

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・清水康弘・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%が海洋生物によって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。浅海域で生物生産の高い藻場や干潟は比較的短寿命の生態系であるため、枯死死亡後の炭素動態についての知見が少ない。本研究では、干潟及びアマモ場の短寿命生物の生産に伴う炭素量と死亡後に蓄積される難分解性の炭素量を室内実験により明らかにし、堆積物を含む伊勢湾内の干潟、アマモ場の炭素貯留量を試算した。

方法

①調査海域の概要

本年度調査対象とした干潟を図1に示した。高松干潟は、伊勢湾北部海域の港湾区域内に残された天然の干潟であり、朝明川河口に沿って約28haに広がっている。港湾区域内のため漁業権は設定されておらず、春から夏にかけて多くの潮干狩り観光者が来訪する干潟である。楠干潟は三重県によりアサリ母貝場形成を目的に造成された干潟である。津市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、造成時は

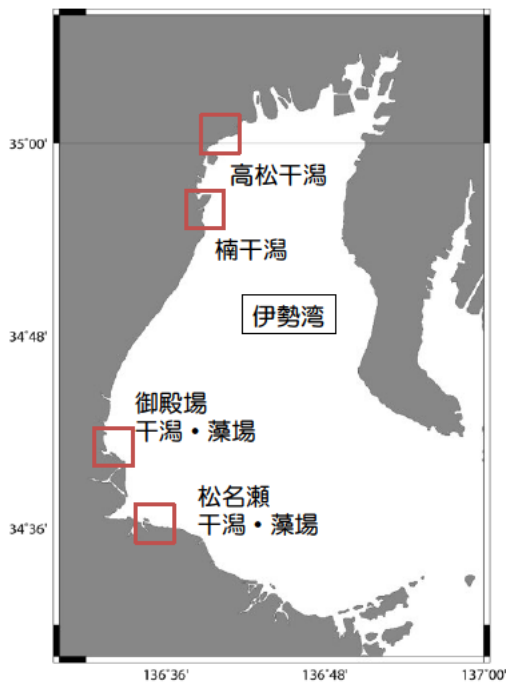


図1 調査地点の概要

約700m²であったが造成後安定的に繁茂し、現在では約20,000 m²まで拡大している。一方松阪市松名瀬海域は、海岸線に沿って約100haに広がっている伊勢湾内で最大級の天然のアマモ場である。以上の4箇所のアマモ場を調査対象とした。

②堆積物中の炭素貯留量の調査

高松干潟および楠干潟、御殿場海岸、松名瀬海岸の調査地点を図2に示した。図2に示す、干潟藻場の各調査地点において、潜水作業により、直径10cm、深さ1mの柱状堆積物試料を採取し、堆積物は直径0.1m×深さ1mの柱状採泥を行い、深さ方向に1cmごとに分取した。採取したすべての試料は、乾燥粉碎後、CNコーダー (elementar社製 Vario Maxにてそれぞれの炭素含有量を計測した。

③各干潟藻場の利用強度の調査

図2に示す、高松海岸(15ha)および楠干潟(6ha)、御殿場干潟(10ha)、松名瀬干潟(14ha)において、潮干狩り来客数と採取物の調査を行った。調査は2016年4月19日の大潮の干潮時に実施した。最干時の前後3時間において、1時間ごとに、潮干狩りをしている人数とそれ以外の人数をカウントした。併せてランダムに50名について、採取物(総湿重量及び種類数)の調査を実施した。また並行して、航空写真により、最干時の前後の海岸の状況を撮影し、写真判読により人数カウントを実施した。

