

## 4.3 未成貝育成

### 4.3.1 方法

実用規模での碎石入り網袋を用いた未成貝から成貝への育成(6~9月)と、その他の技術を比較検討した。

#### (1) 使用機器

##### 1) 碎石入り網袋

ラッセル網袋(大きさ:300×600 mm、目合:4×4 mm 角目)に碎石を約5 kg 収容。(図74、図75)  
(設置面積) 台形として仮定

(上底200 mm+下底300 mm) ×高さ400 mm=0.1 m<sup>2</sup>

(収容数、密度) 約500 個体/袋 (約5,000 個体/m<sup>2</sup>) ×60 袋

(碎石) 調整碎石7号相当(粒径約2.5~5 mm)

(場所) St. 2'、St. 2



図74 碎石入り網袋



図75 碎石(調整碎石7号相当)

(並行実験)

##### 2) 牡蠣養殖用カゴ

主に付着物対策としてのメンテナンスを考慮した改良(機材および設置方法)を施した牡蠣養殖用カゴの検討。

(大きさ) 縦750 mm×横200 mm、設置面積0.15 m<sup>2</sup>

(目合) φ12mmパンチング+トリカルネット(8 mm 角目)内張(図76)

(収容数、密度) 750 個体/カゴ (=5,000 個体/m<sup>2</sup>) × 5 カゴ

(設置方法)

- ・母貝育成用の機材(目合φ12 mm)を共有するため、稚貝が抜け落ちないようにトリカルネットで内張を施す。(メンテナンスの効率化、コストの削減)
- ・牡蠣養殖用カゴをはしご状に設置しメンテナンス時に回転し接地面を入れ替える。(図77)

(回転式牡蠣養殖用カゴ、メンテナンスの効率化)

(場所) St. 2'



図 76 牡蠣養殖用カゴ（トリカルネット内張）



図 77 回転式牡蠣養殖用カゴ

### 3) 被覆網

平成 30 年度および平成 31 年度機材を改良および設置場所の移動（沖側 St. 4→陸側 St. 2'）をした被覆網の検討。

（機材）漁網（蛙又網 12 本 16 節、目合い 10.1mm 角目）を利用し、支柱棒を編み込んだ 4 辺を埋め込み設置。（図 78）

（大きさ）1×1 m

（設置）約 5,000 個体/網

（約 5,000 個体/m<sup>2</sup>）×5 基

（場所）St. 2'



図 78 被覆網

#### 4) 角ざる育成器

「4.2 稚貝育成」において殻長 15mm 程度に成長した段階で、密度調整した角ざる育成器の検討。

(機材) 市販の角ざる (内寸法: 底面  $380 \times 260 \text{ mm} = 0.1 \text{ m}^2$ 、高さ 155 mm) 2 枚を向かい合わせに結束バンドで止め、地盤から 5 cm 程度埋め込み 4 辺を杭にて固定設置。(図 79)

(収容数) 約 500 個体/カゴ (約 5,000 個体/ $\text{m}^2$ )  $\times$  5 カゴ

(場所) St. 2



図 79 角ざる育成器

#### (2) 方法

「4.2 稚貝育成」にて角ざる育成器で育成して 15 mm 程度に成長した稚貝を回収した後、 $\phi 12 \text{ mm}$  パンチングの牡蠣養殖用カゴでふるって残った稚貝を 6/23~25 に各実験区に収容、実験を開始した。稚貝の収容個体数は、現地にて単位容量あたりの個体数を計数した結果からメスアップ法を用いて決定した。

分析は以下の項目とし、各実験区を比較した。また、適宜モニタリングを追加した。

- ・ 生残数、殻長計測 回収時 (10 月)
- ・ 肥満度、群成熟度 約 20 個体/実験区 回収時 (10 月)
- ・ 回収時の殻長、個体数を一元配置分散分析・多重比較で有意差検定

