

中課題 3-2

粒形が小さく底質が動きやすい砂干潟における作業効率の

高いアサリの保護育成技術開発

／熊本県宇土市地先・熊本市地先

目次

熊本県宇土市住吉地区

1. 技術開発の概要	311
1.1 背景	311
1.2 実施場所	311
1.3 技術開発ロードマップ	312
2. 共通調査結果	313
2.1 地盤高測量、流況、波高および水質調査	313
2.1.1 連続観測及び気象	313
2.1.2 夏季及び冬季の15昼夜におけるせん断応力	315
2.1.3 地盤高測量	316
2.2 底質調査・生物調査	317
2.2.1 底質調査	317
2.2.2 初期稚貝調査	318
2.2.3 アサリ生息調査	318
3 網袋式アサリ保護育成方法の効率化	319
3.1 網袋育成の効率化	319
3.1.1 背景	319
3.1.2 材料と方法	319
3.1.3 結果	320
3.1.4 考察	322
3.2 加入アサリの密度調整時期の検討	322
3.2.1 背景	322
3.2.2 材料と方法	322
3.2.3 結果	323
3.2.4 考察	323
4 かぶせ網式アサリ保護育成方法の改良	323
4.1 稚貝から漁獲サイズアサリまでの育成を可能とする機材の開発	323
4.1.1 背景	323
4.1.2 材料と方法	323
4.1.3 結果	324
4.1.4 考察	329
5 参考文献	330

熊本県熊本市小島地区

技術開発の概要	331
1.1.1 目的	331

1.1.2 実施場所	331
1.1.3 5 か年の目標	332
1.1.4 技術開発ロードマップ	332
1.1.5 今年度の目標	333
1.1.6 技術開発工程	333
1.1.7 使用機器	334
環境調査結果	336
1.1.8 地盤高調査	336
1.1.9 流況、波高及び水質調査	337
1.1.10 底質調査・生物調査	342
実証実験	344
1.1.11 小課題 3-2-1 現況把握	344
1.1.12 小課題 3-2-2 既往技術の比較	345

1. 技術開発の概要

1.1 背景

熊本県におけるアサリの年間漁獲量は、1977 年のピーク時には 6 万 5,732 t であったが、1990 年代以降は 1 万 t 以下で推移し、2013 年以降は年間 1,000 t 以下にまで落ち込んでいる¹⁾ (図 1)。本実験区の住吉地区は、熊本県宇土市の有明海側に位置する (図 2)。熊本県宇土市住吉地先の緑川河口域は有明海有数のアサリ産地であり、数十年前にはアサリ漁場が干潟域の広い範囲に及んでいたが、近年は 滞筋に沿った海域に限られている。その他の干潟域はアサリ漁場としては未利用となっており、安定したアサリの産卵場とはなっていない。そこで、緑川河口干潟にアサリの保護育成地を造成し、安定した産卵による稚貝の供給を促すことにより、アサリ資源量を回復・増大させる必要がある。本実験区の底質は淘汰度が高い細砂のため、流れや波浪の影響を受けて動き易い。その為、例年現地盤において稚貝の発生が確認されるものの、潮汐流が強く秋から冬にかけて現地盤のアサリが流失してしまい定着と成育に厳しい環境である。

しかしながら、令和 2 年度の本事業の結果により、アサリ初期稚貝は有明海東側の熊本県エリアにおいて高密度で分布することが明らかとなっている²⁾。アサリの初期稚貝が高密度で分布しているにもかかわらず、漁獲量に繋がっていないのが現状である。その原因の一つとして、有明海はエイやツメタガイ等の食害生物が多く生息しており、高い捕食圧を受けていることが挙げられる^{3,4,5,6)}。そのため、稚貝を含めたアサリの流出抑制及び食害回避の対策が必須である。過年度までの実験では、現地盤で発生する稚貝を角ざる育成器を用いて育成したのち、網袋に移植し保護・育成することで、漁獲サイズ(殻長 30 mm 以上)のアサリまで育成することができた。しかし、漁獲サイズまで育成することができたものの、育成過程で移植や密度調整のメンテナンスが必要となることから、従来の育成方法の簡略化が問題として挙げられた。また、被覆を用いた実験も実施したが埋没や膨満することで機材内のアサリの生残率が低下し、埋没膨満を抑制する対策が必要であることが明らかになった。

そこで、本技術開発では緑川河口域のアサリの生息が困難な流動の激しい未利用砂干潟において、漁業者自らが実施可能な作業効率の高いアサリの保護育成技術を開発することを目的とする。

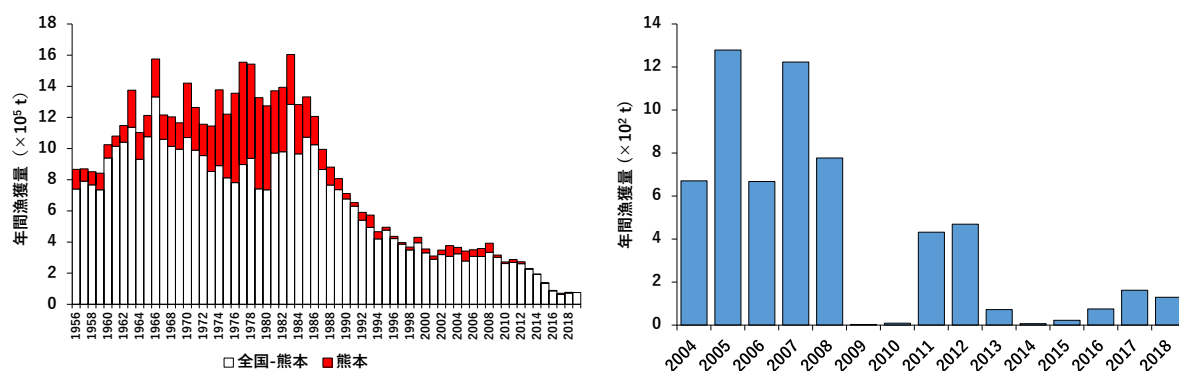


図 1 全国と熊本県におけるアサリの漁獲量 (左) と熊本県における 2004 年から 2018 年のアサリ漁獲量 (右)

1.2 実施場所

実施場所は、熊本県宇土市の住吉地区に位置する St. A (北緯 32 度 42 分 44.00 秒、東経 130 度 34 分 05.80 秒)、対照区として設定した St. B (北緯 32 度 42 分 48.00 秒、東経 130 度 34 分 07.20 秒) である。調査地点を図 2 に示す。それぞれ基準面 (C. D. L) から約 40cm (St. A)、約 30cm (St. B) である。当該地先は、緑川河口に位置する。緑川は、熊本県の中央部を水源とし、上流にはダムを有する滝の多い急勾配な河川である。加えて、実施場所は滞筋に近い場所に位置するため、河川水の影響を多く受ける可能性がある。

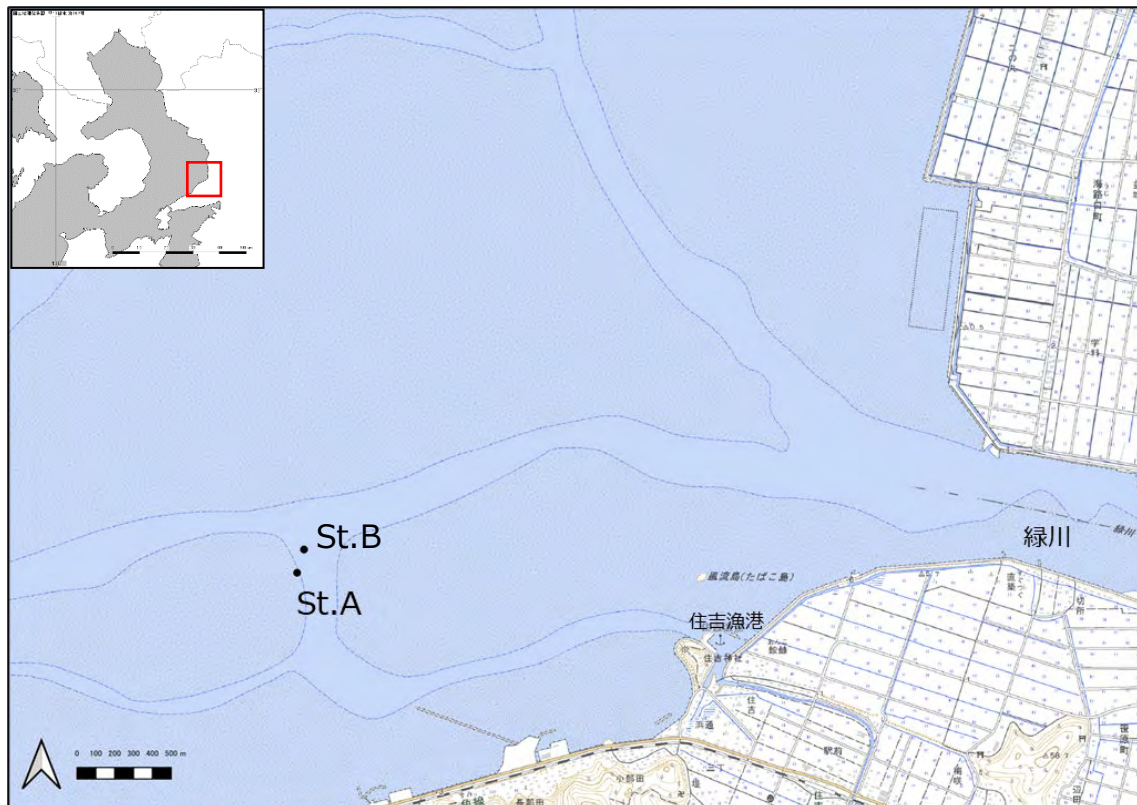


図2 実施場所(熊本県宇土市住吉地先)

1.3 技術開発ロードマップ

技術開発ロードマップを図3に示す。熊本県住吉地先において、本事業における過年度までの実験で構築した漁獲サイズアサリの育成手法の手順を簡略化することにより従来の方法の更なる効率化を目指す。また、稚貝から漁獲サイズアサリまで育成するにあたり、移殖や密度調整等のメンテナンスを必要としない新たな手法の構築を最終目的とする。

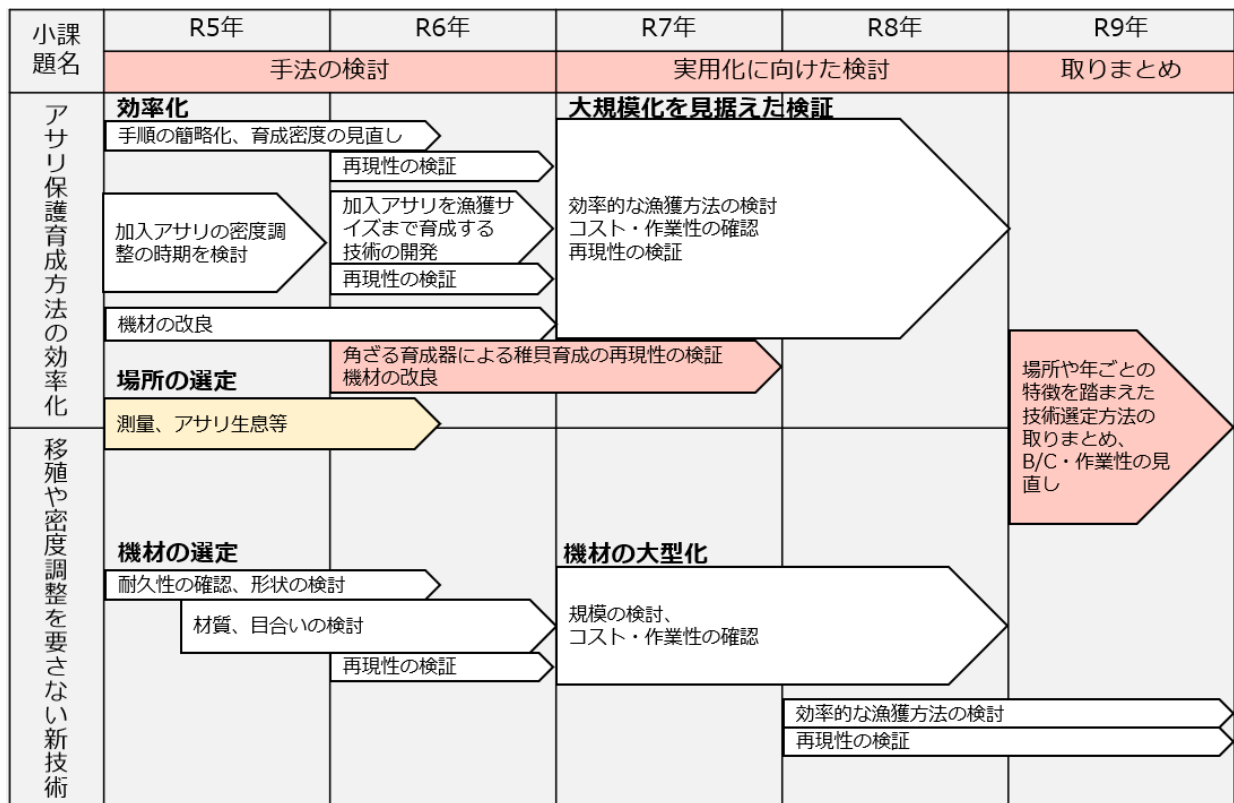


図3 住吉地先における技術開発ロードマップ

2. 共通調査結果

2.1 地盤高測量、流況、波高および水質調査

2.1.1 連続観測及び気象

令和5年度の使用機器を表1に示す。

2023年4月から2024年3月にかけて、St.Aにおいて水温、塩分、Chl.a濃度、濁度、流向及び流速の連続観測を実施した。連続観測の結果を図4に示す。なお、水温、塩分、Chl.a濃度、濁度及び流速の連続観測結果(図4)は日平均の値を示す。

また、2023年7月上旬に発生した線状降水帯により、緑川ダムの放水量が一時的に急増通常の100倍程度の放流量を記録した。この時の放水量と塩分の推移を図5に示す。

表1 使用機器

測定項目	製造形式等	精度	設定条件
水温 塩分	Infinity CT (JFEアドバンテック社)	水温：±0.05℃ 電気伝導度：±0.05 mS/cm	設置高：B+0.1 m インターバル：1 sec サンプル個数：10 バースト：10 min
蛍光強度 濁度	Infinity CLW (JFEアドバンテック社)	蛍光強度：±1% 濁度：±2%	設置高：B+0.2 m インターバル：1 sec サンプル個数：30 バースト：10 min
流向 流速	Infinity EM (JFEアドバンテック社)	流向：±2° 流速：±1 cm/sec	設置高：B+0.1 m インターバル：0.5 sec サンプル個数：600 バースト：120 min

