

FRAニュース

ISSN 1349-6816

# FRA NEWS

Fisheries Research Agency News

VOL.16

特集

## サケの仲間たち

### 人物往来

科学者の視点と消費者の視点が見違える  
中央水産研究所 利用加工部  
食品バイオテクノロジー研究室 山下 由美子さん

### 研究成果情報

アユの病気（冷水病）を予防するワクチンを開発

- 会議・イベント報告  
東京ビッグサイトでシーフードショー 3つのセミナーで話題提供 ほか
- ピックアップ・プレスリリース  
長年の研究が実る 世界で初めてズワイガニの種苗量産に成功  
日本海海況予測システム JADE の運用開始 ほか



独立行政法人  
水産総合研究センター

**巻頭言**

「水産業の省エネルギー」 中前明 ..... 3

**特集 サケの仲間たち**

サケの仲間たち ..... 4  
 特集コラム・地球温暖化とサケの分布 縄文時代からのメッセージ ..... 7  
 日本のサケは長距離ランナー ..... 8  
 アラスカ湾から日本をめざすサケを調査する ..... 10  
 住みやすい川を増やしてサクラマス復活をめざす ..... 12  
 深山の清澄な湖の環境シンボル ヒメマス資源を安定させるために ..... 14  
 「イワナ」ってどんな魚? ..... 16  
 欧州市場におけるさけ類需要と日本のサケ ..... 16

**あんじいの魚菜に乾杯**  
さかな

第5回 プリのさわやかカルパッチョ ..... 18  
 ～刻み野菜ソースのトッピング～ ..... 18

**人物往来**

科学者の視点と消費者の視点の交差する ..... 20  
 中央水産研究所利用加工部食品バイオテクノロジー研究室 ..... 20  
 山下 由美子さん ..... 20

**センターの取り組み**

水産業の省エネルギー化に向けて ..... 24  
 「水産業エネルギー技術研究会」を発足 ..... 24  
 地球温暖化に3本の柱で挑戦 ..... 25  
 「水産総合研究センター地球温暖化対策研究戦略」の策定 ..... 25

**会議・イベント報告**

東京ビッグサイトでシーフードショー 3つのセミナーで話題提供 ..... 26  
 サマー・サイエンスキャンプ2008 ..... 26  
 「フィールド研究が地球を救う」を開催 ..... 27

**知的財産情報**

クルマエビのホワイトスポット病用経口ワクチン ..... 28  
 有限及び無限喫水極小造波抵抗理論に基づく船型設計プログラム ..... 29

**研究成果情報**

アユの病気(冷水病)を予防するワクチンを開発 ..... 30  
**ピックアップ・プレスリリース**  
 長年の研究が実る 世界で初めてズワイガニの種苗量産に成功 ..... 31  
 日本海海況予測システムJADEの運用開始 ..... 32  
 ー日本海海況を数値モデルで予測ー ..... 32  
 南方系海藻の藻場が九州で拡大 ..... 33

**刊行物報告**

おさかな瓦版 No.23 ..... 34  
 おさかな瓦版 No.24 ..... 34  
 東北水産研究レター No.8 ..... 34  
 日本海リサーチ&トピックス 第3号 ..... 34  
 研究の葉(しおり) 第3号 ..... 34  
 北の海から 第2号 ..... 34  
 栽培漁業技術開発研究 第35巻第2号 ..... 34  
 栽培漁業センター技報 第8号 ..... 34

■おさかな チョット耳寄り情報 その16 ..... 35  
 ■編集後記 ..... 35  
 ■執筆者一覧 ..... 35



# 巻頭言

## 水産業の省エネルギー

理事長

### 中前明



この度、理事長に就任しました中前で、どうぞよろしくお願いたします。

水産研究、技術開発を取り巻く最近の状況をみると、産地偽装や禁止物質の使用など、水産物の安全・安心への強い関心に対する適切な対応が求められていること。また、地球温暖化の進展に伴う海洋生物資源への影響が指摘されており、その影響評価、対策などへの取組みが大変重要となってきました。加えて、このところの急激な原油価格の高騰に伴い、漁業経営に大きな負担が生じており、経

営改善を支援する省エネルギー技術の開発が強く求められております。

燃油価格の急激な高騰により、漁業現場では一斉休漁が実施されるなど、水産物の安定的な供給という点からも、きわめて憂慮すべき状況にあり、国では緊急対策を発表し、漁業者に対する支援措置が始まっています。

水産業に関する省エネルギーの取り組みは、これまでLEDの利用、単船型巻き網漁船の導入など、個々の技術開発については、水産総合研究センターをはじめ各方面で進められてきたところですが、漁業操業や漁獲物の冷凍、運搬、加工、流通など水産全体をみた効率的なエネルギーの使用という点では十分な取り組みがなされてきたとは言いがたいと思います。軽トラックで間に合うのにダンブで運んでいるような操業ではないか？150キロメートルにも達しようとするマグロ延縄の操業効率という観点から

の妥当性は？冷凍についても必要以上に高性能の機器を装備してはいないか？漁業が1キロリットル1万円のA重油でやっていたときと同じ感覚で過大な装備をフル稼働していたとしたら、これは使用エネルギーの観点からも、その経費をまかなうため、さらに多くの魚を求め、資源の悪化に拍車をかけるおそれがあるという観点からも大きな問題です。

当センターでは、8月にこのような問題を体系的に把握、分析し、ソフト、ハード両面から水産業における省エネルギー対策を提言する水産業エネルギー技術研究会を立ち上げました。最優先事項として、来年の春を目標に作業を進めますが、提言可能なものはほとんど前倒しで行いたいと思います。

水産業は、国際的には大幅な需要拡大が見込まれる一方、国内的には、資源状況の低迷、構造改革の遅れなど課題山積の状況にあります。当センターが国内随一の、また、世界的に見ても最大級の総合的な水産研究機関として広く国民の皆様、漁業者の皆様の期待に応えられるよう、全所員とともに努力したいと考えています。皆様方のご指導、ご鞭撻を頂けるようお願いいたします。

## 特集

# サケの仲間たち

### 日本人とサケ

サケ（シロザケ）が生まれた川に戻って来ることは古くから知られていて、江戸時代後期に越後の鈴木牧之は著書「北越雪譜」でサケの河川での生態を記述するとともにその移殖（\*）方法についての考察を行っています。また、北日本の人にとって、秋に河川を遡上するサケの姿は自然の恵みを実感させるものであり、新しい年を迎えるために欠かせない祝魚となっています。

今ではサケといえば卵（イクラ、筋子）を思い浮かべる人が多いと思いますが、焼魚、鍋物（三平汁、石狩鍋）、蒸し料理（ムニエル）、揚げ物（フライ、マリネ）、漬物（石狩漬け）、燻製、乾物（トバ）など多彩な料理に使われ、他にもメフィン（腎臓の塩辛）、氷頭なます（頭の軟骨の酢漬け）など魚体を余すところなく使われています。

最近では、街を流れる川の環境回復などのシンボルとしてサケを放流

し、日本各地で川を遡上するサケの姿が人々の心をいやしています。また、秋の海岸にサケを狙って釣り人が集まったり、一部の河川でサケ釣りができるようになったりして、新たな視点からもサケが注目されています。

### サケの仲間たち

最古のサケ科の化石は哺乳類の多くのグループの祖先型が出現した古第三紀後半の2700万年前までさかのぼることができ、脂びれがあるなど、分類学的には真骨魚類の中で体制の発達していない原始的なものとして原棘鱗上目に分けられています。サケ科（目）魚類は最近のミトコンドリアDNAの配列による分子系統解析の結果では、カワヒメマス亜科、シロマス亜科、アムールマス亜科、サケ亜科の4群からなり、そのうちサケ亜科には7属30種が認められています（図）。日本にはサケ属、イワナ属、イトウ属が生息しています。

\*：さけ・ます類を他の川や湖に放流することを移殖と表現しています。



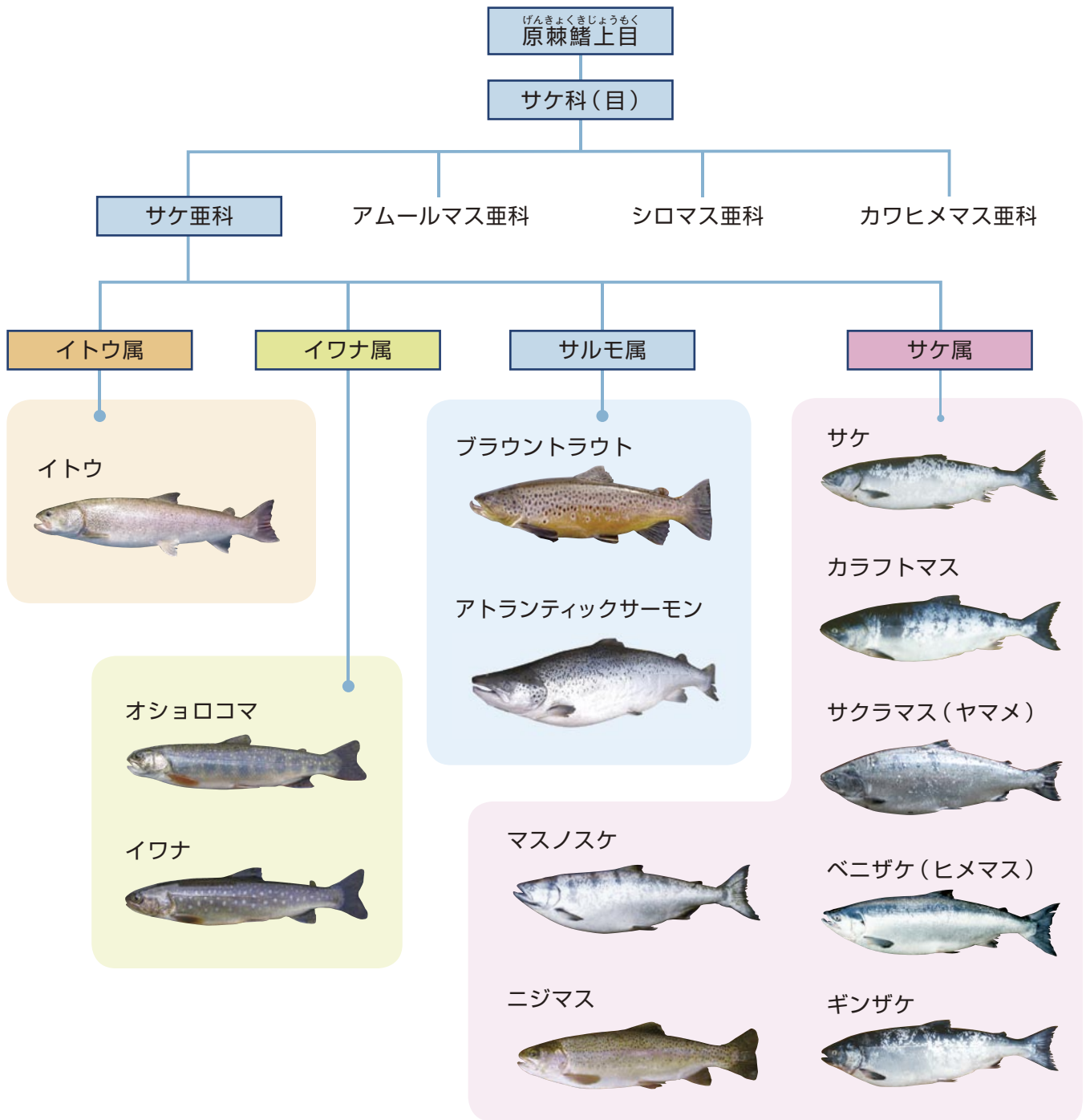


図. サケ科魚類の分類体系(抜粋).

ここで、この特集で掲載していないカラフトマス、ギンザケ、ニジマス、イトウについて簡単に紹介します。

カラフトマス…成熟年齢2年、体長40〜65cm。北海道、サハリン、カムチャッカ半島と北米の北西沿岸部に分布します。北海道ではオホーツク海、根室海峡の河川を中心として主に9月ころ遡上し、中下流域の比較的流れが速く透水性の良い砂礫<sup>されきてい</sup>底で産卵します。産卵期の雄は背部が大きく隆起します。サケ属の中では最も資源量が多く、日本では生鮮品をオホーツクサーモンの名でも売っています。

ギンザケ…成熟年齢2〜4年、体長40〜70cm。アジアではサハリン以北、北米ではカリフォルニア以北に分布します。産卵期は10月〜1月とやや遅く、ふ化した稚魚は河川で1年(まれに2年)生活してから翌春降海し、海洋で1年間生活し秋に母川に回帰します。日本では三陸沿岸で海面養殖されています。



サケの稚魚とバイカモ

ニジマス…降海型をスチールヘッドと呼び体長1m以上に達する個体も見られます。カリフォルニア南部からアラスカ南部、カムチャツカ半島にかけて分布します。19世紀の終わりに日本に移殖され、淡水養殖が開始されました。現在では河川湖沼に広く分布し、釣りの対象となっています。また、海外の海面養殖魚がトラウトサーモンなどとして日本に輸入されています。

イトウ…千島列島南部、サハリン、沿海州、北海道に分布しています。最大で体長2mを超える日本に分布する最大の淡水魚です。北海道で生息数が非常に少なくなっていて、幻の魚となっています。サケと異なり産卵期は北海道では4～5月です。また、産卵後に死ぬことはなく、数年間にわたって繁殖します。

## 人工ふ化放流と 資源を守るために

サケ属魚類の中で、日本で増殖目

的として人工ふ化放流の対象となっているのはサケ、カラフトマス、サクラマス、ベニザケの4魚種です。そのうち放流数が多いのはサケで2008年の春には18億6000万尾が放流されています。次いでカラフトマス1億4000万尾、サクラマス1200万尾、ベニザケ30万尾となっています。この他にもサクラマスに近縁のサツキマスやビワマス、湖を利用してのヒメマスが放流され

