

### Ⅲ. 大課題 1 天然採苗技術を活用したアサリの育成・収穫



中課題 1-1 潮汐流が強い干潟域における天然採苗技術  
を活用したアサリの育成・収穫技術開発

／福岡県 柳川市



# 目次

1. 技術開発の概要	25
1.1 背景	25
1.2 実施場所	25
1.3 技術開発ロードマップ	26
2. 共通調査結果	27
2.1 地盤高測量、流況、波高および水質調査	27
2.1.1 連続観測および気象	27
2.1.2 夏季および冬季の15昼夜におけるせん断応力	33
2.1.3 測量による実験場所の地盤高把握	36
2.2 底質調査・生物調査	36
2.2.1 底質調査	36
2.2.2 初期稚貝調査	37
2.2.3 アサリ生息調査	38
3. 育成用稚貝保護のための採苗技術の高度化(小課題 1-1-1)	39
3.1 採苗器の設置方法の検討	39
3.1.1 背景	39
3.1.2 材料と方法	39
3.1.3 結果	41
3.1.4 考察	42
3.2 採苗用素材の検討	46
3.2.1 背景	46
3.2.2 材料と方法	47
3.2.3 結果	48
3.2.4 考察	48
4. 網袋を用いた保護育成技術の高度化(小課題 1-1-2)	49
4.1 環境特性に応じた育成技術の検討	49
4.1.1 背景	49
4.1.2 材料と方法	49
4.1.3 結果	51
4.1.4 考察	54
5. 総合考察	55
6. 引用文献	56



## 1. 技術開発の概要

### 1.1 背景

福岡県有明海区では、平成 29 年～平成 31 年まで 3 年連続で発生した豪雨による影響で稚貝の発生が極めて不調であり、漁獲の中心は平成 27 年度の卓越年級群と平成 28 年度の年級群となっている。さらに、新規加入が無く、卓越年級資源の利用も 5 年目となったことから漁獲対象となる資源が更に減少し、令和 2 年における漁獲は春期に実施された共販事業によるものが殆どであった<sup>1)</sup>。近年は天然稚貝の着底は見られるものの、豪雨による出水により、減耗している傾向にある<sup>2)</sup>。

有明海区は、有数のアサリ産地であるものの、稚貝の減耗によって漁獲につながらない様子がみられていることから、稚貝から漁獲サイズまで育成する手法の検討が必要である。

昨年度、本事業では軽石入り網袋を干潟面に直置きした場合と、コンボーズによって離底した場合で育成した結果、直置きでは堆積物等の被覆によって生残率は低下するが、離底した場合は影響を回避でき、離底の有効性が確認された<sup>3)</sup>。また、パームを用いた採苗も可能であった<sup>3)</sup>。

しかし、実用化にむけては採苗器の設置方法や採苗用素材の検討、環境特性に応じた育成技術の検討といった課題が残された。そこで、本技術開発では、採苗器技術の高度化と、保護育成技術の高度化をすすめ、これらを組み合わせることで採苗から漁獲に至る生産工程の確立をめざすものとした。

### 1.2 実施場所

実施場所は、福岡県柳川市地先に位置する 4 号地区、10 号地区、および 47 号地区である。地盤高はそれぞれ基準面(C.D.L.)から +約 0.7m(4 号地区)、±約 0m(10 号地区)、+約 0.2m(47 号地区)である(図 1)。

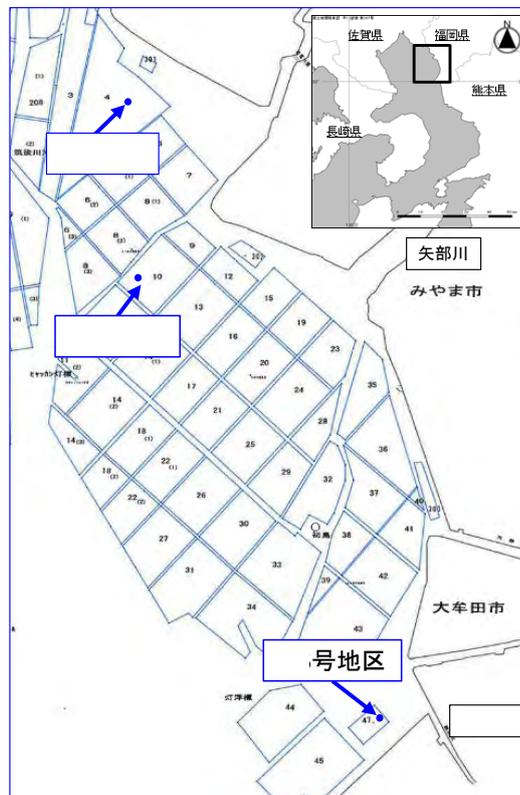


図 1 実施場所

### 1.3 技術開発ロードマップ

令和5年度から令和9年度までの技術開発ロードマップを図2に示す。実施場所を含む福岡県有明海沿岸海域では、過年度事業においてパームを用いた採苗の基本的な要素技術が確立された。その結果、稚貝を軽石入り網袋に入れ、泥土への埋没対策を施すことにより殻長20mm以上の放流サイズまでの保護・育成が可能となった。いっぽうで、採苗器からのアサリ稚貝の取り出しに手間がかかること、二重構造の網袋への稚貝の移し替えや管理に伴う網袋の開閉作業に時間と労力を要すること、採苗器内での長時間の育成が難しいことや食害生物対策などの懸念事項が課題として残された。このため、より作業性の高い採苗容器・基質・設置方法に改良するとともに、取り扱いが容易な基質入り網袋に改良するため手法・材料の検討を行い、現地実験に着手する。

採苗においては以下の背景から、小課題として「採苗技術の高度化」を設定した。

- ・当海域はノリ養殖の盛んな場所であり、採苗に広い面積をとれない可能性がある。より狭い面積でも効率よく採苗可能な技術が必要である。そこで、場所の特性に応じた設置方法を具体化する。
- ・パームは輸入品のため、安定供給が困難である。そこで、安定供給可能で、かつ採苗効果もパームと同等な素材を検討する。

育成においては、以下の背景から、小課題として「育成技術の高度化」を設定した。

・昨年度までの成果(4号地区)で、離底型により泥土やホトトギスガイマットによる被覆の影響を軽減できた。離底による効果は、場所によって異なることが予想され、今後の技術展開において、様々な地域特性に応じた離底型への改善が必要である。そこで、堆積物等の被覆の影響を軽減できる離底型を対象に、地域特性に応じた離底型への検討に繋がる課題を明らかにする。

本年度は、採苗手法の選定、育成手法の効果検討を行い、採苗から漁獲までの生産工程に資する技術を整理する。

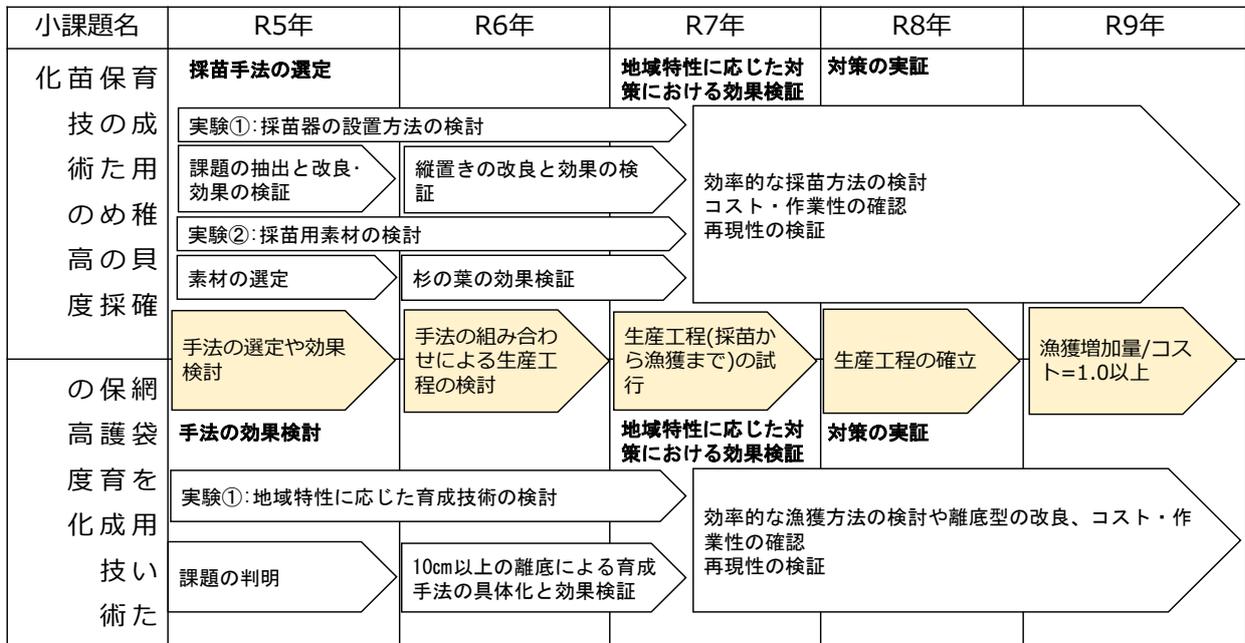


図2 技術開発ロードマップ

## 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 連続観測および気象

##### (1) 材料と方法

流況と水質の調査は実験場所内で測定を行った。蛍光強度 (Chl-a) は現場海水を用いて、測器交換のたびに校正を行った。本調査で使用する機器の詳細を表 2 に示す。

表 2 使用機器

項目	製造形式等	精度	設定条件	適用	写真
水温・塩分	Infinity-CT (JFE アドバンテック社製)	水温: $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ 電気伝導度: $\pm 0.05\text{mS/cm}$	設置高: B+0.1m インターバル: 1sec サンプル個数: 10 バースト: 10min	年間調査 共通調査	
蛍光強度 (Chl-a)・濁度	Infinity-CLW (JFE アドバンテック社製)	蛍光強度: $\pm 1\%$ 濁度: $\pm 2\%$	設置高: B+0.2m インターバル: 1sec サンプル個数: 30 バースト: 10min	年間調査 共通調査	
流向・流速	Infinity-EM (JFE アドバンテック社製)	流速: $\pm 1\text{cm/sec}$ 流向: $\pm 2^{\circ}$	設置高: B+0.1m インターバル: 0.5sec サンプル個数: 600 バースト: 120min (年間調査) 60min (共通調査)	年間調査 共通調査	

##### (2) 調査結果

年間を通じて 4 号地区、10 号地区、305 号地区において水温、塩分、クロロフィル-a、濁度の連続観測を行った。各観測機器の設定条件は表 2 に示したとおりである。1 日平均 (流向については全観測値) の経時変化図を図 4~図 6 に示した。なお、図 5(10 号地区)では 4 月~5 月の Chl-a と濁度に欠測がある。これは、図 3 に示すような著しい付着が発生したことによる。

なお、通年調査に関連して、福岡県水産海洋技術センターより発信されている有明海赤潮発生情報を表 3、令和 4 年に九州地方に上陸もしくは接近した台風とその時の気象状況を表 4 に整理した。



図 3 10 号地区で確認された Infinity-CLW における付着状況(左は 4 月、中央は 5 月、右は通常状態)

#### [4号地区]

水温は 15.7°C~30.7°Cの範囲にあり、平均 23.9°Cであった。4月~8月までは上昇傾向であり、9月以降は下降していた。

塩分は 0.9~30.0 の範囲にあり、平均 24.1 であった。6/30~7//12 にかけて塩分の低下が見られた。実験海域周辺では 6 月下旬~7 月中旬にかけ、日によっては 100 mmを超える豪雨が発生しており(図 7)、その影響と考えられた。

クロロフィル-*a* は 0.8~18.5  $\mu\text{g/l}$  の範囲にあり、平均 3.3  $\mu\text{g/l}$  であった。7/14~7/19 にかけて値が上昇した。表 3 に示す赤潮(第 5 号)の影響が考えられた。

濁度は 6.3~315.6FTU の範囲にあり、平均 46.3FTU であった。6/30~7/10 にかけて上昇がみられ、同期間中に発生した豪雨(図 7)の影響が考えられた。

流速・流向は、月齢に伴う周期性が認められた。6~7月にかけて遅くなり、8月以降は早くなる傾向がみられた。流向では南や北の流れが卓越する傾向であった。

#### [10号地区]

水温は 15.2~30.5°Cの範囲にあり、平均 23.7°Cであった。塩分は 5.1~30.6 の範囲にあり、平均 25.7 であった。クロロフィル-*a* は 1.6~19.6  $\mu\text{g/l}$  の範囲にあり、平均 4.9  $\mu\text{g/l}$  であった。水温、塩分、クロロフィル-*a* は、4号地区と同様な変動を示した。

濁度は 4.2~212.5FTU の範囲にあり、平均 40.9 であった。6/29~7/8 にかけて、7/23~8/1 にかけて上昇が見られた。前者の上昇は豪雨の影響(図 7)が考えられたが、後者の上昇期間中には、目立った降雨は発生せず(図 7)、変動の要因は不明であった。

流向・流速は、月齢に伴う周期性が認められた。流向では南や北の流れが卓越する傾向であった。

#### [305号地区]

水温は 20.1~30.7°Cの範囲にあり、平均 25.5°Cであった。塩分は 4.7~31.1 の範囲にあり、平均 26.4 であった。クロロフィル-*a* は 1.1~22.0  $\mu\text{g/l}$  の範囲にあり、平均 3.6  $\mu\text{g/l}$  であった。水温、塩分、クロロフィル-*a* は、4号地区と同様な変動を示した。

濁度は 3.2~127.3FTU の範囲にあり、平均 16.9 であった。6/28~6/30 にかけて、7/4~7/8 にかけて上昇が見られた。同期間中に発生した豪雨(図 7)の影響が考えられた。

