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

研究のうごき No.13

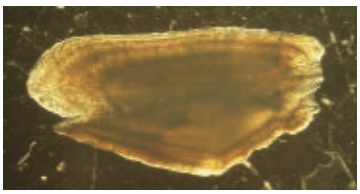
メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産総合研究センター 公開日: 2024-03-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2000488

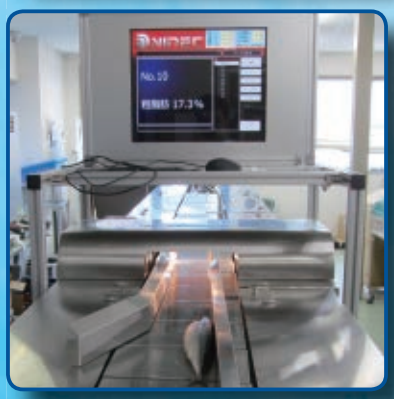
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ISSN 1881-5944

FRA
Fisheries Research Agency

NRIFS
National Research Institute of Fisheries Science





平成26年度中央水産研究所主要研究成果集

研究のうごき 第13号

Current Research Activities of NRIFS No.13（Sep. 2015）

国立研究開発法人 水産総合研究センター　中央水産研究所

平成27年9月

序　文

中央水産研究所は、調査研究を通して、水産物の安定供給の確保や水産業の健全な発展へ貢献することを目指している国立研究開発法人水産総合研究センター（本年度から独立行政法人から名称変更）傘下の研究所の一つです。

四方を海で囲まれた日本の水産研究は重要であり、その共通基盤的研究を担う組織として、中央水産研究所は、経営経済、水産資源管理、海洋・生態系、水産物応用開発（利用加工）、水産遺伝子解析の分野の研究を推進し、東日本大震災の復興に向けた研究等も行っております。

研究の成果は、論文、報告書、学会やシンポジウムなどを通して公表するのが普通ですが、成果の内容が、なかなか一般の方々には届き難いのが事実です。

そこで、専門でない方々にも、我々の研究成果を広く知っていただくことを目的として中央水産研究所の研究成果を解りやすく解説したのが、この「研究のうごき」です。平成15年度に発刊し、今号は第13号になります。

研究開発の背景と目的、得られた成果及びその波及効果を、それぞれ1ページにとりまとめ、冊子として編集した成果集です。

水産総合研究センターは、運営費交付金を始めとする公的な資金に大きく依存していますので、一般の方々に、研究成果を理解していただき、ご意見をいただくことはとても重要なことだと考えています。「研究のうごき」を読まれて、何か感想や疑問を持たれた方は、是非お知らせいただきたいと思います。

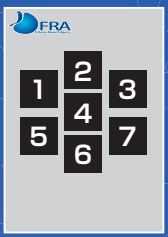
また、研究成果に興味を持たれら、ぜひ、当所のホームページ（http://nrifs.fra.affrc.go.jp/）に掲載されているバックナンバー等も、ご覧ください。

さらに、中央水産研究所では一般公開（平成27年は10月18日（日））や、サイエンスステージ（平成27年は10月3日（土）に横浜八景島で）などのイベントも毎年開催しますので、このような場にもお越しいただき、所員と直接意見交換していただけると、さらなる水産研究の進展ひいては、日本の水産業の発展にもつながっていくことが期待され、大変ありがたく思います。

平成27年9月

国立研究開発法人 水産総合研究センター

中央水産研究所　所長　中山　一郎



表紙写真（提供）：1. タチウオ耳石（亘　真吾）；2. サンマ仔魚の採集（高須賀明典）；3. クロマグロ仔魚（増島雅親）；4. ライン組込型脂肪測定装置（木宮 隆）；5. Gambieroxideの化学構造（渡邊龍一）；6・7. カキの垂下養殖・グリコーゲンの蓄積の有無によるカキの違い（馬久地みゆき）

カンパチ養殖経営における国産人工種苗を用いた完全EP給餌導入の経済性

【研究課題名】
養殖生産物・餌料の需給分析及び養殖経営の経済性評価

【実施年度】平成23～27年度

経営経済研究センター　需給・経営グループ
桟敷孝浩

目　　的

カンパチ養殖経営において、国産人工種苗を用いた完全EP（エクストルーデッドペレット）給餌導入という新たな動きが見られます。人工種苗は天然資源の動向などに左右されにくく、種苗供給尾数や種苗価格が安定的である等のメリットがあります。また、完全EP給餌には給餌時間短縮や労働負担軽減等のメリットがあります。本研究では、カンパチ養殖経営における国産人工種苗・完全EP給餌導入の経済性を評価しました。

方　　法

養殖業者、関係機関への聞き取り調査および漁業構造改革総合対策事業の資料から、モデル的な経営体（労働力3人、活魚出荷4万尾／年、生簀20台）を想定し、NPV（Net Present Value）法で分析しました。

結　　果

投資前後の経済収支から、主に以下の2点を改善することで国産人工種苗・完全EP給餌導入の可能性は高まることが明らかとなりました（図）。

EP給餌による給餌時間短縮および労働負担軽減のメリットから、生産尾数を6万5千尾／年まで増加できれば、投資に引き合う収入が期待されます。

今後の選抜育種や養殖技術の進歩で飼育期間を現状の24ヶ月から19ヶ月に短縮させ餌飼料費を削減できれば、投資に引き合うことが期待されます。

波 及 効 果

国産人工種苗を用いた完全EP給餌は、始まったばかりです。上記2点を改善することが、養殖経営への技術普及につながると考えます。研究面からは、これら改善点について、より具体的な経営・経済条件（数値目標）を解明し、技術普及を支援していく必要があります。

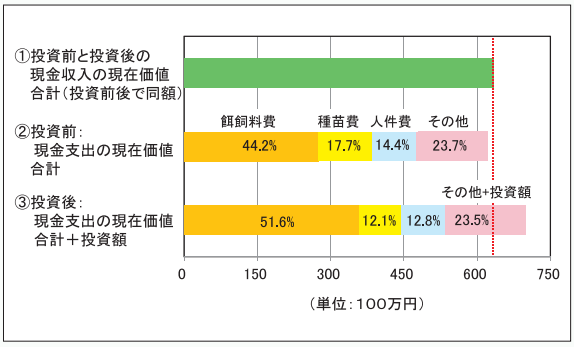
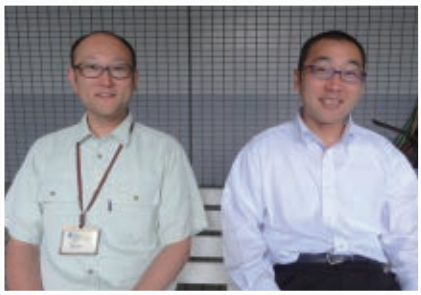


