

期間中の最高値は設置高別に0 cm高 41.5℃、10 cm高 40.1℃、30cm 高 41.5℃、平均値は0 cm高 28.2℃、10 cm高 28.0℃、30cm 高 28.1℃であった。以上から、温度変化においては設置高別にみると、大きな違いは無いものと考えられた。なお、高温に対するアサリの平均生存時間は40℃で5.3時間、42℃で1.5時間とされている(相良,1965)。本調査結果で40℃を超える温度が記録されているが一時的であり、致死に至るほどの時間は継続していなかったものと考えられる。

身入り率として、9月と1月に得られた結果を図42に整理した。9月、1月ともに設置高30 cmで高い傾向がみられた。今後、3月の結果もふまえ結果を整理する予定である。

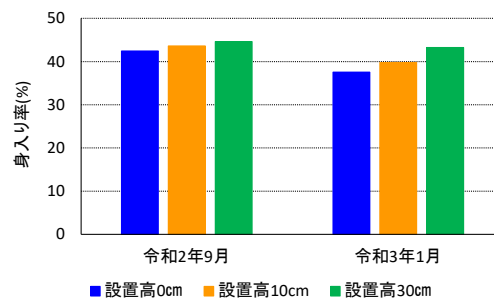
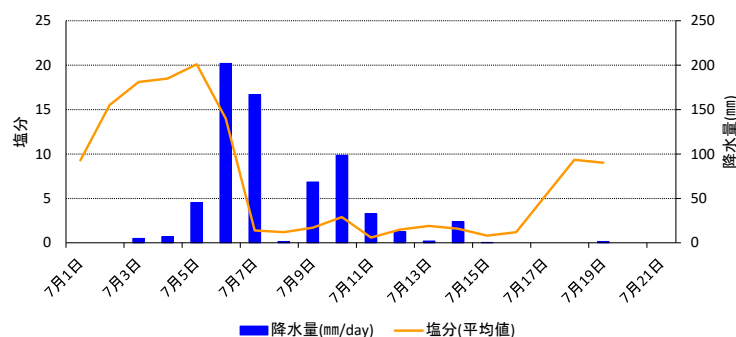


図 42 身入り率の推移

4.4.3 考察

生残率は最も高い結果でも設置高30 cmの61%であり、目標値に対し不達成であった(80%未満)。

生残率が低かった原因として、7月上旬に発生した豪雨の影響が考えられる。福岡県有明海沿岸域では7月初旬に豪雨が発生し、塩分が5以下と低い状態が7月6日から16日まで10日間、継続した(図43)。



出典: <http://www.sea-net.pret.fukuoka.jp/links2/dbsys/index.html>

図 43 7月上旬に発生した豪雨の降水量と低塩分の推移(福岡県海況観測点(七つはぜ))

アサリは低塩分の暴露時間により、その後の斃死率が異なる事が報告されている。塩分15は致命的でないとされている(松田ほか, 2008)が、暴露してから7日後の斃死率として、塩分15の海水に72時間暴露すると78%、96時間暴露すると91%と報告されている(松田・平野, 2019)。

豪雨後は塩分は5以下と非常に低く、さらに長期間継続していることから、既往知見(松田・平野, 2019)よりもアサリにとって過酷な環境下であったと思われる。本実験は豪雨後の7月22日に開始した。開始当初は生残していたが、低塩分の影響で数日後、多くが死滅した可能性が考えられた。

豪雨前後で生残が大きく低下した事例として、10号地区でパームで採苗したアサリを令和元年7月に基質入り網袋へ移植し、設置高別(0 cm、10 cm)で育成し続けて得られた結果がある。基質は軽石(約2 mm)を30収

容し、網袋は1袋ずつであった。それによると豪雨前の令和3年6月までは何れの設置高も生残・成長したが、豪雨後は設置高0 cmで全滅した。なお、設置高10 cmでも生残個体数は減少したものの、令和3年3月においても約3割が生き残る結果となった(図44)。

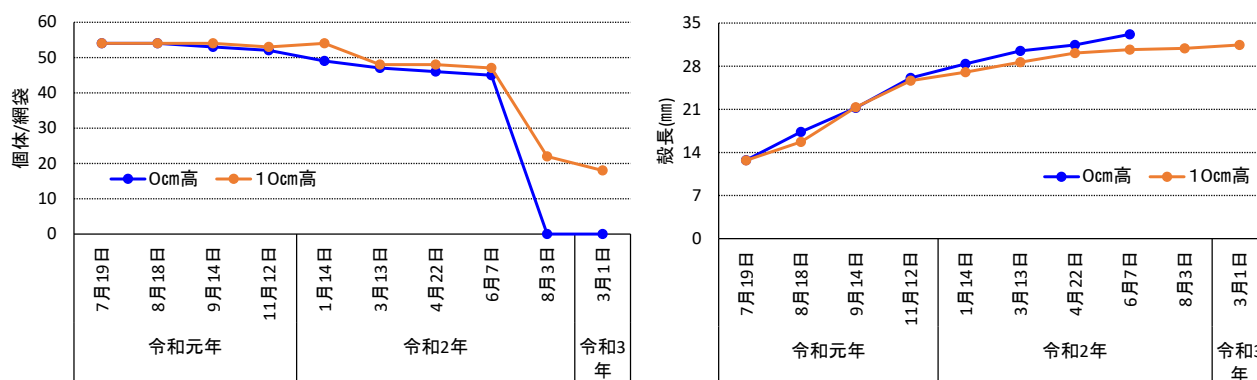


図 44 生残個体数と殻長変化の推移(令和元年～令和3年)

本年度における実験でも生残率は、特に設置高0 cmで26.7%と低かった。これは、以下の調査結果や既往知見から、泥土による影響が強かった事によると考えられる。

捕砂器(漂砂を捕捉する器具(岡辺ほか, 2016))を用い、11月15日に設置、12月1日に回収して容器内に堆積した泥土の量(単位:ml)を測定した結果、設置高が低くなるほど体積は多くなった(図45)。

