

3. 稚貝確保技術の開発（小課題3－1－1）

稚貝の着底に効率の良い基質、粒径及び設置高を組み合わせ、泥分が多い場所でも稚貝を確保できる技術の開発を行った。

3.1 方法

令和2年5月、6月、7月、10月、11月及び12月に「砂場①」、「砂場②」、「砂場③」、「泥混じり砂場①」、「泥混じり砂場②」及び「泥混じり砂場③」で干潟面から6m程度突出させた目印コンポーズへ採苗器（目開き2mmの網袋に粒径2～5mmの碎石を封入したもの）を図25のように設置し、設置から1か月後に採苗器中の初期稚貝の個体数を計数した。なお、春季（令和2年の5月、6月及び7月）では、設置の高さをC.D.L+1.1m、C.D.L+1.4m、C.D.L+1.7m、C.D.L+2.0m、秋季（令和2年10月、11月及び12月）では設置高を直置（底面+0cm）、底面+10cm、C.D.L+1.1m及びC.D.L+1.4mとした。なお、春季の6mコンポーズでは、採苗器が水流等で激しく動揺し、また採苗器の破れ等が多く確認されたため、秋季の実験ではコンポーズの長さは干潟面からの突出を1m程度とした。また、泥混じり砂場では直置きすると埋没するため、図27Aのようにコンポーズパイプを横たえて離底し、その上に採苗器を設置した。

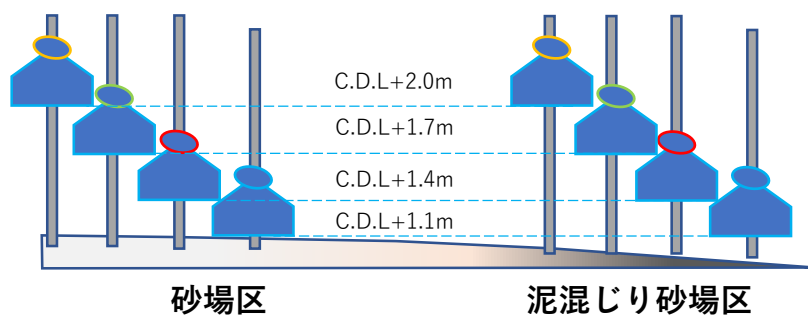


図25 採苗器の設置イメージ

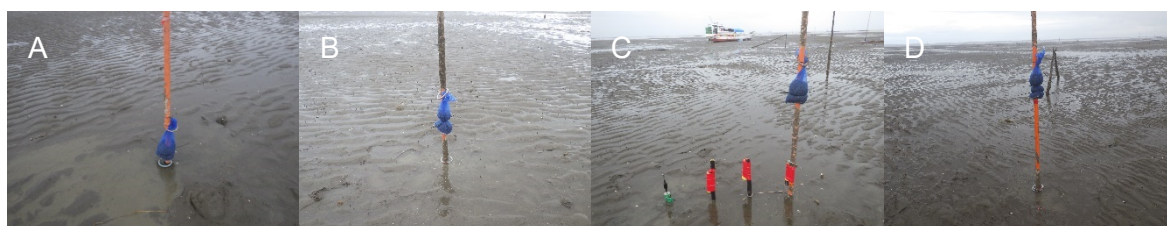


図26 現地の採苗器設置状況（春季の砂場の例）

A: C.D.L+1.1m、B: C.D.L+1.4m、C: C.D.L+1.7m、D: C.D.L+2.0m



図27 現地の採苗器設置状況（秋季の泥混じり砂場の例）

A: 離底、B: 底面+10cm、C: C.D.L+1.1m、D: C.D.L+1.4m

3.2 結果

3.2.1 春季実験

春季における各設置時期、設置高及び設置場所の採苗器あたり初期稚貝数の平均($n=3$)を図 28 に示した。

初期稚貝数は 5 月設置の C.D.L+1.1m で多い傾向が確認された($p<0.05$)。また、設置時期が 7 月以降及び設置高が C.D.L+1.7m 及び 2.0m で初期稚貝は確認されなかった。なお、現地で採苗器の状態を確認したところ、図 29 のように採苗器の網目が破れたり基質が抜けているなどの状況が観察された。

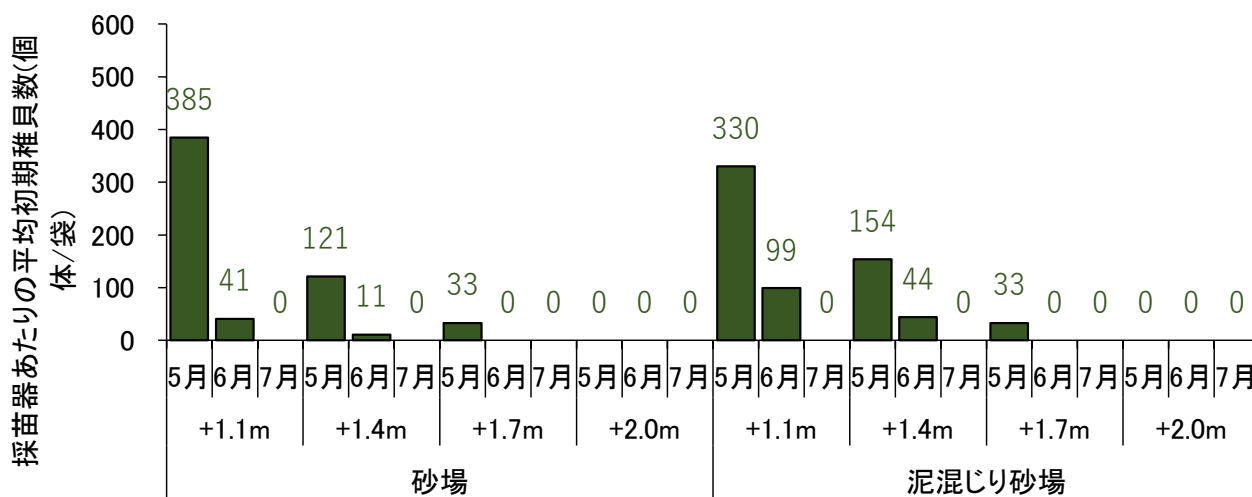


図 28 春季における各設置時期、設置高及び設置場所での初期稚貝数 ($N=3$)

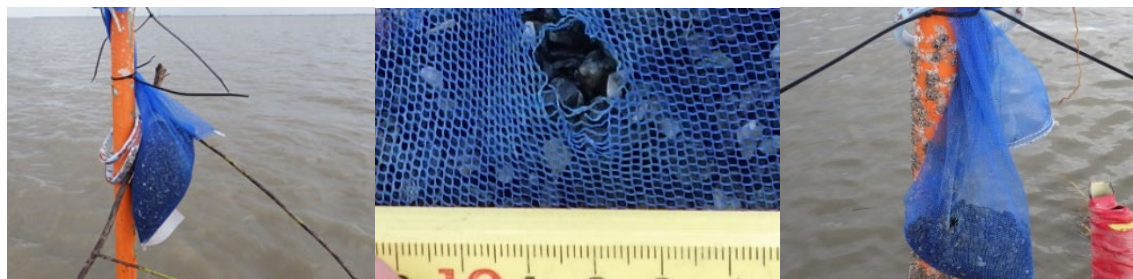


図 29 現場状況

左：漂流物のひっかかり、中央：採苗器の破れ、右：採苗器中の基質抜け

3.2.2 秋季実験

前項と同様に秋季における各設置時期、設置高及び設置場所の初期稚貝数を図 30 に示した。

10 月設置では、いずれの設置高及び設置場所でも初期稚貝は確認されなかった。

11 月設置では、初期稚貝数は「砂場」及び「泥混じり砂場」の両実験区とも C.D.L+1.4m で最も多く、次いで C.D.L+1.1m が多かった($p>0.05$)。また、泥混じり砂場で C.D.L+1.1m は底面+10cm や離底よりも初期稚貝数が多かった。

