

3. 母貝育成技術の開発（小課題1-1-1）

3.1 技術の実証

低コスト型離底飼育器具は、アサリの育成・産卵に効果のある技術であることを実証するために実施するものである。母貝育成サイクルの視点から、パーム採苗したアサリを用い、育成・産卵できることを確かめる必要がある。本実験は令和2年度から続いているが、令和2年度の段階では、パーム採苗技術が検討段階で、実験用の採苗量確保に至らなかったことから、天然の干潟から得た稚貝を用いた。令和3年度では、実験用の採苗量確保に至ったため、パーム採苗アサリを用いた。したがって、天然の干潟から移植したアサリを対象とした実験、パームで採苗後に移植したアサリを対象とした実験、の二本立て構成となっている。

3.1.1 方法

(1) 天然の干潟から移植したアサリを対象とした実験

令和2年度の実験で令和2年5月に24号地区（天然の干潟）から採集した稚貝を軽石入り網袋で中間育成して得られた母貝を9月に302号地区の低コスト型離底飼育器具（59個体/網袋、合計200袋）に収容し、実験を開始した。この飼育器具のアサリを対象に、今年4月、5月、6月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。計測の対象とする網袋は15袋とした。また、肥満度、群成熟度および成熟状況を把握するため、同時期に20個体程度をサンプリングし、分析した。6月の調査終了後、これらのアサリは全て回収した。回収の詳細は作業性を含めて後述の「5.1.1. 方法」に整理した。

低コスト型離底飼育器具は、大きさ約1.0m×5.0m×0.6mのコンポーザをフレームとして作成した架台であり、干潟面からの高さ約10cmの部分にゴルフネットを張り、その上に軽石入り網袋を設置可能な構造になっている（図16）。低コスト型離底飼育器具1台あたり、軽石入り網袋40袋の設置が可能である。実験ではこれを5台設置し網袋の総数を200袋とした（図17）。



図16 低コスト型離底飼育器具（左：架台のみ、中央：軽石入り網袋を収容、右：全景）

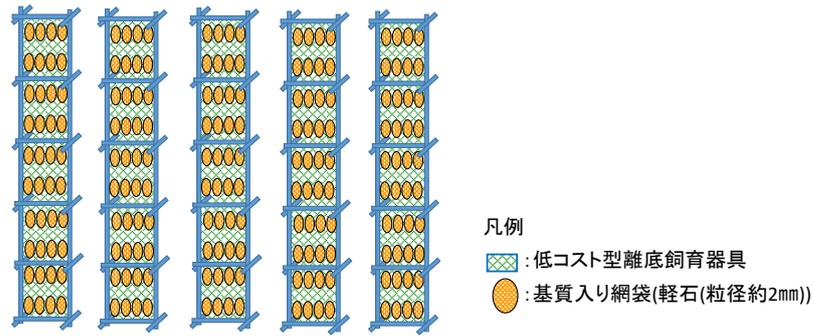


図 17 低コスト型離底飼育器具の配置

(2) パームで採苗後に移植したアサリを対象とした実験

令和2年10月より10号地区に設置したパームにより採苗したアサリを、梅雨明時期前に軽石入り網袋へ移植し、低コスト型離底飼育器具に設置した(124 個体/網袋、合計 120 袋)。設置後は、収容したアサリの生残、殻長、成熟を確認するため10月、11月、1月に生残個体数、殻長、および肥満度、群成熟度、成熟状況を分析した。なお、使用する機材、分析の個体数は上記1)に準じた。なお、実験は継続中であり、令和4年7月に回収予定である。

3.1.2 結果

(1) 天然の干潟から移植したアサリを対象とした実験

令和2年9月より実験開始し令和3年7月に回収した生残率と殻長の推移を図18に示した。また、同じ期間の肥満度と群成熟度の推移を図19に、春季の組織切片の観察結果を図20に示した。

令和2年9月～令和3年7月までの生残率は72.8%であり、95%信頼区間は71.4～74.1%であった。平均殻長でみると17.6mmから28.6mmへ成長した。

肥満度は、5月に15.0へと若干の低下がみられたが4月と6月に、身入りが良好とされる15.1以上であった。群成熟度は4月から5月にかけて低下していた。なお、6月には再び上昇していた。