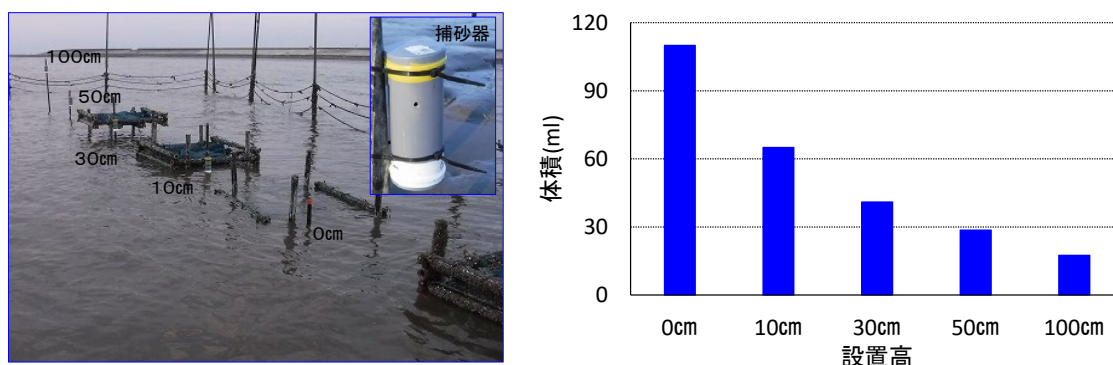


図 45 捕砂器(孔径5 mm)の設置状況と堆積した泥土の量(ml)

捕砂器には孔径5 mmの孔を岸沖方向に空けており、満ち潮や引き潮時に浮遊した泥土が主に入り込んだと思われる。なお、観測時期は異なるが平成30年夏季に302号地区で測定された濁度が、観測器の設置高別に10 cm高67.4FTU、20 cm高47.6FTU、30 cm高36.9FTUと、最下層で大きく上昇した(一般社団法人マリノフォーラム21ほか, 2019)。

アサリは濁りにより、ろ水率の低下や餌料捕捉率の低下、体外に排出する偽糞の増加といった影響を受ける(全国沿岸漁業振興開発協会, 1997)。したがって、設置高が低いほど濁度が強くなり、アサリの生残率が低下したものと考えられた。

成長速度は何れの設置高も100%達成の0.04 mm/day以上であった。成長速度が高い要因として、基質入り網袋を絞り、波浪等で基質が動きにくくしたことが影響したと考えられる。以下に、基質が動きやすいと成長が低下し、安定すると成長する可能性について整理した。

昨年度までの実験で、比較的成長速度が高い結果の得られた設置高0 cm、低い結果が得られた設置高10 cm

の離底型連続カゴに基質入り網袋を収容し加速度計(HOBO 社製、ペンダント G UA-004-4)を設置した。設置に当たっては比重をアサリと同様な 1.5 程度となるよう板錘を撒きつけて調整した。



図 46 加速度計

設置は 11 月 15 日、回収は 12 月 1 日とした。得られた結果は後川ら(2014)に従い、計測された X、Y、Z 軸の加速度を以下の計算式により合成した。

$$\text{加速度} = \sqrt{(X^2 + Y^2 + Z^2)}$$

次に、静止時からの振れ幅の大きさを比較するため、データ別の平均値を静止時の加速度と仮定し、各生データと平均値との差の絶対値を振れ幅の大きさとして再計算した。なお、測定は 10 分間隔で実施したが、動きの傾向を把握しやすくする目的で 3 時間ごとの最大値を抽出した。風速の観測値は 1 時間間隔であったが、同様に 3 時間ごとの最大値を抽出した。基質の動きは潮汐や風波の影響が考えられたため、加速度計の結果と平均風速の結果、潮位を図 47 に示した。

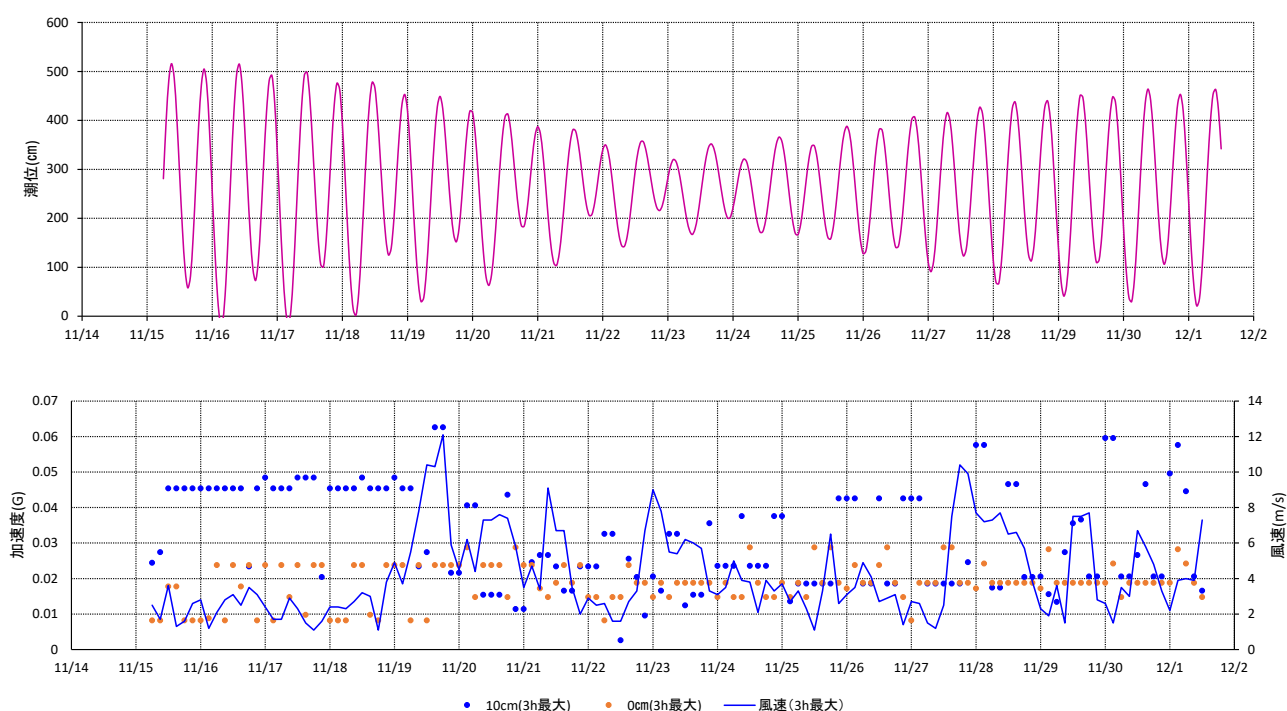


図 47 潮位(大牟田(気象庁 HP) 上図)と平均風速(七つはげ(福岡県水産海洋技術センターHP))・加速度(下図)

加速度計の値は、設置高 0 cm で低く、設置高 10 cm で高い傾向がみられた。また、風速の弱い前半期間では潮汐に伴う動き、風速の強まる中盤～後半の期間では風に影響される動きが想定された(図 47)。

定性的な観察結果ではあるが、昨年度から設置高 0 cm や設置高 10 cm の離底型連続カゴで飼育しているアサリの表面の模様は、設置高 0 cm において鮮明であるが、設置高 10 cm ではこすれて不鮮明になっている傾向がみられた。加速度計で得られた結果と合わせて考えると、潮流や波浪による影響は設置高 0 cm では殆ど

