

7 中課題としての成果と課題

7.1 適用条件

今年度事業で開発された技術に関する適用条件について、実験の結果を踏まえ表 23 に示した。

表 23 今年度事業で開発された技術に関する適用条件

項目	技術名	稚貝確保(採苗)	稚貝移植
		収穫ネット(一重) +砂利(2~5mm) +離底器	収穫ネット(一重) +砂利(2~5mm) +離底器 +移植
時期		確保：4月～6月 漁獲：採苗器の設置した翌年の3月あるいは5月 ※ 有明海では海苔の収穫(11月～1月)および海苔養殖施設の撤収(4月)と重ならない時期が望ましい。また、梅雨時期前(6月～7月)に漁獲できれば海域の低塩分リスクを回避できる。	移植：(1) 4月～6月(春季移植 殻長14mm前後) (2) 9月～11月(秋季移植 殻長24mm前後) 漁獲：移植した翌年の3月あるいは5月 ※ 稚貝確保に同じ。
場所の条件		(1) C. D. L+1.0m 前後 (2) 泥分(シルト+粘土)が20%～90% ※ 本技術開発を行った佐賀県諸富地先の環境を想定している。	
留意点		(1) 本技術は、大雨による海域の低塩分化に対してアサリの斃死を予防するものではない。 (2) 本技術は、底質の中央粒径が0.2mmを超える場所(いわゆる砂場)では、40cm/sを超える水流が発生した場合に洗堀および漂砂で採苗器および離底器は埋没する。 (3) 離底器は、海域の主流に対する抵抗を大きく受けないように設置しなければ、移動あるいは横転する可能性がある。 (4) 有明海の湾奥奥部で本技術を用いる場合には、フジツボ類が春季および秋季に離底器を顕著に汚損することが想定され、設置する網袋の破れ等を予防するため、年に一度程度の除去作業を実施することが望ましい。	

7.2 作業性

今年度事業で開発された技術に関する作業性について、実験の結果を踏まえに表 24 示した。

表 24 今年度事業で開発された技術に関する適用条件

小課題		稚貝確保(採苗)	稚貝移植
項目	技術名	収穫ネット(一重) +砂利(2~5mm) +離底器	収穫ネット(一重) +砂利(2~5mm) +離底器 +移植
使用する網		収穫ネット(目開き 2mm)	
使用する基質		7 号碎石(2~5mm)	
設置面積		600m ² (10m×10m×6 区画)	
設置個数		採苗器 360 個	
作業工数	加工	2 人日(離底器 30 台作成)	
	設置・移植	2 人日	
	漁獲・補修	2 人日	

7.3 経済性の推定

過年度および今年度の実験結果から本事業によって開発された技術で想定される漁獲増加量およびコストを算出し、経済性を推定した。

7.3.1 コスト(人件費+資材費)

本技術におけるコスト(人件費+備船費+資材費)を表 25 に示した。

表 25 今年度事業で開発された技術に関するコスト

小課題	稚貝確保(採苗)	稚貝移植
技術名	収穫ネット(一重) +砂利(2~5mm) +離底器	収穫ネット(一重) +砂利(2~5mm) +離底器
項目		+移植
人件費	人件費 (¥9,000-/人×6 人日)	人件費 (¥9,000-/人×6 人日)
備船費	備船費 (¥40,000-/隻×2 隻日)	備船費 (¥40,000-/隻×2 隻日)
資材費	(1) 7 号碎石 (¥5-/kg×3kg×360 袋) (2) 収穫ネット (¥36-/袋×360 袋) (3) 離底用コンボーズ (廃材利用) (4) 燃料費 (¥10,000-/回×2 回) ※コンボーズは竹でも代用可能。	(1) 7 号碎石 (¥5-/kg×3kg×360 袋) (2) 収穫ネット (¥36-/袋×360 袋) (3) 移植用稚貝 (¥430-/kg×29kg) ※1 移植用の稚貝は殻長 14mm 前後を想定。 (4) 燃料費 (¥10,000-/回×2 回) (5) 離底用コンボーズ (廃材利用) ※2 コンボーズは竹でも代用可能。
合計金額	¥172,360-	¥183,860-