生殖腺の組織観察では5月下旬で成熟期と放出期がほとんどを占め、6月中旬には退行期が30%程度見られた。

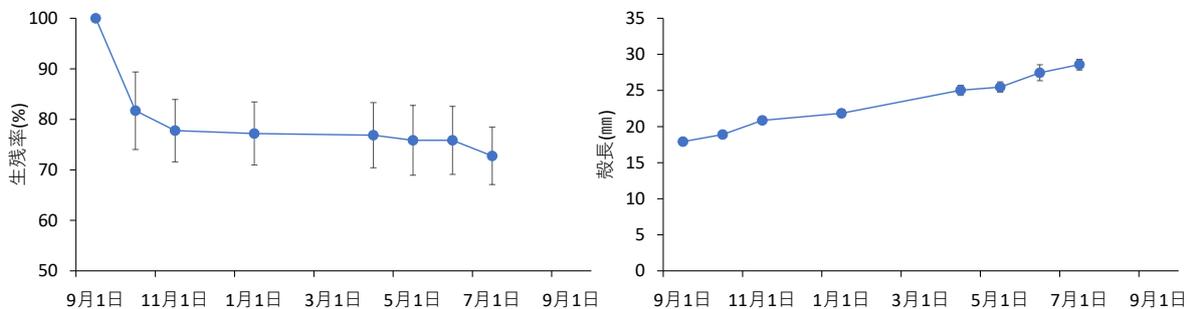


図 18 生残率と殻長の推移

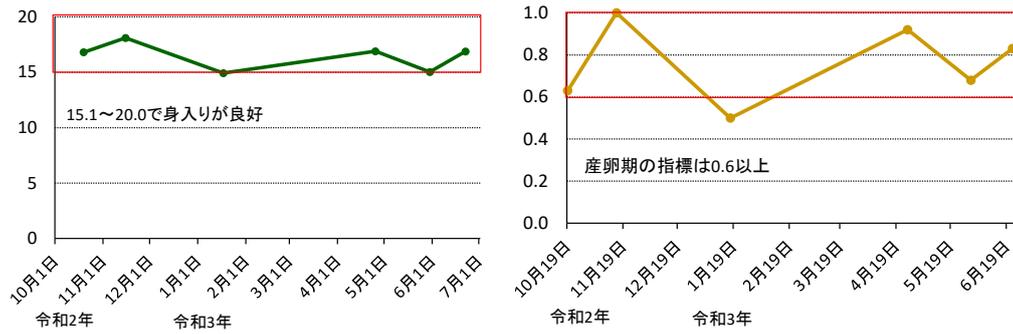


図 19 肥満度と群成熟度の推移

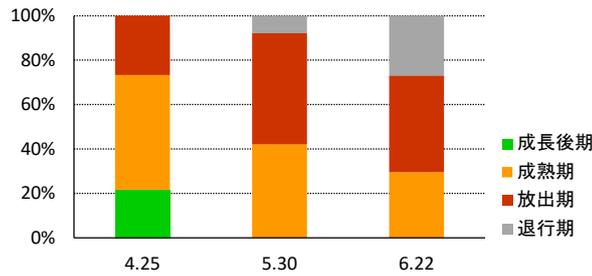


図 20 組織切片の観察結果

産卵の確認のため 302 号地区でサンプリングしたアサリを用いて 5 月 30 日に産卵実験を実施した。実験の概要を表 6 に整理した。産卵の確認されたアサリは 30 個体中 3 個体であり、得られた卵は 136,000 個、496,000 個、149,667 個、平均すると 260,556 個/個体となった。なお、アサリは全て個体識別のナンバリングを施し、水産技術研究所にて肥満度を計測した。産卵の確認された個体の値を平均すると 14.3 であり、身入りが良好とされる 15.1 を下回った。

表 6 産卵誘発実験

月・日	時間	備考
5月30日	18:00	サンプリング後、チャック式ビニール袋1袋に30個体収容して冷蔵を開始
6月1日	9:10-9:40	アサリを室温に静置
	9:40-13:40	アサリを海水に収容(収容時 水温 21.9℃、塩分 24.53)。10個体は個別に400ml程度の容器に収容、20個体はまとめてバケツに収容。いずれの容器のアサリでも放卵・放精は確認できず。
	13:40-15:00	アサリをチャック式ビニール袋に収容して冷蔵
	15:00-15:30	アサリを室温に静置
	15:30-21:00頃	変化なし
	21:40-23:35	バケツ内の海水が白濁(顕鏡で卵を確認)、バケツ内のアサリも個別の容器に収容。収容後に放精した3個体、もともと個別の容器に収容し放精した1個体から得られた海水を混合し(500ml程度)、産卵誘発を目的に約10mlずつ他の容器に添加した。
6月2日	9:00-11:00	バケツから個別の容器に収容した2個体、もともと個別の容器に収容した1個体で産卵を確認、アサリを取り出した後、海水を良く攪拌しホルマリンを約2cc入れて卵を固定し分析に用いた。