ています。

人工ふ化放流が成功したとされるサケですが、将来に向けて問題がないわけではありません。また、資源が回復していない他のサケ属魚類や釣りの対象となっているイワナなども含めて、将来にわたって資源を守り、利用していく上で遺伝的多様性を考慮しながら天然再生産を活用した資源造成システムを探索していくことも必要と考えています。



成熟した雄のカラフトマス



成熟した雄のサクラマス

# 地球温暖化とサケの分布

## 縄文時代からのメッセージ

縄文時代の早期後半から前期、今から約6千年前の日本の気候は温暖で、現在より平均気温が1〜2℃高く、海面も3〜5m高かったと言われています。「縄文海進」と呼ばれ、現在の釧路湿原が古釧

路湾と呼ばれる入り江だった時代です。釧路湿原から発掘される巻貝や二枚貝の化石から、当時の古釧路湾の海水温は現在の釧路より約5℃高く、現在の陸奥湾に相当すると考えられています。

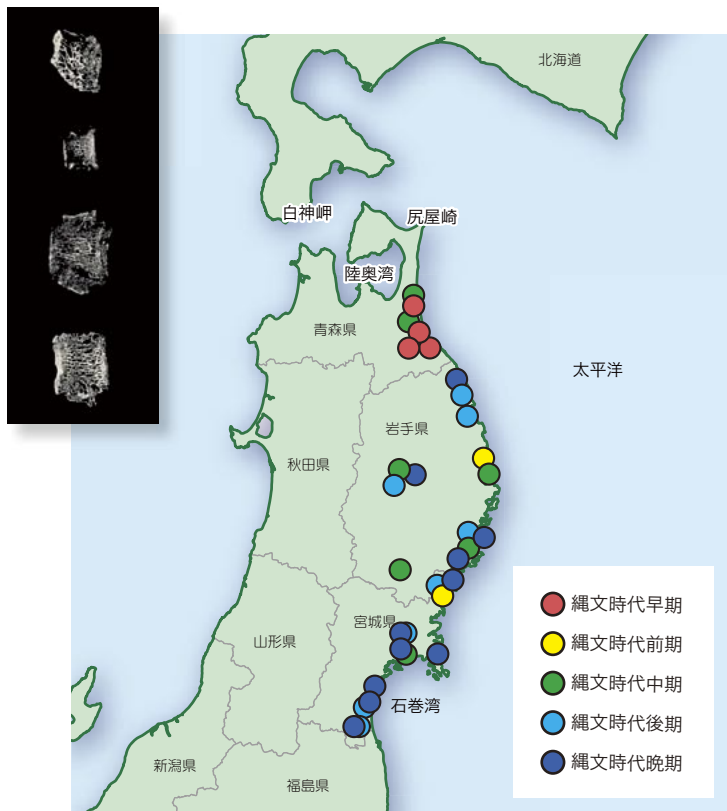
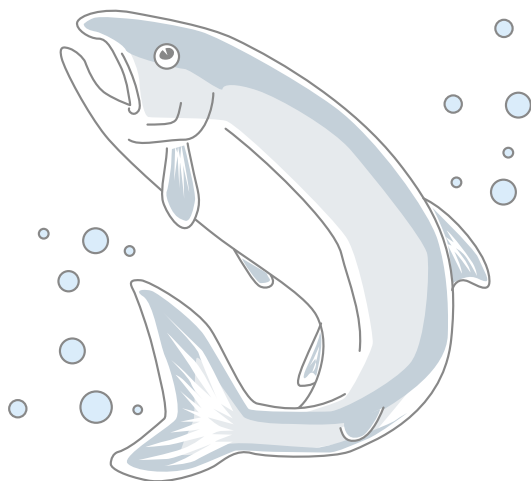


図. 縄文時代のサケの骨などの発見場所 (山田2005より作成).  
左上の写真は宮城県の上野原貝塚で発見されたサケの脊椎骨 (東北歴史資料館資料集 1987より).

このような温暖な時代にも釧路湿原の周辺の遺跡ではサケの骨などが発見されており、釧路周辺ではサケが分布し、利用されていたと考えられます。

一方、本州の太平洋側では縄文時代早期後半の温暖な時代にサケの骨などは青森県の八戸市周辺から発見されていますが、より南の地域では発見されていません。その後、縄文時代の中期、5千〜4千年前になると気温が低下し始めます。

このような寒冷化にともないサケの分布は青森から岩手、宮城へと徐々に南下し、現在のようには太平洋側では利根川付近、日本海側では山口県を南限とす



る分布になったと推定されています。

近年の二酸化炭素の増大などにもなう温暖化と6千年前の温暖化とはその変化速度や波及効果が大きく異なると考えられます。単純に温度だけを根拠として類推することには議論があるでしょうが、海水温が約5℃上昇したとすると、6千年前のように、サケの分布南限が太平洋側では尻屋崎、日本海側では白神岬付近にまで北上し、本州でサケが獲れなくなる可能性は十分考えられます。

日本のサケは長距離ランナー

# アラスカ湾から日本をめざすサケを調査する

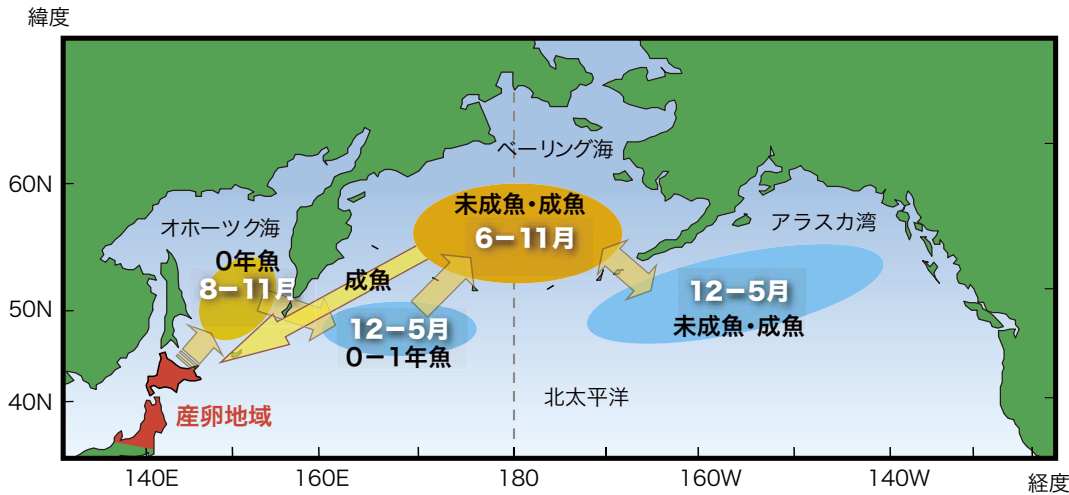


図. 日本のサケの回遊模式図.

## サケの分布と回遊

サケが生まれた川に帰ってくることは皆さん良く知っていることと思います。川を下ったサケは、かいあし類、オキアミ類、小型の魚類、イカ類、クラゲ類など多様で豊富な餌を食べながら1〜5年（主に3・4年）を海で過ごします。外国生まれのサケも同じように海で過ごしますが、日本のサケの回遊には他の国のサケには見られない特徴があります。それは回遊範囲が広いことです。サケの回遊については古くから人々の興味を集め、1956年から沖合域での標識放流調査が活発に行われ、いろいろな地域で生まれたサケの回遊パターンが知られるようになりました。

一般的にアジア側のサケは北太平洋の西側に、アメリカ大陸側のサケは東側に分布する傾向があります。たとえば、ロシアのアムール川で生まれたサケは180度より東にはほ

んど回遊しませんし、カナダのブリテイッシュ・コロンビア州やアメリカのワシントン州の川で生まれたサケは逆に180度より西側に回遊することはありません。ところが、日本のサケはアジア側生まれながら180度をはるかにこえ、冬季にはアラスカ湾にまで回遊するので（図）。

## 日本起源のサケを判別

このように北太平洋におけるサケの回遊様式は、各国関係機関の標識放流調査で、1980年ごろまでにかなり明らかにされていたのですが、生まれてから1年以内のサケがどこで生活していたかは良くわかっていませんでした。それは生まれてまもないサケは小さすぎて、目立つ標識をつけることができなかつたからです。

しかし、近年になってこの問題を解決できる技術が開発されました。1つは遺伝学的分析で、もう1つが

耳石標識です。

遺伝学的手法は、異なった地域にすむ集団のDNAに少しずつ違いが見られることを利用したもので、数多くの分析手法が開発されています。

この手法で採集されたサケを分析すると日本生まれであるか、北米生まれであるかなどの違いがわかります。この分析を精度良く行うためには、それぞれの生まれ河川の遺伝的な構造がどのようになっているかを調べておく必要があります。したがって、この手法による分析には、サケが遡上する関係国の協力が欠かせません。現在さけ・ます類調査についての協力関係の協議は北太平洋溯河性魚類委員会（NPAFC）で行われています。

耳石を利用した標識は、ふ化放流魚しか対象にできませんが、大量に行えるというのが利点です。耳石は頭の両側の内耳にある硬組織で、主成分は炭酸カルシウムと非コラーゲ



性のタンパク基質です。受精卵の耳石にマークをつける手法がいくつか開発されていますが、中でも温度標識は有効な手法です（写真）。この標識方法は、耳石が炭酸カルシウムを沈着させて成長する際の量および質の変化が水温の変化に敏感に反応することを利用したものです。

現在、水産総合研究センターが放流する全てのサケに耳石温度標識がついています。

さけ・ます類に耳石標識を行っているのは日本以外にも韓国、ロシア、アメリカ、カナダの4か国あります。各国が無秩序に標識パターンを使用すると標識の重複が起こってしまい、せっかくの耳石標識が無意味になってしまうおそれがあります。そこで、日本と4か国はNPAPFCで話し合いを行い、国ごとに固有の標識パターンを決めることで区別しています。

### ベーリング海での調査の必要性

このように、図に示すような日本のサケの回遊様式は、長期間の努力や新しい技術の開発に伴ってわかってきたのです。

日本のサケは、生まれた川に戻る

まで大回遊を行います。中でもベーリング海で餌を食べる期間が最も成長すると考えられています。ですからベーリング海で大きな環境変化があると、日本のサケの回帰も大きな影響を受ける可能性があります。

そこで当センターでは、この時期の日本系サケの状態を見守るため、毎年夏季にベーリング海で日本系サケを主対象とした資源調査を行っています。この調査により、日本に回帰するサケの大まかな資源尾数や栄養状態などがわかります。

また、夏季のベーリング海には、日本のサケ以外に東カムチャツカ（ロシア）生まれのサケやカラフトマス、アラスカ（アメリカ）生まれのベニザケなど多くのさけ・ます類が生活しています。ですから、餌となる生物が不足したり、生息に適した水温域の減少がおこったりした場合には、日本のサケとこれらの中で競争が起こる場合もあります。広いベーリング海も決して無限ではないということを頭に入れて、日本のサケとサケをとりまく環境を見守っていく必要があるのです。

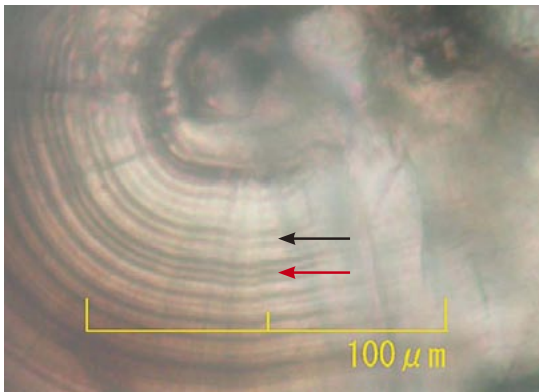
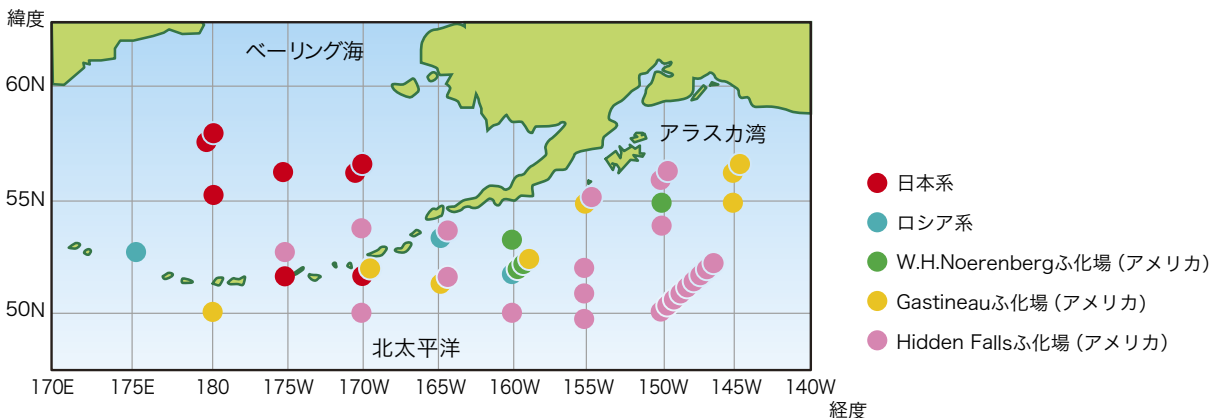


写真. 漁港に水揚げされたサケの頭部から摘出した耳石研磨標本。2本の黒いリング（←）の外側に少し間隔をおいて3本の黒いリング（←）が見え、2002年にさけますセンター静内事業所で放流した魚であることが判った。



2003年の夏季～初秋にベーリング海およびアラスカ湾で採集された耳石温度標識サケ未成魚の分布

# 住みやすい川を増やして サクラマスの復活をめざす

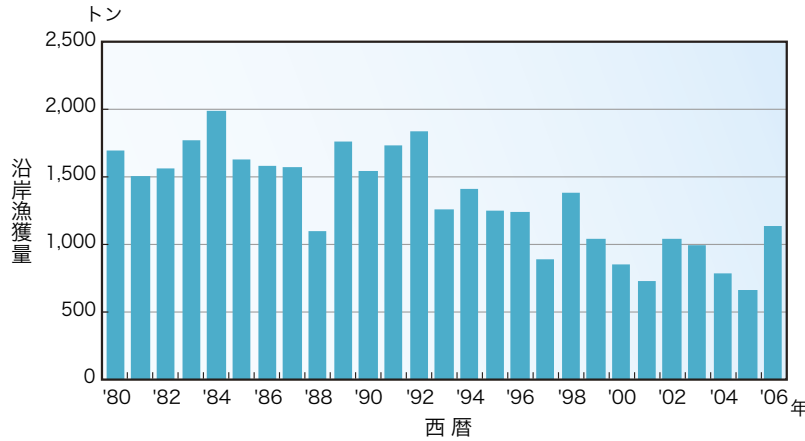


図. サクラマスの日本沿岸での年間漁獲量.

