

紀伊水道の栄養塩環境が二枚貝生産に及ぼす影響解明

北村章博・森康雅・竜田直樹（増養殖部）

目 的

近年、瀬戸内海の他海域と同様に、和歌山県内の干潟域においてもアサリやハマグリ等の二枚貝の生産量が減少している。アサリ等二枚貝の生産性低下の原因のひとつとして、海域の栄養塩類の低下や冬季水温の上昇などの環境変化が関係していると考えられている¹⁾が、実海域で調査・研究した事例は少ない。また、アサリ等二枚貝の餌料生物として、底生性微細藻類の重要性が指摘されている²⁾が、その現存量や種組成、海域の栄養塩との関係性等についての詳細な知見は不足している。

そこで、本調査では、アサリ等二枚貝が生息する干潟域において、栄養塩や餌料環境、二枚貝の成長量等を把握するため、栄養塩などの水質等環境調査および二枚貝（アサリ）を用いた飼育試験を実施し、海域の栄養塩環境が二枚貝の生産性に及ぼす影響を検討した。

なお、本調査は、令和元年度漁場環境改善推進事業のうち栄養塩・赤潮・貧酸素水塊に対する被害軽減技術等の開発「栄養塩の水産資源に及ぼす影響の調査」（水産庁委託）により実施した。

方 法

和歌浦干潟（図 1）において、水質等環境調査および二枚貝飼育試験を実施した（表 1）。

1. 水質等環境調査

調査期間は、水温および塩分は令和元年5月から令和2年1月まで、その他の項目は令和元年12月までとした。水温および塩分は、多項目CTD（RINKO-Profiler, JFEアドバンテック株式会社製）により測定した。栄養塩濃度は、採水した海水サンプルを自動分析機（SWAAT, ビーエルテック株式会社製）で溶存態無機窒素（DIN）、リン酸態リン（PO₄-P）、ケイ酸態ケイ素（SiO₂-Si）を測定した。海水および干潟堆積物中のクロロフィルa濃度は、サンプルをDMF抽出し、蛍光分光光度計（FP-6500, 日本分光株式会社製）で測定した。なお、海水の採水層は海底上約10cm、干潟堆積物の泥厚は0.5cmとした。また、干潟堆積物は、既設のアサリ被覆網下に設置したアサリの飼育試験用カゴ内（試験区）から採泥した。さらに、グルタルアルデヒド（最終濃度1%）で固定した採水および採泥サンプルを微細藻類の計数に供した。

2. 二枚貝飼育試験

飼育試験には、和歌浦干潟で採取したアサリを供した。飼育期間は、令和元年5月から令和2年1月までとした。同干潟の既設のアサリ保護網下に、成長測定用および軟体部湿重量測定用のカゴ（317×438×154mm）をそれぞれ4個ずつ設置し、各カゴに赤色のラッカーズプレーで標識したアサリ60個体を収容した。カゴ上部には、食害やアサリの流出防止のために上部網（目合い4mm）を被せ、カゴ内の基質には篩（目合い5mm）で夾雑物を除去した同干潟の砂を基質として使用した。成長測定は、試験区から無作為に抽出したア



図 1 調査定点位置図

表 1 水質等環境調査および二枚貝飼育試験の測定項目

水質等環境調査	水温、塩分
	DIN, PO ₄ -P, SiO ₂ -Si
	海水・干潟堆積物中 クロロフィルa
二枚貝飼育試験	海水・干潟堆積物中 微細藻類細胞密度
	殻長、殻高、殻幅
	軟体部湿重量
	肥満度 生残率

サリ 20 個体の殻長、殻高および殻幅を測定した。また、別途抽出したアサリ 10 個体の軟体部湿重量を測定した。なお、飼育期間中に斃死した個体分の補充は行わなかった。生残率については、12 月調査時に成長測定用のカゴ 4 個から標識個体全数をカゴごとに計数し、平均した値を生残率とした。