無く、基質が安定してアサリは成長するが、設置高 10 cm では影響が強く基質が動いて不安定な状態になり、アサリが成長しにくくなった可能性が考えられる。

4.4 母貝再生産技術の開発(小課題 1-1-2)の考察と総括

4.4.1 小課題の考察

採苗においては、束の状態よりもほぐした状態が採苗に適する可能性が得られた。なお、10 号地区における秋産卵群の採苗結果は、例年と比較し少なかった(表 8)。発生量自体が少ない可能性が高く、採苗効果については今後、更なる追跡調査が必要である。

採苗において、アサリ成貝による誘因効果の高い可能性が得られた。しかし、7 月に発生した豪雨の影響や、ハンドリングによる影響が懸念され、出現は 6 月のみであった(図 28)。今後、12 月に設置したパーム(図 28)におけるアサリの出現状況を春季以降に調査し、効果を確認する必要がある。

採苗した秋産卵群のアサリは、4 月に移植すると生残や成長が高い傾向が得られ、早い時期にパームから軽石(約 2mm)を収容した網袋へアサリを移植するのが望ましいと考えられた。

アサリの育成において、基質入り網袋内の基質の動きを抑制できれば、設置高 10 cm が望ましい可能性が得られた。

なお、昨年度までの結果で、設置高 10 cm では成長が悪い原因として、基質の動きによる影響(図 31)が示唆された。また、設置高 0 cm で生残率が低い原因として、設置高が低い程、泥土の堆積量が多い結果が得られたことから(図 43)、強い濁りが影響している可能性が示唆された。

4.4.2 仮説の検証

未利用泥干潟域の 302 号地区では採苗個体数を目標値を 240 個体/網袋以上と設定したが(後述の表 14 参照)、最も多く稚貝の出現した組み合わせ(架台(束))でも 6 月に 114 個体/網袋と不達成であった。302 号地区は地盤高が約 160 cm と高く、干出時間が長くなることから稚貝の着底場としては不適な可能性がある。今後は地盤高が 0 cm 程度の 10 号地区など、干出時間が短い場所を選定する必要があるものとする。

採苗に適した組合せの検討では、アサリ成貝を収容する事で効果の高まる可能性が得られた。しかし、目標値の 80 個体/網袋に対し、28 個体/網袋と不達成であった。上記と同様な要因の他、ハンドリング(表 7)や低塩分(図 29)の影響も考えられ、高い採苗効果は確認できなかった。今後は大雨やハンドリングの影響を可能な限り排除した条件で、再度効果を確認する必要がある。

採苗したアサリの移植時期の検討では、殻長が 15 mm 以上で 90% 達成、個体数は 20 個体/網袋以上で 100% 達成であった。移植時期として 4 月が適するものと考えられた。しかし、7 月には豪雨が発生して塩分が低下し、生残率が低下する懸念がある。

中課題 2-1 における 3 号地区での結果(8 月)から、パームでは春産卵群が多く出現したが、原地盤では出現しなかった。パームに収容した状態では、原地盤よりも高い生残率が期待された。したがって、豪雨後までパームでアサリを育成し、豪雨が過ぎた後、基質入り網袋へ収容する方法についても検討する必要があるものとする。

パームと軽石を組み合わせた手法では、パームの活用によって稚貝の出現を確認できた。しかし、最も多く出現した組み合わせ(軽石とパーム(ほぐし))でも、8 個体/網袋程度と、目標値の 15 個体/袋に対し不達成であった。豪雨による低塩分の影響で、発生した稚貝の多くが死滅した可能性があるものの、採苗・育成手

法としての効果は低いものと考えられた。

設置高(0 cm、10 cm、30 cm)の検討の結果、生残率は0 cm高 26.7%、10 cm高 52.7%、30 cm高 61%であった。いずれも目標値の 80%に達せず不達成であった。原因としては、7 月の豪雨による低塩分の影響が考えられた。ただ、基質入り網袋を結束バンドで縛り、基質の動きを制限した結果、成長速度は何れの設置高も 0.06mm/day 以上で、目標値の 0.04mm/day 以上(100%達成)であった(設置高 0 cm:0.069mm/day、設置高 10 cm:0.067mm/day、設置高 30 cm:0.060mm/day)。生残率と成長速度の関係から、設置高 10 cmが望ましいものと考えられた。

5. 母貝飼育の運用サイクルの開発(小課題 1-1-3)

5.1 採苗したアサリの活用

5.1.1 方法

10 号地区へ平成 30 年 10 月に設置したパームを対象に、令和元年 7 月～9 月に基質入り網袋へ移して 302 号地区で育成を開始し、令和 2 年 7 月に殻長 30mm 未満の個体を回収し油性マジックでマーキング後、5 袋の基質入り網袋(軽石(約 2 mm)を約 30 収容)へ 4～5 個体ずつ入れた。このアサリは残存アサリとした(図 46)。

補填アサリは、10 号地区へ令和元年 10 月 30 日に設置したパームを対象に、6 月 6 日に回収し 6 月 7 日に 302 号地区に新たなパームでくるんで設置(図 46)、7 月 20 日に殻長 10 mm 以上のアサリを回収し 75 個体ずつ、残存アサリと共に基質入り網袋へ収容し、設置高 10 cmの低コスト型離底飼育器具に設置した(図 48)。

設置時の平均殻長は残存アサリ 26.1mm、補填アサリ 12.6mm であった。



図 48 残存アサリと補填アサリ

残存アサリ、補填アサリともに 8 月、9 月、10 月に生残個体数と殻長を測定し、10 月には測定後に肥満度や群成熟度を調査した。

5.1.2 結果

生残率は補填アサリで低下傾向であるが、殻長は補填アサリで成長傾向にあった(図 49)。

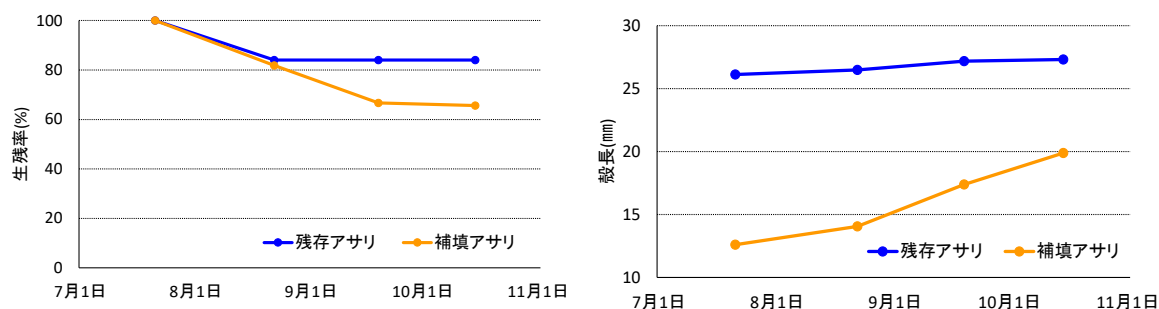


図 49 生残率(左)と平均殻長(右)の経時変化

肥満度と群成熟度は補填アサリで 14.8 と 0.44、残存アサリで 13.7 と 0.71 であった。

7月～10月における95%信頼区間は生残率で残存アサリが78.9%以上89.1%以下、補填アサリが61.9%以上69.3%以下であり、成長速度は残存アサリが -0.04mm 以上 0.07mm 以下、補填アサリが 0.01mm 以上 0.16mm 以下であった。

