

水産業の未来を拓く

FRANNEWS

Fisheries Research Agency News

2013.7
vol. **35**

特集 水産育種研究戦略



研究の現場から

ズワイガニを海底で逃がす漁具を開発



震災復興への取り組み

復旧から復興へ 東北太平洋沿岸域の東日本大震災からの回復状況
東日本大震災を生き延びたサケをベーリング海で発見

知的財産情報

突然変異を利用して新たな養殖魚をつくる技術



独立行政法人
水産総合研究センター

Contents

震災復興への取り組み

- 復旧から復興へ
東北太平洋沿岸域の東日本大震災からの回復状況…………… 2
- 東日本大震災を生き延びたサケをベーリング海で見発見…………… 6

特集 水産育種研究戦略

- 種を制するもの世界を制す！…………… 8
- 養殖経営改善のために…………… 10
- ぶり類育種…………… 12
- トラフグ育種…………… 15
- アマノリ育種…………… 18
- ピックアップ・プレスリリース 世界で初めて無菌化ノリのゲノム情報解読に成功…………… 21

研究の現場から ズワイガニを海底で逃がす漁具を開発

現場に即した改良網の開発で実用化に弾み さらなる管理で貴重な資源を次世代に…………… 22

あんじいの魚菜に乾杯

- 第24回 旬は2度ある！夏のカワハギの繊細な身のうまみを堪能できる
カワハギの洋風塩麴マース煮…………… 28

知的財産情報

突然変異を利用して新たな養殖魚をつくる技術…………… 30

ピックアップ・プレスリリース

- 真珠 100 年の謎をついに解明
— 日本が開発したアコヤガイ真珠養殖技術を初めて科学的に証明 — …… 31
- タチウオひき縄漁業の効率化をめざし船上台秤、投縄装置、新疑似餌を開発…………… 32

会議・イベント報告

- 第9回日中韓大型クラゲ国際ワークショップ…………… 33
- 第10回成果発表会「東日本大震災と放射能の影響解明
— 水産業の復興に向けた調査研究 — 」を開催…………… 33

刊行物報告

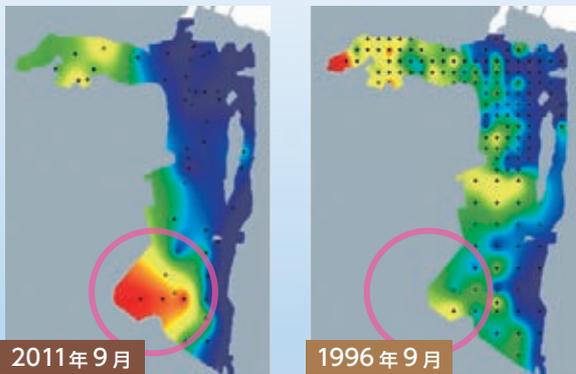
- 研究開発情報 「日本海 リサーチ&トピックス」 第12号…………… 34
- 海洋水産資源開発ニュース No.413 (沖合底びき網：日本海西部海域)…………… 34
- 平成23年度海洋水産資源開発事業報告書 No.2 (海外まき網)…………… 34
- 沿岸域における漁船漁業ビジネスモデル研究会ニュースレター No.8…………… 34
- 沿岸域における漁船漁業ビジネスモデル研究会ニュースレター No.9…………… 34
- 水産技術 第5巻第2号…………… 34
- 水産総合研究センター研究報告 第37号…………… 34
- おさかな瓦版 No.53…………… 34

- おさかな チョット耳寄り情報 no.35
カツオって… 縁起物です…………… 35
- 執筆者一覧…………… 35
- 編集後記…………… 36

震災復興への取り組み

復旧から復興へ

東北太平洋沿岸域の 東日本大震災からの回復状況



2011年9月

1996年9月

含まれる泥の割合率 (%)

表紙写真	A	A: プリの幼魚
	B	B: 沖合底びき網漁を行う「大正丸」での実証実験で使用している網 (兵庫県・柴山漁港)
	C	C: 柴山漁港に水揚げされたハタハタ

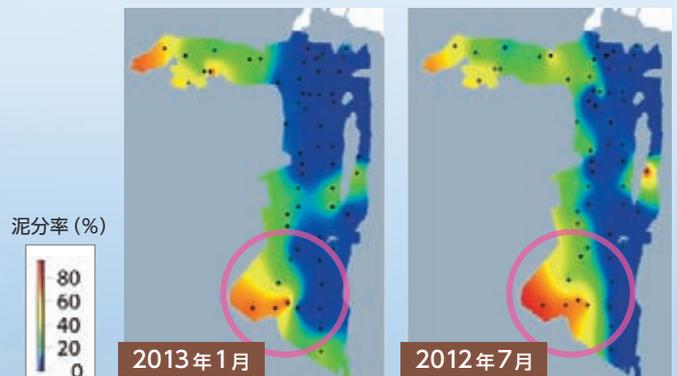


水産総合研究センターは、青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県の試験研究機関、芙蓉海洋開発株式会社とともに、被災した東北太平洋沿岸の岩礁や藻場、干潟、沿岸漁場の環境と生物生息状況の実態やその回復状況を把握しました。平成23年度後半から24年度にかけて実施された水産庁の「被害漁場環境調査事業」により、全体的に震災前の環境・生物状況に回復しつつありますが、一部に震災の影響が残っていることも明らかになりました。

環境の変化

津波の影響で、岩手県の内湾奥部では、震災後海底の泥や有機物の割合が減少していました。半面、宮古湾奥部では餌や底質の変化からヒラメ稚魚の密度が低くなり、宮城県仙台湾の一部では泥場の海底が広がっていました。また、福島県松川浦では泥の多い底質の場所が南西部に出現しました(図1)。震災により表面がなめらかになった岩の増加やブロックの横

松川浦の南西部は1996年の状態と明らかに違っている



転・移動で生物が増加したところがある一方、地盤沈下による干潟の減少や(図2)、潮流の変化などでアサリ稚貝が発生しなくなったりともありました。茨城県の鹿島灘では、水深が最大で1.2メートル深くなり、仙台湾東部では海底が1.4メートルも削られたところもありました。

千葉県九十九里沿岸の海底では、泥や有機物の含有量が震災前の状態に回復しつつあることが分かりました。このような回復傾向

図1. 福島県松川浦における底質に

は、青森県沿岸の砂浜域の底生動物や岩礁域の海藻類の種類や現存量、松川浦の干潟動物や魚類稚魚の種類でも見られました。さらに、一部の湾では、植物プランクトン量が震災前に比べ増加していました。これは津波で養殖カキが激減したことで、カキに食べられる植物プランクトンの量が減ったためと推察されます。

沿岸域の魚類

仙台湾では、産卵場近辺の環境悪化によってマダラ仔魚の成長率が低くなっていたことが分かりました(図3)。一方、ヒラメの成育場である仙台湾の浅海域では、震災前と同様、餌料環境が良好で、その稚魚の体重量当たりの胃内容物重量も高い値を示しました。同じように岩手県沿岸の稚魚の月ごとに採集された種類や個体数の変化の傾向や、主要な地先底魚類の資源量も、震災前後で大きな違いはありませんでした。

このように震災による影響をほとんど受けていない沿岸魚類の状況も認められました。

藻場と生息生物

千葉県房総半島以北の太平洋側岩礁域で見られた海藻類は、津波の影響を受けた場所でも回復していました。そこにすむキタムラサキウニは、多くの海域で震災直後大きく減少しましたが、津波で深い所に運ばれた大型個体が本来の生息域に戻っていて、震災後に生

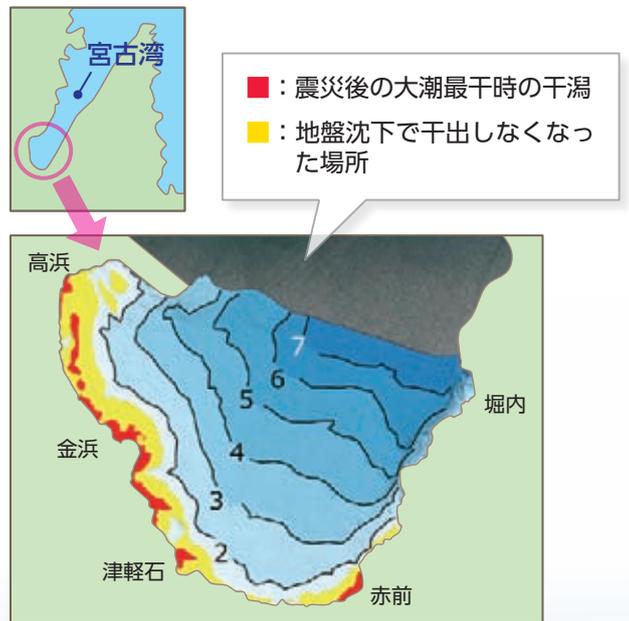


図2. 宮古湾奥の海底地形(2012年7月)



ふ化後24日のマダラ仔魚

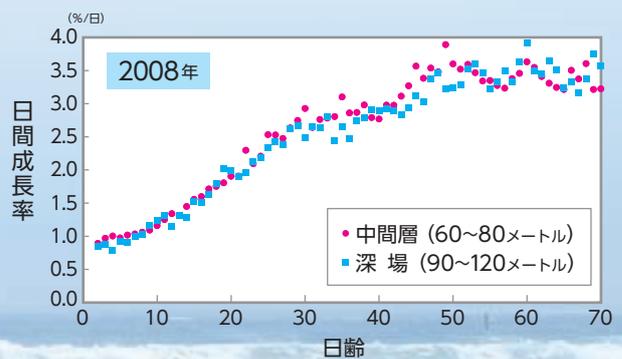
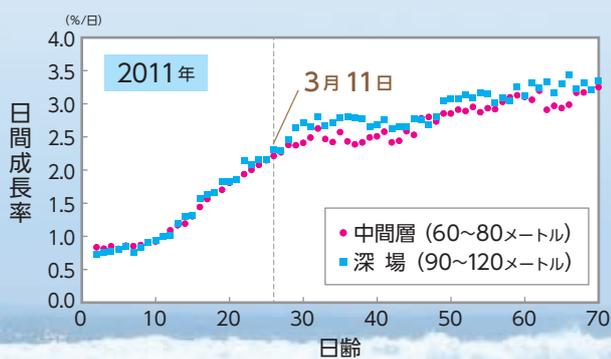


図3. 仙台湾の2008年と2011年の分布水深の異なるマダラ個体の日間成長率の比較

まれた小型個体も確認できました。

エゾアワビは、岩手県や宮城県
の沿岸を中心に、2009年・10
年産まれの稚貝がかなり少なく
なっています。これは、津波で流
失・死亡したようで、今後の資源
への悪影響が心配されます。岩手
県から福島県北部のアマモ場は、
壊滅的な被害を受けた海域が少な
くありませんでしたが、株の残っ
ていたところでは回復しています
(図4)。

砂泥域と干潟の二枚貝

青森県三沢地区沿岸や仙台湾南
部のウバガイやアカガイは、稚貝
の発生を確認するなど、資源状況
が回復傾向にあることが分かりま
した。

岩手県から福島県にいたる干潟
のアサリなどは、浮遊幼生が十分
あり資源への悪影響はほとんどな
いようですが、地盤沈下による干
潟の消失で、手掘りによるアサリ
漁業が困難になっている点が危惧

されます。

これからの課題

岩礁藻場やそこにすむアワビ・
ウニおよび二枚貝類は、引き続
き繁茂や資源の状況を調査し、科
学的知見に基づいた管理を今まで
以上に進める必要があります。ま
た、仙台湾南部のウバガイ漁業は、
タオル網(*)などで小型のがれ
きの回収は行ったものの、いまだ
に漁場に残存する大型のがれきに
より再開できない状態であり、漁
具を痛めない漁法の開発が急務で
す。さらに、地盤沈下したアサリ
漁場の回復を図るには、巻き貝に
よる食害を防ぐため、アサリが身
を守るような目の粗い砂などで底
面を覆った漁場造成や、新たに生
まれた天然の稚貝を用いた増殖を
実施する必要があります。

養殖カキの激減による植物プ
ランクトンの増加は、養殖カキと
餌料生物との量的なバランスの重
要性を示しています。高品質のカ

キを持続的に生産していくために
は、餌料環境などを考慮した適切
な養殖量の算定が必要です。

今後、沿岸漁業・養殖業の復興
に向けた資源管理や適切な漁場利
用・造成が重要な課題です。

*タオル網:水産総合研究センターが開発した、効率的にがれきを集積・回収するための専用網。
一枚のタオルのような形状となっており、2そうの漁船でひいて使用します



調査ライン上に生育していたアマモ (2013年1月)

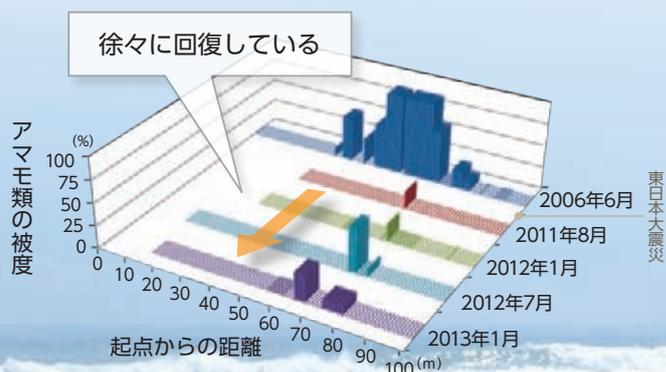


図4. 震災前後の宮城県牡鹿半島のアマモ景観被度調査結果
(協力:石巻専修大学)

