

有明海漁場再生対策事業

(3) 二枚貝類増産事業 (タイラギ)

的場 達人・吉田 幹英・篠原 直哉・長本 篤

近年、有明海のタイラギ潜水器漁場において、西部海域では底質環境の悪化や夏場に発生する貧酸素水塊の発生によへい死、東部海域では原因不明の立ち枯れへい死などによって資源状態が著しく低下している。

現在、有明海全域でタイラギ資源が減少しており、浮遊幼生や着底稚貝の発生も著しく低下しており、産卵のための成貝資源の増大が急務となっている。

本県では有明海福岡県海域の干潟域では、本県漁業者によるタイラギ保護区の設定により、沖合域においては斜面覆砂による底質改善試験や食害種であるナルトビエイの駆除活動を実施している。

本事業においては、成貝資源の保護・増大のためへい死抑制技術の開発を行うとともに、立ち枯れへい死の要因を明らかにすることを目的として調査及び試験を実施した。

方 法

1. 天然漁場における斃死状況調査

(1) タイラギ分布調査

天然漁場におけるタイラギの斃死状況を把握するため、図1に示した有明海福岡県地先において、毎年、稚貝の発生がみられる竹はぜ南区で、月1回のタイラギの分布調査を行った。

分布調査はスクーバ潜水で、1m×30mの範囲内に生息するタイラギをラインセクト法により採取し、生息密度を算出した。

(2) 生息環境調査

月1回のタイラギ分布調査時に底質試料をアクリルパイプ（内径36mm、長さ30cm）を用いて採泥した。試料は採取後、実験室で1時間静置し、試料上部に堆積した流動層を浮泥としてその堆積層厚を測定した。浮泥を除去した後、表層から0～5cm層、5～10cm層を分取後、層毎に攪拌し、酸揮発性硫化物量（AVS）、強熱減量（IL）、中央粒径値（Mdφ）及び泥分率について分析した。AVSは検知管法、ILは底質調査方法（昭和63年環水管第127号）Ⅱ、Mdφ及び泥分率はTrask法により行った。

また、試験箇所の水温及び溶存酸素を測定するため連続水質観測計（JFEアドバンテック社製 AROW2-USB）を、センサー部が海底上5cmになるように設置し、水質データを10分間隔で測定、データ回収後に測定値を24時間平均して使用した。

2. 育成手法別試験

(1) 試験漁場

図1に示す、有明海沖合域にある三池島の東側漁場において平成22年度に砂厚30cmの覆砂後、その上に2列の投石が行われた場所を試験漁場とした。

(2) 育成手法

1) 海中育成ネット区

海中育成ネットは、図2に示した73cm×52cmのポケットネット（株式会社 西海養殖技研製）を表裏2枚重ね、その上部に浮子を取り付けたものとした。供試貝数は収容する23cm×26cmのポケットのサイズに合わせて、稚貝（0歳）は1ネットあたり30～36個、成貝（1歳～）は20～24個とした。

ネットはスクーバ潜水により、2列の投石間に、ネット中心部が海底から1m程浮いた状態になるように設置した。

追跡調査は2ヶ月に1～2回の頻度で行い、ネットを船上に持ち上げタイラギを全て取り出し、生貝の計数及び殻長測定を行った。その際、ネットの目詰まりを防止するため水中ポンプで洗浄した。

また、殻から透けて見える生殖腺の着色状況を産卵盛期の7月24日に、沖合産稚貝区について観察した。

2) 直植え区

直植え区は図2に示すように、通常が生息時と同様の状態になるよう、海底の砂泥中にタイラギを直立した状態で移植した。移植する稚貝数は50cm×50cmの枠内に30～40個、成貝は50cm×100cm枠内に30個とした。

追跡調査は、スクーバ潜水により、目視で生貝を計数し、死殻があればその都度回収した。

3) 被覆カゴ区

ナルトビエイ等による食害の影響を排除するため、直植え区と同様の手法で底泥中に30個を移植し、その上から市販の野菜カゴ（サンコー 8K 内寸47cm×33cm×17cm）を被せて、杭と結束バンドで固定した。

追跡調査は、海底で被覆カゴを取り外して、目視により生貝を計数し、死殻があれば回収した。

（３）供試貝

有明海には、殻の形状からみて、「ケン」と呼称されるリシケタイラギと「ズベ」とされるタイラギの２種が生息するが、今回の試験では、資源量の面で重要なリシケタイラギ（以後、タイラギ）¹⁾を使用した。また、干潟域と沖合域でタイラギの殻形状や生残に差がある¹⁾と

いわれているため、図１に示した採捕海域別に、干潟産貝と沖合産貝に分け、さらに、産地別にへい死状況を比較するため、豊前市沖合域でけた網により採捕した豊前海産貝を供試した。各試験区の供試貝について、採捕海域、採捕日、移植日、試験開始時の平均殻長を表１に示した。

（４）生息環境調査

前述の竹はぜ南区と同様の手法で追跡調査時に底泥を採取し、底質分析を行った。

水質は、水温と酸素飽和度の連続観測機器を、直植え試験区は海底上5cmに、海中育成ネット区は海底上1mの位置にセンサー部を設置した。

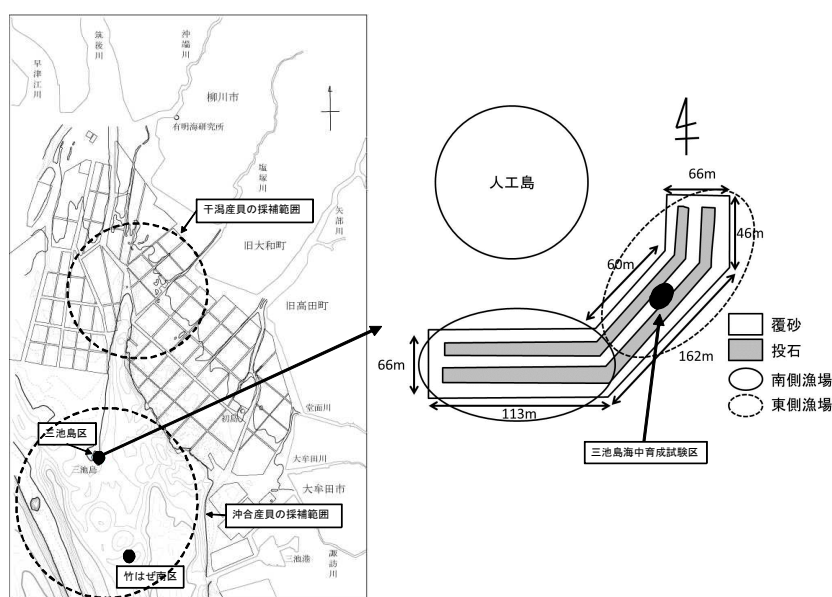


図１ 試験区の設定場所と供試貝の採取範囲

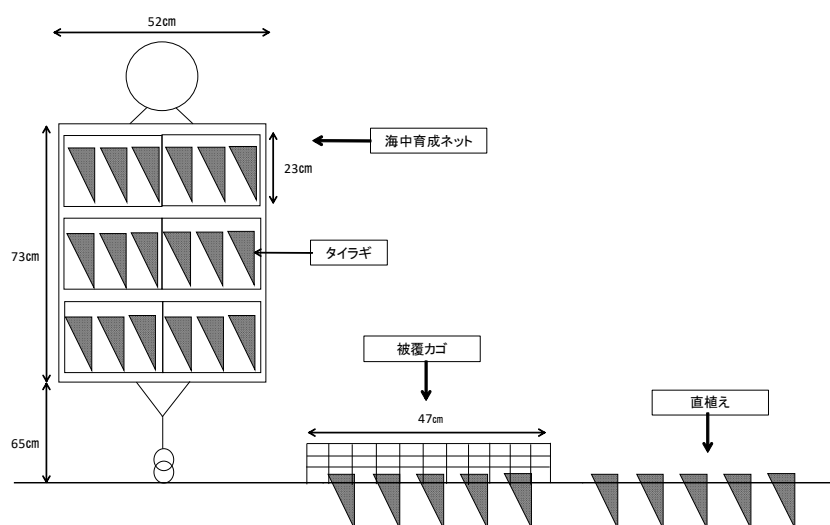


図２ 育成手法別試験の概要

表 1 育成手法別試験の供試貝

試験区 成長段階 採捕海域	海中育成ネット区				直植え区				被覆カゴ区	
	稚貝		成貝		稚貝		成貝		稚貝	成貝
	干潟産	沖合産	有明海産	豊前海産	干潟産	沖合産	有明海産	豊前海産	沖合産	有明海産
採捕日	2014/1/30	2015/2/13	2014/3/3	2014/2/3	2014/1/20	2015/3/12	2014/1/17	2014/2/3	2015/2/13	2015/2/19
移殖日	2014/2/24	2015/2/27	2014/3/10	2014/2/7	2014/1/24	2015/3/13	2014/1/22	2014/2/7	2015/2/27	2015/3/13
開始殻長	100mm	73mm	187mm	206mm	116mm	81mm	203mm	211mm	72mm	208mm

結 果

1. 天然漁場における斃死状況調査

(1) タイラギの分布調査

平成25年級群は図3に示すとおり、平成26年1月以降、3月まで0.9～1.3個体/m²の密度で生息していたが、平成26年4月に0.07個体/m²に減少し、6月5日以降は確認できなくなった。

平成26年級群は、平成26年9月中旬に8.7 個体/m²の生息が確認され、11月下旬には約14.3個体/m²に増加、その後、平成27年3月まで10個体/m²以上の密度で推移したが、4月27日に3.5個体/m²に減小、8月上旬には0.3 個体/m²となり9月の調査では生貝が確認できなくなった。その際、底泥中には死殻は残っていなかった。

(2) 生息環境調査

1) 底質

竹はぜ南区における浮泥堆積層厚を図4に、底泥の

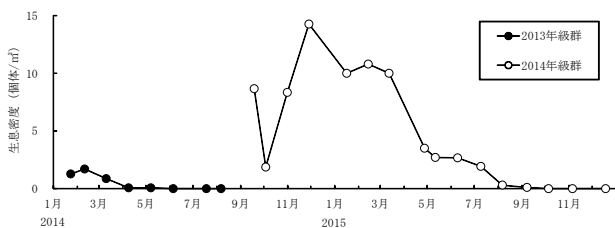


図3 竹はぜ南区のタイラギ稚貝分布状況

AVS, IL, Mdφ, 泥分率の推移を図5に示した。

浮泥堆積層厚は、平成26,27年3月に0を示し、0～6mmの範囲で推移した。AVSは、0～5cm層で0.00～0.13mg/g乾泥、5～10cm層で0.02～0.16mg/g乾泥の範囲で推移し、概ね5～10cm層が高い傾向を示した。ILは、0～5cm層で2.3～7.1%, 5～10cm層で2.1～7.0%の範囲で推移し、各層で大きな差はみられなかった。泥分率は0～5cm層で3.1～32.7%, 5～10cm層で2.9～27.2%の範囲で推移した。Mdφは0～5cm層で1.0～2.8, 5～10cm層で1.1～2.7の範囲で推移し、平成27年3月に大きな減少がみられた。

2) 水質

竹はぜ南区における水質の連続観測結果を図6に示した。海底上5cmの水温は、9.0～27.1℃の範囲で推移した。酸素飽和度は10.3～125.3%の範囲で推移し、平成26年5月初旬に4日間、平成27年6月下旬に1日間40%以下の貧酸素が確認された。

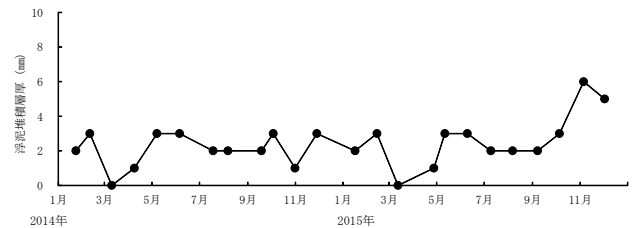
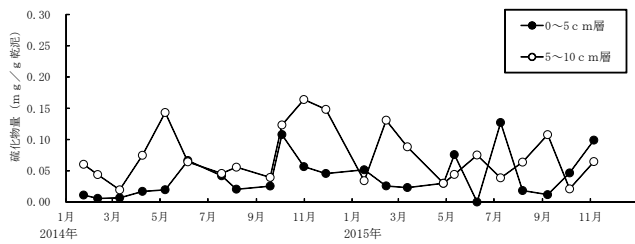
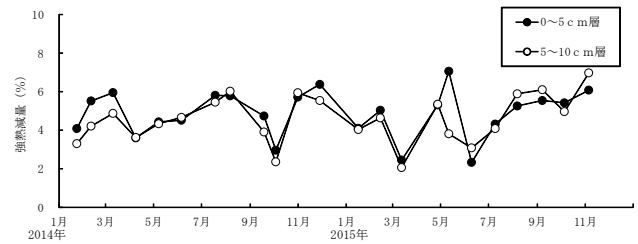


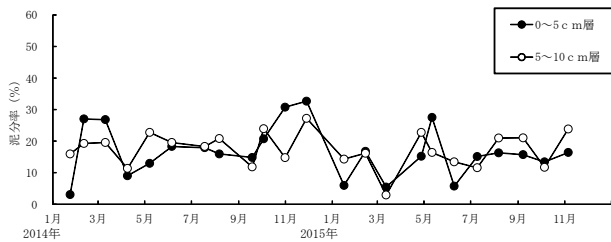
図4 竹はぜ南区の浮泥堆積層厚



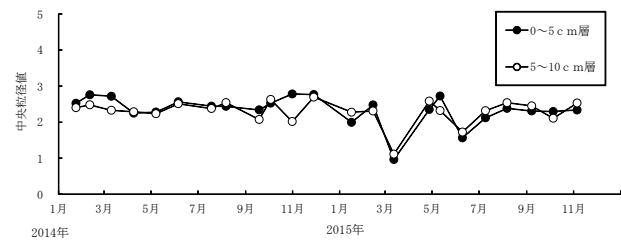
AVS



IL

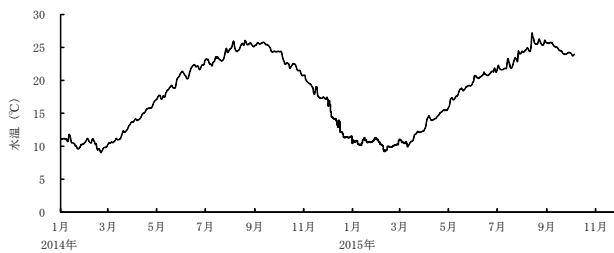


泥分率

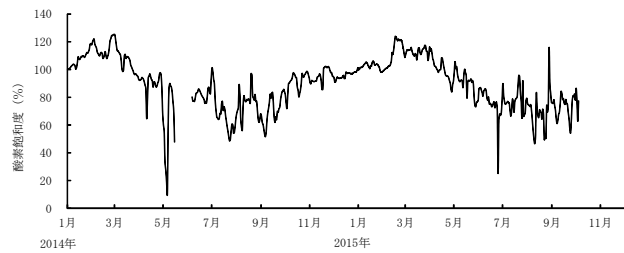


Md φ

図5 竹はぜ南区の底質



水温



酸素飽和度 (D0)

図6 竹はぜ南区における海底上5cmの水質

2. 育成手法別試験

(1) 海中育成ネット区

海中育成ネット区の生残率を図7に示した。

干潟産稚貝は、平成26年9月までほとんど斃死はみられず、11月からわずかに減少したものの、翌年2月27日まで85%と高い生残率を示した。

沖合産稚貝は、試験を開始した平成27年2月27日から4月28日にかけて83%に減少し、9月19日に77%, 11月17日に60%まで減少したが、その後は12月2日まで60%で推移した。

有明海産成貝は、平成26年10月17日まで100%で推移し、11月17日にかけて79%まで減少したが、翌年1月13日まで71%が生残した。

豊前海産成貝は、試験を開始した平成26年2月7日から7月4日まで70%に減少したが、その後大きな減少はなく、翌年1月まで63%が生残した。

次に、海中育成ネット区の平均殻長の推移を図8に示した。開始時平成26年2月24日の平均殻長100mmが、終了時の平成27年2月27日には179mmまで成長した。

また、産卵盛期とされる7月の生殖腺は、24個体中87%で着色が確認され、58%が赤色(雌), 29%が白色(雄)であった。

(2) 直植え区

直植え区の生残率を図9に示した。

干潟産稚貝は、平成26年3月7日まで83%であったが、4月9日に57%, 5月22日に43%と低下し、7月4日以降は、生貝が確認できなくなった。

沖合産稚貝は、移植後14日目の平成27年3月27日には7%に減少し、4月28日には生貝が確認できなくなった。

有明海産成貝は、平成26年7月4日まで90%以上、10月17日まで70%で推移していたが、11月17日に10%と大きく減少し、翌年1月13日には3%となった。

豊前海産成貝は、平成26年7月4日まで90%以上、10月17日まで77%で推移したが、11月17日には37%と大きく減少した。その後も斃死が継続し、翌年1月13日には13%まで減少した。