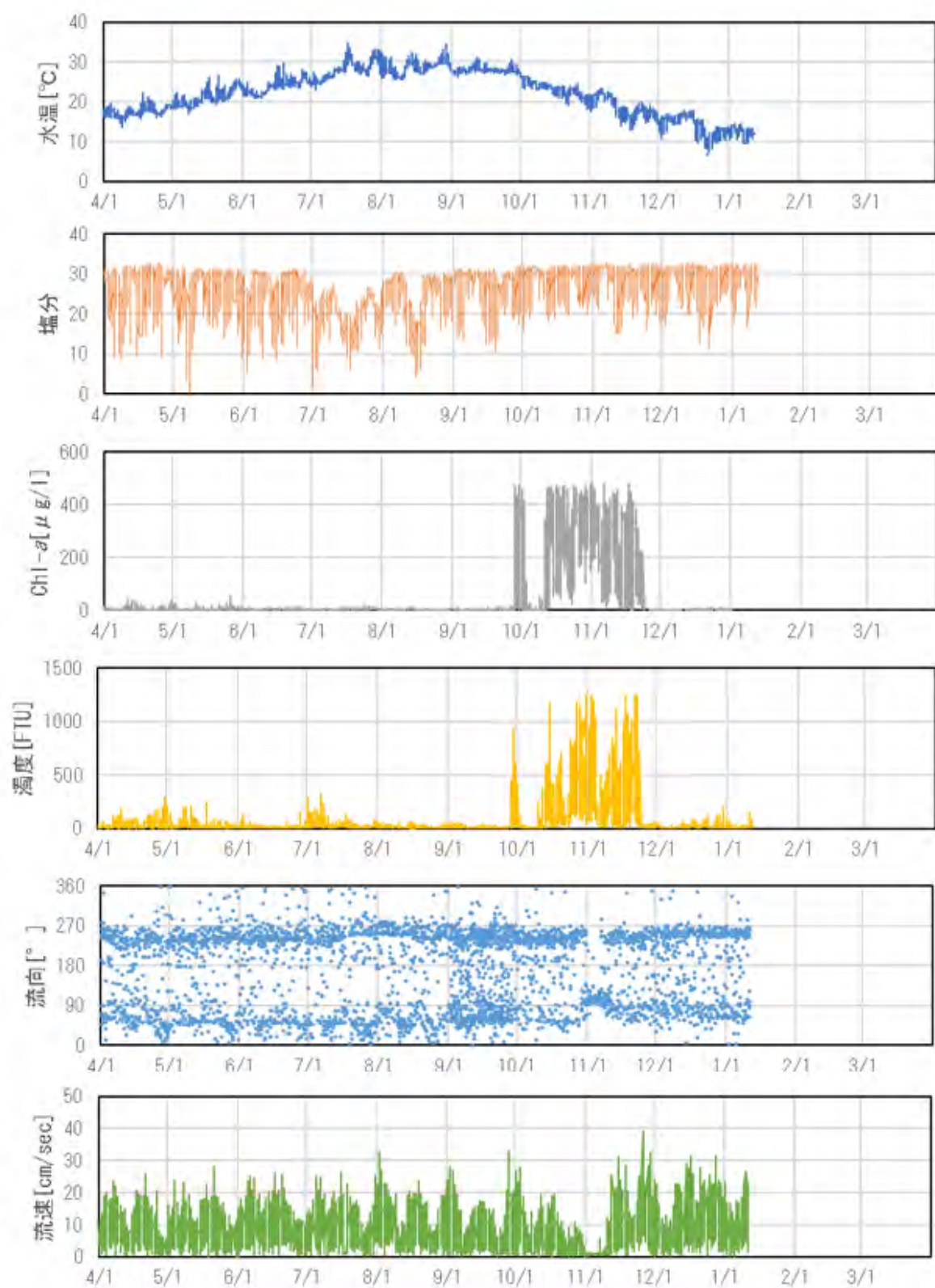


図4 連続観測結果

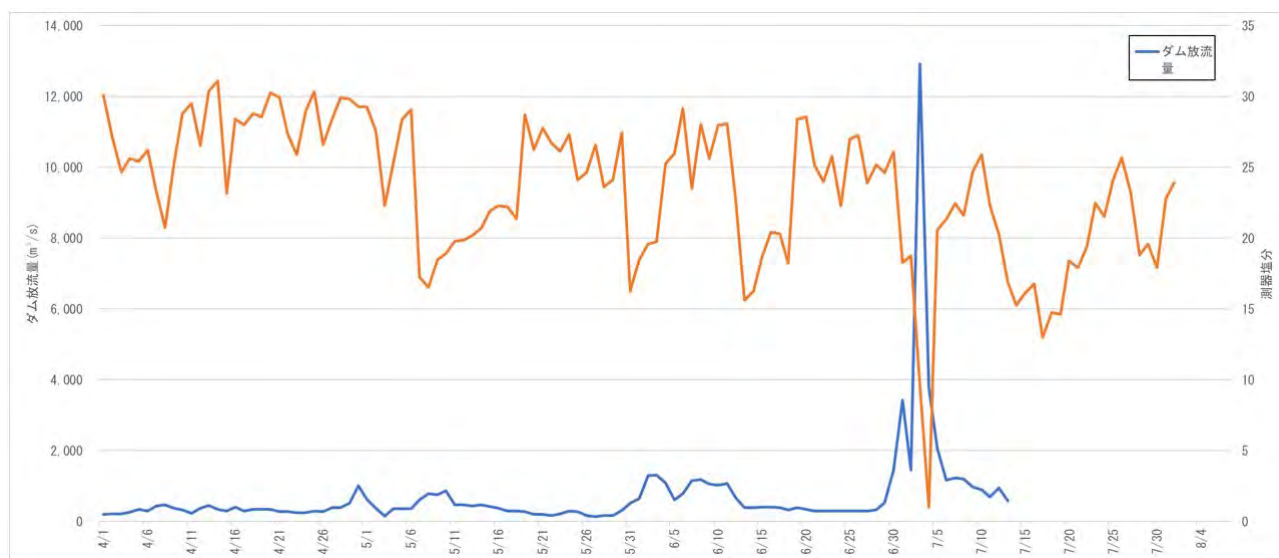


図5 緑川ダムの放水量及び測器塩分の推移

2.1.2 夏季及び冬季の15昼夜におけるせん断応力

せん断応力の経時変化を図6に、堆積物・サイズ別稚貝の移動限界判定を図7に示す。



図6 夏季及び冬季における15昼夜におけるせん断応力の経時変化

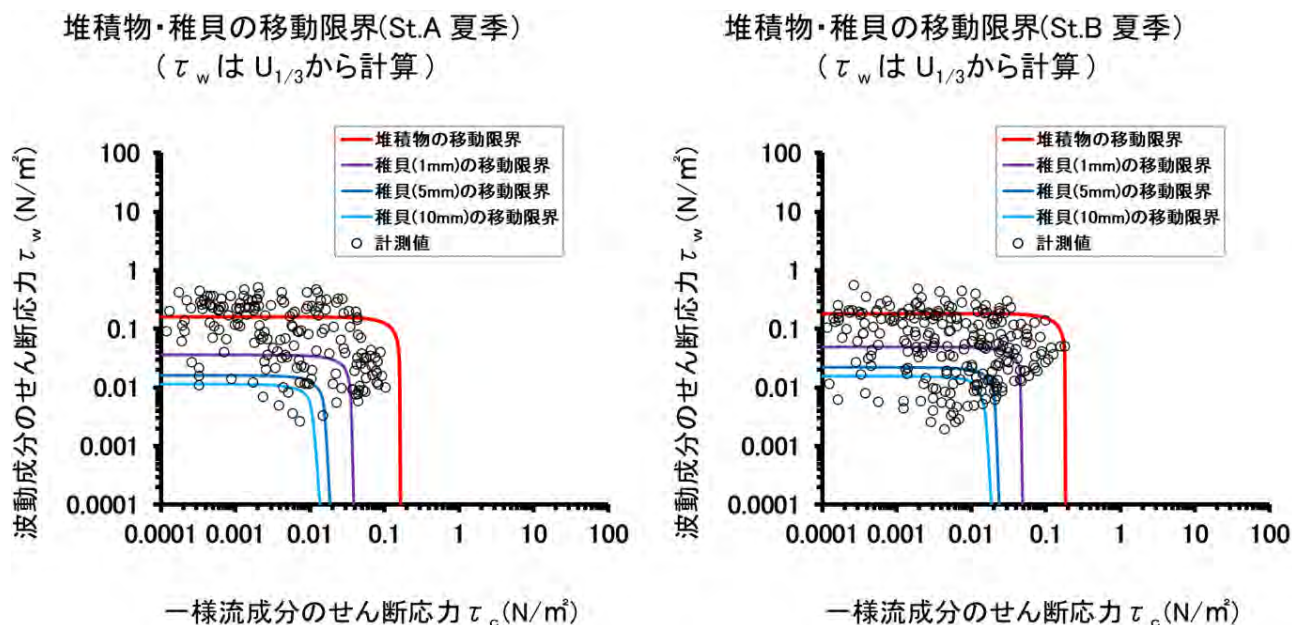


図 7 夏季におけるせん断応力と移動限界判定

2.1.3 地盤高測量

St.A と St.B を対象に 2023 年 6 月 19 日から 6 月 21 日にマルチビーム測深機 Kongsberg2040P による地盤高測量を実施した。範囲は実験区を対象とした 100 m×120 m の範囲である。測量範囲を図 8 に示す。測深器の生データは、北東-南西を伸張方向とし約 2m 間隔で設定された測線上を、同機を艀装した作業船が航走することにより取得された。地盤高(水深)の確定値は、データ処理ソフトウェアにより、生データに対して潮位及び音速度の補正処理、及びノイズの除去処理を施して作成された。その結果、以下の地形的特徴が認められた(図 9)。



図 8 測量範囲

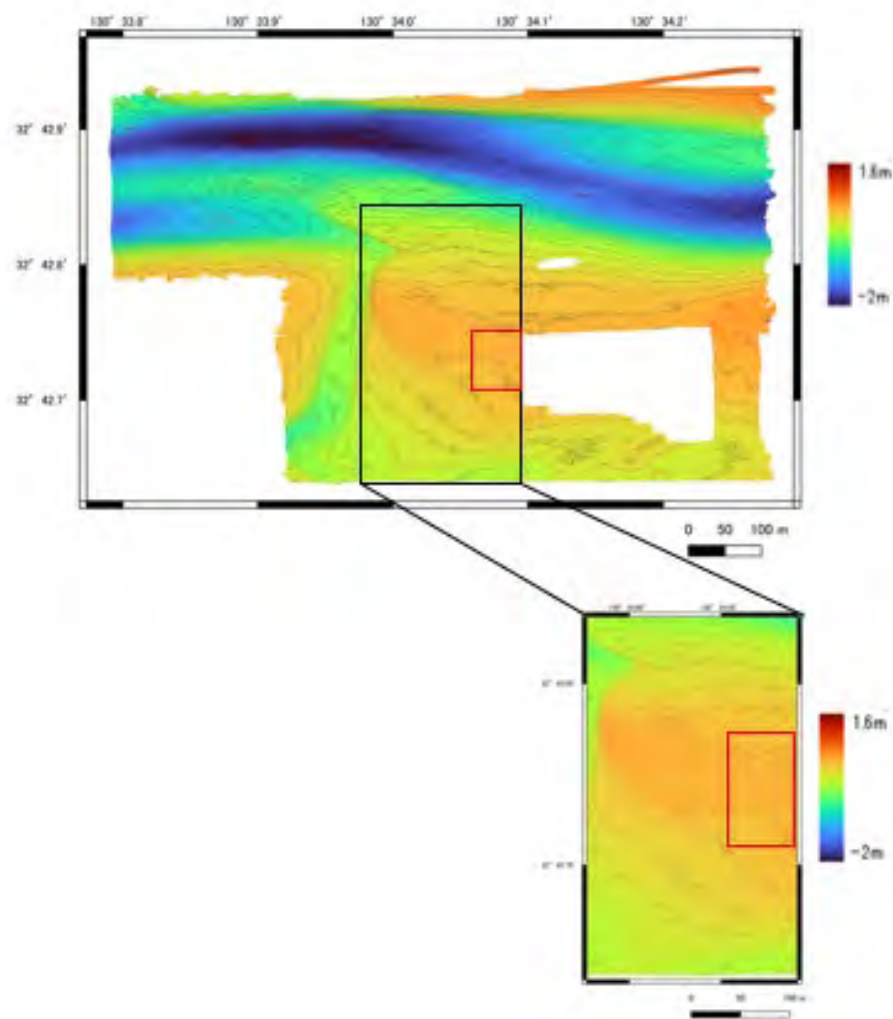


図 9 St. A 及び St. B における地盤高の分布

2.2 底質調査・生物調査

2.2.1 底質調査

底質調査の結果を表 2 に示す。

両地点において、細粒分を除いて同程度の値を示した。細粒分については 9 月に関しては St. B の方が St. A よりも高い値であった。1 月については St. A でのみ実施した。細粒分に関しては 9 月より低下していた。

表 2 底質調査結果

分析項目	調査地点	9月	1月
細粒分(%)	St.A	13.77	8.8
	St.B	17.67	
中央粒径(mm)	St.A	0.18	0.25
	St.B	0.26	

2.2.2 初期稚貝調査

当該地先における令和5年(2023年)1月から令和6年(2024年)における初期稚貝の個体数密度の季節変動を図10に示す。

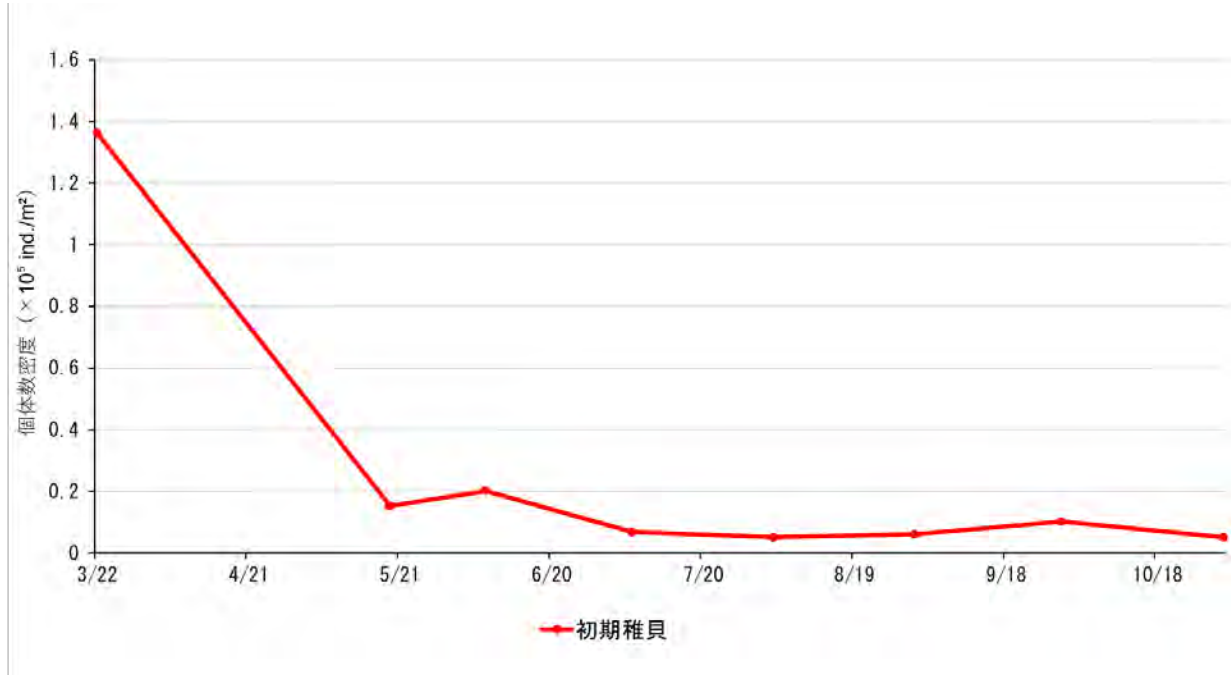


図10 住吉地先におけるアサリ初期稚貝個体数密度の季節変動

2.2.3 アサリ生息調査

殻長1mm以上のアサリの生息状況の調査結果を表3および図11に示す。

St.Bの方がSt.Aよりも高密度で生息していた。今年は6月まで両地点においても個体数密度が増加していたが、7月の泥の影響を受け大きく減少した。

表3 アサリ生息調査結果

項目	調査地点	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
個体数密度 (ind./m ²)	St.A	975	1033.3	808.3	375	400	108.3	166.6	216.6
	St.B	6475	4791.6	2125	1783.3	83.3	741.6	358.3	491.66667
平均殻長 (mm)	St.A	19.69±3.89	18.68±7.03	18.12±6.77	14.23±8.43	21.35±7.28	21.69±7.91	19.43±7.28	26.16±2.97
	St.B	16.03±4.31	17.96±4.32	18.05±3.80	20.76±3.42	25.20±6.48	22.11±4.13	19.40±3.57	20.88±3.76

