

# 有明海漁場再生対策事業

## (6) 二枚貝類母貝団地創出 (アゲマキ)

白石 日出人・合戸 賢利・加藤 将太・安河内 雄介

アゲマキ *Sinonovacula constricta* はナタマ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<sup>1)</sup>、福岡県沿岸でも平成3年以降は佐賀県と同様に資源量が大きく減少し<sup>2)</sup>、平成6年以降、漁獲がほとんどない状況が続いている。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、資源回復がみられている<sup>3)</sup>。

そのため本県でもアゲマキ資源の回復を目指して、佐賀県と協調し、人工種苗放流による母貝団地造成の取り組みを行ったので、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

トリカルネットで4区画に分割し、基質（人工泥又は現場の泥）を充填した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、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収容した（図1）。昨年度の結果から、小型種苗の生存が確認できない要因として、放流後の散逸や放流時のハンドリングの問題が疑われたため、今年度はカゴの蓋及び収容方法を改良して試験を行った。追跡調査は概ね月1回の頻度で行い、殻長、殻高、重量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って、全硫化物量の測定を行うとともに、塩塚川については設置型水温塩分計で試験現場における水温、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5mmの種苗を用いて、令和4年3月中旬から下旬にかけて、塩塚川、両開干拓および三池干拓の3か所（図2）に表1の試験区を設置し、月1回の追跡調査及び底質調査を実施した。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のもので、放流種苗が成長してこの目合いから抜け

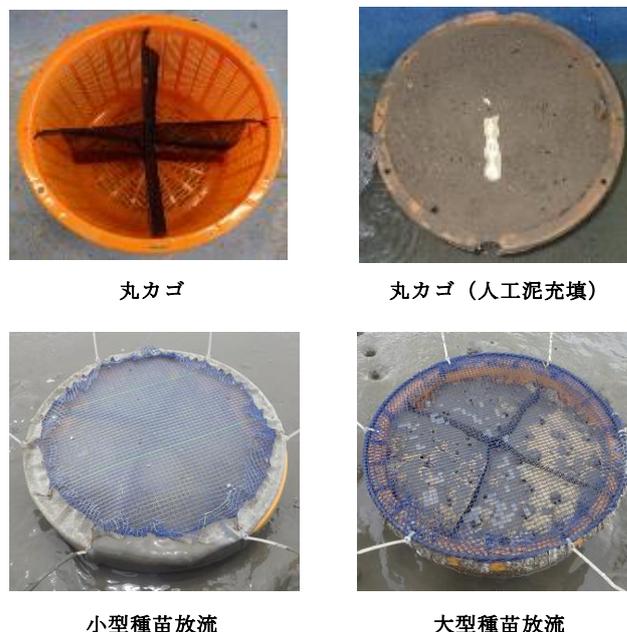


図1 丸カゴ及び設置状況



図2 試験区設置場所

出なくなるまでの放流後からの約 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、収容方法については、基質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、現場のカゴに植え付けるという方法を用いた。なお、基質として用いた人工泥は、品川窯業 (株) 製の筑前 8 号 (Na-ベントナイト) で、人工泥と海水の混合割合は、人工泥 1 袋 (約 25kg) に対し海水を約 25~26L とした。基質として用いた現場の泥は、現場の表層付近 (約 0~15cm) の泥を目合い 5mm の篩でふるったものを使用した。

表 1 小型種苗放流試験の試験区

放流場所	密度 (個体/区画)	蓋の種類	基質
塩塚川	30	従来蓋	人工泥
	30	改良蓋	〃
	10	〃	〃
	30	〃	現場の泥
両開干拓	30	〃	人工泥
三池干拓	30	〃	〃

## (2) 大型種苗を用いた放流試験

平均殻長は 32mm の種苗を用いて、令和 4 年 7 月下旬に、表 2 に示した試験区を塩塚川に設置し、追跡調査および環境調査を実施した。カゴの蓋、カゴに充填した基質 (人工泥および現場の泥) は、(1) 小型種苗を用いた放流試験と同様である。基質への移植は、人さし指で基質に放流種苗が完全に入る程度の穴を開け、その中に上下間違えないよう、1 つの穴に対して大型種苗を 1 個体入れる、という方法を用いた。

表 2 大型種苗放流試験の試験区

放流場所	密度 (個体/区画)	蓋の種類	基質
塩塚川	15	改良蓋	人工泥
	15	〃	現場の泥

## (3) 全硫化物量の測定

試験区内の基質はプラスチックタッパーに手で少量採取した。また、試験区周辺の現場の泥は 30cm のコアサンプラーで採取した。採取したサンプルは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。なお、分析はガス検知管法 (ガステック 201L, 201H) を用い、試験区においてはカゴ表層と底層の基質を、試験区周辺の現場の泥においては表層 (0~5cm) と底層 (20~25cm) の泥を試料とした。

## (4) 水温、塩分の連続観測

水温塩分計 (JFE advantech 製, ACTW-USB) を塩塚川の試験現場に設置して、水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, 1 回の測定におけるサンプル数: 10 個, 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を交換した。

## 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<sup>4)</sup> を中心に表 3 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 1 m<sup>3</sup> の海水を汲み上げ、目合 75 μm 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、マイナス 20℃ 以下で凍結保存した。

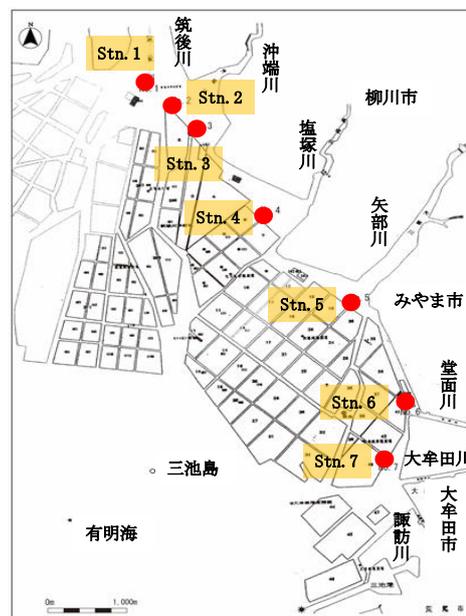


図 3 浮遊幼生調査の調査地点図

### (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（担当：浜口昌巳氏（現福井県立大学教授））から提供を受けたものを使用した。

## 結 果

### 3. 環境 DNA 調査

令和3年3月15～16日に、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4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」<sup>5)</sup>に準じて実施した。

表3 浮遊幼生調査の調査年月日及び潮汐

調査回数	年月日	潮汐
1	令和4年9月27日	大潮
2	令和4年9月30日	中潮
3	令和4年10月3日	小潮
4	令和4年10月7日	中潮
5	令和4年10月11日	大潮
6	令和4年10月14日	中潮
7	令和4年10月18日	小潮
8	令和4年10月25日	大潮
9	令和4年10月28日	大潮
10	令和4年11月1日	小潮
11	令和4年11月8日	大潮

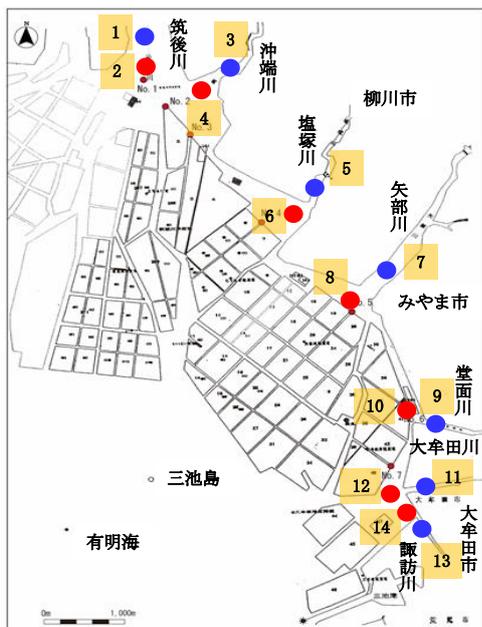


図4 環境DNA調査の調査地点図

### 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4に生残率の推移を示した。4試験区のうち、30個試験区（人工泥，改良蓋）を除いた3試験区は、試験終了の令和4年2月21日まで生残を確認した。これら3試験区が生残率の推移は、30個試験区（人工泥，従来蓋）は2～56%，10個試験区（人工泥，改良蓋）は0～67%，30個試験区（現場の泥，改良蓋）は8～100%の範囲であった。

図5に平均殻長の推移を示した。放流後1か月で約13mm，放流後2か月で約30mmと，9月の調査まで成長を続けたが，10月以降から成長は停滞した。試験終了時の平均殻長は53.2～57.3mmであった。

##### 2) 両開干拓

図6に生残率の推移を示した。放流1か月後で生残率は24%と大きく低下し，7月調査までは20%台で推移したが，その後，10月調査を除いて生残率は更に低下した。なお，8月調査終了時から9月調査までの期間に，10カゴ中6カゴが消失したため，試験は11月で終了した。この場所は平時でも比較的に流れが強い場所であり，9月5～6日に台風11号が最接近したため，その影響によってカゴが流出したと思われる。

図7に平均殻長の推移を示した。放流種苗は9月まで成長を続け，その後は成長が停滞した。試験終了時の平均殻長は54.7mmであった。

##### 3) 三池干拓

図8に生残率の推移を示した。放流後2か月は高い生残率であったが，6～7月にかけて生残率は大きく低下し，その後は2～52%の範囲で推移した。

図9に平均殻長の推移を示した。7月まで成長を続け，8月以降成長が停滞したが，12月から2月にかけては僅かであるが平均殻長の増大がみられた。成長が停滞する時期や冬期に平均殻長が増大していることは，塩塚川や両開干拓ではみられなかった現象である。なお，試験終了時の平均殻長は57.8mmであった。

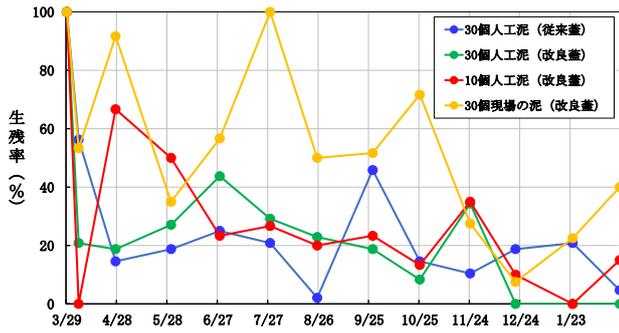


図5 生残率の推移 (塩塚川)

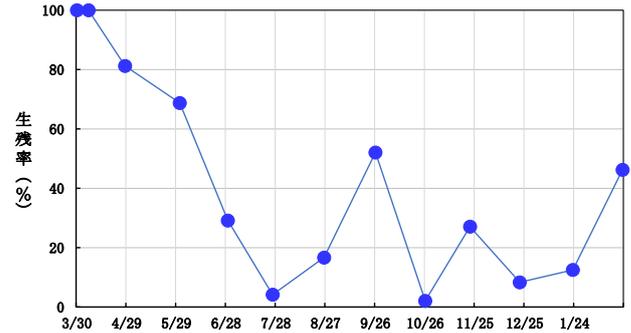


図9 生残率の推移 (三池干拓)

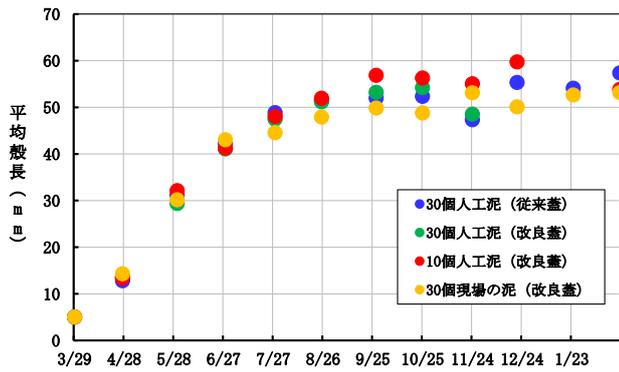


図6 平均殻長の推移 (塩塚川)

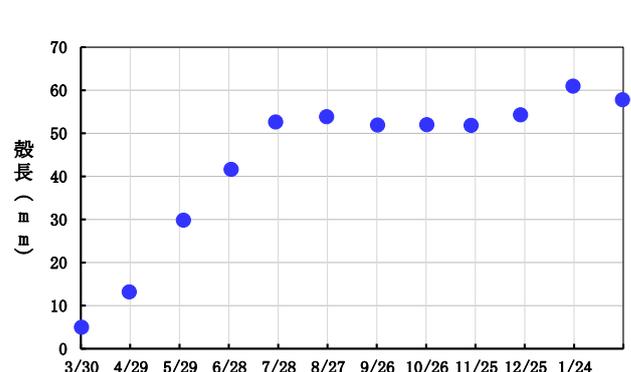


図10 平均殻長の推移 (三池干拓)

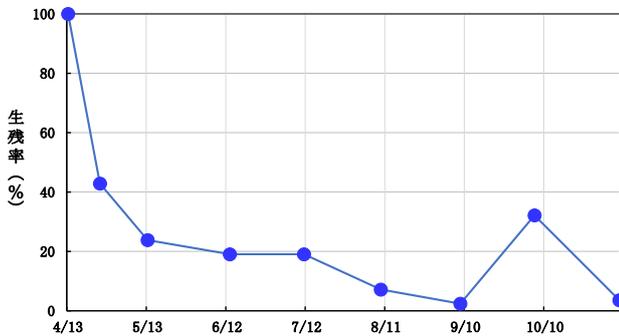


図7 生残率の推移 (両開干拓)

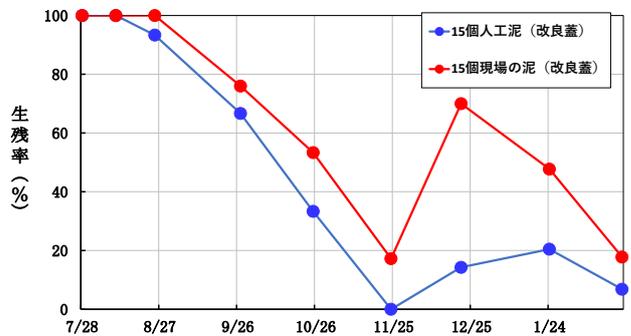


図11 生残率の推移 (大型種苗, 塩塚川)

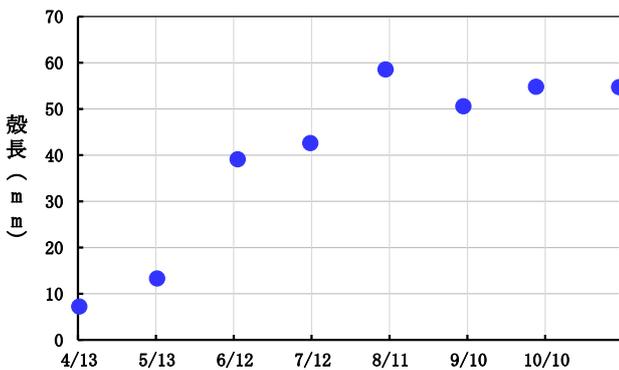


図8 平均殻長の推移 (両開干拓)

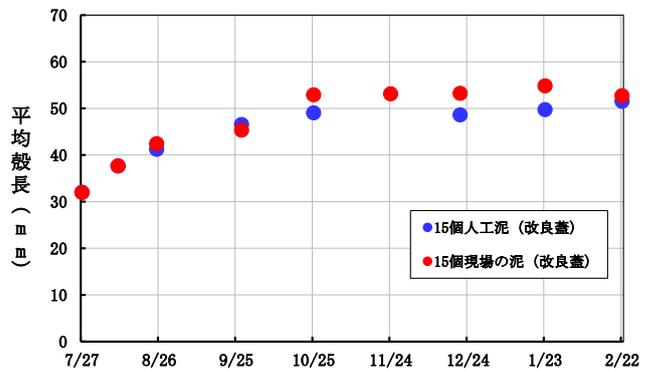


図12 平均殻長の推移 (大型種苗, 塩塚川)