その後、10/5~6 にかけて回収し、夾雑物、死貝及び小さな個体をスリットを利用して取り除いた後に「3.2 実用規模実証」の供試母貝として収容・活用した。

実験配置模式図を図 80、各実験区の設置状況を図 81 に示した。

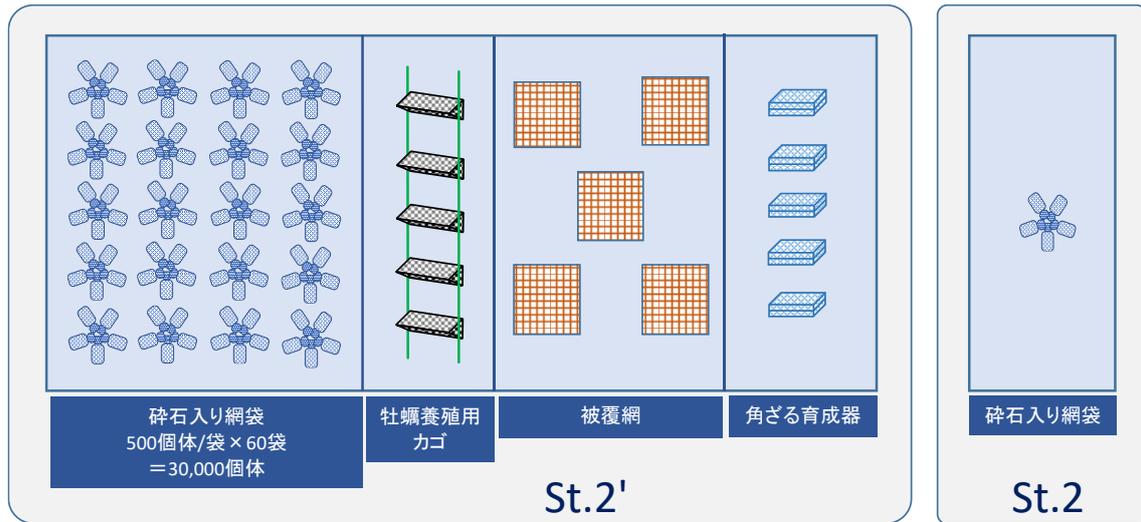


図 80 未成貝育成実験配置模式図



(碎石入り網袋)



(牡蠣養殖用カゴ)



(角ざる育成器)



(被覆網)

図 81 設置状況 (未成貝育成)

### 4.3.2 結果

生残率を図 82、殻長を図 83、1 個体あたりの湿重量を図 84 に示した。また、機材の面積から単位面積当たり計算した湿重量を図 85、回収時の殻長組成を図 86 に示した。また、各機材からの母貝の提供についての試算を表 30、回収時の肥満度、群成熟度を表 31 に示した。

生残率は St. 2' 碎石入り網袋を除いて実験開始直後の初期減耗が見られた。回収時には St. 2' の碎石入り網袋の生残が最も高く、角ざる育成器が最も低かった。殻長および 1 個体あたりの湿重量では被覆網が最も高い値を示した。単位面積当たりの湿重量では、St. 2' の碎石入り網袋が実験開始直後から他の機材と比較して高い値で推移していた。

殻長組成では母貝として利用可能な殻長 20 mm 以上を色分けして示した。殻長 20 mm 以上の割合が最も高い被覆網では約 95%が母貝サイズであったのに対し、最も低い牡蠣養殖用カゴでは 32%であった。メイン機材の St. 2' の碎石入り網袋では約 80%が母貝として利用可能であった。

母貝の提供についての試算は各機材の生残個体数と殻長組成から割り出した母貝（殻長 20 mm 以上）割合から 1 ユニット当たりの母貝数を求め、最終的に母貝 3 万個体を提供できるユニット数として示した。St. 2' の碎石入り網袋では母貝 3 万個体を生産するのに 82 袋の設置が必要と試算され、これは単位面積が大きい被覆網を除いて、最も少ないユニット数で、St. 2' の碎石入り網袋が有効な機材であることが示された。単位面積が大きい (1 m<sup>2</sup>) 被覆網は 13 張と少ないユニット数であった。

肥満度、群成熟度では単独の値であるので詳細は不明だが、実用規模実証実験での実験開始時の肥満度が 18.7、群成熟度が 0.78 と高い値であるため、成熟段階で産卵はしていないと推察された。

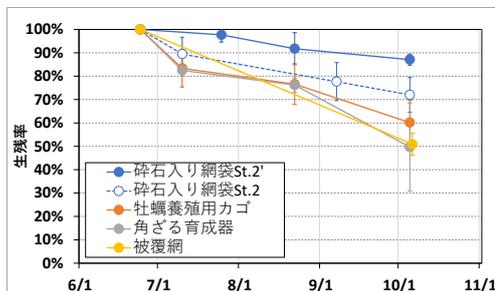


図 82 生残率 (未成貝育成)

