

有明海漁場再生対策事業 (5) 二枚貝類増産事業 (カキ)

杉野 浩二郎・佐藤 尊明

有明海福岡県地先は、かつてはアサリを中心とした二枚貝の宝庫であり、沿岸域に形成されている干潟域では、アサリ、ハマグリ、サルボウ等の二枚貝が多く生息し重要な漁業資源になっていた。

しかし、それら二枚貝類の資源量は大きく増減を繰り返し、漁獲量も不安定になっている。そのため、漁船漁業者からは安定的な収入確保のため、資源変動に左右されない貝類の養殖技術の普及を求める要望が強い。そのうち、カキ養殖は福岡県内では豊前海や筑前海で盛んに行われており、初期投資が少なく、収益の高い養殖手法である。

そこで本事業では、潮流が早く、水深が浅い有明海にに適したカキ養殖を開発することを目的として調査を行った。

方 法

図1に示した干潟縁辺部である有区31号(干潮時水深2.5m～満潮時水深7m)において、図2に示した延縄式施設を用いてシングルシード式養殖試験を実施した。種苗は干潟である有区303号(干潮時水深-1.5m～満潮時水深3m)に令和5年7月4日に設置したアサリ中間育成用野菜カゴ(以下、野菜カゴ)に付着した平均殻高34.2mmのスミノエガキを9月13日に回収して殻長、殻幅、殻高、殻付き重量を測定した後、BSTバッグにカゴあたり100個収容して垂下した。また11月10日にも同じく303号に設置した野菜カゴに付着した平均殻高36.3mmのスミノエガキを回収し、同様の項目を測定、11月16日にBSTバッグに100個を収納、垂下した。さらに、10月17日には宮城県から購入した平均殻高18.2mmのマガキを付着版から外してシングルシードとしたものを用いて、同様に設置した。

また令和4年7月27日にBSTバッグに100個体あるいは200個体を入れて延縄式養殖施設に垂下したマガキの一部を継続して飼育した。

設置したBSTバッグは月に1回程度洗浄を行い、令和6年1月25日と3月19日に回収し、生残個体数を測定した後、殻高、殻幅、殻長を測定した。

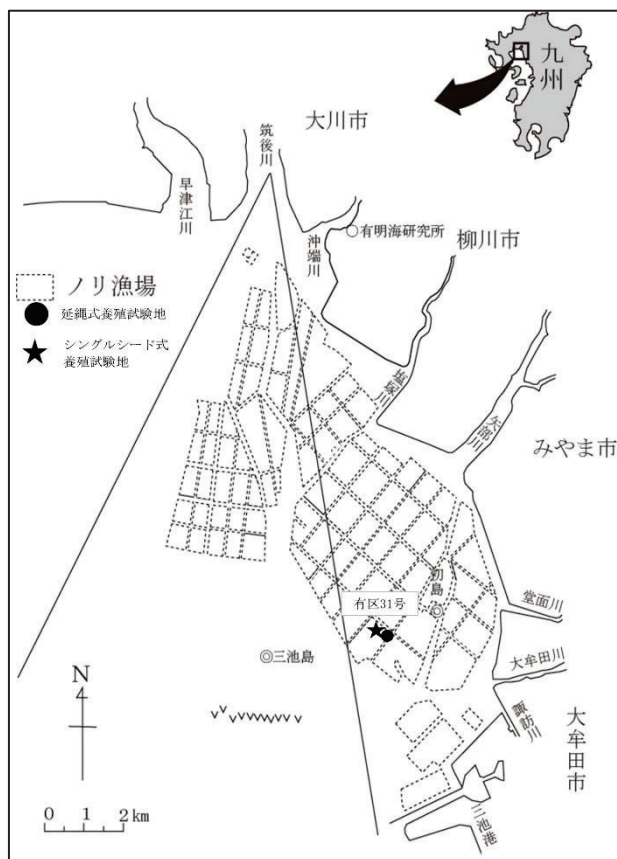


図1 カキ養殖試験実施場所

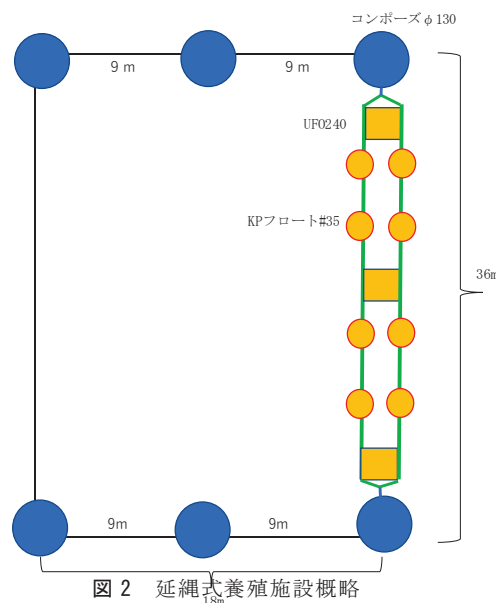


図2 延縄式養殖施設概略



図3 野菜カゴで回収したスミノエガキ種苗

結 果

図4に令和5年度に設置したBSTバッグ内のカキの個体数の推移を示した。設置時に1つと数えていたカキが2つ以上のカキが固着していた場合があり、100個体を超えるカゴが複数確認されたが、いずれのカキも斃死はほぼ見られなかった。

図5にカキ殻高，図6にカキ殻付き重量の推移を示した。殻高は9月に設置したスミノエガキは1月下旬に39.9mm，3月中旬には46.6mmとほぼ直線の成長を示したが，10月設置マガキは1月が30.3mm，3月には48.6mm，11月設置スミノエガキは1月に38.1mm，3月には56.4mmと，1月から3月の間に大きく成長していた。殻付き重量については，9月スミノエガキは1月7.8g，3月15.3g，10月マガキは1月6.4g，3月13.9g，11月スミノエガキは1月7.5g，3月20.8gといずれも1月から3月にかけて約1.95倍から2.78倍と大きく成長していた。

令和4年7月に設置したマガキの生残率の推移を図7に示した。令和5年1月時点では100個体収納したカゴで84%，200個体収納したカゴは81%の生残率であったが，令和6年1月時点ではそれぞれ31%，37%と大きく低下した。また令和6年3月には28%，35%とさらに低下していた。

図8に令和4年度に設置したマガキの殻長の推移を，図9に同じく殻付き重量の推移を示した。殻長は100個体収納カゴは設置時の18.2mmから6か月後の令和5年1月には42.3mmまで成長し，さらに1年後の令和6年1月には71.6mm，3月には73.9mmまで成長した。また200個体収納カゴもそれぞれ33.8mm，72.8mm，74.9mmと成長しており，令和5年1月時点で両者の間に合った成長の差は令和6年1月には見られなくなった。また殻

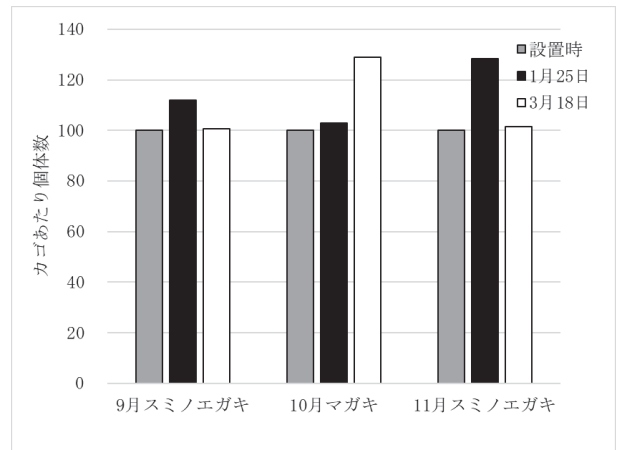


図4 カゴあたりカキ個体数の推移

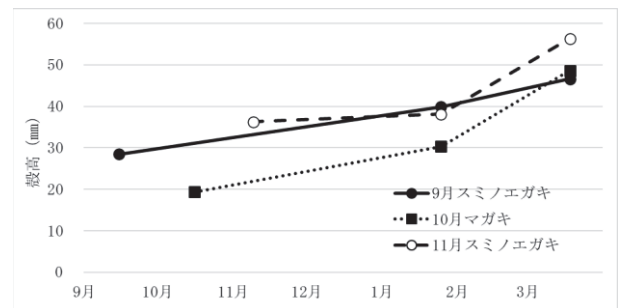


図5 カキ殻高の推移

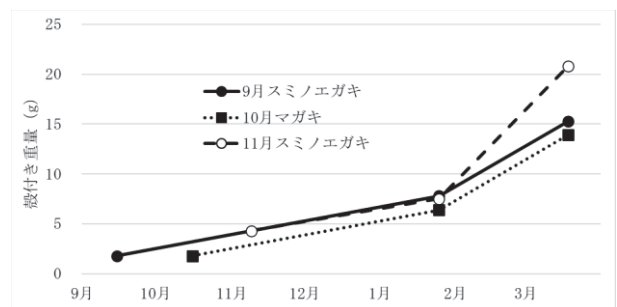


図6 カキ殻付き重量の推移

付き重量についても，100個体収納カゴでは0.9gから12.7g，66.4g，68.8gと成長し，200個体収納カゴでは0.9gから7.8g，55.3g，58.4gとなった。殻長と異なり，殻付き重量は1年後に差が拡大したが，t検定による有意差は認められなかった。

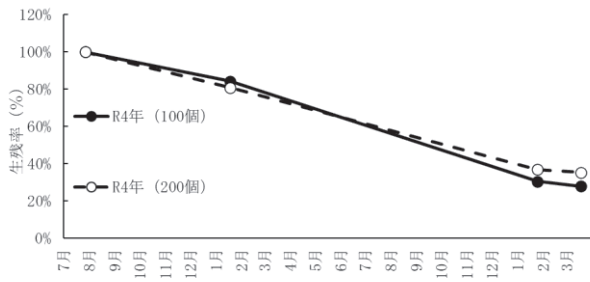


図 7 令和 4 年度設置カキの生残率の推移

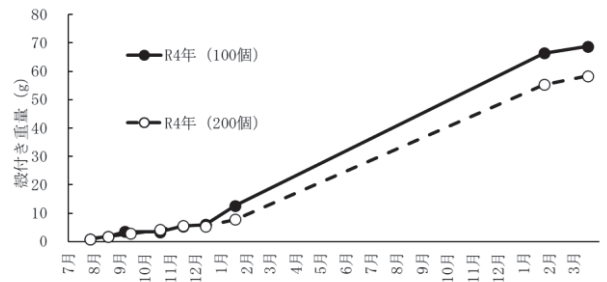


図 9 令和 4 年度設置カキの殻付き重量の推移

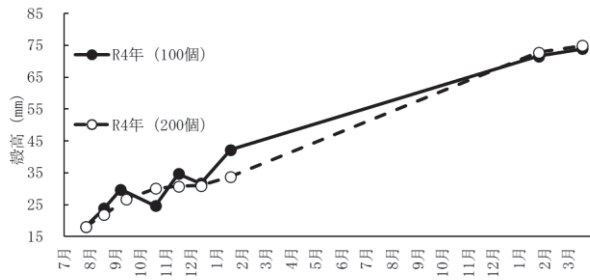


図 8 令和 4 年度設置カキの殻長の推移



図 10 令和 4 年 7 月設置カキ (令和 6 年 3 月回収時)

有明海漁場再生対策事業

(6) 二枚貝類増産事業 (アゲマキ)

白石 日出人・佐藤 尊明・加藤 将太

アゲマキ *Sinonovacula constricta* はナタメガイ科の二枚貝であり、有明海において重要な水産資源として利用されてきた。しかしながら、昭和 63 年頃から佐賀県沿岸で大量斃死が発生し¹⁾、福岡県沿岸でも平成 2 年以降は佐賀県と同様に資源量が大きく減少し²⁾、平成 6 年以降は漁獲がほとんどなくなり、現在では漁獲実態が全くないような状況である。そこで、近年、佐賀県では種苗生産を開始し、平成 21 年以降、毎年、殻長 8mm サイズの人工種苗を 100 万～200 万个規模で放流した結果、一時的に資源の増加が認められた事例がある³⁾。

そのため、本県でもアゲマキ資源の回復を目指して、母貝団地造成のための種苗放流試験を行ったので、その結果をここに報告する。

方 法

1. 種苗放流及び追跡調査

プラスチック製の丸カゴ（内径 33cm、深さ 27cm、以下、「カゴ」という。）をネトロンネット[®]で 4 区画に分割し、現場の泥を充填した後、カゴの縁が出る程度に干潟に埋め込み、そのカゴの中に、佐賀県有明水産振興センターから提供を受けた種苗を移植した（図 1）。令和 3 年度までの小型種苗放流試験では、夏季までしか放流種苗の生残を確認することができなかったが、昨年度、カゴの蓋及び移植方法を改良して試験を行ったところ、周年、放流種苗の生残を確認できたため、今年度もその手法を用いて放流試験を実施した。追跡調査は月 1 回の頻度で行い、殻長、殻高、殻付重量等の測定及び生残状況の確認を行った。また、環境条件を把握するため、カゴ内部およびカゴ周辺の採泥を行い、全硫化物量の測定を行うとともに、水温塩分計を設置して、試験現場における水温（干出時は気温）及び塩分の連続観測を行った。

(1) 小型種苗を用いた放流試験

平均殻長 11mm の種苗を用いて、令和 5 年 3 月中旬から下旬に、塩塚川と三池干拓の 2 か所（図 2）に表 1 の試験区を設置し、令和 6 年 3 月中旬まで試験を実施し

た。なお、追跡調査及び底質調査は月 1 回実施した。今回の試験に用いた蓋は、カゴの外径（37.5cm）と同じ大きさの枠が付いた、目合い 5mm の蓋を使用し、放

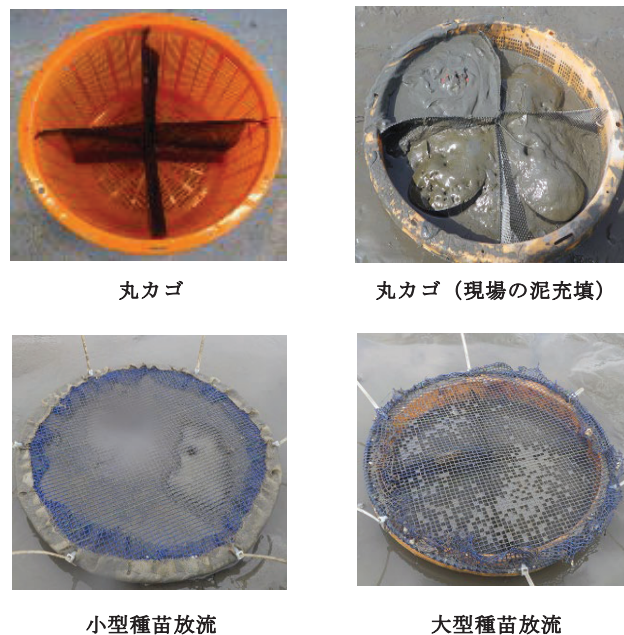


図 1 丸カゴ及び設置状況



図 2 試験区設置場所

流種苗が成長してこの目合いから抜け出なくなるまでの放流後約 2 か月間は、目合い 0.1mm のメッシュ強力網を二重に被せた（図 1）。また、種苗の移植は、現場の泥を充填した植木ポット（L9.0×W9.0×H8.5cm）に予め種苗を潜らせたものを、現場のカゴに移植するという方法で実施した。カゴに充填する泥は、カゴ設置場所における現場の泥（表層から 0～15cm）を使用した。なお、外敵等の混入を軽減させる目的で、泥をカゴに充填する際は目合い 5mm の篩で泥をふるった。

表 1 小型及び大型種苗放流試験の試験区

放流場所	種苗種類	密度 (個体/区画)	放流サイズ (mm)	設置カゴ数 (個)	放流方法
塩塚川	小型	30	11	10	植木ポット
	〃	30	11	10	直播き
	〃	10	11	10	植木ポット
	大型	5	53	10	直播き
三池干拓	小型	30	11	10	植木ポット

（2）大型種苗を用いた放流試験

平均殻長 53mm の種苗（1 才貝）を用いて、令和 5 年 3 月下旬に、表 1 に示した試験区を塩塚川に設置し、令和 6 年 2 月上旬まで試験を実施した。小型種苗同様、月 1 回、追跡調査および底質調査を実施した。この放流種苗は十分に大きいため、カゴの蓋は枠付きの目合い 5mm のものだけを使用した。なお、カゴへの移植は、区画内の泥に放流種苗が完全に入る程度の穴を人さし指で開け、その中に上下間違えないよう、1 つの穴に対して種苗を 1 個入れるという方法で実施した。

（3）全硫化物量（TS）の測定

試験区においてはカゴの表層と底層の泥を、試験区周辺の現場の泥においては表層（0～5cm）と底層（20～25cm）の泥を分析試料とした。試験区内の泥はナイロン製の手袋を着用した手で適量を採取し、プラスチック製のタッパーに保存した。また、試験区周辺の現場の泥は長さ 30cm（内径 33mm）のコアサンプラーで採取後、上下にシリコン栓をして保存した。採取したこれらのサンプルは、保冷剤入りのクーラーボックスに入れて研究所に持ち帰り、研究所で冷蔵保存後、翌日に分析を行った。翌日に分析ができない場合は、-30℃で一旦凍結保存し、数日中に分析を行った。なお、分析はガス検知管法（ガステック 201L, 201H）で実施した。

（4）水温、塩分の連続観測

水温塩分計（JFE advantech 製、ACTW-USB）を塩塚川及び三池干拓の両試験区に設置して、水温（干出時は

気温）及び塩分の連続観測を行った。連続観測の条件は、Interval：1 秒、Burst：10 回、測定間隔：20 分、とした。なお、カキやフジツボが付着するため、基本的には月 1 回の頻度で水温塩分計の交換を行った。

2. 浮遊幼生調査

図 2 に示した河口の 7 調査点で、アゲマキの産卵期である 9～10 月⁴⁾を中心に表 2 の日程で試料採取を行い、アゲマキ浮遊幼生の計数を行った。なお、試料の採取及び浮遊幼生の計数は専門業者に委託した。

（1）試料の採取

各調査点において、満潮時前後にエンジンポンプを用いて、海水の吸い込み口を海底（直上 1m）から表層まで繰り返し上下させながら 500L の海水を汲み上げ、目合 75 μ m のプランクトンネット（NXX16）で濾過して、アゲマキ浮遊幼生の採取を行った。なお、各調査点で採集したプランクトンネットの残渣物は冷蔵して持ち帰り、沈殿させた後、上澄みを捨て、-20℃以下で凍結保存した。



図 3 浮遊幼生調査の調査地点図

（2）浮遊幼生の計数

モノクローナル抗体による蛍光抗体法を用いて、各サンプルにおける浮遊幼生の計数を行った。なお、モノクローナル抗体は、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から数年前に提供を受けたものを使用した。

3. 環境 DNA 調査

令和4年3月8～9日と令和5年10月18～19日のそれぞれにおいて、図3に示した14調査点と研究所のアゲマキ飼育水槽（ポジティブコントロール）の合計15調査点で採水を行い、試料を-80℃で凍結保存後、令和6年3月に環境DNA分析を行った。なお、採水及び分析はすべて専門業者に委託し、これらの作業は「環境DNA調査・実験マニュアル ver.2.2」⁵⁾に準じて実施した。

