

# 漁場環境保全対策事業

## (3) 貝毒発生監視調査事業

江崎 恭志・徳田 眞孝

近年、全国的に二枚貝類の毒化現象がみられるようになり、出荷自主規制の措置を講じる事例もあることから、県内産有用二枚貝類についても安全性の確保が求められている。

そこで、有明海域の福岡県地先で採捕されるアサリ、サルボウおよびタイラギを対象に貝毒モニタリングを実施し、併せて貝毒原因プランクトンの動向を把握することにより、水産食品としての安全性確保を図る。

### 方 法

有用二枚貝類の採捕は、アサリを対象に6回(平成31年4月、令和元年5, 6, 10月、令和2年1, 3月)、サルボウを対象に3回(令和元年10, 11, 12月)の計9回行った。タイラギについては、潜水器漁業が操業されなかったため、本年度は貝毒検査を実施しなかった。二枚貝試料は殻長、殻幅及び殻付き重量の最小値と最大値を測定し、むき身を凍結した後、(一財)食品環境検査協会福岡事業所へ搬入し、検査を委託した。麻痺性貝毒については毎回、下痢製貝毒については4, 10月のアサリで検査を実施した。これらの検査には麻痺性貝毒はマウス試験法、下痢性貝毒は機器分析法を用いた。

貝毒原因プランクトン調査定点を図1に示した。調査は、朔の大潮時(旧暦の1日)に計13回、沿岸定点および沖合定点の2定点で実施した。採水層は表層および底層とし、試水1Lを目合 $10\mu\text{m}$ のナイロンメッシュで重力ろ過により数mlに濃縮、全量を検鏡し貝毒原因プランクトンを同定、計数した。

### 結 果

貝毒検査結果を表1に示した。麻痺性、下痢性とも、貝毒は検出されなかった。

貝毒原因プランクトン調査結果を表2に示した。麻痺性貝毒原因種である*Alexandrium*属、*Gymnodinium*属の発生は確認されなかった。

下痢性貝毒原因種である*Dinophysis*属は、7~1月に3種(*Dinophysis fortii*, *D. acuminata*, *D. caudata*)の発生が確認されたが、分布密度は8月に*D. caudata*が最大で24 cells/Lと低密度だった。*Dinophysis*属は、過去にも有明海で発生が確認されているが、貝類の毒化は確認されていない。本種は西日本海域では毒化した事例はないが、今後ともその発生動向を注視していく必要がある。

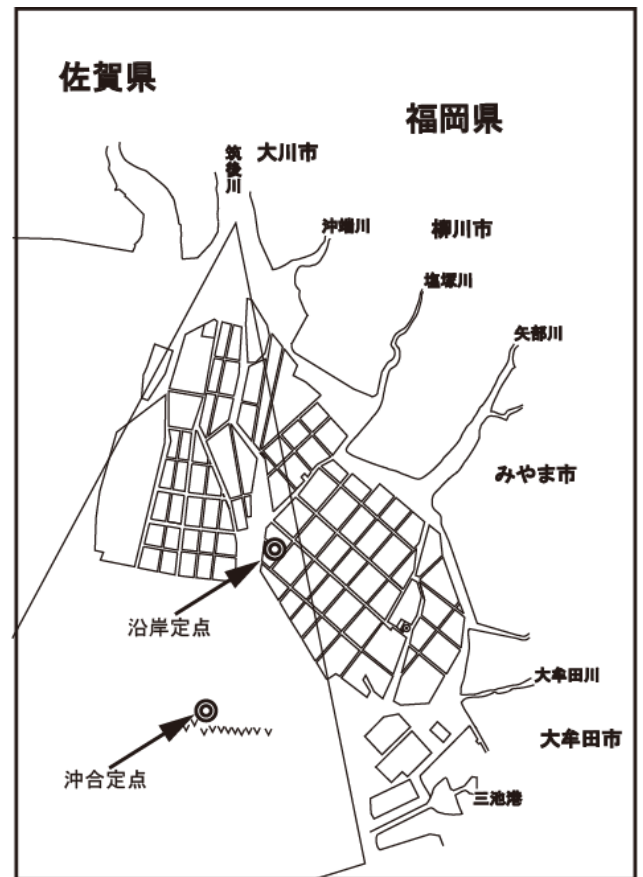


図1 プランクトン調査定点

表1 貝毒検査結果

麻痺性・ 下痢性	試料名	試料採取年月日	採取地点	個体数	殻長		殻幅		殻付重量(g)		むき身 重量(g)	検査結果
					最大	最小	最大	最小	最大	最小		
麻痺性 下痢性	アサリ	平成31年4月16日	有明海産	100	41.2	33.1	19.8	16.3	15.3	9.4	340.0	ND
麻痺性	アサリ	令和元年5月14日	有明海産	279	35.9	19.9	15.4	9.1	24.6	14.6	453.8	ND
麻痺性	アサリ	令和元年6月13日	有明海産	172	41.2	21.0	17.2	9.6	12.0	2.2	256.8	ND
麻痺性 下痢性	アサリ	令和元年10月8日	有明海産	355	41.8	24.3	19.9	17.1	17.1	3.4	525.9	ND
麻痺性	サルボウ		有明海産	124	45.3	22.3	27.5	13.5	24.6	3.6	366.6	ND
麻痺性	サルボウ	令和元年11月13日	有明海産	157	48.9	29.8	32.3	20.0	32.0	8.5	698.5	ND
麻痺性	サルボウ	令和元年12月2日	有明海産	109	48.7	18.0	31.7	8.7	35.4	1.4	517.1	ND
麻痺性	アサリ	令和2年1月15日	有明海産	210	40.8	17.0	17.8	18.8	14.7	2.8	303.2	ND
麻痺性	アサリ	令和2年3月6日	有明海産	140	41.4	27.5	18.8	12.6	14.0	5.0	255.4	N.D.

表2 貝毒原因種プランクトン調査

単位: cells/L

調査定点	貝毒原因種	種名	層別	平成31年	令和元年								令和2年			
				4月5日	5月8日	6月3日	7月3日	8月1日	8月30日	9月30日	10月28日	11月27日	12月26日	1月24日	2月25日	3月24日
沿岸定点 S4	麻痺性貝毒 原因種	<i>Alexandrium catenella</i>	表層													
			底層													
		<i>Alexandrium tamarense</i>	表層													
			底層													
	下痢性貝毒 原因種	<i>Alexandrium sp.</i>	表層													
			底層													
		<i>Gymnodinium catenatum</i>	表層													
			底層													
沖合定点 L5	麻痺性貝毒 原因種	<i>Dinophysis fortii</i>	表層													
			底層													
		<i>Dinophysis acuminata</i>	表層				1									
			底層													
	下痢性貝毒 原因種	<i>Dinophysis caudata</i>	表層				1	11	3	2	1	3	1	2		
			底層					24	1				1			
		<i>Dinophysis rotundata</i>	表層													
			底層													
麻痺性貝毒 原因種	<i>Alexandrium catenella</i>	表層														
		底層														
	<i>Alexandrium tamarense</i>	表層														
		底層														
下痢性貝毒 原因種	<i>Alexandrium sp.</i>	表層														
		底層														
	<i>Gymnodinium catenatum</i>	表層														
		底層														
下痢性貝毒 原因種	<i>Dinophysis fortii</i>	表層									1					
		底層														
	<i>Dinophysis acuminata</i>	表層									6					
		底層				2					4					
<i>Dinophysis caudata</i>	表層					1	4	2	3	3	4	2				
	底層						7	4	3		1		1			
<i>Dinophysis rotundata</i>	表層															
	底層															

# 有明海環境改善事業

## (1) 重要二枚貝調査

山田 京平・江崎 恭志

近年、有明海福岡県地先では、アサリ、タイラギ、サルボウ等の二枚貝類の漁獲量や資源量の増減が大きく不安定であり、資源量の安定が喫緊の課題となっている。

これを解決するためには、稚貝の効果的な集積や保護による産卵母貝の確保、高密度に発生した稚貝の移殖放流による資源の有効利用を図るとともに、浮遊幼生の出現状況や動態把握を継続して行うことが必要である。

そこで本事業では、アサリの天然採苗試験、アサリ、タイラギの浮遊幼生調査、アサリの移殖放流試験、アサリの母貝場造成試験を行った。

アサリの天然採苗試験では、アサリ等二枚貝類の増産を目的とし他海域で効果が確認されている手法を用いて、福岡県地先の干潟域に着底基質等を実証規模で設置し、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。

有明海におけるアサリ、タイラギの浮遊幼生調査では、アサリやタイラギ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を目的にアサリやタイラギ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。

アサリの移殖放流試験では、高密度に発生したアサリ稚貝の有効利用を目的に、漁業者がアサリを採捕、アサリの生息密度や環境、へい死リスクから判断した放流適地に放流し採捕場所や放流場所で追跡調査や管理作業を行った。

アサリの母貝場造成試験では、過年度に干潟に設置していた砂利袋内に着底し、成長したアサリ母貝を適正な漁場に基質ごと放流することによる母貝場造成試験を行った。

アサリ着底基質の設置と追跡調査では、有明海のアサリ等の生産性向上実証事業でアサリの着底効果が確認されているパームを入れた網袋を用いたアサリ採苗試験を行った。

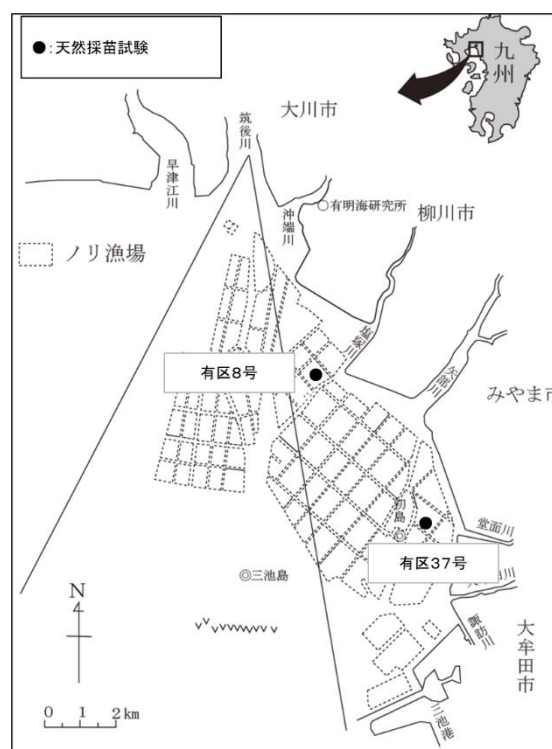


図1 天然採苗調査地点

表1 天然採苗調査試験区

調査場所	地盤高 (D.L.)	試験区1 (クラムマット区)	試験区2 (クラムマット+振り紐区)	試験区3 (砕石+プレート区)	試験区4 (対照区)
有区8号	約+50cm	○	○		○
有区37号	約+50cm	○	○	○	○

## 方 法

### 1. 天然採苗試験

#### (1) アサリ分布調査

試験は図1に示す2カ所の調査場所で、表1に示す平成29年6月に設置した有区8号、平成28年9月に設置した有区37号において、設置後の追跡調査を行った。令和元年5月および令和元年11月の計2回調査を行った。

各試験区で3袋ずつ基質入りの網袋を回収し、目合い3mmのふるいでアサリを選別し、分析に供した。

分析として、試験区ごとの個体数、100個体の殻長、合計重量、10個体の殻高、殻幅、殻付湿重量、軟体部湿重量を計量した。

#### (2) 底質調査

底質調査は生物調査と併せて行った。両調査場所の各試験区の任意の3点で、内径34mm、長さ50cmのアクリルパイプを用いて底質を柱状に採取した。試料は、研

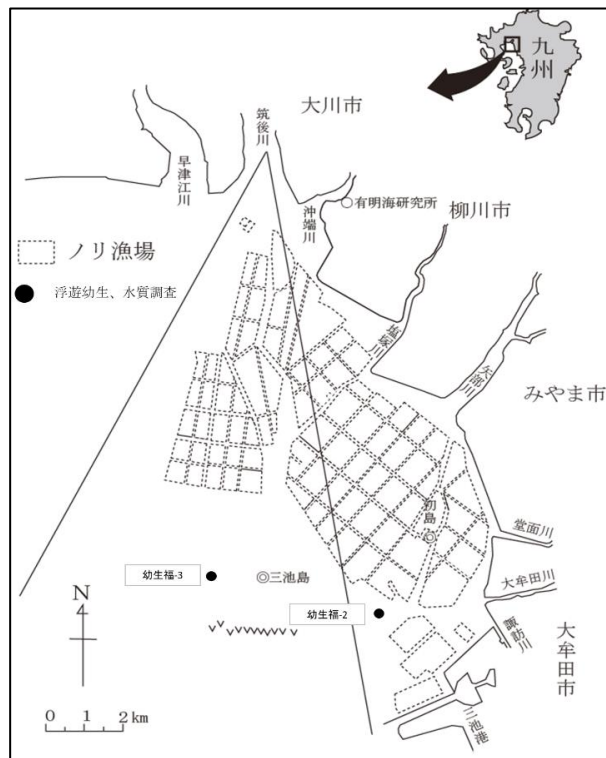


図2 浮遊幼生調査地点

表2 浮遊幼生調査日程

調査回	調査実施日	浮遊幼生	水質	備考
1	平成31年4月25日			
2	5月7日			
3	5月15日			アサリ
4	5月24日			
5	6月5日			
6	6月14日			アサリ・タイラギ
7	6月25日			
8	7月5日			
9	7月16日			
10	7月25日			
11	8月5日			タイラギ
12	8月17日	2地点 (福-2, 3) ×3層	2地点 鉛直	
13	8月26日			
14	9月5日			
15	9月13日			アサリ・タイラギ
16	9月25日			
17	10月4日			
18	10月10日			
19	10月17日			
20	10月24日			
21	11月1日			アサリ
22	11月7日			
23	11月14日			
24	11月21日			

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粒度ごとの重量パーセントから求めた。

## 2. アサリ、タイラギの浮遊幼生調査

### (1) 浮遊幼生調査

浮遊幼生等調査は、アサリ、タイラギの浮遊幼生出現数及び殻長把握のため、図2に示す2地点において試料を採取した。試料は表2に示す平成31年4月から令和元年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、4, 5, 10及び11月は200L(200L×1本)、6~9月は400L(200L×2本)とした。

採取した試料は、速やかに冷蔵又は冷凍状態で九州農政局が委託した分析業者に提出した。

### (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、多項目水質計を用いて海面から海底面まで0.1mピッチで連続測定した。測定項目は、水深、水温、塩分、D0、濁度、クロロフィルとした。

現地で測定したクロロフィル蛍光強度を補正するため、調査日毎にバンドーン採水器を用いて代表点1点の表層で200ml採水した。採水後は冷暗所に保存し、短時間内にグラスファイバー濾紙及び濾過器を用いて濾過した。濾紙はNジメチルホルムアルデヒドを6ml入れたバイアル瓶に入れ、冷凍暗所の状態で九州農政局が委託した分析業者に提出した。

## 3. アサリ移殖放流及び追跡調査

### (1) 移殖放流

平成31年3月にアサリ資源量調査を行った結果、有区3号、有区20号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令和元年5月14日から17日、6月6日、放流後の追跡調査を平成31年4月17日から令和2年3月4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農区209号、有区24号とした。

(2) 生物調査

移殖放流後のアサリの分布を把握するため、採捕場所、移殖放流後のアサリの分布を把握するため、採捕場所、放流場所および過年度(平成29年～令和元年)の放流場所においてアサリの枠取り調査を行った。調査は、有区3号、10号、20号、24号において不定期に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、一部試料を研究室に持ち帰り、殻長を測定した。

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。

4. アサリの母貝場造成調査

平成28年～30年にかけて干潟に設置した砂利袋の回収および放流作業を令和元年6月～令和2年1月に行った。

大潮の干潮時に各地先に設置した砂利袋を回収し、図3に示す、柳川市地先の有区301号、有区303号、有区24号、有区9号の4か所に砂利袋の中身(砂利およびアサリ)の放流を行った。

放流後のアサリの分布を把握するため、放流場所、及び対照区において令和元年6月および11月にアサリの枠取り調査を行った。調査は、有区301号、有区303号、有区24号、有区9号において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、一部試料を研究室に持ち帰り、殻長を測定した。

5. アサリ着底基質の設置と追跡調査

令和元年12月にパーム約250gを玉ねぎネットおよびラッセル袋に入れた袋網(以下パーム袋)をFRP支柱に4袋ずつ固定し、それを図4に示す有区2号、有区302号および有区47号に1,116本、計4,464袋設置した。

パーム袋へのアサリ稚貝の着底状況を把握するため、令和2年2月19日から2月21日にかけて、追跡調査を実施した。調査は、有区2号、302号、47号において、潜水により各漁場16個ずつパーム袋を採取した。採取し

たパーム袋内のパーム約5gを分取し、ジップロックに入れて冷凍後、パームに付着したアサリ稚貝の個体数および殻長の測定を行った。

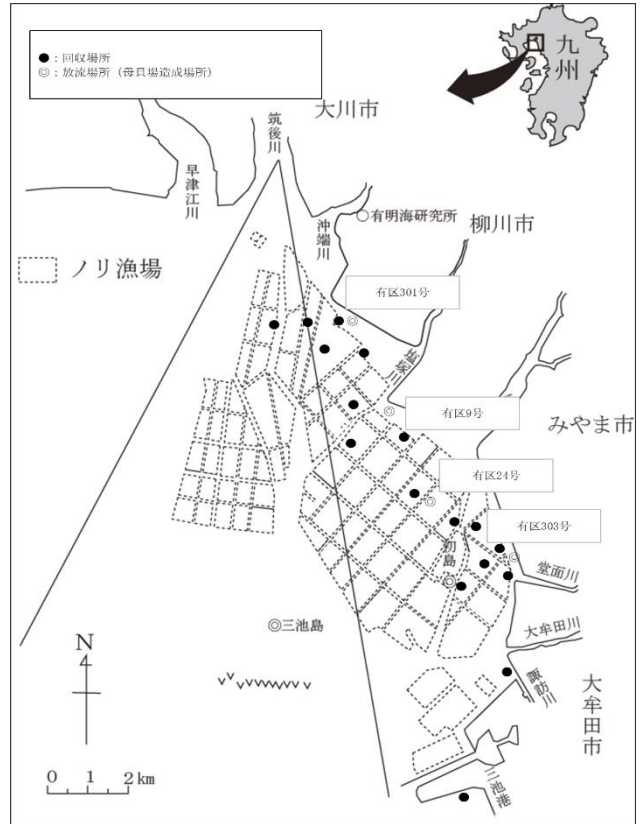


図3 母貝場造成調査地点

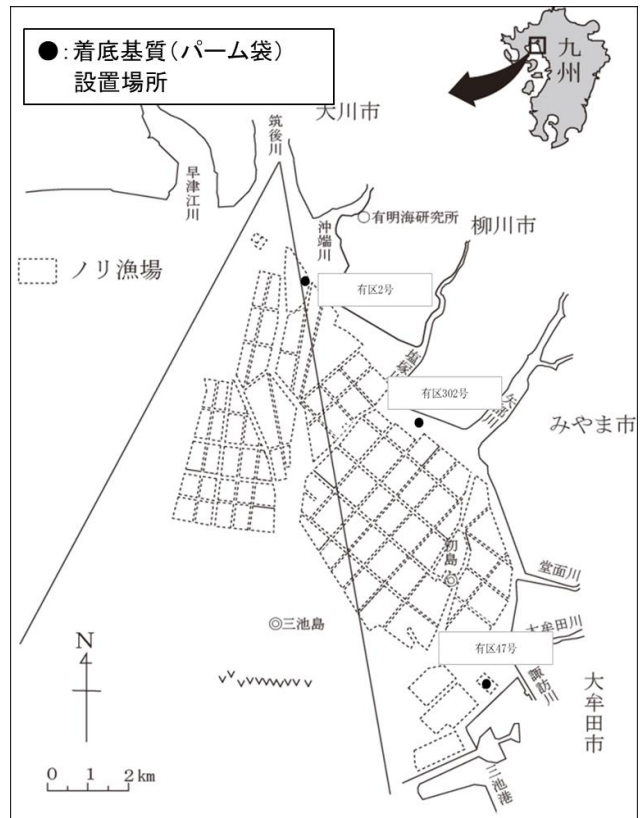


図4 着底基質(パーム袋)設置場所



(1) アサリ分布調査

5月調査時および11月調査時の各試験区の㎡あたりの平均個体数を図5に示した。

5月調査時、有区8号ではクラムマット区で144個/㎡と多く、有区37号では砂利袋+プレート区で646個/㎡と多かった。11月調査時では有区8号ではクラムマット区で299個/㎡と多く、有区37号では砂利袋+プレート区で354個/㎡と多かった。

