

*付着生物（カキ）が多くなる傾向が認められる（材質によるかも知れない）。このため、メンテナンスの頻度は要検討。

*埋没リスクのある場では適用できない。

・角目網（防鳥網）を用いた被覆網

一般的に用いられている材質で、モノフィラメントの網であれば生物の付着も少ない。一方、堅牢性が劣るため、物理環境条件の厳しい場所での設置は難しい。

*市販材料が多いため、網目の大きさや網地の太さ、低コストの製品など選択の幅が広い。

*設置上の留意点は菱目網と同様に埋没リスクのある場では適用できない。

残された課題：

・網袋より回収率は劣るが身入りの良い傾向が得られており、回収率や収容量との関係からさらなる検討が必要。

・被覆網の適用条件を明確化する。作業効率化を促進するための材質の選択やメンテナンス手法の確立。

・被覆網の適用条件を明確化する。作業効率化を促進するための材質の選択やメンテナンス手法の確立。

2. 評価と今後の課題

本事業は、平成 25 年から平成 29 年までの前事業「各地域の特性に応じた有明海の漁場環境改善実証事業」において効果を認められた各要素技術を、異なる地域環境を呈する各干潟域で適切に組み合わせ、アサリ等の生産性を向上させる技術体系を開発するものである。そのために、各干潟で初期稚貝を採取して成育させるほか、移植用稚貝を確保して移植に使用すること、そして母貝を育成することにより、アサリ等の生産性を向上させる一連の運用サイクルの開発を目的としている。

今年度は、その 4 年度目にあたり、まず各地域特性に対応した技術の組み合わせを選定し、その効果を検証した。このため、中課題毎に仮説を設定して実証実験を実施し、前掲の表 2 から表 4 及び表 7 に示した各仮説の検証結果が得られた。

本事業では、技術検討・評価委員会が設置されており、この委員会の 7 名の委員に表 10 から表 18 に示したように中課題毎に「実施計画の適切かつ妥当性」、「得られた成果の妥当性」、「目標の達成度の妥当性」、「実用性の検討」、そして「総合評価」としての評価を受けた。

また、各委員からの「評価点」、「問題点・改善すべき点」に関する意見を表 19 から表 27 に示した。

以下に、各評価結果を示した。

2.1 評価結果

技術検討・評価委員による評価結果を、大課題ごとに以下に整理した。

2.1.1 高地盤覆砂域の造成による母貝生息適地の造成技術開発

本課題では母貝（殻長 25 mm 以上、35 mm 以下の産卵可能な成貝）の産卵数を増大させ生産力を向上させる技術の開発を泥分 70 %以上の底質の干潟と、粒径が小さな細粒砂の干潟で実施した。両干潟は環境条件が不適であり、アサリが生息できず、アサリ漁場としては未利用となっている干潟である。

(1) 中課題 1-1 未利用泥干潟における母貝保護育成地造成技術の開発

福岡県の大和高田地先の干潟で、アサリが育成できない泥分 70 %以上の場所において、今年度は低コスト離底飼育器具と小規模高地盤覆砂域の経済性推定、規模拡大、母貝運用サイクルなどの一連の技術開発が実施され、表 10 に示すように評価委員による総合評価の平均評価点が、「実施された取組みは、良かった。」に相当する支持を得た。

その他の評価項目に関しては、目標の達成度と実用性についての検討で概ね達成の評価であったが、その他の項目では適切もしくは妥当との評価が得られた。

表 10 技術検討・評価委員評価結果（中課題 1-1）

評価内容	評価基準	平均
実施計画は適切かつ妥当であったか。	4：計画は、極めて適切であった。 3：計画は、適切であった。 2：計画は、概ね妥当であった。 1：計画は、不適切であった。	3.00
実験は適切に実施され、得られた成果は妥当か。	4：想定した以上の成果が得られた。 3：妥当な成果が得られた。 2：概ね妥当な成果が得られた。 1：妥当な成果が得られていない。	3.14
目標の達成度は妥当か。	4：設定された目標を大きく上回って達成された。 3：設定された目標は達成された。 2：設定された目標は概ね達成された。 1：設定された目標は達成されなかった。	2.71
実用性についての検討は十分か。	4：十分に検討がなされている。 3：検討がなされている。 2：概ね検討がなされている。 1：検討がなされていない。	2.86
総合評価	4：実施された取組みは、優れていた。 3：実施された取組みは、良かった。 2：実施された取組みは、成果が不足している。 1：実施された取組みは、成果が認められない。	3.00

(2) 中課題 1-2 砂泥干潟における母貝保護育成地造成技術の開発

本課題は、熊本県住吉地先の干潟の中で、粒径の小さな砂質であり、底質の安定性が悪くアサリ漁場にならない場所において、今年度は碎石入り網袋、カキ養殖用カゴ、角ざる育成器、被覆網を用いた未成貝から成貝への育成、生殖腺組織の観察による母貝場機能性評価や採苗器による稚貝の採集などの技術開発が実施され、表 11 に示すように評価委員による総合評価の平均評価点が、「実施された取組みは、良かった。」に相当する支持を得た。

その他の評価項目では、実用性についての検討で概ね達成の評価であったが、これ以外では適切もしくは妥当との評価が得られた。

表 11 技術検討・評価委員評価結果（中課題 1-2）

評価内容	評価基準	平均
実施計画は適切かつ妥当であったか。	4：計画は、極めて適切であった。 3：計画は、適切であった。 2：計画は、概ね妥当であった。 1：計画は、不適切であった。	3.00
実験は適切に実施され、得られた成果は妥当か。	4：想定した以上の成果が得られた。 3：妥当な成果が得られた。 2：概ね妥当な成果が得られた。 1：妥当な成果が得られていない。	3.14
目標の達成度は妥当か。	4：設定された目標を大きく上回って達成された。 3：設定された目標は達成された。 2：設定された目標は概ね達成された。 1：設定された目標は達成されなかった。	3.00
実用性についての検討は十分か。	4：十分に検討がなされている。 3：検討がなされている。 2：概ね検討がなされている。 1：検討がなされていない。	2.71
総合評価	4：実施された取組みは、優れていた。 3：実施された取組みは、良かった。 2：実施された取組みは、成果が不足している。 1：実施された取組みは、成果が認められない。	3.00