結果および考察

1. 水質等環境調査

各月の水温、塩分の変動を図 2、図 3 に示した。水温は 13.3～30.4℃の範囲で変動した。また、塩分は 30.7～33.6 の範囲で変動した。

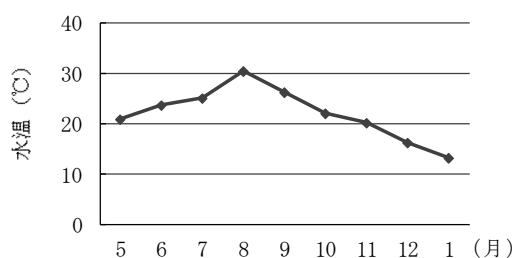


図 2 和歌浦干潟における
各月の水温の変動

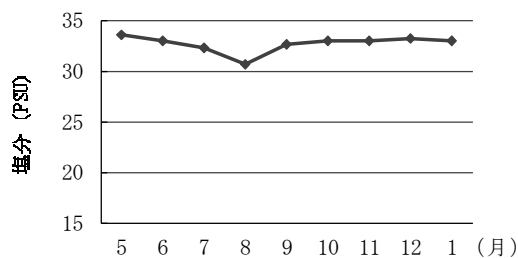


図 3 和歌浦干潟における
各月の塩分の変動

次に、各月の栄養塩濃度 (DIN, $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{SiO}_2\text{-Si}$) の変動を図 4、図 5、図 6 に示した。DIN は 5～9 月は 0.61～2.78 μM , 10～12 月は 4.71～6.13 μM の範囲で変動した。 $\text{PO}_4\text{-P}$ は 5～9 月は 0.15～0.36 μM , 10～12 月は 0.48～0.57 μM の範囲で変動した。 $\text{SiO}_2\text{-Si}$ は 3.20～29.90 μM の範囲で変動した。

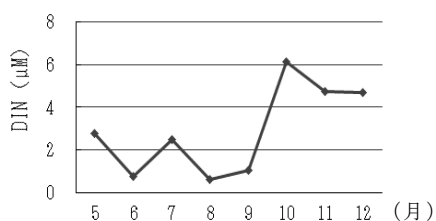


図 4 和歌浦干潟における
各月の DIN の変動

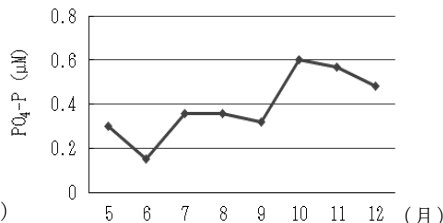


図 5 和歌浦干潟における
各月の $\text{PO}_4\text{-P}$ の変動

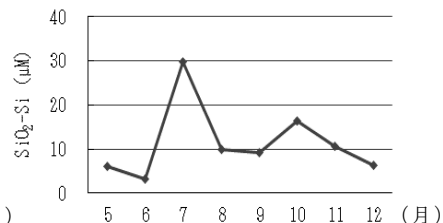


図 6 和歌浦干潟における
各月の $\text{SiO}_2\text{-Si}$ の変動

続いて、海水中および被覆網下の干潟堆積物中のクロロフィル a 濃度の変動を図 7、図 8 に示した。海水中のクロロフィル a 濃度は、8 月に最高値 (8.0 $\mu\text{g/L}$) を示し、他の月は 1.5～2.7 $\mu\text{g/L}$ で変動した。一方、干潟堆積物中のクロロフィル a 濃度は、5～8 月に 26.7～40.0 $\mu\text{g/cm}^2$ と高く推移し、9～12 月は 8.4～15.6 $\mu\text{g/cm}^2$ で変動した。

また、海水中および被覆網下の干潟堆積物上清に含まれる微細藻類の細胞密度の変動を図 9、図 10 に示した。海水中の微細藻類の細胞密度は、5～7 月は 401～817cells/mL で変動し、8 月に 5,370cells/mL と最も高い密度を示し、9～12 月にかけては 2～23cells/mL と低密度で変動した。海水中の微細藻類は、優占種として浮遊性の *Skeletonema* 属や *Chaetoceros* 属などが出現した。一方、被覆網下の干潟堆積物上清の微細藻類は、5 月に 23,200cells/mL と最も高い密度を示し、10 月および 12 月は 1,888～1,900cells/mL に減少した。その他の月は 5,738～13,413cells/mL の範囲で変動した。被覆網下の干潟堆積物上清の微細藻類は、優占種として底生性の *Nitzschia* 属や *Navicula* 属などが出現した。

