

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るへい死、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。¹⁻³⁾

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、産卵のための成貝資源の増大が急務となっている。

有明海福岡県地先の干潟域では、本県漁業者によるタイラギ保護区が設定され、沖合域で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が実施されている。

本事業においては、タイラギ資源の保護・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、稚貝の発生が比較的多くみられる沖合域の竹はぜ南漁場において、月1回のタイラギ分布調査を行った。

竹はぜ南漁場における分布調査は、スクーバ潜水で、海底に50mラインを設置し、1m×10m×3カ所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

1) 底質

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、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。

2) 水質

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1秒毎10回測定、データ回収後に測定値を1時間毎のデータを平均して使用した。

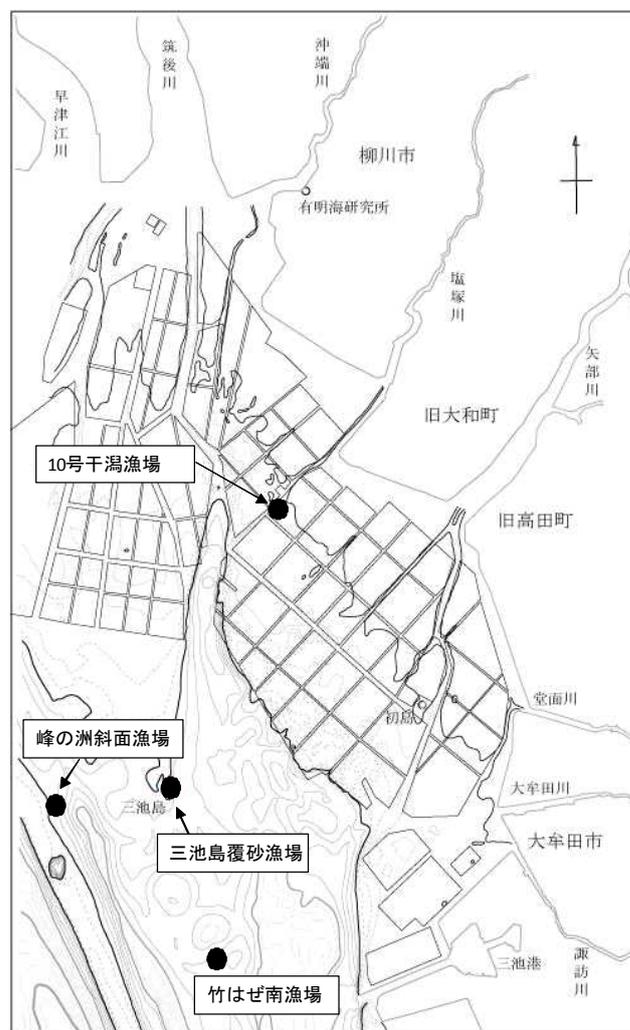


図1 調査点図

2. 天然漁場における育成手法別試験

(1) 沖合漁場

1) 育成手法別試験設定

図1に示す、有明海沖合域にある峰の洲斜面漁場において、育成手法別試験を実施した。

各試験区の供試貝は、国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所(以後、西海区水産研究所)が、有明海の親貝から種苗生産した人工貝(以後、人工貝)を、福岡県が有明海の垂下施設で中間育成したH28年級貝を用いた。供試貝数は各試験区30個とし、移植日、試験開始時の平均殻長等を表1に示した。

①直植え区

直植え区は図2に示すように、通常の生息時と同様に、海底の砂泥中にタイラギを直立した状態で移植した。移植する貝数は50cm×50cmの枠内に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。

②被覆カゴ区

ナルトビエイ等による食害及び被覆網で問題となる浮泥堆積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、その上からステンレスカゴ(50cm×50cm×12cm, 格子幅15mm)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、死殻があればその都度回収した。

③被覆カゴ(アンスラ)区

食害の影響を排除したうえで、底質の影響を改善するために、50cm角×30cm深のステンレス枠を用いて、海底を掘り下げ、その中にアンスラサイト(無煙炭)を埋設、供試貝を直植えし、上記の被覆カゴを設置した。

④上架カゴ(砂泥)区

海底から切り離せば、底質に関係なく斃死しないのを検討するために、丸型収穫カゴ(アロン化成製 内径30cm×28cm)を2カゴ、海底から15cm程度浮かせて丸カンで固定し、底泥を上面まで投入、供試貝15個ずつ直植えした後、トリカルネット(目合い6mm)で蓋をした。

追跡調査は、海底で蓋を外して、目視により生貝を計数し、死殻があればその都度回収した。

⑤上架カゴ(アンスラサイト)区

上記の上架カゴに、基質としてアンスラサイトを投入し、同様の手法で試験区を設定した。

2) 生息環境調査

①タイラギ分布調査

峰の洲斜面漁場において、毎月10mライン調査(1m幅)を実施した。

②底質調査

前述の竹はぜ南漁場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。

③水質調査

水温と酸素飽和度の連続観測機器を、海底上5cmの位置にセンサー部を設置した。

④食害生物の来遊状況調査

平成29年9月14日～9月28日に、50cm×50cm枠内に30個移植し、ワイパー付き水中連続撮影装置(JFEアドバンテック株式会社製UCW)を用いて、2分毎に10回撮影を実施した。

(2) 干潟漁場

1) 育成手法別試験設定

図1に示す、有明海干潟域にある10号干潟漁場において、育成手法別試験を実施した。

各試験区の供試貝について、採捕日、採捕場所、移植日、試験開始時の平均殻長を表1に示した。

①直植え区

直植え区は図2に示すように、通常の生息時と同様に、海底の砂泥中にタイラギを直立した状態で移植した。移植する貝数は50cm×50cmの枠内に30個とした。

追跡調査は、干潟干出時に目視で生貝を計数し、死殻があればその都度回収した。

②被覆網区

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300個を移植し、その上からポリエチレン網(300cm×200cm×, 目合7節)を被せて、杭と結束バンドで固定した。

追跡調査は、被覆網の内側に設置した50cm×50cmの枠内に移植した30個について、被覆網を取り外して、目視により生貝を計数し、死殻があればその都度回収した。

(2) 底質調査

被覆網区と直植区の底泥について、追跡調査時に柱状採泥し、前述の竹はぜ南漁場と同様の手法で底質分析を行った。

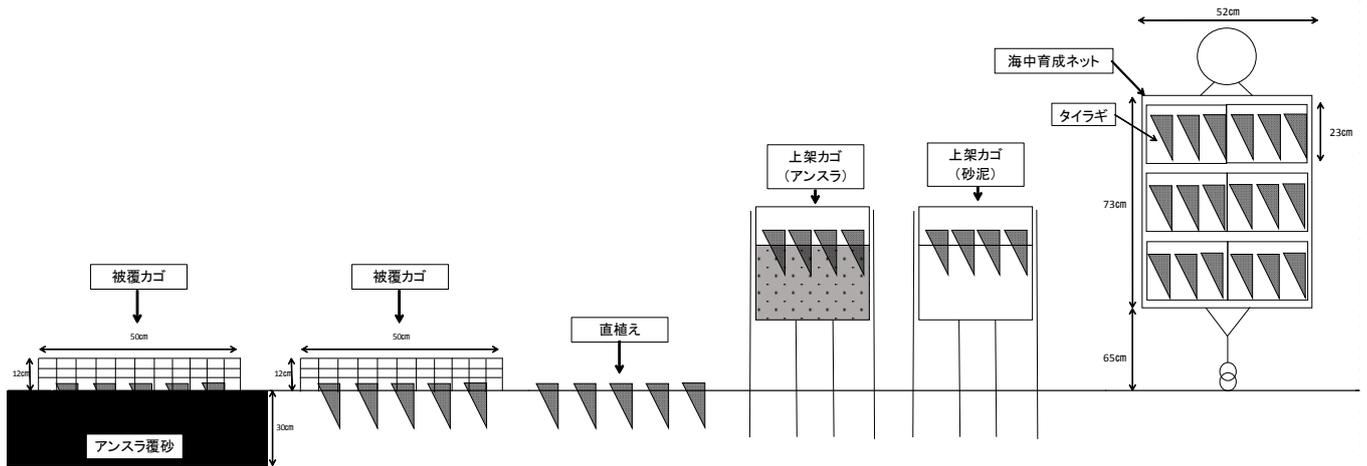


図2 育成手法別試験の概要

表1 育成手法別試験の供試貝

	被覆カゴ(アンスラ)	被覆カゴ(砂泥)	上架カゴ(アンスラ)	上架カゴ(砂泥)※	非保護	M1ネット	被覆網(干潟)
移植日	平成29年5月19日	平成29年5月17日	平成29年5月17日	平成29年3月22日	平成29年5月19日	平成29年3月22日	平成29年5月26日
供試貝	H28年級人工貝						
供試貝数	30	30	30	30	30	30	30
開始時殻長(mm)	90	90	94	95	79	95	81

(※7/3 に上架ハケツ(砂泥)に変更)

4. 母貝育成場造成試験

(1) 人工種苗中間育成試験

西海区水産研究所が、有明海産成貝から採卵、種苗生産したタイラギ稚貝(26.4±6.9mm)1,960個について、平成29年10月24日に分与を受け、10月26日から三池港の浮き桟橋で垂下育成試験を開始した。(株)西海養殖技研が防汚処理を施した垂下育成カゴ(収穫カゴ、内径30cm×28cm深)に、稚貝を500個づつ10カゴに分けて収容し、中間育成を開始した。月1回、殻長測定とカゴ洗浄を実施した。

(2) 海中育成ネットによる母貝育成場造成試験

1) 育成試験

三池島東側にある2列の投石間の覆砂地に、平成29年5月までに設置した海中育成ネット24ネットについて、本県の潜水器漁業者が、29年4月から月1~2回程度、船上に海中育成ネットを取り上げ、水中ポンプによる洗浄を実施した。

30年2月以降に新たに人工種苗を用いて海中育成ネットによる母貝場の造成を行った。

2) 海中育成ネットによる育成貝の成熟状況調査

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。

各試験区の供試貝は、H28年級人工貝を用い、各試験区30個とした。移植日、試験開始時の平均殻長等を表2

に示した。

ネットはスクーバ潜水により、峰の洲斜面漁場の海底に中心部が1m程浮いた状態になるように設置した。

産卵盛期とされる7月、8月にネットを回収し、育成貝の内臓部のうち中腸腺と明瞭に識別できる生殖腺部分を摘出し、Davidson溶液で固定した。その一部を、常法によりパラフィン包埋後、7μmの組織切片を作製し、Hematoxylin and Eosin(H-E)染色後に、光学顕微鏡で観察した。なお、生殖腺の発達段階は坂本ら⁴⁾の報告に準じて区分し、各個体の生殖腺組織切片から、任意のろ胞50個を選択し、その中で過半数を占める区分を、その個体の発達区分とした。

5. 飢餓ストレス遺伝子試験

供試貝は、10月24日に西海区水産研究所から分与を受けた29年級人工貝(殻長33.8±4.7mm)を用いた。受け入れ翌日の10月25日に500L止水水槽2個にアンスラサイトを入れた収穫カゴを設置し、無給餌区と飽食給餌区に70個づつ人工貝を収容し、馴致飼育を開始した。馴致飼育は、10月30日まで行い各区とも毎日2万cells/ml分の濃縮キートセロス給餌した。10月31日に各区とも全換水し、給餌区のみ毎日同量の給餌を行い比較試験を開始した。11月7日に各区から9個体づつ回収、中腸腺を切り分けRNAlaterにて固定し、後日total mRNAを抽出した。次にバイオアナライザーでmRNAの品質を確認し、十分高

品質なものを用いて次世代シーケンサー(Illumina HiSeq2000)を用いて塩基配列を解読した。

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29年4月～30年3月の竹はぜ南漁場におけるタイラギの分布状況を図3に、その平均殻長を図4に示した。

28年級群は、29年4月に0.03個体/m²みられたが、それ以降確認できなくなった。

29年級群は、29年8月30日に初めて0.3個体/m²が確認され、11月10日に2個体/m²まで増加、12月13日以降0.5個体/m²前後で推移した。その間の殻長は43.7mmから77.6mmに成長した。

(2) 生息環境調査

1) 底質

竹はぜ南漁場における浮泥堆積層厚を図5に、底泥のAVS、IL、泥分率、Mdφの推移を図6～9に示した。

浮泥堆積層厚は、平成29年4月20日～10月12日は、2～5mmの範囲で推移し、11月10日、12月13日に10mmとやや増加したが、29年2月8日、3月12日には4～5mmと減少した。期間を通してタイラギの生息に適している10

mm以下の値で推移した。

AVSは、5～10cm層の12月に0.10mg/g乾泥と比較的高い値を示したが、生息可能な範囲であった。その他の月は0.06mg/g乾泥以下の低い値で推移した。

ILは、各層とも2.76～5.44%とタイラギの生息可能な範囲内で推移し、最大値は3月0～5cm層の7.72%であった。

泥分率は、タイラギの生息に適している基準(30%未満)を上回ったのは、5～10cm層の7月31日30.2%、12月13日、10～15cm層の6月19日30.7%の3回あったが、生息可能な範囲であった。

Mdφは、各層とも期間を通じて生息に適している3.0未満の値で推移した。

2) 水質

竹はぜ南漁場における水質の連続観測結果を図10～11に示した。海底上5cmの水温は、7.2～28.1℃の範囲で推移した。酸素飽和度(DO)は、平成29年6月26～27日に40%未満の貧酸素が17時間継続し、そのうち20%未満が15時間継続した。7月1日に40%未満の貧酸素が12時間継続し、そのうち20%未満が7時間継続した。7月14日～31日は機械の不調で欠測となったが、7月31日～8月5日に113時間、8月30日～9月1日に50時間40～21%の貧酸素が継続した。

