2011.3
ISSN 1349-6816

水産業の未来を拓く

FRANEWS

Fisheries Research Agency News

VOL.26

特集

生態系の保全と活用

ルポルタージュ
渓流魚のゾーニング管理 ～釣り人も漁協も魚もニッコリ～
中央水産研究所日光庁舎　内水面研究部 ＜後編＞

研究成果情報
マダラ稚魚の生産コスト削減と健全性向上をめざして

ピックアップ・プレスリリース
ついに発見！ ウナギの卵　ー完全養殖実用化にはずみー

独立行政法人
水産総合研究センター

Feature
特集

生態系の保全と活用

昨年10月に名古屋市で生物多様性条約の第10回締約国会議（COP10）が開催され、海洋生物の多様性の保全について話し合われるなど、水産の分野でも生物多様性に対する関心が高まっています。魚介類は、天然の水域で生まれ育つ野生生物であるため、環境変動や環境破壊の影響を強く受けます。一方、漁獲を適切に管理し、好適な生育環境をつくったり繁殖を手伝ったりすることで、持続的に利用することのできる再生可能な食料資源でもあります。水産総合研究センターは、多彩な水産物をいつまでも利用することができるよう、海や川などの生態系を適切に管理するための研究開発を行っています。

Contents

特集　生態系の保全と活用

生物多様性を支える水産研究……2
栽培漁業と生物多様性……6
サンゴ礁の保全を目指して……8
コラム：魚食文化の多様性……10
コラム：島のアユを保全する……11
見えない「魚と藻場の関係」を解明する……12
内水面における外来魚の利用と管理……14
イワナの遺伝的特性を調べる……16
遺伝子組換え魚の流通を監視する……18

あんじいの魚菜（さかな）に乾杯

第15回　磯の幸・カサゴを丸ごと味わいたい！
カサゴの焼霜降りの刺し身とゴマ風味から揚げ……20

ルポルタージュ

第４回　渓流魚のゾーニング管理 ～釣り人も漁協も魚もニッコリ～
中央水産研究所日光庁舎　内水面研究部＜後編＞……22

研究成果情報

マダラ稚魚の生産コスト削減と健全性向上をめざして……26

知的財産情報

イセエビの生活史を考慮した新型人工礁の開発……27
省エネ型のビルジキールの発明……28

会議・イベント報告

第 39 回 UJNR 水産増養殖専門部会交流会を開催しました……29
「水産物の安定供給のための人工礁に関する
　FRA-SEAFDEC 合同国際ワークショップ」を開催しました……29
第5回 “INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PACIFIC SQUID” で議論……30
日中韓水産研究機関長会議を開催……30

ピックアップ・プレスリリース

ついに発見！ ウナギの卵　－完全養殖実用化にはずみ－……31

刊行物報告

東北水産研究レター No.18……32
養殖研究レター　第７号……32
海洋水産資源開発ニュース　No.390……32
海洋水産資源開発ニュース　No.391……32
海洋水産資源開発ニュース　No.392……32
栽培漁業センター技報 12 号……33
研究報告 32 号……33
研究報告 33 号……33
研究報告 34 号……33
おさかな瓦版　38 号……33
おさかな瓦版　39 号……33

アンケート結果……34

■おさかな　チョット耳寄り情報　その 26
　小さくてもおいしい春の魚たち。……35
■編集後記……35
■執筆者一覧……35

表紙写真　八重山の多様な魚を育むサンゴ礁
（写真提供：西海区水産研究所石垣支所　名波 敦）

図１．日本周辺海域の環境

生物多様性を支える水産研究

海は生命の宝庫

地球上の生命は、約40億年前に海で誕生したと考えられています。そして、長い年月の間にさまざまな生物種へと進化し、地球は現在３０００万種とも推定される多様な生物が生息する生命の惑星となりました。日本を含めた約80か国の約２７００人の研究者が参加した国際プロジェクト「海洋生物センサス」が２０００年から10年間かけて調査した結果、世界の海洋には、分かっているものだけで25万種、未発見のものを含めると１００万種を超える生物が生息すると報告されています。

四方を海で囲まれた日本は、北から流れる寒流（親潮）と南から流れる暖流（黒潮や対馬暖流）の影響を受け、流氷の亜寒帯からサンゴ礁の熱帯までの南北に広い海域を持ち、干潟や藻場（もば）のような浅海から１万メートル級の深海まで、多様な海洋環境に恵まれています（図１）。そのため、前記の調査では日本近海に３万３６００種の生物が生息すると推定され、世界でも有数の海洋生物の宝庫であることが明らかになりました。この多彩で豊かな海の恵みを、日本人は昔から食料や生活の糧として有効に利用してきたのです。そして、各地の地域色豊かな食文化が育（はぐく）まれていったといえるでしょう。

生態系とは

生物はさまざまな環境に依存して生きています。水生生物であれば、淡水や海水といった塩分濃度、浅い海や深海といった水深、暖流域や寒流域といった水温、沿岸や沖合、岩礁域や砂泥域といった生息場など、それぞれ固有の環境に適応して生活しています。また、生物同士も、食う・食われる関係

や、同じ餌や生息場所をめぐる競合、お互いに助け合う共生など、多様な生物が相互に関係をもって群集を形成しています。これらの生物群集と、それを取り巻く環境を一体的な系としてとらえる概念を生態系といいます（図2）。

生物多様性条約

地球上の生物は、みなそれぞれの役割を持って、複雑に関係しながら生態系を構成しています。しかし産業が発達し、人間活動が活発になるにつれて絶滅する生物種が増加し、かつての1000倍というスピードで絶滅が進行しているともいわれています。

このような地球レベルの生物の危機に際し、1992年ブラジルのリオデジャネイロで国連環境開発会議（地球サミット）が開催されました。そして、同会議では生物多様性の保全とその持続的な利用などを目的とした「生物多様性条約」が採択され、現在、日本も含め193か国が加盟しています。日本は生物多様性の保全に向けて具体的な取り組みを示した「生物多様性国家戦略」を決め、その中で河川・湿原や沿岸・海洋など水産分野にも深く関わる空間における行動計画が策定されています。

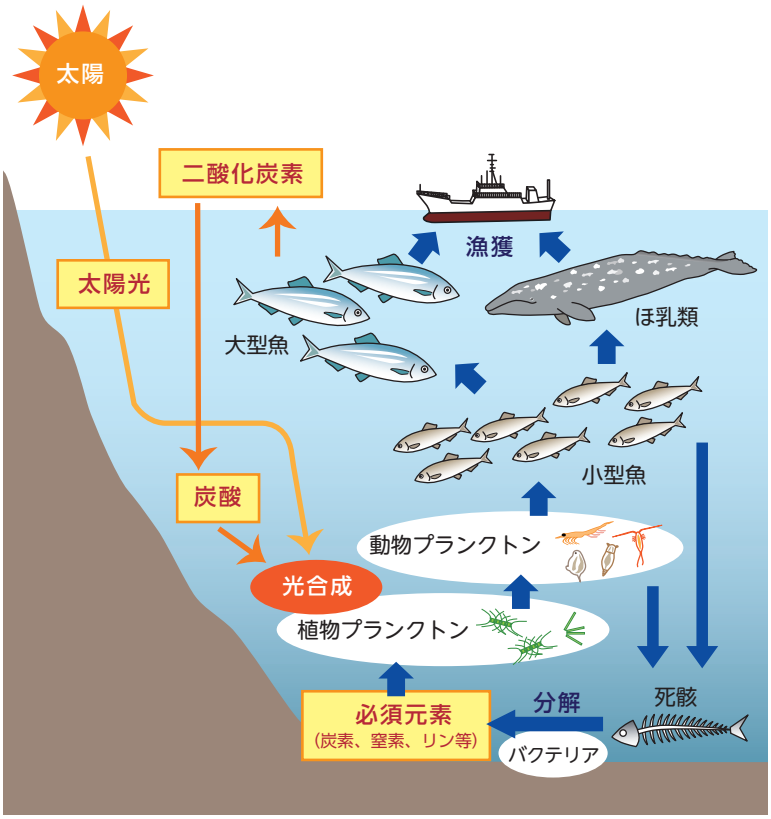


図2．海洋生態系の模式図

種の保全

生物多様性条約の目的の一つは、人間活動による生物種の絶滅を防ぐことにあります。絶滅の危機にある生物種を絶滅危惧種と呼び、これを絶滅の危険度によって分類したものをレッドデータブックといいます。水生生物に関しては、環境省が策定した主に汽水・淡水魚類についてまとめたものと、水産庁が策定した海洋生物を含むものとがあります。

日本では、開発などの影響により、身近な水域に生息していた多くの魚種が徐々に姿を消し、これらがレッドデータブックに登録されるようになりました。最近、絶滅種にリストアップされていた秋田県田沢湖のクニマスが、山梨県の西湖で生存していることが発見されたというれしいニュースは、皆さんの記憶に新しいことでしょう。

海や川の豊かな生態系を保全するためには、これらの希少な生物を絶滅させないよう、守り増やす取り組みが大変重要です。

日本にもともと生息していた固有種を守るためには、海外から人の手によって持ち込まれた外来生物の問題も避けては通れません。よく知られている北米原産のブラックバスは、大正時代に食料資源として移植され限定的に管理されていたものが、釣り人などによって放流され、全国的に広がったものです。最近では熱帯魚を、飼いきれなくなって放流してしま

うケースも増えています。このような外来生物は固有種を食い荒らしたり、近縁種と交配したりして、生態系をかく乱してしまいます。一度野外に放たれ繁殖してしまった外来生物を駆除することは極めて困難であり、効果的な対策技術の開発が求められています。

遺伝的多様性の保全

人間にそれぞれ特徴があるように、魚介類も地域や集団によって遺伝的な違いがあります。この違いの大きさを遺伝的多様性と言います。ある水域に、別の場所でとれた親から生まれた稚魚や、少数の親から生まれて遺伝的に偏った稚魚を大量に放流すれば、その水域固有の遺伝的多様性に影響を与えてしまう可能性があります。そのため、生物を放流して水産資源を増やそうとする場合には、その地域にもともとすんでいる生物の遺伝子を調べたり、放流する稚魚の遺伝的多様性や適合性を調べたりする研究が重要となります。

最近では、遺伝子組換え技術によって人間にとって有用な遺伝子が導入された生物が作られるようになりました。もしこのような生物が野外に逃げ出したりすれば、生態系に大きな影響を与える可能性があります。そのため、03年に遺伝子組換え生物の輸出入を規制するための国際協定「カルタヘナ議定書」が発効しました。当センターは、遺伝子組換え生物の無秩序な流通を監視するために、遺伝子検査技術の開発や体制の整備にも取り組んでいます。

持続的に利用するために

生物多様性条約のもう一つの目的は、生態系が持っている、人類にとって有益な機能を持続的に利用することにあります。ヒトも生態系の構成要素である以上、人間活動と自然生態系との調和をとらなければいつか破綻が生じます。日本の自然は、古来より農業や林業などを通じて人と自然との共生によって形成された二次的な自然であると考えられ、里地・里山と呼ばれて海外でもその概念が理解されつつあります。童謡「ふるさと」に描かれる小鮒釣りしかの川は、まさにそのような日本人の原風景といえるでしょう。最近では、市民が漁業者や行政と一体となって、海草の一種であるアマモを増やしたり干潟の保全などに取り組んだりする、里海（さとうみ）づくりが各地で進められています（写真）。

昨年のCOP10では、人類と自然が共生する世界の実現を目指した2011年以降の戦略計画「愛知目標」が採択され、その中で、海域の生物多様性を改善するために、20年までに少なくとも海域の10％を海洋保護区やその他の効果的な手段で保全するという目標が掲げられました。具体的な方策は今後検討が必要ですが、水産資源の利用と生態系の保全との調和が一層求められる時代になったといえるでしょう。そのためには、環境とそこにすむ生物を一体的にとらえ、複雑な要素から成り立つ水域生態系の理解をさらに深めるための研究と、水産物を持続的に利用できるよう生態系を健全に管理するための技術開発という大きな課題に挑戦していくことが求められています。

写真．市民によるアマモの移植活動風景
（写真提供：神奈川県水産技術センター工藤孝浩氏）

栽培漁業と生物多様性

栽培漁業は、サケを始めとしたさまざまな魚介類について全国各地で盛んに行われ、水産資源の維持・増大に貢献しています。しかし、むやみにたくさん放流すると、もともとすんでいた魚介類の遺伝的な多様性を低下させる危険性があるため、これに配慮した放流を行う必要があります。

栽培漁業とは

人の手で育てた稚魚や稚貝を海や河川に放流して、自然界の魚介類を増やそうという栽培漁業の対象種は、２００８年時点で80種を超えています。この中にはマダイ、ヒラメ、アワビなどの高級魚介類や、サケ、ホタテガイなどのなじみ深い魚種も含まれています。