図　投資前後における経済収支の内訳

注）現金収入および現金支出の現在価値合計とは、投資財の耐用年数5年間における現金収入および現金支出を現在の価値に割り引いた金額の合計を意味する。

震災前後でのワカメ消費者市場の変化



【研究課題名】
小型漁船漁業の震災復興上の課題の解明

【実施年度】平成24～29年度

経営経済研究センター　漁村振興グループ
若松宏樹・宮田　勉

目　　的

東日本大震災の津波は、漁業にも甚大な被害を与え、岩手県では漁業者の主な収入の一つとなっていたワカメ養殖施設が収穫直前にほぼ全て流されてしまいました。漁業者を始めワカメ生産に関わる人々の懸命の努力で、現在、生産量は8割以上回復していますが、未だに復興への道のりには多くの問題が残されています。震災後岩手のワカメの卸売業者は売るものがなく、他の販売先から無理を言ってワカメを売ってもらいました。再び岩手で生産が始まったからといって、無理を言ってお願いした取引を、自分の都合で断ることは商慣行上ルール違反です。このことから震災前後では消費者市場に大きな変化があることが予想されます。今回はワカメの消費者市場が震災前後でどのように変化したのかを明らかにしたいと思います。

方　　法

全国10地域の主要な小売店のバーコードデータ（POSデータ）を使って、北海道、東北、関東外郭、首都圏、中京、北陸、近畿、中国、四国、九州の各地域の小売店が全国的にどのように関わっているのか、価格に関して共和分検定およびグレンジャー因果検定によって分析を行いました。

結果と波及効果

図は各地域の三陸ワカメ市場における価格の因果関係図です。震災前では東日本から主に近畿に矢印が伸びていて、近畿から西日本に矢印が伸びていることがわかります。つまり三陸ワカメは東日本から一旦近畿に集まった後西日本に流れるということを示しています。しかし、震災後、近畿が独立してしまい、代わりに中京が近畿の役割を始めたことが見て取れます。また独立していた北海道や北陸が影響を受け始めたり、色々な変化が見られ、震災の影響により、日本のワカメ市場の関係は全く違うものになってしまったことがわかります。聞き取り調査によると、震災前までの画一的な取引から、新しい販路を開拓して独自に取引を始めたことが原因だと考えられます。

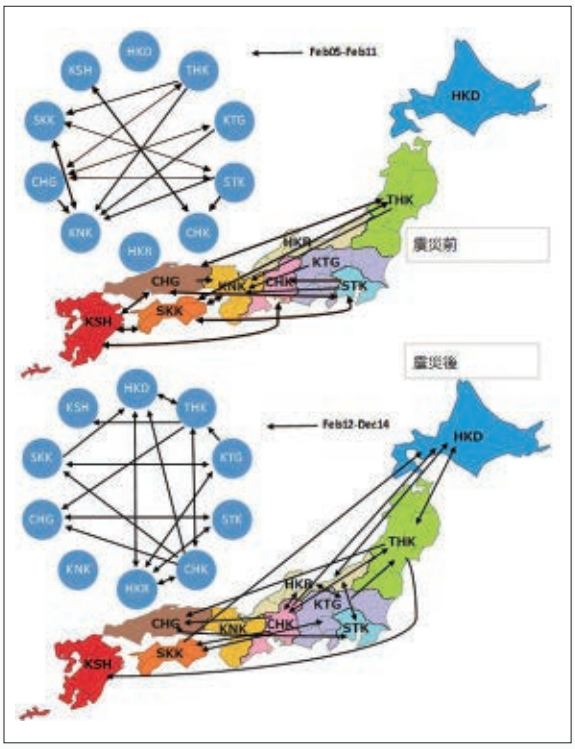


図　震災前後の各地域の三陸ワカメ市場における価格の因果関係
市場が矢印の方向に影響を与えていることを示す。また双方に伸びている矢印は同時に影響を与え合っていることを示す。北海道（HKD）、東北（THK）、関東外郭（KTG）、首都圏（STK）、中京（CHK）、北陸（HKR）、近畿（KNK）、中国（CHG）、四国（SKK）、九州（KSH）

漁業管理の道具箱：現場の創意工夫を活かすしくみ

【研究課題名】
交付金「総合的な管理方策の提案」（平成23～27年度）、
総合地球環境学研究所「地域環境知形成による新たなコモンズの創生と持続可能な管理」（平成25～28年度）

【実施年度】平成23～28年度

経営経済研究センター　漁業管理グループ
牧野光琢

目　　的

持続可能な漁業を実現するために、いろいろな取り組みが行われています。たとえば漁場では、水産資源を守り持続的に利用するための工夫や、無駄を省いて効率的に魚を獲る工夫、港では、おいしい魚を食べてもらうための工夫、陸上では良い魚を適切な値段で売るための工夫、などがあります。日本や世界の様々な工夫の具体例をあつめ、それをわかりやすい形で整理することにより、漁業現場の方々が自ら話し合って創意工夫し、改善していくためのしくみを作成しました。

方　　法

文献レビューや現場調査をおこなって、よりよい漁業を目指した各地の取り組み事例を収集し、それを分類しました。分類の際は、学術的な表現ではなく、現場の漁師さんたちとワークショップをおこない、彼らにとって分かりやすい・伝わりやすい表現や分類法を工夫しました。また、漁師さんや、認知心理学の研究者とも相談しながら、さまざまな取り組みの全体像を一目でイメージできるポンチ絵を作成し、各地の事例をその上に配置することで、現場の漁師さんたちがみんなで議論する際に利用してもらえる「漁業管理の道具箱」を作成しました。

結果と波及効果

この「漁業管理の道具箱」をつかって、国内の2つの現場の漁師さんたちに議論をしてもらった結果、現場の漁業をより良いものにするためのアイデアが産まれ、みんなで共有することができました。そして、県の水産業普及指導員の方とも連携し、そこで生まれたアイデアを活かしていくための取り組みについて具体的な議論が始まりました。また、この道具箱の英語版を作成したところ、東南アジア6カ国の行政官が自国の現場の問題を分析し、比較することができました。さらに、私たち研究者がそれまで知らなかった、新たな取り組みや問題意識について、現場の漁師さんから教えていただくことができました。このような作業を続けることにより、今後も「漁業管理の道具箱」を常に改良して、現場のみなさまが使いやすい、より役立つものにしていきたいと思います。

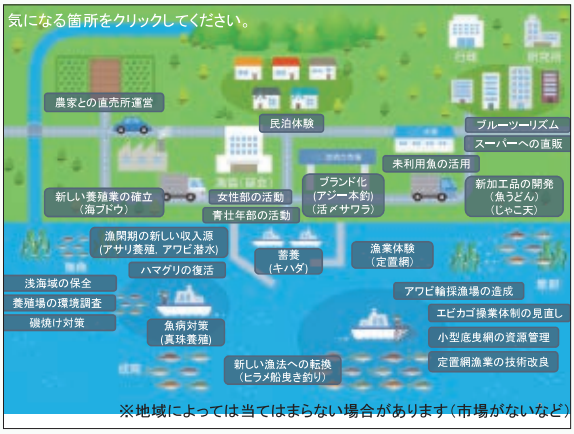


図　漁業管理の道具箱

豊後水道におけるタチウオの資源構造の解明

【研究課題名】
海洋水産資源開発事業（ひきなわ：タチウオ＜豊後水道周辺海域＞）
【実施年度】平成23～25年度

資源管理研究センター　資源生態グループ　亘　真吾
開発調査センター　資源管理開発調査グループ　廣瀬太郎・小河道生
共同実施機関：大分県農林水産研究指導センター水産研究部　徳光俊二

