

有明海環境改善事業

－重要二枚貝調査－

長本 篤・吉田 幹英・篠原 直哉・的場 達人

有明海では近年、漁場環境の悪化が進行していると考えられ、広い範囲で浮泥の堆積、底質中の有機物量の増加などの影響が懸念される。また、それとともなってアサリやタイラギ等の底生生物の生息にも影響を与えていると考えられる。

そこで本事業では、アサリ漁場に造成した覆砂漁場などにおいて着底基質等を設置し、生息環境を改善するとともに天然採苗及び放流後の状況を把握した。また、アサリやタイラギ等二枚貝類の浮遊幼生等調査を行った。

アサリの天然採苗試験では、有明海福岡県地先のアサリ漁場及び造成した覆砂漁場において、アサリの天然採苗効果検証のため着底基質等を設置し、試験区別にアサリの分布状況及び生息環境（底質、塩分、流況等）を把握した。また、天然採苗の効果を検討するため、時期別場所別のアサリ等二枚貝類の浮遊幼生出現量及び基礎生産力（クロロフィル量等）を把握した。さらに、高密度に発生したアサリ稚貝の有効利用方法を検討するため、アサリ漁場におけるアサリの移殖及び追跡調査では、アサリ稚貝の移殖や採捕場所及び放流場所の追跡調査を行い、アサリの分布密度や生息環境の状況を把握した。

浮遊幼生等調査では、有明海全域におけるアサリ、タイラギ等の浮遊幼生の移動経路、着底場所及び着底量を推定する数値シミュレーションモデルを構築するための試料採取を目的としたアサリ、タイラギ等の浮遊幼生等調査を行った。

方 法

1. アサリ漁場の造成及び天然採苗試験

(1) 漁場造成及び天然採苗試験

アサリ漁場の造成及び天然採苗試験に関する調査位置を図1、漁場造成（覆砂）図を図2、漁場造成（覆砂）の状況を図3に示した。天然採苗試験は、天然漁場である有区3号及び造成漁場である有区303号で行った。

天然採苗試験に用いる基質として、試験区1は自然素材である貝殻を原料とし、浮泥等に埋まりにくく、長期間の使用にも耐えうるクラムペレットをキルティング

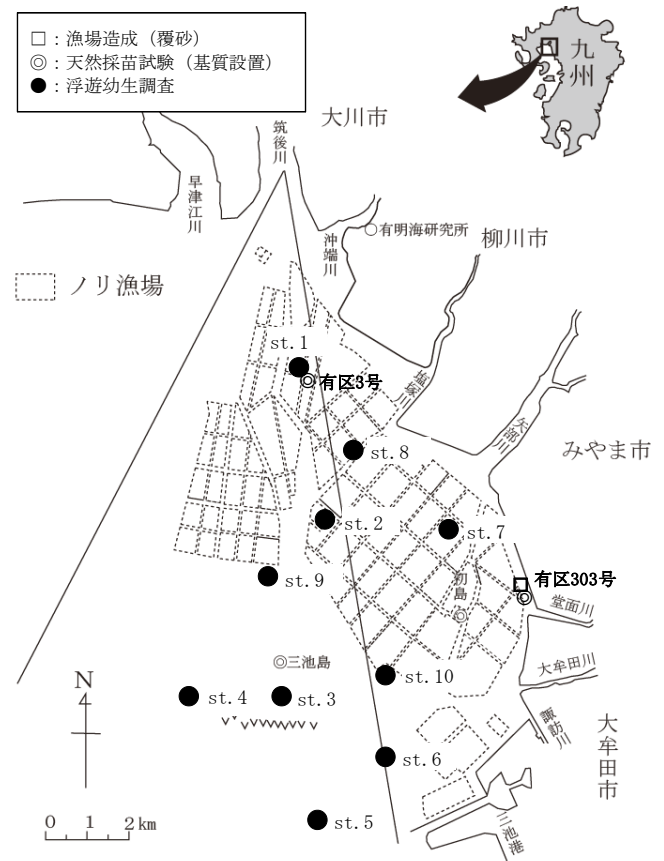


図1 調査位置図

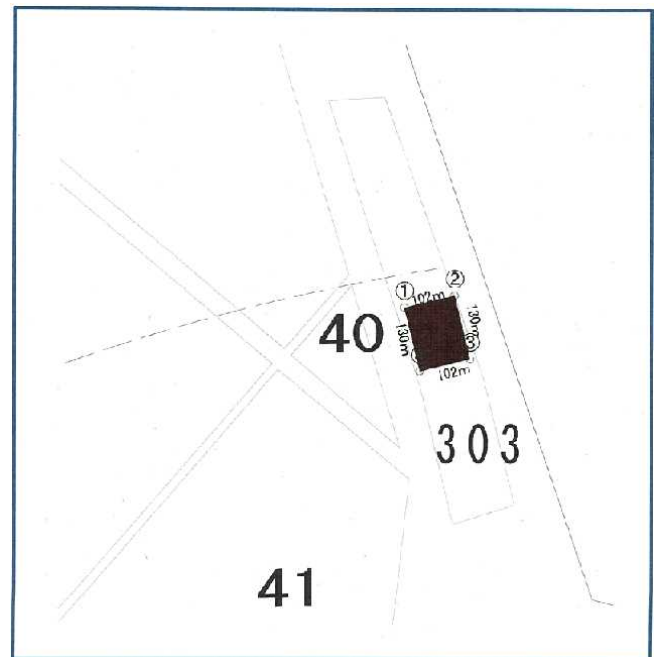


図2 有区303号における漁場造成（覆砂）の概要



図3 漁場造成（覆砂）の状況

加工した目合い9mmの網袋（60×60cm）に入れたもの（以下、クラママット区）、試験区2は、試験区1で用いた基質に付着物の軽減や浮泥等の堆積を軽減する効果のある振り紐を取り付けたもの（以下、クラママット+振り紐区）、試験区3は、1cm程度の碎石を目合い4.5mmのラッセル袋（30×60cm）に5kg収容したもの（以下、碎石区）とした。対照区は、各試験区周辺の漁場原地盤（有区3号）及び覆砂域（有区303号）とした。

有区3号における試験区の設置は、平成27年9月29日に行い、試験区の配置を図4に示した。有区3号の試験場所は、ノリ養殖の場所と重なるため、ノリ養殖業に支障が無いよう漁業者と協議し、ノリ網の真下に基質を設置した。

有区303号における試験区の設置は、平成27年10月10日に行い、試験区の配置を図5に示した。

アサリの分布調査は、試験区の設置日から平成28年2月の毎月1回、計5回行った。調査点は、有区3号及び有区303号の試験区1～3及び対照区の計4試験区とした。

試験区1～3では、殻長1mm未満の初期稚貝調査として、袋内の直径29mm、深さ2cmの範囲の底質を基質ごと5回採取し、分析に供した。稚貝及び成貝の調査として、袋内の初期稚貝調査で残った底質を基質ごと目合い1mmのふるいでアサリを選別し、分析に供した。

対照区では、初期稚貝調査として、直径29mm、深さ2cmの範囲の底質を5回採取し、分析に供した。稚貝及び成貝の調査として、10×10cmの範囲の底質を3回採取、混合し、目合い1mmのふるいでアサリを選別後、分析に供した。

分析として、初期稚貝はアサリの個体数の計数、稚貝及び成貝は個体数の計数及び殻長の測定を行い、さらに成貝は殻幅、殻高の測定、軟体部の湿重量を計量した。

底質調査は、試験区の設置日及び平成27年11月から平成28年2月までの計5回行い、調査点は、有区3号及び有区303号で試験区1～3及び対照区で各3地点とし

た。分析項目は、COD、硫化物、強熱減量、粒度組成とした。

試験区を設置した場所の環境調査は、試験区の設置日及び平成28年2月の2回行い、1回につき30日間観測した。観測機器の点検は、月2回、計4回行い、動作点検や電池の確認、付着生物の除去、データの回収及び解析を行った。観測項目は、流向・流速、水位、水温・塩分、濁度・クロロフィルとし、使用機器はそれぞれInfinity-EM, Compact-WH, Compact-CT, Compact-CLW（全てJFEアドバンテック株式会社製）とした。

（2）浮遊幼生調査

図1に示す有明海福岡県地先海域において、平成27年4月13日から平成27年12月18日の原則小潮時に計18回浮遊幼生調査を行った。浮遊幼生調査は、北原式定量プランクトンネット（目合100μm）で海底上1.5mより海面までの鉛直曳きにより試料を採集した。採集した試料は、観察に供するまで-30℃で冷凍保存し、観察時はタイラギ、アサリ、サルボウ、カキ類の浮遊幼生の同定、個体数の計数を行った。また、水質調査として浮遊幼生調査時に多項目水質計を用いて水深、水温、塩分、溶存酸素、クロロフィルaを測定した。

（3）アサリ移殖放流及び追跡調査

平成27年10月にアサリ資源量調査を行った結果、平成26年に有区20号で覆砂による漁場造成を行った区域で高密度のアサリが確認されたことから、アサリの移殖放流及び放流後の追跡調査を行った。

移殖放流は、平成27年11月20日から26日、12月15、16、18日に行った。移殖放流は、漁業者が目合い5mmのネットを取り付けたジョレンを用いてアサリ稚貝を採捕し、潮待ち後速やかに指定した場所に船上から放流した。放流場所は、底質やアサリの生息状況を考慮し決定した有区8号、10号、24号、301号、303号とした。

移殖放流後、アサリの分布や底質などの生息環境を把握するため、採捕場所及び放流場所においてアサリの枠取り調査、水質調査及び底質調査を行った。調査期間は、移殖放流日から平成28年3月上旬までとした。

枠取り調査は、25×25cmの方形枠を用いて範囲内の底質ごとアサリを採取し、目合い5mmのふるいを用いてアサリを選別した。選別したアサリは研究室に持ち帰り、個体数の計数及び殻長の測定を行った。水質調査は、枠取り調査時に表層の海水を採水後、研究室に持ち帰り比重を測定し、換算式により塩分を求めた。底質調査は枠取り調査時にアサリの採捕場所及び放流場所の底質を目視により観察し記録した。

Figure 1 illustrates the comparison of three types of column mat foundations. The figure is divided into three main sections, each showing a cross-section of a foundation system with a total height of 36m and a column spacing of 0.6m.

- Left Section (クラムマット):** Shows a foundation system with a 9m thick mat (クラムマット) and 15 columns. The mat is labeled with '対照区' (Reference Zone) and 'クラムマット'.
- Middle Section (クラムマット+砕石):** Shows a foundation system with a 9m thick mat (クラムマット) and 15 columns. The mat is labeled with '対照区' (Reference Zone) and 'クラムマット'.
- Right Section (砕石):** Shows a foundation system with a 9m thick gravel layer (砕石) and 15 columns. The gravel layer is labeled with '対照区' (Reference Zone) and 'クラムマット'.

The diagrams are labeled with '対照区' (Reference Zone) and 'クラムマット' (Column Mat). The total height of the foundation system is 36m, and the column spacing is 0.6m.

有区303号

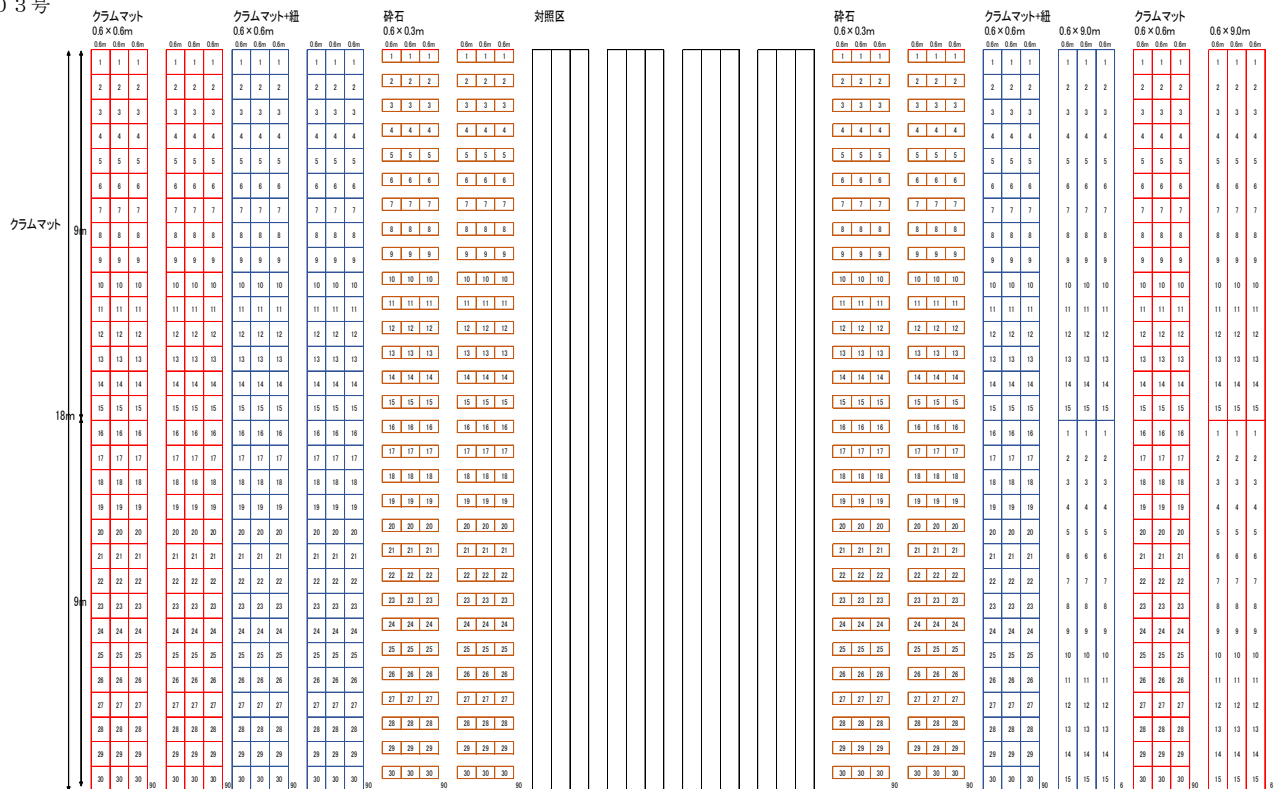


図5 試験区の配置(有区303号)

2. アサリ、タイラギ等の浮遊幼生等調査

浮遊幼生等調査は、アサリ、タイラギ、サルボウ、ハマグリ等の浮遊幼生出現数及び殻長把握のため、図6に示した4地点において試料を採取した。試料は表1に示した平成27年6月から12月の計20回、4地点の3層(水深0.5m, 1/2水深, 海底上1m)でエンジンポンプの取水口を上下しながら200L揚水し、網目幅58 μ mのプランクトンネットで濾水し採取した。また、浮遊幼生等調査と同時に水質調査を行った。水質調査は、海面から海底面まで多項目水質計を用いて測定した。測定項目は、水深、水温、塩分、DO、濁度、クロロフィルとした。

タイラギ、サルボウ、アサリの着底稚貝数及び殻長を把握するため、図6に示した地点において試料を採取した。試料は、表2に示した平成27年6月から9月までの計10回、4地点で潜水によりタイラギ及びサルボウは幅0.25mのソリネットを用いて底泥表面から2.5cmまでを1mそぎ取り、ソリ後部のもじ網製の袋(網目幅1.2mm)でふるい分け、袋の中の残渣物を採取した。アサリは直径3cmの亚克力パイプを用いて底泥表面から10cm程度を柱状に採取し、船上で底泥表面から1.5cmを分取した。採泥回数は5回とし、1回ずつ別サンプルとした。また、着底稚貝調査と同時に底質調査を行った。底質調査は潜水により直径10cmの亚克力パイプを用いて底泥表面から

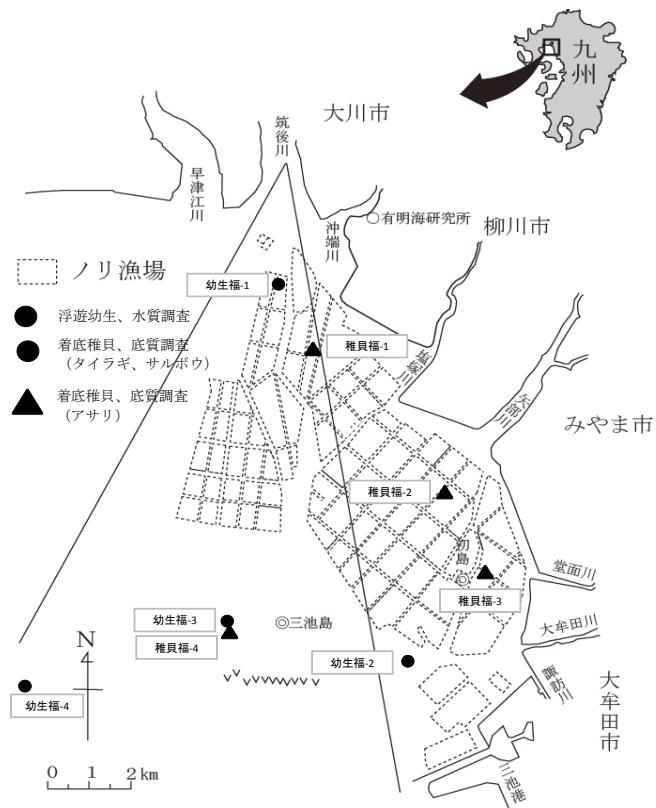


図6 浮遊幼生及び着底稚貝調査点

表1 浮遊幼生調査の概要

調査回	調査 実施日	浮遊幼生	水質	備考
1	6月 5日			
2	6月15日			
3	6月25日			
4	7月 6日			
5	7月15日			タイラギ・サルボウ
6	7月24日			
7	8月 5日			
8	8月17日			
9	8月24日			
10	9月 4日	4地点 ×3層	4地点 鉛直	タイラギ・サルボウ・アサリ
11	9月15日			
12	9月25日			
13	10月 5日			
14	10月14日			
15	10月19日			
16	10月26日			アサリ
17	11月 2日			
18	11月 9日			
19	11月16日			
20	12月 1日			

表2 着底稚貝調査の概要

調査回	調査 実施日	着底稚貝	底質	備考
1	6月24日		4地点×3種	
2	7月 7日	4地点× 2種× 1試料	4地点×2種	タイラギ、サルボウ
3	8月 6日		4地点×3種	
4	9月17日		4地点×2種	
5	10月13日		4地点×3種	
6	10月27日, 29日		—	
7	11月10日	4地点× 1種× 5試料	4地点×2種	アサリ
8	11月25日		—	
9	12月10日		4地点×3種	
10	12月25日		—	

