

水産業の未来を拓く

# FRA NEWS <sup>vol.</sup> 69

## 「みどりの食料システム戦略」とともに



### Contents

- 2 「みどりの食料システム戦略」とともに
- 22 ピックアップ・プレスリリース
- 24 刊行物報告 / 執筆者一覧 / 編集後記

# 「みどりの食料システム戦略」の推進へ

## 「みどりの食料システム戦略」とは

2021年の5月には、食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現することを目的とした「みどりの食料システム戦略」が農林水産省により策定されました。

この戦略では、食料に関連する4つの大きなテーマである①資材やエネルギーの調達における脱輸入・脱炭素化・環境負荷軽減の推進、②イノベーション等による持続的生産体制の構築、③ムリ・ムダのない持続可能な加工・流通システムの確立、④環境にやさしい持続可能な消費の拡大や食育の推進と、それを支える生産の場にも配慮して、食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立を技術革新により実現することを目的にしています。

水産業では、生産力の向上と持続性の

両立をイノベーションで実現することが求められています。

本号では、「みどりの食料システム戦略」にあげられている水産業に関わる取り組みべき項目として以下のキーワード



養殖



藻場



水産技術



水産資源



安全・安心

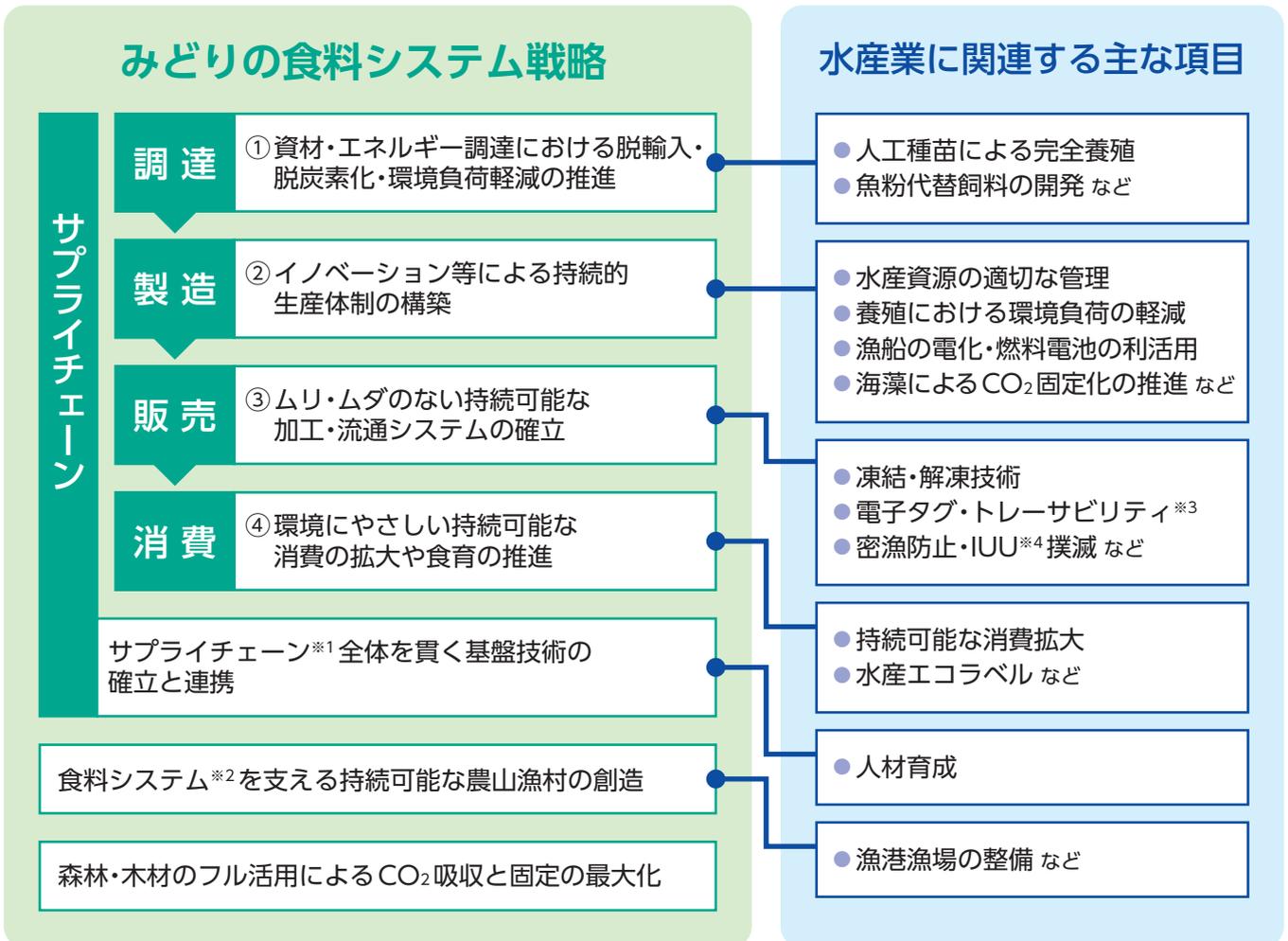
について、戦略の推進につながる最近の成果や当機構の研究開発の取り組みを紹介いたします。

当機構は、水産資源調査・評価の高度

化、漁業・養殖業の発展のための研究開発、気候変動・不漁問題への対応、漁業の生産性の向上、人材育成などの成果により、産業と環境の共生・水産業の成長産業化をめざすことで、この戦略の推進にも貢献していきます。



## 「みどりの食料システム戦略」を推進する水産研究・教育機構の取り組み



※1 サプライチェーン：製品の原材料・部品の調達から、製造、在庫管理、配送、販売までの一連の流れ。

※2 食料システム：食料の生産、加工、輸送、及び消費に関わる一連の活動。

※3 トレーサビリティ：原材料の調達から生産、消費または破棄まで追跡可能な状態にすること。

※4 IUU：Illegal (違法) Unreported (無報告) and Unregulated (無規制) の略。

本号では、「みどりの食料システム戦略」の項目の中で、以下のキーワードについて成果をまとめています。



### 養殖

①資材・エネルギー調達における脱輸入・脱炭素化・環境負荷軽減の推進では養殖魚種の人口生産技術の開発・普及、②イノベーション等による持続的生産体制の構築ではワクチン開発・普及の加速化等抗菌剤に頼らない養殖生産体制の推進等の養殖に関連する項目があります。



### 藻場

②イノベーション等による持続的生産体制の構築では海藻類によるCO<sub>2</sub>固定化(ブルーカーボン)の推進など藻場に関連する項目があります。



### 水産技術

②イノベーション等による持続的生産体制の構築では漁船の電化・水素化等や労働安全性の向上等の技術開発に関連する項目があります。



### 水産資源

②イノベーション等による持続的生産体制の構築では水産資源の適切な管理に関する項目があります。



### 安心・安全

③ムリ・ムダのない持続可能な加工・流通システムの確立では、食品の安全・安心を確保するための基盤の確立が項目としてあげられています。

# 「みどりの食料システム戦略」の推進につながる成果



## 養 殖

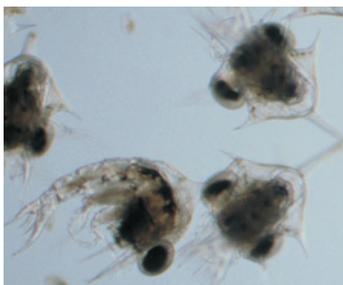
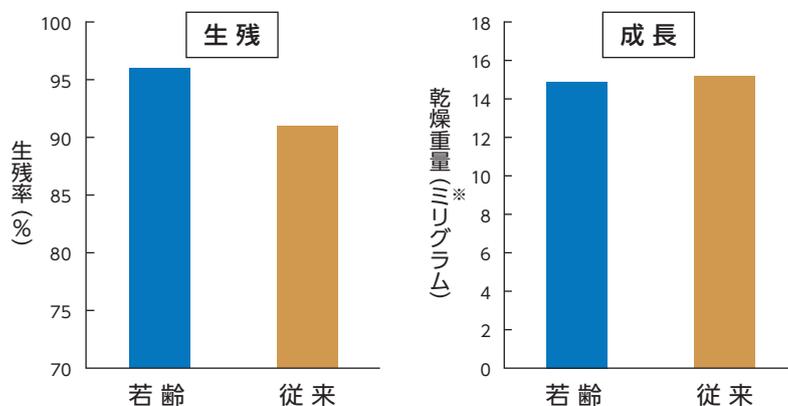
「①資材・エネルギー調達における脱輸入・脱炭素化・環境負荷軽減の推進」では養殖魚種の人工種苗生産技術の開発・普及や抗菌剤に頼らない養殖生産体制の推進などが取り組むべき項目としてあげられています。世界の水産物の消費が増加している中で、漁船漁業による生産量は頭打ちであり、養殖業の生産の増加が伸び続ける水産物の消費量を支えています。養殖業の持続的な発展をめざすことは水産物の供給を確保するうえで特に重要となっています。ここでは、安定供給につながる養殖技術や、病気を未然に防ぐ技術開発の成果について紹介します。