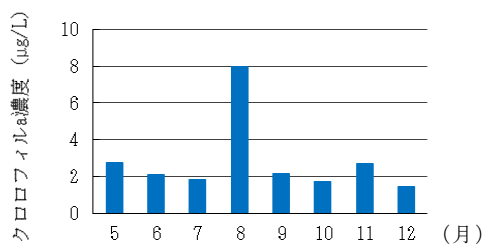


図7 和歌浦干潟における各月の海水
中クロロフィル a 濃度の変動

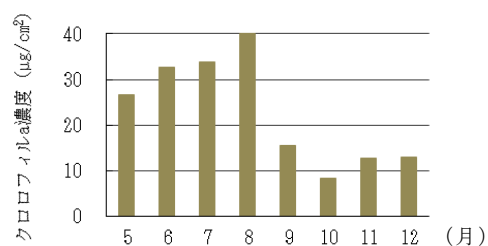


図8 和歌浦干潟における各月の被覆網下の
干潟堆積物中クロロフィル a 濃度の変動

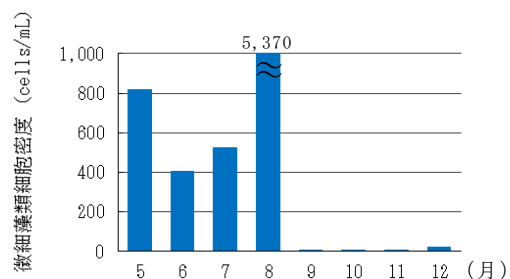


図9 和歌浦干潟における各月の海水
中の微細藻類細胞密度の変動

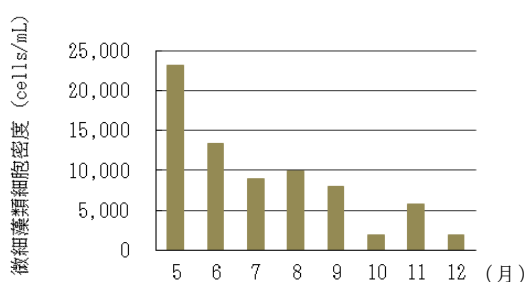


図10 和歌浦干潟における各月の被覆網下の
干潟堆積物中の微細藻類細胞密度の変動

2. 二枚貝飼育試験

各月のアサリの平均殻長、平均軟体部湿重量、平均肥満度〔軟体部湿重量 g/(殻長×殻高×殻幅 cm)×100〕の推移を図11、図12、図13に示した。試験開始時のアサリの殻長は 10.4 ± 1.8 mm、軟体部湿重量は 0.03 ± 0.02 gであり、試験終了時の殻長は 30.0 ± 2.1 mm、軟体部湿重量は 1.14 ± 0.16 gであった。なお、12月調査時点のアサリの試験区平均生残率は87.5%であった。また、肥満度の9～10月の減少は、測定時の生殖腺の目視観察から、9月の発達した生殖腺が10月に萎縮していることが確認できたため、この期間にアサリの産卵に伴う身痩せが起きていたと考えられた。

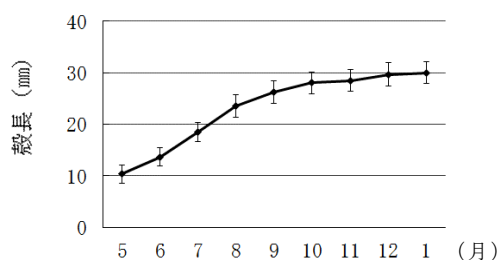


図11 和歌浦干潟におけ飼育試験
アサリの平均殻長の推移
(エラーバーは標準偏差)

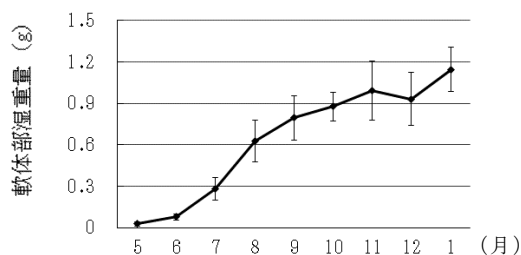


図12 和歌浦干潟における飼育試験
アサリの平均軟体部湿重量の推移
(エラーバーは標準偏差)

