

# 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

有明海では近年底質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が疑われている。また、それにともなって底生生物の生息にも影響を与えていると考えられる。福岡県では浮泥の堆積等によって底質環境が悪化し、水産生物の生息が困難になった漁場の改善手法として覆砂事業を行っている。

本事業では、アサリ等二枚貝の増産を目的としたアサリ漁場の造成及び着底基質の設置による生息環境改善試験、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の構築のための試料の採取を目的としたアサリ、タイラギ等の浮遊幼生等調査、高密度に発生したアサリ稚貝の有効利用を図るため、移殖放流及び追跡調査を行うものである。

生息環境改善試験では、有明海福岡県沖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を設置し、試験区別にアサリの分布状況及び生息環境（塩分、流況等）を把握した。

アサリ、タイラギ等の浮遊幼生等調査では、アサリやタイラギ等二枚貝の産卵期を中心に浮遊幼生や着底稚貝の採取及び水温や塩分等の水質観測、底質の採取を行った。

アサリ稚貝の移殖や採捕場所及び放流場所の追跡調査では、アサリの分布密度や生息環境の状況を把握した。

### 方 法

#### 1. アサリ漁場の造成及び天然採苗試験

##### (1) アサリ漁場の造成

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に示した。漁場造成（覆砂）は、有区20号では50×210m、厚さ20cm、有区37号では50×223m、厚さ20cmで行った。

##### (2) 天然採苗試験

天然採苗試験は、平成27年度に着底基質を設置した有区3号及び有区303号で継続して行うとともに、有区37

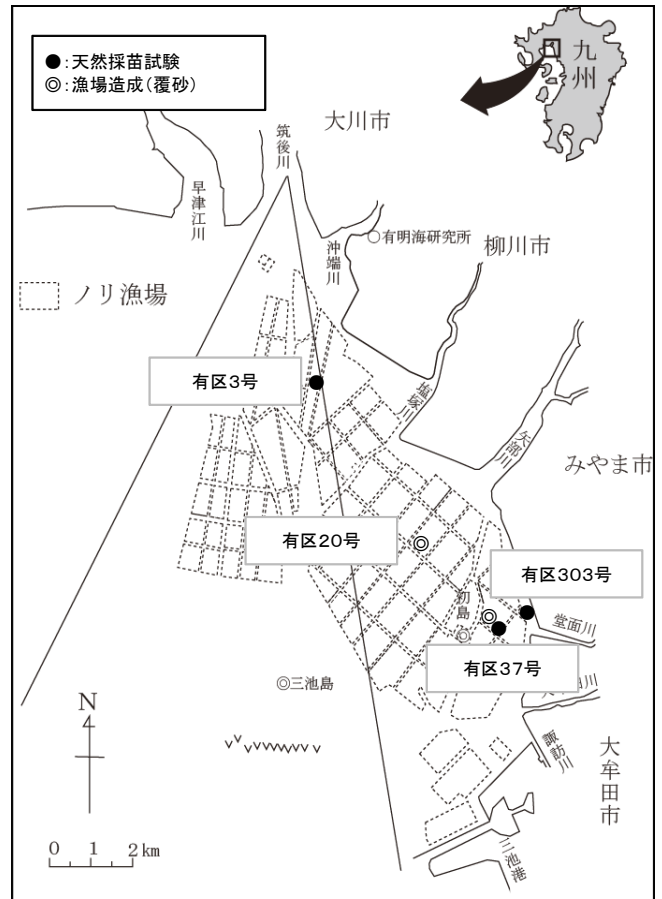


図1 調査位置図

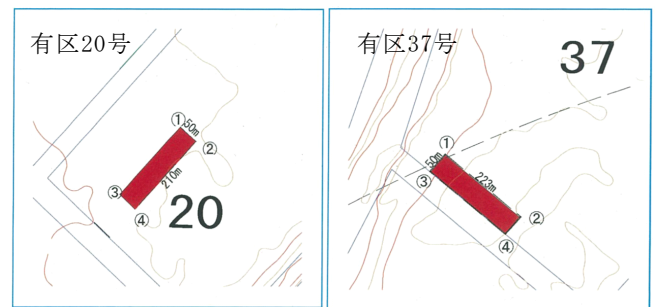


図2 漁場造成（覆砂）図

号に着底基質を設置し行った。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加工した目合い9mmの網袋（60×60cm）に入れたもの（以下、クラムマット区）、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、クラムマット+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。有区37号では、干潟表面まで埋め込んだ二重底プレート（40×40×10cm）の上に碎石区の砂利袋を設置したもの（以下、碎石+プレート区）を試験区3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、有区37号）とした。

有区37号における試験区の設置は、平成28年9月2日及び10月2日に行い、試験区の配置を図3に示した。有区37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、ノリ網の真下になるよう基質を設置した。

アサリの分布調査は、平成27年度に設置した漁場では平成28年5月から平成29年1月の計5回（1回/2ヶ月）、平成28年度に設置した有区37号では、平成28年9月から平成29年1月までの計3回（1回/2ヶ月）行った。調査点は、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、アサリ分布調査と同様の調査期間及び調査頻度で行った。調査点は、試験区1～3及び対照区で各3地点とし、底泥を採取し分析に供した。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、平成28年6月（新規漁場は試験区設置時）から平成29年1月までの期間行い、観測項目は、流向・流速、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-CT、Compact-CLW（全てJFEアドバンテック株式会社製）とした。

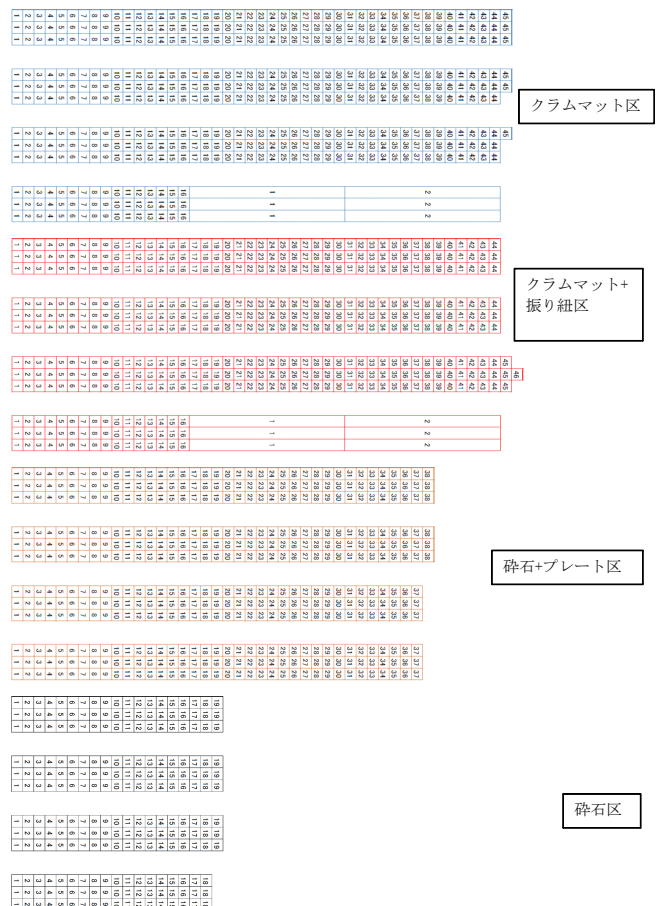


図3 試験区の配置（有区37号）

## 2. アサリ、タイラギ等の浮遊幼生等調査

### (1) 浮遊幼生調査

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4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28年4月から11月の計24回、4地点の表層が水深0.5m、中層が塩分躍層下1m、底層が海底上1mとし、各層の水深帯でエンジンポンプ又は水中ポンプの取水口を上下に2m程度動かしながら揚水し、網目幅58μmのプランクトンネットで濾水し採取した。ただし、水深7m以浅の地点は、表層と底層の2層とした。塩分躍層は、多項目水質計の塩分測定結果から現地で判断したが、明確でない地点では、中層を1/2水深とした。各層での揚水量は、6～9月は400L（200L×2本）、10～11月は200L（200L×1本）とした。

### (2) 水質調査

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連続で測定した。測定項目は、水深、水温、塩分、D0、濁度、クロロフィルとした。

### (3) 着底稚貝調査

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4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28年6月から12月までの計4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。採取回数は、タイラギ7回、サルボウ1回とし、タイラギの試料は7回分を混合した。

アサリは内径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。

### (4) 底質調査

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。

各調査で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。

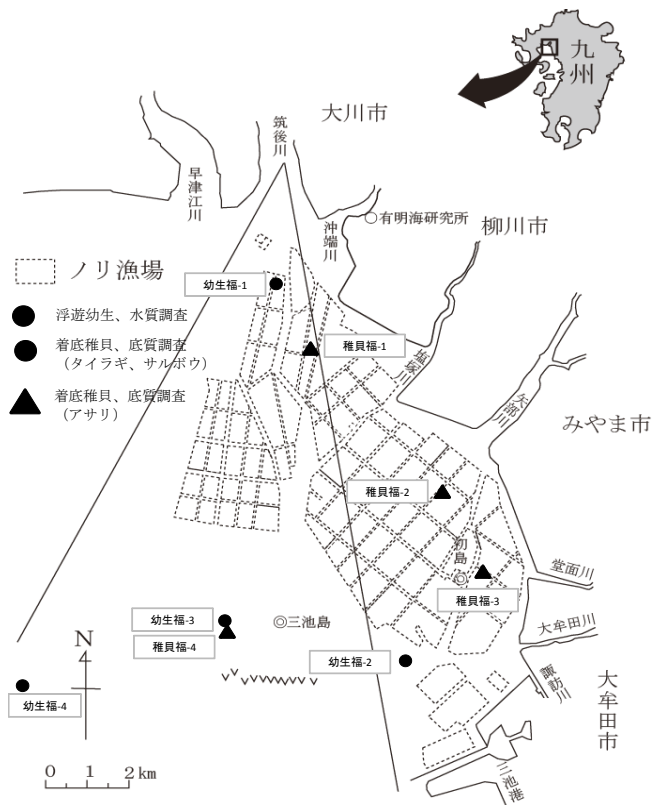


図4 浮遊幼生調査点

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	平成28年4月25日			
2	5月6日			アサリ
3	5月16日			
4	5月25日			
5	6月6日			アサリ・タイラギ・サルボウ・ハマグリ
6	6月15日			
7	6月26日			
8	7月5日			
9	7月15日			
10	7月25日			タイラギ・サルボウ・ハマグリ
11	8月5日			
12	8月15日	4地点×3層	4地点鉛直	
13	8月25日			
14	9月6日			アサリ・タイラギ・サルボウ・ハマグリ
15	9月15日			
16	9月23日			
17	10月3日			
18	10月11日			
19	10月17日			
20	10月24日			アサリ
21	11月2日			
22	11月8日			
23	11月18日			
24	11月22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	平成28年6月22日	4地点×1種×5試料		アサリ
2	9月14日	4地点×2種×1試料	4地点×3種	タイラギ、サルボウ
3	10月15日			
4	12月12日	4地点×1種×5試料		アサリ

### 3. アサリ移殖放流等追跡調査

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、アサリの移殖放流を平成28年6月17日から19日、6月27日から30日の6日間、放流後の追跡調査を平成28年6月1日から平成29年3月10日の期間に行った。

高密度に発生したアサリの密度調整のため、漁業者が目合い5mmのネットを取り付けた入り方ジョレンを用いてアサリ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有区8号、21号、38号、47号、303号、諏訪川河口とした。

移殖放流後の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、放流場所及び天然漁場においてアサリの枠取り調査、水質調査及び生息環境調査を行っ

た。

枠取り調査は、25×25cmの方形枠を用いて範囲内の深さ10cmの底質を採取し、目合い5mmのふるいを用いてアサリを選別後、個体数を計数した。また、不定期に試料を研究室に持ち帰り、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。生息状況調査は枠取り調査時に底質を目視により観察し記録した。

## 結果及び考察

### 1. アサリ漁場の造成及び天然採苗試験

有区3号及び有区303号における試験区別アサリ初期稚貝（殻長1mm以下）分布密度の推移を図5に示した。なお、本調査は平成27年度から継続しているものであるため、平成27年のデータも含める。初期稚貝は、いずれの漁場でも設置後から着底がみられたが、着底数は数百個体/m<sup>2</sup>で僅かであった。設置後最初の着底ピークは平成27年12月、平成28年1月、2月で、有区3号の対照区と碎石区で比較的多かったものの数千のオーダーで着底数としては少なかった。特に有区303号ではいずれの着底基質および対照区に着底数の差はみられなかった。

平成28年の春季産卵群の着底は同年5月に確認された。いずれの漁場も碎石区の着底数が最も多く、碎石区が有区3号で118,778個体/m<sup>2</sup>、有区303号で31,414個体/m<sup>2</sup>と特に有区3号で多かった。全体的にみても、有区3号で着底数が多かった。また、有区303号では碎石区と他の試験区の着底数に差がみられ、碎石区の次にクラムマット区で12,222個体/m<sup>2</sup>、クラムマット+振り紐区で10,505個体/m<sup>2</sup>、対照区で7,980個体/m<sup>2</sup>と碎石区以外ではあまり差はみられず、対照区が最も少なかった。

平成28年の秋季産卵群の着底は、平成29年1月に確認された。有区303号と比較して有区3号で多いものの、碎石区を除いた3試験区で1,414～3,737個体/m<sup>2</sup>、碎石区で最も少なく202個体/m<sup>2</sup>と前年5月と比較して少なかった。一方、有区303号では、碎石区が1,515個体/m<sup>2</sup>で他の試験区より多く、その他は303～707個体/m<sup>2</sup>と差は無かった。

全体的には、春季産卵群の着底数が秋季産卵群と比較して多い傾向がみられた。漁場間では、有区3号の方が有区303号より着底数が多く、試験区では碎石区が多い傾向がみられた。また、有区3号では対照区でも着底数

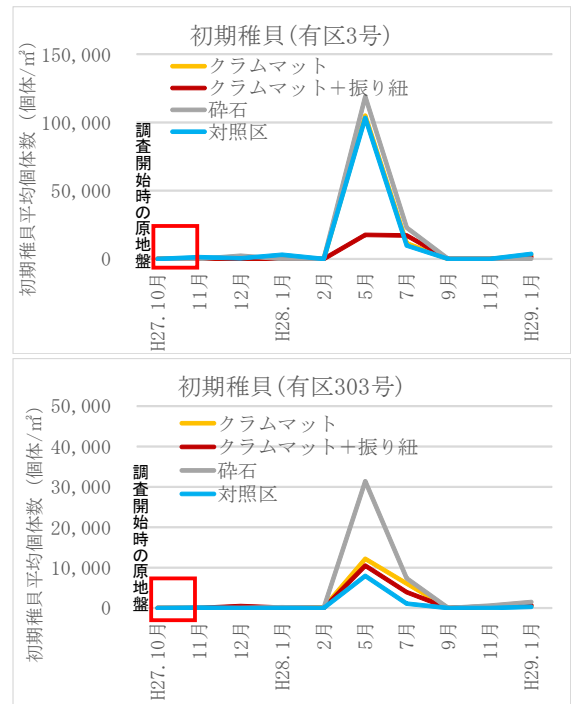


図5 初期稚貝の推移

が多かったのに対し、有区303号では対照区の着底量は少ない傾向がみられた。

有区37号における試験区別初期稚貝の推移を図6に示した。平成28年度に着底基質を設置した有区37号では、平成29年1月に対照区で初期稚貝2,424個体/m<sup>2</sup>の着底を確認した。他の試験区では、碎石+プレート区で202個体/m<sup>2</sup>の着底を確認し、クラムマット区およびクラムマット+振り紐区では着底を確認できなかった。既存設置区と同様に碎石を用いた着底基質で着底が良い傾向がみられた。

有区3号及び有区303号における試験区別稚貝、成貝の推移を図7に示した。有区3号では、対照区で平成28年9月、10月の秋頃に現存量がピークとなる傾向がみられ、湿重量は最大でおよそ15kg/m<sup>2</sup>にまで達した。その後、冬季まで斃死により減少し、初春から徐々に増加するという傾向もみられた。一方、クラムマット区およびクラムマット+振り紐区では、対照区よりは少ないものの冬季の減少はみられず、およそ1kg/m<sup>2</sup>で推移した。その後、対照区と同様に平成28年5月から7月にかけて5～7kg/m<sup>2</sup>まで増加した。その後は、対照区と同様に減少傾向がみられた。碎石区では、調査開始後低い値で推移していたが、平成29年5月から9月まで他の試験区と同様に増加し、以降は減少した。

有区303号では、平成28年2月までいずれの試験区も殆ど着底がみられなかったが、平成28年5月以降は対照区を除いた試験区で現存量の増加がみられた。個体数は



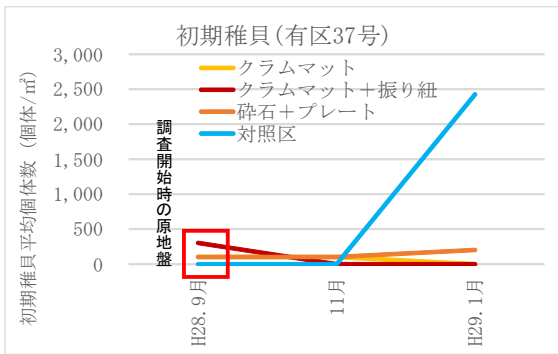


図6 初期稚貝の推移 (有区37号)

