

# 二次的自然「里海」の短寿命生態系における ブルーカーボン評価に関する研究

国分秀樹・畑直亜・羽生和弘

## 目的

2009年、国連環境計画(UNEP)により、地球上の生物が固定化する炭素の55%が藻場や干潟の海洋生物によって沿岸域に固定されるブルーカーボン由来であることが報告された。このブルーカーボンという概念は近年提唱されたばかりであり、研究が進んでいない分野である。

また浅海域で生物生産の高い藻場や干潟では、従来から窒素循環に関する研究が中心で、生物の炭素固定機能に着目した知見は少ない。本研究では、伊勢湾内の自然と造成されたアマモ場において、アマモ草体の炭素固定量を推定した。

## 方法

### ①調査海域の概要

本年度調査対象としたアマモ場を図1に示した。御殿場海域は三重県により造成されたアマモ場である。造成後3年以上経過し、約2haの面積で安定的に定着している。一方松名瀬海岸は、伊勢湾内で最大級の自然のアマモ場であり、海岸線に沿って約100haに広がっている。以上の2箇所のアマモ場を調査対象とした。

### ②アマモの現存量調査

図1に示した2箇所のアマモ場において、0.5m四方の方形枠内の地上部と地下部を潜水作業により全て採取した。採取後、アマモ草体を栄養株、生殖株、種子、地下茎に分離し、60℃で48時間乾燥後、それぞれの重量を計測した。乾燥後の試料はミルを用いて粉碎し、CNコーダー(elementar社製 Vario Max)を用いて、炭素含有量を計測した。試料採取は、2014年7月より隔月で定期的実施した。

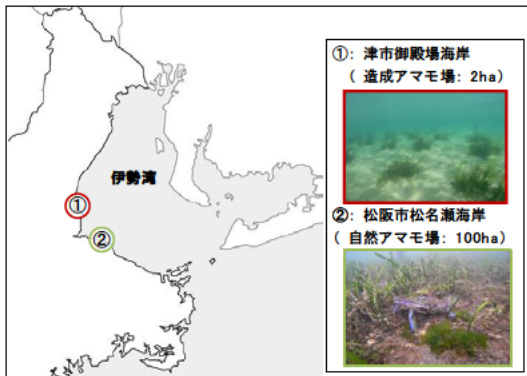


図1 調査海域の概要



図2 アマモの炭素収支の概念図

炭素固定量は、アマモ草体の生産量、枯死量、光合成量と呼吸量をそれぞれ調査し、それらの総和により推定を行った(図2)。アマモの現存量の経時変化から炭素現存量に換算し、式(1)、(2)を用いてアマモ草体の生産量と枯死量を推定した。

$$P = \sum (Ws_{t+1} - Ws_t) \times Cs + \sum (Wm_{t+1} - Wm_t) \times Cm + \sum (We_{t+1} - We_t) \times Ce + \sum (Wr_{t+1} - Wr_t) \times Cr \quad (1)$$

$$M = \sum (Ws_t - Ws_{t+1}) \times Cs + \sum (Wm_t - Wm_{t+1}) \times Cm + \sum (We_t - We_{t+1}) \times Ce + \sum (Wr_t - Wr_{t+1}) \times Cr \quad (2)$$

P: 生産量, M: 死亡量,  
Cs, Cm, Ce, Cr: アマモ各部位の炭素含有量  
Ws, Wm, We, Wr: アマモ各部位の乾燥重量

### ③光合成による炭素固定量の調査

アクリル製の明条件チャンバーと塩化ビニル製の暗条件チャンバーをアマモ場及び裸地海底にそれぞれ設置し、攪拌をしながら60分を1サイクルとして連続的に溶存酸素濃度の変化を観測した(2011年5月から年4回)。光合成量と呼吸量は、アマモ及び裸地海底に設置したチャンバー内の溶存酸素濃度変化量の差分により酸素

$$C = (DO_{DC} - DO_{DB}) \cdot V/S/t \quad (3)$$

$$P = \{(DO_{LC} - DO_{LB}) - (DO_{DC} - DO_{DB})\} \cdot V/S/t \quad (4)$$

DO<sub>LC</sub>, DO<sub>DC</sub>: 明暗アマモチャンバー内溶存酸素濃度  
DO<sub>LB</sub>, DO<sub>DB</sub>: 明暗ベンシクチャンバー内溶存酸素濃度  
V: チャンバー容積 S: チャンバー面積 t: 観測時間

