

# アサリのハイブリッド育成技術の研究

金井 貴弘 大島 義徳

## Hybrid Rearing Technique for Manila Clams

Takahiro Kanai Yoshinori Oshima

### Abstract

From the viewpoint of promoting sustainable use of the ocean in SDGs, the utilization of tideland is required for the various viewpoints, such as ecosystem integrity, blue carbon sink, and tourist attractions. The Manila clams are a valuable bioresource in tidelands as representative aquatic organisms. Recently, these clams have become extinct in harsh environments during summer. Therefore, we investigated a hybrid rearing technique protecting the Manila clams in an inland facility during summer, and discharging in autumn. As a result, we could keep a high survival rate and high growth rate, by low water temperature (15°C) and 12h feeding. And the Manila clam could spawn in the next spring, by rearing land aquaculture system while summer and discharging in October.

### 概要

SDGsの観点から海の持続的な利用に注目されており、その実現に向けて生態系保全やブルーカーボン吸収源、観光資源など多角的な視点での干潟の活用が求められている。アサリは干潟における代表的な生物として、親しまれている。しかし、昨今の過酷な夏季の環境でアサリが死滅する現象が多く発生している。そこで、干潟のアサリ資源の回復を目的として、夏季に陸上施設で保護し、その後秋季に放流する育成技術を検討した。その結果、陸上飼育実験では、飼育水温を15°Cにすることで高い生残率を維持できること、給餌時間を12時間とすることで高い成長率を維持できることを確認した。野外実験では、夏季に陸上飼育システムで飼育し、10月に再放流することで、翌年の春に再生産することを確認した。

### 1. はじめに

2050年カーボンニュートラルの閣議決定において、ブルーカーボンを推進するため藻場と干潟の拡充方針が出された。政府による海洋生物多様性保全戦略やSDGsのゴールの一つとして、海の持続的な利用が求められている。上記背景の中、昨今の沿岸域の開発において、自然再生や水産資源の保護増殖および観光資源としての充実といった、生態系への配慮や経済的な面など多角的な視点での提案が求められている。

干潟において、CO<sub>2</sub>を吸収して増殖する藻類を餌とするアサリは、間接的にCO<sub>2</sub>を減らすとされている。また、藻類を食べることで水中の透明度を維持することとなり、それが藻場を形成する海草・海藻の成長を促すことが知られている。そこから、アサリのCO<sub>2</sub>吸収源としてのブルーカーボニックな役割<sup>1)</sup>が注目されている。加えて、干潟には漁業の場、生物資源の増殖の場、潮干狩り等の観光資源といった複数の役割があり、その中でもアサリは代表的な生物として非常に価値が高い<sup>2)</sup>。しかし、その漁獲量は多くの魚介類と同様に減少の一途をたどっている<sup>3)</sup>。加えて、昨今の夏季の過酷な自然環境によってアサリをはじめとした二枚貝類が死滅する事態が発生している<sup>4)</sup>。大林組ではその対策として、夏季にアサリの種

貝を陸上施設で保護し、秋季以降に放流するサイクルを検討した。このサイクルを確立することにより、アサリの生物資源を維持することが可能になると考えた。加えて、Fig. 1に示すように放流した貝が翌年の春季に繁殖することで、生物資源の増殖に貢献すると考えられた。この技術を確立することにより、沿岸域開発の際に沿岸域を活性化させるための提案が可能になると考えられる。

しかし、二枚貝類の陸上での長期間の飼育条件は知見が少ないのが現状である。そこで、本実験では循環式陸上養殖でのアサリの最適な飼育条件の検討を実施した。また、飼育後のアサリを用いて干潟への放流実験を実施した。

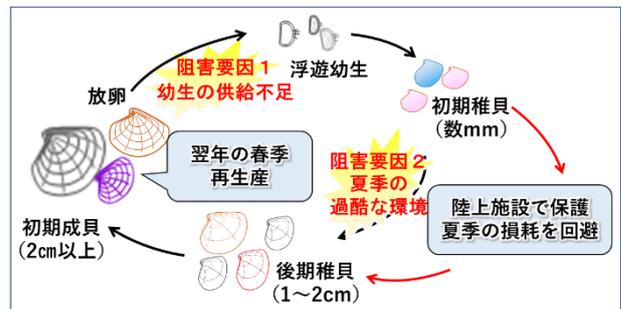


Fig. 1 アサリの減少要因とその対策  
Factors to Reduce Manila Clam and Countermeasure

## 2. 実験概要

前述のサイクルを確立するために、本報告では以下の実験および調査を実施した。

- 1) 海から完全に切り離された陸上施設でのアサリの最適な飼育条件について明らかにするための 50 L 実験水槽を用いた飼育条件の比較検討実験
- 2) 50L 実験水槽で得られた結果を実証規模で検証するための 350L 実証水槽を用いた実験
- 3) 干潟放流後の成長生残に関するデータを蓄積し干潟放流するのに最適な時期を明らかにするための野外実験および放流後の成熟状態の把握のための調査

