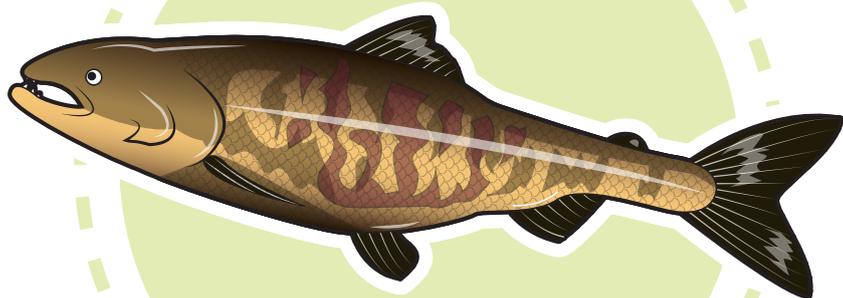


FRANNEWS

水産業の未来を拓く

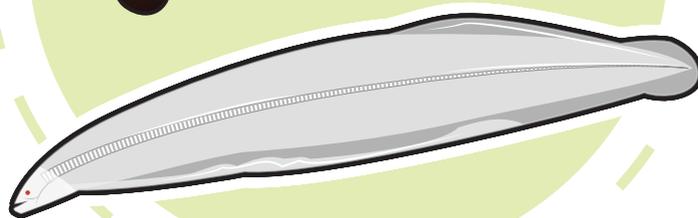
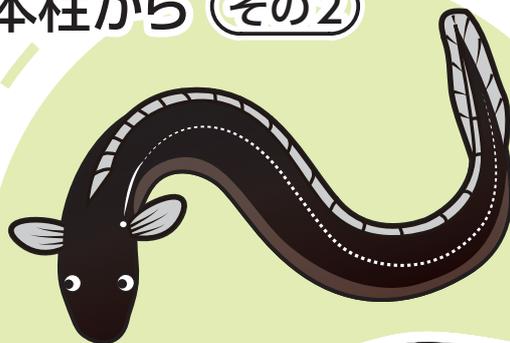
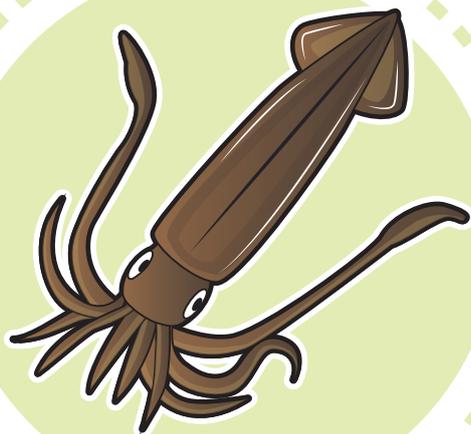
vol. 45

Fisheries Research Agency NEWS ● フラニュース 2015.12



沿岸漁業の振興、養殖業の発展、 水産物の安全をめざして

第3期中期計画の5本柱から (その2)



あんじいの魚菜に乾杯

色艶やかなイクラどっさりのしゃぶしゃぶ鍋風雑煮とイクラ餅ノリ巻

研究の現場から

ニホンウナギ人工種苗の大量生産に向けて

国立研究開発法人
水産総合研究センター

沿岸漁業の振興、養殖業の発展、 水産物の安全をめざして

第3期中期計画の5本柱から その2

水産総合研究センターは、水産物の安定供給や水産業の健全な発展に役立つ成果を上げるため、2011年から15年までの5年間の研究計画（第3期中期計画）として、5つのテーマ（左ページ図）を設定し、調査研究に取り組んできました。

前号では、5つのテーマの中から「水産資源の管理」に関する研究成果と、「研究の発展に役立つ調査・研究開発」について成果を紹介しました。この号では、残りの3つのテーマに関する成果を紹介します。

沿岸漁業の振興

日本では、古くから各地域でそこに面した海の特性を生かして、さまざま

まな水産業が営まれています。その中で、沿岸漁業は経営規模としては比較的小さいですが、水産物供給の面では大きな役割を果たしています。沿岸域には魚を獲るための漁場があるほか、海のゆりかごと呼ばれる藻場などの稚魚をはぐくむ海域

Contents

| | |
|---|----|
| 沿岸漁業の振興、養殖業の発展、水産物の安全をめざして 第3期中期計画の5本柱から その2 | 2 |
| あんじいの魚菜に乾杯 | 22 |
| 会議・イベント報告 | 24 |

◆表紙イラスト：秋山 葉

| | |
|----------------------|----|
| 刊行物報告 | 26 |
| おさかな チョット耳寄り情報 no.45 | 27 |
| 執筆者一覧 | 27 |
| 編集後記 | 28 |

養殖業の発展

もあり、沿岸環境を守ることは「沿岸漁業の振興」にもつながります。

そのため、当センターでは、沿岸漁業の漁獲対象のサケなどの魚類の種苗を放流して資源を増やす取り組みのほか、沿岸環境を守るために漁場環境の保全、有害生物対策など、沿岸漁業の振興に役立つ研究開発に取り組んでいます。

その成果の中から、「サケの来遊数の推定と放流方法を検討」、「小型甲殻類が豊富な海の環境を解明」および「ニホンウナギの産卵回遊を解明」の3つを紹介します。

世界的に漁業資源が低下傾向にある中で、魚食ブームにより水産物の需要が高まっています。その影響を受け、輸入による水産物の確保が難しくなりつつあります。そのため、養殖による水産物の安定供給の重要性は増えています。

当センターは、クロマグロやニホンウナギの種苗生産技術の開発、養殖しやすい人工種苗をつくる技術の開発、養殖魚を病気から守る技術の開発など、「養殖業の発展」に役立つ研究開発に取り組んできました。

その中から、「シラス

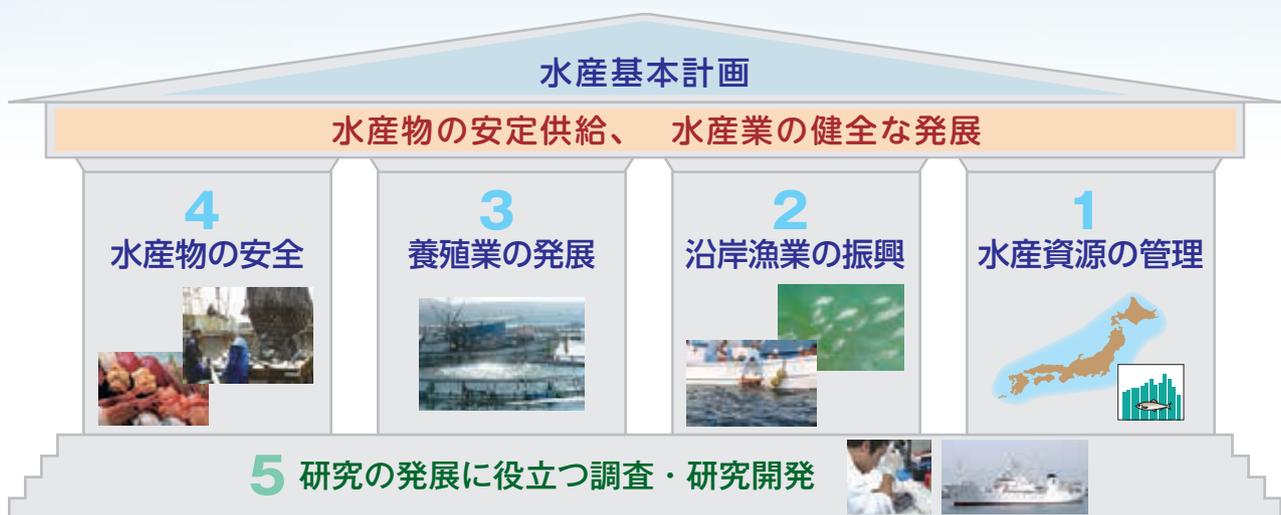
ウナギの大量生産につながる研究成果」「地域特産化をめざした二枚貝^{すい}垂直^か養殖技術を開発」の2つを紹介します。

水産物の安全など

安心して水産物を食べることができるよう、水産物の安全を確保するための技術開発も進めていかなければなりません。

ここでは、「ヒラメの種苗生産・養殖施設でのクドアの感染防除策を開発」を紹介します。

また、漁業経営を圧迫しないような省エネ技術の導入など、「漁船漁業の省エネ技術を開発」も紹介します。



当センターが定めた5つの重点項目

サケの来遊数の推定と放流方法を検討

北海道沿岸の定置網などで漁獲されるサケは、重要な水産資源です。ふ化放流で沿岸に戻ってくる来遊数が大きく増えましたが、1980年以降、放流数は一定でも来遊数が変化しています。サケの来遊数の変動は、漁業だけでなく流通や加工などの水産業に与える影響も大きく、その安定は重要な課題です。そこで、水産総合研究センターは、海域に合わせた手法で来遊数をシミュレートするとともに、来遊数増加につながる放流方法を解析しました。