流向・流速は、月齢に伴う周期性が認められた。流向では北~東、南~西の流れが卓越する傾向であった。

今年度上陸もしくは接近した台風は 1 個で、当該地先周辺で大きな被害はみられなかった(表 4)。

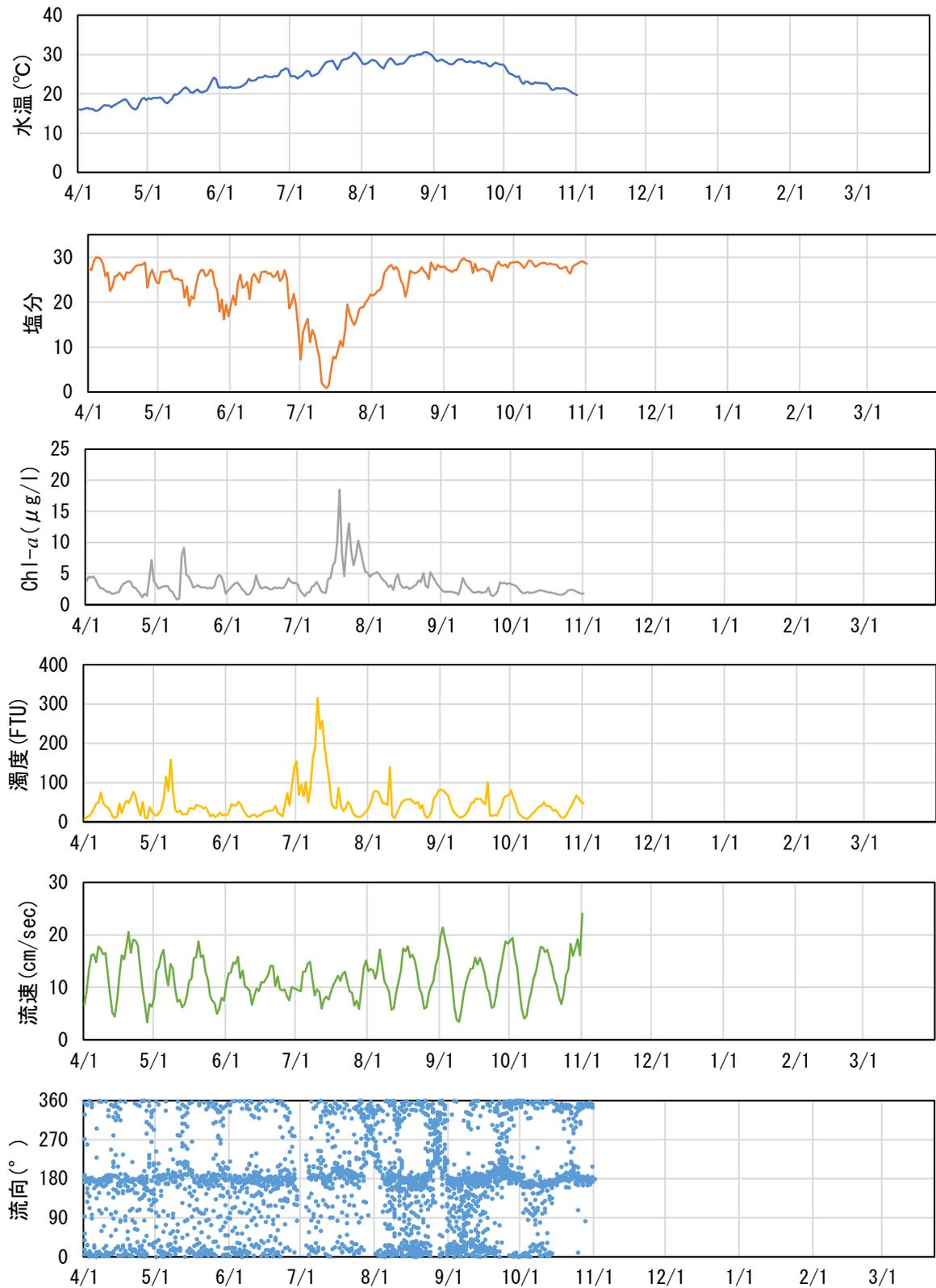


図4 4号地区の連続観測(通年調査)結果(令和5年4月～令和6年2月)

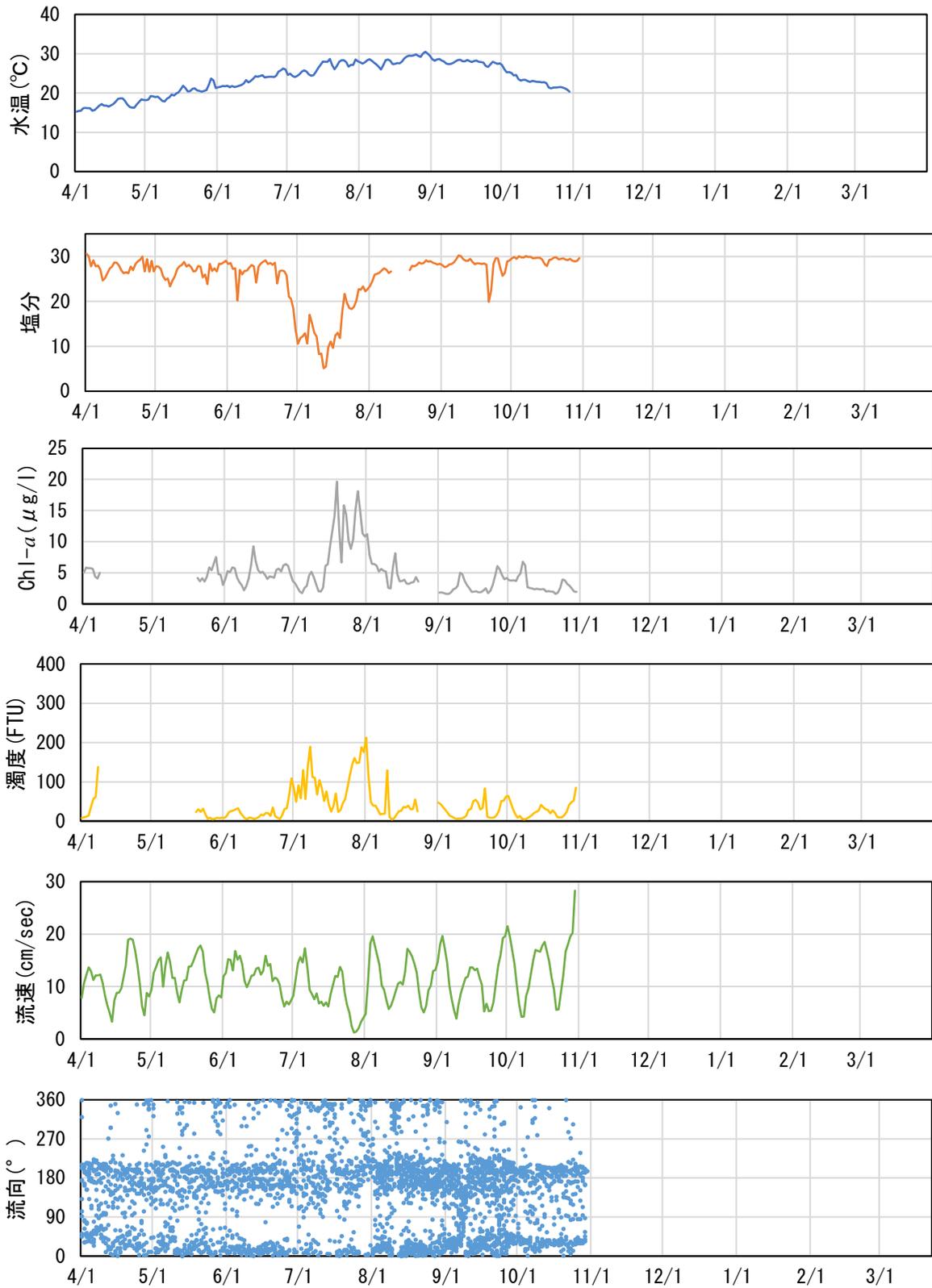


図5 10号地区の連続観測(通年調査)結果(令和4年～令和6年2月)

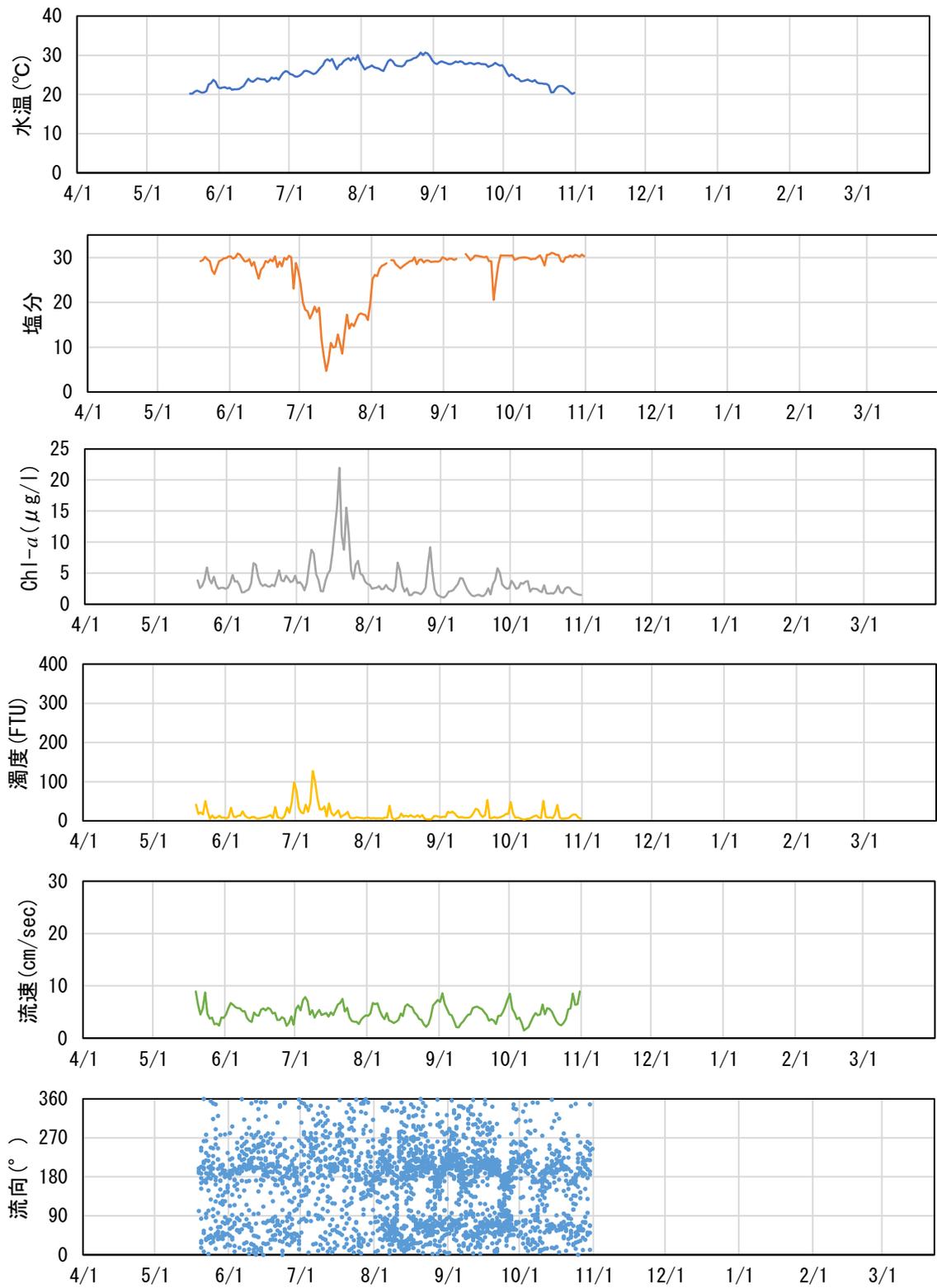


図6 305号地区の連続観測(通年調査)結果(令和4年~令和6年2月)

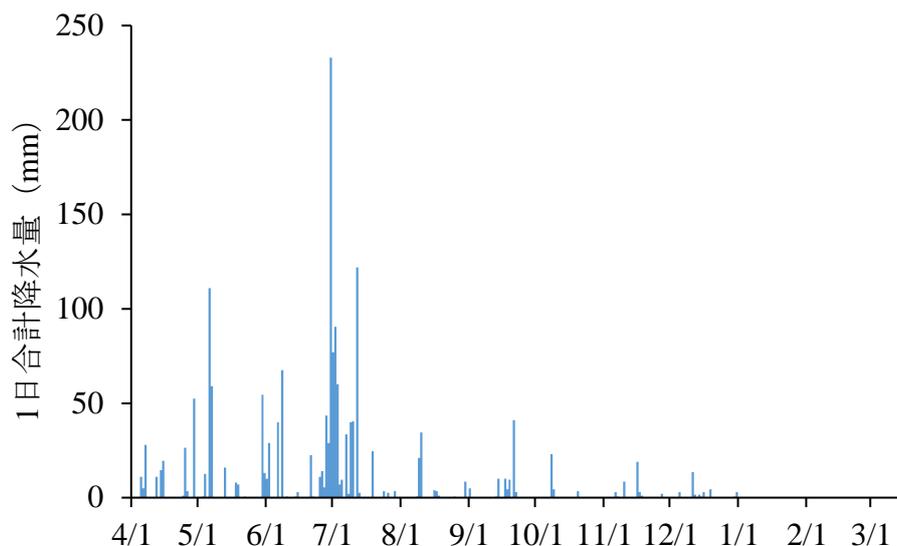


図7 大牟田における降水量

表3 赤潮発生情報(令和5年度)

番号	発生日	終息日	発生海域	種類
第1号	5月15日	5月18日	大川市～みやま市沖	クリプト藻
第2号	5月25日	6月5日	柳川市沖	クリプト藻等の微細藻類
第3号	6月6日	6月13日	柳川市沖	珪藻類 <i>Skeletonema</i> spp.
第4号	6月13日	6月19日	柳川市沖	クリプト藻等の微細藻類
第5号	7月7日	7月18日	柳川市～みやま市沖	珪藻類 <i>Skeletonema</i> spp.
第6号	7月18日	7月27日	福岡県有明海全域	珪藻類 <i>Chaetoceros</i> spp.、 <i>Leptocylindrus</i> spp.等 渦鞭毛藻類 <i>Heterocapsa</i> sp.等
第7号	7月27日	8月3日	福岡県有明海全域	渦鞭毛藻類 <i>Prorocentrum</i> spp. 珪藻類 <i>Skeletonema</i> spp.
第8号	10月6日	10月16日	柳川市～大牟田市沖	珪藻類 <i>Chaetoceros</i> spp.、 <i>Skeletonema</i> spp.
第9号	10月23日	10月30日	柳川市～大牟田市沖	珪藻類 <i>Asterionellopsis glacialis</i>
第10号	11月20日	11月27日	柳川市沖	渦鞭毛藻 <i>Akashiwo sanguinea</i>
第11号	12月4日	1月3日	柳川市～みやま市	渦鞭毛藻 <i>Akashiwo sanguinea</i>
第12号	12月13日	1月15日	柳川市～大牟田市沖	珪藻類 <i>Chaetoceros socialis</i>
第12号 (続報)	12月28日	1月15日	柳川市～大牟田市沖	珪藻類 <i>Chaetoceros</i> spp.
第13号	1月19日	調査中	柳川市～みやま市	珪藻類 <i>Skeletonema</i> spp.

