

# 養殖研究部



県 単  
平成30(2018)～  
令和4(2022)年度

# 養殖生産安定技術開発事業

(クルマエビ類の急性ウイルス血症ワクチン効果試験)

## 緒 言

クルマエビ類の急性ウイルス血症 (Penaeid Accute Viremia PAV:WSD PRDV:原因ウイルス)はクルマエビ類の感染症で、平成5年(1993年)に国内で初めて発生し、西日本のクルマエビ養殖業に大きな被害を与えた。本県においても平成5年(1993年)の生産量は前年の1/4になるなど大きな被害が発生した。その後、業界、行政が一体となって取り組んだ結果、平成7年(1995年)には生産量が回復したものの、その後現在に至るまで、年に数件発生し、クルマエビ養殖業の安定生産を阻害する要因となっている。さらにPAV対策として、半築定式養殖場における単位面積あたりのクルマエビ飼育数量を、PAV発生前の約1/3である150g/m<sup>2</sup>を上限とした低密度飼育を行っていることで、クルマエビ生産量が300トン前後から増加できないこともクルマエビ養殖業の問題となっている。

本試験では佐藤<sup>1)</sup>が報告したPAVワクチンの効果を実際の養殖場で確認することを目的に、令和2年度(2020年度)から取り組みを開始した。令和2年度(2020年度)の試験では、ワクチン投与区でへい死が認められなかったためワクチンの有効性が示唆されたが、試験終了時にワクチン投与区の回収数が少なかったため、ワクチンの有効率を算出することはできなかった。

令和3年度(2021年度)の試験では、試験エビの飛び出しを防ぐため、飼育網の上部に天井網を設置して現場でのワクチン効果確認を試みたが、PAVが発生しなかったため効果の確認ができなかった。

このため、令和4年度(2022年度)も前年度同様の方法で現場試験を行い、効果の確認を試みた。

なお、試験実施に際しては、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所の協力を受けて実施した。

## 方 法

### 1 担当者

中野平二、池崎公亮、清田純平、東海林明、荒木学、中根基行

### 2 材料および方法

#### (1) 供試クルマエビ

令和4年(2022年)に民間種苗生産業者(上天草市)が生産した稚エビを、7月22日から8月19日まで当所で予備飼育した後、平均体重2.8gまで成長した124尾を供試した。

#### (2) 試験日程

試験日程は表1のとおり。

表1 試験日程

項目(日数)	期間
ワクチン投与1回目(16日)	令和4年(2022年)8月10日～8月25日
ワクチン投与2回目(5日)	令和4年(2022年)9月8日～9月12日
現場飼育(30日)	令和4年(2022年)9月13日～10月12日

計画ではワクチン投与日数は15日としていたが、終了日を錯誤したため16日となった。

#### (3) 試験実施場所および飼育カゴ

上天草市大矢野町の使用されていない半築堤式クルマエビ養殖場1面(面積1460m<sup>2</sup>)に、飼育カゴ(縦0.6m×横0.6m×高さ0.6m、目合7.5mm、ポリエチレン製)を2個設置して試験を実施した。

この半築堤式クルマエビ養殖場は、令和元年(2019年)のクルマエビ養殖中にPAVが発生したため、令和2年(2020年)以降クルマエビ養殖を行っていない。

#### (4) ワクチン投与方法

国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所で開発されたワクチンをアークリソース株式会社で製作し、その凍結乾燥されたワクチンをクルマエビ配合飼料重量の9%量のリン酸緩衝生理食塩水で溶かした後、市販のクルマエビ配合飼料に吸着してワクチン飼料とした。

ワクチン投与水槽(長さ1m×幅0.7m×深さ0.28m)にワクチン投与区を3面、対照区を3面に設置し、そこに収容したクルマエビに対し、体重1gあたり0.1mg/gで、8月10日~8月25日(16日間)および9月8日~9月12日(5日間)の2回投与した。投与にあたっては、飼育水槽を観察し、残餌がないことを確認した。

#### (5) 現場飼育方法

飼育生簀として、半築堤式養殖場の中に前述の飼育カゴをワクチン投与区および対照区の2面設置し、その底面に厚さ1cmの砂を敷いた。また、クルマエビの飛び出しを防ぐため、飼育カゴの上部にポリエチレン製網(目合7.5mm)の蓋を設けた。

試験開始時における各試験区の収容数は、ワクチン投与区49尾、対照区46尾とした。

干潮時でも底面が干出しないよう、試験を実施した半築堤式クルマエビ養殖場の樋門を調整した。

給餌は、試験期間中1回/日、体重の3%量を給餌した。

#### (6) 測定項目等および頻度

水温は自記式水温計(Onset社製 ホボペンダントロガーUA-001-64)で1時間おきに測定した。

またへい死状況を確認するため、現場飼育期間中はワクチン投与区、対照区とも週1回、飼育カゴの中を網で曳いて、へい死エビの有無を確認した。

また、PAVの発生を早期に把握するため、週1回、各区5尾を目安にサンプリングし、そのエビに対しLAMP法によるPRDV検査を実施し、PAV発生の有無を確認した。現場飼育期間中にへい死が確認された場合、LAMP法によるPRDV検査を実施し、ウイルス遺伝子を検出することとした。

#### (7) ワクチン効果の判定

試験期間中にPAVが発生した場合、ワクチン投与区および対照区の生残数から有効率(ワクチン区感染率/対照区感染率)を算出した。

## 結果

### 1 飼育水温

図1に試験期間中の水温推移を示す。水温は23.4~30.4の範囲で推移した。

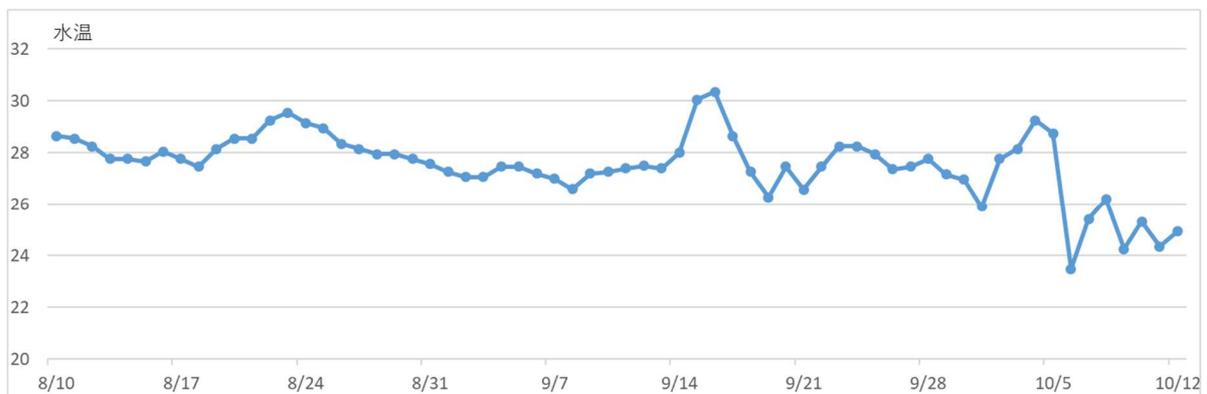


図1 試験期間中の水温

### 2 PAV発生の有無

試験開始時、途中のサンプリング時(9月21日、9月26日、10月3日)取り上げ時のサンプリング数を表2に示す。試験終了時の不明エビ数は、ワクチン投与区が30尾、対照区が13尾であった。

サンプリングしたエビの LAMP 法による PRDV 検査結果を表 3 に示す。開始時と途中のサンプリングでは全サンプルからウイルスの遺伝子は検出されなかった。また、試験期間中のサンプリング時に大量死は確認されず、へい死も認められなかったこと、飼育中にサンプリングしたクルマエビを LAMP 法により PRDV 検査した結果、ウイルスの遺伝子が検出されなかったことから、今回の試験において PAV は発生しなかったと判断された。

なお、不明エビが多い原因は、PAV が発生しやすくなるよう開始時の単位面積あたり飼育密度を 500g/m<sup>2</sup> と、通常の約 3 倍に設定したことで、共食いにより減耗したためと考えられた。

表 2 クルマエビ数の変化

日付：作業内容	飼育数（サンプリング数）	
	ワクチン投与区	対照区
9月13日：試験開始	49	46
9月21日：サンプリング	( 5 )	( 5 )
9月26日：サンプリング	( 5 )	( 5 )
10月3日：サンプリング	( 3 )	( 5 )
10月12日：取り上げ	6 ( 6 )	18 ( 18 )
不明エビ数 = - - - -	30	13

表 3 LAMP 法による PRDV 遺伝子検出結果

サンプリング日	ワクチン投与区（陽性数 / サンプル数）	対照区（陽性数 / サンプル数）
9月13日	0/10	0/10
9月21日	0/5	0/5
9月26日	0/5	0/5
10月3日	0/3	0/5
10月12日	0/6	0/18

## 考 察

令和 3 年（2021 年）および令和 4 年（2022 年）の 2 回、同様の試験方法で現場試験を実施したが、PAV が発生せず、ワクチン効果を確認することができなかった。人為的に PAV を発生させられない野外試験であり、PAV が発生しないと効果を把握できないため、試験実施場所を複数設定するなど、試験方法を改良する必要があると考えられた。

## 文 献

- 1) 佐藤純：クルマエビのホワイトスポット病(WSD:white spot disease) 経口ワクチンの開発の取り組み 養殖研究レター 4、7 (2009)

# 養殖生産安定技術開発事業 ( 令和4(2022)年度~ )

県 単  
新規

## (マガキ養殖技術開発試験)

### 緒 言

近年、国外でのカキ・シングルシード養殖が盛況を博していることから、国内でもこれまでのカルチ式養殖に加え、マガキ・シングルシード養殖が増加しており、各産地では固有名詞を用いたブランド化に向けた取り組みがなされている。

この状況を受け、本県でも県内に生息するマガキを親に用いた新たな本県マガキブランドを創造するため、稚貝生産、養殖技術確立による生産の安定化を目指して本試験を実施した。

### 方 法

- 1 担当者 東海林明、清田純平、中根基行
- 2 材料および方法

#### (1) 稚貝生産

##### ア 親貝

親貝には水産研究センターで平成30年度(2018年度)に八代海に生息する天然マガキ *Magallana gigas* を用いて生産された貝(第1世代)から、殻幅が深く丸みの強い殻を持つ個体を選抜し継代している系統を使用した。令和4年度(2022年度)は稚貝生産を3回実施し、八代海維和島地先で垂下飼育した令和3年度(2021年度)生産貝(第4世代)から、「殻長/殻高が0.7以上かつ殻幅/殻高が0.4以上」<sup>1)</sup>の条件を満たす個体を選出した。雌雄判別は、採卵前に全個体の生殖腺をメスで切開し、顕微鏡下で卵または精子を観察することで行った。

##### イ 採卵・採精から孵化

採卵および採精は令和4年(2022年)5~7月に切開法で行った。作業に用いる水は全て前日から汲み置き、25℃に調温した濾過海水を使用した。剃刀で軟体部を切開したメスおよびオスを濾過海水中で、それぞれ1時間程度および30分程度静置し採取した。媒性は卵の100倍量の精子を加え、8分間静かに攪拌しながら行った。受精卵は濾過海水で20分間洗浄し、500Lまたは200L円形黒色ポリエチレン製水槽(以下「500L水槽」、「200L水槽」という。)に約50個/mLまたは約100個/mLの密度になるように収容した。孵化槽には蓋をして遮光し、止水および無通気、水温26℃で管理した。

受精から約24時間後に、孵化槽表層を浮遊するD型幼生をエアチューブ等で40μmプランクトンネットに回収した。孵化槽1基に収容した受精卵からD型幼生として回収できたものの割合をD型幼生回収率とした。また、回収した浮遊幼生に含まれる正常にD型幼生に発生が進んでいた個体の割合を正常発生個体率とした。

##### ウ 浮遊幼生飼育

D型幼生を200Lアルテミア孵化槽(以下「アルテミア水槽」という。)または500L水槽に1~4個/mLの密度になるように収容し、収容日を0日齢とした。アルテミア水槽は二枚貝飼育実験棟(以下「二枚貝棟」という。)内で空調により、500L水槽は温水循環による飼育実験棟(以下「飼育棟」という。)内の25tコンクリート水槽のウォーターバスにより水温管理を行った。浮遊幼生飼育は止水および微通気とし、餌料には *Chaetoceros calcitrans* および *Chaetoceros gracilis* を用いた。換水はアルテミア水槽では2日に1回、水槽底部の排水バルブから排水し、2分の1または全換水を行った。また、500L水槽では毎日、シャワーパイプを用いて予備加温した濾過海水を水槽底部から注水し、38μm換水ネットを取り付けた上部排水パイプからオーバーフローさせることで全換水した。換水時に殻高が280~

300  $\mu\text{m}$  を超える着底期幼生を 236  $\mu\text{m}$  プランクトンメッシュで回収し、120  $\mu\text{m}$  プランクトンネットを取り付け 150~200 g の牡蠣殻粉砕物を着底基質として敷いた 60 cm 円形採苗カラム（以下カラムとする）に收容した。回収した着底期幼生の数を飼育開始時の D 型幼生の数で除した値を着底期幼生回収率とした。

飼育水温は午前および午後あるいはその一方に、デジタル温度計を用いて水面直下の温度を測定した。水槽が複数ある場合は、サイズ別に代表する 1 基で水温を測定した。残餌量は換水前に飼育水を 1 mL ピペットで採取し、フックスローゼンタール血球計算盤を用いて計数した。2 回次では D 型幼生收容 2 日後以降、換水時に換水ネットやプランクトンネットに集まる浮遊幼生を 1 mL スポイトで採取し、20 個体を上限に殻高の測定を行った。3 回次では D 型幼生收容翌日以降毎日、水槽内の 4 か所から 5 mL ピペットで計 20 mL の飼育水とともに浮遊幼生を採取し、幼生数の計数、摂餌状況の確認、20 個体を上限とした殻高測定を行った。

## エ 採苗

カラム收容後はダウンウェリングまたは止水および微通気で飼育した。換水は毎日全換水を行い、*C. gracilis* を給餌し、水温は自然水温とした。着底期幼生の收容から約 2 週間後に 300  $\mu\text{m}$  プランクトンネットにより基質と着底稚貝を分離し、採苗を行った。回収した着底稚貝の個体数をカラムに收容した着底期幼生の個体で除した値を採苗率とした。

## オ 中間育成

採苗した稚貝はボトルシステムによるアップウェリング飼育を行い、1~2 週間に 1 回、穴径 1~25 mm のパンチングメタルを使用してサイズ選別および密度調整を行った。また、穴径 6 mm 以上のパンチングメタルに残った稚貝は SEAPA 社製バスケットでの陸上水槽飼育に移行した。ボトルシステム飼育移行当初は市販の *C. gracilis* を拡大培養して給餌し、成長にともない当センター陸上水槽で自然発生した浮遊珪藻を主体としたブラウン・ウォーターを給餌した。水温は自然水温とした。

## (2) 養殖試験

### ア 供試貝

中間育成により、穴径 10 mm 以上のパンチングメタルに残った推定平均殻高 14.7 mm 以上のマガキを種苗の生産回次群ごとに令和 4 年（2022 年）10 月と 11 月の 2 回に分けて沖出しした。飼育は生産回次ごと、沖出し時期ごとに分けて行い、「異なる生産回次群を同時期に同サイズで沖出した場合の成長の違い」、「同じ生産回次で沖出し時期が異なった場合の成長の違い」の有無を検討した。さらに、三角では沖出し直前のサイズ選別時に穴径 10~12 mm のパンチングメタルに残ったものを小群、穴径 15 mm 以上に残ったものを大群とし、それらを分けて飼育することで、「沖出し時点でのサイズ差が養殖生産物の大きさに与える影響」について検討した。

### イ 試験地および実施時期

宇城市三角町戸馳島地先海面筏（以下「三角」という。）および天草市有明町大浦地先干潟（以下「有明町」という。）において、令和 4 年（2022 年）10 月から令和 5 年（2023 年）3 月まで実施した。

### ウ 飼育方法

三角では SEAPA 社製バスケットに收容し、水深 1 m 以浅の表層に垂下した。收容密度の目安は、バスケットを直立させた際に、收容したマガキがバスケットの高さの 4 分の 1 程度となるよう收容した。有明町では丸カゴまたは蓋つきコンテナに收容し、海拔 140 cm の高さに垂下した。1 ヶ月に 1 度の頻度で飼育容器の交換および密度調整を実施した。飼育容器周辺温度は HOB0 ペンダントロガーを用いて 1 時間ごとに記録し、ロガーは三角ではバスケットに取り付け、有明町では養殖施設支柱の海拔 140 cm の位置に取り付けた。飼育容器の交換時に大群から無作為に 20 個を抽出し、殻高、殻長、殻幅、殻付き重量、軟体部重量を測定した。また、肥満度を以下のとおり定義し、算出した。

肥満度（容積比）＝軟体部重量 / （殻高・殻長・殻幅）× 100

肥満度（重量比）＝軟体部重量 / 殻付き重量 × 100

## 結 果

### 1 稚貝生産

#### (1) 親貝

八代海維和島地先で養殖された令和3年度（2021年度）生産貝（第4世代）764個の母集団のうち、殻形の条件を満たすものは141個（合格率18.5%）あり、これを選別集団とした。測定結果は表1のとおりである。合格率は殻高が大きくなるにつれて低くなる傾向が見られた（図1）。選別集団から親貝として各回12個を抽出し、種苗生産に用いた。雌個体数は1回次が10個、2回次が9個、3回次が8個であった。