北海道日本海沿岸の状況

北海道内では、放流数に地域差がほとんどないのに、日本海沿岸では来遊数が少ない傾向があります。また、図1のよう

に来遊数のばらつきが大きい傾向もあります。

来遊数の安定には、海域の特性を踏まえて資源の変動要因を解明するなどし、それらをふ化放流方法の改良に反映する必要があります。

そこで、日本海側の放

流方法の改良につなげるため、採卵した年(年級)ごとの来遊数をシミュレートし、変動に関連する要因などを調べました。

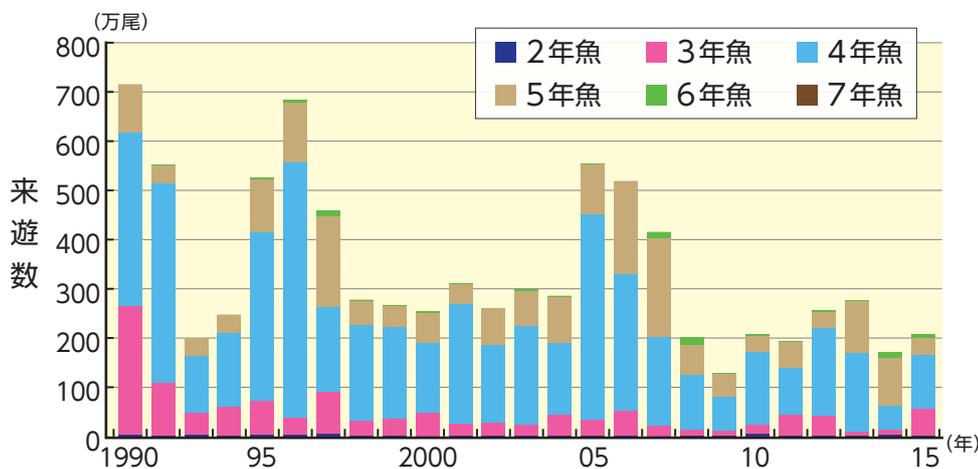


図1 北海道日本海沿岸におけるサケの年齢別来遊数

日本海に合わせた方式で計算

北海道日本海側の特性に合わせてシミュレートしたところ、放流サイズと、春の沿岸域の海水が流れる速度などを考慮することで、年級ごとのサケの来遊数を精度よく再現できることがわかりました(図2)。

また、このシミュレーションから、北海道日本海沿岸の河川から放流されるサケ稚魚の平均放流サイズは、0.85グラムのとときに最も来遊数を増加させる効果が大きく、大きなサイズであればあるほど来遊数が増えるわけではないことがわかりました(図3)。

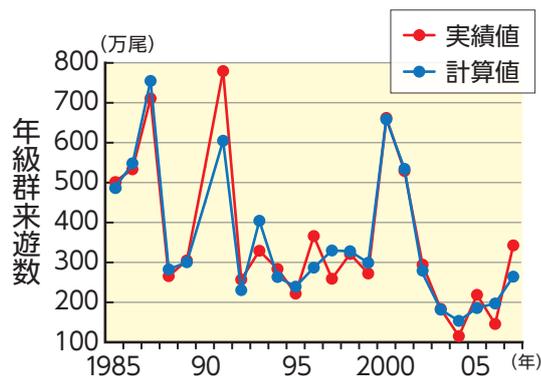


図2 放流サイズと春季の沿岸流速を用いた採卵年別の来遊数のシミュレート結果と実測値

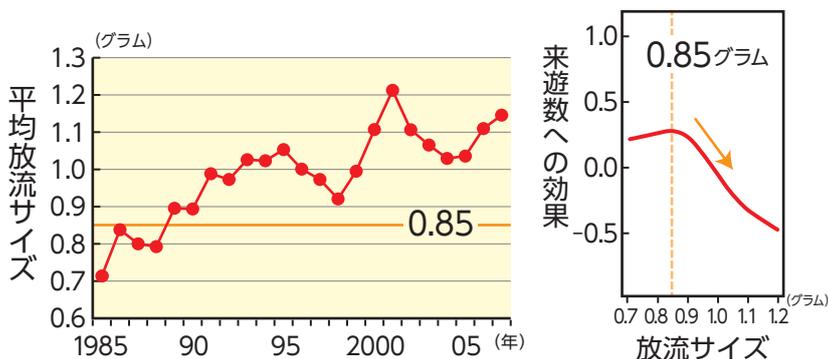


図3 北海道日本海沿岸のサケ稚魚平均放流サイズの推移(左)と推定来遊数への放流サイズの効果(右)

地域に合わせた放流方法へ

サケは一般に、3〜5月に川を下って海に移動します。人工ふ化させたサケを川へ放流するのでも、これに合わせて行われています。

川を下り始める天然のサケ(体重約0.4グラム)に比べて、放流に適したサイズとして推奨されてきたのは1グラムと、2倍以上の大きさです。北海道日本海沿岸では、ほかの地域に比べてサケの卵の大きさが小さいので、稚魚を1グラム以上に育てるためには、放流時期を遅くする必要があります。

放流サイズは放流時期とも密接に関係している

ため、今後、放流サイズと放流時期の関係を詳しく調べる必要があります。

しかし、今回の成果から、放流する魚を極端に大きくすることにこだわることなく、地域に合わせたサケのふ化放流方法を開発することが、サケ資源の安定化には重要であることがわかりました。

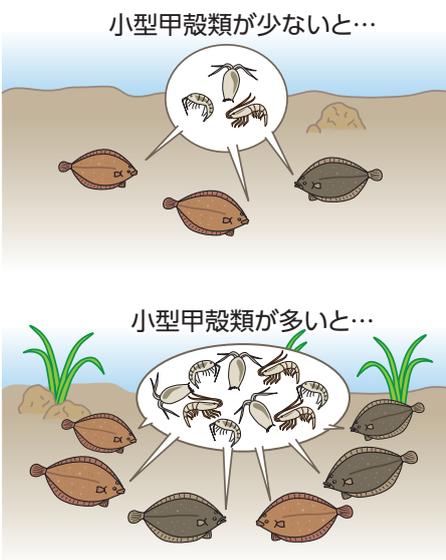


サケの稚魚
(重さ約1グラム、体長約5センチ)

小型甲殻類が豊富な海の環境を解明

海底の砂にすむ小型甲殻類は、かれい類やヒラメなどの稚魚のエサとしてとても重要です。それらがすむ砂浜や浅い海は水産資源をはぐくむ大切な場所ですが、埋め立てなどの開発により影響を受けやすいことも知られています。

砂浜や浅い海では、どこも同じように小型甲殻類がすんでいるわけではなく、場所により、数や種類が異なります。小型甲殻類が多くなる場所は、稚魚がたくさんすむことができるので、育成場としてより高い機能を持っているといえます。

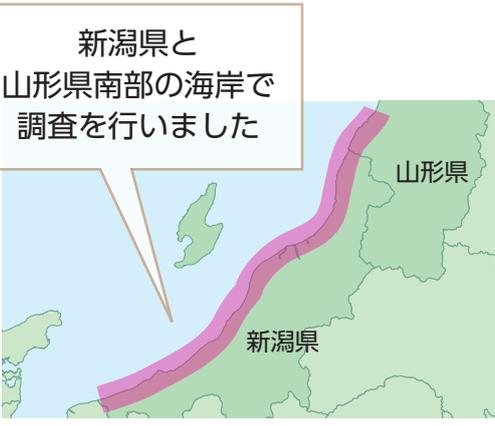


小型甲殻類が多くいる浅い海には、かれい類やヒラメなどの稚魚がたくさんいます

す。これまで、砂浜や浅い海について、小型甲殻類を中心とした環境との関連を評価した情報はほとんどありませんでした。そこで水産総合研究センターは、小型甲殻類がどのような環境にたくさんいるのかを調べ、その環境条件を明らかにしました。

砂浜で調査

日本海に面した新潟県と山形県南部の70地点の砂浜を調査地点に定めて、代表的な3種の小型甲殻類、ナミノリソコエビ、ヒメスナホリムシ、コクボフクロアミ(左ページ写真)の分布調査をしました。



各地点で観察された数を5段階にまとめるとともに、左ページの表に示す塩分や水温など14の項目を調査して、各地点の特徴を明らかにしました。

砂浜に住む代表的な小型甲殻類



ナミノリソコエビ
(大きさは5ミリほど)

ヒメスナホリムシ
(大きさは7ミリほど)

コクボフクロアミ
(大きさは10ミリほど)

これらの小型甲殻類は日本海の砂浜に広く分布し、魚やカニ、鳥などのエサにもなっています

| 環境要因 | ナミノリソコエビ | ヒメスナホリムシ | コクボフクロアミ |
|-----------------|----------|----------|----------|
| 塩分が増えると | ▲ | | ▼ |
| 海水中の酸素濃度が増えると | ▲ | | ▼ |
| 春季水温 | | | |
| 夏季水温が上昇すると | | ▲ | |
| 春季クロロフィルa量* | | | |
| 海底の砂の粒径が粗くなると | ▼ | | ▼ |
| 砂の粒子がふぞろいになるほど | | ▼ | ▼ |
| 砂浜の波打ち際の傾斜 | | | |
| 砂浜沖の海底傾斜が急になると | ▼ | ▼ | ▼ |
| 護岸などの有無 | | | |
| 砂浜の長さ | | | |
| 河口からの距離 | | | |
| 海岸線に市街地部分が占める割合 | | | |
| 湾の奥行き程度 | | | |

