

1. 長崎県産高品質魚類種苗の生産技術開発研究

濱崎将臣・吉川壮太・山田敏之

I. 形態異常の低減化技術開発

1. クエ

長崎県栽培漁業センターに対して、採卵から種苗生産までの技術指導を行い、さらに生産した種苗の形態異常調査を行った。浮上卵1,264万粒から30 mmサイズで83万尾を取上げた。その後、120 mmサイズで軟X線写真を用いて形態異常調査を行った結果、背鰭陥没や顎変形の形態異常が8.0%であった。

まとめ

- 1) 技術指導の結果、栽培漁業センターで30 mmサイズの稚魚83万尾を取り上げることができた。
- 2) 形態異常率は8.0%であった。

(担当：濱崎)

2. ヒラメ

栽培漁業および養殖対象種として重要なヒラメについて、体色異常の出現率の低減化に取り組む。これまでの研究により、網敷き飼育により無眼側黒化が抑制できることが明らかになった。令和2年度は、より簡易な方法を検討するために、網敷の面積・方法および網以外の素材の効果について検討するための飼育試験を実施した。

方法

10 cmサイズのヒラメ稚魚から、黒化が見られない個体を選別し、各試験区30個体ずつを試験に供した。試験区として、①対照区（網未設置区）、②水槽内網生簀設置区（水槽壁面にも網設置）、③底面50%網敷き区、④試験区③の網を上下2段に設置した2段網区、⑤金網設置区、⑥樹脂マット設置区とした。試験区③、⑤、⑥の黒化防除素材設置面積は水槽底面の50%とし、試験区④では、50%の面積を上下2段に設置した。試験期間は6ヶ月間とした。

結果

6か月後の試験終了時の無眼側の写真撮影を行い、現在、データ解析を実施中。

まとめ

- 1) 無眼側黒化を防止するためのより簡易な飼育法の検討のための飼育試験を実施した。

(担当：山田)

II. クロマグロの種苗生産技術開発

クロマグロ種苗生産技術の課題である初期生残の向上に取り組む。これまでに、0.5-1 kLの小規模水槽を用いた飼育実験を行い、飼育水へのポリエチレングリコール（PEG）の添加により初期生残率が向上することを示した。本年度は、昨年度に引き続き、量産規模でのPEGの添加効果を確認するための飼育試験を実施した。さらに、小規模水槽を使用して、有効なPEG濃度の検討を行った。

方法

100 kLコンクリート水槽1面を使用し、受精卵31万粒を收容した。0日齢から10 μ g/mlのPEGを飼育水に毎日添加した。実験期間中の換水率は30-50%とした。開口後L型ワムシの給餌を行った。1日齢、5日齢および10日齢時に柱状サンプリングにより生残尾数を推定した。

結果

1日齢のふ化仔魚数は、31万尾であった。5日齢における生残尾数および生残率は31万尾で100%、10日齢における生残尾数および生残率は15万尾で48.3%であった。10日齢における生残率は、昨年度（45.9%）に比較して高かった。

まとめ

- 1) 10日齢の生残率は、48.3%であった。

(担当：山田)

2. 魚類養殖業の収益性をたかめる育種研究事業

濱崎将臣・吉川壮太・山田敏之

I. 重要魚類の育種研究

本県における重要養殖魚種であるトラフグの育種研究に取り組む。本年度は、これまでに作出した優良親魚候補から高成長白子早熟形質を有する個体を選抜し、全雄種苗生産を目的とした代理親魚の交配個体として提供した。

方法

供試魚 平成30年に生産した高成長白子早熟系統の親魚候補集団を陸上水槽で飼育し、PITタグによる個体識別を行うとともにヒレを採取した。抽出したゲノムDNAを用いてGRAS-Di法に供し、シーケンスデータを取得した。

解析 得られたシーケンスデータは、BWA-memを用いてトラフグ参照配列 (FUGU5/f3) にマッピングし、freebayesによりジェノタイピングを行った。ゲノム育種価の予測にはGBLUP法を採用し、計算にはrrBLUPを用いた。

結果

解析結果 解析魚として200個体 (雄93個体, 雌107個体) を供試した。これらのジェノタイピングデータをGBLUP法に供したところ、精巣重量にかかるゲノム育種価の平均は91 gであった。このうち、特にゲノム育種価の高い雄2個体 (平均161.9 g) を、トラフグ精原細胞を移植したクサフグ宿主雌の交配相手として選抜した。現在、当該交配により産出した超雄トラフグの種苗生産を行っているところである。

まとめ

1) 200個体の親魚候補から高成長白子早熟形質を有する個体を選抜した。

2) 上記優良親魚を用いて、精巣重量にかかるゲノム育種価の高い超雄トラフグを種苗生産中である。

(担当: 吉川)

II. 養殖魚の育種効率化技術研究

本県における重要養殖魚種であるトラフグの育種効率を向上させる技術開発に取り組む。これまでに開発した代理親魚技術について、育種研究への利用を図るためにはさらなる洗練化が必要である。本年度は、成熟までの期間を短縮させるために、成魚への移植を検討した。

方法

成魚移植用宿主の調製 クサフグ三倍体2歳魚の生殖腺内を物理的切除により内在性生殖細胞を除去し宿主とした。

精原細胞移植 早熟系統の1歳トラフグ精巣からドナー細胞を調製し、クサフグ三倍体成魚20尾に移植を行った。

結果

精原細胞移植 移植から24時間後の生残率は100%であった。

配偶子形成 成魚移植を行ったクサフグ20尾中6尾の雄が排精したが、雌の成熟は認められなかった。

まとめ

- 1) クサフグ三倍体成魚20尾に移植を行った。
- 2) 成魚移植魚雄の排精を確認した。

(担当: 濱崎)

3. イノベーション創出強化研究推進事業【応用研究ステージ】 (養殖魚の育種効率化に向けたゲノム育種法の実践と普及)

吉川壮太

我が国は世界有数の水産国でありながら、ゲノム育種分野においては先進国であるとは言い難い。本事業では、(国研)農研機構生研支援センターの公募事業として、水産業におけるゲノム育種法の実践と普及を目指す研究に取り組んでいる。具体的には東京大学を代表機関として、トラフグを材料にゲノミックセレクション法による選抜育種の有効性を実証し、普及性の

高いゲノム育種法を確立することを目的としている。

長崎水試は、ゲノム育種価を用いたトラフグ優良親魚の選抜および次世代の作出を担当している。本年度は、選抜第一世代(F₁)の室内飼育集団から雄親魚を選抜し、創始世代(F₀)の雌と交配して戻し交配第一世代(BC₁)を作出した。

(担当：吉川)

4. 戦略的プロジェクト研究推進事業 (クロマグロ養殖の人工種苗への転換促進のための早期採卵 ・人工種苗育成技術や低環境負荷養殖技術の開発)

濱崎将臣・吉川壮太・山田敏之

本プロジェクトは、平成30年度から(国研)水産研究・教育機構を代表機関として、長崎大学、近畿大学、マルハニチロ株式会社および株式会社ケービデバイスが参画し、クロマグロ早期人工種苗の生産技術、低環境負荷養殖技術並びに種苗期の疾病防除技術に関する研究開発を実施し、人工種苗を用いたクロマグロ養殖

の生産性向上を図ることを目標としている。

長崎水試は、海面生簀における早期種苗の養殖適性の解明を担当している。本年度は、前年度に引き続き、飼育水温の違いがクロマグロ人工種苗の生残・成長に及ぼす影響を解明することを目的とした飼育試験を担当した。

(担当：濱崎)

5. 未来社会創造事業「持続可能な社会の実現」領域 「将来の環境変化に対応する革新的な食糧生産技術の創出」 (発生工学とゲノミックセレクションを融合した次世代型魚類養殖)

吉川壮太・濱崎将臣

本事業では、(国研)科学技術振興機構の標題の公募事業において、発生工学的技術とゲノミックセレクションを融合することで、従来法では実現できない正確、高効率、かつ迅速な“魚類の高度育種法”を確立することを目的とした共同研究に取り組んでいる。具体的には、代表機関である東京海洋大学の傘下のもと、長崎水試と東京大学が連携して、複数の形質を同時に

改善することが可能となる総合指数ゲノミックセレクション法の開発に取り組んでいる。

長崎水試は、解析魚の飼育試験と優良親魚候補の作出を担当している。本年度は、今後の選抜育種の基礎となる創始世代(F_0)を作出し、飼育試験を行って表現型値とゲノム情報を取得した。

(担当：吉川)

6. 真珠養殖業生産性向上対策事業

渡辺崇司・大橋智志・松倉一樹・桐山隆哉

真珠養殖の生産性向上を目的に、挿核した真珠核の脱核やへい死につながる外套膜の萎縮個体の発生率を低減させる養殖技術を開発する。

I. 脱核対策試験（核サイズの検討）

施術する母貝サイズと挿核する核サイズの違いによる脱核率との関係を調べた。

方法

供試貝 県内の種苗生産業者が生産し、真珠養殖業者が約2年間飼育したアコヤガイ（母貝）を用いた。

条件設定 供試母貝は7匁、8匁、9匁の3サイズとし、挿核する核サイズは1厘刻みに、7匁母貝に2分～2分2厘、8匁母貝に2分1厘～2分3厘、9匁母貝に2分2厘～2分4厘とした。挿核は特定の生産者に依頼し、7匁母貝は9月15日、8匁母貝は9月16日、9匁母貝は9月17日に実施し、挿核サイズごとに50個体ずつ行った。挿核後は西海市西海町地先の真珠養殖筏（水深2 m）に垂下し飼育した。