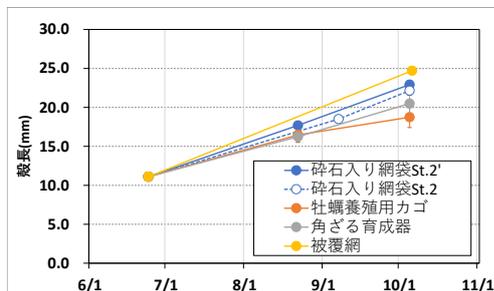


図 83 殻長 (未成貝育成)

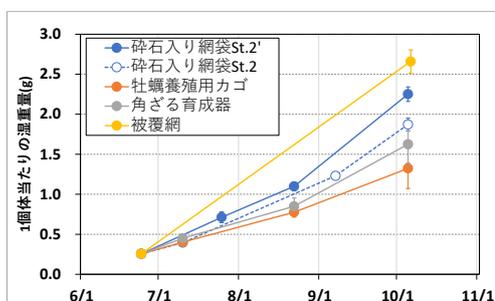


図 84 1 個体当たりの湿重量

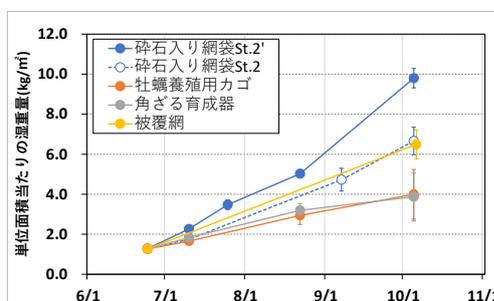


図 85 単位面積当たりの湿重量

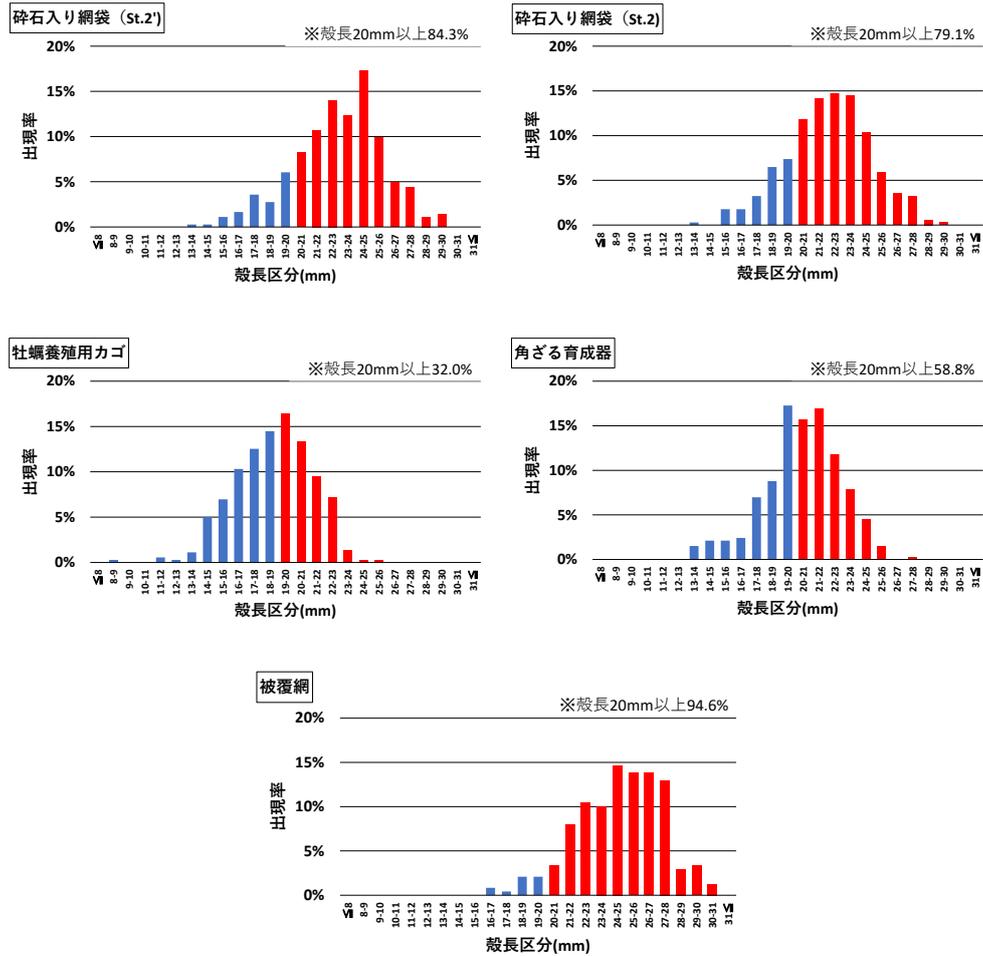


図 86 回収時殻長組成

表 30 母貝 3 万個体生産に必要なユニット数

機材	生残個体数	母貝の割合	母貝数/ユニット	ユニット数/3万個体
碎石入り網袋(St.2')	435	84.3%	367	82
碎石入り網袋(St.2)	356	79.1%	281	107
牡蠣養殖用カゴ	446	32.0%	143	210
角ざる育成器	368	58.8%	216	139
被覆網	2514	94.6%	2377	13

表 31 肥満度、群成熟度

機材	肥満度	群成熟度
碎石入り網袋(St.2')	16.9	0.65
碎石入り網袋(St.2)	17.8	0.73
牡蠣養殖用カゴ	16.8	0.58
角ざる育成器	14.6	0.50
被覆網	14.3	0.75
(参考)実用規模 実証実験収容時	18.7	0.78

また、回収時の St.2' に設置した機材間の有意差検定結果を表 32、碎石入り網袋における場所間の検定結果を表 33 に示した。

機材間の有意差では一元配置分散分析で生残率、殻長、1 個体あたりの湿重量とも有意差ありとの検定結果のため、2 つの機材間の多重解析を行った。生残率では碎石入り網袋が他の機材よりも有意に高い結果であった。また、殻長及び 1 個体あたりの湿重量では、碎石入り網袋及び被覆網で牡蠣養殖用カゴ及び角ざる育成器に対して有意に高い結果であった。