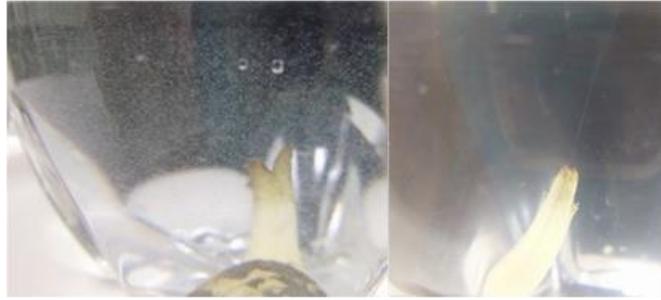


図21 放卵(左)と放精(右)の状況

(2) パームで採苗後に移植したアサリを対象とした実験

5月2日に302号地区へ移植し実験開始後の生残個体数を殻長の推移を図22に示した。また、同期間の肥満度と群成熟度の推移を図23、秋季の生殖腺の組織観察の結果を図24に示した。

令和3年5月～令和4年1月までの生残率は60.9%であり、95%信頼区間は57.1～64.7%であった。生残率では8月に著しい低下が見られた。また、1月19日の平均殻長は24.9mmであった。

肥満度は、身入りが良好とされる15.1以上で推移した。群成熟度は10月から11月にかけて約1から約0.5まで減少していた。生殖腺の組織切片の観察では、放出と成熟期の合計は10月で最も多かった。11月以降は退行期の割合が増えるものの、放出期が比較的多くみられ、1月にも20%以上観察された。