ら10cm程度を柱状に7回採取し、船上で底泥表面から3cmまでを分取した。分析項目は、粒度組成、硫化物、ORPとした。

採取した試料及びデータは九州農政局が別途委託した分析会社に送付し、分析した。

結果及び考察

1. アサリ漁場の造成及び天然採苗試験

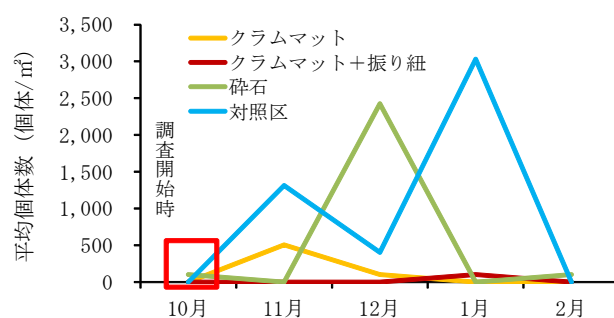


図7 初期稚貝の平均個体数の推移（有区3号）

（1）漁場造成及び天然採苗試験

有区3号の各試験区における初期稚貝の平均個体数の推移を図7に示した。

対照区では11月に着底した稚貝が確認され、個体数は1月に3,000個体/㎡まで達したが、2月には確認されなかった。砕石区の個体数は12月に約2,500個体/㎡であったが、その後減少した。クラムマット区の個体数は、11月に500個体/㎡が確認されたが、その後減少した。クラムマット+振り紐区の個体数は、1月に僅かに確認された。

有区3号の各試験区における稚貝の平均個体数の推移を図8に示した。

試験開始時の各区画における事前調査の稚貝個体数は、対照区、クラムマット+振り紐区、砕石区で約20,000個体/㎡、クラムマット区で約10,000個体/㎡であった。対照区の個体数は、11月以降徐々に減少し、10,000個体/㎡となった。クラムマット+振り紐区の個体数は、11月に7,000個体/㎡となり、その後、ほぼ横這いに推移した。砕石区の個体数は、11月に3,000個体/㎡であったが、徐々に減少し、2月には550個体/㎡となった。クラムマット区の個体数は、11月に5,000個体/㎡であったが、1月には7,000個体/㎡、2月には約5,000個体/㎡であった。

有区3号の各試験区における成貝の平均個体数の推移を図9に示した。

試験開始時の各区画における事前調査の成貝個体数は、対照区で約3,000個体/㎡、クラムマット+振り紐区、砕石区で約2,500個体/㎡、クラムマット区で約2,000個体/㎡であった。11月の調査では、対照区を除く試験区では成貝は確認されず、対照区の個体数は、ほぼ横ばいで推移した。

有区3号におけるアサリの殻長組成を図10に示した。

11月の調査では、対照区で殻長16～17mmをモードとするアサリが確認された。クラムマット区では殻長5～

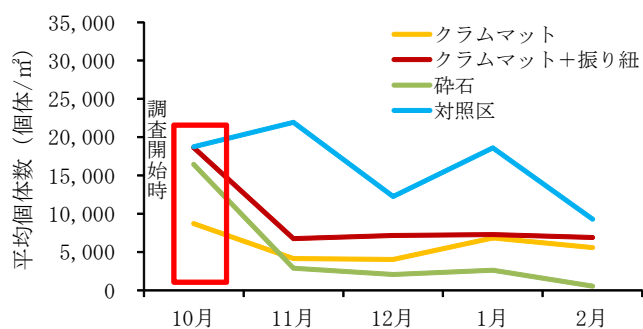


図8 稚貝の平均個体数の推移（有区3号）

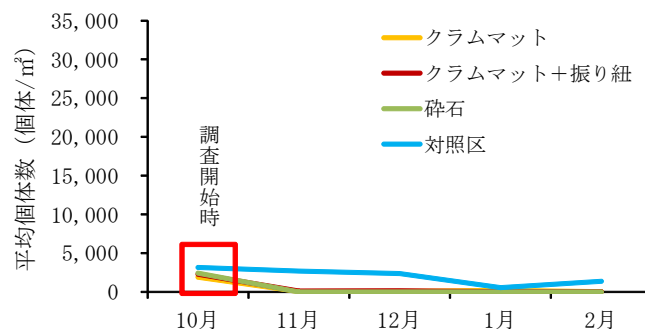
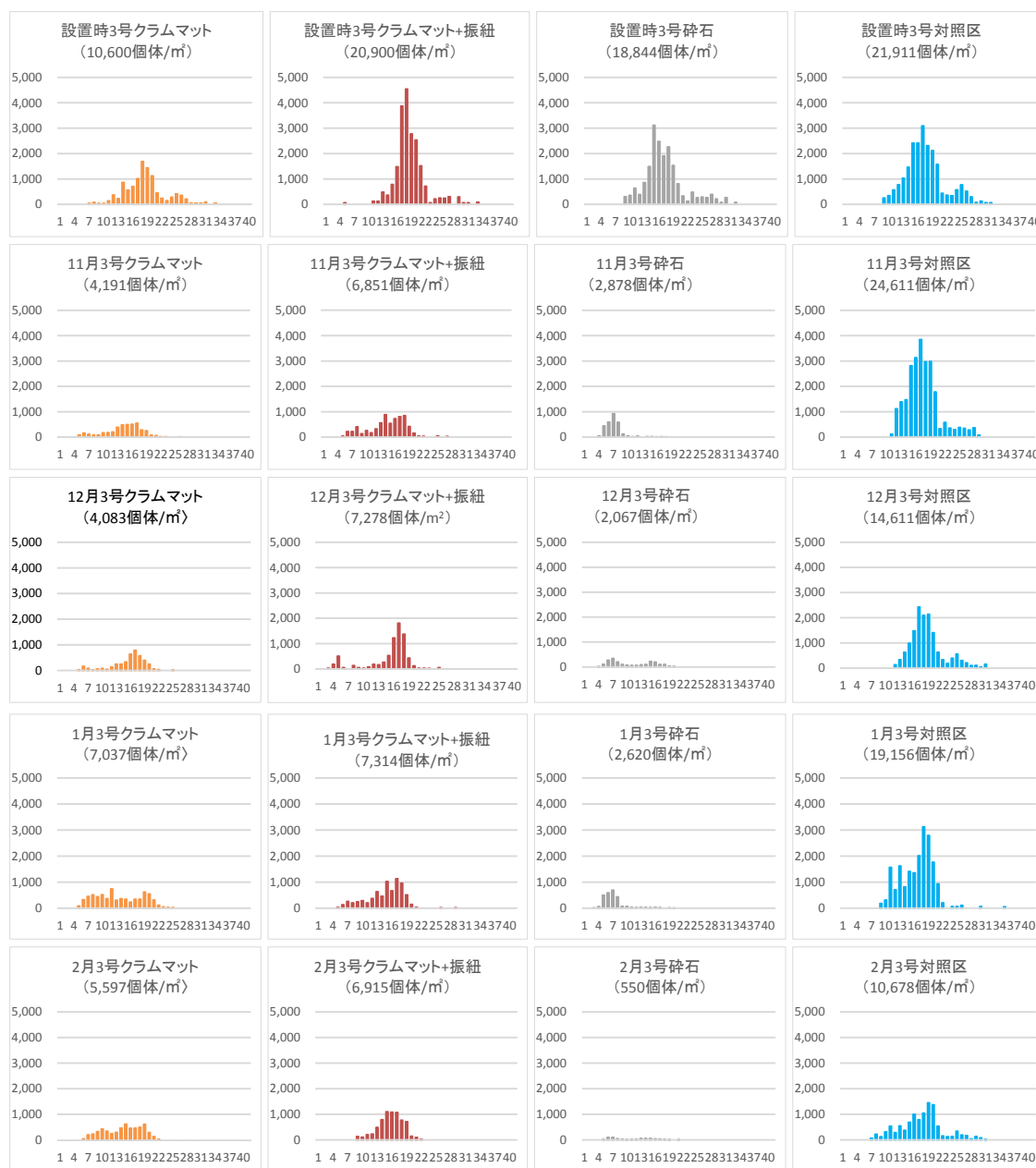


図9 成貝の平均個体数の推移（有区3号）

個体数



殻長 (mm)

図10 アサリ殻長組成（有区3号）

6 mm, 16～17mm, クラムマット+振り紐区では殻長 7 ～ 8 mm, 17～18mmをモードとするアサリが網袋内で確認された。試験終了時の各試験区の殻長組成は、モードは11月調査時とほとんど変わらず、アサリの成長は見られなかった。

有区 3 号における成貝の肥満度を図11に示した。
肥満度は、試験開始当初は16程度であったが、11月以降は10程度に低下した。その後、計測個体数は少ないもののクラムマット+振り紐区では2月にやや回復し、対照区, クラムマット区ではほぼ横這いのままであった。

有区 3 号における底質調査の結果を図12及び図13に示した。

CODは、平成27年 9 月に対照区を除いた試験区でやや値が高かったが、その後、 4 mg/ g ・ 乾泥前後で推移した。硫化物は、各試験区ともほとんど検出されなかった。粒度組成は、各試験区とも同様の傾向を示し、 1 月以降に礫分の占める割合が減少し、シルト分の占める割合が20%程度まで増加する傾向にあった。

有区 3 号における平成27年10月の環境調査の結果を図14に、平成28年 2 月の環境調査の結果を図15に示した。

平成27年10月の結果をみると、水温は16.2～25.0℃、平均で21.0℃であり、徐々に低下した。塩分は1.19～31.05, 平均で26.05であり、干満の影響を受け変動が大きかった。クロロフィルは0.08～22.95μg/1, 平均で2.94μg/1であり。平成27年10月 2 日にやや高かった。濁度は、0.5～976.6FTU, 平均で64.6FTUであり、平成27年10月 1 日及び10月30日の大潮期にかけて高かった。流速は、大潮期に大きく、小潮期に小さくなり、最大で40cm /s程度であった。

平成28年 2 月の結果をみると、水温は12.5～17.5℃、平均で15.0℃であった。塩分は4.77～27.22, 平均で22.23であった。クロロフィルは0.74～364.13μg/1, 平均で7.58μg/1であった。濁度は、1.5～444.2FTU, 平均で34.1FTUであり、大潮期にかけて高かった。流速は、北北西, 南東方向の流れが卓越していた。

有区303号の各試験区における初期稚貝の平均個体数(個体/㎡)の推移を図16に示した。

調査開始時の各試験区の事前調査における初期稚貝は、全ての試験区で確認されなかった。その後各試験区の平均個体数は、11月には対照区で101個体/㎡, 12月にはクラムマット+振り紐区で500個体/㎡, クラムマット区で202個体/㎡, 1 月には碎石区で202個体/㎡, 2 月にはクラムマット区で101個体/㎡であり、全体的に少かった。

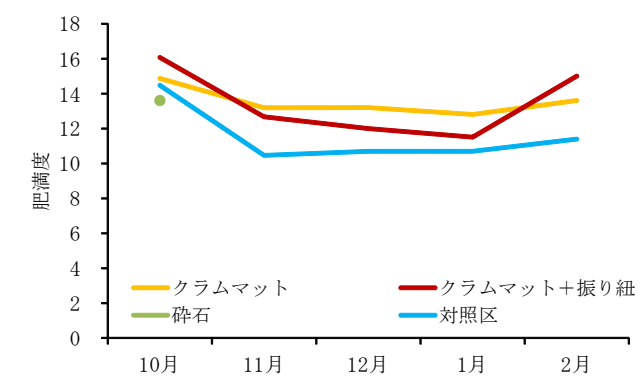


図11 肥満度の推移 (有区 3 号)

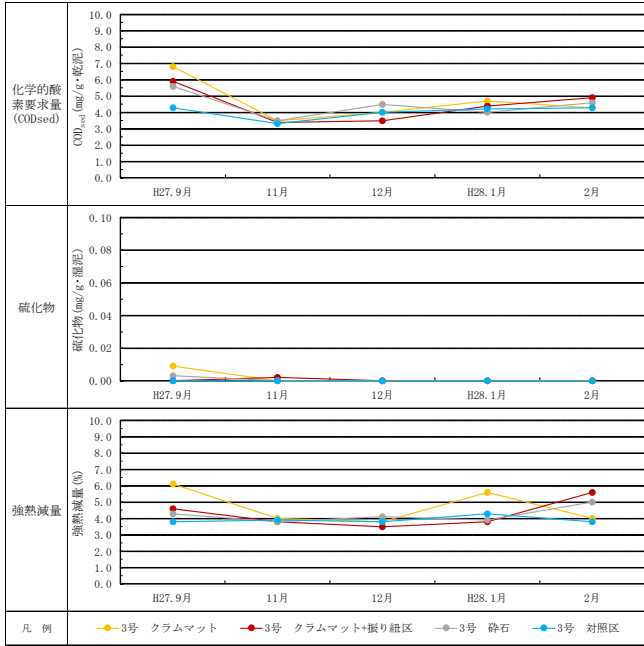


図12 底質調査結果① (有区 3 号)

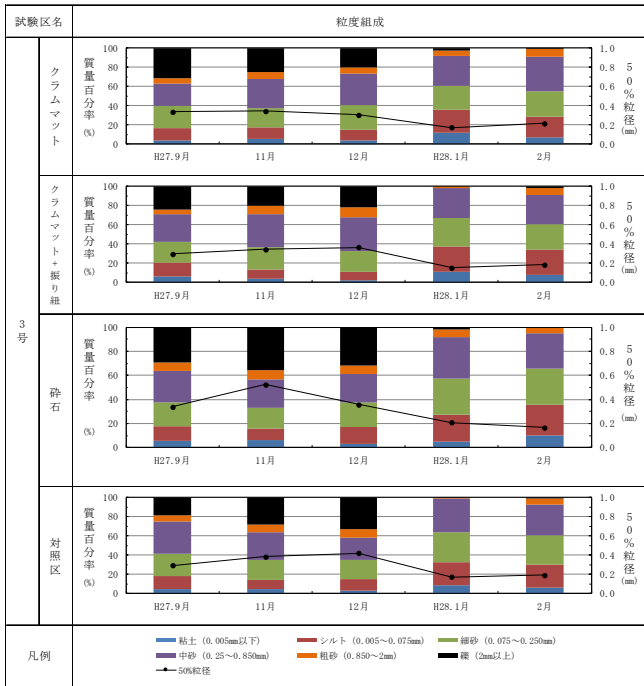


図13 底質調査結果② (有区 3 号)

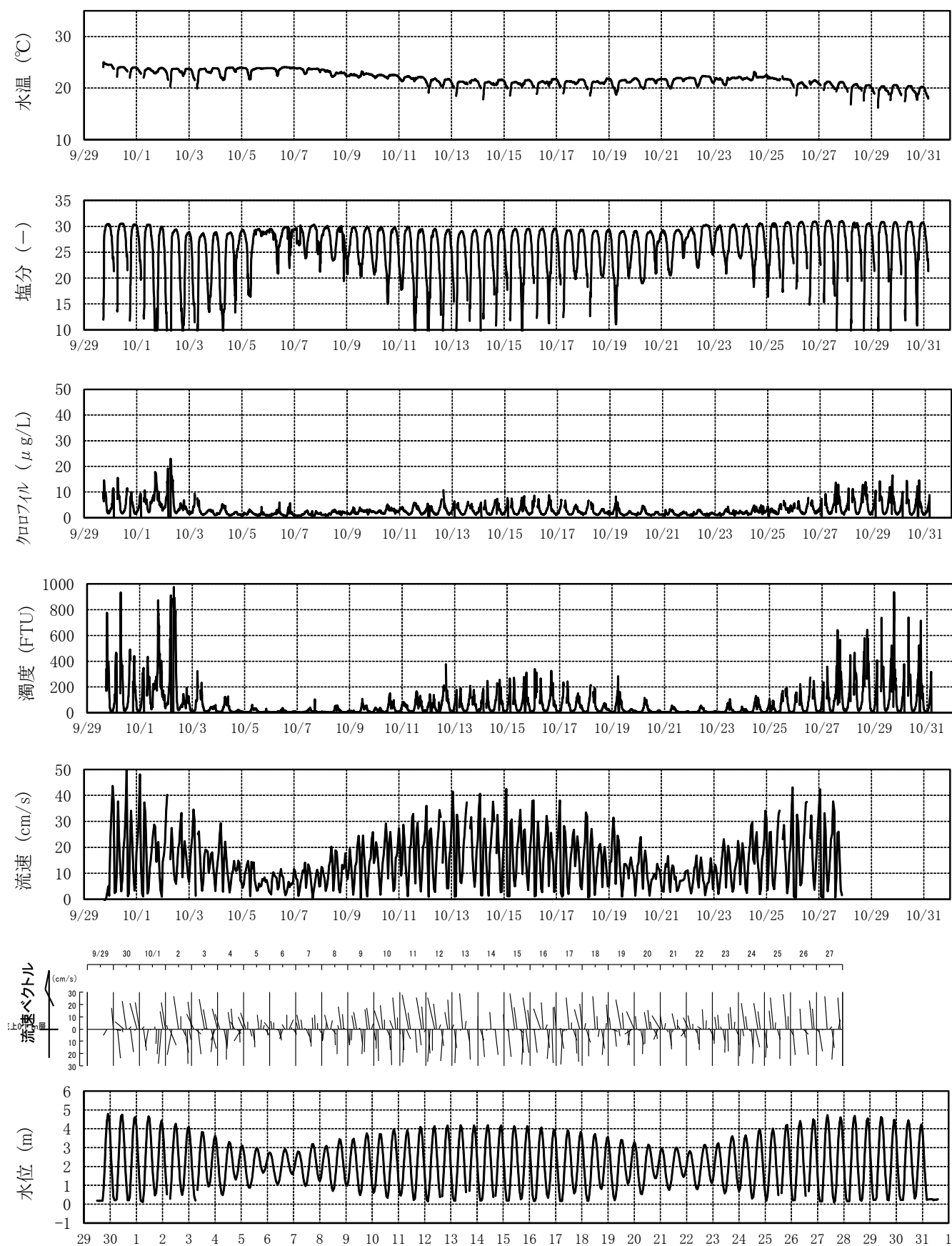


図14 平成27年10月の環境調査結果 (有区3号)

