

水産業の未来を拓く

2010.7  
ISSN 1349-6816

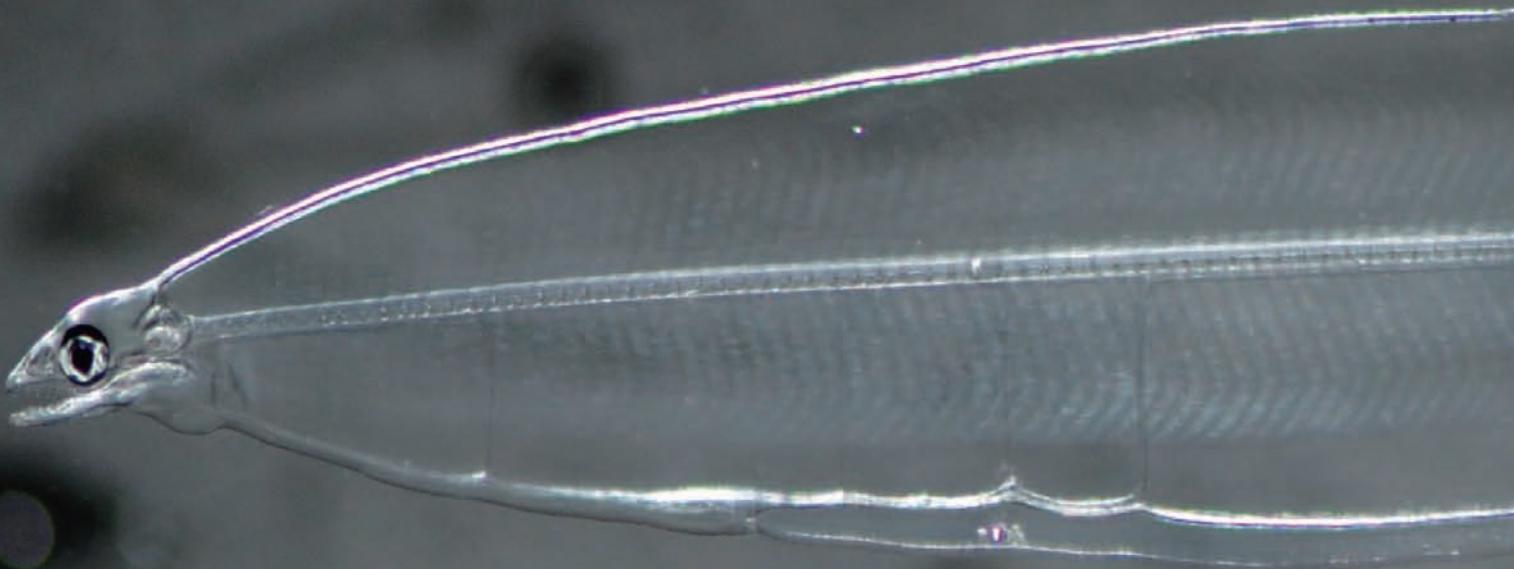
# FRANNEWS

Fisheries Research Agency News

VOL.23

特集

## ウナギ 完全養殖達成



ルポルタージュ

豊かな三陸の海を守る！ 宮古栽培漁業センター

研究成果情報

世界初！ スサビノリの遺伝情報の概読に成功  
魚探の魚種判別に役立つエコーグラム図鑑を作成しました



独立行政法人  
水産総合研究センター

**新理事長あいさつ**  
「水産業の再生に研究開発で挑む」 松里寿彦 ..... 3

**特集** ウナギ完全養殖達成

ウナギとはどんな魚? ..... 4  
南の海にウナギを追っ! ..... 8  
ウナギ完全養殖への道 ..... 12  
完全養殖の達成と量産飼育への挑戦 ..... 16  
シラスウナギ量産化への展望 ..... 20  
コラム: 国産ウナギと輸入ウナギ ..... 21

**あんじいの魚菜に乾杯**  
さかな

第12回 きらめく初夏にはコレで決まり!  
旬のマアジのタタキ3種盛りとガワ ..... 22

**ルポルターージュ**

豊かな三陸の海を守る! 宮古栽培漁業センター ..... 24

**研究成果情報**

世界初! スサビノリの遺伝情報概読に成功 ..... 28  
魚探の魚種判別に役立つエコーグラム凶鑑を作成しました ..... 29

**会議・イベント報告**

技術交流セミナー「いますぐ役立つ養殖技術」を開催しました ..... 30  
高校生、サケに学ぶ ..... 30  
国際シンポジウム「気候変化の魚類及び漁業への影響」を開催しました ..... 31

**知的財産情報**

翼を用いて安全性を高めた漁船の開発 ..... 32  
「転覆や大傾斜を防止できる船舶」 ..... 32  
河川の増水時等において用いる救命装置 ..... 33

**ピックアップ・プレスリリース**  
クロマグロのゲノム解読が大きく進展! ..... 34

**刊行物報告**

養殖研究レター 第4号 ..... 35  
養殖研究レター 第5号 ..... 35  
黒潮の資源海洋研究 第11号 ..... 35  
海洋水産資源開発ニュース No. 382  
(システム対応型: 遠洋底びき網) ..... 35  
海洋水産資源開発ニュース No. 383  
(システム対応型: 小型底びき網) ..... 35  
SALMON情報 第4号 ..... 35  
平成20年度海洋水産資源開発事業報告書 No. 5  
(資源対応型: いか釣Ⅲ) ..... 36  
平成20年度海洋水産資源開発事業報告書 No. 11  
(システム対応型: 近海かつお釣) ..... 36  
エコーグラム凶鑑 ..... 36  
日本海リサーチ&トピックス 第6号 ..... 36  
遠洋リサーチ&トピックス 第7号 ..... 36  
瀬戸内通信 第11号 ..... 37  
おさかな瓦版 34号 ..... 37  
おさかな瓦版 35号 ..... 37  
〈書籍情報: 水産総合研究センター叢書〉  
水産資源データ解析入門 ..... 37  
マグロのふしぎがわかる本 ..... 37

■おさかな チョット耳寄り情報 その23 ..... 38  
■おさかな となぎは世界ではどんな食べ方をするの? ..... 38  
■編集後記 ..... 38  
■執筆者一覧 ..... 38

**表紙写真**  
2010年3月27日に誕生した世界初の完全養殖ウナギのレプトセファルス(全長約46ミリ、100日齢)

# 新理事長あいさつ

## 水産業の再生に研究開発で挑む

理事長 松里 寿彦



4月1日の着任以来、早や三ヶ月が過ぎようとしています。この間、平成21年度の評価とりまとめや、18年間にわたる研究成果である「ウナギの完全養殖成功」のプレスリリースとその後の対応、山田農水副大臣（現農水大臣）の中央水産研究所視察などが重なり、役職員一同と共に、本日に忙しい毎日でした。この間、政権交代後の独立行政法人見直しの一連の動きの中で強く思ったのは、事業の透明化と研究成果の利活用の重要性でした。業務の透明性とは、当センターの活動の全てを基本的に

は公開可能な状態とし、一つ一つの業務を公明正大に行うことです。

わが国の水産業は現在、崩壊の危機に直面しています。日本周辺は世界三大漁場のひとつであり、約20年前には1200万トンもの生産を上げていましたが、平成20年には約500万トンにまで落ち込んでいます。この原因として自然界での資源の変動がある一方で、乱獲も言われており、今後は、沿岸、沖合で資源を維持しながらの漁獲へと転換が求められています。また、世界的にも養殖業が注目されていますが、養殖先進国であるわが国においても、さらなる養殖業の健全な発展が望まれています。このためには、大学等を含め全ての試験研究機関は水産庁を始めとする行政機関とも連携して、水産業の復活、再生そして発展のために全力を尽くすべきであり、また、当センターの持っている多くの成果

を、地方自治体試験研究機関や関連企業、業界の協力を仰ぎながら、実際の産業の現場に応用していきたいと考えています。

当センターは、平成13年に、それまで基礎的・先導的研究を担ってきた旧国立水産研究所が統合して独立行政法人として発足し、その後社団法人日本栽培漁業協会、認可法人海洋水産資源開発センター、および独立行政法人さけます資源管理センターと統合し、このことによって、種苗放流から漁獲、利用加工、流通までを総合的に仕事ができることが強みの、わが国の水産分野では最大の研究機関となりました。平成23年から始まる第三期中期目標期間に向けて、基礎的な調査や水産に関連する基礎的研究もさらに充実するとともに、当センターが保有する全ての研究資源を動員して、実際の生産現場に直結した理論、モデルの構築、技術開発を進めていく覚悟です。従来から関係の深い、大学や地方自治体試験研究機関、多くの団体、そして水産業界の方々、さらには、国民の皆様のご協力、ご支援をお願い致します。

# ウナギ完全養殖達成

2010年、長年の夢が実を結び、水産総合研究センターは世界初の完全養殖ウナギを誕生させることに成功しました。多くの先人たちの努力を礎<sup>いしずえ</sup>として、天然資源に依存しないウナギ養殖に繋<sup>つな</sup>がる技術を開発したのです。本特集では、これまで謎に包まれていたウナギの生態や生理の解明に挑戦し、完全養殖によるウナギの生産を目指して長年取り組んできた研究内容を中心に紹介します。

## ウナギとはどんな魚？

### ウナギの種類と分布

ウナギ類は、世界の温帯から熱帯にかけて3亜種を含む19種が分布しています。このうちウナギ（通称ニホンウナギ※）は台湾、中国、韓国、日本などにすんでいます。またオオウナギの仲間は主に熱帯地方にすん

でいます。

ニホンウナギ、ヨーロッパウナギ、アメリカウナギの3種は比較的資源量が多く、特にニホンウナギとヨーロッパウナギは養殖も盛んに行われていて、水産にとって重要な種類となっています（上図）。

日本には、もともとニホンウナギ





## 世界のウナギ類

とオオウナギの2種類がいましたが、1980年頃から養殖のために輸入されたヨーロッパウナギが逃げ出し、今では3種類がすんでいます(写真1)。

ただ、ヨーロッパウナギは今後輸入されることはほとんどないはずですし、ニホンウナギのように自然繁殖できない可能性が高いので、いずれはいなくなると思われれます。

### 謎に包まれていた生態

冬から春には、シラスウナギと呼ばれる透明な稚魚が、海から川に上るために河口付近に集まってきます。川に上ってしばらくするとクロコと呼ばれる親と同じ色をした稚魚に成長します。その後、多くは5〜10年間、川や池で育ち、卵を産むために海に下ります。しかし、海に下ってからはどこへ行くのか、卵はどこで生まれて、どこで育ち、シラスウナギはどうやって河口に来るのかな



ど、海でのウナギの生態は謎に包まれていました(図1)。

また、養殖されたり河川や湖沼などで育つたりしたウナギは、どんなに大きくなり、どんなに年をとっても、その場で成熟・産卵することはなく、誰もウナギの受精卵やふ化仔魚を目にしたことがなかったので、その一生についてはほんの100年ほど前までほとんど分かっていませんでした。

古代ギリシアの哲学者であり自然

※「ニホンウナギ」の標準和名は「ウナギ」ですが、他のウナギ類と区別する必要があります。この場合、「ニホンウナギ」と標記しています。



写真1. 日本では、主要なニホンウナギ(上)のほかに、オオウナギ(下)、ヨーロッパウナギ(中)もみられる

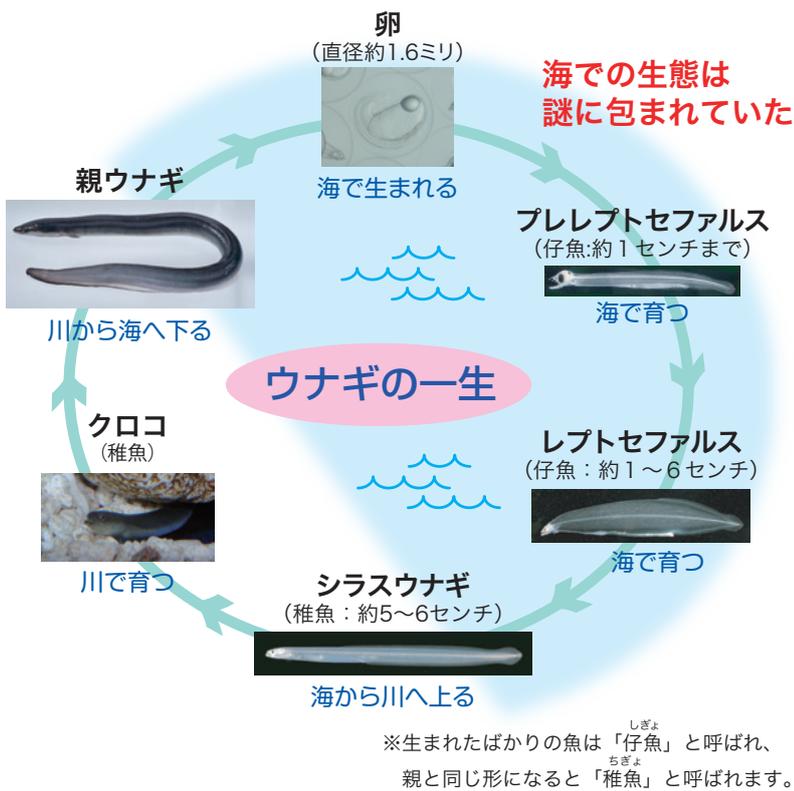


図1. 川と海を行き来するウナギの一生

科学者でもあったアリストテレスは、どんなに探しても成熟した卵巣や精巣を持ったウナギが見つからなかったため、ウナギにはメスもオスもなく、泥の中から生まれてくると考えていました。

透明で柳の葉のような形をしたレプトセファルスと呼ばれる魚類は、以前から知られていましたが、ウナギとは別種だと考えられていま

た。これが成長してヨーロッパウナギの稚魚になることを、19世紀末にイタリアの研究者が初めて発見しました。この発見をもとに、デンマークの海洋学者ヨハネス・シュミットは、より小さいレプトセファルスを追いつめてゆけばウナギの産卵場にとどり着けるのではないかと考えて調査を繰り返し、北米大陸東方のサドルガツン海がヨーロッパウナギとア

メリカウナギの産卵場であることを1922年に報告しました。このようにして、ヨーロッパウナギの一生については、断片的な情報からその概要が明らかにされてきました。

### 食用ウナギの99%以上は養殖

日本人が1年間に食べるウナギは、約10万トンとされています。そのうち天然のウナギは約300トン。99%以上は養殖ウナギなのです。

ウナギの養殖は、まずシラスウナギと呼ばれるウナギの稚魚を捕まえることから始まります。冬から春にかけて海から川に上るために河口付近に集まってくる天然のシラスウナギを、免許をもった業者が網で捕まえます。

これを養殖業者が買い取り、ビニールハウスで覆われた池などで約半年から1年かけて、200〜300グラムの大きさになるまで育てます（写真2）。これを、かば焼きなどに加工する食用ウナギとして出荷するのです。

### どんどん減っているシラスウナギ

以上のように、養殖ウナギの全てが天然の稚魚を捕獲し、これを養殖

したものののです。日本で養殖生産されるウナギは年間約2万トンで、そのために使用されているシラスウナギの数は1億尾ともいわれています。ところが、最近では、このシラスウナギのとれる量がどんどん減少し、ここ数年は50年前の20分の1程度しかとれなくなってきました（図2）。

シラスウナギがこれほどまでに減ってきてしまった原因は、とり過ぎや、ウナギが育つ海や川の環境変化、海流の変化などが関係していると考えられています。詳しいことはまだよく分かっていません。

### ウナギ養殖を取り巻く問題と人工種苗生産への期待

ウナギ養殖は天然の稚魚に依存するため、とれる量が少ないと値段が上がり、最終製品であるかば焼きの値段にまで影響します。値段が高い時は、シラスウナギ1キロ（約5千尾）が150万円以上にもなることもいわれます。近年は稚魚のとれる量の変動も大きくなり、このことにより価格の変動も著しく（図3）、ウナギ養殖業への影響が懸念されるようになってきました。



