

浅海生態系による CO₂ 吸収量推定に関する研究

CQ20061 早川 加奈子 指導教員 内藤 望 教授

キーワード: ブルーカーボン, CO₂ 吸収量推定, 吸収係数, 浅海生態系

1. 背景と目的

近年, 地球温暖化防止のためにカーボンニュートラルの達成が求められている. そのため CO₂ 排出削減とともに重要となる CO₂ 吸収源の一つとして, 「ブルーカーボン」と呼ばれる海洋生態系による CO₂ の吸収, 貯留への注目が高まっている. 本研究では, 現在注目されているブルーカーボンに関して, CO₂ 吸収量を計測および推定する方法に着目して, その現状と課題を文献調査を通じて明らかにすることを目的とする.

2. 研究方法

桑江ら[1]は, IPCC ガイドライン[2]を参考に, 浅海生態系 (昆布などの海藻藻場, アマモなどの海草藻場, マングローブ, 干潟) における年間 CO₂ 吸収量の日本全国推計を発表している (表 1). ここで浅海生態系による CO₂ 吸収量は次の式(1)を用いて算出している.

$$(\text{吸収量}) = (\text{生態系面積}) \times (\text{吸収係数}) \quad (1)$$

この算出で用いられている「吸収係数」は, 既往研究から観測データを集めて評価したと説明されている. しかし, そのもととなった観測データについて, 観測地域, 観測時期, 計測方法等に偏りが無いのか, 気になるところである. 本研究では, 各種文献を調べることによって, まずブルーカーボンの CO₂ 吸収量の計測方法について調べた. そして観測事例を探り, 観測された地域や時期の汎用性を検討し, 評価された吸収係数の信頼性の考察を目指した. そして, その他ブルーカーボンに関する現在までの研究の成果と課題をまとめることを目指した.

3. 結果と考察

これまでに合計 20 編の文献を入手し調べた. そこでまず, 所ら[3]により推奨されている計測方法について, 表 2 に示す. ブルーカーボンの計測方法はまだ確立したとは言い難く, 様々な手法が採用されているようである. その中で, 精度に加えコスト面も考慮した上で, 複数の計測方法が推奨されている. 大気中の CO₂ 交換量を計測するバルク法は, 既存の方法の中で最も広く採用されている. ただし, 水中の CO₂ 分圧差の計測のためには採水が必要なため, 連続的な計測ができないという難点がある. 別の方法として塩分計と pH 計を使用し算出する方法があり, この方法であればサンゴ礁を除いて計測可能であるが, 高精度な pH 計が必要となる. 一方, 渦相関法は CO₂ 濃度計と 3 次元超音波風速計を設置することで, 広域を長期的に自動計測が可能である. 計測精

表 1. 浅海生態系による年間 CO₂ 吸収量の日本全域推計. [1]

生態系	生態系の面積 (活動量) (万ha)	吸収係数		吸収量		
		平均値	上限値	平均値	上限値	
		(トンCO ₂ /ha/年)		(万トンCO ₂ /年)		
海草藻場	アマモ場	6.2	4.9	33.4	30	206
海藻藻場	ガラモ場	8.8	2.7	5.1	24	45
	コンブ場	2	10.3	36	21	73
	アラメ場	6.3	4.2	7.9	26	50
	計	17.2			71	167
マングローブ		0.3	68.5	68.5	18	18
干潟		4.7	2.6	2.6	12	12
合計		28.3			132	404

表 2. 海域において推奨される計測方法. [3]

	海草藻場・干潟
対象面積の時系列変化	現地測量調査, リモートセンシング(衛星写真, 空中写真)
大気中のCO ₂ 交換量 (大気-海水)	バルク法, 渦相関法, フローティングチャンパー法
大気中のCO ₂ 交換量 (大気-堆積物)	渦相関法, 底生系チャンパー法
生物内炭素量	現地調査, リモートセンシングによる複合的手法
堆積物中炭素量	年代測定法, 経年比較法

度が高く海域での活用も研究されているが、計測センサーへの水滴付着による異常値や飛び値が問題となる。観測データを丁寧にチェックして異常値を除去する必要がある、データ品質の管理が重要となる。また大気中のCO₂交換量を計測する際の影響因子として塩分と水温が挙げられ、この2要素と風速を精度良く計測することでCO₂交換量の測定精度を向上できる。特に沿岸域は、陸域と海域が混合した環境で変化が激しいことから、1地点の観測だけのデータ解析からその海域におけるCO₂交換量を評価することは難しい。したがって利用可能な実測データを十分に得るため、複合的な観測方法や計測機器の改良が研究されている。