## サクラマスとは

日本沿岸では、毎年、サケが20万トン、カラフトマスが1万トン前後漁獲されています。サクラマスは、これら2種に比べ、極端にその数量が少なく、日本沿岸での年間漁獲量は1千トン前後です(図)。また、北太平洋に分布するサケ属7種の中でも分布がアジア側のしかも狭い範囲に限られています。このように「稀少」なサクラマスですが、実は日本人にとって古くから馴染み深い魚です。

サクラマスはサケやカラフトマスと違って、ふ化した稚魚はそのまま海には下らず、1年間主として川で生活し、海に降ります。中には川で2年過ごしてから降りるものもいます。と思えば、海には降りないで一生川や湖などの淡水で暮らすものもいます。降海する前の幼魚や、川で生活し、体の側面に小判状の斑紋

(バーマーク)が見られるものをヤマメ(山女、北海道ではヤマベ)と呼んでいます(写真1)。溪流の女王と称されるヤマメは実はサクラマスのことなのです。

## 人とのかわり

海に降りたサクラマスは1年間の海洋生活の後、川に戻って産卵しますが、サケやカラフトマスが産卵期に近い夏の終わりから秋にかけて遡上するのに対し、サクラマスは、産卵は秋なのに、すでに春の雪解けの時期に川に戻ってきます。そのため、海に降りるものでさえ、一生の3分の2以上を川で暮らすこととなります。川に長くいるということとは人とのかわりが増えるということなのです。

そのサクラマス、海に降りた後は北上してオホーツク海で夏を過ごし、秋から冬にかけて津軽海峡周辺や日本海、三陸沿岸へ移動します。



写真1. ヤマメ.

日本沿岸に近づいた秋以降、一本釣り、延縄、刺し網、定置網など多様な漁法で漁獲されます。特に川に遡上するころは体も大きくなり、脂もたっぷり蓄えています(写真2)。地元では季節の行事や文化とも深くかわっています。遊漁でもサクラマス釣り、ヤマメ釣りは大変人気が高く、シーズンが近づくと毎年特集を組んだ多くの釣り雑誌が書店の書棚を埋め尽くします。



## サクラマス資源の回復へ

釣り人や地域の人たちにはよく知られているサクラマスですが、残念ながらその資源は徐々に減っていま

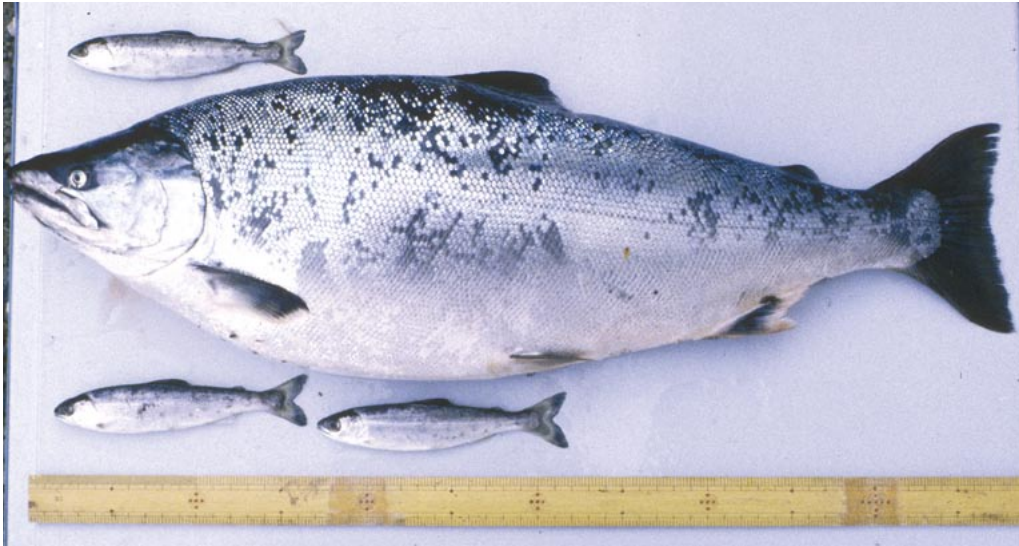


写真2. 沿岸で漁獲されたサクラマスの成魚と降海中の幼魚。  
(写真中央は、大型で体高が高くイタマスと呼ばれるもので、ごくまれに漁獲される。撮影：眞山 紘氏)

す(図)。もちろん人工ふ化放流も行われていますがサケのような資源の増加は見られていません。

その原因はいくつも考えられますが、その中で一番の要因はサク

ラムスが川に長く生活して、人のかかわりが多いという点にあると考えられています。

サクラマスは川の上流で産卵するのですが、ダムや堰堤えんていなどがたくさん作られるようになったため、上できる範囲が狭まりました(写真3)。また、河川改修などで幼魚が快適に過ごせる場所も少なくなっています。その上、釣り人が増えたために資源の維持に必要な親が足りなくなっているとの指摘もあります。そこで、これらの問題を解決するために、水産総合研究センターでは2007年度から3か年計画で、プロジェクトを立ち上げ、サクラマス資源の保全と回復に向け人工産卵場の造成技術や、河川での遊漁の制度改善指針の策定などに取り組んでいるところです。

ただ、この計画の目標は資源の保全や回復のための指針づくりで、実際に指針を参考に資源の保全や再生を担うのは、各自治体や漁業協同組合(海面、内水面)などになります。また、研究者、遊漁者、地域住民の方々など、サクラマスにかかわる多くの方の支援も得ながら、サクラマスの復活をめざしていきます。

### 予算：

河川の適正利用による本州日本海域サクラマス資源管理技術の開発(所内プロジェクト)

### 研究期間：

平成19年度～21年度

### 共同研究機関：

富山県農林水産総合技術センター水産研究所、山形県内水面水産試験場、秋田県農林水産技術センター水産振興センター



写真3. 堰堤でせき止められた川。

## 深山の清澄な湖の環境シンボル

# ヒメマス資源を安定させるために



写真1. 中禅寺湖でトローリングによって採集したヒメマス (体長29cm).

### ヒメマスとは

ヒメマス(写真1)は湖沼残留型ベニザケで、その原産地は北海道の阿寒湖とチミケツプ湖です。ベニザケは、湖沼を産卵や稚魚の生育場として利用するという他のサケ科魚類にはない特徴を持ち、降海型、残留型および陸封型といった生活史を示します(＊)。

ヒメマスは、その一部にふ化後、一年から二年でスモルト化(銀毛化)して湖からくだる個体がいるため、降海しない陸封型ではなく、一部が降海する湖沼性の残留型ベニザケとされています。残留型ベニザケのヒメマスは阿寒湖から支笏湖に移殖され、その後、多くの湖に移殖されました。

### 移殖されたヒメマスのその後

ヒメマスは40数湖沼に移殖されましたが、現在も生息しているのは

青森県と秋田県にまたがる十和田湖や栃木県の中禅寺湖など20数湖沼です。生息する湖の多くは、夏季の水温が15℃以下で溶存酸素の豊富な層を持つ、植物プランクトンが生育するための養分が少ない貧栄養湖です。

貧栄養湖では餌となる動物プランクトンの生産も限られているため、そのような湖にヒメマスを移殖する場合、動物プランクトン食魚類全体と餌のバランスを十分に考える必要があります。水温や酸素などの生理的な制限に加え、このような餌とのバランスの問題などで、今の20数湖沼に限って生息しています。

### ヒメマス資源の課題

現在もヒメマスが漁獲されている湖で共通する課題は、資源量の変



写真2. 中禅寺湖上でのプランクトンネットを用いた動物プランクトン採集風景.

動が大きいです。ヒメマスは漁業・養殖業生産統計年報によるとその単価は1kgあたり2500円を超えており、地域の特産物として観光資源として重要な位置を占めています。しかし、資源量が



少なければ、遊漁者離れや飲食業などへの販路減少をもたらします。また、ヒメマスを生産している漁協経営も難しくなります。

資源量が安定しない要因は数多く考えられますが、餌と魚の適正なバランスをとることが重要です。そこで水産総合研究センターでは、2006年度から中禅寺湖のヒメマス資源をモデルに、餌料環境の変動や天然魚の資源加入の有無を考慮した適正な放流尾数の算出を目標に研究を始めました(写真2)。

まず手始めに、放流魚と天然魚の混獲率を求めるため標識放流調査を行いました。さけ・ます類の資源研究で広く利用されている耳石温度標識(写真3)を用い、全てのヒメマスに標識して放流しました。その結果、捕獲されるヒメマスの中に標識のない個体も混じることから、ある程度の数の天然魚が認められ、天然産卵場が中禅寺湖内や流入河川に存在する可能性が出てきました。

一方、餌料環境については、動物プランクトンや底生生物などの季節的な変動を求め、その生産量推定を行いました。その結果、ヒ

メマスの主要な餌生物である動物プランクトンやユスリカ類幼虫の生産量はヒメマスが生息する湖沼の中ではかなり多いことが示されました。これらのことから中禅寺湖における餌料生産量からみたヒメマス生産量を推定し、天然再生産を考慮した適正放流尾数を試算して資源を安定させたいと考えています。

### ヒメマスは清澄な湖の象徴

ヒメマスが生息する湖沼は内水面漁業の場としてだけでなく、水資源や、観光・レクリエーションの場としても重要な役割を担っています。古来、原産地の阿寒湖周辺のアイヌは、ヒメマスを「カバチエツポ(薄い小魚)」と呼び、大切に保護していました。現在、ヒメマスが生息する湖沼は山奥の透明度の高い澄んだ貧栄養湖ですが、その生息環境が大切にされてきたとは言えません。ヒメマスが、漁業・遊漁資源や観光資源としてだけでなく、天然再生産が出来るような生息環境を守ることをとおして、湖沼環境保全の象徴として長く利用されることを望んでいます。

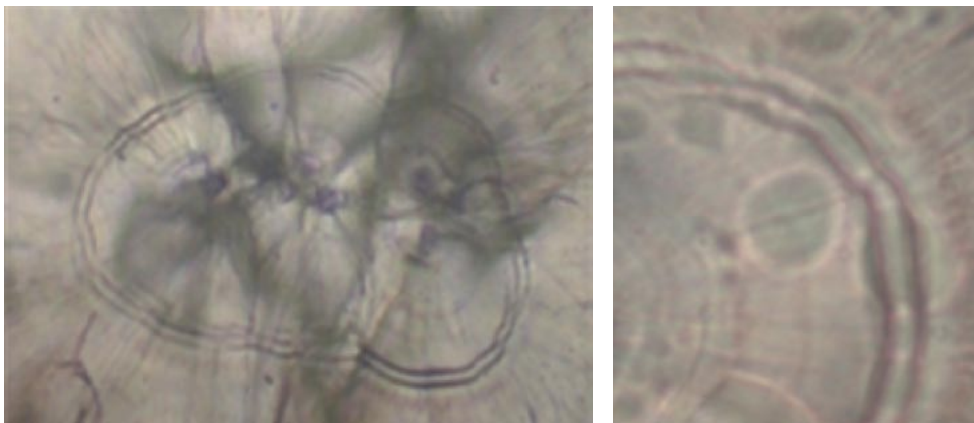


写真3. 中禅寺湖に放流するヒメマス(全長7cm)に施した耳石温度標識。24時間ごとに水温を5℃変化させて作った太いリング(右は拡大)。

\* 降海型：海に降りて成長し、川や湖で産卵するタイプ。  
残留型：降海型の初期成長の良い個体で、降海せずに川や湖で一生活を過ごすタイプ。  
陸封型：物理的障害によって降海できず、川や湖に封じ込められたタイプ。

# 「イワナ」ってどんな魚？



写真1. イワナの成魚。

## イワナの生態

イワナ(写真1)はサケの仲間の淡水魚です。サケは川で生まれて、しばらくすると海に下り、遠くアラスカ湾などを回遊して、産卵のために生まれた川に戻ってきます。これに対して、イワナは一生を川で暮らします。北海道や東北地方にすむイワナの中には海に下るものがありますが、このようなイワナも沿岸にとどまり、川に入ったたり海に出たりします。

一般に、イワナは川の中でも「溪流」と呼ばれる川の上流に生息しています。イワナは低い水温を好む「冷水魚」だからです。

イワナは秋に産卵します。川底の石をヒレでどかしてくぼみを作り、そこに産卵します。卵は冬の終わるか春の始め頃にふ化します。生まれた子供のことを「仔魚しぎよ」といいます。仔魚は川底のくぼみの石の間で、おなかに付いた栄養分を吸収します。

春になり、栄養分を吸収し終えると、「稚魚ちぎよ」として泳ぎ出します。稚魚の頃はおもに水生昆虫(川虫)の幼虫を食べ、「幼魚おうぎよ」、「成魚せいぎよ」と成長するにしたがつてアリやバッタ、トンボ、クモといった陸生昆虫などを食べるようになります。

卵から数えて、オスでは2年目の秋に、メスでは3年目の秋に成熟します。サケは一度卵を産んだら死んでしましますが、イワナは数年にわたって産卵します。寿命はおよそ4、5年です。

## 食料としての価値

イワナはとてもおいしい魚です。淡水魚というと、「泥臭くて食べるのはいやだ」という人が結構います。しかし、イワナにはそのようなおいはありません。炭火で焼いて食べさせてみてください。きつと2匹目が欲しくなります。骨酒こつざけ(日本酒の熱燗あつかん)に、素焼きにしたイワナを入れたもの(を飲んでみてください。独特の

うまみに、きつととりこになります。味噌汁にすると、しじみのような上品な香りと味がして、びっくりさせられます。

イワナはとても飼いにくく、なかなか養殖できませんでした。しかし、昭和50年代に養殖できるようになり、今では日本各地の山間部で養殖されています。養殖されたイワナがスーパーマーケットの鮮魚コーナーに並ぶことがあります。ぜひ一度ご賞味ください。

## 人気の高い溪流釣り

かつてイワナは山間部に生活する人の貴重な食料でした。イワナを釣って、旅館などに売る「職漁師しよくしよ」もいました。今はそのような漁業者はいませんが、イワナは釣りの対象としてとても人気があります(写真2)。イワナ釣りは、川での心休まるひとときや、おいしい魚を私たちに提供してくれます。

イワナを増やすために、漁業協





写真2. イワナ釣りの様子.