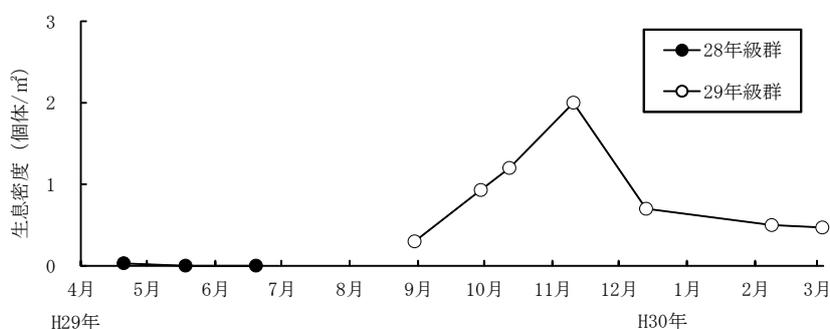


図3 竹はぜ南漁場のタイラギ分布状況

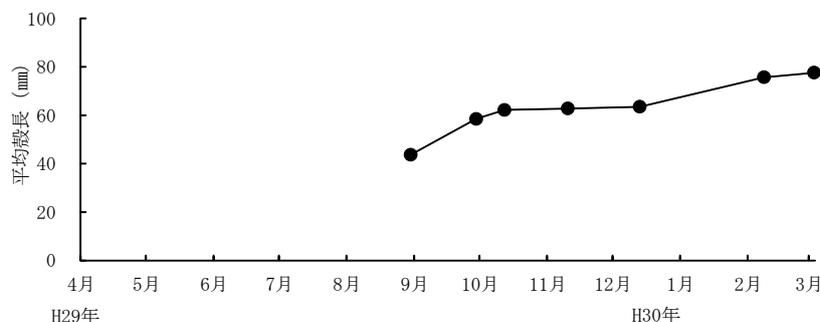


図4 竹はぜ南漁場におけるタイラギの平均殻長

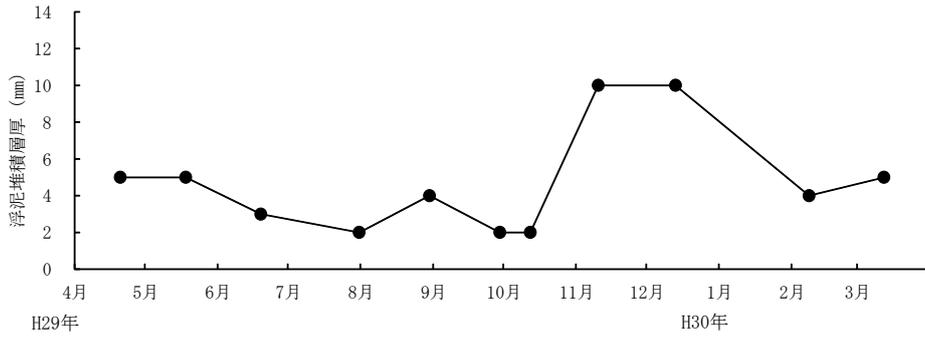


図5 竹はぜ南漁場の浮泥堆積層厚

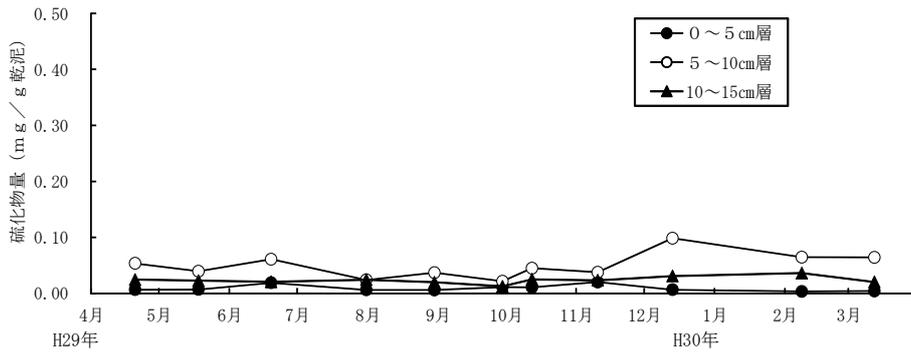


図6 竹はぜ南漁場のAVS

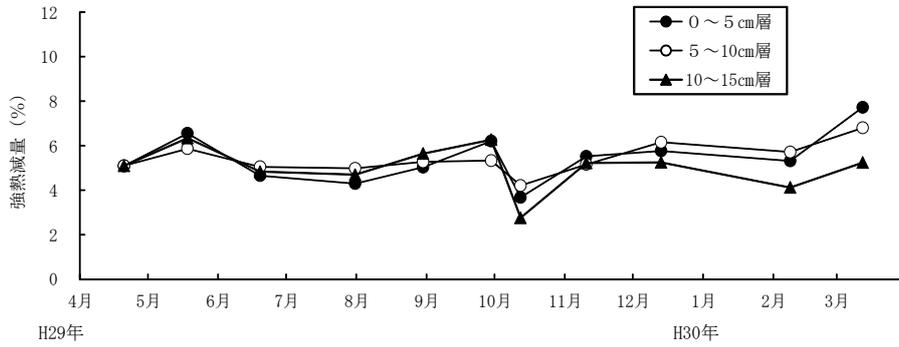


図7 竹はぜ南漁場のIL

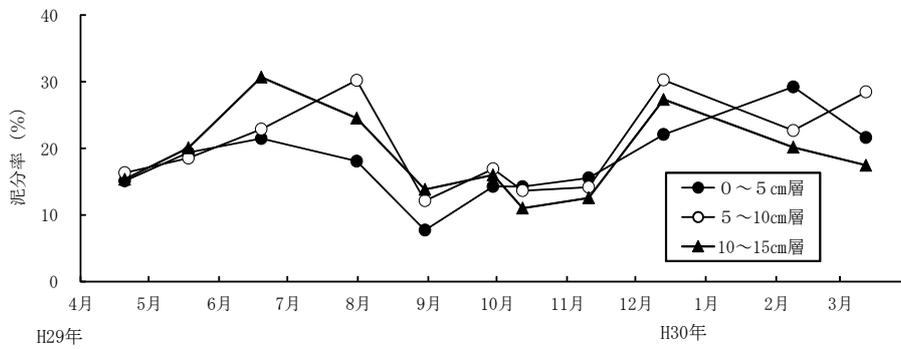


図8 竹はぜ南漁場の泥分率

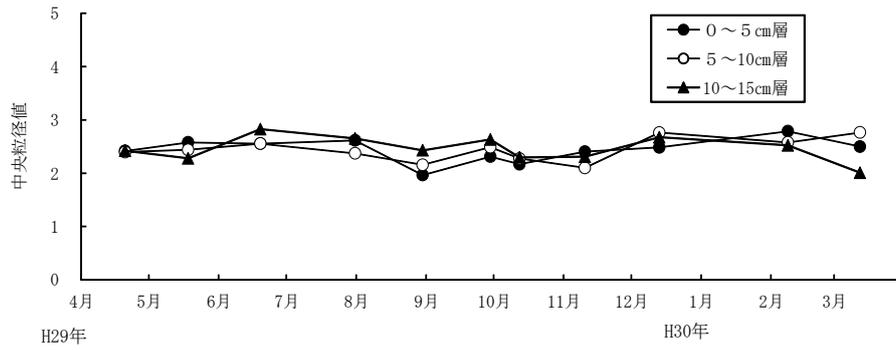


図9 竹はぜ南漁場のMdφ

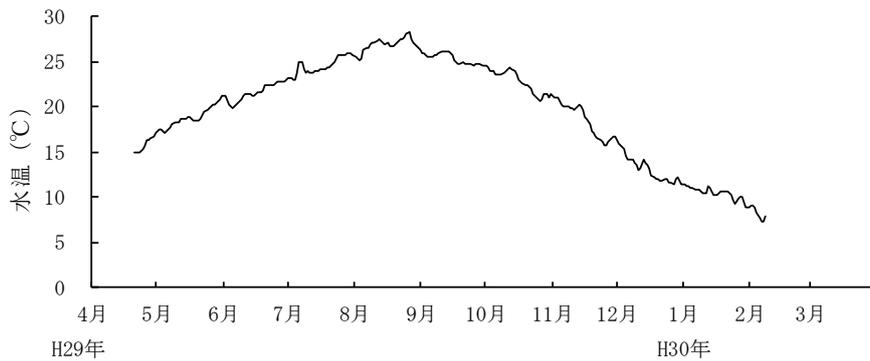


図10 竹はぜ南漁場の水温（海底上5cm）

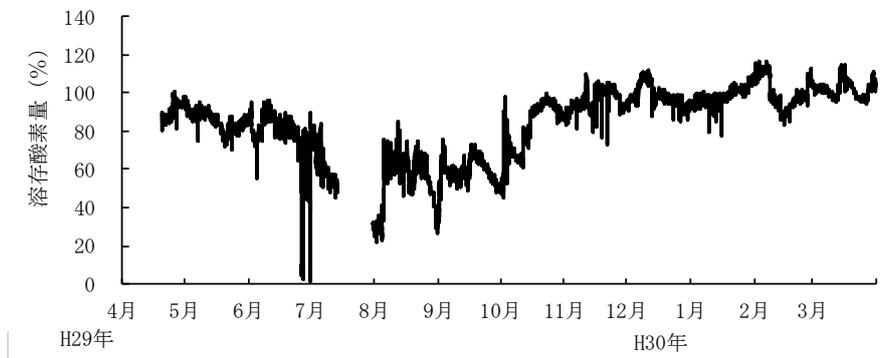


図11 竹はぜ南漁場のDO（海底上5cm）

2. 育成手法別試験

(1) 沖合漁場

1) 育成試験結果

峰の洲斜面漁場における育成手法別試験の生残率を図12に示した。

直植え区の生残率は、平成29年6月16日で83%と大きな減耗はみられなかったが、7月18日には全て確認できなくなった。

被覆カゴ（砂泥）区、被覆カゴ（アンスラ）区は、共に試験終了時の12月26日まで目立った斃死はみられず73%が生残した。

上架カゴ（アンスラ）区は、試験終了時の12月26日まで目立った斃死はみられず97%が生残した。

海中育成ネット区も、試験終了時の12月13日まで目立った斃死はみられず70%が生残した。

なお、上架カゴ（砂泥）区は、7月の調査でマダコが蓋の隙間から侵入し、供試貝が捕食されたため試験を中止した。

2) 生息環境調査

① タイラギ分布状況

峰の洲斜面漁場におけるタイラギ分布状況を図13に示した。28年級群は、29年7月3日に0.1個体/m²（殻長

93.8mm) 確認されたが、それ以降みられなくなった。

29年級群は、29年9月14日に初めて0.1個体/m²が確認され、11月13日に0.8個体/m²まで増加したが、30年3月12日時点で0.2個体/m²まで減少した。その間の平均殻長は67.1mmから80.0mmに成長した。(図14)

②底質調査

峰の洲斜面漁場における浮泥堆積層厚を図15に、底泥のAVS, IL, 泥分率, Mdφの推移を図16~19に示した。

浮泥堆積層厚は、期間を通じて生息に適している10mm以下の値で推移した。

AVSは、各層とも期間を通じて生息に適している0.1mg/g乾泥以下の値で推移した。

ILは、各層とも2.52~6.36%とタイラギの生息可能な10%未満で推移し、最大値は5月2日0~5cm層の6.36%であった。

泥分率は、各層とも期間を通じて生息に適している30%未満の値で推移した。

Mdφは、各層とも期間を通じて生息に適している3未満の値で推移した。

③水質調査

峰の洲斜面漁場の海底直上5cmにおける水温は図20に示すとおり、7.5~28.4℃の範囲で推移した。

DOは図21に示すとおり、8.8~120.7%の範囲で推移し、6時間以上連続して40%以下を示したのは、7月13日~14日に21時間、7月14日~25日に276時間、7月25日~8月5日247時間、8月29日~30日18時間、8月30日~31日19時間、8月31日に9時間観測された。特に6時間以上連続して20%以下を示したのは、7月17日に6時間

7月19日~21日に52時間、7月21日に7時間継続して観測された。

④食害種の来遊状況調査

当海域の海底は常に懸濁物が多く、連続撮影時に照度センサーにより自動点灯された際、ハレーションをおこすため鮮明な写真が撮れる時が少ない状況であった。

平成29年9月14日10:20~9月28日9:36の間、2分間隔で撮影された写真を入手し、そのうちタイラギの食害生物を確認した回数を整理した。カニ類が14回、ヒトデ類9回、エイ類3回確認された。

(2) 干潟漁場

1) 育成手法別試験

10号干潟漁場におけ被覆網試験の生残率を図22に示した。平成30年1月5日まで224日間目立った斃死はみられず70%が生残した。

2) 生息環境調査

①底質

10号干潟漁場における底泥のAVS, IL, 泥分率, Mdφの推移を図23~26に示した。

AVSは、被覆網区、対照区の各層共に期間を通じてタイラギの生息に適した0.1mg/g乾泥以下の値で推移した。

ILは、両区で各層共に1.76~4.72%とタイラギの生息に適した5%未満の値で推移した。被覆網区の0~5cm層で1月5日に4.72%と最大の値を示した。

泥分率は、両区で各層共に4.0~20.5%と期間を通じてタイラギの生息に適した30%未満の値で推移した。

Mdφは、両区で各層共に0.3~2.0と期間を通じて生息に適している3.0未満の値で推移した。

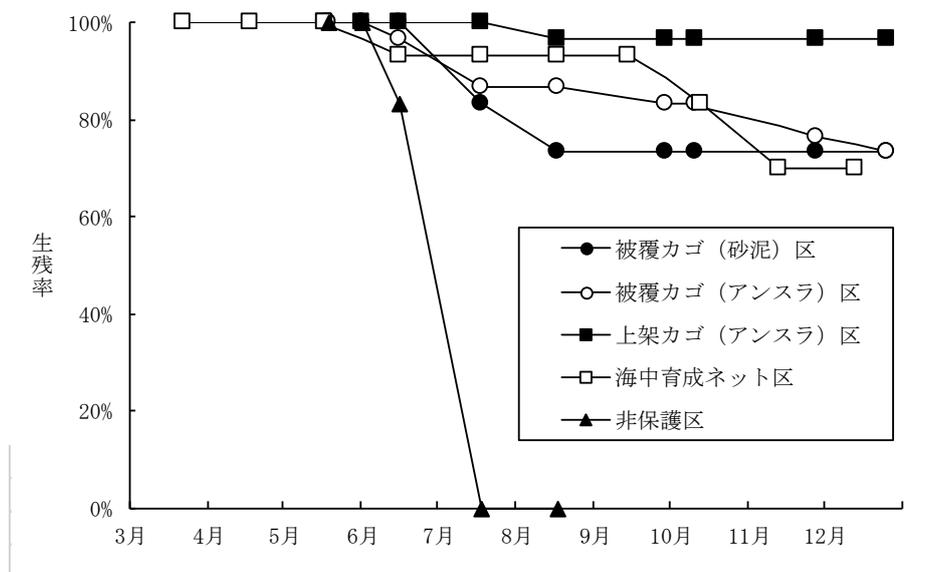


図12 峰の洲斜面漁場における育成手法別試験の生残率

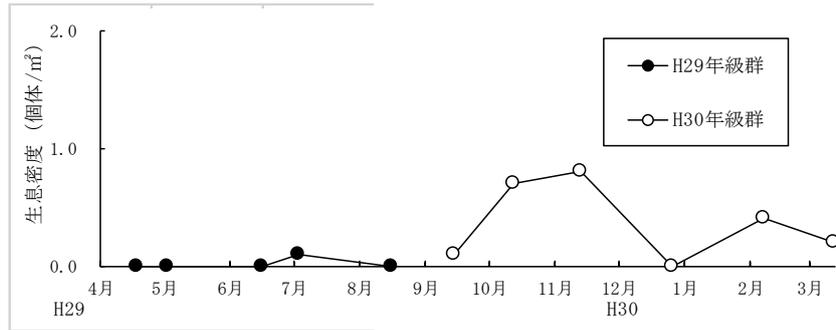


図13 峰の洲斜面漁場におけるタイラギ稚貝分布密度

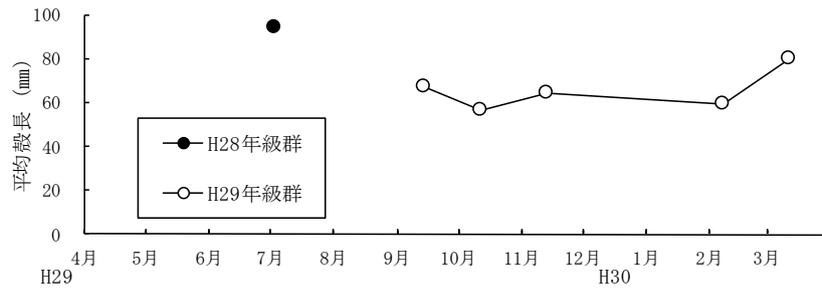


図14 峰の洲斜面漁場におけるタイラギの平均殻長

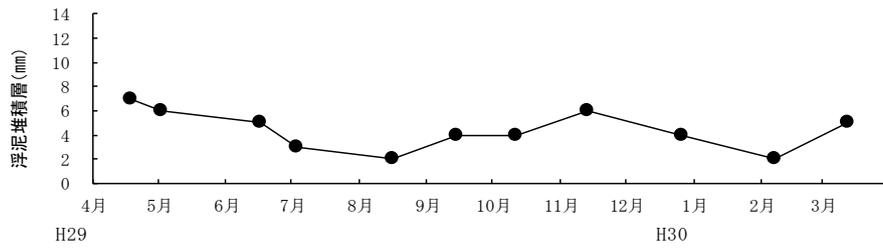


図15 峰の洲斜面漁場における浮泥堆積層厚

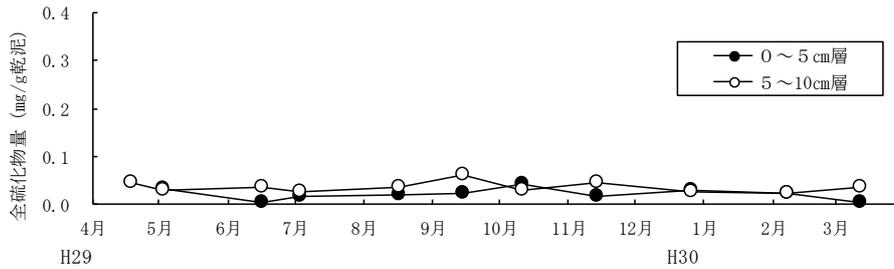


図16 峰の洲斜面漁場のAVS

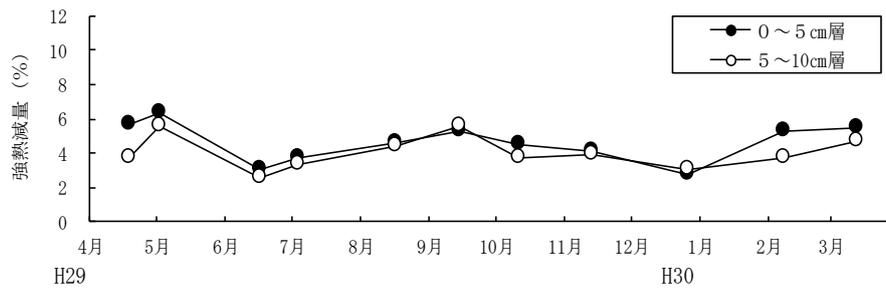


図17 峰の洲斜面漁場のIL

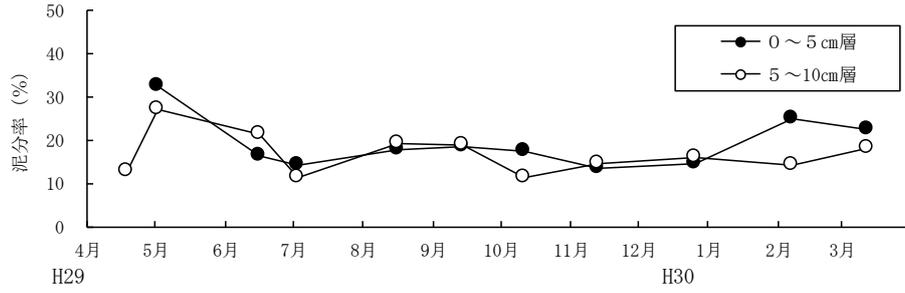


図18 峰の洲斜面漁場の泥分率

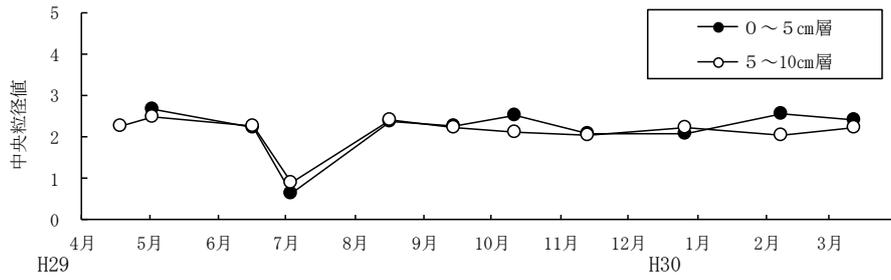


図19 峰の洲斜面漁場のMd φ

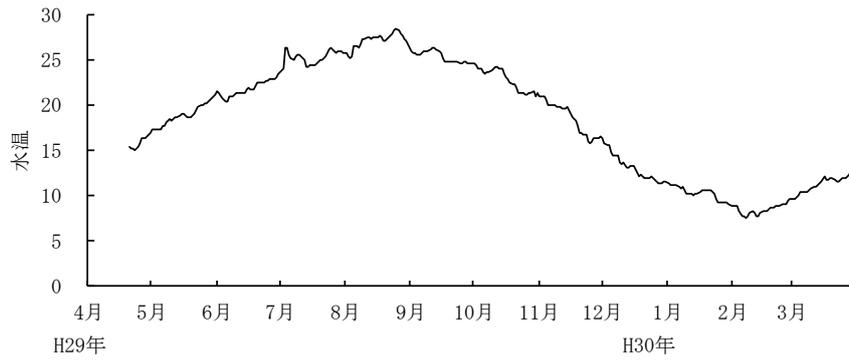


図20 峰の洲斜面漁場の水温（海底上5cm）

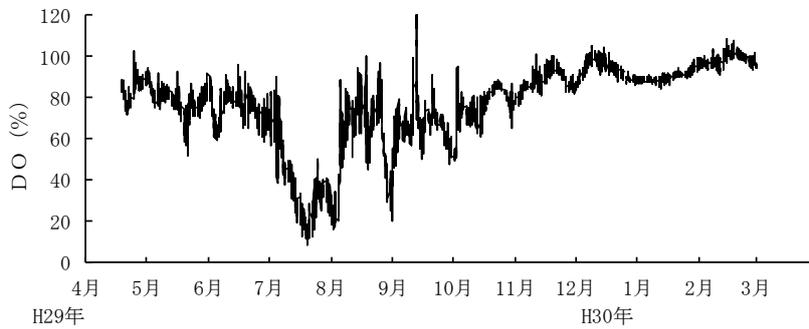


図21 峰の洲斜面漁場のDO（海底上5cm）

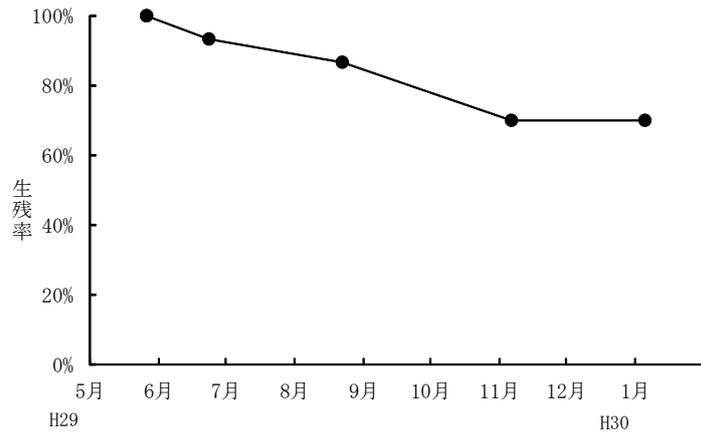


図22 被覆網で保護したタイラギの生残率 (10号干潟漁場)

