

1. 良質な種苗の生産技術開発事業

門村和志・吉川壮太・濱崎将臣・山田敏之

養殖または放流に適した質の高い種苗を安定的かつ効率的に生産する技術開発に取り組み、確立された技術を業界に普及させて実用化を図る。

I. 形態異常の低減化技術開発

(対象種:クエ)

栽培漁業および養殖対象種として有望なクエについて、人工種苗に多くみられる形態異常の出現率の低減化を図ることを目的に種苗生産試験を行った。

方法

採卵 総合水産試験場が保有する親魚は量産技術の移転先である株式会社長崎県漁業公社に譲渡したため、今年度は長崎県漁業公社が採卵した受精卵を使用した。カニューレシオンによる成熟度調査およびPCRによるVNNウイルス検査を行って選別した親魚を用い、HCG投与(500IU/kg・BW)52-55時間後に人工授精により採卵した。受精卵は酸素梱包して水試まで2時間輸送し、0.5kL水槽に設置した卵管理ネット内で自然水温21.5℃、紫外線殺菌海水1回転/時間、微通気で管理した。媒精から24時間後に電解海水(次亜塩素酸濃度0.58ppm)で60秒間の卵消毒を行い、浮上卵を等分して飼育水槽へ収容した。

仔稚魚飼育 仔稚魚の飼育には1kL円形水槽15基を使用した。水温は収容時22.5℃から日齢6までに25℃に昇温し、その後維持した。飼育水には紫外線殺菌海水を用い、日間換水率はふ化～日齢27までは100%、その後、DOが5mg/Lを下回らないよう水槽ごとに注水量を調整し最大500%まで増加した。飼育水には自家培養・濃縮したナンノクロプシスを20～50万細胞/mLの密度となるように毎日添加した。通気は中央に設置したエアストーン1個により行い収容時140mL/分、日齢6以降は100mL/分を目安に適宜調整した。日齢2-5は24時間連続照明とし、以降は8:00-18:00に蛍光灯を点灯し最低水面照度1000lxを確保した。餌料はS型ワムシ(タイ株)、L型ワムシ、アルテミア幼生および

配合飼料を仔稚魚の成長に伴い与えた。ワムシおよびアルテミアの栄養強化にマリングロスEX(マリンテック(株))等を使用した。形態異常対策としては、これまでに技術開発した前彎症低減化技術であるオーバーフロー方式による飼育水面の油膜除去の徹底により仔魚の開鰓率の向上を図るとともに、昨年に引き続いて、ワムシの栄養価の違いが背鰭陥没の出現率に与える影響を調査した。

結果

採卵 6月11日に採卵を行い、合計30万粒の浮上卵を水試に輸送した。なお、形態異常に及ぼす親魚由来の影響を薄めるため、雌4×雄3の総当り交配(組み合わせ数12)を行い、得られた受精卵を混合して用いた。
仔稚魚飼育 1kL水槽での飼育試験の結果、日齢58に全長30-40mmの稚魚10,638万尾(生残率:1.7-13.5%)を取り上げた。

形態異常率 日齢103に外観目視による形態異常調査を行った結果、高栄養強化区で0-8%、無強化区で16-34%と、栄養改善による異常軽減効果が再確認された。一方で、軟X線写真による精密観察の結果、いずれの試験区でも、外観からは判別できない軽度の椎体癒合(主に第22-23椎体)が高率で出現し、栄養以外の要因の関与が示唆された。今後、ワムシ給餌期の栄養改善による背鰭陥没対策試験に加え、新たに受精卵のハンドリングや遺伝的影響の観点から形態異常防除試験を行う。

まとめ

- 1) 背鰭陥没対策としてワムシの栄養強化の検討を行った結果、栄養改善により異常を軽減できることが再確認できた。
- 2) 一方で、栄養強化レベルの異なる試験区に共通して椎体癒合が高率で出現したことから、栄養以外の要因の関与が示唆された。

(担当:門村)

II. クロマグロ種苗生産

天然資源に依存しない養殖用マグロ種苗の安定確保を目的として、クロマグロ種苗生産試験を行った。

方法

受精卵 6月16日および8月5日に、国立研究開発法人水産研究センター西海区水産研究所から提供を受けた約138万粒の受精卵を総合水産試験場まで輸送し、100 kJ円形水槽2面へ約30万粒ずつ収容した。また、7月18日に県内クロマグロ養殖場にて約54万粒を採卵し、50 kJ円形水槽2面へ約27万粒ずつ収容した。得られたふ化仔魚数は、合計117.6万尾であった。

仔稚魚飼育 飼育には100 kJ円形水槽または50 kJ円形水槽を使用し、飼育水には紫外線照射海水を使用した。仔魚の沈降を防ぐため、穴を開けた塩ビパイプと水中ポンプを用い飼育水を上向きに噴射させることで、水槽全体に強い流れを形成した。水温は26°C程度を下回らないよう加温した。餌料系列は丸型ワムシ、アル

テミア幼生、シロギス仔魚、配合飼料とした。シロギスは2 kJアルテミアふ化槽でふ化させたものを、サイフォンを用いてクロマグロ飼育水槽へ投与した。ワムシは濃縮ナンノクロロプシス、マリングロスEX、すじこ乳化油（マリンテック）、アルテミア幼生はマリングロスEXにより栄養強化した。また飼育水には濃縮ナンノクロロプシスを20万細胞/mlの密度になるよう添加した。

結果

仔稚魚飼育 3回次の飼育試験の結果、全長40～60 mmの稚魚を合計44,260尾取り上げた（平均生残率：3.8%）。

まとめ

1) ふ化仔魚118万尾を用いて飼育試験を行った結果、全長40～60 mmの稚魚44,260尾を生産した。

（担当：吉川）

2. 養殖魚類の育種技術開発研究事業

吉川壮太・山田敏之・門村和志・中塚直征

I. 人工種苗の性コントロール技術の開発

1. トラフグ

本種では白子を持った雄の市場価値が高いことから、全雄種苗生産技術の開発が望まれている。本年度は代理親魚技術を応用し全雄種苗生産技術の開発をするため、トラフグ精巢をドナーとし、クサフグ三倍体を宿主とした移植試験を行った。また、平成25年度に生産した超雄個体が成熟したため、精液を採取して種苗生産試験を行った。

方法

宿主 総合水産試験場にて継代飼育している人工種苗クサフグ親魚から採卵を行い、低温処理により三倍体化して宿主とした。

ドナー トラフグ1歳魚の精巢をトリプシン (Worthington Biochemical Co.) を用いて精巢分散液を調製しドナーとした。

精原細胞移植 実体顕微鏡下にマイクロマニピレータおよびマイクロインジェクター (嵯成茂科学器械研究所) を用いて、クサフグ三倍体仔魚腹腔内へとドナーを顕微注入した。

超雄を用いた種苗生産 平成25年度に生産した超雄3尾より精液を採取した。平成27年2月に雌親魚1尾から採卵を行い、超雄精液を用いて人工授精した。得られたふ化仔魚はPCR解析により性判定を行った。

結果

精原細胞移植 クサフグ三倍体仔魚162尾に移植を行い、24時間後には105尾が生残した (生残率65%)。

超雄を用いた種苗生産 超雄3尾に由来するふ化仔魚150尾はPCR解析の結果、全て雄であった。

まとめ

- 1) クサフグ三倍体宿主162尾に移植を行った。
- 2) 超雄3尾を用いて種苗生産を行ったところ、得られたふ化仔魚は全て雄であった。今後、飼育を継続して出荷サイズまでの養殖適正試験を行う予定である。

(担当：吉川)

2. ホシガレイ

本種では雌が雄の2倍の成長を示すことから、全雌種苗生産技術の開発が望まれている。本年度は、平成23年度に天然親魚の交配によって得られた人工魚を用いて採卵試験を行った。

方法

親魚 平成23年度に偽雄個体と天然雌の交配によって得られた人工魚を総合水産試験場にて育成し、親魚として使用した。

ホルモン投与 2015年12月25日、1月4日に雌46個体と雄34個体に対し、LHRHaコレステロールペレット (80 μ g/kg) を埋設した。2月10日、腹部の膨らみが認められた雌20個体に対してさらにLHRHaコレステロールペレット (80 μ g/kg) の埋設を行った。

採卵 腹部の膨らみから成熟が進んでいると判断される個体について、毎日触診を行った。排卵が確認されたものについては、乾導法により人工授精を行った。

結果

排卵個体は1月28日から3月6日まで確認でき、この期間中、浮上卵を得ることができたが、いずれの事例においても、正常発生卵を得ることができなかった。

まとめ

- 1) 1月下旬から3月上旬まで排卵が確認でき、浮上卵を得たが正常発生卵を得ることはできなかった。

(担当：山田)

II. 優良品種作出のための育種技術の開発

1. トラフグ

本種では市場価値の高い白子早熟品種 (早期に精巢重量が増大) や高成長品種等の優良種苗作出技術の開発が望まれている。本年度は、白子早熟形質を遺伝子解析により評価するための評価世代の作出を行った。

方 法

採卵 親魚は、平成24年に総合水産試験場で生産した4個体（雌2個体，雄2個体）を用いた。雌親魚からの採卵は、平成27年4月に行い、1個体からの搾出卵を2等分して雄親魚2個体からの精液と個別に人工授精した。得られた受精卵は、交配別に1 kJふ化水槽4面に収容し、ふ化まで管理した。

仔稚魚飼育 飼育には、1 kJポリカーボネート水槽4面（日齢2～143）および6 kJ角形水槽4面（日齢143～170）を用いた。飼育水は紫外線殺菌海水を用い、水温は20℃一定とした。餌料はL型ワムシ（日齢3～35）、アルテミア幼生（日齢17～66）および配合飼料（日齢37～取り上げ）を使用した。

優良種苗の継続飼育 生産した種苗は、出荷サイズでの形質評価のため、総合水産試験場の陸上水槽において飼育試験を行った。

結 果

仔稚魚飼育 雌雄2尾ずつを親魚として4交配を行い、全長70 mmの稚魚を120尾ずつ取り上げた。

優良種苗の継続飼育 生産した種苗は、30 kJ円形水

槽で飼育試験を開始した。今後、出荷サイズ（1 kg）まで飼育を継続し、出荷サイズにおける形質評価を行う予定である。

平成26年種苗の評価 前年度生産した種苗が出荷サイズに成長したため、優良形質（白子早熟形質）の評価を行った。白子早熟系である雄親魚（No.1）由来の種苗は、天然雄親魚由来のものよりも魚体重、精巢重量ともに大きかった。一方、No.1の異母兄弟となる個体（No.2）由来の種苗は、No.1由来のもの3分の2程度の精巢重量であった。

