

水産業の未来を拓く

2010.10
ISSN 1349-6816

FRANNEWS

Fisheries Research Agency News

VOL.24

特集

養殖研究最前線

ルポルタージュ

食の安全・安心に貢献！ 中央水産研究所利用加工部

研究成果情報

親潮域で進行中の「春の早期化」
サンマ資源の有効活用に向けて ～公海漁場の開発～



独立行政法人
水産総合研究センター

養殖研究最前線

世界的にみると、養殖は近年アジアを中心に急速な発展を続けています。一方、日本の養殖はほぼ安定していますが、最近では生産コスト高と販売価格安などによって非常に厳しい経営状況にあります。ここでは、養殖業の持続性に焦点を当てて課題を整理し、今後の養殖研究の方向について紹介します。

Contents

特集 養殖研究最前線

世界と日本の養殖の現状と研究の方向	2
安全で効率の良いカンパチ養殖を目指して	6
おいしくなった養殖魚	8
魚粉を減らした飼料の開発	10
コラム：養殖と釣り	12
コラム：天然魚は見分けられる？	13
世界に羽ばたくハタ類養殖	14
病気を短時間で診断する解析チップを開発	16

あんじいの^{さかな}魚菜に乾杯

第13回 食欲の秋に大満足！旬のサバをタルタルソースで！	18
------------------------------	----

ルポルタージュ

食の安全・安心に貢献！中央水産研究所利用加工部	20
-------------------------	----

研究成果情報

親潮域で進行中の「春の早期化」	24
サンマ資源の有効活用に向けて ～公海漁場の開発～	25

会議・イベント報告

育種シンポジウム「魚類育種をどう進めるかーその現状と課題ー」を開催	26
-----------------------------------	----

知的財産情報

養殖作業を楽にするいけすを開発しました	27
---------------------	----

ピックアップ・プレスリリース

シラスウナギに無事に変態しました！	28
-------------------	----

刊行物報告

養殖研究レター 6号	29
おさかな瓦版 36号	29
マアナゴ資源と漁業の現状 第2号	29
北の海から 8号	29
研究の葉 平成22年	29
遠洋リサーチ&トピックス 第8号	29
平成21年度海洋水産資源開発事業報告書 No.9	30
海洋水産資源開発ニュース No.384	30
海洋水産資源開発ニュース No.385	30
海洋水産資源開発ニュース No.386	30
海洋水産資源開発ニュース No.387	30

■おさかな チョット耳寄り情報 その24 なんと読もうが旨げりゃいいじゃないか	31
■編集後記	31
■執筆者一覧	31

表紙写真

人工生産したカンパチの稚魚（全長約5センチ）

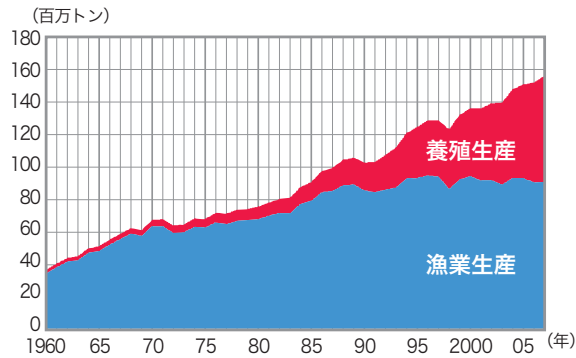


図1. 世界の漁業・養殖業生産量 (FAO統計から)

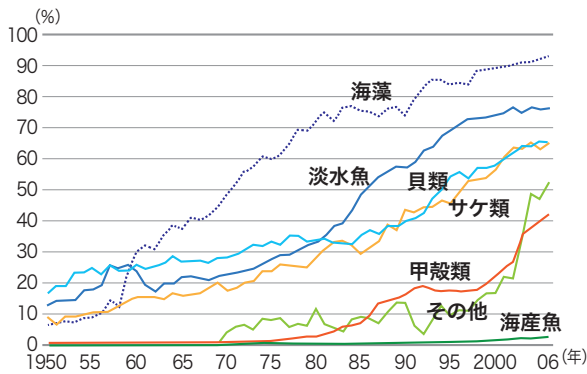


図2. 世界の総漁業生産量に占める養殖グループ別生産量の割合 (FAO統計から)



世界と日本の 養殖の現状と研究の方向

国連食糧農業機関 (FAO) が発行した「世界漁業・養殖白書 (2008)」によると、世界の養殖生産量は急速に伸び続けており、1970年以降その増加率は世界の人口増加率を大きく上回っています。天然の漁業資源の枯渇が懸念される中で、養殖は食料確保の切り札とも見なされています。その一方で、日本の養殖業の現状はといえば決して順風といえるような状況ではありません。しかし、世界規模の食料供給や日本の食料安全保障を考えると、養殖産業への期待は非常に大きいものがあるといえるでしょう。

ます。

世界の養殖は発展産業

世界の養殖産業は他の産業に例を見ないほどの発展を続けています。ここ20年ほど、天然からの漁獲量は増加していませんが、養殖による生産量は急速に増加しています (図1)。そして、06年には世界の食用魚介類供給量のうち47%が養殖ものとなっています。しかしまだ、海産魚については漁獲の割合が高いようです (図2)。世界の養殖生産量の90%がアジアで生産されており (06年FAO統計)、世界の約3分の2を生産する中国がずば抜けています。その多くはコイ類などの淡水魚の養殖によるものです。海藻類の養殖を除いた養殖生産量トップ10を見ると、中国が際立つほかア

今回の特集では、世界と日本の養殖の現状と、水産総合研究センターが目指す研究の方向性を示すとともに、養殖業の振興に向けた多方面からの最新の研究を紹介し

ます。

ます。

アジア諸国が並び、日本は世界の8位に位置しています(図3)。チリやノルウェーが顔を出していますが、これは日本のスーパーでもおなじみのトラウトサーモンやアトランティックサーモンなどのサケ・マス類の養殖によるものです。

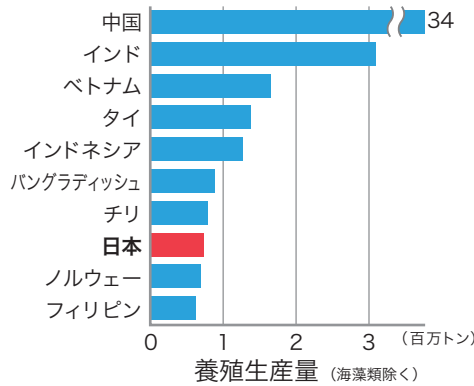


図3. 世界の養殖生産国トップ10 (FAO統計から)

日本の養殖業の現状

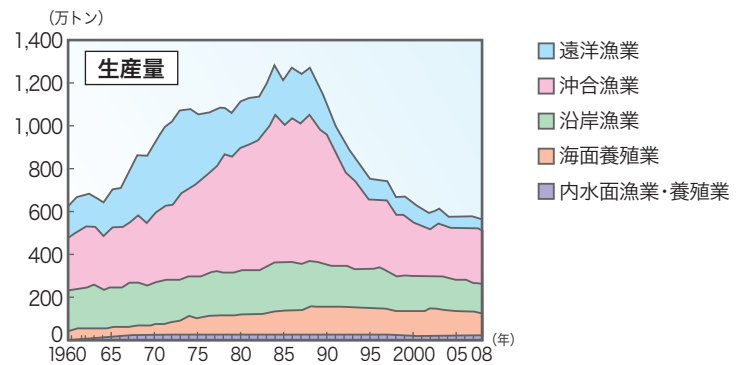
08年の日本の養殖生産量は119万トン、生産額は4790億円で、漁業生産に占める割合はそれぞれ21%、29%となっています。80年代後半以降、

天然魚の漁獲量が大きく減少する一方で、養殖生産はほぼ安定的であり、漁業の中で相対的に存在感を増しています(図4)。しかしその経営実態はどうかというと、

燃油や餌の原料となる魚粉(魚を乾燥させた粉)が高騰したことによる生産コストの増大、景気の後退による高級魚の買い控えや魚価の低迷、病気の発生や赤潮被害の増大などによって非常に厳しい状況にあります。これらにより養殖業は経費はかかるが高く売れないという生産構造に陥っていて、養殖業を営む経営体の減少、就業者の高齢化や後継者不足といった問題も生じています。

このようにあまり元気がない養殖業にあつて、最近クロマグロ養殖が脚光を浴びて急速に生産を拡大しています。99年には500トン未達であった生産量が10年には1万トンに達すると予測されています、新規参入する経営体も増えて

います(写真)。これは近年クロマグロの資源保護に国際的な関心



が高まり、天然ものの漁獲規制やそれに伴う地中海沿岸諸国での養殖生産の減少により、国内のクロマグロ需要を満たせないうためとみられます。

完全養殖の意味

このような中で、02年には近畿大学がクロマグロの完全養殖を達成し、当センターも稚魚を大量生産する技術の開発を進めていま

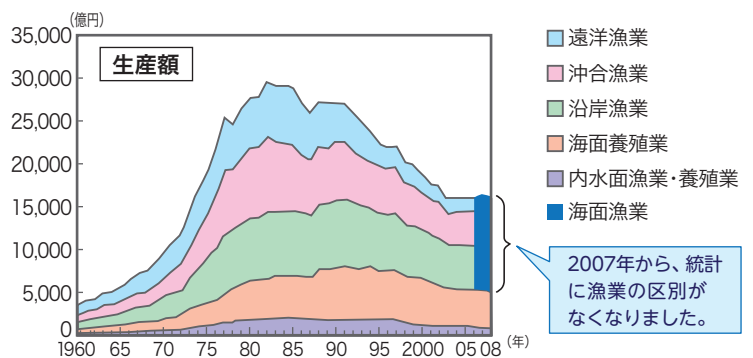


図4. 日本の漁業・養殖業生産量・生産額の推移 (「平成21年度水産白書」から改変)

す。完全養殖といえば前号で紹介したように、当センターは長年の取り組みの成果としてウナギの完全養殖を成し遂げました。完全養殖とは、卵から親までという魚のライフサイクルのすべてを人間が管理する養殖技術で、天然の稚仔をとって育てる養殖から脱却するための技術です。

日本の種苗生産技術は世界に冠たるもので、マダイ、ヒラメ、ト

ラフグなどの主要な養殖対象種は完全養殖が可能となっています。一方、最も養殖生産量が多いブリや、前述のクロマグロ、ウナギなどのように、養殖用の稚魚を天然に頼っているものはまだまだたくさんあります。さまざまな天然資源の減少が問題となっている昨今、私たちは全ての養殖対象種で、天然資源に影響を与えない「完全養殖」を目指す必要があるのではないのでしょうか。

さらに拡大を続けられるか 持続的な養殖業への課題

世界的にみると養殖業は発展していますが、このまま拡大し続けることができるのでしょうか？ 持続的という環境への負荷の低減や環境との共存などが課題といわれます。養殖は主に自然環境の中で行われていて、餌の残りやフンなどによる環境の汚れは赤潮の発生や病気の蔓延まんえんなどによって直接的に養殖生産に打撃を与えます。「環境にやさしい」は周辺海

域の天然資源だけでなく、持続的養殖にとっても一つのキーワードだといえます。

もう一つ忘れてならないのは、養殖も経済行為ですから儲もつからなければ続けることはできません。儲かる養殖としての課題は、コスト削減と付加価値や出荷調整などによって収益を上げること尽くるでしょう。また、餌を与えて魚介類を育てる給餌養殖では、稚魚から出荷まで育てるための餌として、生魚や魚粉を含む配合飼料が使われますが、それらの原料はイワシなどの天然魚です。世界の漁獲量はここ20年ほとんど一定で、世界の海から漁獲できる量は限界に達しているといわれています。餌の量に限りがあるとすれば、養殖できる量にも限界があるでしょう。養殖業を私たちの子孫の代まで持続させるためには、魚粉に替わる餌の開発や環境負荷の低減など、新たな養殖技術の革新とともに、儲かるための技術開発や仕組み作りが必要です。

