

第Ⅱ部門

マングローブ-干潟-海草生態系における気候変動緩和機能の解析

大阪市立大学工学部 学生員 ○名倉 亮太

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 相馬 明郎

1. 研究の背景・目的

IPCC 第 5 次評価報告書(2013)によると、産業革命以降、人為起源の温室効果ガス排出量は増加しており、20 世紀半ば以降に観測されている気候変動の主要な原因である可能性が極めて高い¹⁾。こうした中、国連環境計画(UNEP)は報告書「Blue Carbon」において、海洋に蓄積される炭素が大気中の二酸化炭素濃度を低下させる機能を持つことを示した²⁾。その海洋の中でもマングローブ林、干潟、海草場といった沿岸浅海域は海洋最大の炭素吸収源となっており、高い気候変動緩和機能を持つ可能性がある²⁾。

一方、熱帯、亜熱帯地方では、マングローブ林、干潟、海草場は隣接して共生する場合が多く、これら 3 つの場は、生物・化学・物理過程を介して相互作用し、この相互作用が、気候変動緩和機能に直接的・間接的に影響を与える可能性が指摘されている³⁾。こうした中、マングローブ林、干潟、海草場の 3 つの場から構成される生態系を 1 つの複合生態系とみなし、気候変動緩和機能を明らかにすることは重要であるが、その実態は定性的にも定量的にも明らかになっていない。

本研究では、マングローブ林、干潟、海草場間の相互作用、及びこれら 3 つの場の生物・化学・物理過程を解析可能な数理生態系モデルを、3 つの場が共生する沖縄県西表島ユツン沿岸域に適用し、炭素循環を解析することで、マングローブ林-干潟-海草場からなる複合生態系（以下、マングローブ-干潟-海草生態系という）での気候変動緩和機能を明らかにするとともに、マングローブ、海草の生理生態が、気候変動緩和機能に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 気候変動緩和機能の定義

本研究では、図 1 の赤矢印をマングローブ-干潟-海草生態系での気候変動緩和機能とし、この機能を、炭素吸収、炭素隔離、炭素貯留の 3 つに区分した。即

ち、(1)炭素吸収機能は、海洋が大気から二酸化炭素を吸収する機能（図 1, Flux2）、(2)炭素隔離機能は、生物が生物生産により炭素を隔離する機能（図 1, Flux3, Flux4, Flux5）、(3)炭素貯留機能は、有機炭素と CaCO_3 が永久堆積層へ貯留される機能（図 1, Flux1）である。

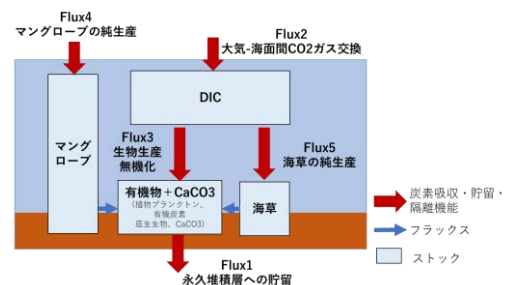


図1 マングローブ-干潟-海草生態系での気候変動緩和機能

3. 数理生態系モデルの概要

今回の生態系シミュレーションは、流動モデルとマングローブ-干潟-海草生態系モデル（以下、生態系モデルという）を活用している。流動モデルは生態系モデルと独立して計算が行われ、生態系モデルは、流動モデルの出力値を入力し、計算が行われる。

流動モデルは気象、水温、潮汐、コリオリ力、塩分濃度を考慮し、流動場を計算している。生態系モデルは、炭酸化学理論、低次生態系、マングローブ及び海草の生理生態、堆積物の埋没を考慮し、炭素循環を計算している。これにより、本シミュレーションでは、マングローブ林-干潟-海草場の間の相互作用、大気から炭素を吸収、隔離・貯留するという一連のプロセスを表現している。

4. モデルの適用と検証

4.1 モデルの適用

マングローブ-干潟-海草生態系モデルをマングローブ林-干潟-海草場が共生する沖縄県西表島ユツン沿岸域に適用した。モデル計算では、現況ケース：control case として、2008 年度～2017 年度における平年的な季節変動(1 年の周期変動で、1 年間で元の値に戻る：年周期定常という)の再現を試みた。本モデ