ま と め

- 1) 白子早熟家系の親魚を用い、4交配の種苗を生産した。今後、出荷サイズでの形質評価を行う予定である。
- 2) 平成26年種苗の出荷サイズでの精巢評価を行い、白子早熟系の雄親魚（No.1）の優位性を確認した。一方、同家系内であっても兄弟間で白子早熟形質に差があることが示唆された。

（担当：吉川）

3. 天然資源に依存しない持続的な養殖生産技術の開発 (クロマグロ高品質稚魚の供給技術の開発)

吉川壮太・門村和志・中塚直征・山田敏之

本プロジェクトは、平成24年度から国立研究開発法人水産総合研究センター西海区水産研究所を中核機関として、鹿児島大学、近畿大学および林兼産業㈱が参画し、クロマグロの陸上水槽における安定的採卵技術の開発と種苗量産時における配合飼料の開発と減耗防除技術の開発に取り組む。また、人工種苗の沖出し後の減耗防除技術を開発し、これら

の技術を開発することにより、養殖用種苗を安定的に供給可能な技術を開発していくことを目的としている。

総合水産試験場では、種苗生産時の減耗防除技術の開発を担当している。本年度は、これまでに開発した体サイズ均一化手法の実証試験を行うとともに、配合飼料の適正な給餌方法について検討した。

(担当：吉川)

4. 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)

「ゲノム編集技術を用いた農水産物の画期的育種改良」のうち 「生産者ニーズ高い形質を有するマグロ創生」

山田敏之・吉川壮太・門村和志・中塚直征

本プロジェクトは、平成26年度から国立研究開発法人水産総合研究センター西海区水産研究所を中核機関として、広島大学、愛媛大学、長崎大学、近畿大学、長崎県が参画し、ゲノム編集技術を用いてクロマグロの育種に取り組み生産者ニーズの高い形質を有するクロマグロを作出することを目的としている。

総合水産試験場では、ゲノム編集をおこなったクロマグロの形質評価を実施する上で必要な小規模水槽での飼育技術の開発を担当している。平成26年度は、500ℓ水槽を用いて、通常密度による飼育条件の再現試験（8水槽）、低密度飼育試験および油膜除去による開鰓率の改善試験を実施した。

（担当：山田）

5. 養殖貝類の優良・高品質化を目指した基盤技術の開発

岩永俊介・桐山隆哉・高田順司・吉田政彦

本事業は、マガキや真珠養殖等の種苗や販売生産物の優良・高品質化を目指し、種苗生産や養殖の新たな基盤技術の開発に取り組む。

I. 高品質マガキの作出試験

近年、県内ではマガキ養殖が盛んに行われているが、夏季のへい死対策が大きな課題となっている。そこで、夏季の生残率が高くかつ身入りが良い高品質マガキを作出することを目的に、以下の試験を行った。

1. 高生残マガキを親貝として生産した種苗の飼育試験

平成25年度にマガキ(1歳貝)をアコヤガイの親貝選別指標として有効とされる血清タンパク質含量¹⁾により選別して飼育試験を行った結果、各群で生残率に差がみられた。²⁾そこで、生残率が高い群と低い群のマガキを親貝として各種苗を作出し、それらの生残率や成長を調査した。

方 法

供試貝 昨年度の血清タンパク質含量別飼育試験²⁾の高生残群(0.7 mg/mL群の生残率: 63.3%)と低生残群(1.2~2.1 mg/mL群の生残率: 23.3%)を親貝として、平成27年6月~7月に種苗生産を行い、生産された種苗を用いた。

試験場所および試験期間 総合水産試験場前の棧橋筏で平成27年8月~平成28年3月までの間実施した。

調査方法 毎月1回貝掃除等の管理作業を行うとともに、全重量やへい死個体数を調べた。

検定方法 各測定項目の区間差は、Student's *t* 検定、生残率には χ^2 検定を用い、有意水準は $p \leq 0.05$ とした。

結 果

平成28年3月調査では、高生残親貝と低生残親貝から生産された種苗の生残率および全重量は、それぞれ82.5%、38.9gおよび72.5%、37.5gであり、生残率には有意差がみられた。

ま と め

1) 昨年度の血清タンパク質含量別飼育試験²⁾の高生残群と低生残群から生産された種苗を、総合水産試験場前の棧橋筏で平成27年8月~平成28年3月までの間飼育した。

2) 平成28年3月調査では、高生残親貝から生産された種苗は低生残親貝のそれより生残率が高かった。

(担当: 岩永)

II. 照りが良い真珠を生産する養殖方法等の開発試験

県内の真珠養殖業は、需要がやや増加傾向にあるものの、経営は厳しい状態にある。そこで、高品質な照りが強い真珠を生産する養殖方法等を開発することを目的に、対馬および長崎県真珠養殖漁業協同組合等と連携して、以下の試験を行った。

1. 真珠の照りに及ぼす貝掃除休止期間の影響

昨年度の結果²⁾から、真珠収穫前の貝掃除休止区は無休止区と比較し、照りが向上した。そこで、真珠の照りに及ぼす貝掃除休止期間を検討した。

方 法

供試貝 試験には、平成27年6月に、対馬市嵯峨(以下、対馬と略す)で6.51mmを、平成27年8月に佐世保市浅子(以下、佐世保と略す)で6.50mmの核を、施術されたアコヤガイ(以下、施術貝と略す)を用いた。

試験区 各漁場の施術貝を無作為に3群に分け、一方の群は11月中旬から60日間(以下、60日区と略す)、次の群は12月上旬から40日間(以下、40日区)、残りは12月下旬から20日間(以下、20日区)、貝掃除を休止した。

試験漁場および試験期間 対馬および佐世保で平成27年11月中旬~平成28年1月中旬の間行い、終了時に真珠を収穫した。

測定方法 採集した真珠は、商品真珠を選別し、照りの数値として用いられる輝度(Y値: 数値が大きいほど照りが良い)を測定した。なお、輝度は真珠科学研

究所に依頼した。

検定方法 測定項目の区間差は、Student, *s*の検定を用い、有意水準は $p \leq 0.05$ とした。

結 果

対馬および佐世保における20日区、40日区および60日区のY値(平均値)は、それぞれ43.4、46.2、48.1および36.7、39.1、43.3であり、各漁場の20日区および60日区の間には有意差がみられた。また、各漁場の輝度と休止期間との間には、負の相関関係があった($r = -0.407 \sim -0.227$, $p < 0.05$)。

ま と め

1) 真珠の照りに及ぼす貝掃除休止期間を検討するため、対馬および佐世保で平成28年1月に真珠収穫予定の施術貝を用い、収穫前の20日間、40日間およ

び60日間の貝掃除を休止した区を設け、真珠の照り(輝度)を調査した。

2) 終了時における各漁場の輝度は、60日区が20日区より高かった。また、輝度と休止期間との間には負の相関関係がみられた。

(担当:岩永)

文 献

- 1) 岩永俊介・桑原浩一・細川秀毅:アコヤガイの血清タンパク質含量を指標とした優良親貝の選抜, 水産増殖, 56, 453~461 (2008) .
- 2) 岩永俊介・高田順司・桐山隆哉・塚原淳一郎:養殖貝類の優良・高品質化を目指した基盤技術の開発, 平成26年度長崎水試事報, 50-53 (2015) .

6. 貝類の新養殖技術開発

岩永俊介・桐山隆哉・高田順司・吉田政彦

本事業では、マガキ養殖の販売生産物の品質向上や生産性向上に取り組む。

I. 潮間帯利用振り子バックを用いたマガキシングルシード飼育試験

海外で行われている潮間帯で籠を用いたマガキシングルシード飼育を行い、貝の成長や生残等について基礎的な検討を行った。

方法

供試貝 平成27年3月に県内民間機関で生産されたシングルシード（平均殻長：38 mm）を用いた。

試験場所 諫早市小長井町地先の干潟（地盤高30 cm, 60 cm, 90 cmおよび120 cm）で行った。

飼育方法 昨年度¹⁾と同様に、市販の籠（オーストラリアSEAPA社製）の両脇に支柱を立て、籠が波で揺れるように籠の長辺を沖側に向け、地盤から約15 cm離して設置した。なお、貝の収容密度は、1籠あたり100個体とした。

試験期間 平成27年7月～平成28年5月の間行った。

測定方法 1ヶ月に1回、各籠の全生存個体の殻高および全重量を測定するとともに、へい死個体を計数した。

検定方法 試験区間における全重量（個体重量）および生残率の有意差は、それぞれStudent's *t*検定および χ^2 検定を用い、有意水準は $p \leq 0.05$ とした。

結果

試験終了時の平成28年5月における地盤高30 cm, 60 cm, 90 cmおよび120 cmの生残率は、それぞれ65 %、65 %、81 %および76 %となり、地盤高90 cmが地盤高30 cmおよび60 cmより有意に高かった。終了時の地盤高30 cm, 60 cm, 90 cmおよび120 cmの全重量は、それぞれ48.0 g, 44.8 g, 40.7 gおよび25.8 gとなり、地盤高120 cmが他の地盤高より低かった。

マガキの付着生物は、昨年度の試験¹⁾と同様に、全地盤高でほぼみられず、付着物対策としては有効と考えられた。

まとめ

1) 殻高38 mmのマガキのシングルシードを専用の養殖籠に収容し、諫早湾内干潟の地盤高30 cm, 60 cm, 90 cmおよび120 cmで、平成27年7月～平成28年5月の間飼育した。

2) 今回の試験では、地盤高90 cmのシングルシードが他の地盤高より、生残率や個体重量が優れた。

（担当：岩永）

II. マガキの身入度改善試験

餌料プランクトンが少ない外洋域で飼育されたマガキを、販売前の冬季に餌料プランクトンが豊富な内湾に移し、身入度の変化を調べた。

方法

供試貝 平成27年11月上旬まで南松浦群新上五島地先で飼育されていたマガキ（以下、試験区）を用いた。対照には、平成27年5月から諫早市小長井町地先で飼育されていたマガキ（以下、対照区）を用いた。