St.2' と St.2 に設置した碎石入り網袋では生残率、殻長、1 個体あたりの湿重量とも St.2' が St.2 より有意に高い結果であった。

表 32 検定結果 (機材間)

2021/10/5				生残率		殻長		湿重量/個体	
一元配置分散分析 p値				0.0002	◎	3.54E-07	◎	1.2E-07	◎
比較機材				多重比較 (Tukey法)					
碎石入り 網袋	牡蠣 養殖用 カゴ	角ざる 育成器	被覆網	P値	結果	P値	結果	P値	結果
✓	✓			0.0062	◎ 網袋	0.0000	◎ 網袋	0.0000	◎ 網袋
✓		✓		0.0003	◎ 網袋	0.0074	◎ 網袋	0.0007	◎ 網袋
✓			✓	0.0004	◎ 網袋	0.0560	—	0.0306	○ 被覆網
	✓	✓		0.4488	—	0.0636	—	0.1069	—
	✓		✓	0.5502	—	0.0000	◎ 被覆網	0.0000	◎ 被覆網
		✓	✓	0.9979	—	0.0000	◎ 被覆網	0.0000	◎ 被覆網

表 33 検定結果（碎石入り網袋、場所間）

項目	変動要因	条件	t 検定	
			P値(両側)	検定結果
生残率	場所	St.2'(碎石入り網袋)	0.004 ◎	St2 < St2'
		St.2(碎石入り網袋)		
個体数		St.2'(碎石入り網袋)	0.026 ○	St2 < St2'
		St.2(碎石入り網袋)		
湿重量 /個体		St.2'(碎石入り網袋)	0.000 ◎	St2 < St2'
		St.2(碎石入り網袋)		

◎ :  $p < 0.01$ , ○ :  $p < 0.05$

#### 4.3.3 考察

令和2年度までの結果から未成員の育成は碎石入り網袋が有効であると示され、母貝育成サイクルでの採用を決定した。ただし、他の機材については未検証であったり、改良が考えられたため、技術の幅を持たせるために改めて比較検討を行った。