調査方法 供試母貝の回収は、挿核29日目に行い、軟X線装置（株）近畿レントゲン工業社製）により母貝サイズ及び核サイズごとに脱核率を調べた。脱核率の差の検定は、 χ^2 検定を用い、有意水準は $p<0.05$ とした。

結果

脱核率は、7匁母貝で30～50%、9匁母貝で38～50%で、母貝サイズと核サイズの違いによる脱核率に有意差は認められなかった。8匁母貝では、2分1厘で20%、2分2厘で56%、2分3厘で50%となり、2分1厘で有意に低かった（ $p<0.05$ ）。

まとめ

- 1) 施術する母貝サイズと挿核する核サイズの違いによる脱核率との関係を調べるために、7匁、8匁、9匁母貝にそれぞれ異なる3サイズの核を挿核した。
- 2) 7匁、9匁母貝では、核サイズの違いによる脱核率に有意差は認められなかった。
- 3) 8匁母貝では、核サイズが2分1厘で他の2サイズと

比べ脱核率は有意に低かった。

II. 脱核対策試験（血清蛋白質含量の検討）

試験 I の供試貝について、挿核時と挿核後の血清蛋白質含量を調べ、血清蛋白質含量と脱核率の関係を調べた。

方法

供試貝 試験 I で施術した供試貝を用いた。

調査方法 挿核日に供試貝を個体識別して血清蛋白質含量を測定し、挿核29日目に軟X線装置（株）近畿レントゲン工業社製）により脱核貝と核保持貝を区別し、供試貝の血清蛋白質含量を測定した。

結果

脱核貝と核保持貝の平均血清蛋白質含量は、挿核日では7匁母貝で1.28～1.35 mg/mL、8匁母貝で0.98～1.03 mg/mL、9匁母貝で1.39～1.46 mg/mL、挿核29日目では8匁母貝で0.51～0.56 mg/mL、9匁母貝で0.82 mg/mLとなり、脱核貝と核保持貝を挿核日と挿核29日目で比較したところ、有意差は認められなかった（ $p>0.05$ ）。一方、7匁母貝の平均血清蛋白質含量は、挿核29日目では、脱核貝で0.53 mg/mL、核保持貝で0.71 mg/mLとなり、核保持貝で有意に高かった（ $p<0.05$ ）。

まとめ

- 1) 血清蛋白質含量と脱核率の関係を調べるために、施術した7～9匁母貝の挿核日と挿核29日目の脱核貝と核保持貝を区別した供試貝の血清蛋白質含量を調べた。
- 2) 脱核貝と核保持貝の血清蛋白質含量は、7～9匁母貝の挿核日及び8、9匁母貝の挿核29日目では、有意差は認められなかった。
- 3) 7匁母貝では、挿核29日目の核保持貝で血清蛋白質含量が脱核貝に比べ有意に高かった。

Ⅲ. 外套膜の萎縮軽減試験

へい死の指標となる外套膜の萎縮について、飼育カゴの違いによる出現状況を調べた。

方法

試験漁場 佐世保市小佐々町地先（以下、試験漁場1）及び西海市面高地先（以下、試験漁場2）で試験を行った。

供試貝 県内の種苗生産業者が生産し、真珠養殖業者が約2年間飼育したアコヤガイ2,100個体を用いた。

試験区 各漁場において、試験区（以下、試験区1）と対照区ともに1カゴあたり70個体を、試験区1では丸カゴ7個に、対照区では真珠養殖業者が通常抑制に用いる抑制カゴ7個に収容して、令和元年12月から養殖筏の2 m層に垂下し飼育を開始した。その後、試験区1の3カゴに収容していた個体を令和2年3月に抑制カゴ3カゴに変更して移し替え、試験区2を設定した。

調査方法 各漁場において、令和2年1～3月の間は試験区1と対照区の1カゴを、令和2年4～6月の間は試験区1及び2と対照区の1カゴをそれぞれ月1回の頻度で回収して生残率と萎縮個体の出現率を調べた。なお、萎縮個体は、生貝30個体を解剖し外套膜が萎縮して真珠層が露出した個体とし、その個体数を計数した。両区

の差の検定には、 χ^2 検定及びFisherの正確確率検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結果

1～3月の生残率と外套膜萎縮個体の出現率は、試験漁場1では、試験区1で90.0～100%と0%、対照区で90.0～97.1%と0%、試験漁場2では、試験区1で98.6～100%と0%、対照区で94.3～98.6%と0～3.3%であった。4～6月の生残率と外套膜萎縮個体の出現率は、試験漁場1では、試験区1で82.9～85.7%と0～3.3%、試験区2で88.6～92.9%と3.3%、対照区で82.9～91.4%と0～6.7%、試験漁場2では、試験区1で97.1～100%と3.3～6.7%、試験区2で95.7～98.6%と3.3～6.7%、対照区で94.3～98.6%と6.7～16.7%であった。

調査期間中は、いずれの漁場でも生残率と出現率の有意差は確認されなかった。

まとめ

- 1) へい死につながる外套膜の萎縮個体の発生軽減を目的に、生残率と萎縮個体の出現率を比較して飼育カゴの変更による有効性を調べた。
- 2) 令和元年12月～翌年6月までの間、飼育カゴの変更による生残率と萎縮個体の出現率に差異はみられず、その有効性は確認されなかった。

（担当：渡辺）

7. 諫早湾貝類新增養殖技術開発(マガキ)

渡辺崇司・大橋智志・松倉一樹・桐山隆哉

諫早湾内の主要な貝類養殖種であるマガキについて、生産性の向上を図るため、成長・栄養蓄積状態等をモニタリングし、養殖漁場の有効活用につなげることを目的とした。

方法

試験漁場 諫早湾の小長井町地先の小ヶ浦漁場、長里漁場、及び中央漁場の3漁場(図1)とした。



図1 諫早湾における調査漁場位置図

供試貝 小長井町地先で諫早湾漁業協同組合が抑制飼育したマガキ種苗(以下、コレクター)を4月23日に購入し、新長崎漁港内の長崎水試試験筏で垂下飼育したものをを用いた。

試験区 供試貝は、コレクター1枚に20個体(平均殻長30 mm)になるように剥離し、ロープ1連にコレクター6枚を挟み込んで120個体/連とし、5月28日に各試験漁場に3連ずつ設置した。

方法 成長(殻高、個体重量、日間成長重量)及び栄養蓄積状態(含水率、身入り度)は、7月と11月に各試験漁場から1連ずつ回収し、各々無作為に選んだ30個を計測した。個体重量=殻湿重量+軟体部湿重量、含水率=(軟体部湿重量-軟体部乾重量)/軟体部湿重量、身入り度=軟体部湿重量/個体重量、生残率=11月の生残個体数/120個体で求めた。各調査項目における漁場の差の検定は、一元配置分散分析(ANOVA)及びTukey法を、生残率では χ^2 検定を用い、有意水準は $p<0.05$ とした。また、3漁場の7~10月の養殖カキのへい死状況を月1回の頻度で調べた。調査は養殖筏の中央部と端の各垂下連の生貝と死貝数から生残率を求

め、2連の平均値をその漁場の生残率とした。7~11月の各漁場での水温、塩分、クロロフィルa量は、漁場環境科実施の近隣地区での調査資料を引用した。

結果

3漁場における7~11月までの間の成長は、殻高では、47.5~50.0 mmから74.2~80.0 mmに、個体重量では、9.0~9.6 gから30.1~34.1 gに増加した。栄養蓄積状態は、含水率では、7月の81.1~84.0%から11月に76.2~76.7%に減少し、身入り度では、26.0~29.0%から32.7~33.8%へ増加した。11月の生残率は、小ヶ浦漁場で27.5%、長里漁場で31.6%、中央漁場で39.1%であった。調査期間中の全ての計測項目で漁場の違いによる有意差は確認されなかった。また、3漁場の養殖業者が管理する養殖連では、生残率が58.3~90.3%の範囲にあった(図2)。