試験区ごとの殻長組成を図6～図9に示した。有区8号では殻長組成は、クラムマット区、クラムマット+振り紐区ともに、5月のピークが殻長33mm、11月のピークが殻長35mmであった。

有区37号では、クラムマット区は5月にほとんど出現しなかったが、11月には殻長23mmにピークがみられた。クラムマット+振り紐区は5月に殻長37mmにピークがみられたが、11月にはほとんど出現しなかった。砂利袋区は5月にほとんど出現しなかったが、11月は殻長7～43mmで出現し、明瞭なピークはみられなかった。砂利袋+プレート区は、5月のピークが殻長35mm、11月のピークが殻長37mmであった。対照区は、有区8号および有区37号ともに、ほとんど出現しなかった。調査時期別の肥満度の比較を図10に示す。

肥満度は、5月は有区8号、有区37号ともに平均値15以上であり身入りは良好であった。11月は、有区8号、有区37号ともに平均値15前後であり、減耗が起きるほど低い値ではなかった。

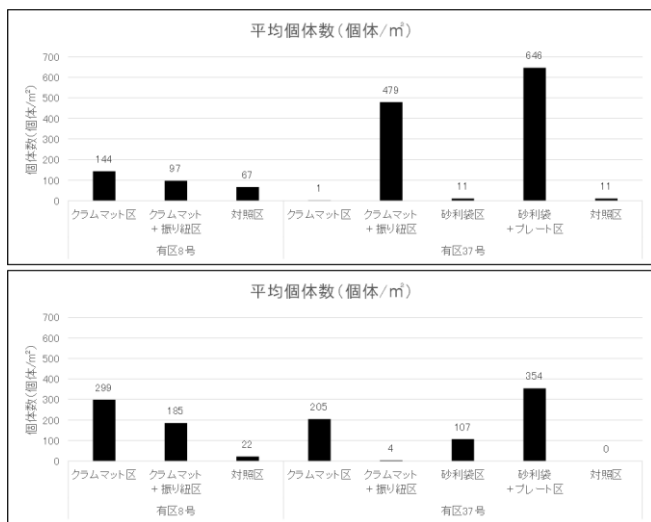


図5 着底基質内のアサリ平均個体数

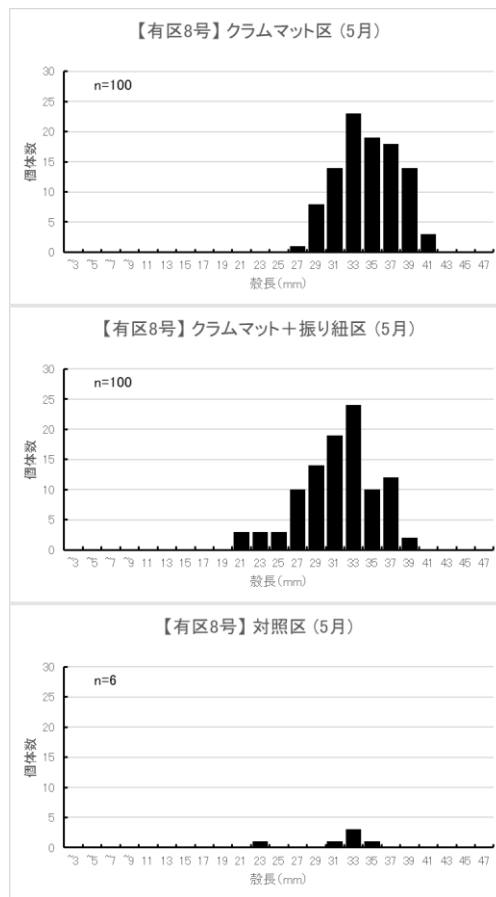


図6 有区8号のアサリ殻長組成 (5月)

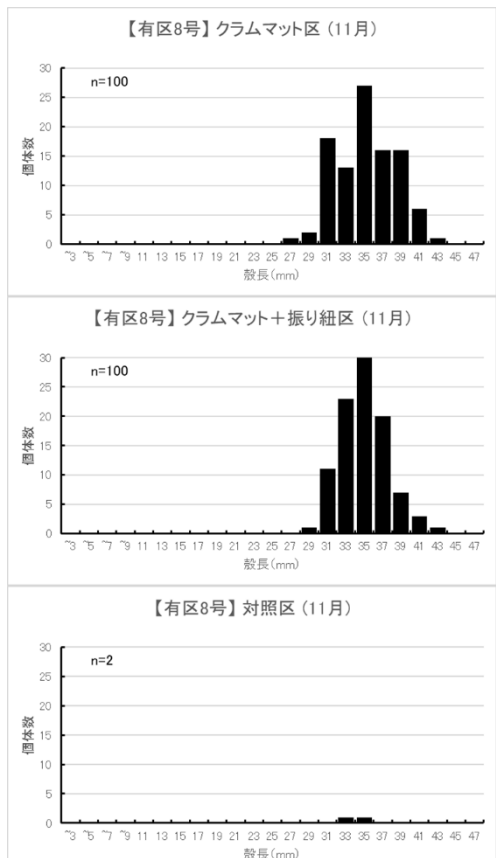


図7 有区8号のアサリ殻長組成 (11月)

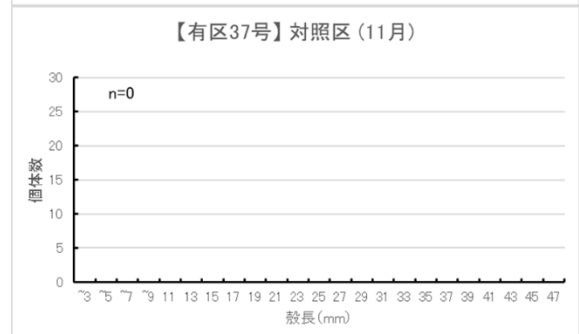
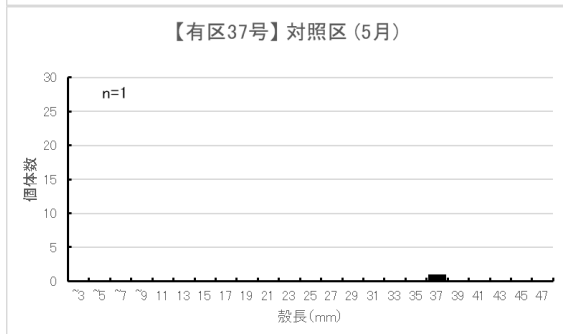
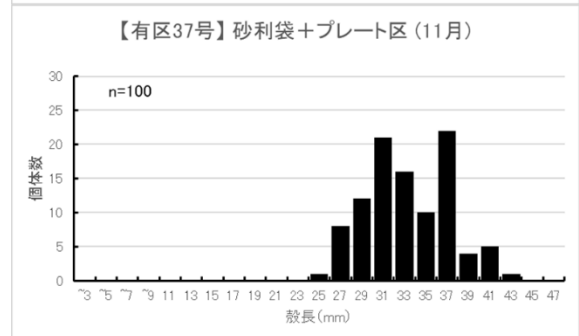
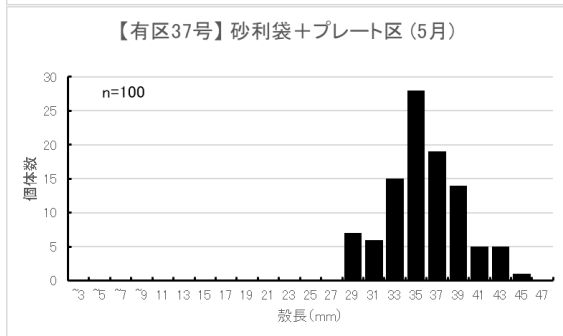
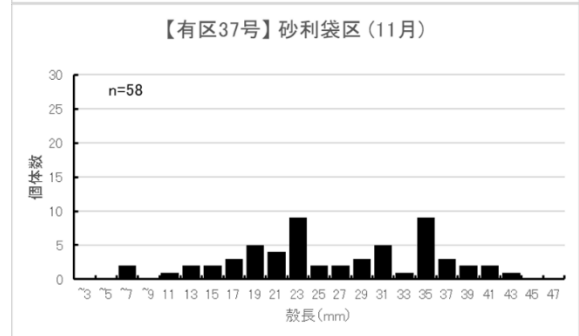
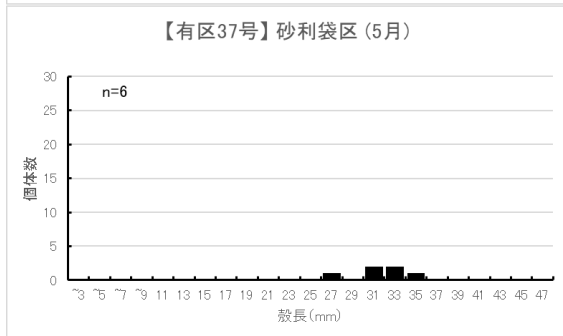
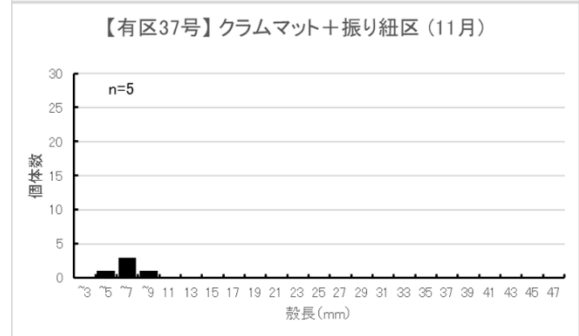
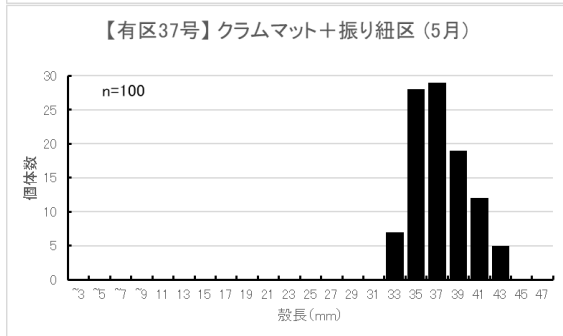
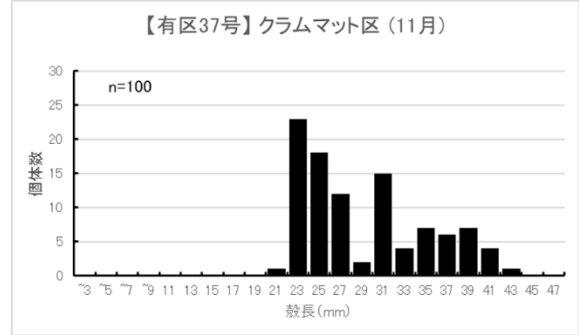
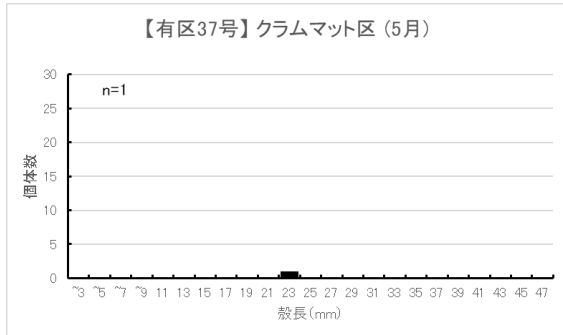


図 8 有区 37 号のアサリ殻長組成 (5月)

図 9 有区 37 号のアサリ殻長組成 (11月)

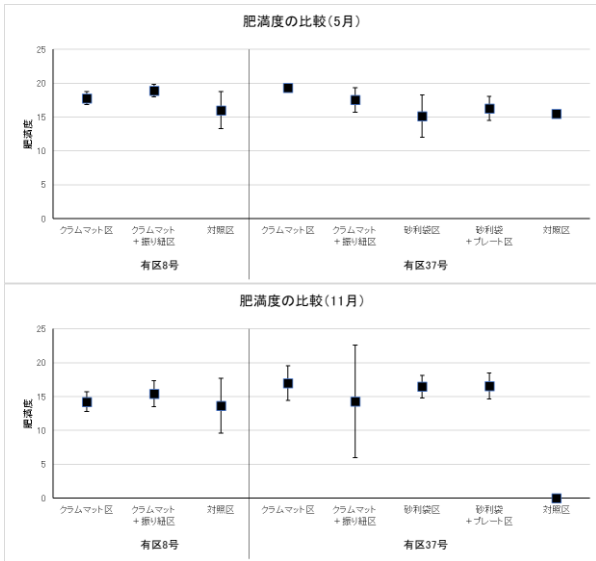


図 10 アサリ肥満度の比較

表 3 有区 8 号の底質

調査時期 試験区		令和元年5月		
		クラムマット区	クラムマット +振り紐区	対照区
COD	mg/g乾泥	2.7	3.0	2.0
全硫化物	mg/g乾泥	N.D.	0.01	0.01
強熱減量	%	3.6	3.5	3.1
泥分率	%	26.0	22.3	23.5
50%粒径 (mdφ)		2.25	2.07	2.14

(注) 1. 表中の数値は、各試験区の平均値を示す。  
2. N.D. は報告下限値未満を示す。

調査時期 試験区		令和元年11月		
		クラムマット区	クラムマット +振り紐区	対照区
COD	mg/g乾泥	2.9	3.1	2.0
全硫化物	mg/g乾泥	N.D.	0.02	N.D.
強熱減量	%	3.2	3.4	2.7
泥分率	mm	24.300	22.400	21.400
50%粒径 (mdφ)		2.13	2.06	1.96

(注) 1. 表中の数値は、各試験区の平均値を示す。  
2. N.D. は報告下限値未満を示す。

表 4 有区 37 号の底質

調査時期 試験区		令和元年5月				
		クラムマット区	クラムマット +振り紐区	砂利袋区	砂利袋 +プレート区	対照区
COD	mg/g乾泥	1.2	1.3	1.2	1.0	1.1
全硫化物	mg/g乾泥	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
強熱減量	%	2.6	2.9	2.6	2.6	2.5
泥分率	%	11.933	26.233	26.833	25.800	28.700
50%粒径 (mdφ)	mm	1.74	2.28	2.26	2.26	2.39

(注) 1. 表中の数値は、各試験区の平均値を示す。  
2. N.D. は報告下限値未満を示す。

調査時期 試験区		令和元年11月				
		クラムマット区	クラムマット +振り紐区	砂利袋区	砂利袋 +プレート区	対照区
COD	mg/g乾泥	1.0	0.8	0.7	1.0	0.8
全硫化物	mg/g乾泥	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
強熱減量	%	2.4	2.2	2.0	2.2	2.1
泥分率	%	8.7	12.5	9.0	10.3	10.4
50%粒径 (mdφ)		1.46	1.59	1.27	1.49	1.25

(注) 1. 表中の数値は、各試験区の平均値を示す。  
2. N.D. は報告下限値未満を示す。

## (2) 底質調査

底質調査による粒度組成の分析結果一覧を表 3, 4 に、示す。

試験期間中はいずれの漁場についても、中央粒径 Mdφ が 3 未満であり、硫化物が 0.2 未満と良好な底質が維持されていた。

## 2. アサリ、タイラギの浮遊幼生調査

採取した試料及びデータを九州農政局が委託した業者に渡した。

## 3. アサリ移殖放流及び追跡調査

### (1) 移殖放流

アサリの移殖放流作業における採捕量を表 5 に示す。採捕、放流作業は 17 日間で延べ 232 隻 (546 名) で行い、採捕量は約 359 トン、そのうちアサリの重量は約 295 トンであり、採捕量に対するアサリの割合は 82.3%であった。採捕したアサリの殻長組成を図 11 に示す。令和元年 5 月の有区 3 号のアサリは殻長 30~32 mm の出現頻度が高く、平均殻長は 30.9mm であった。令和元年 6 月の有区 20 号のアサリは殻長 12~14 mm の出現頻度が高く、平均殻長は 12.8 mm であった。

採捕したアサリの放流場所及び放流量を図 12 及び表 6 に示す。放流場所は、柳川市地先からみやま市地先にかけて農区 209 号の低地盤域から有区 24 号の干潟域にかけて放流した。アサリの放流量は深場の農区 209 号の 293.3 トンが最も多く、次いで保護区の有区 24 号の 1.5 トンであった。

### (2) 生物調査

移殖放流の採捕場所 (有区 3, 20 号) 及び過年度および今年度の放流場所 (有区 10, 24 号) の分布密度の推移を図 13 に示す。アサリ分布密度は、有区 3 号で 852~1,691 個体/m<sup>2</sup>、有区 20 号で 675~1,644 個体/m<sup>2</sup>、有区 10 号で 423~2,276 個体/m<sup>2</sup>、有区 24 号で 960~3,560 個体/m<sup>2</sup> の範囲で推移した。

移殖放流の採捕場所の (有区 3, 20 号) 及び放流場所 (有区 10, 24 号) の肥満度の推移を図 14 に示す。全ての調査場所で 4, 5 月および 8, 9 月は高めに推移したが、産卵後の 6 月や 11 月以降に低下した。



表5 アサリ移殖放流作業における採捕量

年月日	採捕場所	隻数	採捕量 (t)	うち7羽重量 (t)
令和元年5月14~17日	有区3号	229	356.4	293.3
令和元年6月6日	有区20号	3	2.0	1.5
合計		232	358.4	294.8

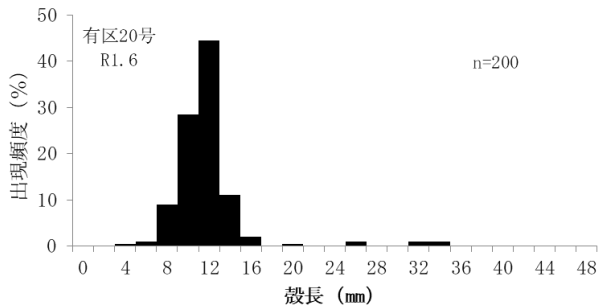
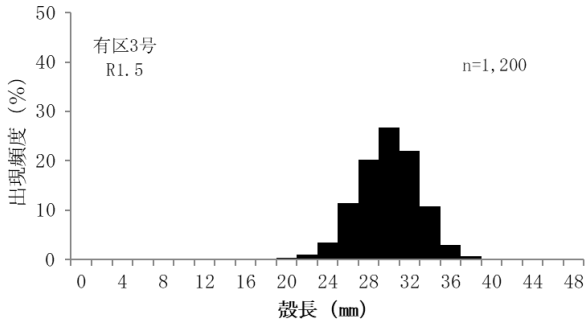