7.3.2 漁獲増加量（期待される漁獲量）

稚貝確保における試算では、二つのケースを想定した。一つ目のケース（以後、Case I とする）は、今年度の令和 3 年度事業において、当該地先の泥混じり砂場および泥場で 8 月から 10 月に稚貝の数の一袋あたりで得られた平均値±標準偏差が 42±16 個体/袋（n=3）であったときをもとに、4 月に採苗器を設置して、同年 12 月時点で一袋あたり 42 個体確保できたとした。二つ目のケース（以後、Case II とする）は、平成 31 年度事業において、当該地先の泥混じり砂場および泥場で 8 月から 10 月に稚貝の数の一袋あたりで得られた平均値±標準偏差が 218±94 個体/袋（n=6）であったときをもとに、4 月に採苗器を設置して、同年 12 月時点で一袋あたり 218 個体確保できたとした。なお、両ケースにおいて共通させた設定では、確保された稚貝が採苗から翌 5 月に漁獲されるまでの生残率を 92%（今年度事業の令和 3 年 9 月から 12 月の生残率を参照した）、漁獲時点（5 月）でのアサリ 1 個体の湿重量を 9.3g（殻長 38.4mm）（今年度事業で得た令和 3 年 4 月から 12 月までの成長率および令和 12 月時点で採苗されたアサリの殻長と湿重量から試算した）、1kg あたりのアサリの単価を 430 円³⁶⁾、設置する採苗器の数を 360 個とした。

稚貝移植における試算でも、二つのケースを想定した。一つ目のケース（以後、Case i とする）は、今年度の令和 3 年度事業において、当該地先の泥混じり砂場で移植した個体数密度の 60 個体とした。二つ目のケース（以後、Case ii とする）では B/C が 1.0 以上となる実用化を根差し、一袋あたりの個体数密度の 180 個体を想定した。このとき、両ケースにおいて共通させた設定では、稚貝を採苗から翌 5 月に漁獲されるまでの生残率を 92%（今年度事業の令和 3 年 9 月から 12 月の生残率を参照した）、漁獲時点（5 月）でのアサリ 1 個体の湿重量を 7.8g（殻長 36.2mm）（令和 3 年 12 月の移植実験結果で得られたアサリの殻長と湿重量から試算した）、1kg あたりのアサリの単価を 430 円³⁶⁾、設置する採苗器の数を 360 個とした。

表 26 本技術における漁獲増加量および金額

小課題	稚貝確保(採苗)	稚貝移植
技術名	収穫ネット(一重) +砂利(2~5mm) +離底器	収穫ネット(一重) +砂利(2~5mm) +離底器
項目	+移植	
漁獲増加量および金額	(1) 令和 3 年度事業のケース (Case I) 0.32kg/袋×¥400-/袋×360 袋 =¥55,384- ※令和 3 年度事業では、4 月に採苗器を設置し、6 月に約 200 個体/袋の初期稚貝が確認されていた。 (2) 平成 31 年度のケース (Case II) 1.85kg/袋×¥400-/袋×360 袋 =¥319,996- ※平成 31 年度事業では、4 月に採苗器を設置し、6 月に約 2,000 個体/袋の初期稚貝が確認されていた。	(1) 一袋あたりの収容密度 60 個体 (Case i) 0.46kg/袋×¥400-/袋×360 袋 =¥61,796- ※令和 3 年度事業で実証実験を行なった一袋あたりの収容密度 (2) 一袋あたりの収容密度 180 個体 (Case ii) 1.07kg/袋×¥400-/袋×360 袋 =¥185,388- ※B/C1.0 以上を確保する一袋あたりの最低密度