写真2. ウナギ養殖場の風景

飼育水に酸素を送るために水車を設置。保温のため、ハウス内で飼育されることが多い

さらに2007年には、ヨーロッパウナギが絶滅の危機に瀕（ひん）しているとして、ワシントン条約（絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約）の附属書Ⅱに記載されることになりました。これによって09年3月から輸出に許可が必要となり、その稚魚を輸入していたアジアでも養殖用のシラスウナギ競争戦が加速している状況です。また、03年以降に数度にわたり輸入養殖ウナギから使用が禁止されている薬剤が検出され、食の安全・安心に対す

る期待から、純国産の養殖ウナギを安定的に量産することが強く求められるようになりました。

このような背景から、ウナギ養殖業界および消費者からも、安定したウナギの養殖生産を可能にするシラスウナギの人工生産技術に、非常に大きな期待が寄せられているのです。

### 知って得するまめ知識。

## ウナギの栄養

ウナギといえば、土用の丑の日。うなぎ屋に頼まれた平賀源内が、夏ばてに効くからと宣伝したのがきっかけだったというのは、真偽はともかく有名な話です。実際にウナギには、体に良いとされる栄養素、すなわちEPAやDHAなど成人病予防に役立つ高度不飽和脂肪酸、視力の維持に大切なビタミンA、抗酸化性が高く老化防止に役立つビタミンEほか、各種ビタミン類（B1、B2、Dなど）や各種ミネラル（鉄、亜鉛、カルシウムなど）が豊富に含まれています。また、皮膚に良いとされるコラーゲンがとくに豊富であることも見逃せません。

ウナギの不思議な生態に思いをはせながら、夏ばて防止にかば焼きを食べてみませんか？

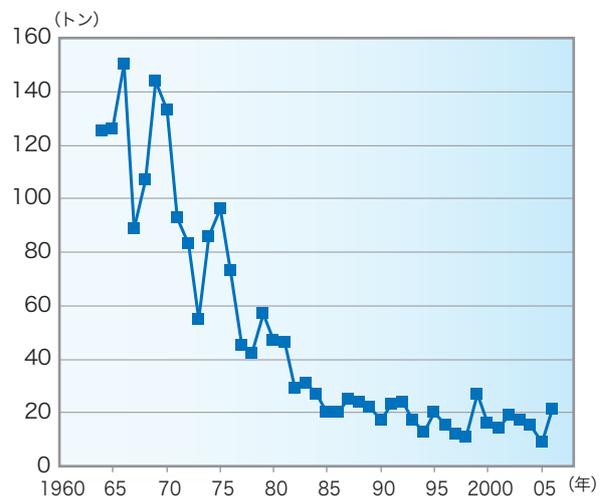


図2. シラスウナギ漁獲量の推移

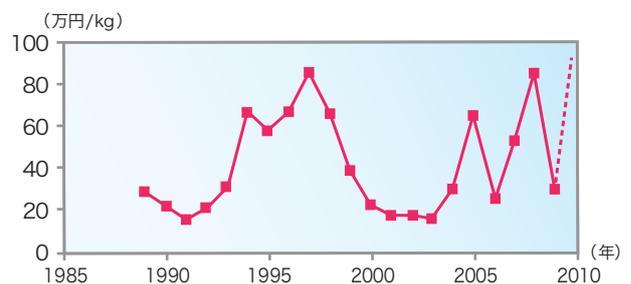


図3. シラスウナギ価格の変動

# 南の海にウナギを追う！

シラスウナギを人工的に育てるには、良質な卵を安定して確保する必要がありますが、それには親ウナギをうまく育て、成熟させる必要があります。そのためには、実際の海での産卵生態を知ることが大変重要になります。そこで、水産総合研究センターは、未だ多くの謎に包まれている、海洋でのウナギ成魚の生態調査を開始しました。

## ウナギの産卵場

ウナギの産卵場探しは、より小型の仔魚を追い求めることによって行われてきました(図1)。つまり、より小さな仔魚のいる場所が、より生まれた場所(産卵場)に近いという考え方です。

2005年には、東京大学海洋研究所の塚本教授らが、ふ化してから数日たったウナギ仔魚を、西マリアナ海嶺にあるスルガ海山の西側で採集することに成功し、産卵場をほぼ特定しました。これにより、ウナギは日本から南へ2500キロも離れた熱帯の外洋域で、大きくそびえる

海山を目印としてオスとメスが出会い、産卵行動を行うとの仮説が立てられました。スルガ海山は、頂上の水深が40メートル位で、周辺の水深は1000〜4000メートルと、まさに海の中にそびえる山です。しかし、肝心の親ウナギが外洋で発見されたことはありませんでした。

## 親ウナギを捕獲せよ！

そこで、未だ多くの謎につつまれている、海洋におけるウナギ成魚の生態調査に乗り出しました。

08年5月〜09年6月にかけて、水産庁の漁業調査船開洋丸と水産総合研究センターの漁業調査船北光丸(写



図1. ウナギ産卵場調査の歴史

真1)は、日本から2500キロ以上南のマリアナ諸島の西方、西マリアナ海嶺南部の海域に向かいました。ウナギ成魚を捕獲する道具には、中層トロール網を用意しました。普通、トロール網は海底近くを引くために使いますが、浮きを付けるなどの改

良を加え、数十〜数百メートルという中層を引けるようにしたものです(図2)。広い範囲を引けるように、網が50〜60メートルという大型の網を使用しました(写真2)。調査を始めた時には、陸地の影も見えない外洋で本当にウナギがとれるのか半



写真2. 引きあげられた中層トロール網

そのうち、新月の闇夜となった3〜4日の2回の曳網で、ついに3個体のウナギ属のオスを捕獲し

たスルガ海山の周辺とし、08年5月28日〜6月1日にかけて中層トロール網を引き続けました。ここでは、全くウナギは捕獲できな

信半疑でしたが、結果的には次に述べるように根気強く調査を続けた結果、オス6尾、メス6尾の計12尾を捕獲することができ、大成功を収めることができました(図3)。

**2008年6月、世界で初めて成熟したオスを捕獲**

当初の調査海域は、産卵場とされたスルガ海山の周辺とし、08年5月28日〜6月1日にかけて中層トロール網を引き続けました。ここでは、全くウナギは捕獲できな



写真1. 漁業調査船の開洋丸(2,630トン、上)と北光丸(910トン、下)

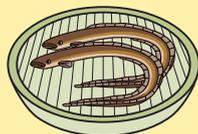
## 知って得する

### まめ知識。

## ウナギには毒がある

刺身が大好きな日本人も、ウナギはほとんど生で食べません。なぜでしょう？

実はウナギの血や粘液には毒が含まれているのです。その毒性は強く、生のウナギを食べると下痢や吐き気などを引き起こします。でもこれらの毒は熱に弱いので、煮たり焼いたりすれば全然問題ありません。



川にいるウナギと比べて目が非常に大きく、腹側も含めて体全体が黒っぽい褐色をしていて、本当にウナギだろうか？と疑わせるような外観をしていましたが、DNA鑑定により、ウナギ2個体、オオウナギ1個体と判明しました。また3個体とも良く発達した精巣を持っていました。

これら成熟したオスの捕獲成功により、これまで分からなかった生態的な情報が得られました。ウナギが入網した水深は230〜300メートルと推定され、この水深における水温は14〜20℃でした。また、捕獲海域は西マリアナ海嶺の上でしたが、水深は1200〜3000メートルと深いことから、ウナギは海山斜面

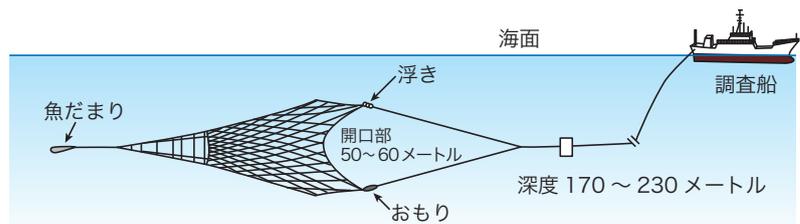


図2. 中層トロール網の模式図



図3. 2008年と2009年に捕獲されたウナギと調査海域

や海底に生息しているのではなく、中層を遊泳していることが分かりました。さらに、捕獲海域は一番近い海山から約130キロも離れていたことから、必ずしも海山の周辺だけで産卵行動が行われるとは限らないことが示唆されました。

### 2008年8月、今度は産卵後のメスを初めて捕獲

成熟したオスウナギの捕獲から3か月後、次こそはメスを捕獲しようと再び調査を行いました。まずは、オスウナギを捕獲した海域に向かい、08年8月25〜30日にかけて中層トロール網を引き続けました。しかし、ウナギらしきものは全く捕獲できません。そこで、思い切って調査海域を変更すべきと判断し、新月当日の8月31日には西マリアナ海嶺に沿って約100キロ北上しました。

その夜、スルガ海山の南約30キロで中層トロール網を入れ、翌朝にかけて網を引き続けたところ、2尾のメスを捕獲することができました。しかし、このメスのウナギは既に産卵を終えており、お腹には卵がなく、得られる情報は限られたものでした。

### 2009年6月、ついに卵を持ったメスを捕獲

09年もさらに調査を続け、産卵前のメスウナギも含めてさらに多くの標本を得ることを目指しました。

調査海域は、海山にこだわることなく、西マリアナ海嶺の南部一帯としました。その結果、世界最深のチャレンジャー海淵に近い海嶺の南端部で09年6月20日から1週間わたって、オス4尾、メス4尾を捕獲することができました。

オスの4尾はよく成熟していて、腹部を押すと精液が出てきました。メス4尾のうちの3尾は6月の新月(23日)前にすでに産卵をし終わっていましたが、残る1尾はまだ多くの成熟卵を持っていました。卵が熟し過ぎていたことから、何らかの原因で産卵できなかった個体と考えられました。

しかし、メス4尾全ての卵巣には成熟途上の卵が多数残されており、再び産卵することができるものと推測されました。このことから、ウナギはサケのように1回の産卵で死んでしまうことはないことが推測されました。

知って得するまめ知識。

### ウナギのウロコ

ウナギはツルツルしているのでウロコがないと思っている人が多いようですが、実はちゃんとあります



写真1. ウナギのウロコ(約2ミリ)

(写真1)。ただ、普通の魚と違って皮膚に埋まっているので表面からは見えず、小さくて、食べても歯にあたらないので、ウロコがないと思われるのでしょうか。皮膚をよく見ると、ウロコの形が透けて見えるので、機会があればよく観察してみてください(写真2)。



写真2. ウナギの皮膚(拡大)

以上に、ウナギの親魚が次々と捕獲できたことで、これまで分からなかったウナギの生態が徐々に明らかになってきました。  
しかし、まだまだ分からないことがたくさんあります。ウナギはどん

### ウナギの産卵生態の解明にむけて

さらに、メスを捕獲した海域の近くでは、数百尾ものふ化後まもないウナギの仔魚が同時に採集され、調査海域がまさに産卵場のまっただ中であつたことが推定されました。

なルートでマリアナ海域まで行くのか、そもそも産卵場所はどうやって決まるのか、オスとメスは中層でどうやって出会うのか、などです(図4)。これらの謎の解明を目指して、今年も調査を行うことにしています。

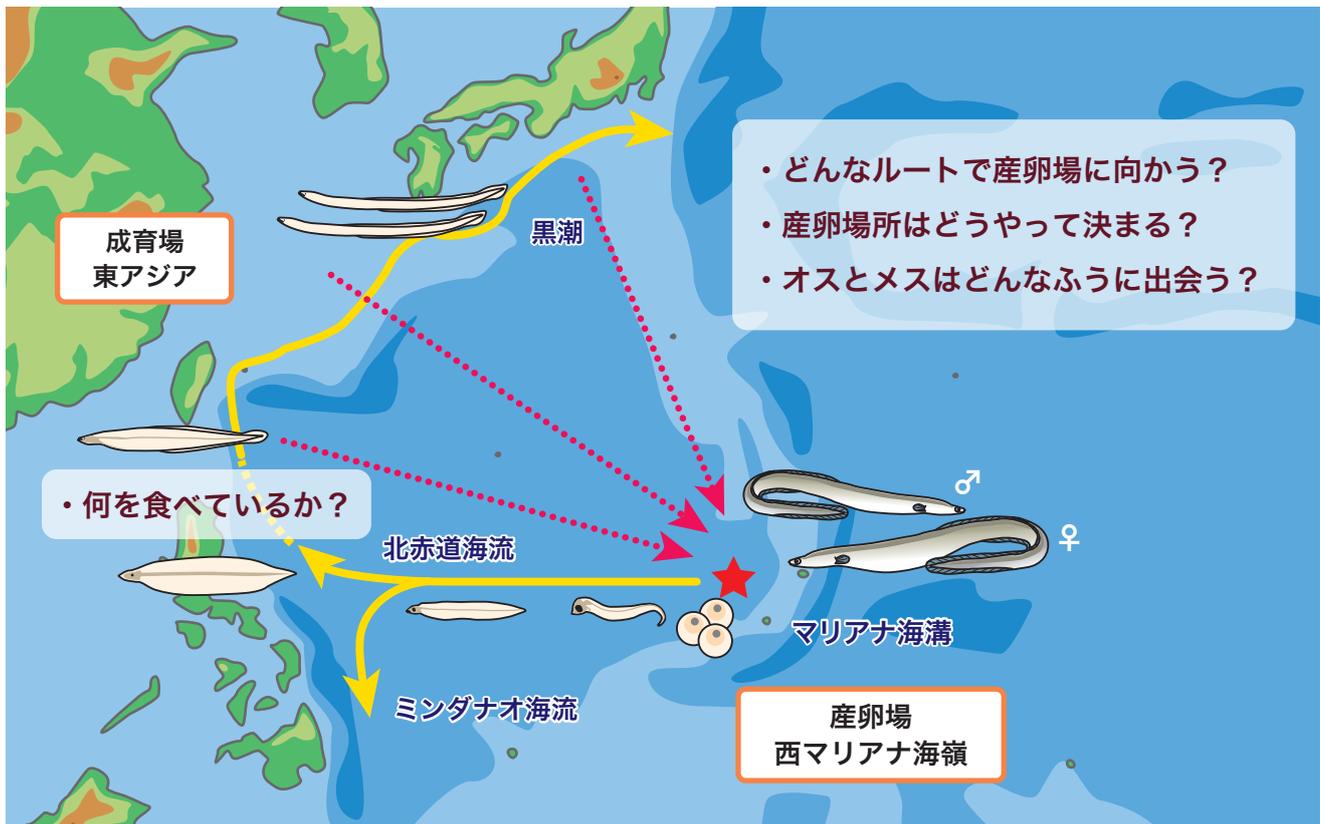


図4. まだまだ分からないウナギの生態

# ウナギ完全養殖への道

ウナギ完全養殖に至る最も困難な問題は、ふ化仔魚をシラスウナギまで飼育する技術の開発でした。日本でのウナギ人工種苗生産研究開始からおよそ40年、北海道大学での人工ふ化成功からおよそ30年という長年にわたる取り組みの末、水産総合研究センターは、2002年に世界で初めてシラスウナギまでの人工飼育に成功しました。ここでは、人為的なシラスウナギ飼育の成功に至るまでとその後の、研究成果を紹介します。

## 完全養殖の決め手となったシラスウナギ飼育

これまでのウナギ養殖は、天然の稚魚を捕らえて育てる方法しかありませんでした。これに対し、完全養殖とは、人工的にふ化させたウナギを親として、次世代のウナギを人為的に育てることのできるライフサイクルの確立を指します(図1)。

完全養殖に至る道のりの中で、これを阻む最大のハードルが、卵からふ化した仔魚を育てて稚魚(シラスウナギ)にまで変態させるプロセスでした。成長に必要な餌や環境が全

く分ならず、せっかく生まれた仔魚も成長できずに死んでしまい、誰もシラスウナギまで育てることができなかったのです。

## 生活史の解明と人工種苗生産研究の進歩

日本でウナギの人工ふ化の研究が始められた当時、ニホンウナギの生活史、特に外洋における初期生息や産卵回遊生息については全く明らかになされておらず、ヨーロッパウナギの研究レベルに大きな後れを取っていました(左ページ表)。生活史の研究は、成熟生理や初期餌料環境の