東日本大震災を生き延びた サケをベーリング海で発見

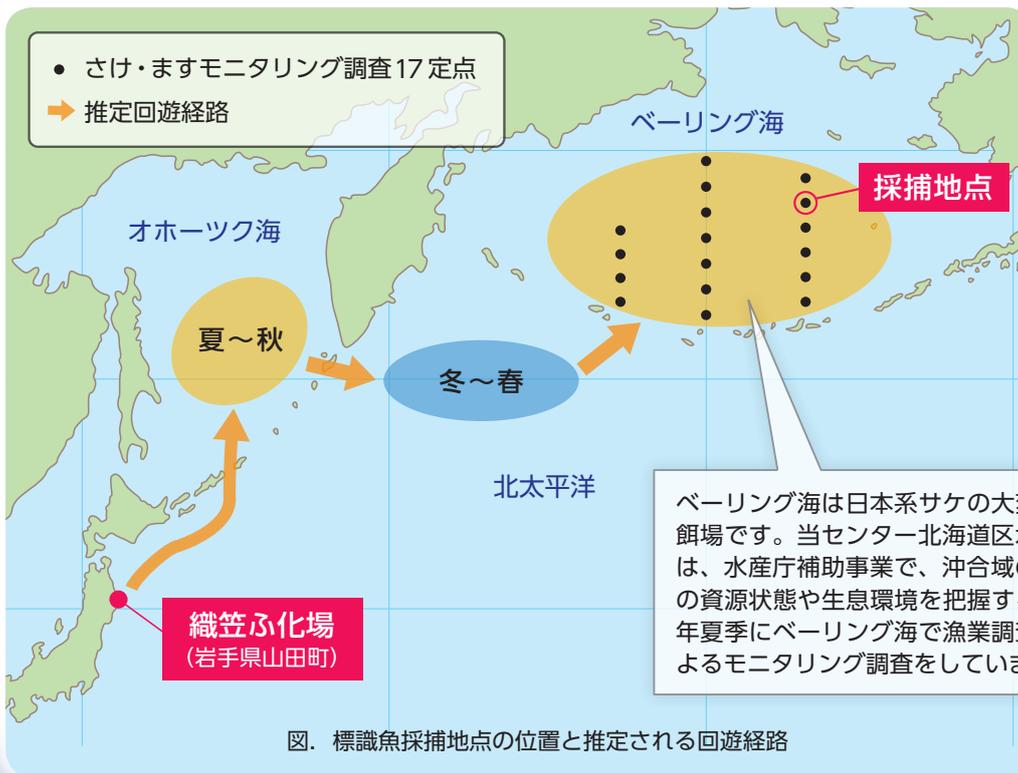
東日本大震災では、太平洋沿岸の多くのふ化場が被害を受けました。岩手県沿岸の山田湾も甚大な被害を受けました。山田湾に注ぐ織笠川おりかさがわにある織笠ふ化場は、津波の被害は免れたものの、飼育用水の取水ができなくなったため、震災翌日の2011年3月12日にサケ稚魚をすべて緊急放流しました。それらの稚魚の一部には、水産総合研究センター東北区水産研究所による調査（*1）のために、このふ化場特有の耳石温度標識が付けられた約260万尾が含まれていました。

その中の1尾が、12年夏にベーリング海で行ったモニタリング調査（*2）で発見されました。このサケは、8月1日に中部ベーリング海の定点（図）で採捕された2年魚で、耳石の標識パターンから、震災時に織笠ふ化場から放流された個体と判断されました。

* 1：農林水産省実用技術開発事業「三陸リアス式海岸における放流後のサケ幼稚魚の誘引保育放流技術の開発」

なお、この研究は震災のため中止されましたが、得られた成果は震災復興プロジェクト研究「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」に引き継がれています

* 2：水産庁補助事業「国際資源動向要因調査」



サケの稚魚





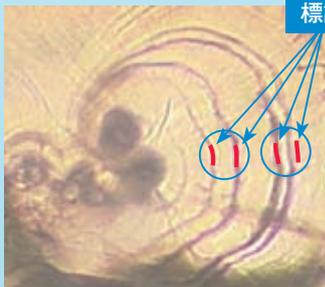
写真、「北光丸」の船上での調査風景

じせきおんどひょうしきほう 耳石温度標識法とは

サケは毎年たくさんの稚魚が放流され、川から沿岸、沖合と遠くまで回遊します。その資源や生態を調査するには、特定の目印となる標識を付けた魚をできるだけ多く放流し、それをもう一度獲ることで、分布や成長などの情報を得ます。

当センターでは、安全かつ大量の標識ができる耳石温度標識法を1999年から導入しています。

現在では、当センターから放流するすべてのさけます稚魚に、この標識を施しています。

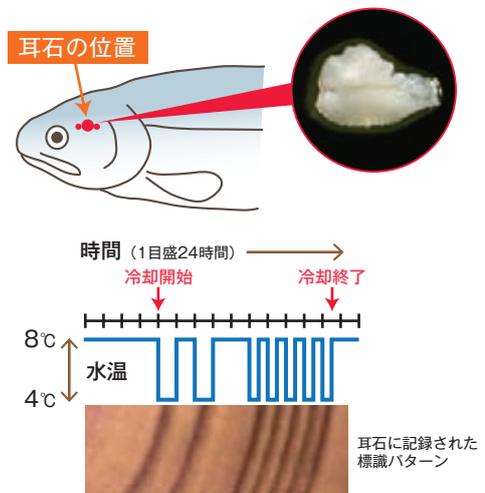


標識されたパターン

ベーリング海で発見された織笠ふ化場由来のサケの耳石に記された温度標識

■ 標識パターン作成の原理

発眼卵や仔魚のときに、飼育水温を急激に低下させると、耳石に濃いリングが形成されます。これを周期的に繰り返すことで多様な標識パターンができます。



耳石に記録された標識パターン

水産育苗種研究戦略

水産総合研究センターでは、安全・安心で付加価値の高い養殖水産物を効率よく生産するため、品種改良を行う技術である「育種」の研究・技術開発を進めています。

種を制するもの
世界を制す！



人類の歴史は、食料確保の歴史でもありません。食料を安定して得るため、狩猟生活から農耕生活へと生活スタイルを変えました。また、長い農耕生活の中で、さまざまな工夫も重ねてきました。今も主要な穀物であるイネやトウモロコシの「原種」は、現在栽培されている品種とは大きく違います。有用な形質を得るため、品種改良、すなわち育種を行ってきたからです。

近年、水産物は世界的に需要が高まっています。その中で、食用魚介類の50%以上は養殖で生産されているといわれています。養殖は、今や最も急成長する動物性タンパク質供給産業となっています。一頭につき一日150リットルの水を消費する牛に比べ、わずかな蒸発量を補うだけですむ養殖は、家畜よりも飼料転換効率が高いため、とくに食料・水不足問題を抱える内陸発展途上国で注目されています。

水産物自給率が60%前後の日本でも、「水産





6



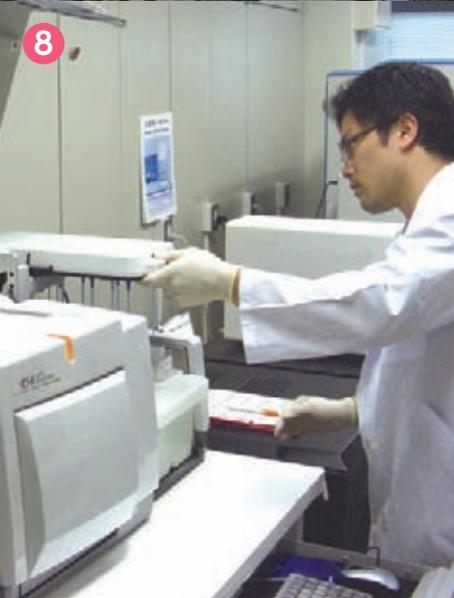
2



1



7



8

① 孵化直後のブリの仔魚 (体長約4ミリ) ② ハマチ養殖場での投餌風景
 ③ トラフグの受精卵 (直径約1.2ミリ) ④ 江戸時代の魚類の図譜『皇和魚譜』
 (栗本丹洲) にも金魚の記載がある ⑤ ニジマスの相同染色体 ⑥ マダイ稚魚
 ⑦ ノリの養殖 ⑧ シーケンサーを使ってゲノム解析をする研究員



4



3



5

基本計画」において、さらなる自給率の向上をめざしています。養殖は、水産物を計画的に、安定して生産できる手段としてとても重要です。また、自給だけでなく、水産物の輸出産業化は攻めの農林水産業としても注目されています。今後、都合のよい形質を強化し、消費者の好みに合う品種を作出すること、すなわち育種が大切になってきます。

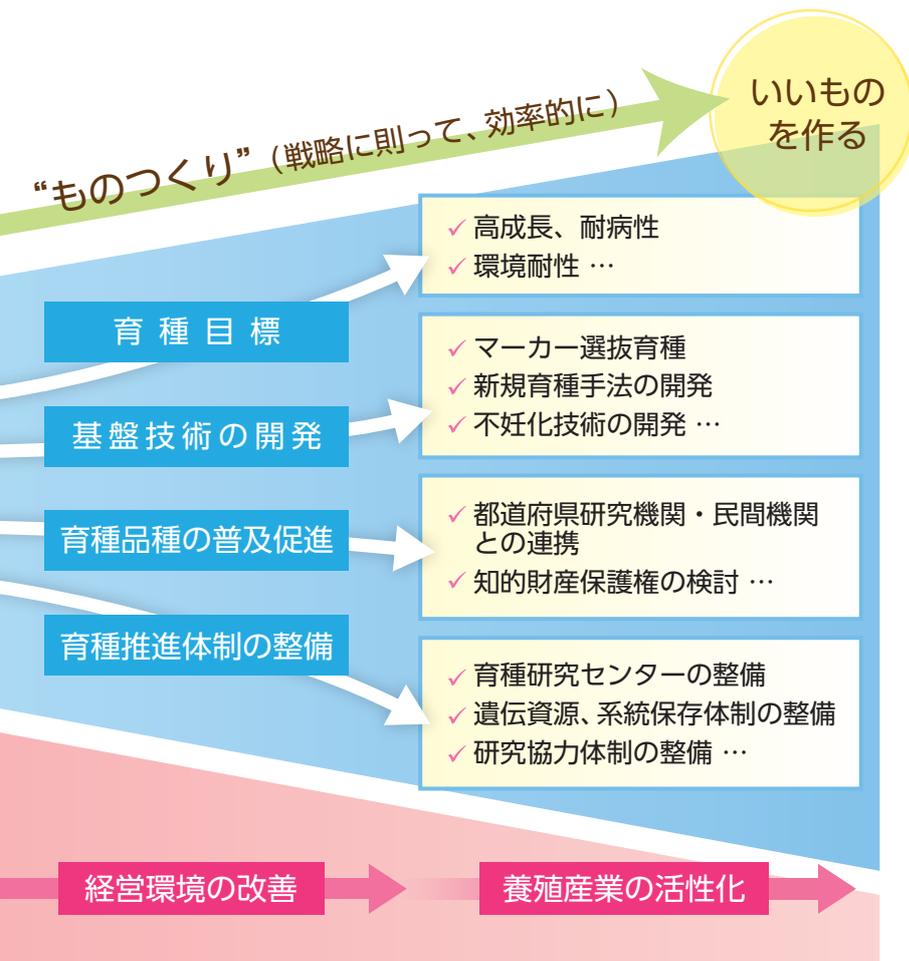
日本は、ニシキゴイやキンギョの育種には歴史があり、高いレベルにあります。食用種の歴史は浅いこともあり、高成長マダイや耐病性ヒラメ、ニジマスなど、事例はまだ限られています。

従来の育種は自然突然変異選抜交配で行っていたため、膨大な時間、施設、人手、資金が必要でした。近年は、ゲノム研究展開を背景に基盤技術の整備が急速に進んだことから、完全養殖技術が確立しつつあり、短期間で育種を行える環境が整ってきました。さらに水産物は、農業産物に比べ野生の「原種」に近いことから、育種素材の多様性がきわめて高く、育種には大変有利です。

このたび、水産総合研究センターは「水産育種研究戦略」を策定し、実用品種作出に向けた研究開発を推進します。「種を制するもの世界を制す」。優れた品種を産業界に受け渡すためには、産学官が一体となった体制・取り組みが不可欠です。

養殖経営改善のために

水産総合研究センターでは、現在の養殖業の現状を見定め、将来、養殖経営を改善するような形質や魚種を目標とする水産育種研究戦略を作り、優良な形質を持った養殖魚を計画的に作出していかうとしています。



水産育種研究戦略を作るためには、日本の水産養殖業が抱えている問題点や、水産生物が持つ可能性をつかむことが大切です。現在、日本の養殖業は、飼餌料の確保や疾病対策など生産コストの上昇や輸入水産物との競争から、その経営は厳しい状況にあります。しかし、良質な動物性タンパク質を供給できる産業として注目されており、今後、養殖業の重要性はますます高まると考えられます。

日本の養殖魚種の育種では、1980年代から染色体の数や組み合わせを操作して、「信州サーモン」(写真1)やリンホシスチス病抵抗性を持つヒラメ(写真2)が作出されています。しかし、染色体操作は、短期間に遺伝的に均一な集団を作ることが可能ですが、目的とする形質を持つ個体を任意に作出することができません。当センターでは、目印となるような特有のDNAの配列であるDNAMarkerを利用して、選抜した抵抗性を持つヒラメ(図)を作出しています。

これらを踏まえ、水産育種研究戦略では、まず、効率的かつ重点的に研究を進めるために、以下のような技術を開発すべきと考えています。

- 育種技術を支える基盤技術の開発
- 優良形質と関連するDNAMarkerの開発
- 遺伝子組換えのような新規育種手法の開発
- 開発した優良品種が自然集団に影響を与えないように不妊化技術の開発や、優良品種を作出するための評価法の開発



写真1. 信州サーモン (写真提供: 長野県水産試験場)

ニジマスとヨーロッパ原産のブラウントラウトを掛け合わせた品種で、染色体のセットを普通の魚より1セット多い3セット持たせています。この染色体は、もともと両親のニジマスとブラウントラウトが持っていたものです