養殖研究のこれから

収益性と持続性を目指して

今年3月に、当センターは給餌養殖に焦点を当てた冊子「養殖技術の新たな展開」を刊行して関係機関に配布するとともに、その内容をホームページ (<http://nri.affrc.go.jp/conference/index.html>) で公開しました。この冊子では、養殖業を生産から流通・消費まで一貫した生産体系としてとらえ、

トータルで考えることの重要性を指摘しました。

当センターは、生産性の向上を目指す「つくる技術」はもとより、収益を上げるための「養殖経営」から、養殖施設や環境管理などのつくる技術を支える「養殖支援技術」、新鮮でおいしい養殖魚を適切に利用するための「加工・流通」まで、大きな視野から研究に取り組み、養殖業の持続的発展に寄与できる研究を推進していきます。



写真. 2009年に新規参入したクロマグロの養殖場
(上) 全景、(下) 給餌風景 (三重県五ヶ所湾)

安全で効率の良いカンパチ養殖を目指して

2005年に輸入された養殖用のカンパチ稚魚(種苗)からアニサキスという寄生虫が発見されたため、安全性が高い国産のカンパチ種苗の確保について研究が強化されるようになりました。その結果、海外産の種苗にくらべ成長などに遜色のない国産種苗を確保できる技術が開発できました。今回は、さらにこの種苗を実際に養殖した場合のコストなどについて検討しました。

はじめに

カンパチ養殖は、ブリの養殖に代わって1980年代の後半から行われるようになり、近年生産規模が拡大しています。これまでは主に海外で漁獲された天然の種苗を輸入し、それを育てて出荷して왔습니다。しかし2005年に輸入したカンパチ種苗からアニサキスという寄生虫が発見され、問題となりました。そこで水産総合研究センターは、06年度から09年度まで安全な国産カンパチ種苗の安

カンパチ21の成果

定的確保技術の開発「カンパチ21(※)」に取り組んできました。

カンパチ21は、産学官の連携のもとで取り組み、これまでに次のような成果が得られました。

- (1) 養成した国産親魚から、ホルモン注射により通常期(5〜7月)に毎年1千万粒以上の大量の受精卵の確保に成功した
- (2) 水温や日長などを調整することでカンパチの成熟を促進させ、通常よりも約半年早い12月に採

卵できる技術を開発した

- (3) 種苗生産では、餌料を切り替えるタイミングの見直し、飼育初期の仔魚の水槽底への沈降による死亡と中期の共食いによる死亡への対策を講じることによって、種苗生産中の生残率が従来(0〜5%)よりも大幅に向上した(通常期の卵で約16%、早期の卵で約12%に向上)
- (4) 早期採卵の卵から天然種苗と遜色のない早期種苗を生産できる技術を開発した
- (5) この早期種苗を養殖場で飼育したところ、海外から輸入した種苗と成長もコストも全く遜色なく出荷サイズまで飼育できた
- (6) 早期種苗を養殖することで出荷までの期間を短縮し、経費を大幅に削減できた
- (7) 養殖場で自発摂餌を利用した自動給餌システム(図1)を導入したところ、手撒給餌よりも良好

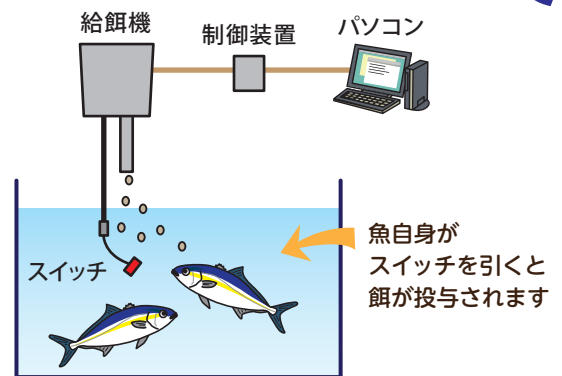


図1. 自発摂餌を利用した自動給餌システム概念図

な成長を示し、かつ残餌による養殖漁場への環境負荷が軽減された

これらの詳しい内容については、本誌15号および21号でも紹介したので、今回は成果の中でより養殖現場に近い話題を紹介します。

実用化に向けて

早期採卵で得られた卵から育てた稚魚は生まれて5か月後には体重260グラムとなり、この早期種苗を実際に養殖すると、1年後には輸入された天然種苗を養殖し

※ カンパチ21：農林水産技術会議実用技術開発事業「カンパチ種苗の国産化及び低コスト・低環境負荷型養殖技術の開発」

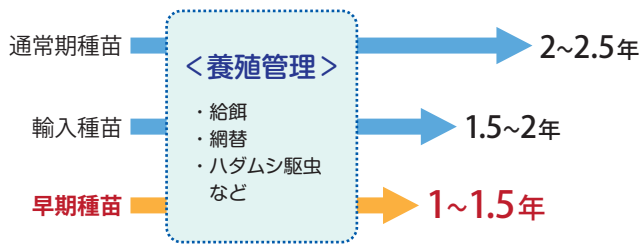


図2. 養殖期間の比較
早期種苗は輸入種苗より養殖期間を半年短縮可能



写真1. 12月末には早期種苗が輸入種苗の2倍に成長

また、カンパチの学習能力を利
用した自発摂餌システムを実際の
見積もることができず。

この違いは出荷ま
での養殖期間の短縮、
すなわちコストの低減
を意味します。実際に
35キロ前後の出荷サイ
ズに成長するまでの養
殖期間は、種苗の由来
によって大きく異なり
ます(図2)。産業的
な養殖規模での経費を
根拠に経済効果を試算
してみると、養殖筏(8メー
トル四方)1台では半年間の養殖期間
短縮で約330万円の経費節減が
可能と算出されました。通常、1
経営体が複数台の筏を使用してい
ますので、すべての筏で早期種苗
を養殖した場合、1経営体当たり
1千万円以上の経費節減が可能と
見積もることができず。

た場合の倍以上の体重
に成長することが明ら
かになりました(写真
1)。



写真2. 自発摂餌システムの導入で網の汚れが激減

養殖現場に導入し、成長やいけす
の汚染度に注目して、従来の手撒
給餌との比較試験を約1か月間行
いました。その結果、成長や与え
た餌の量に対する体重増加の比率
は、自発摂餌区が手撒給餌区を上
回りました。また特筆すべきは、
自発摂餌区の試験用いけすには残
餌などによる付着物が全く認めら
れなかったことです(写真2)。付
着物の除去やいけす網の交換には

多大な労力を必要とするため、こ
のシステムが省力化・低コスト化
にも、有益であると考えられます。
このように、現在主に行われて
いる輸入種苗と手撒給餌の組み合
わせを、今回開発した早期種苗と
自発摂餌システムに変えることで、
大幅なコストの削減が見込めるこ
とが実証されました。今後は、こ
れを養殖現場に普及させるために
努力したいと考えています。



自発摂餌試験風景
(鹿児島県垂水市。奥は桜島)

おいしくなった養殖魚

近年は、養殖魚が格段においしくなってきたとの実感をもっている方が多いのではないのでしょうか。実際、養殖業の生産現場、流通現場では、天然魚に遜色のない、おいしく新鮮な養殖魚を消費者に届けるための、さまざまな取り組みがなされています。

日本の養殖生産の現状

日本ではどれくらいの魚が養殖されているのでしょうか？ 農林水産省の平成21年漁業・養殖業生産統計によると、2009年の日本の魚貝藻類の総生産量543万トンのうち養殖生産量は約124万



養殖魚品評会に並んだフグ、マダイ、ブリなど。天然魚のようにきれいな仕上がりの魚も増えてきています

トン、その中で魚類のみの養殖生産量は約29万トンで、主な養殖魚はブリ類、マダイ、ウナギ、サケ・マス類などです。これらの魚の天然魚と養殖魚の比率は魚種によって大きく異なっていて、ウナギのように99%以上が養殖されているものもあります(図1)。

養殖魚は安定供給が可能

天然魚は、季節や海域によって漁獲量が変化します。また成熟の周期や餌の状況で脂ののりなどが変わり、いわゆる旬と呼ばれるおいしい時期と、そうでない時期があります。一方、養殖魚は餌の質や量を管理して体成分などの品質

を揃え、必要な時期に合わせる出荷できます。また、加工・流通に都合が良いようにサイズを揃えることや、その魚の一番おいしい大きさの時に出荷することもできます。もし出荷時にサイズが満たないものがあれば、養殖期間を延ばして成長させてから出荷することも可能です。このように、消費者が望む品質の魚を計画的に生産できることが、養殖の大きなメリットのひとつといえます。

安全・安心を高めた養殖生産への取り組み

以前は生産量を増やすために過密養殖となり、病気の発生が発生したり、餌の残りなどで環境悪化を招いたりし、ストレスなど

により養殖魚の品質が低下する原因にもなっていました。しかし、1999年に持続的養殖生産確保法が制定され、環境に配慮した養殖業への取り組みが推進されるようになってきました。また、かつては養殖魚への抗生物質や飼料添

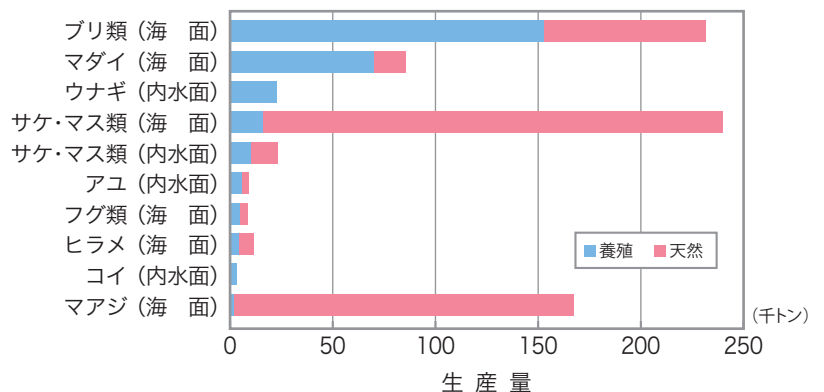


図1. 日本の主な養殖魚種と、それらの養殖魚・天然魚の内訳 (平成21年漁業・養殖業生産統計から)

加物などの残留などが問題となることがありましたが、現在は法令により厳しい基準が設定されています。

近年、養殖の生産工程では適正養殖規範(GAP)を導入して、種苗、餌、投薬履歴、生産環境などを記録・管理し、さらに養殖場から流通を経て消費者に届くまでの情報を追跡できるトレーサビリティ(追跡可能性)のシステムの

導入が進められています。これらをさらに普及することによって、より安心な養殖魚を消費者に提供していくことができます。



ドライペレット (DP)



モイストペレット (MP)



生魚

写真1. いろいろな養殖用餌飼料

餌の改良による高品質化

養殖発展の初期には、マイワシなどの生魚を養殖魚が食べるだけ与えたため、脂肪の過剰な摂取で養殖魚が脂臭くなるなどの問題がありました。しかし近年では、生魚・魚粉・魚油・ビタミン剤などを混合して作るモイストペレット (MP) や、より簡便で品質の安定した乾燥固形タイプのドライペレット (DP) を餌として用いています (写真1)。MPやDPは水中でも崩れずにほぼ100%魚の口に入るため、餌の食べ残しによる水質や底質の悪化が少なく、養殖場周辺の環境保全の点からも有用です。近年では、原料を高温高圧加工して成形し、より消化吸収性をよくしたエクストルーデッドペレット (EP) も開発されています。