* 植物に含まれていて光合成の中心として働く葉緑素であるクロロフィルaを測ることで、植物プランクトンの量が分かります

表 3種の小型甲殻類の個体数に影響を与えた環境要因とその関係
数が増える場合は ▲ 数が減る場合は ▼ 数の増減と関係が認められなかったものは空欄

甲殻類の数に影響を与える要因を解明

これらの観察された数と調査項目の関係を解析しました。その結果、これらの

甲殻類の数に影響を与えていた要因は、塩分、海水中の酸素濃度、海底の砂の粒径、砂浜沖の海底傾斜、砂

の粒子の大きさのばらつき、夏季水温の6つでした(表)。とくに、砂浜沖の海底傾斜は3種に共通した項目であり、砂浜の沖に、緩やかな傾斜の浅海域が広

がっている場所には、これら3種の甲殻類がたくさんいることが明らかになりました。

環境条件を提示し 保全へ

これらの成果は、魚類の稚魚を放流する場所を選ぶときに役立てることが出来ます。また、優先して守るべき砂浜や浅海域の環境条件として示すことが出来ます。

さらに、開発により一度失われた砂浜・浅海域を元に戻す際には、元に戻す必要のある環境条件を示すことが出来るなど、水産資源の育成や生物多様性を保全するために役立てることが出来ます。

ニホンウナギの産卵回遊を解明

ニホンウナギ（以下ウナギ）の養殖は、すべて南方から来遊してきた天然のシラスウナギに依存しています。近年、シラスウナギの来遊量は激減し、養殖業に大きな影響を与えています。

水産総合研究センターは、世界で初めてウナギの完全養殖に成功し、シラスウナギの大量生産に取り組んでいます。

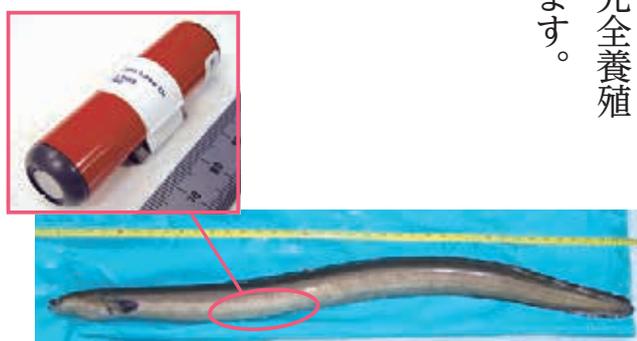
非常に規則的なウナギの行動

親ウナギから大量に良質の卵を採るには、産卵回遊中の環境や生態などの情報を飼育管理に役立てる必要があります。しかし、ウナギの行動は、分からないことが多いのが現状です。

そこで、深度の情報を

発信する発信器を付けたウナギを放流・追跡することで、回遊中の行動を調べました。

その結果、ウナギは夜明けの1時間前に潜り始め、昼間は深いところにて日没とともに浮上を始め、夜は浅いところに



いるという規則的な行動が観察されました（図1）。

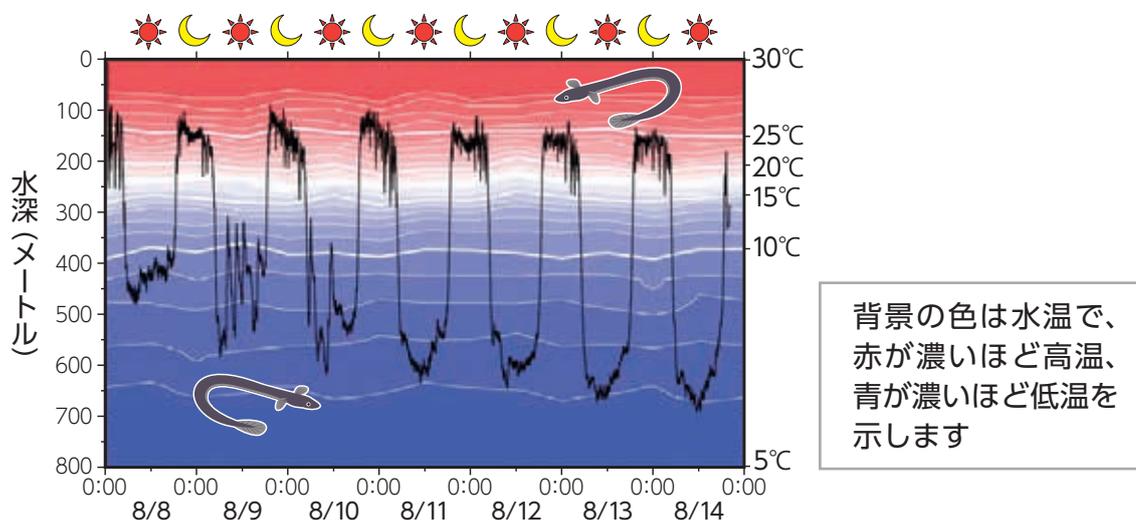


図1 日照と遊泳深度との関係

ウナギは日の出・日の入りを感知

ウナギが示した規則的な行動から、日の出と日の入りの時刻が特定できました。これらの時刻から、昼間の長さが計算できます。昼間の長さは緯度により違いがあり、緯度が高いと短く、緯度が低いと長くなります。このことから、緯度が推定できます。また、日の出と日の入りの時刻の中間が正午になりますが、世界標準時の正午の時刻と、観察された正午の時刻とのずれから、経度が推定できます。

このようにして、行動パターンから、ウナギがいた地点の緯度と経度を推定しました。

実際の位置と推定した緯度経度とを比較すると、おおよその位置は推定できることがわかりました。これらの結果から、回遊中のウナギの遊泳深度と世界標準時刻で位置が推定でき、さらには産卵回遊ルート^{おがさわら}の解明につながれることがわかりました。最近、この手法を応用して、アメリカウナギの回遊ルートが明らかにされています。また、回遊中の環境条件は、人工種苗生産のために重要な親ウナギの育成管理に役立つ情報になるものと期待されます。

ニホンウナギの生態

ニホンウナギは、東アジアの温帯～亜熱帯域の広い範囲にすんでいます。産卵場は西マリアナ海嶺^{かいらい}の南端あたりで、産卵期は5～10月とされています。生まれた仔魚^{しぎよ}は成長しながら海流によって移動し、ふ化後4～5カ月でシラスウナギとなって日本近海にやってきます。1月下旬から3月上旬が河口から河川に上るピークです。

近年の研究によって、ウナギは産卵するまでの間、ずっと河川で過ごすもの、河川に上らずに湾内や河口で暮らすもの、河川を上ってまた海に

戻って暮らすもの、河川と海を何度も行き来するものがあることが分かってきました。

生まれてから4～15年で成熟し、10～12月ごろに産卵場に向かうウナギが河口に現

れます。
小笠原付近^{おがさわら}を通って南へ向かうコースが産卵回遊ルートとして有力視されていますが、まったくといっていいほど何も分かっていません。



ニホンウナギ

人工種苗の大量生産に向けて

水産総合研究センターは、2010年に世界で初めてニホンウナギ（以下ウナギ）の完全養殖に成功しました。以来、養殖に用いるシラスウナギの大量生産技術の確立をめざして研究を進めており、現在、その第一歩となる大型水槽での飼育に取り組んでいます。

大型水槽での飼育実験を開始

シラスウナギの量産化へ

ウナギは身近な魚ですが、研究当初（1960年代）は成熟から産卵に至る生理学的条件が分からず、受精卵を得ることができませんでした。

その後、当センターや関係機関による成熟促進や採卵、人工化技術の研究開発、南方海域での産卵場調査、天然魚の捕獲などから得られた成果により、今では多くの受精卵を計画的に得ることができま

す。
当センターでは、2010年にウナギの完全養殖に成功



してはいますが、養殖に必要なシラスウナギの量産化のためには課題も残されています。それは、卵からふ化した仔魚しぎよを、いかに効率よく大量にシラスウナギまで育てるからです。当センターの増養殖研究所・南伊豆庁舎では、シラスウナギの量産飼育をめざした研究を進めています。

伊豆半島の先端にある南伊豆庁舎
周辺の海域は、水温や水質がニホンウナギの飼育に適していると考えています

卵からシラスウナギまでのウナギの成長



受精卵 (直径約1.6ミリ)

ふ化

仔魚 (ふ化してから稚魚になる前まで)



プレレプトセファルス (約1センチまで)



レプトセファルス (約1~6センチ)

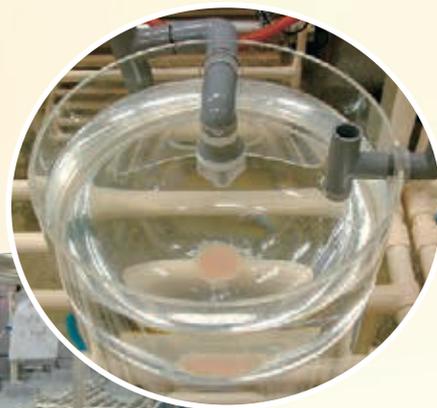
変態

稚魚 (親と同じ形)



シラスウナギ (養殖用種苗)
(約5~6センチ)