図11 採捕場所(有区3号)及び放流場所(有区10号)の殻長別出現割合

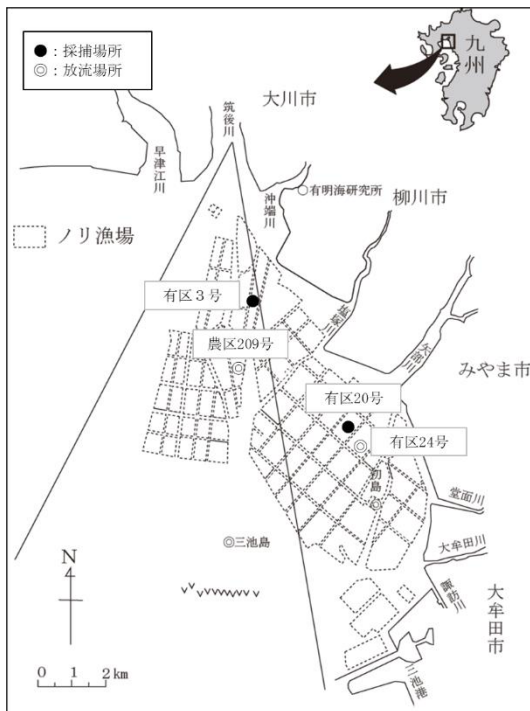


図12 採捕場所および放流場所

表6 アサリの放流場所別放流量

年月日	採捕量	放流場所	
		有区24号	農区209号
令和元年5月14~17日			293.3
令和元年6月6日		1.5	
合計		1.5	293.3

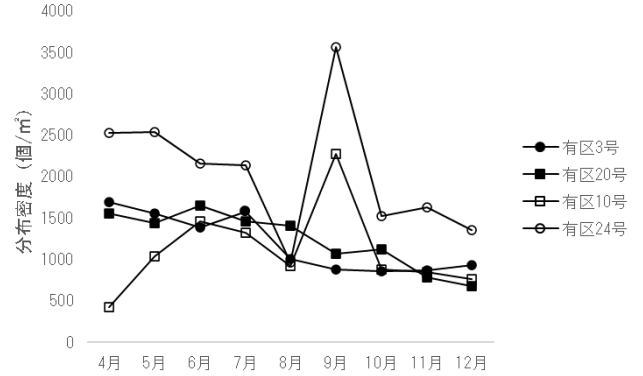


図13 過年度の放流場所及び採捕場所のアサリ分布密度の推移

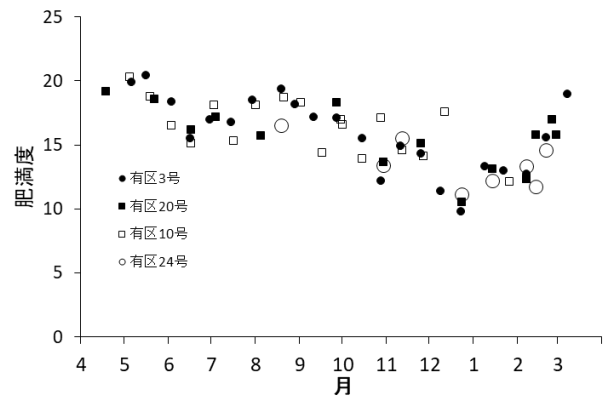


図14 過年度の放流場所及び採捕場所のアサリ肥満度の推移

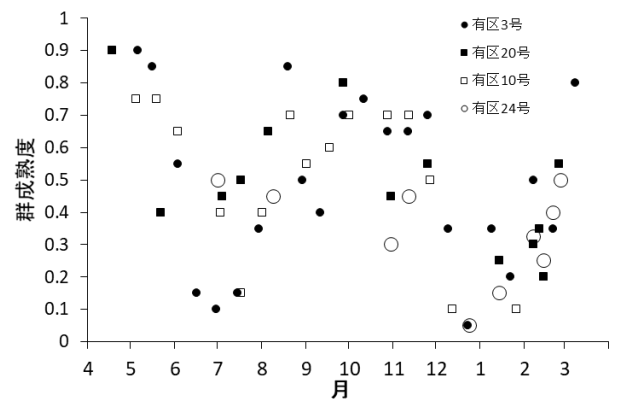


図15 過年度の放流場所及び採捕場所の群成熟度の推移

移殖放流の採捕場所の（有区 3，20 号）及び放流場所（有区 10，24 号）の群成熟度の推移を図 15 に示す。有区 3 号の群成熟度は，令和元年 5 月および 8 月に 0.9 と高い値を示した。有区 20 号の群成熟度は，令和元年 4 月に 0.9，9 月に 0.8 と高い値を示した。有区 10 号の群成熟度は，令和元年 5 月に 0.8，6 月，8 月，10 月，11 月に 0.7 と高い値を示した。

採捕場所（有区 3 号）及び放流場所（有区 10 号）の令和 2 年 1 月における殻長組成を図 16 に示す。放流場所の有区 10 号では，出現割合が最も高かったのは殻長 36～38mm であり，漁獲サイズである 30mm 以上の割合は 100% と良好な成長が見られ，放流したアサリが順調に成長していることが示唆された。

### （3）環境調査

移殖放流の採捕場所のうち有区 3 号，有区 20 号及び放流場所のうち有区 10 号の表層塩分の推移を図 17 に示す。有区 3 号の塩分は，14.0～30.3 の範囲を推移し，令和元年 7 月末に 14.0 と最も低い値となった。有区 10 号の塩分は，17.9～30.8 の範囲を推移し，令和元年 8 月頭に 17.9 と最も低い値となった。有区 20 号の塩分は，17.4～31.0 の範囲を推移し，令和元年 8 月頭に 17.4 と最も低い値となった。

移殖放流の採捕場所のうち有区 3 号，有区 20 号及び放流場所のうち有区 10 号及び有区 24 号の底質の割合を図 18 に示す。有区 3 号の底質は，調査期間中全て砂泥質であった。有区 10 号の底質は，砂質 4%，砂泥質 95%，泥質 1%であった。有区 20 号の底質は，砂質 38%，砂泥質 62%であった。有区 24 号の底質は，砂質 33%，砂泥質 66%，泥質 1%であった。

### 4. アサリの母貝場造成調査

図 3 に示した漁場で，令和元年 6 月から令和元年 11 月にかけて，過年度に設置した砂利袋の回収および放流を実施した。

のべ 201 隻が作業を行い，回収および放流を行った砂利袋は約 8,040 ネットとなった。

また，放流後の追跡調査を令和元年 6 月 15 日から 6 月 26 日，令和元年 11 月 21 日から 11 月 25 日にかけて放流場所および対照区にて行った。

6 月に行った追跡調査の結果を図 19 から図 21 に示した。放流場所のアサリ生息密度を図 19 に示した。生息密度は放流箇所では 112～1,093 個/㎡であり，有区 24 号で 1,093 個/㎡と最も高かった。一方対照区では 0～608

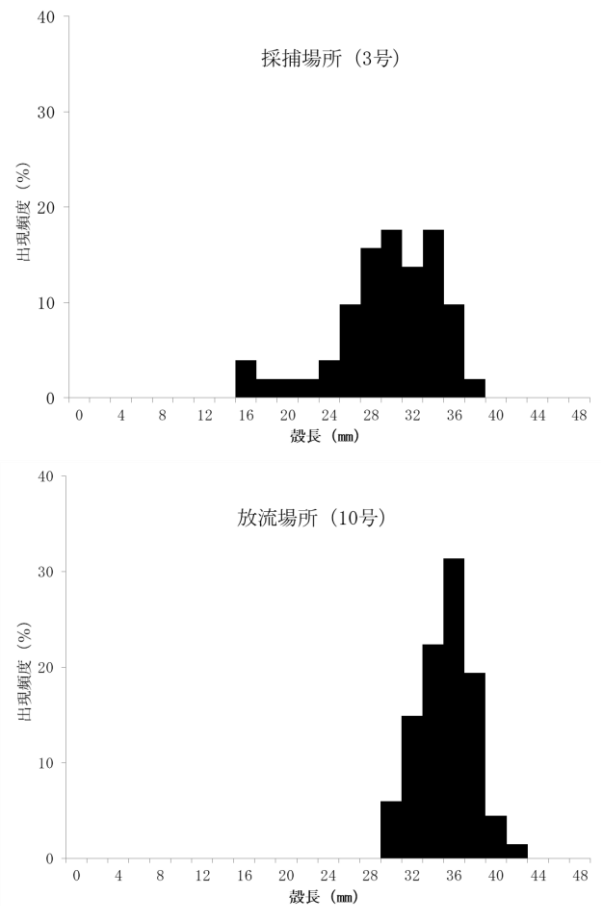


図 16 採捕場所（有区 3 号）及び過年度の放流場所（有区 10 号）の殻長組成

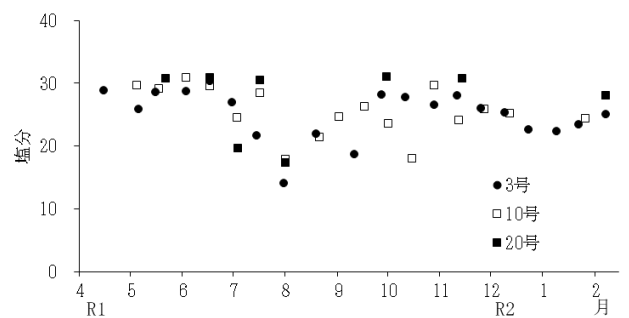


図 17 過年度の放流場所及び採捕場所の表層塩分の推移

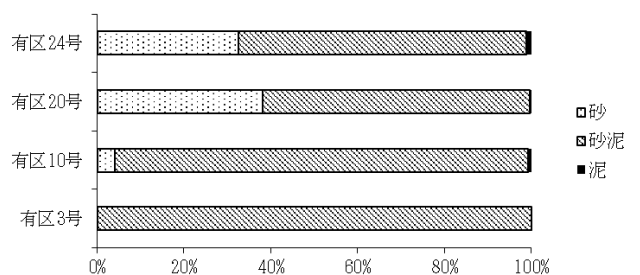


図 18 過年度の放流場所及び採捕場の底質の割合

個/㎡と放流区に比べ、アサリ生息密度が低かった。放流箇所のアサリ生息密度を図 22 に示した。生息密度は放流箇所では 21~139 個/㎡であり、有区 9 号で 139 個/㎡と最も高かった。一方対照区では 0~16 個/㎡と放流区に比べ、低かった。

放流箇所の殻長組成を図 23 に示した。有区 9 号では殻長 26~28mm および殻長 30~32mm にモードが確認された。有区 24 号では殻長 38~40mm および殻長 16~18mm にモードが確認され、二峰性を示した。有区 301 号では有区殻長 30~32mm および殻長 34~36mm にモードが確認された。有区 303 号では殻長 38~40mm にモードが確認された。

放流箇所の肥満度を図 24 に示した。いずれの地点についても 6 月と同様 12 を超えており、十分な栄養状態にあると考えられた。特に有区 9 号、24 号、303 号では身入りが良好とされている 15 を超えていた。

放流箇所の殻長組成を図 20 に示した。有区 9 号では殻長 36~38mm の他に 8~14mm にモードが確認され、二峰性を示した。有区 24 号では殻長 32~34mm のモードの他に殻長 12~14mm のモードが確認され、二峰性を示した。有区 301 号についても殻長 32~34mm のモードの他に 8~10mm にモードが確認され、二峰性を示した。有区 303 号については殻長 32~34mm にモードが確認された。

放流箇所の肥満度を図 21 に示した。いずれの地点についても 6 月と同様 12 を超えており、十分な栄養状態にあると考えられた。特に有区 9 号、24 号、303 号では身入りが良好とされている 15 を超えていた。

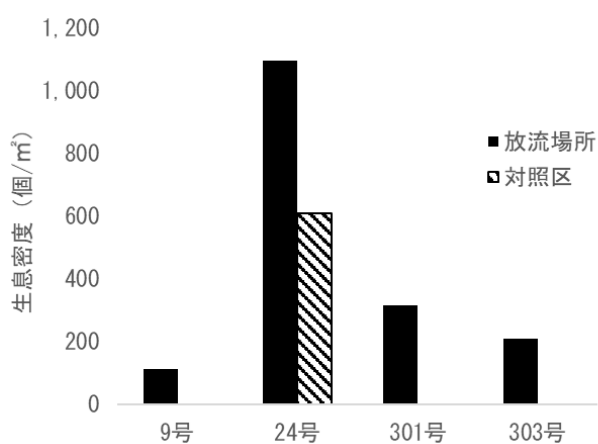


図 19 砂利袋放流場所のアサリ生息密度 (6 月)

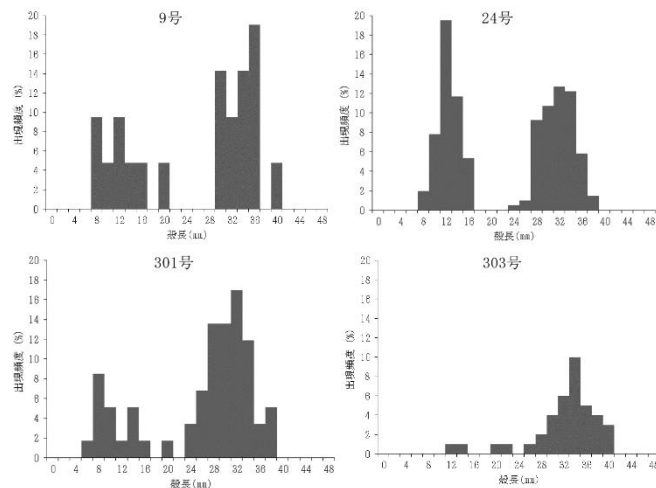


図 20 砂利袋放流場所のアサリ殻長組成 (6 月)

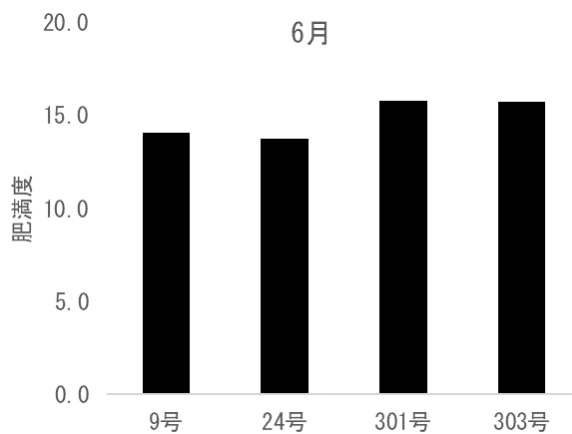


図 21 砂利袋放流場所のアサリ肥満度 (6 月)

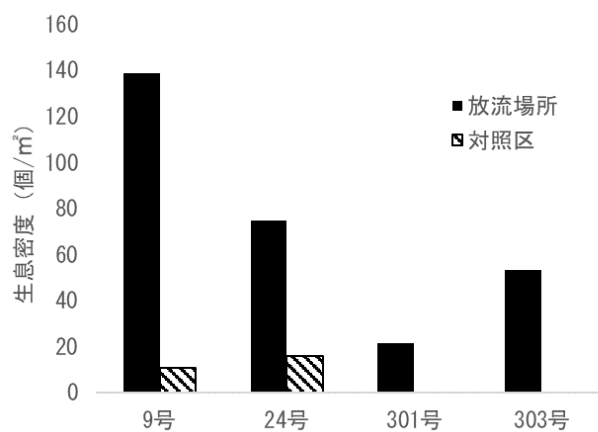


図 22 砂利袋放流場所のアサリ生息密度 (11 月)

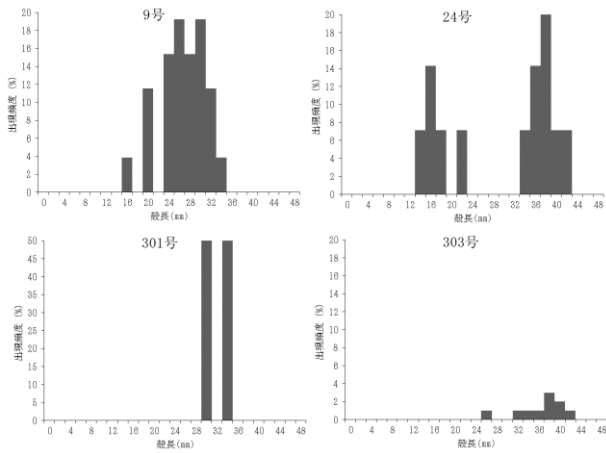


図 23 砂利袋放流場所のアサリ殻長組成(11月)

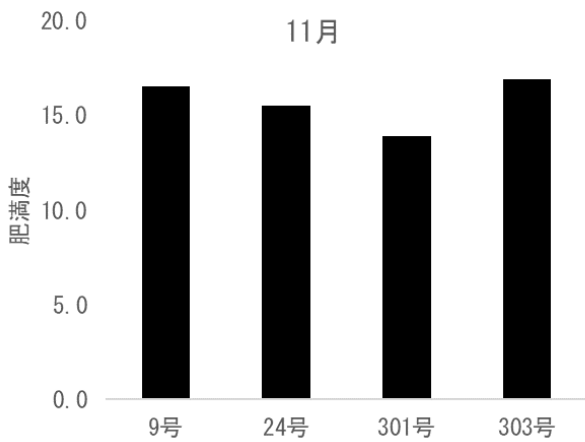


図 24 砂利袋放流場所のアサリ肥満度(11月)

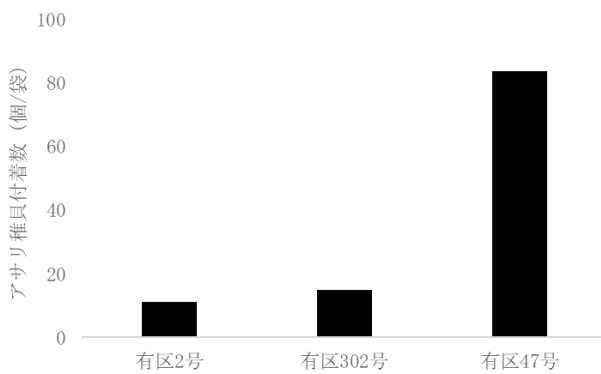


図 25 パーム 1 個あたりのアサリ平均付着個数

## 5. アサリ着底基質の設置と追跡調査

図 4 に示した漁場で令和元年 12 月 17 日から 12 月 19 日にかけて、パーム袋 4,464 袋の設置作業を行った。

設置は小潮の満潮時に行い、パーム袋の高さが地盤高で約 100~150cm 程度になるように 1 支柱あたり 4 本のパーム袋を設置した。

追跡調査を令和 2 年 2 月 19 日から 21 日にかけて行った。回収したパーム袋に付着したパーム 1 個 (250g) 当たりのアサリ平均個体数を図 25 に示した。有区 2 号では 0 個~73 個、平均 11 個のアサリ稚貝が確認された。有区 302 号では 0 個~71 個、平均 15 個のアサリ稚貝が確認された。有区 47 号では 0 個~455 個、平均 84 個のアサリ稚貝が確認された。着底したアサリの殻長別出現頻度を図 26 に示す。有区 2 号では 1mm 未満の初期稚貝の出現が 83%, 1mm 以上の稚貝が 17%であった。有区 302 号では 1mm 未満の初期稚貝の出現が 90%, 1mm 以上の稚貝が 10%であった。有区 47 号では 1mm 未満の初期稚貝の出現が 83%, 1mm 以上の稚貝が 17%であった。

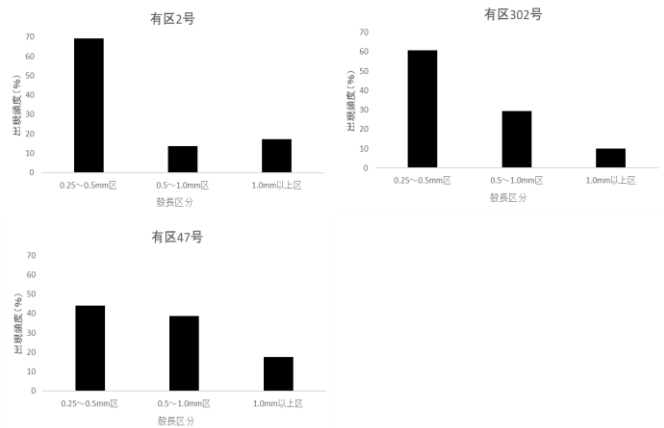


図 26 パームに着底したアサリ殻長別出現頻度

# 有明海環境改善事業

## (2) タイラギ調査

江崎 恭志・合戸 賢利・山田 京平

有明海沖合域においては、近年、着底稚貝は発生するものの短期間で生息が見られなくなる他、成貝についても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悪化している。その結果、平成27年度から実施されているタイラギの浮遊幼生調査においても、全体の出現密度が低いことが明らかになった。

タイラギ資源回復のためには、母貝量を増やし有明海全体の浮遊幼生量を増大させる必要がある。

本事業では、海底に育成ネットを用いた母貝育成場を設置、育成期間中の生残・成長・産卵状況調査を行い、その機能を検証するとともに、沖合のタイラギ資源量・底質及び底層水の広域調査を行い、タイラギ分布とその生息環境（底質・餌料）の関係について検討した。