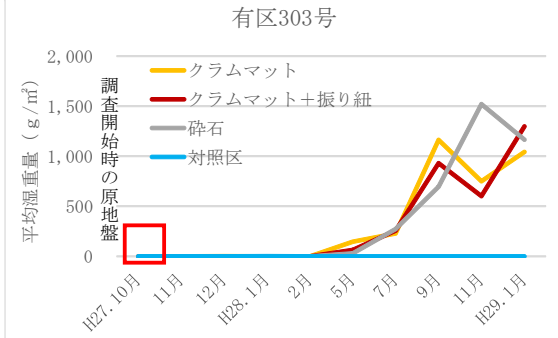
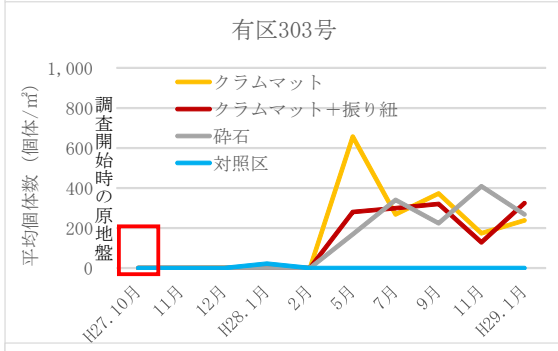
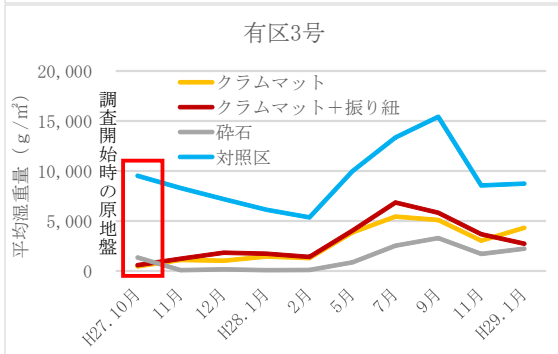
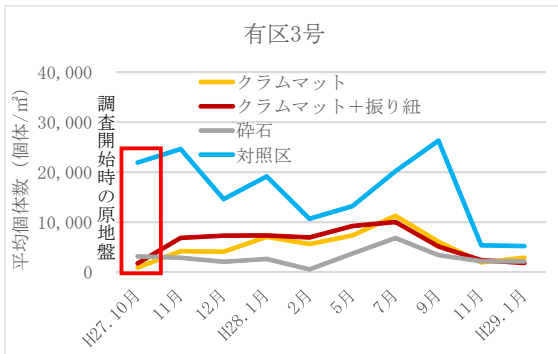


図7 稚貝, 成貝の推移

増減を繰り返しながら300個体/㎡前後で横這い状態であったが、湿重量は平成29年1月まで増加傾向を示し、クラムマット+振り紐区でおよそ1.3kg/㎡、砕石区でおよそ1.2kg/㎡、クラムマット区でおよそ1.0kg/㎡であった。対照区では、平成28年2月以降、出現がみられてない。

有区3号及び303号における平均殻長の推移を図8に示した。有区3号では、砕石区を除いた試験区で平均殻長が15mm前後から徐々に成長し、調査開始後1年となる平成28年9月には20mmに達した。その後、平均殻長に伸長はみられなかった。砕石区は平均殻長5mm程度から徐々に成長し、調査開始後1年となる平成28年9月に19mmまで達した。その後、平均殻長はやや小さくなり、平成29年1月には17.7mmとなった。一方、有区303号では、アサリ現存量の増加がみられた平成28年5月に平均殻長が10mmで、以降は徐々に成長し、平成29年1月には、28mmに達した。

有区37号における稚貝, 成貝の推移を図9に示した。有区37号は、新たに覆砂を行った漁場であり、調査開始時は対照区を含めてアサリの密度は低かった。設置2ヶ月後の平成28年11月では、多少の増減はあるもののいずれの試験区もほぼ横這い状態であった。その後、平成29年1月には対照区が3,867個体/㎡と増加し、その他の試験区はいずれも400個体/㎡程度であった。湿重量も同様の推移を示し、対照区は、平成29年1月に1,021.0g/㎡となり、その他の試験区はクラムマット+振り紐区で152.4g/㎡、クラムマット区で112.3g/㎡、砕石+プレート区で89.3g/㎡であった。

有区37号における平均殻長の推移を図10に示した。有区37号の平均殻長は、砕石区を除いて徐々に成長し、平成29年1月で13mmにまで達した。砕石区は平成28年11月時に他の試験区と比較して小さく7.0mm、その後、成長するものの10.5mmと他の試験区と比較してやや小さい結果であった。

平成28年度の有区3号の底質の経時変化を図11、粒度組成の経時変化を図12に示した。調査開始以降、COD、硫化物、強熱減量は、概ね横這い状態であったが、平成28年9月以降はCOD、強熱減量の増加傾向がみられた。粒度組成においては、平成28年1, 2月に細粒分の増加がみられたが、その後、減少し、調査開始時の粒度組成に戻った。その後、COD、強熱減量の増加と同調して、礫分の増加がみられた。冬季の細粒分の増加および底質の変化に関しては、ノリヒビの設置により細粒分が堆積したものと考えられ、ノリヒビの撤去後に回復したこと

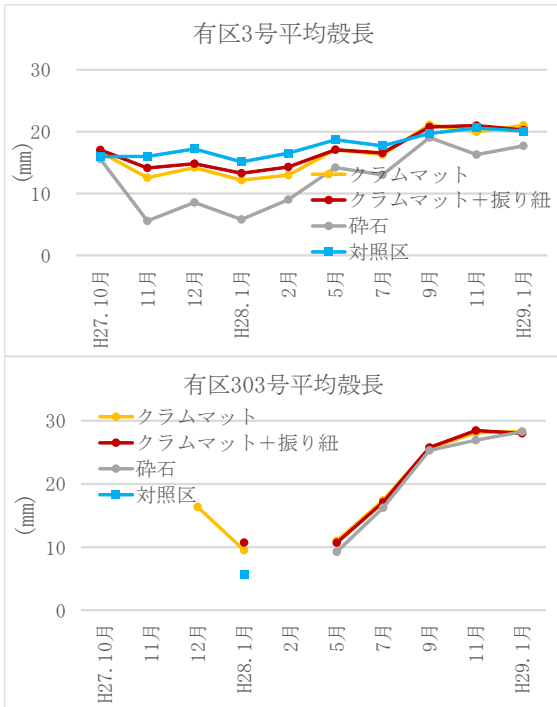


図8 平均殻長の推移

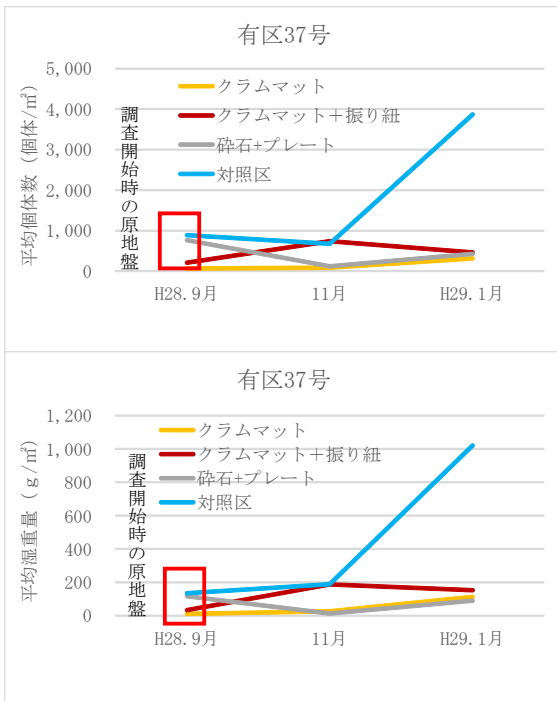


図9 稚貝，成貝の推移

からも、ノリヒビの影響であると考えられた。平成28年9月以降の変化については、稚貝，成貝の個体数の推移でみられた夏季以降の斃死によるもので、斃死した遺骸によるCOD，強熱減量の増加と死殻の堆積に伴う粗粒化によるものである。

平成28年度の有区303号の底質の経時変化を図13，粒度組成の経時変化を図14に示した。硫化物はほとんど検出されなかった。COD，強熱減量は，調査開始から平成

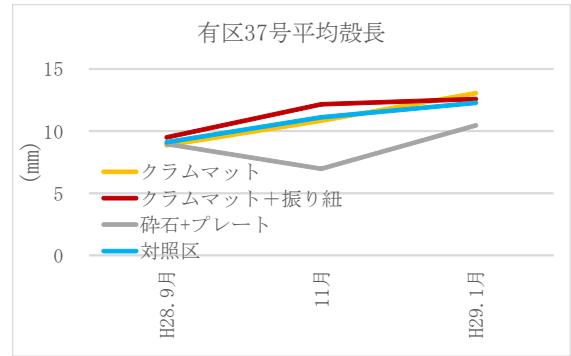


図10 平均殻長の推移

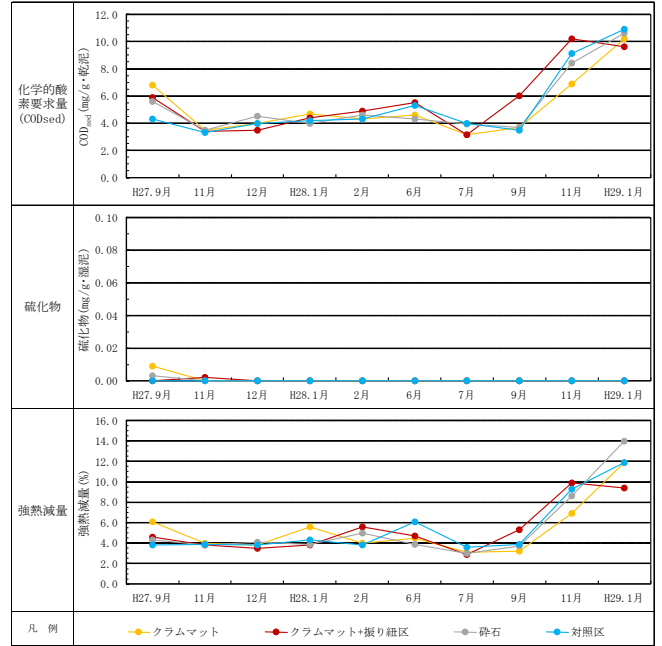


図11 底質の経時変化（有区3号）

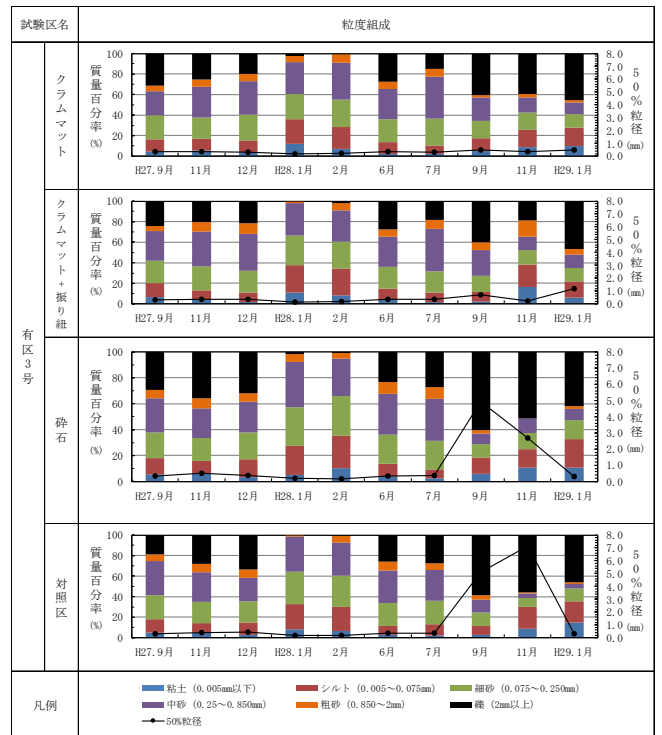


図12 粒度組成の経時変化（有区3号）

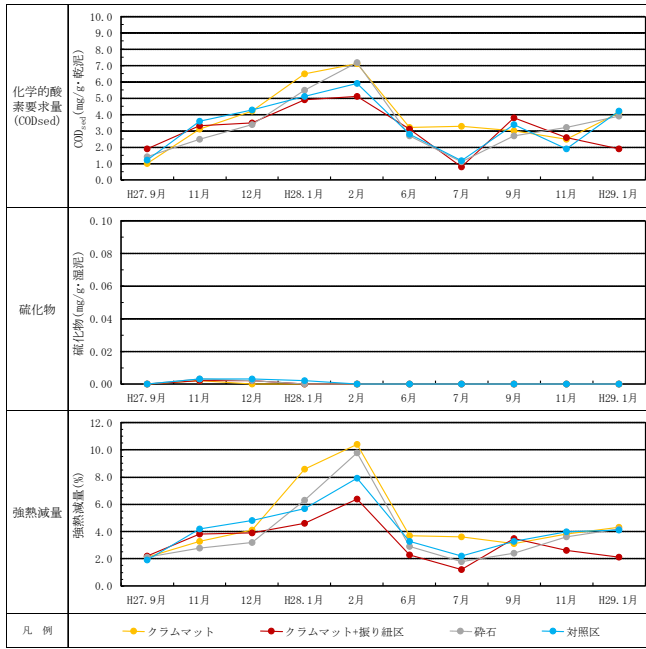


図13 底質の経時変化（有区303号）

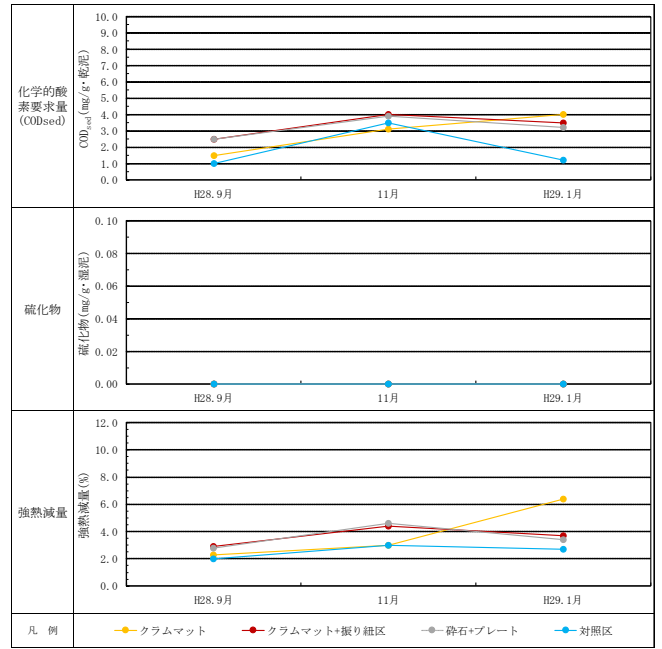


図15 底質の経時変化（有区37号）

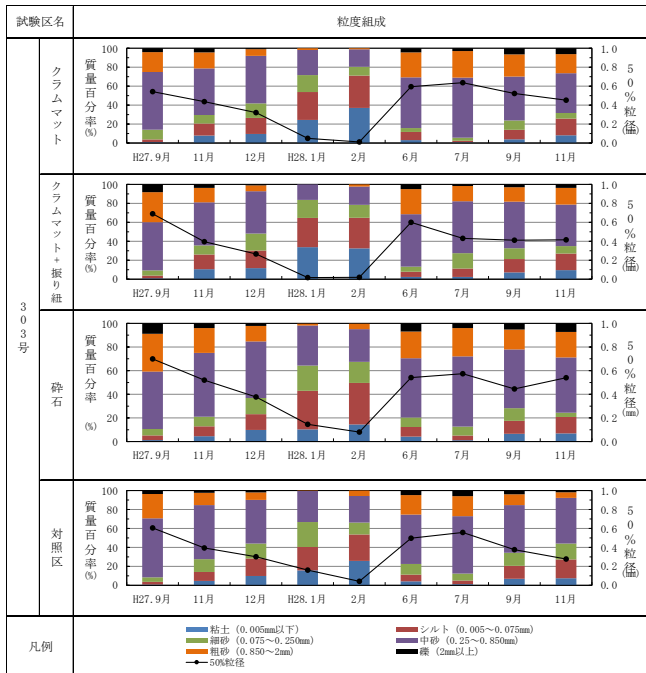


図14 粒度組成の経時変化（有区303号）

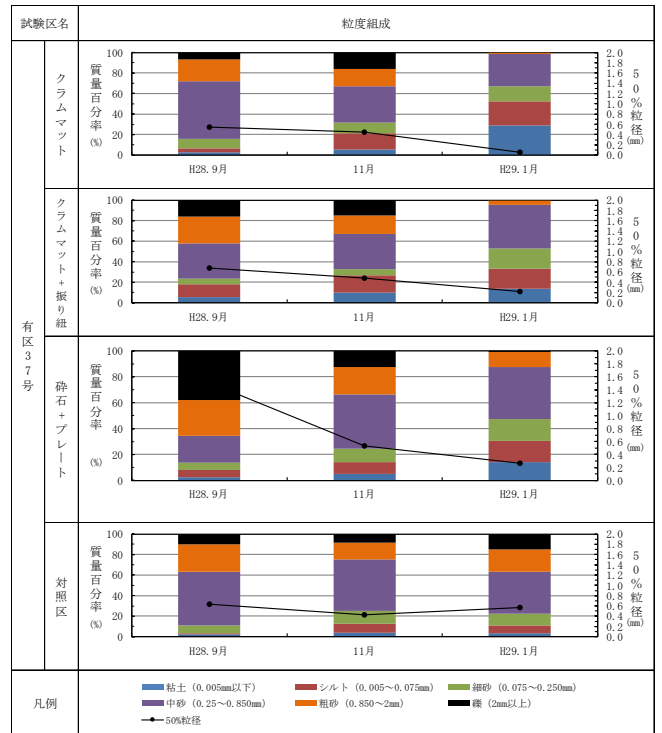


図16 粒度組成の経時変化（有区37号）

28年2月まで徐々に増加し、その後減少し、平成28年7月以降はほぼ横這いとなった。粒度組成もこれと同調して、平成28年2月まで細粒分の増加がみられ、その後、細粒分が減少し、元の組成に戻った。この変動については、有区3号と同様にノリヒビの影響と考えられた。

平成28年度の37号の底質の経時変化を図15に、粒度組成の経時変化を図16に示した。硫化物は調査開始以降から検出されていない。COD、強熱減量は、試験区により多少の増減はあるものの、明瞭な変化はみられない。また、いずれの項目もアサリの生息に影響を与える値は、