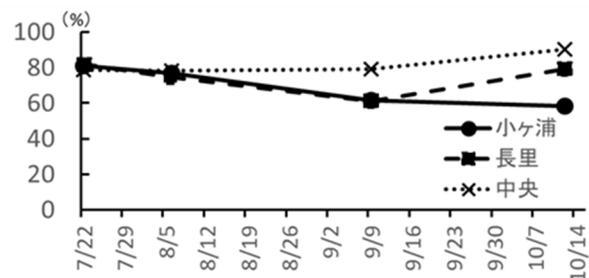


図2 生残率の推移

水温は、各漁場とも16.9~29.1℃の範囲で概ね同様に推移し、クロロフィルa量は、他2漁場と比べて中央漁場で7月下旬に高く、8月中旬に低い傾向が見られた。

まとめ

- 1) 諫早市小長井町地先の3漁場で、7~11月に養殖マガキの成長・栄養蓄積状態等を調査した。
- 2) 調査期間中の全ての計測項目で、漁場の違いによる有意差は確認されなかった。
- 3) 調査期間中の漁場環境では、3漁場の水温は概ね同様に推移した。クロロフィルa量は、中央漁場では他2漁場と比べて7月下旬に高く、8月中旬に低い傾向がみられた。

(担当: 渡辺)

8. 有明海漁業振興技術開発事業

渡辺崇司・大橋智志・松倉一樹・桐山隆哉

本事業は、有明海における水産資源の回復及び漁業振興を図るため、マガキ養殖、タイラギの増養殖等に関する技術開発に取り組む。

I. マガキ

諫早湾におけるマガキ養殖の安定生産を図るため、カルチ式養殖の課題であるフジツボ類等の付着競合生物の軽減技術及び新たなマガキシングルシート養殖技術の開発を行った。

1. イソギンチャクを用いた付着競合生物軽減試験

フジツボ等の付着競合生物の浮遊幼生を捕食するチギレイソギンチャクの利用技術を開発するため、国立大学法人長崎大学に委託して、諫早湾のカルチ式マガキ養殖漁場で垂下したマガキ養殖原盤（ホタテ貝殻）にチギレイソギンチャクを付着させ、付着生物の軽減効果を調べた。

方法

供試イソギンチャク 国立大学法人長崎大学水産学部（サトイト・シシル・グレン教授）が令和元年から、アルテミアノープリウスと飼育藻類を用いて室内培養したチギレイソギンチャクを用いた。

供試貝 諫早市小長井町地先で、高潮位で前年11月～4月まで抑制飼育された後、5月にロープに原盤を挟み込んだ養殖連（1連/枚）（以下、養殖連）を購入して用いた。

試験材料 購入した供試貝を、新長崎漁港内の長崎水試試験筏に移動し、養殖連から原盤をはずし、原盤1枚にマガキ20～40個体となるよう付着数を調整した後、原盤1枚にチギレイソギンチャクを100個体（以下、試験区1）及び200個体（以下、試験区2）を付着させた。対照区として、チギレイソギンチャクを付着させない原盤を用いた。3区の原盤は各9枚ずつ作成し、同区の前原盤3枚を1組とし、養殖用ロープ（ポリダイヤロン製、二子撚り12 mm）に挟み込み、これを1連とした。

試験場所及び期間 試験場所は、諫早市小長井町地

先のマガキ養殖漁場2漁場（中央漁場、築切漁場）のカキ養殖筏を用いた。試験は、各区3連ずつを、6月12日から垂下した。また、7月上旬の豪雨に伴う低塩分の影響で6月12日群のチギレイソギンチャクが死滅したため、8月7日に同条件で再試験を設定した。

試験結果の調査方法 9月10日と10月12日に各区から1連ずつ回収して、原盤1枚あたりのチギレイソギンチャク付着数、付着フジツボ類重量、マガキ生残率を調べた。測定項目の差の検定は、一元配置分散分析（ANOVA）及びTukey法を用い、有意水準は $p<0.05$ とした。

結果

試験結果を表1に示す。

表1 試験結果（コレクター1枚あたりの平均値）

箇所	回収月	区	チギレイソギンチャク付着数(個)	付着フジツボ類重量(g)	マガキ生残率(%)
中央漁場	9月	試験1	710*	65.4	59.0
		試験2	934*	35.9	50.7
		対照	4	126.7	70.4
	10月	試験1	474	64.6	54.2
		試験2	552	90.2	63.4
		対照	15	109.5	27.9
築切漁場	9月	試験1	985	5.7	23.1
		試験2	829	9.6	42.8
		対照	19	4.9	18.0
	10月	試験1	1,402*	0.3	29.9
		試験2	2,138*	2.7	24.7
		対照	70	2.2	4.5

「*」は対照区に対して有意差あり

イソギンチャク付着数は、中央漁場で9月に、築切漁場で10月に試験区1及び2が対照区より有意に多かった（ $p<0.05$ ）。一方、フジツボ類重量とマガキ生残率間には、有意差はみられなかった。

まとめ

- チギレイソギンチャク及び付着競合生物軽減効果を調べるため、6月12日及び8月7日に小長井町地先で飼育試験を開始した。
- 6月12日の飼育試験は、7月上旬の豪雨に伴う低塩分の影響でチギレイソギンチャクが死滅し、試験を中止した。
- 8月7日に開始した再試験では、フジツボ類の付着軽減効果は確認できなかった。

（担当：渡辺）

2. 高水温条件とへい死及び病理組織学的変性の検討

諫早湾で養殖されているシングルシードマガキの高水温条件下における養殖中の影響を検討するため、室内飼育試験を行い、生残率及び病理組織学的検討を行った。

方法

供試員として、諫早市小長井町地先のシングルシード養殖漁場（築切地先）から8月20日に養殖中の人工シングルシードマガキ種苗（商標名；華漣，令和2年3月，（株）二枚貝研究所産）200個体を購入した。これを24°C，28°C，32°Cの恒温流水飼育とし，各2実験区画（24a，24b，28a，28b，32a，32b）を設けた。試験期間は8月20日～9月1日までの13日間とした。餌料には*Cheatoceros calcirans*（ヤンマーマリンファーム（株）製）を用い，餌料密度は20万細胞/mLとし，約4回転/日の流量で流水飼育とした。水温は各区に防水処理を施したおんどり（T&D社製，TR51型）を投入し，10分毎に水温を記録した。記録した水温は試験終了時に回収し，1日毎の平均を求めた。水温は空調とサーモスタットヒーターを組み合わせで維持した。なお，開始時に別途30個体の殻高，全重量，軟体部重量を測定し，試験終了時に比較した。併せて，試験開始時及び終了時に採取した軟体部組織については，常法に従ってパラフィン包埋して厚さ5 μmの切片標本を作製し，HE染色を施して病理組織観察に供した。

結果

表2に開始時及び各試験区の結果を示した。

表2 室内試験供試員の開始及び終了時データ

	開始時検体	24a	24b	28a	28b	32a	32b
供試個体数	30	30	30	30	30	30	30
へい死個体数	—	1	1	1	0	3	3
平均殻高	45.2	45.2	46.8	44.6	45.5	43.1	45.7
平均重量	6.9	7.2	7.6	7.1	7.2	6.5	7.6
開始時平均軟体部重量 (N=30)	1.37	*	*		*		*
終了時平均軟体部重量 (N=6)		1.89	2.22	1.64	2.31	1.75	1.85
終了時生残率		96.7%	96.7%	96.7%	100.0%	90.0%	90.0%

*は開始時と終了時の平均軟体部重量の有意差 ($p < 0.01$; TTEST) を示す

開始時の検体及び各試験区間の平均殻高，平均全重量に有意差はみられなかった。終了時の平均軟体部重量は28a区を除いて有意に増加した。へい死個体数は

全区で0～3個体，生残率は90～100%であった。

図1に各試験区の平均水温の推移を示した。32°C区はほぼ33°Cで推移したが，他の試験区の温度条件は安定して維持されていた。

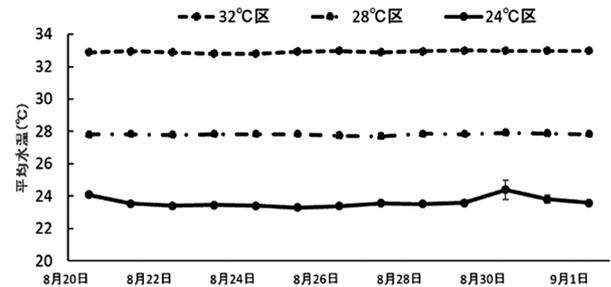


図1 各試験区の平均水温の推移

組織学的試験結果を図2に示した。いずれの試験区においても，産卵盛期の成熟状態が維持されていたが，消化盲囊組織は，32°C区では消化盲囊組織の後退がみられ，結合組織の疎溝化が進み，消化盲囊上皮細胞の一部に変性がみられた。

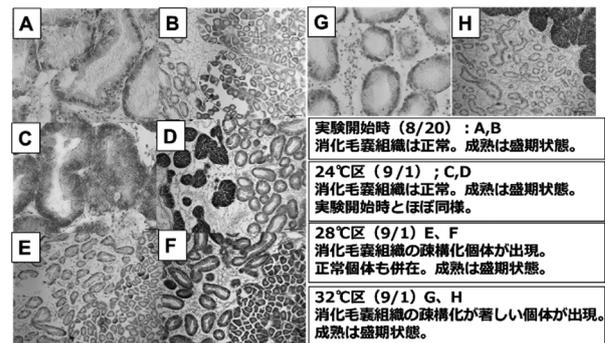


図2 各試験区の組織病理像

まとめ

- 1) シングルシードマガキ（華漣）の高水温条件の影響を検討するため，室内飼育試験を行い，生残率及び病理組織学的検討を行った。
- 2) 32°C区では消化盲囊組織の後退がみられ，結合組織の疎溝化が進み，消化盲囊上皮細胞の一部に変性がみられた。

