



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

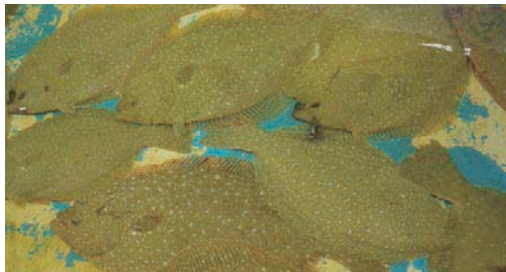


写真2. リンホシスチス病\*抵抗性ヒラメ (写真提供: 神奈川県水産技術センター)

\* 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



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くことをしています。

# 養殖経営改善のために

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

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も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。

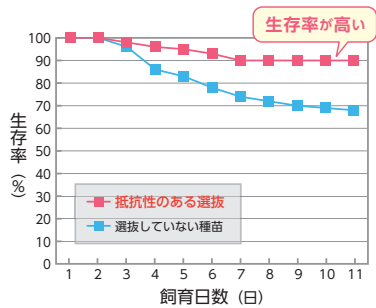


図. ヒラメの生存率の比較  
連鎖球菌に感染させた場合の、選抜していないヒラメ、抵抗性のある選抜ヒラメの生存率の比較。抵抗性を持つヒラメは、生存率が高いことが分かります



# 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、ノ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

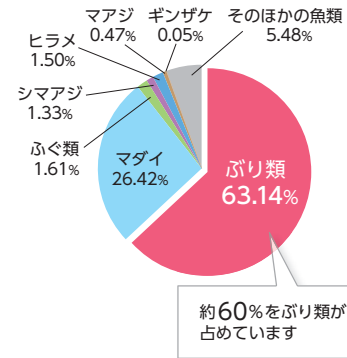


図1. 平成22年度養殖魚種別収獲量 (農林水産省「漁業・養殖業生産統計」をもとに作成)

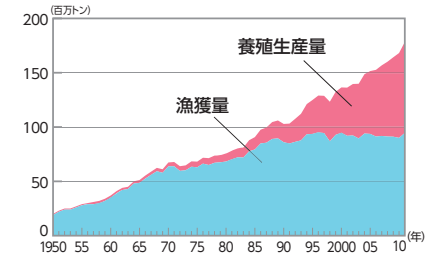


図2. 世界の漁獲・養殖生産量 (FAO統計から)

こともあります。もし、病気にかかりにくい丈夫な品種を作ることができたら、この問題を解決することができるでしょう。

近年、世界中で養殖が盛んに行われるようになりました（図2）。そのため、養殖用飼料の原料となる魚粉の需要が高まり、飼料価格が高騰しています。日本では、ぶり類の消費者価格は

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。

## ブリのベネデニア症

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。

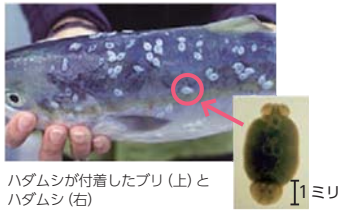
ハダムシが附着している商品は流通していません。ハダムシは、淡水中では弱って魚の体表に附着することができなくなるため、2週間に1回程度の頻度で、淡水を張った水槽にブリを収容しハダムシを駆除します。現在、養殖現場でよく用いられる方法ですが、多くの労力と時間がかかるため、生産コストをさらに押し上げています。水産総合研究センターでは、ハダムシがはがれやすいブリ品種を作ることはできないかと考えました。

## 育種技術の開発

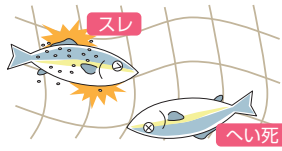
当センターでは、長年、ブリを研究用に飼育しています。実はブリの飼育に関わってきた者の間で、ブリの中にハダムシが寄生しにくい個体がいることが知られていました。そこで、その性質を強化してハダムシが寄生しにくい品種を作ること（育種）ができませんか検討しました。

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を目標に研究を進め



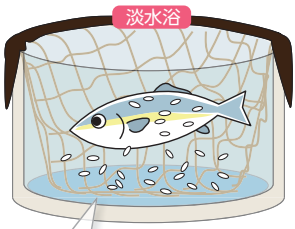
ハダムシが附着したブリ(上)とハダムシ(右)



