水産研究・教育機構 機関リポジトリ
FRA Japan Fisheries Research and Education Agency Institutional Repository

第17回水産研究・教育機構成果発表会 講演要旨集

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2024-07-18 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2010248

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

国立研究開発法人　水産研究・教育機構

第 17 回成果発表会

平成から令和へ、新時代の水産技術

2020年1月22日（水）

13:00~17:00

【会場】大手町サンケイプラザ

【主催】　国立研究開発法人　水産研究・教育機構

【後援】水産庁、（一社）大日本水産会、全国漁業協同組合連合会、（一社）マリノフォーラム２１
（公社）全国豊かな海づくり推進協会、（一社）海洋水産システム協会

ごあいさつ

本日はお忙しい中、水産研究･教育機構の第１７回成果発表会にご来場いただき、誠にありがとうございます。

現在当機構は、平成 28 年度から第 4 期中長期計画に基づき、研究開発業務では「水産資源の持続的利用のための研究開発」、「水産業の健全な発展と安全な水産物の安定供給のための研究開発」、「海洋・生態系モニタリングと次世代水産業のための基盤研究」の３つの重点項目を掲げ、それぞれの課題に取り組んでおります。

また、平成 30 年 6 月 1 日には「水産政策の改革について」が発表され、資源管理を強化し、資源回復を図るとともに水産業の成長産業化が求められています。

当機構では長年、さまざまな水産業に関する研究開発に取り組んでおりましたが、日本の水産業、さらに離島の水産業は衰退の一歩をたどりつつあり、水産政策の改革の中で、その役割がより一層期待されることとなりました。今回、平成から令和への時代を迎え、さらに当機構の改革も相まって、今後の新たな機構の研究開発に多くの方々から注目されています。

こうした状況の中で、今回は水産資源研究以外の新たな技術を取り入れた研究、さらに水産業の衰退が著しい離島の水産振興への取り組みについて紹介します。今回の発表会をきっかけにして、当機構の取組をより深く知って頂ければ幸いに存じます。

私どもは、当機構の組織改革によって、さらに水産業の成長産業化による水産日本の復活をめざし、研究開発や人材育成を通じて日本の水産業を牽引する中核的研究開発機関となるように、業務を着実に、さらに効果的・効率的に進めて参ります。

今後とも、より一層のご理解とご支援を下さいますよう、お願い申し上げます。

令和２年１月 22 日
国立研究開発法人水産研究・教育機構
理事長　宮原　正典

講演プログラム

次世代型かつお自動釣り機の開発　～ロボットで魚を釣る～
　　木村　拓人（開発調査センター）

閉鎖循環システムを用いた新しいサーモン養殖用種苗の生産方法
　　今井　智（瀬戸内海区水産研究所）

ゲノム編集技術を用いた新しい外来魚対策　～現状と将来展望について～
　　岡本　裕之（増養殖研究所）

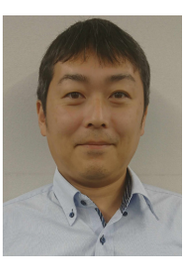
離島の水産業振興への取り組み　～海洋再生可能エネルギーの利用と藻場再生～
　　高尾　芳三（水産工学研究所）

総合討論

講演者の紹介

木村　拓人（きむら　たくと）

開発調査センター 浮魚類開発調査グループ主任研究員



遠洋かつお釣漁業の調査を担当しています。民間の漁船に乗船し、自動釣り機の開発などの操業の効率化に加え、漁場探索技術や省エネに関する調査を行いながら、遠洋かつお釣漁業の経営改善に向けた課題に取り組んでいます。

今井　智（いまい　さとし）

瀬戸内海区水産研究所 資源生産部 養殖生産グループ 主任研究員

2006 年に（独）さけます資源管理センターへ入所、サケ科魚類の人工孵化放流事業に関わる。2012 年より瀬戸内海区水産研究所で閉鎖循環システムを利用した陸上養殖研究に従事。2014 年より瀬戸内海地方で新たに期待される養殖種の開発を目的に、サケ科魚類を対象に海水飼育方法の最適化や新たな種苗生産方法を活用した継代飼育の高度化に取り組んでいます。

岡本　裕之（おかもと　ひろゆき）

増養殖研究所 育種研究センター ゲノム育種グループ長

1993 年採用以来、遺伝育種分野に携わってきました。現在は、育種家系の実用化研究（疾病抵抗性ヒラメ）、新育種技術の開発（外来魚防除技術、突然変異、ゲノム編集）、ゲノム育種（海面サーモン育種）など、最新の育種に関わる基礎技術開発とその育種成果物（魚）の活用までを、機構、公設試、大学、民間の多くの研究者と連携して取り組んでいます。

