

海域の栄養塩環境が二枚貝生産に及ぼす影響調査

北村章博・奥山芳生・白石智孝・浜口昌巳*¹・阿保勝之*¹・松原賢*¹

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。

そこで、本調査では、海洋環境の異なる県内3海域で栄養塩類他の海洋環境調査を実施するとともに、アサリ等二枚貝をそれぞれの海域で飼育して生産量を調査し、海域の栄養塩環境がアサリ等二枚貝の生産に及ぼす影響を検討する。

なお、本調査は、平成28年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業のうち赤潮・貧酸素水塊対策推進事業（瀬戸内海等での有害赤潮発生機構解明と予察・被害防止等技術開発、水産庁委託）により実施した。

方 法

和歌山県内の3海域（図1）において、海洋環境調査（表1）および二枚貝飼育実験に供したアサリの測定を実施した。

1. 海洋環境調査

調査期間は、平成28年5月から平成29年2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。透明度は、透明度板を使用して測定した。採水は、表層（0m）、二枚貝の垂下水深（和歌浦湾および田辺湾は2m、浦神湾は4m）、底層（B-1m）とした。

栄養塩は、海水試料をメンブレンフィルター（孔径0.45 μ m）でろ過し、オートアナライザー（SWAAT, ビーエルテック株式会社製）により硝酸態窒素（NO₃-N）、亜硝酸態窒素（NO₂-N）、アンモニア態窒素（NH₄-N）、リン酸態リン（PO₄-P）を測定した。

海水中のクロロフィルa濃度は、海水試料をグラスファイバーフィルター（GF/C）でろ過したものをアセトン抽出し、分光光度計（U-2800A, 株式会社日立ハイテクノロジーズ製）で測定した。

植物プランクトンおよび繊毛虫 *Mesodinium rubrum*（以下、植物プランクトン）の計数は、海水試料1Lをプランクトンネット（目合い125 μ m）でろ過し、MFミリポアフィルター（孔径5.0 μ m）を用いて自然ろ過により約100倍に濃縮した。その試水1mL中の細胞数を光学顕微鏡下で3回計数することにより細胞密度を算出した。

珪藻類の計数は、海水試料1LをMFミリポアフィルター（孔径5.0 μ m）で自然ろ過により約100倍に濃縮し、グルタルアルデヒド（最終濃度1%）で固定した。固定試料は瀬戸内海区水産研究所に冷蔵送付し、試水100~1000 μ L中の細胞数を光学顕微鏡下で1回計数することにより細胞密度を算出した。

2. 二枚貝飼育実験

二枚貝の飼育実験には、広島県産アサリを供した。飼育期間は、平成28年5月下旬から平成29年1月下旬までとした。アサリの飼育実験は、各海域の筏に角コンテナ（469×369×154mm）を垂下した筏区と、干潟に角ザル（520×365×305mm）を埋めた干潟区の計6試験区を4重複ずつ設けた。飼育容器には、アサリ稚貝を51~55個体ずつ収容し、食害やアサリの流出を防ぐため、飼育容器に上部網（目合い約2mm）を被せた。筏区におけるアサリの垂下水深は、和歌浦湾および田辺湾は2m、浦神湾は4mとした。

飼育実験に供したアサリは、5月、9月、1月に全個体、それ以外の月は各容器から20個体ずつ無作為に抽出し、殻長、殻高、殻幅、重量を測定した。

* 1 国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所



図1 調査定点位置図

表1 海洋環境調査の測定項目

調査海域	和歌浦湾
	田辺湾
	浦神湾
調査水深	0, 二枚貝の垂下水深, B-1m
調査回数	各海域 4 回/年程度
調査項目	水温
	塩分
	透明度
	DIN
	PO ₄ -P
	クロロフィル a 濃度
	植物プランクトン

結果および考察

1. 海洋環境調査

(1) 水温

各海域の水温の変動を図2に示した。二枚貝の垂下水深における水温は、和歌浦湾は10.5～29.0℃、田辺湾は12.6～29.8℃、浦神湾は13.7～28.8℃の範囲で変動した。

(2) 塩分

各海域の塩分の変動を図3に示した。表層では、田辺湾の6月、浦神湾の6、10月で降雨による塩分の顕著な低下が見られたが、二枚貝の垂下水深および底層では、塩分に大きな変動はなかった。

(3) 透明度

各海域の透明度の変動を図4に示した。和歌浦湾の透明度は、5月から10月は1.5～3.0 mの範囲であったが、11、1、2月は4.5～6.0 mと上昇した。田辺湾では調査期間中4.0～5.8 mの範囲であり、大きな変動は見られなかった。浦神湾では、6、10月に透明度が1.0 m、2.5 mと低下したが、その他の月は4.0～8.6 mの範囲で変動した。6、10月の透明度の低下は、降雨の影響と考えられた。

(4) 栄養塩

各海域における溶存態無機窒素 (DIN) およびリン酸態リン (PO₄-P) 濃度の変動を図5、6に示した。田辺湾の6月と浦神湾の6、10月において表層のDINおよびPO₄-P濃度の上昇は、降雨の影響による河川水の流入が影響したものと考えられた。

