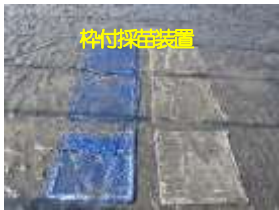


4. 母貝再生産技術の開発

4.1 実施方法

砂泥干潟における母貝再生産技術の開発（採苗装置の開発および稚貝の成長促進技術の開発）の実験方法を表 47、表 48 に示した。

表 47 砂泥干潟における採苗装置の開発の実験方法

項 目	内 容	
目 的	最適な採苗装置の目合いと設置期間により、各設置場所における稚貝の採取数を向上させ、母貝入替用としての稚貝を確保する。	
調査時期	令和元年 6 月：採苗装置設置 令和元年 7 月、8 月、9 月：稚貝の採取	
調査場所	熊本県宇土市住吉地区地先砂泥干潟域	
調査地点	St. 2、St. 4、St. 4'	
調査内容	枠付採苗装置を選定した。枠付採苗装置の目合いは 2mm、4mm の 2 種類、設置期間は 1 ケ月、2 ケ月および 3 ケ月の 3 種類とした 6 通りの実験区を設定し、稚貝を採取する実験を実施した。	
使用機器		●枠付採苗装置 （初期稚貝を保護し、稚貝へ成長させ確保する技術） 枠の大きさ：0.5m×0.5m 枠の材質：鉄（亜鉛メッキ加工） 網の目合：2 mmおよび 4mm
調査方法	評価は、枠付採苗装置の設置時における初期稚貝個体数と回収時の上記採苗装置内および設置場所周辺の原地盤におけるアサリ稚貝個体数より、初期稚貝から稚貝への生残率を算出し、枠付採苗装置の有効性について検証した。 実験の実施場所は条件の異なる St. 2（初期稚貝：着底、稚貝：着生）、St. 4（初期稚貝：着底無し、稚貝：着生無し）、St. 4'（初期稚貝：着底、稚貝：着生無し）の 3 箇所とした。	
備考		

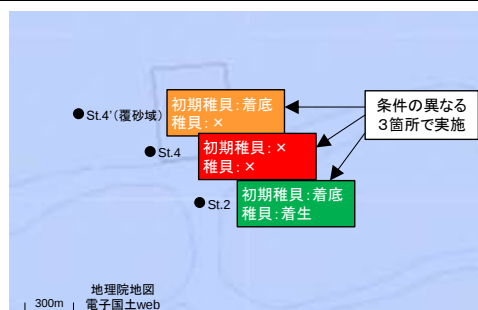
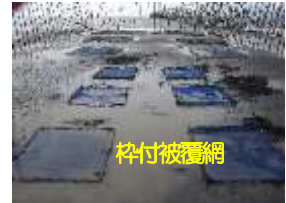
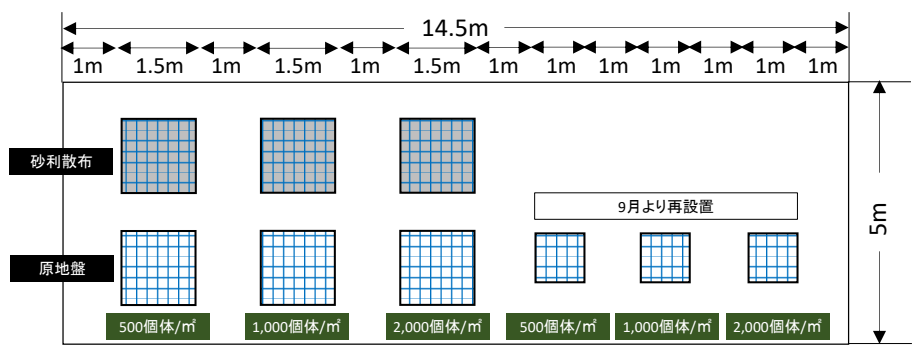