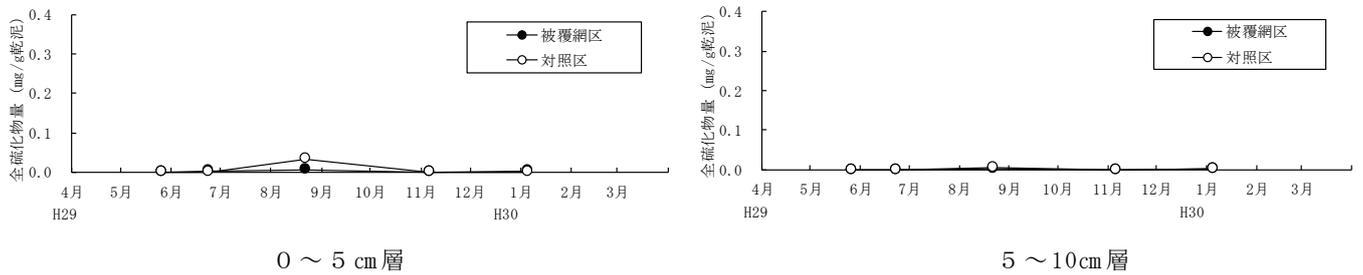


図23 10号干潟漁場のAVS

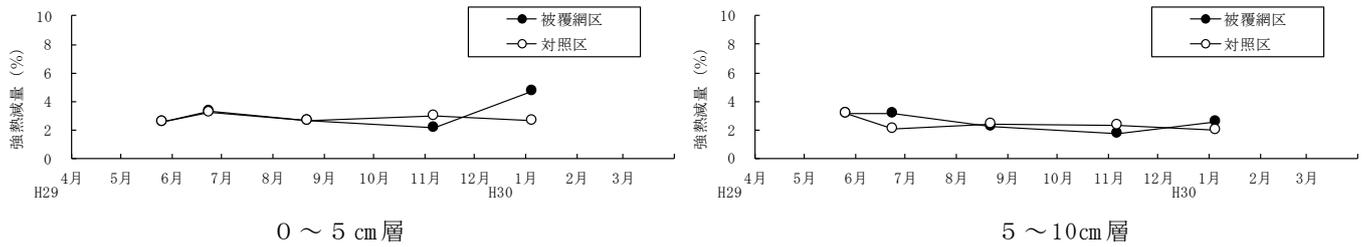


図24 10号干潟漁場のIL

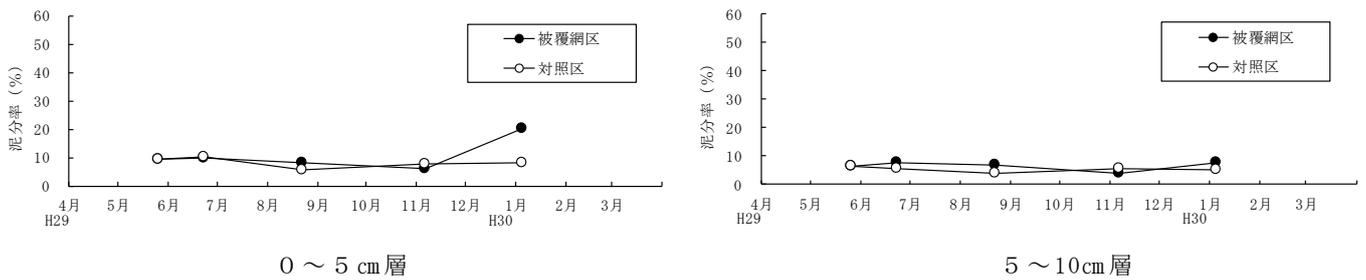


図25 10号干潟漁場の泥分率

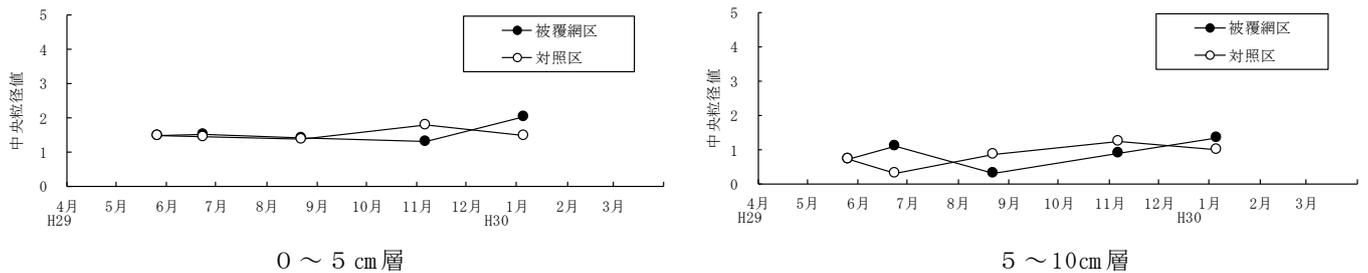


図26 10号干潟漁場のMdφ

4. 母貝育成場造成試験

(1) 人工種苗中間育成

三池港で中間育成し、平成30年3月16日までに78.4±5.5mmまで成長した。30年4～5月に母貝育成場に移植するまで中間育成を継続した。(図27)

(2) 海中育成ネットによる母貝育成場造成試験

1) 育成試験

平成29年2月21日～3月22日に、三池島南側にある2列の投石間の覆砂地において、海中育成ネット10ネットに干潟母貝24個ずつを、6ネットに人工稚貝36個ずつを収容して、海底に設置されたものについて、月1～2回潜水器漁業者により船上に取り上げ、水中ポンプで洗浄後、海底に再設置した。人工稚貝を収容したネットの生残率は12月まで60%以上で推移した。(図28)

2) 育成貝の成熟状況調査

雌の生殖腺は、7月18日に5個体中、未発達期1個体(20%)、成熟期3個体(60%)、退行期1個体(20%)となった。その後、8月17日には9個体中、未発達期が5個体(56%)、退行期3個体(33%)の他、放出後期が1個体(11%)と放卵後の個体が確認された。

雄の生殖腺は、7月18日は21個体中、未発達期1個体(5%)、成熟期7個体(33%)、退行期3個体(14%)の他、放出期が10個体(48%)と放精後の状況が確認さ

れた。その後、8月17日には16個体中退行期8個体(50%)、未発達期が6個体(38%)、の他、放出期2個体(13%)と放精後の状況が確認された。(図29,30)

今回、放出期、放出後期の個体が少なかったため、その他の発達区分でも、ろ胞内に放卵後の空所がみられた個体を精査したところ、7月18日には雌5個体中4個体(80%)、8月17日は雌9個体全て(100%)で放卵後の空所が確認された。(表2)

3) 生息環境調査

①底質調査

三池島漁場における浮泥堆積層厚を図31に、底泥のAVS、IL、泥分率、Mdφの推移を図32～35に示した。

浮泥堆積層厚は、9月14日に15mmと高い値を示したが、それ以外は生息に適している10mm以下の値で推移した。

AVSは、各層とも期間を通じて生息に適している0.1mg/g乾泥以下の値で推移した。

ILは、各層とも1.83～5.66%とタイラギの生息可能な範囲10%未満で推移し、最大値は7月0～5cm層の5.66%であった。

泥分率は、各層とも4.5～18.7%と期間を通じてタイラギの生息に適した30%未満の値で推移した。

Mdφは、各層とも-0.1～1.83と期間を通じて生息に適している3.0未満の値で推移した。

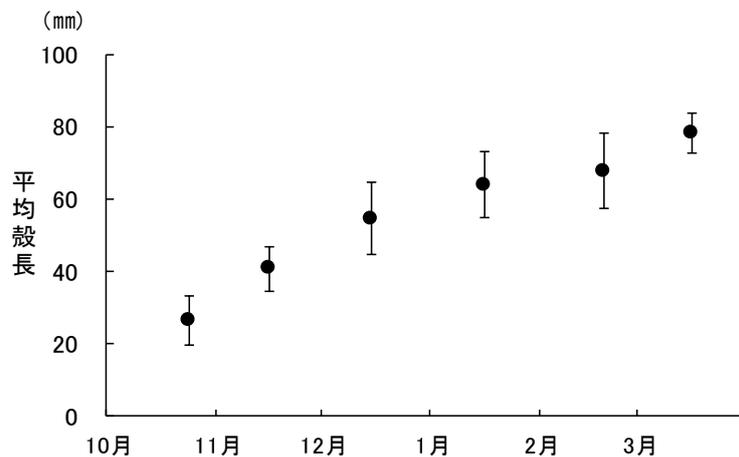


図27 三池港における人工稚貝中間育成時の成長

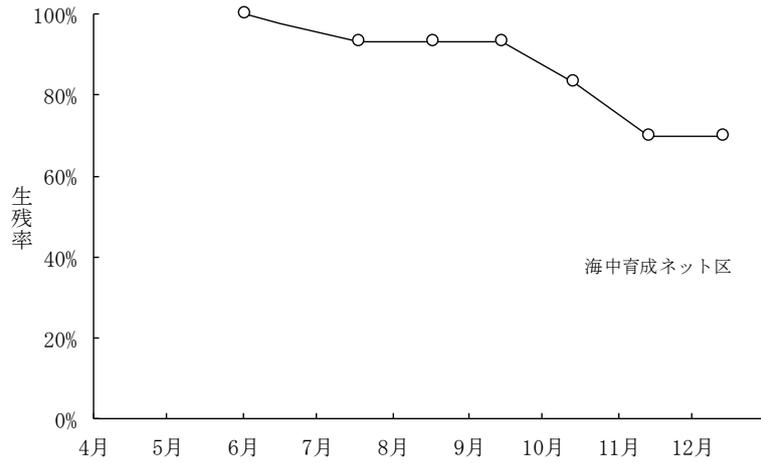


図28 三池島漁場における海中育成ネット試験の生存率

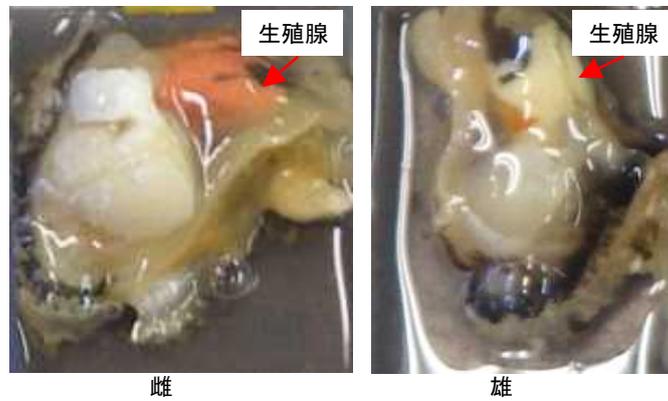


図29 海中育成ネットで育成した人工具の生殖腺（2017年7月18日）

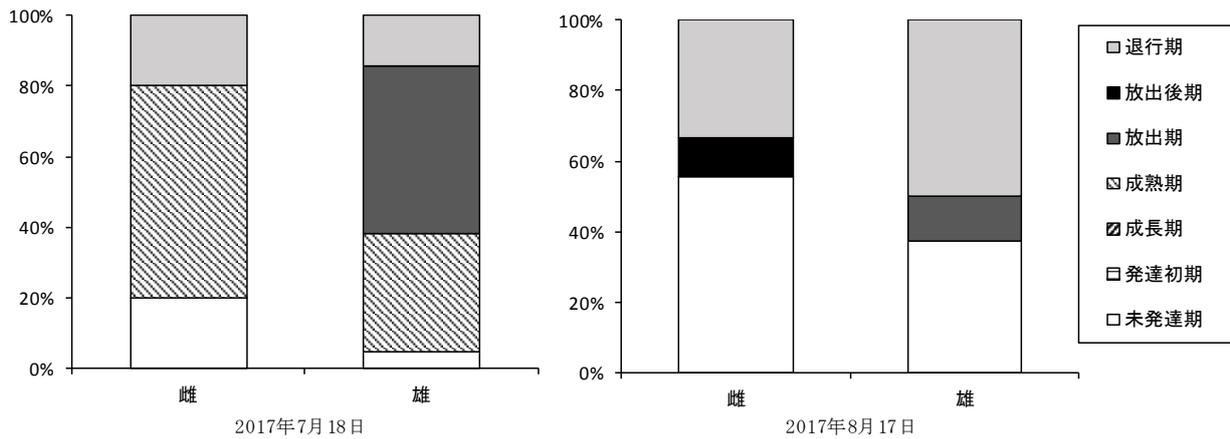


図30 海中育成ネットで育成した人工具の生殖腺発達区分

表2 海中育成ネットで育成した人工魚の放卵状況

回収日	生殖腺発達段階	放卵後の空所		備考
		有	無	
2017/7/18	未発達期	1		ろ胞内は放卵がほぼ完了し空の状況、ろ胞上皮に沿って幼弱な卵母細胞有
	成熟期	2		ろ胞内には、一部、放卵後の空所有
	成熟期		1	成熟した卵母細胞と崩壊した卵母細胞しか見られなかった。
	退行期	1		ろ胞内には、一部、放卵後の空所有、その他はほぼ退行
2017/8/17	未発達期	5		ろ胞内は放卵がほぼ完了し空の状況、ろ胞上皮に沿って幼弱な卵母細胞有
	放出後期	1		半数以上のろ胞内は、ほぼ放卵が完了し空の状況
	退行期	3		ろ胞内には、一部、放卵後の空所有、その他はほぼ退行

