

(3) 夏季の育成方法

予備試験では適当なサイズの稚貝が入手できず、入手できたアサリの小さい個体を選別して実験を開始した。基質入り網袋および牡蠣養殖用カゴともに1基ずつの実験区ため統計的な検証はできなかったが、すべての実験区が似通った傾向を示しており、稚貝育成方法および場所の判断の材料にはならなかった。

しかし、生残率ではSt.2'の牡蠣養殖用カゴが常に他より高い値を示したため、角ざる育成器より牡蠣養殖用カゴに育成を移行し、実験を開始した。その後6月初旬の殻長計測結果でSt.2'の基質入り網袋が最も良い結果となったため、並行してSt.2'で基質入り網袋も展開することとした。

結果として双方で母貝15,000個体の確保ができたと推測され、基質入り網袋と牡蠣養殖用カゴはともに角ざる育成器の稚貝を母貝に育成する技術として有効であると判断された。

ただし、現地での観察および作業性として、牡蠣養殖用カゴには7月に入りカキ・フジツボ等がカゴの内部まで付着し透水性・餌料環境が悪化している懸念があった。図60に示した9月15日時点での殻長について牡蠣養殖用カゴと基質入り網袋のt検定(両側)の結果、 $P<0.01(P=0.005)$ で有意に基質入り網袋が牡蠣養殖用カゴより殻長が大きいと判断された。なお、ここで使用している牡蠣養殖用カゴの目合は6mmであり、母貝育成に用いる目合い12mmとは異なる。

他方、基質入り網袋はアサリが小さいと基質との選別が困難であった。したがって、稚貝の育成は基質入り網袋を用い、基質とアサリがフルイ等で選別できるサイズまで生育後に母貝に供するのが適当と考えられた。

また、9月には牡蠣養殖用カゴおよび基質入り網袋とも生残率が急激に低下していた。これについては牡蠣養殖用カゴは前述の付着物の影響によると考えられた。また、基質入り網袋には原地盤に先駆けてホトギスガイのマットに選択的に覆われる様子が確認されており、この影響によると考えられた。

(4) 母貝育成のサイクル

成長段階別に育成方法を適宜選択し密度調整を行った結果、方法、時期とも適切な選択ができ、母貝育成サイクルとして、4月に採取した稚貝がその年の秋には母貝として利用できることが確認された。また、実用規模(30,000個体)の1/2規模(15,000個体)の母貝を供給することができ、モデルケースが確立されたと考えられた。

4.3 母貝再生産技術の開発(小課題1-2-2)の考察と総括

4.3.1 小課題の考察

「3.1 場所と方法の再検討」で実験した成貝と「4.2 母貝確保のための稚貝の育成」で育成した稚貝の生残率を図65に併せて示した。本実験の稚貝育成方法では、産卵サイズに達していない稚貝は母貝より夏季の生残率が高かった。「3. 母貝育成技術の開発」「3.1 場所と方法の再検討」「3.1.3 考察」「(4)群成熟度」でも述べたように夏季の母貝の生残率の低下は、産卵によって体力が低下し疲弊している時期に、夏季の高温、降雨による低塩分下のような環境条件の悪化が母貝のへい死を招いていると推測された。

特に本年度は令和2年7月豪雨災害による低塩分化で各地のアサリに甚大な被害を招き、本実験においても母貝の生残率が低下したが、稚貝の生残率には大きな低下は見られず、本実験の稚貝飼育方法では母貝より低塩分での耐性が高いと考えられた。