各機材の生残率、殻長、1 個体当たりの湿重量を、最大、最小値を基にした比率でレーダーチャートとして図 87 に示した。また、各機材の特徴の有無をマトリックスで表 34 に示した。

これによると碎石入り網袋は生残率、殻長、1 個体あたりの湿重量のすべての項目でバランスが良く良好であり、上部空間、基質の流動、アサリの流失とも無く良好な環境が整っていると考えられた。また、上部に空間がある機材の牡蠣養殖用カゴと角ざる育成器は全般的に低い値を示しており、これは夏季の牡蠣の付着が原因と推察された。被覆網では餌料環境が碎石入り網袋と同じく整っていることに加え、生残率の低下からの個体密度低下やモニタリングをしていないことによってアサリへのストレスが少なかったことも影響していると考えられた。図 85 の単位面積当たりの湿重量は生残と成長の双方を掛け合わせた指標と考えることができ、被覆網では1 個体あたりの湿重量が高かったが、生残率が低かったためトータルとして碎石入り網袋より低い値になったと推察された。生残率の低下の要因としては、網の目合いからの抜け落ちが挙げられた。現地では抜け落ち防止対策として周囲に土嚢を置いており、観察ではアミの外側に抜け落ちた個体や貝殻は見られなかったことから、流失してしまった可能性が考えられた。

以上より住吉地先における母貝育成サイクルでの未成員の育成では、碎石入り網袋に加えて、地域特性を考慮して改良を施した被覆網も有効である可能性が示唆された。

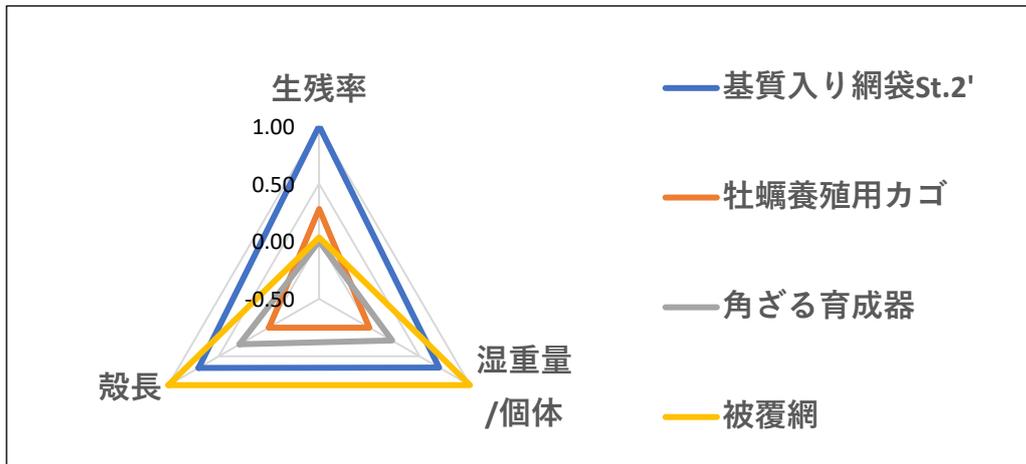


図 87 各機材の比較

表 34 機材の特徴

機材\特徴	上部空間	基質の流動	アサリの流失
碎石入り網袋	無	無	無
牡蠣養殖用カゴ	有	有	無
角ざる育成器	有	無	無
被覆網	無	有	有

次に、牡蠣養殖用カゴへ施した改良について検討した。牡蠣養殖用カゴは夏季に牡蠣の付着が著しく、餌料環境の悪化による成長の停滞が考えられた。そのため、メンテナンスを容易にするため、カゴの両側にロープを固定する治具を3方向に取り付け、2本のロープの間にはしご状に設置し、メンテナンス毎にカゴを回転させて接地面を入れ替える方策を採用した(図77 回転式牡蠣養殖用カゴ参照)。この方法でカゴ自体の固縛は容易になったが、付着した牡蠣を落とさないまま接地面を入れ替えて牡蠣を底質中に埋め込むと、その状態で牡蠣がへい死し、腐敗・分解のため底質が還元状態になって硫化水素が発生する現象が確認された。大潮ごとに接地面を入れ替えるが、牡蠣の稚貝の付着が速く、メンテナンスのスピードが追い付かない状況であった。すなわち付着した牡蠣を落としてからカゴを回転しなければならず、メンテナンスの手間は変わらないと判明し、牡蠣養殖用カゴの実用化は困難と考えられた。

