

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、天然及び造成干潟に優占する二枚貝の現存量調査を実施し、貝殻形成と生体形成による炭素固定量を推定した。併せて、室内実験により呼吸と死亡後の分解フラックスを把握することにより、干潟優占二枚貝による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干潟を図1に示した。高松海岸は、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。一方、吉崎海岸は三重県によりアサリ母貝場形成を目的に造成されている干潟である。造成後2年経過し、約1.5haである。以上の2箇所のアマモ場を調査対象とした。

2. 二枚貝の現存量調査

高松海岸および吉崎海岸の調査地点において、グラブ型採泥器を用いて0.5m²、深さ25cmの干潟堆積物試料を



図1. 調査海域の概要

採取し、2mmメッシュのふるいを用いて選別した後、ふるい上に残ったアサリについて、殻長、殻幅、殻高及び湿重量を計測した。また採取した一部のアサリは、殻長サイズ毎(5,10,15,20,25,30,35,40mm)に選別し、貝殻部と軟体部に分離した後、105°Cで24時間乾燥し、CNコーダーにて(Elementar社製 Vario Max)炭素量を計測した。試料採取は、平成2014年12月から隔月、定期的実施した。

3. アサリの呼吸量の調査

上記調査でサイズ毎に選別したアサリの一部を用いて、呼吸量の調査を実施した。約55°Cで5時間乾燥させた後、酸素消費がないことを確認したガラスビーズに潜砂させ、約1日海水中に馴致させた。馴致後、アクリル製のチャンパー内に移設し、一定温度(10, 20, 30°C)、暗条件の下、約1時間連続的に溶存酸素濃度の変化を観測(WTW社製 Oxi340i)した。(図2)

4. アサリの死亡分解後の挙動調査

アサリの死亡分解後の挙動を把握するため、分解試験を実施した。2014年11月に高松海岸より採取したアサリを貝肉と貝殻に分離し、貝肉は60°C48時間、貝殻は105°C48時間乾燥した後、粉状になるまで粉砕し、実験試料とした。粉砕した試料を貝肉は約50mg、貝殻は約100gずつ、100mLのバフフルフラスコに入れ、現場海水を5mLと人工海水を45mL注いだ後、20°Cの暗条件の恒温室内で、約100rpmで振とうを行った。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(溶存態有機炭素)

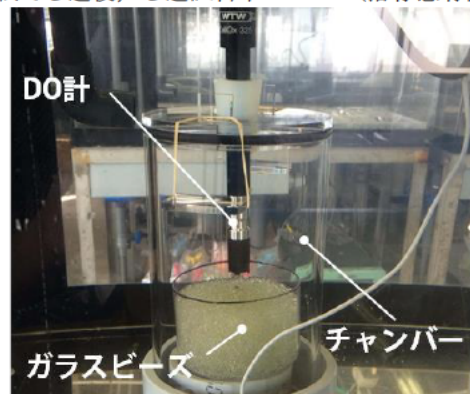


図2. アサリの呼吸量調査

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°C48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。

結果および考察

1. アサリの炭素現存量変化の調査

アサリの貝肉と貝殻の炭素含有量は、平均値でそれぞれ35.9%、12.3%であった。サイズ毎（5,10,15,20,25,30,35,40mm）に計測した殻長と貝肉有機炭素量および貝殻無機炭素量の関係を図3に示した。この関係より、殻長—貝肉有機炭素量および殻長—貝殻無機炭素量のアロメトリー式をそれぞれ検討した。その結果、殻長（L, mm）—貝肉有機炭素量（TOC, g）のアロメトリー式は、 $TOC = 1.2 \times 10^{-6} \times L^{3.27}$ （決定係数：0.96）、殻長（L, mm）—貝殻無機炭素量（TIC, g）のアロメトリー式は、 $TOC = 3.2 \times 10^{-6} \times L^{3.21}$ （決定係数：0.95）となり、調査海域のアサリに共通のアロメトリー式が適用可能であることが示された。

