

VII-2. 中課題 4－1 泥分が多い場所での移植技術の開発

/佐賀県東部諸富地先

目 次

VII-2. 中課題 4-1 泥分が多い場所での移植技術の開発	361
1 技術開発の概要	361
1.1 背景と目的	361
1.2 実施場所と実験区の配置	362
1.3 技術開発ロードマップ	363
1.4 技術開発フロー	364
1.5 過年度までの取組と残された課題	365
1.6 今年度の目標、仮説、検証項目	367
1.7 技術開発工程	368
1.8 使用機器	369
2 環境調査結果	372
2.1 地盤高調査	372
2.2 流況、波高および水質調査	373
2.3 底質調査・生物調査	383
3 稚貝確保技術の開発（小課題 4-1-1）	385
3.1 設置高さの比較実験	385
3.2 保護方法の比較実験	389
3.3 仮説の検証	394
4 移植技術の開発（小課題 4-1-2）	395
4.1 他県からの移植した稚貝の生残、成長状況の把握（春季移植実験）	395
4.2 他県からの移植した稚貝の生残、成長状況の把握（秋季移植実験）	398
4.3 仮説の検証	400
5 離底器のメンテナンス方法の確立（小課題 4-1-3）	401
5.1 離底器における生物汚損状況の把握	401
5.2 離底器における埋没状況の把握	403
5.3 仮説の検証	405
6 離底器のメカニズム把握（小課題 4-1-4）	406
6.1 数値シミュレーション	406
6.2 水槽実験Ⅰ（採苗器および離底器周囲の流況把握）	412
6.3 水槽実験Ⅱ（流速に伴う地形変化の把握）	416
6.4 仮説の検証	421
7 中課題としての成果と課題	422
7.1 適用条件	422
7.2 作業性	423
7.3 経済性の推定	424

7.4	作業スケジュール	428
7.5	実用性の検討を踏まえた成果と今後の課題	429
参考文献		430
電子格納データ		432

VII-2. 中課題 4-1 泥分が多い場所での移植技術の開発

1 技術開発の概要

1.1 背景と目的

1.1.1 背景

有明海の湾奥部の干潟は、筑後川をはじめとする大小様々な河川から土砂等が流入することで、泥分の多い泥質干潟となり、潮流も速い。そのような場所では、着底したアサリの稚貝は、泥で埋没あるいは潮流や波浪等で逸散し、生息が制限される。一方、佐賀県佐賀市諸富地先のように一部の場所では、高密度にアサリが生息する場所（高密度着底・集積域）が確認されている。しかし、当該地先のアサリは、密度効果で成長が制限され、漁獲サイズまで成長せず、商業化に至っていない。密度効果への対策として、近隣への移植による密度調整が有効とされるが、泥分の多い場所では泥による埋没のリスクがあり、移植適地とならない。このように、高密度にアサリが生息するものの、泥分の多い場所では、漁獲対象になり得るまでの生残と成長は困難であり、安定したアサリの生産が厳しい状況にある。

1.1.2 本実施場所の問題点・特徴

当該地先では、アサリの高密度集積域が平成 30 年度から平成 31 年度まで確認され、その生息密度は 2,000 個体/m²を超えていた。しかし、昨年度以降では、アサリの高密度集積域は消失し、現地盤からアサリの稚貝を確保することが困難となった。また、アサリの初期稚貝の着底が春季および冬季に例年確認されるものの、泥による埋没および潮流等による逸散で生残できていない。さらに、9 月からの海苔養殖に伴い、秋季から冬季にかけて当該地先における水域の流れが遅くなることで、この時期の泥の堆積は顕著となる。

1.1.3 中課題の目的

本中課題では、泥分が多く、アサリの生息に不適な場所であっても、稚貝を確保でき、その生残率と成長量を向上させる技術を開発し、有明海におけるアサリの生産性向上に寄与することを目的とした。