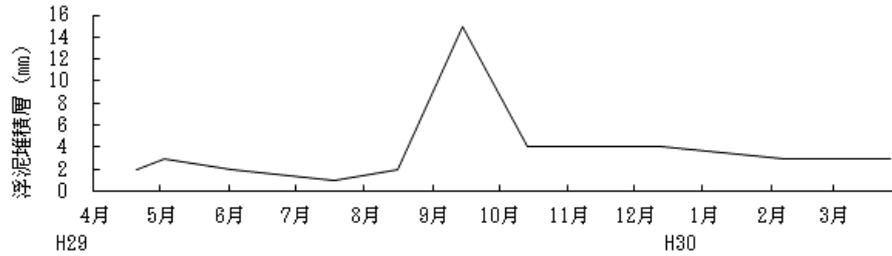


図31 三池島漁場における浮泥堆積層厚

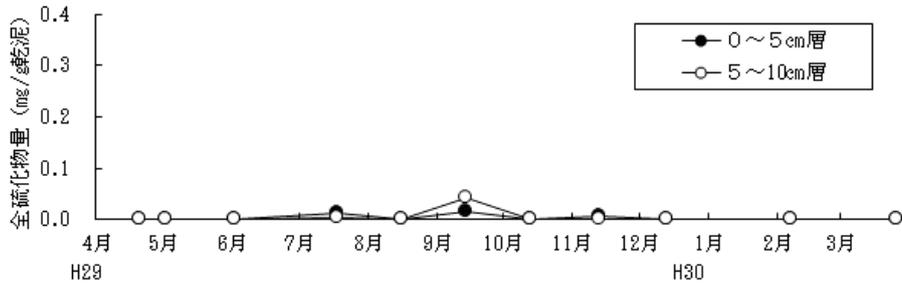


図32 三池島漁場のAVS

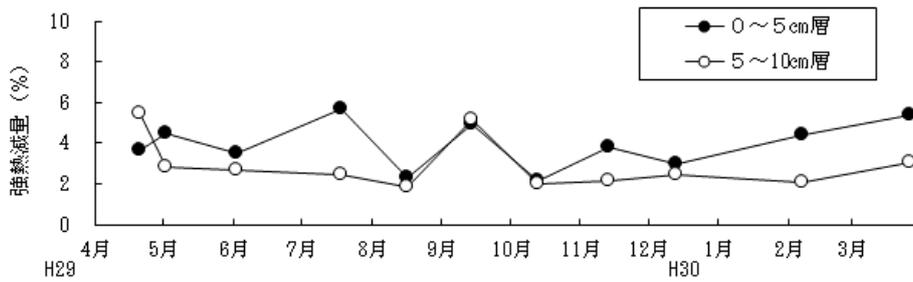


図33 三池島漁場のIL

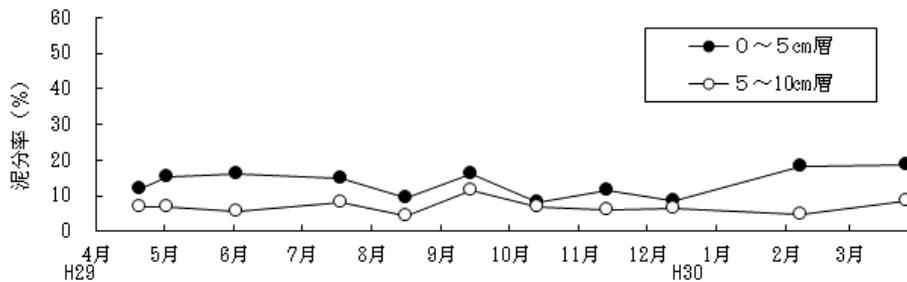


図34 三池島漁場の泥分率

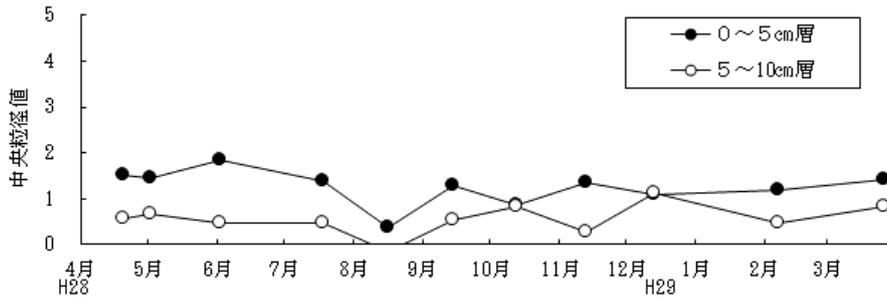


図35 三池島漁場のMd φ

5. 飢餓ストレス遺伝子試験

無給餌試験7日後に回収した各9個体の測定結果を、表3に示した。給餌区の方が、殻長で5.3mm、軟体部肥満で0.07g、軟体部肥満度で0.0075大きい結果となった。(図38, 表3)

mRNA-seqの後de novo解析により発現変動の差があった遺伝子(対照区に対して2倍以上の増加もしくは減少, FDR < 0.01)についてアノテーションを進め、559個の遺伝子断片が得られた。

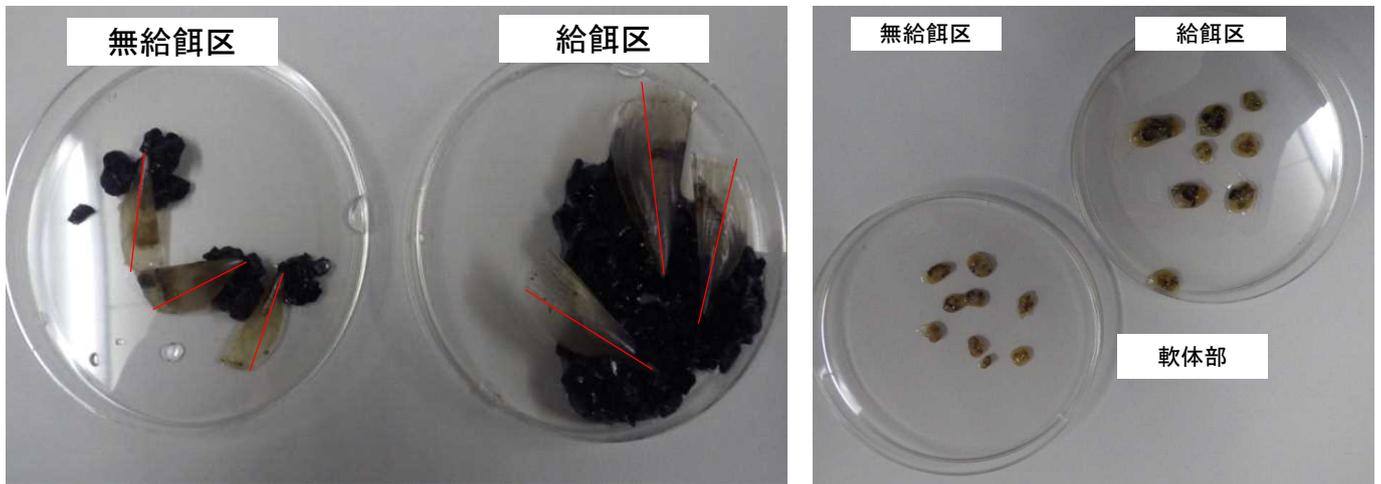


図38 無給餌試験7日後の状況

表3 無給餌試験後の測定結果

	殻長 (mm)	殻付き重量 (g)	軟体部重量 (g)	軟体部肥満度
給餌区	36.8 ± 4.84	0.67 ± 0.33	0.12 ± 0.06	0.0238
無給餌区	31.5 ± 3.82	0.43 ± 0.21	0.05 ± 0.02	0.0163

考 察

天然漁場の竹はぜ南漁場では、平成28年9~11月に発生した28年級群の生息密度は、29年4月時点で既に確認されなくなっている。29年級群は、29年8月末に初認さ

れ11月には2個/m²になったが、その後、3月までに0.5個/m²に減少している。天然貝の発生量としては少なく、30年漁期も漁業生産は見込めない状況である。

しかし、本年、峰の洲斜面漁場で実施した育成手法別試験では、無保護の直植え区以外は、海中育成ネット区、上架カゴ区だけでなく、被覆カゴ区も12月まで7割程度

文 献

の高い生残率となっている。つまり、本年は、食害の影響はあったが、それ以外の目立った斃死はなかったということである。これまで被覆カゴ区でみられた夏～秋の斃死がなかった理由を、生息環境の面から詰めていく必要がある。

ただ、このような生息環境の年に、多数の稚貝を添加できれば、資源回復も可能と考えられる。

今後は、できるだけ多くの親貝を確保するために、親貝の分布がみられる干潟域に保護区域を設定していくとともに、沖合域には海中育成ネットを用いた親貝育成場を設置していく。さらに発生した稚貝の食害対策も検討していく必要がある。

- 1) 松井繁明. 有明海北東部漁場におけるタイラギの資源変動. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2002 ; 12 : 29-35.
- 2) 環境省. 生物(3)有用二枚貝. 有明海・八代海等総合調査評価委員会報告 2017 : 175-176.
- 3) 川原逸郎, 伊藤史郎. 2000年, 2001年夏季に有明海北東部漁場で発生したタイラギの斃死-I. 佐賀県有明水試験場研究報告 2003 ; 21 : 7-13.
- 4) 塚本達也, 前野幸男, 松井繁明, 吉岡直樹, 渡辺泰徳. タイラギの性成熟と各種組織におけるグリコーゲン量との関係. 水産増殖 2005 ; 53(4) : 397-404.

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・上田 拓・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大きく増減を繰り返し、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、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

アサリの効率的な採苗を検討するため、図1に示す有区303号で砕石敷設や砂利袋を用いた試験を行った。調査期間は、平成28年度に引き続き平成29年7月26日から平成30年3月4日までとした。試験区は、平成28年6月21日に砕石敷設区、砂利袋区及び対照区とし干出時に設置した。¹⁾ 砕石敷設区では、4×4mの範囲に粒径1cm程度の砂利を高さ10cmになるよう敷設した。砂利袋区では、30×60cm、目合い4.5mmのラッセル袋に粒径1cm程度の砂利を約5kg収容した採苗器(砂利袋)40袋を4×4mの範囲に等間隔になるよう立てて設置した。

(1) 分布調査

各試験区のアサリの分布を把握するため、砕石敷設区及び対照区で試験区設置400, 497, 548, 603日後に任意の2点で25×25cm、深さ10cmの砂泥等を採取し、目合い3mmのふるいで選別した後、残渣物を研究室に持ち帰った。砂利袋区では試験区設置409, 497, 548, 603日後に砂泥等が入った砂利袋3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した。各試験区の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。

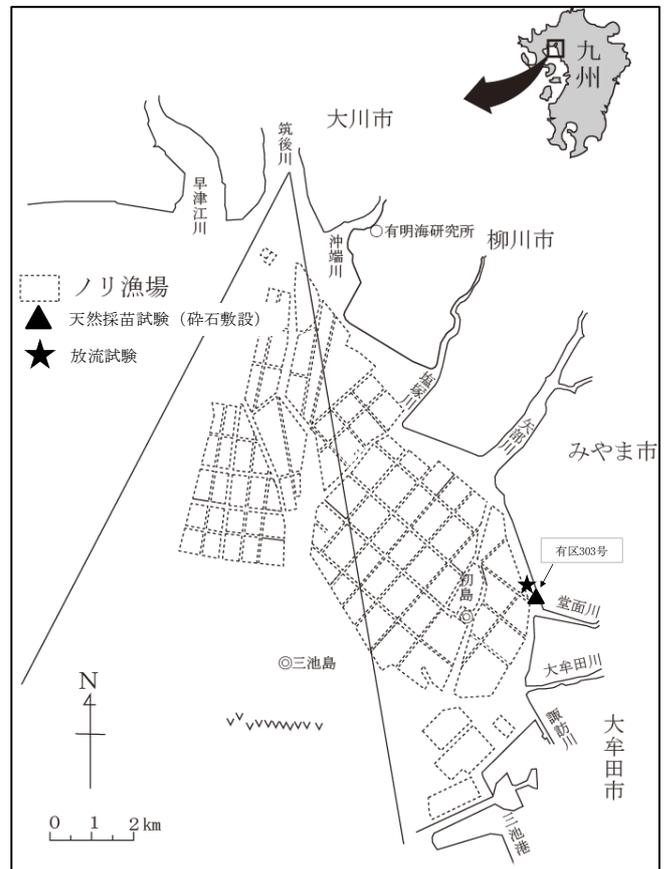


図1 調査位置図

(2) 底質調査

砕石敷設区及び対照区の底質を把握するため、分布調査と同じ日に両試験区において、任意の2カ所の底質を内径34mm、長さ50cmのアクリル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²⁾に準じた。

2. 放流試験

ナルトビエイによる食害や波浪等による逸散を防止するため、図1に示す有区303号で表1の概要で被覆網

表 1 試験区の概要

試験 (放流) 開始日	試験区	目合い (mm)	試験区の 広さ (m)	放流アサリ			試験区名	被覆網の 管理
				平均殻長 (mm)	放流密度 (個体/m ²)	由来		
H29. 5. 23	被覆網区	9	3×1	11.4	2,727	人工種苗	5月被覆網区 (11mm)	H29.7網交換
	対照区	-	3×1	11.4	2,727	人工種苗	5月対照区 (11mm)	
	被覆網区	9	3×5	24.3	669	天然	5月被覆網区 (24mm)	H29.7網交換
	対照区	-	3×5	24.3	669	天然	5月対照区 (24mm)	
H29. 8. 23	被覆網区	9	3×6	7.8	1,097	人工種苗	8月被覆網区 (8mm)	
	対照区	-	3×6	7.8	1,097	人工種苗	8月対照区 (8mm)	

の試験を行った。

(1) 5月放流試験

調査期間は、平成 29 年 5 月 23 日から平成 30 年 2 月 9 日までとした。試験区は、平成 29 年 5 月 23 日に図 2 のとおり 6×3m、目合い 9mm のネットを干出時に設置し、被覆網の 5×3m の範囲及び同面積の原地盤に有区 20 号で採捕した平均殻長 24.3mm のアサリを 669 個体/m² の密度で放流した被覆網区 (以下、5月被覆網 (24mm) 区) 及び対照区 (以下、5月対照 (24mm) 区)、被覆網の 1×3m の範囲及び同面積の原地盤に平均殻長 11.4mm の稚貝を 2,727 個体/m² の密度で放流した被覆網区 (以下、5月被覆網 (11mm) 区) 及び対照区 (以下、5月対照 (11mm) 区) とした。放流後、13, 34, 62, 121, 161, 212, 262 日後に殻長 24mm のアサリを放流した試験区では直径 10.6cm 深さ 10cm の範囲の底質を任意の 3カ所で 2点ずつ採取し、目合い 5mm のふるいで選別した。殻長 11mm のアサリを放流した試験区では同様の範囲の底質を任意の 2カ所で採取し、目合い 3mm のふるいで選別した。採取した残渣物を研究室に持ち帰り、生貝の個体数の計数及び殻長の測定を行った。

また、各試験区の底質を把握するため、各調査のアサリの採取と同じ日に、任意の 2カ所の底質を内径 34mm、長さ 50cm のアクリルパイプを用いて柱状に採取した。試料は、天然採苗試験と同様の方法で分析に供した。

(2) 8月放流試験

調査期間は、平成 29 年 8 月 23 日から平成 30 年 2 月 9 日までとした。試験区は、平成 29 年 8 月 23 日に図 2 のとおり 6×3m、目合い 9mm のネットを干出時に設置し、被覆網の範囲及び同面積の原地盤に平均殻長 7.8mm の稚貝を 1,097 個体/m² の密度で放流した被覆網区 (以下、8月被覆網 (8mm) 区) 及び対照区 (以下、8月対照 (8mm) 区) とした。放流後、29, 69, 120, 170 日後に殻長

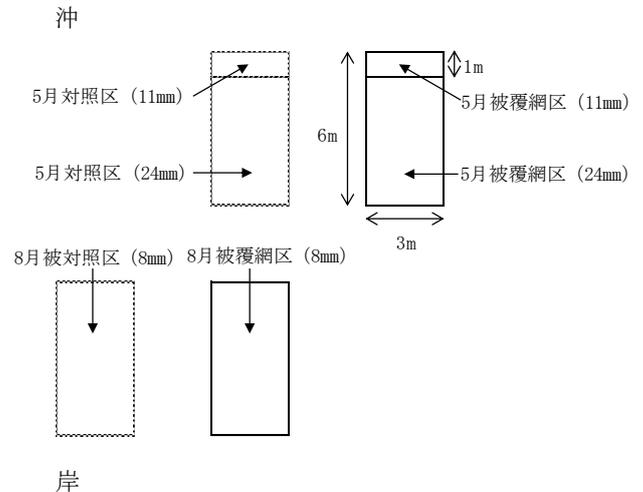


図 2 試験区の設置状況

24mm のアサリを放流した試験区では直径 10.6cm 深さ 10cm の範囲の底質を任意の 3カ所で 2点ずつ採取し、目合い 3mm のふるいで選別した。採取した残渣物を研究室に持ち帰り、生貝の個体数の計数及び殻長の測定を行った。

また、各試験区の底質を把握するため、各調査のアサリの採取と同じ日に、任意の 2カ所の底質を内径 34mm、長さ 50cm のアクリルパイプを用いて柱状に採取した。試料は、天然採苗試験と同様の方法で分析に供した。

結 果

1. 天然採苗試験

(1) 分布調査

試験区別アサリの分布密度の推移を図 3 に示す。平成 29 年 3 月の分布密度は砕石敷設区で 8 個体/m²、砂利袋区で 198 個体/m²、対照区で 0 個体/m²であった。¹⁾ 砕石敷設区では平成 29 年 7 月に 1,080 個体/m² のアサリが出現し、その後平成 30 年 2 月に 520 個体/m²まで減少

した。砂利袋区では平成 29 年 10 月に 408 個体/m²のアサリが出現し、平成 30 年 2 月に 102 個体/m²まで減少した。対照区では平成 30 年 2 月まで 0～8 個体/m²のアサリが出現した。

試験区別アサリの重量の推移を図 4 に示す。碎石敷設区のアサリの重量は平成 29 年 10 月に最も高く 1,152g/m²となり、平成 30 年 2 月に 711g/m²まで減少した。砂利袋区では平成 29 年 10 月に最も高く 1,050g/m²となり、平成 30 年 2 月に 237g/m²まで減少した。対照区では平成 30 年 2 月まで 0～1g/m²の範囲で推移した。

試験区別アサリ殻長組成を図 5 に示す。碎石敷設区では平成 29 年 7 月に殻長 10～12 mm をモードとするアサリが出現、成長し、平成 30 年 2 月には殻長 10～14 mm, 20～22 mm をモードとするアサリが出現した。砂利袋区では平成 29 年 3 月に殻長 14～16 mm をモードとするアサリが出現、成長し、平成 30 年 2 月には殻長 14～16 mm, 殻長 26～28 mm をモードとするアサリが出現した。

(2) 底質調査

試験区別の底質調査の結果を図 6～9 に示す。平成 30 年度の中央粒径値(Md ϕ)は対照区で 1.5～2.4, 泥分率は碎石敷設区で 5.4～10.6%, 対照区で 13.7～34.3%, 強熱減量は碎石敷設区で 1.4～3.1%, 対照区で 3.8～5.8%, 全硫化物は碎石敷設区で 0.01～0.05mg/g 乾泥, 対照区で 0.03～0.18mg/g 乾泥の範囲を推移した。