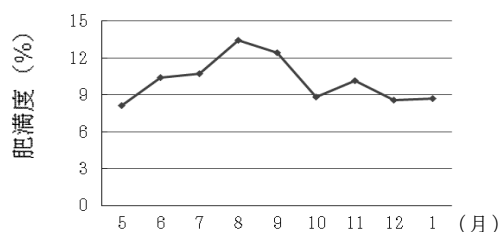


図13 和歌浦干潟における飼育試験
アサリの平均肥満度の推移

3. まとめ

アサリの至適水温は 15～28℃、塩分耐性は 20 を下回ると活性が低下すると報告されている^{3,4)}。調査期間中の水温 (13.3～30.4℃)、塩分 (30.7～33.6) および 12 月調査時の生残率 (87.5%) から判断して、アサリの生育には問題ない環境であったと考えられた。本年度の調査結果から、海水中の微細藻類 (主に浮遊性) は、5～8 月までは高く推移し、この期間の栄養塩 (DIN, PO₄-P) はそれとは逆に低く推移していることから、海水中の微細藻類が、栄養塩を消費して増殖しているものと推察された。一方、SiO₂-Si は海水中の微細藻類の増殖との関係性に傾向は見られなかった。

また、調査期間中の海水中および干潟堆積物中の二枚貝の餌料環境を比較すると、海水中の微細藻類の細胞密度は 2～5,369cells/mL で変動し、周年の現存量が不安定であるのに対して、被覆網下の干潟堆積物中の微細藻類の細胞密度は常に 2,000 cells/mL 以上であり、現存量が比較的安定していることが明らかとなった。

さらに、被覆網下の干潟堆積物中のクロロフィル a 濃度 (月間平均) とアサリの軟体部湿重量 (月間増加率) との間に正の相関 ($n=7$, $p < 0.05$)、被覆網下の干潟堆積物上清の微細藻類の細胞密度 (月間平均) とアサリの軟体部湿重量 (月間増加率) との間に正の相関 ($n=7$, $p < 0.05$) がそれぞれ認められた (図 14, 図 15)。

これらのことから、海水中の微細藻類の現存量が少ない秋季から冬季にかけては、干潟堆積物中の微細藻類がアサリ等二枚貝の主な餌料となっておりと考えられ、底生性微細藻類がアサリ等二枚貝の餌資源として重要な役割を果たしていることが示唆された。

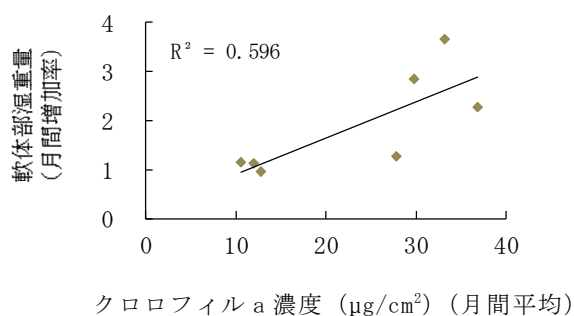


図 14 和歌浦干潟における被覆網下の干潟堆積物中クロロフィル a 濃度 (月間平均) とアサリの軟体部湿重量 (月間増加率) との関係

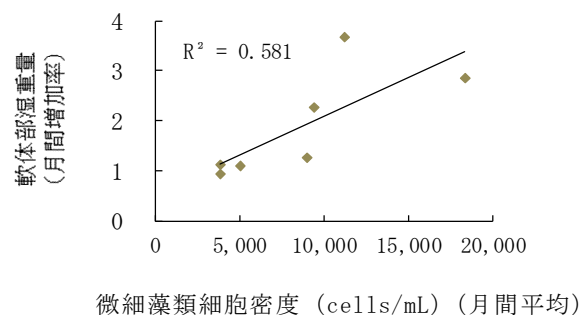


図 15 和歌浦干潟における被覆網下の干潟堆積物中の微細藻類細胞密度 (月間平均) とアサリの軟体部湿重量 (月間増加率) との関係

謝 辞

本調査の実施にあたり、二枚貝の飼育試験場所の提供にご協力を頂いた和歌浦漁業協同組合に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 浜口昌巳 (2011) 一次生産の変化と有用種の関係 (二枚貝). 水産総合研究センター報告, **34**, 39-42.
- 2) 山口一岩・堤裕昭・佃政則・柴沼成一郎・山田俊郎・門谷茂 (2006) 沿岸浅海底に生息する懸濁物食性二枚貝類の食物資源の利用性. 日本ベントス学会誌, **61**, 59-65.
- 3) 柿野純・古畑和哉・長谷川健 (1995) 東京湾盤洲干潟における冬季のアサリのへい死要因について. 水産工学, **32** (1), 23-32.
- 4) 相馬昇 (1993) アサリ稚貝潜砂行動に及ぼす水温と塩分の影響. 福岡県水産海洋技術センター報告, **1**, 145-150.