表 48 砂泥干潟における稚貝の成長促進技術の開発の実験方法

項 目	内 容
目 的	採苗装置の開発にて採取した稚貝の成長を促進させ、母貝入替用としての成貝を確保する。
調査時期	令和元年 6 月：実験区設定 令和元年 6 月：アサリ稚貝（殻長 10mm 前後）を収容 令和元年 7 月～翌 1 月：生残率と成長をモニタリング
調査場所	熊本県宇土市住吉地区地先砂泥干潟域
調査地点	St. 4
調査内容	稚貝の成長促進技術として、底質改善技術（碎石散布）を選定した。対照区は原地盤とし、育成密度を 500、1,000 および 2,000 個体/㎡の 3 種類とした 6 通りの実験区を設定し、稚貝の生残率と成長速度を向上させる実験を実施した。
使用機器	 ●底質改善技術 碎石：7 号碎石（約 2.5～5mm）
	 ●枠付被覆網 枠の大きさ：1m×1m 枠の材質：鉄（亜鉛メッキ加工） 網の目合：4 mm
調査方法	評価は、砂散布および原地盤における育成密度別の稚貝・成貝の生残率および成長速度を算定し、各条件別の生残率向上効果と成長促進効果を把握した。  図は、長さ 14.5m、幅 5m の実験区を示しています。区画は 1m と 1.5m の幅に分かれています。左側は「砂利散布」区、右側は「9月より再設置」区です。各区画には「500個体/㎡」、「1,000個体/㎡」、「2,000個体/㎡」の育成密度が設定されています。対照区として「原地盤」も設定されています。
備考	

4.2 取りまとめ手順

取りまとめ手順を図 26 に示した。



図 26 母貝再生産技術の開発

仮説検定方法は二元配置分散分析法が可能な実験配置とした。二元配置分散分析の組み合わせを表 49～表 50 に示した。

表 49 枠付採苗装置の目合いと設置期間の組み合わせ（採苗装置の開発）

設置期間	枠付採苗装置の目合い		
	2mm	4mm	原地盤
1ヶ月	○	○	○
2ヶ月	○	○	○
3ヶ月	○	○	○

表 50 底質改善手法と育成密度の組み合わせ（稚貝の成長促進技術の開発）

育成密度（個体/㎡）	底質改善（基質）	
	碎石散布	原地盤
500	○	○
1,000	○	○
2,000	○	○

4.3 結果

4.3.1 母貝補填用稚貝の採取

採苗装置設置時の初期稚貝数（6月）と稚貝の回収数（7月、8月、9月）を図 27 に示した。

枠付採苗器は令和元年6月5日設置した。設置時における原地盤の初期稚貝数は404～1,616 個体/㎡と非常に少なく、その結果、7月、8月、9月における稚貝の回収数も0～55 個体/㎡と非常に少なかった。