(参照 HP) 福岡県水産海洋技術センター/海況・赤潮情報/有明海情報/赤潮情報

<https://www.sea-net.pref.fukuoka.jp/seamap/ariakekai/akashio.html>

表4 九州地方へ上陸もしくは接近した台風

台風の番号	上陸もしくは接近日	最大風速		瞬間最大風速		降水量(mm)	
		風速 (m/s)	風向	風速 (m/s)	風向	大牟田	柳川
台風6号	令和5年8月9日	8.0	東	17.6	東	21.0	12.5

風況データ引用：アメダス大牟田

## 2.1.2 夏季および冬季の15 昼夜におけるせん断応力

### (1) 材料と方法

せん断応力をもとめるため、水温・塩分を Infinity-CT、流向・流速を Infinity-EM、波高を Infinity-WH で測定した。機器の詳細は表 2 に示した。なお、Infinity-WH については以下のとおりである。

精度 波高：±0.14%FS

設置高：B+0.1m

インターバル：0.5sec

サンプル個数：1200

バースト：60min

実施場所と調査期間は夏季(4 号地区 8 月 16 日～8 月 31 日、10 号地区 8 月 2 日～8 月 18 日、305 号地区 8 月 3 日～8 月 16 日)、冬季(4 号地区、10 号地区、305 号地区)とした。

### (2) 調査結果

#### (夏季)

結果を図 8～図 10 に示した。波高は、10 号地区と 305 号地区で 8 月 10 日に高い値を記録した。アメダス気象データ(大牟田)によれば、荒天が記録されており 1 日の降水量は 8 月 9 日 21.0 mm、8 月 10 日 34.5 mm、最大瞬間風速は 8 月 9 日 17.6m(東向き)、8 月 10 日 15.4m(南南東向き)であった。このような気象条件が影響した可能性がある。流速は、4 号地区や 10 号地区にくらべて 305 号地区で低く、おおむね 10 cm/s 以下であった。

#### (冬季)

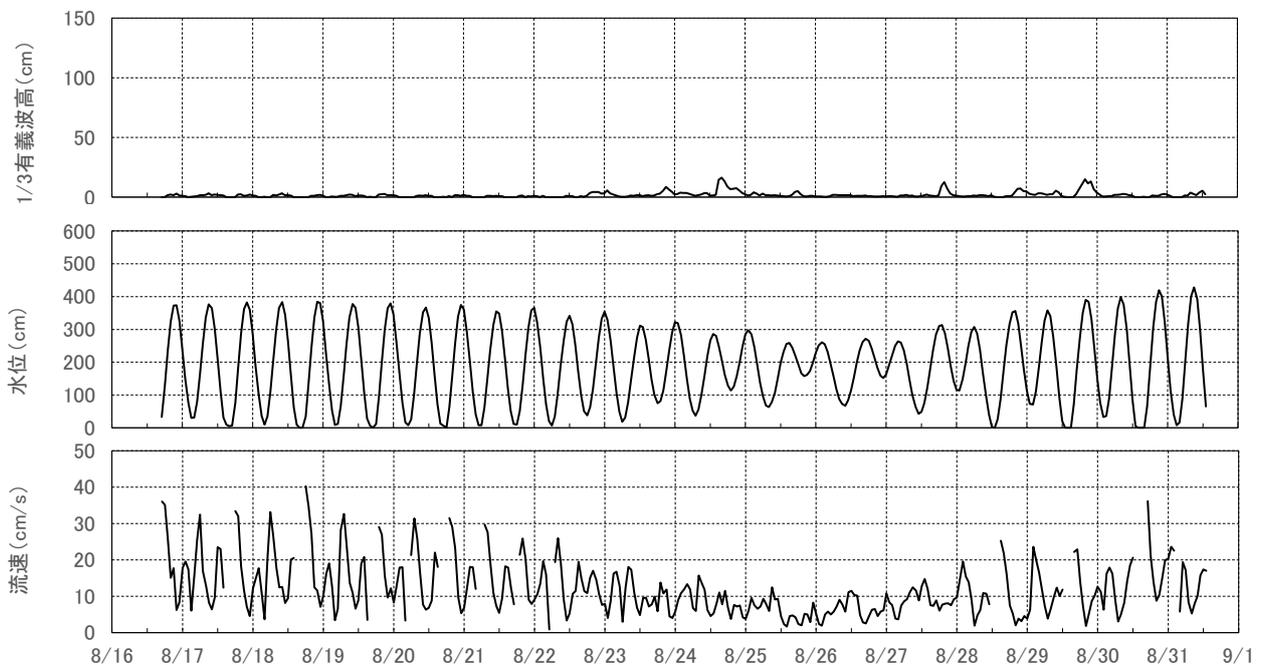


図 8 4 号地区における波高、水位および流速(夏季)

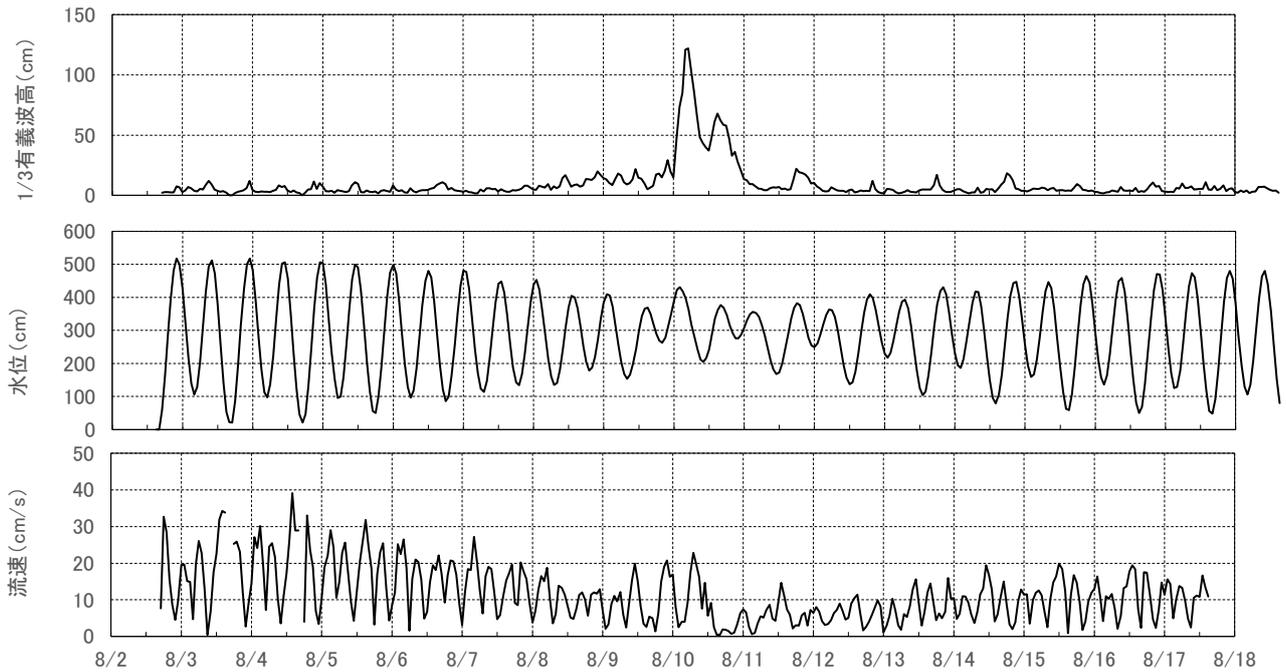


図9 10号地区における波高、水位および流速(夏季)

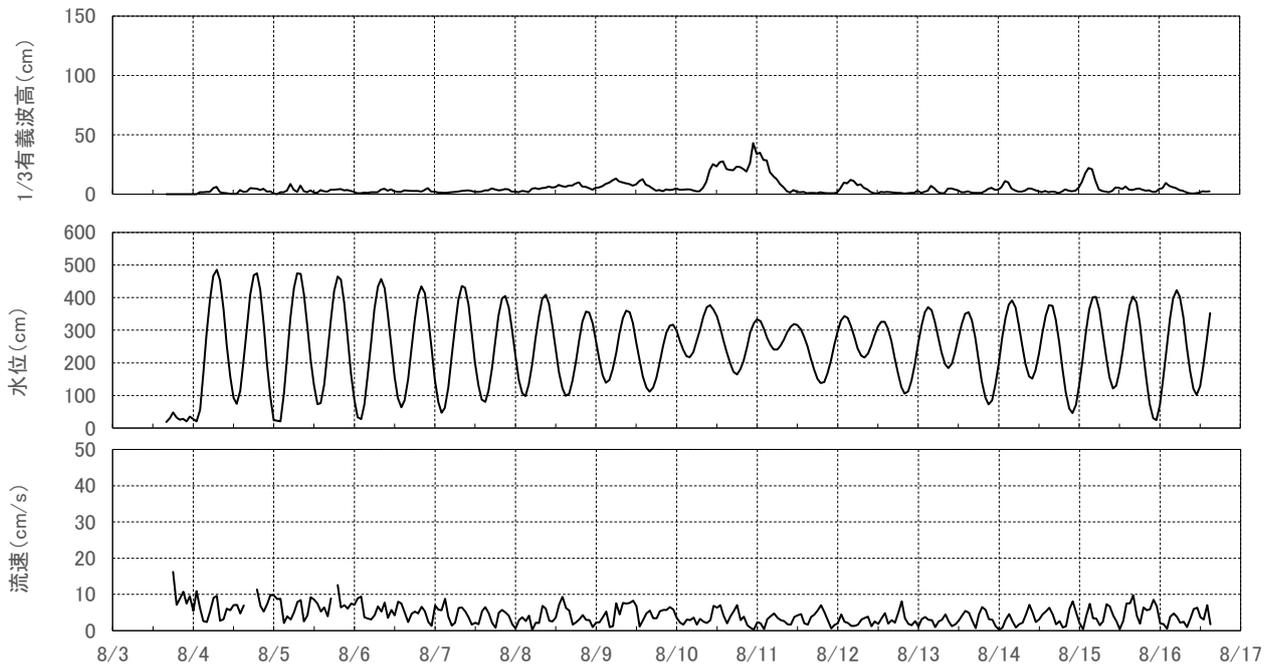


図10 305号地区における波高、水位および流速(夏季)

流速計、波高計、および水温・塩分計の観測値より底面せん断応力および堆積物・稚貝の移動限界判定の解析を行った。解析に当たっては TSEditor ver.4.6.5 および TSMaster ver.6.6 を用いて移流成分（潮汐等による一様な流れ）と変動成分（波浪による往復流）に分離したのち、アサリ稚貝の移動限界判定

エクセルファイル Ver.3.2 を用いて底面せん断応力を求め、堆積物およびアサリ稚貝の流動による移動を判定した<sup>4)</sup>。底面せん断応力の経時変化を図 14 と図 15、堆積物および稚貝の移動限界判定を図 16 と図 17 に示した。

底面せん断応力の経時変化について、夏季では 8 月 10 日～11 日の期間、特に 10 号地区で高い値を示した。移動限界をみるといずれの場所も、稚貝の移動限界や堆積物の移動限界を超える状態がみられるものの、一時的であった。

移動限界判定をみると、4 号地区では波動成分や一様流成分によって堆積物や稚貝の移動が支配されていることが示された。いっぽう、10 号地区では一様流成分より波動成分で、305 号地区ではほぼ波動成分で堆積物や稚貝の移動が支配されていることが示された。