図1. ウナギ完全養殖達成のためのもっとも困難なハードルが、ふ化した仔魚をシラスウナギまで育てるプロセスだった

解明にも重要な情報をもたらすので、人工種苗生産の研究の推進にも密接な関わりがあるのです。1960年代からウナギの成熟促進の研究が始められた一方で、67年

にはニホンウナギのレプトセファルスが初めて捕獲されました。北海道大学で世界初の人工ふ化に成功した73年には、東京大学海洋研究所の白鳳丸の調査によって52個体のレプ

種苗生産研究の歴史

ニホンウナギ産卵場調査		種苗生産研究
1910～	1916年 日本南方海域で産卵場調査が行われる（海洋学者ミーク [イギリス]）	
1930～	1930年代 日本南方海域で産卵場調査が行われる（内田恵太郎、松井魁） 1933年 日本南方海域で産卵場調査が行われる（海洋学者シュミット [デンマーク]）	
1950～	1957年 沖縄から台湾南方海域が産卵場であると発表するが、産卵場の特定に至らず（松井魁）	
1960～	1967年 ニホンウナギのレプトセファルスが採集される	1961年 性腺刺激ホルモン投与によりオスの排精に成功（東京大学） 1962年 ウナギの成熟促進試験を開始（静岡県水産試験場） 1966年 完熟卵の採卵に成功（東京大学）
1970～	1973年 東京大学海洋研究所が調査船「白鳳丸」で産卵場調査を開始（東京大学海洋研究所）	1973年 世界初の人工ふ化に成功、5日間生存（北海道大学）以後、静岡県水産試験場、千葉県水産試験場、東京大学でも成功 1975年 体重増加を目安としたホルモン投与方法の開発 1976年 ふ化後14日間の発育を観察（静岡県水産試験場） 1979年 ふ化後17日間の飼育に成功（東京大学）
1990～	1991年 7月、レプトセファルス911尾を採集。産卵場がマリアナ諸島西方海域と発表（東京大学海洋研究所）	1991年 メス化養成親魚よりふ化仔魚を得ることに成功（愛知県水産試験場） 1993年 効率的な排卵促進法を開発し、ふ化仔魚が18日間生存（養殖研究所） 1999年 レプトセファルスまでの飼育に成功（養殖研究所）
2000～	2005年 6月7日（新月）400尾のふ化したのプレレプトセファルスをスルガ海山から西方約100キロ地点で採集（東京大学海洋研究所） 2008年 成熟したニホンウナギ4個体、オオウナギ1個体、仔魚を捕獲（水産庁・水産総合研究センター） 2009年 成熟したウナギ8個体（オス4、メス4）、オオウナギ2個体（オス1、メス1）、プレレプトセファルスを採集（水産庁・水産総合研究センター）	2000年 長期間海水で養成したウナギの成熟がかなり進むことを確認（千葉県内水面水産試験場） 2002年 世界で初めてシラスウナギへの変態達成（水産総合研究センター）
2010～		2010年 世界で初めて完全養殖に成功（水産総合研究センター）

トセファルスが採集されています。大量の小型のレプトセファルスが白鳳丸によって採集され、産卵場がほぼ特定された91年には、愛知県水産試験場で人為的にメス化させ養成した親ウナギからふ化仔魚を得ることに成功し、以後、当センターにおけるウナギ人工種苗生産技術の急速な進歩へとつながりました。

人為的な成熟促進や人工ふ化・飼育によって得られる知見が、天然の仔魚の生息環境、親魚の遊泳水深を知る手がかりとなり、2005年のプレレプトセファルス採集成功や08、09年の親魚捕獲成功へとつながりました。一方、天然の幼生の捕獲によって、人工ふ化仔魚飼育の目標が定まり、実際の捕獲水域の環境データを参考にして飼育環境条件の修正がなされました。このように、2つの研究は互いに重要な情報を提供しながら、急



世界初の人工生産ウナギ稚魚

速な進歩を遂げ、今世紀初めの稚魚までの飼育成功と今日の海洋での生活史のほぼ完全解明へとつながったのです。

**稚魚まで育てるのに要した40年**

90年代初めに養殖研究所がウナギ人工種苗生産技術開発に本格的な取り組みを始める以前は、人工ふ化はできたものの、親魚として天然下りウナギを使っていたために確保できる実験魚の数と季節が限られていた上に、成熟に成功する確率が低く、良質卵が得られることは極めてまれでした。また、まれに卵が得られても、オスの成熟がうまくいかず、活性の高い精子が用意できないために受精できなかったという残念なケースもありました。さらに、千載一遇の好条件が重なってふ化仔魚が得られても、仔魚の餌の見当がつかないうえに仔魚が得られる機会が極めて偶発的であったために、さまざまな餌



写真1. メスの親魚候補の確認のため、ウナギ生殖巣の検査を行っているところ

因は、成熟や排卵を促進するホルモンを投与する適正なタイミングがつかめていなかったことであることを突き止めました。そして卵巣中の卵を一部取りだして顕微鏡観察することによって、適正なタイミングを判定する技術を開発しました（写真1）。オスの精子については、事前に採取して活性を確認した上、希釈して冷蔵保存することによって、卵がとれたときにはいつでも利用可能な状態で用意しておくことができるようになりました（図2）。

を準備することができず、飼育実験を計画的に実施することができませんでした。

当センターでは、人工種苗生産のためのメスの親魚として、愛知県水産試験場で開発された方法によりメス化した養殖魚を用いることによって、周年にわたって豊富な実験魚を利用できるようになりました。しかし、成熟促進のために従来用いていた方法では、良質卵が得られにくいという問題がありました。その原

その結果、従来に比べて仔魚が得られる機会が飛躍的に増加したことから、仔魚の餌の研究も計画的に実施できるようにになりました。

仔魚飼育を成功させるには有効な餌の探索が最大の課題でしたが、養殖研究所や当時の日本栽培漁業協会（現 水産総合研究センター栽培漁業センター）には、さまざまな海産魚の仔魚飼育の経験と技術があり、多くの研究者、技術者の意見と協力によって、さまざまな餌を試すこと

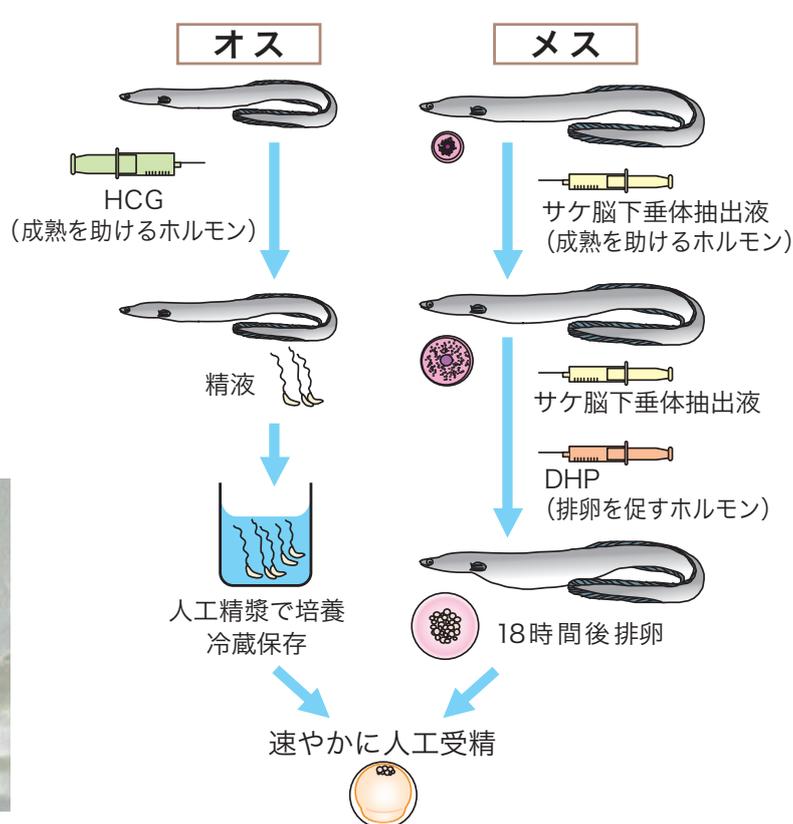


図2. ウナギの効率的な人工催熟法を開発でき、仔魚が得られる機会が飛躍的に増加した

ができました。その結果たどり着いた有効な餌の材料がサメの卵だったので（写真2）。その後シラスウナギまでの飼育成功には、民間企業との共同研究による飼料の改良も大きく貢献しました。

こうしてウナギの仔魚はレプトセファルスと呼ばれる柳の葉のような形をした透明で不思議な姿となり（写真3）、02年の春には5センチ以上に育ったレプトセファルスが



写真2. 1996年、ウナギ仔魚がサメ卵を食べることを発見。これが世界で初めての人工シラスウナギ誕生につながった

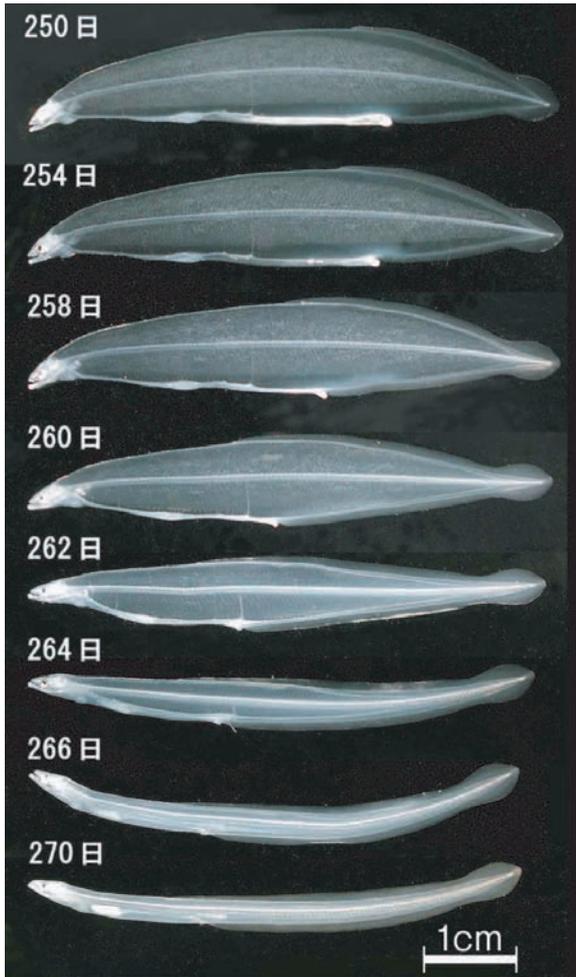


写真4. 2002年、世界で初めて観察された、飼育下でのウナギの変態過程

分かりました。ここで明らかになりました。飼育条件は、09年、開洋丸の調査によって採集されたプレレプトセファルスの生息環境と非常によく一致していました。

また、体長わずか数ミリの仔魚は水面の表面張力によって空中に露出され、すぐ死んでしまうことが多いのですが、水質の調整によってこれを防

止することができ、初期飼育の安定度が飛躍的に向上しました。飼育初期の生き残りを良くするため、水槽内を清潔に保つことが重要であることも明らかになりました。

これらさまざまな成果を総合して飼育を行った結果、プロジェクト開始前は0.2%程度だった給餌開始からふ化後100日目までの生残率が、大きく向上しました(図3)。

現在も、シラスウナギまでの生残率向上を目標として、地道な研究が続けられています。

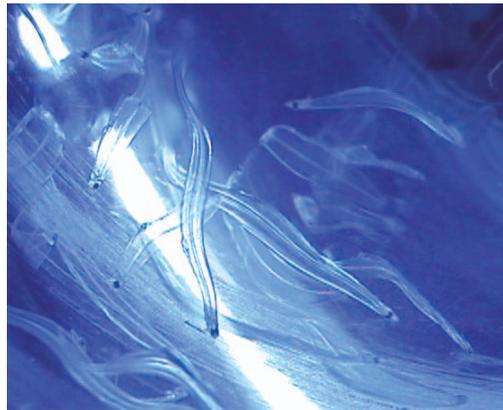


写真3. 透明なウナギの赤ちゃんーレプトセファルス

みるみる変身して、ついにシラスウナギになりました(写真4)。この世界初の快挙達成は、餌の開発だけ

でなく、親ウナギにより良い卵を産ませる研究や、仔魚を育てる最適環境を明らかにする研究など、多くの研究者の膨大な研究成果の賜物(たまもの)でした。

### シラスウナギ誕生以降の進歩

シラスウナギまでの人工飼育が達成された後、05年に始まった官学連携のプロジェクトでは、水産総合研究センター、大学および県の試験研究機関など、日本のウナギ研究に関するほとんどの研究者が結集して、これまでわずかであったふ化後の生残率を従来の10倍に引き上げること

を目標に、親魚の養成や成熟を促進する技術の向上、仔魚期の飼餌料開発や飼育環境の最適化などの課題に取り組んでいます。

当センターのグループは、ふ化後の生残率が高い良質卵の成分分析から、ビタミンC、A、Eなどが重要であることや、ビタミンの種類によつては親魚への経口投与や注射によつてこれを強化し、卵質を改善できることを明らかにしました。また、親魚の成熟を促すために、温度調整が必要であることや、卵やふ化仔魚の飼育温度や飼育水の塩分を調整することによつて、形態異常の発生を少なくできることも

分かりました。ここで明らかになりました。飼育条件は、09年、開洋丸の調査によって採集されたプレレプトセファルスの生息環境と非常によく一致していました。

また、体長わずか数ミリの仔魚は水面の表面張力によって空中に露出され、すぐ死んでしまうことが多いのですが、水質の調整によってこれを防



図3. 給餌開始からふ化後100日目までの生残率変動があるものの、ふ化後の生残率が大きく向上した

# 完全養殖の達成と量産飼育への挑戦

人為的なシラスウナギまでの飼育に成功した後、完全養殖の実現は間近であることが期待されましたが、まだまだ多くの解決すべき難問がありました。研究に必要な大量のふ化仔魚を得るための親魚の産卵、効率的な飼育のための水槽の試作など、数限りない試行錯誤の繰り返し。変態したシラスウナギが人工飼育下ではほとんどがオスになってしまいう難題も、餌の改善によって乗り切りました。そしてようやく、完全養殖の夢が実現したのです。

## 良い卵の確保と仔魚の飼育方法

仔魚の飼育研究には、大量の健康なふ化仔魚が不可欠です。ウナギの採卵は人工授精が主流でしたが、志布志栽培漁業センターではメスとオスとを同じ水槽に入れて温度刺激（+2℃）を与えて自然産卵を促す「誘発産卵」を導入し、適切な成熟および誘発水温などの条件を整備してきました（写真1）。その結果、大量かつ良質の受精卵が毎週得られるようになり、仔魚の供給の面での不安は解消されました。

まずは、このようにして得られた仔魚を、どのようにしてシラスウナギまで飼育していくかを簡単に説明します。飼育にはポウル型の10リットル

トル水槽を使い、作業性を考慮し水槽を棚に、肩の高さに位置するように数個から十数個並べます（写真2）。

ウナギの仔魚（以下、レプトセファルス）に与える餌はサメの卵を主体とした液状の飼料を使用します。餌を与えるときには注水を止めてこの餌をピペットなどで水槽の底に注ぎ入れる（写真3）のですが、普段暗所で飼育されているレプトセファルスは室内を明るくすると水槽の底に集まる性質があり、給餌時に照明をつけることにより餌に遭遇しやすくなります。15分間餌を食