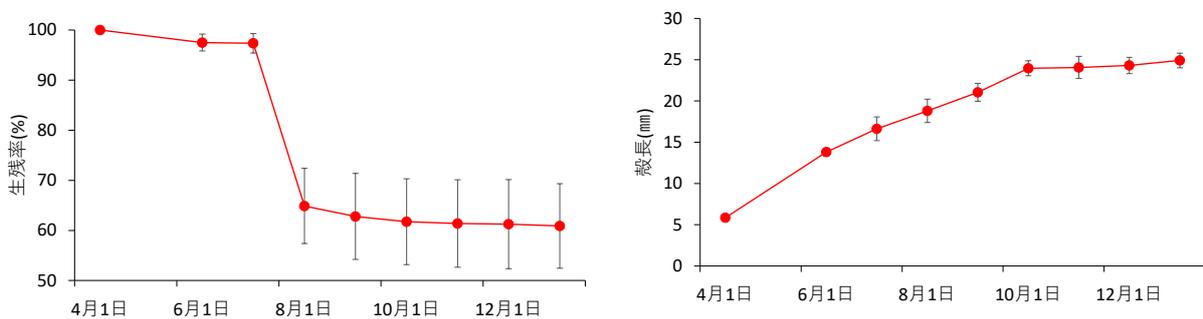


図22 生残個体数と殻長の推移

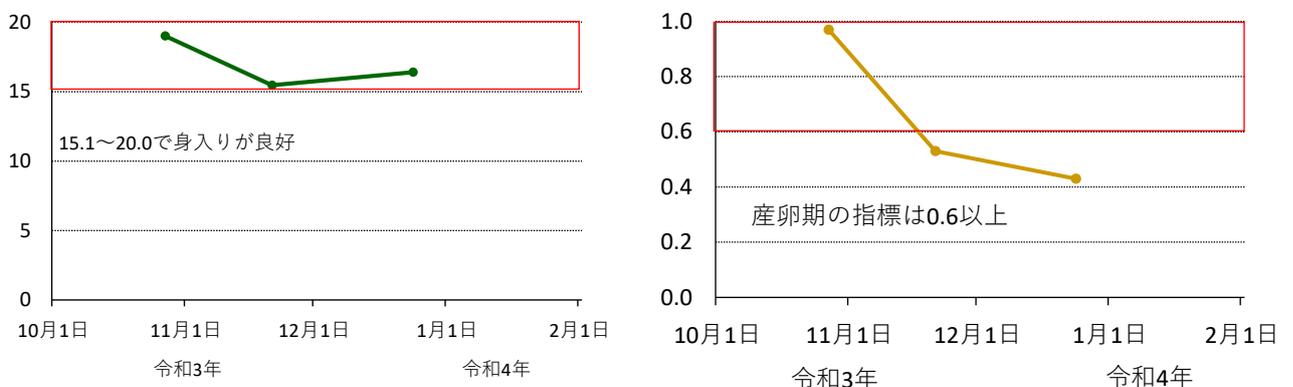


図23 肥満度と群成熟度の推移

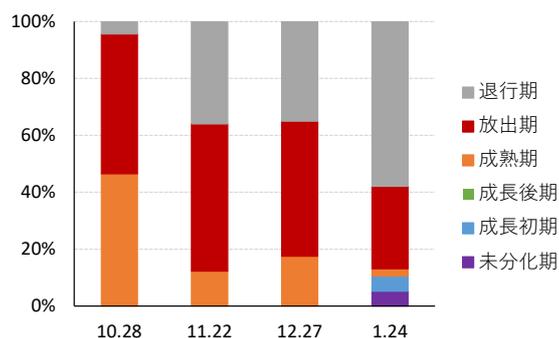


図 24 組織切片の観察結果

3.1.3 考察

(1) 天然の干潟から移植したアサリを対象とした実験

生残率が高い状態で維持でき、殻長も7月には漁獲サイズ近くまで成長できた。低コスト型離底飼育器具を用いた母貝場の育成手法について、アサリへの効果はあるものと考えられた。

産卵の確認では本年度は群成熟度において4~5月の産卵が推測され、生殖腺の組織観察では5月が産卵盛期であったことが確認されていることから、低コスト型離底飼育器具でアサリを育成しても産卵すると確認された。ただし、産卵実験では産卵個体数が少なく、低コスト型離底飼育器具を母貝場として産卵ポテンシャルの評価には、課題が残された。

(2) パームで採苗後に移植したアサリを対象とした実験

5月~翌年1月の生残率は60.9%、平均殻長は5.9mmから24.9mmへと成長した。また、秋の産卵も確認できた。昨年度の天然の干潟から移植したアサリを対象とした実験と比較すると、生残率では著しい減耗の時期が異なっていた。令和2年度の実験では実験開始直後の減耗が著しく、これは夏季の入替によるストレスが原因と考えられた。一方、今年度の実験では8月に著しい減耗が見られた。これは「2.環境調査」でも示したとおり、8月の豪雨による低塩分が原因と考えられた。殻長では本年度の実験では冬季の成長の停滞が示されているが、令和2年度の実験においては春以降に成長が進んでおり、同様に春以降に成長が進めば、春の産卵と産卵後の漁獲につながるものと期待された。

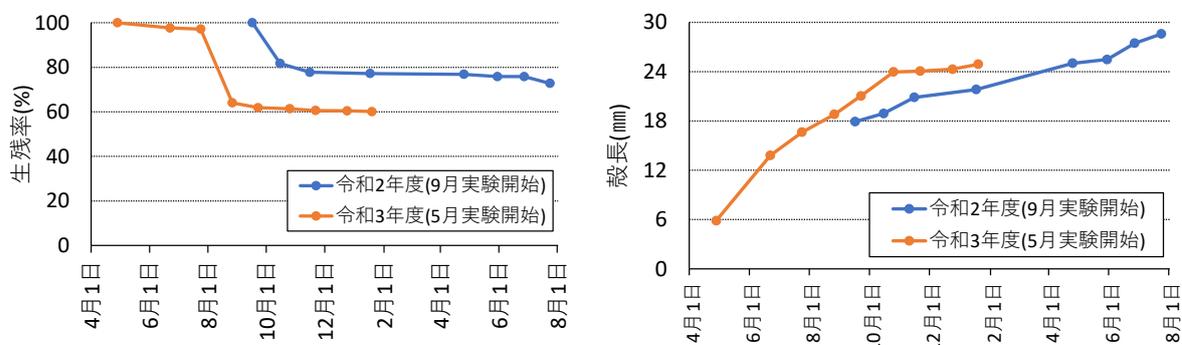


図 25 生残率と殻長の推移

3.2 小規模高地盤覆砂域との比較

低コスト型離底飼育器具のアサリへの効果が、小規模高地盤覆砂域と同等であることを実証するために実施するものである。母貝育成サイクルの観点から、パーム採苗したアサリを用い、育成・産卵できることを確かめる必要があるが、前述3.1 技術の実証、と同様な理由により天然の干潟から移植したアサリを対象とした実験、パームで採苗後に移植したアサリを対象とした実験、の二本立て構成となっている。

3.2.1 方法

(1)天然の干潟から移植したアサリを対象とした実験

令和2年度の実験で令和2年8月に24号地区（天然の干潟）から採集した稚貝を302号地区に設置した軽石入り網袋で中間育成して得られた母貝を、9月に同地区の小規模高地盤覆砂域（約1m×1m×0.6m、70個体/網袋、合計8袋）と低コスト型離底飼育器具（約1m×1m×0.6m、70個体/網袋、合計8袋）に収容し、実験を開始した。この飼育器具のアサリを対象に、今年4月、5月、6月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。計測の対象とする網袋は3袋とし、肥満度、群成熟度および成熟状況を把握するため、同時期に20個体程度をサンプリングし分析した。6月の調査終了後、これらのアサリは全て回収した。実験区の設置状況を図26に示した。