目　　的

豊後水道域ではタチウオは重要な漁獲対象ですが、その漁獲量は近年減少傾向にあります（図1）。効果的に資源を守るためには、生物の特性を把握することや、近年の減少要因を解明することが重要です。タチウオは1年で産卵が盛んな時期が、春（5～6月）と秋（9～10月）に2回あること、春に産れる群（春群）と秋に産れる群（秋群）が合わさって資源全体が変動する事が知られていますが、その詳しいメカニズムはわかっていません。そこで、タチウオの資源管理に向けて，このメカニズムを解明するために必要な資源や生物の情報を調べました。

方　　法

耳石は成長に従って大きくなり、1年に1本輪紋が形成されます（図2赤矢印）。耳石の輪紋の数を数え年齢を調べました。また、耳石の中心から1本目の輪紋までの長さ（図2青矢印）を測ることで、春群と秋群とに分離しました。そして、漁獲量、年齢と産まれた時期の情報から、春群、秋群それぞれについてタチウオの資源量の経年変化を調べました。

結　　果

春群と秋群、それぞれの資源の変動をみると、秋群と比較すると、春群は2008年以降、著しく減少していました（図3）。また、毎年産まれるタチウオの子供の量（ここでは1歳を見てください）が、秋群は横ばいですが、春群は2004年や2006年のように多い年と、それ以外の年のように少ない年があり、近年は多い年が出現していないことがわかりました。よって近年の漁獲量の減少は、資源の減少によりますが、特に春群の子供の量がすくないことが要因になっている事がわかりました。

波 及 効 果

春群の子供が多いと、その後の漁獲量も多いという傾向が明らかになったことから、春に産れるタチウオの親を保護する目的で、平成25年から、大分県では春の産卵期を休漁にする取り組みを行っています。

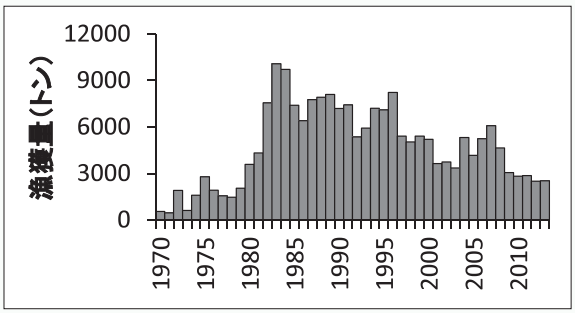


図1　タチウオの漁獲量の推移

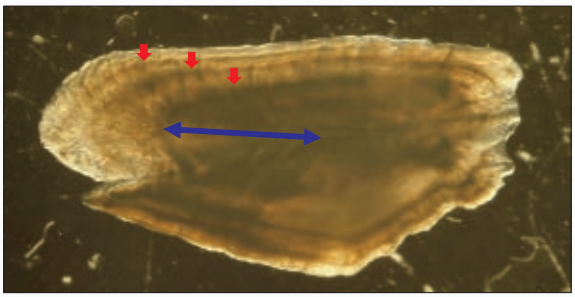


図2　タチウオの耳石の写真
赤い矢印が1年に1本形成される輪紋、青い矢印が中心から1本目の輪紋までの距離の計測位置を示す。

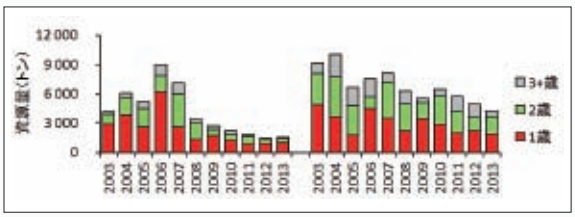


図3　春群（左側）と秋群（右側）の資源量の経年変化
赤が子供の量を示す。

冬の黒潮海流域で生まれたサンマ仔稚魚はどのような環境を流されるか

北海道区水産研究所　生産環境部　生産変動グループ　黒田　寛
瀬戸内海区水産研究所　生産環境部　主幹研究員　阪地英男
本部研究推進部　交流協力課　木村　量
共同実施機関：東京大学海洋研究所　伊藤進一

【研究課題名】
農林水産省プロジェクト研究「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト：海洋生態系モデルを用いた餌料環境と小型浮魚類の温暖化影響評価モデルの開発」
【実施年度】H25年度～

資源管理研究センター　資源生態グループ　髙須賀明典
海洋・生態系研究センター　資源環境グループ　清水勇吾
海洋・生態系研究センター　廣田祐一
東北区水産研究所　資源海洋部　海洋動態グループ　奥西　武
本部研究推進部　研究主幹　大関芳沖
本部研究推進部　研究開発コーディネーター　久保田洋

目　　的

サンマは、我が国太平洋岸沖に広く分布している重要な水産資源です。しかし、サンマの卵は、流れ藻などに付着して流されているため、卵を採集することで産卵場を特定することは困難ですし、産卵量も計算できません。そこで、卵から孵化した後に海の表面を漂っている仔魚や稚魚を採集して、産卵場を推測し、仔魚の分布量を計算します。黒潮海流域におけるサンマ仔稚魚の分布と環境の関係を調べました。

方　　法

2003～2012年の2～3月に、水産委託事業資源評価調査の一環として行われてきた「若竹丸（北海道教育庁）による重要水産資源の産卵生態変動に関する調査」において、ニューストンネット（図 1）で海の表面を漂っているサンマ仔稚魚を採集し、各種観測機器によって、海洋情報のデータを収集しました。計1,049回のニューストンネット曳網で採集された計29,591個体のサンマ仔稚魚の体長を測定し、体長階級ごとに分布密度を計算しました。一般化加法モデルにより、仔稚魚（体長40 mm以下）の分布と物理環境（水温・塩分）及び餌環境の指標値（クロロフィル濃度）の関係を解析しました。

結　　果

サンマ仔稚魚は、太平洋岸の非常に広い範囲に分布していましたが、黒潮流軸周辺に集中分布する傾向がありました。これに対応して、サンマ仔稚魚が出現する確率は、海の表面の水温が19～20度、塩分が34.75～34.80の周辺で最も高くなることがわかりました。一方、餌の量の指標であるクロロフィル濃度が高くても出現確率は高くありませんでした。このような結果は、体長階級が変わっても概ね同じであったため、サンマ仔稚魚は孵化して稚魚になるまで同じような環境条件を経験していると想像されます。水温は好条件でも餌が悪条件となるところでどのように生き残っていくかを明らかにするため、現在、サンマ仔稚魚の成長と環境の関係を調べています。

波 及 効 果

本研究で明らかにしたサンマ仔稚魚の分布と環境の関係は、数理モデルに情報を提供し、サンマの輸送・回遊や成長の予測に貢献します。

図1　ニューストンネットによるサンマ仔稚魚採集

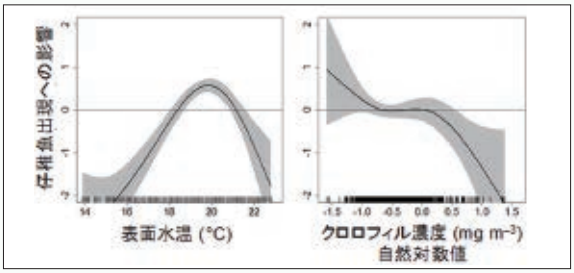


図2　サンマ仔稚魚の出現確率と水温・クロロフィル濃度の関係の例
（体長範囲10～20 mmの場合）

北太平洋へ放射性セシウムはどのように拡がったか

【研究課題名】
放射性物質影響解明調査、復興交付金挙動調査事業、放射能調査事業

【実施年度】平成23年度～継続中

海洋・生態系研究センター　放射能調査グループ
帰山秀樹

目　　的

東京電力福島第一原子力発電所の事故により、放出された大量の放射性物質（特に放射性セシウム：^{134}Csおよび^{137}Cs）の大部分は北太平洋へと降下、沈着および直接流入し、事故直後に水産物の放射能汚染が深刻化しました。事故から4年以上が経過し、日本沿岸の海産生物から基準値を超過する放射性Csはほとんど検出されなくなっています。事故直後、放射性Csは北太平洋の広域に拡がっていくと予想されていましたが、どの程度の濃度レベルで、どのように拡がっていくかはよくわかっていませんでした。このような情報を得ることは、高度回遊魚をはじめとする広域分布魚類への放射能汚染の影響を評価する上で非常に重要なことです。そこで本研究では、調査船観測等により、これらの解明を行いました。