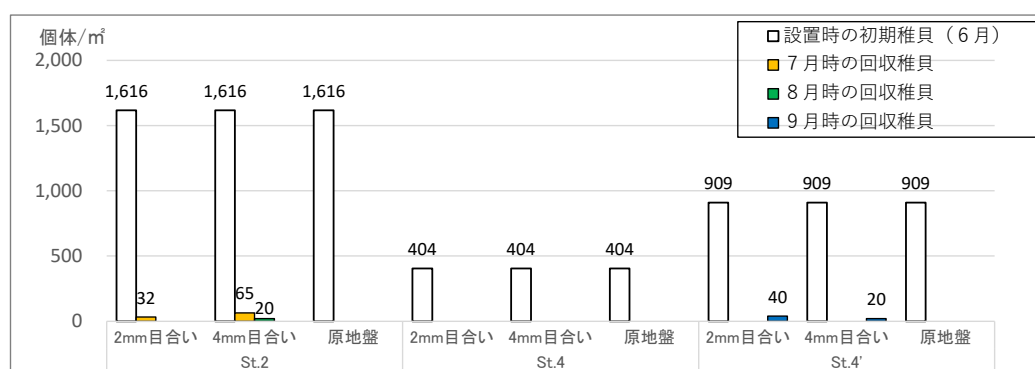


図 27 設置時の初期稚貝数（6月）と稚貝の回収数（7月、8月、9月）

4.3.2 母貝補填用稚貝の育成

稚貝の殻長の推移（左）と時期別成長速度（右）を図 28 に示した。

令和元年6月18日に収容したアサリ（平均殻長 8.66mm）は生残率の低下が認められたが、約 2.5 か月後（9月1日）には碎石の有無にかかわらず、平均 25mm 以上となった。時期別の成長速度は、4/21～6/18 では 0.10mm/day、6/18～7/18 では 0.15～0.19mm/day、7/18～9/1 では 0.25～0.27mm/day、9/1～9/29 では 0.07～0.11mm/day であり、7/18～9/1 の期間での成長速度が最も高かった。また、9月1日に再度収容したアサリは、約 1 か月後の9月29日には 0.19～0.25mm/day の速度で 23mm 程度まで成長していた。特に、収容密度の低い 500 個体/㎡の試験区で成長速度が高い傾向にあった。

以上の結果より、4月21日に平均殻長 2.91mm の稚貝は、10～11 月には母貝の補填用として活用できると考えられた。

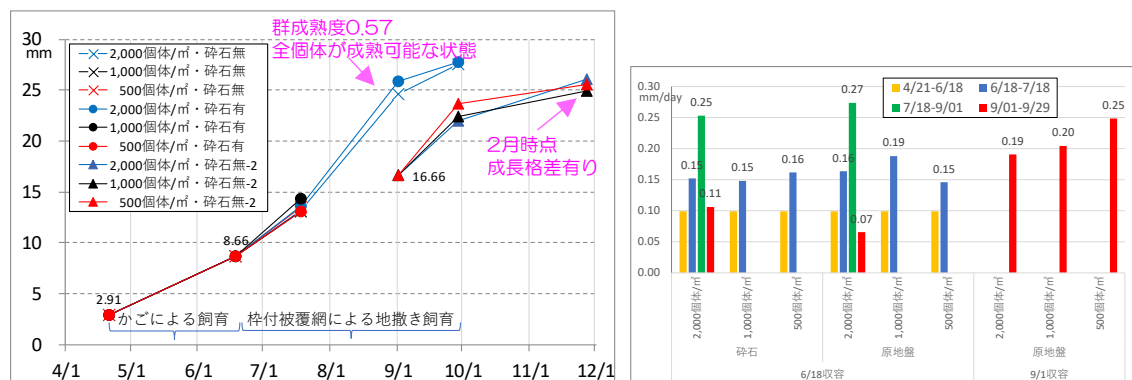


図 28 稚貝の殻長の推移（左）と時期別成長速度（右）

稚貝の生残率を図 29 に示した。

令和元年 6 月 18 日に収容したアサリ（平均殻長 8.66mm）の約 2.5 か月後（9 月 1 日）の生残率は 0.0～35.0%と急減したことから、殻長 10mm 以下の稚貝の収容は被覆網による地撒き収容方法では難しいことが明らかとなった。一方、冬場の影響を確認するために 9 月 1 日から再度収容したアサリ（平均殻長 16.66mm）の約 1 か月後（9 月 29 日）の生残率は 90.0～96.0%と高く、11 月の下旬には約 25mm 程度まで成長し、生残率も 80～90%維持していた。したがって、殻長 15mm 以上の稚貝であれば、被覆網による地撒きによる育成方法が可能であると考えられた。

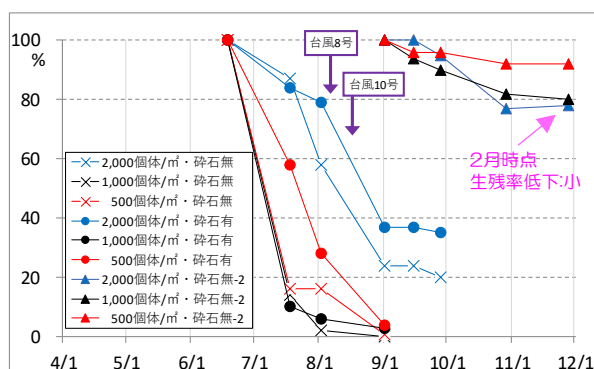


図 29 稚貝の生残率の推移

4.4 仮説の検証

仮説の検証は、各選定技術の機能の比較評価以外に、様々な要因（地形など）の影響も含まれていることを前提に、下記の検証を実施した。

4.4.1 母貝補填用稚貝の採取

母貝補填用稚貝の採取については、最適な採苗装置の目合いと設置期間を検討することで多くの稚貝を確保できると考えたが、初期稚貝の発生は年次変化が大きく、枠付採苗装置よりもさらに安定した採苗方法の確立が必要であると考えられた。