みられなかった。

春産卵群の着底時期である6月における有区3号の流速ベクトルの経時変化を図17、有区303号の流速ベクトルの経時変化を図18、平均流速と最大流速を表3に示した。有区3号では潮汐に応じた南北の往復流が卓越し、平均流速は15.7cm/s、最大流速は46.3cm/sで比較的早い潮流が観測された。有区303号でも潮汐に応じた南北の流れが卓越していたが、平均流速は5.2cm/s、最大流速は23.8cm/s程度と比較的緩やかであった。

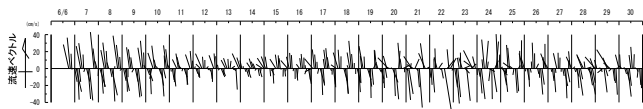


図17 有区3号の流速ベクトルの経時変化(6月)

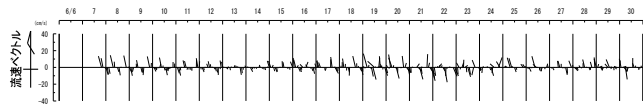


図18 有区303号の流速ベクトルの経時変化(6月)

表3 平均流速と最大流速(6月)

漁場	平均流速 (cm/s)	最大流速 (cm/s)
有区3号	15.7	46.3
有区303号	5.2	23.8

秋産卵群の着底時期である1月における有区3号の流速ベクトルの経時変化を図19, 有区303号の流速ベクトルの経時変化を図20, 有区37号の流速ベクトル図を図21, 平均流速と最大流速を表4に示した。有区3号では, 6月と比較して流速は遅く, 平均流速が14.0cm/s, 最大流速は1月13日に37.5cm/sが観測された。有区303号は, 6月と比較して流速が速く, 平均流速が11.4cm/s, 最大流速が1月14日に31.8cm/sが観測された。有区37号は, 平均流速が10.7cm/s, 最大流速は1月29日に37.7cm/sが観測された。

平成28年6月から平成29年1月までの有区3号の生息環境調査結果概要を表5に示した。なお, 干出時のデータは除外して整理した。有区3号では, 8月に最も水温が高く, 平均水温が31.4℃, 最高水温が39.7℃を記録した。塩分は, 6月, 7月の平均塩分はそれぞれ19.26, 16.12と降雨の影響で低く推移した。8月以降は, 下げ潮時の低塩分な表層水の影響で平均塩分は低いものの, 満潮時は概ね20台後半で推移していた。クロロフィル濃度は, 6月に平均値で20.88 μg/Lで, その後は徐々に減少し, 9月, 10月にはそれぞれ10.76 μg/L, 10.05 μg/Lとなった。11月以降は増加傾向を示し, 1月には20.21 μg/Lであった。濁度は, 調査期間を通して高く推移し, 特に干潮前後の低水位期に極端に高くなっていた。平均濁度も, 降雨による出水があった6月に高く70.9FTU, 冬季に向けて徐々に低下し, 1月には35.2FTUであった。

平成28年6月から平成29年1月までの有区303号の生息環境調査結果概要を表6に示した。なお, 干出時のデータは除外して整理した。有区303号では, 水温が7月, 8月に高く, いずれの月も平均水温は30.5℃であった。また, 最高水温は, 7月に39.6℃を記録した。塩分は, 7月の平均塩分が17.92と降雨による河川水の影響で低

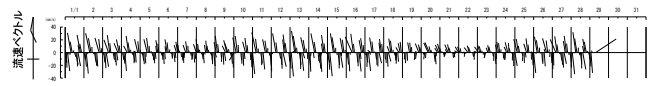


図19 有区3号の流速ベクトルの経時変化(1月)

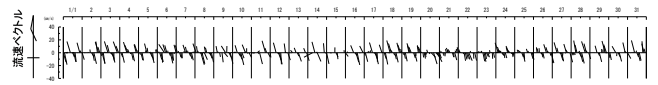


図20 有区303号の流速ベクトルの経時変化(1月)

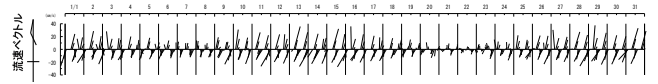


図21 有区37号の流速ベクトルの経時変化(1月)

表4 平均流速と最大流速(1月)

漁場	平均流速 (cm/s)	最大流速 (cm/s)
有区3号	14.0	37.5
有区303号	11.4	31.8
有区37号	10.7	37.7

表5 生息環境調査結果概要(有区3号)

測定項目	6月		7月		8月	
	測定範囲	平均値	測定範囲	平均値	測定範囲	平均値
水温(℃)	22.4 ~ 30.7	25.8	24.1 ~ 39.5	30.7	27.9 ~ 39.7	31.4
塩分(-)	0.17 ~ 29.21	19.26	0.25 ~ 25.04	16.12	2.02 ~ 29.04	24.29
クロロフィル(μg/L)	3.66 ~ 367.86	20.88	3.04 ~ 169.49	14.95	0.69 ~ 148.85	13.46
濁度(FTU)	2.6 ~ 1539.7	70.9	2.1 ~ 970.1	59.1	2.2 ~ 946.7	56.7

測定項目	9月		10月		11月	
	測定範囲	平均値	測定範囲	平均値	測定範囲	平均値
水温(℃)	21.1 ~ 31.7	27.5	18.2 ~ 27.1	23.5	5.0 ~ 20.9	18.0
塩分(-)	1.16 ~ 28.13	22.72	2.33 ~ 29.83	23.68	1.52 ~ 29.51	23.53
クロロフィル(μg/L)	2.65 ~ 57.42	10.76	2.89 ~ 88.79	10.05	2.77 ~ 318.01	14.70
濁度(FTU)	1.2 ~ 1320.6	54.1	2.7 ~ 953.1	51.9	1.9 ~ 648.9	44.7

測定項目	12月		1月	
	測定範囲	平均値	測定範囲	平均値
水温(℃)	7.4 ~ 16.8	13.8	5.2 ~ 13.6	10.8
塩分(-)	1.75 ~ 29.54	22.99	2.87 ~ 29.95	24.44
クロロフィル(μg/L)	2.18 ~ 700.36	22.87	1.21 ~ 111.05	20.21
濁度(FTU)	1.2 ~ 707.6	43.5	2.5 ~ 630.6	35.2

表6 生息環境調査結果概要(有区303号)

測定項目	6月		7月		8月	
	測定範囲	平均値	測定範囲	平均値	測定範囲	平均値
水温(℃)	22.0 ~ 31.7	25.0	23.7 ~ 39.6	30.5	24.1 ~ 38.5	30.5
塩分(-)	0.60 ~ 30.37	22.91	0.23 ~ 25.94	17.92	16.25 ~ 29.57	27.26
クロロフィル(μg/L)	3.27 ~ 118.42	28.38	3.89 ~ 126.51	31.57	2.00 ~ 180.54	21.58
濁度(FTU)	5.1 ~ 628.2	56.2	4.3 ~ 690.3	46.9	1.2 ~ 610.8	44.6

測定項目	9月		10月		11月	
	測定範囲	平均値	測定範囲	平均値	測定範囲	平均値
水温(℃)	23.6 ~ 35.1	27.4	21.9 ~ 29.5	25.8	14.7 ~ 24.0	20.7
塩分(-)	5.97 ~ 30.21	27.6	10.14 ~ 29.23	26.31	11.49 ~ 28.90	25.41
クロロフィル(μg/L)	3.20 ~ 89.54	13.07	2.04 ~ 57.69	10.47	2.08 ~ 61.46	7.14
濁度(FTU)	3.5 ~ 520.2	33.2	4.2 ~ 971.3	33.4	1.5 ~ 1353.5	33.1

測定項目	12月		1月	
	測定範囲	平均値	測定範囲	平均値
水温(℃)	10.8 ~ 18.7	16.2	8.0 ~ 16.4	13.6
塩分(-)	6.07 ~ 28.59	24.63	13.95 ~ 27.8	24.4
クロロフィル(μg/L)	2.62 ~ 358.74	9.75	2.46 ~ 198.68	20.43
濁度(FTU)	1.0 ~ 992.3	39.1	1.4 ~ 2113.0	22.5

く推移した。クロロフィル濃度は, 8月まで平均値が20 μg/L以上で推移したが, 以降は急減し, 10 μg/L前後で推移し, 1月に20.43 μg/Lにまで増加した。濁度は, 調査期間を通して高く推移し, 特に干潮前後の低水位期に極端に高くなっていた。平均濁度も, 降雨による出水が



あった6月に高く56.2FTU、冬季に向けて徐々に低下し、1月には22.5FTUであった。

平成28年9月から平成29年1月までの有区37号の生息環境調査結果概要を表7に示した。なお、干出時のデータは除外して整理した。有区37号では、調査を開始した9月の平均水温が28.7℃と調査期間中で最も高く、以降は低下し続け、1月には11℃となった。塩分は、調査期間中、概ね20台後半で推移した。クロロフィル濃度は、調査期間中、他の漁場と比較して低い値で推移していた。特に、10月、11月は6.02μg/L、5.28μg/Lと低く、9月、12月、1月は9.54μg/L、8.79μg/L、11.02μg/Lであった。濁度は、干潮前後の低水位期に一時的に上昇することはあるが、平均値で10FTU前後と調査期間を通して低く推移した。

(1) 各漁場の物理条件

初期稚貝の着底時期である6月の底面せん断応力の経時変化を図22、同じく6月の大牟田のアメダスデータの風速ベクトルの経時変化を図23、台風が接近、上陸した9月の底面せん断応力の経時変化を図24、同じく9月の大牟田のアメダスデータの風速ベクトルの経時変化を図25に示した。

北風が強く吹いた6月13日には底面せん断応力の変化はみられなかったが、南よりの風が吹いた6月15日以降に底質の移動限界を超える底面せん断応力が頻りに観測された。一方、台風が九州に接近、上陸した9月には、強い北風および北西風が発生していた。その際、有区3号では底面せん断応力に変化はみられなかったが、有区37号で底質の移動限界を超える底面せん断応力が観測され、北西風の発生時には有区303号でも同様の底面せん断応力が観測された。

これらのことから、有明海の比較的湾奥、北部に位置する有区3号では、北よりの風では攪乱が起こらないが、南よりの風が発生した場合は攪乱が起こる事がわかった。対して、試験を行った3漁場で最も南に位置し、比較的沖合に位置している有区37号では、南よりの風だけでなく、北よりの風が発生した場合も攪乱が起きることがわかった。また、漁場の東側が護岸に接する有区303号では、北西風が発生した場合に攪乱が起こる事がわかった。

稚貝の移動限界を超えるせん断応力の発生割合を表8～10に示した。有区3号では、初期稚貝の着底時期である6月から9月に掛けて潮流に対しても波浪に対しても不安定であった事がわかった。10月以降は、各試験区で粗粒化し、底質が安定化したため、稚貝の移動限界が上

表7 生息環境調査結果概要 (有区37号)

測定項目	9月		10月		11月	
	測定範囲	平均値	測定範囲	平均値	測定範囲	平均値
水温 (°C)	25.4 ~ 31.7	28.7	23.5 ~ 30.4	27.1	16.5 ~ 24.6	21.5
塩分 (-)	24.21 ~ 29.02	27.67	19.65 ~ 29.57	26.56	18.0 ~ 28.52	26.3
クロロフィル (μg/L)	2.73 ~ 132.25	9.54	0.52 ~ 42.58	6.02	0.83 ~ 174.9	5.28
濁度 (FTU)	1.4 ~ 241.6	11.8	1.9 ~ 282.1	11.3	2.0 ~ 182.5	9.9

測定項目	12月		1月	
	測定範囲	平均値	測定範囲	平均値
水温 (°C)	8.7 ~ 19.5	15.7	2.6 ~ 13.6	11.0
塩分 (-)	19.33 ~ 28.44	26.52	20.07 ~ 28.23	26.4
クロロフィル (μg/L)	0.52 ~ 506.81	8.79	1.03 ~ 96.17	11.02
濁度 (FTU)	1.1 ~ 631.9	12.9	0.9 ~ 133.0	5.1

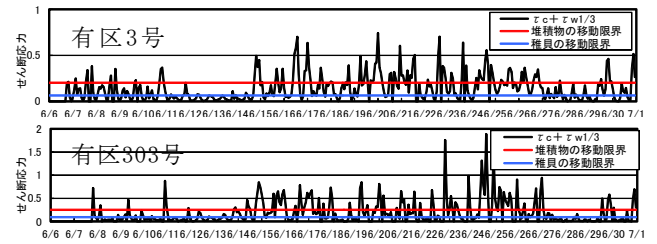


図22 底面せん断応力の経時変化

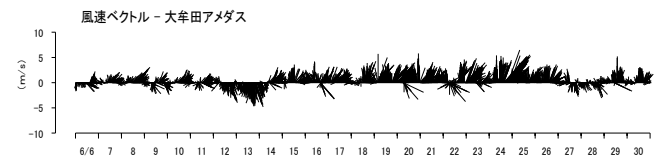


図23 大牟田アメダスの風速ベクトルの経時変化 (6月)

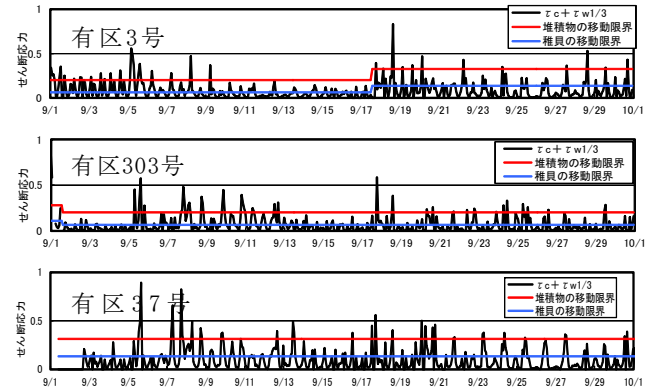


図24 底面せん断応力の経時変化

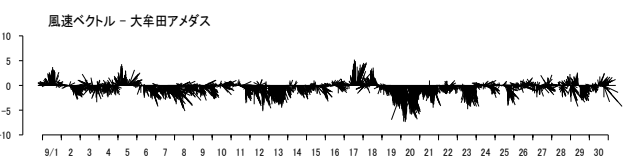


図25 大牟田アメダスの風速ベクトルの経時変化 (9月)

昇していた。そのため、稚貝の移動限界を超える流れの発生頻度も少なくなり、安定した状態であった。その後、12月から1月に底質の細粒化とともに不安定化していた。一方、有区303号では、潮流に対しては安定しているが、波浪に対しては不安定な漁場であることがわかった、ただし、9月以降に潮流に伴う限界以上のせん断応力が増加し、波浪について減少していた。有区37号で

表8 稚貝の移動限界を超える底面せん断応力の発生割合（有区3号）

地区	期間	発生割合		稚貝の移動限界
		潮流成分	波浪成分	
有区3号	6月6日 ~ 7月4日	31.9	51.2	0.065
	7月4日 ~ 8月4日	31.2	41.0	0.062
	8月4日 ~ 9月17日	31.7	25.9	0.062
	9月17日 ~ 10月15日	8.5	15.5	0.136
	10月15日 ~ 11月18日	9.3	8.0	0.136
	11月18日 ~ 12月13日	10.9	12.5	0.103
	12月13日 ~ 1月29日	28.2	21.5	0.059

※稚貝に対する限界値以上の割合(%)

表9 稚貝の移動限界を超える底面せん断応力の発生割合（有区303号）

地区	期間	発生割合		稚貝の移動限界
		潮流成分	波浪成分	
有区303号	6月7日 ~ 7月5日	0.5	55.5	0.095
	7月5日 ~ 8月5日	0.2	42.2	0.112
	8月5日 ~ 9月1日	0.3	36.2	0.112
	9月1日 ~ 9月16日	2.9	38.3	0.067
	9月16日 ~ 10月14日	6.2	34.9	0.067
	10月14日 ~ 11月15日	16.9	19.7	0.067
	11月15日 ~ 12月17日	25.0	21.7	0.051
	12月17日 ~ 2月2日	17.5	24.1	0.056

※稚貝に対する限界値以上の割合(%)

表10 稚貝の移動限界を超える底面せん断応力の発生割合（有区37号）

地区	期間	発生割合		稚貝の移動限界
		潮流成分	波浪成分	
有区37号	9月2日 ~ 10月2日	4.6	25.1	0.134
	10月2日 ~ 11月14日	5.0	16.6	0.134
	11月14日 ~ 11月27日	8.9	25.8	0.078
	12月19日 ~ 2月2日	7.4	21.8	0.114

※稚貝に対する限界値以上の割合(%)

も、潮流に対しては安定しているが、波浪に対してはやや不安定な漁場であることがわかった。各漁場の稚貝の移動限界を超える底面せん断応力の潮流成分や波浪成分の割合の変化の要因は不明であることから、今後詳細な検証が必要である。

(2) 漁場、基質の違いによる着底効果の比較

初期稚貝の着底のピークがみられた平成28年5月と平成29年1月の各漁場の初期稚貝の着底数を表11に示した。5月、1月ともにいずれの試験区でも初期稚貝の着底数は、有区3号で最も多かった。先述の底面せん断応力の結果から初期稚貝の着底に厳しい環境であると考えられ、この結果の要因については、不明であった。また、基質の違いによる着底数を比較すると、砕石区が最も多い結果であったが、次いでクラムマット区、対照区も大

表11 各漁場における平成28年5月と平成29年1月の初期稚貝の着定数

	地区	クラムマット	クラムマット+振り紐	砕石	対照区
		5月	有区3号	104,848	17,576
	有区303号	12,222	10,505	31,414	7,980
	有区3号	2,626	1,414	202	3,737
1月	有区303号	505	707	1,515	303
	有区37号	0	0	202	2,424