試験場所 諫早市小長井町地先の筏で行った。

飼育方法 市販の丸籠を用いた垂下飼育を行い、貝の収容密度は、1籠あたり100個体とした。

試験期間 平成27年11月～平成28年2月の間行った。

測定方法 1ヶ月に1回、30個体の殻重量と軟体部重量を測定するとともに、へい死個体を計数した。なお、身入度は全重量（殻と軟体部重量の和）に対する軟体部重量比とした。

検定方法 試験区間における身入度の有意差は、それぞれStudent's *t*検定を用い、有意水準は $p \leq 0.05$ とした。

結果

開始時の平成27年11月における試験区および対照区の身入度は、それぞれ0.149, 0.255であり、試験区が対照区より有意に低かった。その後、対照区の身入度は、12月に0.333に達した後、2月までほぼ一定であった。一方、試験区の身入度は開始から終了時まで徐々に

に上昇し、終了時の身入度は0.297となり、試験区との差は認められなかった。

まとめ

1) 餌料プランクトンが少ない外洋域の南松浦群新上五島町地先で飼育されていたマガキを、販売前に餌料プランクトンが豊富な内湾の諫早市小長井町地先に移し、平成27年11月～平成28年2月の間、身入度の変化を調べた。

2) 開始時の11月、新上五島町地先で飼育されていたマガキの身入度は小長井町地先で飼育されてマガキより低かったがその後向上し、翌年2月には差が認められなかった。

(担当：岩永)

文献

1) 塚原淳一郎・岩永俊介：貝類の新養殖技術開発，平成26年度長崎水試事報，54-55（2015）。

7. 諫早湾貝類の漁場有効利用技術開発(タイラギ・マガキ)

岩永俊介・桐山隆哉・Cyril Glenn Satuito*・高田順司・吉田政彦

諫早湾貝類の安定的な増養殖を推進するため、諫早湾内の干潟等の有効利用に関する技術開発を行う。

(担当：桐山)

I. タイラギ

諫早湾における天然漁場と覆砂漁場のタイラギ資源の状況を把握した。

方法

調査は、図1に示す諫早湾北部の天然漁場2定点(St.5, 10)と覆砂漁場5定点(B, D, J, E, Q)の7定点において、平成27年9月～翌年3月の間、小長井町漁協が実施する毎月1回の潜水調査(5分間)に同行し、タイラギの分布状態を把握した。なお、5分間の潜水作業では、20 m²を観察可能面積とした。¹⁾

結果

タイラギは、9～12月には確認されなかったが、翌年1月に1個体(定点Q)、2月(定点D, Q)と3月(定点J, Q)に2個体ずつがそれぞれ覆砂域で確認された。殻長は平均11 cm(9～12 cm)であった。

まとめ

- 1) 諫早湾北部の7定点で、平成27年9月～28年3月に毎月1回、小長井町漁協実施の潜水調査に同行し、タイラギの分布状況を調べた。
- 2) タイラギは、1～3月に覆砂域3定点で確認され、殻長は9～12 cm、分布が確認された定点あたりの生息密度はいずれも1個体/20 m²であった。

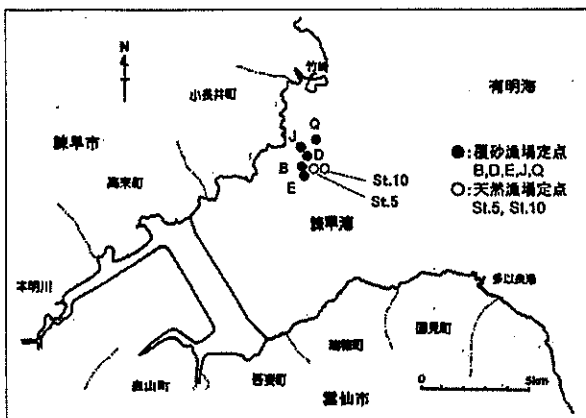


図1 タイラギ調査位置図

II. マガキ

マガキのホタテ殻コレクター養殖の生産性の向上を目的とした。

1. 夏季における干潟での飼育試験

本県のマガキ養殖では夏季のへい死が大きな問題になっており、対策の一環として、夏季における干潟での飼育試験を行った。

方法

供試貝 諫早市小長井町地先で5月まで抑制飼育(マガキが付いたホタテ殻コレクターを潮間帯で過密に飼育する方法)した後、総合水産試験場前の栈橋筏に垂下したホタテ殻コレクターの宮城県産マガキ(殻高40.6 mm)を用いた。

試験区および試験場所等 諫早市小長井町地先の干潟域で、平成27年7～9月の間、30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cmの各地盤高別に、地面から30 cmの高さにホタテ殻コレクターを垂直に設置した。対照区は、同時期に海面筏で飼育されたホタテ殻コレクターとした。

測定方法 各区のホタテ殻コレクター15枚のマガキについて、生残率と殻高を比較した。

検定方法 各測定項目の区間差は、Student's t検定、生残率には χ^2 検定を用い、有意水準は $p \leq 0.05$ とした。

結果

終了時の9月における生残率は、地盤高30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cmでは、それぞれ73.4%, 88.6%, 92.4%, 94.4%で、対照区では66.7%となり、地盤高60～120 cmは対照区より有意に高かった。

殻高は、地盤高30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cmでは、それぞれ50.1 mm, 50.3 mm, 50.0 mm, 50.1 mmで、対照区では54.7 mmとなり、対照区の方が試験区より高かったが、試験区間では地盤高による差はなかった。

* 長崎大学水産学部

今回の実験では、干潟を利用することでホタテ殻コレクターに付いたマガキの生残率向上の可能性が高いと考えられた。

まとめ

- 1) マガキ養殖の生産性を高めるため、マガキのホタテ殻コレクターを干潟の地盤高30 cm, 60 cm, 90 cmおよび120 cmで平成27年7月～9月までの間飼育し、生残や殻高を比較した。なお、海面筏で飼育されたマガキ連を対照区とした。
- 2) 終了時の殻高における地盤高の違いによる差はみられなかったものの、地盤高60 cm, 90 cmおよび120 cmの生残率は対照区より高く、干潟を利用することでホタテ殻コレクターに付いたマガキの生残率が高まった。

(担当：岩永)

2. イソギンチャクを用いた付着物軽減試験

本県のマガキ養殖ではフジツボ等の付着物によるマガキの成長抑制やへい死が大きな問題となっている。そこで、付着物を軽減させるための飼育試験を行った。

方法

供試貝 諫早市小長井町地先で5月まで抑制飼育された後、総合水産試験場前の棧橋筏に垂下していたホタテ殻コレクターの宮城県産マガキ（殻高40.6 mm）を用いた。

試験区および試験場所等 長崎大学水産学部より提供されたイソギンチャクを用い、マガキが付いたホタテ殻コレクターへの付着の有無により、それぞれ試験区と対照区とし、平成27年8月～平成28年1月の間、諫早市小長井町地先の筏で飼育を行った。

測定方法 各区のホタテ殻コレクター7枚について、生残率および殻高等を比較した。

検定方法 各測定項目の区間差は、Student's *t* の検定、生残率には χ^2 検定を用い、有意水準は $p \leq 0.05$ とした。

結果

試験区のイソギンチャクは、8月から終了時の翌年1月までホタテ殻コレクターを覆うように増殖したのに対し、対照区ではイソギンチャクの付着はみられなかった。

終了時における試験区および対照区の生残率、殻高および個体重量は、それぞれ67.6 %、87.1 mm、68.5gおよび34.8 %、76.1 mm、52.2 g となり、試験区が対照区より優れた。

また、終了時における試験区と対照区のホタテ殻コレクターから回収されたフジツボ、シロホヤ、天然マガキ等の総重量は、それぞれ900 gと720 gであった。

以上より、ホタテ殻コレクターにイソギンチャクを増殖させることで、付着物が軽減され、マガキの成長や生残が高まると考えられた。

まとめ

- 1) マガキ養殖における付着物を軽減するため、マガキのホタテ殻コレクターへのイソギンチャク付着の有無により試験区と対照区を設け、平成27年8月～平成28年1月までの間海面筏で飼育し、生残や成長等を比較した。
- 2) 試験区は開始から終了時までイソギンチャクがホタテ殻コレクターを覆うように増殖したのに対して、対照区ではイソギンチャクの増殖はなかった。
- 3) 終了時の試験区のマガキは対照区と比較して、成長や生残が優れ、付着物が少なかった。このため、ホタテ殻コレクターにイソギンチャクを増殖させることで、付着物が軽減され、マガキの成長や生残が向上した。

(担当：岩永)

文献

- 1) 岩永俊介・高田順司・塚原淳一郎・桐山隆哉・大橋智志：有明海漁業振興技術開発事業，平成26年度長崎水試事報，57-61（2015）。

8. 有明海漁業振興技術開発事業

岩永俊介・高田順司・桐山隆哉・大橋智志*・吉田政彦

本事業は、有明海における水産資源の回復等による漁業振興を図るため、マガキおよび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

諫早湾海域では、タイラギ潜水器漁業の長期休漁によりアサリ・マガキの養殖が拡大しているが、同海域のマガキ養殖は夏場の大量へい死などの影響で生産が不安定である。そのため、マガキ生産の多様化を目的として、高品質マガキの生産が可能とされるマガキシングルシート養殖を試験的に導入し、平成24年度には国内品評会で高い評価を得た。しかし、シングルシート養殖はマガキのホタテ殻コレクター連養殖に比べ生産性が低いことが大きな課題となっている。そこで、シングルシート養殖業の生産性の向上を目的に、小長井町漁業協同組合と協力して以下の技術開発試験等を実施した。

1. 小型種苗の中間育成試験

これまでの結果から、殻高25 mm種苗を用いた垂下式養殖法（チョウチン籠）は、商品サイズ（全重量60 g以上）に達するものの、種苗単価が収益性を圧迫することが分かった（未発表）。そこで、これまでと同様に25 mm種苗を用いた養殖の生産性向上を検討するものの、25 mm種苗と同群を、事前に安価な殻高10 mm種苗で入手し、その中間育成法を検討した。

方法

供試貝 平成20年に小長井町地先で養殖され越夏生残したマガキを7代選抜した人工種苗（F7）を親貝として、平成27年3月に県内の民間種苗生産機関で生産された市販シングルシート（F8）の殻高10 mm [殻高：13.7 mm; 全重量：1.39 g] の種苗を用いた。