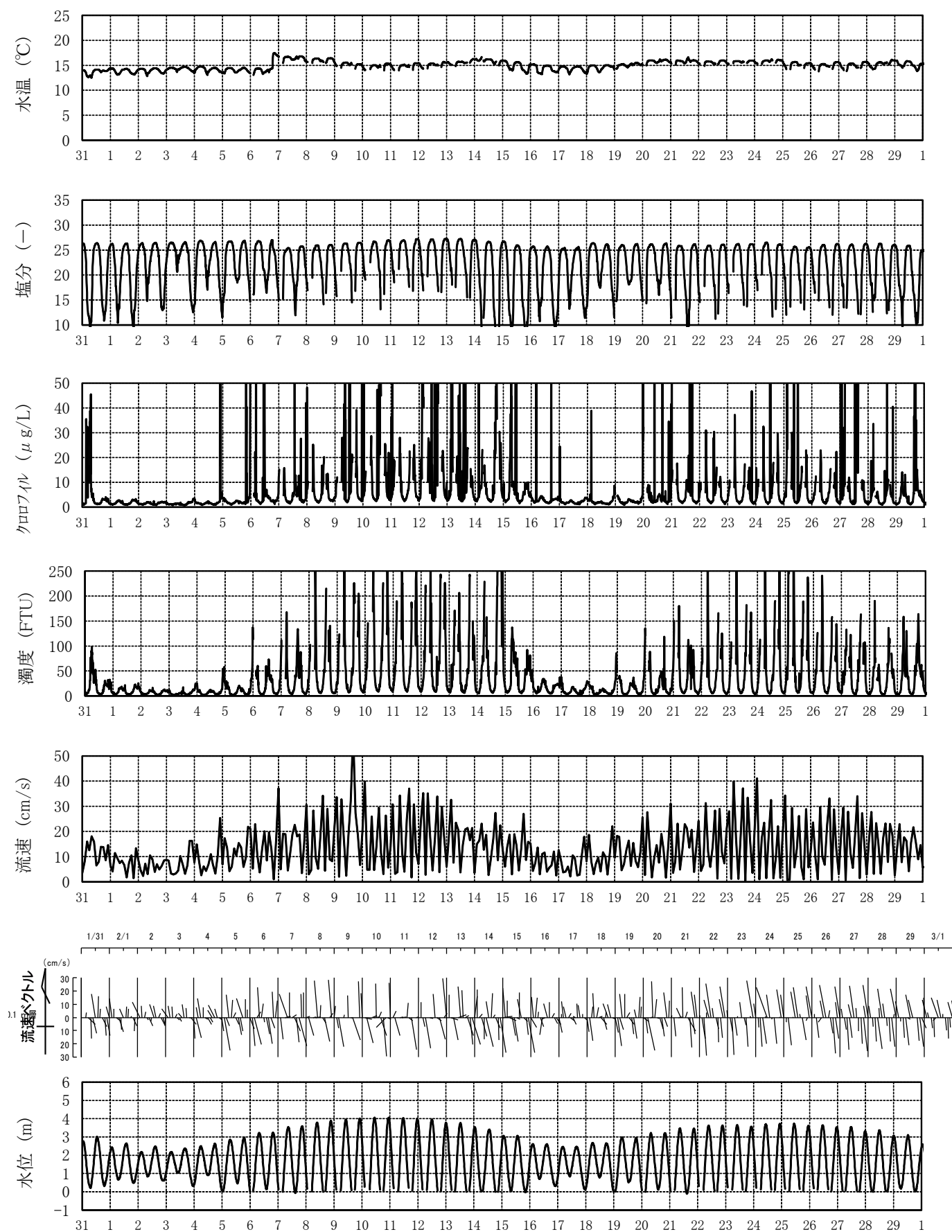


図15 平成28年2月の環境調査結果（有区3号）

有区303号の各試験区における稚貝の平均個体数の推移を図17に示した。

試験開始時の各試験区の事前調査では、稚貝、成貝ともに確認されなかった。その後、稚貝は、12月にはクラムマット区で1個体/m²、1月に対照区で22個体/m²、クラムマット+振り紐区で2個体/m²、クラムマット区で1個体確認された。成貝は、いずれの試験区でも確認されなかった。

有区303号におけるアサリの殻長組成を図18に示した。

確認されたアサリの殻長組成は、10mm前後のものが主であった。

有区303号における底質調査の結果を図19及び図20に示した。

COD及び強熱減量は、各試験区とも9月以降増加した。硫化物は、各試験区ともほとんど検出されなかった。粒度組成は、いずれの区画も中砂分の占める割合が減少し、粘土分、シルト分の占める割合が増加する傾向にあった。また、中央粒径の値も徐々に低下しており、泥分率が増加した。

有区303号における平成27年10月の環境調査の結果を図21に、平成28年2月の環境調査の結果を図22に示した。

平成27年10月の結果をみると、水温は15.2～24.5℃、平均で20.1℃であった。塩分は20.16～31.30、平均で28.36であった。クロロフィルは0.09～10.06μg/l、平均で2.84μg/lであった。濁度は、0.8～282.5FTU、平均で28.0FTUであり、大潮期にかけて高かった。流速は、大潮期に大きく、小潮期に小さくなり、最大で30cm/s程度であった。

平成28年2月の結果をみると、水温は9.9～17.2℃、平均で13.5℃であった。塩分は2.55～28.07、平均で23.91であり、平成28年2月14日から16日にかけて低塩分であった。クロロフィルは0.00～247.88μg/l、平均で6.39μg/lであった。濁度は、0.5～93.6FTU、平均で12.0FTUであり、平成28年2月15日に高かった。流速は、北北西、南南西方向の流れが卓越していた。

平成27年10月及び平成28年2月の潮流と1／3有義波高による底面せん断応力の経時変化を図23及び図24に示した。

これによると、有区303号の平成27年10月は覆砂して間もないこともあり、底質の粒度が粗く、底質の移動限界および稚貝の移動限界が有区3号と比較して高い値で

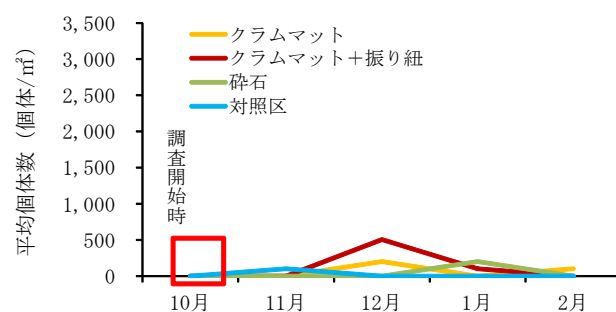


図16 初期稚貝の平均個体数の推移（有区303号）

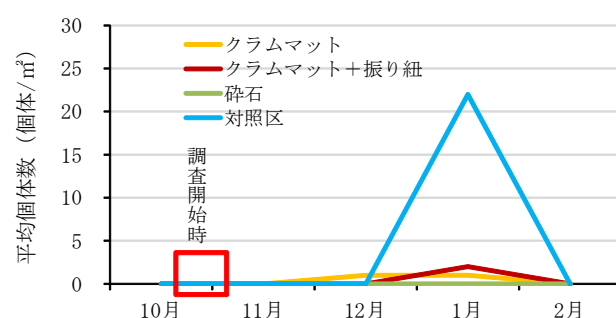


図17 稚貝の平均個体数の推移（有区303号）

あった。また、底面せん断応力も有区3号と比較して低い値で推移し、移動限界を超える流れは少なかった。

平成28年2月には、底質の細粒化が進んだため、底質の移動限界および稚貝の移動限界が低下したが、底面せん断応力も低く推移したため、安定していた。有区3号では、有区303号地と同様に10月と比較して2月はより安定していた。

実際に、稚貝の移動限界を超える流れの頻度を表3、移動限界判定グラフを図25に示した。

平成27年10月、平成28年2月ともに有区303号と比較して有区3号での潮流、波浪の頻度が高かった。また、有区3号では、10月は潮流の頻度が多く、2月は同程度であった。有区303号では、10月、2月ともに波浪の頻度が高かった。移動限界判定グラフの分布を見ると、10月は潮流、波浪の底面せん断応力は有区303号が有区3号より頻度は少ないものの、その最大値は高かった。

漁場別アサリ天然採苗試験を行った結果、天然漁場で試験区により採苗数が異なったが、その要因として、試験区のネットの目合いが異なることが考えられるため、今後は、各試験区で採苗したアサリが成貝サイズまで成長したときの個体数や同時期の発生群を比較する必要がある。



図18 アサリ殻長組成 (有区303号)

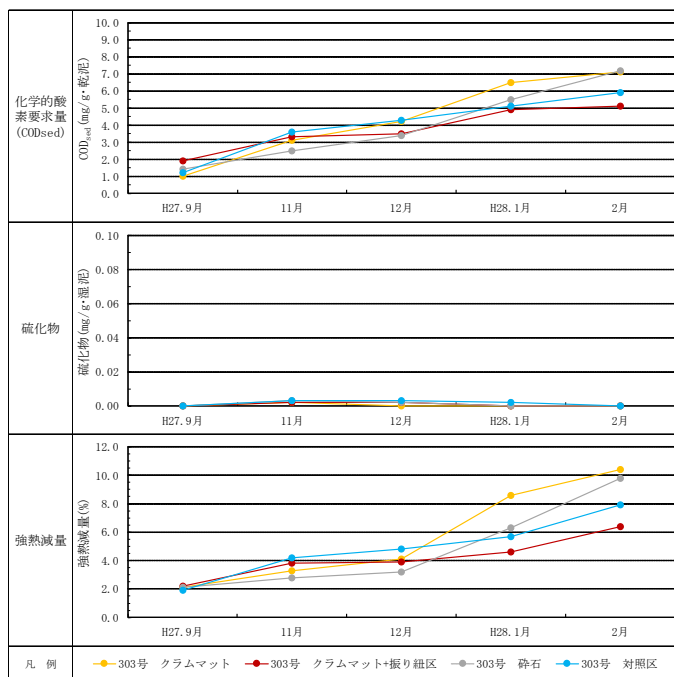


図19 底質調査結果① (有区303号)

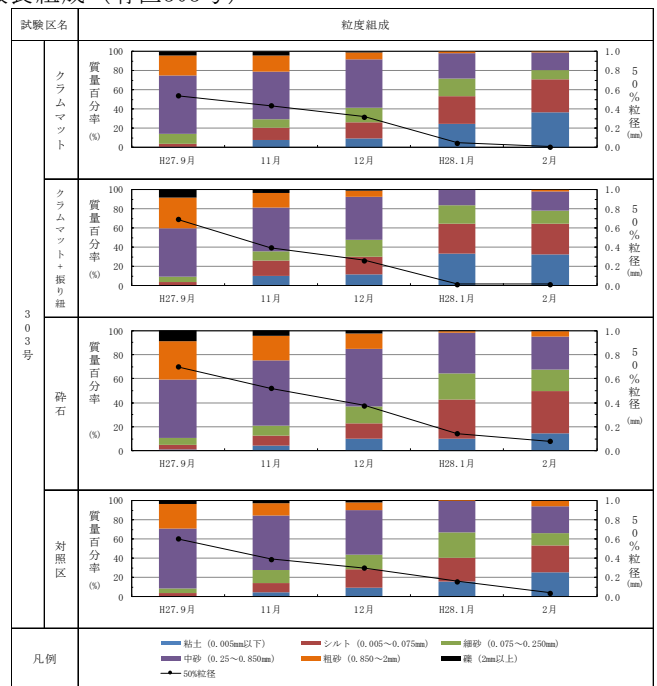


図20 底質調査結果② (有区303号)