まず、飼育実験では、広島市内を流れる八幡川の河口干潟から採取したアサリ稚貝を 350L 実証実験水槽で完全閉鎖循環環境にて生残率を確認した。同時に3台の 50L 実験水槽による比較試験を実施し、飼育水温や給餌頻度といった適切な飼育条件を明らかにした。その結果を 350L 実証実験水槽での試験に反映させた。

野外実験では、350L 実証実験水槽で飼育したアサリ稚貝の一部を干潟に放流し、生残率と成長速度を確認した。それに加えて、陸上保護したアサリが再生産に参加している可能性を明らかにするため、放流したアサリの一部の生殖腺の観察を行った。

## 3. 50L 実験水槽による飼育条件の比較検討実験

### 3.1 実験方法

Fig. 2 に示す 50L 実験水槽を用いて、比較検討実験を行った。飼育には人工海水の素を水道水に溶かしたものをを用い、1 ヶ月ごとに新しい人工海水を入れ替えた。餌はケイ藻 *Chaetoceros gracilis* を用い、全ての飼育ケースで 5 日間/週、50 億個/日ずつ与えた。

水温と給餌頻度は Table 1 に示すように条件を分けて比較した。水温について、過去の知見より 20~25°C がアサリの成長に適していることが知られている<sup>9)</sup>がへい死が多くなる傾向のため、生残率の向上を重視し、成長の好適水温と言われている値よりも低い 15°C と 18°C での比較実験を実施した。

アサリへの 1 日の給餌について、1 回給餌と 3 回給餌で比較を行った。1 回で与える場合には 5.5 時間、3 回で与える場合には 2.5 時間で濁度が検出限界以下になるため、この検出限界以下になるまでの間は、餌を除去しないよう泡で水中の細かい有機物を除去する泡沫分離装置を止めた。アサリが潜砂可能な状態か否かによる影響を検討するため、底層基質があるケース（よく洗浄した 4 号ケイ砂：2 cm 厚）とないケースを設置した。それぞれ樹脂製のカゴ（内寸：18 cm×25 cm、深さ：10 cm）にナイロン製の網（目合い：0.5 mm）を底面に固定したものをを用い、水槽内に設置した。飼育実験には八幡川河口干

潟で採取したアサリ稚貝を 100 個ずつ使用し、飼育密度が 2,000 個/m<sup>2</sup> となるように調整した。

また、さらに給餌量や給餌時間がアサリ稚貝の成長やへい死に与える影響を詳細に検討するための実験を 50L 実験水槽を用いて実施した。基本的な飼育条件を Table 2 に、実施した飼育ケースを Table 3 に示す。餌のケイ藻は、アサリ稚貝の湿重量を基に 1 日当たりの給餌量を算出し、定流量チュービングポンプを用いて給餌時間を調整して与えた。

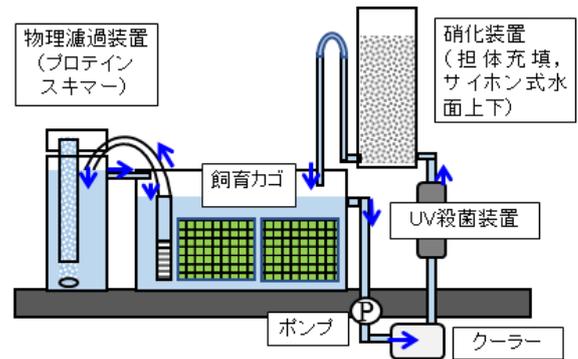


Fig. 2 50L 実験水槽の模式図  
Outline of 50L Test System

Table 1 水温と給餌頻度の影響実験条件  
Water Temperature and Feeding Frequency

実験ケース	水温 (°C)	給餌頻度 (回/日)	底層基質
①-1	15	1	あり
①-2			なし
②-1	18	3	あり
②-2			なし
③-1	18	3	あり
③-2			なし

Table 2 50L 実験水槽の飼育条件  
50L Rearing Condition

項目	条件
水温	15°C
底層基質	4 号ケイ砂
餌の種類	ケイ藻のみ
飼育個体数	100 匹

Table 3 給餌量と給餌時間比較実験ケース  
Experiment Case, Amount of Feeding and Time

給餌時間	日給餌量 (×10 <sup>8</sup> 個)	初期平均殻長 (mm)
6 時間	1.1	5.4
	2.2	5.8
	4.4	6.1
12 時間/日	1.0	5.7
	2.0	5.8
	2.2	9.0
	2.2	10
	4.4	15
	4.4	22
20 時間/日	2.2	5.4
	3.7	5.8
	4.4	6.0

3.2 結果と考察

50L 実験水槽におけるアサリ稚貝の平均殻長成長と生残率の結果を Table 4 に示す。また殻長の経時変化を底層基質がある場合とない場合に分けて Fig. 3 に示す。ここでエラーバーは標準偏差を示す。