方　　法

2011年7月から継続的に、西部北太平洋における海水中の放射性セシウム濃度を測定し、海流や、水温、塩分などの水塊指標となるパラメータとの関連を解析し、事故以降の経時的な放射性Csの拡散状況を把握しました。

結　　果

事故直後は表層における海水中の放射性Cs濃度は黒潮続流の北側で十から数百mBq/L程度の濃度で分布しており、事故後約半年で北太平洋の中央部まで東へと拡散しました（図1）。黒潮続流の流れが弱まる北太平洋中央部では南北への拡散も促進され、広域に拡散された分、放射性Cs濃度は低下しました。一方で、黒潮続流の南側では、表層ではなく、「モード水」と呼ばれる水塊に放射性Csが取り込まれ、海洋内部へと輸送されていることが明らかとなりました（図2）。モード水に取り込まれた放射性Csは表層とは逆向きの西方へと輸送されるため、日本南方の海域においてもその存在が確認されました。

波 及 効 果

本成果は、北太平洋広域における水産物への放射性セシウムの汚染状況を把握する基盤情報となるとともに、今後の海洋放射能モニタリングの基盤となることが期待されます。

参 考 文 献

Kaeriyama et al (2013) Direct observation of ^{134}Cs and ^{137}Cs in surface seawater in the western and central North Pacific after the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident. Biogeosciences, 10, 4287-4295.
Kaeriyama et al (2014) Southwest intrusion of ^{134}Cs and ^{137}Cs derived from the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident in the western North Pacific. Environmnetal Science and Technology, 48, 3120-3127.

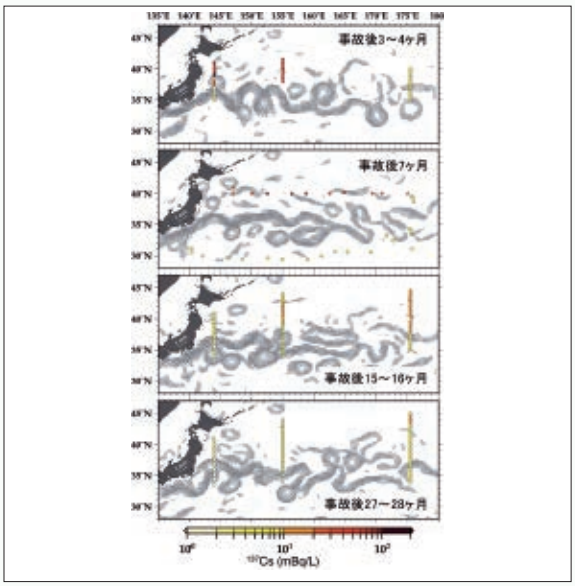


図1　2011年7月～2013年8月までの西部北太平洋表面海水中の放射性セシウム（^{137}Cs）濃度。グレーの矢印は海流の向き、強さを表す。

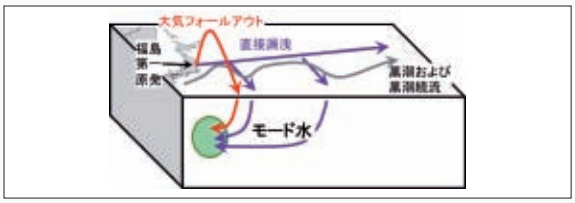


図2　福島第一原発事故由来放射性セシウムの海洋内部への輸送模式図。青と赤の矢印が事故由来の放射性セシウムの輸送経路。

九州西方海域におけるクロマグロ稚魚の分布と海洋環境の関係

【研究課題名】
太平洋クロマグロの産卵場及び早期の加入量把握のための技術開発の検討

【実施年度】平成26年度

海洋・生態系研究センター モニタリンググループ
増島雅親・岡崎　誠

目　　的

太平洋のクロマグロは高級な食材として国際的に人気が高く、近年天然資源の減少が心配されています。クロマグロは主に北太平洋に広く分布していますが、その産卵場は4-7月の南西諸島周辺及び7-8月の日本海に限られます。南西諸島で産卵された卵は孵化後20日程度で稚魚（図1）に成長し、黒潮により九州西方へ輸送されます。資源変動機構を明らかにするためには仔稚魚期の生態解明が重要であるため、本研究では、南西諸島で産卵されたクロマグロ稚魚の分布と海洋環境との関係を解析しました。

方　　法

漁業調査船俊鷹丸により、2011年から2014年の6月から7月にかけて調査を行いました。九州の西の東シナ海において多数の調査点を設け、トロール網を用いて海面からおよそ50mの深さまでの範囲に存在する生物を採集しました。これらのサンプルからマグロ属稚魚を船上で査定し、さらにクロマグロを判別するため陸上でDNA分析を行いました。また、海洋環境のデータも同時に収集しました。

結　　果

クロマグロ稚魚は、黒潮という暖かく強い流れの縁で特に多く採集され、また、黒潮の北にある暖水の中でも採集されました（図2）。この暖水域は黒潮から切り離されたものであることがわかっており、このことにより、クロマグロ稚魚はこの暖水に乗って黒潮より北へ移動し、五島や対馬に回遊することが考えられます。また、クロマグロ稚魚は主に表層水温26度以上の海域に分布しました（図3）。これにより、クロマグロ稚魚の生息に適した水温の下限がおよそ26度であると考えることができます。

波 及 効 果

近年資源量の減少が大きな問題になっているクロマグロの稚魚の分布や回遊の仕組みがわかることにより、クロマグロ資源回復の手がかりになると期待されます。

図1　採集されたクロマグロ稚魚の例（体長37.7mm）
2013年の調査において採集された。

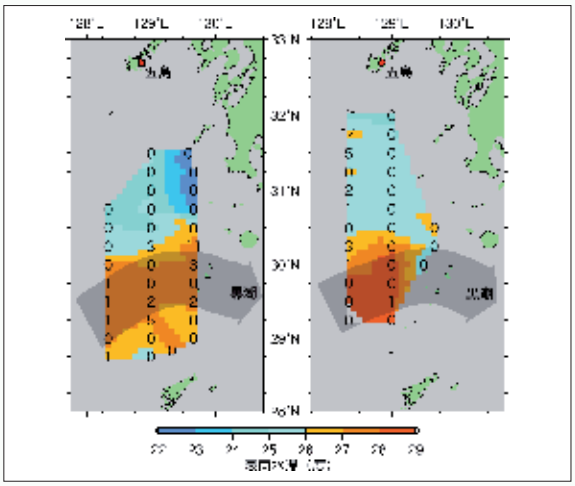


図2　クロマグロ稚魚の採集個体数と表層水温の分布
数字とその位置はそれぞれ採集個体数と凡その採集位置を表す。色は現場で測定した表層水温を表す。左は2014年6月中旬、右は2014年6月下旬から7月上旬の調査結果を表す。