何れの実験区とも基質の動揺を軽減するため、軽石入り網袋の一部を結束バンドで固定した。また、軽石入り網袋（粒径約2mmの軽石を約30収容）を干潟面から約10cm程度離れた状態に維持することが可能であった。



図 26 小規模高地盤覆砂域と低コスト型離底飼育器具

実験区の配置図を図27に示した。

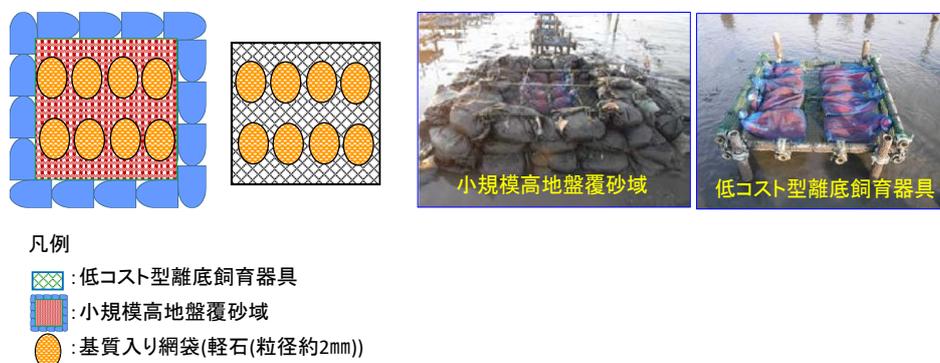


図 27 小規模高地盤覆砂域と低コスト型離底飼育器具の配置

(2) パームで採苗後に移植したアサリを対象とした実験

令和2年10月より10号地区に設置したパームにより採苗したアサリを、梅雨明時期後に軽石入り網袋へ移植し、小規模高地盤覆砂域、低コスト型離底飼育器具に設置した。設置後は、収容したアサリの生残、成長、成熟を確認するため10月、11月、12月に生残個体数、殻長、および肥満度、群成熟度、成熟状況を分析した。使用する機材、分析の個体数は上記(1)に準じた。なお、移植後に生残率が大幅に低下し、次年度における実験継続が困難と考えられたため、12月の調査後に回収、梅雨時期前に軽石入り網袋に移植・育成したアサリと入れ替えた。令和4年4月以降も実験を継続し、令和4年7月に回収予定である。

3.2.2 結果

(1) 天然の干潟から移植したアサリを対象とした実験

令和2年9月から令和3年7月までの生残率と殻長の推移を図28、令和3年7月の生残率と殻長の有意差検定結果を表6に示した。また、令和3年4月～6月の肥満度と群成熟度の推移を図29、同じ時期の生殖腺の観察結果を図30に示した。

生残率と平均殻長は、小規模高地盤覆砂域と低コスト型離底飼育器具で似通った傾向で推移していた。

7月の生残率と個体数は小規模高地盤覆砂域 94.3%、66.0 個体/網袋、低コスト型離底飼育器具 92.9%、65.0 個体/網袋、平均殻長は小規模高地盤覆砂域 27.5 mm、低コスト型離底飼育器具 26.7 mmであった。

個体数と殻長を対象にした有意差検定では、いずれも有意差はみられなかった(表7)。

肥満度は小規模高地盤覆砂域、低コスト型離底飼育器具の何れも身入りが良好とされる 15.1 以上で推移していた。群成熟度は何れも4月～5月にかけて上昇し、ピーク時は産卵期の指標の0.6を上回っていた。その後6月にかけて減少していた。生殖腺の組織切片の観察では5月には成熟期と放出期がほとんどを占めていた。また6月では成熟期と放出期の割合が減り、退行期が30～40%を占めていた。小規模高地盤覆砂域と低コスト型離底飼育器具では似通った傾向を示していた。