消費速度および生成速度を式(3), (4)のとおり算出し,呼吸商を1と仮定して炭素量に換算した。光合成量の調査は,2014年5月より年4回定期的に実施した。

#### ④アマモの枯死分解後の挙動調査

アマモ草体の枯死分解後の挙動を把握するため,屋外水槽を用いて分解試験を実施した。2014年11月に松名瀬海岸より,アマモ草体を地下茎も含めて約20キロを採取し,そこから約100gずつを採取し,20cm四方の目合いの異なる(2mmと10mm)2種類の封筒型の網袋に100袋ずつ入れた。網袋を200Lのパンライト水槽に入れ,屋外にて海水をかけ流し状態で,エアレーションをしながら,アマモ草体の分解過程を調査した。網袋は,定期的に採取し(n=5)アマモ草体上の付着物を洗浄後,60℃で48時間乾燥し,重量を計測した。乾燥後の試料を,ミルを用いて粉砕し,CNコーダー(elementar社製Vario Max)を用いて,炭素含有量を計測した。試料採取は,2014年11月より毎月定期的に行われた。

#### 結果および考察

##### ①アマモの現存量調査

生殖株と栄養株の炭素含有量は約33%とほぼ同等であり,地下茎では41.2%,種子は51.3%と,栄養株と生殖株と比較して高い値となった。これは,種子や地下茎には,デンプン質が高く含まれるためであると考えられた。

御殿場および松名瀬のアマモの現存量と炭素含有量から算出した草体地上部(栄養株,生殖株,種子)と地下部の炭素量の季節変化を図3に示す。地上部,地下部共

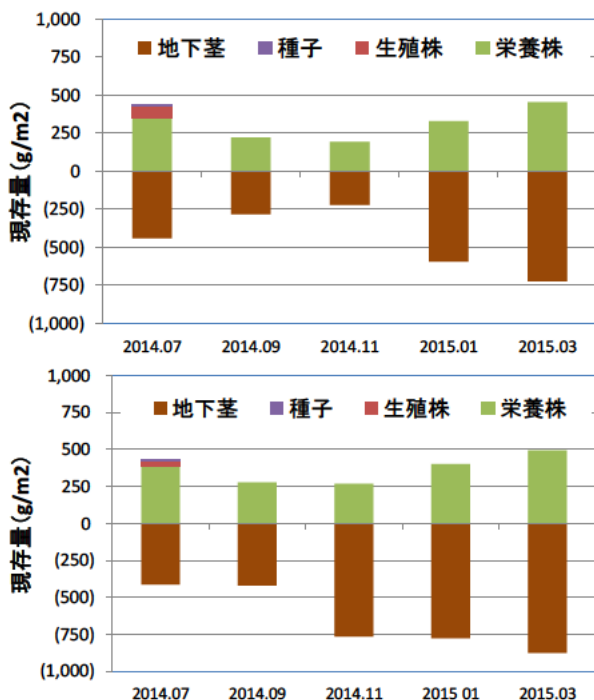


図3 アマモ草体の炭素含有量の変化  
(上:松名瀬, 下:御殿場)

に, 繁茂期にあたる春期に現存量が最大になり, 夏期の高水温時に現存量が少なくなるという, 周期的な増減を繰り返した。その現存量の変化より, 下記の式を用いて両海域におけるアマモの成長による生産量と枯死量を算出した。その結果, 今年度の調査における御殿場および松名瀬のアマモ場の生産量はそれぞれ679g/m<sup>2</sup>/year, 763g/m<sup>2</sup>/year, 枯死量はそれぞれ162g/m<sup>2</sup>/year, 463g/m<sup>2</sup>/year, と算出できた。

##### ②アマモの光合成量と呼吸量の調査

アマモ場と裸地海底に設置した明暗条件チャンパー内の溶存酸素濃度の変化をみると明条件のチャンパー内の溶存酸素濃度はほぼ直線上に増加し, 特にアマモ場内では過飽和になるほどの酸素が光合成により生成されていることが確認できた。一方暗条件では, バクテリア等の呼吸により溶存酸素濃度が直線的に減少することが確認できた。