## (2) 大型種苗を用いた放流試験

図10に生残率の推移を示した。放流1か月後は殆ど生残していたが、9月から徐々に生残率は低下し、試験終了時は、15個試験区(人工泥, 改良蓋)が7%, 15個試験区(現場の泥, 改良蓋)が18%であった。

図11に平均殻長の推移を示した。10月調査まで成長し、その後、成長が停滞した。なお、試験終了時の平均殻長は57.8mmであった。15個試験区(人工泥, 改良蓋)が51.5mm, 15個試験区(現場の泥, 改良蓋)が52.7mmであった。

## (3) 全硫化物量の測定

人工泥では、アゲマキの死骸・排泄物や現場の泥等の混入がない限り、基本的に全硫化物は検出されないため、ここでは30個試験区(現場の泥, 改良蓋)及び試験区周辺の現場の泥についての分析結果を述べる。

図13に30個試験区(現場の泥, 改良蓋)及び試験区周辺の現場の泥における全硫化物量を示した。30個試験区(現場の泥, 改良蓋)において、表層は夏期から秋期にかけて値が高く、7月の全硫化物量は水産用水基準(以下、「基準」という。)を上回っていた。また、底層は7月から試験終了時まで基準を超えた(0.23~0.94mg/g・乾泥)。一方、試験区周辺の現場の泥では、塩塚川と両開干拓は7月と8月の表層で基準を超えたが、それ以外は全て基準の範囲内で推移し、傾向としては類似していた。三池干拓においては、表層は全て基準より低い値を示したが、底層では1月以外は全て基準を上回っており、塩塚川や両開干拓とは異なる傾向を示した。

## (4) 水温、塩分の連続観測

干潮時前後には水温塩分計は干出するため、気温を測定しており、また、塩分は基本的には0となる。そのため、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14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-2.2~40.9℃の範囲で推移し、日平均温度の調査期間中における平均値は19.6℃であった。春期から秋期にかけて、小潮時には日平均温度は高く、大潮時には低くなる傾向が認められ、冬期はその逆であった。

図15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0~31.6の範囲で推移し、日平均塩分の調査期間中における平均値は16.5であった。大潮時は海水の影響を強く受けるため、日平均塩分は高くなる傾向が、小潮時は河川の影響を強く受けるため低くなる傾向が認められた。また、7月から9月にかけて、日平均塩分が3回大きく低下したが、いずれも降雨の影響によるものであった。

## 2. 浮遊幼生調査

令和4年9月27日から令和4年11月8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3日にStn.6で、10月7日にStn.4~6で、10月25日と10月28日にStn.1でそれぞれアゲマキの幼生を確認した。確認した浮遊幼生数は1~15個/m<sup>3</sup>で、最も多かったのは10月25日のStn.1における15個/m<sup>3</sup>であった(表4)。

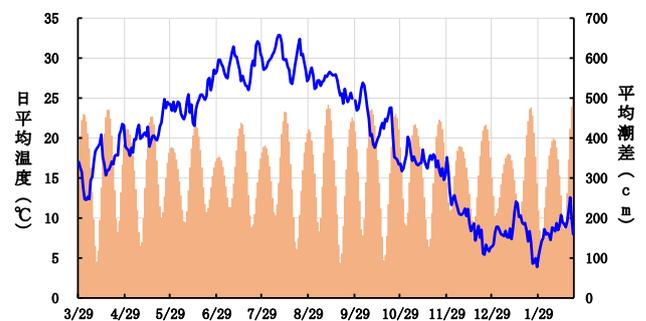


図14 水温と平均潮差の推移

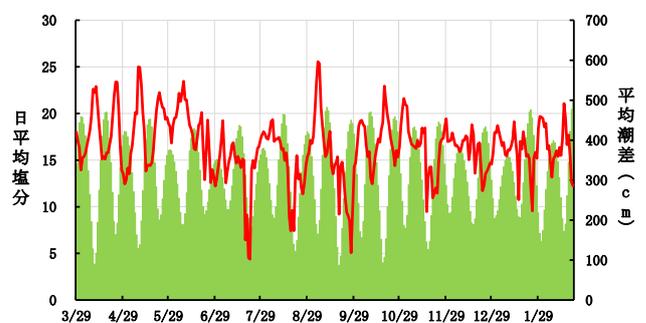


図15 塩分と平均潮差の推移

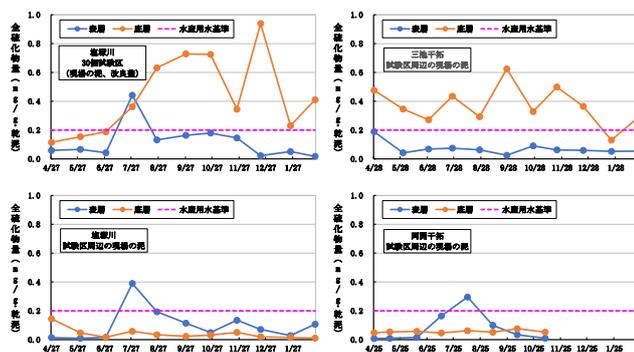


図13 全硫化物量の推移

表 4 浮遊幼生調査結果 (単位: 個/m<sup>3</sup>)

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	9/27	0	0	0	0	0	0	0
2	9/30	0	0	0	0	0	0	0
3	10/3	0	0	0	0	0	11	0
4	10/7	0	0	0	2	4	2	0
5	10/11	0	0	0	0	0	0	0
6	10/14	0	0	0	0	0	0	0
7	10/18	0	0	0	0	0	0	0
8	10/25	15	0	0	0	0	0	0
9	10/28	1	0	0	0	0	0	0
10	11/1	0	0	0	0	0	0	0
11	11/8	0	0	0	0	0	0	0

表 5 環境 DNA の分析結果

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

### 3. 環境 DNA 調査

今回の分析における反復回数は 4 回とした。表 5 に今年度の環境 DNA 分析結果を示すが、残念ながら全ての調査地点で環境 DNA は検出されなかった。

## 考 察

過去の小型種苗放流試験で放流種苗が最長で 8 月までしか生残できないのは、底質悪化、低塩分化、散逸、放流時のハンドリング等が原因であると考えてきた。

今年度における試験区周辺の現場の泥の全硫化物量は、塩塚川及び両開干拓では表層及び底層とも概ね基準以下であり、三池干拓の表層は基準以下であったが、底層は殆どが基準を上回っていた。また、試験区の泥は 7 月以降から試験終了時まで基準を上回っていた。

塩分については、降雨の影響で夏期に日平均塩分の平均値が 1 桁台の低塩分になった時期が 3 回あったが、

その状況は 1~2 日で通常の範囲に回復していた。

今年度はこのような状況の中、散逸防止やハンドリングによる減耗対策を行って種苗放流試験を実施したところ、小型種苗放流試験では、30 個試験区 (人工泥、改良蓋) は 12 月に生残率が 0 になったものの、それ以外の試験区は試験終了時の 2 月下旬まで生残を確認できた。このことから、昨年度のカゴによる小型種苗放流試験で生残できなかった要因は、散逸またはハンドリングの問題であったと推察する。

また、大型種苗放流試験では、人工泥及び現場の泥の両試験区とも試験終了時まで生残を確認できており、人工泥では 3 年連続で、現場の泥では 2 年連続で生残を確認したことになる。今年度の小型種苗放流でも、現場の泥を基質とした試験区でも生残が確認できており、塩塚川河口であれば、現場の泥で生残できる可能性が示唆された。

浮遊幼生調査では 4 河川で幼生を確認したが、その個数は少なく (1~15 個/m<sup>3</sup>)、また、環境 DNA 分析では全地点で環境 DNA を検出することができなかった。更なるデータの蓄積が必要であるが、現時点では、本県地先に天然個体が生息している可能性は低いと言わざるを得ない状況である。

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.

# 有明海漁場再生対策事業

## (7) 漁場環境モニタリング調査

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 4 年 7～8 月に週 1 回の頻度で、9 月に 1 回実施した。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、「 $PO_4$ -P」）、ケイ酸態ケイ素（以下、「 $SiO_2$ -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 4 年 10 月～

令和 5 年 3 月に 2 週に 1 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,  $PO_4$ -P,  $SiO_2$ -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,  $PO_4$ -P,  $SiO_2$ -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 4 年度漁場環境改善推進事業報告書」<sup>1, 2)</sup> 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。T2 の全層, T13 の 0, B-1 層, P6 の 0, 2m 層, P1 の 0, 2m 層はほぼ同じ挙動を示した。これらは 7 月 7 日にはほとんどの点で  $2\mu M$  以上の値を示したが、7 月 14 日には全ての点で  $2\mu M$  未満の低い値を示し、7 月 20 日には全ての点で急増して  $27\mu M$  以上の高い値を示したものの、7 月 28 日～8 月 11 日にはほとんどの点で  $2\mu M$  未満の低い値で推移した。その後ほとんどの点では 8 月 23 日に微増、9 月 25 日には更に増加した。T13 の 2m 層もこれらとほぼ同じ挙動であったが、7 月 20 日の急増と 8 月 23 日の微増が見られず、7 月 14 日～8 月 23 日の間  $2\mu M$  未満の低い値で推移した。B3 の 0, 2m 層も、7 月 14 日と 7 月 28 日～8 月 11 日に栄養塩が低い値を示したことは共通しているが、7 月 20 日の増加の幅は以上の層に対し小さく、8 月 23 日に増加が見られた。

P6 の B-1 m 層, P1 の B-1 m 層, B3 の B-1 m 層は異なる挙動を示した。これらの層はほぼ同じ挙動を

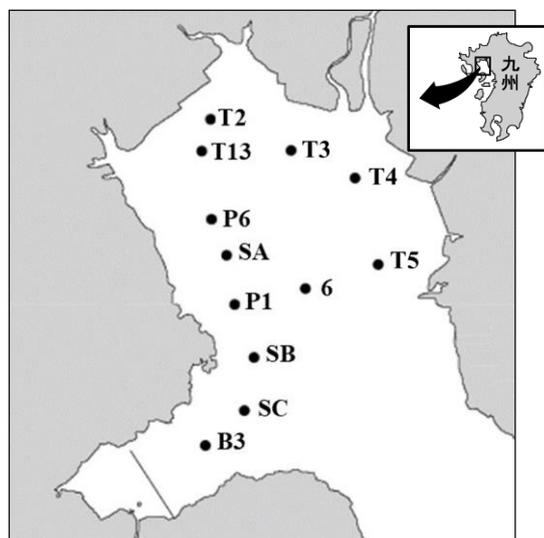


図1 調査地点図

示し、7月7日～7月28日に横ばいから微増で推移したが、8月4日に減少し0台の低い値を示した。その後9月25日にかけて再び横ばいから微増で推移した。

### (2) P04-P

図3にP04-Pの推移を示す。P04-Pは、0.0～4.7 $\mu$ Mの範囲で概ねDINと同調して増減した。

### (3) SiO<sub>2</sub>-Si

図4にSiO<sub>2</sub>-Siの推移を示す。SiO<sub>2</sub>-Siは期間を通して概ね40～60 $\mu$ Mの範囲で推移したが、7月20日のT2の0、B-1m層、T13の0、B-1m層、P6の0、2m層、8月23日のT2の0、B-1m層、T13の0、2m層では、80 $\mu$ M以上の高い値を示した。

## 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、11月29日のB-1層を除き、30未満で推移した。調査点T5、6は、10月19日の0m層、1月16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の0m層では、10月19日に高い値を示したが、11月1日には減少し、11月17日に再び増加したものの、11月29日には1台の低い値を示した。12月16日以降は増加傾向で推移した。調査点T4のB-1mも0m層と同調し、より低調に推移した。調査点T5、6も概ね同調して推移したが、増減の幅はより小さく、0.1～9.1 $\mu$ Mの範囲で推移した。

### (3) P04-P

図7にP04-Pの推移を示す。図3にP04-Pの推移を示す。P04-Pは、0.2～1.1 $\mu$ Mの範囲で概ねDINと同調して増減した。

### (4) SiO<sub>2</sub>-Si

図8にSiO<sub>2</sub>-Siの推移を示す。調査点T4の0m層では、10月19日から11月1日にかけて大きく減少し、その後横ばいから増加傾向で推移した。調査点

T4のB-1mも0m層と同調し、より低調に推移した。調査点T5、6は、0～70.2 $\mu$ Mの範囲で概ねDINと同調して増減した。

### (5) クロロフィル a

図9にクロロフィル a の推移を示す。季節変化については、全般的に期間を通して横ばいから減少傾向で推移したが、定点によっては異なる挙動が見られた。調査点T4の0m層と調査点T5のB-1m層では、10月19日から11月1日にかけて増加した。調査点6の0m層では、10月19日から11月17日にかけて減少し、12月16日に増加した後、2月14日にかけて減少傾向で推移したが、3月1日に再び増加した。

### (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19日から11月1日に増加していた。*Skeletonema* spp. は、12月16日から1月30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4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(3) 貧酸素水塊の予察技術、被害軽減手法の開発報告書 2023; 3-24.
- 2) 国立研究開発法人水産研究・教育機構他. 令和4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「(2) 赤潮被害防止対策技術の開発」報告書 2023; 163-188.

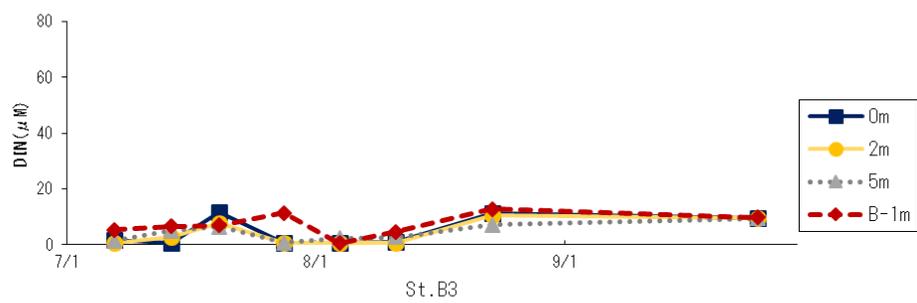
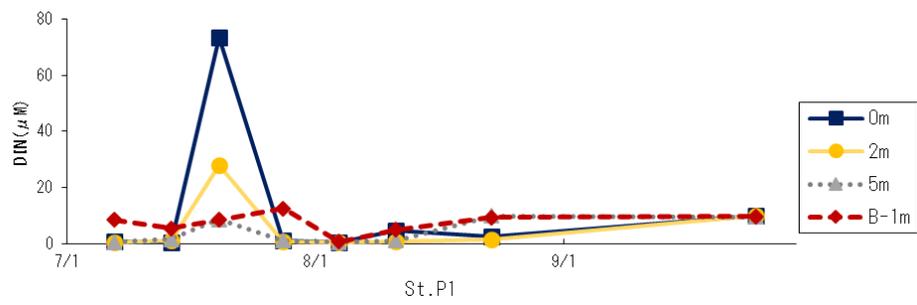
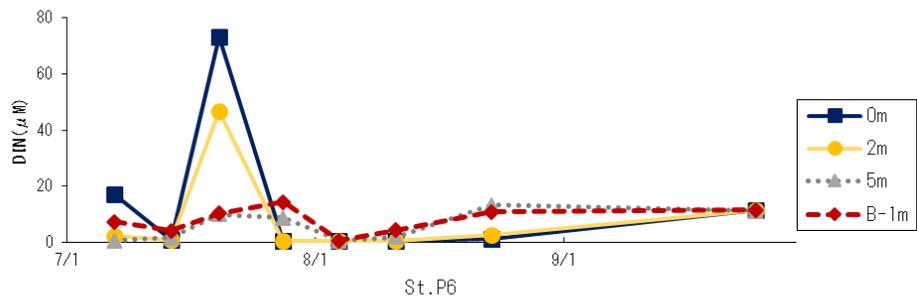
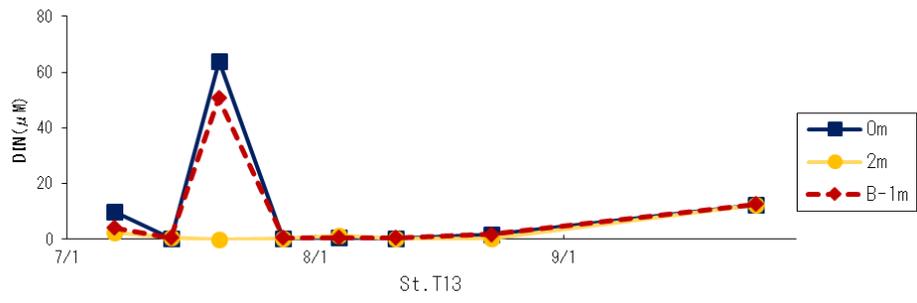
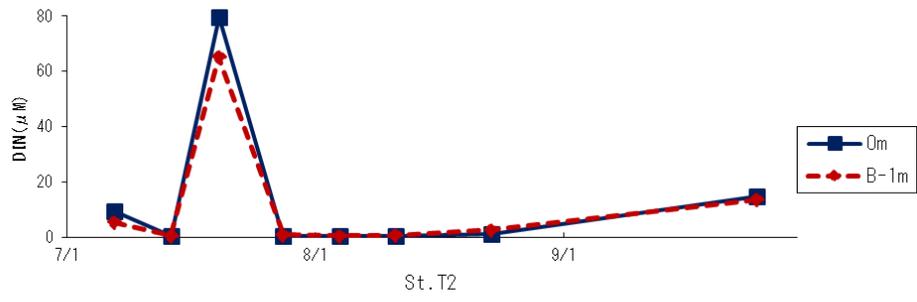