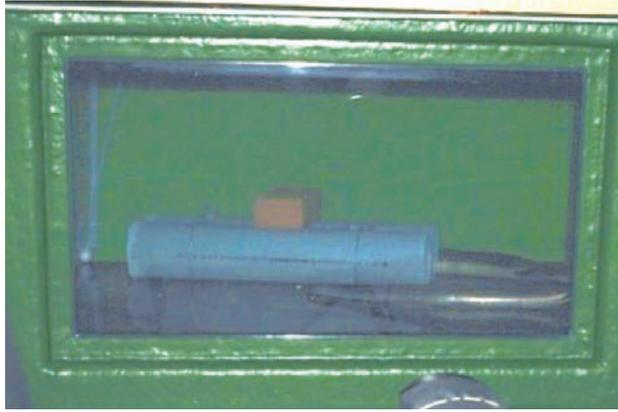


写真1. ウナギ産卵水槽



写真3. ウナギの仔魚に給餌  
ピペットで水槽の底に液状の餌を注ぎ入れる

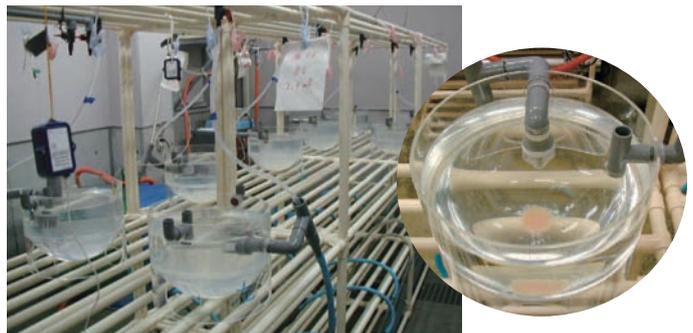


写真2. 10リットル水槽での飼育風景  
洗面器ほどのポウル型水槽（右円）がずらりと並び

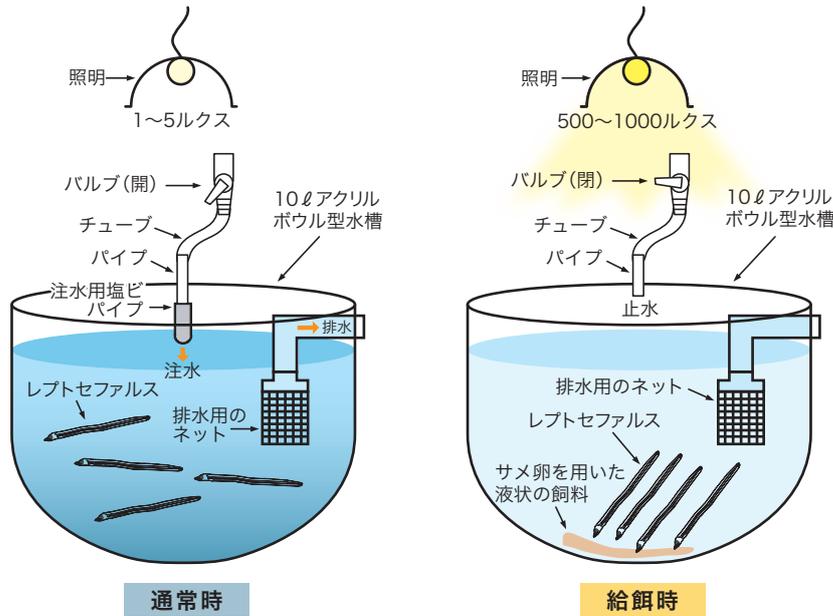


図1. ウナギ仔魚の飼育水槽

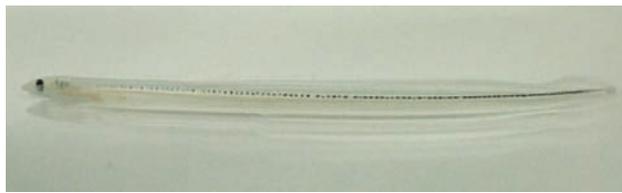


写真4. 志布志栽培漁業センターで初めて生産したシラスウナギ

べさせた後に、注水を再開して水槽の底に残った餌を洗い流します（図1）。この作業を毎日朝の7時から2時間間隔で5回行い、最後の給餌作業の後にサイホン方式で魚を水ごと新しい水槽に移動します。

このような飼育を続け、レプトセファルスはふ化後150〜500日に変態して親と同じ形をした稚魚（シラスウナギ・全長約50ミリ）となります。よく知られているマダイの場合、稚魚になるのはふ化後40〜

50日であることに比べると、いかにウナギ仔魚の飼育に要する期間が長いかが分かります。このように飼育担当者泣かせの魚ですが、飼育試験に着手してから3年目の2004年には、養殖研究所に続いて志布志栽培漁業センターでも、ふ化仔魚からシラスウナギの飼育に成功し、この飼育技術が確かなものであることを実証しました（写真4）。

### 試行錯誤の100リットル水槽

10リットル水槽を用いて数十尾程度のシラスウナギの飼育には成功しましたが、私たちが目標とするのは数万、数十万尾単位のシラスウナギの大量飼育です。次のステップとして、まず水槽の大きさを10倍にした100リットル水槽を使った飼育試験を試みました。これまでの10リットル水槽の形を変えずに10倍の容量とした円型の100リットル水槽（写真5）や、レプトセファルスが摂餌をする水槽の底面を広くした楕円型の100リットル水槽を試作しました。

これまでの10リットル水槽での飼育試験ではふ化後20日目を過ぎると生残が安定するという結果が得

られています。そこで、試作した100リットル水槽の評価を行うために、ふ化後20日間の生残率で従来の10リットル水槽との比較試験を行いました。しかし、最初に試作した100リットル水槽での試験結果は、10リットル水槽には遠く及びませんでした。原因としては、10倍になった注水により衝撃を受けて死亡したり、排水用のネットへ吸い付けられて死亡したりしたためではないかと考えられました。そこで、これらの要因を緩和することを目的に、より穏やかな注水ができる装置を製作し、排水ネットの面積を大きくするなどの改良を行いました。100



写真5. 規模拡大のヒントとなる100リットル水槽

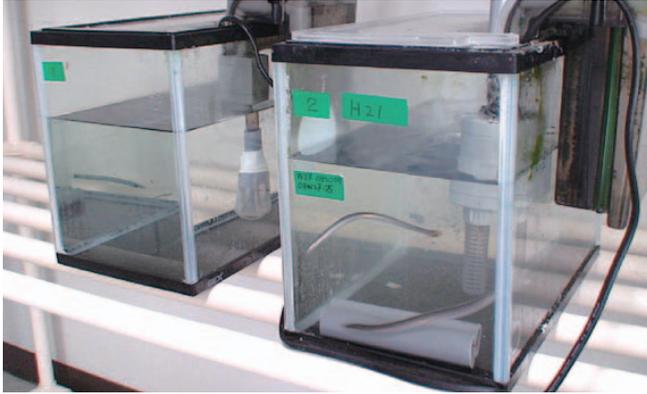


写真6. 人工ウナギの飼育水槽  
共食いを避けるため、サイズを合わせて  
小型水槽で飼育する

## 人工シラスウナギを成魚へ

ようやく人工シラスウナギが少しずつ育てられるようになり、これを経験して次の世代の仔魚をふ化させる完全養殖の実現は時間の問題だと思われました。しかし、人工ウナギ

リットル水槽の開発に際しては、円型と楕円型のを試作し、ふ化後20日目までの生残率は、最良のケースでは円型で70%、楕円型で43%にまで達し、十分に使えることが分かりました。

は一度にまとまった数がそろわず、さらに成長に個体差があり、共食いを防ぐためには多くの小型水槽に分けて飼育しなくてはならず、成魚になるまで育てられたのはほんのわずかな数でした(写真6)。

さらに、養殖環境ではウナギはほとんどオスになることが知られていましたが、人工飼育したものも同じようにオスになってしまうことが分かり、卵を採るための母親候補のウナギには、成長の初期段階(シラスウナギの時期から約4〜6か月間)にメス化ホルモンを添加した特別な餌を食べさせ続けて、メスにする必要があるでした。

## ウナギ完全養殖の達成

河川などから漁獲されたシラスウナギを育てて受精卵を得、ふ化した仔魚を成魚まで育てることはすでにいくつかの機関で成功しています。しかし、この成魚を成熟させて受精卵を得た例はありませんでした。

志布志栽培漁業センターでは09年12月、十分に成長した人工ウナギ26尾から生殖腺を採取し、雌雄の存在と、メスについては成熟可能な卵巣

卵を確認しました。

これらを成熟させるため、10年1月からオスに、2月からメスにホルモンの反復投与を行った結果(写真7)、オスは7週目に排精を確認し、メスは8週目の3月26日に排卵誘起に成功しました。これらを用いた人工授精(写真8)により、翌27日に、世界で初めて人工ウナギからのふ化仔魚約24万尾を得ることができました(写真9)。世界初の完全養殖ウナギの誕生です！人工ウナギが親になるまで成長して卵を産み、第二世代の人工ウナギを生み出すことに



写真7. ホルモン注射による成熟の促進

成功したのです。このことによって、人工ウナギからも次の世代のウナギが得られ、子孫を残すことができることを示すことができました。ふ化した仔魚(写真10)は、4月2日に



写真8. 成熟したメスウナギから採卵(左)し、人工授精(右)へ

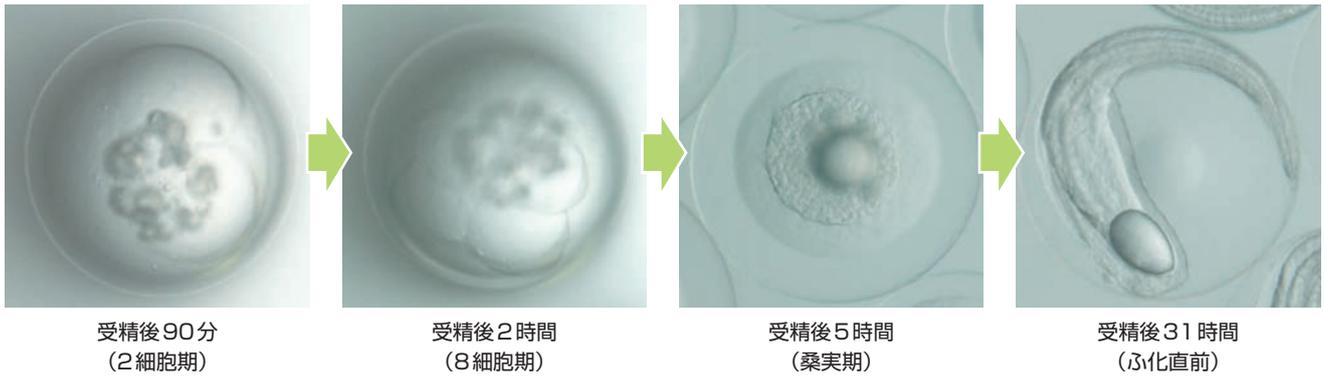


写真9. 世界初の完全養殖ウナギの受精卵



写真10. 世界初の完全養殖ウナギのふ化した瞬間  
(受精後30-31時間)

は無事にエサを食べ始め、現在シラスウナギへの成長に向けて、順調に成長しています。

### 今後の大量生産へ向けて

人工飼育試験開始当初、人工シラスウナギの生産は年間数尾程度でしたが、催熟、採卵技術や、ふ化後20日齢までの初期飼育技術が向上したこともあり、ここ数年では100尾を超えるまでになりました(図2)。

業者が必要とされる年間のシラスウナギの尾数は、数十万〜1千万尾を超える単位です。現在の飼育技術のままではこの需要に応えることはできません。今後、このようなシラスウナギの大量生産を可能とするような技術開発に、総力を挙げて取り組んでいきます。

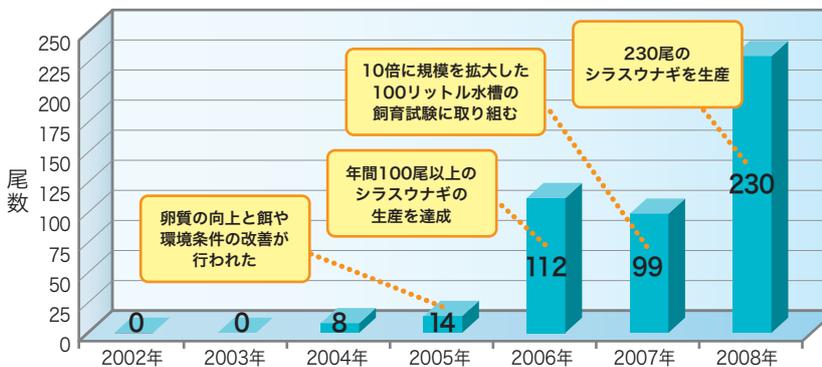


図2. 志布志栽培漁業センターでのシラスウナギの生産尾数の推移

### 知って得する まめ知識。

## ウナギ料理

日本でウナギ料理と言えば、やはりかば焼きが一番有名です。かば焼きをもとにした料理では鰻重や鰻丼が代表ですが、卵焼きで巻いた「う巻き」や、穴子寿司のように棒寿司や巻き寿司、ちらし寿司にしても食べますし、東海地方では「ひつまぶし」を思い浮かべる人も多いでしょう。タレを付けずに焼いた白焼きも、わさび醤油で食べると大変おいしく、酒の肴にも最適です。珍しいものでは、ウナギのかば焼きをさんだホットドッグやハンバーガーもあるんです。



# シラスウナギ量産化への展望

ウナギの人工生産に関する研究開始から50年目にして、ようやくたどり着いた「完全養殖の成功」によって、我々はウナギ種苗（シラスウナギ）の量産化に向けた第一歩を踏み出しました。しかし、量産化には、良質卵の大量採卵技術の開発や種苗の大量生産技術の開発などといった、越えなければならぬハードルがあります。

## 種苗の量産化に向けた取り組み

ウナギ種苗の量産化には、まず良質卵を大量に採卵できる技術が必要です。このために、ウナギの成熟・産卵生理の解明や、適切な親の餌の開発など、親の産卵・成熟に関する研究を行います。得られた研究成果を基に、親の成熟誘導法や大量採卵法など、実際に良質卵を大量に採卵する技術の開発を行います。

また、種苗の大量生産技術については、産卵海域付近で採取した天然の仔魚の消化管内容物の調査など、天然仔魚がどのような餌を食べているか調査を行い、その成果を基にして、仔魚の餌の改良や新しい餌を開発する研究が必要です。また、同様

に調査で明らかにした天然の仔魚の生息環境の情報も、最適な飼育環境の解明のために重要です。これらの研究成果を基に給餌方法、飼育環境のコントロール方法、飼育水槽の形状などを検討し、種苗の大量生産技術を開発していきます。

このほか、ウナギの全ゲノム解読とその解析を進め、ウナギの遺伝子に関する研究を行い、優良な遺伝子の探査を行うとともに、より成長が良く病気にも強い、さらに味も良い高品質の養殖ウナギを作るために、親魚の選抜など養殖ウナギの育種を実践していきます。

## ウナギ種苗大量生産への期待

マダイやヒラメの種苗生産では、

ふ化から種苗までの生残率が90%以上ですが、ウナギでは、0.01%以下と非常に低いのが現状であり、種苗の安定・量産技術の確立には多くの困難を克服する必要があります。水産総合研究センターが有するウナギの完全養殖を成功させた調査・研究力と、これまでに数々の海産魚の種苗生産技術を開発してきた技術力は、いずれも世界に誇れるものであり、これらを結集し叡智を絞ること、近い将来にウナギ種苗の大量生産が可能になると確信しています。

ウナギの完全養殖を達成した成果は、天然資源に依存しないウナギの養殖生産の道を開き、「鰻」という日本の食文化を守る重要な第一歩であり、ウナギ養殖業にとっても大きな進展です。現在国内の養殖に用いられているシラスウナギは年間1億尾とも言われていますが、これを少しでも人工のものに置