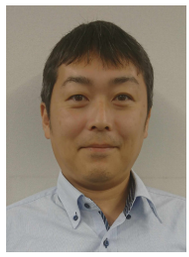
高尾　芳三　（たかお　よしみ）

水産工学研究所漁業生産工学部長

長らく水産工学研究所で「漁船の眼」である水産音響技術の研究を行っていました、機構本部を経て、2016 年 4 月から水産工学研究所の漁業生産工学部長を務めています。漁船漁業の成長産業化になんとか貢献したいと考えております。

次世代型かつお自動釣り機の開発
～ロボットで魚を釣る～

開発調査センター　木村　拓人



1．かつお自動釣り機開発の経緯

かつお一本釣り漁業は、刺身等で人気のカツオを供給する我が国の重要な漁業です。この漁業は釣糸に擬餌針を取り付けた竿で一本ずつ魚を釣り上げる漁法であるため、釣りの高い技術を持つ乗組員を多く必要とし、乗組員と人件費の確保が経営の負担となっています。このような状況を改善するために、釣り作業の自動化、すなわち自動釣り機の開発が長年の課題となっています。

自動釣り機は、過去にも実用機として一定程度普及したものがありましたが、現在は生産及び販売されていません。なぜならば､釣獲性能や安全性が低かったことに加え、1990 年代に外国人乗組員を雇用できる制度が導入され、人手不足が緩和されたことが、本格的に普及しなかった要因と言われています。しかし、近年は、国内の労働力人口の減少に加え、外国人乗組員の出身国の経済発展等による労働市場の変化が生じており、将来、乗組員の雇用問題はますます厳しくなると考えられています。このような背景のもと、遠洋かつお釣り業界から新たな自動釣り機の開発を望む声が高まりました。

2．次世代かつお自動釣り機の開発

我々の開発チームは、サーボモータを動力とする一軸式の電動自動釣り機（以下､試作機）の開発を行いました（写真 1)。サーボモータは、産業用ロボットの動力として広く使われている装置で精密な動作を行うことができます。これを動力として採用することで、乗組員の魚を釣り上げる動作に近い制御プログラムの組み込みが可能となりました（図 1)。さらに、試作機をもとに水産庁補助事業 (※) で開発された実証機では、大型魚を釣り上げるために、より高出力のサーボモータが採用されました。また、船の揺れに応じた竿の動作を付け加えた改良型実証機も開発され、擬餌針を水中に保持する能力も向上しました。このような、改良が加えられことにより、4kg 以上のカツオを対象とした操業では、釣り機の隣で釣り作業をする乗組員一人が釣り上げる量の 62.9% を釣り上げることが可能となりました（図 2)。