1.1.4 年間の目標

当該地先では、平成 31 年度および昨年度において、採苗器などは、廃材コンポーズを筏状に組み、干潟底面から離底することで（以降、離底技術とする）、泥による埋没および堆積の影響を緩和し、少なからず稚貝を確保できることが確認された。また、平成 29 年度から平成 30 年度において、高密度集積域から移植したアサリは、泥分が多い場所でも離底技術を用いることで生残率と成長量が向上し、砂場へ移植した時と同等の漁獲量も得ることが確認された。令和 3 年度では、当該地先における採苗手法を改良し、稚貝の確保、保護育成を向上させるとともに、離底技術のメンテナンス手法の確立および離底技術を適用することで生じる効果のメカニズムを示すことを目標とした。

1.2 実施場所と実験区の配置

実施場所は、早津江川と筑後川の河口から約 3km 沖合に位置する佐賀県佐賀市諸富地先(諸富区 1022 号)とした。なお、実験区の規模および配置は、佐賀県有明海漁業協同組合と調整の上で決定した。

実験区の配置は、泥分率が異なる「泥分 20%~40%の泥混じり干潟」と「泥分 15 未満の砂場」の 2 通りの実験区を設定し(図 1)、環境要因によるデータの偏りが生じないように各実験区には反復を 3 区画ずつ設けた。



図 1 実施場所と実験区の配置

航空写真は国土地理院より一部引用

1.3 技術開発ロードマップ

本中課題では、事業5年目に泥分が多い場所でも漁獲増加量/コストが1.0以上となる技術開発を最終目標とし、技術開発ロードマップを図2に示した。

平成30年度では、前フェーズで確立された技術を泥分の多い当該地先でも適応できるか確認した。

平成31年度では、当該地先に対応させるための技術改良を試みた。

昨年度では、移植サイクル確立に先駆けて、移植における離底技術の有効性と漁獲量が最大となる時期を確認した。

本年度では、昨年度で検証した採苗技術の再検討と離底技術のメンテナンス手法の確立およびメカニズム把握を目指した。

年度	平成30年度(2018年度)	平成31年度(2019年度)	令和2年度(2020年度)	令和3年度(2021年度)	令和4年度(2022年度)
目標	既存技術の組み合わせの選定	場の把握 埋没対策を取り入れた技術改良	移植サイクル確立	技術の実用化	・再現性の確認 ・作業手引き(案)の完成 ・漁獲増加量/コスト=1.0以上

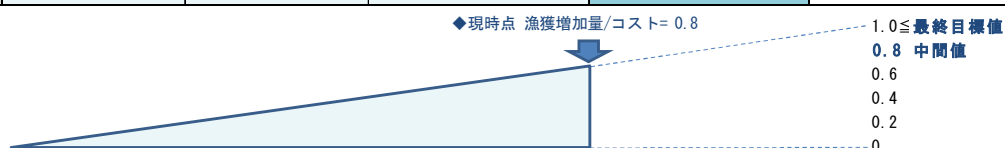


図 最終到達目標に対する現時点の目標達成状況

技術開発要素		平成30年度(2018年度)	平成31年度(2019年度)	令和2年度(2020年度)	令和3年度(2021年度)	令和4年度(2022年度)
稚貝確保	時期	時期選定				
	場所	場所選定				
	収穫ネット	<効果検証> 収穫ネット×基質	<効果検証> ・基質再選定 ・粒径再選定 ・埋没対策	<効果検証> ・場所×潮位 ・実用性	<確定> 時期 春季,冬季 基質 砂利 粒径 2~5mm 埋没対策 離底(10cm<)	再現性の確認
	基質					
	粒径				<効果検証> ・場所×潮位(再検証) ・一重ネットor二重ネット	
	埋没対策					
	設置高					
小課題 移植	時期	時期選定				
	場所	場所選定				
	収穫ネット	<効果検証> 収穫ネット	<効果検証> ・基質再選定 ・粒径再選定 ・埋没対策	<確定> 時期 +場所 +基質 +埋没対策	<確定> 漁獲時期 夏季までに 場所 泥混じり砂場 基質 砂利 埋没対策 離底器	再現性の確認 ・漁獲の検証
	密度調整	+密度				
	被覆網	+被覆網				
	小規模覆砂	+小規模覆砂				
	基質			<効果検証> ・漁獲時期 ・埋没対策 ・実用性	<効果検証> ・一重ネットor二重ネット ・稚貝の生残、成長	
	粒径					
	埋没対策					
	漁獲時期					
離底技術	メンテナンス				<効果検証> ・生物汚損 ・埋没頻度	実用化の検証 ・適用条件提言
	手法の検討					
	メカニズムの把握				<効果検証> ・数値シミュレーション ・水槽実験	