生残率は、期間あたりの生残数を初期導入個体数で除して飼育日数を乗じて 365 日で除すことで得られる年換算生残率として評価した。年換算生残率は、現状のペースでへい死した場合、年間を通じて生き残る割合を示すものであり、下記式 (1) で算出する。

$$\text{年換算生残率} = \text{期間生残率} \times \text{飼育日数} / 365 \quad (1)$$

ここで期間生残率とは、一定期間中 (例: 1 ヶ月間) に生残する割合を示す。

Table 4 より年換算生残率は、15°Cで底層基質を入れた②-1 が 71%と最も高く、18°Cで底層基質を入れた③-1 が最も低く 42%であった。全体でみると、生残率を高めるには 18°Cより 15°Cの方が適していることがわかった。底層基質の有無による生残率への影響は、15°Cにおいて入れるケースで生残率が高くなった。

殻長の成長速度をみると、Table 4 と Fig. 3 より底層基質を入れて給餌頻度を増やしたケースである③-1 と②-1 が大きく、それぞれ 0.96 mm/月と 0.88 mm/月であった。実験終了時の殻長の比較の t 検定において、 $P < 0.005$ 、0.5%水準で①-1 に比べて②-1 と③-1 は大きく成長しており、②-1 と③-1 にはほとんど差がなかった。このことから、水温の差よりも給餌の頻度の方が成長速度に与える影響が大きく、同じ給餌量であっても、複数回に分けて時間をかけて給餌することが成長速度の向上につながる事が示唆された。

②-1 と②-2 の実験終了時の殻長の比較では  $P < 0.005$ 、0.5%水準で底層基質がある方が早く成長した。

Fig. 4 に、給餌時間および給餌量と殻長成長速度との関係を調べた試験結果を示した。給餌量については、 $4.4 \times 10^8$  個/g/日までは多く与えるほど成長速度が上がる傾向がみられたが、 $6.7 \times 10^8$  個/g/日を与えても成長量の増加はわずかであった。 $2.2 \times 10^8$  個/g/日を与える場合には、給餌時間は 12 時間与えて 12 時間空けるというサイクルが最も効率がよかった。

給餌量を増やすと、20 時間与えて 4 時間間隔を空けた場合と 12 時間給餌する場合とが同等となった。

生残率と成長の結果から、本検討における陸上養殖の主たる目的が夏季の過酷環境を避けて生残させることであり、低い温度に設定することで代謝を下げつつ、環境耐性が高まったことによるため、高い生残率になったと考えられる<sup>9)</sup>。また、過去の知見から底層基質がない場合には二枚貝が呼吸とともに水・餌を吸い込む速度が低下することが知られており<sup>7)</sup>、底層基質があることで体をより固定しやすくなり、摂餌効率が向上し、生残率が向上したと考えられる。

今後、より詳細な検討は必要であるが、成長速度は給餌量を  $4.4 \sim 6.7 \text{g} \times 10^8$  個/g/日とした時に最大となり、それ以上与えても効果がない、もしくは非常に小さいと

Table 4 50L 実験水槽における殻長成長と生残率の結果

実験ケース	成長速度 (mm/月)	年換算生残率*
①-1	0.59	56%
①-2	0.44	56%
②-1	0.88	71%
②-2	0.68	49%
③-1	0.96	42%
③-2	0.65	49%