### マダコ養殖を事業化するための技術

近年、マダコは消費拡大などにより、供給量が不足し価格が高騰しています。そのため、安定供給につながる養殖技術の開発に期待が高まっていますが、まだ養殖は行われていません。

マダコ幼生の人工生産技術を改良し、稚ダコを出荷サイズになるまで飼育する基礎技術を開発しました。

すでに開発したマダコ幼生の人工生産技術では、ふ化後数日間飼育して成長させたガザミのゾエア幼生を餌としてマダコ幼生を飼育していましたが、ゾエア飼育作業の労力が問題でした。そこでこの労力を省く改良としてふ化直後の若齢ゾエアの給餌試験を行いました。改良法では従来と同じマダコ幼生を着底まで飼育可能でした(図1)。また、ふ化後23日目で過去最高の約9割の生残率を達成し、



ガザミのゾエア幼生  
ワタリガニ科のカニ。卵からふ化した幼生をゾエアと呼ぶ

若齢：ふ化後0日齢のゾエアを主体に給餌  
従来：数日間飼育したゾエアを給餌

図1 飼育法による生残率の違い

※ミリグラム：1ミリグラムは、1グラムの千分の一。

飼育作業の省力化ができました。

着底した稚ダコは共食いにより、生残率が急に低下することが大問題でした。そこで、共食いを防ぐ個別に飼育する方法を考案しました。個別飼育法では10か月後には、73個体が生き残り（生残率46・8%）、このうち65個体が出荷サイズの500グラムに達しました（図2）。さらに25個体は1キログラムを超え、1キログラムサイズのマダコ12個体を1平方メートルで飼育できました。この飼育法で、高生残・高成長・高密度でのマダコ養殖が実現できることを明らかにしました。

今回開発した手法などから、マダコ養殖の実用化に向けた取り組みが可能となり、新たな産業創出と食材の安定供給への貢献が期待されます。

「みどりの食料システム戦略」では、2050年までにニホンウナギ、クロマグロなどの養殖において、100%人工種苗を用いる事をめざすと定められています。そのために、当機構では、大型

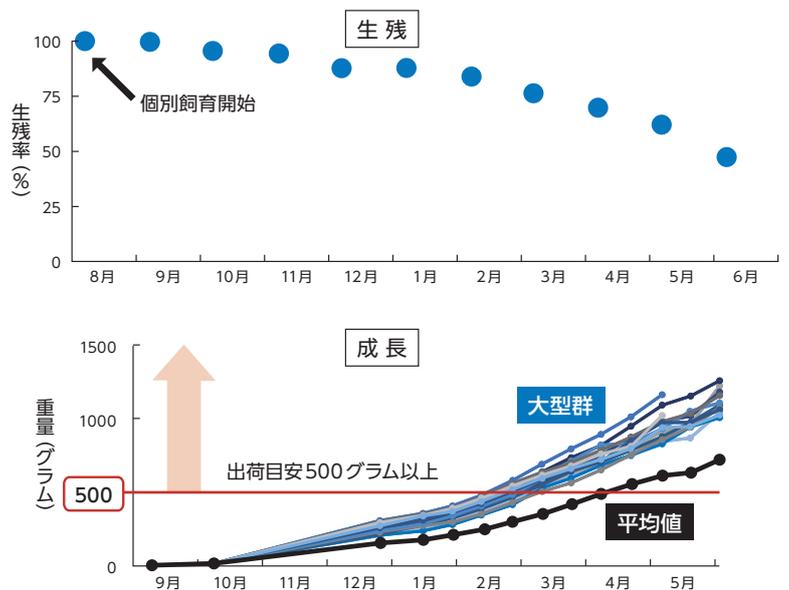
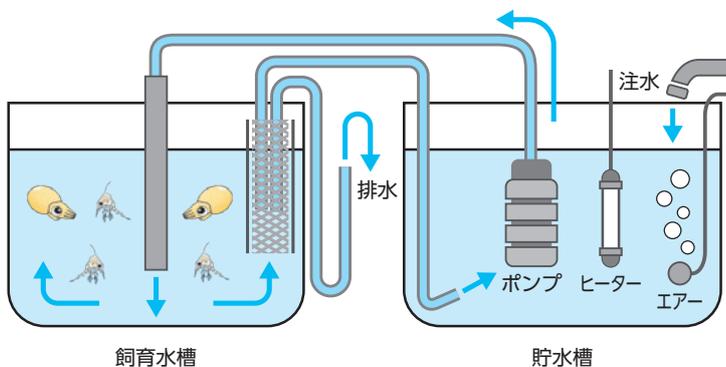


図2 個別飼育による生残率と成長

陸上水槽を用いたクロマグロの採卵技術の開発を含むクロマグロの人工種苗生産技術の開発や、ニホンウナギやブリなどの水産生物などについても人工種苗生産技術の開発・普及に取り組んでいます。

※この成果は、生物系特定産業技術研究支援センターのイノベーション創出強化研究推進事業「マダコ養殖の事業化に向けた基盤技術の開発」によるものです。



種苗生産水槽のイメージ図

マダコ浮遊幼生の種苗生産水槽。マダコの種苗生産水槽は、飼育水槽と貯水槽の2面1組で構成されるのが特徴です。貯水槽の水を飼育槽へ水中ポンプを用いて水槽底面に注水し、飼育水槽のオーバーフローをまた貯水槽へ還流させます。飼育水槽内には上昇流が発生します。



着底稚ダコ



## 養殖

### アカアレオウイルス感染症の防除

ヒラメのアカアレオウイルス感染症が各地の種苗生産施設で発生し、生産種苗が全て廃棄される事例が発生しています。ウイルス感染のヒラメ親魚を種苗生産に用いると稚魚が感染して発病しますが、その経路は2つが想定されました。

(1) ウイルスが卵や精子に付着し、生まれた稚魚の一部がウイルスに感染する

(2) 親魚から飼育水中に放出されたウイルスが、飼育水の付着した器具や飼育員の移動などによって稚魚水槽に伝播する

親魚から稚魚への感染を防ぐため、ウイルス感染親魚を速やかに見つける検査法やウイルスが卵や精子に感染するのを防ぐ方法の開発に取り組んできました。

ヒラメ親魚はウイルスに感染していても発病しないため外見からは感染の特定が

できません。そこで、腸管ぬぐい液検査法と名付けた肛門から専用綿棒を用いて腸管の上皮細胞を採取して検査する手法(図1)で、ウイルス排出量の多い個体を選別することができるようになりました。卵への感染防止には、強い消毒作用がある電解海水で受精卵を洗浄することが有効でした。

これらの技術を組み合わせ、本感染症を防除できることを明らかにしました。

また、感染対策の重要なノウハウを「迅速診断法」、「垂直感染対策」、及び「水平感染対策」としてまとめた「ヒラメのアカアレオウイルス感染症防除対策マニュアル」を作成し、水産研究・教育機構のウェブページに公開しました。

本マニュアルは、現場への技術移転を促進するために、作業工程に必要な資材・器材のカタログ番号や作業風景の写真を交えながら、できるだけ実践的な解説をしています。また、防除対策マニュアルに

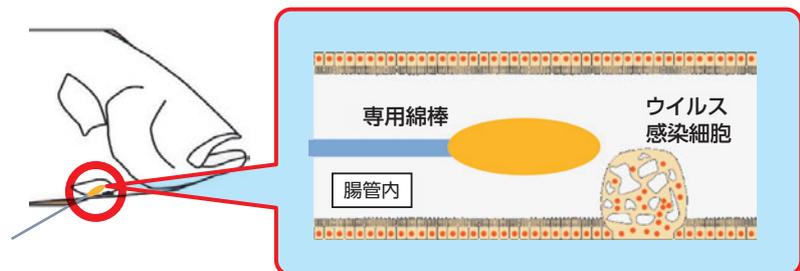


図1 腸管ぬぐい液検査の概要

記載された作業工程に関する講習会の開催や各県担当者への個別指導、診断に必要な陽性対照の配付などの取り組みを13県に対して行いました。

これまでの調査から、親魚の天然ヒラメの10〜30%がウイルスに感染していることが分かり、親魚間での感染も想定され

ることから、ウイルスを持たない親魚を養成するのは困難との結論に至りました。

そこで、この感染症の対策では、「総合的な防疫対策(図2)」として、ウイルス汚染が想定される区域から、仔稚魚の飼育が行われるウイルスのない区域へウイルスを持ち込まないために、卵だけではなく、使用する器具や作業をする人間の手足も消毒を徹底し、かつ飼育水についてもウイルスのない区域に入れる前には紫外線殺菌装置などによる十分な殺菌が必要となります。

この概念について、各種分科会、研究会、及び商業誌などを通じた啓発活動を実施しました。これらの対策によりヒラメの安定した種苗生産に貢献できます。

当機構では、このほかにも魚病の原因究明、新しい診断技術の開発、ワクチンの開発・普及などに取り組んでいます。

※この成果の一部は、農林水産省消費・安全局畜水産安全管理課水産安全室の平成28年度水産防疫対策委託事業「水産動物疾病の診断・予防・まん延防止に係る技術開発等」、平成28年度水産防疫対策委託事業「水産動物疾病のリスク評価」によるものです。