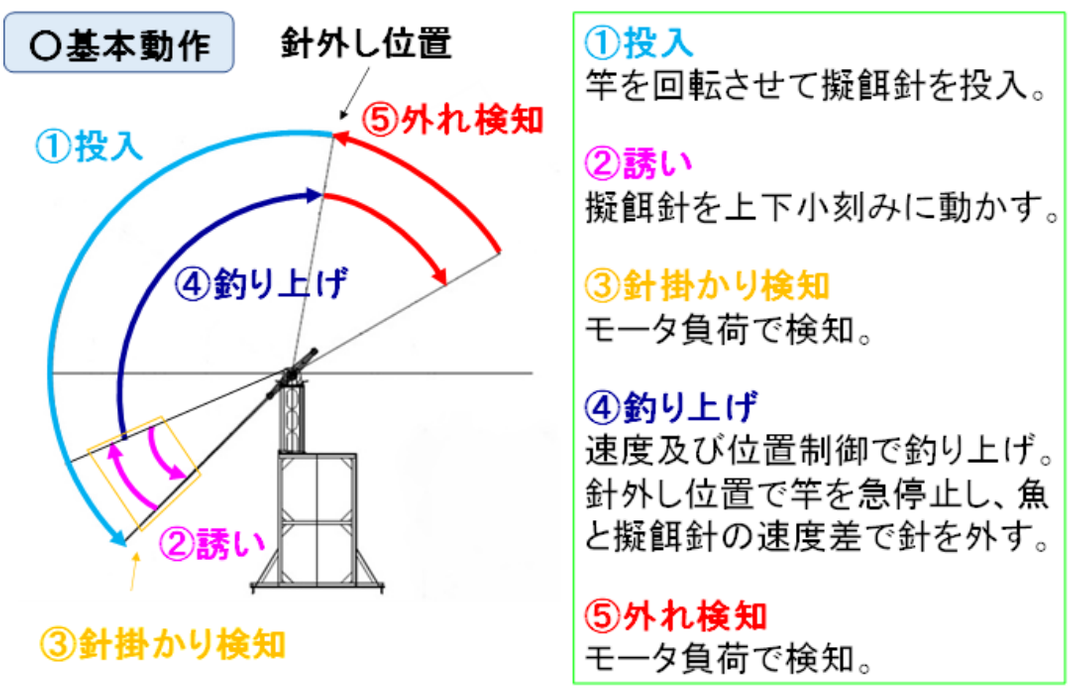


図 1．電動自動釣り機の基本動作

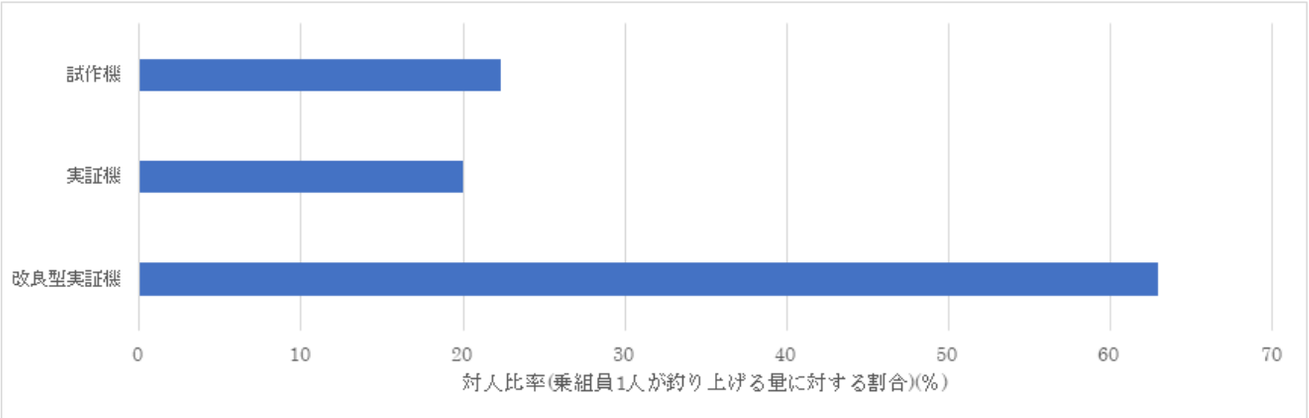


図 2．カツオ釣獲における自動釣り機の対人比率の比較

3．自動釣り機の実用化に向けて

このように、自動釣り機の釣獲性能を大幅に向上させることができました。しかし、カツオが針掛かりしたことを検知する能力や擬餌針でカツオの捕食を誘う動作について、改善するべき課題が残されています。今年度の調査において、これらの課題を改善するために、針掛かり検知システムを改良するとともに、2 軸化により誘い能力を向上させた実用機を開発し、洋上で釣獲性能の評価を行っています。今後は、早期の実用化を目指し、釣獲性能のさらなる向上と共に、安全性の検証についての取り組みも行っていきます。

※平成 29 年度省エネ・省コスト・省力化技術導入実証事業

写真 1．釣獲する電動自動釣り機

閉鎖循環システムを用いた新しいサーモン養殖用種苗の生産方法

瀬戸内海区水産研究所　今井　智

1. サーモン養殖用種苗の増産が必要な背景

近年、養殖サーモンが人気を誇っています。国内で流通するさけ・ます類の多くは海外からの輸入物ですが、近年は日本国内での海水サーモン養殖が急増しています（図1）。

サーモン養殖は、淡水域で生産した種苗を海水養殖地まで輸送して飼育を行っています。海水養殖を行う場所を増やすためには、その需要を満たす種苗供給体制が淡水域になければ需給バランスが崩れてしまいますが、近年は種苗生産業者の生産能力が飽和状態に達しつつあることから増産方法が模索されている状況です。

2. 新しい種苗生産方法とは？

淡水域での種苗生産には、冷水性のサケ科魚類が求める水質基準を満たす清冽な水が大量に必要です。このため、種苗を増産したくても、こうした水が手に入る地域以外では取り組みづらいのが現状です。

そこで、水を繰り返し使用することで、立地条件を選ばずに飼育が可能となる閉鎖循環システムの活用を考案しました（図 2）。この方法では、淡水飼育時はカルキ抜きをした水道水を用います。このため、ヒトの生活圏内で水道と冷却機とポンプを稼働させるための電気が通じている場所であれば、どこでもサケ科魚類の種苗生産が可能となります。