アサリの現存量の変化から算出した、年級群毎のアサリ個体密度の変化と殻長の変化を図4に示した。アサリは通年ほぼ2~3の年級群が存在した。また、新規加入と考えられる2mm以上の個体は、高松干潟では春期のみ、吉崎海岸では春期と秋期の2回確認できた。高松干潟ではその後約2年で30mm以上に成長することが確認できたが、吉崎海岸では、25mm程度までしか成長が確認できなかった。一方個体密度については、高松干潟では、新規加入時には10000個体/m²以上の密度であったが、成長と共に徐々に減少し、20mmを越えると、特に春期から夏期にかけて密度が激減した。これは、潮

干狩りと夏期の台風等による出水の影響と考えられた。また、吉崎海岸では、新規加入時には1000~2000個体/m²の密度であったが、成長と共に徐々に減少し、20mmを越えると特に冬期にかけて密度が激減した。この原因は冬期の波浪による影響が考えられた。

本研究では図4のアサリの成長曲線および個体群密度から図3に示したアサリの殻長と各項目の関係を用いて下記の式を用いて生産量、死亡量を算出した。

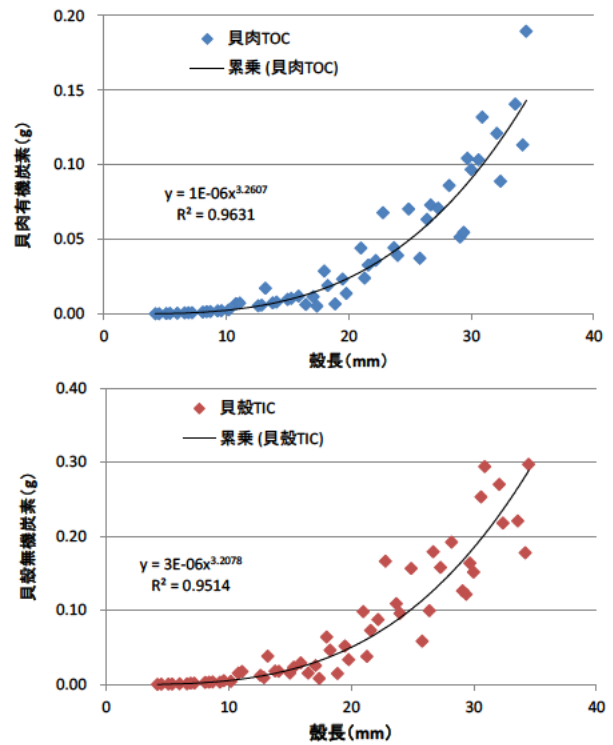


図3. アサリの殻長と貝肉有機炭素量（上段）および貝殻無機炭素量（下段）の関係