5.1.3 考察

生残率の平均値は、残存アサリで目標値60%以上(100%達成)以上の84.0%、補填アサリで目標値80%未満(不達成)の65.6%であった。補填アサリは10号地区から302号地区へ6月に移設して馴致期間中、豪雨による低塩分を得て7月20日に実験を開始した。いっぽう、残存アサリは302号地区で昨年から育成しており、環境変化の影響が補填アサリよりも少なかった可能性が考えられる。

成長速度の平均値は、残存アサリで目標値 0.01mm/day 以上(100%達成)の 0.014mm/day 、補填アサリで目標値 0.08mm/day 以上(100%達成)の 0.085mm/day であった。前述の図7より、夏季のクロロフィル量は概ね $10\mu\text{g/l}$ 以上であった。アサリ漁場としては $3\mu\text{g/l}$ 以上が望ましい(全国沿岸漁業振興開発協会,1997)とされていることから、十分な餌料が得られたため、成長が好適だったものと考えられる。

5.2 残存アサリの成長の確認

5.2.1 方法

平成30年6月に福岡県有明海で鋤簾によって採取した殻長20～25mmの初期成員を基質入り網袋(軽石(約6mm)を30収容)に入れ、設置高0cm、10cmの離底型連続カゴに収容し飼育した。平成31年6月に間引きを実施し、殻長30mm未満のアサリを残存アサリとして回収し、基質入り網袋(軽石(約6mm)を30収容)に入れ、設置高0cm、10cmの離底型連続カゴに収容し飼育した。

そのうち、設置高10cmの離底型連続カゴで飼育した残存アサリを4月9日に回収し(図50)、4月22日に16個体ずつ基質入り網袋(軽石(約2mm)を30収容)へ入れた。網袋は16袋準備し、302号地区に8袋、3号地区に8袋の設置とした。

設置方法は干潟面直上と、二重底プレート上とした(図50)。



図 50 生残率(左)と平均殻長(右)の経時変化

基質入り網袋は図51に示すように、なるべくランダムとなるような配置とした。

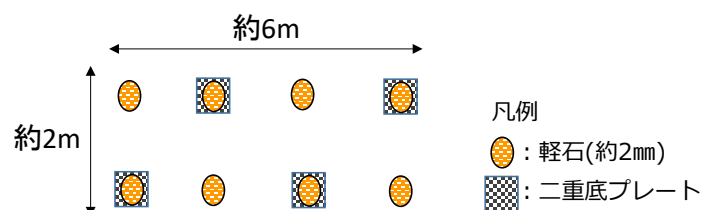


図 51 生残率(左)と平均殻長(右)の経時変化

5.2.2 結果

成長は、未利用泥干潟域の302号地区、アサリ保護区の3号地区の何れも干潟面直上に設置した状態で高いものの、2カ月で2mm未満と低い状態であった。生残状況は、何れの場所においても7月に急減した。

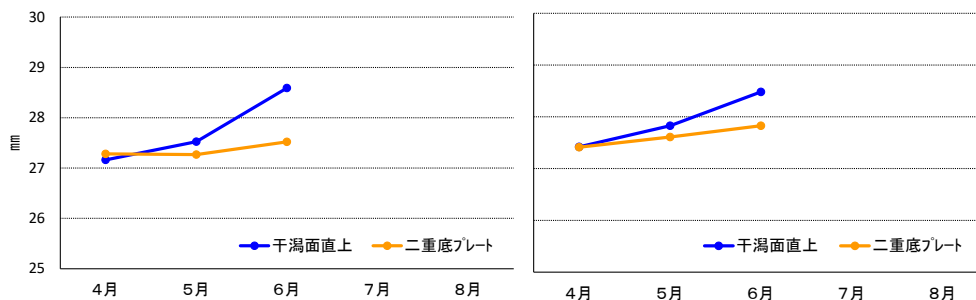


図 52 平均殻長(左:302号地区、右:3号地区)

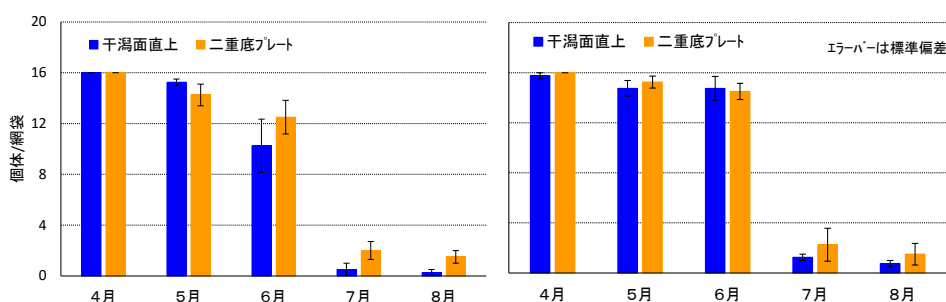


図 53 平均個体数(左:302号地区、右:3号地区)

成長速度は4月~5月の期間で求めた。6月には生残個体数が急減した実験区があり、成長速度を求めるための平均殻長のデータの信頼性が低下したため、成長速度の試算には用いなかった。

平均値を整理すると、320号地区より3号地区で、二重底プレートよりも干潟面直上で成長速度が速い傾向がみられた(表10)。

表 10 成長速度(mm/day)

設置方法	302号地区	3号地区
干潟面直上	0.008	0.012
二重底プレート	-0.001	0.004

設置方法と場所で二元配置分散分析を実施した結果、交互作用はみられないが設置方法、場所で有意差がみられた(表11)。したがって、設置方法では干潟面直上が、場所では3号地区が有意に成長速度が速い結果となった。

表 11 分散分析表(成長速度)

変動要因	変動	自由度	分散	分散比	P値	F値
設置方法	0.0002934	1	0.000293	52.80688	9.92E-06	4.747225
場所	7.75396E-05	1	7.75E-05	13.9558	0.002844	4.747225
交互作用	9.33621E-07	1	9.34E-07	0.168036	0.689087	4.747225
繰り返し誤差	6.6673E-05	12	5.56E-06			
合計	0.000438546	15				