生物の多様性とは

生物多様性には「生態系の多様性」、「種の多様性」および「遺伝子の多様性」という3つのレベルがあります。「種の多様性」を損なわないためには、種の絶滅を回避するための対策が大切になります。また「遺伝子の多様性」を損なわないためには、同じ種でも特徴が少し違う集団があればそれぞれを大事にする、といった取り組みが重要です。

写真１．マツカワ

マツカワの稚魚放流

北海道から東北にかけての沿岸にすんでいる「マツカワ」は、全長80センチ、体重6キロに達する大型のカレイ類で、刺し身で食べられることが多い、大変おいしい高級魚です（写真１）。

マツカワの過去の漁獲量については断片的な資料しかありませんが、１９７０年頃までは地域によって数十トンを上回る漁獲があったものが80年代前半に急減し、90年頃には壊滅的な状態に陥（おちい）って「幻の魚」となってしまいました。獲りすぎや海の変化などが考えられますが、はっきりとした原因はよく分かっていません。

このため、水産総合研究センターや北海道の行政機関、研究機関などが一体となって資源の回復を目指し、87年から人の手で育て

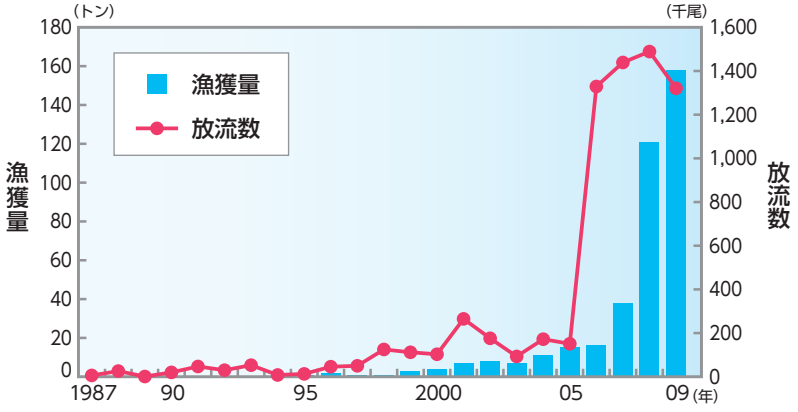


図１．北海道でのマツカワの放流数と漁獲量の推移

た稚魚の放流が始められました。生産技術の向上により、現在では１００万尾以上の稚魚が北海道周辺で放流されています。放流数と漁獲量の推移から、放流によって漁獲量が回復していることが分かります（図１）。

しかしこのことは「乱獲で魚介類を減らしてしまっても、放流で回復すれば良い」ということを意味しているのではありません。その原因が人であれ自然であれ、いったん資源が壊滅的な状況に陥ると、回復には長期間にわたる大がかりな努力と資金の投入が必要であるということです。まずはそうした資源の減少を招かないような人と自然とのかかわり方を考え、乱獲を回避することが大切です。

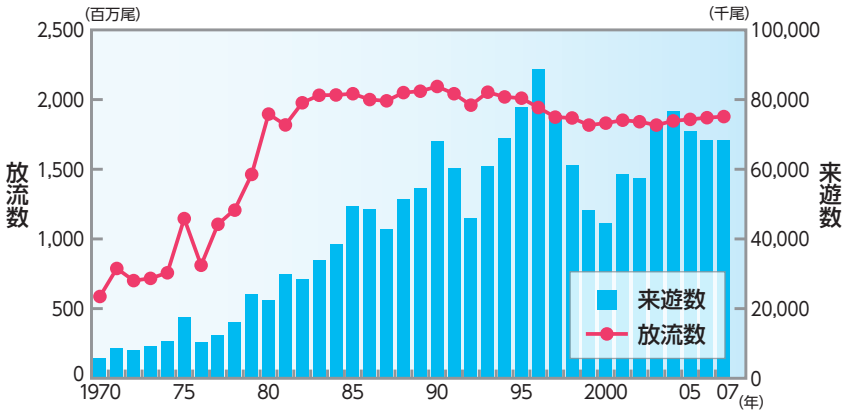


図２．日本におけるサケの放流数と来遊数の推移

またマツカワは、壊滅的な状況から放流を始めたため、当センターでも当初から天然魚の遺伝子の多様性を損なわないような放流について研究してきました。その結果、遺伝的に多様な天然魚をうまく掛け合わせて受精卵を得ることで、放流する稚魚の多様性を確保する技術を確立しています。

サケのふ化放流事業

日本の食卓に上ることが最も多い魚のひとつは鮭（さけ）です。近年は日本のサケのほかに、チリやノルウェーからタイセイヨウサケなどの輸入品が増えていますが、日本の河川を下って大海原に旅立ち、約４年後に産卵のため同じ川に戻ってくるサケは、その食味とともに生命の尊さを教えてくれます。

母川（ぼせん）と呼ばれる生まれた川に戻ってきたサケから卵を取り出して授精し、稚魚まで育てて放流する「ふ化放流事業」は、国策として１８８８年に北海道千歳市にふ化場が建設されて本格化しました。サケ稚魚の放流数と来遊数の推移を見ると、放流数の増加とともに来遊数も増加していることが分かります（図２）。

サケは母川に戻って子孫を残します（写真２）。これが繰り返されることにより、ある川を母川とするサケは、その川でうまく子孫を残せるように適応、進化していきます。一口にサケと言っても、それは母川ごとに異なる性質を持った集団で構成されているのです。サケの放流事業ではこの遺伝子の多様性をできるだけ損ねないよう、母川単位でふ化放流が行われています。

◇　◇　◇

無秩序な放流は、生物多様性を損なう場合があります。当センターでは、今後とも生物多様性に配慮した栽培漁業の実現に向けた研究開発を行っていきます。

写真２．サケの産卵

サンゴ礁の保全を目指して

サンゴ礁は、熱帯・亜熱帯沿岸域の漁場として中心的な役割を果たしていますが、近年の地球温暖化などの影響もあり、世界的に衰退しつつあります。ここではサンゴ礁をつくりだすサンゴの生態学的研究という視点から、適切な保全管理策を決めるための取り組みを紹介します。

写真１．テーブル状ミドリイシ群集（上）と枝状ミドリイシ群集（下）

サンゴ礁の主役ミドリイシ

熱帯・亜熱帯の浅い海に広く分布するサンゴ礁は、極めて多様な生物が生息する上、生物の生産量も大きく、熱帯の国々では、漁獲量の４分の１以上をサンゴ礁に頼っています。最近の研究で、サンゴは多くの生物のすみ場を提供するだけでなく、サンゴ礁生態系の複雑な食物網を支えていることも分かってきました。サンゴ礁をつくるサンゴは８００種以上が知られていますが、太平洋では、さまざまな形をした１００種類以上のミドリイシ類サンゴが主役で、多様な海底地形や景観を作り出しています（写真１）。

ミドリイシの初期生活史

近年、天敵となるオニヒトデの大発生や高水温による白化現象など、さまざまな原因でサンゴは減少し続けています。特にミドリイシはこれらの影響を受けやすいので、サンゴ礁の保全を考えるには

ミドリイシの生態を詳しく知る必要があります。

生まれたばかりのサンゴはプラヌラ幼生と呼ばれ、しばらく海中をプランクトンのように漂います（写真2）。この幼生が海底に付着し、底生生活に移行して稚サンゴとなるのですが、石垣島のサンゴ礁で6年間調査した結果、ミドリイシが多く生息している場所では、約10センチ四方の人工基盤上に多いときで100個体以上の稚サンゴがみられ、ミドリイシ群集が幼生加入によって支えられていることが明らかとなりました。

写真2．サンゴのプラヌラ幼生（左側が口）

ミドリイシは、同一海域に生息する20種以上が一年に一度、初夏の満月前後の夜中に一斉に産卵します。その規模は非常に大きく、翌朝にスリックと呼ばれる受精した卵の集合体で海面が赤く染まるほどです（写真3）。これまで、大量に生まれた幼生は、海流に乗って広く分散すると考えられてきました。そこで、3日おきに野外における幼生の着底パターンを調べたところ、産卵の5～8日後に着底の明らかなピークがあることを初めて確認しました。実験で、幼生の着底能力は受精から4、5日で最も高くなることも分かり、ミドリイシは一斉に産卵するだけでなく、幼生が短期間に一斉に着底する、つまり、従来予想されてきたほど、広範囲に分散するわけではないと考えられました。

保全のための生態研究

サンゴのような生物を保全するための保護区（隣接する陸域を含めて人的かく乱を最小限に抑えるエリア）を設定する上で、生息範囲やその構造を把握することは非常に重要です。例えば、白化現象などで突発的にサンゴ群集が失われた場合、回復の鍵となる幼生の分散範囲は、回復力を推定する際に必要不可欠な情報となります。ミドリイシはあまり分散しないことが実証されましたが、これが本来の性質なのか、場所による違いなのかはまだ分かっていません。本来の性質であれば、広大な保護区だけでなく、コンパクトな保護区も配置を工夫することで効果が得られるかもしれません。一方、場所の特性による場合、そのような場所は潜在的な回復力が大きいと考えられるため、優先的に保全する必要があるでしょう。

現在、幼生の分散範囲は、遺伝子解析や海流シミュレーションなどによって推定されていますが、より正確に把握するには、産卵のメカニズムや幼生の行動パターンの解明などが必要です。このような研究によってサンゴ群集の生活圏が把握できれば、効果の高い保護区の設定や着底が少ない場所に限定した幼生放流など、きめの細かい生態系管理が可能となります。水産総合研究センターでは、このような研究を多面的に進めることによって、サンゴ礁を維持しつつ、漁業活動やレクリエーションの場として持続的に利用できる仕組みを提案していきたいと考えています。

写真3．海面を浮遊する大量のミドリイシの卵（スリック）

特集コラム

魚食文化の多様性

日本は、流氷の北海道からサンゴ礁の沖縄まで、また、波打ち際から水深8千メートルを超える日本海溝まで、とてもバラエティーに富んだ海に囲まれています。また内水面も、石清水が流れ落ちる渓流から、琵琶湖のように広大な湖や、河口の汽水域まで、多様な自然に満ちあふれています。そこにすんでいる生物の種類は、海洋だけで3万3千種以上と言われ、食用となるものだけでも数千種もあります。それらは周りの環境とともに、それぞれの地域に多彩な魚食文化を産み出してきました。

北日本の代表的な魚と言えばサケが思い浮かびます。サケは昔からアイヌの人々によって利用され、冬の寒い気候が、干したサケやルイベと呼ばれる冷凍サケの刺し身を産み出しました。関東地方に多いフナの甘露煮や琵琶湖のふなずしは、海水魚が手に入りにくい内陸の重要なたんぱく源の保存食として生まれました。瀬戸内海では春に産卵のために回遊してくるサワラが、有明海ではそこでしか獲れないムツゴロウやワラスボ、エツなどの魚が、郷土料理の一つとなっています。沖縄では、市場に赤や青、黄色など色とりどりの魚やエビ・カニなどが並んでいます。スクガラス（アイゴの稚魚の塩から）、シャコガイ、ハリセンボンなどの独特の魚介料理は、豊かなサンゴの海の贈り物です。

これら魚食文化の多様性は、日本の環境や水産生物の多様性に支えられています。せっかくの多様な魚食文化、読者の皆さんも旅行に行かれたら、是非その土地の魚食に親しんでみてはいかがでしょうか。

サワラの押し寿司（香川県）

サケのルイベ（北海道）

エツの酢味噌和え（有明海）

ふなずし（琵琶湖）

沖縄県の市場に並んでいる
色とりどりの魚たち

特集コラム

島のアユを保全する

リュウキュウアユ（ヤジ）

かつて沖縄島北部を覆う山原（ヤンバル）の清流は、リュウキュウアユであふれていました。ところが、1970年代に始まった大規模開発を契機に、沖縄からは絶滅してしまい、地球上で今もリュウキュウアユが生き続ける場所は、奄美大島を残すだけとなってしまいました。島のお年寄りは、リュウキュウアユのことを〝ヤジ〟と呼びます。捕獲が禁止された現在でも、ヤジの塩焼きの味わいが記憶によみがえるそうです。

100万年もの歳月をかけ、亜熱帯の自然によって、ヤジは本土のアユとは違う独自の進化を遂げました。本土のアユでは産卵が晩秋に行われますが、ヤジでは年明け近くまでズレ込むのは、高水温を嫌う仔魚が多く生き残るための適応だと考えられます。したがって、地球温暖化がもたらす暖冬は、ヤジの将来を危うくする可能性があります。島全体で一万尾を切るような近年の個体数の落ち込みは、危機的状況の表れなのです。