2.1.2 カキ礁の造成による貧酸素水塊の軽減技術開発

有明海の湾奥部に存在するカキ礁による水質浄化効果が既往知見で試算されており、貧酸素水塊の継続時間の低減効果があるとの報告がある。このため、カキ礁を造成し、現存するカキ礁の分布域を拡大することで貧酸素水塊の影響を軽減することを目的に、造成技術の開発及び造成可能場所や貧酸素低減効果について検討を実施した。カキ礁造成可能範囲の精度向上およびバイオマスの把握、棚式カキ礁造成技術のカキ着生量評価を行った。また数値解析モデルを改良しての貧酸素水塊低減効果の検討が実施され、カキ礁造成による貧酸素低減効果を推定できた。

表12に示すように評価委員による総合評価の平均評価点が、「実施された取組みは、良かった」に相当する支持を得た。

その他の評価項目に関しては、目標の達成度で概ね達成の評価であったが、それ以外は適切もしくは妥当との評価が得られた。

表 12 技術検討・評価委員評価結果（中課題2-1）

評価内容	評価基準	平均
実施計画は適切かつ妥当であったか。	4：計画は、極めて適切であった。 3：計画は、適切であった。 2：計画は、概ね妥当であった。 1：計画は、不適切であった。	3.00
実験は適切に実施され、得られた成果は妥当か。	4：想定した以上の成果が得られた。 3：妥当な成果が得られた。 2：概ね妥当な成果が得られた。 1：妥当な成果が得られていない。	3.00
目標の達成度は妥当か。	4：設定された目標を大きく上回って達成された。 3：設定された目標は達成された。 2：設定された目標は概ね達成された。 1：設定された目標は達成されなかった。	2.86
実用性についての検討は十分か。	4：十分に検討がなされている。 3：検討がなされている。 2：概ね検討がなされている。 1：検討がなされていない。	3.14
総合評価	4：実施された取組みは、優れていた。 3：実施された取組みは、良かった。 2：実施された取組みは、成果が不足している。 1：実施された取組みは、成果が認められない。	3.00

2.1.3 基質入り網袋、カゴを用いた稚貝育成技術開発

干潟域では密度にアサリが分布もしくは集積している場所が点在しているが、高密度にアサリが生息する場合、その成長が抑制されることが知られている。このような場所のアサリは、漁獲サイズに成長するまでに減耗してしまい、生産性が極めて低いことも明らかとなっている。

本事業では、環境条件の異なるアサリ高密度分布・集積域（3 水域）で、それぞれの場所で適切な稚貝の移植技術を開発するため、3 種類の中課題を設けて技術開発を実施した。

(1) 中課題3-1 湾泥分が多い場所での移植技術の開発

本課題では泥分と強い流れがアサリの生息制限要因となっている佐賀市諸富地先の砂混じりの泥干潟において、離底した採苗器の設置、一重ネットと二重ネットの設置、他県からの稚貝の移植による稚貝確保の各技術開発が実施され、表 13 に示すように評価委員による総合評価の平均評価点が、「実施された取組みは、良かった。」に相当する支持を得た。

その他の評価項目に関して、目標の達成度と実用性についての検討で概ね達成の評価であったが、その他の項目は適切もしくは妥当との評価が得られた。

表 13 技術検討・評価委員評価結果（中課題3-1）

評価内容	評価基準	平均
実施計画は適切かつ妥当であったか。	4：計画は、極めて適切であった。 3：計画は、適切であった。 2：計画は、概ね妥当であった。 1：計画は、不適切であった。	3.00
実験は適切に実施され、得られた成果は妥当か。	4：想定した以上の成果が得られた。 3：妥当な成果が得られた。 2：概ね妥当な成果が得られた。 1：妥当な成果が得られていない。	3.00
目標の達成度は妥当か。	4：設定された目標を大きく上回って達成された。 3：設定された目標は達成された。 2：設定された目標は概ね達成された。 1：設定された目標は達成されなかった。	2.86
実用性についての検討は十分か。	4：十分に検討がなされている。 3：検討がなされている。 2：概ね検討がなされている。 1：検討がなされていない。	2.71
総合評価	4：実施された取組みは、優れていた。 3：実施された取組みは、良かった。 2：実施された取組みは、成果が不足している。 1：実施された取組みは、成果が認められない。	3.00

(2) 中課題3-2 基質入り網袋、カゴを用いた稚貝育成技術の開発

本課題は、長崎県小長井地先で泥干潟上に覆砂されたアサリ養殖場において、移植規模を拡大するとともに、好適な移植範囲の設定、被覆網による移植法の検討、密度調整による保護育成技術、避難による保護効果の検討について稚貝を実際に移植して実験が行われ、実用規模での漁獲量増加、作業量、コストの評価が行われた。

表 14 に示すように評価委員による総合評価の平均評価点が、「実施された取組みは、良かった」に相当する支持を得た。

その他の評価項目に関して、実験と成果の妥当性と目標の達成度は概ね達成の評価であったが、その他の項目に関しては適切もしくは妥当との評価が得られた。

表 14 技術検討・評価委員評価結果（中課題3-2）

評価内容	評価基準	平均
実施計画は適切かつ妥当であったか。	4：計画は、極めて適切であった。 3：計画は、適切であった。 2：計画は、概ね妥当であった。 1：計画は、不適切であった。	3.00
実験は適切に実施され、得られた成果は妥当か。	4：想定した以上の成果が得られた。 3：妥当な成果が得られた。 2：概ね妥当な成果が得られた。 1：妥当な成果が得られていない。	2.86
目標の達成度は妥当か。	4：設定された目標を大きく上回って達成された。 3：設定された目標は達成された。 2：設定された目標は概ね達成された。 1：設定された目標は達成されなかった。	2.86
実用性についての検討は十分か。	4：十分に検討がなされている。 3：検討がなされている。 2：概ね検討がなされている。 1：検討がなされていない。	3.00
総合評価	4：実施された取組みは、優れていた。 3：実施された取組みは、良かった。 2：実施された取組みは、成果が不足している。 1：実施された取組みは、成果が認められない。	3.14