### 方法

#### 1. 母貝育成場機能調査

調査に用いるタイラギは、水産研究・教育機構が有明海産親貝から種苗生産した稚貝を大牟田市三池港内で垂下式により中間育成したもの（以下「人工貝」）を用いた。

海中育成ネットは、73 cm×52 cm（0.5分メッシュ）の3段ポケットネットにシリコン系の付着物防止剤を塗布し、表裏2枚を重ね合わせ、その上部に浮子を、下部には海底設置用のフック付きロープを取り付けたものを作成、潜水器漁業者によりネット中心部が海底から1m程浮いた状態になるよう、海底に打ち込んだ長さ約1mの丸カンにフックで取り付けた（図1）。カゴは、直径36.5 cm・高さ27.5 cmのアロン丸形収穫カゴにシリコン系の付着物防止剤を塗布し、ネット状の蓋を取り付け、海底の砂を収容したものを、海底に打ち込んだ約1mの丸カンに結束バンドで固定または海底に埋設した（図2）。

設置箇所は、大牟田市沖合の三池島（水深約7m）および峰の洲（同7m）とした（図3）。

周辺を航行する船舶の安全確保のため、各設置箇所には太陽電池式点滅ブイを設置した。

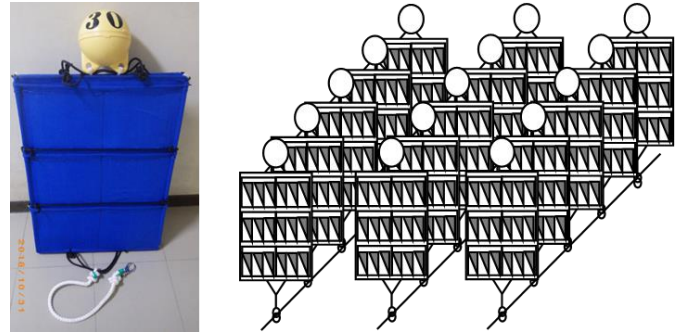


図1 海中育成ネットおよびその設置状況

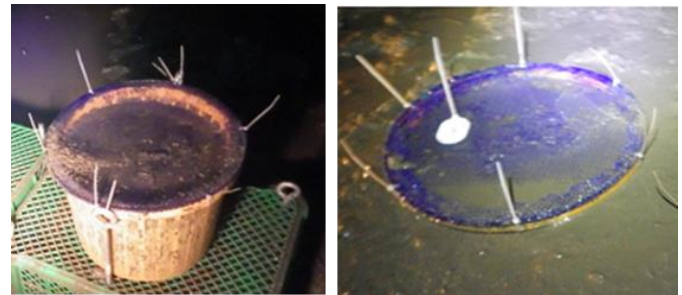


図2 カゴおよびその設置状況

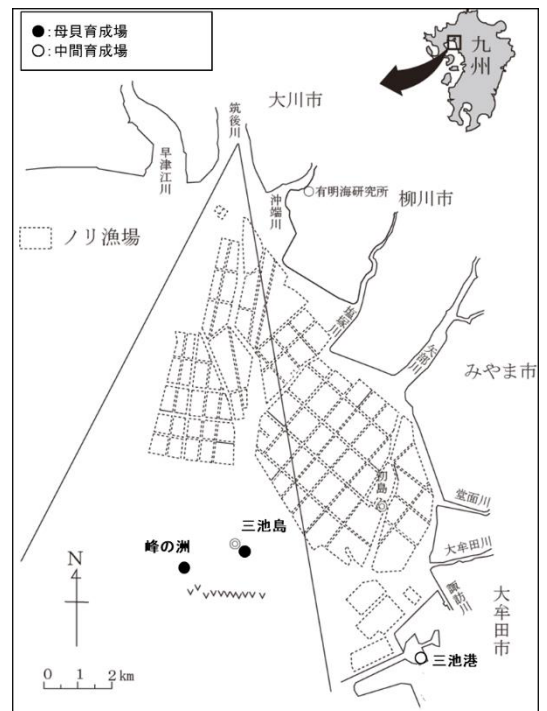


図3 母貝育成場の設置箇所

海中育成ネットは、目詰まりが見られた場合は、適宜潜水器漁業者により船上に上げ、水中ポンプによる水流で洗浄し、再設置を行った。カゴは、蓋の目詰まりが見られた場合は、適宜蓋を交換した。その際にへい死に伴うタイラギ収容数の減少があれば、随時補充を行った。

追跡調査時には、生残数の計数と殻長の測定を行った。さらに生殖腺の着色の有無を確認し、測定個体のうち生殖腺の着色がみられた個体数の割合を生殖腺着色率とした。

## 2. 広域生息環境調査

### (1) 広域調査

令和元年11月20～23日と2年2月3～6日に、福岡県沖の58地点(図4,表1)で潜水器漁業者により、タイラギ生息状況や底質、水質を調査した。

底質はアクリルパイプ(φ38mm×30cm)を用いて柱状採泥を行い、浮泥厚を測定するとともに、11月に採取した試料については、採泥深度0～5cmの底泥をアクリルパイプから取り出し、酸揮発性硫化物量・強熱減量・泥分率・中央粒径値を測定した。

採水は底層及び海底直上アクリルパイプで行い、研究所に持ち帰り後、クロロフィルa濃度およびフェオ色素濃度の分析を行った。

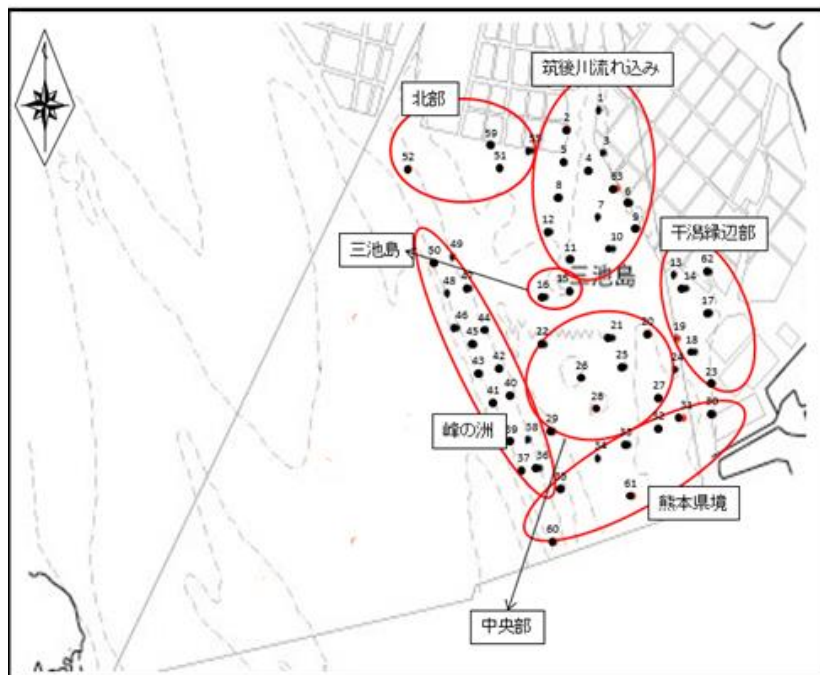
タイラギの分布状況については、3分間の潜水により発見した貝をすべて採取後持ち帰り、殻長・殻高・殻付き重量を測定した。

### (2) 定点調査

令和元年6月～2年3月に、代表的なタイラギ漁場であった大牟田沖と峰の洲の2点について、潜水器漁業者により、各点20回ずつ柱状採泥・採水を実施した。広域調査と同様の方法で、底質の浮泥厚・酸揮発性硫化物量・強熱減量および底層海水のクロロフィルa・フェオ色素を測定した。

タイラギの生息状況については、潜水により40㎡のライン採取調査を行い、その殻長・殻高・殻付き重量を測定した。

さらに、大牟田沖においては、溶存酸素飽和度・クロロフィル蛍光値・濁度の連続観測を実施し、潜水器漁業者によりセンサーの設置・清掃・回収作業を延べ30回実施した。



※点番号53, 54, 56～58は欠番

図4 広域調査定点



表1 広域調査定点の緯度経度

点番号	世界測地系				日本測地系			
	緯度latitude	経度longitude	緯度latitude	経度longitude	緯度latitude	経度longitude	緯度latitude	経度longitude
1	33 04.293	130 21.852	33 04.093	130 21.991				
2	33 04.199	130 21.457	33 03.998	130 21.596				
3	33 03.808	130 21.923	33 03.608	130 22.062				
4	33 03.680	130 21.683	33 03.479	130 21.822				
5	33 03.818	130 21.250	33 03.618	130 21.389				
6	33 03.287	130 22.313	33 03.086	130 22.452				
7	33 03.173	130 21.770	33 02.973	130 21.909				
8	33 03.355	130 21.262	33 03.154	130 21.401				
9	33 02.955	130 22.541	33 02.754	130 22.681				
10	33 02.677	130 21.878	33 02.476	130 22.017				
11	33 02.522	130 21.284	33 02.321	130 21.422				
12	33 02.745	130 21.005	33 02.544	130 21.144				
13	33 02.516	130 22.984	33 02.316	130 23.122				
14	33 02.253	130 23.313	33 02.053	130 23.452				
15	33 02.218	130 21.255	33 02.018	130 21.394				
16	33 02.200	130 20.952	33 01.999	130 21.090				
17	33 01.922	130 23.537	33 01.721	130 23.676				
18	33 01.474	130 23.332	33 01.273	130 23.471				
19	33 01.707	130 22.912	33 01.506	130 23.051				
20	33 01.863	130 22.481	33 01.663	130 22.621				
21	33 01.746	130 21.800	33 01.546	130 21.939				
22	33 01.731	130 20.829	33 01.531	130 20.967				
23	33 01.114	130 23.547	33 00.913	130 23.686				
24	33 01.366	130 22.873	33 01.166	130 23.012				
25	33 01.487	130 21.905	33 01.286	130 22.044				
26	33 01.233	130 21.278	33 01.033	130 21.417				
27	33 00.871	130 22.830	33 00.671	130 22.969				
28	33 00.850	130 21.783	33 00.649	130 21.922				
29	33 00.619	130 21.059	33 00.418	130 21.197				
30	33 00.576	130 23.583	33 00.376	130 23.722				
31	33 00.589	130 23.297	33 00.387	130 23.436				
32	33 00.512	130 22.768	33 00.311	130 22.907				

点番号	世界測地系				日本測地系			
	緯度latitude	経度longitude	緯度latitude	経度longitude	緯度latitude	経度longitude	緯度latitude	経度longitude
33	33 00.446	130 22.341	33 00.246	130 22.481				
34	33 00.282	130 21.908	33 00.081	130 22.047				
35	32 59.943	130 21.392	32 59.742	130 21.530				
36	33 00.175	130 20.757	32 59.974	130 20.895				
37	33 00.165	130 20.516	32 59.964	130 20.655				
38	33 00.572	130 20.608	33 00.371	130 20.747				
39	33 00.582	130 20.321	33 00.381	130 20.460				
40	33 01.102	130 20.355	33 00.901	130 20.494				
41	33 01.036	130 20.092	33 00.836	130 20.230				
42	33 01.377	130 20.252	33 01.176	130 20.390				
43	33 01.301	130 19.920	33 01.101	130 20.059				
44	33 01.765	130 20.080	33 01.564	130 20.219				
45	33 01.528	130 19.805	33 01.328	130 19.944				
46	33 01.850	130 19.644	33 01.649	130 19.782				
47	33 02.226	130 19.872	33 02.026	130 20.010				
48	33 02.219	130 19.518	33 02.018	130 19.657				
49	33 02.568	130 19.746	33 02.368	130 19.885				
50	33 02.576	130 19.404	33 02.376	130 19.544				
51	33 03.755	130 20.510	33 03.554	130 20.649				
52	33 03.669	130 18.879	33 03.468	130 19.017				
53	欠番							
54	欠番							
55	33 03.927	130 20.817	33 03.726	130 20.956				
56	欠番							
57	欠番							
58	欠番							
59	33 04.008	130 20.191	33 03.808	130 20.330				
60	32 59.150	130 21.064	32 58.949	130 21.202				
61	32 59.548	130 22.503	32 59.347	130 22.642				
62	33 02.390	130 23.587	33 02.189	130 23.726				
63	33 03.452	130 22.163	33 03.251	130 22.302				

結果

1. 母貝育成場機能調査

(1) 平成30年産貝

母貝場への移殖は平成31年4月から開始、6月下旬までの育成数は1,445個に達した。その後、へい死に伴う減耗があったものの、産卵期である7~8月には1,300個以上の親貝を確保できた。その後次第に減耗したが、翌年3月上旬時点で約1,000個が生残した(図5)。

平均殻長は4月に75mm、7月に111mm、12月に130mm、3月上旬時点で148mmとなった(図6)。

生殖腺着色率は5月まで着色が見られなかったが、6月下旬に6割、7月下旬に8割に達し、その後8月下旬には2割に減少、9月以降は着色が確認されなくなった(図7)。

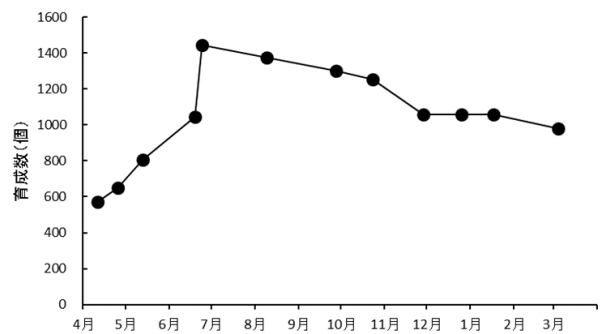


図5 平成30年産貝の育成数の推移

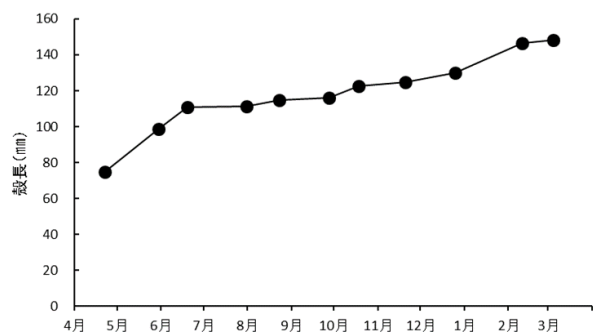


図6 平成30年産貝の殻長の推移

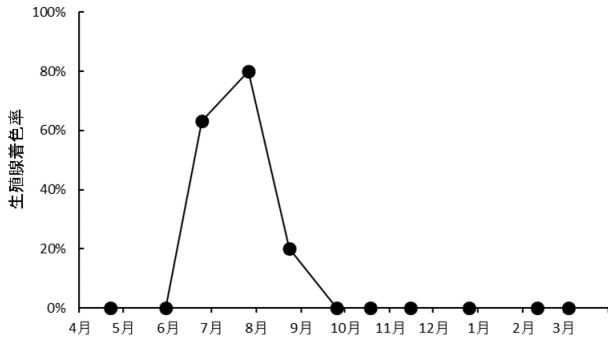


図7 H30年産貝の生殖腺着色率の推移

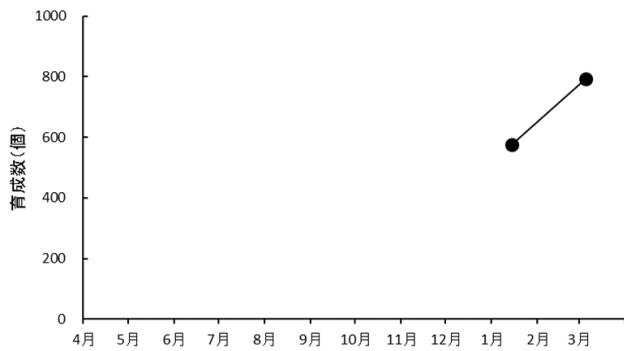


図8 令和元年産貝の育成数の推移

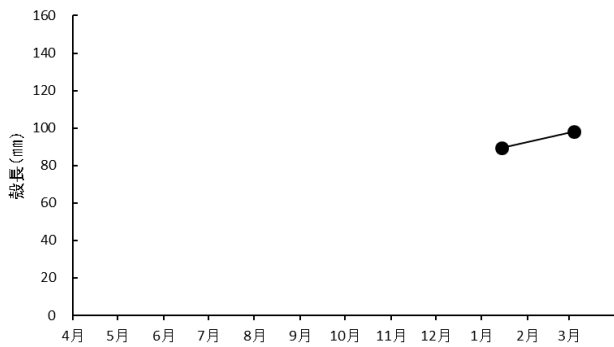


図9 令和元年産貝の殻長の推移

(2) 令和元年産貝

母貝場への移殖は、令和2年1月から殻長80mm以上に達した成長の良い個体から順次開始し、3月上旬までに育成数は792個に達した(図8)。

平均殻長は3月上旬に98mmとなった(図9)。

2. 広域生育環境調査

(1) 広域調査

令和元年11月・令和2年2月の調査時のタイラギ成貝(殻長15cm以上)及び稚貝の分布状況を図10に示した。11月では、成貝は全調査点で確認されなかったが、元年級の稚貝が2調査点で確認され、3分間潜水による採取数の合計は5個体(平均殻長75mm)、資源量は若干



図10 タイラギ分布状況  
(上段:11月 下段:2月)

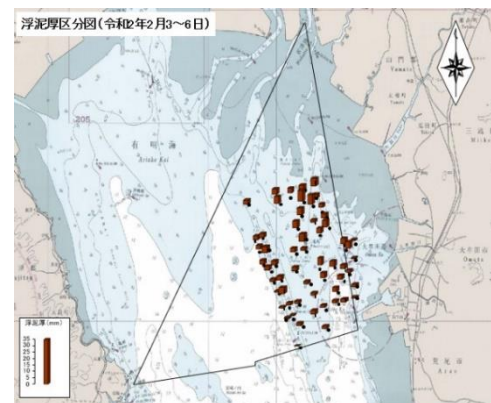
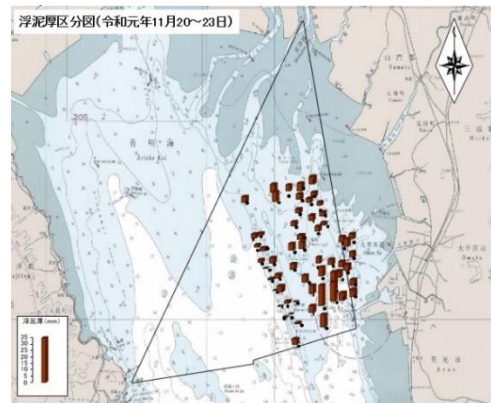


図11 浮泥厚  
(上段:11月 下段:2月)

量と推定された。2月では成貝は全調査点で確認されなかったが、元年級の稚貝は7調査点で確認され、3分間潜水による採取数の合計は19個体(平均殻長89mm)、資源量は若干量と推定された。

浮泥厚を図11に示した。11月・2月とも全域で10mm以下であった。

酸揮発性硫化物量を図12に示した。11月では干潟縁辺部・筑後川流れ込みで0.2mg/g-dry以上、三池島・中央部では0.1~0.2mg/g-dry、熊本県境・峰の洲・北部では0.1mg/g-dry以下であった。

強熱減量を図13に示した。11月では三池島・中央部・北部では9%を超え干潟縁辺部・熊本県境・筑後川流れ込みでは6~8%の値であった。峰の洲では5%未満であった。

泥分率を図14に示した。11月では、北部・筑後川流れ込み・三池島・中央部・干潟縁辺部では50%を超え、峰の洲・熊本県境では20%未満の値であった。

中央粒径値を図15に示した。11月では、北部・筑後川流れ込み・三池島・中央部・干潟縁辺部では3以上、峰の洲・熊本県境では2未満の値であった。

クロロフィルa濃度を図16に示した。11月では、0.5~0.8 $\mu$ g/Lの値であり、熊本県境・筑後川流れ込みで最も高かった。2月では、1.0~2.0 $\mu$ g/Lの値であり、北部で最も高かった。