直植え区は、いずれの試験区も終了時に海底に死殻が確認された。

(3) 被覆カゴ区

被覆カゴ区の生残率を図10に示した。

沖合産稚貝は、平成27年7月24日まで90%で推移したが、8月21日には70%に減少し、9月16日には47%、10月20日に13%、12月21日には3%となった。

有明海産成貝は、平成27年7月24日まで93%であったが、8月21日に50%まで減少し、その後、12月21日には17%となった。

いずれの試験区も終了時に海底に死殻が確認された。

(4) 三池島試験漁場の環境調査

1) 底質

三池島区の浮泥堆積層厚は図11に示すとおり、平成27年5月以降やや増加したが、1mm～7mmの範囲で推移した。

AVSは、平成27年11月に0～5cm層で0.22mg/g乾泥、

5～10cm層で0.16mg/g乾泥と増加したが、その他の月は0.10mg/g乾泥未満で推移した。ILは、平成27年6月に0～5cm層で7.1%を示したが、その他の月は各層とも5.0%未満で推移した。泥分率は0～5cm層で3.1～22.8%、5～10cm層で1.3～8.5%の範囲で推移した。Mdφは0～5cm層で0.0～1.8、5～10cm層で-0.4～0.6の範囲で推移した(図12)。

2) 水質

三池島区における水質の連続観測結果を図13に示した。水温は、海底上5cm層で平成26年8月21日に26.6℃、平成27年8月に27.3℃とその年の最高値を示し、9.0～27.3℃の範囲で推移した。海底上1m層の水温は9.7～27.3℃の範囲で推移し、海底上5cm層と比較して最大で0.5℃の差しかみられなかった。

酸素飽和度は平成27年8月10日に、海底上5cm層で最も低い38.2%を、海底上1m層で最も低い37.9%を示したが、翌日には40%を超える値を示した。各層の酸素飽和度の差は、平成27年5月12日に28%となったが、その他は、概ね10%以下の差で推移した。

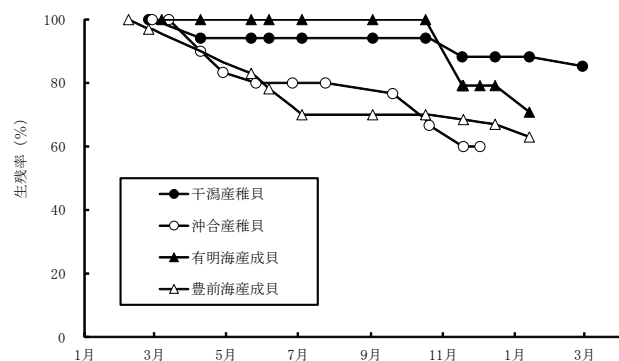


図7 海中育成ネット区の生残率

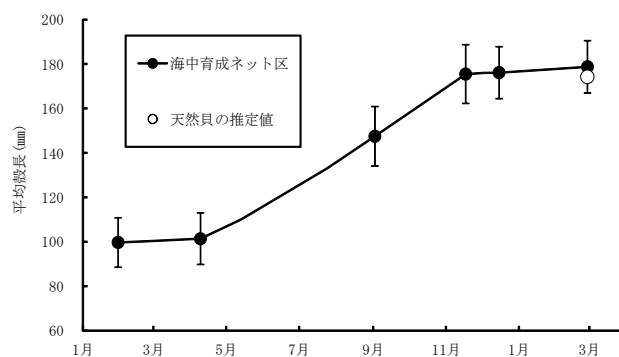


図8 海中育成ネット区の成長

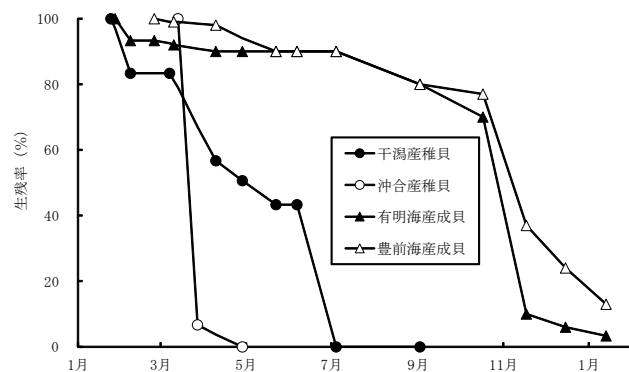


図9 直植え区の生残率

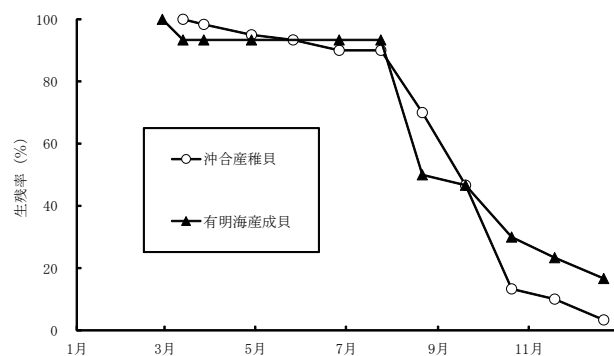
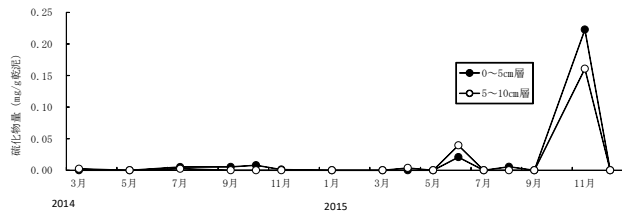


図10 被覆カゴ区の生残率

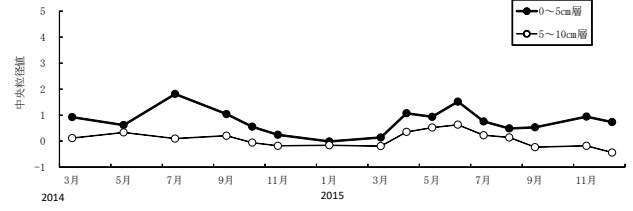
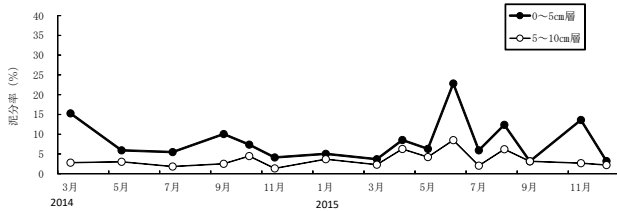


図11 三池島区の浮泥堆積層厚



AVS

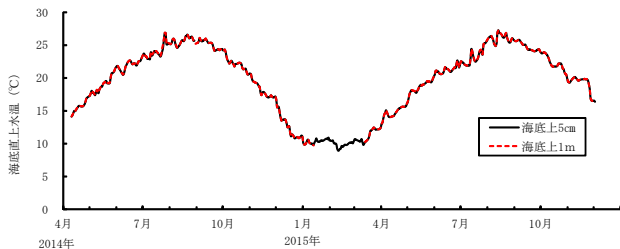
IL



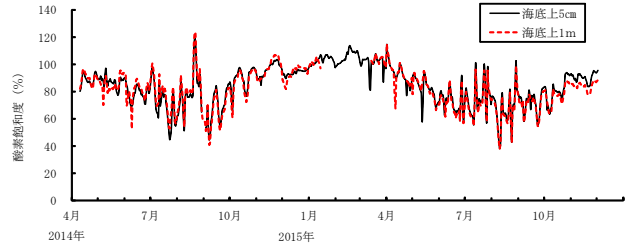
泥分率

Md φ

図12 三池島区の底質



水温



酸素飽和度 (DO)

図13 三池島区における海底直上の水質

考 察

試験区ごとの状況を見ると、天然漁場の竹はぜ南区では、平成26年9月から11月に発生した稚貝は、翌年3月から5月に大幅に減少し、7月にかけてほぼ全ての貝が消失している。育成手法別試験の直植え区では、移植した稚貝は、天然漁場と同様7月までに大きく減少しているが、成貝は7月までの減少は少なく、10月から大きく

減少している。被覆カゴ区では稚貝、成貝ともに7月まではほとんど減少せずに、8月から大きく減少している。

これに対して、育成ネット区では採取場所、産地、成貝、稚貝に関わらず、試験期間中の生残率に若干の減少はみられるが、1年を通じて顕著な減少はなく、試験終了時には各試験区とも60%を超える生残率を示している。

これらのことから、タイラギの斃死要因について考察すると、天然漁場と直植え区の稚貝は3月から7月までに大きく減少しており死殻もない状況であるの対し、食

害を防止した被覆カゴ区ではこの時期に目立った減少がなかったことから、この時期の稚貝の減少は食害による可能性が高いと考えられる。また、被覆カゴ区では夏季から秋季に大きく減少するが、稚貝の死殻が海底から這い出した状態で残っていることから、この時期の減少は当海域で問題となっている立ち枯れ斃死の可能性があると考えられる。直植え区の成貝は被覆カゴ区と同様の減少傾向を示したが、成貝は大型のため食害の影響を受けにくく春季には大きな減少はみられなかったが、秋季に立ち枯れ斃死を起こした可能性があると推察される。

それに対して海中育成ネット区では、3月から7月の食害の時期にも、8月からの立ち枯れ斃死する時期にも大きな減少がみられていない。

杉野らは²⁾タイラギの生息に適正な値は、浮泥堆積層厚で10mm以下、AVSで0.1mg/g乾泥未満、Mdφ 3未満、IL 5%未満、泥分率30%未満で、生息に不適な値は、浮泥堆積層厚は20mm超、AVSで0.4mg/g乾泥以上、Mdφで4以上、ILで10%以上、泥分率で50%以上としている。

夏季から秋季にみられる立ち枯れ斃死の原因として底質環境の悪化が考えられるが、試験期間中、上記の底質指標については、天然漁場である竹はぜ南区や育成手法別試験区で、タイラギの生息に不適とされる値はみられず、立ち枯れ斃死との関連は見えなかった。

次に試験箇所の水質について、海底上5cm層と海底上1m層の水温は共に9.0～27.3℃の範囲で推移し、両層で大きな差はみられていない。また酸素飽和度は、海底上5cm層と海底上1m層は同様の傾向で推移し、大きな差はみられず、平成27年8月10日に38%を示した以外は、40%を下回る環境変化は確認されていない。

このことから斃死の有無は、貝が海底にあるか、海底から切り離されているかによるものと考えられる。また、貝の採取場所、産地、年齢等の履歴や、条虫、疾病等、貝自体が持つ要因は、活力低下等に伴う2次的な斃死原因である可能性はあるが、直接的な斃死要因ではないこ

とが示唆される。育成ネット区の有明産稚貝に斃死がみられていないことから、有明海でみられる立ち枯れ斃死の原因が有明に発生する貝が持つ要因ではないと考えられる。

想定される斃死要因としては、今回の調査で把握できなかった5cmより海底に近い層の底質環境や海底の間隙水中の酸素濃度の低下、連続観測を行っていない硫化水素の一時的な増加、海底に堆積する浮泥による摂餌障害などの2次的な影響等があり、今後はこれらについて検討を行う予定である。

タイラギを海底から切り離して育成する手法については、鈴木ら³⁾が長崎県諫早市小長井地先の試験筏で、9月から翌年2月まで稚貝の垂下飼育を行い、基質別にタイラギの成長、生残を比較した報告はあるが、立ち枯れ斃死が起きる夏季から秋季を越した育成結果はない。今回の結果から、立ち枯れ斃死を起こす当海域において、海底から切り離して育成することが斃死抑制手法として有効で、長期の育成が可能であることが明らかになった。今後は、斃死要因の究明試験と併せて、母貝団地の造成等、資源増殖への活用も検討していきたい。

文 献

- 1) 伊藤輝昭, 吉田幹英, 金澤孝弘, 内藤剛, 岩渕光伸. タイラギ殻形状からみた斃死と資源変動. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2006; 16: 97-104.
- 2) 杉野浩二郎, 吉田幹英, 山本千裕. タイラギの生息に適した底質条件の検討ータイラギの生息状況とその底質条件ー. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2010; 20: 53-60.
- 3) 鈴木健吾, 坂本達也, 清水節夫, 伏屋玲子, 前野幸男. 各種の基質で垂下飼育したリシケタイラギ稚貝の成長, 生残および潜行. 水産技術 2013; 5(2): 119-124.

有明海漁場再生対策事業

(4) 二枚貝類増産事業 (アサリ・サルボウ)

長本 篤・篠原 直哉・的場 達人

有明海福岡県地先では、かつて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著しく減少し、漁獲量も不安定になっている。二枚貝の持つ底質改善や水質浄化の効果は良く知られており、生息範囲の広い二枚貝類資源の増大は漁獲量増大による漁家所得の向上だけでなく、有明海の生産性向上に極めて大きな意味を持つ。

そこで本事業では、二枚貝類であるアサリを対象に天然採苗技術や人工種苗を用いた中間育成技術、放流技術、管理技術について検討し、漁家所得の向上を目的に調査を行った。

方 法

1. 天然採苗試験

試験は、図1に示した調査点で行った。調査期間は、有区24号では平成27年5月19日から平成28年1月18日まで、有区10号では平成27年5月18日から平成28年3月10日までとした。調査内容は、表1に示した。

設置した試験区は、図2のとおりである。使用したラッセル網袋は、30×60cm、目合い4.5mmで、これに粒径1cm程度の砂利を約5kg収容して採苗器（以下、砂利袋）とした。試験区は、原地盤に砂利袋を平たく置いた平置き区に加え、砂利袋の埋没を防止するため目合い18mmのポリエチレン製のネットを原地盤に広げ、その上に砂利袋を平

たく置いたネット区、砂利袋の高さを確保するため砂利袋を広げず立てて置いた縦置き区、ポリエチレン製の二重底プレート区（40×40×10cm）の上面を原地盤まで埋め込み、その上に砂利袋を平たく置いた二重底プレート区の4区とした。試験区の設置は、平成27年5月の干出時に行い、図3の配置で図2のとおり縦横4列の16袋ずつ設置した。

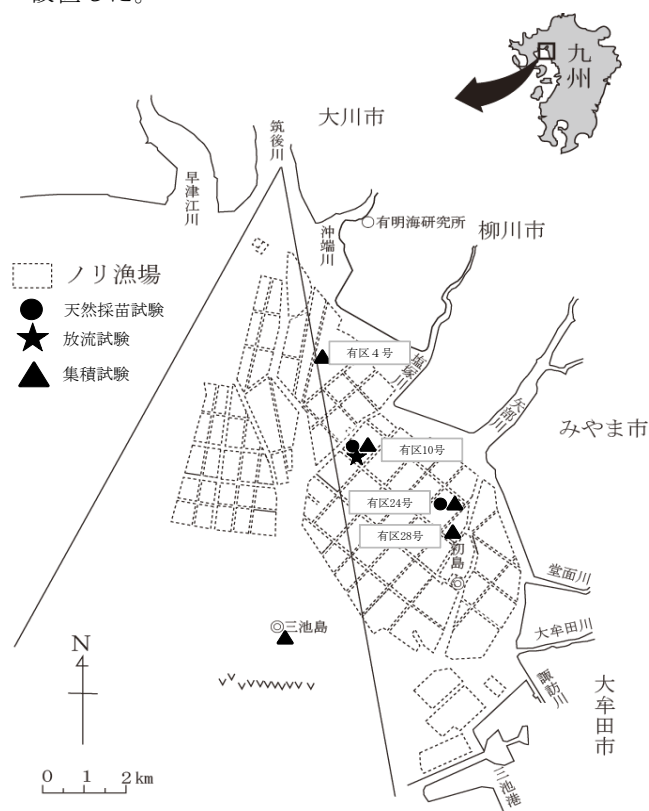


図1 調査位置図

表1 調査の内容

調査点	調査内容	平成27年								平成28年		
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
有区24号	試験区設置	○										
	採苗調査					○				○		
	初期稚貝調査	○	○			○	○			○		
	底質調査	○	○			○	○			○		
有区10号	試験区設置	○										
	採苗調査					○				○		
	初期稚貝調査	○	○	○	○	○	○	○		○		○
	底質調査	○		○	○	○		○		○		



