

ハマグリ人工種苗生産技術を活用した資源増殖法の開発事業

国庫委託JV
(平成31(2019)～
令和5(2023)年度)

(ハマグリ人工種苗生産試験)

緒言

ハマグリは、二枚貝の中でもアサリと並び、重要な水産資源として利用されてきたが、熊本県では、平成18年(2006年)には漁獲が106トンとピーク時の50分の1にまで減少している。

ハマグリ資源回復のためには、母貝団地造成が必要とされているが、昨今、ハマグリの資源水準は低位で資源動向も減少傾向が続いており、母貝団地を造成するための天然由来種苗が十分に確保できない状況にある。そこで、本研究では、人工種苗生産技術を活用して母貝団地を造成し、ハマグリ資源増殖技術を開発することを目的とした。

なお、本研究は、国立研究開発法人水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所等との共同研究機関(JV)による国庫委託事業であり、成果については「平成31年度 さけ・ます等栽培対象資源対策事業(新規栽培対象種技術開発(二枚貝)) 調査報告書」にて報告した。

方法

1 担当者 徳留剛彦、山下博和、中野平二、黒木善之

2 試験方法

(1) 生殖腺成熟状況調査

令和元年(2019年)5月7日～10月25日に、緑川河口域で採捕されたハマグリ(大サイズ10個、小サイズ20個*)を買い上げ、殻高、殻長、殻幅、殻付重量およびむき身重量を測定し、肥満度を算出した。

※大サイズ:3.5cm格子による選別、小サイズ:17mmユリ目の選別器具による選別

(2) 採卵技術開発

ア 使用した親貝

緑川河口域で採捕されたハマグリ(大サイズ、小サイズ)を買い上げ、採卵試験の親貝とした。

イ 採卵誘発方法

持ち帰った親貝は、17℃に設定し恒温室内に設置した100Lパンライト水槽に收容し、1日以上静置した後、採卵誘発を行った。

採卵誘発は、30Lのパンライト水槽および50Lアルテミア孵化水槽に棒状の150Wヒーターを投入し、水温20℃から30℃まで、1～2℃/時間のペースで緩慢昇温させ、水温が25℃を超えた時に、あらかじめオスから切り出した精子を添加した。

得られた受精卵は、メッシュネット(目合:180 μ m【ゴミ取り用】、30 μ m【受精卵回収用】)を用いて回収・洗卵した後、孵化水槽に收容し、水温が25℃を下回らないように水温を調整しながら、孵化まで静置した。採卵翌日に、表層の浮遊幼生を回収し、計数した。

(3) 種苗生産試験

ア 飼育水槽

浮遊幼生及び初期着底稚貝の飼育は、図1に示した水温調整用に80L、幼生飼育用に200Lのプラスチック水槽の2段水槽を使用した。80L水槽には500W棒状ヒーターと水中ポンプを

設置し、200L 水槽には底面にメッシュネットを張った直径 50 c m、高さ 20 c mの幼生収容カラムを設置した。カラム上面には、穴をあけた塩ビ管からダウンウェリングで注水し、二つの水槽の飼育水を循環させた。カラムのメッシュの目合いは、幼生の成長に合わせ 48 μ m、80 μ m、着底後は 125 μ mを用いた。また、水槽上面には保温と遮光のために保温材で覆った。

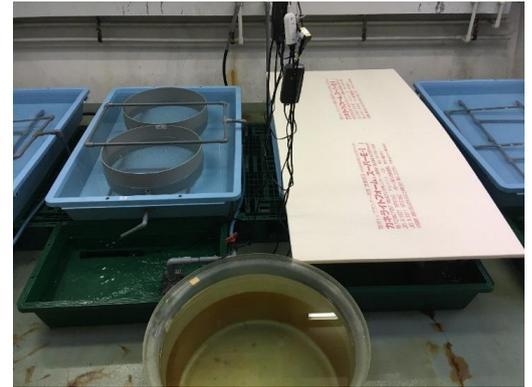


図1 飼育水槽の外観

イ 飼育環境および餌料

飼育水は、海水をろ過 UV 殺菌し、塩分濃度 60‰ (塩分 19) に水道水で調整し、33°Cに加温した。

また、飼育期間中は原則毎日全換水した。餌料は、培養したパブロバ・ルテリ (以下「培養パブロバ」という。) 及び濃縮キートセロス・グラシリス (ヤンマーマリンファーム製) または濃縮キートセロス・カルシトランス (ヤンマーマリンファーム製) を単独もしくは混合給餌を行った。また、幼生の匍匐運動が観察され始めたら、粒径が 125-250 μ mの海砂を着底基質として投入し、着底を促した。

結果

(1) 生殖腺成熟状況調査

サンプリング回次別の結果を表 1 に、期間中の肥満度推移を図 2 に示した。

肥満度は、大サイズが 14.9 (5 月 31 日) から 8.9 (9 月 6 日)、小サイズは、13.8 (6 月 21 日) ~9.4 (9 月 6 日) の範囲で推移した。

平成 18 年 (2006 年) から平成 20 年 (2008 年) の肥満度と比較すると、表 2 に示すように大サイズの最高値は 5 月、6 月、最低値は 8、9、10 月であり、小サイズの最高値は 6 月、7 月、8 月、最低値は 7 月、9 月、10 月であり年により 1 か月程度前後していた。

大サイズ						
採取日	平均殻高(mm)	平均殻長(mm)	平均殻幅(mm)	平均重量(g)	平均むき身重量(g)	肥満度
5月7日	46.24	55.04	30.18	47.73	10.72	13.9
5月14日	49.37	59.27	32.90	61.23	12.54	12.9
5月31日	45.58	54.55	30.72	50.34	11.53	14.9
6月21日	41.80	50.19	26.97	35.88	8.37	14.7
7月8日	44.23	53.15	29.56	43.36	9.26	13.3
7月19日	43.76	51.24	28.45	41.02	9.58	14.1
7月26日	41.95	50.46	28.23	35.70	6.47	10.8
8月22日	44.46	53.14	29.35	46.21	7.82	10.9
9月6日	49.17	58.59	33.11	59.69	8.51	8.9
9月17日	40.55	48.91	26.39	33.44	4.91	9.3
10月4日	37.77	44.96	24.16	26.10	4.58	11.0
10月25日	48.94	59.05	32.53	60.21	10.00	10.6

小サイズ						
採取日	平均殻高(mm)	平均殻長(mm)	平均殻幅(mm)	平均重量(g)	平均むき身重量(g)	肥満度
5月7日	30.09	34.56	18.44	12.12	2.39	12.1
5月14日	28.25	32.78	18.20	11.14	1.94	11.4
5月31日	30.17	34.95	19.31	13.59	2.65	12.9
6月21日	30.06	34.37	19.15	13.03	2.70	13.3
7月8日	27.15	31.98	17.51	10.16	2.12	13.8
7月19日	28.85	33.32	18.61	11.88	2.25	12.5
7月26日	29.00	33.44	18.50	11.31	1.98	11.0
8月22日	30.24	34.34	19.48	13.35	2.48	12.1
9月6日	29.14	33.30	18.59	11.52	1.69	9.4
9月17日	29.46	35.02	18.81	12.81	2.00	10.1
10月4日	29.51	34.54	18.70	12.74	2.35	12.3
10月25日	31.24	37.12	20.08	15.14	2.81	11.7

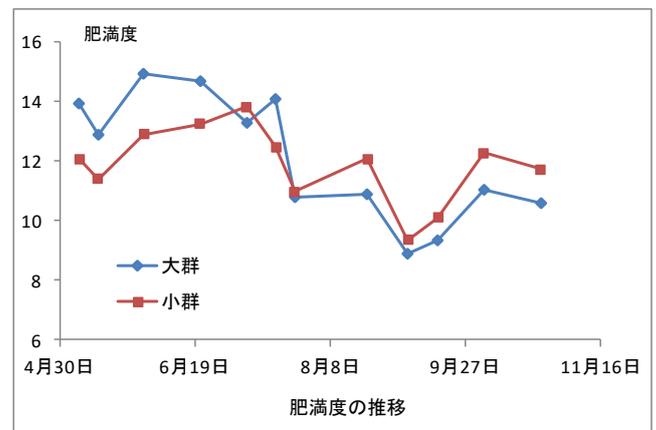


図2 肥満度の推移

表2 年別肥満度最高、最低月(2019年調査と同期間5月～10月で比較)

年度	最高値(月)		最低値(月)	
	大サイズ	小サイズ	大サイズ	小サイズ
2006(H18)	12.6(6月)	13.2(6月)	8.4(10月)	9.5(10月)
2007(H19)	13.3(5月)	13.4(8月)	9.6(8月)	10.6(7月)
2008(H20)	16.1(6月)	14.7(8月)	7.3(9月)	8.3(9月)
2019(R1)	14.9(5月)	13.8(7月)	8.9(9月)	9.4(9月)

(2) 採卵技術開発

採卵誘発試験の結果を表3に示す。採卵試験は、4回実施し、全ての採卵で受精卵を得ることができた。採卵数は194万粒～1,872万粒、孵化率は22.1%～69.8%、孵化幼生の正常D型幼生への変態率は67.1%～93.7%であった。

採卵誘発試験での採卵結果を、親貝1個体あたりの産卵数(万粒)、孵化率(%)、正常なD状期幼生(以下「正常D型幼生」という。)への変態率(%)を乗じて、親貝1個体あたりの正常D型幼生数を算出した結果、6月10日に行った採卵結果が最も良い結果であった。

表3 採卵誘発試験の結果

採卵日	親貝				採卵結果					
	使用親貝数(kg)	使用親貝数(個)	平均殻長(mm)	備考	採卵数(万粒)	①1個あたり産卵数(万粒)	孵化数(万粒)	②孵化率(%)	③正常D型(%)	④親貝1個あたり正常D型幼生数(万個)※
6月10日	0.65	37	37.51	大サイズ4個 小サイズ33個	1,872	51	413	22.1	93	10.4
6月18日	1.80	47	50.29	大サイズ47個	1,206	26	528	43.8	67.1	7.5
7月2日	1.20	25	56.23	大サイズ25個	201	8	140	69.8	87.8	4.9
7月29日	1.10	49	40.53	大サイズ29個 小サイズ20個	194	4	73	37.7	93.7	1.4
合計	4.75	158	—		3,473	—	1,155	33.2	85.4	—

※④=①×②×③

(3) 種苗生産試験

種苗生産試験結果を表4に、回次別の殻長の推移を図3に示した。

ア 1回次(6月18日採卵)

213万個の浮遊幼生を2個のカラムで飼育し、飼育開始から10日目の6月28日に着底基質を投入し、1個のカラムに集約後、42日目の7月30日に平均殻長674.5μm、22.1万個(生残率10.4%)の初期着底稚貝を得た。餌料は飼育期間を通して培養パブロバを単独給餌した。

なお、1回次は、浮遊幼生の奇形やD型幼生に変態しきれないトロコフォア幼生が多く、生残率が低くなった。

イ 2回次(7月2日採卵)

95.3万個の浮遊幼生を1個のカラムで飼育し、飼育開始12日目の7月14日に着底基質を投入し、42日目の8月13日に平均殻長686.8μm、31.5万個(生残率33.1%)の初期着底稚貝を得た。餌料は、浮遊幼生期は、培養パブロバと濃縮キートセロス・カルシトランスの給餌量を1:1から3:1に徐々に割合を変更し、着底後は3:1の割合で給餌を行った。

ウ 3回次(7月29日採卵)

73.2万個の浮遊幼生を1個のカラムで飼育し、飼育開始8日目の8月6日に着底基質を投入

し、38日目の9月5日に平均殻長775.9 μ m、29.2万個（生残率39.9%）の初期着底稚貝を得た。餌料は、浮遊幼生期に培養パブロバと濃縮キートセロス・カルシトランスを1:1で給餌し、着底後は、培養パブロバと濃縮キートセロス・カルシトランス、濃縮キートセロス・グラシリスを2:1:1の割合で給餌した。また、飼育15日目からは、培養パブロバと濃縮キートセロス・グラシリスを1:1に変更した。

表4 種苗生産試験の結果

回次	採卵日	①飼育幼生数 (万個)	②着底時幼生数 (万個)	飼育期間	A生残率 (②/①)	③着底稚貝数	終了時平均殻長 (μ m)	B生残率 (③/②)	C生残率 (③/①)	飼育期間
1回次	6月18日	213	33.3	10	15.6%	22.1	674.5	66.4%	10.4%	42
2回次	7月2日	95.3	33.4	12	35.0%	31.5	686.8	94.3%	33.1%	42
3回次	7月29日	73.2	66	8	90.2%	29.2	775.9	44.2%	39.9%	38
合計		381.5	132.7	—	34.8%	82.8	715	62.4%	21.7%	—

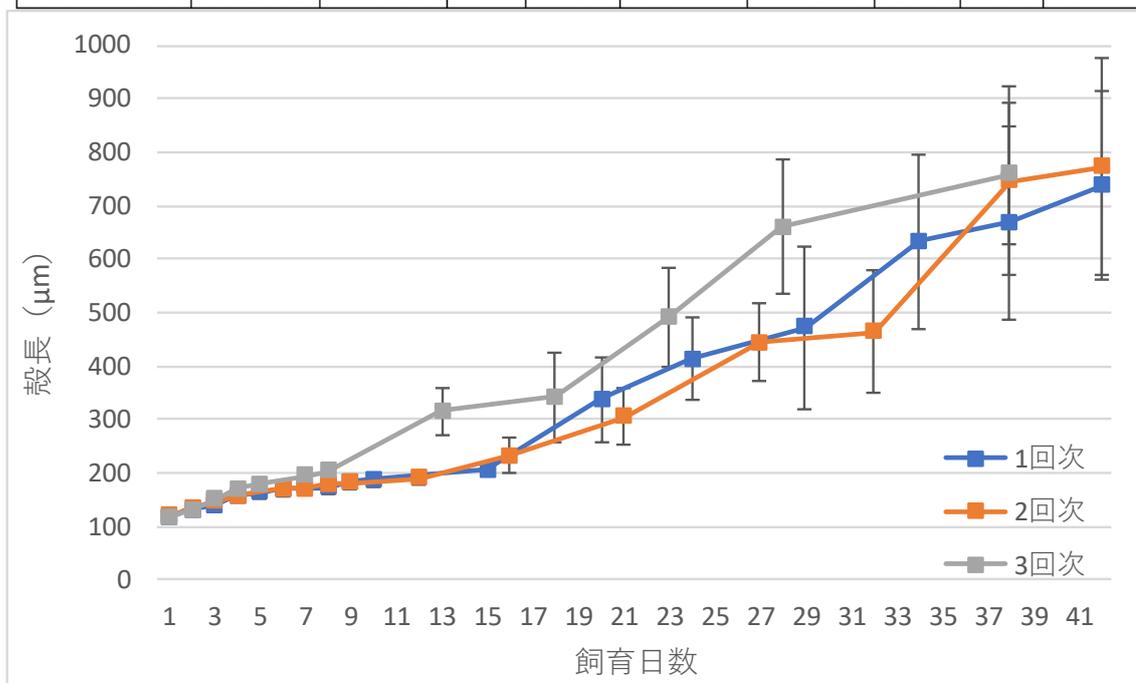


図3 各回次の殻長の推移 (エラーバーは標準偏差)

考 察

1 生殖腺成熟状況の調査

肥満度について過去のデータと比較した結果、肥満度が最も高い月が年により1か月程度前後していた。これは各年の水温等による影響と考えられるため、来年度の調査では今年度と同様のサンプリング等を行うとともに、成熟と水温の関係を明らかにするため、漁場での水温連続測定を行いたい。

2 採卵技術の開発

今年度は、緩慢昇温刺激による産卵誘発により、有明海産の親貝においても十分量の受精卵を確保することができた。

当水産研究センターが平成 25 年（2013 年）3 月に発行した「熊本県ハマグリ資源管理マニュアル」に本県ハマグリの産卵期は、7 から 8 月であることが記載されており、本研究においても 7 月から 8 月を産卵期として想定していたが、共同研究機関である国立研究開発法人水産研究・教育機構 増養殖研究所が実施したハマグリの生殖腺組織観察の結果では、7 月に生殖腺退行期の個体が確認され、さらに（2）の採卵誘発試験においても 7 月には、採卵量が著しく減少した。これらのことから、今年度の産卵期は、マニュアルに記載がある産卵期より早かったことが推察された。

次年度は、採卵誘発試験を早期から行うとともに、卵回収などの採卵作業の更なる効率化を図る必要がある。

3 種苗生産試験

今回、本県で初めてダウンウェリングによるハマグリ種苗生産を試みたが、採卵から初期着底稚貝の飼育まで、順調に行うことができた。次年度も安定した飼育が行えるかどうか、再度同様の試験を実施し、再現性を確認したい。

なお、アサリの種苗生産では、生産初期において、未熟卵や過熟卵が混じりやすく、浮遊幼生の奇形が多くなることが経験的に知られている。今回、1 回次の親貝が、産卵初期個体を多く含んでいたことにより、奇形等が多くなった可能性があることから、次年度以降、初回採卵の発生状況をより注意深く観察していく必要がある。

また、今年度実施した 3 回の飼育では、3 回次の飼育結果が最も成長が早く生残率も高かった。

3 回の飼育環境の違いは餌料のみであったが、各飼育回次で餌料に関する対照区を設けていなかったため、3 回の結果を一概に比較することができなかった。そこで、次年度以降は異なる餌料で成長や生残率に差が出るか検討する必要がある。

県 単
二枚貝資源増殖対策事業Ⅰ（令和元（2019）～
（アサリ生息状況調査） 令和5（2023）年度

県 単
及び水産研究イノベーション推進事業（令和元（2019）年度）
（二枚貝資源解析技術の高度化）

緒 言

熊本県のアサリ漁獲量は、昭和52年（1977年）に65,732トンと過去最高を記録して以降、減少傾向に転じ平成9年（1997年）に1,009トンまで減少した。その後、アサリの漁獲量は、平成15年（2003年）から平成19年（2007年）にかけて数千トン程度と回復の兆しがみえたが、再び減少し、近年は数百トン程度で推移しており、アサリ資源の回復は喫緊の課題となっている。

このため、本事業では、本県のアサリ主要漁場である緑川河口域および菊池川河口域におけるアサリ資源動向を把握することを目的として、アサリ生息状況調査を実施した。

さらに、国立大学法人熊本大学および公立大学法人熊本県立大学と連携・協力し、資源管理方策を検討するため推移行列を用いた資源解析および干潟簡易観測技術を開発するためドローンを用いた覆砂漁場調査を実施した。

方 法

- 1 担当者 黒木善之、山下博和、栃原正久
- 2 調査項目および内容

（1）緑川河口域アサリ生息状況調査

調査は、前期調査（令和元年（2019年）6月3～14日）と後期調査（令和元年（2019年）7月30～8月5日）及び臨時調査（令和元年（2019年）10月24～30日）の計3回、干潟上に設定した123定点（臨時調査は29定点、図1）において定点毎に25cm方形枠による枠取りを2回実施し、1mm目合いのふるいに残ったものを試料とした。試料から得られたアサリについては、個体数の計数および殻長を計測した。

（2）菊池川河口域アサリ生息状況調査

調査は、前期調査（令和元年（2019年）7月5日）と、後期調査（令和元年（2019年）8月30日）の2回、滑石地先干潟上に設定した45定点（図1）において定点毎に10cm方形枠による枠取りを4回実施し、1mm目合いのふるいに残ったものを試料とした。試料から得られたアサリについては、個体数の計数および殻長を計測した。

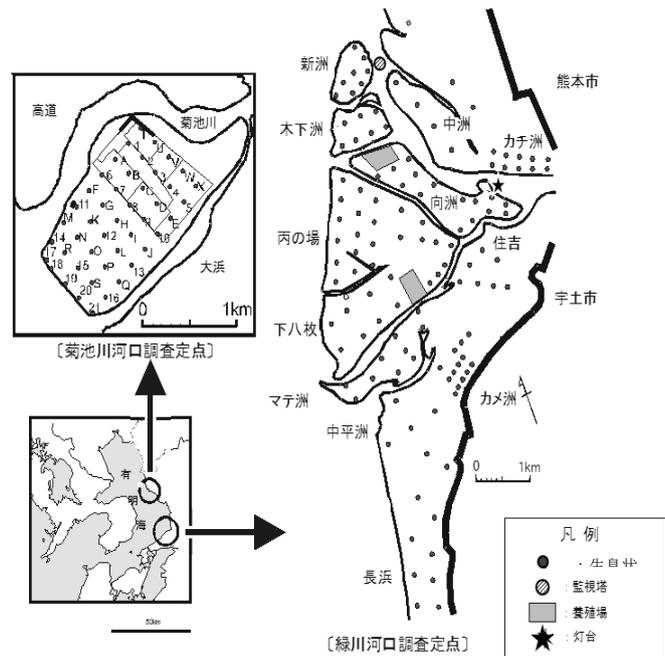


図1 アサリ生息状況調査

(3) 推移行列を用いた資源解析

国立大学法人熊本大学および公立大学法人熊本県立大学が、緑川河口域におけるアサリ生息量調査結果を用いて分離されたコホートごとの資源への加入の可能性を解析するため、プログラミング言語「R」のスクリプト（プログラム）を作成し、当センターで解析作業を行った。

ア コホート判別

前期調査と後期調査の計測結果を用いてアサリのヒストグラムを作成後、正規混合分布に分離し、コホート判別を行った。

イ 推移行列による個体群の変動推定および Shiny を用いた探索的資源管理方策の検討

判別したコホートを用いて加入率、生残率および死亡率の個体群特性を算定および個体群固有値「 λ 」の算出と個体群の変化を予測した。また、個体群毎の資源管理方策（生残率や加入率の調整）が現存量の回復に対する影響を R パッケージ Shiny (<https://shiny.rstudio.com/>) を用いて検討した。

(4) ドローンを用いた簡易干潟観測技術の開発

ドローンを用いて簡易にアサリ漁場を観測し、漁場の地盤高の高低差などの外観的变化とアサリ生息状況との関係性を検討するため、平成 30 年（2018 年）8 月に宇土市地先で造成された覆砂漁場を対照に以下の調査を実施した。

ア アサリ生息状況調査

調査は、覆砂漁場造成直後から原則月 1 回、覆砂漁場の 12 定点および対照区 3 定点で 10 cm 方形枠による枠取りを 1 回実施し、1 mm 目合いのふるいに残ったものを試料とした。試料から得られたアサリについては、個体数の計数および殻長を計測した。

イ アサリ新規加入量調査および底質調査

調査は、覆砂漁場造成直後から原則月 1 回、覆砂漁場および対照区において、内径 29 mm のプラスチックチューブを用いた表層 2cm の採泥を 3 回行い、試料中のアサリ着底稚貝（モノクローナル抗体を用いた方法で同定）について、個体数の計数および殻長の計測およびホトトギスガイの計数も併せて行った。

なお、分析は外部委託により実施した。また、着底稚貝調査と併せて内径 56mm のプラスチックチューブを用いて表層 10cm の採泥を行ったものを試料とし、JIS A1204 の手法による底質分析を外部委託により行った。

ウ ドローンによる覆砂漁場の撮影と画像処理

ドローンによる撮影および漁場の地盤高の画像処理は熊本大学理学部が実施し、処理した画像は、Quantum GIS(以下「QGIS」という。)を用いて当センターで管理した。なお、撮影には DJI 製ファントム 4 を使用した。

結果および考察

1 緑川河口域アサリ生息状況調査

図 2 にアサリの生息状況を、図 3 に殻長組成、図 4 および図 5 に主な調査区域におけるアサリの殻長組成を示した。また、表 1 に平成 22 年（2010 年）からの生息状況調査結果を示した。

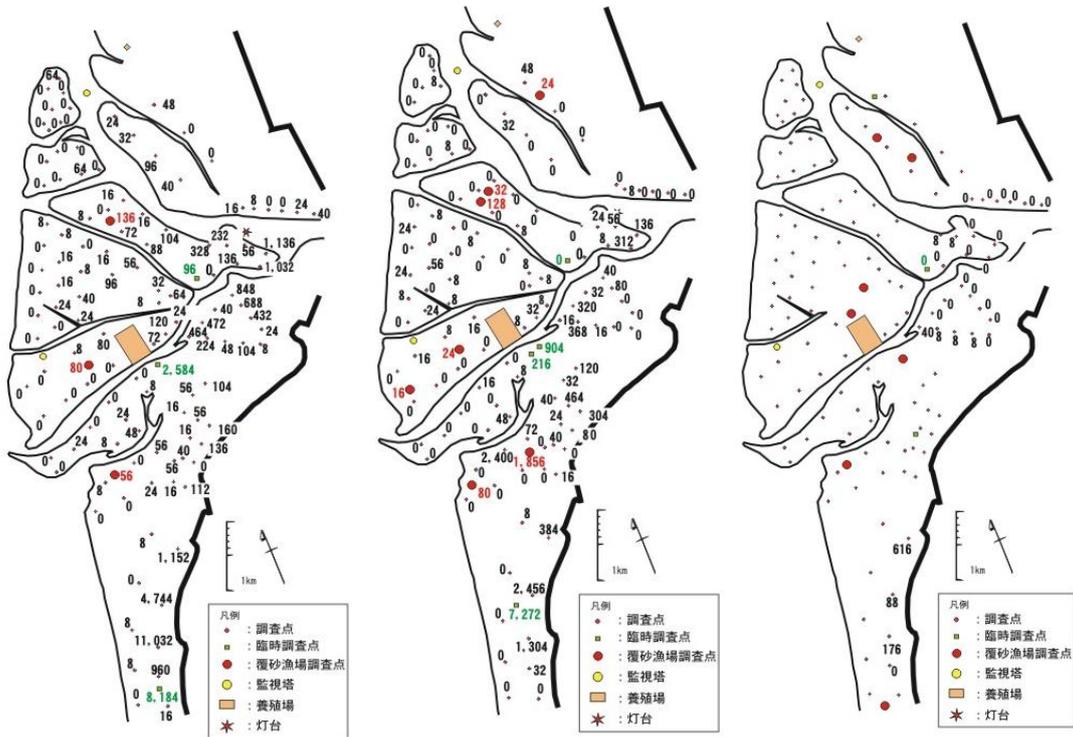


図2 緑川河口域アサリ生息状況 (左：前期調査、中：後期調査、右：臨時調査、単位：個/㎡)