(5) クロロフィル a 濃度

各海域のクロロフィル a 濃度の変動を図7に示した。和歌浦湾のクロロフィル a 濃度は、6月に全層で最高値(6.9～8.7 μg/L)を記録したが、他の月は3.3 μg/L以下の濃度で推移した。田辺湾のクロロフィル a 濃度は、調査期間中2.8 μg/L以下であり、他の2海域に比べて低い濃度で変動した。浦神湾のクロロフィル a 濃度は、7、8月には全層で0.6 μg/L以下と特に低く、その他の月は0.9～3.9 μg/Lの範囲で変動した。

(6) 植物プランクトン

各海域における植物プランクトンの細胞密度の経時変化および月ごとの分類群組成を図8、9、10にそれぞれ示した。和歌浦湾では、調査を開始した5月に二枚貝の垂下水深である2 m層で最高値3,742 cells/mLを記録し、5月から8月は1,000 cells/mL以上で推移したが、9月以降は300 cells/mL未満で推移した。9、10月には無殻の微小鞭毛藻の割合が増加したものの、珪藻類が顕著に優占していた。田辺湾では、植物プランクトンは低密度

で推移し、最高細胞密度は 597 cells/mL (8 月, 底層 B-1 m) であった。6 月以外は珪藻類が顕著に優占していた。浦神湾でも最高細胞密度が 991 cells/mL (11 月, 二枚貝垂下水深 4 m) と、低密度で推移した。10 月に珪藻類が減少したものの、他の月は珪藻類が顕著に優占していた。以上のことから、和歌山県内の 3 海域では、概ね珪藻類が優占していることが明らかとなった。

次に、各海域における珪藻類の細胞密度(水柱平均)の経時変化を図 11 に示した。珪藻類の細胞密度は、特に、5 月から 7 月の和歌浦湾で 1,929~3,170 cells/mL と他の海域に比べて高密度で推移した。

2. 二枚貝の飼育実験

各海域における筏区および干潟区のアサリの平均重量の推移を図 12 にそれぞれ示した。飼育実験開始時の 5 月の各海域におけるアサリは、殻長 8.7 ± 0.8 mm, 殻高 6.0 ± 0.5 mm, 殻幅 3.4 ± 0.4 mm, 平均重量 0.1 g であった。1 月調査時の各海域の筏区における平均殻長, 平均重量および生残率は、和歌浦湾がそれぞれ 31.5 ± 2.8 mm, 6.8 g, 75.0%, 田辺湾が 20.9 ± 2.6 mm, 1.7 g, 64.1%, 浦神湾が 33.0 ± 2.9 mm, 7.4 g, 80.9%, であった。干潟区では和歌浦湾が 30.4 ± 3.4 mm, 6.5 g, 23.6%, 田辺湾が 27.6 ± 2.3 mm, 4.6 g, 87.4%, 浦神湾が 29.8 ± 2.4 mm, 5.6 g, 15.4% であった。

3. まとめ

各海域における夏季水温は、田辺湾で最も高く、アサリの成長に悪影響を及ぼしていた可能性があった。

また、各海域における栄養塩濃度は、植物プランクトンの細胞密度が高い月に低濃度となる傾向を示し、海域の栄養塩を消費して珪藻類を主とした植物プランクトンが増殖したものと推測された。

次に、各海域の筏区および干潟区におけるアサリの月間の増加重量の推移を図 13 に示した。各海域におけるアサリの平均重量は、珪藻類の細胞密度が高い月に大きく増加する傾向が見られ、アサリの成長に珪藻類の現存量が影響すると考えられた。特に、和歌浦湾の筏区では、珪藻類の細胞密度(水柱平均)とアサリの月間増加重量との間に正の相関 ($n = 8, p < 0.01$) が認められた(図 14)。アサリ等二枚貝は水柱の餌料生物を濾水して取り込むことから、珪藻類が二枚貝の主要な餌料となっていると考えられた。

以上のことから、海域の栄養塩環境が珪藻類を主とする植物プランクトンの増殖に影響を及ぼし、珪藻類の挙動がアサリ等二枚貝の成長に影響を及ぼしていることが示唆された。今後、二枚貝の生産と栄養塩等の海洋環境との関係を解明するため、引き続き海洋環境調査や飼育実験を実施し、珪藻類等の植物プランクトンの挙動や二枚貝の成長量を把握し、詳細な解析を行う必要がある。

謝 辞

本調査の実施にあたり、筏および干潟における二枚貝の飼育実験にご協力いただいた和歌浦漁業協同組合、新庄漁業協同組合、和歌山東漁業協同組合浦神支所の方々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.