続いて、4つの海域において大気とのCO₂交換量を観測した結果の比較を表3に示す。表3中の観測データはバルク法による計測をもとに算出されている。大気-海水間のCO₂交換量数値が小さいほど、CO₂を多く吸収したことを示している。季節変動として、一般的に1~5月で吸収が強まり3月に最大となる一方、6~12月は吸収が弱まり8月に最小となることが知られている[4]。そのため吸収係数の評価に当たっては、1年を通して観測したデータの平均値を用いる必要がある。CO₂交換量の海域による差については、水温、生態系分布の割合、海水中の濁度の違い等が影響すると言われている。そして海藻・海草藻場の種類によって吸収量が異なる。表3中の八代海は、九州本土と天草諸島に囲まれた内海で主にアマモとサンゴが生息している。一方で大阪湾ではアマモ場が主である。水産研究・教育機構[6]によると、八代海の場合、アマモ場における吸収係数は280.52 g-CO₂/m²/年であり、サンゴ礁における吸収係数は4.58 g-CO₂/m²/年となっている。一方で大阪湾の場合は、アマモ場の吸収係数は593.20 g-CO₂/m²/年と非常に大きい差が生じている。海域が異なれば同じ生態系でも吸収係数が異なる結果である。表3中のCO₂交換量に大きな違いが生じている原因としては、海域による生態系の違いが大きく効いていると考えられる。

表3. 八代海と他水域とのCO₂交換量比較。

水域	調査日	CO ₂ 交換量 (mg-CO ₂ /m ² /hr)	引用文献
八代海	夏：2019年8月2日	0.6	[4]
	冬：2018年12月7日	-2.3	
	秋：2016年9月28日	-0.8	
大阪湾	春：2014年4月	-12.6±2.2	[5]
	秋：2014年10月	-14.0±1.2	
播摩灘	春：2015年5月	-3.7±1.3	
	秋：2015年10月	-1.5±0.3	
英虞湾	秋：2016年9月	-0.8±0.1	

4. まとめ

本研究では、桑江ら[1]で算出されたブルーカーボンの吸収係数の信頼性について地域・計測方法を比較するという方法で研究を行った。ブルーカーボンの研究は世界で盛んにおこなわれているが、海藻を利用する文化を有するわが国は海藻類に関する知見が豊富であり、世界に先駆けて海藻の吸収量評価を実施する基盤が構築されつつある[7]。IPCC ガイドラインも言及していない日本周辺に生息する様々な海藻・海草によるブルーカーボンの実態が研究されている。ただ、今回の文献調査を行ったことで、研究事例はまだまだ十分に多いとは言いがたい現状を実感することとなった。また、吸収係数の算出に用いられた実測データの大半が公開されておらず、信頼性の検証が不十分なまま終わってしまった。実際に吸収係数の決定に用いられた実測データを用いての検証が今後の課題として挙げられよう。

引用文献

- [1]桑江朝比呂, 他: 浅海生態系における年間二酸化炭素吸収量の全国推計. 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 75, No. 1, 10-20. (2019)
- [2]Hiraishi, T., et al.: 2013 supplement to the 2006 IPCC guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. IPCC, 24pp. (2014)
- [3]所立樹, 他: 港湾におけるブルーカーボン(CO₂吸収と炭素隔離)の計測手法のガイドライン. 港湾空港技術研究所, No. 1309, 32pp. (2015)
- [4]斎藤直輝, 他: 八代海におけるブルーカーボン動態把握のための海水中 CO₂ に関する現地調査. 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 76, No. 2, 1901-906. (2020)
- [5]遠藤徹, 他: DICの空間分布調査による大阪湾, 播摩灘および英湾のCO₂フラックスの評価. 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 74, No. 2, 1315-1320. (2018)
- [6]水産研究・教育機構: 海草・海藻藻場のCO₂貯留量算定ガイドブック. 水産研究・教育機構, 13pp. (2023)
- [7]堀正和: ブルーカーボン生態系とそのCO₂吸収量評価. 国立研究開発法人水産研究・教育機構, 27pp. (2022)