図2 試験区の概要

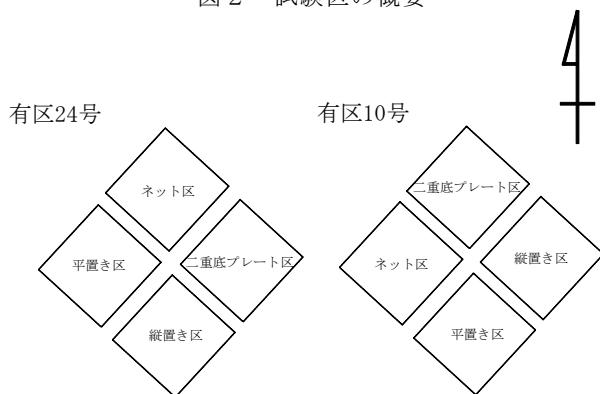


図3 試験区の配置

(1) 採苗調査

砂利袋内のアサリの採苗数を把握するため、両調査点において、平成27年9月及び平成28年1月の干出時に各試験区の砂利袋を3袋ずつ砂利袋内に入った砂泥等とともに回収した。各試験区で回収した砂利袋を研究室に持ち帰り、砂泥等を除去するために目合い3mmのふるいを用いて選別後、残渣物の中からアサリを選別し、生死の確認、生貝の個体数の計数及び殻長の測定を行った。

併せて砂利袋による天然採苗の効果を把握するため、砂利袋の設置時及び回収時に対照区として試験区周辺の任意の3点で25×25cm、深さ10cmの砂泥等を採取した。試料は、目合い1mmのふるいで選別後、残渣物を研究室に持ち帰り、アサリの選別、生死の確認、生貝の個体数の計数及び殻長の測定を行った。

なお、各試験区の砂利袋の分布密度を算出する際に基準となる表面積は、平置き区、ネット区、二重底プレート区では砂利袋の表面積である0.18㎡、縦置き区では立てて置いた砂利袋のうち任意の5袋を実測し、その平均値である0.059㎡を用いた。

(2) 初期稚貝調査

網袋周辺の殻長1mm以下の稚貝（以下、初期稚貝）の分布密度を把握するため、有区24号では平成27年5月、6月、9月、10月、平成28年1月に計5回、有区10号で

は平成27年5～11月、平成28年1月、3月に計10回行った。試料は、内径34mm、長さ50cmの亚克力パイプを用いて網袋周辺の表層1cmの底質を4回採取したものを1試料として3試料採取した後、-30℃の冷凍庫で保存し、アサリ稚貝の同定、個体数の計数及び殻長の測定を行った。

(3) 底質調査

網袋周辺の底質を把握するため、有区24号では平成27年5月から平成28年1月までの5回、有区10号では平成27年5月から平成28年1月までに計6回行った。両調査点の対照区において、任意の3カ所の底質を内径34mm、長さ50cmの亚克力パイプを用いて柱状に採取した。試料は、研究室に持ち帰り、表層5cmを分析に供した。底質の分析項目は、中央粒径値、泥分率、強熱減量及び全硫化物とした。中央粒径値及び泥分率については、ふるい（4，2，1，0.5，0.25，0.125，0.063mmの7種）を用いた粒度分析により各粒度ごとの重量パーセントから求め、その他の分析項目については、水質汚濁調査指針¹⁾に準じた。

2. 放流試験

ナルトビエイによる食害を防止するため、図1に示した有区10号で囲い網による放流試験を行った。調査期間は、平成27年5月18日から平成28年1月13日とした。囲い網は、平成27年5月18日に約6×36mの周囲に設置した26本のFRP支柱にノリ網（18×1.8m、目合い30cm）を高さ約1.8mになるよう側面及び上面に取り付け作成した。試験には、平均殻長32.2mmの有明海産アサリを用い、平成27年6月3日に囲い網の中（以下、囲い網区）及び外（以下、対照区）のそれぞれ5×5mの範囲に2kg/㎡の密度で放流した。

囲い網の施設の管理として平成27年6月から平成28年3月まで毎月1～4回の頻度で囲い網に引っかかったゴミや施設に付着した生物の除去、破損したノリ網の修繕を行った。さらに、8月下旬にはノリ網に付着した生物が成長し除去が不可能になったため、平成27年8月31日にノリ網を全て交換した。加えて、ノリの種付け前には囲い網のノリ網にアオノリが付着しているとの情報があったため、ノリ網を全て交換した。

(1) 分布調査

各試験区のアサリの分布を把握するため、放流30，89，224日後に行った。各試験区の4点で直径10.6cm深さ10cmの範囲の底質を6カ所採取し、目合い5mmのふるいで選別した残渣物を研究室に持ち帰り、アサリの個体数の計

数及び殻長の測定を行った。

(2) 底質調査

分布調査と同時に囲い網区及び対照区の各2ヶ所において天然採苗試験の底質調査と同様の方法で行った。

3. アサリ集積試験

干潟域及び非干出域に設置した竹構造物に集積するアサリ及びサルボウを把握するため、図1に示した5ヶ所で平成26年11月及び12月に設置した竹構造物（三池島：1基，その他の場所：2基）の追跡調査を行った。竹構造物は、図4に示したとおり直径約10cm，長さ1mの竹の節を抜き、1×1mの正方形に組み立て、干潟域及び非干出域の海底の表面に設置し、ラセン杭や重しで固定した。

その後、各試験場所で平成27年6月，7月（以下，6月）及び11月に蛸集生物調査，付着生物調査，アサリ初期稚貝調査，底生生物調査，底質調査を行った。調査は，干潟域に設置した場所は干出時に，非干出域に設置した場所は潜水により行った。対照区は，竹構造物周辺の原地盤とした。

(1) 蛸集生物調査

竹構造物内及び隙間に生息する生物を目合い2cmのネットで採捕し，有用生物の個体数の計数及び大きさを測定した。

(2) 付着生物調査

竹構造物の35×10cmの範囲の付着生物を削り採取した後，研究室に持ち帰り種の同定，重量の計量を行った。

(3) アサリ初期稚貝調査

三池島を除く調査点の竹構造物直下及び対照区の各2ヶ所で，天然採苗試験の初期稚貝調査と同様の方法で行った。

(4) 底生生物調査

竹構造物直下及び対照区の各2ヶ所で，25×25cm，深さ10cmの底質を目合い1mmのふるいで選別し，生物を採捕した。採捕後，研究室に持ち帰り，種の同定，個体数の計数及び重量の計量を行った。

(5) 底質調査

竹構造物直下及び対照区の各2ヶ所で，天然採苗試験の底質調査と同様の方法で行った。

結果及び考察

1. 天然採苗試験

(1) 採苗調査

有区24号における試験区別アサリの分布密度を図5に



図4 竹構造物

示した。平成27年9月及び平成28年1月の分布密度は，平置き区で296個体/㎡，557個体/㎡，ネット区で41個体/㎡，202個体/㎡，縦置き区で504個体/㎡，419個体/㎡，二重底プレート区で352個体/㎡，528個体/㎡，対照区で59個体/㎡，96個体/㎡であった。砂利袋の試験区の分布密度を対照区のそれと比較したところ，平成27年9月は0.7～8.6倍，平成28年1月は2.1～5.8倍であった。

有区10号における試験区別アサリの分布密度を図6に示した。平成27年9月及び平成28年1月の分布密度は，平置き区で81個体/㎡，107個体/㎡，ネット区で94個体/㎡，59個体/㎡，縦置き区で1,365個体/㎡，1,337個体/㎡，二重底プレート区で596個体/㎡，491個体/㎡，対照区で64個体/㎡，11個体/㎡であった。砂利袋の試験区の分布密度を対照区のそれと比較したところ，平成27年9月は1.3～21.3倍，平成28年1月は5.6～125.3倍であった。

有区24号における試験区別アサリの採苗数を図7に示した。平成27年9月及び平成28年1月の採苗数は，平置き区で53個体/袋，100個体/袋，ネット区で7個体/袋，36個体/袋，縦置き区で30個体/袋，25個体/袋，二重底プレート区で63個体/袋，95個体/袋であった。埋没対策を行った試験区の採苗数を平置き区のそれと比較したところ，平成27年9月は0.1～1.2倍，平成28年1月は0.4～0.9倍であった。

有区10号における試験区別アサリの採苗数を図8に示した。平成27年9月及び平成28年1月の採苗数は，平置き区で15個体/袋，19個体/袋，ネット区で17個体/袋，11個体/袋，縦置き区で80個体/袋，79個体/袋，二重底プレート区で107個体/袋，88個体/袋であった。埋没対策を行った試験区の採苗数を平置き区のそれと比較したところ，平成27年9月は1.2～7.3倍，平成28年1月は0.6～4.6倍であった。

有区24号及び有区10号における試験区別アサリの殻長組成を図9，10に示した。どちらの調査場所でも砂利袋内のアサリは袋内に入っていくことや成長していくこと

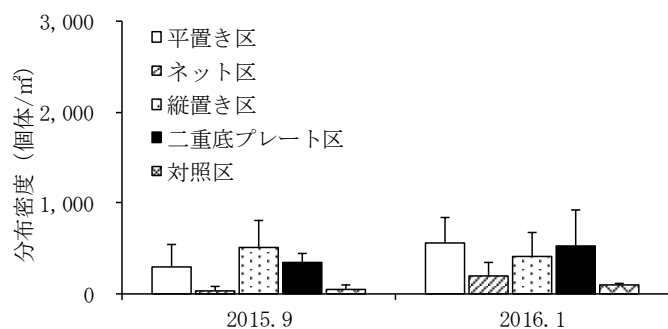


図5 試験区別アサリ分布密度（有区24号）

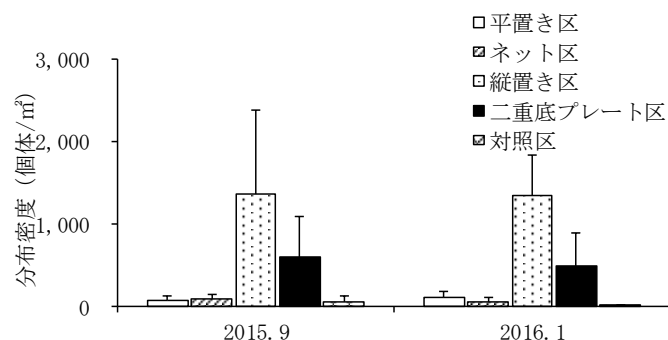


図6 試験区別アサリ分布密度（有区10号）

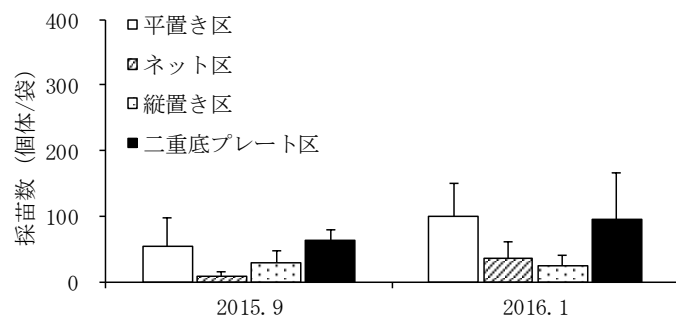


図7 試験区別アサリ採苗数（有区24号）

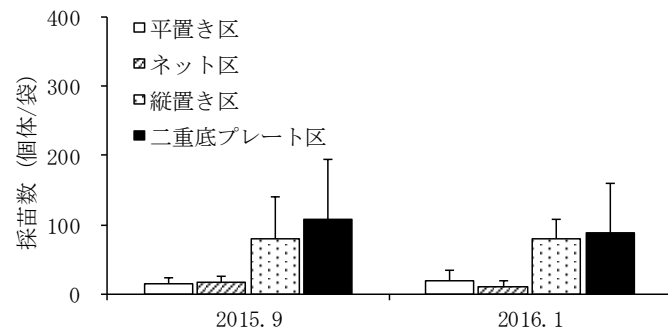


図8 試験区別アサリ採苗数（有区10号）

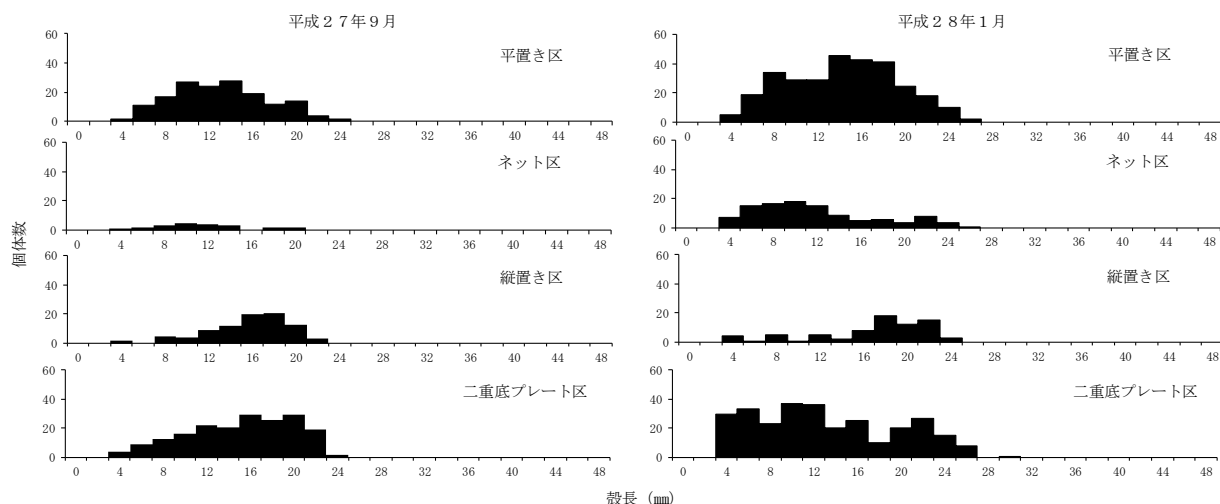


図9 試験区別アサリ殻長組成（有区24号）

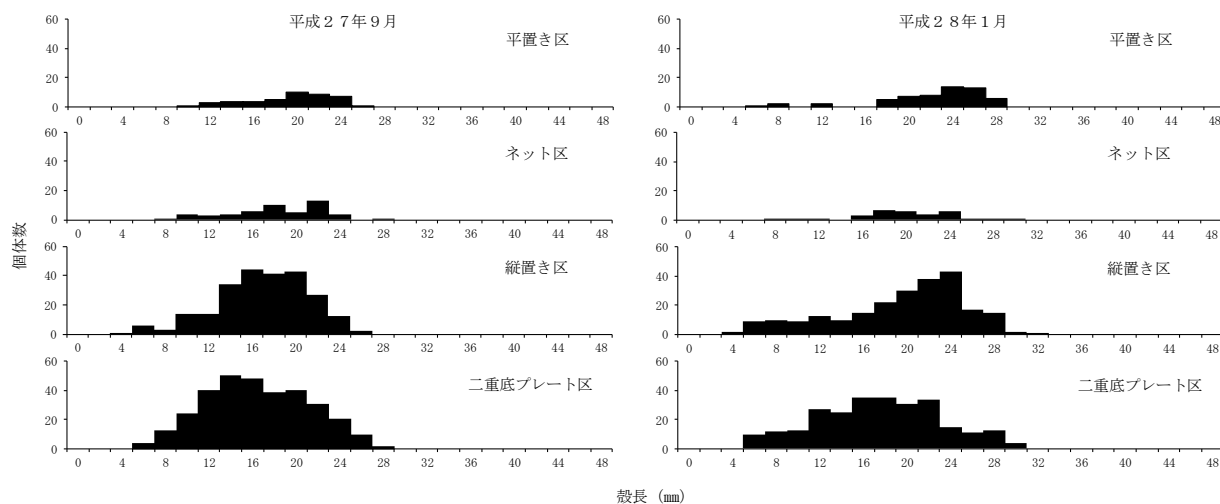


図10 試験区別アサリ殻長組成（有区10号）

が伺えた。

有区24号及び有区10号における対照区のアサリの殻長組成を図11、12に示した。どちらの調査点でも平成27年5月の砂利袋設置時にはアサリは採取されなかった。有区24号では平成27年9月に殻長12mm前後のアサリが出現し、その後成長していくことが伺えた。有区10号では平成27年9月に殻長16mm前後のアサリが出現したが、平成28年1月にアサリはほとんど採取されなかった。

(2) 初期稚貝調査

有区24号及び有区10号における初期稚貝の分布密度を図13に示した。有区10号では平成27年7月及び11月に初期稚貝が多く出現し、分布密度はそれぞれ35,263個体/m²及び25,805個体/m²であった。有区24号では調査回数が少ないが、調査を行ったときには有区10号と同様の分布密度が確認された。

(3) 底質調査

有区24号及び有区10号における底質調査の結果を表2及び表3に示した。有区24号及び有区10号の中央粒径値は、それぞれ2.6～3.2及び0.8～1.1の範囲を推移した。有区24号及び有区10号の泥分率は、それぞれ14.0～33.6%及び2.6～6.0%の範囲を推移した。有区24号及び有区10号の強熱減量は、それぞれ3.1～6.0%及び1.3～1.9%の範囲を推移した。有区24号及び有区10号の全硫化物は、それぞれ0.026～0.153mg/g乾泥及び0～0.003mg/g乾泥のは範囲を推移した。全体的にみると、平成27年9月に有区24号で底質が悪化し、全ての分析項目で測定値が上昇していた。