漁獲時のストレスを軽減し、魚肉の品質を高める

マダイ・ブリ・ヒラメなど養殖魚の多くは刺身などで生食されま

すが、刺身のおいしさは味とともに弾力のある歯ごたえにあります。通常、漁獲時には激しく暴れるなどして魚に変なストレスがかかります。ストレスが大きいほど急激に乳酸が生成され、味や食感が悪くなります。できるだけ魚が暴れないように速やかに魚を取り上げ、一尾ずつ丁寧に魚体処理を行えば、取り上げ時のストレスを大幅に緩和でき、流通中の肉質を長く高鮮度に保つことが可能です (写真2)。「活けしめ (即殺)」や、十分な「血抜き」などの処理が、もちもちとした魚のおいしい食感の保持に効果があることも、科学的に証明されるようになってきました。

高鮮度流通による品質保持

養殖魚では、取り上げ直後の急速な冷却や、温度管理もきめ細かく行うことができます。また養殖場から活魚船で消費地近郊の出荷基地に魚を運び、いけすで生かしておき、出荷当日に必要な分だけを市場に送り、その日のうちに消

費者の手元に届くシステムもあります。このように消費地では、漁獲の不安定な天然魚よりも養殖魚のほうが高鮮度のものを入手しやすいことも多く、このことは養殖魚ならではのメリットといえるでしょう。

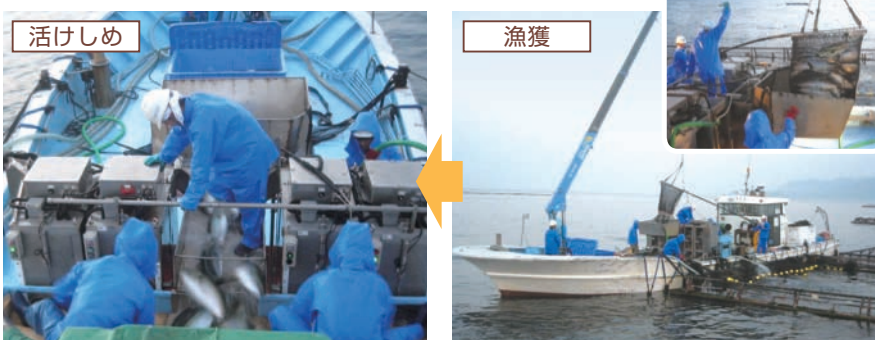


写真2. ブリの取り上げ (早朝、養殖いけすから取り上げたブリは、船上で直ちに「活けしめ」処理されます。その後陸上の加工場へ運ばれ、箱詰めされて、高鮮度状態で出荷されます)

魚粉を減らした飼料の開発

日本の養殖用の配合飼料には魚粉（カタクチイワシなどを乾燥させた粉）が50%程度含まれていますが、その多くを輸入しています。近年、その価格が高騰し、供給量も不安定であることから、魚粉の配合割合を減らした飼料の開発に取り組んでいます。

魚粉の需要増と価格の高騰

日本における養殖用の配合飼料の生産量は年間45〜50万トン（日

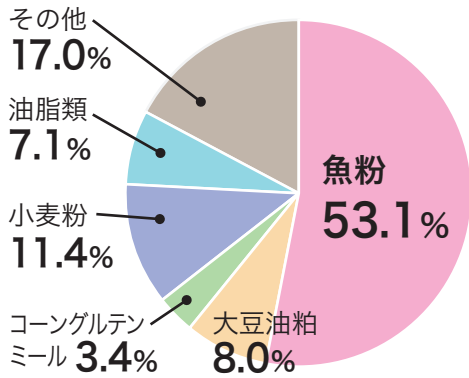


図1. 2009年の日本における養殖用配合飼料への原料の配合割合（2009年水産油脂統計年鑑から）

本養魚飼料協会による集計）で推移しています。原料の配合割合を見ると魚粉が半分以上を占めていますが（図1）、その多くを輸入に依存しています。近年、

世界的に養殖生産量が増加する傾向にあり、今後10年間で倍増するといわれているため、それに必要な配合飼料の量も増加すると予測されています。それを裏付けるように、今年に入って輸入魚粉の価格が過去にないレベルに高騰した結果（図2）、配合飼料が値上げされ、

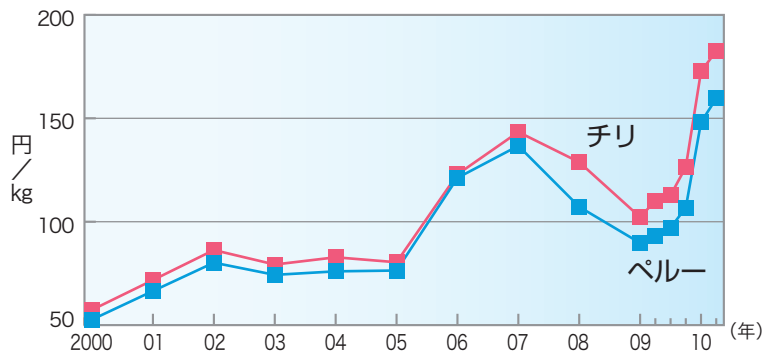
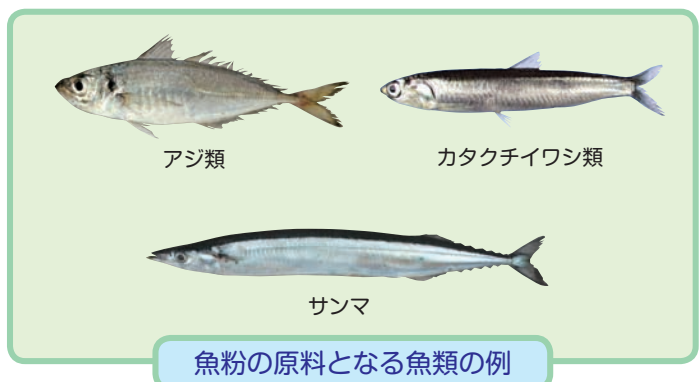


図2. 日本における輸入魚粉の価格の推移（財務省貿易統計から）

魚粉に代わる原料

養殖経営をますます圧迫する状況になっていきます。そのため、配合飼料への魚粉配合割合を大幅に削減した、安価で安定的に入手可能な配合飼料を開発することが求められています。

魚粉に代わる原料としては、大豆油粕やコーングルテンミールな



魚粉の原料となる魚類の例

どの植物性原料と、フェザーミールやチキンミールなどの動物性原料があります。大豆油粕は大豆から食用油を搾り取った残りがすので、コーングルテンミールはとうもろこしから胚芽（ここから食用油を搾取）とでんぷんを取り去った残りがすです。フェザーミールとチキンミールは、それぞれ鶏を食肉加工する際に産出する羽とそれ

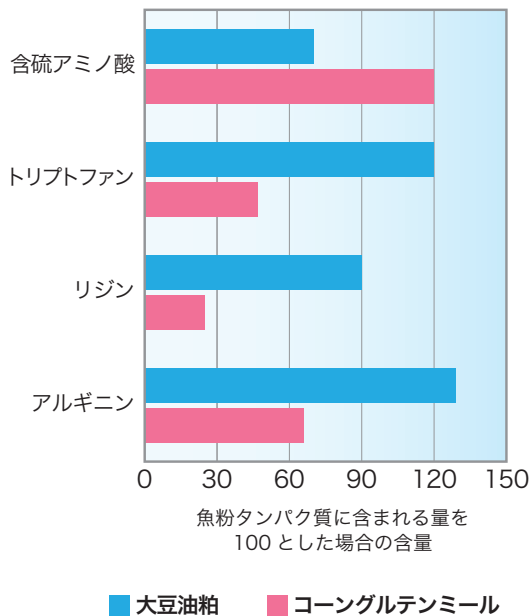


図3. 大豆油粕とコーングルテンミールのアミノ酸含量（両方を混ぜることで、お互いの不足を補うことができます）

外の非食部位に由来する原料です。このように通常は人間が直接利用しないものを原料とすることで、資源の有効活用や廃棄物の減量にも繋がります。食用に生産されている農作物や家畜が原材料となっていますから、安全性の面でも安心です。

植物性原料の栄養価の改善

魚粉に代わる原料の多くは、魚が体内で合成できないアミノ酸のいくつかは不足しています。大豆

油粕にはメチオニンなど硫黄を含むアミノ酸（含硫アミノ酸）が、コーングルテンミールにはリジンやトリプトファンというアミノ酸が不足しています（図3）。このため、配合飼料の魚粉を大豆油粕のみで、あるいはコーングルテンミールのみで、多量に置き換えると成長が悪くなります。ところが大豆油粕にはリジンやトリプトファンが、コーングルテンミールには含硫アミノ酸が多く含まれています。そこで、大豆油粕とコーングルテン

ミールを同時に配合して魚粉を削減した場合には、不足するアミノ酸を補い合うため、成長が改善されるのが明らかになっています。一方、植物性原料、特に大豆油粕には魚の生理状態に影響を及ぼす種々の物質が含まれていますが、加熱処理や発酵処理によりそれらが無害化され、生理状態が改善することも分かってきました。

魚粉削減飼料開発の現状と将来

このような研究結果を受けて、魚粉配合率を削減した海水魚用の飼料の実用化が期待されています。大豆油粕、コーングルテンミールおよびチキンミールなどにより魚粉を30%程度に削減し、海水魚の必須栄養素であるタウリンを添加した飼料でまずまずの飼育成績が得られています。今後は、タウリン以外の不足する成分を添加して、より品質の高い魚粉削減飼料の開発を進めなければなりません。

水産総合研究センターでは、大豆油粕を発酵させて配合すること

により、魚粉をまったく配合しないニジマス用の飼料の開発に成功しています。将来的には魚粉配合率を極力削減し、より低コストで安定供給が可能な配合飼料の開発を目指します。



写真. 魚粉に代わる原料の例

養殖と釣り

日本ではたくさんの魚介類が養殖されていますが、それらはすべてが食用というわけではありません。観賞用の金魚や錦鯉、熱帯魚などや、食用と釣り用の両方の目的で養殖される鱒類もあります。特に川や湖沼などの内水面にはアユやコイ、ヘラブナ、ニジマス、イワナ、ヤマメなど多くの養殖魚が釣りの対象として放流されています。

食用の養殖魚は味が重視されますが、釣り用としては他の要素が重視されることがあります。例えば、アユでは友釣りのおとりをよく追うものが、鱒類などでは天然魚に近い大きなひれを持ち、容姿が美しく引きが強いものが、釣り人に好まれます。

このため近年では、釣り人の好みにあった魚を養殖するようになってきています。以前は釣り堀のニジマスとさえ胸びれや尾びれが小さく、じゃんけんのような尾びれをしているというのでグーマスなどと呼ばれていましたが、最近では天

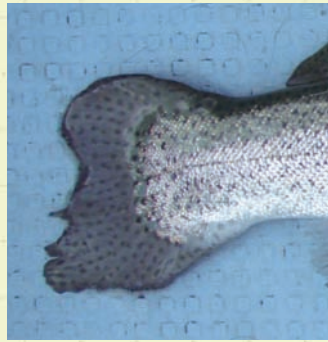
然魚に近いピンと張った尾びれを持つマスも見かけるようになりました。

生物多様性に対する意識の高まりを背景に、釣り目的で放流される魚も、地域ごとに特有なものを養殖する傾向にあります。例えばイワナには、主に北海道・東北地方にすむアメマス（エゾイワナ）、中部地方を除く本州にすむニッコウイワナ、主に中部地方にすむヤマトイワナ、中国地方の一部にすむゴギの4亜種がありますが、以前は養殖しやすいニッコウイワナが本州全域に放流されていました。しかし最近はその地方の亜種のみならず、同じ亜種でもその地域に特有な系統を養殖し、放流するようになりつつあります。