今回の試験では、碎石敷設区では平成 29 年 7 月から、砂利袋区では平成 29 年 3 月からアサリが出現したが、対照区ではアサリがほとんど出現しなかったことから、砂利の敷設や砂利を収容した網袋を設置することによるアサリの採苗効果が確認された。また、碎石敷設区では敷設後約 1 年間はアサリが出現しなかったが、平成 29 年 7 月に約 1,000 個体/m²のアサリが出現した。これは、平成 29 年 3 月の調査時に敷設した砂利の上に底土が堆積していたことから、稚貝が底土と一緒に運ばれてきたか、底土が堆積することにより着底しやすい環境になったと考えられる。一方、砂利袋区では、砂利袋が埋没しない程度に沈降したことにより砂利と底土が混合し、碎石敷設区より早期にアサリが出現したと考えられる。現時点ではアサリが漁獲可能な殻長 30 mm まで成長していないことから、今後も継続して調査を行う必要がある。

2. 放流試験

試験区別放流アサリの残存率の推移を図 10 に示す。5 月に放流した殻長 24 mm のアサリの残存率は、放流後

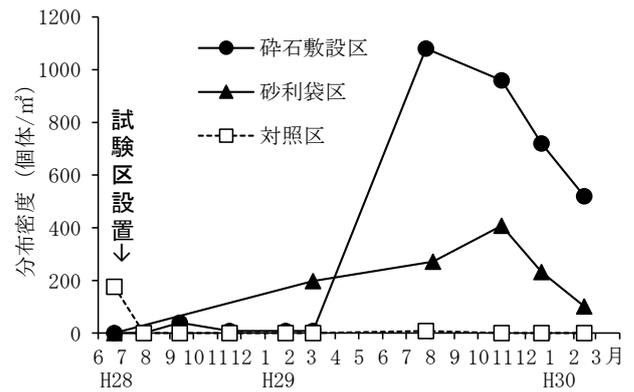


図 3 試験区別アサリ分布密度の推移

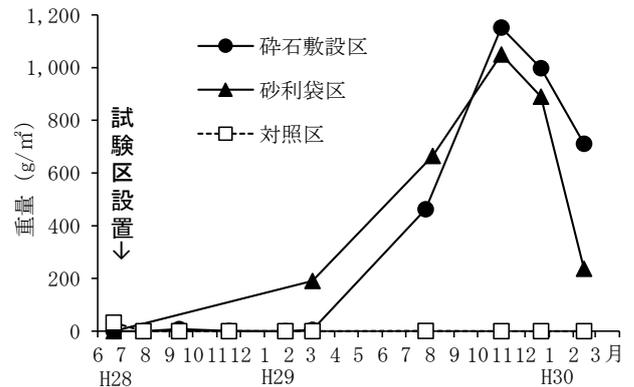


図 4 試験区別アサリ重量の推移

増減しながら緩やかに減少し、平成 30 年 2 月に被覆網区で 73.3%, 対照区で 59.2%であった。5 月に放流した殻長 11 mm のアサリの残存率は、放流後急激に減少し、放流 62 日後の平成 29 年 7 月には、被覆網区で 27%, 対照区で 4%であった。8 月に放流した殻長 8 mm のアサリの残存率は、放流 120 日後の平成 29 年 10 月に被覆網区で 3.4%, 対照区で 0%であった。

試験区別放流アサリ平均殻長の推移を図 11 に示す。5 月に放流した殻長 24 mm のアサリの平均殻長は、被覆網区では、平成 29 年 9 月に 31.1 mm と推移したが、その後は横ばいで推移し平成 30 年 2 月には 30.5 mm であった。対照区では平成 30 年 2 月に 30 mm を超えた。5 月に放流した殻長 11 mm のアサリの平均殻長は、被覆網区及び対照区とも同様の推移を示し、被覆網区では平成 29 年 7 月に 17.8 mm となった。8 月に放流した殻長 8 mm のアサリの平均殻長は、被覆網区及び対照区と同様の推移を示し、平成 29 年 10 月には約 9 mm であった。

試験区別の底質調査の結果を図 12～15 に示す。5 月放流の中央粒径値(Md ϕ)は被覆網区で 0.8～3.3, 対照区で 1.1～1.8, 泥分率は被覆網区で 4.0～46.7%, 対照区で 4.8～20.6%, 強熱減量は被覆網区で 1.7～6.2%, 対

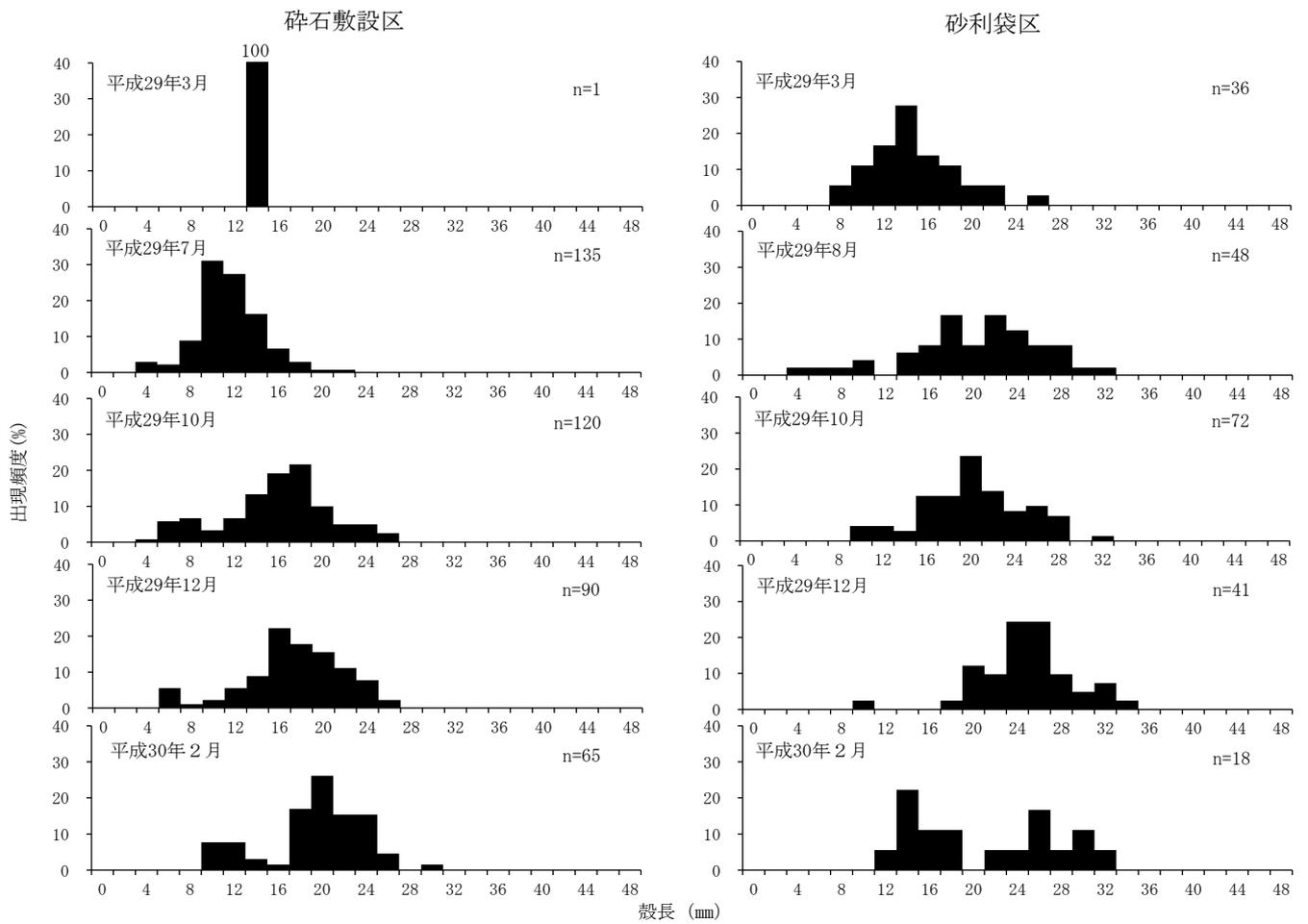


図5 試験区別アサリ殻長組成

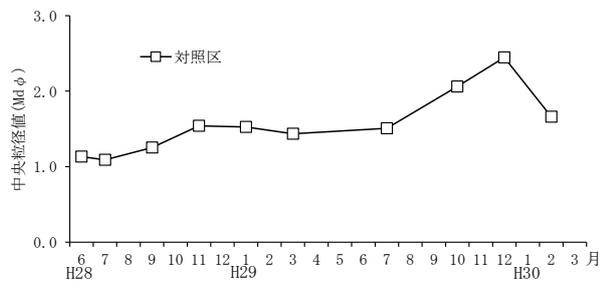


図6 試験区別中央粒径値

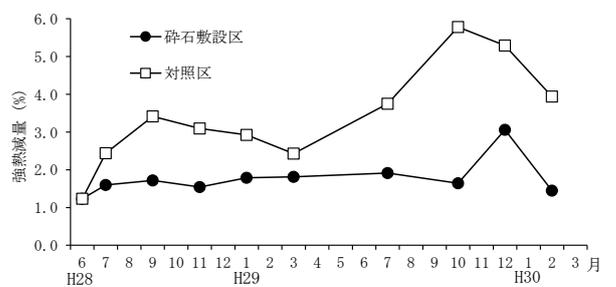


図8 試験区別強熱減量

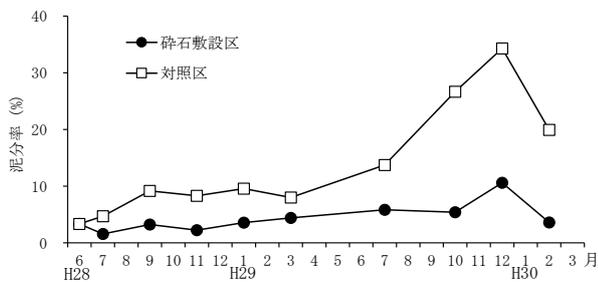


図7 試験区別泥分率

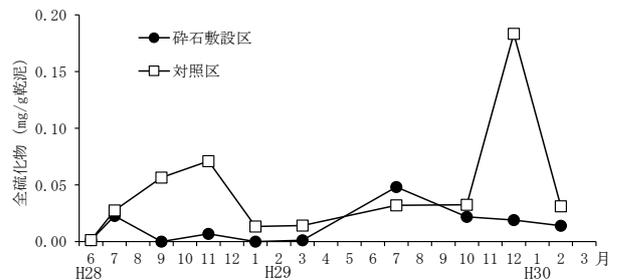


図9 試験区別全硫化物

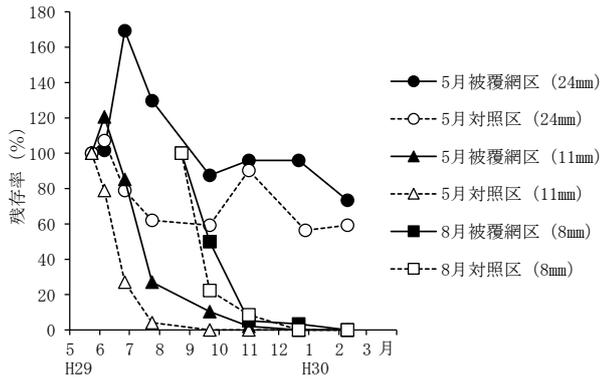


図 10 試験区別放流アサリ残存率の推移

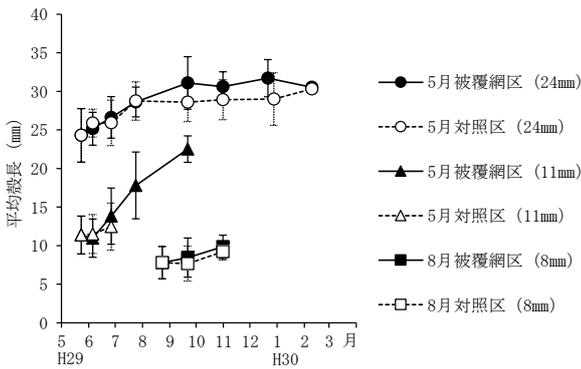


図 11 試験区別放流アサリ平均殻長の推移

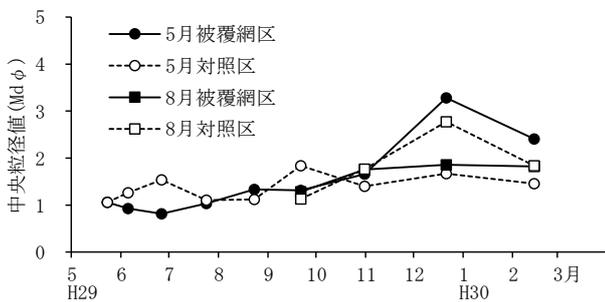


図 12 試験区別中央粒径値

照区で 1.7~5.4%，全硫化物は被覆網区で 0.00~0.11mg/g 乾泥，対照区で 0.00~0.06mg/g 乾泥の範囲を推移した。8月放流の中央粒径値 (Mdφ) は被覆網区で 1.3~1.9，対照区で 1.1~2.8，泥分率は被覆網区で 8.1~22.0%，対照区で 13.6~40.7%，強熱減量は被覆網区で 2.9~4.2%，対照区で 3.3~6.5%，全硫化物は被覆網区で 0.02~0.09mg/g 乾泥，対照区で 0.02~0.06mg/g 乾泥の範囲を推移した。

今回の試験から，5月に放流した殻長 24 mm の試験区では試験期間中にアサリが残存しており，被覆網区の残存率は対照区より高かったことから，被覆網の効果がみられた。一方，5月及び8月に放流した殻長 11 mm 及び 8 mm の試験区では，全ての試験区で試験開始後残存率が減

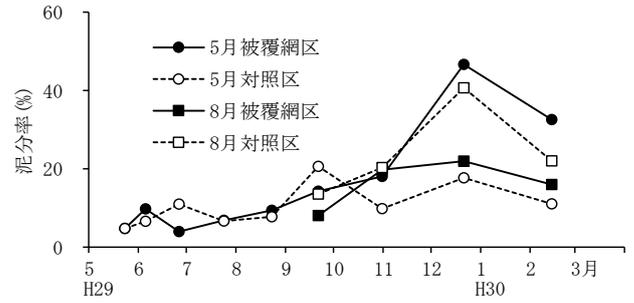


図 13 試験区別泥分率

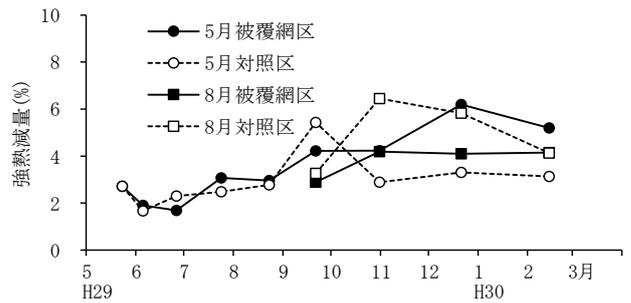


図 14 試験区別強熱減量

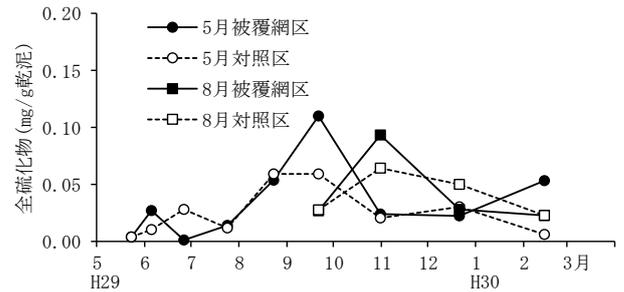


図 15 試験区別全硫化物

少したことから，被覆網の効果が確認できなかった。平成 29 年 7 月の調査では被覆網と原地盤の隙間に河川から流れてきたと考えられる木くずや葉が堆積していたことから，放流した小型のアサリも逸散している恐れがある。

今後は，被覆網と原地盤の隙間が少なくなるよう固定して放流したアサリが逸散しないようにするとともに，放流する人工種苗のサイズを大きくして適正な放流サイズを検討する必要がある。

文 献

- 1) 長本篤，篠原直哉，的場達人．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）
福岡県水産海洋技術センター事業報告 2017；188-
196.