表3 浮遊幼生調査の調査日及び潮汐

調査回数	年月日	潮汐
1	令和5年9月29日	大潮
2	令和5年10月3日	中潮
3	令和5年10月6日	小潮
4	令和5年10月10日	若潮
5	令和5年10月13日	中潮
6	令和5年10月16日	大潮
7	令和5年10月19日	中潮
8	令和5年10月26日	中潮
9	令和5年10月30日	大潮
10	令和5年11月2日	中潮
11	令和5年11月5日	小潮

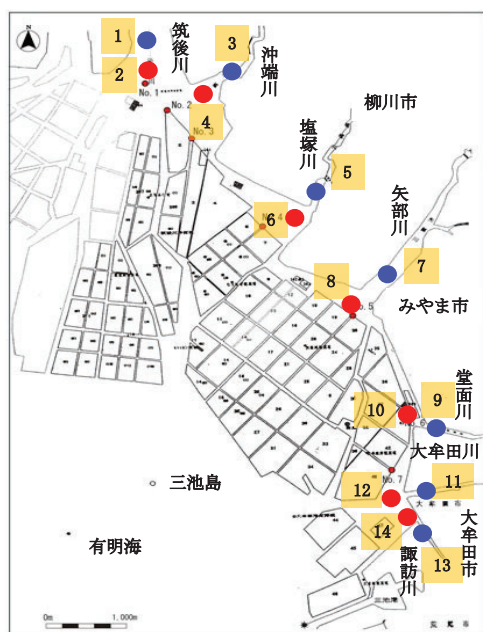


図4 環境DNA調査の調査地点図

結果

1. 種苗放流及び追跡調査

(1) 小型種苗を用いた放流試験

1) 塩塚川

図5に生残率の推移を示した。試験期間中、生残個体を確認できない月があったが、試験終了時は3試験区すべてで生残を確認した。各試験区の生残率は、30個試験区（植木ポット）が22～91%、30個試験区（直播き）が0～74%、10個試験区（植木ポット）が0～94%の範囲であった。

図6に平均殻長の推移を示した。放流後1か月の平均殻長は18～22mmで、放流後2か月で23～32mmと、9月まで成長を続け、10月以降から成長が停滞した。試験終了時の平均殻長は53～62mmであった。

2) 三池干拓

図7に生残率の推移を示した。サンプリングした区画の生残に大きなバラツキがあり、5～6月は低い生残であったが、9月までは比較的に高い生残であったと推察される。その後10月に生残率が大きく低下し、その状況が2月まで続いた。試験終了時の生残は19%であった。

図8に平均殻長の推移を示した。11月まで成長を続け、その後成長が停滞した。試験終了時の平均殻長は56mmであった。

(2) 大型種苗を用いた放流試験

図5に生残率の推移を示した。放流4か月後の7月まではへい死は認められなかった（生残率100%）。8月から生残率がやや低下して、1月までは70～90%で推移し、試験終了時は50%であった。

図6に平均殻長の推移を示した。10月まで成長し、10月時点で平均殻長は67mmであった。12月の調査で平均殻長が71mmと、試験期間中の最大値を確認したが、これはサンプリングを行った区画のバラツキによるもので、基本的には11月以降に成長が停滞していると推察された。なお、試験終了時の平均殻長は63mmであった。

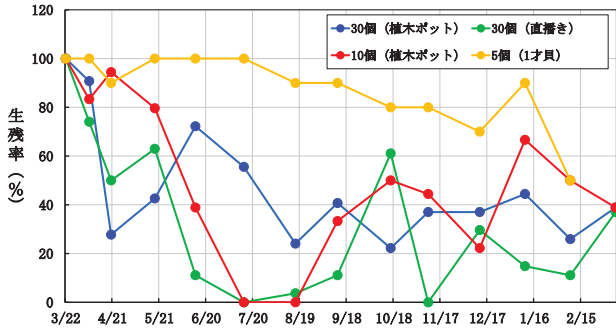


図5 生残率の推移（塩塚川）

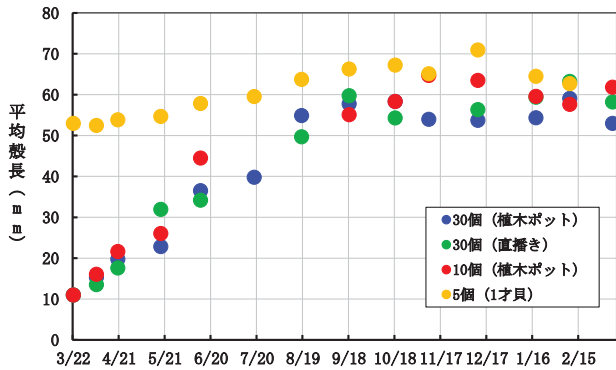


図6 平均殻長の推移（塩塚川）

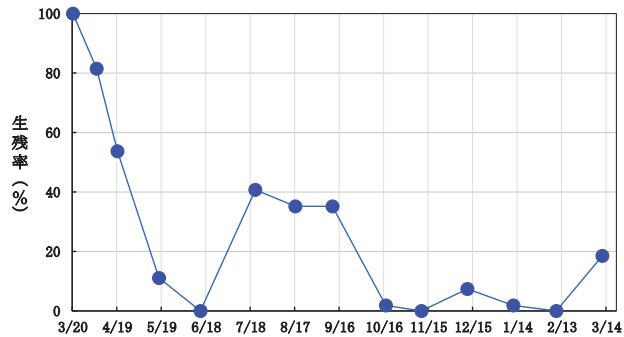


図7 生残率の推移（三池干拓）

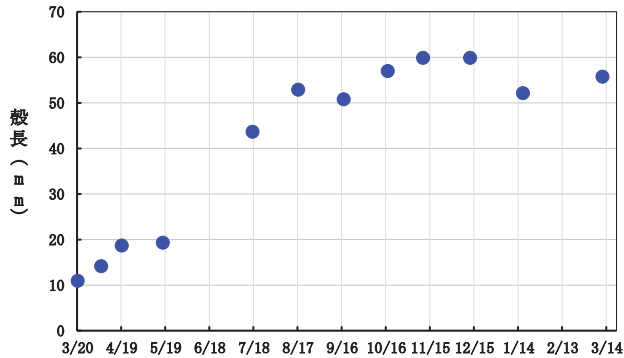


図8 平均殻長の推移（三池干拓）

(3) 全硫化物量 (TS) の測定

1) 塩塚川

図9に全硫化物量の推移を示した。カゴ内の泥は、表層より底層の全硫化物量が概ね高かった。また、夏季以降、底層の全硫化物量は0.2~0.5mg/g・乾泥と水産用水基準を超えるようになり、表層も8~11月において0.3~0.4mg/g・乾泥と水産用水基準を超えていた。

一方、現場の泥では、表層は8~11月にかけて全硫化物量が0.2~0.5mg/g・乾泥と水産用水基準を超え、カゴ表層と同様の傾向を示した。また、底層では0.0~0.1mg/g・乾泥と試験期間中はずっと水産用水基準より低い値を示した。

2) 三池干拓

図10に全硫化物量の推移を示した。表層より底層の全硫化物量が概ね高く、5月以降、底層の全硫化物量は0.2~0.4mg/g・乾泥と水産用水基準を超えていた。また、表層も7, 8, 11月にそれぞれ0.3, 0.3, 0.2mg/g・乾泥と水産用水基準を超えていた。

一方、現場の泥では、表層は6~9月にかけて全硫化物量が0.3~0.4mg/g・乾泥と水産用水基準を超え、底層でも試験期間を通して全硫化物量が高い値を示し、その値は0.1~0.4mg/g・乾泥であった。

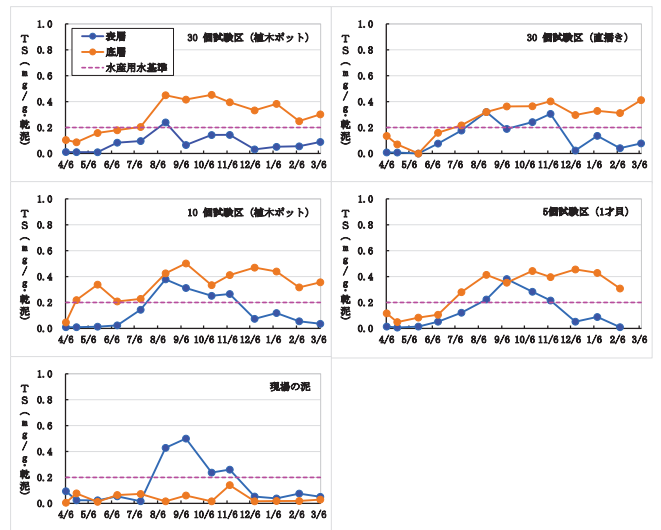


図9 全硫化物量の推移（塩塚川）

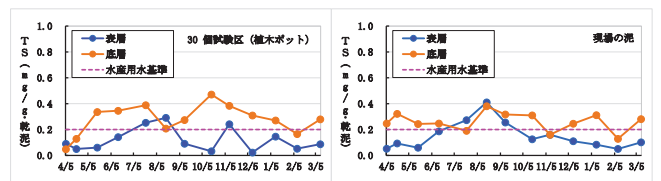


図10 全硫化物量の推移（三池干拓）

(4) 水温、塩分の連続観測

干潮時には設置した水温塩分計は干出するため、温度は気温を測定することになり、また、その時の塩分はほぼ 0 となる。潮回りや潮汐には周期性があるので、水温と塩分の傾向を把握するため、異常値を除いた一日の全測定データの平均値を、日平均温度及び日平均塩分とした。

図 11 に日平均温度と平均潮差（満潮と干潮の潮差の平均値。グラフの山が大潮、谷が小潮となる。）の推移を示した。調査期間中の日平均温度は 5～34℃の範囲で推移した。

図 12 に日平均塩分と平均潮差の推移を示した。調査期間中の日平均塩分は 0～27 の範囲で推移し、日平均塩分は小潮時に高くなり、大潮時に低くなる傾向が窺えた。また、今年度は 6 月下旬から 7 月上旬にかけて纏まった降雨があったため（7 月 7～10 日には梅雨前線の停滞による豪雨）、6 月下旬から日平均塩分が低下し始め、7 月 10 日には日平均塩分がほぼ 0 となり、この状況が 7 月 13 日まで続いた。その後、日平均塩分は少しずつ回復していき、通常の状態になったのは 8 月上旬であった。今年度は大きな塩分の低下はこの 1 回だけであった。

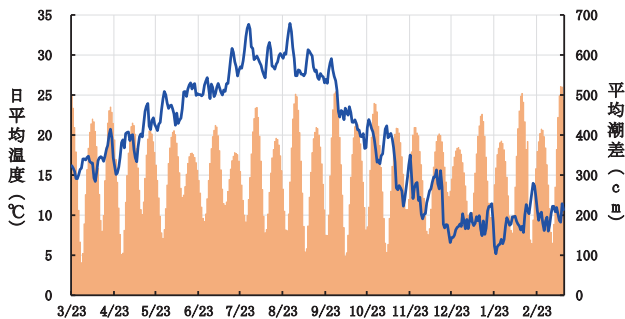


図 11 日平均温度と平均潮差の推移

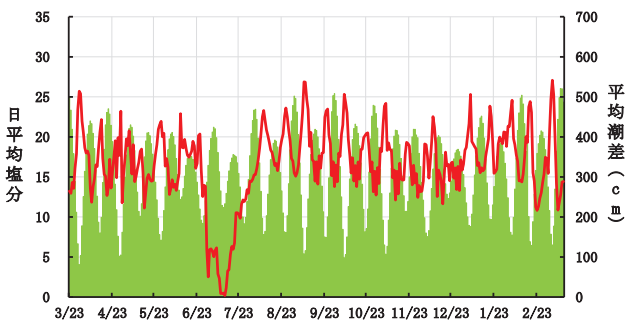


図 12 日平均塩分と平均潮差の推移

2. 浮遊幼生調査

令和 5 年 9 月 29 日から令和 5 年 11 月 5 日にかけて、合計 11 回（計 77 地点）のサンプリングを行い、同定分析を実施した。10 月 10 日に Stn.2, Stn.4～6 の 4 地点で、11 月 2 日と 11 月 5 日に Stn.6 の 1 地点で、アゲマキの浮遊幼生を確認した。確認した浮遊幼生数は 2～6 個/m³ で、最も多かったのは 10 月 10 日の Stn.4 と Stn.6 における 6 個/m³であった（表 4）。

3. 環境 DNA 調査

表 5 に令和 4 年度と令和 5 年度の環境 DNA 分析結果を示した。令和 4 年度は矢部川の下流域と諏訪川の上流域の 2 地点で環境 DNA を検出し、令和 5 年度は筑後川及び塩塚川の上流域と、矢部川、堂面川及び大牟田川の上下流域の全 8 地点で環境 DNA を検出した。令和 2 年度から環境 DNA 分析を実施しているが、令和 5 年度が過去最高の検出数であった。

表 4 浮遊幼生調査結果（単位：個/m³）

調査回数	調査日	調査地点						
		Stn.1 筑後川	Stn.2 沖端川	Stn.3 塩塚川	Stn.4 矢部川	Stn.5 堂面川	Stn.6 大牟田川	Stn.7 諏訪川
1	9/29	0	0	0	0	0	0	0
2	10/3	0	0	0	0	0	0	0
3	10/6	0	0	0	0	0	0	0
4	10/10	0	2	0	6	4	6	0
5	10/13	0	0	0	0	0	0	0
6	10/16	0	0	0	0	0	0	0
7	10/19	0	0	0	0	0	0	0
8	10/26	0	0	0	0	0	0	0
9	10/30	0	0	0	0	0	0	0
10	11/2	0	0	0	0	0	4	0
11	11/5	0	0	0	0	0	2	0

表 5 環境 DNA 分析結果

調査点名	地点 番号	反復回数 (回)	陽性検出数 (回)		
			R4年度	R5年度	
筑後川	上流域	1	4	0	1
	下流域	2	4	0	0
沖端川	上流域	3	4	0	0
	下流域	4	4	0	0
塩塚川	上流域	5	4	0	2
	下流域	6	4	0	0
矢部川	上流域	7	4	0	4
	下流域	8	4	1	4
堂面川	上流域	9	4	0	2
	下流域	10	4	0	2
大牟田川	上流域	11	4	0	2
	下流域	12	4	0	1
諏訪川	上流域	13	4	1	0
	下流域	14	4	0	0
室内水槽		4	4	4	4

考 察

今年度は、昨年度に生残を確認できた植木ポットを用いた移植と、令和 3 年度までの直播きの比較試験を行い、生残率に大きな差が無いような結果となった（図 5）。ただ、試験終了時には全サンプルの取り上げを行っており、生残個体が確認できた区画数は直播きよりも植木ポットを用いた移植の方が多かったため、植木ポットを用いた移植の方がアゲマキの生残が良いのではないかと思われる。この部分については、今後、詳細な検討を行う予定である。

また、令和 4 年度に初めて小型種苗放流試験で試験終了時まで生残を確認できたため、令和 5 年度も令和 4 年度の改良方法を踏襲して小型種苗放流試験を行い、令和 4 年度同様、試験終了時に全試験区で生残を確認することができた。枠付きの蓋は散逸を完全になくすための改良であり、今年度の試験で植木ポットを用いた移植と直播きは共に生残が確認できたことを考え合わせると、生残状況が改善した理由は蓋の改良効果ではないかと考えている。つまり、令和 3 年度まで小型種苗放流試験で生残を確認できなかった要因は散逸の可能性が高まった。

また、大型種苗放流試験として、今年度初めて 1 才貝の放流試験を実施し、この試験でも試験終了時まで高い生残を確認できた。令和 5 年度は佐賀県有明水産振興センターでアゲマキ種苗生産用親貝の確保が難しかったため、急遽、種苗生産用の親貝として試験中の 1 才貝を 70 個程度提供した。佐賀県へ種苗生産結果の聞き取りを行ったところ、種苗生産は順調に実施できたとのことであった。この結果により、福岡県海域で生育した種苗でも問題なく親貝になり得ることを確認できたと考えている。

次に、浮遊幼生調査と環境 DNA 調査だが、本県では天然アゲマキの探索のためにこれらの調査を実施しているところである。まずは、浮遊幼生調査結果だが、昨年度は 4 河川で 1~15 個体/m³を確認したのに対し、今年度は 4 河川で 2~6 個体/m³であり、確認できた調査点数と確認できた個体数で両者に大きな差は認められなかった。次に、環境 DNA 調査結果だが、令和 2~3 年度は環境 DNA の検出がほぼできなかったため、この調査の継続の可否について判断の時期にきていた。そのため、令和 2~4 年度までは 3 月上~中旬に分析試料の採取を実施していたが、令和 5 年度はこれまでの採取時期ではなく、10 月中旬に分析試料の採取を実施した。理由

としては、10 月頃がアゲマキの産卵時期であり、この活動が盛んな時期に分析試料の採取を行って、それでも環境 DNA が検出できなければ調査を見直すべきだろうと考えたからである。表 5 がその結果になるが、令和 4 年度はこれまで同様の分析結果であったのに対し、令和 5 年度は検出地点数及び検出数が非常に多くなった。特に矢部川の 2 地点（上流域と下流域）の試料では、屋内の飼育水槽と同様の検出数（4/4 検体）であった。また、放流試験を実施している塩塚川（Stn. 6）でも環境 DNA は検出されるとともに、矢部川、堂面川及び大牟田川では、検出数が塩塚川と同じ若しくはそれ以上であった。検出数から考えると、これらの 3 河川では塩塚川の試験区と同規模以上のアゲマキが存在する可能性が示された。1 年だけの結果なので信頼性に乏しく、また再現性を確認する必要もあるため、令和 6 年度も引き続き環境 DNA 調査を継続していきたいと考えている。

最後に環境データであるが、アゲマキの生残に大きな影響を与えると考えられる全硫化物量、温度及び塩分の推移については、図 9~12 に示したところである。塩塚川の現場の泥（天然漁場）は、夏季の表層において全硫化物量が水産用水基準を超えた以外は、水産用水基準以内であり、特に底層は安定して低い値であった。カゴの表層は現場の泥と類似した推移を示し、カゴの底層は夏季以降、概ね水産用水基準より高い値を示していた。現場の泥とは異なって、秋季以降も高い値を示しており、これはアゲマキの糞尿やへい死個体の分解に起因するものではないかと考えている。試験終了時までアゲマキは生残していたので、生残に大きな影響を与える種類の硫化物ではないと推察する。また、三池干拓の現場の泥とカゴの表層は塩塚川と類似した推移を示しているが、現場の泥の底層は春季から水産用水基準を超えており、塩塚川とは傾向が異なっていた。三池干拓の試験終了時の生残率は塩塚川より低かったため、塩塚川よりも生残に影響を与える種類の硫化物の割合が高い可能性があると考えている。図 11~12 に温度と塩分を示しているが、温度の実測値の最低値は冬季の夜中に-1℃を、夏季の干出時に 40℃を記録した。また、塩分については、昨年度は豪雨の影響で日平均塩分 0 が 4 日間継続し、通常に回復するまで約 1 か月を要した。今年度は、このような環境下でアゲマキの生残を確認できた。生残に影響を与える要因がこれらだけではなく、また、これらの相互作用に起因するものだと考えるとことではあるが、高温や低塩分に対して、ある程度の対応力があるのではないかと考えている。

