

3. 各実証実験の成果のとりまとめ

3.1 基質入り網袋、カゴを用いた稚貝育成技術

本課題では、近年稚貝の発生量が減少している柳川地先の砂泥干潟と、波、流れの強くアサリ漁場として利用されていない猛島地先の礫浜を実験場所とし、特性が異なる2か所の干潟で、稚貝の採取技術、保護育成技術の実験を行った。以下に各実験で得られた成果を示した。

(1) 稚貝の採取および保護育成技術

大河川の河口近くに位置し、大雨後等に泥土堆積の影響や、冬季にも泥土堆積の影響が見られる柳川地先では、パームを網袋に収容した採苗器を、C.D.L. +1.0 m の高さに離底設置することで、採取個体数の多くなる傾向が確認された。また、採苗規模の拡大を試行した結果では、ほぐしたパームを収容した網袋 120 袋で、約 12 万個体のアサリを採取した成果が得られた。採取したアサリの生息場拡大のための移植時期は、梅雨時期前が有効であり、アサリ成貝が殆ど生息しない場所でも、網袋を用いての育成が可能である事が確認された。

波、流れの強い島原地先では、令和2年度までに 春季に砂利を収容した基質入り網袋を、実験区の C.D.L. +1.2~1.4 m の範囲に設置することで、20 mm 以上の移植用アサリを多く採取できる結果が得られた。今年度は採苗器の設置から 1.5 年後となる秋季の成貝の採取量を確認した結果、C.D.L. +1.0~1.4 m が活用可能範囲と推定され、当該漁場におけるその面積は、12,725 m² となった。また、保護育成技術として、C.D.L. +1.2~1.3 m で採取したアサリを、0.1 kg/袋、0.25 kg/袋、0.5 kg/袋に密度調整を行い沖出した結果、0.1 kg/袋で成貝の増加量および肥満度の高まる事が確認された。

(2) 稚貝採取から育成の一連の作業カレンダー

原地盤でアサリ稚貝が減少している砂泥干潟である柳川地先や、原地盤に高密度な生息域が確認されない礫干潟の猛島地先では、稚貝の大量採取と移植するまでの中間育成が必要である。

柳川地先における稚貝育成のための基本技術には、基質入り網袋を採用した。採苗にはパームを基質とした採苗器を 10 月に離底設置し、秋季発生群を採取する。翌年 4~5 月に軽石入り網袋内に収容して殻長約 20 mm となる 8 月頃まで中間育成し、現地漁場への放流に繋げる一連のサイクルを設定した。柳川地先における稚貝育成の作業カレンダーを図 28 に示した。