(担当:大橋)

3. シングルシードの選抜種作出試験

諫早湾で養殖されているシングルシードマガキにおける高温耐性の強化を図るため，諫早湾内の養殖漁場高水温期における垂下飼育でのへい死を選抜圧として用い，選抜に用いる親員の選別及びF2作出試験を行

った。

方法

供試貝 平成30年度の大量斃死の生存貝（P1）から生産された令和元年度人工シングルシードマガキ種苗（商標名；華漣，令和2年3月，（株）二枚貝研究所産）750個体をF1として購入した。

F1の飼育 供試貝を1カゴあたり100～250個体としてチョウチンカゴに収容し，小長井町地先（築切漁場）のカキ養殖筏で6月26日から垂下飼育を行った。月に1～2回，生残数の確認，カゴの交換及びマガキ個体に付着した付着生物の除去を行い，2月1日に生残個体を回収した。また，高水温期の飼育環境を把握するため，6～9月の水温とクロロフィルa量は，九州農政局側槽（B3槽）の観測値を引用した。回収個体を親貝に仕立て令和3年3月1日に種苗生産を行った。

結果

供試貝の生存率の推移を図3に示す。垂下開始時の供試貝750個体は，7～9月にかけて生存率が大きく低下し，回収した2月1日時点で203個体（生存率27.1%）となった。6～9月の水深1 m層の水温は，23.2～31.1℃，クロロフィルa量は，2.6～18.1 μg/Lであった。

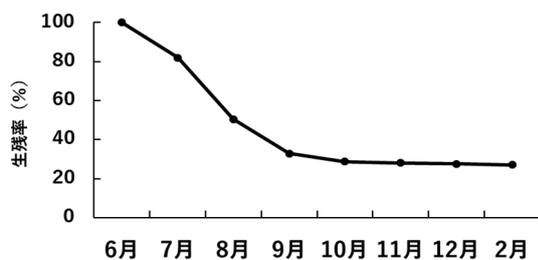


図3 選抜群の生残率の推移

生残個体は2月1日に回収し，100個体をF2種苗生産用親貝として用いた。F2種苗生産用親貝は，空調とサーモスタットヒーターを組み合わせ水温度23℃恒温・流水条件で給餌飼育による成熟促進を3月1日まで行った。水温は，防水処理を施したおんどとり（T&D社製，TR51型）を飼育槽に投入し，60分毎に記録した。加温期間中の積算水温は641℃・日であった。

餌料には*Cheatoceros calcitrans*（ヤンマーマリンファーム（株）製）を用い，餌料密度は20万細胞/mLと

し，約4回転/日の流量で流水飼育とした。

3月1日に切開法で採卵し，翌日から*C. calcitrans*（ヤンマーマリンファーム（株）製），*Pavlova lutheri*及びマガキ成熟卵磨砕物を給餌し，ウォーターバス（24℃）とサーモスタットヒーターを組み合わせ水温度23℃恒温とし，連結式浮遊幼生飼育装置（（研）水産研究・教育機構）を用いて飼育したが，空調の不良により，日平均水温はおよそ21～24℃で推移した。

浮遊幼生は17日齢で眼点が確認され，着底期に達したため，採苗器を投入して21日齢まで採苗した。採苗後は30日齢まで室内飼育した後，新長崎漁港内の長崎水試試験筏に採苗器を移動して飼育を継続した。令和3年5月に剥離し，令和3年度選抜試験に供する予定である。

まとめ

- 1) シングルシードマガキの高温耐性の強化を図るため，F2作出試験を行った。
- 2) F2種苗は17～21日齢まで採苗し，30日齢以降は長崎水試試験筏に採苗器を移動して飼育を継続した。（担当：大橋）

4. 天然マガキ採苗試験

諫早湾で単年生産可能なマガキシングルシード養殖技術を開発するため，早期に着底した天然マガキ種苗を利用するため，5月までに殻高10 mm以上となる種苗の採苗を目標として天然マガキ採苗試験を行った。

方法

採苗器 粉砕したカキ殻を付着させた着底促進処理済み塩化ビニール板製の採苗板（厚さ0.5 mm，10×10 cm，6,000枚）を用いた。採苗器は，間隔管（径2 cm，長さ2 cm）を用いて間隔を開け，採苗板を長さ1 m，径2 mmの鉄製ワイヤーに数珠繋ぎ状に50枚装着した。これを20 mm塩化ビニールパイプ製の枠（縦1.1 m×横1.6 m）に10連ずつ結束し，4月上旬に諫早湾内のマガキ優占帯3箇所（小長井4,000枚，瑞穂1,000枚，国見1,000枚）に設置した。

結果

5月には剥離サイズの着底稚貝が確認されなかった

ため、6月下旬まで採苗器の回収を延期した。6月22～26日の剥離採苗の結果、3個所で計71,493個体（平均殻高7.0 mm）の稚貝が得られた。採苗板1枚あたりの稚貝数は、小長井16.4個体、瑞穂4.5個体、国見8.8個体であった。採苗した稚貝を目合10 mmの篩で選別し、8,851個体（平均殻高12.4 mm）の養殖試験用稚貝が生産された。得られた稚貝は、県南水産業普及指導センターが本事業で実施する養殖試験に供した。

まとめ

- 1) 諫早湾で早期に着底した天然マガキ種苗を利用する天然マガキ採苗試験を行った。
- 2) 6月22～26日の剥離採苗の結果、3個所で計71,493個体（平均殻高7.0 mm）の稚貝が得られ、採苗した稚貝を目合10 mmの篩で選別し、8,851個体（平均殻高12.4 mm）の養殖試験用稚貝が生産された。

(担当:渡辺)

II. タイラギ

有明海のタイラギ資源の回復を目的に、福岡、佐賀、熊本、長崎の有明4県により、資源回復の一環として、平成30～令和2年度の3年間で計2万個のタイラギ母貝団地を造成するために、移植用のタイラギ種苗を生産した。

1. 種苗生産技術の開発

採卵から着底稚貝までのタイラギ種苗の生産技術開発を行った。

方法

採卵 親貝は新長崎漁港内の長崎水試試験筏で前年度から飼育していた佐賀県、熊本県からの提供天然貝を用いた。また、種苗生産3県間の連携により、佐賀県から6月1日と6月24日に受精卵の供与を受けた。産卵誘発は、5月7日～7月14日までに計17回実施し、雌16～31個体、雄10～53個体を用いた。誘発方法は、20 L採卵水槽内で精子懸濁海水に曝露し、約5°Cの昇温と降温を繰り返して行った。17回のうち6月16日に行った産卵誘発では、自然放卵がみられた。また、レチ

ノイン酸を用いた切開法による採卵を2回実施し、雌11個体、雄4個体を用いた。

浮遊幼生飼育 飼育試験は、6月1日、24日の佐賀県供与受精卵及び7月14日に得られた人工誘発卵で行った。レチノイン酸を用いた切開法による受精卵は、D型期幼生以降の器官形成が進まず、飼育を行わなかった。飼育水槽は（研）水産研究・教育機構百島庁舎が開発した連結式浮遊幼生飼育水槽（500 Lパンライト水槽2基連結）を用いた。水面に浮上する浮遊幼生を沈降させる散水（1.2 L/分）に改良を加え、注水側は1分間隔で排水側は5分間隔で散水を行い、散水を給水元として流水飼育とした。飼育密度は成長に合わせて分槽を行い、6.0～0.5個体/mLとした。また、排水フィルターは、幼生の成長に合わせて開口径を上げ、成長不良な浮遊幼生を排除した。飼育水温はウォーターバス（26°C）とサーモスタットを組み合わせ26°C恒温とし、2, 3日ごとに給水水槽側を交換した。

餌料は、*Cheatoceros calcitrans*, *Pavlova lutheri*, *Isochrysis. Sp, Tahiti*を用い、補助餌料としてマガキ餌料密度は、流水による餌料密度の低下を考慮して、*C. calcitrans*は、5万細胞/mL量を3回/日給餌した。このうち1回は夜間に自動給餌装置をタイマー稼働して与えた。*P. lutheri*, *Isochrysis. Sp, Tahiti*は、2,000細胞/mLを1回/日給餌した。補助餌料は、卵黄磨砕物を8日齢まで5,000顆粒/mL、タウリン微細顆粒10～20 mgを9日齢から採苗終了日まで、塩化リゾチームは10 mgを着底日から採苗終了日まで与えた。

結果

種苗生産結果を表3に示した。3回の浮遊幼生飼育全てで着底稚貝が得られた。着底稚貝の総数は70,613個体で、着底開始は28～30日齢であった。

表3 タイラギ種苗生産結果

飼育群	孵化日	採卵方法	飼育水槽数	D型期幼生数	着底開始日齢	着底水槽数	着底期間	採苗率(%)	採苗数	陸上生残率	沖だし個体数	
1	6月1日	佐賀県移譲	4	8,000,000	30	4	30-42	0.36	28,613	0.58	16,480	
2	6月24日	佐賀県移譲	4	8,000,000	28	2	28-47	0.07	5,813	0.93	5,432	
3	7月14日	誘発採卵	10	18,000,000	29	7(10)	29-51	0.20	36,187	1.10	39,925	
									0.21	70,613	0.88	61,837