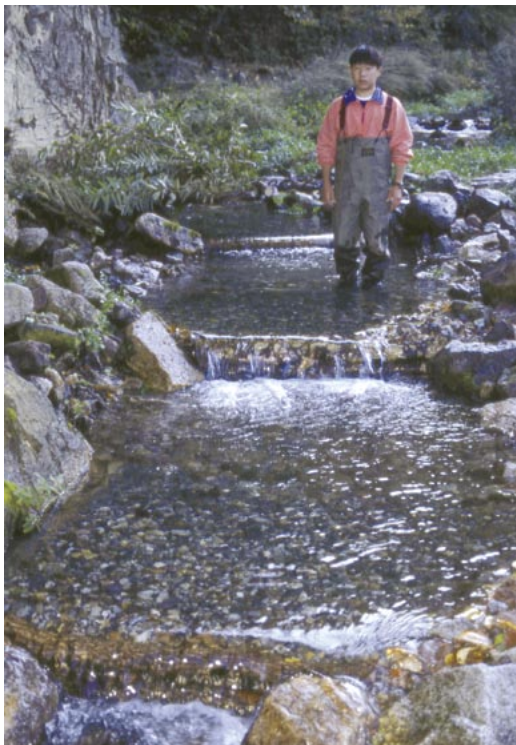


写真3. イワナの人工産卵場.

同組合や観光協会、都道府県、市町村などによって放流が行われています。放流されるのは養殖場で育てられた卵（発眼卵）や稚魚、成魚などです。川に生息するイワナ

### これからの付き合い方

養殖魚を放流すると、放流先の川に元々生息していた天然魚（「地付きの魚」、「原種」、「在来個体群」と

られてしまいます。そのため放流が行われるのです。

呼ばれる魚たち」と放流された養殖魚が交雑して、それぞれの川固有のイワナの遺伝子が失われてしまいます。川ごとや地域ごとの魚の遺伝子を残すことは遺伝的多様性（ここでは遺伝的固有性）の保全という点で重要です。

### 自然繁殖の促進

これからは、例えば「ここは禁漁によって天然魚（それぞれの川固有の遺伝子）を守る場所」、「ここは放流によって魚を増やして、釣りを楽しんでもらう場所」というように、

場所を分けてイワナを守ったり、増やしたり、利用することが大切です。

ダムや林道の建設、森林の伐採などの影響で、イワナの産卵場所は減っています。そこで水産総合研究センターは、イワナの人工産卵場の造成技術を開発しました（写真3）。人工産卵場はイワナが産卵するだけでなく、イワナの産卵を観察できる場所としても利用できます。

# 欧州市場における さけ類需要と日本のサケ

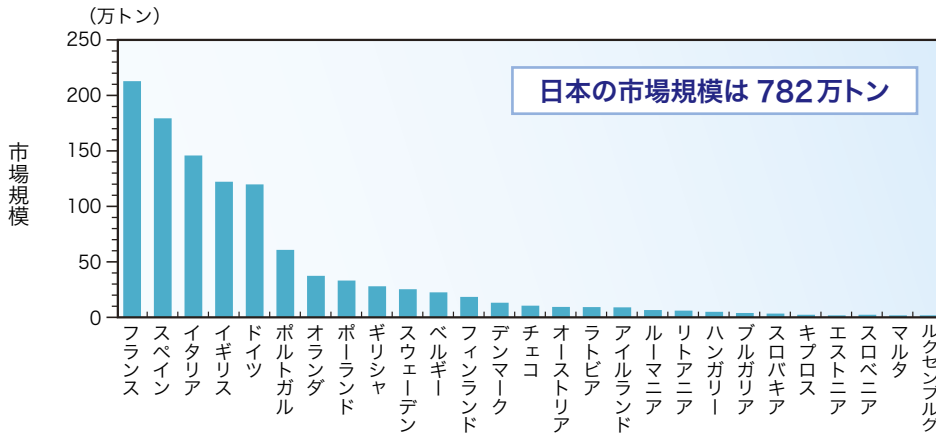


図1. 2005年のEU27か国における水産物市場の規模 (GLITMR Reportより).

## 欧州の水産物需要

食用魚介類の1人あたりの年間供給量は、日本が横ばいから減少傾向を示しているのに対して、EU諸国やノルウェーでは増加傾向にあります。今から12年後の2020年の1人あたりの年間水産物消費量は、日本を除いて、中国、EU、東欧・ロシア、アメリカ、インドで増加すると推定されています。

また、EU諸国の水産物市場の規模を2005年で比較すると、フランス、スペイン、イタリア、イギリス、ドイツの上位5か国の合計は、日本の市場規模782万トンにほぼ等しく、ポルトガル、オランダなど上位10か国までを加えると1000万トンの大きな市場となります。東欧諸国の経済発展が進めば欧州の水産物市場の規模はさらに拡大するでしょう(図1)。これらを踏まえて欧州で調査した結果をお知らせします。

## ノルウェーのサケ養殖

現在、養殖サケ(アトランティックサーモン)を年間50万トン以上生産するノルウェーは欧州を中心に輸出しています。フランス、デンマーク、ポーランド、イギリス、

スペインなどは生鮮サケの需要が多く、ロシアでは冷凍サケの需要が著しく多くなっています。ノルウェーのサケ養殖が成功した背景には、高緯度にもかかわらず恵まれた環境条件(フィヨルド地形による静穏域、沖合を流れるメキシコ湾暖流)の存在があることは言うまでもありませんが、養殖サケ輸出に向けて生産者・研究機関・漁業省などの機関が連携しつつ、水産物輸出審議会が海外マーケティングを強力に推進しています。

## 欧州市場の品質評価と日本のサケ製品

欧州では家庭で簡単に調理できる加工製品の需要が非常に高いことが、量販店の店頭における豊富な品ぞろえから確認できました。ドイツでは輸入されたノルウェー産生鮮サケを原料とする加工品の生産を高め、国内需要に対応させつつあります。

ドイツ最大の水産加工会社ドイツシーでは、毎月新製品を開発しており、クッキーと見間違えようなサケ



写真1. ドイツ最大の水産加工会社ドイツシーのサケ加工製品64品目の一例。



ドイツの多種多様なエコラベル

(ドイツシー提供)

国際的ラベル



EU・ドイツのラベル



地方のラベル



図2. ドイツの多様なエコラベル.

のオーブドブル製品を提供しています(写真1)。また、全ての水産物でスモーク製品が開発され、スモークサーモンがハムのような感覚で食されています。

ハンブルグ市内の量販店では、日本のサケ由来の加工品2点(フィレとバーベキュー用串刺し製品)が天然サケ製品として売られていました(写真2)。

この店の100gあたりの価格は、日本のサケ製品が日本円で183・198円、アトランティックサーモン製品が277・316円、さらにオーガニックサーモン製品は671円でした。

オーガニックサーモンは魚油を一切使用しないで、植物油を用いた餌で養殖されたサケで、日本のサケよりも赤みが弱いという特徴を持っています。このオーガニックサーモンが従来の養殖サケの倍以上の高価格で売られており、欧州ではサケの赤み度合以外にも、生産履歴や安全性が重要であることがわかりました。

国際的エコラベルとなったMSC認証の水産食品は世界で400万トン以上に達し、なお増加しつつあり、天然サケ製品では42%が認証を受けています。ドイツでは、MSCのほか、BIOなどのドイツ独自の認証、さらには地方レベルの認証があふれていました(図2)。

欧州市場では、養殖環境の保全や水産物の持続的利用に対する意識が高く、水産物にエコラベルを貼る認証制度が進んでいます。



日本のサケ

アトランティックサーモン

オーガニックサーモン

写真2. ハンブルグ市内の量販店の冷凍ショーケースでみたサケ加工品の一例.

# あんじいの さかな 魚菜に乾杯



第5回

## ブリのさわやかカルパッチョ ～刻み野菜ソースのトッピング～



ブリ

ブリはアジ科ブリ属の魚です。日本近海にだけ分布する固有の種で、成魚は全長1.5mにも達します。ブリの漁獲は近年5

〜6万トンで推移していますが、漁獲量よりも養殖生産量が多く、2005年度にはカルパッチョなどを合わせた「ぶり類」全体で年間16万トン近くが生産されています(図)。ブリ養殖は1927年に香川県東かがわ市引田町で初めて海を堤防で仕切った養殖が開始され、1950年代に網いけすでの養殖法が開発されたことで急激に生産量は増加し、現在でも高水準を維持しています。

ブリは成長により名前が変わり、関東ではワカシ→イナダ→ウラサ→ブリ、関西ではツバス→ハマチ→メジロ→ブリとなります。このため古くから出世魚として祝いに珍重されていて、特に西日本の正月に塩ブリは欠かせないものですし、なれ寿司の一種の「カブラ寿司」は、塩漬けたカブとブリの切り身を米糍で漬けて発酵させた珠玉の一品です。また、天然ブリ、養殖ブリ(ハマチ)とも、最も身近な刺身として全国で食されており、脂肪分が筋肉に入り込んだ寒ブリの旨さとなると筆舌に尽くし難いものです。

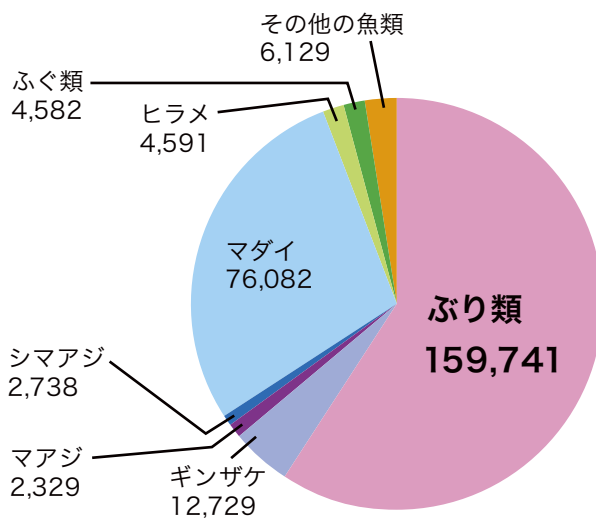


図. 2005年度の魚類養殖生産量 (単位: トン).  
「漁業・養殖業生産統計年報」より作成.

ブリは魚の中でもトップクラスの栄養を誇り、良質のタンパク質やDHAやEPAなどの脂肪酸が含まれています。また、旨味成分のヒスチジンが他の魚より多く含まれ、身が熟成されるに従って含量が多くなるので、漁獲直後よりも多少時間がたった方がより一層おいしくなります。

今回はブリの薄切りの刺身を使い、刻み野菜のソースをたっぷりトッピングしたさわやかなカルパッチョのレシピを紹介します。



## あんじいレシピ

# ブリのさわやかカルパッチョ ～刻み野菜ソースのトッピング～



ブリのさわやかカルパッチョ

### ●「ブリのさわやかカルパッチョ」の作り方

1. 玉ねぎをみじん切りにし少量の塩をまぶし混ぜて10分ぐらい置いておきます。
2. キュウリ、セロリ、赤・黄ピーマンを細かいみじん切りにしてひとまとめにしておきます。
3. 「1.」の玉ねぎに甘味が出てきたら、水分を軽く絞って、ニンニクとショウガをみじん切りにしたものを少量ずつ加えて混ぜ合わせ、そこにすし酢としょうゆをベースに魚醤を隠し味程度に加え、たっぷりのオリーブオイルを加え、カルパッチョの野菜ソースのベースを作ります。
4. そのベースに「2.」の刻み野菜を混ぜ合わせ、塩を加え味見しながら味をととのえます。最後に粉末バジルをひとつまみ加えて、野菜ソースの出来上がり。
5. 味の濃いトマトをみじん切りにし、軽く塩で味を整え粉末バジル少々とオリーブオイルで混ぜ合わせておきます。
6. 刺身用のブリをできるだけ薄い刺身にし、平皿に花のように飾り付け、全体に塩を薄く振りかけておきます。
7. その上に「4.」の野菜ソースをたっぷりとトッピングし、「5.」のトマトを添えて、最後にバジルやディルなどの生のハーブを飾り付けます。冷蔵庫で冷やして、食べる直前に好みの柑橘類を絞りかけ、出来上がり。