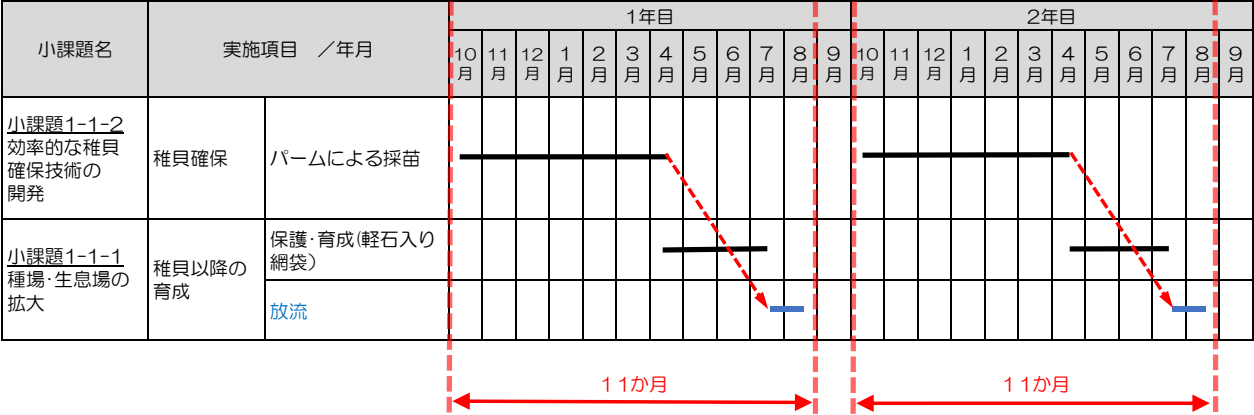


図 28 柳川地先での稚貝育成の作業カレンダー

猛島地先では、稚貝採取のために基質に砂利を用いた基質入り網袋を5月に岸側に設置し、1年後の5月に採苗器内のアサリ密度を確認する。設置1年後の採苗器内のアサリ密度が0.1 kg/袋程度であれば沖出し効果が確認され、0.25 kg/袋以上では沖出し効果が確認されない結果が得られており、沖出しを行う際の密度の目安が把握できている。

そこで、沖出しも想定して作成した稚貝育成の作業カレンダーを図29に示した。

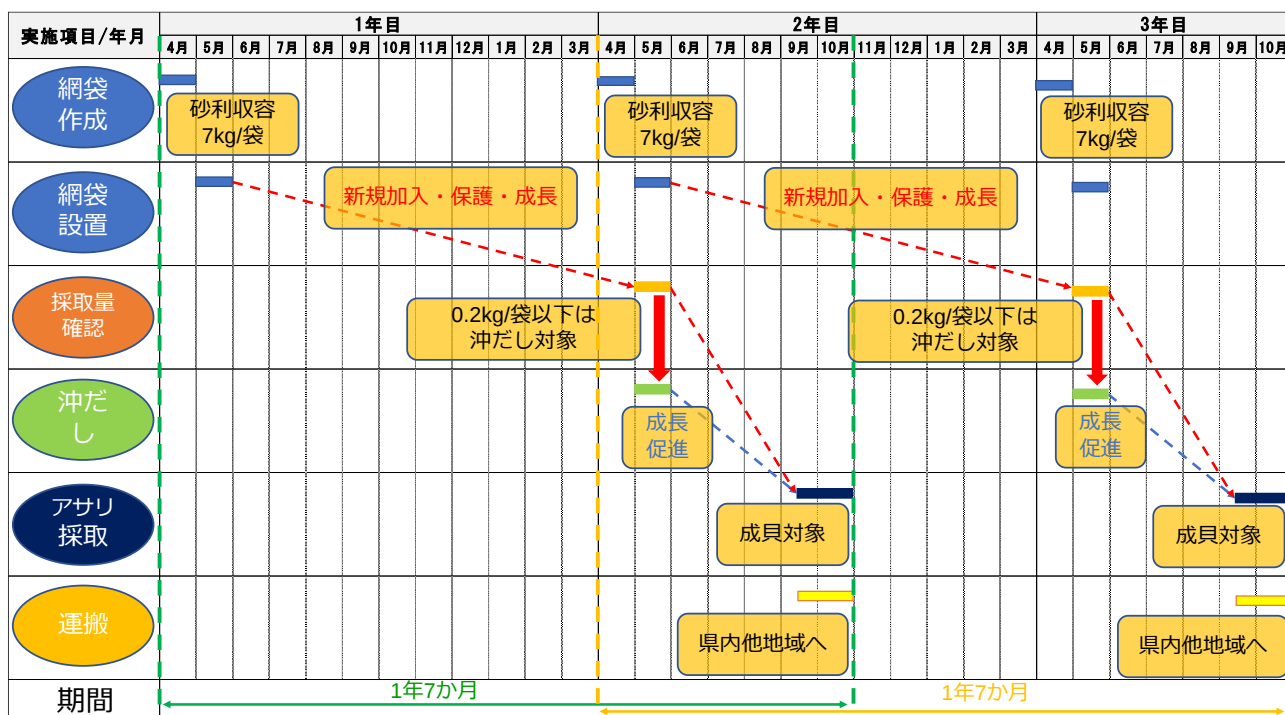


図 29 猛島地先での稚貝育成の作業カレンダー

原地盤で移植に利用する稚貝が減少している砂泥干潟（柳川地先）、アサリの生息がほとんど確認されない磯浜（島原市猛島地先）において、それぞれの環境に適した手法で、稚貝を採取し、移植サイズまで育成する効果を確認できた。