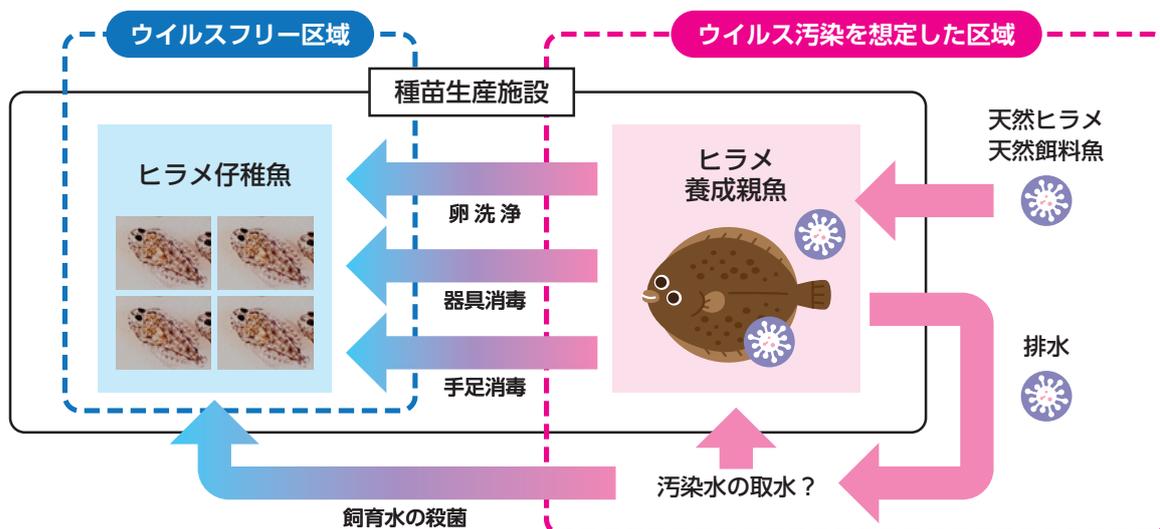


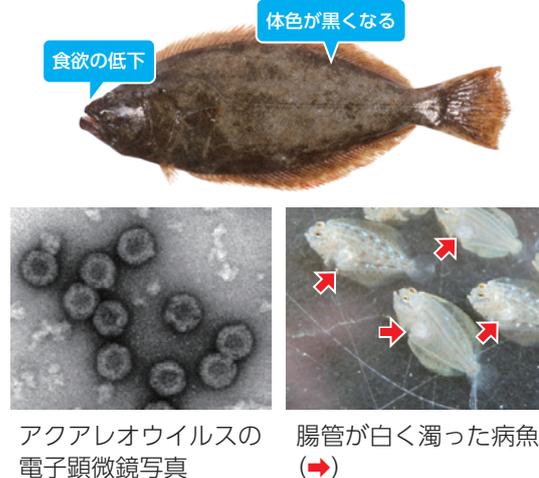
図2 ヒラメのアクアレオウイルス感染症における総合的な防疫対策

## アクアレオウイルス感染症

主に日齢20～50の稚魚で発病し、1～2週間かけて100%近い死亡率になります。これらの日齢で発生した場合は回復の見込みはなく、可能な限り速やかに病気が発生した池の魚全てを処分することが推奨されます。日齢50以上の魚での感染例では死亡率は低いことが知られています。

感染すると、多くの場合、食欲の低下、死亡魚の増加で気が付きます。体色が黒くなる、腸管が白く濁る、あるいは脾臓が赤くはれるなどが観察されることもありますが、アクアレオウイルス感染症だけに見られる症状ではありません。

そのため、確認にはRT-PCRあるいはリアルタイムRT-PCRなどの遺伝子検査や、病理組織検査が必要です。



## 藻場

政府として2050年カーボンニュートラルの実現をめざすことを宣言して取り組んでいく中で、「②イノベーション等による持続的生産体制の構築」では、海藻類によるCO<sub>2</sub>固定化の推進が項目としてあげられています。このCO<sub>2</sub>について、水産研究・教育機構ではブルーカーボンについての研究開発を進めています。ブルーカーボンとは、海の生物などに吸収・貯留されている炭素のことです。陸上の生物に吸収・貯留される炭素はグリーンカーボンと呼ばれます。ここでは、漁業資源としても重要なコンブ場についての研究成果を紹介します。

## コンブ資源の管理・増殖

コンブは、北海道各地で多く漁獲されていますが、海洋環境の変化による分布域の縮小や生育不良などで、近年は漁獲量が減少しています。

昆布巻き、佃煮などの加工品として用いられるナガコンブは、北海道東部の釧路〜根室に分布する葉長10メートルを超える大型コンブで、この海域の主要漁獲対象種です。

北海道東部のナガコンブの漁業を持続させるため、北海道根室の歯舞漁業協同



コンブ干し場のナガコンブ

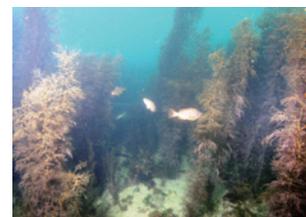
## ブルーカーボンも豊富な「海のゆりかご」

海草や海藻が密になって生えている海の中の森を「藻場」と呼びます。藻場にはたくさんの炭素が貯留されていて、藻場などの海洋生態系に取り込まれた炭素のことをブルーカーボンと呼びます。

アマモ類のアマモ場、コンブ類のコンブ場、アラメ類やカジメ類のアラメ・カジメ場、ホンダワラ類のガラモ場があります。これらは、いろいろな生物が産卵し、そこから子どもが育つ「海のゆりかご」としての役目も果たしています。



アマモ場



ガラモ場



コンブ場



アラメ・カジメ場

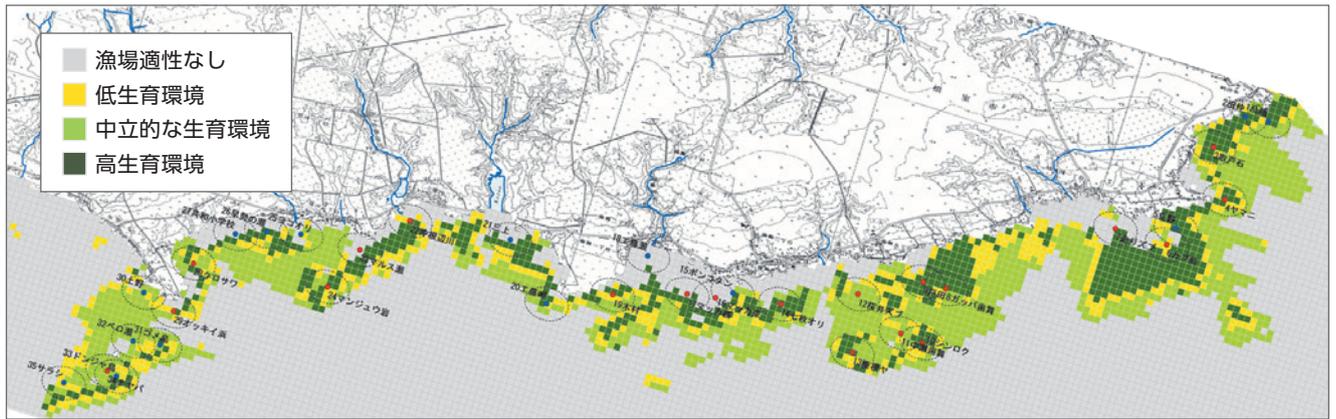


図1 根室半島歯舞地区の沿岸について作成した生育ポテンシャルマップ(緑が濃い部分ほどコンブの生育がよい)

組合と落石漁業協同組合の計測データと地形や水深、波浪流速などの情報を統合しました。それについて解析を行い、生育の良好・不良などが一目でわかる「生育ポテンシャルマップ」(図1)を作成しました。

このマップにより、歯舞から落石地区の海岸線50キロメートル以上に及ぶナガコンブの生育の良・不良、不適を推定し、生育が特に良好な「高生育漁場」を特定することができました。「高生育漁場」は、最大傾斜度が大きく底面流速も速いことから、波当たりの強い場所ほどナガコンブの生育がよいこともわかりました。

また、高生育漁場であってもほかの海藻が繁茂している場合には、これらを除去する「雑海藻駆除」を優先的に実施するなどの、科学的な知見に基づく効率的なコンブの管理・増殖が可能になりました。「生育ポテンシャルマップ」は、生育が良好な要因や生育を阻害する要因も推定できることから、雑海藻の駆除のほかの管理・増殖方法の検討や生育の悪化リスクの予見などへの活用も期待されます。

また、漁業者・漁業団体が数十年間実施してきた膨大な調査データから「生育ポテンシャルマップ」が作成できたことで、漁業者・漁業団体の漁場管理への意識を高める効果も見込めます。ポテンシャルマップの活用によって早く大きく育つコンブの増殖を効率的に実施することができれば、その海域のブルーカーボン機能(CO<sub>2</sub>吸収・貯留)の強化にもつながることが期待されます。

当機構は、ブルーカーボンに関連して、海藻やアマモのCO<sub>2</sub>の吸収源としての機能や、藻場が持っている食料生産やレクリエーションの場、生物の多様性を維持する生態系としての機能などについても、研究開発を進めています。