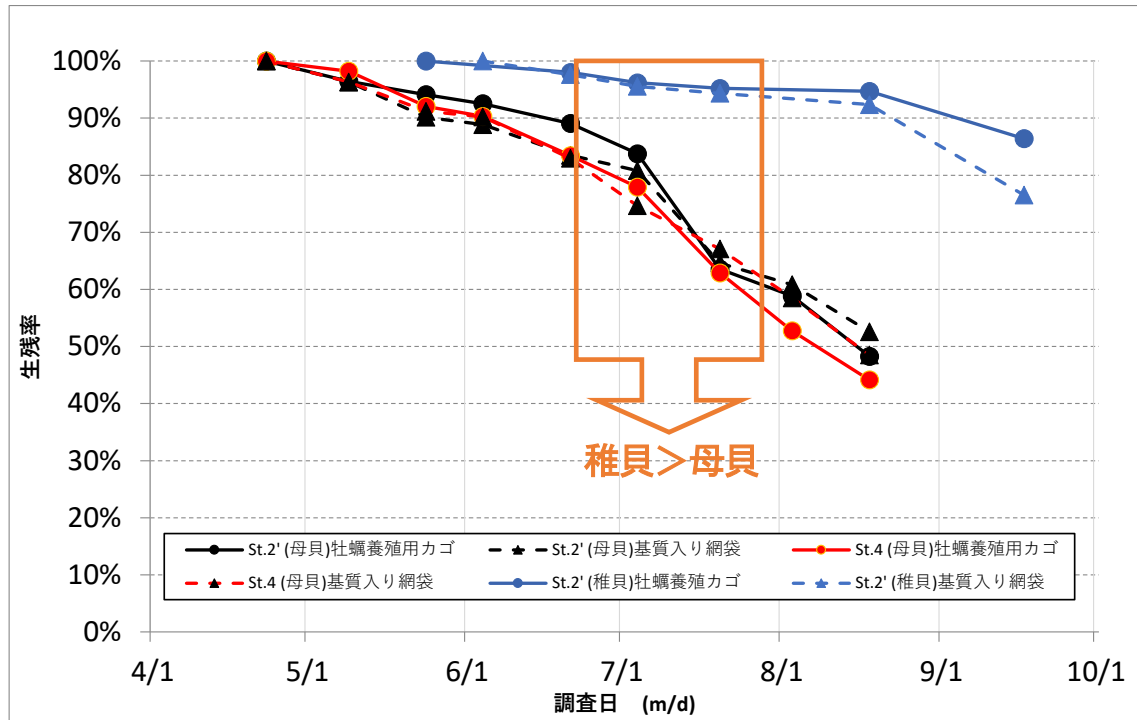


図 65 稚貝と母貝の生残率

そこで、住吉地区では大まかに以下のような母貝の保護育成サイクルが適当であると判断された。

- ①春に秋産卵群稚貝の高密度発生域から稚貝を採取
- ②殻長別に成長を促進する密度・方法で育成し、夏季を乗り越え、母貝へ成長させる
- ③夏季の悪条件の環境が収まったところで母貝育成場に展開

さらに各成長段階で適当な育成方法と入替時期を考慮すると次のようなサイクルが考えられた。(再掲)

●地先において数mm程度の稚貝を大量に確保できる場合

実施項目 / 年月	1年目												2年目												3年目			
	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	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
母貝の育成																												
	母貝場造成・収容 母貝の育成 産卵												母貝の入替・収容 母貝の育成 産卵												産卵			
母貝確保のための稚貝確保																												
	地先で数mm程度の稚貝を大量確保												地先で数mm程度の稚貝を大量確保															
母貝確保のための稚貝育成																												
	角ざる育成器等で収容・保護 2.5か月で殻長15→25mmに成長促進（収容母貝の確保）												角ざる育成器等で収容・保護															

●地先において数mm程度の稚貝を大量に確保できない場合

実施項目 / 年月	1年目												2年目												3年目			
	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	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
母貝の育成																												
													母貝の入替・収容 母貝の育成 産卵												産卵			
母貝確保のための稚貝確保																												
	バーム、基質入り網袋の設置・回収												設置・回収															
母貝確保のための稚貝育成																												
													角ざる育成器等で収容・保護 2.5か月で殻長15→25mmに成長促進（収容母貝の確保）															