図 2 DIN の推移 (7~9 月)

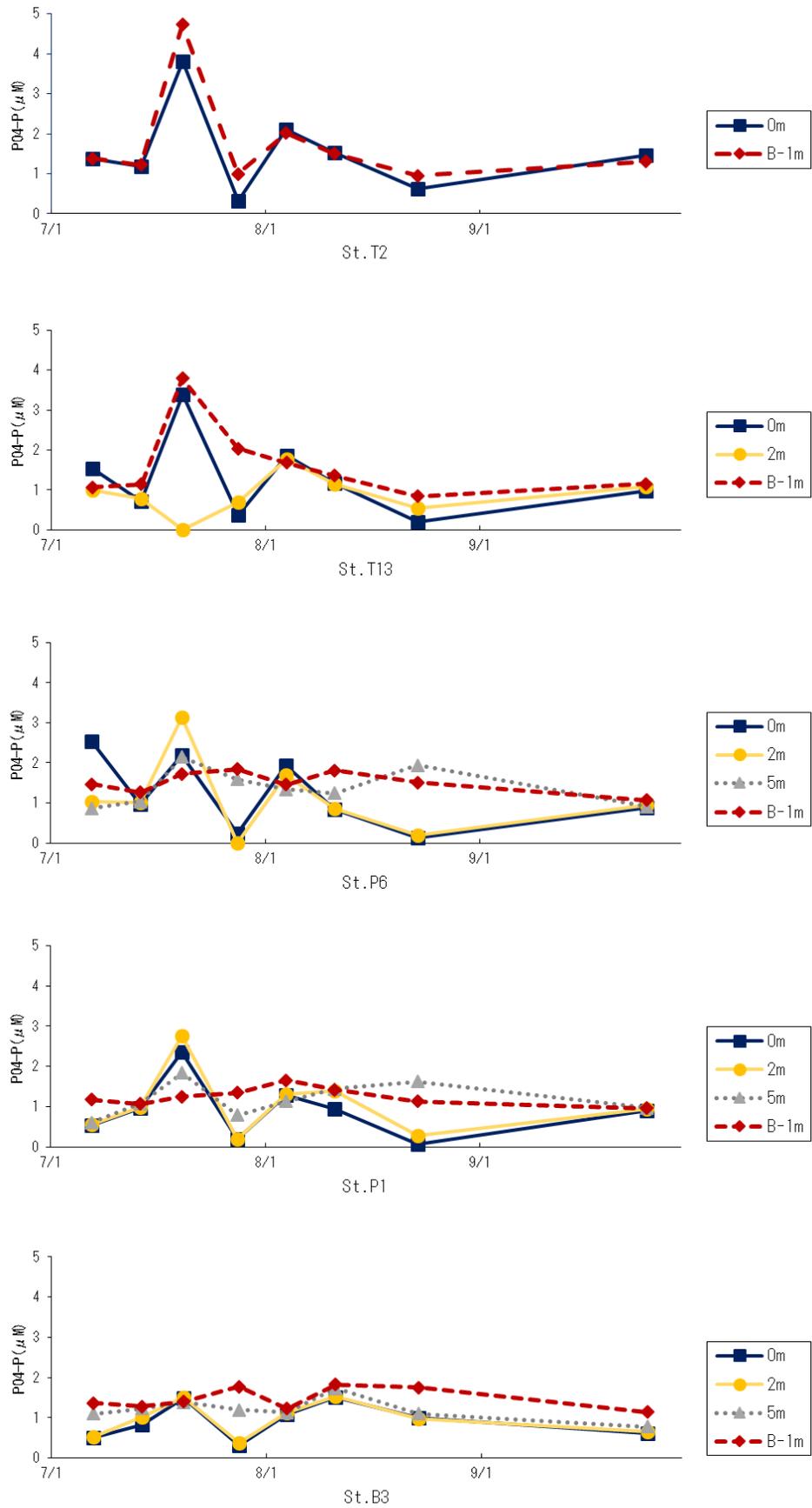


図 3 PO<sub>4</sub>-P の推移 (7~9 月)

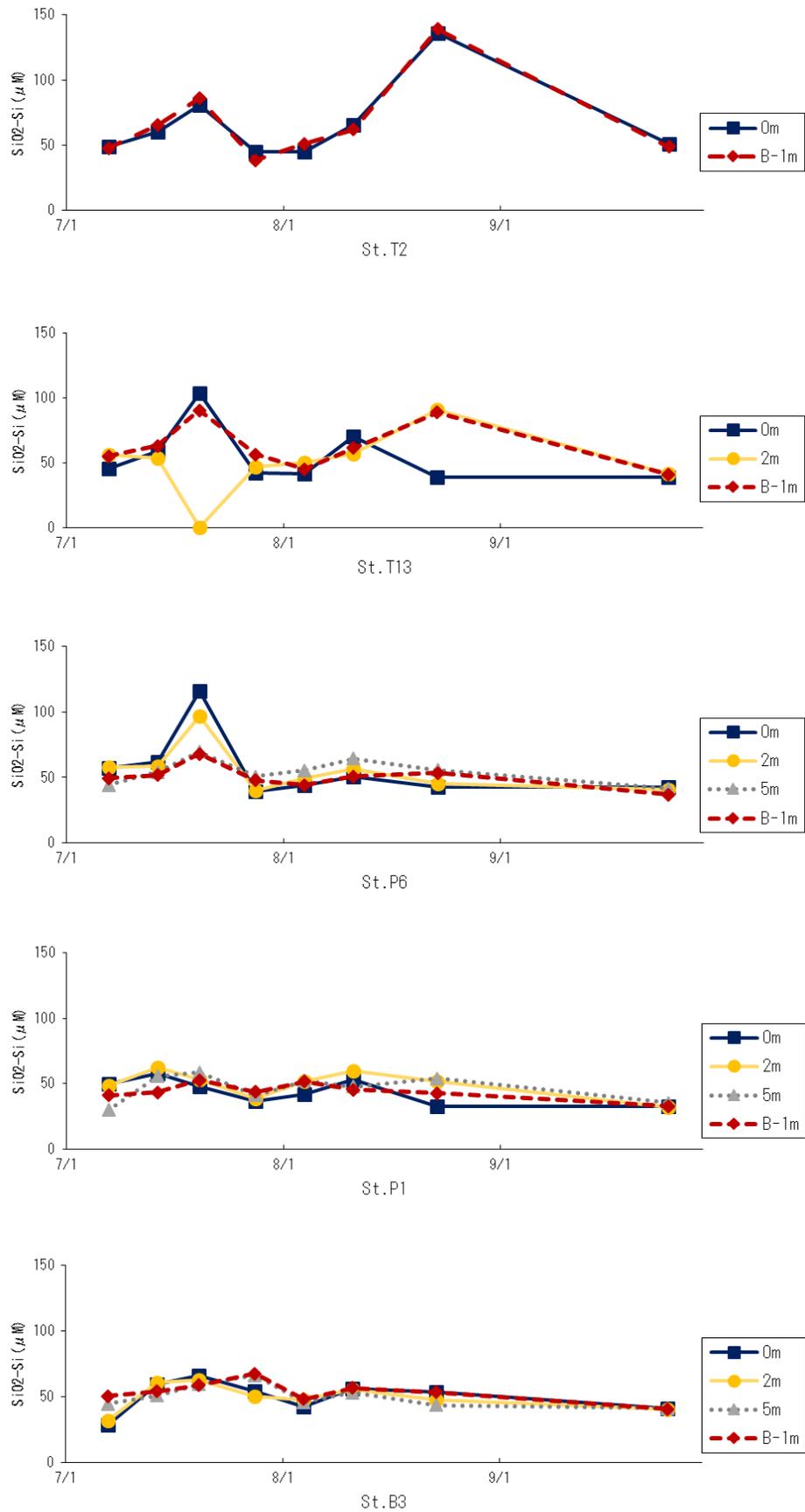


図 4  $SiO_2-Si$  の推移 (7~9月)

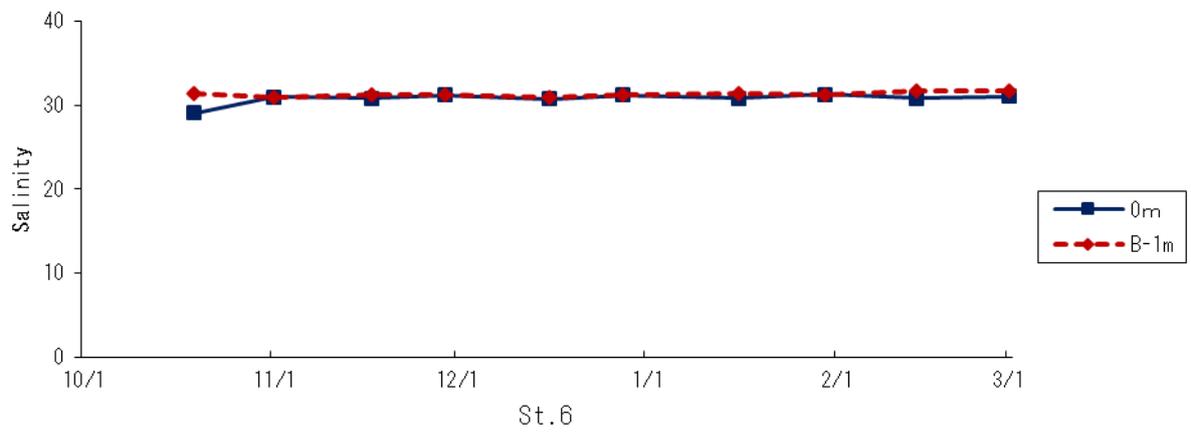
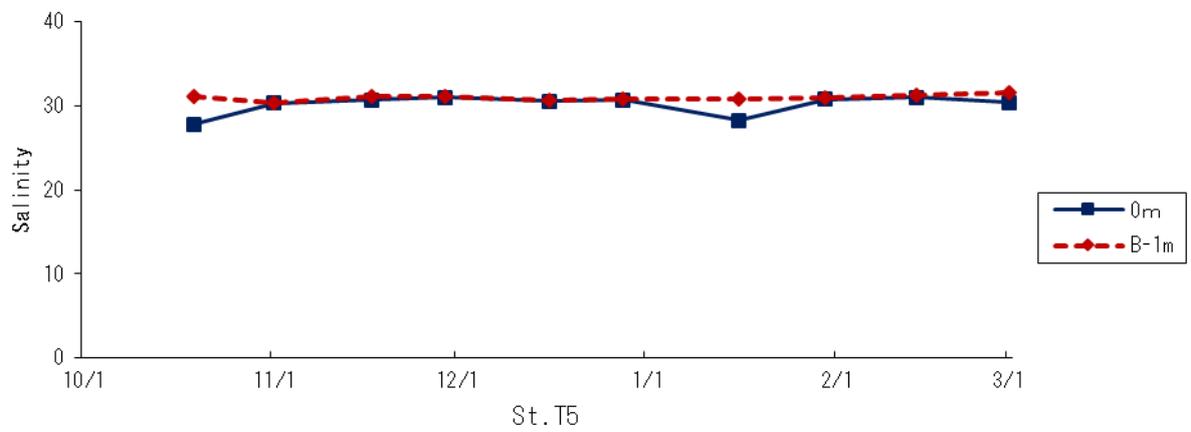
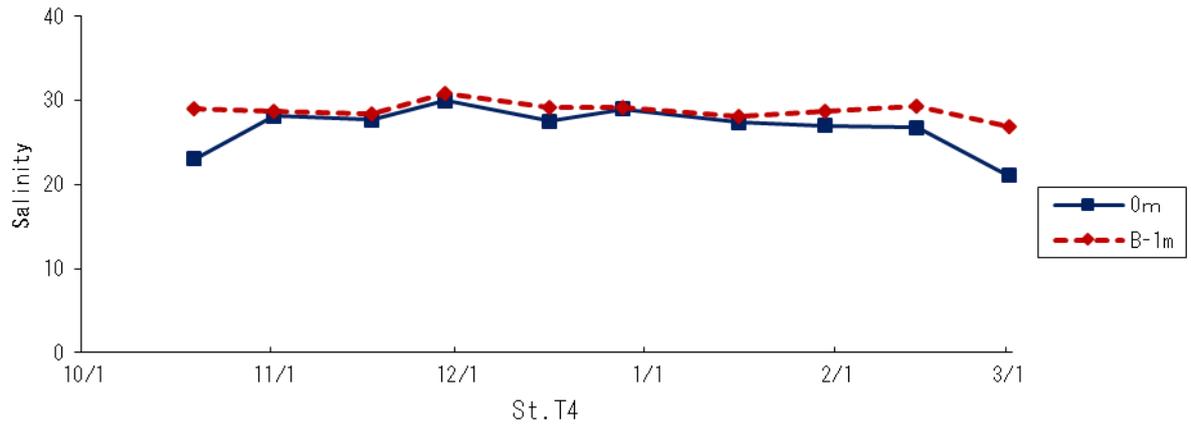


図 5 塩分の推移 (10~2月)