き換えて供給を安定させ、天然ウナギの資源回復や良質で安全・安心な養殖ウナギの提供に貢献できるよう、当センターは今後も研究開発を続けていきたいと考えています。

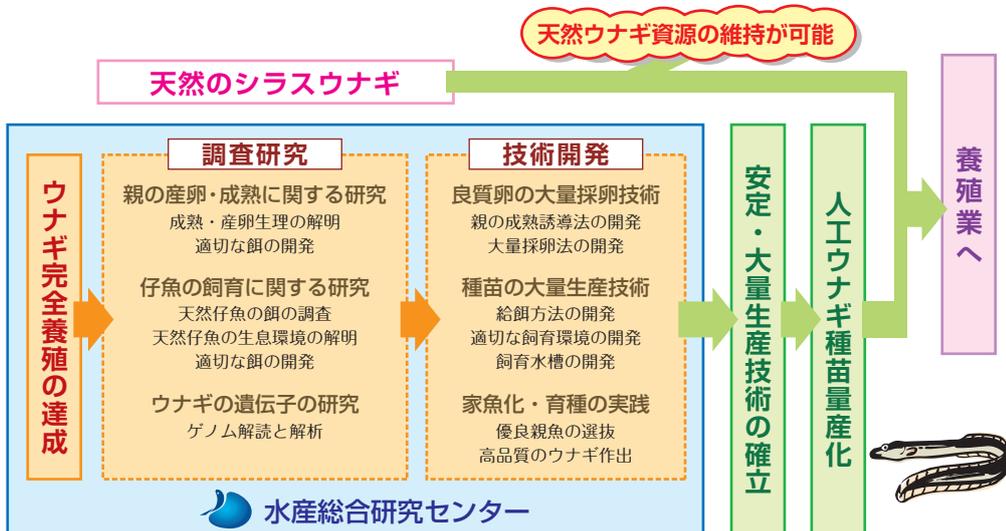


図. 人工種苗によるウナギ養殖までのロードマップ

# 国産ウナギと輸入ウナギ



写真. ウナギのかば焼き

かつては、世界の中では日本が一番ウナギを生産していました。1980年頃から台湾でウナギ養殖が盛んになり、80年代の後半には輸入量が国内生産量を逆転しました。90年代の中頃からは中国での養殖が盛んになり、あつという間に台湾を逆転しました。最近では、日本で食べられているかば焼きのうち中国産が7割、台湾産が1割、国産が2割くらいの



図1. 日本のウナギ消費量(原魚換算※)

※原魚換算とは、加工品などを加工する前の魚の重さに換算した値

90年代の後半、中国のウナギ生産量が急激に上がった原因のひ

割合です。ただし、2008年は中国産食品の相次ぐ食品事故や産地偽装などの影響で中国産ウナギの輸入が減り、その結果、国産ウナギの生産量は変わりませんが、割合が3割くらいまで上がっています。

とつに、フランスなどから中国に向けてヨーロッパウナギの稚魚が大量に輸出されるようになったことがあります。ヨーロッパウナギの稚魚は、漁獲量の約半分の100トンから300トンが中国に輸入されていたと言われ、中国産ウナギの大半がヨーロッパウナギだったと考えられます。そのため、中国から輸入されたウナギのかば焼きは、日本のウナギと味が違うと言われていました。

ヨーロッパウナギが減ってしま

い、09年からワシントン条約で輸出入が規制されたため、今後は中国でもニホンウナギの養殖が主流となるでしょう。ニホンウナギのシラスウナギの量は限られているため、資源量に注意を払って利用していく必要があります。

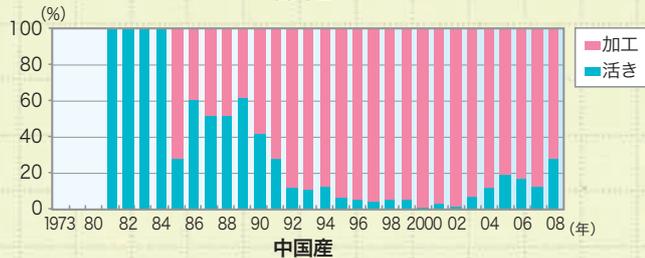


図2. 輸入ウナギ(上：台湾産、下：中国産)

ウナギはどんな形で輸入されているのでしょうか？台湾からは生きたまま輸入されることが多くなっています。一方、中国では台湾に比べて製造コストが安いなどの理由からか、かば焼き、白焼きなどの加工までされて輸入されることが多くなっています。

# あんじいの魚菜に乾杯



第12回

## きらめく初夏にはコシで決まり！ 旬のマアジのタタキ3種盛りとガワ



マアジ

マアジは日本沿岸から南シナ海まで広く生息し、全長は50センチにも達しますが、おおむね30センチ以下のものが漁獲・利用されています。近年、全国の漁獲量は年間20万トン前後で推移しています(図)。マアジには沖合を回遊するものと、プランクトンが豊富な浅海に定着するものがあります。沖合のマアジは黒っぽいので「クロアジ」と呼ばれ、浅海のマアジは身が太り体色も黄色みを帯び「キアジ」などと呼ばれています。キアジの中で、大型で脂がのり身も引き締まったものは高級魚としてブランド化され、キロあたり3000円前後で流通しています。また、年間1500〜3000トンが養殖されています。マアジはとてもおいしい魚で、周年を通じてたくさん漁獲されるため、大衆魚として知られています。主に干物、塩焼、タタキ、南蛮漬などの料理法で食べられ、朝食に定番のアジの開きは日本中で親しまれています。旬は初夏から夏にかけての時期で、この時期のアジは「苗代アジ」とも呼ばれ、刺身はタイ以上においしいと言われます。また、地域に特有の料理も多く、焼いたアジをほくして味噌汁状にした料理や、ごま醤油のタレに漬け込んで薬味と混ぜ込んだ料理は、九州や四国の郷土料理となっています。房総半島にはマアジの身に味噌と薬味を混ぜ、たたきながら練って仕上げた「なめろう」、そ

れを焼いた「さんが焼」などがあります。さらに「なめろう」をベースとした「冷なます」は夏の食欲が減退する時期に食べる料理として最適です。静岡では、なめろう状にしたものを鍋にいれ、氷水やキュウリなどと一緒にかき回した冷えたみそ汁を「ガワ」と呼び、夏の漁師料理のだいで味です。マアジは味にクセがない一方、コクのある旨味うまみがおいしい魚で、白身魚と赤身魚の両方の美味しさを兼ね備えているといわれます。料理の際には、眼球が透明で肉質のしつかりとした、鮮度のよいものを選びましょう。今回は旬のマアジのおいしさを生かしたさまざまなお味のタタキ3種盛りと、冷たいみそ汁の「ガワ」を紹介いたします。

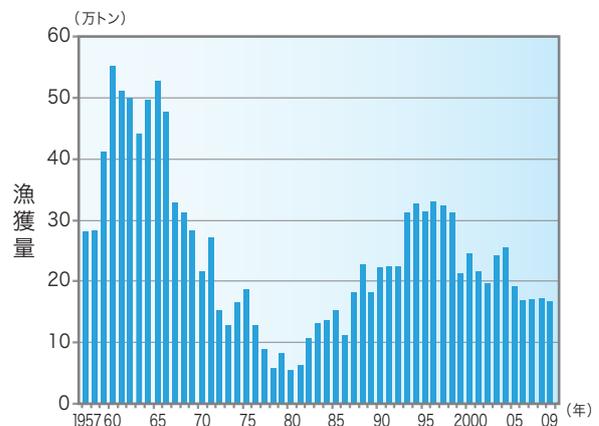


図. 全国のマアジ漁獲量の推移



## あんじいレシピ

# マアジのタタキ3種盛りと冷たいみそ汁「ガワ」



マアジのタタキ3種盛り  
上：大分「りゅうきゅう」風タタキ  
中：味噌タタキ(なめろう)  
下：地中海風タタキ



冷たいみそ汁の「ガワ」

### ●材料(4人分)

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| ● マアジ刺身用 ..... 8尾    | ● ごま油 ..... 適宜     |
| ● タマネギ ..... 1 / 4 個 | ● すりごま ..... 適宜    |
| ● ニンニク ..... 2 かけ    | ● 青唐辛子 ..... 適宜    |
| ● ショウガ ..... 1 かけ    | ● オリーブオイル ..... 適宜 |
| ● 大葉 ..... 4 ~ 6 枚   | ● 塩 ..... 少々       |
| ● ミヨウガ ..... 4 個     | ● バジル粉末 ..... 少々   |
| ● キュウリ ..... 2 本     | ● 黄ピーマン ..... 適宜   |
| ● 醤油 ..... 大さじ 1     | ● トマト ..... 適宜     |
| ● 味噌 ..... 大さじ 3     | ● 水菜 ..... 適宜      |
| ● みりん ..... 大さじ 1    | ● 三つ葉 ..... 適宜     |



### 基本の下ごしらえ

- **A** マアジを3枚におろし皮を剥いだ刺身用の身を5ミリ幅ぐらいに切っておく。
- **B** ネギ・タマネギ・ニンニク・ショウガをみじん切りにしておく。
- **C** 大葉・ミヨウガ・キュウリを千切りにしておく。

### ●基本の味噌タタキ(なめろう)の作り方

1. **A** と **B** をざっくり混ぜ合わせ、味噌を適宜入れて包丁でたたくように練りこむ。
2. まとまってきたら **C** を混ぜ合わせ、新たにネギをのせてでき上がり。

### ●大分「りゅうきゅう」風タタキの作り方

1. **A** の身を醤油とみりんのタレに軽く漬けておく。
2. **B** と「1.」をたたいて練り、**C** を混ぜて、刻み青唐辛子、すりごま、ごま油を適宜入れ、混ぜ合わせる。
3. 「2.」にゴマと白髪ネギを盛りつけてでき上がり。

### ●地中海風タタキの作り方

1. **A** に塩、醤油、バジル粉末少々を入れ、オリーブオイルを適宜加えて漬けておく。
2. **B** に黄ピーマンのみじん切りを加え、「1.」と合わせてざっくりとたたき練る。
3. 刻みトマトと水菜を盛りつけてでき上がり。

食べる前に冷蔵庫できっちりと冷やすと、食味は格別となります。同じアジを使った味の違いを楽しんで召し上がれ。

### ●冷たいみそ汁の「ガワ」の作り方

1. 氷水に味噌を溶いたものをいれた器に「基本-1.」を入れて好みにキュウリを追加して三つ葉を散らしてでき上がり。軽く崩し混ぜながら好みの味に調整し、楽しんでください。簡単です。また、冷やご飯を入れても Good !

さあ一緒に暑気払いにかっ込んでください。

# 豊かな三陸の海を守る！ 宮古栽培漁業センター

水産総合研究センターの研究成果が水産業の現場にどのように活かされているのかを紹介する新企画「ルポルタージュ」。第1回は、全国に10カ所ある栽培漁業センターのひとつ、宮古栽培漁業センターに焦点をあてました。宮古栽培漁業センターを中心とした、行政、漁業者との連携による、ニシン、クロソイ、ヒラメなどの増殖活動の取り組みを紹介します。



写真1. 宮古魚市場に水揚げされたニシン

北日本の魚を増やす

宮古栽培漁業センターがある宮古市は、岩手県沿岸のほぼ中央に位置しています（図1）。宮古湾ではワカメやカキなどの養殖も行われており、豊かな三陸の海というイメージがありますが、ここでも水産資源は減少してきています。沿岸の水産資源を増やす試みとして、宮古栽培漁業センターではヒラメ、ニシン、クロソイ、ホシガレイなどの稚魚を育てて放流する栽培漁業の技術開発に取り組んできました。今回はニシンとクロソイの研究成果をリポートす

るとともに、宮古栽培漁業センターと共に活動する関係者にも話を聞きました。

**ニシンが帰ってきた！**

宮古湾におけるニシンの種苗放流や資源管理の取り組みは、地元漁協、宮古市、岩手県などから構成される「宮古湾周辺魚類栽培漁業協議会」のメンバーによって行われています。もともと宮古湾ではわずかな量のニシンが漁獲されるだけでしたが、種苗放流を続けてきた結果、現在では年間1〜1.5トンのニシンが安定してとれるようになりました。

た（写真1）。また、放流以前は、ニシンがどこでどのように生活しているかよく分かっていませんでした。そこで、標識を付けて追跡調査を行ったところ、意外なニシンの生態が分かりました（写真2）。長倉義智主任技術開発員はこう語ります。

「ニシンに標識を付けて放流し、追跡調査したところ、春に放流した稚魚は夏まで湾内にいるのですが、その後、北海道まで回遊して2年後に宮古湾に戻って産卵することが分かったのです（図1）」





写真2. 産卵のため宮古湾に帰ってきた放流ニシン (赤丸は標識)

も生まれた場所に産卵のため帰ってくるには驚きでした。また、長倉さんは新しい放流方法にも取り組んでいます。「受精卵放流」といいます。人工授精した卵をネットなどに付着させて海中につるす方法ですが、卵は自然にふ化して育ってくれますから、水槽で稚魚を育てる手間もコストもかかりません」

もともと受精卵放流は、漁業者によるニシン卵の保護活動から始まりました。ニシンが増えたのに伴って、定置網にも多くの卵が産み付けられるようになり、漁業者も徐々にニシンに関心を持つようになりました。卵は目詰まりの



写真3. カキ養殖業を営む山根幸伸さん

原因となるため厄介者ではありませんが、『卵は生きています、大切な資源だからふ化するまで待つてみよう』と、宮古湾でカキ養殖を営む漁業者の山根幸伸さん(写真3)を中心に、網に付着した卵を保護する「付着卵保護」が始まりました(写真4)。それ以前は、網を替える時に陸に上げていたため付着した卵は死んでいましたが、ふ化が終了したのを確認してから網を上げるようにして、網に付いたニシンの卵を無駄にすることがなくなりました。

山根さんを中心にしたニシンの卵を保護しようという活動は2004年から始まったそうです。卵がふ化するまで約2週間、網が漁に使えない

ため、代わりの網を用意するなどの苦労がありました。ニシンの増やすために漁業者が自ら負担したのです。その活動の成果を科学的に裏付けたのが長倉さんたちでした。



写真4. 卵が付着した定置網

に、網に付着した卵からふ化したニシンも、成長して戻ってきていると考えられます」

山根さんはこれからの期待を語ってくれました。

「宮古栽培漁業センターの指導のもとで活動を続けてきて、ニシンが増えているなあと、放流の成果を肌で感じますね。漁業者も単にとるだけではなく、魚の育成場を守り、魚を増やす取り組みを自分たちでもやるという意識に変わってきています。センターとは、これからも連携・協力していきたいと考えています」

**北の岩場王「クロソイ」**

さて、北海道沿岸まで回遊するニシンのような魚がいる一方で、あまり移動しないクロソイのような魚もいます。クロソイはカサゴやメバルの間で、岩礁域に生息し全長50センチ、2キロ以上になり

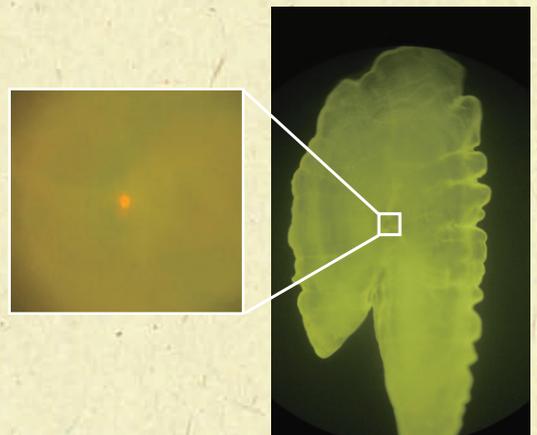


写真5. 標識(赤い色素)が付いた耳石

**漁獲量が4倍に!**

宮古栽培漁業センターは、1999年からクロソイの栽培漁業技術開発に取り組んできました。岩場の魚なら、やはり岩場に稚魚を放流するのが一番良いのでしょうか。宮古湾をモデルにしたクロソイ栽培漁業のこれまでの成果について、野田勉技術開発員はこう話してくれました。



写真6. 藻場で暮らすクロソイの稚魚

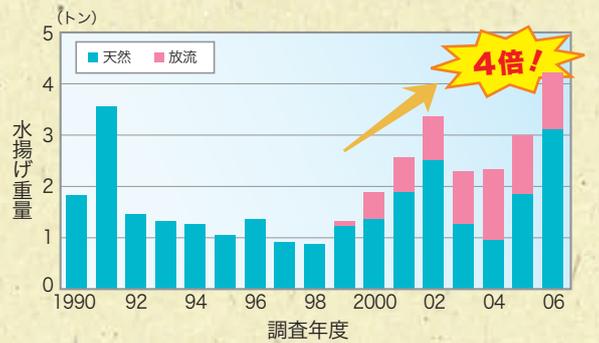


図2. 宮古湾のクロソイ漁獲量の推移

「クロソイの親は湾の外の岩場にいるんですが、子どもを産む時は湾の中に入って来るんです。ちなみにクロソイは普通の魚のように卵を産むのではなく、直接子どもを産むことが大きな特徴で、一度の出産で20万尾以上産むんですよ。調査したところ、クロソイの稚魚は湾の奥の藻場に多くいることが分かりました(写真6)。親がいる場所と、稚魚が育つ環境は全然違うんですよ。このような野外調査