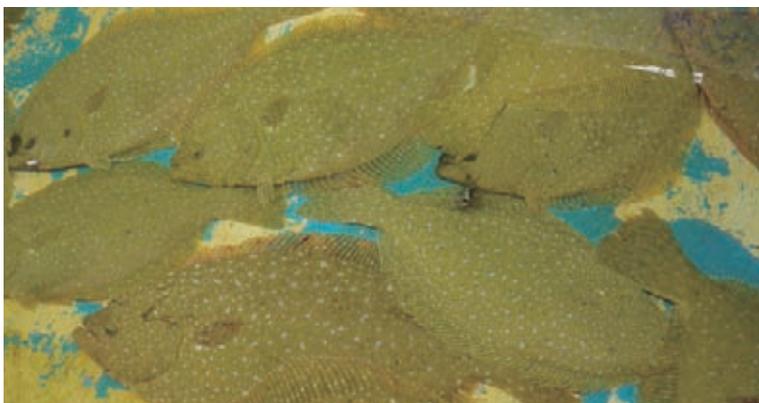


写真2. リンホシスチス病* 抵抗性ヒラメ
(写真提供: 神奈川県水産技術センター)

* リンホシスチス病: リンホシスチス病ウイルスにより皮膚に水泡状の病巣が多数できる病気



育種研究と

水産育種研究戦略

現状と課題

把握

推進方向と推進方策

研究の戦略

- × 餌の高騰
- × 魚価の低迷
- × 養殖環境の変化
- × 一方では、魚食人気
- × 養殖対象種の増加 …

養殖業を取り巻く問題

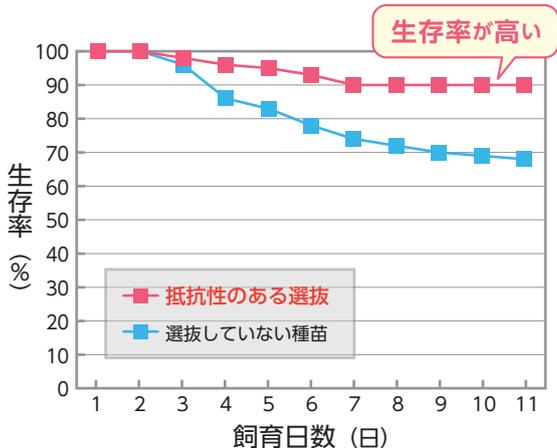


図. ヒラメの生存率の比較

連鎖球菌に感染させた場合の、選抜していないヒラメ、抵抗性のある選抜ヒラメの生存率の比較。抵抗性を持つヒラメは、生存率が高いことが分かります

開発した育種の素材となる家系は、都道府県や民間の研究機関に提供し、地域に適応した品種の作出に利用してもらう予定です。作出した家系を維持するには、精子を冷凍し、保存するなどの開発も必要となります。

さらに、開発した品種を活用してもらうため、当センターと大学、都道府県研究機関、民間企業、養殖業者の連携・協力が重要になってきます。これには、知的財産保護の法整備や、それが整備されるまでの間の手段として不妊化技術の開発などが必要です。

総合的にこれらの研究、品種作出、維持・飼育、普及などを実施するには、それぞれの分野で専門知識を持った研究者がいる体制、施設が必要です。また、育種素材を保存する体制、施設も重要です。これらを経て、「いいものを作る」ことが水産育種研究戦略の最終目標となります。

以下のページでは、ぶり類、トラフグ、アマノリについて、具体的に説明します。

ぶり類育種

養殖と育種

ぶり類は、刺し身でおなじみのブリ、カンパチ、ヒラマサなどの総称です。日本の養殖魚の中で生産量が一番多くなっています（図1）。

いずれの魚種も、天然の稚魚を捕獲して養殖するので、養殖魚には病気の原因となる細菌や寄生虫を保有しているものが含まれます。また、養殖では、海に設置された網いけすの中で魚を飼育しますが、網いけすの数は限られており、経済的に見合う量を生産するために、天然の海ではあり得ない高い密度で魚を育てることになります。そのため養殖中の魚は、ストレスによって細菌症・ウイルス症・寄生虫症にかかりやすくなるのです。ときには病気が養殖場に蔓延し、養殖魚が大量に死亡する

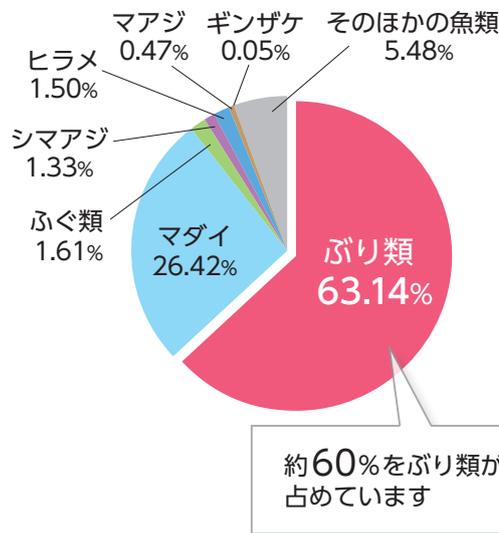


図1. 平成22年度養殖魚種別収獲量

(農林水産省「漁業・養殖業生産統計」をもとに作成)

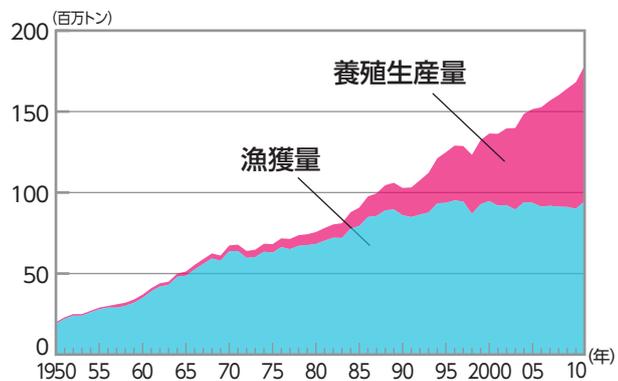


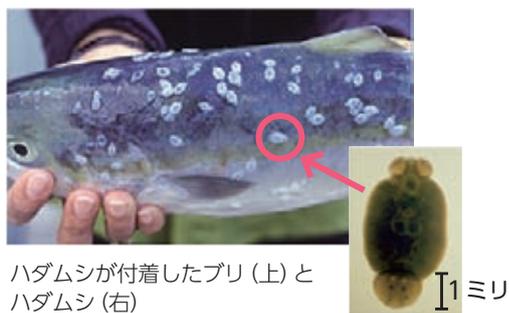
図2. 世界の漁獲・養殖生産量

(FAO統計から)

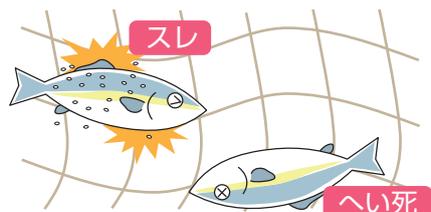
ブリのベネデニア症

横ばい状態なので、飼料価格高騰による生産コストの上昇が、生産者の経営をかなり圧迫しています。もし、魚粉含量が少ない飼料でも大きく育つ性質が遺伝するとしたらどうでしょう。低魚粉で育つ品種を作れば、生産コストを抑えることができます。このように、育種にはいろいろな可能性を期待できます。

ベネデニア症は、通称「ハダムシ」と呼ばれる寄生虫によって引き起こされる病症の一つです。ブリでは、「ベネデニア・セリオレ」というハダムシが原因となります。この虫は、分類学上は扁形動物門、単生綱に属します。ハダムシは、ブリの体表面に取



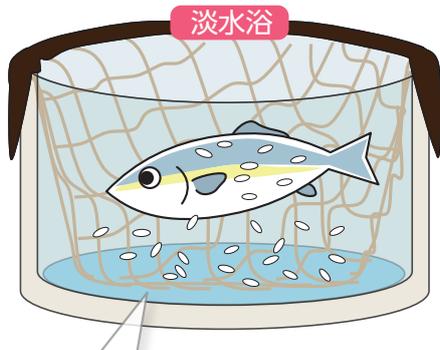
ハダムシが付着したブリ(上)とハダムシ(右)



ハダムシが付着したブリはいけすの網に体をすりつけスレができます。そこから細菌やウイルスに感染すると、死んでしまいます



2週間に1回程度、淡水浴でハダムシを駆除!



多大な労力と時間が必要!



ハダムシが寄生しにくい品種を作れないか?

図3. ハダムシが付着したブリと淡水浴

り付くと、皮膚を食い破って栄養分を摂取し、体長5〜12ミリにまで成長します。大量に寄生されると、寄生された場所から粘液が多量に分泌され、体表がただれ、出血を伴うこともあります。ハダムシが体表面に付着したブリは、自らいけすの網に体をすりつけハダムシを外そうとするため、体中傷だらけとなってしまう。そこから病原性の細菌などが侵入するため、ブリはますます弱ってしまいます(図3)。なお、ハダムシはヒトには寄生しません。また、

ハダムシが付着している商品は流通していません。ハダムシは、淡水中では弱って魚の体表に付着することができなくなるため、2週間に1回程度の頻度で、淡水を張った水槽にブリを収容しハダムシを駆除します。現在、養殖現場でよく用いられる方法ですが、多くの労力と時間がかかるため、生産コストをさらに押し上げています。水産総合研究センターでは、ハダムシがはがれやすいブリ品種を作ることはいかないかと考えました。

育種技術の開発

当センターでは、長年、ブリを研究用に飼育しています。実はブリの飼育に関わってきた者の間で、ブリの中にハダムシが寄生しにくい個体があることが知られていました。そこで、その性質を強化してハダムシが寄生しにくい品種を作ること(育種)ができませんか検討しました。育種では特定の性質が遺伝することを利用するため、まず、その性質を決定づける遺伝子の解析が

必要です。ブリは、2000年から始められた日本栽培漁業協会五島栽培漁業センター(現水産総合研究センター西海区水産研究所五島庁舎)と東京水産大学(現東京海洋大学)の海洋生物資源学科との共同研究において、ハダムシが寄生しにくい個体が必ず持つ遺伝子が、染色体の特定の場所に存在する可能性が示されていました。その結果を受け、当センターでは06年から東京海洋大学と共同で、ハダムシが寄生しにくいブリの家系を作ること为目标に研究を進め

ています。

はじめに、当センターで天然種
苗由来のブリのハダムシ寄生調査
で寄生数の少ない個体と多い個体
が存在することを確認し、寄生数
の少ない個体同士と多い個体同士
を交配して、それぞれの子どもの
集団（家系）を作りました。この
家系作りは、親の性質が子にどの
ように遺伝するかを調べるために
行われるもので、育種を進めるう
えで必要不可欠です。そして、10
年にハダムシが寄生しにくい性質
（以下、ハダムシ抵抗性）に違い
がある家系を利用して、いろいろ
な種類の遺伝子がどの染色体にど
のような順番で並んでいるかを示
す、遺伝子地図を作成することが
できました。

次に、各家系のブリに対して
ハダムシの寄生実験を行いました。
ハダムシ抵抗性の強さを確か
めつつ、遺伝子地図をもとに、関
係する遺伝子が遺伝子地図上のど
の位置に存在するかを解析したの
です。その結果、ハダムシ抵抗性
に関係する複数の遺伝子が、2種

類の染色体の特定の場所に存在す
る可能性を見出しました。これら
ハダムシ抵抗性に関係する遺伝子
が、確実に子孫に伝達されるよう
な交配を繰り返し返せば、ハダムシ抵
抗性を持つ品種を作り出すことが
期待できます。

さらに、このハダムシ抵抗性
に関係する遺伝子がある染色体上
のほぼ同じ場所で、特徴的な塩基
配列（DNAマーカー）を探し出
しました。ハダムシ抵抗性遺伝子
の構造や染色体上の詳細な位置は
まだ突き止められていませんが、
このDNAマーカーを持つ個体は
ハダムシ抵抗性遺伝子を持っている
ことは分かっています。DNA
マーカーの有無を調べるにはヒレ
の一部があればよいので、ブリを
生かしたまま個体ごとにハダムシ
抵抗性遺伝子を持っているかどう
かを調べることができます。今後
は、DNAマーカーを持つブリ成
魚を選抜して交配し、ハダムシ抵
抗性に関係する遺伝子セットをす
べて合わせ持つブリの家系を作っ
ていく予定です（図4）。