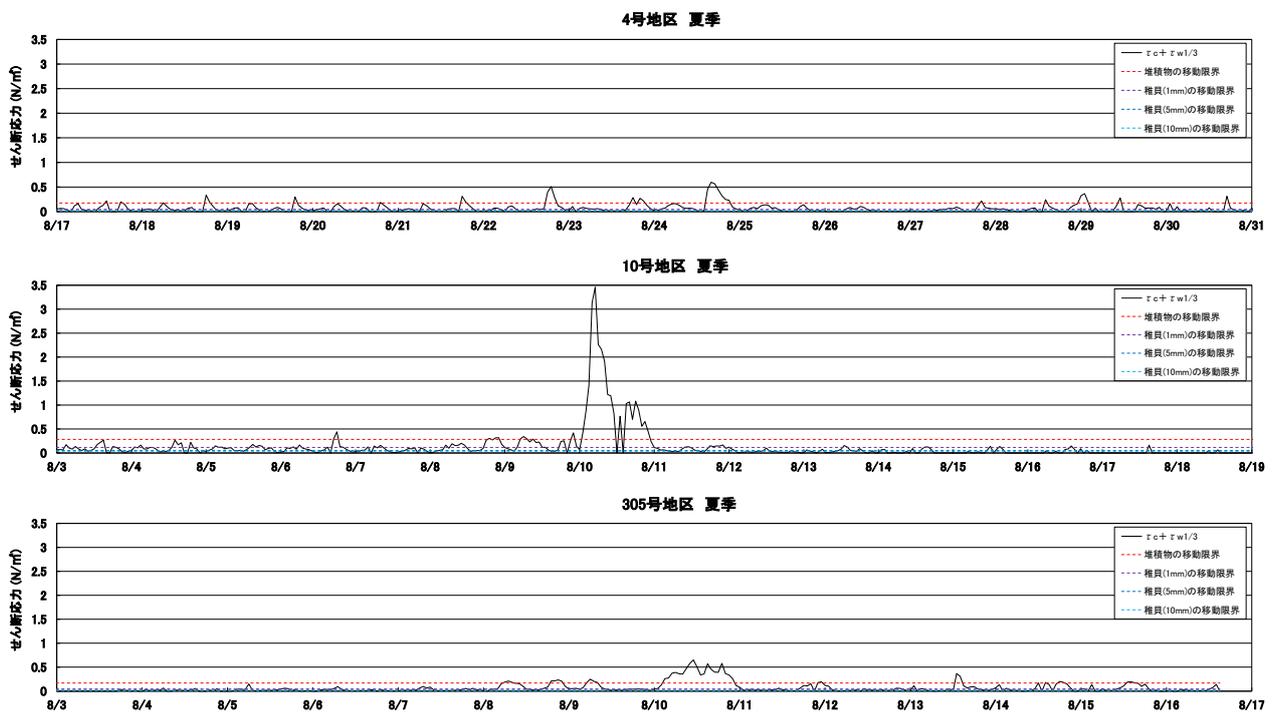


図 14 せん断応力の経時変化(夏季)

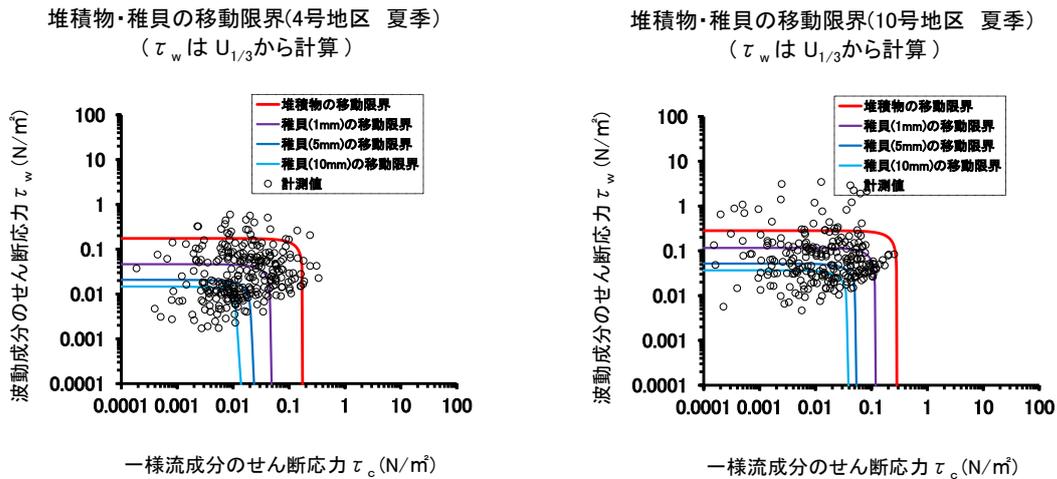


図 16 せん断応力と移動限界判定(夏季)

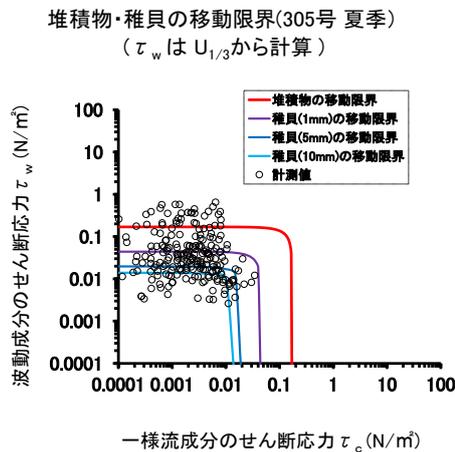


図 17 せん断応力と移動限界判定(冬季)

### 2.1.3 測量による実験場所の地盤高把握

305号地区の実験場所を含むエリアを対象に地盤高測量を行った。詳細は、中課題 3-1 未利用泥干潟域における作業効率の高いアサリの保護育成技術開発 2.1 地盤高測量、を参照のこと。

## 2.2 底質調査・生物調査

### 2.2.1 底質調査

#### (1) 材料と方法

底質調査は、8月及び1月に、実験場所を代表すると思われる3ヶ所で行った。10cm 方形枠(図 18)を表層 2 cm 貫入させて試料を採集し、粒度を分析した(JIS A 1204(2020))。



図 18 方形枠(左は、アサリ生息状況調査に使用する 20 cm 方形枠、右は底質調査に使用する 10 cm 方形枠)

## (2) 結果

底質調査の結果を表 6 に示した。得られた結果と、成貝(殻長 15 mm 以上)において SI=1 となる範囲<sup>10)</sup>を比較した(表 6)。8 月の調査結果をみると、4 号地区と 305 号地区は全ての調査項目で SI=1 となる範囲であった。10 号地区は中央粒径が大きく SI=1 を超える値であったが、ほかの項目では SI=1 となる範囲であった。

表 6 底質の調査結果と、SI=1 となる範囲<sup>10)</sup>

場所	調査時期	粒度組成		含水率(%) SI=1(20~40)
		中央粒径(mm) SI=1(0.2~0.4)	細粒分(%) SI=1(4~30)	
4 号地区	8 月	0.24	16.2	30.1
	1 月			
10 号地区	8 月	0.57	6.17	28.6
	1 月			
305 号地区	8 月	0.23	21.1	32.3
	1 月			

### 2.2.2 初期稚貝調査

#### (1) 材料と方法

初期稚貝調査は、5~7月及び 10~1月に、実験場所を代表すると思われる 3 ヶ所で実施した。50 ml 容シリンジの先を切断した物(図 19)を深さ 10 mm 以上貫入させ試料を採集した。1 サンプルあたり隣接する 3 ヶ所で採集し、個体数密度と殻長を測定した。

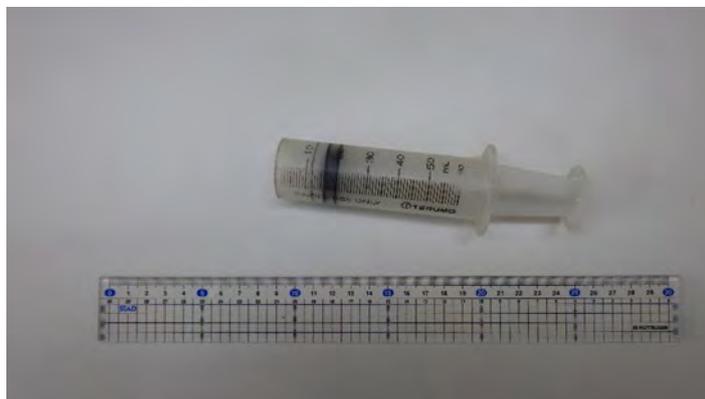


図 19 初期稚貝調査に使用する加工した 50 ml 容シリンジ

## (2) 結果

初期稚貝は、場所により出現状況が異なった。

4号地区では確認されなかった。10号地区では5月に40,000個体/m<sup>2</sup>以上が出現したものの、その後は殆ど出現しなかった。305号地区では8月に10,000個体/m<sup>2</sup>以上が出現したものの、他の調査時では殆ど出現しなかった(図20)。

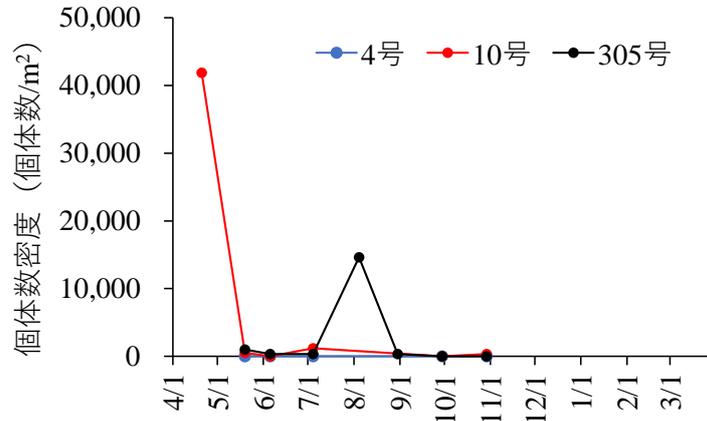


図20 初期稚貝調査における個体数密度の変動

### 2.2.3 アサリ生息調査

#### (1) 材料と方法

アサリ生息状況調査は、5~3月に、実験場所を代表すると思われる3ヶ所で実施した。20cm方形枠(図18)を10cm貫入させて、1mm目合いの篩に残った個体を採集し、個体数密度と殻長及び湿重量を測定した。

#### (2) 結果

アサリの個体数は、4号地区では8月に急減、10号地区では調査期間を通じて少ない、305号地区は最も多いものの、減少傾向にあった(図22)。殻長は、4号地区よりも305号地区で低く、成長が遅い傾向がみられた(図21、図22)。