まとめ

- 1) 種苗生産は、5月7日～7月14日の間に産卵誘発を17回、レチノイン酸処理による切開法を2回行った。
- 2) 3県連携による受精卵供与を、佐賀県から2回（6月1日、6月24日）受けた。
- 3) 供与卵及び産卵誘発卵（7月14日産卵）を用いて3回の種苗生産を行った。着底稚貝数は70,613個体、D型期幼生からの生残率は0.2%であった。レチノイン酸処理法は、D型期幼生の器官形成が進まず、種苗生産に至らなかった。

(担当:大橋)

2. 中間育成技術の開発

着底稚貝（殻長約1 mm）から移植用稚貝（5 cm以上）までのタイラギ種苗の生産技術開発を行った。

方法

供試貝 着底稚貝は、7月1日～9月3日までに着底した1 mmサイズ稚貝70,613個体を用いた（表4）。

陸上飼育 供試貝は殻長6 mmまで飼育した。飼育水槽は、200 μm径のナイロンネットを底に張った稚貝飼育装置容器（（株）田中三次郎商店製、直径約490 mm×高さ275 mm）を用いた。飼育装置は250 Lポリペール水槽内に設置し、上面から散水ノズルを用いて1.2 L/分の給水を行った。

稚貝は3,000～7,000個体を収容し、6 mmサイズに達した段階で海面飼育に移行した。餌料は市販の濃縮餌料（*C. calcirans*, *C. graciris*）を用いた。飼育水には調温海水（26℃）を用いた。また、毎日上面あるいは外面側からネットの洗浄を行った。飼育期間は7月1日～9月18日までの80日間であった。

海面飼育 供試貝の飼育は新長崎漁港内の長崎水試試験筏で丸型収穫カゴ（安全興業（株）製、直径約365×高さ275 mm）を用い、平均殻長16 mmまでは収容密度を250～500個/カゴとし、内側を開口径1 mmの玉ねぎ袋で保護し、アンスラサイト（粒径1 mm）を約10 cm厚で敷設した。

その後、随時分槽を行い、平均殻長22 mmまでは収容密度を100～250個/カゴとし、内側を開口径4 mm

表4 タイラギ種苗中間育成結果

飼育群	孵化日	採苗数	陸上 生残率	沖だし 個体数	3月末 生残数	3月末 平均殻長 (mm)	3月末 生残率 (%)
1	6月1日	28,613	0.58	16,480			
2	6月24日	5,813	0.93	5,432			
3	7月14日	36,187	1.10	39,925			
計		70,613	0.88	61,837	14,408	59.96	20.40

のラッセルネット袋で保護し、アンスラサイト（粒径2～5 mm）を約20 cm厚で敷設して中間育成を行った。供試個体数は59,442個体であった。なお、海面飼育供試貝の他に、諫早湾を利用した中間育成技術開発（1,354個体）、熊本県への委託予備試験（1,041個体）が海面への沖だし個体数には含まれ、沖だし種苗総数は61,837個体であった（表4）。

結果

陸上飼育 7月1日～9月18日までの、採苗から沖だし（殻長6 mmサイズ）までの生残率は88%であった（表4）。

海面飼育 10月末の平均殻長は22 mm、生残個体数は24,737個体、採苗からの生残率は35%であった。このうち24,383個体を10月13日、15日、26日の3回に分けて、成長促進のため諫早市小長井町地先のカキ筏に移動し、令和3年2月に低温回避のため、再び新長崎漁港内の長崎水試試験筏に戻し垂下飼育した。令和3年3月末の生残数は14,408個体で、種苗からの生残率は20.4%、平均殻長は59.96 mmであった（表4）。

まとめ

- 1) 陸上中間育成（殻長6 mmサイズ）までの生残率は88%、海面中間育成の10月まで（平均殻長22 mm）の生残率は35%、諫早湾での肥育後、令和3年3月末時点の生残率は20.4%（平均殻長59.96 mm）であった。

(担当:大橋)

3. 有明海を利用した中間育成技術の開発

有明海の利用した中間育成技術開発を行った。

方法

着底初期種苗の中間育成技術の開発 着底初期種苗（平均殻長6 mm）を用いて、諫早湾の海底及びカキ

筏からの垂下による中間育成技術の開発を検討した。供試貝は、長崎水試で生産したタイラギ稚貝（平均殻長6 mm）300個体を用いた。供試貝は、丸型収穫カゴ（安全興業（株）製、直径約365×高さ275 mm）に粒径1 mmのアンスラサイトを約10 cm厚で敷設し、アンスラサイトに埋ませた後、内側及び外側を開口径1 mmの玉ねぎ袋で包み保護した。試験地は、海底設置区（諫早湾地先水深7～10 m）、カキ筏垂下区（諫早湾マガキ養殖筏水深4 m）、長崎水試試験筏（水深2 m）の3区とした。試験は7月15日～7月29日まで行った。

海面中間育成技術の開発 海面中間育成を効率的に行うことを目的として、諫早湾での垂下式中間育成技術開発を検討した。試験地は、諫早湾マガキ養殖筏（垂下水深4 m）とし、供試貝は長崎水試で中間育成中のタイラギ稚貝（平均殻長20 mm）1,054個体を用いた。供試貝は、丸型収穫カゴ（安全興業（株）製、直径約365×高さ275 mm）を用い、アンスラサイト（粒径2～5 mm）を約20 cm厚で敷設し、内側と外側を開口径4 mmのラッセルネットで保護した。対照区としては、新長崎漁港内の長崎水試試験筏（垂下水深2 m）で中間育成中の同生産群の稚貝を用いた。試験は8月27日～9月30日まで行った。

熊本県への委託にかかる予備試験 令和3年度から開始される熊本県への中間育成委託について、輸送及び成長の比較等を検討するために予備試験を行った。供試貝は、長崎水試で生産したタイラギ稚貝（平均殻長5.9 mm）1,562個体を用いた。供試貝は、熊本輸送群（1,041個体）を実体顕微鏡で生死を確認して520個体と521個体の2群を計数した後、チャック付きビニール袋に海水に浸潤させて収容し、小型クーラーボックスで保温して陸路とフェリーを用いて輸送した。輸送に要した時間は6時間であった。対照区は、同様に選別した521個体を丸型収穫カゴ（安全興業（株）製、直径約365×高さ275 mm）に粒径1 mmのアンスラサイトを約10 cm厚で敷設し、アンスラサイトに埋ませた後、内側を開口1 mmの玉ねぎ袋で包み保護し、長

崎水試試験筏（水深2 m）に垂下した。運送中は防水加工したおんどとり（T&D社製、TR51型）を設置し水温の変化を測定した。試験は熊本側が8月13日～10月1日まで、長崎側が8月13日～10月9日行った。

結果

着底初期種苗の中間育成技術の開発 試験終了時の生残率は海底設置区（諫早湾地先水深7～10 m）16%、カキ筏垂下区（諫早湾マガキ養殖筏水深4 m）25%、長崎水試試験筏（水深2 m）57%であった。試験期間の前半は降水量が多く、低塩分化が懸念されたが、試験区の塩分は、タイラギの致死に至る条件を満たさなかったと推定された。ただ、飼育装置への泥の堆積が著しく、垂下用の飼育装置は海底装置に不適と推察された。

海面中間育成技術の開発 9月2日に接近した台風9号の影響で、諫早湾マガキ養殖筏（垂下水深4 m）に垂下した供試貝を収容した丸型収穫カゴ（安全興業（株）製、直径約365×高さ275 mm）が、相互に絡み合い、摩擦により保護用の内側と外側の開口径4 mmのラッセルネットあるいは収穫カゴが破損し、すべての稚貝が埋在基質のアンスラサイトとともに流出して全滅した。この結果から、台風の襲来を考慮するとマガキ養殖筏からの垂下飼育は、台風接近期が終了する10月以降に限定されると推察された。

また、これまでの水温情報から、成長が期待できる18℃を維持できるのは11月までと推察された。天然稚貝着底状況調査の結果から、越冬可能と考えられる殻長は70 mm以上と推察されるため、有明海を利用した垂下式中間育成は、時期と種苗サイズを考慮して行う必要があると考えられた。

熊本県への預託にかかる予備試験 熊本輸送群（1,041個体）の生残率は43%、平均殻長は41 mmであった。一方、対照区の生残率は18%、平均殻長は45 mmであった。この結果から、長崎から熊本まで小型種苗を輸送可能で、生残率は熊本が約2.3倍高く、成長はほぼ同等と考えられた。

まとめ

1) 有明海を利用した中間育成技術の開発は、海底飼育装置の改良が課題となった。垂下式飼育は台風と水温低下を考慮する必要があると考えられた。

(担当:大橋)