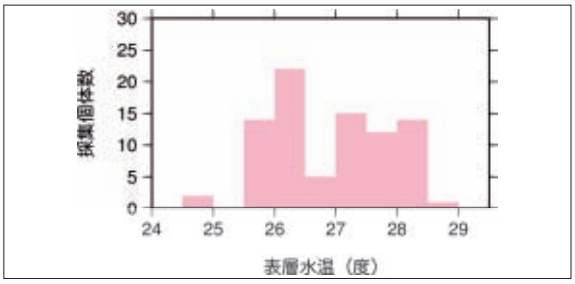
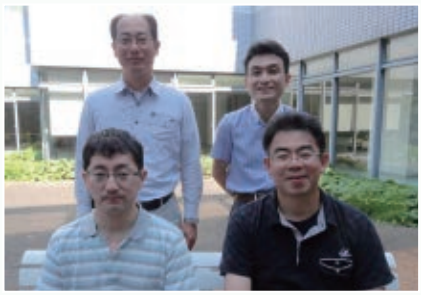


図3　クロマグロ稚魚が採集された測点における表層水温の頻度分布

半年先の黒潮流路を予測する手法の開発



【研究課題名】
「中長期海況予測手法の高度化」、水産庁我国周辺資源情報等提供事業

【実施年度】平成23年度～

海洋・生態系研究センター　資源環境グループ
清水勇吾・廣江　豊・日下　彰
生態系モデルグループ　瀬藤　聡

目　　的

黒潮は世界最大規模の暖流で、その流路は大きく変化します。日本南岸はアジ、サバ、イワシなどの産卵・成育場となるほか、カツオ、マグロなどの大型魚も来遊しますが、これら魚類の分布や来遊は黒潮に大きく影響されるため、黒潮流路予測は大変重要です。九州南東の都井岬沖で黒潮が離岸して生じた蛇行が東方に伝わり、黒潮流路が変化していくことが経験的に知られていますので、本研究では都井岬沖の黒潮離岸距離の客観的な予測手法の開発を行いました。

方　　法

海面の凹凸は、黒潮流路や渦の位置、海面流速等を反映します。本研究では、日本南方域の過去約20年の人工衛星海面高度資料を解析し、都井岬沖の黒潮離岸距離を予測する手法を検討しました。予測を行う時点から1週間ずつ26週（約半年）後まで、各週で都井岬沖黒潮離岸距離と相関が高い10地点を抽出し（例：図1)、この10地点での海面高度を説明変数として、合計26個の重回帰による予測式を作成しました。

結　　果

本手法の予測精度を表す重相関係数は、6か月先でも0.6程度あり、予測に応用できると判断されました（図2)。平成26年7月開催の太平洋いわし類・マアジ・さば類長期漁海況予報会議において、都井岬沖の黒潮離岸距離の予測を行ない、9月中旬と11月後半の予測に成功しました（図3)。

波 及 効 果

都井岬沖での黒潮離岸距離から、日本南岸での黒潮流路変化を精度高く予測する手法を確立し、情報発信することで、漁業だけでなく、水産加工業者の仕入れ調整や黒潮の離接岸による沿岸漁業のリスク低減などに役立つと期待されます。

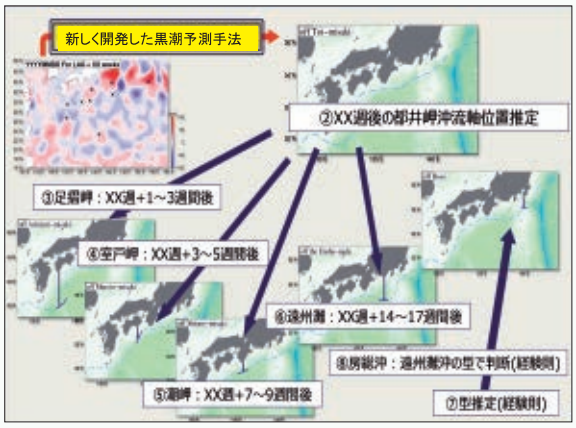


図1　本研究で新しく開発した黒潮予測手法

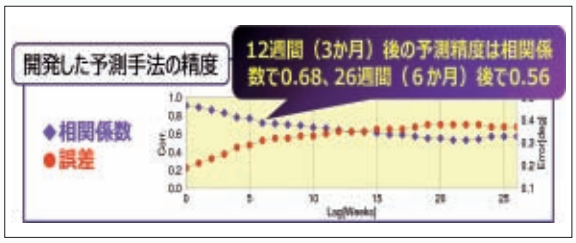


図2　各予測週における重相関係数
1に近いほど予測精度が高いことを示す。

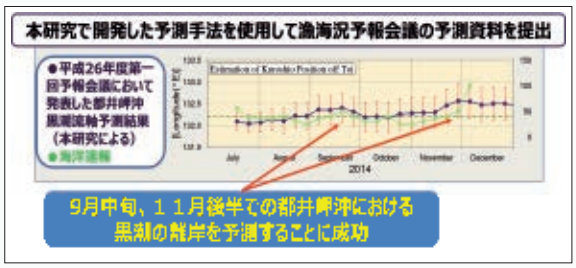
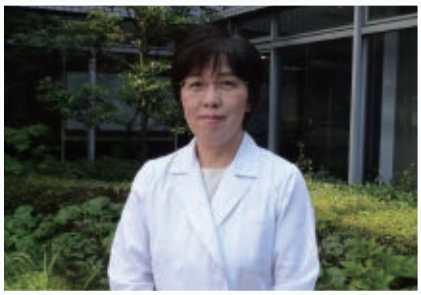


図3　平成26年7月における都井岬沖黒潮離岸予測結果（紺線）と実際の離岸距離（緑線）

ヤマトシジミの原産地判別技術開発



【研究課題名】
水産物および水産加工品の原料・原産地判別技術の開発

【実施年度】平成23～27年度

水産物応用開発研究センター　安全性評価グループ
山下由美子

目的と方法

シジミ属（*Corbicula*）はシジミ科に属する二枚貝であり、食用として重要な貝類です。国内生産が9500トン（H23）に対して、4000トン（H23）が、ロシアや台湾、中国、韓国から輸入されています。輸入されたロシア産ヤマトシジミを国産シジミとして出荷する産地偽装事件が起こっており、シジミの原産地表示の真正性を客観的に検証する科学的技術の開発が行政・業界から求められています。貝殻の微量元素分析およびDNA分析の2種類の異なる分析法によって外国産と国産のヤマトシジミの判別を行いました。

結　　果

貝殻の微量元素の含有量は、貝類の生息環境の水、泥、餌生物などの違いを反映して、変化します。貝殻に含まれる微量元素を分析し、リチウム、バナジウム、マンガン、ヒ素、ルビジウムおよびストロンチウムの含有量からロシア産と国内産とを判別することができる判別式を作成しました（判別率約90%、図1）。また、国内産とロシア産ヤマトシジミは、同一の生物種ですが、繁殖地の違いを反映して、遺伝的な差違も認められました。ミトコンドリアDNA分析の比較結果から、国内産ヤマトシジミに特徴的な塩基配列を同定しました。制限酵素断片長多型分析（RFLP）によって、国内産とロシア産とを判別する迅速簡便なDNA分析法を開発しました（図2）。

波 及 効 果

本研究は農林水産消費安全技術センターとの共同研究によるものです。この判別技術は、現在、農林水産消費安全技術センターにおいて食品表示に関わる市場調査等に活用されています。これまで判別が困難だったロシア産ヤマトシジミの産地偽装を科学的に検証することが可能になりました。ヤマトシジミの産地偽装に対する抑止効果が期待されます。

発 表 論 文

Jun Iguchi, Maya Isshiki, Yasuharu Takashima, Yumiko Yamashita, Michiaki Yamashita: Identifying the origin of *Corbicula* clams using trace element analysis. Fisheries Science, 80（5）, 1089-1096（2014）.