なお、各地点、回収時期において稚貝の回収数が非常に少なかったことから、統計的手法による検証はで

きなかった。

4.4.2 稚貝育成の収容密度と底質改善による生残率の比較

母貝補填用稚貝の育成については、被覆網による地撒き育成方法により、最適な育成密度であれば、アサリ稚貝を3か月で生残率50%以上、且つ10mmから25mmへ育成できると考えた。しかしながら、殻長10mm以下の稚貝は収容後速やかに生残率が低下したことから、15mm以下は生残率向上、15mm以上は成長を重視・加味した技術を採用し、成長段階（サイズ）別に育成方法を検討する必要があると考えられた。

なお、6月18日に収容した平均殻長8.66mmの母貝補填用稚貝の9月1日時点の生残率について、各実験区における生残率（碎石散布・2,000個体/m² 24.0%、1,000個体/m² 0.0%、500個体/m² 0.6%、原地盤・2,000個体/m² 37.0%、1,000個体/m² 2.6%、500個体/m² 3.8%、を用いて繰り返しのない二元配置分散分析を実施した。その結果、収容密度では2,000個体/m²>1,000個体/m²≥500個体/m²順で優位（p<0.05）に生残率が高かったが、碎石散布の有無による有意差は認められなかった。

表 51 収容密度と碎石散布の有無による生残率（9月1日時点）の統計解析結果

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
行	1102.8933	2	551.4467	32.3492	0.0300	19
列	58.9067	1	58.9067	3.4556	0.2041	18.5128
誤差	34.0933	2	17.0467			
合計	1195.8933	5				

5. 考察

5.1 成果と課題

5.1.1 効果評価

(1) 母貝育成技術の開発

平成30年度の結果から、本実証実験場所では被覆網を実施しない場合は2か月程度でほぼ生残率が0%となることから、被覆網は必須であることが明らかとなった。被覆網は四隅の埋め込みと固定、付着物除去等の作業性に問題があることから、今年度は枠付被覆網を採用し、作業性の向上を目指した。しかしながら、実験場所（St.4）は想定以上に砂の移動が激しく、らせん型U字金具や鉄杭による台風対策も実施したが、台風通過時には多少の差はあるものの全区画で枠付被覆網の移動（ずれ）やツメタガイ対策としてのトリカルネットの浮き上がり現象が認められ、アサリ母貝が流失した。

1) 母貝の成熟と産卵、成長と補填

枠付被覆網による地撒き収容方法で、殻長26.5mmのアサリ成貝はその成熟と肥満度の変化から、母貝として7月までの春季と11月以降の秋季に産卵をしていることが推察された。母貝の成長や生残には、底質（碎石等）の散布と被覆網による保護がある程度効果を発揮することが明らかとなった。母貝の生残率は11月27日時点、基質入り網袋の17.5%に対し、枠付被覆網の碎石散布・混入物有区では51.7%であった。

基質入り網袋による母貝保護は、流出はないものの成長が鈍化し、生残率も17.5%と極めて悪い結果となったが、網袋内部の温度は、実験場所では夏場に36℃を越す高温となり、アサリには厳しい環境と考えられ、

生残率低下にも影響を与える可能性が考えられた。

減耗の内訳として、図 29 に貝殻等の混入物無し区で、生残しているアサリの数と死亡している貝殻数および流失等により消失したアサリの数を示した（混入物有り区では貝殻を混入物として混ぜ込んでいるため、育成アサリの死貝か否かを区別できないため）。

8 月までに減耗したアサリは、ほぼ死亡個体であった。8 月以降は台風通過時に施設の一部が破損したことで流失による減耗数が多くなった。黄色に示した部分が流失した割合である。