石の上の藻類を食べるアユの存在は特殊で、川の中では重要な鍵となる役割を担っています。ヤジが他の生きものとともに培（つちか）ってきた多種多様な関係は、生態系を維持する基盤となります。ですから、ヤジが絶滅してしまうと、生態系のたくましさも損なわれてしまい、島の人たちが大好きなテナガエビやモクズガニも、食卓から姿を消す事態に発展するかも知れません。ヤジの個体数を回復させる取り組みは、川の恵みを持続的に楽しむためにも必要なのです。

産卵場づくりに励む子どもたち

大人たちには、獲って食べる楽しみをしばらく我慢してもらい、子供たちを川に誘って、潜水観察を体験してもらいます。身近な自然に関心を抱くようになれば、次は産卵場づくりです。作業は簡単、細かい赤土が溜まって硬くなった川底をクワやスコップでほぐしていくだけです。私たちは、地域とヤジの共存を目指しています。

ヤジがすむ役勝（やくがち）川の河口に広がるマングローブ林

見えない「魚と藻場の関係」を解明する

海の〝ゆりかご〟である藻場が多い海域では、タイやヒラメなどが多く漁獲されています。しかし、これらの魚は藻場とどのような関係を持っているのでしょう？地理情報システムという新しい技術を使って藻場と魚の関係性を評価する新しい手法を紹介します。

難しい藻場の機能評価

海藻が多く繁茂している藻場は、多くの魚の子ども（稚魚）のすみ場になっています。瀬戸内海では、昔から干拓や埋め立てなどの開発が行われ、多くの藻場が失われてきました。特に瀬戸内海の景観の象徴であるアマモ場（写真1a）は高度経済成長時代に激減し、現在は1960年当時の面積の三割程度が残っているにすぎません。そのためか、漁業生産は1980年代以降減少の一途をたどっており、魚介類を増やすために藻場の回復が強く望まれています。

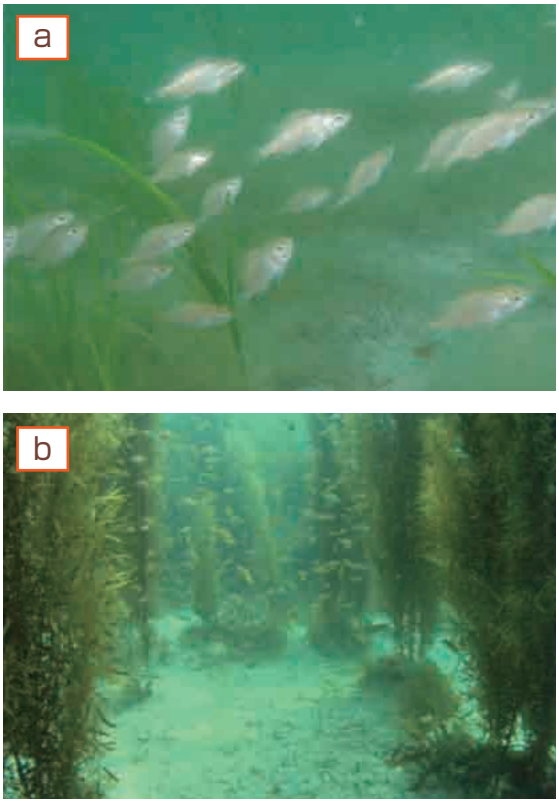


写真1．アマモ場とメバル（a）、ガラモ場に集まった稚魚（b）
いずれも瀬戸内海・周防瀬戸にて

藻場を人為的に回復する場合、どのくらいの広さにすれば、どんな魚がどれぐらい獲れるようになるか、その効果の算定が必要になります。しかし、多くの稚魚は、成魚になると藻場を離れて生活するようになり、藻場とは違うところで漁獲されます。彼らが漁獲されるサイズまで育つ過程で、どれだけ藻場が貢献しているのか評価するのは非常に難しいのです。

藻場と関係が深い魚は？

瀬戸内海は、農林水産統計によって周防灘、伊予灘など9つの海域に区分され、それぞれについて長年にわたる漁獲量データがありま

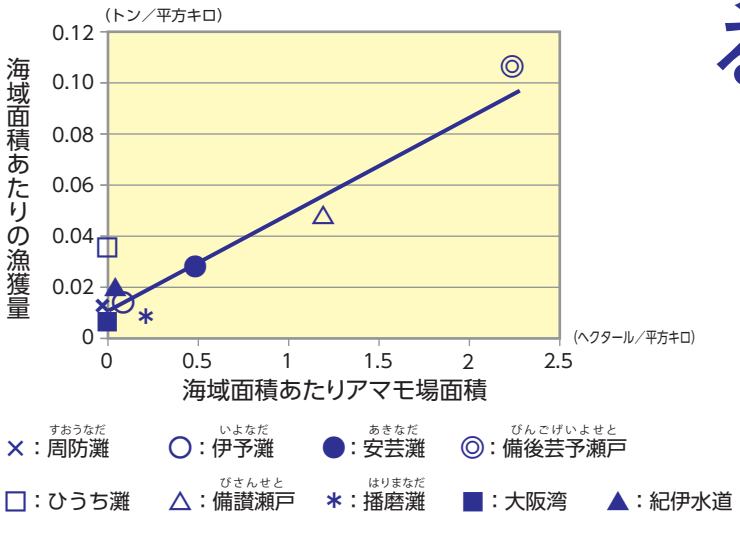


図1．海域あたりのアマモ場の面積とヒラメ漁獲量の関係
アマモ場の面積が多いほど漁獲量も多い

す。また、藻場については、環境省が実施した調査で、全国津々浦々の面積を調べたデータがあります。それぞれの海域の藻場の面積と、主要魚種の漁獲量との関係を調べてみました。藻場が多いところでたくさん獲れている魚は、藻場への依存度が高い、すなわち、藻場の貢献度が高い可能性があります。

その結果、アマモ場やガラモ場（ホンダワラ類による藻場：写真1b）の多い海域では、マダイ、クロダイ、ヒラメ、メイタガレイ、カサゴ、メバル（※）などの魚類や、ウニ類、サザエなどの漁獲量が多いことが分かりました（図1）。しかし、藻場が多い海域でたまたまこれらの魚がたくさん獲れている可能性もあり、より詳細に魚との関係を明らかにする必要があります。

GISで見えてくる関係

地理情報システム（GIS）とは、地理的な位置と、位置情報を持ったデータを結びつけ、それを元に加工・可視化などを行うことで高度な分析や迅速な判断を可能にする技術です。身近なGISには、防災マップやアメダスによる降水量のマップなどがあります。GISを用いると、藻場の分布や、魚がどこでどれだけ漁獲されたか、などの情報をコンピュータ上の地図に表示することができます（図2）。このような情報をたくさん集めれば、魚がどのぐらいの範囲で生活していて、藻場とどれほど密接な関係があるのかを解析することが可能になります。

瀬戸内海では、藻場の分布に関する情報だけでなく、メバルなど主要な魚の漁獲された場所や量などの情報も十分に蓄積されています。それらをGISで解析した結果、稚魚のときに藻場で暮らしているメバルは、成魚になると藻場から数キロから30キロ以内の「つかず離れず」の距離を保って生活していることが分かりました。

また、1ヘクタールの藻場で年間8キロ程度のメバルが漁獲されている計算になりました。

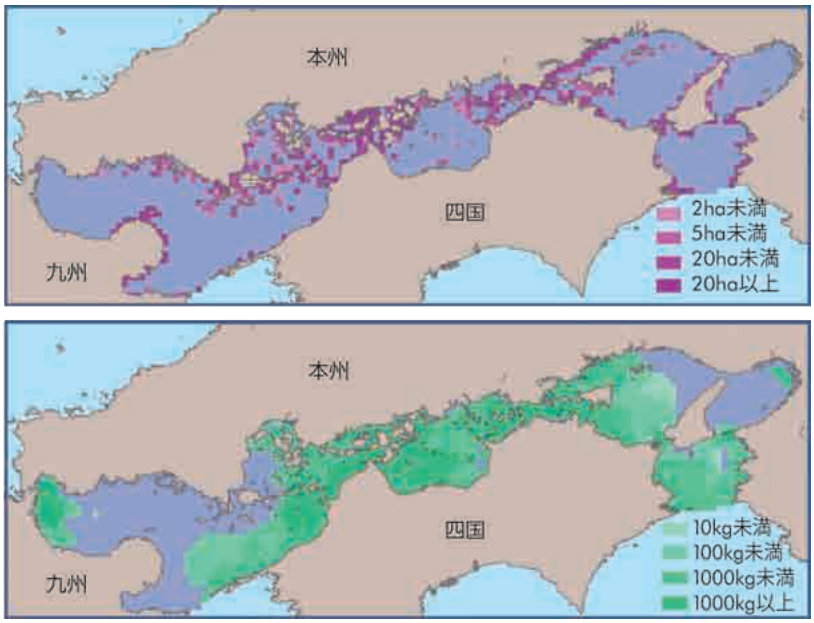


図2．GIS表示した瀬戸内海の藻場面積（上）とメバル漁獲量（下）の分布

GISを用いれば、藻場を人為的に回復させたときにどれだけの漁獲増が見込めるか、といった費用対効果の算定も可能です。

豊かな海を回復するために

さらにGISの解析によって、メバルの生活範囲の中には、藻場だけでなく一定量の岩礁も必要であることなどが分かってきました。これは漁業者が経験的に知る「藻場を出たメバルはイソにつく」という習性と一致します。人間が成長とともにその生活環境を変えていくように、魚も成長に応じてさまざまな生息環境を必要としているのでしょう。したがって、今後豊かな海を取り戻すためには、藻場のみならず多様な環境を一体的に保全していくことが求められます。

GISを用いた解析を通じて、魚がよく育つ海の藻場や干潟などの構造の特性が明らかとなり、理想的な沿岸域の保全・設計の施策について提案することが期待できます。

※　メバルは近年３種に分類されましたが、ここでは区別せず３種の総称として取り扱っています。

内水面における外来魚の利用と管理

日本に導入された外来魚には、食料などとして役立ってきたものもあれば、有害なものもあります。オオクチバスやコクチバスなどのブラックバス類、ブルーギルなどは生態系に著しい悪影響を及ぼすので特定外来種に指定され、水産総合研究センターで駆除・抑制の研究を推進しています。

外来魚の導入と利用

外来魚とは、もともとその魚がすんでいなかった水域に、人の手で移入された魚のことです。最も古い外来魚は室町時代のキンギョです。ニジマスやソウギョは明治・大正時代に、戦中戦後にはテラピア、ブルーギル、ペヘレイなど多くの魚種が移入されました。観賞用としては、数えきれないほど多くの魚種が輸入されています。

外来魚の中には、現在でも養殖や釣り堀などで利用され、産業に貢献しているものもいます。美味であるために旅館やレストランで人気の信州サーモン（写真1）は、長野県水産試験場がバイオテクノロジー技術でニジマスのメスとブラウントラウトのオスからつくりだした養殖品種です。

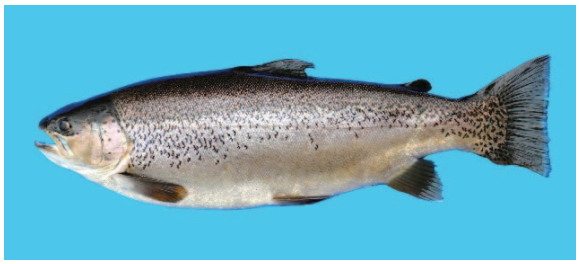


写真1．信州サーモン
（長野県水産試験場提供）

現在、日本の河川や湖沼に定着している外来魚は約40種で、このうちオオクチバスやカワマスは食用や釣りのために、カダヤシはボウフラ退治のために、ソウギョは水草を除去する目的で自然水域に放流されました。チャネルキャットフィッシュ（アメリカナマズ：写真2）のように、養殖場から逃げ出した例もあります。琉球列島や温泉排水路では、飼育者に遺棄された観賞用熱帯魚が増殖しています。

