

11 月以降に産卵し、1 月までに産卵期の指標 0.6 以下となっていることから、産卵期を終えたものと考えられる。肥満度は 1 月に 14.9 まで低下したことから、産卵による影響と考えられる。

以上の結果から、本技術は母貝場として有効なものと考えられる。

(3) まびきの試行

本課題において、最終的な母貝収容個体数は 30,000 個体を目標としている。したがって、今回試行した 6,000 個体の 5 倍であり、そこに必要な労力は 240 人・分の 5 倍の 1,200 人・分となる。302 号地区では大潮最干時で 4 時間程度干出することから以下の試算により 5 人で作業を実施すれば 30,000 個体の間引きが可能と考えられる。

$1,200 \text{ 人} \cdot \text{分} / 240 \text{ 分} (4 \text{ 時間}) = 5 \text{ 人}$

なお、作業を実施した漁業者へ作業状況についてヒアリングを行った結果、重労働であるなど、目立った問題点は見当たらない様子であった。

3.2 小規模高地盤覆砂域との比較

3.2.1 方法

アサリを育成する場所として 302 号地区に 9 月、小規模高地盤覆砂域(約 $1\text{m} \times 1\text{m} \times 0.6\text{m}$)と低コスト型離底飼育器具(約 $1\text{m} \times 1\text{m} \times 0.6\text{m}$)を設置した(図 17)。何れも基質入り網袋(粒径約 2mm の軽石を約 30 収容)を干潟面から約 10 cm 程度離れた状態に維持することが可能である。なお、基質の動揺を軽減するため、基質入り網袋の一部を結束バンドで固定した。



図 17 小規模高地盤覆砂域と低コスト型離底飼育器具

小規模高地盤覆砂域は当初、干潟面から 10 cm 程度離れた部分に 7 号砕石を敷き、その上に被覆網を敷設し基質の流失を抑制した状態でアサリを育成する予定であった。しかし、台風 9 号と 10 号の影響を受け、基質の安定性の確保が困難であることが分かった。また、低コスト型離底飼育器具上では基質入り網袋は台風の影響を殆ど受けない様子が確認され、基質入り網袋でアサリを育成する手法を採用した(図 18)。



図 18 台風通過後の小規模高地盤覆砂域上の基質(左)と低コスト型離底飼育器具上の基質入り網袋(右)

実験には8月16日に24号地区で採捕し、302号地区で9月19日まで馴致したアサリを用いた。平均殻長は16.9 mmであり、基質入り網袋(粒径約2 mmの軽石を約30収容)1袋あたり70個体を収容した。小規模高地盤覆砂域、低コスト型離底飼育器具の各々に8袋ずつ設置した。

設置後、10月、11月、12月、1月に生残率と成長速度を調査するとともに、1月と3月に乾燥重量や湿重量などの身入りを分析した。生残率と成長速度は小規模高地盤覆砂域、低コスト型離底飼育器具の各々から3袋を対象に生残個体数と殻長(網袋1つあたり最大30個体)を計測した。身入りの分析には小規模高地盤覆砂域、低コスト型離底飼育器具の各々から10個体程度ずつを採取し分析した。

3.2.2 結果

生残率と成長速度を図19に示した。生残率はいずれも90%以上で推移した。9月19日を開始日とした成長速度は10月に何れも0.1 mm/day程度、11月に0.05 mm/day程度、1月に0.03 mm/day程度と同様な傾向であった(図19)。