これら各成果を得た今年度の技術開発における仮説と検証結果を表24にまとめた。

表 24 技術開発における仮説と検証結果のまとめ

中課題	小課題	作業仮説	検証結果	
パーム等を用いた湾奥域での稚貝育成技術の開発	種場・生息場の拡大	アサリの回収作業における作業性について、実用化に向けた課題等が抽出できる。	—	896 個体(生残率 32%)の回収に、11.5 人・時間要することが明らかとなった。
		移植規模の拡大について、実用化に向けた課題等が抽出できる。	—	採苗器作成からアサリ回収までの作業で、79.2 人・時間要することが明らかとなった。
		梅雨時期後に、パームから軽石入り網袋へ移植すると生残個体数が多くなる。	×	梅雨時期前に移植した結果と比較しても有意な差は得られなかった。
	効率的な稚貝確保技術の開発	採苗効果の高い設置高や場所が抽出され、その要因が推定できる。	×	6 月の回収結果からは、有意差は得られなかった。
		採苗規模拡大の試行により採苗数の目安を得ることができる。	—	規模拡大の試行において、約 12 万個体の採苗が可能となり、規模拡大によって得られる採苗の目安を確認できた。
		パームを収容した網袋の動揺を抑制すると、採苗効果は向上する。	×	動揺対策の有無による採苗個体数に有意な差は得られなかった。
基質入り網袋・カゴを用いた稚貝育成技術の開発	稚貝採取・保護育成技術の開発	春季に密度 0.1 kg/袋、0.25 kg/袋、0.5 kg/袋の採苗器を沖側と岸側に設置すると、いずれかの密度で、沖側の秋季における成貝の採取量が岸側の採取量より増加する。	○	春季の密度 0.1 kg/袋では、秋季の成貝の採取量が、岸側より沖側の方が多くなることが確認された。

※検証結果は、統計解析の結果を、「◎：有意差あり ($p<0.01$)」，「○：有意差あり ($p<0.05$)」，「×：有意差なし ($p>0.05$)」，「—：検定不可能」で評価した。

3.2 アサリ稚貝の高密度着生・集積域からの移植技術

泥分が多い場所での移植技術（諸富地先）、県内他地域からの搬入稚貝と現地での採取稚貝を併用した移植技術（小長井地先）、そして有明海東部での移植技術（岱明地先）の開発が実施され、それぞれで成果が得られた。以下に各実験で得られた成果を示した。

(1) 移植用稚貝の効率的な確保技術の開発

泥分が多い諸富地先では、砂利を基質とした基質入り網袋を用いた離底しての採苗実験を行い、設置高さについて検討した。ここでは、基準面と底面からの高さのどちらが初期稚貝の確保に起因するかを確認し、底面からの高さが寄与することが示された。なお、採取数は、底面+10 cm 高さに採苗器を設置する事で多く採取された。

また、コンポーズを筏状に組んだ離底器上に、砂利を収容した網袋を2種（一重ネット、二重ネット）設置した採取実験の結果、初期稚貝の採取量、稚貝および成貝の採取量ともに、一重ネットで有意に多くなる事が確認された。