7.3.3 漁獲増加量/コスト

本技術における経済性の評価を表 27 を以下に示した。

稚貝確保において、Case I では、漁獲増加量は 3 月以降に漁獲した場合に資材費を上回った。また、Case II では、漁獲増加量は 1 月以降に漁獲した場合に資材費、人件費および備船費の合計を上回り、B/C が 1 を超えると試算された(図 66)。

稚貝移植において、Case i では、漁獲増加量は 2 月以降に漁獲した場合に資材費を上回った。また、Case ii では、漁獲増加量は 4 月以降に漁獲した場合に資材費、人件費および備船費の合計を上回り、B/C が 1 を超えると試算された(図 67)。

表 27 本技術における漁獲増加量/コスト

技術名	B: 漁獲増加量 (千円)	C: コスト				B/C: 漁獲増加量/コスト		
		1. 人件費 (千円)	2. 資機材費 (千円)	3. 備船費 (千円)	合 計 (1+2+3)	人件費有	人件費無	人件費無 備船費無
【稚貝確保】 収穫ネット +砂利(2~5mm) +離底	Case I 67.0	54.0	38.4	80.0	172.4	0.4	0.6	1.7
	Case II 319.0	54.0	38.4	80.0	172.4	1.9	2.7	8.3
【稚貝移植】 収穫ネット +砂利(2~5mm) +離底 +移植	Case i 66.4	54.0	49.9	80.0	183.9	0.4	0.5	1.3
	Case ii 199.3	54.0	49.9	80.0	183.9	1.1	1.5	4.0