#### (2) 採卵・採精から孵化

採卵・採精から孵化についての結果の概要を表2に示した。受精卵計4.9～6.6万個から計3.3～4.4万個のD型幼生が得られ、D型幼生回収率は62.5～68.9%であった。正常発生個体率は受精から24時間経過前に回収した2回次の1基で87.6%、24時間経過後に回収作業を行ったその他の水槽および回次では92.3～95.7%だった。なお、2回次では余剰受精卵計2.9億個を予備としてアルテミア水槽2基に收容し、計220万個のD型幼生を得た。

#### (3) 浮遊幼生飼育

浮遊幼生飼育の結果概要を表3に示した。1回次ではアルテミア水槽4基を用い、收容密度2.0個体/mL、4.1個体/mLの水槽2基ずつで飼育を開始した。收容翌日から全ての水槽でバクテリアの発生に伴う水質の急激な悪化が発生し、換水によっても状況が改善されなかったことから、2日齢で全ての幼生を廃棄した。飼育期間中の水温は26.0～27.4℃だった。

2回次では500L水槽4基を用い、收容密度1.0個体/mL（500-A、C）、3.8個体/mL（500-B）、4.0個体/mL（500-D）で飼育を開始した。また、予備として余剰受精卵から得られたD型幼生220万個をアルテミア水槽2基にそれぞれ3.6個/mL（200-1）、7.4個/mL（200-2）の密度で收容した。飼育期間中の水温はウォーターバスで管理した500L水槽で25.4～26.8℃、アルテミア水槽は自然水温の22.1～28.6℃だった（図2(a)）。7日齢以降、500L水槽の幼生の浮遊状況が悪化したため、9日齢に通気を強めたことで一時的に改善したが、視認できる幼生の減少が続いた。500L水槽の不調により、当初予備としてアルテミア水槽2基に收容した幼生についても飼育を継続していたが、500L水槽と同様に視認できる浮遊幼生が減少し、19日齢でのアルテミア水槽の生残数は200-1、2でそれぞれ2.2万個体、6.6万個体であった。生残率はそれぞれ3.1%、4.5%であり、200-1は19日齢で廃棄した。500L水槽では全ての水槽で21日齢には浮遊している幼生をほとんど視認できなくなったため、21日齢で500-Aの生残個体を2.2万個体、22日齢で500-B～Dの生残個体1.4万～9.3万個体を100μmプランクトンネットで回収した。回収時の500L水槽の生残率は開始時收容密度が低かった500-A、Cでそれぞれ4.3%、2.7%、開始時收容密度が高かった500-B、Dでそれぞれ2.8%、4.7%だった。500-Aからの生残個体は200-2の生残個体と共にアルテミア水槽に收容した。また、500-B～Dの生残個体を120μmプランクトンネットでサイズ選別し、サイズ別に集約したうえで新たなアルテミア水槽2基での飼育に移行した。

飼育水槽を集約する22日齢までの各水槽の平均殻高の推移を図2(b)に示した。測定個体数は生残幼生数が減少していた19日齢の2-1で5個体だったが、その他は17～21個体/基だった。500L水槽の幼生の浮遊状況が悪化した7日齢以降、成長の鈍化が見られた。また、500L水槽とアルテミア水槽で類似した成長パターンを示した。

22日齢までのアルテミア水槽の全換水時や500L水槽から回収した生残幼生数から算出した水槽ごとの收容密度の推移を図2(c)に示した。また、20日齢の500-A、22日齢の500-B～Dにおいて水槽の4ヵ所

から5 mL ピペットを用いて飼育水計20 mL とともに幼生を採集して算出した収容密度と、同日または翌日に水槽内の幼生を取り上げた際に算出した収容密度は、前者が0.00~0.20、後者が0.03~0.19であった(図1c)。21日齢以降、換水時に236 µm プランクトンネットに残る着底期幼生を回収した。また、適宜収容密度調整を目的とした水槽の集約を行い、54日齢で浮遊幼生飼育を終了した。計2.7万個の着底期幼生が回収され、着底期幼生回収率は0.4%であった。

3回次は500 L水槽2基(500-A、B)、アルテミア水槽3基(200-1~3)を用い、全ての水槽の収容密度を4.0個/mLとして飼育を開始した。飼育期間中の水温はウォーターバスで管理した500 L水槽で25.9~27.8、自然水温だったアルテミア水槽で26.0~28.7だった(図3(a))。アルテミア水槽では飼育開始直後から摂餌不良の水槽があったが、3日齢以降全ての水槽で摂餌状況が急激に悪化し、成長が停滞した。また、500 L水槽では顕著な摂餌不良は確認されず、安定した成長を示した(図3(b))。生残状況の悪化により収容密度は7日齢までに大きく低下し、11日齢以降安定した(図3(c))。そこで、13日齢で500 L水槽、14日齢でアルテミア水槽の生残個体を100 µm プランクトンネットで回収した。500 L水槽の生残個体数は15.1万~20.0万個体、アルテミア水槽の生残個体数は7.1~12.3万であり、生残率はそれぞれ7.8~10.0%、8.9~15.4%だった。回収した生残個体はそれぞれサイズ別に集約したうえで新たなアルテミア水槽2基ずつでの飼育に移行した。26日齢から着底期幼生の回収を開始し、40日齢で飼育を終了した。500 L水槽で飼育を開始した群からは計3.5万個の着底期幼生が回収でき、着底期幼生回収率は0.9%だった。また、アルテミア水槽で飼育を開始した群からは計7.5万個の着底期幼生が回収でき、着底期幼生回収率は3.1%だった。

#### (4) 採苗

採苗の結果の概要を表4に示した。2回次では令和4年(2022年)6月29日~8月1日にかけて着底期幼生の回収を8回行った。1~4回目は着底期幼生を1,000~6,000個回収し、回収日ごとにカラムに収容した。基質分離は7~16日後に行い、796~4,035個の着底稚貝を採苗した。採苗率は止水で飼育した1回目で79.6%、ダウンウェリングで飼育した2~4回目で54.0~67.3%だった。5~8回目に回収した2,500~5,000個の着底期幼生計14,100個は1つの採苗カラムに収容し、ダウンウェリングで飼育した。5回目の着底期幼生を収容してから24日後、8回目の着底期幼生を収容してから11日後にあたる令和4年(2022年)8月12日に基質分離を行い、2,110個の着底稚貝を採苗した。採苗率は15.0%だった。

3回次では令和4年(2022年)8月1日~8月15日にかけて6回着底期幼生の回収を行った。1~2回目にそれぞれ5,000個、2,800個の着底期幼生を回収し、1つの採苗カラムに収容した。ダウンウェリングでの飼育を行い、1回目の着底期幼生を収容してから14日後、2回目の着底期幼生を収容してから11日後にあたる8月15日に基質分離し、982個の着底稚貝を採苗した。採苗率は12.6%だった。また、3~6回目は6,000~43,000個の着底期幼生を回収し、回収日ごとに採苗カラムに収容した。基質分離は11~15日後に行い、2,817~12,816個の着底稚貝を採苗した。採苗率は止水で飼育した5回目で47.5%、ダウンウェリングで飼育した3、4、6回目で25.3~47.0%だった。採苗が全て終了するまでの期間中、水温は自然水温とし、24.7~28.4だった。

#### (5) 中間育成

中間育成は生産回次ごとに行い、2回次は計0.9万個、3回次は計3.6万個の着底稚貝で中間育成を開始した。各生産回次の採苗が完了しボトルシステムへの稚貝の収容が完了して以降の中間育成中の生残率推移を図4示した。中間育成開始直後に減耗が見られたが、終息後の生残率は安定しており、沖出しを開始した令和4年(2022年)10月18日時点での生残率はそれぞれ63.6%、61.8%だった。2回次は令和4年(2022年)10月18日のサイズ選別時点で中間育成を終了し、穴径10 mm以上のパンチングメタルで選別された個体計0.6万個を収穫した。3回次は中間育成中に2つのサイズ群に分離した(図5)。そのため3回次稚貝は収穫を2回に分けて行い、1回目は令和4年(2022年)10月18日のサイズ選別時点で計0.5

万個、2回目は令和4年(2022年)11月8日のサイズ選別時点で計1.3万個をそれぞれ収穫した。2回次生産稚貝と3回次生産稚貝から合わせて2.4万個を収穫でき、最終的な中間育成の生産成績は2回次62.0%、3回次は50.7%だった。

## 2 養殖試験

三角および有明町どちらでも試験中のへい死はほとんど見られなかった。試験期間中の飼育容器周辺温度の推移を図6に示した。有明町では三角と比較し、温度の上下の幅が大きくなっているが、これは干潟での飼育のために干出す時間帯があり、その場合の温度は気温となるためである。各群の成長の推移を図7に示した。生産回次間および同一生産回次での沖出し時期の違いによる顕著な差異は、いずれの海域でも認められなかった。また、殻付き重量および軟体部重量については、海域間で成長速度の違いがみられるものの、一貫して増加傾向にあった。一方、平均殻高については、三角では12月以降成長が停滞する傾向が見られたが、有明町では成長し続ける傾向が見られた。肥満度については、容積比および重量比で同様の結果となっており、養殖海域間で顕著な違いが認められた(図8)。

三角で飼育していた2回次10月沖出し群、3回次10月沖出し群および11月沖出し群の小群および大群について、試験終了時点でのパンチングメタルによるサイズ選別結果を図9に示す。いずれの飼育群においても、小群および大群に顕著な成長差は認められなかった。さらに、令和5年度(2023年度)種苗生産における親貝候補として、2回次生産群の穴径35~40mmのパンチングメタルに残った個体について殻の測定を行ったところ、親貝としての殻形の条件を満たすものは53.0%(平均殻高62.1mm、n=100)であった。

## 考 察

### 1 稚貝生産

#### (1) 親貝

令和3年度(2021年度)種苗生産で親貝として使用した令和2年度(2020年度)生産貝は、100個から殻形の条件を満たす貝を30個得ている<sup>2)</sup>。令和4年度(2022年度)種苗生産で親貝として使用した令和3年度(2021年度)生産貝の殻形の条件を満たした個体の割合は18.5%であり、合格率が低下した。殻高ごとに合格率に着目したところ、殻高が大きくなるに従い合格率が低下する傾向が認められており、令和3年度(2021年度)種苗生産親貝候補の平均殻高は52.7mmであるのに対し、令和4年度(2022年度)種苗生産親貝候補では68.7mmと大型であったことが影響したと考えられる。

#### (2) 採卵・採精から孵化

本県のカキ類種苗生産では従来、採卵時に母貝を静置し自然に流出してくる卵を使用し、孵化水温は25~26度を維持する方法が採用されてきた。また、受精卵の收容密度が高いと形態異常個体が出現することが経験的に知られており、「受精卵の收容密度は100個/mL以下」という目安があるが、安全を見越して、実際には100個/mLよりも低い收容密度で管理される場合が多かった。そこで、2回次において、收容密度55.4個/mLの低密度区と110.8個/mLの高密度区の孵化槽をそれぞれ2基ずつ設定したところ、D型幼生回収率は全ての水槽で62.5~68.9%と安定した結果が得られた。また、D型幼生回収のタイミングが受精後24時間よりも早かった高密度区の1基を除いて、正常発生個体率は92.2~94.1%であった。他の生産回次においても、受精卵の收容密度98.8、110.7個/mLでD型幼生回収率65.9、65.0%、正常発生個体率95.7%と安定した結果が得られていた。水産生物の種苗生産では、発生初期の形態異常が生産効率の低下を招くことから、様々な生物で発生メカニズムや防除対策の研究が行われており、二枚貝では切開法による採卵時に強制的に卵を振り出すことや産卵期後期の放出期の雌個体を母貝として用いること<sup>3)</sup>、孵化槽の水温<sup>4)</sup>の影響で正常発生個体率が低下することが知られている。マガキに近縁なイワガキ *Magallana nippona* の種苗生産においても、正常な卵を用いた場合のD型幼生回収時の正常発生個体率は95%前後と報告されており<sup>3)</sup>、今回の採卵からD型幼生回収までの管理は適切であったと考えられる。一方で、2回

次に受精から約 21 時間で浮遊幼生を回収した際の正常発生個体率が 87.6 %と低い結果となっていた。これは、浮遊幼生回収のタイミングが早かったために、D 型幼生への変態前の個体の割合が高くなったためと考えられる。以上のことから、水温 25~26、収容密度 100 個/mL で受精卵を管理し、受精から 24 時間経過後に D 型幼生を回収することが、効率の観点からも望ましいと考えられる。

### (3) 浮遊幼生飼育

1 回次では、バクテリアの発生により D 型幼生収容から 2 日後に廃棄となった。バクテリアの発生は飼育水槽だけでなく、換水用溜め水水槽においても確認された。原因として、使用器具や濾過海水の汚染等も疑われたが、換水用の溜め水に使用した濾過海水を滅菌ピーカーに入れ、アルミホイルで蓋をするものと蓋がないものをそれぞれ 2 個ずつ用意して飼育室に静置したところ、蓋をしなかったピーカーでのみ飼育水槽や換水用溜め水水槽と同様のバクテリアの増殖が確認された。このことから、空気中からの落下物が原因であると考えられた。また、飼育水槽に蓋を設置した場合にもバクテリアが発生したことから、簡易な蓋では落下物の侵入を完全に防ぐことができないと判断し、二枚貝棟における空調による温度管理での種苗生産を断念した。

2 回次では 500 L 水槽を用いた新規飼育方法の検討を行った。500 L 水槽で飼育していた幼生で 3~10 日齢にかけて浮遊状況が急激に悪化した。飼育水の濁りや水槽壁面の汚れ、斃死個体の蓄積による水槽底部の着色等の異常は認められなかった。また、浮遊幼生の浮遊状況の悪化が見られた時期は、D 型幼生からアンボ期幼生への変態期および *C. calcitrans* よりも大型の *C. gracilis* の給餌が始まるタイミングに該当する。原因としては、変態の失敗や遊泳能力の変化、餌料の切り替えの失敗などが考えられる。イワガキの浮遊幼生飼育においても成長にともない通気量を増やすという報告があり<sup>5)</sup>、2 回次の生産時にも通気量を増やして強く攪拌することで浮遊する幼生を再び視認できるようになったことから、通気方法や量に問題があった可能性もある。500 L 水槽での生残状況が悪化し幼生を取り上げる必要が生じたことから、ピペットによるサンプリングと回収した生残数から算出した収容密度の間にはほとんど差が見られなかった。このことからピペットでの採水により収容密度のモニタリングが可能と考えられ、3 回次では毎日サンプリングを行い、収容密度の推移を確認することとした。また、二枚貝棟において空調を使用せず、無加温で飼育したところ、加温飼育していた 500 L 水槽群と遜色ない成長速度を示したことから、6 月以降の浮遊幼生飼育では加温は必ずしも必要ではない可能性が示唆された。2 回次では浮遊幼生飼育期間中の生残率が悪く、飼育開始時の浮遊幼生収容密度や飼育方法が生産に及ぼす影響については評価することができなかった。

3 回次においても 2 回次と同様、飼育棟でのウォーターバスによる 500 L 水槽加温飼育及び二枚貝棟でのアルテミア水槽無加温飼育を行ったが、気温の上昇によりウォーターバスは加温ではなく水温上昇を抑える役割を果たしており、両飼育方法での最終的な成長状況に顕著な差異は認められなかった。また、収容密度の推移についても同様の傾向を示し、どちらの方法でも種苗生産は可能であると考えられた。しかし、マガキの着底期幼生の回収量を増やすためには回収作業を複数回に渡って行う必要があり、作業性という点ではアルテミア水槽の方がはるかに秀でていたことから、500 L 水槽についても飼育途中でアルテミア水槽での飼育に変更した。3 回次では浮遊幼生の収容密度のモニタリングを行い、飼育方法によらず飼育開始直後から密度の低下が起こり、7~10 日齢で下げ止まり、以降は安定するという傾向が認められた。このことから、マガキ種苗を安定的に大量生産するためには、D 型幼生からアンボ期幼生への変態期の減耗を抑えることが重要であり、今後の課題であると考えられた。

### (4) 採苗

採苗においては、着底期幼生の回収日ごとにカラム収容した場合と比較し、複数日分の着底期幼生をまとめて収容した場合の採苗率が生産回次によらず顕著に低かった。このことから、着底期幼生の収容は回収日ごとにカラムに収容するべきであると考えられた。また、ダウンウェリングで管理した場合より、

止水および微通気で管理した方が、採苗率が高い傾向が認められ、採苗時のカラムの管理方法については検討の余地があると考えられた。

#### (5) 中間育成

中間育成における減耗は飼育開始初期に限られていたが、これが採苗時のハンドリングの影響によるものか、ボトルシステムの構造上の問題であるかは不明である。また、3回次では中間育成中に2つのサイズ群に分離する状況が確認された。このことから、中間育成中の成長の状況に応じて、沖出しのタイミングを複数回に分ける必要が生じる場合があると考えられた。

#### 2 養殖試験

肥満度の算出については、殻の容積に基づいて算出する方法と、殻付き重量に基づいて算出する方法の2種類が広く用いられている。肥満度を容積比および重量比の2種類の方法で算出して比較したが、両者で同様の傾向を示したことから、マガキの肥満度の評価に関してはどちらの方法を用いても問題ないことが確認できた。なお、殻の付着物の影響を受けるため、付着物除去に注意が必要ではあるが、重量比による肥満度の方が測定の労力が少なく、養殖現場での利用に適していると考えられる。