5.2.3 考察

成長速度の目標値は 100%達成が 0.01 mm/day 以上、90%達成が 0.005 mm/day 以上、不達成が 0.05 mm/day 未満であった。本調査結果で得られた結果について、100%達成を○、90%達成を△、不達成を×として表 12 に整理した。なお、()内は得られた成長速度の平均値である。

表 12 目標値に対する達成状況

設置方法	302 号地区	3 号地区
干潟面直上	△(0.008)	○(0.012)
二重底プレート	×(-0.001)	×(0.004)

干潟面直上では 302 号地区で 90%達成、3 号地区で 100%達成、二重底プレートでは何れの場所も不達成となった。

成長速度は何れの場所でも干潟面直上で高い結果となった。クロロフィル量は、302 号地区が表 13、3 号地区が中課題 2-1 の図 10 に示すように、いずれもアサリ漁場として必要な $3\mu\text{g/l}$ 以上となっていた。十分な餌料により、成長速度が高まったと考えられる。なお、何れの場所でも二重底プレートで成長速度は低かった。二重底プレートの下は潜掘され、基質入り網袋が干潟面より浮いたような状態となり、波や流れ等により基質が動きやすい状態と考えられた。一方、干潟面直上に設置した基質入り網袋には周辺の基質も入り込み、より安定性を増していた。このような基質安定性の違いが、成長速度の差として現れた可能性が考えられた。



図 54 基質入り網袋の設置状況

5.3 母貝飼育の運用サイクルの開発(小課題 1-1-3)の考察と総括

5.3.1 小課題の考察

7 月の豪雨前にパームごと 10 号地区から 302 号地区へ移設して馴致を開始し、豪雨後に基質入り網袋へアサリを収容し実験を開始したが、補填アサリの生残率は低下した。生残率の低下を抑制するため、環境変化の激しい豪雨前後はパームの状態とし、環境の落ち着いた豪雨後に、パームから基質入り網袋へ収容する方法についても、生残率向上の視点から必要と考えられる。

残存アサリは干潟面直上に設置すると、再び成長する可能性が得られた。しかし、補填アサリよりは成長速度が遅く、豪雨により生残率が大きく低下する前に殻長 30 mm 以上の漁獲サイズまで達するのは困難と考えられた。今後、残存アサリは残して育成せずに干潟に戻すなどの手法が妥当と考えられる。

5.3.2 仮説の検証

残存アサリについては生残率、成長速度共に目標値を達成できた。しかし、7 月の豪雨後に生残率は急減し、漁獲サイズの 30 mm 以上まで育成することは困難と考えられた。一方、補填アサリは成長速度は目標値を

達成できたが、生残率は不達成であった。今後は、補填アサリの生残率向上が必要と考えられる。

特に豪雨後の減耗を抑制するため、急激な環境変化を避けるために、豪雨後までパームの中にとどめる等、対策が必要と考えられる。

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

6.1.1 母貝育成技術の開発

目標と達成度を表 13 に整理した。

表 13 数値目標と達成度

技術名	検証項目	数値目標	目標達成の判定基準	達成度
低コスト型離底飼育器具 ・設置高 10 cm ・基質入り網袋(軽石(約 2 mm))	生残率	80%以上	100%達成(○) : 80%以上 90%達成(△) : 60%以上 不達成(×) : 60%未満 注 : 本事業における平成 31 年度(302 号地区)の結果を参考に設定	△
低コスト型離底飼育器具、小規模高地盤覆砂域	生残率、成長速度	・生残率 80%以上 ・成長速度 0.03 mm/day 以上	100%達成(○) : 80%以上 90%達成(△) : 60%以上 不達成(×) : 60%未満 100%達成(○) : 0.03 mm/day 以上 90%達成(△) : 0.02 mm/day 以上 不達成(×) : 0.02 mm/day 未満 注 : 生残率、成長速度ともに本事業における平成 31 年度(302 号地区)の結果を参考に設定	○ ○

6.1.2 母貝再生産技術の開発

目標と達成度を表 14 に整理した。

表 14 数値目標と達成度

技術名	検証項目	数値目標	目標達成の判定基準	達成度
①基質入り網袋(規模拡大) ・設置高 10 cm ・パーム ・状態(束、ほぐし) ・収容数(3 束/網袋)	個体数	450 個体/網袋	100%達成(○) : 450 個体/網袋以上 90%達成(△) : 240 個体/網袋以上 不達成(×) : 240 個体/網袋未満 注 : 本事業における平成 31 年度成果(302 号地区)の結果を参考に設定(約 80~150 個体/束の稚貝が出現(7 月))。この値を 3 倍した(3 束/網袋を想定)。	×
②基質入り網袋(組合せ) ・パーム ・収穫ネット(1~2 重) ・アサリ成貝の有無	1 袋当たりの稚貝の個体数	150 個体	100%達成(○) : 150 個体/網袋以上 90%達成(△) : 80 個体/網袋以上 不達成(×) : 80 個体/網袋未満	×
③基質入り網袋(移植時期) ・直置き ・基質(軽石(2 mm))	生残個体数、殻長	殻長 20 mm 以上、20 個体/網袋以上	・殻長 100%達成(○) : 20 mm 以上 90%達成(△) : 15 mm 以上 不達成(×) : 15 mm 未満 ・生残個体数	△ ○

			100%達成(○) : 20 個体/網袋以上 90%達成(△) : 14 個体/網袋以上 不達成(×) : 14 個体/網袋未満 注 : 昨年度予備調査、および本年度の結果を参考に設定	
④基質入り網袋(組合せ) ・パーム ・軽石(約2 mm)	個体数、殻長	20 個体	100%達成(○) : 20 個体/網袋以上 90%達成(△) : 15 個体/網袋以上 不達成(×) : 15 個体/網袋未満 注 : 昨年度に 302 号地区に設置したパームに出現した殻長 10 mm以上のアサリを参考	×
⑤基質入り網袋(設置高) ・パーム ・軽石(約2 mm)	生残率、成長速度	・生残率 90%以上 ・成長速度	100%達成(○) : 90%以上 90%達成(△) : 80%以上 不達成(×) : 80%未満 100%達成(○) : 0.04 mm/day 以上 90%達成(△) : 0.02 mm/day 以上 不達成(×) : 0.02 mm/day 未満 注 : 本事業における平成 31 年度(302 号地区)の結果を参考に設定	×
				○