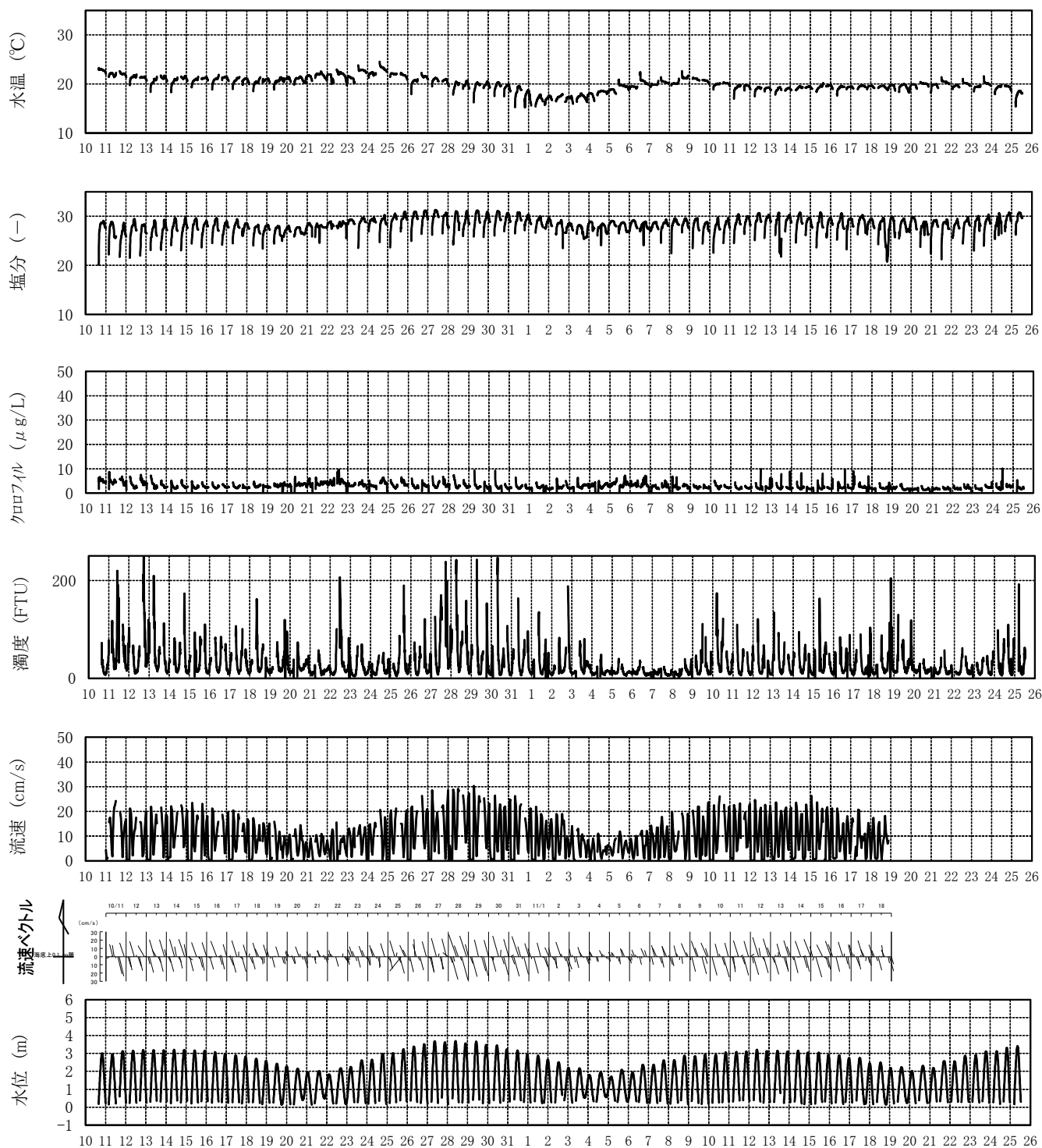


図21 平成27年10月の環境調査結果（有区303号）

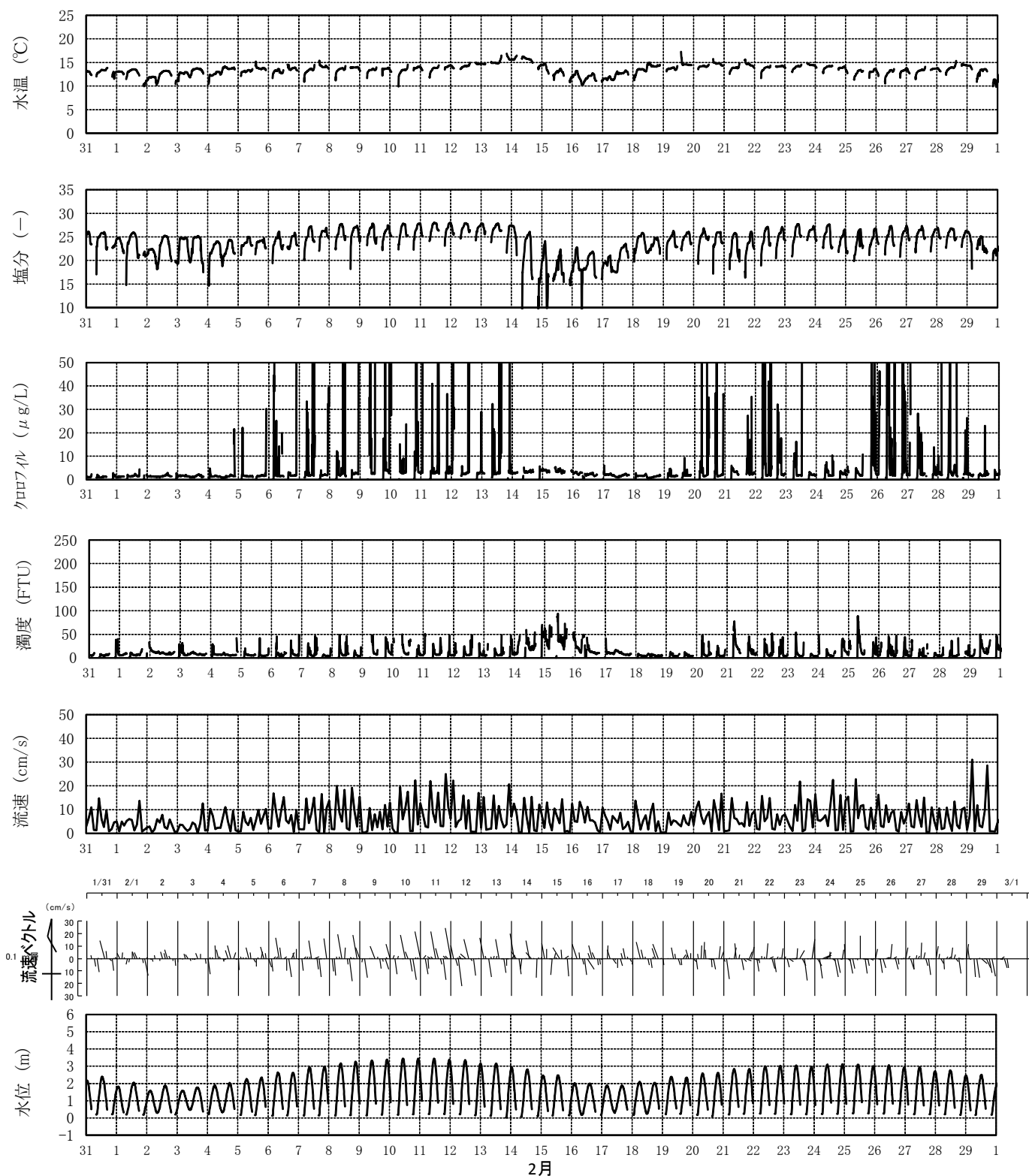


図22 平成28年2月の環境調査結果（有区303号）

10月

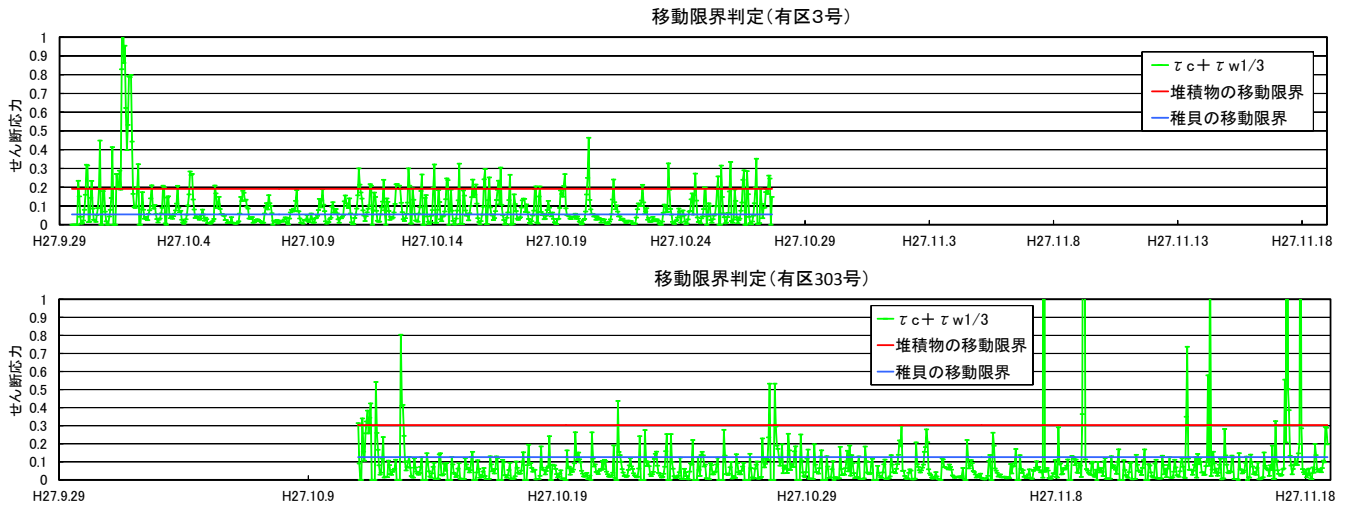


図23 潮流と1/3有義波高による底面せん断応力の経時変化（平成27年10月）

2月

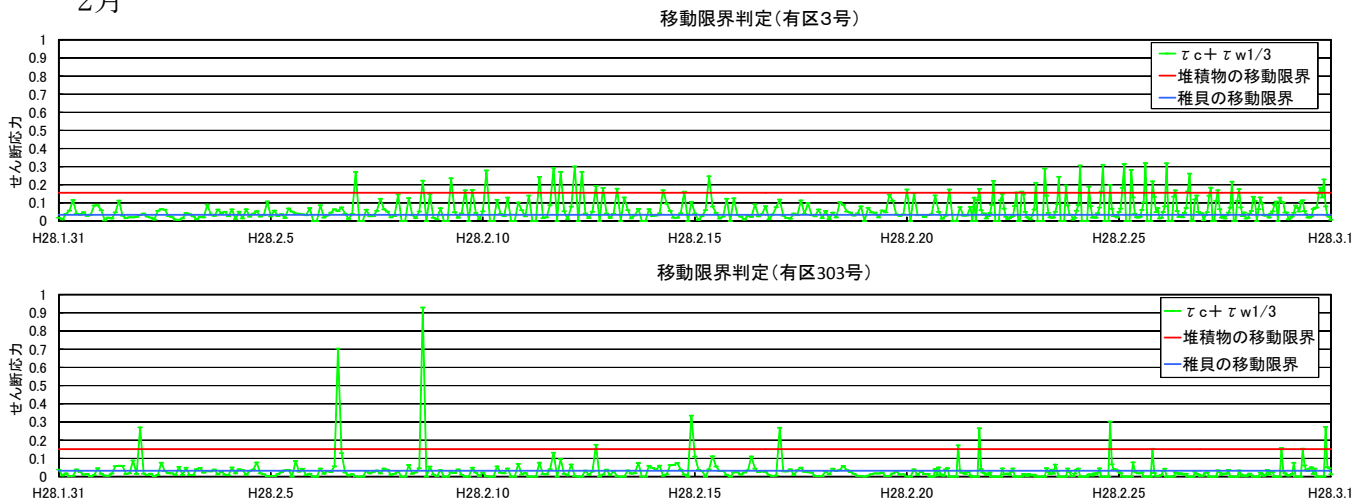


図24 潮流と1/3有義波高による底面せん断応力の経時変化（平成28年2月）

表3 流れの頻度

観測月	地区	せん断応力 (%)	
		潮流	波浪1/3
10月	3号	31.0	28.2
	303号	3.2	11.4
2月	3号	43.1	33.6
	303号	9.8	23.7

※底面せん断応力は殻長1mmの稚貝を基準とし、移動限界値を上回る観測回数割合を示した。波浪1/3については1/3有義波高を対象とした計算結果を示した。また、比較のため10月のデータは両地区共通の観測期間を対象とした。

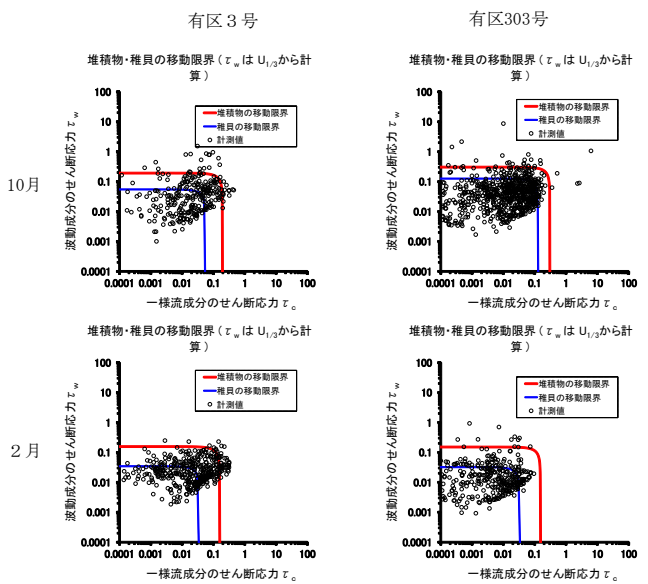


図25 移動限界判定グラフ

また、有区303号では覆砂により漁場を造成した直後から天然採苗試験を開始しており、アサリの分布が少なかった。今後はアサリの着底状況をみながら継続して調査を行う必要がある。

さらに今後、新たなアサリ漁場において実証規模での天然採苗試験を行い、試験区別条件別の採苗状況を把握することにより有明海において効果的な採苗方法を把握する必要がある。

(2) 浮遊幼生調査

タイラギ浮遊幼生出現個体数の推移を図26に示した。タイラギ浮遊幼生は1回出現し、St. 5（竹ハゼ南）で4.1個体/m³、St. 6（大牟田北）で1.2個体/m³、St. 10（31号）で6.5個体/m³であり、分布域及び出現回数ともにタイラギ浮遊幼生の個体数は非常に少なかった。

アサリ浮遊幼生出現個体数の推移を図27に示した。アサリ浮遊幼生個体数のピークはSt. 6（大牟田北）で6月10日に58個体/m³、11月19日に58.1個体/m³、St. 9（210号南側）で8月5日に40.8個体/m³、11月4日に46.5個体/m³であった。

サルボウ浮遊幼生出現個体数の推移を図28に示した。サルボウ浮遊幼生個体数のピークは夏季にみられ、7月10日の調査時に多かった。個体数が多かった地点はSt. 2（ひやっかん）、St. 4（峰の洲）、St. 3（三池島）であった。

カキ類浮遊幼生出現個体数の推移を図29に示した。カキ類浮遊幼生は、広域に分布していた。St. 5（竹ハゼ南）、St. 6（大牟田北）、St. 10（31号）の三池港に近い地点は、他の地点に比べカキの浮遊幼生はやや少なかった。

クロロフィルaの調査点毎の推移を図30に示した。経時変化をみると、全地点とも各層の最大値は4～8月の間にみられており、特に5月26日では5地点6層で最大値を示し、6月24日では3地点の表層で25μg/Lを超える値を示した。最小値はSt. 4底層（6月10日）を除き、10～1月の間にみられ、12月18日では5地点5層、1月5日では5地点6層で最小値を示した。

全体的にみると、クロロフィルaの表層の値は底層の値と比較して高かった。

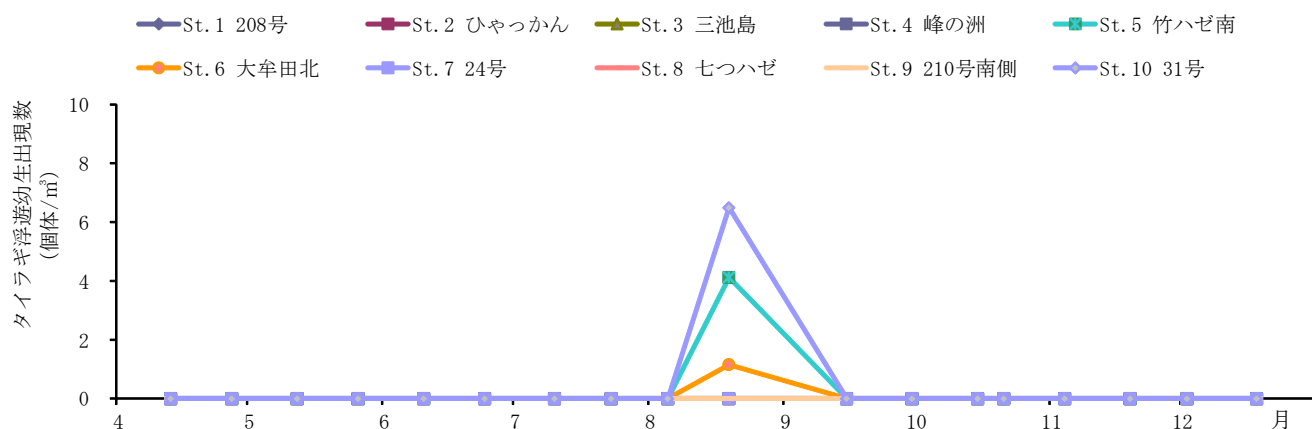


図26 タイラギ浮遊幼生出現個体数の推移

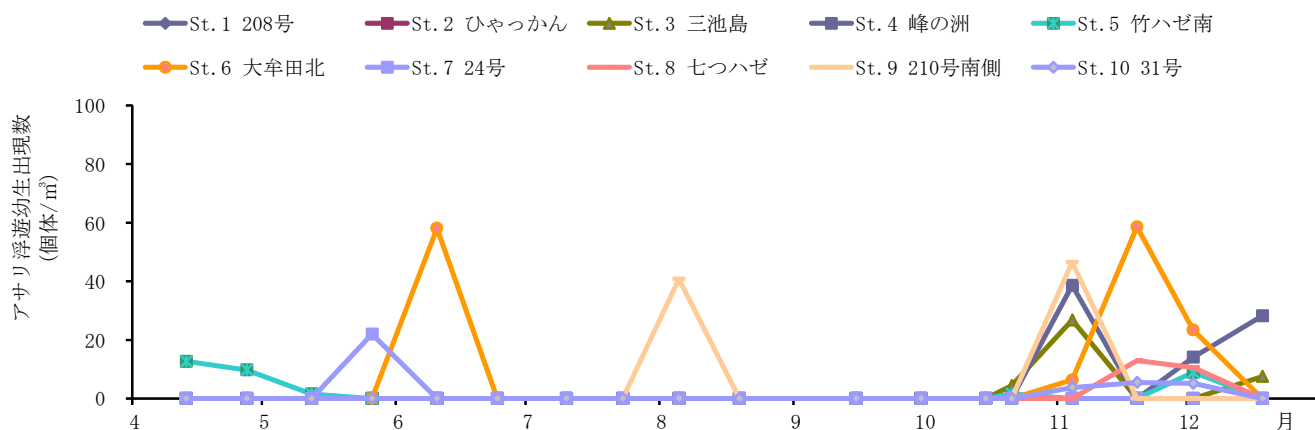


図27 アサリ浮遊幼生出現個体数の推移

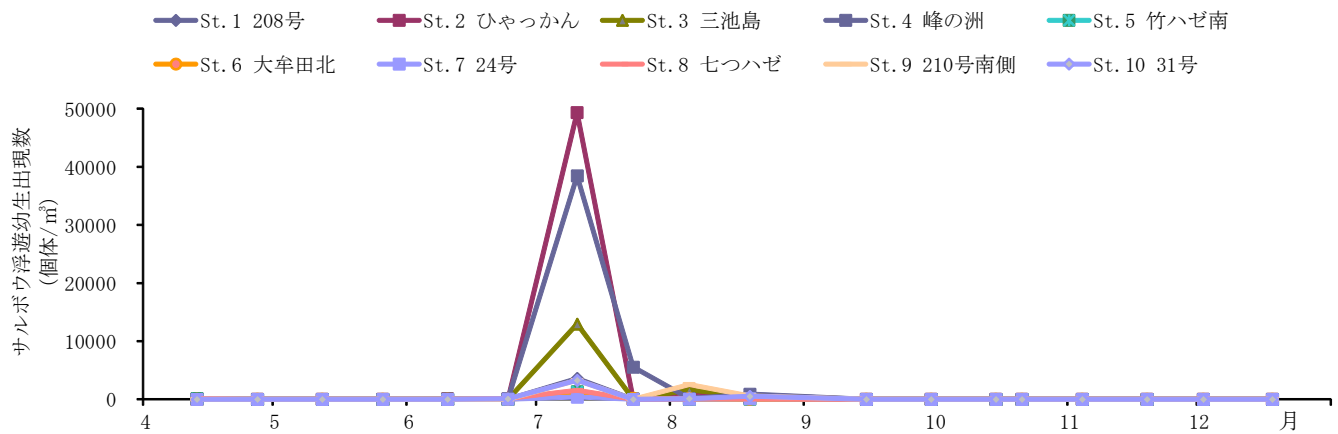


図28 サルボウ浮遊幼生出現個体数の推移

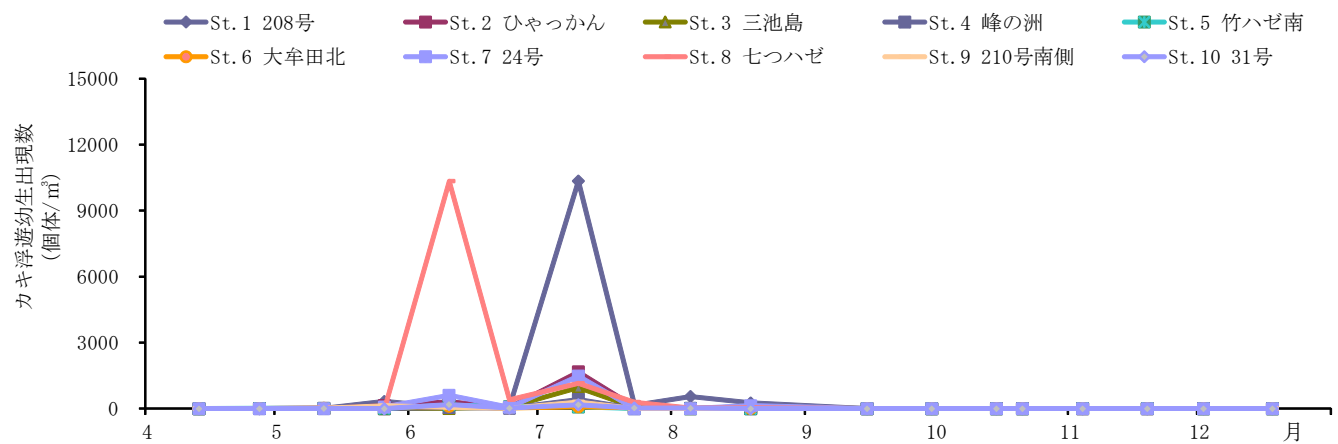


図29 カキ類浮遊幼生出現個体数の推移

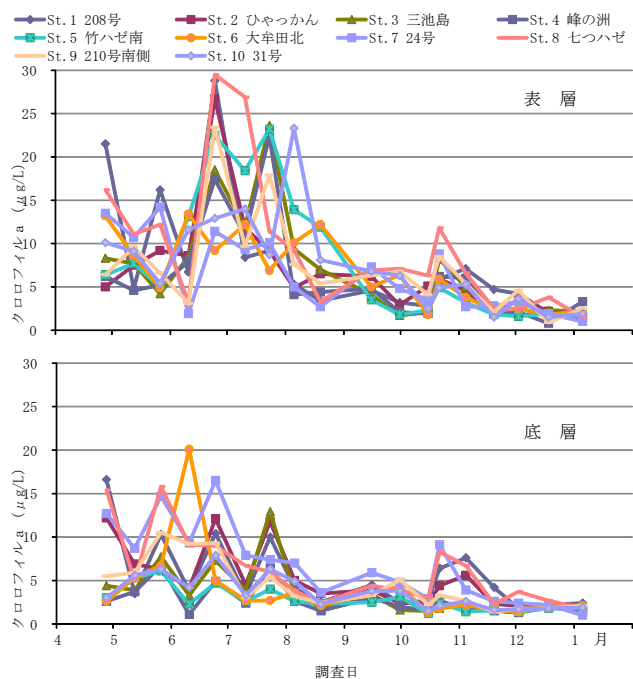


図30 クロロフィルaの推移

(3) アサリ移殖放流及び追跡調査

アサリの移殖放流結果を図31に示した。

11月の移殖放流では、延べ210人（70隻）が作業に参加し、約84.4トン（うちアサリ約31.6トン）を採捕した。採捕したアサリは、有区8号、10号、24号、301号、303号に放流した。採捕したアサリの個体数は、約8千万個体、平均殻長は12.7mmであった。

12月の移殖放流では、延べ90人（30隻）が参加し、約31.4トン（うちアサリ約7.9トン）を採捕した。採捕したアサリは、有区8号、10号、24号、303号に放流した。採捕したアサリの個体数は約1.9千万個体、平均殻長は12.5mmであった。

移殖放流の採捕場所、放流場所及び保護区におけるアサリ分布密度の推移を図32に示した。

移殖放流の採捕場所である有区20号の調査期間中の分布密度は、最大10,608個体/m²、最小2,480個体/m²、平均5,760個体/m²であった。

放流場所である有区8号の調査期間中の分布密度は、

最大4,800個体/㎡, 最小64個体/㎡, 平均1,531個体/㎡, 調査終了日の平成28年2月7日の分布密度は4,800個体/㎡であった。

放流場所である有区10号の調査期間中の分布密度は, 最大9,600個体/㎡, 最小0個体/㎡, 平均2,411個体/㎡, 調査終了日の平成28年3月6日の分布密度は9,600個体/㎡であった。

放流場所である有区24号の調査期間中の分布密度は, 最大8,640個体/㎡, 最小2,080個体/㎡, 平均5,054個体/㎡, 調査終了日の平成28年3月8日の分布密度は4,160個体/㎡であった。

放流場所である有区303号の調査期間中の分布密度は, 最大320個体/㎡, 最小0個体/㎡, 平均85個体/㎡, 調査終了日の平成28年3月9日の分布密度は48個体/㎡であった。