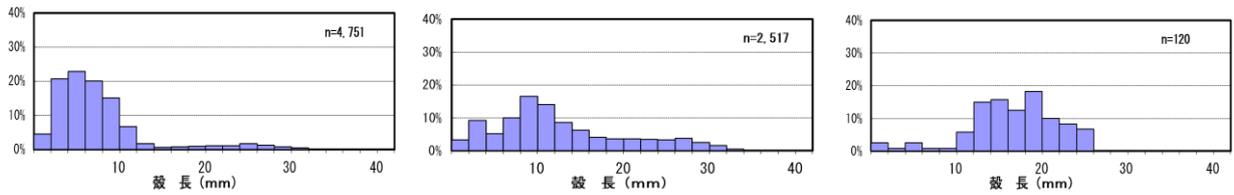


図3 緑川河口域アサリ殻長組成 (左：前期調査、中：後期調査、右：臨時調査、全定点データ)

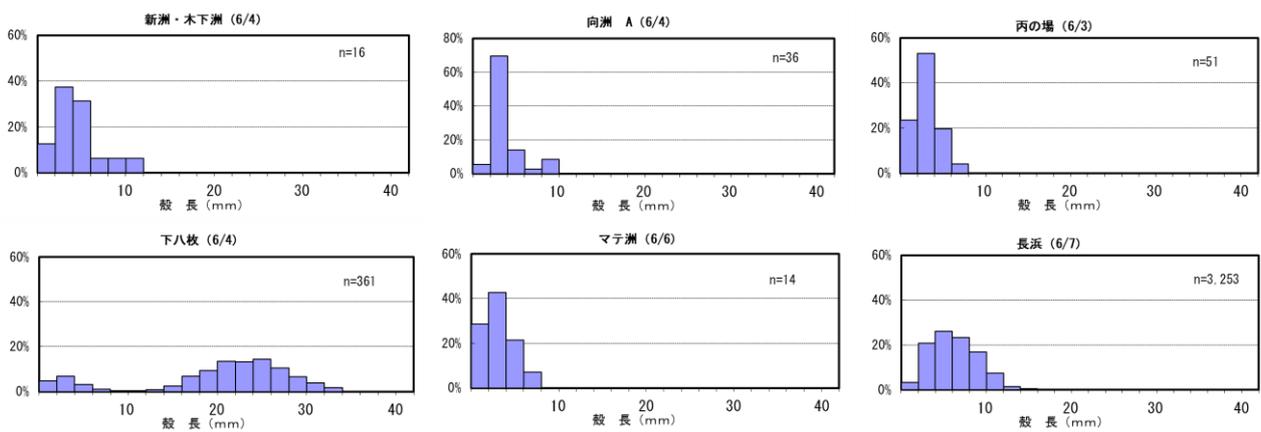


図4 緑川河口域アサリ生息状況調査 (前期調査) で確認されたアサリの殻長組成

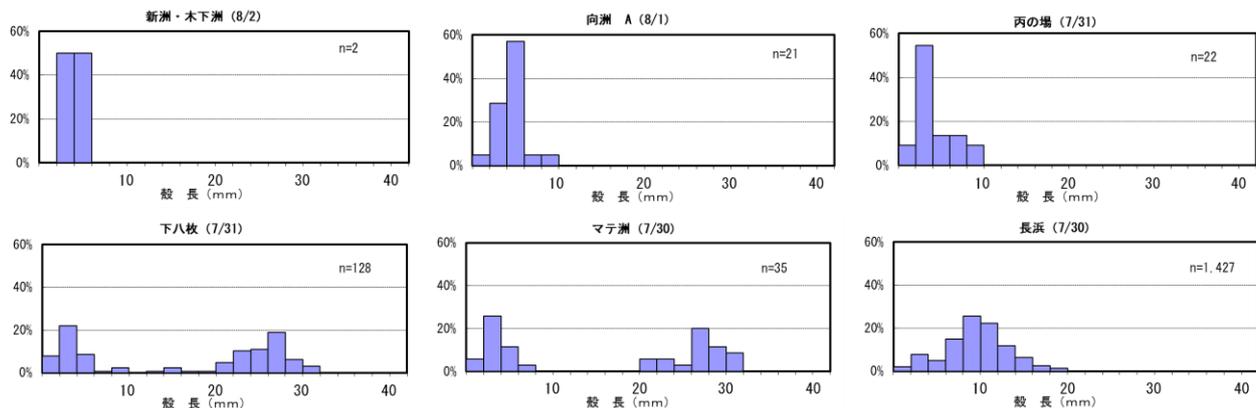


図5 緑川河口域アサリ生息状況調査（後期調査）で確認されたアサリの殻長組成

前期調査では、河口に近い定点でアサリの生息が多く認められ、向洲および長浜で生息密度が高かった。

確認されたアサリは、殻長 6～8 mm を中心とした殻長 10 mm 未満の平成 30 年（2018 年）秋生まれの群が主体と考えられた。

平成 4 年度（1992 年度）の調査開始から継続して調査している代表の定点において、生息密度が 1,000 個/m² を越えた定点は 3 点であった（昨年 2 点）。また、同定点における平均生息密度は 251 個/m² で、昨年の平均生息密度 328 個/m² より減少した。このうち、殻長 10 mm 未満の稚貝は 224 個/m² であり、昨年の 268 個/m² よりも減少した。

後期調査では、河口に近い定点でアサリの分布が認められ、中平洲および長浜で生息密度が高かった。

確認されたアサリは、殻長 4～8 mm を中心とした令和元年（2019 年）春生まれの群が主体と考えられた。

代表の定点において、生息密度が 1,000 個/m² を越えた定点は 3 点であった（昨年 3 点）。また、平均生息密度は、96 個/m² で前年の 249 個/m² より減少した。このうち、殻長 10 mm 未満の稚貝は 38 個/m² と昨年の 97 個/m² よりも減少した。

臨時調査では、長浜の生息密度が高かったが後期調査よりも減少している定点が多く、令和元年（2019 年）春以前の加入群が成長したものが主体であったが、漁獲サイズである殻長 30mm 以上のものは確認できなかった。

平均生息密度は、昨年度より前期・後期調査のいずれも増加しているものの、漁獲量が昨年の 4 割程度と、資源水準が低位と推察された。このため、資源量を増やすためには、現在生息している稚貝と産卵可能サイズの母貝を保護する取組が必要と考えられた。

表 1 緑川河口域でのアサリ平均生息密度および漁獲量の推移（平成 22 年（2010 年）～令和元年（2019 年））
（単位 分布密度：個/m² 漁獲量：トン）

	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1
第1回調査 （毎年6月頃）	337 (324)	158 (33)	96 (92)	82 (76)	163 (114)	187 (173)	230 (187)	153 (118)	328 (268)	251 (224)
第2回調査 （毎年8月頃）	434 (291)	56 (8)	62 (28)	51 (48)	183 (107)	162 (90)	237 (117)	126 (88)	249 (97)	96 (38)
緑川主要漁協のアサリ漁獲量(t)	27	1309	993	97	23	98	184	407	239	104

【注1】()内の数値は殻長10mm未満のアサリ平均生息密度

2 菊池川河口域アサリ生息状況調査

図6にアサリの生息状況を、図7に殻長組成を、表2に平成22年(2010年)からの生息状況調査結果を示した。

前期調査では、調査できた44定点中14定点でアサリの生息が確認された。確認されたアサリは、殻長6~8mmを中心とした平成30年(2018年)秋生まれの群が主体だった。生息密度が1,000個/m²を超えた調査点は3点で、平均生息密度は577個/m²、殻長10mm未満の稚貝の平均生息密度は457個/m²であり、いずれも昨年同時期に比べて減少した。

後期調査では、43定点中27定点でアサリの生息が確認された。確認されたアサリは、殻長4~6mmを中心とした平成29年(2017年)春生まれの群が主体だった。最も生息密度が高かった点は、洲北部の定点で2,775個/m²のアサリを確認した。生息密度が1,000個/m²を超えた調査点は2点と、昨年同時期の7点から減少した。平均生息密度は、平成30年(2018年)の525個/m²に対し190個/m²と減少した。また、殻長10mm未満の稚貝の平均生息密度は、平成30年(2018年)の253個/m²に対し、159個/m²とこちらも減少した。

平成30年(2018年)以降の菊池川河口域では漁獲実績がなく、平成28年(2016年)秋以前の発生群と考えられる殻長20mm以上の成貝の平均分布密度が2個/m²と昨年に続いて少ないことから、資源量を増やすためには、稚貝を確保するとともに、稚貝を母貝まで保護する取組が必要と考えられた。

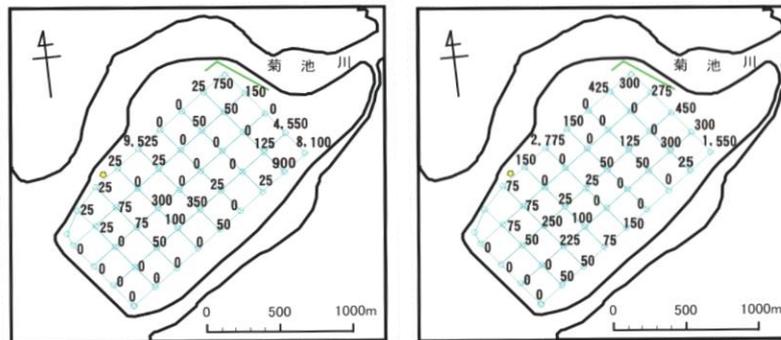


図6 菊池川河口域アサリ生息状況(左:前期調査、右:後期調査、単位:個/m²)

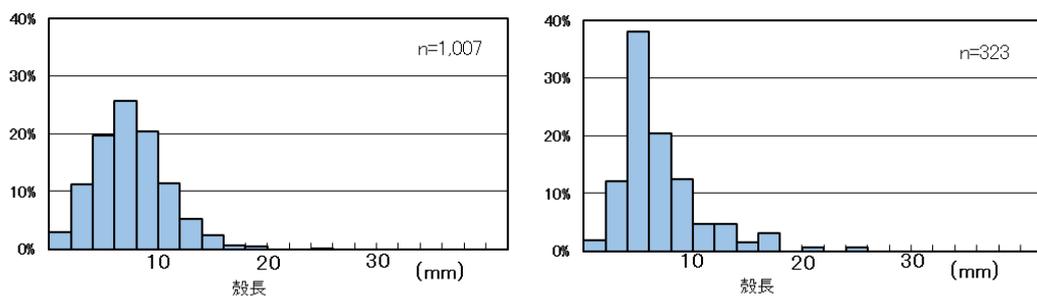


図7 菊池川河口域アサリ殻長組成(左:前期調査、右:後期調査、全定点データ)

表2 菊池川河口域でのアサリ平均生息密度および漁獲量の推移(平成22年(2010年)~令和元年(2019年))
(単位:分布密度:個/m² 漁獲量:トン)

	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1
前期調査 (毎年6月頃)	5,343 (5,081)	1,243 (76)	1,928 (1,055)	260 (126)	809 (489)	調査 未実施	2,485 (541)	4,179 (3,279)	1,139 (889)	577 (457)
後期調査 (毎年9月頃)	3,100 (921)	595 (151)	146 (50)	247 (99)	549 (164)	4,655 (678)	1,647 (635)	2,487 (1,085)	525 (253)	181 (152)
菊池川河口域 アサリ漁獲量(t)	69	107	40	0	8	0	54	59	0	0

【注1】()内の数値は殻長10mm未満の稚貝、アサリ漁獲量は聞き取り調査結果

3 推移行列を用いた資源解析

(1) コホート判別

コホート判別の結果を図 8 に示す。前期調査は、2 群 (C1 および C2)、後期調査は、3 群 C0、C1 および C2) に分離された。

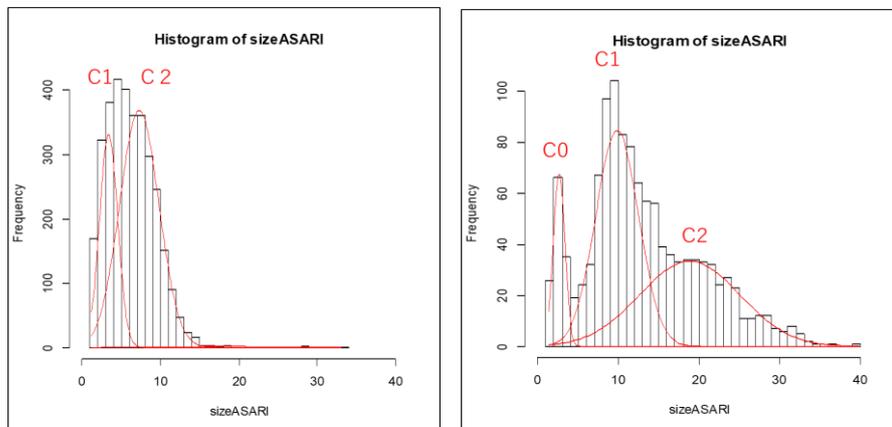


図 8 コホート判別の結果 (左：前期調査、右：後期調査)

(2) 推移行列による個体群の変動推定および Shiny を用いた探索的資源管理方策の検討

コホート判別から推定される加入群特性 (加入率、成長率、生残率) 及び行列式を表 3 に示す。

推定した個体群特性は、C2 から C0 の加入率は 5.1% と低く、C1 と比較して C2 の生残率が低い特性があることが示唆された。また、推定した個体群固有値「 λ 」は、0.172 と試算され、将来の個体群を予測 (図 9) した結果、加入翌年には個体群が維持できないことが示唆された。

R パッケージ Shiny を用いたアプリケーションを用いて、資源管理方策 (生残率や加入率の調整) が現存量の回復に対する影響を検討した結果 (図 10)、仮に個体群の生残率を高くなるような資源管理を実施しても、個体群を増加させるために必要な「 λ 」である 1 を越えることができなかった。令和元年 (2019 年) 個体群の「 λ 」を 1 以上にするためには、加入量を大幅に増加させる必要があることが示唆された。

表 3 令和元年 (2019 年) のアサリの個体群特性と行列式

令和元年 (2019年)	C1	C2
加入率 (C2→C0) %	—	5.1
成長率 (mm/2月)	7	12
生残率	58.8	22

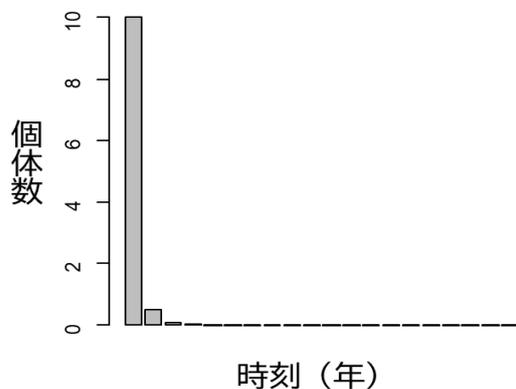
$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.05 & 0 \\ 0.58 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.17 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.22 & 0 \end{bmatrix}$$


図 9 推移行列を用いた予測解析

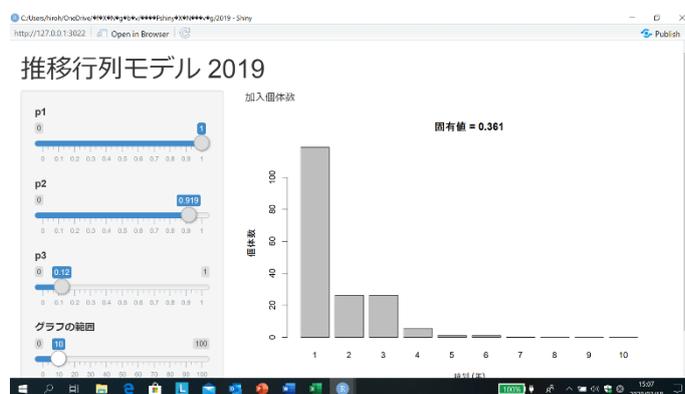


図 10 R パッケージ Shiny の表示画面例

4 ドローンを用いた簡易干潟観測技術の開発

(1) アサリ生息状況調査

図 11 に覆砂漁場および対照区のアサリ生息密度の推移を示す。なお、調査は、平成 30 年（2018 年）9 月以降、毎月実施しているが、分析が終了した令和元年（2019 年）12 月までの結果を報告する。

造成直後は、覆砂漁場と対照区とのアサリ生息状況に大きな差はなく、100 個/m²から 400 個/m²程度で推移していたが、同年 12 月に覆砂漁場で新規加入群による生息密度の増加が確認された。その後、覆砂漁場では、令和元年（2019 年）4 月に平均 21,542 個/m²（最高 71,600 個/m²）を確認した。対照区では 3 月から増加が確認され、4 月に平均 1,133 個/m²（最高 1,800 個/m²）を確認した。

その後、覆砂漁場および対照区ともに、生息密度は、減少に転じ 12 月には覆砂漁場で平均 292 個/m²、対照区は平均 67 個/m²から 0 個/m²と大幅に少なくなった。

図 12 に覆砂漁場および対照区のアサリの殻長推移を、図 13 に殻長のヒストグラムを示す。

覆砂漁場では造成直後の平成 30 年（2018 年）9 月から平成 30 年（2018 年）11 月までは、覆砂外から移入したと思われる殻長 20 mm 程度の大型のアサリが多く確認された。新規加入群である平成 30 年（2018 年）秋加入群は 12 月に初認され、その後、継続した加入および加入群の成長が確認された。特に令和元年（2019 年）5 月から 6 月にかけて、5 mm 程度から 10 mm 程度と大きく成長したことが確認された。その後、9 月までは成長したが、10 月以降、成長の停滞が確認された。また、令和元年（2019 年）春加入群は、5 月の調査で確認されたが、加入量が少なく、加入群の成長は確認できなかった。

対照区では、平成 31 年（2019 年）3 月に平成 30 年（2018 年）秋加入群を令和元年（2019 年）6 月に令和元年（2019 年）春加入群を確認したが、連続した加入および加入群の成長は確認できなかった。

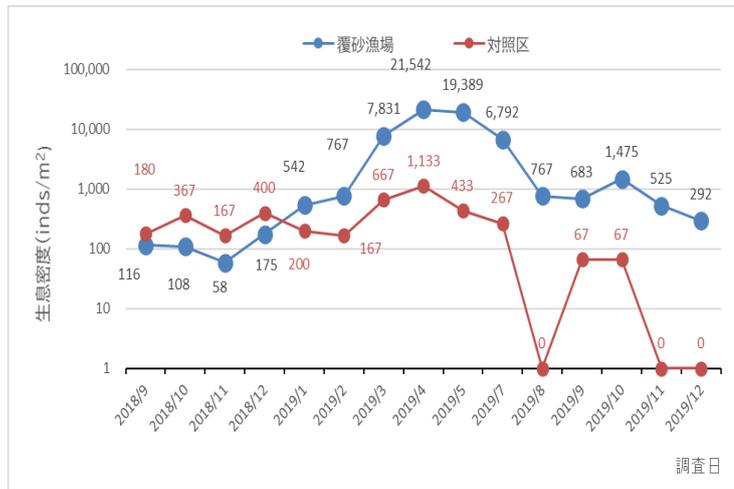


図 11 覆砂漁場および対照区のアサリ生息密度の推移

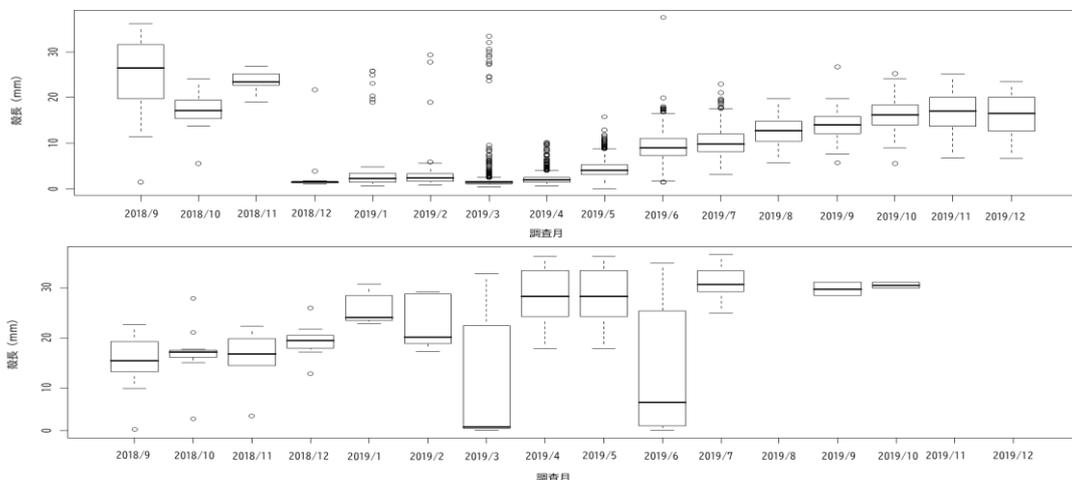


図 12 覆砂漁場および対照区のアサリ殻長の推移（上：覆砂、下：対照区）

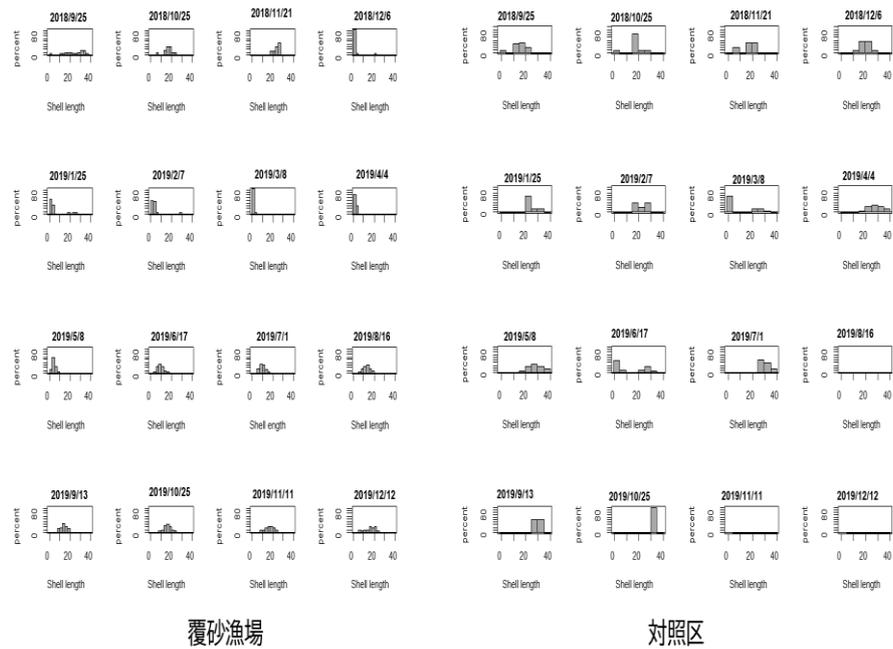


図 13 覆砂漁場と対照区におけるアサリ殻長ヒストグラム

(2) アサリ新規加入量調査および底質調査

覆砂漁場および対照区のアサリ着底稚貝の加入状況を図 14 に、着底したアサリの殻長組成の推移を図 15 に示す。なお、調査は、平成 30 年（2018 年）9 月以降、毎月実施しているが、分析が終了した令和元年（2019 年）11 月までの結果を報告する。

覆砂漁場では造成後 2 カ月が経過した平成 30 年（2018 年）11 月に初期着底稚貝が初認され、令和元年（2019 年）2 月には最高 75,030 個/㎡を確認した。対照区では、令和元年（2019 年）1 月に初認し、令和元年（2019 年）2 月に最高 26,352 個/㎡を確認した。

令和元年（2019 年）春加入群は、覆砂漁場で令和元年（2019 年）5 月、7 月に確認したが、密度は低位であった。対照区では令和元年（2019 年）5 月、6 月および 7 月に確認し、5 月に最高 2,562 個/㎡を確認した。

令和元年（2019 年）秋加入群は、覆砂漁場で 10 月に加入を確認し、11 月には最高 66,612 個/㎡を確認した。対照区では、9 月に加入を確認し、11 月には最高 12,444 個/㎡を確認した。覆砂漁場および対照区の初期着底稚貝密度について、R version 3.6.3 を用いて、U 検定（Wilcoxon signed rank test）を行った結果、覆砂区は対照区と比較して有意（ $p < 0.05$ ）に初期着底稚貝数が多いことが示唆された。