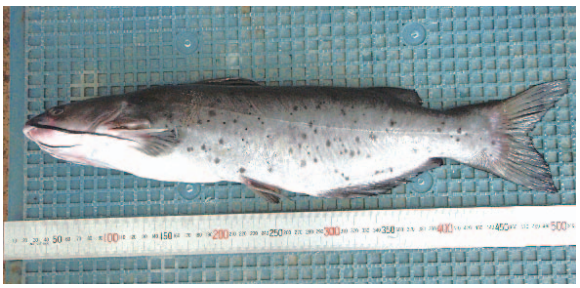
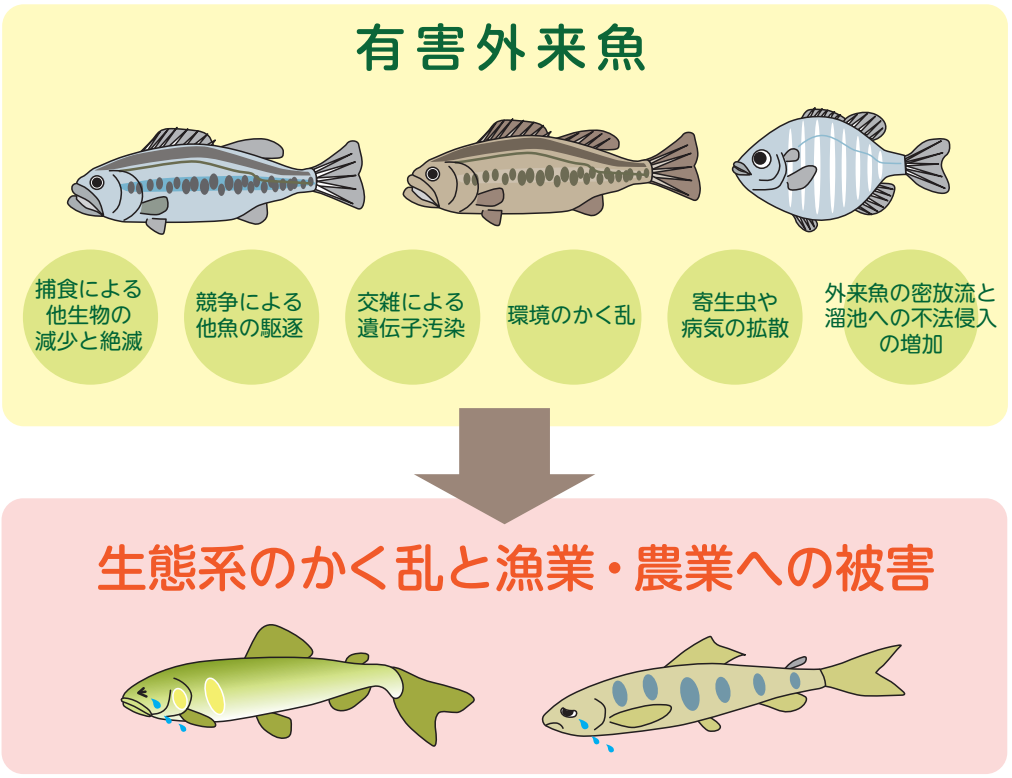


写真2．2009年に滋賀県瀬田川で捕獲されたチャネルキャットフィッシュ（滋賀県水産試験場提供）
現在、瀬田川のほか利根川水系、阿武隈川、矢作川、宮川などに分布している

外来魚の問題点

外来生物であっても、多くの野菜や家畜のように人間の管理下にあれば、有用に利用できるものが多いのです。ところが自然環境に流出して定着した場合には、在来種などに影響を及ぼす恐れがあります。したがって、外来魚を放流したり、河川や湖沼に隣接した養殖施設で飼育したりする場合には、生態系に与える影響を十分に予測しておく必要があります。

しかし、この考え方は多くの外来魚が導入された明治から昭和の時代には乏しく、法的規制もほと



図．有害外来魚による生態系と産業への影響

んどありませんでした。２００４年に制定された「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」（外来生物法）によって放流や飼育が規制されているブラックバス類やブルーギル、チャネルキャットフィッシュなどは、近年になって生態系への影響が特に大きく有害であると判定されたものです。

有害な外来魚は、捕食によって在来魚などの個体数を著しく減少させることがあります。宮城県の伊豆沼では、オオクチバスの侵入後にそれまで年30～40トンあったタナゴ類などの漁獲量が3分の1の11～13トンにまで減少しました。琵琶湖では、オオクチバス、ブルーギルの侵入後に、ホンモロコなどの漁獲量が著しく減少しましたが、外来魚の駆除を行ったところ、回復が見られるようになりました。

このほか、餌をめぐる競争、近縁種との交雑、環境のかく乱、寄生虫や病気の拡散などが、在来魚を減らし、生態系をかく乱する恐れがあります（図）。

有害外来魚の抑制技術

水産総合研究センターは、有害外来魚を駆除するために、都道府県の水産試験場や大学とチームをつくり、技術開発を行っています。これまでにコクチバスやブルーギルについての駆除マニュアルを作成し、現在ではオオクチバスを中心に取り組んでいます。

溜池などの小規模で水抜きができる水域では、水抜きによって外来魚を根こそぎ除去する方法が最善です。面積の大きな湖沼や水深がある河川では、電気を流して魚類を捕獲する電気ショッカーボートを使用することが効率的です。

その一方で、水抜きが困難な小規模な水域などで、少人数でも取り組める技術も開発されています。私たちはトラップの中にナマズを収容し、そこに侵入するブルーギルを捕食させる装置や、生きた魚を餌に効率よくオオクチバスを釣獲する方法を開発しました。また、一人でも仕掛けることが可能な、湖沼の斜面に適した刺し網を作成し、モデル水域でオオクチバスの個体数を4年で当初の10分の1以下に減らすことにも成功しています。

私たちは今後も有害外来魚の抑制のために、簡便かつ実用可能な技術の開発を推進していきます。

イワナの遺伝的特性を調べる

天然魚は、それらが生きてきた環境の歴史の生き証人であり、生物進化をひも解く鍵を提供してくれるとともに、品種改良などを行う際の遺伝子資源としても貴重な存在です。渓流魚を保全・管理する際は、それぞれの集団が持つ遺伝的特性を考慮に入れる必要があります。

写真１．日本に生息するイワナ４亜種
（写真提供：森田健太郎氏）

イワナのDNAを調べる

渓流魚の一種であるイワナはサケ科に属し、北はロシアのカムチャツカ半島から、南は紀伊半島の熊野川まで分布しています。日本に生息するイワナは、形態や模様、分布域の異なるアメマス、ニッコウイワナ、ヤマトイワナ、ゴギの4亜種に分けられます（写真1）。いずれも釣りの対象として人気が高く、山間部の温泉旅館などでは食材として利用されることもあります。しかし近年では、河川環境の悪化のために各地で個体数が減少し、絶滅に至った集団も少なくありません。また、極端に個体数が少なくなった集団では、近親交配が進み奇形個体が出現することがあります（写真2）。

これまで本州の多くの河川では、資源の維持・回復を図るために養殖魚の放流が行われてきました。しかし遺伝的特性を考慮に入れない放流は、本来自然集団が持つ遺伝的な固有性や多様性を失わせる恐れがあります。自然集団を保全・管理するためには、現存する集団の遺伝的特性を科学的な調査に基づき識別していく必要があります。そこで私たちは、北海道と本州の放流履歴のないイワナ集団を対象に、遺伝子の解析を行いました。

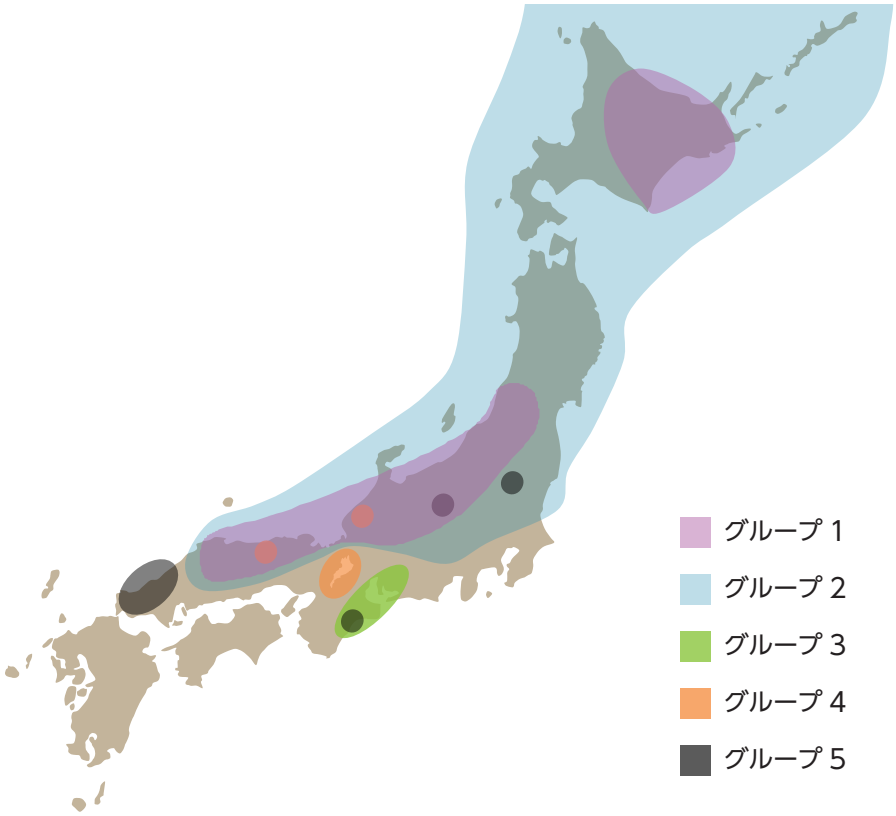
写真２．中国地方に生息するイワナ（ゴギ）集団で見つかった「背びれ」に奇形が見られた個体※

ミトコンドリアDNAの分布

細胞内のミトコンドリアに含まれるDNA分子のことをミトコンドリアDNAといい、変異性が高

※ Morita and Yamamoto (2000) Fisheries Management and Ecology, 7, 551-553.を改変

いために種内の遺伝的関係を調べる研究によく利用されています。全国各地の河川から得られたイワナのミトコンドリアDNAを調べたところ、これまでに32種類のDNAタイプが確認され、これらは統計学的に5つのグループ（種内系統）に区分されることが分かりました。左上の図はそれぞれの系統の地理的分布を示したものです。見出されたDNAタイプのうち、最も出現頻度の高かったのはグループ2で、このグループはロシアから北海道、本州の中部地方までイワナの分布域をほぼ網羅していました。同様に、グループ1もロシアから本州の中国地方まで広く分布していました。

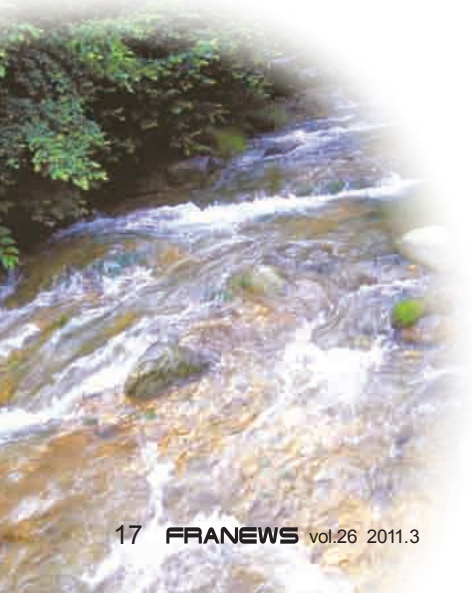


図．各ミトコンドリアDNAグループの地理的分布

一方、局所的な分布パターンも見られました。例えば、グループ3は、木曽川や熊野川といったイワナの分布最南限にあたる集団からのみ確認され、またグループ4は主に琵琶湖の流入河川と琵琶湖周辺河川に分布するDNAタイプであることが分かりました。その他、多くのイワナ集団が固有のDNAタイプを持つことが明らかになりつつあります。このようにイワナの遺伝的構造は、広域に出現するタイプと局所的に分布するタイプが混在する複雑なパターンを持つことが分かってきました。

渓流魚の遺伝的管理

近年、渓流釣りを楽しむ人の中に、放流魚ではなく、その川に昔からいる天然魚を釣りあげたいというニーズが高まっています。天然魚が持つ魅力として、見た目の美しさや釣り上げたときの引きの強さ、野性味などが挙げられますが、昨今の生物多様性を保全する意識の高まりもその一因にあるように思われます。イワナにみられる遺伝的特性は、それぞれの集団が独自の歴史を経て形成されたものです。このような遺伝的固有性は、一度失われると再生がほぼ不可能であることに注意を払う必要があります。自然集団と考えられる水域への他所からの移殖や、遺伝的特性に配慮しないで育てた養殖魚の放流は原則として避けるべきでしょう。今後は、渓流魚の遺伝的特性を守りながら、資源を適切に維持・管理する技術開発を行う必要があります。



遺伝子組換え魚の流通を監視する

遺伝子組換え生物は、農業分野ではおなじみですが、最近は魚介類でも作られるようになってきました。日本では、組換え生物を野外で使用するには事前に承認が必要ですが、魚類では現在のところ承認されているものはありません。未承認の組換え生物が生態系に及ぼす影響は未知であり、海外からの導入を監視する必要があるため、遺伝子組換え魚の検知法を開発しています。