アゲマキ資源回復のため、来年度以降も引き続き調査を実施していく予定である。

文 献

- 1) 吉本宗央. 九州沿岸域の主要漁業種の資源の現状と問題点 有明海湾奥部におけるアゲマキ資源の変動. 水産海洋研究 1998 ; 62(2) : 121-125.
- 2) 相島昇. アゲマキの発生に及ぼす水温・塩分の影響. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 1995 ; 4 : 53-55.
- 3) 佃政則・野間昌平・江口勝久・野田進治・梅田智樹. 有明海佐賀県海域におけるアゲマキの分布と資源量 . 佐賀県有明水産振興センター研究報告 2019 ; 29 : 1-4.
- 4) 吉本宗央. アゲマキの生態—Ⅴ 成長・成熟に伴う形態及び生理指標の変化. 佐賀県有明水産振興センター研究報告 1898 ; 11 : 57-66.
- 5) 一般社団法人環境DNA学会. 環境DNA調査・実験マニュアルver.2.2 2020 : 12-6

漁場環境モニタリング調査

－赤潮・貧酸素広域共同調査－

古賀 まりの・徳田 眞孝

有明海において、漁場環境を把握し、赤潮・貧酸素被害を防止することを目的に、有明海沿岸 4 県と水産技術研究所が共同・分担して漁場環境の周年モニタリング調査を平成 20 年度から実施し、夏季の貧酸素水塊発生機構の解明と冬季のノリ色落ち原因珪藻の出現特性の解明に取り組んでいる。その結果をここに報告する。

方 法

1. 貧酸素水塊の予察技術、被害軽減手法の開発

調査は、図 1 に示す調査点 T3, T4, T5, 6 を除く 8 定点で、令和 5 年 7～9 月の約 1 週間毎に実施した。観測層は 0m 層, 2m 層, 5m 層及び B-1m 層の 4 層であり（調査点 T2 は 0m 層, B-1m 層, 調査点 T13 は 0m 層, 2m 層, B-1m 層のみ）、調査項目は、水温、塩分、濁度、溶存酸素、無機三態窒素（以下、「DIN」）、リン酸態リン（以下、「P04-P」）、ケイ酸態ケイ素（以下、「SiO2-Si」）、クロロフィル a、及び植物プランクトン細胞数である。

2. 赤潮被害防止対策技術の開発

調査は、図 1 に示す 12 定点で、令和 5 年 10 月～

令和 6 年 2 月に月 2 回の頻度で実施した。このうち福岡県は、調査点 T4, T5, 6 を担当した。観測層は表層及び底層の 2 層であり、調査項目は、水温、塩分、濁度、DIN, P04-P, SiO2-Si, クロロフィル a、及び植物プランクトン細胞数である。

結 果

本県は、「貧酸素水塊の予察技術、被害軽減手法の開発」については図 1 に示す調査点 T2, T13, P6, P1, B3 の 5 定点における栄養塩類の分析を、「赤潮被害防止対策技術の開発」については図 1 に示す調査点 T4, T5, 6 の 3 定点における塩分、DIN, P04-P, SiO2-Si, クロロフィル a の分析及び植物プランクトン細胞数の計数を担当したので、結果を報告する。事業全体の結果については、「令和 5 年度豊かな漁場環境推進事業報告書」¹⁾を参照のこと。

1. 貧酸素水塊の予察技術、被害軽減手法の開発

(1) DIN

図 2 に DIN の推移を示す。観測点 T2, T13 では、7 月 13 日が最も多く、8 月 3 日にかけて減少し、その後ほぼ横ばいで推移した。

観測点 P6, P1, B3 では、0, 2m 層は 7 月 13 日と 8 月 13 日を除き、ほぼ 1μM 未満の低い値で推移した。5m 層も 0, 2m 層とほぼ同調していたが、5μM 前後の多少高い値で推移した。B-1 層は、おおよそ 20～10μM の範囲で漸減から横ばいで推移した。

(2) P04-P

図 3 に P04-P の推移を示す。P04-P は、0～3μM の範囲で概ね DIN と同調して増減した。

(3) SiO2-Si

図 4 に SiO2-Si の推移を示す。SiO2-Si は、8 月 13 日に観測点 T2, T13, P6, P1 の 0, 2m 層で多少の増加が見られたものの、期間を通してほぼ漸減から横ばいで推移した。

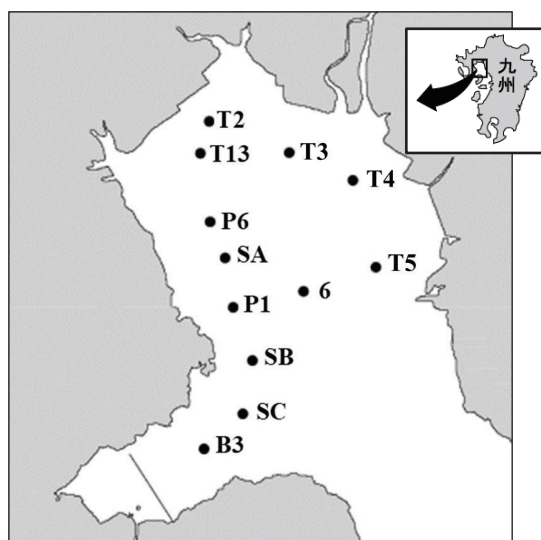


図1 調査地点図

2. 赤潮被害防止対策技術の開発

(1) 塩分

図5に塩分の推移を示す。調査点 T4 では、10月6日から1月4日は30未満で推移し、1月18日から2月16日は30以上で推移した。調査点 T5, 6 は、11月7日の調査点 T5 の0m層を除き、30以上で推移した。

(2) DIN

図6にDINの推移を示す。調査点 T4 では、10月6日から11月20日にかけて増加し、0m層、B-1m層ともに20 μ M前後の高い値を示したが、12月5日以降は7 μ M未満に減少し、1月18日以降は更に減少して2 μ M未満の低い値で推移した。調査点 T5, 6 では、11月7日と11月20日を除き、概ね2 μ M未満の低い値で推移した。

(3) P04-P

図7にP04-Pの推移を示す。P04-Pは、0.0~1.5 μ Mの範囲で概ねDINと同調して増減した。

(4) Si02-Si

図8にSi02-Siの推移を示す。Si02-Siは、概ね10月6日から11月7日にかけて増加し、その後2月16日にかけて減少した。

(5) クロロフィル a

図9にクロロフィル a の推移を示す。0m層は10

月6日に高い値を示し、その後減少から横ばいで推移するが、12月20日に再び増加した。その後、調査点 T4 では増加するが、調査点 T5, 6 では減少した。B-1m層では、期間を通して増減を繰り返しながら、ほぼ横ばいで推移した。

(6) プランクトン細胞数

図10に各調査のプランクトン細胞数のうち、有明海においてノリの色落ち原因となる主要な種である *Chaetoceros* spp. , *Skeletonema* spp. , *Eucampia zodiacus* の海水1ml当たり細胞数(0m層とB-1m層の平均値)の推移を示す。*Chaetoceros* spp. は、10月6日と1月4日に増加していた。*Skeletonema* spp. は、10月6日と1月18日に増加していた。*Eucampia zodiacus* は、期間中顕著な増加は認められなかった。

文 献

- 1) 国立研究開発法人水産研究・教育機構 他. 令和5年度豊かな漁場環境推進事業のうち海域特性に応じた赤潮・貧酸素水塊、栄養塩類対策推進事業 (1) 赤潮等による漁業被害への対策技術の開発・実証・高度化報告書 2024 ; 157-191.

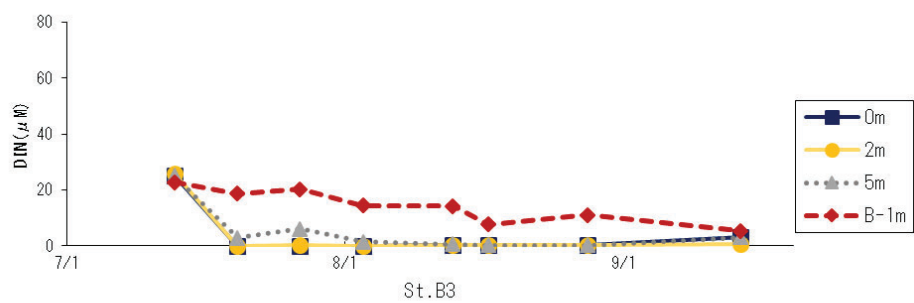
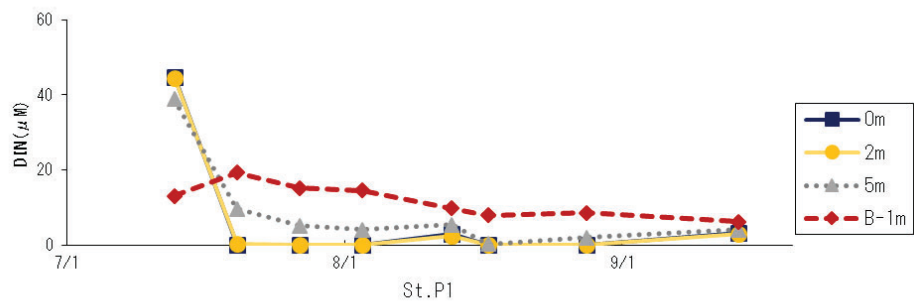
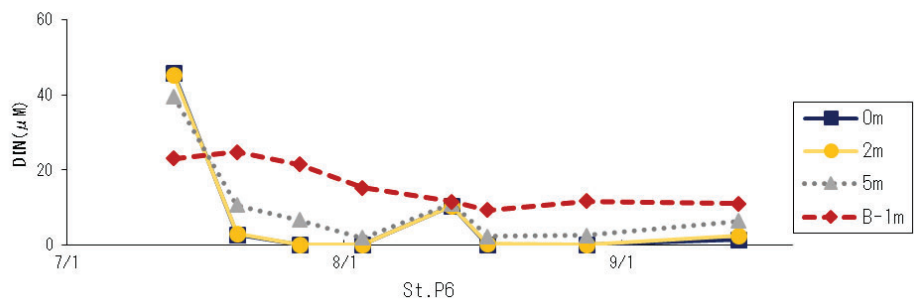
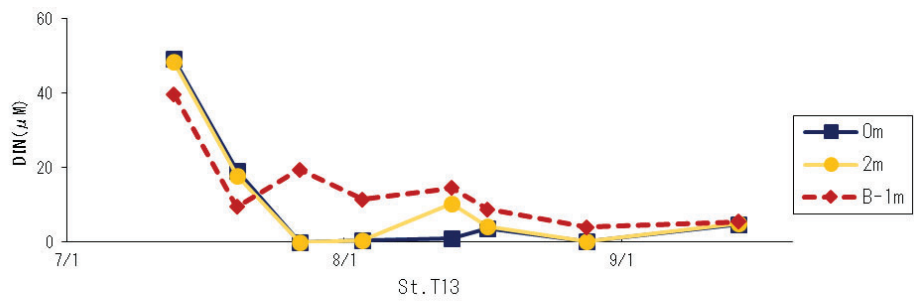
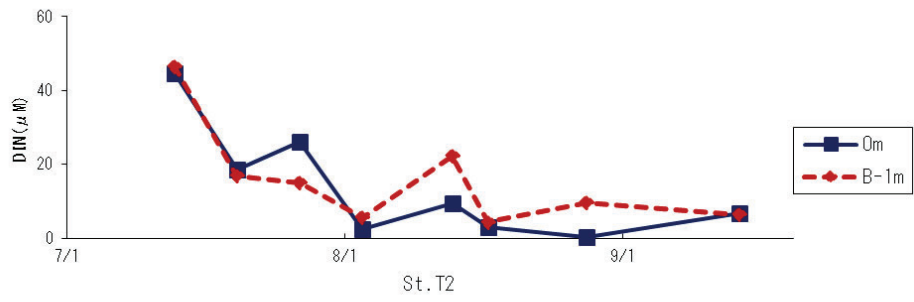


図 2 DIN の推移 (7~9 月)

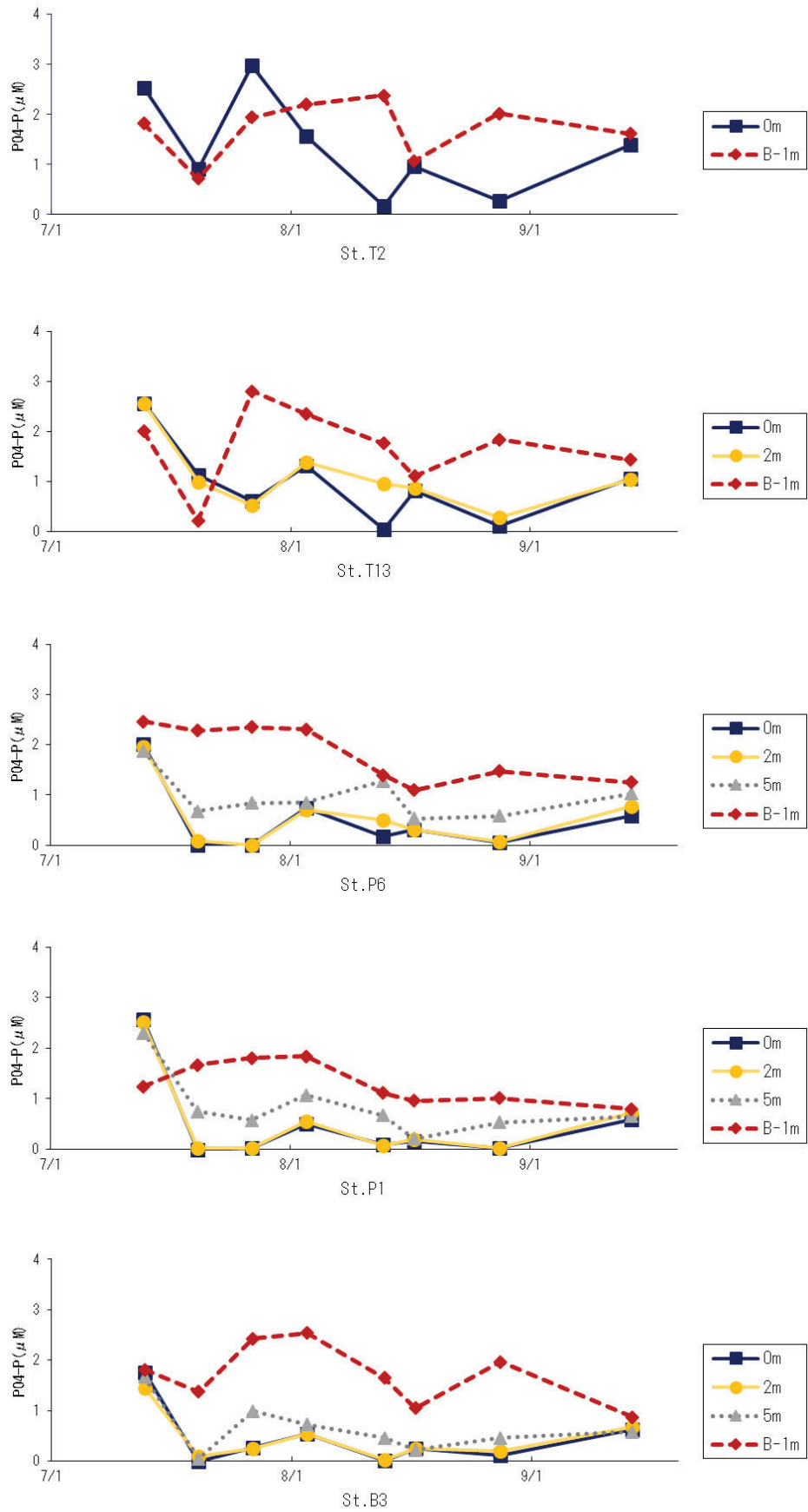


図3 PO₄-Pの推移(7~9月)

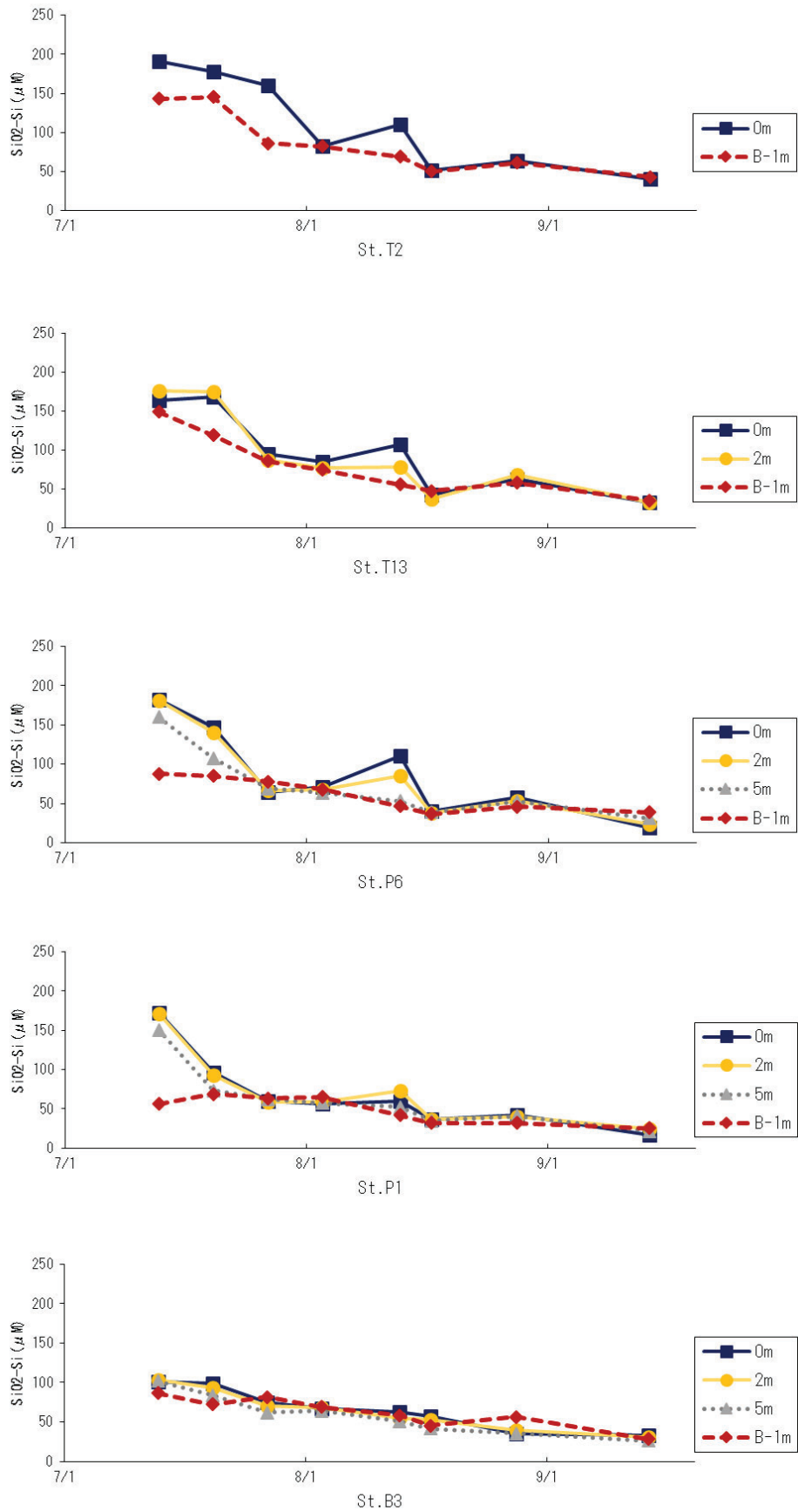


図4 SiO_2-Si の推移 (7~9月)