(2) アサリの保護、育成技術の開発

小長井地先では、令和2年度までに採苗器を春季に設置し、翌年の春季に採苗器内のアサリの密度調整（間引き、サイズ選別無し）を行う手法の有効性が確認できた。この成果を受けて、5月に0.3 kg/袋、0.5 kg/袋、0.7 kg/袋、0.9 kg/袋、1.2 kg/袋の5ケースの密度調整を行い、実験区の沖側に設置した。10月に密度調整した網袋を回収して個体数、湿重量を確認した結果、0.3 kg/袋のケースが他の条件に比べて有意に採取量が多くなる結果が得られた。この設置から回収までの間、小長井地先では、高水温と貧酸素の影響を受けており、これら影響が考察されるとともに、アサリの減耗が激しい状況下においても間引きの効果があることも考察された。また0.5kg/袋～1.2kg/袋のケースでは、回収時に生残していたアサリは、設置時よりも成貝の割合が減り殻長の小さいアサリの割合が増加していた。このことよりアサリ漁場環境悪化による減耗は、サイズの大きいアサリほど影響が大きくなることが推察された。

さらに、小長井地先では、貧酸素水塊等の影響が発生する前に、海上や他地域に避難させることによる保護効果も検討した。避難時期は5月と7月であり、避難先は小長井地先の沖にある筏（沖筏）と、島原地先である。この結果、島原への避難が5月、7月ともに有意に生残率が高い結果が得られた。

岱明地先では、令和2年度までに、保護育成中の網袋が底質により膨満する課題が挙げられた。この対策として、二重収穫ネットで採取されたアサリを2つに分袋するケース、筏状に組んだコンポーズ上に二重収穫ネットを離底設置するケース、収穫ネット入りラッセル袋でアサリを採取し、その後に内側の収穫ネットのみ外したケース、筏状に組んだコンポーズ上に収穫ネット入りラッセル袋を離底設置するケースで比較した。この結果、収穫ネット入りラッセル袋の内側の収穫ネットを外したケースで、25 mm 以上のアサリが明らかに多くなる結果が得られた。

(3) 移植技術の開発

諸富地先では、他県からの稚貝の移植地としての有効性を検証するために、6月に大和高田10号地区で採取された稚貝の移植を実施した。泥混じり砂場ではアサリを収容した二重収穫ネットを筏

状に組んだコンポーズ上に設置し、砂場では二重収穫ネットを干潟面に直置した。しかし、9月調査時には、生残率が10%程度となり、8月の大雨の影響が考察された。しかし、泥混じり砂場では、11月調査時には殻長30mmを超える個体が確認された。このように、春季の移植では、夏場の大雨によるへい死リスクがあるため、秋季の移植の検証が必要とされた。

また、離底器のメンテナンスについても検討し、離底器への付着生物の除去時期は、生物の付着が少ない4～5月が望ましく、付着生物による影響がない年は、アサリ漁獲時の年1回程度で良いと考察された。なお、離底器の設置は、実験区での埋没状況から泥分20%以上の場所で有効であり、掘り起こし等のメンテナンスは、アサリ漁獲時の年1回程度で良いと考察された。

小長井地先では、C.D.L. + 0.7 m～ +1.5 m の範囲で移植実験を行い、好適な移植範囲の確認を実施した。前年10月に移植した基質入り網袋を、4月に回収してアサリの採取量、そして肥満度を測定した結果より、C.D.L. + 0.7 m～ +1.0 m 付近までが好適な移植範囲となることが検討された。また、地盤高が低い場所で、殻長30mm以上の個体数が増える事も確認されており、移植先の地盤高の差、すなわち冠水時間（摂餌機会）の差の影響が考察された。

また、被覆網を用いた移植手法についても検討し、基質入り網袋よりも被覆網の方が、低コストとなるメリットがあるものの、基質入り網袋よりも採取量が少なくなるデメリットも確認された。

岱明地先では、漁業者の利便性を考慮した移植技術として、陸側に着底するアサリを保護することで、沖側への移植と比較して作業負担が小さい技術の確立を目的に、二重被覆網、被覆網、ラッセル袋を用いた実験を実施した。各技術ともにアサリの採取数は多く、成長も確認できているが、現時点では漁獲サイズのアサリが確認されていない。そのため、引き続きのモニタリングを実施し、得られた結果より、最適な手法を選定し、干潟陸側の活用方法の検討が課題とされた。