試験区 オーストラリアSEAPA製の潮間帯利用バスケット籠（地盤高80 cmに設置）と垂下式用のチョウチン籠を設け、それぞれ1,000個体および100個体を收容

した。なお、種苗はバスケットには1籠あたり1,000個体、チョウチン籠には1籠あたり100個体収容し、1試験区は2,000個体とした。

試験漁場および試験期間 諫早市小長井町地先で、平成27年7月3日～7月31までの約1ヶ月間行った。なお、終了時には、対照として、25 mm種苗（受け取り時）の大きさ（殻高と全重量）と比較した。

測定方法 供試貝は、終了時に殻高および全重量（個体重量）を測定するとともにへい死個体を計数した。

検定方法 試験区間における全重量および生残率の有意差は、それぞれStudent's *t* 検定および χ^2 検定を用い、有意水準は $p \leq 0.05$ とした。

結果

終了時のバスケット籠およびチョウチン籠で飼育された種苗の殻高、全重量および生残率は、それぞれ47.8 mm, 7.97 g, 95.5 %および49.3 mm, 7.15 g, 96.0 %となり、飼育方法の違いによる差はなかった。また、同時期の25 mm種苗の殻高および全重量は、それぞれ37.9 mm, 2.32 gであり、中間育成後の10 mm種苗より小さかった。

以上より、10 mm種苗をバスケット籠やチョウチン籠で中間育成することで、25 mm種苗と比較して、経費が軽減される可能性が高いと考えられた。

まとめ

- 1) マガキシングルシート養殖における10 mm種苗の中間育成法を開発するため、市販の潮間帯利用のバスケット籠区と垂下式用のチョウチン籠区を設けた飼育試験を平成27年7月の約1ヶ月間、諫早市小長井町地先で行った。なお、終了時には、対照として、25 mm種苗と比較した。
- 2) 10 mm種苗をバスケット籠やチョウチン籠で飼育した結果、へい死が若干みられたものの、殻高および全重量は、25 mm種苗より優れた。

（担当：岩永）

* 長崎県県南水産業普及指導センター

2. 夏季のへい死軽減試験

夏季におけるシングルシードのへい死を軽減する養殖方法を開発することを目的に、殻高25 mm種苗（受け取り時）を重量別に飼育した。

方法

供試員 平成20年に小長井町地先で養殖され越冬生残したマガキを7代選抜した人工種苗（F7）を親貝として、平成27年3月に県内の民間種苗生産機関で生産された市販シングルシード（F8）を用いた。

試験区 殻高25 mm以上のシングルシードの全重量を測定し、1 g区（全重量1 g以上2 g未満、AV=1.54 g）、2 g区（AV=2.55 g）、3 g区（AV=3.53 g）、4 g区（AV=4.53g）、5 g区（AV=5.53 g）、6 g区（AV=6.40 g）および無選別区（AV=2.43 g）と、前試験の10 mm種苗のバスケット籠区（AV=7.97 g）とチョウチン籠区（AV= 7.15 g）を併せた計9区設けた。試験は、1試験区300個体とし、バスケット籠区以外はすべてチョウチン籠の垂下式で飼育した。なお、飼育密度はチョウチンおよびバスケットの1籠あたり、それぞれ50個体および100個体とした。

試験漁場および試験期間 諫早市小長井町地先で、平成27年7月～平成27年10月の間実施した。

測定方法 供試員は、毎月1回管理作業時に全重量とともにへい死個体を計数した。

検定方法 試験区間における全重量（個体重量）および生残率の有意差は、それぞれStudent's *t*検定および χ^2 検定を用い、有意水準は $p \leq 0.05$ とした。

結果

終了時の全重量および生残率の結果を図1に示す。終了時の9区の全重量（平均）は、17.9 g～26.9 gの範囲にあった。試験区間では、6 g区が4 g区、5 g区、10 mm種苗のバスケット籠区とチョウチン籠区の4区を除いた試験区より大きかった。全区の生残率は、64.0 %～91.0 %の範囲にあった。試験区間では、6 g区、10 mm種苗のバスケット籠区とチョウチン籠区の3区が他区と比較して大きかった。また、試験開始時の全重量は、終了時の全重量および生残率の各間に正の相関関係がみられた（全重量： $r=0.873$ 、 $p<0.01$ 、生残率： $r=0.873$ 、 $p<0.01$ ）。

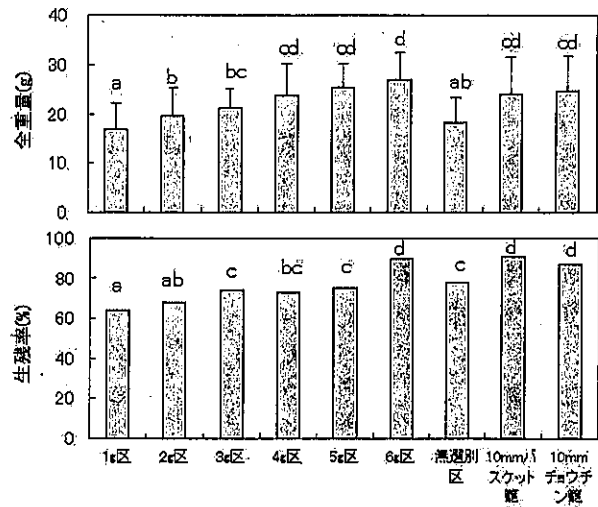


図1 終了時における各区の全重量および生残率
（各図中の異なるアルファベットは有意差を示す）

以上の結果から、開始時の全重量が大きい試験区ほど成長や生残が優れた。

まとめ

- 1) マガキシングルシードの夏季へい死を軽減する養殖方法を開発するため、その一環として、種苗（受け取り時）の重量別飼育試験を平成27年7月～10月の間、諫早市小長井町地先で行った。
- 2) 試験は、1 g 区（種苗の全重量、1 g以上2 g未満）、2 g区、3 g区、4 g区、5 g区、6 g区および無選別区と、前試験の10 mm種苗のバスケット籠区とチョウチン籠区を併せた計9区設けた。
- 3) 終了時の9区の全重量は、17.9 g～26.9 gの範囲にあった。試験区間では6 g区が4 g区、5 g区、10 mm種苗のバスケット籠区とチョウチン籠区を除く試験区より大きかった。全区の生残率は、64.0 %～91.0 %の範囲にあった。6 g区、10 mm種苗のバスケット籠区とチョウチン籠区が他区と比較して大きかった。また、試験開始時の全重量は、終了時の全重量および生残率の各間に正の相関関係がみられた。以上より、開始時の全重量が大きい試験区ほど成長や生残が優れた。

（担当：岩永）

3. 商品サイズ(全重量)の出現率調査

マガキシングルシード養殖の生産性を高めることを目的に、へい死が少なくなる11月～翌年5月までシン

グルシードを重量別に飼育して、商品サイズ（全重量60 g以上）の出現率を調査した。

方法

供試貝 前試験で用いた種苗を用いた。

試験区 種苗の全重量を測定し、15 g区（全重量15 g以上20 g未満, AV=16.9 g）、20 g区（AV=22.5 g）、25 g区（AV=27.1 g）、30 g区（AV=32.0 g）、35 g区（AV=37.0 g）、40 g区（AV=41.8 g）および無選別区（AV=18.3g）と、10 mm種苗のバスケット籠区（AV=50.9 g）とチョウチン籠区（AV=46.8 g）を併せた計9区設けた。なお、1試験区は50～100個体とし、飼育密度は1籠あたり50個体以下とした。

試験漁場および試験期間 諫早市小長井町地先で、平成27年11月～平成28年5月の間実施した。

測定方法 供試貝は、毎月1回の管理作業時に全重量とへい死個体を計数した。

検定方法 試験区間の生残率および商品サイズ出現率の有意差は、 χ^2 検定を用い、有意水準は $p \leq 0.05$ とした。

結果

終了時の生残率および商品サイズの出現率の結果を図2に示す。9区の生残率は、91. %～100 %で、試験区間による差はなかった。商品サイズは、全区でみられ、その出現率は4.4 %～91.4 %で、35 g区、40 g区、10 mm種苗のバスケット籠区およびチョウチン籠区が他区より有意に高かった。

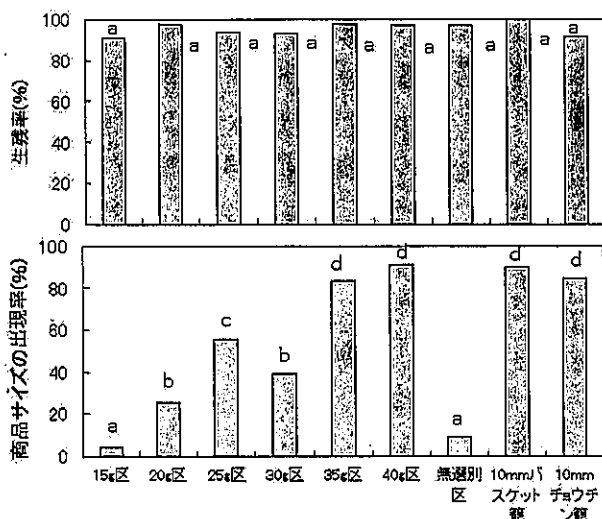


図2 終了時における各区の全重量および生残率（各図中の異なるアルファベットは有意差を示す）

まとめ

- 1) シングルシード養殖の生産性を高めることを目的に、へい死が少なくなる11月～翌年5月までシングルシードを重量別に飼育して、商品サイズ（全重量60 g以上）の出現率を調査した。
- 2) 試験は、15 g区（種苗の全重量15 g以上20 g未満）、20 g区、25 g区、30 g区、35 g区、40 g区、無選別区、10 mm種苗のバスケット籠区とチョウチン籠の計9区設け、諫早市小長井町地先で、平成27年11月～平成28年5月の間実施した。
- 3) 終了時の9区の生残率は、91 %～100 %の範囲にあり、区間差はなかった。全区で、商品サイズの全重量60g以上の個体がみられ、その出現率は4.4 %～91.4 %であった。