現在、当センターではマガキ稚貝を一回の生産回次で大量に生産できる水準には至っておらず、複数回の生産を行う必要が生じている。そのため、生産回次による稚貝の違いが養殖時の成長に影響を及ぼすか、検討する必要があった。三角での成長の推移から、異なる生産回次の稚貝を同時期に同サイズで沖出しした場合、同様の成長パターンを示した。このことから、同時期に同サイズで沖出しする場合、生産回次による稚貝の違いが、その後の養殖に影響を及ぼす可能性は低いと考えられた。

3回次の中間育成において飼育中の貝が2つのサイズ群に分離したことから、沖出し時期を分ける必要が生じた場合に養殖生産にどのような影響が出るかを検討する必要があった。沖出し時期の違いは飼育を行う海域によって異なる結果となった。筏での垂下飼育を行った三角では、3回次11月沖出し群は10月沖出し群に対し、殻高、殻付き重量、軟体部重量の全てにおいて差を埋めることができなかった。一方で、肥満度については、10月沖出し群と11月沖出し群の間に12月以降差は認められなかった。また、三角では12月以降全ての飼育群において、殻高の成長が停滞する傾向が認められた。これらのことから、三角における筏垂下飼育では、12月以降、マガキは殻の成長ではなく軟体部の充実に多くのエネルギーを充てていたものと考えられる。しかし、干潟での垂下飼育を行った有明町では、3回次11月沖出し群は10月沖出し群に対し、殻高、殻付き重量、軟体部重量の全てにおいて成長が追いついた。また、平均肥満度についても両者の間に差は認められなかった。有明町の干潟で垂下飼育を行った群は、三角での筏での垂下飼育を行った群と比較し、殻高の成長量が大きく、肥満度が常に低いという特徴があった。これらのことから、試験海域または飼育方法あるいはその両方の影響により、12月以降、軟体部を充実させる方向に成長していた三角のマガキとは異なり、有明町では軟体部の充実ではなく、殻の成長により多くのエネルギーを充てていたものと考えられる。二枚貝の肥満度は生殖腺の成熟と密接に関連しており、マガキの産卵期は夏期であることから水温の上昇とともに生殖腺が発達することが知られている<sup>6)</sup>。有明町での結果はこのようなマガキの生理的特性ともよく一致しているが、三角町では逆の結果となった。このため、養殖の方法や海域によっては、本来は殻を成長させる時期である冬季でもあっても、軟体部を成長させ、肥満度を高めることができる可能性があるものの、沖出し時期が遅れることにより殻のサイズ差を埋めることができず、出荷可能数に影響が出る可能性が示唆された。

三角町では沖出し時点の殻の大きさにより、大群(推定平均殻高21.9~36.1 mm)と小群(推定平均殻高14.7~17.6 mm)に分けて飼育を行ったが、試験終了時にいずれの生産群、沖出し時期においても、殻の大きさに違いは認められなかった。このことから、沖出し時点でのサイズ差がその後の養殖に与える影響は小さいと考えられる。また、穴径35~40 mmのパンチングメタルで選別された大型個体を令和5年度(2023年度)種苗生産親貝候補として選抜し、平均殻高62.1 mm、殻形合格率53.0%であった。殻高が大きくなるに

つれ、殻形の合格率が低くなる傾向が認められているが、今回養殖試験で生産したマガキは令和3年度(2021年度)種苗生産親貝候補(平均殻高52.7 mm、合格率30.0%)よりも大型でありながら高い殻形合格率を示した。このことから、親貝の選抜および継代により、より殻の丸みが強いマガキの系統が作られつつあるものと推察された。

## 文 献

- 1) 木村武志、清田純平、野村昌功、中根基行：養殖生産安定化技術開発事業（マガキ養殖技術開発試験）令和2年度熊本県水産研究センター事業報告書 93～95（2022）
- 2) 清田純平、中野平二、野村昌功、荒木学、中根基行：養殖生産安定化技術開発事業（マガキ養殖技術開発試験）令和3年度（2021年度）熊本県水産研究センター事業報告書 90～92（2023）
- 3) 岡部三雄、藤原正夢、田中雅幸：イワガキ種苗生産における採卵方法の検討 京都府立海洋センター研究報告 26、30～33（2004）
- 4) 藤原正夢：トリガイ種苗生産における異常発生と奇形幼生の出現要因 水産増殖 43(4)、455～460(1995)
- 5) 藤原正夢：イワガキの種苗生産技術の開発と問題点 京都府立海洋センター研究報告 18、14～21(1995)
- 6) 小林雅人：マガキの成長過程のモデル化に向けた生理的パラメータの検討 横浜商大論集 45(2)、147～175（2012）

表1 令和3年度(2021年度)生産貝(第4世代)の測定結果

	個体数	殻高(μm)	殻長(μm)	殻幅(μm)	殻長/殻高	殻幅/殻高
母集団	764	68.7	48.1	24.7	0.71	0.36
選別集団	141	59.1	48.6	26.3	0.83	0.45

個体数以外の値は平均値

表2 種苗生産における採卵・採精から孵化についての結果概要

生産回次 (水槽)	採卵日	採卵数 (億個)	採精子数 (億個)	使用受精卵数 (万個)	収容密度 (個/mL)	D型幼生 回収数 (万個)	D型幼生 回収率 (%)	正常発生 個体率 (%)
1回次 (500L)	2022/5/24	2.0	765	4,938	98.8	3,254	65.9	ND
2回次 (200L)	2022/6/7	3.7	575	6,648	55.4、 110.8	4,362	62.5~ 68.9	87.6~ 94.1
予備 (アルテミア)				29,432	221.6、 1,250.0			
3回次 (500L)	2022/7/5	2.8	2,055	5,536	110.7	3,600	65.0	95.7

ND: No Data

表3 稚貝生産における浮遊幼生飼育結果概要

生産回次 (水槽)	飼育期間	総収容D型幼生数 (万個)	開始時収容密度 (個/mL)	着底期幼生回収数 (万個)	着底期幼生回収率 (%)
1回次 (アルテミア)	2022/5/25~5/27	241	2.1、4.1	-	-
2回次 (500L)	2022/6/8~8/1	492	1.0~4.0	2.7	0.4
予備 (アルテミア)		220	3.6、7.4		
3回次 (500L)	2022/7/6~8/13	400	4.0	3.5	0.9
(アルテミア)		240	4.0	7.5	3.1

表4 稚貝生産における採苗結果概要

	採苗期間	総収容着底期生数 (万個)	収容密度 (個/カラム)	着底稚貝回収数 (万個)	採苗率 (%)
1回次	-	-	-	-	-
2回次	2022/6/29~8/12	2.7	1,000~14,100	1.0	15.0~79.6
3回次	2022/8/1~8/26	11.0	6,000~43,000	3.6	12.6~47.5

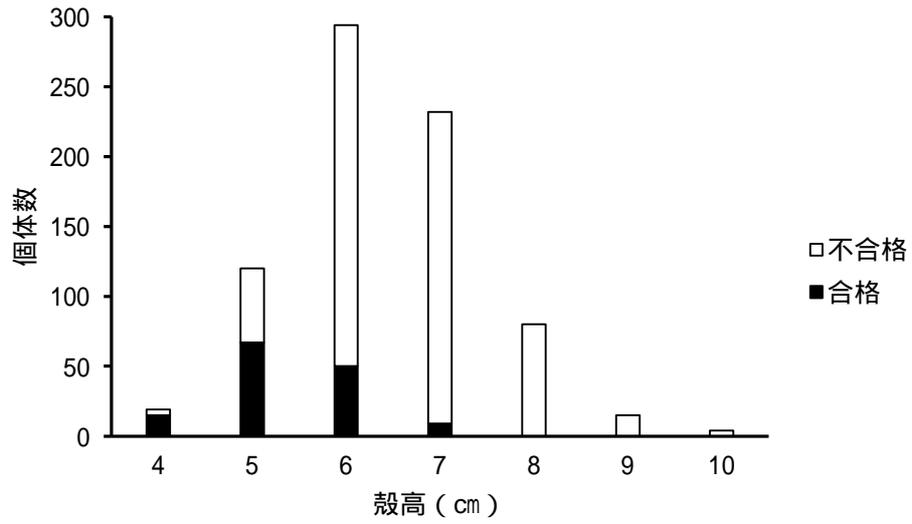


図1 令和3年度(2021年度)生産貝(第4世代)の殻高ごとの殻形合格個体および不合格個体の出現頻度



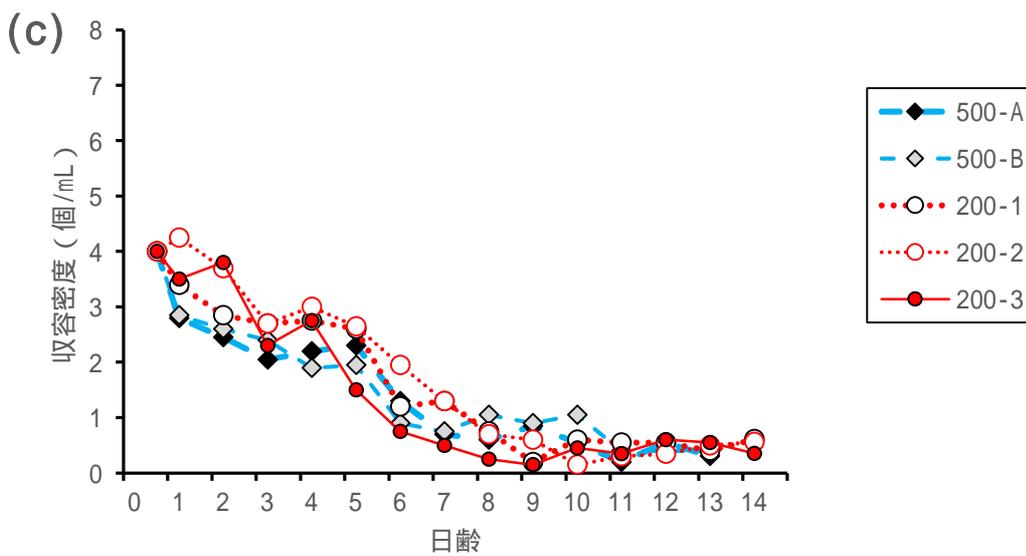
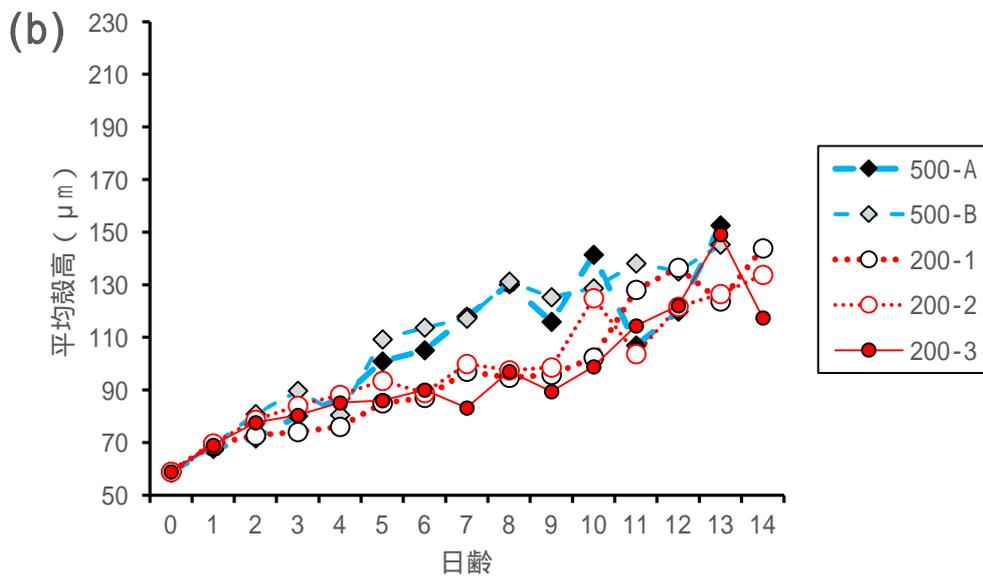
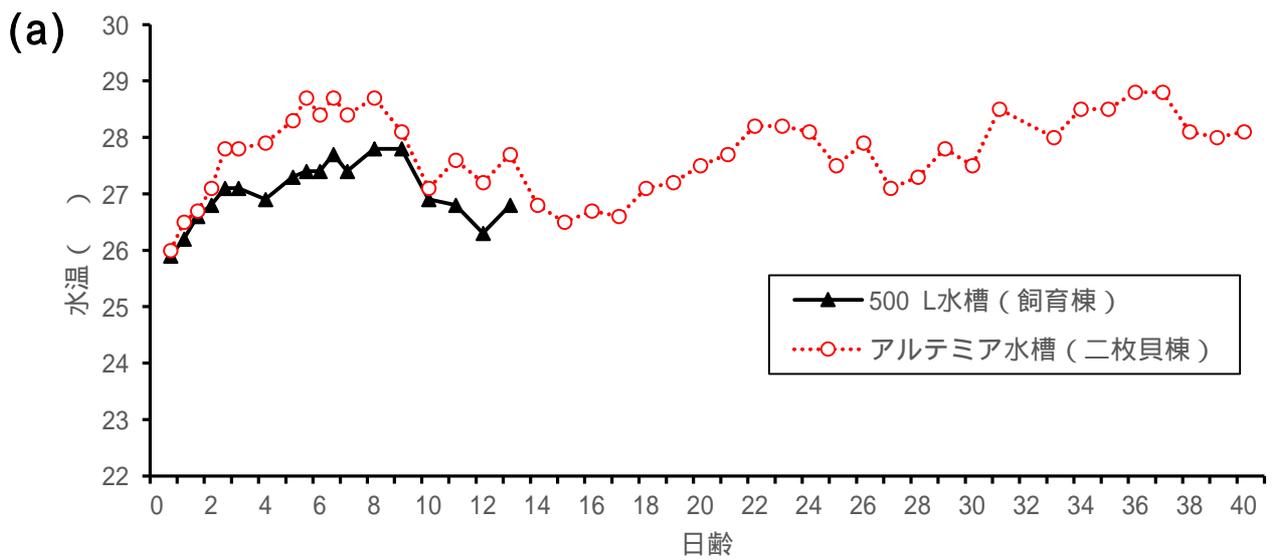