3. 産業上のニーズを満たす種苗生産とは？

サケ科魚類は、種類によって多様な生活史を持っています。全ての個体が海へ降りて回遊する種は、国内ではサケとカラフトマスの２種に限られ、それ以外の種では同じ親から生まれた兄弟でも海へ降りる個体（回遊型）と一生を河川内で過ごす個体（残留型）に分かれます。つまり、海水養殖用種苗としては回遊型のみ必要となるため、回遊型の出現頻度を高めることが求められます。

次に海水養殖で挙げられる課題は、個体毎の成長のバラつきが大きいことです。現在は、生理学的な手法を用いて成長差の要因の解明を進めています。

種苗の成長のバラつきを低減化する方法として、海水中での成長の優れた個体を選抜して採卵する方法が考えられます。しかし、海水中で飼育した個体を、生かしたまま再び淡水域に持ち込むことについて、海域由来の病原体を持ち込む危険性が指摘されています。そのため、閉鎖循環システムを活用し、海水から淡水へと逆馴致を行う方法を利用して解決を図りました。

4. 技術移転と適用種の拡大例

水産機構で開発した技術を社会実装するために、委託事業において共同で実験を行っている民間企業のサクラマス飼育に技術移転を進めています。これまでに、海水から逆馴致した親魚から得た授精卵からの回遊型種苗の生産に成功するばかりでなく、種苗生産期間を半年以上短縮することに成功しました。また、産業界からのニーズが最も高いニジマスについても、海水から淡水へ逆馴致した個体から受精卵を得て、回遊型種苗の生産に成功しています。

5. 技術を利用した今後の展望

今後の活用策として、飼育規模の大型化に伴う課題の抽出や技術の普及を図ることが求められます。また、飼育で排出される窒素源（残餌や糞）の再利用による、持続可能な食糧生産方法の開発への展開も期待されます。

育種への利用として、疾病管理が可能で安全な継代方法の最適化を図りつつ、世代間比較による選抜効果の検証が求められます。また、気候変動に対応するための高温耐性家系作出が求められると考えています。

さらに、安定的な飼育方法を開発したことから、より長い生活史を持つサケについて資源変動要因に着目した飼育研究への利用も可能となります。飼育から得られるパラメタと従来からの野外調査を組み合わせることで、資源予測の高精度化への貢献も期待されます。

謝辞

本発表の研究の一部は、研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（生物系特定産業技術研究支援センター）からの委託事業、「知」の集積と活用の場による革新的技術創造促進事業（うち知の集積と活用の場による研究開発

モデル事業）「革新的技術を集約した次世代型閉鎖循環式陸上養殖システムの開発と日本固有種サクラマス類の最高級ブランドの創出」、および水産庁委託事業「養殖業成長産業化技術開発事業　（4）サーモン養殖　推進技術開発