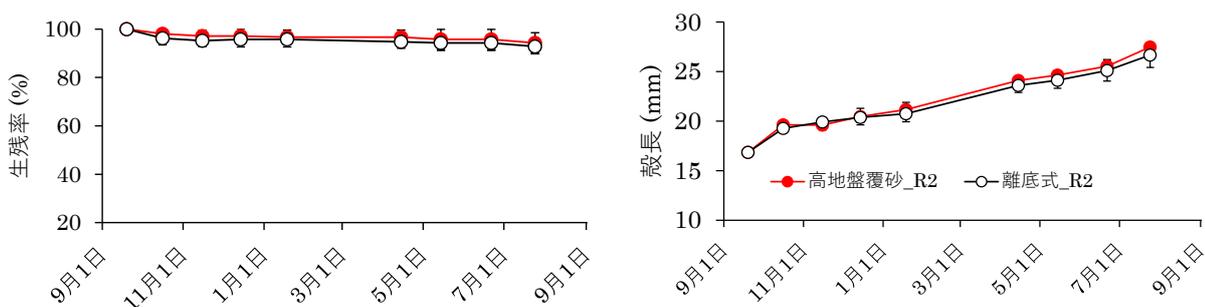


図 28 生残率と殻長の推移

表 7 個体数と平均殻長を対象とした検定結果

区分	分散	t 検定(両側)
個体数	等分散	P=0.72
平均殻長	不等分散	P=0.45

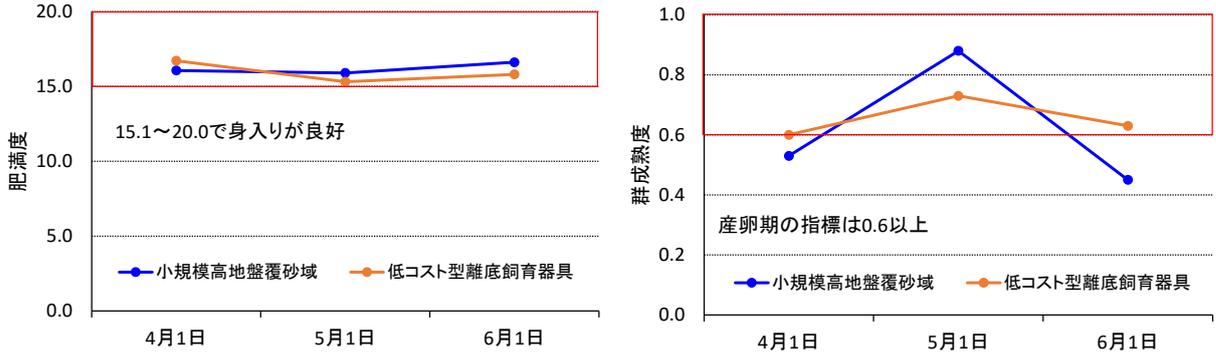


図 29 肥満度と群成熟度の推移

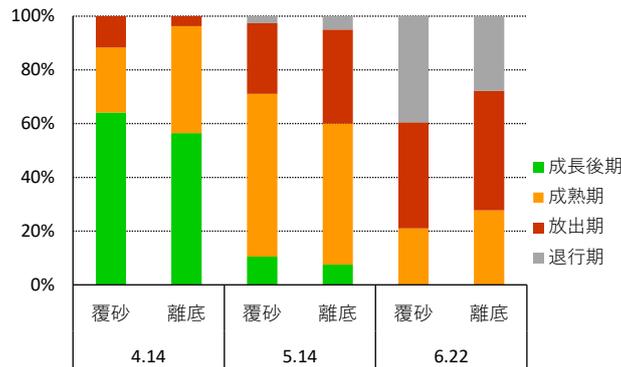


図 30 組織切片の観察結果

(2) パームで採苗後に移植したアサリを対象とした実験

令和2年秋季(10月~11月)に10号地区に設置したパームで採苗したアサリを軽石入り網袋(粒径約2mmを30収容)へ一定量入れ、7月29日に高地盤覆砂域、低コスト型離底飼育器具へ10袋ずつ設置した。なお、実験は継続中である。令和3年7月~令和4年1月の生残率と殻長の推移を図31、12月24日の個体数、平均殻長を対象にした有意差検定の結果を表6に示した。また、産卵時期と推測される10月~1月の肥満度と群成熟度の推移を図32、生殖腺の組織観察の結果を図33に示した。

1袋当たりの個体数と殻長の平均は75.8個体/網袋、12.5mmであった。12月24日には個体数と生残率は小規模高地盤覆砂域42.3個体/網袋・56.2%、低コスト型離底飼育器具23.7個体/網袋・32.6%、平均殻長が小規模高地盤覆砂域24.7mm、低コスト型離底飼育器具が26.5mmであった。

検定結果では個体数、殻長ともに有意な差は得られなかった(表8)。

肥満度は小規模高地盤覆砂域、低コスト型離底飼育器具の何れも身入りが良好とされる15.1以上であった。群成熟度は何れも11月に向けて減少していた。その後、11月から12月にかけては肥満度、群成熟度ともに上昇傾向にあった。生殖腺の組織切片の観察では、小規模高地盤覆砂域、低コスト離底飼育器具のいずれも放出と成熟期の合計は10月で最も多かった。11月以降は退行期の割合が増えるものの、放出期が比較的多くみられ、1月にも20%以上観察された。