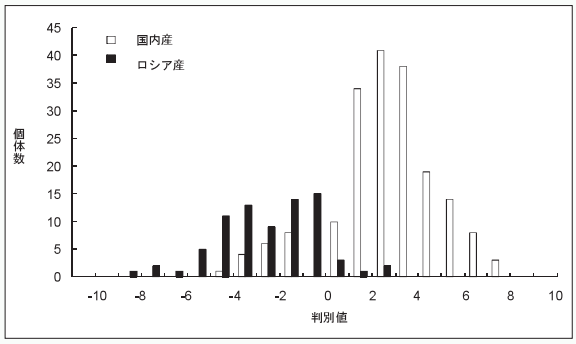


図1　ヤマトシジミ貝殻の微量元素分析による国内産とロシア産の判別値の比較
貝殻に含まれるリチウム、バナジウム、マンガン、ヒ素、ルビジウムおよびストロンチウムの含有量を用いて判別値を算出し、国内産（正の値）とロシア産（負の値）から、原産国を推定しました。各個体の判別値を集計し、図示しました。

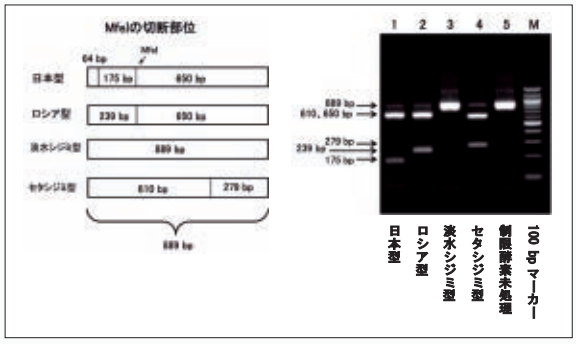
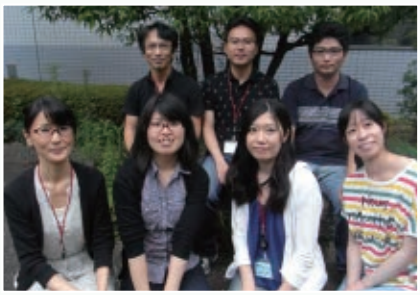


図2　シジミ類のミトコンドリアDNA分析

シガテラ中毒原因藻類から新規ポリエーテル化合物を発見



【研究課題名】
非生物試験による貝毒検査体制の確立に向けた基盤技術の開発

【実施年度】平成23年度

水産物応用開発研究センター　衛生管理グループ
渡邊龍一・内田　肇・松嶋良次・安元　健・鈴木敏之

目　　的

シガテラは中毒患者数が数万人を越える海産食中毒であり、原因毒はシガトキシンとその類縁体と考えられていますが、中毒症状が極めて多様であることから、シガトキシン以外の原因毒が関与している可能性も指摘されています。シガトキシンは、有毒渦鞭毛藻*Gambierdiscus*属により生産されますが（写真）、毒成分の詳細やシガテラ魚がシガトキシンを蓄積するメカニズムについては不明な点が多く残されています。本研究では、シガテラ中毒の解明のため、中毒原因関連物質を検索し、発見した新規化合物の化学構造を解明しました。

方法と結果

シガトキシン生産種として知られる底生渦鞭毛藻*Gambierdiscus toxicus* 培養株から新規ポリエーテル化合物Gambieroxideを各種クロマトグラフィーにより単離し、分光学的手法により、その化学構造を決定しました。(図1)。その成果は、「Tetrahedron」誌に掲載されました。Gambieroxideの化学構造は、有毒渦鞭毛藻*Protoceratium reticulatum* により生産される脂溶性毒であるYessotoxin（図2）と極めて類似していますが、*Gambierdiscus*属は*Protoceratium* 属とは系統分類上離れています。系統分類上離れているこれらの属がYessotoxin類縁体を共有することは、有毒渦鞭毛藻類が毒を保有する意義について考える上で興味深い発見です。シガテラ中毒への関与が疑われるため、毒性や生理活性については、今後の検証が必要ですが、中毒症状が複雑なシガテラ中毒を解明する上で重要な発見と言えます。

波 及 効 果

Gambieroxideを分析用標準品として提供することにより、生産藻類や魚類への蓄積動態など本化合物の分布動態の解明に役立てることができます。Yessotoxinは抗腫瘍活性などを有するため、抗腫瘍薬としての用途が期待されており、肝臓への投与により、肝機能に対しては無傷害のアポトーシスを誘引するため、肝臓ガンの抗ガン剤治療薬としての用途も期待されています。Gambieroxideについても類似した活性を有する可能性があるため、薬としての利用も期待できます。

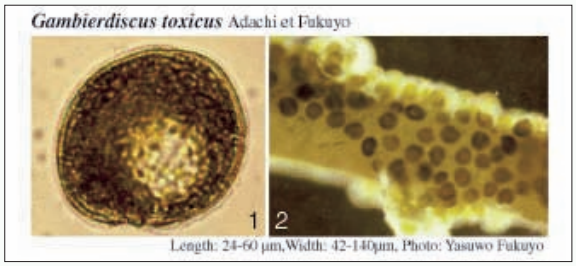


写真　有毒渦鞭毛藻*Gambierdiscus toxicus*（東京大学福代先生撮影）

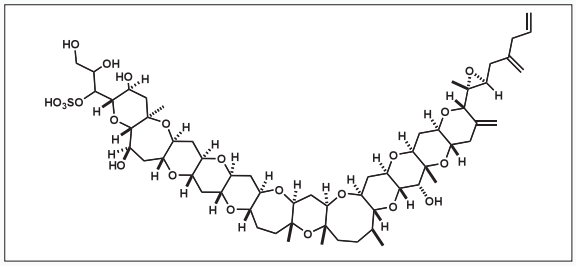


図1　Gambieroxideの化学構造

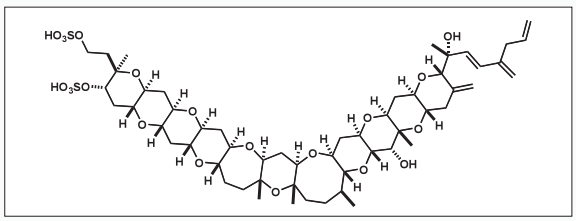


図2　Yessotoxinの化学構造

魚に触れずに脂の乗りを測る

【研究課題名】
高品質魚選別技術及び高鮮度冷凍魚製造技術の開発
（農林水産省 食料生産地域再生のための先端技術展開事業）

【実施年度】平成24～28年度

水産物応用開発研究センター　応用技術開発グループ
木宮　隆・大村裕治・金庭正樹

目　　的

近年、果物等では、糖度の高いものがブランド化されより高値で売られています。このような嗜好性に関わる品質評価に基づく選別や表示は水産物ではほとんど行われていませんが、特に近年、脂の乗った魚がより好まれることから、脂の乗りを数値化することができれば、製品の付加価値向上や競争力強化につながると考えられます。そこで、加工場などの現場で実用可能な、魚に触れることなく脂の乗りを数値化できる技術・装置を開発することを目的としました。