ア　サーモン養殖における海水馴致技術の開発と優良個体の選抜」により行っています。

採卵時の洗卵・消毒方法については、岐阜県水産研究所下呂支所の原徹主任専門研究員、岸大弼博士にご指導いただきました。

ここに記し深謝申し上げます。

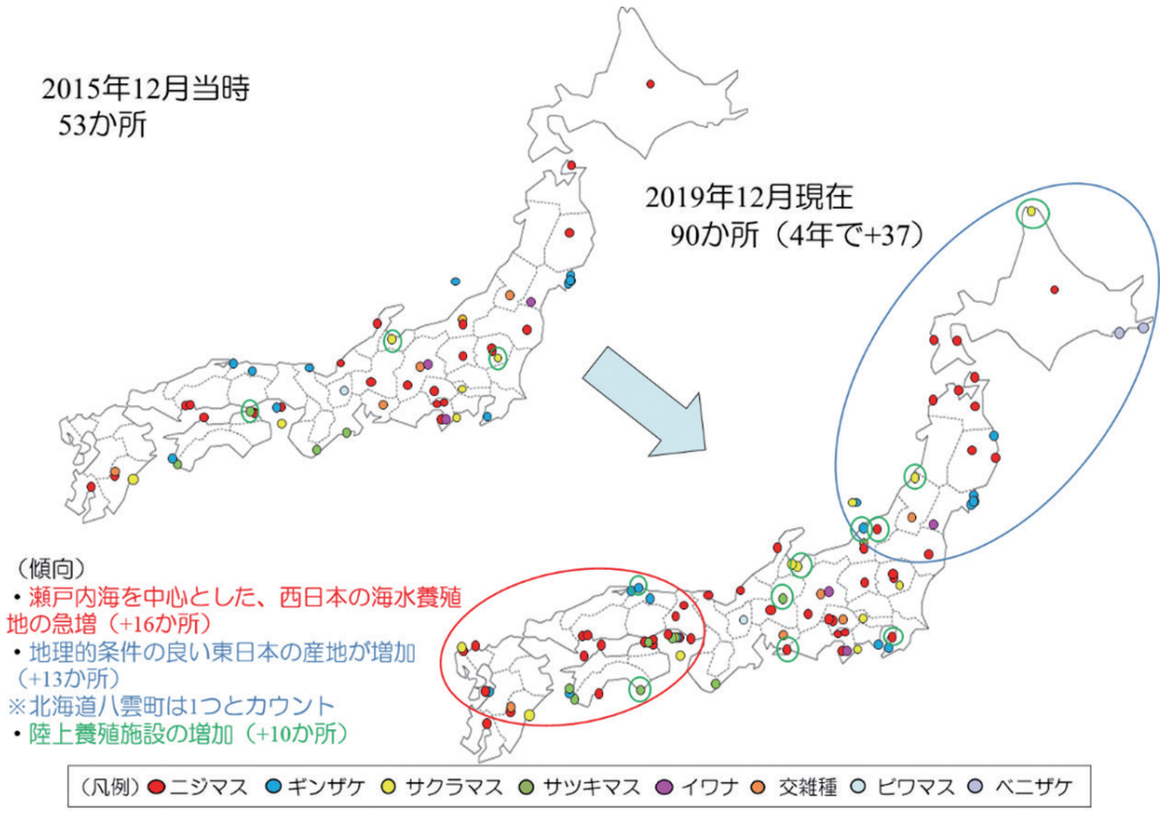


図 1.　国内におけるご当地サーモン養殖産地の変遷

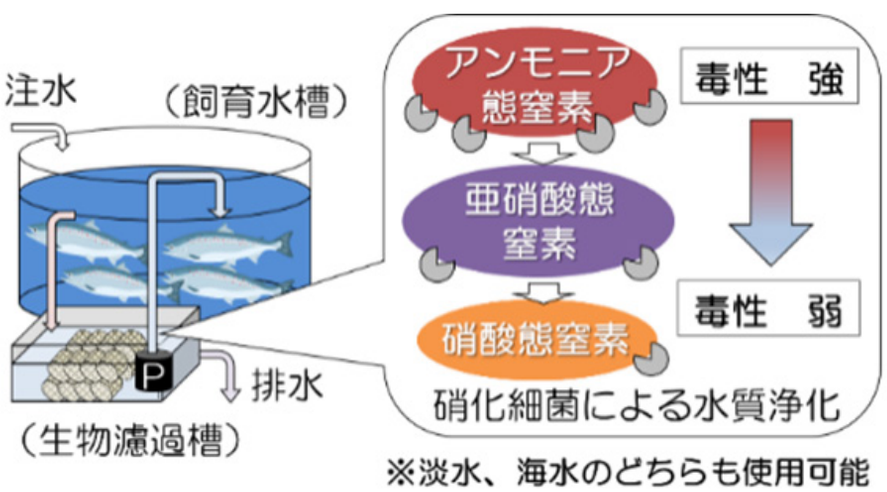


図 2.　閉鎖循環システムの概略図

ゲノム編集技術を用いた新しい外来魚対策
～現状と将来展望について～

増養殖研究所　岡本　裕之

１．はじめに

ブルーギルやオオクチバスなどの侵略的外来魚は、全国の生態系の変容、また内水面漁業の衰退の要因の一つとして、環境問題としても産業問題としてもよく知られています。特に琵琶湖では、ブルーギルやオオクチバスがホンモロコやエビ類等漁獲対象種の資源回復の障害要因の一つとして考えられています。ブルーギルは 1960 年に国内に導入され、当初新規養殖対象種として期待されましたが、成長が遅いことなどから、産業利用は定着しませんでした。

その後、各地で自然繁殖したものが全国に広まり、数十年にわたって地方自治体や漁協関係者や市民活動を中心に精力的に駆除努力が続けられていますが、これまでに根絶に成功した例は限られています。その主な理由として、主となる駆除手法が釣りや網による捕獲など物理的な手段しかないところにあります。

２．現在の外来魚対策

一般に物理的駆除を進め、やがて生息密度が低下すると駆除率は低下し、生息数はあるレベルで平衡状態になります。すなわち数を減らせば減らすほど、次第に捕獲することが困難になり、最後の一尾を除くことは物理的な捕獲だけでは難しいのです。一方昆虫では、生息密度が低下した場合でも駆除率を維持できる方法として、また実際に根絶の成功例として有名なものに、ウリミバエの不妊化雄の大量放出の事例が知られています (1)。この方法は、不妊の雄個体を使って野生集団の繁殖率（増殖率）を低減させるというものですが、一時に大量の不妊個体の放出が必要となります。もし仮にオオクチバスなど魚食性外来魚で用いた場合、すでに激減している在来魚資源に大きな打撃をもたらす危険が懸念され、これまで魚の世界で実用化はされておりません。