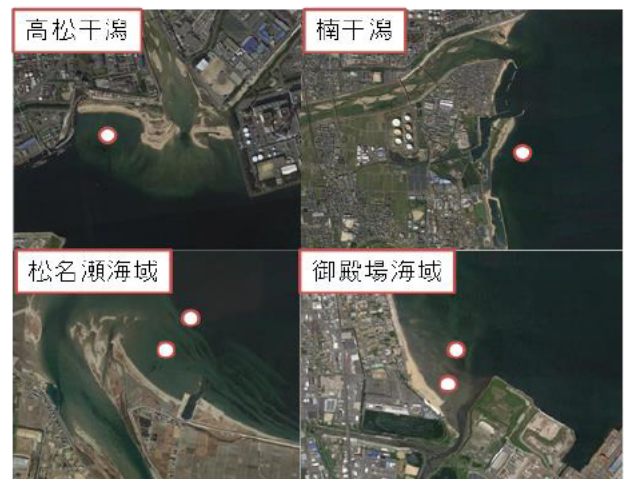


図2 伊勢湾海域の調査地点の概要

④難分解性物質の調査

死亡分解後の挙動を把握するため、分解試験を実施した。概要は図3に示す。乾燥粉碎した底生生物(軟体動物(肉, 殻), 節足動物, 環形動物)とアマモを約50-100mgずつ採取し, 現場海水を5mLと人工海水を45mLと共にバッフルフラスコ(100mL)に入れ分解試験に用いた。同様のバッフルフラスコを30検体作成し, 20℃の暗所の恒温室で約100rpmで振とうしながら分解試験を実施した。試験開始後, 0, 1, 3, 10, 50, 100, 200日後にフラスコを回収し(n=3)分析試料とした。回収したフラスコ内の試料を, GF/Fろ紙でろ過後, ろ過試料中のDOC(溶存他有機炭素)及びDIC(溶存態無機炭素)を分析した。一方ろ紙上の残存物については, 60℃48時間乾燥後, POC(懸濁態有機炭素)及びPIC(懸濁態無機炭素)を分析した。



図3 アサリの死亡分解後の挙動調査

結果および考察

①堆積物中の炭素の鉛直分布

高松干潟および御殿場干潟の堆積物中の有機, 無機炭素の鉛直分布を図4に示した。表層から1mの深さまで有機炭素は20~50mg/g, 無機炭素で30~130mg/g含まれていることが分かった。特に無機炭素は死亡後の貝殻等の炭酸カルシウムであり, 有機炭素は図6より約30%以上は難分解性物質であることが推測された。このように, 海域の堆積物中には, 有機炭素無機炭素共に大きな変動はなかった。

②各干潟藻場の利用強度の調査

図5に各干潟藻場における, 4月19日の潮干狩りおよびその他の目的の来客数の1時間ごとの変化を示した。各干潟とも最干時の12時前後に来客数が最大になった。また1時間あたりの平均来客数は人工干潟である楠干潟で約7人と最も少なく, 御殿場海岸では, 約430人と最も大きかった。また, 航空写真による来客者の判読状況と, 来客者の採取物の内容と平均量を表1に示した。楠を除く干潟では, ハマグリが主な採取物であり, 次いでアサリ, マテ貝であった。平均採取量は1人あたり1.3~3.2キロであった。以上より, 1日あたりの各干潟の単位面積あたりの採取量は, 高松干潟で約67kg/ha, 御殿場で約345 kg/ha, 松名瀬で約48 kg/haであった。これらは, 年間の平均的な現存量のそれぞれ, 約1%, 約1%, 約0.1%であった。