※この成果は、水産庁水産基盤整備調査委託事業「天然コンブの生育に好適な海洋環境条件の解明に基づく漁場造成適地選定手法の開発」(平成29～31年度の成果を応用し、根室市コンブ調査検討会の協力によるもの)です。





## 水産技術

「②イノベーション等による持続的生産体制の構築」では、機械の電化・水素化、資材のグリーン化や、労働安全性・労働生産性の向上と生産者のすそ野の拡大などが取り組むべき項目としてあげられています。ここでは、省エネにつながる水素燃料電池漁船や現場のニーズに沿った労働安全につながるプロペラガード、防波堤の成果を紹介します。

### 水素燃料電池漁船の基本設計

再生可能エネルギーの地産地消などによる離島漁業振興に役立てるため、環境や健康に影響を与える有害物質を放出しない動力を備えた養殖作業船として水素燃料電池船化について研究開発を行いました。

養殖作業船について、作業特性を把握して実用的な漁船(図1)が建造できることを確認し、19トン型養殖作業船として必要な各種仕様が決まりました。

当機構は、水素燃料電池船などの合理的な導入計画を検討するため、漁村振興と新技術導入の関係についての調査研究も進めています。

### 新型プロペラガード

まき網や定置網などの漁船は、網を乗り越えることが多いため、網がらみを防ぐプロペラガードを付けています(図2)。しかし、抵抗が非常に大きいため、最高速力が約20%低下し、燃費も悪化します。

まき網漁の探索船は、魚群を見つけるために速度が重要です。探索船の速度が下がると操業に影響があるので、プロペラガードが付けられない問題がありました。そこで、速力の低下もなく、安心して網を乗り越えることができる新型プロペラガードを開発しました。

新型プロペラガードはプロペラに流れを導くことで効率を上げ、自身の抵抗を



図2 開発した新型のプロペラガード(左)と旧型(右)

このプロペラガードは東洋漁業株式会社、水産研究・教育機構、流体テクノ株式会社、株式会社渡辺造船所が共同で特許出願中です(特願2019-210015)

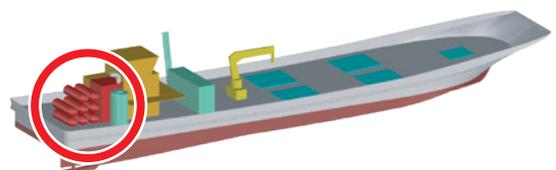


図1 コンテナ型水素燃料電池システム(○部分)による既存の養殖作業船の電動化

相殺できます。このことにより、最高速度の速度低下は1〜2%程度と軽微であることを模型実験で確認しました。また、計算により、台風のような荒天でも十分な強度を保てることも確認しました。

昨年、探索船に搭載し、速力16ノット（時速約30キロメートル）で設計通り運航が可能であり、就航後1年間で、不具合もないことも確認できています。また、通常の漁船よりも乗り心地がよいとの評価もあり、乗り心地の調査・検討も始める予定です。

### 防波堤を支えるブロックの評価

東日本大震災では津波で多くの防波堤が壊れ、漁港・漁村は大きな被害を受けました。

今後の防災・減災対策では、ブロックを津波に耐える重さで作る必要があります。現在の算定方法を使うと、強い津波の流れに対してブロックの重量が数百〜数千トンと非常に大きくなり、工事が困難となる場合があります。そこで、適切な数値の評価及び算定方法の確立のため、模型実験を行いました。

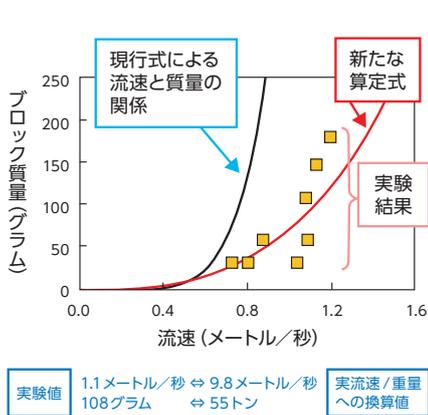


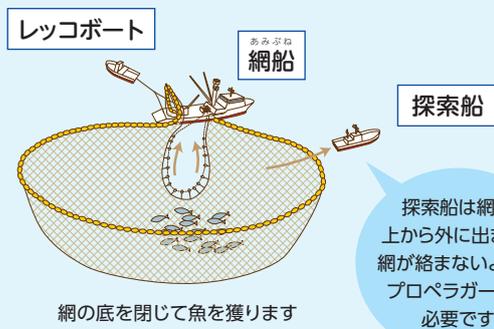
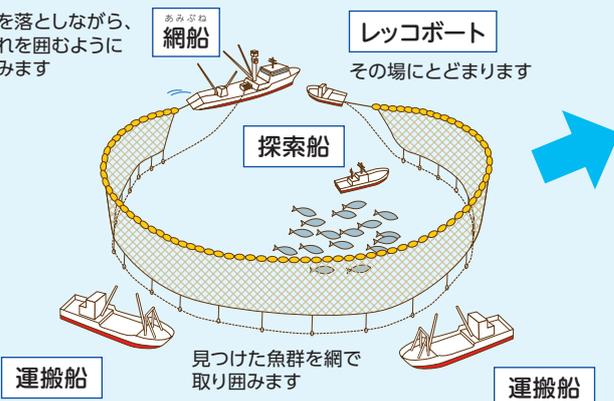
図3 ブロック重量と移動開始時流速との関係

※この成果の一部は、水産庁の水産基盤整備調査委託事業「漁港・漁場施設の設計手法の高度化検討調査」によるものです。

水産技術研究所神栖<sup>かみす</sup>庁舎の実験水槽で、ブロックの重量と流れの関係を調べました。約32〜180グラム（実重量16〜92トン）のブロック模型に対する移動開始流速が0.7〜1.2メートル/秒（実流速6.4〜10.8メートル/秒）と確認できました（図3）。この結果から、現在の算定式（黒線）より小さな値が得られ、実用的な新たな算定式（赤線）を提案し、さまざまな状況への適用性を検討中です。この成果はブロックの合理的な設計手法の案として、漁港施設の設計の技術書に反映され、漁港整備の防災・減災対策の推進に大きく貢献すると期待されます。

### まき網漁業のようす

網を落としながら、群れを囲むように進みます



まき網漁業は、網を運ぶ<sup>あみぶね</sup>網船、魚群を探す<sup>ひぶね</sup>探索船（灯船とも呼ばれます）、獲った魚を運ぶ運搬船で船団が構成され、チームワークがとても大切です



# 水産資源

「②イノベーション等による持続的生産体制の構築」では、水産資源の適切な管理が取り組むべき項目としてあげられています。資源に関連する研究開発は、水産資源研究所が中心となって取り組んでいます。ここでは資源管理のための重要な情報となる成果や、資源管理のための情報収集に役立つツールの開発について紹介します。

## サンマの食性と餌環境を解明

近年、サンマの漁獲量は減少し魚体もやせています。不漁や肥満度低下の要因解明が求められています。

肥満度低下の要因の一つに、餌の量の悪化があげられます。サンマは、いつ、どこで、どのような種類の餌(動物プランクトン)を食べているのか調べました。

消化管内容物の重量は5月から8月にかけて増加しており、北上期に餌をよく食べていました。北上期のサンマの消化

## サンマの食性と餌環境

※肥満度：太っているのかやせているのか判断するため使われる指標。  
 肥満度＝体重(グラム)÷体長(センチ)<sup>3</sup>×1000と計算する。

### 最近

ネオカラヌス属カイアシ類の分布量が減少し、餌環境の悪化の可能性あり→肥満度\*が低下

### 2006年

ネオカラヌス属カイアシ類の分布量は、東西に広く、高密度に分布→肥満度が高い



ネオカラヌス属カイアシ類の量や分布などを調査

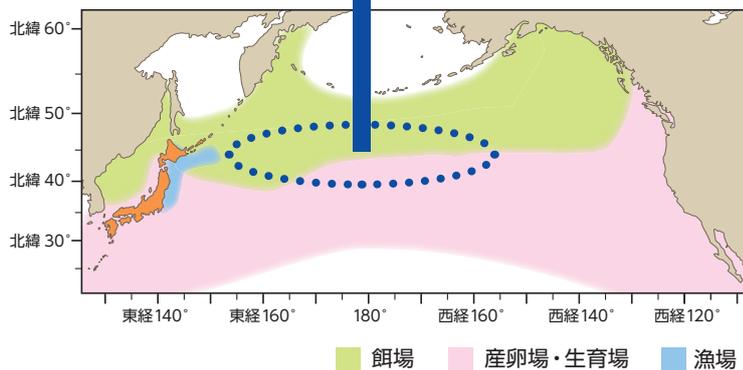
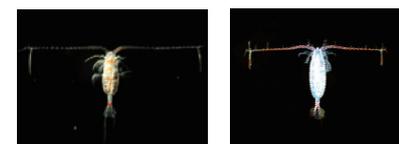


図 サンマの分布

消化管内容物のプランクトンの種類や大きさなどを顕微鏡を使い確認して計数



ネオカラヌス プルンクルス      ネオカラヌス クリスタータス

よく食べられていたのはネオカラヌス属カイアシ類のネオカラヌス プルンクルスとネオカラヌス クリスタータス、カラヌス属カイアシ類、オキアミ幼生

サンマは、夏に北上して、動物プランクトンを食べて過ごし、秋から産卵のため南下します。秋に日本近海の漁場に来るサンマは、沖合の群れの一部が、千島列島から日本列島に沿って南下すると考えられています。