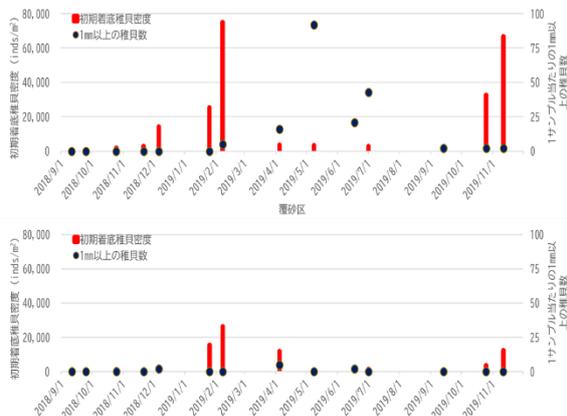


図 14 覆砂漁場および対照区のアサリ初期着底稚貝密度の推移

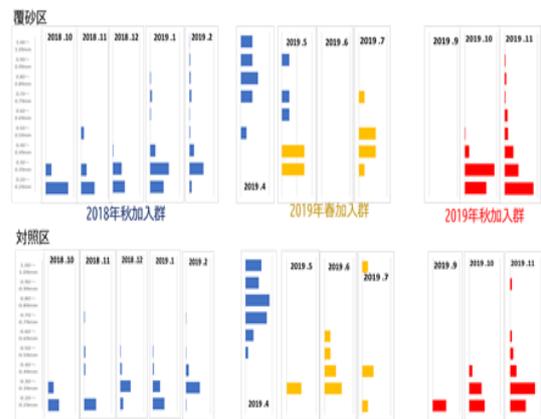


図 15 覆砂漁場と対照区におけるアサリ初期稚貝の殻長

覆砂漁場および対象区の底質調査結果を図 16 に示す。泥分率は覆砂漁場で、5%から 10%の範囲を推移していたが、8 月および 9 月に泥分率が 25%以上に高くなった。

対照区では、20%から 5%の範囲は大きく変動した。中央粒径は、覆砂漁場が 0.5 mm から 0.8 mm の範囲で推移していた。対照区は、0.2 mm から 0.25 mm の範囲を推移し、大きな変動はなかった。

覆砂漁場で、アサリ稚貝の生息密度が低下した 7 月および 8 月に泥分の割合が 20%を超え、中央粒径の細粒化が確認された。

図 17 に覆砂漁場におけるホトトギスガイおよびアサリの初期着底稚貝の加入状況を示す。覆砂漁場では、アサリの着底稚貝と同等程度のホトトギスガイ初期稚貝が加入を確認していた。

また、令和元年（2019 年）6 月には覆砂漁場において、アサリ稚貝が 9,440 個/m²に対し、ホトトギスガイが 21,272 個/m²とアサリより優占していることを確認し（1）アサリ生息状況調査時に実施した目視によるホトトギスガイ被度調査では、6 月以降、覆砂漁場全体で被度が 80%～100%とホトトギスガイマットが形成していることを確認している。このことから、ホトトギスガイの繁殖の影響で 7 月以降、覆砂漁場の底質が悪化し、覆砂漁場の生息しているアサリの成長および生残に悪影響を及ぼしたことが示唆された。

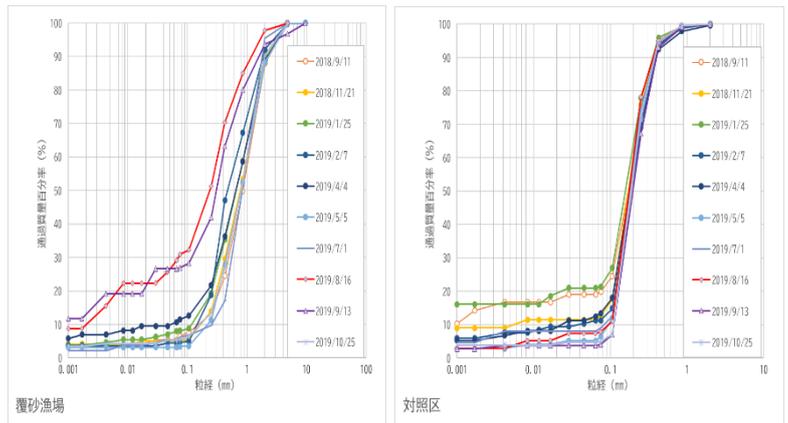
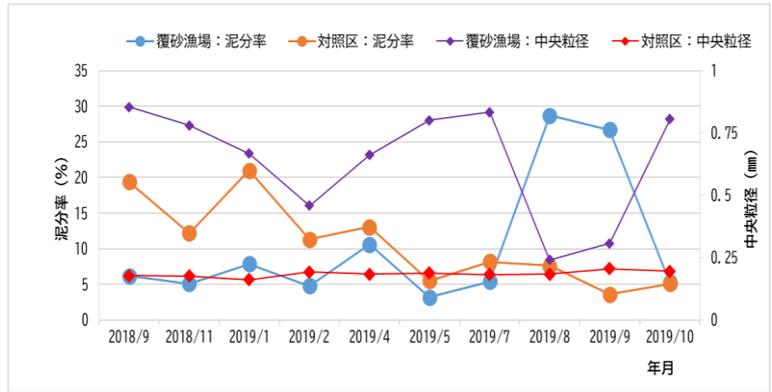


図 16 覆砂漁場および対照区の底質調査結果

上：泥分率および中央粒度、左下：透過加積曲線（覆砂漁場）、右下：透過加積曲線（対照区）

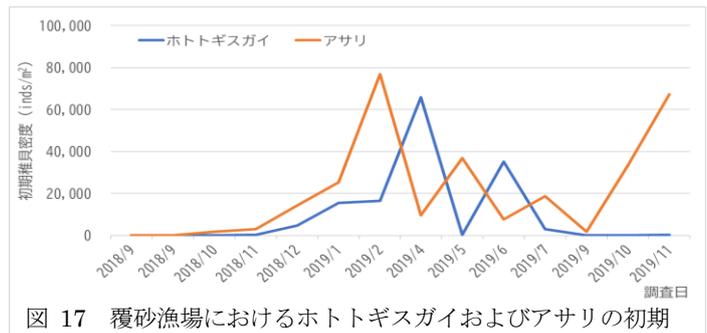


図 17 覆砂漁場におけるホトトギスガイおよびアサリの初期稚貝

(3) ドローンによる覆砂漁場の撮影と画像処理

ドローンによる撮影は平成 30 年（2018 年）9 月以降 10 回実施した（表 4）。

図 18 に画像処理したオルソ画像、3D 俯瞰図および QGIS の管理図の一例を示す。

ドローンで利用し撮影した画像を処理し、オルソ画像および 3D 俯瞰図の作成と覆砂漁場外観や相対的な高さについて観察できた。今後、処理した画像から覆砂漁場の外観変化と（1）および（2）との調査結果の関連性について評価を行う予定である。

表 4 覆砂漁場撮影日

年	撮影日
平成 30 年（2018 年）	9 月 23 日、10 月 9 日、12 月 5 日
令和元年（2019 年）	1 月 20 日、3 月 23 日、4 月 4 日、7 月 31 日
令和 2 年（2020 年）	2 月 26 日、3 月 11 日

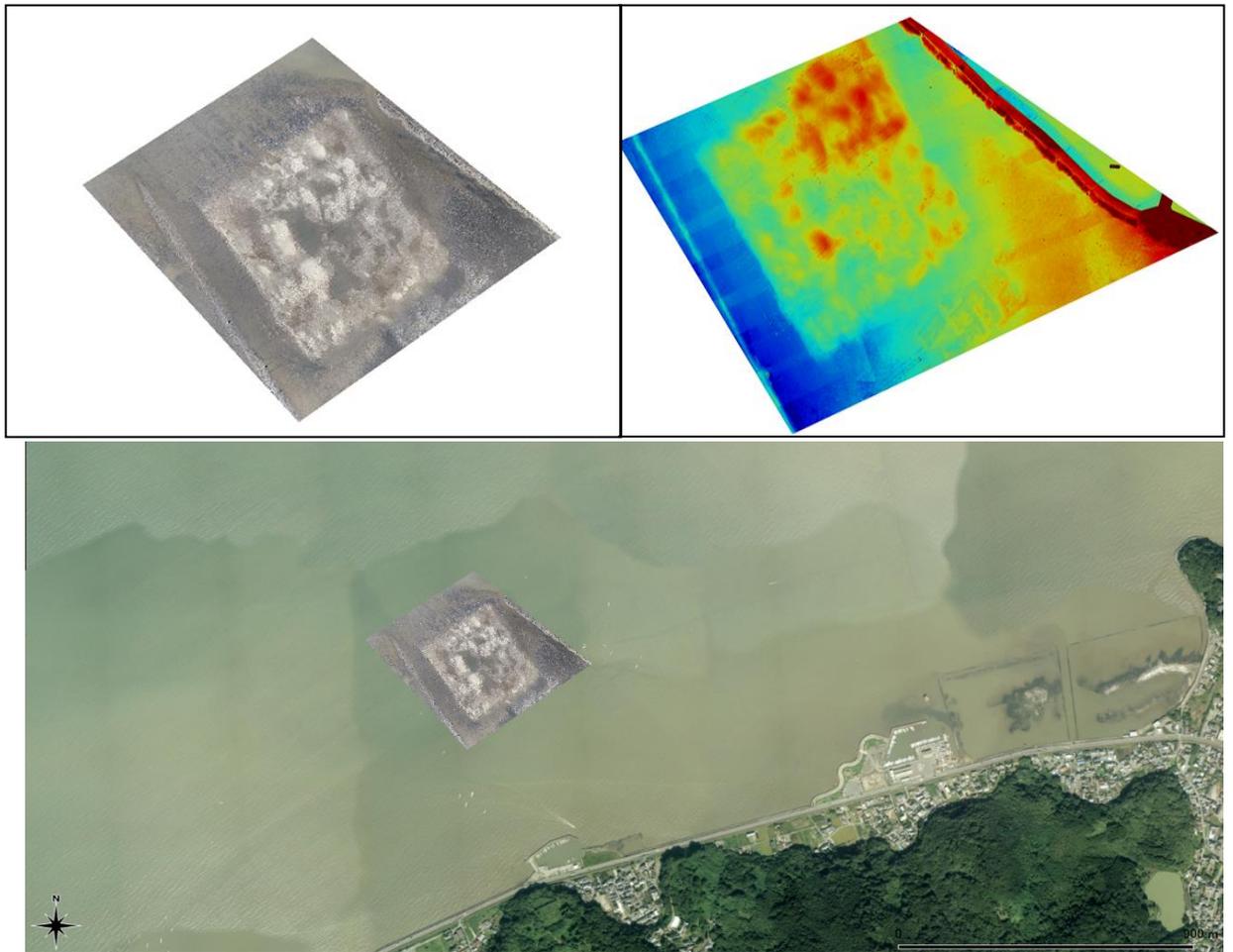


図 18 覆砂漁場のオルソ画像（左上）、3D 俯瞰図（右上）および QGIS の管理図（下）

県 単

二枚貝資源増殖対策事業Ⅱ（令和元（2019）～
令和5（2023）年度）
（アサリ肥満度調査・アサリ浮遊幼生調査）

国庫・令達

及び有明海特産魚介類生息環境調査Ⅰ（平成30（2018）～
令和2（2020）年度）
（二枚貝浮遊幼生ネットワーク調査）

緒 言

本事業では、アサリ資源の回復に向けた取組の一環として、アサリの産卵状況を把握することを目的に、緑川河口域におけるアサリの肥満度調査、および本県の有明海・八代海沿岸主要漁場におけるアサリ浮遊幼生調査を実施した。

なお、有明海における浮遊幼生調査は、有明海における水産有用二枚貝類（アサリ・タイラギ・サルボウ・ハマグリ）資源の再生を目的とした有明海特産魚介類生息環境調査の一環として、平成27年度（2015年度）から有明海沿岸4県および国（九州農政局）と共同で実施している。

方 法

1 担当者 黒木善之、山下博和、栃原正久

2 調査項目および内容繰り返し

（1）アサリ肥満度調査

おおむね月2回、緑川河口域で漁獲された殻幅13mm以上のアサリ50個体を分析まで -30°C 以下で冷凍保存し、解凍後、殻長（mm）、殻幅（mm）、殻高（mm）、軟体部湿重量（g）を測定した。なお、肥満度は、軟体部湿重量 \div （殻長 \times 殻幅 \times 殻高） \times 1000で算出した。

（2）アサリ浮遊幼生調査

調査定点を図1に示す。調査定点は、各主要漁場の段落ち部（干潟から急に水深が深くなる水深約5mの地点）に、荒尾地先1点、菊池川河口域1点、緑川河口域2点および球磨川河口域4点の合計8点を設定した。

調査は有明海では4月から6月、9月から11月に計19回、八代海では4月から7月、10月から12月に計7回行った。

有明海では、各調査定点の表層（水深0.5m）、中層（1/2水深）および底層（海底直上1m）から水中ポンプで2000採水し、 $58\mu\text{m}$ 目合いのネットですろ過して試料とした。八代海では、各調査定点の底層（海底直上1m）から水中ポンプで200l採水し、 $100\mu\text{m}$ 目合いのネットですろ過して試料とした。試料中のアサリ幼生について、モノクローナル抗体による蛍光抗体法で同定し、計数した。

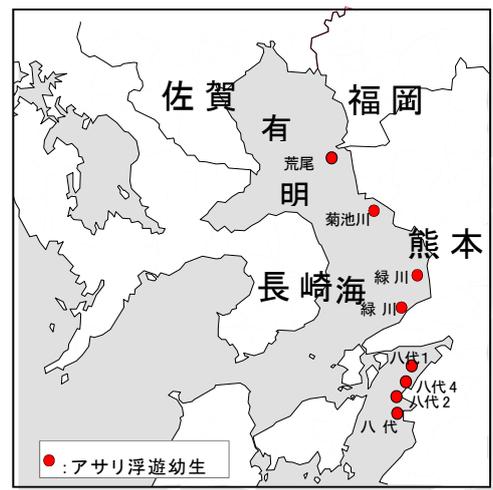


図1 アサリ浮遊幼生調査定点

結果および考察

1 アサリ肥満度調査

図2にアサリ肥満度の推移を示した。

今年度の肥満度は、春の産卵期に当たる4月に23.4で、その後徐々に低下し、7月には16.9まで低下した。その後増加し、3月には25.4となった。8月から11月までは平成30年度（2018年度）や過去10年間と比較して、高く推移した。これは、本県有明海では7月下旬（スケルトネマ属）、9月上旬（キートセロス属）10月下旬から11月上旬（キートセロス属）にそれぞれ珪藻赤潮が発生していたため、これらのプランクトンを餌として利用したことが一因と考えられた。

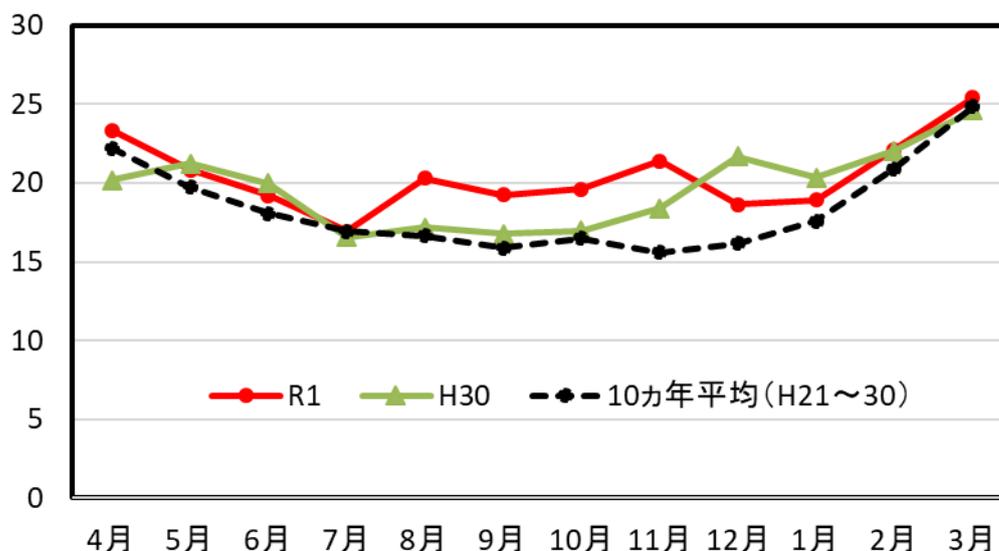


図2 4月から翌年3月までの肥満度の推移

2 アサリ浮遊幼生調査

図3に有明海における浮遊幼生の推移を示した。

有明海の表層において、春期産卵に伴う幼生数の最高値は、荒尾地先で5月上旬に690個/m³、菊池川河口域では6月中旬に225個/m³、緑川河口域では5月下旬に3,270個/m³であった。秋期産卵に伴う幼生数の最高値は、荒尾地先では11月中旬に15,525個/m³、菊池川河口域では11月中旬に11,250個/m³、緑川河口域では11月上旬に525個/m³であった。

有明海の底層において、春期産卵に伴う幼生数の最高値は、荒尾地先では4月下旬に510個/m³、菊池川河口域では4月下旬に1,170個/m³、緑川河口域では5月下旬に1,125個/m³であった。秋期産卵に伴う幼生数の最高値は、荒尾地先では11月中旬に24,675個/m³、菊池川河口域では11月中旬に9,045個/m³、緑川河口域では10月中旬に390個/m³であった。今年度は、県北海域で幼生量が多く確認された。

また、有明海沿岸3県と共同で調査した結果、春産卵期の5月下旬、秋産卵期の10月上旬および11月上中旬に、本県海域では荒尾から菊池川の地点で幼生数が多く、福岡県および佐賀県東部の海域での幼生数も多く確認されたことから、有明海湾奥部東部が主要な産卵場として機能したと推測された。なお、本県海域では10月以降ほとんど漁獲されていないことから、県北部海域で多く確認された幼生は、県外から来遊したものが多かったと考えられた。

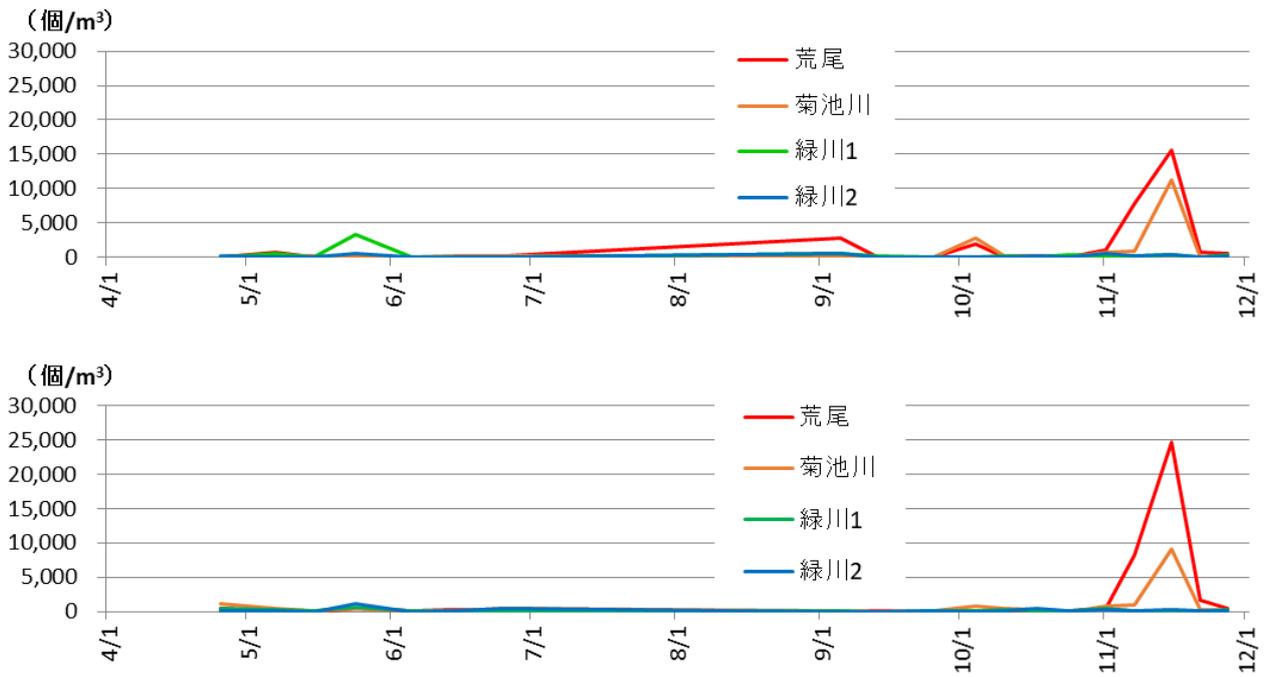


図3 有明海における浮遊幼生調査結果（上段：表層、下段：底層、単位：個/m³）

図4に八代海における浮遊幼生の推移を、図5に八代海の年度別の浮遊幼生の推移を示す。八代海における幼生数のピークは、7月と11月で、最も多かったのは7月の八代2で280個/m³であった。

有明海とは調査手法および調査頻度が異なるため単純に比較できないが、今年度は有明海では秋期の幼生数がピークであったのに対し、八代海では昨年同様7月以降に平均幼生数が多く、秋期の幼生数が少なかった。これは、八代海の令和元年（2019年）漁獲量が約36tと、前年の6割程度で、前年漁獲があった7月以降漁獲がほとんどなかったことから、春期まで漁場に確認された産卵母貝が、秋期には減少していることが示唆された。

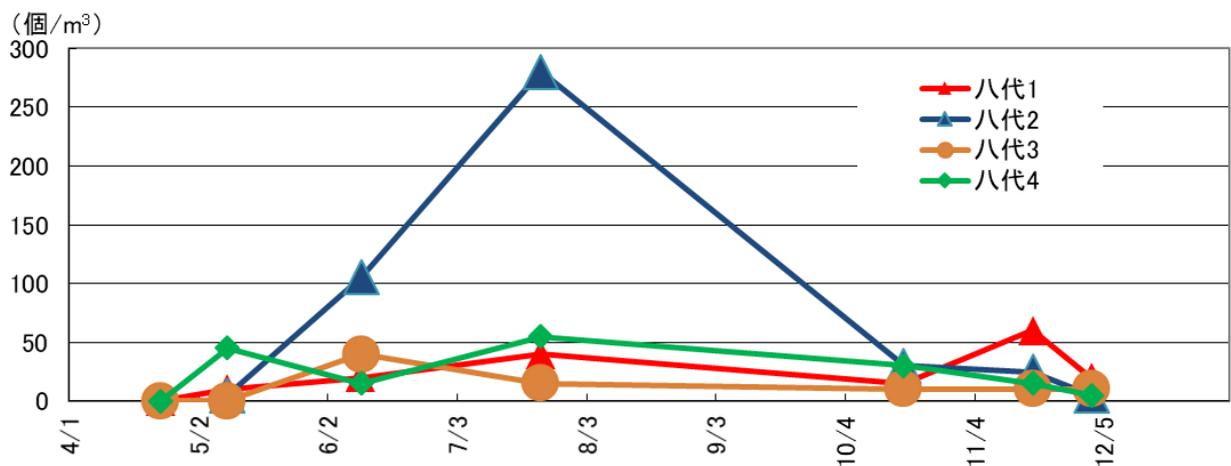


図4 八代海における定点別浮遊幼生調査結果（単位：個/m³）

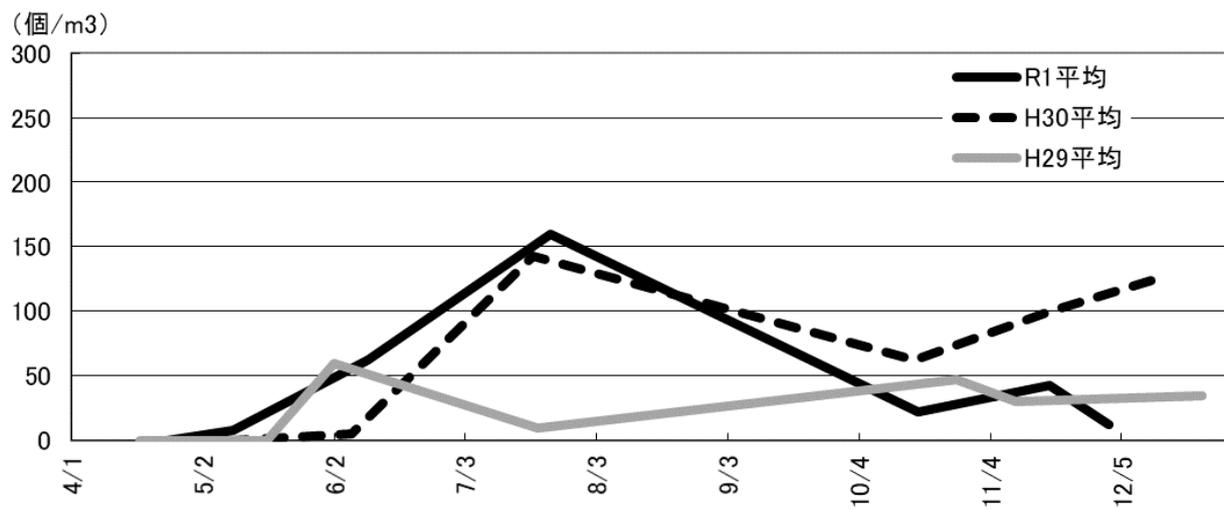


図5 八代海における年度別浮遊幼生調査結果 (単位: 個/m³)

県 単

二枚貝資源増殖対策事業Ⅲ (令和元(2019)～)

(ハマグリ生息状況調査) 令和5(2023)年度

緒 言

熊本県のハマグリ漁獲量は昭和49年(1974年)の5,855トンピークに年々減少し、平成16年(2004年)には50トンと過去最低を記録した。近年の漁獲量は依然として100トン以下の低位であるため、漁獲量を高位に安定化させることが重要な課題となっている。