※「レプトセファルス」とは、「小さな頭」という意味で、頭が小さく体は柳の葉に似た形で、半透明の仔魚のことを指します



10リットル水槽での飼育風景

洗面器ほどのボウル型水槽 (右上円) がずらりと並んでいます。2010年の完全養殖達成の際に使用していました

水槽の交換を省略

静岡県・伊豆半島の先端、石廊崎にある南伊豆庁舎では、鹿児島県にある当センター増養殖研究所志布志庁舎でふ化した仔魚を使い、シラスウナギに育てるまでの研究を行っています。

10年に志布志庁舎で完全養殖が達成された際に、仔魚の飼育に使われていたのは10

リットルの透明なボウル型水槽でした。

「この水槽

でシラスウナギ

まで育てられるのは10尾前後。シラスウナギを大量生産するにはもっと大きな水槽が必要なのですが、仔魚は細菌に弱いため、定期的な水の交換と水槽の掃除が欠かせません。10リットル水槽では1日1回、清潔な水槽に仔魚を移し替えていましたが、残った仔魚は作業者が目で確認し、手作業で移していました。ですから、仔魚を見つけやすいように水槽は透明で、水深も20センチくらいが限界だったのです」(資源生産部・栗田博部長)

増養殖研究所各庁舎では

増養殖研究所資源生産部
栗田部長





変態したシラスウナギ



水槽中を漂う仔魚 (レプトセファルス)
明かりを嫌うため、水槽の底に向かって泳ごうとします

その後、20リットル、1000リットルと水槽の容量を徐々に大きくしましたが、思うような飼育の省力化につながりませんでした。水槽の形を変えするなど試行錯誤する中で、一つのきっかけとなったのが、水槽の大型化を阻んでいた水槽交換作業の簡略化でした。

「水槽の壁面や底面の汚れをスポンジでこすり落とせば、水槽交換を行わずに飼育できることが分かり、その方法に基づいた新たな大型水槽のアイデアができました」

(同)

志布志庁舎で生まれたこのアイデアにより、ウナギ仔魚の飼育が可能であることが確かめられました。その実績を基に、1000リットルの大型水槽を南伊豆庁舎に設置

し、13年6月から飼育実験が始まりました。

「大型水槽は、2個の大型水槽をパイプで接続したもので、水流により、仔魚が水槽間を移動します。翌日、仔魚がいない側の水槽を水を残したまま掃除できるので、10リットル水槽をたくさん並べるのに比べて飼育の手間が大幅に減りました。水槽が透明である必要もなくなったため、塩化ビニールなど安価で耐久性の高い素材を使用しています」(同)

生残率と

飼育期間が課題

最初の大型水槽で飼育したのは仔魚2万6千尾。そのうち、シラスウナギに変態したのは441尾でした。割合にして約1・6%です。

ニホンウナギ研究の歴史

※ ●は天然魚の調査、●は種苗生産研究

- 1930年代 ●日本の南方海域で産卵場調査が行われる（内田 恵太郎、松井魁）
- 1960年代 ●ニホンウナギの人工ふ化をめざした研究が始まる（東京大学など）
 - ニホンウナギのレプトセファルスが採集される
- 1973年 ●世界初の人工ふ化に成功、5日間生存（北海道大学）
 - 静岡県水産試験場、千葉県水産試験場、東京大学でも成功
 - 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
- 1975年 ●体重増加を目安としたホルモン投与法の開発
- 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）
- 1991年 ●メス化養成親魚よりふ化レプトセファルスを得ることに成功（愛知県水産試験場）
 - レプトセファルスを採集。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）
- 1993年 ●効率的な排卵促進法を開発し、ふ化レプトセファルスが18日間生存。安定した人工授精が可能になる（養殖研究所－現水産総合研究センター）
- 1999年 ●レプトセファルスまでの飼育に成功（養殖研究所－現水産総合研究センター）
- 2000年 ●長期間海水で養成したニホン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）
- 2005年 ●プレレプトセファルスを西マリアナ海嶺・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、レプトセファルスを捕獲（水産庁、水産総合研究センター）
- 2009年 ●成熟したニホンウナギ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）
- 2010年 ●世界で初めてニホンウナギの完全養殖に成功（水産総合研究センター）
- 2014年 ●1000リットルの大型水槽による飼育に成功（水産総合研究センター）



1000リットル水槽

板かまぼこを逆にした、塩化ビニール製にたどり着きました

「10リットル水槽では仔魚を約250尾飼育し、そのうち10尾、約4%がシラスウナギに変態していました。水槽を大きくしてみたら、個体が生き残る確率（生残率）が下がっています。また、天然の仔魚は約半年で変態するのに、人工飼育では180日から500日と、シラスウナギに変態するのに日数がかかります。」

かっています。当面の課題は、生残率を高めつつ、飼育期間を短くすることです。まずは、生残率を10リットル水槽の4%に近づけたいと考えています」（同）

南伊豆庁舎では現在、16基の大型水槽を使い、水流や給餌方法、掃除のやり方などを比較しながら実験を進めています。

大型水槽で省力化を実現

生存率の向上など課題は残されていますが、大型水槽による飼育により、シラスウナギの大量生産技術の実現に一步近づいてきました。この水槽は、1つが縦1・5メートル、横1メートル、高さ0・8メートル、容量1000リットルの塩化ビニール製で、底が平らではなく「板かまぼこ」を逆さにしたような形をしていて、9本のパイプで2つがつながっています。「パイプを通して仔魚を

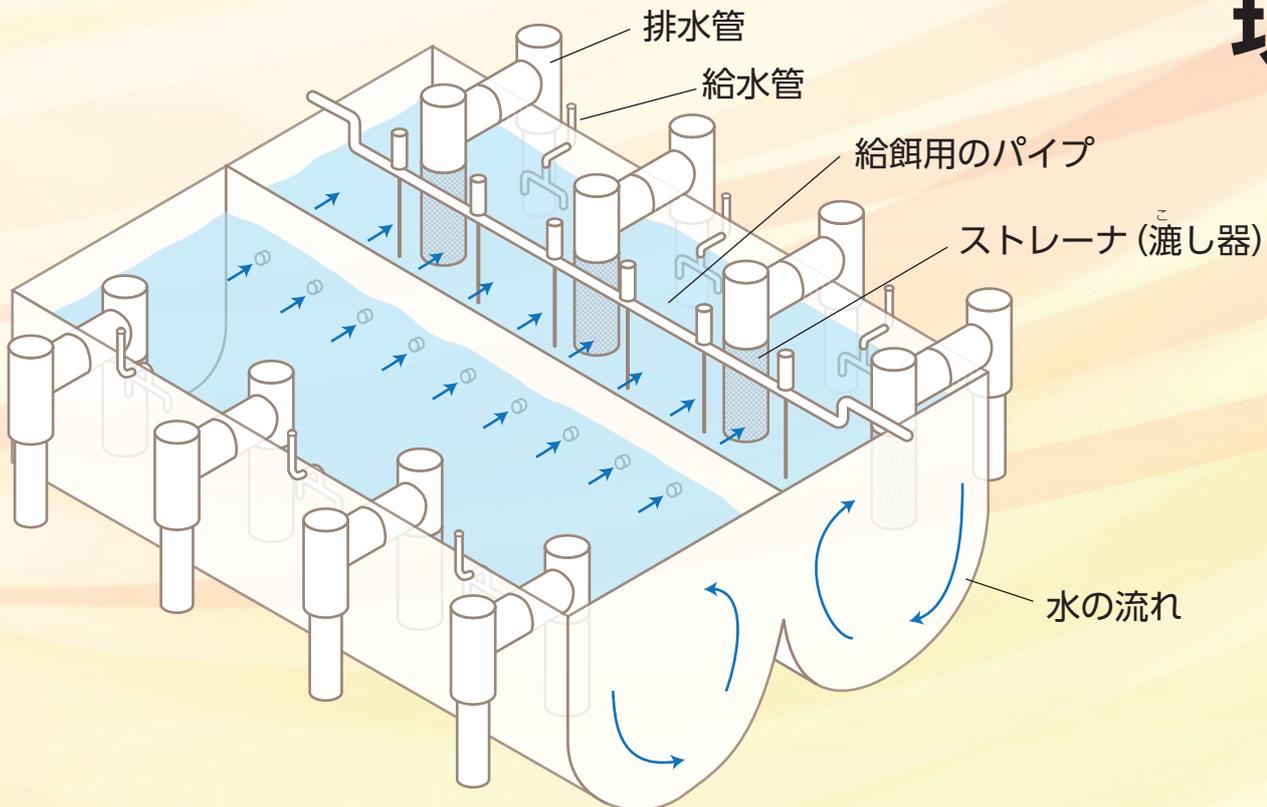
別の水槽に移動させるのは小型水槽と同じです。しかし、大型水槽の最大の特徴は、仔魚がとりの水槽に移ったら、海水を残したまま水槽の掃除ができることです」（栗田部長）
飼育作業の手間を省くことができるようにしました。
「飼育実績はまだ十分ではないですが、省力化の効果は大きく、今後の研究開発につながると思います」（同）