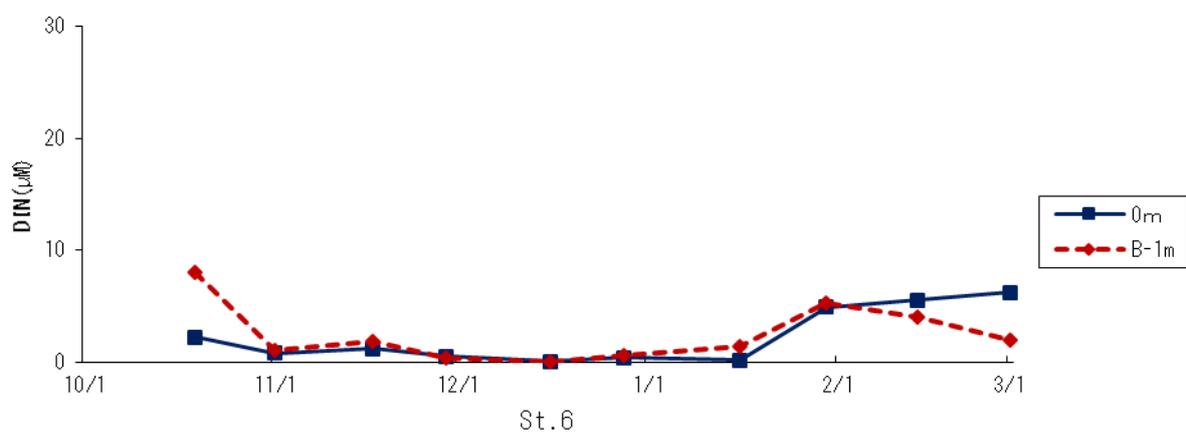
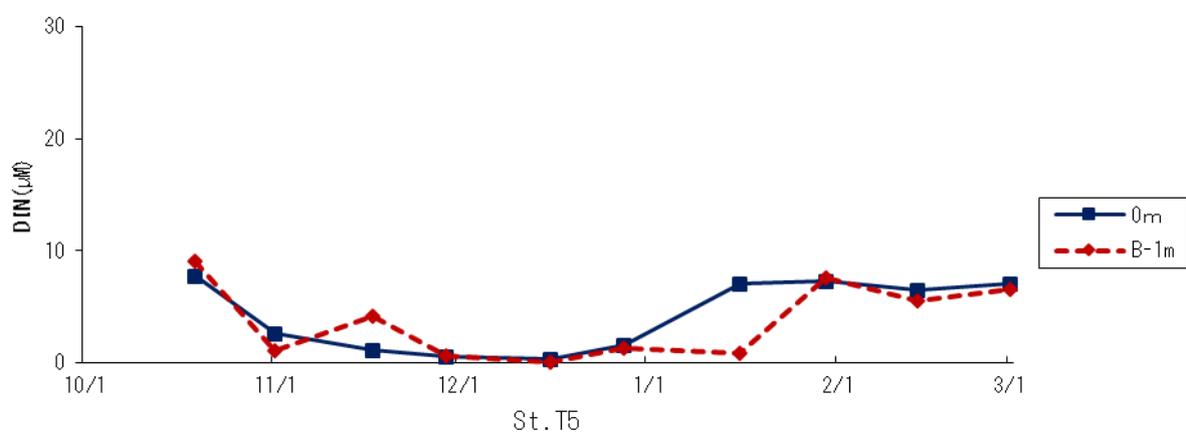
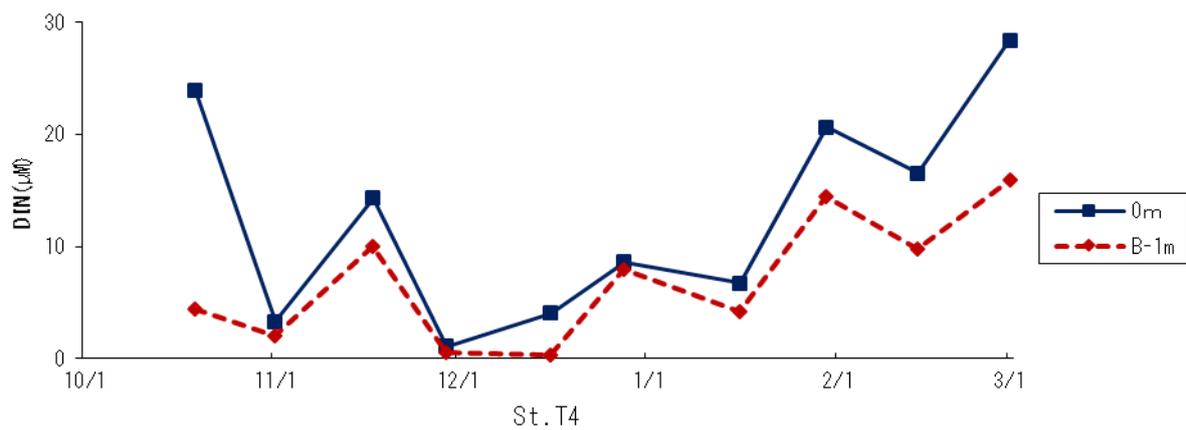


図 6 DIN の推移 (10~2月)

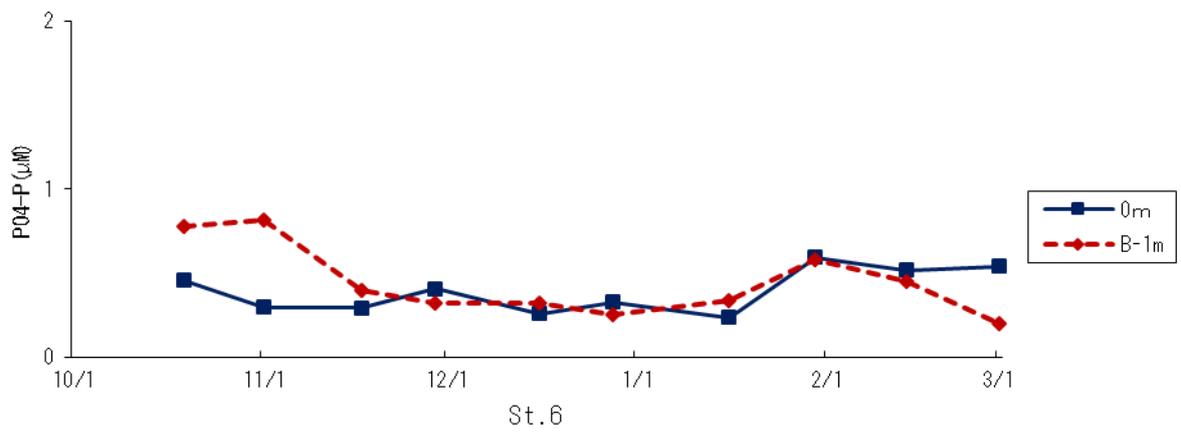
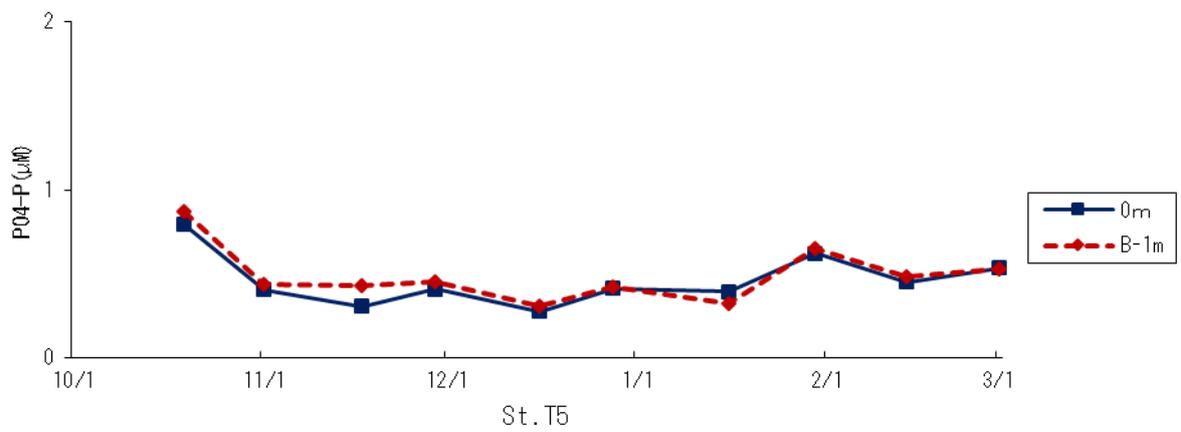
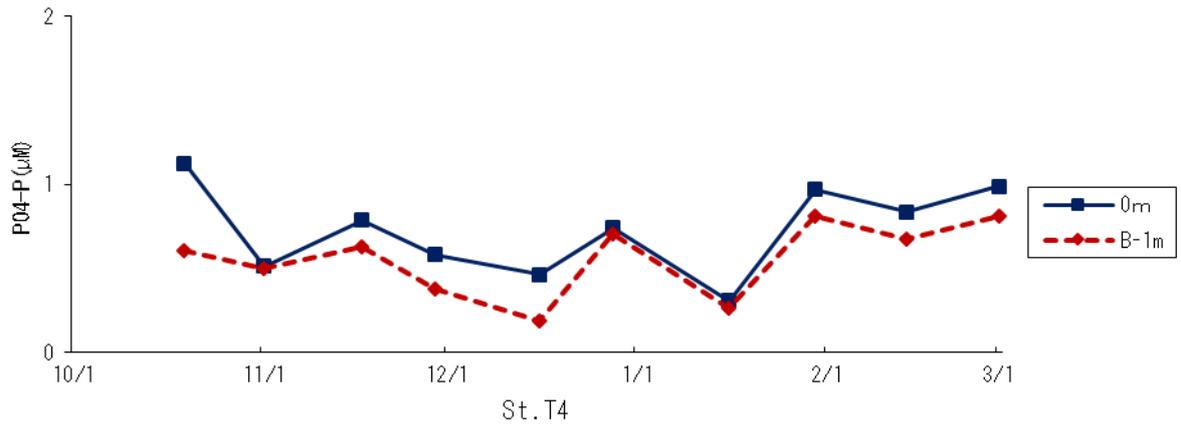


図 7 PO<sub>4</sub>-P の推移 (10~2 月)

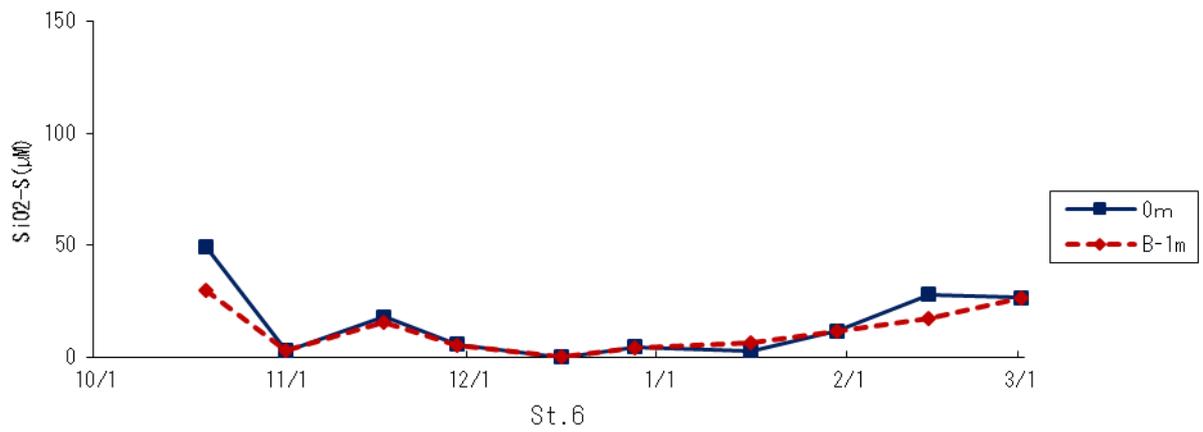
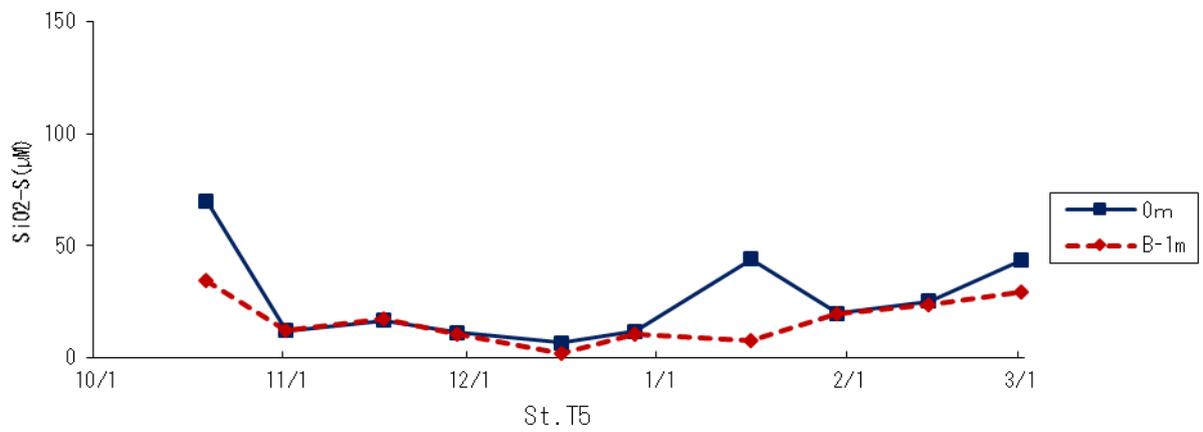
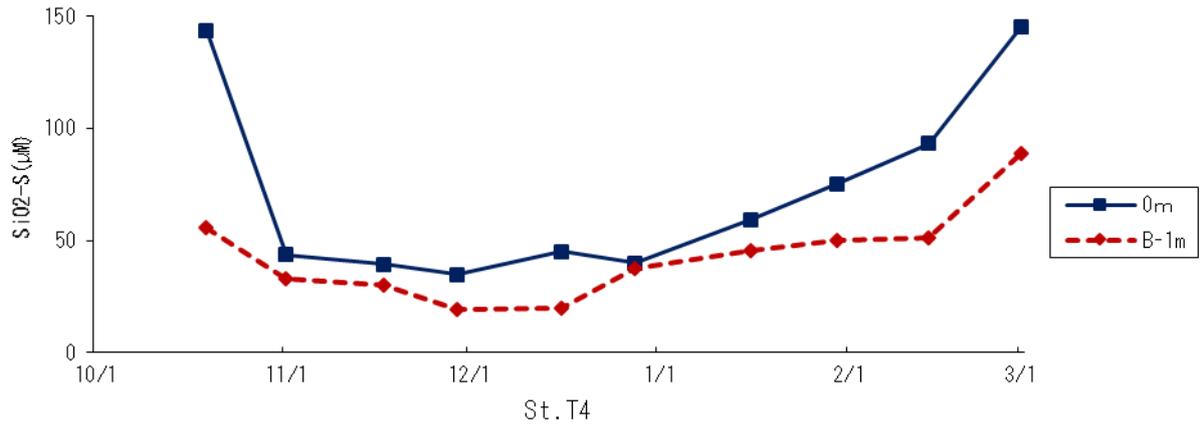


図 8 SiO<sub>2</sub>-Si の推移 (10~2月)