4. (研)水産研究・教育機構供与タイラギ種苗の飼育

(研) 水産研究・教育機構百島庁舎から供与を受けたタイラギ種苗の飼育を行い、中間育成技術開発の一助とした。

方法

種苗の運送及び飼育 (研) 水産研究・教育機構産の種苗は8月31日(17,088個体, 平均殻長 7.0 mm), 9月2日(53,436個体, 平均殻長9.3 mm)に宅配便(常温)で送付された。種苗は断熱発泡スチロール製容器に收容され, ビニール袋内で海水侵漬状態とし, 酸素充填して封入した後, 保冷剤を上面に張り付けて輸送された。輸送中の温度変化は, あらかじめ(研)水産研究・教育機構に送付しておいた防水加工したおんどとり(T&D社製, TR51型)を用いて記録した。第1回送付群は到着直後に, 丸型収穫カゴ(安全興業(株)製, 直径約365×高さ275 mm)にアンストラサイト(粒径2~5 mm)を約20 cm厚で敷設し, 上面を開口径 4 mmのラッセルネットで保護して新長崎漁港内の長崎水試試験筏(垂下水深2 m)で中間育成を行った。飼育試験時の收容数は, 約1,000個体/装置とした。飼育開始時の生残数は17,088個体であった。第2回送付群は, 台風の影響を避けるため, 3日間, 陸上

稚貝飼育装置(株)田中三次郎商店製, 直径約490 mm×高さ275 mm)に收容し陸上飼育と同様の方法で給餌飼育を行った。短期間であったため, 稚貝は約10,000個体/装置の密度で飼育した。その後, 第1回群と同様に新長崎漁港内の長崎水試試験筏(垂下水深2 m)で中間育成を行った。飼育開始時の收容数は, 約1,000個体/装置とした。飼育開始時の生残率は85.8%, 飼育開始個体数は45,867個体であった。

結果

種苗の運輸及び飼育 (研) 水産研究・教育機構産の種苗の運輸中の温度は, 25.3~30.5°Cであった。令和3年3月末時点の生残数は5,688個体, 生残率は12%, 平均殻長は49 mmであった。

生残率が低かった要因としては, 長崎水試の生残群收容のため, 飼育装置が不足し, 当初高密度で收容したこと, 餌料の少ない外洋域に位置する長崎水試試験筏では, 冬季の18°C以下の低水温に耐える生理条件が整わなかったことが推察された。

まとめ

- 1) (研) 水産研究・教育機構百島庁舎から供与を受けたタイラギ種苗の飼育を行い, 中間育成技術開発の一助とした。
- 2) (研) 水産研究・教育機構移譲種苗の令和3年3月の生残数は5,688個体, 生残率は12%, 平均殻長は49 mmであった。

(担当:大橋)

9. 有明海特産魚介類生息環境調査

大橋智志・渡辺崇司・松倉一樹・桐山隆哉

国と有明海沿岸4県の連携により、有明海漁業振興技術開発事業で生産したタイラギ人工稚貝を移植し、平成30年度からの3カ年で2万個の母貝団地造成を目指す。今年度も引き続き地元諫早湾漁業協同組合、県南水産業普及指導センターと協力して行った。

方法

移植漁場 諫早湾沿岸の高来町金崎、小長井町釜、瑞穂町西郷地先の干潟と沖合のカキ養殖筏（中央）の4漁場とした（図1）。

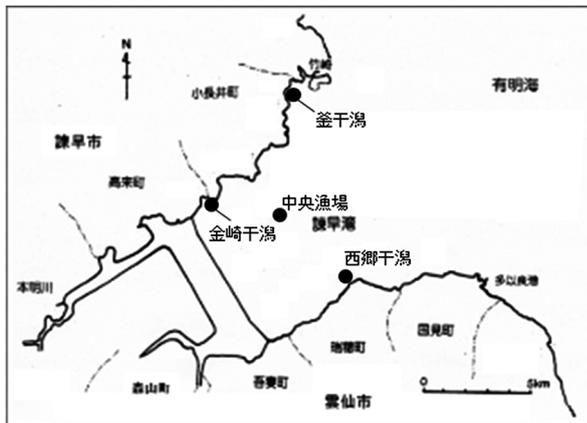


図1 諫早湾における試験漁場

供試貝 干潟移植稚貝は、平成30年度に（研）水産研究・教育機構から提供を受けたタイラギ稚貝を新長崎漁港内の長崎水試試験筏で中間育成した5,350個体（殻長8～11 cm）を用いた。移植は令和元年の5月と8月に行い、5月の移植は、ディスプレイカップ（直径25 cm）に砂を入れて5個体/ポットで輸送し、カップから砂ごと取り出し、干潟へ直植した。8月以降の移植は、ビニール袋に稚貝が浸る程度海水を入れ、酸素を充填して運搬し、干潟に直植した。稚貝の輸送は30～50個体/袋で、水温が24℃を超えないようクーラーボックスで保冷するなど、運搬の温度管理を適宜行った。中央のカキ養殖筏への移植（垂下）は、令和2年4月と6月に行い、アンスラサイトを入れた丸型収穫カゴに100個/カゴを収容し、計3,029個体（殻長約100 mm）

表1 令和2年度人工種苗移植数

	4月	5月	6月	7月	8月	計
諫早湾中央カキ養殖筏	1,011	0	2,018	0	0	3,029

を水深1.5 mに垂下した（表1）。各漁場への移植後の調査は、1～2ヶ月に1回行った。

結果

令和元年度及び令和2年4月、6月移植群の生残数の推移を表2に示す。移植貝は、7月の豪雨による低塩分化により全滅した。6月末のサンプルの組織学的観察では、精巣を有する個体がみられ、一部は成熟して、母貝として機能したと考えられた。

表2 令和元年度及び2年度移植種苗の生残率の推移

	4月	5月	6月	7月	8月
高来町金崎地先	750	417	417	0	0
小長井町釜地先	627	364	364	0	0
瑞穂町西郷地先	2	2	2	0	0
諫早湾中央カキ養殖筏	1,011	900	2,918	233	0
計	2,390	1,683	3,701	233	0

このため、令和2年度産の種苗については、年度内の移植を見合わせ、令和3年度に諫早湾地先の覆砂造成漁場（水深7～10 m）に移植することとし、長崎水試で飼育を継続している。

まとめ

- 1) 令和元年5～11月の間、諫早湾内の干潟とカキ養殖筏に移植したタイラギ人工貝5,350個体の生残を追跡した。
- 2) 令和2年4月、6月に、タイラギ人工貝3,029個体を中央漁場のカキ養殖筏に移植した。
- 3) 移植したタイラギ人工貝は、6月末には一部が成熟したが、7月の豪雨による低塩分化で全滅した。このため、令和2年度生産のタイラギ人工貝は、令和3年度に移植する目的で飼育を継続した。

（担当：大橋）

10. 温暖化に対応した藻類増養殖技術開発

松倉一樹・大橋智志・渡辺崇司・桐山隆哉

I. 令和2年度ノリ養殖経過

有明海沿岸におけるノリ養殖の安定生産を図るため、県南水産業普及指導センターと共同で、養殖状況及び漁場環境を調査した。

方法

気象・海況の推移 気象は気象庁ホームページの島原市の旬別情報を用いた。調査は10月上旬～翌年3月中旬の間に毎週1回を基本として、ノリ養殖漁場のSt.1～6の調査点(図1)で水温、比重、栄養塩(DIN)、クロロフィルa量(Chl-a)を、プランクトン沈殿量は、11月、12月、2月に、St.1, 3, 5で調べた。

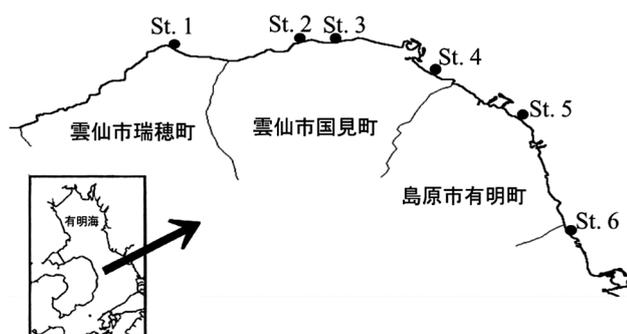


図1 ノリ養殖漁場位置図

養殖経過 採苗後の芽付き、漁場調査の際に生育状況、病障害や色落ちの発生等を調べた。生産状況は、長崎県漁業協同組合連合会の入札会の結果を用いた。

情報提供 「ノリ養殖情報」を毎週1回作成し、漁業関係者へ配布し、調査結果と他県のノリ養殖状況等の情報を提供した。

結果

気象・海況の推移 気温は、10月18日の採苗開始日から11月上旬の間は平年並み又は低めで推移したが、11月中旬は平年比で2.8℃高かった。12月中旬～1月上旬の間は気温が低い傾向となり、平年比で1.3～3.5℃低かった。1月下旬以降は気温が高い状況が継続し、平年比で0.7～3.6℃高かった。水温は、10月上旬～1月中旬の間は平年並み又は低めで、1月下旬以降に平年より高い状況が継続し、平年比で1.0～3.3℃高かった。DINは、12月下旬、2月中旬～下旬及び3月中旬はノリ