2.1.4 アサリ稚貝の高密度着生域・集積域からの移植技術開発

干潟域では密度にアサリが分布もしくは集積している場所が点在しているが、高密度にアサリが生息する場合、その成長が抑制されることが知られている。さらに、このような場所のアサリは、漁獲サイズに成長するまでに減耗してしまい、生産性が極めて低いことも明らかとなっている。

本事業では、環境条件の異なるアサリ高密度分布・集積域（3 水域）で、それぞれの場所で適切な稚貝移植技術を開発するため、3 種類の中課題を設けて技術開発を実施した。

(1) 中課題 4-1 湾泥分が多い場所での移植技術の開発

本課題では泥分と強い流れがアサリの生息制限要因となっている佐賀市諸富地先の砂混じりの泥干潟において、離底した採苗器の設置、一重ネットと二重ネットの設置、他県からの稚貝の移植による稚貝確保の各技術開発が実施され、表 15 に示すように評価委員による総合評価の平均評価点が、「実施された取組みは、良かった。」に相当する支持を得た。

その他の評価項目に関して、目標の達成度と実用性についての検討で概ね達成の評価であったが、適切もしくは妥当との評価が得られた。

表 15 技術検討・評価委員評価結果（中課題 4-1）

評価内容	評価基準	平均
実施計画は適切かつ妥当であったか。	4：計画は、極めて適切であった。 3：計画は、適切であった。 2：計画は、概ね妥当であった。 1：計画は、不適切であった。	3.00
実験は適切に実施され、得られた成果は妥当か。	4：想定した以上の成果が得られた。 3：妥当な成果が得られた。 2：概ね妥当な成果が得られた。 1：妥当な成果が得られていない。	3.00
目標の達成度は妥当か。	4：設定された目標を大きく上回って達成された。 3：設定された目標は達成された。 2：設定された目標は概ね達成された。 1：設定された目標は達成されなかった。	2.86
実用性についての検討は十分か。	4：十分に検討がなされている。 3：検討がなされている。 2：概ね検討がなされている。 1：検討がなされていない。	2.71
総合評価	4：実施された取組みは、優れていた。 3：実施された取組みは、良かった。 2：実施された取組みは、成果が不足している。 1：実施された取組みは、成果が認められない。	3.00

(2) 中課題4-2 県内他地域からの搬入稚貝と現地で採取した稚貝を併用した移植技術の開発

本課題は、長崎県小長井地先で泥干潟上に覆砂されたアサリ養殖場において、移植規模を拡大するとともに、好適な移植範囲の設定、被覆網による移植法の検討、密度調整による保護育成技術、避難による保護効果の検討について稚貝を実際に移植して実験が行われ、実用規模での漁獲量増加、作業量、コストの評価が行われた。

表 16 に示すように評価委員による総合評価の平均評価点が、「実施された取組みは、良かった」に相当する支持を得た。

その他の評価項目に関して、実用性についての検討で概ね達成の評価であったが、適切もしくは妥当との評価が得られた。

表 16 技術検討・評価委員評価結果（中課題4-2）

評価内容	評価基準	平均
実施計画は適切かつ妥当であったか。	4：計画は、極めて適切であった。 3：計画は、適切であった。 2：計画は、概ね妥当であった。 1：計画は、不適切であった。	3.00
実験は適切に実施され、得られた成果は妥当か。	4：想定した以上の成果が得られた。 3：妥当な成果が得られた。 2：概ね妥当な成果が得られた。 1：妥当な成果が得られていない。	3.00
目標の達成度は妥当か。	4：設定された目標を大きく上回って達成された。 3：設定された目標は達成された。 2：設定された目標は概ね達成された。 1：設定された目標は達成されなかった。	3.00
実用性についての検討は十分か。	4：十分に検討がなされている。 3：検討がなされている。 2：概ね検討がなされている。 1：検討がなされていない。	2.71
総合評価	4：実施された取組みは、優れていた。 3：実施された取組みは、良かった。 2：実施された取組みは、成果が不足している。 1：実施された取組みは、成果が認められない。	3.00

(3) 中課題4-3 有明海東部での高密度会着生・集積域での移植手法の開発

本課題は、波浪・潮流の影響により底質が動きやすく、流出影響等がアサリの生息制限要因となっている熊本県岱明地先鍋地区の砂干潟において、二重収穫ネット等を用いた稚貝の確保と底質の膨満回避対策、保護区沖側への移植、被覆網および二重被覆網による高密度分布域の保護育成、漁業者の利用を見据えた移植の技術開発が実施された。

表 17 に示すように評価委員による総合評価の平均評価点が、「実施された取組みは、良かった」に相当する支持を得た。

その他の評価項目に関しても、適切もしくは妥当との評価が得られた。

表 17 技術検討・評価委員評価結果（中課題4-3）

評価内容	評価基準	平均
実施計画は適切かつ妥当であったか。	4：計画は、極めて適切であった。 3：計画は、適切であった。 2：計画は、概ね妥当であった。 1：計画は、不適切であった。	3.14
実験は適切に実施され、得られた成果は妥当か。	4：想定した以上の成果が得られた。 3：妥当な成果が得られた。 2：概ね妥当な成果が得られた。 1：妥当な成果が得られていない。	3.14
目標の達成度は妥当か。	4：設定された目標を大きく上回って達成された。 3：設定された目標は達成された。 2：設定された目標は概ね達成された。 1：設定された目標は達成されなかった。	3.00
実用性についての検討は十分か。	4：十分に検討がなされている。 3：検討がなされている。 2：概ね検討がなされている。 1：検討がなされていない。	3.00
総合評価	4：実施された取組みは、優れていた。 3：実施された取組みは、良かった。 2：実施された取組みは、成果が不足している。 1：実施された取組みは、成果が認められない。	3.14