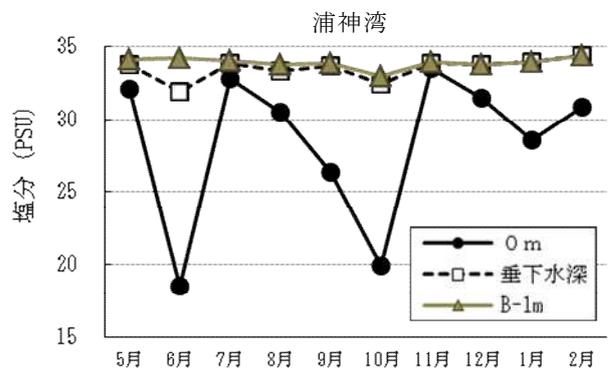
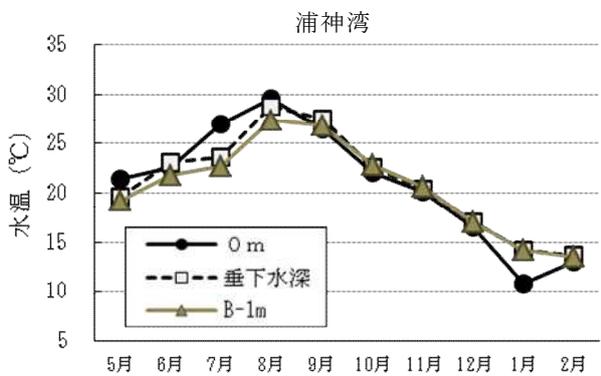
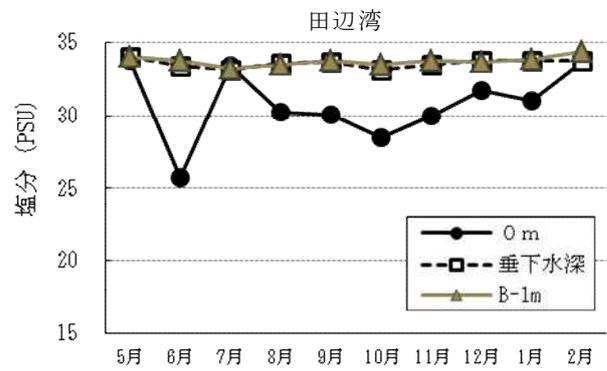
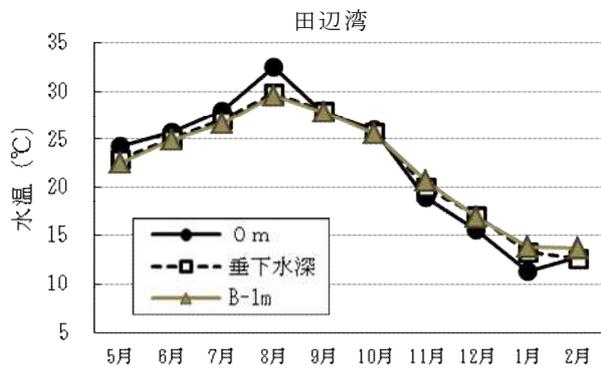
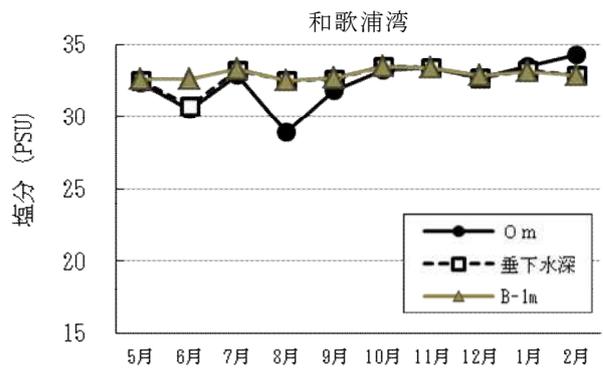
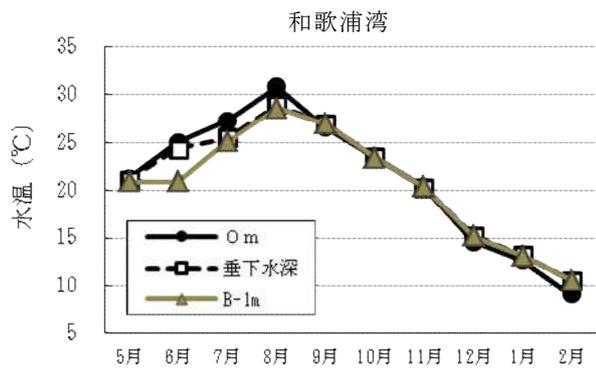