このように、養殖業は顧客のさまざまな要求に応えるため、日々進化しています。私たちもその進化を、研究面で支えられればと考えています。



天然ニジマスの尾びれ



いわゆる「グーマス」の尾びれ



ヤマトイワナ
(白点が全くないか、ごく少ないのが特徴)



ニッコウイワナ
(白点が多いのが特徴)

天然魚は見分けられる？

天然のマダイには鼻の穴が左右に2対（計4個）あるのをご存じでしょうか。しかし、人の手で卵から育てたマダイでは、上下2つの穴が見つながら1対に見えるものがあります（写真1）。同じようにヒラメでは、



写真1. 天然マダイ(左)と人工マダイ(右)の鼻の穴の比較

本来茶色っぽい表側の一部が白くなったり、白いはずの裏側に茶色い色素が出たりする場合があります（写真2）。またアワビでは、貝殻の頂点付近に「グリーンマーク」と呼ばれる緑色の部分ができます（写真3）。これらの特徴が現れる原因はよく分かっていませんが、餌や飼育環境などが要因の一つと考えられています。これらは小さい稚魚・稚



写真2. 真っ白な天然ヒラメ(上)と裏側に茶色い色素がある人工ヒラメ(下)

貝の時期に現れて一生残りますが、子孫には遺伝しません。



マダイやヒラメ、アワビの養殖は、天然の稚魚をとって育てるのではなく、ほぼ100%を人工種苗と呼ばれる卵から育てた稚仔に頼っています。従ってお店に並んでいて上記の特徴を持つものはすべて養殖物？と考えるがちですが、実は人工種苗の多くは海の

資源を増やすために放流されているのです。ですから海で漁獲されたものにもこの特徴が見られるものがあります。これらは一般に数センチというごく小さい稚魚のうち放流され、天然魚と同じ餌、同じ環境で育っているの

で、肉質や味は天然物と

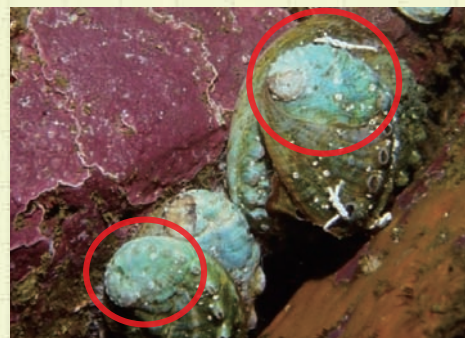


写真3. グリーンマークが付いたアワビ（放流したときの大きさが分かります）

まったくわかりません。放流の効果을把握するためには、この放流魚を天然魚と区別する必要がありますが、実際に食卓に上がるときには区別する意味はないといえるでしょう。



このような特徴は、すべての人工種苗に見られるわけではありませんし、できるだけ天然の魚に近づけようという研究開発も進められていて、特徴をもつ人工種苗が少なくなってきています。

世界に羽ばたくハタ類養殖

ハタ類養殖の最も大きな課題は、飼育初期の死亡原因を特定し、どのように解決して安定生産に結びつけるかといった技術の開発でした。ここでは5種のハタ類について、数十万単位の量産飼育の成功に至るまでの研究成果と今後の展望を紹介します。



マハタ



クエ



キジハタ



ヤイトハタ



スジアラ



アカハタ

写真1. 主なハタ類

ハタ類とは

ハタ類とはスズキ目ハタ科ハタ亜科に属する魚の総称で世界には約190種が知られていて、温帯から熱帯域の暖かい海にすむ種類が多いのが特徴です。英語ではグループパー (groupers) と呼ばれ、大きいものではタマカイという2メートル以上、400キロにもなるものもあります。漁獲量は多くないものの、白身で上品な味は世界中で好まれています。

日本では、1メートル、30キロ以上になるマハタやクエ、ヤイトハタ、中小型のキジハタ、アカハタ、沖縄地方で珍重されるスジアラなどが有名で、刺身や鍋物、煮付けなどが定番料理です(写真1)。

日本だけでなく東南アジアを中心に高額で取引されるため、養殖用あるいは放流用として古くから研究が行われてきました。近年、日本ではマハタ、クエなど、東南アジアではスジアラ、アカマダラハタなどが養殖されるようになり

ましたが、天然や人工的に生産された稚魚の安定的な確保が難しく、種苗生産技術の確立が望まれています。

ハタ類養殖に向けた大きな課題

現在までに日本で増養殖の研究が行われてきたハタ類は、マハタ、クエ、ヤイトハタ、キジハタ、マダラハタ、ノミノクチ、アカハタ、ナミハタ、カンモンハタ、タマカイ、ツチホゼリ、スジアラの合計12種類です。しかし、主にふ化からふ化後20日目までに発生する大量死亡が原因で、なかなか種苗の大量生産には至りませんでした。

一般に、サケ・マス類のふ化直後の仔魚は、体長が20ミリもあつて大きな卵黄を持ち、餌を食べなくても内部栄養(卵黄など)だけで1か月間は楽に生存することが知られています。これに対して、ハタ類は体長2〜3ミリと小さく、内部栄養はふ化後3〜4日で吸収されてしまいます(写真2、3)。これがハタ類の種苗生産が難しい



サケのふ化仔魚 (20ミリ)



スジアラのふ化仔魚 (2ミリ)

写真2. サケとスジアラのふ化仔魚の比較

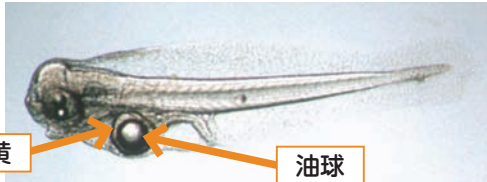


写真3. スジアラ2日齢の仔魚
(開口時で既に卵黄をほぼ吸収)

間と最も早く、他は84〜114時間でした。また、マハタ、キジハタ、及びスジアラは6時間、クエとヤイトハタは12時間以内に餌にありつけないと、その後の生残と成長に悪影響が出てしまうことが分かりました。すなわちハタ類にとつては、ふ化してから10日前後までの最適な飼育条件（水温、餌サイズ、餌

密度、通気、日周等）が重要だということ。そこで私たちは最適な飼育環境を明らかにするなどの基礎的な試験を積み重ねることによって、上述したハタ類5種をそれぞれ20万尾以上量産することができるようになりました。最近はこの技術を応用して和歌山、長崎など各地で種苗生産が行われ、クエやマハタの養殖が盛んになりつつあります。

今後の展開

今回紹介したハタ類5種は諸外国でも経済的な価値が高く、とりわけ、スジアラは香港では1キロ当たり1万円以上の高値で取り扱われています。このため、ハタ類養殖に関しては国内だけでなく、海外での流通も考慮した対応が不可欠です。今後、スジアラをはじめとするハタ類の養殖技術開発研究を推進し、陸上養殖生産システムなど、新たな養殖システムの開発にも取り組むことで、特許の取得や活魚での輸出を視野に入れた、

理由の一つです。ハタ類に限らず一般的に海産魚類の仔魚期に生じる大量死亡は、内部栄養から外部栄養（餌由来の栄養）に切り替わる栄養転換期と密接にかかわっているのではないかと推察されてきました。

ハタ類の死亡パターン

魚類の種苗生産では、まず、死亡パターンを把握することが大切です。ハタ類の死亡パターンは図のようにふ化直後から3日齢まで

死亡を克服するための研究開発

は生理条件、3〜10日齢までは飼育条件、及び10〜20日齢ではその他の条件に由来する死亡の三つに大別することができます。

マハタ、クエ、ヤイトハタ、

キジハタ、及びスジアラの5種のハタ類の死亡原因を解明するために、ふ化してから内部栄養を吸収するまでの過程を調べました。その結果、ふ化から内部栄養を吸収するまでの時間はスジアラが64時間と最も早く、他は84〜114時間でした。また、マハタ、キジハタ、及びスジアラは6時間、クエとヤイトハタは12時間以内に餌にありつけないと、その後の生残と成長に悪影響が出てしまうことが分かりました。すなわちハタ類にとつては、ふ化してから10日前後までの最適な飼育条件（水温、餌サイズ、餌

世界に羽ばたくハタ類養殖産業の創出を目指します。

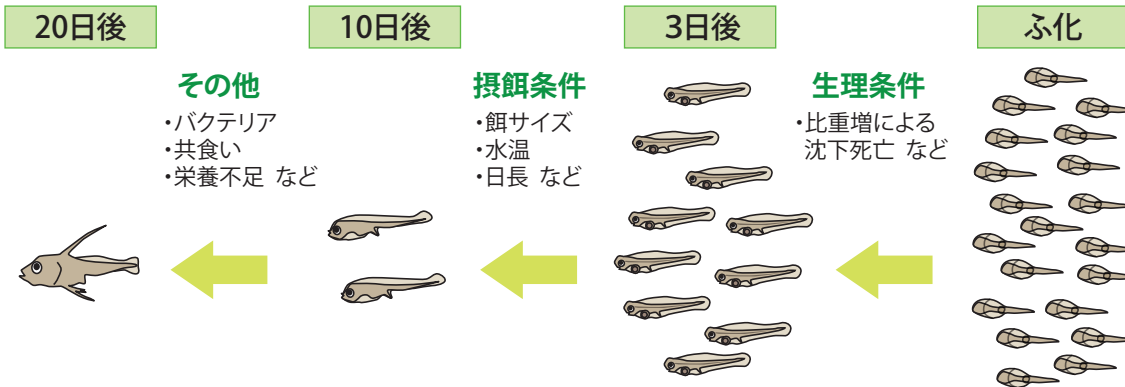


図. ハタ類の成長に伴う死亡要因の変化

病気を短時間で診断する解析チップを開発

ヒラメの病気の早期発見に役立つ解析チップを開発しました。ヒラメを生かしたまま少量の血液を採取してチップに反応させると、該当する病気のスポットが発色し、病気への感染やその兆候、さらには過去の感染履歴まで、短時間で診断できます。

魚も病気になるのです

ヒラメ（写真）は日本の主要な養殖魚ですが、病気による被害額



写真. ヒラメ

が極めて大きく、養殖経営を圧迫しています。病気による被害を軽減するには、日頃から養殖魚の健康状態を把握し、病気の兆候があれば早期に対策を講じることが必要です。そこで養殖魚の健康診断や魚病の早期診断技術を確認することが生産者から強く求められています。

ヒラメの血液検査

新たな診断技術を開発するため、私たちは魚の血液中のさまざまなタンパク質に着目しました。人間と同じように、魚も病原体の感染

を受けると、それらに抵抗するためにいくつもの種類のタンパク質を血液中に放出します。これらのタンパク質の有無や量の変化を検出することで、より早期に病原体の感染を知ることができます。

今回、私たちのグループはヒラメの感染状態を検出する解析チップの開発を行いました。このチップは「抗体チップ」、「プロテインチップ」と呼ばれるもので、ヒトの医学分野では研究が進んでいますが、養殖魚の魚病診断への応用は初めての試みです。

抗体チップとプロテインチップ

「抗体チップ」はスライドガラスの基盤の上に、ヒラメの血液中に放出されたタンパク質に特異的に結合する抗体が病気の種類ごとに並べられています。ヒラメから採取した血液を専用の試薬とともに