砂利袋の埋没状況や採苗状況をみると、埋没対策を施した二重底プレート区や縦置き区の網袋は平置き区の網袋と比較して埋没が少なく採苗数も多いことから、今後も継続して調査する必要がある。

2. 放流試験

(1) 分布調査

各試験区のアサリ残留率の推移を図14に示した。放流30, 89, 224日後の残留率は、囲い網区で85.0%, 69.7%, 18.7%, 対照区で56.1%, 54.4%, 8.5%となり、対照区と比較して囲い網区の方がアサリの残留率が高かった。

各試験区のアサリ平均殻長の推移を図15に示した。平均殻長32mmで放流したアサリは、両試験区とも放流32日後に36mm前後まで成長したが、放流89日後には35mm、放流224日後には34mm前後で推移した。

(2) 底質調査

各試験区の中央粒径値(Mdφ)の推移を図16に示した。

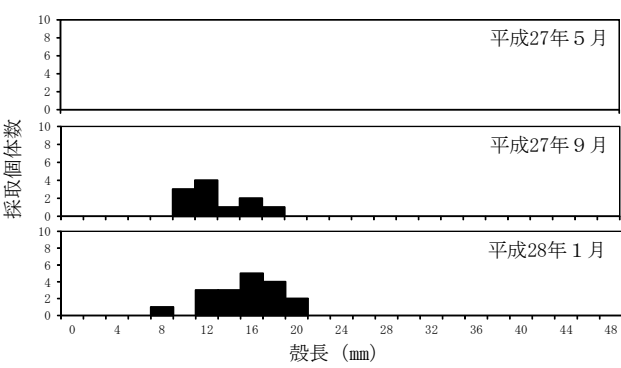


図11 対照区のアサリ殻長組成 (有区24号)

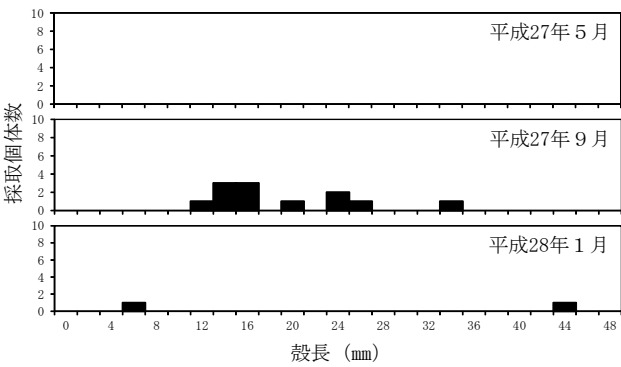


図12 対照区のアサリ殻長組成 (有区10号)

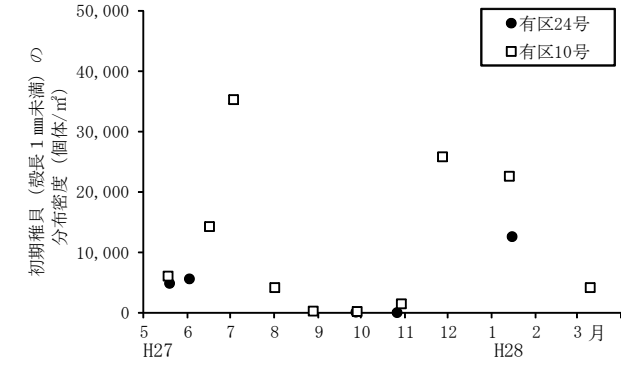


図13 初期稚貝の分布密度

表2 底質調査結果 (有区24号)

調査項目	H27. 5. 19	H27. 6. 2	H27. 9. 27	H27. 10. 26	H28. 1. 15
中央粒径値(Mdφ)	2.6	2.6	3.2	2.6	2.8
泥分率(%)	17.4	19.9	33.6	14.0	21.3
強熱減量(%)	3.1	4.6	6.0	4.3	3.1
全硫化物(mg/g乾泥)	-	0.05	0.15	0.04	0.03

表3 底質調査結果 (有区10号)

調査項目	H27. 5. 18	H27. 7. 3	H27. 8. 31	H27. 9. 28	H27. 11. 27	H28. 1. 13
中央粒径値(Mdφ)	1.0	1.1	1.1	0.8	1.0	0.8
泥分率(%)	6.0	2.6	3.5	3.6	5.0	4.2
強熱減量(%)	1.8	1.9	1.3	1.7	1.7	1.3
全硫化物(mg/g乾泥)	-	0.001	0.000	0.003	0.000	0.000

囲い網区では0.9～1.6、対照区では0.9～1.5の範囲を推移した。

各試験区の泥分率(%)の推移を図17に示した。囲い網区では3.0～25.4%, 対照区では4.0～9.8%の範囲を推

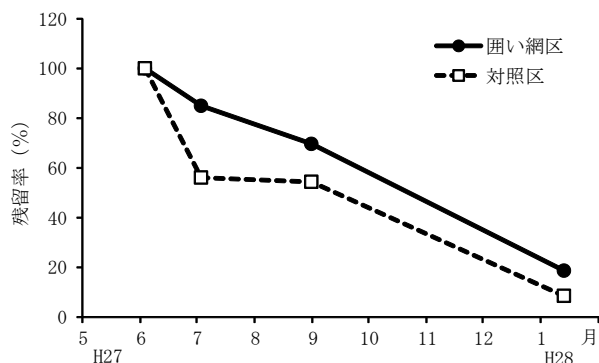


図14 試験区別アサリ残留率の推移

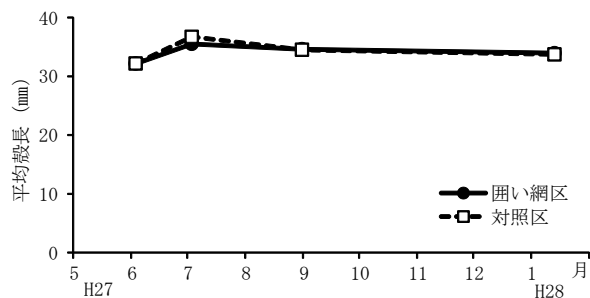


図15 試験区別アサリ平均殻長の推移

移した。

各試験区の強熱減量 (%) の推移を図18に示した。囲い網区では1.8～4.0%，対照区では1.7～2.7%の範囲を推移した。

各試験区的全硫化物 (mg/g乾泥) の推移を図19に示した。囲い網区では0.01～0.03mg/g乾泥，対照区では0.01～0.06mg/g乾泥の範囲を推移した。

各試験区のカルトビエイの摂餌痕は，両試験区とも調査時に確認されなかった。

今回の試験結果から，各試験区に放流したアサリの残留率は囲い網区の方が高かったが，アサリの成長も遅く，期待される効果は確認できなかった。囲い網区内の底質は対照区と比較して平成28年1月に泥分率や強熱減量，全硫化物の値が増加した。この要因として囲い網のノリ網やFRP支柱にフジツボやカキ類などの生物が付着することにより潮の流れが弱くなり浮泥が堆積しやすくなったことや付着した生物が脱落下し底面に堆積したことにより底質が悪化したと考えられる。

有明海福岡県地先における囲い網は，時期により付着物対策やノリ養殖業との調整が必要になると考えられ，今後はアサリの保護効果の向上や囲い網の管理作業軽減のために付着物を少なくする方法等を検討する必要がある。

3. アサリ育成試験

(1) 蜆集生物調査

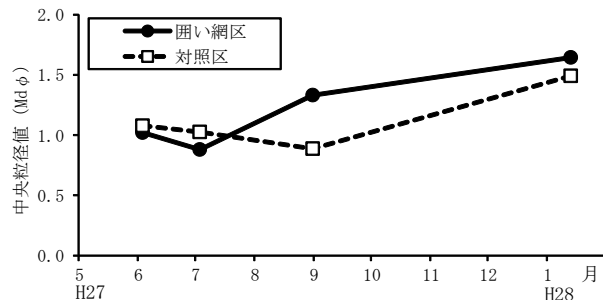


図16 試験区別中央粒径値の推移

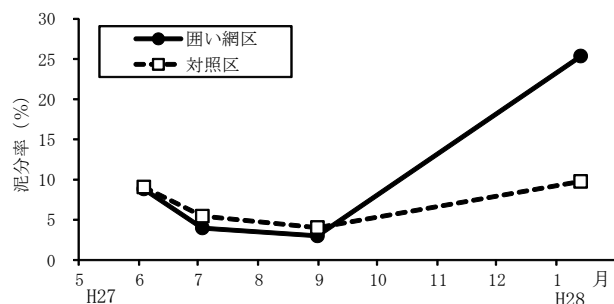


図17 試験区別泥分率の推移

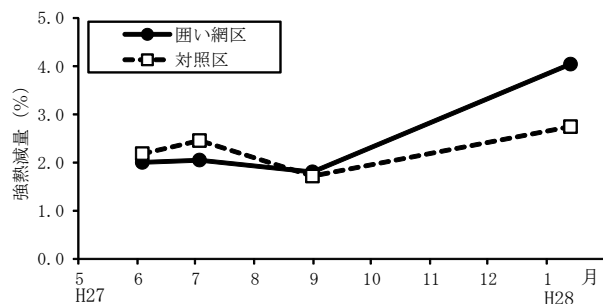


図18 試験区別強熱減量の推移

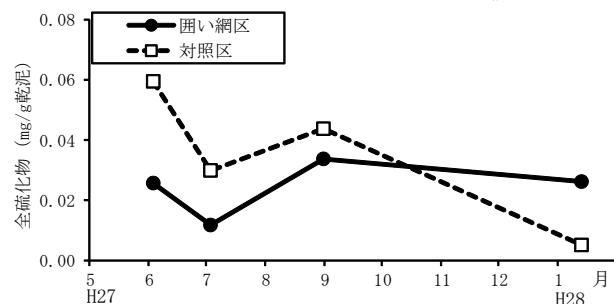


図19 試験区別全硫化物の推移

有用生物のうち，マアナゴの採捕尾数を図20に，平成27年6月と11月の全長組成を図21及び図22に示した。マアナゴは全調査場所の対照区及び有区24号ではみられなかったが，有区4号，有区10号，有区28号，三池島で見られ，平成27年6月及び11月の竹構造物1基あたりの採捕尾数は，それぞれ4尾及び7尾，6尾及び7尾，8尾及び11尾，1尾及び3尾であった。ほとんどのマアナゴは，節を抜いた竹の中に生息していた。マアナゴの全長は，平成27年6月は35～40mm，11月は30～35mmにモードがみられた。その他，竹構造物では，対照区ではみられ

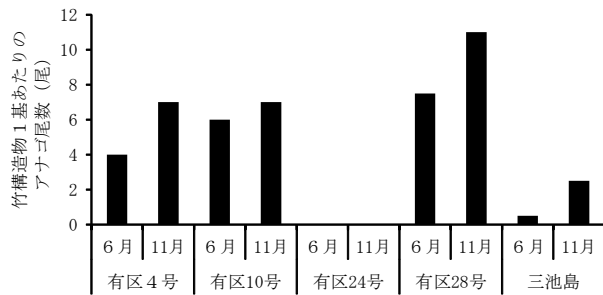


図20 試験場所別マアナゴ採捕尾数

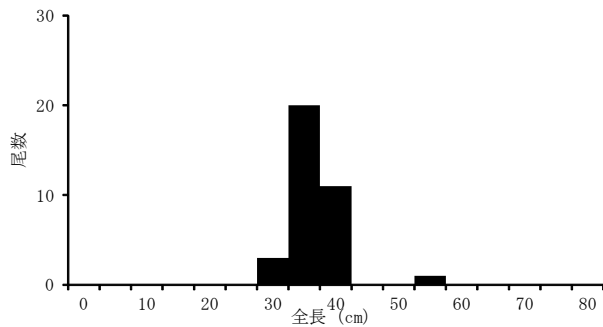


図21 マアナゴ全長組成（6月）

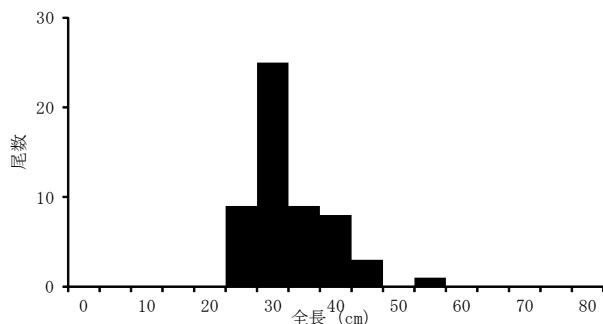


図22 マアナゴ全長組成（11月）

なかったテナガダコ、アカニシ、イシガニ等の生物が数は少ないが確認された。

(2) 付着生物調査

竹構造物に付着していた生物はカキ類が多かったことから、採取面積に付着していたカキ類の重量を図23に示した。平成27年6月調査時は、カキ類の産卵盛期前であったため、カキ類の付着はみられなかった。また、平成27年11月調査時は、非干出域である三池島においてカキ類の付着はみられなかったが、有区4号、有区10号、有区24号及び有区28号では、145g、170g、233g及び233gのカキ類が付着していた。

(3) アサリ初期稚貝調査

試験区別アサリ初期稚貝の分布密度を図24に示した。竹構造物区及び対照区の初期稚貝の分布密度は、全ての調査場所及び調査日で対照区のほうが高かった。

(4) 底生生物調査

試験区別アサリ及びサルボウの分布密度及び湿重量を図25～28に示した。三池島ではアサリ及びサルボウは確

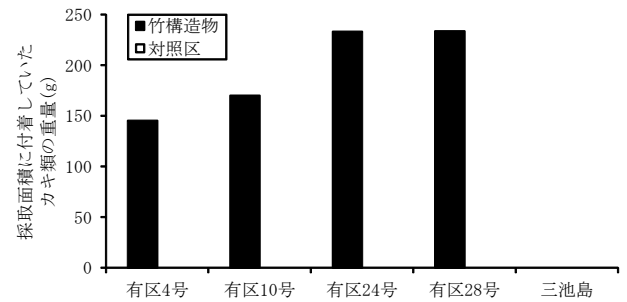


図23 採取面積に付着していたカキ類の重量

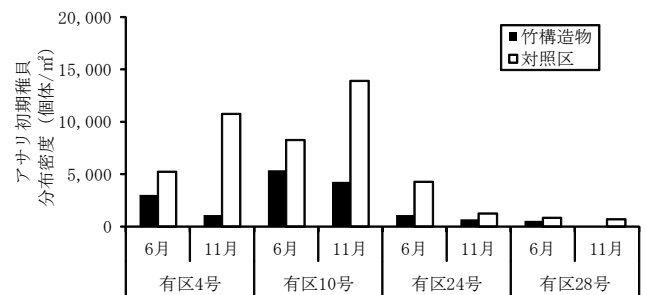


図24 アサリ初期稚貝の分布密度

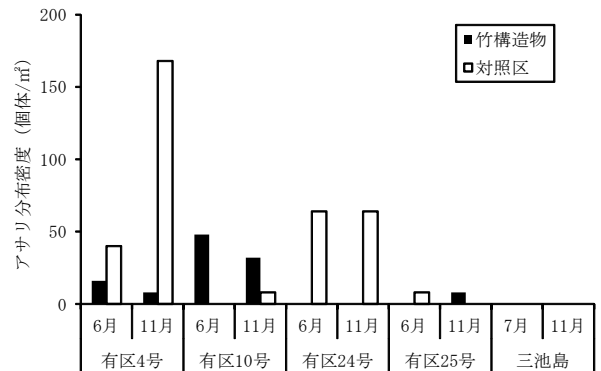


図25 試験区別アサリ分布密度

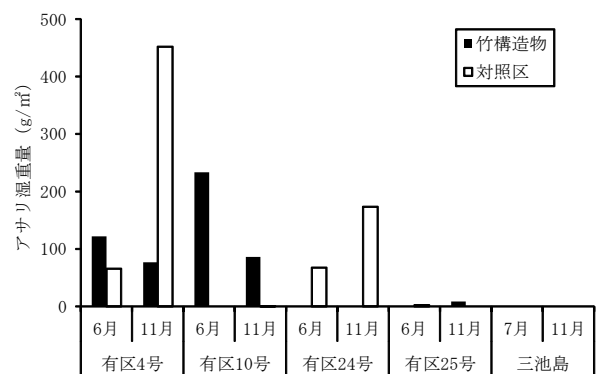


図26 試験区別アサリ湿重量

認されなかったが、その他の場所の竹構造物区及び対照区では、アサリ及びサルボウが確認された。アサリ及びサルボウの試験区別の分布密度及び湿重量は、時期や試験場所により異なっていたが、概ね対照区のほうが高かった。有区4号では11月にサルボウの分布密度が増加しており、湿重量を考慮すると平成27年発生群と考えられた。