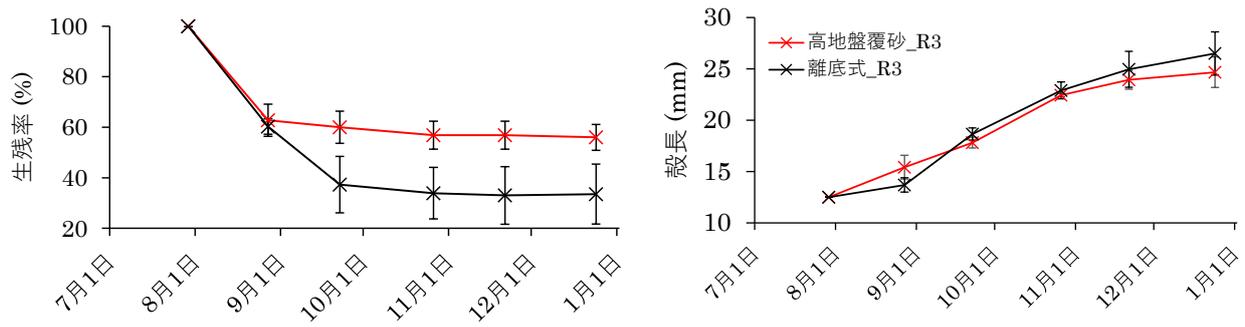


図 31 生残率と殻長の推移

表 8 個体数と平均殻長を対象とした検定結果

区分	分散	t 検定 (両側)
個体数	等分散	P=0.06
平均殻長	等分散	P=0.32

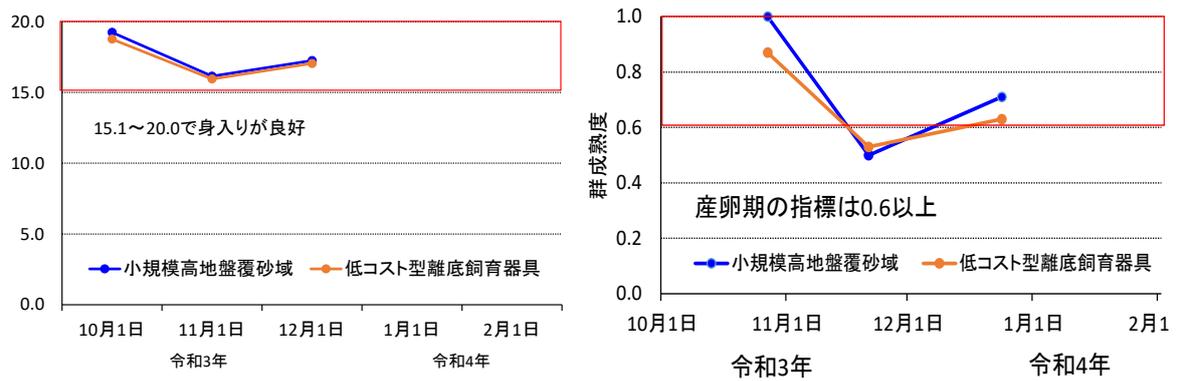


図 32 肥満度と群成熟度の推移

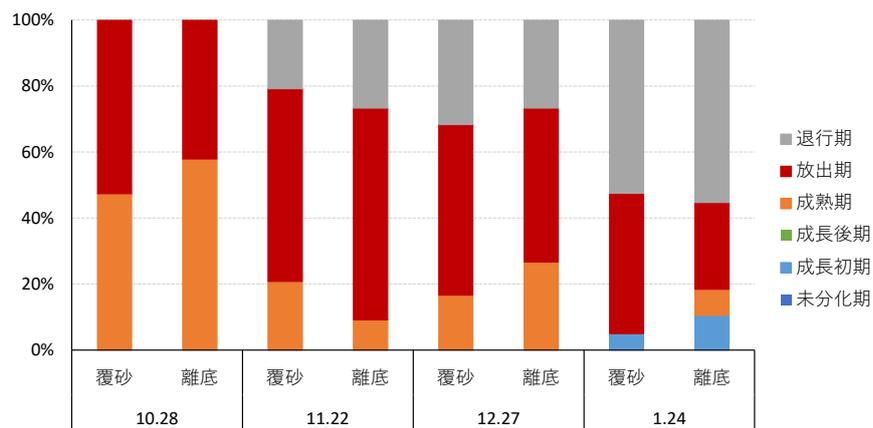


図 33 組織切片の観察結果

3.2.3 考察

(1) 天然の干潟から移植したアサリを対象とした実験

いずれの手法も、生残、成長、成熟は同様な結果であったことから、アサリへの効果は同等と考えられた。なお、アサリへの効果が同等な場合、より実用的な手法が選定に当たって重要と考えられる。そこで参考値として、設置までに要した作業性(人数×時間)と材料費を表9に示した。