図2 和歌浦湾，田辺湾および浦神湾における水温の変動

図3 和歌浦湾，田辺湾および浦神湾における塩分の変動

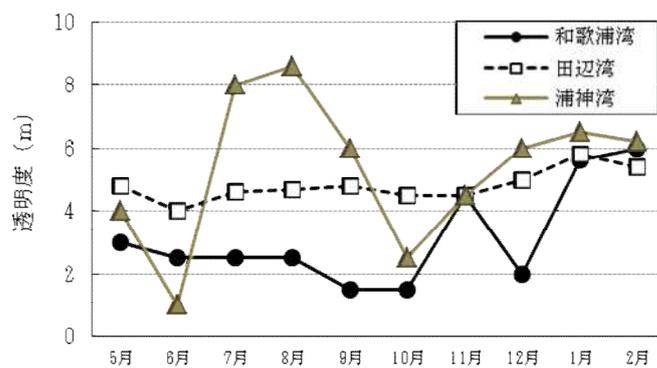


図4 和歌浦湾，田辺湾および浦神湾における透明度の変動

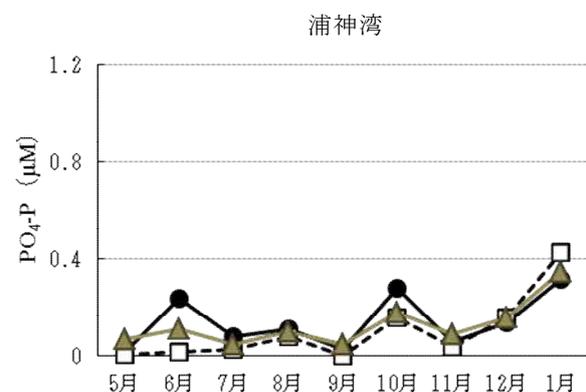
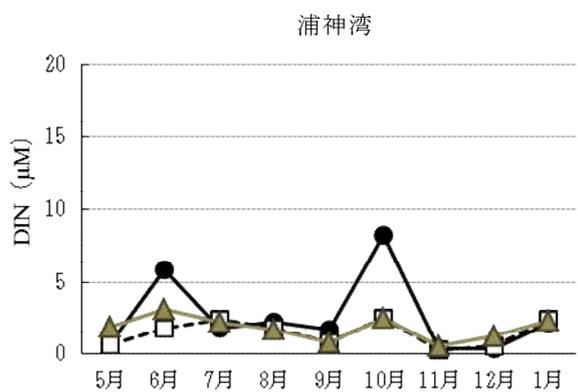
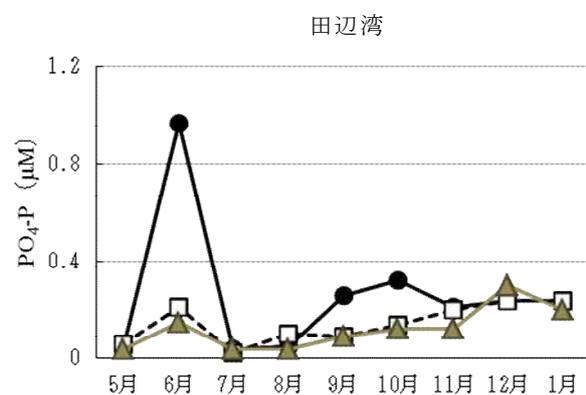
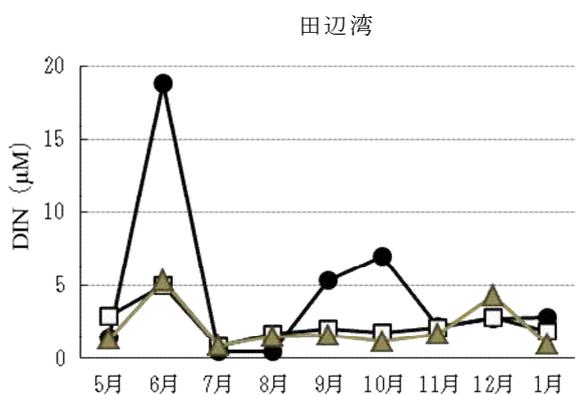
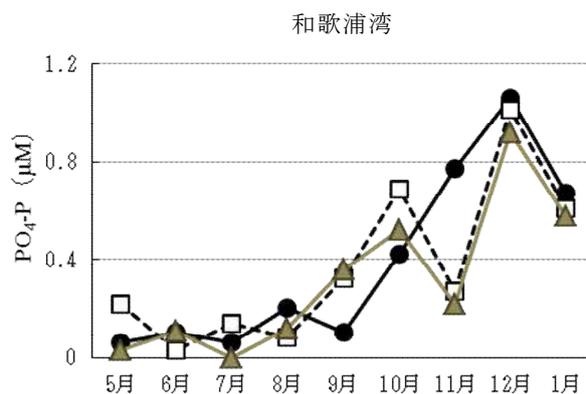
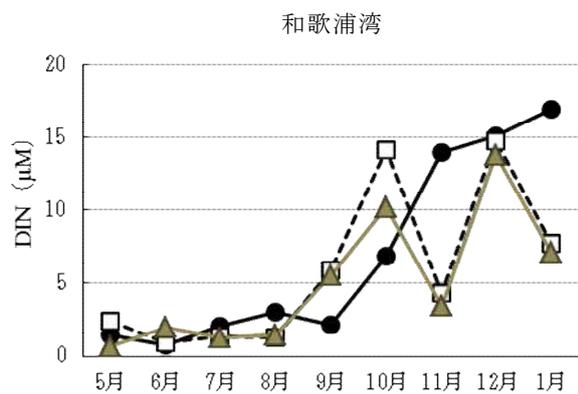