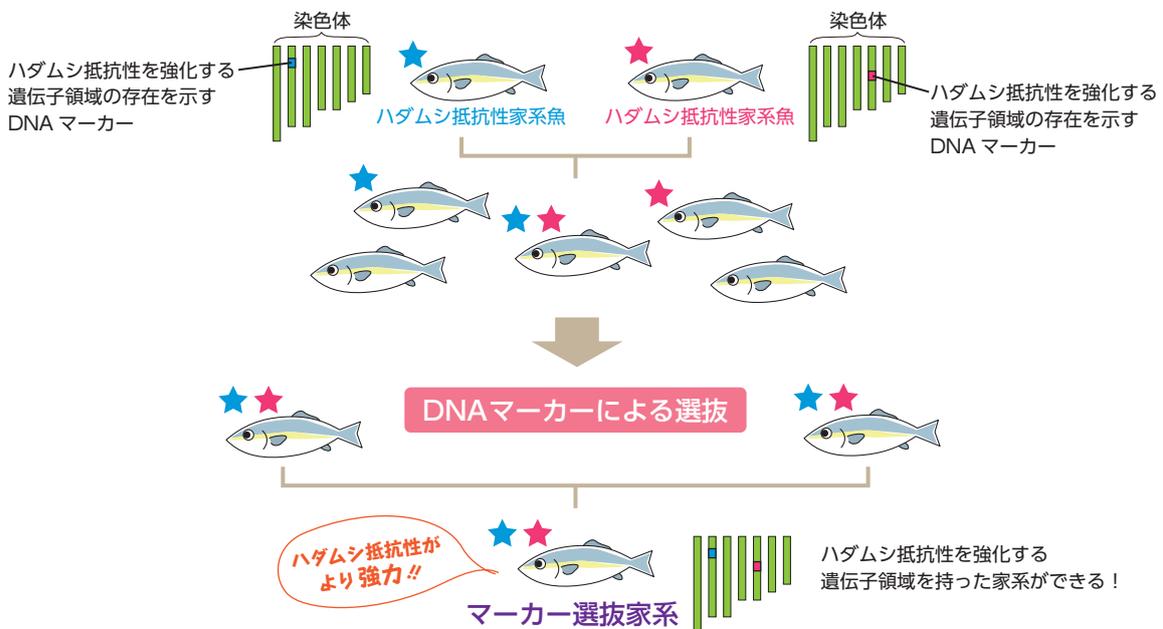


図4. DNAマーカーによるブリの選抜育種

マーカー選抜育種を概念的に示した図。ハダムシ抵抗性を強化する遺伝子領域は2種類あります。それらを合わせ持つと、ハダムシ抵抗性がより強力になります。自然界では、ハダムシ抵抗性遺伝子領域を持たない個体の方が多く存在すると考えられています

トラフグ育種

トラフグとは

ふぐ類は、日本の主要な養殖対象魚種の一つで、養殖生産量は漁業生産量に近づき、養殖生産額は漁業生産額の2倍です(図1)。なかでもトラフグ養殖業は、大きな産業になっています。

トラフグは、脊椎動物の中でゲノムサイズが約4億塩基対であり、ヒト(約30億塩基対)の約7分の1ととくに少ないため、2002年に海外で脊椎動物ではヒトの次に全ゲノムが解読され、誰でもウェブ上で遺伝子配列情報を閲覧できるようになりました。

養殖と育種の歴史

1980年代中頃から人の手で稚魚を作れるようになりました。90年代初めには養殖のマニュアルが作られ、西日本を中心に養殖が広まりました。2000年代初

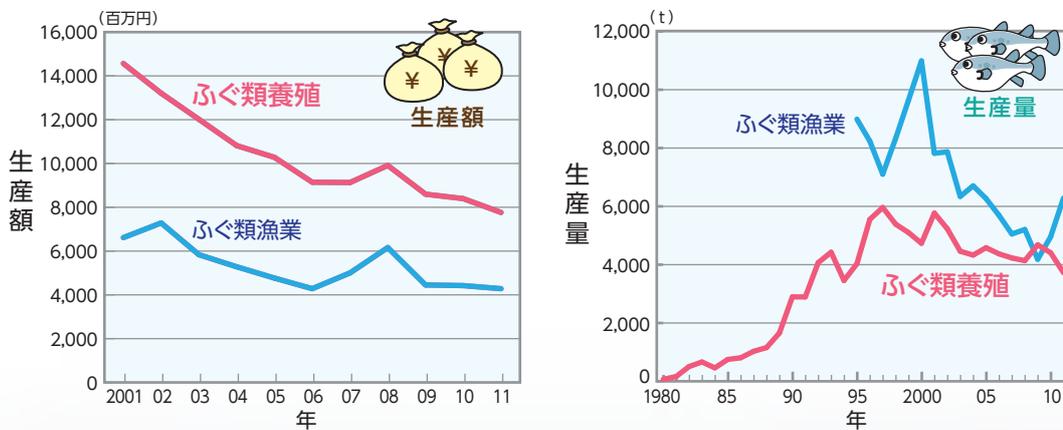


図1. 日本のふぐ類の生産量・生産額の推移
(農林水産省「漁業・養殖業生産統計」をもとに作成)



めまでは、成熟した天然トラフグを獲るか、未成熟の天然トラフグを成熟ホルモンで成熟させるかして、卵と精子をとり稚魚を作っていました。その後、ホルモンで成熟させる技術開発が進み、養殖トラフグからも稚魚を作れるようになりました。

育種で遺伝的に安定的な品種はまだ作られていませんが、さまざまな研究が行われています(図2)。とくに、白子が高価であるため、オスを効率的に生産する技術「全雄生産」は、多くの機関が取り組んでいて、今春から一部実用化も進められています。

水産総合研究センターは、08年から12年まで、東京大学と突然変異導入技術を利用したトラフグの育種技術の開発について共同研究を行い(※)、トラフグのゲノムの遺伝子にランダムに変異を入れる技術を確立しました。

この技術による育種には、変異を入れた数千尾の中から有用な変異が入った個体を効率的に選抜する技術が必要なため、現在、その

選別法を研究しています。

目標と技術

11年に当センターは慶応大学との共同研究で、筋肉量を決定する遺伝子であるミオスタチンがメダカでも働いていることを明らかにし、可食部である筋肉の量を倍増したダブルマッスルトラフグの作出に向け研究を進めています(図3)。また、養殖ストレスで発生するトラフグ特有の「嘔み合い」は、お互いを傷つけ体調不良や病気の発生につながるため、嘔み合いの少ないトラフグの作出なども進めていく予定です。

一方、近年、突然変異技術とは異なる考え方・やり方で、遺伝子に変異を入れる技術の開発が進展してきました。これは、特定のDNA配列だけを認識して切断する人工核酸分解酵素を利用するもので、昨年、メダカやゼブラフィッシュなど魚類でも成功例が報告されました。今後は、全ゲノム情報が分かっているトラフグでの技術開発が大きく進むことが期待され

ています。

当センターでは、早く大きく育てる、飼育しやすい、病気にかかりにくい、肉質がよいなどの品種を効果的に作出するために、優れた

形質を持つ個体を選抜する選抜育種や、突然変異技術などの遺伝子を用いた新たな育種技術の開発を重要な研究テーマとしています(図4)。

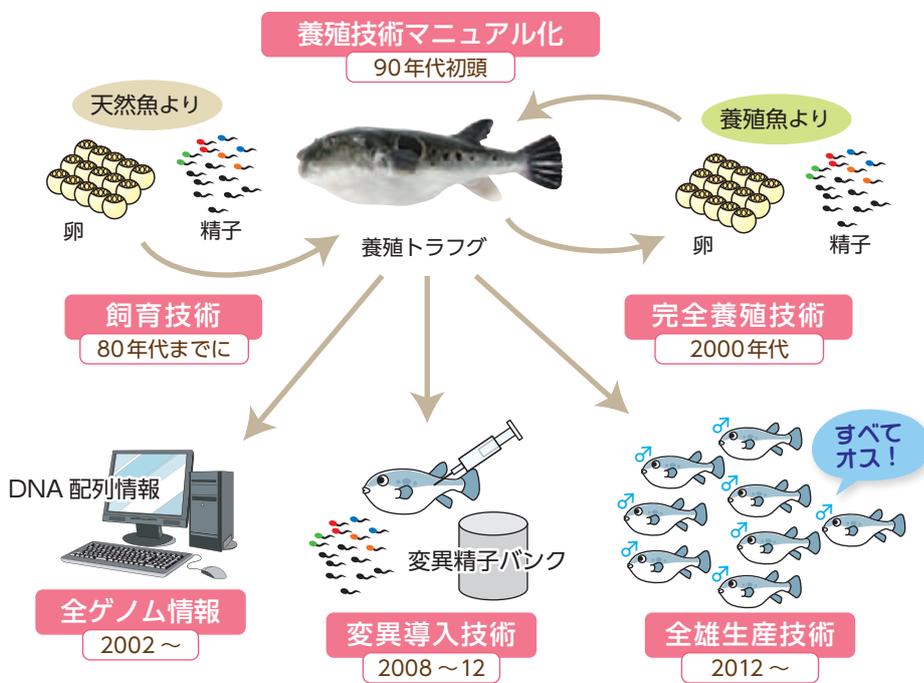


図2. トラフグ養殖に関連するこれまでの技術開発

*生物系特定産業技術研究支援センターの「イノベーション創出基礎的研究推進事業」



図3. 水産総合研究センターが開発している突然変異トラフグ

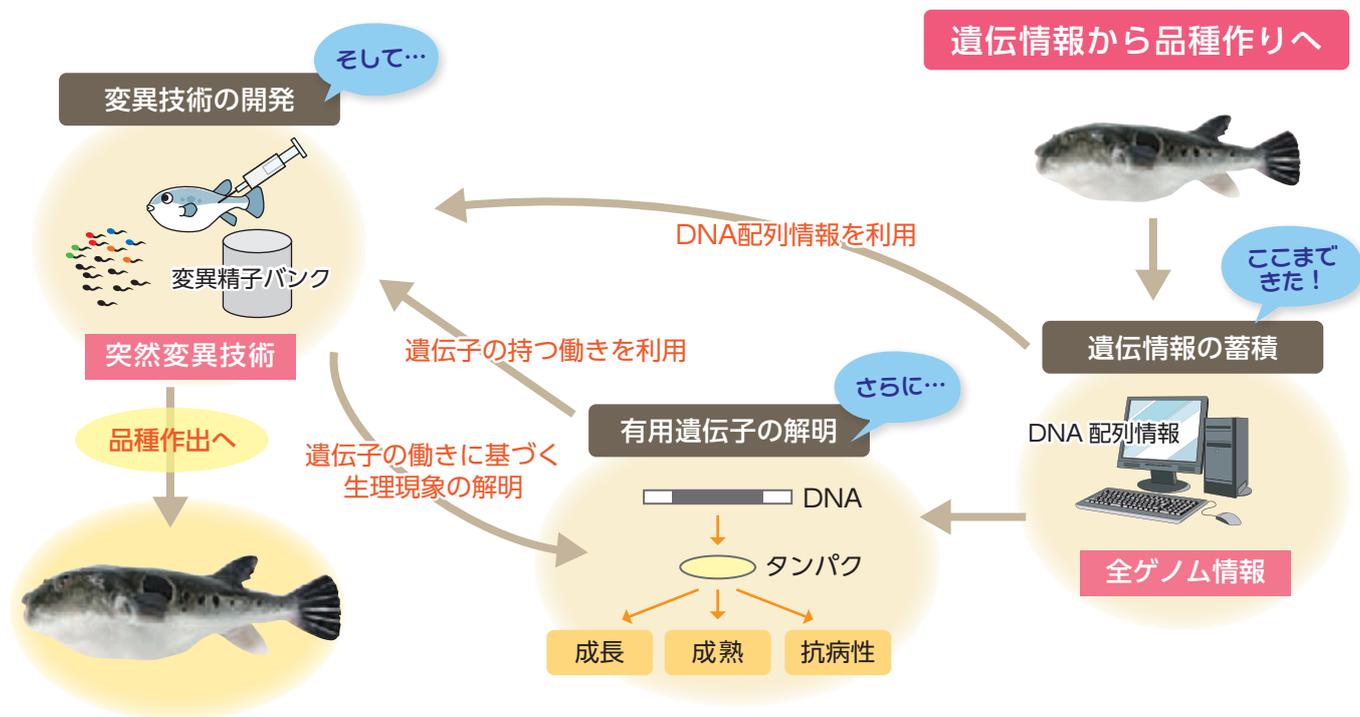


図4. 新たな育種技術の開発による遺伝情報を利用した品種の作出への道筋

アマノリ育種

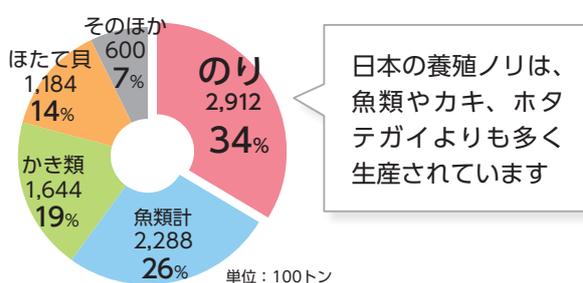
アマノリとは

おにぎりや海苔巻きのノリの原料となる海藻は、紅藻のアマノリです。日本にいるアマノリは約30種類で、食用は主としてスサビノリ、アサクサノリ、ウツプルイノリ、カ



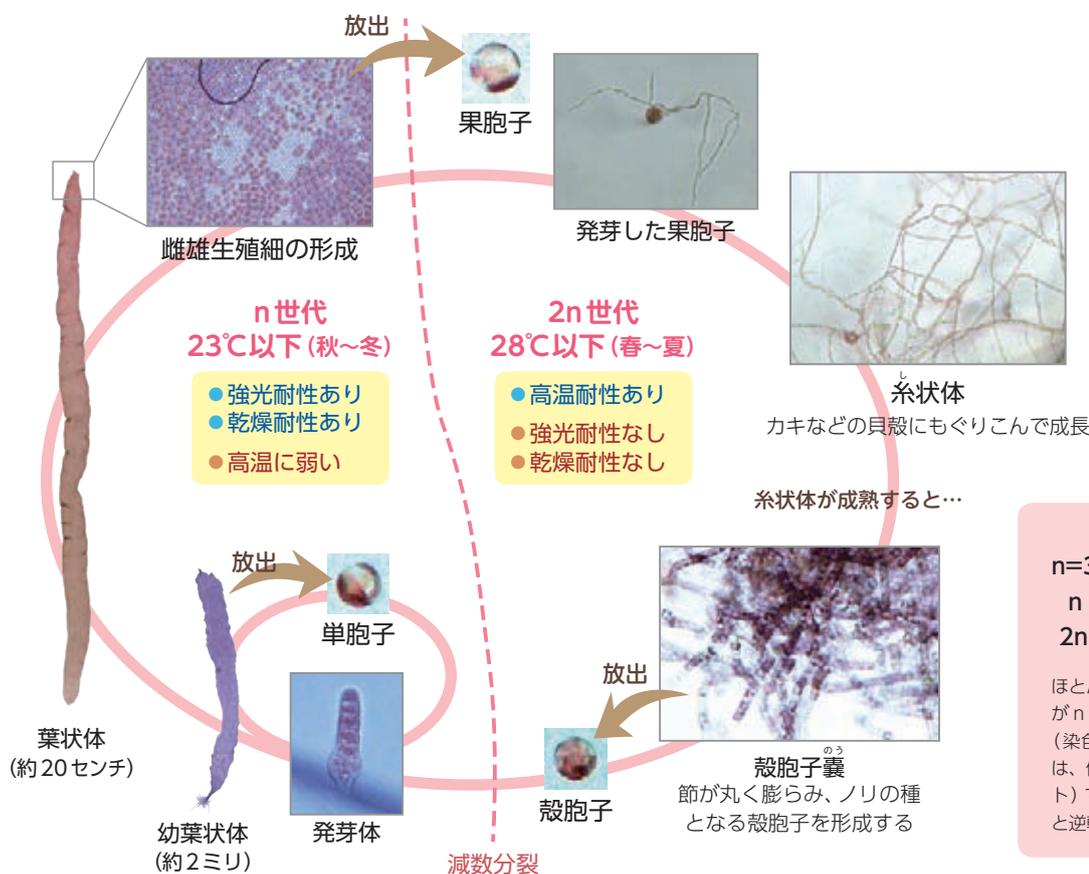
写真1. 養殖対象種であるスサビノリとアサクサノリ

イガラアマノリなどです。養殖のほとんどがスサビノリで、それ以外ではわずかにアサクサノリだけです（写真1）。日本の養殖ノリは、種類別の海面養殖では生産量で第1位です（図1）。