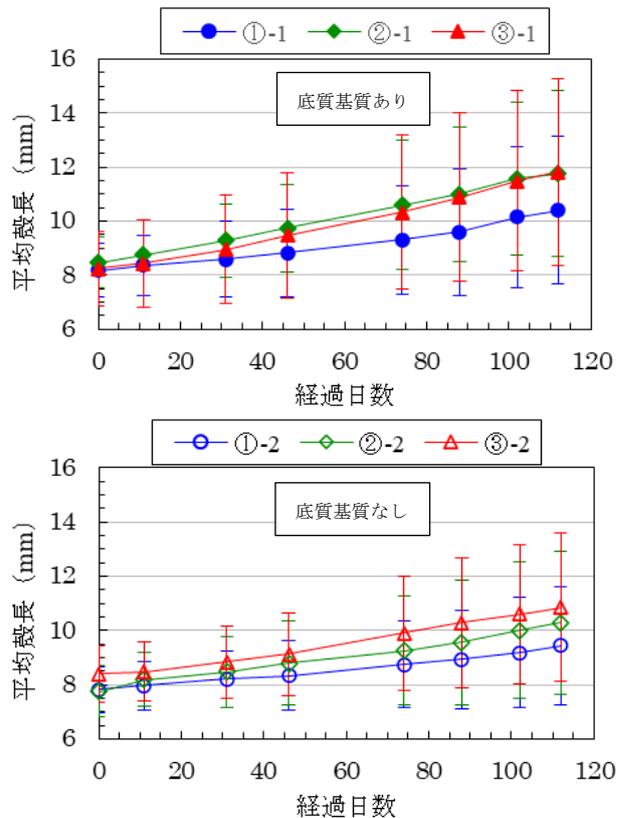


Fig. 3 50L 実験水槽における殻長の経時変化 Shell Length Growth in 50L Tank

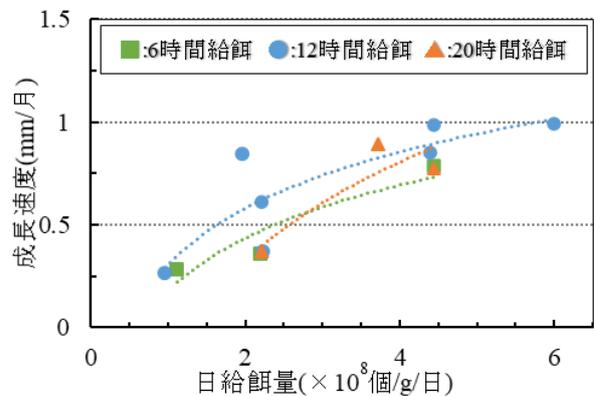


Fig. 4 給餌時間毎の給餌量と殻長成長の関係 Shell Length Growth in 50L Tank

考えられる。ケイ藻の *Pavlova lutheri* をアサリの稚貝に与えた先行研究<sup>8)</sup>では、 $9\sim 18\times 10^8$  個/g/日で成長速度が最大となることが報告されている。与えたケイ藻の種類、飼育方法も異なるが、一定以上の給餌量を超えると成長が鈍化するという傾向であったため、最適な給餌量の考え方を補強する結果となったと考える。

給餌量については、コスト面を考慮して餌を少なめに与える場合には、給餌時間を12時間に設定することが有効と考えられる。ただし、本実験では6時間・12時間・20時間の計3群での比較であったため、最適な給餌時間を求めるには、さらに詳細な検討が必要である。最適な給餌時間が存在する理由として、給餌時間が長いとアサリの摂餌欲求の高い時に餌が飼育水中に十分に存在する確率が高くなる。一方で、短時間で給餌する場合と比較して、単位時間当たりの飼育水中の餌量が少ないため摂餌効率が落ち、結果的に成長を阻害する可能性が考えられる。しかしながら、給餌量を増やした $4.4\times 10^8$  個/g/日の場合には、20時間かけて与えても、12時間との差が小さく、単位時間当たりの飼育水中の餌量が十分であった可能性が考えられる。

#### 4. 350L 実証実験水槽による比較実験

##### 4.1 方法

350L の水槽が 2 基ある閉鎖循環式陸上飼育装置を作製し、実証規模でのアサリ稚貝の適切な飼育条件を検討した。使用した実証飼育水槽を Photo 1 に示す。400L の FRP 水槽を 350L の飼育槽と 50L の生物濾過槽となるように間仕切りし、生物濾過槽には事前に養生していたセラミック製の濾過担体を充填した。飼育槽の部分には 50L 水槽と同様の樹脂製カゴを置き、2cm の厚さで 4 号ケイ砂を敷いてアサリ稚貝を飼育した。予備検討から、飼育密度は天然下での生息密度を参考に  $10,000\sim 22,000$  個/m<sup>2</sup> で飼育した。飼育水は、飼育水槽から生物濾過槽を經由し、マグネットポンプから圧送され、水温調整器を通した後に飼育槽へ戻すように循環させた。循環水量は、飼育水槽 2 槽で 82L/分とした。50L 実験水槽と同様の人工海水を用いて 1 回/月の頻度で新しい人工海水と入れ替えた。

まず、2020 年 4 月から購入した九州産の初期成貝 4,750 個体（平均殻長 15.9 mm）を対象に飼育し、へい死個体数を計数し、年換算生残率を算出した。2020 年 7 月初旬より八幡川河口で採取した 6,130 個体の 1 cm 以下の稚貝（平均殻長 6.5 mm）を合わせて飼育した。また、2021 年にも 6 月初旬に八幡川河口干潟から稚貝 7,300 個体（平均殻長 9.6 mm）を採取し、追加で飼育した。給餌量、給餌時間および飼育水温は同時並行で行った上述の 50L 実験水槽の結果も参考にし、生残率が向上するように適宜変更しながら飼育実験を実施した。設定した飼育条件を Table 5 に示す。餌はケイ藻 *Chaetoceros gracilis* と二枚貝用人工飼料を併用して与えた。

##### 4.2 結果と考察

350L 実証飼育水槽における年換算生残率を初期成貝と八幡川河口干潟で採取した稚貝に分けて Fig. 5, 6 に示した。初期成貝は、当初の飼育条件では年換算生残率の計算上では 1 個体も残らないこととなったが、同じ餌量を与える時間を長くすることで（0.5~1 時間→5.5 時間）年換算生残率が向上した。ただし、水温を 20°C に上げるとへい死が急増したため 18°C に戻した。さらに、上述の 50 L 実験水槽での飼育実験において 15°Cの方が 18°Cよりも生残率が向上することが明らかになったため、実証飼育試験でも 15°Cに変更したところ徐々に生残率は向上した。



Photo 1 350L 実証実験水槽  
350L Test System

Table 5 350L 実証実験水槽の飼育条件  
350L Rearing Condition

飼育条件	2020 年						2021 年	
	4/7~	4/24~	5/21~	6/25~	8/20~	9/17~	11/1~	1/21~
水温	15~17°C	17°C		18°C	20°C	18°C	15°C	
塩分	34‰					32-30‰	30‰	
給餌量	ケイ藻	$1.3\times 10^8$	$6.3\times 10^7$	$2.0\times 10^8$	$9.8\times 10^7$	$9.3\times 10^7$	$9.3\times 10^7$	
	人工飼料			1g	4g	2g	1g	
給餌時間	ケイ藻	0.5~1hr.	5.5hr.	9hr.			12hr.	
	人工飼料			1 回/日			3 回/日	
給餌間隔	3 日/週	5 日/週						
UV 殺菌灯	なし	導入						