サンマの生態など詳しくはFRAnews48「サンマ大研究」に掲載しています。次のURLからお読みいただけます。

➔ <http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/news/fnews48.pdf>

※1 過剰漁獲であり、乱獲状態である：漁獲量を守らず過剰に漁獲し、むやみに大量捕獲している状態のこと。これ以下は資源状態が適切ではない、と考えられる資源量を下回った状態のことを指す。

管からは27種類の動物プランクトンが発見され、特にネオカラヌス属カイアシ類を大量に食べていたことから重要な餌だとわかりました。

ネオカラヌス属カイアシ類は、サンマの肥満度が高かった2006年には東西に広く、高密度に分布していました。最近では分布量が減少し、餌の状況が悪化している可能性があります。

今後、ネオカラヌス属カイアシ類の分布量と気候変動との関係なども明らかにすることで、サンマの肥満度の予測精度向上や不漁要因解明につながると期待されます。

## 大西洋のアオザメは2系統

アオザメは、サメ類の中では商業価値が高く、日本では練り製品、欧米ではステーキとしてなじみの深い水産資源です。世界中の海に分布しています。

大西洋ではほかの海域に比べて昔から水揚量が多く、日本も加盟する大西洋まぐろ類保存国際委員会（ICCAT）の2017年の資源評価では、アオザメは

「過剰漁獲<sup>※1</sup>であり、乱獲状態である」とされました。

資源管理の指針を定めるには、アオザメの遺伝的集団構造などの知見などが必要です。しかし、詳細な情報が乏しいことから、ミトゲノム<sup>※2</sup>のすべてのDNAを分析し、大西洋のアオザメの遺伝的集団構造を調べました。

その結果、遺伝的に大きく異なる2系統が存在し、その出現頻度が南北で大きく異なることがわかりました。この2系統はそれぞれの海域で再生産を行っていると推察できます。

このことから、大西洋のアオザメでは、南北に分けた資源管理が適切と考えられました。この成果は、大西洋のアオザメに関する国際的な資源管理の議論で、科学的根拠としての貢献が期待されます。

※サンマおよびアオザメの成果は、水産庁の水産資源調査・評価推進事業によるものです。



## アオザメの遺伝的集団構造

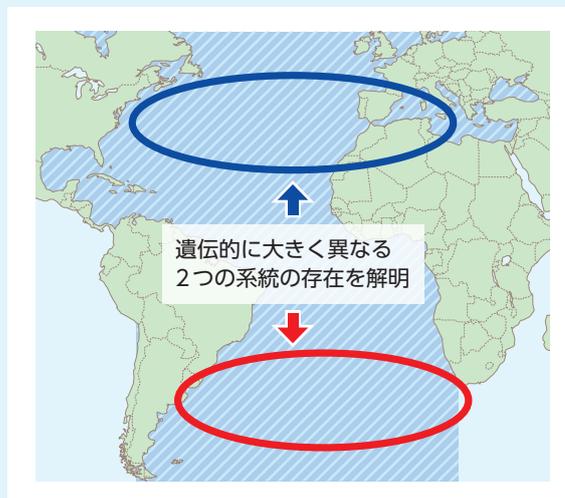
ICCATは、大西洋におけるまぐろ類、かじき類、さめ類などの資源を、減らすことなく利用し続けられるように維持することを目的とした地域漁業管理機関です。

斜線部分が対象としている海域です。これに参加しているのは大西洋に面していない日本や韓国、中国のほか、アメリカ、カナダ、メキシコなど合計52の国や地域です。



アオザメ

ICCAT加盟漁業国から提供された、大西洋全域で幅広く収集された試料についてミトゲノムを分析



※2 ミトゲノム：ミトコンドリアゲノムのこと。ミトコンドリアDNAは、母由来であり、進化速度が速く、組み換えを起こさないことから、これを解析することで、生物の系統関係を明らかにできる。



## 水産資源

### 漁獲情報収集アプリ

水産資源を持続的に利用するには、効率よく漁を行い、正確な漁獲情報や位置情報などを漁業者に負担をかけることなく広く収集する必要があります。

2 そうびぎの沖合底びき網漁業では、2隻分の魚種・漁獲量を紙で集計するため、時間と手間がかかっていました。そこで、漁業者の手間を省いて、漁獲情報、位置情報、漁業環境情報などを収集しながら、漁獲成績報告書の自動作成なども行うアプリケーション(以後、アプリ)を開発しました。

アプリの内容は以下のとおりです。タブレットの画面から、漁業者が「どの魚を狙い」、「いつ」、「どこからどこまで」操業した結果、「どのような魚」が「どのような環境に生息し」、「どれくらい(サイズ・漁獲量)」漁獲できたか入力すると、デジタルデータ化されて収集・蓄積されます。

また、魚が生息している海底の環境情報は、塩分や水温、深さを計測できるCTDを網の最後部に取り付けて収集して漁獲情報と関連づけます(図1)。漁業者への動機付けとなるよう、漁獲情報を入力すると「水揚げ予想金額」が表示されます(図2)。

デジタル化された漁獲情報とGPS(日時や位置情報など)情報を紐付けることで、過去の操業記録を簡単に検索することができま。

2 そうびぎの沖合底びき網漁船は、魚が入った網を交互に引き上げるため、2隻それぞれ漁獲情報を魚の種類・サイズごとに分類・集計が必要です。このアプリは、独自のローカルネットワーク環境(図1)を持ち、2隻の漁獲情報を自動的に集計するので、効率よく収集・活用することができます。また、監督官庁への提出が義務付けられている漁獲成績報告書は、ワンクリックで自動作成

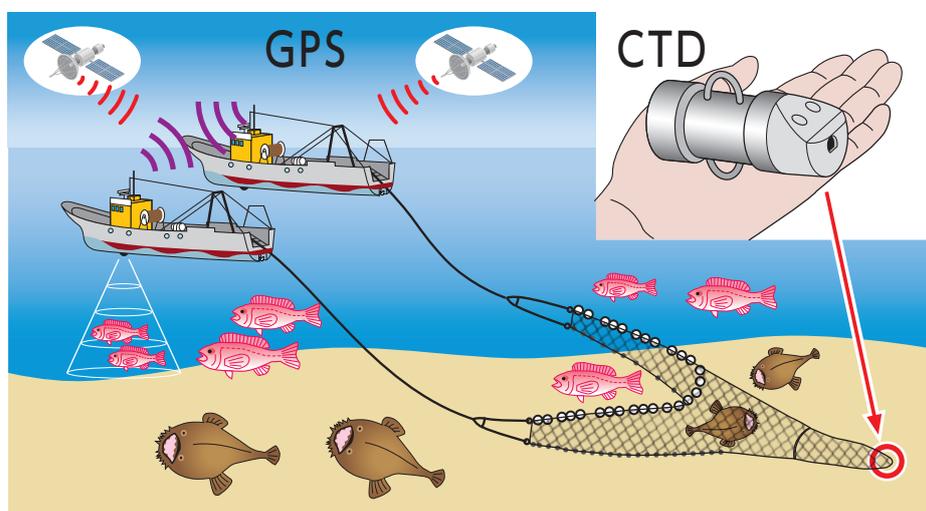


図1 魚が生息している海底の環境情報や漁船の位置情報など漁獲に関連するデータ収集のイメージ図

され、指定されたフォーマットで出力できます。

漁船が通信圏内にいる場合は、漁船の位置をリアルタイムに表示できます(図3)。また、入港する港から指定した距離に達すると、入港予定通知メール、出港通知メールを自動送信し、漁協や業者などがむだなく準備に取りかかります。漁獲された魚を入れる箱の使用状況は自動計算され、毎日定時に箱の業者にメールで送信されます(図4)。

これまでの箱の注文は、入港前に電話かFAXで受けており、短時間に1000ケース以上の多種多様な注文に対応するための多くの予備品を抱えていました。業者は箱の使用状況を早期に入手できるので、発注を予測してむだな予備品確保をなくし、コスト低減に貢献できます。

今後は、山口県下関市、長崎県長崎市、愛媛県八幡浜市の沖合底びき網漁船全船が漁業支援アプリを導入し、基礎研究の最終段階に取り組みます。

生産現場と産地市場の情報を、双方向でつなぐことで、消費者ニーズに応じた

合理的な漁業の実現が期待できます。

収集・蓄積された漁獲情報などは、漁業者の後継者教育や漁業関係者の人材育成に活用が可能です。

デジタルデータ化された漁業活動情報の利用は、新しい価値を創出する基礎であるため、他漁業への応用も期待できます。

※この成果は、国立研究開発法人 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「イノベーション創出強化研究推進事業」によるものです。