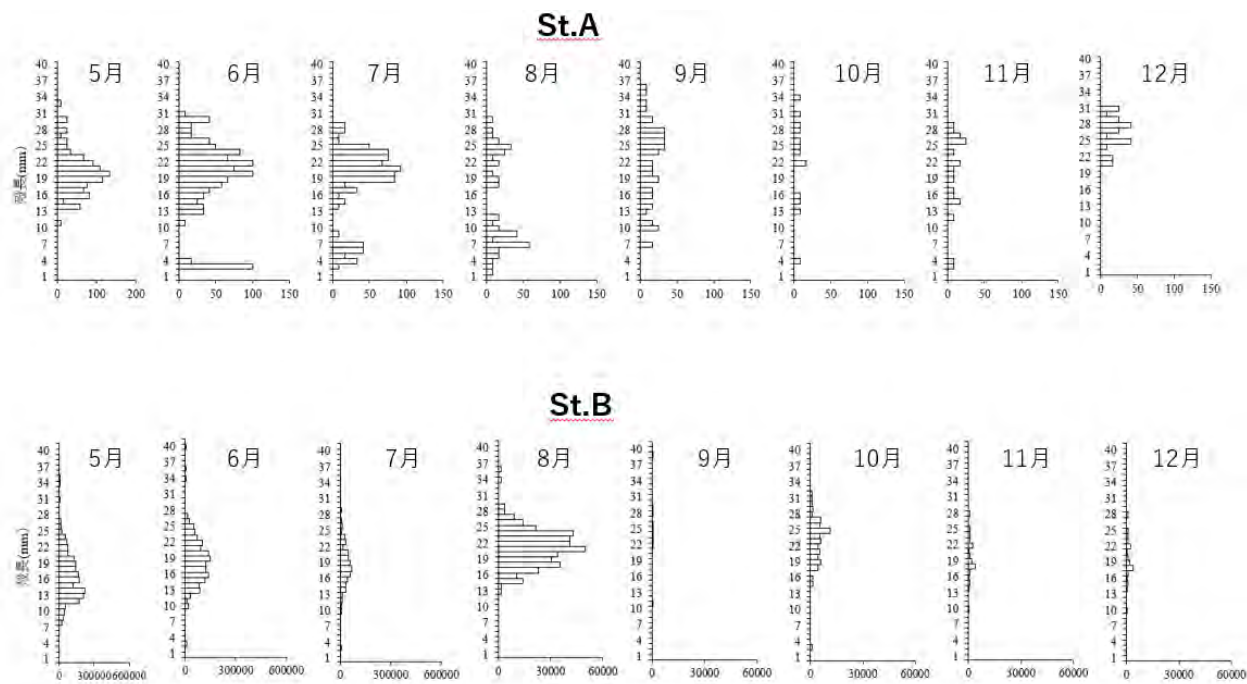


図 11 アサリ生息調査におけるアサリの殻長(5-12 月)

3 網袋式アサリ保護育成方法の効率化

3.1 網袋育成の効率化

3.1.1 背景

令和 4 年度の実用規模実証実験より、住吉地先における漁獲サイズアサリの育成では『角ざる育成器を用いて稚貝を育成』⇒『網袋を用いた未成貝育成(500 個体/袋)』⇒『網袋を用いた成貝育成(100 個体/袋)』という手順を構築することができた。一方、原地盤での稚貝採集、角ざる育成器から網袋への移植、網袋育成での密度調整等、アサリの成長段階に応じたメンテナンスが必要となり、実用化に向けてさらなる効率化が必要であると示唆された。このことから、本実験では碎石入り網袋 100、150、200 個体/袋のものを設置し、収容密度を見直すことにより、稚貝採集や移植等の手順の簡略化の検討を行う。毎月のモニタリング結果から、網袋育成に適した育成密度を明らかにし、アサリの育成方法を簡略化することを本実験の目的とした。

3.1.2 材料と方法

令和 5 年 6 月から令和 6 年 3 月まで St.A において、原地盤のアサリを底質ごと 10 mm 目合いの篩でふるい、篩上に残ったものを基質とともに網袋へ収容し漁獲サイズまで育成する。実験開始時の収容密度は 100 個体/袋、150 個体/袋、200 個体/袋とした。網袋へ収容後は、毎月、殻長・生残個体数のモニタリングを実施し、成長速度・生残率の観点から、網袋育成に適した育成密度を判断する。

実験に用いた材料の条件は以下のとおりである。

また、機材の設置状況の写真を図 12、密度調整時の収容密度及び機材設置数を表 6 に示す。

- ・ラッセル網袋 (大きさ : 300×600 mm、目合い 1.2 分、設置面積 : 約 0.1 m²)
- ・碎石(大きさ : 7 号、2.5-5 mm、収容量 : 3 kg)

網袋の設置面積は設置した形を台形とみなし、上底 200 mm、下底 300 mm、高さ 400 mm で算出した。



図 12 基質入り網袋の設置状況

表 3 アサリ収容密度及び機材設置数

	6 月収容密度	基質	設置数
①	100 個体/袋	7 号碎石 (3L/袋)	5 袋
②	150 個体/袋	7 号碎石 (3L/袋)	5 袋
③	200 個体/袋	7 号碎石 (3L/袋)	5 袋

3.1.3 結果

月毎に実施した網袋内のアサリの個体数密度及び殻長の結果を図 13、14 に示す。また、各月ごとの収容密度別のアサリのサイズヒストグラム(図 15)を示す。生残率は、実感開始時の令和 5 年 6 月から 7 月上旬まで大きな減耗は見られず、10 個体収容で 91.8%、150 個体収容で 85.7%、200 個体収容で 86.7%と高い水準を維持していた。しかし、7 月上旬の線状降水帯発生後は 100・150 個体収容の網袋に関しては、生残率が一気に 20%前後低下した。一方、200 個体収容の網袋に関しては 10%未満の低下となった。泥の堆積が緩和された 8 月下旬には 100・200 個体収容の網袋は 70%前後で低下は緩やかになったが、150 個体収容の網袋については 10%以上の低下がみられ、わずか 3 か月間で生残率が 50.4%まで低下した。9 月以降も低下し続け最終的には 20%まで生残率が下がった。そのほかの網袋に関しては 50%付近を推移しているといった結果になった。

収容密度別で比較すると、生残率に関しては 150 個体の網袋が最も生残率が低下しており、泥が被った影響を大きく受けたことが確認された。

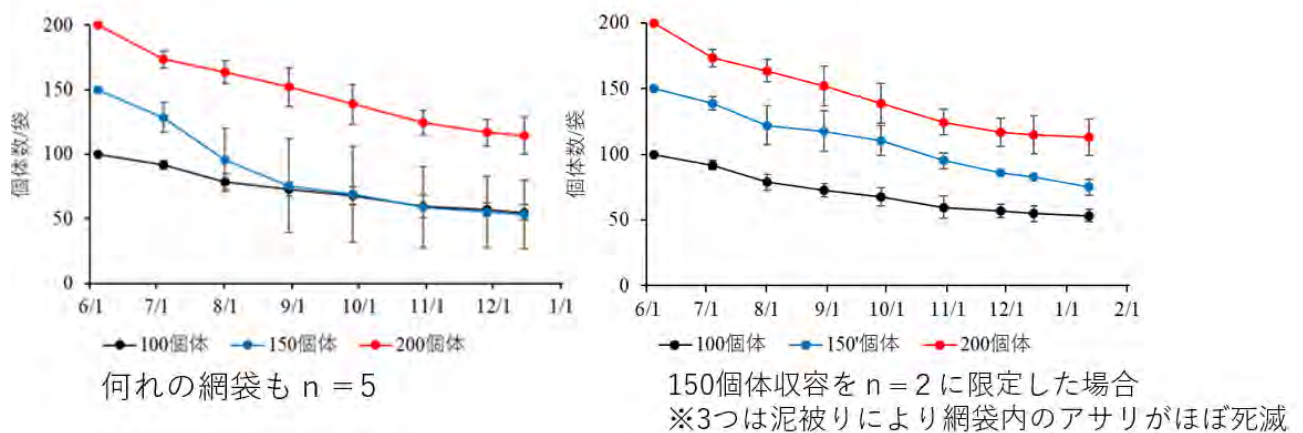


図 13 収容密度別生残個体数の変動

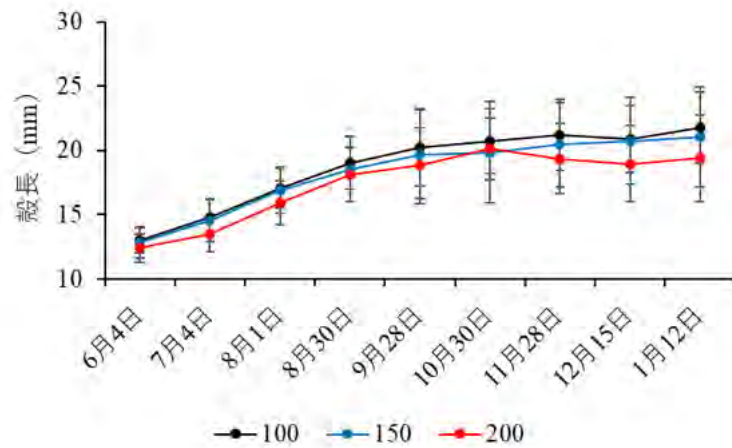


図 14 収容密度別に見た殻長の推移

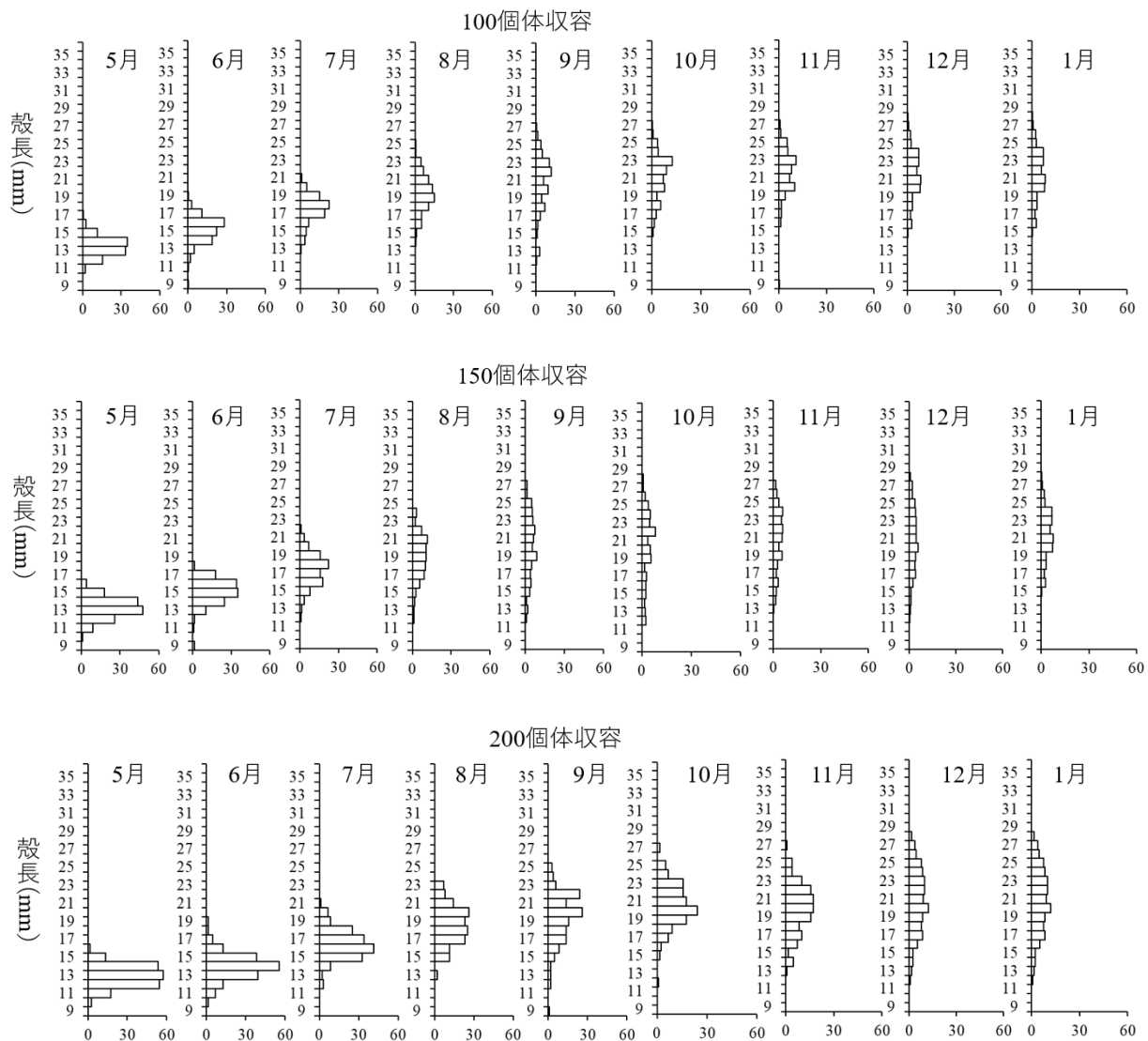


図 15 各月ごとの収容密度別のアサリのサイズヒストグラム

3.1.4 考察

本実験では、殻長及び生残個体数が前年に比べ減少傾向にあった。7月上旬に発生した線状降水帯により、実験実施場所の左側に位置する緑川においてダムの放水量が通常の約100倍という非常に多い流量が記録され、実施場所に泥が堆積してしまい設置した網袋が埋没、網袋内のアサリが窒息死するなどして生残個体数の急激な現象及び、成長速度・生残率の低下がみられた。特に150個体収容の網袋は局所的な泥の堆積により5つある網袋のうち3つがほとんど死滅している状態となった。線状降水帯発生以降9月下旬ごろまで生残個体数は減少し続け、泥が緩和された10月以降個体数も減少傾向はみられるものの、何れの収容密度も生残率50%付近を推移していた。このことから、気象現象が発生したことに伴う生育環境の急激な変動がアサリの生育・成長を阻害し結果として生残個体数の減少・成長速度の低下を招いたと示唆された。そのため再度網袋の設置し、再度検討を行うことが必要である。

3.2 加入アサリの密度調整時期の検討

3.2.1 背景

令和4年度までの実証実験において、住吉地先では碎石等の基質を収容した網袋を原地盤に設置することにより、原地盤のアサリが網袋内へ加入し、網袋内で生育するという現象が確認されていた。しかしながら、夏季以降加入アサリによる網袋の膨満等が要因となり、網袋内のアサリの生残率が下がることから、加入アサリを漁獲サイズ(殻長30mm以上)まで育成するためには、密度調整等のメンテナンスが必要であることが明らかとなった。このことから、本実験では将来的に加入アサリを漁獲サイズまで育成することを視野に入れつつ、密度調整時期の適期を調査し、加入アサリの生残率向上を目的とした。

3.2.2 材料と方法

令和5年7月及び8月に原地盤へ碎石入り網袋を設置し、それぞれの網袋について100個体/袋に密度調整を行った。9月に全ての網袋について加入アサリの個体数・殻長および湿重量を比較した。実験に用いた材料の条件は以下のとおりである。

また、機材の設置状況の写真を図13、機材設置数及び密度調整の時期を表4に示す。

- ・ラッセル網袋(大きさ:300×600mm、目合い1.2分、設置面積:約0.1m²)

- ・碎石(大きさ:7号、2.5-5mm、収容量:3kg)

網袋の設置面積は設置した形を台形とみなし、上底200mm、下底300mm、高さ400mmで算出した。



図16 基質入れ網袋の設置状況

表4 機材設置数及び密度調整の時期

5月設置		7月	8月	9月
①	6袋	密度調整(100個体/袋)、計測、回収・分析(1袋)		計測
②	6袋		密度調整(100個体/袋)、	計測

			計測、回収・分析(1袋)	
③	6袋			計測、 回収・分析(1袋)

3.2.3 結果

網袋設置後まもなく、線状降水帯に伴う緑川ダムの放流により実施場所に多くの泥が堆積した。そのため、原地盤のアサリが網袋への転がり込むことはほとんどなく、加入個体は確認されなかった。10月に網袋のリセットを行い再度設置し、モニタリングを行ったがほとんど加入していない状態である。