３．新たな外来魚防除技術の考案と開発

こうした外来魚問題に対し、従来の物理的な駆除手法の補完法として、我々は新たな手法「遺伝子制圧法」を考案し、2014 年より技術開発を進めています（図 1 ）。この方法は、ゲノム編集技術を用いて不妊化魚を作出し、野生集団中に放出することによって、個体群を縮小していくというものです (2)。ここでいう不妊化魚とは、雌の生殖能力に関わる遺伝子の機能を欠損させた雄親のことで、生まれてくる子供の雌は繁殖できません。実際にメダカなどで、機能阻害により雌を特異的に不妊にする遺伝子が報告されています (3)。この不妊化魚が野生の雌個体と交配すれば、野生集団内において雌の成熟や繁殖に関わる遺伝子が機能欠損遺伝子（不妊化遺伝子）に置き換えられていきます。その結果、次第に野生集団内の雌の繁殖能力が低下し、徐々に個体群が縮小していくことになります。この方法の特色は、一度に大量に不妊化魚を放出しなくても、比較的少数の不妊化魚の放出によって不妊化遺伝子を集団内に浸透させることができる、つまり駆除効果を集団に蓄積できるところです。現在は、いくつかの雌の生殖能力に関わる遺伝子に変異を入れたブルーギルの試験的作出まで完了しており、その特徴や安全性を詳細に調べている段階です。数年先には、管理区域内での実証試験を実施したいと考えています。一方で、不妊化魚の効率的な放出方法を検討するために、野生集団構造を明らかにする技術開発 (4) や効果的な放流方法の検討も進めていきたいと考えています。

現在開発中の魚類の不妊化技術は外来生物問題への利用だけでなく、養殖や育種分野においても利用価値があると考えられます。例えば、現在進められている養殖対象種における育種産物の流出の阻止や養殖魚の逸出の際の野生集団との交雑の防止、成熟による肉質の低下や成長停滞の防止などにも利用が期待されております。