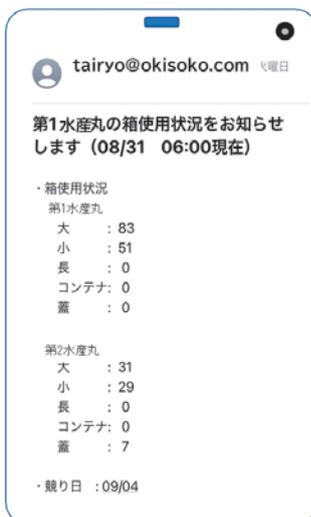
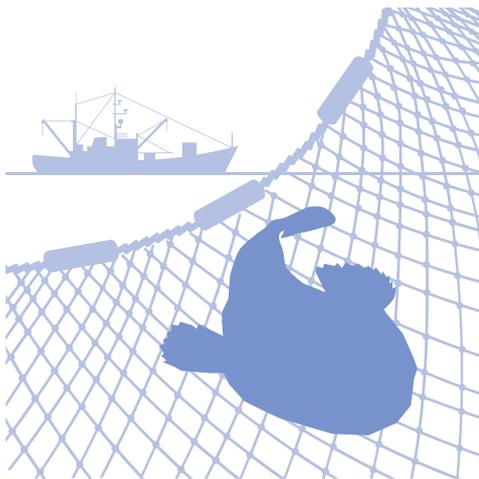


図4 箱使用状況メール

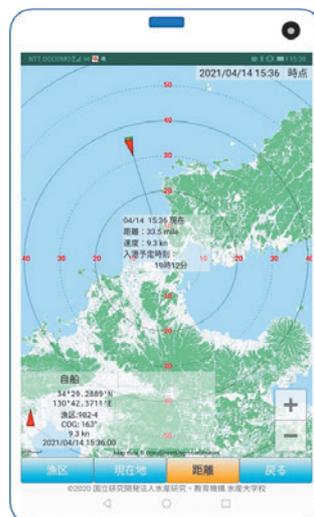


図3 漁船の位置表示



図2 アプリのトップ画面



## 安全・安心

「みどりの食料システム戦略」では、食品の安全・安心を確保するための基盤の確立の項目があります。この中で、それらに関連する水産物についての成果や取り組みを紹介します。

### 新たな貝毒監視体制

二枚貝の食中毒の一つである貝毒の監視体制は、マウス毒性試験で安全性が確保されてきました。近年は、世界的な動物試験の廃止に向けた動きの中で動物試験の代わりとなる試験法として、機器分析法や、貝毒成分の抗体を使った簡易分析法などの研究も進んできました。さらに、2021年からEUではマウス毒性試験による貝毒監視が廃止されています。

農林水産省が2015年に新たに定めた「二枚貝等の貝毒のリスク管理に関するガイドライン」で、機器分析法や簡易分析法で生産現場の貝毒リスク管理ができるようになりました。このガイドラインでは、安全性の裏付けとなる科学

的データがあれば、出荷規制による漁業被害を軽減する対応も、一部できるようになりました。

機器分析法では、13カ国24機関と協力して確立したマニュアルなどをまとめた「麻痺性貝毒とテトロドトキシン測定のための超高速液体クロマトグラフィー質量分析法(UHPLC/MS/MS)マニュアル」や、従来法に比べて2倍以上に高速・好感度の分析法のマニュアルの「麻痺性貝毒のポストカラム蛍光誘導体化UHPLC分析法(UHPLC/OX/FL)マニュアル」を作成しウェブ公開しました。

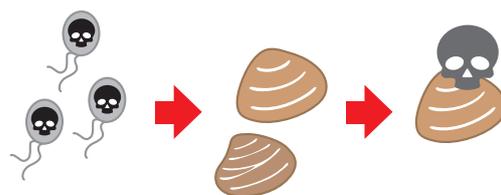
簡易分析法では、新たに開発した麻痺性貝毒簡易測定キットを用いたリスク管理手法のマニュアルである「麻痺性貝毒簡易分析キットによるスクリーニング法

### 貝毒とは

貝毒とは、主にアサリ、カキ、ホタテガイなど二枚貝が、毒を持ったプランクトンを餌として食べることで体内に毒をためる現象です。

毒がたまった貝をヒトが食べると、中毒症状を引き起こすことがあります。貝毒は、その症状により、麻痺性貝毒や下痢性貝毒、神経性貝毒、記憶喪失性貝毒などに分類され、記憶喪失性貝毒のほかは、それぞれ複数の毒成分からなります。日本で問題となるのは、麻痺性貝毒と下痢性貝毒です。これらの毒成分は、熱に強く、加熱調理しても毒性は弱くなりません。

貝毒は、餌となるプランクトン由来の毒素が原因なので、プランクトンの発生がなくなれば、貝の体内の毒は減少します。



毒を持った  
プランクトン

二枚貝が毒を持ったプランクトンを  
食べることで体内に毒をためてしまう



2020年4月から市販されている  
下痢性貝毒簡易分析キット

導入マニュアル<sup>※1</sup>をウェブ公開しました。さらに、水産大学校及び(株)プラクティカルと共同で開発を進めてきた下痢性貝毒簡易分析キットを市販化しました。

新しい分析法やリスク管理手法の普及に研修会を開き、麻痺性貝毒簡易測定キットでは、希望があった民間検査機関、公設試験研究機関、漁協などで講習会を開催しました。一部の府県では、キットによる貝毒モニタリングが始まり、効率的な監視体制が確立されています。

なお、麻痺性貝毒及び下痢性貝毒の

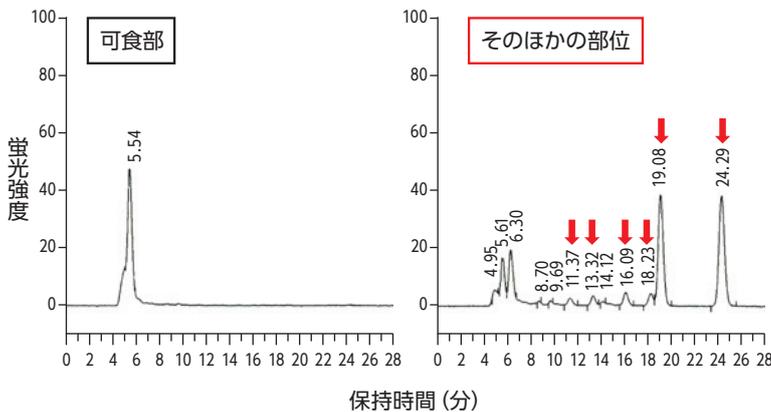


図1 トリガイの可食部(左)とそのほかの部位(右)の分析クロマトグラム(矢印で示したピークが毒成分)

簡易分析キットは、1検体あたりのコストが従来法の5分の1〜6分の1と低く、モニタリングコストの大幅な削減も期待できます。

大阪府では、麻痺性貝毒発生でトリガイの出荷規制が長引いています。大阪府と協力した調査で、可食部の毒成分の蓄積は非常に少なく、毒化部位を除去すれば出荷も可能と考えられるデータを得ました(図1)。毒化部位を除去した出荷の具体的

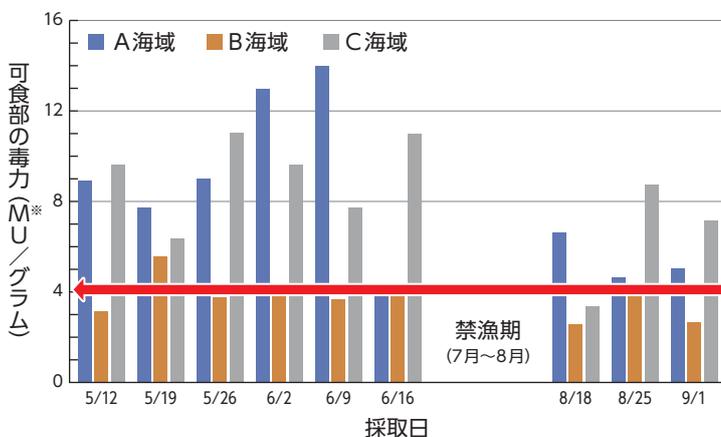


図2 仙台湾の3海域におけるアカガイの毒化状況(赤線は出荷自主規制となる毒力)

※1MU(マウスユニット)：麻痺性貝毒ではマウスが15分で死亡する毒量、下痢性貝毒ではマウスが24時間で死亡する毒量のこと。

な検討も進められ、ガイドラインが認められる漁業被害軽減策の実現にも近づいています。

宮城県仙台湾のアカガイは、これまで2海域に分けて毒化状況を調べてきました。3海域に分け直した調査では、海域で毒化に差が認められ(図2)、今後は規制海域を3海域として、よりきめ細かな規制を行うことになりました。このようなきめ細かな規制が出荷規制の減少にむすびつくか期待されています。

※2 麻痺性貝毒簡易測定キット：農林水産省委託プロジェクト研究(安全な農林水産物安定供給のためのレギュラトリーサイエンス研究委託事業「麻痺性貝毒の機器分析法の高度化及びスクリーニング法の開発」)による成果です。