### ●材料(4人分)

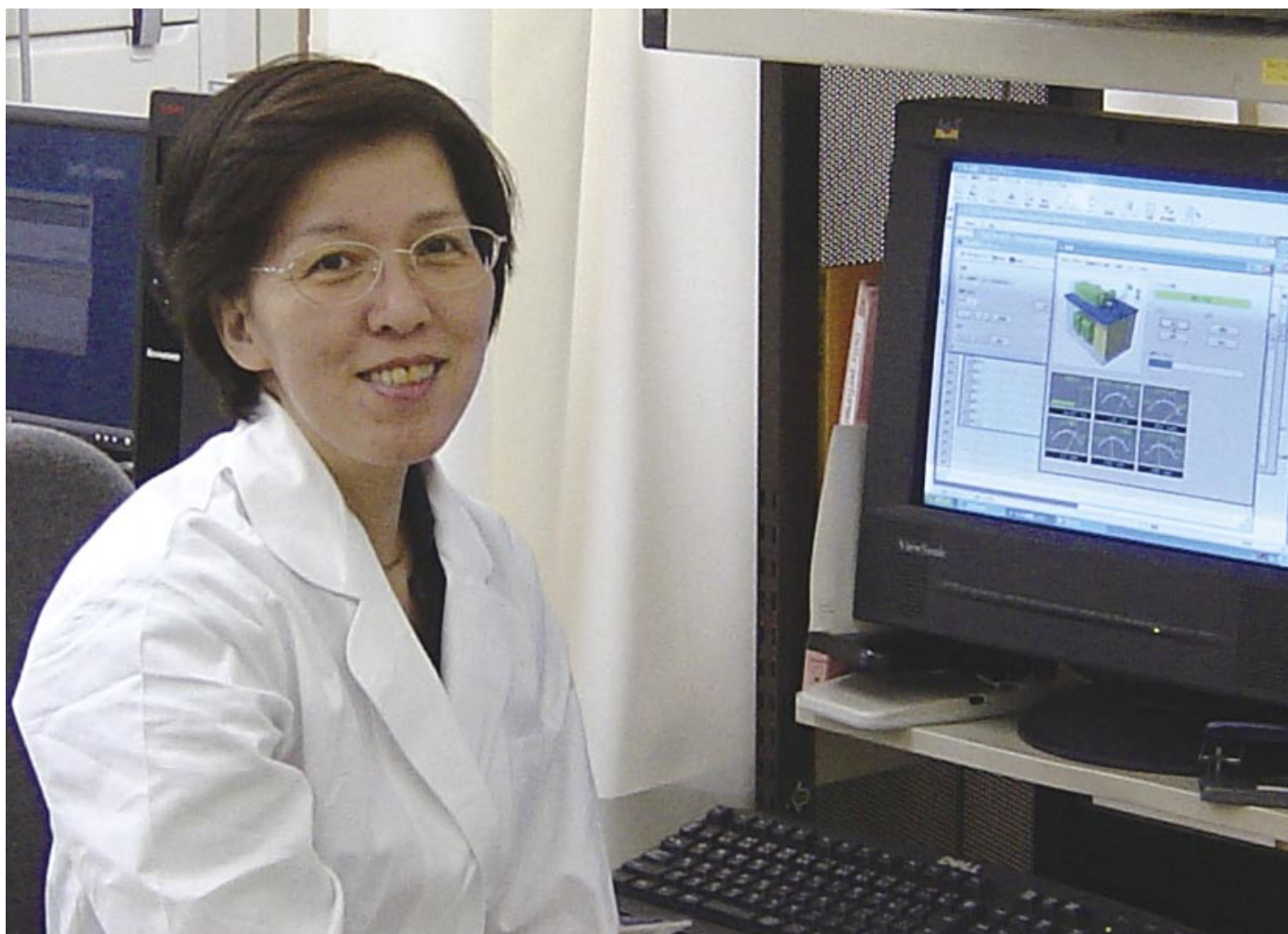
- ・刺身用のブリ(1さく)
- ・塩(少々)
- ・トマト(1個)
- ・生のハーブ(適宜)
- ・野菜ソース
  - ・玉ねぎ(1/4)
  - ・キュウリ(1本)
  - ・セロリ(半分)
  - ・赤・黄ピーマン(1/4)
  - ・ニンニク(少々)
  - ・ショウガ(少々)
  - ・すし酢(小さじ1)
  - ・しょうゆ(小さじ1)
  - ・魚醤(少々)
  - ・エキストラバージンオリーブオイル(大きじ2)
  - ・粉末バジル(少々)



# 山下 由美子

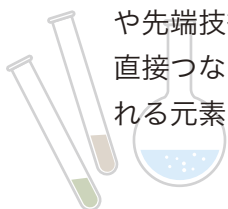
YAMASHITA YUMIKO

# 人物往来



## 科学者の視点と消費者の視点が交差する 中央水産研究所 利用加工部 食品バイオテクノロジー研究室 山下 由美子さん

全国各地から地道に研究を行っている研究者やそれをサポートする職員を毎回ピックアップしていくこのコーナー。連載16回目は、中央水産研究所 利用加工部 食品バイオテクノロジー研究室の山下由美子さんです。山下さんの研究室では、バイオテクノロジーや先端技術を利用して水産物の生産技術や原産地を推定する手法など、私たちの食生活に直接つながる研究を行っています。その中で山下さんはノリやウナギ、アサリなどに含まれる元素を分析し、産地判別を行う手法をも研究しています。



## 純粋理化学からの水産入門

中里…海をわたる風が気持ち良さそう…。今回は海岸線を走る金沢シーサイドラインに乗り、横浜の観光地としても有名な八景島を横目で見つつ、横浜市金沢区にある中央水産研究所にやってきました。

ここには、水産総合研究センター唯一の利用加工部があり、食品化学系研究を行っています。水産物の安全や安心を守る砦<sup>とりで</sup>といったところですよ。さっそく山下さんの研究室におじゃまします。

わあ、化学薬品の酸っぱいようなにおいがして、学生時代の理科実験を思い出しますね。

山下…実験室はまた別にあるんですけど、そういうえばここも独特のにおいかもしれませんね。

中里…山下さん、白衣が似合いますね。正統派って感じです。

山下…いえいえ、私は大学院を卒業するまで海なし県の埼玉から出たことがありませんでした。大学院も理学研究科の化学専攻でしたし、水産の研究からすれば自分では<sup>シ</sup>変わりり種<sup>シ</sup>かなって思っているんですよ。

### 学生時代からのくされ縁は元素物質セレン

中里…大学ではどのようなことをされていたのですか？

山下…化学元素の<sup>シ</sup>セレン<sup>シ</sup>っていう物質から<sup>シ</sup>トロポセロン<sup>シ</sup>という(有機)化合物を合成することだったのですが、このセレンとは

学生時代からのくされ縁で、いまでも取り組んでいます。

中里…セレン???

山下…魚肉などに含まれている必須元素です。これが欠乏すると<sup>けしやみびょう</sup>克山病などの心臓障害になったりして、中国で問題になっています。とりすぎても皮膚やつめに異常をきたします。今のところ日本人は程よくとっているので問題ないですけど。大学ではこのセレンの芳香物化合物を作ろうとしましたが、すごく不安定な物質なので苦労しました。いまだに当時のことはトラウマです。

中里…現在もセレンの研究を行っているんですね？

山下…そうですね。セレンとは15年以上のつきあいになります。いまはカツオやマグロの血合肉に含まれているセレンを取り出して、化学構造と生理作用を調べています。血合肉にはなぜかセレンが多く含まれています。セレンはマグロ肉に含まれる水銀の毒性軽減に役立つている可能性があります。

### 微量元素分析による原産地判別

中里…「食の安全と安心」という言葉を耳にするようになって久しいですが、消費者にとってはどこで獲れた魚であるとか、どこで養殖されたのかという産地表示が選ぶ上で重要な基準です。ところがウナギの産地偽装などのニュースが後を絶ちません。そこで科学的に原産地を判別したり推定したりすることが求められているわけですが、山下さんは、これを微量元素分析

という手法で行っていると聞いています。この微量元素分析について教えてください。

山下…魚や貝などの水産物は、その育った水や餌などが蓄積されて体内の組織の成分に反映されます。そこで、組織にわずかに含まれているセレンやマンガンなど複数の元素を「誘導プラズマ質量分析計」という機械で分析すると、養殖された地方や獲れた海域で成分組成の特徴が出てきます。この手法を使って産地判別や推定を行います。

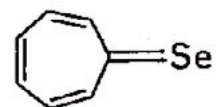
中里…水産物以外でも使われているのですか？

山下…例えばタマネギやシイタケ、黒大豆などでは利用が進んでいます。

中里…産地判別というと、遺伝子情報のDNAなどで行うと思っていました。

山下…DNA分析は、例えばヨーロッパウナギとニホンウナギなど種が違う場合とは同種でも有効です。でも、同じ魚種で養殖された国や県が違う場合などは、判別するのが難しくなります。そこで飼育された水や餌などから取り込まれた元素組成からどこで育ったかを判断します。

中里…アサリの場合も、DNAによる分



山下さんが学生時代に手書きしたセレン化合物トロポセロン

カツオ、マグロの血合肉から精製した「セレン化合物」







## やました ゆみこ

1961年生まれ、埼玉県熊谷市出身  
 埼玉大学大学院理学研究科化学専攻の修士課程修了、その後、水産庁に採用され、東海区水産研究所（現中央水産研究所）保蔵部冷凍研究室に配属、以降、ずっと中央水産研究所で水産物の化学系研究に取り組んでいる。  
 家族は夫と4人のお子さん。

取材  
 経営企画部広報室 中里智子

析と微量元素分析を組み合わせて判定していると聞いています。

**山下**…アサリは、DNA分析で中国産と北朝鮮産は同じグループで、日本産と韓国南岸産が同じグループということまではわかってきました。ところが日本産と韓国南岸産を区別することは、DNA分析では難しいのです。

中里…日本では外国からアサリの稚貝を輸入して、放流したりしていますよね。そういうことから、日本で育ったのか外国で育ったのかを区別するのは難しいでしょうね。

**山下**…そうなんです。そこでアサリが育った環境に含まれている微量元素がアサリの貝殻などに蓄積しますので、これを元素分析によって産地ごとに特徴のある微量元素を特定する研究を進めています。少なくとも日本産のアサリと外国産を判別できることを目標にしています。

中里…いつ頃実用化できますか？

**山下**…この研究を開始したのは2006年で、当時北朝鮮からのアサリ輸入を制限しなければならなかった事件が契機でした。当時いつ頃できますか、と聞かれてつい「3年後をめぐり」と答えてしまいました。当時の新聞を見ると2008年に実用化と書いてあった、そんな先のことと思っていた時期が今年になってしまい、ちょっと焦っています。

## 産地判別はとても難しい

中里…この産地判別手法開発はどんなところが難しいですか？

**山下**…まず、分析に時間がかかる。

中里…どんなところに？

**山下**…ウナギやアサリの組織を切り出し、マイクロウェーブ分解器で熱分解して元素を測る試料を作りますが、この試料を作るのが大変です。外からの元素が混入するのを防ぐために手袋まで酸で洗浄するなどとても気を遣います。それから試料を誘導プラズマ質量分析計という機械で、元素がどれくらい含まれているか測定します。

中里…マイクロウェーブって、この電子レンジみたいな器械ですね？

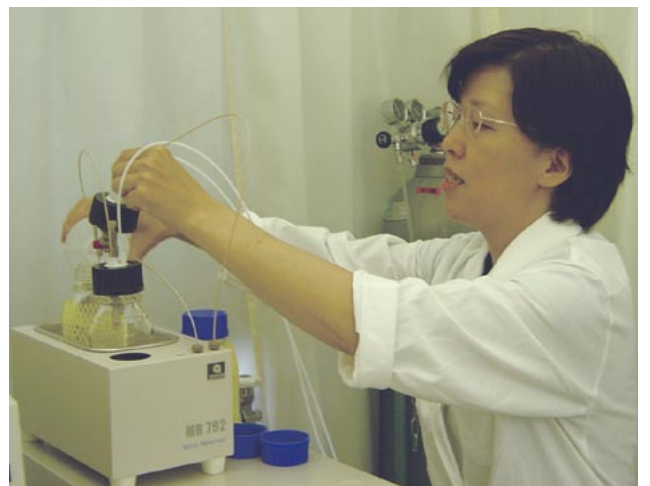
**山下**…この分解器が1台しかないんですよ。これもネックです。

中里…うーん、買って欲しいですよ。電子レンジじゃなくてマイクロウェーブ分解器。それで1日どれくらい測定できるのですか？

**山下**…多くて7検体です、少ないと半分のこともあります。ひとつの産地の特徴を把握するために少なくとも50検体測定するんです。

中里…時間とお金がかかりますね。

**山下**…それとこの研究開発は、農林水産消費安全技術センターと共同で行っているのですが、検査の現場で使うことが目標なので、マ



質量分析計で微量元素を分析する山下さん



ニューアル化してきちんと測れる技術であるかどうかポイントになってきます。万一間違った検査結果を公表すれば消費者が不安になったりするなど、影響がとて大きいので慎重になります。

中里…山下さんはとても落ち着いていらつしやるようですが、実験で失敗することなどありますか？

山下…それが、1日1回は失敗します。薬品を入れる順番を1回とばしたり、カウントを間違えたり。でも1回間違えると次から注意するようになるので、失敗すると、ああ今日のノルマは終わったな、とホッとしたりします。

### 食べる人の目線で

中里…山下さんはご夫妻で同じ分野の研究に



電子レンジではありません、マイクロウェーブ分解器です

取り組んでいらつしやいます。

山下…私はこれまで品質管理研究室にいたのですが、今年からこの研究室に移りました。先ほど紹介したセレンの分析技術開発に一緒に取り組んでいます。

中里…そうすると、山下家ではたとえばスーパーで魚を選ぶ時にも、このなんとかマグロは血合肉が多くてセレンをたっぷり含んでいるから今日はこれにしよう、なんて会話だったりして？