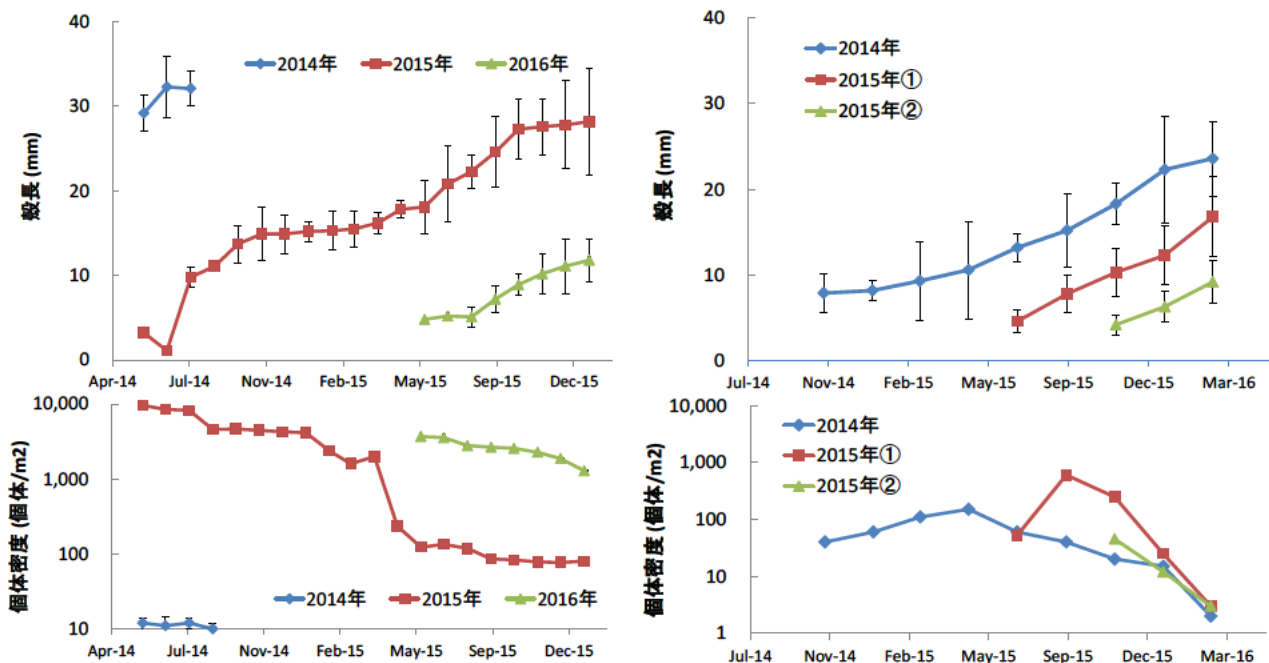


図4. 高松干潟（左）および吉崎海岸（右）におけるアサリの殻長と個体密度の経時変化

$$P = \sum (W_{t+1} - W_t) \times (N_{t+1} + N_t) / 2 \quad \dots (式1)$$

$$M = \sum (W_{t+1} + W_t) \times (N_t - N_{t+1}) / 2 \quad \dots (式2)$$

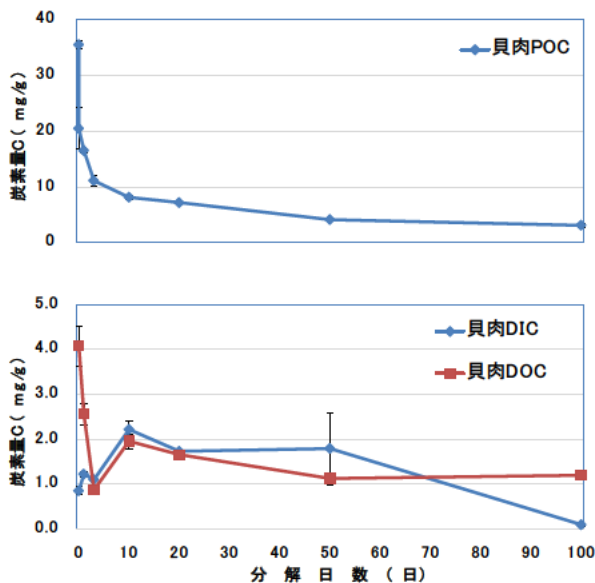
ここで P：成長量，M：死亡量，W_t：コホートの平均乾燥重量，N_t：コホートの平均個体群密度を表す。その結果貝殻と軟体部の炭素含有量と個体の成長と死亡速度から，貝殻と貝肉の生産量と死亡量を算出すると，貝殻の生産量と死亡量は，高松干潟でそれぞれ 2.52, 2.08 tC/ha/year，吉崎海岸でそれぞれ 1.62, 1.55 tC/ha/year，貝肉の生産量と死亡量は，高松干潟でそれぞれ 0.54, 0.34 tC/ha/year，吉崎海岸でそれぞれ 0.32, 0.25 tC/ha/year と算出できた。