遺伝子組換え生物とは何か

遺伝子組換え生物とは、ある生物に他の生物由来の遺伝子を挿入して機能させることにより、新しい性質を与えられた生物のことを言います。英語ではLiving Modified Organism（LMO）といいます。農業分野では、トウモロコシやイネ、青いカーネーションなどが有名で、除草剤や害虫に強い作物、観賞用の花卉（かき）などが作りだされ、実際に流通しています。

水産分野では、まだあまり一般的ではありませんが、例えば台湾ではオワンクラゲ由来の遺伝子を組換えた緑色に光る観賞用メダカが作られています（写真1）。また、アメリカでは、マスノスケ（キングサーモン）の遺伝子を導入して、早く成長するタイセイヨウサケ（アトランティックサーモン）を作って、商品化を目指しています（写真2）。

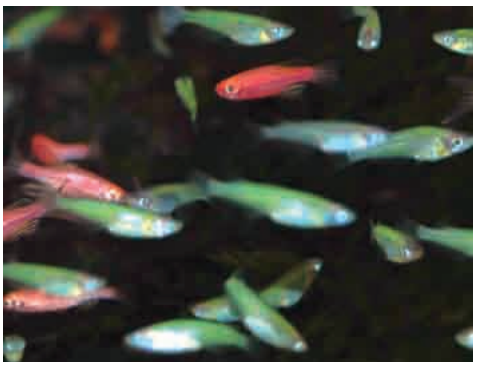


写真1．組換え体観賞魚の例
緑色に光るメダカと赤いゼブラフィッシュ

カルタヘナ法とは

1992年に生物多様性条約が採択され、日本も加盟しています。この条約では、LMOの使用規制により生物の多様性を確保することとしています。2003年にはLMOに関する国際協定であるカルタヘナ議定書が発効しました。この議定書は、生物の多様性の保全や持続可能な利用に及ぼす悪影響を防止するため、LMOの取り扱いや表示などについて規定しています。これを受けて、日本では04年に「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」、いわゆるカルタヘナ法が施行されました。

写真2．マスノスケ（上）とタイセイヨウサケ（下）

水産総合研究センターは、カルタヘナ法に基づく検査機関に指定されたことを受け、04年4月に「水産遺伝子解析センター」を設置し、08年1月に「遺伝子組換え魚介類検査室」を新たに整備しました。ここで私たちは、迅速、正確で、再現性のある遺伝子組換え魚介類の検

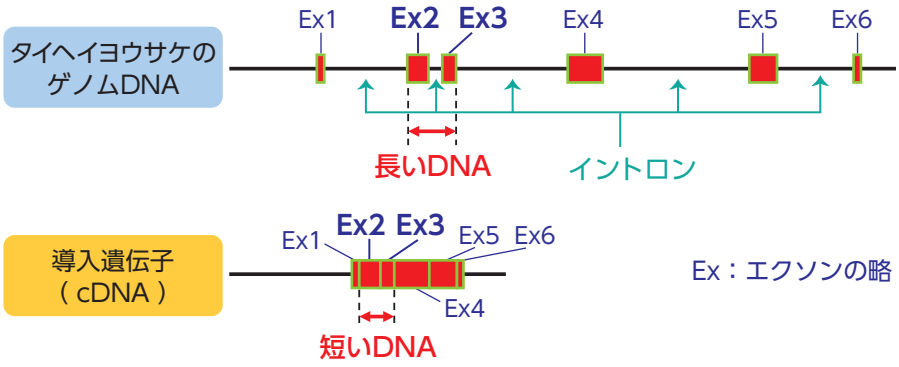


図1．導入遺伝子が元の遺伝子よりも短くなる原理
タイセイヨウサケがもともと持っているDNAはエクソン（タンパク質になる領域）とイントロン（不要な領域）に分かれているが、導入遺伝子（cDNA）にはイントロンがないので、エクソンとエクソンの間の長さがイントロンの分だけ短くなる。
今回の分析手法では、Ex2からEx3までの長さの違いを検出した。

査法の開発に取り組んでいます。

見分けるための検査

検査方法を開発した例として、マスノスケの成長ホルモン遺伝子を導入したタイセイヨウサケを紹介します。

私たち生物の体は遺伝子によって形づくられます。DNAにある遺伝子は、伝令RNA（mRNA）と呼ばれる物質にコピーされ、この情報を元にたんぱく質が作られて、そのたんぱく質から体の各部位などが作られています。

従って、他生物のmRNAの情報を導入すれば、そこからもともと持っていない新たなタンパク質（今回の場合は成長ホルモン）が作りだされます。これが遺伝子組換えの原理です。

しかしmRNAは不安定で扱いにくいため、mRNAを再びコピーして安定したDNAを人工的に作りだすのが一般的です。この人工的なDNAをcDNAと呼びます。そこで、タイセイヨウサケのDNAを分析してcDNAが見つかれば、そのサケは遺伝子組換え魚だと判別できるのです。

私たちの研究で、マスノスケの遺伝子から作りだされたcDNAは、もともとタイセイヨウサケが持っている遺伝子よりも短くなることが分かりました（図1）。そこで、組換え魚のDNAを調べると、もともと持っている長い遺伝子と導入した短い遺伝子の2本のバンドが検出されると予想されました（図2）。

開発中の組換え魚を実際に手に入れることは難しいため、タイセイヨウサケのDNAと実験室で作成したcDNAを混ぜて実験したところ、予想通り2本のバンドが観察されました（図3）。この方法が開発できたことによって、万一、不法に組換えサケが輸入された場合でも、迅速に検査して対応できるようになりました。

今後、成長が速い、病気に強いなどさまざまな遺伝子組換え魚介類が世界中で作り出されると予想されます。当センターは情報を積極的に収集し、遺伝子組換え魚介類検査室を活用してLMO判別のための検査法の確立を行っていきます。

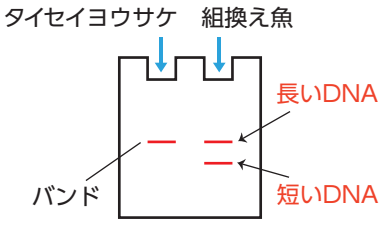


図2．遺伝子を組み換えたタイセイヨウサケの電気泳動像の予測模式図

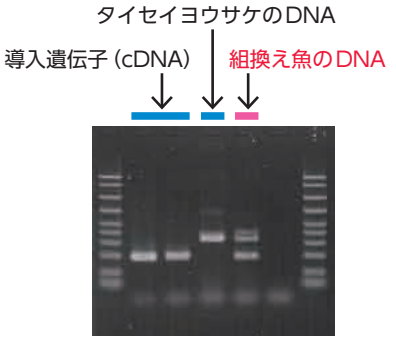


図3．実験的にcDNAを導入したタイセイヨウサケの実際の電気泳動像の模擬実験

あんじいの魚菜に乾杯

第15回

磯の幸・カサゴを丸ごと味わいたい！

カサゴの焼霜降りの刺し身とゴマ風味から揚げ

カサゴ

カサゴは、カサゴ目フサカサゴ科に属し、北海道南部から東シナ海・沖縄と日本のほぼ全域の、比較的沿岸に分布するおいしい魚です。全国の統計はありませんが、多い県でも年間50トン程度しか獲れません。刺し網や釣りで年間を通して漁獲され、主に鮮魚で流通しています。

成長が遅く、1年で7～8センチ、3年で17センチ、最大でも体長30センチ程度です。夜行性で定着性が強い魚種で、沿岸の藻場や岩礁域の隙間などに潜(ひそ)んでいます。

カサゴは卵胎生という変わった繁殖方法をとる魚で、秋にオスとメスが交尾し、受精した卵はおなかの中でふ化し、3～4ミリぐらいまで成長してから産まれます。

名前の由来は、頭が大きく鰓蓋(えらぶた)が張っていて、あたかも笠をかぶっているように見えることから「笠子」になったと考えられています。

九州ではアラカブ、関西ではガシラ、愛知ではアコウなどと呼ばれますが、面白いのは「アンポンタン（安本丹）」。これは、大きいのにおいしくないことから付けられた呼び名だそうです。江戸時代の話なので、保存方法が悪かったのでしょうか？ 武骨な風貌(ふうぼう)から、端午の節句の料理に一尾付けで供したり、干物を魔よけとして軒先に吊るしたりするなどの風習が残る地方があります。また、口が大きい割に食べるところが少ないことから、口先ばかりで実行力のないことを「磯の笠子は口ばかり」といいます。

カサゴは、白身で味が良い魚です。旬は冬から春と言われますが、最近の研究では夏にタウリンが蓄積し、旨味を増すことが分かってきました。癖が無くしっかりとした身質であるため、多様な料理に向きます。その中でも活魚の刺し身、特に皮付きの焼霜降りが美味で、皮の下の旨味を堪能できます。小型のものは唐揚げが定番。身の旨味もさることながら、二度揚げしてパリパリと食べる骨やヒレも格別です。また淡泊なわりには旨味があるダシが出るため、みそ汁や鍋などの具にはもってこい。洋風にブイヤベースの具にもお勧めです。

うっかり？

沖合の深場に生息し、より大型の「ウッカリカサゴ」という、見た目が極めてそっくりな近縁種がいます。有名な魚類学者の阿部宗明先生が魚類の和名を整理中に、ほとんどの魚種を名づけ終わったと安堵していたら、見なれたカサゴに別種が混ざっていて「うっかり」論文を発表し忘れた。また、あまりにも似ているため「うっかり」するとカサゴと区別がつかないということで、「ウッカリカサゴ」になったという逸話があります。

あんじいレシピ

カサゴの焼霜降りの刺し身とゴマ風味から揚げ

カサゴの焼霜降りの刺し身とゴマ風味から揚げ

●作り方 【カサゴのゴマ風味から揚げ】

1. 小型（15 センチ程度）のカサゴのウロコと内臓を丁寧に取り除き、水でよく洗って布巾などで水分をしっかり取る。
2. 背側と腹側から中骨に沿って包丁を入れ、頭と尾付け根の部分を残して身と中骨を切り落とす。
3. 全体に軽く塩を振りかけ、身の部分にゴマを付け、小麦粉を軽くまぶしておく。
4. オリーブオイルを熱してカサゴを入れ、何度か返しながら中火で唐揚げにする。カラッと揚がったらできあがり。

●ごま風味から揚げの材料

- カサゴ（小型）..... 4 尾
- ゴマ.....小さじ 4
- 小麦粉.....大さじ 2
- 塩 ..... 少々
- オリーブオイル..... 適宜

●焼霜降りの材料

- カサゴ（大型）..... 2 尾
- ネギ..... 適宜
- ショウガ ..... 一片
- 大葉..... 4 ～ 6 枚
- 三つ葉 ..... 適宜

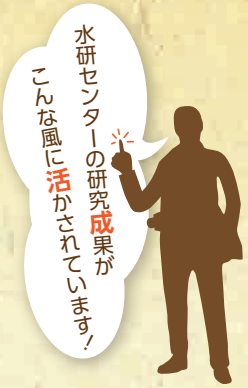
●作り方 【カサゴの焼霜降り】

1. 大型（20 ～ 25 センチ程度）で新鮮なカサゴのウロコを包丁で丁寧に取り、内臓・えらを取り、三枚におろす。
2. おろした身の骨をすき取り、刺し身のさくにし、強火の直火で皮目のみに焼き目を付ける。
3. 氷水で十分に絞めて、水気を布巾などでしっかりと取り、刺し身に切り分ける。
4. 千切りにしたネギ・ショウガや大葉・三つ葉をあしらいできあがり。

ついでにみそ汁を作ってみましょう。
残った頭と中骨でダシをとり、新鮮なカサゴの肝や胃袋、卵巣などを入れた味わい深い豪華なみそ汁も食卓に加えれば、パーフェクト！
春が旬のカサゴを、磯の恵みに感謝して丸ごと召し上がれ！

第4回 ルポ！

渓流魚のゾーニング管理
～釣り人も漁協も魚もニッコリ～



中央水産研究所日光庁舎 内水面研究部 後編

写真１．川治温泉を流れる清流

前編では、イワナやヤマメなど川の上流に生息する渓流魚の「ゾーニング管理」の概念や発想の経緯などについて中央水研の中村智幸さん、栃木県水産試験場の久保田仁志さんに話を聞きました。今回は、実際に「ゾーニング管理」に取り組み、魚を守り、増やし、釣り人に喜ばれる釣り場を提供している２つの漁協の活動についてお伝えします。