#### 4.4 母貝用種苗確保技術の開発(小課題1-2-2)の考察と総括

##### 4.4.1 小課題の考察

本実験では母貝育成サイクルを再現し、角ざる育成器による稚貝の育成及び碎石入り網袋による未成貝の育成で有効なデータが蓄積された。

令和2年度及び令和3年度の未成貝と母貝の生残率の比較を図88に示した。

令和2年度には産卵サイズに達していない未成貝は母貝より夏季の生残率が高く、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。今年度は重篤な気象イベントは観測されていないが、令和2年度同様に未成員の生残率が母貝より高かった。夏季の生残率低下は過年度からの課題であったが、環境条件が異なる今年度においても同じような傾向が認められたため、潜在的な事象であると推察された。すなわち、夏季に生残率が低下するのは産卵によるアサリの生理活性の低下が主な要因と考えられ、夏季の厳しい環境条件や気象イベントがさらなる生残率の低下をもたらしたと考えられた。

以上より母貝育成サイクルで想定している、稚貝～未成貝で夏季の厳しい環境条件を乗り越える方策が有効である裏付けが得られた。

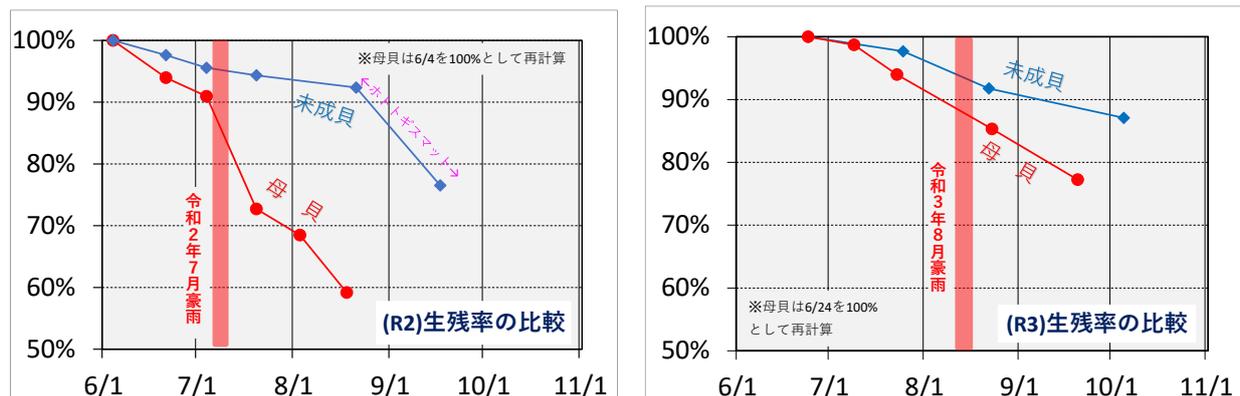


図 88 母貝と未成貝の生残率の比較

母貝育成サイクルと令和2年度から令和3年度の実験で得られた結果を一覧にまとめ図 89 に示した。図からは母貝育成サイクルに従って成長や生残が確認でき、産卵が推測できた。また、初期稚貝からは秋の長期にわたる産卵期が、翌年の春に発生する稚貝の保護からスタートする母貝育成サイクルの裏付けとして示された。また、秋に比べて春産卵による初期稚貝が少なく、春産卵群を対象にしたサイクルは効率が悪い可能性が示唆された。生残率からは全体で見ると9月で低下が著しいが、産卵の時期にも若干の生残率の低下が見られた。令和2年度は通年の連続観測を実施していないため、本図には環境要素が記載されていない。今後、連続観測のデータを併記することで、生育の変化に対応する環境変化の考察が可能になると考えられ、育成方法の有効性や課題を示すツールとして利用が可能であると考えられた。

実施項目 / 年月		1年目												2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
稚貝確保	地先での稚貝確保	■	■														
稚貝育成	保護・育成	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
未成貝育成	保護・育成			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
母貝育成	母貝場造成・収容							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	母貝の育成																
	産卵																
	漁獲																■