12 月設置では、初期稚貝数は 12 月設置よりも減少したものの、初期稚貝が相当数認められ、設置高による差が若干小さくなっていた。

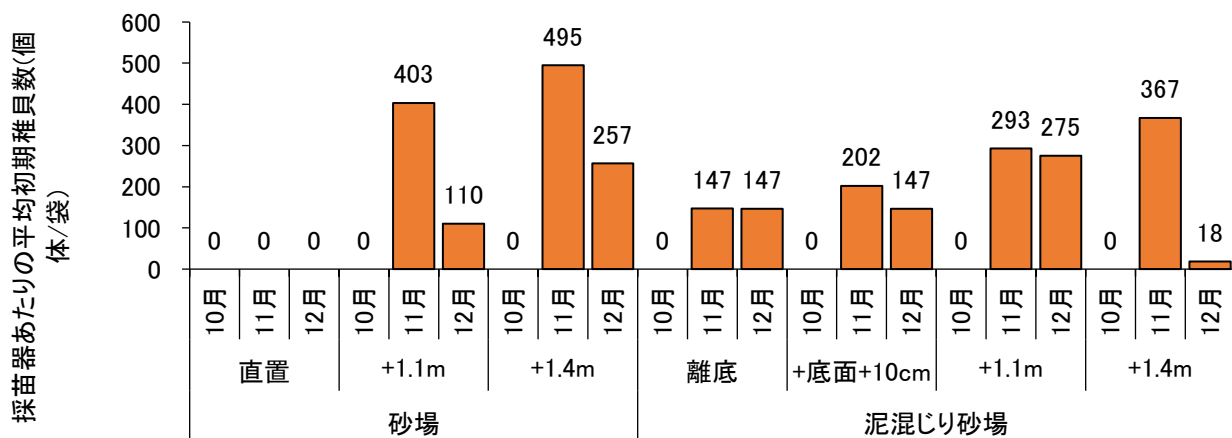


図 30 秋季における各設置時期、設置高及び設置場所の初期稚貝数(N=3)

3.3 考察

3.3.1 春季実験

平成 31 年度に C. D. L+1. 1m(底面+10cm)の設置高と 7 号碎石を用いた実験では、「泥混じり砂場」において、初期稚貝数は 5 月設置で 3,685 個体/袋、1,980 個体/袋、2,049 個体/袋であった(一般社団法人マリノフォーラム 21 ら 2020, 数値は 1 m²から 1 袋あたりに換算)。

アサリ浮遊幼生には底質粒径の選択性があり(柳橋 1992)、粒径 0.85~2.00mm の粗砂で着底数が最も多く(竹山ら 2005)、粒径 1.21mm のとき浸透流による稚貝の着底促進効果は最大になるとされることから(瀬戸 2005)、平成 31 年度の実験結果では、安価で一般に入手しやすく、粒径が 2~5mm 程度で比重も大きい砂利の「7 号碎石」を用いることで、40cm/s を超える流れが確認される当該地先でも効率良く稚貝を確保できると考えられた(一般社団法人マリノフォーラム 21 ら 2020)。

今回の結果では平成 31 年度と同様の基質及び設置高であったものの、5 月設置で 330 個体/袋、6 月設置で 99 個体/袋、7 月設置で 0 個体/袋となり、平成 31 年度と比べて確保できた稚貝の数は少なかった。この原因のひとつには、採苗器を設置したコンポーズの長さの違いが考えられる。採苗器をコンポーズに設置する方法は、平成 31 年度と令和 2 年度で同様であったものの、平成 31 年度ではコンポーズの長さを 1m 程度、令和 2 年度ではコンポーズの長さを 6m 程度とした。平成 31 年度では船舶の運航の妨げになる可能性があったことから、干潟から大きく突出するような構造物の設計を避けた。一方、令和 2 年度では実験区の目印コンポーズに採苗器を設置することで、構造物が船舶の運航の妨げにならないようにした。現地では、風や潮流で 6m コンポーズが大きくしなっていたことが観察されたことから、コンポーズは長くなることで風、波浪及び水流の抵抗を受けたときの振幅が大きくなり、設置高の位置が高いほど採苗器の動揺が激しくなり、確保できた稚貝の数が少なくなったと考えられる。加えて、採苗器を設置していたコンポーズには 6 月頃からドロフジツボの付着が確認され、付着生物と採苗器が擦れることで採苗器の網地が破れた原因になったと考えられる。

3.3.2 秋季実験

春季実験の問題点を考慮し、コンポーズの長さを平成31年度と同様の1m程度とした今回の実験では、12月設置のC.D.L+1.1mで293個体/袋、C.D.L+1.4mで367個体/袋となった。同様の手法を用いた平成31年度に得られたC.D.L+1.1mで1,925個体/袋、C.D.L+1.4mで2,475個体/袋と比較すると、確保できた稚貝の数は少なかった(一般社団法人マリノフォーラム21ら2020、数値は1m²から1袋あたりに換算)。

有明海では主に年2回の産卵盛期があり(西濱ら2011)、平成30年度及び平成31年度結果でもその傾向は確認されたものの(一般社団法人マリノフォーラム21ら2019; 一般社団法人マリノフォーラム21ら2020)、令和2年11月から令和3年1月では初期稚貝がほとんど確認されなかった。令和2年度の連続観測の結果では、波動流速振幅の値は夏季(7月～8月)に0.87～37.76 cm/s、冬季(12月～翌年1月)に0.71～25.10 cm/sであり(一般社団法人マリノフォーラム21ら2020)、冬季は夏季よりも振幅が小さく、流速も遅くなっていた。したがって、春季実験のようなコンポーズの動揺よりも、当該地先に来遊した浮遊幼生の数が少なかったことが本実験に影響したと考えられる。

本事業で実施している現在までのモニタリングでは、原地盤における初期稚貝の着底数の変動が規則的な現象なのか、あるいは偶発的な現象なのかを推測することは困難であることから、今後もモニタリングを継続し、当該地先で採取される初期稚貝の動向を把握することで、当該地先のアサリの採苗の一助にできると考えられる。

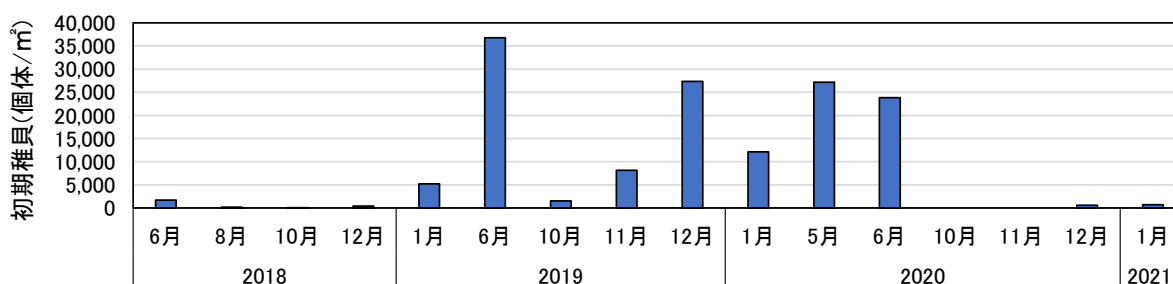


図31 佐賀県諸富地先の原地盤における初期稚貝の分布密度(N=3)

3.4 小課題の考察

本課題の目的は、泥が多い場所でも稚貝を確保できる技術確立することである。

平成30年度では、粒径が5～13mmの砂利(6号砕石)で稚貝を少ないながらも確保することができた。また、採苗器が泥に埋没すると、稚貝は確保できないことも明らかとなった。