前述の結果より式(3),(4)を用いて算出した, アマモの光合成による炭素固定量の季節変化を図4に示した。アマモの炭素固定量は, 現存量と同様に増加し, 3月には18.0g/m<sup>2</sup>/dayと最も多く, 秋期(9月)に3.93g/m<sup>2</sup>/day最も少なくなった。通年の調査結果から, 年間の光合成による炭素の固定量を試算すると, 3397g/m<sup>2</sup>/yearとなった。

##### ③アマモの枯死分解後の挙動調査

枯死分解後の挙動を把握するため, 実験開始後のアマモ草体の浮遊率と分解率の変化を図5に示した。実験開始後, アマモ草体は徐々に沈降し, 約2週間で半分が, 約40日で全て沈降することが確認できた。これは, アマモ草体が枯死流出後, 最大40日間海域を浮遊することが考えられた。また, アマモ草体の分解率は, 実験開始後徐々に増加し, 一ヶ月後では細目で61%, 粗目で68%, 四ヶ月後では細目で87%, 粗目で97%となった。マクロベントス等の大型生物の影響のない目合いの小さい網袋で, 目合いの大きな袋よりも優位に分解率が高くなることが確認できた。

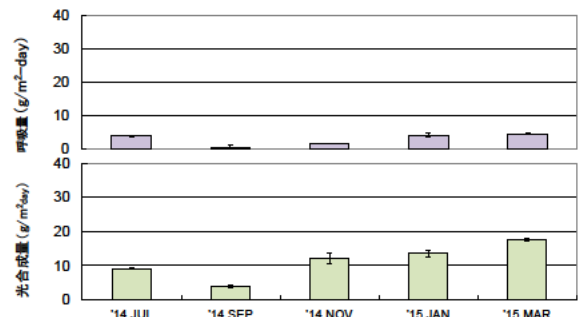


図4 チャンパーを用いた酸素消費速度から算出した, アマモ場の呼吸量(上)と光合成量(下)の変化

以上より、アマモ草体は枯死后、約一ヶ月で全て沈降し、約60%が2mm以下の粒子に分解することがわかった。今後は、さらに堆積課程や難分解物質としての蓄積量について、詳細に室内実験で追跡する必要が示唆された。

#### ④アマモ場の炭素固定量の推定

本年度の調査結果を総括し、図2に示す概念図に基づき、アマモ場における炭素収支を推定した。その結果、御殿場の造成アマモ場と、松名瀬の天然アマモ場における炭素固定量は、それぞれ、3.28t/ha/year, 1.65 t/ha/yearと試算できた。ただし、現状では通年のアマモ草体現存量の調査が完了していないこと(平成27年5月で完了予定)と、枯死后に分解されず埋没する難分解性物質の割合については、把握できていないことから、過小評価であることが考えられる。今後現存量調査の継続と難分解性物質の定量的な把握の実験を実施し、より精度の高い、アマモ場の炭素固定量の試算を進めて行く必要がある。

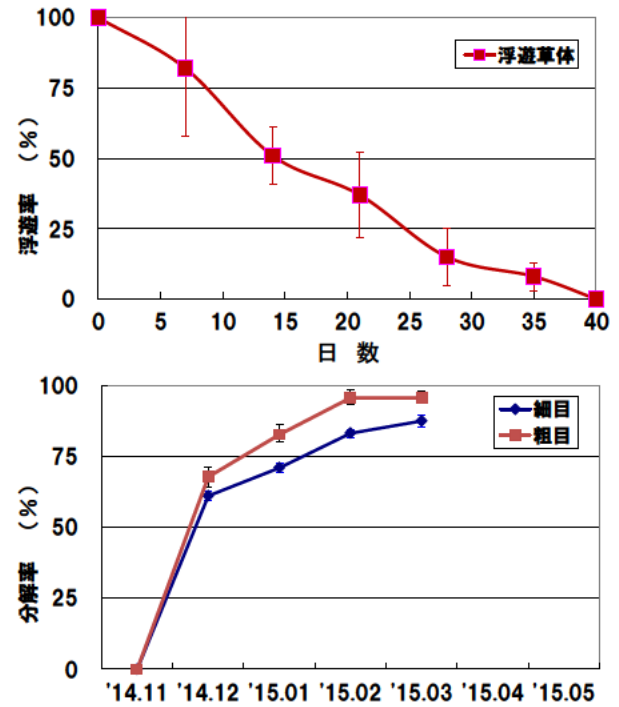


図5 アマモ草体の浮遊率(上)と分解率(下)の変化