本研究は、環境省環境研究総合推進費 4-1703 の支援を受けて実施されました。

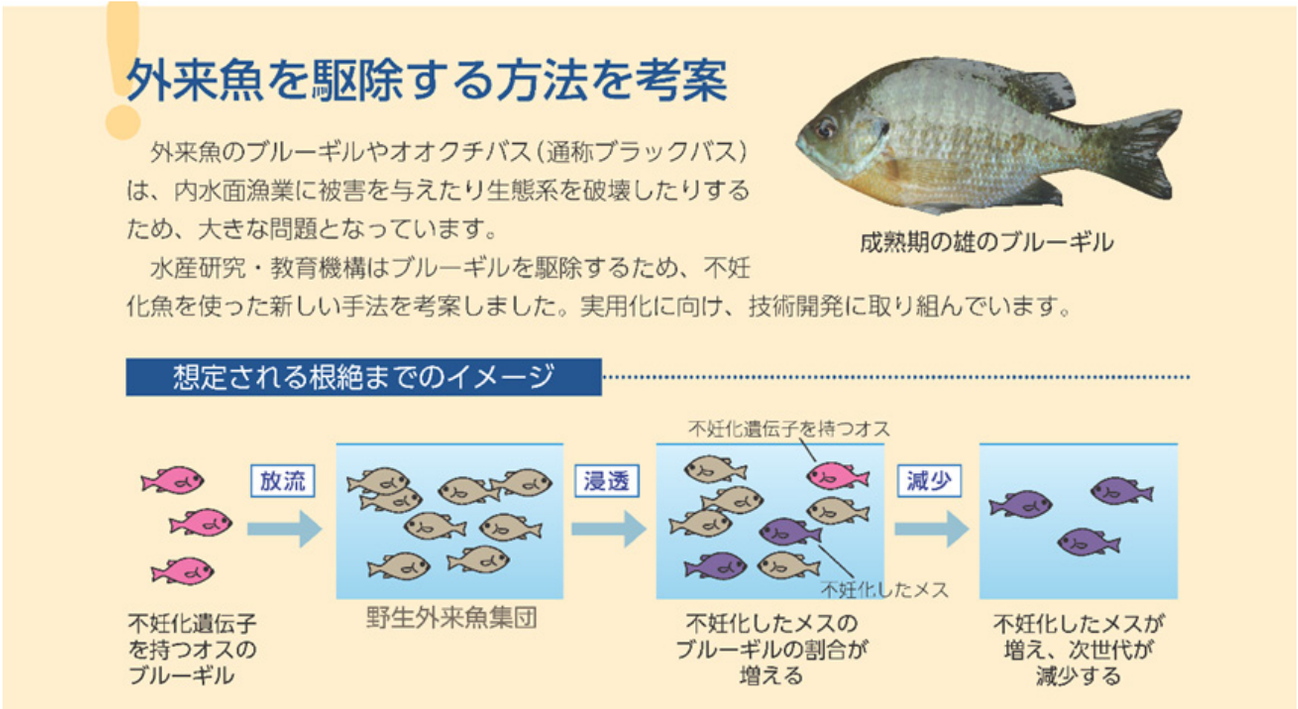


図 1. 開発を進めている新たな防除技術の概念図（FRA ニュース Vol.52 より引用）

参考資料

1) E.F. Knipling (1955) Possibilities of Insect Control or Eradication Through the Use of Sexually Sterile Males, *Journal of Economic Entomology*, 48, 459–462

2) 岡本他、生物個体群の縮小方法、特願 2016-054558

3) Murozumi *et al*. (2014) Loss of Follicle-Stimulating Hormone ReceptorFunction Causes Masculinization and Suppression of Ovarian Development in Genetically Female Medaka, *Endocrinology* 155, 3136–3145

4) Kawamura et al.(2017) Development and characterization of 24 polymorphic microsatellite markers for bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*、*Genes Genomics* 39(6), 637-644

離島の水産業振興への取り組み
～海洋再生可能エネルギーの利用と藻場再生～

水産工学研究所　高尾　芳三

沿岸地域、特に離島や半島など遠隔地域の人口減少は顕著で、昭和 30 年から平成 17 年の間に離島人口は 5 割以上減少し、高齢化も進んでいます。水産業など一次産業は離島の主要産業の 1 つですが、都市から遠いため、燃料（エネルギー）や資材は割高、出荷経費もかさむというハンディキャップを抱えています。

一方で、離島の自然環境は、海洋再生可能エネルギーである洋上風力発電や潮流発電に適しています。長崎県五島市では、平成 25 年から環境省による浮体式洋上風力発電やその余剰電力を水素に換えて活用する燃料電池船の実証事業が行われてきました。平成 26 年には「五島市再生可能エネルギー推進協議会」を発足させ、再生可能エネルギーの先進地域として持続的に発展していくことを目指しており、潮流発電の実証事業も始まっています。五島市でも水産業は重要な産業で、まき網、一本釣り、定置網漁業、採貝・採藻やまぐろ養殖業などが営まれています。そこで、平成 27 年に五島市、長崎県、水産研究・教育機構が中心となって「五島市離島漁業振興策研究会」を立ち上げ、漁船への水素燃料電池の導入による再生可能エネルギーの地産地消（図 1）や藻場再生などを通じた離島漁業振興に資する取組みを始めています。

水素燃料電池漁船の開発　－再生可能エネルギーの地産地消－

化石燃料に依存しない「水素社会」の構築が提唱され、陸上では水素ステーション整備や水素燃料電池自動車の普及が加速しています。五島市の漁船について検討したところ、まぐろ養殖作業船は漁港から作業場までが近く、作業内容も電動化に向いていることがわかりました。漁業者の方々からも、まぐろなど音に敏感な魚を対象とする漁船の電動化を検討してもらいたい、クリーンエネルギーを使った養殖をアピールしてブランド化につなげたいなど、ご希望やご助言をいただきました。そこで、水素燃料電池船の特長を明らかにしたうえで、まぐろ養殖作業船に必要な性能を整理して試設計を行いました。

まず、既存の水素燃料電池船及び同じ形のディーゼル船について水中放射雑音や船体振動を計測し比較しました。ディーゼルエンジンがモータに置き換わることで雑音が百分の一以下となっており、魚への刺激も小さく、漁業者の作業環境も大きく改善されることがわかりました。次に、現地のまぐろ養殖作業船の作業工程と燃料消費の関係について計測したデータから、モータや水素燃料電池の出力や

図 1. 離島における再生可能エネルギーの地産地消

台数、バッテリ容量などの仕様を決めました。クレーンなど漁撈機器の台数や配置は漁業者の方々との意見交換やアンケートにより決定しました。また、現在使われている養殖作業船の運動性能や安全性能を模型船試験と数値モデル計算で明らかにしたうえで、より安全、省エネとなる改良船型を検討しました。以上の結果を反映させた基本計画による一般配置の 1 例が図 2 です。引き続いて詳細設計を開始し、人にも魚にも環境にも優しい、水素燃料電池養殖作業船の実証船の建造を目指しています。