図2 技術開発ロードマップ

1.4 技術開発フロー

本中課題における5か年の技術開発フローを図3に示した。

平成30年度では、前事業で採苗効率の向上が期待された「軽石(分級した榛名軽石)」および「被覆網(目開き18mm)」ならびに底質改善が期待された「覆砂(壱岐砂10cm厚)」の有効性を検証したものの、採苗器および実験区は泥の堆積で埋没し、当該地先においては埋没対策の必要性が生じた。一方、採苗効果を確認する上で、「軽石」との比較対象として設置していた「砂利」の採苗器では、泥に埋没しながらも稚貝が僅かながら確保され、当該地先で採苗に適した基質である可能性が見出された。

平成31年度では、採苗器に底面から10cm離れた埋没対策を施し、採苗に用いる基質および粒径を選定を図った。さらに、泥場をアサリの移植場所として活用することを目指し、泥場に直置きしたアサリと、コンポーズを筏状に組んだ「離底器」で埋没対策を施したアサリの生残、成長状況を比較した。その結果、採苗では「砂利の2～5mm」で最も効果が高く、移植では「離底」することで生残率が向上した。また、採苗および移植において、埋没対策を施した処理区では泥の埋没は確認されず、それらの対策の有効性も示された。

昨年度における成果と課題は、次章(1.5 過年度までの取組と残された課題)に記載した。

事業年度		平成31年度(2019年度)	平成30年度(2019年度)	令和2年度(2020年度)	令和3年度(2021年度)	令和4年度(2022年度)
小課題	各年度の目標	・既知技術の組み合わせ	・場の特性把握 ・泥土対策による技術改良	・移植サイクルの確立	・技術の実用化	・再現性の確認 ・作業手引き案の作成 ・漁獲増加量/コスト=1.0以上
	仮説の設定					
移植技術開発	覆砂による底質改善を併せて、適切な密度と食害・透散対策を行えば、泥場でも生残、成長が可能になる。	移植(泥場) +密度調整+被覆網+覆砂 評価: ×				
	生息密度を2,500個体/m ² から500個体/m ² に下げた稚貝と初期成貝は、泥分少ない砂場へ移植することで、泥分の多い泥場よりも生残と成長が向上する。		移植(砂場) +密度調整+直置 評価: ○			
	稚貝と初期成貝は、泥分が多い泥場でも、砂場を基質として入れ、コンポーズで底面から離底すれば、生残と成長が直置きよりも向上する。		移植(泥場) +密度調整+離底 評価: ○			
	4月から砂場へ移植したアサリの漁獲増加量は、6月から11月のうち、高い温度環境となる直前の7月に漁獲することで最大となる。			移植(泥場) +密度調整+離底+7月漁獲 評価: △		
	泥分が多い場所でも、泥土対策としてコンポーズによる離底、砂利(2～5mm)、収穫ネットを組み合わせること、その漁獲増加量は「砂場(直置)」の結果と同等となる。			砂場(直置)=泥場(離底) 評価: ○		
	当該地先の「泥混じり砂場」へ移植した際には「離底」を施すことで、「砂場」と同等の生残率および成長量を確保することができ。				今年度検証	
稚貝確保技術開発	着生域での分級軽石+8mm目合網袋による採苗が有効。	収穫ネット+分級軽石 評価: ×				
	採苗に用いる基質とそのサイズは、砂利の2～5mmが適している。		砂利+2～5mm 評価: ○			
	採苗する際の設置高さは、底面から10cm以上が適している。		設置高10cm以上 評価: ○			
	確保される初期稚貝の数は、基準面からの高さにおいて、C.D.L+1.1m～+1.8mのうち、C.D.L+1.4mで最大となる。			設置高C.D.L+1.4m 評価: △	今年度再検証	
離底器の実用化	新技術(砂利2～5mm+二重ネット+離底器)では、現地盤および既往技術(砂利2～5mm+一重ネット+離底器)よりも稚貝を確保し、生残率と成長量も向上する。				今年度検証	再現性の確認
	年に1度の頻度でメンテナンスすること、離底器の機能を維持できる。				今年度検証	追実験
移植サイクル開発	離底器及び設置した採苗器近傍で微少な渦が生じるとともに、離底器の底を通過する水流で泥粒子が押し出されることで泥の堆積を予防できる。ただし、流速が50cm/secでは漂砂に伴う地形変化で埋没する。				今年度検証	追実験
	稚貝確保～漁獲までの一連のフローが絞り込まれ、次年度以降から移植サイクルを検証することができる。			移植サイクル実施 評価: ×	今年度再検証	再現性の確認
	漁獲増加量/コスト=1.0以上となる。					次年度検証