試験区別底生生物の多様度を図29に示した。竹構造物区及び対照区の底生生物の多様度は、漁場により異なっていたが、概ね同程度であった。

試験区別底質調査の結果を図30～33に示した。時期別の各分析項目の平均値は、竹構造物区及び対照区ともに大きな差はなかったが、有区24号の6月調査時に竹構造物区で硫化物量が0.2mg/g乾泥を超える値であった。

今回の調査で、竹構造物を用いてアサリやサルボウなどの集積、育成場所として検討したが、その分布密度や湿重量は設置場所により異なった。竹構造物区ではマアナゴやカキ類が多く確認され、竹構造物による蛸集やカキ類の付着効果が確認された。

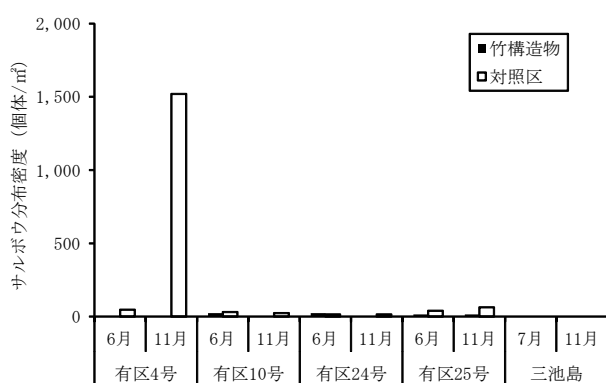


図27 試験区別サルボウ分布密度

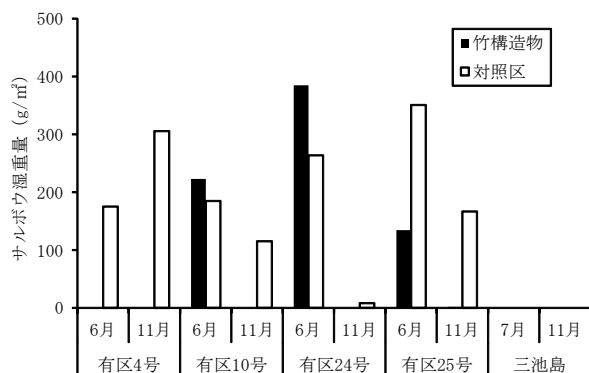


図28 試験区別サルボウ湿重量

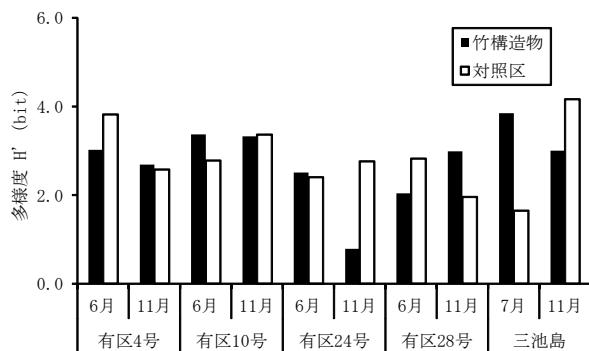


図29 底生生物の多様度

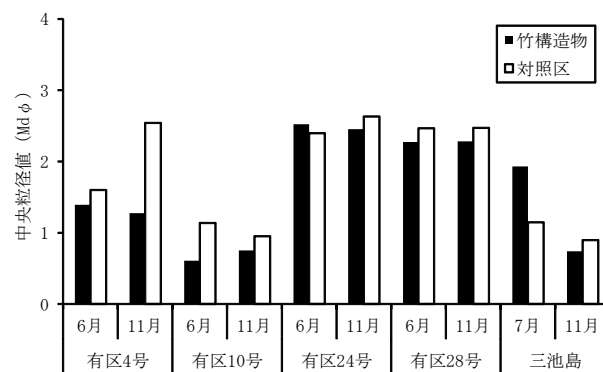


図30 試験場所別中央粒径値

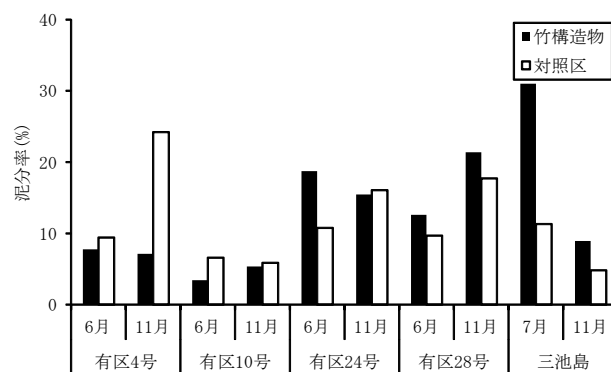


図31 試験場所別泥分率

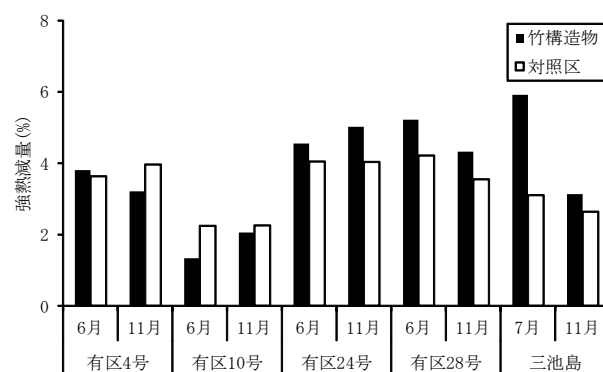


図32 試験場所別強熱減量

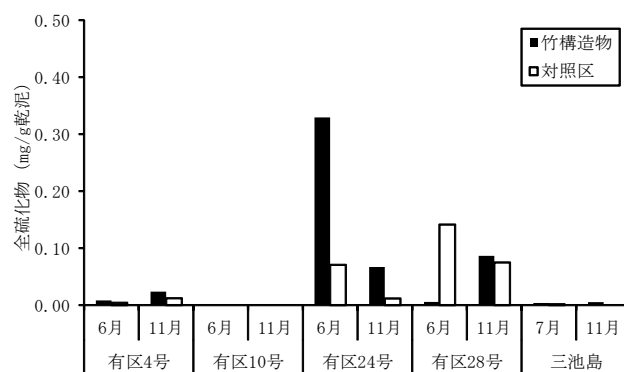


図33 試験場所別全硫化物

文 献

- 1) 日本水産資源保護協会．新編水質汚濁調査指針（第1版）．恒星社厚生閣，東京．1980；237-257．

有明海漁場再生対策事業

(5) 漁場環境モニタリング調査

井手 浩美・小谷 正幸・宮本 博和

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県と西海区水産研究所が共同・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. 貧酸素水塊による漁業被害防止対策

調査は、図1に示すSt. 3, 4, 5, 6を除く8定点で、平成27年5～9月に週1回の頻度で実施した。観測層は0m層（以降、表層という。）、2m層、5m層及びB-1m層（以降、底層という。）の4層であり（測点T2は表・底層のみ）、調査項目は、水温、塩分、濁度、溶存酸素、無機三態窒素（DIN）、磷酸態磷（ PO_4-P ）、珪酸態珪素（ SiO_2-Si ）、クロロフィルa、および植物プランクトン細胞数である。

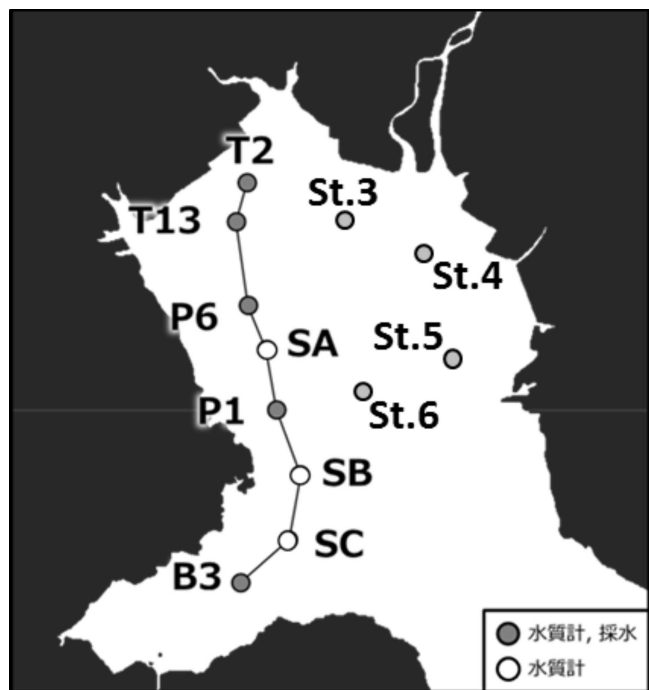


図1 調査地点図

2. ノリ色落ち原因ケイ藻の出現特性の解明と発生予察技術の開発

調査は、図1に示す12定点で、平成27年10月～28年2月に週1回の頻度で実施した。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、無機三態窒素（DIN）、磷酸態磷（ PO_4-P ）、珪酸態珪素（ SiO_2-Si ）、クロロフィルaおよび植物プランクトン細胞数である。

結果及び考察

本県は栄養塩類の分析を担当し、5～9月は図1に示すSt. B3, St. P1, St. P6, St. T13, St. T12の5定点、10～2月は図1に示すSt. SA, St. SB, St. SCを除く9定点の結果を報告する。事業全体の結果については、平成27年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業の「赤潮・貧酸素水塊対策推進事業報告書」¹⁾を参照のこと。

1. 貧酸素水塊による漁業被害防止対策(5～9月)

(1) DIN

図2にDINの推移を示す。DINは5月27日には、St. P1の底層を除き、低濃度であったものの（ $>4 \mu mol/l$ ）6月10日には、筑後川出水に伴って、St. B3を除いて主に表層で高い値を示した（ $>22.34 \mu mol/l$ ）。6月17～25日にはSt. T2, T13, P6, P1の表層付近で減少したが、7月2～15日に再び高い値を示した（ $>12.78 \mu mol/l$ ）。その後、DINは減少し、7月末頃から、全点で表層を中心にほぼ枯渇状態となった。これは高日射量によって、植物プランクトンが増殖したことで消費されたものと推測される。8月以降は、干潟縁辺域であるSt. T2, T13では、比較的大きな変動があったものの、St. P1, P6の表層では、8月末まで低めで推移した（ $<2.1 \mu mol/l$ ）。その後は、9月13～24日にSt. B3の表層で比較的高い値を示したが（ $>11.75 \mu mol/l$ ）、9月29日はほぼ全層で枯渇状態となった。

最大値は $57.6 \mu mol/l$ （7月2日：St. T2の表層）、

最小値は $0.0\mu\text{mol/l}$ (6月25日: S t. B 3の表層など)であった。

(2) $\text{PO}_4\text{-P}$

図3に $\text{PO}_4\text{-P}$ の推移を示す。 $\text{PO}_4\text{-P}$ の推移はD I Nの推移と類似しており、S t. B 3を除き、6月上旬に表層を中心に増加したが、6月17日に大きく減少し、特に沖合域では $0.2\mu\text{mol/l}$ を下回った。しかし7月2～15日にかけて、出水の影響によって再び高い値を示した($>1.48\mu\text{mol/l}$)。D I N同様、7月末頃から低めに推移したものの、8月24日にS t. P 6で表層および2 m層において、 $\text{PO}_4\text{-P}$ が一時的に上昇した($>2.3\mu\text{mol/l}$)。これは、台風15号の上陸によって水塊が攪乱したことが要因の1つであると考えられる。9月に入ると、干潟縁辺域であるS t. T 2, T 1 3とB 3の表層については、比較的大きな変動があったものの、S t. P 1, P 6では低めで推移し($<0.85\mu\text{mol/l}$)、顕著な変動ピークは見られなかった。

最大値は $4.5\mu\text{mol/l}$ (7月8日: S t. T 2の表層)、最小値は $0.9\mu\text{mol/l}$ (9月24日: S t. P 6の5 m)であった。

(3) $\text{SiO}_2\text{-Si}$

図4に $\text{SiO}_2\text{-Si}$ の推移を示す。 $\text{SiO}_2\text{-Si}$ の推移は、D I N, $\text{PO}_4\text{-P}$ の推移とやや異なり、S t. T 1 3, P 6, P 1については、増減の時期が異なっていた。D I N, $\text{PO}_4\text{-P}$ では6月上旬と7月上旬で増加傾向がみられたが、P 6では6月下旬、7月中旬に増加しており、出現のタイミングが遅れていた。またS t. T 13では、増加傾向がみられず、7月23日までほぼ一定の値で推移していた。P 1では7月下旬以降のD I N, $\text{PO}_4\text{-P}$ は低めで推移していたが、 $\text{SiO}_2\text{-Si}$ は緩やかに増加していた。9月に入ると、全地点でほぼ減少傾向を示した。

最大値は $182.2\mu\text{mol/l}$ (7月2日: S t. T 2の表層)、最小値は $24.57\mu\text{mol/l}$ (9月21日: S t. P 1の5 m)であった。

2. ノリ色落ち原因ケイ藻の出現特性の解明と発生予察技術の開発(10～2月)

(1) D I N

図5-1, 図5-2にD I Nの推移を示す。表層、底層ともにほぼすべての観測定点で11月上旬から1月下旬

までの期間、比較的高濃度で存在しており、有明海におけるノリ養殖に必要な溶存態無機窒素濃度とされている $7\mu\text{mol/l}$ を下回することはまれであった。1月後半に緩やかな減少傾向が見られたが、2月1日に再び表層を中心に増加した。これは1月28～30日の降水によって栄養塩が供給されたものと推測される。沖合域のS t. B 3, P 1を除いた全ての測点で2月後半まで $7\mu\text{mol/l}$ あたり、もしくはそれ以上の濃度を記録した。

最大値は $120\mu\text{mol/l}$ (2月1日: S t. T 2の表層)、最小値は $0.36\mu\text{mol/l}$ (1月17日: S t. B 3の底層)であった。

(2) $\text{PO}_4\text{-P}$

図6-1, 図6-2に $\text{PO}_4\text{-P}$ の推移を示す。 $\text{PO}_4\text{-P}$ もD I Nとほぼ同様の推移を示し、S t. B 3を除き、すべての観測定点で11月上旬～1月下旬までの期間、比較的高濃度で存在していた($>0.67\mu\text{mol/l}$)。12月後半から緩やかな減少傾向を示したが、D I N同様、2月1日に再び表層を中心に増加した。

最大値は $2.97\mu\text{mol/l}$ (11月19日: S t. T 2の表層)、最小値は $0.01\mu\text{mol/l}$ (2月8日: S t. B 3の底層)であった。

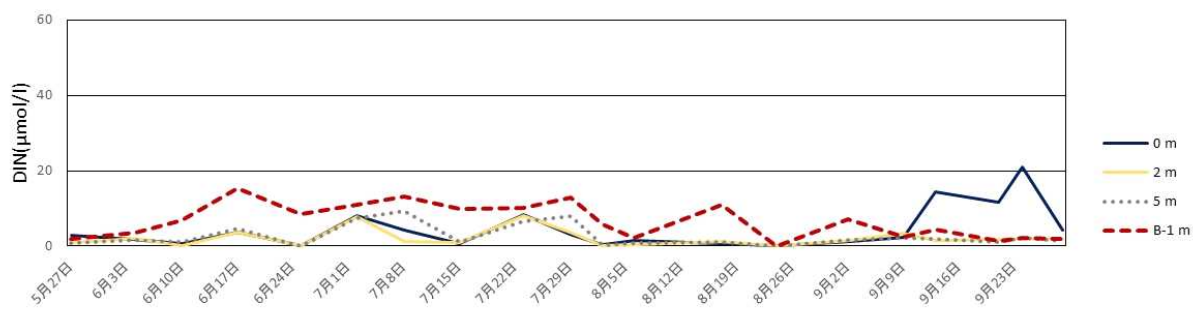
(3) $\text{SiO}_2\text{-Si}$

図7-1, 図7-2に $\text{SiO}_2\text{-Si}$ の推移を示す。 $\text{SiO}_2\text{-Si}$ は、観測期間を通して概ね高い値で推移しており、S t. B 3を除き、1月まですべての観測定点において、 $40\mu\text{mol/l}$ 以上で存在していた。D I N, $\text{PO}_4\text{-P}$ 同様、2月1日に再び表層で増加し、有明海東部湾奥であるS t. 3, 4, 5については2月16日にも増加が見られた。

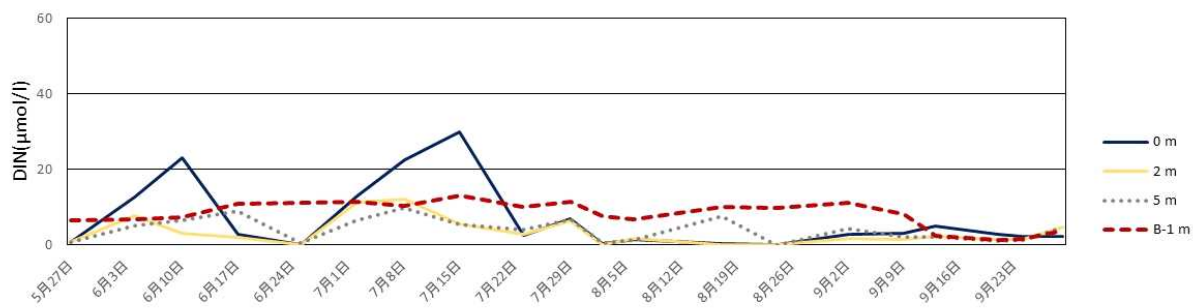
最大値は $201.3\mu\text{mol/l}$ (11月5日: S t. 4の表層)、最小値は $6.78\mu\text{mol/l}$ (2月16日: S t. B 3の表層)であった。

文 献

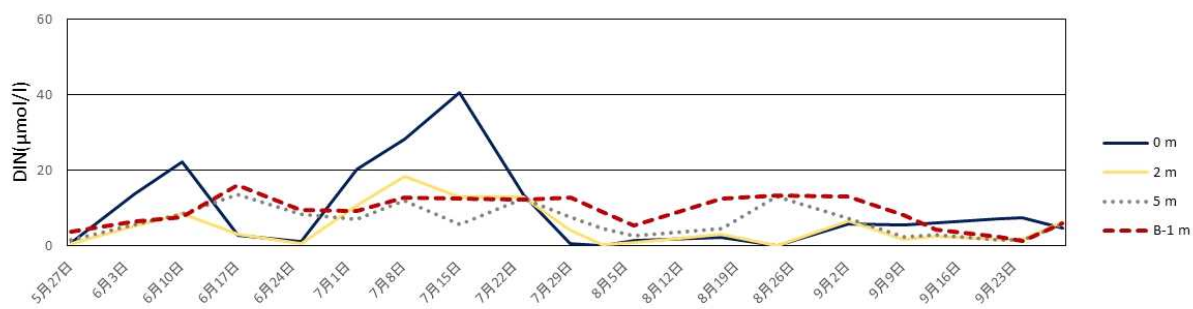
- 1) 九州海域赤潮・貧酸素共同研究機関. 平成27年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業 赤潮・貧酸素水塊対策推進事業 九州海域での有害赤潮・貧酸素水塊発生機構機構解明と予察・被害防止等技術開発報告書 2016.