ルの駆動力となる境界条件は 2008 年度～2017 年度の観測データから設定した。

4. 2 モデルの検証

マングローブ林、海草場の各モデル変数とフラックスの観測値と計算値を比較し、モデルの検証を行った。観測値は限られてはいるものの、モデルは観測値を概ね再現した。

5. マングローブ-干潟-海草生態系の炭素循環

マングローブ-干潟-海草生態系の気候変動緩和機能の現状を把握するため、炭素循環の解析を行った。図2は本生態系の年平均での炭素循環を表している。本生態系の領域（図2：点線ボックス）の外から内部へと取り込まれる炭素のうち、56%が河川からのDIC流入であり、40%がマングローブの純生産である。また、38%が大気-海面間の pCO_2 差による放出、31%が流れにより DIC として外洋へ流出され、28%が永久堆積層へ貯留される。

これにより、マングローブ-干潟-海草生態系は、大気へ CO_2 を放出しているものの、河川からの流入やマングローブの純生産によって取り込まれる炭素の多くを貯留していることが明らかになった。

さらに、炭素隔離機能の主要な要因を明らかにするために Flux3, Flux4, Flux5 の内訳を解析した結果、マングローブと海草の純生産が多くの炭素を隔離していることが示された。

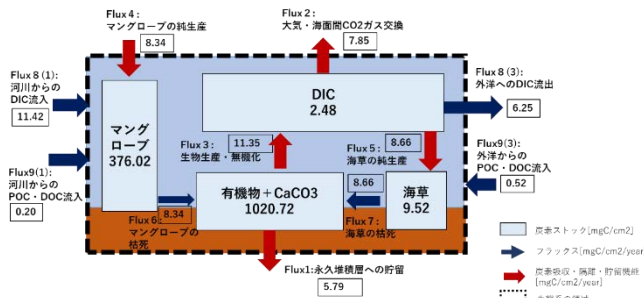


図2 マングローブ-干潟-海草生態系の炭素循環

6. マングローブ・海草の生理生態が炭素の吸収・隔離・貯留機能に与える影響

(1)マングローブ又は(2)海草の生理生態が生態系の炭素吸収・隔離・貯留機能に与える影響とメカニズムを明らかにするために、(1)、(2)何れか一方の現存量を 0 にする感度解析を行い、生態系の応答を評価した。

ここでは、マングローブの現存量を 0 にした場合

を case1, 海草の現存量を 0 にした場合を case2 とし、マングローブ・海草が共に存在する control ケースと比較した。また、解析項目は炭素貯留量、炭素吸収量、炭素隔離量、大気からの正味の炭素吸収量 (Flux2, +Flux4), 炭素の流入・流出量、とした。図3, 図4に感度解析による炭素貯留量、大気からの正味の炭素吸収量の応答を示す。

図3より、control case では生態系全体の炭素貯留量は 58[gC/m²/year]であるのに対し、case1 では 15[gC/m²/year]に減少し、case2 では 44[gC/m²/year]に減少した。これより、マングローブ、海草の生理生態は炭素貯留機能を高めることが明らかになった。

図4より、control case では生態系全体の大気からの正味の炭素吸収量は 4.9[gC/m²/year]の吸収であるのに対し、case1 では 52[gC/m²/year]の放出に減少し、case2 では 0.6[gC/m²/year]の放出に減少した。これより、マングローブ、海草の生理生態は大気からの正味の炭素吸収量を増加させることが明らかになった。

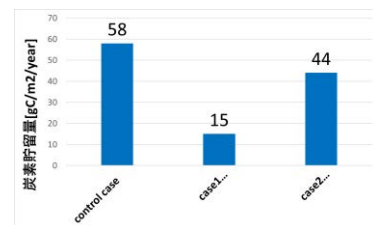


図3 感度解析による炭素貯留量の応答

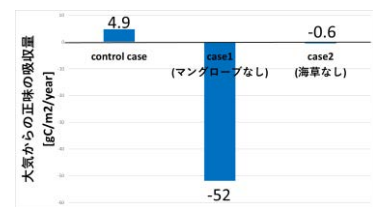


図4 感度解析による大気からの正味の炭素吸収量の応答

7. 結論

マングローブ-干潟-海草生態系における炭素吸収・貯留・隔離量が定量的に明らかとなった。また、マングローブや海草の生理生態は、炭素貯留機能を高め、大気からの正味の炭素吸収量を増加させることが明らかになった。

参考文献

- (1) IPCC : Climate Change 2013, The Physical Science Basis, 2013
- (2) UNEP : Blue carbon. A UNEP rapid response assessment, 2009
- (3) M. Huxham, D. Whitlock, M. Githaiga, A. Dencer-Brown : Carbon in the Coastal Seascape: How Interactions Between Mangrove Forests, Seagrass Meadows and Tidal Marshes Influence Carbon Storage, 2018