山下…でも、やっぱり値段で選んじやいますけど。

中里…同じですね。山下さんは海藻の重金属についても研究しているとうかがっています。山下…いまはひじきに含まれるヒ素についてどういう部位にどういう形態で含まれているのかを調べています。ひじきに含まれるヒ素



洗濯機ではありません、遠心力で沈殿と上ずみを分離する器械です

は茎の部分の外側に多く、これを取り除くと、とても少ないんですよ。芽ひじきも少ないです。

中里…面白い結果ですね。ひじきのヒ素はどうすれば取り除けますか？

山下…ひじきの中に含まれるヒ素は5価のヒ酸で、水にさらすことでもかなり減ります。高温にするほど早く溶解するので、20℃の水で30分かかるところが、80℃では5分程度減ります。

中里…まさに食卓の科学ですね。

山下…ひじきの研究をするようになってから、ひじきの煮つけをつくる回数が増えました。

中里…研究も実際に食べる人の視点で取り組んでいらつしやるようで、心強いです。

山下…何を食べればよいのか、安心を判断するのは消費者の皆さんですよ。私たちは水産物の中に何がどれだけ含まれているか成分を把握するのが仕事です。これをリスク分析というのですが、リスク評価、リスク管理の基本になるものです。

中里…安心を見えないところで支えているんですね。今日はとても研究が身近に感じられて楽しかったです。消費者のひとりとしても山下さんに期待しています。ありがとうございます。



分析材料の芽ひじき(右)と茎ひじき(左)です



# 水産業の省エネルギー化に向けて

## 「水産業エネルギー技術研究会」を発足

近年の急激な燃油価格の高騰で、水産業、特に漁船漁業の経営は採算がとれず危機的な状況に直面しています。このままでは、漁業者は廃業へ追い込まれ、食料自給率の向上どころか、現状の生産量の維持さえ困難になると予想されます。水産総合研究センターは、こうした状況に対応するため、学識経験者などで構成する「水産業エネルギー技術研究会」を発足しました。

漁船漁業では、収益性を向上させるために従来から速力抑制や操業法の見直し、LED光源の集魚灯への導入（写真1）や船型改良（写真2）など、ソフト・ハード両面から様々な省エネルギー技術の研究開発が行われてきました。

しかし、研究開発は個々の省エネルギー技術の開発に終始し、将来的な生産構造を考慮した総合的で体系的な視点からは実施されていません。将来の地球環境問題や燃油高騰問題に水産業が適確に対応するためには、漁船漁業をエネルギー消費の視点から見直す必要があります。

研究会では、将来的な生産構造を考慮し

た中長期的観点に立脚した水産業のエネルギー消費に関する体系的な研究開発の推進や、開発された技術を現場へ導入するための施策などについて検討します。そして、日本の漁船漁業をはじめ養殖業や流通も含めた水産業の効率的なエネルギーの利用による経営の安定化を図ります。1回目の研究会を8月8日に開催し、水産業にお

ける省エネルギー技術開発の現状に関するレビュー、緊急に取り組むべき課題と中長期に取り組む課題の整理を行い、これらの課題を効率的に推進するために、所要の作業部会を立ち上げて検討を始めています。また、利用可能な省エネルギー技術が、現場で利用できるように情報発信していきます。



写真1. 従来の金属ハライド灯とLED水中灯（円内）。

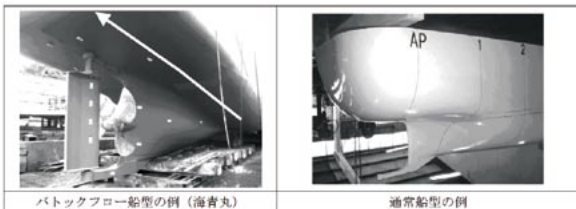


写真2. 波の抵抗が少ないバトックフロー船型。  
船尾の形状をなだらかに切り上げることで、船尾の流れを改善して抵抗を低減する。

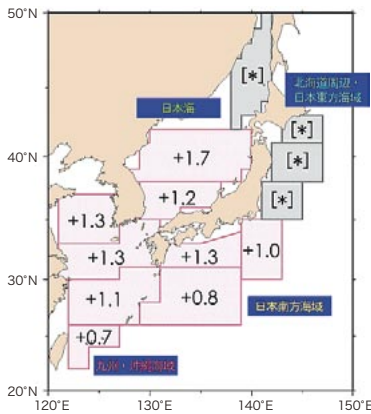
# 地球温暖化に3本の柱で挑戦

## 「水産総合研究センター地球温暖化対策研究戦略」の策定

地球温暖化がかなりの速さで進行し、近年みられる海洋生態系や水産資源における様々な変化への関与が指摘されています。例えば、東北沖でサワラが漁獲されるなど、これまであまり観察されなかった暖水性魚類の出現が報告されるようになりました。水産総合研究センターは、このような状況に対応するため、今後5～10年程度を視野にした地球温暖化対策研究戦略を今年7月に策定しました。

当センターの地球温暖化対策研究は、これまで、豊富なモニタリングデータをもとに、温暖化の影響評価を中心に進めてきました。その成果をもとに、今後はさらに、①水産生態系における温室効果ガス収支モデルの開発、水産業における省エネルギー対策技術、バイオマス資源循環利用技術などの温暖化防止技術、②温暖化の進行による水産業への影響を低減するための温暖化適応技術、③国際機関で実施する温暖化関連プログラムとの協調や東アジア域での共同研究の実施などの国際共同研究の3本柱を基本とした温暖化対策研究を推進しま

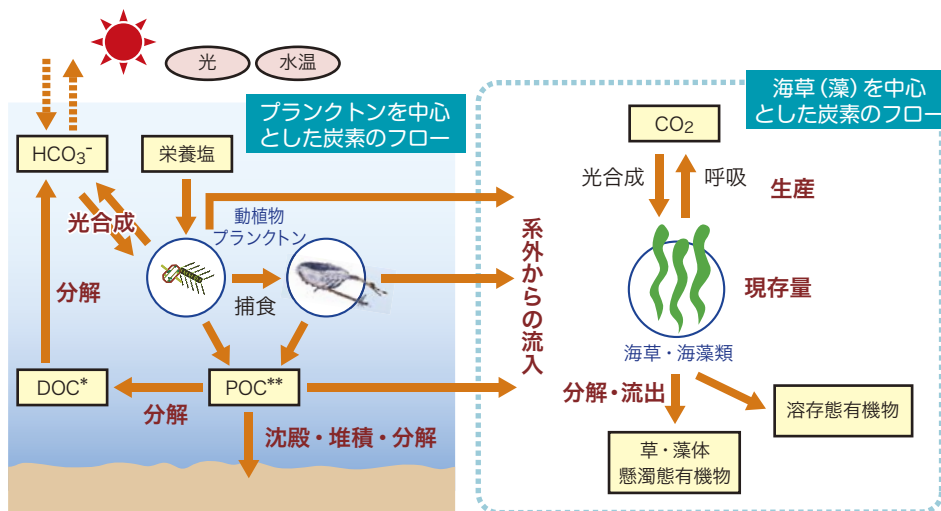
す。なお、推進にあたっては、海洋と陸域のつながりやライフサイクルアセスメントを考慮しながら、水産資源の安定供給、水産経営の発展に資する研究開発をめざします。得られた成果は直ちにわかりやすい形で国内外に効果的に発信するとともに、水産業の現場で実証し、普及に努めていきます。



日本近海の海域平均海面水温（年平均）の長期変化傾向（℃/100年）

資料：気象庁

※「\*」は、統計的に有意な長期変化傾向が見出せないことを示します。



プランクトンを中心とした沿岸域での生態系モデルに  
海草（藻）を組み込んだ藻場生態系のモデルの構築  
（\* DOC：溶存態有機炭素、\*\* POC：懸濁態有機炭素）



## 東京ビッグサイトでシーフードショー 3つのセミナーで話題提供

国際展示場「東京ビッグサイト」で7月23日～25日、第10回ジャパン・インターナショナル・シーフードショーが開催されました。この催しは、日本だけでなく、世界各国の水産物と水産関連技術を紹介し、商談、情報交換の場として、日本の水産と水産食品業界の発展に寄与するため、社団法人大日本水産会が主催しています。今回のシーフードショーには、約500の展示者と13か国と1地域が参加しました。水産総合研究センターも研究開発成果を紹介するため、セミナーと展示を行いました。

セミナーは、第3回水産技術交流セミナー「目指せ、養殖革命 最先端の飼育装置」、国内のまぐろ研究者、企業と一体となった「最新！まぐろ研究事情」と「カタクチイワシの新しい加工技術と付加価値アップ」の3つを開催しました。どのセミナーも、予定していた定員をオーバーするほど盛況でした。

展示ブースでは、第3回水産技術交流セミナーに関連した自発撰餌装置、回転水槽、泡沫分離装置の展示

と実演デモンストレーション、漁獲物の付加価値向上や差別化をはかるための様々な取組と、カタクチイワシの加工技術の紹介をしました。また、沖縄めかツオと新凍結メバチの刺身、カタクチイワシの猫まんま、チーズトースト、蒲鉾の試食を行い、大変好評でした。

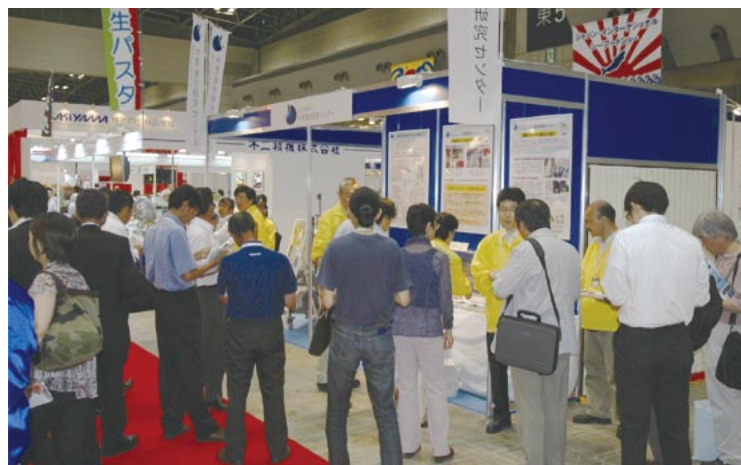
期間中、会場にはのべ2万7千人が来場し、当センターの展示ブースにも3千人を超える人が訪れ、それぞれの説明や試食などに関心を持っていたできました。



熱心に耳を傾けるセミナー参加者



好評だった試食(写真は新凍結メバチの刺身)



たくさんの人が訪れた当センターの展示ブース

## サマー・サイエンスキャンプ2008 「フィールド研究が地球を救う」を開催

8月12日～14日までの3日間、水産総合研究センター中央水産研究所で、独立行政法人科学技術振興機構が主催する高校生のための先進的科学研究技術体験合宿プログラム「サマー・サイエンスキャンプ2008」を開催しました。

サイエンスキャンプは、高校生が科学技術に関する興味・関心を高め、知的探求心を育てることを手助けするため、本格的な実験や実習を主体として、全国の大学や公的研究機関、企業の研究所などが受け入れ機関と



磯生物の採集

して実施しています。

今回の当センターのキャンプテーマ「フィールド研究が地球を救う」には、応募した中から選ばれた高校生10人が参加しました。

1日目は海洋学、遺伝子研究の最新見解として研究施設などや調査船蒼鷹丸の見学。2日目はフィールド実習として磯生物を採集し、その種の同定や標本作製を行い、「沿岸資源およびその管理」、「なぜフィールド研究者になったのか？」の2つの講義。3日目は海洋観測による海洋構造把握実習と「ちきゅう、南極生態系、漁業」の講義。最後にこのサイエンスキャンプの感想発表とキャンプテーマについて総合討論を行って終了しました。

参加した高校生からは「学校の授業では絶対に学べない体験をした」、「次から次に新しい知識、体験、発見があり、楽しかった」、「南極をはじめとする地球環境の変化に驚いた」などの感想があり、おおむね好評でした。

なお、今後「ウインター・サイエンスキャンプ2008」を西海区水



採集した磯生物の種の同定



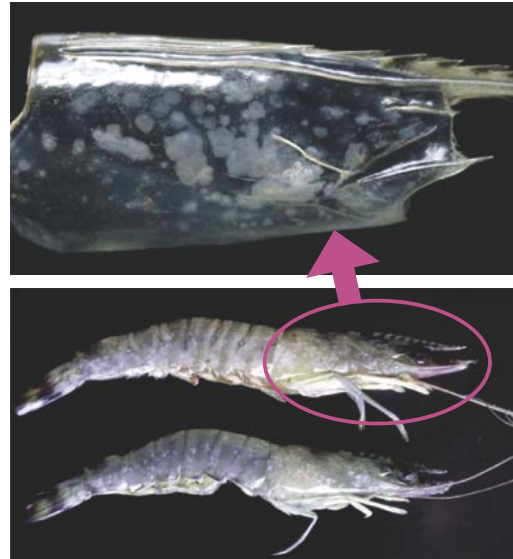
講義「なぜフィールド研究者になったのか？」の様子

産研究所で、「スプリング・サイエンスキャンプ2009」をさけますセンターで開催する予定です。

# クルマエビのホワイトスポット病用経口ワクチン

1993年に西日本のクルマエビ養殖場で初めてホワイトスポット病（写真）が発生し、国内養殖漁業に大きな被害（79億円の生産額に対して25億円の被害）をもたらしました。

種苗生産過程でのこの病気の原因ウイルス（white spot syndrome virus: WSSV）（図1）の主な感染経路は、親エビからの伝播であるため、WSSVを持っていない親エビの選抜と受精卵の消毒、さらに殺菌処理海水での飼育などで、WSSVを持たない種苗を作ることが可能になりました。