備考: ○ 目標達成: △ 目標一部達成: × 目標不達成

図3 技術開発フロー

1.5 過年度までの取組と残された課題

1.5.1 小課題ごとの昨年度成果と課題

小課題ごとの昨年度成果と課題を表 1 に示した。

表 1 各小課題における昨年度成果と課題一覧

昨年度小 課題	成果	課題
稚貝確保 技術の開発	① 採苗器は、底面から離底させることで埋没を防止できた。 ② 初期稚貝の着生数は、C.D.L+1.1～1.4m で多く、11 月設置の C.D.L+1.4m で最も多かった。 ③ 初期稚貝の採苗には、コンポーズおよび網袋の揺さぶりが影響した。	① 採苗方法の再検討 当該地先は、海苔養殖区画であるため、船舶の運航の妨げとならない採苗の方法を検討する必要がある。 ② 仮説の支持 今回の実験では、仮説を支持するのに至らず、再検討が必要となった。 ③ 飛来・着生する初期稚貝の数 今年度の冬季では、当該地先に飛来・着生した初期稚貝の数が昨年度と比べて少なく、採苗の実験に影響をもたらしたと考えられた。
稚貝移植 技術の開発	① 数値目標を達成し、漁獲時期が選定された。 ② 泥分の多い場所でも、泥土対策を施すことで、砂場と同等の漁獲量を得た。 ③ 泥分が多い場所でも、本技術を適用させることで生産性向上が望めた。 ④ 廃棄コンポーズの再利用が期待された。	① メンテナンス手法の確立 生物汚損・網の破れ・コンポーズの劣化等が現場で確認され、実用性を見据えて、それらへの対応を確立する必要がある。 ② 次年度以降の実験に用いる稚貝の確保 当該地先の現地盤において、アサリの高密度集積域が消失し、採苗による稚貝の確保が必要となった。 ③ 泥土対策効果のメカニズム コンポーズによる構造物が泥の埋没や堆積にどのような物理作用を及ぼすか検証する必要がある。 ④ 自然現象 今年度では、7 月の豪雨が実験に大きな影響をもたらした。当該地先は筑後川河口に位置するため、豪雨による海域の淡水化は避けられない。当該地先は、稚貝確保を主とすることも検討する必要がある。
移植サイ クルの開 発	① 泥分が多い場所でも稚貝を確保できることが明らかとなった。 ② 泥分が多い場所でも移植場所として利用できることが明らかとなった。	① 飛来・着生する初期稚貝の数 確保できる稚貝の数は当該地先に飛来・着生する初期稚貝の数に依存する。 ② 移植サイクルの実証 採苗から漁獲まで一環して生残・成長の状況を確認する必要がある。