図5 和歌浦湾、田辺湾および浦神湾における DIN 濃度の変動

図6 和歌浦湾、田辺湾および浦神湾における PO₄-P 濃度の変動

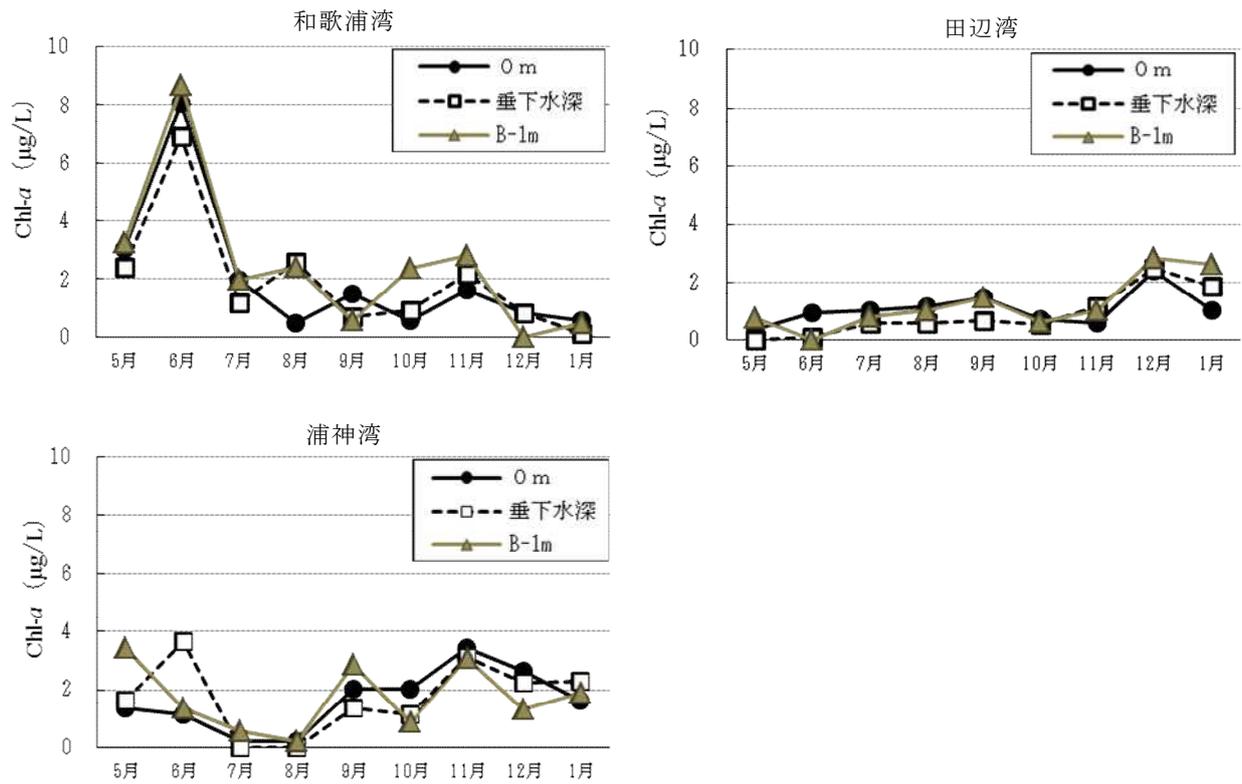


図7 和歌浦湾，田辺湾および浦神湾におけるクロロフィル a 濃度の変動

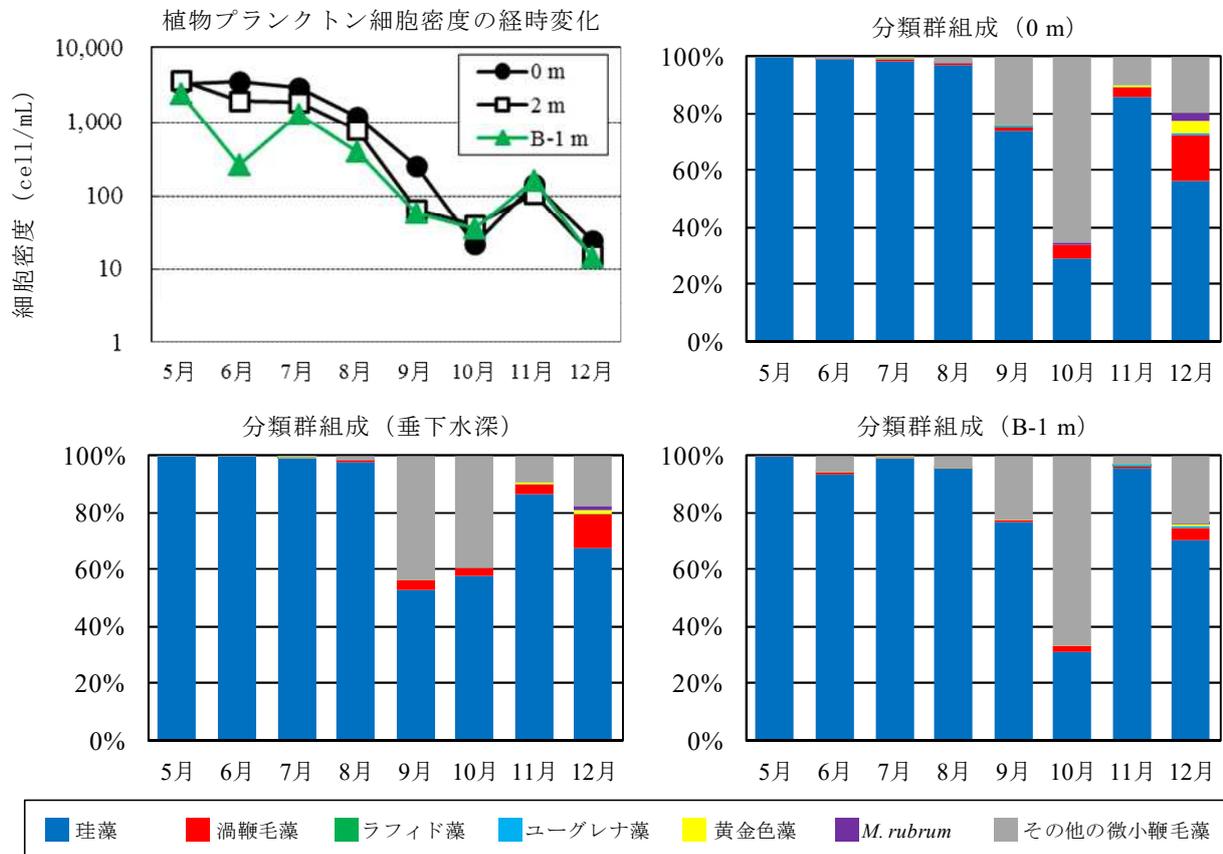