図3 3回次浮遊幼生飼育期間中の飼育水温推移(a)および水槽集約までの期間の平均殻高(b)、收容密度(c)の推移

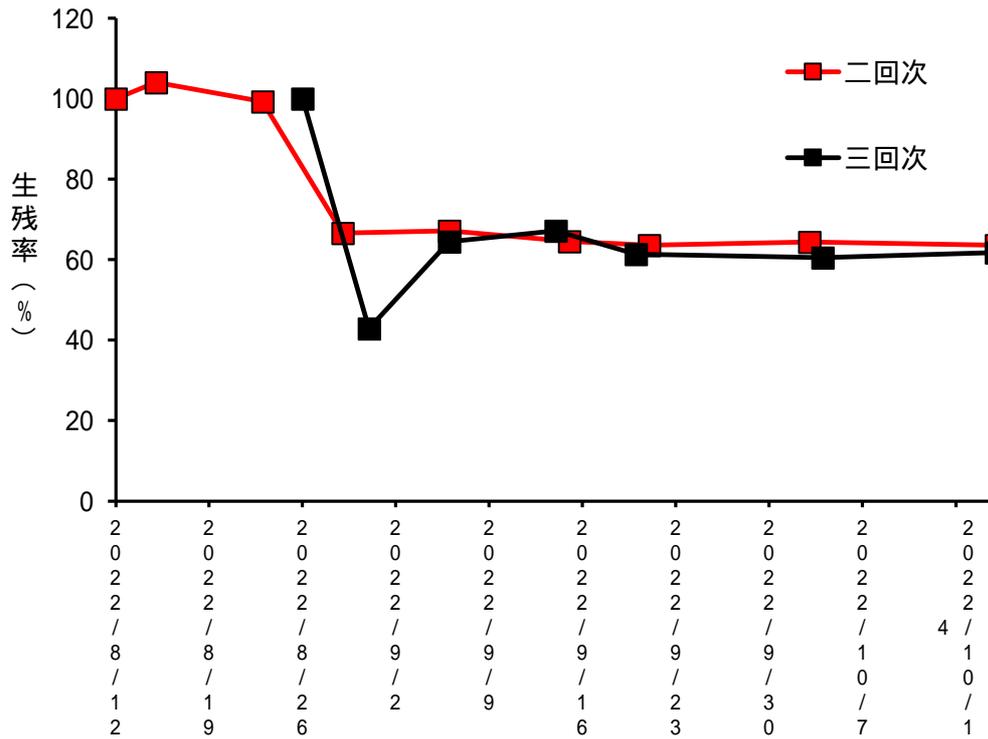


図4 中間育成期間中における稚貝の生存率推移

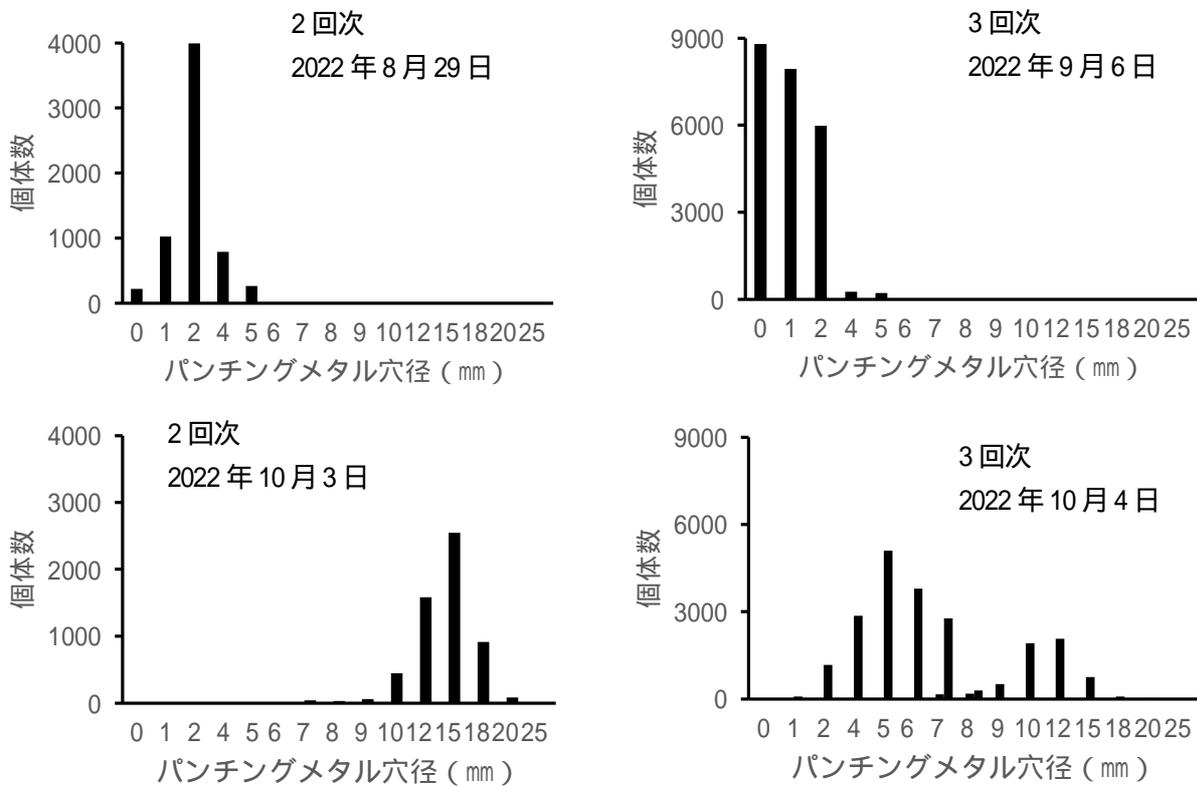


図5 中間育成期間中における稚貝のサイズ組成推移

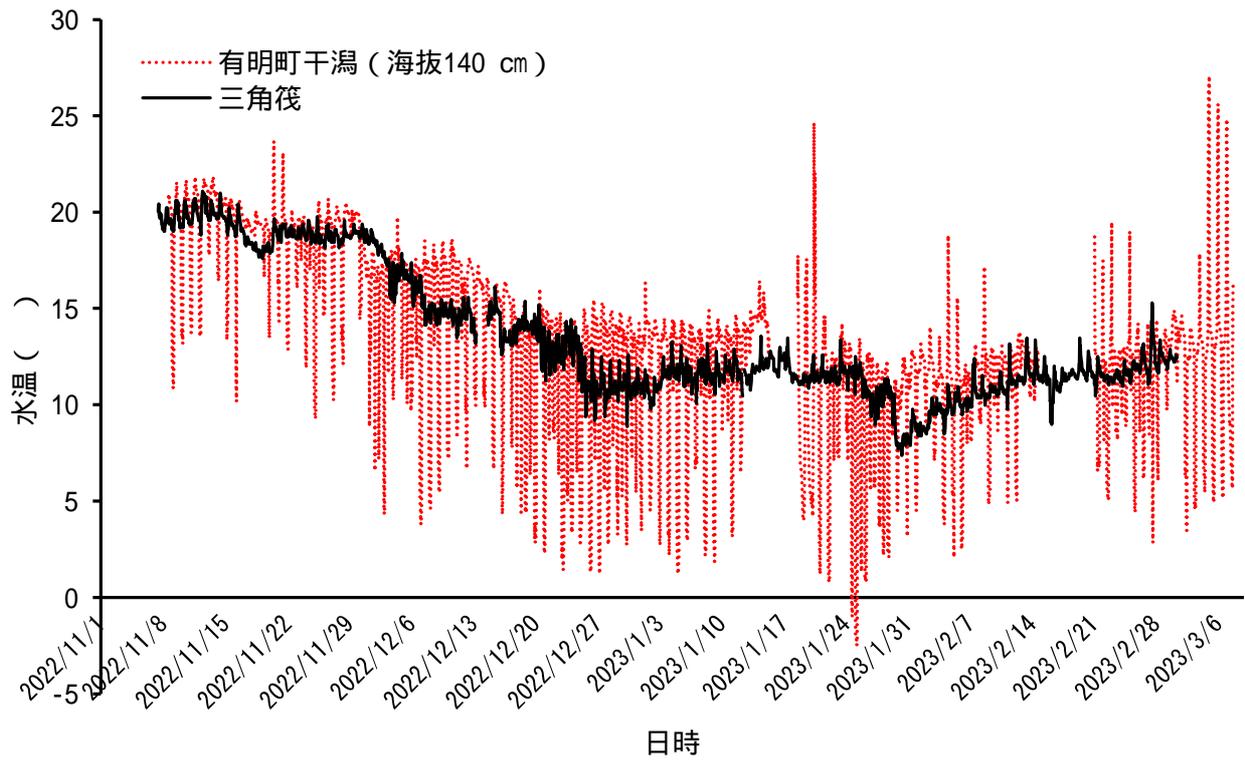


図6 養殖試験における飼育容器周辺温度の推移

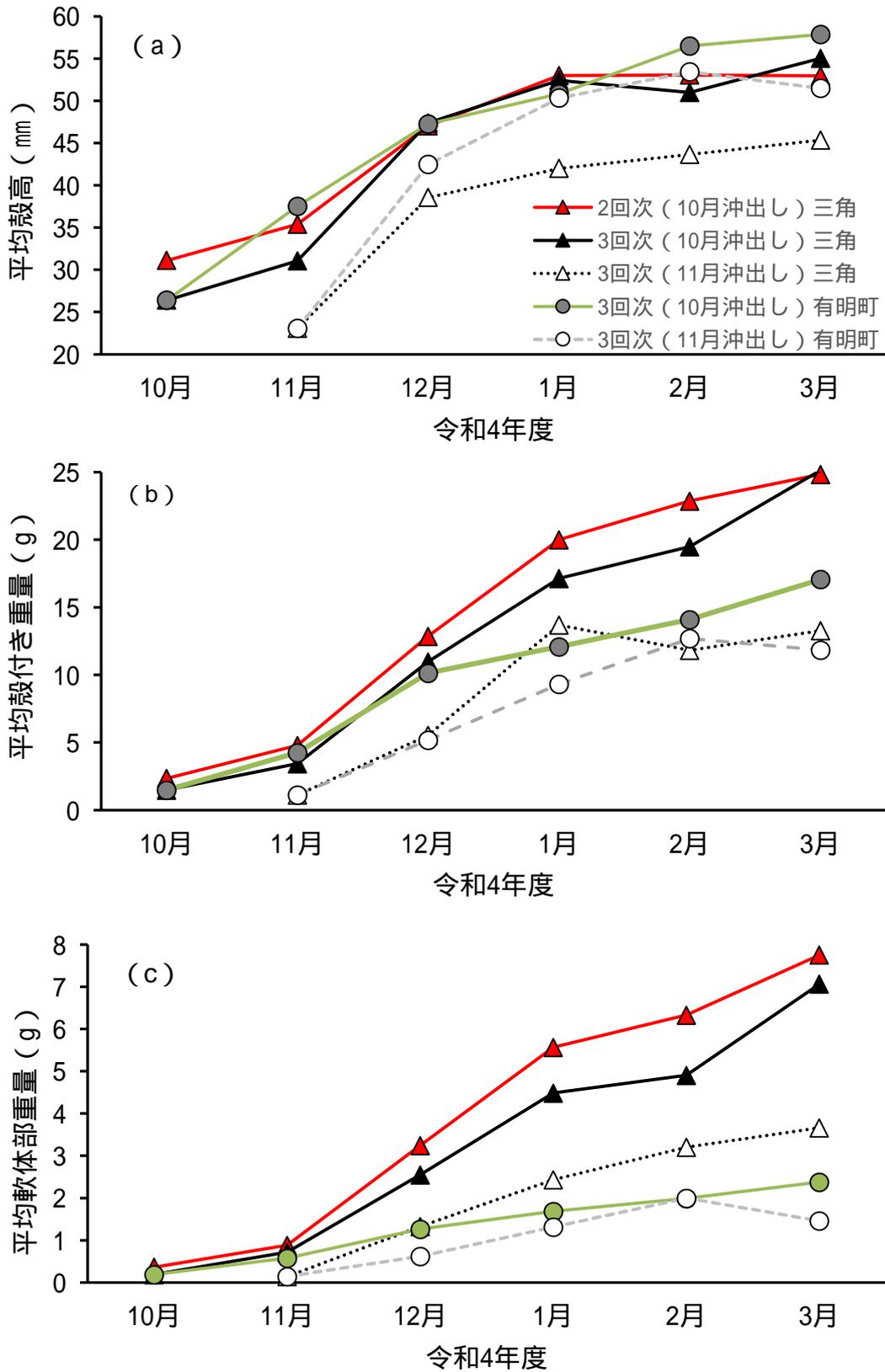


図7 養殖試験における平均殻高(a)、平均殻付き重量(b)、平均軟体部重量(c)の推移

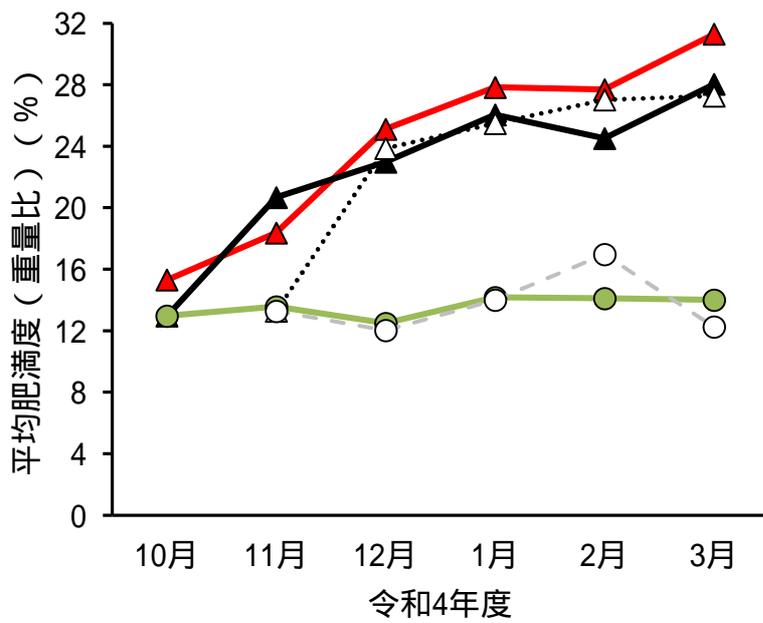
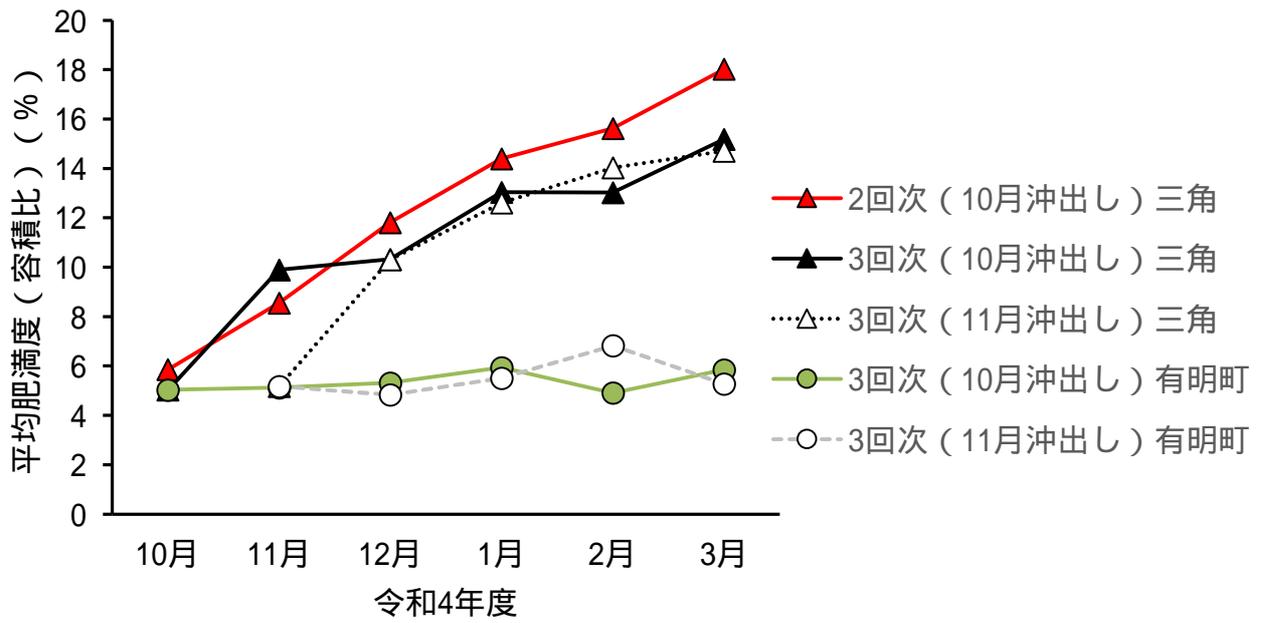


図8 養殖試験における平均肥満度の推移

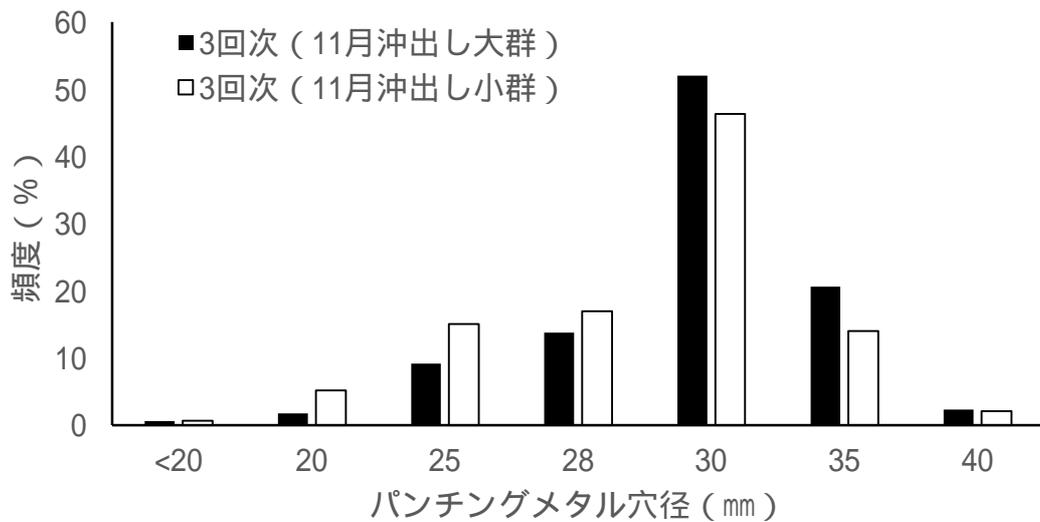
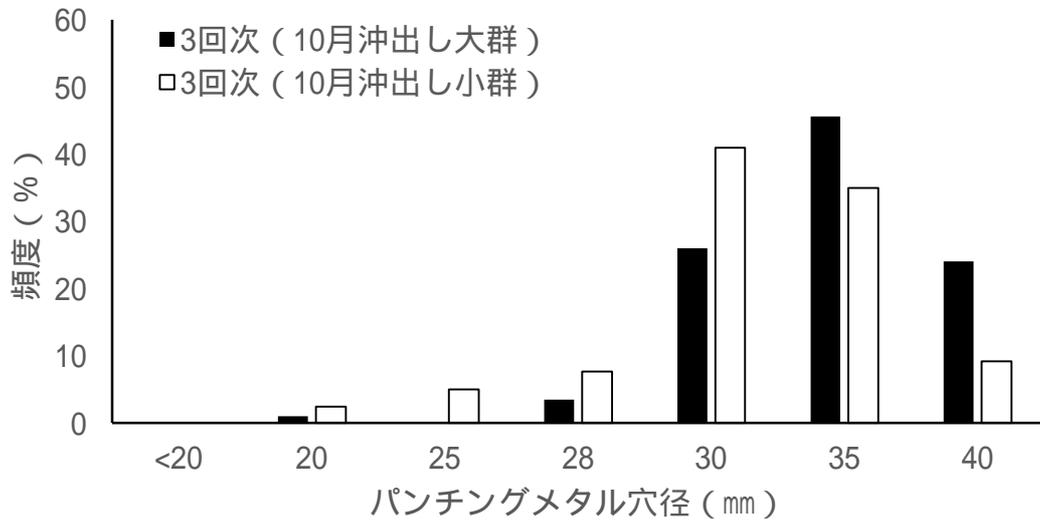
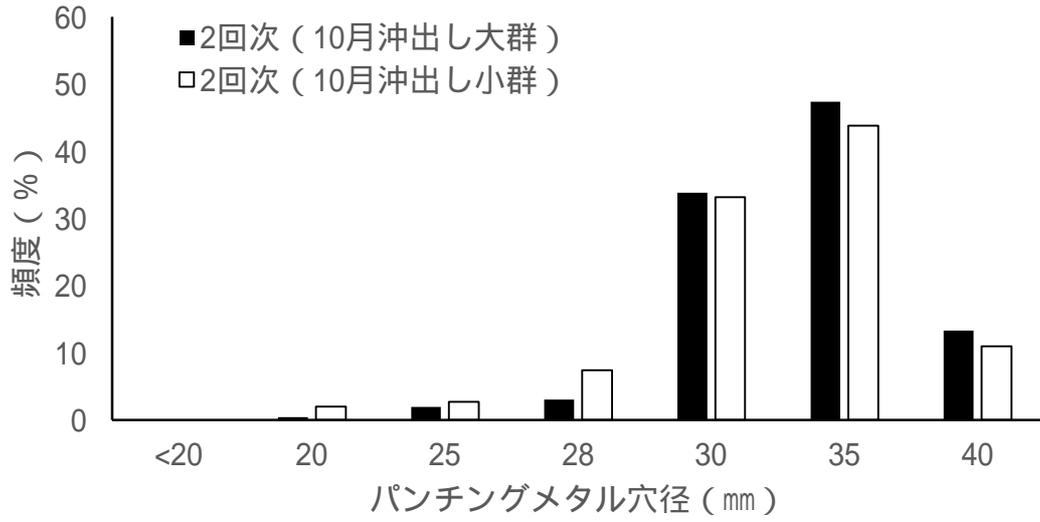