Case I (●)：令和3年度試算（確保⇒漁獲時生残率92% 42個体/袋）

Case II (▲)：平成31年度試算（確保⇒漁獲時生残率92% 243個体/袋）

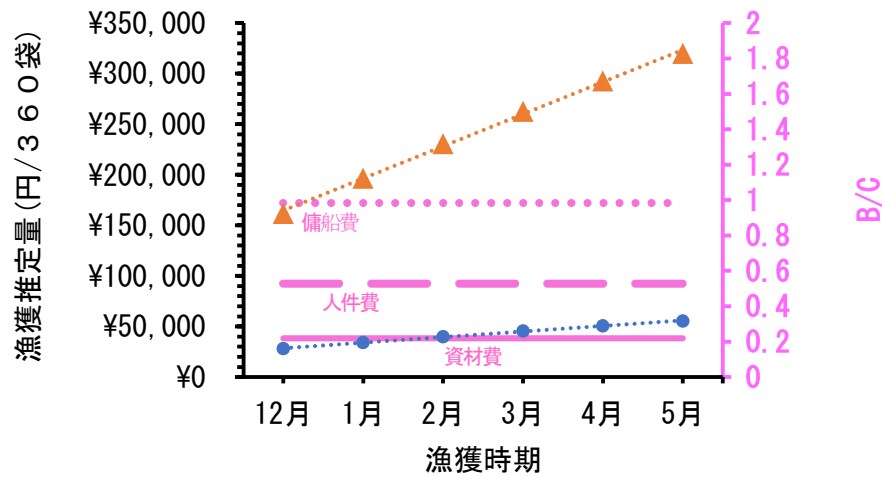


図 66 稚貝確保におけるB/Cの推定

Case i (●)：令和3年度試算（移植⇒漁獲時生残率 92% 55個体/袋）

Case ii (▲)：B/C≥1.0試算（移植⇒漁獲時生残率 92% 165個体/袋）

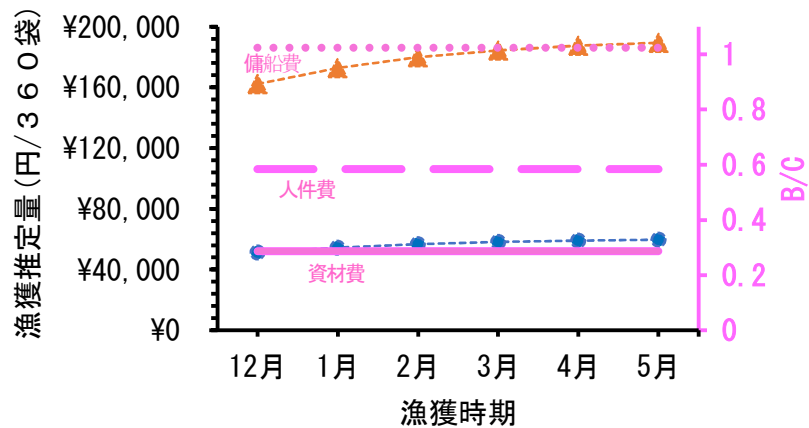


図 67 稚貝移植におけるB/Cの推定

7.4 作業スケジュール

今年度の実験結果を踏まえ、有明海の湾奥部を想定した泥分の多い場所におけるアサリの採苗および移植時の作業スケジュールを図 68 に示した。

当該地先をはじめとする有明海沿岸の多くは海苔養殖区画に利用されているため、海苔養殖の作業スケジュールも踏まえてアサリの採苗および移植を実施する必要がある。なお、当該地先における海苔養殖の作業スケジュールは、8 月末にコンポーズを設置、10 月から 11 月にかけて海苔網を設置、11 月中旬から翌年 2 月まで海苔摘み、3 月および 4 月には海苔網およびコンポーズを撤去となっている。

アサリの採苗では、当該地先の現地盤で 4～6 月に初期稚貝が確認されているため、その時期に採苗器を設置するとよい。ただし、採苗器を設置する場所の泥分が 20%を超える場合には、泥で埋没することが想定されるため、「離底器」を利用し底面と 5cm 程度離すとよい。その後、6 月以降からはコンポーズに生物の付着や若干の埋没は想定されるものの、アサリの成長を阻害するほどとはならない。7～9 月には大雨の発生が想定され、海域の低塩分化が数日続くようであれば、アサリの生残率に影響を及ぼす。アサリの漁獲は、4 月から採苗を始めた場合、翌年 2 月には漁獲サイズに達するものの、海苔養殖施設の撤去時期と重なるため 4～5 月が望ましい。4～5 月を漁獲時期とすることで、アサリの殻長は 2 月時よりも大きくなり、より高い収益が見込める。

アサリの移植は、春季移植と秋季移植の二通りがある。春季移植では、3～6 月の間に県外から殻長 14mm 程度のアサリを購入し、当該地先のようなアサリにとって餌料環境の良い場所に離底器とともに採苗器を設置する。漁獲時期はアサリの採苗で先述したとおり、4～5 月が望ましい。秋季移植では、10～11 月の間に殻長 24mm 程度のアサリを購入し、春季移植と同様の方法で採苗器を設置する。ただし、冬季中は海水中の餌料が少なく、アサリの成長は春季移植と比べて鈍化する可能性があり、漁獲時期を 5～6 月とすることが望ましい。



図 68 稚貝確保および稚貝移植の作業スケジュール

7.5 実用性の検討を踏まえた成果と今後の課題

今年度における各小課題の成果と課題を表 28 に示した。

表 28 各小課題の成果と課題

小課題	成果	課題
4-1-1 稚貝確保 技術の開 発	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。	(1) 当該地先で確保できる初期稚貝の数量が少ない。 (2) 夏季に大雨による斃死し、漁獲量の確保が難しい。
4-1-2 稚貝移植 技術の開 発	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なせた。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大い月もあり、同等以上であるとみなせた。	(1) 当該地先に移植するための稚貝確保場所の検討 (2) 夏季に大雨による斃死し、漁獲量の確保が難しい。 (3) 秋季移植の可能性の検討
4-1-3 離底器の メンテナ ンス方法 の確立	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。	(1) 離底器に付着する生物の簡易な除去方法の検討 (2) 埋没した離底器を容易に掘り起こす方法の検討
4-1-4 離底器の メカニズ ム把握	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。	(1) 離底器の設置向きを検証 (2) より埋没を低減できる構造の検討