はじめに、温泉地として有名な栃木県川治（写真１）のほぼ中央にあるおじか・きぬ漁協の事務所を訪ねました。

「私たちの漁場は鬼怒川水系の上流から下流まで約60キロの流程で、支流も入れるとかなり広い。上流、中流、下流と、いろんなタイプの釣りが楽しめます。ウチの特徴は、比較的組合員の年齢が若いこと。若い世代の理事が中心となって活動しています」。と温和な表情で語る石山成典（よしすけ）組合長（写真２）。本業は、旅館業だそうです。

写真２．漁協を引っ張る石山組合長

組合の存亡を賭けて

「減少する釣り客を何とか呼び戻したいと、ニジマスからヤマメ・イワナの放流に転換したんです。１９９４年頃です。組合の存亡を賭けた転換でした」

その頃、若い人を中心に「川を魚が見えるきれいな川にしよう！」との機運が高まり、本州で初めてキャッチアンドリリース（釣った魚を生きたまま再放流すること：C&R）区を導入した山形県の最上川第二漁協へ見学に行ったそうです。

「01年から、うちでもC&R区間を設定し、同時にそこを餌釣り

写真３．C&R にご協力を！

から疑似餌を使うフライ釣り・ルアー釣りの専用区にしました（写真３）」。フライ・ルアー釣りの人たちと話す中で、漁協も養殖した魚をたくさん放流して釣らせるという従来の経営手法ではなく、もっとクオリティーの高い釣り場をつくって欲しいという意見に耳を傾けるようになったそうです。

人工産卵場づくりの輪

ゾーニングを本格的に始めたのは、今から５年ほど前。最初の一歩を踏み出すまでに時間がかかったと言います。09年の秋、おじか・きぬ漁協主催で「守ろう！増やそう！生かそう！清流男鹿川と渓流魚」をテーマに『第１回おじかフォーラム』を開催しました。その際、参加者に人工産卵場づくりを呼びかけたところ、釣り仲間を中心に30人くらいがボランティアで集まり、本格的な人工産卵場づくりが始まりました（写真４、解説）。石山組合長は、釣り人それぞれの川や魚に対する思いを聞き、漁協が川を守っていくという意識を何とか高めたいと、強く思ったそうです。

人工産卵場づくりに協力する人が次第に増え、「自然繁殖でニッコウイワナを増やしたい！」とみんなが同じ方向を向き始めました。「魚を増やしたり守ったりしていくために、どういう方法がいいのか」と釣り人全体の意識も変わってきたそうです。昨年は、上流部の三依（みより）地区の４つの沢に７か所の産卵場をつくりました。

釣り人との連携も

川をいくつかの区域に区切り、年ごとに禁漁と解禁を繰り返す輪番禁漁区は、09年から実施しました。石山組合長は、水産総合研究センター叢書の『守る・増やす渓流魚』を手に取り、真剣な眼差（まなざ）しで「我々は、こういうことをやりたいんだ。俺の言いたいことは全部この本に書いてあるからとにかく読んでほしい」と、各支部に配ったそうです。

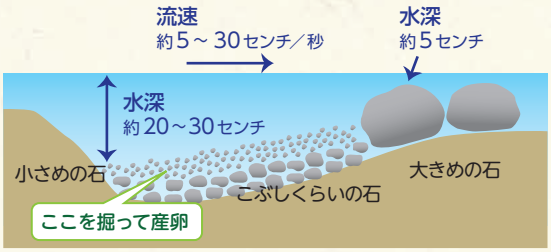
「昨年は８か所に禁漁区をつくった。なぜこういう機運が急に浮上してきたのかというと、釣り

写真４．ボランティアの協力があればこそ、です

解説　人工産卵場とは

イワナやヤマメなどの渓流魚は秋に産卵します。産卵する場所は、おもに水深が 10 ～ 30 センチで、水面が波立たないくらいの速さで流れている小石の川底です。そこにメスが尾びれでくぼみを掘って卵を産みます。

堰堤（えんてい）やダムの建設、河川工事などのために流入した土砂が川底の小石を覆い、産卵場所は少なくなっています。そこで、人の手で産卵場所をつくり、自然繁殖を助けてあげようというのが人工産卵場の目的です。



人工産卵場の完成です！

好きな人たちの団体が三依地区の沢（支流）という沢を歩いて、イワナを釣ってきてくれたのです。水産試験場にＤＮＡを調べてもらったら、純粋なニッコウイワナであることが確認できた。いやぁ、うれしかったですね。漁協の活動を一般の釣り人が手伝ってくれた。本来そこにいるべき魚を何とか守らなければ、という考えが漁協にも釣り人にも徐々に広まっています」と目を細めます。

今年の3月の解禁日から、一般の釣り人に特別指導員として禁漁区の監視業務に協力してもらう態勢もできたそうです。釣り人との連携バッチリですね。

写真５．川がきれい！ まさに癒しの空間

共存もできた！

また、昨年は三依地区に、約5.5キロというかなり長い距離の新たなC&R区間も設定しました。ヤマメ・イワナとアユが共存する、面白い釣り場ができました。「ヤマメ・イワナのフライ・ルアー釣りは朝と夕方の時間帯とし、日中はアユ釣りを優先するといった、空間ではなく時間を分けた管理です。これもゾーニング管理の一つ」。いよいよ軌道に乗った感じですね。

「いい釣り場」とは？

組合長が考える『いい釣り場』とは？と聞くと、「自分たちが楽しいと感じられる釣り場ですね。たくさん釣れても、全然釣れなくても面白くない。ある程度魚が見えていて、でもなかなか釣れない釣り場ですね」。『いい釣り人』については、「魚のことをどれだけ思っているかですね。例えば、この魚をリリースすれば、後に産卵して稚魚が生まれるというようなことを考えてくれる人は、丁寧にできるだけ魚にさわらないで放流してくれます」。

おじか・きぬ漁協では、昨年から女性対象の釣り教室も開催しています。かわガールです。私も仲間入りしようかな。

◇　◇　◇

車を走らせること1時間、道幅もだんだん狭まり、そこは山あいの里。次の目的地、西大芦漁協に到着しました（写真5）。西大芦漁協は栃木県鹿沼市にあり、利根川水系渡良瀬川支流の大芦川を漁場として管轄しています。渓流魚では全国的に珍しい輪番禁漁制を05年に始め、その後も独自の発想でゾーニング管理に取り組んでいます。お爺ちゃん先生（失礼！）といった竹澤英一組合長がニコニコ笑顔で迎えてくれました（写真６）。

写真６．笑顔で話す竹澤組合長

意識の統一が大事

「イワナが減ってしまったなあ。釣り人にとってイワナは魅力がある魚でね。ヤマメはそれほど感動はないが、イワナを釣っ

写真７．ボランティアとの人工産卵場づくり

たというと、みんなに驚かれる」。そんなイワナを何とか増やしたいと、96年ごろから人工産卵場づくりに着手、99年からは毎年ボランティアと一緒に人工産卵場をつくっています（写真7）。リピーターも多く、漁協と釣り人たちの交流の場にもなっています。ボランティア募集のビラを作り、広く呼びかけるなどの活動もしています（写真8）。組合長は「大事なことは意識の統一です。ここには、純粋なニッコウイワナがいるのだから、川を大切にしていかなければ」と話します。「ニッコウイワナを釣った時の釣り人の喜ぶ顔を見るたびに、何とか将来に残してあげたいと思う」。それが組合の使命とキッパリ。

写真８．一緒に人工産卵場をつくりましょう

将来の釣り人を増やしたい

栃木県にはイワナがいる沢はたくさんありますが、純粋なニッコウイワナが残っているのはわずか25か所。そのうち4か所が西大芦漁協の管轄内にあります。漁協としても、熱が入ります。

西大芦漁協では、子供の頃から魚に親しんで川に興味をもってもらおうと、地元の鹿沼市との共催で小学生を対象に、『子供釣り教室』を開催し、将来の釣り人育成に取り組んでいます。地元よりも県外からの参加が多いそうです。参加費は、保険料５００円だけ。全員釣れるまでやらせるとのこと。毎年心待ちにしているお子さんもいるそうで、「渓流釣りのだいご味を味わってもらいたい。体験をとおして川や魚を守ってくれる将来の釣り人が一人でも増えればいいなと。それが一番の目的」といいます。

仮設トイレの設置も

また、釣りファンの拡大、釣り場のイメージアップのため、漁協自ら仮設トイレを設置しました。全国的にもめずらしい取り組みで、最近では市が汲み取りの支援をしてくれるようになりました。最近増えつつあるかわガールに大好評！（写真９）安心して釣りができます。

写真９．最近、増えてます“かわガール”

今後、当センターに進めてほしい研究を聞きました。「純粋なニッコウイワナを放流できるようにするための養殖研究もお願いしたい。イワナは、水温が低いことが必須です。とても神経質で警戒心が強く、育てるのが難しい魚と言われますが、何とか養殖の道も拓（ひら）いていただきたいですね」。

◇　◇　◇

山あいのきれいな川に生息する、イワナやヤマメ。そんな魚たちと釣り人との楽しい交流が長く続くように、水研センターは「守り・増やし・楽しい釣り場づくり」に役立つ研究を進めていきます。

マダラ稚魚の生産コスト削減と健全性向上をめざして

マダラは、兵庫県以北の日本海、茨城県以北の太平洋からオホーツク海にかけて広く分布する大型の冷水性魚類です。冬が旬で、身は柔らかく脂肪の少ない白身で、鍋料理によく利用されます。

１９８５年から、水産総合研究センターはマダラ栽培漁業の技術開発に取り組み、２００３年には50万尾以上の稚魚を生産し、放流できる技術を開発しました。残された課題として、コスト削減と稚魚の健全性の向上が挙げられます。

写真 1. 粗放的飼育（上）と集約的飼育（下）

マダイでは、高密度の集約的飼育よりも低密度の粗放的な飼育の方が、稚魚の健全性が向上することが分かっています。そこでマダラでも、この方法を開発することにしました。

陸上水槽で粗放的飼育を行う場合、水槽面積や必要な海水の量、無駄になる餌などが増加し、コストアップにつながることがあります。そこで、海上の網いけすに低密度で収容して餌を与えず、水面上に電球を設置して、明かりに集まる天然プランクトンのみを食べさせる粗放的飼育と、陸上水槽で餌を与える従来の集約的飼育を比較しました（写真1、2）。

写真 2. 明かりに集まる代表的な天然プランクトン

飼育試験の結果、粗放的飼育では成長、生残と飢餓に対する耐性が非常に優れていました（写真3）。また、集約的飼育よりも形態異常魚の出現率が低くなりました。これらの結果は、本来の餌生物である天然プランクトンを摂餌したことと、低密度で飼育したことによるものと考えられます。さらに、粗放的飼育では全長50ミリサイズの生産単価が１尾あたり約10円となり、同じ日に生まれた集約的飼育（全長30ミリ）より種苗サイズが大きいにもかかわらず、約30％のコスト削減となりました。

写真 3. ふ化後 80 日目の粗放的飼育魚（上３尾）と集約的飼育魚（下３尾）

今回開発した粗放的飼育は、コスト削減と稚魚の健全性の双方に効果的で、さらに、稚魚が長期間海上生活を経験することで、放流海域に慣れるという効果も期待できます。

▶ 特開 2008-178356

イセエビの生活史を考慮した新型人工礁の開発

九州のイセエビ漁獲量が、1960年代の約4割にまで減っています。稚エビの育つ場所である海藻の森（藻場）が九州沿岸で大きく変化していて、海藻がなくなる「磯焼け」も広がっています。イセエビ資源の回復には、藻場の回復に加え、残っている藻場を有効活用する工夫が必要です。

イセエビは沿岸で生まれ、1年近くフィロソーマとして沖合を漂ったのち、透明で親に似た体長約2センチのプエルルスに成長して戻ってきます（写真1）。浅瀬に来ると、まず海藻につかまって着底し、海藻近くの小さな岩穴に隠れます。脱皮して大きくなるたびに、より大きな穴を必要としますが、岩が硬いなどの理由で穴が十分にない環境も存在します。そこで、稚エビが成長段階ごとに好む複数サイズの穴を多数提供する人工礁を考案しました（写真2）。

海中に置いて数年経った礁を調査してみると、今年やってきた群と、前年の群が共にすみ着いていて、着底からおよそ1年間のすみ場を提供できることが分かりました（図）。自然の岩礁に比べて生息密度も数倍高いことから、この人工礁を藻場や周辺に配置すれば、藻場のイセエビ保育機能を向上できると期待されます。ただし、海藻が生えなければ稚エビはすみ着きません。海藻を思い通りに生やすことはまだ難しいため、藻場の中やその周辺に設置することが条件です。

資源の状態を予測するためには、プエルルスの着底量を知ることが重要です。潜水して岩穴を捜し、そこにプエルルスや稚エビがいるかどうかを観察する難しい調査ですが、この礁を用いれば、比較的容易に調査ができます。つまり、プエルルス着底量の調査ツールとしての機能も発揮します。