3.2.4 考察

一昨年までの実験結果から、基質入り網袋を原地盤に設置することでアサリが転がり込んでくることが分かっていたが、今年度はほぼ転がり込みがないという結果であった。これは、7月に発生した線状降水帯発生に伴う大量のダムからの放水による泥の堆積が大きく影響していると考えられる。泥の堆積が緩和された10月以降も網袋内の基質への転がり込みは見られなかったことから、7月の泥により原地盤のアサリの多くが死滅したことにより、基質へ転がり込むことのできるサイズのアサリがいなくなった可能性が高いと考えられる。

4 かぶせ網式アサリ保護育成方法の改良

4.1 稚貝から漁獲サイズアサリまでの育成を可能とする機材の開発

4.1.1 背景

令和4年度までの実証実験において、角ざる育成器や網袋を用いた漁獲サイズアサリの育成の過程で、移植や密度調整等のメンテナンスを実施してきた。しかしながら、実用性を見据えると、育成・漁獲の手間を軽減することが望ましい。また、被覆網のような比較的大型の機材での実験も実施してきたが、埋没や膨満により成長の鈍化や生残率の低下が確認されている。

このことから、本実験では被覆網を立体的な構造に改良した新しい機材(保護育成網)を用いた漁獲サイズアサリの育成実験を実施する。将来的には従来の網袋育成と同等以上の成長・生残が可能であり、網袋育成での問題点や移植や密度調整等のメンテナンスの手間を省略することが可能な機材を開発することを目的とした。

4.1.2 材料と方法

令和5年6月にSt.Aにおいて保護育成網(図17)を設置し、偶数月にアサリの個体数密度、殻長をの計測を行った。計測後のアサリは機材内に戻し、引き続き育成した。設置する機材の形状は、箱型及びトンネル型の2種類で、用いる素材は漁網及びトリカルネットの2種類である。また、令和5年11月に新たに箱型の保護育成網を設置し、奇数月に6月設置の機材と同様のモニタリングを実施した。6月の機材では、主に耐久性の確認と形状の検討を目的とし、11月設置の機材では素材及び目合いの検討を目的とした。

実験に用いた材料の条件は以下のとおりである。また、機材の設置及び設置時期を表5に示す。

6月設置

- ・箱型：漁網(ひし目15mm)及びスペースパイプ
：トリカルネット(目合い15mm)及び塩ビパイプ
- ・トンネル型：漁網(15mm)及びアーチフレーム
：トリカルネット(目合い15mm)及び塩ビパイプ

11月設置

- ・箱型：漁網(ひし目5, 8, 15mm)及び鉄筋フレーム

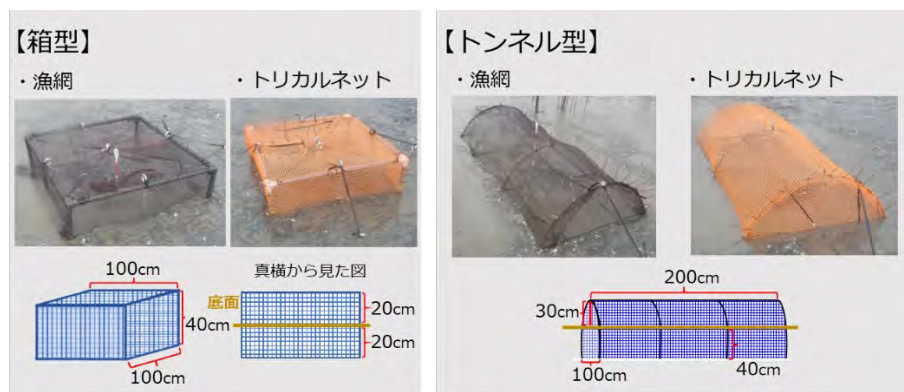


図 17 立体的な空間を持たせた保護育成網(左：箱型、右：トンネル型)

表 5 機材の設置数及び設置時期

設置時期	形状	素材	目合い(漁網は角目)		
			5mm	8mm	15mm
6 月	箱型	漁網	－	－	1
		トリカルネット	－	－	1
	トンネル型	漁網	－	－	1
		トリカルネット	－	－	1
11 月	箱型もしくはトンネル型	漁網	1	1	1
		トリカルネット	1	1	1

4. 1. 3 結果

偶数月および奇数月に実施した各保護育成網における個体数密度及び殻長についての結果を図 18 に示す。また、実験開始日からの各実験下での殻長増加量を図 19 に示す。毎月、3 か所以上のモニタリングを実施したが、形状・材質によるアサリの個体数密度・殻長に大きな違いは見られなかった。個体数密度に関しては採集場所によって大きく変動しており、保護育成網内において毎月アサリが寄っている場所が変わっているような状態であった。そのためモニタリング箇所において個体数密度の増加等は見られなかった。一方、殻長に関しては設置時の 18.6 mm から 30 mm 程度まで殻長の増加が確認された。耐久性に関しては、10 月時点でのモニタリングでは何れの機材も形状を維持しており耐久性に問題はなかった。しかし、11 月のモニタリング時に漁網トンネル型に 1 か所破れが確認された。その他は形状を維持しており耐久性に特に問題はないと考えられる。11 月に設置をした保護育成網に関しては、素材を漁網箱型のものを設置し、目合いを 15 mm・8 mm・5 mm の 3 種で設置を行った。こちらの保護育成網に関してもモニタリングを継続して実施しているが現段階において、材質・目合いによるアサリの個体数密度・殻長に違いは見られていない。

その他に各保護育成網の埋没状況に関してもモニタリングを行った。線状降水帯発生後の 7 月から 8 月にかけては泥が多く堆積し 50 cm ほどまで機材が埋没していた。泥が緩和された始めた 9 月以降は 30 cm 前後までに回復した。また、埋没状況とアサリの個体数密度の関係性がみられるかどうか解析を行った。その結果を図 20 に示す。素材と形状別に見ていくとトリカル箱型が最も悪く、潜堀がひどく生物量が最も少ないという状況であった。一方、漁網箱型に関してはある程度埋没しているものの、生物量は 500 g/㎡から 1500 g/㎡と平均的な数値を維持しているような状態であった。他のトリカルトンネル型、漁網トンネル型においては埋没しているがある程度の生物量を維持しているのではないかと考えられる。しかし、総合的に比較を行うには確認している個体数 (n 値) が少ないことから現段階で断定はできない。

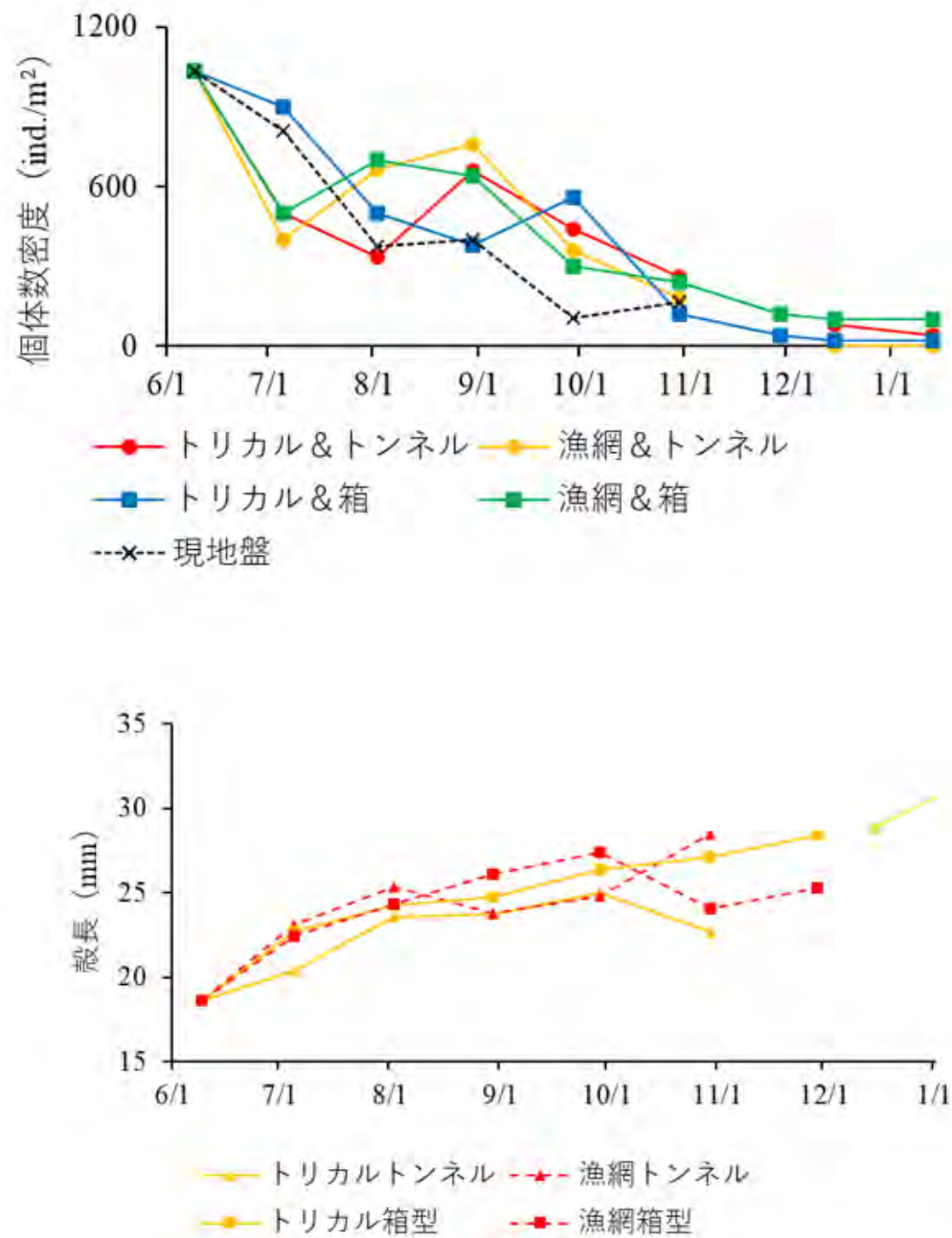


図 18 各保護育成網における個体数密度及び殻長

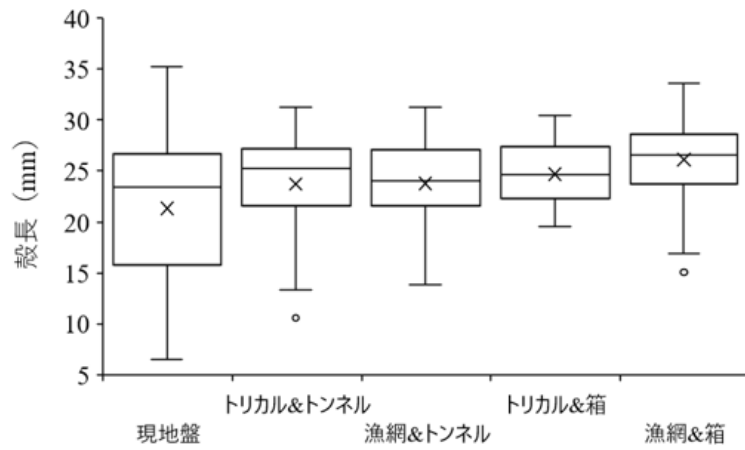


図 19 各保護育成網における実験開始からの殻長増加量

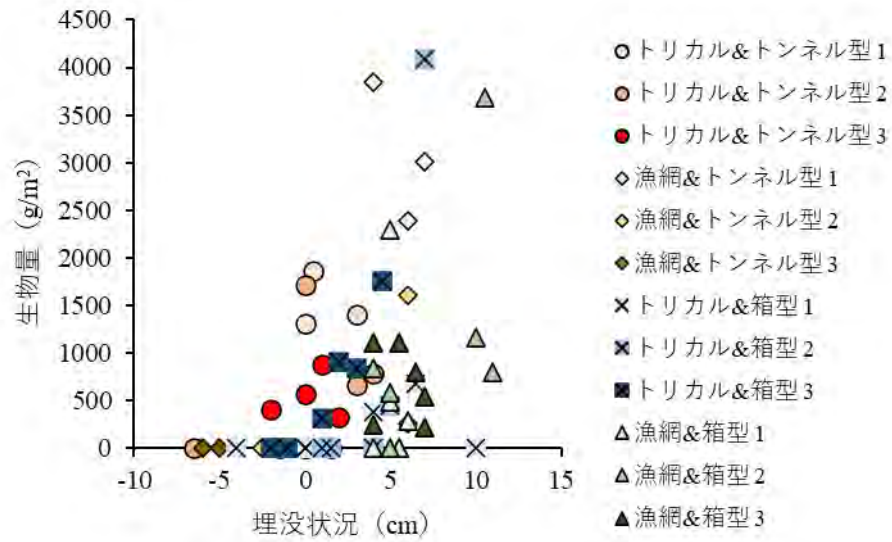


図 20 泥による埋没状況と個体数密度の関係

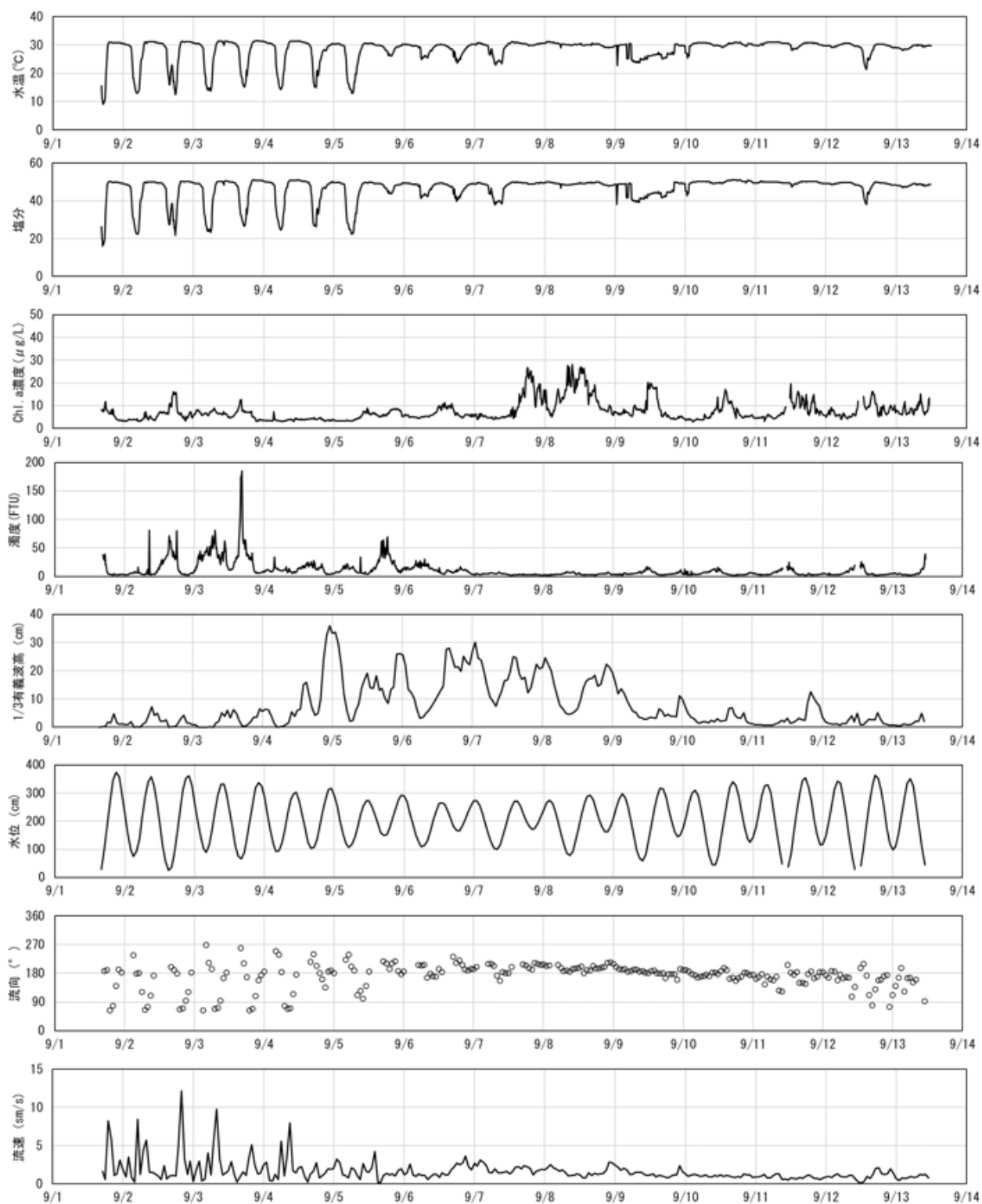


図 21 トリカルトンネルにおける連続観測結果 (St. A 夏季)