2. 呼吸による炭素放出量の試算

図 5 に 20℃におけるアサリの殻長と酸素消費速度との関係を示す。アサリの殻長と呼吸量との関係から 10, 20, 30℃における回帰式を決定した。アサリの酸素消費速度は測定温度が上昇するほど速くなる傾向が確認された。30℃および 10℃の平均の 1 個体当たりの酸素消費速度は，それぞれ 103.8 および 20.3 μL-O₂/h であり，年間を通した呼吸による炭素排出量は高松干潟で 1.70tC/ha/year，吉崎海岸で 0.89tC/ha/year，と試算できた。

3. アサリの死亡分解後の挙動調査

アサリ貝肉と貝殻の分解試験の結果を図 6 に示した。貝肉の POC は，分解試験開始約 1 週間で急激に減少し，50 日以降ほぼ横ばいとなった。DOC は開始 4 日後までは減少したが，10 日後に上昇し，以後緩やかに減少し 50 日以降一定となった。DIC は試験開始後 10 日後までは徐々に上昇し以後減少した。一方，貝殻では，POC，DOC，DIC 共に大きな変化はなく，微減後ほぼ一定になった。



た。以上より，分解試験の結果，貝肉では約 12.3%，貝殻では約 98.3%が死亡後難分解性物質として，海域に蓄積していくことが明らかになった。

まとめ

本研究で考えるアサリの炭素固定の概念においてアサリは呼吸及び死亡による軟体部の分解により炭素を放出しているのに対し，軟体部と貝殻の成長により，炭素を固定していると考えられる。以上より，それぞれの収支から優先二枚貝であるアサリの炭素収支を推定した。その結果，高松海岸の天然干潟と，吉崎海岸の造成干潟におけるアサリの炭素固定量は，それぞれ，3.08t/ha/year，2.23 t/ha/year と試算できた。ただし，現状では通年のアサリ現存量の調査が完了していないことから，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，優先二枚貝類の炭素固定量の試算を進めて行く必要がある。

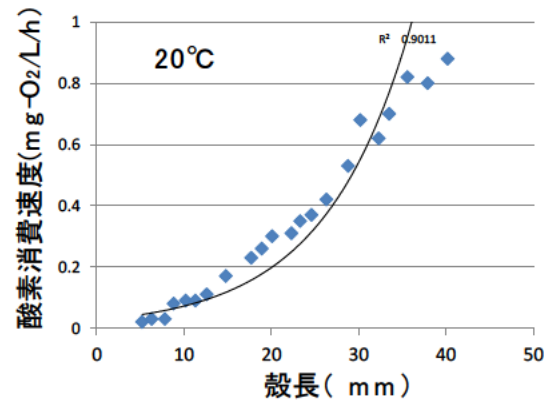


図 5. アサリの殻長と酸素消費量との関係

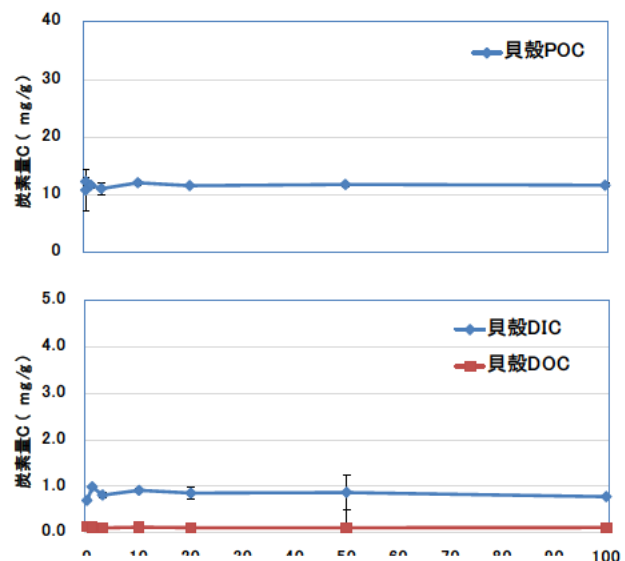


図 6. アサリ貝肉 (左) と貝殻の (右) 分解試験における炭素量の経時変化