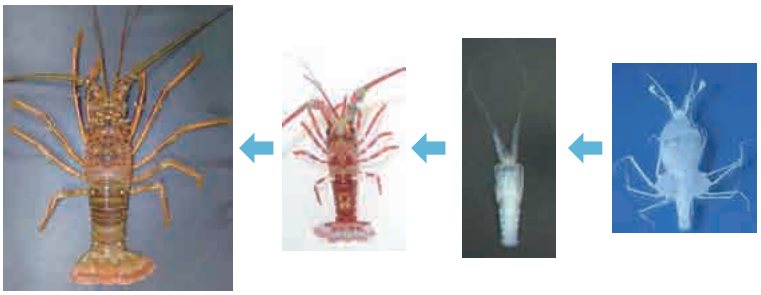


写真 1. イセエビの生活史

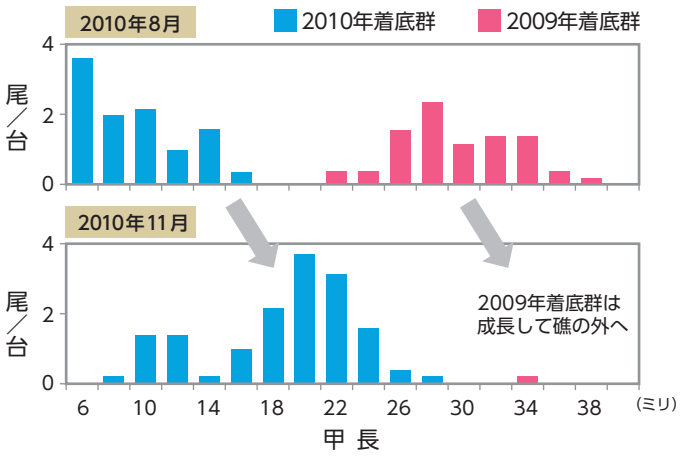


図 . 人工礁に生息する稚エビの月別サイズ組成

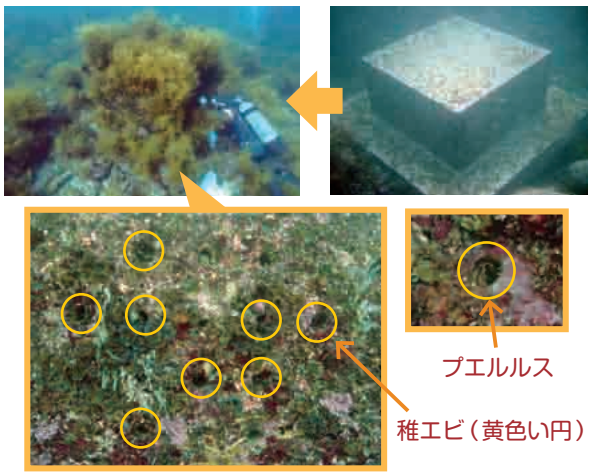


写真 2. 海に設置した直後の人工礁（右上）と数年経って海藻が茂った様子（左上）。
人工礁表面の穴に隠れるプエルルス（右下）と稚エビ（左下）

▶ 特許第 4625888 号

省エネ型のビルジキールの発明

近年、地球温暖化防止や航行費用低減の観点から、船舶の省エネルギー性能の向上が望まれています。特に漁業で使われる漁船は、船の大きさに比して燃油消費量が多いため、漁船漁業を継続させるには省エネルギーを図り、採算性を高めることが必要とされています。

通常、船舶の船体には魚群探知機のカバーや、横揺れ防止用のビルジキールなどの付加物が取り付けられていますが、付加物の形状を改善することによる省エネ研究は行われていませんでした。ビルジキールは、横揺れを押さえるために船体の船側と船底の交差位置に取付ける細長い板で、すべての船に装着されてきましたが、これまでは科学的な形状の検討は行われず、経験的に設計されていました（写真1）。

私たちは漁船が航行する際の船体まわりの水の流れを精査した結果、三次元的に複雑な流れとなり、多くの場合、ビルジキールに沿って流れておらず、ビルジキールが抵抗となって省エネを阻害していることが分かりました（写真2）。

そこで船体まわりの流れに沿う形状のビルジキール形状を開発した結果、今まで提案されたことのない数学的変曲点を有する複雑な形状が最適であることが分かり、実際の船で実験したところ、数%の省エネを可能とする場合のあることを見いだしました（写真3）。

船体まわりの流れは船型形状、載荷状態、トリム、船速により変わるため、現在、このビルジキールがどのような船種に有効なのか、船種ごとにどのような形状がよいか、省エネ効果はどの程度なのかなどを明らかにする研究を進めています

写真１．経験で作られたこれまでのビルジキール

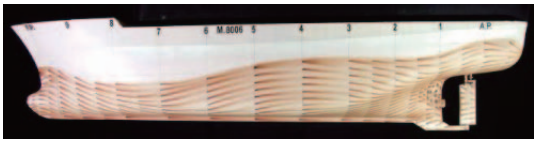


写真２．模型試験で船体まわりの流れを精査しました

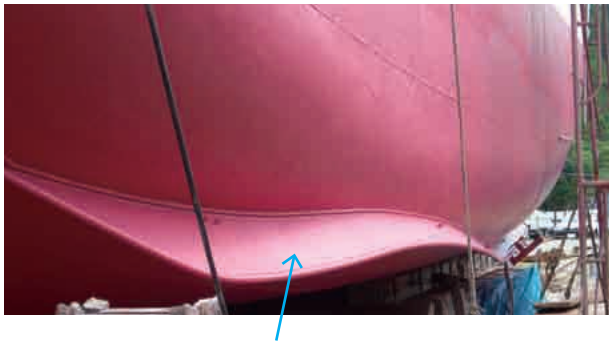


写真３．新しい省エネ型のビルジキールを近海まぐろ延縄漁船に応用しました

第39回 UJNR 水産増養殖専門部会交流会を開催しました

鹿児島県で「天然資源の開発利用に関する日米会議（UJNR）」の水産増養殖専門部会の研究者による交流会を、昨年10月25日から29日まで開催しました。UJNRとは、日米政府間に設けられた科学者や技術者の交流・情報交換の会で、水産総合研究センター養殖研究所が事務局を務める水産増養殖専門部会では、毎年交互に研究者の交流会を行っています。

今回の交流会では、鹿児島大学を会場に、両国の水産増養殖研究に係る情報交換などを行った後、同大学と共催で「養殖産業の現在と将来」と題したシンポジウムを行い、意見交換しました。シンポジウムでは養殖に関する両国の政策や養殖魚の生産・経営・環境保全などに係る26題の話題提供と21題のポスター発表がありました。

その後、近隣の養殖場や当センターの施設でブリやウナギの養殖や研究の現場を見学し、規模や飼育状況、水揚げ魚の処理・加工工程、販売現場など、生産から消費に至る一連の流れを確認して、研究の役割や貢献のあり方を話し合いました。

シンポジウム参加者による
レセプション集合写真

志布志栽培漁業センターの見学

「水産物の安定供給のための人工礁に関するFRA-SEAFDEC 合同国際ワークショップ」を開催しました

東京都港区の南青山会館で、昨年11月11日、東南アジア漁業開発センター（SEAFDEC）と共催で「水産物の安定供給のための人工礁に関するFRA-SEAFDEC合同国際ワークショップ」を開催しました。

SEAFDECは東南アジア地域における水産業の発展を目的として技術開発や人材育成などに活発に活動している国際機関で、水産総合研究センターは長年にわたって技術交流を続けています。

会議には、海外からはSEAFDECをはじめタイ、マレーシア、フィリピン、インドネシア、ブルネイからの水産関係行政部局の専門家が8人、国内からは当センターをはじめ水産庁、岡山県、魚礁関連企業などから43人が参加し、東南アジア及び日本における魚礁研究の現状と将来に向けての推進方向について活発な議論が展開されました。

ワークショップの会場風景

ワークショップの招待講演者と主催者

第5回"INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PACIFIC SQUID"で議論

メキシコのラパスで昨年10月13～15日に太平洋頭足類国際会議が開催されました。この会議は、4年に1度開催されるCIAC（国際頭足類会議）の間に開かれる、太平洋域のアメリカオオアカイカを中心としたイカ類に対象を限定した会議です。

中南米ラテン系の研究者が多く、会議の公用語にはスペイン語と英語の2か国語が採用されるなど、国際会議としてはユニークなものでした。

議題は、生理・生態から資源管理まで多岐におよび、多くの情報交換や研究協力の話し合いが行われました。また外国では、イカの研究者でも実際にイカを食べる機会は少ないようで、日本から持ち込んだアメリカオオアカイカの珍味やスルメイカの珍味は大変好評でした。

次回は12年ブラジルで開催される予定です。

太平洋頭足類国際会議出席者

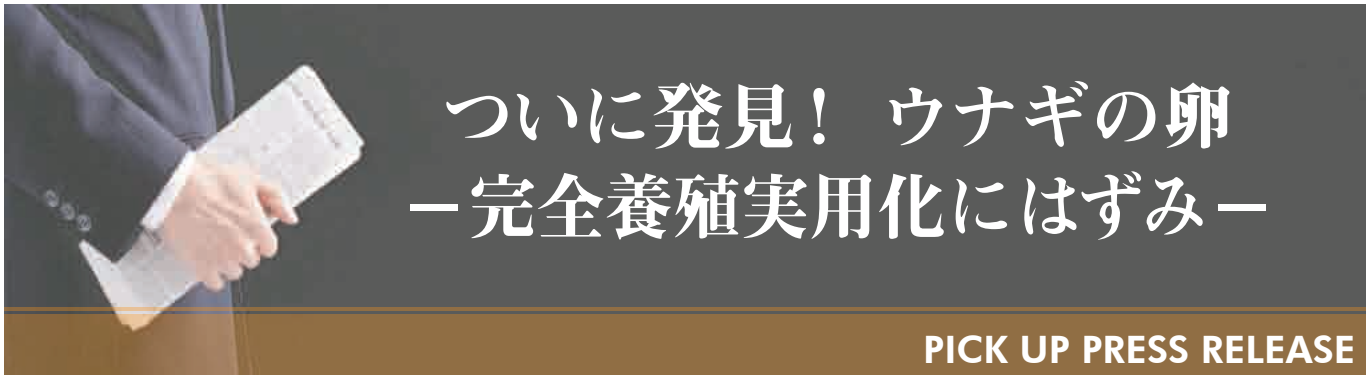
日中韓水産研究機関長会議を開催

水産総合研究センター、中華人民共和国水産科学研究院、大韓民国国立水産科学院の三国水産研究機関による研究協力に関する覚書（2006年12月26日締結）に基づき、昨年12月7日に長崎市で、第4回日中韓水産研究機関長会議を開催しました。

会議には、日本・松里壽彦理事長以下代表団14名、中国・張顕良院長以下代表団6名、韓国・金永晩院長以下代表団7名が参加しました。

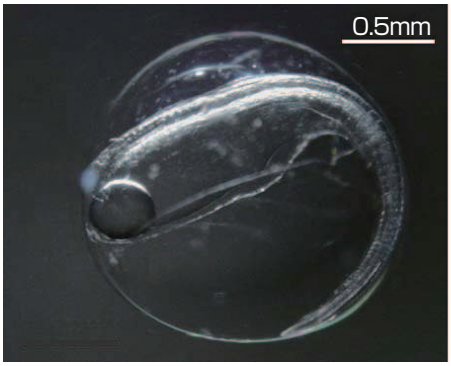
会議では、覚書付属書に基づき研究協力を推進することとしている研究項目について、10年度の活動報告を受け、連携・協力が順調に進捗していることを確認するとともに、大型クラゲに関する研究などにおいて、特に進展があったと評価しました。また、11年度重点研究項目として、増養殖研究、大型クラゲに関する研究、水産分野における省エネルギー型社会の構築に関する研究、研究者等の交流など、10項目を決定しました。

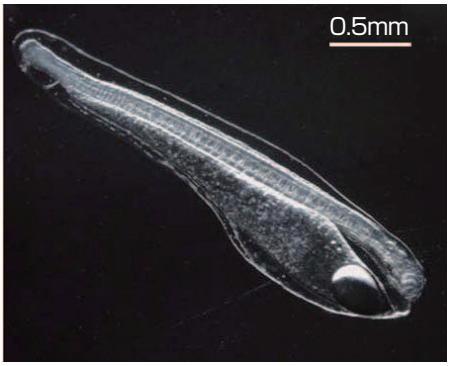
機関長会議出席者



ついに発見！ ウナギの卵
－完全養殖実用化にはずみ－

PICK UP PRESS RELEASE





採集された天然ニホンウナギの卵（左）と船上でふ化した仔魚（右）
（写真提供：東京大学大気海洋研究所）

２００８年から水産総合研究センターと東京大学大気海洋研究所は、大規模なウナギ研究航海をマリアナ諸島沖に共同で展開しました。

その結果、２００９年５月22日未明（新月の２日前）、天然のニホンウナギが海で産んだ受精卵31粒を世界で初めて採集することに成功しました。場所は、日本の南約２２００キロのグアム島西側にある西マリアナ海嶺南端部付近。ＤＮＡ鑑定によりウナギ（ニホンウナギ）の卵と確認されました。直径は、平均1.6ミリ、受精後約30時間と推定されました。世界には19種・亜種のウナギ類がいますが、天然の卵の発見は人類史上初めての快挙です。