（担当：岩永）

II. タイラギ

タイラギは、潜水器漁法により漁獲される有明海の重要な二枚貝であり、本漁業は地域経済を支える重要な産業であった。しかし、1980年代よりその漁獲量が激減し、長崎県においては長年連続休漁状態が続き、生産回復に向けた抜本的な方策が業界から強く望まれている。そこで、タイラギ資源の回復を目的に、人工種苗生産や干潟移殖に関する技術開発を行った。

1. 人工種苗生産技術の開発

タイラギ種苗生産技術を確立することを目的に、浮遊幼生の飼育試験を行った。

方法

改良した2種類の飼育装置（改良装置No.1：特願2016-064705「貝類浮遊幼生飼育水攪拌装置」、改良装置No.2：特願2015-063984「介類浮遊幼生飼育用換水装置改良版」）を用いた試験を平成27年6月～8月の間に7回行い、うち5回は（株）二枚貝養殖研究所の大村湾施設で実施した。親貝は諫早湾で採集したタイラギ（リシケタイラギ型）を用いた。なお、試験に用いた供試卵の採卵方法、浮遊幼生の飼育（連続換水装置）や給餌方法は、平成25年度と同様の方法¹⁾で行った。

結果

表1 各採卵群の受精率、ふ化率および使用幼生数等

採卵日	供試卵 (万粒)	受精率 (%)	ふ化率 (%)	長崎水試 二枚貝養殖研究所		長崎水試 二枚貝養殖研究所	
				使用した幼生数(万個体)		生産した稚貝数(個体)	
5月20日	3,150	92	79	225	-	256	-
5月23日	43,400	92	83	450	1,700	11,059	-
6月16日	1,800	100	85	-	850	-	-
6月23日	15,500	92	88	-	850	-	500
8月5日	12,200	92	71	-	3,400	-	-
8月24日	9,200	98	69	-	1,700	-	-

種苗生産試験を行った各採卵群の採卵日、供試卵数、受精率、ふ化率、使用した幼生数、生産した稚貝数を表1に示す。7回の飼育試験の結果、計11,815個体の着底稚貝を生産した。そのうち、5月23日群で改良装置 No.1を用いた試験区では、日齢23に殻長1.6 mmと1.8 mmの稚貝を確認後、日齢37までの間に8,504個体を生産した。

まとめ

- 1) タイラギ種苗生産技術を確立することを目的に、種苗生産試験を7回行った。
- 2) 特許出願した改良飼育装置を用いた結果、日齢23から着底稚貝が確認され、11,815個体を生産した。
(担当：岩永)

2. 中間育成技術の開発

生産されたタイラギ着底稚貝の中間育成技術を確立することを目的に、着底稚貝の飼育試験を行った。

方法

供試貝 前試験の5月23日群で生産された種苗を用いた。

試験区 着底(6月15日)から日齢60(7月22日)まで(以下、試験1)と日齢61(7月23日)から日齢115(9月15日)まで(以下、試験2)の2回に分けて行った。また、試験1では屋内でアップウェリング装置(株式会社田中三次朗商店製)を用いた止水式(日齢23~33着底群)と流水式(日齢34~37着底群)の計2区を、試験2では、終了した試験1の種苗の一部を用いて無作為に3群に分け、屋内で市販のザルを用いた止水式、試験1と同様の流水式および総合

水産試験場前の棧橋筏で砂を満たしたディスプレイカップ(アズワン株式会社製)を用いて垂下飼育した試験区の計3区を設けた。なお、屋内試験区の餌は、2~40万 cells/mLに調整した *Chaetoceros calcitrans*, *Chaetoceros gracilis* および *Pavlova lutheri* の混合餌料藻類を飽食給餌した。

検定方法 試験区間における全重量(個体重量)および生残率の有意差は、それぞれ Student's *t* 検定および χ^2 検定を用い、有意水準は $p \leq 0.05$ とした。

結果

試験1における終了時(7月22日)の止水式と流水式の生残率、平均殻長および日間成長量は、それぞれ25.2%, 23.1 mm, 0.60 mm~0.82 mm/日および73.2%, 23.2 mm, 0.85 mm~0.97 mm/日となり、生残率は差がみられた。また、両区併せた生産個体は5,063個体であった。

試験2における終了時(9月15日)の止水式、流水式および棧橋筏の種苗の生残率、平均殻長および日間成長量は、それぞれ80.6%, 44.0 mm, 0.80 mm/日、89.4%, 46.1 mm, 0.88 mm/日および99.6%, 70.1 mm, 1.81 mm/日となり、棧橋筏の種苗の生残率および殻長が他2区より高かった。また、全区併せた生産個体は3,523個体であった。

まとめ

- 1) タイラギ着底稚貝の中間育成技術を確立することを目的に、着底から日齢115までの間、総合水産試験場の屋内および棧橋筏で飼育試験を行った。
- 2) その結果、9月15日に殻長34.8 mm~80.7 mmの稚貝を3,523個体生産した。

(担当：岩永)

3. 移殖技術の開発(1)

干潟での移殖技術を確立することを目的に、その一環として、稚貝の殻長別、月別の移殖試験を行った。

方法

供試貝 前試験で生産された種苗等を用いた。

試験区 総合水産試験場前の棧橋筏でディスクカップで飼育中のタイラギ稚貝を、平成27年8月～12月までの間、毎月1回、ディスクカップごと干潟に移殖して、試験区とした。なお、移殖時の稚貝の平均殻長は8月が15 mm (6月23日採卵群) と42.2 mm、9月が70 mm、10月が82 mm、11月が93 mm、12月が92 mmであった。

試験場所および試験期間 諫早市小長井町地先の干潟(地盤高30 cm)で平成27年8月～平成28年1月までの間実施した。

検定方法 試験区間における殻長および生残率の有意差は、それぞれStudent's *t*の検定および χ^2 検定を用い、有意水準は $p \leq 0.05$ とした。

結果

1月調査時の殻長では、8月移植の15 mm群および42 mm群がそれぞれ78 mmおよび107 mmとなり、それら以外の移殖群は90～92 mmであった。日間成長量は移殖時期が早い群ほど大きく、11月および12月移殖群は成長が停滞していた(日間成長量：-0.04 mm/日～0.49 mm/日)。1月調査時の生残率は、8月～10月群がほぼ100%であったのに対し、11、12月群は83%～86%と低かった。なお、8月と9月の移殖時には、移殖方法を検討するため、稚貝を移殖現場でディスクカップや干潟に直接移殖した。その結果、先のディスクカップごと移殖した区と併せても、移殖方法の違いによる生残率や成長に差はなかった。

まとめ

1) タイラギ稚貝の干潟での移殖技術を確立することを目的に、平成27年8月～12月までの間、毎月1回、諫早市小長井町地先の干潟で移殖試験を行った。

2) 平成28年1月の調査では、移殖した時期が早いほど、成長や生残率が高かった。

(担当：岩永)

4. 移殖技術の開発(2)

干潟での移殖技術を確立することを目的に、その一環として、地盤高別の移殖試験を行った。

方法

供試貝 中間育成試験で生産された種苗等を用いた。

試験区 総合水産試験場前の棧橋筏で飼育中のタイラギ稚貝(平均殻長82 mm)を、平成27年10月に、地盤高30 cm、60 cm、90 cmおよび120 cmに設置したディスクカップに直接移殖し、各試験区とした。

試験場所および試験期間 諫早市小長井町地先の干潟で平成27年10月～平成28年1月までの間実施した。

検定方法 試験区間における殻長および生残率の有意差は、それぞれStudent's *t*の検定および χ^2 検定を用い、有意水準は $p \leq 0.05$ とした。

結果

1月調査時の地盤高30 cm、60 cm、90 cmおよび120 cmの殻長および生残率は、それぞれ92 mm、100%、90 mm、100%、87 mm、100%および78 mm、80%で、地盤高30 cm～90 cmの生残や成長は地盤高120 cmより高かった。

まとめ

- 1) タイラギ稚貝の干潟での移殖技術を確立するため、タイラギ稚貝を諫早市小長井町地先干潟の地盤高30 cm、60 cm、90 cmおよび120 cmに、平成27年10月に移殖した。
- 2) 平成28年1月の調査では、地盤高30 cm～90 cmの稚貝の生残や成長は地盤高120 cmより高かった。

(担当：岩永)

文献

- 1) 大橋智志・岩永俊介・塚原淳一郎：有明海漁業振興技術開発事業、平成25年度長崎水試事報、63-68 (2014)。

9. 二枚貝資源緊急増殖対策委託事業

桐山隆哉・岩永俊介・吉田政彦

二枚貝類の人工種苗生産技術の開発と二枚貝資源の増大手法の確立を目的に国立研究開発法人水産総合研究センター西海区及び瀬戸内海区水産研究所と有明4県が役割分担し、平成26年度から実施。総合水産試験場は、実施項目「長崎県地先における親貝の分布と親貝の育成」を担当。

方法

分布調査 タイラギの分布情報を基に、諫早湾内の干潟域では4月（5地点：St.1～5）と12月（2地点：St.1, 4）の大潮最干潮時に、浅場の覆砂域では6月（1地点：St.F）と翌年2月（5地点：St.A～E）に潜水委託し、タイラギの分布状況を調べた（図1）。潜水調査は、6月ではSt.F周辺の120 m²（ロープ長20 m×ロープに沿った調査幅1 m×6箇所）、2月ではSt.A～Eの250 m²（50 m×1 m×5調査地点）をそれぞれ調査した。

育成試験 西海区水産研究所提供のタイラギ人工稚貝を平成26年10月（実験1）と27年12月（実験2）に、新長崎漁港内の筏で飼育の親貝を27年5月（実験3）に、それぞれ諫早湾地先の干潟域に移植し（表1）、その後の生育（実験1, 2）と成熟（実験3）の状況を調べた。なお、実験2は西海区水産研究所と共同で行った。

結果

分布調査 干潟域では、4月にSt.2で42個体/（沿岸線50 m×幅20 m）、St.4で87個体/（800×10 m）、12月にSt.1で270個体/（200×100 m）、St.4で84個体/（800×10 m）の殻長約15～20 cmのタイラギを各々確認した。潮下線下の浅場の覆砂域では、2月にSt.Aで殻長約9 cmのタイラギ1個体/50 m²を確認した。