のデータをもとにして、最適な放流サイズや放流適地を明らかにしてきました」  
技術開発というハード面を思い浮かべますが、このようなソフトの面でもいろいろな技術があることが分かりました。  
「技術開発の結果、宮古でのクロソイの水揚げが4倍に増えたのはうれしいことです(図2)。さらに、放流魚を識別するために、左右どちらかの腹鰭はらびれを抜くという標識の技

術や、稚魚が成育するのに適した場所を調査し、そこへ放流するという手法は、東北各県にも普及し始めています。宮古湾をフィールドとして得られた知見や技術は確実に宮古湾以外の現場にも広まっています」

**消費のニーズに応える**

放流された魚の水揚げ状況や販売先など、市場で今どういう魚が求められているのかといった「消費のニーズ」を知ることも、栽培漁業を進める上で大切な情報です。藤浪祐一郎主任技術開発員は、「宮古栽培漁業センターでは種苗を育てて放流していますが、それを実際にとっている人、売っている人の生きた情報をいただけるのは我々として非常にありがたいと、参考になります」と言います。  
宮古市魚市場の仲買人で小売り業も営んでいる近藤真一



写真7. 宮古市魚市場仲買人の近藤真一さん

さんに話を聞くことができました(写真7)。  
「今、宮古の魚として栽培対象種であるヒラメ、クロソイ、ニシンなどが定着しつつあります。取引先のホテルでは、『宮古のクロソイ一尾付け』として宿泊客に提供されています。さまざまな魚の漁獲量が減ってきているなかで、栽培漁業により安定してとれる魚種があることは、私たちにとって頼みの綱です」  
近藤さんは町の魚屋さんとして、お客さんにも宮古栽培漁業センターの取り組みを伝えてくれているそうです。このような活動も、栽培漁業を支える力になっています。

**遊漁へも波及**

魚が増えたことの波及効果は、漁業者による漁業だけでなく遊漁にも及んでいるようです。そこで、宮古市内で釣り具店を営む佐々木さんを訪ねました(写真8)。

佐々木俊雄さんと俊幸さんは親子で釣具店を営んでおり、放流魚の再捕報告を呼びかけるポスター(図3)の掲示や、小型魚の再放流の啓蒙など、水産資源の維持・管理に関する遊漁者への呼びかけに協力していただいています



写真8. 宮古市内で釣具店を営んでいる佐々木さん親子



図3. 放流魚の再捕報告を呼びかけるポスター

す。佐々木さんは遊漁と放流魚の関係を話してくれました。「特に数年前からヒラメがたくさん釣れられました。そのため釣り人は他県からも多く来るようになりました。ヒラメ放流魚は裏側にも黒い部分があるので放流魚だとすぐに分かりますが、味は変わらないので釣り人は気にしません。かえって、種苗放流の効果を実感しているようです」

(写真9)。

「これからは沿岸の水産資源を増やしていかなければなりません。そのためには水産総合研究センターの技術や施設が必要ですし、それに基づいて県や市、漁業者などが役割を分担して連携することが重要だと思

始めています。

**森・川・海・ひとの共生**

このルポルターージュの最後に、宮古市の山本正徳市長にも話を聞きました。市長の祖父は漁協の組合長を務めた方とのことで、市長も水産業には詳しく、熱い思いを語ってくれました



写真9. 水産業への想いを熱心に語ってくれた、宮古市の山本市長

「森・川・海とひとが共生する安らぎのまち」を形成しています。このようなフィールドを生かして、沿岸の漁業や環境の研究、そしてそれらの周辺領域も含めた広い意味での水産業の研究を進めてほしいと考えています」

とが重要だと思えます。また、宮古市は閉伊川という大きな河川の流域域から河口、そして宮古湾という森・川・海の全てをもつていて、そこに人が加わることで、

昨年度、宮古栽培漁業センターには、淡水も海水も使える飼育実験施設「沿岸管理研究棟」が完成しました(写真10)。その意義について、青野場長は次のように話してくれました。「種苗放流は水産資源増大のための直接的な技術ですが、これからはそれを生理、生態、環境面から裏付け、技

術をさらに発展させるための研究も進めていく必要があると思います。そのために、稚魚の成育場となる藻場・干潟の機能や河川水の効果などを新施設で実験し、宮古湾という格好のフィールドで調査し、新しい技術開発に繋がりたいと思います」

◇ ◇ ◇  
宮古栽培漁業センターの成

果は、研究フィールドの宮古湾をはじめ、各県でも応用され、水産資源の増大に結びついていました。また、これらの成果は各方面との連携協力の結果であり、幅広い波及効果を生んでいることも分かりました。新しい実験施設での研究成果も含め、これからの栽培漁業の技術開発に期待したいと思います。



写真10. 沿岸管理研究棟と宮古栽培漁業センター職員(前列左から清水、青野、藤浪、後列左から野田、長倉、八谷の皆さん)

# 世界初！スサビノリの遺伝情報の概読に成功

近年、日本では海域の高水温などの環境変化に対応したノリ養殖用の新たな優良品種作出が行われています。

ノリ産業の主要種である紅藻類の海藻「スサビノリ (*Porphyra yezoensis*)」では、すでに種苗法に

基づく品種登録がされているものがあり、加えて、新たに作出された優良品種も登録が行われていますが、品種は外見から全く見分けがつかないことから、ノリ品種を判別する技術の開発が急がれています。

このようなことから、水産総合研究センターでは、日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社、日本ソフトウェアアマネジメント株式会社と共同で、品種識別や新たな品種の作出の基本情報となるスサビノリの遺伝情報の全体の取得に取り組み、世界で初めてスサビノリの遺伝情報の概要をつか

むことができました。

また、ミトコンドリアおよび葉緑体に個別にあるDNAの塩基配列情報も併せて取得しました。これにより、ノリの細胞中の遺伝情報の全容が把握されたこととなります。

今回得られた遺伝情報と品種候補の遺伝情報の比較を行ったところ、DNA配列中に品種間の違いを示す領域を見つけたことができ、遺伝情報の比較により、品種識別が可能であることが分かりました。

今後、さらに塩基配列情報の取得を進め、全ゲノム配列を確定していく、国内で品種登録されたノリ品種をDNAで判別する技術の開発の確立を行います。また、高水温に強いなどの形質と関連する遺伝子を見つけ出し、これを目印にして品種選抜するなど、近年の漁場環境の変化に対応した新たな

優良品種の作出にも応用することを検討していきます。

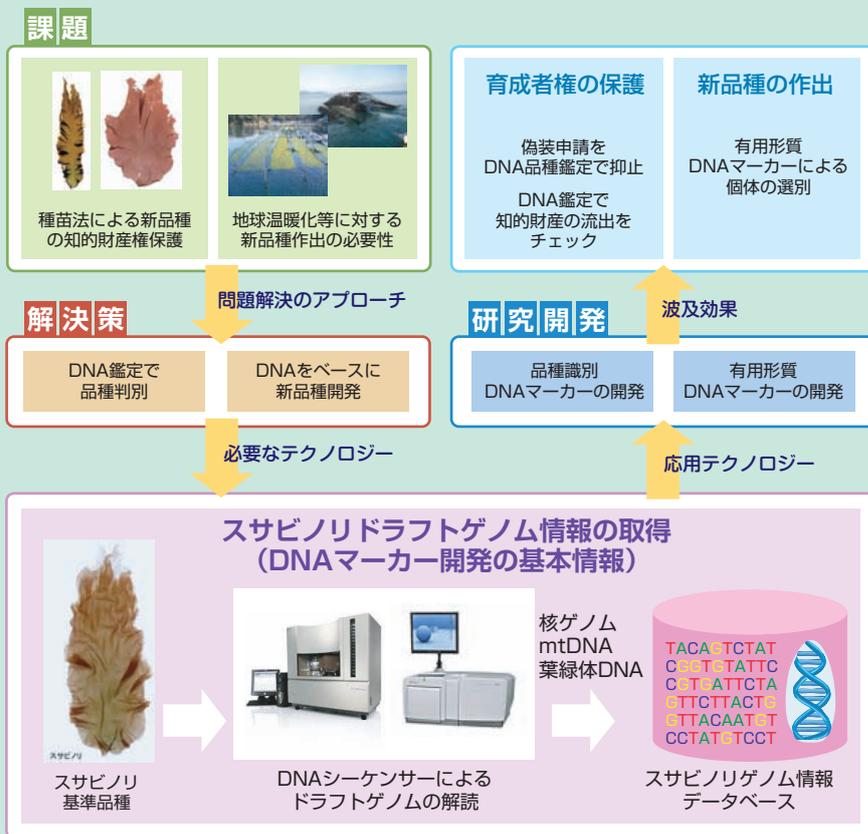


図. スサビノリゲノム情報活用の流れ

# 魚探の魚種判別に役立つ エコーグラム図鑑を作成しました

日本では多くの漁業調査船・海洋調査船に計量魚群探知機（以後、計量魚探）が装備されています。魚群探知機は超音波を水中に発射し、その反射具合によって海中の生物や海底の状態を把握しますが、さらに計量魚探では、通常の魚群探知機的能力に加え、反射強度の定量的測定が可能になってい

ます。そのため、計量魚探を用いることで、海面下の生物の密度や分布を広範囲に計測することが可能となり、大きな群れを作る海洋生物の状態を短期間かつ高精度に把握するのに大変有用です。しかし、その一方で目的の海洋生物を識別するのが容易でなく、十分に活用されていない面もあります。

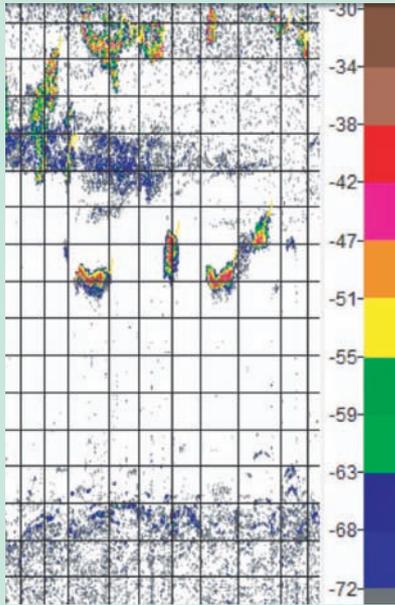


図1. エコーグラムの例  
横軸は船からの距離、縦軸は水深を示しており、右端のカラーバーは音の反射の強さを表している。この場合、暖色系の強い反応がタチウワシやサバである

計量魚探では、図1に示すような「エコーグラム」という画像に魚の群れが映しだされますが、対象魚の識別は担当者経験によって行われる場合がほとんどです。しかし、貴重な知見や対象魚判別の手がかりの多くは、個々の研究者の頭の中にしまわれているのが実状であり、文献や報告書に記載されている場合でも、エコーグラムを表示するスケール、カラーについては基準がないのが現状です。そこで水産総合研究センターは、エコーグラムを全国から集め、縦・横のスケールの明示、音の反射の強さを示すカラーの範囲の統一などによって表示方法を標準化して、魚種別に整理した「エコーグラム図鑑」を作成しました。エ

コーグラム図鑑では、計量魚探を使った調査に必要な基礎知識を付録に記し、取り扱いに慣れない人でも調査に取り組みやすくなるような内容とした他、オンライン版を公開して、より多くの人がアクセスできるようにしています（図2）。

この取り組みによって計量魚探のポテンシャルが最大限に発揮され、水産生物の状態把握が進展することが期待されます。



図2. エコーグラム図鑑のオンライン版  
<http://jsnri.fra.affrc.go.jp/shigen/echocata/>

## 技術交流セミナー「いますぐ役立つ 養殖技術」を開催しました



会場の様子

福岡市のアークロス福岡国際会議場で3月17日、水産総合研究センター水産技術交流プラザが主催となり、11回目となる技術交流セミナー「いますぐ役立つ養殖技術」を開催しました。当日は養殖関係者や流通・加工関係者など約200人も参加がありました。

今回のセミナーでは、当センターで取り組んでいる、ハタ類およびカンパチの種苗生産技術と育種への取り組みや養魚飼料の現状と適正給餌、点検・改善で働きやすい養殖現場をつくる、閉鎖循環飼育の有効性と将来展望、養殖魚のためのトレーサビリティシステムなど、今すぐそれぞれの現場で役立ててほしい取り組みや展望を紹介しました。

当センターでは、これからも、生産コストの低減や付加価値向上など水産業の現場で役立つ研究開発に取り組んでいきます。

## 高校生、サケに学ぶ



サケから耳石を採取

高校生のための体験型合宿プログラム「スプリング・サイエンスキャンプ2010」を3月23～25日の3日間、さけますセンターで開催しました。これは、第一線の研究者や技術者からの直接指導による実習などを通じて、高校生に科学技術に関する知的探求心を育てることを目的に、科学技術振興機構と共催しているものです。

今回は、全国から選ばれた8人の高校生が参加しました。「さけます類の生物・生態学と資源管理技術入門コース」と題して、さけます類の基礎知識や、サケの海水適応能や餌となるプランクトン、海洋環境について実習も交えて学びました。ふ化放流の現場である千歳事業所での実習では、親サケから鱗や耳石（頭部にある石状の器官）を採取して標本を作製し、年齢査定、耳石標識の観察を行いました。最終日には、サケの年齢のデータを使ってグループで考察し、発表を行いました。

「学校での活動や将来に生かしていきたい」という感想も聞かれ、さけます類のみならず、水産や科学技術に対する関心を高めるきっかけになったようです。

# 国際シンポジウム「気候変化の魚類及び漁業への影響」を開催しました

宮城県仙台市の仙台国際センターで4月26～29日、PICES（北太平洋の海洋科学に関する機関）やICES（国際海洋探査委員会）、FAO（国際連合食糧農業機関）などの国際機関、および水産総合研究センターや米国海洋大気省、カナダ海洋漁業省など各国機関との共催で、国際シンポジウム「気候変化の魚類及び漁業への影響」を開催しました。このシンポジウムは、世界各地における地球温暖化による水産資



シンポジウム会場の様子

源への影響の現状と予測をとりまとめ、その地球規模の影響評価を行うこと、そして適切な資源管理を通じて対処方策を検討することを目的としています。当センターは、「日本周辺の海洋生態系への気候変化の影響」や「サンマへの気候変動の影響」などについて発表しました。また、これに関連し、4月30日に仙台市情報・産業プラザで一般向けの公開市民講演会「地球温暖化 魚類および漁業への影響」を開催しました。

シンポジウムには世界36か国、317人の研究者が参加し、326課題の研究結果が発表されました。



開会式で挨拶するコンピナーの Anne Hollowed 博士

このシンポジウムの成果のひとつは、世界各地で魚類の自然変動や人間の漁獲の影響だけでは説明できない現象が観察されており、気候変動が魚類や漁業に影響していることは否定できない、という共通認識を得たことです。

これらの成果は2011年にICES Journal of Marine Scienceの特集号として刊行し、15年のIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第5次評価報告書に反映される予定です。当センターは今後も温暖化の影響の予測精度の向上、海洋環境や水産資源のモニタリングなど、科学的な貢献を継続します。



当センター松里理事長の開会あいさつ

▶ 特願 2007-81081

# 翼を用いて安全性を高めた漁船の開発 ～転覆や大傾斜を防止できる船舶～

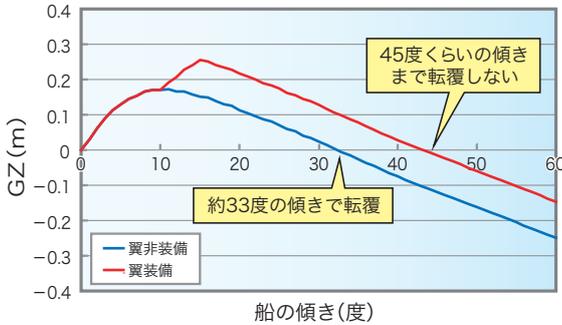


図. 船の傾きと復原力の関係

GZとは復原力を表す。船はGZ×排水量の力で水平に浮かぼうとする。翼を装備していない場合、GZは約10度の傾きで最大値となる一方、約33度の傾きで復原力が0となり、転覆してしまう。しかし、翼を装備していれば約15度で最大値を取り、45度ぐらまで転覆しないことが分かる