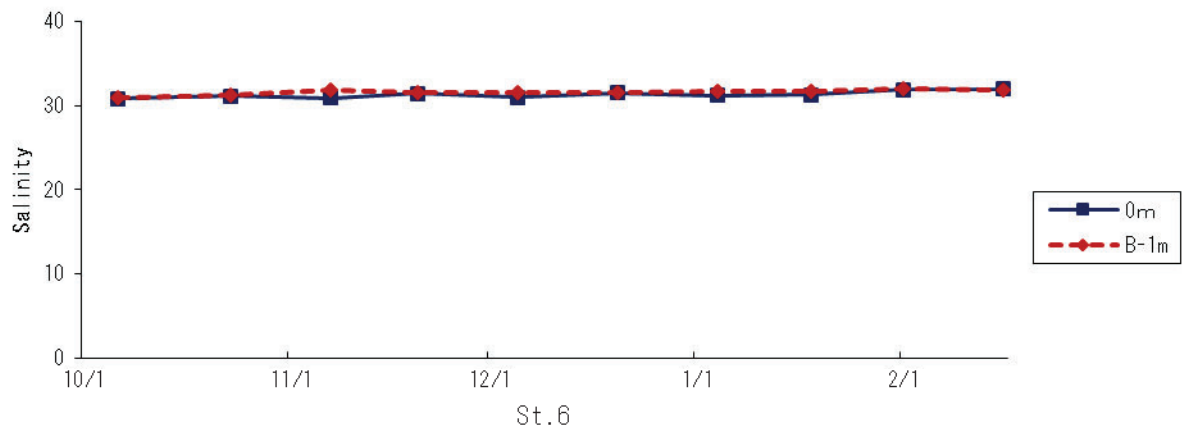
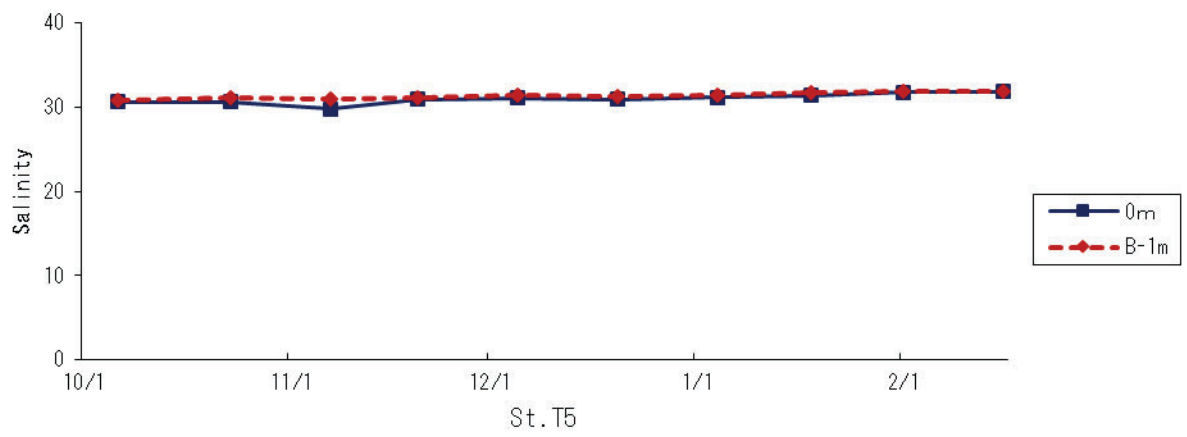
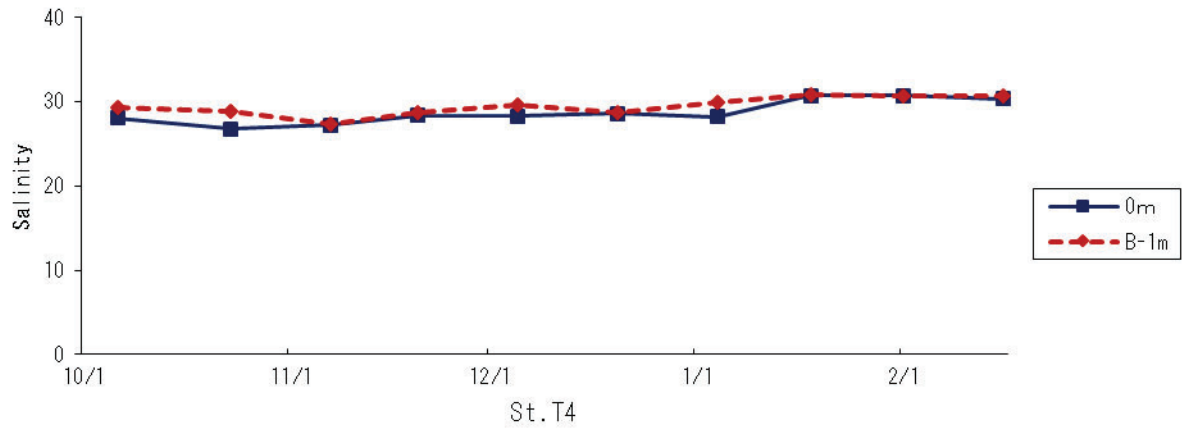


図 5 塩分の推移 (10~2月)

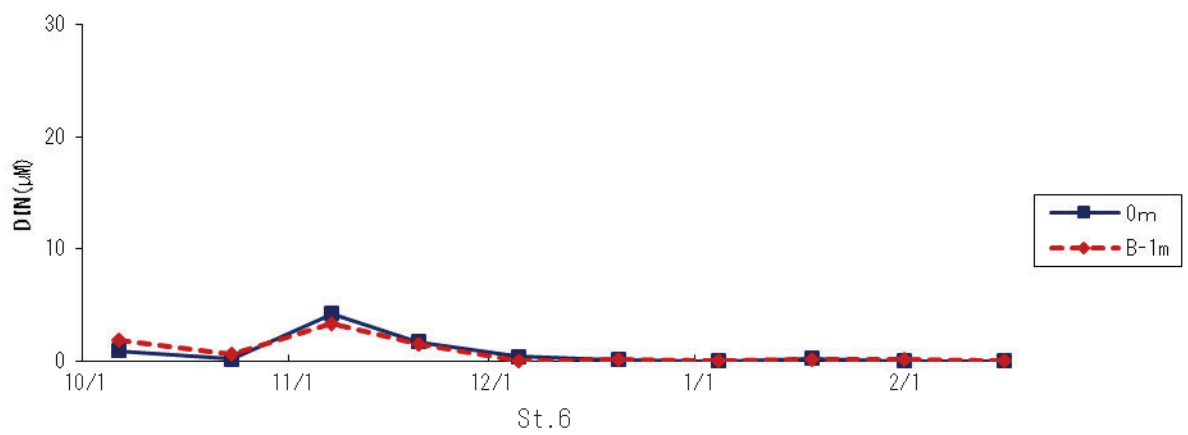
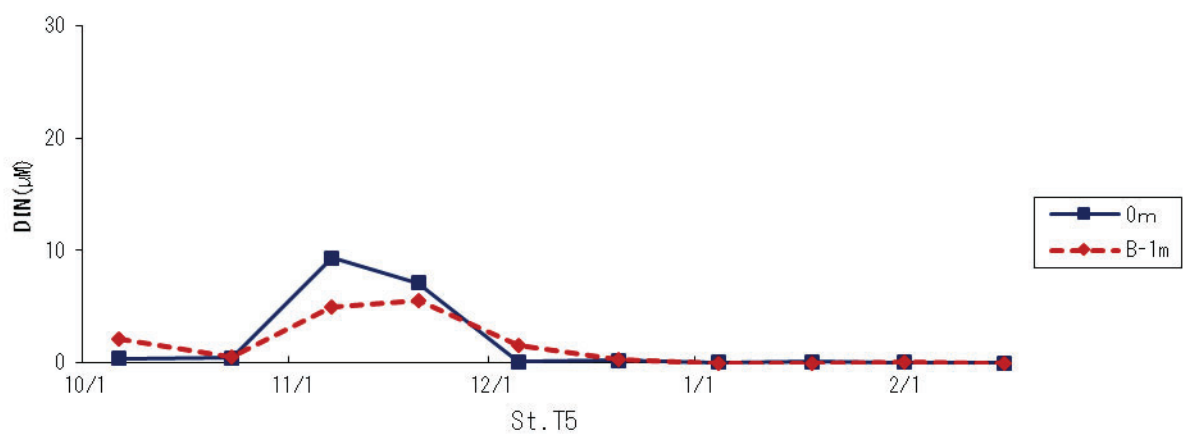
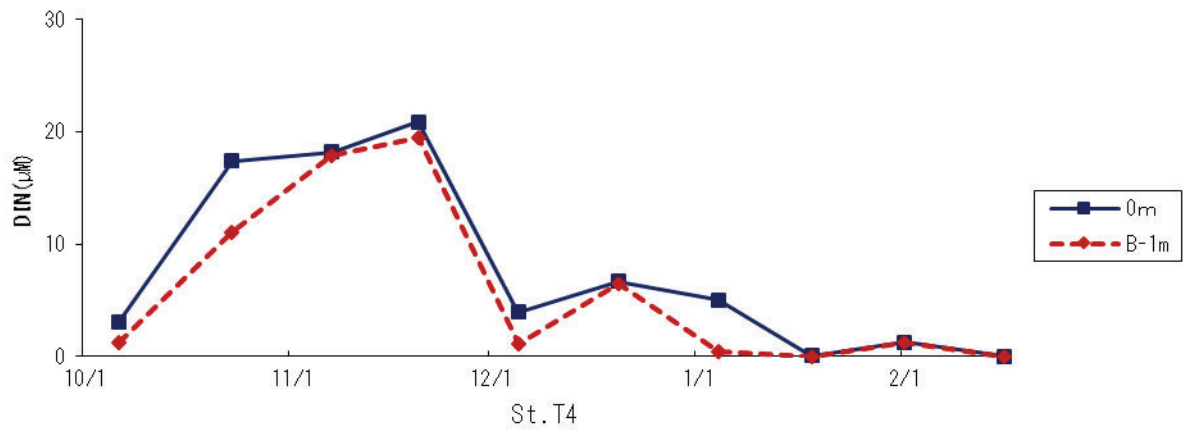


図 6 DIN の推移 (10~2 月)

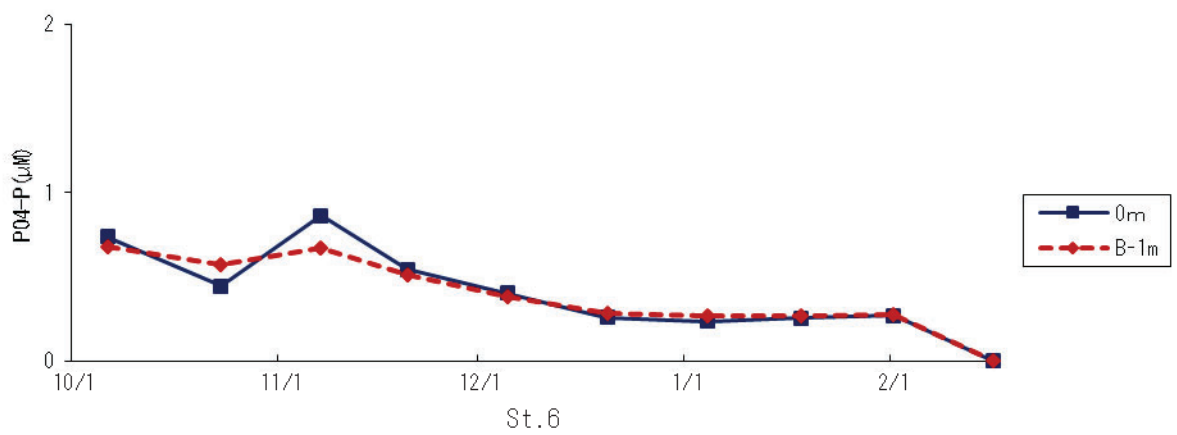
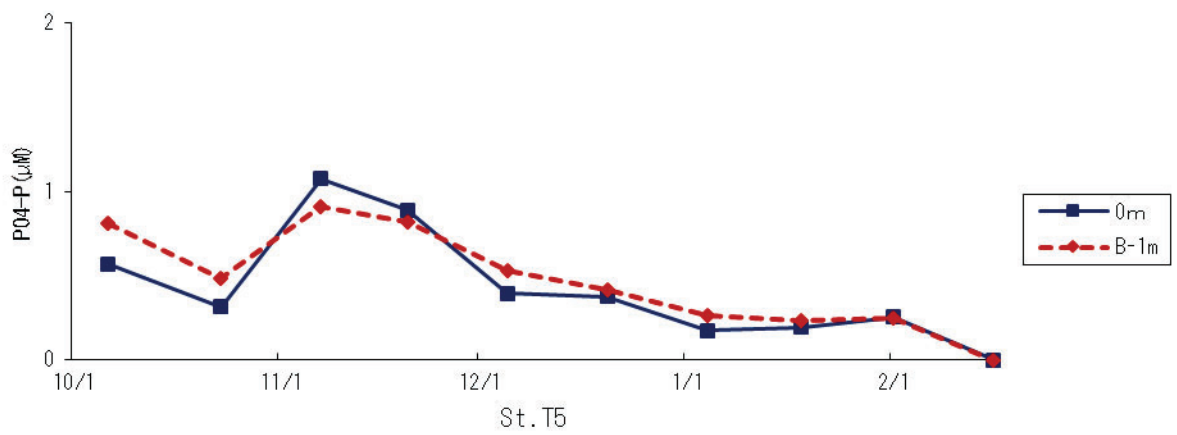
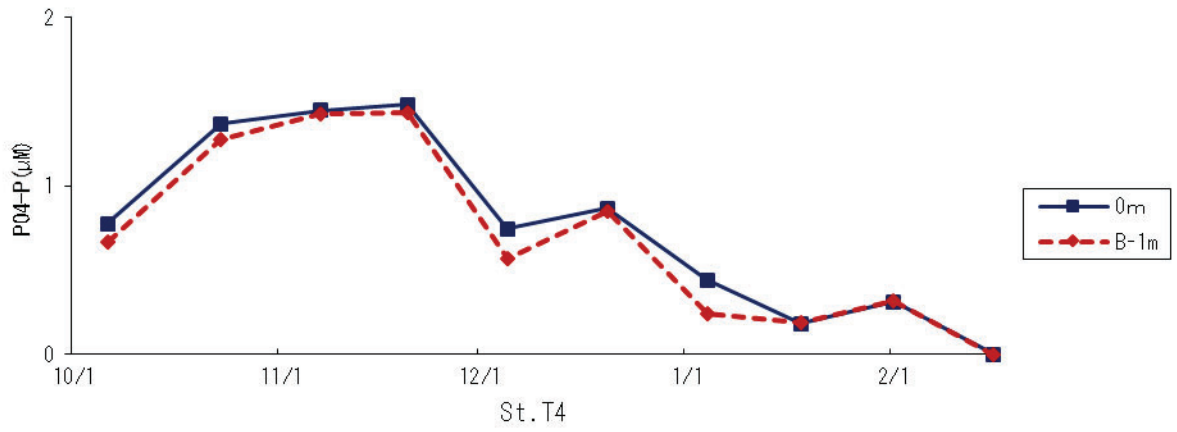


図 7 PO₄-P の推移 (10~2月)

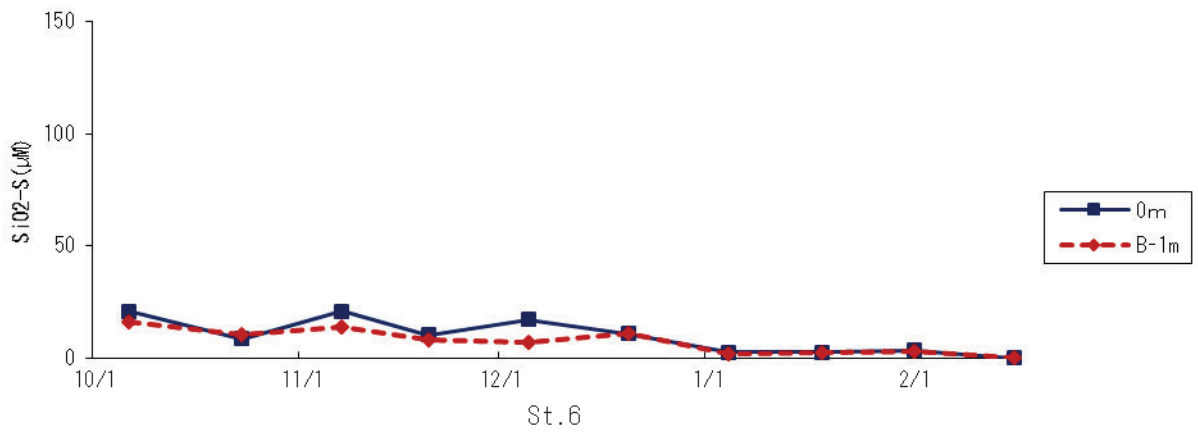
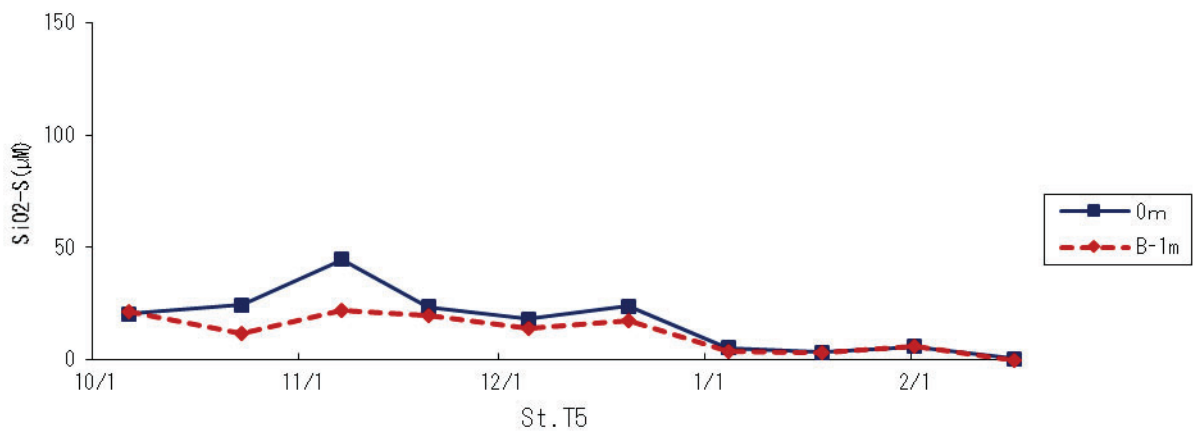
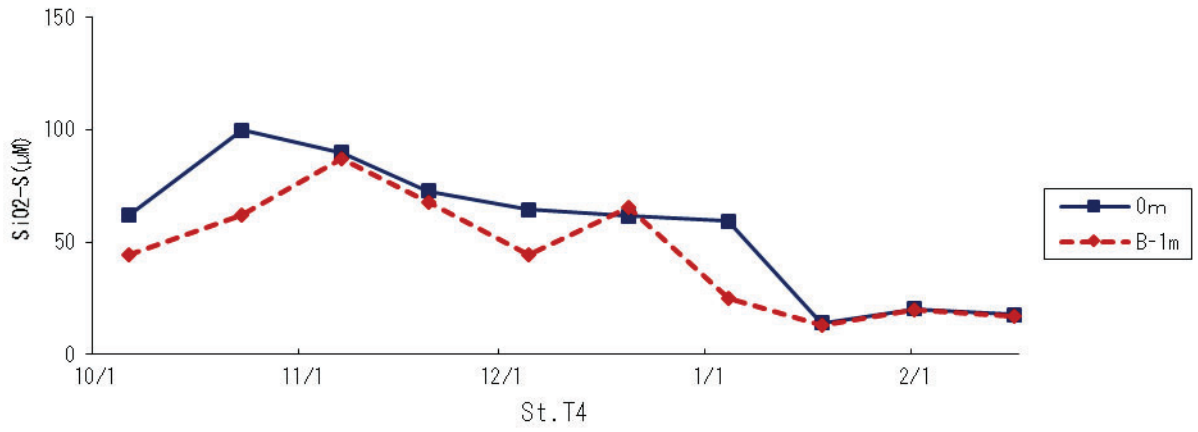


