

3. 各実証実験の成果のとりまとめ

3.1 高地盤覆砂域の造成等による母貝生息適地の造成技術開発

本課題では、アサリ漁場として未利用な泥干潟（大和高田地先 302 号地区）と砂泥干潟（住吉地先）を対象として、母貝を育成する技術、現地で稚貝を採取して母貝として再生産する技術の開発を実施し、以下の成果が得られた。

(1) 母貝育成技術

令和 2 年度までに、シルト・粘土分 90%以上の未利用泥干潟において、低コスト型離底飼育器具の設置規模をさらに拡大した母貝育成実験を行い、令和 2 年 9 月から翌年 1 月まで 95%以上の高い生残率を維持し、成長および産卵している可能性を得ることできた。

今年度は、天然の干潟から移植したアサリと、パーム入り網袋を離底設置して採苗したアサリを移植した実験を行い、それぞれで成長、産卵が確認できた。パーム入り網袋で採苗したアサリを用いた実験では、今年の春に産卵が確認されれば、採苗から漁獲までのサイクルの有効性が実証されると考えられた。

また、小規模高地盤覆砂域との比較では、天然干潟から移植したアサリへの効果が低コスト型離底飼育器具と同等である事が確認された。作業性やコストの面では、低コスト型離底飼育器具の方が実用的であることも確認された。ただし、パームで採苗したアサリを用いた実験では、今年の春以降の成果を確認することが必要であるとの課題が残された。

強い流れや風波による擾乱により砂の移動が激しく、アサリの生息に影響する未利用砂干潟が各地に存在する。本事業ではこのような未利用砂干潟において、母貝の流出対策（食害にも対応）を施すことによって、母貝を育成する技術開発を行っている。令和 2 年度までに、台風等の強い擾乱にも耐えうる飼育手法として、既存技術の基質入り網袋と、新たな技術として牡蠣養殖用カゴによる飼育手法を用いて、実用化の可能性が検討された。

今年度は、実用規模で、基質入り網袋と牡蠣養殖用カゴを用いた実証実験を実施し、基質入り網袋が育成方法として適していることが確認された。一方、牡蠣養殖用カゴには課題が残り、実用化は困難と考察された。

(2) 母貝用種苗確保技術

母貝として供給するための稚貝の育成過程において、着底した稚貝の減耗は極めて激しく、泥干潟では、シルト・粘土分が多い底質の場合、着底そのものが阻害される。砂泥干潟においても、着底後の稚貝は波・流れが強い時に、砂と共に移動するものと考えられている。

湾奥部泥干潟においては、令和 2 年度までに、ほぐした状態のパームを網袋に収容して採苗器とする手法が、稚貝採取に適していることが考察された。

今年度は、採苗規模拡大実験を行い、パーム入り網袋 120 袋を離底設置することで、約 12 万個体を採取する成果が得られた。しかし、離底採苗のための架台の設置規模を拡大するためには、広い面積が必要になることから、より狭い面積で効率よく稚貝採取する技術として、メッシュ状パイプの利用が考察され、今後の効果検証が課題とされた。

住吉地先では、実験場所周辺で毎年春季に稚貝の高密度集積域が確認されており、令和 2 年度には、角ざる育成器にて中間育成を実施し、効果が確認された。

今年度は、角ざる育成器への収容密度や育成場所の検討を実施したが、各実験で有意差はなく、春季に現地盤で高密度に生息する稚貝を 10 mm 程度まで中間育成する技術としての可能性が考察された。また、現地盤に稚貝の高密度域が確認されない場合を想定し、パーム入り網袋の離底設定、基質入り網袋の直置きによる稚貝採取の結果、いずれの技術でも稚貝の採取が確認された。しかし、パーム入り網袋を長期間継続設置した場合、採取アサリのへい死が発生する課題も確認された。

(3) 母貝運用の作業カレンダー

湾奥部泥干潟における母貝育成のための基本技術には、干潟面から離底させて飼育する技術が、令和 2 年度までに採用された。

今年度は、離底飼育器具への移植時期について検討し、梅雨時期までに移植する事で、生残や成長の良い事が確認された。この成果も考慮した未利用泥干潟における母貝運用の作業カレンダーを図 28 に示した。

区分	1年目				2年目				3年目				4年目				5年目			
	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏
架台(採苗・育成年)	設置・採苗																			
架台(産卵用)	移植				産卵															
					移植				産卵				産卵				産卵			

図 28 大和高田地先での母貝運用の作業カレンダー

砂干潟においては、令和 2 年度までに秋発生群を対象として、稚貝確保から漁獲までを見据えた母貝運用サイクルが検討されている。稚貝確保は、例年春先（4 月～5 月）に数 mm の稚貝（前年秋発生群）が高密度に発生する場所が認められており、この発生した稚貝を採集する。採取した稚貝を角ざる育成器に収容し、10 mm 程度まで育成する。その後、基質入り網袋等を用いて初期成貝へ育成し、20 mm 以上に育成した成貝は、基質入り網袋で 1,000 個体/m² に密度調整する。そして育成した母貝を、当年秋および翌年春の産卵後、初夏に漁獲することを想定した。この間 1 年 3 カ月であり、図 29 に作業カレンダーを示した。

小課題名	実施項目 / 年月	1年目												2年目												3年目											
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月								
小課題1-2-2 母貝用種苗確保 技術の開発	稚貝確保	地先での稚貝確保																																			
	稚貝育成	保護・育成 角ざる育成器等																																			
	初期成貝育成	保護・育成 基質入りの網袋等																																			
小課題1-2-1 母貝育成 技術の開発	母貝育成													母貝育成・収容 基質入りの網袋等																							
	産卵																									産卵											
	漁獲																									漁獲											