\*：有区37号の砕石区は、砕石+プレート区の結果を示す。

量の着底数となっており、着底効果については、ほとんど差がないものと思われた。クラムマット+振り紐区では、他の試験区と比較して少なく、振り紐が初期稚貝の着底を阻害していることが考えられた。有区303号も有区3号より少ないものの、着底数は比較的多かった。着底基質間では、砕石区で着底数が多く、次いでクラムマット区、クラムマット+振り紐区で、対照区が最も少なかった。これは、有区303号が波浪の影響が強い漁場であるため、重量のある砕石が安定しており、基質に着底した稚貝がより多く滞留し、着底することができるためと考えられた。有区37号では、クラムマット区、クラムマット+振り紐区に着底がみられなかったが、これは設置後、時間が十分に経過しておらず、クラムマット内に砂質が溜まっていないためと思われた。今後、クラムマット内に砂質が溜まり、内部の基質が安定することによって着底数が増加すると考えられた。

(3) 各漁場の育成状況と餌料環境

各地先の肥満度の推移を図26、クロロフィルフラックスを図27に示した。有区3号、有区303号の肥満度は、5月に高く、11月に低下し、その後回復した。特に、有区3号では平成29年1月に10から15以上まで回復し、有区303号より高い結果であった。また、有区3号では、対照区の個体数に変動がみられるが、着底着質区では設置後ほぼ横這いで推移した。湿重量も同様の傾向がみられ、殻長組成はいずれの試験区でも平成28年9月以降、殻長20mm程度で推移し、殻長の伸長はみられなかった。一方、有区303号では、平成28年9月から個体数はほとんど変わらないものの、湿重量は増加傾向にあり、平均殻長も殻長30mm近くまで伸長していた。

餌料環境をみると、月別のクロロフィルフラックスでは、いずれの漁場でも5月頃から11月に低下し、1月に回復する傾向がみられ、肥満度の傾向と同様であった。また、漁場別では、有区3号が調査期間を通して高い傾向にあった。有区303号では、時期によりクロロフィル濃度の変動が高く、クロロフィルフラックスも季節変化

がみられた。有区37号では、クロロフィル濃度の変動は少ないが、流れに季節変化がみられ、他の漁場と比較して低めであった。

このように餌料環境では有区3号が良好な結果であり、平成29年1月の肥満度の結果からも同様の結果がみられた。しかしながら、平均殻長をみると有区3号では対照区を含めて平均殻長20mm程度で横這いになるのに対し、有区303号では平均殻長が30mm近くまで成長しており、湿重量も同様に増加傾向を示していた。これは、各漁場の分布密度の違いによるものと考えられた。有区303号では有区3号と比較して分布密度が低いため、クロロフィルフラックスが低くても殻長が大きくなったと思われる。有区3号の殻長組成の推移をみると、有区3号でも殻長30mm近い個体も確認されるがそれ以上に小型の個体数が多く、秋以降の斃死により大型個体共々いなくなってしまいう現象がみられた。恐らく有区3号でも殻長30mm近くまで十分育つ餌料環境があるものの、それ以上に小型個体の加入、集積が著しく、秋以降に餌料不足となって全体的に斃死し、大量の小型個体は生残し、数の少ない大型個体は生残しないのではないかと考える。有区3号に加入、集積する小型個体を移殖、拡散させることで、アサリ資源を有効に利用することが出来るようになる。

平成28年度は、有区20号及び37号において砂の厚さ20cmの漁場造成（覆砂）を行った。その効果については、今後継続して調査を行う必要がある。また、今後新たな場所に漁場を造成するためには、アサリ等の対象となる二枚貝の生息に適した底質や地盤高になるよう検討する必要がある。

天然採苗試験は、有区3号及び有区303号において平成27年度から継続した調査を行っており、有区3号の対照区では多くのアサリが分布する場所、有区303号の対照区では着底稚貝は確認されるものの、流況等により減耗する場所であることがわかった。天然採苗試験の着底基質の結果をみると、有区3号で最大5～7kg/m<sup>2</sup>、有区303号で最大1.3kg/m<sup>2</sup>のアサリが確認された。天然採苗では稚貝の確保や親貝の保護などの目的により設置場所が異なると考えられ、今回の調査結果から稚貝の確保は有区3号、親貝の保護は有区303号が望ましいと考えられた。

特に、有区303号では対照区でアサリがみられないものの着底基質区では殻長3cmより大きな成貝まで成長しており、漁獲の面からも期待できる。今後は、現在設置している着底基質の調査を継続するとともに新たな漁場

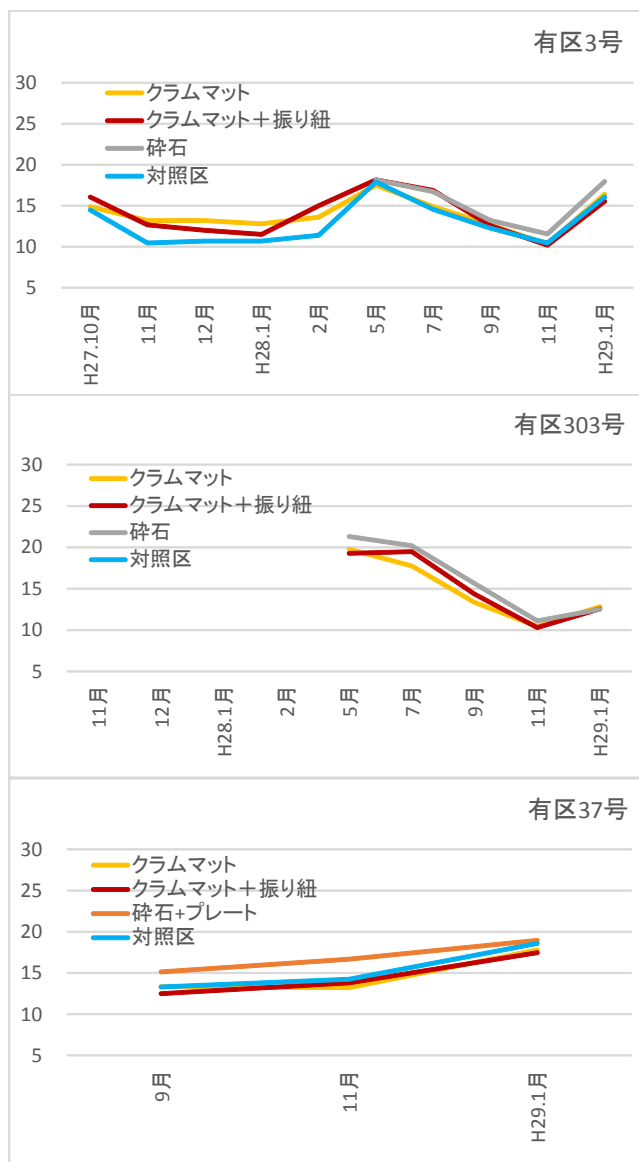


図26 肥満度の推移

にも着底基質を設置して採苗適地を検討する必要がある。また、着底基質により採苗ができれば、その管理方法なども検討する必要がある。

### 3. アサリ稚貝の移殖放流・追跡調査

#### (1) 移殖放流

アサリの移殖放流作業における採捕量を表12に示した。採捕作業は、6日間で延べ158隻（474名）で行い、採捕量は164.5トン、そのうちアサリの重量は139.5トンであり、漁獲物に対するアサリの割合は84.8%であった。採捕したアサリの殻長組成を図28に示した。アサリは殻長16～22mmの出現頻度が高く、平均殻長は19.0mmであった。

採捕したアサリの放流場所及び放流量を図29及び表13に示した。放流したアサリは有区21号が最も多く69.2

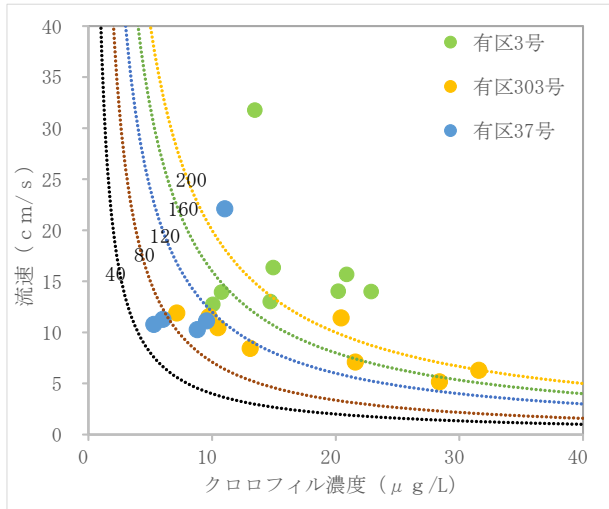
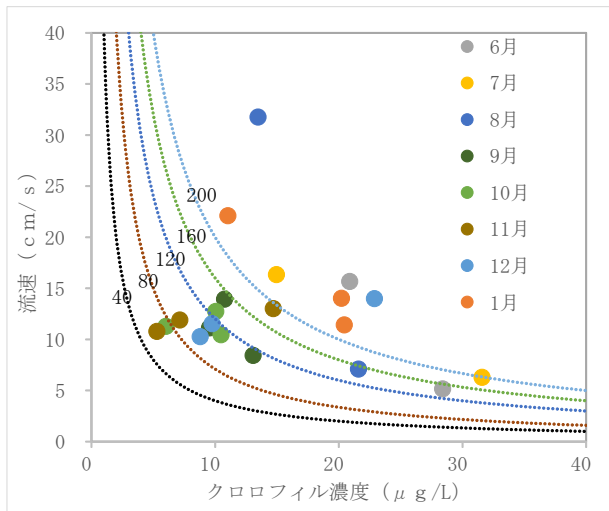


図27 クロロフィルフラックス  
(上：月別，下：漁場別)

表12 移植放流作業におけるアサリの採捕量

年月日	隻数	採捕量 (t)	うちアサリ重量 (t)
平成28年6月17日	22	21.9	17.5
平成28年6月18日	19	21.3	19.1
平成28年6月19日	24	18.8	16.7
平成28年6月27日	23	24.8	19.3
平成28年6月28日	24	28.1	23.7
平成28年6月29日	22	22.9	18.8
平成28年6月30日	24	26.8	24.5
合計	158	164.5	139.5

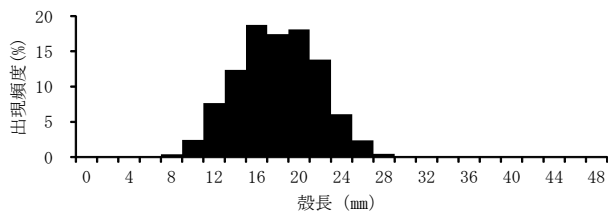


図28 採捕したアサリの殻長組成

トン，次いで有区8号の55.7トンであった。

移植放流の採捕場所，放流場所及び天然漁場におけるアサリの月別分布密度を図30に示した。アサリの分布密

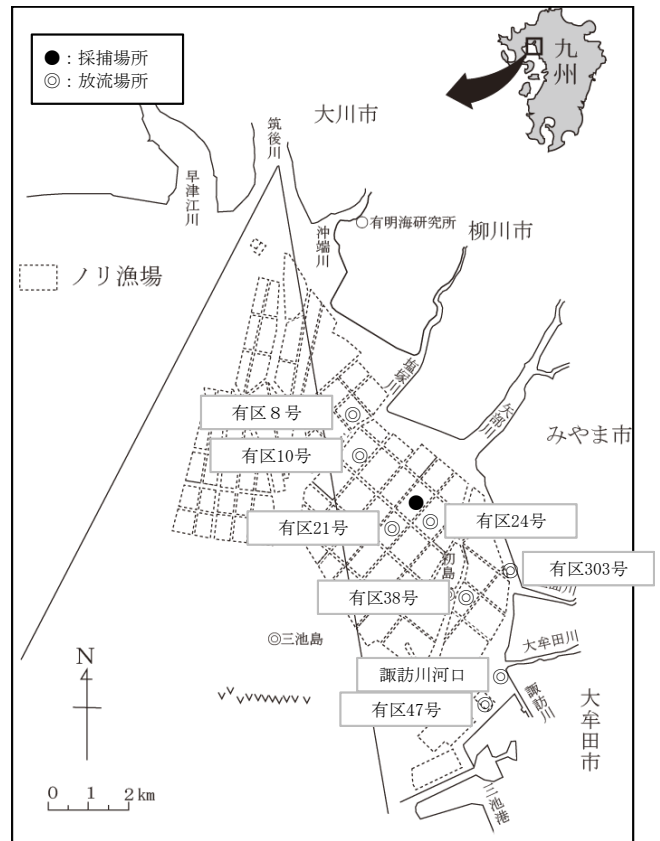


図29 アサリの採捕場所及び放流場所  
(平成27年度以降)

表13 アサリの放流場所及び放流量

年月日	採捕量	放流場所					
		有区8号	有区21号	有区38号	有区47号	有区303号	諏訪川河口
平成28年6月17日	17.5	7.1	9.0	1.4			
平成28年6月18日	19.1	7.5	9.9	1.6			
平成28年6月19日	16.7	6.3	8.4	2.0			
平成28年6月27日	19.3	7.9	8.8			2.6	
平成28年6月28日	23.7	9.1	12.3		1.6	0.7	
平成28年6月29日	18.8	7.6	9.4	1.0			0.9
平成28年6月30日	24.5	10.2	11.5	2.1	0.6		
合計	139.5	55.7	69.2	8.2	2.2	3.3	0.9

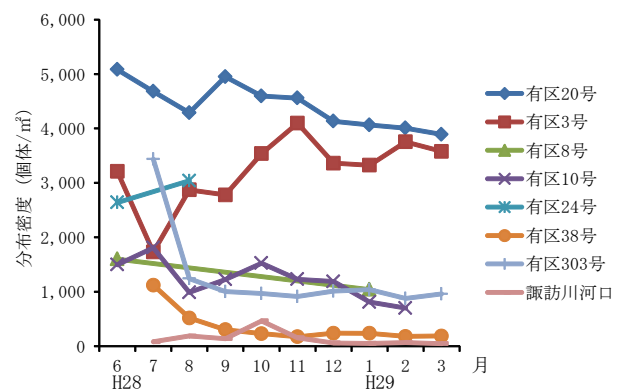


図30 漁場別分布密度の推移

度をみると，採捕場所（有区20号）では4,300個体/㎡，天然漁場（有区3号）では3,000個体/㎡程度を推移した。放流場所のうち保護区の漁場（有区10号）では1,500個体/㎡程度で推移した。その他の放流場所では放流後から減少している漁場が多かった。



漁場別殻長組成の推移を図31に示した。有区20号では、平成28年8月以降、欠測のためデータがない。殻長組成をみると、有区8号、有区10号、有区38号では、平成28年8月又は9月に春季発生群のアサリ稚貝がみられた。各漁場に放流した平均殻長19.0mmのアサリは平成28年10月までに殻長25mm程度まで成長したが、その後は水温や餌料の低下と考えられる要因により成長が鈍化した。分布密度が高い有区3号では、全体的にアサリの成長が遅かった。

今回の移殖放流及び追跡調査は、漁業者が主体となり移殖するアサリの採捕、放流、追跡を行うことによりアサリ資源の管理を積極的に進めるものである。有明海における移殖放流は、主に殻長20mm前後で春季に行われることが多く、今回、平均殻長19.0mmのアサリ稚貝の移殖及び追跡調査を行った。放流後の追跡調査では、分布密度が高い天然漁場の有区3号と比較して、分布密度が低い放流漁場で成長が良かったことや採捕場所である有区20号のアサリの分布密度を移殖により低下することでアサリの成長促進や斃死対策が進んだと考えられた。一方、

保護区以外の放流漁場では分布密度が低下した。この要因として、有区20号や有区3号では、アサリ稚貝が発生することにより、分布密度の低下が軽減されたこと、保護区以外の放流漁場では保護区になっていないため、成長したアサリが漁獲されたことが考えられる。事実、有区8号では平成28年秋季頃アサリが漁獲されているとの情報があった。

また、追跡調査により詳細な調査データが得られ、アサリや周辺環境に異常がみられた場合は情報が得られた。さらに、追跡調査の際に、ツメタガイやその卵塊を回収したことにより、有区20号では他の天然漁場と比較してツメタガイによる食害が少ない感触が得られた。

天然採苗試験の結果から、平成28年度は夏季から冬季にかけてクロロフィル濃度が低下し、餌料不足が起きている可能性が示唆された。アサリの減耗要因の一つである河川からの出水や餌料不足に対して移殖放流は有効な方法であり、今後は、高密度に発生したアサリ資源を有効に活用するために、移殖放流や適地選定のための追跡調査を継続して行う必要がある。