フェオ色素濃度を図17に示した。11月では、1.9~4.0 $\mu$ g/Lの値であり、熊本県境で最も高かった。2月では、1.2~3.3 $\mu$ g/Lの値であり、筑後川流れ込みで最も高かった。

## (2) 定点調査

調査結果を図18に示した。浮泥厚は平均で5mm前後であり、調査点による大きな差は認められなかった。最大値は、10月の峰の洲において19mmであり、10月以外は両地点とも10mm以下で推移した。酸揮発性硫化物量の平均は大牟田沖で0.10mg/g-dry、峰の洲で0.02mg/g-dryであり、最大値を見ても9月の大牟田沖で0.15mg/g-dryと、0.2mg/g-dryを上回ることにはなかった。強熱減量の平均は大牟田沖で6.5%、峰の洲で4.6%であり、大牟田沖は6%前後、峰の洲は5%前後で推移した。クロロフィルa濃度の平均は大牟田沖で4.0 $\mu$ g/L、峰の洲で2.9 $\mu$ g/L

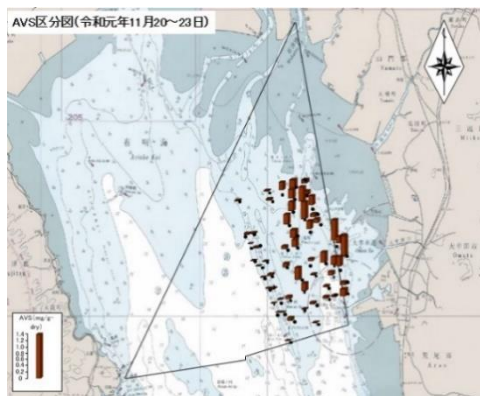


図12 酸揮発性硫化物量

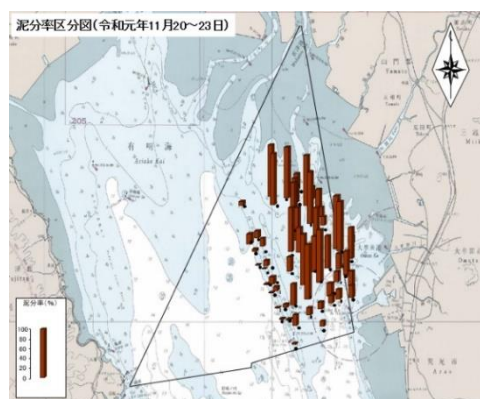


図14 泥分率

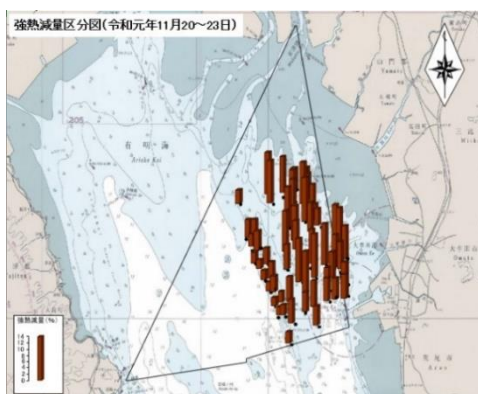


図13 強熱減量

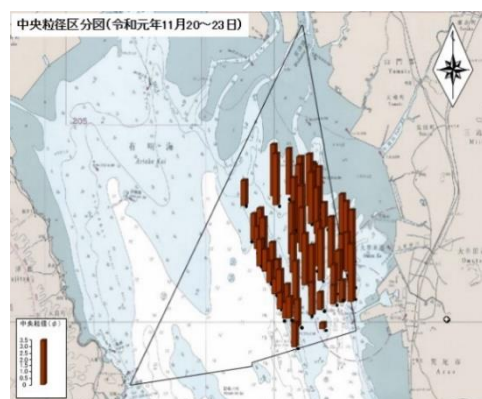


図15 中央粒径値



であり、 $8.0 \mu\text{g/L}$  を上回ったのは6月および11月の大牟田沖、1月の峰の洲の3回であり、それ以外では調査期間を通じて  $6.0 \mu\text{g/L}$  以下で推移した。フェオ色素濃度の平均は大牟田沖で  $6.9 \mu\text{g/L}$ 、峰の洲で  $6.2 \mu\text{g/L}$  であり、両地点とも調査期間を通じて  $20 \mu\text{g/L}$  以下で推移した。30年級群タイラギは、いずれの調査点においても確認されなかったが、元年級群タイラギ平均採捕

数は大牟田沖で  $0.2$  個体/ $40 \text{ m}^2$ 、峰の洲で  $0.6$  個体/ $40 \text{ m}^2$  であり、最も多かったのは大牟田沖で10月9日に2個体/ $40 \text{ m}^2$ 、峰の洲で9月10日に5個体/ $40 \text{ m}^2$ であった。

8月27~28日に九州北部で発生した集中豪雨の前後の期間における水質の連続観測結果を図19に示した。豪雨後1週間程度、クロロフィルa濃度と濁度の増加が見られた。

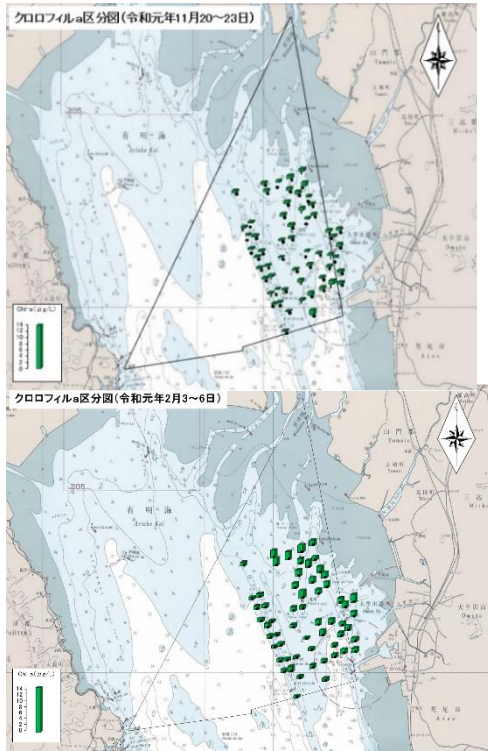


図16 クロロフィルa濃度  
(上段：11月 下段：2月)

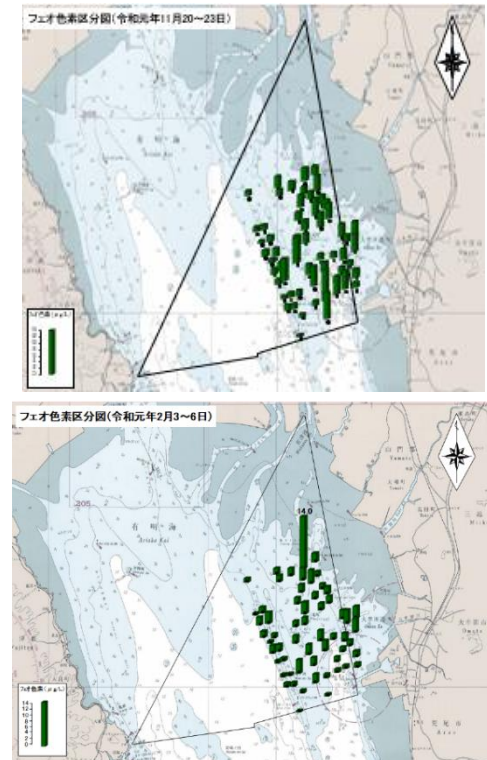


図17 フェオ色素濃度  
(上段：11月 下段：2月)

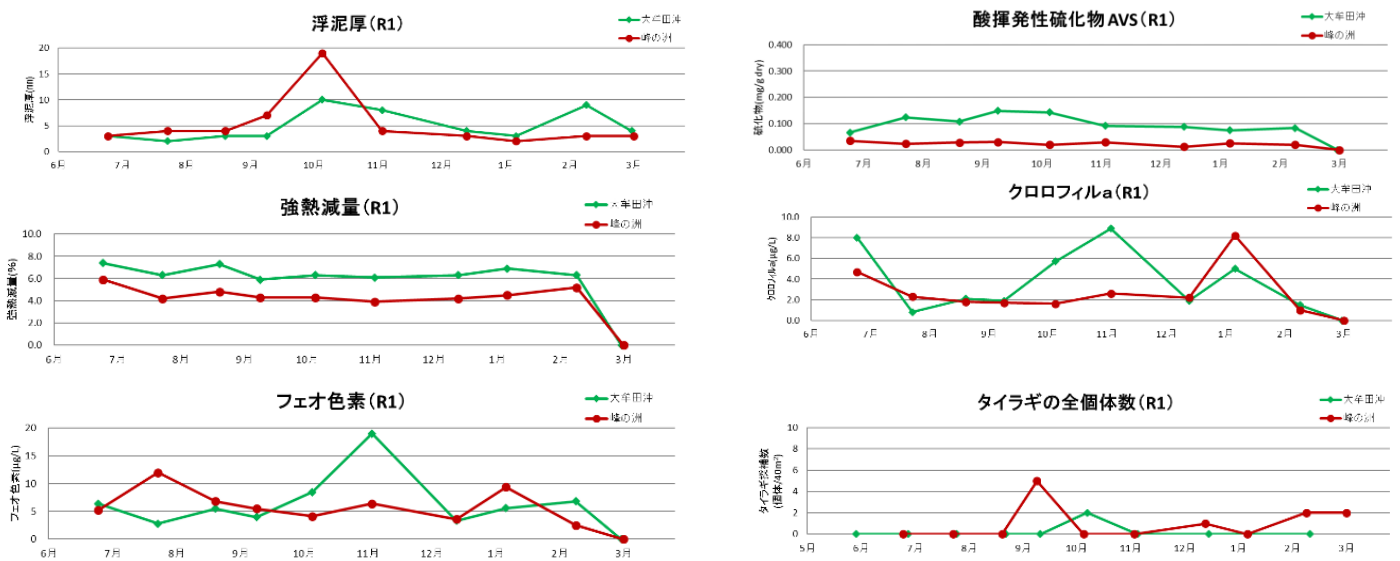


図18 定点調査結果

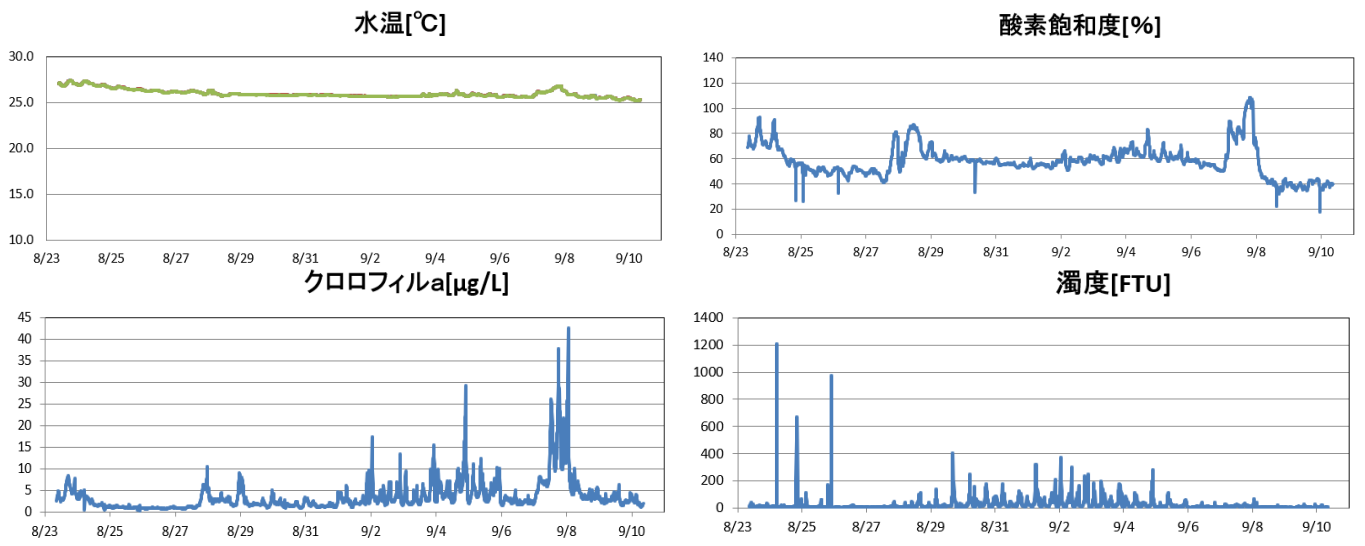


図 19 大牟田沖の 8 月豪雨前後の水質

付表1 広域生息環境調査(広域調査)結果

地点 番号	タイラギ採取数 (成貝)		タイラギ採取数 (稚貝)		浮泥堆積厚 (mm)		酸揮発性 硫化物 (mg/gdry)	強熱減量 (%)	泥分率 (%)	中央粒径 (φ)	クロロフィルa (μg/L)		フェオ色素 (μg/L)		海域区分
	11月	2月	11月	2月	11月	2月	11月	11月	11月	11月	11月	2月	11月	2月	
1					5	5	0.085	4.9	21.8	1.62	0.7	1.4	2.3	2.4	筑後川流れ込み
2					5	5	0.265	6.5	31.6	2.47	0.9	2.0	3.6	14.0	"
3					3	3	0.124	7.3	24.3	2.58	1.2	1.1	4.7	1.5	"
4					3	7	0.416	12.3	98.8	>3.74	0.9	2.1	2.3	4.1	"
5					4	8	0.263	9.2	33.0	2.16	0.8	1.6	2.2	3.7	"
6					3	3	0.074	4.1	19.9	0.08	0.5	1.5	2.5	2.0	"
7					4	2	0.506	13.0	98.9	>3.74	0.9	1.7	5.2	2.0	"
8					3	5	0.271	10.2	76.0	>3.74	0.8	2.0	3.8	2.4	"
9					2	5	0.120	5.0	18.7	1.83	0.6	1.7	4.7	2.2	"
10					4	4	0.264	9.5	55.0	>3.74	0.6	1.5	4.4	2.1	"
11					3	5	0.212	9.2	62.6	>3.74	0.7	2.0	2.7	3.2	"
12					3	5	0.293	11.7	95.4	>3.74	0.8	1.6	2.5	2.0	"
13					4	4	0.599	11.3	90.9	>3.74	0.7	1.6	3.8	2.7	干潟縁辺部
14					6	5	0.202	12.3	95.9	>3.74	0.6	1.8	2.1	4.1	"
15					5	2	0.212	8.4	47.6	3.21	0.5	1.0	2.9	2.3	三池島
16					5	3	0.085	12.0	93.6	>3.74	0.4	1.4	2.9	1.8	"
17					4	1	0.603	9.8	63.7	>3.74	0.9	1.6	5.1	4.1	干潟縁辺部
18					5	2	0.318	9.0	45.8	3.21	0.6	1.5	1.6	1.8	"
19					4	3	0.231	9.5	30.4	2.59	0.6	1.1	3.3	2.5	"
20					4	4	0.308	12.3	62.0	>3.74	0.5	1.6	1.7	1.7	中央部
21					5	6	0.079	11.6	63.3	>3.74	0.6	1.7	1.8	3.2	"
22					4	3	0.104	7.3	28.5	2.78	0.3	1.1	7.4	2.4	"
23					4	2	0.071	6.7	29.6	2.77	0.6	1.1	2.4	1.6	干潟縁辺部
24					5	3	0.105	7.7	19.9	2.19	0.6	1.4	1.8	1.5	中央部
25					7	4	0.031	12.8	94.6	>3.74	0.7	1.7	2.8	3.2	"
26					5	2	0.354	12.8	97.1	>3.74	0.5	0.7	3.2	3.1	"
27				3	13	3	0.042	6.4	21.8	2.02	0.6	1.0	1.5	1.6	"
28					6	2	0.227	12.4	93.9	>3.74	0.8	0.9	6.0	2.5	"
29					0	2	0.078	7.4	40.8	3.21	0.4	0.7	1.7	4.1	"
30					5	1	0.186	6.3	23.8	>3.74	0.6	1.2	1.4	1.2	熊本県境
31			4	4	5	2	0.030	5.7	19.6	1.47	1.1	1.2	5.0	1.0	"
32				1	14	2	0.051	6.7	15.0	1.36	0.8	1.1	5.5	1.1	"
33			1	3	16	2	0.056	7.8	14.5	1.30	1.0	1.0	8.9	1.2	"
34				2	5	3	0.019	5.8	14.6	2.36	0.5	1.1	1.5	2.7	"
35					1	2	0.084	7.0	22.1	1.96	0.3	0.8	1.0	1.0	"
36					0	1	0.001	3.1	2.5	1.60	0.4	1.6	1.6	1.2	峰の洲
37					0	1	<0.001	2.6	1.9	1.24	0.4	0.9	1.7	1.3	"
38					2	2	0.024	3.6	6.6	1.74	0.4	0.8	1.6	0.8	"
39					0	1	<0.001	2.5	1.4	1.17	0.4	1.0	1.0	0.9	"
40					4	4	0.021	4.1	8.4	1.60	0.5	0.8	6.0	0.9	"
41					0	1	<0.001	2.6	1.5	1.08	0.5	0.7	1.5	0.9	"
42					3	3	0.048	4.8	12.6	1.54	0.5	0.7	2.7	2.1	"
43					1	2	<0.001	2.8	1.6	1.55	0.5	1.0	1.8	2.5	"
44					4	3	0.008	4.7	10.9	1.75	0.5	0.7	2.5	1.3	"
45					0	3	0.001	2.6	0.9	1.60	0.5	1.4	1.2	0.8	"
46					2	3	0.004	3.1	0.8	1.87	0.5	0.9	1.7	1.7	"
47				3	2	4	0.025	5.2	18.5	2.30	0.5	0.9	1.6	3.0	"
48					2	3	0.001	4.1	5.0	1.84	0.5	1.1	0.8	2.4	"
49					3	2	0.037	5.0	14.0	2.20	0.4	0.9	1.4	1.6	"
50					3	3	0.040	5.4	17.8	1.93	0.5	0.8	1.5	0.7	"
51					7	5	0.043	12.5	98.1	>3.74	0.7	2.2	1.9	2.0	北部
52					4	3	0.020	4.0	7.8	1.82	0.7	1.1	1.5	1.2	"
53	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	西部
54	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	"
55	—		—	—	5	4	0.255	11.9	97.6	>3.74	0.7	2.3	2.7	2.3	北部
56	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	西部
57	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	"
58	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	"
59					6	4	0.027	12.3	99.0	>3.74	0.7	2.3	3.3	1.8	北部
60					4	0	<0.001	3.3	2.9	1.75	0.4	0.6	0.7	0.5	熊本県境
61					9	2	0.013	5.7	11.6	0.43	1.4	1.0	7.8	0.7	"
62					4	1	0.120	3.4	13.8	0.98	0.7	2.3	4.0	3.5	干潟縁辺部
63					3	3	0.287	7.4	44.2	3.38	0.6	1.9	2.6	1.6	筑後川流れ込み



# 有明海環境改善事業

## (3) 干潟域におけるタイラギ生息状況一

江崎 恭志・合戸 賢利・山田 京平

有明海沖合域のタイラギ潜水器漁場においては、近年、着底稚貝は発生するものの短期間で生息が見られなくなる他、成貝についても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悪化している<sup>1)</sup>。一方で、干潟域では生残率は比較的高いため重要な母貝場として機能していると考えられる。ただし干潟域は大雨による低塩分や土砂の流入の影響を受けやすい他、漁業者による漁獲圧が高いことから、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活用について検討が必要である。

本事業では、タイラギ生息が確認される福岡県地先の干潟域において、人工種苗生産用に活用可能な成貝の生息状況や成熟状況について調査を行った。

### 方 法

#### 1. 生息状況調査

調査海域は橋本干拓地先と大和干拓地先とし(図1)、令和元年5月～2年3月の間に9回、大潮の干潟干出時に目視による成貝(殻長150mm以上)の分布調査を行った。

採捕したタイラギは、殻長を測定し、解析に供した。また、産卵盛期の7月に採捕したものについて、健全性評価のため、軟体部肥満度及び内臓指数<sup>2)</sup>を求めた。軟体部肥満度は次式で算出した。

$$\text{軟体部肥満度} = \text{軟体部重量 (g)} \times 10,000 / \text{殻長 (mm)}^3$$

#### 2. 底質環境調査

生息状況調査と同じ場所において、令和5月～2年1月の間に8回、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。

### 結 果



図1 調査海域

#### 1. 生息状況調査

調査結果を平成27～30年度の結果と合わせて図2に示した。28～30年度は成貝の生息密度は低く推移していたが、今年度は27年度並みの比較的高い密度での生息が見られた。

令和2年2月13日における大和干拓地先での殻長組成を図3に示した。平均殻長は204.7mm、範囲は150～258mm、200～205mmの割合が16.4%と最も高かった。

令和元年7月の軟体部肥満度、内臓指数を過年度の結果と合わせて図4、5に示した。いずれも直近5年度より高い値となった。

## 2. 底質環境調査

調査結果を図6～9に示した。今年度については、いずれの底質環境項目も、タイラギの生息に適するとされる基準<sup>3)</sup>を満たしていた。

## 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) 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.

3) 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.