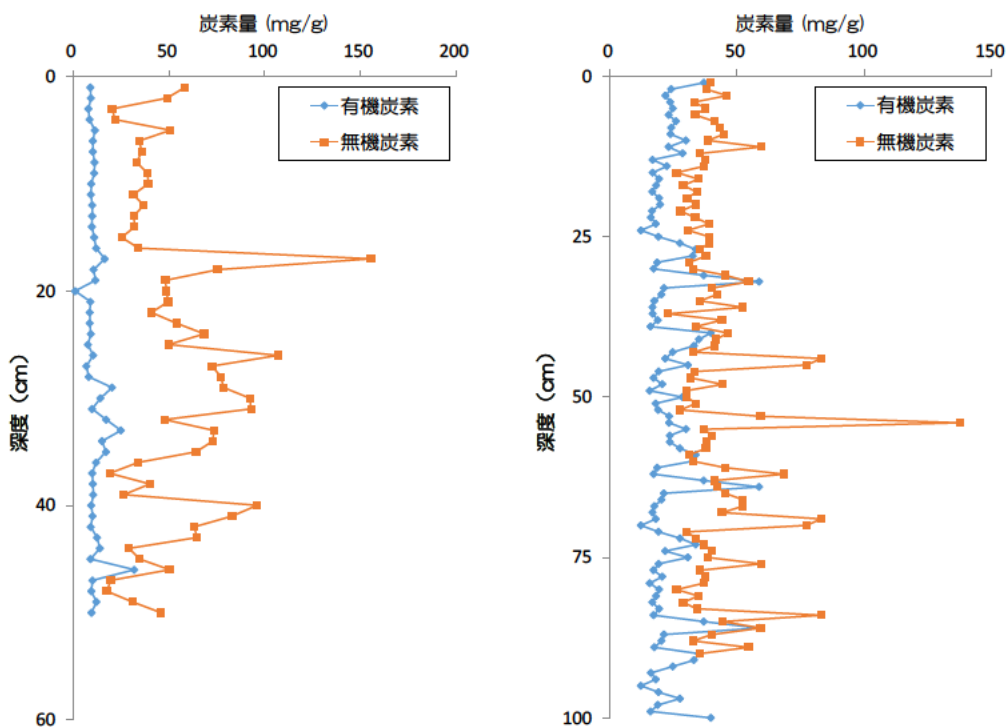


図4 御殿場干潟(左)および高松干潟(右)の堆積物中の無機炭素および有機炭素の鉛直分布

③伊勢湾沿岸域の干潟藻場の炭素貯留量の試算

前述した、死亡枯死後の難分解性物質の試験の結果、100日後に残存していた炭素を難分解性炭素と仮定し、すべての底生生物及びアマモ、堆積物の無機炭素と易分解性、難分解性有機炭素の割合を算出し図6に示した。貝肉及び節足、環形動物については、約80%以上が易分解性の有機炭素であり、貝殻については約90%以上が無機炭素、アマモについては35%以上が難分解性の有機炭素であり、死亡枯死後も長期に難分解性炭素として海域に貯留されることが推測された。

分解試験から推定した難分解性炭素率を用いて、各調査干潟藻場における難分解性炭素貯留量を試算し図7に示した。底生生物とアマモは、それぞれの調査におけるバイオマスの最大値を、堆積物は森林等の貯留量の

算出にあわせて表層から深さ70cmの炭素量を用いてそれらの総和により推定を行った。どの海域においても80%以上は無機炭素及び難分解性有機物であることが確認できた。また、底生生物等のバイオマスよりも堆積物等のネクロマスほうが炭素貯留量は多くなり、特に堆積物中はバイオマスが死亡した後の貝殻等の無機炭素と生体死亡後の難分解性有機物が主体であった。以上より、過去からの生物生息の履歴が堆積物中に貯留されている可能性が示唆された。伊勢湾海域の4カ所の干潟(楠, 高松, 御殿場, 松名瀬)および2カ所のアマモ場(御殿場, 松名瀬)の炭素貯留量は769~4,685gC/m²と推定することができた。この値は、大塚ら(2012)による森林の炭素固定量7,800~31,000 gC/m²と比較して約1/2~1/7程度であることが分かった。