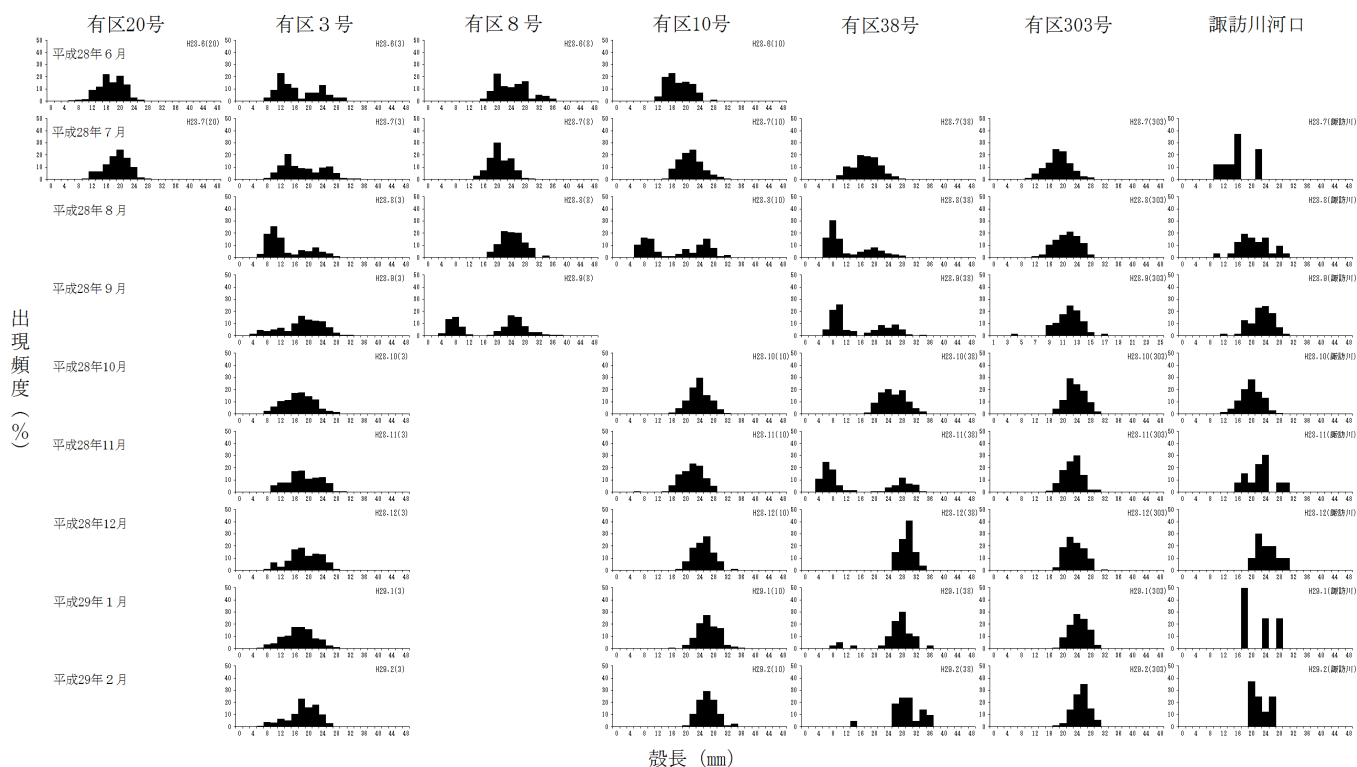


図31 漁場別殻長組成の推移

# 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による分布調査を行った。調査したノリ小間数に1小間の面積（44m×18m）を乗じて求めた調査面積で、親貝の採捕数を除して、分布密度を求めた。

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、ノリ小間あたりの分布数を目視により計数した。また、現場で殻高を測定し、殻長-殻高関係式<sup>1)</sup>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。

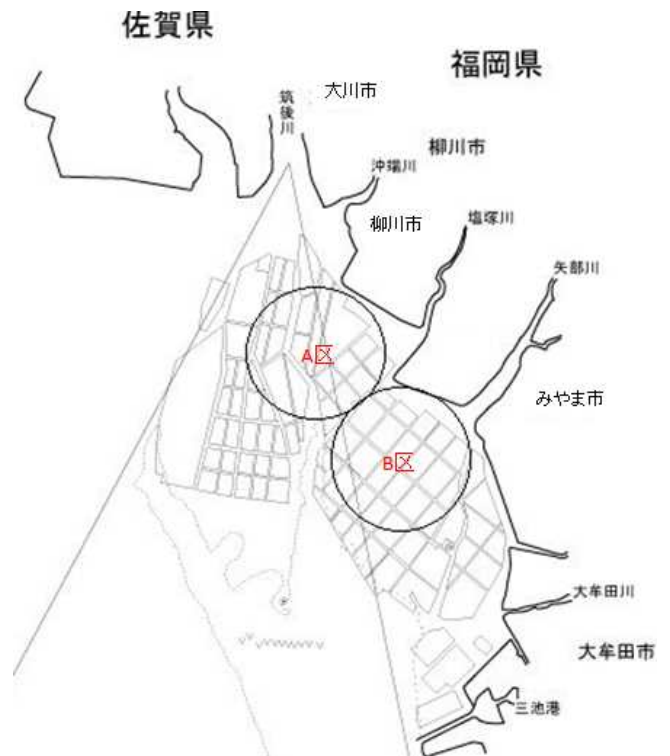


図1 調査区域

### 結 果

#### 1. 親貝の分布状況調査

ノリの支柱が設置された平成28年10月～29年1月の間に調査した各干潟域における分布密度を図2に示した。

柳川市地先（A区）については、28年11月に0.001個/m<sup>2</sup>、12月に0.007個/m<sup>2</sup>であった。

みやま市地先（B区）では、28年11月に0.009個/m<sup>2</sup>、29年1月に0.003個/m<sup>2</sup>であった。

28年12月15日にみやま市地先で採捕したタイラギの殻長組成を図3に示した。殻長150mm以上の親貝の平均殻長は173±17mmで、150～185mmと190～205mmの群がみられた。

また150mm未満の貝は45%ほどみられた。

## 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<sup>2)</sup>であ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28年7月5日に柳川市地先で採捕したタイラギ親貝 (殻長159mm以上) の殻長組成をみると, 170mm, 215mm, 240mmをモードとした群がみられた (図8)。

肥満度は雌雄で大きな差はみられず, ここ3年間ではやや低い値となった (図9)。

成熟度の指標としている内臓指数は, 28年7月に雌16.3, 雄15.9と, 26年7月の値雌12.8, 雄12.6より高く, 28年7月の雌17.5, 雄14.9<sup>3)</sup>とも遜色のない値を示した (図10)。

## 4. 採卵用親貝の提供

平成28年10月3日に大牟田市地先で採捕したタイラギ96個 (平均殻長147±24mm, 殻高60±10mm, 殻付重量53±19g) のうち約60個を, 三池島海底においてブイ付きのポケットネットに収容して12月7日まで育成し, うち30個 (平均殻長158±15mm, 殻高69±6mm, 殻付重量71±18g) を29年度の種苗生産用に, 西海区水産研究所へ提供した。

## 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.
- 3) 塚本達也, 前野幸男, 松井繁明, 吉岡直樹, 渡辺康憲. 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.

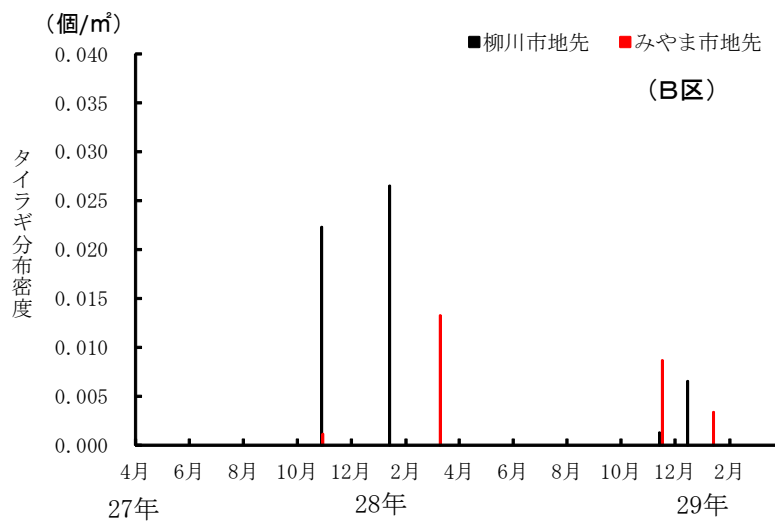


図2 干潟域のタイラギ親貝徒取り採捕数 (殻長150mm以上)

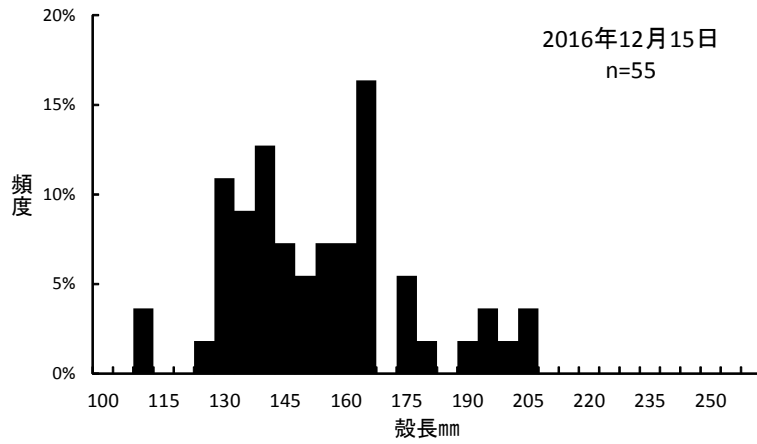


図3 干潟域で採捕されたタイラギの殻長組成

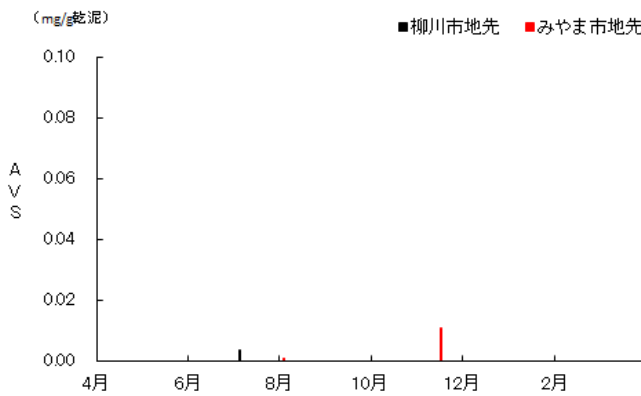


図4 干潟調査時の酸揮発性硫化物量 (AVS)

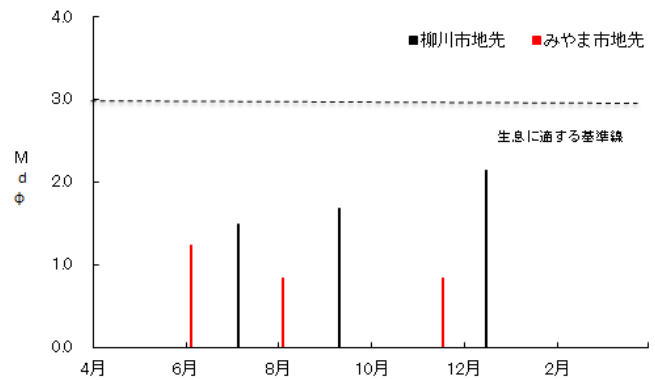


図5 干潟調査時の中央粒径値 (Md φ)

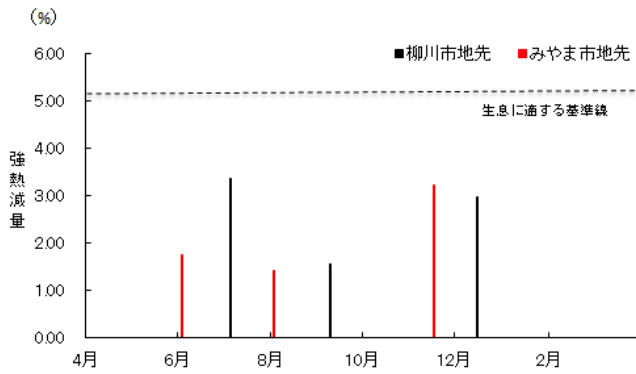


図6 干潟調査時の強熱減量

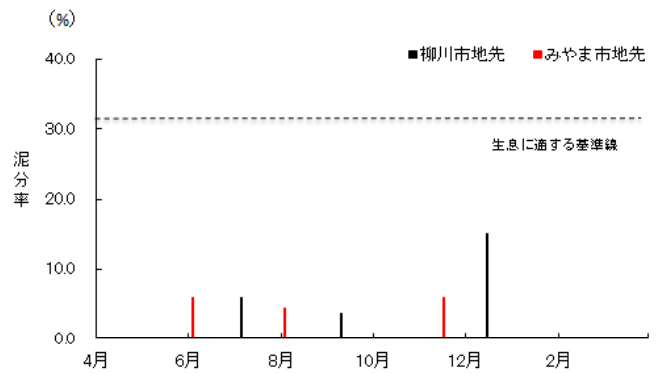


図7 干潟調査時の泥分率



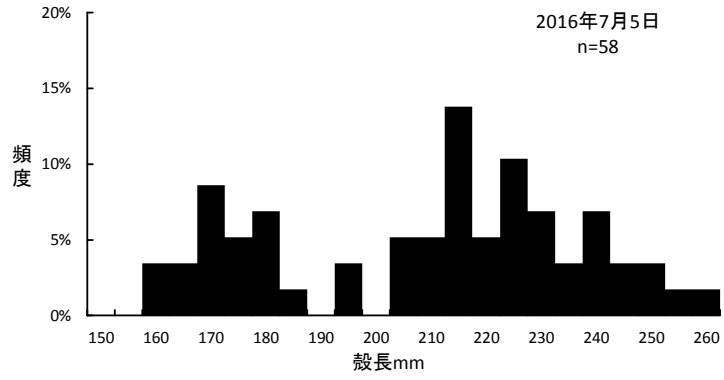


図8 干潟におけるタイラギ親貝の殻長組成

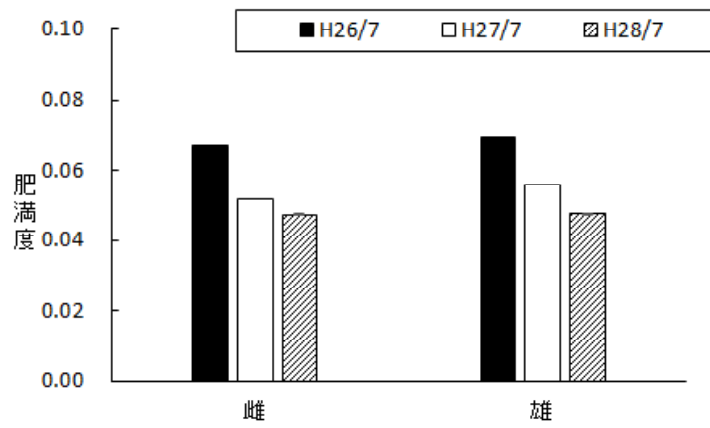


図9 干潟におけるタイラギ親貝の肥満度

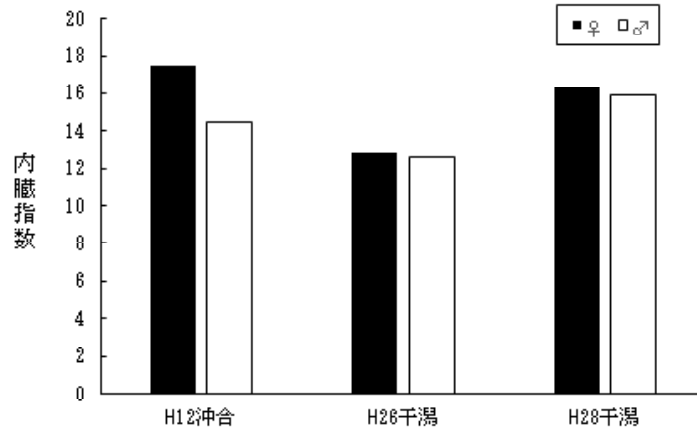


図10 干潟におけるタイラギ親貝の内臓指数

# 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。<sup>1)</sup>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にくいことなどの条件が必要と考えられるため、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526 $\mu$ m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かご(0.46 $\times$ 0.32m)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526 $\mu$ m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の上部に固定した。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、<sup>1)</sup>+0.5m, +1.0m, +1.5mとした。有明

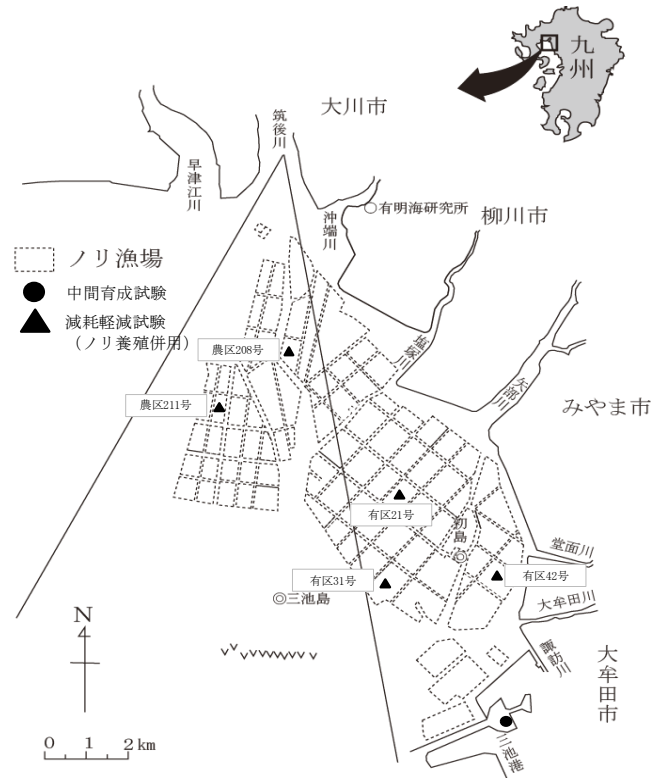


図1 調査位置図

表1 試験区の概要

	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 (密度)	1,000個体 (113,000個体/m <sup>2</sup> ) 2,000個体 (227,000個体/m <sup>2</sup> ) 4,000個体 (454,000個体/m <sup>2</sup> )	17,500個体 (115,798個体/m <sup>2</sup> ) 35,000個体 (232,000個体/m <sup>2</sup> )
その他	—	蓋メッシュの有無
施設のメンテナンス	有	無
施設の数量	各試験区4個	各試験区4個

式かぐや装置を設置した地盤高は、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/m<sup>2</sup>)が最も適していたことから、<sup>1)</sup>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、17,500個体(115,798個体/m<sup>2</sup>)と豊前式かぐや装置

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/m<sup>2</sup>)のアサリ稚貝を収容した。有明式かぐや装置では、野菜かごの蓋に目合い526 $\mu$ mのメッシュを取り付けた試験区と目合い7.8mmの蓋だけの試験区を設けた。試験には、有明海産母貝を用いて豊前海研究所で平成27年秋季と平成28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27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、各試験区に平均殻長1.8mmのアサリ稚貝を収容した。試験期間は、平成28年4月22日から7月27日の96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39日後、67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。各試験区のアサリの成長及び生残を比較するため、試験終了時に各装置を回収し、各試験区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。