6.1.3 母貝飼育の運用サイクルの開発

目標と達成度を表 15 に整理した。

表 15 数値目標と達成度

技術名	検証項目	数値目標	目標達成の判定基準	達成度
基質入り網袋 ・設置高 10 cm ・基質(軽石(約 2 mm)) ・パームで採苗したアサリ(間引き後に残った残存アサリ、新たに補填した補填アサリ)	生残率、成長速度	・生残率 残存アサリ 60% 補填アサリ 90% ・成長速度 (mm/day) 残存アサリ 0.01 補填アサリ 0.08	・生残率 残存アサリ 100%達成(○) : 60%以上 90%達成(△) : 50%以上 不達成(×) : 50%未満	○
			補填アサリ 100%達成(○) : 90%以上 90%達成(△) : 80%以上 不達成(×) : 80%未満	×
			・成長速度 残存アサリ 100%達成(○) : 0.01 mm/day 以上 90%達成(△) : 0.005 mm/day 以上 不達成(×) : 0.005 mm/day 未満	○
			補填アサリ 100%達成(○) : 0.08 mm/day 以上 90%達成(△) : 0.05 mm/day 以上 不達成(×) : 0.05 mm/day 未満 注 : 本事業における平成 31 年度(302 号地区)の結果を参考に設定	○
基質入り網袋 ・直置き、二重底プレート上 ・基質(軽石(2 mm)) ・場所(未利用泥干潟域、アサリ保護区)	成長速度	0.01 mm/day 以上	100%達成(○) : 0.01 mm/day 以上 90%達成(△) : 0.005 mm/day 以上 不達成(×) : 0.005 mm/day 未満 注 : 本事業における平成 31 年度(302 号地区)の結果を参考に設定	干潟面直上(302 号地区△、3 号地区○)

6.2 実用性の検討（作業性、コスト）

6.2.1. 適用条件の検討

適用条件を表 16 に整理した。

表 16 適用条件

項目	母貝育成技術の開発	母貝再生産技術の開発
	低コスト型離底飼育器具	基質入り網袋(パーム)
時期	設置 : 7 月 育成 : 8 月～翌年 6 月 産卵 : 10 月～12 月、4 月～6 月 間引き : 6 月～7 月	設置 : 9 月～10 月 稚貝の着生 : 10 月～12 月 育成 : 10 月～7 月 補填(母貝用) : 8 月
場所の条件	・泥分 70%以上の未利用泥干潟域 ・支柱が固定できない程、軟弱な地盤は回避	・C.D.L.0 cm程度の干潟域
留意点	・海底面からの設置高は 10 cm程度	・海底面からの設置高は 50～100 cm程度

6.2.2. 作業性の検討

作業性を検討するにあたり、年間で期待される生産額を 200 万円程度と仮定し、その生産額を得るために必要と想定される作業性について、耐用年数を 5 年と仮定した場合の 1 年当たりの値を試算して整理した。

表 17 作業性の検討

技術名	使用船数	必要人員数	日数
低コスト型離底飼育器具	7	17	8
基質入り網袋(パーム)	2	3	4

6.2.3. 経済性の検討

(1) 費用の試算

費用を試算するにあたり、表 18 に示す母貝飼育の運用サイクルを基準に整理した。なお、設置物の耐用年数を 5 年と仮定し、費用の試算は 5 年間を基準とした。

表 18 母貝飼育の運用サイクル(案)

区分	1年目					2年目					3年目					4年目					5年目				
	秋	冬	春	夏	夏	秋	冬	春	夏	夏	秋	冬	春	夏	夏	秋	冬	春	夏	夏	秋	冬	春	夏	夏
架台(採苗・育成用)	設置・採苗					採苗・育成					採苗・育成					採苗・育成					採苗・育成				
架台(産卵用)					移植	産卵			間引き	移植	産卵			間引き	移植	産卵			間引き	移植	産卵			間引き	移植

また、年によって実施内容が異なるため、一覧表を表 19 に整理した。

表 19 実施内容

区分	架台(稚貝採取用、産卵用)の組み立て	架台の設置	稚貝回収、基質入り網袋へ収容	維持管理	パームの準備・設置	母貝の間引き
1～2年目	○	○		○	○	
2～3年目			○	○	○	○
3～4年目			○	○	○	○
4～5年目			○	○	○	○
5～6年目			○	○	○	○

1) 母貝育成技術の開発

経済性評価の施工費にかかる原単位(諸元)の考え方を表 20 に整理した。

表 20 施工費にかかる原単位 (諸元)

項目		備考
低コスト型離底飼育器具	防球ネット	100 cm×500 cm程度(目合約 60 mm)
	支柱	46m 程度(中古品)
	クランプ	直交クランプ 40 個、3 連クランプ 4 個
	基質	軽石(粒径 2 mm程度)を 120ℓ(1 網袋あたり 3ℓ)
	網袋	40 枚。用いる網袋はラッセルネット(目合 8 mm 38 cm×55 cm)と収穫ネット(目合い約 4 mm 同程度のサイズ、ポリエチレン)

工事費として、設置にかかる費用を表 21 に整理した。なお、人件費は福岡県の公共工事設計労務単価のうち、令和 2 年度の普通作業員単価(19,500 円)を用いた。

表 21 工事費算出例（低コスト型離底飼育器具の組み立てと設置 1a あたり 初年度）

項目	作業内容	適 用	金額(円)	備 考
低コスト型 離底飼育器 具	組み立て	人件費(19,500 円/人×19 人日)	370,500	1 台作成に 2.0 人日必要。その他、材料準備、 基質入り網袋の作成で 3.0 人日必要。 作成する台数は、8 台とする。
		防球ネット(6,869 円/台×8 台)	54,592	
		支柱(中古品) 2,000 円/10m×46m× 8 台	73,600	
		軽石((40 枚×7 台+20 枚×1 台)×30 900g)、900g/18g×200 円/18g	10,000	
		網袋(300 枚×60 円/枚(ラッセル網)、 300 枚×30 円/枚(収穫ネット)	27,000	
		クランプ(直交(279 円×40 個)×8 台、 三連(538 円×4 個)×8 台	106,496	
	小計		642,188	
	設置	人件費(19,500 円/人×4.0 人日)	78,000	干出時間 4 時間と想定、8 人で 1 日で設置。時 間は 8 人×4 時間=32 時間、8 時間労働として 4.0 人日かかる。
		備船費(40,000 円/隻×3 隻×1 日)	120,000	
	小計		198,000	
合計			840,188	

なお、表 21 の費用は初年度に必要な金額である。次年度以降には、パームで採取し育成したアサリの基質
入り網袋への収容、維持管理費、および間引きにかかる費用が発生する(表 22～表 24)。