これは、東アジア全体に広く分布するニホンウナギの産卵場の位置や産卵水深、産卵のタイミングを厳密に特定する決定的証拠となりました。また、開洋丸と北光丸が捕獲した親ウナギの解析も急ピッチで進み、回遊生態、産卵習性、繁殖生理に関する詳細な知見が数多く得られるなど、これまで謎の多かったウナギの生態解明が一気に進展することが期待できます。

天然卵の採集で得られた塩分などの水質や水温などのデータについては、人工シラスウナギの種苗生産技術の開発のお手本となるものであり、「完全養殖」実用化への応用、さらには世界的に激減したウナギ資源の保全と国際管理方策のための貴重な科学的根拠になるものと期待されます。

この成果は、２月１日付の英科学誌ネイチャーコミュニケーションズ電子版に発表しました。

【発表論文】
タイトル：Oceanic spawning ecology of freshwater eels in the western North Pacific
（北太平洋西部の海洋におけるウナギの産卵生態）

▶ Nature Communications
http://www.nature.com/ncomms/index.html
（日本語サイト）
http://www.natureasia.com/japan/ncomms/

東北水産研究レター　No.18

発行時期：2010年12月
問い合わせ先：東北区水産研究所業務推進部業務推進課
掲載内容：動物プランクトン標本ライブラリーが完成！　ほか
ホームページ URL：http://tnfri.fra.affrc.go.jp/pub/letter/

養殖研究レター　第7号

発行時期：2011年2月
問い合わせ先：養殖研究所業務推進部業務推進課
掲載内容：貝類増養殖に関連する研究、取り組みなどについて紹介しています。
ホームページ URL：http://nria.fra.affrc.go.jp/letter/7.pdf

海洋水産資源開発ニュース　No.390
（資源対応型：海外まき網）

発行時期：2010年10月
問い合わせ先：開発調査センター開発業務課情報調査グループ
掲載内容：平成21年度に実施した『熱帯インド洋海域における漁場の効率的な利用方法の検討、流れ物付き操業における若齢マグロ類の漁獲を最小化する手法及びブイライン操業法をはじめとする海外まき網漁業の新技術の効果に関する検証等』に係る調査結果についての速報（事業報告速報版）

＊ホームページ掲載はしておりません

海洋水産資源開発ニュース　No.391
（資源対応型：北太平洋さんま漁業）

発行時期：2010年10月
問い合わせ先：開発調査センター開発業務課情報調査グループ
掲載内容：平成22年度に実施した『北太平洋中・西部海域における、公海資源を活用した漁期の拡大によるさんま漁業の収益性改善の可能性を検討するための技術開発等』に係る調査結果についての速報（事業報告速報版）

＊ホームページ掲載はしておりません

海洋水産資源開発ニュース　No.392
（システム対応型：遠洋底びき網〈全層トロール〉）

発行時期：2010年12月
問い合わせ先：開発調査センター開発業務課情報調査グループ
掲載内容：平成22年度に実施した『南インド洋西部公海域における、海山群上の浮上魚群を対象とし海底の生態系への悪影響を抑えた中層トロール漁具を用いた、キンメダイ等の有用魚種の分布の確認、キンメダイの資源構造及び系群構造の検討、群集生態学的見地からの混獲魚種相の把握、大型個体を漁獲するための技術開発及び当該漁場の企業的評価の検討』に係る調査結果についての事業報告

＊ホームページ掲載はしておりません

刊行物報告

栽培漁業センター技報　第12号

発行時期：2010年12月
問い合わせ先：研究推進部栽培管理課
掲載内容：水産総合研究センターで行われている栽培漁業に関する技術開発の成果を掲載

ホームページ URL：http://ncse.fra.affrc.go.jp/03kankou/03index.html

研究報告　32号

発行時期：2010年12月
問い合わせ先：研究推進部研究支援課
掲載内容：2008年に開催された「東アジアにおける磯焼け対策の現状とその対策」と題するシンポジウムの論文集です。

ホームページ URL：http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/bull/bull32/index.html

研究報告　33号

発行時期：2010年12月
問い合わせ先：研究推進部研究支援課
掲載内容：海水魚の化学物質に対する感受性がその体内蓄積量と密接に関連していることをまとめた論文です。

ホームページ URL：http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/bull/bull33/index.html

研究報告　34号

発行時期：2011年1月
問い合わせ先：研究推進部研究支援課
掲載内容：瀬戸内海の栄養塩の多寡に注目し、藻場・アサリ資源・海水の流れとそのモデルに焦点を当てた研究レビュー、及び水産学における学術論文のベンチマーク評価をまとめた論文集です。

ホームページ URL：http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/bull/bull34/index.html

おさかな瓦版　No.38

発行時期：2010年12月
問い合わせ先：経営企画部広報室
掲載内容：東北のさかなたち「エゾアワビ」の紹介など

ホームページ URL：http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/letter/no38.pdf

おさかな瓦版　No.39

発行時期：2011年2月
問い合わせ先：経営企画部広報室
掲載内容：東北のさかなたち「キアンコウ」の紹介など

ホームページ URL：http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/letter/no39.pdf

アンケート結果

読者アンケートにご協力ありがとうございました

2011年1月に刊行した「FRANEWS」25号(「特集:貝類の研究」)でアンケートをお願いしたところ、2月末現在までに79人の方々から回答をいただきました。ご協力ありがとうございました。以下に、その結果の要点をご報告します。

◈特集について

面白かった(67人中67人)、わかりやすい(46人中45人)と、高い評価をいただきました。また、貝についてわかりやすくとても勉強になった、水産・環境面など多彩なアプローチでよかった、業務に参考になる部分があったなどのご意見をいただきました。

◈研究成果情報について

面白かった(55人中47人)、わかりやすい(47人中35人)と、ややきびしい評価をいただきました。ご意見としては、商業的操業結果を注視したい、成果を現場へ展開していく内容で研究の意義が伝わった、もう少し掘り下げた説明があったらよかったなどがありました。

◈ルポについて

面白かった(55人中52人)、わかりやすい(46人中42人)とおおむね好評でした。努力がしのばれて役割の貴重さが理解できた、河川漁協の役員をやっているので非常に役に立った、研究者自身の言葉で研究への情熱や苦労などが伝わってきたなどのご意見をいただきました。

◈その他の記事について

「あんじいの魚菜に乾杯」には、実用的で実際に作ってみたいと思った、魚介類の説明があり、いろいろ情報が得られて面白いなどのご意見をいただきました。刊行物報告については、目次を掲載して欲しいという複数のご意見がありました。

今後、FRANEWSで取り上げて欲しいこととして、魚食や魚の健康成分について、漁業者を元気付ける技術や事例の紹介などのご意見をいただきました。

読者の皆さまにいただいたこれらの意見を参考に、関心の高い研究開発の情報を分かりやすく、また親しみやすくお伝えできるように努力してまいります。

「FRANEWS」に限らず当センターへのご意見などがありましたら、メール(fra-pr@ml.affrc.go.jp)やFAX(045-227-2702)でお寄せいただきますようお願いいたします。

▶ご意見・ご感想をお寄せください。

メール：fra-pr@ml.affrc.go.jp
ＦＡＸ：045-227-2702

編集後記

水産資源は鉱物資源などと違って、適正に利用すれば残った親が子どもを産み、再生産するという特長を持っています。今号では、そういった水産資源の特長を活かし、生態系の保全に配慮しながら活用するための研究開発についてご紹介しました。私たちが子々孫々までおいしい魚介類を食べられるよう、当センターは今後も鋭意研究開発を行っていきます。

春は出会いと別れの季節です。FRANEWSも次号から担当者が大幅に入れ替わり、これまでにもまして、より分かりやすく読みやすく誌面を充実させていきたいと考えています。定期的なアンケートへのご協力とともに、気がついたことなどありましたら、随時ご意見をお寄せください。どうぞよろしくお願いいたします。

（関根 信太郎）

おさかな　チョット耳寄り情報 26

小さくてもおいしい春の魚たち。

春に旬を迎える魚にシラウオとシロウオがいます。名前は似ていますが違う魚です。

シラウオ（白魚）はキュウリウオ目シラウオ科でワカサギに近い魚、シロウオ（素魚）はスズキ目ハゼ科でマハゼに近い魚です。ともに成魚でも5～10センチの大きさで、旬は春です。特にシラウオは春の季語としても使われ、漁の様子は春の風物詩として新聞などに取り上げられています。食べ方もほぼ同じで、踊り食い、てんぷら、寿司などで食べられます。

小さい魚といえばシラス（白子）がよく知られていますが、こちらは魚の名前ではなく、体が白いカタクチイワシやマイワシなどの稚魚の総称で、春と秋が旬とされています。釜揚げシラス、タタミいわし、しらす丼などで食べられます。

似たような魚で、くぎ煮でおなじみのイカナゴ（コウナゴ）はスズキ目イカナゴ科の魚です。主に食べられているのは2～5センチの稚魚ですが、これも旬は春です。

食卓に上る小魚で感じる春も、いいですね。

▶シラウオのお造り

執筆者一覧

■特集　生態系の保全と活用
○生物多様性を支える水産研究 ……水産工学研究所　水産土木工学部　生田　和正
○栽培漁業と生物多様性 ……北海道区水産研究所　海区水産業研究部　堀井　豊充
○サンゴ礁の保全を目指して ……西海区水産研究所　石垣支所　生態系保全研究室　鈴木　豪
○コラム：魚食文化の多様性 ……経営企画部　広報室　関根信太郎
○コラム：島のアユを保全する ……中央水産研究所　内水面研究部　生態系保全研究室　井口恵一郎
○見えない「魚と藻場の関係」を解明する ……瀬戸内海区水産研究所　生産環境部　藻場・干潟環境研究室　吉田　吾郎
○内水面における外来魚の利用と管理 ……中央水産研究所　内水面研究部　資源生態研究室　片野　修
○イワナの遺伝的特性を調べる ……中央水産研究所　内水面研究部　生態系保全研究室　山本祥一郎
○遺伝子組換え魚の流通を監視する ……中央水産研究所　水産遺伝子解析センター　大原　一郎

■あんじいの魚菜（さかな）に乾杯
○第15回　磯の幸・カサゴを丸ごと味わいたい！　カサゴの焼霜降りの刺し身とゴマ風味から揚げ ……屋島栽培漁業センター　山本　義久

■ルポルタージュ
○第4回　渓流魚のゾーニング管理 ～釣り人も漁協も魚もニッコリ～　中央水産研究所日光庁舎 内水面研究部＜後編＞ …経営企画部　広報室　佐野　春美

■研究成果情報
○マダラ稚魚の生産コスト削減と健全性向上をめざして ……能登島栽培漁業センター　友田　努

■知的財産情報
○イセエビの生活史を考慮した新型人工礁の開発 ……西海区水産研究所　海区水産業研究部　沿岸資源研究室　吉村　拓
○省エネ型のビルジキールの発明 ……水産工学研究所　漁業生産・情報工学部　漁船工学グループ　川島　敏彦

■おさかな　チョット耳寄り情報
○小さくてもおいしい春の魚たち。 ……経営企画部　広報室　高﨑　大輔

FRANEWS VOL.26
Fisheries Research Agency News

□11年3月15日発行
□編集：水産総合研究センター　広報誌編集委員会
□発行：独立行政法人　水産総合研究センター
〒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B棟15階
TEL. 045－227－2600　　FAX. 045－227－2700
URL. http://www.fra.affrc.go.jp/

□水産総合研究センター　広報誌編集委員
桑原　隆治　　関根信太郎　　佐野　春美　　足立　純一
大浦　哲也　　高﨑　大輔　　増村　純男　　中島　員洋
小池　幹人　　濱地　信秀
アドバイザー：水野　茂樹　　デザイン：神長　郁子

FRA NEWS VOL.26

Fisheries Research Agency News 2011. 3

独立行政法人
水産総合研究センター

〒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B棟15階
TEL. 045-227-2600　　FAX. 045-227-2700
URL. http://www.fra.affrc.go.jp/