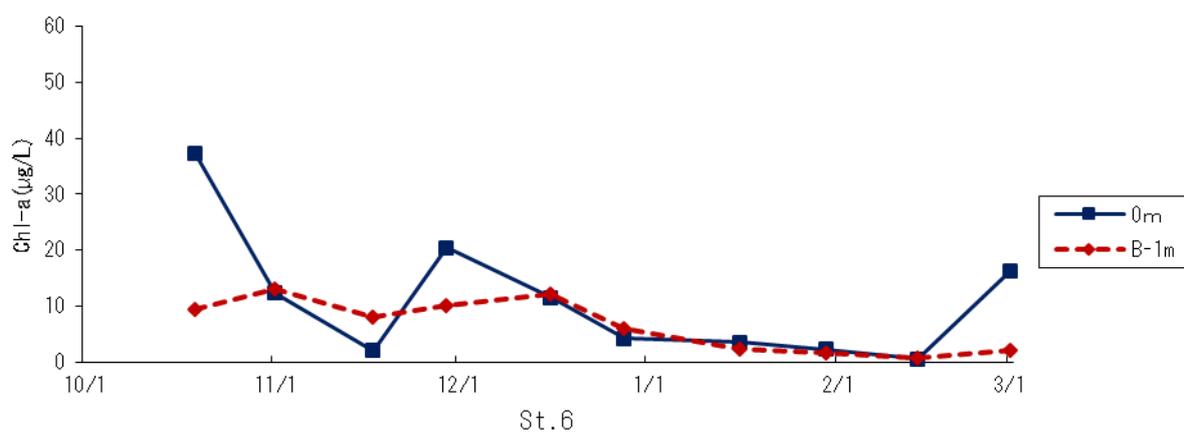
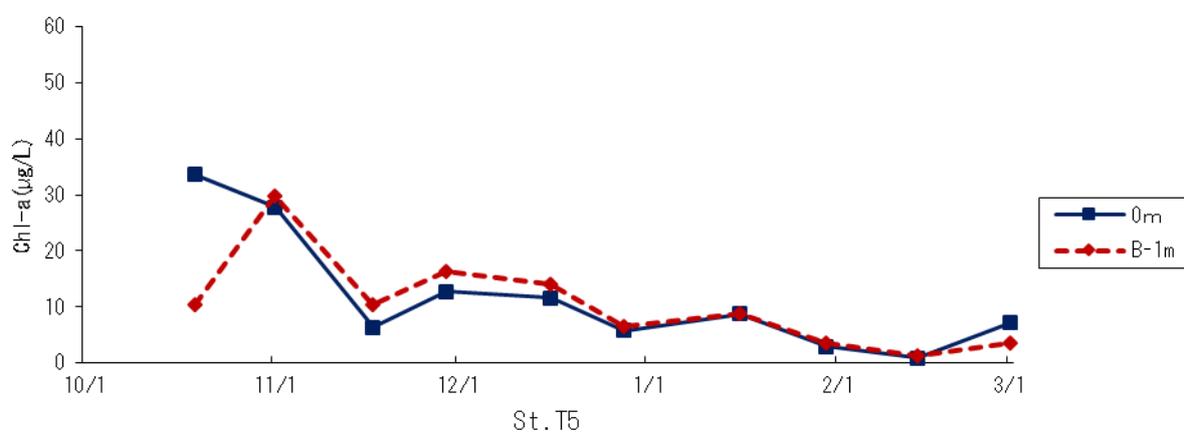
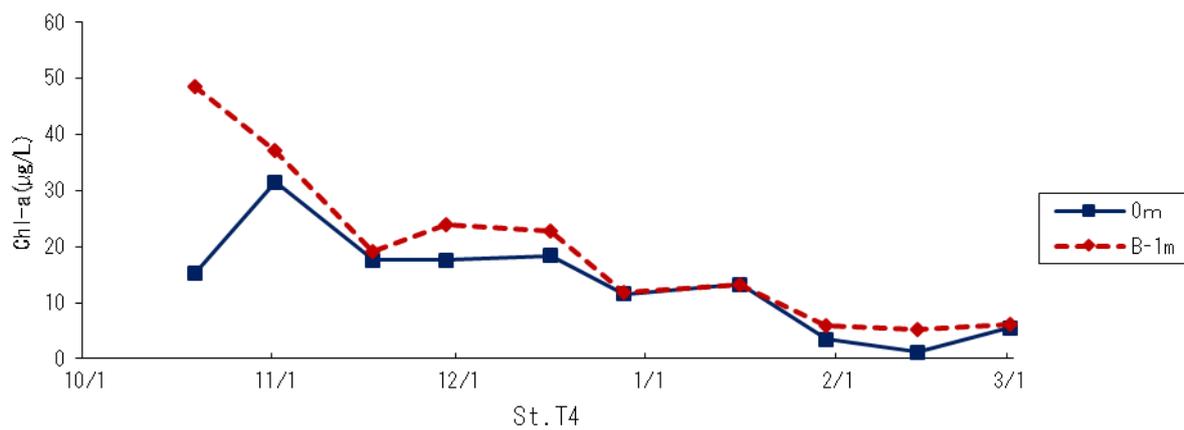


図 9 Chl-a の推移 (10~2月)

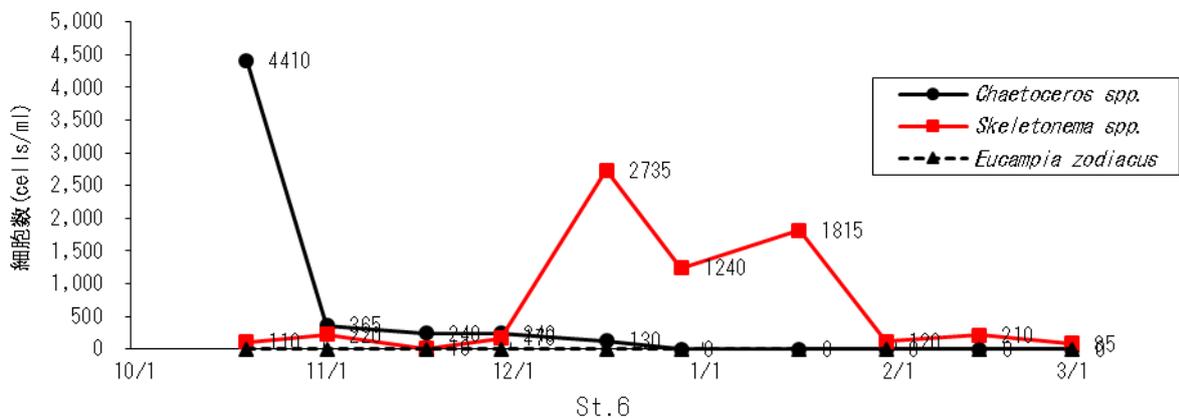
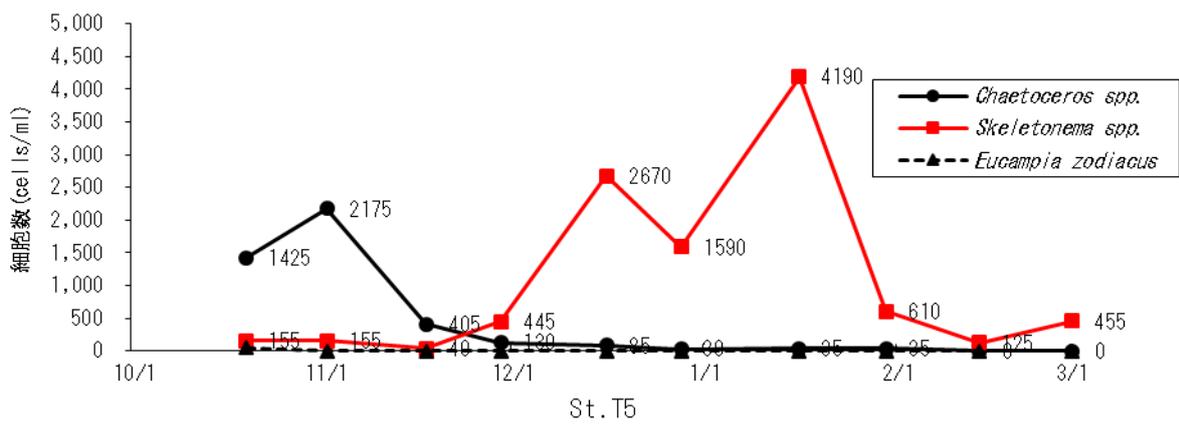
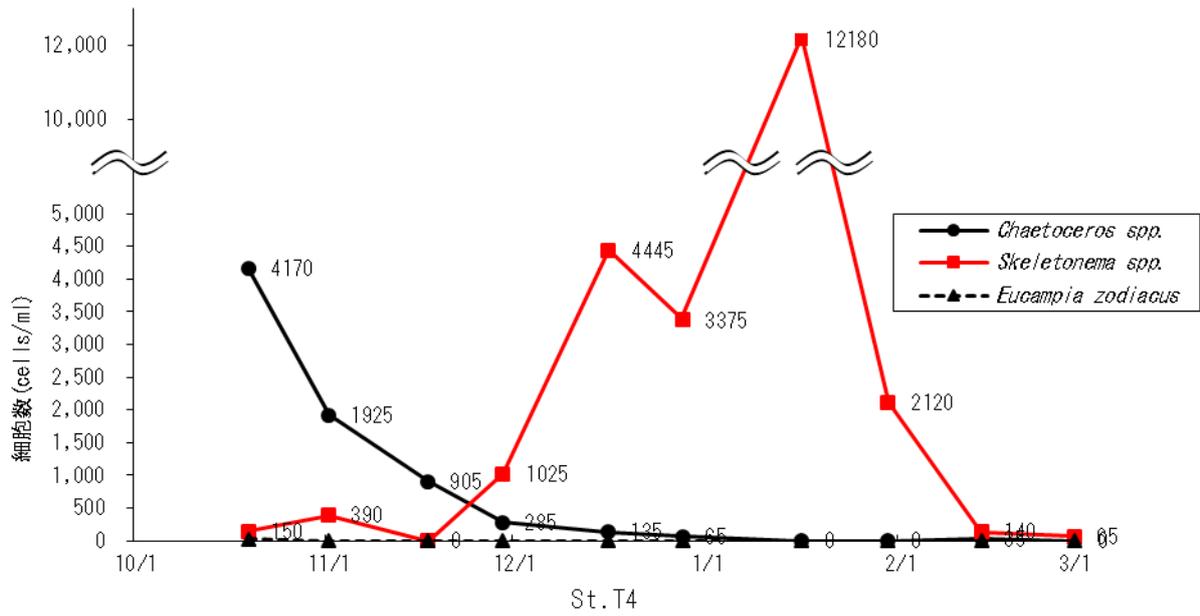


図 10 プランクトン細胞数の推移 (10~2月)

# 有明海漁場再生対策事業

## (8) ノリ漁場利用高度化開発試験

徳田 眞孝・安河内 雄介・古賀 まりの・加藤 将太・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4年9月から令和5年3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。

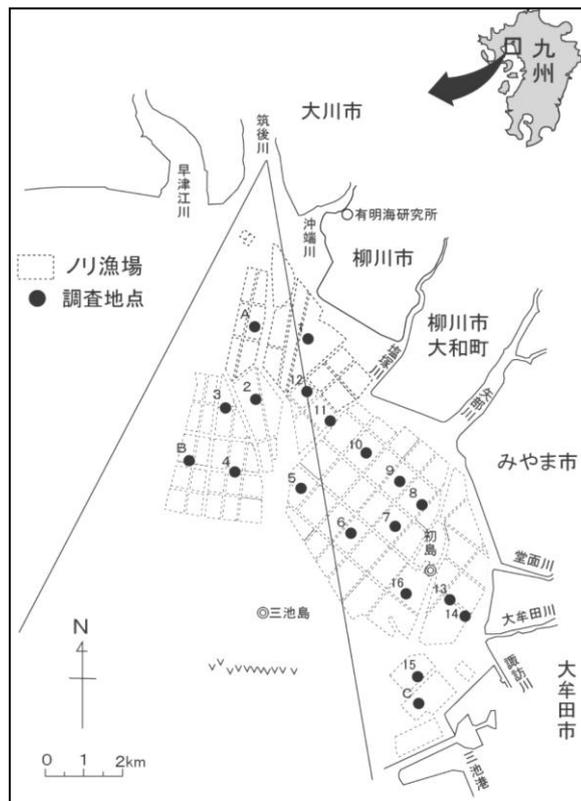


図1 ノリ養殖漁場と調査点

#### (1) 水温・比重

漁場調査での水温は棒状水銀温度計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<sup>1)</sup>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4年度のノリ養殖は、10月26日から開始され、網撤去日の令和5年4月5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。

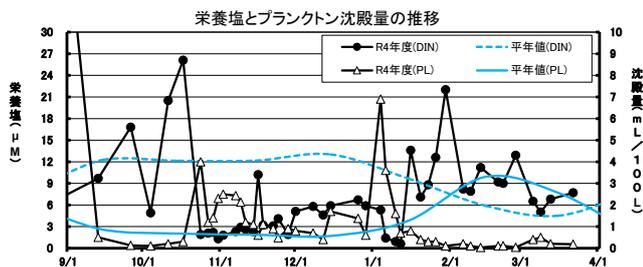
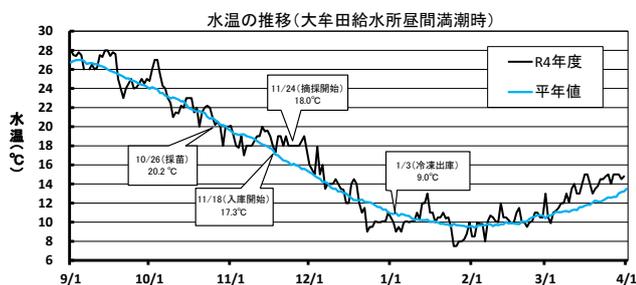


図2 令和4年度ノリ漁期における水温、比重、栄養塩量及びプランクトン沈殿量の推移  
(水温・比重の平年値：過去30年間の平均値(H3~R2)、栄養塩量・プランクトン沈殿量の平年値：過去5年の平均値(H28~R2年度))

水温は、9、10月は「平年並み」、11月は「やや高め」、12~2月は「平年並み」、3月は「甚だ高め」で推移した。採苗当日の10月26日は20.2℃と適水温となり、冷凍網入庫までの10月下旬から11月上旬までは平年並みからやや低めで推移したが、11月中旬からやや高めとなり、冷凍網入庫期間中は、18~19℃台で推移した。秋芽網生産期のうち、11月下旬は平年より約2.0℃高く甚だ高めとなったが、12月に入るとおよそ平年並みで推移した。冷凍網生産期は、1月上旬はやや低めであったが、中旬は上昇してやや高めとなったが、下旬は寒波が到来し、平年より約2.0℃低めとなった。2月上旬から3月上旬にかけては平年並みからやや高めで推移したが、3月中旬から下旬は、平年より1.0~3.0℃高く、甚だ高めで推移した。

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月は「平年並み」で推移した。冷凍網生産期のうち1月は「やや低め」であったが、2~3月は「平年並み」で推移した。比重の範囲は11.8~25.8で、平年差の最大値は-1.3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10月中旬は20μMを上回っていたが、採苗直前の10月24日には1.9μMと急激に減少した。その後、栄養塩量は回復せず、育苗期は11月中旬まで3.0μM未満と低いレベルで推移した。11月16日に10.2μMと一時的に増加したが、11月18日以降は再び減少し、秋芽網生産期に入った11月下旬は、1.9~4.1μMと低いレベルで推移した。12月に入ると4.6~6.7μMと若干回復して推移した。冷凍網生産期の栄養塩は、出庫直後の1月4日は5.3μMであったが、その後急激に減少し、第1回目の摘採にあたる1月12日までは、1.4μM以下と非常に低いレベルで推移した。その後、1月16日以降は回復し、1月中旬から2月下旬まで7.1~22.0μMと高いレベルで推移した。その後、3月上旬に、5.0~6.5μMと若干低くなったが、3月22日は7.7μMと若干増加し、例年2~3月にかけて起こる栄養塩の低下は見られなかった。

#### (3) プランクトン沈殿量

図2下段に推移を示す。

9~10月中旬までは0.1~0.5ml/100lと低レベルで推移したが、その後急増し、10月下旬~11月中旬は0.6~4.0ml/100lと高いレベルで推移した。この間、10月17日~10月24日の間に渦鞭毛藻(*Akashiwo sanguinea*)が、10月19日~11月16日の間に珪藻(*Chaetoceros* spp.)