# 安全・安心

## フグの種・雑種の判別技術

食用とされる日本近海で漁獲されるトラフグ属魚類の魚は11種類ありますが、同一種でも外見の違いの幅は大きく、また両親の種が異なる雑種も知られています。

フグは種によって毒のある部位が異なり、また異なる種の交雑で生まれた



大量に漁獲されるショウサイフグとゴマフグの雑種  
雑種は利用できないため、すべて廃棄されます

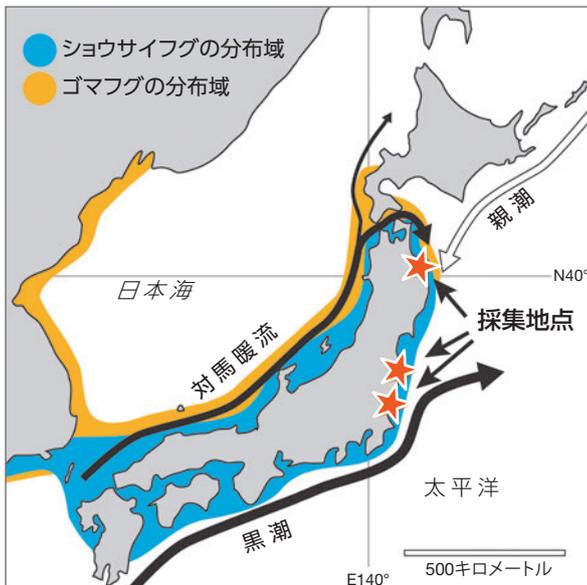


図1 2012-14年の調査地点

気候変動により、ゴマフグの分布域が北上し、津軽海峡を越えて対馬暖流の下流側の太平洋沿岸まで広がっています

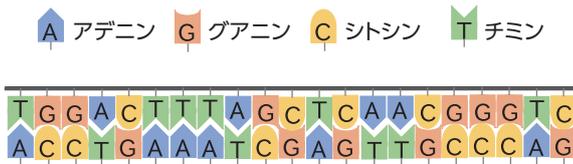


図2 DNAの塩基配列のイメージ

雑種はどこに毒があるのか不明なため、正確な種・雑種判別は欠かすことができません。しかし、フグはよく似ている種が多く、外見から雑種を鑑別するには高度な技術が求められます。

2012年頃から東日本沿岸でショウサイフグとゴマフグの雑種が数多く漁獲されるようになりました。その原因には近年の気候変動によるゴマフグの分布域

の北上が考えられています(図1)。雑種の場合、両親の種の判別が難しく、また毒が存在する部位が両親種と異なる可能性があるため、現在は漁獲物から雑種を排除していません。雑種を確実に判別できる技術があれば、作業の効率化や消費者の安全・安心につながります。

2012年から14年にかけて茨城県、福島県、岩手県で採取した試料252

個体のDNAを調べ、シヨウサイフグとゴマフグの雑種149個体が確認され、その内訳は、雑種の第一世代が131個体、雑種第一世代とシヨウサイフグまたはゴマフグが再度交雑した個体が18個体であることを明らかにしています。

気候変動によるフグの分布域の変化は、ほかの種類でも起きていることから、今後さまざまな種間で交雑が起きる可能性があります。

雑種を正確かつ迅速に判別できる技術の開発に取り組み、トラフグなど日本産トラフグ属の11種について、DNAの塩基配列を詳細に調べ、まず、種特異的な塩基配列(図2)を種ごとに多数見つけることができました。種特異的な塩基配列とは、例えばトラフグだけにはあるがほかの種には全くない塩基配列のことです。

つぎに、種特異的な塩基配列の有無を迅速かつ正確に判別できる検査方法を開発し、それらにより種・雑種を正しく判別することができるかについて、ほかの手法により検証しました。

正しく種・雑種を判別できると検証で

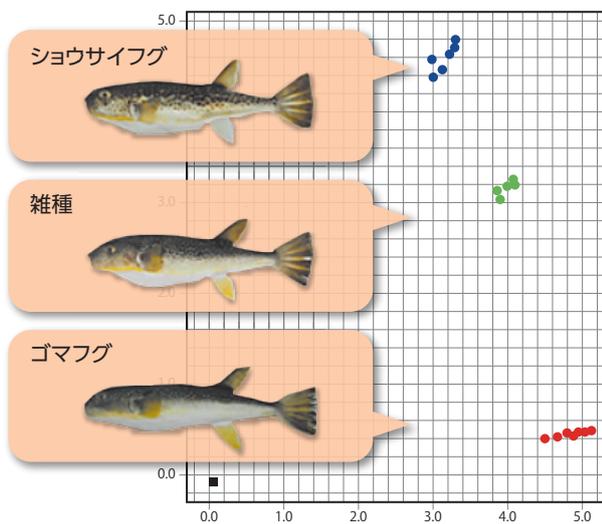


図3 一つの種・雑種判別マーカーの判別結果の例

シヨウサイフグとゴマフグの雑種が正確に判別されています。縦軸及び横軸はそれぞれの種に特異的なマーカーの検出強度。黒い点のプロットはネガティブコントロール



きた検査方法(図3)を、種ごとに3つずつ、種・雑種判別マーカーとして特許出願しました。

これらの種・雑種判別技術を用いることにより、フグ処理者の高度な鑑別技術との相乗効果によって食の安全・安心がさらに高まることが期待できます。

また、少量の組織があればこの技術で種・雑種判別できるため、万が一食中毒が発生した場合、食べ残しや嘔吐物から原因種の特定につながられるものと期待で

きます。

この技術は、従来の種・雑種判別技術に比べて簡便なため、全国の保健所などで通常備わっている機器を用いて実施可能と期待できます。

この技術は、水産大学校での授業などに反映され、人材育成にも貢献しています。

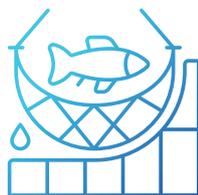
※これは、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 革新的技術開発 緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)の支援を受けた下関の「ふく」の差別化と輸出拡大のための「T利用」めきき技術の開発による成果の一部です。

# 成長産業化

## 戦略への貢献

水産資源

研究開発



社会実装

開発調査センター

### 水産資源研究所

一元化した新組織のメリットを最大限に生かして新たなイノベーションを起こし、水産資源の持続可能な利用を科学面からしっかりと支えていきます。

迅速に把握し、随時公表することで、気候変動と不漁の関係に迫れるものと考えています。

このため、当機構では、組織再編により新たに水産資源研究所を設置し、水産資源の持続可能な利用のための研究開発を一元的に取り組む体制を整えました。そのうえで、MSYベースの新たな資源評価については、データ収集から解析、各種管理目標値や将来予測の算出を一貫して行い、対象魚種の拡大については、関係都道府県の試験研究機関と連携を取り、協力して対応しているところですが、これらの取り組みに共通して重要なデータ収集については、操業情報・環境情報などの電子的収集システムの導入や、画像解析による漁獲物データの収集手法の開発などにより、迅速化、効率化を推進します。また、近年の不漁問題に対しても、当機構に蓄積された科学データにより、環境変化や漁海況などを

### 資源関連の研究開発の取り組みによる「みどりの食料システム戦略」の推進へ

当機構では、発足当初より、水産資源の持続可能な利用のための研究開発を重点研究課題とし精力的に推進してきており、本戦略の重要理念を先取りして取り組んでいると考えています。

しかしながら、漁業法の改正による持続可能な最大漁獲量（MSY）を目標とする新たな資源評価の導入と、資源評価対象魚種の50種から192種への拡大に対応するためには、当該研究開発の内容を、質的にも量的にも改革することが求められております。

# 持続的な水産業の

## 「みどりの食料システム

人材育成

水産大学校



生産技術

研究開発

### 水産技術研究所

#### 養殖・水産技術関連の研究開発の取り組みによる「みどりの食料システム戦略」の推進へ

水産技術研究所の大きな特徴は、実験室（ドライラボ）における最先端研究と、比較的大規模な水槽（ウエットラボ）や野外（フィールド）での実証試験・調査を組み合わせで行えるところです。

さらに、日本各地にあるドライラボ・ウエットラボ・フィールドを効率的に活用し、成果を互いにフィードバックさせることで、産業に直結する研究成果を生み出すことができます。

みどりの食料システム戦略では多くの目標が掲げられていますが、このような当所の特性を活かして、クロマグロやニホンウナギの人工種苗比100%化をめざした研究、天然資源・環境に負荷をかけない養殖技術開発、藻場造成などのブルーカーボンに関する研究や赤潮・貝毒に関する研究、温室効果ガスの削減に向けた漁船の電化・水素化などの環境問題への対応、水産物の利用・加工技術開発など、幅広い分野でその目標達成に向けた研究を展開しています。

さらに、このような流れを加速させるため、各地の施設で行う研究には高い専門性を持たせる方向で検討を開始しました。例えば、ブリやクロマグロなどの飼育試験に特化する施設、育種研究を重点化する施設、地域の沿岸生態系研究の中心となる施設など、各施設の特性を明確にして、専門家の集約と人材育成を行う研究の先鋭化に取り組み、10年後、20年後を見据えた研究が行える体制づくりを進めています。

# ツルアラメの抗アレルギー成分

ツルアラメは主に日本海沿岸に分布する海藻で、非常に繁殖力が強く、寿命は5〜6年とされています。

苦味やえぐ味があることから、食料などへの利用は限られています。

しかし、食品機能性成分のポリフェノールや食物繊維などが多く含まれていることから、新規有用水産物の可能性をもった海藻です。

2015年から始まった島根県西ノ島町が中心の海藻類加工プロジェクトの活動で、水産研究・教育機構水産大学校は、資源量が豊富な西ノ島町産ツルアラメの抗アレルギー効果について研究を進めてきました。