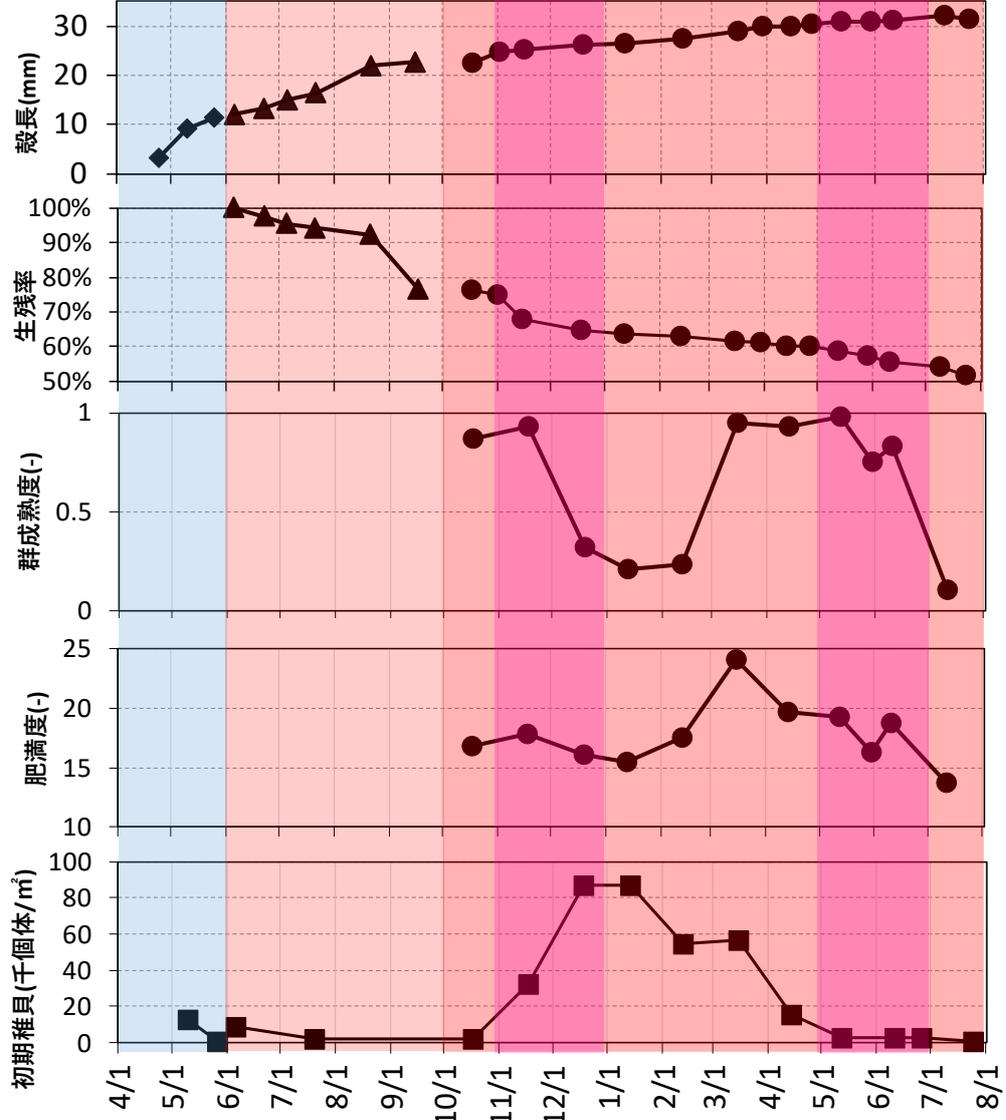


図 89 母貝育成サイクルと計測データ

#### 4.4.2 仮説の検証

母貝場造成に係る仮説の検証を表 35 に示した。

表 35 仮説の検証

検証方法	判定	結果
密度調整して育成したアサリと密度調整しなかった角ざる育成器のアサリを回収時に殻長で比較する。	t 検定	密度調整有り >密度調整無し
砕石入り網袋における9月回収時の殻長および総個体数の確認をする。	判定なし 殻長 20 mm 以上の成員の割合 総個体数の推定 を検討する。	砕石入り網袋では 約 80%が母貝として 利用可能