図 8 SiO₂-Si の推移 (10~2月)

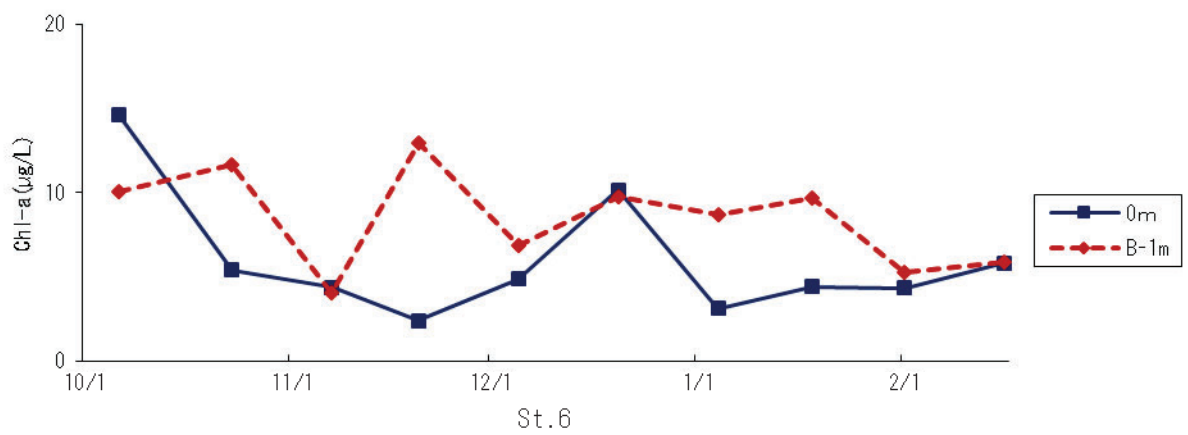
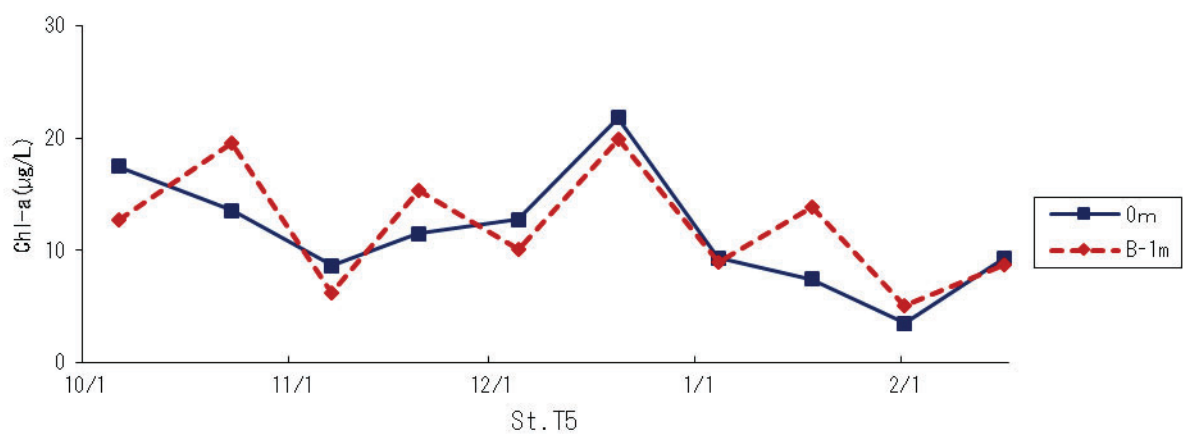
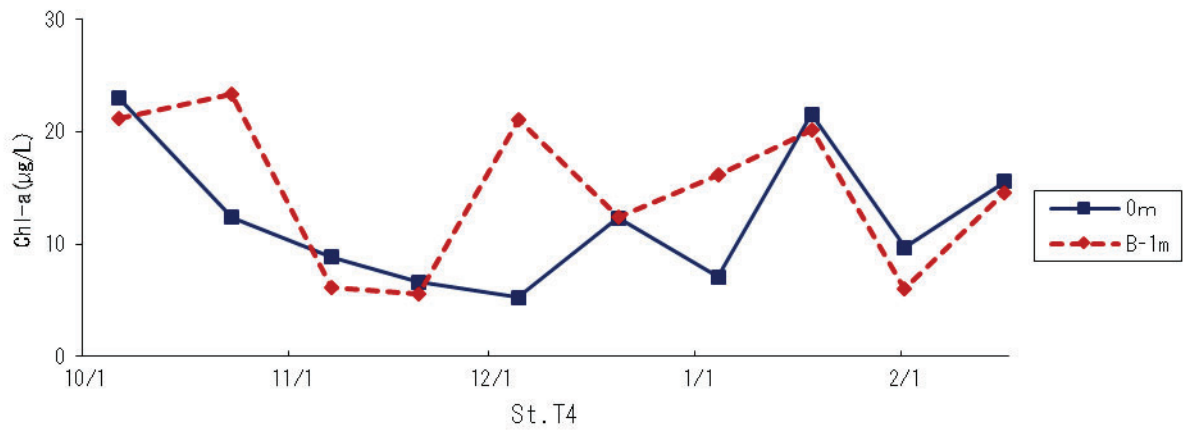


図 9 Chl-a の推移 (10~2月)

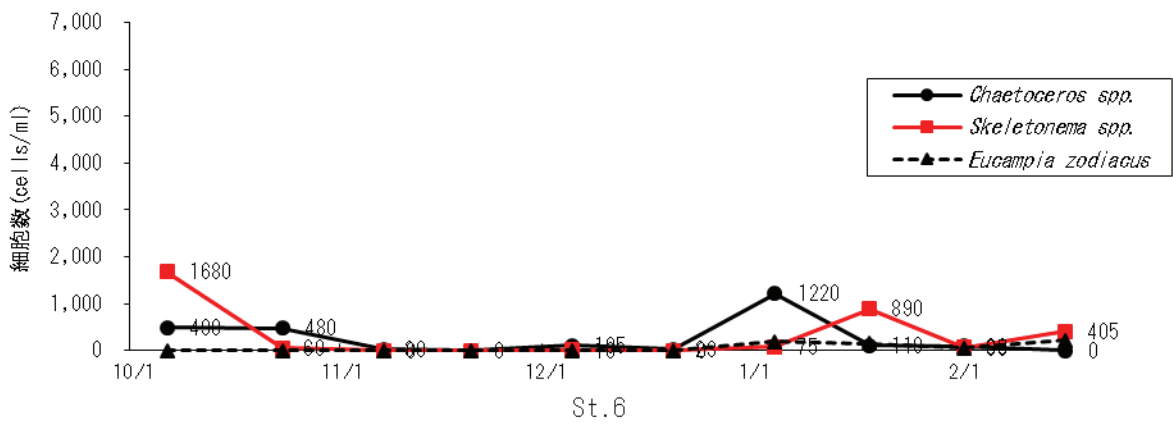
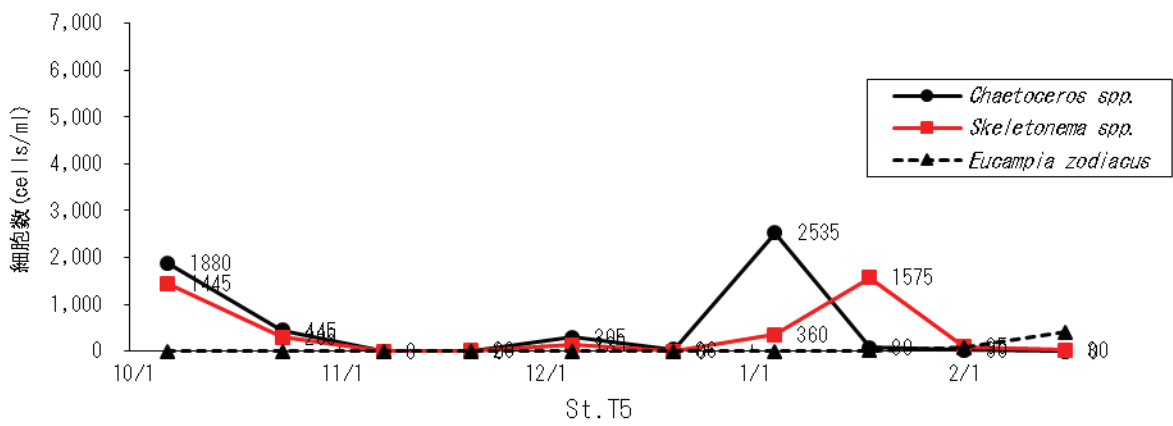
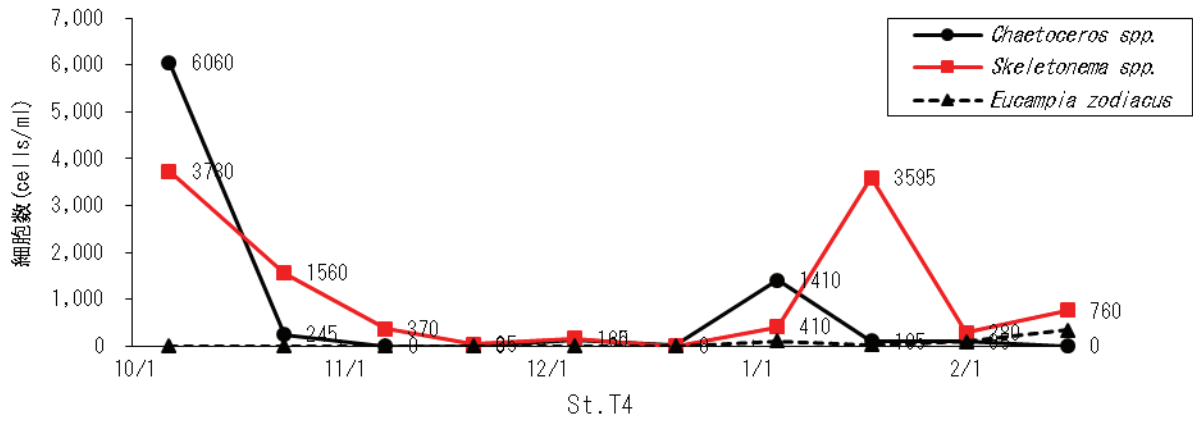


図 10 プランクトン細胞数の推移 (10~2月)

増養殖研究

(1) ノリ漁場利用高度化調査

徳田 眞孝・福永 剛・古賀 まりの・加藤 将太・湯川 耕治・藤井 直幹

有明海の主幹産業であるノリ養殖の安定生産を目的として、養殖漁場における気象、海況及びノリの生長・病害の状況を収集、分析し、適正な養殖管理及び病害被害防止を図るために本調査を実施した。なお、この結果は、「ノリ養殖情報」等で漁業者へ定期的に発信した。

方 法

1. 気象・海況調査

図1に示した19調査点で、令和5年10月から令和6年4月までの期間に原則として週2回、昼間満潮時に調査を実施し、表層水及びプランクトンの採取を行った。調査項目は、水温、比重、無機三態窒素、プランクトン沈殿量である。また、その他に、気象（気温、日照時間及び降水量）及び河川流量についても調査を行った。

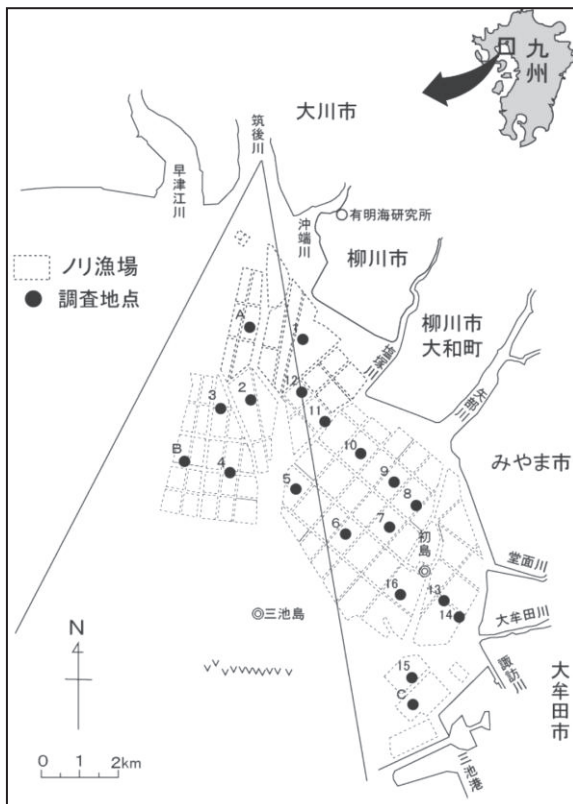


図1 ノリ養殖漁場と調査点

(1) 水温・比重

漁場調査での水温はデジタル温度計(SK-270WP, 佐藤計量機器製作所社製)を用いて現場で測定した。また、比重は現場海水を研究所に持ち帰った後、赤沼式海水比重計を用いて測定し、15℃での値に換算した。

また、福岡有明海漁業協同組合連合会海水給水場(大牟田市新港町)前の岸壁から毎日、昼間満潮時に採水を行い、水温及び比重を測定した。

(2) 無機三態窒素

オートアナライザー(QuAAtro39, ビーエルテック社製)で、硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)は銅カドミカラム還元-ナフチルエチレンジアミン吸光光度法、亜硝酸態窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)はナフチルエチレンジアミン吸光光度法、アンモニア態窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)はインドフェノール青吸光光度法により分析した。

(3) プランクトン沈殿量

図1の奇数番号の地点及び地点Bの計9点で、目合い0.1mmのプランクトンネットを用いて、1.5mの鉛直曳きによって採取したプランクトンを中性ホルマリンで固定し、固定試料の24時間静置後の沈殿量を測定した。

(4) 気象・河川流量

気温、日照時間は気象庁の大牟田アメダスのデータを、降水量は柳川アメダスのデータを用いた。また、河川流量は筑後川河川事務所の筑後大堰直下流量のデータを用いた。

2. ノリの生長・病害調査

図1の19調査点でノリ葉体を採取し、芽付き状況、葉長、色調および病害の程度を観察した。観察は基本的に、目視及び顕微鏡で行い、病状の評価は既報の方法¹⁾に従った。また、育苗期におけるアオノリの付着状況とノリ芽の生長については、有明海区研究連合会のノリ芽検診結果を用いて検討を行った。

3. ノリの生産状況

福岡有明海漁業協同組合連合会の共販結果を整理して、ノリ生産状況を把握した。

なお、1~3の調査結果については、原則週2回「ノリ

「養殖情報」等にとりまとめ、福岡有明海漁業協同組合連合会等の漁業協同組合関係者に発信するとともに、水産海洋技術センターのホームページに掲載した。

結 果

令和5年度のノリ養殖は、10月28日から開始され、網撤去日の令和6年4月17日まで行われた。

1. 気象・海況調査

(1) 水温・比重

図2上段に大牟田地先における水温の推移を示す。

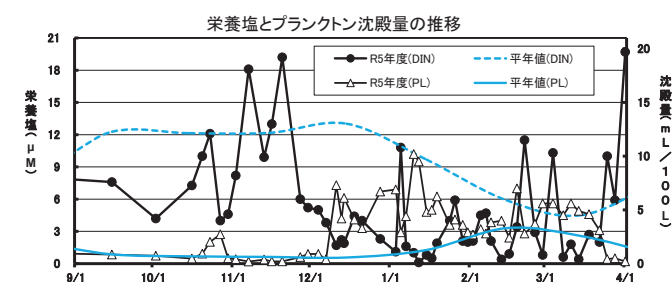
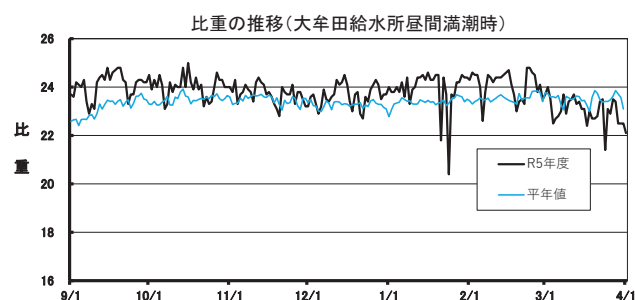
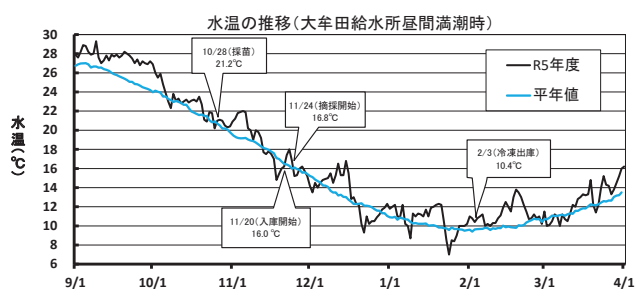


図2 令和5年度ノリ漁期における水温，比重，栄養塩量及びプランクトン沈殿量の推移（水温・比重の平年値：過去30年間の平均値（H3～R2），栄養塩量・プランクトン沈殿量の平年値：過去5年の平均値（H28～R2年度））

水温は、9月は「甚だ高め」、10～11月は「やや高め」、12月は「平年並み」、1月は「やや高め」、2月は「かなり高め」、3月は「やや高め」で推移した。採苗当日の10月28日は21.2℃と適水温であった。その後、11月上旬は「かなり高め」となったが、11月中旬からは「平年並み」となり、冷凍網入庫期間中は、15～18℃台で推移した。秋芽網生産期は、12月上旬までは「平年並み」、12月中旬は平年より約1～3℃高く「かなり高め」、12月下旬は「やや低め」で推移した。1月は上旬と下旬が「平年並み」、中旬は「かなり高め」と平年より「やや高め」であったが、冷凍網生産が始まった2月は気温が上昇し、上旬と下旬が「やや高め」、中旬は「甚だ高め」と平年より「かなり高め」で推移した。3月は、上旬は「平年並み」であったが、中旬から「かなり高め」で推移した。

図2中段に大牟田地先の比重の推移を示す。

比重は、育苗期から秋芽網生産期を含む9～12月初旬までは「平年並み」で推移したが、12月中旬は「やや高め」、12月下旬は「平年並み」であった。1月からは比重が上昇し、1～2月はかなり高めで推移した。3月は上、中旬は「平年並み」、下旬は「やや低め」で推移した。比重の範囲は22.4～23.9で、平年差の最大値は-2.9であった。