育成試験 実験1では、移植3ヶ月後の1月にはほとんど残存しておらず、移植6ヶ月後の4月にはフェンス状網囲い区で2個体（殻長63, 122 mm）のみとなった。

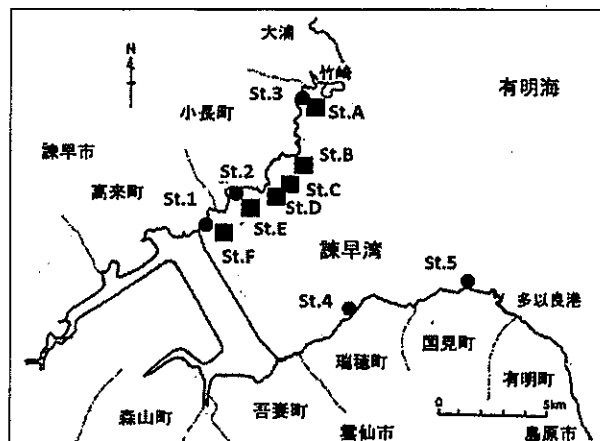


図1 タイラギ分布調査位置図

●：干潟域調査（St.1～5），■：潜水調査（St.A～F）

実験2では、移植1ヶ月後の1月には施設ごと消失した。このため、実験1は4月に、実験2は1月に中止した。実験3では、移植した親貝20個体は、開始時の5月には未成熟であったが、その後、生殖腺の発達がみられ、8～9月には放卵個体が確認された。移植4ヶ月後（9月）の親貝の歩留まりは85%であった。

まとめ

- 1) タイラギの分布調査を干潟域（5地点）と潮下線下の浅場の覆砂域（6地点）で行った。
- 2) タイラギは干潟域を主体に確認され、生息密度は0.01～0.04個体/m²、殻長は約15～20 cmで、平成27年級群は浅場の覆砂域での1個体のみ確認であった。
- 3) タイラギ稚貝の干潟域への移植試験では、生残率の向上や移植する施設の安定等が課題であり、移植のサイズ、時期、場所、方法等について、再検討する必要がある。

（担当：桐山）

表1 タイラギ育成試験の実施状況

実験開始	場所	実験区		供試したタイラギ	移植方法	
		区分	底質および基質			
H26.10.28	諫早市小長井町地先 （アサリ漁場）	実験1 （稚貝移植）	砂地	フェンス状網囲い 網の被覆	人工種苗殻長14mm、4,000個体 人工種苗殻長14mm、4,000個体	直播き（自然潜さ） 直播き（自然潜さ）
H27.12.26	諫早市高来町地先 （アサリ漁場の沖）	実験2 （稚貝移植）	アンスラサイト 周辺の泥	トリカルネットの蓋 トリカルネットの蓋	人工種苗殻長30mm、100個体（50個体/籠×2籠） 人工種苗殻長30mm、100個体（50個体/籠×2籠）	直播き（自然潜さ） 直播き（自然潜さ）
H27.5.18	諫早市高来町地先 （アサリ漁場沖側）	実験3 （親貝移植）	泥地	なし	殻長20cm前後、20個体	直植え

10. 環境変化に対応した藻類増養殖基盤技術開発

高田順司・桐山隆哉・岩永俊介・野口絵理

I. 平成27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連携し、漁場環境および養殖状況を調査した。

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月中旬～翌年3月下旬の間毎週1回行い、ノリ養殖漁場の9調査点（図1：St.1～9）の水温、比重、栄養塩（無機態窒素：DIN）を、St.1, 3, 8ではプランクトン沈殿量（PL）を、St.8ではクロロフィル量（Chl-a）を調べた。DINとChl-aの分析は、（社）長崎県食品衛生協会食品環境検査センターへ委託した。

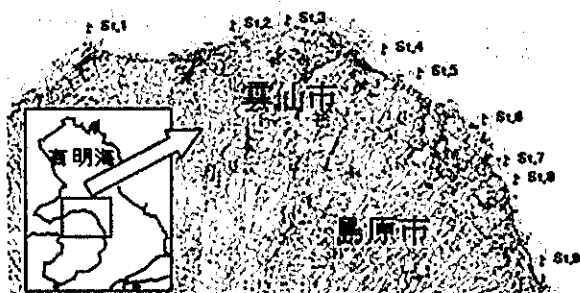


図1 ノリ養殖漁場位置図

養殖経過 採苗後の芽付と生育の状況、病障害や色落ち等の発生等を調べた。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 県南水産業普及指導センターと連携して「ノリ養殖情報」を毎週作成し、漁業関係者へ配布するとともに、総合水産試験場のホームページで、水温、比重、DIN、PLについて、St.1, 3, 8の値と全調査点の平均値を公表した。

結果

気象・海況の推移 気象・海況の推移を付表1と付図1に示す。

気温：漁期（10～3月）の平均気温は、平年より1.0℃高く、特に11月上旬～1月上旬には+1.0～+4.3℃

高い状態が続いた。降水量：漁期の総降水量は、平年の86%であったが、10月上旬、11月中旬、12月上旬、1月下旬、2月中旬に50mm以上のまとまった降雨があった。日照時間：漁期の総日照時間は、平年の93%であったが、11月中旬～12月上旬と12月下旬～1月下旬に平年より少ない期間が続いた。風速：漁期を通じて平年値より低く、1.6～3.2 m/sの範囲で推移した。

水温：漁期の平均水温は15.0℃で、平年より1.7℃高く、漁期を通じて高めで推移した。特に、10月下旬～1月中旬には+0.5～+3.0℃高い状態が続いた。比重：漁期を通じて平年値との差はなく、22.2～23.1の範囲で推移した。DIN：漁期の平均DINは8.5 μg-at/Lで、平年より1.6 μg-at/L高く、漁期を通じて高めに推移した。特に、11月上旬～12月下旬には、10 μg-at/L以上あり、11月上旬、11月下旬～12月下旬では、平年より+4.0～+5.4 μg-at/L高く推移した。PL：3月上旬の最高値37.1 ml/100 Lおよび11月下旬の2.0 ml/100 Lを除けば、漁期を通して平年より低めで推移した。特に10月下旬～翌年1月中旬では、11月下旬を除けば、0.2～0.8 ml/100 Lと低い状態が続いた。Chl-a：漁期の平均Chl-aは7.1 mg/m³で平年より1.4 mg/m³高く、漁期を通じて高めで推移し、特に10月下旬、1月上旬、2月中旬には10 mg/m³を越えた。

養殖経過 採苗は、平年並みの10月14日の開始で、芽付きは普通から厚めであった。11月上旬に漁場全体で芽イタミおよび芽流れがみられ、その後、St.1, 2では生育不良が発生し、St.3～9では芽流れが継続した。特に、芽流れは例年ない規模で12月下旬まで継続し、秋芽網生産と良質な冷凍網の確保に影響を及ぼした。あかぐされ病は12月11日、壺状菌病は12月14日、色調低下は1月上旬、色落ちは2月上旬にそれぞれ初認された。いずれもこれまでの発生期間内にあり、大きな生産被害には至らなかった。

共販結果は、6万枚、58百万円、平均単価9.5円で、対前年比で各々38%、40%、104%、対過去5ヶ年

表1 ノリの生産状況

	H27 年度	H26 年度	過去5か年 平均	前年度比	過去5か年 平均との 比
共販枚数(百万枚)	6.09	16.00	19.22	38%	32%
共販金額(百万円)	58.02	146.49	160.04	40%	36%
平均単価(円/枚)	9.52	9.16	8.33	104%	114%
経営体数	13.00	16.00	21.25	81%	61%
1経営体の平均枚数 (万枚)	46.87	99.97	90.46	47%	52%
1経営体の平均金額 (百万円)	4.46	9.16	7.53	49%	59%

平均比で各々32 %、36 %、114 %であった。1経営体あたりの生産は、生産枚数、生産金額ともH26年度および過去5ヶ年の平均を大きく下回り（表1）、過去20年で、生産枚数、金額では平成8年に次ぐ不作となった。

情報提供 「ノリ養殖情報」全23報および総合水産試験場ホームページに同報第1～22報の情報を公表した。

まとめ

- 1) 採苗は、平年並みの10月14日開始で、芽付きは普通から厚めであった。
- 2) 芽イタミおよび芽流れが11月中旬に全漁場で発生し、12月下旬まで継続した。被害は例年になく深刻で、生産不能な網が続出し冷凍網の生産にも影響がみられ、秋芽および冷凍網生産に甚大な被害をもたらした。
- 3) 共販結果は、6万枚、58百万円、平均単価9.5円で、過去5ヶ年平均の各々32 %、36 %、114 %で、不作の年となった。

(担当：高田)

II. ヒジキ養殖種苗の生産技術開発

養殖種苗の供給を目的に、種苗生産、育苗、群落の適正管理の技術開発を行う。野外試験は、昨年度に引き続き地元多良見町と島原半島南部漁協および県・県南水産業普及指導センターの協力により行った。

方法

種苗生産技術開発 量産化には大量発生するアオサ類の対策が課題であり、¹⁾ その生育抑制を目的に、野外水槽で照度別の4試験区（遮光率75, 85, 95, 97 %）を設け、ヒジキ種苗の成長を調べた。なお、試験には養殖後に残ったヒジキ仮根を用いた。

育苗手法の開発 昨年度の大村湾での量産化試験では、

台風により施設が崩壊したため¹⁾、今年度は、万全な台風対策を行い、養殖後のヒジキ仮根を用いた再試験を行った。

ヒジキ群落の適正管理手法の開発 有明海南有馬町浦田地先のヒジキ群落内に平成23年12月に設けた15×10 cm、15×15 cm、15×20 cmの3剥離区3箇所（St.1～3）²⁾のヒジキ本数の回復状況を昨年に続き調べた。

結果

種苗生産技術開発 アオサ類の生育が抑制されたのは遮光率95 %以上であったが、これら試験区では、ヒジキ仮根の成長はみられず、基質への着生は確認できなかった。

育苗手法の開発 移植したヒジキは、2ヵ月後の8月中旬では仮根の基質への着生率は60 %であった。しかし、8月27日～28日に大型の台風15号が通過し、実験施設は維持されたが、ヒジキはほぼ消失した。台風対策は困難であるが、試験区の場所の設定や基質への確実なヒジキの着生方法など、再考する必要がある。

ヒジキ群落の適正管理手法の開発 試験区内の12月のヒジキ本数の変化を図2に示す。本数が回復したのは、St.1の15×10 cm、15×20 cm区、St.2の15×10 cmの3剥離区のみで、試験区による回復状況に違いがみられ、最小の15×10 cmの剥離面積でも、5年が経過しても元の状態に回復しない試験区がみられた。