2) 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

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に示す観測点3, 4, 5, 6を除く8定点で、平成29年6～9月までに週1回の頻度で実施した。観測層は0m層, 2m層, 5m層及びB-1m層の4層であり(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。

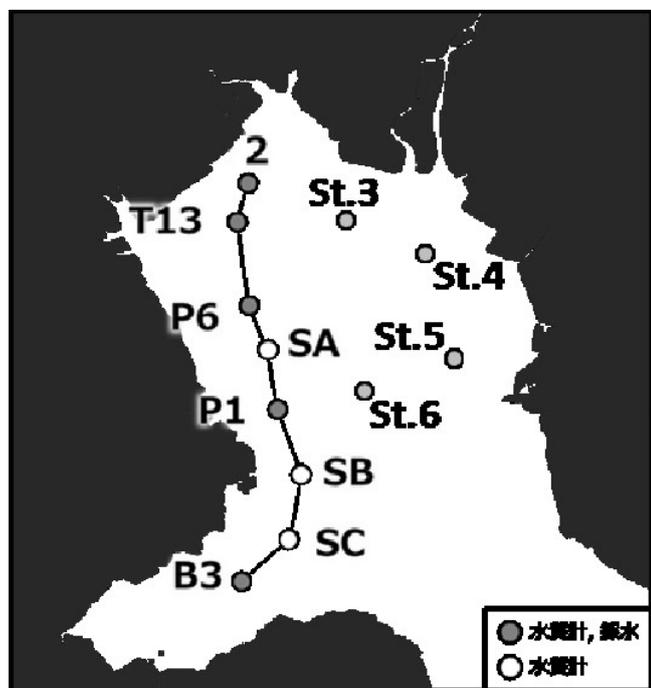


図1 調査地点図

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29年11月～30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

本県は栄養塩類の分析を担当し、5～9月は図1に観測点2, 13, P6, P1, B3の5定点, 10～2月は図1に示す観測点SA, SB, 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29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(6～9月)

(1) DIN

図2にDINの推移を示す。

6月中は、浅海域(観測点2, 13)では全層で同調していたが、沖合域(観測点P6, P1, B3)では0, 2m層とB-1m層が異なる挙動を示した。7月中旬まで、浅海域の全層および沖合域の0, 2m層では、増減を繰り返していたが、沖合域のB-1m層では、漸増傾向を示した。7月9日には、観測点13, P6, P1の0, 2m層で、一時的に高い値を示した(観測点13の0m層で最大値 $37.10 \mu M$)。その後0, 2m層は低下したものの、沖合域のB-1m層では、8月下旬まで大きな変動は見られず、他の層に比べて高めに推移した($>6.03 \mu M$)。また、観測点2, 13, P6の0, 2m層では8月中旬に、大幅に上昇した(観測点13の0m層で最大値 $35.00 \mu M$)。9月上旬には、層間の濃度差は無くなり、全点の全層において低い値を示した($<5.41 \mu M$)。その後は、9月の中旬から湾奥～湾央(観測点2, 13, P6)で上昇傾向を示した。

(2) PO_4-P

図3に PO_4-P の推移を示す。

PO_4-P の推移は、基本的にDINの推移と同調していた。7月中旬まで、浅海域(観測点2, 13)では全層で増減を繰り返していたが、沖合域(観測点P6, P1, B3)のB-1m層では漸増傾向を示した。7月17日には、沖合域の0, 2m層では大幅に低下したものの($<0.09\mu M$)、B-1m層では $1.5\mu M$ 以上の高い値を示した。7月24日には、観測点13においてもB-1m層で同水準の高い値を示した。その後は8月17日に、観測点2, 13, P6の主に0m層で高い値を示した($>2.29\mu M$)。観測点13, P6, P1, B3で確認された層間の濃度差は、DIN同様、9月の中旬にはほぼ無くなった。その後は、9月の中旬から湾奥～湾央(観測点2, 13, P6)で上昇傾向を示した。

(3) SiO_2-Si

図4に SiO_2-Si の推移を示す。6月中は、観測点2, 13, P6, P1では7月中旬まで、B3では7月中旬以降まで上昇傾向を示し、その後は漸減した。8月17日には、主に観測点13, P6の0, 2m層で一時的に高い値を示したが($>125.25\mu M$)、観測点B3では全層で低下していた($<40.77\mu M$)。その後は、微増減を繰り返し、9月の中旬から湾奥～湾央(観測点2, 13, P6)で上昇傾向を示した。

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(11～2月)

(1) DIN

図5-1, 図5-2にDINの推移を示す。全層で、11月上旬に高い値を示した後($>12.26\mu M$)、12月中旬まで低下を続け、12月18日には、西部海域(観測点2,

13, P6, P1, B3)で $0.05\sim 2.83\mu M$ 、東部海域(観測点3, 4, 5, 6)は筑後川河口沖の観測点4を除き $1.69\sim 6.37\mu M$ まで低下した。12月下旬以降は、観測点B3を除き1月中旬には $4.63\sim 14.49\mu M$ となったが、その後、観測点4, 5の0m層を除き、2月上旬から中旬に再び低下し、2月15日には $0.00\sim 0.28\mu M$ まで低下した。

(2) PO_4-P

図6-1, 図6-2に PO_4-P の推移を示す。 PO_4-P もDINと同様の推移を示し、11月上旬から12月中旬にかけて低下し、12月18日には、 $0.10\sim 0.83\mu M$ まで低下した。1月に上昇した後、2月に再び低下し、2月22日には $0.00\sim 0.16\mu M$ まで低下した。

(3) SiO_2-Si

図7-1, 図7-2に SiO_2-Si の推移を示す。

SiO_2-Si は、筑後川河口沖の観測点4を除くと、11月下旬から12月上旬にかけて低下し、12月18日には、 $26.23\sim 70.71\mu M$ まで低下した。その後、1月下旬まで横ばいで推移し、再び低下した。2月15日には、 $0.00\sim 25.83\mu M$ まで低下した。観測点B3では他の定点より早く、1月中旬には低下し、1月25日にはほぼ枯渇した。

文 献

- 1) 九州海域赤潮・貧酸素共同研究機関. 平成29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2018; 103-116, 161-174.

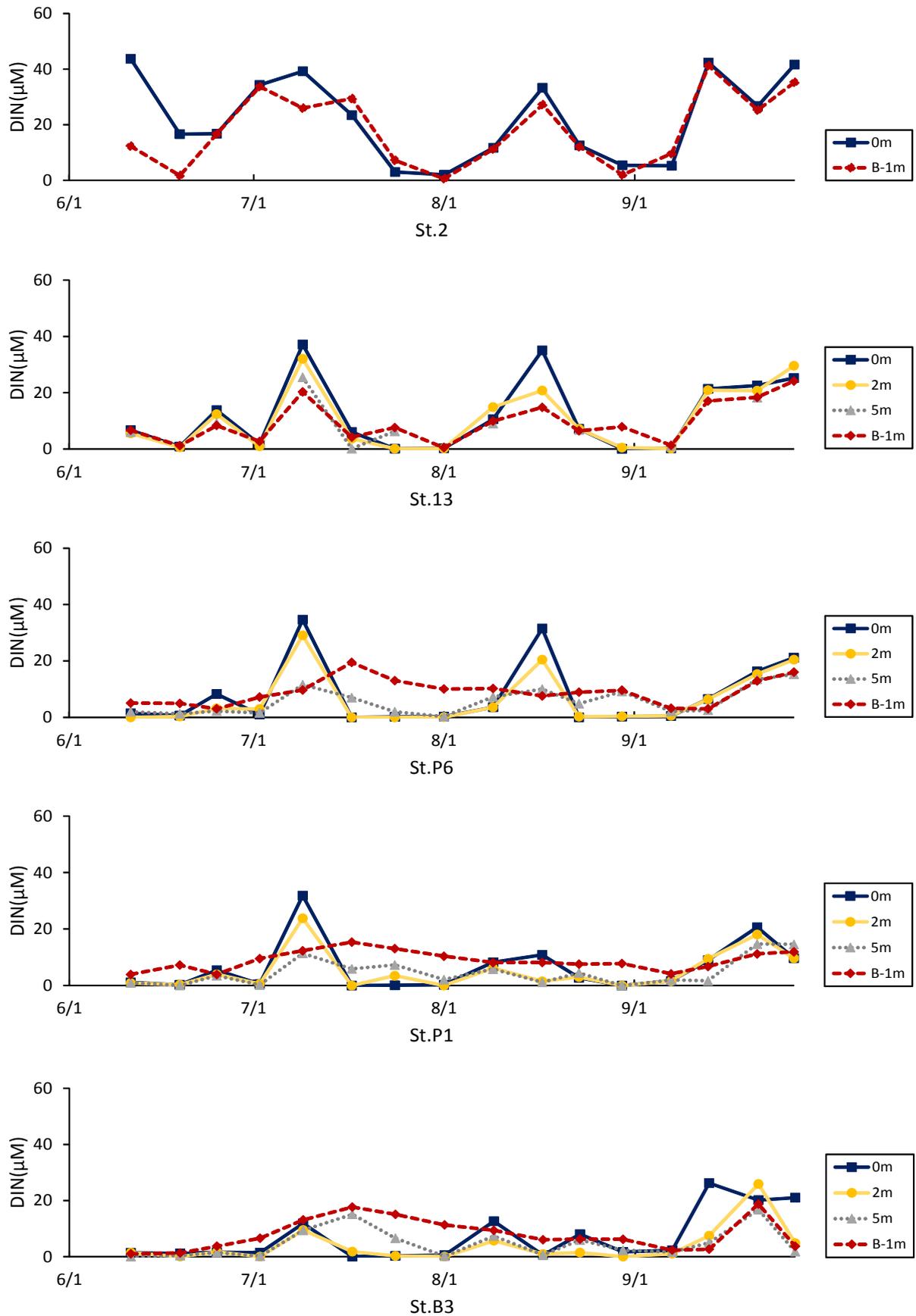


図2 DINの推移(6~9月)

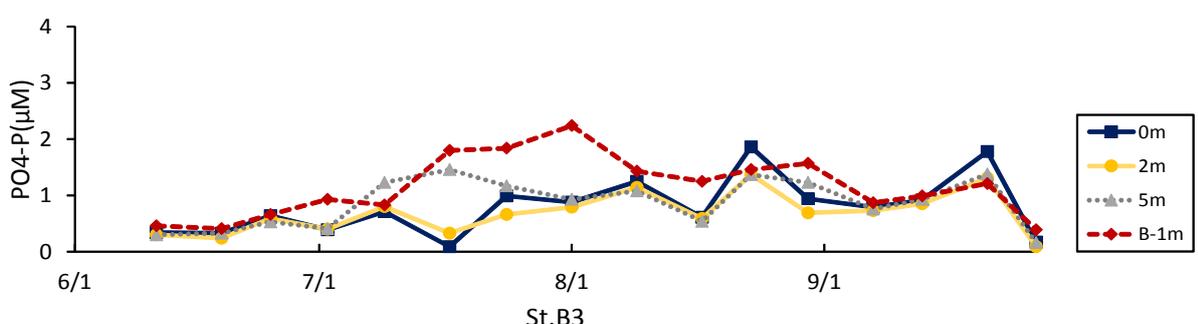
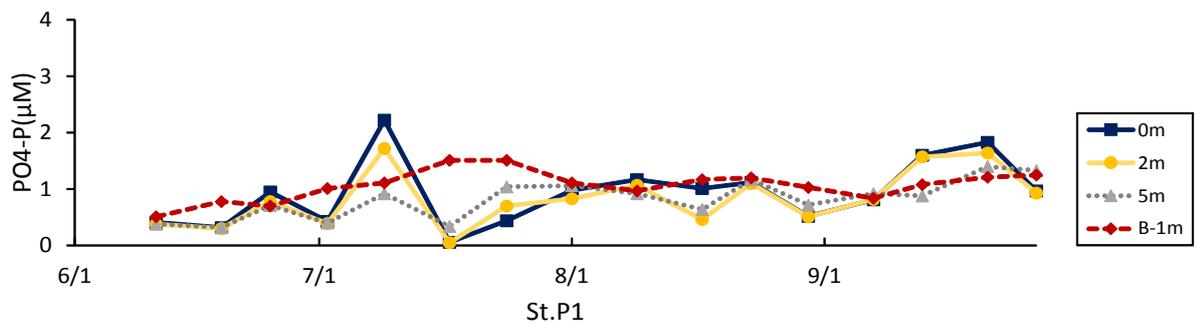
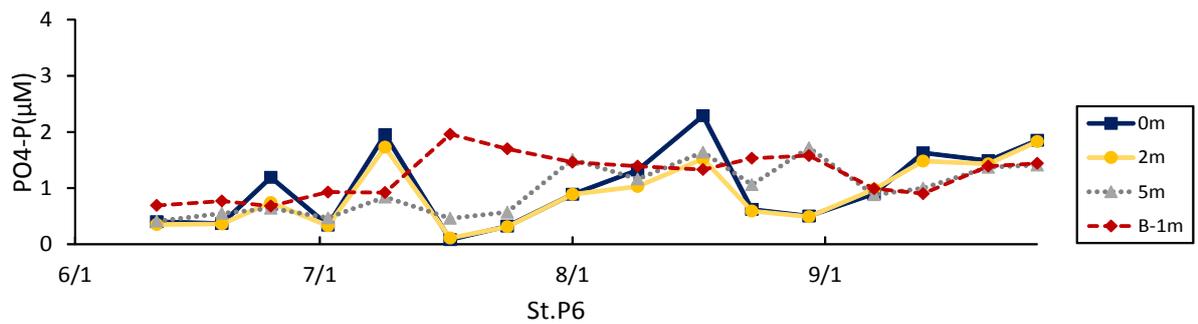
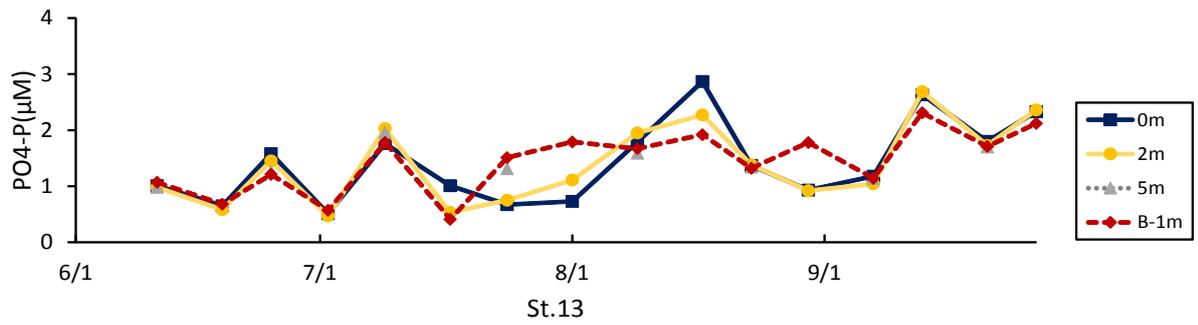
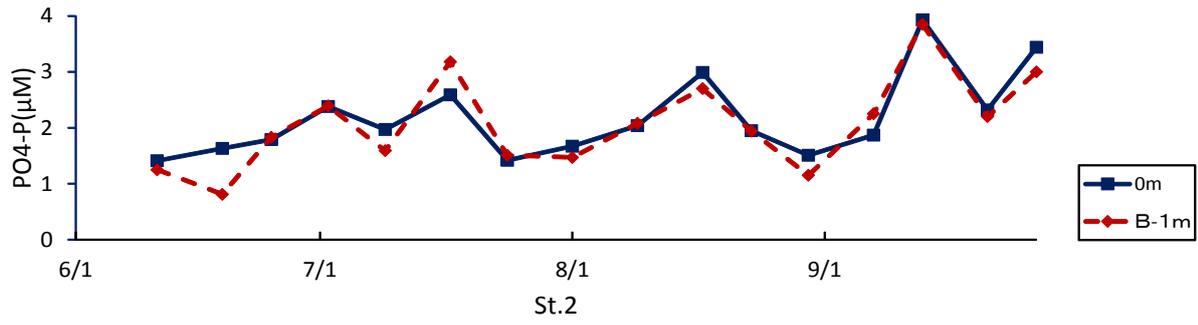


図3 PO₄-Pの推移(6~9月)

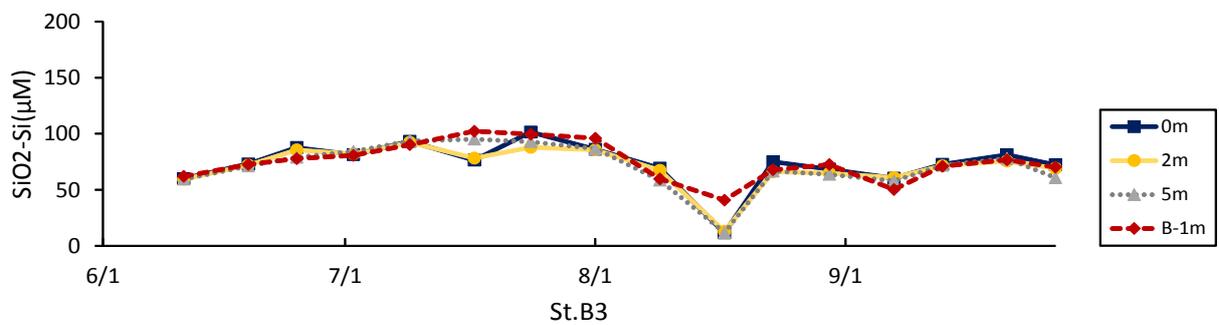
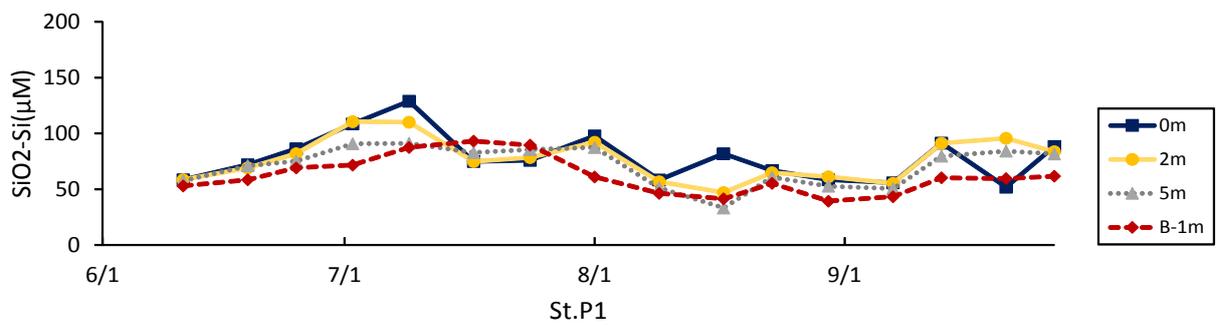
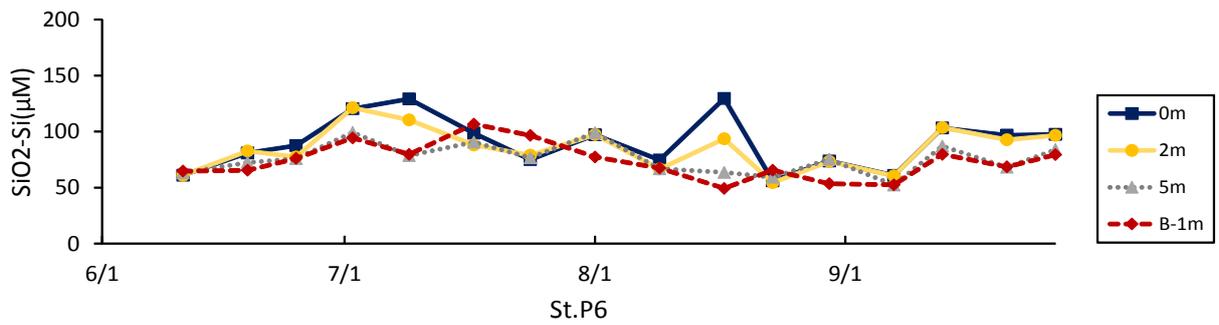
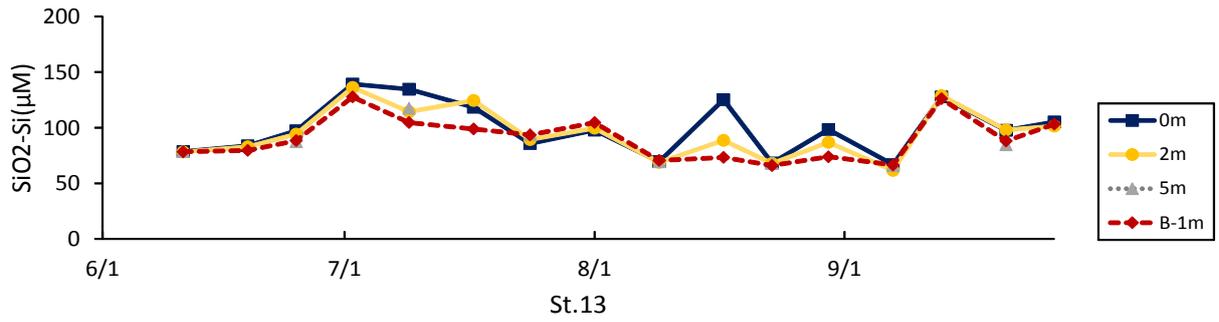
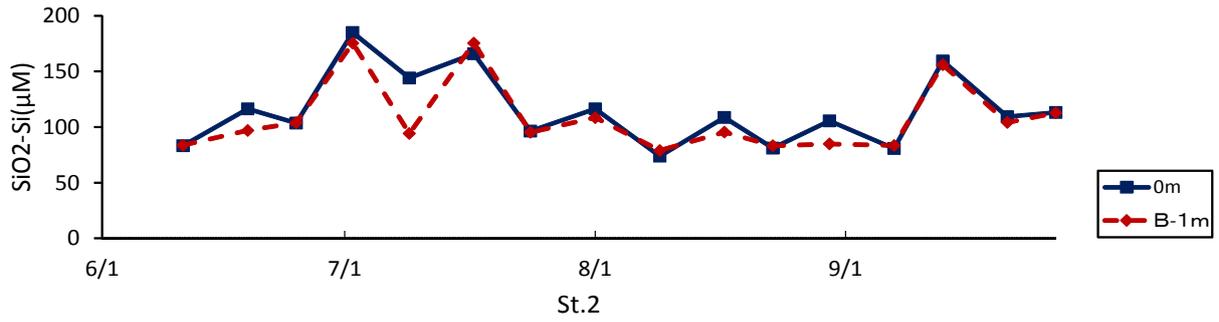