(2) 無機三態窒素（栄養塩）

図2下段に推移を示す。

採苗前の9～10月下旬においては、10月上旬に一時的に4.2μMと低下した期間はあるが、7～12μMと高水準で推移した。採苗直前の10月27日に4.0μMと低下したが、11月2日には8.2μMと回復し、11月下旬の冷凍入庫まで高水準で推移し、昨年までのような育苗期の色落ちは見られなかった。その後、11月下旬から12月上旬にかけて栄養塩量は減少傾向を示し、12月11日には1.7μMと非常に低下し、色落ちが進行した。12月中旬には一旦、4μM台と若干回復したが、12月下旬には2.3μMと再び低下した。1月の栄養塩は、一時的に上昇した場合を除いて、1月19日までは0.1～1.9μMと非常に低いレベルで推移し、これが原因で冷凍出庫日が延期された。1月下旬から冷凍出庫をした2月上旬にかけては4～5μM台と若干回復した期間はあるが、2μM台と低水準で推移した。2月9日の冷凍出庫以降は、一時的に増加する場合はあるものの、ほとんどの期間において3μM未満で推移した。3月下旬以降は、5.9～19.7μMと回復した。

(3) プランクトン沈殿量

図2下段に推移を示す。

9月から10月中旬までは、1ml/100l未満と低レベルで推移したが、10月下旬に2.0~2.7ml/100lと増加した。この間、10月6~16日に珪藻(*Chaetoceros* spp., *Skeletonema* spp.)が、10月23~30日に珪藻(*Asteronellopsis glacialis*)の赤潮が発生した。その後、10月末から12月上旬まで再び1ml/100l未満と低レベルで推移したが、12月11日に7.3ml/100lと急増し、その後、高いレベルのまま秋芽網漁期終了後も継続した。この間、11月20~27日と12月4日~1月3日に渦鞭毛藻(*Akashiwo sanguinea*)、12月13日~1月15日に珪藻(*Chaetoceros socialis*)、12月28日~1月15日に珪藻(*Chaetoceros* spp.)の赤潮が発生した。

1月以降も沈殿量が多い水準で推移し、漁期最終盤の3月25日になって0.4ml/100lと減少するまで、高レベルを長い期間にわたって持続した。この間、前掲の赤潮の発生に加え、1月19~24日に珪藻(*Skeletonema* spp.)、2月13日~3月28日に珪藻(*Eucampia zodiacus*)、2月26日~3月28日以降に珪藻(*Rhizosolenia imbricate*, *Skeletonema* spp.)の赤潮が発生した。

(4) 気象・河川流量

図3上段に気温、日照時間の推移を示す。

気温は、9月上旬は「やや高め」、中旬は「かなり高め」、下旬は「甚だ高め」、10月上旬~中旬は「平年並み」、下旬は「やや低め」で推移し、採苗日の気温は15.6℃であった。

11月上旬は「かなり高め」、中旬は「やや低め」、11月下旬~12月上旬は「平年並み」、中旬は「甚だ高め」、下旬は「やや低め」、1月上旬は「平年並み」、中旬は「甚だ高め」、下旬は「平年並み」、2月上旬は「かなり高め」、中旬は「甚だ高め」、2月下旬~3月中旬は「平年並み」、下旬は「かなり高め」で推移した。

日照時間は、9月は「平年並み」、10月は「やや多め」、11月は「かなり多め」、12月は「やや少なめ」、1月は「平年並み」、2月は「やや少なめ」、3月は「平年並み」であった。

図3中段に降水量の推移を示す。9~12月は「やや少なめ」、1月は「平年並み」、2月は「かなり多め」、3月は「やや多め」で推移した。採苗日前後に降雨はなかったが、採苗9日後の11月6日から21日後の11月18日に1.5~13mmの降雨があった。

図3下段に筑後川流量の推移を示す。9~12月は「やや少なめ」、1~3月は「平年並み」で推移した。

2. ノリの生長・病害調査

(1) 採苗・育苗・秋芽網生産

- ・採苗は10月28日から開始された。水温は平年並みの20℃台で推移し、30日までに概ね終了した。芽付きは「適正」~「厚め」であった。ノリ網の汚れやアオリの付着は軽微であった。
- ・採苗から育苗期にかけての栄養塩は、10月23日から30日まで珪藻(*Asteronellopsis glacialis*)の赤潮が発生していたが、4.0~12.1μMと高水準で推移し、ノリの生育は順調であった。
- ・冷凍入庫は、11月20日から開始され、11月26日で概ね終了し、良質な網が入庫された。
- ・摘採は、11月24日から開始され、撤去までに4~5回の摘採が行われた。岸よりの漁場でカモ類の食害によるノリ芽の消失被害が多かった。
- ・あかぐされ病は採苗後40日目の12月7日に初認され例年より遅かった。12月18日~21日にかけて拡大したが、その後小康状態となり、被害は少なかった。

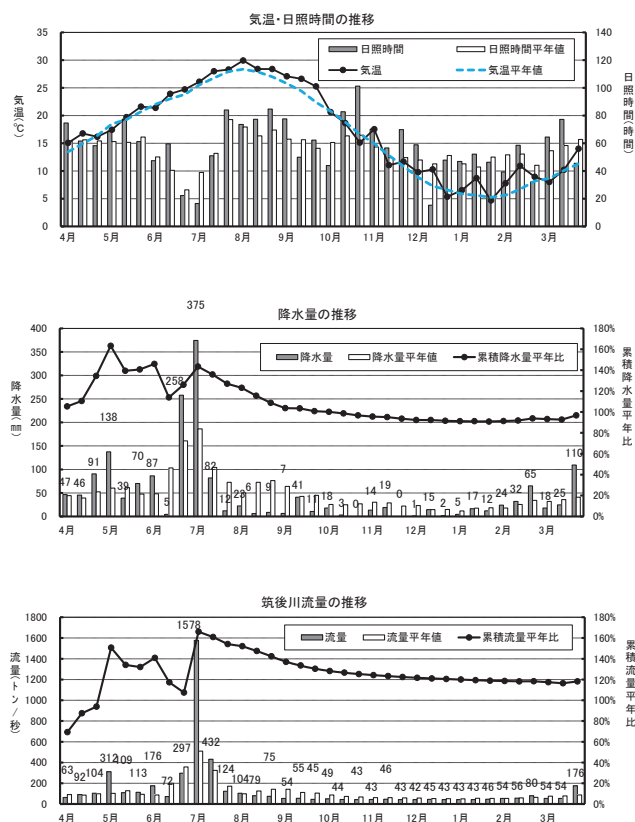


図3 令和4年度における気温・日照時間、降水量及び筑後川流量の推移

(平年値：過去30年間の平均値(H28~R2))

- ・12月4日に渦鞭毛藻(*Akashiwo sanguinea*)の赤潮, 12月13日に珪藻(*Chaetoceros spp.*)の赤潮が発生し, 漁期終了まで継続した。珪藻赤潮の発生が長期間持続したため, 12月の栄養塩は低水準で推移し, これに伴い, 12月4日に一部で色調の浅いノリが確認され, 12月11日には沖の漁場を中心に色落ちが進行し, 重症化した, 12月21日に回復傾向が確認された。
- ・壺状菌病は確認されなかった。
- ・秋芽網の撤去は1月5日までに行われた。

(2) 冷凍網生産・三期作

- ・1月6日に冷凍網を張りこむ予定であったが, 珪藻(*Chaetoceros spp.*)の赤潮が持続し, 全域で栄養塩が非常に少ない状態であったため張り込みが見送られた。1月19日を張り込み予定日として延期し, その時点の海況を見て判断することになった。
- ・珪藻の種類は, 1月初旬は*Chaetoceros spp.*, 中旬は*Pseudo-nitzschia sp.*と*Skeletonema spp.*, 下旬は*Thalassiothrix sp.*と変化した, 赤潮状態は持続し, 1月19日になっても栄養塩は回復せず, 2月3日を張り込み予定日として再延期された。
- ・冷凍網張り込みは2月3日から開始され, 7日までに概ね作業は終了した。冷凍の戻りは良好であった。
- ・摘採は2月10日頃から開始された。
- ・2月以降もプランクトンの発生は続き, 2月13日に*Eucampia zodiacus*, 2月26日に*Rhizosolenia imbricate*, *Skeletonema spp.*の赤潮が確認され, 3月28日に終息が確認されるまで継続した。
- ・プランクトンの増加に伴い, 2月以降の栄養塩は, 降雨時に一時的に増加する場合を除き, 低水準で推移した。その後, 3月中旬頃より降雨により河川流量が増加したことに伴い, 3月25日頃から栄養塩は回復した。
- ・色落ちは, 張り込み直後の2月7日に沖の漁場を中心に重症化しているのが確認され, 2月9日以降は, 岸の漁場の一部を除いて全域に拡大し, 漁期期間中にわたって継続した。特に大和～大牟田地区の漁場でノリの品質は低下した。
- ・あかぐされ病は出庫10日後の2月13日に感染が確認された。2月19日～21日にかけてまとまった量の降雨があり, 高水温, 低比重のため病勢が強くなって2月22日に重症化した。その後, 一時的に回復したものの小潮時には再び重症化し, 漁期を通じて蔓延した。

- ・壺状菌病は3月8日(出庫34日後)に初認された。3月末に一部の漁場で重症化した。
- ・色落ち及びあかぐされ病の被害により, 3月初めから沖の漁場を中心に生産を中止する漁家が増え, 張り込み網数は3月18日で約5割, 3月22日で約4割, 4月1日で約1～2割となった。
- ・3月25日頃から一部の漁場で三期作網の張り込みが開始され, 4月上旬から中旬にかけて収穫された。栄養塩が回復したため品質はおおむね良好であった。
- ・4月17日までに網の撤去, 4月30日までに支柱の撤去を終えた。

3. ノリの生産状況

表1に生産時期別の生産実績, 表2に令和5年度ノリ共販実績を示す。

令和5年度は秋芽網3回, 冷凍網5回の計8回の共販が行われた。

漁期の合計は, 生産枚数は7億6,565万8,200枚(過去5年平均の67%), 生産金額は160億9,196万2,915円(過去5年平均の110%), 平均単価は21.02円(過去5年平均より8.15円高)と生産枚数は大きく下回ったが, 単価が高かったことで, 生産金額は平年を上回った。

文 献

- 1) 半田亮司. ノリの病害データの指数化について. 西海区ブロック藻類・介類研究報告1989; 6: 35-36.

表1 生産時期別の生産実績

生産時期		令和5年度	対前年比	対5年平均比
秋芽網	枚数(枚)	352,321,900	1.79	1.00
	単価(円)	24.96	+12.10	+12.37
	金額(円)	8,793,001,357	3.48	1.98
冷凍網	枚数(枚)	413,336,300	0.94	0.53
	単価(円)	17.66	-0.53	+4.66
	金額(円)	7,298,961,558	0.91	0.72
漁期計	枚数(枚)	765,658,200	1.20	0.67
	単価(円)	21.02	+4.48	+8.15
	金額(円)	16,091,962,915	1.53	1.10

表2 令和4年度ノリ共販実績

地区	区分 入札会 実施日	秋芽1回	秋芽2回	秋芽3回	冷凍1回	冷凍2回	冷凍3回	冷凍4回	冷凍5回	冷凍6回	冷凍7回
		第1回 12/9	第2回 12/23	第3回 1/10	1/24	2/7	第4回 2/21	第5回 3/6	第6回 3/20	第7回 4/3	第8回 4/19
柳川 大川	枚数	49,532,000	57,268,000	60,497,300			53,382,200	62,936,800	60,932,400	28,424,200	3,424,400
	単価	34.51	19.50	22.44			23.07	21.21	19.30	16.39	18.89
	金額	1,709,343,083	1,117,011,752	1,357,598,736			1,231,576,289	1,334,717,233	1,175,972,315	465,954,443	64,682,524
大和 高田	枚数	48,850,700	61,086,800	59,821,800			53,451,500	47,206,200	56,017,200	20,163,000	9,392,700
	単価	36.48	19.20	21.74			15.26	15.67	13.39	13.68	18.94
	金額	1,782,233,173	1,172,571,283	1,300,359,313			815,762,639	739,580,636	750,170,586	275,812,473	177,922,083
大牟 田	枚数	4,791,900	5,168,200	5,305,200			3,940,800	4,236,900	5,716,300	3,027,500	1,084,200
	単価	29.32	19.60	21.12			19.08	15.43	11.27	13.76	18.60
	金額	140,507,706	101,305,843	112,070,468			75,195,510	65,369,637	64,416,138	41,666,070	20,162,982
海 区 合 計	枚数	103,174,600	123,523,000	125,624,300			110,774,500	114,379,900	122,665,900	51,614,700	13,901,300
	単価	35.20	19.36	22.05			19.16	18.71	16.23	15.18	18.90
	金額	3,632,083,962	2,390,888,878	2,770,028,517			2,122,534,438	2,139,667,506	1,990,559,039	783,432,986	262,767,589
累 計 の 前 年 比	枚数比率	2.22	1.55	1.79			1.03	1.05	1.12	1.18	1.20
	単価差	21.42	14.04	12.10			4.53	4.74	4.83	4.51	4.47
	金額比率	5.67	3.29	3.48			1.28	1.33	1.44	1.50	1.53
累 計 の 過 去 5 年 比	枚数比率	1.41	1.04	1.00			0.52	0.55	0.63	0.66	0.67
	単価差	19.15	13.12	12.37			9.73	9.32	8.55	8.19	8.15
	金額比率	3.09	2.05	1.98			0.88	0.94	1.04	1.08	1.10

付表1 漁場調査結果 水温

(単位: °C)

観測点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	A	B	C	平均
2023/10/2	25.7	26.3	25.8	26.4	26.3	26.5	26.4	26.2	26.1	26.4	26.3	26.4	26.2	26.4	26.5	26.5	25.6	26.3	26.1	26.2
2023/10/20	21.8	22.7	22.8	22.8	22.9	23.0	23.0	22.6	22.8	22.6	22.9	22.9	23.0	22.4	23.2	23.1	21.8	22.7	23.2	22.7
2023/10/23	21.4	22.1	21.8	21.7	21.5	22.3	22.1	21.8	21.6	21.7	21.5	21.5	22.4	21.9	22.6	22.7	21.7	21.9	22.8	21.9
2023/10/27	20.5	21.2	21.1	21.3	21.5	21.7	21.5	21.4	21.5	21.4	21.5	21.4	21.8	21.4	21.7	21.8	21.0	21.5	21.9	21.4
2023/10/30	20.3	20.6	20.2	20.8	21.0	21.2	21.0	21.0	20.9	20.8	20.9	20.7	21.1	21.1	20.9	21.2	19.7	20.4	21.0	20.8
2023/11/2	20.9	20.6	20.8	21.1	21.0	21.5	21.5	21.5	21.5	21.3	21.6	21.4	21.5	21.2	21.8	21.7	19.6	21.1	21.6	21.2
2023/11/7	20.4	20.4	20.3	20.5	20.6	20.6	20.0	20.1	20.1	20.2	20.1	20.6	20.4	20.2	21.1	20.5	19.9	20.5	20.9	20.4
2023/11/16	15.6	17.1	17.0	17.9	17.8	18.3	18.0	18.0	17.9	17.8	17.8	18.1	18.4	18.4	18.2	18.5	16.1	17.3	18.4	17.7
2023/11/20	16.0	15.3	15.6	15.2	16.7	16.7	16.2	15.8	15.8	15.3	16.2	15.8	16.8	15.9	16.4	16.8	14.9	15.2	17.0	16.0
2023/11/27	14.9	15.3	15.5	16.0	16.1	16.2	16.2	16.1	16.2	16.1	16.2	16.3	16.6	16.5	16.3	16.6	14.9	15.7	16.7	16.0
2023/11/30	15.7	15.1	15.1	15.1	15.4	16.0	16.1	15.5	15.6	15.7	15.6	16.0	16.1	16.1	16.2	16.3	14.2	15.5	16.2	15.7
2023/12/4	13.3	14.0	14.1	14.5	15.0	15.1	14.8	14.0	14.0	13.8	14.8	14.7	15.0	13.6	15.0	15.2	13.1	14.6	15.5	14.4
2023/12/7	13.5	14.3	14.0	15.0	14.4	14.9	14.4	14.0	14.0	13.9	13.8	13.9	14.7	14.4	15.0	15.2	13.8	14.3	15.1	14.3
2023/12/11	14.5	15.1	14.9	15.1	15.2	15.4	15.3	15.6	15.5	15.4	15.2	15.3	15.7	15.6	15.8	15.6	14.6	15.0	15.8	15.3
2023/12/14	14.7	15.3	15.3	15.6	15.7	15.9	15.8	15.8	15.7	15.8	15.6	15.7	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	15.4	16.2	15.6
2023/12/18	11.8	12.5	12.2	13.3	14.1	14.5	14.2	13.4	13.3	13.0	13.7	13.8	14.1	13.0	14.1	14.3	11.6	12.9	14.1	13.4
2023/12/21	11.2	10.3	10.1	10.7	12.1	11.9	10.8	10.3	10.2	10.6	11.0	11.8	11.4	9.9	11.7	11.7	9.4	10.4	12.2	10.9
2023/12/28	9.7	10.9	10.0	11.4	11.5	11.8	11.9	11.8	11.7	11.6	11.6	11.8	12.0	11.9	11.9	12.0	9.6	11.1	12.0	11.4
2024/1/3	11.8	11.4	11.6	11.7	12.1	12.2	12.1	11.5	11.5	11.5	12.0	11.9	12.2	11.3	12.3	12.4	10.7	11.8	12.5	11.8
2024/1/5	10.4	10.8	10.6	11.4	10.9	11.1	10.5	10.6	10.6	10.8	11.1	10.7	11.2	10.6	11.1	11.4	10.1	11.8	12.2	10.9
2024/1/7	10.7	10.8	11.0	11.4	11.7	11.3	11.3	11.1	11.1	10.6	11.4	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3	0.0	0.0	7.6
2024/1/10	9.7	10.7	10.7	11.1	11.4	11.8	11.8	11.6	11.5	11.3	11.4	11.4	12.1	11.3	12.1	12.3	10.0	11.2	12.2	11.3
2024/1/12	10.5	11.3	11.1	11.4	11.5	11.7	11.7	11.6	11.6	11.6	11.5	11.6	11.9	11.8	11.8	11.8	10.5	11.4	11.9	11.5
2024/1/15	11.6	11.3	11.5	11.6	11.5	11.9	11.9	11.9	11.8	11.8	11.8	11.8	12.0	12.0	12.0	12.0	10.6	11.5	12.0	11.7
2024/1/17	11.8	11.5	11.6	11.9	12.1	12.1	12.3	12.1	11.9	12.0	12.0	11.9	12.1	12.1	12.1	12.1	10.8	11.7	12.2	11.9
2024/1/19	11.7	11.5	11.6	11.7	12.0	12.1	12.1	11.8	11.8	11.8	11.9	11.9	12.1	11.8	0.0	12.2	11.1	0.0	0.0	10.0
2024/1/24	6.7	8.2	8.7	9.3	9.0	9.4	8.9	8.2	8.7	8.8	8.2	8.5	9.2	7.5	9.1	9.3	7.2	9.7	7.5	8.5
2024/1/26	6.8	8.3	7.8	8.4	9.4	9.7	9.7	9.4	9.1	8.9	9.3	9.3	10.0	9.1	7.8	9.9	7.1	8.9	10.4	8.9
2024/1/29	10.3	9.6	9.6	10.0	10.0	10.3	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.1	10.5	10.5	10.6	10.5	8.6	9.7	10.7
2024/1/31	10.4	10.0	10.0	10.2	10.2	10.5	10.7	10.6	10.5	10.6	10.5	10.5	10.7	10.4	10.8	10.7	9.3	10.1	10.9	10.4
2024/2/2	10.8	10.5	10.4	10.6	10.8	10.8	10.9	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	11.0	10.7	10.9	10.9	9.9	10.5	11.1	10.7
2024/2/5	10.4	10.7	10.6	10.8	10.7	10.7	10.5	10.3	10.4	10.6	10.6	10.7	10.5	10.8	11.0	10.8	10.5	10.7	11.4	10.7
2024/2/7	9.9	10.4	10.5	10.2	10.6	10.7	11.0	10.3	10.4	10.3	10.0	10.4	10.3	10.9	10.0	10.8	10.1	10.2	10.1	10.4
2024/2/9	9.6	10.4	10.4	10.8	10.8	10.9	10.8	10.9	10.9	11.0	10.8	11.0	11.2	10.8	11.1	11.1	10.0	10.4	11.3	10.7
2024/2/13	11.5	11.0	11.1	11.3	11.3	11.3	11.6	11.7	11.7	11.5	11.5	11.3	11.8	11.5	11.7	11.6	10.7	11.4	11.7	11.4
2024/2/16	11.8	12.0	11.8	12.1	11.8	11.9	12.2	12.3	12.2	12.2	11.8	12.1	12.3	11.9	12.2	12.0	11.5	11.9	12.3	12.0
2024/2/19	13.7	13.1	13.1	13.0	13.1	13.1	13.2	13.2	13.6	13.5	13.7	13.7	13.4	14.8	12.9	12.9	12.9	13.0	12.9	13.3
2024/2/22	12.7	12.6	12.5	12.5	12.4	12.4	12.5	12.7	12.8	12.7	12.5	12.3	12.3	12.8	12.6	12.3	12.8	12.4	12.5	12.5
2024/2/26	11.8	11.7	11.7	11.9	11.8	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.8	11.8	11.8	11.8	11.5	11.7	11.8	11.8
2024/2/29	11.4	11.1	11.1	11.3	11.3	11.5	11.6	11.4	11.2	11.3	11.4	11.4	11.6	11.2	11.7	11.6	10.7	11.2	11.7	11.4
2024/3/4	11.9	11.7	12.4	11.8	11.5	11.8	11.9	11.8	12.4	12.4	12.1	12.4	11.7	11.9	11.9	11.8	12.6	11.8	12.1	12.0
2024/3/8	10.6	11.1	11.3	11.1	11.3	11.1	11.3	11.4	11.1	10.9	11.0	11.5	11.6	11.4	11.8	11.4	10.8	11.6	11.8	11.3
2024/3/14	12.9	12.7	12.8	12.8	12.6	12.7	13.0	13.2	13.2	13.2	12.7	13.0	12.7	13.0	13.1	13.0	12.6	12.9	13.0	12.9
2024/3/18	15.0	14.4	14.3	14.2	14.2	14.2	14.6	15.0	14.8	14.8	14.8	15.0	14.5	14.4	13.8	14.3	14.3	14.0	14.0	14.5
2024/3/22	11.3	11.6	11.5	11.4	12.1	12.1	12.3	12.2	12.2	12.0	12.7	12.7	11.2	10.7	10.8	12.9	12.2	11.4	11.5	11.8
2024/3/25	14.6	14.2	14.2	14.3	14.1	13.9	14.0	14.6	14.3	14.4	14.4	14.4	14.0	14.4	14.0	13.9	14.3	14.2	14.2	14.2
2024/3/28	14.0	14.1	13.9	13.9	13.7	13.7	13.9	14.1	14.1	14.0	13.9	13.8	14.0	14.2	13.9	13.9	14.0	13.7	13.9	13.9
2024/4/1	18.4	17.4	17.3	17.2	17.1	17.3	17.5	18.2	18.2	18.2	18.4	18.7	17.8	18.2	17.3	17.7	17.3	17.3	17.9	17.8