の赤潮が発生した。その後、少し減少して11月下旬から12月12日まで、0.4~0.9ml/100lで推移したが、12月中旬から再び増加し、1月上旬には3.6~6.9ml/100lで最大となった。この間、12月12日~1月23日の間に珪藻 (*Skeletonema* spp.) の赤潮が発生した。その後減少して1月中旬は0.7~0.8ml/100lで推移し、1月下旬から3月末までは、0.5 ml/100l 以下と低レベルで推移し、赤潮の発生はなかった。

#### (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「平年並み」、中旬は「かなり高め」、9月下旬~10月上旬は「平年並み」、中旬は「やや低め」、10月下旬~11月上旬は「平年並み」で推移し、採苗日の気温は14.3℃であった。

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

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

図3中段に降水量の推移を示す。9~10月は「平年並み」、11~12月は「やや少なめ」、1月は「やや多め」、2~3月は「平年並み」で推移した。採苗日前後の降雨は、前日の25日に0.5mmの降雨があったのみであり、採苗18日後の11月13日(降水量3.5mm)まで降雨はなく、育苗期間中の降雨は少なかった。

図3下段に筑後川流量の推移を示す。9月は「やや多め」、10月は「平年並み」、11~12月は「やや少なめ」、1~2月は「平年並み」、3月は「やや少なめ」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26日から開始された。水温は平年並みの20℃台で推移し、29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ノリの付着は軽微であった。
- 栄養塩は10月19日からの珪藻 (*Chaetoceros* spp.等) の赤潮化により、10月24日以降かなり低水準で推移した。中側~沖の漁場にノリ網を張ることができない状況のため、干潮時に栄養塩の増加が期待される岸寄

りの漁場に留め置いて、海況の回復を待ったが、11月1日に大牟田地先の一部で軽度の色調低下を確認。11月8日に、塩塚川以東の漁場(旧大和町、みやま市、大牟田市地先)で重度の色落ち状態となり、生長が遅れ、葉状体にくびれや縮れが生じた。

- 冷凍網入庫は、塩塚川以西は11月18日~11月24日、塩塚川以東は11月24日~11月30日に行われた。
- 秋芽網の摘採は、塩塚川以西の漁場は11月24日、塩塚川以東の漁場は11月27日~12月1日頃から開始され、撤去までに2~4回の摘採が行われた。
- 珪藻赤潮の発生が長期間持続し、降雨もほとんどないことから、栄養塩は低水準で推移し、塩塚川以東の漁場を中心に色落ちが進行した。
- あかぐされ病は採苗後26日目の11月21日に初認され、11月28日~12月1日に重症化した。12月8日に一旦小康状態となったが、12月15日の小潮期に感染拡大した。
- 壺状菌病は確認されなかった。
- 秋芽網の生産は12月30日までに行われた。

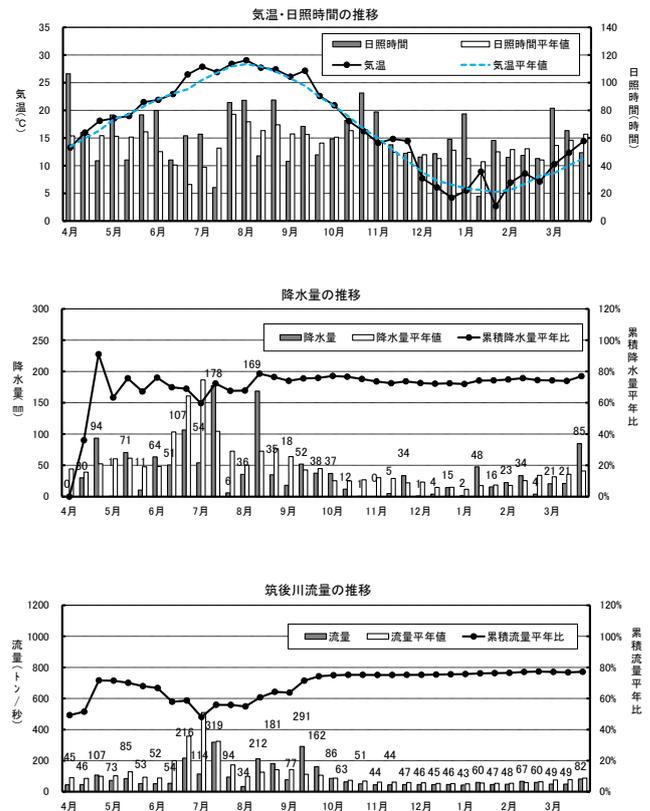


図3 令和4年度における気温・日照時間、降水量及び筑後川流量の推移  
(平年値：過去30年間の平均値(H28~R2))

## (2) 冷凍網生産・三期作

- ・冷凍網張り込みは1月3日から開始され、5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1月10日から開始された。
- ・12月12日に発生した珪藻 (*Skeletonema* spp.) の赤潮は、12月30日に終息傾向を示したが、1月4日に急増し、最大 49,970cells/ml となり全域に広がった。その後、1月10日から減少傾向を示し、1月23日に終息した。
- ・赤潮の発生に伴い栄養塩は減少し、1月4日から一部の漁場を除いて0台となり、1月16日に降雨と小潮が重なり栄養塩が回復するまで、低水準で推移した。
- ・色落ちは1月10日に全域で確認され、1月16日に大川、柳川地先の漁場で回復したが、大和～大牟田地先の漁場では1月20日まで継続した。その結果、冷凍網期1回目の入札に出品されたノリの品質は低下した。
- ・あかぐされ病は出庫3日後の1月6日に感染が確認された。1月20日に降雨のため病勢が強くなり、重症化した。その後、一部の漁場で一時的に回復するものの、漁期を通じて慢性的に蔓延した。
- ・壺状菌病は確認されなかった。
- ・1月24日に非常に強い寒気が入り、最大風速が20m/sec超と台風並みの強風が吹いた。そのため、ノリ網や支柱の破損等の被害が生じ、特に大牟田市地先の有区44号、45号、46号の被害が大きかった。
- ・プランクトンの発生は、1月下旬以降は低水準となり栄養塩も全域で高水準に推移し、海況は安定した。1月下旬以降の色落ちは確認されなかった。
- ・あかぐされ病及び寒波強風の被害等により、2月初めから生産を中止する漁家が増え、張り込み網数は2月終わりで約半数、3月中旬で約1割となった。
- ・3月初旬から中旬にかけて一部漁場で三期作の網の張り込みが開始され、3月中旬から下旬にかけて収穫さ

れた。栄養塩が回復したため品質は良好であった。

- ・4月5日までに網の撤去が終了し、4月21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4年度ノリ共販実績を示す。

令和4年度は秋芽網3回、冷凍網7回の計10回の共販が行われた。

漁期の合計は、生産枚数は6億3,643万7,300枚(過去5年平均の50%)、生産金額は105億2,761万4,232円(過去5年平均の67%)、平均単価は16.54円(過去5年平均より4.06円高)と生産枚数、生産金額ともに平年を大きく下回った。

## 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3年度	対前年比	対5年平均比
秋芽網	枚数(枚)	196,624,900	0.51	0.51
	単価(円)	12.86	+0.01	-0.08
	金額(円)	2,528,562,715	0.51	0.51
冷凍網	枚数(枚)	439,812,400	0.48	0.50
	単価(円)	18.19	+6.45	+5.90
	金額(円)	7,999,051,517	0.74	0.74
漁期計	枚数(枚)	636,437,300	0.49	0.50
	単価(円)	16.54	+4.48	+4.06
	金額(円)	10,527,614,232	0.67	0.67

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 12/8	第2回 12/22	第3回 1/7	第4回 1/19	第5回 2/2	第6回 2/16	第7回 3/2	第8回 3/16	第9回 3/30	第10回 4/13
柳川 大川	枚数	29,804,700	56,478,700	31,238,800	13,470,800	51,022,000	88,212,200	65,125,000	54,609,800	6,352,800	449,000
	単価	15.24	12.56	13.86	26.09	30.17	24.15	13.31	8.26	10.67	5.01
	金額	454,074,700	709,320,657	432,901,640	351,394,358	1,539,517,087	2,130,373,953	866,956,812	451,191,028	67,755,989	2,251,312
	累計	29,804,700	86,283,400	117,522,200	130,993,000	182,015,000	270,227,200	335,352,200	389,962,000	396,314,800	396,763,800
大和 高田	枚数	14,494,300	39,610,100	16,185,800	5,172,500	33,418,800	57,118,900	32,097,700	21,223,800	3,382,100	387,400
	単価	10.61	10.91	13.55	13.57	22.49	19.28	11.16	7.46	9.60	15.73
	金額	153,803,547	432,063,400	219,397,751	70,178,998	751,624,824	1,101,131,702	358,241,342	158,307,165	32,457,663	6,095,277
	累計	14,494,300	54,104,400	70,290,200	75,462,700	108,881,500	166,000,400	198,098,100	219,321,900	222,704,000	223,091,400
大牟 田	枚数	2,189,600	3,628,500	2,994,400	201,400	1,548,100	2,620,300	1,812,300	1,068,400	519,100	0
	単価	15.11	13.80	14.64	14.04	23.24	16.96	9.47	8.30	4.41	0
	金額	33,088,978	50,079,628	43,832,414	2,828,236	35,976,938	44,448,619	17,162,226	8,871,138	2,286,850	0
	累計	2,189,600	5,818,100	8,812,500	9,013,900	10,562,000	13,182,300	14,994,600	16,063,000	16,582,100	16,582,100
海 区 合 計	枚数	46,488,600	99,717,300	50,419,000	18,844,700	85,988,900	147,951,400	99,035,000	76,902,000	10,254,000	836,400
	単価	13.79	11.95	13.81	22.52	27.06	22.14	12.54	8.04	10.00	9.98
	金額	640,967,225	1,191,463,685	696,131,805	424,401,592	2,327,118,849	3,275,954,274	1,242,360,380	618,369,331	102,500,502	8,346,589
	累計	46,488,600	146,205,900	196,624,900	215,469,600	301,458,500	449,409,900	548,444,900	625,346,900	635,600,900	636,437,300
累計の 前年比	枚数比率	0.74	0.60	0.51	0.41	0.40	0.46	0.46	0.48	0.49	0.49
	単価差	-5.06	-1.74	0.01	-0.43	3.46	5.47	5.12	4.52	4.48	4.47
	金額比率	0.54	0.53	0.51	0.40	0.50	0.64	0.65	0.66	0.67	0.67
	過去 5年比	0.61	0.65	0.51	0.42	0.40	0.46	0.47	0.50	0.50	0.50
過去 5年比	単価差	-3.10	-1.47	-0.08	-0.38	3.53	5.55	4.94	4.06	4.07	4.06
	金額比率	0.50	0.58	0.51	0.41	0.50	0.65	0.65	0.67	0.67	0.67

付表1 漁場調査結果 水温

(単位：℃)

観測点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	A	B	C	平均
2022/9/13	28.7	28.6	28.8	28.6	28.4	28.5	28.6	28.8	28.7	28.8	28.8	28.7	28.5	28.9	28.5	28.3	28.7	28.7	28.5	28.6
2022/10/3	27.0	27.6	27.5	27.7	27.4	28.0	27.8	27.7	27.6	27.6	27.6	27.7	27.5	27.6	27.3	27.5	27.6	27.6	27.6	27.6
2022/10/11	20.8	21.6	21.8	21.9	22.3	22.7	22.5	21.8	21.6	21.5	22.0	21.6	22.5	22.3	22.5	22.7	21.3	21.8	22.6	22.0
2022/10/17	22.3	22.1	22.1	22.5	22.7	22.5	22.8	22.6	22.4	22.5	22.5	22.2	22.9	22.5	22.7	22.8	22.1	22.5	22.5	22.5
2022/10/27	19.4	20.3	20.3	20.8	20.9	21.0	21.0	20.9	20.8	20.7	20.8	20.8	21.1	20.0	21.1	21.1	19.6	20.6	21.1	20.6
2022/10/29	20.6	20.4	19.9	20.1	20.6	20.7	20.8	20.6	20.3	20.2	20.6	20.5	20.8	20.0	20.7	20.7	18.1	19.8	20.7	20.3
2022/10/31	19.7	19.3	19.2	19.7	20.1	20.5	20.2	20.0	19.9	19.9	20.2	20.2	20.3	19.2	20.4	20.6	18.8	19.5	20.8	19.9
2022/11/2	20.0	19.3	19.8	19.6	19.3	19.2	19.7	19.7	19.9	19.7	19.5	19.8	19.5	19.5	19.7	19.5	18.9	19.8	19.8	19.6
2022/11/7	17.1	18.2	18.3	18.4	18.6	18.7	18.8	18.7	18.5	18.6	18.6	18.8	18.9	18.4	18.9	18.9	17.9	18.3	18.9	18.5
2022/11/9	17.1	18.2	18.3	18.4	18.6	18.7	18.8	18.7	18.5	18.6	18.6	18.8	18.9	18.4	18.9	18.9	17.9	18.3	18.9	18.5
2022/11/11	18.4	18.6	18.7	18.8	18.9	19.3	19.3	19.3	19.2	19.0	19.2	19.0	19.4	19.3	19.4	19.4	18.2	18.8	19.3	19.0
2022/11/14	19.3	19.1	18.8	19.3	19.3	19.4	19.7	19.3	19.5	19.5	19.4	19.5	19.7	19.0	19.7	19.4	18.7	19.0	19.7	19.3
2022/11/16	18.6	18.3	18.2	18.6	18.8	18.4	18.3	18.6	18.5	18.4	18.6	18.7	18.8	18.5	18.7	18.9	18.1	18.6	18.4	18.5
2022/11/18	18.6	18.5	17.9	18.9	17.9	18.7	18.6	18.3	18.6	18.2	17.9	19.1	18.3	18.3	19.2	18.8	18.3	18.6	18.8	18.5
2022/11/22	18.0	17.8	17.5	18.2	18.2	18.2	17.8	18.2	17.9	18.2	18.0	18.1	18.2	17.8	18.4	18.5	17.7	18.0	18.4	18.1
2022/11/28	18.6	18.1	18.3	18.4	18.5	18.7	19.0	19.0	18.9	18.9	19.0	18.8	19.0	19.2	18.9	18.8	17.5	18.4	19.1	18.7
2022/12/1	14.4	15.9	15.3	15.7	16.1	16.7	15.7	15.6	15.3	15.8	15.3	16.2	15.4	15.9	15.8	16.6	15.5	15.3	15.9	15.7
2022/12/8	11.3	12.8	12.6	13.6	13.9	14.3	14.3	13.9	13.5	13.7	13.9	14.2	14.3	13.3	14.2	14.5	12.1	13.0	14.4	13.6
2022/12/12	12.6	12.9	12.6	13.4	13.8	14.0	14.1	13.6	13.5	13.6	13.8	14.1	14.2	13.3	14.2	14.0	11.8	13.2	14.2	13.5
2022/12/15	11.7	11.8	11.9	11.9	12.2	12.2	11.8	11.7	12.0	11.6	11.7	12.6	11.3	10.3	11.2	12.5	11.2	12.7	11.0	11.8
2022/12/29	10.7	10.2	10.1	10.7	10.8	11.1	11.2	10.8	10.8	10.7	10.8	10.8	11.1	10.6	11.2	11.1	9.2	10.7	11.2	10.7
2023/1/4	7.8	9.2	9.8	9.8	10.6	10.3	10.1	8.6	9.3	9.2	9.3	8.7	9.3	9.7	8.9	10.2	8.6	9.4	9.8	9.4
2023/1/6	8.1	9.6	9.7	10.2	10.6	10.7	10.5	10.4	10.5	10.3	10.2	10.6	10.6	10.4	10.9	10.7	9.0	10.0	11.0	10.2
2023/1/8	8.6	10.6	10.6	8.9	9.8	9.5	10.1	9.9	10.3	10.4	10.5	10.3	10.6	10.5	10.7	10.6	9.8	10.7	10.7	10.2
2023/1/10	10.6	10.5	10.5	10.8	11.0	11.3	11.5	11.3	11.3	11.2	11.1	11.2	11.7	11.5	11.5	11.6	9.5	10.6	11.7	11.1
2023/1/12	11.3	10.6	10.6	11.0	10.9	11.3	11.3	11.3	11.3	11.1	11.0	11.2	11.5	11.3	11.7	11.6	9.8	10.8	11.6	11.1
2023/1/16	10.9	11.3	11.3	11.5	11.3	11.6	11.2	11.3	11.2	11.3	11.6	11.6	11.7	11.4	11.5	11.6	11.2	11.4	11.4	11.4
2023/1/20	9.4	10.6	10.9	11.4	11.4	12.0	11.9	11.7	11.6	11.3	11.7	11.8	11.9	11.7	11.7	12.1	10.3	11.1	11.6	11.4
2023/1/23	10.6	10.3	10.2	10.8	10.2	10.3	11.2	11.2	11.2	11.1	11.0	11.0	11.2	11.0	11.3	11.1	9.7	10.3	11.2	10.8
2023/1/26	6.4	7.4	7.3	8.5	8.5	8.8	8.8	8.7	8.3	8.3	8.7	8.7	8.8	8.2	9.0	9.0	6.4	8.4	9.1	8.3
2023/1/30	8.4	8.5	8.0	8.5	8.4	8.8	8.7	8.3	8.3	8.3	8.3	8.8	8.6	8.2	8.8	9.1	8.2	8.4	9.2	8.5
2023/2/6	8.2	8.7	8.7	9.3	9.3	9.6	9.5	9.7	9.6	9.6	9.5	9.6	9.8	9.6	9.5	9.9	8.5	9.0	9.9	9.3
2023/2/9	10.2	9.7	9.7	10.1	10.1	10.1	10.5	10.6	10.6	10.2	10.3	10.2	10.7	10.7	10.8	10.4	9.4	9.7	10.8	10.3
2023/2/13	11.1	10.7	10.7	10.8	10.9	11.0	11.0	11.1	11.0	10.9	11.1	10.9	11.2	11.0	11.2	11.0	10.6	10.7	11.2	11.0
2023/2/20	11.6	10.2	10.8	10.6	11.0	10.8	11.4	11.4	11.5	11.3	11.0	11.2	11.4	11.3	11.2	11.0	11.0	10.5	11.3	11.1
2023/2/22	10.2	10.1	9.8	10.3	10.4	10.6	10.6	10.6	10.6	10.4	10.5	10.6	10.8	10.4	10.7	10.6	9.4	10.2	10.5	10.4
2023/2/27	11.8	12.2	11.6	11.9	11.7	11.6	11.6	11.7	11.6	11.4	11.4	11.8	11.6	11.1	11.4	11.5	11.8	11.1	11.8	11.6
2023/3/6	11.4	11.6	11.4	11.4	11.5	11.5	11.7	11.9	12.0	12.0	11.7	11.7	12.0	12.1	12.0	11.8	11.5	11.3	12.0	11.7
2023/3/9	13.8	13.1	12.9	12.8	12.8	12.6	12.9	12.9	13.0	13.1	12.8	12.8	13.1	12.9	13.0	12.8	13.2	12.9	13.1	13.0
2023/3/13	13.8	13.5	13.3	13.4	13.8	13.7	13.7	13.7	14.0	13.8	13.8	13.4	13.0	13.4	13.7	13.7	13.1	13.1	13.4	13.5
2023/3/22	15.9	14.4	14.5	14.3	14.4	14.2	14.5	14.8	14.8	15.4	14.7	14.8	14.5	14.7	14.6	14.3	14.6	14.3	14.5	14.6