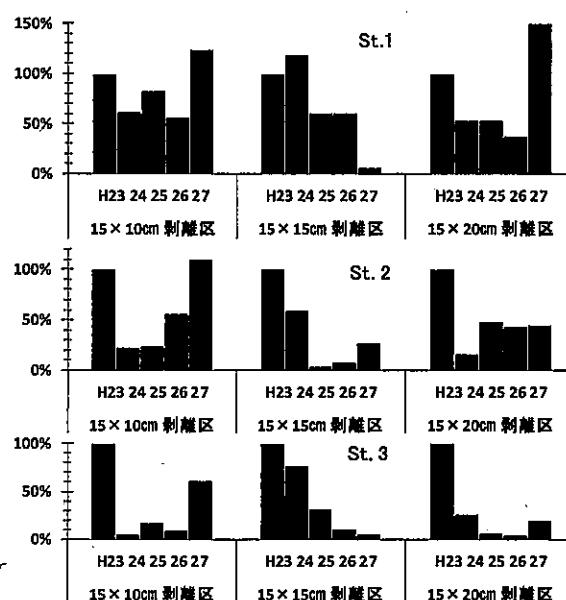


図2 南有馬町浦田地先における12月の剥離区別のヒジキ本数変化

まとめ

- 1) 野外水槽でのヒジキ種苗量産化試験において、遮光率の異なる4試験区でアオサ類の生育抑制効果を調べた結果、遮光率95%以上が有効であった。しかし、これら試験区では、ヒジキ仮根の着生および仮根からの幼芽の生長はみられなかった。
- 2) 大村湾沿岸での種苗の量産化試験では、実験施設の台風対策を課題としたが、台風15号通過後に実験施設は維持されたものの、ヒジキ種苗はほとんど消失し、ヒジキの着生方法等に課題を残した。
- 3) ヒジキ群落内に設けた15×10 cm, 15×15 cm, 15×20 cmの剥離区では、5年を経過してもほとんどの剥離区でヒジキ本数の回復はみられなかった。

(担当：高田・桐山)

III. 小型海藻を用いた藻場造成の効率化

本課題は加工科との連携で、小型海藻に着目し、①小型海藻の増殖による藻場造成の効率化、②ウニの身入り改善による積極的な漁獲促進と漁獲による適正なウニ密度管理、③藻場の維持・拡大とウニ漁業の振興との両立を図るための技術開発を行う。

方法

小型海藻のウニに対する餌料効果試験 供試したムラサキウニ（以下、ウニ）は殻径4～6 cmで、餌料の小型海藻は、緑藻1種（ミル）、褐藻5種（フクロノリ、シワヤハズ、ヘラヤハズ、ハリアミジグサ、ウミウチワ）、紅藻2種（マクサ、クロソゾ）の8種、対照に塩蔵コンブを用い、海藻種別に8試験区と1対照区を設けた。試験は、掛け流しにした5 mFRP製水槽内に籠（80×55×35 cm）を設置してウニ40個体/籠を収容し、給餌を2ヶ月間行った。餌料効果の評価は、生殖腺重量指数（GSI）、感覚色度（L*a*b*値）、遊離アミノ酸組成の分析および官能検査により行った。統計処理は、データ解析ソフト（カイエンスKyPlot 5.0）を用いて、Tukey-Kramer法の多重比較で検定した（ $p < 0.05$ ）。

結果

小型海藻のウニに対する餌料効果試験 給餌2ヶ月後のGSIは、マクサおよびクロソゾで最も高く、対照区

の塩蔵コンブと同等であった。感覚色度は、試験区と対照区で差がなかった。遊離アミノ酸組成は、グルタミン酸がフクロノリ、ハリアミジグサ、ウミウチワ、マクサでそれぞれ対照区より高かった。官能検査では、ヘラヤハズを除く7試験区で対照区と同等の評価が得られた。

まとめ

- 1) 小型海藻8種および塩蔵コンブを、ムラサキウニに2ヶ月間給餌し、ウニのGSI、感覚色度、遊離アミノ酸組成の測定および官能検査を行った。
- 2) GSIは、マクサ、クロソゾが、グルタミン酸の含有量は、フクロノリ、ハリアミジグサ、ウミウチワ、マクサで高く、それぞれ塩蔵コンブと同等か、それ以上の値であった。
- 3) 官能試験では、ヘラヤハズを除く7種小型海藻で、塩蔵コンブと同等の評価が得られた。

(担当：高田・野口)

IV. 藻場のモニタリング調査

高水温化に伴う藻場の変動を把握するため、H13年に長崎県野母と樺島に設けた定点³⁾の継続調査を行う。なお、H23年度から調査の間隔を2年毎とした。

方法

調査は、5月と11月に定点（野母地区2点、樺島地区4点）において、これまでと同様に³⁾ ライントランセクトと枠取りによる大型海藻の分布状況を調べた。

結果

H24年秋にクロメとノコギリモク群落の魚の摂食による壊滅的な被害が発生し、その後の回復が危惧された。H25年5月には、クロメは野母地区で当歳のものがわずかにみられた。ノコギリモクは両地区でみられたが幼体のみであった。11月には両種の分布は確認されなかった⁴⁾。H27年5月には、クロメ幼体は両地区で確認できず、ノコギリモクは野母地区で幼体が疎らに確認された。他の大型海藻は、両地区でアントクメと、キレバモク、ツクシモク、マメタワラ等の数種ホンダワラ類がみられた。11月にはノコギリモクは両地区で確認できず、他の大型海藻では、ヒジキ、マメタワラ、トゲモク、南方系ホンダワラなどの幼体が野母

地区で、南方系ホンダワラの幼体が樺島地区でそれぞれ確認された。

まとめ

- 1) 平成27年5月と11月に野母地区2点、樺島地区6定点において、ライントランセクトによるモニタリング調査を行い、大型海藻の分布状況を調べた。
- 2) クロメは両地区で確認できず、平成25年11月以降みられなくなった。ノコギリモクは5月に野母地区で幼体が確認されたが、11月にはみられなかった。
- 3) 両地区に出現する大型海藻は、5月にはアントクメとキレバモク、ツクシモク、マメタワラ等の数種ホンダワラ類が、11月には野母地区でヒジキ、トゲモク、マメタワラ等の幼体が、樺島地区で南方系ホンダワラ類の幼体がみられ、四季藻場の衰退が加速しており、春藻場へと変化している。

(担当：高田)

V. アラメ・カジメ類の流出現象調査

平成25年8月の高水温後に発生したアラメ・カジメ類の大量流出現象について、水産研究・教育機構西海区水産研究と共同で継続調査を行った。

方法

老岐市郷ノ浦地先で、平成27年12月にSCUBA潜水によるアラメ・カジメ類の分布状況を調べた。

結果

郷ノ浦町の西岸では、平成26年度の調査で、アラメ・カジメ場は消失してノコギリモクもみられなくなり、磯焼けへと遷移した。一方、南西岸～南東岸では、アラメ・カジメ類は、場所により生育密度に差はある

が、回復傾向にあり、アラメ・カジメ場やガラモ場がみられた。27年度では、郷ノ浦町西岸と南西岸～南東岸での海藻の分布に大きな変化はみられず、西岸の磯焼けは回復傾向になかった。

まとめ

- 1) 老岐市郷ノ浦町地先で、平成25年度に発生したアラメ・カジメ類の大量流出後の藻場の状況を継続調査した。
- 2) 郷ノ浦町西岸では、平成26年以降、アラメ・カジメ類とホンダワラ類が消失し、磯焼けが継続していた。一方、南西岸～南東岸では、アラメ・カジメ類は回復傾向にあり、アラメ・カジメ場、ガラモ場が維持されていた。

(担当：桐山)

文献

- 1) 桐山隆哉・高田順司・塚原淳一郎・岩永俊介・渡邊庄一・伊藤智洋：環境変化に対応した藻類増養殖基盤技術開発，平成26年度長崎水試事報，63-67(2015)。
- 2) 桐山隆哉・塚原淳一郎・大橋智志：温暖化に対応した藻類増養殖技術開発，平成24年度長崎水試事報，70-71(2013)
- 3) 桐山隆哉・大橋智志・藤井明彦・吉村拓：藻場に対する食害実態調査，平成13年度長崎水試事報，85-86(2002)
- 4) 桐山隆哉・高田順司・塚原淳一郎・岩永俊介・渡邊庄一・伊藤智洋：環境変化に対応した藻類増養殖基盤技術開発，平成24年度長崎水試事報，71-72(2014)。

11. 藻場回復等総合対策事業

高田順司・桐山隆哉・岩永俊介

県水産部の「漁場の環境・生態系保全活動総合対策事業（平成23～27年度）」の一課題で、漁業者が主体となって1ha規模の春藻場造成を行う。モデル地区に選定した西彼大島地区は平成23年度から、小値賀地区は25年度から実施した。

方法

造成範囲は、西彼大島地区1.5 ha（北西区0.5 ha、蛤区1 ha）と小値賀地区稗崎区1 haの内、ウニ駆除は造成漁場の全域を、母藻設置は大型海藻の回復が不十分な場所を主体に、大島地区では1 ha、小値賀地区では0.6 haとした。造成方法は、県磯焼け対策ガイドラインの「藻場の類型化」¹⁾に基づき、SCUBA潜水と素潜りによるウニ駆除、ウニハードルの設置、スポアバック等を用いた造成場所に適した海藻種の母藻投入による生殖細胞の供給を行った。効果調査は、各漁場に設けた調査定点（大島地区：北西区3箇所、蛤区7箇所、小値賀地区4箇所）において、5、7、10月および翌年3月にSCUBA潜水でライントランセクトによる海藻の種類、被度、測線毎に設けた岸側と沖側の2定点のウニの生息密度等を調べた。