図8 和歌浦湾における植物プランクトン細胞密度の経時変化および分類群組成

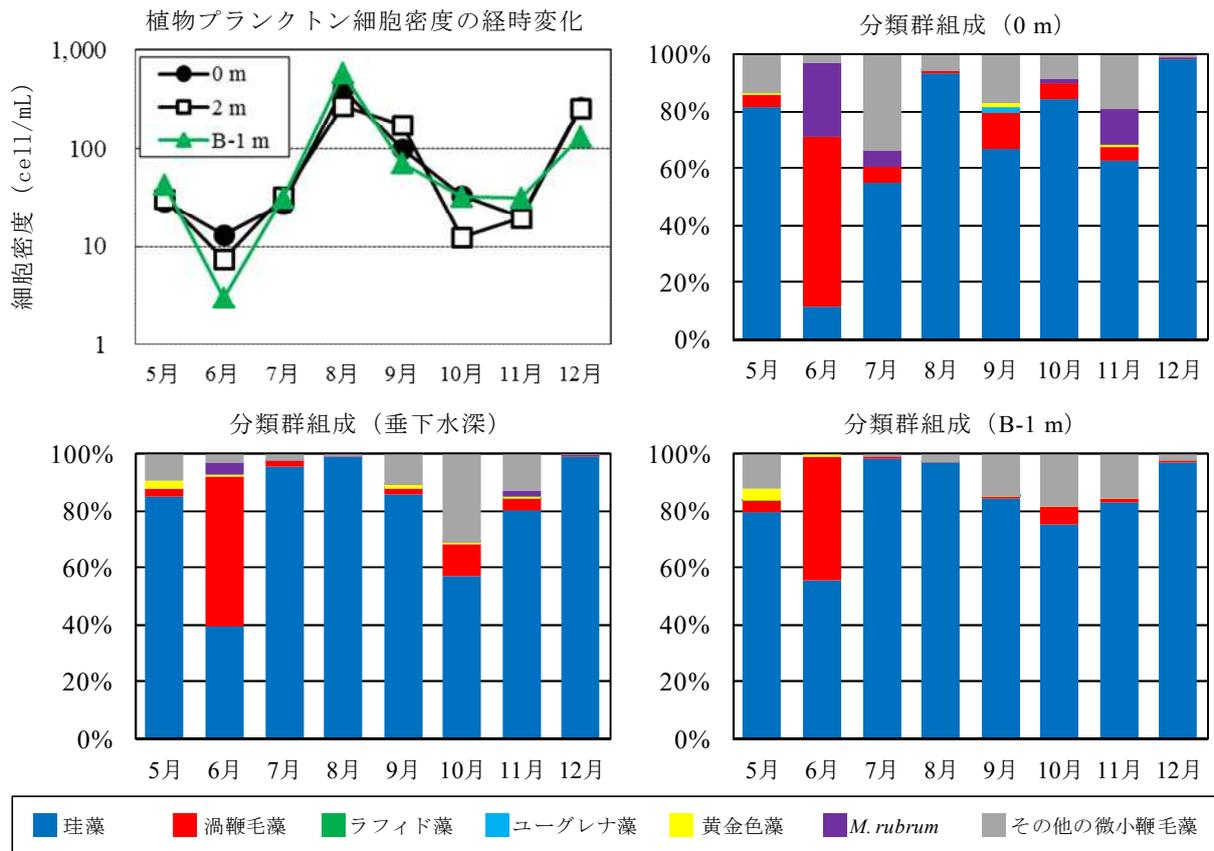


図9 田辺湾における植物プランクトン細胞密度の経時変化および分類群組成

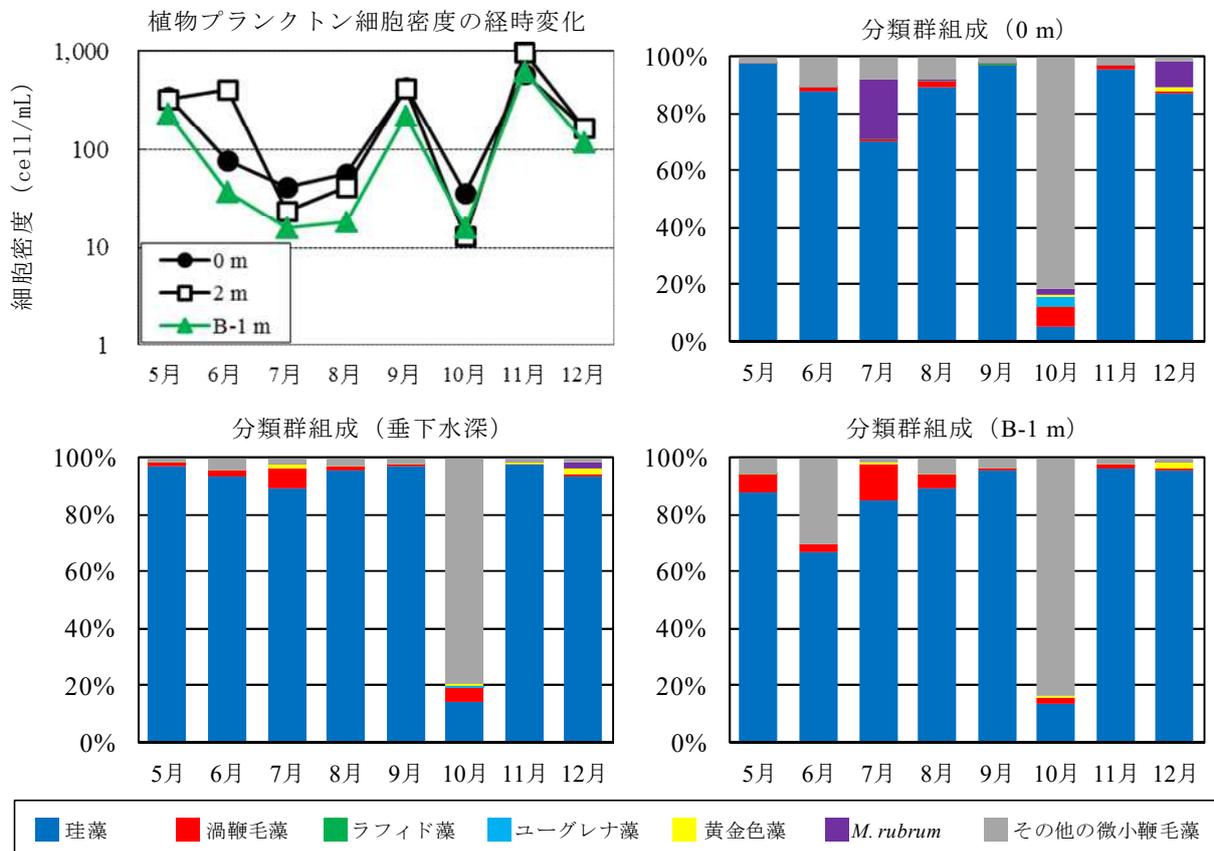