キャップ（→部分）



ストレーナ



※この大型水槽は「ウナギ仔魚の飼育方法及び装置」として特許出願中です
（国際出願番号PCT/JP2014/083852、特願2015-516141）

有効飼料の開発

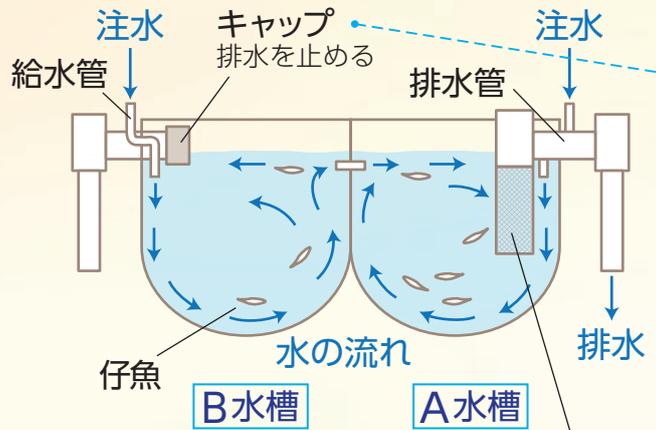
「エサの開発なくしてシラスウナギの量産なし」といわれるほど、重要なのが飼料です。現在、主にアブラツノザメの卵を使ったペースト状の飼料をスポイトやパイプで水槽の底に沈め、仔魚に与えています。

アブラツノザメは東北や北海道で多く漁獲される深海サメですが、その卵を、これからも十分に確保できる見込みはないので、増養殖研究所では、この卵を使わない飼料を仔魚に与え、成長などを比較しながら新たな飼料の研究開発も進めています。

「日本で養殖に使われているシラスウナギは1億尾以上といわれています。人工種苗により、1000万尾でも生産できる技術をつくることができれば、ウナギ養殖の安定に役立ちます。天然資源も人工種苗もどちらも大事です。ニホン

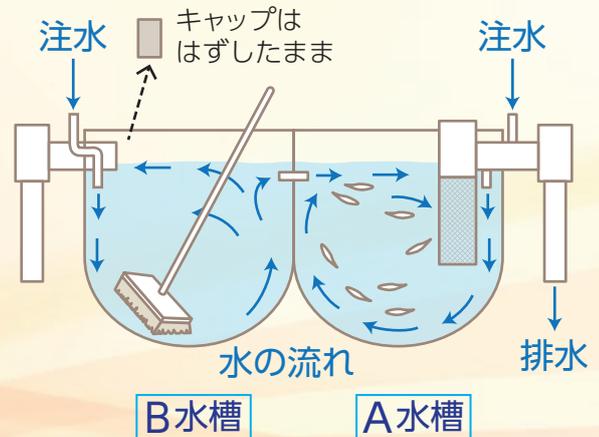
ウナギ資源をなくしたくないし、うなぎを手頃な値段で食べたいというのが、多くの人の思いでしょう。そのためにも、人工種苗の大量生産システムをできるだけ早く確立したいと思います」(栗田部長)

注水と排水を組み合わせ、仔魚をB水槽からA水槽に移す仕組み

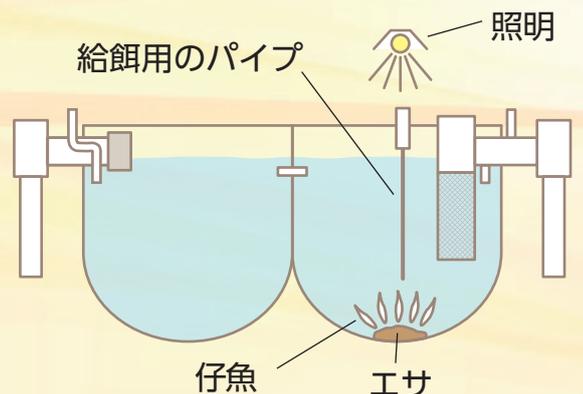


ストレーナ(漉し器) 仔魚が逃げないように網がついている

B水槽からA水槽に仔魚を移し終わったら、B水槽を掃除



給餌の仕組み



地域特産化をめざした一枚貝 垂下養殖技術を開発

アサリは重要な水産資源です。埋め立てなどによる干潟の減少や、アサリを食べる生物の増加などにより、近年その漁獲量が大きく減少しています。そこで、アサリを増やすために、種苗を安定して大量に集める技術や、その養殖技術の開発に取り組んでいます。

種苗を集める方法を開発

アサリは干潟の砂にいるイメージがありますが、磯の潮だまりの砂利から見つかることもあり、育つ場所として必ずしも砂が必要なわけではありません。

カキ殻を加工して固めたカキ殻加工固形物の利用を調べている中で、これと砂利とを混ぜて網袋に入れて干潟に置くことで、その中にアサリが入り、成長するこ

とが分かりました。この袋を設置する場所や時期などを、それぞれの地域の状況に合わせてすることで、効率よくアサリ種苗を集めることが可能になりました。



干潟にいるアサリの数倍～数十倍の高い密度で種苗を確保可能



カキ殻加工固形物

+



砂利

カキ殻を砕いた粉末に製塩の副産物の水酸化マグネシウムを混ぜて水で練って丸め、乾燥させて固めたもの



全国 20 道県にこの方法が普及

養殖方法を開発



コンテナ（左）や丸カゴ（右）に砂利とカキ殻固形物を詰めてアサリ稚貝を入れます



コンテナや丸カゴは、筏（左）のほかにロープ（右）からつり下げられることもできます

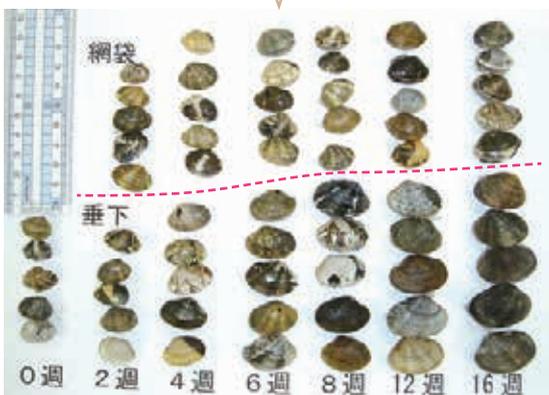
集めた種苗を用いて養殖を行います。アサリを入れる容器はコンテナや丸カゴが利用できることと、アサリの収容密度やつり下げの深さ、筏の設置場所などで成長に差が出ることで明らかとなりました。このことから、養殖を行う場所ごとに、最適な条件を見つける必要があります。

養殖方法の検証

垂下養殖は干潟よりもよく育ち、大きさは干潟の1.8倍、重さは2.5倍になりました。また、養殖アサリが成熟・産卵することで、資源の回復にも役立つことが分かりました。これらの成果は、採算性の向上をめざし、さらなる技術の研究・開発も進めていきます。

漁業の現場に普及しており、三重県の鳥羽磯部漁業協同組合浦村支所浦村アサリ研究会で、アサリの垂下養殖を行っています。

垂下養殖にすると、海水中の植物プランクトンをたくさん食べることができるので、よく育ちます



網袋に入れて干潟に置いたアサリ（上段）と垂下養殖のアサリ（下段）の比較

ヒラメの種苗生産・養殖施設でのクドアの感染防除策を開発

近年、養殖ヒラメなどの生食で原因不明の食中毒が発生しています。その食中毒の一部は、クドア・セプテンpunkタータ（クドア）という寄生虫が引き起こしていることが明らかになりました。

その防止のため、水産総合研究センターが中心となって、感染したヒラメを検出する検査法や感染防除技術の開発を進めています。これまでに、クドアに感染したヒラメを簡単に見つけるための簡易検査法や給水処理による感染防除技術などを開発しています。



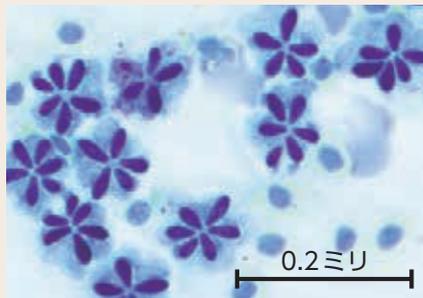
魚への感染には、環形動物が関与か？



感染ヒラメからほかのヒラメに直接感染しません

クドア・セプテンpunkタータって？

クドア・セプテンpunkタータ (*Kudoa septempunctata*) は、魚の筋肉に寄生する粘液胞子虫の一種です。クドアの魚への感染には、ゴカイなどの環形動物が関わっていると考えられています。クドアは下痢症状などを引き起こしますが、そのメカニズムはまだ解明されていません。写真は、メ



チレンブルー染色による簡易顕微鏡検査法で確認されたクドア。

感染状況

養殖ヒラメの感染は、限られた海域の種苗生産場や養殖場で感染していることが分かりました。

ヒラメは、クドアに夏を中心に感染すること、感染したヒラメからほかのヒラメに直接感染する可能性がほとんどないことも分かってきました。

検査法の開発

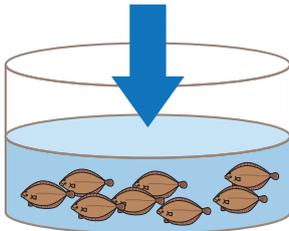
クドアの遺伝子を使った検査や、顕微鏡を使った簡易検査を開発しました。

これらの検査法で感染したヒラメが確認できるので、養殖場への感染した稚魚の導入防止や養殖場からの感染魚の出荷防止に役立っています。

防除技術の開発

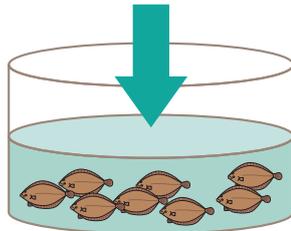
養殖施設で、給水の際、砂でろ過した後に紫外線を照射することでクドアの感染防除に成功しました。紫外線の照射量は46ミリジュール/平方センチ*であれば有効であることも確認しています。これらの成果により、クドアによる食中毒の発生を減らすことに貢献しています。