殻長は9月に16.7 mmであったが、1月には小規模高地盤覆砂域で21.2 mm、低コスト型離底飼育器具で20.6 mmとなった。

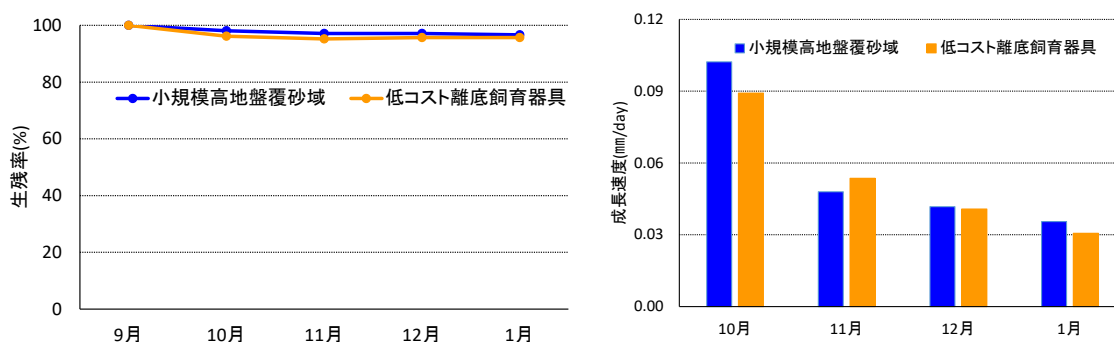


図19 小規模高地盤覆砂域と低コスト型離底飼育器具における生残率(左)と成長速度(右)

小規模高地盤覆砂域と低コスト型離底飼育器具の比較としてt検定(片側)を行った結果、1月の生残率は $p=0.20$ 、成長速度は $p=0.38$ と有意差は得られなかった。

身入り調査の結果、高地盤覆砂域で38%、低コスト型離底飼育器具で41%と若干高い結果であった。

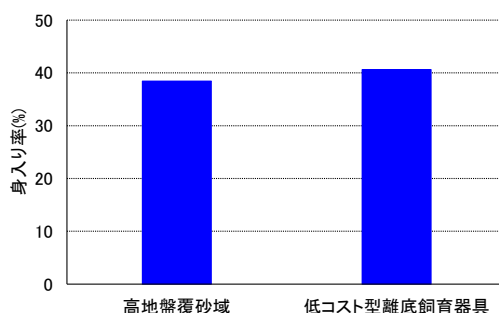


図20 小規模高地盤覆砂域と低コスト型離底飼育器具における身入り率(1月)

3.2.3 考察

生残率は小規模高地盤覆砂域、低コスト型離底飼育器具ともに95%以上と高く、数値目標の80%以上を達成できた(後述の表13参照)。また、成長速度も数値目標の0.03 mm/dayを超え(小規模高地盤覆砂域 0.036

mm/day、低コスト型離底飼育器具 0.031 mm/day)、目標を達成できた(後述の表 13 参照)。

生残率が高い状態で維持できた要因として何れの手法も設置高が 10 cm 程度で、泥土の影響を緩和できた可能性が考えられる。なお、身入り率は小規模高地盤覆砂域で 38%、低コスト型離底飼育器具で 41%であった。今後、3 月にも調査を予定しており、その結果を踏まえて考察を予定する。

後述の「4.4 アサリ飼育に関する設置高の検討」で、捕砂器(漂砂を捕捉する器具(岡辺ほか,2016))を用いて設置高別に堆積した泥土を測定した結果、設置高が低くなる程体積は多くなった(図 45)。設置高 10 cm とすることで海底面より泥土の影響は大きく緩和され、生残率の向上につながったものと考えられる。

次に、成長速度が目標を達成できた要因の一つに、基質の動揺を軽減するために基質入り網袋の一部を結束バンドで固定した事により、基質が安定した事によるものと考えられる。

3.4 母貝育成技術の開発の考察と総括

3.4.1 小課題の考察

設置規模を拡大した低コスト型離底飼育器具ではアサリの生残、成長および産卵している可能性を得ることができた。また、小規模高地盤覆砂域は、低コスト型離底飼育器具と比較し、アサリへの効果(生残率、成長速度)は同等な可能性が得られた。