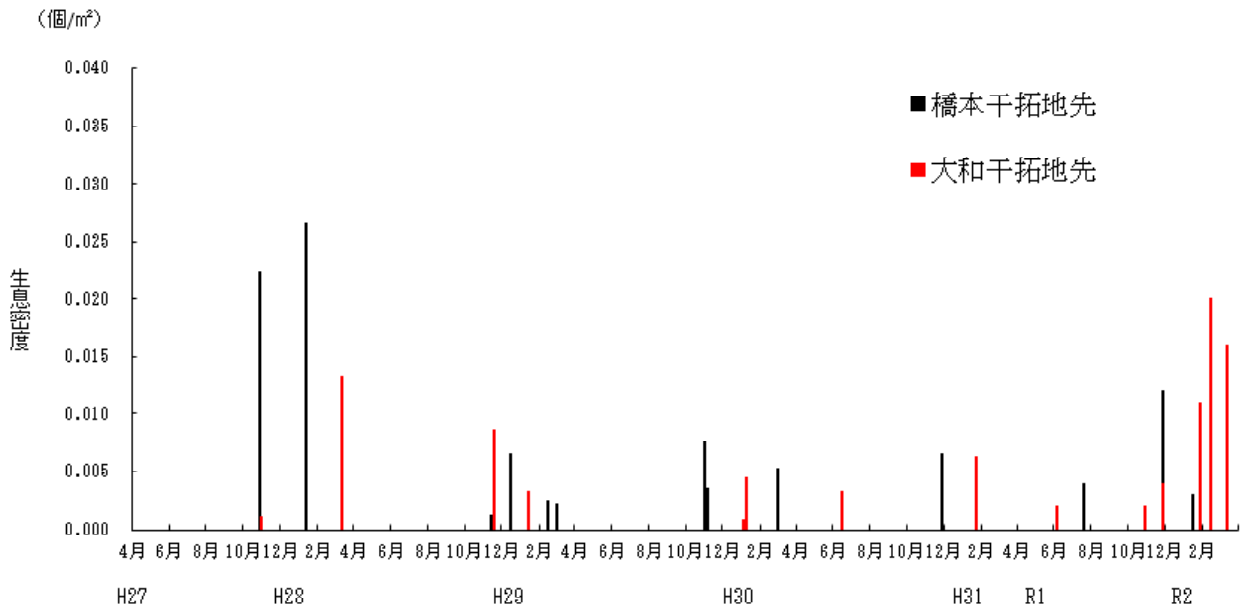


図2 成貝の生息密度の推移

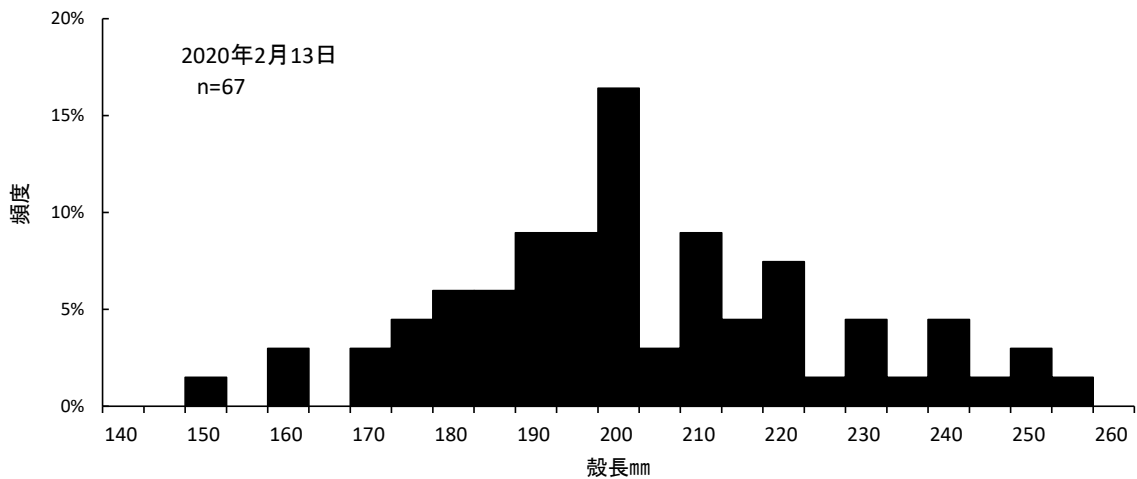


図3 7月の殻長組成

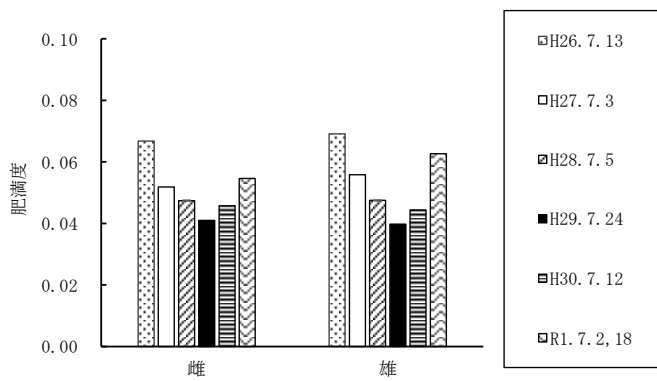


図4 軟体部肥満度の推移

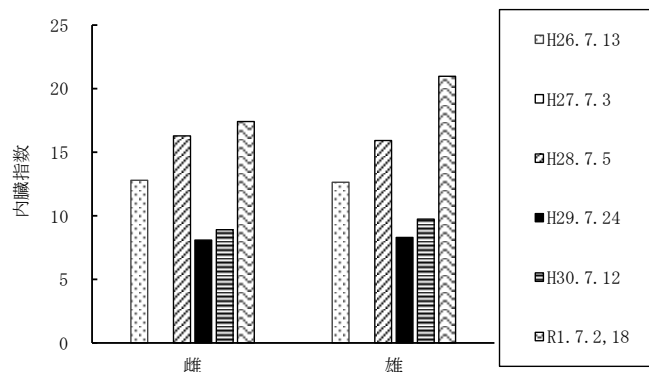


図5 内臓指数の推移

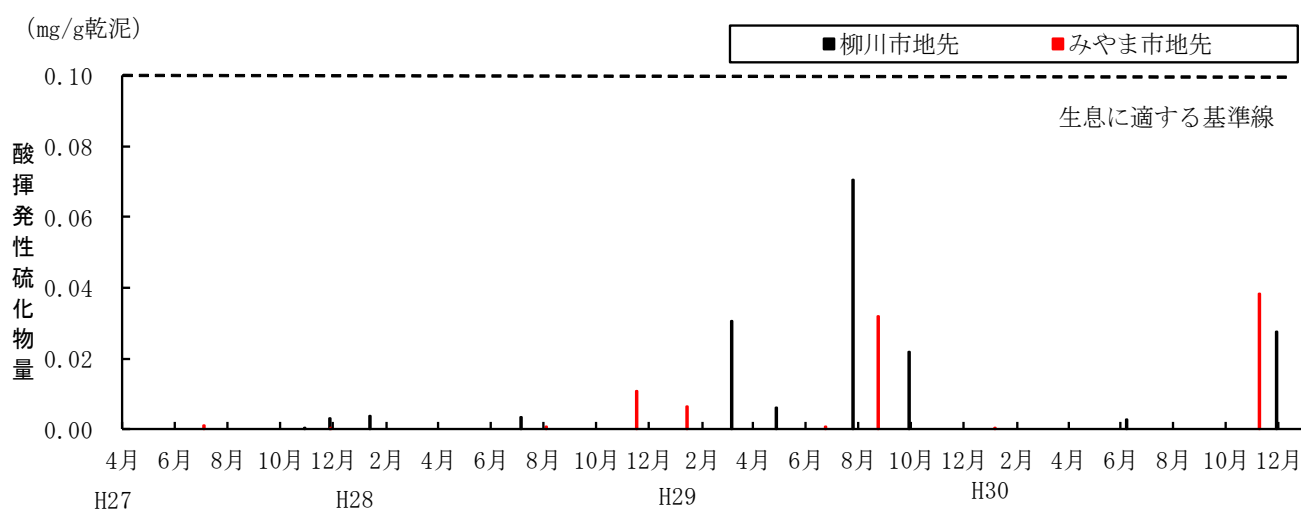


図6 酸揮発性硫化物量の推移

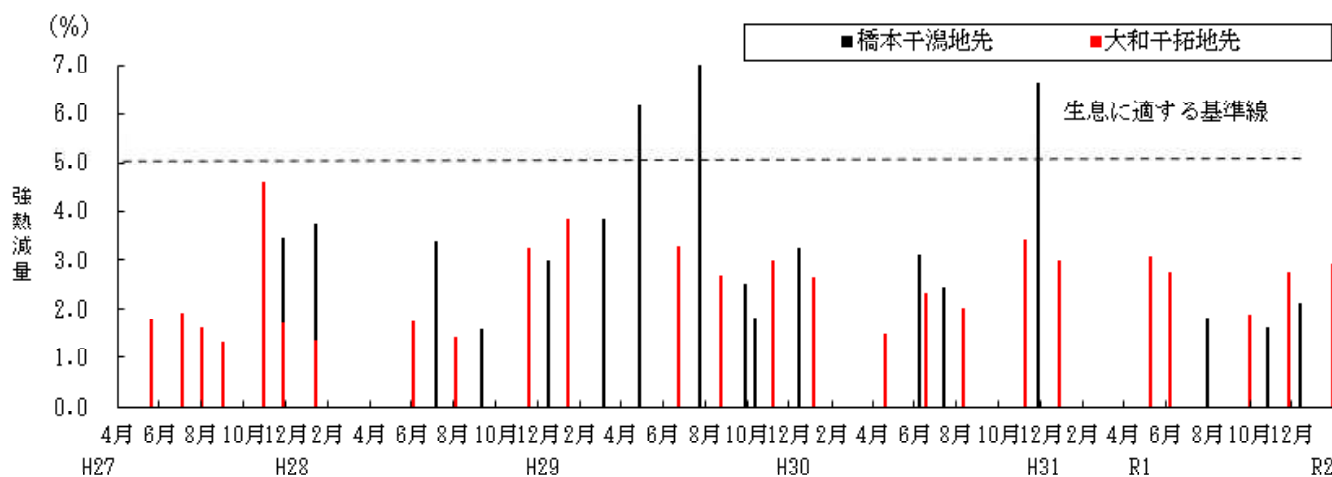


図7 強熱減量の推移

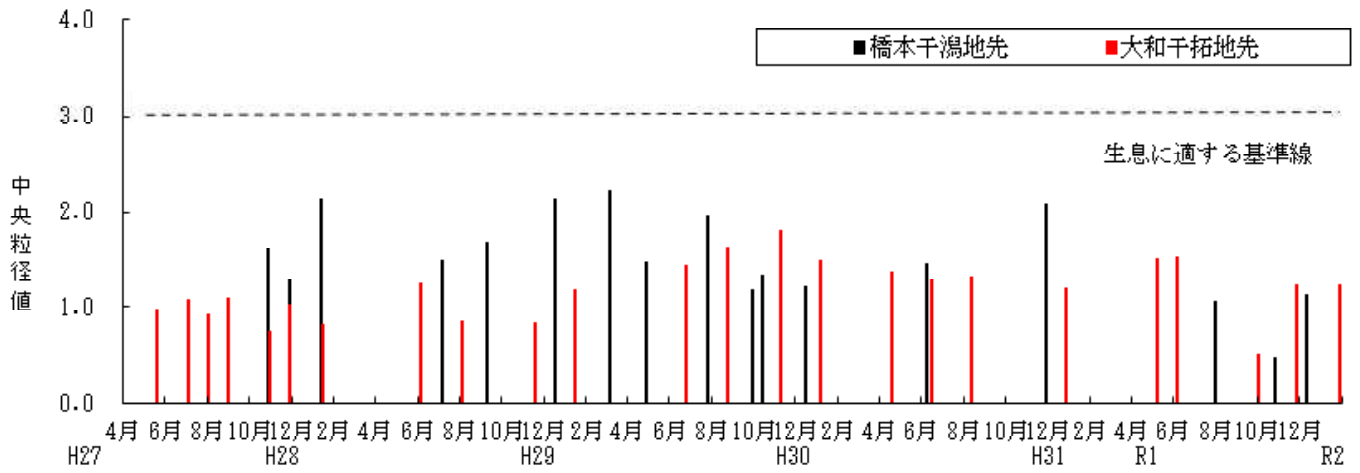


図8 中央粒径値の推移

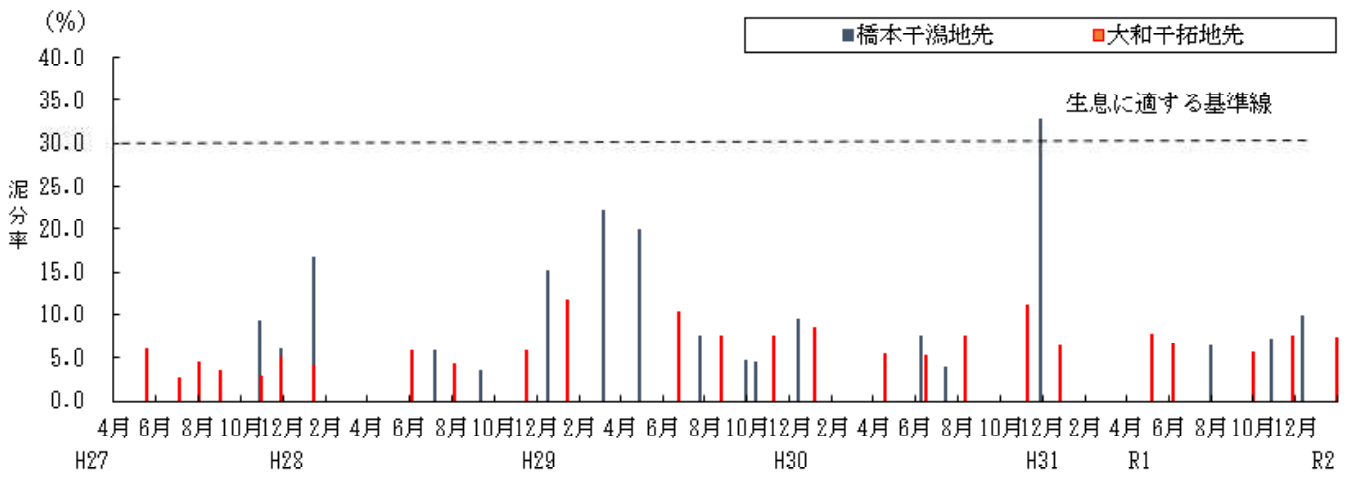


図9 泥分率の推移

# 二枚貝増殖を活用したノリ色落ち対策技術開発事業 －有明海漁場に適合した高水温耐性品種の開発と養殖適性の評価－

内藤 剛・古賀 まりの・藤井 直幹

福岡県有明海におけるノリ養殖は、春季から夏季にカキ殻を基質として糸状体を培養し、秋季の水温低下により放出される殻胞子を、養殖漁場でノリ網に付着させ（採苗）、養殖に用いている。しかしながら、近年、福岡県有明海域におけるノリ養殖の採苗は遅れる傾向にあり、養殖期間の短縮化が懸念されている。本事業では、十分なノリ養殖期間の確保によるノリ安定生産のため、育種素材等を用いて、通常の採苗時期よりも高水温の時期に健全な種苗を得ることを目的として、福岡県有明海域の漁場に適合した高水温耐性品種の開発を目指す。

## 方 法

### （１）高水温漁場試験

福岡県有明海区における今年度漁期の採苗日は10月27日と決定した。そこで、通常の採苗日より高い水温帯での試験を目的として、9月25日と10月10日に試験時期を設定した。

漁場試験は、福岡県柳川市地先の第一種区画漁業権漁場有区第8号（通称ななつはぜ）で実施した（図1）。

試験に用いた品種は、高水温耐性品種として、アオクビ<sup>1)</sup>、アオクビから国立研究開発法人水産研究・

教育機構西海区水産研究所（以下、「西海区水産研究所」）が選抜した育種素材4C、6C<sup>2,3)</sup>の計3品種と、対照株としてU-51<sup>1)</sup>を用いた。種入れは、いずれの品種も、西海区水産研究所が培養したフリー糸状体をミキサーで細片化し、30個/cm<sup>2</sup>となるよう滅菌したカキ殻へ散布した（以下、「カキ殻糸状体」）。培養海水は、地先海水を殺菌したものに、市販の栄養剤から培養液（第一製網製）を規定量添加し、基本的に月1回のペースで換水を行い、4～9月まで自然光条件下で胞子のうを形成させた。カキ殻糸状体内で形成された胞子のうは、採苗12日前から、室温18℃、光周期11時間明期：13時間暗期の条件下での培養により熟度を促進した。

試験漁場には、予め、幅18m、長さ36mの区画に、長さ10.5mのFRP製支柱を60本建て込んだ（図2）。採苗網は、1.8m×18mのノリ網を2枚重ねたものを5つ折りにし、品種毎に4セット準備した。採苗網の下には、60cm間隔で伸子棒を7本取り付け、採苗用ポリ袋（13×14cm、通称ラッカサン）42枚を、均一に分散するように吊り下げた。各セットは、9月25日（以下「1R」）及び10月10日（以下「2R」）に、FRP支柱に設置したロープを用いて水平に固定し、ラッカサンに1枚ずつカキ殻糸状体を設置した。



図1 試験漁場図

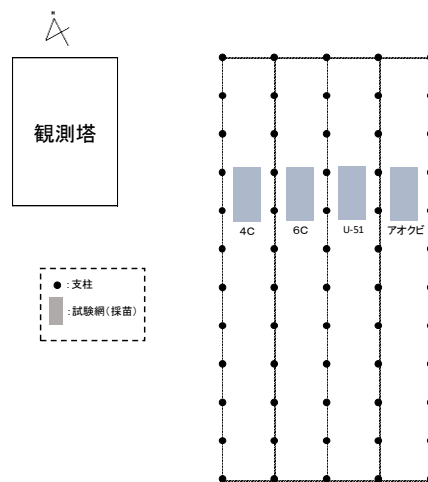


図2 施設配置図

漁場試験中、カキ殻糸状体の交換や追加はせず、当初設置したままとした。ノリ芽着生数は、1Rは9月25日、26日、30日に、2Rは10月10日、11日、18日に、伸子棒直上と、伸子棒と伸子棒の中間部から5cm程度の網糸を切り取って採取し、持ち帰った後、蛍光顕微鏡下で計数を行った。

試験中の温度データとして、採苗網に設置した温度ロガー（HOB0 UA-002-xx）で30分毎に観測したデータを用いた。

## （2）室内培養試験

（1）の2Rで得られた種糸のうち、4品種すべてについて、発芽体の付着数が10個/cm前後のものを300ml丸底フラスコに移して通気培養を行い、7、14、21日後に発芽体の生長と形態異常の状況を確認した。

通気培養は、塩分30、光源に3波長昼白色蛍光灯を用い、光強度 $60\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、光周期11時間明期：13時間暗期条件下で行い、培養液は地先海水に1/2SWM-III改変培地を添加し、 $0.2\mu\text{m}$ のメンブランフィルターで濾過滅菌したものを使用した。試験区は14日目まで水温 $24^{\circ}\text{C}$ 、以降21日目まで $18^{\circ}\text{C}$ で、対照区は全期間 $18^{\circ}\text{C}$ で培養した。

## 結 果

### （1）高水温漁場試験

#### ・1R

調査日毎の発芽体着生数を図3に示す。いずれの調査日においても全品種で付着が認められ、付着数は最大 $1.2\text{個}/\text{cm}$ （9/26、U-51）と少数で、すべて1細胞であった。

1R期間中の温度の推移を図4に示す。ほぼ全期間で $25^{\circ}\text{C}$ を超えており、9月28日の干潮時には最高 $35.6^{\circ}\text{C}$ まで上昇した。

#### ・2R

調査日毎の発芽体着生数を図5に示す。10月10日

にU-51を除く3品種、11日にアオクビで付着が認められ、いずれも付着数は $0.1\text{個}/\text{cm}$ とごく少数で、すべて1細胞であった。10月18日は全品種で $4.4\sim 10.0\text{個}/\text{cm}$ の付着が認められ、6Cとアオクビでは8細胞超、6Cでは縦分裂の発芽体が認められた。

2R期間中の温度の推移を図6に示す。1日のうち $25^{\circ}\text{C}$ を超えた時間帯は、10月10日、11日では日中の干潮時を含む7~8時間、12日は1時間、13日から15日は日中干潮時の $0.5\sim 2$ 時間であった。16日から18日は $25^{\circ}\text{C}$ 以下で推移し、徐々に低下する傾向が認められた。

## （2）室内培養試験

試験区別の葉体の生長の推移を図7に示す。いずれの品種においても試験区は対象区と比較して生長が遅い傾向が認められた。品種別では、対象区ではアオクビと6C、試験区では6Cの生長が速い傾向が認められた。

試験区別の葉体の形態異常発生率の推移を図8に示す。試験区ではいずれの品種においても高い形態異常率が認められ、21日目までに全品種で100%に達した。対象区では試験期間中形態異常の発生は認められなかった。

## 文 献

- 1) 独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所．アマノリ養殖品種の特性 2014；2-4.
- 2) 藤吉栄次 他．農林水産分野における気候変動対応のための研究開発 温暖化の進行に適應するノリ育種技術の開発 最終年度報告書 2019；18-21.
- 3) ノリ養殖技術開発協同機関．平成30年度環境変化に適應したノリ養殖技術の開発委託事業報告書 2019；33-37.