日本の養殖ノリは、魚類やカキ、ホタテガイよりも多く生産されています

図1. 平成23年度海面養殖業魚種別収穫量 (農林水産省「漁業・養殖業生産統計」をもとに作成)



n=3 : 染色体の数が3本
 n : 染色体が1セット (2組)
 2n : 染色体が2セット (2組)

ほとんどの生物は、卵、精子、花粉などがn (染色体が1セット) で、個体が2n (染色体が2セット) です。しかしノリは、個体 (葉状体) がn (染色体が1セット) で糸状体が2n (染色体が2セット) と逆転しています。

図2. スサビノリの生活史

養殖と育種の歴史

奈良時代から野生のノリ（写真2）を食用にしていたとの記録があり、江戸時代に養殖技術が開発され、現在の板状のノリが完成しました。その後、養殖方法が全国に広がりましたが、ノリの種（殻孢子）を天然から得ていたため、生産が不安定でした。ところが、1949年にイギリスのドリユー博士がノリの糸状体を発見したことからノリの生活史（図2）が明らかにになり、殻孢子を植え付ける人工採苗技術が開発されました。これらの技術開発でノリの生産量



写真2. 岩に生えた野生のノリ
江戸時代以前は摘み取り、そのまま干していました

が増大し、現在では機械化も進んでいます（図3）。

育種としては、62年にアサクサノリから大きく生長するオオバアサクサノリが選抜され、翌63年にはアマノリの複数の種類の交雑が試験されました。そのほか、67年にはスサビノリから生長が早く育てやすいナラワスサビノリが選抜されて、現在ではノリ養殖の主力品種となっています。

このように、アマノリでは、主として選抜育種と交雑育種が進められてきました。

育種の問題点

高生長で選抜を行う場合（図4）、育てたアマノリ葉状体の中から最も生長のよい個体を選び、その個体を親として再生産します。さらに、育った葉状体の中から最も高生長の個体を選ぶことを繰り返し、育てた集団が高生長個体だけになった状態が、育種目標である高生長品種の完成になります。しかし、ア

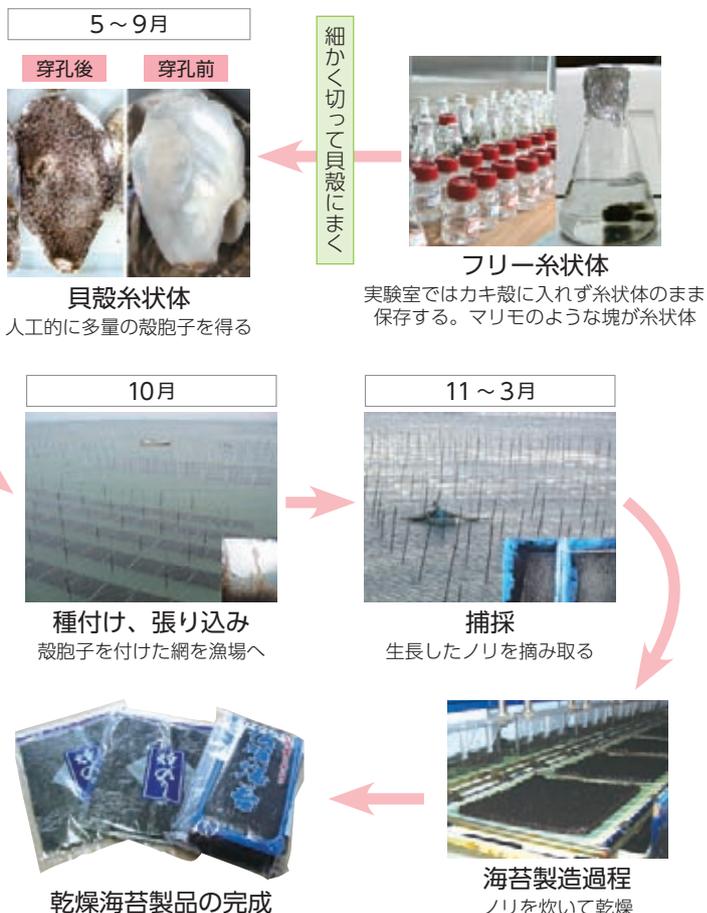


図3. ノリ養殖方法

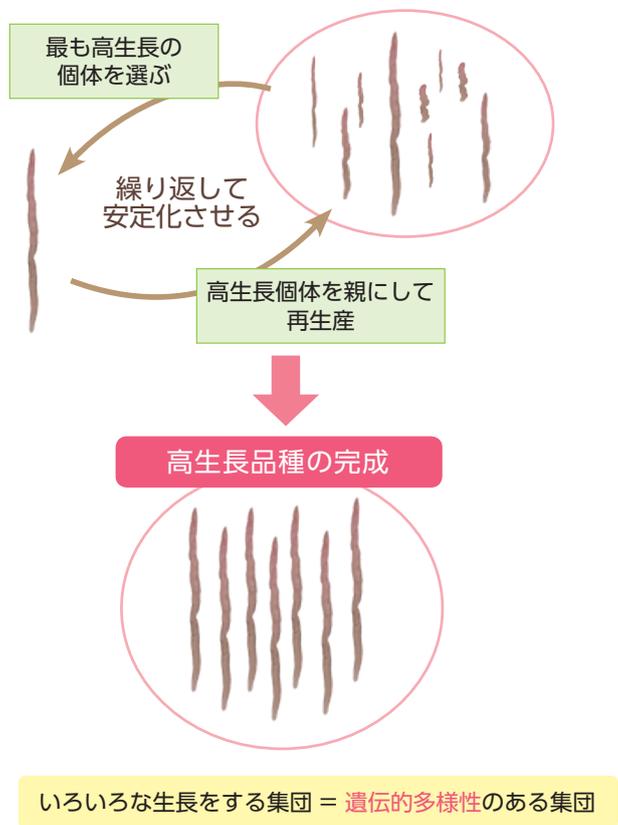


図4. 選抜育種の例（高生長について選抜する場合）

マノリでは簡単に選抜ができません。

その理由の一つは、遺伝的多様性の低さです。遺伝的多様性とは、生物種や集団が持つ遺伝子の多様性のことで、多様性が高いほどいろいろな形質を持つことができます。そのため、選抜育種を行うことでよい形質を選び出しやすくなります。逆に、多様性が低いと限られた形質しか持つことができなくなるため、選抜育種を行うおうとしてもよい形質を選ぶのが困難になります。現在の養殖品種のほとんどすべてがナラワスサビノリという1品種から作られた可能性が高いため、遺伝的多様性をほとんど失っていると考えられています。そのため、選抜育種をしてもよい形質を得にくくなります。

もう一つの理由は、ノリは葉体の染色体が1組（半数体）であることにあります。陸上植物では、半数体は卵や精子や花粉に限られ、生物として活動す

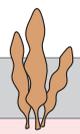
るのは受精卵から育った倍倍数です。そのため、これまでの選抜育種技術は倍倍数体用のものばかりで、半数体のノリにはそのままでは当てはまりません。

養殖のアマノリの多くが1枚の葉状体に雄細胞と雌細胞が同時に存在する雌雄同株であり、通常は自家受精を起こして次世代を作ります。そのため、アマノリの異なった個体間で交雑させて交雑育種をするためには、特別な操作が必要です。

アマノリと陸上植物の育種の検討すべき点を比較したのが下の表です。アマノリは、まだ生物として不明な点が多く、陸上植物の育種技術が使えないため、育種で役に立つ新しい品種を作ることが非常に難しかったのです。

目標と技術

このような状況の中で、水産総合研究センターでは新たに水産育種研究戦略を作成し、多くの水産生物ごとに育種目標と、

	アマノリ 	陸上植物 
育種対象の核相*	n 半数体の育種手法を開発する必要性あり	2n 既存の育種技術（選抜育種など）
雌雄の別	同株 株間の人為的交配が煩雑	異株、同株 人為的交配は簡単
共生細菌	必須 必要な共生条件の情報なし ノリと細菌の相互作用も不明	必ずしも必須ではない
環境コントロール	困難 環境への依存度大 微小な環境変化で形質も変動	それほど困難ではない 環境変化でも形質は比較的安定
優良形質の把握	進んでいない	進んでいる
DNA マーカー開発	進んでいない	進んでいる

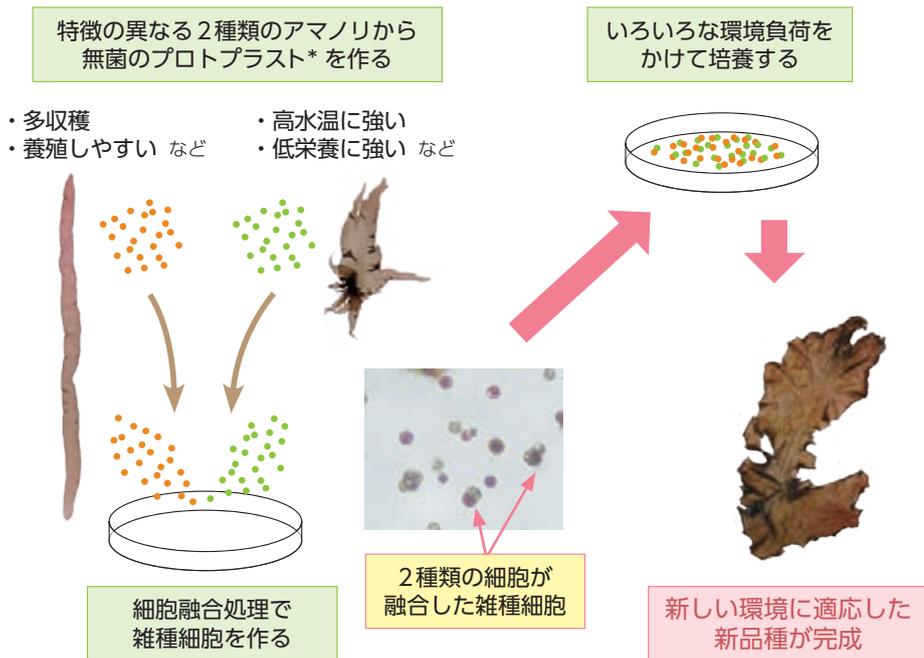
*核相：染色体のセット数（組数）のこと。nは染色体が1セット（2組）、2nは染色体が2セット（2組）持っていることを示しています。

表. 育種に関するノリ品種育成と農作物品種育成との違い
(生活環の相違と育種手法について)

その目標を達成するための技術開発の方向性について検討してきました。

アマノリでは生産に直結する形質から、高生長や味、病気に

対する抵抗性や環境の変化に対する抵抗性（高水温耐性、低栄養塩耐性など）などの育種目標を設定しています。アマノリの育種では、育種に使う材料の遺



*プロトプラスト：アマノリを含む植物には、硬い細胞壁が存在します。プロトプラストは、この細胞壁を酵素で溶かした裸の細胞のこと。細胞壁は細胞同士をつなぎ合わせる役目をもっているため、プロトプラストにすると、細胞はバラバラの単細胞になります

図5. 細胞融合による育種の例

伝的多様性を高めることが必要ですが、多様性を高めてから選抜育種をするのでは多くの時間がかかってしまいます。そこで、遺伝的多様性をはやく高める新技術の開発が必要となります。

このような点を踏まえ、ア

マノリの効率的な育種を進めています。例として、細胞融合による育種があります(図5)。これらの新規技術を組み合わせ、アマノリの育種を効率化し、新しい有用な品種をいち早く作出したいと考えています。

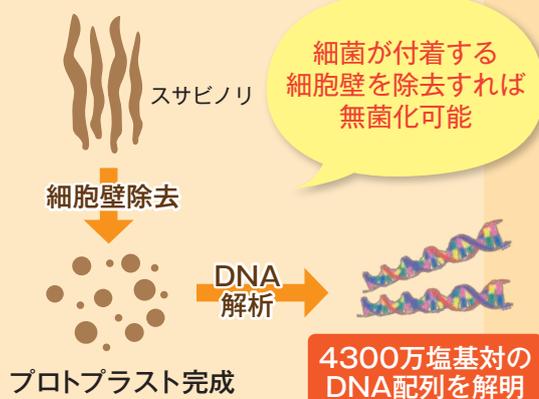
ピックアップ・プレスリリース

世界で初めて無菌化ノリのゲノム情報解読に成功

水産総合研究センターは、スサビノリの全ゲノムのDNA配列解読に取り組んでいますが、ノリには多くの細菌が付着しているため、無菌化したスサビノリのゲノム情報はありませんでした。