図9 三角での養殖試験終了時のサイズ組成

# ブリ人工種苗量産技術開発試験 (令和4(2022)年度~)

県単  
新規

## (ブリ完全養殖技術開発試験)

### 緒言

ブリ養殖に用いる種苗は天然に依存しており、その採捕量や種苗の健苗性は安定していない。一方、国際的にSDGsの取組みが進む中で一部の大型量販店から、天然資源に影響を与えず、履歴が明らかな完全養殖ブリの安定供給が求められており、ブリ養殖に用いる人工種苗の需要は高まっている。

そこで、ブリ完全養殖の事業化を最終目標とし、ブリ人工種苗の量産技術を開発するため、本試験を実施した。

### 方法

- 1 担当者 池崎公亮、浜田峰雄、中根基行
- 2 材料および方法
  - (1) 試験期間 令和5年(2023年)1月20日~3月1日
  - (2) 試験場所 熊本県水産研究センター飼育実験棟
  - (3) 試験方法

#### ア 受精卵の管理

国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所五島庁舎が生産した18.1万粒のブリ受精卵を用いて試験を実施した。受精卵は酸素を充填したウナギ用ビニール袋に收容し、それをさらに発泡スチロール箱に收容して輸送した。航空便および陸送の間は常温とし、令和5年(2023年)1月17日に五島庁舎から発送し、当日、当所に搬入した。

搬入した受精卵は、中央にエアストーンを設置したアルテミア培養用1kL水槽(以下「アルテミア水槽」という。)1基に收容し、20℃に調温した砂濾過海水を注水して1月19日まで管理した。

#### イ 種苗生産

受精卵收容後、1月18日から1月19日までの2日間、ふ化仔魚をアルテミア水槽で管理した後、15kL角型水槽へ收容し、表1に示す飼育条件で試験を実施した。

表1 種苗生産の飼育条件

飼育水槽	15kL角型水槽(水量16.5kL、縦5m×横3m×水深1.1m)
收容尾数	12.5万尾
飼育水	25kL水槽内で22℃に加温した砂濾過海水(かけ流し)
送気方法	角:ユニホースによる送気(4カ所) 中央:エアストーンによる送気 国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所での種苗生産を参考に設置
設定照度	水面全体が約400lux(国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所五島庁舎における設定照度を適用)

#### ウ 令和3年度(2021年度)生産群の成育状況調査

令和3年度(2021年度)の種苗生産試験で得られた人工種苗8,990尾を、令和4年(2022年)5月23日に県内の養殖業者へ配付した後、令和5年(2023年)3月31日までの間に4回、尾叉長および体重を

測定して成育状況を確認した。

## 結 果

### 1 受精卵の管理

受精卵収容数およびふ化仔魚数を表2に示す。ふ化率は89.5%であった。

表2 受精卵収容数およびふ化仔魚数

アルテミア水槽の容量	1kL×1台
受精卵収容日	令和5年(2023年)1月17日
収容受精卵数	18.1万粒
ふ化仔魚取り上げ日	令和5年(2023年)1月19日
ふ化仔魚数	16.2万尾
ふ化率	89.5%

### 2 種苗生産

収容したふ化仔魚12.5万尾の成長(平均全長の推移)を図1、41日齢時の外観を図2、3~6日齢時のワムシ摂餌率を表3に示す。

照度については、3日齢17時頃、蛍光灯直下の水面は約400luxであったが、水槽の縁で測定不可であったため、3日齢17時30分頃、水面全体が約400luxになるよう蛍光灯を増設した。

3~4日齢での摂餌率は伸びず、6日齢時点での生残率は8.8%と低かった。

41日齢時に全数を取り上げた結果、取り上げ尾数は2,752尾(生残率2.2%)、平均全長34.2mm、開鰓率70.7%であった。

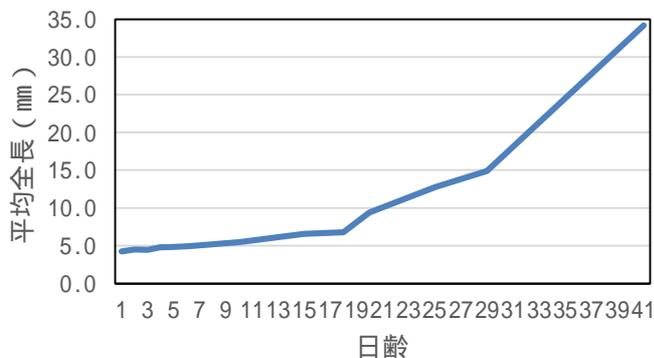


図1 平均全長の推移

表3 ワムシ摂餌率

月日	日齢	時刻	摂餌率(%)
1月22日	3	10:30	26.3
		14:30	83.3
		16:00	52.9
		18:00	85.7
1月23日	4	9:30	68.4
1月24日	5	11:30	83.3



図2 41日齢の種苗

1月25日	6	11:00	100.0
-------	---	-------	-------

### 3 令和3年度(2021年度)生産群の成育状況調査

飼育開始時(令和4年(2022年)5月23日)の平均尾叉長は15.8cm、平均体重は57.9gであったが、令和5年(2023年)3月31日には平均尾叉長47.6cm、平均体重1,899gまで成長した(図3、図4)。

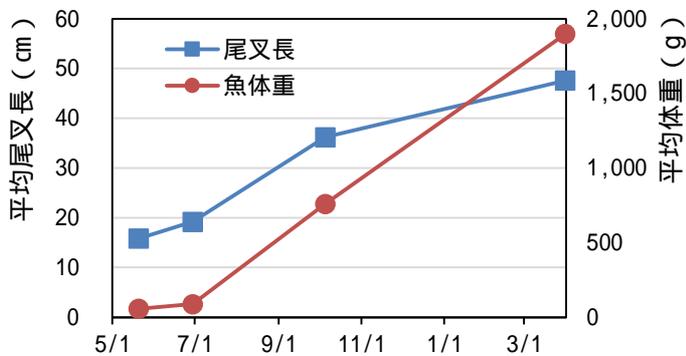


図3 令和3年度(2021年度)生産群の平均尾叉長および平均体重の推移



図4 令和5年(2023年)3月31日時点の令和3年度(2021年度)生産群

## 考 察

変形したふ化仔魚は確認されず、適切に管理できた。その結果、収容した受精卵からふ化率89.5%でふ化仔魚を得ることができた。

種苗生産については、6日齢時点での生残率が8.8%と低かった原因として、3日齢時の夕方に確認された照度不足が考えられる。ふ化仔魚がワムシを摂餌するためには十分な照度でなく、ふ化仔魚の摂餌不足が生じ、へい死が起きたものと考えられる。このことから摂餌状況改善のためには、水面全体で照度が400lux以上となるよう蛍光灯を設置することが必要と考えられた。

令和3年度(2021年度)生産群の成育状況調査では、順調に成長していることを確認できた。令和4年度(2022年度)に生産した種苗の健苗性については、県内の養殖業者へ配付した後も成長や生残率を継続調査して確認する予定であり、同生産群の出荷が見込まれる令和5年(2023年)12月まで継続調査する予定である。

# ブリ人工種苗量産技術開発試験 ( 令和4(2022)年度~ ) 新規

## ( 水温上昇の影響確認試験 )

### 緒 言

ブリ人工種苗生産の適水温は22 とされているが、ブリ人工種苗生産の上限水温に関する報告はなく、成長段階ごとの飼育可能な上限水温に関する知見はない。

そこで、成長段階ごとに飼育水の冷却を段階的に停止することにより、水温上昇が生残率や成長に与える影響を明らかにするため、本試験を実施した。

### 方 法

- 1 担当者 池崎公亮、浜田峰雄、中根基行
- 2 材料および方法
  - (1) 試験期間 令和4年(2022年)8月7日~9月26日
  - (2) 試験場所 熊本県水産研究センター飼育実験棟
  - (3) 試験方法

#### ア 受精卵の管理

国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所五島庁舎が生産したブリ受精卵を用いて試験を実施した。受精卵は酸素を充填したウナギ用ビニール袋に收容し、それをさらに発泡スチロール箱に收容して輸送した。航空便および陸送の間は常温とし、令和4年(2022年)8月4日に五島庁舎から発送し、当日、当所に搬入した。

搬入したブリ受精卵は、中央にエアストーンを設置したアルテミア培養用200L水槽(以下「アルテミア水槽」という。)1基に收容し、20 に調温した砂濾過海水を注水して8月7日まで管理した。

#### イ 種苗生産

受精卵收容後、8月6日から2日間、ふ化仔魚をアルテミア水槽で管理した後、ふ化仔魚を3つの試験区に分けて試験を実施した(表1)。

表1 種苗生産の飼育条件

飼育水槽	1kL アルテミアふ化水槽×3台		
飼育水温	ふ化時 20	試験区1 (対照区)	44日齢まで22 46日齢(アルテミア給餌開始22日後)から自然水温へ切替
		試験区2	29日齢まで22 30日齢(アルテミア給餌開始6日後)から自然水温へ切替
	ふ化後 22	試験区3	23日齢まで22 24日齢(アルテミア給餌開始時)から自然水温へ切替
飼育水	25kL水槽内で22 に冷却した砂濾過海水(かけ流し)		
設定照度	照明直下の水面で約2,000lux(平成28(2016)~令和3(2021)年度に熊本県水産研究センターで実施したクロマグロ養殖振興技術開発事業での設定照度を準用)		

### 結 果

- 1 受精卵の管理

受精卵収容数及びふ化仔魚数の結果を表2に示す。ふ化率は80.4%であった。

表2 収容した受精卵と取り上げたふ化仔魚数

アルテミア水槽の容量	200L×1台
受精卵収容日	令和4年(2022年)8月4日
収容受精卵数	5.6万粒
ふ化仔魚取り上げ日	令和4年(2022年)8月7日
ふ化仔魚数	4.5万尾
ふ化率	80.4%

## 2 種苗生産

アルテミア培養用1kL水槽3基に、ふ化仔魚を約1万尾ずつ収容した。

ワムシの培養不調により種苗生産初期にへい死があったため、試験開始時(23日齢時)の供試尾数は、試験区1で280尾、試験区2で300尾、試験区3で66尾とした。

仔魚の平均全長推移を図1に、水温の推移を図2に、種苗生産終了時(51日齢時)の生残率および平均全長を表3に示す。

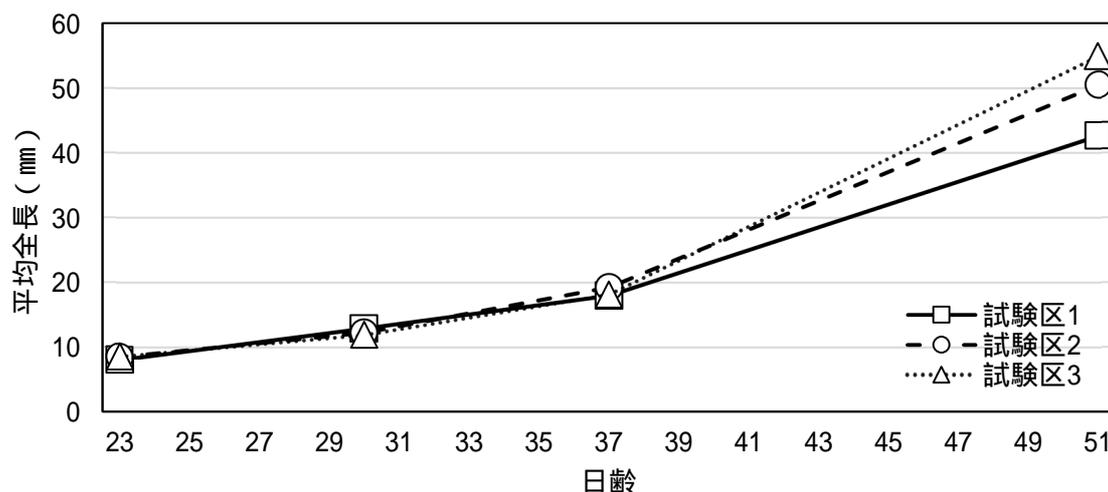


図1 仔魚の平均全長推移

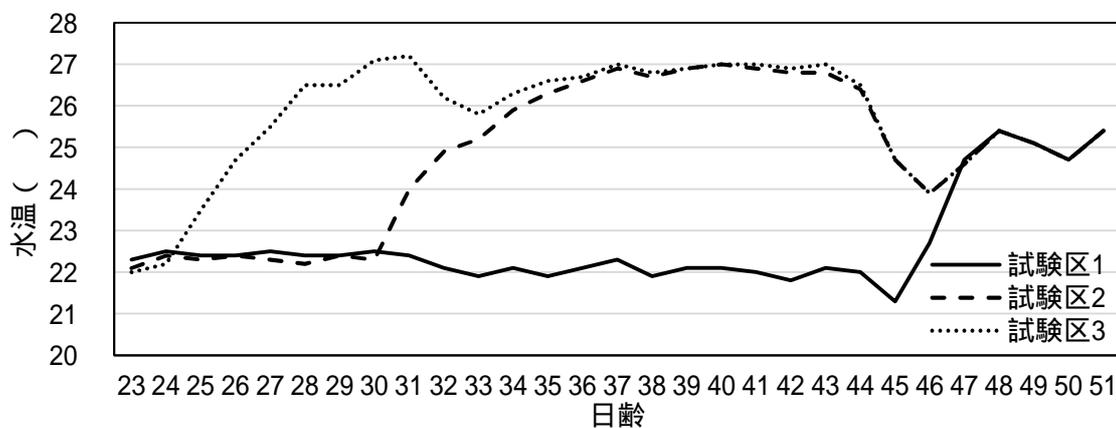


図2 水温の推移

表3 種苗生産終了時の生残率および平均全長

	試験区 1 (対照区)	試験区 2	試験区 3
生残率	28%	15%	44%
平均全長	42.7 mm ( n=78 )	50.5 mm ( n=45 )	54.9 mm ( n=29 )

## 考 察

受精卵の管理については、収容した受精卵からふ化率 80.4% でふ化仔魚を得ることができたことから、適切に管理ができたと考える。

種苗生産については、種苗生産終了時の生残率が最も高かった試験区は、最も早い時期に自然水温へと切り替えた試験区 3 であったことから、アルテミア給餌開始時に水温 22 から自然水温へ切り替えても、種苗の生残に悪影響を及ぼさない可能性が示唆された。また、平均全長も、試験区 3 が最も大きかった。

来年度も供給尾数が多い状態で同様の試験を実施し、水温上昇が生残率や成長に与える影響を検討する。

# クマモト・オイスター安定生産技術開発試験 ( 令和4(2022)年度~ )

( 親貝養成技術開発 )

県 単  
新規

## 緒 言

クマモト・オイスター(標準和名:シカメガキ)の親貝養成技術を開発するとともに、開発して養成した親貝を種苗生産用親貝として公益財団法人くまもと里海づくり協会(以下「協会」という。)へ提供するため、本試験を実施した。

## 方 法

- 1 担当者 清田純平、中野平二、浜田峰雄、荒木学、野口朱美、中根基行
- 2 材料および方法

### (1) 供試貝

養殖方法と成長状態が異なる貝を供試貝とした(表1、図1)。

表1 供試貝の概要

生産群	生産履歴(年齢)	個数	養殖方法	成長状態
A群	令和2年産貝 (2年貝)	300	海面筏垂下養殖	成長は確認されず
B群	令和2年産貝 (2年貝)	300	干潟養殖	殻の縁辺に 成長が確認される