低コスト型離底飼育器具、小規模高地盤覆砂域共に、母貝場として活用できる可能性が得られた。今後は、低コスト型離底飼育器具を用いた更なる規模の拡大が必要と考える。小規模高地盤覆砂域については今年度、初めて未利用泥干潟域でアサリへの効果を確認したことから、今後も引き続き、効果を確認する必要がある。

3.4.2 仮説の検証

設置規模を拡大した低コスト型離底飼育器具では、生残率として 77.2%と、目標値の 60%を超える結果となった(後述の表 13 参照)。実験に用いたアサリは稚貝の段階で 5 月に 24 号地区の干潟から 302 号地区の低コスト型離底飼育器具に移設し、9 月まで育成した。その間、7 月に記録的な豪雨が発生し、10 日以上続いた低塩分の影響を受けていた。そのようなアサリでも目標を超える生残率を得ることができたことから、本技術は母貝場として有効なものと考えられる。また、24 号地区では 9 月になるとアサリは殆ど出現せず、底質は黒化していた(図 21)。

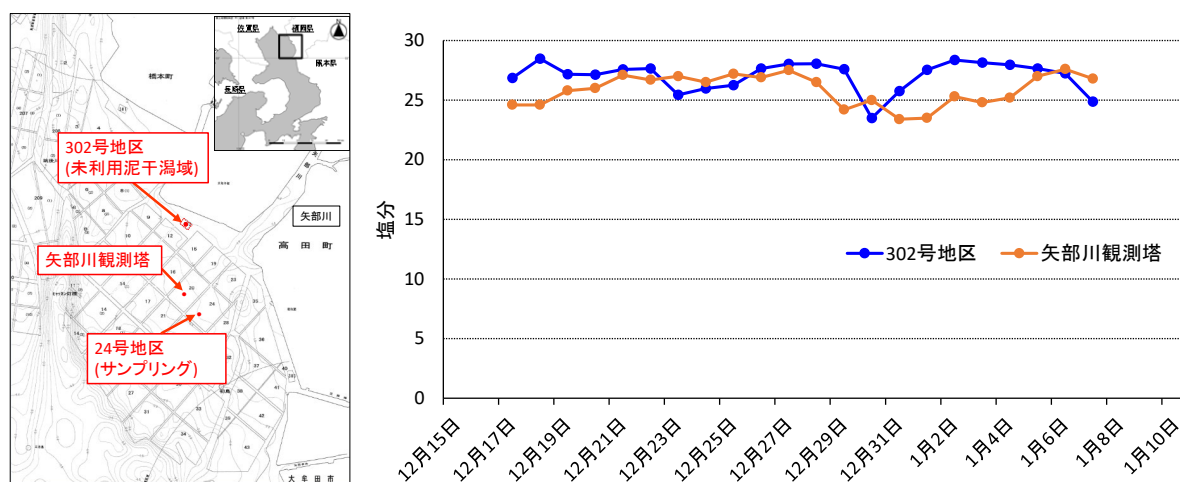


図 21 底質の状況(24 号地区 9 月)

7 月の豪雨のほか、9 月に発生した台風(9 号、10 号)の影響で泥土が堆積し、アサリ等底生生物は埋没して死滅した可能性が考えられた。いっぽう、低コスト型離底飼育器具には 5 月に約 10 万個体の稚貝を収容し、9 月には約 2 割となる 17,800 個体が生残した。設置高 10 cm とすることで埋没を回避でき、生残した可能性がある。低コスト型離底飼育器具は自然災害の被害軽減に有効な可能性が示唆された。

なお、低コスト型離底飼育器具を設置した 302 号地区と 24 号地区は図 22 に示す位置関係にある。24 号地

区は矢部川河口前面にあり、冬季調査における連続観測の結果(302号地区)と、24号地区に最寄の観測塔(矢部川観測塔)の結果が得られたため比較した。その結果は図22のとおりであり、顕著な差はみられなかった。



矢部川観測塔の出典 : <http://www.sea-net.pref.fukuoka.jp/links2/dbsys/index.html>

図 22 塩分の推移(302号地区、24号地区(サンプリング位置)近くの矢部川観測塔)