(4) 稚貝採取から移植そして漁獲までの作業カレンダー

諸富地先では、夏季に大雨による漁場の低塩分リスクが大きいいため、秋季に県外から初期成貝を移植し、翌年春季に漁獲する移植サイクルも考慮した。検討した作業カレンダーを図30に示した。



図 30 諸富地先での移植技術の作業カレンダー

小長井地先では、地元産アサリを活用した作業カレンダーと、県内他地域産アサリを活用した作業カレンダーを検討した。地元産アサリの活用では、採苗器の設置1年後のアサリへい死リスクの高い時期の前に、網袋（採苗器）を回収し、間引きと漁獲を同時に行い、基質入り網袋に再収容して保護育成する作業カレンダーを作成した。なお、間引きサイズ以上、漁獲サイズ以下（殻長25～30mmを想定）のアサリについては避難の対象としているが、避難後の活用方法を含め、避難については今後の検討課題とした。

また、県内他地域産アサリの活用では、移植用アサリの確保が重要であり、そのための他地域との連携が課題とされた。

検討した作業カレンダーを図31および図32に示した。

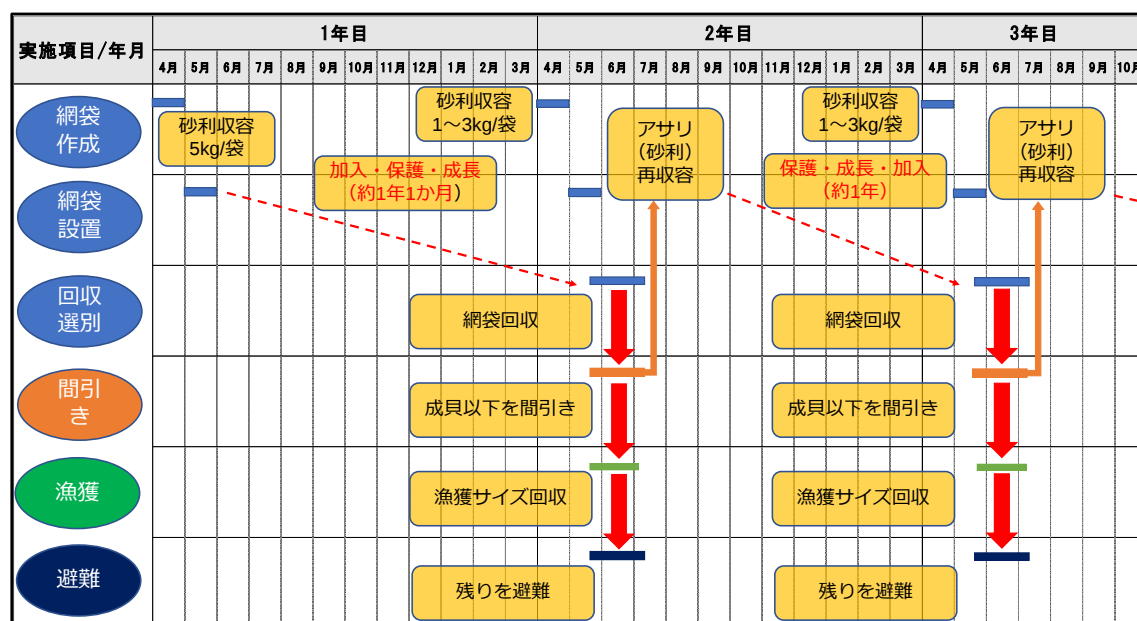


図31 小長井地先での移植技術の作業カレンダー（地元産アサリの活用）

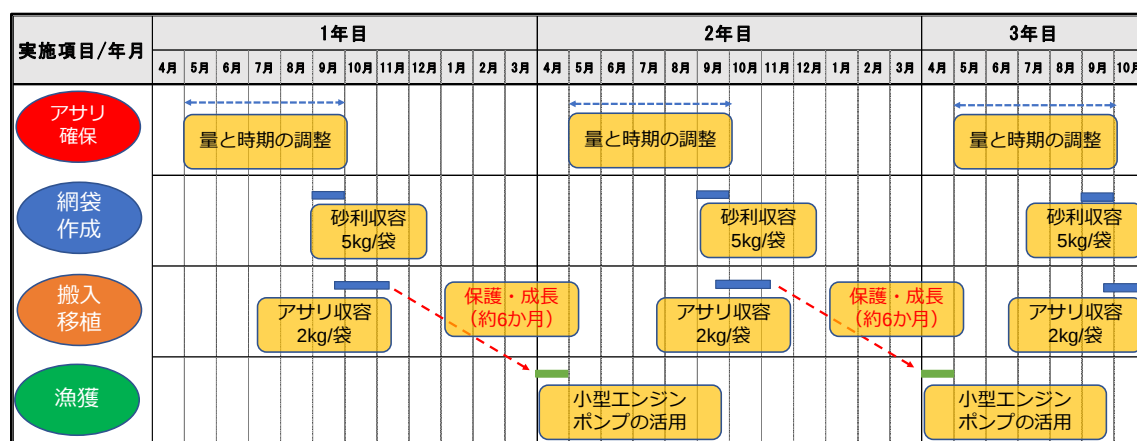


図32 小長井地先での移植技術の作業カレンダー（県内他地域産アサリの活用）

岱明地先では、干潟の陸側で稚貝を大量採取し、干潟沖側に移植することで、殻長 20 mm 程度まで成長させる技術は概ね確立された。今後は、20 mm 程度まで成長したアサリを漁獲サイズまで成長させることが課題として残る。ここで、検討した作業カレンダーを図 33 に示した。

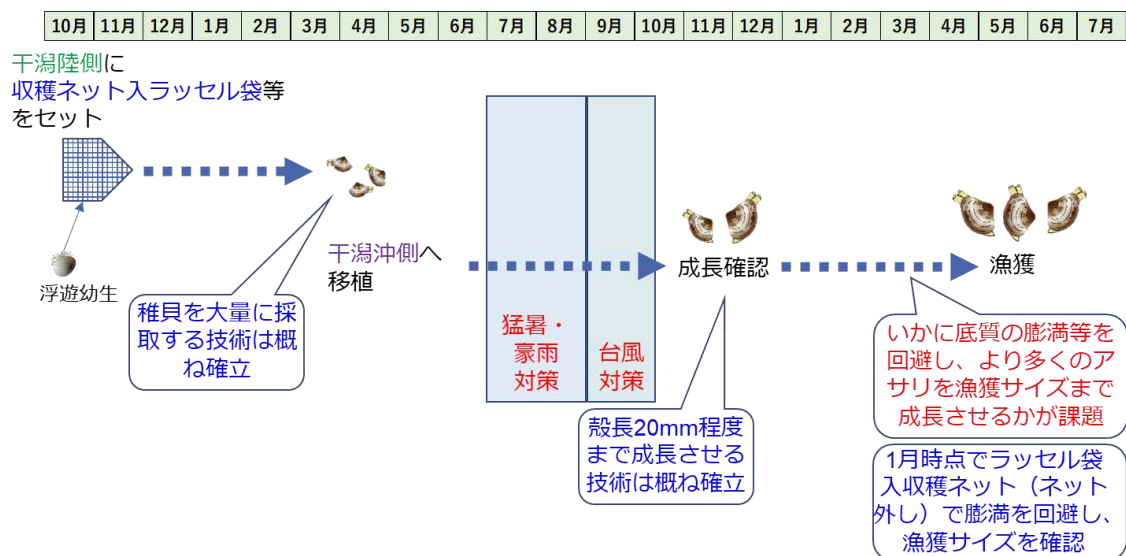


図 33 岱明地先での移植技術の作業カレンダー

環境の異なる各実験場所での移植技術の開発において、各環境特性に応じた移植技術の効果が確認された。しかし、移植用アサリの確保に関する課題、未成貝から漁獲サイズまで育成させる課題なども残された。