図10 浦神湾における植物プランクトン細胞密度の経時変化および分類群組成

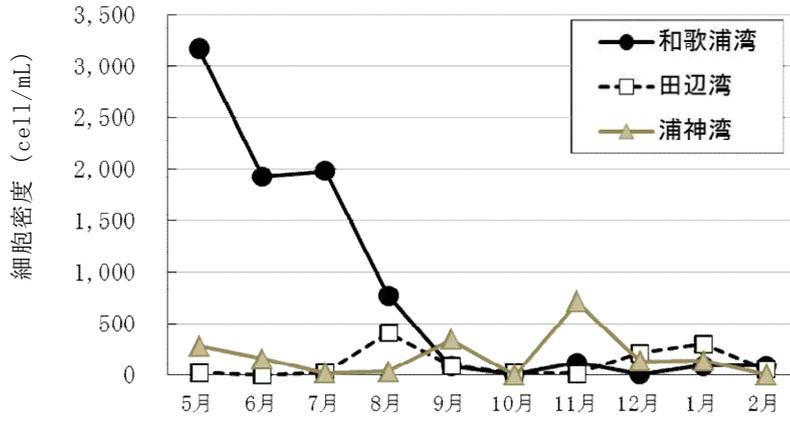


図 11 和歌浦湾，田辺湾および浦神湾における珪藻類細胞密度（水柱平均）の経時変化

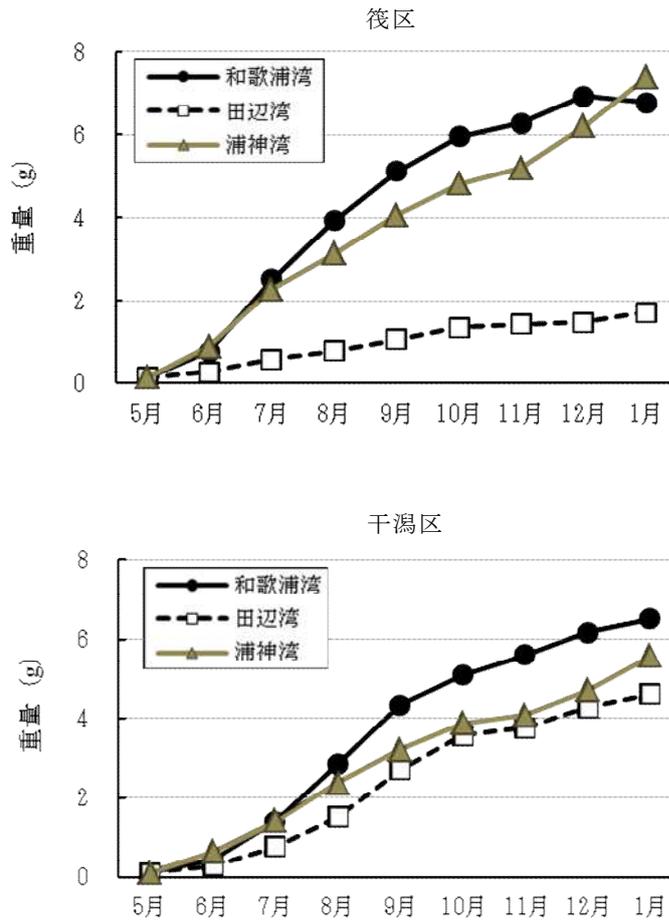


図 12 和歌浦湾，田辺湾および浦神湾における筏区および干潟区のアサリの平均重量の推移