当センターは開発したスサビノリの無菌プロトプラストから、国立遺伝学研究所、九州大学と共同で合計約4300万塩基対のDNA配列を明らかにしました。これは世界初の共存菌を除いた植物のゲノム解読で、スサビノリはコンパクトなゲノムであることが分かりました。優良品種の作製や品種識別手法の開発につながるものと期待されます。この成果(*)は国際学術雑誌『PLOS ONE』に掲載されています。また、スサビノリのDNA配列データは、当センターウェブサイトからダウンロードできます。

ゲノム情報解析には細菌を除くことが必要



▶ 『PLOS ONE』

<http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0057122>

▶ スサビノリのDNA配列データ(水産総合研究センターウェブサイト)

http://nrifs.fra.affrc.go.jp/ResearchCenter/5_AG/genomes/nori/index.html

※成果の一部は水産庁委託事業「漁場環境・水産資源持続的利用型技術開発事業」で得られたものです。

ズワイガニを海底で逃がす漁具を開発

現場に即した改良網の開発で実用化に弾み

さらなる管理で 貴重な資源を次世代に

山陰地方を代表する冬の味覚、ズワイガニ。冬季以外は禁漁とされていますが、網を海底でひき回して漁獲する「沖合底びき網」では、禁漁期間中にもズワイガニが混獲されてしまうことがあります。ズワイガニの資源管理に取り組み鳥取県と兵庫県では、さらなる取り組みを進めるため、それぞれの地域の漁具の実態に合わせて既存漁具を改良し、混獲回避効果の高い改良網の基本構造を考案しました。開発調査センターでは、これら漁具の普及をめざして、実際に操業している漁船を活用した実証実験を行っています。これまでに、鳥取県では改良網が普及段階に達しており、今年度からは兵庫県でも効果の高い改良網を開発するための調査・研究が始まりました。

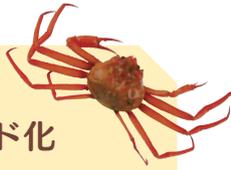
取材：公益社団法人 日本広報協会



調査拠点となった漁港

2011～12年度にかけて行われた鳥取県での調査は、鳥取県の網代港と境港を拠点に、13年度から始まった兵庫県の調査では、香美町にある柴山港を拠点に、沖合底びき網漁船をそれぞれ用船して実施。調査海域は、隠岐諸島を中心とした日本海西部海域

柴山港を出港する大正丸



ズワイガニ

漁港や産地ごとにブランド化

主に水深200～600メートル、水温が0～3℃程度の深海に生息。脱皮しながら成長し、親ガニになるまで約10年かかります。最終脱皮して翌年の漁期まで生き延びたズワイガニ（雄ガニ）が「松葉ガニ」として販売されます。毎年11月の初競りでは、高値で取引される松葉ガニが話題になります。

ズワイガニは漁港や産地ごとにブランド化されているので、呼び方もさまざま。鳥取県や兵庫県、島根県、京都府で水揚げされたズワイガニは「松葉ガニ」、福井県沖で漁獲されたズワイガニは「越前ガニ」と呼ばれています。そのほか、「鳥取松葉ガニ」や「柴山ガニ」などがあります。

ズワイガニを海底で逃がす
混獲回避漁具を開発

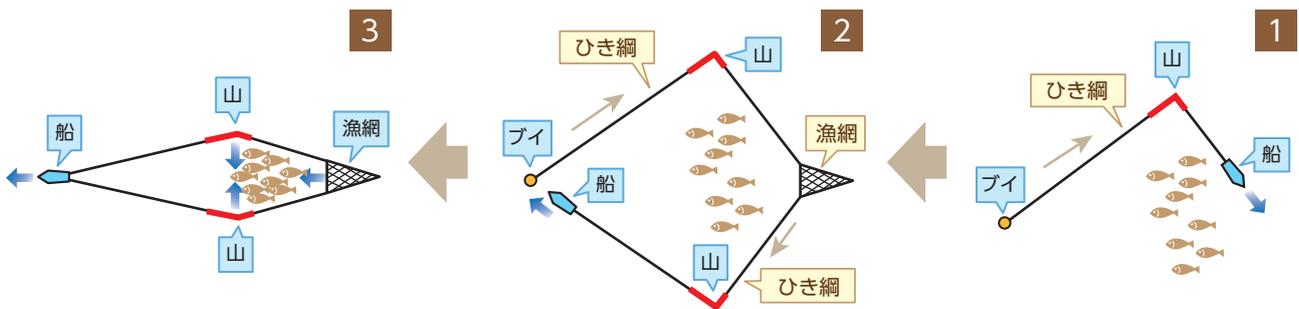
沖合底びき網漁は全国24の道府県で営まれており、それぞれの地域で、加工や流通を含め一大産業を形成するなど、地域経済に欠かせない存在になっていきます。鳥取県や兵庫県の日本海沿岸もその一つ。「かけまわし」と呼ばれる一そう曳きの底びき網漁が盛んで、その主要な対象物が、「松葉ガニ」などのブランドで有名なズワイガニです。ズワイガニの資源状態は、長期的には

緩やかな回復傾向にあるものの、最盛期（約1万4千トン・1975年以前）の半分程度の漁獲量にとどまっています。鳥取や兵庫でも状況は同じで、両県の漁業者はズワイガニの資源を守るため、国が定めた漁期（11月6日～翌年の3月20日）以外にも自主的に漁期を短縮したり、漁場や漁獲サイズを制限したりするなど資源管理に努めています。漁期以外はいか類やハタハタなどほかの魚種を獲っていますが、ズワイガニと漁場が重なるため、底びき網にカニが入ってしまうことがあります。混獲の問題です。網に入ってしまったズワイガニはその場で放流しますが、深海の低水温域に生息するカニは獲られた時点で弱ってしまい、とくに秋口の水温の高い時期では多くがへい死すると考えられています。一人前の松葉ガニとして漁獲されるまでに10年以上かかるズワイガニ。「貴重な資源であるズワイガニを海中で逃がしつつ、獲りたい魚がしっかりと獲れる方法」をと、各県の研究機関が取り組んでいるのが、ズワイガニを海底で網の外へ逃がす混獲回避漁具（改良網）の開発です。

沖合底びき網（かけまわし）漁業

漁船から伸ばしたひき網に連結した袋状の漁網を曳航する漁業。鳥取県や兵庫県で盛んな「一そう曳き（かけまわし、下図参照）」は、ひき網・漁網・ひき網の順にひし形

に海に投入した後、2本のひき網を漁船に固定して曳航します。主に海底付近に生息している魚類や甲殻類（カレイ類、ズワイガニ、エビ類など）を漁獲します。



鳥取県では先行して混獲回避のための改良網を導入

「鳥取県では、沖合底びき網漁業は核心的な漁業であり、松葉ガニやハタハタなどの漁獲物は、県内のほか、ブランド魚として京阪神や北陸、関東などの県外にも多く流通しており、地域経済を支えています。その沖合底びき網漁の半分以上、7割近くをズワイガニによる収入が占めているので、資源管理はきわめて重要です。皆、危機感をもって取り組んでいます」

こう語るのは、鳥取県漁業協同組合で鳥取県沖合底曳網漁業協会事務局長を務める油谷彰さん。

鳥取県ではズワイガニの混獲を防ぐために、県の水産試験場で改良漁具の開発を進めてきました。これは小型のかれい類を逃すために開発されたものですが、ズワイガニ禁漁期間中の混獲を防ぐ効果も大きかったことから、同協会では水産総合研究センター（開発調査センター）に実証実験を要請。当センターでは2011年度と12年度に、鳥取県の網代港と境港を基地港とする2隻の沖合底

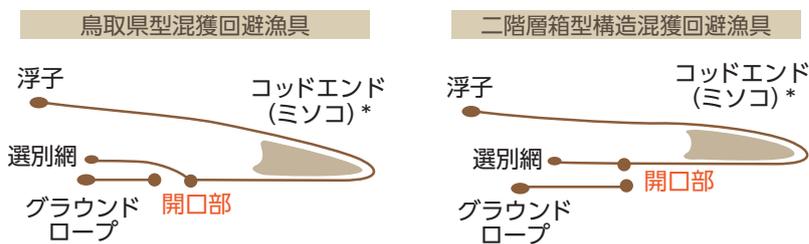
びき網漁船をそれぞれ用船し、既存漁具を改良した混獲回避漁具の調査・研究に取り組みました。

開発された改良網は、県が主体となり漁業者への普及に当たっています。県の補助などもあり、これまでに、沖合底びき網漁船27隻中、17隻で導入が進められています。将来的な資源回復が見込まれることから、今後、全船での導入が予定されています。

改良網の普及に当たってきた油谷さんは、普及を後押しした要因として、県の補助があったことに加え、実証実験で用船した船主の、改良網を評価する声がほかの漁業者に伝わったことが大きかったと振り返ります。こうした話は、漁業者同士の間では広まりやすいといわれています。

開発調査センターが行う用船調査とは、民間の船を借りて調査・研究を行うことをいいます。「用船を使用することは、開発調査センターの強みです。このことで、常に現場の漁労能力を活用して、また、現場の声を反映させながら調査・研究できます」と語るのは、今回の実証実験を担当する開発調査センター底魚・

■鳥取県の調査で使用した2種類の底びき網（側面断面図）



* コッドエンド (ミソコ) : 獲れた魚が集まるどころ

左は、鳥取県で一般的に使用されている網を基本に鳥取県水産試験場が考案し、開発調査センターが改良と実証実験に取り組んだ「鳥取県型混獲回避漁具」。右は、この漁具をもとに新たに開発した「二階層箱型構造混獲回避漁具」。選別網の下側を通過したものはそのまま開口部から排出されます（調査では排出量を調べるためカバーネットを装着）。調査では、ズワイガニを75～80%排出した場合のかれい類の逃割割合は25%程度でした。



鳥取県沖合底曳網漁業協会事務局長の油谷彰さん



開発調査センター底魚・頭足類
開発調査グループの越智洋介
リーダー

山陰沖でズワイガニを漁獲しているのは鳥取県の船だけではありません。鳥取と並んで一大部隊を形成しているのが、兵庫県沖合底びき網漁です。

「混獲防止の効果を高めるには、両県で取り組むことが重要です。鳥取県で

地域の漁具の実態に合わせて 新たに兵庫県での調査開始

「実際に操業している船を使って調査するので、試験結果を公表した際に、『あの船にできるのなら、自分の船でも可能だ』などと、漁師の方がイメージしやすくなります。調査・研究に対する理解が高まるほか、新しい技術についても、普及しやすくなります」

「ズワイガニの資源管理に向け、ありとあらゆる努力を行ってきた」と語るのは、主任研究員の大谷徹也さん。同センターでも、ズワイガニを海底で網の外に逃がす構造を新たに考案し、調査船「たじま」を使ってその効果も確認しました。しかし、多目的船である調査船と漁船の

今回開発された混獲防止用の改良網が他地域に普及していけばよいのですが、漁具の構造は地域ごとに少しずつ異なるため、ほかの地域の改良網をそのまま応用しづらい場合があるのです」（越智リーダー）

漁業はこれまで、地域や港ごとに発展してきた経緯から、その地域や港独自の工夫がこらされてきました。使用する網も同じです。

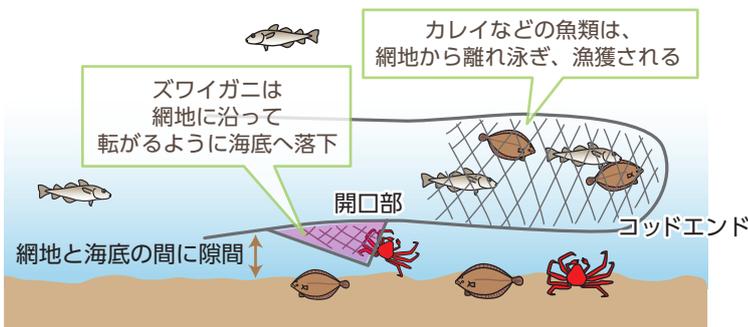
こうした既存漁具の構造の違いを念頭に置き、兵庫県でも、県の研究機関である但馬水産技術センターが中心となり、ズワイガニ混獲回避のための改良網の開発を進めてきました。同センターは香住漁港（兵庫県香美町）の一角にあり、但馬地域（兵庫県北部）の水産業の振興と水産物の安定供給に関する試験研究を行っています。

今回開発された混獲防止用の改良網が他地域に普及していけばよいのですが、漁具の構造は地域ごとに少しずつ異なるため、ほかの地域の改良網をそのまま応用しづらい場合があるのです」（越智リーダー）

漁業はこれまで、地域や港ごとに発展してきた経緯から、その地域や港独自の工夫がこらされてきました。使用する網も同じです。

こうした既存漁具の構造の違いを念頭に置き、兵庫県でも、県の研究機関である但馬水産技術センターが中心となり、ズワイガニ混獲回避のための改良網の開発を進めてきました。同センターは香住漁港（兵庫県香美町）の一角にあり、但馬地域（兵庫県北部）の水産業の振興と水産物の安定供給に関する試験研究を行っています。

■ 兵庫県での調査で開発している混獲防止網



選別網などの仕切り構造はなく、コッドエンド直前に配した開口部上を漁獲物が通過する際に、遊泳性のないズワイガニが自然落下する仕組み



兵庫県立農林水産技術総合センター
但馬水産技術センター主任研究員の
大谷徹也さん

構造の違いなどもあり、調査船調査の結果だけでは、漁業者はなかなか漁具の導入に踏み切れないといえます。

「漁期中の漁獲制限に比べ、混獲回避のための改良網の活用は、漁業者の痛みをとめないにくく、効果も高い方法といえます。技術開発で大事なものは、現場に普及させていくこと。その点、実際の漁船を使って調査・研究しているので、漁業者への橋渡しもうまくいくのではないかと期待しています」