平成31年度では、稚貝の確保に効率の良い基質及び粒径の組み合わせを検討し、粒径が2～5mmの砂利(7号砕石)の有効性が示され、さらに採苗器をコンポーズを利用して底面から10cm以上離すことで、泥の埋没も防げることも明らかとなった。

令和2年度では、潮位および底面からの設置高から、より採苗効率の向上を試みたものの、長いコンポーズに採苗器を設置することは、物理的要因で不適となることが明らかとなった。また、確保できる稚貝の数は、当該地先に来遊する浮遊幼生とその着底数に依存することから、次年度では着底稚貝を効率良く捕捉し、確保できた稚貝を確実に保護・育成していくことが課題となる。

3.5 仮説の検証

仮説の検証には、「評価指標」として統計解析から算出される統計値及び数値目標を用いた。検証項目の数値がその指標を満たすことで仮説を支持するものとした。

本小課題の仮説は、「初期稚貝の着底数は、潮位がC.D.L+1.1m～+2.0mのうち、C.D.L+1.4mで最大となる」とし、評価指標は、①設置高で初期稚貝の平均着底数に有意差が示されること(p値が0.05未満)及び②初期稚貝の平均着底数が2,000個体/袋以上とした。

統計解析では、反復を持たせた設置場所及び設置高の2元配置であることから、「繰り返しのある二元配置分散分析」を行った。設置場所、設置高及び交互作用が確認された場合には、Tukey法による多重比較を行い、各群間における有意差の検出を試みた。また、春季と秋季で採苗器の設置方法が異なるため、統計解析及び評価を分けて実施した。なお、春季実験の7月設置及び秋季の10月設置では、いずれの設置場所及び設置高でも初期稚貝が確認できなかったため、解析対象から除いた。

3.5.1 統計解析

(1) 春季実験

設置場所と設置高による分散分析結果(春季実験)を以下に示した。

5月設置では、設置高で有意差が確認され(Two-way ANOVA, $p > 0.05$)、初期稚貝の着底数は設置高がC.D.L+1.1で最も多く、C.D.L+1.4の順で次いで多く、C.D.L+1.7及びC.D.L+2.0との間に有意な差も確認された。(Tukey's test, $p < 0.05$)。このとき、設置高がC.D.L+1.7及びC.D.L+2.0では有意な差は確認されなかった(Tukey's test, $p > 0.05$)。

6月設置では、設置場所及び設置高で有意な差が確認されなかった(Two-way ANOVA, $p > 0.05$)。

表7 設置時期ごとの設置場所と設置高による分散分析結果(春季実験)

設置時期	効果	平方和	自由度	分散	F値	p値	有意差判定	多重比較 (Tukey法)
5月	場所	182	1	182	0.070	0.794		
	設置高	468633	3	156211	60.398	0.000	***	+1.1 > +1.4 = +1.7, +2.0
	交互作用	5990	3	1997	0.772	0.526		
	繰り返し誤差	41382	16	2586				
	合計	516186	23					
6月	場所	2904	1	2904	0.561	0.465		
	設置高	20510	3	6837	1.322	0.302		
	交互作用	3267	3	1089	0.211	0.888		
	繰り返し誤差	82764	16	5173				
	合計	109445	23					

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$

(2) 秋季実験

設置場所と設置高による分散分析結果(秋季実験)を以下に示した。

11 月設置では、設置場所及び設置高で有意な差が確認されなかった(Two-way ANOVA, $p>0.05$)。

12 月設置では、設置場所あるいは設置高で有意な差は確認されなかったものの(Two-way ANOVA, $p>0.05$)、設置場所と設置高の交互作用が確認され(Two-way ANOVA, $p<0.05$)、泥混じり砂場の C. D. L+1.4m は他の設置場所と設置高の組み合わせと比べて有意に初期稚貝数が少なかった(Tukey' s test, $p<0.05$)。

表 8 設置時期ごとの設置場所と設置高による分散分析結果(秋季実験)

設置時期	効果	平方和	自由度	分散	F値	p値	有意差判定	多重比較 (Tukey法)
11月	場所	42602	1	42602	1.444	0.264		
	設置高	20419	1	20419	0.692	0.430		
	交互作用	252	1	252	0.009	0.929		
	繰り返し誤差	235950	8	29494				
	合計	299223	11					
12月	場所	4033	1	4033	0.615	0.455		
	設置高	9075	1	9075	1.385	0.273		
	交互作用	122008	1	122008	18.615	0.003 **		泥+1.4 < 砂+1.4, 砂+1.1, 泥+1.1
	繰り返し誤差	52433	8	6554				
	合計	187550	11					

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$

3.5.2 効果評価

(1) 春季実験

5 月設置では、評価指標①を満たしたものの、平均初期稚貝数は「砂場」で 385 個体/袋、「泥混じり砂場」で 330 個体/袋であったため評価指標②は満たさなかった。

6 月設置では、いずれの評価指標も満たさなかった。

春季実験の結果では、仮説は 5 月期の一部で支持された。

(2) 秋季実験

11 月設置では、いずれの評価指標も満たさなかった。

12 月設置では、いずれの評価指標も満たさなかった。

秋季実験の結果では、仮説の支持は保留とされた。

4. 移植技術の開発（小課題3－1－2）

平成31年度の実施結果を踏まえ、泥分影響を緩和した移植技術を用いて、移植規模の拡大とともに生産性向上に効果的な漁獲時期を絞り込むことを検討した。

4.1 方法

本課題における移植実験に用いる稚貝を確保するため、令和2年4月にこれまでに確認されていた高密度集積区で稚貝の探索を行ったが、既に高密度集積域は消失し殻長30mm程度に成長したアサリ成貝が低密度に分布するのみで、殻長20mm未満の個体を採集するのは不可能であった。このため、殻長30mm前後のアサリを実験に用いることとした。採集したアサリを収穫ネットへ収容(湿重量730g/袋、140個体程度/袋)後、「砂場」及び「泥混じり砂場」に移植・設置した。また、収穫ネットの設置方法は「砂場」では現地砂(中央粒径0.2mm程度)を入れて直置き、「泥混じり砂場」では砂利(2～5mm)を入れて筏状に組んだコンポーズで5cm程度離底した。令和2年6月、7月、8月、9月、10月及び11月に「砂場」及び「泥混じり砂場」の各反復区画内から無作為に6袋抽出し、現地でアサリのサイズ選別に用いられている4.3分のゆり目を用いて、1袋あたりの漁獲量(漁獲サイズのアサリの総湿重量)を現地で測定し(N=18)、元の位置に戻した。また、袋内の稚貝を含めた個体数、殻長組成及び肥満度を把握するため、各区画から1袋持ち帰り、計数及び計測した。なお、肥満度は、以下の式から算出した。

$$\text{肥満度} = \{ \text{軟体部重量} / (\text{殻長} \times \text{殻幅} \times \text{殻高}) \} \times 100 \cdots \text{式}$$



図32 現地における網袋の設置状況

左：「砂場」の直置き 右：「泥混じり砂場」の離底

4.2 結果

4.2.1 漁獲量

各移植方法と漁獲時期における漁獲サイズの平均湿重量を以下に示した。

令和2年4月に移植した際の1袋あたり平均湿重量は730gであったが、7月まで湿重量は増加傾向を示し、「砂場」では802g/袋、「泥混じり砂場」では803g/袋となった。しかし、この後に大量死亡したため令和2年9月では湿重量は200g/袋程度まで低下し、令和2年10月には両者とも0g/袋となった。