表1 ノリの生産状況

項目	R2年度	R1年度	過去5年間平均	前年度比	過去5年間平均比
共販枚数(万枚)	747	786	1,001	95%	75%
共販売額(億円)	0.70	1.01	1.17	69%	59%
平均単価(円/枚)	9.31	12.79	11.71	73%	80%
経営体数	10	12	13	83%	79%
経営体あたりの生産枚数(万枚)*	83	65	79	127%	105%
経営体あたりの生産金額(万円)*	773	838	931	92%	83%

*R2年度の1経営体あたり生産枚数・金額は共販者9名で除した値

の色調維持に必要とされる7 $\mu\text{g-at/L}$ 未満の低い値を示したが、それ以外の時期は7 $\mu\text{g-at/L}$ 以上で推移した。Chl-aは、10月中旬～11月上旬及び2月下旬を除いて平年並み又は高めで推移した。

養殖経過 採苗は前年より9日早い10月18日に開始され、芽付きは適正であった。秋芽網生産期の11月中旬～12月上旬に成長の遅延がSt.2を除く5ヶ所で認められ、生産に影響を及ぼした。あかぐされ病は12月上旬、壺状菌病は1月上旬に初認され、その後継続して発生したが、大きな生産被害には至らなかった。終漁日は3月下旬で、前年より早かった。共販結果は7.5百万枚、70百万円、平均単価は前年度より3.48円安い9.31円で、前年比で枚数95%、金額69%、平均単価73%であった(表1)。12経営体から10経営体に減少したこと等を反映し、生産枚数、金額共に減少したが、共販に参加した1経営体あたりの生産実績は、83万枚、773万円で、前年比で枚数127%、金額92%であった。

情報提供 「ノリ養殖情報」全24報を作成し、水産加工流通課により水産部ホームページに公表された。

まとめ

- 1) 採苗は前年より早い10月18日開始であった。芽付きに問題はなかったが、11月中旬～12月上旬に成長の遅延が認められ、生産に影響を及ぼした。
- 2) 1月下旬以降、気温、水温が平年より高い状況が継続し、前年より早い3月下旬に終漁した。
- 3) 共販に参加した1経営体あたりの共販枚数と金額は、枚数が前年比127%、金額が前年比92%で、

平均単価は前年より3.48円低い9.31円であった。
(担当：松倉)

II. ヒジキ養殖種苗の生産技術開発

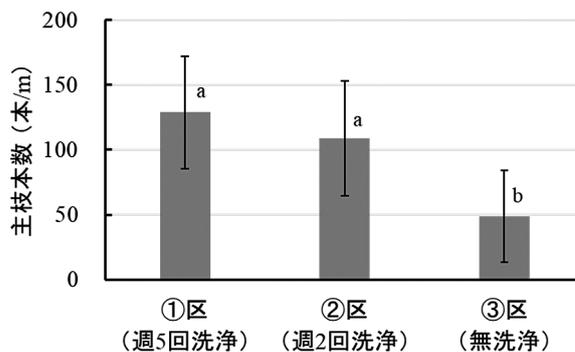
昨年度に引き続き、養殖ヒジキ収穫後のロープに残った仮根の陸上水槽での育苗に取り組み、県内の養殖開始時期にあたる12月までに種苗を生産・供給できる技術開発を目指した。

方法

育苗期間中における海水洗浄の頻度がヒジキの成長・生残に及ぼす影響を調べるため、①週5日洗浄区、②週2日洗浄区、③無洗浄区の3区を設けて（以下、①区、②区、③区とする）7月中旬～9月下旬の期間に飼育試験を行った。供試したヒジキは、島原半島南部漁協から5月中旬に提供を受けた養殖ロープを長さ2～3m前後に切断し、ロープ上に仮根が塊状に巻き付いたものを腐敗防止のためにロープ表面がみえるまで薄く削ぎ落とし、約20～30株を残したロープ20本分を用いた（①区は5本、②区は10本、③区は4本）。飼育試験中のロープは、スレート屋根付きの15トン巡流水槽で管理し、流量15 cm/s、水位45 cmに調整した。培養期間中の付着物対策として、7月下旬～9月上旬の間は70%遮光幕を水槽上面に設置し、晴れた日の最大照度を2.5千～4千 lx前後に抑制した。9月上旬以降は藻体の黒化及びロープからの脱落が増加したため、照度を上げるため、遮光幕の遮光率を80%から70%へ徐々に下げ、晴れた日の最大照度が6千～9千 lxとなるように調整した。併せて、水槽中の雑藻の繁茂を抑制するため、週1回の頻度で飼育水槽を交換し、交換後の水槽は洗浄・天日乾燥を行った。終了時には、各区の上位30本の主枝の全長を測定したほか、ロープ10 cmあたりの主枝の本数（以下、主枝本数とする）をそれぞれ9ヶ所で計数した。各区の平均全長及び平均主枝本数は、統計処理ソフトStat View 5.0を用いてTukey-Kremer検定を行った。

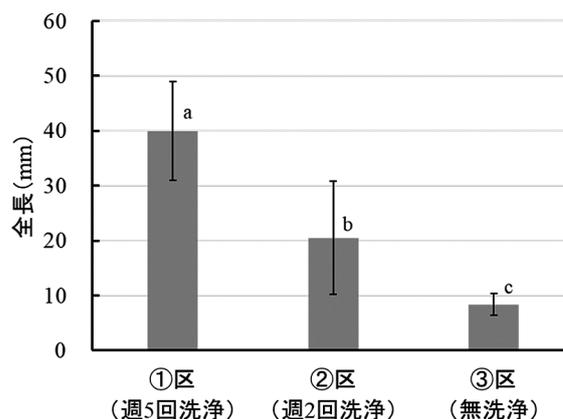
結果

終了時（9月24日、開始75日後）における各区の平均全長を図2、ロープ1 mあたりの主枝の本数を図3に示す。各区の平均全長±標準偏差は、①区が40±9



*異符号間は有意差あり (P<0.05)

図2 終了時における各区のヒジキの平均全長



*異符号間は有意差あり (P<0.05)

図3 各区のヒジキの主枝本数（開始75日後）

mm、②区が21±10 mm、③区が8±2 mmであり、洗浄の頻度が多いほどヒジキの全長が有意に長い値を示した (P<0.05)。主枝本数は①区が118本/m、②区が109本/m、③区が49本/mを示し、洗浄の頻度が少ないほどヒジキの主枝本数が少ない傾向であり、特に無洗浄の③区では①区及び②区に比べて有意に少ない値を示した (P<0.05)。なお、終了時に各区の藻体及びロープ表面を観察した結果、①区ではヒジキ及びロープの表面にシオミドロ類の繁茂が認められなかったが、②区ではロープの表面、③区ではヒジキ及びロープの表面にシオミドロ類が繁茂していた。以上の結果から、洗浄の頻度が少ないほどヒジキ又はロープの表面でシオミドロ類が広範囲に繁茂し、ヒジキの成長阻害及び衰弱が発生していたことが推察された。

なお、9月下旬以降は、全ての試験区でシオミドロ類等の雑藻がヒジキ及びロープの表面で繁茂し、ヒジキの黒化、軟弱化及び脱落が著しく、試験を中止した。最終的に、9月24日の時点で①区では計5本、延べ10 mのヒジキ収穫後の養殖ロープから約1,180本、平均

40 mm, ②区では計10本, 延べ29 mの養殖ロープから約3,130本, 平均11 mm, ③区では計4本, 延べ7.6 mの養殖ロープから約370本, 平均8 mmのヒジキの成育を確認した。

しかし, 今回の手法では9月以降のヒジキの衰弱及び雑藻の繁茂を抑制できないこと, 育苗できるヒジキの密度が少ないこと, 飼育期間が4ヶ月以上の長期となり飼育管理作業も煩雑であることから, 養殖種苗を量産する方法としては適していない。

今後は, ヒジキの高密度飼育, 飼育期間の短縮化及び飼育管理作業の簡素化を実現可能な種苗生産技術の開発が必要と考えられ, 次年度以降は幼胚の高密度採苗及び育苗による技術開発に取り組む予定である。

まとめ

- 1) 収穫後の養殖ヒジキロープに残った仮根を用いて, スレート屋根のある巡流水槽(流速15 cm/s, 水位45 cm)でヒジキを7~9月まで育苗した。
- 2) 遮光により照度を日中の最大照度を2.5千~4千 lxに抑制し, 週5回又は2回の頻度で洗浄したヒジキは, 9月下旬の時点で21~40 mmまで生長したが, それ以降はシオミドロ類等の繁茂によりヒジキの成長阻害及び衰弱・流失が発生した。
- 3) 収穫後の養殖ロープ計39 mから, 9月下旬時点で8~40 mmのヒジキが約3,680本育ったが, 今後は高密度飼育, 飼育期間の短縮化及び飼育管理作業の簡素化に向けた技術開発が必要と考えられた。