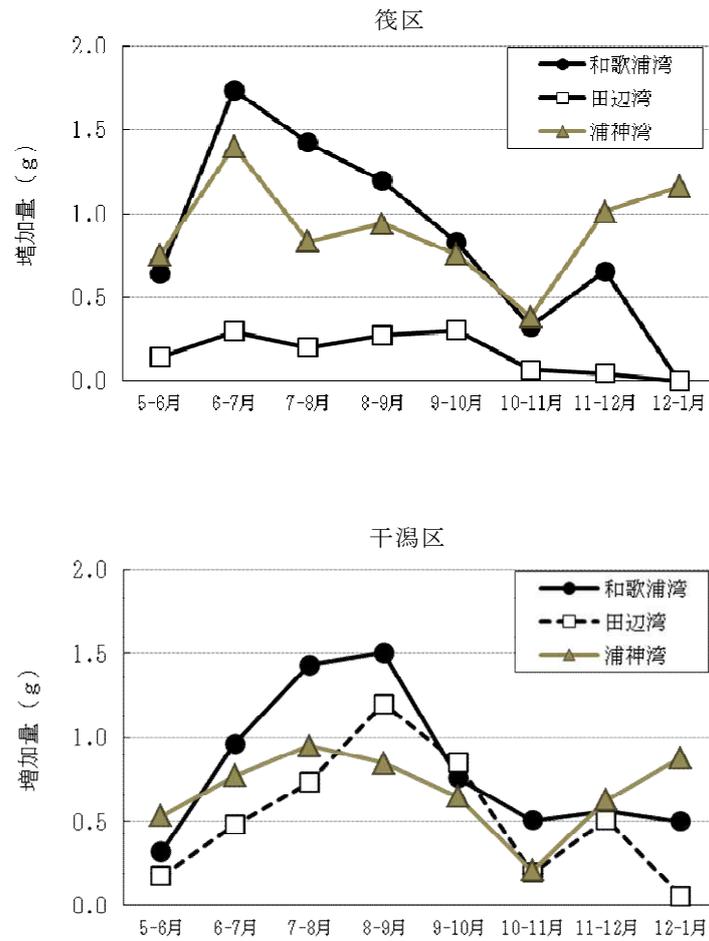


図 13 和歌浦湾，田辺湾および浦神湾における後区および干潟区のアサリの月間増加重量の推移

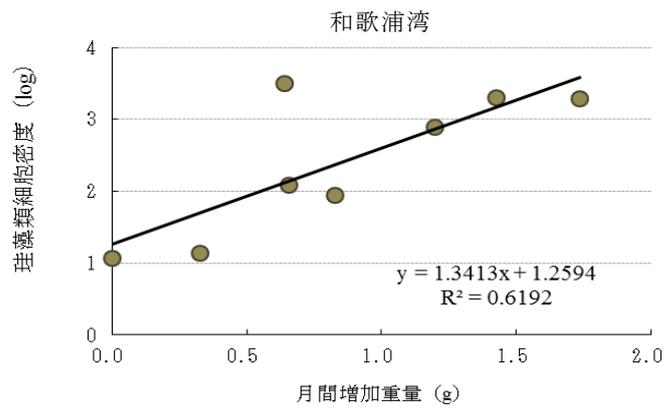


図 14 和歌浦湾における珪藻類の細胞密度（水柱平均）とアサリの月間増加重量の関係