低コスト型離底飼育器具と小規模高地盤覆砂域との比較では、アサリへの効果は同等に高かった(生残率90%以上、成長速度0.03mm/day以上)。いずれも、未利用泥干潟域では有効な技術と考えられる。なお、小規模高地盤覆砂域は今年度に造成し、調査を開始した。今後、さらなるデータの蓄積が必要と考えられる。

4. 母貝再生産技術の開発(小課題1-1-2)

4.1 パームを用いた採取方法の設置規模の拡大

4.1.1 方法

(1) 春季

302号地区に5月、架台(約1m×1m×0.6m)と支柱を設置した。架台にはパームを収容した網袋を4袋ずつ合計2台、支柱には1袋ずつ合計8本、干潟面からの高さが10cm程度となるよう調整して設置した(図23)。

パームは束の状態、ほぐした状態の2通りを準備し(図24)、網袋1つあたり3本収容した。網袋は2枚構造とし、内側を収穫ネット(30cm×50cm程度、目合1~2mm)、外側をラッセルネット(30cm×60cm程度、目合8mm)とした。

サンプリングは、網袋からパーム全体を取り出し、表面の3か所を任意に選んで繊維部分を指でつまみ取り、チャック式ビニール袋に収容して分析に用いた。量は乾燥重量で5g程度とした。以下、サンプリング方法は他の実験でも同様とした。

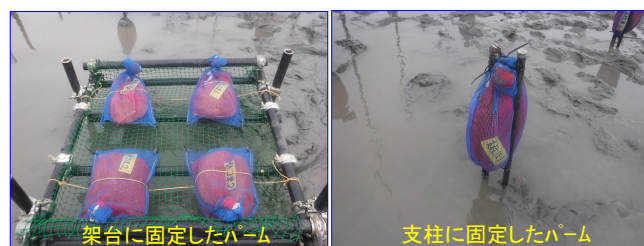


図 23 パームの設置状況



図 24 パームの状態

(2) 秋季

以下の採苗実績から 302 号地区よりも 10 号地区で採苗効果が高いと考えられた。

令和元年の秋産卵群を対象として設置したパームにおける発生個体数(殻長 1 mm以上の稚貝)

令和 2 年 3 月 302 号地区 : 900 個体/m²、10 号地区 : 122,944 個体/m²

そこで、10 号地区に 10 月、架台(約 1m×1m×1m)を 15 台設置した。架台には、ほぐしたパームを 2 束ずつ収容した網袋を 1 台につき 8 袋ずつ設置した。干潟面からの高さは 50 cm 程度となるよう設置した。なお、網袋は収穫ネットとラッセルネットの 2 枚構造とした。1 月に 15 袋から 15 検体のサンプルを対象に、採取初期稚貝や稚貝の分析を実施した。



図 25 パームの設置状況

4.1.2 結果

(1) 春季

殻長 1 mm以上の稚貝の出現状況を図 26 に示した。架台では束で、支柱ではほぐしで多い傾向であった。

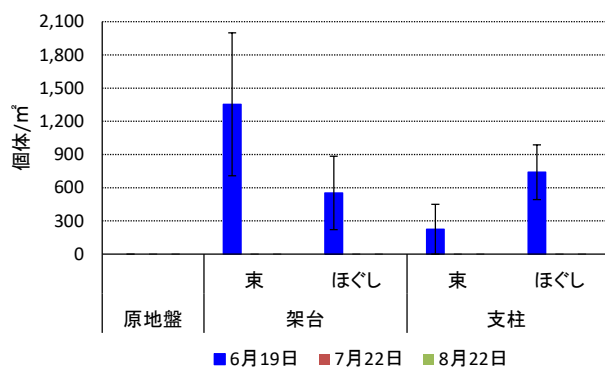


図 26 稚貝の出現状況

飼育方法(架台、支柱)、パームの状態(ほぐし、束)の何れも有意差はみられなかった(表6)。

表 6 分散分析表(稚貝の個体数)