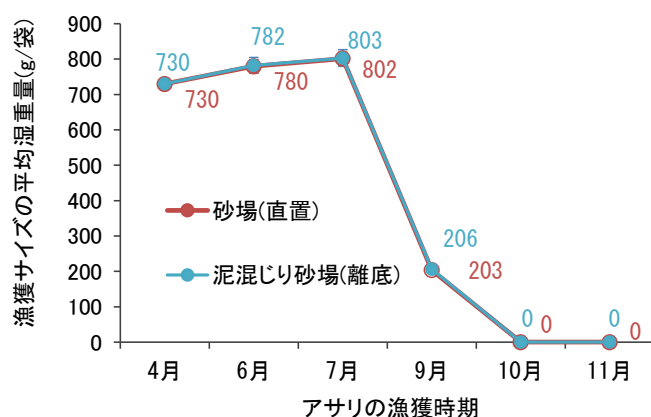


図 33 各移植方法と各漁獲時期における漁獲サイズの平均湿重量 (N=18)

9 月のみ作業時間の制約で、N=3 とした。

4. 2. 2 生残率

各移植手法と各漁獲時期における平均生残率を以下に示した。

令和 2 年 6 月では、砂場(直置)及び泥混じり砂場(離底)の生残率は 100%であった。

令和 2 年 7 月では、生残率は砂場(直置)で 73%、泥混じり砂場(離底)の生残率は 95%であった。

令和 2 年 9 月では、生残率は砂場(直置)で 18%、泥混じり砂場(離底)の生残率は 20%であった。

令和 2 年 10 月では、いずれの移植手法でも生残率は 0%であった。

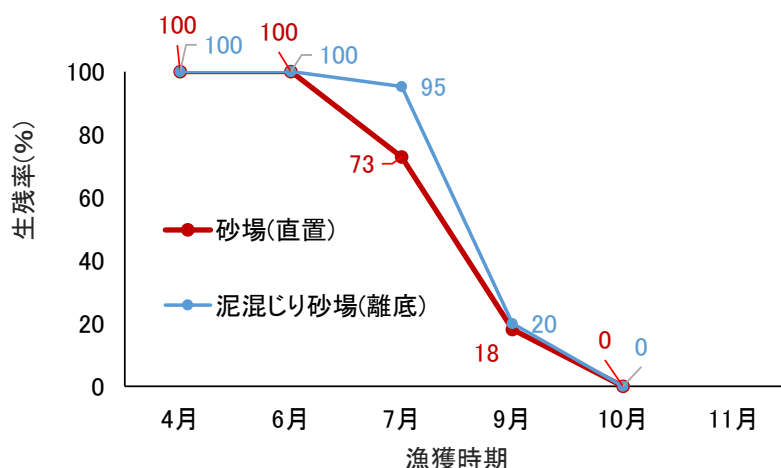


図 34 各移植手法と各漁獲時期における平均生残率 (N=3)

4. 2. 3 成長量

各移植方法と各漁獲時期における平均殻長を以下に示した。なお、令和 2 年 9 月以降では、いずれの移植方法でも試料中のアサリはすべて死殻であった。

砂場(直置)では、アサリの殻長は平成 32 年 4 月から令和 2 年 7 月に 30.5mm から 33.7mm となり、3.2mm 増加した。

泥混じり砂場(離底)では、アサリの殻長は平成 32 年から令和 2 年 7 月に 30.5mm から 32.7mm となり、2.2mm 増加した。

令和 2 年 10 月に採取したアサリの死殻の殻長は、砂場(平置)では 33.3mm、泥混じり砂場(離底)では 31.9mm であった。

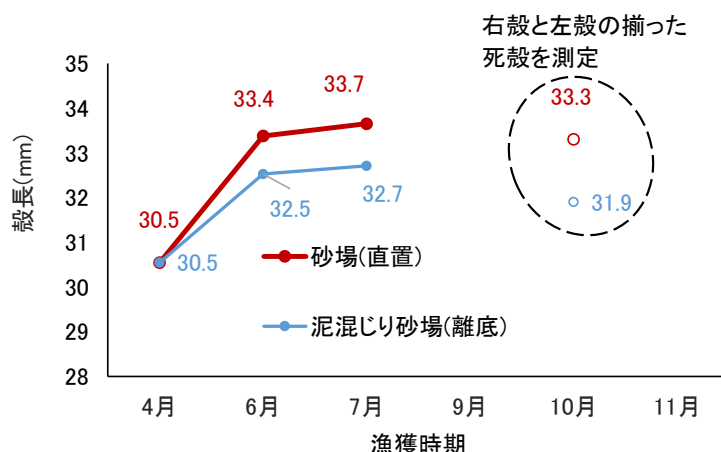


図 35 各移植方法と各漁獲時期における平均殻長

4.2.4 肥満度

各漁獲時期と各移植方法における肥満度を以下に示した。

令和2年6月では、砂場(直置)は泥混じり砂場(離底)よりも肥満度の第1四分位数、中央値、第3四分位数及び平均値が高い傾向があった。

令和2年7月では、砂場(直置)は泥混じり砂場(離底)よりも肥満度の第1四分位数、中央値、第3四分位数及び平均値が高い傾向があった。また、泥混じり砂場(離底)で外れ値が見い出され、その値は砂場(直置)の最大値に近い値となった。

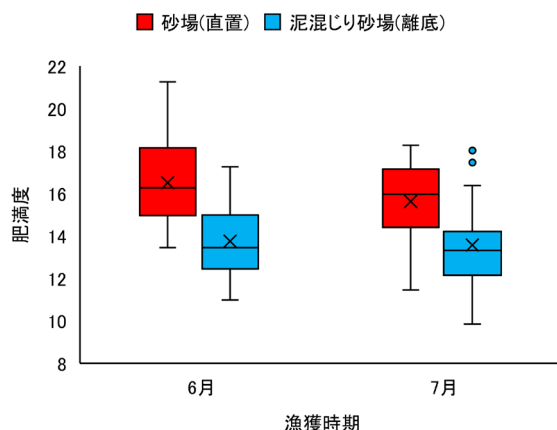


図 36 各移植方法と各漁獲時期における肥満度 (N=30)

ひげは上から下までを最大値と最小値、箱は上から下までを第1四分位数、中央値、第3四分位数、箱中の×は平均値、箱外の○は外れ値を示す。

4.3 考察

4.3.1 当該地先における移植地としての砂場の有効性

平成32年4月に高密度集積域から「砂場」へ移植した殻長30.5mmのアサリは、移植3か月後に殻長33.7mmへ成長し、「泥混じり砂場」の殻長32.7mmよりも1mmほど成長量が大きく、肥満度も高かった。この結果は、殻長20mm及び25mmのアサリが砂場で最も成長したことを確認した平成31年度の移植実験の結果(一般社団法人マリノフォーラム 21 ら 2020)と一致している。