图4 SiO₂-Si (6~9月)

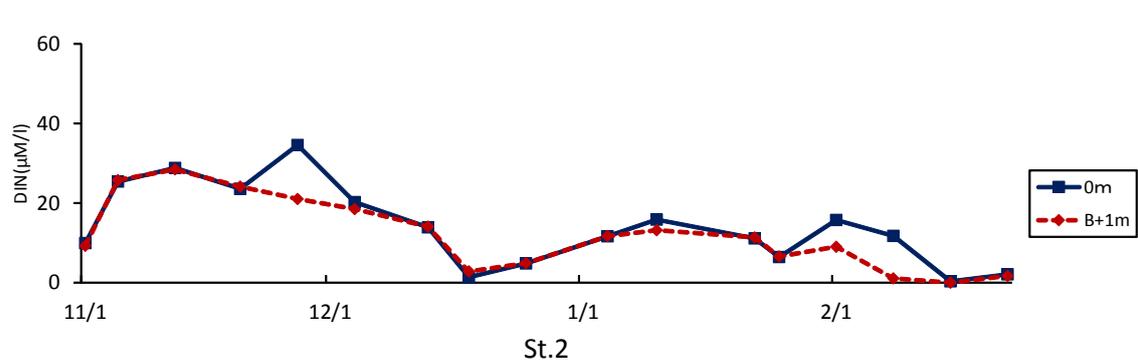
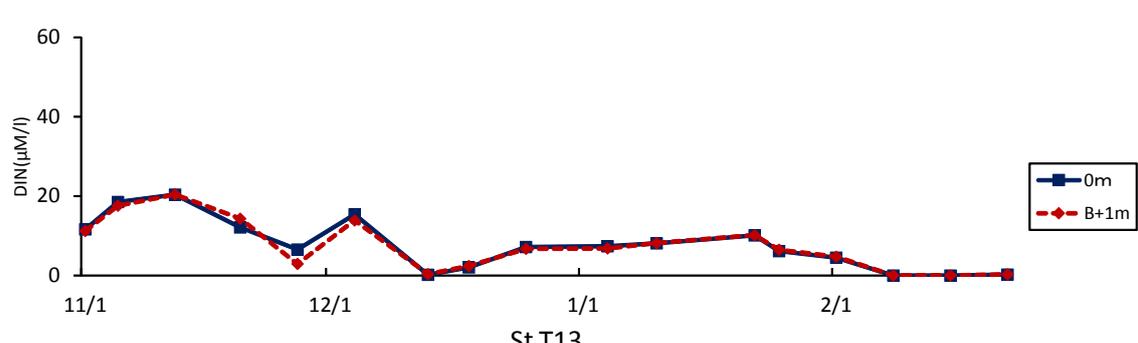
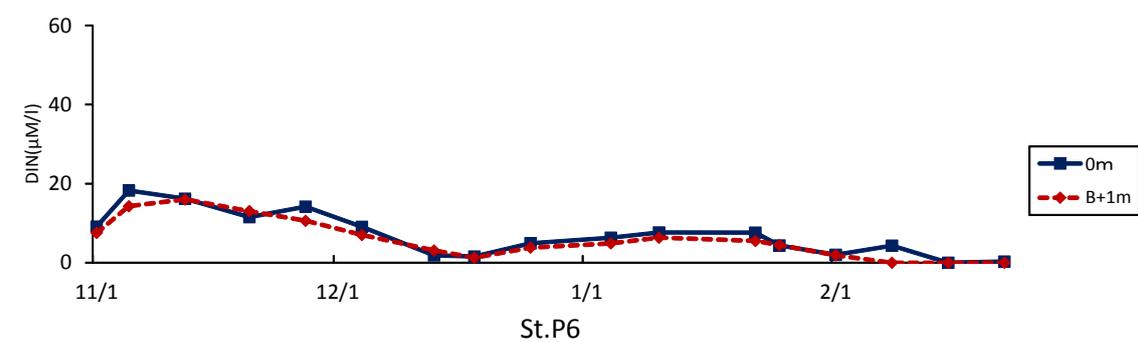
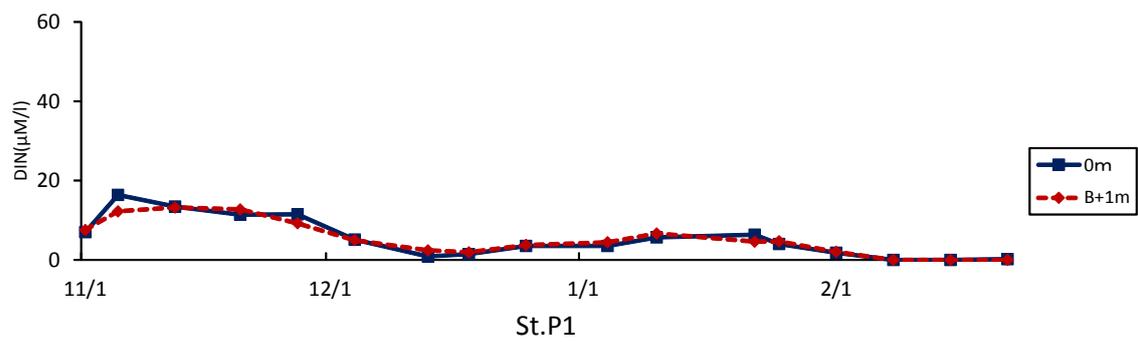
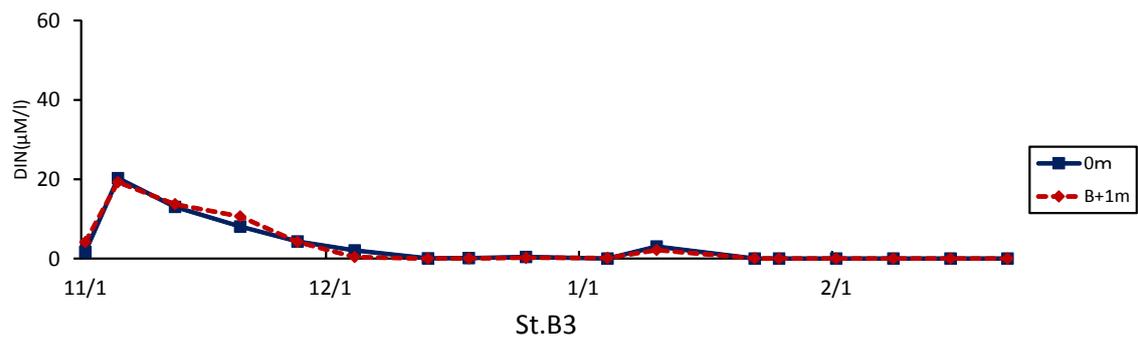


図 5 - 1 D I N の推移 (11 ~ 2 月)

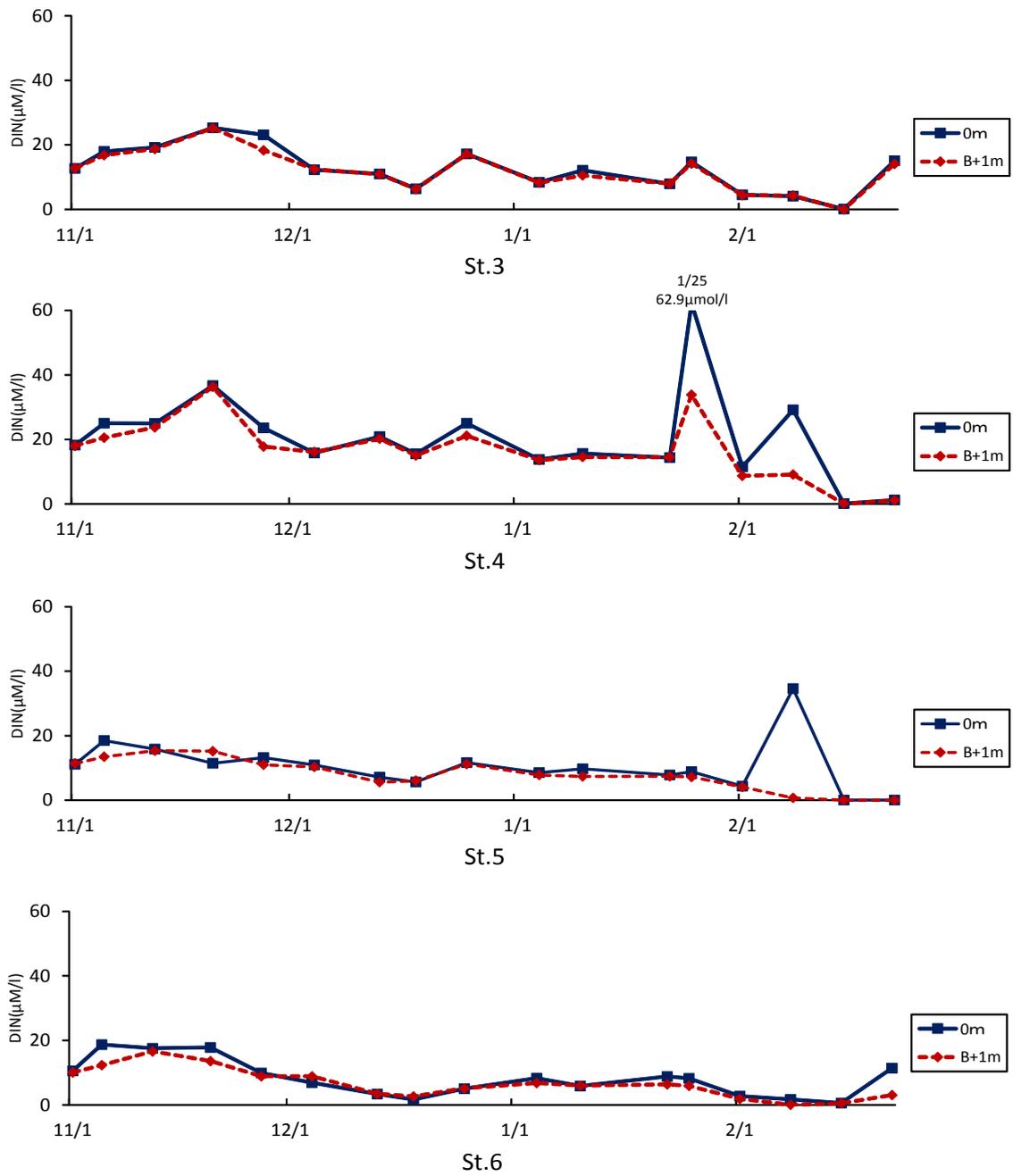


図 5 - 2 DINの推移 (11~2月)

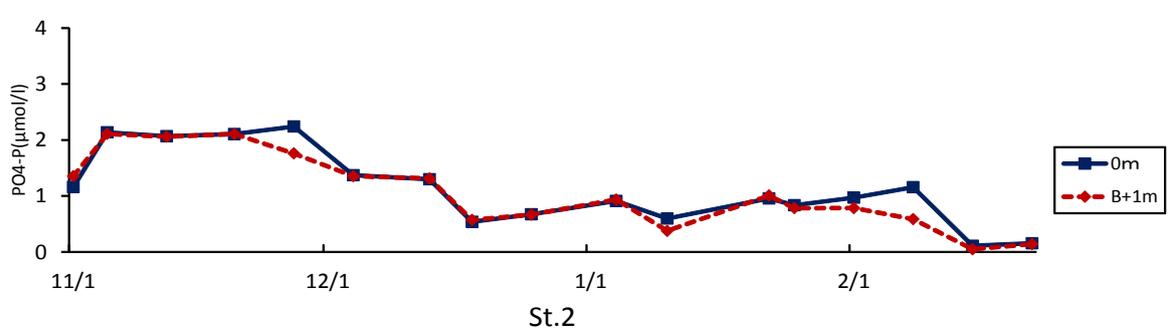
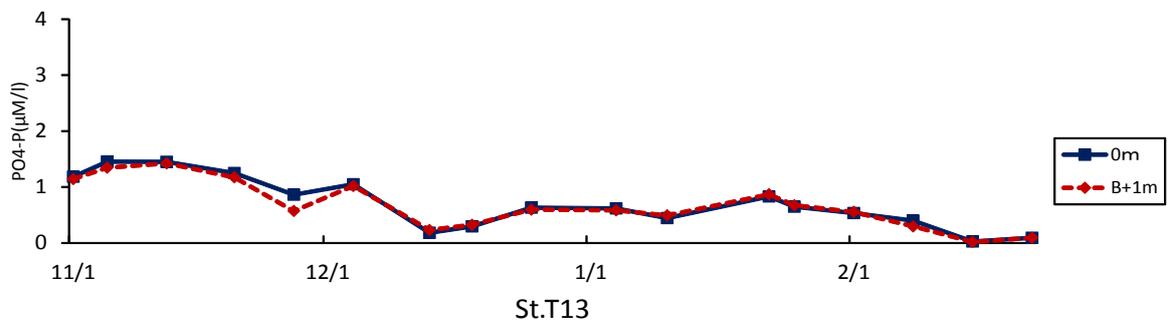
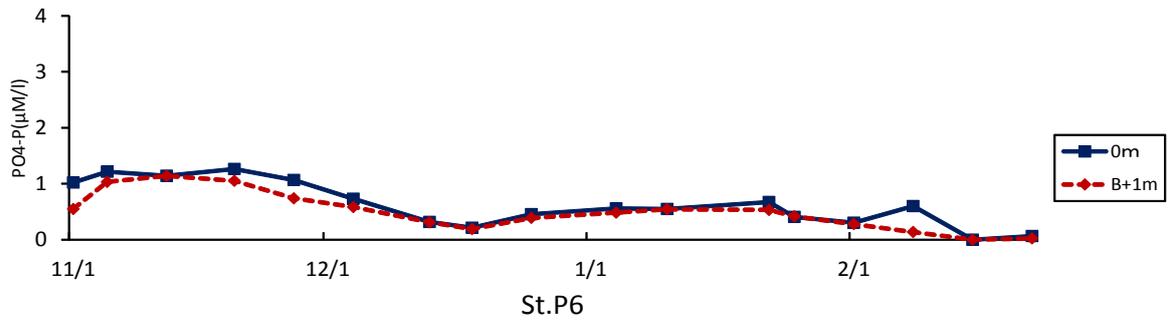
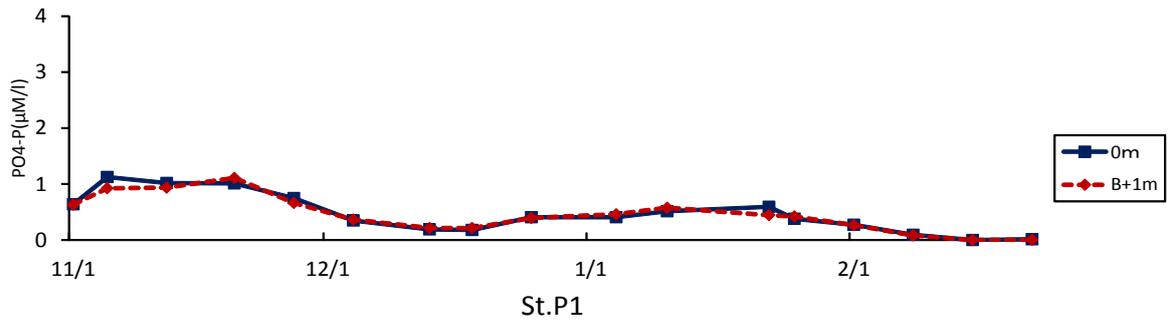
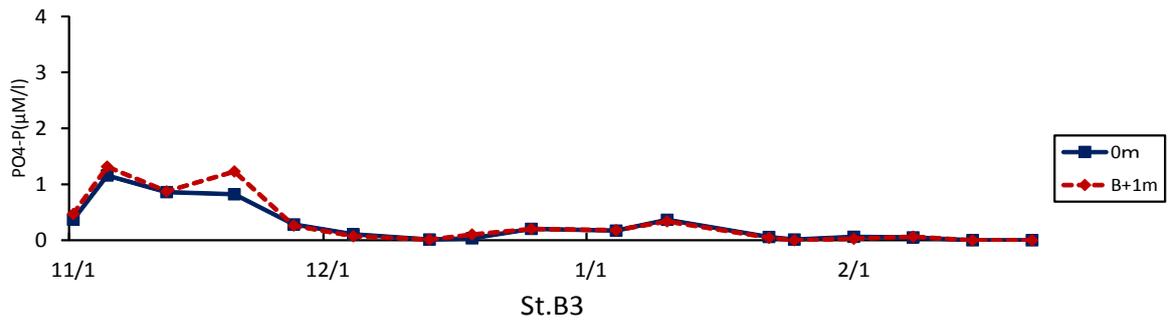