個数:水槽に収容したクマモト・オイスターの個数を記載



図1 各群の供試貝画像

### (2) 養成方法

#### ア 試験期間

令和4年(2022年)1月24日~4月7日

#### イ 試験場所

熊本県水産研究センター 二枚貝飼育実験棟

#### ウ 使用水槽

A群およびB群をそれぞれFRP製200L水槽1基に収容した(図2)。

#### エ 水温

試験開始日から14日間で25℃まで昇温させ、その後60日間25℃で飼育した。

オ 換水

平日は毎日、水温を 25 に調温した水槽へ供試貝を移した。

カ 給餌

キートセロス グラシリス (*Chaetoceros gracilis*) を定量ポンプを用いて約 5 億 cells/個体/日で給餌した。

キ 測定項目

(ア) 水温、給餌量、残餌濃度、死貝数を毎日測定した。

(イ) 軟体部重量、雌雄判別を 14 日に 1 回測定した。

ク 卵質評価

(ア) 試験最終日に各群 1 個体から得られる卵および精子量を測定した。

(イ) 各群の卵を媒精させ、D 型幼生への変態率を調査した。



図2 飼育水槽

結果

1 水温

飼育開始時は両群とも 13.2 であり、1 日に平均 0.9 昇温させ、15 日目に 25 台とした。15 日目から 75 日目まではおおむね 25 台で推移した。

2 給餌量

両群とも飼育期間を通して 4.1~5.5 億 cells/個体/日であった。

3 残餌密度

換水を行う直前の飼育水中における餌料珪藻密度の推移を図 3 に示す。

飼育期間中の平均珪藻密度は、A 群が 18,868 cell/ml、B 群が 6,970 cell/ml であったことから、A 群より B 群の活性が高く、活発に摂餌したと推測された。

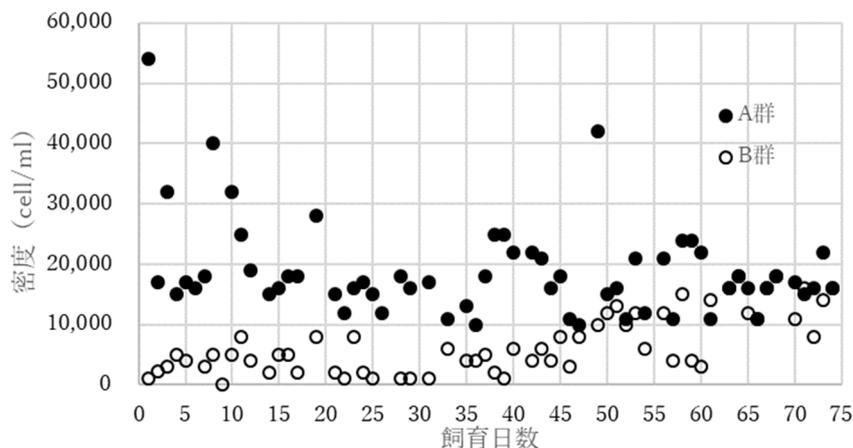


図3 換水を行う直前の飼育水中における餌料珪藻密度の推移

#### 4 生残数

飼育期間中における生残数の推移を図4に示す。

A群、B群ともに300個体で飼育を開始した。A群では、7日目からへい死個体が確認されるようになり、75日目の生残数は158個体で、生残率は52.7%であった。B群は、40日目からへい死個体が確認されるようになり、74日目の生残数は259個体で、生残率は86.3%であった。

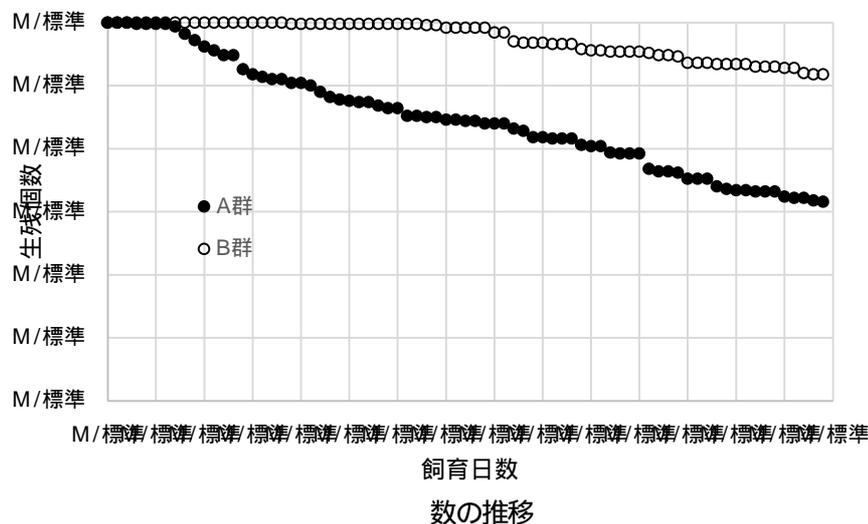


図4 飼育期間中における生残数の推移

#### 5 卵質評価

表2に卵質評価結果を示す。

以下の結果から、B群に比べてA群の性成熟が進んでいると推測された。

- (1) 親貝1個体あたりの平均卵数は、A群が116.6万粒、B群が97.9万粒であった。  
親貝1個体あたりの平均精子数は、A群が130億個、B群が43億個であった。
- (2) 受精して24時間後のD型幼生変態率は、A群が56.2%、B群が44.2%であった。

表2 卵質評価結果

	親貝1個体あたりの平均卵数 (n=5)	親貝1個体あたりの平均精子数 (n=2)	D型幼生変態率 (%)
A群	116.6万	130億	56.2
B群	97.9万	43億	44.2

#### 考 察

A群よりB群の生残率が高かったものの、B群はA群に比べて性成熟が進んでおらず、より長い期間の加温が必要である可能性が示唆された。

次年度は、今年度と同様の方法で親貝を飼育し、自然放卵が確認されるまで加温飼育することで生残率が向上するか確認する。

# クマモト・オイスター安定生産技術開発試験 (令和4(2022)年度~) (優良系統作出)

県 単  
新規

## 緒言

令和3年度に実施した試験結果から、クマモト・オイスター(標準和名:シカメガキ)の親貝の殻色が次世代の殻色に影響を及ぼす可能性があることが明らかとなった。<sup>1)</sup>

本試験では、親貝の殻色が次世代の殻色以外に及ぼす影響を明らかにするため、令和3年度に生産した稚貝を海面筏にて飼育し、成長、重量および生残率を調査した。

## 方法

1 担当者 清田純平、中野平二、荒木学、野口朱美、中根基行

2 方法

(1) 親貝選抜

親貝には、令和2年度(2020年度)に一般社団法人くまもと里海づくり協会で生産された天然貝からのF2貝を使用した。なお、親貝は、親貝候補をデジタルカメラで撮影した後、その画像を画像解析ソフト(Wayne Rasband社:ImageJ)により256段階(輝度値0が黒、輝度値255が白)の輝度値に分解して輝度値ヒストグラムを作成し、そのピーク値により黒色貝と白色貝に判別して選抜した。<sup>2)</sup>

(2) 稚貝生産

選抜した親貝を用いて、試験区(黒色の雌×黒色の雄)、試験区(白色の雌×黒色の雄)、試験区(白色の雌×白色の雄)の3試験区を設定し、各試験区で交配させて稚貝生産を実施した。なお、稚貝は平均殻高20mmになる144日齢まで陸上で粗放的に培養した雑多珪藻を給餌し、自然水温海水のかけ流しで飼育した。

(3) 海面飼育

平均殻高20mm以上に成長した稚貝を直径45cmの丸籠に100個/籠の密度で収容し、海面筏に垂下して飼育した。海面飼育開始時(144日齢)、出荷サイズ到達時(263日齢)、夏季の高水温飼育終了時(550日齢)に殻高、殻長、殻幅、重量を測定するとともに、海面飼育開始時からの生残率を調査した。

## 結果および考察

1 親貝選抜

輝度値ヒストグラムのピーク値が40以下の個体を黒色貝、100以上の個体を白色貝、41から99までの個体を中間色貝とし、母集団から黒色貝および白色貝を各20個体用意した。さらに、これらのうち成熟した個体を選抜した結果、黒色貝は雄2個体および雌10個体、白色貝は雄3個体および雌10個体が得られた(表1、図1)。

表1 使用した親貝

	平均殻高 (mm)	平均殻長 (mm)	平均殻幅 (mm)	平均重量 (g)	輝度値ヒストグラム ピーク値
黒色貝	46.4	35.3	18.0	15.5	4~15
白色貝	49.5	37.3	20.2	20.4	106~162



図1 殻色で選抜した親貝候補

## 2 稚貝生産

上記1で得られた親貝からそれぞれ採卵または採精し、各試験区とも卵100万個、精子1億の比率で媒精して稚貝生産を行った。生産した稚貝は144日齢まで陸上飼育し、その後は海面飼育に移した。

陸上飼育終了時における各試験区の平均殻高および生残個数は、試験区 が24.7mmおよび1,750個、試験区 が25.3mmおよび4,200個、試験区 が24.3mmおよび3,100個であった。

## 3 海面飼育

263日齢および550日齢における各試験区の測定結果を表3に示す。

263日齢では、各試験区の平均殻高は44.2~46.1mm、平均殻長は32.7~34.1mm、平均殻幅は13.0~13.9mm、平均重量は9.6~10.5g、生残率は87.5~91.2%であった。

550日齢では、各試験区の平均殻高は57.9~59.1mm、平均殻長は46.5~47.1mm、平均殻幅は22.1~22.4mm、平均重量は31.5~33.1g、生残率は51.4~53.4%であった。

以上の結果について、各日齢における殻の大きさおよび重量を分散分析した結果、有意な差はみられなかった( $p > 0.1$ )。また、各日齢における生残率をカイ二乗検定した結果でも、有意な差はみられなかった( $p > 0.1$ )。これらのことから、親貝の殻色は次世代の海面飼育時における成長の速さおよび生残率に影響を及ぼさないことが示唆された。

表3 各試験区の殻の大きさ(殻高、殻長、殻幅)重量および生残率の測定結果(n=100)

試験区	親貝の殻色		263日齢					550日齢				
			平均殻高	平均殻長	平均殻幅	平均重量	生残率	平均殻高	平均殻長	平均殻幅	平均重量	生残率
	雌	雄	(mm)	(mm)	(mm)	(g)	(%)	(mm)	(mm)	(mm)	(g)	(%)
	黒	黒	45.6	32.7	13.0	9.6	88.4	59.1	46.5	22.1	32.4	52.4
	白	黒	46.1	32.9	13.5	10.0	87.5	58.4	47.1	22.4	33.1	51.4
	白	白	44.2	34.1	13.9	10.5	91.2	57.9	46.7	22.4	31.5	53.4

## 文 献

- 1) クマモト・オイスター安定生産技術開発試験 (優良系統作出) 熊本県水産研究センター令和2年度事業報告書、95-96
- 2) 柘植朝太郎ほか: デジタルカメラと画像解析を用いた生ノリの簡便な色調評価法の開発、水産海洋研究、77(4)、274-281、2013

# くまもと・オイスター安定生産技術開発試験 (平成23(2011)年度~) 単 続

(養殖技術開発：むき身増重手法の検討)

## 緒言

本県におけるくまもと・オイスターの産業化への取組みは、平成17年(2005年)から開始された。

令和元年(2019年)には百万個規模での種苗生産が可能になったが、養殖現場では6月以降の高水温期に大量死が発生し、2年貝の出荷は平成30年(2018年)まで1千個程度に留まっていた。この大量死対策として、永田<sup>1)</sup>の報告に基づき、令和元年(2019年)からくまもと・オイスターを一定水温の淡水に漬けこむ処理(以下「温湯処理」という。)を行うことで、生残率および成長が無処理区に比べて高くなる結果が得られている。

今後は事業規模でのくまもと・オイスター養殖に備え、計画的に出荷できるよう、むき身を商品サイズまで増重させる必要があることから、一部のくまもと・オイスター生産者が出荷前に実施していた方法(干出によるむき身重量増重法)の効果を明らかにするため、本試験を実施した。

## 方法

1 担当者 中野平二、清田純平、浜田峰雄、荒木学、中根基行

2 材料および方法

(1) 試験期間

令和5年(2023年)1月4日~3月2日

(2) 試験区の設定

試験区は干出回数1~4回の4区および対照区(無干出)を設定した。

(3) 試験場所および飼育方法

試験区と対照区の供試貝をそれぞれ収容した直径45cmの丸カゴを、水産研究センター棧橋直下の水深1mに垂下して飼育した。

(4) 供試貝および供試貝数

令和3年(2021年)に生産され、天草市で飼育後、水産研究センターで2年継続飼育した貝を、各試験区70個供試した。

(5) 干出処理実施方法

10日ごとに6時間干出した。降雨時には干出しなかった。

(6) 測定項目および測定間隔

試験開始時および試験終了時(最後の温湯処理が終わって15日および30日後の2回)に各区8個をサンプリングし、むき身重量、殻付き重量、殻高、殻長、殻幅を測定して対照区と比較した。また、むき身重量とむき身重量比(むき身重量×100÷殻付き重量)は、対照区と比較し、それぞれの有意差をt検定で検定した。

飼育環境項目としては、水産研究センター棧橋表層の水温をYSI製EC300Aで、クロロフィル量をターナーデザイン製アクアフルオで、土日と荒天時を除き、それぞれ毎日測定した。

## 結果

### 1 試験期間中の水温およびクロロフィル量

試験期間中の水温およびクロロフィル量の推移を図1に示す。水温は10.7~14.0の間で、クロロフィル量は26.2~46.5 µg/Lの間で推移した。

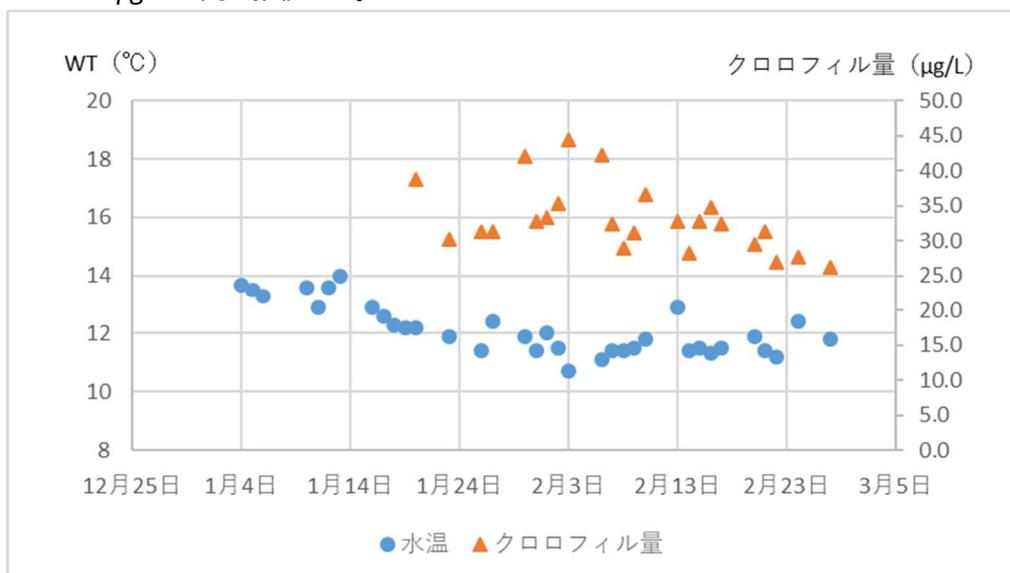


図1 試験期間中の水温とクロロフィル量

### 2 対照区と比較した試験区別のむき身重量変化

#### (1) 成長

表1に各試験区の干出処理15日後と30日後における対照区と比較した平均殻高と平均重量を示す。

干出1回区は対照区と比べ、15日後では平均殻高、平均重量とも大きく、30日後では平均重量が大きかった。

干出2回区は対照区と比べ、15日後では平均殻高、平均重量とも大きく、30日後では平均殻高、平均重量とも小さかった。

干出3回区は対照区と比べ、15日後では平均殻高、平均重量とも大きく、30日後も平均殻高、平均重量が大きかった。

干出4回区は対照区と比べ、15日後では平均殻高、平均重量とも大きく、30日後も平均殻高、平均重量が大きかった。

# ブリ親魚養成・採卵技術開発試験（<sup>県 単</sup>令和4（2022）年度～<sub>新規</sub>）

## 緒 言

現在、ブリ養殖に用いられる種苗は天然種苗に依存しているが、その採捕量は安定せず、ブリ養殖の不安定要因となっている。このような中、国が「みどりの食糧システム戦略」で、2050年までに「人工種苗比率100%」という目標を設定したことから、ブリ養殖における人工種苗の需要や必要性が高まっている。

一方、ブリ人工種苗を生産するうえで必要な受精卵は、他機関から安定的に入手できる目処がなく、自県でブリ親魚養成技術および採卵技術を確立しなければ、自県用の受精卵は安定的に確保できない。

そこで、県内ブリ養殖業者へ安定的に人工種苗を供給する体制づくりのため、ブリ親魚養成技術および採卵技術の確立に取り組む。

## 方 法

1 担当者 東海林明、浜田峰雄、中根基行

2 材料および方法

(1) 供試魚

ア 100kL 水槽に収容した群

(ア) 令和2年(2020年)1月に国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所 五島庁舎で採卵された受精卵を用いて生産された2歳のブリを、令和4年(2022年)11月1日に雌2尾および雄4尾の計6尾(平均魚体重5.3kg)購入して収容した。

(イ) 天然種苗を用いて生産された3歳のブリを、令和4年(2022年)11月18日に県内養殖業者から雌10尾および雄10尾の計20尾(平均魚体重8.8kg)購入して収容した。

イ 30kL 水槽に収容した群

令和2年(2020年)1月に国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所 五島庁舎で採卵された受精卵を用いて生産された2歳のブリを、令和4年(2022年)11月1日に雌4尾および雄5尾の計9尾(平均魚体重5.1kg)購入して収容した。