砂でろ過した海水に
紫外線照射して注水



3カ月間の飼育で
クドアの検出なし

くみ上げたままの
海水を注水



3カ月間の飼育で
23~53%の
感染を確認

*ジュール/平方センチ：1平方センチ当たりを受ける紫外線のエネルギーの強さを積算した値を示す単位。ヒトが1日に浴びる紫外線量の平均は約40ミリジュール/平方センチといわれています。

安心して貝が食べられるように ～下痢性貝毒検査への貢献～

毒をつくり出すプランクトンを貝がたくさん食べることで、毒が貝に蓄積されます。そのような貝をヒトが食べると、下痢などを起こします。これが下痢性貝毒です。

水産総合研究センターは、安心して貝を食べることができるよう、下痢性貝毒を検査するための分析方法の確立や、分析のための基準となる標準物質の製造にも貢献しています。

肝臓とすい臓の機能をあわせもつ中腸線に毒がたまりやす



漁船漁業の省エネ技術を開発

漁船を使う漁業は、生産コストに占める燃料費の割合が高く、経営を安定させるためには、燃料費の削減につながる省エネ技術の導入が必要となっています。

水産総合研究センターは、漁船漁業の省エネ技術の研究開発を進めています。

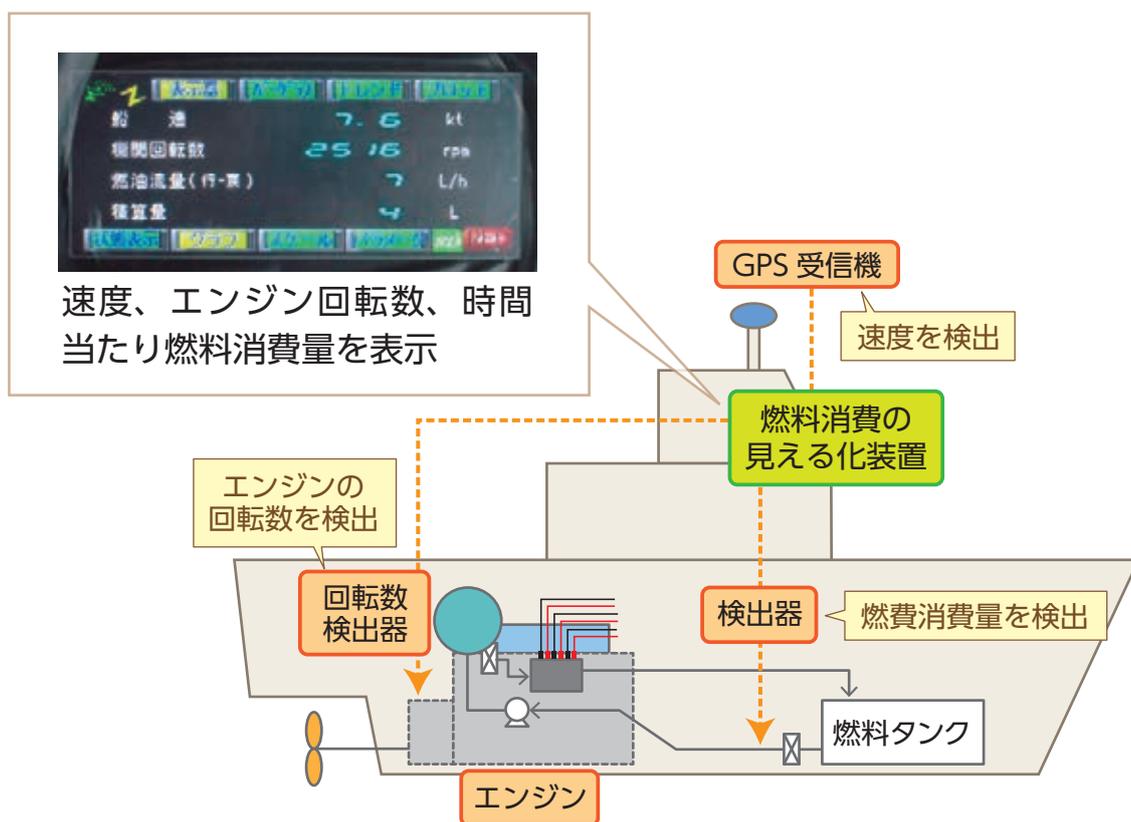
燃料消費を「見える化」

漁船は、プロペラを回すエンジンの回転数を必要以上に上げても速度はさほど上がりません。そこで、速度と燃料消費の関係をいつも確認できるように「見える化」する装置を開発しました。

これにより、漁業者が、適切な速度で運航できるように

なり、漁船の省エネが進むことが期待できます。

また、この装置がなくても省エネ運航ができるようになるため、減速運航による燃料削減量がスマートフォンで簡単に計算できるソフトウェア「Dr.省エネ」を作成し、無料公開しています。



LED灯の導入促進

イカ釣り漁業では、明るい漁灯ほど漁獲量も多くなることから、漁灯の大光量化・大消費電力化をたどってきました。

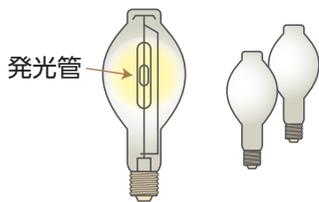
しかし、経営コストの中で燃料費が40%近くを占めることから、LEDを用いた漁灯が省エネにつながる技術とし

て注目され、その活用方法について開発を進めています。

また、LED漁灯の導入を促進するために、「イカ釣りLED漁灯活用ガイド」をまとめてウェブで公開しています。今後も、漁業への省エネ技術の導入のための調査研究を進めて行きます。

● LEDとメタルハライドランプ

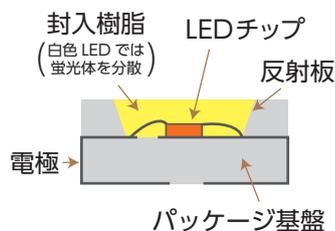
メタルハライドランプ



とても明るく、広い範囲を照らせるが、消費電力が大きい

メタルハライドランプとは放電灯の一種で、水銀とハロゲン化金属の混合蒸気の中で放電を起こして発光させます

LEDの例 表面実装型



小さく、消費電力が少ないうえ、寿命が長い

LEDとは発光ダイオード (Light Emitting Diode) のことで、特殊な半導体に電気(電子)を流すと、電子が直接光に変換され、発光します

光量などの条件を同じにして比較すると、メタルハライドランプ灯に比べて、燃料を3割も減らすことができます



LED 漁灯を装備したイカ釣り漁船

*省エネに関するガイドブック・パンフレットのPDF ファイルは、以下のURL からダウンロードできます

- ・漁船漁業の省エネルギーに向けて (ガイドブック)
- ・漁船操船者用パンフレット
- ・燃料削減量概算ソフト『Dr. 省エネ』

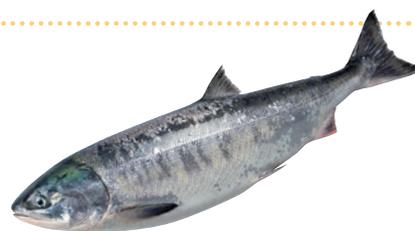
▶ http://nrife.fra.affrc.go.jp/seika/syouene/syouene_index.html



- ・イカ釣り LED 漁灯活用ガイド

▶ http://nrife.fra.affrc.go.jp/seika/ikaturigaido/ikaturigaido_index.html

サケ



サケはサケ目サケ科サケ属の魚で、関東以北から北アメリカまでの北太平洋、日本海北部からオホーツク海、ベーリング海にいます。毎年サケが産卵のため戻ってくるのは、太平洋側では千葉県、日本海側では佐賀県が南限とされています。

サケは卵から稚魚までの半年間は淡水にいて、その後、海に下って2年半から4年半の間に大きく育ち、再び生まれた川に戻ってきます。

日本人には古くからなじみがあり、縄文時代の遺跡からサケの骨が多く出土するほか、平安時代中期の法典である「延喜式」には、献上品としてのサケの記述があります。また、東日本を代表する年取り魚*としても知られています。

今回は、煮干しと昆布でとった出汁に塩さけを加え、大根や白菜、にんじん、ネギなどの野菜の薄切りをしゃぶしゃぶして、最後にイクラをたっぷりトッピングした「イクラたっぷりしゃぶしゃぶ鍋風雑煮」を紹介します。また、お湯で柔らかくした餅にイクラをのせてノリを巻いて食べるだけの簡単レシピ「イクラ餅のノリ巻き」もあわせて紹介します。