2.1.5 総合評価

中課題1-1から中課題4-3を包括し、その他の事項及び全体を集約した事業の総合的評価は表18に示すように評価委員による総合評価の平均評価点が、「事業成果は、優れていた」に相当する支持を得た。

また、委員からの評価として、以下の意見等が得られた。

- アサリ資源が減耗傾向で推移している中で、漁業者の視点から、簡便で資源回復にとって有効な手法の開発が検討されている。
- 各事業とも、データをこまめに取っており、取組の成果がよくわかる。
- 全実験干潟において連続的な環境変動モニタリングが通年でなされ、合わせて解析することで、各実験干潟の環境特性がより明確に分かるようになった。HSIによる検討では、膨大なデータを解析して分かりやすいアウトプットに繋げている。GISマップの改良では、漁業者の声を取り入れて、より現場で使いやすいものになってきたように思われる。
- カキ礁の課題を除いて、いずれもアサリの生息には必ずしも好適ではない場所での増養殖技術開発を求められているが、着実に要素技術が積み重なってきている。
- 今後も、漁業者が取り組めるような、より経済性を考慮した、簡便な手法の技術開発が望まれる。
- 規模拡大、労力（コスト）軽減が必要。また、コンポーズや樹脂製のネットを使っている取組が多いので、漁場からの回収やリユース等についても考慮する必要があると思った。
- アサリ生息状況と環境の検討については、複数の月のデータを合わせて解析するなどでもう少し結果の精度を上げられるのではないかと。餌料環境と成長速度の関係については、水温の影響を考慮することでより高い精度で結果が得られるのではないかと。

表18 技術検討・評価委員評価結果（総合評価）

評価内容	評価基準	平均
その他の事項及び全体を集約した事業の総合的評価	5：事業成果は、極めて優れていた。 4：事業成果は、優れていた。 3：事業成果は、良かった。 2：事業成果は、概ね良かった。 1：事業成果は、不十分だった。 0：事業成果は、成果が全く認められない。	3.57

2.2 今後の課題

表19から表27に示した各委員からの意見には、今後に向けての課題に繋がる内容もあり、以下に大課題毎に課題を整理した。

大課題1. 高地盤覆砂域の造成による母貝生息適地の造成技術開発

未利用泥干潟における母貝保護育成地造成技術の開発では、低コスト型離底飼育器具の実用化を目指し、移植時期の検討を含め、より効率的な手法の改良を検討する必要がある。豪雨への対応、低コストで規模の拡大できるかの検討が必要今年度の実証した設置高以外の環境条件についても整理することが実用化に向けて必要である。

砂泥干潟における母貝保護育成地造成技術の開発では、母貝育成サイクルの見直しによるコスト削減や漁業者の利用性の向上（密度調整不要、メンテナンスフリー等）が必要と考えられる。低コストで規模の拡大できるかの検討が必要である。

大課題2. カキ礁の造成による貧酸素水塊の軽減技術開発

採苗器の下に囲いを設置するなどして、採苗器から脱落后のカキを地盤にとどめる（流出防止）工夫が必要だと思う。

大課題3. 基質入り網袋、カゴを用いた稚貝育成技術開発

時期、場所等について、より効率的な採苗方法を検討されたい。

移植時期や作業性向上の検討が望まれる。

大課題4. アサリ稚貝の高密度着生域・集積域からの移植技術開発

泥分が多い場所での移植技術の開発では、期間だけではなく中長期的な維持管理の必要性、その作業性についても検討、離底器の管理手法（埋没防止、付着物の簡易除去等）の検討、採苗については、柳川の取り組み同様、採苗器の容積アップや揺動防止機構の検討も必要である。

県内他地域からの搬入稚貝と現地で採取した稚貝を併用した移植技術の開発では、被服網についても取り残しや食害による減耗がなければ、成長は良さそうなので検討する必要もある。

有明海東部での高密度着生・集積域での移植手法の開発では、アサリの採取、成長状況をモニタリングし、作業性、コストを比較し、最適な手法を検討する必要がある。規模拡大が課題として挙げられており、網袋を沢山作って設置することは労力もかかると思うので、軽いパームを使った離底式の大型の採苗器を作ること検討してみてもどうか。

以上、各技術についての主な課題について整理したが、各技術ともにさらなる生産効果の向上とコスト削減が課題となる。以下に委員による評価と問題点、改善すべき点を整理した。