図 66 母貝育成サイクル

①前年秋産卵群の稚貝（殻長数 mm 程度）を春先に高密度アサリ稚貝発生場より保護し、角ザル育成器にて育成する。

→効率的な稚貝の確保

②育成器にて 10～15mm 程度まで成長させたのち、基質入り網袋へ 500 個/袋程度の密度で分割・育成する。

→良好な作業性、収容密度を低下させることによる成長抑制回避

③基質入り網袋にて 20～25mm 程度まで成長させたのち、基質入り網袋（100 個体/袋）もしくは牡蠣養殖用カゴ(150 個体/カゴ)程度の密度で分割・飼育し、当年秋および翌年春の産卵を経たのち、夏の生残率が低下する前に回収または漁獲する。

→良好な作業性、台風等による機材流失防止、高生残率の確保、効率の良い産卵

4.3.2 仮説の検証

表 19 仮説の検証

項目	母貝確保のための稚貝採取	母貝確保のための稚貝育成
目標	場所 (St.2' と St.4) と採苗方法 (パーム採苗器と基質入り網袋) を検討し、稚貝採取の適切 (パーム採苗器 : 200 個体/袋以上または基質入り網袋 : 400 個体/袋以上) な場所と方法を選定する。	カゴ等を用いた成長段階別育成方法により、住吉地先において確保した殻長数 mm 程度の稚貝 (平成 31 年度秋仔) を 9 月末までに殻長 20~25mm まで成長させることにより、母貝 15,000 個体を確保する。
仮説	稚貝の採取として良好な場所と採取方法を検討することにより、育成母貝確保のための稚貝採集が可能となる。	成長段階別に異なる育成方法等により、稚貝の成長促進と生残率を向上させ、育成母貝を確保できる。
検証項目	アサリ稚貝採取数	アサリ稚貝・成貝の生残率、成長速度
検証	・春産卵群を対象とした採苗の稚貝数では場所、方法とも有意な差が得られなかった。ただし、方法については総湿重量の検定で基質入り網袋が良いとの結果を得られた。 ・目標数値は St.2' の基質入り網袋で上回ったが、他は達しなかった。 ・秋産卵群を対象にした採苗についての検討を要する。	・生残率は 75% 以上確保されたが、目標の殻長 25mm には達しなかった。 ・牡蠣養殖用カゴおよび基質入り網袋とも目標の 15,000 個体以上が確保できた。

5. 中課題としての成果と課題

5.1 目標の達成度について

5.1.1 母貝育成技術の開発

技術名	検証項目	数値目標	目標達成の判定
場所と育成方法の再検討	母貝の生残率 群成熟度	正常な産卵を確認した上で、 生残率 : 60%/6 か月以上	× : 50% 以下
実用化へ向けた規模の拡大	母貝の生残率 群成熟度	母貝 15,000 個体を収容、正常な産卵を確認した上で、 秋季、春季の産卵期の平均生残率 60% 以上	○ : 60% 以上

5.1.2 母貝再生産技術の開発

技術名	検証項目	数値目標	目標達成の判定基準
母貝確保のための稚貝採取	稚貝確保数	・パーム採苗器 : 200 個体/袋以上 ・基質入り網袋 : 400 個体/袋以上	・パーム採苗器 × : 150 個体/袋以下 ・基質入り網袋 △ : 300~400 個体/袋
母貝確保のための稚貝育成	稚貝の生残率 稚貝の成長	母貝 15,000 個体を確保した上で、 15mm から 25mm への生残率 75% 以上 6 月から 9 月までに 25mm 以上	・生残率 ○ : 75% 以上 ・成長 △ : 20~25mm

5.2 実用性の検討

作業性については「3.2 規模の拡大」「3.2.3 考察」「(2)作業性の比較」に記載した。

「3.2 規模の拡大」での設置時の実際のコストを表 20 に、「4.2 母貝確保のための稚貝の育成」でのコストを 10 年間に換算した結果を表 21 に、基質入り網袋の耐用年数 1 年、牡蠣養殖用カゴの耐用年数 10 年として実用規模（収容母貝数 30,000 個体）での 10 年間のトータルコストを表 22 に示した。