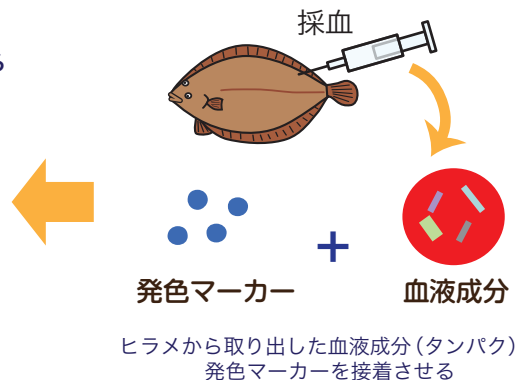
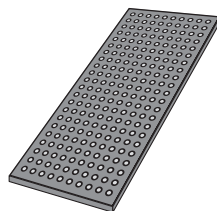


図1. 抗体チップでの検出法

発色した血液成分を抗体チップに反応させる



チップ上には様々な血液成分に反応する抗体が多数スポットされている

抗体チップの解析：
チップ上の各スポットの発色のパターンにより、ヒラメの状態（感染の有無や感染度合など）が判定できる

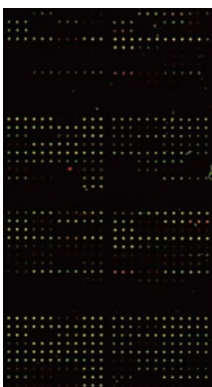


図2. 抗体チップの反応例

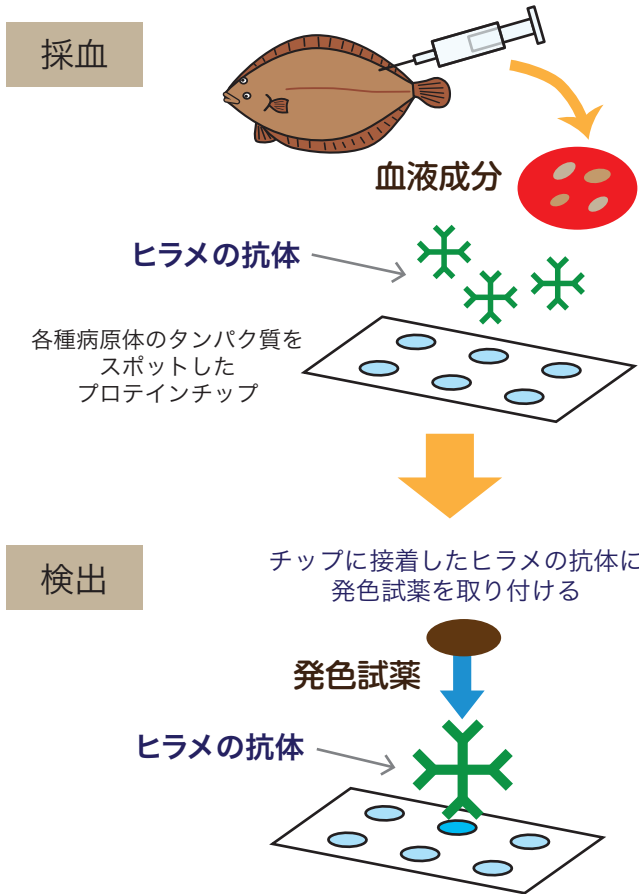


図3. プロテインチップでの検出法

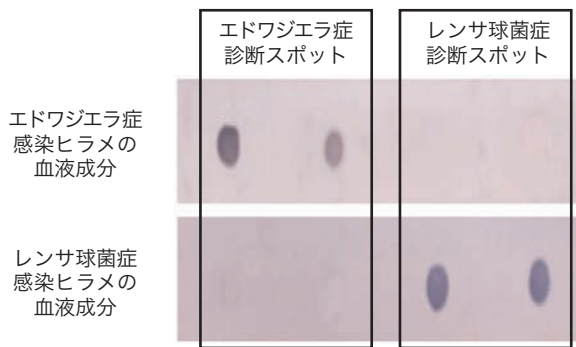


図4. プロテインチップによる診断例

に抗体チップと反応させて、蛍光スキャナーという機器で読み取ります(図1)。各抗体の発色パターンから、「ウイルス感染」あるいは「細菌感染」が起きているかを診断することができ、その感染の進行度合も推測することができます(図2)。

「プロテインチップ」は小さなリトマス試験紙状のシートで、その上には、病原体の数種類のタンパク質が並べられており、ヒラメの血液中の各病原体に対する抗体を検出することができます(図3)。つまり、ヒラメが感染した病気の種類を判定することができますので、ヒラメから採取した血液を専用の試薬とともにプロテインチップ

と反応させると、感染した病気の種類に応じて白色だったチップの上に発色が現れます。今回開発されたプロテインチップでは、発症するとヒラメに大きな被害を及ぼす細菌病のエドワジエラ症、レンサ球菌症と、ウイルス病のVHS(ウイルス性出血性敗血症)を検出することができます。図4のよ

うに、エドワジエラ症に感染させたヒラメでは左側に、レンサ球菌症に感染させたヒラメでは右側に発色が現れて、それぞれの病気が正しく診断されます。

これからの展開

ヒラメを生かしたまま少量の血液を採取し、チップに反応させることで、病気感染の兆候や病原体の感染履歴を短時間で診断することが可能になりました。これにより、養殖場で大きな被害を引き起こしている魚病の早期発見が可能となり、病気の蔓延防止、被害軽減への効果が期待されます。今後、この診断技術の簡略化を検討し、多くの養殖場で利用できる簡易ツールに改良していく予定です。そして、人間が健康診断で健康管理しているのと同様に、養殖魚を血液検査で健康管理するシステムづくりの第一歩にしたいと考えています。



食欲の秋に大満足！

旬のサバをタルタルソースで！



サバ

サバ類は、世界にマサバとゴマサバ、タイセイヨウサバ（いわゆるノルウエーサバ）の3種類がいます。日本にはマサバとゴマサバがいて、これら2種類を合わせたサバ類の漁獲量は30〜60万吨程度で推移し、近年は日本で漁獲される魚類の中で最も多くなっています。

サバは大衆魚であるため、多くの関連した言葉や諺があります。鮮度低下が早いためにできた「サバの生き腐れ」や、大量のサバを新鮮なうちに急いでおおざっぱに数えることに由来する「サバを読む」などが有名です。嫁いびりにつなげた「秋サバは嫁に食わすな」という諺もあります。鮮度が落ちやすいサバを食べて食当たりしないようにと気遣ったという説もあります。

また、北陸の若狭から京都までの道は「鯖街道」と呼ばれています。若狭湾でとって塩漬けたサバを、徒歩で京都に運んだことから付いた名前ですが、運ばれた塩漬けたサバはちよつと京都に着く頃に良い塩具合になることから、庶民に喜ばれたと言われています。

マサバもゴマサバも秋から冬にかけてがおいしい時期です。回遊しながら豊富なプラントンを食べて脂が乗り、身もしまり、味は格別になります。九州沿岸では、特に冬のサバを「寒サバ」と呼んで珍重します。

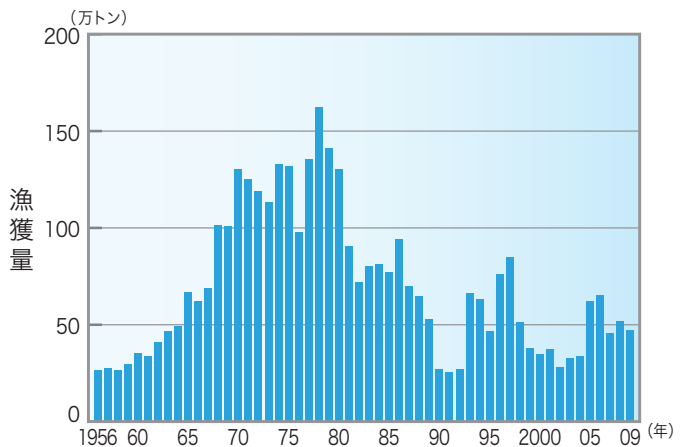


図. サバ類の漁獲量の推移

サバと言えば、「しめ鯖」「みぞ煮」「塩焼」などが一般的な食べ方ですが、九州を中心に日本では鮮度が良いものを刺身で食べます。また、脂の乗った旬のサバのシャブシャブや鯖寿司は垂涎（すいぜん）ものです。サバを丸ごと使ったユズ酢で香り付けた高知の「棒寿司」は、そのままでも、焼いてもおいしく食べられます。

輸入物も多くなっていますが、やはり国産の鮮度の良いサバを食べて元気を出しましょう。今回は広く出回っている塩鯖を使った洋風のタルタルソース仕立て。ポリウムたっぷり子どもが大好きな逸品を紹介します。塩鯖がここまで変身するか〜！ お楽しみに。



あんじいレシピ

塩サバの洋風タルタルソース仕立て



塩サバの洋風タルタルソース仕立て

●作り方

1. 塩鯖の中骨・腹骨など大きな骨はあらかじめ取り除いておき、一口大に切り分ける。胡椒・バジルを適宜まぶして、小麦粉を付けて、フライパンに多めにオリーブオイルをひき、ショウガ・ニンニクで香りを付けてきつね色になるまで焼く。
2. タルタルソースの下準備として、タマネギ、キュウリ、セロリ、ピクルスをみじん切りにし、タマネギは塩をまぶして水につけて辛みを適量にとり、水気を絞る。レタスはざく切りにしておく。固ゆで卵は5ミリ角ぐらいに切っておく。
3. 「2.」を大きめのボールに入れ、適宜マヨネーズを入れて味を調整する。
4. ミニトマトをカットしてバジルとオリーブオイルでマリネし、レモンは適宜カットしておく。
5. 焼いたサバを皿に盛り、タルタルソースとミニトマトをトッピング、食べる前にレモンをかけ回して、でき上がり。お好みでケチャップをつけてもよし。塩鯖がいつの間にかおしゃれなメイン料理に変身！
熱々のうちに、さあ召し上がれ。

●材料(4人分)

- 塩鯖..... 1尾
- ゆで卵..... 1個
- タマネギ..... 1/2個
- キュウリ..... 1/2本
- セロリ..... 1/4本
- レタス..... 1/3個
- ミニトマト..... 10個
- ピクルス..... 適宜
(ラッキョウやキュウリの古漬けでもおいしい)
- レモン..... 適宜
- ショウガ..... ひとかけ
- ニンニク..... ひとかけ
- 胡椒..... 適宜
- オリーブオイル..... 適宜
- バジル(粉末)..... 適宜
- マヨネーズ..... 適宜
- ケチャップ..... 適宜(好み)



食の安全・安心に貢献！

中央水産研究所 利用加工部

水研センターの研究成果が
こんな風に活かされています！



ルポルタージュの2回目は、「食の安全・安心の確保に貢献する食品表示の検証技術」にスポットをあてました。私たちがお店で購入する魚介類には「名称」、「原産地」などを表示することが義務づけられています。今回は、この「食品表示」について、研究の第一人者であ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の山下倫明^{みちあき}室長と農林水産消費

安全技術センター (FAMIC) 表示監視部技術研究課専門調査官の高嶋康晴^{やすはる}さんに、当センターとFAMICによる共同研究、食品の表示判別技術の開発について取材しました。

白羽の矢が……

はじめに、横浜市の八景島の近くにある中央水産研究所の山下室長を訪ね、食品バイオテクノロジー研究室について紹介していただきました（写真1）。「この研究室では、DNA、微量元素およびタンパク質分析による原産地判別技術を開発するとともに、水産物に含まれる有機セレンの生体抗酸化作用、メチル水銀やヒ素の毒性発現の分子メカニズムなどの研究を進めています。」（うわっ、難しい研究をやっているんだ！と一気に緊張しました。）