図 6 - 1 PO₄-P の推移 (11 ~ 2 月)

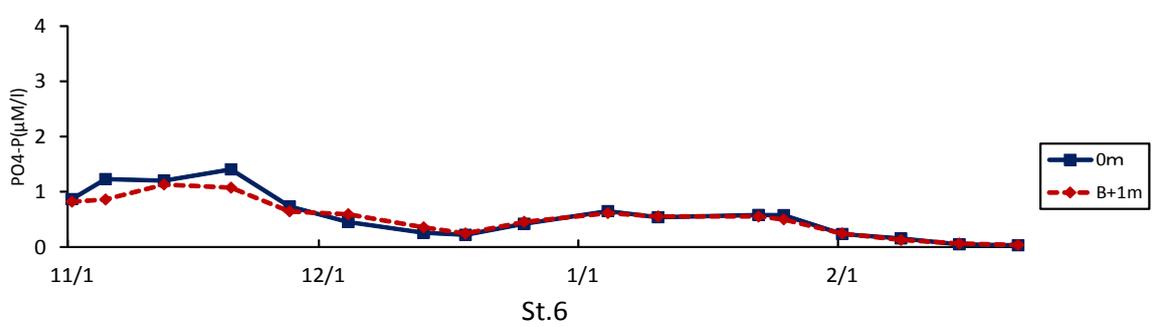
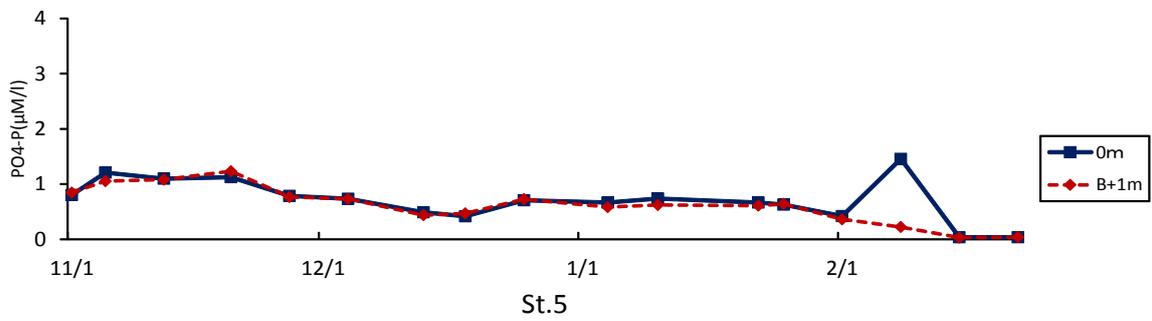
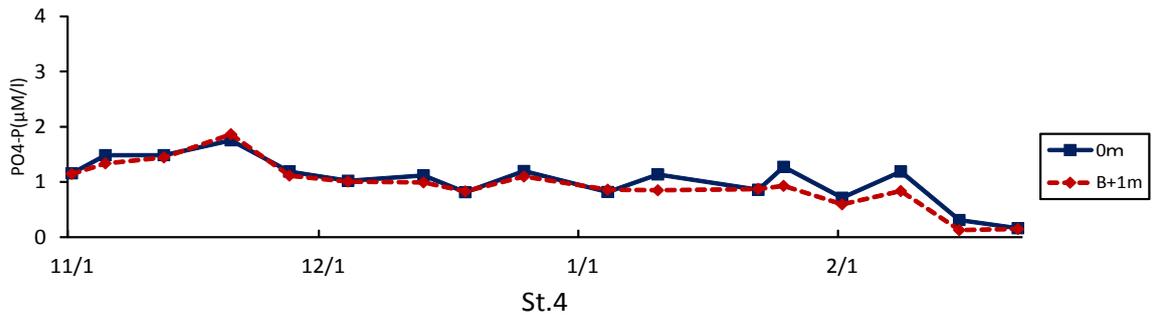
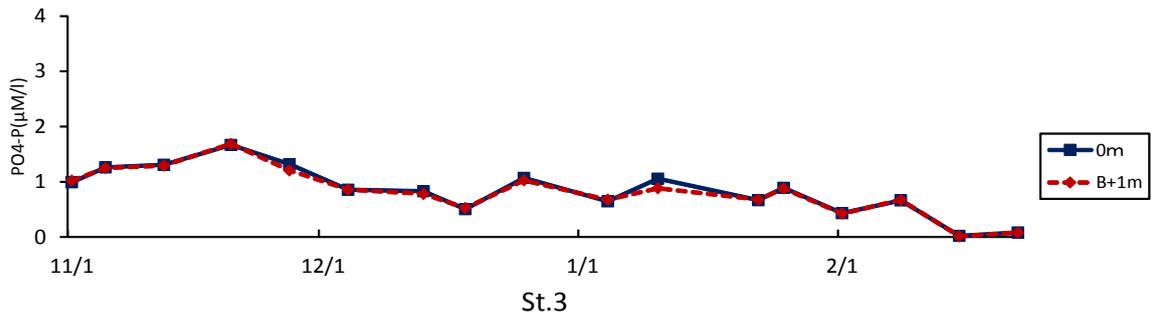


図 6 - 2 PO₄-P の推移 (11 ~ 2 月)

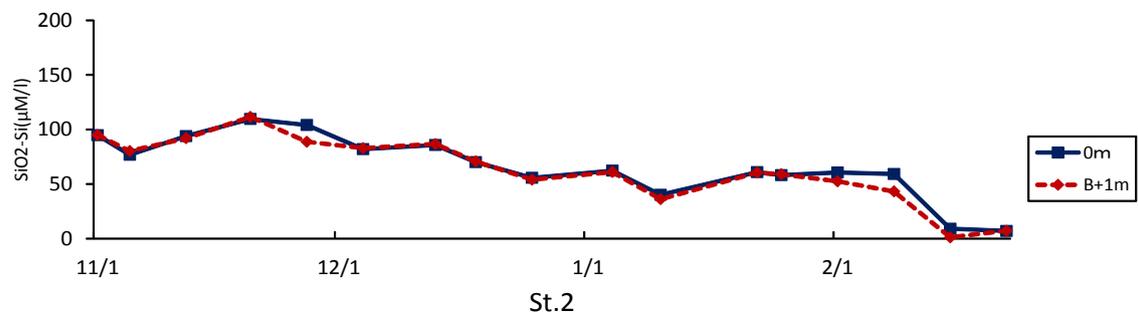
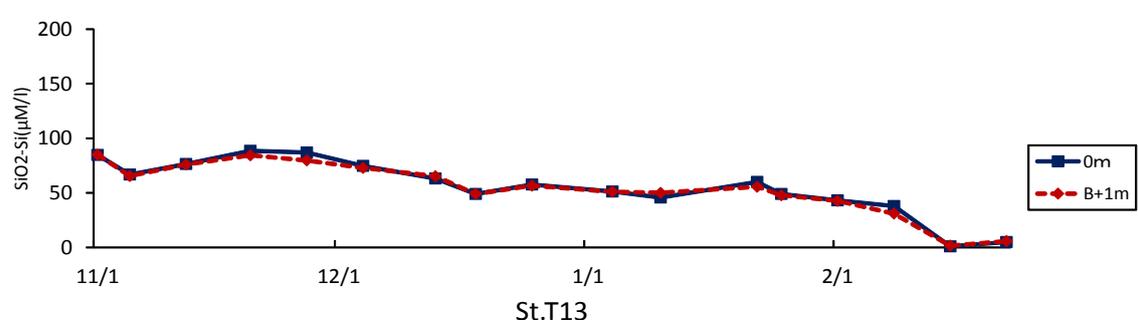
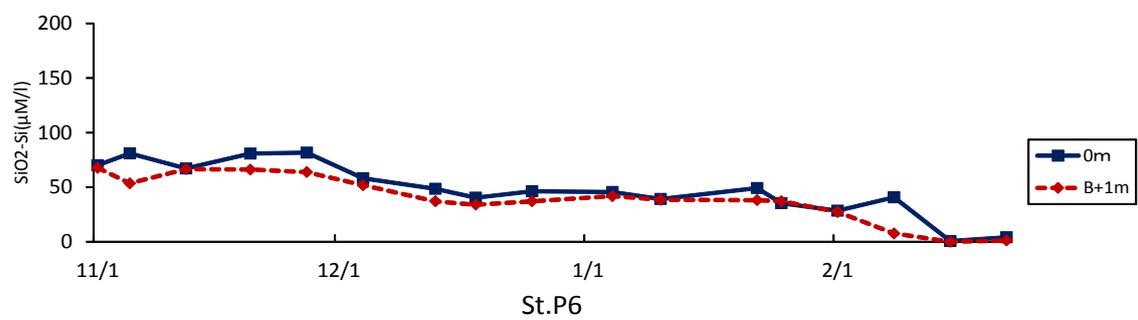
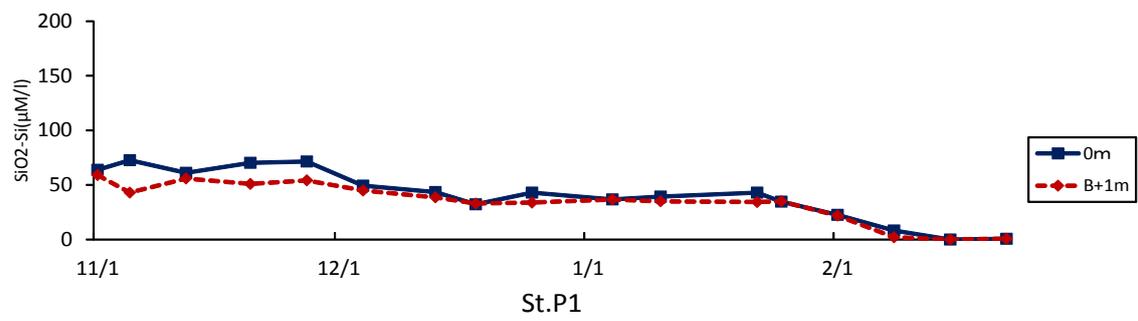
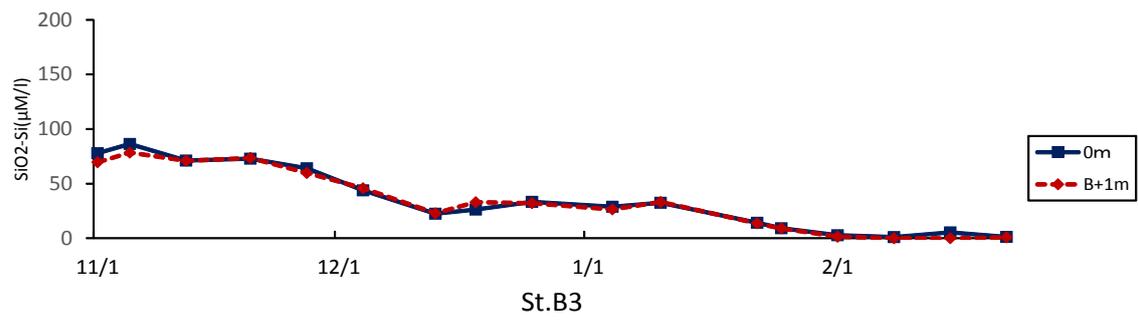


图 7 - 1 SiO₂-Si (11~2月)

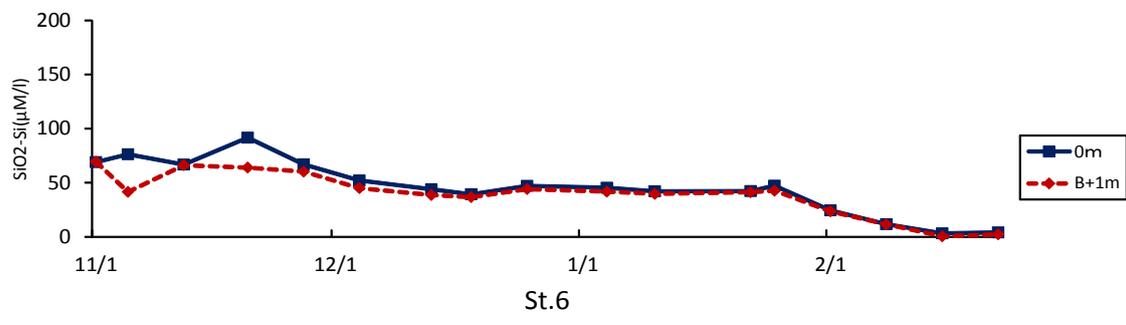
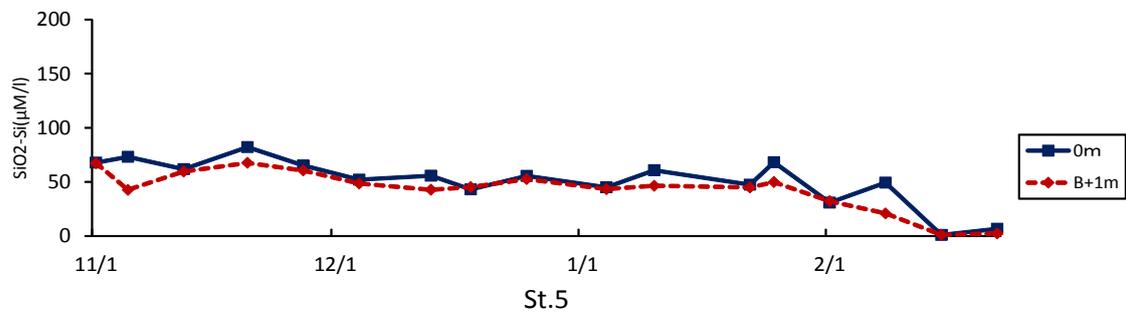
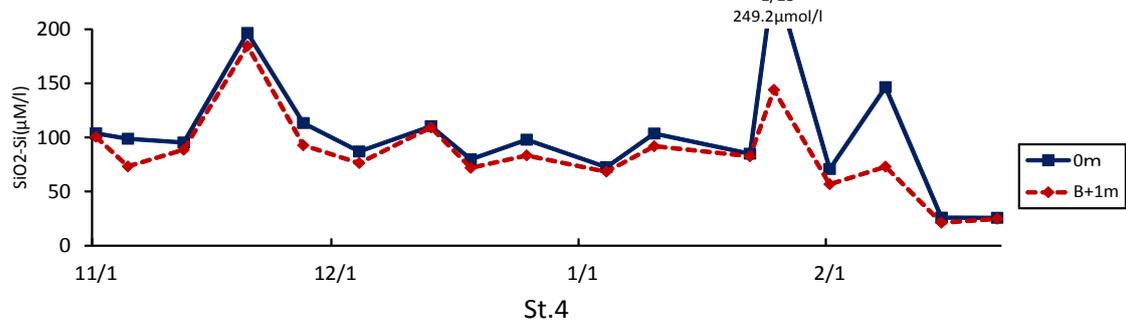
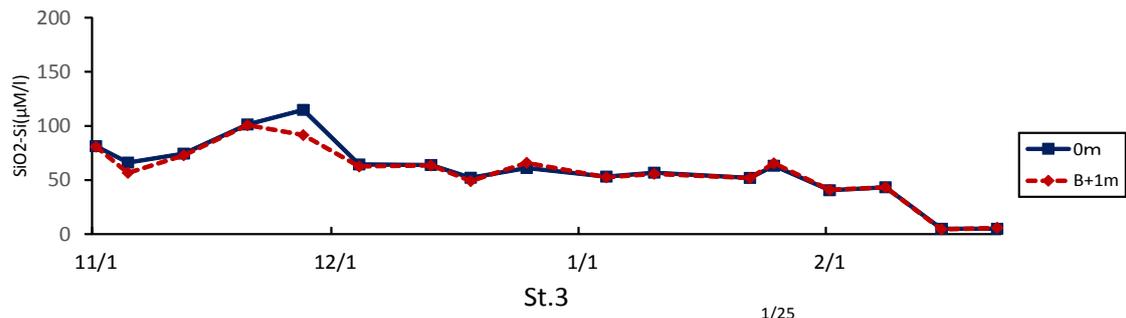


图 7-2 SiO₂-Si (11~2月)