この事業では、ハマグリ資源の動向を把握することを目的として、緑川河口域および菊池川河口域のハマグリ生息状況調査を実施した。

方 法

1 担当者 黒木善之、山下博和、栃原正久

2 調査項目および内容

(1) 緑川河口域ハマグリ生息状況調査

調査は、第1回が令和元年(2019年)6月3日～14日、第2回が同年7月30日～8月5日、第3回が同年10月24日～30日に、図1に示す干潟上に設定した調査定点において25cm方形枠による枠取りを2回実施し、1mm目合いのふるい分け試料から得られたハマグリについて個体の計数および殻長を計測した。

(2) 菊池川河口域ハマグリ生息状況調査

調査は、第1回が令和元年(2019年)7月5日、第2回が同年8月30日に、図1に示す干潟上に設定した調査定点において10cm方形枠による枠取りを4回実施し、1mm目合いのふるい分け試料から得られたハマグリについて、個体の計数および殻長を計測した。

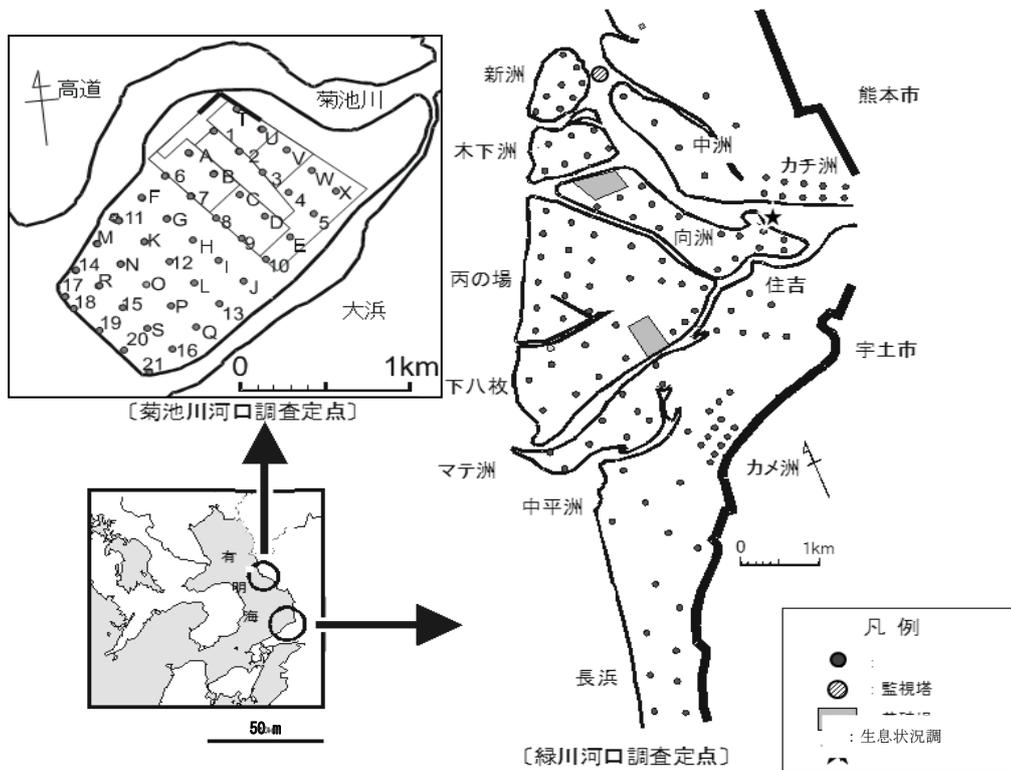


図1 ハマグリ生息状況調査定点

結果および考察

1 緑川河口域ハマグリ生息状況調査

図2にハマグリが生息状況、図3に調査ごとの殻長組成、表1に平成22年(2010年)からの生息状況調査結果を示した。

第1回調査では、主に向洲とカチ洲および住吉で生息がみられ、沖側の漁場ではほとんど確認されなかった。主要生息場所(カチ洲、向洲、住吉、丙の場、カメ洲、下八枚および長浜)の調査定点における平均生息密度は、昨年の38個/m²に対して48個/m²と高くなり、平成30年

(2018年)夏期に発生した群である殻長10mm未満の稚貝の平均生息密度は、昨年の33個/m²に対し38個/m²と高くなった。また、主要生息場所(カチ洲、向洲、住吉、丙の場、カメ洲、下八枚および長浜)のうち生息密度が100個/m²を越えた調査定点は、昨年の6定点に対して8定点と増加した。

第2回調査では、向洲の河口側を中心に生息がみられ、調査定点の平均生息密度は、昨年の30個/m²に対して16個/m²と低くなり、10mm未満の稚貝の平均生息密度は、昨年の9個/m²に対し10個/m²と高くなった。生息密度が100個/m²を超えた調査定点は、昨年の6定点に対し2定点と減少した。

第3回調査では、第1回調査および第2回調査でハマグリが多く確認されたカチ洲、向洲および住吉でのみ調査を行った。第1回調査および第2回調査と同様に、向洲で高密度にハマグリが確認された。調査定点の平均生息密度は、昨年の73個/m²に対して27個/m²と低くなり、10mm未満の稚貝の平均生息密度も、昨年の49個/m²に対して20個/m²と低下した。

これらの結果から、緑川河口域において、向洲がハマグリの高密度生息地であることが示唆された。しかし、ハマグリが生息数が少ない状況は依然として続いており、一層の資源管理が必要と考えられた。

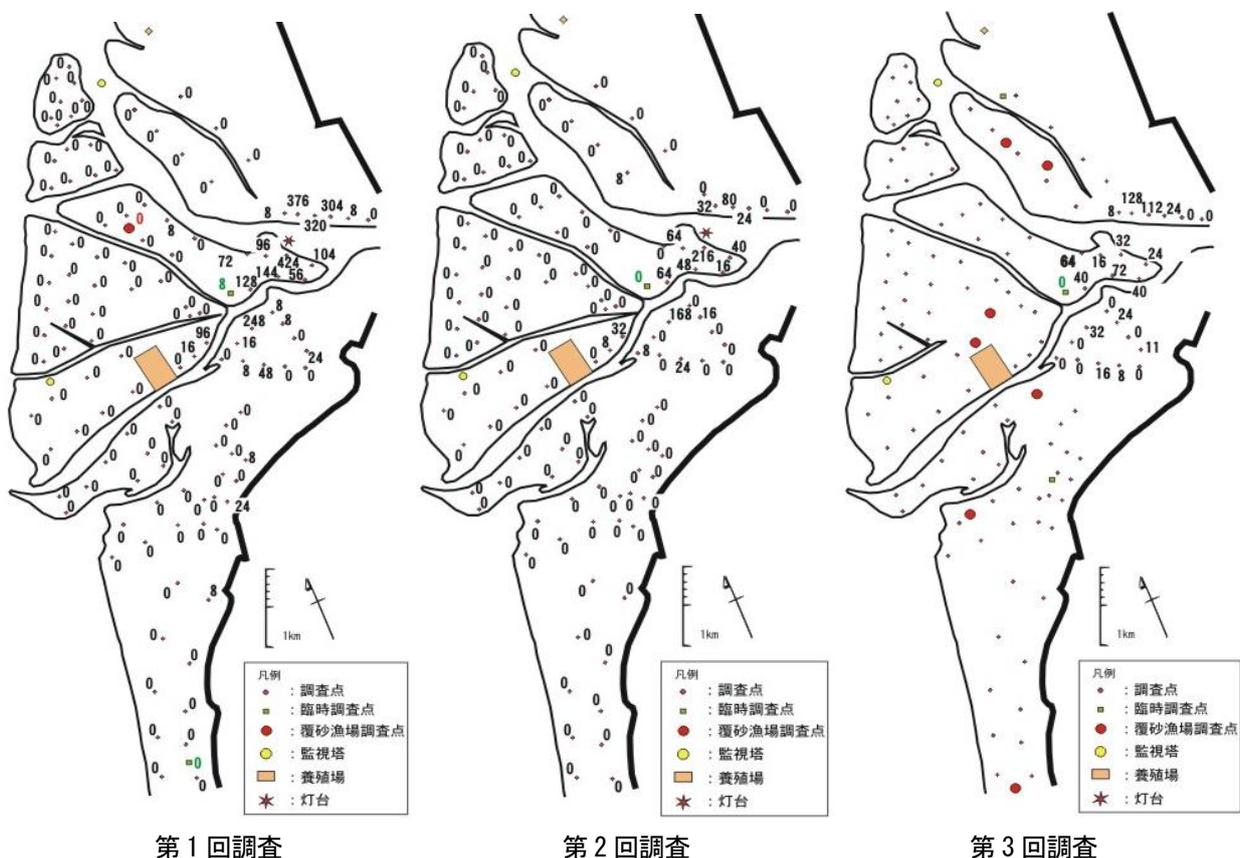


図2 緑川河口域ハマグリ生息状況 (単位: 個/m²)

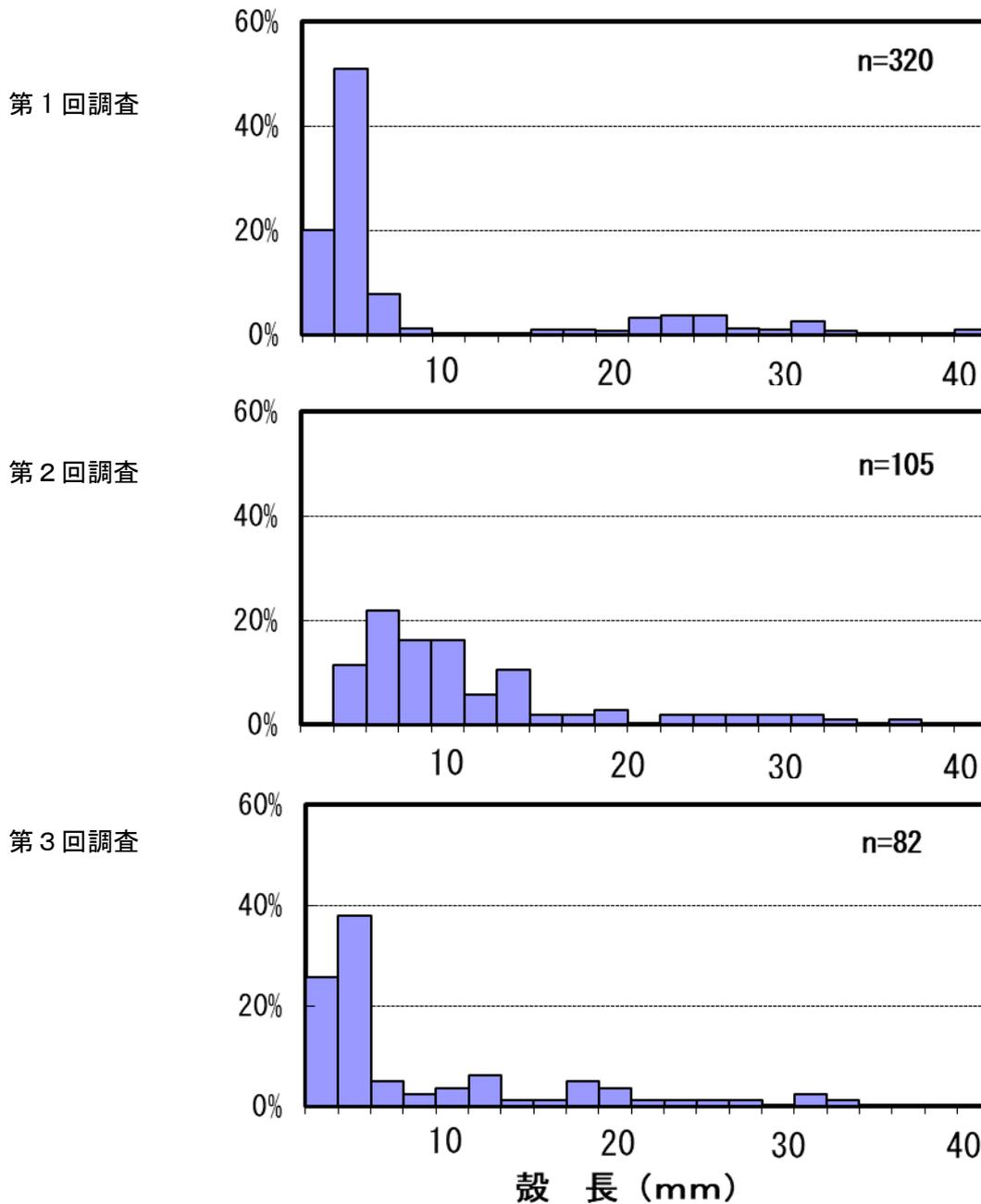


図3 緑川河口域で確認されたハマグリ の殻長組成 (縦軸: 頻度、横軸: 殻長【mm】)

表1 緑川河口域の経年調査定点におけるハマグリ平均生息密度および漁獲量の推移

(単位: 分布密度: 個/m²)

	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1
第1回調査 (毎年6月頃)	147 (115)	52 (25)	30 (8)	73 (61)	37 (17)	30 (23)	27 (19)	14 (6)	38 (33)	48 (38)
第2回調査 (毎年8月頃)	83 (52)	32 (11)	60 (54)	37 (21)	34 (10)	12 (8)	29 (19)	23 (18)	30 (9)	16 (10)
第3回調査 (毎年10月頃)						161 (67)	37 (22)	67 (58)	73 (49)	27 (20)
緑川主要漁協の ハマグリ漁獲量(t)	152	108	55	55	62	40	59	49	19	13

【注】()内の数値は殻長10mm未満のハマグリ平均分布密度

2 菊池川河口域ハマグリ生息状況調査

図4にハマグリが生息状況および殻長組成を、表2に平成22年(2010年)からの生息状況調査結果を示した。

第1回調査では、44定点中1定点でハマグリが確認された。平均生息密度は、平成30年(2018年)の9個/m²に対して1個/m²と減少した。

第2回調査では、43定点中4定点でハマグリが確認され、平均生息密度は、平成30年(2018年)の20個/m²に対して2個/m²と稚貝の着底量が少ない状況が継続しており、資源状況の更なる悪化が危惧された。

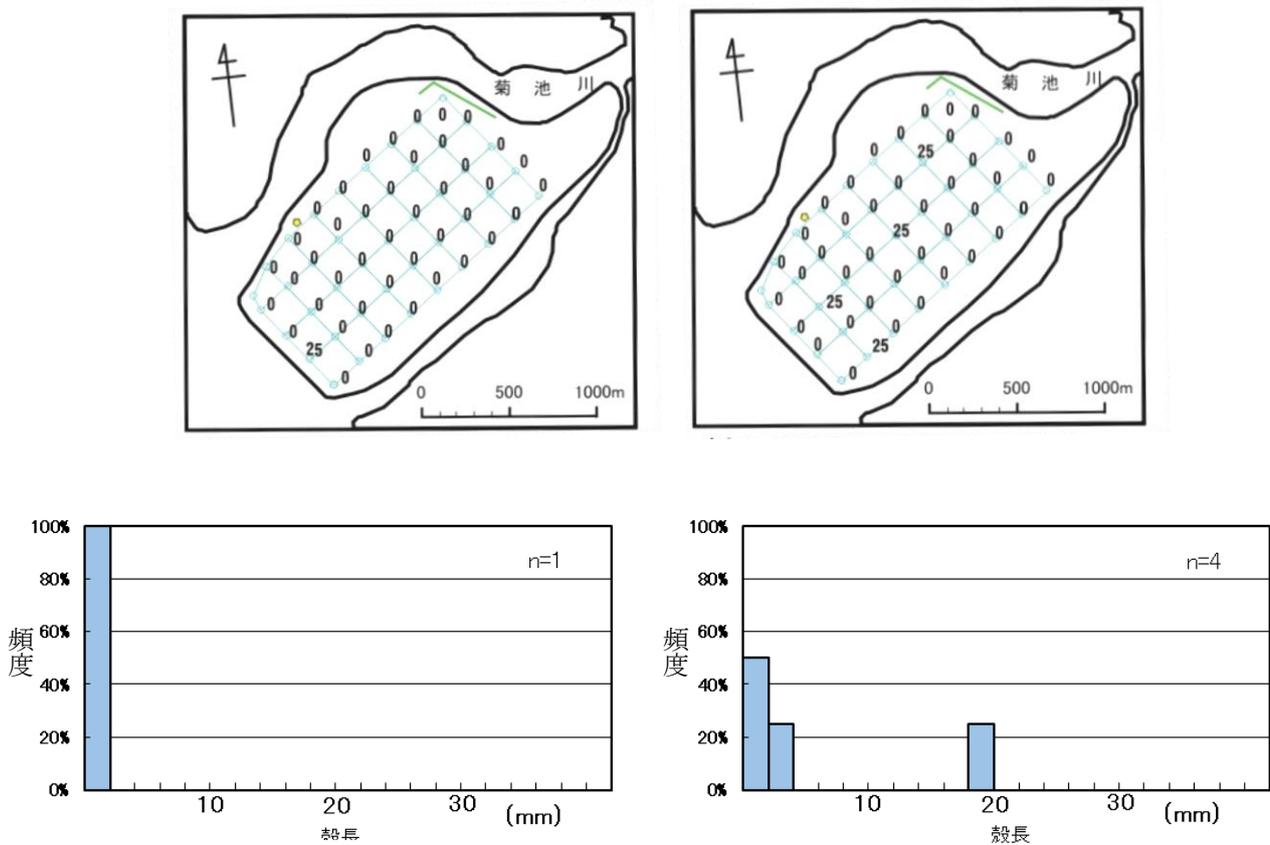


図4 菊池川河口域ハマグリ生息状況(上段:個/m²)および殻長組成(下段:全定点)(左:第1回調査、右:第2回調査)

表2 菊池川河口域におけるハマグリ平均生息密度の推移(平成22年(2010年)~令和元年(2019年))

(単位:個/m²)

	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1
第1回調査 (毎年6月頃)	20 (15)	29 (3)	13 (2)	1 (0)	4 (1)	調査 未実施	5 (1)	7 (0)	9 (8)	1 (1)
第2回調査 (毎年9月頃)	15 (1)	18 (0)	6 (2)	83 (81)	3 (1)	9 (5)	11 (6)	1 (0)	20 (18)	2 (2)

※【注】()内の数値は殻長10mm未満の稚貝の分布密度

県 単
二枚貝資源増殖対策事業 IV (令和元年(2019)～
令和5(2023)年度)

(球磨川河口域におけるハマグリ浮遊幼生および着底後の生息状況調査)

結 言

本事業では、ハマグリの資源管理手法確立の基礎資料を得るため、本県海域のハマグリ主要漁場の一つである球磨川河口域において、ハマグリの浮遊幼生および着底後の生息状況調査を実施した。

方 法

1 担当者 黒木善之、山下博和、松谷久雄、
栃原正久

2 調査項目および内容

(1) ハマグリ浮遊幼生調査

ア 調査日

7月23日、8月21日および9月4日

イ 調査場所

球磨川河口域の図1に示すSt.1および
St.5の2点

ウ 方法

船上から水中ポンプを用いて海底直上1mの海水を200L採水し、目開き100 μ mのネットでろ過して試料を採集した。採集した試料は、外部に委託し、外観形態によりハマグリ浮遊幼生の同定および個体数を計数した。また、採水した海水の水温、塩分およびクロロフィルa濃度を測定した。

(2) ハマグリ生息状況調査

ア 調査日

10月28日

イ 調査場所

球磨川河口域の図1に示すSt.1～St.4の4点

ウ 方法

干潟上の各調査定点において50cm方形枠による枠取りを3回実施し、目開き1mmのふるいで採集したものを試料とした。試料中のハマグリの個体数の計数および殻長の測定を行い、1 m^2 あたりの生息密度を算出した。

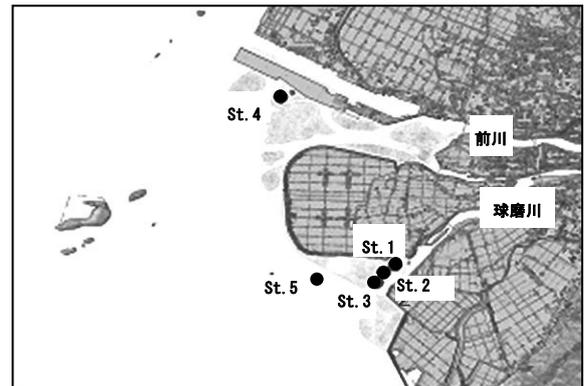


図1 調査定点図

結果および考察

(1) ハマグリ浮遊幼生調査

球磨川河口域における底層水温、塩分、クロロフィルa濃度および浮遊幼生分布密度の結果を表1に示した。浮遊幼生は、9月4日に10個/ m^3 確認された以外は確認されなかった。なお、平成29年度についても8月中旬に5個/ m^3 確認された以外は確認されておらず、また、平成30年度は確認されなかったことから、球磨川河口域における浮遊幼生量は少ない状況が継続しているものと考えられた。

表 1 各定点における底層水温、塩分、クロロフィル a 濃度および浮遊幼生分布密度

調査日	調査定点	水温 (°C)	塩分	クロロフィル a 濃度 ($\mu\text{g/L}$)	浮遊幼生分布密度 (個/ m^3)	平均殻長 (μm)
7/23	St.1	24.2	22.05	4.84	0	-
	St.5	21.0	4.98	1.80	0	-
8/21	St.1	26.8	28.28	6.38	0	-
	St.5	27.2	30.66	8.64	0	-
9/4	St.1	26.3	30.56	9.66	0	-
	St.5	26.6	30.44	17.24	10	145

(2) ハマグリ生息状況調査

各定点におけるハマグリ of 殻長組成を図 2 に示した。各定点のハマグリ生息密度は、1～9個/ m^2 で、昨年調査の0～22個/ m^2 と比較して減少した。また、St.1から3では、殻長10mm以下の今年度発生群が確認されたが、St.4では確認されなかった。

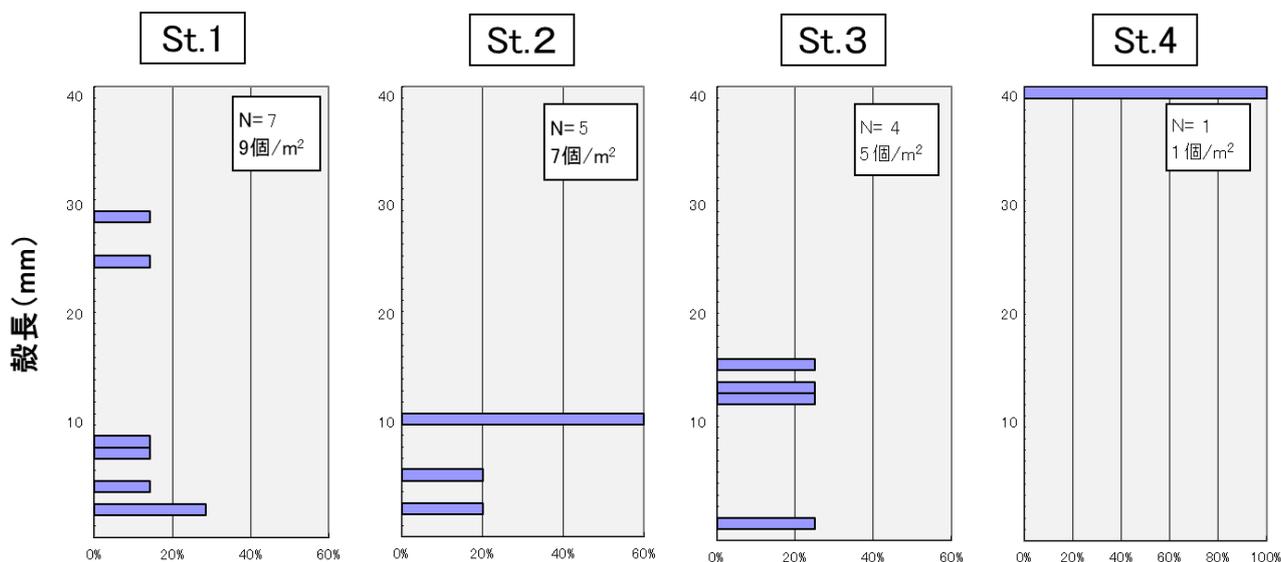


図 2 各定点におけるハマグリ of 殻長組成

(縦軸：殻長 (mm)、横軸：頻度 (%)、N は、採集したハマグリ of 実数)

国庫・令達
平成30(2018)～
令和2(2020)年度

有明海・八代海再生事業Ⅰ

(アサリ人工稚苗放流技術開発試験)

緒言

熊本県のアサリ漁獲量は、昭和52年(1977年)には65,732トンであったが、平成9年(1997年)には1,009トンまで減少した。平成15年(2003年)から平成19年(2007年)にかけて数千トン程度と回復の兆しが見えたが、その後再び減少に転じ、近年は約500トン程度の漁獲量で推移している。

そこでアサリ資源の回復を図るため、人工稚貝を用いた母貝場を造成することを目的として、本県のアサリ主要産地である緑川河口域において、人工稚貝の成長および生残と漁場環境との関係を把握するため、放流技術開発試験を実施した。

なお、本試験は有明海特産魚介類の資源回復のための種苗生産技術の開発や放流手法の改善などを目標に平成21年度(2009年度)から開始した有明海漁業振興技術開発事業(現:有明海・八代海再生事業)の一環として実施している。

方法

- 1 担当者 黒木善之、山下博和、栃原正久、増田雄二
- 2 調査項目および内容
 - (1) 調査日 令和元年(2019年)10月1日から令和2年(2020年)3月8日まで
 - (2) 調査点 緑川河口域(図1)
 - (3) 調査方法