続いて、研究を始めるに至った経緯についてお聞きしました。「法律がなかった時代は、どこで獲れたアジでも小田原で干物にされれば、小田原産アジと表示されました。台湾からもってきたウナギを静岡の工場加工して、静岡産のウナギとして売っても違法ではなかった。しかし、中国産食品の安全性が社会問題となったこと

解説 JAS法

近年、食品表示の偽装が社会問題となるなど食の安全・安心への消費者ニーズが高まったことから、1999年に**JAS法**（農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律）が改正されました。これによって全ての食品に表示が義務づけられるようになり、水産物ではその名称、原産地、養殖、解凍の表示も新たに表示義務の対象になりました。



写真1. DNA分析研究の第一人者 山下室長



図1. 1999年のJAS法の改正により、水産物に「名称」「原産地」「解凍」「養殖」の表示が義務づけられました

などをきっかけに、表示制度が強化されました(図1)。ただし、法律が変わってもそれを裏付ける方法がないと、行政的に確認したり取り締まったりすることができないので、水産物の表示を科学的に検証する仕組みが必要となり、農林水産省も緊急に対策技術の開発を進めなければならぬ状況になっていました。

「こうした技術開発は、サイエンス(科学)としては面白味に欠けるところがあるのではないかと

「日本近海で獲れるマアジ属魚類はマアジだけで、輸入されるアジ類の7割がヨーロッパのニシマアジです。マアジとニシマアジは外見が良く似ていますが、種は異なります。したがって、DNA分析によって両種を判別することができず(図2)。その場合、それぞれの魚が持つDNAの配列を明らかにしてその違いにより判別します(写真2)。

「最初に取り組んだアジやサバの加工品の原料原産地の判別マニュアルの作成の取り組みについて聞きました。

最初はマアジとニシマアジ

「最初に取り組んだアジやサバの加工品の原料原産地の判別マニュアルの作成の取り組みについて聞きました。最初はマアジとニシマアジ...」

「日本近海で獲れるマアジ属魚類はマアジだけで、輸入されるアジ類の7割がヨーロッパのニシマアジです。マアジとニシマアジは外見が良く似ていますが、種は異なります。したがって、DNA分析によって両種を判別することができず(図2)。その場合、それぞれの魚が持つDNAの配列を明らかにしてその違いにより判別します(写真2)。



写真2. DNAを増幅するためのPCR機器

マアジ *Trachurus japonicus*

日本沿岸～東シナ海に広く分布する。塩干品原料としては脂肪含量が多い。東シナ海産等が用いられることが多い。

ニシマアジ *Trachurus trachurus*

オランダ、アイスランドなどヨーロッパ諸国から塩干品原料として冷凍魚が輸入されている。比較的大型で、脂肪含量が多い。



「研究を進める中で難しかった点について聞いたところ、「由来のDNA手法に頼るしかありません。そこで、遠洋水産研究所で開発した技術を基に、簡便な検査法を開発し、マニュアル化に至りました」

図2. 具体的な分析例(マアジとニシマアジ)

太平洋産 クロマグロ 大西洋産 クロマグロ メバチ キハダ ビンナガ



写真3. 形態的な判別が難しいマグロ類

はつきりした試料を手に入れることが難しかったですね。国内産のものは、水産試験場などを通じ確実なものが入手できましたが、外国産のものは、信頼できる業者から入手しても実際DNAを調べてみると違っている場合もあつたりと。また、加工品の場合には、加熱などの加工工程でDNAが分解してしまう場合もあり、違うアプローチも必要でした」と話してく

れました。

鑑定技術の限界に挑戦したい

今後の目標について聞くと、「種より下、系群の判別手法の研究を進めたいですね。養殖物では、DNA分析だけでなく、微量元素分析なども組み合わせ、どこまで産地を見分けられるかなど、加工品・食品の鑑定技術の限界を追求したいです。さらに将来養殖技術がもつと発展していけば、DNA遺伝子操作も含めて、ブランド物の養殖物を作ることやってみたいです」研究者魂に触れた瞬間でした。

研究を担当して良かった点については、「DNA分析とここで基礎研究の蓄積があつて、その応用が食の安全の確保に大いに活かされていると実感しています。表示の浸透により、ヨーロッパのパウナギの輸入は半分に減り、偽装の抑止力になっていきます。また、私たちは都道府県、警察、海上保安庁、税関など外部機関からの事

件関係の鑑定依頼にも可能な限り対応していて、分析技術が役に立っていることをうれしく思います」と、冷静な語り口ながら熱く語ってくれました。

FAMICとの共同研究

次に、さいたま市にあるFAMICの高嶋さん（笑顔がさわやか）を訪ねました（写真4）。高嶋さんは、00年から山下室長の研究室で水産物の見分け方の研修を始めました。それまで、主に農産物を担当していた高嶋さんは、水産物を扱うのは初めてで、当初は魚の見分け方なども全く分からなかったそうです。当時を振り返りこう話してくれました。

「それまでもDNAを使った判別法について研究してはいましたが、水産物は種類が多く、どこから手を付けたら良いのか、どういうアプローチをすれば良いのかという切り口が分からなかったんです」

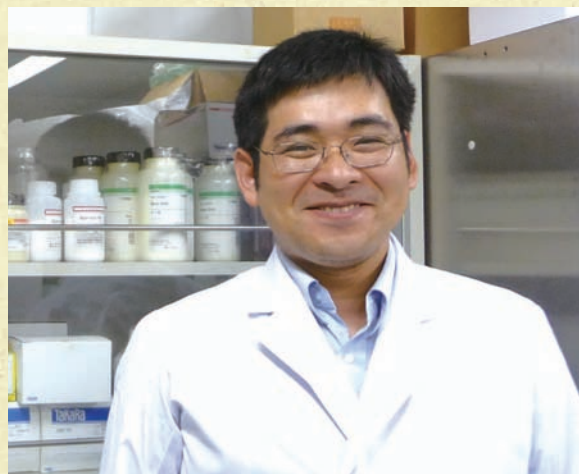


写真4. 水産物表示Gメン?高嶋さん

アジ・サバなどの塩干品の判別法として、当初、目に見える形質の違いを利用する手法を進めていたところ、山下室長からのアドバイスで、DNAを使った判別手法に取り組むことになったそうです。また、「水産物は種類が多いため判別が難しい部分もありますが、天然ものが多いので、畜産物や農産物に比べDNA解析で対応できるものが多く、扱いやすい面もありました」と言います。

そんな中、「アブラガニ」を高価な「タラバガニ」と表示したケ

タラバガニ



脚の裏に色素がある

アブラガニ



脚の裏に色素がない



棘は6本



棘は4本

図4. タラバガニとアブラガニの見分け方

スや、スケトウダラの卵を使用し
ないと表示できない「辛子明太子」
に、大西洋のマダラ属魚類の卵が
使用されていたケースなど、今ま
で想定していなかった魚介類によ
る偽装表示事件が次々と起こりま
した。その当時の高嶋さんの平均
睡眠時間は、たったの3時間だっ
たそうです。

本のものであると見せしめ、ゆで
た脚だけだと区別が付きにくい
ため、DNA鑑定により検証する必
要があるということです。



当センターから教わったこと
は、どういう点か聞きました。

「DNA分析による魚種の判別
法をはじめ、血球観察による凍結
解凍魚の判別法なども教えてもら
わなければ全然進まなかったです
ね。JAS表示への対応は、水研
センターがこれまで重ねて
来た研究の知見をベースに
させてもらいました。FA
MICの知見だけでは、数
年間でここまでできなかつ
たと思います。ありがたい
の一言ですね」

さらに、他の機関との連
携についても、「水研セン
ターの水産物研究における
ネットワークを活用し、大
学や県の研究機関、分析機
関と共同で研究させていた

だいたり、技術を導入させてもら
えたりしましたので、効率的な技
術開発ができました」。また、「一
番感慨深かったのは、05年度にプ
レスリリースされた2件ですね。
自分が担当した分析が摘発につな
がったアジとマグロの偽装表示で
すが、研究者としての達成感を感じ
ることができました」とうれし
そうに話してくれました。

100種以上の

DNA判別が可能に

このように、当センターとFA
MICによる食品表示に関する科
学的検証技術の研究によって、多
岐にわたる水産物の種の判別法が
開発でき、現在は、水産庁作成の「魚
介類の名称のガイドライン」に掲載
されている100種以上の水産物
のDNA判別が可能となりました。
判別法はマニュアルとしてとりま
とめ、FAMICのホームページ
に公表し、関連分析機関で幅広く
活用できるようにしています。
中央水産研究所の研究成果は、



食品バイオテクノロジー研究室の職員（左から原、東畑、ホセイン、山下、鈴木、竹元の皆さん）

「名称」及び「原産地」表示など、
食品の由来を明らかにし、私たち
消費者が水産物を購入する時の判
断に役立つことを実感する
とともに、生活に密接に結びつい
ている研究であることが分かりま
した。これからも、食の安全と消
費者の信頼の確保に科学的側面か
ら貢献することを期待したいと思
います。

親潮域で進行中の「春の早期化」

親潮域などの冷たい海域では、春の一週間〜数週間程度の短い期間に、植物プランクトンの大増殖が起こります。陸上で花が一齐に開くさま（英語でブルージングといいいます）になぞらえて「春期ブルーム」と呼ばれている現象です（写真1）。

この海域の動物プランクトンにとって、春期ブルームは餌となる有機物が大量に生産される絶好の機会です。自分たちの季節的な成長のタイミングを、うまく春期

ブルームに合わせられるかどうか、その後の明暗を分ける鍵となります。プランクトンを餌とする魚にとっても、春期ブルームのタイミングは餌料環境を左右する重要なポイントです。

春期ブルームは通常、春の日射で暖められた海が、表層に深さ数十メートル程度の安定した暖かい水の層（季節混合層と言います。図1）を形成する事で開始されます。そこで、過去の海洋観測データから毎年の季節混合層の形成時

期を調査し、春期ブルーム開始日の変動を調べました。

その結果、親潮域の半分以上の面積で安定した季節混合層が形成される日付（これらの海域で春期ブルームが始まった日）は、1970年から2005年までの35年間で約1週間程度早まっていることが分かりました（図2）。同じ時期に、陸上でも桜や野草の開花、鳥の渡りの開始といった「春の開始時期の指標」が、数日から一週間程度早まっていることが報告されています。我々の発見は、海

でも同じような「春の早期化」が同時に起きていたことを示唆します。幼生期の動物プランクトンにとって、たった一日の成長の違いが魚による食われやすさに大きく影響するので、1週間の春期ブルーム早期化は大きな意味を持ちます。実際にこの期間中、魚の重要な餌料となる動物プランクトン

大型カイアシ類（写真2）の種組成は、早春期に成長する種が増加傾向、晩春期に成長する種が減少傾向にあったことが分かってきました。こうした季節タイミングの変化に伴う動物プランクトンの組成の変化と、それを餌とする魚への影響について、現在さらに解析を進めています。