(担当: 松倉)

Ⅲ. 小型海藻を用いた藻場造成の効率化

前年度に引き続きマクサとミルの増殖試験を行った。

方法

マクサ増殖試験 着生基質にユニフェンス(高さ0.5 m×幅10 m, 目合5 cm, ポリエチレン製)を用いた。9月11日及び11月5日, 西海市大島町宇崎のハエ地先の巨礫から転石帯における水深3 mの海底で, マクサの母藻を長さ20~30 cm, 直径1 cmのポリエチレン製ロープに挟み込み, 母藻付きのロープをユニフェンスの網地5ヶ所へ結束バンドで固定し, 母藻設置を行った(図4)。翌年3月4日に, 母藻設置場所周辺のロープ,

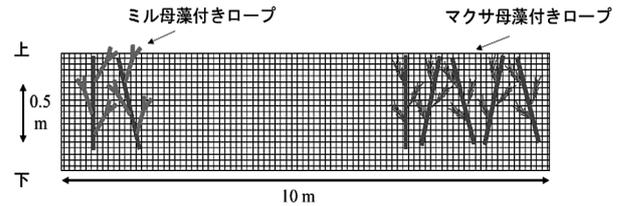


図4 ユニフェンスとマクサ及びミル母藻の設置状況

網地表面及び海底のマクサの着生状況を調べた。

ミル増殖試験 昨年度の9月2日に西海市大島町オオバエ地先の巨礫から転石帯における水深3 mで着生基質として母藻と共に設置されたユニフェンス(図4, 高さ0.5 m×幅10 m, 目合5 cm, ポリエチレン製)について, 5月26日, 9月11日, 11月5日及び翌年3月4日にミルの着生状況を調べた。宇崎のハエ地先では, ミルの母藻をマクサと同様の方法でユニフェンスの網地2ヶ所へ結束バンドを用いて固定し, 9月11日及び11月5日に母藻設置を行い, 翌年3月4日にミルの着生状況を調べた。

結果

マクサ増殖試験 母藻設置場所の周辺約0.25 m²の範囲では, 全長25~92 mmのマクサがロープ及びユニフェンス網地の表面に1ヶ所あたり数十本以上観察され, 被度は5%未満であった。母藻設置場所から1 m以上離れた網地の表面及びユニフェンス周辺の海底では, マクサは観察されなかった。このことから, 母藻設置の効果によりロープや網地の表面でマクサが徐々に増殖しつつあると考えられた。なお, ユニフェンス周辺では, ムラサキウニやガンガゼ等のウニ類及びウラウズガイやギンタカハマ等の巻貝類が多く観察され, これらの食圧により海底でマクサが繁茂しにくい可能性が考えられた。

ミル増殖試験 9月11日に行った調査の結果, オオバエのユニフェンスは広範囲に破網や絡まっている様子が観察され, 9月上旬に相次いで接近した台風9号, 10号の影響を強く受けたことが推察された。また, かつて残存していたミルは, 魚類の摂食痕が複数観察された。オオバエのユニフェンス上におけるミルの被度及び平均全長は, 5月26日が56%・145 mm, 9月11日が5%未満・100 mm, 11月5日が0%(着生なし), 3月4日が5%・25 mmを示した。宇崎のハエのウニフ

エンスでは、母藻設置場所周辺約0.25 m²の範囲で全長6~24 mmのミルがロープ及びユニフェンス網地の表面に1ヶ所当たり数十本以上観察され、被度は5%未満~20%であった。このように、5月下旬に50%以上の被度で網地上に繁茂したミルは、夏から秋にかけて衰退し、翌年3月に再び成長する様子が観察された。

まとめ

- 1) マクサとミルの増殖試験を行い、母藻付きロープをユニフェンスへ設置したほか、ミルでは昨年度スポアバックによる母藻設置でミルが着生したユニフェンス（採苗基質）の状況を継続調査した。
- 2) マクサでは、母藻設置翌年の3月に、母藻設置場所周辺の約0.25 m²の範囲で全長25~92 mmの藻体が数十本以上観察された。
- 3) ミルでは、昨年度スポアバックと共に設置したユニフェンス全体に繁茂し、5月26日には被度56%、全長145 mmであった。また、夏~秋にかけて衰退し、翌年3月には再び成長が観察された。

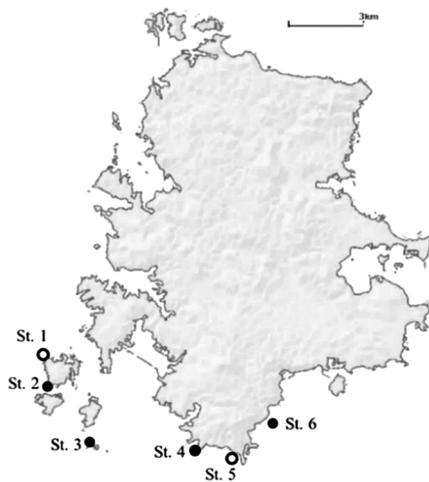
(担当：松倉)

V. アラメ・カジメ類の流出現象調査

平成25年8月の高水温によりアラメ・カジメ類の大量流出が発生し、その後の回復状況を把握するため、(研) 水産研究・教育機構と連携した調査を行った。

方法

調査は、12月に壱岐市郷ノ浦町地先でSCUBA潜水により行った(図5)。



○：ライトランセクト，●：目視観察

図5 調査位置図

表2 壱岐におけるアラメ・カジメ類の分布状況

St	地名	平成29年		平成30年		令和元年		令和2年	
		12月		11月		6月		3月	
		成体	幼体	成体	幼体	成体	幼体	成体	幼体
1	飛瀬	×	×	×	×	×	×	-	-
2	珊瑚崎	×	×	-	-	×	○	×	×
3	机島	-	-	-	-	-	-	-	-
4	郷瀬	○	○	-	-	×	×	-	-
5	万ノ浦	○	○	×	×	×	○	-	-
6	志原	-	-	×	○	×	×	×	×

○：分布あり，×：分布なし，-：未調査

表3 ラインセクト調査地点における大型藻類の分布

調査点	海藻種	平成29年		平成30年		令和元年		令和2年	
		春	秋	春	秋	春	秋		
南西岸 飛瀬	アラメ・カジメ類幼体	○		△					
	ウスバノコギリモク	△	△	△	○				
	ノコギリモク	△		△			△		
	ヨレモク	●	●	●	○	○		●	
	エンドウモク	△		△					
	マメタワラ	△					△		
	ヤツマタモク	△		△					
	キレバモク*	△		△			△		
	ツクシモク*	△	△	△			△		
種数	9	3	7	2	5	1			
南部 万ノ浦	アラメ	●	●	△					
	クロメ	■	○	△					
	アラメ・カジメ類幼体	○	○	○	△	○			
	アオワカメ			△					
	ワカメ	△		△					
	ウスバノコギリモク	△	△	△	○				
	ノコギリモク	○	○	△	○	△			
	ヨレモク	○	○	△	○	○		△	
	イソモク	△		○	△	△			
	エンドウモク	△	△	△	△	△			
	ヤツマタモク	△	△						
	マメタワラ	●	●	○	●	△			
	アカモク	△		△					
ホンダワラ	△								
キレバモク*			△			△		△	
ツクシモク*	△		△						
マジモク*			△			△			
種数	13	8	14	7	8	2			

■：全体に多い，●：部分的に多い，○：全体に疎ら，△：少ない
※南方系種

アラメ・カジメ類は、全ての調査点で幼体、成体ともに確認されなかった(表2)。平成29年12月と比べると、4点中2点でみられた成体と幼体はともに確認されなかった。また、壱岐市郷ノ浦町の南西岸(St.1, St.2)では、ヨレモクを主体とする藻場が形成されていた(図1, 表3)。

まとめ

- 1) 平成25年夏に発生したアラメ・カジメ類の流出現象後の藻場の回復状況を調査した。
- 2) 全調査点において、アラメ・カジメ類は、成体、幼体ともに確認されず、壱岐市南東岸ではヨレモクを主な構成種とするガラモ場の形成がみられた。

(担当：松倉)

11. 養殖業成長産業化技術開発事業

松倉一樹・桐山隆哉

本事業の一課題である(6)環境変化に適応したノリ養殖技術の開発は、ノリの色落ち防止により、高品質なノリを安定的に生産するため、二枚貝の養殖等を組み合わせた新たなノリ養殖技術の開発等を目的に(研)水産研究・教育機構の委託事業により関係機関が共同で実施した。長崎水試では、「二枚貝の増養殖の併用がノリの品質に及ぼす影響の評価」を課題にノリ養殖漁場の環境調査を実施した。

調査は、ノリ養殖漁場に設けた3調査定点において、10月と翌年1月に、表層と底層の水温、塩分、pHの測定と有機酸の残留状況を調べるため、各定点の表層水、底層水、海底の泥(1調査点のみ)を採取するものである。本調査の詳細については、「令和2年度養殖業成長産業化技術開発事業(6)環境変化に適応したノリ養殖技術の開発報告書」を参考にされたい。

(担当：松倉)