りも生残率が向上することが明らかになったため、実証飼育試験でも 15°Cに変更したところ徐々に生残率は向上した。

八幡川河口干潟から採取した稚貝については、当初はへい死も少なかったが、6月の採取から4ヶ月目から年換算生残率が減少した。しかし、稚貝についても15°Cに飼育水温を変更してからへい死は収まり、生残率も向上した。

給餌時間を9~12時間と長くし、水温を15°Cに保つことによって、最終的には年換算生残率を80%に保つことが可能になった。

50L 実験水槽での検討実験の結果を受けて 350 L 実証実験水槽の飼育条件を設定したが、スケールアップ且つ長期間の実験をしても同様の結果を得ることができた。水槽サイズや水槽内の環境が変化することでも変わらない結果が得られたことで、本研究で得られた完全閉鎖循環環境におけるアサリに適した飼育条件は、他の水槽や施設においても適用可能であることが示唆された。

## 5. 八幡川河口干潟における野外実験および調査

### 5.1 八幡川河口干潟におけるアサリの放流実験

**5.1.1 方法** 最適な放流時期を検討するため、前述の実証飼育試験で飼育したアサリを干潟に放流し、生残数と殻長を測定して、月ごとの生残率と成長速度を算出した。

アサリの放流の様子を Photo 2 に示す。散布したアサリが流亡しないよう、底部を切り抜いた樹脂製コンテナ（寸寸：913 mm×545 mm×230 mm）を干潟に埋め込み、中の底質を取り出した後、目合い 2 mm の篩でふるい、ゴミ等を除いた底質を再び埋め戻した。調査地の様子を Photo 3 に示す。実験実施地域では、タコやエイなどの食害がみられるため、その防止のため 1.4 cm 目の樹脂ネットを 2 枚ずらして重ねて張り、5 mm 径のクレモナロープを鉄製のロープ止めに結び固定し、ネットの端部を鉄製の U 字ピンで留めて養生した。樹脂製コンテナは、上流側と下流側の 2ヶ所に設置した。

2020年に陸上飼育装置で飼育した初期成貝（殻長 10mm 以上の貝、平均殻長 16mm）を 8月、9月および10月の大潮の干潮時に、それぞれ 300 個体、400 個体および 700 個体をコンテナ内に放流した。2021年には、同様に稚貝（殻長 10mm 以下の貝）から成長させたアサリ（平均殻長 11 mm）を 6月、7月および10月に 100 個体ずつ散布した。6月と7月は2つの樹脂製コンテナに 75 個体ずつ、合計 150 個体放流し、10月には 150 個体ずつ合計 300 個体を放流した。放流後の月に一度の計測時には、実験区画の食害防止ネットを一時的に取り外し、区画内の底質を目合い 2 mm の篩で篩うことでアサリを回収し、計数・測定後に元の状態に戻した。