方　　法

脂の乗りが重要視される魚の1つであるサンマを対象に研究を行いました。近赤外分光法（通称：光センサー技術）という技術を用いました。この技術は、近赤外線と呼ばれる光を当てることで、対象物を傷つけることなく、そこに含まれる成分の量を推定できるので、果物等の糖度計測にも応用されています。サンマの近赤外線データと可食部の脂肪含量を測定しました。

結　　果

鮮魚出荷の主力サイズを中心に大船渡産サンマを分析したところ、漁獲時期、漁場、サイズが同じであっても個体毎に可食部の脂肪含量に大きなばらつきがあることが分かりました（図1）。この脂肪含量と近赤外線データの関係を詳しく解析した結果、近赤外分光法でサンマの可食部の脂肪含量を精度良く推定できることが分かりました。この結果をもとに、株式会社ニレコとともに、ベルトコンベア上を動く魚の脂肪含量を連続的に数値化し、選別できる装置を製品化しました（図2）。この装置を水産加工場で使ってみてもらったところ、うまく脂の乗りで選別できると高い評価を得ることができました。

波 及 効 果

魚の脂の乗りには元々ばらつきがあり、サイズだけでは判断できない場合もあります。これまで、特にサンマやサバといった一度にたくさん獲れる魚一尾一尾の脂の乗りを知ることは困難でした。本研究で開発した技術・装置を使って脂の乗りが数値化されることで、魚を売る側、買う側双方にとって品質が「見やすく」なると期待されます。今後は広く普及するよう、対象魚種を増やすなど、実用化を進めます。

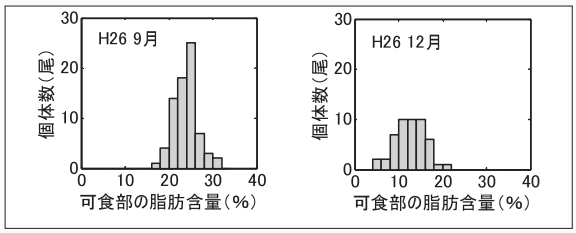


図1　サンマ可食部脂肪含量の度数分布
平成26年9月と12月の例

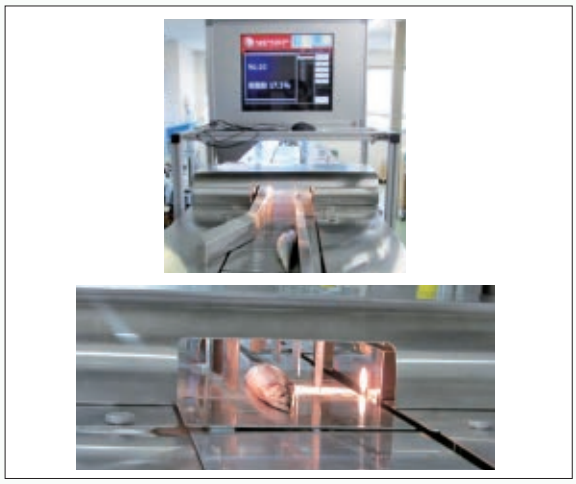


図2　ライン組込型脂肪測定・選別装置

タイラギのゲノム解析

【研究課題名】
ニホンウナギ・太平洋クロマグロ等のゲノム解析

【実施年度】平成26年度

水産遺伝子解析センター　構造研究グループ
關野正志・中村洋路・安池元重・藤原篤志

目　　的

タイラギには有鱗型（通称ケン）と無鱗型（ズベ）という二型（以後両者とする）が存在し（図1）、過去のアイソザイム解析でも両者は別種であると提唱されています。私たちのミトコンドリアDNA（mtDNA）解析でも、両者は明瞭に分かれました（図2）。しかし両者の中間型の貝殻を持つ個体は珍しくなく、mtDNAはズベタイプで貝殻はケンである個体も存在することから、両者の分類にはより精細な検証が必要です。両者のゲノムレベルの違いを明らかにし、遺伝的観点からのタイラギ資源の保全に役立てるため、両者の全ゲノム配列の比較を行いました。

方法と結果

ケンしか見られない長崎県の五島産、ズベしか見られない愛知県知多産の個体を標本として用いました。ショットガンシーケンシング法で得られたDNA配列をつなぎあわせた後、公表されているマガキの遺伝子（22,415遺伝子）との類似を調べ、両者間の塩基配列を比較しました。両者のゲノムサイズは、約8億塩基でした（マガキは約6億塩基）。両者のDNA配列中、マガキの遺伝子の約83%（18,628遺伝子）と類似度が高い領域が存在しました。残りの約17%は、両者にはないマガキ特異的遺伝子か、マガキと両者の間で遺伝子のDNA配列が良く保存されていないものと考えられます。また両者間では、ゲノム全体を見ると平均5%前後のDNA配列の違いがありました（図3）。

波 及 効 果

両者を区別するためのDNAマーカーの開発に活用できます。また、タイラギの遺伝子資源の保全に役立ちます。さらに、得られたゲノム情報は、タイラギの養殖形質の向上を目的とする育種研究のための基盤になります。今後得られたゲノム情報をさらに精査し、機能的な遺伝子上のどこで、どの程度の違いが生じているかを明らかにすることにより、両者の違いを導く遺伝的メカニズムの知見が得られると期待しています。

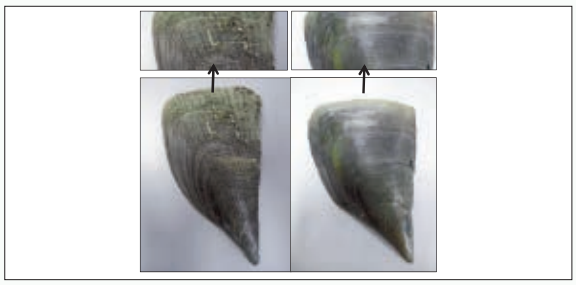


図1　タイラギの貝殻
左が有鱗型（ケン）、右が無鱗型（ズベ）。ケンでは貝殻表面の棘状突起が顕著であるが、ズベは滑らか。撮影：西海区水産研究所　有明海・八代海漁場環境研究センター　橋本和正氏

図2　ケンとズベのmtDNAの違いを表す系統樹
5つのミトコンドリア遺伝子（coxII、coxIII、nad1、nad2、nad3）の2、773塩基に基づく。サンプルは豊前海で採集されたもので（48個体）、星印はDNAデータベースに登録されているmtDNA配列（中国産個体）。図中の数字は形成されたグループの結びつきの信頼度を示す値（%、max. 100）。