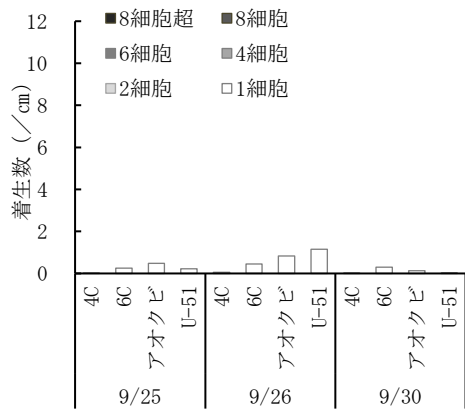


図3 発芽体着生数 (1R)

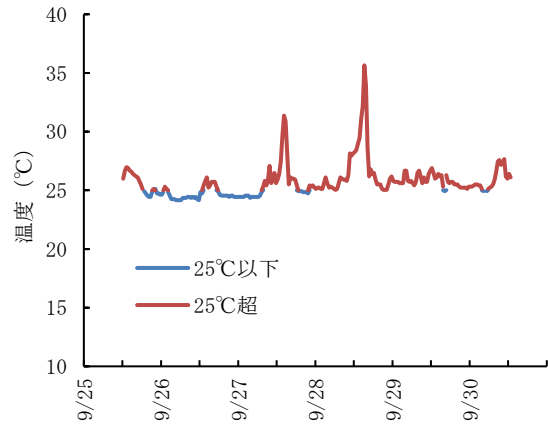


図4 温度の推移 (1R)

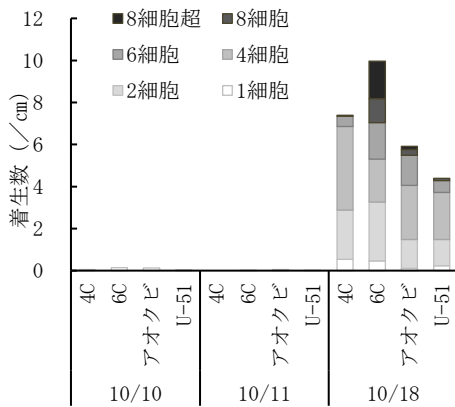


図5 発芽体着生数 (2R)

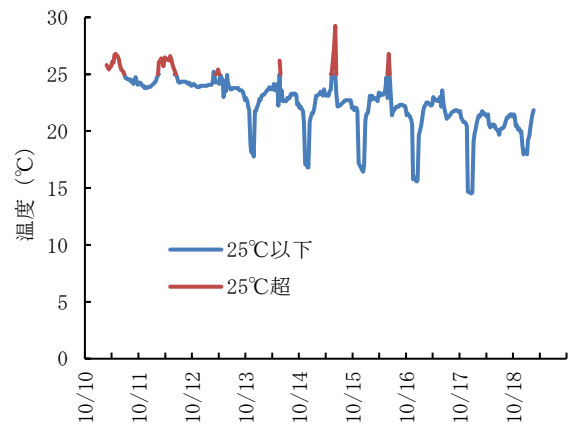


図6 温度の推移 (2R)

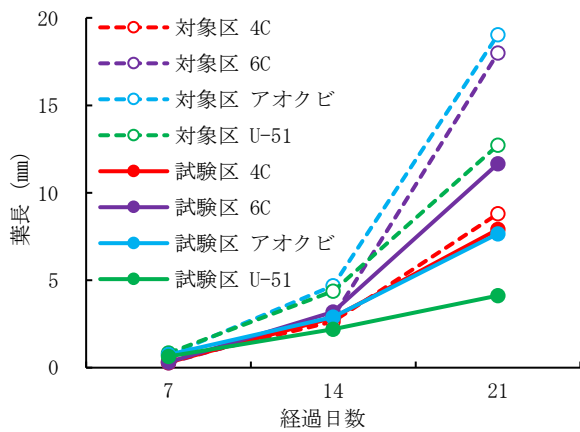


図7 品種・試験区別の生長

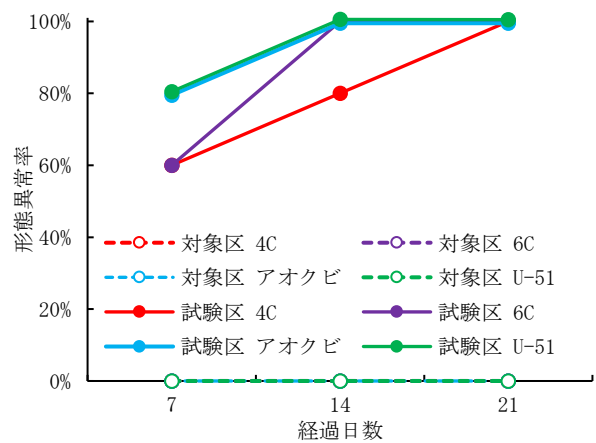


図8 品種・試験区別の形態異常率

# 「福岡有明のり」採苗安定化技術開発事業

徳田 眞孝・古賀 まりの・内藤 剛・安河内 雄介

ノリ養殖において採苗は、その年の生産量を左右するとともに、製品の品質にも大きな影響を与える重要な行程であるが、近年は異常気象による水温低下の遅れや台風等の気象・海況の急変等による採苗日の変更のため、採苗が不安定となった事例が生じている。

本事業は、異常気象等が生じた際においても採苗を安定化させるために、ノリ糸状体の熟度コントロール技術、採苗技術を開発し、ノリ生産の向上を図ることを目的とした。これまでに合成アブシシン酸の添加により高水温下で殻胞子放出が促進できること、及び、暗黒下低温処理により殻胞子抑制効果があることを把握した。本年度は、残された課題となる暗黒下低温処理における処理期間別の抑制効果の試験を実施し、また、本技術を漁業者へ普及するためのマニュアルを作成した。

## 1. 水温調整による殻胞子抑制効果試験

### (1) 暗黒下低温処理期間別の殻胞子放出の抑制効果

#### 方 法

糸状体の培養基質には、殻胞子の放出を定量的に測定するため、形状が扁平で厚さが均一であり、一定の大きさへの裁断が容易であるマドガイ *Placuna placenta* の殻を使用した。マドガイを大きさ1cm×1cmに切断し、福岡有明海漁業協同組合連合会が種苗登録しているスサビノリ品種「福有」のフリーリビング糸状体をミキサーで細断して蒔き付けた。これを、地先海水（塩分30）1Lに対しNPM培地原液を2ml加えて、0.2μmのメンブランフィルターで濾過滅菌した培養液で、水温18℃、光強度100μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>、光周期11時間明期：13時間暗期で1ヶ月間静置培養した後、水温27℃、光強度20μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>、13時間明期：11時間暗期で2ヶ月間静置培養し、十分に殻胞子のうを形成させ、試験に供した。

試験装置は、管瓶（直径2.6cm×高さ9cm）に、0.2μmのメンブランフィルターで濾過滅菌した地先海水を入れ、シリコ栓にステンレス製の針金でマドガイ殻糸状体管瓶の底から直上2cmの高さになるように吊り下げ、予め

管瓶の底面に敷いたガラス板（1.8cm×1.8cm、厚さ1mm）にマドガイ殻糸状体から放出された殻胞子を付着させる構造とし、殻胞子を計数する毎に新しいガラス板と交換した。放出した殻胞子の計数は、明期5時間経過後に落射蛍光装置付き生物顕微鏡を用いて、ガラス板の中央部と、中央1cm角の四隅の計5箇所を撮影し、画像内の殻胞子数の平均値を1cm<sup>2</sup>あたりに換算し、各区8サンプルの平均を求めることにより行った。

試験は、暗黒下低温処理の抑制期間が、3、5、7、10、20、31日間の6区と、抑制を行わない対照区の合計7区で行った。培養し十分に殻胞子のうが形成された未成熟のマドガイ殻糸状体を、水温18℃、光強度100μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>、11時間明期：13時間暗期の条件（以下18℃明条件という）下で殻胞子のう細胞が2分裂し、殻胞子が放出直前の状態となった8日目まで培養し、培養8日目から暗黒下水温4℃に置き、それぞれの試験区に設定した抑制期間の培養を行った。抑制期間中の暗黒下では計数を行わず静置した。抑制解除後は、18℃明条件下に戻して抑制を解除し、殻胞子数を計数した。殻胞子の計数は、殻胞子放出数が減少後、増加の傾向が見られなくなるまで行った。

#### 結 果

試験区の抑制解除後の殻胞子放出数の推移を図1に、対照区の殻胞子放出数の推移を図2に示した。抑制期間3、5、7日間の区は、抑制解除1日目にそれぞれ、11,986 cells/cm<sup>2</sup>、15,492 cells/cm<sup>2</sup>、19,317 cells/cm<sup>2</sup>と10,000 cells/cm<sup>2</sup>を超える多くの殻胞子の放出数が認められたが、抑制期間10日間の区は3,776 cells/cm<sup>2</sup>と少なく、抑制期間20、31日間の区は、500 cells/cm<sup>2</sup>以下と非常に少なかった。抑制解除後2日目以降については、抑制解除後1日目に殻胞子の放出数が多かった抑制期間3、5、7日間の区は、抑制解除2日目には殻胞子の放出数が減少して5,000 cells/cm<sup>2</sup>以下となり、抑制解除3日目も同様のレベルで推移した。抑制期間10日間の区も同様に抑制解除2日目は殻胞子の放出数が減少して1,000 cells/cm<sup>2</sup>以下となり、3日目も同様のレベルで推移した。抑制期間20、

31日間の区の2日目以降の殻胞子の放出数は、抑制解除1日目と同様に非常に少なかった。なお、対照区の殻胞子の放出数は、殻胞子のう細胞が未成熟のマドガイ殻糸状体を18℃明条件下に移してから10日目（試験区で抑制開始後の2日目にあたる）に31,288cells/cm<sup>2</sup>とピークとなった後に急に減少して12日目には2,992cells/cm<sup>2</sup>となり、その後若干の増減はあるが、徐々に減少して18日目には1,000cells/cm<sup>2</sup>以下となった。

以上のように、抑制期間が7日間までの試験区では、多くの量の殻胞子が速やかに放出されるのを確認したが、抑制期間が10日間以上の試験区での放出数は少なかった。このことから、暗黒下低温処理の期間は7日間以下が適当であると推察された。抑制期間7日間の試験区に多量の殻胞子の放出を確認したのは、抑制解除日の翌日であり、未成熟のマドガイ殻糸状体を18℃明条件で培養を開始した日から16日目にあたる。対照区で同等数の殻胞子の放出を確認したのは、同11日目（放出数：17,528cells/cm<sup>2</sup>）であり、抑制期間7日間の区は実質的に殻胞子の放出開始を5日間延長できたことになる。福岡県有明海域では平成26年漁期において、採苗日に台風の接近が予報されたため、当初の予定日である10月10日を10月15日へ5日間延期した事例があるが、本試験のように殻胞子の放出開始を5日間延長することが可能であれば、このような採苗日変更に対応できるものと思われる。

る。

## 2. 採苗安定化マニュアルの作成

これまでに得られた成果のうち、高水温下での殻胞子放出の促進に有効であった合成アブシシン酸の添加及び、熟度が進んだ殻胞子のうからの殻胞子放出の抑制かつ抑制終了後に速やかな放出が認められた暗黒下低温処理の方法について、現場での実施を容易にするための漁業者用マニュアルを作成した（図3）。このマニュアルを用いて漁業者講習会等で方法を紹介し、高水温下や採苗日が延期された際における緊急時の採苗技術として、漁業者への普及を図っていく予定である。

## 文 献

- 1) 井手浩美, 徳田眞孝, 小谷正幸, 安河内雄介. 「福岡有明のり」採苗安定化技術開発. 平成29年度福岡県水産海洋技術センター事業報告 2019 ; 280-284.
- 2) 井手浩美, 徳田眞孝, 内藤 剛, 安河内雄介. 「福岡有明のり」採苗安定化技術開発. 平成30年度福岡県水産海洋技術センター事業報告 2020 ; 263-267.

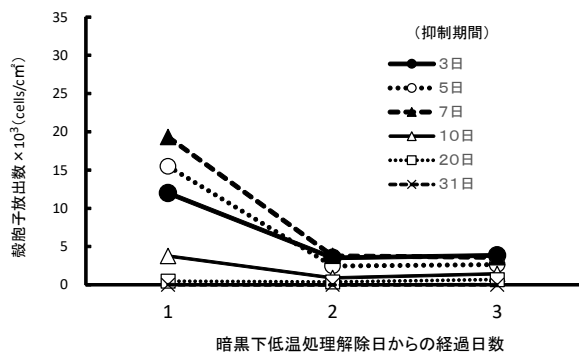


図1 抑制解除後の殻胞子放出数の推移

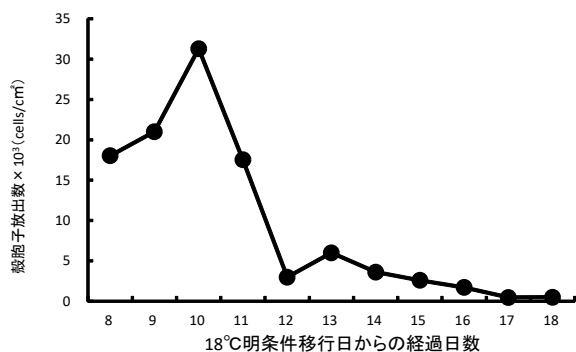


図2 対照区の殻胞子放出数の推移



図3 採苗安定化マニュアル

# ノリ品種特性評価試験

古賀 まりの・徳田 眞孝・内藤 剛・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

交雑種とされる 11 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 ヶ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。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 11L・13D とした。培養海水は、1/2SWM-III 改変培地 (表 1) を用い、塩分は 30 とした。

まず、室内採苗によって、殻胞子を 5cm 程度に切ったクレモナ単系に付着させ、300ml 丸底フラスコに移して通気培養を開始した。換水は約 7 日おきに 1 回全量換水した。培養試験は、試験毎のばらつきを考慮するため、各品種に計 3 区 (容器) で行った。福岡県有明海区における育苗期間に基づき、本事業では培養期間を原則 23 日間とした。

### 1. 殻胞子の発芽可否試験

殻胞子の放出と、幼芽期の分裂状況 (4 分裂, 縦列細胞分裂) を確認した。

### 2. 形態測定

培養期間終了後に、葉長が長い順に 3 区 (容器) の各上位 5 枚の葉長, 葉幅を測定した。また、葉長, 葉幅から推定日間伸長率, 推定面積, 推定日間生長率を算出した。なお、推定日間伸長率は初期値を  $12 \mu\text{m}$  とし、培養

終了時の平均葉長から求めた。推定面積は、昭和 55 年度種苗特性分類調査報告書の室内栽培試験実施要領の「幼芽・幼葉の生長性」に記載された平均面積の算出法 (葉長×葉幅×0.65) を用い、培養終了時の平均葉長×平均葉幅より求めた。推定日間生長率は、初期値を直径  $12 \mu\text{m}$  の円形面積とし、培養終了時の推定面積から求めた。

## 結果及び考察

### 1. 殻胞子の発芽可否試験

全ての株で、冷却開始後約 1 週間で順調に殻胞子が放出した。培養 3 日目以降、全ての株で 4 分裂の殻胞子発芽体を確認したものの、N-47, 53 では過半数の殻胞子発芽体が死滅した。三浦は、ササビノリとアサクサノリの種間交雑では、殻胞子発芽後、4 細胞期で細胞分裂を停止する場合があると報告しており<sup>2)</sup>、N-47, 53 についても、雑種崩壊によって死滅した可能性がある。培養 7 日目以降、全ての株で縦列細胞分裂を確認した。N-45, 49, 55 では過半数の殻胞子発芽体が死滅し、当該株の遺伝的な特性の影響、もしくは糸状体保存の長期継代培養による悪影響の可能性が考えられる。

### 2. 形態測定

培養後の葉長, 葉幅, 葉長葉幅比, 推定日間伸長率, 培養期間を表 2, 推定日間伸長率のグラフを図 1 に示す。また、葉長および葉幅から求めた推定面積および推定日間生長率は付表 1 に参考としてとりまとめた。

培養終了時の平均葉長は、N-55 が最も大きく、次いで N-50, 51 で、それぞれ 18.3mm, 12.1mm, 12.1mm であった。最小は N-49, 54 で 7.0mm であった。

推定日間伸長率は、N-55 が最も大きく、次いで N-50 で、それぞれ 34.0%, 33.0% であった。最小は N-49 で 28.8% であった。既報によると、在来種は 37~43% のものが多いことから<sup>3)</sup>、今回用いた 11 株の推定日間伸長率は、全て低めであると評価された。

葉長葉幅比 (葉長/葉幅) は、全て 10 以下であった。在来種の多くが 10 以上であることから、今回用いた株の多くは比較的、広葉傾向であると評価された。

表 1 1/2SWM-III 改変培地の組成

成分	分量
海 水	1 L
NaNO <sub>3</sub> (1.0M)	1 ml
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (50mM)	1 ml
FeCl <sub>3</sub> (1.0mM)	0.7ml
金属混液 P I	1 ml
pH	7.5

今回用いた 11 株は、全て交雑種であり、かなり長期間にわたりフリーリビング系状態の状態で保管されてきたものであるが、すべての株を葉状態へと生長させることができた。しかし生長は全体的に遅い傾向がみられた。

## 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.

2) 三浦昭雄, 符鵬飛, 申宗岩. 紅藻スサビノリとアサクサノリの色素変異体による種間交雑実験. 東京水産大学研究報告 1992; 79: 103-120.

3) 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.