**5.1.2 結果と考察** 2020年に放流した初期成貝の放流後の生残率と殻長の経時変化の結果を Fig. 7に、2021

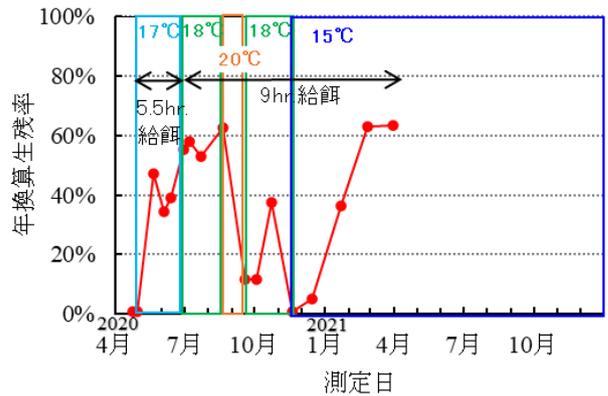


Fig. 5 初期成貝の年換算生残率  
Survival Rate of Adult Manila Clam

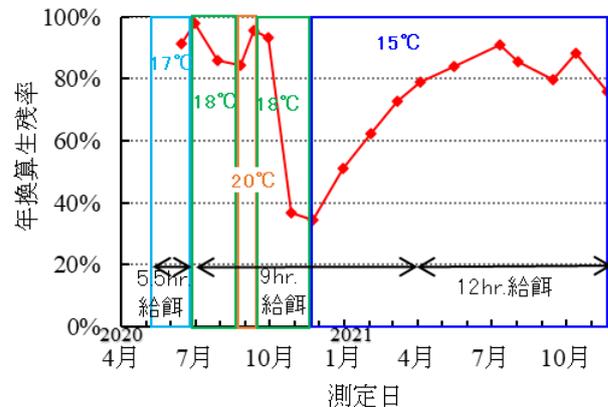


Fig. 6 稚貝の年換算生残率  
Survival Rate of Juvenile Manila Clam

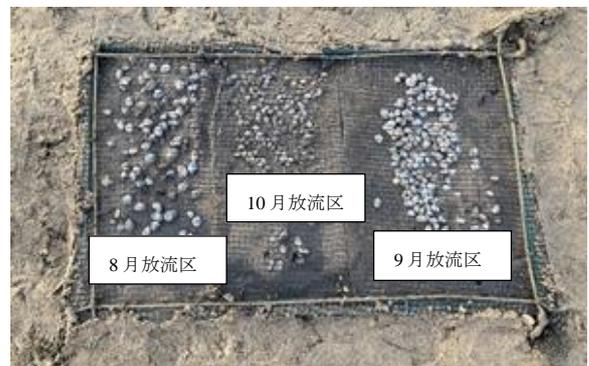


Photo 2 アサリ放流実験区画  
Experiment Area



Photo 3 調査地  
Experiment Field

年に採取した稚貝を陸上で一時飼育して再放流した後の結果を Fig. 8 に示す。ここでエラーバーは標準偏差を示す。2021年6月に採取した稚貝をすぐに放流したケースでは7月には生残数が50%となった。6月から7月は気温が30°Cを超える日もあり、徐々にへい死も増える時期であることがわかった。8月には7月に放流した稚貝も含めて全てへい死または流亡した。10月に放流した貝の生残率は11月には64%となり、12月には59%を維持した。10月に再放流した平均殻長10mm程度の稚貝は、11月には15mmに、12月には16mmまで成長した。

大量のへい死が起きた原因としては梅雨時の大雨による出水の影響で10~15cmの土砂が堆積しており、大量の淡水の流入による塩分低下や堆積した土砂が表面を覆うことで底質が低酸素状態となり還元的になったためと考えられる。2020年の初期成貝は12月から2021年4月で平均約4mm成長しており、同様の速度で成長すれば上述の10月に放流した稚貝は、瀬戸内海における産卵期の始まりである5月には20mm程度の産卵可能なサイズに成長する (Table 6 参照)。その場合、放流した稚貝が再生産に参加することとなり、干潟でのアサリの資源量増大につながると思われる。

保護するアサリサイズについて、気象条件が過酷な夏季より前の時期に採集が容易な稚貝を対象にするとサイズが小さいため、個体数の割に餌が少量で済み、翌年の春季には産卵可能となる。一方で、秋に産卵が可能なサイズを保護すれば秋の産卵期にも期待することができる。今後、干潟における稚貝の春産卵と秋産卵の比率などを検証することで、陸上施設で保護すべきアサリのサイズを明確にしていく必要がある。

## 5.2 放流アサリの成熟度調査

**5.2.1 方法** 放流したアサリが再生産しているかを明らかにするため、成熟度合いの判別にアサリの生殖腺の観察、放卵放精時期の推定に肥満度の算出を行った。八幡川河口干潟の実験区画に放流したアサリのうち20個体を冷蔵状態で保存し、外部形態(殻長・殻高・殻幅)の計測および重量(殻付湿重量・軟体部重量)の測定を行った。その後、生殖腺の組織学的観察を行い、成熟度の調査を実施した。

成熟度の判別方法は作業的に簡便な安田らの方法<sup>10)</sup>に従い熟度を3段階に分け、熟度の低いものからそれぞれ0, 0.5, 1と数値を与え、その平均値を群成熟度として示した (Fig. 9)。

熟度Aは放卵放精直前の生殖腺が十分に発達した状態を示し、熟度Bは放卵放精の前もしくは後の生殖腺が発達した状態を示す。熟度Cは未発達もしくは放卵放精後に生殖腺内の組織が分解・吸収された状態を示す。また、鳥羽ら (1992)<sup>11)</sup>に基づき、以下の式 (2) により肥満度 (CF: Condition Factor) を算出した。肥満度は直接成熟度を表現する数値ではないが、成熟生理と栄養状態は密接な関係があると考えられており、計測も簡便であるこ