漁船漁業は、人命喪失の危険性が伴う産業のひとつとされています。転覆などの重大事故を防ぎ、漁船の安全性を高めることが、安定した労働力確保の面からも急務とされています。

日本の漁船は、鮮魚をいち早く漁港まで運搬することなどを目的として、高速で航行するという特徴があります。そこで、その特徴を生かし、船首部の水面上に翼を設置して、漁船の安全性を高める装置を考案しました。

この装置は写真1のように船首部に取り付けられた固定翼からなっています。この固定翼は通常航行時は水面上にあります。そのため、航行時の抵抗増加は極めて小さく、燃費の悪化はほとんどありません。しかし、船体が傾くと翼が水中につき、高速航行という特徴を利用して、大きな揚力を発生します。この揚力が上の図のように復原力として作用し、転覆や大傾斜の防止に役立ちます。

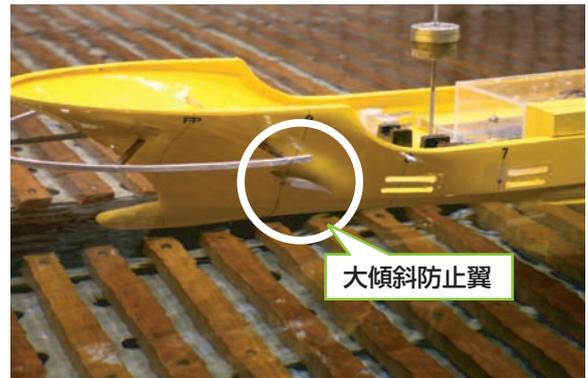


写真1. 今回発明した翼

とんどありません。しかし、船体が傾くと翼が水中につき、高速航行という特徴を利用して、大きな揚力を発生します。この揚力が上の図のように復原力として作用し、転覆や大傾斜の防止に役立ちます。

模型船を用いた実験では、波や速度、船体条件などが全く同じ条件下において、翼なしでは転覆してしましますが、翼を装備することによって転覆を防ぐことができます。この装置を利用することで、漁船漁業がより安全で、より安定した産業となることを期待しています。

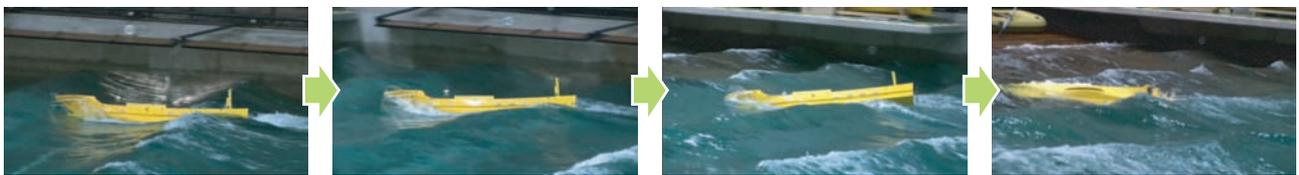


写真2. 模型船の実験(翼なし)

翼なしでは、波乗り(左から2枚目)した漁船が転覆(4枚目)してしまった

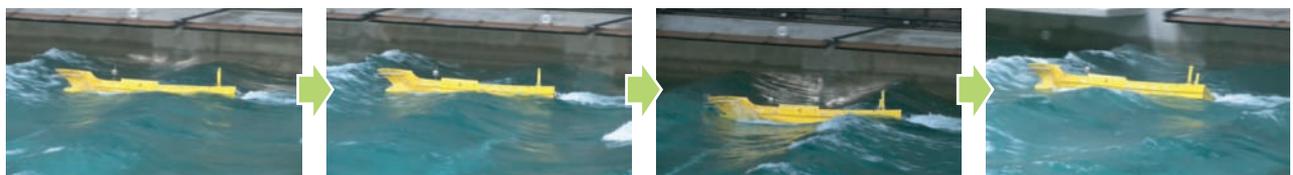
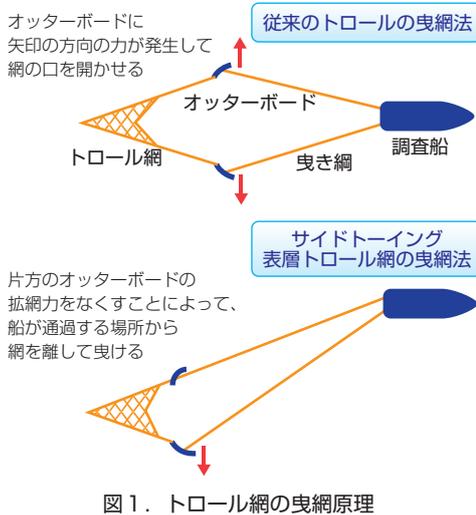


写真3. 模型船の実験(翼あり)

同じ条件でも、翼ありでは、最後まで転覆することなく、安定して航行している

▶ 特願 2006-68128

# 河川の増水時等において用いる救命装置



調査の際に、魚種や状況によって、船が通過した場所から離して網を引く必要があります。当センターでサイドトローイング表層トロール網を開発しました。このトロール網は右側のオッターボードだけで使って曳網（図1）するので、網をひるげる力が片方にだけ働

き、船の進行方向に対して右側に網がでていきます。

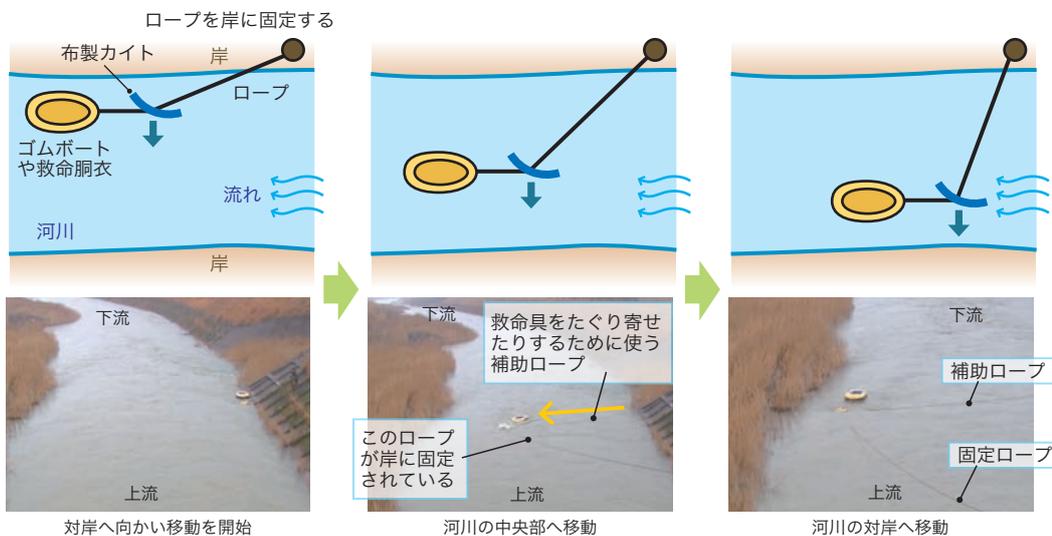
今回開発した救命装置は、サイドトローイング表層トロール網の曳網原理を応用しています。この救命装置では、網を開くためのオッターボードの代わりに布製のカイトと呼ばれるものを用いています（写真）。布製のため安全性が格段に向上します。このカイトにボートや救命胴衣などの救命具を取り付け、さらにロープを連結して、河川の岸からこの救命装置を投入します。ロープは岸にしっかり固定します。そうすると、河川の流れによってカイトには対岸方向へ向く力が生じるので、カイトに取り付けたボートや救命胴衣などが対岸へ向けて移動し、河川の増水などで中州に取り残された人の救助などが行えます（図2）。また、ロープの長さを調節することによって、河川の思ったところにボートを固定できるので、河川における調査や作業にも利用できます。



写真. 布製カイト

き、船の進行方向に対して右側に網がでていきます。

今回開発した救命装置は、サイドトローイング表層トロール網の曳網原理を応用しています。この救命装置では、網を開くためのオッターボードの代わりに布製のカイトと呼ばれるものを用いています（写真）。布製のため安全性が格段に向上します。このカイトにボートや救命胴衣などの救命具を取り付け、さらにロープを連結して、河川の岸からこの救命装置を投入します。ロープは岸にしっかり固定します。そうすると、河川の流れによってカイトには対岸方向へ向く力が生じるので、カイトに取り付けたボートや救命胴衣などが対岸へ向けて移動し、河川の増水などで中州に取り残された人の救助などが行えます（図2）。また、ロープ



# クロマグロのゲノム解読が 大きく進展！

PICK UP PRESS RELEASE

近年、国際的な健康食品ブームや生活水準の向上により世界全体でマグロ類の漁獲が急増し、乱獲が懸念されています。このために、漁業資源の維持・管理や養殖生産の増大に向け、全ゲノム情報などの更なる科学的データの把握が急がれています。

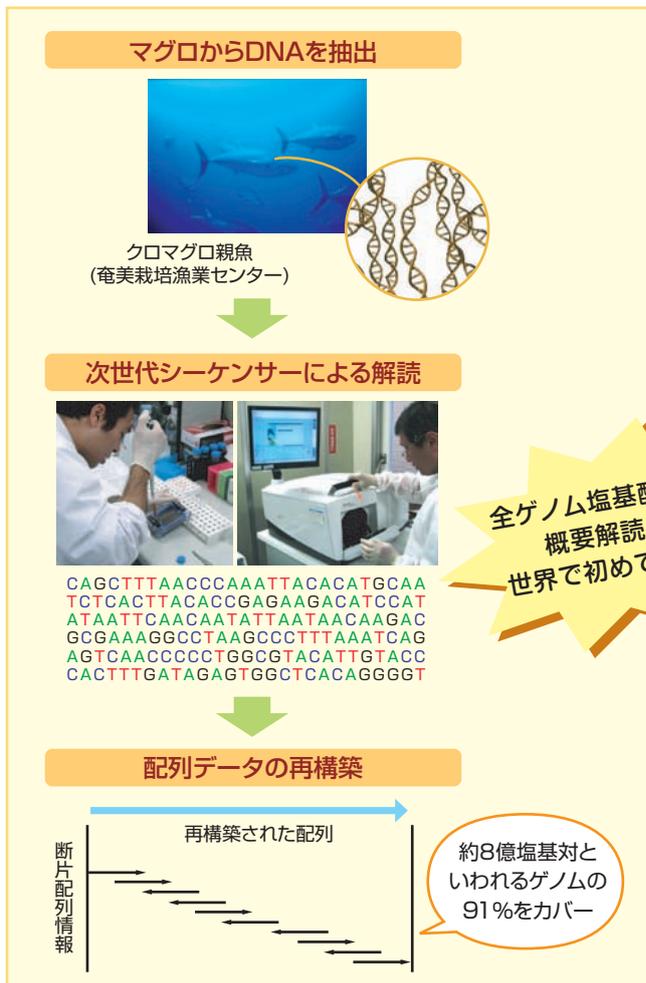
水産総合研究センターでは、昨年頃から東京大学および九州大学と共同で、約8億塩基対と見積もられるクロマグロの全ゲノムDNA塩基配列の解読に取り組み、このほど、ゲノムの約10倍に相当するDNA配列情報を取得し、全ゲノムの91%を解読することに世界で初めて成功しました。さらに、それらの中から個体の特徴を示すDNA配列マーカー（マイクロサテライトDNA配列）を8万6千個発見しました。

マグロ類については、既にミトコンドリアDNAの塩基配列を利用して、太平洋クロマグロを含むマグロ属6魚種の判別が行われています。さらに、資源の適正な管理のために遺伝子配列を利用し、クロマグロの系群（同一の繁殖集団）を判別する研究も進められています。また、安全・安心な食品確保のため、個体識別によるトレーサビリティの構築も求められています。

今回明らかにされた全ゲノムDNA情報およびDNA配列マーカーは、今後、系群判別、産地判別や個体識別などに活用していきます。

また、日本をはじめ世界中で急速に拡大しているクロマグロの養殖では、養殖生産者と消費者のニーズにあった魚の生産が重要となります。しかし、クロマグロでは畜産業や農業のような

品種改良は進められていません。今回得られたゲノム情報の精度をさらに高め、成長が良い、病気に強い、おいしいなどニーズにあった有用な性質を決定する遺伝子情報を見つけ出し、それを持つている魚を選別して交配することで、クロマグロの品種改良を飛躍的に進めることが可能になると期待しています。



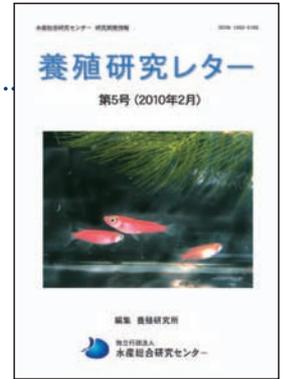


## 養殖研究レター 第4号

発行時期：2009年8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：魚類養殖の未来を見据え、現在の取組や研究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/4.pdf

## 養殖研究レター 第5号

発行時期：2010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：育種特集として、優良家系作出のための取組や研究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/5.pdf



## 黒潮の資源海洋研究 第11号

発行時期：2010年3月  
 問い合わせ先：中央水産研究所高知庁舎  
 掲載内容：「東京湾のマナゴ資源の管理に関する研究」ほか  
 \* ホームページ掲載はしていません

## 海洋水産資源開発ニュース No.382 (システム対応型：遠洋底びき網)

発行時期：2010年4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：2009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、中層トロール漁具を用いた有用魚種の分布の確認および脆弱な海洋生態系に悪影響を及ぼさない漁獲技術の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いません



## 海洋水産資源開発ニュース No.383 (システム対応型：小型底びき網)

発行時期：2010年4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：2009年度に実施した島根県西部海域の小型底びき網漁業(かけまわし)を対象とし、省人化を目的とした投揚網作業の機械化に必要な漁具の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いません

## SALMON 情報 第4号

発行時期：2010年3月  
 問い合わせ先：さけますセンター業務推進部業務推進課  
 掲載内容：「サケの来遊数変動」、「2009年夏季の北太平洋におけるサケ資源と海洋環境」など、さけますに関する研究開発情報やイベントなどの紹介  
 ホームページ URL：http://salmon.fra.affrc.go.jp/kankobutu/srr/srr004.pdf



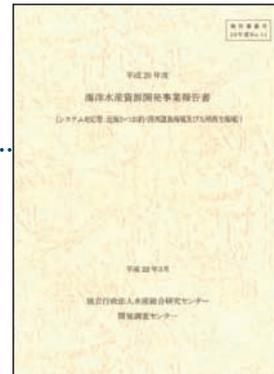


## 平成20年度海洋水産資源開発事業報告書 No.5（資源対応型：いか釣Ⅲ）

発行時期：2010年4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：2008年度に実施した熱帯太平洋東部海域におけるアメリカオオアカイカを対象とした異味成分等の含有状況の把握およびメス未熟製品に対する市場評価の把握等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いません

## 平成20年度海洋水産資源開発事業報告書 No.11（システム対応型：近海かつお釣）

発行時期：2010年4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：2008年度に実施した南西諸島および九州西方海域における近海かつお釣漁業の効率的な操業パターンの追求および漁獲物の販売単価向上の可能性についての検討等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いません



## エコーグラム図鑑

発行時期：2010年2月  
問い合わせ先：日本海区水産研究所日本海漁業資源部資源評価研究室  
掲載内容：日本周辺で計量魚群探知機で観察される生物種別のエコーグラムをまとめています。  
ホームページ URL：<http://jsnfri.affrc.go.jp/shigen/echocata/index.html>