保護区である有区3号の調査期間中の分布密度は, 最大5,920個体/㎡, 最小928個体/㎡, 平均2,817個体/㎡, 調査終了日の平成28年3月9日の分布密度は3,104個体/㎡であった。

採捕場所(有区20号), 放流場所(有区8号, 有区10号, 有区24号)及び保護区(有区3号)の分布密度は調査期間中に減少したが調査終了時には概ね高い分布密度を保っていた。

移殖放流の採捕場所, 放流場所及び保護区におけるアサリ平均殻長の推移を図33に示した。

移殖放流の採捕場所である有区20号の調査期間中のアサリの殻長は, 最大31.8mm, 最小4.9mmであり, 平均殻長は, 10.5~16.3mmで推移した。

放流場所である有区8号の調査期間中のアサリの殻長は, 最大25.8mm, 最小7.6mmであり, 平均殻長は, 13.5~15.6mmで推移した。

放流場所である有区10号の調査期間中のアサリの殻長は, 最大27.9mm, 最小8.1mmであり, 平均殻長は, 12.4~14.2mmで推移した。

放流場所である有区24号の調査期間中のアサリの殻長は, 最大32.7mm, 最小14.5mmであり, 平均殻長は19.9であった。

放流場所である有区303号の調査期間中のアサリの殻長は, 最大19.4mm, 最小3.6mmであり, 平均殻長は, 7.7~17.4mmで推移した。

保護区である有区3号の調査期間中のアサリの殻長は, 最大37.0mm, 最小2.5mmであり, 平均殻長は, 10.7~22.2mmで推移した。

移殖放流の採捕場所, 放流場所及び保護区における塩

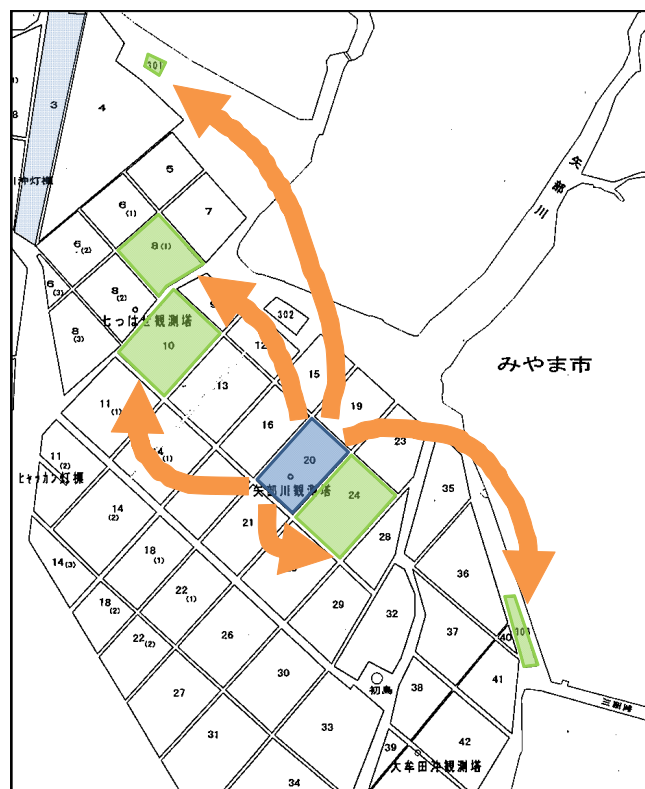


図31 移殖放流結果

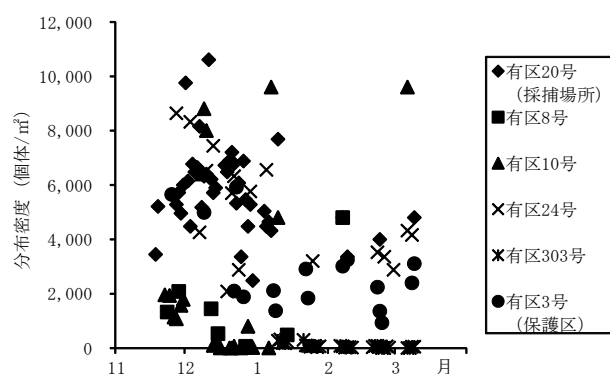


図32 分布密度の推移

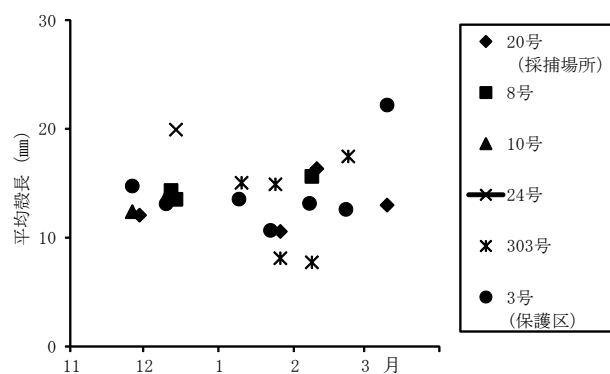


図33 平均殻長の推移

分の推移を図34に示した。

移殖放流の採捕場所である有区20号の調査期間中の塩分は, 19.0~29.4であり, 平均は, 25.7であった。

放流場所である有区8号の調査期間中の塩分は, 26.9

～28.9であり、平均は28.0であった。

放流場所である有区10号の調査期間中の塩分は、23.7～29.9であり、平均は26.8であった。

放流場所である有区303号の調査期間中の塩分は、17.9～29.8であり、平均は26.4であった。

保護区である有区3号の調査期間中の塩分は、18.2～28.2であり、平均は24.3であった。

各漁場の底質の状況を図35に示した。

底質をみると0～10cmの浮泥の堆積は確認されたが、全ての漁場で砂質及び砂泥質であり、泥質の底質は確認されなかった。また、調査開始直後から1月下旬まで干潟上でエイ類又はカモ類の摂餌痕が確認され、食害が起きていることが考えられた。さらに、へい死状況を見ると、断続的にアサリの殻が確認されたが、へい死は長期に及ぶものではなかった。

今回、漁業者が主体でアサリの移殖放流や追跡調査を行った結果、有区303号に放流したアサリが減耗しており、波浪により逸散したことが考えられた。このことから、漁場によっては気象条件等によりアサリが減耗する恐れがあることから、引き続き追跡調査を行う必要がある。

また、今回の移殖放流は11月及び12月に平均殻長14mmのアサリ稚貝を採捕し、放流したもので、放流するサイズや時期によっては放流後の生残率が異なることが考えられる。このことから、今後、アサリ稚貝のサイズ及び分布密度を考慮して、移殖放流が必要なときは関係機関と協議の上、移殖放流及び追跡調査が必要になると考えられる。

さらに、ほとんどの放流場所で、水温が低下した時期にも、すり鉢状の食害痕が確認されたことから、今後は

ナルトビエイの駆除など食害生物の対策が必要である。

2. アサリ、タイラギ等の浮遊幼生等調査

浮遊幼生調査及び着底稚貝調査は予定どおり行い、採取した試料及びデータは九州農政局が別途委託した分析会社に送付した。

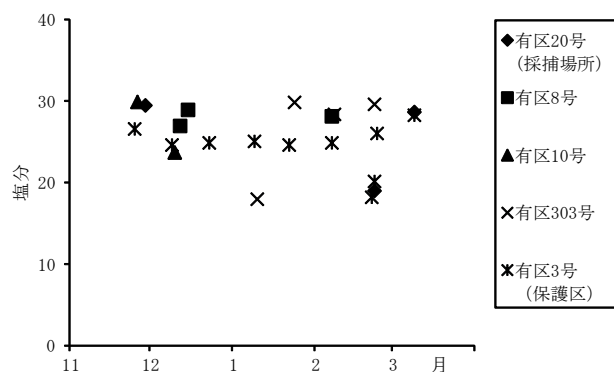


図34 塩分の推移

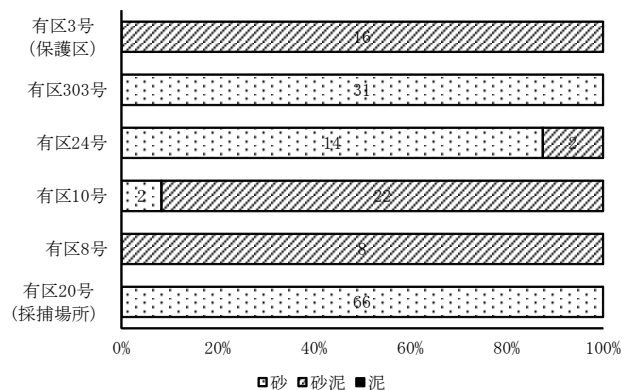


図35 底質の状況

二枚貝資源緊急増殖対策事業

－タイラギ人工種苗生産技術を活用した資源増殖法の開発－

的場 達人・吉田 幹英・篠原 直哉・長本 篤・濱崎 稔洋

有明海のタイラギ潜水器漁場においては、近年、着底稚貝の減少、夏場に発生する貧酸素水塊によるへい死、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。一方で、干潟域に低密度で生息するタイラギについては、比較的生存率が高く、重要な母貝場と機能している。ただし干潟域は大雨による淡水化や土砂の流入、漁業者による漁獲圧などが高く、資源維持のためにも、これらの資源状態を把握するとともに、人工種苗生産用の親貝としての有効活用法について検討が必要である。

本課題は干潟域にタイラギの生息が確認される福岡県海域において、人工種苗生産用に活用可能な親貝の生息状況や成熟状況について基礎的な調査を実施し、一部を採取して親貝としての仕立てが可能かどうか検討する。

方 法

1. 親貝の分布状況調査

調査区は柳川市地先（A区）とみやま市地先（B区）とし（図1）、大潮の干潟干出時に、漁業者によるタイラギの徒取り採捕を行い、30分あたりの採捕数に換算した。採捕したタイラギは、殻長、殻幅、殻高、殻重等を測定し、殻長150mm以上の個体を親貝として解析に供した。

なお、保護区における調査では、タイラギは採捕せず、分布量の指標は現場での視認数を30分あたりに換算して使用した。また、現場で殻高を測定し、殻長-殻高関係式¹⁾から殻高6.5cm以上の個体を親貝として解析に供した。

2. 底質環境調査

干潟干出時に、アクリルパイプを用いて底泥を柱状採取した。採取試料は、表面から0～5cm層について分析を行った。分析項目は、酸揮発性硫化物量、強熱減量、中央粒径値、泥分率とした。

3. 親貝の健全性調査

親貝の健全性を確認するため、平成27年11月2日および28年2月9日に採捕したタイラギについて、殻長組成と殻幅、殻付き重量の平均値を求め、前年と比較した。

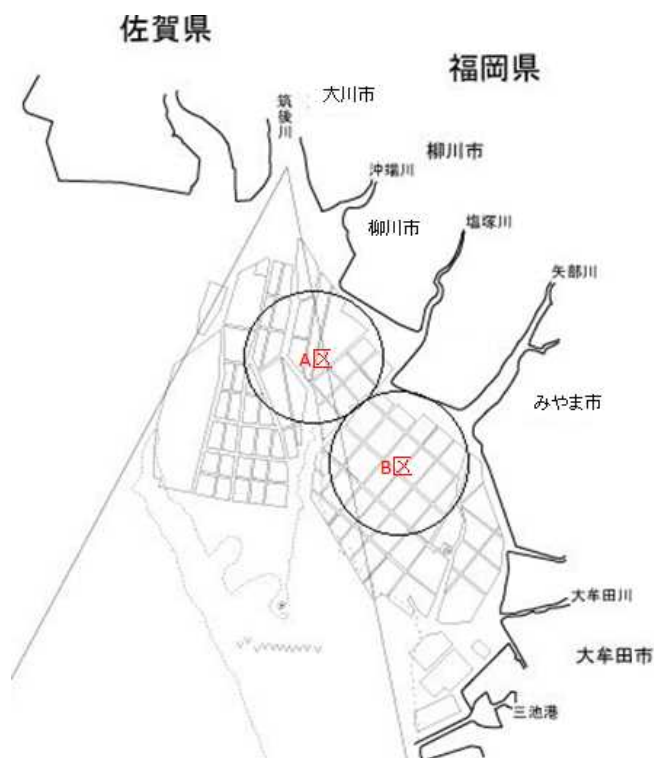


図1 調査区域

結 果

1. 親貝の分布状況調査

平成27年4月～28年1月の間に実施した計13回の干潟調査の結果を図2に示した。

柳川市地先（A区）は、4月～7月の間、昨年漁期から残存した成貝は10個以下しかみられなかったが、10月末以降には10個以上確認されるようになり、28年1月には23個と1歳貝の加入により分布量が増加した。

みやま市地先（B区）では、8月末に16個と柳川市地先より多くの分布がみられたが、9月末には1.2個ま

で減少し、その後も3.0個以下で推移した。みやま地先については、9月末以降、死殻が干潟表面から飛び出た状態で斃死している個体が目立った。

平成27年11月27日に柳川市地先で採捕したタイラギの殻長組成を図3に示した。平均殻長は $193 \pm 21\text{mm}$ で、185mm, 235mmにモードがみられ、1～2歳貝中心の組成であったと考えられた。

2. 底質環境調査

干潟調査期間中の底質は、タイラギの生息に適するとされる基準値²⁾とされる酸揮発性硫化物量(AVS)0.1mg/g乾泥未満、中央粒径値(Mdφ)3未満、強熱減量5%未満、泥分率30%未満で推移し、良好な値を示した。

柳川地先の調査点と比較すると、みやま市地先の底質の方が概ね良好な値を示した。また、11月以降底質がやや悪化する傾向がみられた(図4～7)。

3. 親貝の健全性調査

平成27年11月27日に柳川市地先で採捕した成貝の殻長組成を図4に示した。平均殻長は $193 \pm 21\text{mm}$ (前年比-10mm)、殻幅 $30 \pm 5\text{mm}$ (-2mm)、殻付き重量 $108 \pm 43\text{g}$ (-17g)と若干小さめであった。殻長は180mm、及び230mmにモードがみられた。このうち47個を種苗生産用の親貝として、平成27年11月30日に西海区水産研究所に提供した。

また、平成28年2月9日に柳川市地先で採捕した成貝(殻長 $203.3 \pm 27.7\text{mm}$ 、殻幅 $29.73 \pm 5.68\text{mm}$ 、殻付き重量 $141.4 \pm 63\text{g}$)についても、翌2月10日に50個を西海区水産研究所に提供した。

考 察

平成12年以降、有明海北東部に着底したタイラギは、ほぼ毎年、初夏から晩秋にかけてへい死し、漁獲に繋がらない状況にある。

本年度はみやま市地先の干潟域において、8月末まで柳川市地先と比較して多くの親貝が確認されたが、9月末以降減少している。調査区域は保護区のため漁獲による影響はなく、干潟表面から飛び出た状態で斃死している死殻が多くみられた。

一方、柳川市地先の干潟域ではそのような状況はみられず、28年1月にかけて分布量が増加している。

本県地先の干潟域ではリシケタイラギが大半を占めているが、斃死がみられる干潟域では同タイプでも幅狭型のタイラギが多くみられる¹⁾とされている。

今後は、斃死がみられたみやま市地先の干潟域と、比較的生存が良い柳川市地先で、斃死状況や肥満度、殻長-殻高比、グリコーゲン含量等を追跡していくとともに、流速やクロロフィルa量等の餌料環境等を比較していく必要がある。

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. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2010; 20: 53-60.

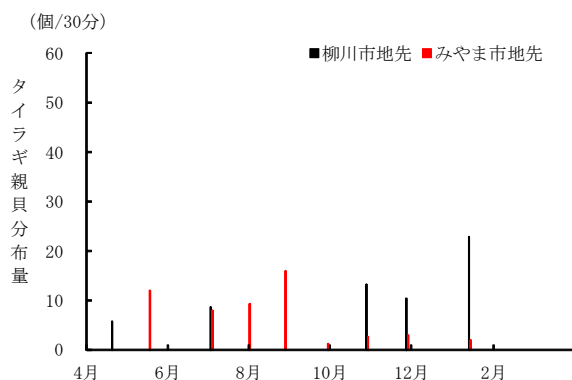


図2 干潟域のタイラギ親貝徒取り採捕数(殻長150mm以上)

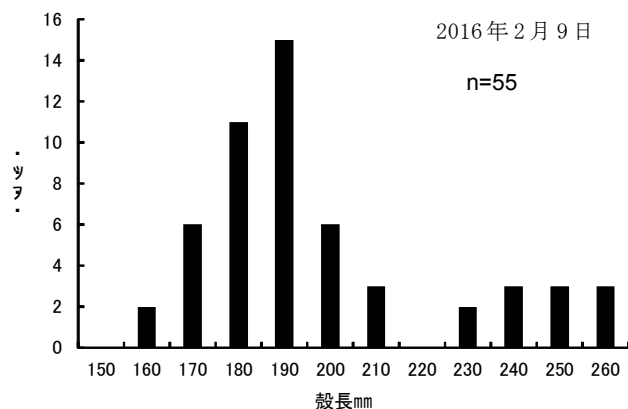
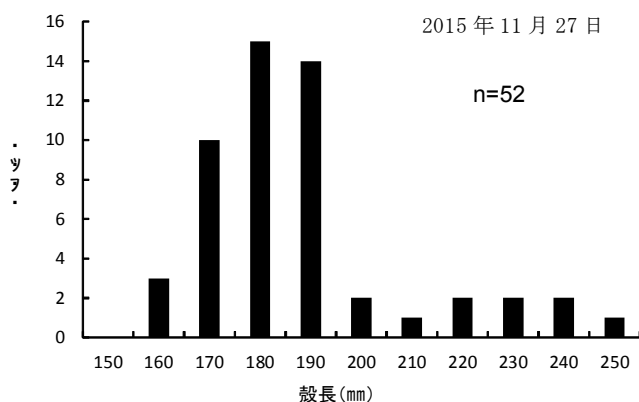


図3 干潟域で採捕されたタイラギの殻長組成

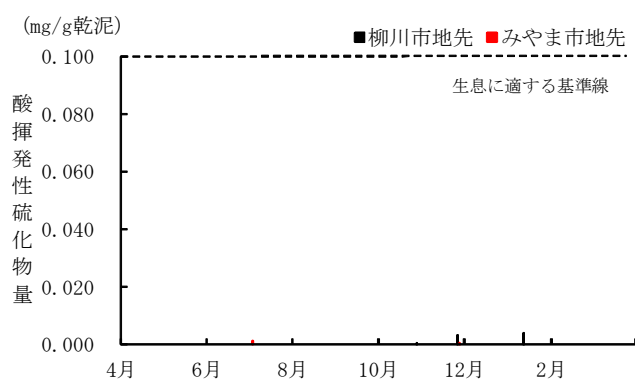


図4 干潟調査時の酸揮発性硫化物量 (AVS)