参考文献

- 1) 鳥羽光晴・山川紘・庄司紀彦・小林豊 (2012): 東京湾での周年採集によるアサリ幼生の鉛直分布の特徴. 日本水産学会誌, 78(6), 1135-1148.
- 2) 鈴木輝明・市川哲也・桃井幹夫 (2002): リセプターモードモデルを利用した干潟域に加入する二枚貝浮遊幼生の供給源予測に関する試み-三河湾における事例研究-. 水産海洋研究, 66(2), 88-101.
- 3) 山田充哉・尾崎仁・久田哲二・田中雅幸 (2020): 阿蘇海における秋季のアサリ浮遊幼生の出現傾向. 京都府農林技術センター海洋センター研究報告, 42, 17-28.
- 4) 石田基雄・小笠原桃子・村上知里・桃井幹夫・市川哲也・鈴木輝明 (2005): アサリ浮遊幼生の成長に伴う塩分選択行動特性の変化と鉛直移動様式再現モデル. 水産海洋研究, 69(2), 73-82.
- 5) 伊藤祐二・速水祐一・片野俊也・郡山益実 (2012): 海象観測タワーデータに基づく筑後川エスチュアリー下部の海洋構造の季節・大潮小潮秋季変化. 海の研究, 21(1), 1-16.
- 6) 田中粥太郎(1954): 有明海産重要二枚貝の産卵期-III, アサリについて. 日水誌, 19, 1165-1167.
- 7) 西濱士郎・坂本達也・内藤剛・森勇一郎・藤井明彦・那須博史・木元克則・前野幸男(2011): 有明海におけるアサリ浮遊幼生の出現傾向と殻長組成, 水産増殖, 59(2), 255-264.
- 8) 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・いであ株式会社・株式会社水圏科学コンサルタント(2019): 平成 30 年度 有明海のアサリ等の生産性向上実証事業 報告書.
- 9) 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・いであ株式会社・株式会社水圏科学コンサルタント(2020): 平成 31 年度 有明海のアサリ等の生産性向上実証事業 報告書.
- 10) 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・いであ株式会社・株式会社水圏科学コンサルタント(2021): 令和 2 年度 有明海のアサリ等の生産性向上実証事業 報告書.
- 11) 増子寛 (1985): 鉛直に立てた棒の共振. 物理教育, 33(4), 312-315.
- 12) 水産庁 (2008): 干潟生産力改善のためのガイドライン
- 13) 柿野純 (1996): 東京湾盤洲干潟におけるアサリの成長と流れとの関係. 千葉水試研報, 54, 7-10.
- 14) 伊藤篤・西本篤史・小島大輔・山崎英樹・兼松正衛・崎山一孝 (2017): 流速と網蓋の目合いが垂下飼育アサリの成長に及ぼす影響. 水産技術, 9(3), 147-154.
- 15) 三重県水産研究所 (2011): 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～ 改訂版.
- 16) 気象庁(2020a): 令和 2 年 7 月 3 日からの豪雨の名称について,
http://www.jma.go.jp/jma/press/2007/09b/20200709_heavyrainname.html (2020 年 7 月 10 日閲覧).
- 17) 神崎真人・松永信博・千葉賢(2015): 平成 24 年 7 月九州北部豪雨期における有明海の淡水流動特性, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 71(2), 1_439-1_444.
- 18) 気象庁(2020b): 川副 2020 年 7 月 (日ごとの値) 主要要素,
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/daily_al.php?prec_no=85&block_no=1480&year=2020&month=7&day=&view= (2021 年 3 月 3 日閲覧).
- 19) 池末弥・松本直(1956): アサリの生態学的研究 1. 沈着初期アサリの低比重並に高温に対する抵抗力. 有明海研究報告, 3, 16-23.