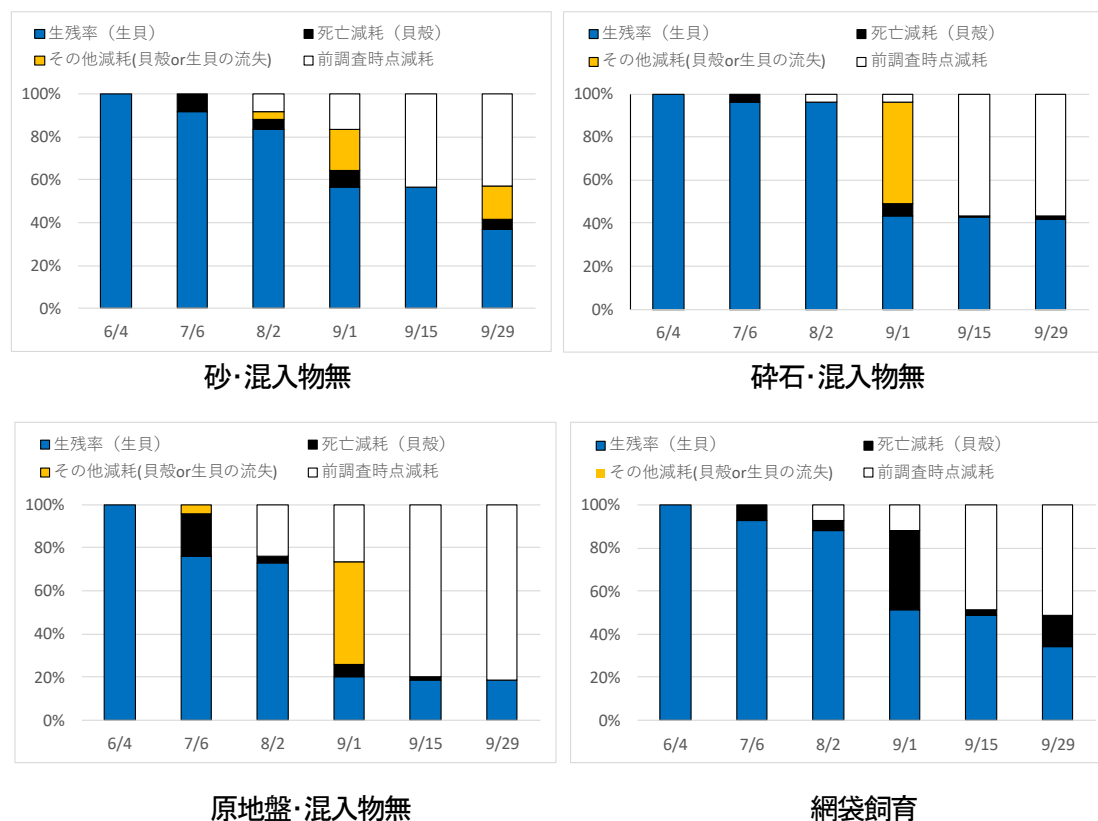


図 30 貝殻の残存数から推測した減耗要因

このように、住吉地先における周年を通した母貝の育成は、夏季から秋季における高温や気象擾乱により、生残率低下が避けられないことが課題となる。母貝の保護育成施設を安定的に保つためには、風浪の影響がより少ない地盤高が低い母貝保護場所の選定が不可決と考える。また、春季から夏季における稚貝の成長は極めて早いことが確認されたことから、母貝の間引き作業を7月に実施し、全ての育成母貝を一度回収、漁獲し、補填用の稚貝を一時畜養して、夏季以降の9月頃に再度、母貝育成場に収容し、産卵させるような母貝飼育の運用サイクルも検討が必要である。

2) 実験場所と育成技術の再検討

夏季における高温と擾乱等による育成母貝の減耗を考慮すると、以下の2つの対応策の検討が必要となる。

- ① 高温と波・流れによる影響を低減するため、実施場所を温度上昇と擾乱の影響が少ない地盤高の低い場所に変更する。
- ② さらに、擾乱時のアサリの流出を避けるため、新たに袋網やカゴ等に収容して育成、保護する方法を検