アサリの成長に影響を及ぼす主な環境条件として、餌料環境(柴田ら 1999; 岩男 2003; 内藤 2016; 内田 2018)、底質の中央粒径(高橋ら 1986)、泥の堆積が挙げられる(山本 2004; 柿野 2006; 梶山ら 1983)。餌料環境を扱った調査事例では、アサリの生産量はクロロフィル a と正の相関があることが示され(内田 2018)、底質全色素量が $4.1 \mu\text{g/g}$ 乾泥を超える場所は良好なアサリ漁場であるとした(岩男 2003)。当該地先の 6 月の「砂場」では、底質全色素量の値は $4.1 \mu\text{g/g}$ 乾重を超え、「泥混じり砂場」に比べてクロロフィル a は 6 月及び 11 月で高い値を示し、好適な餌料環境であったと考えられる。底質の中央粒径を扱った調査事例では、中央粒径が小さいほどアサリの生息に不適であることが知られ、中央粒径 0.25mm で死亡率は 0%、中央粒径 0.07mm で死亡率は 85%となる(高橋ら 1986)。殻長 $20\sim 35\text{mm}$ のアサリでは、自身の比重(1.6)が泥(1.13)よりも大きい上に、行動が鈍重であるため、這い上がることができず(柿野 2006)、長期間、摂餌や呼吸ができず死亡する(山本 2004)。泥の埋没による死亡率は、浮泥層厚 10cm 以下で 10%ほど、 15cm 以上になると 70%以上を示し(梶山ら 1983)、この傾向は 15cm の泥が堆積したことでアサリの死亡率が 100%となった平成 30 年度の結果とも一致している(一般社団法人マリノフォーラム 21 2019)。平成 31 年度及び令和 2 度の底質調査の結果(一般社団法人マリノフォーラム 21 2020)でも通年して中央粒径が $0.2\text{mm}\sim 0.3\text{mm}$ の範囲内に収まり、顕著な泥の堆積も確認されなかったことから、「砂場」は当該地先のなかでも泥の堆積による影響が少ない場所であったと考えられる。したがって、当該地先の「砂場」は餌料環境が良く、底質環境も良好であり、アサリの移植地に適していると考えられる。

4.3.2 泥土対策としてのコンポーズ利用

泥が多い場所でも、筏状に組み上げたコンポーズの上に採苗器等を置くことで、泥による埋没を防止でき、その効果は 1 年間保たれた。これは、平成 31 年度の実験でも同様の結果が得られている(一般社団法人マリノフォーラム 21 2019)。さらに、アサリの漁獲量は砂場に移植した場合と差が無いことも確認された。

漁業者が自ら行える方策として、竹やノリ網、土嚢による稚貝の着底促進により一定の効果が認められている(林ら 1991; 林ら 1992)、当該海域ではノリ養殖業や流し刺網漁業など様々な漁業が営まれており、干潟域に設置できる構造物が限定されることやその効果が持続しないこと等から、現在これらの取組は行われていない。長本ら(2017)は、二重底プレートを用いることで、採苗器の埋没を防止し、稚貝の確保及び保護・育成の実用的な効果を確認したものの、労力や経費に課題を残した。今回、泥土対策として用いたコンポーズは、海苔養殖で生じる廃材のひとつであり、毎年大量に廃棄されている。そのなかには劣化が少ないものも存在し、アサリ採苗や移植場の造成への二次利用とすることで、処分に回される廃材の量を少なくできることが期待できる。また、廃材の二次利用であることから、資材に係る経費は非常に少ないと考えられる。

今回の実験の結果では、筏状のコンポーズを設置することで、泥が堆積しないメカニズムは明らかとならなかったことから、コンポーズの設置により生じる干潟底面での物理作用を検討することが必要と考えられる。

4.3.3 アサリの斃死時期と要因の推定

当該地先において、令和 2 年 7 月以降に実験区でアサリの斃死が確認され、令和 2 年 10 月には生存するアサリは確認されなくなった。令和 2 年 10 月に採取したアサリの死殻について、殻長組成を確認したところ、砂場(平置)では 33.3mm 、泥混じり砂場(離底)では 31.9mm であった。この殻長は、令和 2 年 7 月に測定

した生存アサリの平均殻長とおよそ一致し、アサリの斃死は7月の測定直後から生じたと推測された。

アサリの死亡または活力低下の要因には、高温環境(藤井 2016)、泥の堆積(山本 2004; 柿野 2006; 梶山ら 1983)、低塩分(池末・松本 1956; 倉茂 1941; 熊本のり研究所 1979; 千葉水試 1951)が挙げられる。高温環境については、アサリは干潟表面の温度が 35℃以上で死亡し、36~40℃にかけて著しい生残率の低下することが知られている(藤井 2016)。令和2年度の長期観測の結果では、実験区の泥温及び水温の値において、7月中に 35℃を超える日は確認されず、確認されたのは8月2日~9月16日の期間内であったことから、高温環境が斃死の要因としては考えにくい。また、泥の堆積においても、同年7月及び9月で実験区が泥で埋没することなく、泥の堆積も斃死の要因から除くことができると考えられる。塩分環境を扱った事例では、塩分の比重が 15 以下になると長期飼育に影響を及ぼし、特に淡水下において 3~8 日間で 100%死亡、淡水で数時間で死亡するとされている(池末・松本 1956; 倉茂 1941; 熊本のり研究所 1979; 千葉水試 1951)。アサリは 10psu を下回ると外界からの海水や酸素供給を遮断するため疲弊し、2~3 日間で斃死すると考えられている(松田ら 2008)。当該地先では、令和2年度の長期観測の結果において、「令和2年7月豪雨(気象庁 2020a)」による著しい塩分の低下が記録され、令和2年7月6日から7月17日までに記録された塩分の値は 10 を下回っていた。「平成24年北九州北部豪雨」のデータをもとに、有明海の淡水流動特性をシミュレーションした神崎ら(2015)によれば、豪雨による出水の発生から1日程度経過すると有明海沿岸に沿って 10psu 以下の低塩分水塊が形成され、4日経過すると有明海のほぼ全体が 10psu 程度の低塩分水塊に覆われるという。今回の豪雨でもこれと同様の現象が生じ、さらに7月中の主な風向が南南西及び西南西であったことも確認されていることから(気象庁 2020b)、当該地先の低塩分解消には時間を要したと考えられ、それらがアサリ斃死の主要因であったと考えられる。

4.4 小課題の考察

本課題の目的は、泥分が多い場所での移植技術を確立することである。

平成30年度の成果では、当該地先の泥分は、アサリの生残・成長に致命的な影響を及ぼし、当該地先は筑後川の河口域に位置することから、河川の影響も強く受けることも明らかとなった。

平成31年度の成果では、アサリの移植場所として砂場が最適であるが、泥分が多い場所でもコンポーズを筏状に組み、その上に採苗器等を設置することで、アサリは生残・成長できることが明らかとなった。

令和2年度では、泥分が多い場所でも、コンポーズを筏状に組み上げて設置することにより、砂場に移植したときと漁獲量が同等であることを示し、7月上旬までに漁獲できれば、夏場の高温環境や豪雨による低塩分化による斃死リスクを回避できることが明らかとなった。

次年度では、コンポーズを用いた技術を実用化する場合に、メンテナンス手法及び頻度を検証する必要があると考えられる。また、コンポーズによる構造物が干潟に設置されることで、泥による埋没及び堆積にどのような物理作用をもたらすかを確認することで、技術としての実用性を検証する必要があると考えられる。

4.5 仮説の検証

仮説の検証には、「評価指標」として統計解析から算出される統計値及び数値目標を用いた。

検証項目の数値がその指標を満たすことで仮説を支持するものとした。評価指標は、①4月の移植時点よりも湿重量が有意に向上すること(p値が0.05未満)、②「砂場」と「泥混じり砂場」で1袋あたりの漁獲サイズのアサリの平均湿重量を比較し、平均値の差の95%信頼区間が0を跨ぐことで同等性(有意に同等の効果を持つ)が示されることが及び③網袋内の漁獲サイズのアサリの湿重量が初期値(730g/袋以上)を超えることとした。

仮説①の統計解析では、各移植方法に対する各漁獲時期の湿重量について一元配置分散分析を実施し、漁獲時期の効果で有意な差が確認された場合には、Tukey法による多重比較を行い、各群間における有意差の検出を試みた。さらに、仮説②の統計解析では「砂場」への直置きと「泥混じり砂場」の離底でt検定を実施し、平均値の差の95%信頼区間を求めた。なお、9月以降のデータでは明らかに湿重量の向上が確認できなかったため、解析対象からは除いた。