表 19 技術検討・評価委員の意見及び評価（その1）

<p>中課題1-1 未利用泥干潟における母貝保護育成地造成技術の開発 【福岡県柳川市大和高田地先(302号地)】</p> <p>【評価点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 未利用泥干潟域において、稚貝の生残・成長や母貝の生残・成長・成熟が可能となる技術を開発するとの目的に対する目標の設定等の実験計画は適切であり、妥当な成果が得られたが、干潟では豪雨などイベントの影響が不可避なこともあって、一部で目標が未達であった。 302号地区については、泥分が多い未利用漁場であるため、アサリの生息域にとって厳しい環境である。過年度までの試行錯誤の結果として、低コスト型離底式アサリ飼育で規模拡大を試みたことは大いに評価できる。今年度の豪雨で規模拡大の効果を判定することができなかったが、低塩分にも効果のある可能性があり、引き続き有効性については検討いただきたい。 パーム採苗器については、幼生の付着促進効果はあるものの、波浪やハンドリングによって着底稚貝が採苗器内部から逸散していることから、さらにもう一工夫あった方が良い結果が得られる可能性がある。また網の中に成貝を数個体入れておく効果は、条件を振って実施することを検討いただきたい 泥干潟の利用法がわかりつつあることは、評価できる。 可能な範囲で統計的に妥当なサンプリングにつとめた点は、評価できる。 パームを活用した採苗という、新たな取組みを実践している。 <p>【問題点・改善すべき点】</p> <ul style="list-style-type: none"> アサリでは母貝から産出された膨大な量の微小な卵が浮遊・変態期を経て広域的に散布されて着底する再生産様式であることから、母貝造成による漁獲増加量については、母貝の量とともに造成場を取り巻くマクロな流動環境等により大きな誤差を生じる。このため、母貝保護育成による漁獲増加量の正確な評価方法については、大学、試験研究機関等によるモデル開発等の成果を待つことになる。 このような状況にあつて、本事業では母貝造成による漁獲増加量を実用性の判定に経済性を求めているが、現時点では正確な評価は期し難い。 豪雨による低塩分化対策は難しいところがあるが、残存アサリについては、成長が低いことが示され、有効活用の可能性が否定された。一方で、こうした成長の遅い個体は一般的に環境耐性が高く、産卵もするので、親貝資源としての利用の可能性については念頭に置いて対応いただきたい。 産卵の有無や産卵量の多寡を厳密に判定するためには、生殖腺の組織学的観察など生理的手法が必要 「残存アサリ」の成長生残が思わしくない、というデータを得られたことは、1つの成果。この成果をさらに活かすためには、残存アサリを破棄するよりも、稚貝誘引のための個体として再利用するなどの選択肢があるかもしれない（中課題2-1との関連） 低コスト型器具の被害軽減のための有効性の検証に際して、塩分等漁場環境の相違についても考察していただきたい。 今後はカゴ等に施設の規模や採苗基質の量について、引き続き検討する必要があると思われる。

表 20 技術検討・評価委員の意見及び評価（その2）

中課題1－2 砂泥干潟における母貝保護育成地造成技術の開発

【熊本県宇土市住吉地先】

【評価点】

- ・昨年度まで実施した被覆網では、台風や荒天などに伴う強い擾乱等により十分な生残を確保できないことが、実用化する上での課題となっており、今年度は、アサリの流出を抑制などによる漁獲量の増加（生残率向上による産卵数の増加）、コストダウン・作業性改善、食害防除を主な目的としカキ養殖用カゴの導入が試験され、その効果が実証された。
- ・底質が細砂で移動しやすく、何もしなければアサリの生息が認められない漁場において、逸散保護対策を施すことで、アサリを出荷サイズまで育成する手法の提示がなされており、重要な成果と言える。過年度までの試行錯誤の結果を踏まえて、手法の絞り込みが行われている。特に網袋とカキバックの比較によって、両者のメリット・デメリットが明瞭となり、手法の選択の幅が広がっていることは高く評価したい。4月に前年秋仔を回収し、効率的・高生残で中間育成し、翌年の7月には漁獲まで到達できるという、母貝と漁業生産の両方に貢献できる1年3か月という高速生産サイクルの再現性を示した素晴らしいスタイルを打ち出していると評価できる。
- ・潮流の早さや底質流動の大きさなどの悪条件が懸念される住吉地先で、強固なカキカゴや基質入り網袋の効果を示したことは評価できる。
- ・群としての成熟度を評価している点や、正当な反復を確保している点は、評価できる。
- ・アサリの居ない環境での母貝育成施設の新たな選択肢として、カキ養殖用カゴと基質入り網袋ともに有効性が示された。
- ・成熟度と肥満度から春期の産卵を確認することができた。

【問題点・改善すべき点】

- ・実用性の評価については上記の中課題1－1の問題点がある。
- ・漁業者に稚貝の採捕から出荷までの1年3か月でアサリを出荷できるシステムを漁業者も巻き込んで普及することを検討していただきたい。カキバックは現時点で網袋育成よりやや劣るものの、廃棄物をほとんど出さないということでは対外的なアピールには有効であり、メンテの手間となっている付着物対策を再検討することで、網袋を補完するアサリ育成システムとして活用できるようにブラッシュアップに取り組んでいただきたい。
- ・秋仔と春仔のどちらをどのようなスケジュールで採取し、育てるのか、という流れを把握しづらかった。プレゼンテーションの工夫を求める。
- ・産卵の有無や産卵量の多寡を厳密に判定するためには、生殖腺の組織学的観察など生理的手法が必要
湿重量について、袋網はパーム採苗器よりも良好との成果が得られたが、採取稚貝数についてはバラツキがあり、さらに検討が必要と考えられる。
- ・カゴの効率的なメンテナンス方法や付着物対策の検討。

表 21 技術検討・評価委員の意見及び評価（その3）

中課題2-1 カキ礁の造成による貧酸素水塊の軽減技術開発

【佐賀県鹿島市地先】

【評価点】

- ・今年度は、実海域での棚式着生材（面的）による効率的なカキ礁造成技術の開発を行うとともに天然カキ礁のバイオマスの把握を行い、造成可能面積とバイオマス増加量を推定した。また、カキ礁の造成による流況への影響や貧酸素水塊軽減効果の評価に必要なモデルの開発改良を行った。なお、出水の影響によりカキのへい死などがあったものの所期の成果は得られた。
- ・本課題は貧酸素の軽減促進のために、カキ礁の造成の基礎を図るための課題であり、当初の計画に沿って現地試験と簡易なシミュレーションによって評価がなされており、想定されたものを達成していると判断された。カキの着生に金網が有効であることを示すなど、過年度に他機関が取り組んで来た成果を上回る結果が得られていると判断される。
- ・貧酸素解消の方策がほとんどない状況で、期待できるカキ礁造成の手法や効果を検討した点は評価できる。
- ・造成による上昇流が貧酸素化の抑制に効果的であること示された。
- ・ドローンを活用した、立体的に可視化したカキ礁の状況把握法。
- ・具体的に検討されている実用性（コスト）。