図 29 住吉地先での母貝運用の作業カレンダー

上記のように、泥干潟、砂干潟それぞれに適した手法で、稚貝を採取、育成して、母貝飼育を行い、産卵も確認された。実用化へ向けては更なる規模拡大と、技術の多様性を鑑みた稚貝採取機材や育成機材の改良、そしてコスト削減が課題とされた。

これら母貝生息適地造成の技術開発における仮説と検証結果を表 26 にまとめた。

表 26 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
未利用泥干潟における母貝保護育成地造成技術の開発	母貝育成技術の開発	低コスト型離底飼育器具で、アサリは生残、成熟できる。	— 天然干潟から移植したアサリでは、9月～翌年7月の生残率が72.8%となり、群成熟度、組織切片の観察結果から産卵を確認できた。 パーム採苗したアサリによる実験では、5月～翌年1月の生残率が60.9%となり、群成熟度から秋の産卵を確認できた。
		アサリの育成産卵への効果は、干潟面から離れた設置(低コスト型離底飼育器具の活用)により小規模高地盤覆砂域と同等になる。	○ パームで採苗したアサリを用いた実験では、生残個体数で低コスト型離底飼育器具が小規模高地盤覆砂域より有意に低く、同等でない結果となった。
	母貝用種苗確保技術の開発	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12万個体の採苗を実現できた。
		パーム採苗器に成貝を含めると、採苗効果は有意に高くなる。	× 成貝による誘因効果の確認では、稚貝の個体数に有意差は得られなかった。
	母貝の運用サイクルの構築	実用化に向けた課題等が抽出できる。	— 漁獲サイズのアサリの選別時の夾雑物の除去の効率化が課題として抽出された。
		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アサリで生残率が高くなることを確認できた。
砂泥干潟における母貝保護育成地造成技術の開発	母貝育成技術の開発	基質入り網袋と牡蠣養殖用カゴに収容した母貝は、春季に成熟し産卵する。	— 群成熟度、組織切片の観察結果から産卵を推定できた。
		基質入り網袋に収容した母貝は、秋季に成熟し産卵する。	— 群成熟度、組織切片の観察結果から産卵を推定できた。
	母貝用種苗確保技術の開発	採苗器で採取された稚貝は母貝育成サイクルへの利用が可能である。	— 母貝育成サイクルへの採苗器の利用では、パーム採苗器では課題が残ったが、基質入り網袋は可能性が示された。
		春に現地で採取した秋発生群の稚貝は成長段階別に適した方法で密度調整の上育成すれば、秋には母貝へ成長する。	◎ 密度調整を行い育成することで、秋には母貝への成長が確認できた。
	成長段階別に異なる育成方法等により、稚貝の成長促進と生残率を向上させ、育成母貝を確保できる。	— 基質入り網袋では約80%が母貝として利用可能であることが確認できた。	

※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 カキ礁の造成による貧酸素水塊の軽減技術開発

カキ礁による貧酸素水塊軽減効果の検討を行うにあたり、漁業者自らが実施可能なカキ礁造成手法の開発、カキ礁の造成による貧酸素水塊軽減効果を数値解析により検討することを目標として実施した。なお、実証実験の仮説と検証結果を、表 27 に整理した。

カキ礁造成手法の開発では、令和 2 年度までに干潟面から+0.3 m の高さに金網を取り付けた棚式着生材の実験区で良好なカキ湿重量の増加が確認され、本技術の有効性が示された。なお、本技術では、設置後 3 ヶ年程度で天然のカキ礁と同等の生息密度 (20 wet-kg/m²) まで着生するものと推定された。

また、鹿島地先では令和 2 年 7 月豪雨による甚大な被害が発生したが、棚式着生材の流出は無く、残存率が 100 %である事も確認された。

本年度は、過年度に作成した棚式着生材の作業手順書をもとに漁業者と棚式着生材の製作～設置までを再実証し、作業手順書を更新した。また、昨年度に設置した棚式着生材のカキバイオマスが、表 8 に示した様に、目標値を達成したことも確認された。

しかし、3 年以上の耐久性を想定していた棚式着生材に用いている金網が、当初の想定より早く落下したことから、金網の耐久性の向上が課題として挙げられた。

この課題に対しては、地元漁業者からの意見も踏まえ、新たな金網の固定方法を検討した。これにより、金網のテンションは比較的均一に保たれるうえに、カキの着生量向上も期待できると考えられ、今後の実証が望まれた。

カキ礁による貧酸素水塊軽減効果を検討では、過年度に検討された造成可能域のなかでも、貧酸素水塊の軽減効果が高まる造成域を検討した。その結果、最も浜川河口に近いエリアへの造成で、貧酸素水塊の軽減効果の高まる事が予測され、カキ礁の造成は、河口に近いエリアを優先して実施する事が望まれるものと考察した。

表 27 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
カキ礁造成技術の開発	カキ礁造成方法の開発	金網を用いた棚式着生材の設置 2 年目のバイオマスは、ネット設置 2 年目のバイオマス 3.88wet-kg/m ² と同等量以上となる。	◎ 令和 2 年度に設置した棚式着生材のカキバイオマスは、浜川河口が 13.8wet-kg/m ² 、鹿島地先が 11.9wet-kg/m ² であり、被覆金網の設置 2 年目のカキバイオマス 3.88wet-kg/m ² よりも有意に多かった。

※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)」，「×：有意差なし (p>0.05)」の 3 段階で評価した。「－：は検定不可能」

参考文献

- 1) 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; pp. 136-137.
- 2) 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.
- 3) 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事例. 2021; 1-37.
- 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・笈茂穂・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) 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.
- 6) 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.