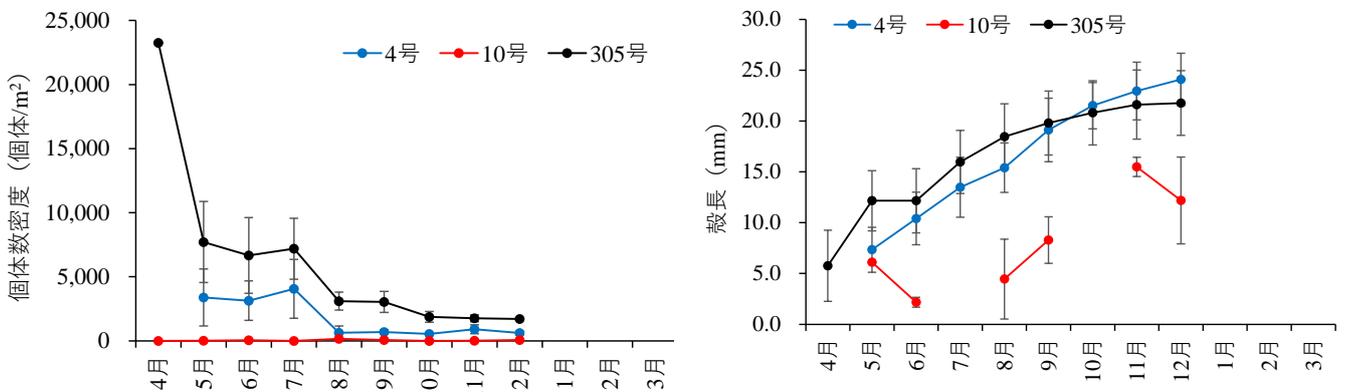


図21 アサリ生息調査における個体数密度(左)と殻長(右)の変動

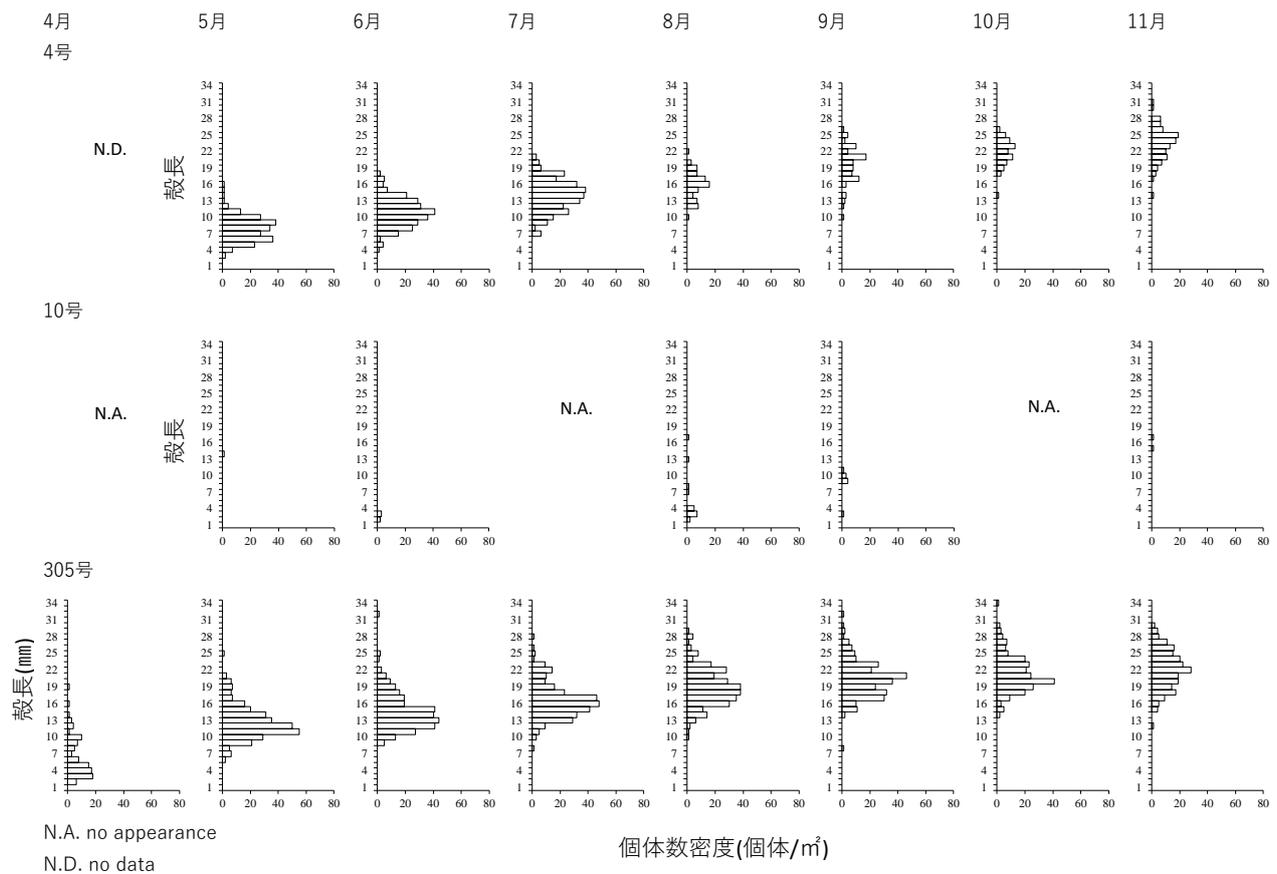


図 22 アサリ殻長のヒストグラム

### 3. 育成用稚貝保護のための採苗技術の高度化(小課題 1-1-1)

#### 3.1 採苗器の設置方法の検討

##### 3.1.1 背景

令和 4 年度までの福岡の結果で地盤高が低い沖側でパームを用いて大量の稚貝-未成貝を採苗することができた<sup>3)</sup>。採苗には、面積が 1m×2m、高さ 30 cm、50 cm、80 cm の 3 段に採苗器を設置可能な多段式を用いた。その結果、3 段の合計で 16,700 個体/m<sup>2</sup> の稚貝を採苗できた。

福岡県の有明海沿岸域ではノリ養殖が盛んであり、養殖を行う区画には作業に支障をきたす懸念から、多段式のような設置物の設置は困難である。このように、設置に制限のある場所でも設置が可能となるよう、地域特性に応じた設置方法の選択肢が必要である。

##### 3.1.2 材料と方法

従来の多段式のほか、より狭い面積でも設置可能な多段式(簡易)、更に設置が困難な場所でコンポーザに直接設置する縦置きを対象に検討した。これらの方法は令和 4 年 11 月に設置しており(図 23)、令和 5 年 6 月に回収して採苗状況を調査した。また、設置状況として波浪等による破損なども確認した。



図 23 採苗器の設置方法(左：多段式、中央：多段式(簡易)、右：縦置き)

材料として採苗器にはネトロンパイプ、塩ビキャップ、パームを用い、固定には支柱とゴムバンドを用いた。これらの結果を踏まえて手法を再検討し、令和 5 年秋季に秋産卵群を対象とした設置を行った。

なお、パームについては例年用いていた束状の素材が輸入困難な状況下であったことから多段式と多段式(簡易)にはバイオログ、縦置きには従来のパーム(束状)を用いた。バイオログは、100%天然のヤシ繊維からつくられた濁水ろ過フィルターである。詳細は表 8 に整理した。

表 8 パーム(束状)とバイオログ

素材	形状と重さ	参考写真	
		加工前	採苗用に加工
パーム (束状)	直径約 10 cm、長さ約 30 cm の楕円形、約 0.3 kg		 玉ねぎ型(1 束を 8 等分し、8 個作成)
バイオ ログ	直径約 30 cm、長さ 200 cm の円柱状、約 30 kg		 バイオログ バイオログから適当量をちぎり取り、ネトロンパイプに収容後、採苗に活用

各採苗器における収容量は、ネトロンパイプ内がパームで十分に満たされる量とした。その結果、玉ねぎ型は 10 個(約 0.39kg)、バイオログは約 0.22kg となった。

縦置きには玉ねぎ型、多段式や多段式(簡易)にはバイオログを収容した採苗器を用いた。

【使用する機材】

- ・ネトロンパイプ(全開孔タイプ(EP75) 内径 82.5 mm、長さ 90 cm)
- ・支柱 (コンボーズ)
- ・バイオログ

調査の工程を図 24 に示した。

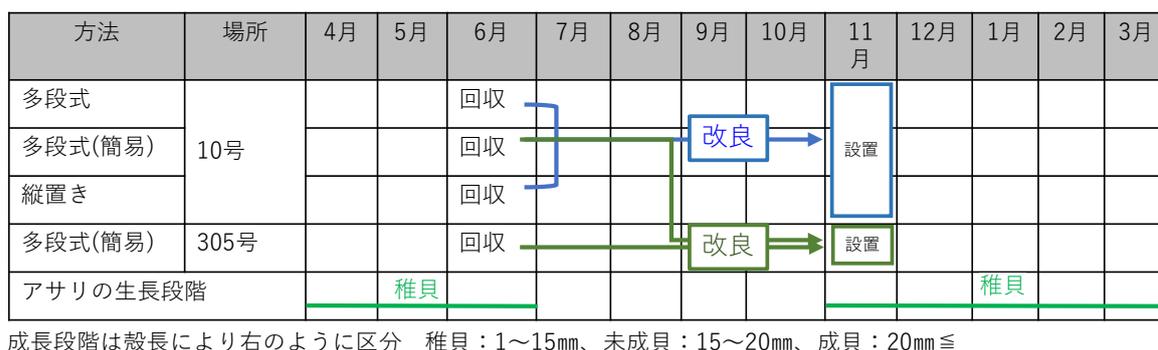


図 24 調査の工程

### 3.1.3 結果

ネトロンパイプ 1 本あたりの採苗結果を表 9 と図 25 に整理した。縦置きで多い結果となった。

表 9 各設置方法における出現状況の概要

設置方法	平均(個体/本)	標準偏差	検体数(本)	備考
多段式	3,554	1,145	9	干潟面からネトロンパイプ底面までの高さ(以下、パイプ底面までの高さ)は 70 cm、85 cm、100 cm
多段式(簡易)	2,087	945	5	パイプ底面までの高さは 40 cm、50 cm、60 cm、75 cm、85 cm
縦置き	6,113	2,002	3	パイプ底面までの高さは 50 cm

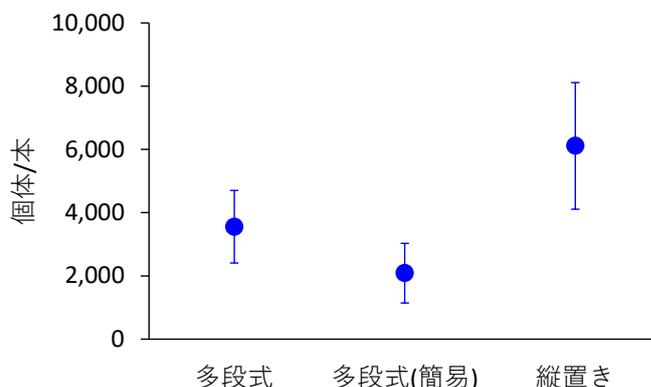


図 25 各設置方法における出現個体数

ゴムバンドの破損状況を目視確認した。多段式で破損は確認されなかったが、多段式(簡易)や縦置きでゴムの一部に亀裂が入る状況がみられた(図 26)。



図 26 ゴムバンドの破損状況(多段式では確認されず、多段式(簡易)や縦置きで発生)

多段式(簡易)は 305 号地区にも設置した。10 号地区より採苗数が多い結果となった(図 27)。

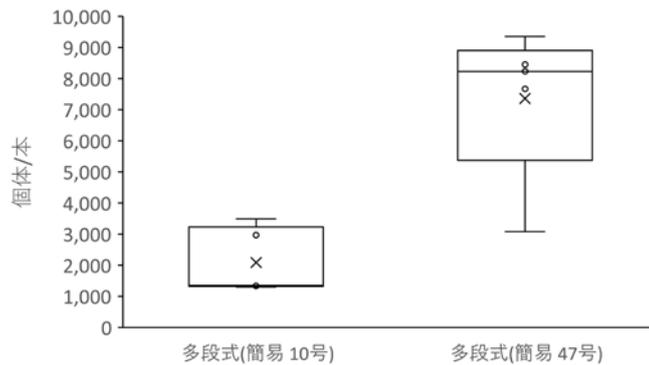


図 27 多段式(簡易)における 10 号地区と 305 号地区の採苗結果

なお、例年はパーム(束状)を採苗にもちいていた経緯から、バイオログとの比較を行った。設置高は何れも約 50 cm とした。なお、パーム(束状)については、比較に用いる程度の量の確保は可能であった。採苗結果は、同等であった(図 28)。

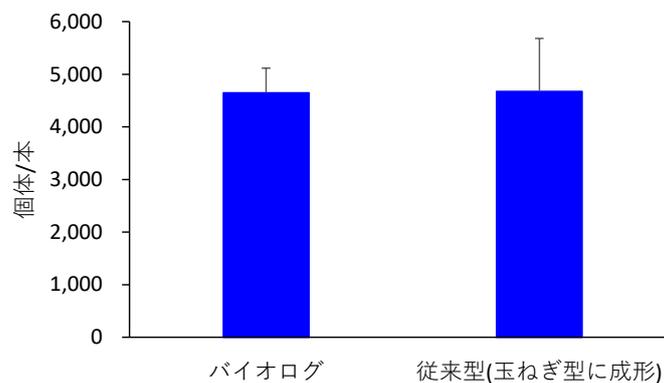


図 28 バイオログと玉ねぎ型との比較

### 3.1.4 考察

各設置方法における出現個体数は、縦置きで最も多い傾向が得られた(図 25)。アサリの幼生は成長に伴って分布水深が変化し、殻長の大型化とともに底層に分布する傾向を強め、 $176\mu\text{m}$  以上の大型幼生は底層を中心に分布する(殻長の目安 孵化時約  $100\mu\text{m}$ 、着底時  $200\sim 220\mu\text{m}$ )、とされている<sup>5)</sup>。したがって、各手法の設置水深にはまんべんなく大型幼生が分布しているものと考えられる。そのような状態で縦置きで多い傾向が得られた理由として、幼生を含む海水の通過する面の広さが影響した可能性が

考えられる。縦置では、流れがどの向きであっても採苗器全体を海水が通過すると考えられるが、横置きでは、真横からの流れは採苗器全体を通過できるものの、縦方向の流れで殆ど採苗器を通過しない、このように流れの向きで通過する海水量が変化する事で、採苗数は縦置きで横置きよりも多くなった可能性が考えられる(図 29)。

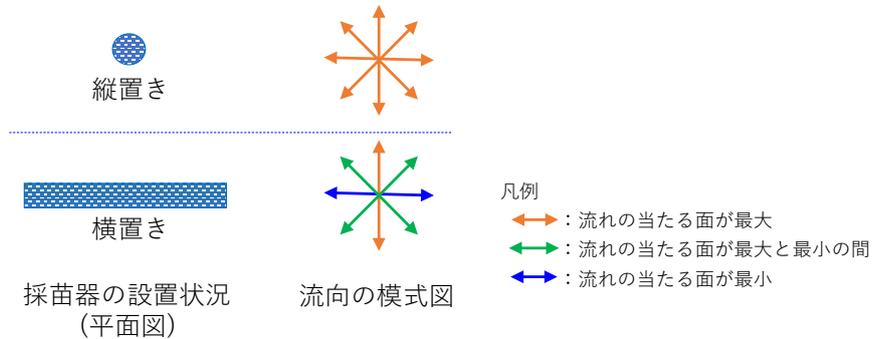


図 29 採苗器の設置方法と流向の関係

ゴムバンドの破損については、各設置方法における破損部分などを含め図 30～図 31 に整理した。

破損が見られたのは多段式(簡易)と縦置きであった。多段式ではネトロンパイプがすべて隣り合って固定されており、波や流れで発生すると考えられる左右の揺れが緩和された可能性がある。それに対し、多段式(簡易)ではネトロンパイプの片面、縦置きは隣り合ったネトロンパイプが無いことから、揺れの影響が大きくなり、ゴムバンドの破損につながった可能性がある。

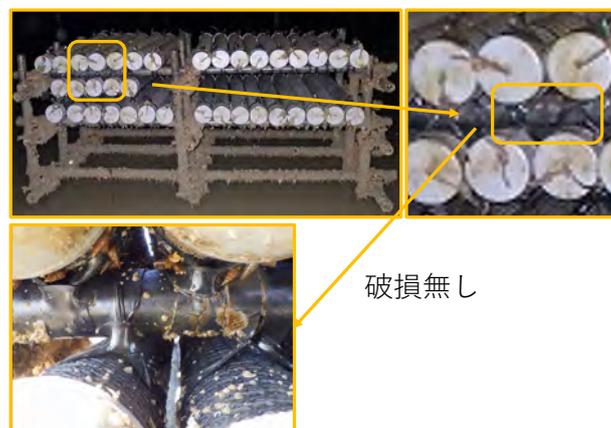


図 30 多段式におけるゴムバンドの状況(破損無し)