【問題点・改善すべき点】

- ・豪雨による広域な塩分低下により、環境やカキの生育は過年度までの傾向とは異なっており、今年度取得されたデータについては、これらを考慮した検討が必要と思われる。
- ・大きく改善するべき課題は特にない。カキ礁の縁辺部に大型のスミノエガキが生息することが多いが、本種は低塩分や貧酸素に強いことから、沖側のカキ礁造成では本種の優占度を上げるなどの工夫も期待したい。
- ・（要改善点というよりコメント）：5か年計画の主目的はカキ礁造成の貧酸素水塊軽減効果の見積もりであることは理解できる。しかし、カキ礁の機能を多面的にとらえてこそ、その必要性をアピールできる。貧酸素軽減効果だけでなく、他生物への棲み場所・産卵場所の提供、栄養塩の放出、カキそのものや棲み込み生物の漁獲物としての増加、など。こうした側面も視野に入れることが望ましい。
- ・貧酸素化を効果的に抑制する造成場所の選定や配置についての検討が望まれる。

表 22 技術検討・評価委員の意見及び評価（その4）

中課題3-1 パーム等を用いた湾奥域での稚貝育成技術の開発

【福岡県柳川市3号地先】

【評価点】

- ・稚貝や成員の生息数が少ない生産性の低い干潟域で、稚貝の採苗、採苗後の育成が可能となる技術を開発し、生産性の向上を目指すことを目的として事業を実施し、パームによる効果的な採苗と、2mm径の軽石を基質とした網袋により、流失を抑制して育成することが可能であることを検証した。
- ・パーム採苗器については、浮遊している幼生の総量から判断すると、まだごく一部の個体を着生させているに過ぎない。試験区間の差異が少ないので、大部分が波浪やハンドリングによって採苗器内部から逸散して、足糸で強固に付着している個体のみが残存していると推定される。
- ・昨年度より規模を拡大しても、昨年度と同様の結果を得られたことは朗報。
- ・アサリ親貝を稚貝の誘引剤として利用するのは、面白い試み。この試みも含めて、さまざまな新しいことに挑戦されると良いと感じた（余力次第ではあるが）。
- ・可能な範囲で統計的に妥当なサンプリングにつとめた点は、評価できる。
- ・種苗、生息場拡大について、好適条件として、移植時期が4月、2mmの軽石に成果が認められた。
- ・具体的な母貝の運用サイクルが提案されている。

【問題点・改善すべき点】

- ・採苗・育成時の豪雨等による生残率低下対策が今後必要である。
最適な採苗器の設置高やその場所による違いが十分に検証できていない。
実用化にあたって、一層の漁獲増加量の増大やコスト削減による経済性の向上が求められる。
- ・パーム内部に着底した0.2-0.3mmの初期稚貝を如何にうまく散逸させないか、さらなる検討を期待したい
- ・B/Cを上げるための工夫が必要
- ・大量出水の影響も考慮した生残率等の調査に期待したい。
- ・母貝による稚貝の誘因効果の解明。
- ・パーム内の高密度対策。

表 23 技術検討・評価委員の意見及び評価（その5）

中課題3-2 基質入り網袋、カゴを用いた稚貝育成技術の開発

【長崎県島原市猛島地先】

【評価点】

- ・アサリ浮遊幼生は着底するが、逸散等により資源としての活用が十分に行われていない海域で、採取、保護・育成、運搬までの一連の方法により生産性向上することを目的として、事業を実施しており、実用化に求められる、漁獲量を増加させるための適条件の把握、要素技術の改良、また、作業性の改善に伴うコストダウンを目標として事業を実施した多くの成果が得られた。
- ・実用化のための経済性の検討も下記の問題点を除き適切に行われた。
- ・アサリ漁場として全く未利用の島原半島海域において、現地の漁業者団体との調整も行った上でアサリの採苗を実施するチャレンジングな課題であるが、3年目に至り、十分な成果が得られている。特に採苗について活用可能範囲が広大であり、将来的には国産種苗で輸入種苗を代替できるポテンシャルを秘めていることを示した点は成果と言える。初期稚貝の着生が、地盤高が高いところでみられるため、これを沖合へ移設することで殻長を延ばす手法を試みて成果が見られた。高頻度着生の地盤高の年変動要因については、フルグロウン幼生の発生期の風向きや波浪も影響している可能性があるため、4県協調調査のデータを入手してパターンを読むことも検討してもらいたい。
- ・移植用アサリの採取・育成の場として利用できる見込みが出てきた点は、評価できる。
- ・採苗器の沖だしで移植用アサリの採取量の増加が把握できた。
- ・地盤高に着目した稚貝採取試験区の設定。
- ・具体的な方策としての作業カレンダーの提案。

【問題点・改善すべき点】

- ・漁獲量増大/コスト比較では、一連の方法 A（沖だしなし）>B（成長促進のために沖だし）となっているが、この表現についての検討が必要である
- ・移設を前提とするのであれば、採苗ポイントでの網袋を網目の小さな収穫ネットへ変更することで採取量を増やすことはできないものであろうか。もちろん、中身の入れ替えで人件費が上昇する可能性もあるが、現在よりも漁獲増加量を増やさないとコストが下がらないので、検討をお願いしたい。
- ・移植用アサリの採取量が沖側と岸側のどちらで多いかは、年によって変わる、という結果がでた。現時点では、二股がけにするのが（つまり、両方の場所でのアサリ採取を同じような努力量でおこなうのが）、安全であろう。
- ・漁業者の意見交換を行った上で、実用化に向け、コスト削減を検討されたい。
- ・作業カレンダーからもう一步踏み込んで漁業者向けのマニュアル等ができればと思います。