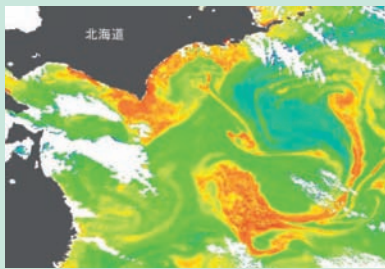


写真1. 春の親潮域の植物プランクトン分布の衛星イメージ。赤く見える部分で春期ブルームが発生中。白色は雲

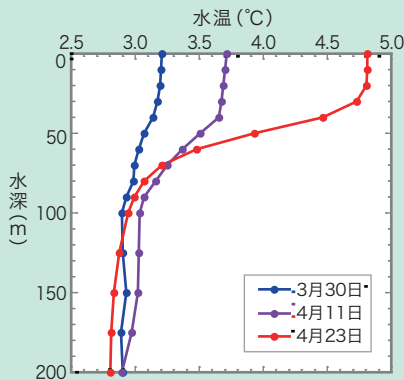


図1. 春期親潮域の水温の鉛直分布（2006年の観測例）。春の進行に伴って、表層に暖かい季節混合層が発達する

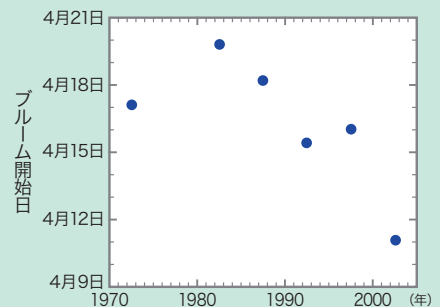


図2. 親潮域の春期ブルーム開始時期の経年変化



写真2. 春期に増殖するカイアシ類

大型カイアシ類（写真2）の種組成は、早春期に成長する種が増加傾向、晩春期に成長する種が減少傾向にあったことが分かってきました。こうした季節タイミングの変化に伴う動物プランクトンの組成の変化と、それを餌とする魚への影響について、現在さらに解析を進めています。

期を調査し、春期ブルーム開始日の変動を調べました。

その結果、親潮域の半分以上の面積で安定した季節混合層が形成される日付（これらの海域で春期ブルームが始まった日）は、1970年から2005年までの35年間で約1週間程度早まっていることが分かりました（図2）。同じ時期に、陸上でも桜や野草の開花、鳥の渡りの開始といった「春の開始時期の指標」が、数日から一週間程度早まっていることが報告されています。我々の発見は、海

でも同じような「春の早期化」が同時に起きていたことを示唆します。幼生期の動物プランクトンにとって、たった一日の成長の違いが魚による食われやすさに大きく影響するので、1週間の春期ブルーム早期化は大きな意味を持ちます。実際にこの期間中、魚の重要な餌料となる動物プランクトン

大型カイアシ類（写真2）の種組成は、早春期に成長する種が増加傾向、晩春期に成長する種が減少傾向にあったことが分かってきました。こうした季節タイミングの変化に伴う動物プランクトンの組成の変化と、それを餌とする魚への影響について、現在さらに解析を進めています。

大型カイアシ類（写真2）の種組成は、早春期に成長する種が増加傾向、晩春期に成長する種が減少傾向にあったことが分かってきました。こうした季節タイミングの変化に伴う動物プランクトンの組成の変化と、それを餌とする魚への影響について、現在さらに解析を進めています。

大型カイアシ類（写真2）の種組成は、早春期に成長する種が増加傾向、晩春期に成長する種が減少傾向にあったことが分かってきました。こうした季節タイミングの変化に伴う動物プランクトンの組成の変化と、それを餌とする魚への影響について、現在さらに解析を進めています。

大型カイアシ類（写真2）の種組成は、早春期に成長する種が増加傾向、晩春期に成長する種が減少傾向にあったことが分かってきました。こうした季節タイミングの変化に伴う動物プランクトンの組成の変化と、それを餌とする魚への影響について、現在さらに解析を進めています。

大型カイアシ類（写真2）の種組成は、早春期に成長する種が増加傾向、晩春期に成長する種が減少傾向にあったことが分かってきました。こうした季節タイミングの変化に伴う動物プランクトンの組成の変化と、それを餌とする魚への影響について、現在さらに解析を進めています。

大型カイアシ類（写真2）の種組成は、早春期に成長する種が増加傾向、晩春期に成長する種が減少傾向にあったことが分かってきました。こうした季節タイミングの変化に伴う動物プランクトンの組成の変化と、それを餌とする魚への影響について、現在さらに解析を進めています。

サンマ資源の有効活用に向けて 公海漁場の開発



写真. サンマ(上)とさんま棒受網漁船(下)

代表的な秋の味覚、サンマ。北太平洋全域に生息するこのさかなは、資源量が350万〜800万トンと推定されているのに比べ、漁獲量はその1〜2割の40万〜60万トン程度に過ぎないため、資源の有効活用に多くの期待

が集まっています。

現在、日本のサンマ漁船は、夏から秋にかけて魚群の一部が日本近海に來遊するのを待つて操業しています。水産総合研究センターは、日本漁船が漁獲していない時期にも資源を利用できるようにするため、この時期の主な分布域である公海域で、2007年から漁場開発調査を行っています。

これまでの、公海域でもサンマ操業が可能なことを確認しましたが、漁場が遠いために運航効率が悪く、商業的には至りませんでした。そこで、今年の調査では運搬船を用い、効率の改善に取り組みました。今回の調査では5月20日

7月31日の間、さんま棒受網漁船(写真)5隻を用い、操業船3隻と運搬船2隻に役割を分けて調査を行い、合計1698トン(運搬船自身の漁獲分を含む)、操業船1隻あたり534トンのサンマを漁獲しました。

今漁期はサンマの來遊遅れが問題となっていますが、それでも、操業船1隻当たり漁獲量は、一昨年の好漁時に行った調査に匹敵するものでした。この要因として、①運搬船に漁獲物を渡すことで、操業船が水揚げのために帰港する必要がなく、探索・操業日数が増えたこと②複数の操業船から運搬船に漁獲物を集めることで短期間に魚倉を一杯にできるため、鮮度を保持できる

限られた日数のなかで、より遠い漁場でも操業できるようになったこと、などがあげられ、運搬船の有効性が実証されました(図)。今後は、公海域のサンマの有効活用を実現するため、運搬船の適切な大きさや装備、船団の規模などについて、さらに検討を重ねていきます。

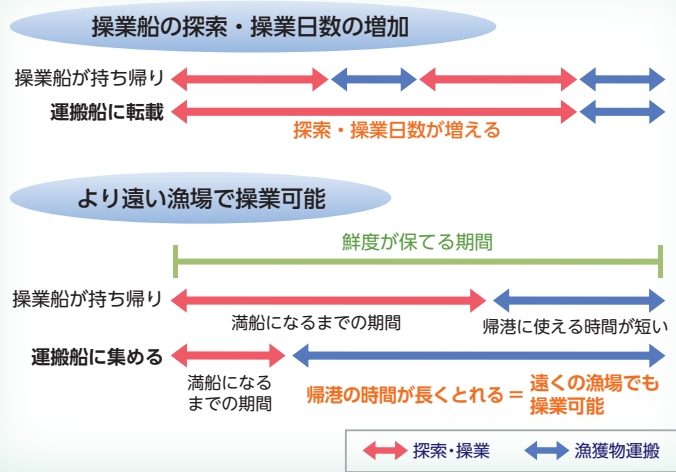


図. 運搬船の主な効果

育種シンポジウム 「魚類育種をどう進めるか —その現状と課題—」を開催

横浜市開港記念会館で7月21日、育種シンポジウム「魚類育種をどう進めるか—その現状と課題—」を水産総合研究センター養殖研究所と水産育種研究会の共催で開催しました。近年、安価な養殖生産物の大量輸入におされた国内養殖産物の価格低迷の打開策として、安全・安心はもとより付加価値の高い効率的な養殖生産を推進するために、「育種」（品



写真1. 発表を聞く参加者

種改良）への期待がますます高まっています。また、育種の基盤となる繁殖や種苗生産にかかわる技術も急速に進展しています。これを機に重要海産魚類に焦点をあて、これら海産魚の育種に必要な繁殖・種苗生産に関する研究の現状を総括し、育種に向けた考え方を整理・再認識するためのシンポジウムでした。

最初に「育種研究の現状と問題点」という演題で、これまでの海産魚の育種研究の現状と問題点について整理した後、ヒラメ、ブリ、ハタ類、クロマグロおよびウナギについて繁殖・種苗生産に関する取り組みや課題、さらには今後の育種研究への期待について、各演者から発表がありました。

これらの発表では、それぞれの対象種ごとに繁殖・種苗生産を困難にしている研究・技術開発要素が示され、対象種によって現状の技術レベルが異なっていることを再認識するとともに、育種により作出された家系の保存が極めて重要な意味を持つ

ことが報告されました。

パネルディスカッションでは、発表者に対する技術的質問や、育種を進める上で利用者である養殖業者を意識した育種の目標設定が重要であること、いろいろな形質を持った家系を残すための体制づくりなどについて活発な論議が行われました。



写真2. パネラーの皆さん

▶ 特願 2008-301795

養殖作業を楽にするいけすを開発しました

ブリやカンパチの養殖では、ハダムシ（写真1）とエラムシという寄生虫が問題となっています。特に、ハダムシ類は、魚の体表を傷つけるだけでなく、その傷から細菌やウイルスが体のなかに侵入するため、他の病気にもかかりやすくなります。

現在、これらの寄生虫類の対策としては淡水中や薬剤中に魚を泳がせることによる駆虫（虫おとし）が一般的です。しかし、これらの方法では、10日から2週間に一回のペースで頻繁に作業する必要があります。非常に手間がかかります。この回数を少しでも減らすことができれば、ブリ・カンパチ類養殖の省力化につながると期待されます。

そこで水産総合研究センターとタナカ漁網株式会社、良永知義（東京大学）のグループは、網を乾燥させることで網に着く寄生虫の卵を殺すことを目的として、2つのいけすを連結し、網間で魚を移動させながら網を交互にい



写真1 ハダムシ

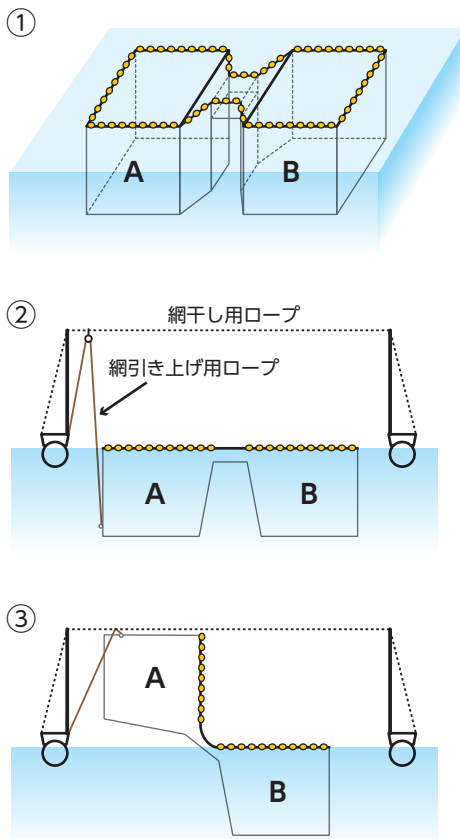


図. 連結いけすの模式図

けす上で干す方式を考案しました。このいけす網でカンパチ幼魚を飼育した結果、カンパチは網の連結部分を簡単に移動し、この網を用いて飼育できることが証明できました。さらに、定期的な乾燥で虫卵だけでなく網に付着する生物も死亡するため、10か月もの間網はほとんど汚れず、交換する必要がなくなり、養殖作業の負担軽減にも役立つことが分かりました。他のいけすの虫卵からふ化した寄生虫が多く、今回は残念ながら虫落としの回数を減らすことはできませんでしたが、周辺のいけすの多くでこのいけす網を使えば、回数削減も可能だと考えられます。