現場の声も取り入れながら 漁具の改良を重ねる

13年度から始まった兵庫県での調査・研究は、香美町にある柴山漁港を拠点に、沖合底びき網漁を行う大正丸を用船して実施されています。松葉ガニの水揚げ量が山陰屈指を誇る漁港として有名な柴山漁港。水揚げされたズワイガニは100種類以上に選別され、品質が保たれています。

「近年、漁獲量に大きな変化はありませんが、大きめのサイズのズワイガニが少なくなっている」と話すのは、柴山漁港にある但馬漁業協同組合柴山支所庶務



但馬漁業協同組合柴山支所庶務課長の加藤仁さん

課長の加藤仁さん。「沖合底びき網漁には若い人たちも多く従事していますので、次世代に資源を残していくことが重要です。改良網による資源管理で、3、4年後の漁につながれば…」と先を見据えます。

大正丸は、ズワイガニのほかに、ハタハタやアカガレイ、エビ類などを漁獲しています。4月から始まった調査では、兵庫県型の既存漁具をもとに改良した網を使用し、禁漁期間中であるズワイガニの排出割合や、ほかの魚種の漁獲割合を調べています。

「兵庫県での調査はまだ始まったばかりですが、まずは、ズワイガニを逃がす割合を高めることに重点を置きながら調査しています」と話すのは、大正丸に乗り込み、調査にあたっている開発調査セ



①大正丸船上

操業では、ロープや網を投網し、船で曳航。引き揚げて甲板に揚がった魚を種類や大きさなどで分別します。再び投網して曳航する間に選別した魚を収容し、休息をとります。この作業を航海中何度も繰り返します

②大正丸での実証実験で使用している網

この網をもとに改良が加えられます

③開発調査センターの貞安一廣調査員

ンターの貞安一廣調査員。「ズワイガニがしっかり逃げて混獲を防ぐことができれば、網にかかった本来獲りたい魚の品質を保つことができますし、船上での放



大正丸の乗組員

右：沖合底びき網漁では、比較的若い乗組員も多い

左：調査のための操業に向けて柴山港を出港する大正丸。港には家族などの見送りの姿も



「改良網の効果に期待したい」と語る大正丸の塩谷健治船長



4月下旬の柴山港での競りのようす

この日は、盛期を迎えたホタルイカや、ハタハタ、アカガレイ、スルメイカなどが水揚げされました。ホタルイカも兵庫県では沖合底びき網漁の主力魚種であり、漁獲量も全国でトップクラス。市場のすぐそばには但馬漁協柴山支所直営の直売所があり、冬場はズワイガニを求める人々にぎわいます



ハタハタの塩焼き

ハタハタという秋田名産のイメージがありますが、兵庫県や山陰地方でも多く水揚げされており、一般家庭でも食されています

流、選別作業が減るので、操業の効率を高めることができます」。

船上では、大正丸の塩谷健治船長も、調査の進め方に対してアドバイスします。「改良網に対して私もいろいろ意見を出すことで、研究者だけではない、現場の意見を取り入れた網の開発につながるのではないかな」。

開発後の改良網の普及については、「魚を逃がすことに不安を感じる漁師も多いが、カニがしっかりと逃げてくれる網ができれば活用に積極的になるのではないかな。次の世代のためにも取り組むことが大事」と語り、将来の沖合底びき網漁に思いを寄せます。

開発調査センターでは、「沖合底びき網

の2大基地である鳥取県と兵庫県のそれぞれで改良網の実用化が進めば、混獲の課題を抱える他地域の漁業者にとっても、既存漁具の実態により近い方式の漁具を選択できるようになる」と見えています。また、こうして混獲防止のための技術の普及が進めば、近い将来における、ズワイガニの資源回復に結びつくとも期待しています。一方で、資源管理の取り組みが一段と進むことで、資源量に応じて定められているズワイガニのTAC（漁獲可能量）の引き上げにもつながっていけばと開発調査センターでは考えています。

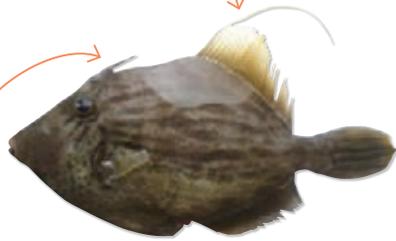
さまざまな可能性を持つ混獲回避漁具の開発、実用化に、漁業者や地域の期待が集まります。



まちの産業を支えている「ズワイガニ漁」。柴山漁港周辺には、冬場のズワイガニシーズンに合わせて、松葉ガニをはじめ旬の海産物を提供する観光客向けの宿泊施設が多く集まっています

カワハギ

第二背びれの第二軟条が伸びています



雄

第一背びれのとげが伸びています



雌

カワハギは、フグ目カワハギ科カワハギ属に分類され、北海道南西部以南の日本沿岸、台湾、フィリピン北部から北の東シナ海沿岸の、水深 50 メートルより浅い藻場や岩礁域にすんでいます。「カワハギ」の名前のおり、ざらざらとした丈夫な皮は、はぎやすくなっています。ウニや甲殻類、ゴカイなどをつついてかみ砕いて食べ、30 センチほどに成長します。第一背びれのとげが伸びているのが特徴で、第二背びれの第二軟条が伸びているのが雄です。

漁獲量は少なく、日本のカワハギ類の漁獲量 2～5 千トンの大部分は、近縁種のウマズラハギが占めています。

近年、養殖されるようになり、種苗生産が盛んに行われています。以前は、マダイ養殖の網いけすに付くフジツボなどを食べるの

で、網の掃除用に育てていましたが、現在は単独で養殖しています。

皮が頑丈でスレにも強く、活魚として流通し、料理店の水槽にもよく泳いでいます。養殖の方が天然に比べて肝が大きくなり、また、身もフグに負けないくらいおいしいことから、これからの新規養殖種として期待されています。

淡泊な身なので、刺し身の薄造りのほか、塩焼き、煮付け、鍋、唐揚げ、ブイヤベース、みそ汁など、さまざまな料理法で身のうまみが楽しめます。カワハギは、夏は身が、冬は肝がそれぞれうまくなる、「旬が 2 度ある」魚です。

今回は、身がうまくなる夏に、うまみを堪能できるマース（塩煮）を紹介します。塩麴を隠し味に、香味を利かせて洋風に仕上げました。香りよく、うまみたっぷりの煮汁を身に付けながら召し上がれ。



作り方 (調理時間：約 30 分)

1. カワハギは皮をむいてエラと内臓を取り除き（肝は残しておく）、洗います。おなかの中もよく洗いましょう。肝をおなかの中に戻し、味がしみやすいように身に切れ目を入れておきます。
2. フライパンに水と泡盛を入れて煮立たせます。そこに下ごしらえしたカワハギを入れ、塩と塩麴で味付けをします。事前に水に昆布を漬けてダシを取っておくと、味がより引き立ちます。
3. スライスしたショウガ、ニンニク、月桂樹の葉を入れ、煮立ってきたら中火にして 10 分、アクを取り、煮汁をかけながら煮ます。
4. 全体がよく煮えたら、煮汁の塩加減を調整して、最後に万能ネギを入れて、1 分程度煮立たせます。
5. 深皿に盛り付け、イタリアンパセリを飾って、できあがり！





第24回 カワハギ

旬は2度ある! / 夏のカワハギの繊細な身のうまみを堪能できる

カワハギの洋風塩麴^{こうじ}マース煮



材料(4人分)

- カワハギ (20センチ程度) 4尾
- 水 1カップ
- 塩 大さじ1
- 塩麴 小さじ1
- 泡盛または焼酎 ... 大さじ2
- 香味野菜
 - ・ ショウガ 1かけ
 - ・ ニンニク 1かけ
 - ・ 万能ネギ 適宜
 - ・ 月桂樹の葉 1枚
 - ・ イタリアンパセリ .. 適宜



ショウガ



ニンニク



万能ネギ



イタリアンパセリ

突然変異を利用して 新たな養殖魚をつくる技術

新たな養殖魚を作るため、これまでは、優れた形質の魚の育種には、たくさんの異なる遺伝性質を持つ魚を集めて交配して、何世代にもわたってよい個体を選抜していました。でも、それは非常に大変！ それでは…

農作物のように突然変異を利用して
新たな遺伝形質を与えられたら…



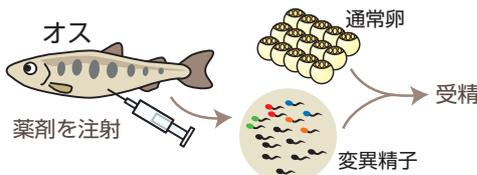
自然界の
数百倍の効率で
いろんな性質を持たせて、
選抜を楽に、早く！

自然界では
見つけにくい性質の魚を
つくることも！

薬剤を利用して養殖魚に最適な変異導入技術を開発

1 オスを使って

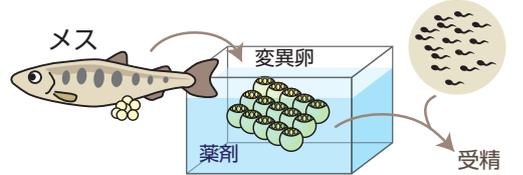
化学薬剤をお腹へ注射



精子由来の変異を導入

2 メスを使って

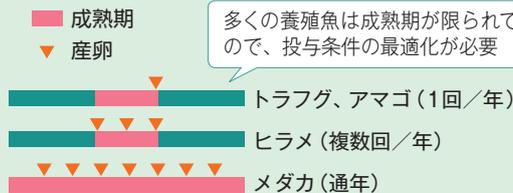
化学薬剤溶液に卵を漬ける



卵由来の変異を導入

最適な薬剤投与を決めるポイント

- ① 投与時期
- ② 投与方法(量、回数、間隔)
- ③ 生存期間、精子形成回復期間



多くの養殖魚は成熟期が限られているので、投与条件の最適化が必要

技術の成果

- 実用的な頻度(約0.4%)で遺伝子に変異を入れることができた
- 自然界の数百倍以上、遺伝的多様性のある魚を作ることができた
- 少ない親魚からでも選抜育種ができる
- 遺伝子情報を利用し、変異魚を早く見つけることができる
- 品種開発の低コストや期間の短縮が実現する
- 優良品種を効率的に作ることができる

産業への利用

— 新たな品種開発へ —



可食部が多い養殖魚や病気抵抗性系統を作ることなど

薬剤利用の安全性について

薬剤がDNAに小さな変異を誘起しますが、その作用は短時間です。薬剤処理後に、世代を超えて新たな変異を誘起することは全くありません。

真珠 100 年の謎をついに解明



— 日本が開発したアコヤガイ真珠養殖技術を初めて科学的に証明 —

「アコヤガイの真珠層を作る組織を切り出し、別のアコヤガイに核とともに移植し、核の周りに真珠袋を形成させて真珠を作らせること」は、100 年以上前に日本で開発された画期的な技術で、現在も広く普及しています。しかし、移植した組織が真珠層を作っているのか証明されていませんでした。

水産総合研究センターと麻布大学、三重県水産研究

所は、真珠の形成に関わる遺伝子を調べ、移植後 18 か月目まで、移植した組織の遺伝子が働いていることを確認しました。これで、移植した組織が真珠を形成していることが初めて科学的に証明できました。

今後は、遺伝子を目印とした良質な真珠を生産できるアコヤガイの開発が期待されます。

真珠ができるまで

日本で開発された画期的な技術





タチウオひき縄漁業の効率化をめざし 船上台秤、投縄装置、新擬似餌を開発

大分県^{うすき}臼杵地区のタチウオひき縄漁業は、ほとんどの船が夫婦2人での操業です。将来の後継者問題に備えて、1人でも安全に操業できるよう省力化した新たな技術開発が必要でした。

水産総合研究センターは、この地区をモデルに、一般社団法人大田工業連合会に所属するコンサルタント業の^{こしき}穀や株式会社平川製作所、佐々木発條株式会社などと連携して、揺れる船上でも簡単に計量できる船上台秤である「船上さかな体重計」(写真1)と、1人でもスムーズな投縄ができる投縄機(図)を開発

しました。また、生餌の付け替え作業が軽減できるように、マルキュー株式会社、JF おおいた臼杵支店と連携してやわらかいソフトルアーの新擬似餌(写真2)を開発しました。

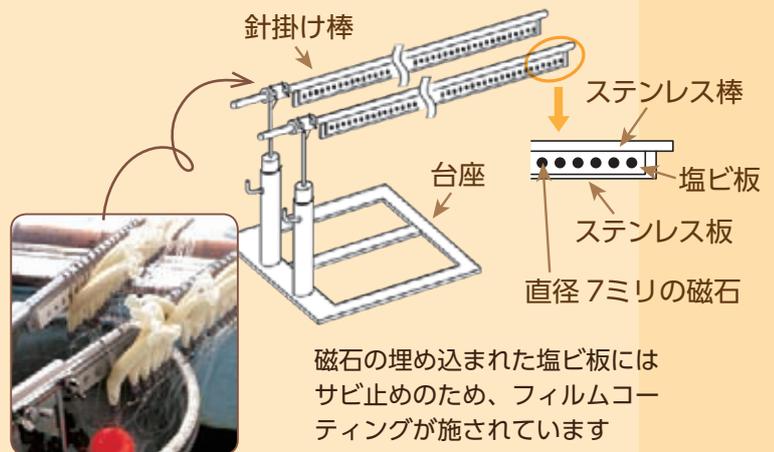
これらはすでに発売されています。船上さかな体重計と投縄機については大田ゲートウェイ株式会社(<http://otagateway.co.jp/product/>)、擬似餌についてはマルキュー株式会社(<http://www.marukyu.com/>)までお問い合わせください。