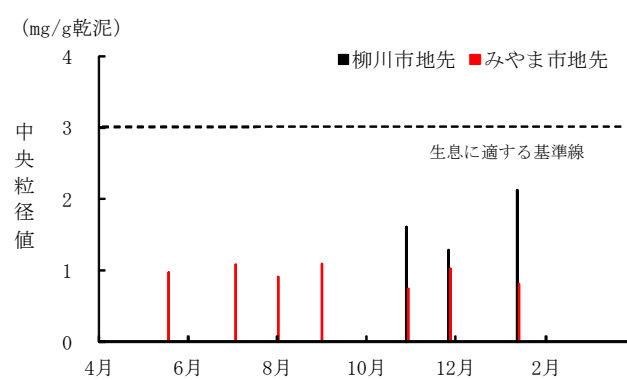


図5 干潟調査時の中央粒径値 (Md φ)

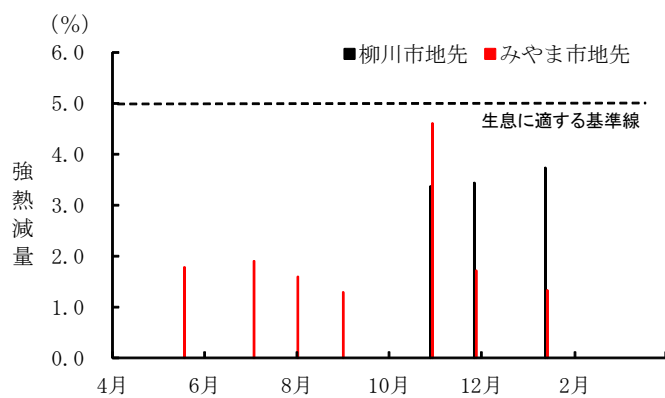


図6 干潟調査時の強熱減量

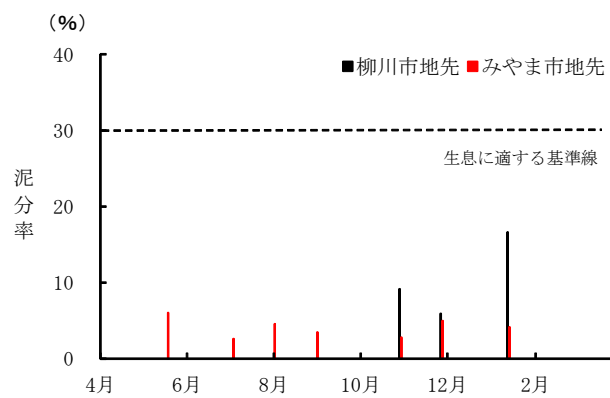


図7 干潟調査時の泥分率

ふくおか型アサリ増殖技術開発事業

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、近年、アサリの資源量は著しく減少し、漁獲量も不安定になっている。そのような状況の中、福岡県水産海洋技術センター豊前海研究所が開発した「かぐや装置」を活用し、従来の1/10のコストで殻長1cmサイズの放流用人工種苗の生産を可能とした。¹⁾また、育成したアサリは、放流して漁獲可能サイズの殻長3cm以上に成長する前に、波浪等による逸散や食害がみられること、「かぐや装置」は干満差などの条件から利用可能な海域が現時点で豊前海に限定されていることが課題として考えられている。

そこで本事業では、有明海におけるアサリ資源を回復する方策の一つとして、有明海に適した「かぐや装置」を開発するとともに、育成したアサリの減耗軽減技術の開発を目的に調査を行った。

方 法

1. 中間育成試験（有明海に適したかぐや装置の開発）

人工種苗を用いたアサリの中間育成は、静穏域であることや河川水の影響を受けないことなどの条件が必要であることから、試験場所は図1に示した三池港内とし、試験区を表1に示した。中間育成装置は、豊前式かぐや装置と有明式かぐや装置を用いた。豊前式かぐや装置は内径約10cm、高さ約10cmの塩ビ管とソケットの間に目合い526μmのメッシュを挟み込み、2段に重ね、結束バンドを用いて上部に同じメッシュを取り付けたものを野菜カゴに7個収容したものでコンクリート製の梁からロープを用いて垂下した。有明式かぐや装置は、目合い526μmの内張ネットを取り付けた野菜かごに海砂を厚さ約5cm敷いたもので、コンクリート製の梁に固定した。

豊前式かぐや装置を設置した地盤高は、豊前海区では地盤高+0.7mに設置すると最も効果があることから、¹⁾+0.5m、+1.0m、+1.5mとした。有明式かぐや装置を設置

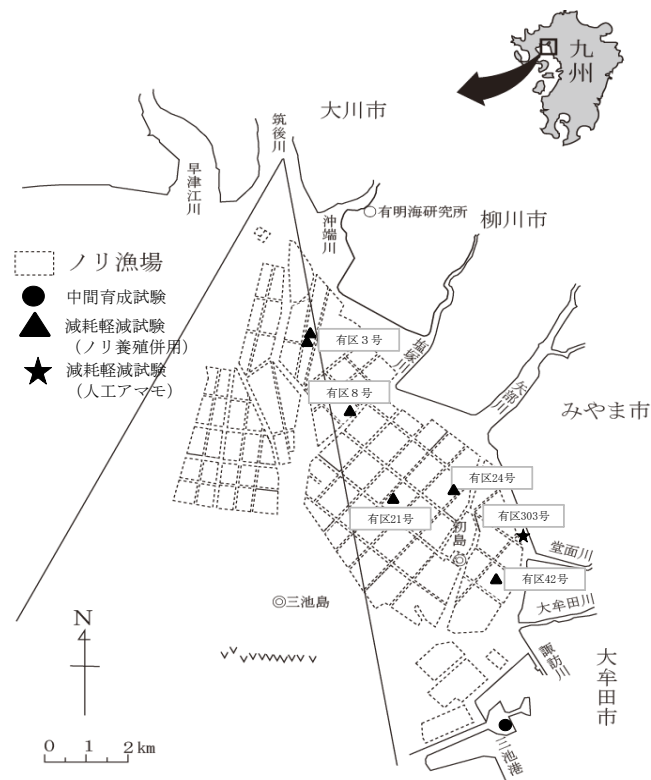


図1 調査位置図

表1 試験区の概要

装置	豊前式かぐや	有明式かぐや
地盤高	+0.5m、+1.0m、+1.5m	+2.0m
収容個体数 (収容密度)	1,000個体 (113,000個体/㎡) 2,000個体 (227,000個体/㎡) 4,000個体 (454,000個体/㎡)	35,000個体 (232,000個体/㎡)

した地盤高は、内部への浮泥の堆積や付着生物の軽減を図るため、+2.0mとした。

各装置に収容したアサリ稚貝の収容個体数(収容密度)は、豊前海区では収容個体数2,000個体(227,000個体/㎡)が最も適していたことから、¹⁾豊前式かぐや装置には1,000個体、2,000個体、4,000個体、有明式かぐや装置には、豊前式かぐや装置に2,000個体収容した密度とほぼ同じになるよう35,000個体(232,000個体/㎡)のアサリ稚貝を収容した。

試験には、有明海産母貝を用いて豊前海研究所で平成

26年秋季と平成27年春季に採卵、育成したアサリを使用した。

(1) 春季試験

平成26年秋季に採卵、育成したアサリを用いた試験(以下、春季試験)では、各装置に平均殻長1.0mmのアサリ稚貝を収容した。試験期間は、平成27年4月21日から7月28日の98日間とした。豊前式かぐや装置では、付着生物や汚れによるメッシュの目詰まりを軽減するため、試験開始から20日後、59日後、91日後にメンテナンスとして塩ビパイプ及びメッシュを交換した。なお、試験開始91日後の調査では、アサリ稚貝が成長したことからメッシュの目合いを750 μ mに拡大した。

さらに、干出する試験区(豊前式かぐや装置、有明式かぐや装置)と干出しない試験区のアサリの成長を比較するため、育成試験を行った。干出しない試験区の装置は、BSTバックの内側に目合い526 μ mのポリエチレン製内張ネットを取り付けたもの(以下、BSTバック)で、三池港内の浮き桟橋の水面下約1mに垂下した。装置の内張ネットの目詰まりを軽減するため、試験期間中に計5回ネットを交換した。収容したアサリの個体数は、35,000個体(250,000個体/ m^2)と50,000個体(357,000個体/ m^2)とした。

アサリの成長を把握するため、メンテナンスのときにアサリを2,000個体収容した豊前式かぐや装置及びBSTバックのアサリを20~30個体採取し、殻長を測定した。また、各装置のアサリの成長及び生残を比較するため、試験終了時にBSTバックを除く装置を回収し、各装置のアサリの個体数を計数した後、無作為に抽出したアサリ50個体の殻長を測定した。

(2) 夏季試験

平成27年春季に採卵、育成したアサリを用いた試験(以下、夏季試験)では、各装置に平均殻長1.1mmのアサリ稚貝を収容した。試験期間は、平成27年7月30日から12月14日までの137日間とした。豊前式かぐや装置では、春季試験と同様にメンテナンスとして試験開始から35日後、63日後に塩ビパイプ及びメッシュを交換した。

試験終了時には全ての装置を回収し、各装置のアサリの個体数を計数した後、無作為に抽出したアサリ50個体の殻長を測定した。

2. 減耗軽減試験(ノリ養殖施設を利用した育成)

中間育成装置で育成したアサリ稚貝を直接漁場に放流しても浮泥等の影響により減耗する恐れがあるため、ノリ養殖施設(FRP支柱)や網袋を利用した減耗軽減試験を

行った。試験場所は、図1に示した6ヵ所とした。調査期間は、ノリ養殖の期間中である平成27年10月21日から平成28年3月14日までの148日間とした。試験区として、かぐや方式と網袋方式を設けた。かぐや方式は、図2に示すとおり、内径約10cm、高さ約30cmの塩ビ管とソケットの間に目合い2mmのメッシュを挟み込むとともに上部にも同じメッシュを結束バンドを用いて取り付け、直径13mm、長さ1.3mの塩ビパイプの下部から50cm及び上部の位置に取り付け、船上からノリ養殖用のFRP支柱に沿って落としロープの端をFRP支柱に結びつけたものである。網袋方式は、図3に示すとおり、30 $\times$ 60cm、目合い3mmのラッセル網袋に3mm程度のアンスラサイトを4kg入れたものをロープに括り付け、船上から投入してロープの端をFRP支柱に結んだものである。

設置した施設の数量は、表2に示すとおり有区8号を除く場所で、かぐや方式を5本(10個)、網袋方式1本(3袋)とし、有区8号では、かぐや方式を4本(8個)とした。

試験には、中間育成試験(有明海に適したかぐや装置の開発)の春季試験で育成したアサリを内張ネットを取り付けたBSTバックに収容して三池港内で垂下し、平成27年10月21日まで育成したアサリを使用した。各装置には平均殻長10.6mmのアサリを200個体ずつ収容した。

試験終了時には全ての装置を回収し、各装置内のアサリの生死を判別後、生貝全ての殻長を測定し、生貝の合計重量を計量した。

3. 減耗軽減試験(人工アマモ)

アサリ稚貝の放流後の減耗を軽減するため、図1に示した有区303号で人工アマモ²⁾を用いた試験を行った。調査期間は、平成27年11月22日から平成28年2月25日までの95日間とした。試験区は、6 $\times$ 5.4mの範囲に人工アマモを設置した人工アマモ区及び同じ面積の対照区を設けた。平成27年11月22日に平均殻長14.0mmのアサリを2.2kg/ m^2 の密度になるよう各試験区に放流した。

(1) 分布調査

放流したアサリの分布を把握するため、放流17日後、32日後、65日後、95日後に杓取り調査を行った。各試験区内の4点で直径10.6cm、深さ10cmの範囲の底質を6ヵ所採取し、目合い3mm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

分布調査と同時に人工アマモ区及び対照区の各2ヵ所

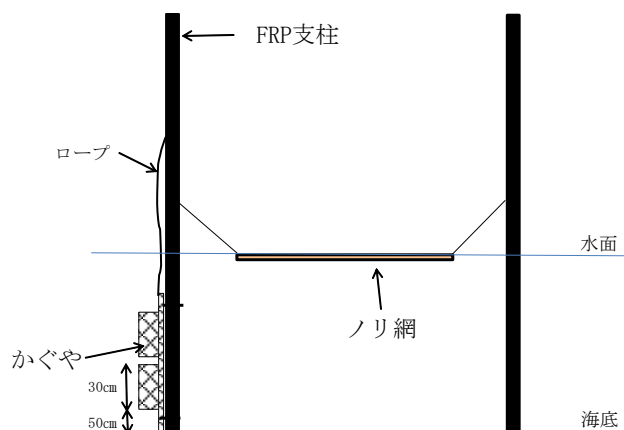


図2 かぐや方式の概要

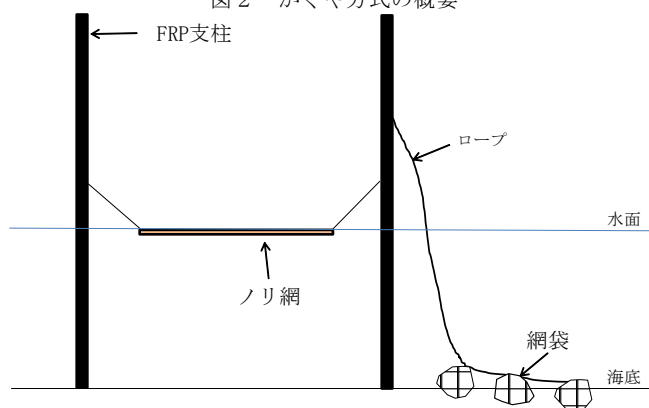


図3 網袋方式の概要

表2 中間育成試験の概要

地区名	区画	地盤高 (m)	かぐや	網袋
柳川・大川	有区3号	+0.3	10個	3袋
柳川・大川	有区3号	+0.3	10個	3袋
大和・高田	有区21号	-0.2	10個	3袋
大和・高田	有区24号	+0.5	10個	3袋
大牟田	有区42号	+0.4	10個	3袋
小計			50個	15袋
柳川市地先	有区8号	-0.2	8個	-

において内径34mm、長さ50cmの亚克力パイプを用いて底質を柱状に採取した。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³⁾に準じた。

結果及び考察

1. 中間育成試験（有明海に適したかぐや装置の開発）

（1）春季試験

春季試験における豊前式かぐや装置、有明式かぐや装置及びBSTバックのアサリの平均殻長の推移を図4に示した。収容したアサリは調査ごとに成長し、調査終了時のアサリの平均殻長は、豊前式かぐや装置で3.2～4.8mm、有明式かぐや装置で5.4mm、BSTバックで7.7mm、8.9mmであった。各装置のアサリの平均殻長を比較すると、干出ししないBSTバックの35,000個体/装置、50,000個体/装置、干出する有明式かぐや装置、豊前式かぐや装置の地盤高+1.0m、+1.5m、+0.5mの順で大きかった。干出ししない試験区でアサリの成長が良かったが、装置への付着物が多く頻繁にメンテナンスが必要であった。

試験終了時の豊前式かぐや装置及び有明式かぐや装置の平均殻長及び生貝の分布密度（収容した密度×生残率）を図5に示した。平均殻長は、地盤高+1.0mに設置した豊前式かぐや装置にアサリを1,000個体収容したものが最も大きく6.7mmであった。生貝の分布密度は地盤高+1.0mに設置した豊前式かぐや装置にアサリを4,000個体収容したものが最も高く335,534個体/㎡であった。全体的に生貝の分布密度が低くければアサリの平均殻長が大きく、生貝の分布密度が高ければ平均殻長が小さかった。生貝の分布密度に着目すると、豊前式かぐや装置は4,000個体及び2,000個体収容し、地盤高+1.0m、+0.5mに設置した試験区が育成に適していると考えられた。

有明式かぐや装置は、平均殻長5.4mm、生貝の分布密度137,000個体/㎡であり、豊前式かぐや装置と比較しても遜色ない結果であった。また、有明式かぐや装置は、設置した地盤が高いためメンテナンスを行わなくても浮泥の堆積や付着生物が少なかった。これらのことから、有明海において有明式かぐや装置は、豊前式かぐや装置と同様に中間育成装置として期待できると考えられた。

（2）夏季試験

試験終了時の豊前式かぐや装置及び有明式かぐや装置の平均殻長及び生貝の分布密度を図6に示した。平均殻長は有明式かぐや装置が最も大きく5.5mmであった。生貝の分布密度は地盤高+0.5mに設置した豊前式かぐや装置にアサリを4,000個体収容したものが最も高く118,591個体/㎡であった。春季試験同様、全体的に生貝の分布密度が低くければアサリの平均殻長が大きく、生貝の分布密度が高ければ平均殻長が小さかったが、成長や生残は春季調査と比較して悪かった。このことは、春季に採卵し、育成したアサリ稚貝は、8月頃に平均殻長1mmに成長し中間育成を開始するため、育成開始直後からアサリが冠水時の高水温や干出時の高気温に晒されることにより生残

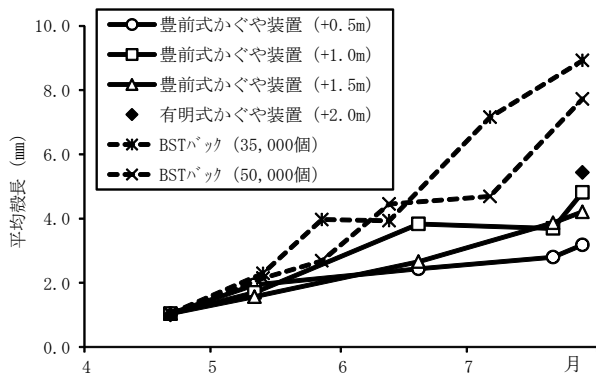


図4 各育成装置における平均殻長の推移（春季調査）

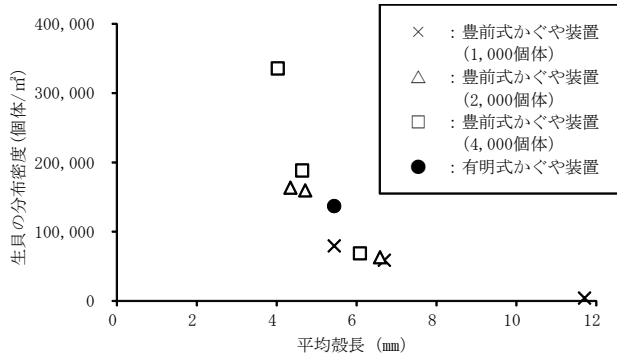


図5 平均殻長と生貝の分布密度（春季調査）

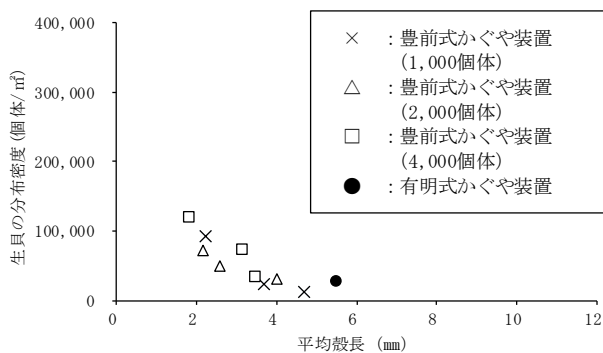


図6 平均殻長と生貝の分布密度（夏季調査）

率が低下したと考えられる。

以上のことから、平均殻長1mm程度の人工種苗を用いた中間育成は、夏季よりも春季に開始した方が成長及び生残が良く、メンテナンス等の労力を考慮すると有明海では有明式かぐや装置も適していると考えられた。今後は、継続して調査を行いより効果的な中間育成方法について検討する必要がある。