これら各成果を得た今年度の技術開発における仮説と検証結果を表 25 にまとめた。

表 25 技術開発における仮説と検証結果のまとめ

中課題	小課題	作業仮説	検証結果	
泥分が多い場所での移植技術の開発	稚貝確保に効果的な採苗手法の検討	確保される初期稚貝数は、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。	×	確保された初期稚貝数に有意な差は確認されなかった。 基準面からの高さは、稚貝確保に寄与するものではないことが示された。
		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。	×	既往技術に対する新技術の優位性は示されなかったものの、当該地先の現地盤よりも初期稚貝および稚貝の数は多かった。
	他県から移植した稚貝の生残、成長状況の把握	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。(春季移植および秋季移植)	×	生残率では、泥混じり砂場(離底)と砂場(直置)は有意差が確認されなかったことから同等であるとみせた。また、成長量では、泥混じり砂場(離底)は砂場(直置)よりも有意に成長量が多い月もあり、同等以上であるとみなせた。
	離底器のメンテナンス手法の検討	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。	—	生物汚損は確認されたものの、採苗中のアサリの生残、成長に影響はない。泥混じり砂場では、周年で泥による埋没は確認されなかった。これらのことから、離底器のメンテナンスは年に一度でよいと考えられた。
	離底技術のメカニズム把握	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/sec では漂砂に伴う地形変化で埋没する。	—	採苗器および離底器の埋没は、洗堀および漂砂で生じることが示された。また、離底器と底面の間に水流が吹き抜ける構造があることで粒子の堆積を低減できることも示された。
県内他地域からの搬入稚貝と現地での採取稚貝を併用した移植技術の開発	稚貝の採取・保護育成技術の開発	春季のアサリ密度 1.2 kg/袋の秋季の採取量よりも 0.3～0.9 kg/袋のいずれかの秋季の採取量が多くなる。	◎	春季のアサリ密度 0.3kg/袋の秋季の採取量が 1.2kg/袋よりも有意に多かった。
		春季から夏季の間に島原、沖筏のいずれかに避難させると、避難元より生残率が向上する。	◎	アサリの生残率が、島原は 5 月および 7 月避難、沖筏は 5 月避難の条件で避難元(釜漁場)よりも有意に高かった。

※検証結果は、統計解析の結果を、「◎：有意差あり(p<0.01)」、「○：有意差あり(p<0.05)、同等性あり」、「×：有意差なし(p>0.05)」、「—：検定不可能」で評価した。

参考文献

- 1) 気象庁. 前線による大雨 令和3年(2021年)8月11日～8月19日. 災害をもたらした気象例. 2021; 1-37.
- 2) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会. アサリの生態と漁業. 沿岸漁業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(増殖場造成計画指針編集委員会編). 日本印刷. 東京. 1997; 136-137.
- 3) 松田正彦・品川明・日向野純也・藤井明彦・平野慶二・石松淳. 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: 127-136.
- 4) 田中雄大・今村豊・児玉琢哉・及川利幸・矢倉浅黄・佐伯光広・真壁昂平・鈴木裕也・大畑聡・金子仁・岡崎雄二・黒田寛・和川拓・長谷川大介・笥茂穂・奥西武. 水塊クラスター解析ソフトの開発と東北近海域の水塊変動解析への適用 -漁況変動解析への応用に向けた事例解析-, 水産海洋研究. 2019; 83: 151-163.
- 5) 三重県水産研究所. 三重県アサリ資源管理マニュアル～伊勢湾のアサリを守り育て活かす～改訂版 2011; 20.
- 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. 平成25年度～平成29年度 各地域の特性に応じた有明海の漁場環境改善実証事業 報告書. 2013-2017.
- 7) 九州農政局. 有明海漁場環境改善連絡協議会(第30回)資料1-5 有明海沿岸4県毎の取組. 2021; 2-13.