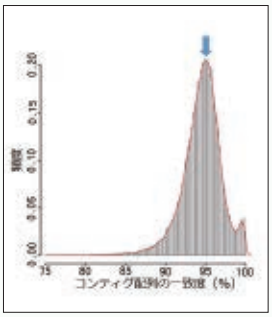


図3　ケン・ズベ間の塩基配列同一性
横軸はケンとズベの間で対応がとれた約7万本のコンティグ（ゲノム上で隣接すると考えられるDNA断片をつなぎ合わせたもの）の配列一致度（%）、縦軸は配列一致度がX%であったコンティグの頻度。一致度の平均および中央値はともに約95%であったことから（矢印）、ケンとズベ間では、平均すると約5%のDNA配列の違いがあると推察される。

マガキのグリコーゲン蓄積を制御する遺伝子

【研究課題名】
マガキのグリコーゲン蓄積性に関与する遺伝子の解明
（文部科学省日本学術振興会科学研究費）

【実施年度】平成25～27年

水産遺伝子解析センター　機能研究グループ
馬久地みゆき

目　　的

冬のマガキはグリコーゲンを含む結合組織の発達によりカキ重量が増加し、身入りの良いカキとなります。一方、夏は産卵期で、グリコーゲンや脂肪などの貯蔵物質は成熟のために使い果たされます。秋になり海水温が下がると、産卵が終了しグリコーゲンの蓄積が開始されます。しかし、近年は秋まで高海水温が続き、グリコーゲンの蓄積開始が遅れる傾向があり、出荷初期までに身入りが間に合わず、カキ養殖業で大きな問題となっています。このように早期のグリコーゲン蓄積は重要な課題であるため、本研究では出荷初期に安定した品質のカキを供給できるようグリコーゲン蓄積の制御機構を明らかにすることを目的としました。

方法と結果

グリコーゲンの蓄積開始初期には、グリコーゲンを比較的多く蓄積している個体とグリコーゲンを蓄積していない個体が見つかりました（図1）。本研究では、この個体差に着目し同じ環境下で飼育されたマガキの中からグリコーゲン高蓄積群と低蓄積群を選別し、中腸線と生殖腺・生殖腺間結合組織（以下、生殖腺）で発現している遺伝子を網羅的に解析しました。両者で発現量が2倍以上あった遺伝子はマガキ全遺伝子の約10%でした。その遺伝子の内訳を調べたところ、代謝関連やシグナル伝達に関わる遺伝子が多いことが分かりました（図2）。さらに発現量が変化していた遺伝子の生物学的な機能を解釈するため、遺伝子発現量と遺伝子間の相互作用情報を照らし合わせて行う解析（パスウェイ解析）を行いました。その結果、マガキのグリコーゲン蓄積性には糖代謝を制御するホルモンのシグナル伝達経路上にある遺伝子が関わっていることが示唆されました（図3）。

波 及 効 果

今回の成果を良質のマガキを予測する指標として活用できることが期待されます。さらには優良品種の作製や選別技術開発につながることも期待されます。

図1　（左）カキの垂下飼育。（中央）グリコーゲン蓄積が少ないカキは身が透明で肝膵臓（矢印）が透けて見える。（右）グリコーゲンが蓄積しているカキは身が白い。

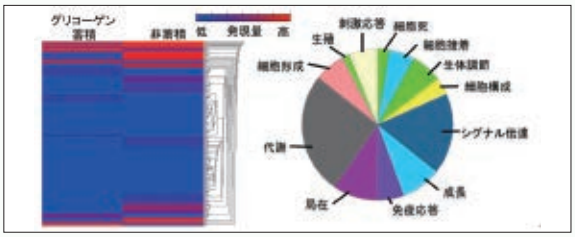


図2　（左）グリコーゲン蓄積しているカキとグリコーゲンを蓄積していないカキ（非蓄積）の遺伝子発現量変化。発現変化量上位10%の遺伝子を示す。発現量が低い遺伝子は青く、高い遺伝子は赤く示す。右の樹形図はクラスター解析の結果。（右）グリコーゲンを蓄積しているカキと蓄積していないカキで変化があった遺伝子の内訳。

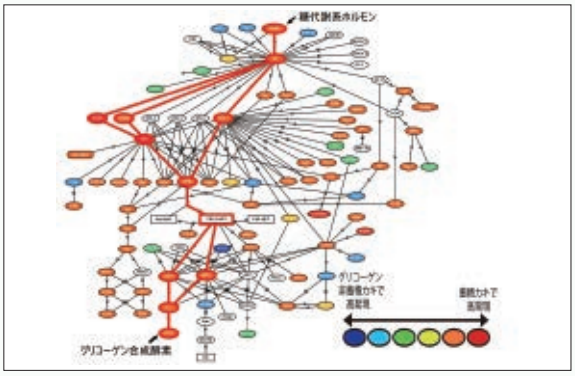


図3　遺伝子の発現量変化と遺伝子間相互作用情報をもとに行ったパスウェイ解析。丸印は遺伝子を示し、内側の色は遺伝子発現量を示す。赤いほどグリコーゲン蓄積カキにおいて発現量が上昇し、青いほどグリコーゲン非蓄積カキで発現量が上昇していることを示す。グリコーゲン蓄積カキにおいて、糖代謝系ホルモンからグリコーゲン合成酵素までに至る反応経路上の遺伝子発現量が上昇していた。

平成26年度中央水産研究所主要研究成果集
研究のうごき 第13号　平成27年9月

CONTENTS

03 カンパチ養殖経営における国産人工種苗を用いた完全EP給餌導入の経済性 …… 桟敷孝浩

04 震災前後でのワカメ消費者市場の変化 …… 若松宏樹・宮田　勉

05 漁業管理の道具箱：現場の創意工夫を活かすしくみ ……牧野光琢

06 豊後水道におけるタチウオの資源構造の解明…亘　真吾・廣瀬太郎・小河道生

07 冬の黒潮海流域で生まれたサンマ仔稚魚はどのような環境を流されるか
……髙須賀明典・清水勇吾・廣田祐一・黒田　寛・奥西　武
阪地英男・大関芳沖・木村　量・久保田洋

08 北太平洋へ放射性セシウムはどのように拡がったか ……帰山秀樹

09 九州西方海域におけるクロマグロ稚魚の分布と海洋環境の関係
……増島雅親・岡崎　誠

10 半年先の黒潮流路を予測する手法の開発
……清水勇吾・廣江　豊・日下　彰・瀬藤　聡

11 ヤマトシジミの原産地判別技術開発 ……山下由美子

12 シガテラ中毒原因藻類から新規ポリエーテル化合物を発見
……渡邊龍一・内田　肇・松嶋良次・安元　健・鈴木敏之

13 魚に触れずに脂の乗りを測る……木宮　隆・大村裕治・金庭正樹

14 タイラギのゲノム解析 ……關野正志・中村洋路・安池元重・藤原篤志

15 マガキのグリコーゲン蓄積を制御する遺伝子 ……馬久地みゆき

平成26年度中央水産研究所主要研究成果集　研究のうごき　第13号
平成27年9月発行

国立研究開発法人 水産総合研究センター　中央水産研究所
〒236－8648　神奈川県横浜市金沢区福浦2－12－4
Tel 045－788－7615(代表)　FAX 045－788－5001
HP：http://nrifs.fra.affrc.go.jp/　　e-mail：nrifs-kiren@ml.affrc.go.jp

編集事務局：中央水産研究所業務推進部図書資料館
印　　刷：株式会社 エイコープリント　1,500部