図 31 多段式(簡易 左)と縦置き(右)におけるゴムバンドの状況(破損あり)

ゴムバンドへの負荷を減らして破損を回避するため、波や流れによって発生する動揺を抑制可能な手法を検討した。採苗器下面に支柱を配置して採苗器自体を支えるとともに、支柱で採苗器を囲い、横方向の揺れも軽減可能な構造とした(図 32)。



図 32 縦置き (改良型)

秋発生群のアサリの採苗を目的として 11 月に設置した。ゴムバンドへの負荷が減っていることから、破損の回避効果が期待される。

なお、縦置きは多段式よりも多く採苗できたことから(図 25)、再現性を確保するために多段式と同様な設置方法(横置き)との比較も可能な設置とした。設置にあたり、干潟面からの高さは 10 号地区が 50 cm、305 号地区が 20 cm、50 cm、80 cm とした。昨年度の成果から 10 号地区では設置高 20 cm よりも 50 cm や 80 cm で有意に採苗数が多い結果となった<sup>3)</sup>ことから、作業性も考慮して 50 cm とした。305 号地区は今年度初めて実験区として設けた場所であり、採苗に適した設置高が不明なため、昨年度の 10 号地

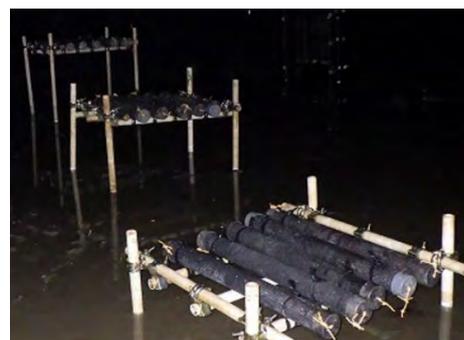


図 33 設置高別の採苗器

区で設定した設置高と同様に、20 cm、50 cm、80 cmの設定とした(図 33)。

縦置きで採苗数が多くなる結果や、305 号地区において採苗に適した設置高が明らかとなる効果が期待される。

採苗結果は 10 号よりも 305 号地区で多かった(図 27)。そこで、環境条件を 10 号地区と 305 号地区で比較すると、初期稚貝の発生量に大きな差はみられないが、殻長 1 mm 以上のアサリは 305 号地区で多く出現した(図 21)。305 号地区は着底したアサリが残りやすい環境にあると考えられた。

堆積物・稚貝の移動限界(夏季)の結果(図 16)から、稚貝の移動限界を超える値は 10 号地区では波動成分、一様流成分の両方が分布しているが、305 号地区では殆どが波動成分で、一様流成分の分布は少なかった。流速分布をみると、305 号地区よりも 10 号地区で流速が速い傾向が見られた(通年調査は図 5、図 6、夏季調査は図 9、図 10)。

以上の結果から 305 号地区は 10 号地区よりも流速の影響が少なく、かつ流速も遅いことから多くのアサリが残りやすい環境にあると考えられた。このような環境であることから、採苗結果も 305 号地区で多くなった可能性がある。

玉ねぎ状に整形したパームとバイオログで採苗結果を比較した結果、同等であった(図 28)。玉ねぎ状で採苗数が多い要因として、次のようなメカニズムが働いているものと推測した<sup>3)</sup>。

- ・ 浮遊幼生がパーム表面に付着し、そのまま着底
- ・ パーム内部への通水によって浮遊幼生がパーム内側にも着底
- ・ パーム内部での流速の低下や渦流で、より着底率が上昇
- ・ パーム自体は砂の様に流動的ではなく、またパーム内部は静穏のため、着底した浮遊幼生は流失せず稚貝に成長

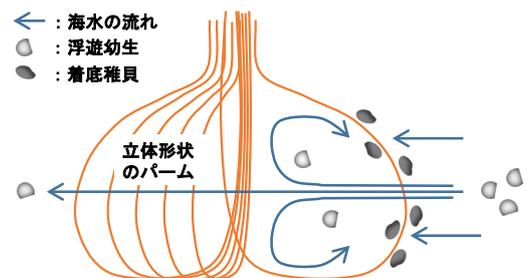


図 34 採苗メカニズム模式図<sup>3)</sup>

バイオログも玉ねぎ状と同様に、形状を維持している様

子が得られたことから(図 35)、玉ねぎ型と同様なメカニズムが働き、採苗結果が良好であったものと考えられる。



図 35 ネットロンパイプ内のバイオログ(白い部分は採苗したアサリ)

採苗用のパームを収容する容器として、昨年度まではパームをトリカルネット(目合 2 mm×2 mm)に包み、それをメッシュパイプ(目合 11 mm×5 mm程度)に収容したもの(従来型)を用いた。この手法に対し、より簡易な手法として、ネットロンパイプ(目合 4 mm×2 mm程度)へ直接パームを収容したもの(改良型)を

試作し採苗個体数を比較した。その結果、有意差はみられず同等な採苗結果であった<sup>3)</sup>。本年度は作業性を軽減する視点から、従来型でトリカルネットを用いずパームを直接メッシュパイプに収容したものを試作し、改良型と比較した。その結果、改良型で有意に多い結果となった(図 36)。

改良型の目合は従来型よりも細かい事から殻長数mmの稚貝が流失しにくく、採苗器内に多く残ったものと考えられた。採苗器として、ネトロンパイプは有望なものと考えられた。

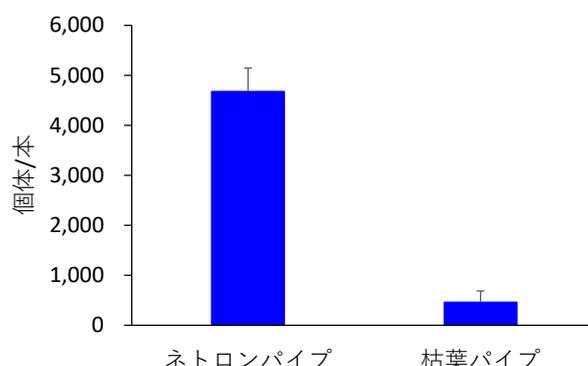


図 36 ネットロンパイプと枯葉パイプの比較

### 3.2 採苗用素材の検討

#### 3.2.1 背景

昨年度までの成果で、パームを収容すれば採苗可能なことが明らかとなった。しかし、パームは輸入品であることから安定供給が困難となる場合もある。そこで、輸入によらない材質の検討が必要となった。なお、パームは1束100円程度で、ネトロンパイプ1本に収容すれば1,000個体程度の採苗が期待される。そこで、コストや採苗効率といった視点も踏まえた検討が必要と考えられた。

素材として、他種での採苗実績、入手が容易などの視点から、表 10 に示す素材を抽出した。これらを対象に素材の検討をすすめた。

表 10 検討用の素材

種類	選定理由や出典など	
天然材質	パーム	過年度の本事業で得られた採苗実績
	杉の葉	Web: <a href="http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/pref/ishikawa/zipyou/2003/pdf/224-225.pdf">http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/pref/ishikawa/zipyou/2003/pdf/224-225.pdf</a> , 濱上欣也. 在来種アコヤガイの育成試験. 2023年6月19日 小坂善信. 総説 日本におけるホタテガイ増養殖と研究の変遷. 水産増殖 2017; 65(3): 271-287. 宮村光武. アコヤガイの採苗と生長. 水産増殖 1957; 3(4): 69-75.
	麻布	入手が容易
	藁	日下部台次郎. サルボウの採苗とその育成に関する研究. 広大水畜産紀要 1959; 2(2): 183-139. 小坂善信. 総説 日本におけるホタテガイ増養殖と研究の変遷. 水産増殖 2017; 65(3): 271-287. 吉田裕. 浅海産二枚貝の稚仔の研究. 農林水産省水産講習所研究報告 1953; 3(1): 1-106.
採苗用素材	アコヤガイ採苗器	用途はアコヤガイの採苗 (ティビーアール(株)製)
	アラカジメ	用途はメダカやコイ等の産卵場 (ティビーアール(株)製)

### 3.2.2 材料と方法

昨年 11 月に、素材としてパーム、国内で入手可能な天然材質(藁、杉の葉、麻布、図 37)、採苗用素材(アコヤガイ採苗器、アラカジメ、図 38)をネトロンパイプに収容し、10 号地区に設置高 50 cm で各素材 3 本ずつ、設置した。設置に当たってはコンポーズで組み立てた架台を用いた。これらを令和 5 年 6 月に回収し、採苗状況を調査した。

調査結果を踏まえ、素材、設置方法を検討して令和 5 年 11 月に設置した。

#### 【使用する機材】

- ・ネトロンパイプ(全開孔タイプ(EP75) 内径 82.5 mm、長さ 90 cm)
- ・支柱 (コンポーズ)
- ・採苗用の素材(天然素材 図 37、人工素材 図 38)



図 37 素材の事例(天然材質 左上：パーム、右上：ワラ、左下：杉の葉、右下：麻布)



図 38 素材の事例 (採苗用素材 左：アコヤガイ採苗器、右：アラカジメ)

調査の工程を図 39 に示す。

方法	場所	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
天然素材	10号			回収	}	選定			設置				
採苗用素材	10号			回収									
アサリの生活史				稚貝							稚貝		

注：種苗用素材については耐久性(複数回の使用)も検討

図 39 調査の工程

### 3.2.3 結果

素材別に比較するとパームで最も多く、次に杉の葉で多い結果となった(図 40)。

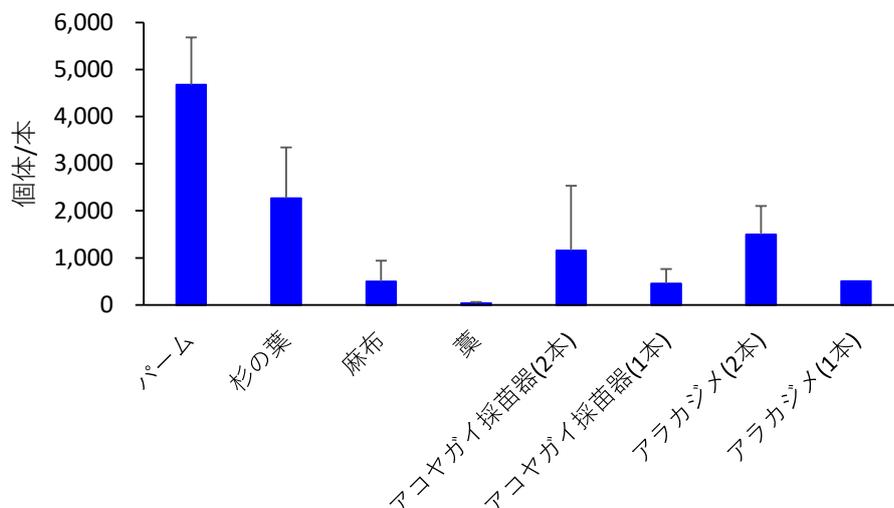


図 40 素材別の採苗結果

### 3.2.4 考察

パームと同等な採苗数を期待する場合、各素材の量は表 11 に占める倍率が必要と試算された。

表 11 素材別の採苗結果と、パームと同等な採苗数とするための倍率

素材	パーム	杉の葉	アコヤガイ採苗器(2本)	アラカジメ(2本)
採苗数(個体/本)	4,676	2,269	1,155	1,496
パームの採苗数/各素材の採苗数	1.0	2.1	4.0	3.1

さらに、単価や重さを整理すると、何れもバイオログで最も低廉な結果となった(表 12)。ただし、杉の葉については国産であることから、近隣の山林等で安価に入手が可能であれば、単価は低く抑えることが期待できる。

表 12 税抜き単価と重さ(製品時、採苗時(ネトロンパイプ1本あたり)、パームと同等な採苗数確保の場合)

素材	製品時		採苗時		パームと同等な採苗数確保	
	単価(円)	重さ(kg)	単価(円)	重さ(kg)	単価(円)	重さ(kg)、本数(本)
パーム	12,600	25	197	0.39	197	0.39kg
バイオログ	14,000	30	103	0.22	103	0.22kg
杉の葉	2,873	3	144	0.15	302	0.32kg
アコヤガイ採苗器(2本)	920	—	920	—	3,680	8本(2本×4.0)
アラカジメ(2本)	1,380	—	1,380	—	4,278	6.2本(2本×3.1)

杉の葉において安価で効率よく採苗できる可能性が得られた。そこでパームを比較対象として次の条件で 11 月に再度設置した。さらに、アコヤガイでは生の杉の葉で採苗実績がある事から (Web:<https://jsnfri.fra.affrc.go.jp/pref/ishikawa/zigyouno/2003/pdf/224-225.pdf>, 濱上欣也.在来種アコヤ

ガイの育成試験、2023年6月19日)、生の杉の葉も収容した実験区も設けた。なお、生の杉の葉は福岡有明水源の森(福岡有明海漁業協同組合連合会が漁場を豊かにすることを目的と土購入した山)より入手した(図41)。



図41 福岡有明海水源の森(写真 左および中央)と採集した生の杉の葉(写真 右)

昨年度に杉の葉を用いた採苗実験において、ネトロンパイプ内が杉の葉で十分満たされる量としたため0.15kgとなった(表13)。今年度は、パームとの比較や、杉の葉の生や枯葉との比較の観点から、重さを玉ねぎ型10個収容時と同じ0.39kgに統一した。なお、昨年度と同じ重さにした場合についても参考値として得る目的から、杉の葉(枯れ葉 0.15kg)、パーム(バイオログ 0.22kg)も準備した。