この雑煮はお好きなアレンジでアツアツを楽しめ、また野菜もたっぷり食べられるのでヘルシーです。イクラの盛りすぎはほどほどに、二つともご賞味ください。

*年取り魚：大晦日の夕食に添える魚のこと



作り方

イクラたっぷりしゃぶしゃぶ鍋風雑煮

(調理時間：下ごしらえも含め約40分)

1. あらかじめ煮干しと昆布で出汁をとっておきます。
2. 塩さけの切り身は、一口で食べられる大きさに切りまします。
3. 大根、にんじん、白菜、ネギ、餅は、食べやすい大きさに薄切りにします。
4. 鍋に「1」の出汁を入れ、少し煮立たせたら「2」の塩さけを入れます。塩さけに火が通ったら少し日本酒を垂らします。しょう油でお好みの塩梅あんばいにしてください。
5. 「4」の鍋で「3」の野菜、薄切りの餅をしゃぶしゃぶし、出汁とともに椀に盛ります。最後にイクラを好きなだけトッピングしたらでき上がり。三つ葉も散らして、アツアツで召し上がれ。

イクラ餅のノリ巻き

(調理時間：下ごしらえも含め約10分)

1. 薄切りの餅よりも少し大きいサイズの焼ノリを用意し、お皿にならべておきます。
2. 薄切りの餅を木のへらなどにのせ、沸騰したお湯に5秒ほどつけて柔らかくして焼ノリにのせます。
3. 「2」の餅に、イクラを好きなだけのせ、手巻きずしの要領で巻いたらでき上がり。しょう油を少し垂らしてもよし。こちらもおアツアツのうちにはぜひどうぞ。





あで
色艶やかなイクラどっさりの
しゃぶしゃぶ鍋風雑煮とイクラ餅ノリ巻



 材料(4人分)

イクラたっぷりしゃぶしゃぶ鍋風雑煮

- 昆布 適宜 (粉末出汁でも可)
- 煮干し 適宜 (粉末出汁でも可)
- 日本酒 大さじ 1
- 塩さけ 4切れ
- 大根 1/3本
- にんじん 1本
- ネギ 2~3本
- 白菜 適宜
- 薄切り餅 適宜
- イクラ 適宜
- 三つ葉 適宜

イクラ餅のノリ巻き

- 焼ノリ 適宜
- 薄切り餅 適宜
- イクラ 適宜
- しょう油 好みで



サケの切り身



昆布



大根



にんじん



白菜



ネギ



イクラ

豊かな海づくり大会に出展

富山県で10月24～25日に「第35回全国豊かな海づくり大会」が催されました。この関連行事として射水市内の海王丸パークで開催された「とやま豊かな海づくりフェスタ in 海王丸パーク」に、水産総合研究センターも出展し、多くの人が集まりました。

研究成果を紹介するコーナーでは、ニホンウナギの完全養殖やクロマグロの陸上水槽での産卵などに関する研究成果、定置網に被害をもたらす急潮の予測システム開発の研究成果、アカムツ仔魚の生態解明に関する研究成果を紹介しました。展示コーナーでは、日本海区水産研究所で育てたアカアマダイの稚魚、プラスチック標本にしたニホンウナギの仔魚（レプトセファルス）と稚魚（シラスウナギ）、クロマグロの稚魚を展示しました。そのほか、子どもたちに大人気のタッチプールやおさかなクイズも実施。

展示コーナーでは、大勢の来場者が、レプトセファルスの標本などを見ながら、職員の説明に熱心に耳を傾けていました。ニホンウナギやヒトデ、ウニなどに直接触れることができるタッチプールも、子どもたちに人気でした。

会場全体では2日間で約33,000人、当センターの展示ブースには5,000人を超える来訪がありました。次回の大会は山形県で開催予定です。



タッチプールは大人気



多くの方の来場がありました



あんじいも登場！

東京湾大感謝祭2015に出展

横浜の赤レンガ倉庫で10月24日～25日の2日間にわたって開催された「東京湾大感謝祭2015」に出展しました。ウナギの完全養殖技術・アサリの網袋養殖技術・マグロの陸上水槽での産卵に関する研究成果と、東京湾の資源再生に関する東京湾研究会の活動を紹介しました。

ウナギの研究紹介コーナーでは、水族館でも見ることのできないウナギの仔魚（レプトセファルス）の展示を行い、多くの来場者が足を止めていました。また、アサリのコーナーでは、砂利とカキ殻の粉末を固めた固形物が入った網袋で育ったアサリの稚貝を子どもたちに探してもらった催しも行いました。

来場者からは、「カキ殻の固形物を砂利に混ぜることで、どんな効果があるの?」という質問などがありました。また、「完全養殖ウナギが食べられるように期待しています」という励ましの言葉もいただきました。



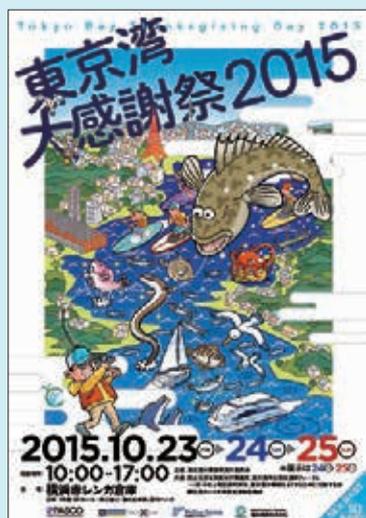
ウナギの完全養殖を解説



生きたウナギの仔魚（レプトセファルス）を観察



アサリやカニを発見



水産総合研究センター研究開発情報
北の海から 第23号



発行時期：2015年8月
問い合わせ先：
北海道水産研究所 業務推進部
業務推進課
ウェブサイト URL
<http://hnf.fra.affrc.go.jp/kankoubutu/kitaumi/kitanoumikara23.pdf>

水産総合研究センター研究開発情報
東北水産研究レター 第36号



発行時期：2015年10月
問い合わせ先：
東北水産研究所 業務推進部
業務推進課
ウェブサイト URL
<http://tnfri.fra.affrc.go.jp/pub/letter/36/36.pdf>

平成26年度中央水産研究所主要成果集
研究のうごき第13号



発行時期：2015年9月
問い合わせ先：
中央水産研究所 業務推進部
図書資料館
ウェブサイト URL
[http://nrifs.fra.affrc.go.jp/ugoki/pdf/ugoki_0013\(all\).pdf](http://nrifs.fra.affrc.go.jp/ugoki/pdf/ugoki_0013(all).pdf)

水産総合研究センター研究開発情報
日本海 リサーチ&トピックス 第17号



発行時期：2015年8月
問い合わせ先：
日本海産水産研究所 業務推進部
業務推進課
ウェブサイト URL
<http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/pub/rt/17/all.pdf>

水産総合研究センター研究開発情報
ななつの海から 第9号



発行時期：2015年9月
問い合わせ先：
国際水産資源研究所 業務推進部
業務推進課
ウェブサイト URL
<http://isf.fra.affrc.go.jp/nanatsunoumi/nanaumi9.pdf>

水産総合研究センター研究開発情報
瀬戸内通信 No.22



発行時期：2015年10月
問い合わせ先：
瀬戸内海産水産研究所
業務推進部 業務推進課
ウェブサイト URL
<http://feis.fra.affrc.go.jp/publi/setotsuu/setotsuu22.pdf>

水産総合研究センター研究開発情報
西海 No.18



発行時期：2015年9月
問い合わせ先：
西海区水産研究所
業務推進部 業務推進課
ウェブサイト URL
http://snf.fra.affrc.go.jp/print/seikai/seikai_18/no.18.pdf

H27年度海洋水産資源開発ニュース No.440
(北太平洋さんま漁業<北太平洋中・西部海域>)



発行時期：2015年11月
内容：公海漁場の形成状況に関する
情報収集 ほか
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
※ウェブ掲載はしていません

H27年度海洋水産資源開発ニュース No.441
(ひきなわ：太平洋クロマグロ養殖種苗<土佐湾周辺海域>)



発行時期：2015年12月
内容：太平洋クロマグロ養殖種苗を対象と
したひきなわ漁業の操業実態の把握 ほか
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
※ウェブ掲載はしていません

沿岸域における漁船漁業ビジネスモデル研究会
ニュースレター 第19号

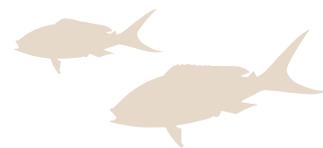


発行時期：2015年11月
問い合わせ先：
開発調査センター 開発業務課
情報調査グループ
ウェブサイト URL
http://jamarc.fra.affrc.go.jp/enganbiz/newsletter/newsletter_list/newsletter_no19_201511.pdf

おさかな瓦版 No.68



発行時期：2015年11月
内容：底びき網漁業
問い合わせ先：
経営企画部 広報室
ウェブサイト URL
<http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/letter/no68.pdf>