表 24 技術検討・評価委員の意見及び評価（その6）

<p>中課題4-1 泥分が多い場所での移植技術の開発</p>
<p>【佐賀県佐賀市諸富地先】</p>
<p>【評価点】</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・泥分の影響が大きい海域で、泥土対策を施した稚貝確保し、生残・成長の好適地への移植技術を組み合わせることで、泥分が多い場所でも生産性を向上できる移植技術(採苗→移植サイクル)の開発を目的とし、稚貝確保に効果的な設置高の絞り込みを行ったが、春季は初期稚貝の着生は設置高が高くなるにつれて少ない傾向が確認できたが、夏以降は初期稚貝の発生は確認できず、また採苗器の破損などにより十分なデータは得られていない。さらに、秋季以降は試験地への幼生の移送や着生量が少なかったことから、底質や設置高を絞り込むためのデータは十分に得られていない。 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ポ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。 また、当初想定したアサリの高密度集積域に、新規稚貝は見られず、安定的な移植用の稚貝確保には採苗から始めることが必要と考えられるなど、成果は十分に得られなかった。 ・泥土の堆積が著しい場所であり、今年度はこれに加えて豪雨による淡水化の影響を受けてしまった。一方で浮遊幼生の飛来は多く、かつ底質が優れた砂場では成長が好調なことを見いだしたことで、この海域の特性が明確になった。 ・アサリ増養殖において相当に不利と考えられる、泥分の多い場所で、稚貝確保や移植の見込みが立ったことは評価できる。 ・プレゼンテーションがわかりやすかった。狙いのはっきりした写真や図を多用し、重要な項目は強調文字で示すなど、随所に工夫が見られた。 ・(難題ではあるが)、コンポーズによる離底がなぜ網袋の埋没を防ぐのか、といった問題の解明にとりくむ点は、高く評価できる。 ・廃棄コンポーズの再利用はコスト削減の観点から評価できる。 ・数値シミュレーションにより具体的な定技術の検討がなされている。
<p>【問題点・改善すべき点】</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・河川から流失する泥分の多い場所では、泥分の影響が大きく、また豪雨の影響も甚大である。また、安定的な移植用稚貝の確保のための採苗や移植先の確保などなど多くの課題が残されている。 ・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ところが推定された。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 ・課題担当者自身が述べているように、諸富地先の利用目的は稚貝確保や短期育成などの一部にしぼりこむのが、現実的。 ・コンポーズのメンテナンスや埋没防止の手法の改善・確立が望まれる。

<つづく>

- ・本件でも、網袋内の間引きによる密度調整は重要と考えており、干潟漁場の各地で、間引きのタイミングやサイズについて検討されています。

表 25 技術検討・評価委員の意見及び評価（その7）

中課題4-2 県内他地域から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

【長崎県諫早市小長井地先】

【評価点】

- ・この中課題では、アサリ浮遊幼生の着底はあるが、波浪等の影響による逸散により資源の活用が十分に行われていない海域において、未利用資源であるアサリ稚貝の採取、保護・育成、運搬についての多くの知見を得た。なお、技術の実用化を進めるために、漁獲量を増加させるための適条件の把握、要素技術の改良、また、作業性の改善に伴うコストダウンを検討し成果を得た。
- ・漁業者へ移転できそうな技術までブラッシュアップされており、本事業の目標である漁業者自ら取り組むアサリの生産性向上技術開発という目的に即した内容になっている。
- ・島原産沖側設置区と小長井産沖側設置区が小長井産岸川設置区よりも高い採取量を示すことが分かった点は評価できる。このように離れた海区の間での種苗の移送は、三河湾の先行事例でも見られるように、アサリ資源量維持に重要であると考えられる。
- ・成貝移植試験について、島原産と小長井産ともに秋季に沖側に移植できることが再確認された。
- ・移植時の最適な収容密度が把握された。
- ・地盤高に着目した成貝移植試験により、好適条件を提案。

【問題点・改善すべき点】

- ・アサリの移植用稚貝育成に重要な密度調整については、場所による違いが観察され、また、夏季に減耗リスクを低減させる効果についての十分なデータは得られておらず、今後の実用化に向けての課題として残されている
- ・当該漁場は環境変化が比較的少なく、網袋を活用することで高い歩留まりを達成することができる。一方で、殻長が25mmあたりで成長が停滞すること、このサイズで移植したアサリが夏から秋にかけて減耗してしまうリスクを抱えている。今年度越夏海域の変更や沖合の筏への避難も検討したが、明瞭な差を見いだしていない。収穫直前のサイズのアサリが1/3まで減耗すると漁業者の取り組み移植が削がれてしまうので、提示された養殖サイクルの見直し（養殖期間の短縮）も必要ではないだろうか。
- ・器材内のアサリ収容密度と収穫量との関係は、環境要因によって大きく変わる可能性がある。とくに餌料環境と水温は重要。参考データとして、クロロフィルa濃度や水温を時系列で取れるとよい。
- ・保護育成実験について、最適密度の再検証と併行して、県内産アサリの比率アップを目指し、夏季減耗の防止・軽減に効果的な保護育成手法の検討が望まれる。
- ・本件でも、網袋内の間引きによる密度調整は重要と考えており、干潟漁場の各地で、間引きのタイミングやサイズについて検討されています。