ア アサリ人工稚貝放流方法の検討

10月1日に公益財団法人くまもと里海づくり協会が中間育成した平均殻長9.1mmの人工稚貝を、地盤高0.6mの「保護区」、同じ地盤高に平成30年(2018年)9月に造成した覆砂漁場(以下「覆砂区」)および地盤高0.9mの「対照区」の3つの試験区を設け放流した。放流時に試験区ごとに、2cm目合の網を木杭で干潟に固定し網の下に2,800個/m²放流した「被覆網」、砂利5kgを入れた網袋(30cm×60cm、4mm目)に500個ずつ収容した「網袋」、ネトロンネットを加工したカゴ(50cm×50cm×30cm、6mm目+側面と底面には4mm目を追加)に300個ずつ放流した「カゴ」の3種類の保護対策を施した。(表1)

表1 人工稚貝放流試験区と保護対策

試験区	覆砂区	保護区	対照区
保護対策	被覆網、網袋、カゴ	被覆網、網袋、カゴ	被覆網、網袋、カゴ

放流実施後、毎月の大潮時に追跡調査を実施した。

「被覆網」は、網の直下から10cm方形枠を用いて2回枠取りし、1mm目合いでふるい分けを行い、分析用の試料とした。「網袋」は10cm方形枠を用いて2~3袋程度から内容物を採取し、1mm目合いでふるい分けを行い、分析用の試料とした。「カゴ」は、カゴの内部から10cm方形枠を用いて1回枠取りし、1mm目合いでふるい分けを行い、分析用の試料とした。

これらの試料から得られたアサリについて、計数および殻長測定を行った。



図1 調査実施場所

また、前年度に3試験区でカゴを用いて放流した人工稚貝を9月30日に回収し、分析まで-30℃以下で冷凍保存し、解凍後、殻長(mm)、殻幅(mm)、殻高(mm)、軟体部湿重量(g)を測定した。なお、肥満度は、軟体部湿重量/(殻長×殻幅×殻高)×1000で算出した。

イ アサリ人工稚貝放流場所の検討

各試験区において、令和元年(2019年)10月および11月に、流向流速計及びクロロフィル濁度計(AEM-USBおよびACLW-USB:JFEアドバンテック株式会社製)を約3週間設置し、流速及びクロロフィル濃度を連続観測した。観測した流速およびクロロフィル濃度を乗算してクロロフィルフラックスを算出した。

得られた流速データを用いて国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産工学研究所が作成した「アサリ稚貝の移動限界判定エクセルファイル Ver. 3.1¹⁾」を用いて、海底のせん断応力 τ^* を求め、アサリ稚貝の移動限界を判定した。

※せん断応力:物質のある面を水平方向に移動しようとする力が発生した際に、それに対して、水平方向に発生する力のこと。アサリ稚貝が生息場の底質によって移動されやすいか否かを判断する際に用いる。

結果および考察

1 アサリ人工稚貝放流方法の検討

各試験区および保護対策毎に放流6ヵ月後の生残率および成長量を表2に示す。

なお、保護区のカゴは1月の調査時に生きた個体が確認されず砕かれた貝殻とカゴ内にイシガニが侵入しているのが確認されたため試験を中断した。

放流6ヵ月後の令和2年(2020年)3月には、試験区別では、対照区に比べて覆砂区で生残率が高く成長量大きい結果となり、保護手法別では網袋が全ての試験区でへい死の発生が無かった。

成長量が大きかった覆砂区では、平均殻長が放流3ヵ月後に産卵可能サイズである殻長20mmを超えており、春季の産卵期に母貝として機能した可能性が考えられた。しかし、生残率が高かった網袋では、成長量が他の保護対策の半分程度で、その要因として網袋内の1個体あたりの餌量が他の保護対策に比べて少なかったことが考えられた。そのため、産卵母貝確保のためには、網袋内の飼育密度や餌料環境を改善して成長量を増やす必要があると考えられた。

今年度の被覆網での生残率は、台風による流失が確認された前年度の5.0~30.0%に比べて低く、特に保護区では低い値となった。この要因として、ホトトギスガイの増殖が考えられた。試験実施前の令和元年夏季には試験予定漁場および周辺漁場でホトトギスガイが増殖し、干潟全面がホトトギスマットで覆われたため、腰巻ジョレンや耕うん機を用いた耕うんを試験予定漁場で実施したが、保護区および覆砂区では試験区への人工稚貝の放流後にホトトギスマットが試験区に確認された。

ホトトギスマットによる底質の悪化が推察された為、令和2年(2020年)1月の調査時に各試験区で内径56mmのプラスチックチューブを用いて表層10cmの採泥を行い、「新編水質汚濁調査指針」に基づき硫化物量を測定した。

その結果、対照区で0.01mg/g乾泥、保護区で0.49 mg/g乾泥、覆砂区で0.38 mg/g乾泥で、水産庁ガイドライン²⁾の基準値以下であったものの、保護区および覆砂区では水産用水基準を超過した。

また、強熱減量も対照区の1.9%に比べて4.5~5.1%と保護区と覆砂区で高い値となり他県の

事例から見ても、アサリ生育への影響が懸念される値であった。

しかし、今回1回のみでのサンプリング結果のため、アサリへの影響を把握するには継続したデータの収集が必要である。

前年度放流群の肥満度については、9月に緑川河口域で採捕された漁場のものと比較した結果、漁場のアサリに比べて保護区と覆砂区のカゴ内に残存したものが有意に低く、さらに保護区よりも覆砂区のものが有意に低い結果となった。これは試験区間で飼育密度や地盤高が異なり、これに基づく餌料環境の差が肥満度の差となったと考えられる。

なお、覆砂区の平均値は水産庁ガイドライン²⁾で示す「活力が悪い状態」の12以下となり、令和元年（2019年）の秋産卵への影響が懸念された。

表2 試験区別の放流6ヵ月後生残率および成長量

試験区		生残率(%)			成長量(mm)		
		対照区	保護区	覆砂区	対照区	保護区	覆砂区
保護対策	被覆網	3.6	1.8	3.6	12.0	8.7	17.3
	網袋	100.0	100.0	100.0	6.3	7.2	7.8
	カゴ	8.3	0.0	50.0	10.0	-	15.2

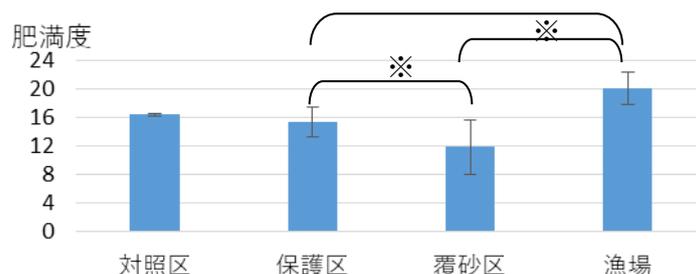


図2 各試験区の肥満度（エラーバーは標準偏差、※ p < 0.001）

2 アサリ人工稚貝放流場所の検討

(1) 試験毎のクロロフィル濃度、流速およびクロロフィルフラックスの計測

10月1日から25日まで、11月18日から12月7日まで各試験区で計測されたクロロフィル濃度、流速および計測結果から算定したクロロフィルフラックスの期間平均値を表3に示す。

餌料環境の指標であるクロロフィルフラックスは、10月は11月に比べて全試験区で高く、最高値だったのは10月の保護区で56.7であった。

アサリの成長・生残の良かった覆砂区では、他試験区に比べて11月にクロロフィルフラックスが高かったが、これはクロロフィル濃度が他試験区に比べて高かったためである。この要因として10月上旬に宇土市地先で確認されたキトセオス属を中心とした小型珪藻の赤潮が影響していると考えられた。

表3 試験毎のクロロフィル濃度、流速およびクロロフラックスの計測結果

観測期間	観測項目	対照区	保護区	覆砂区
10月1日～25日	水温[°C]	23.1	23.3	23.3
	クロロフィル濃度[μg/L]	6.5	6.2	5.9
	流速[cm/sec]	6.0	9.2	6.5
	クロロフィルフラックス	38.8	56.7	38.0
11月18日～12月7日	水温[°C]	15.3	16.0	15.7
	クロロフィル濃度[μg/L]	2.6	2.7	3.5
	流速[cm/sec]	4.5	9.4	8.5
	クロロフィルフラックス	11.8	25.2	29.7

(2) せん断応力と稚貝、底質粒子の移動可能性

試験区別のせん断応力と稚貝、底質粒子の移動可能性結果を図3に、覆砂区におけるせん断応力と熊本気象台における風向風速の推移を図4に示す。

計測値から算出したせん断応力が、アサリ着底稚貝および砂粒子を含む底質の移動限界である限界せん断応力の範囲内であった割合は、対照区で27～53%、保護区で21～44%、覆砂区で26～54%であった。保護区は、両月で対照区および覆砂区より2割程度低い値となり、波浪による逸散の可能性が高い流況であることが分かった。

また、11月は10月に比べて全ての試験区で逸散の可能性が低くなっており、これは10月に台風に伴う強い南風や北風が確認されており、これらの影響があったと考えられた。

前年度試験で、現地砂に比べて覆砂材では砂粒子および稚貝のせん断応力が大きくなり、人工稚貝が移動されにくくなることが確認されており、試験区周辺では公共工事による底質粒径の大型化もしくは、放流稚貝が移動されにくいような網袋等の保護対策を施すことが必須であることが確認できた。

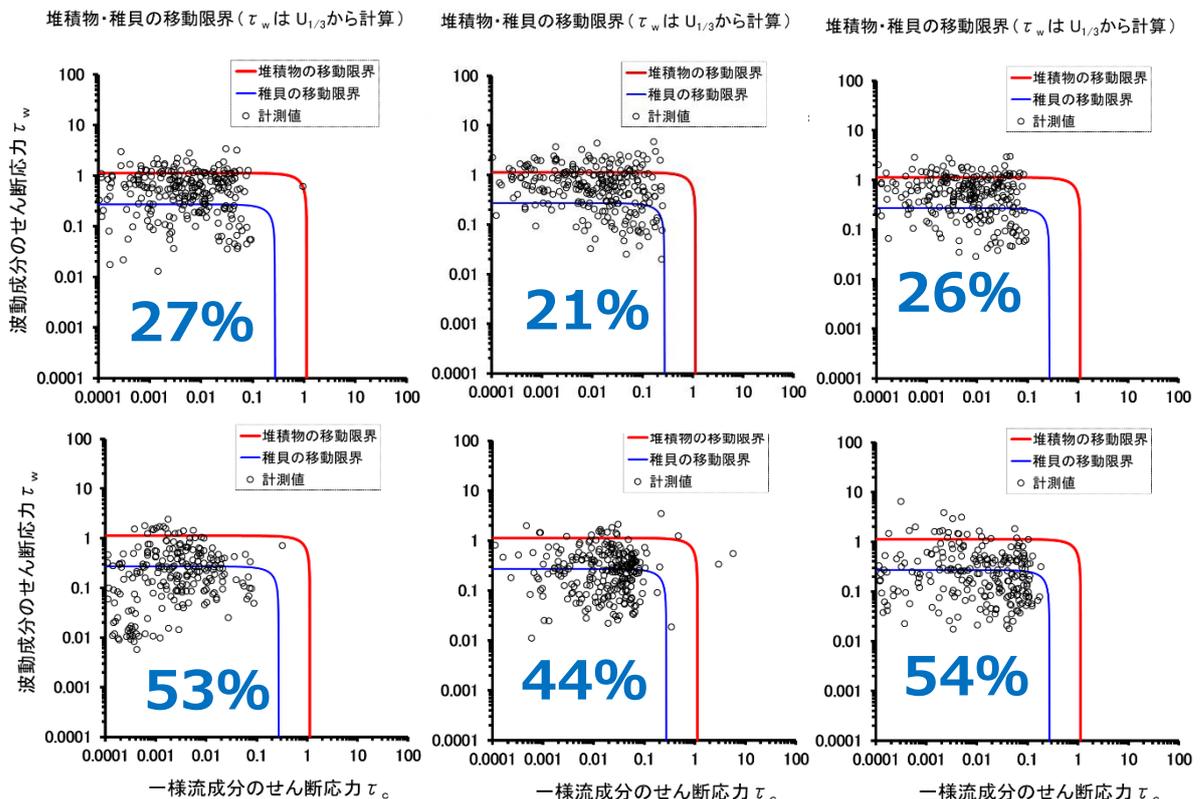


図3 計測データから算出したせん断応力と稚貝、底質粒子（現地砂）の移動可能性結果
 （上段：10月の計測データを用いた結果、下段：11月の計測データを用いた結果、左から対照区、保護区、覆砂区に設置した測器の計測データ、図中の数値は、計測データのうち稚貝が移動されないデータの出現割合）

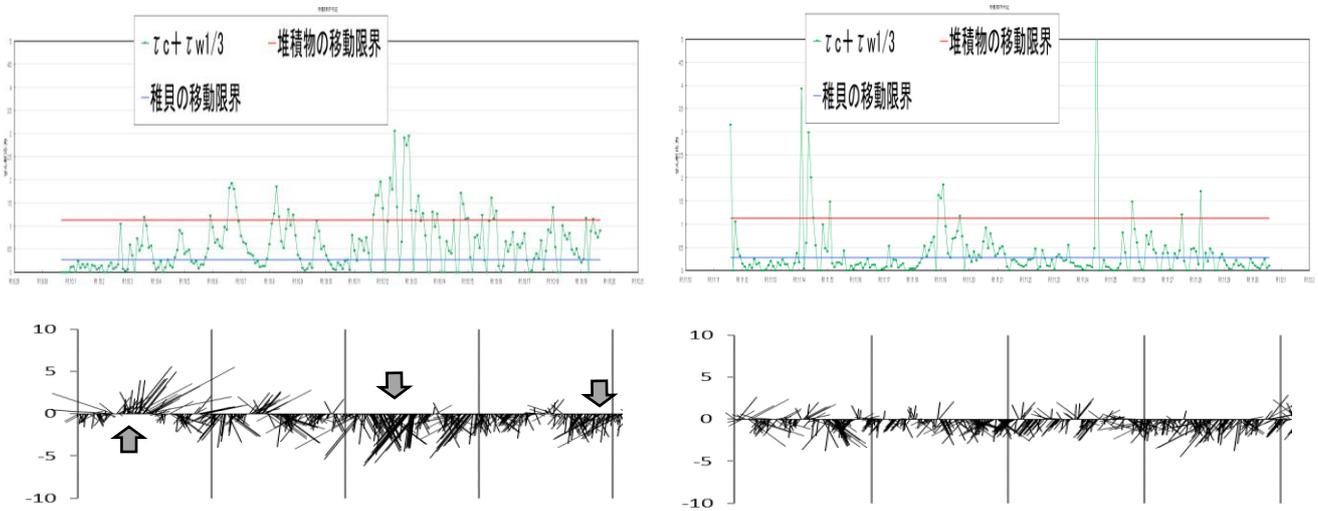


図4 覆砂区で計測データから算出したせん断応力と熊本気象台における風向・風速の推移
 （上段：せん断応力【緑の値が青ラインを上回ると稚貝が、赤ラインを上回ると現地砂が移動する】
 下段：0ラインを起点として風向を示す。縦軸の絶対値が風速【m/s】、矢印が台風接近時）

参考資料

- 1) 独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所. 敷設材によるアサリ稚貝の定着促進に関する評価方法について. 独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所. 2009. 6
- 2) 干潟生産力改善のためのガイドライン. 水産庁. 2008. 2

有明海・八代海再生事業Ⅱ（平成30（2018）～ 令和2（2020）年度）

（ハマグリ天然採苗技術開発試験）

緒言

本県には国産ハマグリ類の中でも内湾性の在来種ハマグリ（*Meretrix lusoria*）最大の生息域があり、本県にとってハマグリはアサリと並ぶ産業上重要な二枚貝である。

ハマグリ漁獲量は、昭和49年（1974年）の5,855トン进行ピークに年々減少し、平成16年（2004年）には50トンと過去最低を記録した。近年も100トン以下と、依然として低位であるため、漁獲量を高位、安定化することが重要な課題となっている。

そこで、ハマグリ資源の回復を図るため、母貝場の造成技術を開発することを目的として、県内最大の生産地である緑川河口域において、ハマグリ天然採苗技術開発試験を実施した。

方法

1 担当者

黒木善之、山下博和、栃原正久

2 調査項目および内容

（1）ハマグリ浮遊幼生及び着底稚貝調査

図1に示す緑川河口域に設定した調査定点において、ハマグリ浮遊幼生・着底稚貝の調査を実施した。

浮遊幼生調査は、各調査定点の海底直上1mから1m程度の深さのネットを以て採集したものを試料とした。

試料の分析は、外部に委託し形態判別による同定および計数を実施した。

着底稚貝調査は、各調査地点でエクマンバージ採泥器により採取した底泥から、内径29mmのプラスチックチューブを用いて表層2cmを採取し、着底稚貝分析用試料とした。試料の分析は、外部に委託し形態判別による同定と計数および殻長の計測を行った。また、着底稚貝調査で採泥器により採取した底泥から、内径56mmのプラスチックチューブを用いて表層10cmを採取し底質分析用の試料とした。試料の分析は、JIS A1204の手法に準じ、2mm、1mm、0.5mm、0.25mm、0.125mm、0.063mm、0.063mm未満の分画でふるい分けを含む沈降分析により粒度分析を行い、泥分率（0.063mm未満の割合）と中央粒径を算出した。

（2）ハマグリ天然採苗試験

ハマグリ稚貝の天然採苗技術を開発するため、①ノリ養殖用網（以下「ノリ網」という。）②ゴルフ網③砂利4kgを入れた網袋（30cm×60cm、4mm目）（以下「砂利4kg網袋」という。）④砂利2kgと現地砂2kgを入れた網袋（以下「砂利2kg袋網」という。）を（1）の調査定点②付近に設けた保護区に設置した。追跡調査は①②では25cm方形枠で、③④および対照区は10cm方形枠で枠取りを実施し、目開き1mmのふるいで採集したハマグリの計数および殻長を測定した。なお、計数したハマグリは1m²あたりの個体数に換算した。

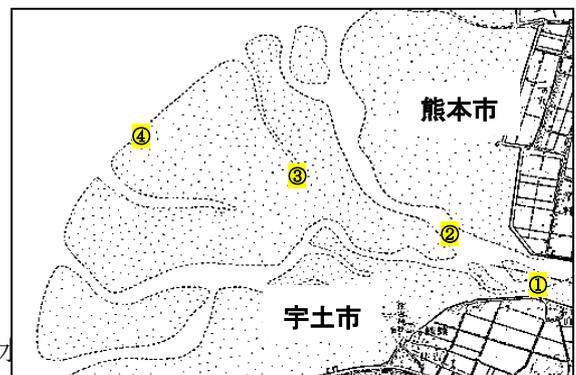


図1 緑川河口域における調査定点図

結果および考察

(1) ハマグリ浮遊幼生および着底稚貝調査

各試験区におけるハマグリ浮遊幼生数、水温、塩分およびクロロフィル濃度の推移を図2に示した。また、中央粒径および泥分率の推移を図3に示した。

浮遊幼生調査は、5月23日から9月18日までに9回実施した。浮遊幼生は6月24日に調査定点②④で初認し、8月8日には、最大で幼生密度25個/m³を調査定点①で確認した。確認した浮遊幼生の殻長は100~160μmの範囲で、25℃恒温室内のパンライト水槽を用いた人工種苗飼育結果(未発表)から算出した成長式を用いて推定した産卵日は、6月20日から8月6日であった。

調査時の海底直上1mの水温は、20.3~31.1℃と概ね産卵適水温(19~30℃:社日本水産資源保護協会)の範囲内で、塩分は6.63~33.44で、クロロフィル濃度は4.5~70.5μg/Lで推移した。浮遊幼生確認時の水温は23.3~31.1℃、塩分は19.41~32.99、クロロフィル濃度は11.4~70.5μg/Lであった。

着底稚貝調査は、5月23日から10月3日までに6回実施したが着底稚貝は確認できなかった。なお、調査時の中央粒径は0.015~0.431mm、泥分率は1.4~89.8%で推移した。中央粒径が浮遊幼生の底生移行期に適するとされる0.2~0.4mmの範囲(社日本水産資源保護協会)であった調査点は、調査定点②のみであった。また、泥分率も調査定点②が最も低く推移した。

昨年度同様、着底稚貝を確認できなかった理由として、緑川河口域の主要漁協から聞き取った令和元(2019)年の漁獲量は13トンで前年の7割、10年前の1割程度と、産卵母貝資源量が低位であるため、浮遊幼生量や着底稚貝量が少なかったことが考えられる。

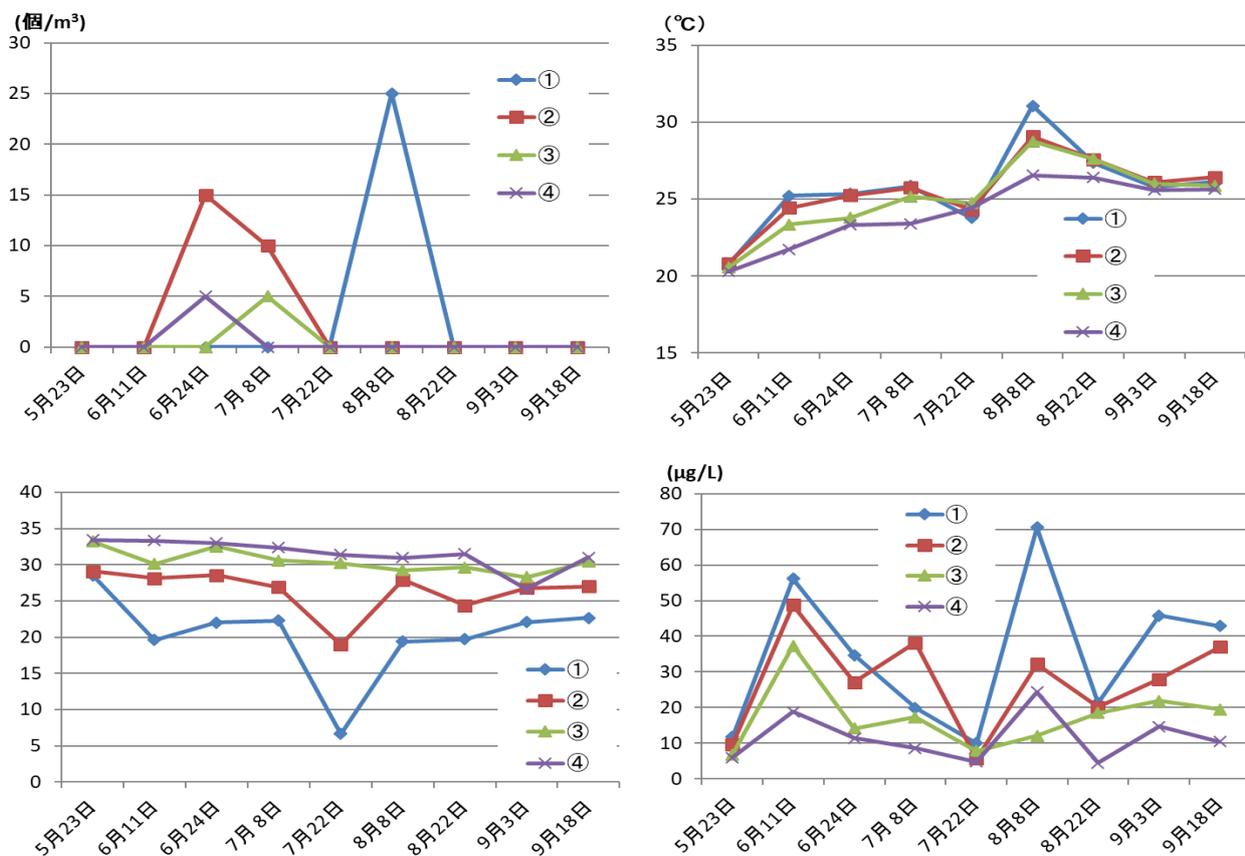


図2 海水1m³あたりの浮遊幼生個体数(左上)、水温(右上)、塩分(左下)およびクロロフィル濃度(右下)の推移

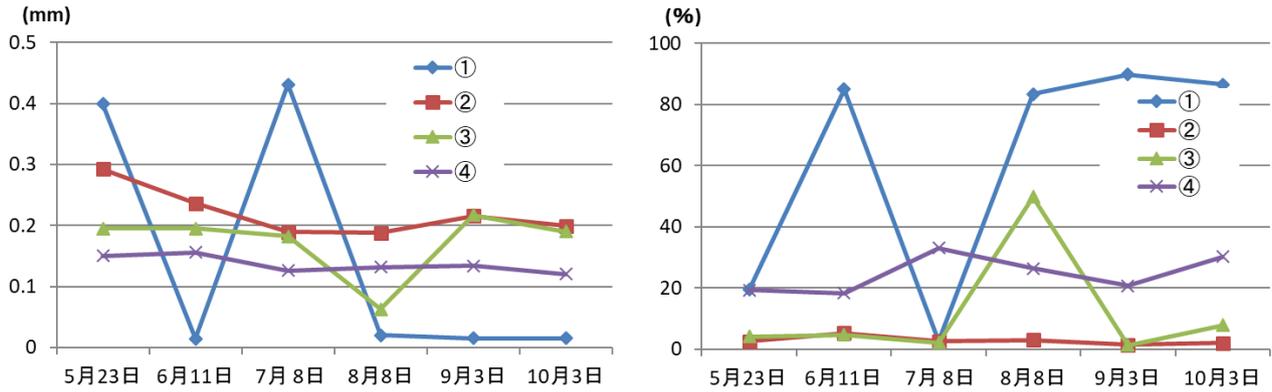


図3 中央粒径および泥分率の推移（右：中央粒径、左：泥分率）

(2) ハマグリ天然採苗試験

表1に天然採苗試験の結果を示す。8月19日に②ゴルフ網で令和元年（2019年）生まれの殻長4mm以下の初期稚貝を初認し、対照区で確認できた12月に比べて早期であった。10月には①ノリ網でも初期稚貝が確認できたが、③砂利4kg網袋④砂利2kg網袋では稚貝が確認できなかった。