また、有明式かぐや装置内の底質の状況を把握するため、試験開始前及び試験開始後に蓋メッシュの有無別の試験区で任意の1カ所の底質を内径34mm、長さ10cmのアクリルパイプを用いて柱状に採取し、表層5cmを分析に供した。底質の分析項目は、中央粒径値、泥分率及び強熱減量とした。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、強熱減量については、水質汚濁調査指針<sup>2)</sup>に準じた。

さらに、有明式かぐや装置内の付着物の状況を把握するため、全ての試験区でカゴ内のカキ類を選別し湿重量を計量した。

#### (2) 夏季試験

平成28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、各試験区に平均殻長0.8mmのアサリ稚貝を収容した。試験期間は、平成28年8月4日から12月13日までの131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25日後、71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、各試験区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。

また、春季試験と同様に底質調査とカキ類の計量を行った。

## 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5カ所とした。調査期間は、ノリ養殖の期間中である平成28年10月21日から平成29年3月22日までの159日間とした。試験区は、図2に示すとおり、3mm程度のアンスラサイトを2kgと4kg入れた30 $\times$ 60cm目合い3mmのラッセル網袋に平均殻長9.3mmのアサリを200個体ずつ収容したもので、その網袋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。設置した網袋の数量は、1カ所につき5袋とした。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。

## 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、有明式かぐや装置の試験区別平均殻長及び生残率を表2に示した。豊前式かぐや装置の平均殻長は地盤高+1.5mの1,000個体収容した試験区で8.8mmとなり最も大きく、生残率は地盤高+1.0mの1,000個体収容した試験区で61.1%となり最も高かった。有明式かぐや装置の平均殻長は蓋メッシュ無の17,500個体収容した試験区で8.3mmとなり最も大きく、生残率は同じ試験区で73.5%となり最も高かった。

有明式かぐや装置の試験区別底質の状況を表3に示した。試験開始前の泥分率は2.2%であったが、試験終了時の蓋メッシュ有では1.7%、蓋メッシュ無では1.8%となり、浮泥の堆積はみられなかった。

有明式かぐや装置の収容個体数別蓋メッシュの有無別のカキ類の湿重量を図3に示した。蓋メッシュ有の試験

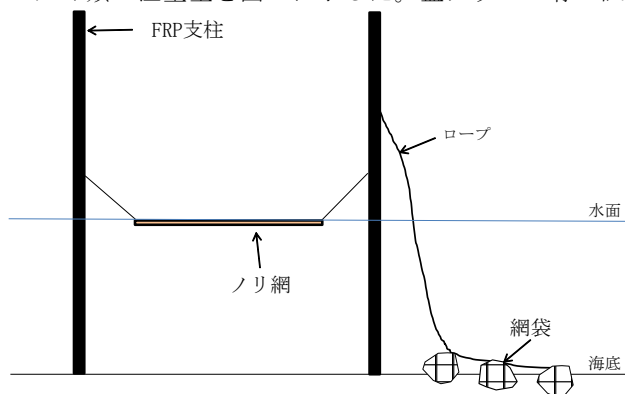


図2 試験区の設置状況

表2 春季試験における試験区別結果

施設	試験区		平均殻長 (mm)	生残率 (%)	
	項目	収容 個体数			
豊前式 かぐや	地盤高 +1.5m	1,000	8.8	41.6	
		2,000	6.5	40.9	
		4,000	5.7	36.1	
	地盤高 +1.0m	1,000	6.8	61.1	
		2,000	5.5	49.7	
		4,000	4.7	39.5	
	地盤高 +0.5m	1,000	6.2	51.6	
		2,000	5.1	37.3	
		4,000	4.2	39.6	
	有明式 かぐや	蓋メッシュ 有	17,500	7.4	50.5
			35,000	6.2	38.2
		蓋メッシュ 無	17,500	8.3	73.5
35,000			7.9	64.0	

表3 春季試験における底質調査結果

試験時期	試験区	Md φ	I L (%)	泥分率 (%)
調査開始時		0.7	1.0	2.2
春季調査 終了時	蓋メッシュ有	-0.0	1.5	1.7
	蓋メッシュ無	-0.6	1.4	1.8

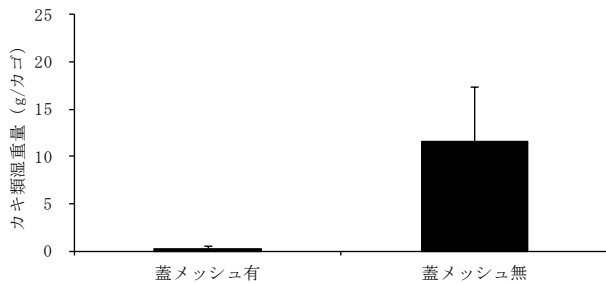


図3 春季試験における試験区別カキ類湿重量

区では、0.2g/カゴ、蓋メッシュ無の試験区では、11.6g/カゴのカキ類が確認された。

(2) 夏季試験

夏季試験における豊前式かぐや装置、有明式かぐや装置の試験区別平均殻長及び生残率を表4に示した。豊前式かぐや装置の平均殻長は地盤高+1.5mの1,000個体収容した試験区で7.4mmとなり最も大きく、生残率は地盤高+1.5mの4,000個体収容した試験区で19.6%となり最も高かった。有明式かぐや装置の平均殻長は蓋メッシュ有の17,500個体収容した試験区で7.8mmとなり最も大きく、生残率は蓋メッシュ有の17,500個体収容した試験区で19.0%となり最も高かった。

有明式かぐや装置の試験区別底質の状況を表5に示した。試験開始前の泥分率は2.2%であったが、試験終了時の蓋メッシュ有では1.5%、蓋メッシュ無では2.9%とな

表4 夏季試験における試験区別結果

施設	試験区		平均殻長 (mm)	生残率 (%)	
	項目	収容 個体数			
豊前式 かぐや	地盤高 +1.5m	1,000	7.4	10.0	
		2,000	6.6	10.5	
		4,000	5.2	19.6	
	地盤高 +1.0m	1,000	4.7	7.5	
		2,000	4.9	3.3	
		4,000	4.8	3.9	
	地盤高 +0.5m	1,000	4.2	2.4	
		2,000	4.2	1.8	
		4,000	3.9	1.7	
	有明式 かぐや	蓋メッシュ 有	17,500	7.8	15.2
			35,000	6.4	12.5
		蓋メッシュ 無	17,500	6.8	19.0
35,000			7.3	13.3	

表5 夏季試験における底質調査結果

試験時期	試験区	Md φ	I L (%)	泥分率 (%)
調査開始時		0.7	1.0	2.2
夏季調査 終了時	蓋メッシュ有	-0.1	0.9	1.5
	蓋メッシュ無	0.1	1.6	2.9

り、浮泥の堆積はみられなかった。

有明式かぐや装置の収容個体数別蓋メッシュの有無別のカキ類の湿重量を図4に示した。蓋メッシュ有の試験区では、0.0g/カゴ、蓋メッシュ無の試験区では、4.6g/カゴのカキ類が確認された。

以上のことから、殻長約1mm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いことが示唆された。また、有明式かぐや装置では、試験開始前後を比較して浮泥の堆積は少ないことや蓋メッシュの有無により付着物の影響が異なることが示唆された。春季試験では蓋メッシュ無の有明式かぐや装置の平均殻長及び生残率が良かったことから、蓋メッシュの有無により餌料環境が異なることが考えられる。春季試験の両かぐや装置を比較すると平均殻長及び生残率ともに同程度であるが、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、有明式かぐや装置を用いて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)

試験区別平均殻長を図5、生残率を図6に示した。試験開始時に平均殻長9.3mmのアサリは、試験終了時に11.8~18.7mmとなり、ほとんど成長していなかった。また、試



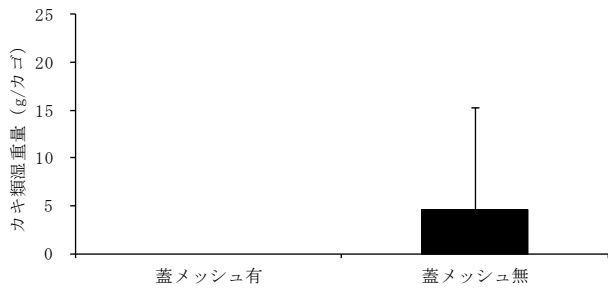


図4 夏季試験における試験区別カキ類湿重量

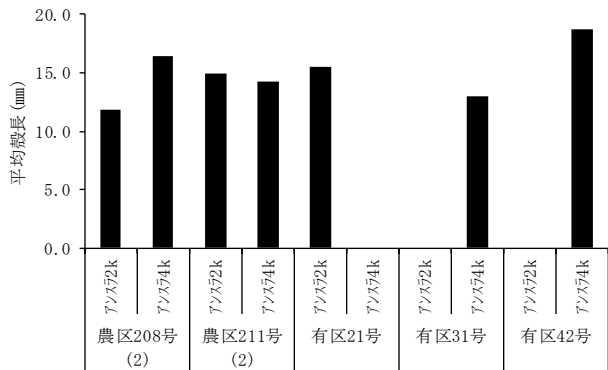


図5 試験区別平均殻長

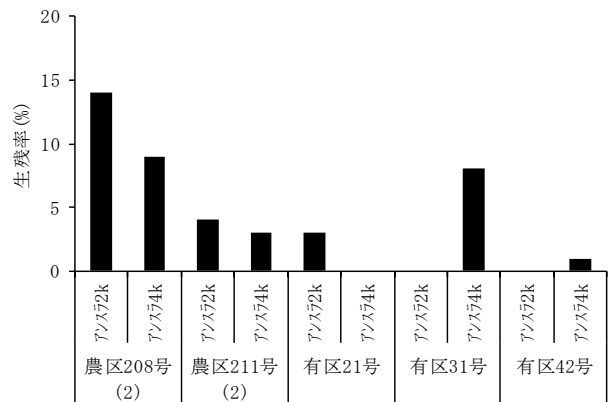


図6 試験区別生残率

試験終了時の生残率は、0～14%となり、どの場所も低かった。

網袋内のへい死したアサリの平均殻長は9.9mmであったことから、ほとんどのアサリは何らかの要因により試験開始後すぐにへい死したと考えられる。平成27年度の同様の試験では、成長及び生残率が良かった場所もあったことから、今後は今回へい死した要因を解明するとともに、育成が安定するため新たな育成方法の検討を行う必要がある。

## 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) 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

安河内 雄介・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。

アサリ、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、ノリの生長に有用なアンモニア態窒素を排出する。

本事業は、有用二枚貝類の増殖とノリ色落ちの関係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、平均殻長約30mmのアサリ1.56トン进行放流した試験区及び放流しない対照区を設定した。



図1 試験場所

### (1) 分布密度調査

放流前のアサリ、サルボウの分布状況を把握するため、28年9月に両試験区の任意の3点において潜水により25×25cm、深さ10cmの底質を採取した。試料は目合い5mmのふるいで選別後、残渣物を研究室に持ち帰り、アサリ、サルボウの選別、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、放流後のアサリの分布状況を把握するため、29年1月に放流前と同様の方法で調査を行った。

### (2) 肥満度調査

試験区及びその周辺域におけるアサリの肥満度を把握するため、28年11月から29年2月まで不定期に採捕したアサリ10～30個体の殻長、殻幅、殻高及び軟体部湿重量を測定した。なお、肥満度は軟体部湿重量g/(殻長cm×殻幅cm×殻高cm)×100の計算により求めた。

### (3) 底質調査

放流前及び放流後の底質を把握するため、28年9月及び29年1月の分布密度調査に併せて任意の3点において潜水により直径36mm、長さ50cmの亚克力パイプを用いて底質を柱状に採取した。試料は研究室に持ち帰った後、表層5cmを分取し、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<sup>1)</sup>に準じた。

### 2. 色落ち状況モニタリング調査

アサリ放流に伴うノリへの影響を把握するため、満潮時に採水及びプランクトンの採集を実施した。

また、ノリ養殖管理状況を把握するため、養殖漁業者に作業日誌の記帳を依頼し、さらに提供されたノリ葉状体と乾ノリについて色調を測定した。

### (1) 水質・プランクトン等環境調査

表層及び底層（海底から0.5m上）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。サンプルを研究所に持ち帰った後、塩分は卓上型塩分計（DIGI-AUTO

MODEL-5, 株式会社鶴見精機製) で, pHはpHメーター (HM-30G, 東亜ディーケーケー株式会社製) で, 無機三態窒素 (DIN) のうち, 硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N) は銅カドミカラム還元法を, 亜硝酸態窒素 (NO<sub>2</sub>-N) はナフチルエチレンジアミン吸光光度法を, アンモニア態窒素 (NH<sub>4</sub>-N) はインドフェノール青吸光光度法により分析した。

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, 24時間静置後に測定した。

#### (2) ノリ養殖状況・ノリ葉状体調査

入手した生ノリ及び乾ノリの色調を, 分光測色計 (CM-700d, コニカミノルタジャパン株式会社製) を用いてL\*a\*b\*表色系により測定した。

乾ノリ等級は, 試験区のノリ養殖漁業者に依頼した操業日誌から確認した。

### 3. 室内試験

アサリの無機三態窒素排出量及びノリ葉体の色調推移を水温別に確認するため, 表1の試験設定で室内試験を行った。なお, 水温は温度勾配恒温器 (MTI-201B, 東京理化学器械株式会社製) により, 福岡県有明海区のノリ養殖期における水温に合わせて設定した。

#### (1) 無機三態窒素排出確認試験

人工海水を入れたフラスコにアサリのみを収容した状態で, 3日後及び6日後に海水をサンプリングし, 無機三態窒素の排出量を分析した。

#### (2) 色調回復試験

重度に色落ちした葉状体 (L\*値平均75) を, パンチで直径1cmにくり抜き, 人工海水を入れたフラスコにアサリと色落ちしたノリ葉状体を収容, 通気培養を行い, 3日後, 6日後にノリ葉状体の色調を測定した。色調はノリ葉状体5枚のL\*値を分光測色計を用いて測定し, 平均値を算出した。

## 結果及び考察

### 1. ノリ養殖施設周辺での二枚貝増殖試験

#### (1) 分布密度調査

試験区, 対照区のアサリ, サルボウの分布密度 (個体/m<sup>2</sup>) を図2に示した。アサリ放流前の28年9月のアサリ, サルボウの分布密度は, 試験区で373個体/m<sup>2</sup>, 149個体/m<sup>2</sup>, 対照区で293個体/m<sup>2</sup>, 405個体/m<sup>2</sup>であり, 対照区のサルボウの分布密度が高かった。放流後の29年1月のアサリ, サルボウの分布密度は, 試験区で617個体/m<sup>2</sup>, 408個体/

m<sup>2</sup>, 対照区で58個体/m<sup>2</sup>, 82個体/m<sup>2</sup>であり, アサリの放流により試験区のアサリの分布密度が増加した。また対照区では, アサリ, サルボウの分布密度が減少した。

試験区, 対照区のアサリ, サルボウの単位面積重量を図3に示した。アサリ放流前の28年9月のアサリ, サルボウの単位面積重量は, 試験区で0.05kg/m<sup>2</sup>, 0.03kg/m<sup>2</sup>, 対照区で0.07kg/m<sup>2</sup>, 0.11kg/m<sup>2</sup>であり, 差はほとんどなかった。放流後の29年1月のアサリ, サルボウの単位面積重量は, 試験区で1.57kg/m<sup>2</sup>, 0.23kg/m<sup>2</sup>, 対照区で0.09kg/m<sup>2</sup>, 0.12kg/m<sup>2</sup>であり, 試験区のアサリの単位面積重量は対照区と比較して大きく, 放流による増殖効果が示された。

#### (2) 肥満度調査

試験区周辺におけるアサリの肥満度の推移を図4に示した。アサリ (平均殻長29.3~34.6mm) の肥満度は, 28年11月16日には13.9であり29年1月中旬まで横ばいに推移したが, その後, 29年1月29日には18.3, 2月12日には18.4まで増加した。後述するプランクトン沈殿量と同様の傾向を示したことから, 29年1月中旬以降, アサリがプランクトンを摂餌し, 肥満度が増加したと推察される。

#### (3) 底質調査

試験区, 対照区の底質を表2に示した。アサリ放流前の28年9月の試験区及び対照区の底質は, 中央粒径値1.6及び2.2, 泥分率12.8%及び24.8%, 強熱減量3.7%及び5.9%, 全硫化物0.03mg/g乾泥及び0.08mg/g乾泥であり, アサリやサルボウの生息に悪影響を与える底質ではなかった。放流後の29年1月の試験区及び対照区の底質は, 中央粒径値1.6及び1.3, 泥分率15.2%及び13.3%, 強熱減量3.2%及び4.7%, 全硫化物0.02mg/g乾泥及び0.03mg/g乾泥であり, 放流前後の差はほとんどなかった。

### 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

試験区, 対照区の水溫推移を図5に, 塩分推移を図6に, pHの推移を図7に示した。いずれも, 試験区と対照区の差はほとんどなかった。これは, 試験区と対照区が隣接した漁場であったためと推察される。

NH<sub>4</sub>-Nの推移を図8, DINの推移を図9に示した。28年12月6日の表層及び底層, 29年3月7日の表層を除いて, 差はほとんどなかった。28年12月6日は塩分が両区で同程度であったため, この時期に発生していた *Akashiwo sanguinea* の影響により差が出たと推察される。29年3月7日の表層のDINが高くなった理由としては, 塩分が低いことから, 河川水の影響によるものと推察される。

プランクトン沈殿量の推移を図10に示した。プランクトン沈殿量は, 両区とも同様に増加傾向で推移し, 29年1

月中旬以降、試験区で多くなった。優占種は*Skeletonema sp.*等の小型珪藻であった。なお、28年10月～29年1月は渦鞭毛藻である*Akashiwo sanguinea*による赤潮が発生したが、本種はプランクトン沈殿量に反映されていない。