4.5.1 統計解析

(1) 仮説①

砂場(直置)では、各漁獲時期で湿重量に有意な差が確認され(One-way ANOVA, $p < 0.05$)、4月よりも6月及び7月で有意に向上し(Tukey's test, $p < 0.05$)、6月と7月で湿重量に有意な差は確認されなかった(Tukey's test, $p > 0.05$)。

泥混じり砂場(離底)では、各漁獲時期で湿重量に有意な差が確認され(One-way ANOVA, $p < 0.05$)、4月よりも6月及び7月で有意に向上し(Tukey's test, $p < 0.05$)、6月と7月で湿重量に有意な差は確認されなかった(Tukey's test, $p > 0.05$)。

表9 各移植方法に対する漁獲時期の分散分析結果

移植方法	効果	平方和	自由度	分散	F値	p値	有意差判定	多重比較(Tukey法)
砂場(直置)	グループ間	51805	2	25903	22.268	0.000	***	4月<6月, 7月
	グループ内	61650	53	1163				
	合計	113455	55					
泥混じり砂場(離底)	グループ間	53378	2	26689	24.894	0.000	***	4月<6月, 7月
	グループ内	56822	53	1072				
	合計	110200	55					

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$

(2) 仮説②

6月では、「砂場(直置)」と「泥混じり砂場(離底)」の平均湿重量の差の95%信頼区間は、-46.610～3.277となり、「0」を跨いだことで同等性が確認された。

7月では、「砂場(直置)」と「泥混じり砂場(離底)」の平均湿重量の差の95%信頼区間は、-43.729～3.729となり、「0」を跨いだことで同等性が確認された。

4.5.2 効果評価

6月及び7月では、評価指標①、評価指標②、評価指標③を満たした。また、7月に湿重量が最も高いことから、仮説は支持された。

5. 移植サイクルの開発（小課題3－1－3）

小課題3－1－1及び小課題3－1－2の結果を踏まえ、稚貝採取から漁獲までの移植サイクルを検討した。

5.1 方法

稚貝確保、移植、保護育成及び漁獲までのフローに稚貝確保技術開発(小課題3－1－1)及び移植技術開発(小課題3－1－2)の結果を当てはめ、当該地先の移植サイクル(作業スケジュール)を検討した。

5.2 結果

小課題3－1－1の結果から、採苗器の設置高について、春季にC.D.L+1.1m、秋季にC.D.L+1.4mで稚貝が最も多く採取される結果を得た。また、その稚貝を収容した網袋は底面から離底させて設置することで、泥による埋没を防ぎ、稚貝の保護・育成効果も確認された(図37)。なお、令和元年11月設置し、令和2年5月に回収した採苗器では、403個体/袋の稚貝及び5個体の成貝が確認された(図38)

小課題3－1－2の結果では、4月に移植したアサリの湿重量は、6月及び7月に有意に増加が確認された。また、「泥混じり砂場」のような泥分の多い場所でも離底することで、泥分の少ない「砂場」と同等の生残・成長の効果を確認できた。



図37 令和2年5月設置、令和2年9月確認



図38 令和元年11月設置、令和2年5月回収

5.3 小課題の考察

移植サイクルとして、以下の作業スケジュールが考えられる。

- ① 稚貝の確保は、5月～6月にC.D.L+1.1～1.4mの潮位で、収穫ネットに砂利(2～5mm)を封入した採苗器を埋没対策を施して干潟に設置する。
- ② 採苗は、設置から1か月程度とし、近隣の移植可能な場所に移植する。このとき、近隣が泥分が多い場所の場合には、コンポーズを筏状に組み、干潟から5cm程度底上げすることで泥による埋没を1年ほど防止できる。
- ③ 漁獲は、アサリの成長に合わせ、移植からおおよそ1年後が望ましい。ただし、夏季になるにつれてアサリの生残率は低下するため、真夏の高温環境となる前の7月上旬には実施する。
- ④ 漁獲後、採苗器内の稚貝が少ない場合にはC.D.L+1.1～1.4mの場所、稚貝が多い場合には同所に再設置し、移植、保護育成、漁獲を繰り返す。

5.4 仮説の検証

仮説の検証には、「評価指標」として統計解析から算出される統計値及び数値目標を用いた。

検証項目の数値がその指標を満たすことで仮説を支持するものとした。

本小課題の仮説は、「稚貝確保～漁獲までの一連のフローが絞り込まれ、次年度以降から移植サイクル開発を検証することができる」とし、それに対する評価指標は、小課題3-1-1及び小課題3-1-2と同様とし、各小課題の評価指標を以下に示した。

小課題3-1-1

- ① 設置高で初期稚貝の平均着底数に有意な差が示されること(p 値が0.05 未満)。
- ② 初期稚貝の平均着底数 が2,000 個体/袋以上となること。

小課題3-1-2

- ① 4月の移植時点よりも湿重量が有意に向上すること(p 値が0.05 未満)。
- ② 「砂場」と「泥混じり砂場」で1袋あたりの漁獲サイズのアサリの平均湿重量を比較し、平均値の差の95%信頼区間が0を跨ぐことで同等性(有意に同等の効果を持つ)が示されること。
- ③ 網袋内の漁獲サイズのアサリの湿重量が初期値(730g/袋以上)を超えること。

5.4.1 各小課題の効果評価

小課題3-1-1において、春季実験の5月設置では、評価指標①を満たし、仮説は一部支持された。

小課題3-1-2において、6月及び7月では、評価指標①、評価指標②、評価指標③を満たし、仮説は支持された。

5.4.2 本課題の効果評価

本課題において、小課題3-1-2では全評価指標を満たしたものの、小課題3-1-1では評価指標を一部のみしか満たせなかったことから、稚貝確保の手法に再考の余地を残した。

6. 中課題としての成果と課題

6.1 目標の達成度について

各小課題の数値目標に対する目標達成状況の評価方法を以下に示した。

今年度の数値目標と成果を比較し、目標達成状況を判定した。

表 10 小課題 3-1-1 稚貝確保技術開発

技術名	目標達成の判定基準	成果	目標達成状況の判定
収穫ネット +砂利(2～5mm) +設置高	100%達成(○) : 2,000 個体/袋以上 90%達成(△) : 1,600 個体/袋以上 ～2,000 個体/袋未満 不達成(×) : 1,600 個体/袋未満	5 月設置時に砂場 C.D.L+1.1m 設置で 385 個体/袋 11 月設置時に砂場 C.D.L+1.4m 設置で 495 個体/袋	不達成(×) : 1,600 個体/ 袋未満

表 11 小課題 3-1-2 移植技術開発

技術名	目標達成の判定基準	成果	目標達成状況の判定
①収穫ネット +移植(砂場) +現地砂 +直置	100%達成(○) : 730g/袋以上 90%達成(△) : 660g/袋以上 ～730g/袋未満 不達成(×) : 660g/袋未満	4 月に砂場へ網袋 ともに直置したア サリは7月に802g/ 袋となった。	100%達成(○) : 730g/袋以 上
②収穫ネット +移植(泥混じり砂場) +砂利(2～5mm) +離底	100%達成(○) : 730g/袋以上 90%達成(△) : 660g/袋以上 ～730g/袋未満 不達成(×) : 660g/袋未満	4 月に泥混じり砂 場へ移植し、砂利 とともにコンポー ズと離底すること で、アサリは7月に 803g/袋となった。	100%達成(○) : 730g/袋以 上

表 12 小課題 3-1-3 移植サイクル開発

技術名	目標達成の判定基準	成果	目標達成状況の判定
収穫ネット +砂利(2～5mm) +設置高 +移植 +離底	3-1-1 の達成基準 3-1-2 の達成基準	3-1-1 の成果と同 じ。 3-1-2 の成果と同 じ。	不達成(×) : 1,600 個体 /袋未満 100%達成(○) : 730g/袋 以上