変動要因	変動	自由度	分散	分散比	P値	F値
飼育方法	885,502	1	885,502	1.39	0.26	4.7
パームの状態	81,289	1	81,289	0.13	0.73	4.7
交互作用	1,732,448	1	1,732,448	2.71	0.13	4.7
繰返し誤差	7,662,895	12	638,575			
合計	10,362,135	15				

(2) 秋季

11月、12月、1月に新たな網袋5袋ずつサンプリングした結果を表7に示す。稚貝は1月に初めて出現した。

表 7 初期稚貝や稚貝の出現個体数

単位: 個体/網袋

サンプリング日	初期稚貝	稚貝
11月16日	3,079	0
12月16日	1,900	0
1月14日	873	311

また、11月に調査した5袋、12月に調査した5袋は1月におけるサンプリングの対象とし、1月に新たに調査した5袋も合わせて合計15袋からサンプリングを実施した。その平均値は初期稚貝は648個体/網袋、稚貝は111個体/網袋であった。したがって、設置した15台の架台全てにおいては以下の計算式から、初期稚貝77,779個体、稚貝13,318個体が生息しているものと試算された。

初期稚貝 648 個体/網袋×8 網袋/台×15 台

稚貝 111 個体/網袋×8 網袋/台×15 台

4.1.3 考察

本実験結果からは、パームの状態(ほぐし、束)による違いは明らかにならなかった。理由としては稚貝の出現個体数が少なく(前述図26参照)、効果が明確になりにくかったものと考えられる。

なお、中課題2-1の「小課題2-1-2 効率的な稚貝確保技術」で実施した項目「大量採取に適した手法の検討」で、ほぐしたパームを網袋1つあたり1本もしくは2本収容することで、採苗効果の高まる可能性が得られた。この結果を参考に、本実験では網袋1つあたり2本分のパームをほぐして収容し、302号地区よりも多い採苗が期待される10号地区へ、秋季に設置した。

稚貝や初期稚貝の出現個体数は変動が大きいので、過去3年分を表8に整理した。原地盤との比較のため、個体数を1㎡あたりに換算した。パームの設置高は50cmとした。

表 8 初期稚貝や稚貝の出現個体数の推移

単位: 個体/m²

調査年月日	初期稚貝		稚貝	
	パーム	原地盤	パーム	原地盤
平成 31 年 1 月 21 日	52, 416	176, 920	900	0
令和 2 年 1 月 12 日	106, 170	191, 966	3, 712	4, 241
令和 3 年 1 月 14 日	3, 849	8, 785	659	303

初期稚貝は例年、1 m²当たり 20 万個体近く発生していたが、令和 3 年では 1 万個体以下であり、今年度は発生量そのものが少ない可能性があった。

4.2 採苗に適した組合せの検討

4.2.1 方法

5 月 26 日、パーム 1 本をほぐして収穫ネット 1 枚に収容したものを 3 袋、パーム 1 本をほぐして収穫ネット 2 枚に収容したものを 6 袋準備した。2 枚に収容したもののうち 3 袋については、稚貝の着生誘因を行うため、アサリ成貝(平均殻長 20.3mm)を 10 個体ずつ収容した。これらの網袋を 302 号地区に設置高 10cm で、ランダムとなるよう設置した。設置後、6 月 19 日、7 月 22 日、および 8 月 22 日にパームを一部サンプリングし、そこに含まれる稚貝や初期稚貝を調査した。なお、同時に原地盤における稚貝や初期稚貝も調査した。