(2) 催熟

ア 加温飼育

100kL 水槽に収容した群は12月2日から、30kL 水槽に収容した群は2月1日から、水温を18.5 に維持することで成熟を促した。

イ 長日処理

100kL 水槽に収容した群は12月12日から、30kL 水槽に収容した群は1月26日から、長日処理(電球6:30~20:30、投光器6:45~20:15)を開始した。

ウ ホルモン注射

30kL 水槽に収容した群は4月5日にHCG(ヒト絨毛性性腺刺激ホルモン)を注射し、成熟を同調させた。

(3) 採卵

30kL 水槽に収容した群は、HCGを注射した4月5日の2日後、4月7日に採卵した。

## 結 果

1 水槽の交換

100kL 水槽に収容した群に白点病が発生したため、1月23日に生残していた25尾のうち活力が残ってい

る 15 尾を同日に 30kL 水槽へ避難させ、残り 10 尾を解剖して成熟度を調査した。

また、30kL 水槽に収容した群の 30kL 水槽は、加温能力に支障があったため、収容した群を 1 月 26 日に 25kL 水槽へ移管した後、催熟を開始した。

## 2 疾病の発生

100kL 水槽に収容した群に白点病が発生したため、1 月 23 日に活力の残っている 15 尾を 30kL 水槽へ避難させたが、その後も疾病による斃死が止まらなかったため、3 月 7 日に生残していた全数（8 尾）を解剖して成熟度を調査し、当該群の試験を終了した。

## 3 換水率

試験期間中における 100kL 水槽（1 月 23 日（催熟日数は 42 日目）以降は 30kL 水槽）の換水率を図 1 に、30kL 水槽（1 月 26 日（催熟日数は 35 日目）以降は 25kL 水槽）の換水率を図 2 に示す。

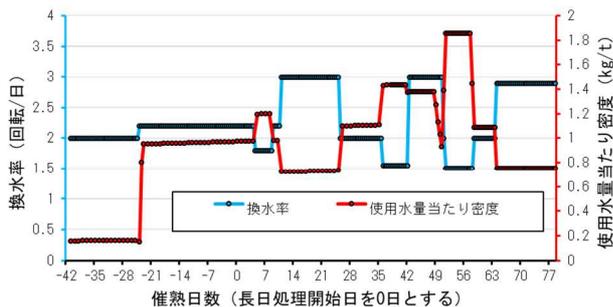


図 1 100kL 水槽（催熟日数 42 日以降は 30kL 水槽）の換水率

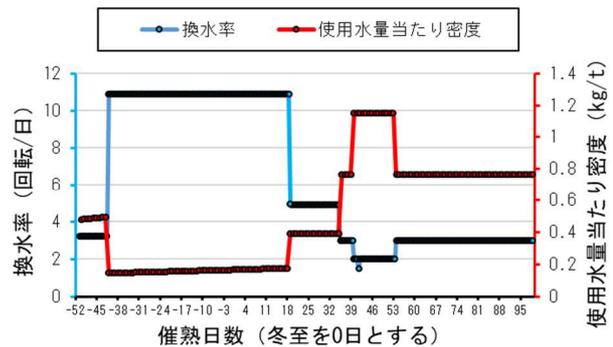


図 2 30kL 水槽（催熟日数 35 日以降は 25kL 水槽）の換水率

## 4 給餌率

試験期間中における 100kL 水槽（1 月 23 日（催熟日数は 42 日目）以降は 30kL 水槽）の 1 日あたり給餌率を図 3 に、30kL 水槽（1 月 26 日（催熟日数は 35 日目）以降は 25kL 水槽）の 1 日あたり給餌率を図 4 に示す。

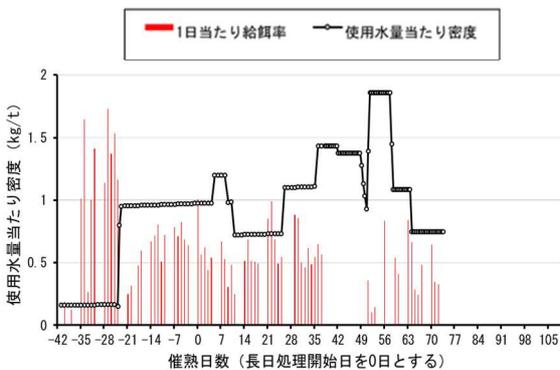


図 3 100kL 水槽（催熟日数 42 日以降は 30kL 水槽）の給餌率

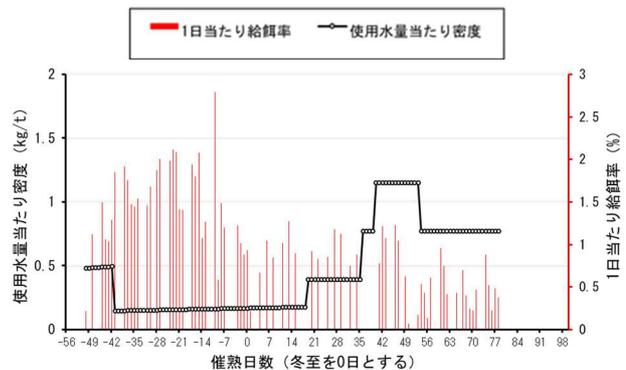


図 4 30kL 水槽（催熟日数 35 日以降は 25kL 水槽）の給餌率

## 5 採卵

30kL 水槽（1 月 26 日（催熟日数は 35 日目）以降は 25kL 水槽）に収容した群に対し、4 月 5 日に HCG を注射した後、2 日後の 4 月 7 日に採卵を試みたが、卵および精子を得ることはできなかった。なお、採卵を試みたプリを開腹し、卵または精子の成熟度を確認したところ、未成熟な状態であった（図 5）。



図 5 卵の成熟状態

## 考 察

### 1 疾病対策の必要性

上記結果の2に記したとおり、100kL水槽に収容した群は白点病の発生により試験系が崩壊した。今後、同様の事態に陥らないためには、白点病等の疾病を防除するための方策を導入する必要がある。

### 2 換水率に代わる指標

従来、魚体サイズと尾数から計算した換水率に基づいて飼育管理を行ってきたが、図1および図2に示した使用水量あたり密度に基づいて飼育管理を行う方が水質等を適切に管理できたことから、換水率より使用水量あたり密度の方が指標として適していると推定された。

### 3 給餌頻度低減の可能性

図3および図4に示したとおり、試験期間中の1日あたり給餌率はばらついたものの、使用水量あたり密度には大きく影響しなかったことから毎日給餌は必須ではないと判断された。このことから、給餌頻度を毎日から2~3日に1回の給餌に低減することで、飼育管理における作業環境を改善できることが示唆された。

### 4 採卵できなかった原因

上記結果の5に記したとおり、30kL水槽（1月26日（催熟日数は35日目）以降は25kL水槽）に収容した群は未成熟であったため、採卵できなかった。加温飼育および長日処理、さらにはホルモン注射まで行ったにもかかわらず、成熟しなかった原因としては、25kL水槽内の照度が高く、収容したブリが強いストレスに晒されていた可能性がある。30kL水槽間で移送した際は、移送後も摂餌していたが、30kL水槽から25kL水槽に移送した際は摂餌が止まるとともに、体色の白化が確認された。30kL水槽は水槽を設置している飼育実験棟の北側に設置されているが、25kL水槽は飼育実験棟の南側に設置されており、照度が高い（2月1日12:05の水槽内照度は613.5ルクス、100W白熱電球の直下60cmはほぼ500ルクス）。また、25kL水槽の内側が白っぽい色で明るく見えたことも、収容したブリのストレスにつながった可能性がある。

今後の対策としては、飼育実験棟の北側に設置された100kLまたは30kL水槽を使用することや、水槽内側の色を暗色に変更することが考えられる。

# 「クマモト・オイスター」生産・ブランド化推進事業 ( 令 達 平成30(2018)～ 令和4(2022)年度 )

( 高密度飼育試験 )

## 緒 言

本県におけるクマモト・オイスター（標準和名：シカメガキ）の産業化への取組は、平成17年（2005年）から開始された。令和元年（2019年）には安定した種苗生産が可能になったが、県内養殖業者に十分な数の稚貝を提供するためには種苗生産を複数回実施する必要があり、種苗生産期間が長期化している。今後、クマモト・オイスター養殖を産業化するためには、一回の種苗生産でより多くの稚貝を生産して種苗生産期間を短期化し、種苗生産コストを低減させる必要がある。

そこで、本試験では幼生飼育時の飼育密度に着目し、現行法より高密度での飼育試験を行った。

## 方 法

1 担当者 清田純平、中野平二、浜田峰雄、荒木学、中根基行

2 材料および方法

(1) 試験期間

令和4年（2022年）6月28日～8月7日

(2) 飼育場所

熊本県水産研究センター飼育実験棟

(3) 供試した親貝

R2年産F1貝

(4) 試験方法

ア 飼育

雄親2個体および雌親19個体を切開法により放卵または放精させ、媒精および洗卵を行った後、孵化水槽に收容した。24時間後に正常なD型幼生を、現行飼育密度の2.4倍に相当する9.5個体/mlの密度で1t円形プラスチック水槽に收容し、飼育を開始した（図1）。

イ 飼育水

飼育水は、0～14日齢までを70%海水、15日齢から幼生飼育終了までを80%海水とし、飼育水温は自然水温とした。

ウ 換水

飼育期間中は、5日齢、16日齢、22日齢に全換水を行い、それ以外は3～6時間/日の注水し、0.3～1.0回転/日の換水を行った。

エ 給餌

給餌は市販の濃縮珪藻を使用した。0～4日齢はキートセロス・カルシトランスのみを給餌し、5日齢以降はキートセロス・グラスリスを追加して給餌した。

オ 採苗

28日齢から、殻高が300μmを超えて眼点が出現した着底期幼生を回収し、採苗を開始した。その後、2～3日ごとに回収し、39日齢に幼生飼育を終了した。



図1 飼育水槽

## 結果

### 1 水温および海水濃度の推移

図2に幼生飼育期間中の水温および海水濃度を示す。

水温は自然水温で25.4~28.4で推移し、海水濃度は69~81%で推移した。

### 2 飼育密度および平均殻高の推移

図3に幼生飼育期間中の飼育密度(個体/ml)および平均殻高( $\mu\text{m}$ )の推移を示す。

飼育密度は、0日齢に9.5個体/mlで収容したが、6日齢の全換水時に成長不良個体を廃棄したため、6.3個体/mlとなった。また、8日齢からへい死が発生して22日齢には1.1個体/mlとなり、採苗開始時の28日齢には1.0個体/mlとなった。

平均殻高は、0日齢から順調に成長して8日齢には126.4 $\mu\text{m}$ となったが、9日齢から成長が鈍化し、22日齢には162.5 $\mu\text{m}$ となった。しかし、23日齢から再度順調に成長し、採苗開始時の28日齢には平均殻高254.1 $\mu\text{m}$ となった。

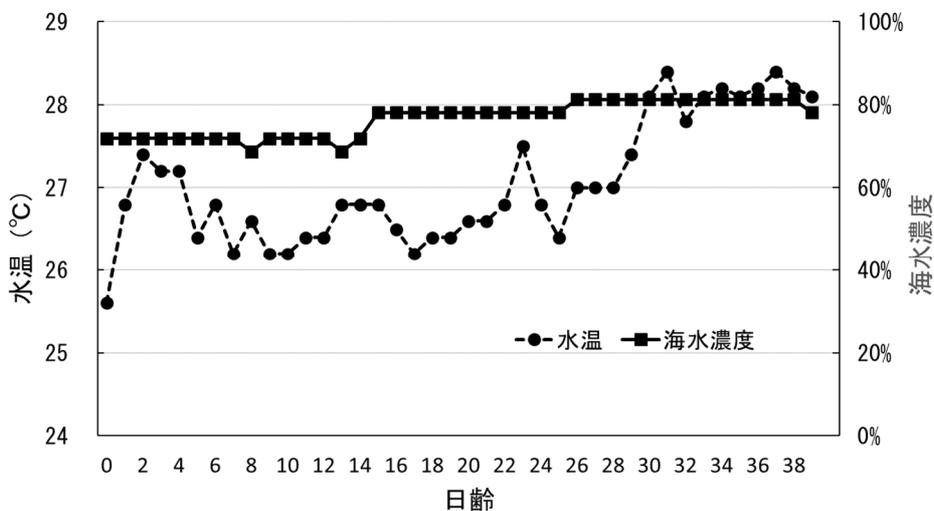
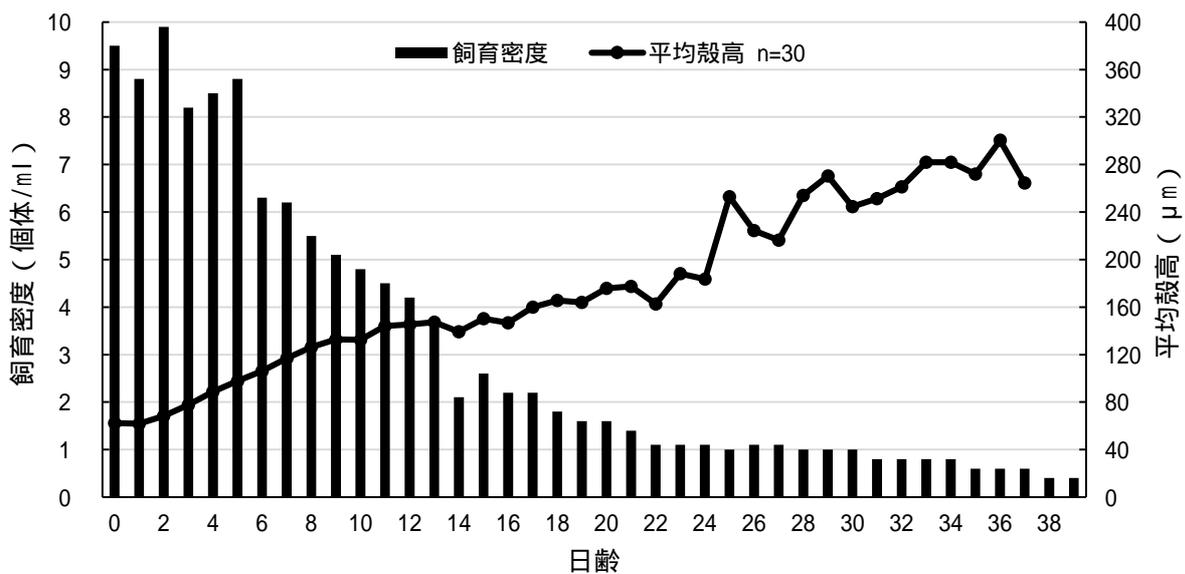


図2 幼生飼育期間中の水温および海水濃度の推移



3 幼生飼育期間中の飼育密度および平均殻高の推移

図

## 考 察

現行飼育密度である4個体/mlで飼育を開始した場合、採苗開始時の飼育密度は0.5個体/mlであるのに対し、今回試験した高密度(9.5個体/ml)で飼育を開始した場合、採苗開始時の飼育密度は1.0個体/mlとなったことから、高密度で飼育すると一回の種苗生産でより多くの稚貝を生産でき、種苗生産期間を短期化できる可能性が示唆された。

# 「クマモト・オイスター」生産・ブランド化推進事業 ( 令 達 平成30(2018)～ 令和4(2022)年度 )

( 低水温飼育試験 )

## 緒 言

本県におけるクマモト・オイスター（標準和名：シカメガキ）の産業化への取組は、平成17年（2005年）から開始された。令和元年（2019年）には百万個規模での種苗生産が可能になったが、養殖現場では6月以降の高水温期に大量死が発生し、2年貝の出荷は平成30年（2018年）まで1千個程度に留まっていた。

この高水温期の大量死対策として、当センターでのこれまでの試験結果から、クマモト・オイスターの大量死が発生する5月以降、水温14程度の低水温で飼育することが有効と示唆された。

そこで、高水温期に低水温で飼育する方法の大量死対策としての有効性について検討を行った。

## 方 法

### 1 担当者

清田純平、浜田峰雄、中野平二、荒木学、中根基行

### 2 材料および方法

#### (1) 供試貝

令和2年（2020年）に生産し、令和3年（2022年）11月以降、県内の養殖場で飼育した後、令和4年（2022年）5月以降に陸揚げした1年貝7,105個を供試した。

#### (2) 飼育方法

##### ア 飼育期間

令和4年（2022年）6月17日～10月14日（120日間）

##### イ 飼育水槽

2.4kLFRP製水槽1基（当センター第一飼育室内に設置）

##### ウ 飼育海水の冷却

海水冷却器1基（山一製作所製：チタチラーTP-15000ES）を用いて、飼育水槽から水中ポンプで飼育海水を海水冷却器に注水し、海水冷却器で冷却された飼育海水を再度飼育水槽に注水する閉鎖循環系でろ過海水を冷却した。また、第一飼育室内の室温は、空調により20に保った。