いずれも低コスト型離底飼育器具で低く、実用化にあたってはアサリへの効果が同等な場合は、低コスト型離底飼育器具が望ましいものと考えられた。

表9 作業性と材料費

区分	作業性(人・時間)	材料費(円)
低コスト型離底飼育器具	7	8,901
小規模高地盤覆砂域	27	63,779

(2) パームで採苗後に移植したアサリを対象とした実験

秋における群成熟度の変化から、いずれの手法でも同様に産卵したのと考えられた。生残率はいずれの手法も低下した。夏季は、アサリが痩せており高温下で弱りやすい⁷⁾、とされている。高温下での移植作業といったハンドリングが生残率に大きく影響した可能性があった。また、8月中旬には豪雨による低塩分も発生しており(前述図5参照)、その影響も考えられた。生残率の低下による個体数減少から、7月までの実験期間中にサンプリング用の個体数確保が困難になる懸念があり、12月23日に次のアサリを回収、12月24日に302号地区へ運搬し入れ替えた。今後、春季以降に生残、成長および成熟などを調査する予定である。

なお、令和2年度実験開始の天然の干潟から移植したアサリを対象とした実験では、移植時期が9月で、翌年7月までの生残率は90%以上と高い状態を維持、殻長変化も同等であった。パームで採苗後に移植する時期も、高温下となる夏季を避けることができれば、高い生残率の維持や、同等な殻長変化となる可能性が高いものと考えられた。

3.3 母貝育成技術の開発(小課題1-1-1)の考察と総括

3.3.1 小課題の考察

技術の実証として、低コスト型離底飼育器具を用いた実験では、天然の干潟から移植したアサリでは生残、成長、産卵を確認でき、漁獲サイズまで成長した。パームで採苗した稚貝を移植した結果でも、同様な結果が期待され、今年春の産卵が確認されれば、当該地先の目標としている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。

小規模高地盤覆砂域との比較では、天然の干潟から移植したアサリでは、同等な効果が得られた。作業性や材料費を比較した結果、低コスト型離底飼育器具で安価であり、低コスト型離底飼育器具はアサリへの効果が同等であれば実用的と考えられた。しかし、パームで採苗した稚貝を用いた比較では、夏季に移植を実施した影響と思われる生残率の低下が大きく、結果が不明瞭となった。12月にアサリを入れ替え、4月以降に比較を継続実施し、効果を確認する予定である。生残状況が良好であれば、同等な結果が得られるものと考えられた。

3.3.2 仮説の検証

技術の実証として、低コスト型離底飼育器具を用い、天然の干潟から移植したアサリを用いた実験の検証結果は以下のとおりであった。

- ・生残率は72.8%、95%信頼区間は71.4~74.1%
- ・群成熟度、組織切片の観察結果から春の産卵を確認、5月には温度刺激により産卵を確認

以上から、低コスト型離底飼育器具は母貝場として活用できる可能性が得られた。

また、パームで採苗したアサリを用いた実験の検証結果は以下のとおりであった。

- ・生残率は60.9%、95%信頼区間は57.1~64.7%
- ・群成熟度から、秋の産卵を確認

以上から、秋までの結果で判断すれば、パームで採苗したアサリを用いても、低コスト型離底飼育器具は母貝場として活用できる可能性があるものと考えられた。ただし、今後は春の産卵の確認と産卵後の漁獲の調査結果が必要であると判断された。

小規模高地盤覆砂域と低コスト型離底飼育器具の比較において、天然の干潟から移植したアサリを用いた実験の検証結果は以下のとおりであった。

- ・生残個体数と殻長ともに、有意差は認められず、効果は同等と判断
- ・群成熟度と組織切片の観察結果から、春の産卵を確認

以上から、アサリへの効果は同等と考えられた。

また、パームで採苗したアサリを用いた実験の検証結果は以下のとおりであった。

・令和3年7月~12月の生残個体数と殻長の検定結果では、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い

- ・群成熟度の結果から、秋の産卵を確認

以上から、アサリへの効果は同等とはいえない結果となった。なお、用いたアサリは夏季に移植したことから高温下のハンドリング等の影響で生残率が低下した可能性が高く、12月にアサリを入れ替え、4月以降に比較調査を継続する予定である。