6.2 実用性の検討

今年度で実際に漁獲成果のあった移植技術開発に用いられた技術について実用性を検討した。

6.2.1 適用条件

今年度の実験結果から得られた移植技術に関する適用条件を以下に示した。

表 13 移植技術に関する適用条件

技術名 項目	収穫ネット +移植(砂場) +現地砂 +直置	収穫ネット +移植(泥混じり砂場) +砂利(2～5mm) +離底
時期	移植：2月～4月に移植 漁獲：7月までに	移植：2月～4月に移植 漁獲：7月までに
場所の条件	泥分：10%未満 地盤高：C. D. L+1.0～1.2m	泥分：70%未満 地盤高：C. D. L+0.8～1.0m
留意点	・泥温が35℃以内であること。 ・塩分が10を下回る期間が3日以内であること。 ・泥による埋没がないこと。	・泥温が35℃以内であること。 ・塩分が10を下回る期間が3日以内であること。 ・付着生物による汚損の可能性

6.2.2 作業性

今年度の実験結果から得られた移植技術に関する作業項目を以下に示した。

表 14 移植技術に関する作業項目

技術名 項目	収穫ネット +移植(砂場) +現地砂 +直置	収穫ネット +移植(泥混じり砂場) +砂利(2～5mm) +離底
使用する網	収穫ネット(目開き 2mm)	収穫ネット(目開き 2mm)
使用する基質	現地砂(中央粒径 0.2mm 程度)	7号砕石(2～5mm)
設置面積	600m ² (10m×10m×6区画)	600m ² (10m×10m×6区画)
設置個数	360 個	360 個
作業工数	加工	－
	設置	－
	移植	4 人日
	漁獲	2 人日

備考：「－」は他の作業と同時に実施するため、作業工数はかからないものとした。

6.2.3 経済性の推定

今年度の実験結果から漁獲増加量及びコストを算出し、経済性を推定した。

(1) 漁獲増加量（期待される漁獲量）

本技術における漁獲増加量及び金額を以下に示した。

砂場(直置)では、4月に移植し、7月に漁獲したが、一袋あたりに含まれる漁獲サイズのアサリの湿重量が18袋の平均で802g/袋に達していた。このことから、少なくとも一袋あたりの漁獲量の期待値は802gと設定することができる。収穫ネットに収容するアサリのサイズや移植の時期には様々なケースが想定されるが、ここでは現段階で確認された1袋あたりの最大の漁獲量を想定して以下の試算を行った。上記の1袋あたりの漁獲量を用いて、前項の作業項目で設定した360袋設置したときに想定される漁獲量は288.72kgと試算される。

同様に、泥混じり砂場(離底)では、アサリの湿重量が平均で803g/袋となり、360袋設置したときに想定される漁獲量は289.08kgと試算された。

漁獲サイズのアサリの単価を1kgあたり400円とすると、表15に示すように、それぞれの漁獲金額は115,488円と115,632円と試算された。

表 15 本技術における漁獲増加量及び金額

技術名	漁獲増加量	金額
収穫ネット+移植(砂場)+現地砂+直置	360 袋×802g/袋×¥400-/kg	¥115,488-
収穫ネット+移植(泥混じり砂場)+砂利(2～5mm)+離底	360 袋×803g/袋×¥400-/kg	¥115,632-

(2) コスト(人件費+資材費)

本技術におけるコスト(人件費+資材費)を表 16 に示した。コストを計算するにあたっての条件は、当該地先で漁業者が作業することを前提とし、採苗器の設置～稚貝の回収、稚貝の設置～漁獲の期間と期間中の作業労務などを含むこととした。

表 16 本技術におけるコスト(人件費+資材費)

技術名	適 用	金 額	備 考
収穫ネット +移植(砂場) +現地砂 +直置	人件費(¥9,000-/人×6 人日)	¥54,000-	諸富漁協における人件費の実績単価
	船舶の燃料費等(¥10,000-/隻×2 隻日)	¥20,000-	諸富漁港から 1022 号までを往復することを想定
	網袋(¥36-/袋×360 袋)	¥12,960-	玉ねぎ収穫袋を想定
合計		¥86,960-	
収穫ネット +移植(泥混じり砂場) +砂利(2～5mm) +離底	人件費(¥9,000-/人×8 人日)	¥72,000-	諸富漁協における人件費の実績単価
	船舶の燃料費等(¥10,000-/隻×2 隻日)	¥20,000-	漁船で諸富漁港から 1022 号までを往復することを想定
	網袋(¥36-/袋×360 袋)	¥12,960-	玉ねぎ収穫袋を想定
	7 号碎石(¥5-/kg×3kg×360 袋)	¥5,400-	骨材として販売されている 7 号碎石を想定
	離底用コンポーザ	¥0-	廃材利用
合計		¥110,360-	

(3) 漁獲増加量/コスト

本技術における漁獲増加量/コストを表 17 に示した。

人件費を考慮した場合も考慮しない場合でも漁獲増加量/コストが 1 を上回る試算結果となったが、前提条件が異なると大きく変動する恐れがあるため、今後も事例を収集する必要がある。

表 17 本技術における漁獲増加量/コスト

技術名	漁獲増加量 (千円)	コスト(千円)			漁獲増加量/コスト	
		1. 人件費	2. 資機材費等	合計(1+2)	人件費有	人件費無
収穫ネット +移植(砂場) +現地砂 +直置	115.488	54	32.960	86.960	1.32	3.50
収穫ネット +移植(泥混じり砂場) +砂利(2～5mm) +離底	115.632	72	38.360	110.360	1.05	3.01

(4) 作業スケジュール

作業スケジュールとして、移植サイクルの構想を以下に示した。

稚貝の確保は、5 月～6 月に C. D. L+1. 1～1. 4m の潮位で、収穫ネットに砂利(2～5mm)を収容した採苗器を埋没対策を施して干潟に設置する。

採苗は、設置から 1 か月程度とし、採苗器ごと？近隣の移植可能な場所に移植する。このとき、泥分が多い場所の場合には、コンポーズを筏状に組み、干潟面から 5cm 程度かさ上げすることにより泥による埋没を 1 年間程度防止させる。

漁獲は、アサリの成長に合わせ、移植後からおよそ 1 年後が望ましい。ただし、夏季になるにつれてアサリの生残率は低下するため、真夏の高湿環境となる前の 7 月上旬に漁獲を実施することを目指す。