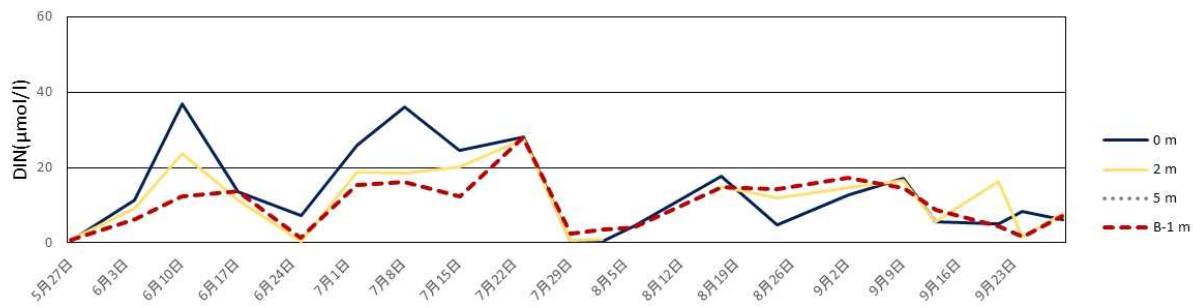
St.B3



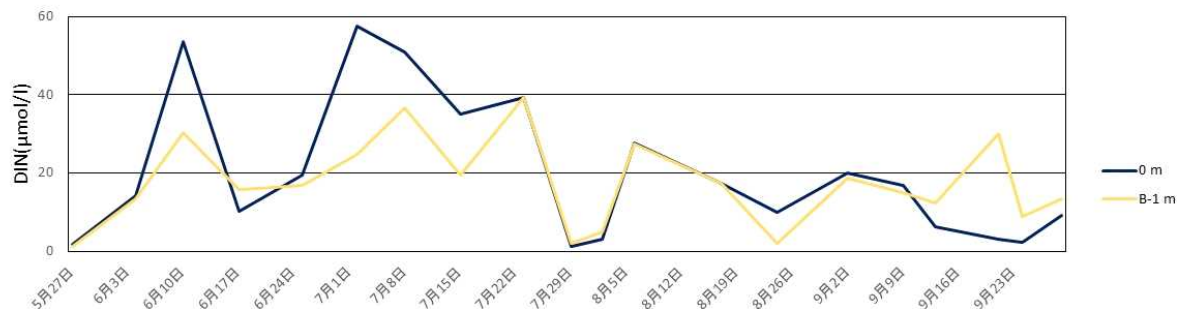
St.P1



St.P6



St.T13



St.T2

図2 DINの推移(5～9月)

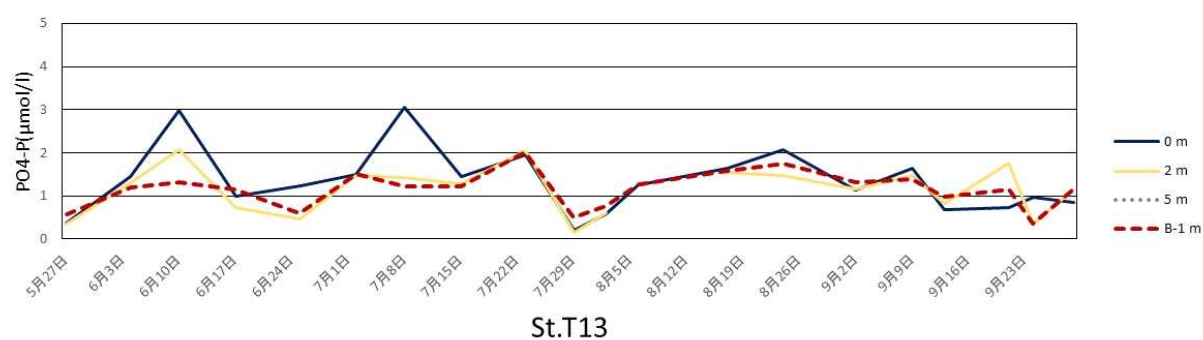
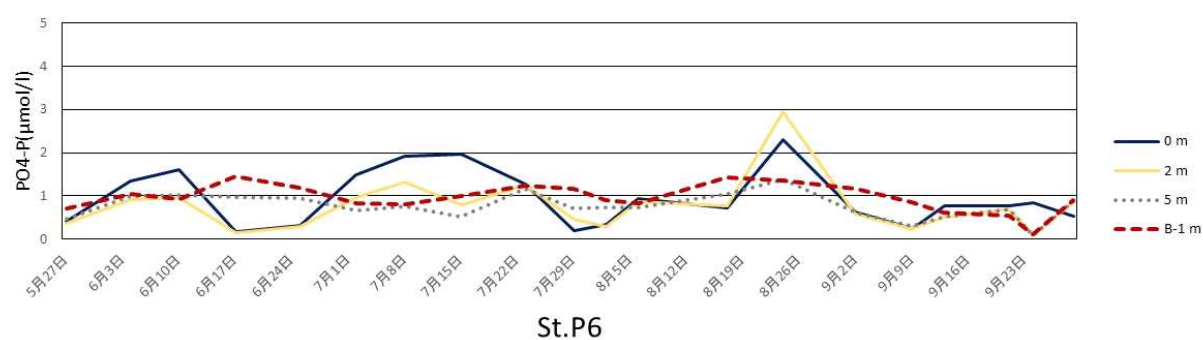
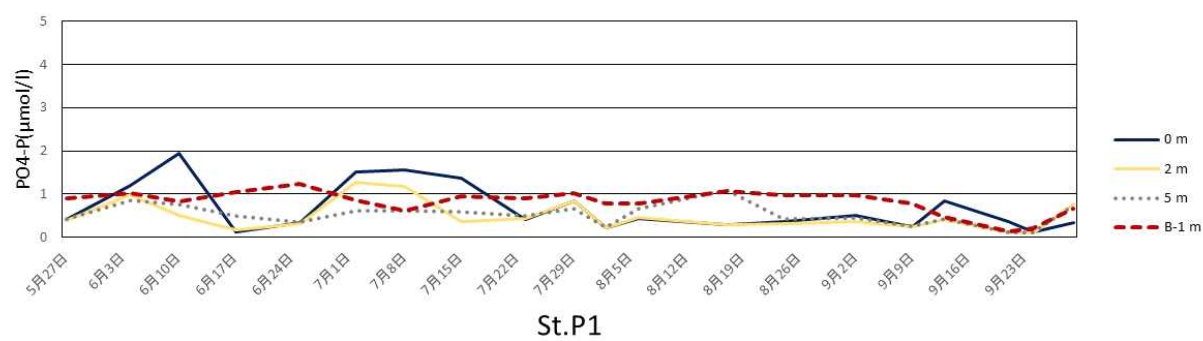
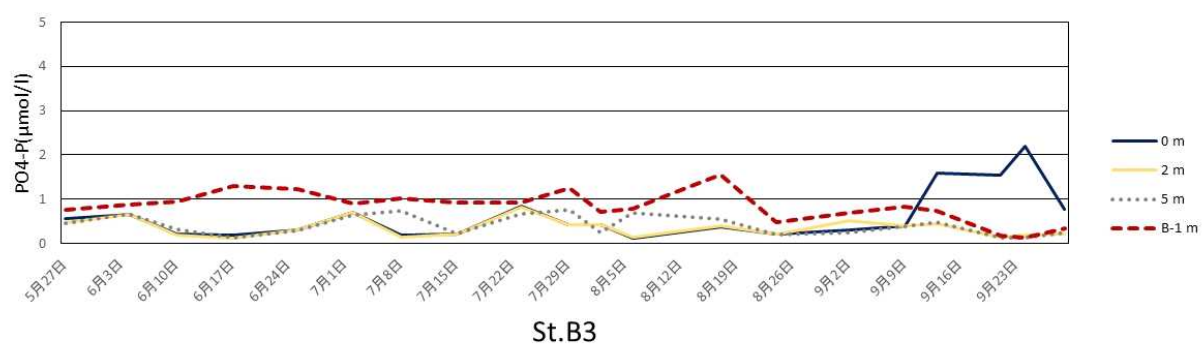
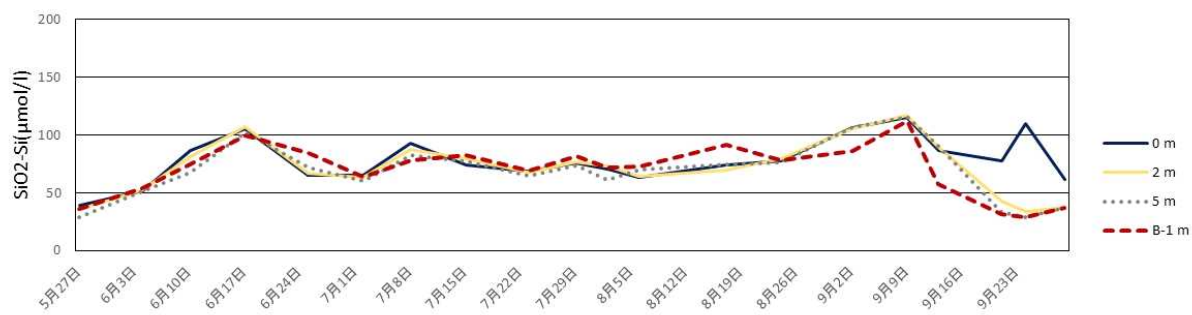
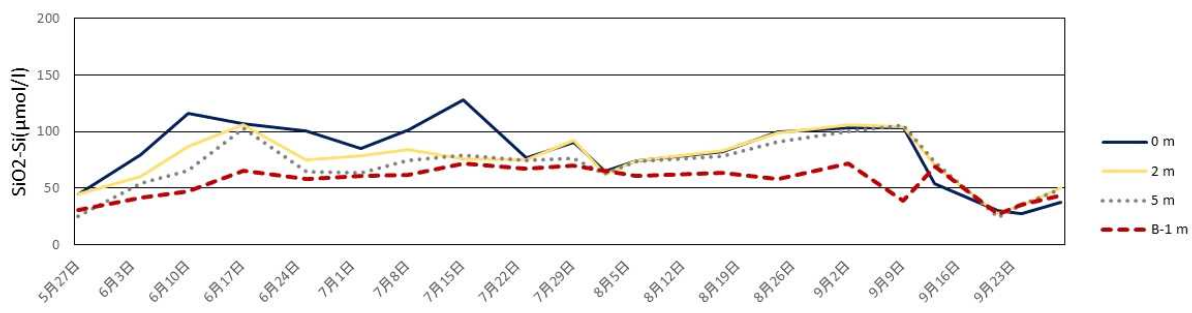


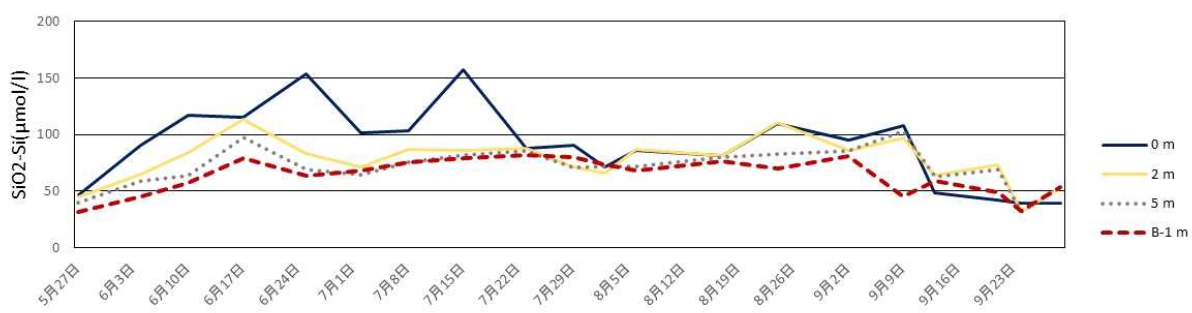
図3 $\text{PO}_4\text{-P}$ の推移 (5～9月)



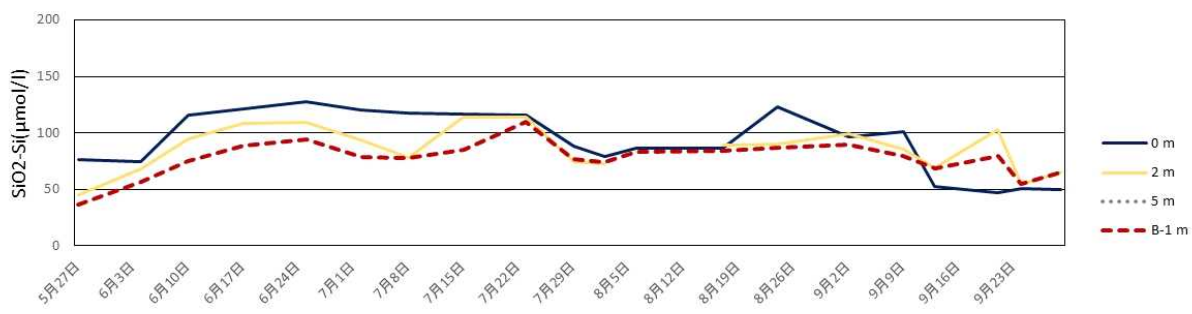
St.B3



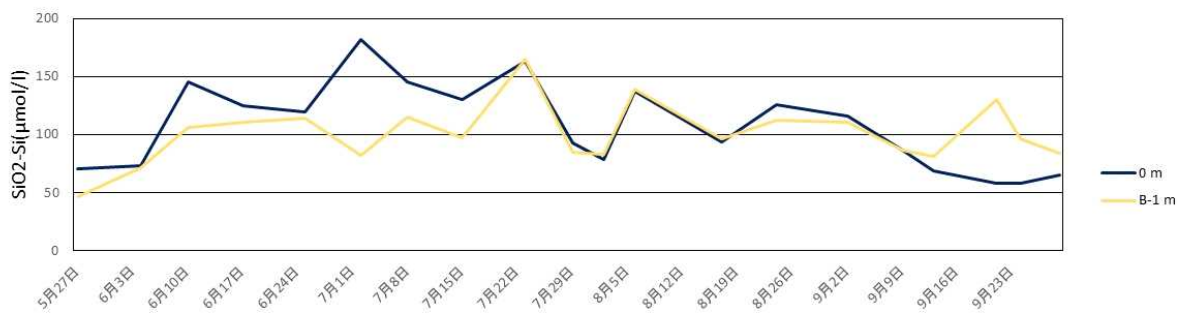
St.P1



St.P6



St.T13



St.T2

図4 SiO₂-Si (5～9月)