表 2 各株の葉状態の葉長, 葉幅, 葉幅比, 培養期間, 推定日間伸長率, 培養期間

株名	葉長±SE (mm)	葉幅±SE (mm)	葉長/葉幅±SE	推定日間伸長率 (%)	培養期間 (日)
N-45	8.9 ± 0.9	1.8 ± 0.4	6.3 ± 0.6	30.1	24
N-47	11.6 ± 0.5	1.8 ± 0.1	7.0 ± 0.6	31.6	24
N-49	7.0 ± 0.6	1.4 ± 0.2	5.5 ± 0.5	28.8	24
N-50	12.1 ± 1.7	1.6 ± 0.2	7.7 ± 0.9	33.0	23
N-51	12.1 ± 0.8	1.9 ± 0.2	7.6 ± 1.0	31.8	24
N-52	10.3 ± 1.6	2.4 ± 0.3	4.6 ± 0.4	32.5	23
N-53	7.3 ± 0.4	1.2 ± 0.1	6.2 ± 0.4	29.1	24
N-54	7.0 ± 0.9	1.9 ± 0.1	3.8 ± 0.5	29.9	23
N-55	18.3 ± 1.6	2.8 ± 0.3	7.1 ± 0.7	34.0	24
N-56	10.3 ± 1.0	1.7 ± 0.2	6.6 ± 0.8	32.2	23
N-68	7.5 ± 0.6	1.3 ± 0.2	7.4 ± 1.6	30.7	23

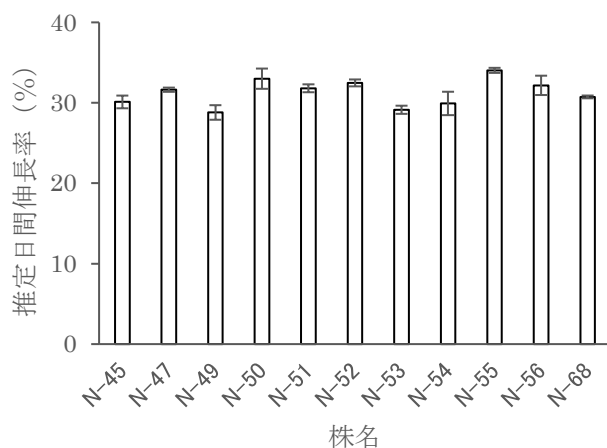


図 1 各株の推定日間伸長率のグラフ

付表 1 培養終了時の推定面積, 推定日間生長率の組成

株名	推定面積 (mm <sup>2</sup> )	推定日間 生長率 (%)
N-45	11.4 ± 4.5	37.2
N-47	13.2 ± 0.8	39.1
N-49	6.6 ± 1.8	35.1
N-50	14.1 ± 5.2	40.1
N-51	14.9 ± 3.1	39.4
N-52	16.0 ± 2.1	41.8
N-53	6.0 ± 1.4	34.8
N-54	9.0 ± 2.3	38.2
N-55	33.8 ± 4.6	43.8
N-56	11.7 ± 2.4	39.8
N-68	6.6 ± 1.2	37.0

# IoT を活用した高品質な乾ノリ生産支援システム開発

安河内 雄介・徳田 眞孝・藤井 直幹

乾ノリは色調や光沢等の項目で評価され、黒みや光沢を有する製品が上位の等級に格付けされる。また、乾ノリの品質は、ノリ原藻の質や加工条件(全自動ノリ製造機内の温度湿度)に左右される。その加工条件の設定は、生産者個人の勘に頼る部分が多く、乾燥条件と色調や光沢に関する知見は少ない。そこで、IoT を活用して、乾ノリ加工条件に関するデータを収集したので、その結果をここに報告する。

## 方 法

高品質な乾ノリを生産する A 経営体と平均的な乾ノリを生産する B 経営体の乾燥条件を比較するために、全自動ノリ製造機に株式会社大坪鉄工が開発した温度湿度センサーを、図 1 に示した釜部上、乾燥機下及び乾燥機上の 3ヶ所に設置し、令和元年 12 月 3 日～令和 2 年 3 月 8 日の間、乾ノリ加工中のデータを自動収集した。温度湿度センサーの測定間隔を 5 分に設定し、インターネットを経由して乾ノリ加工中のデータをサーバー上に保存した。なお、湿球温度はセンサーから得られた温度湿度から計算して求めた。

また、製品として乾燥機から排出された乾ノリの品質を評価するために、色調 (L\*値) はハンディ型色彩計 (NR-12A, 日本電色工業株式会社製) を、光沢はハンディ光沢計 (IG-320, 株式会社堀場製作所製) を用いて、15 分間隔で測定した。

さらに、異常値を検出した際の通知機能として、温度は上限、湿度は下限の値を任意に設定し、異常値として検出した場合、アドレスを登録したスマートフォン及び PC 等へアラートメールを送信されるよう設定した。令和元年度は、温度の上限を 45℃に設定し、登録したメールアドレスに送信されるか試験的に行った。

## 結 果

釜部上の絶対湿度から乾燥機上の絶対湿度を差し引いた値が大きければ、加工場外から取り込まれ温度・湿度

ともに低い空気 (以下、一次空気という) を多く導入して加工しており、値が小さければ、加工場内で循環している温度・湿度ともに高い空気 (以下、二次空気という) <sup>1)</sup> を多く導入して加工していることとなる。

温度湿度を測定した期間のうち、冷凍網 1 回摘みの乾ノリ加工開始からの湿球温度、乾ノリの L\*値及び釜部上の絶対湿度と乾燥機上の絶対湿度の差の推移をそれぞれ A 経営体は図 2, B 経営体は図 3 に示す。

A 経営体 B 経営体ともに、湿球温度は加工開始から 60 分後に安定する。A 経営体の湿球温度は安定後から加工終了までの最高値は 25.54℃, 最低値は 23.80℃で平均 24.80℃, L\*値の最高値は 12.12, 最低値は 7.83 で平均 9.79, 乾燥機上の絶対湿度と釜部上の絶対湿度の差は平均 1.13g/m<sup>3</sup>であった。B 経営体の湿球温度は安定後から加工終了までの最高値は 26.71℃, 最低値は 23.62℃で平均 25.29℃, L\*値の最高値は 12.49, 最低値は 10.10 で平均 11.26, 乾燥機上の絶対湿度と釜部上の絶対湿度の差は平

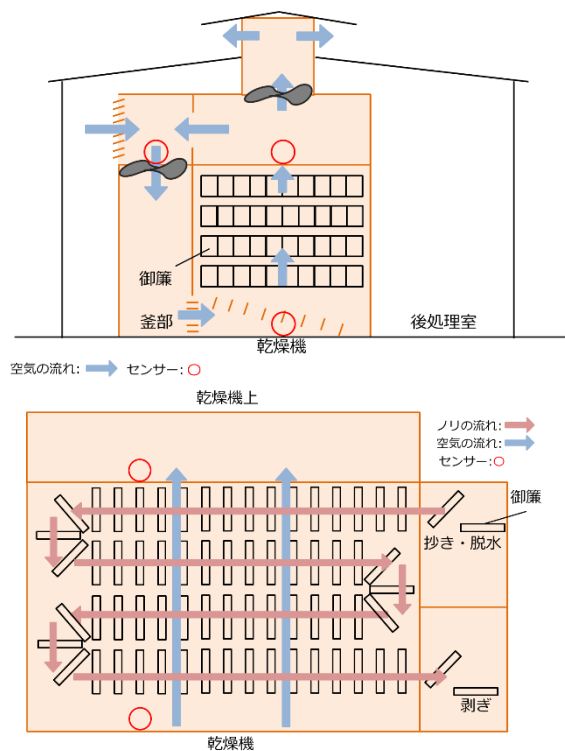


図 1 全自動ノリ製造機の断面図

均 0.29g/m<sup>3</sup>であった。

A 経営体で生産された乾ノリの L\*値は B 経営体より低く黒みがある。A 経営体は B 経営体より、一次空気を多く利用し、湿球温度を低くして加工していた。

A 経営体の冷凍網 1 回摘みの相対湿度と製品として排出された乾ノリの光沢の関係を図 4 に示す。光沢と相対湿度に値に正の相関 ( $y=0.7895x-6.1345$ ,  $r^2=0.4646$ ) があり、相対湿度が高いと光沢も高くなった。

通知機能は、11 月 30 日 17 時 17 分に乾燥機の下での温度湿度センサーで、温度を 45℃以上である 48.32℃を計測

し、事前に登録したメールアドレスに図 5 のとおり、端末、計測日時、計測ポイント、計測値、乾燥機操作のアラート情報が送信された。

## 文 献

- 1) 渕上哲, 岩渕光伸, 半田亮司. ノリ製品の「くもり」と「割れ」の乾燥条件. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2002 ; 12 : 89-91.

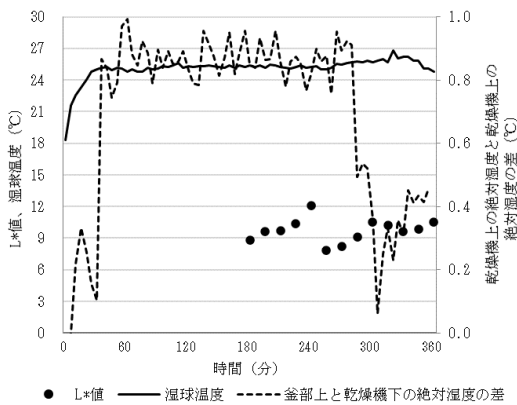


図 2 A 経営体の L\*値と湿球温度の推移

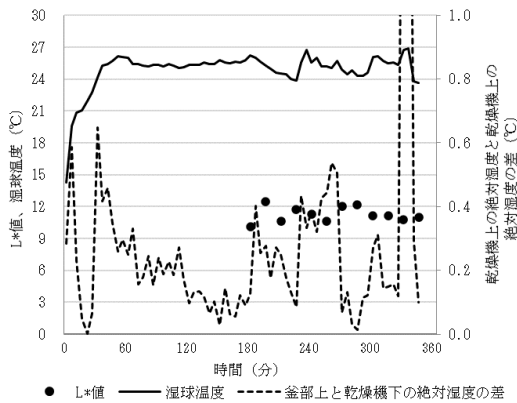


図 3 B 経営体の L\*値と湿球温度の推移

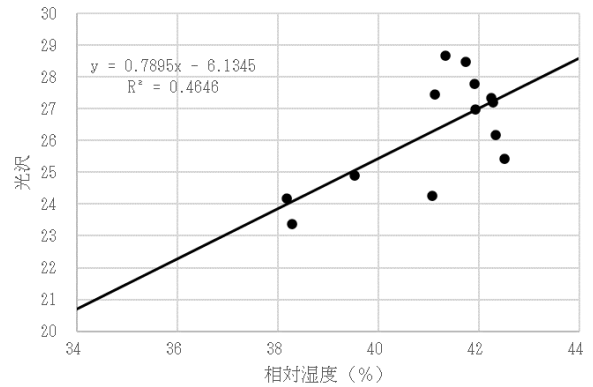
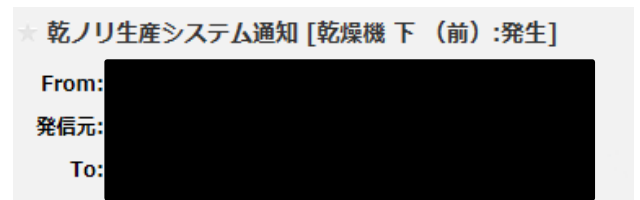


図 4 A 経営体の光沢と相対湿度の関係



端末: [Redacted]  
 計測日時: 2020/11/30/17:17:13  
 計測ポイント: 乾燥機 下 (前)  
 計測値: 48.320 (℃)  
 乾燥機操作: 乾燥下 (前) 温度を下げてください

図 5 アラートメール画面



# ふくおか成長産業化促進事業

## －ノリ養殖技術の改良－

内藤 剛

福岡県有明海のノリ養殖業は、経営体数は減少しているが、養殖規模を拡大することで日本有数のブランドノリ産地としての生産を維持している。

ノリ原藻の品質は、摘採後急速に低下するため、養殖規模が拡大し、1日当たりの摘採量が増加すると、加工工程におけるノリ原藻貯留の長時間化により、品質の低下が懸念される。

今後も養殖規模の拡大は進むと考えられるが、加工施設の大型化によって対応するには大幅なコスト増が予想される。

このため、本事業では、摘採量の増加による原藻貯留の長時間化を想定し、ノリ原藻の品質を長時間保持する技術の開発を目的とした。

### 方 法

#### (1) 室内試験

ノリ原藻の品質保持の指標を、ノリ葉状体の培養中に発生する死細胞の数とした。

品種は U-51 を使用し、令和元年度ノリ漁期に野外採苗後、葉長 5 cm 程度まで生長させ、自然乾燥後、網糸を長さ約 10 cm に切り、網糸ごと冷凍保存した。培養液は地先海水に 1/2SWM-III 改変培地を添加し、0.2 μm のメンブランフィルターで濾過滅菌したものを用い、葉状体を解凍後、18℃で葉幅 10 mm まで葉状体を生長させ、キズ、縮み、ねじれ等の少ない部分を選抜、カミソリで 10 mm の長さに切断し、培養液中で、下記の条件毎に 48～72 時間培養した後、光学顕微鏡下で縁辺部の死細胞数を計数した。

- ① 気体別：対照区（ばっ気なし）、空気、酸素、窒素（各気体ばっ気）
- ② 塩分濃度別：31（海水）、37（海水+NaCl 添加）、24（海水を純水希釈）、15（同左）
- ③ 温度別：5℃、12℃、18℃
- ④ 部位別：切断部、縁辺部（成熟有、無）

#### (2) 乾ノリ分析

試験区 1（昼摘採）、試験区 2（夜摘採）

について、冷凍生産期の 2 回目、5 回目摘採のノリ原藻を、摘採直後と、地先海水中で酸素ばっ気下において 8～10 時間貯留した後、それぞれ乾ノリに加工し、色調をハンディ型色彩計（NR-12A, 日本電色工業株式会社製）を用いて測定するとともに、遊離アミノ酸量の分析を一般財団法人食品環境検査協会に委託した。

### 結 果

#### (1) 室内試験

結果を図 1～図 4 に示す。いずれの試験においても、時間の経過に伴い死細胞は増加した。

- ① 気体別（図 1）：対照区、空気区、酸素区に顕著な違いはなかったが、窒素区では死細胞が多く発生した。
- ② 塩分濃度別（図 2）：31 と 37、15 と 24 に大きな違いはなかったが、低塩分で死細胞が多く発生した。
- ③ 水温別（図 3）：温度が高いほど死細胞が多く発生した。
- ④ 部位別（図 4）：非成熟部は死細胞が認められなかった。成熟部は切断部よりも死細胞が多く発生した。

#### (2) 乾ノリ分析

色調のうち黒みを表す L 値の測定結果を図 5 及図 6 に示す。いずれの試験区においても 2 回摘の方が低く、黒みが強い傾向が認められた。いずれの時期においても試験区 1 では貯留後に低く、試験区 2 では貯留後に高くなった。

遊離アミノ酸の分析結果を図 7 及び図 8 に示す。アラニン、アスパラギン酸、グルタミン酸の上位 3 種で約 9 割を占めた。いずれの試験区においてもアミノ酸量は 2 回摘の方が多く、貯留前後で顕著な差は認められなかった。

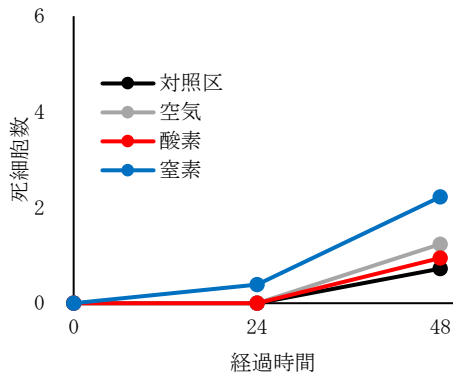


図1 気体別試験結果

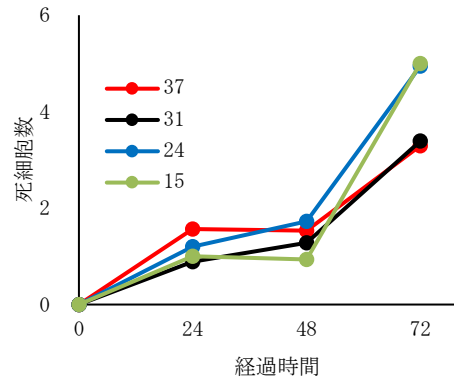


図2 塩分濃度別試験結果

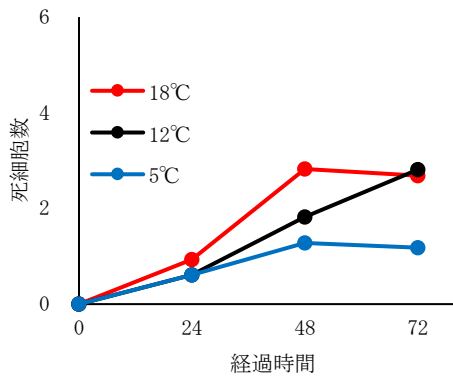


図3 温度別試験結果

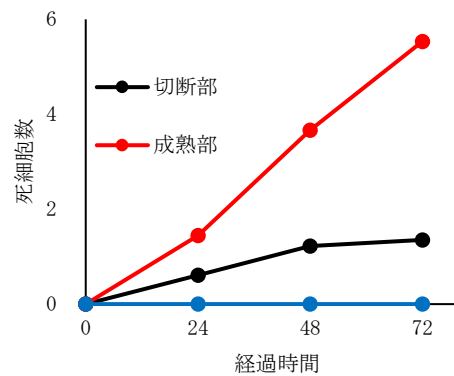


図4 部位別試験結果

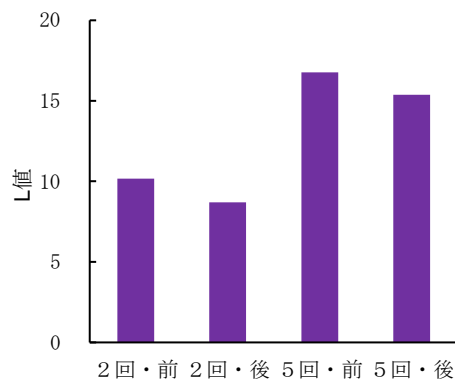


図5 色調 (試験区1)

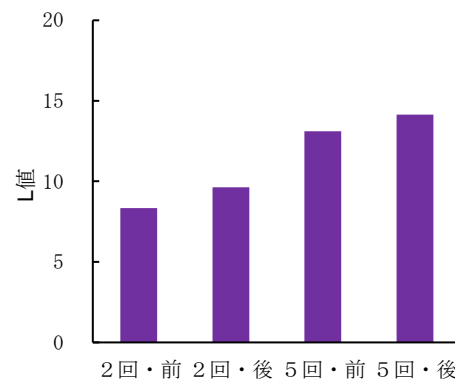


図6 色調 (試験区2)

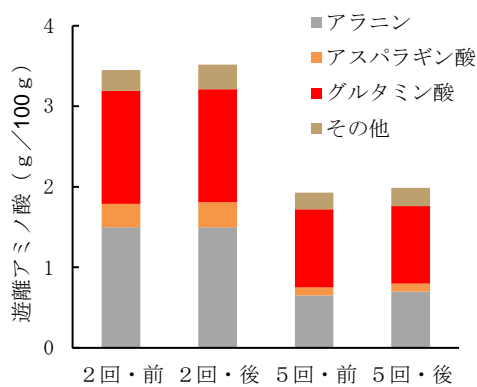


図7 遊離アミノ酸 (試験区1)

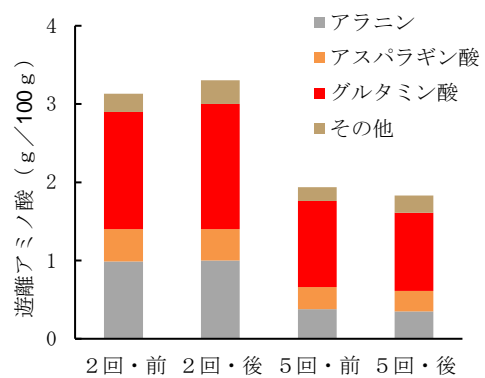


図8 遊離アミノ酸 (試験区2)