単年度で比較すると材料費の安い基質入り網袋が牡蠣養殖用カゴより有利だが、期間を 10 年で比較すると耐用年数が長く、メンテナンス回数の少ない牡蠣養殖用カゴが基質入り網袋より安価となった。なお、母貝飼育のメンテナンス頻度は前述の食害生物や作業性等を鑑み、基質入り網袋は 1 回/1 カ月、牡蠣養殖用カゴは 1 回/2 カ月とした。

この結果、事業の目標である年間約 200 万円(※)の生産額の増加から 10 年間における「漁獲増加量/コスト」を計算すると 1.0 を上回り、採算性が見込めると推算された。

なお、人件費は日割り計算やボランティアで賄うなど、事業実施母体によって異なると考えられるため、施設計画の際のコストについては材料費を基礎として、ニーズに合わせた算定による育成方法の決定が適当であると考えられた。

(※) 【漁獲増加量】

母貝 1 個体が産卵し成貝にまで生残するアサリは 40 個体/年と想定

母貝 30,000 個体を生残率 70%として産卵により新規加入する漁獲サイズのアサリは 84 万個

漁獲サイズアサリを 0.006kg/個体、アサリ単価を 400 円/kg とすると

漁獲増加量(円/10 年) = $3 \text{ 万(個体)} \times 70(\%) \times 40 \text{ (個体/年)} \times 0.006 \text{ (kg/個体)} \times 400 \text{ (円/kg)} \times 10 \text{ 年}$
= 2,016(千円/年) × 10 年 ≒ 20,000(千円/10 年)

表 20 規模拡大実験 設置時コスト実績

実験規模 設置時コスト		基質入り網袋 75袋 (7,500個体収容)	牡蠣養殖カゴ 50カゴ (7,500個体収容)
作業時間	①製作	4時間 (1人×4時間)	2時間 (1人×2時間)
	②設置前作業	21時間 (7人×3時間)	21時間 (5人×3時間+2人×3時間)
	③設置 (計測を含む)	19時間 (7人×2時間+5人×1時間)	18時間 (9人×2時間)
	計	44時間	41時間
人件費(※)		¥99,000	¥92,250
用船費		@30,000/隻、1隻×3日	@30,000/隻、1隻×3日
		¥90,000	¥90,000
材料費	内訳	網袋 @170×75袋	カゴ @2000×50カゴ
		鉄杭 @700×15本	鉄杭 @700×155本
		結束バンド @20×15本	結束バンド @20×200本
		基質(7号碎石) @100×75袋	-
	計	¥31,050	¥212,500
合計		¥220,050	¥394,750

表 21 稚貝育成コスト推算 (10 年)

実用規模10年間コスト (ア)供給用母貝生産		現地稚貝採取、殻長別育成器 (母貝30,000個体)
作業時間 育成器A: 角ざる育 成器 9カゴ 育成器B: 基質入り 網袋 80袋	稚貝採取 育成器A設置	28時間 7人×2時間×2日×10年
	育成器A メンテナンス	8時間 2人×2時間×2回×10年
	育成器B 移し替え	21時間 7人×3時間×10年
	育成器B メンテナンス	8時間 2人×2時間×2回×10年
	回収・選別	20時間 10人×2時間×10年
	計	850時間
人件費(※)		¥1,912,500
傭船費		@30000/隻×8日
		¥2,400,000
材料費	内訳	ザル@2000*9カゴ×10年
		杭@700×4本/カゴ×9カゴ
		基質(7号碎石) @100×80袋
		網袋 @170×80袋/年×10年
	計	¥349,200
小計(ア)		¥4,661,700