2. 減耗軽減試験（ノリ養殖施設を利用した育成）

かぐや方式の漁場別平均殻長及び生残率を図7に示した。試験開始時に平均殻長10.6mmのアサリは、試験終了時に平均殻長11.1～14.9mmとなり、有区21号の平均殻長が最も大きかった。試験終了時の生残率は、59.7～70.3%となり、有区8号の生残率が最も高かった。

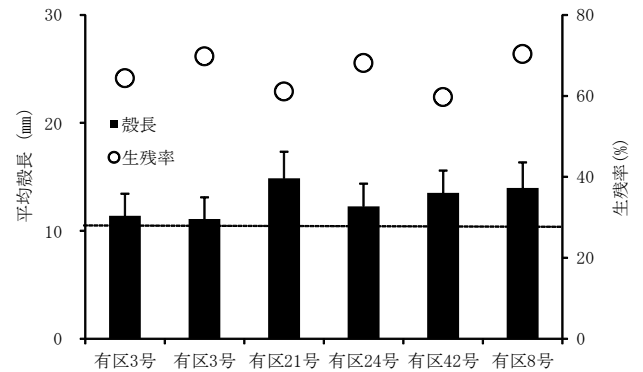


図7 漁場別平均殻長及び生残率（かぐや方式）

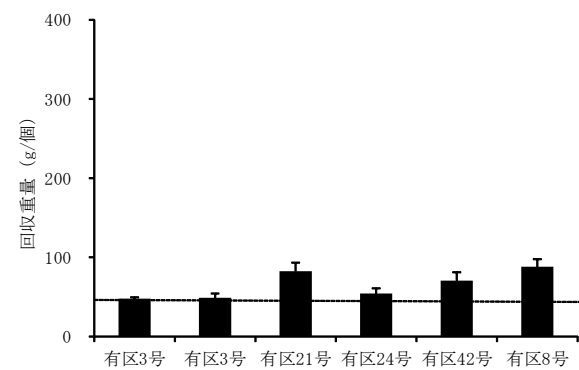


図8 漁場別回収重量及び回収率（かぐや方式）

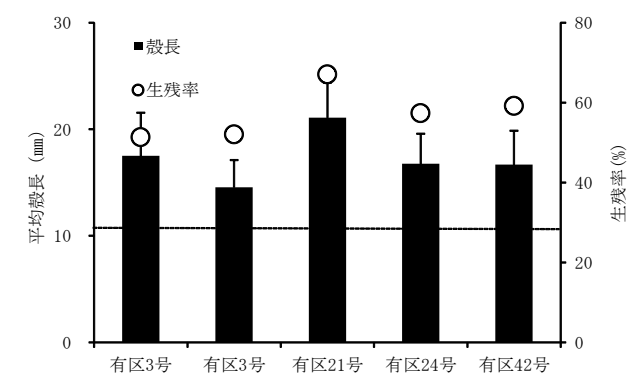


図9 漁場別平均殻長及び生残率（網袋方式）

かぐや方式の漁場別回収重量を図8に示した。試験開始時に合計重量46.8gのアサリは、試験終了時に合計重量47.8～88.2gとなり、有区8号の合計重量が最も重かった。

網袋方式の漁場別平均殻長及び生残率を図9に示した。試験開始時に平均殻長10.6mmのアサリは、試験終了時に平均殻長14.6～21.1mmとなり、有区21号の平均殻長が最も大きかった。試験終了時の生残率は、51.3～67.0%となり、有区21号の生残率が最も高かった。

網袋方式の漁場別回収重量を図10に示した。試験開始時に合計重量46.8gのアサリは、試験終了時に合計重量57.4～264.1gとなり、有区21号の合計重量が最も重かった。

以上の結果をまとめたものを表3に示した。かぐや方

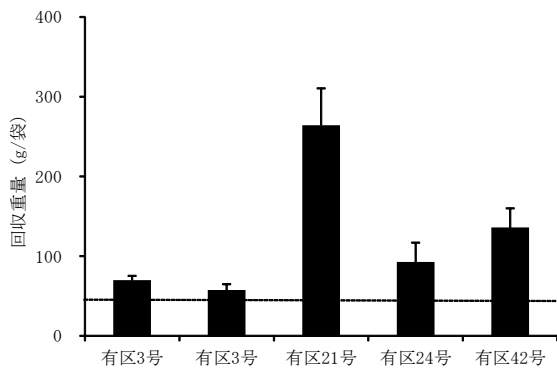


図10 漁場別回収重量及び回収率（網袋方式）

表3 中間育成試験結果の比較

方式	項目	最大値	調査場所	地盤高
かぐや	平均殻長	14.9 mm	有区21号	-0.2 m
	生残率	70.3 %	有区8号	-0.2 m
	回収重量	88 g	有区8号	-0.2 m
	回収率	188 %	有区8号	-0.2 m
網袋 (有区8号除く)	平均殻長	21.1 mm	有区21号	-0.2 m
	生残率	67.8 %	有区21号	-0.2 m
	回収重量	264 g	有区21号	-0.2 m
	回収率	564 %	有区21号	-0.2 m

式及び網袋方式を比較すると、網袋方式の方が成長（平均殻長、重量）が良く、生残率もほとんど変わらないことから、網袋方式が減耗軽減方策として適していると考えられた。このことは、網袋方式はかぐや方式と比較して設置する地盤高が低いことや袋内にアンスラサイトの基質があることから成長が良かったと考えられる。

また、有区21号は網袋方式の成長及び生残が良く、アサリにとって適した環境であったと考えられる。このことは、他の試験場所と比較して地盤が低いことや河川水の影響を受けにくいこと、ノリの色落ちが発生しやすい場所で餌料となる植物プランクトンが多いと推定される環境であることが考えられる。

さらに、網袋方式はノリ養殖への支障がなかったのに対し、かぐや方式は地盤が高い場所ではノリ養殖に支障があった。また、どちらの方式も装置の目詰まり等ではなかったことからメンテナンスの必要はなく、施設の設置や回収作業は船上から可能であった。

今後は、ノリ養殖施設を活用したアサリの減耗軽減策として、設置場所の検討やアサリの収容数などの検討を行う必要がある。

3. 減耗軽減試験（人工アマモ）

各試験区におけるアサリの残留率を図11に示した。放流32日後の人工アマモ区及び対照区の残留率は、それぞ

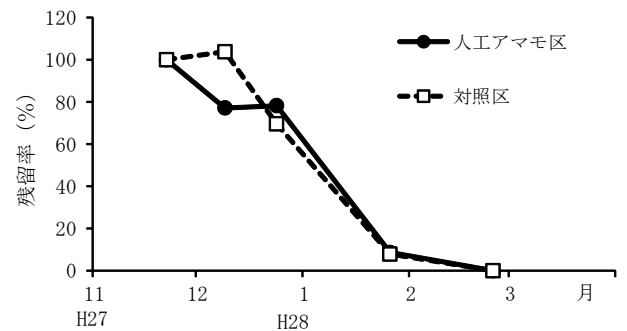


図11 試験区別アサリの残留率の推移

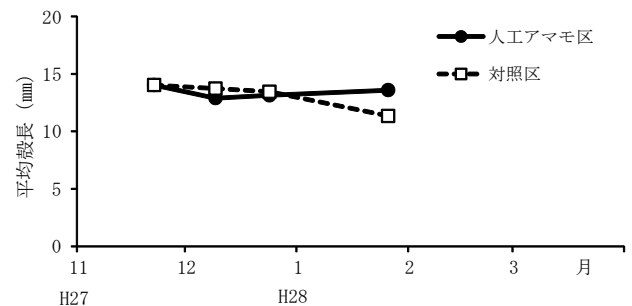


図12 試験区別アサリ平均殻長の推移

表4 底質調査結果

中央粒径値 (Md φ)					
試験区	H27.11.22	H27.12.9	H27.12.24	H28.1.26	H28.2.25
人工アマモ区	1.4	1.5	1.5	1.5	2.9
対照区	1.4	1.4	1.6	1.4	2.5
泥分率 (%)					
試験区	H27.11.22	H27.12.9	H27.12.24	H28.1.26	H28.2.25
人工アマモ区	8.9	3.6	6.0	5.0	8.6
対照区	8.0	4.0	10.0	7.2	13.9
強熱減量 (%)					
試験区	H27.11.22	H27.12.9	H27.12.24	H28.1.26	H28.2.25
人工アマモ区	2.7	2.0	2.3	2.5	4.3
対照区	2.2	1.8	3.0	2.6	4.9
全硫化物 (mg/g乾泥)					
試験区	H27.11.22	H27.12.9	H27.12.24	H28.1.26	H28.2.25
人工アマモ区	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
対照区	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00

れ78.2%及び69.6%であったが、放流65日後の残留率は、それぞれ8.6%及び7.9%まで減少し、放流95日後の残留率は、両試験区とも0%であった。

各試験区におけるアサリの平均殻長の推移を図12に示した。試験を行った時期は水温が低く、両試験区ともほとんど成長しなかった。

底質調査の結果を表4に示した。対照区では、放流32日後に中央粒径値、泥分率、全硫化物の値が高くなり、人工アマモ区と比較して底質が悪化した。

放流したアサリ稚貝の残留率は、放流32日後までは高かったが、その後約1ヶ月の間に残留率は急激に減少した。この間、底質もほとんど変化がないことや両試験区ともアサリが急激に減耗したこと、1月下旬の寒波によ

り時化したことから，両試験区に放流したアサリは波浪により減耗したと考えられる。

今後は，放流場所や放流時期などを変えて減耗軽減策を検討する必要がある。

文 献

- 1) 大形拓路，中川浩一，上妻智行，伊藤輝昭．アサリ
稚貝簡易育成装置の開発とその効率化．福岡県水産
海洋技術センター研究報告 2016；26：9-16
- 2) 長本篤，伊藤輝昭，金澤孝弘，的場達人，松本昌大．
アマモ様構造物による底質改善効果とアサリの保護
効果．福岡県水産海洋技術センター研究報告 2015
；25：17-26
- 3) 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．

二枚貝増殖を活用したノリ色落ち対策技術開発事業

江頭 亮介・長本 篤・小谷 正幸・瀧上 哲・井手 浩美

有明海のノリ養殖は冬期の主要な漁業種類である。

ところが、ケイ藻プランクトンが異常に増殖すると、海域の窒素やリンを急速に消費するため、ノリの生長に必要な窒素、リンが不足し、色落ちが発生する。

サルボウ等の二枚貝類は、ノリ色落ちの原因となるケイ藻プランクトンを摂餌・消化し、ノリの生長として有用なアンモニア態窒素を排出する。

本事業は、二枚貝類の増殖とノリ色落ちの関係を調査し、二枚貝類の増殖によるノリ色落ち発生の抑制効果について調査を実施したので報告する。

方 法

1. ノリ養殖施設周辺での二枚貝増殖試験

二枚貝の増殖によるノリ色落ち防止効果を把握するため、図1に示す漁場に試験区(18×36m)を設定し、ノリ漁期前の平成27年9月27日から29日に有明海で採集した平均殻長35.6mmのサルボウ1.52トンを放流した放流区及び放流しない対照区とした。

調査は、平成27年10月6日及び平成28年1月18日に行い、各試験区において潜水により25×25cm、深さ10cmの底質を10月6日は3カ所、1月18日は6カ所採取し、目合い5mmのふるいでアサリとサルボウを選別した後、個体数の計数、殻長の測定及び殻付重量の計量を行った。

また、各試験区の底質を把握するため、直径36mm、長さ50cmの亚克力パイプを用いて、枠取り調査を行った場所の3カ所底質を柱状に採取した。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、強熱減量及び酸揮発性硫化物とした。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。



図1 試験場所

表1 調査日並びに潮汐

調査日	潮汐
H27.11.26	大潮
H27.12.4	小潮
H27.12.28	大潮
H28.1.21	中潮
H28.1.28	中潮
H28.2.9	大潮
H28.2.16	小潮

2. ノリ色落ち状況モニタリング調査

(1) 水質・プランクトン等環境調査

表1に示した調査日に表層、中層(平成28年1月21日、平成28年2月16日は水深1m、それ以外は2m)、及び底層(海底から1m上で、対照区の最大水深は5.5m、放流区の最大水深は5.2m)を採水した後、水温は棒状水銀温度計を用いて現場で測定した。

サンプルを持ち帰った後、塩分は卓上型塩分計(DIGI-AUTO MODEL-5, (株) 鶴見精機製)で、pHはpHメーター(HM-30G, 東亜ディーケーケー(株)製)で、アンモニア態窒素(以下NH₄-N)はインドフェノール青吸光光度法で、亜硝酸態窒素(以下NO₂-N)はナフチルエチレンジアミン吸光光度

法で、硝酸態窒素(以下NO₃-N)は銅カドミカム還元法により分析した。

プランクトン沈殿量は、目合い0.1mmの北原式定量プランクトンネットを用いて1.5mの鉛直引きを行い、採集物を中性ホルマリンで固定し、固定試料の24時間静置後に測定した。

クロロフィル蛍光強度値は、多項目水質計(AAQ-177, JFEアドバンテック(株)製)を用いて測定した。

(2) ノリ養殖状況・ノリ葉状体調査

採取したノリ葉状体並びに入手した乾ノリを、色彩色差計(CR-200, ミノルタカメラ(株)製)を用いてL*a*b*表色系による色調の測定を行った。

乾ノリの等級の確認は、試験区のノリ養殖漁業者に依頼した作業日誌から行った。

結果及び考察

1. ノリ養殖施設周辺での二枚貝増殖試験

各試験区におけるアサリ及びサルボウの分布密度を表2に示した。アサリ分布密度は、放流区及び対照区ともほとんど差はなかった。サルボウの分布密度は、平成28年1月調査時では、放流区341個体/m², 対照区69個体/m²と調査期間中、密度は維持されていた。

各試験区のアサリ及びサルボウの単位面積当たり殻付き重量を表3に示した。アサリの単位面積あたりの重量(kg/m²)は、放流区及び対照区ともほとんど差はなかった。サルボウの単位面積あたりの重量は、平成28年1月調査時では、放流区3.7kg/m², 対照区0.8kg/m²となり、対照区と比較して放流区で高かった。

放流区におけるサルボウの殻長組成を図2に示した。サルボウの殻長組成をみると、平成27年10月及び平成28年1月の調査ともに殻長34~36mmにモードが確認された。放流したサルボウの平均殻長は35.6mmであり、平成27年10月から平成28年1月にかけて水温も低くほとんど成長しないと考えられることから、このモードのサルボウは放流したサルボウであると考えられた。

各試験区における底質を表4に示した。放流区及び対照区ともに底質は良好であった。

2. ノリ色落ち状況モニタリング調査

(1) 水質・プランクトン等環境調査

水温の推移を図3に、塩分の推移を図4に、pHの推移を図5に示した。隣接した漁場のため、放流区と対照区の差はほとんどなかった。

表2 各試験区におけるアサリ及びサルボウの分布密度

		単位:個体/m ²	
魚種	種類	H27.10.6	H28.1.18
アサリ	放流区	37	3
	対照区	21	3
サルボウ	放流区	587	341
	対照区	75	69

表3 各試験区におけるアサリ及びサルボウの単位面積あたり殻付重量

		単位:kg/m ²	
魚種	種類	H27.10.6	H28.1.18
アサリ	放流区	0.3	0
	対照区	0	0
サルボウ	放流区	6.9	3.7
	対照区	0.7	0.8

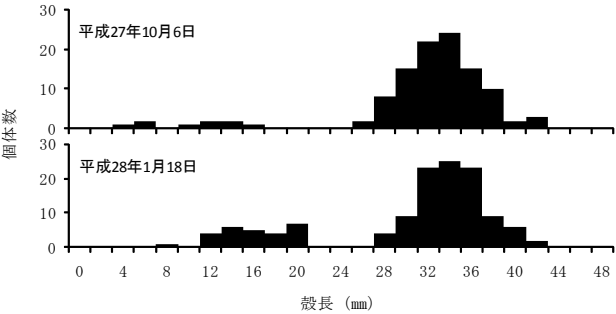


図2 放流区におけるサルボウの殻長組成

表4 各試験区における底質分析結果

試験区	中央粒径値 (Md φ)		泥分率 (%)		強熱減量 (%)		酸揮発性硫化物 (mg/g乾泥)	
	H27.10.6	H28.1.18	H27.10.6	H28.1.18	H27.10.6	H28.1.18	H27.10.6	H28.1.18
放流区	1.3	1.1	11.4	10.1	3.6	2.7	0.08	0.00
対照区	2.2	1.7	24.6	14.6	5.5	3.9	0.09	0.06

NH₄-N量とNO₂-N量, NO₃-N量の推移を図6に示した。平成27年12月4日の表層および、平成28年2月16日の表層及び中層を除いて、差がほとんどなかった。平成27年12月4日の表層は対照区の塩分が放流区よりも低いため、河川水の影響で、対照区のNO₃-N量が多くなったと考えられる。平成28年2月16日は底層と比べ、表層及び中層の塩分が低いことから、河川水の影響が強かったと推測されるが、塩分は対照区及び放流区で同程度であったため、原因は不明である。また、放流区のアサリとサルボウの分布密度が対照区よりも高い(表2)にも関わらず、放流区のNH₄-N量は多く検出されなかった。これは、餌となる珪藻プランクトンが少なかったことや、二枚貝類が排出したアンモニア態窒素がすぐに拡散されてしまい検出できなかったことが原因と推測される。