水産総合研究センター叢書のご案内

沿岸漁業のビジネスモデル
ビジネスモデル構築を出口とした水産研究の総合化

本書は、2014年11月に開催されたシンポジウム「出口に向けた水産総合研究 - 豊後水道域のタチウオひきなわ漁業を例として -」を再録・編集したものです。

大分県臼杵地区のタチウオひきなわ釣漁業を例に、生産から消費に至るまでの各課題を総合的に検討し、

利益の最大化と経営の持続性を両立しうる「沿岸漁業のビジネスモデル」へと発展させました。

いろいろな分野の15人の著者が同じ対象に同時期に向き合い、沿岸域における漁船漁業の現在とこれらについて、さまざまな視点から論じています。

Book Information



堀川 博史 編著
A5判/並製本
定価(本体 3,200円+税)
東海大学出版部

■ 主要目次

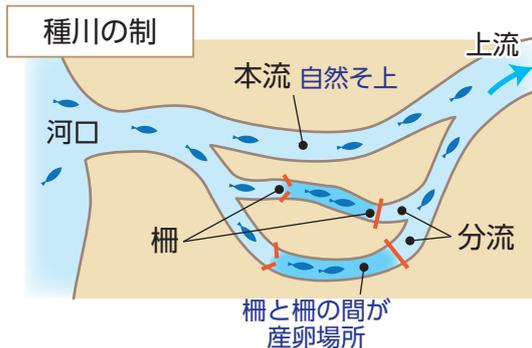
- | | |
|---------------------|---------------------------|
| 第1部 タチウオ漁業と臼杵プロジェクト | 第5部 タチウオを取りまく地域・社会 |
| 第2部 タチウオの生物特性と資源 | 第6部 出口としてのビジネスモデル |
| 第3部 タチウオひきなわ釣漁業 | 第7部 研究開発の総合化としてのビジネスモデル構築 |
| 第4部 タチウオの流通と消費 | |

東海大学出版部
〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4-1-1
Tel.0463-58-7811 Fax.0463-58-7833
<http://www.press.tokai.ac.jp/>
ウェブサイト上でもご購入いただけます

サケの増殖の始まりは江戸時代

江戸時代、村上藩（現在の新潟県村上市）の武士、青砥 部平治は、サケが生まれた川に帰ってくるという習性に目をつけました。そこで、村上藩を流れる三面川に分流を設けて、そこにサケを導き、産卵させ、産卵が終わるまで禁漁としたサケの自然ふ化増殖システムである「種川の制」を考案しました。

この制度は1794年に完成したといわれ、世界初のサケの増殖事業とされています。これにより、三面川で獲れるサケが多くなり、村上藩の財政に大きく貢献しました。

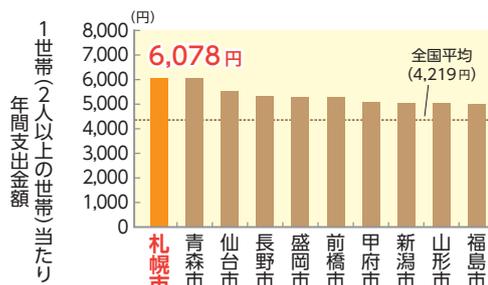
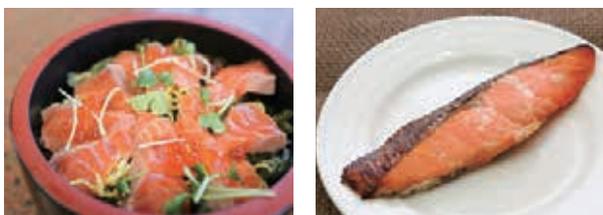


さけ・塩さけをよく食べるのは？

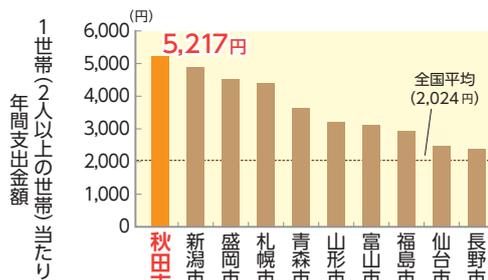
都道府県庁所在地と政令指定都市の2人以上の世帯で、さけをよく食べるのは札幌市、次いで青森市、仙台市。東北地方の都市が多くベスト10入りしている中、秋田市だけが圏外です。

その一方で、塩さけをよく食べるのは秋田市で、次いで新潟市となっています。

地方によって、料理に使うさけに好みがあるようです。



さけの支出が多い都市ベスト10



塩さけの支出が多い都市ベスト10

※ グラフは総務省統計局家計調査(2人以上の世帯) 品目別都道府県庁所在地及び政令指定都市ランキング(平成24年(2012年)~26年(2014年)平均)から作成

執筆者一覧

- 沿岸漁業の振興、養殖業の発展、水産物の安全をめざして 第3期中期計画の5本柱から その2 …… 広報誌編集委員会事務局
- あんじいの魚菜に乾杯
○第34回 色艶やかなイクラどっさりのしゃぶしゃぶ鍋風雑煮とイクラ餅ノリ巻 …… 瀬戸内海区水産研究所 増養殖部 閉鎖循環システムグループ 山本 義久
- おさかな チョット耳寄り情報
○no.45 サケいろいろ …… 瀬戸内海区水産研究所 増養殖部 閉鎖循環システムグループ 山本 義久

うなぎあれこれ

水産総合研究センターは、世界で初めてうなぎの完全養殖に成功しました。太古の昔から食されてきましたが、生態が分かってきたのはごく最近のこと。そんなうなぎの小ネタをまとめてみました。

縄文人も食べた？

うなぎは太古の昔から日本人になじみ深い食べ物だったようです。約5000年前の縄文時代の貝塚から、マダイやスズキなどに混じってニホンウナギの骨が出土し、当時から食べられていたことが分かります。



蒲焼きの歴史

蒲焼きが文書に最初に現れるのは1399年の「鈴鹿家記」。その調理法は、開かずにそのまま背骨に沿って串をさして焼いていたようです。その形が蒲の穂に似ていることから、これを蒲焼きと呼んだという説が一般的です。ほかにも、焼けた皮の色が樹木の樺の幹に似ているという説もあります。

うなぎを開いて焼く蒲焼きは、江戸時代の百科事典で、1712年に編纂された「和漢三才図会」に、「醜焼(カハヤキ)」として記されています。「醜」は「よい匂い」という意味で、よい匂いのする焼き物としてこの頃から始まったと考えられています。



昔の人も夏バテにはやっぱり…

その名前は、奈良時代の「万葉集」に、
おおもものやかもち きちだのむらじおゆ
大伴家持が吉田連老に贈った歌の中で
石麻呂に 吾れもの申す夏瘦せに
よしといふものぞ むなぎとり召せ



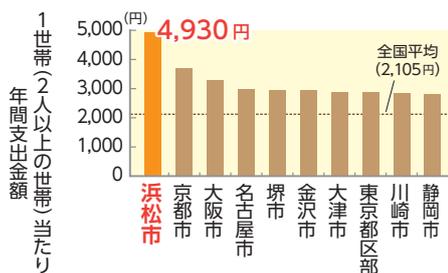
と、「むなぎ」として初めて書物に記されています。夏やせにうなぎを食べるようにと勧めていることから、当時から滋養のある食べ物として認められていたようです。

江戸時代の学者である貝原益軒は、1815年の「日本釈名」で「むなぎ」は棟(むなぎ：屋根にわたす材木)のように丸くて長いから、と記しています。そのほかにも、「むな(胸)き(黄)」で、胸が黄色だからという説もあるようです。

平安時代の文書から、「むなぎ」と並んで「うなぎ」が認められるようになり、室町時代では「うなぎ」がおもに用いられるようになりました。江戸時代以降はほとんど「うなぎ」となっているようです。

断然、浜松！

2人以上の世帯のうなぎ蒲焼き購入金額が最も多いのは、浜松市です。その額は全国平均の2倍(!)を超えています。2位以下は、京都市、大阪市、名古屋市と西日本の都市が続きます。



* グラフは総務省統計局家計調査(2人以上の世帯)品目別都道府県庁所在市及び政令指定都市ランキング(平成24年(2012年)~26年(2014年)平均)から作成

編集後記

うなぎは外国でもさまざまな料理法で食べられています。ドイツ、デンマーク、スウェーデンなどではくん製として、イギリスのロンドンではシチューやゼリー寄せとして食べられています。また、スペインには、シラスウナギをオリーブオイル漬けにした珍味の缶詰もあります。うなぎは古くから、謎の多い魚と

してみられていたようです。たとえば、古代ギリシアの哲学者アリストテレスは、いくら調べても生殖器官が見つからないので、ウナギは泥中から自然に湧くもので、人間が探求できるものではないとしています。日本では、山芋が変じてウナギになるという伝説もあったようです。ニホンウナギの生態は解明が進ん

でいます。産卵場が明らかになったことで、産卵場への経路や産卵生態の解明も待たれます。水産総合研究センターは、これからもウナギの蒲焼きが食べられるように、ニホンウナギの種苗大量生産技術の確立など、役立つ研究開発をこれからも進めていきます。(角埜 彰)

発行日：2015年12月25日発行
発行：国立研究開発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.fraaffrc.go.jp>

水産総合研究センター 広報誌編集委員
関根信太郎 角埜 彰
藍原 草子 白藤 直恵
アドバイザー：水野 茂樹
デザイナー：神長 郁子

大浦 哲也
猪狩勝一郎
秋山 葉

この印刷物は、印刷物の性質上、リサイクル紙を使用しています。