1.5.2 昨年度成果に対する意見・評価および本年度における実施対応

昨年度成果に対する意見・評価および本年度における実施対応を表 2 に示した。

表 2 昨年度成果に対する意見・評価および本年度における実施対応

昨年度意見・評価	本年度における実施対応
近年、高密度に集積しているが未利用の状態にある稚貝の出現するとされている場所が、あまりみられなくなっており、この利用を意図した課題についても、既に行われている採苗稚貝の活用を検討が重要になっている。	現在開発中の「離底器」の上に採苗器を設置することで、少なからず稚貝が確保できることから、採苗で稚貝を確保するとともに、他県から稚貝を融通してもらえるよう承認をもらった。
ここの漁場は夏期の過酷な環境を回避できれば、砂場を中心に効率的なアサリの生産が可能な地区であることが推定された。このためにも、夏期の過酷な環境をどのように回避するか、例えば夏期の低塩分や高水温などの過酷な環境でも耐性が高いと思われる未成熟の稚貝を中心に試験を実施するなどの工夫も必要と思われる。仮に夏場の生残が悪いとしても、秋以降の移植でどこまで良い成績を示すことができるか、健闘を期待する。	本年度では、(1)当該地先の採苗器から得た殻長 5mm 前後の稚貝を用いた「採苗」、(2)福岡県の福岡 10 号区の殻長 14mm 前後の稚貝を用いた「春季移植」および(3)長崎県の小長井地先から殻長 25mm 前後の初期成貝を用いた「秋季移植」の 3 通りを実施し、当該地先の利用方法を検討した。
移植技術では、底質が砂場である場所や筏上に組み上げたコンボーズ上では泥の埋没の影響を回避できることを示すことができたが、7 月豪雨の影響により十分なデータは得られていない。	大雨に伴うアサリの斃死が本年度でも生じた場合には、他県の稚貝移植を再度実施することとした。

1.6 今年度の目標、仮説、検証項目

各小課題における今年度の目標、仮説、検証項目一覧を表 3 に示した。

表 3 各小課題における今年度の目標、仮説、検証項目一覧

小課題	目標	仮説	検証項目
4-1-1 稚貝確保に効果的な採苗手法の検討	採苗に寄与する底面からの設置高さ、あるいは潮位の選定	確保される初期稚貝の数は、基準面からの高さにおいて、C. D. L+1. 1m～+1. 8mのうち、C. D. L+1. 4m で最大となる	(1) 初期稚貝の個体数
	採苗時における網袋の枚数の選定	新技術(砂利 2～5mm+二重ネット+離底器)では、現地盤および既往技術(砂利 2～5mm+一重ネット+離底器)よりも稚貝を確保し、生残率と成長量も向上する。	(1) 初期稚貝の個体数 (2) 稚貝の個体数、殻長
4-1-2 他県から移植した稚貝の生残、成長状況の把握	春季移植の可能性把握	当該地先の「泥混じり砂場」へ移植した際には「離底」を施すことで、「砂場」と同等の生残率および成長量を確保することができる。	(1) 稚貝の個体数、殻長、
	秋季移植の可能性把握	当該地先の「泥混じり砂場」へ移植した際には「離底」を施すことで、「砂場」と同等の生残率および成長量を確保することができる。	(1) 稚貝の個体数、殻長、
4-1-3 離底器のメンテナンス手法の検討	離底器の生物汚損および埋没に対するメンテナンス頻度把握	年に 1 度の頻度でメンテナンスすることで、離底器の機能を維持できる。	(1) 生物汚損の種類および被度 (2) 干潟底面から採苗器までの高さ
2-1-4 離底技術のメカニズム把握	離底器が泥で埋没しないことのメカニズム把握	離底器および設置した採苗器近傍で微小な渦が生じるとともに、離底器の底を通過する水流で泥粒子が押し出されることで泥の堆積を予防できる。ただし、流速が 50cm/s では漂砂に伴う地形変化で埋没する。	(1) 数値シミュレーション (2) 離底器および設置した採苗器近傍における水流の可視化 (3) 離底器および設置した採苗器があることによる流速に伴った地形変化

1.7 技術開発工程

本年度中課題の技術開発工程を表 4 に示した。

表 4 技術開発工程

内容		令和3年(2021年)										令和4年(2022年)		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
小課題														
稚貝確保に効果的な 採苗手法の検討	初期稚貝(設置高比較)		○	●										
	初期稚貝(ラッセル網の有無)	○	●	●										
	稚貝(ラッセル網の有無)				●	●	●	●	●	●				
他県から移植した 稚貝の生残、成長状況の把握	稚貝移植(福岡10号⇒諸富1022号)			○										
	稚貝(移植地の比較)					●	●	●	●	●				
	稚貝移植(小長井⇒諸富1022号)								○					
	稚貝(移植地の比較)									●	●			
離底技術の メンテナンス手法の検討	生物汚損	○	●	●	●	●	●	●	●	●				
	泥による埋没	○	●	●	●	●	●	●	●	●				
離底技術の メカニズム把握	数値シミュレーション		●	●	●	●	●							
	水槽実験							●		●				
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、フェオフィチン			●	●	●		●	●		●	●	●	
	D0													
	SS, VSS					●					●			
底質	粒度組成、含水率、IL、COD、			●		●		●		●				
	T-S、Chl-a			●		●		●		●				
生物	初期稚貝調査		●	●	●			●	●	●	●			
	アサリ生息状況調査			●		●		●		●				