その結果、西ノ島町産ツルアラメは年間を通じて抗アレルギー性を

有すること、その有効主成分は既知の海藻ポリフェノール5種であることが解明されました。

また、これらポリフェノール5種の含有量には季節変動があり、冬季・春季（12月〜5月）よりも夏季・秋季（6月〜11月）の方が高いこと、含有量が高いほど抗アレルギー性も強くなることが明らかになりました。

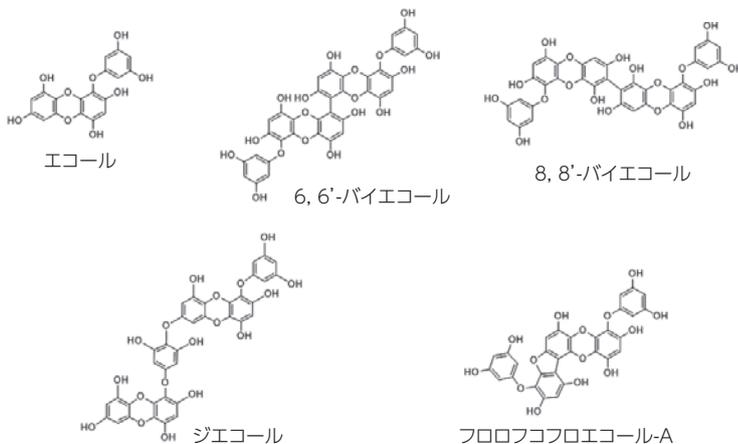
その結果、西ノ島町産ツルアラメには抗アレルギー効果があり、新規の有用水産資源としての利用可能性が見出されました。また、収穫時期や収穫量を適切に設定することで、抗アレルギー成分の含有量が高いツルアラメの持続的利用の可能性が示されました。



西ノ島町産のツルアラメ

写真提供：岡部株式会社  
海洋事業部

西ノ島町産ツルアラメに含まれるの5種類の抗アレルギー性の海藻ポリフェノール



※この内容は、2021年7月14日に国際学術雑誌のAlgal Research、第58巻にオンライン掲載されました。

次のURLから論文情報と要旨がご覧になれます(英文)。➡ <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102398>

※この成果は、島根県西ノ島町委託事業「島根県西ノ島町産海藻から作成された食品原料の食品機能性評価」(2015〜2019年度)及びノア隠岐共同研究「西ノ島町産海藻を利用した食品の成分分析及と機能性評価」(2020年度)によるものです。

# セレノネインの未病改善効果の検証を開始

水産研究・教育機構と神奈川県

水産技術センター、聖マリアンナ医科大学は、セレノネインの生活習慣病対策やアンチエイジングなどのヒトの未病改善への有効性を検証する共同研究を開始します。

共同研究では、マグロ類に含まれ、高い抗酸化力を持つセレノネインに注目し、継続的にマグロ類を摂取した場合のセレノネインの蓄積とヒトの未病改善への有効性を検証します。具体的には、食事としてメバチマグロを1週間に3食(1食あたり80〜120グラム)、3週間継続して摂取し、血中に蓄積するセレノネイン濃度、老化抑制を行う遺伝子の発現、血液中のストレス度について測定を行って、継続的摂取の有効性を分析

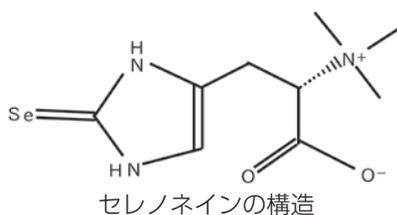
します。

研究の統括は神奈川県水産技術センターで、そのほかに食品としてのマグロ類がもつ抗酸化力の評価、抗酸化力の高い水産加工品開発を行います。水産研究・教育機構はセレノネインの正確な分析を行います。聖マリアンナ医科大学はセレノネイン摂取による老化抑制効果の検証を行います。

セレノネインを多く含むマグロ類を食べることによる生活習慣病対策やアンチエイジングなどヒトの未病改善への効果が明らかになれば、マグロ類やその加工品の消費拡大、マグロ類を用いた新商品の開発などが期待されます。

## セレノネインとは

セレノネインは2010年に当機構がクロマグロの血液から発見した新規有機セレン化合物です。サバ類などにも含まれており、強力な抗酸化能をもち、機能性食品<sup>※2</sup>や化粧品の素材としての利用が期待されています。また当機構は、2020年にセレノネインの新しい精製法を開発しています。



クロマグロ

※1 **マグロ類**：クロマグロ、メバチ、ミナミマグロなどは、「妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項」により、妊娠期間中に食べる量が定められています。厚生労働省のウェブページ (<https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/suigin/>) から確認いただけます。

※2 **機能性食品**：食品に含まれる生体防御、体調やリズムの調節、疾病の防止と回復などの機能をもつ微量成分を抽出して、効果的に摂取できるように開発された食品。



しおり  
**研究の葉 2021**  
水産技術研究所  
環境・応用部門 水産工学部  
発行時期：2021年10月

**問い合わせ先** 神栖庁舎 水産技術研究所 管理部門  
神栖拠点 業務推進チーム

**ウェブサイト**

[http://nrife.fra.affrc.go.jp/reprint/reprint\\_index.html](http://nrife.fra.affrc.go.jp/reprint/reprint_index.html)



**水産大学校研究報告**  
70巻1号  
発行時期：2021年10月

**問い合わせ先** 水産大学校 校務部 業務推進課

**ウェブサイト**

<http://www.fish-u.ac.jp/kenkyu/sangakukou/kenkyuhokoku/70.html>



水産研究・教育機構  
NEWS LETTER  
**おさかな瓦版**  
No.104  
内容：104 ホンダワラ類  
発行時期：104 2021年11月

**問い合わせ先** 経営企画部 広報課

**ウェブサイト**

<http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/letter/no104.pdf>



## 執筆者一覧

### 「みどりの食料システム戦略」とともに

- マダコ養殖を事業化するための技術……………水産技術研究所 養殖部門 生産技術部 技術開発第3グループ 研究員 関澤 彩真
- アquareオウイルス感染症の防除……………水産技術研究所 養殖部門 病理部 診断グループ 主任研究員 河東 康彦
- コンブ資源の管理・増殖……………水産資源研究所 水産資源研究センター 社会・生態系システム部 沿岸生態系寒流域グループ 主任研究員 長谷川 夏樹
- 水素燃料電池漁船の基本設計……………水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部長 高尾 芳三
- 新型プロペラガード……………水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部 漁業生産工学グループ 主幹研究員 松田 秋彦
- 防波堤を支えるブロックの評価……………水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部 水産基盤グループ 主任研究員 古市 尚基
- サンマの食性と餌環境を解明……………水産資源研究所 水産資源研究センター 広域性資源部 外洋資源グループ 主任研究員 宮本 洋臣
- 大西洋のアオザメは2系統……………水産資源研究所 水産資源研究センター 広域性資源部 まぐろ第4グループ 主任研究員 仙波 靖子
- 漁獲情報収集アプリ……………水産大学校 海洋生産管理学科 准教授 松本 浩文
- 新たな貝毒監視体制……………水産技術研究所 企画調整部門 研究主幹 及川 寛
- フグの種・雑種の判別技術……………水産大学校 生物生産学科 准教授 高橋 洋
- 資源関連の研究開発の取り組みによる「みどりの食料システム戦略」の推進へ……………水産資源研究所長 水産資源担当理事 田中 健吾
- 養殖・水産技術関連の研究開発の取り組みによる「みどりの食料システム戦略」の推進へ……………水産技術研究所長 水産技術担当理事 青野 英明

### ピックアップ・プレスリリース

- ツルアラメの抗アレルギー成分……………水産大学校 食品科学科 准教授 杉浦 義正
- セレノネインの未病改善効果の検証を開始……………経営企画部 広報課

### 編集後記

「みどりの食料システム戦略」では「栄養バランスに優れた日本型食生活の総合推進」が取り組みの一つとしてあげられています。日本型食生活とは、ごはん中心の和食のことです。和食は、2013年12月にユネスコ無形文化遺産に登録され、世界的にも関心が高まっています。和食の特徴として、1-多様で新鮮な食材とその持ち味の尊重、2-健康的な食生活を支える栄養バランス、3-自然の美しさや季節の移ろいの表現、4-正月などの年中行事との密接な関わりがある、とされています。水産物を例にとっても、四季の移ろいを感じる魚では、春のシラウオ、マダイやメバル、夏のカツオ、ハモやアユなど、

秋のサンマやサバ、冬のフグやアンコウなどがあります。特別な行事に関わる魚では、年越しの食事につける年取り魚(サケやブリ)、節分のイワシ、桃の節句のハマグリのお吸い物、土用のウナギやシジミなどさまざまです。各地方でも行事や季節ごとにいろいろな魚介類が食べられています。また、和食を支える出汁として、コンブやカツオなどもなじみ深い食材です。水産研究・教育機構は、いろいろな水産物がこれからも食卓を飾っていただけるように、水産資源に関する研究、養殖や水産業に関わる研究や技術開発、人材育成などに取り組んでいきます。(角埜 彰)