表 22 工事費算出例（パームで採取したアサリを基質入り網袋へ収容 1a あたり 次年度以降）

作業項目	作業内容	適 用	金額(円)	備 考
低コスト型 離底飼育器 具	アサリを基 質入り網袋 へ収容	人件費(19,500 円/人×9 人日)	175,500	1 日目にパームを回収、2 日目にパームからアサリを回収、3 日目にアサリを基質入り網袋へ収容する。 干出時間 4 時間と想定、3 日工程で合計 18 人の作業となる。時間は 18 人×4 時間=72 時間、8 時間労働として 9 人日かかる。
		備船費(40,000 円/隻×4 隻)	160,000	1 日目 1 隻、2 日目 2 隻、3 日目 1 隻
		丸カゴ(500 円/カゴ×9 カゴ)	4,500	回収したパームを一時的に収容
合計			340,000	

低コスト型離底飼育器具では 8 月～翌年 6 月まで母貝を育成する。維持管理は 8 月～9 月に 1 回、10 月
～6 月に 1 回の、年間 2 回実施する。

表 23 維持管理費算出例(低コスト型離底飼育器具 1a あたり)

作業項目	作業内容	適 用	金額(円)	備 考
低コスト型離底 飼育器具	維持管理	人件費(19,500 円/人×3 人日)	58,500	干出時間を 4 時間と想定、1 日工程で 3 人、 2 回実施により、時間は 3 人×4 時間×2 回 =24 時間、8 時間労働として 3 人日かかる。
		備船費(40,000 円/隻×2 隻)	80,000	
合計			138,500	

間引きは春の産卵を終え、かつ豪雨発生前の 6 月に実施を予定する。

表 24 間引きにかかる費用の算出例(低コスト型離底飼育器具 1a あたり)

作業項目	作業内容	適 用	金額(円)	備 考
低コスト型離底 飼育器具	間引き	人件費(19,500 円/人×2.5 人日)	48,750	干出時間を 4 時間と想定、1 日工程で 5 人、 時間は 5 人×4 時間=20 時間、8 時間労働と して 2.5 人日かかる。
		備船費(40,000 円/隻×1 隻)	40,000	1 隻/回を 1 回
合計			88,750	

2) 母貝再生産技術の開発

経済性評価の施工費にかかる原単位(諸元)の考え方を表 25 に整理した。

表 25 施工費にかかる原単位(諸元)

項目		備考
低コスト型離底飼育器具	防球ネット	120 cm×120 cm程度(目合約 60 mm)
	支柱	14m 程度(中古品)
	クランプ	直交クランプ 8 個、3 連クランプ 4 個
	基質	パームを 16 束(1 網袋あたり 2 束)
	網袋	8 枚。用いる網袋はラッセルネット(目合 8 mm 38 cm×55 cm)と収穫ネット(目合約 4 mm 同程度のサイズ、ポリエチレン)

工事費として、設置にかかる費用を表 26 に整理した。なお、人件費は福岡県の公共工事設計労務単価のうち、令和 2 年度の普通作業員単価(19,500 円)を用いた。

表 26 工事費算出例(低コスト型離底飼育器具(1a で育成する母貝を確保可能と想定される規模 初年度)

項目	作業内容	適 用	金額(円)	備 考
低コスト型離底飼育器具	組み立て	人件費(19,500 円/人×3.6 人日)	70,200	架台の作成実績から、6 台には 3.6 人/日が必要と試算。
		防球ネット(2,000 円/台×6 台)	12,000	
		支柱(中古品) 2,000 円/10m×8.4 本	16,800	
		クランプ(直交(279 円×8 個)、三連(538 円×4 個))×6 台	26,304	
	小計		125,304	
	設置	人件費(19,500 円/人×1.25 人日)	24,375	干出時間 2 時間と想定、1 日工程で 5 人、時間は 5 人×2 時間=10 時間、8 時間労働として 1.25 人日かかる。
		傭船費(40,000 円/隻×1 日)	40,000	
	小計		64,375	
合計			189,679	

初年度には低コスト型離底飼育器具の設置のほか、パームの準備・設置、維持管理も発生する。

表 27 維持管理費算出例(1a で育成する母貝を確保可能と想定される規模(6 台) 初年度)

作業項目	作業内容	適 用	金額(円)	備 考
低コスト型 離底飼育器 具	パームの設 置	人件費(19,500 円/人×0.75 人日)	14,625	設置前に、基質入り網袋(ほぐしたパームを2 束ずつ収容した網袋)の準備に1 人で2 時間で準備。 設置では、干出時間を2 時間と想定、1 日工程で2 人、時間は2 人×2 時間=4 時間 基質入り網袋準備と設置に必要な時間の合計は6 時間、8 時間労働として0.75 人日かかる。
		傭船費(40,000 円/隻×1 日)	40,000	
		パーム(100 円/束×96 束)	9,600	架台6 台×16 束(網袋に2 束ずつ収容)
		結束バンド(48 本)	816	網袋の結束用。8 本/台×6 台。
		網袋(48 枚×60 円/枚(ラッセル網)、48 枚×30 円/枚(収穫ネット)	4,320	
合計			69,361	

表 28 維持管理費算出例(1a で育成する母貝を確保可能と想定される規模(6 台) 初年度)

作業項目	作業内容	適 用	金額(円)	備 考
低コスト型離底飼育器具	維持管理	人件費(19,500 円/人×0.75 人日)	14,625	干出時間 2 時間と想定、1 日工程で 3 人、時間は 3 人×2 時間=6 時間、8 時間労働として 0.75 人日かかる。
		備船費(40,000 円/隻×1 日)	40,000	
合計			54,625	

次年度以降には、パームの準備・設置、維持管理が発生する(前述表 27、28 参照)。

(2) 期待される生産額

期待される便益としての試算を行った。なお、試算にあたっては便宜上、A～H を以下のように定め、母貝から発生して新たに漁獲対象となるアサリの個体数を、B～H の積で求めた。

なお、設置高 10 cm と軽石を組み合わせた手法による生残率は平成 30 年度が 94%(6 月～翌年 1 月の 7 か月)、平成 31 年度が 58%(5 月～11 月の 7 か月)、今年度が 77.2%(9 月～1 月の 4 か月)であった。年によって生残率は大きく変化するため、便宜上 70% とみなし、母貝の値に掛けるものとした。

なお、目標値の 30,000 個体は母貝の育成開始時の個体数とした。

A: 低コスト型離底飼育器具に用いる網袋の数 40 枚/台×7 台+20 枚/台×1 台=300 枚

B: 母貝=30,000 個体

C: 産卵個体数は、B に 0.5 を乗じた(雌雄比 1:1(日本水産資源保護協会, 1985)から)

D: 母貝生残率 70% と仮定

E: 産卵数(万粒)=310(アサリ 1 個体の産卵量は 100～620 万粒(水産庁, 2008)、便宜上最大値の半数とした)。

また、春産卵群、秋産卵群それぞれの産卵期の総産卵数とみなした。

F: 総産卵数に対する定着率(%)=0.05(0.1～0.001(佐々木, 1993)(ウバガイの値)、便宜上、中間値とした)