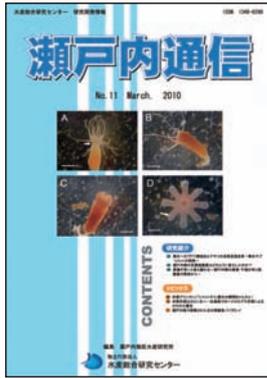
## 日本海リサーチ&トピックス 第6号

発行時期：2010年2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：「3万尾突破！世界記録を更新！ノズワイガニの稚ガニ2量産再現に成功！」、「日本海における大型クラゲの成熟」など  
ホームページ URL：<http://jsnfri.affrc.go.jp/publication/R&T/R&T-6.pdf>



## 遠洋リサーチ&トピックス 第7号

発行時期：2010年3月  
問い合わせ先：遠洋水産研究所業務推進部業務推進課  
掲載内容：「カツオアーカイバルタグ装着の試み」、「日本沿岸におけるツチクジラ外部形態プロポーシヨンの地理的変異」など  
ホームページ URL：[http://fsf.affrc.go.jp/enyo\\_rt/rt7.pdf](http://fsf.affrc.go.jp/enyo_rt/rt7.pdf)



## 瀬戸内通信 第11号

発行時期：2010年3月

問い合わせ先：瀬戸内海区水産研究所業務推進部業務推進課

掲載内容：「海水へのブドウ糖添加とアサリの成長促進—海水サプリメントの開発—」、「赤潮プランクトン「シャットネラ」誕生の瞬間をとらえた！」など

ホームページ URL：http://feis.affrc.go.jp/publi/setotsuu/index.html

## おさかな瓦版 34号、35号

発行時期：2010年4月（34号）、2010年6月（35号）

問い合わせ先：経営企画部広報室

掲載内容：シリーズ三陸のさかなたち第1回「ババガレイ」（34号）、第2回「サケ」（35号）の紹介など

ホームページ URL：

http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/letter/no34.pdf

http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/letter/no35.pdf



## 書籍情報

Book information

水産総合研究センターの叢書が2冊出版されました。



水産総合研究センター叢書

### 水産資源データ解析入門

水産資源のみならず、生物資源管理を行うための基礎となる「データ解析」について解説した入門書です。先生役の水産総合研究センターマスコット「あんじい」と生徒役の「ふつくん」が対話形式でやさしく教えてくれます。これまであまり紹介されていなかった水産資源解析の歴史や、確率分布を用いた数値計算・モデル構築の基本を丁寧に説明しました。資源解析を初歩から学びたい方々に、是非読んでいただきたい一冊です。

発行所：恒星社厚生閣

定価：3,360円（本体：3,200円）

編著者：赤嶺達郎

サイズ：B5判／180頁

ISBN：978-4-7699-1226-2

初版発行：2009年4月8日



水産総合研究センター叢書

### マグロのふしぎがわかる本

マグロのことならこの1冊！！  
マグロ研究に長年携わってきた研究者たちによる、マグロのすべてが分かる本です。おいしいマグロの種類はどれ？ マグロの進化、寿命、おいしい調理法、流通の歴史から資源管理まで。すし屋でもなじみのマグロですが、意外と知られていないマグロのふしぎや近年のマグロ事情を紹介します。

発行所：築地書館

定価：2,100円（本体：2,000円）

編著者：中野秀樹・岡雅一

サイズ：四六判／272頁

ISBN：978-4-8067-1404-0

初版発行：2010年7月15日

## うなぎは世界ではどんな食べ方をするの？

世界の中で一番たくさんうなぎを食べているのは日本人で、世界のウナギ類の半分以上を食べていると言われています。しかし、他の国々でもうなぎはいろいろな料理で食べられています。

おとなりの中国や韓国では煮たり焼いたりして食べていましたが、近年の日本食ブームで、日本食の食材としても、よくうなぎが食べられているようです。

それ以外の国ではどのように食べられているのでしょうか？

ヨーロッパではうなぎをくん製にしたり、シラスウナギをオリブオイル煮などにしています。イギリスの郷土料理にはうなぎをパイ生地とともに焼き上げたものや、ゼリーで固めたものがあります。フランスでは「マトロット」という赤ワインで煮込む料理があるそうです。またドイツでは、「アール・ズッペ」という、うなぎの他にドライフルーツなども入った甘酸っぱいスープがハンブルグの名物だそうです。

いずれの国の料理でも、日本のかば焼きのように丁寧に開いて調理するのではなく、身をぶつ切りにして使うことが多いようです。調理方法には日本人のきょうめんさが出ていますね。

日本だけでなく、世界中で愛されているうなぎ。いつまでも食べていけると良いですね。

▶ アンゲラス(angulas)と呼ばれるシラスウナギ料理(スペイン)



(提供：廣瀬慶二氏)

## 編集後記

本年4月、「世界初！ウナギ完全養殖達成！！」の明るいニュースは、日本中を沸き立たせました。生まれたばかりの赤ちゃんウナギたちも大活躍。日光、東京、京都、岐阜、神戸、長崎、富山など、全国でのお披露目に引張りだこでした。展示会では、好奇心旺盛な小中学生からお年寄りまで、シユミット博士の大航海に端を発する壮大なウナギ産卵場探しのドラマや、シラスウナギの激減によるウナギ養殖の危機、不思議のベールに覆われて謎だらけのウナギの一生、そして今回の悲願を達成した研究者たちの地道で涙ぐましい努力の日々についての私たちスタッフの説明に、熱心に耳を傾けて頂きました。

そして、5月の成果発表会では、約400名の来場者が静かに見守る中、これまで誰も見たことのない世界を独自に切り開いた研究者たちの発表が披露されました。中には、「講演を聞いて大変感動しました。研究に携わった研究者に一言お礼を申し上げたい」との有難いコメントも頂き、この成果のもつ意味の重さを厳粛に受け止めた次第です。

今号はこの成果発表会での講演に基づき、特集記事としました。困難な研究に挑んだ研究者たちのひたむきな取りくみや生き様を、身近に感じ取って頂ければ幸いです。

(岡崎恵美子)

### 執筆者一覧

#### ■特集 ウナギ完全養殖達成

- ウナギとはどんな魚？ ..... 経営企画部 広報室 関根信太郎
- 南の海にウナギを追う！ ..... 中央水産研究所 浅海増殖部 資源増殖研究室 黒木 洋明
- ウナギ完全養殖への道 ..... 養殖研究所 生産技術部 繁殖生理グループ 田中 秀樹
- 完全養殖の達成と量産飼育への挑戦 ..... 志布志栽培漁業センター 橋本 博、増田 賢嗣、今泉 均
- シラスウナギ量産化への展望 ..... 研究開発推進担当理事 井上 潔
- コラム：国産ウナギと輸入ウナギ ..... 経営企画部 広報室 関根信太郎

#### ■あじいの魚菜に乾杯

- 第12回 きらめく初夏にはコレで決まり！旬のマアジのタタキ3種盛りとガワ ..... 屋島栽培漁業センター 山本 義久

#### ■ルポルタージュ

- 豊かな三陸の海を守る！ 宮古栽培漁業センター ..... 経営企画部 広報室 佐野 春美

#### ■研究成果情報

- 世界初！スサビノリの遺伝情報の概読に成功 ..... 中央水産研究所 水産遺伝子解析センター 小林 敬典
- 魚探の魚種判別に役立つエコーグラム図鑑を作成しました ..... 日本海区水産研究所 日本海漁業資源部 資源評価研究室 木所 英昭

#### ■知的財産情報

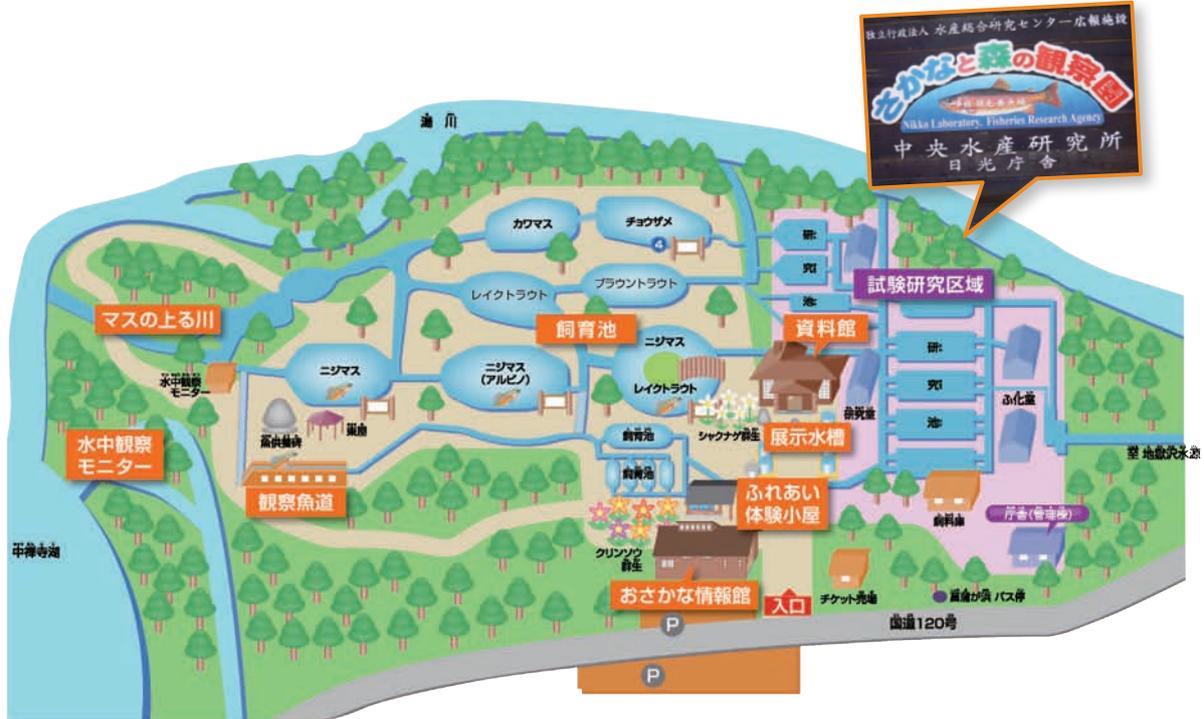
- 翼を用いて安全性を高めた漁船の開発 ～転覆や大傾斜を防止できる船舶～ ..... 水産工学研究所 漁業生産・情報工学部 漁船工学グループ 安全性研究チーム 松田 秋彦
- 河川の増水時等において用いる救命装置 ..... 水産工学研究所 水産システム研究センター 渡部 俊広

#### ■おさかな チョット耳寄り情報

- うなぎは世界ではどんな食べ方をするの？ ..... 経営企画部 広報室 高崎 大輔

## 夏休みは日光の「さかなと森の観察園」へ行こう！

「さかなと森の観察園」は、栃木県日光市の中禅寺湖のほとりにある水産総合研究センターの広報施設です。研究所の敷地の一部を公開していて、川や湖にすむ「さけ・ます類」について学ぶことができます。幻のさかなと言われるイトウや、中禅寺湖にしかないレイクトラウトをはじめ、さまざまな種類のさけ・ますの仲間やチョウザメなどが観察でき、さかなたちにエサをやることもできます。夏でも涼しい日光の「さかなと森の観察園」に、ぜひお立ち寄りください。



**チョウザメ**  
国内ではあまり見ることのできないチョウザメ。キャビアを産むさかなです。



**ブラクトラウト(カワマス)**  
イワナの仲間です。約100年前、日本で最初に移植されたのが奥日光です。



**アルビノニジマス**  
突然変異で色素が無くなったニジマスです。



**ヒメマス**  
中禅寺湖はヒメマスで有名な湖です。とてもおいしいさかなです。

### ● アクセス



電車・バス：東武日光線・JR日光線「日光駅」より東武バス「光徳温泉」または「湯元温泉」行のバスで約60分、「菖蒲ヶ浜」バス下車すぐ

車：日光道「清滝IC」から国道120号線

### ● 観覧のご案内

開園日：3月20日～11月30日  
開園時間：3月20日～10月31日 9:00～17:00  
11月1日～11月30日 9:00～16:00

観覧料金  
通常料金 大人 300円/小・中学生 100円  
団体料金(20人以上) 大人 240円/小・中学生 80円  
シーズンパスポート※ 大人1,000円/小・中学生350円  
※発券日から、その年の11月30日まで有効  
★就学前の幼児は無料です

### さかなと森の観察園

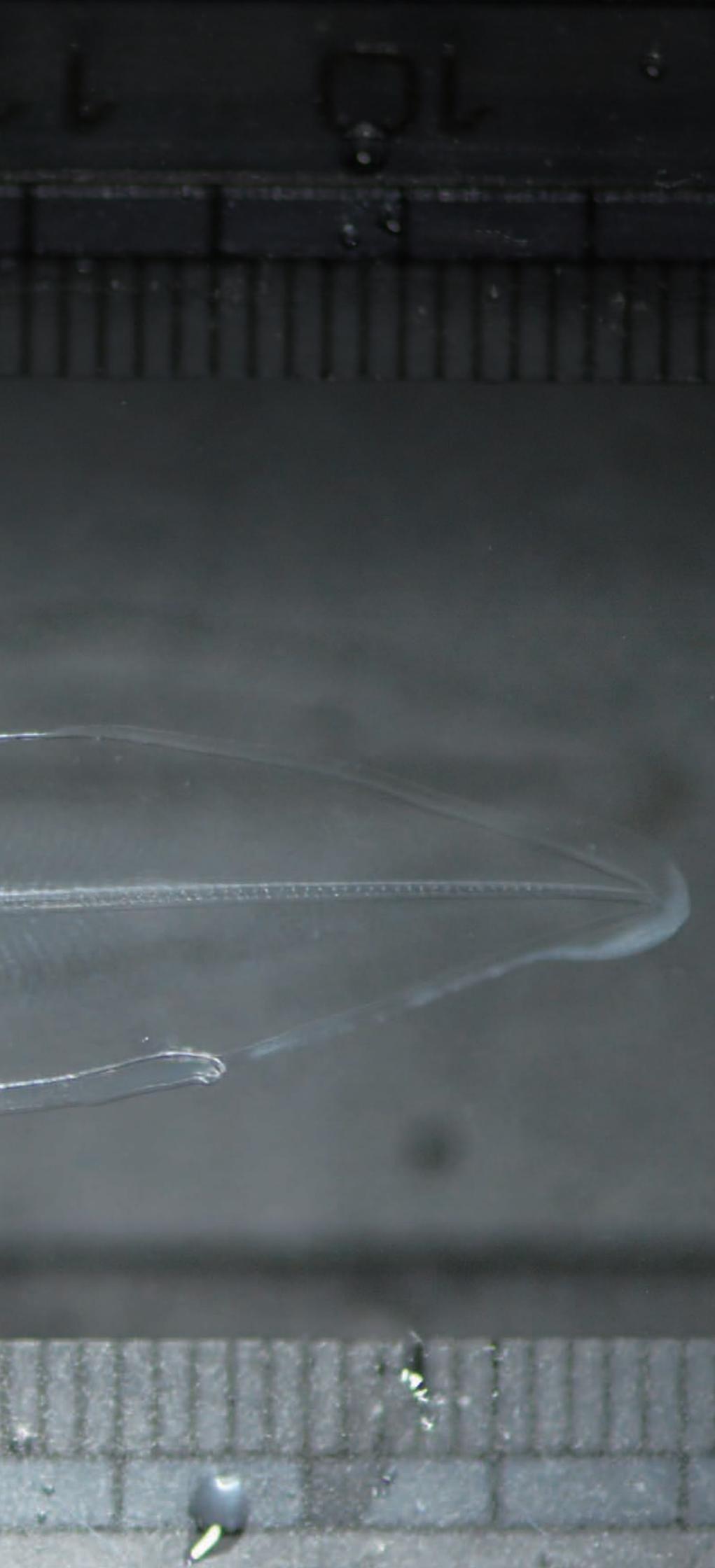
〒321-1661 栃木県日光市中宮祠2482-3  
独立行政法人 水産総合研究センター 中央水産研究所日光庁舎  
☎ 0288-55-0055 ✉ fra-nikko@ml.affrc.go.jp



ホームページも見てね！

さかなと森の観察園

検索



# FRA NEWS VOL.23

Fisheries Research Agency News 2010. 7

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/>