- 20) 倉茂英次郎 (1941): 露出中の高温並に低温に対するアサリの低抗性, VENUS, 11 (4), 142-153.
- 21) 熊本県のり研究所 (1979): 大規模増殖場造成事業調査総合報告書, 玉名地区, -アサリ-, 水産庁.
- 22) 千葉県水産試験場千葉支所 (1951): “あさり” 稚貝の低比重海水に対する抗力について, 千葉水試月報, 2 (8), 8-10.
- 23) 松田正彦・品川明・日向野純也・藤井明彦・平野慶二・石松淳 (2008): 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, 56 (1), 127-136.
- 24) 気象庁 (2021a): 前線による大雨 令和3年 (2021年) 8月11日～8月19日,
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2021/20210831/> (2022年3月10日閲覧).
- 25) 林宗徳 (1993): 有明海におけるアサリの成長, 福岡水技研報, 1, 151-154.
- 26) 山口県 (2012): アサリ 栽培てびき (改訂版).
- 27) 西沢正・柿野純・中田喜三郎・田口浩一 (1992): 東京湾盤洲干潟におけるアサリの成長と減耗, 水産工学, 29 (1), 61-68.
- 28) 安信秀樹 (2009): アサリ養殖漁場の環境とアサリの成長および旨み成分分析について. 第7回アサリ資源全国協議会資料.
- 29) 岩城俊昭 (1981): 本邦で一般的なフジツボ数種の繁殖生態, 付着生物研究, 3 (1), 81-69.
- 30) 赤繁悟・伏見徹 (1992): 広島県海域における三倍体マガキの成長, 生残とグリコーゲン含量, 日本水産学会誌, 58 (6), 1063-1071.
- 31) 田中粥太郎 (1954): 有明海産重要二枚貝の産卵期-II スミノエガキおよびマガキについて, 日本水産学会誌, 19 (12), 1161-1164.
- 32) 加納哲・岸哲士・粕雄一朗・小堀陽一 (2002): 甲殻類-付着生物フジツボ類 その着生メカニズム, 化学と生物, 40 (9), 624-628.
- 33) 八谷三和 (2014): 有明海のカキの水質浄化機能, 西海せいかい, 15, 2.
- 34) 気象庁 (2021b): 川副 2021年 (月ごとの値) 主な要素,
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/monthly_a1.php?prec_no=85&block_no=1480&year=2021&month=&day=&view= (2022年3月10日閲覧).
- 35) 丸山 康樹・五十嵐 由雄・石川 雄介・川崎 保夫 (1988): 電源立地地点の藻場造成技術の開発 第8報 -アマモ場造成適地の砂地盤安定度の推定手法-. 研究報告, U87069.
- 36) 篠原満寿美・徳田眞孝・杉野浩二郎 (2009): 福岡県有明海産のアサリの流通について, 福岡水海技セ研報, 19, 157-161.

電子格納データ一覧

表 29 電子格納データ一覧

小課題	実験・調査名	格納データ
稚貝確保技術開発	設置高さの比較実験	設置高さの比較 202106
	保護方法の比較実験	ラッセル網の有無の比較 202105～202112
移植技術開発	春季移植実験	稚貝移植 202106～202112
	秋季移植実験	稚貝移植 202111～202201
離底器のメンテナンス	生物汚損把握	生物汚損 202104～202112
	埋没状況把握	離底器埋没 202104～202112
離底器のメカニズム把握	数値シミュレーション	CaseA 1～3
	水槽実験Ⅰ	CaseB 1～3
	水槽実験Ⅱ	CaseC 1～3
共通項調査	地盤高測量	地盤高 202105
	物理環境調査	移動限界判定 202107 移動限界判定 202112 物理調査(流況、波高)結果 2107～2108 物理調査(流況、波高)結果 2112～2201
	水質環境調査	水質連続観測結果 2105～2201 水質 SS・VSS 202108 水質 SS・VSS 202201
	底質調査	底質 Chl 202106～202112 底質 202106～202112 粒度加積曲線 202106～202112 (PDF)
	初期稚貝調査	初期稚貝調査 202105～202201
	生息状況調査	生物生息状況調査 202106～202112