表 22 実用規模 10 年間のコスト比較

実用規模10年間コスト (イ)母貝育成場造成		基質入り網袋 300袋 (30,000個体収容)	牡蠣養殖カゴ 200カゴ (30,000個体収容)
耐用年数		1年	10年
作業時間	設置時	1,760時間 ((44時間×4倍)/年×10年)	1,640時間 ((41時間×4倍)/年×10年)
	メンテナンス	1,280時間 (8人×2時間/回×8回/年×10年)	800時間 (10人×2時間/回×4回/年×10年)
	漁獲	240時間 (12人×2時間/年×10年)	160時間 (8人×2時間/年×10年)
	計	3,280時間	2,600時間
人件費(※)		¥7,380,000	¥5,850,000
用船費		@30,000/隻	@30,000/隻
		1隻×(3日×4倍+1日×8回/年+1日)×10年	1隻×(3日×4倍+1日×4回/年+1日)×10年
		¥6,300,000	¥5,100,000
材料費	内訳	網袋 @170×300袋/年×10年	カゴ @2000×200カゴ
		鉄杭 @700×60本	鉄杭 @700×620本
		結束バンド @20×45本×6回/年×10年	結束バンド @20×800本×3回/年×10年
		基質(7号砕石) @100×300袋	-
	計	¥654,000	¥1,314,000
小計(イ)		¥14,334,000	¥12,264,000
合計(ア+イ)(C)		¥18,995,700	¥16,925,700
10年間の漁獲増加額(B)		¥20,000,000	¥20,000,000
漁獲増加量/コスト (B/C)		1.05	1.18

(※)熊本県 令和2年度公共工事設計労務単価(令和2年3月1日適用)
 普通作業員 ¥18,000 所定労働時間の8時間より算出

5.3 実用性の検討を踏まえた成果と今後の課題

5.3.1 母貝育成技術の開発

【成果】

- ・実用規模の小スケール実験では12月の産卵が確認され、提唱した住吉地区における母貝育成サイクルが検証できた。
- ・実用規模の母貝育成方法は基質入り網袋および牡蠣養殖用カゴとも漁獲増加量/コストが1を上回ると推算された。

【課題】

- ・小スケール実験では秋の産卵が確認されたが、春の産卵が未確認。立案した住吉地区における母貝育成サイクルを実証するためには春の産卵の確認が必要。

- ・実用規模の母貝場造成の実証。
- ・母貝育成方法の事例蓄積。

5.3.2 母貝再生産技術の開発

【成果】

・成長段階別に育成方法を適宜選択し密度調整を行った結果、方法、時期とも適切な選択ができ、4月に採取した稚貝がその年の秋には母貝として利用できるサイズまで成長し、提唱した住吉地区における母貝育成サイクルが検証できた。

【課題】

- ・稚貝育成技術のデータ蓄積。
- ・採苗技術の再検討。

参考文献

- 1)熊本県: 熊本県アサリ資源管理マニュアルⅡ, 2006.
- 2)一般社団法人マリノフォーラム 21 ほかに: 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, 2019.
- 3)水産庁増殖推進部: 二枚貝漁場環境改善技術導入のためのガイドライン, 2019.
- 4)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.
- 5)柿野純: アサリの減耗に及ぼす物理化学的環境の影響に関する研究 水産工学, **43(2)**, 117-130, 2006.
- 6)張成年ほか: 漁場生産力の有効活用によるアサリ母貝場造成および新規創出技術開発.

電子格納データ

小課題	実験	データ
母貝育成技術の開発	場所と方法の再検討	生残率と成長(Excel ファイル) 肥満度と群成熟度(Excel ファイル)
	規模の拡大	生残率と成長(Excel ファイル) 肥満度と群成熟度(Excel ファイル)
母貝再生産技術の開発	母貝確保のための稚貝の採取	個体数と湿重量(Excel ファイル)
	母貝確保のための稚貝の育成	生残率と成長(Excel ファイル)