備考：■ は連続観測機器の設置および回収、ならびに○は採苗器の設置、●は採取および分析を示した。

1.8 使用機器

1.8.1 地盤高調査

令和3年5月にストラクチャスキャンソナーHDS-10（LOWRANCE 社製）を用いて、実験区を含んだ当該海域の地盤高測量を実施した。

得られた測量データは、解析ソフト ReefMaster PRO（ReefMaster Software 社製）を用いて地盤の等高線を作図した。

1.8.2 物理環境および水質環境調査

令和3年5月15日から令和4年3月11日までの期間中に「泥混じり砂場②」および「砂場②」で、当該地先の物理環境（流向、流速）および水質環境（水温、塩分、クロロフィル a、濁度）調査を実施した。環境調査における機器観測のデータ習得条件は表 5 に、各機器の設置位置は図 4 に示した。データの取り扱いでは、干出時のデータは当該地先の潮位と時刻を鑑みて解析から除いた。なお、令和3年8月12日から令和3年9月10日の期間中では、大雨による流出を避けるため、一部の機器を回収した。

流速計で測得されたデータは、オープンソースソフトウェアである TS-editor ver4.21 および TS-master ver6.6 を用いて、移流成分と波動成分に分離した。

機器の回収時にバンドーン採水器等により採水し、SS、VSS、クロロフィル a およびフェオフィチンについて表 6 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。

表 5 環境調査における機器観測のデータ習得条件

設定項目	物理環境		水質環境	
	電磁流速計 Infinity-EM	波高計 Compact-CLW	水温・塩分計 Infinity-CT	濁度・クロロフィル計 Infinity-CLW
設置期間1	令和3年7月12日～令和4年3月18日		令和3年5月15日～令和4年3月18日	
設置期間2	令和3年9月10日～令和4年3月18日			
設置高	底上10 c m	底上10 c m	底上10 c m	底上20 c m
バースト時間(分)	60	60	10	10
サンプリング間隔(秒)	0.5	0.5	1	1
サンプリング個数(個)	600	1200	5	30

備考：令和3年8月10日から令和3年9月10日の期間中では、大雨で機器が流出するおそれがあったため、電磁流速計、波高計および濁度・クロロフィル計は設置しなかった。