討する。

上記①については、St. 4 地盤高の低い場所や擾乱の影響が少ない場所の再検討（図 31）、②については、新たな母貝の収容方法として作業性に長けた安価なカゴの利用（図 32）等に可能性がある。



図 31 実施場所の変更（案）



図 32 新たな収容方法（牡蠣の養殖カゴ）

(2) 母貝再生産技術の開発

1) 母貝補填用稚貝の採取

令和元年度は設置時の初期稚貝数（6 月）が少なかつたことから、初期稚貝の発生は年次変化が大きく、また、緑川河口は初期稚貝を保護する稚貝確保技術（収穫ネット等）の適用が難しい海域であり、より安定した採苗方法の確立が必要であると考えられた。したがって、初期稚貝を保護することにより稚貝を確保する技術ではなく、より安定した採苗方法として、浮遊幼生または稚貝のトラップを目的とした技術の採用が必要であると考えられた。採用する技術としては、浮遊幼生からのトラップを目的としたパーム、稚貝のトラップを目的とした基質入り網袋等を選定する必要があると考えられた。

2) 母貝補填用稚貝の育成

殻長 10mm 以下の稚貝は収容後速やかに生残率低下したが、平均殻長 8.66mm のアサリ稚貝は約 2.5 か月後には 25mm 以上（補填用母貝）に成長したことから、母貝補填用稚貝の育成稚貝は、成長段階（サイズ）別育成方法の検討する必要があると考えられた。したがって、15mm 以下は生残率向上を目的とした収穫ネット、15mm 以上は成長を重視・加味した地撒き・被覆網を選定する必要があると考えられた。

5.1.2 実用性の検討

(1) 適用条件の検討

適用条件を表 52 に整理した。

表 52 適用条件

項目	母貝の育成 (枠付被覆網)	母貝補填用稚貝の採取 (枠付採苗装置)	母貝補填用稚貝の育成 (枠付被覆網)
時期	産卵時期には収容状態 ・春産卵期(4月～7月) ・秋産卵期(10月～1月) 但し、台風等荒天が見込まれる時期は施設の機能維持対策が必要 ・10月：母貝の収容・補填 ・7月：母貝の間引・漁獲	浮遊幼生着底後に設置 但し、初期稚貝の発生は年次変化が大きい：× → パーム：浮遊幼生出現期 ・春子(4～5月) ・秋子(10月～12月) 基質入り網袋：稚貝出現期	緑川河口域は成長が早いことから、冬子が9月には補填用母貝へと成長する。 稚貝確保後に育成 ・5月～6月：15mm 以下は収穫ネット等で育成 ・6月～9月：15mm 以上は地撒き・被覆網で育成
場所の条件	・粒径が小さく、底質が動きやすい砂干潟でも実施可能であるが、施設の機能維持管理コストを考慮すると、安定した場の確保	・浮遊幼生の出現、稚貝の着生が多い場所 ・採苗器の機能維持対策を考慮し安定した場	・10→25mm へのアサリの成長が良い場所 ・施設の機能維持対策を考慮し安定した場
留意点	・台風等荒天が見込まれる時期は施設の機能維持対策 または退避 ・枠付被覆網とツメタガイ対策としてのトリカルネットの設置方法の再検討	浮遊幼生からのトラップを目的としたパーム、稚貝のトラップを目的とした基質入り網袋を採用	・15mm 以下は生残率向上を目的とした収穫ネット ・15mm 以上は成長を重視・加味した地撒き・被覆網による育成方法を選定

また、今年度成果より検討した緑川河口における年間作業工程（案）を表 53 に整理した。

表 53 年間作業工程（案）

実施項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
母貝の育成 (春子でのサイクル)							母貝場造成・収容	母貝の育成・産卵				
母貝入替用稚貝の確保							母貝の入替	パーム、基質入り網袋による採苗				
母貝入替用稚貝の育成												

母貝の育成・産卵：4月～7月、10月～1月
母貝の漁獲：7月
母貝場造成・収容：10月
母貝の入替：10月
パーム、基質入り網袋による採苗：10月～12月
収穫ネット等で収容・保護：4月～7月、10月～1月
地撒き収容方法により2.5か月で殻長15→25mmに成長促進：10月～12月