(2) ノリ養殖状況・ノリ葉状体調査

ノリ葉状体の色調の推移を図11に、乾ノリの色調の推移を図12に示した。両区ともノリ葉状体及び乾ノリのL\*値は増加する傾向にあり、29年1月31日から両区とも急激に上がり、色落ちした。ノリ葉状体及び乾ノリともに、対照区と比較して、放流区のL\*値が低く、色は黒い傾向であった。

試験区及び対照区の乾ノリの等級を表3に示した。色落ちが発生していない冷凍2回までは等級に差は出なかった。その後、摘採回数が進むごとに対照区よりも試験区の等級が高かったが、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。

表1 室内試験設定

設定水温(°C)	明暗周期	海水容量	人工海水	平均殻長	アサリ収容個体数
5					
8					
11	11L13D	1.2L	マリンアート (富田製薬株式会社製)	3.2cm	3個体
14					
17					

表2 各試験区における底質分析結果

年月	試験区	中央粒径値 (Mdφ)	泥分率 (%)	強熱減量 (%)	全硫化物 (mg/g乾泥)
平成28年9月	試験区	1.6	12.8	3.7	0.03
	対照区	2.2	24.8	5.9	0.08
平成29年1月	試験区	1.6	15.2	3.2	0.02
	対照区	1.3	13.3	4.7	0.03

表3 乾ノリの等級

試験区 (10号)			対照区 (11号)		
摘採回数	摘採日	等級	摘採日	等級	
冷凍1回	H29. 1. 18	1等	H29. 1. 17	1等	
冷凍2回	H29. 1. 25	2等	H29. 1. 24	2等	
冷凍3回	H29. 2. 1	3等	H29. 1. 31	5等	
冷凍4回	H29. 2. 8	3等	H29. 2. 7	7等	
冷凍5回	H29. 2. 16	3等	H29. 2. 15	5等	
冷凍6回	H29. 2. 24	3等	H29. 2. 23	4等	
冷凍7回	H29. 3. 3	5等	H29. 3. 1	6等	
冷凍8回	H29. 3. 12	1等	H29. 3. 10	2等	
冷凍9回	H29. 3. 19	4等	H29. 3. 18	5等	
冷凍10回	H29. 3. 28	6等	H29. 3. 26	5等	

3. 室内試験

(1) 無機三態窒素排出確認試験

NH4-Nの推移を図13に、DINの推移を図14に示した。水温が高くなるほど、NH4-Nは高くなる傾向にあった。このことから、水温が高いほどアサリのアンモニアの排泄量が多くなったと推測される。

(2) 色調回復試験

ノリ葉状体の色調の推移を図15に示した。全ての試験区でノリ葉状体の黒み度が増し、ノリ葉状体の色調は6日後には、正常又は色落ちの初期兆候レベルまでに回復した。

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.

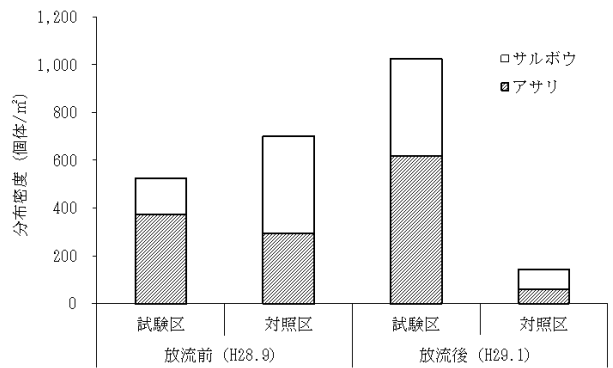


図2 各試験区におけるアサリ及びサルボウの分布密度

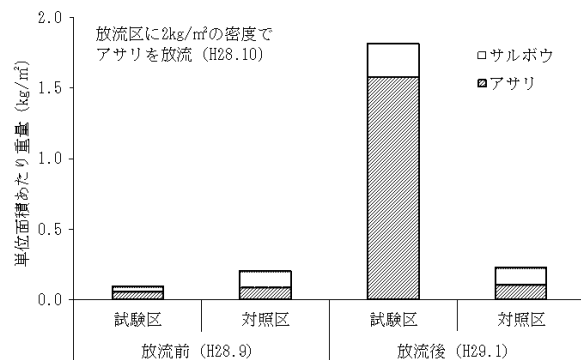


図3 各試験区におけるアサリ及びサルボウの単位面積あたり重量

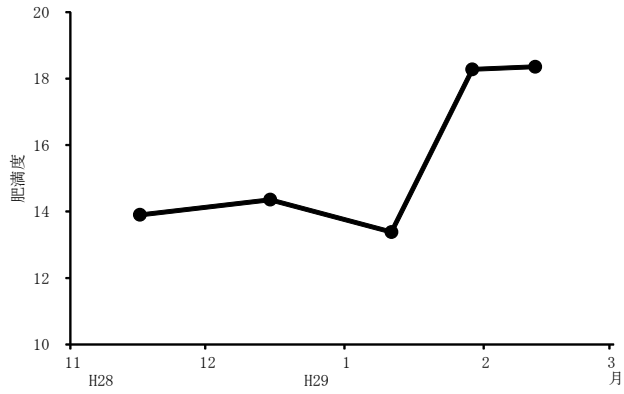


図4 アサリ肥満度の推移

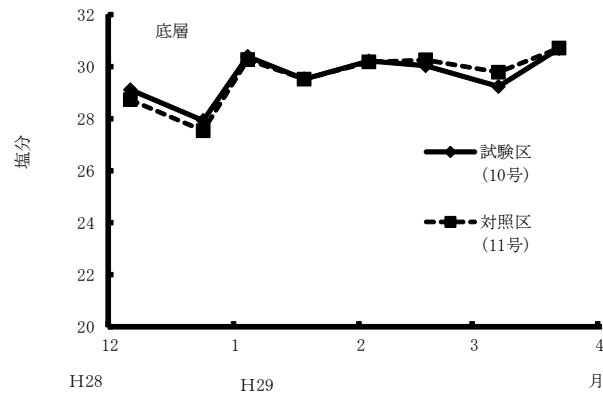
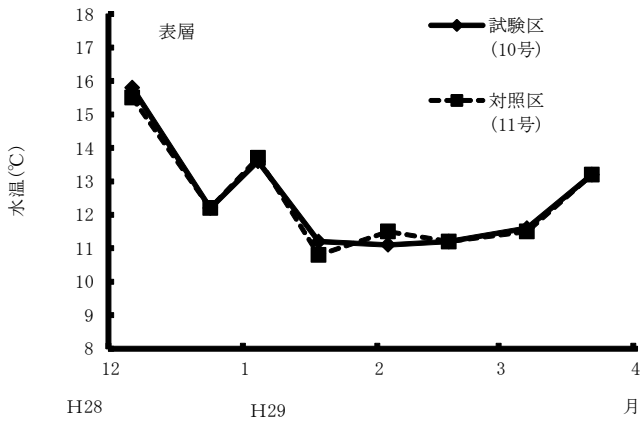
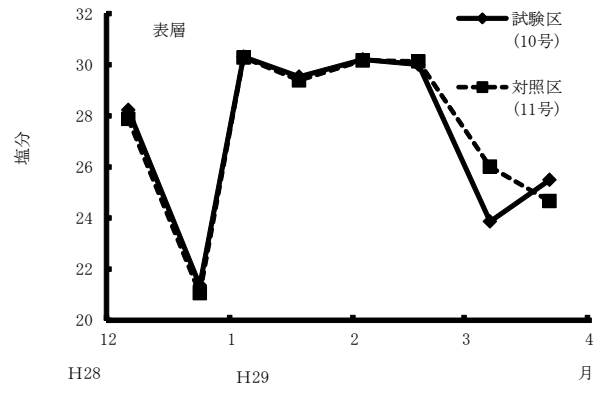


図6 塩分の推移

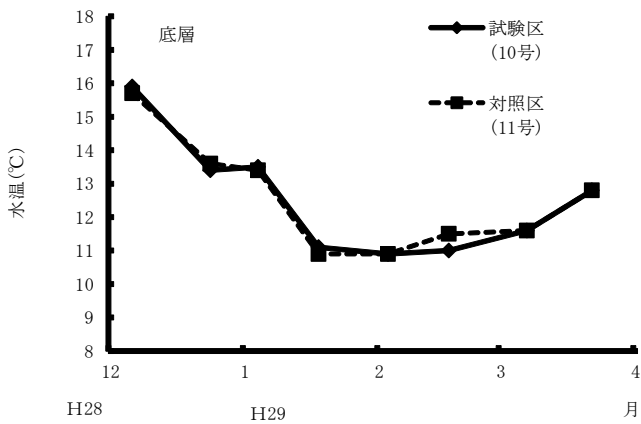


図5 水温の推移

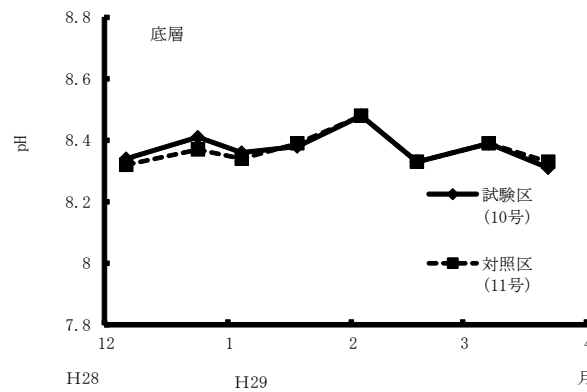
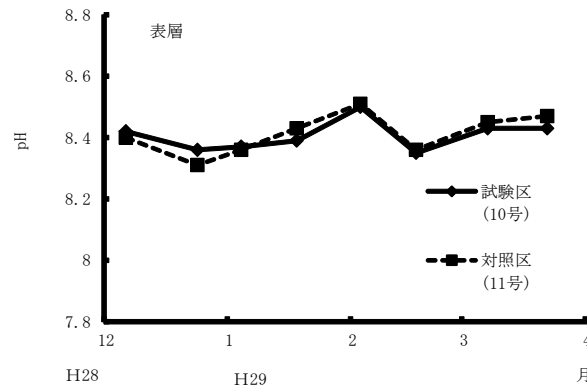


図7 pHの推移



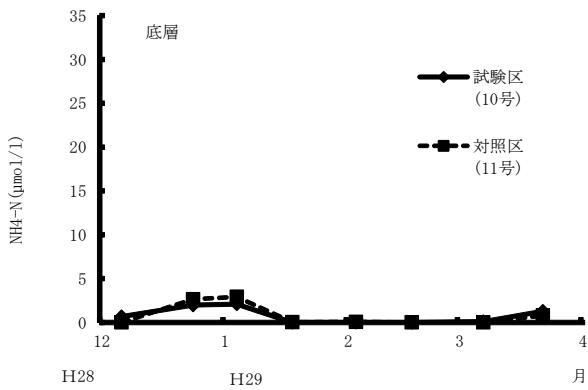
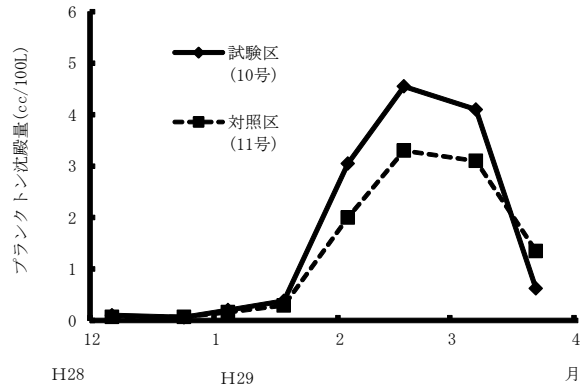
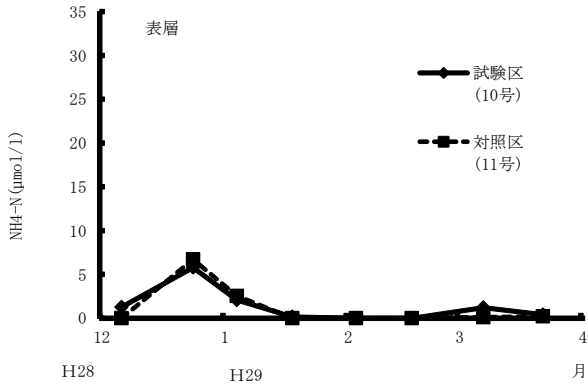


図10 プランクトン沈殿量の推移

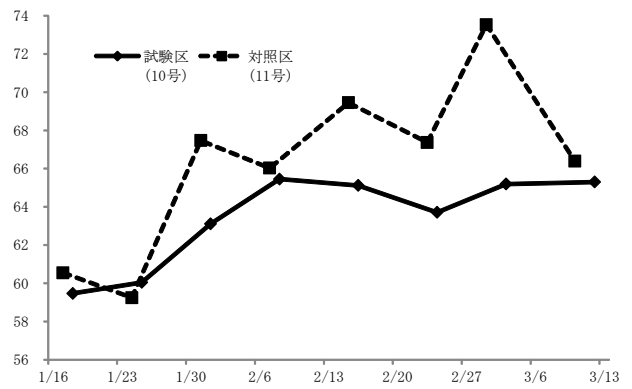


図8 NH4-Nの推移

図11 ノリ葉状体の色調の推移

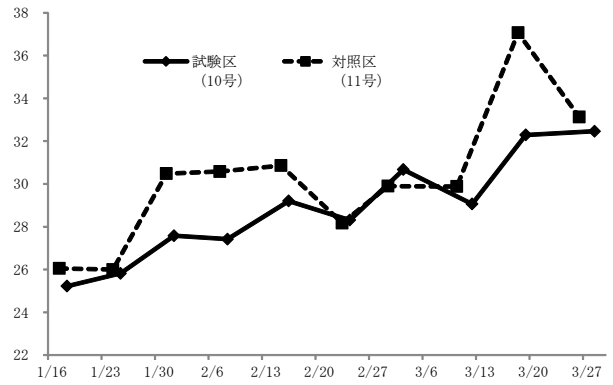
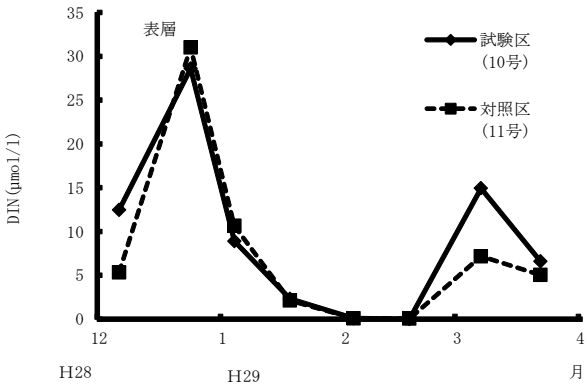


図12 乾ノリの色調の推移

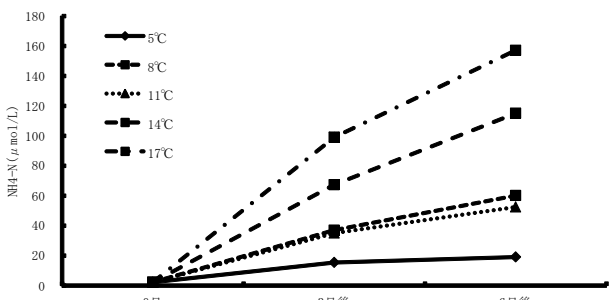
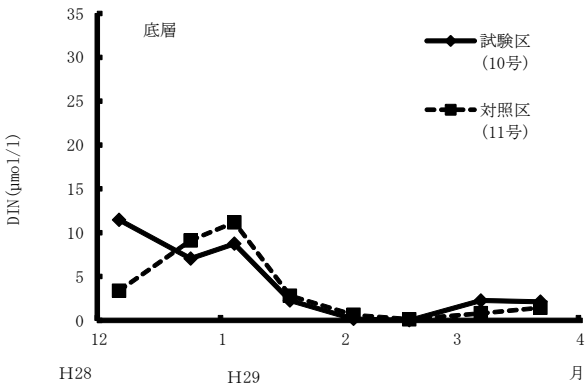


図13 アサリのみ飼育したときのNH4-Nの推移

図9 DINの推移

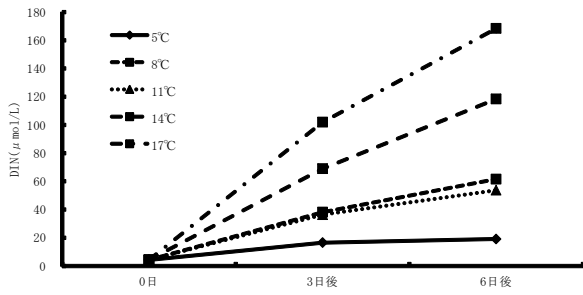


図14 アサリのみ飼育したときのDINの推移

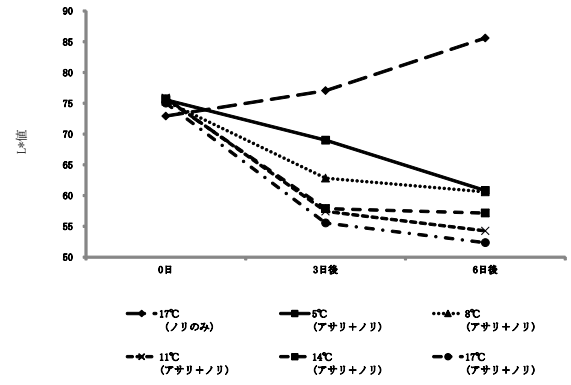


図15 アサリとノリ葉体を培養した際の色調推移

# 「福岡のり」採苗安定化技術開発

淵上 哲・小谷 正幸・井手 浩美・安河内 雄介

近年、異常気象により水温低下の遅れや台風の接近等でノリの採苗が不安定化している。特に平成26年度漁期は採苗日が急遽延期され、ノリの糸状体胞子の成熟度の緊急抑制が上手くいかず安定的な採苗ができなかった。そこで、異常気象に対応できる熟度コントロール技術や採苗技術を開発し、採苗の安定化、ひいてはノリ生産の安定化を図ることを目的とした。