漁獲後、採苗器内の稚貝が少ない場合には C. D. L+1. 1～1. 4m の場所、稚貝が多い場合には同所に再設置し、移植、保護育成、漁獲を繰り返す。

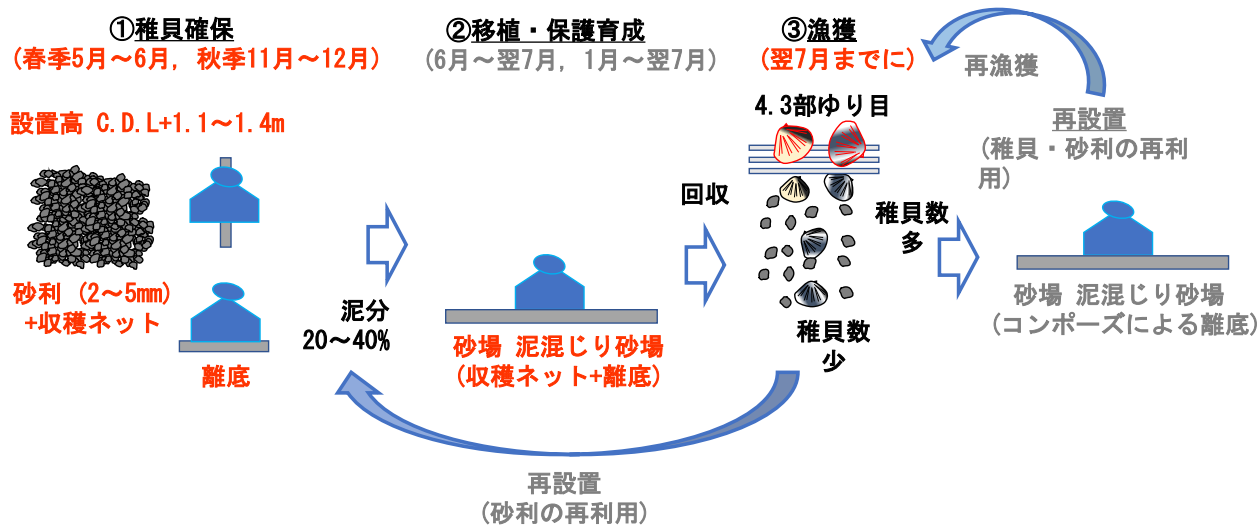


図 39 移植サイクルの構想

赤字はこれまでの事業成果により選定されたものを示す。

表 18 移植サイクルの構想

区分	1年目												2年目												3年目							
	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	8月				
稚貝確保	設置																再設置															
稚貝保護・育成			保護育成														保護育成															
漁獲															漁獲												再漁獲					

6.3 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以下に示した。

表 19 各小課題の成果と課題

小課題	成果	課題
3-1-1 稚貝確保技術の開発	① 採苗器は、底面から離底させることで埋没を防止できた。 ② 初期稚貝数は、C.D.L+1.1～1.4m で多く、11 月設置の C.D.L+1.4m で最も多かった。 ③ 初期稚貝の採苗は、コンポーズ及び網袋の揺さぶりに影響を受けることが明らかとなった。	① 採苗方法の再検討 当該地先は、海苔養殖区画であるため、船舶の運航の妨げとならない採苗の方法を検討する必要がある。 ② 仮説の支持 今回の実験では、仮説を支持する採苗数が得られず、採苗数の見込みについて再検討が必要となった。 ③ 来遊・着底する初期稚貝の数 今年度の冬季では、当該地先に飛来・着底した初期稚貝の数が昨年度と比べて少なく、採苗の実験に影響をもたらしたと考えられた。
3-1-2 稚貝移植技術の開発	① 数値目標を達成し、漁獲時期が選定された。 ② 泥分の多い場所でも、泥土対策を施すことで、砂場と同等の漁獲量を得た。 ③ 泥分が多い場所でも、本技術を適用させることで生産性向上が望めた。 ④ 廃棄コンポーズの再利用が期待された。	① メンテナンス手法の確立 生物汚損・網の破れ・コンポーズの劣化等が現場で確認され、実用性を見据えて、それらへの対応を確立する必要があった。 ② 次年度以降の実験に用いる稚貝の確保 当該地先の原地盤において、アサリの高密度集積域が消失し、採苗による稚貝の確保が必要となった。 ③ 泥土対策効果のメカニズム コンポーズによる構造物が泥の埋没や堆積にどのような物理作用を及ぼすか検証する必要がある。 ④ 自然現象 今年度では、7 月の豪雨が実験に大きな影響をもたらした。当該地先は筑後川河口に位置するため、豪雨による海域の淡水化は避けられない。当該地先は、稚貝確保を主とすることも検討する必要がある。
3-1-3 移植サイクルの開発	① 泥分が多い場所でも稚貝を確保できることが明らかとなった。 ② 泥分が多い場所でも移植場所として利用できることが明らかとなった。	① 確保される初期稚貝の数 確保できる稚貝の数は当該地先に来遊する浮遊幼生や集積する着底稚貝の数に依存する。 ② 移植サイクルの実証 採苗から漁獲まで一環して生残・成長の状況を確認する必要がある。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 柳橋茂昭(1992): アサリ幼生の着底場選択性と三河湾における分布量, 日本水産工学会誌, 29(1), 55-59.
- 3) 竹山佳奈・上田正樹・岩本裕之(2005): アサリ幼生の着底時における底質粒径選択性について, 日本水産工学会学術講演会要旨集, 83-86.
- 4) 瀬戸雅文・吉田勇人・荒川久幸・小林豊(2005): 浸透流によるアサリ浮遊幼生の着底促進効果に関する基礎的研究, 海洋開発論文集, 21, 253-257.
- 5) 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.
- 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・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.
- 7) 柴田輝和・鳥羽光晴・酒井美恵・兼子昭夫(1999): アサリ漁場の生産力評価のための植物色素量の指標性, 千葉県水産試験場研究報告, 55, 67-72.
- 8) 岩男昂(2003): アサリ漁場の環境特性, 大分海水研調研報, 4, 57-63.
- 9) 内藤剛(2016): 有明海覆砂域におけるアサリの成長と環境, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 16, 105-109.
- 10) 内田基晴(2018): アサリの生産量と栄養塩・餌料環境との関係-水清ければ魚(アサリ)棲まず-, 瀬戸内海通信, 27, 2-3.
- 11) 高橋清孝・佐藤陽一・渡辺競(1986): アサリの生残限界に関する実験的検討, 宮城県水産試験場研究報告, 11, 44-58.
- 12) 山本(2004): アサリ漁場内の底質環境とその特性, 水産総合研究センター研究報告, 3, 17-25.
- 13) 柿野純(2006): 殻長1-4mmサイズアサリ稚貝の浮泥堆積に対する挙動, 千葉県水産総合研究センター報告, 1, 99-102.
- 14) 梶山実・藤森常生・野尻節郎(1983): 畠口地先アサリへの死調査(その1), 昭和57年度熊本県のり研究所事業報告書, 197-200.
- 15) 林宗徳・浜崎稔洋・山下輝昌(1991): アサリ種苗初期減耗原因の究明に関する研究, 福岡有明水産試験場研究報告, 49-59.
- 16) 林宗徳・浜崎稔洋・秋本恒基・山下輝昌(1992): アサリ種苗初期減耗原因の究明に関する研究, 福岡有明水産試験場研究報告, 85-104.
- 17) 長本篤・的場達人・篠原直哉(2017): 有明海福岡県地先における砂利袋を用いたアサリ天然採苗の埋没対策とその効果, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 27, 1-8.
- 18) 藤井曉彦・道山晶子・田中恵一・横山佳裕(2016): 高温条件がアサリ稚貝の生残に与える影響の定量化, 水環境学会誌, 39, 4, 103-108.
- 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・石松惇(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(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).
- 25) 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B2(海岸工学), 71(2), 1_439-1_444.
- 26) 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_a1.php?prec_no=85&block_no=1480&year=2020&month=7&day=&view= (2021年3月3日閲覧).

電子データ

表 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	春季実験	設置高比較実験 2006～2009(Excel)
	秋季実験	設置高比較実験 2011～2101(Excel)
移植技術開発	移植実験	移植実験(漁獲)2004～2101(Excel)
共通項目調査	初期稚貝調査	初期稚貝調査結果 2005～2101(Excel)
	生息状況調査	生息状況調査結果 2006～2101(Excel)
	地盤高測量	地盤高測量結果 2009(Excel)
		砂場面積 2004(Excel)
	底質調査	粒度組成 2006～2101(Excel)
		粒度加積曲線 2006～2101(PDF)
		底質クロロフィル 2006～2101(Excel)
	水質調査	連続観測結果(夏季) (Excel)
		連続観測結果(冬季) (Excel)
	物理環境調査	連続観測結果(夏季) (Excel)
		連続観測結果(冬季) (Excel)
	長期観測調査	長期観測(泥温) (Excel)
		長期観測(水温) (Excel)
		長期観測(塩分) (Excel)