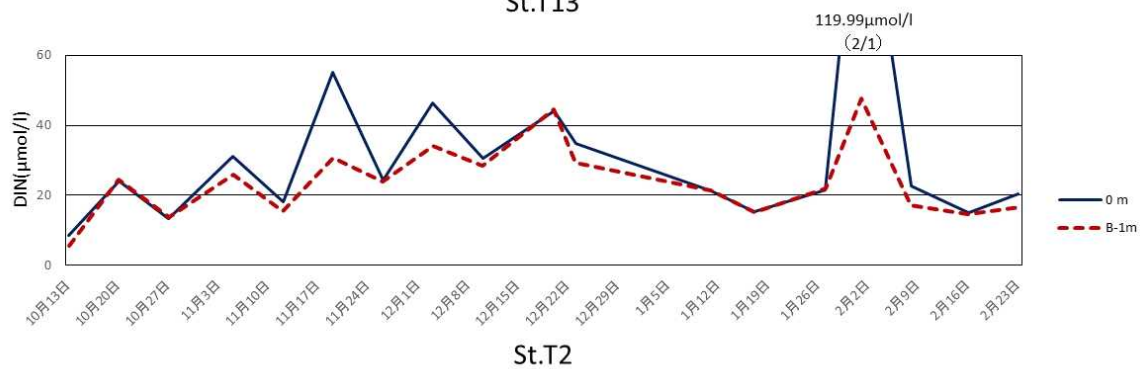
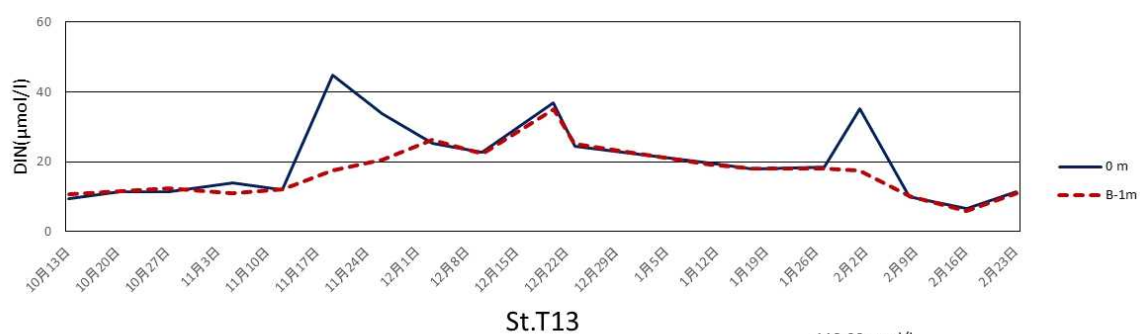
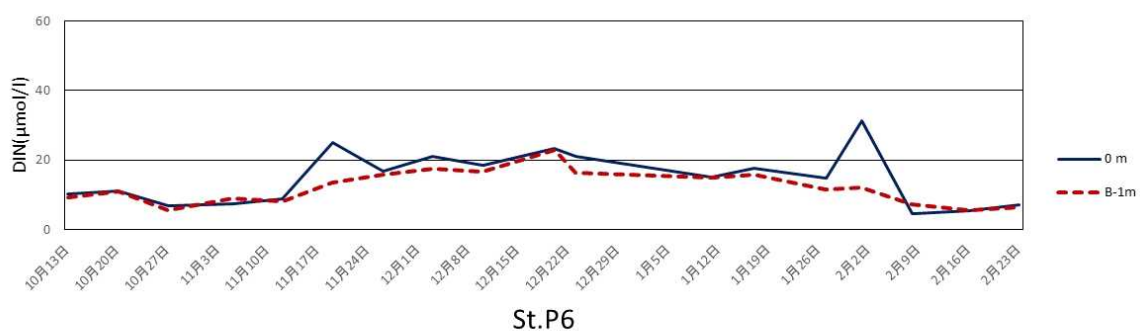
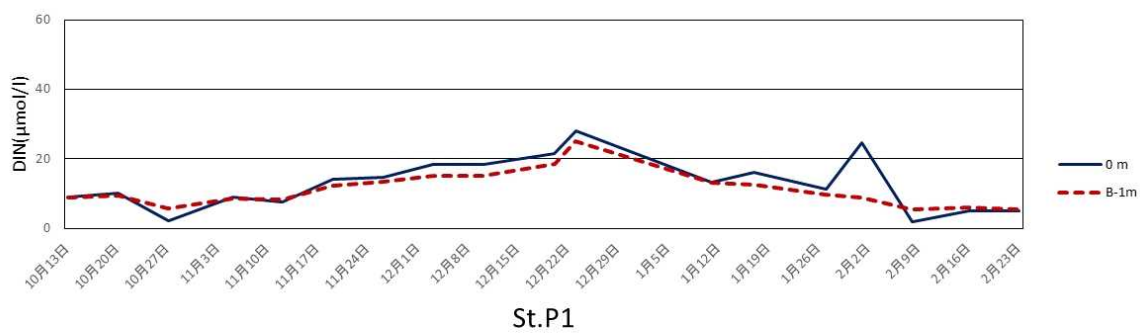
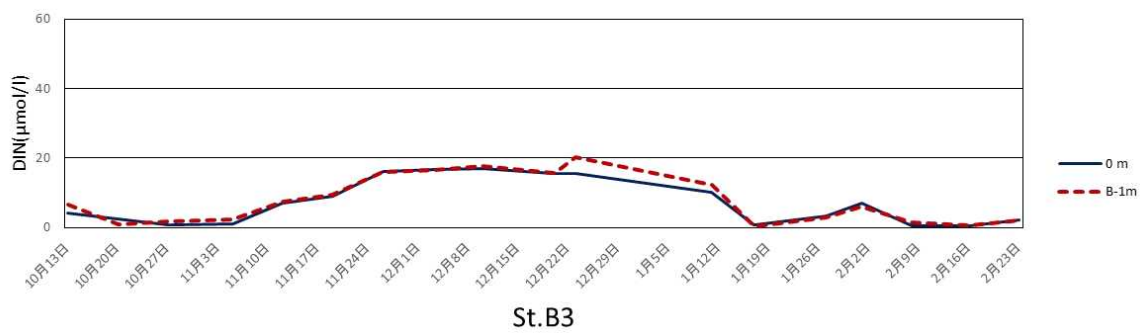


図 5 - 1 D I N の 推 移 (10 ～ 2 月)

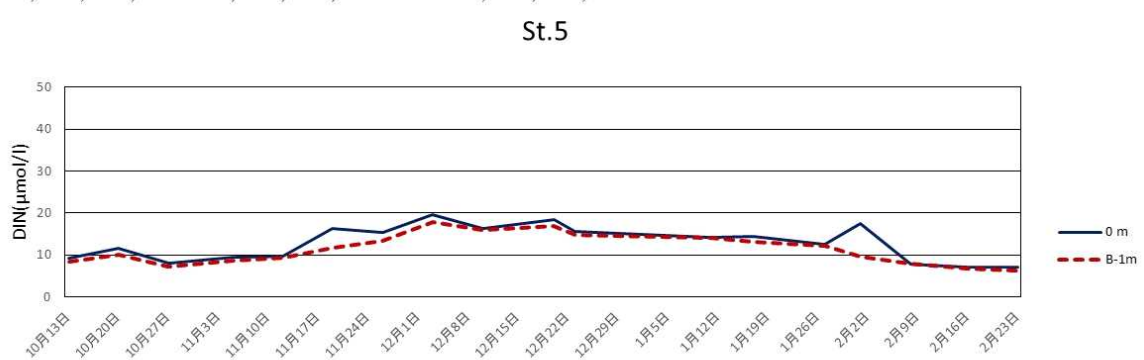
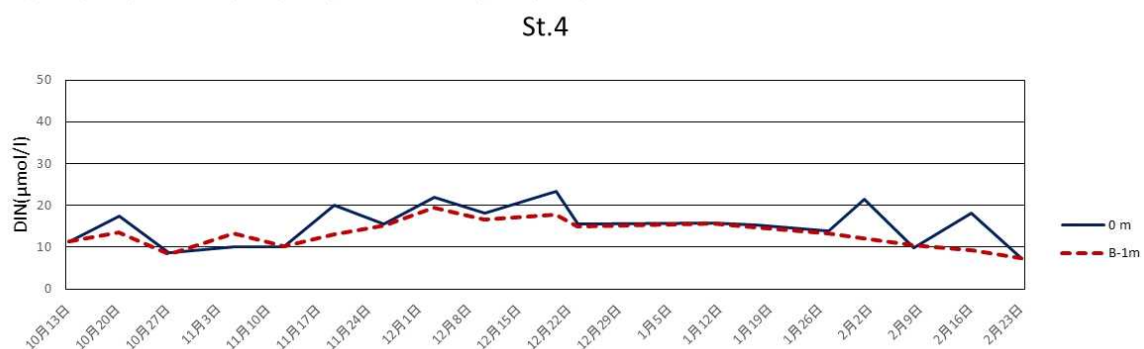
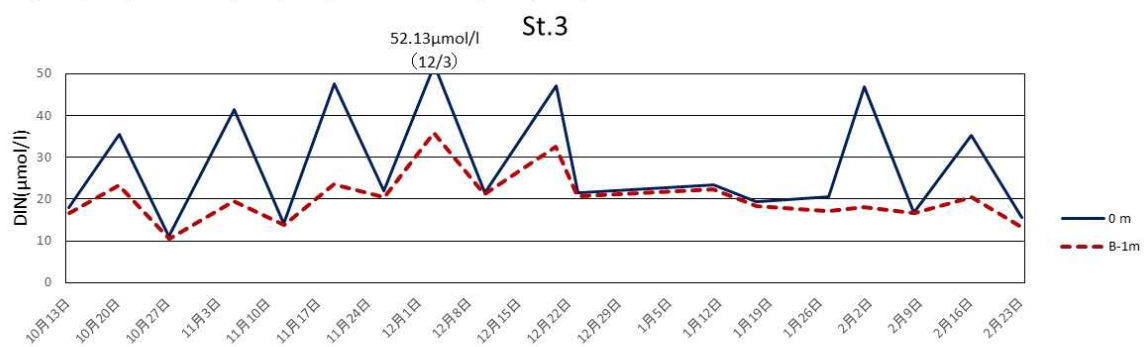
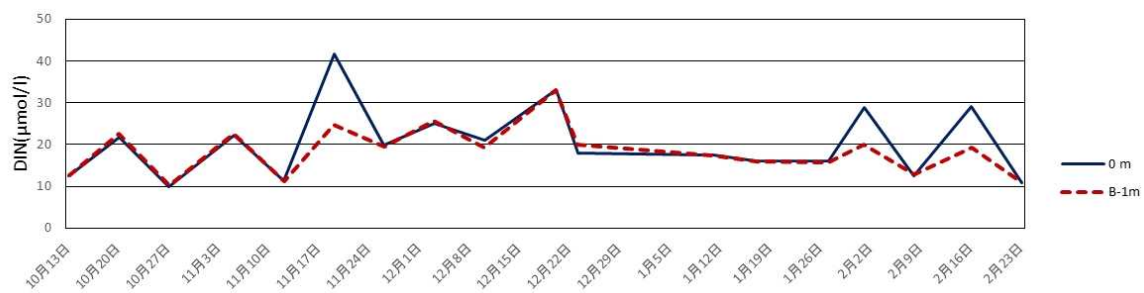


図 5 - 2 D I N の推移 (10 ~ 2 月)

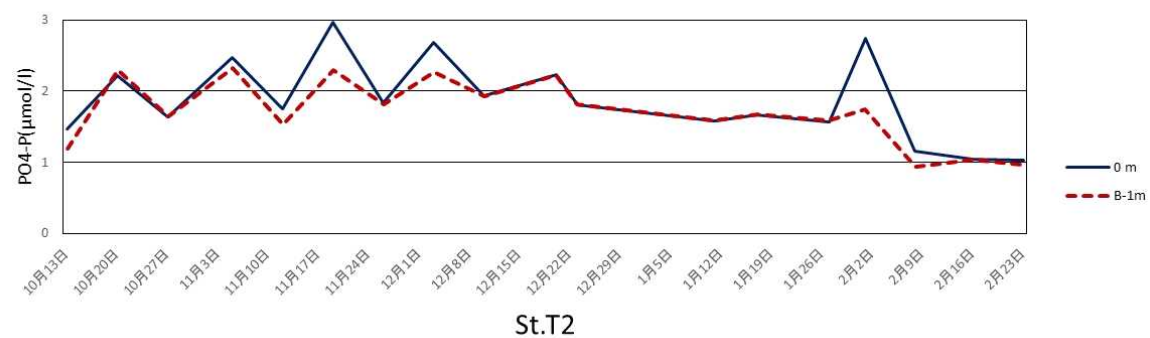
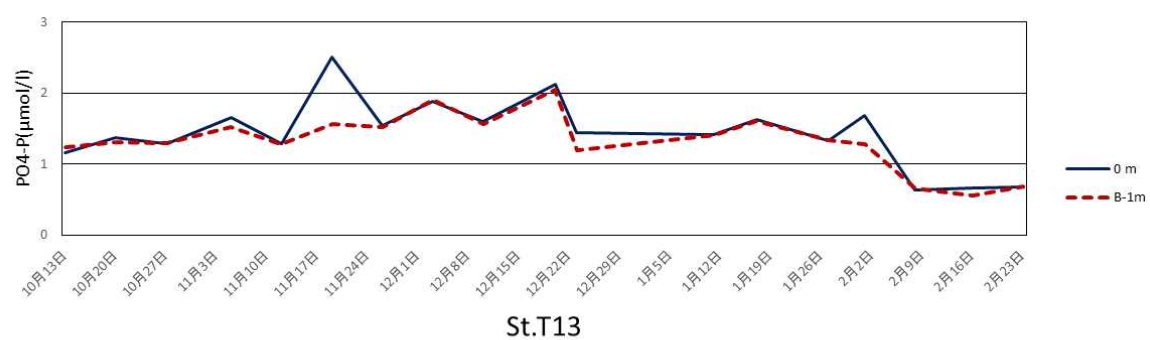
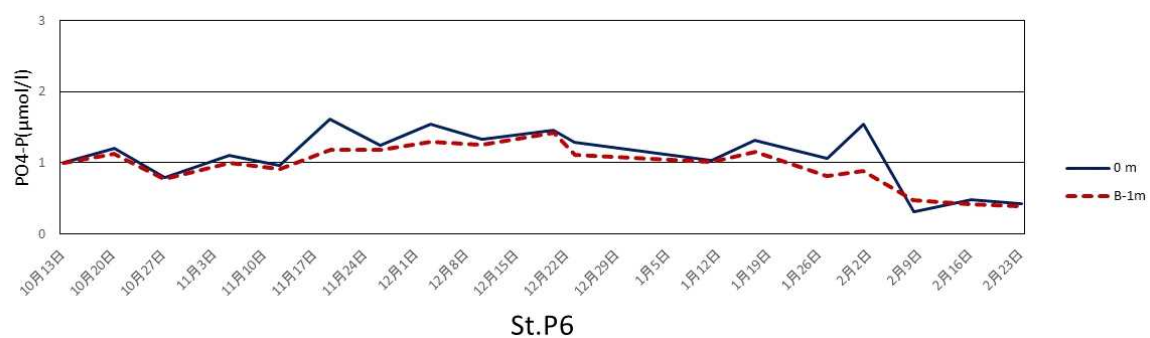
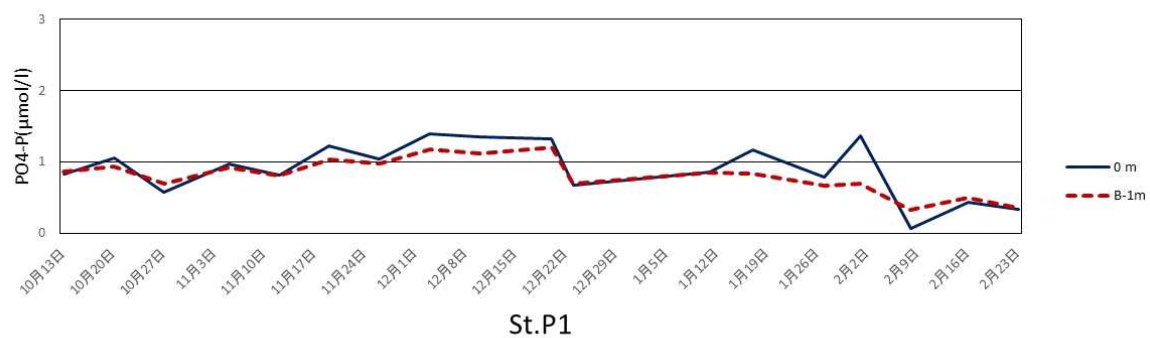
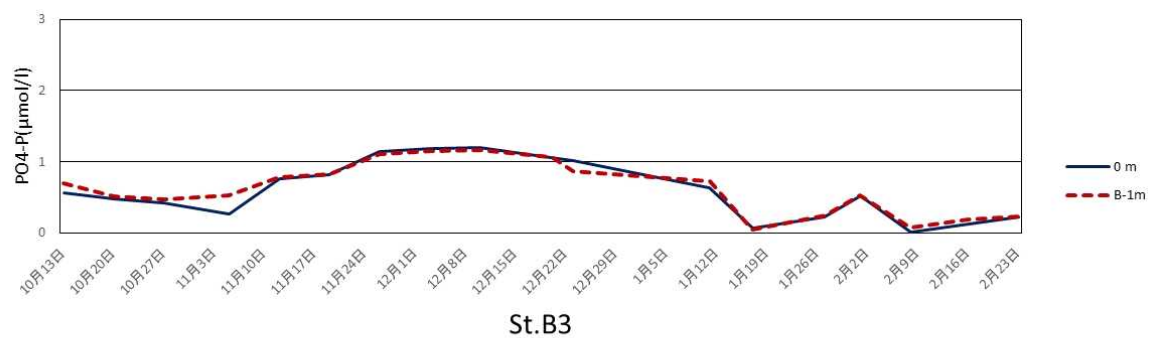
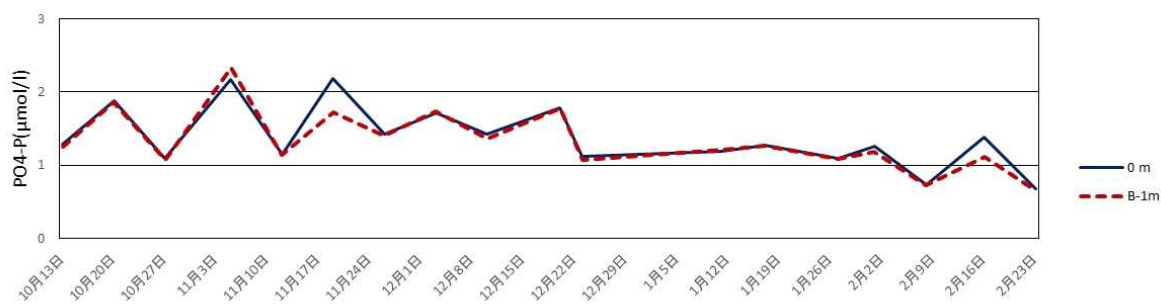
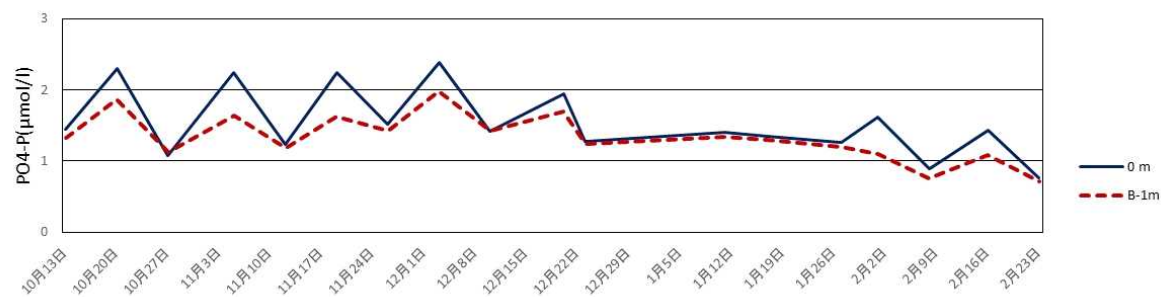