昨年度、採苗効果を確認できた網袋で、初期稚貝が確認できなかった。

表1 採苗試験における個体密度の結果（単位：個/m²）

	① ノリ網	② ゴルフ網	③ 砂利4kg網袋	④ 砂利2kg網袋	⑤ 対照区
7月18日	0	0	0	0	0
8月19日	0	100	0	0	0
10月3日	8	0	0	0	0
12月11日	2.7	5.3	0	0	13.3
1月23日	8	0	0	0	10.7

有明海・八代海再生事業Ⅲ (平成30 (2018) ~ 令和2 (2020) 年度)

(タイラギ人工種苗中間育成試験)

及び有明海特産魚介類生息環境調査Ⅱ (平成30 (2018) ~ 令和2 (2020) 年度)

(タイラギ母貝団地造成試験)

緒 言

熊本県有明海沿岸のタイラギの漁獲量は、昭和55年(1980年)の9,259トンを最高に急激に減少し、近年では100トン前後と低迷が続いている。特に主要漁場であった荒尾市地先の潜水漁場では、平成10年(1998年)までは漁獲があったが、それ以降は稚貝の発生は認められるものの、漁期前へい死(立ち枯れ)が発生し、操業に至らない状況が続いている。

そこで、有明海のタイラギ資源増大を目的として、浮遊幼生数を底上げするために有明海沿岸四県で協調して母貝団地造成試験を実施した。また、母貝団地造成に用いる移植用貝を確保するために、熊本県海域におけるタイラギ人工稚貝の中間育成方法について検討した。

方 法

- 1 担当者 木村武志、山下博和、黒木善之、栃原正久、増田雄二、
- 2 材料および方法

(1) タイラギ人工種苗中間育成試験

ア 供試貝

令和元年度(2019年度)に国立研究開発法人 水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所で有明海産親貝を用いて生産された人工稚貝のうち8月7日に受け入れた平均殻長4.2mmの群および8月20日に平均殻長5.9mmで受け入れた群の2群を用いた。

イ 飼育期間

(ア) 陸上水槽飼育：令和元年(2019年)8月7日から同年11月28日まで

(イ) 海上飼育(籠垂下及び囲い網)：令和元年(2019年)10月24日から継続飼育

ウ 飼育方法

(ア) 陸上飼育

図1に示す2k0循環水槽に縦2.5m×横0.6m×深さ0.2mの目合2mmのネトロン製網籠を2基設置し、その中に粒径2mmのアンストラサイトを10cm厚に敷き詰めた飼育装置を用いた。効果的な餌の利用を図るため餌料フラックスを高めることを目的に水槽内に循環ポンプやエアリフトを用いて水流を起こした。餌料は、クルマエビ飼育水槽で発生した雑多な微細藻類を培養したブラウン・ウォーターを用いた。稚貝の収容密度は1.8個/cm²であった。また、ネトロン製網籠内に成長及び生残を観察するための区画を設け、経時的に測定と計数を行った。

(イ) 海上飼育

図2に示す防汚処理を施した丸型収穫籠(直径27cm×高さ



図1 2k0循環水槽



図2 垂下飼育用のカゴ

23cm、容量 8L、以下「カゴ」とする。)に、粒径 2mm のアンストラサイトを 5cm 厚入れ、当センター棧橋に垂下水深を 1.5m にし、海水中に含まれるプランクトンを餌として 10 月から飼育した。収容密度はカゴあたり 250 個程度とした。

また図 3 に示すように屋外実験プール（潮汐により水位が変化するコンクリート製半築堤式：面積 2600m²）に縦 4.5m × 横 4.5m × 高さ 4.5m の目合が 4.5mm のモジ網で囲い網中に粒径 2mm のアンストラサイトと砂を混合したものを 20～30cm 厚に敷き詰めた育成施設を 11 月に設置した。

棧橋に垂下したカゴによる飼育群は 11 月下旬に実験プール内の囲い網に全て移送した。



図 3 飼育用囲い網

エ 調査項目

陸上飼育では、測定用の区画を設けその中の同一個体を用いて週一回程度の間隔で 30 個体の殻長を計測し、飼育水の水温とクロロフィル a 濃度 ($\mu\text{g/L}$) を測器により連続測定した。

(2) タイラギ母貝団地造成試験

ア 供試貝

平成 30 年度 (2018 年度) に国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所で有明海産親貝を用いて生産された平均殻長 100mm 以上の人工稚貝 (以下「H30 群」という) および令和元年度 (2019 年度) に瀬戸内海区水産研究所で有明海産親貝を用いて生産された平均殻長 50mm 以上の人工稚貝 (以下「R1 群」という)。

イ 実施期間

宇土市赤瀬町地先 (赤瀬漁港内係船棧橋) : 令和元年 (2019 年) 5 月～

ウ 方法

飼育は、基質に粒径 2mm のアンストラサイトを用い、これを約 10cm 厚に敷き詰めた図 2 のカゴを用いた。

H30 群は 4 月に平均殻長 100mm に成長した個体をカゴに収容し、水深 1m 深に垂下した。また R1 群は 10 月に平均殻長 64mm に成長した個体を同様に垂下した。母貝団地造成の目標個数は、令和元年 (2019 年) 6 月から 10 月が 1,500 個を、令和 2 年 (2020 年) は 3,000 個とした。

エ 調査項目

タイラギの殻長測定を月 1 回、および生残数を適時に計数した。また H30 群については 7～9 月にかけて生殖腺の熟度調査を行った。熟度調査は生殖腺の観察を行うとともに外部委託により生殖組織切片の作成及び熟度判定を合わせて行った。

結果および考察

1 タイラギ人工種苗中間育成試験

2k0 循環水槽でのタイラギ稚貝の成長及び生残の推移を図 4 に示した。

8 月に平均殻長 4.2mm で飼育を開始し、11 月までに 37.2mm へ成長した。8 月から 9 月の日間成長量は 0.5mm/日であったが、10 月から成長が低下しはじめ、10 月から 11 月の日間成長量は 0.12mm/日から 0.29mm/日と低下した。水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所から受け取った 53,000 個のうち、8 月に公益財団法人くまもと里海づくり協会へ 15,000 個、10 月に佐賀県へ

11,000 個、11 月に福岡県へ 1,250、長崎県へ 1,130 個を分与した。

生残についても 10 月以降にへい死が目立つようになり、2k0 循環水槽飼育における 11 月までの歩留りは、他機関への分与が 28,000 個でこれを差し引いた 25,000 個のうち、11 月末の保有数が 5,230 個であったことから 21%となった。

期間中の最も大きな減耗は、9 月 5 日から 11 月 21 日まで小型貝の衰弱によるへい死や、貝に付着したツリガネムシを除去するための清掃強化に伴う殻割れと衰弱によるへい死が 50%程度と最も大きかった。

水温が下降する 10 月に陸上 2k0 循環水槽飼育中の一部をカゴによる海面垂下飼育に移行したところ、1 か月の飼育で 2k0 循環水槽飼育の平均殻長が 37.2 mm であるのに対し、カゴ飼育は 64 mm と良好な成長を示した。今後、2k0 循環水槽飼育の水温下降期における継続的な成長に向けた改良が必要である。

なお現在、母貝団地造成用のタイラギ補填群として囲い網飼育により殻長 50 mm で 1,600 個を継続飼育中である。

2 タイラギ母貝団地造成試験

H30 群を 4 月に平均殻長 100 mm で 1,389 個、R1 群を 10 月に平均殻長 64.6 mm で 1,800 個を宇土市赤瀬町地先に水産研究センターから移送し、母貝団地飼育を開始した。

H30 群は令和 2 年（2020 年）3 月までに平均殻長で 167.6 mm に成長し、飼育開始時はカゴ当たりの収容密度が 30 個程度であったものを成長に合わせ 15 個まで低減させた。期間を通じて計数を行い、へい死により 1,500 個を下回った場合に補填を行いながら合計で 2,134 個を垂下し、3 月末で 1,511 個が生残していることから、歩留りは 70%となった。また性成熟について 7 月から 9 月にかけて調査を行ったところ、7 月中下旬に成熟を確認、9 月中旬に放卵・放精を確認した。

R1 群は令和 2 年（2020 年）3 月までに平均殻長で 75 mm に成長し、飼育開始時はカゴ当たりの収容密度が 100 個程度であったものを成長に合わせ 35 個まで低減した。期間を通じて計数を行いへい死により 1,500 個を下回った場合に補填を行いながら合計で 2,025 個を垂下し、3 月末で 1,556 個が生残しており、歩留りは 77%となった。

4 参考資料

- 1) タイラギ種苗生産・養殖ガイドブック 平成 31 年 3 月, 国立研究開発法人 水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所

国庫・令達
平成 30(2018)～
令和 2(2020)年度

有明海特産魚介類生息環境調査Ⅲ ()

(アサリ資源重点保護対策)

緒 言

熊本県のアサリ漁獲量は、昭和 52 年（1977 年）には 65,732 トンであったが、平成 9 年（1997 年）には 1,009 トンまで減少し、平成 15 年（2003 年）から平成 19 年（2007 年）にかけて数千トン程度と回復の兆しが見えたが、その後再び減少に転じ、数百トン程度の漁獲量で推移している。

このため、アサリ資源の回復を目的として、本県のアサリ主要産地である緑川河口域において、アサリ資源重点保護対策試験を実施した。

なお、本調査は、有明海特産魚介類の資源回復を図るために平成 27 年度（2015 年度）から開始した有明海特産魚介類生息環境調査事業の一環として実施し、保護区における食害生物の駆除および被覆網設置作業は、海路口漁業協同組合、川口漁業協同組合、住吉漁業協同組合に委託した。

方 法

- 1 担当者 黒木善之、山下博和、栃原正久、増田雄二
- 2 調査項目および内容
 - (1) 調査日 令和元年（2019 年）6 月から令和 2 年（2020 年）年 3 月
 - (2) 調査点 図 1 に示す緑川河口域
 - ア 保護区の設定及び効果調査
緑川河口域に設定した図 1 に示す①、②、③の 3 地点
 - イ 漁業者によるアサリ生息調査
図 1 の黒丸で示す 21 地点
 - ウ 漁場改善対策試験
緑川河口域に設定した図 1 に示す A、B、C の 3 地点
 - (3) 調査方法
 - ア 保護区の設定および効果調査

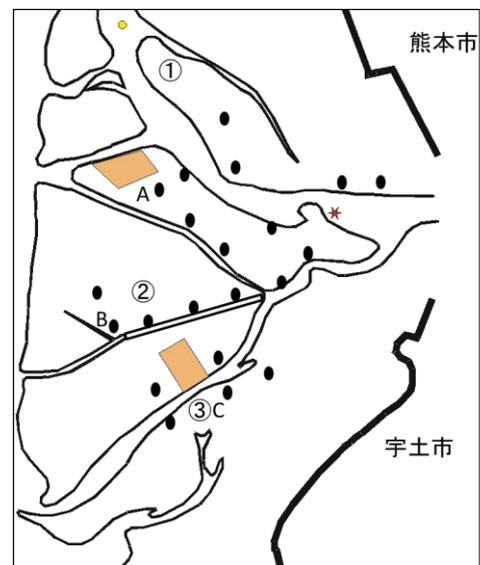


図 1 実施位置図

- ア 保護区の設定および効果調査

漁業者による保護区設定の効果を明らかにするため、平成 29 年度（2017 年度）に設定した保護区（図 1 中①、②、③）において、保護区縁辺を 30～100cm 間隔で FRP 製合成支柱により取り囲みエイ類等の侵入を防止する「FRP 製合成支柱囲い」、保護区内において腰巻きジョレン（ヨイシヨ）を用いて耕うんしながら漁具内に入ったツメタガイ等の食害生物を駆除する「ヨイシヨ耕うん」、食害および稚貝流失防止網を設置する「被覆網」を表 1 のとおり実施した。

効果調査は、保護区内外で、25 cm 方形枠による枠取りを 2 回実施し、目開き 1 mm のふるいに残ったものを試料とした。試料から得られたアサリは、個体数の計数および殻長を計測した。

また、各保護区において、内径 56mm のプラスチックチューブを用いて表層 10cm の採泥を行ったものを試料とし、JIS A1204 の手法に準じ、2mm、1mm、0.5mm、0.25mm、0.125mm、0.063mm、0.063mm 未満の分画でふるい分けを含む沈降分析により粒度分析を行い、泥分率

(0.063mm 未満の割合) と中央粒径を算出した。

さらに、保護区において、内径 29 mm のプラスチックチューブを用いた表層 2cm の採泥を 4 回行い、試料中のアサリ着底稚貝（モノクローナル抗体を用いた方法で同定）について、個体数の計数および殻長の計測を行った。

表 1 各地先において実施したアサリ保護対策手法および実施日

保護区地点	保護区面積 (㎡)	保護対策手法	保護対策実施日
①	6,000	FRP 製合成支柱囲い、ヨイシヨ耕うん、被覆網	8月2・3・5日、9月17日
②	15,000	ヨイシヨ耕うん、被覆網	6月17・27・28日、7月4・5日
③	20,000	FRP 製合成支柱囲い、ヨイシヨ耕うん、移植	1月26日、2月10・12・26日

イ 漁業者による二枚貝生息量調査

保護区を含む周辺漁場の二枚貝の生息状況を把握するため、令和元年（2019年）11月～12月に、緑川河口域で採貝業を営む漁業者がヨイシヨを用いて、各調査地点で試験操業を行った。採捕したアサリおよびハマグリは、それぞれ計量し、地点調査毎の単位漁獲努力量当たりの漁獲量（以下「CPUE」という。）（kg/人・時間）を算出した。

ウ 漁場環境改善対策調査

アサリの生息に適した底質環境に改良するため、カキガラを用いた漁場環境改善対策試験を平成 29 年（2017 年）12 月から開始した。底質改善資材として用いられるカキガラは、有姿のもの（以下「有姿カキガラ区」という。）および粉碎したもの（以下「粉碎カキガラ区」という。）を 500㎡ ずつ設置した。

また、有姿カキガラ区及び粉碎カキガラ区にノリ網で被覆する区（以下「有姿カキガラ+被覆網区」および「粉碎カキガラ+被覆網区」という。）を設定した。

調査は、試験区設置前、実施 2 カ月後、10 カ月および 25 カ月後に内径 56mm のプラスチックチューブを用いて表層 10cm の採泥を行った。分析は、JIS A1204 の手法に準じて、2mm、1mm、0.5mm、0.25mm、0.125mm、0.063mm、0.063mm 未満の分画でふるい分けを含む沈降分析により粒度組成、泥分率（0.063mm 未満の割合）および中央粒径を把握した。

また、試験区設置時、1 カ月後、2 カ月後、10 カ月後、12 カ月後および 25 カ月後に、各試験区において内径 29 mm のプラスチックチューブを用いた表層 2cm の採泥を 4 回行い、試料中のアサリ着底稚貝（モノクローナル抗体を用いた方法で同定）について、個体数の計数および殻長の計測を行った。

結果および考察

1 保護区の設置および効果調査

図 2 に各地点における保護区および対照区のアサリの生息密度の推移を示す。

地点①では、調査期間中、保護区で 0～56 個/㎡、対照区で 8～16 個/㎡ 確認した。

地点②では、調査期間中、保護区で 24～176 個/㎡、対照区で 0～72 個/㎡ を確認した。

地点③では、調査期間中、保護区で 0～24 個/㎡、対照区では確認できなかった。

各地点とも、保護区および対照区ともに産卵可能とされる殻長 20 mm 以上のものは確認できなかったが、対照区に比べて保護区の稚貝の生息密度が高いことから、アサリの保護効果が確認された。

表 2 に保護区および対照区での底質および着底稚貝密度の推移を示す。調査した結果、対照区

に比べて保護区では11月まで中央粒径値が大きく、泥分率は上昇したものの、調査期間を通して水産庁が発行したガイドライン（2008）で示された12.6%以下であり、ヨイシヨ耕耘等の実施は底質をアサリの生息に適した状態に維持する効果があったものと考えられた。着底稚貝の密度は1月の調査時に対照区および保護区ともに増加しており、秋発生群の加入が確認された。

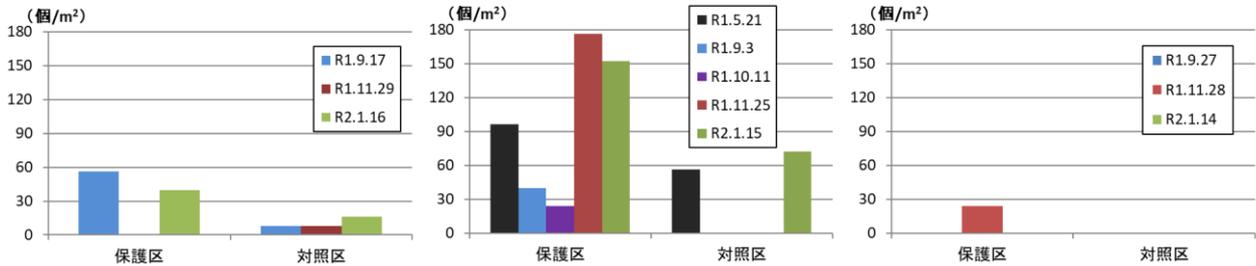


図2 生息密度の推移（左から地点①、地点②、地点③）

表2 保護区での底質及び着底稚貝密度の推移

調査月	区域	泥分率 (%)	中央粒径 (mm)	着底稚貝密度 (個/m ²)
9月	対照区	22.2	0.169	33
	保護区	8.7	0.242	0
10-11月	対照区	7.9	0.197	333
	保護区	11.7	0.239	183
1月	対照区	8.4	0.231	3,633
	保護区	8.5	0.230	4,000

2 漁業者によるアサリ生息量調査

図3にアサリのCPUE (kg/人・時間)を示す。

アサリは、0.0~0.7kg/人・時間（前年0.0~1.5 kg/人・時間）で調査海域の南側の地点で高い値を示し、調査海域の北側および緑川河口側では採捕されず、前年と比べCPUEは低かった。保護区内では、多いところで0.7 kg/人・時間であった。

3 漁場環境改善対策調査

表3に試験区別の泥分率および中央粒径を示す。

A、B、Cの3地点のうち実施時に泥分率が15.6%と最も高かった地点Cでは、25ヵ月後まで破碎カキガラ+被覆網区は対照区と比べて、泥分率が低くなった。

中央粒径が最も大きい地点Aでは、実施10ヵ月後に対照区に比べてすべての試験区で中央粒径が大きくなったが、25ヵ月後には、対照区が最も大きくなった。

泥分率が高くなるとアサリの生息に好ましくないことが指摘されており、カキガラを用いた底

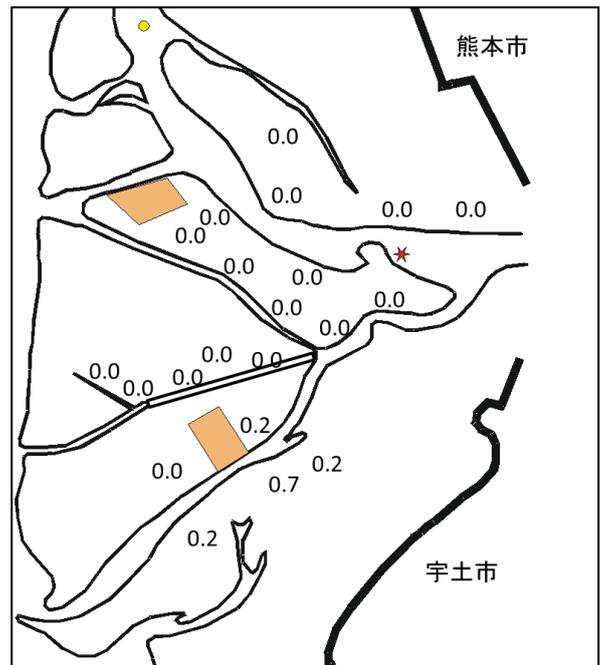


図3 調査結果（図中の数字：CPUE【kg/人・時間】）

質改善効果を調査したが、それぞれ地点で底質の変化が大きく異なった結果となり、カキガラによる底質改善効果を明らかにすることはできなかった。

図4に有姿カキガラ区、破碎カキガラ区、有姿カキガラ+被覆網区、破碎カキガラ+被覆網区及び対照区におけるアサリ着底稚貝の個体数の推移を示した。

試験開始時には、すべての試験区でアサリの着底稚貝は確認されなかったが、実施2ヵ月後には200~12,500個/m²に増加し、10ヵ月後には一旦減少した後、実施12ヵ月後にはすべてのカキガラ区で対照区より着底稚貝が多く確認された。実施25ヵ月後には、対照区1,700~6,200個/m²に比べて試験区で100~7,100個/m²確認されたが、カキガラの形状や被覆網の有無等、底質改善手法の違いと着底促進効果との明確な関係性を見出すことができなかった。設置後25ヵ月で最も多く確認された試験区は、地点Bの粉碎カキガラ試験区で7,100個/m²が確認された。なお、3地点ともに、実施後25ヵ月後に確認された着底稚貝は殻長0.2~1.0mmと、昨年加入が確認されたコホートは確認できなかった。

カキガラの設置によりアサリ稚貝が多く着底することは過去に他海域でも確認されており、本県海域のいずれの地点でも対照区に比べてカキガラ設置区で多く着底することが確認された。また、カキガラ設置から1年を経過しても対照区より多くのアサリ稚貝の着底の効果があることが確認できたものの、2年を経過すると試験区のカキガラが埋没している状況が確認され、その効果が確認できない試験区が多くなった。着底促進機能を維持するためには、試験区の管理が必要であることが示唆された。

表3 試験区別の泥分率および中央粒径

地点	試験区	実施時		実施2ヵ月後		実施10ヵ月後		実施25ヵ月後	
		泥分率(%)	中央粒径(mm)	泥分率(%)	中央粒径(mm)	泥分率(%)	中央粒径(mm)	泥分率(%)	中央粒径(mm)
A	有姿カキガラ区	2.0	0.29	1.7	0.41	3.6	0.35	9.9	0.28
	破碎カキガラ区			2.6	0.40	4.6	0.31	5.3	0.31
	有姿カキガラ+被覆網区			10.9	0.17	7.9	0.28	6.3	0.28
	破碎カキガラ区+被覆網区			4.9	0.23	5.9	0.24	8.8	0.21
	対照区			2.3	0.39	4.3	0.17	6.7	0.39
B	有姿カキガラ区	4.6	0.17	2.9	0.17	7.6	0.17	4.5	0.18
	破碎カキガラ区			3.8	0.17	3.3	0.18	5.5	0.20
	有姿カキガラ+被覆網区			2.7	0.17	6.6	0.16	5.6	0.17
	破碎カキガラ区+被覆網区			4.2	0.17	7.2	0.16	6.9	0.18
	対照区			7.1	0.18	3.0	0.18	4.5	0.21
C	有姿カキガラ区	15.6	0.17	27.0	0.14	17.9	0.16	10.6	0.18
	破碎カキガラ区			11.5	0.15	11.9	0.17	12.6	0.18
	有姿カキガラ+被覆網区			14.3	0.16	25.7	0.15	11.3	0.18
	破碎カキガラ区+被覆網区			8.7	0.18	6.6	0.16	12.3	0.17
	対照区			9.3	0.18	10.2	0.17	15.8	0.17
3点平均	有姿カキガラ区	7.4	0.21	10.5	0.24	9.7	0.23	8.33	0.21
	破碎カキガラ区			6.0	0.24	6.6	0.22	7.80	0.23
	有姿カキガラ+被覆網区			9.3	0.17	13.4	0.20	7.73	0.21
	破碎カキガラ区+被覆網区			5.9	0.19	6.6	0.19	9.33	0.19
	対照区			6.2	0.25	5.8	0.17	9.00	0.26