表 26 技術検討・評価委員の意見及び評価（その8）

<p>中課題4-3 有明海東部での高密度着生・集積域での移植技術の開発</p> <p>【熊本県玉名市岱明地先】</p> <p>【評価点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・波浪・潮流の影響により底質が動きやすい砂干潟では流失影響等がアサリの生息、生残に対して制限要因となっている。そこで、干潟陸側で着底の多いアサリ稚貝を確保し、それらを成長・生残が良好な干潟沖側（未利用地）に移植する技術を開発することとしており、この方針で調査が行われ成果を得た。 ・波浪の大きな漁場において網袋を中心に育成に取り組んでいるので、一定の評価を行った。特に耐久性の強いラッセルネットを外側に、目の細かい収穫ネットを内側に配置することで耐久性とトラップした稚貝の保持性を向上させた点は技術開発上の進展である。 ・稚貝高密度域と稚貝高成長域をうまく使い分ける見通しが立った点は評価できる。 ・稚貝加入量に対して、絶対潮位（C. D. L）が重要である点がわかった点は評価できる。 ・統計的に妥当なサンプリングに努めている点は評価できる。 ・二重収穫ネットの作業性の向上とコスト削減が認められた。 ・漁業者目線の技術開発が行われており、速やかな実用化が期待される。 <p>【問題点・改善すべき点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ネット内に底質が流入して膨満状態になることによる成長が阻害される可能性が高く、また、豪雨による出水時には、泥が10-15cm 堆積出して埋まる被害を受けており、生残率低下の一因となっている。これらへの対策が必要である。なお、導入を計画している収穫レット入りラッセル袋は現時点では経済効果は低く、今後の改善が必要である。 ・成長促進のために沖合へ網袋を移設したが、波浪や潮流が強く、砂の流入で網袋が腫れ上がるというデメリットが明確となった。この解決オプションとして、岸側の利用について提案されているが、沖側も砂の流入が少しでも少ない場所を検討する余地はあるのではないのでしょうか。 ・網袋の膨満を回避するために、離底したり、網袋の間隔をつめたりするなど、さまざまな工夫を試す必要がある ・二重収穫ネット内の底質の膨張の回避、ラッセル袋の多様な活用方法の検討が望まれる。 ・殻長20ミリまで成長させる技術は確立されており、産卵母貝としての利用価値も検討できないか。
--

表 27 技術検討・評価委員の意見及び評価（その9）

その他の事項及び全体を集約した事業の総合的評価

【評価点】

- ・アサリ資源が減耗傾向で推移している中で、漁業者の視点から、簡便で資源回復にとって有効な手法の開発が検討されている。
- ・各事業とも、データをこまめにとっており、取組の成果がよくわかる点
- ・全実験干潟において連続的な環境変動モニタリングが通年でなされ、合わせて解析することで、各実験干潟の環境特性がより明確に分かるようになった。HSI による検討では、膨大なデータを解析して分かりやすいアウトプットに繋げている。GIS マップの改良では、漁業者の声を取り入れて、より現場で使いやすいものになってきたように思われる。
- ・カキ礁の課題を除いて、いずれもアサリの生息には必ずしも好適ではない場所での増養殖技術開発を求められているが、着実に要素技術が積み重なってきている。

【問題点・改善すべき点】

- ・全体的に個々の実験規模（飼育容器の数量など）が大きい傾向があるように感じる。実験規模は再現性が担保される範囲でできるだけ小さくして、作業負担を少なくすべきではないか。
- ・一方、繰り返しの回数（特に観察機会の時間的密度）が少ない傾向があるように感じる。現場で何が起きていたのかを把握することに重点をおいてほしい。特に数か月以上の長期にわたる実験では観察機会の時間的密度に注意されたい。
- ・手法開発の場合、教科書的には、第一段階で候補となる手法の比較と選択、第二段階で選択した手法の最適化、第三段階で最適化した手法の規模拡大、というステップが考えられる。第一段階が最も重要で、この段階が全体を形作ることが多い。既報と現場の状況を詳細に検討して第一段階を構築することが必要。各課題を見ると、異なる段階が並行していたり、逆戻りしたりしていることを感じる例がある。
- ・人為的に操作した条件と得られた効果の間にギャップがある場合があることを意識していただきたい。例えば、地盤標高を変えたとき、生物には海水の流動、干出、泥の負荷、摂餌機会など様々な要因が影響を与える。このとき、実験結果として特定の地盤標高を適切とするだけでは不十分。その理由を生物の側から説明し、知見の一般化を図るべきと感じる。
- ・結果には年変動があることを意識していただきたい。1年間の結果のみで判断しないこともあり得る。このためにも調査頻度や結果に影響した具体的要因の特定が重要と感じる。また、出水や貧酸素などによって死亡が発生した場合でも、それを得られた成果として、年変動を含めた解析評価を示してはどうか。
- ・好適条件を決定する場合、例えば、成長、生き残り、収量、質（肥満度など）など多くの評価指標が考えられる（それらの組み合わせも）。好適条件とは何にとって好適なのかを明らかにしつつ提示されたい。また、実験者側が提示する好適条件は例示としておき、利用者側がそれぞれの望む目的に応じて好適条件を判断していくための材料を提供するのでもよいと感じる。

<つづく>

(委託元に対する要望)

- ・ 有用な成果があるので、成果を広く共有するための工夫を講じられたい（他県の関係者の報告会への参加など）。

参考文献

- 1) 水産庁(2008)：干潟生産力改善のためのガイドライン．206pp.
- 2) 全国沿岸漁業振興開発協会（1997）沿岸漁場整備開発事業 増殖場造成計画指針 ヒラメ・アサリ編 平成8年度版．日本印刷，東京．
- 3) 環境省（2015）第35回 有明海・八代海等総合調査評価委員会 配布資料3-2.
<https://www.env.go.jp/council/20ari-yatsu/3-2.pdf>
- 4) 環境省（2019）第4回有明海・八代海等総合調査評価委員会水産資源再生方策検討作業小委員会 配布資料2-1
https://www.env.go.jp/council/20ari-yatsu/y204-04/mat02_1.pdf
- 5) 高口 悟（2014）有明海におけるアサリ安定生産を目指した取り組みーアサリ資源の回復を契機にー．全国青年・女性漁業者交流大会資料，
- 6) 環境省（2019）第3回有明海・八代海等総合調査評価委員会水産資源再生方策検討作業小委員会 配布資料3-2.
https://www.env.go.jp/council/20ari-yatsu/y204-03/mat03_2.pdf