藻場再生による磯根漁業の再興

五島市では 20 年程前から藻場の消失（磯焼け）が目立ち始め、アワビなど磯根資源が急激に減少しており、高齢者に優しい低エネルギー型の磯根漁業の再興が期待されています。そこで、市内 5 地区で磯焼け問題に関する学習会を開催するとともに、漁業者と一緒に対策を考えて実施しています。

外海に面する崎山地区ではヒジキ漁場の再生に取り組んでいます。ヒジキはノトイスズミやアイゴなど植食魚の大好物です。食害防止ネット（図 3 左）で植食魚の侵入を防ぐことができますが、範囲は限られ労力も膨大です。ネット無しでもヒジキが伸びる環境をつくるには、植食魚を減らして食圧を下げる必要があります。刺し網による捕獲・駆除が一般的に行われていますが、より低労力で効率的な対策として植食魚駆除用トラップ（図 3 右）を漁業者と共同開発しました。このトラップは、作業が楽で高齢者に優しく、他の島にも導入され始めています。一方、内湾の玉之浦地区では、ホンダワラ類の藻場回復のためにガンガゼの駆除を基本とした対策を行っています。その結果 3 年連続で藻場が再生し、範囲も年々拡大しています。再生した藻場で捕れるガンガゼの味が良いこともわかり、未利用資源であったガンガゼの利活用も始まっています。全国的に人気のあるアカモクも多く生えるようになり、この販路開拓にも地元の期待が高まっています。

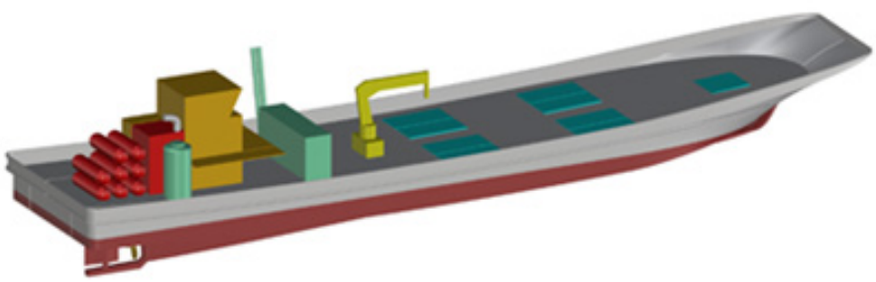


図 2．19 トン型水素燃料電池まぐろ養殖作業船の一般配置検討例（Miyoshi, in press）。赤い部分が水素燃料電池と水素タンク。それらの配置等は「水素燃料電池船の安全ガイドライン」（国交省，2018）に準拠

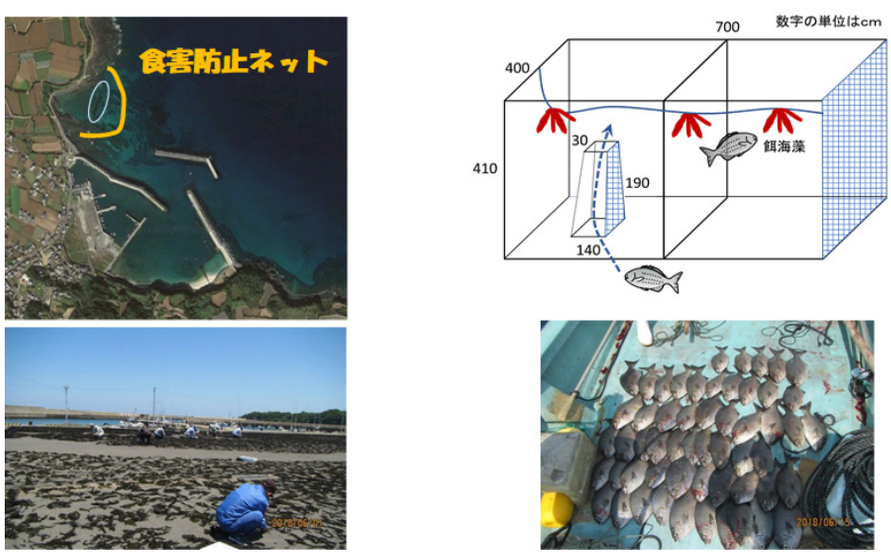


図 3．漁業者による食害防止ネットの導入と再生したヒジキ場（左）
植食魚駆除用トラップ（竹野・西水研型）と駆除されたノトイスズミ（右）

国立研究開発法人 水産研究・教育機構

〒220-6115
神奈川県横浜市西区みなとみらい 2-3-3 クイーンズタワー B15 階
TEL ： 045-227-2600
URL ： http://www.fra.affrc.go.jp/