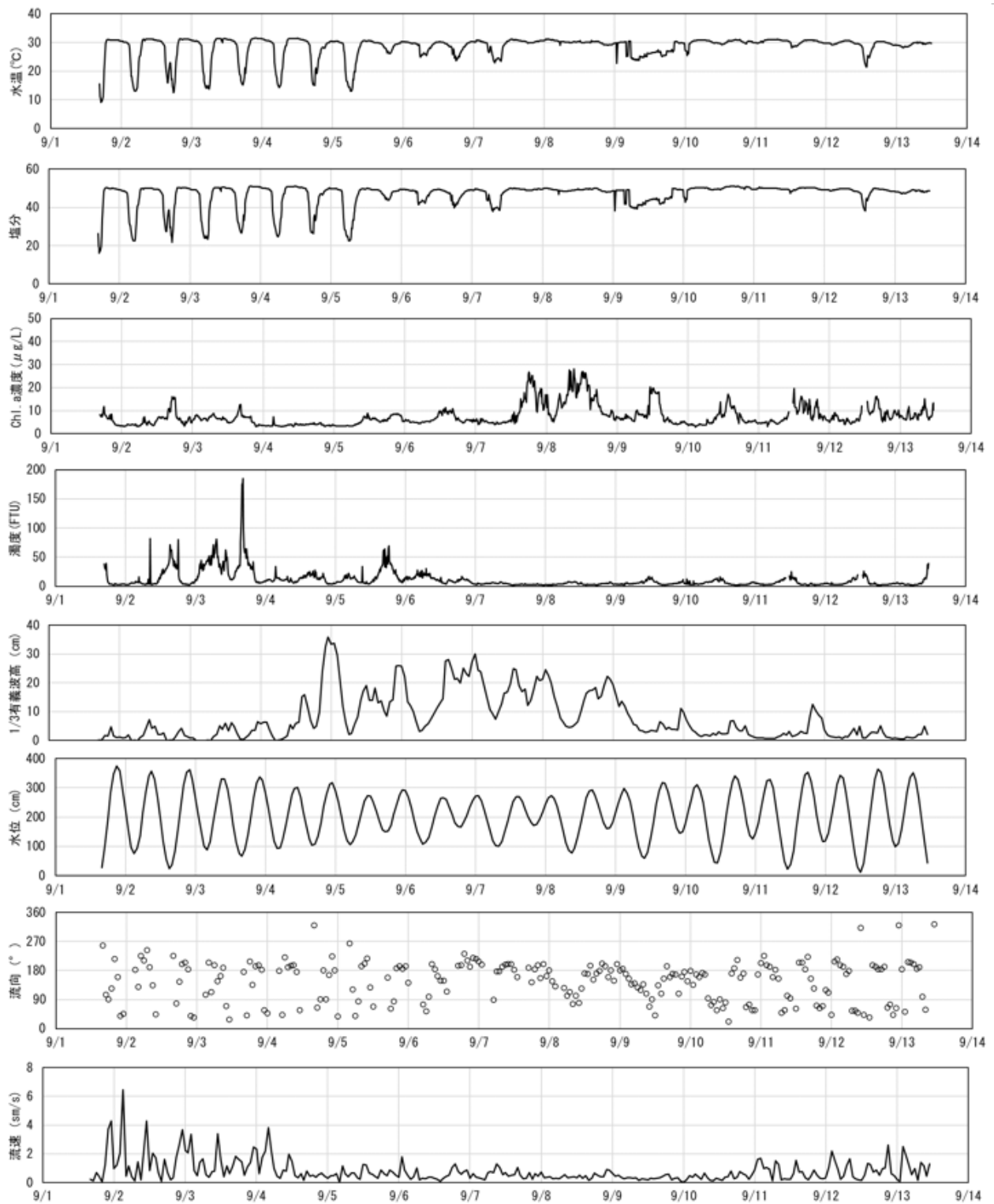


図 22 漁網トンネルにおける連続観測結果(St. A 夏季)

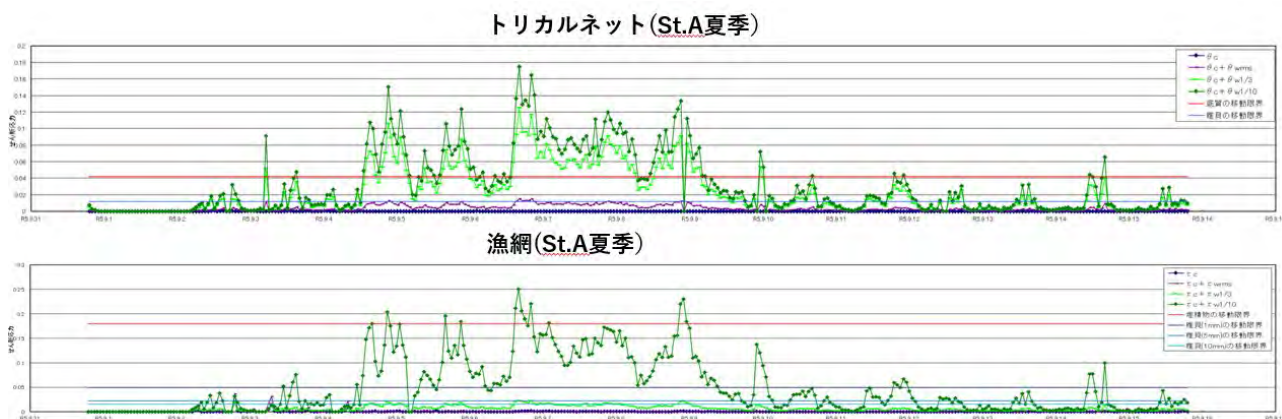


図 23 材質の異なる保護育成網内におけるせん断応力の経時変化

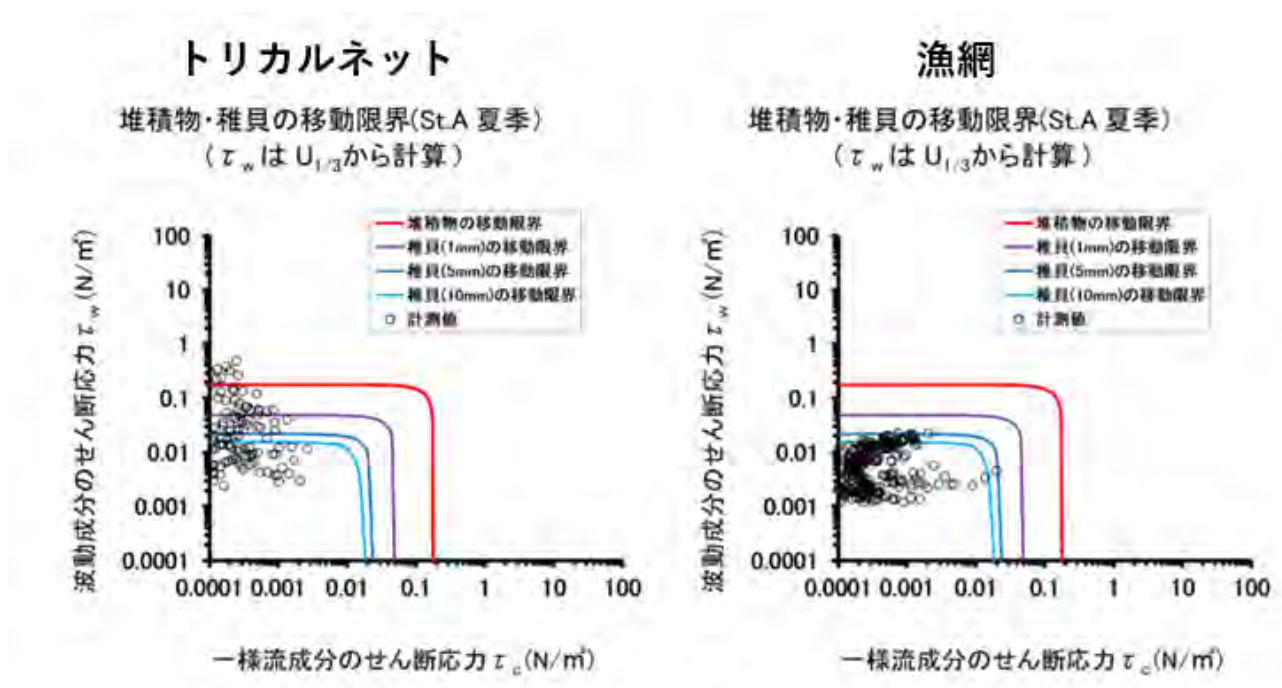


図 24 材質の異なる保護育成網内におけるせん断応力と移動限界判定

4.1.4 考察

耐久性の確認と形状の検討を目的とした6月の保護育成網に関しては、耐久性に関してはいずれの機材においても大きな差は確認できなかった。だが、漁網のトンネル型に関してはアーチフレームとの設置個所において破れがみられたことから波動成分の影響を受けやすく、負荷がかかっている可能性が示唆された。さらに埋没状況とアサリの個体数密度の関係性から、漁網箱型が洗堀しにくく、材料・形状共に最適であると考えられる。対して、トリカルトンネル型は洗堀が特にひどくアサリもほとんど確認されなかった。以上の結果から、機材内の地盤が潜堀するにつれ生物量は減少傾向にある。これが季節的によるものなのか、材質及び形状によるものかは不明である。また実施場所の原地盤と保護育成網内でのCOD値の結果から、保護育成網内のCOD値が原

地盤よりも高い傾向にあった。CODが増加するにつれ海水中の溶存酸素量が減少することから、アサリの生存にも大きな影響を与えられとされる。モニタリング時に網に付着したカキなどの付着生物を落としたものが網内に落ち、死亡、腐敗するなどして高くなったと考えられる。このことから、人為的な手を加えることにより育成網内の環境が悪化していることが考えられる。

今後、実用化に向けての作業効率性や大規模化の試行に向けて試行するにあたって、漁網箱型が望ましいと考えられる。

5 参考文献

- 1) 農林水産庁. 水産統計. 2021
- 2) 全国沿岸漁業振興開発協会. 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. 日本印刷, 東京. 1997.
- 3) 一般社団法人マリノフォーラム 21・海洋エンジニアリング株式会社・日本ミクニヤ株式会社・株式会社東京久栄・株式会社水圏科学コンサルタント・いであ株式会社. 令和 2 年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2021.
- 4) 一般社団法人マリノフォーラム 21・海洋エンジニアリング株式会社・日本ミクニヤ株式会社・株式会社東京久栄・株式会社水圏科学コンサルタント・いであ株式会社. 平成 29 年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2018.
- 5) 一般社団法人マリノフォーラム 21・海洋エンジニアリング株式会社・日本ミクニヤ株式会社・株式会社東京久栄・株式会社水圏科学コンサルタント・いであ株式会社. 平成 30 年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2019.
- 6) 一般社団法人マリノフォーラム 21・海洋エンジニアリング株式会社・日本ミクニヤ株式会社・株式会社東京久栄・株式会社水圏科学コンサルタント・いであ株式会社. 平成 31 年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2020.
- 7) 一般社団法人マリノフォーラム 21・海洋エンジニアリング株式会社・日本ミクニヤ株式会社・株式会社東京久栄・株式会社水圏科学コンサルタント・いであ株式会社. 令和 3 年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2022.
- 8) 一般社団法人マリノフォーラム 21・海洋エンジニアリング株式会社・日本ミクニヤ株式会社・株式会社東京久栄・株式会社水圏科学コンサルタント・いであ株式会社. 令和 4 年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告. 2023
- 9) 道山晶子, 藤井堯彦, 山田京平, 梅田智樹, 高田順司, 内山純一, 細田誠也, 山口浩, 松山幸彦. 有明海におけるアサリ浮遊幼生の出現調査: 海域ごとの浮遊幼生の分布特性, 季節性および年変動の検討
- 10) 山本正昭, 川俣茂. 干潟の物理環境(地温と地盤高の変動)の観測
- 11) 北川昇. 有明海に面する熊本市の砂質干潟に棲息する大型底生生物群集の優占種である二枚貝類の個体群変動を制御する要因

熊本県熊本市小島地区 技術開発の概要

1.1.1 目的

地元要望に応える形で、熊本県熊本市小島地区をサブサイトという位置づけとして、これまで成果が得られた技術を投入し、漁獲が得られ方法を探ることを目的とした試みを行っている。当該地先は、坪井川と白川の河口に位置し、砂と泥が入り混じる干潟である。アサリ稚貝の発生は見られるものの、潮汐や波浪で底質とともに流出・逸散してしまい、漁獲サイズに成長するまでにアサリの数は減少してしまう。また、数年に一度は大雨によって川から大量の土砂が流入し、漁場が埋没する被害が発生しており、底質の改善のために砕石や川砂等を覆砂し、アサリの定着を促進する取り組みが行われている。近年では、クロダイや冬季に飛来するカモ類による食害が深刻で、カモ類は猟銃による駆除が行われているが、効果は限定的である。

1.1.2 実施場所

実施場所は、熊本県熊本市小島地区の白川と坪井川の河口に位置する干潟である。実験区は、海床路先端の北側に位置し、砕石や海砂などで覆砂されていない現地盤に設定した（図 1）。



図 25 実施場所の図

実験区は青色、覆砂区は薄い黄色、海床路はオレンジ色で示した。

1.1.3 5か年の目標

アサリ稚貝の発生は高密度に見られるものの、その後の生残が悪いために資源加入に至らない例が、有明海に限らず多く報告されている。このような稚貝消失の前に、漁獲対象資源の創出を促進する技術の開発が必要である。本課題では、波浪と潮流の強い影響により底質が動きやすく、アサリが流失しやすい漁場（粒径が小さく、底質が動きやすい砂干潟：熊本市小島地区）において、①育成途上で減耗してしまうアサリを漁獲サイズまで保護育成できる作業効率の高い手法の開発と提案と、②育成途上や漁獲サイズに達したアサリを土砂（泥）による埋没や食害から防除する手法の開発を行う。

1.1.4 技術開発ロードマップ

技術開発のロードマップを図2に示した。小島地区は過去に弊社の実験区を設置していた地先であるが、実験終了から5年以上が経過している。小島地区は、底質が動きやすい環境であると同時に、積極的な覆砂による底質改善が行われているため、当時とは環境が大きく変化していると思われる。そこで令和5年度は、現在の小島地区の状況を理解するために、アサリと底質の分布状況の把握、環境特性（流速、塩分、溶存酸素など）の把握などに努めた。令和6年度以降は、令和5年で収集したデータに基づき、小島地区で解決すべき本質的な課題を整理し、それに対して取り組みを行う。また、本年度は土砂対策技術開発として、前フェーズまでに開発されたアサリの保護育成手法を設置し、他地域で開発された手法が小島地区でも効果を発揮するか検証し、最も保護育成效果の高い手法の把握に努めた。令和6年度は、前年度に得た知見をもとに問題点や改良点を抽出し、小島地区に合わせた保護育成技術の改良を行う。令和7年度は、改良した保護育成技術について漁業者の方に作業してもらい、作業性や実用性を検証する。令和8年度は、漁業者からのフィードバックをもとに、コスト低減に着目した機材や作業手順の改良を行う。最終年度に当たる令和9年度には、技術成果を社会へ還元するために、技術成果の発表、手引書の作成などを通じて、漁業者への技術普及を行う。