結果

西彼大島地区 ウニ駆除は、10月～翌年3月の間に北西区で13回、蛤区で12回行った。3月のウニの生息密度は北西区で平均21（最小5～最高46）個体/m²、蛤区で10（0～41）個体/m²で、目標値の5～10個体/m²を超える場所が多く残された。母藻設置は、ワカメ、アカモク、マメタラ、キレバモク、フタエモク等を4～7月の間に北西区で7回、蛤区で6回行った。北西区では養殖ワカメのメカブ100 kg、ホンダワラ類651 kg、蛤区ではメカブ135 kg、ホンダワラ類520kgを投入した。大島地区で確認された大型海藻種は北西区14種、蛤区15種で、北西区ではワカメ、アカモク、イソモクが、蛤区ではワカメ、キレバモク、コナフキモク、フタエモクが主体であった（表1）。小型海藻種は、北西区で60種以上、蛤区で70種以上がみられ、北西区ではハ

リアミジグサ、フクロノリ、ミル類等が、蛤区ではフクロノリ、ハリアミジグサ、ヘラヤハズ等が主体であった。

海藻種別被度の変化を図1に示す。ワカメは、平成28年度3月では、西彼大島全域で例年に比べ生育が悪く、両区とも被度は昨年より低下し、極点生帯が主体となった。ホンダワラ類は、27年5月では、両区とも被度が低下し、北西区では点生～疎生と密生～濃生帯が減少、蛤区では密生～濃生帯が減少した。小型海藻は、27年5月では、北西区では被度は昨年より低下し、点生～疎生帯が減少して極点生帯が増加した。蛤区では被度は増加し、密生～濃生帯が増加した。

5年間の藻場造成で、ウニ駆除と漁場に適した海藻の種の供給を継続することで、ワカメ、ホンダワラ類、小型海藻の分布域の拡大と被度の増加がみられた。被度は点生～疎生が主体であるが、密生～濃生帯は部分的にみられ、ワカメでは40～50%に達した。春藻場の形成は、1～3月頃まではワカメが、5月にかけてアカモクやイソモクなど外来種が、7月にかけて南方系種

表1 西彼大島地区の造成漁場にみられた大型海藻種

造成区	海藻種	H23	H24	H25	H26	H27	H28 (3月)
北西区	アントクメ	△	△	△	△	△	△
	ワカメ	■	■	■	■	■	■
	アカモク	○	○	○	○	●	△
	イソモク	△	△	△	●	●	△
	ウミトラノオ	△	△	△	△	●	△
	エンドウモク	△	△	△	△	△	△
	キレバモク	△	△	△	△	△	△
	コナフキモク	△	△	△	△	△	△
	ツクシモク	△	△	△	△	△	△
	ヒジキ	△	△	○	△	●	△
	フタエモク	△	△	△	△	△	△
	マジリモク	△	△	△	△	△	△
	ヤツマタモク	△	△	△	△	△	△
	マメタワラ	△	△	△	△	△	△
蛤区	アントクメ	△	△	△	△	△	△
	ワカメ	■	■	■	■	■	■
	アカモク	○	○	○	○	●	△
	イソモク	△	△	●	●	○	△
	ウスバモク	△	△	△	△	△	△
	ウミトラノオ	△	△	●	●	●	△
	エンドウモク	△	△	△	△	△	△
	キレバモク	●	●	△	●	■	△
	コナフキモク	●	●	■	■	△	△
	ツクシモク	△	△	△	△	△	△
	ヒジキ	△	△	△	△	●	△
	フタエモク	●	●	■	■	■	△
	マジリモク	△	○	△	△	△	△
	ヤツマタモク	○	●	△	●	●	△
	マメタモク	△	△	△	△	○	△

■：全体に多い、●：部分的に多い、○全体に疎ら、△：少ない

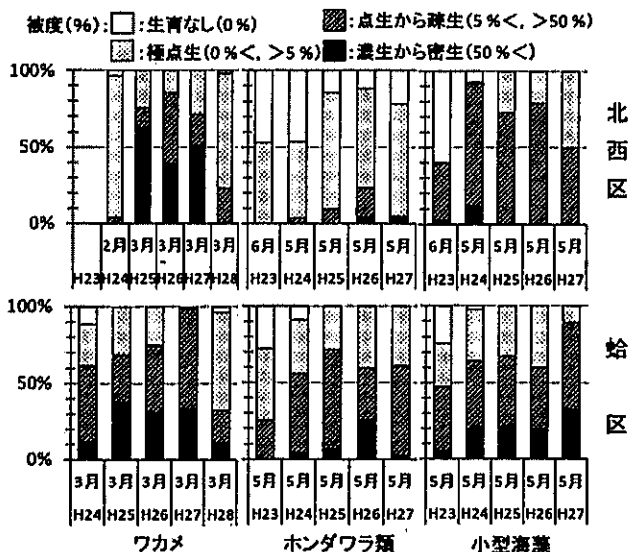


図1 西彼大島地区の造成漁場における海藻種別被度変化

やマメタワラが繁茂する春藻場が造成できた。また、アントクメや四季構成種にもなる多年生のマメタワラ、ヤツマモク、イソモク、エンドウモク等が徐々に増加しており、今後、春藻場の構成種がどのように変化していくのか植生遷移を明らかにしていく必要がある。

小値賀地区 ウニ駆除は6月～翌年2月の間に6回行い、3月の生息密度は平均1.4（最小0～最高6）個体/m²に減少し、目標値が維持された。母藻設置は、4～8月の間に4回行い、養殖ワカメのメカブ128 kg、流れ藻（キレバモク、マメタワラ、ウスバモク等）約202 kgを設置した。確認された大型海藻は11種で、キレバモクとウスバモクが主体であった（表2）。小型海藻は50種以上がみられ、フクロノリ、ウミウチワ、ハリアマジグサ、シワヤハズ、ミル類等が主体であった。

海藻種別被度の変化を図2に示す。ワカメは平成26年3月から着生し、極点生であるが徐々に増加している。ホンダワラ類は造成場全体に拡大し、被度も点生～疎生が主体になった。小型海藻は造成場全体にみられ、被度は増加し密生～濃生帯が40%以上になった。

3年間の藻場造成で、ウニ駆除、漁場に適した海藻の種の供給、刺網による植食性魚類の駆除（平成25～26年度）等の継続により、ワカメ、ホンダワラ類、小型海藻の分布域の拡大と被度の増加がみられた。ワカメは極一部での生育であり、ホンダワラ類は漁場全体に分布域が拡大し、被度も点生～疎生主体になったが

表2 小値賀地区稗崎区の造成漁場にみられた大型海藻種

造成区	海藻種	H25	H26	H27	H28 (3月)
稗崎区	ワカメ		△	△	△
	アカモク		△	△	△
	イソモク		△	△	△
	ウスバモク		△	●	△
	ウミトラノオ	△	△	△	△
	エンドウモク		△	△	△
	キレバモク	△	○	●	○
	ツクシモク		△		
	マジリモク			△	△
	マメタワラ		△	○	△
	ヤツマタモク		△	△	△

■：全体に多い、●：部分的に多い、○全体に疎ら、△：少ない

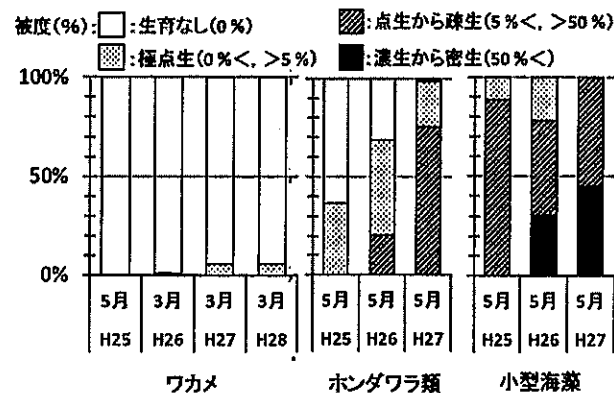


図2 小値賀地区の造成漁場における海藻種別被度変化

密生～濃生には至っておらず、今後も藻場造成の継続が求められる。一方、小値賀島内には母藻として利用できる海藻の生育はほとんどみられず、母藻を確保するための供給体制の整備が早急に求められる。

まとめ

- 1) 西海大島地区および小値賀地区で「藻場の類型化」に基づき、ウニ駆除や漁場に適した母藻を用いた種の供給により、大規模な春藻場造成を行った。
- 2) 両地区ともワカメ、ホンダワラ類、小型海藻の分布の拡大と被度の増加が確認された。
- 3) 西彼大島地区では、点生～疎生主体（部分的に密生～濃生帯形成）のワカメ、ホンダワラ類11～12種による春藻場が、小値賀地区では点生～疎生のホンダワラ類10種による春藻場を造成した。

（担当：高田）

文献

- 1) 長崎県水産部：長崎県における磯焼け対策ガイドライン（2012）。

12. 二枚貝の養殖等を併用した高品質なノリ養殖技術の開発委託事業

高田順司・桐山隆哉

本事業では、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を目的に、国立研究開発法人水産総合研究センター西海区水産研究所及び増養殖研究所、三重県および有明4県が連携し、平成27年度から実施。総合水産試験場は、課題「二枚貝の増養殖の併用がノリの品質に与える影響の評価」で、ノリ養殖漁場の環境調査を行った。

調査は、9月14日、10月21日、および翌年1月16日に、ノリ養殖漁場に3調査定点(図1, St.1~3)を設け、表層と底層の水温、塩分、pHを測定した(表1)。また、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(St.2のみ)を採取し、分析を行う西海区水産研究所へ送付した。

(担当 高田)



図1 調査位置図(調査定点:St.1~3)

表1 ノリ漁場の水温, 塩分, pHの測定結果

調査定点	調査場所	調査日	水温(°C)	塩分	pH
St.1	表層水	H27. 9. 14	24.4	28.3	8.2
		10. 21	21.1	29.3	8.2
		H28. 1. 16	10.6	30.4	8.2
	底層水	H27. 9. 14	24.5	28.4	8.2
		10. 21	21.1	29.3	8.1
		H28. 1. 16	10.6	30.4	8.2
St.2	表層水	H27. 9. 14	24.5	29.3	8.2
		10. 21	21.6	29.3	8.1
		H28. 1. 16	12.0	31.1	8.2
	底層水	H27. 9. 14	24.2	29.3	8.3
		10. 21	21.7	30.0	8.1
		H28. 1. 16	12.0	31.2	8.2
St.3	表層水	H27. 9. 14	24.4	29.4	8.2
		10. 21	21.7	30.3	8.2
		H28. 1. 16	12.1	31.4	8.1
	底層水	H27. 9. 14	24.6	29.4	8.2
		10. 21	21.7	30.4	8.1
		H28. 1. 16	12.1	31.4	8.1