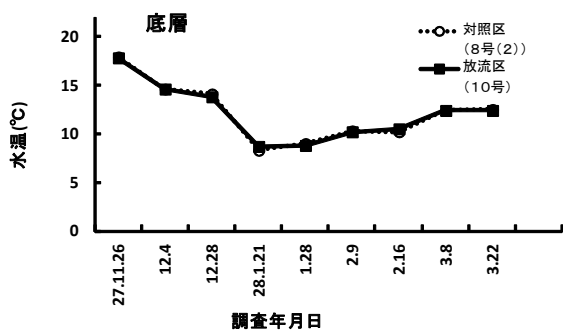
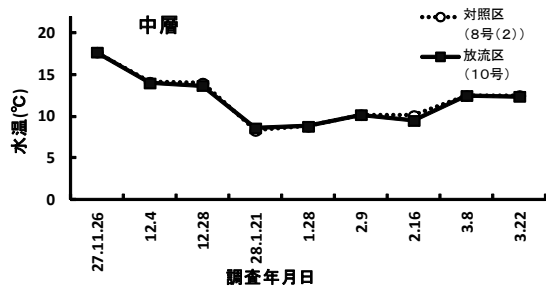
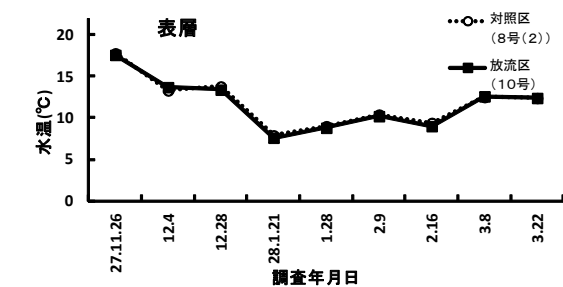


図3 水温の推移

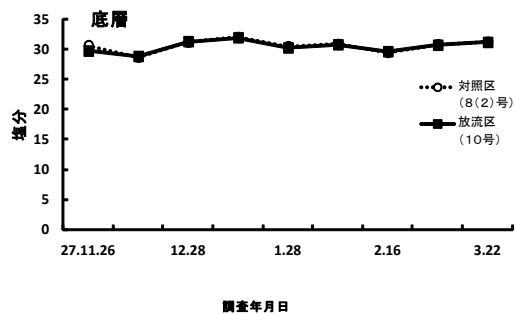
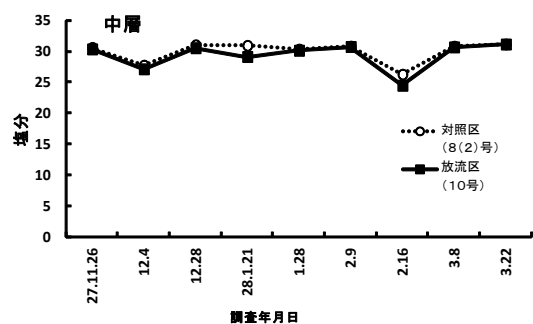
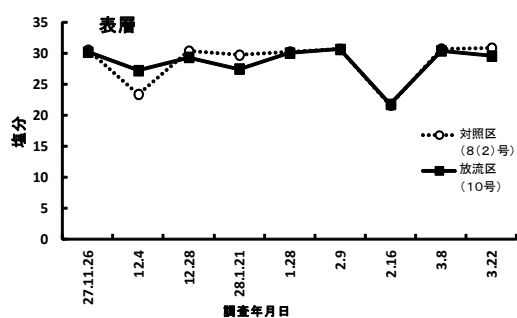


図4 塩分の推移

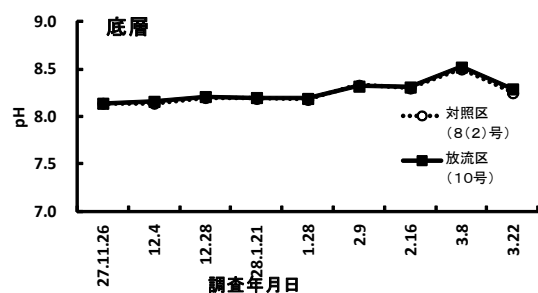
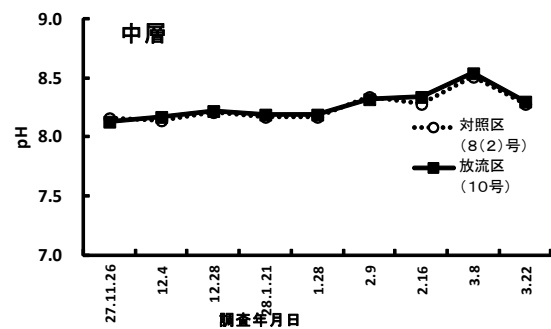
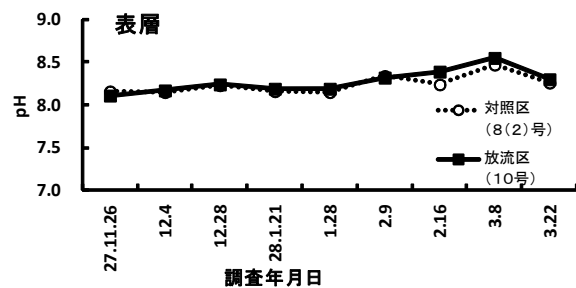


図5 pHの推移

プランクトン沈殿量の推移を図7に、クロロフィル蛍光強度値を図8に示した。平成28年1月28日に、対照区と比較して放流区のプランクトン沈殿量が多いにも関わらずクロロフィル蛍光強度値が低い結果が出ているが、これは動物プランクトンが優占種であったため、動物プランクトン量がプランクトン沈殿量に反映されたためと推測される。

また、平成27年12月28日の対照区の2.2m地点でクロロフィル蛍光強度値が極めて高い数値が出ているが、濁度も高

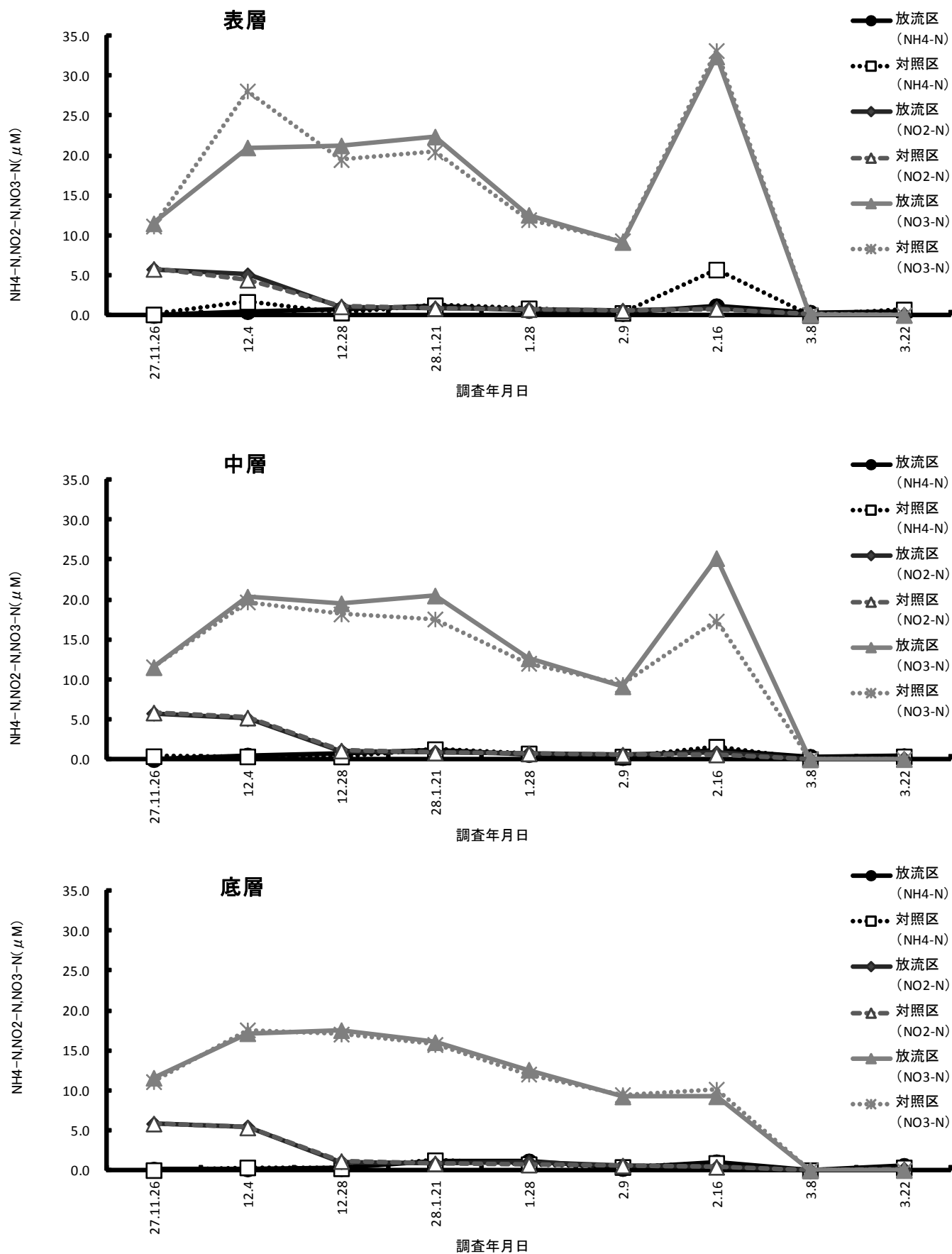


図 6 NH₄-N量, NO₂-N量, NO₃-N量の推移

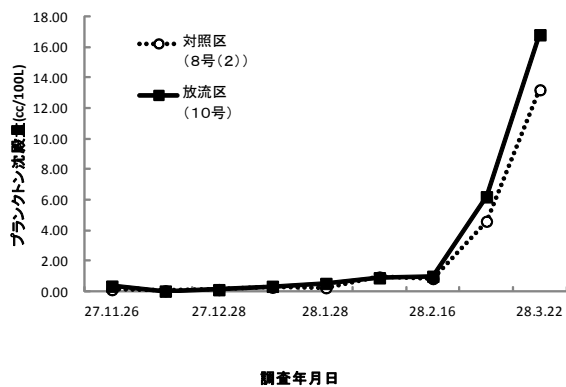


図7 プラクトン沈殿量の推移

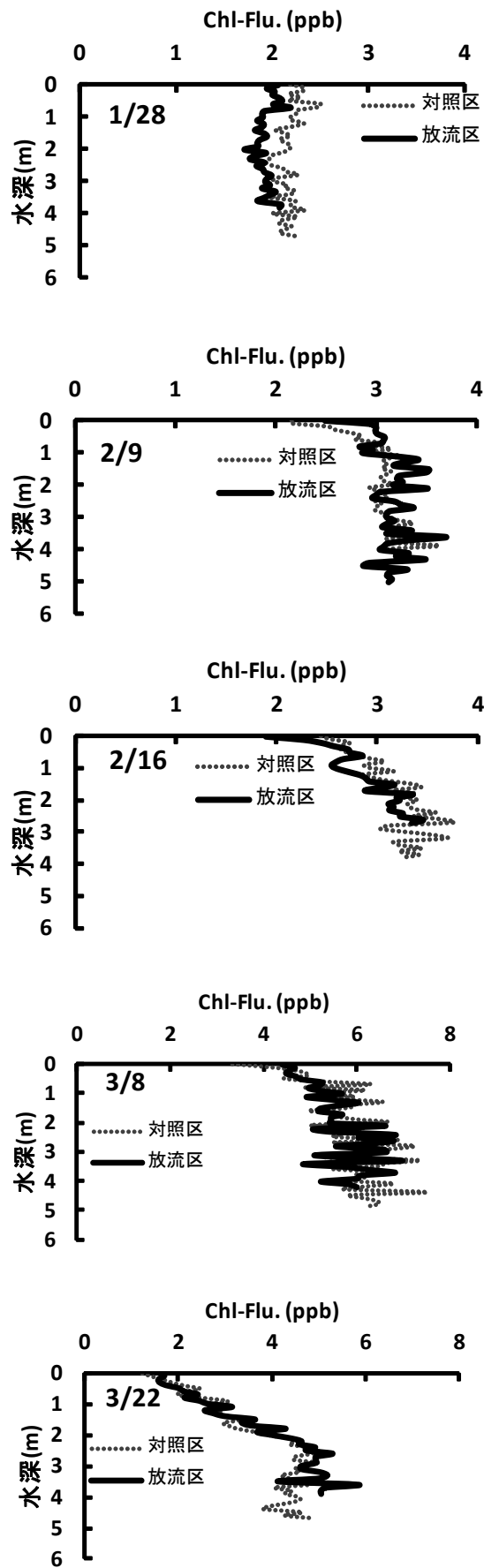
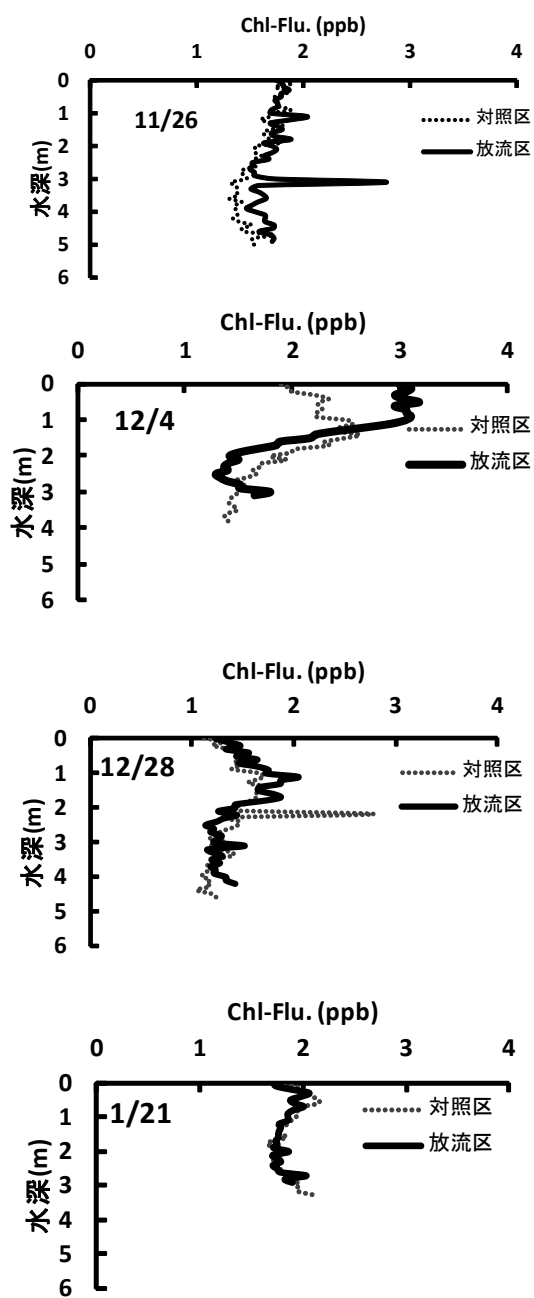


図8 クロロフィル蛍光強度値

かったことから、測定を阻害する何らかの懸濁物質があったためと考えられる。

(2) ノリ養殖状況・ノリ葉状体調査

ノリ葉状体のL*値とa*値を図9に、色差を表5に示した。平成28年1月21日を除いて感知可能な色差²⁾であったが、対照区並びに放流区において平成28年3月8日のみL*値が60を越えて、色落ちが発生³⁾した。

乾ノリの色を図10に、色差を表6に、乾ノリの等級を表7に示した。対照区及び放流区では乾ノリの色差の評価がわずかに異なる結果となった。また、摘採回数が進む毎に対照区よりも放流区の等級が高い傾向が見られたが、海況の分析結果にほとんど差が見られなかったため、今後さらなる調査方法の検討が必要である。

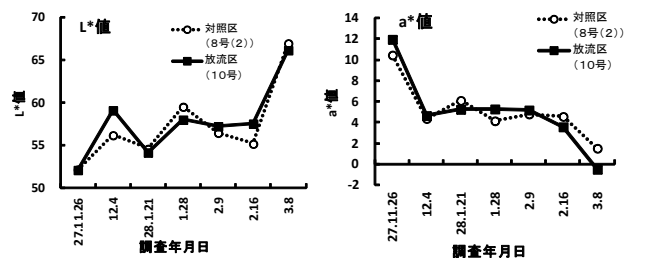


図9 ノリ葉状体の色

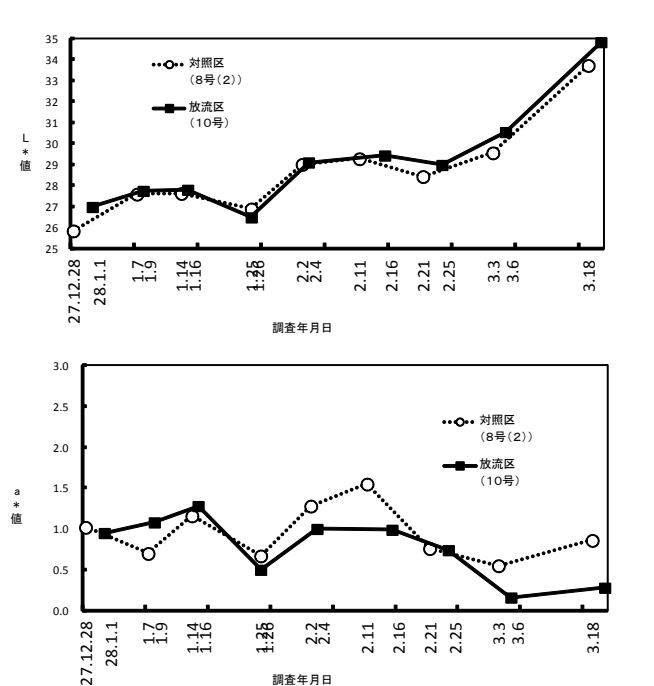


図10 乾ノリの色

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．
- 2) 坂口研一，落合昇，Chan Sun Park，柿沼誠，天野秀臣．色落ちノリの色調評価と硫酸アンモニウム添加海水への浸漬による色調回復．日本水産学会 2003；69(3)：399-404．
- 3) 小谷正幸．ノリ葉体の色落ちの数値化．福岡県水産海洋技術センター研究報告 2000；10：49-50．

表5 ノリ葉状体の色差

調査年月日	ΔE*ab値
27.11.26	2.19
27.12.4	3.81
28.1.21	0.96
28.1.28	5.77
28.2.9	2.93
28.2.16	2.56
28.3.8	2.90

表6 乾ノリの色差

摘採回数	ΔE*ab値
1回	0.86
2回	1.81
3回	0.52
4回	0.44
5回	0.61
6回	0.68
7回	0.67
8回	1.06
9回	1.39

表7 乾ノリの等級

摘採回数	対照区 (8(2)号)		優劣	放流区 (10号)	
	摘採日	等級		摘採日	等級
1回	27.12.28	旬二	>	28.1.1	○三①
2回	28.1.7	三	=	28.1.9	三
3回	28.1.14	三	=	28.1.16	三
4回	28.1.25	四	=	28.1.26	四
5回	28.2.2	五	<	28.2.4	上四
6回	28.2.11	五	<	28.2.16	四
7回	28.2.21	○五	<	28.2.25	三、四
8回	28.3.3	六	<	28.3.6	五
9回	28.3.18	C4	=	28.3.21	C4