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
2022/9/13	22.2	22.0	21.1	21.8	22.3	22.1	22.7	22.7	22.8	22.4	21.8	21.8	22.5	22.2	23.0	22.6	21.8	21.4	23.0	22.2
2022/10/3	17.5	18.4	18.4	21.2	21.2	21.2	21.4	20.9	20.8	19.0	19.5	18.9	21.9	21.4	22.1	21.1	16.7	20.3	22.0	20.2
2022/10/11	16.6	21.3	21.0	21.6	22.4	22.6	22.4	22.3	22.4	21.3	21.9	20.7	22.5	22.2	22.8	23.0	20.0	21.6	23.0	21.7
2022/10/17	13.5	16.1	16.1	19.1	20.2	20.1	20.8	19.5	18.0	17.8	19.1	16.4	20.6	20.4	20.8	22.0	13.5	20.1	19.5	18.6
2022/10/27	19.1	23.0	22.6	22.6	22.6	23.0	23.0	23.2	23.0	22.9	22.9	22.6	23.0	23.0	23.1	23.2	21.0	22.4	23.2	22.6
2022/10/29	22.7	22.4	22.3	22.5	22.4	22.7	22.7	22.8	22.7	22.6	22.6	22.8	22.8	22.4	22.7	22.8	19.7	22.2	22.8	22.5
2022/10/31	23.3	22.7	22.0	22.7	23.3	23.4	23.3	23.2	23.1	22.7	23.5	23.7	23.4	23.0	23.6	23.3	20.4	22.3	23.7	23.0
2022/11/2	20.2	20.2	20.6	21.1	21.6	22.1	22.2	21.5	21.7	20.5	21.5	21.1	22.2	21.7	22.6	22.5	19.1	20.6	22.8	21.4
2022/11/7	18.7	22.1	21.5	22.2	22.2	22.3	22.8	22.5	22.6	22.2	22.1	22.2	22.9	22.0	22.6	22.9	20.5	22.0	23.4	22.1
2022/11/9	17.9	22.4	21.7	22.5	22.7	22.9	22.9	22.9	22.9	22.6	22.4	22.5	22.9	22.4	22.9	22.8	19.7	21.9	22.9	22.2
2022/11/11	18.0	23.2	22.3	22.8	23.1	23.8	23.7	23.8	23.3	23.5	23.4	23.5	23.4	23.6	23.8	23.7	21.0	22.9	23.8	23.0
2022/11/14	20.4	21.8	22.0	20.8	20.9	23.4	23.3	20.8	23.0	20.8	23.3	20.7	23.8	22.3	23.6	23.4	20.3	22.2	23.5	22.1
2022/11/16	19.7	19.5	19.2	20.2	22.0	22.0	21.7	20.7	20.8	18.2	19.3	20.6	21.5	20.7	21.9	22.4	16.8	21.2	23.2	20.6
2022/11/18	21.0	19.4	18.3	20.9	21.3	22.1	21.7	21.4	21.0	20.7	20.2	22.4	21.9	21.9	23.2	22.5	17.5	20.9	23.0	21.1
2022/11/22	23.1	22.7	22.2	22.7	23.1	23.1	23.3	23.2	23.2	23.3	22.9	22.9	23.1	22.6	23.3	23.3	21.2	22.7	23.4	22.9
2022/11/28	22.6	22.6	21.4	23.5	23.6	23.9	23.8	23.9	24.1	23.9	23.8	23.7	23.9	23.9	24.1	23.9	20.8	23.0	24.1	23.4
2022/12/1	19.2	21.1	21.4	22.1	22.9	23.4	23.0	22.3	22.0	21.5	22.2	22.8	23.0	22.0	23.0	23.1	18.6	21.9	23.0	22.0
2022/12/8	17.6	22.9	22.6	22.8	23.1	23.4	23.3	23.2	23.3	23.0	23.0	23.1	23.4	23.0	23.5	23.5	20.4	22.4	23.6	22.7
2022/12/12	18.5	22.4	21.3	22.3	22.6	22.8	22.8	22.7	22.7	22.7	22.4	22.4	22.9	22.2	22.9	22.8	19.3	21.8	23.0	22.1
2022/12/15	17.4	21.0	21.9	21.1	21.7	22.1	20.6	21.3	20.3	19.4	19.6	21.4	20.6	20.5	21.2	21.7	18.7	22.1	19.7	20.7
2022/12/29	22.8	22.0	22.2	22.6	22.5	23.2	23.3	23.1	23.1	22.5	22.4	22.8	23.2	22.4	22.9	23.0	20.0	22.1	23.1	22.6
2023/1/4	18.8	21.3	21.8	22.1	22.6	22.7	22.6	21.2	21.5	21.1	21.4	19.2	21.3	21.4	21.3	22.6	19.0	21.4	22.4	21.3
2023/1/6	17.1	22.0	21.7	22.5	22.9	23.2	23.1	23.1	22.8	22.7	22.7	22.8	23.3	23.1	23.5	23.1	19.1	22.3	23.7	22.4
2023/1/8	16.1	22.7	22.9	19.7	22.6	21.5	22.8	22.8	23.2	23.4	22.9	22.9	23.0	23.0	23.6	23.1	22.8	23.5	23.3	22.4
2023/1/10	20.3	22.6	21.8	22.5	22.7	23.0	23.1	22.9	23.0	22.7	23.2	23.3	23.4	23.2	23.5	23.5	19.0	22.0	23.5	22.6
2023/1/12	23.5	23.3	22.4	22.5	22.6	23.5	23.4	23.4	23.3	22.9	22.8	22.8	23.6	23.2	23.5	23.5	20.6	22.4	23.6	23.0
2023/1/16	12.7	19.7	20.4	21.4	21.0	19.8	20.3	17.0	16.4	16.6	19.1	14.9	20.4	17.5	20.1	21.1	16.1	22.5	19.5	18.8
2023/1/20	17.0	21.3	21.7	22.6	23.1	23.4	23.4	23.2	23.3	22.4	23.2	22.9	23.7	22.8	23.4	23.6	18.8	22.3	23.7	22.4
2023/1/23	21.2	22.5	21.7	22.6	22.9	23.2	23.1	23.4	23.2	23.1	23.0	23.0	23.5	23.1	23.6	23.3	19.3	22.3	23.3	22.7
2023/1/26	18.2	22.1	21.4	22.9	22.9	22.6	23.0	23.0	22.7	23.0	23.1	22.9	23.3	23.0	23.4	23.5	19.5	23.0	23.6	22.5
2023/1/30	11.8	15.8	19.7	21.7	22.1	22.2	21.5	21.0	21.0	20.6	20.0	16.0	21.8	21.5	22.2	22.4	13.8	22.5	22.7	20.0
2023/2/6	18.7	24.0	22.2	22.9	23.4	23.1	23.4	23.6	23.7	23.6	22.9	23.4	23.6	23.5	23.6	23.7	20.2	22.1	23.6	22.9
2023/2/9	20.4	23.0	22.5	22.8	23.2	23.4	23.5	23.5	23.5	23.7	23.5	23.3	23.7	23.6	23.8	23.8	19.7	23.6	24.1	23.1
2023/2/13	18.1	21.3	21.4	22.2	22.7	23.0	22.2	19.5	21.6	20.8	21.5	22.3	22.2	21.2	22.9	22.8	17.4	21.7	21.9	21.4
2023/2/20	17.0	22.4	21.3	21.9	23.0	23.3	23.6	23.8	23.4	20.1	22.8	22.9	23.2	23.2	23.5	23.7	20.1	20.8	23.8	22.3
2023/2/22	17.6	23.1	21.1	22.6	22.7	23.0	23.0	23.0	23.3	23.2	22.7	22.8	23.3	22.9	23.5	23.5	20.5	22.0	23.5	22.5
2023/2/27	19.9	18.5	18.7	21.2	22.3	22.8	21.9	21.7	21.7	20.8	21.0	22.3	22.5	21.8	22.4	22.8	16.1	21.5	23.1	21.2
2023/3/6	18.8	22.8	22.9	23.1	24.4	23.7	24.0	23.8	23.7	23.9	23.8	23.7	24.2	23.2	24.1	24.2	21.4	23.1	24.1	23.3
2023/3/9	19.4	23.8	23.2	23.8	23.8	24.2	24.0	24.1	24.0	24.1	23.8	23.4	23.7	23.7	24.0	24.6	21.3	23.2	23.9	23.5
2023/3/13	17.8	22.5	22.9	22.7	23.0	22.9	23.0	22.8	22.7	21.6	22.6	22.8	23.1	21.7	23.1	23.0	20.7	22.8	23.1	22.3
2023/3/22	17.2	22.6	21.9	22.8	23.2	23.7	23.5	23.3	23.2	20.1	22.9	23.1	23.4	23.0	23.5	23.8	19.9	22.8	24.0	22.5

付表3 漁場調査結果 無機三態窒素 (DIN)

(単位:  $\mu\text{M}$ )

観測点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	A	B	C	平均
2022/9/13	11.0	10.9	14.1	8.5	9.5	8.9	8.4	8.6	9.5	8.7	9.3	9.8	8.5	11.0	8.0	9.1	11.8	9.5	8.2	9.7
2022/10/3	19.6	13.5	12.6	1.5	0.4	0.3	0.3	0.7	0.2	1.4	4.2	6.3	0.5	4.7	0.4	0.3	24.1	2.1	0.3	4.9
2022/10/11	37.6	22.6	22.5	19.1	18.1	15.4	16.2	18.7	18.1	21.4	20.0	22.9	16.1	26.9	15.4	15.1	28.2	20.6	15.1	20.5
2022/10/17	42.8	35.4	34.7	18.1	13.4	19.2	16.4	19.6	24.9	25.5	19.7	32.3	21.0	27.1	30.5	14.1	44.1	17.3	39.9	26.1
2022/10/27	14.3	1.1	1.2	1.3	1.5	1.0	1.0	0.7	1.3	1.0	1.0	0.9	0.7	1.5	0.9	0.9	6.5	1.2	1.7	2.1
2022/10/29	1.6	0.7	1.7	1.5	0.7	0.7	0.7	0.6	2.2	1.0	0.6	0.8	0.8	8.0	2.1	1.0	13.0	3.1	1.3	2.2
2022/10/31	2.6	0.9	2.0	1.3	0.9	0.8	0.6	0.5	0.6	1.4	1.0	0.6	0.6	0.9	0.6	0.7	7.3	0.8	0.8	1.3
2022/11/2	4.7	3.0	3.1	0.8	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	2.2	1.3	1.0	0.5	0.5	0.7	1.1	8.6	2.0	2.0	1.8
2022/11/7	11.8	0.9	0.9	0.8	1.0	0.8	0.6	2.6	2.1	0.9	1.0	0.8	0.7	5.9	0.7	1.4	3.6	0.9	0.7	2.0
2022/11/9	19.3	0.6	1.2	0.6	3.7	1.1	0.8	0.6	1.6	1.2	0.6	0.6	0.5	12.0	0.4	0.4	9.1	1.2	0.5	2.9
2022/11/11	20.7	1.3	2.2	1.1	1.0	1.6	1.2	1.0	1.3	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	8.4	1.8	2.0	2.6
2022/11/14	12.8	3.7	3.2	0.7	0.3	1.2	0.4	0.3	0.3	0.7	0.3	0.3	0.2	1.3	0.2	0.3	13.8	1.8	1.0	2.3
2022/11/16	11.1	15.8	13.1	9.1	10.8	15.2	0.8	3.0	4.6	15.6	10.7	5.3	9.3	17.5	15.2	6.1	25.1	5.3	0.4	10.2
2022/11/18	2.9	7.7	10.8	4.6	0.3	0.6	0.4	0.3	0.4	2.8	3.0	2.3	0.9	0.5	2.5	0.3	15.8	3.7	2.0	3.2
2022/11/22	1.8	0.6	3.3	2.5	2.7	2.4	2.4	4.2	3.8	1.2	2.6	2.7	2.4	12.0	2.5	2.3	5.6	2.3	1.9	3.1
2022/11/28	14.1	0.4	1.0	0.4	0.4	0.8	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	0.7	0.9	0.9	0.8	1.0	9.6	1.0	1.0	1.9
2022/12/1	22.6	9.9	8.2	5.4	1.4	0.9	0.4	0.4	2.2	5.5	1.6	2.0	0.9	3.3	2.4	1.2	19.9	6.3	2.6	5.1
2022/12/8	20.6	1.8	3.2	2.5	3.0	4.2	4.2	5.0	5.3	5.3	3.2	3.5	4.7	13.1	4.9	5.2	12.3	3.5	4.4	5.8
2022/12/12	17.9	0.3	4.6	2.3	3.8	3.5	2.4	3.7	2.5	0.6	3.1	3.1	3.6	10.0	3.0	4.0	13.8	2.5	3.5	4.6
2022/12/15	21.1	3.7	0.1	2.4	0.8	0.0	0.2	0.0	0.9	13.1	7.7	2.3	4.2	4.9	1.8	0.1	17.7	0.0	31.1	5.9
2022/12/29	5.6	7.7	7.6	5.0	5.2	4.4	2.1	9.1	6.5	4.9	4.6	4.4	2.1	16.9	2.1	2.6	13.9	5.9	1.7	5.9
2023/1/4	19.9	1.1	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.2	6.9	2.8	1.1	54.0	0.0	8.2	0.9	0.5	5.3
2023/1/6	18.4	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	1.0	6.2	0.0	0.0	1.4
2023/1/8	24.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	0.1	0.0	0.0	13.7	0.0	0.7	7.7	0.3	0.2	2.5
2023/1/10	7.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	0.0	0.0	0.9
2023/1/12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.6
2023/1/16	48.8	8.4	3.8	1.6	3.9	8.9	5.1	17.1	22.2	21.7	11.7	36.1	0.6	19.7	6.6	1.8	28.0	1.2	10.5	13.6
2023/1/20	41.7	8.3	7.3	3.8	2.8	3.0	3.1	5.6	6.0	3.7	2.9	3.1	2.1	8.2	2.4	2.2	22.9	4.0	1.6	7.1
2023/1/23	19.0	8.1	14.3	6.7	5.5	5.6	6.1	6.6	6.7	7.8	6.6	6.3	5.2	10.5	3.9	5.5	30.5	8.0	3.6	8.8
2023/1/26	41.0	16.4	17.7	8.7	8.1	7.4	7.2	9.6	13.1	11.5	8.2	8.5	7.1	14.3	6.5	7.1	31.9	9.6	6.1	12.6
2023/1/30	59.1	44.8	20.9	12.2	12.9	10.7	12.3	15.6	14.1	15.6	19.8	39.9	14.8	22.0	17.0	9.3	54.7	11.0	11.0	22.0
2023/2/6	25.2	5.6	8.9	6.7	5.8	5.2	5.0	6.4	7.3	6.9	6.2	5.4	5.2	14.8	4.8	5.1	18.7	8.8	4.5	8.2
2023/2/9	18.6	7.2	10.2	7.1	5.9	5.2	5.1	8.4	10.3	6.2	5.4	5.6	4.8	5.4	4.0	5.2	21.9	9.0	4.5	7.9
2023/2/13	29.0	11.7	10.9	7.0	6.1	6.0	6.1	14.4	8.0	11.0	7.4	5.9	6.2	11.1	9.1	6.6	30.2	9.6	17.3	11.2
2023/2/20	29.8	10.3	11.7	10.1	5.2	4.7	5.5	4.7	4.7	18.4	6.5	5.7	4.7	5.4	4.1	4.9	18.7	14.8	4.2	9.2
2023/2/22	31.3	7.5	14.5	7.8	6.7	5.6	5.8	5.6	5.6	6.8	6.6	7.0	5.4	12.3	5.0	5.4	17.5	10.4	4.9	9.0
2023/2/27	19.4	18.7	21.1	13.4	8.3	8.0	10.7	11.5	11.0	13.7	11.3	7.6	9.6	12.0	9.9	7.5	32.2	12.1	7.2	12.9
2023/3/6	17.2	5.5	6.7	5.9	5.3	5.1	5.1	6.9	4.9	4.6	4.5	4.2	4.5	10.8	4.6	4.8	12.2	6.5	4.1	6.5
2023/3/9	14.4	5.6	5.6	4.0	4.3	3.7	3.6	3.5	5.2	6.2	4.2	4.2	3.5	3.4	2.9	3.5	10.5	4.2	3.0	5.0
2023/3/13	24.7	8.1	5.9	5.3	5.8	5.1	4.5	3.4	5.0	9.1	6.1	5.7	4.3	6.7	4.1	4.9	12.2	4.8	4.1	6.8
2023/3/22	21.9	8.6	9.6	6.4	5.7	4.5	5.2	5.3	6.5	13.4	6.9	5.5	4.6	10.0	3.2	4.9	13.9	6.7	3.2	7.7