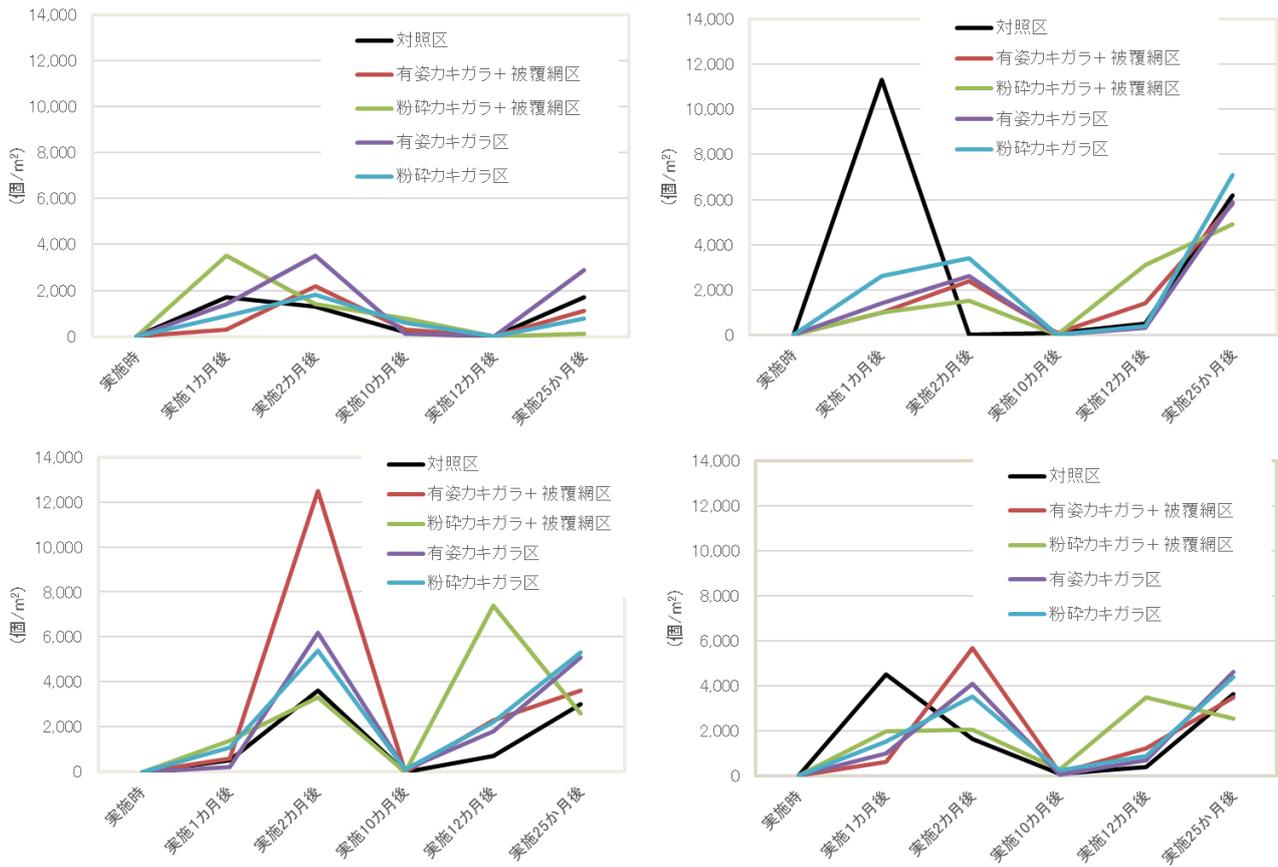


図4 アサリ着底稚貝密度の推移 (左上：地点A、右上：地点B、左下：地点C、右下：3地点平均)

国庫・令達
平成30(2018)～
令和2(2020)年度

有明海特産魚介類生息環境調査Ⅳ

(ハマグリ資源重点保護対策)

緒言

本県は、日本在来種ハマグリ (*Meretrix lusoria*) の最大の生息域であり、アサリと並ぶ重要な二枚貝である。

ハマグリの漁獲量は昭和49年(1974年)の5,812トン(農林水産統計調査)をピークに年々減少し、平成16年(2004年)には50トンと過去最低を記録した。近年は100トン未満と依然として低位であり、資源の回復が重要な課題となっていることから、漁業者主体による母貝場造成試験を実施した。

なお、本調査は、有明海特産魚介類の生息環境の把握や改善を図るために平成27年度(2015年度)から開始した有明海特産魚介類生息環境調査の一環として実施している。

方法

1 担当者

黒木善之、山下博和、栃原正久、増田雄二

2 実施内容

令和元年(2019年)7月6日から8月20日にかけて、緑川河口域において母貝場造成に向け、図1および図2に示す3.4haの保護区を設定した。また当該箇所に漁業権を有する海路口・川口・住吉漁業協同組合に対して腰巻きジョレンを用いた耕うん、食害防止のため中古のノリ網を用いた被覆網およびFRP樹脂性支柱の設置(4m間隔)の保護対策を委託した。

3 調査内容

保護対策効果を把握するため、保護区設定前の令和元年(2019年)5月21日と保護区設定後の追跡調査として令和元年(2019年)9月11日、10月11日、11月25日および令和2年(2020年)3月12日に保護手法ごとに生息密度を調査した。調査は25cm方形枠による枠取りを2回実施し、目開き1mmのふるいで採集したハマグリの個体数の計数および殻長測定を実施した。



図1 緑川河口域における保護区設定場所



図2 腰巻きジョレン(左写真)および耕うん作業の様子(右写真)

結果および考察

保護区設定前後の保護対策区ごとのハマグリ生息密度を表1に示した。もっとも生息密度が高かったのは、保護区設定1ヵ月後の「被覆網のみ」の保護対策区の76個/m²であり、最も保護効果が高かったのは、保護区設定2ヵ月後の「耕うんおよび被覆網」で、対照区の1.6倍であった。

また保護区設定後の期間を通じて対照区より生息密度が高かったのは「耕うんおよび被覆網」の保護対策区であった。

図3にハマグリ殻長組成を示した。保護区設定前に殻長1~4mm個体が全体の70%以上を占めていた。10月~3月の調査時に「耕うん及び被覆網」の保護区では、対照区より殻長10mm以上の個体が

多いことも確認できたことから、着底後のハマグリへの保護効果を確認することができた。

なお、今回の調査では、殻長 30mm 以上となる成貝はほとんど確認されなかったことから、保護したハマグリを母貝として機能させるためには、保護区内のハマグリ稚貝を母貝に成長するまで、継続して保護する必要がある、保護区設定時期や保護効果持続のための管理手法についても検討しなければならない。

表1 保護手法ごとの生息密度の推移(括弧内の数字は殻長 30mm 以上のもの)

		対照区	保護対策	
			耕うんおよび被覆網	被覆網のみ
保護区設定前	5月21日	96(6) (単位:個/m ²)		
保護区設定後	9月11日	61(0)	32(0)	76(0)
	10月11日	40(0)	64(0)	36(8)
	11月25日	51(0)	64(0)	40(0)
	3月12日	24(3)	24(0)	4(0)

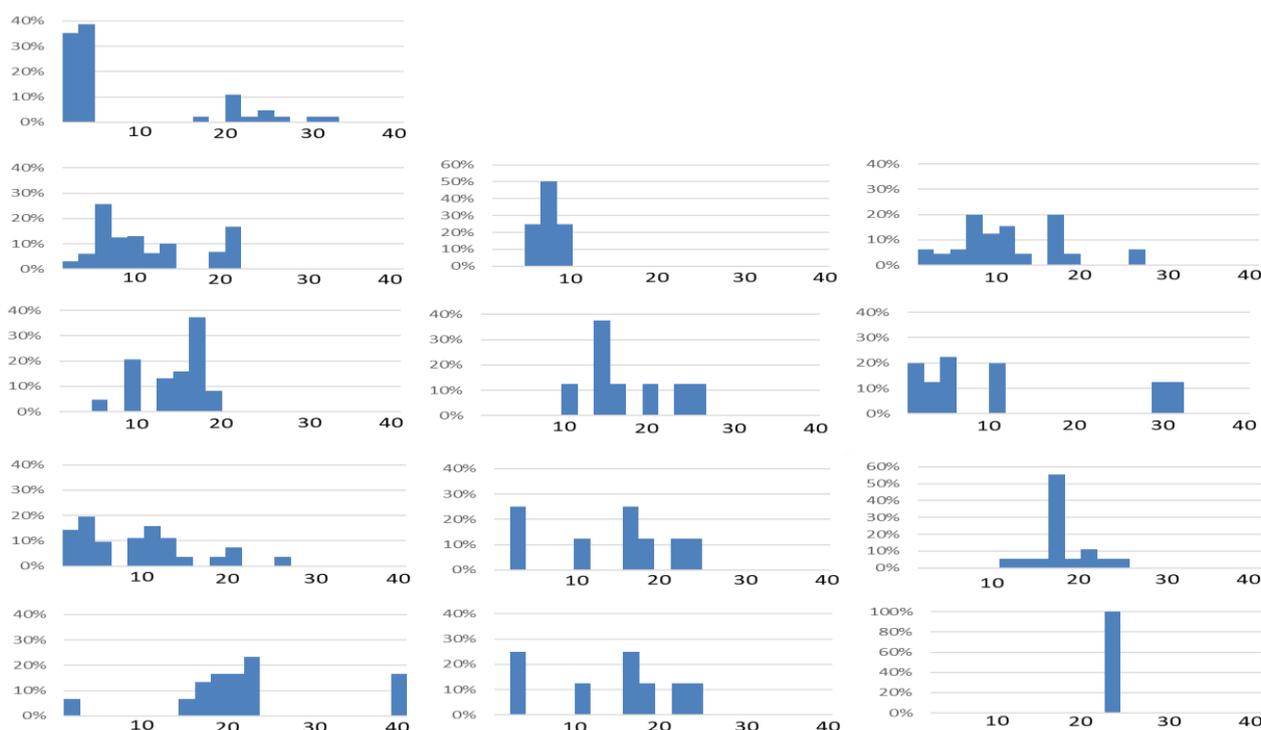


図3 ハマグリへの殻長組成

(横軸の単位:mm、上から5月21日、9月11日、10月11日、11月25日および3月12日、左から対照区、保護区【耕うん及び被覆網】、保護区【被覆網のみ】)

多く、ほとんどの調査場所において一般漁場（対照区）よりも、造成漁場（施工区）の生息密度が高い結果であった（表2）。

また、荒尾を除く各調査定点において、殻長10mm以下の稚貝が発生しており、アサリの着底基質としての覆砂等の有効性が確認された。（図2～21）

表2 各地先におけるアサリ生息密度（単位：個/m²）

調査場所	地点名	生息密度			
		前期調査		後期調査	
		施工区	対照区	施工区	対照区
荒尾	H23	50	50	0	0
牛水	H29	1,200	25	3,675	0
長洲	H24	375	0	700	0
滑石	H24	4,550	0	300	0
	H28	0		75	
松尾	H22	0	25	75	0
	H29	14,775		600	
小島	H29 (H28 繰)	50	0	0	0
	H29	200		100	
畠口	H29	0	0	—	—
海路口	H26	88	0	32	0
	H29	138		128	
住吉	H26	80	0	24	0
	H29	0		16	
網田	H26	704	0	2,400	0
	H28	56		60	
氷川竜北	H30	1,175	0	1,250	75
八代（金剛）	H30	7,850	100	1,725	75
二見	H30	5,400	3,775	200	325

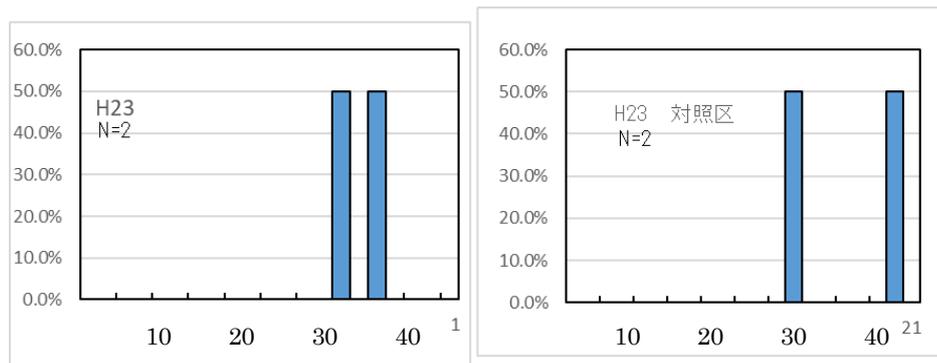


図2 荒尾地先で確認されたアサリの殻長組成（左から：施工区前期調査、対照区前期調査、縦軸：頻度、横軸：殻長mm 以下、図3～23も同じ）

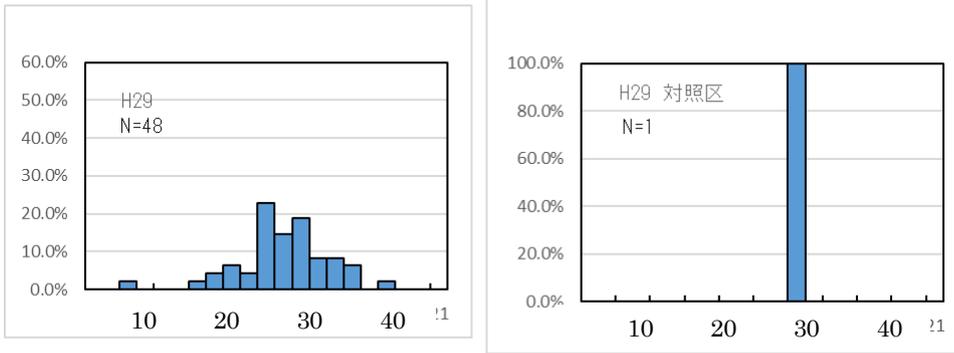


図3 牛水地先で確認されたアサリの殻長組成1（左から：施工区前期調査、対照区前期調査）

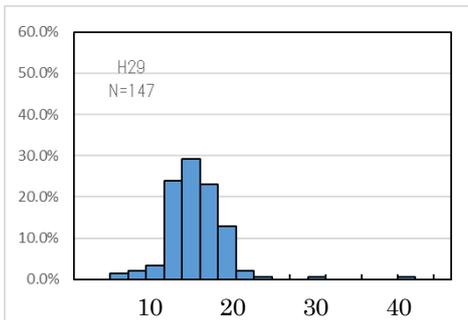


図4 牛水地先で確認されたアサリの殻長組成2（施工区後期調査）

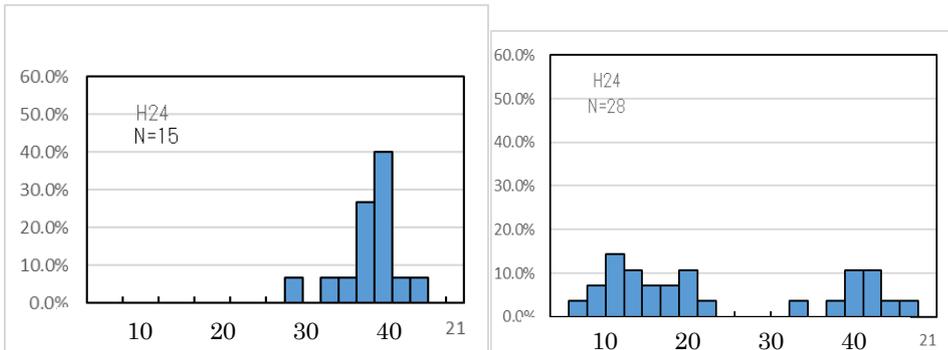


図5 長洲地先で確認されたアサリの殻長組成（左から：施工区前期調査、施工区後期調査）

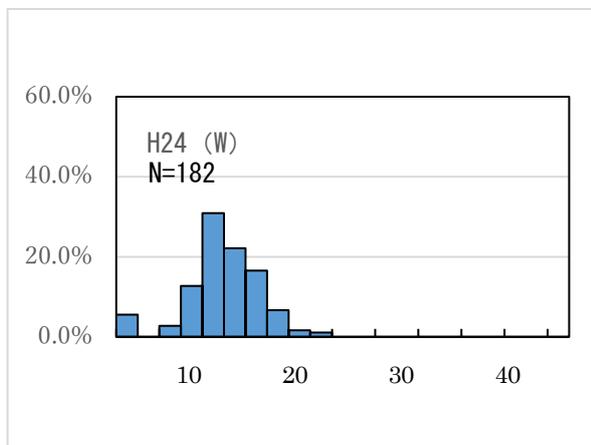


図6 滑石地先で確認されたアサリの殻長組成1（施工区前期調査）

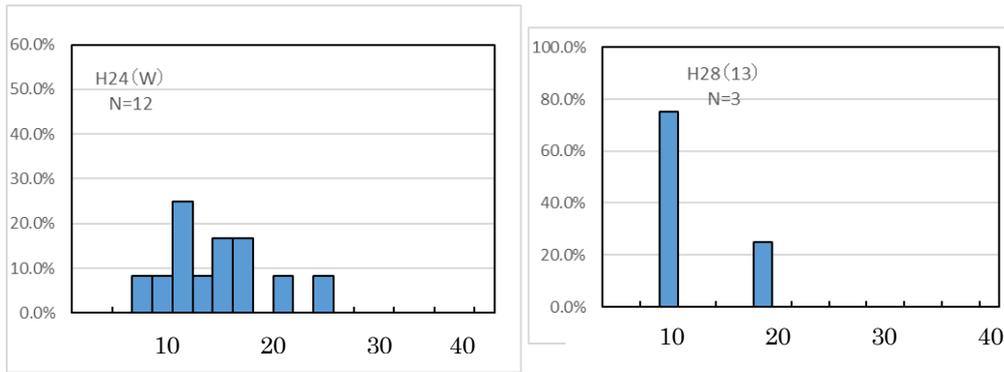


図7 滑石地先で確認されたアサリの殻長組成2 (施工区後期調査)

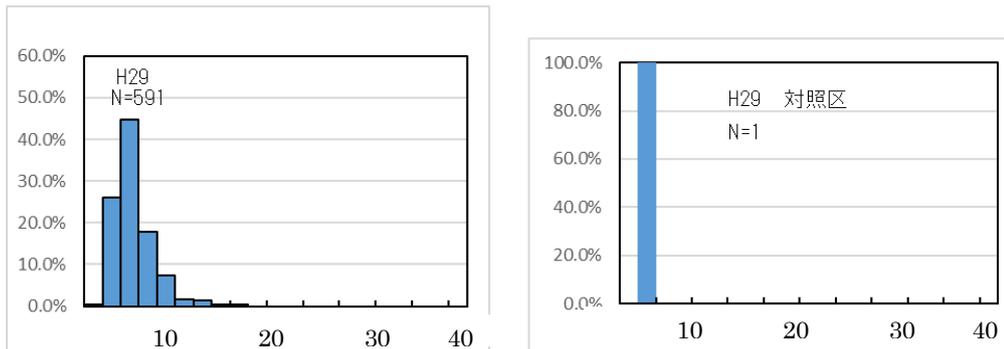


図8 松尾地先で確認されたアサリの殻長組成1 (左から施工区前期調査、対照区前期調査)

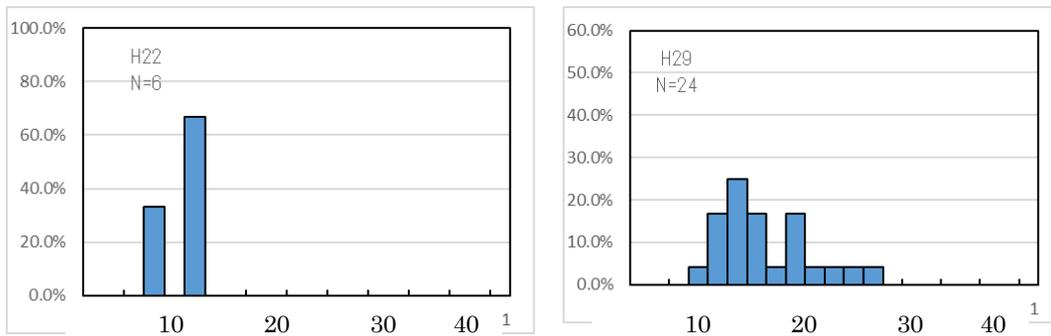


図9 松尾地先で確認されたアサリの殻長組成2 (施工区後期調査)

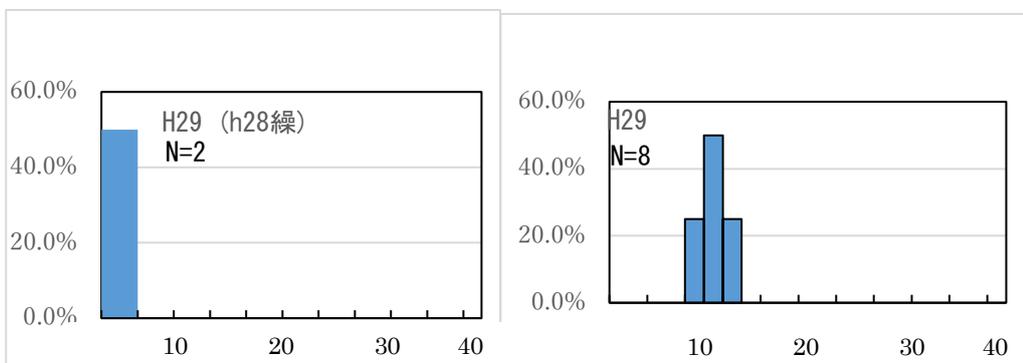


図10 小島地先で確認されたアサリの殻長組成1 (施工区前期調査)

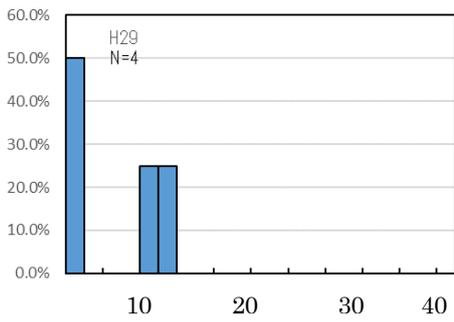


図 11 小島地先で確認されたアサリの殻長組成 2 (施工区後期調査、縦軸：頻度、横軸：殻長 mm)

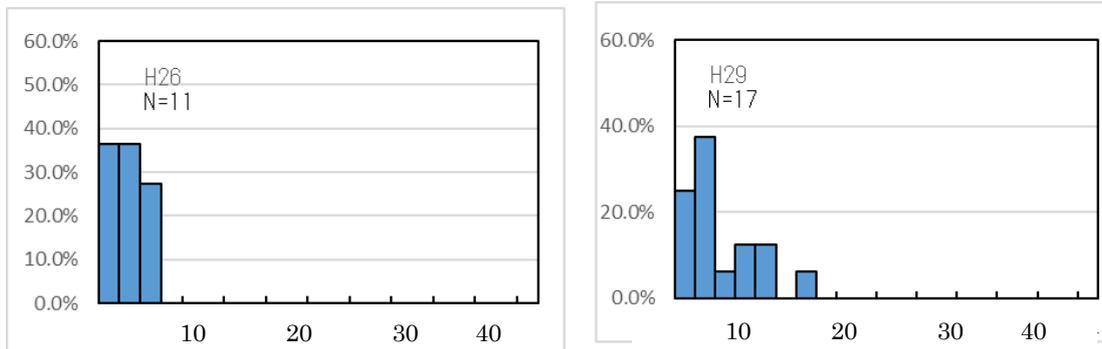


図 12 海路口地先で確認されたアサリの殻長組成 1 (施工区前期調査)

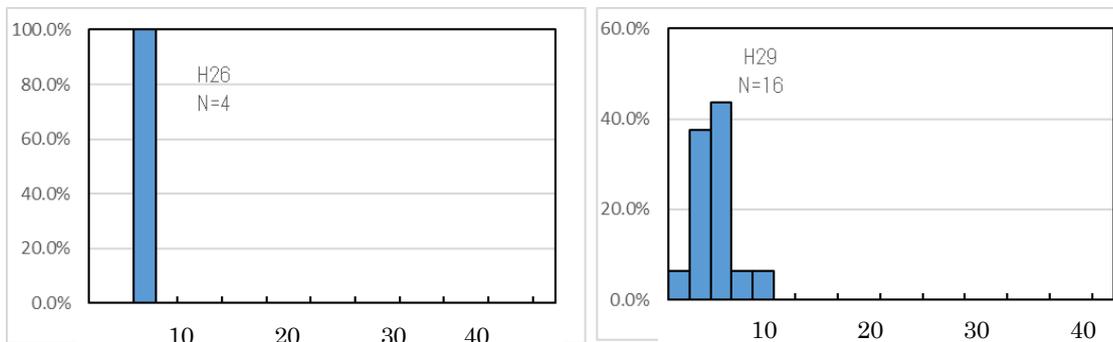


図 13 海路口地先で確認されたアサリの殻長組成 2 (施工区後期調査)

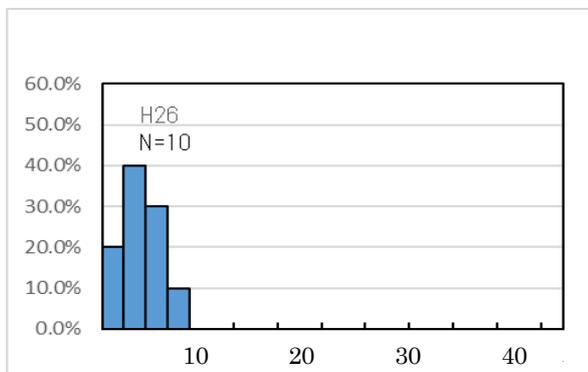


図 14 住吉地先で確認されたアサリの殻長組成 1 (施工区前期調査)

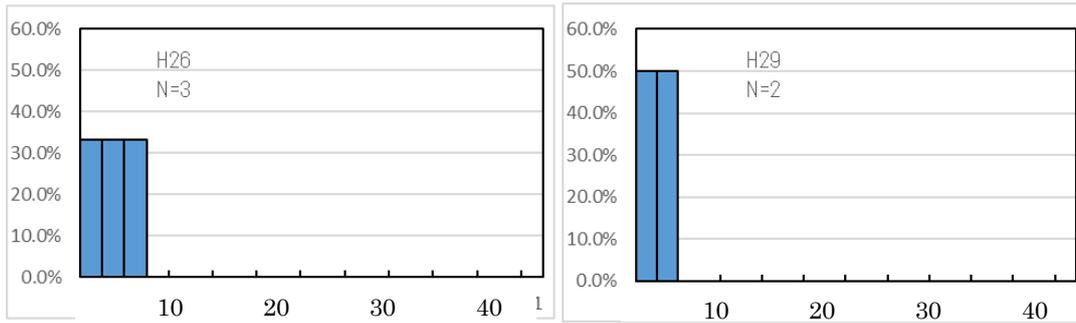


図 15 住吉地先で確認されたアサリの殻長組成 2 (施工区後期調査)