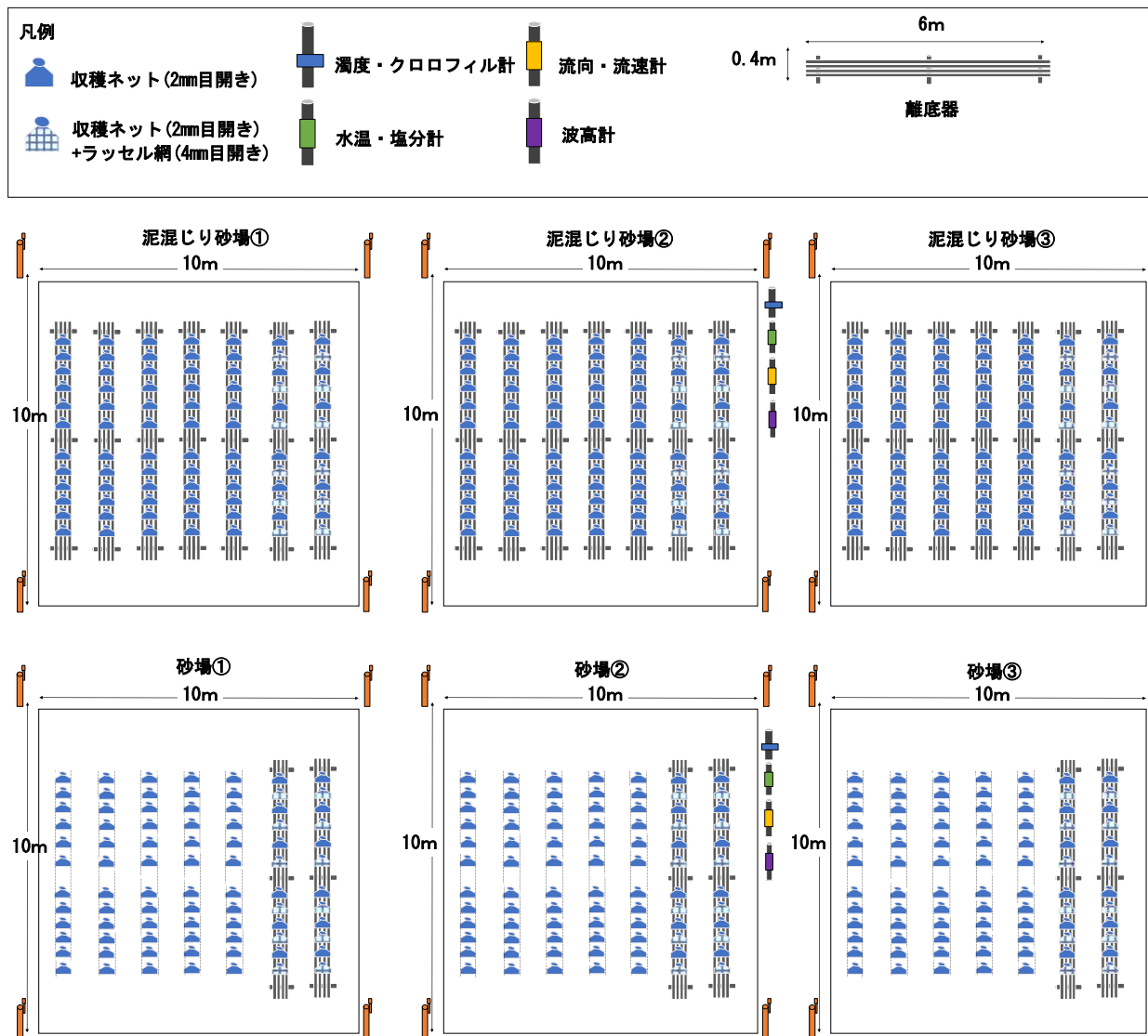


図 4 機器の配置

表 6 水質分析方法

分析項目	分析方法
SS	JIS K 0102 (2008) 14. 1
VSS	JIS K 0102 (2008) 14. 5
クロロフィル a	海洋観測指針 (1999) 6. 3 に準拠
フェオフィチン	海洋観測指針 (1999) 6. 3 に準拠

1.8.3 底質・生物調査

(1) 底質調査

令和3年6月、8月、10月、12月に「泥混じり砂場」および「砂場」の各反復(①②③)の現地盤で採泥し、分析室に運搬後、以下の方法で粒度組成、強熱減量、硫化物、COD、含水率、クロロフィルaおよびフェオフィチンを表7の方法で測定した。

表7 底質分析方法

分析項目	分析方法
粒度組成	JIS A 1204 (2009)
強熱減量	底質調査方法 (H24 環水大水発第 120725002 号) II. 4. 2
硫化物	底質調査方法 (H24 環水大水発第 120725002 号) II. 4. 6
COD	底質調査方法 (H24 環水大水発第 120725002 号) II. 4. 7
含水率	底質調査方法 (H24 環水大水発第 120725002 号) II. 4. 1
クロロフィルa	海洋観測指針 (1999) 6. 3 に準拠
フェオフィチン	海洋観測指針 (1999) 6. 3 に準拠

(2) 生物調査 (稚貝・成貝)

令和3年6月、8月、10月および12月に「泥混じり砂場」および「砂場」の各反復(①②③)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を計数および殻長の測定した。なお、25mm を超えた成貝は、殻高、殻幅およ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。

(3) 生物調査 (初期稚貝・稚貝)

令和3年5月、6月、7月、10月、11月、12月および令和4年1月に「泥混じり砂場」および「砂場」の各反復(①②③)の現地盤でプラスチック製筒 (内径 29mm) により深さ 2cm まで5回採泥 (採取面積 0.0033 m²) し、混合した試料中に含まれるアサリの個体数を計数した。