合割合から推定されるDICおよびTAからの差として算出した。

2.3 結果と考察

図は省略するが海水密度 σ_t の測定より、夏季の干潮1.5時間前から干潮時にかけて成層の発達が確認された。躍層は水深約9~12m位置であった。

キーワード：ブルーカーボン、海水中 CO_2 分圧、八代海、成層

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

本調査から得られた ΔDIC および ΔTA と既往研究⁸⁾との比較を表-1 に示す。 ΔDIC は他の海草場と同程度だが、 ΔTA は極めて低く、サンゴ礁の値に近くなっている。 ΔDIC は植物の光合成、 ΔTA はサンゴの石灰化によって低下することが知られている。表-2 に海水中 CO_2 分圧に対する重回帰分析の結果を示す。 DIC と TA が海水中 CO_2 分圧に及ぼす影響が大きいことが分かる。

図-2 に ΔDIC の標準偏差 σ の鉛直分布を示す。夏季において表層と躍層付近で σ が大きくなっている。躍層付近では、光合成と呼吸の卓越度が躍層位置の時間変動に伴い変化することで σ が大きくなったと考えられる。また、上述の理由から補償深度が ΔDIC の変動に影響する可能性が示された。表層の σ は、日射の影響で植物プランクトンによる光合成量が変動したため大きいと考えられる。TA に関しては、 σ は小さく、成層期と混合期で変動の明確な違いは見られなかった(図は省略)。

図-3 に夏季および冬季の海水中 CO_2 分圧の塩分に対する分布を示す。一般的な大気中 CO_2 分圧との関係から、夏季は海洋が CO_2 を放出、冬季は吸収する傾向にあると明らかになった。また、夏季と冬季の両方で、サンゴの石灰化に起因する TA の低さにより海水中 CO_2 分圧が高くなっていると考えられる。夏季においては表層と底層の海水中 CO_2 分圧の差が大きいことから、成層の影響が確認できる。夏季の躍層周辺では海水中 CO_2 分圧の変動が大きく、躍層変動の影響が見て取れる。冬季では水温低下により全体として海水中 CO_2 分圧が減少しているが、一方で塩分増加および植物プランクトンの活性低下は海水中 CO_2 分圧の増加に影響しており、夏季と冬季の海水中 CO_2 分圧の差は抑えられていると思われる。

3. 結論

八代海においてブルーカーボン動態の現地調査を行い、その変動等の要因を考察した。八代海は温帯海域でありながら、海草藻場だけでなくサンゴの影響もあり、ブルーカーボン動態に対する両者の相互作用を確認できる希少な海域である可能性が示された。夏季と冬季で海水中 CO_2 分圧の比較を行い、その変動には水温や生態系、日射量、成層等の様々な要因が作用していることが考察された。今後は八代

表-1 観測値 (ΔDIC , ΔTA) と既往研究の比較

	観測地	生態系タイプ	ΔDIC [$\mu mol/kg$]	ΔTA [$\mu mol/kg$]
本研究	八代海 (2018/8/26)	不明	-118.1 \pm 15.0	-57.3 \pm 13.3
	八代海 (2018/12/7)	不明	-70.2 \pm 2.7	-58.8 \pm 2.4
既往研究 (田多ら)	風連湖	海草場	-62.0 \pm 18.7	-29.1 \pm 22.6
	コムケ湖	海草場	-230.3 \pm 85.2	16.7 \pm 119.3
	走水海岸	海草場	-36.5 \pm 9.0	9.5 \pm 4.9
	野島海岸	海草場	-311.7 \pm 206.2	-1.1 \pm 21.9
	吹通川河口	サンゴ礁	17.5 \pm 14.9	-111.3 \pm 21.9
	白保海岸	サンゴ礁	-48.4 \pm 177.7	-132.1 \pm 113.2

表-2 海水中 CO_2 分圧に対する重回帰分析

	係数	標準誤差	t	P-値
切片	-0.00011	0.015683	-0.00699	0.994447
DIC	1.204198	0.056313	21.38391	2.52E-28
TA	-0.36073	0.033337	-10.8207	3.07E-15
水温	0.08696	0.017061	5.097042	4.38E-06
塩分	0.085334	0.050252	1.698113	0.095138

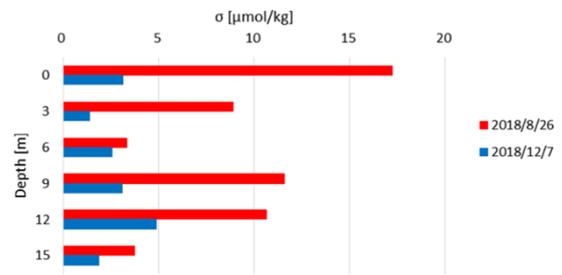


図-2 ΔDIC の標準偏差 σ の鉛直分布

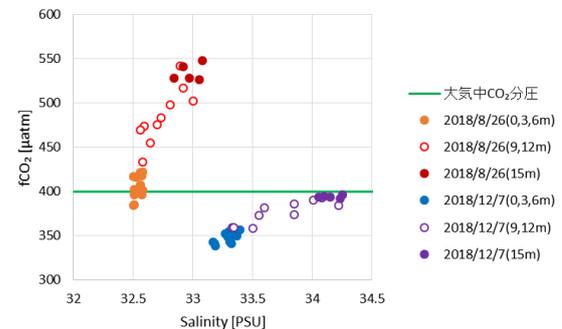


図-3 夏季および冬季の海水中 CO_2 分圧

海全体を縦断した調査を行い、生物相による影響をより明確に把握する必要がある。また、日射量や補償深度等の生物活動の変動要因を踏まえた影響評価を行う必要がある。

[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)Mcleod et al.(2011):Frontiers in Ecology and the Environment, 9, 552-560., 2)Watanabe et al.(2015): Global Change Biology, 21, 2612-2623., 3)藤井ら(2011): 土論 B2, 68(2), I_1061-I_1065., 4)環境省(1997): 第5回自然環境保全基礎調査, 5)野島(2004): みどりいし, 15, 5-11, 6)Zeebe & Wolf-Glandrow (2001): CO2 in seawater: Equilibrium kinetics, isotopes., 7)Qu et al.(2018): Sustainability, 10, 791, doi:10.3390/su10030791., 8)田多ら(2015): 土論 B2, 71(2), I_1333-I_1338.