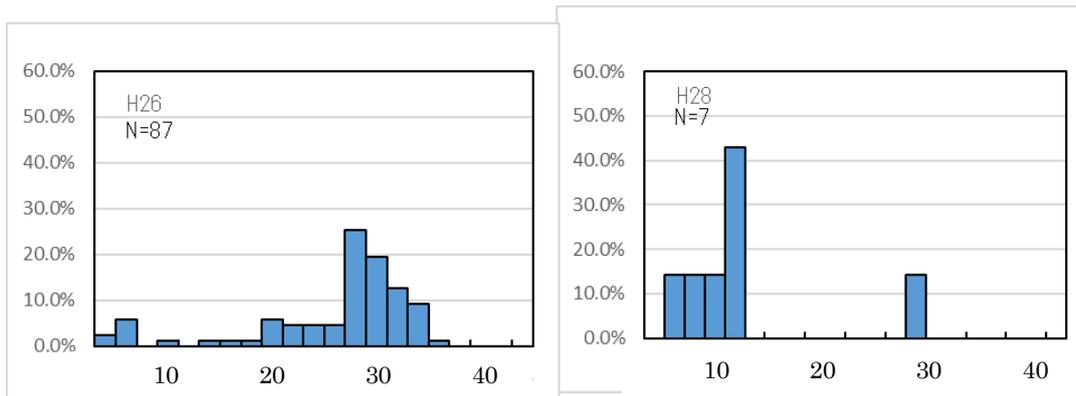


図 16 網田地先で確認されたアサリの殻長組成 1 (施工区前期調査)

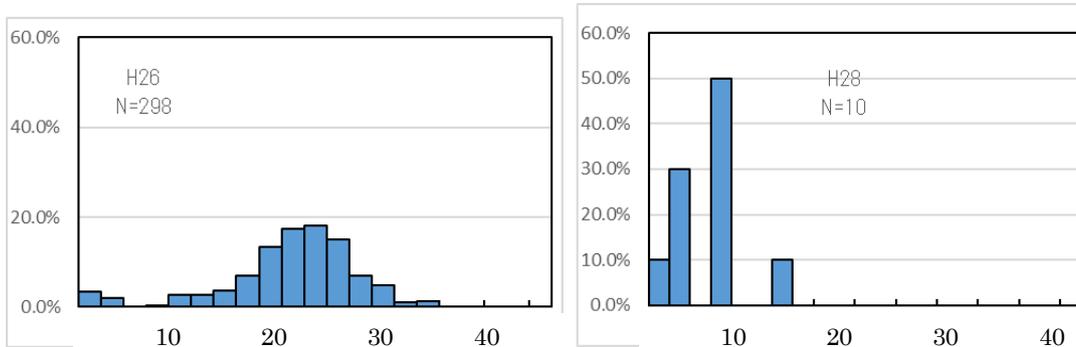


図 17 網田地先で確認されたアサリの殻長組成 2 (施工区後期調査)

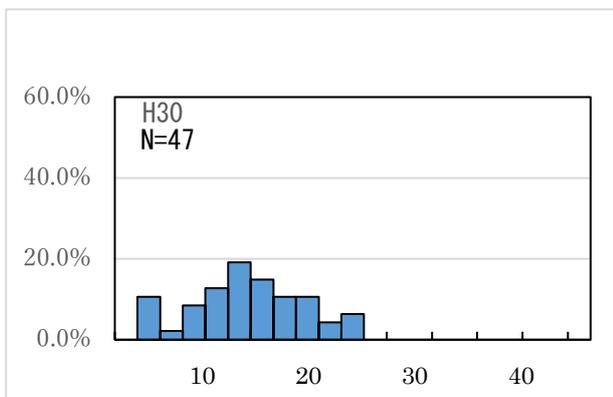


図 18 竜北地先で確認されたアサリの殻長組成 1 (施工区前期調査)

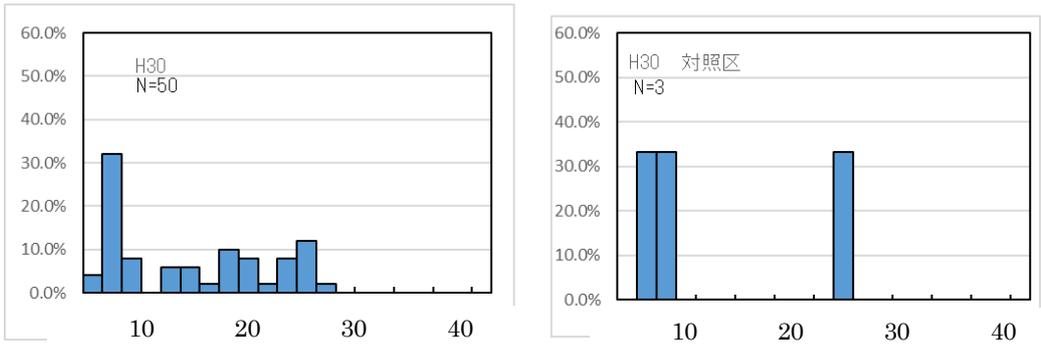


図 19 竜北地先で確認されたアサリの殻長組成 2 (施工区後期調査)

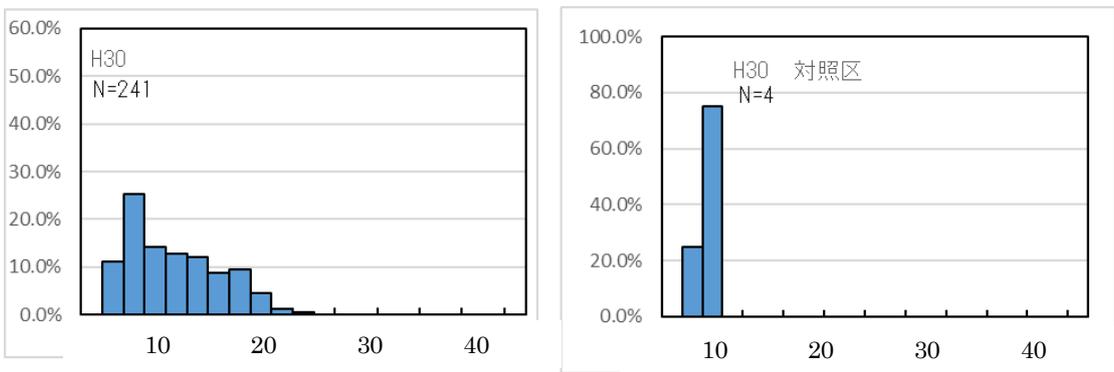


図 20 八代市金剛地先で確認されたアサリの殻長組成 1 (施工区前期調査、対照区前期調査)

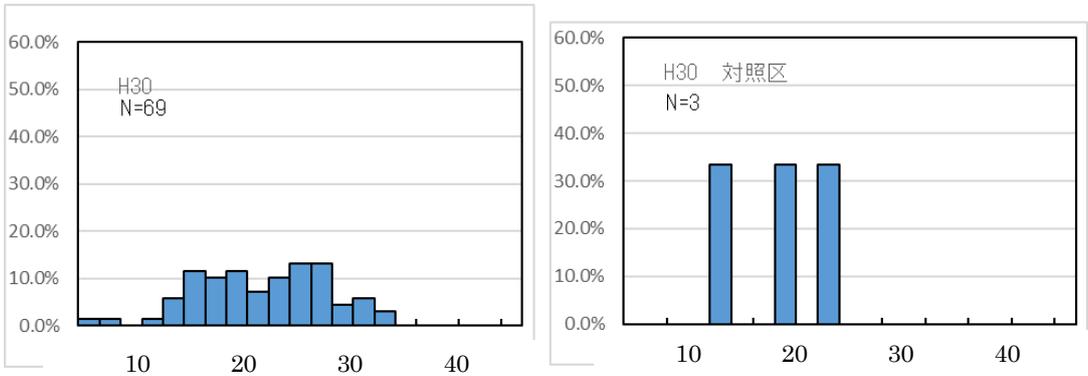


図 21 八代市金剛地先で確認されたアサリの殻長組成 2 (施工区後期調査、対照区後調査)

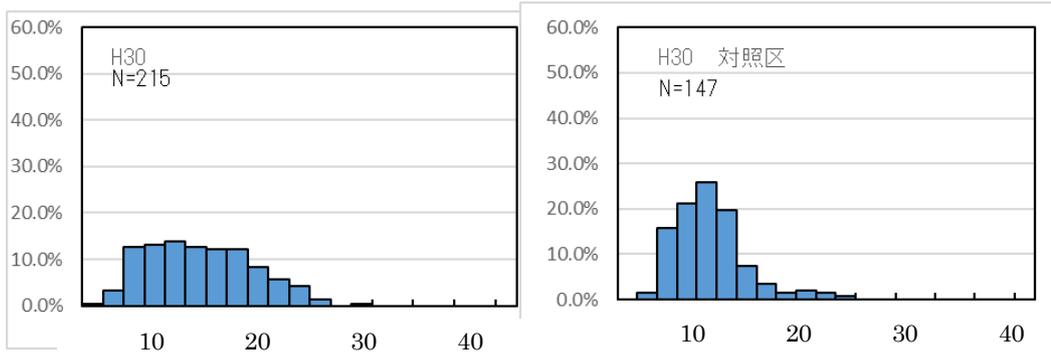


図 22 二見地先で確認されたアサリの殻長組成 1 (施工区前期調査、対照区前期調査)

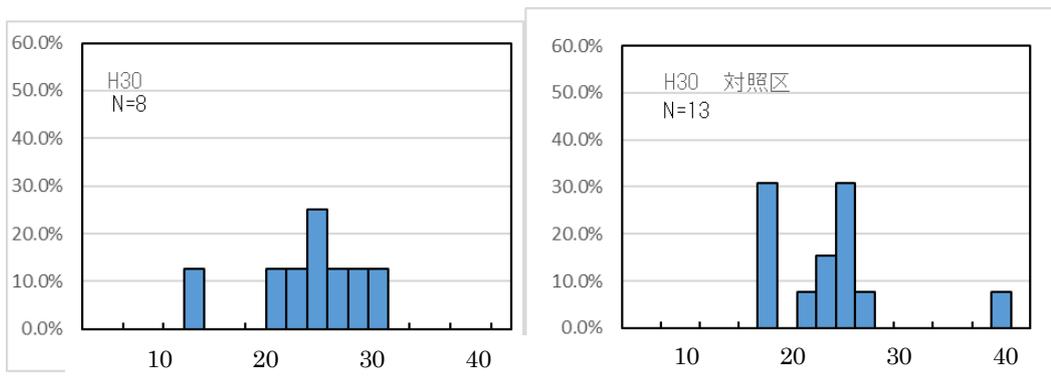


図 23 二見地先で確認されたアサリの殻長組成 2 (施工区後期調査、対照区後期調査)

沿岸漁場整備(補助)事務費Ⅱ (令和元(2019)年度)

(小島地先定期調査)

緒 言

平成 28 年(2016 年)4 月 14 日及び 16 日に発生した熊本地震による山腹崩壊等により、同年 4 月 18 日には白川河口域の干潟漁場に土砂の堆積が確認され、同年 5 月には白川河口域でアサリのへい死が確認された。

このため、白川河口域における地震発生以降の土砂堆積とアサリ生息の状況を把握し、その影響について検討した。

方 法

1 担当者 黒木善之、山下博和、栃原正久、増田雄二

2 調査項目および内容

(1) 調査日

令和元年(2019 年)8 月 29 日、令和 2 年(2020 年)2 月

21 日

(2) 調査場所

図 1 に示す熊本県熊本市西区小島町地先の 4 定点。

(3) 調査項目および調査方法

大潮時に各定点において、アサリ生息状況および底質について調査した。

ア アサリ生息状況調査

1 定点当たり 25 cm 方形枠による採泥を 2 回行い、目開き 1 mm のふるいでふるい分けて残ったものを試料とした。試料から得られたアサリの個体数を計測した。

イ 底質

(ア) 浮泥厚

折尺を用いて、折尺の自重で到達する既存の地盤から底泥表層までの距離を計測した。

(イ) 硫化物

(ア) で計測した浮泥を除去し、既存の地盤の表面 10cm 厚の底泥について測定した¹⁾。

(ウ) 泥分率

(ア) で計測した浮泥を除去し、既存の地盤の表面 10cm 厚の底泥について、国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産工学研究所水産土木工学部に依頼し、レーザー回折式粒度分析装置(株式会社島津製作所製)を用いて粒径 0.063 未満の泥重量を求め、この重量を全泥重量で除して泥分率を算出した。

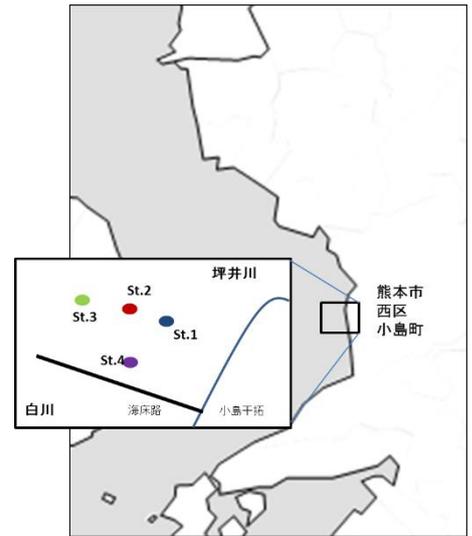


図 1 調査場所

結果および考察

1 アサリ生息状況調査

図 2 に各定点におけるアサリ生息密度の推移を示す。アサリの生息密度は、8 月調査時に比べて 2 月に全定点で増加し、最も高かったのは 2 月の st. 1 で確認された 3,392 個/m²であった。これは、平成 28 年度(2016 年度)調査開始以降で最高値であった。定点別にみると令和元年(2019 年)平均が最も高かったのは St. 1 で、最も低かったのは St. 3 であった。

2 底質

(ア) 浮泥厚

図3に各定点における浮泥厚の推移を、図4に各年度における全定点平均浮泥厚の推移を示す。浮泥厚は、期間を通じて各定点とも大きな変化はなく、St.3のみで1cm未満であった。平成28年度(2016年度)および平成29年度(2017年度)と比較すると、平成30年(2018年)4月以降は低めに推移し、新たな堆積は少なかったと考えられた。

(イ) 硫化物

図5に各定点における硫化物の推移を示す。硫化物は、平成28年(2016年)以降の期間平均ではSt.3が高くSt.2およびSt.4が低い値であった。令和元年度(2019年度)の最大値は2月のSt.3の0.67mg/g乾泥であった。

(ウ) 泥分率

図6に各定点における泥分率を示す。泥分率は、St.3が平成30年(2018年)4月以降他定点より高めで推移し、最大値は2月のSt.3で79%であった。

泥分や礫が主成分となっている底質はアサリの生息に好ましいものではない²⁾とされており、St.3では浮泥厚が過去より少なく推移し、新たな堆積は少ないものの、泥分率が他定点に比べて高めであったことからアサリ生息密度が低かったと考えられた。

過去二年間、St.2およびSt.4は浮泥厚が極めて低く、泥分率もアサリの生息限界である12.6%未満(水産庁ガイドライン³⁾)で推移しており、アサリの生息密度も数百個/m²確認できていることから、漁場としての活用が期待できると考えられた。

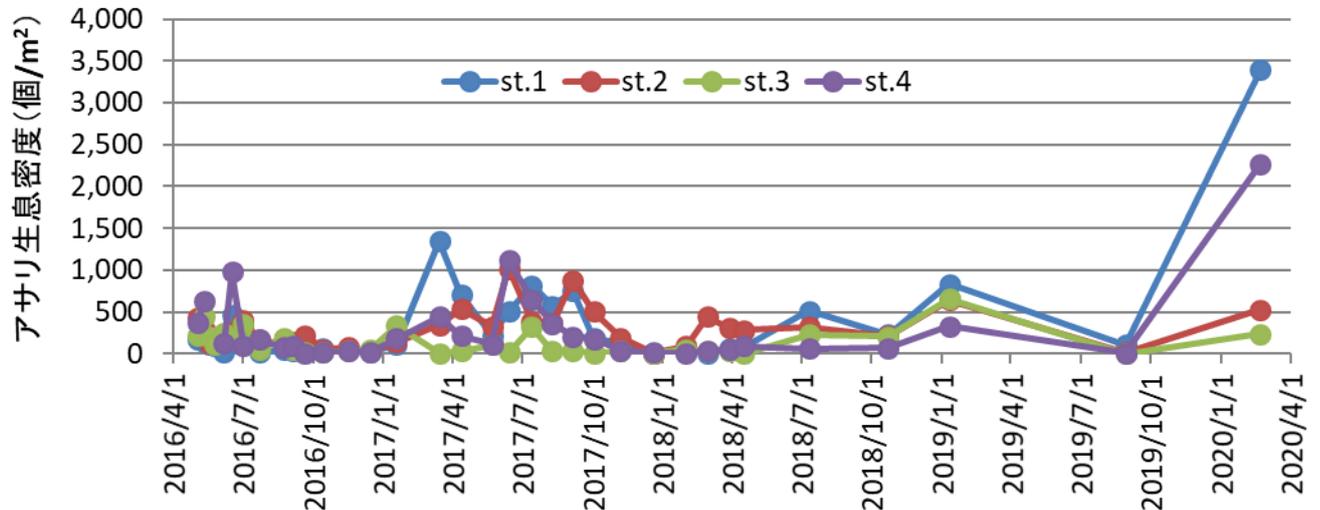


図2 各定点におけるアサリ生息密度 (単位: 個/m²)

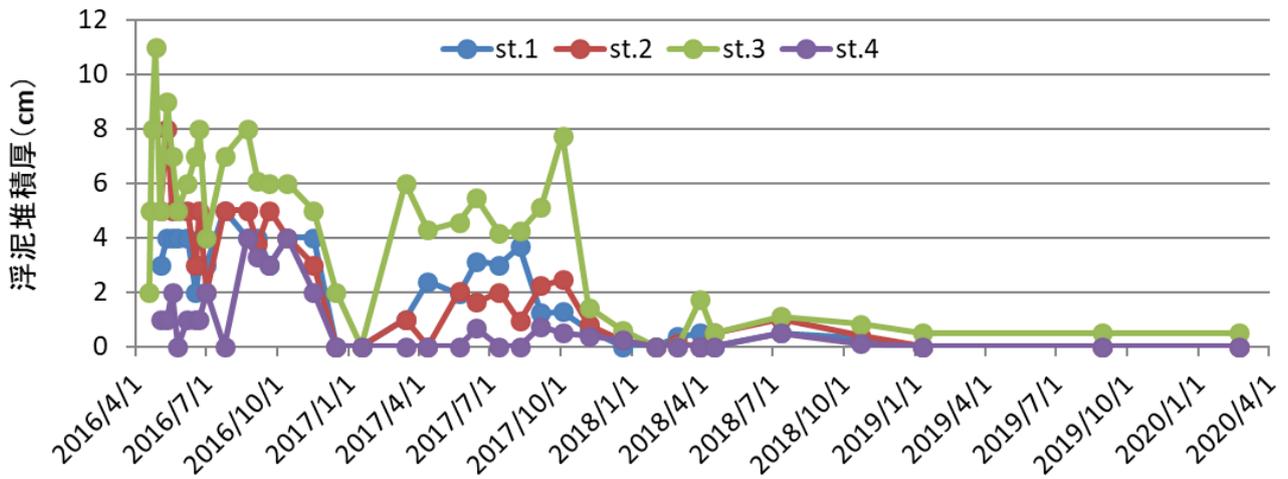


図3 各定点における浮泥厚 (単位 : cm)

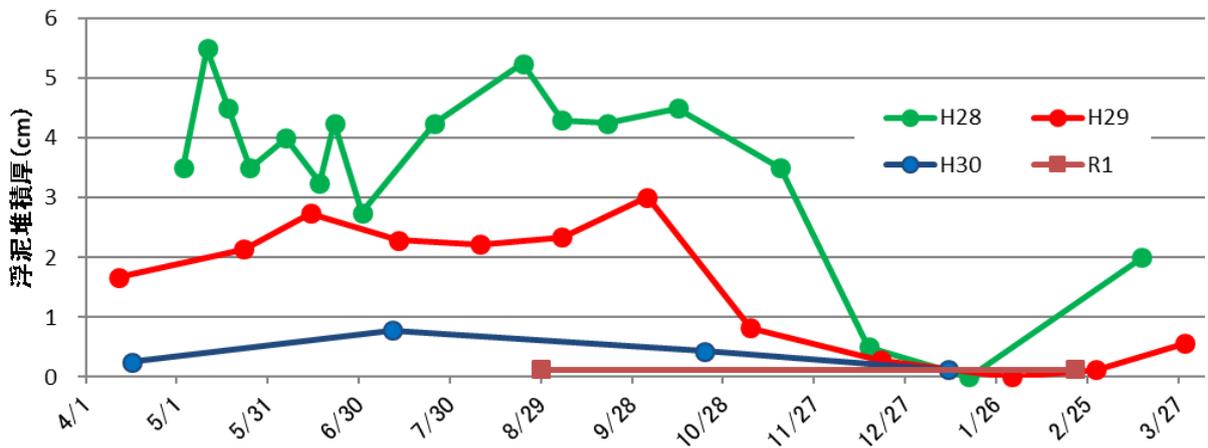


図4 各年度における全定点平均浮泥厚 (単位 : cm)

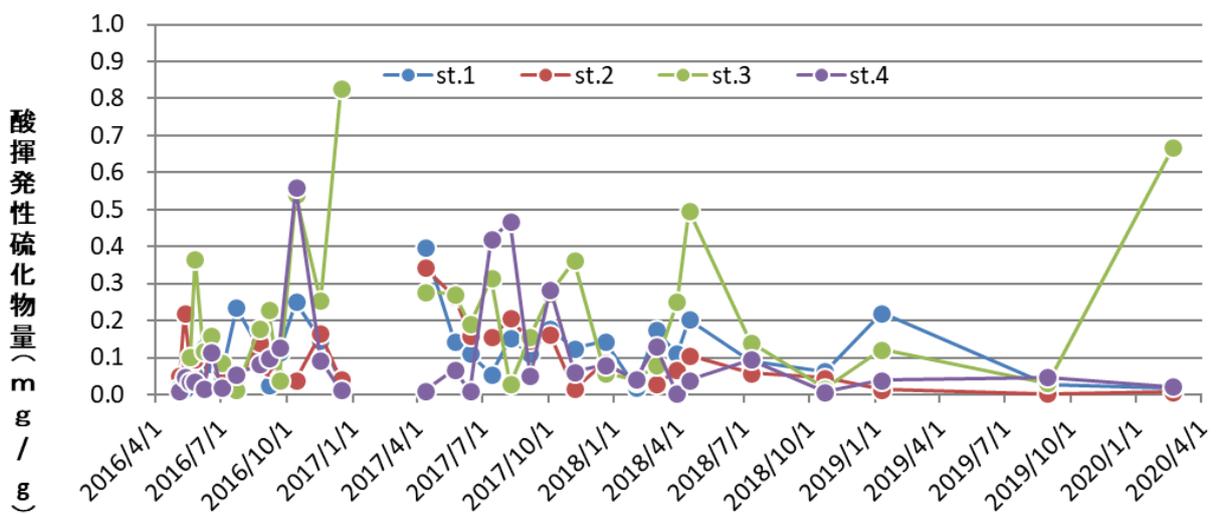


図5 各定点における硫化物 (単位 : mg/g 乾泥)

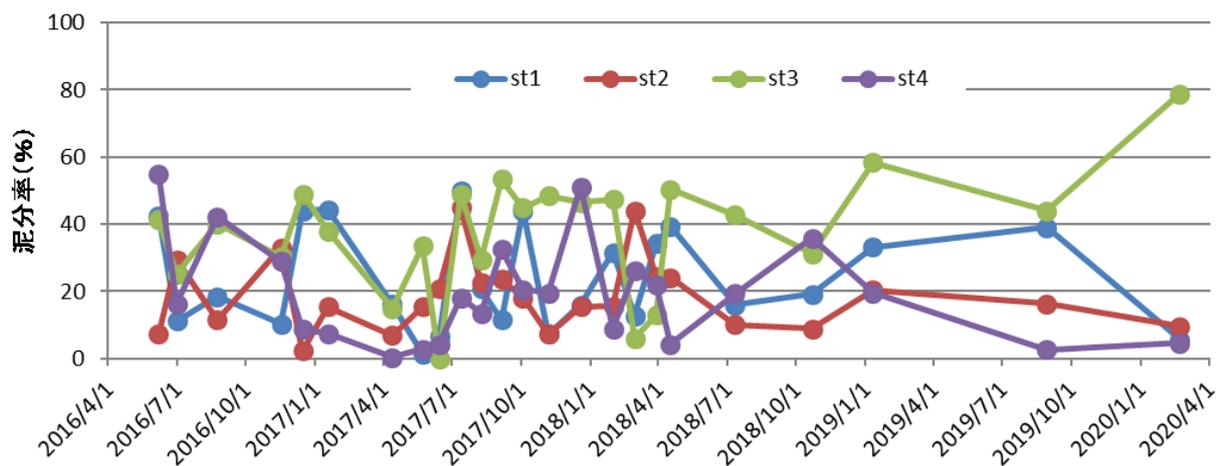


図6 各定点における泥分率（単位：％）

参考文献

- 1) 新編 水質汚濁調査指針, 社団法人日本水産資源保護協会
- 2) 沿岸漁場整備開発事業 増殖場造成計画指針 ヒラメ・アサリ編 平成8年度版, 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会
- 3) 干潟生産力改善のためのガイドライン, 水産庁

食品科学研究部