付表2 漁場調査結果 比重

観測点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	A	B	C	平均
2023/10/2	21.3	22.8	22.7	22.6	22.6	22.9	22.9	23.2	23.1	22.8	22.8	23.1	23.2	22.8	23.3	23.0	22.5	22.6	23.3	22.8
2023/10/20	22.1	24.8	23.8	24.4	24.4	24.6	24.9	24.2	24.3	24.0	24.3	24.4	24.8	23.8	24.4	24.9	21.2	23.7	24.8	24.1
2023/10/23	22.2	20.5	20.4	21.8	22.0	22.2	21.9	21.7	21.3	21.3	20.8	21.4	22.1	22.5	22.5	22.1	18.5	21.1	22.6	21.5
2023/10/27	19.6	22.3	22.0	22.4	22.6	22.9	22.6	22.6	22.6	22.5	22.5	22.6	21.0	22.5	23.0	23.1	21.7	22.3	23.1	22.3
2023/10/30	23.3	23.2	22.4	23.0	22.9	23.3	22.9	23.3	23.3	23.1	23.0	22.8	23.2	23.1	23.1	23.2	21.0	22.6	23.5	23.0
2023/11/2	18.8	22.6	22.6	22.5	22.8	22.9	23.0	23.0	23.0	22.9	23.0	22.9	23.1	23.0	23.1	23.1	20.5	22.5	23.2	22.5
2023/11/7	17.9	19.8	20.2	21.1	21.6	21.3	21.0	19.3	18.6	17.7	21.8	20.6	21.9	21.2	22.7	21.8	17.3	21.7	22.8	20.5
2023/11/16	18.6	22.8	22.5	23.0	22.8	23.5	23.3	23.7	23.4	23.3	22.9	23.2	23.3	23.8	23.3	23.5	20.2	22.6	23.6	22.8
2023/11/20	18.3	20.8	21.0	21.1	22.8	22.8	21.6	21.2	21.3	21.3	22.2	21.3	22.6	21.2	21.8	22.9	18.5	21.1	23.3	21.4
2023/11/27	17.6	22.4	21.9	22.3	22.4	22.9	22.9	23.0	23.0	23.0	22.6	22.6	23.0	23.1	23.1	23.0	19.9	22.0	23.4	22.3
2023/11/30	21.7	22.8	22.0	22.0	22.0	22.6	23.0	22.8	22.9	22.9	22.2	22.6	23.0	23.1	23.5	23.3	20.3	22.2	23.1	22.5
2023/12/4	19.6	22.0	21.5	22.7	22.7	23.3	23.0	22.0	22.3	21.5	22.8	22.9	23.1	21.8	22.9	22.9	18.6	22.3	23.3	22.2
2023/12/7	18.1	20.7	21.3	23.1	23.5	24.5	24.2	22.4	22.4	21.5	21.5	21.4	23.1	22.7	23.8	21.8	16.8	23.4	24.1	22.1
2023/12/11	18.1	22.5	22.4	22.1	22.6	22.6	23.1	23.0	23.1	22.8	22.7	22.7	23.1	22.6	23.3	23.2	19.6	22.1	23.2	22.4
2023/12/14	16.7	23.0	22.8	23.4	23.6	23.9	23.8	23.8	23.5	23.5	23.5	23.4	23.9	23.9	23.9	23.9	20.4	22.5	23.9	23.0
2023/12/18	17.0	21.2	21.2	22.0	22.7	22.8	22.9	22.4	22.5	22.2	22.4	22.4	22.9	21.8	22.9	22.8	18.9	21.7	22.8	21.9
2023/12/21	21.8	20.4	21.5	21.3	22.3	22.4	22.5	21.6	21.5	20.6	21.7	22.2	22.5	21.6	22.6	22.6	17.1	22.4	22.6	21.6
2023/12/28	16.1	22.8	22.7	23.2	23.2	23.0	23.3	23.3	23.3	23.4	23.0	23.2	23.3	23.4	23.8	23.6	20.2	22.4	23.4	22.7
2024/1/3	23.1	22.0	23.0	22.8	23.1	23.3	23.2	22.8	22.9	22.3	23.2	22.9	23.8	22.7	23.8	24.0	20.1	22.4	23.6	22.9
2024/1/5	17.6	19.2	19.7	20.3	21.9	22.2	21.6	21.0	21.0	20.4	21.9	18.6	22.1	21.5	22.1	22.4	16.3	21.5	23.2	20.8
2024/1/7	19.2	20.0	21.7	22.6	23.1	22.3	22.8	21.9	21.7	20.4	22.6	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	19.3	0.0	0.0	14.7
2024/1/10	18.3	21.9	22.2	22.7	23.1	23.3	23.5	23.4	23.2	23.3	23.7	23.4	24.0	23.2	24.2	24.1	20.4	22.9	24.1	22.9
2024/1/12	23.3	23.4	23.1	23.5	23.4	23.8	23.4	23.8	23.4	24.0	23.3	23.5	24.0	23.8	23.8	23.9	21.5	23.0	24.1	23.5
2024/1/15	21.9	22.7	22.8	23.2	23.7	23.6	23.7	23.5	23.3	23.3	23.3	23.2	23.6	23.5	23.8	23.4	20.8	22.7	23.8	23.1
2024/1/17	23.5	23.4	23.1	23.4	23.2	23.5	23.9	23.9	23.9	23.9	23.7	23.4	23.6	24.0	24.1	24.0	22.3	23.2	24.0	23.6
2024/1/19	21.8	21.6	22.0	22.2	23.3	23.4	23.2	22.7	22.7	21.7	23.1	23.5	23.3	23.0	0.0	23.6	17.2	0.0	0.0	18.9
2024/1/24	18.1	23.2	23.3	23.4	22.7	22.9	22.2	21.9	22.0	22.3	22.4	22.6	22.7	20.9	22.6	22.8	22.2	23.4	21.1	22.2
2024/1/26	16.2	21.9	21.5	22.3	22.8	22.7	22.9	22.9	22.5	22.5	22.8	22.7	23.1	22.4	22.0	23.0	19.9	22.5	23.5	22.1
2024/1/29	23.5	22.9	22.4	22.8	22.9	23.2	23.2	23.3	23.4	23.3	23.2	23.0	23.4	23.3	23.4	23.4	20.4	22.5	23.7	23.0
2024/1/31	23.5	23.3	23.1	23.4	23.4	23.9	23.6	23.6	24.1	24.1	23.6	24.0	24.1	23.5	24.4	24.1	21.5	23.4	24.0	23.6
2024/2/2	22.4	22.5	22.4	23.5	23.8	24.2	23.8	23.3	23.4	23.3	23.8	23.8	23.8	23.5	23.9	23.7	20.0	22.7	24.0	23.3
2024/2/5	18.8	19.5	19.8	22.2	23.3	23.5	22.4	21.4	21.7	22.4	22.7	21.4	22.8	20.5	23.3	23.5	19.6	22.0	24.3	21.9
2024/2/7	18.8	22.6	22.6	22.6	23.7	23.9	23.8	22.3	22.7	22.2	22.0	22.0	23.1	23.3	21.8	23.9	20.1	22.2	21.4	22.4
2024/2/9	17.5	22.9	23.0	23.5	23.9	23.8	23.7	23.9	23.9	23.7	23.5	23.9	24.0	23.6	24.2	24.0	20.1	23.0	24.2	23.2
2024/2/13	23.7	23.6	23.3	23.0	23.5	23.6	23.6	23.6	23.7	23.6	23.5	23.4	23.5	23.6	23.7	23.7	20.6	22.8	23.7	23.4
2024/2/16	20.8	22.3	22.6	23.5	23.1	23.1	23.7	23.1	23.2	22.7	23.5	22.6	23.7	22.6	23.7	23.6	20.8	22.6	23.6	22.9
2024/2/19	19.6	21.0	21.2	22.3	22.7	22.9	22.7	21.8	21.7	21.7	21.3	20.3	22.7	14.5	23.4	23.3	18.9	22.3	23.4	21.5
2024/2/22	12.4	21.8	20.8	21.1	20.7	21.2	20.1	14.6	14.2	18.7	18.7	20.2	19.4	21.7	22.0	23.7	17.2	21.5	21.7	19.6
2024/2/26	19.7	22.7	22.5	22.4	23.1	23.1	23.4	23.5	23.5	23.5	23.1	23.1	23.5	23.1	23.7	23.4	19.1	21.7	23.8	22.7
2024/2/29	23.5	23.2	22.7	22.8	23.2	23.3	23.8	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.7	22.9	23.8	23.8	20.8	22.3	23.8	23.2
2024/3/4	15.6	16.0	14.2	22.0	22.7	21.6	21.1	18.5	18.2	20.2	19.6	17.1	21.5	21.8	22.2	22.3	9.3	21.7	21.7	19.3
2024/3/8	20.4	23.0	22.8	23.2	23.1	23.1	23.8	23.3	23.3	22.4	23.1	23.3	23.5	22.8	23.5	23.8	21.6	23.3	23.7	23.0
2024/3/14	23.3	22.9	23.2	23.6	23.4	23.7	23.4	24.0	23.6	23.6	23.3	23.7	23.7	24.2	23.8	24.0	20.9	22.9	23.8	23.4
2024/3/18	19.6	16.9	17.6	18.4	20.9	21.7	21.5	20.8	22.2	21.7	19.2	17.9	23.0	23.0	22.5	22.4	17.9	17.3	22.6	20.4
2024/3/22	19.2	21.1	21.0	21.5	22.6	22.6	22.7	22.0	22.2	21.6	22.7	21.2	20.2	19.2	18.8	23.5	20.5	21.1	19.3	21.2
2024/3/25	9.9	20.8	20.6	19.9	21.5	23.9	23.5	15.6	19.5	22.9	17.8	15.6	23.5	21.5	23.8	24.4	16.8	20.6	21.7	20.2
2024/3/28	16.8	21.3	20.3	22.2	22.8	23.2	22.9	22.8	22.7	22.7	21.8	22.8	23.2	22.7	23.4	23.4	17.3	22.9	23.3	22.0
2024/4/1	9.0	12.4	15.3	18.4	19.5	18.3	20.3	17.1	16.7	15.3	14.2	10.1	20.3	20.2	21.8	21.3	11.3	18.8	21.3	16.9

付表3 漁場調査結果 無機三態窒素 (DIN)

(単位: μM)

観測点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	A	B	C	平均
2023/10/2	13.7	2.4	5.3	3.4	3.2	1.9	2.3	5.4	2.2	2.6	4.0	3.6	3.2	2.5	1.8	1.7	12.7	4.6	2.9	4.2
2023/10/20	22.7	9.2	10.9	8.2	7.2	6.9	6.6	11.6	9.7	10.2	6.4	6.9	6.3	15.1	5.9	6.3	24.4	10.7	5.7	10.0
2023/10/23	12.2	16.8	15.0	10.3	9.8	10.9	9.2	11.5	13.9	15.4	17.6	12.3	10.9	14.9	4.6	9.2	22.1	11.6	0.8	12.1
2023/10/27	19.6	4.3	5.6	2.6	2.1	1.6	1.4	2.6	2.3	2.0	2.0	2.2	1.3	7.0	1.0	1.2	12.0	3.0	1.6	4.0
2023/10/30	4.0	3.3	7.8	4.4	3.5	3.2	3.7	3.1	3.1	3.6	4.4	4.8	3.4	3.3	3.4	2.7	14.1	6.4	4.8	4.6
2023/11/2	26.5	12.1	10.3	8.0	6.8	4.5	4.8	5.9	7.7	7.9	5.4	5.8	4.1	5.0	3.6	4.1	20.3	9.8	4.0	8.2
2023/11/7	28.3	22.3	18.5	13.8	12.8	15.2	17.8	21.7	24.8	28.6	12.9	17.4	16.0	19.3	10.9	15.0	28.7	10.2	10.0	18.1
2023/11/16	34.0	16.7	17.0	11.2	11.5	8.8	9.3	12.5	13.3	13.5	10.8	10.2	8.5	8.0	8.1	8.0	24.0	13.3	8.0	13.0
2023/11/20	27.3	19.8	17.1	22.1	9.7	9.2	20.8	21.8	19.9	19.5	15.0	18.0	14.3	29.2	23.8	11.2	31.5	24.8	10.0	19.2
2023/11/27	25.9	7.9	7.6	4.4	4.2	3.3	3.4	4.2	3.9	5.6	4.2	3.4	3.1	3.1	3.1	3.4	14.9	5.6	3.1	6.0
2023/11/30	5.7	8.4	6.0	6.4	5.9	3.7	2.8	6.5	5.6	4.9	6.1	4.4	3.1	2.7	3.0	3.1	13.6	4.5	2.7	5.2
2023/12/4	16.8	3.0	3.7	0.6	0.2	0.5	5.9	6.3	4.0	3.3	0.8	0.5	5.3	12.5	8.4	1.5	19.4	0.4	1.6	5.0
2023/12/7	17.3	7.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.4	3.8	1.0	4.6	0.0	8.4	0.0	0.0	26.3	0.2	0.0	3.8
2023/12/11	15.7	0.5	0.4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.8	0.7	0.2	0.1	0.1	0.1	7.0	0.1	0.1	6.7	0.2	0.1	1.7
2023/12/14	22.4	1.0	0.7	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	9.6	0.7	0.1	1.9
2023/12/18	25.5	6.4	8.2	2.2	0.2	0.0	0.0	2.4	2.9	2.6	0.5	0.5	0.5	9.3	0.5	0.2	17.5	3.4	0.3	4.4
2023/12/21	3.6	8.4	1.6	3.4	0.6	0.7	2.8	4.1	3.8	6.7	1.6	1.0	0.8	10.1	0.4	0.4	24.4	0.3	0.4	4.0
2023/12/28	26.1	1.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	1.0	0.0	2.3
2024/1/3	0.4	1.6	0.0	0.0	0.9	0.2	2.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	0.0	10.8	0.6	0.0	1.1
2024/1/5	17.5	8.8	5.5	3.9	31.2	26.1	0.0	1.2	0.4	4.1	2.3	11.8	18.7	9.3	21.7	19.5	23.4	0.0	0.0	10.8
2024/1/7	9.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.2	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	1.1
2024/1/10	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.2	2.5	1.5	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	1.0
2024/1/12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.1
2024/1/15	5.1	0.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	6.0	0.4	0.2	0.8
2024/1/17	0.4	0.1	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	1.3	1.6	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	3.4	0.3	0.0	0.5
2024/1/19	4.2	1.4	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	21.8	0.0	0.0	1.6
2024/1/24	22.7	0.5	0.7	0.2	1.5	2.3	2.7	3.5	2.7	2.0	3.5	2.9	2.1	9.0	2.7	1.3	5.4	0.0	9.6	4.0
2024/1/26	26.6	7.1	7.9	3.2	0.9	0.7	0.6	3.0	3.7	3.6	1.3	1.7	0.8	6.7	26.7	1.2	13.8	2.3	0.9	5.9
2024/1/29	0.9	3.5	2.8	1.0	0.7	0.7	0.8	3.0	3.2	2.9	0.5	0.5	0.7	0.7	1.5	0.7	11.4	2.4	1.1	2.1
2024/1/31	1.1	1.4	2.1	0.7	0.6	0.2	0.2	3.7	3.1	0.7	0.4	0.2	1.0	11.2	0.8	0.6	7.6	2.5	0.7	2.0
2024/2/2	5.4	4.6	2.8	2.4	0.1	0.3	0.4	0.1	0.0	2.5	0.0	0.1	0.7	0.6	0.9	0.4	15.8	2.6	0.5	2.1
2024/2/5	16.2	9.2	9.9	0.8	0.2	0.1	0.1	0.8	1.2	0.2	1.6	3.7	0.2	12.9	9.5	0.1	14.0	2.0	2.3	4.5
2024/2/7	16.6	2.1	0.7	0.0	1.6	1.1	0.1	5.5	0.0	0.3	0.8	2.0	1.2	3.0	23.0	0.7	7.9	0.8	22.7	4.7
2024/2/9	19.0	0.9	1.3	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	2.3	0.8	0.8	6.0	1.0	0.8	2.1
2024/2/13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	0.1	0.0	0.4
2024/2/16	9.5	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	0.2	0.0	0.9
2024/2/19	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.1	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0	3.4
2024/2/22	48.4	6.5	2.6	0.8	3.0	2.2	3.0	39.0	24.8	7.8	9.5	14.4	7.5	5.9	6.9	0.2	22.8	4.2	9.6	11.5
2024/2/26	18.3	1.1	2.4	1.8	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	20.8	6.0	0.1	2.9
2024/2/29	0.0	0.2	0.7	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	9.0	1.5	0.0	0.8
2024/3/4	33.5	26.3	28.5	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.9	3.3	16.4	0.0	0.0	3.5	0.0	63.1	5.8	9.1	10.3
2024/3/8	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
2024/3/14	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.8	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3.9	0.2	0.1	0.4
2024/3/18	3.8	7.2	8.3	5.8	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	2.3	5.9	0.2	0.1	0.1	0.1	6.8	8.7	0.2	2.7
2024/3/22	1.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	20.4	0.2	0.0	0.0	14.4	2.0
2024/3/25	40.0	5.2	3.8	7.6	4.6	1.1	1.1	29.1	8.9	8.4	9.7	23.1	2.3	8.7	2.2	1.3	15.4	7.3	10.3	10.0
2024/3/28	24.3	8.1	10.4	3.8	2.0	2.0	2.1	4.3	4.3	3.0	5.8	2.7	2.3	5.5	2.6	2.0	22.0	3.2	2.6	5.9
2024/4/1	49.2	35.9	29.5	13.1	8.9	10.9	4.2	20.1	19.6	26.4	29.8	44.4	6.0	13.1	0.1	0.7	41.2	15.4	5.4	19.7