写真1. 船上さかな体重計



揺れと同調し、左右の針が同じ位置を示せば、5キロです。おもりを変えれば4~5キロを量ることができます

図. 投縄機のしくみ



磁石の埋め込まれた塩ビ板にはサビ止めのため、フィルムコーティングが施されています

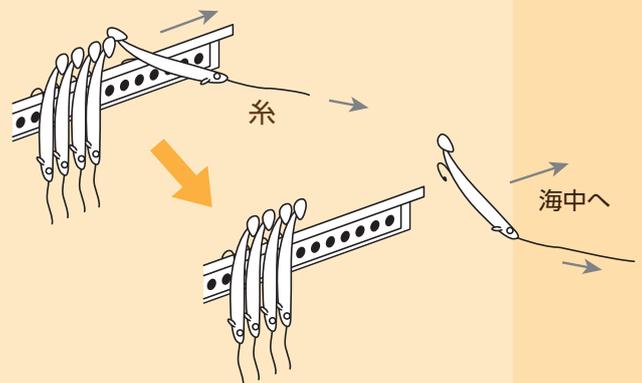
写真2. 新擬似餌



上からオキアミグロウ、ホットピンクグロウ、パールホワイトグロウ、ストロンググロウの計4色。大きさは6インチと5インチの2種類があります



パッケージ



仕掛けを海中に投入すると、残りの仕掛けが糸にひかれ、セットした新擬似餌が自然に繰り出されます

第9回日中韓大型クラゲ国際ワークショップ

水産総合研究センター、中華人民共和国水産科学研究院、大韓民国国立水産科学院は、2012年12月19日～21日に沖縄県那覇市のパシフィックホテル沖縄で「第9回日中韓大型クラゲ国際ワークショップ」を開催しました。

このワークショップは、日本沿岸で頻繁に大量出現するようになった大型クラゲの情報を日本・中国・韓国で収集する必要性が高まったため、04年2月に第1回が横浜市で開催され、その後、3か国の持ち回りで毎年開催されています。

今回は、3か国から60人の参加があり、東シナ海・黄海から日本海での大型クラゲの分布、生態、出現予測手法など32件の発表がありました。大型クラゲが東シナ海・黄海で3年ぶりに大量出現したことから、活発な討議が行われました。

次回は、韓国で開催する予定です。



発表のようす



ワークショップ参加者

第10回成果発表会「東日本大震災と放射能の影響解明 — 水産業の復興に向けた調査研究 —」を開催

水産総合研究センターは、調査研究や技術開発の成果を一般の方々にも理解してもらうため、成果発表会を2003年から毎年開催しています。

10回目の今回は、水産庁、(一社)大日本水産会、全国漁業協同組合連合会、(一社)マリノフォーラム21、(公社)全国豊かな海づくり推進協会、(一社)海洋水産システム協会の後援で、13年2月20日に東京都千代田区のイノホールで開催しました。

今回は「東日本大震災と放射能の影響解明 — 水産業の復興に向けた調査研究 —」をテーマに、放射能対応を中心に当センターの取り組みと今後の展開を紹介しました。社会的関心が高いためか350人もの来場がありました。アンケート結果からも、放射性物質の海洋への拡散状況や、生物への取り込みに関する講演に興味を持たれていたことがうかがえました。

これからも関係各所と連携をとりつつ、東北地方の水産業の復興・再生のために研究開発を進めていきます。



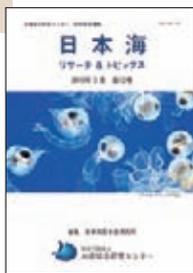
「海産生物の放射能のこれまでとこれから」について発表する中央水産研究所の渡邊朝生海洋・生態系研究センター長



多くの方にご参加いただきました

研究開発情報

日本海 リサーチ&トピックス 第12号



発行時期：2013年3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

ウェブサイト URL
 ▶ <http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/pub/rt/12/all.pdf>

海洋水産資源開発ニュース No.413
 (沖合底びき網：日本海西部海域)



発行時期：2013年1月
 掲載内容：鳥取県型通常漁具（2枚網仕様）を原型とする混獲回避漁具の開発、二階層箱型構造（4枚網仕様）の混獲漁具の開発、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

平成23年度 海洋水産資源開発事業報告書
 No.2(海外まき網)



発行時期：2013年2月
 掲載内容：熱帯インド洋漁場の効率的な利用方法検討及び漁場価値の調査、流れ物付き操業における若齢まぐろ類の漁獲を最小化する手法に関する調査、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 No.8



発行時期：2013年2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_no8_201302.pdf

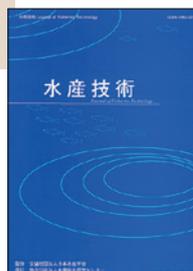
沿岸域における漁船漁業ビジネスモデル研究会
 ニュースレター No.9



発行時期：2013年5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_no9_201305.pdf

水産技術 第5巻第2号



発行時期：2013年2月
 問い合わせ先：研究推進部

ウェブサイト URL
 ▶ http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/fish_tech/5-2.html

水産総合研究センター研究報告 第37号



発行時期：2013年3月
 問い合わせ先：研究推進部

ウェブサイト URL
 ▶ <http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/bull/bull37/index.html>

おさかな瓦版 No.53



発行時期：2013年5月
 掲載内容：クロマグロ
 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/no53.pdf>

カツオって…

縁起物です



「目には青葉 山ほととぎす 初鯨^{やまくちそどう}」(山口素堂)
 江戸時代に縁起物としてもはやされた初鯨は次のエピソードによるそうです。戦国時代、小田原でカツオ魚を見物していた北条氏綱^{ほうじょうじつな}の小舟に、一尾のカツオが飛び込み、カツオは「勝つ魚」につながることから、これは戦さに勝つ吉兆^{うえずぎともさだ}だろうと喜び、すぐに兵を起こしたところ、上杉朝定に大勝しました。

「まな板に 小判一枚 初鯨^{たからいきかく}」(宝井其角)や「初

物を食べると75日長生きする」というゲン担ぎがあります。とくに初鯨はその10倍の750日も寿命が延びるとされ、天井知らずの値段がつけられたこともあったそうです。また、初物は東を向いて笑って食べるというしきたりがあるそうです。

「初鯨 銭と辛子で 二度涙」。薬味はショウガですか？ わさびですか？ 江戸庶民は、刺し身をからしじょう油で食べていたそうです。筆者が試したところ、マヨネーズじょう油も結構いけました！

(角埜 彰)

執筆者一覧

■震災復興への取り組み

- 復旧から復興へ 東北太平洋沿岸域の東日本大震災からの回復状況……………東北区水産研究所 資源生産部 山崎 誠
- 東日本大震災を生き延びたサケをベーリング海で発見……………北海道区水産研究所 さけます資源部 繁殖保全グループ 大貫 努
 東北区水産研究所 資源生産部 資源増殖グループ 大河内裕之

■特集 水産育種研究戦略

- 種を制するもの世界を制す！……………研究推進部 中山 一郎
- 養殖経営改善のために……………増養殖研究所 養殖技術部 育種グループ 名古屋博之
- ぶり類育種……………増養殖研究所 養殖技術部 育種グループ 荒木 和男
- トラフグ育種……………増養殖研究所 養殖技術部 育種グループ 岡本 裕之
- アマノリ育種……………中央水産研究所 水産遺伝子解析センター 機能研究グループ 小林 正裕

■研究の現場から

- ズワイガニを海底で逃がす漁具を開発
 現場に即した改良網の開発で実用化に弾み さらなる管理で貴重な資源を次世代に……………公益社団法人 日本広報協会

■あじいの魚菜に乾杯

- 第24回 旬は2度ある！ 夏のカワハギの繊細な身のうまみを堪能できるカワハギの洋風塩麹^{たじろ}マース煮……………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

■知的財産情報

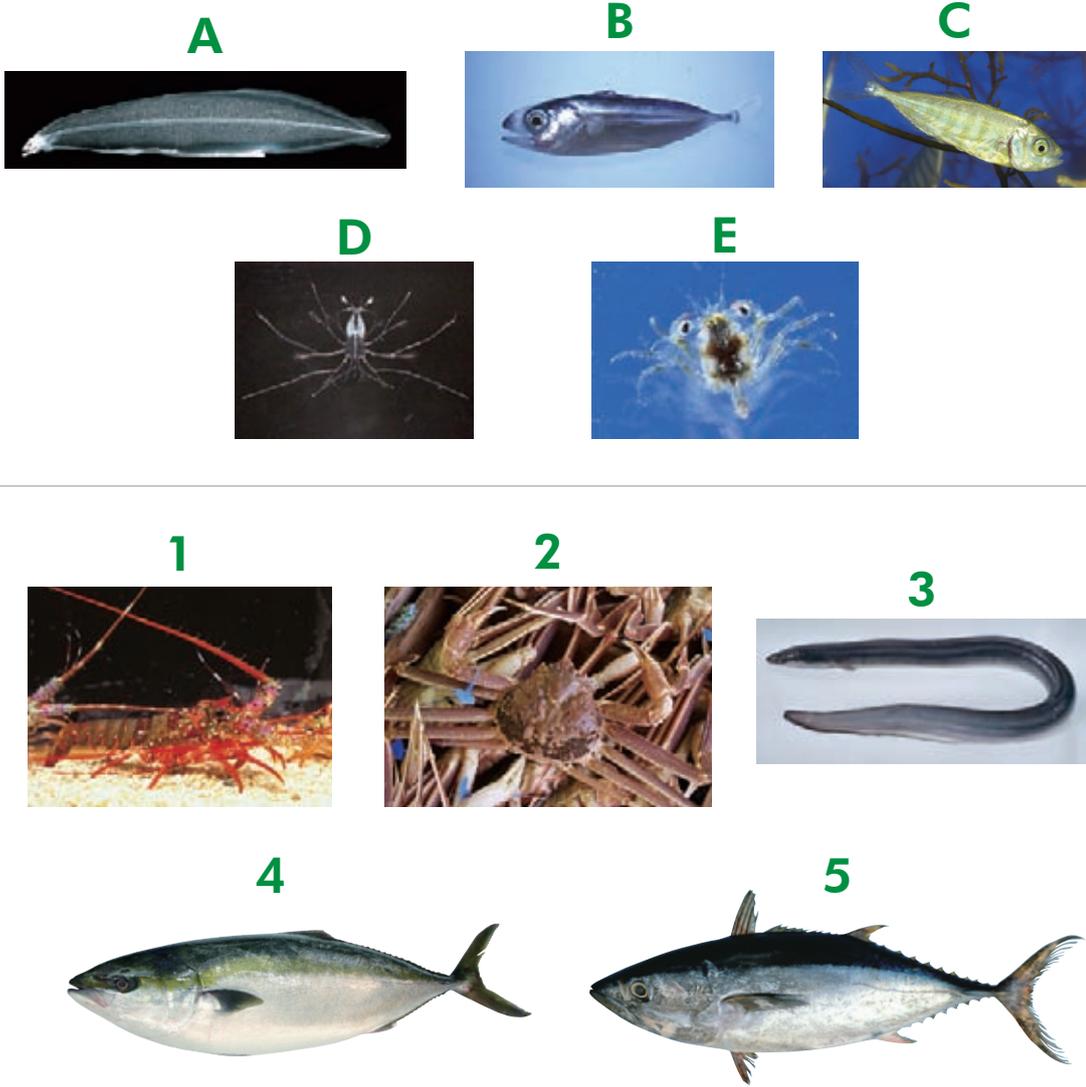
- 突然変異を利用して新たな養殖魚をつくる技術……………増養殖研究所 養殖技術部 育種グループ 岡本 裕之

■おさかな チョット耳寄り情報

- no.35 カツオって… 縁起物です……………経営企画部 広報室 角埜 彰

FRANEWSクイズ

今回は、親子当てクイズです。上の赤ちゃんや子どもたちは、どんな大人になるでしょう。



- 【正解】
- A [3] Aはウナギの仔魚「シラトセテマルス」(約1~6センチ)です。この透明で柳の葉のような形をしたシラトセテマルスは海で孵化、少し育つと親ウナギと同じ形で透明な仔魚「シラスウナギ」となり、海から川へ登っていきます。
 - B [5] フロアワロの稚魚です。大きさは約30ミリ。
 - C [4] フリの稚魚「モジサコ」です。大きさは約30ミリ。
 - D [1] イセエビの幼生「アノソウ」です。体長約1.5ミリで、浮遊生活を送っています。脱皮を繰り返して、やがて親に近い形の稚エビ「アエルス」となります。
 - E [2] スナガニの幼生「メガロバ」です。エビ同様、卵から孵化すると親とはまったく違う姿です。「ソエガ」→「メガロバ」と浮遊生活を送りながら脱皮を繰り返し、約2か月で稚ガニになります。

編集後記

オーストリアの司祭メンデルは、1865年にエンドウの実験から遺伝の法則、いわゆる「メンデルの法則」を発見しましたが、この発見は全く認められないまま、1884年に亡くなりました。メンデルの法則は、1900年になって、3人の研究者に再発見されることになります。また、1901年には「育種」「品種」という言葉が、日本の農学者・横井時敬の著書『作物改良法』の中で初めて使われました。

育種の体系的な研究は、1900年のメンデルの法則の再発見から始まり、近年ではゲノム研究を背景に、育種基盤技術の整備が急速に進んでいます。

今回は、水産総合研究センターが取りまとめた水産育種研究戦略を特集しました。育種によって実用的な品種を作り出すには、研究開発を継続していくことが大切です。さらに、その成果を産業界に受け渡すために、産学官が一体となった体制作りや取り組みが不可欠です。当センターは、この水産育種研究戦略に基づき、関係機関と連携・協力しながら、育種目標に向かって研究開発を進めていきます。(角埜 彰)