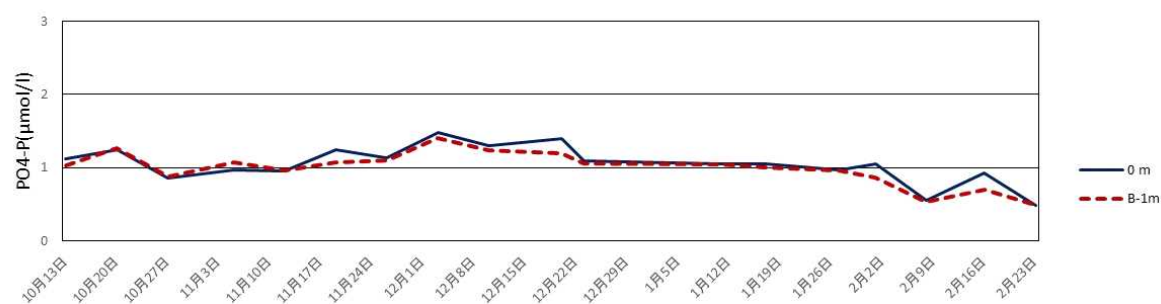
図 6 - 1 $\text{PO}_4\text{-P}$ の推移 (10～2 月)



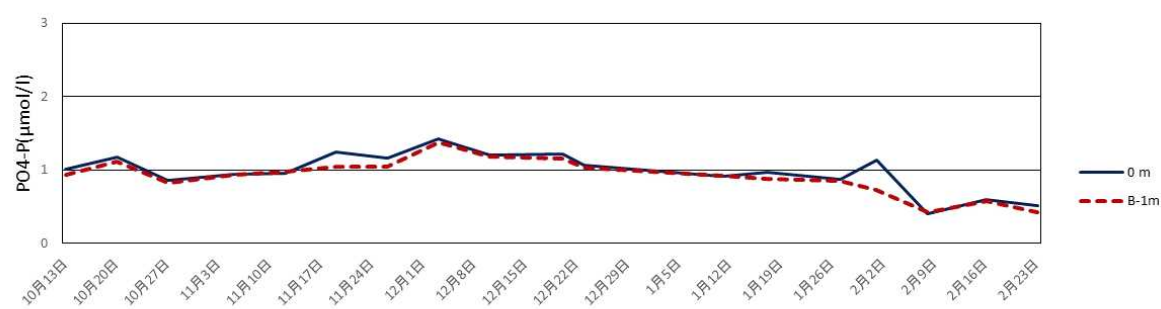
St.3



St.4



St.5



St.6

図 6 - 2 PO₄-P の推移 (10 ~ 2 月)

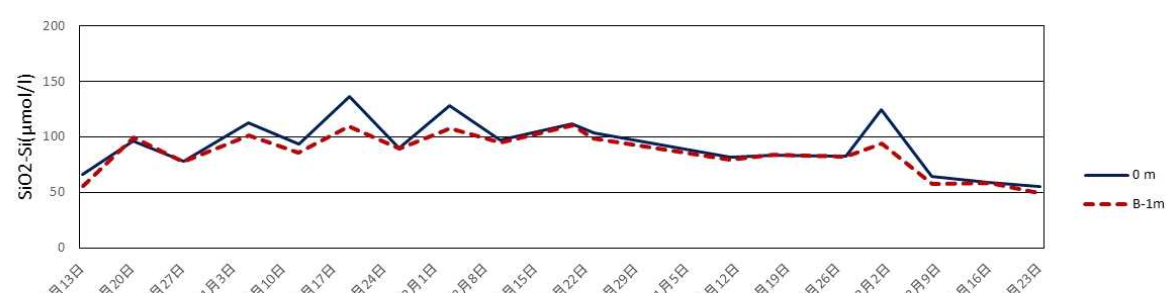
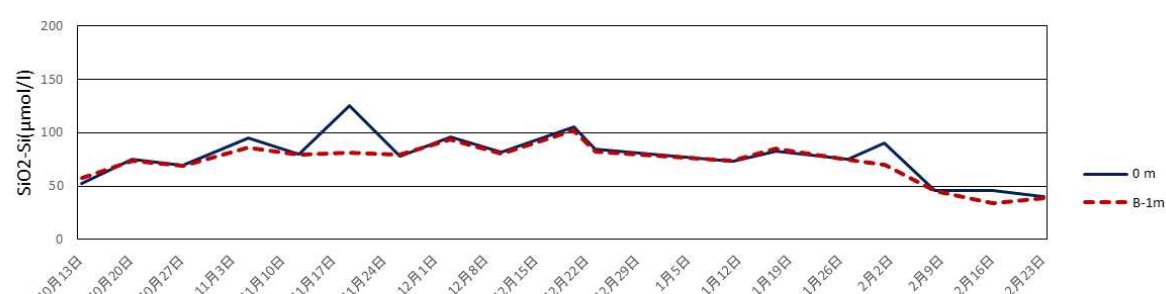
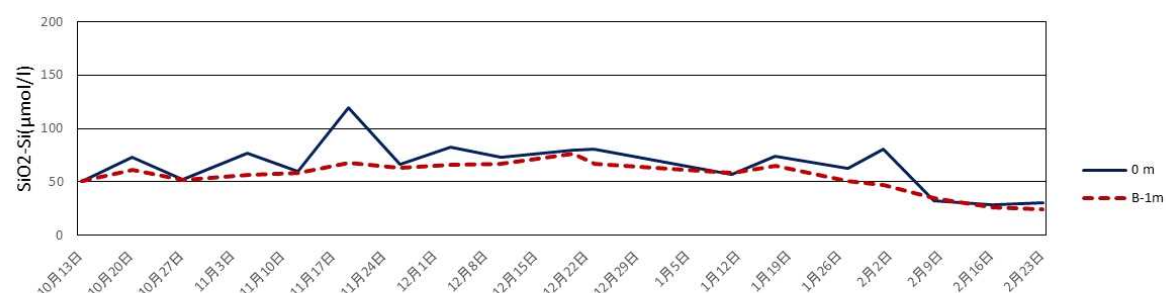
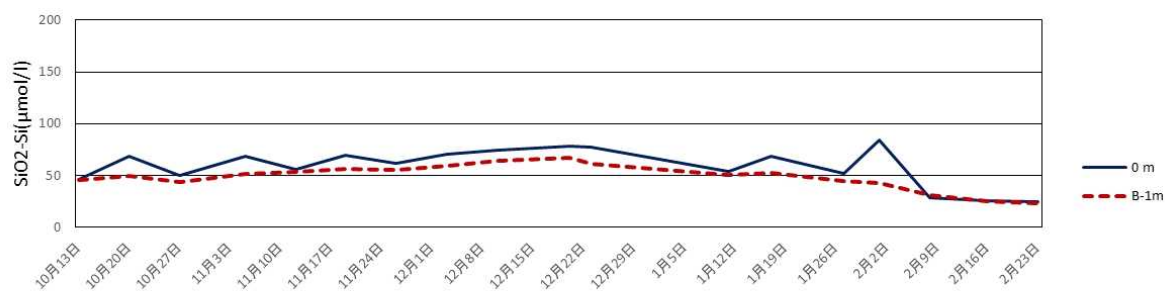
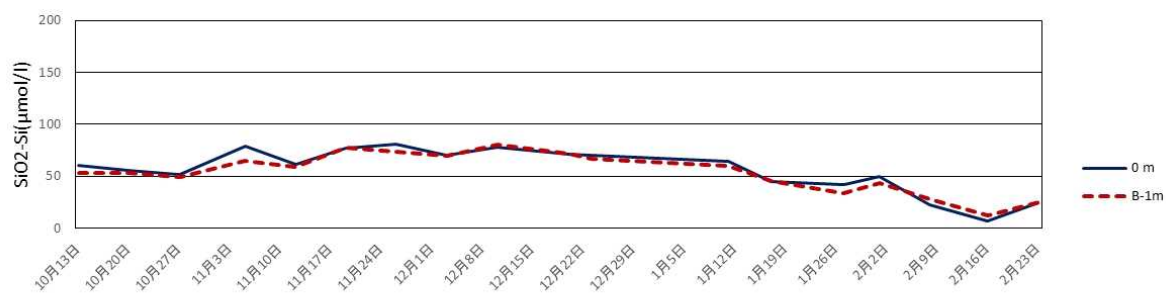
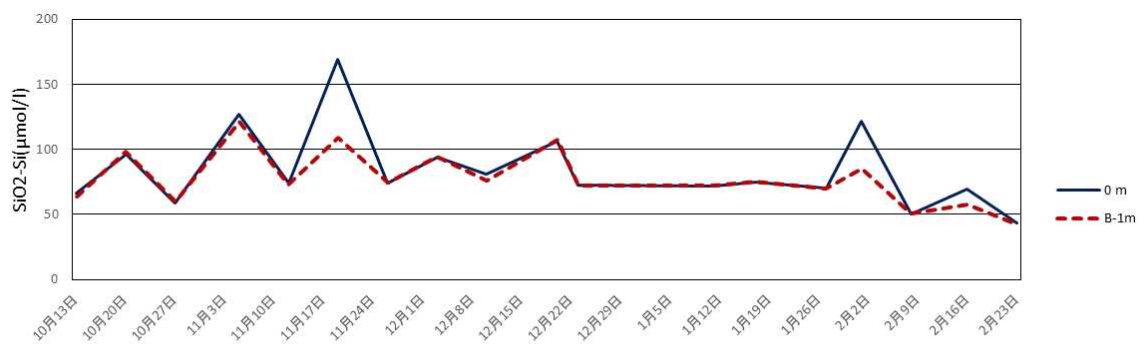
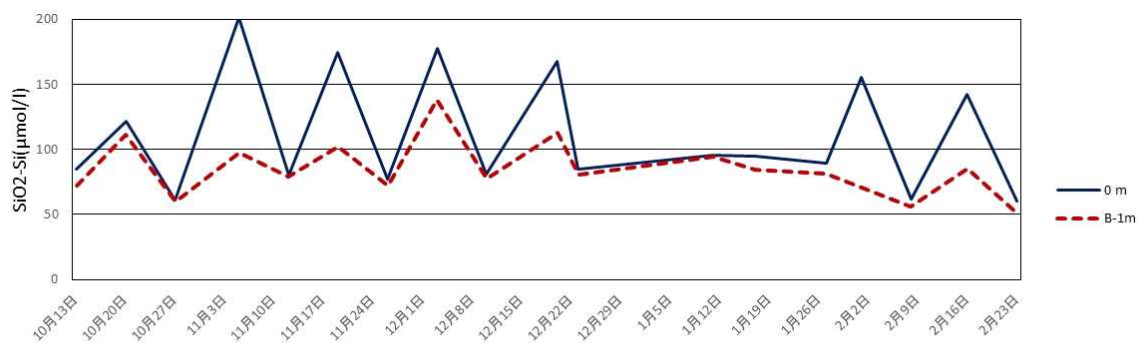


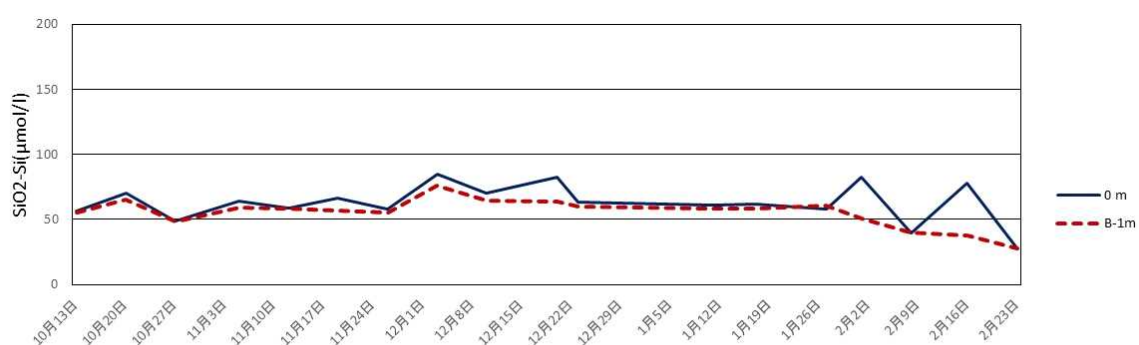
図 7 - 1 S i O₂-S i (10 ~ 2 月)



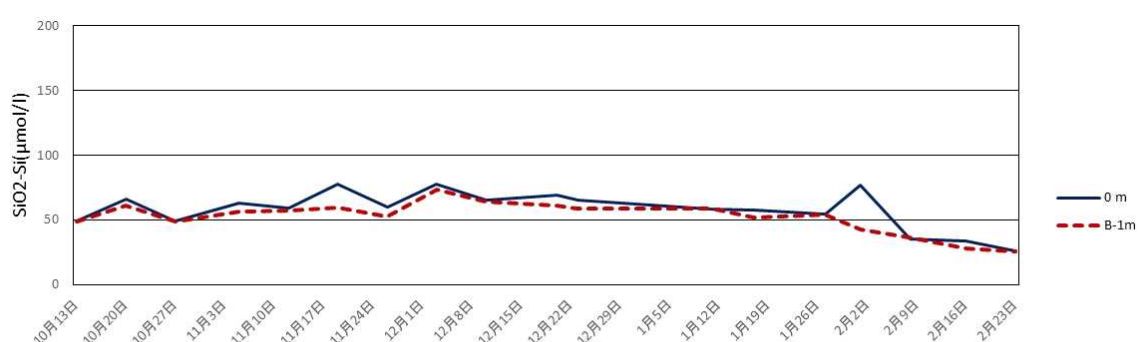
St.3



St.4



St.5



St.6

図 7 - 2 S i O₂-S i (10 ~ 2 月)