付表4 漁場調査結果 プラנקトン沈殿量

(単位: ml/100L)

観測点	1	3	5	7	9	11	13	15	B	平均
2022/9/13	0.30	2.10	0.19	0.18	0.15	0.50	0.06	0.12	0.39	0.44
2022/10/3	0.25	0.05	0.15	0.05	0.03	0.16	0.04	0.05	0.18	0.11
2022/10/11	0.18	0.20	0.20	0.17	0.12	0.13	0.12	0.08	0.23	0.16
2022/10/17	0.23	0.22	0.51	0.16	0.11	0.28	0.04	0.15	0.75	0.27
2022/10/27	1.15	1.40	2.50	0.71	0.95	1.60	0.83	0.50	1.50	1.24
2022/10/29	1.90	2.70	3.10	1.70	1.20	1.90	1.20	0.62	1.15	1.72
2022/10/31	1.20	0.25	1.70	6.10	6.80	1.30	2.80	1.70	0.30	2.46
2022/11/2	1.35	0.27	1.40	3.50	3.55	1.15	2.35	1.50	0.64	1.75
2022/11/7	2.30	2.95	1.35	2.40	4.30	1.60	2.25	2.45	2.30	2.43
2022/11/9	1.20	1.22	4.55	1.35	1.40	2.25	1.45	1.05	4.70	2.13
2022/11/11	1.03	0.85	1.06	1.45	1.81	1.90	1.29	1.00	0.68	1.23
2022/11/14	0.50	0.40	0.65	2.10	1.50	1.60	1.00	1.20	0.65	1.07
2022/11/16	0.30	0.19	0.45	1.08	0.90	0.74	0.33	0.25	0.24	0.50
2022/11/18	0.54	0.16	1.41	2.58	3.03	0.73	0.84	0.37	0.24	1.10
2022/11/22	1.10	1.15	1.05	0.70	1.13	0.70	0.53	0.53	1.20	0.90
2022/11/28	1.90	1.78	1.15	0.80	0.63	1.48	0.45	0.37	1.20	1.08
2022/12/1	1.90	1.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.42
2022/12/8	0.60	1.65	0.98	0.45	0.34	0.78	0.07	0.08	1.12	0.67
2022/12/12	0.25	0.84	0.15	0.13	0.42	0.28	0.15	0.16	1.60	0.44
2022/12/15	0.43	2.15	0.80	3.40	1.70	0.75	0.80	1.25	3.98	1.70
2022/12/29	0.34	1.00	0.32	0.67	0.54	0.43	0.75	0.64	0.65	0.59
2023/1/4	2.38	3.39	0.66	3.31	6.20	2.38	9.90	8.10	1.61	4.21
2023/1/6	2.15	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	0.68
2023/1/8	2.60	5.70	2.00	3.18	5.20	4.35	1.35	1.83	2.00	3.13
2023/1/10	2.60	3.69	0.98	0.61	1.32	1.73	0.87	0.80	0.92	1.50
2023/1/12	1.34	0.74	0.28	0.44	0.94	0.44	0.51	0.54	0.86	0.68
2023/1/16	0.14	0.28	0.17	0.68	0.74	0.16	2.74	0.89	0.22	0.67
2023/1/20	0.15	1.25	0.58	0.23	0.08	0.61	0.11	0.10	0.68	0.42
2023/1/23	0.26	0.09	0.24	0.19	0.07	0.53	0.13	0.14	0.15	0.20
2023/1/26	0.08	0.18	0.67	0.18	0.15	0.51	0.19	0.12	0.25	0.26
2023/1/30	0.02	0.07	0.05	0.07	0.01	0.10	0.25	0.27	0.12	0.11
2023/2/6	0.34	0.64	0.36	0.07	0.26	0.13	0.07	0.05	0.24	0.24
2023/2/9	0.07	0.68	0.12	0.04	0.07	0.07	0.05	0.04	0.08	0.14
2023/2/13	0.03	0.07	0.04	0.03	0.02	0.04	0.01	0.03	0.03	0.03
2023/2/20	0.08	0.19	0.05	0.08	0.07	0.17	0.08	0.12	0.10	0.10
2023/2/22	0.05	0.15	0.11	0.09	0.05	0.12	0.12	0.15	0.15	0.11
2023/2/27	0.06	0.03	0.04	0.06	0.01	0.07	0.05	0.02	0.03	0.04
2023/3/6	0.28	0.60	0.65	0.26	0.17	0.25	0.15	0.14	0.75	0.36
2023/3/9	0.26	0.47	0.75	0.28	0.17	0.60	0.18	0.24	1.60	0.51
2023/3/13	0.25	0.40	0.20	0.10	0.23	0.25	0.17	0.15	0.30	0.23
2023/3/22	0.24	0.30	0.23	0.08	0.14	0.11	0.12	0.09	0.35	0.18

# 有明海漁場再生対策事業

## (9) 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。

### 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

6～8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

6～8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、殻付き重量及び軟体部湿重量を測定した。なお、成熟状況を把握するため、鳥羽・深山<sup>1)</sup>に基づき以下の式で肥満度を算出した。

肥満度 = (軟体部湿重量 (g) / (殻長 (mm) × 殻高 (mm) × 殻幅 (mm))) × 10<sup>5</sup>

### 結 果

#### 1. 漁獲状況調査

図2に昭和59年から令和3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トンピークに減少し、平成6～8年にかけてやや増加傾向になったが、平成9年から再び減少に転じ、平成29年以降は30トン前後の低い水準で推移している。

#### 2. 漁獲物の殻長組成

図3に漁獲物の殻長組成を示した。主に漁獲されているシジミは17mm以上～22mm未満であり、これらは全体の約7割を占めていた。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、31.1mm、14.1mmであった。

#### 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25.1mm、21.7mm、18.6mmで、平均重量は4.9g、3.3g、2.0gであった。

また、「大」「中」「小」銘柄の肥満度は、それぞれ8.1～10.1、7.7～10.5、8.8～10.8の範囲で推移していた。全ての銘柄で7月の肥満度が最大を示しており、今年度は7月前後で産卵期を迎えていると考えられた。

### 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.

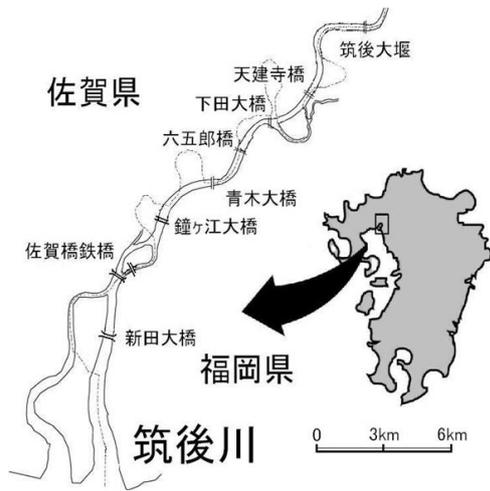


図1 漁場図（筑後川）

図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	21.1	11.3	18.4	3.1	0.4
最大	29.3	16.3	26.1	7.9	1.4
最小	15.2	8.1	13.1	1.0	0.1
標準偏差	2.8	1.8	2.6	1.3	0.2

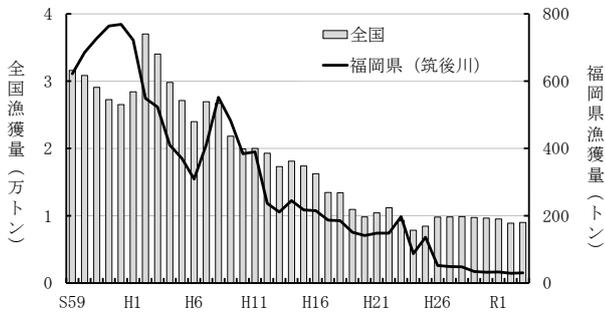


図2 漁獲量の推移

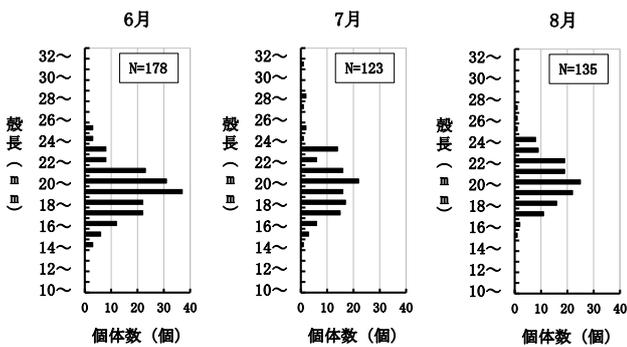
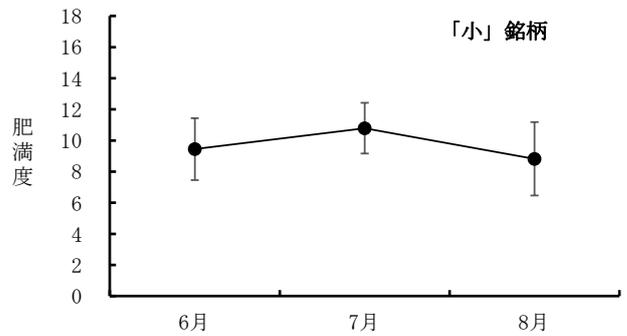
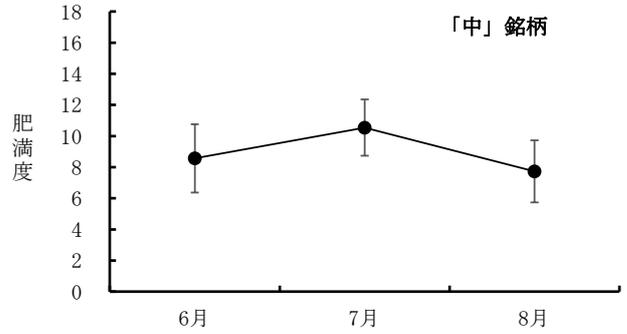
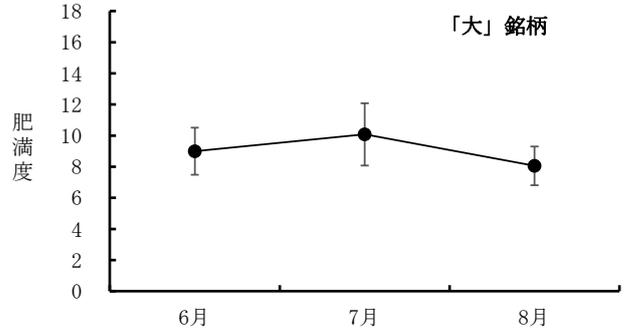


図3 漁獲対象の殻長組成

図4 各銘柄における肥満度の推移

# 有明海漁場再生対策事業 (10) ナルトビエイ防除調査

山田 京平

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<sup>1,2)</sup>。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被覆網を用いた試験を実施した。

## 方 法

調査は図1に示す有区303号で実施した。令和4年11月11日に1m×6mの範囲に殻長20mm程度の天然アサリを放流し、ナルトビエイ等からの食害防除のため、9mm目合いの被覆網をかぶせて保護した。

また、同日、過年度に他事業で設置した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。

令和5年1月6日に被覆網による保護効果の確認のため、目視にてアサリの生息状況、食害痕の有無の確認を行った。

## 結 果

令和4年11月11日に行った被覆網設置作業の状況を図2に示した。作業は漁業者4名で行い、被覆網のはがれ防止のために、被覆網の四隅に鉄の棒を結束バンドで止め、さらに上からステンレス製のピンで押さえた。

過年度設置した被覆網の掘り起こし作業の状況を図3に示した。設置した被覆網には埋没が見られ、一度撤去した後、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。

令和5年1月6日に新たに設置した網の確認を行った。図4に示すように設置した網には浮泥の堆積が見られたものの、ナルトビエイの食害痕は確認されなかった。網の下には放流したアサリが見られた(図5)

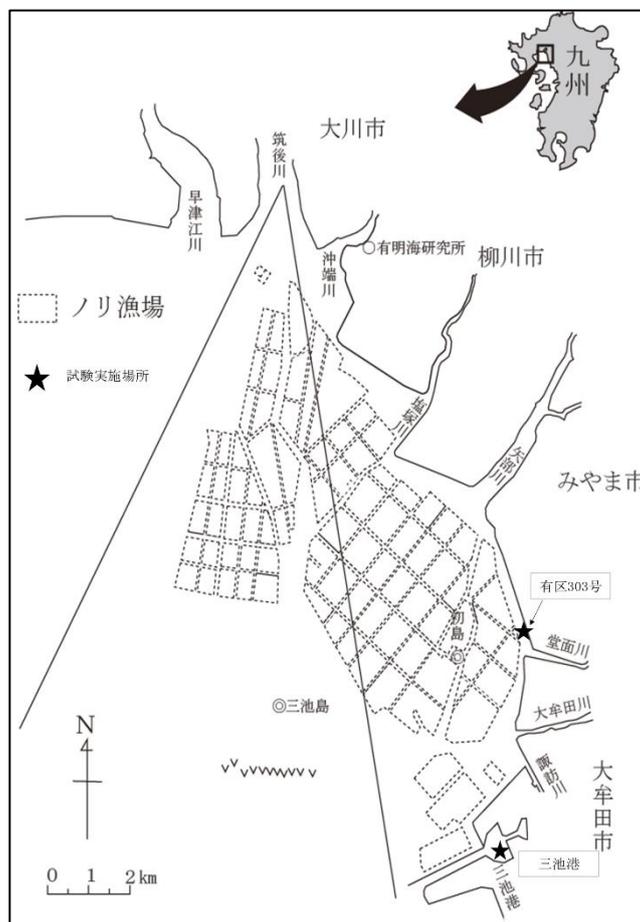


図1 試験実施場所



図2 被覆網設置作業



図3 被覆網管理作業



図5 被覆網下のアサリ



図4 被覆網状況

## 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.