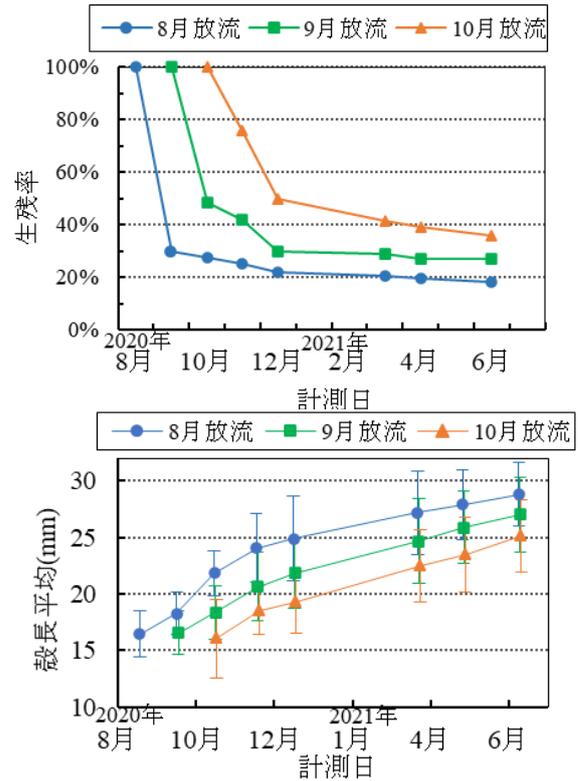


Fig. 7 放流した初期成貝の生残率および殻長成長  
Survival Rate and Shell Length Growth of Adult Clam

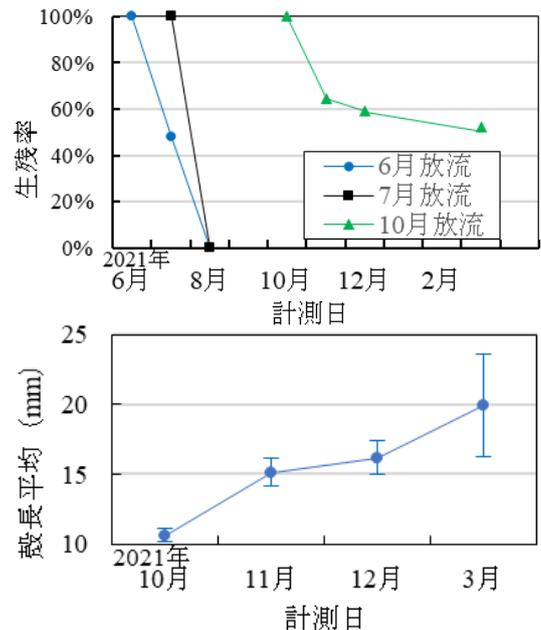


Fig. 8 放流した稚貝の生残率および殻長成長  
Survival Rate and Shell Length Growth of Juvenile Clam

Table 6 秋季放流アサリの経過比較  
Comparison of Shell growth and Survival Rate

放流年	項目	10月放流時	12月	4月
2020年	平均殻長	16 mm	19 mm	23 mm
	生残率	---	50%	39%
2021年	平均殻長	11 mm	16 mm	(20 mm)
	生残率	---	59%	46%

※ 2022年4月は推定値

とから重要な指標になっている<sup>12)</sup>。

$$CF = SBWW / (SL \times SH \times SB) \times 10^{45} \quad (2)$$

ここで SBWW : 軟体部重量 (g) , SL : 殻長 (mm) , SH : 殻高 (mm) , SB : 殻幅 (mm) である。

**5.2.2 結果と考察** 前年の 10 月に放流した稚貝 20 個体を用いて生殖腺観察による成熟度調査を 3 月に実施し、殻長ごとに分けて群成熟度と肥満度を比較した。結果を Table 7 に示す。3 月の段階で観察した全ての個体で生殖腺の発達が見られた。

今回観察した中で最も小型である 21 mm~23 mm の個体と、最も大型である 25 mm~29 mm の個体を比較すると、群成熟度においても、肥満度でも大きな差がみられなかった。

生殖腺の組織学的観察の結果を、Fig. 10~12 に示す。これら 3 個体では、オス個体とメス個体の両方で放卵放精後の状態の組織が 3 個体中全個体で見られた。このことから、放流したアサリのいくらかは 3 月の段階で再生産していることが明らかになった。

成熟度判別の結果から、前年秋季に放流したアサリは翌年春季に全ての個体で成熟しており、組織学的観察から多くの個体で放卵放精している可能性が示唆された。

肥満度に関しては、成熟時期の指標ではあるが、過去の知見における肥満度と比較すると、今回の結果は値が低いことがわかった<sup>11)</sup>。これは、肥満度自体が軟体部重量によって値が大きくなるものであり、今回分析した個体が過去の研究に比べて小型であることから、肥満度が低かったと考えられる。今後、継続的にデータをみていくことで、本調査地のアサリの繁殖時期の推定が可能となる。

本調査の結果から、春季から約半年間陸上で保護したアサリ稚貝を秋季に再放流するサイクルを確立することで、干潟のアサリの生物資源を維持していくことが十分に可能であることが示唆された。今後はさらに調査を継続し、八幡川河口干潟における産卵期のデータ等を蓄積していく必要があると考える。

#### 4. まとめ

本研究では、干潟において 6 月に多く採集することが可能な稚貝を 6 月から 10 月まで完全閉鎖循環環境である陸上で飼育することで、翌年の再生産につなげる手法を検討し、以下の知見を得た。

- 1) 陸上飼育の結果から、水温を 15℃ に保ち、給餌時間を 12 時間とすることで、80% と高い年換算生残率で飼育できることを示した。そして 5 ヶ月間陸上飼育したアサリを 10 月に再放流することで、40~50% の生存率で産卵が始まる翌年の 5 月に再生

成熟段階	数値	測定個数	生殖巣の成熟具合
A	1	N1	生殖巣は充満し、表面が全体に乳白色を呈し、産卵または放精を始めるか、開始直後と思われる
B	0.5	N2	生殖巣の 1/2 またはそれ以下が乳白色を呈し、成熟途中またはすでに放卵放精が進んだもの
C	0	N3	生殖細胞はほとんどなく、雌雄判別困難なもの
群成熟度 = (N1×1+N2×0.5+N3×0)/(N1+N2+N3)			
			