今年度に設置した採苗器の詳細を表13に整理した。

表13 採苗器の設置状況

基質の種類		収容量			備考
		0.39kg	0.215kg	0.15kg	
パーム	玉ねぎ型	○	—	—	昨年度と同様に、ネトロンパイプ1本あたり玉ねぎ型を10個収容(玉ねぎ型は、パーム1束を8等分して作成)
	バイオログ	○	○	—	0.39kgは、玉ねぎ型との比較を目的とした重さ 0.215kgは、昨年度と同様の重さ(参考値を得る目的)
杉の葉	生の葉	○	—	—	0.39kgは、玉ねぎ型との比較を目的とした重さ
	枯れ葉	○	—	○	0.39kgは、玉ねぎ型との比較を目的とした重さ 0.15kgは、昨年度と同様の重さ(参考値を得る目的)

#### 4. 網袋を用いた保護育成技術の高度化(小課題1-1-2)

##### 4.1 環境特性に応じた育成技術の検討

###### 4.1.1 背景

4号地区では干潟面から離底することで、泥土の堆積やホトトギスガイマットの悪影響を回避することができた。泥土の多い有明海湾奥部における育成方法として、離底は有望と考えられた。しかし、事例が少なく、効果を発揮可能な場所の整理が必要である。そこで、4号地区、10号地区、および305号地区といった異なる場所に離底による育成を実施し、課題を抽出する必要があるものと考えた。

###### 4.1.2 材料と方法

離底する方法としては、コンポーズを用いる。昨年度と同様な5m×1m程度の架台を作成し、その上に軽石入り網袋を設置した。材料はコンポーズ、ラッセルネット(図42)と軽石(粒径約6mm)とした。

対象区は干潟面への直置きとした(図 43)。

令和 5 年 6 月に、10 号地区で採苗した稚貝を網袋に収容して離底、及び干潟面直上に設置した。設置後はモニタリング調査により生残、成長を把握した。調査は図 45 に示す工程で実施し、離底と直置きのそれぞれから 3 袋を任意に選定した。

泥土の堆積状況については、網袋に対する被度を目視にて次の 3 段階に区分した。

被度レベル：0 堆積物を被らない・・・0～5%未満

被度レベル：0.5 中間・・・・・・・・・・5～50%未満

被度レベル：1 堆積物を被る・・・・・・・・50～100%

堆積厚については、離底と直置きのそれぞれから 5 袋を任意に選定し、網袋上の 3 か所で測定した。

堆積状況、堆積厚のいずれも、アサリのモニタリング調査と同時期に行った（ただし調査の性質上、実施は干出時のみとした）。

#### 【使用する機材】

- ・ラッセルネット(大きさ：30×60 cm、目合い：約 3 mm)
- ・軽石（粒径約 6 mm ボラ土）
- ・コンポーズ

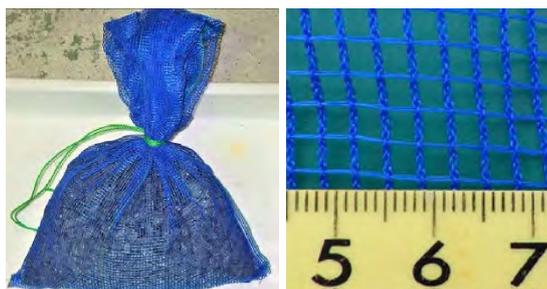


図 42 ラッセルネット(左：網袋全体の写真、右：目合いの拡大写真)



図 43 育成方法（左：離底、右：直置き）

調査の工程を図 44 に示す。

方法	場所	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
直置き	4号、10号、305号			設置	◎	◎	◎		◎		◎		◎
離底型	//			設置	◎	◎	◎		◎		◎		◎
アサリの生活史				稚貝		未成貝			成貝				

凡例 ◎：調査

図 44 調査の工程

### 4.1.3 結果

4号地区では8月にいずれの設置方法のアサリも個体数が急減した。設置方法による個体数や殻長の変化に著しい違いはみられなかった(図 45)。

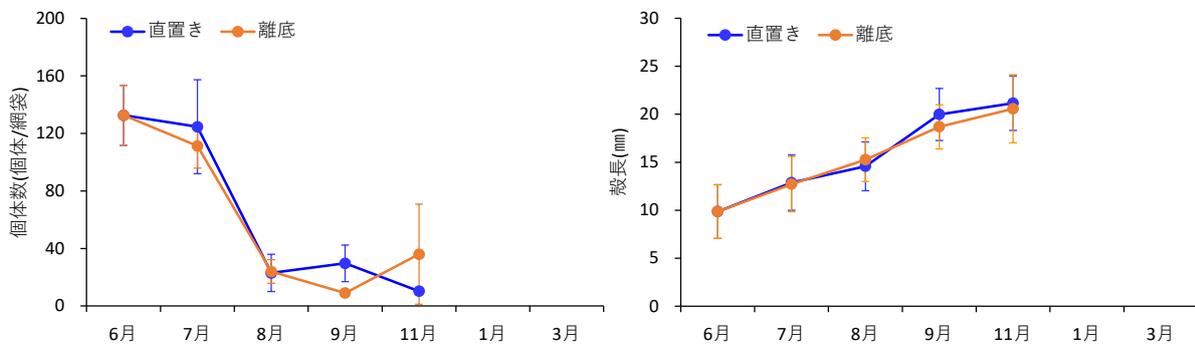


図 45 4号地区における設置方法別(直置き、離底)の個体数(左)と殻長(右)の推移

10号地区では8月に離底で個体数が低下した。直置きでは8月から11月にかけて個体数が減少した。殻長の変化は、設置方法による著しい違いは見られなかった(図 46)。