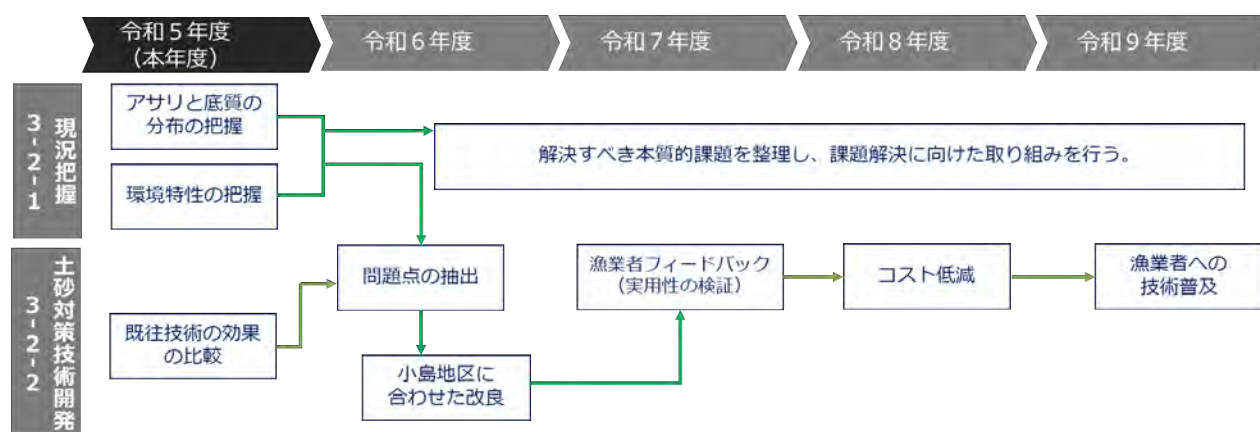


図 16 技術開発ロードマップ

1.1.5 今年度の目標

前述したように今年度は、小島地区で解決すべき本質的課題を整理するための基本データの収集を行う。小課題 1 の現状把握では、「アサリと底質の分布の把握」「水質と物理環境の把握」「地形の把握」を目標とする。「アサリと底質の分布の把握」では、海床路を中心に様々な地点で底質の確認と稚貝の分布を調査し、稚貝が発生しやすい場所やその底質について整理する。「水質と物理環境の把握」では、測器を用いて水質や物理環境を 1 年間モニタリングし、季節変動や天候などが与える環境への影響を整理する。「地形の把握」では、実験区や漁場周辺の地盤高を測量し、大雨による土砂の流入などによって地盤がどのように変化するか整理することを目的とした。

1.1.6 技術開発工程

今年度の技術開発工程を表 1 に示した。

表 6 技術開発工程

内容			令和5年(2023年)										令和6年(2024年)			
小課題			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
現状把握	分布調査		●								●					
	連続観測		○													
	地盤高測量			●							●					
土砂対策技術開発	既往技術の比較				○	○	●	●	●	●	●	●				
共通項目調査			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
物理	地盤高測量			●							●					
	流向,流速		○													
	波高		○													
水質	水温、塩分		○													
	蛍光強度(Chl-a),濁度		○													
	Chl-a		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	DO		○													
底質	粒度組成		●	●		●	●				●	●				
生物	初期稚貝調査		●	●	●				●	●	●	●				
	アサリ生息状況調査			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	マクロベントス調査					●						●				

備考: ■ は連続観測機器の設置および回収、ならびに○は器材設置、●は採取および分析・調査を示した。

1.1.7 使用機器

(1) 地盤高調査

実験区の周辺の地盤高測量を実施した（図 3）。使用機材には LAWRENCE 社製の HDS-Live 9 を用いた。

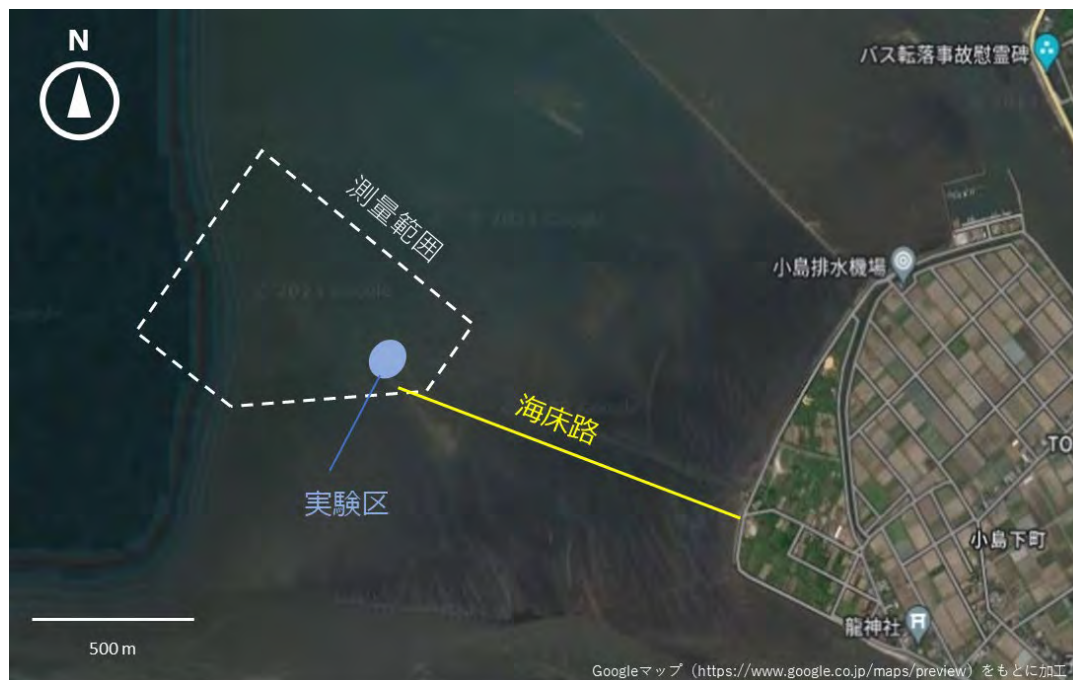


図 27 地盤高測量の範囲

(2) 物理環境及び水質環境調査

流況、波高及び水質調査は、海床路先端付近の実験区に連続観測機器を設置した（図 4）。設置器材は表 2 の通りとした。クロロフィル a については、機器の回収時にバンドーン採水器等により採水し、表 3 の方法で水質分析を行い、蛍光度からクロロフィル a へ数値変換するための検量線を作成した。



図 28 観測機器の設置場所

表 7 使用機器と観測時の設定条件

項目	製造形式	精度	設定条件		写真
流向・流速	Infinity-EM (JFE アドバンテック社製)	○流速 測定範囲：0～±500cm/s 精度：±1cm/s ○方位 測定範囲：0～360° 精度：±2°	バースト時間(分)	60	
			サンプリング間隔(秒)	0.5	
			サンプリング個数(個)	600	
			設置高	底上 10 cm	
波高	Infinity-WH (JFE アドバンテック社製)	○水圧 測定範囲：0～25m 精度：±0.3%FS	バースト時間(分)	60	
			サンプリング間隔(秒)	0.5	
			サンプリング個数(個)	1200	
			設置高	底上 10 cm	
水温・塩分	Infinity-CT (JFE アドバンテック社製)	○水温 測定範囲：-3～45℃ 精度：±0.05℃ ○電気伝導度 測定範囲：0.5～70mS/cm 精度：±0.05 mS/cm	バースト時間(分)	10	
			サンプリング間隔(秒)	1	
			サンプリング個数(個)	5	
			設置高	底上 10 cm	
濁度・クロロフィル	Infinity-CLW (JFE アドバンテック社製)	○クロロフィル 測定範囲：0～400ppb 精度：非直線性±1%FS ○濁度 測定範囲：0～1,000FTU、 精度：±0.3FTU	バースト時間(分)	10	
			サンプリング間隔(秒)	1	
			サンプリング個数(個)	30	
			設置高	底上 20 cm	

表 8 水質分析方法

分析項目	分析方法
クロロフィル a	海洋観測指針（1999）6.3 に準拠

(3) 底質・生物調査

(1) 底質調査

令和5年5月、6月、8月、9月、12月、令和6年1月に実験区内や実験区周辺で採泥し、分析室に運搬後、粒度組成を表4の方法で分析した。

表9 底質分析方法

分析項目	分析方法
粒度組成	JIS A 1204 (2009)

(2) 初期稚貝調査（初期稚貝・稚貝）

令和5年5月、6月、7月、10月、11月、12月及び令和6年1月に、実験区内の現地盤でプラスチック製筒（内径29mm）により深さ2cmまで1回採泥（採取面積0.00066 m²）し、試料中に含まれるアサリの個体数を計数した。

(3) アサリ生息状況調査（稚貝・成貝）

令和5年6月から令和6年3月の各月に実験区内の現地盤で採泥し、それぞれ10cm方形枠（深さ10cm）により1回／区画採泥したものを1つの試料（採取面積0.01 m²）とし、目合1mmの篩に残ったアサリの計数及び殻長を測定した。なお、25mmを超えた成貝は、殻高、殻幅及び軟体部重量も測定し、10個体を上限に肥満度を計測した。なお、令和5年6月及び令和6年1月では、試料中に確認された1mm目の篩に残ったマクロベントスの個体数及び湿重量も計数・測定した。

環境調査結果

1.1.8 地盤高調査

地盤測量の結果を図5に示した。実験区の地盤高は、6月20日時点でC.D.L+1.25m、12月14日時点でC.D.L+1.38mであった。また12月14日の調査では、実験区の北側で地盤高が顕著に高くなっている場所が観測された。これは、夏～秋ごろにかけて実施された覆砂によるものである。

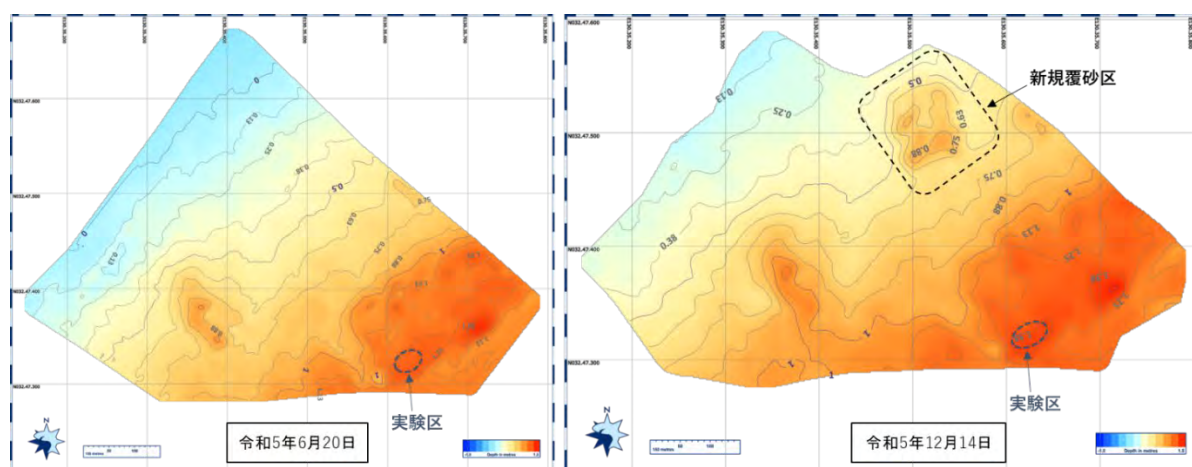


図29 実験区の位置と地盤高

1.1.9 流況、波高及び水質調査

(4) 物理観測

(1) 夏季

夏季の物理環境の観測結果を図 6、図 7 及び図 8 に示した。

観測期間中の 1/3 波高の値は 0.1~60.3cm、1/3 波動流速振幅の値は 0.4~18.8cm/s、流れによる底面せん断応力 τ_c の値は 0.001 未満~0.160N/m²、波浪による底面せん断応力 $\tau_{w1/3}$ の値は 0.001~0.270 N/m²、両者を合成した底面せん断応力 $\tau_c + \tau_{w1/3}$ の値は 0.002~0.270 N/m² の範囲を示した。

τ_c の値は、観測期間中の多くで、殻長 1mm アサリの移動限界 0.024N/m² を超え、特に令和 5 年 8 月 18 日と 31 日で高い値を示した。 $\tau_{w1/3}$ の値は、観測期間中の多くで、殻長 1mm アサリの移動限界と底質(基質)の移動限界 0.155N/m² を超え、特に令和 5 年 8 月 11 日~8 月 17 日と 8 月 19~8 月 22 日の間で高い値を示した。

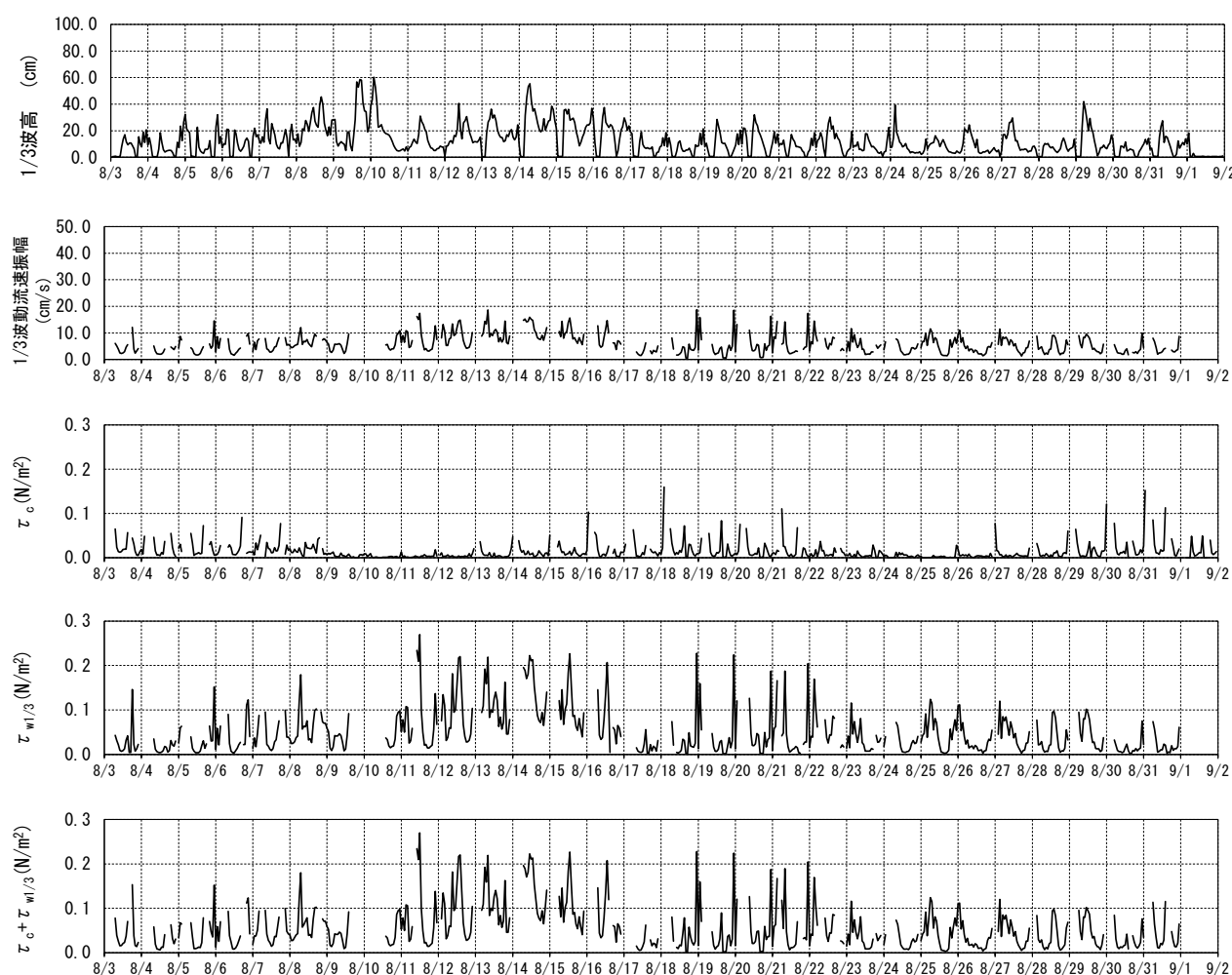


図 30 夏季における物理環境の連続観測結果(令和 5 年 8 月 3 日~令和 5 年 9 月 1 日)