今回開発したいけすは、大型の成魚を飼育するには、まだ研究が必要だと



写真2. カンパチ飼育中の連結いけす

と思いますが、幼魚の飼育には十分使用できると思われれます。近年では、種苗生産施設も人手不足に悩んでいます。稚魚が海中で迎える最初の夏には、作業軽減に役立つ大きな武器になるでしょう。

シラスウナギに 無事に変態しました！

PICK UP PRESS RELEASE

水産総合研究センターは、今年3月に実験室生まれの親ウナギからふ化仔魚を得て「ウナギの完全養殖」を達成しましたが、その後、この仔魚たちが順調に成育し、8月5日に最初の一尾が無事、シラスウナギに変態しました(写真1)。現在も、続々とシラスウナギに変態しています。

これまでの飼育試験では、仔魚がシラスウナギに変態するまでの最短記録はふ化後153日でしたが、今回の一尾はこれより約3週間早く131日でシラスウナギになりました。飼育期間の短縮によって生残率の向上が期待されるため、今回の成



写真1. シラスウナギに変態した完全養殖ウナギ第1号

果によって人工ウナギ種苗の量産化に一步近づいたと言えます。

今後は、飼育試験を継続してシラスウナギまでの生残率を調査するとともに、これらを親とした量産技術の開発に取り組んでいきます。

当センターでは、2002年に卵からシラスウナギまでの飼育に成功し(図、緑色の実線)、さらに10年には、人工親魚から得た卵をふ化させて「完全養殖」に成功しました(図、

青色の実線)。今回は、完全養殖ウナギの仔魚がシラスウナギに変態したものです(図、赤色の実線)。



写真2. 現在はクロコに成長しています

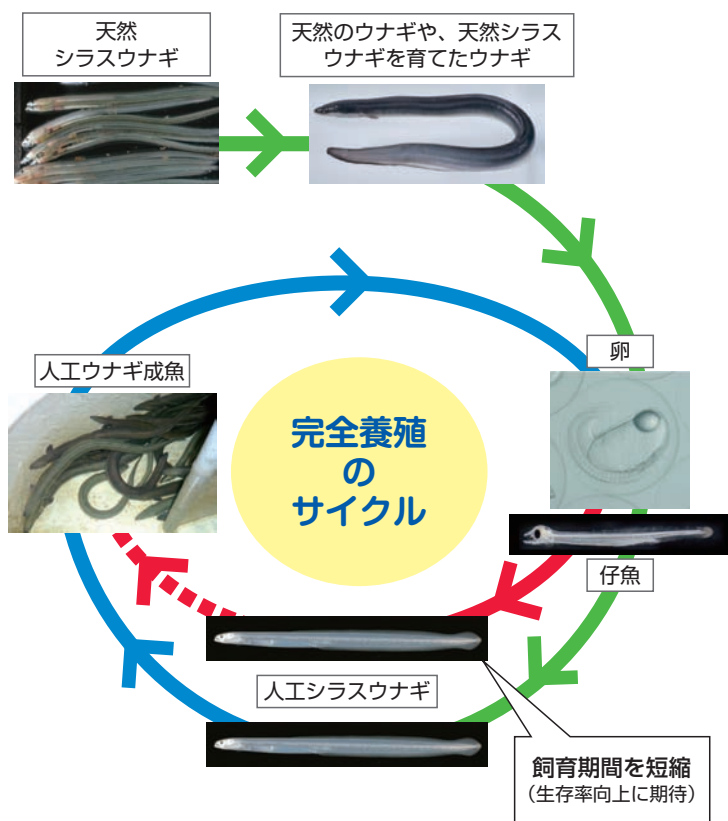


図. ウナギ完全養殖サイクルと今回成果の位置づけ



養殖研究レター 第6号

発行時期：2010年7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：ウナギ完全養殖成功を受け、ウナギ関連の研究、取組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/6.pdf

おさかな瓦版 36号

発行時期：2010年8月
 問い合わせ先：経営企画部広報室
 掲載内容：三陸のさかなたち「サンマ」の紹介など
 ホームページ URL：http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/letter/no36.pdf

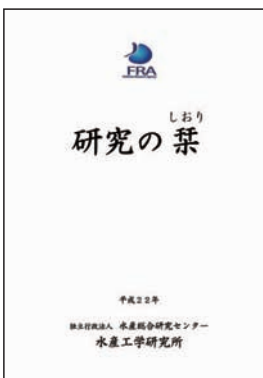


マアナゴ資源と漁業の現状 第2号

発行時期：2010年1月
 問い合わせ先：中央水産研究所浅海増殖部資源増殖研究室
 掲載内容：マアナゴの漁業や資源生態に関する最新情報を網羅した報告書
 * ホームページ掲載はしていません

北の海から 8号

発行時期：2010年1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：「スケトウダラ仔魚の分布状況調査」、「海の流れを測る」など
 ホームページ URL：http://hnf.fra.affrc.go.jp/H-jouhou/news/kankoubutsu/kitanoumikara08.pdf



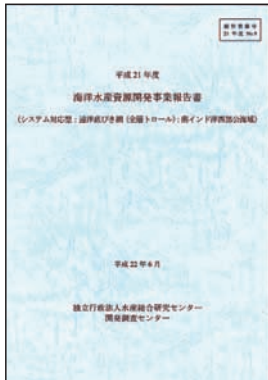
研究の葉 平成22年

発行時期：2010年8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：平成21年度の主要な研究成果について、分かりやすくまとめたものです。
 ホームページ URL：http://nrife.fra.affrc.go.jp/seika/H22/H22_seika_index.html

遠洋リサーチ&トピックス 第8号

発行時期：2010年7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：「大西洋クロマグロを巡る攻防」、「太平洋クロマグロの資源評価」など
 ホームページ URL：http://fsf.fra.affrc.go.jp/envo_rt/rt8.pdf





平成21年度海洋水産資源開発事業報告書 No.9 (資源対応型：遠洋底びき網)

発行時期：2010年6月

問い合わせ先：開発調査センター開発業務課情報調査グループ

掲載内容：平成21年度に実施した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事業報告

* 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.384 (資源対応型：遠洋かつお釣)

発行時期：2010年6月

問い合わせ先：開発調査センター開発業務課情報調査グループ

掲載内容：平成21年度に実施した太平洋中・西部海域における衛星情報を活用した漁場探索技術の向上、当業船の利用頻度が低い天皇海山・西経海区における操業調査による企業の操業の可能性の検討、漁場形成状況の推定に衛星情報を活用することの可能性の検討、低温活餌畜養装置の適正運転等による省エネルギー効果の検討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.385 (システム対応型：近海かつお釣)

発行時期：2010年6月

問い合わせ先：開発調査センター開発業務課情報調査グループ

掲載内容：平成21年度に実施した南西諸島及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、採算性の改善の可能性の検討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.386 (資源対応型：いか釣)

発行時期：2010年6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：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雌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.387 (資源対応型：遠洋まぐろはえなわ)

発行時期：2010年6月

問い合わせ先：開発調査センター開発業務課情報調査グループ

掲載内容：平成21年度に実施した太平洋中・東部海域における特定の水深帯に釣針を設置することによるメバチの釣獲率向上の可能性、凍結製品の適正温度管理による省エネルギー効果の検証等に係る調査結果についての速報（事業報告速報版）

* ホームページ掲載はしていません

なんと読もうが旨けりゃいいじゃないか

秋は魚に脂がのっておいしい時期ですね。旨い肴でついついお酒もすすみます。

…あれ？魚と肴って同じ「さかな」って読みますね？

魚をお酒のつまみによく使うから、肴を「さかな」と読むようになったのかな？と思ったら、逆だそうで。肴の方をもとは「さかな」と読み、魚は「うお」や「ギョ」としか読まなかった。魚がお酒の肴に良くあうことから、魚を「さかな」とも読むようになったのだとか。

漢字の読み方でもう一つ。肴の代表格「鰯」はなんと読むでしょう？正解は「するめ」。するめは魚の名前のスルメイカを指すのではなく、あの乾物の方のことを言います。鰯はスルメイカだけではなく、ヤリイカでも作ることがあるようです。「魚」が部首に含まれる漢字は、必ずしも魚の名前を指すのではないのです。そういえば「鮨」も料理名です。

秋の夜長はひとりのんびり魚を肴に…、も良いですが「鯛も1人は旨からず」とも言いますし、やっぱり気の合う人たちでわいわいとのおむ方が楽しいですね。



▶マイワシのお刺身

編集後記

今号では、当センターが行っている最新の養殖研究についてご紹介しました。養殖は、紀元前に中国でコイを飼い始めたことが起源と言われています。日本でも平安時代にコイが観賞用として飼われるようになり、江戸時代には金魚なども養殖されていたそうです。日本の海水魚の養殖は、昭和初期に香川県で開始されたブリ（ハマチ）の養殖が始まりで、現在日本で主流となっているいけす式の養殖はその数年後に試みられたとか。

それから80余年が経ち、今では養殖魚介類なしには私たちの食卓が成り立たないほどになっていきます。養殖されている生物の種類も、魚や貝、エビ、カニなどの動物とノリやワカメなどの植物を合わせると、日本だけでも70種類を超えています。今後も、世界的に人口が増加するなかで、養殖業や、その発展のための研究はますます重要になるでしょう。当センターもその一端を担い、食料の確保に貢献できればと思います。（関根 信太郎）

執筆者一覧

■特集 養殖研究最前線

- 世界と日本の養殖の現状と研究の方向 …… 養殖研究所 業務推進部 伊藤 文成
- 安全で効率の良いカンパチ養殖を目指して …… 養殖研究所 生産技術部 虫明 敬一
- おいしくなった養殖魚 …… 中央水産研究所 利用加工部 品質管理研究室 金庭 正樹
- 魚粉を減らした飼料の開発 …… 養殖研究所 生産システム部 飼料研究グループ 山本 剛史
- コラム：養殖と釣り …… 経営企画部 広報室 関根信太郎
- コラム：天然魚は見分けられる？ …… 宮古栽培漁業センター 青野 英明
- 世界に羽ばたくハタ類養殖 …… 瀬戸内海区水産研究所 栽培資源部 與世田兼三
- 病気の兆候や履歴を短時間で診断できる「健康管理用の解析チップ」を開発 …… 養殖研究所 病害防除部 健康管理研究グループ 中易 千早

■あじいの魚菜に乾杯

- 第13回 食欲の秋に大満足！旬のサバをタルタルソースで！ …… 屋島栽培漁業センター 山本 義久

■ルポルタージュ

- 食の安全・安心に貢献！中央水産研究所利用加工部 …… 経営企画部 広報室 佐野 春美

■研究成果情報

- 親潮域で進行中の「春の早期化」 …… 北海道水産研究所 亜寒帯海洋環境部 生物環境研究室 小埜 恒夫
- サンマ資源の有効活用に向けて ～公海漁場の開発～ …… 開発調査センター 底魚・頭足類開発調査グループ 越智 洋介

■知的財産情報

- 養殖作業を楽にするいけすを開発しました …… 水産工学研究所 水産業システム研究センター 養殖工学タスクグループ 高木 儀昌

■おさかな チョット耳寄り情報

- なんと読もうが旨けりゃいいじゃないか …… 経営企画部 広報室 高崎 大輔

FRANEWS vol.24

Fisheries Research Agency News

□ 10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

岡崎恵美子 関根信太郎 佐野 春美 足立 純一

大浦 哲也 高崎 大輔 増村 純男 中島 員洋

小池 幹人 濱地 信秀

アドバイザー：水野 茂樹 デザイン：神長 郁子



FRA NEWS VOL.24

Fisheries Research Agency News 2010. 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/>