## 方 法

本年度は、熟度を抑制または促進する手法をスクリーニングするため、予備試験として水温調整、塩分調整、栄養塩添加、植物ホルモン添加、超音波刺激試験を行った。

本県における一般的な養殖品種であるFA89のフリーリビング糸状体をミキサーで細断したのちカキ殻に蒔きつけ、約3か月培養して殻胞子嚢を形成させたカキ殻糸状体を試験に供した。熟度は、進行順にⅠ(-)、Ⅱ(±)、Ⅲ(+)、Ⅳ(++)、Ⅴ型(+++)、Ⅵ型(胞子放出中)の6段階で評価した。

### 1. 水温調整試験

熟度がⅤ型まで進行したカキ殻糸状体を用い、滅菌海水中で14日間培養した。培養海水の塩分は30とし、水温は、対照区(18~20℃)、加温区(21℃、26℃)、冷却区(4℃)とし、7日後と14日後に熟度と胞子放出痕の観察を行った。

### 2. 塩分調整試験

熟度がⅠ型のカキ殻糸状体を用い、塩分を調整した人工海水中で、まず水温25℃で5日間、続いて18℃で7日間培養した。塩分は、対照区(塩分30)と高塩分区分(塩分35、40、45)を設定し、5日後と12日後に熟度を観察した。

### 3. 栄養塩添加試験

熟度がⅠ型のカキ殻糸状体を用い、市販の糸状体用栄

養剤を滅菌海水に添加して、塩分30、水温18℃で21日間培養した。18栄養塩濃度は、無添加(対照区)、規定量、2倍量、5倍量、10倍量、20倍量とし、7、14、21日後に熟度を観察した。

### 4. 植物ホルモン添加試験

熟度がⅠ型のカキ殻糸状体を用い、各種植物ホルモンを滅菌海水に添加して、塩分30、水温18℃で21日間培養した。植物ホルモンは、オーキシンのパラクロロフェノキシ酢酸、ジベレリン系のジベレリン、エチレン系のエテホン、アブシシン酸系の合成アブシシン酸を用いた。濃度は、各ホルモン剤の主成分におけるErC50(50%生長阻害濃度)を高濃度区、その1/100を低濃度区として、7、14、21日後に熟度を観察した。

### 5. 超音波刺激試験

熟度がⅠ型のカキ殻糸状体を用い、滅菌海水中で18℃で通気培養した。試験区については、超音波洗浄機(東京超音波技研株式会社製IUC-900)で毎日20分間の超音波処理を行い、対照区は無処理とした。殻胞子の放出が目視確認されるまで培養した。

## 結果及び考察

### 1. 水温調整試験

7日後に、対照区では50%程度の殻胞子の放出痕がみられたが、加温区は20%程度と少なく、冷却区では全くみられなかった。さらに、14日後でも加温区(26℃)は30%、冷却区は10%であり、抑制効果が認められた。胞子嚢の異常も少なかった(表1)。

一般的には加温による抑制が行われているが、冷却によっても同様の効果を得られる可能性が考えられた。

### 2. 塩分調整試験

対照区、高塩分区分とも5日後、12日後の熟度に差はみられなかった(表2)。高塩分区分においては生理障害がみられた。

### 3. 栄養塩添加試験

対照区が2週間後には孢子を放出したのに対し、規定量以上の添加で抑制効果が認められ、濃度によって差はみられなかった。また、20倍量では生理障害がみられ、高濃度の添加はむしろ悪影響があると考えられた(表3)。

### 4. 植物ホルモン添加試験

バラクロロフェノキシ酢酸は、高濃度区では糸状体が

枯死し、低濃度区では若干の抑制効果が認められた。ジベレリンは、高濃度区では糸状体が枯死し、低濃度区では抑制効果が認められた。エテホンは、高濃度区で促進効果が認められた。アブシシン酸は高濃度区、低濃度区ともに促進効果が認められた(図1)。

### 5. 超音波刺激試験

対照区、試験区とも8日後に孢子の放出が確認された。熟度にも差がなく、効果は認められなかった。

表1 水温調整試験結果

試験区 放出痕の割合	対照区 ※自然水温試験開始時 19.9℃	加温区 (21℃)	加温区 (26℃)	冷蔵区 (4℃)
1週間後	50%	20%	20%	0%
2週間後	60%	50%	30%	10%
孢子のうの状態	異常箇所なし	異常箇所20%	異常箇所ほとんどなし	異常箇所10%

表2 塩分調整試験結果

試験区	塩分	熟度			
		開始前	7日後	12日後	(殻孢子率)
対照区	30	I型	II型	V型	30%
高塩分区分	35	I型	II型	V型	30%
	40	I型	II型	V型	30%
	45	I型	II型	V型	30%

表3 栄養塩添加試験結果

1Lあたりの添加量(ml)	対照区(0)	0.5	1	2.5	5	10
培養1週間後	III型、濃度別の熟度差はあまり見られず。					
培養2週間後	VI型(放出中)	IV~V型	III~IV型		III型	
			カキ殻の表面にアオコのような汚れを確認。			
培養3週間後	VI型(放出中)	IV~V型	IV~VI型	VI型(放出中)	V~VI型	
					生理障害を確認。	

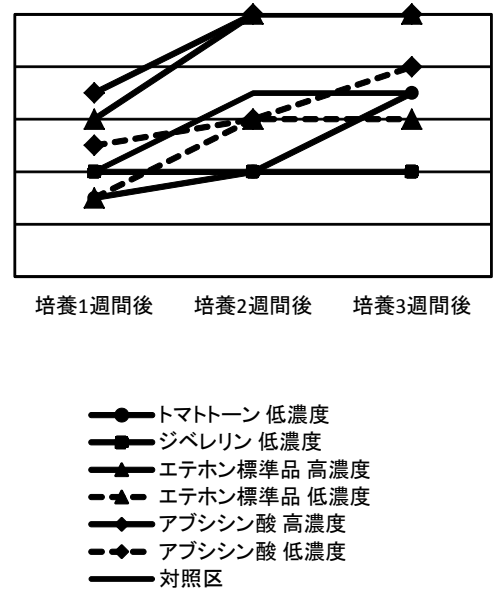


図1 植物ホルモン添加試験結果

# ノリ品種特性評価試験

淵上 哲・井手 浩美・安河内 雄介

一般財団法人ノリ増殖振興会からの委託により、当会が保有するアマノリ類の特性評価を行った。

## 方 法

T-26, T-55, Z-46, Z-49 4 株のフリーリビング糸状体をミキサーで細断したのちカキ殻に蒔きつけ、約 3 か月培養して殻胞子嚢を形成させたカキ殻糸状体を試験に供した。培養条件は基本的に統一的培養条件<sup>1)</sup>に従ったが、培養液については 1/2 SWM-III 改変培地（地先海水ベース）での生長が極めて悪かったため、NPM 培地（表 1）を使用した。培養温度は 18℃とした。光源には 3 波長昼白色蛍光灯を用い、光強度は  $60 \mu\text{mol}\cdot\text{S}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$  に調整した。光周期は明期 11 時間、暗期 13 時間とした。

まず、室内採苗によって殻胞子を 3 cm 程度に切ったクレモナ単糸に付着させ、6 時間程度の前培養を行って胞子の立ち上がりを確認したのち、500ml 枝付きフラスコに移して培養を開始した。

培養期間は成熟斑が確認されるまでとした。培養開始から約 14 日後に葉状体をクレモナ単糸から外して 1 L 枝付きフラスコに移し、これ以降は約 7 日毎に培養液を全交換した。

### ①形態測定

培養期間終了後に葉長が長い順に上位 10 枚の葉長、葉幅を測定した。

### ②色調の測定

1 枚の葉状体を選び、色調を色彩色差計（コニカミノルタ CR-200）で測定した。測定箇所は 5 箇所とし、平均値を算出した。評価は  $L^*a^*b^*$  表色系で行った。

### ③葉厚測定及び生殖細胞の分裂表式

成熟のみられた葉状体 1 枚を選び、両刃カミソリで細切して断面を観察、測定した。

### ④さく葉標本の作製

形態測定を行った 10 枚の葉状体をさく葉標本とした。

## 結果及び考察

4 株とも冷却開始後約 1 週間で順調に殻胞子を放出し、殻胞子は葉状体へと生長した。T-26 および T-55 については、培養開始後約 2 週間を経過した頃からいずれも多量の原胞子の放出がみられた。

培養後の形態測定結果を表 2 に、さく葉標本を図 1～4 に示した。葉形は T-26 が幅広の倒披針形、T-55 が倒披針形、T-46 と T-49 が線状倒披針形であった。葉長は T-26 が 35 日後に平均葉長 111.2 mm、T-55 が 35 日後に平均葉長 193.6 mm、Z-46 が 93 日後に 258.5 mm、Z-49 が 93 日後に 207.3 mm まで生長した。葉長葉幅比は T-26 が 3.4、T-55 が 9.7、Z-46 が 18.2、Z-49 が 18.0 であった。在来株は 10～30 のものが多いが<sup>2)</sup>、T-26 は非常に幅広であった。

4 株とも葉状体の辺縁部に鋸歯はなく、細胞は 1 層であった。葉厚は、T-26 が 23-28  $\mu\text{m}$ 、T-55 が 25-36  $\mu\text{m}$ 、Z-46 が 28-33  $\mu\text{m}$ 、Z-49 が 25-39  $\mu\text{m}$  であった。既報によると在来株は 20  $\mu\text{m}$  前後が多く、<sup>2)</sup>今回用いた 4 株は厚めと評価される。ただし、既報の葉厚はさく葉標本を蒸留水で戻して測定したものであるため単純には比較できないと考えられる。

色調の測定結果を表 3 に示した。 $L^*a^*b^*$  表色系では、色を  $L^*$ （明度）および  $a^*$  と  $b^*$ （色度）で表す。 $L^*$  は低いほど色が濃く、高いほど色が薄いことを示す。 $a^*$  はプラスで赤色方向、マイナスで緑色方向を示し、 $b^*$  はプラスで黄色方向、マイナスで青色方向を示す。 $L^*$  値は T-26 と T-55 がそれぞれ 65.2、68.4 と高く、Z-46 が 57.1、Z-49 が 58.9 であった。在来株は 50 前後が多いことから、<sup>3)</sup>T-26 と T-55 については色はかなり薄いと評価された。ちなみに、本県の養殖指導基準においては 62 を超えると色落ちと判断している。また、 $a^*$  は 3.9～9.1 であったが、在来株は 10 以上が多いことから、<sup>3)</sup>4 株とも赤みが弱いと評価された。 $b^*$  は 23.8～25.7 であったが、在来株は 10～15 が多いことから、<sup>3)</sup>4 株とも黄色みが強いと評価された。

生殖細胞の分裂表式は表 4 に、栄養細胞と生殖細胞の表面観及び断面観は図 5～8 に示した。4 株とも、精子嚢の最大分裂数は 64 ( $a/4$ ,  $b/4$ ,  $c/4$ )、接合胞子嚢の最大分裂



数は8 (a/2, b/2, c/2)であり, 既報<sup>9)</sup>におけるアサクサノリの分裂表式と一致した。

今回用いた4株は, いずれもかなり長期間にわたりフリービング糸状体の状態で保管されてきたものであるが, 正常に葉状体へと生長させることができた。

また, 4株とも培養した葉状体から成熟部分を切り取り, 果胞子から新しく糸状体を分離した。

## 文 献

- 1) 藤吉栄次, 小林正裕, 玉城泉也. 培養条件について. アマノリ品種の特性 独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所, 長崎. 2014 ; 24-28.

表 1 NPM培地原液の組成

NaNO <sub>3</sub>	35g
グリセロリン酸Na	5g
クレソット32	11.3g
純水	1,000ml

※培養時は, 地先海水1Lに対しNPM培地原液を2ml加え, 濾過滅菌して使用。

表 2 形態の測定結果

株名	葉長	葉幅	葉長/葉幅	葉厚	葉形
	±SE(mm)	±SE(mm)	±SE	(μm)	
T-26	111.2±8.2	33.2±1.2	3.4±0.3	23-28	倒披針形
T-55	193.6±14.7	20.1±1.2	9.7±0.5		倒披針形
Z-46	258.5±18.8	14.4±0.6	18.2±1.3		線状倒披針形
Z-49	207.3±16.0	11.7±0.6	18.0±1.3		線状倒披針形

表 3 色調の測定結果

株	L*	a*	b*
T-26	65.2	3.9	24.6
T-55	68.4	7.2	23.8
Z-46	57.1	8.8	25.7
Z-49	58.9	9.1	24.4

表 4 生殖細胞の分裂表式

株	精子囊の分裂表式 (最大)	接合胞子囊の分裂表式 (最大)
T-26	64(a/4,b/4,c/4)	8(a/2b/2,c/2)
T-55	64(a/4,b/4,c/4)	8(a/2b/2,c/2)
Z-46	64(a/4/b/4,c/4)	8(a/2b/2,c/2)
Z-49	64(a/4/b/4,c/4)	8(a/2b/2,c/2)



図 1 T-26

- 2) 藤吉栄次, 小林正裕, 玉城泉也. 葉長. アマノリ品種の特性 独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所, 長崎. 2014 ; 29-35.
- 3) 藤吉栄次, 小林正裕, 玉城泉也. 色調. アマノリ品種の特性 独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所, 長崎. 2014 ; 36-40.
- 4) 藤吉栄次, 小林正裕, 玉城泉也. 形態による判別. アマノリ品種の特性 独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所, 長崎. 2014 ; 15-23.



図 2 T-55



図 3 Z-46



図 4 Z-49

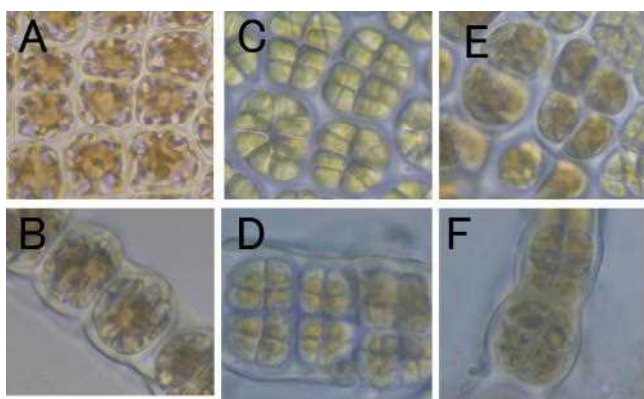


図 5 T-26 (A: 栄養細胞表面観, B: 栄養細胞断面観, C: 精子囊表面観, D: 精子囊断面観, E: 接合胞子囊表面観, F: 接合胞子囊断面観)

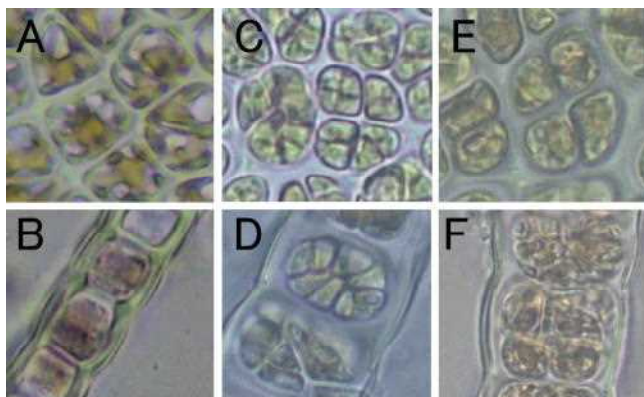


図 6 T-55 (A: 栄養細胞表面観, B: 栄養細胞断面観, C: 精子囊表面観, D: 精子囊断面観, E: 接合胞子囊表面観, F: 接合胞子囊断面観)

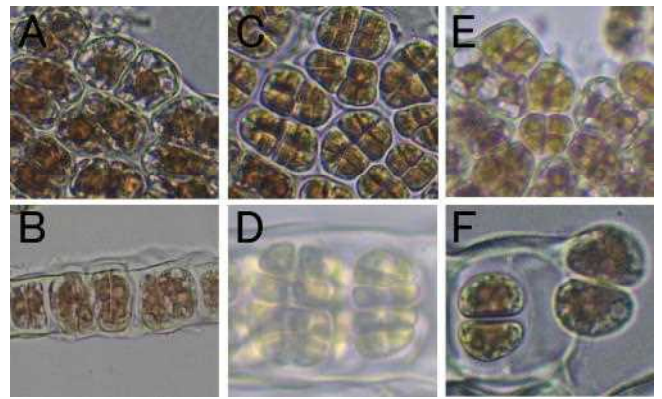


図 7 Z-46 (A: 栄養細胞表面観, B: 栄養細胞断面観, C: 精子囊表面観, D: 精子囊断面観, E: 接合胞子囊表面観, F: 接合胞子囊断面観)

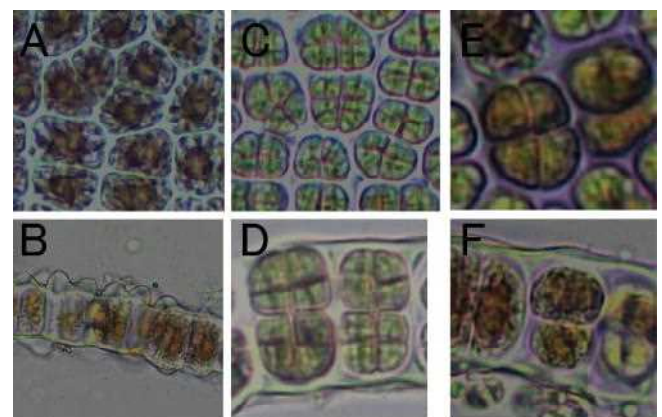


図 8 Z-49 (A: 栄養細胞表面観, B: 栄養細胞断面観, C: 精子囊表面観, D: 精子囊断面観, E: 接合胞子囊表面観, F: 接合胞子囊断面観)