写真。病エビの症状。

ところが、中間育成場や養殖場では、飼育池にいるWSSVを持った甲殻類や飼育海水を介してウイルスが伝播するため、いまだにこの病気による被害が発生しています。

エビ類などの無脊椎動物は、魚類やほ乳類と異なり、抗体を持たないため、免疫機構については良くわかっていませんでした。しかし、WSSVに感染し生き残ったエビや、WSSVのタンパク質を注射したエビがこのウイルスに対する抵抗性を示すなど、エビにも免疫様現象があることが報告されたため、共同出願

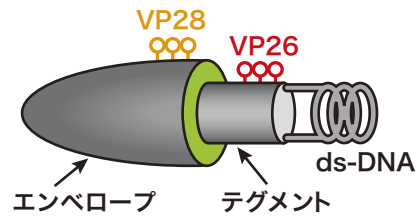


図1. ホワイトスポット病原ウイルス。

者と共にWSSVのワクチン開発に着手しました。

養殖現場で実際に利用可能な経口投与での予防効果を研究したところ、大腸菌で作らせた2つのウイルススタンパク質（VP26（テグメントタンパク質由来）およびVP28（エンベロープタンパク質由来））をクルマエビに経口投与することによりWSSVに対する防御効果を得られることがわかりました（図2）。

今後、エビ類養殖でのワクチンを用いた予防策の構築を目指します。

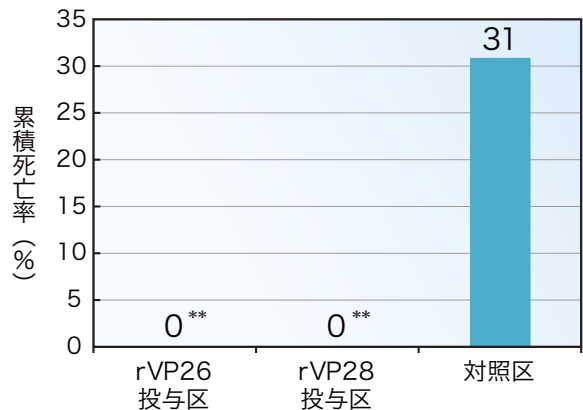


図2. クルマエビへのrVP26およびrVP28の経口投与による累積死亡率。

\*\*：投与対照区との比較から各区の累積死亡数の有意差検定結果（ $P < 0.01$ ）。



# 有限及び無限喫水極小造波抵抗理論に基づく 船型設計プログラム

船舶が航行時に水から受ける抵抗のうち、造波抵抗(\*)は船の速度が高速になるほど大きな割合を占めます。

造波抵抗は船体形状によって著しく増減するため、設計上はその低減に十分な配慮が必要ですが、残念ながら漁船の場合には必ずしも適切な配慮がなされていません。

そこで今回、極小造波抵抗理論と呼ばれる、排水量、浮心位置などの条件を保ちながら造波抵抗を極小にする船型を求める理論に基づいて計算プログラムを開発しました。

このプログラムでは、船型は船体の肥瘠度を表す係数Cpと排水量の長さ方向分布によって表され、設計フルード数(\*\*)において造波抵抗が極小値をとる船型を変分法により求めることができます。

通常、船の喫水が無限に深いと仮定して変分法の方程式を単純化した無限喫水の極小造波抵抗理論が用いられませんが、事前の研究で漁船のような高フルード数船には適用に限界があることが判明したため、その間

題が生じない有限喫水の極小造波抵抗理論に基づいてプログラムを作成しました。

プログラム化した理論の特徴と計算法の詳細については、水産工学研究所技術報告30号(2007)に詳しく記しています。また、本プログラムを活用したサンマ棒受け網漁船の設計についてFRAニュース14号の「漁業者にやさしい漁船の開発」の中で記載していますので併せて参照してください。

昨今の原油の高騰によって、漁業にも一層の省エネルギー化が要求されています。本プログラムが漁船の省エネルギー化に少しでも役立つことを期待しています。

\*造波抵抗…航行時に船体が波を造ることによって生じる船体抵抗。

\*\*フルード数…船速を船長と重力加速度の積の平方根で除して得られる無次元化された速力で、造波抵抗と密接な関係がある。

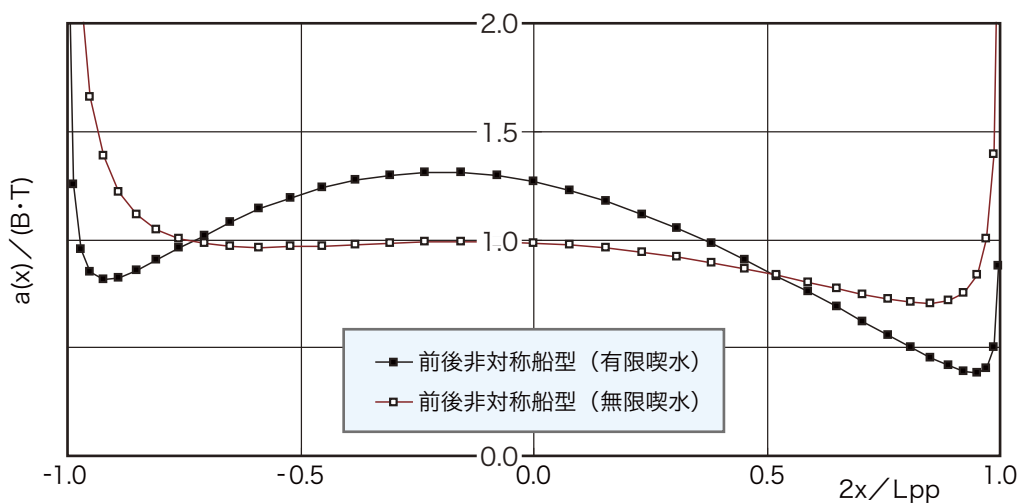


図1. 設計フルード数0.470における長さ方向排水量分布の最適化計算例。  
(縦軸は船体の断面積を幅と喫水で除して無次元化した値、横軸は右が船首、左が船尾を表す)

# アユの病気（冷水病）を予防するワクチンを開発

冷水病は、アユやサケ科魚類に流行する細菌性の感染症で水温が低下すると発症します。アユが住んでいる河川の2割を超える水域で発生し、養殖場でも推定年間数億円の被害を引き起こしています。冷水病菌の感染を防ぐためには、経済的にも食の安全安心の観点からも、抗生物質などの薬剤を使用するより、魚類が本来持つ免疫機能を活用するワクチン投与が有効です。ワクチンの有効成分は、病原性を失わせた病原体（細菌、ウイルスなど）です。あらかじめワクチンを魚類に接種すると、その病原体に対する抵抗力が高まります。

冷水病菌に対する最適なワクチンを開発するため、まず、いろいろなタイプのある冷水病菌の中から最もワクチンに適したタイプの菌を見つけました。また、この菌を大量に培養し、凍結乾燥する方法を開発し、ワクチン製造技術を確認しました。さらに、これまでの手間がかかる注射法にかわって、より簡便で大量に処理できるよう

に、ワクチン液にアユを入れ皮膚などから吸収させる浸漬接種法を確立しました（写真、図）。このワクチンは、水温が15～25℃の時に使用可能で、少なくとも製造後1年間は有効性が維持されます。

これらの成果を受けて、現在、共

同研究機関であった製薬メーカーにより、製造・販売承認申請に向けた試験が進められています。また、研究過程で開発された冷水病菌の遺伝子型の判別法は、「アユ冷水病防疫に関する指針（2008年3月改訂版）」に反映されました。

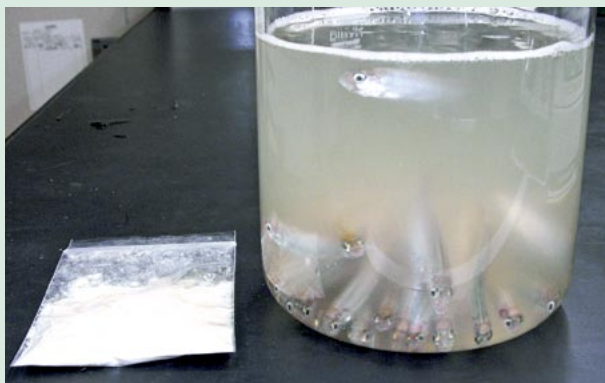


写真. 凍結乾燥ワクチン（左）とその使用方法.

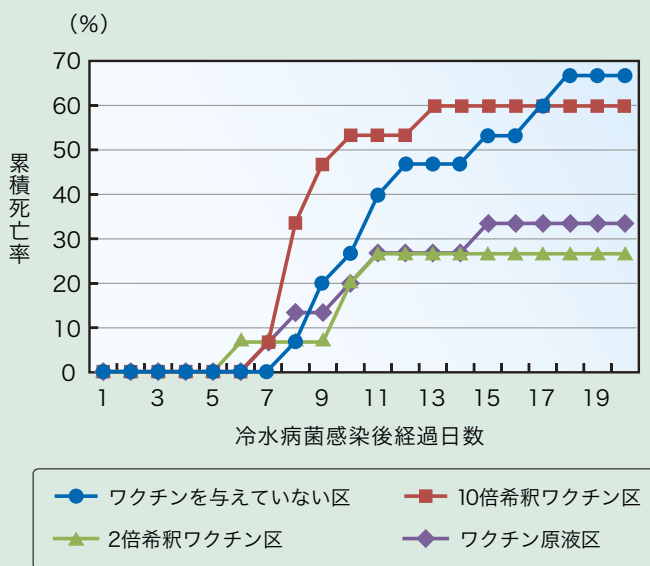


図. 凍結乾燥ワクチンの有効性.

# 長年の研究が実る 世界で初めてズワイガニの 種苗量産に成功

PICK UP PRESS RELEASE

ズワイガニはふ化してから約2か月かけて、ゾエア期、メガロバ期へと脱皮を繰り返しながら稚ガニになります（写真）。この間の飼育は細菌感染症が発生するなど非常に難しく、1969年に福井県水産試験場が世界で初めて稚ガニの生産に成功してから2002年までは年間最高1500尾のレベルに留まっていました。

水産総合研究センターでは、小浜栽培漁業センターで1984年からズワイガニの種苗生産技術の開発を進めてきました。2005年まではゾエア期の飼育条件の解明に取り組み、水流を起こして幼生を強制浮遊させる攪拌機を用いた飼育方法の開発や餌料の栄養強化方法の解明などで、10万尾規模のメガロバの生産が可能となりました。

2006年からはメガロバ期の飼育条件の解明に取り組みました。水槽底の沈殿物による細菌感染防止のため、ゾエア期の後期に新しい水槽に移動させることや、適正飼育水温を把握したことで、大型水槽を使用した量産規模での飼育に成功し、本年度、過去最高の稚ガニ1万8412尾を生産することができました（図）。

今後は、さらに安定的な稚ガニの量

産技術の開発を進めるとともに、生産された種苗を活用した飼育試験や放流試験などに取り組み、ズワイガニの資源増大につなげたいと考えています。

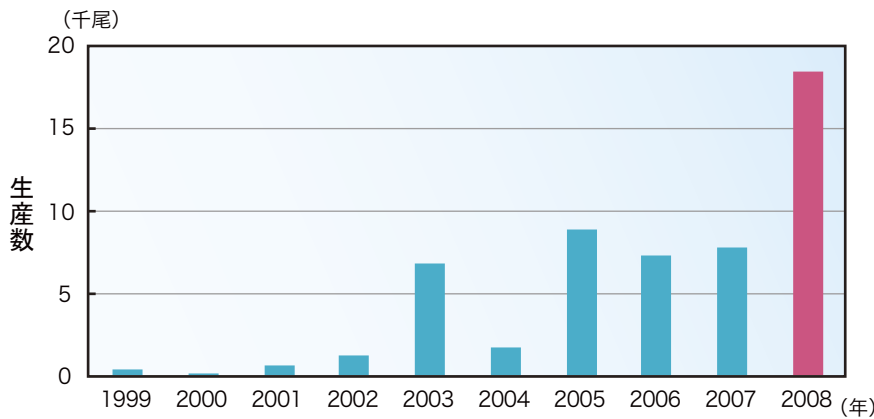


図. 稚ガニの生産数の推移。

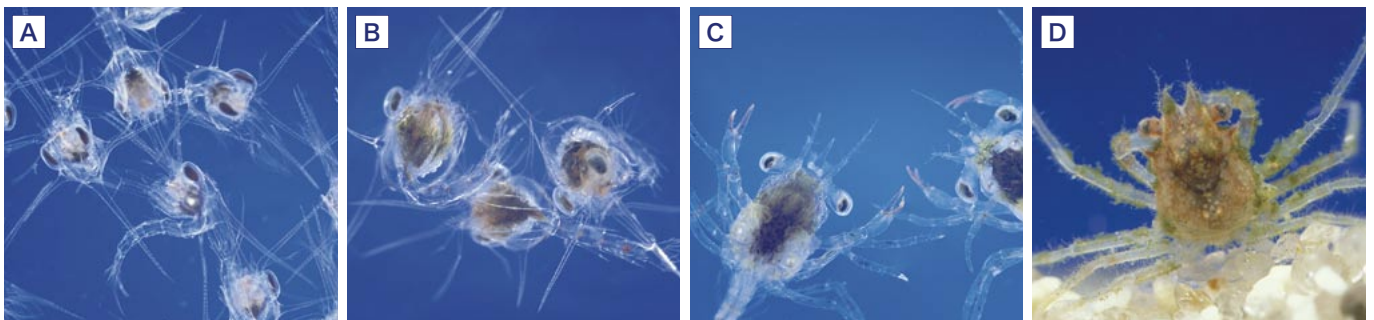


写真. ズワイガニの各幼生。

A : 第1 齡ゾエア、B : 第2 齡ゾエア、C : メガロバ、D : 第1 齡稚ガニ。



# 日本海海況予測システム JADEの運用開始

—日本海の海況を数値モデルで予測—

PICK UP PRESS RELEASE

これまで、海況（水温や流れの方向と強さ）の把握は調査船による現場観測に多くを依存してきましたが、日本海を広くカバーするのは困難で、観測回数も限られていました。また、観測衛星による情報も海の表層だけに限られています。