##### エ 給餌

無給餌

##### オ 飼育管理

供試貝収容の様子を図1に示す。

飼育は、自然水温のろ過海水を1回転/日となるよう注水する流水飼育とし、1回/週を目安として水槽の死貝を除去し、底掃除を行った。

また、死貝除去および底掃除の際は貝にストレスを与えないよう、水中から貝を出さずに作業を行った。

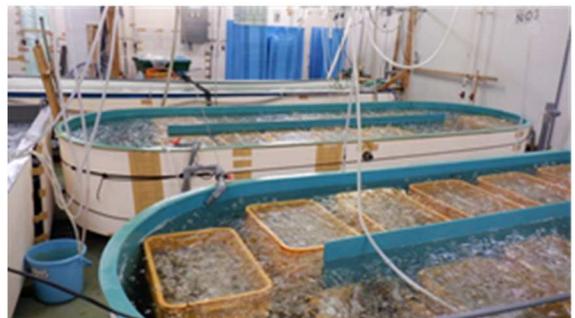


図1 供試貝収容の様子

#### (3) 測定項目

##### ア 飼育水温

飼育期間中、ほぼ毎日、水温を測定した。

##### イ 生残数および日間へい死数

へい死数から生残数を算出した。また、日間へい死数は、へい死数と死貝除去間隔から算出した。

## 結果

飼育水温の推移を図2に示す。6月17日に自然水温の22.3で飼育を開始し、10日間かけて徐々に水温を下げ、6月27日には14.2とした。その後は、10月10日までおおむね14台で推移した。

なお、7月21日に17.9となったのは、突発的に発生した停電により空調が停止したためである。

日間へい死数の推移を図3に、生残数の推移を図4に示す。試験開始時から7月中旬までは10個以上/日のへい死が発生したが、7月下旬以降は10個以下/日に減少した。

試験終了時の生残数は6,059個(試験開始時は7,094個) 生残率は85.4%(令和3年度(2021年度)は55.7%、令和2年度(2020年度)は44.6%)であった。

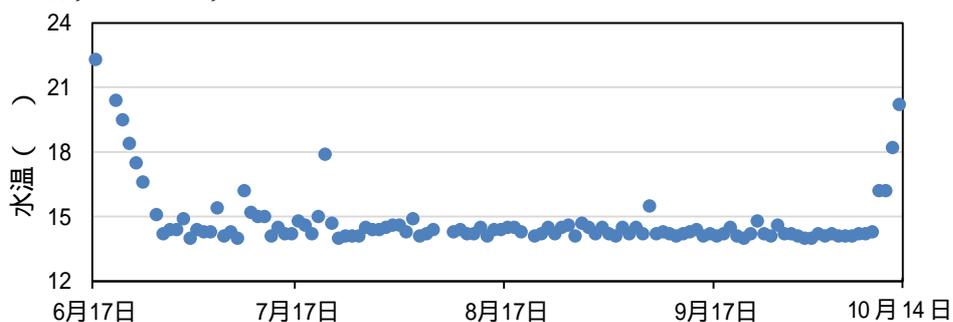


図2 飼育水温の推移

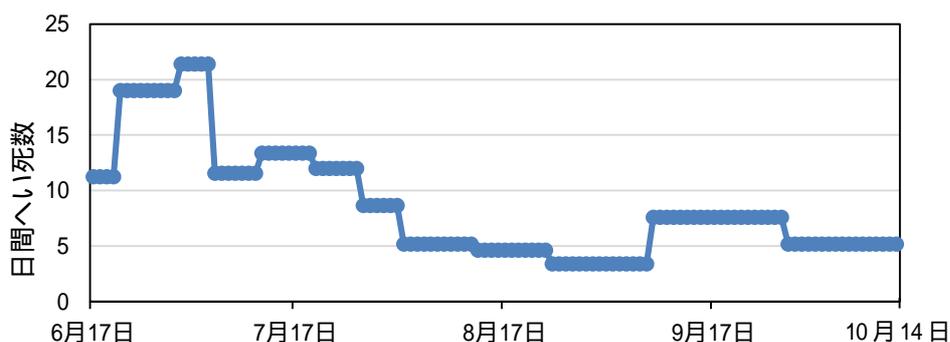


図3 日間へい死数の推移

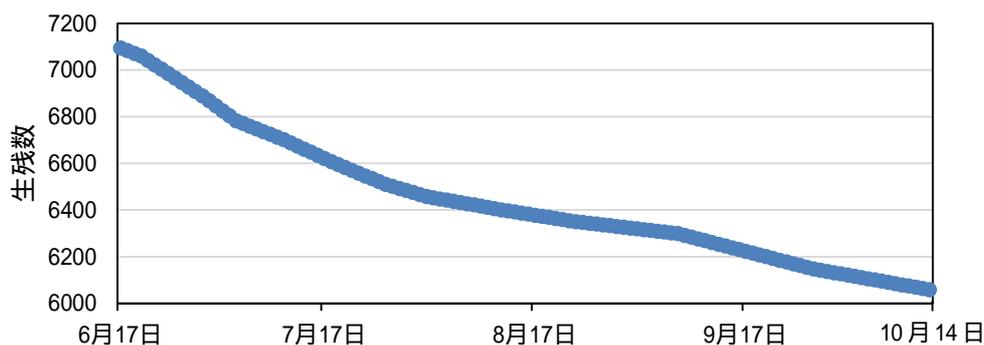


図4 生残数の推移

## 考察

本試験では、1回/週を目安として死貝除去と底掃除を行うとともに、貝にストレスを与えないよう注水による換水のみで水中から貝を出さなかったことで、令和3年度(2020年度)より良好な生残結果になったと考えられた。

この生残結果から、高水温期の大量死対策として低水温で飼育する方法の有効性が確認されたが、実用化するためにはコストの検証等が必要なため、引き続き試験を行う必要がある。

# 安全安心な養殖魚づくり事業（<sup>令 達</sup>令和4（2022）年度～<sub>継続</sub>）

## 諸 言

安全な養殖水産物の生産を推進して消費者の安心を確保するため、養殖魚の疾病予防等に使用される水産用ワクチンや水産用医薬品に係る適正使用指導および養殖魚等の魚病診断を実施した。

## 方 法

1 担当者 池崎公亮、東海林明、浜田峰雄、野口朱美、中根基行

2 方法

(1) 水産用ワクチンの適正使用指導

水産用ワクチンを適正に使用するための技術講習会を開催し、適正な使用方法を指導した。

また、養殖業者からの水産用ワクチン使用指導書交付申請に対し、内容を審査して指導書を交付した。

(2) 魚病診断

魚病の早期発見および被害拡大防止のため、魚病診断および薬剤感受性試験を実施した。

魚病診断は、解剖検査のほか、寄生虫症、細菌感染症、ウイルス感染症等の検査を実施した。細菌検査では、脳、腎臓および脾臓等からの菌分離を試み、顕微鏡観察および抗血清によるスライド凝集抗体法等で細菌を同定するとともに、ディスク法により同定した細菌の薬剤感受性を検査した。

また、ウイルス感染症については、PCR法またはLAMP法により臓器中のウイルス遺伝子を検査してウイルスを同定した。

## 結果および考察

1 水産用ワクチンの適正使用指導

令和4年（2022年）4月27日および6月9日に水産用ワクチン講習会を開催し、受講者39名に対して水産用ワクチンの基礎知識および使用方法、麻酔薬の使用法等について講習を実施した。

令和4年度（2022年度）は、令和4年（2022年）4月12日から令和5年（2023年）2月3日の間に、15業者から30件の水産用ワクチン使用指導書交付申請があり、内容を審査したうえで、すべての申請に対して指導書を交付した。

なお、申請はすべて海面養殖魚に対するもので、用法はすべて注射法であった。

魚種別の接種尾数は、ブリ（モジャコ）900,000尾、マダイ73,000尾、カンパチ26,000尾であり、例年同様、ブリの接種尾数が最も多かった。

交付した指導書の対象疾病別件数は、レンサ（ラクトコッカス・ガルビエが原因菌のレンサ球菌症）型+レンサ型+ピブリオ病+類結節症+マダイイリドウイルス病（以下「イリドウイルス病」という。）対象5価ワクチンが25件、レンサ型+レンサ型+ピブリオ病+イリドウイルス病対象4価ワクチンが1件、レンサ型+レンサ型対象2価ワクチンが3件、イリドウイルス病対象単価ワクチンが1件であった。

なお、指導書を交付した養殖業者から提出された水産用ワクチン使用結果報告書によると、すべての養殖業者が安全性有りと回答するとともに、有効性については、25件が著効または有効、5件が判定保留と回答したことから、本県における水産用ワクチンの安全性および有効性は高いことが確認された。

2 魚病診断

(1) 海面養殖における魚病診断結果

診断結果を表1に示す。診断件数は延べ110件で、令和3年度（2021年度）の135件から25件減少し

た。この要因はブリ、カンパチ、マダイなどの診断件数が減少したことで、中でもマダイにおけるイリドウイルス病の減少が顕著であった。

令和3年度(2021年度)は、モジャコの不漁により活け込み時期が遅くなり、ワクチン接種が遅れたことが原因と考えられる、ブリにおけるイリドウイルス病およびレンサ球菌症(型)の増加があったが、令和4年度(2022年度)はイリドウイルス病およびレンサ球菌症(型)が減少したため、適切な時期にワクチンを接種できたと考えられた。

また、マダイにおけるエドワジエラ症は、令和3年度(2021年度)の0件から増加し、イリドウイルス病との合併症と合わせて5件発生したが、赤潮終息後の給餌開始とともにへい死が発生していることから、赤潮や餌止めの影響が疑われる。

なお、本県ではエリスロマイシン耐性の型レンサ球菌は確認されておらず、エリスロマイシンの投薬で対応できているものの、令和3年度(2021年度)に引き続き、再発による再投薬が必要な事例が散見された。

また、型レンサ球菌も本県では確認されていない。

表1 海面養殖における魚病診断結果(令和4年(2022年)4月~令和5年(2023年)3月)

魚種	病名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	昨年	差
ブリ	マダイイリドウイルス病					1								1	4	-3
	ノカルジア症						3							3	2	1
	レンサ球菌症(型)			1										1	0	1
	レンサ球菌症(型)													0	4	-4
	赤潮(餌止め)													0	0	0
	ベネデニア症													0	3	-3
	吸虫性幼虫移行症									1				1	0	1
	細菌性溶血性黄疸													0	0	0
	不明				1									1	0	1
	計		0	0	1	1	1	3	0	0	1	0	0	0	7	13
カンパチ	レンサ球菌症(型)			1	1			1						3	5	-2
	レンサ球菌症(型)+抗酸菌症													0	1	-1
	眼球炎													0	1	-1
	ノカルジア症													0	0	0
	魚類住血吸虫													0	2	-2
	ビタミンB1欠乏症													0	1	-1
	ゼウクサブタ症													0	1	-1
	輸送時のストレス													0	0	0
	低水温ストレス	1												1	0	1
	不明							1						1	1	0
計	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	5	12	-7	
マダイ	マダイイリドウイルス病													0	6	-6
	マダイイリドウイルス病+エドワジエラ症							3						3	0	3
	滑走細菌症													0	1	-1
	ヒブリオ病													0	0	0
	エドワジエラ症					1	1							2	0	2
	類結節症													0	0	0
	ベネデニア症													0	1	-1
	ピバギナ症				1									1	2	-1
	ピバギナ症+エピテリオシスチス症													0	1	-1
	スクーチカ症													0	0	0
	クビナガ鉤頭虫症													0	0	0
	エピテリオシスチス病			1										1	0	1
	緑肝症													0	2	-2
	生理障害													0	3	-3
	赤潮による影響													0	0	0
	淡水被害													0	0	0
アノプロジスチス症													0	0	0	
不明		1				1							2	6	-4	
計	0	1	1	1	2	4	0	0	0	0	0	0	9	22	-13	
ヒラメ	滑走細菌症													0	1	-1
	スクーチカ症										1			1	1	0
	滑走細菌症+スクーチカ	1												1	0	1
	クドア検査													0	1	-1
	消化不良											1		1	0	1
	不明													0	1	-1
計	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	4	-1

魚種	病名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	昨年	差
シマアジ	レンサ球菌症(Ⅰ型)									1				1	1	0
	レンサ球菌症(Ⅱ型)				4	1		1						6	10	-4
	ノカルジア症													0	0	0
	抗酸菌症													0	0	0
	ピブリオ病													0	1	-1
	ベネデニア症													0	2	-2
	不明			1			1	1	1	1				5	0	5
	計	0	0	1	4	1	1	2	1	2	0	0	0	12	14	-2
トラフグ	ピブリオ病			1				1						2	1	1
	滑走細菌症													0	0	0
	肝機能障害(肝臓肥大・出血)													0	0	0
	粘液胞子虫性ヤセ病(E.leei)									1				1	3	-2
	粘液胞子虫性ヤセ病(E.leei)検査													0	2	-2
	ヘテロボツリウム症													0	3	-3
	スクーチカ症													0	1	-1
	スクーチカ症+ヘテロボツリウム症													0	1	-1
	トリコディナ症			1										1	0	1
	ギロダクチルス症			1										1	1	0
	トリコディナ症+ギロダクチルス症				1									1	0	1
	ネオベネデニア症													0	3	-3
	白点病					1								1	0	1
	オヨギイソギンチャク刺胞症													0	0	0
	ハゲ症状			2	1									3	2	1
	ヤセ症状(肝機能障害)		1									1		2	1	1
	ヤセ症状(低温ストレス)												1	1	0	1
	鰓腐れ+腸管の絨毛退化による浸透圧調整不調							1						1	0	1
	繊毛虫の感染							1						1	0	1
	腸管引き													0	2	-2
赤潮による影響						1							1	0	1	
口白症													0	2	-2	
輸送時のストレス	1												1	0	1	
かみ合い									1				1	0	1	
不明	2			2				1		1			6	5	1	
	計	3	3	3	4	2	2	2	2	1	1	1	0	24	27	-3
カワハギ	レンサ球菌症(溶血性・型)													0	1	-1
	ピブリオ病													0	0	0
	抗酸菌症													0	0	0
	真菌症													0	0	0
	粘液胞子虫性ヤセ病(E.leei)													0	0	0
	ヤセ症状(肝機能障害)													0	0	0
	滑走細菌症			1										1	0	1
	不明													0	0	0
	計	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
イサキ	抗酸菌症								1					1	0	1
	不明								2					2	0	2
	計	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	3
クロマグロ	レンサ球菌症(型不明)													0	0	0
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メジナ	不明													0	1	-1
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
ニホンウナギ(海水)	ピブリオ病		1											1	0	1
	計	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
クルマエビ	PAV						1	1						2	1	1
	PAV保菌検査	5	6	9	3	1		3					3	30	34	-4
	ピブリオ病						1							1	1	0
	ツリガネムシ付着					1		1						2	0	2
	高密度による障害													0	0	0
	計	5	6	9	3	2	2	5	0	0	0	0	3	35	36	-1
アシアカエビ	PAV保菌検査(陰性)				1									1		1
	計	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
アコヤガイ	赤変化検査													0	4	-4
	赤変病							1						1	0	1
	不明						2	1						3	0	3
	計	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4	4	0
アカウニ	斑点病		1											1	0	1
	健康診断(異常なし)	2												2	0	2
	計	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
マツカサウオ(水族館)	不明				1									1	0	1
	計	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
ハリセンボン(水族館)	不明				1									1	0	1
	計	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
コショウダイ(天然)	線虫症													0	1	-1
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
合計		12	12	17	16	8	15	12	6	4	2	2	3	110	135	-25

(2) 内水面養殖における魚病診断結果

診断結果を表2に示す。本年度の診断件数は延べ11件で、令和3年度(2021年度)の19件から8件減少した。この主な要因は、令和3年度(2021年度)に5件あったニジマスの診断件数が1件に減少したことであった。なお、金魚におけるヘルペスウイルス性造血器壊死症は、令和3年度(2021年度)に引き続き確認されなかった。

表2 内水面養殖における魚病診断結果(令和4年(2022年)4月~令和5年(2023年)3月)

魚種	病名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	昨年	差
アユ	真菌症													0	1	-1
	摂餌不良													0	1	-1
	冷水病・イクタリリ保菌検査	2											1	3	1	2
	不明													0	1	-1
	計	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	-1
ニジマス	レンサ球菌症(溶血性)													0	2	-2
	細菌性鰓病											1		1	0	1
	白点病													0	1	-1
	不明													0	2	-2
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	5	-4
ヤマメ	白点病													0	1	-1
	不明	2												2	0	2
	計	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1
ニホンウナギ(淡水)	バラコロ病													0	1	-1
	鱗赤病													0	0	0
	シュードダクチロギルス症													0	0	0
	甲殻類(不明)の寄生・吸血													0	0	0
	不明													0	1	-1
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	-2
コイ(養殖)	KHV検査陰性				1		1						1	3	4	-1
	不明													0	0	0
	計	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	3	4	-1
コイ(非養殖)	KHV検査陰性													0	1	-1
	不明													0	0	0
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
金魚	ピブリオ病													0	0	0
	消化不良													0	0	0
	尾腐れ症													0	0	0
	ダクチロギルス症				1									1	0	1
	トリコディナ症													0	2	-2
	不明													0	0	0
	健康診断						1							1	0	1
計	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	
合計		4	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	2	11	19	-8

(3) 主な魚種における魚病診断の概要

魚病診断の概要を表3に示す。

表3 主な魚種における魚病診断の概要

魚種名	診断概要
ブリ	7件を診断。主な疾病はノカルジア症、型レンサ球菌症、マダイイリドウイルス病であった。昨年度多く確認されたマダイイリドウイルス病および型レンサ球菌症の減少が顕著であった。
カンパチ	5件を診断。主な疾病は型レンサ球菌症であった。分離されたレンサ球菌はエリスロマイシンに感受性があった。

マダイ	9件を診断。主な疾病はマダイイリドウイルス病、エドワジエラ症であった。
トラフグ	24件を診断。主な疾病はハゲ症状、ビブリオ病、ヤセ症状であった。
クルマエビ	35件を診断。主な診断内容はPAV保菌検査であった。 PAV保菌検査のうち海面養殖業者からの検体は、すべて陰性であった。