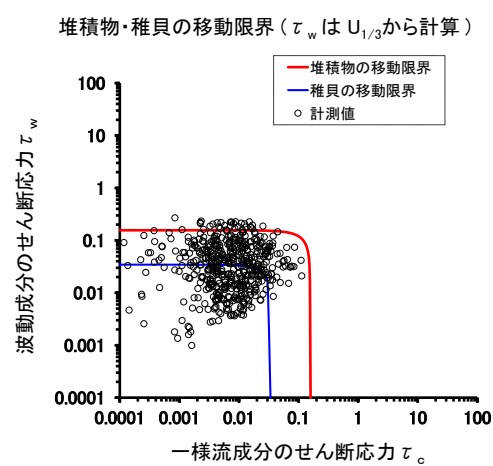


図 31 夏季における堆積物・稚貝の移動限界 (令和 5 年 8 月 3 日～令和 5 年 9 月 1 日)

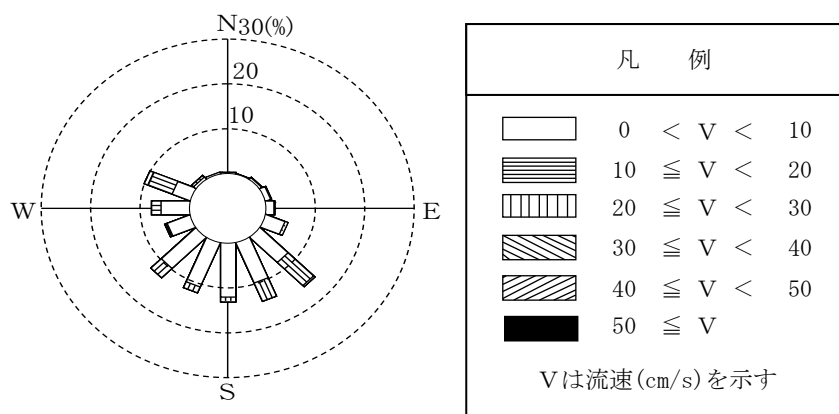


図 32 夏季における流向・流速 (令和 5 年 8 月 3 日～令和 5 年 9 月 1 日)

(2) 冬季

冬季の物理環境の観測結果を図 9、図 10 及び図 11 に示した。冬季データに差し替え予定。

観測期間中の 1/3 波高の値は**~**cm、1/3 波動流速振幅の値は**~**cm/s、流れによる底面せん断応力 τ_c の値は**~**N/m²、波浪による底面せん断応力 $\tau_{w1/3}$ の値は**~** N/m²、両者を合成した底面せん断応力 $\tau_c + \tau_{w1/3}$ の値は**~** N/m²の範囲を示した。

τ_c 及び $\tau_{w1/3}$ の値は、観測期間中の多くの期間で、殻長 1mm アサリの移動限界 0.024N/m²及び底質(基質)の移動限界 0.155N/m²を超え、特に令和 5 年*月*日~*月*日の間で高い値を示した。

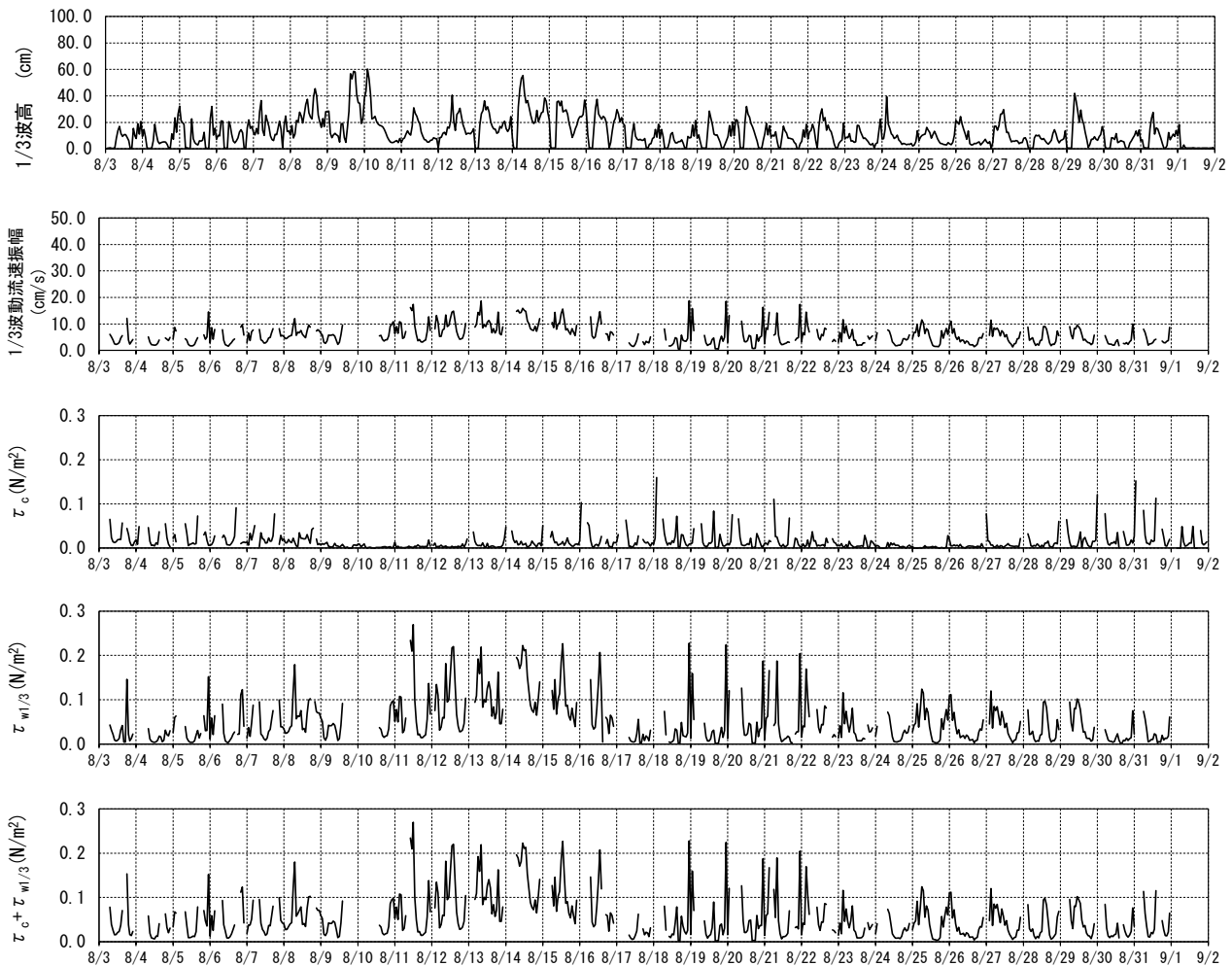


図 31 冬季における物理環境の連続観測結果(令和 5 年 12 月 1 日~令和 6 年 1 月 11 日)

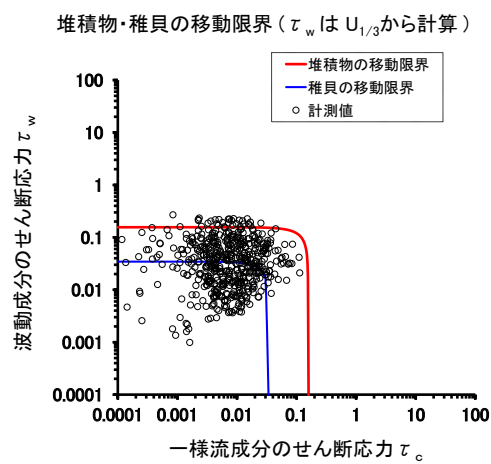


図 32 冬季における堆積物・稚貝の移動限界 (令和 5 年 12 月 1 日～令和 6 年 1 月 11 日)
差し替え予定

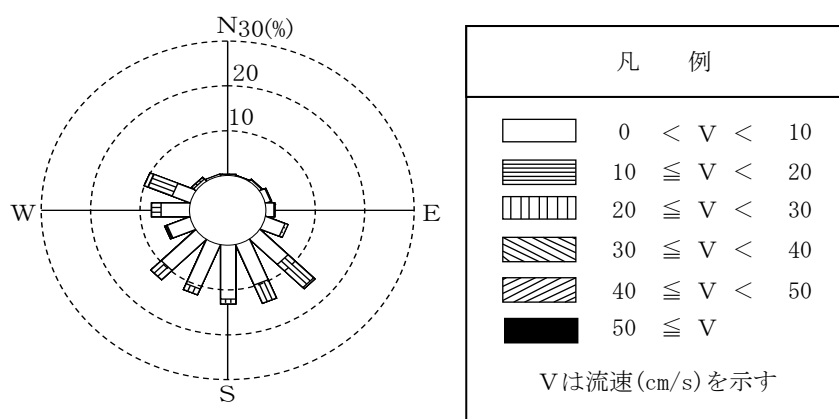


図 33 冬季における流向・流速 (令和 5 年 12 月 1 日～令和 6 年 1 月 11 日)

(5) 水質観測

水質環境の連続観測結果を図 34 に示した。水温は、観測期間中に 8.1～32.9℃の範囲を示した。塩分は、観測期間中に 7.13～31.5‰の範囲を示し、7 月 13 日～19 日にかけては比較的塩分が低い環境が継続し、塩分 15‰を下回る時間が最長で 34.3 時間発生した。クロロフィル a は、観測期間中に 0.2～60.2 $\mu\text{g/L}$ の範囲を示した。濁度は、観測期間中に 0.1～430.4FTU の範囲を示した。溶存酸素量は、観測期間中に 2.49～13.45mg/L の範囲を示した。

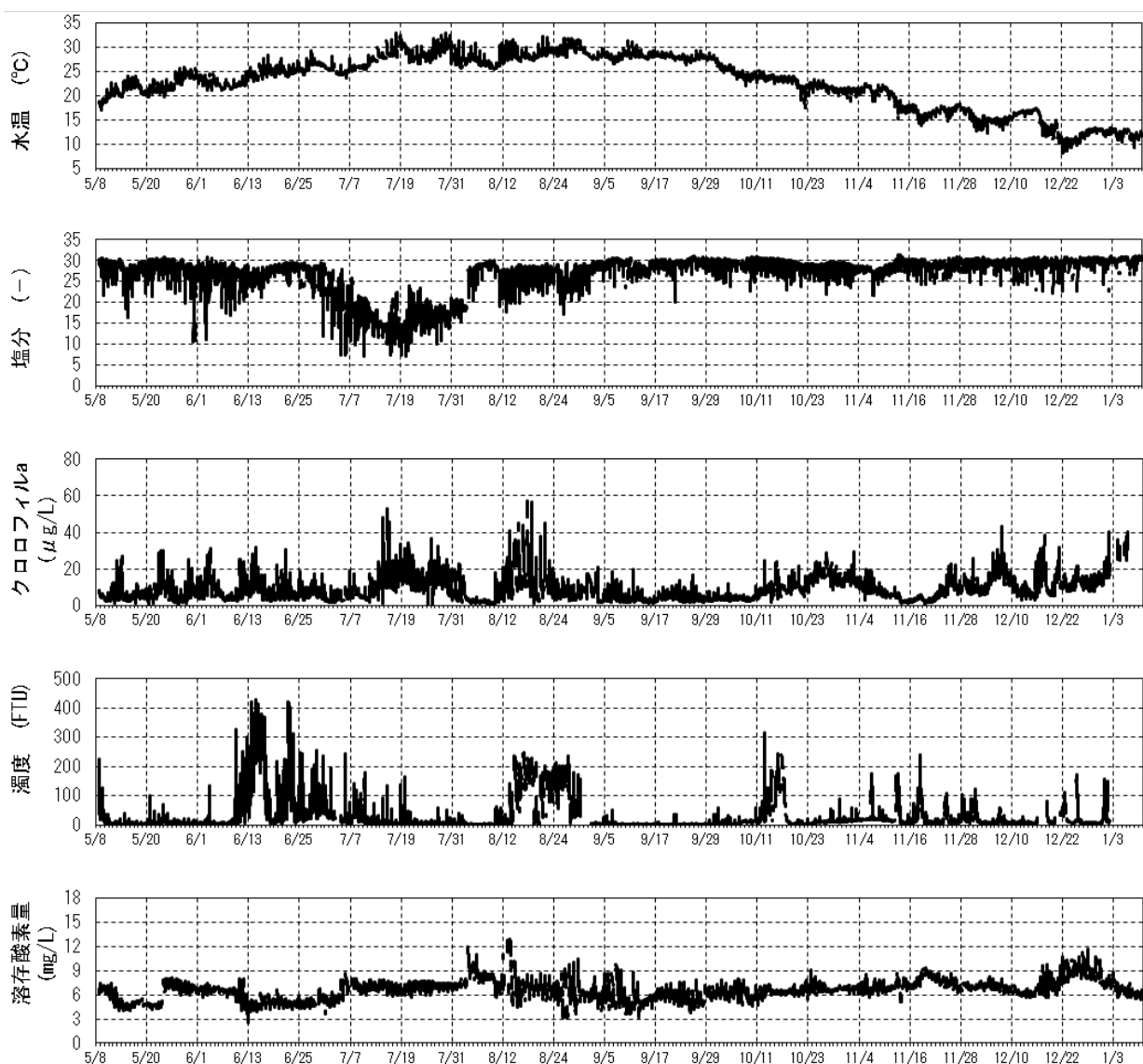


図 34 水質環境の連続観測結果(令和 5 年 5 月 8 日～令和 6 年 1 月 10 日)

1.1.10 底質調査・生物調査

(6) 底質調査（粒度組成）

実験区内の現地盤における粒度組成を表 5 に示した。8 月と 9 月の細砂分、シルト分、粘土分の割合は 6 月や 12 月と比較して顕著に高かった。中央粒径は 6 月が最も大きく、0.271mm であった。

表 10 実験区内現地盤の粒度組成の平均

採取日	粒度組成 (%)						50%粒径 (mm)
	礫分 2mm以上	粗砂分 2～0.85mm	中砂分 0.85～0.25mm	細砂分 0.25～0.075mm	シルト分 0.075～0.005mm	粘土分 0.005mm以下	
6/9	4.7	7.4	39.6	38.8	6.6	2.9	0.271
8/4	0.1	1.8	25.9	49.1	16.4	6.7	0.173
9/28	0.9	3.9	28.1	31.7	21.4	13.9	0.162
12/15	1.3	4.1	43.4	30.5	13.9	6.8	0.235
1/26							

(7) 初期稚貝調査（初期稚貝、稚貝）

初期稚貝と稚貝の出現状況を表 6 に示した。初期稚貝の出現は 12 月期に最も多く、16667～118182 個体/㎡であった。稚貝の出現は 5 月期が最も多く、19697～27273 個体/㎡であった。

表 11 初期稚貝の出現状況

調査日	試料 番号	個体数/㎡	
		初期稚貝	稚貝
		(殻長0.3～1mm未満)	(殻長1～15mm未満)
5/8	①	12121	21212
	②	7576	27273
	③	3030	19697
6/9	①	0	6061
	②	0	10606
	③	0	13636
7/4	①	0	9091
	②	0	3030
	③	0	9091
9/28	①	0	0
	②	0	0
	③	0	0
11/12	①	0	3030
	②	0	0
	③	0	1515
12/15	①	118182	0
	②	16667	0
	③	45455	0
1/26	①		
	②		
	③		

備考1：プラスチック製筒（内径29mm）で1回採泥したものを試料とした。

備考2：5/8は海床路先端から約500m沖合で、他は実験区内の現地盤で採泥した。

(8) アサリ生息状況調査（稚貝・成貝）

(1) 現地盤におけるアサリの稚貝及び成貝の出現状況

現地盤におけるアサリの稚貝及び成貝の出現状況を表 7 に示した。稚貝の出現は 7 月期が最も多く、4300～15400 個体/㎡であった。成貝の出現は 6 月期が最も多く、400～1000 個体/㎡であった。

表 12 現地盤におけるアサリの稚貝及び成貝の出現状況

調査日	試料番号	個体数/㎡	
		稚貝 (殻長1～15mm未満)	成貝 (殻長15mm以上)
6/9	①	300	800
	②	9900	1000
	③	3000	400
7/4	①	9600	200
	②	15400	200
	③	4300	800
8/4	①	6600	100
	②	8200	800
	③	4400	0
9/1	①	2100	100
	②	4700	400
	③	2100	500
9/28	①	500	900
	②	1100	1000
	③	0	0
11/12	①	100	200
	②	200	100
	③	400	200
12/15	①	0	0
	②	0	0
	③	0	0
1/26	①		
	②		
	③		