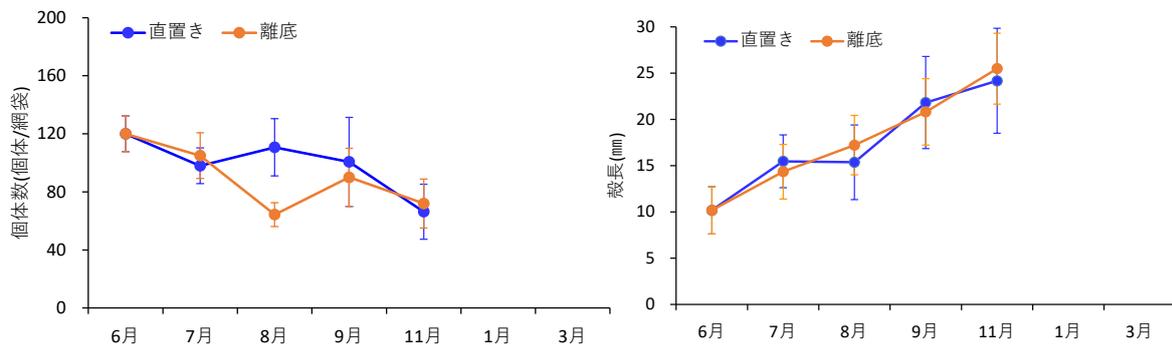


図 46 10号地区における設置方法別(直置き、離底)の個体数(左)と殻長(右)の推移

305号地区では個体数、殻長の変化ともに著しい違いは見られなかった(図 47)。

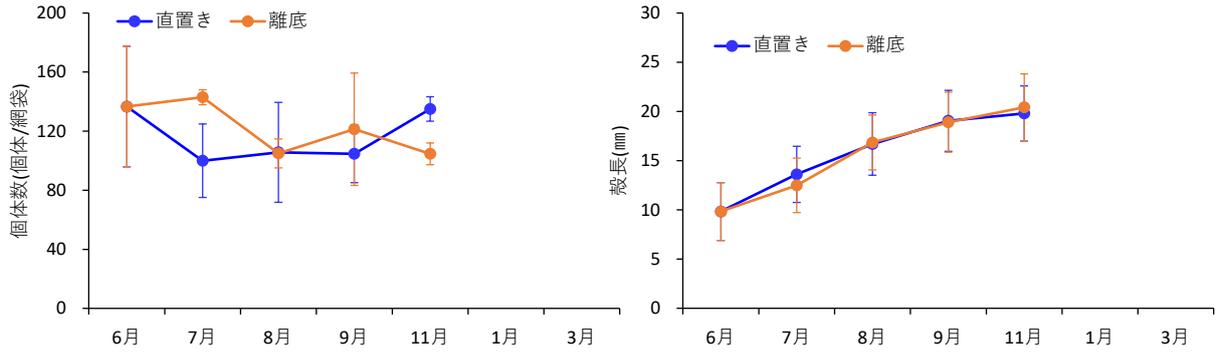


図 47 305 号地区における設置方法別(直置き、離底)の個体数(左)と殻長(右)の推移

泥土等堆積物は、4 号地区では被度、堆積厚ともに直置きで離底よりも高い傾向がみられた(図 48)。

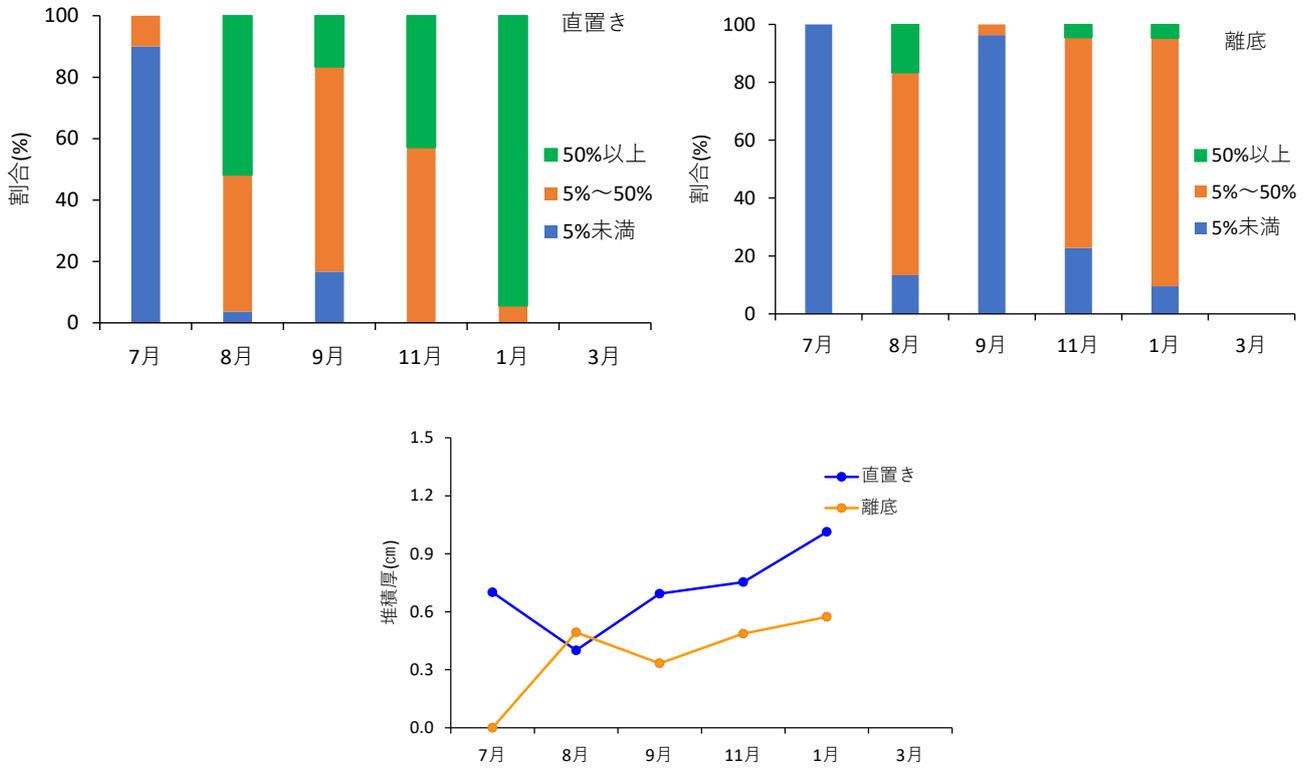


図 48 4 号地区における設置方法別(直置き、離底)の泥土等堆積物の被度(上)と厚さ(下)の推移

10 号地区では設置方法による、泥土等堆積物の被度や厚さに目立った違いはみられなかった(図 49)。

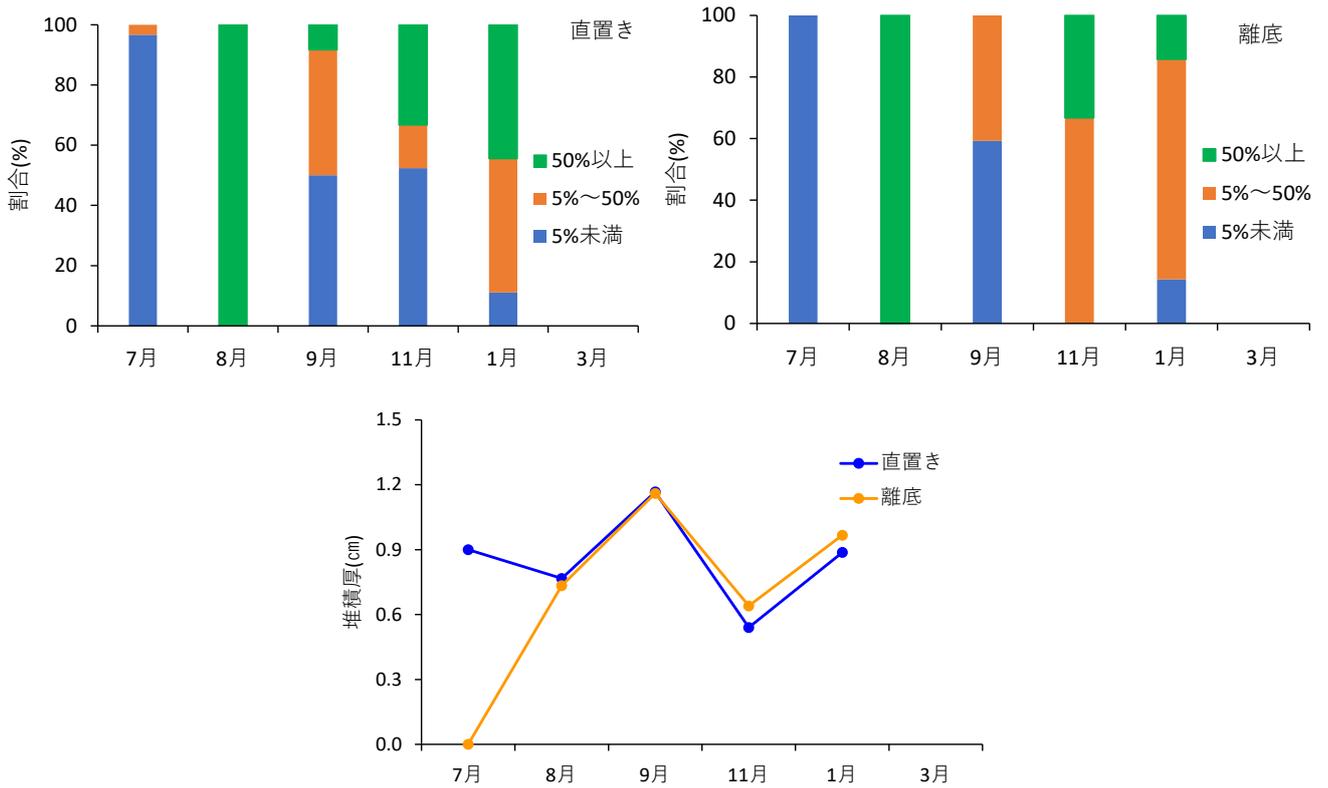


図49 10号地区における設置方法別(直置き、離底)の泥土等堆積物の被度(上)と厚さ(下)の推移

なお、8月以降にホトトギスガイマットの被覆が見られた(図50)。9月では直置きと離底で被度50%以上と高い状態の網袋の割合が高かったが、11月になると離底で被度50%以上の網袋の占める割合が大幅に減少した。なお、11月までの期間であれば、直置きで被度の高い傾向がみられた。

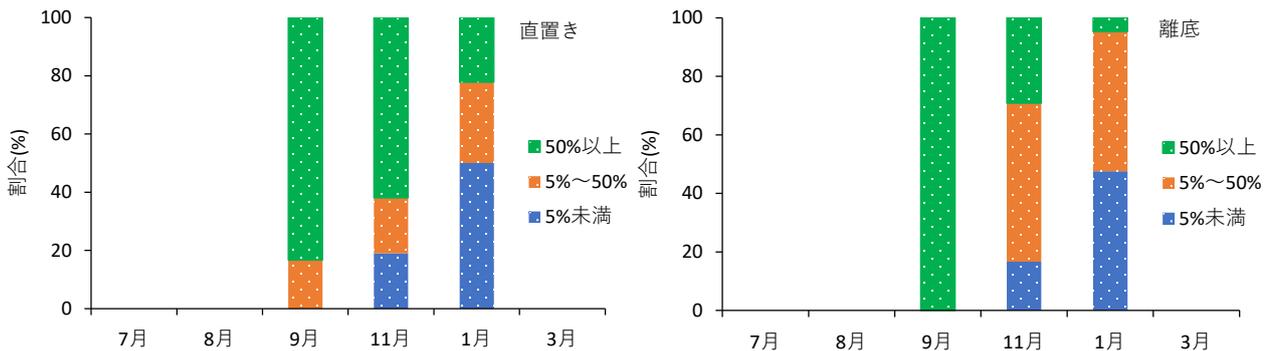


図50 10号地区における設置方法別(直置き、離底)のホトトギスガイマットの被度

305号地区では被度、堆積厚ともに直置きで、離底よりも高い傾向がみられた(図51)。

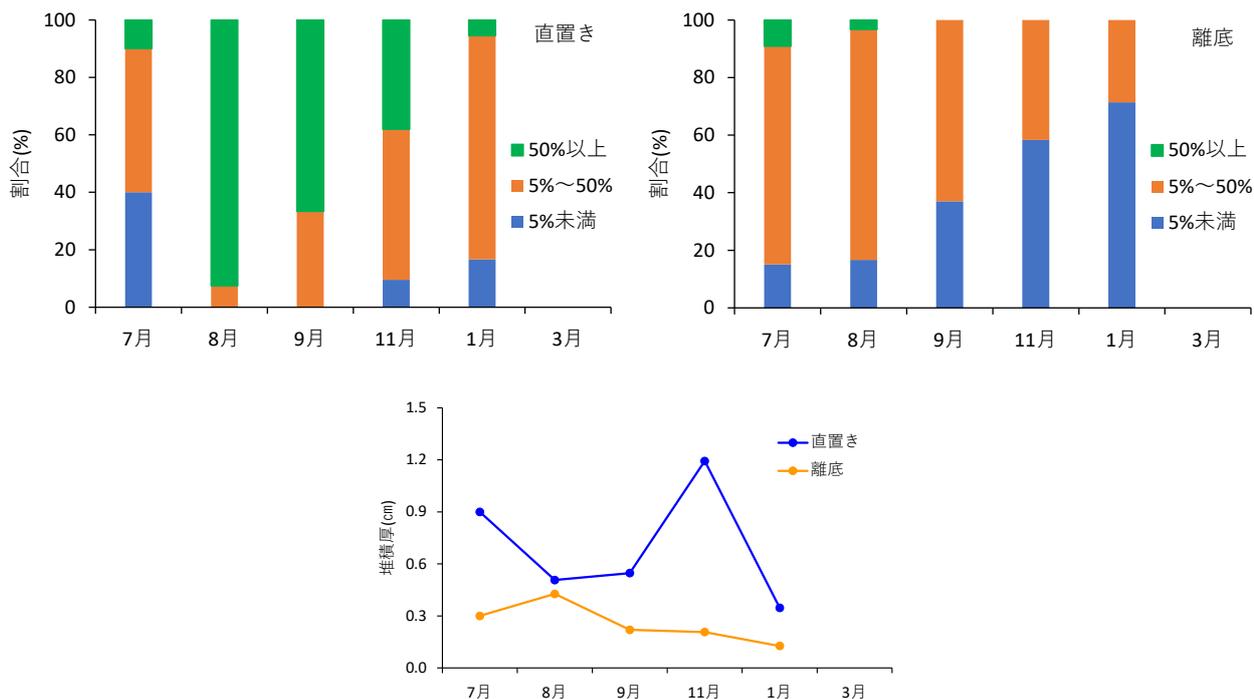


図 51 305 号地区における設置方法別(直置き、離底)の泥土等堆積物の被度(上)と厚さ(下)の推移

#### 4.1.4 考察

4号地区で8月に生残個体数が何れの設置方法でも減少した。6月28日~7月12日に豪雨が発生しており、その後で各地区の塩分は低下した。特に4号地区では低下が著しく、7月11日3:00~7月14日16:00の期間は塩分が7未満であった(図52)。

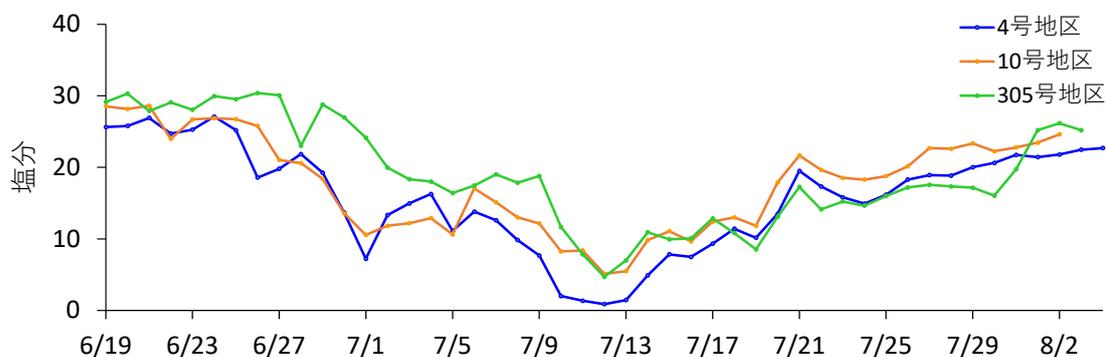


図 52 豪雨前後の期間における塩分の変化

松田ら(2008)<sup>6)</sup>によれば、平均殻長  $30.7 \pm 1.7$  mmのアサリは、塩分 7.5psu 以下では72時間以内に全滅するとされている。本調査結果でも72時間を超える期間、低塩分な状態が続いていたため、減耗の影響になったものと考えられる。10号地区で8月において、アサリの生残個体数は離底で直置きよりも減少した。被度を詳細に調べた結果、5袋の平均が直置きで89%、離底で97%であった。調査時(8月2日)の写真は図53のとおりであり、直置きよりも離底で薄茶色の細かい枝状のものが多く傾向であった。これは形状からヒドロ虫の一種と考えられ、これによって泥土等がより多く堆積し、離底で直置きよりも生残個体数が減少したものと推察された。



図 53 網袋の状況(左：直置き、右：離底)

11月までの結果を見ると、離底よりも直置きで生残個体数が減少傾向にあった(図 46)。考えられる原因として、ホトトギスガイマットの被度 50%以上の網袋の占める割合が直置きで高く(図 50)、ホトトギスガイマットによる被覆の影響が考えられた。

泥土の堆積厚や被度は、最も多い傾向のみられた 305 号地区でも直置きで 11 月に堆積厚 1 cm 前後、被度は 8 月に 50%以上の割合が最も高くなるものの、11 月にかけて低下傾向にあった。調査実施期間中において、アサリが死滅する程の堆積はなかったものと考えられた。

なお、離底は設置高 5 cm 程度であり、泥土の堆積厚や被度、ホトトギスガイマットの被覆は直置きと大差ない結果であった。今後、泥土の堆積やホトトギスガイマットの被覆が著しい状態になった場合、悪影響を強く受ける懸念がある。いっぽう、前フェーズ(平成 30 年度~令和 4 年度)では、アサリが生息できない未利用泥干潟域(302 号地区)で設置高 10 cm とすることで 5 年間、アサリの生残を確保でき<sup>3)7)8)9)10)</sup>、さらに、メカニズムは不明であるが低塩分時でも生残を確保できた<sup>8)</sup>。

福岡県の有明海沿岸域におけるアサリの減耗要因として豪雨による泥の堆積や低塩分が報告されている<sup>11)</sup>。また、泥土の堆積厚は場所によって異なり、ほとんど堆積しない場所から 30 cm 堆積する場所もある<sup>12)</sup>。

以上から、アサリの育成には 10 cm 以上の離底が必要と考えられ、このような設置高を用いたアサリへの効果検証が今後の課題と考えられた。

## 5. 総合考察

育成用稚貝確保のための採苗技術の高度化では、狭い面積でも効率よく採苗可能な設置方法の具体化と、安定供給が可能で、かつ採苗効果もパームと同等な素材の具体化を目標に実験を行った。

その結果、設置方法では採苗器を縦置きすることで採苗効率が向上する可能性を得た。また、採苗器を固定するゴムバンドの破損がみられたため、破損しにくい設置方法を具体化した。素材の検討では、パームについて採苗効果の高い素材が、杉の葉であることが明らかとなった。

今後は、以下の課題の検討が必要になるものと考えられた。

- ・採苗効率の向上を、従来の設置方法(横置き)と比較することによる効果の検証
- ・採苗時におけるゴムバンドの破損状況の確認
- ・杉の葉による採苗効果の検証(パームとの比較)
- ・縦置き(採苗基質は杉の葉)による採苗効果の確認

網袋を用いた保護育成技術の高度化では、地域特性に応じた離底型の検討に繋がる課題の明確化を目標に実験を行った。その結果、アサリの様々な減耗要因への対策は、設置高 10 cm 以上の離底が必要と

推察された。今後は、以下の課題の検討が必要になるものと考えられた。

- ・設置高 10 cm以上の離底による育成方法の検討(設置高と育成方法を具体化)

## 6. 引用文献

- 1) 佐野二郎, 上田拓, 江崎恭志, 山田京平, 合戸賢利. 資源管理型漁業対策事業(3)漁獲状況調査. 令和2年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, 福岡県水産海洋技術センター, 福岡県. 2022; 130-131.
- 2) 山田京平, 合戸賢利. 有明海漁場再生対策事業(4)二枚貝類増産事業(アサリ). 令和3年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, 福岡県水産海洋技術センター, 福岡県. 2023; 147-149.
- 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4年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2022.
- 4) (独) 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. 2009.
- 5) 鳥羽光晴, 山川紘, 庄司紀彦, 小林豊. 東京湾盤洲沿岸での夏季1潮汐間におけるアサリ幼生の鉛直分布の特徴 日本水産学会誌 2013; 79(3): 355-371.
- 6) 松田正彦, 品川明, 日向野純也, 藤井明彦, 平野慶二, 石松惇. 低塩分がアサリの生残, 血リンパ浸透圧および軟体部水分含量に与える影響 水産増殖 2008; 56(1): 127-136.
- 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. 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.
- 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. 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.
- 9) 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.
- 10) 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・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 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書. 2023.
- 11) 山田京平, 長本篤, 合戸賢利, 佐野二郎. 矢部川河口漁場におけるアサリ稚貝の出現とその動向 福岡水海技セ研報 2022; 第32号: 21-36.
- 12) 長本篤, 金澤孝弘, 松本昌大, 廣瀬道宣, 秋元聡. 水産資源調査 (1)福岡県有明海域におけるアサリ及びサルボウ資源量調査. 平成24年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, 福岡県水産海洋技術センター, 福岡県. 2014; 150-154.