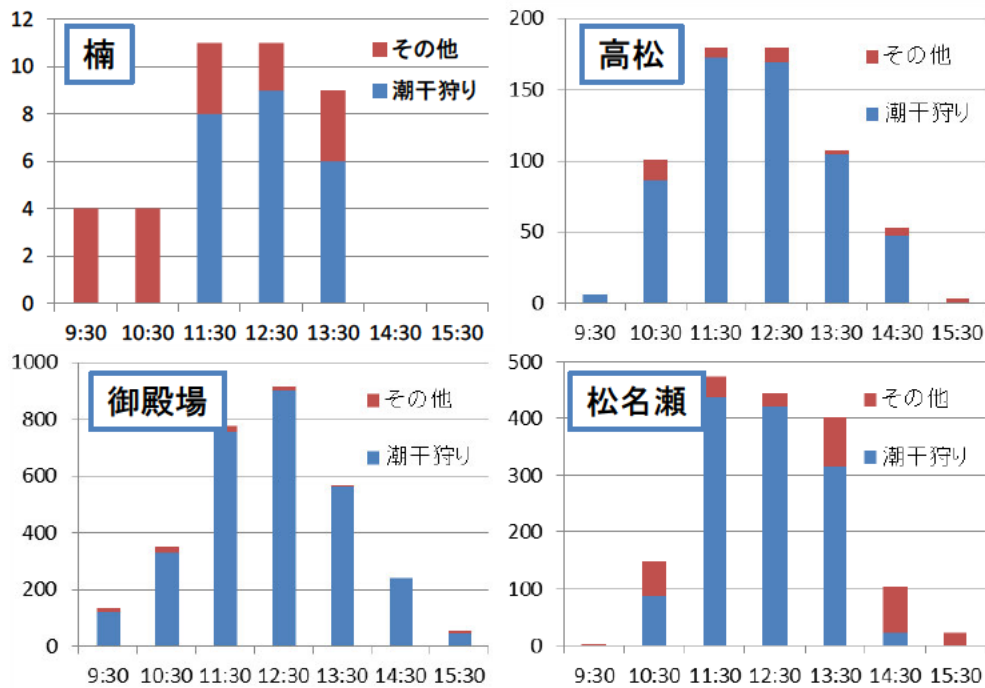


図5 各干潟における1時間ごとの来客数の変化

表1 各干潟における採取物の概要

	楠	高松	御殿場	松名瀬
対象面積 (ha)	6.0	15.0	12.0	19.0
来場者数 (人)	10	313	2582	915
平均採取量 (kg/人)	0.0	3.2	1.6	1.0
採取物 (上位3種)	アサリ	ハマグリ	ハマグリ	ハマグリ
		アサリ	アサリ	アサリ
		マテ貝	マテ貝	マテ貝