Fig. 9 アサリ生殖腺の成熟度判別基準  
Maturity Level of Manila Clams

Table 7 秋季放流アサリの殻長別成熟度  
The Maturity of Clam, Discharged in Autumn

殻長 (mm)	個体数	A の割合	B の割合	群成熟度	肥満度
21-23	4	50%	50%	0.75	14.3
23-24	5	40%	60%	0.70	12.2
24-25	5	60%	40%	0.80	12.6
25-29	6	67%	33%	0.83	13.5

A : 生殖巣が完全に発達、放卵放精直前

B : 生殖腺が発達、成熟の途中または放卵放精後



Fig. 10 成熟度 A のメス個体の生殖腺  
The Gonad of Female Clam, Maturity Level A

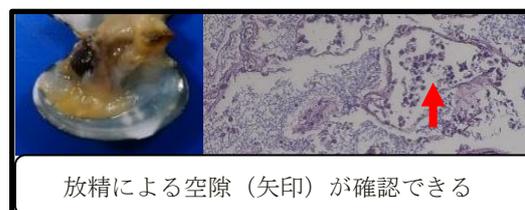


Fig. 11 成熟度 A のオス個体の生殖腺  
The Gonad of Male Clam, Maturity Level A

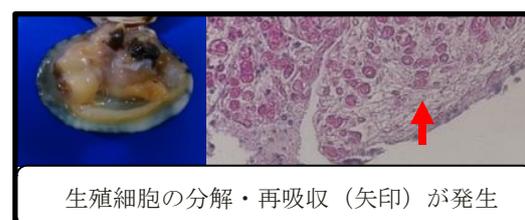


Fig. 12 成熟度 B のメス個体の生殖腺  
The Gonad of Female Clam, Maturity Level B

産可能な殻長 20 mm まで成長が見込めることを示した。

- 2) 成熟度調査の結果から、前年の秋季に放流したアサリは翌年の春季に十分成熟しており、再生産に寄与する可能性が高いことが明らかになった。

八幡川河口干潟では、2020年と2021年に集中豪雨による大規模な出水が続き、アサリにも大きな被害が出た。今後明らかにする条件等はあるが、本技術を発展させることでアサリの資源保護に不可欠な母貝保護と稚貝供給の確保につながるものと期待される。全国のアサリの資源保護に向けて研究開発を発展させていきたい。

## 謝辞

本研究の実施にあたり、広島工業大学の石垣衛教授より貴重なご意見ならびにご指導を賜りました。ここにお礼を申し上げます。また、調査場所およびアサリ稚貝をご提供いただくなどご協力いただいた井口漁業協同組合波田輝明組合長をはじめとする皆様に謝意を表します。加えて、実証装置の基本設計と基本的な活用法など様々なご助言をいただいた(株)二枚貝養殖研究所の鬼木浩氏に深く感謝致します。

## 参考文献

- 1) 桑江朝比呂ら：浅海生態系における年間CO<sub>2</sub>吸収量の全国推計，土木学会論文集 B2, Vol. 75, No. 1, pp. 10-20, 2019

- 2) 新保裕美ら：アサリを対象とした生物生息地適性評価モデル，海岸工学論文集，第47巻，pp. 1111-1115, 2000
- 3) 鳥羽光晴：アサリの今後，豊かな海，48巻，pp. 65-70, 2019
- 4) 木村聡一郎：夏季高温下におけるアサリのへい死，大分県農林水産研究センター研究報，4号，pp. 1-8, 2014
- 5) 水産庁増殖推進部編：二枚貝漁場環境改善技術導入のためのガイドライン，pp. 6-8, 2013
- 6) 蔵田護：低水温下におけるアサリの低塩分・貧酸素耐性，北海道立水産試験場研究報告，No. 58, pp. 17-21, 2000
- 7) 田村亮輔ら：潜砂制限がアサリの成長に及ぼす影響，日本ベントス学会誌，No. 70, pp. 83-90, 2016
- 8) 鳥羽光晴，深山義文：異なる量のパブロパ・ルテリを給餌したアサリ稚貝の総成長効率，千葉水試研報，No. 51, pp. 29-36, 1993
- 9) 後田俊直，濱脇亮次，小田新一郎：八幡川河口干潟におけるアサリ被覆網の有効性，広島県立総合技術研究所保健環境センター研究報告，No. 27, pp. 35-42, 2019
- 10) 安田治三郎，浜井生三，堀田秀之：アサリの産卵期について，内海区水産研究所研究報告，No. 6, pp. 227-279, 1945
- 11) 鳥羽光晴，夏目洋，山川紘：東京湾産アサリの成熟と産卵に関する二、三の知見，日本水産工学会誌，No. 29-1, pp. 47-53, 1992
- 12) 鳥羽光晴，深山義文：飼育アサリの性成熟過程と産卵誘発，日本水産学会誌，No. 57-7, pp. 1269-1275, 1991