備考：10cm方形枠（深さ10cm）で1回採泥したものを試料（採取面積0.01㎡）とした。

(2) 現地盤におけるアサリを含めた底生生物の出現状況

現地盤における底生生物の出現状況を表 8 に示した。

表 13 現地盤における底生生物の出現状況

番号	種名	調査日 試料番号	個体数/0.01㎡					
			①	8/4 ②	③	①	1/26 ②	③
1	紐形動物門			1	1			
2	アラシ		2	1	2			
3	トウモロコシ科		1					
4	ホトギス		828	385	77			
5	シオフキ		5	3	2			
6	マダカ		1					
7	アサリ		67	90	43			
8	Pseudopolydora属		1					
9	イトハシ		2					
10	Prionospio属			1				
11	Capitella属		1		1			
12	Glycinde属		1		1			
13	Nephtys属		6					
14	トウモロコシ属			1				
15	イカニ科		1					

実証実験

1.1.11 小課題 3-2-1 現況把握

(9) 材料と方法

小島地区の環境特性を把握するために共通項目調査に加え、アサリと底質の分布を調査した。令和 5 年 5 月 8 日と 12 月 14 日の干潮時に、海床路周辺の干潟を徒歩で移動し、アサリの数と底質の状況を記録した。アサリの数は 10cm×10cm の面積で採泥し、1mm 目合いの篩に残ったものを計数した。底質は目視観察によって、砂、砂泥、碎石の覆砂などに分類して記録した。

(10) 結果

(1) アサリの分布状況

令和 5 年 5 月及び 12 月におけるアサリの分布を図 13 に示した。5 月と 12 月はいずれも、岸側よりも沖側に、現地盤よりも覆砂された場所にアサリが多く分布していることが分かった。また 12 月期は 5 月期よりもアサリの数が大きく減少していた。



図 35 令和 5 年 5 月及び 12 月におけるアサリの分布

1.1.12 小課題 3-2-2 既往技術の比較

(11) 材料と方法

小島地区におけるアサリの保護育成手法の効果を比較するために、網袋、離底器、被覆網、トンネル網の4つの既往技術を、アサリ等生産向上マニュアルを参照して実験区内に設置した（図 15，図 16）。網袋はポリエチレン製の60cm×30cmの大きさで、目開きは約3mmのものをを用いた。網袋の中には約5kgの7号碎石を収容し、4袋を干潟上に直接設置した。離底器はコンポーズを約0.4×2mの筏状に組み、その上に7号碎石を収容した網袋を4袋設置した。被覆網にはポリエチレン製で目開き約4mmの防鳥ネットを使用し、1m×2mの広さになるように設置した。トンネル網には防汚処理をした目開き約2cmの漁網を使用し、保護面積が1m×2mの広さになるように設置した。また、現地盤の1m×2mの範囲を対照区として設定した。

令和5年8月4日に、各既往技術と対照区にラッカースプレーを用いて赤色に着色したアサリ（平均殻長26.5mm）を収容した（図 17）。網袋と離底器には網袋1つにつき50個体の着色アサリを、被覆網、トンネル網、現地盤には100個の着色アサリを収容した。着色したアサリを収容した翌月から令和6年1月まで、毎月の頻度で着色アサリをサンプリングし、生きているアサリの数モニタリングした。網袋と離底器では、袋内の生きている着色アサリを計数し、収容数（50個体）から生存率を算出した。被覆網、トンネル網、現地盤では、23×23cmの枠で4か所サンプリングし、発見した着色アサリに占める生きた貝の数から生残率を算出した。また、被覆網、トンネル網、現地盤については、生きているアサリ数のモニタリングと併せて、1mmの篩に残った無着色アサリの数を記録した。さらに、令和6年1月には、収容したすべてのアサリを漁獲し、生存率と生残率を比較するとともに、殻長、殻高、殻幅、全重量、軟体部重量を計測し、肥満度（肥満度＝軟体部重量（g）／殻長（mm）×殻高（mm）×殻幅（mm）×10⁵の計算式から算出）を比較した。

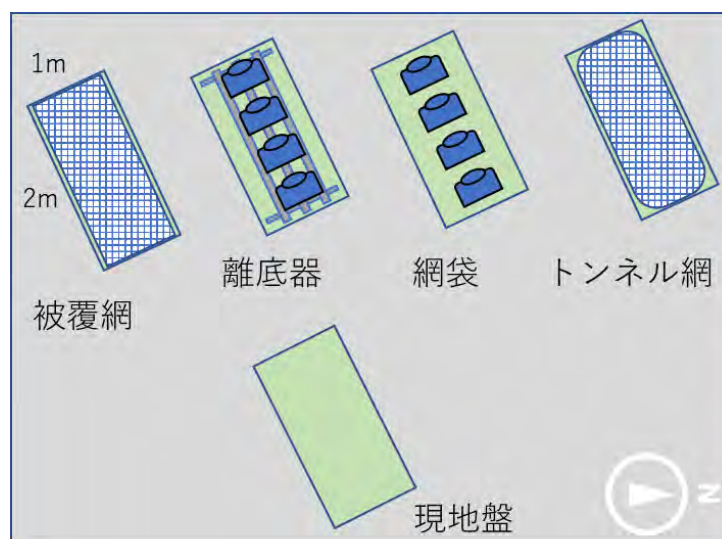


図 36 実験区内の機材配置

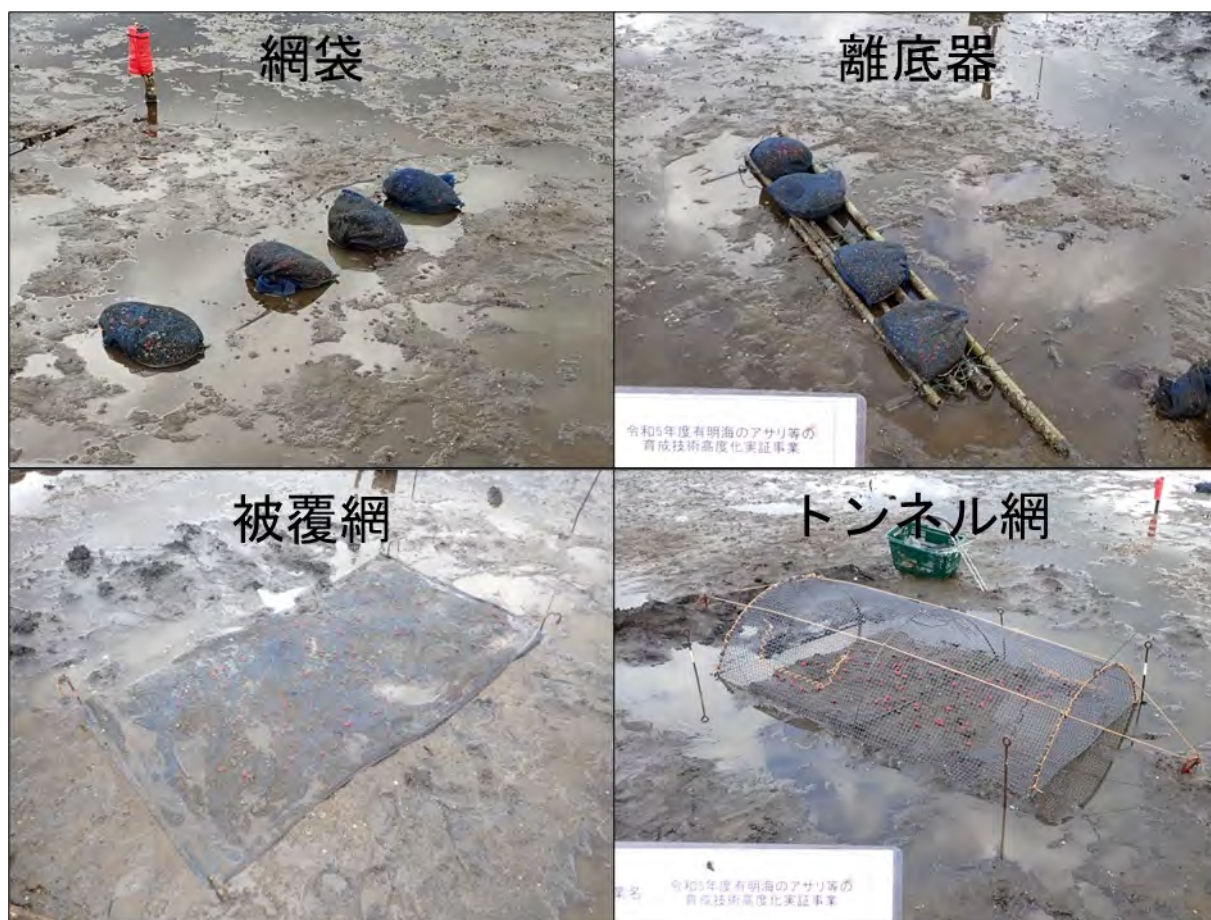


図 372 実験区に設置した既往技術



図 38 ラッカーズプレーで着色したアサリ

(12) 結果

(1) 生存率と生残率の比較

各既往技術におけるアサリの生存率と生残率の推移を図 18 に示した。最終的な網袋と離底器の生存率は、網袋が 11%、離底器で 29%であり、離底器の生残率の方が約 2.6 倍高かった。被覆網、トンネル網及び現地盤との比較では、現地盤の着色アサリの生残率が 0%であるのに対して、被覆網とトンネル網では 7%であった。

被覆網、トンネル網、現地盤における無着色アサリの個体数の推移を図 19 に示した。1 月期の調査では被覆網で 284 個体/m²、トンネル網で 151 個体/m²、現地盤では 38 個体/m²であった。

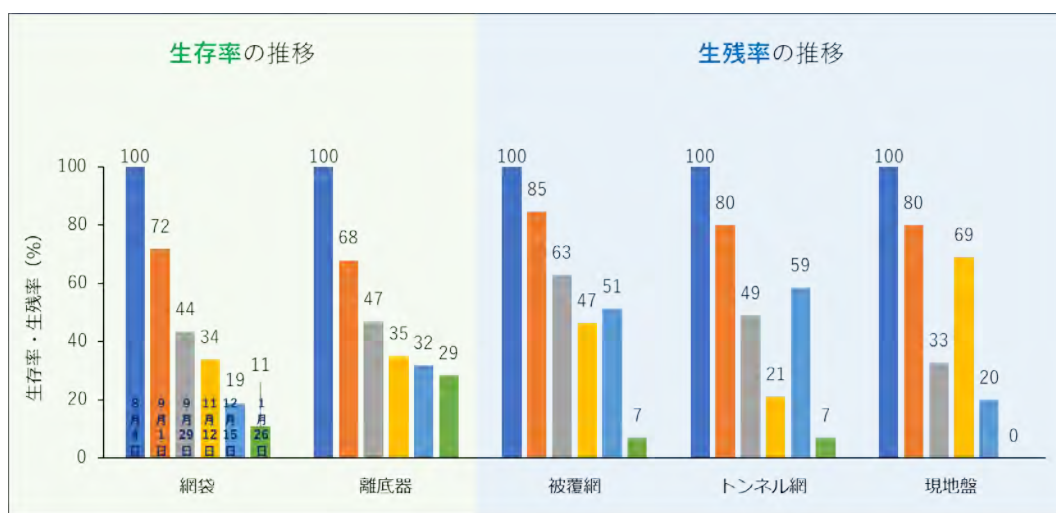


図 39 生存率と生残率の推移（令和 5 年 8 月 4 日～令和 6 年 1 月 26 日）

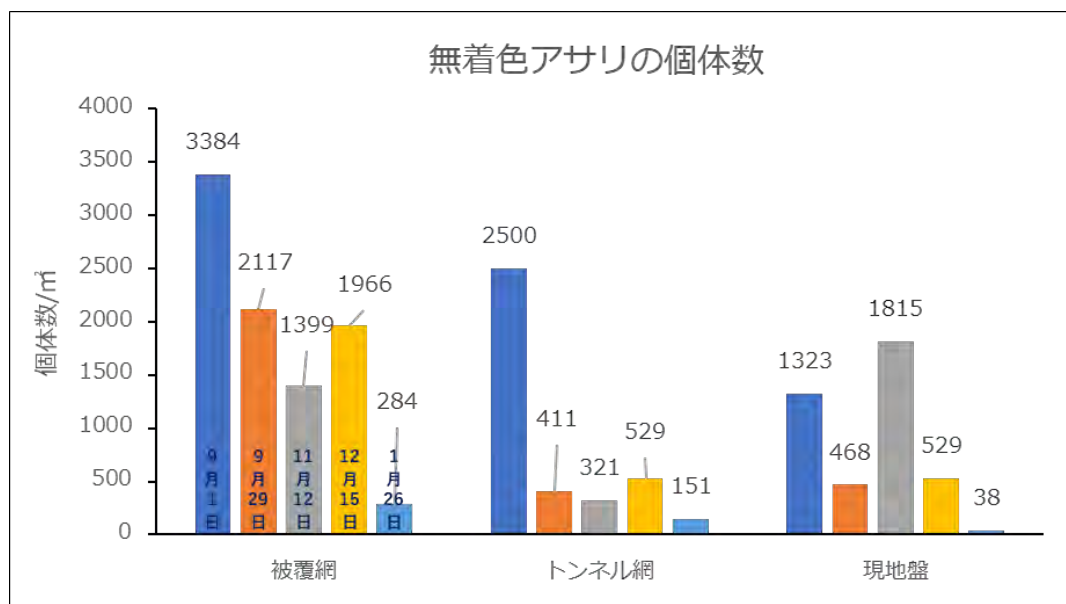


図 40 無着色アサリの個体数の推移（令和 5 年 9 月 1 日～令和 6 年 1 月 26 日）

(2) 肥満度の比較

既往技術におけるアサリの肥満度の比較を図 20 に示した。1 月期の肥満度は網袋で 14.2～29.3、離底器では 16.4～29.7、被覆網では 18.7～27.6、トンネル網では 22.3～25.7 であった。

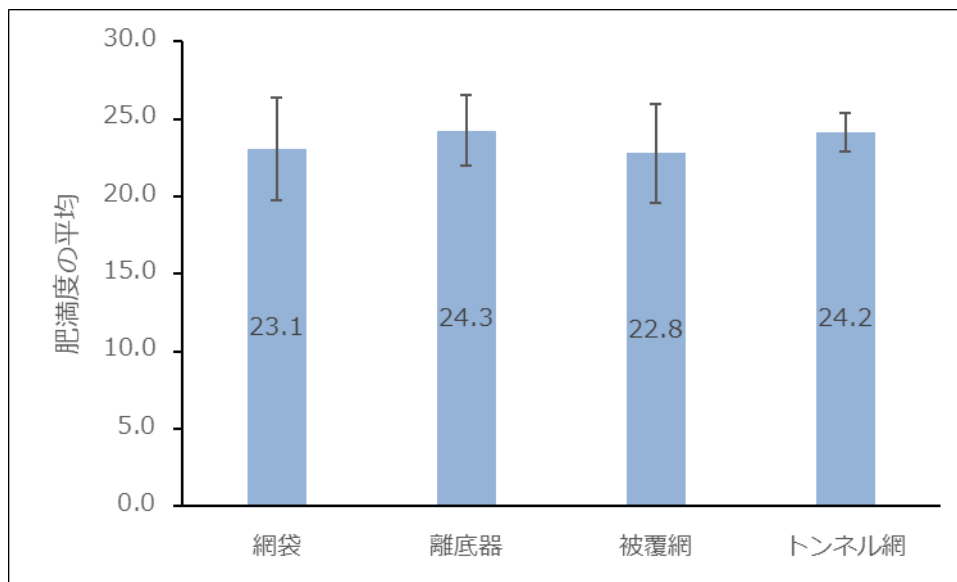


図 41 肥満度の比較

エラーバーは標準偏差を示す