このたび、水産総合研究センターで運用を開始した「日本海海況予測システムJADE (Japan sea Data assimilation Experiment)」(図1)は、九州大学応用力学研究所が開発した海況予測モデル(観測衛星による海面水温・海面高度データ)に水産試験研究機関の調査船が観測したCTDデータ(表層から水深数百メートルまでの水温・塩分データ)を準リアルタイムに反映させることで、5年前から現在までの1日毎の日本海の海況を高精度に再現するとともに(図2)、2か月先までの1日毎の予測計算を行います。結果は、今年5月からウェブ上で公開していきます(<http://jade.de.affrc.go.jp/jade/>)。

本システムは、スルメイカなどの重要水産資源の変動要因の解析をはじめとして、水産資源の分布把握や大型クラゲの漂流予測など、水産海洋環境の

研究に広く役立ちます。また、漁業者や海を利用する一般の人々にも有用な情報を提供できます。

本システムの運用は水産庁の委託事業「資源動向要因分析調査」によるものです。



図1. 日本海海況予測システムJADEのウェブサイト入り口画面。  
作画範囲(水平断面5種類、鉛直断面5種類)、作画要素(水温・流速)、作画日(過去5年～2か月先迄)を選択する。

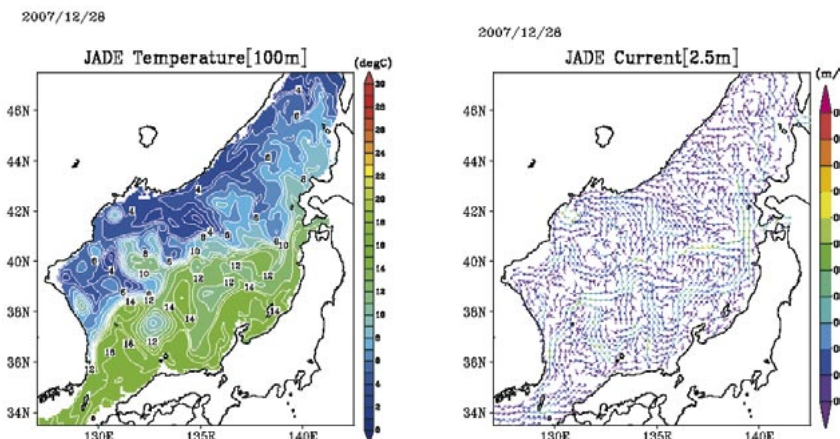


図2. サンプル画像(2007年12月28日)。  
左図: 100m深水温, 右図: 2.5m深流速。

# 南方系海藻の藻場が九州で拡大

PICK UP PRESS RELEASE

これまで主要な分布域が九州南岸（主に鹿児島県）に限られていた南方系ホンダワラ類の藻場（\*）が西岸（長崎県）や東岸（宮崎県）でも普通に見られるようになり、1960～1970年代と比較して分布が拡大、西岸域では北上していることが調査によってわかりました。また、長崎市周辺には、多年生種により年中大型海藻が茂っていた。四季藻場が少なくなり、代わって、南方系ホンダワラ類が優占し、晩冬から初夏の数か月間以外は磯焼けになる。春藻場が多くなっていることも明らかとなりました。

藻場は海のゆりかごと呼ばれ、いろいろな生物を育む役割を果たしていますが、その構成種が変わることや、磯焼け状態が長くなることは、ゆりかごととしての機能に様々な影響を及ぼす可能性があります。

水産総合研究センターでは、今後も、南方系ホンダワラ類の藻場がさらに拡大するかどうか、在来種の藻場と比較してアワビなどの磯根資源を育む機能はどの程度なのか、周辺環境や水産生物への影響など、関係機関と連携して進めます。

\*大型海藻が多く生えている場所

本研究は農林水産省の「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」などにより、2007年度から九州各県の水産試験研究機関などとの共同で実施しているものです。

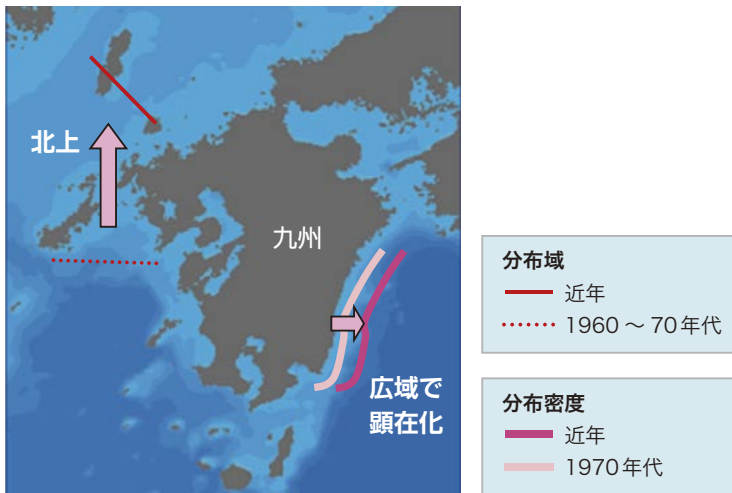


図. 南方系ホンダワラ類藻場の九州東西両岸における分布変化のイメージ。

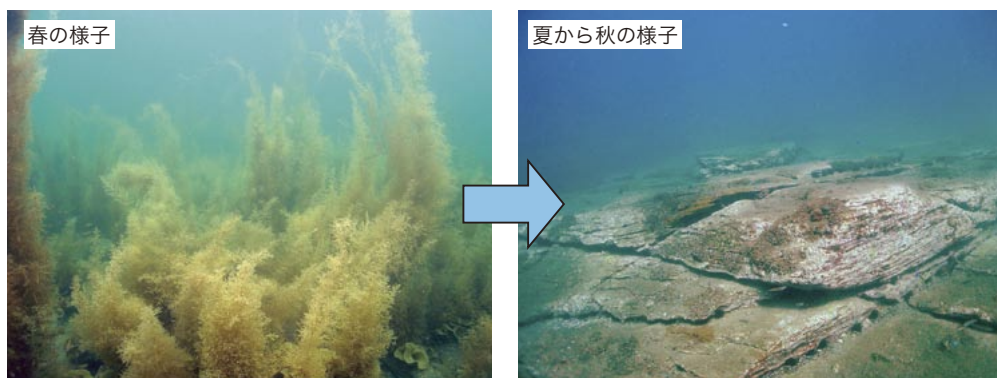


写真. 季節によって激変する春藻場の景観（同じ場所で撮影）。

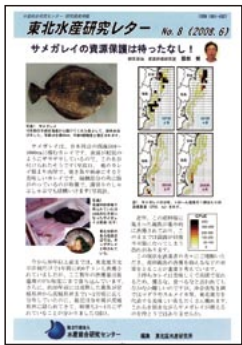
## おさかな瓦版 No.23、24



発行時期：平成20年6月、8月  
問い合わせ先：経営企画部広報室  
掲載内容：当センターの取り組みなど水産に関することを分かりやすく紹介

下記ホームページで全文が参照できます。  
<http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/letter/no23.pdf>  
<http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/letter/no24.pdf>

## 東北水産研究レター No.8



発行時期：平成20年6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：東北区水産研究所における研究開発情報などの紹介

下記ホームページで全文が参照できます。  
<http://tnfri.fra.affrc.go.jp/pub/letter/8/letter8.pdf>

## 日本海リサーチ&トピックス 第3号



発行時期：平成20年6月  
問い合わせ先：日本海区水産研究所業務推進部業務推進課  
掲載内容：日本海区水産研究所、能登島、小浜、宮津栽培漁業センターにおける研究開発情報などの紹介

下記ホームページで全文が参照できます。  
<http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/publication/R&T/R&T-3.pdf>

## 研究の葉<sup>しおり</sup> 第3号



発行時期：平成20年7月  
問い合わせ先：水産工学研究所業務推進部業務推進課  
掲載内容：伊勢湾・若狭湾環境情報データベースの構築 ほか36編

下記ホームページで全文が参照できます。  
[http://nrife.fra.affrc.go.jp/seika/H20/H20\\_seika\\_index.html](http://nrife.fra.affrc.go.jp/seika/H20/H20_seika_index.html)

## 北の海から 第2号



発行時期：平成20年8月  
問い合わせ先：北海道区水産研究所業務推進部業務推進課  
掲載内容：北海道区水産研究所における研究開発情報などの紹介

下記ホームページで全文が参照できます。  
<http://hnf.fra.affrc.go.jp/H-jouhou/news/kankoubutsu/kitanoumikara02.pdf>

## 栽培漁業技術開発研究 第35巻第2号



発行時期：平成20年3月  
問い合わせ先：業務推進部栽培管理課  
掲載内容：ヒラメ受精卵のポピドンヨード剤による消毒効果の検討 ほか6編

下記ホームページで全文が参照できます。  
[http://ncse.fra.affrc.go.jp/03kankou/031giken/giken35\\_02.pdf](http://ncse.fra.affrc.go.jp/03kankou/031giken/giken35_02.pdf)

## 栽培漁業センター技報 第8号



発行時期：平成20年7月  
問い合わせ先：業務推進部栽培管理課  
掲載内容：クエ養成親魚の卵巣内に形成される卵塊の形成状況と産卵に及ぼす影響 ほか12編

下記ホームページで全文が参照できます。  
<http://ncse.fra.affrc.go.jp/03kankou/032gihou/gihou-no8.pdf>



## サケが帰ってくるきれいで豊かな川と海を守ろう

サケは北日本の代表的な魚ですが、岩手県宮古市でも市民の食生活にとって重要な魚で、市の魚に指定されています。毎年春に市内を流れる閉伊川と津軽石川には合計 6,000 万尾の稚魚が放流され、4 年後の秋に 150 万尾ほどが宮古湾へ帰ってきます。現在、宮古市の人口が 58,000 人ほどですから市民の 25 倍以上のサケが帰ってくることになります。その総重量は 4,700 トンあまり、金額にして 18 億円・・・江戸時代から行われてきたサケの保護・増殖による『つくり育てる漁業』が連続と実を結んでいます。

このように宮古ではサケの増殖事業が古くから『文化』として根付き、他の漁業資源も地域で大切に維持管理されています。また、それらをはぐむ宮古湾やこの湾に注ぎ込む河川は、サケの帰ってくる場所として保護されています。そのため、全国的に見ても質・量ともトップレベルの魚介類を我々に提供し、身近な自然環境としても潤いを与えてくれています。

淡泊なサケの身は、乾燥させたり塩を使ってうまみを凝縮したりするか、他のタンパク質でコクをプラスするのがおいしく食べるコツです。マヨネーズを使った炒め物は、簡単にできてなおかつ相性もバッチリです。このほかチーズ焼きや、シチューの具材としても重宝します。きれいな川と海の贈り物、サケをおいしくいただきましょう。



## 編集後記

天高く馬肥ゆる、食欲の秋となりました。今回の特集は、秋に生まれ故郷の河川を目指し戻ってくるサケとその仲間としました。

さけ類は現在の食卓でも 1、2 位を争う人気の魚ですが、遙か縄文の昔から私たちの祖先に愛されていたのですね。そして海外でもますます需要が高まっているようです。知り合いの米国人は、一番好きな寿司はサーモン、と言って 10 貫ぐらい

一気にばくばく平らげてしまいました。おそるべし世界の胃袋、この分ではさけ資源はすぐなくなってしまうかも。私の食べる分はどうなる？と不安になったひとこまで。

この人気のさけ類を安定的に供給するため、私たちは懸命に研究開発に取り組んでいます。応援よろしく願います。

(中里 智子)

### 執筆者一覧

#### ■特集 サケの仲間たち

- サケの仲間たち ..... さけますセンター さけます研究部 関 二郎
- 特集コラム：地球温暖化とサケの分布 縄文時代からのメッセージ ..... 東北区水産研究所 石田 行正
- 日本のサケは長距離ランナー アラスカ湾から日本をめざすサケを調査する ..... 北海道水産研究所 亜寒帯漁業資源部 浮魚・頭足類生態研究室 永澤 亨
- 住みやすい川を増やしてサクラマスの復活をめざす ..... さけますセンター さけます研究部 環境・生態研究室 大熊 一正
- 深山の清澄な湖の環境シンボル ヒメマス資源を安定させるために ..... 中央水産研究所 内水面研究部 資源生態研究室 坂野 博之
- 「イワナ」ってどんな魚? ..... 中央水産研究所 内水面研究部 生態系保全研究室 中村 智幸
- 欧州市場におけるさけ類需要と日本のサケ ..... さけますセンター さけます研究部 海区水産業研究室 清水幾太郎

#### ■あじいいの魚菜に乾杯

- 第 5 回 プリのさわやかカルパッチョ ～刻み野菜ソースのトッピング～ ..... 屋島栽培漁業センター 山本 義久

#### ■知的財産情報

- クルマエビのホワイトスポット病用経口ワクチン ..... 養殖研究所 病害防除部 種苗期疾病研究グループ 佐藤 純
- 有限及び無限喫水極小造波抵抗理論に基づく船型設計プログラム ..... 水産工学研究所 漁業生産工学部 船体研究室 升也 利一

#### ■研究成果情報

- アユの病気(冷水病)を予防するワクチンを開発 ..... 養殖研究所 病害防除部 健康管理研究グループ 乙竹 充

#### ■おさかな チョット耳寄り情報

- サケが帰ってくるきれいで豊かな川と海を守ろう ..... 宮古栽培漁業センター 有瀬 真人

## FRANews

Fisheries Research Agency News

□ 08 年 10 月 1 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

中里 智子 関根信太郎 本間 広巳 小田憲太郎

今村 政志 生田 和正 齋藤 晃 中瀬 志穂

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.16

Fisheries Research Agency News 2008. 10

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/>