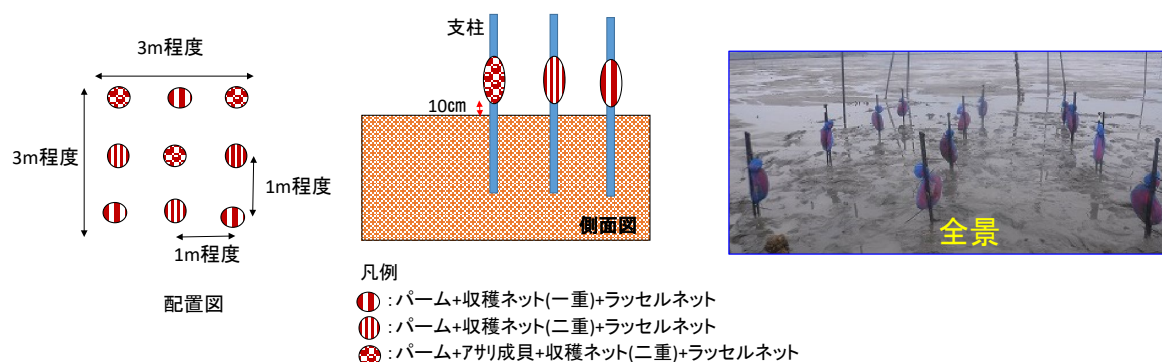


図 27 設置状況

4.2.2 結果

稚貝の出現状況を図 28 に整理した。6 月 19 日の二重ネット+アサリの組み合わせでのみ出現が確認された。



図 28 稚貝の出現状況

6月19日の結果において、対照区の原地盤と二重ネット+アサリを対象にt検定(片側)を実施したところ、 $p=0.19$ と有意差はみられなかった。

なお、アサリ成貝は7月22日に3袋の合計30個体のうち、28個体が死滅した。そこで5月に24号地区から移設したアサリの中からサイズの大きいものを選択し入れ替えた(平均殻長14.3mm)。8月22日調査時に死滅していたアサリは30個体中5個体であった。

4.2.3 考察

二枚貝の稚貝着底には、水質や底質が影響することは広く知られているが、同種大型個体による誘引などが影響することも知られている(水産庁,2008)。平田ら(2008)によれば、マガキ幼生の採苗器をマガキ成貝飼育海水に漬けると、幼生の付着率が増加すること、その原因として成貝が海水に排出するアンモニア態窒素濃度が関係していると報告されている。本技術開発では、水中を浮遊する成熟幼生を採苗器内へトラップし、パーム内部ですみやかに着底稚貝へと変態させて付着効率を上げることが有効と判断される。評価委員より、アンモニア態窒素は二枚貝の主要な排泄物であるため、親貝との同居により、成熟浮遊幼生の着生を促進させることも検討すべきと指摘があったことから、今回アサリ成貝を予めパーム内部に封入した試験区を設定した。その結果、統計的に有意ではないものの、親貝同居区で最も高い着生効果をみとめた。今後もより好適な成貝の収容密度などについて検討することで、本採苗手法の再現性確認、技術の高度化について取り組んで行きたい。なお、302号地区では稚貝の出現が少ないことから、多く出現する10号地区などでの検討を考えたい。

なお、7月や8月には稚貝の出現が認められなかった。これは7月に発生した豪雨による低塩分の影響や、サンプリング作業による稚貝の脱落といったハンドリングによる影響が考えられる。そこで、これらの影響を回避する目的で12月16日に、アサリ成貝10個体(平均殻長22.8mm)を収容したパームを10号地区へ再設置した。春季にアサリの出現状況を調査し、アサリ成貝による効果を再確認する必要がある(図29)。



図 29 網袋の設置状況(左)と収容したアサリ成貝(右)

ハンドリングの影響を確認するため、調査を1月にのみ実施したパームを累計調査回数1回、1月と12月に同じパームを対象に実施した調査を累計調査回数2回、1月と12月と11月に同じパームを対象に実施した調査を累計調査回数3回とし、1月に得られた結果を表7に整理した。初期稚貝、稚貝ともに累計調査回数が少ないとほど多い傾向がみられ、ハンドリングによる影響は無視できないものと考えられた。