付表4 漁場調査結果 プラクトン沈殿量

(単位: ml/100L)

観測点	1	3	5	7	9	11	13	15	B	平均
2023/10/2	0.5	0.6	0.7	1.0	0.7	0.6	0.6	0.8	1.1	0.7
2023/10/20	0.2	0.7	0.9	1.7	0.7	1.3	0.7	1.0	1.2	0.9
2023/10/23	1.2	1.3	0.8	3.0	0.2	1.4	4.5	5.1	0.8	2.0
2023/10/27	0.2	1.2	5.8	3.4	2.3	2.9	1.7	3.4	3.6	2.7
2023/10/30	0.7	0.4	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.3	0.3	0.5
2023/11/2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4
2023/11/7	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.2
2023/11/16	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.2
2023/11/20	0.1	0.1	0.5	0.3	0.1	0.2	0.5	0.4	0.3	0.3
2023/11/27	0.2	0.3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.7	0.6
2023/11/30	0.6	0.3	0.6	1.1	0.6	0.6	1.4	1.1	0.8	0.8
2023/12/4	0.1	0.2	0.6	0.7	0.2	0.4	0.5	0.4	0.7	0.4
2023/12/7	0.2	0.4	1.0	0.6	0.1	0.3	0.4	0.4	0.8	0.4
2023/12/11	1.7	2.2	6.4	7.1	3.8	5.4	7.3	6.8	4.9	5.1
2023/12/14	7.7	4.4	7.7	5.5	8.7	10.1	4.1	2.8	3.9	6.1
2023/12/18	0.6	1.1	3.3	10.8	1.1	3.5	2.5	4.8	3.8	3.5
2023/12/21	1.0	0.7	3.9	2.1	0.4	2.8	6.4	10.2	2.7	3.3
2023/12/28	1.5	5.1	7.8	4.9	4.4	3.7	3.9	2.9	7.5	4.6
2024/1/3	3.6	5.1	8.8	5.9	8.8	12.8	4.9	5.2	6.9	6.9
2024/1/5	1.2	2.9	2.3	2.9	2.2	4.5	2.7	4.1	3.1	2.9
2024/1/7	3.3	2.4	7.2	4.5	4.6	4.5	0.0	0.0	0.0	2.9
2024/1/10	10.2	13.9	8.8	10.4	16.5	9.4	6.8	5.3	10.7	10.2
2024/1/12	12.2	7.8	11.2	11.5	7.5	12.7	7.1	3.8	11.5	9.5
2024/1/15	5.1	4.0	5.5	5.1	3.7	10.9	3.4	2.2	3.7	4.8
2024/1/17	8.8	6.6	2.8	4.5	4.3	6.1	3.5	3.3	5.1	5.0
2024/1/19	4.7	8.6	5.4	3.6	5.5	12.5	3.4	0.0	0.0	4.8
2024/1/24	2.7	4.1	4.1	4.1	2.6	3.9	3.1	2.8	4.7	3.6
2024/1/26	4.1	5.4	4.9	4.2	4.5	3.2	3.0	3.4	4.5	4.1
2024/1/29	3.6	5.5	4.6	4.7	2.2	4.3	2.9	1.0	4.1	3.6
2024/1/31	2.8	5.6	3.9	3.3	1.7	3.3	1.4	1.1	3.5	2.9
2024/2/2	2.9	2.7	4.1	1.9	2.4	4.6	1.4	1.4	3.1	2.7
2024/2/5	2.3	1.4	5.8	3.3	2.6	2.9	2.9	5.3	2.4	3.2
2024/2/7	1.7	4.2	3.2	2.4	3.2	2.7	2.5	1.6	3.4	2.8
2024/2/9	2.9	5.2	5.1	2.8	3.2	5.8	2.7	1.2	5.6	3.8
2024/2/13	6.1	4.4	5.7	2.6	3.6	6.1	2.7	1.9	2.8	4.0
2024/2/16	1.4	2.3	2.8	1.5	3.5	3.6	1.3	1.2	3.2	2.3
2024/2/19	2.9	4.7	4.5	8.0	11.1	6.0	7.5	3.2	4.7	5.8
2024/2/22	1.2	3.7	2.8	2.4	2.5	2.3	2.6	2.9	2.5	2.5
2024/2/26	2.7	2.8	4.6	2.5	2.0	4.7	2.2	3.2	3.8	3.2
2024/2/29	4.8	4.3	4.3	4.8	5.0	5.9	3.5	2.7	4.2	4.4
2024/3/4	1.7	1.0	5.2	6.0	8.2	4.6	7.0	6.2	2.5	4.7
2024/3/8	2.3	4.6	4.3	3.8	4.2	4.5	2.7	2.9	4.4	3.7
2024/3/14	4.6	5.4	6.2	4.0	2.6	5.0	3.2	2.2	4.5	4.2
2024/3/18	4.1	3.2	2.9	3.0	4.7	4.7	3.2	7.2	3.2	4.0
2024/3/22	2.5	4.8	1.2	2.6	2.3	3.4	2.3	1.9	3.0	2.7
2024/3/25	0.4	0.8	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.6	0.4
2024/3/28	0.3	0.6	1.3	0.3	0.3	0.6	0.3	0.3	0.6	0.5
2024/4/1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	0.3	0.3	0.2

増養殖研究

(2) シジミ管理手法の検討

白石 日出人

福岡県有明海区の採貝業者は、海域ではアサリ、サルボウなどを、汽水域ではヤマトシジミ（以下、シジミという。）を漁獲対象として操業を行っており、シジミは重要な対象魚種の1つである。このシジミの主漁場は筑後川河口の新田大橋付近であり（図1）、入り方じょれんや長柄じょれんを使用して漁獲している。

本事業では、漁家所得の安定と増大を目的として、資源状況に応じた効果的なシジミ資源管理手法を検討するため、基礎データの収集を行ったので、その結果をここに報告する。

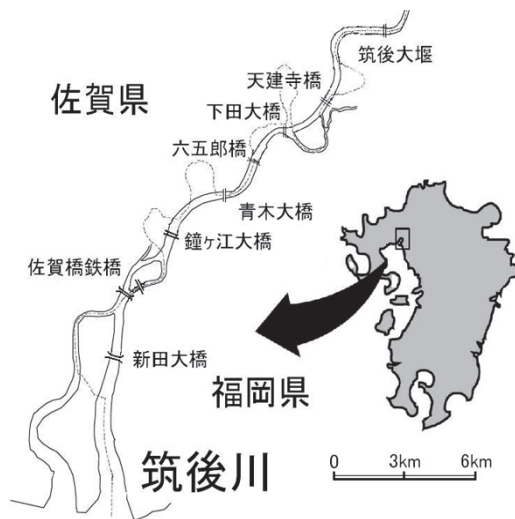


図1 漁場図（筑後川）

方法

1. 漁獲状況調査

海面漁業生産統計調査（農林水産省）により、全国及び福岡県におけるシジミ類の漁獲量データを整理し、資源動向を把握した。なお、福岡県で漁獲されるシジミ類のほとんどが筑後川で漁獲されるシジミである。

2. 漁獲物の殻長組成

5, 7, 8, 10月に、長柄じょれんを1回（約0.5m）曳いて漁獲した非選別の漁獲物を、毎月1回、漁業者から入手し、その中に入っているすべてのシジミの殻長を測定した。

3. 殻長等測定および成熟状況調査

5, 7, 8, 10月に、漁業者が選別した「大」「中」「小」銘柄のシジミを入手し、それぞれ20個体の殻長、殻幅、殻高、殻付重量及び軟体部湿重量（むき身重量）を測定した。なお、成熟状況を把握するため、鳥羽・深山¹⁾に基づき以下の式で肥満度を算出した。

$$\text{肥満度} = (\text{軟体部湿重量 (g)} / (\text{殻長 (mm)} \times \text{殻高 (mm)} \times \text{殻幅 (mm)})) \times 10^5$$

結果

1. 漁獲状況調査

図2に平成元年から令和4年までの全国と福岡県におけるシジミ漁獲量の推移を示した。福岡県の漁獲量は昭和63年の769トン（約76.9万トン）をピークに減少し、平成6～8年にかけてやや増加したが、平成9年から再び減少に転じ、平成29年以降は30トン前後で推移している。令和4年の漁獲量は25トンであった。



図2 漁獲量の推移

2. 漁獲物の殻長組成

図3に漁獲物の殻長組成を示した。5, 7月は18~19mmにピークがあり, 8, 10月にはそのピークがそれぞれ21mm, 23mmとなり, 順調に成長していると考えられた。また, 10月は16mmと23mmの二峰型のピークが認められ, 16mmのピークは新たな個体の加入と考えられた。また, 漁獲されているシジミの平均殻長, 最大殻長及び最小殻長は, それぞれ20.2mm, 31.8mm, 14.2mmであった。

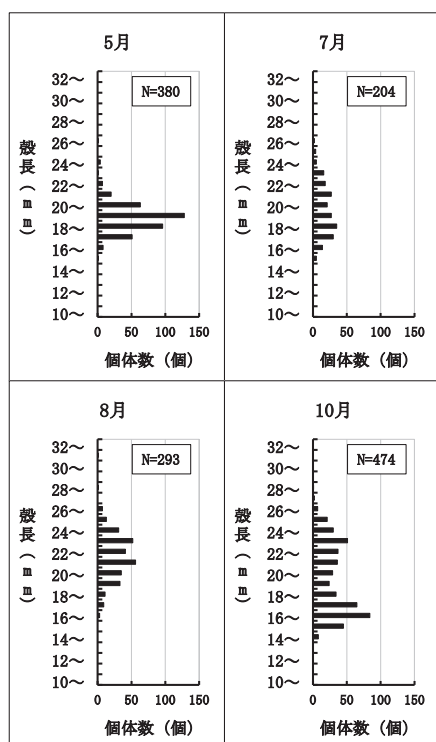


図3 漁獲対象の殻長組成

3. 殻長等測定および成熟状況調査

表1に殻長等測定結果を, 図4に各銘柄における肥満度の推移を示した。

「大」「中」「小」銘柄の平均殻長は, それぞれ25.4mm, 22.0mm, 18.6mmで, 平均重量は5.3g, 3.5g, 2.1gであった。

また, 「大」「中」「小」銘柄の肥満度は, それぞれ6.8~12.8, 7.1~13.3, 7.0~13.6の範囲で推移していた。肥満度は全ての銘柄で5月に最大を示し, 7月以降は徐々に低下した。昨年度の産卵期は7月前後と考えられたが, 今年度はそれよりも早かったのではないかと考えられた。

文 献

- 1) 鳥羽光晴・深山義文. 飼育アサリの性成熟過程と産卵誘発. 日本水産学会誌 1991; 57: 1269-1275.

表1 殻長等測定結果

項目	殻長(mm)	殻幅(mm)	殻高(mm)	殻付き重量(g)	むき身重量(g)
平均	22.0	12.1	19.2	3.6	0.5
最大	29.7	16.7	26.7	8.7	1.6
最小	16.2	8.0	13.6	1.3	0.1
標準偏差	3.2	1.9	2.9	1.6	0.3

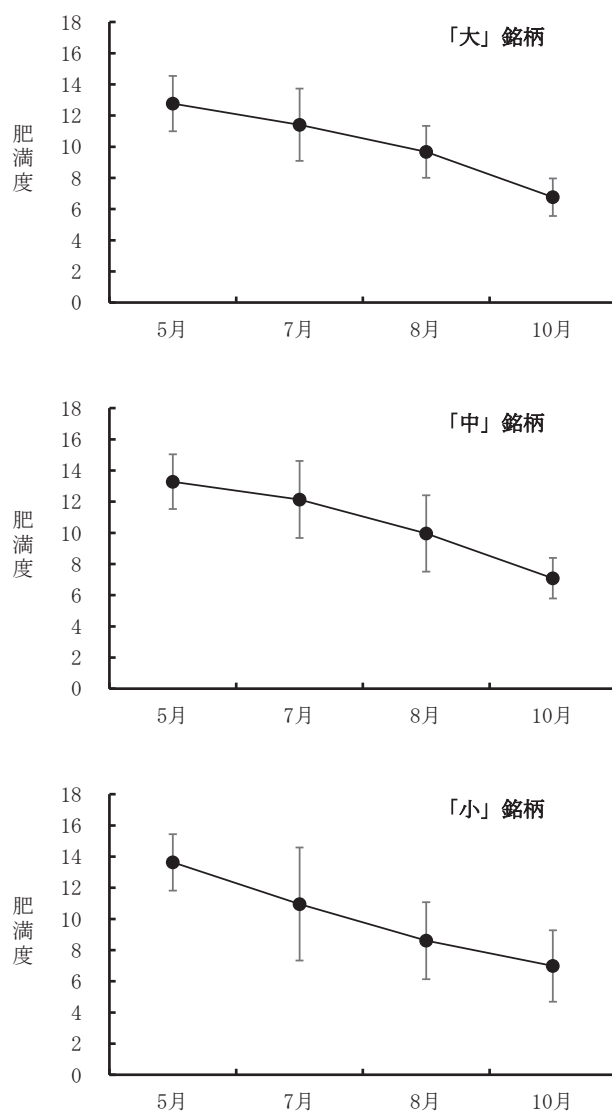


図4 各銘柄における肥満度の推移

増養殖研究

(3) 二枚貝類の食害防除対策試験

杉野 浩二郎

近年、有明海や瀬戸内海などでナルトビエイが頻繁に来遊し、貝類等に被害を与えているという報告が多数なされている^{1,2)}。福岡県有明海海域においても、二枚貝の減耗要因の一つが本種による食害であるとする漁業者からの指摘がある。そこで、ナルトビエイの捕食から二枚貝を防除するための砂利袋による試験を実施した。

方 法

調査は図1に示す有区24号で実施した。令和5年9月27日に砂利袋によるアサリ保護効果を確認するため、図2に示すアサリ100個体を入れた砂利袋を図3のように二重底プレートの上に設置した。設置した砂利袋は令和6年1月26日に回収してアサリの生残を調べた。

また令和5年4月21日に、過年度に他事業で有区303号に設置した3m×20mの被覆網の掘り起こしや補修等の管理作業を実施した。

結 果

令和5年1月27日に砂利袋の回収を行った。砂利袋内部のアサリの生残率は4%と非常に低かったが、砂利袋内に殻が割れたアサリ殻は見られなかったことから、ナルトビエイによる食害ではなく、寒さ等他の要因による斃死と考えられた。一方で砂利袋の下の二重底プレートの間には図4のように天然発生のアサリが多数確認され、周辺地盤ではほぼアサリが確認されなかったことから、二重底プレートによる副次的な保護効果が確認された。周辺地盤には砂漣が卓越しており、底質の移動が確認されたことから、食害防止に加えて、地盤の安定がアサリの生残に寄与したと推測された。

有区303号過年度設置した被覆網の状況を図5に示した。設置した被覆網は埋没はしていなかったものの、表面に貝殻が露出し、波で寄せられることで貝殻が集積していた。そのため、被覆網を一度撤去した後、貝殻を取り除き元の場所に設置しなおした。網を撤去した原地盤にはナルトビエイの食害痕は見られなかった。

文 献

- 1) 薄浩則, 重田利拓. 広島県大野瀬戸のアサリ漁場におけるナルトビエイによる食害.平成12年度瀬戸内海ブロック水産業関係試験推進会議介類研究会2002; 40: 35.
- 2) 有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会第1回会議資料, 農林水産省. 2000.

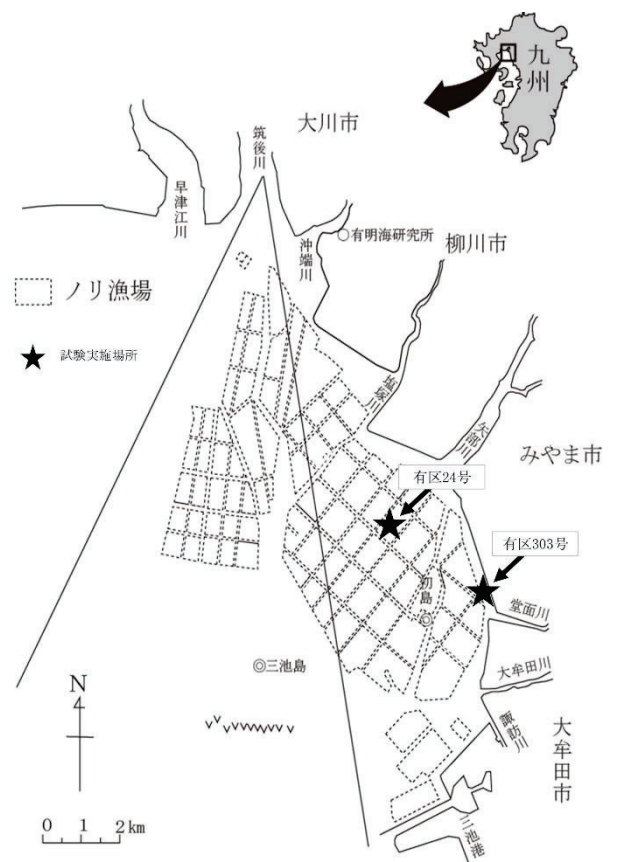


図1 試験実施場所



図2 砂利袋



図4 二重底プレート間のアサリ
(丸で囲まれた箇所)



図3 砂利袋設置状況



図5 被覆網の状況