G: アサリの稚貝(殻長 1 mm 未満)が殻長 20 mm 未満に成長するまでの生残率(%)=4.4(柿野, 2000))

H: アサリ(殻長 24 mm)が成貝(殻長 30 mm 程度)へ成長するまでの生残率 約 60%(長本ら, 2019)

その結果、秋産卵群、春産卵群ともに 429,660 個体の合計 859,320 個体が、新たに漁獲対象になるものと試算された。アサリ成貝(殻長 3 cm 程度)の湿重量を 6g と仮定すると、漁獲量は約 5,156 kg となる。アサリの単価として 400 円/kg と仮定すれば、推定生産額は 2,062,368 円となる。

間引く母貝の量は 126kg(30,000 個体×6g/個体×1/1000×0.7)となり、単価の 400 円/kg を掛けると推定生産額は 50,400 円となる。

新たに漁獲対象となったアサリと間引いた母貝の推定生産額を合計すると、2,112,768 円となる。

(3) 費用対効果の試算

そこで、推定生産額を漁獲増加量(千円)、工事費や維持管理費をコスト(千円)として表 29 に整理し、経済性の評価を行った。

表 29 経済性の評価

耐用年数	A 漁獲増加量 (千円)	コスト(単位: 千円)				評価	備考
		1. 人件費	2. 資機材費	3. 雑費 (備船費等)	B 合計 (1+2+3)	A/B	
5 年	1,690.2	375.8	77.2	352.0	804.9	2.1	人件費を含む
	1,690.2	0.0	77.2	352.0	429.2	3.9	人件費を含まず

注: 漁業者自らが実施することを想定し、人件費を含む場合と含まない場合で評価した

その結果、人件費を含むと評価(A/B)が 2.1 となったが、漁業者自らが実施することを前提として人件費を除くと 3.9 となった。

6.3 実用性の検討を踏まえた成果と今後の課題

6.3.1. 成果

(1) 母貝育成技術の開発

設置規模を拡大した低コスト型離底飼育器具で、成熟・産卵を確認できた。

小規模高地盤覆砂域と低コスト型離底飼育器具で、生残率と成長速度は同等であった。

(2) 母貝再生産技術の開発

パームによる採苗効果はほぐした状態で高まり、アサリ成貝を併用すると稚貝の誘引効果が高まる可能性が得られた。

パームで採苗した稚貝の基質入り網袋への移植は4月が適していた。

基質入り網袋内の基質の動きを抑制した場合、生残率と成長速度の関係から、設置高 10 cmが育成に適していた。

(3) 母貝飼育の運用サイクルの開発

残存アサリは成長速度が遅く、漁獲サイズまでの育成には適さないことが分かった。

6.3.2. 課題

(1) 母貝育成技術の開発

低コスト型離底飼育器具について、実用化を目指した更なる設置規模の拡大と、アサリへの効果や作業性等の確認

小規模高地盤覆砂域のアサリへの効果や作業性、経済性についての検討

(2) 母貝再生産技術の開発

パームによる採苗数は天然に発生する浮遊幼生の量に左右される可能性がある。更に効率の良い設置方法の検討など、採苗効果の向上が必要

低塩分やハンドリングの無い状態における、アサリ成貝による稚貝誘因効果の確認

豪雨により発生する低塩分への対策の検討(基質入り網袋へ移したアサリと、移さずにパーム内で維持したアサリで生残率を比較)

(3) 母貝飼育の運用サイクルの開発

残存アサリの扱い(干潟への再放流)

補填アサリの生残率の向上(豪雨による低塩分な状態が過ぎた後、基質入り網袋へ移植(生息環境の変化の緩和))

参考文献

- 1)水産庁:干潟生産力改善のためのガイドライン,206pp.,2008.
- 2)辻秀二・宗清正廣・井谷匡志・道家章生,舞鶴湾のアサリの生殖周期,京都府立海洋センター研報,17,1-9,1994.
- 3)安田治三郎・浜井生三・堀田秀之,アサリの産卵期について,日本水産学会誌,20(4),277-279,1945.
- 4)平田靖・田村義信・長澤和也,マガキ成貝飼育海水への採苗器の浸漬条件が幼生付着率に及ぼす影響,日本水産学会誌,74(6),1017-1023,2008.
- 5)相良純一郎:アサリ,浅海養殖 60 種,大成出版社,東京,219-227,1965.
- 6)松田正彦・品川明・日向野純也・藤井明彦・平野慶二・石松淳: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有量に与える影響,水産増殖,56,127-136,2008.
- 7)松田正彦・平野慶二:アサリの低塩分暴露後の影響について,長崎県水産試験場研究報告,第 44 号,7-13,2019.
- 8)岡辺拓巳・青木勇介・加藤茂・村上智一・下川信也・河野裕美:円筒型捕砂器の特性評価と浅海域における漂砂観測への適用,土木学会論文集 B3(海洋開発),72(2),I_922-I_927,2016.
- 9)全国沿岸漁業振興開発協会: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,1997.
- 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・株式会社水圏科学コンサルタント・いであ株式会社,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,540pp.,2019.
- 11)後川龍男・内藤剛・吉田幹英,筑前海におけるカキ養殖の耐波性施設に関する研究,福岡水海技セ研報,第 24 号,25-31,2014.
- 12)柿野純:東京湾盤洲干潟におけるアサリの減耗に及ぼす波浪の影響に関する研究,東京水産大学学位論文,140pp.,2000
- 13)佐々木浩一:水産研究叢書 42 ウバガイ(ホッキガイ)の生態と資源,日本水産資源保護協会,85pp.,1993.
- 14)日本水産資源保護協会:3.アサリ,水産生物の生活史と生態,pp.224-240,1985.
- 15)長本篤・上田拓・的場達人:有明海漁場再生対策事業(4)二枚貝類増産事業(アサリ・サルボウ),平成 29 年度福岡県水産海洋技術センター事業報告,pp.184-189,2019.

電子格納データ

本事業を行うにあたり、取得した 1 次データおよび総合考察に使用したデータを CD 納品とした。CD に格納されているデータ一覧は、表 30 のとおりである。

表 30 電子格納データ一覧

項目(小課題)	実験(調査)名	データ
母貝育成技術の開発	生残率と成長速度	生残率と成長速度(Excel ファイル)
	肥満度と群成熟度	肥満度と群成熟度(Excel ファイル)
母貝再生産技術の開発	初期稚貝や稚貝の出現状況	初期稚貝や稚貝の出現状況(Excel ファイル)
	生残率と成長速度	生残率と成長速度(Excel ファイル)