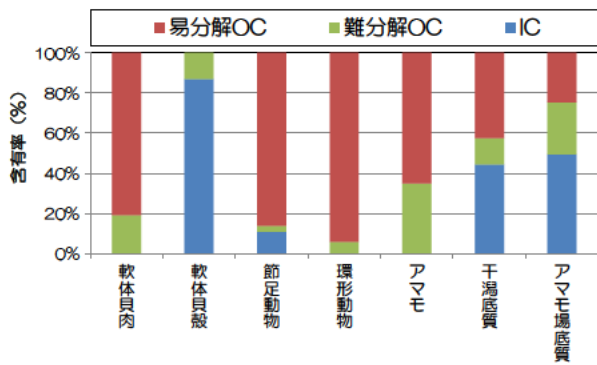


図6 短寿命生態試料における難分解・易分解炭素含有率

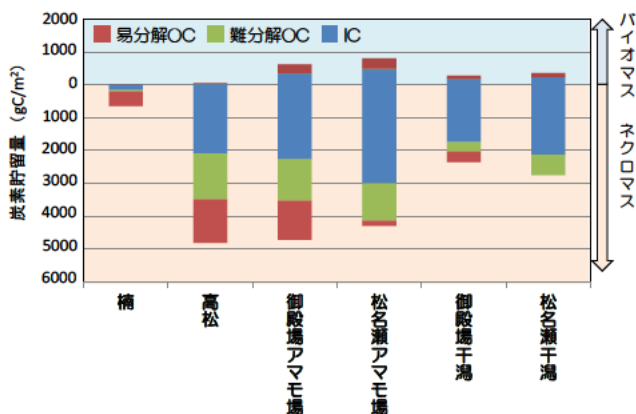


図7 調査干潟藻場における形態別炭素貯留量

④伊勢湾沿岸域の干潟藻場の炭素貯留量の試算

本研究により得られた、各調査干潟藻場における炭素貯留量と里海評価指標との関係を図8に示す。この「里海指標」は、各調査水域において Simpson の多様性指数を適用した干潟内の「景観多様度」と遊漁者・漁業者を統合した「利用強度」を算出し、それらの和により算出した指標である。図中の回帰直線は炭素貯留に対する適正な里海指標を示していると解釈できる。直線の左(上)側はアンダーユース、右(下)側はオーバーユースと評価される。潮干狩り客数の極めて多い水域ではオーバーユースと評価された。

図8より炭素貯留量は、松名瀬、御殿場、高松、楠の順で高く、里海評価指標は、御殿場、松名瀬、高松、楠の順に高くなった。楠干潟は、今回対象とした調査干潟藻場の中で炭素貯留量と里海評価指標が低かった。これは楠干潟が造成間もない人工干潟であるため、底生生物量も不安定で、堆積物中の炭素量も低くなったことが考えられた。次いで低い高松干潟は、河口干潟であるため、出水などで生物生息機能に影響を受けるとこと、景観が干潟のみであるため、底生生物量が低く、結果炭素貯留量と里海指標が低くなったことが考えられた。御殿場と

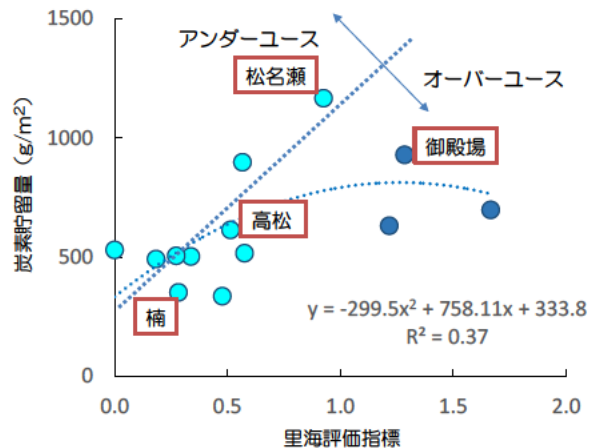


図8 アサリの炭素収支の概念図

松名瀬については、炭素貯留量は松名瀬の方が高かったが、里海評価指標は、松名瀬よりも御殿場の方が高くなった。双方の炭素貯留量は、今回の調査干潟藻場の中では最も高い部類になった。これは、景観に干潟とアマモ場を有し、底生生物や海藻量が長期的に安定して豊富に存在していたため、堆積物中にも高い炭素貯留量が確認できたためであると考えられた。一方御殿場が松名瀬よりも里海指標は高いが、炭素貯留量が低かった原因については、干潟の利用強度の違いがあげられる。表1より、御殿場と松名瀬では、潮干狩り客数と採取量が御殿場の方が高く、1日あたりの単位面積あたりの採取量が約7倍異なることがあげられる。そのため御殿場は、松名瀬と比較してオーバーユースとなり、結果松名瀬の方が炭素貯留量が高くなったことが考えられた。以上より、干潟藻場の炭素貯留量を向上させるためには、その場に生息する生物量を持続的に高く保つことが重要であるということがわかった。そのためには、干潟、藻場単体ではなく、複数の景観多様度を有することと、利用強度を適度に保つ（単位面積あたりの年間の採取量が資源量の約10%を超えない程度）ことが必要であると考えられた。