ハダムシが附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. ハダムシが附着したブリと淡水浴

# 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とくに少ないため、2002年に海外で脊椎動物ではヒトの次にゲノムが解読され、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

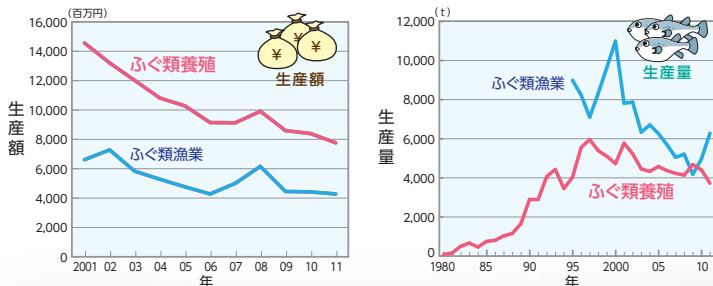


図1. 日本のふぐ類の生産量・生産額の推移  
(農林水産省「漁業・養殖業生産統計」をもとに作成)



めています。はじめに、当センターで天然種苗由来のプ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、各家系のプ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。

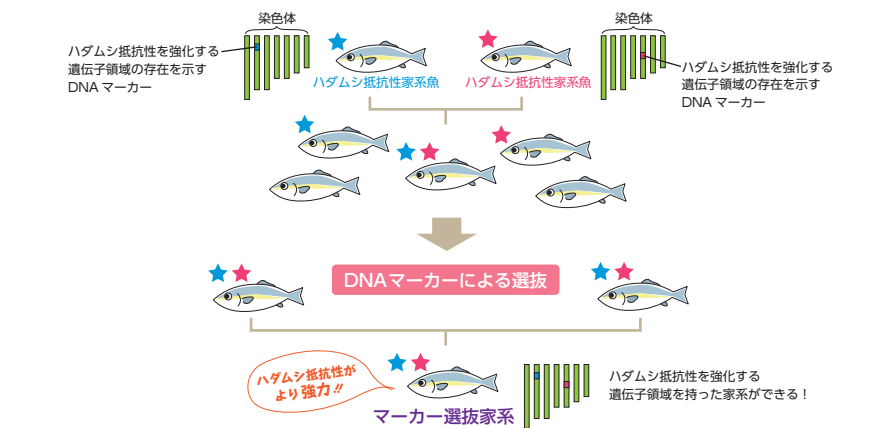


図4. DNAマーカーによるプリの選抜育種  
マーカー選抜育種を概念的に示した図。ハダムシ抵抗性を強化する遺伝子領域は2種類あります。それらを合わせ持つと、ハダムシ抵抗性がより強力になります。自然界では、ハダムシ抵抗性遺伝子領域を持たない個体の方が多く存在すると考えられています

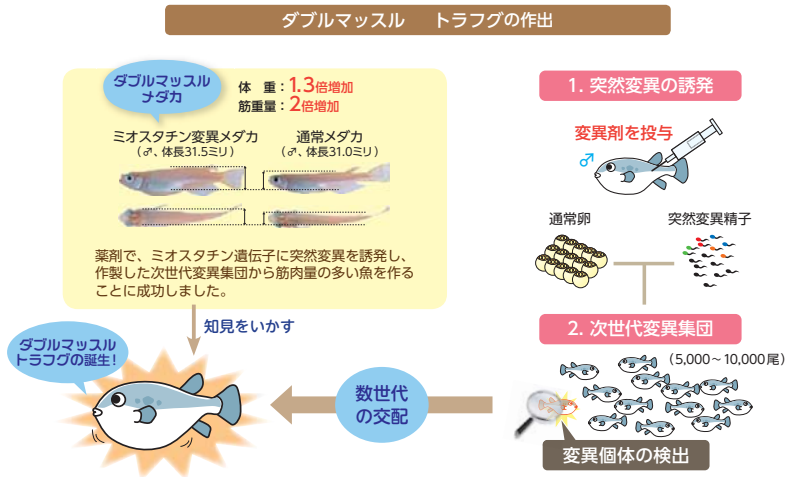


図3. 水産総合研究センターが開発している突然変異トラフグ

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。

育種で伝統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のため、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る

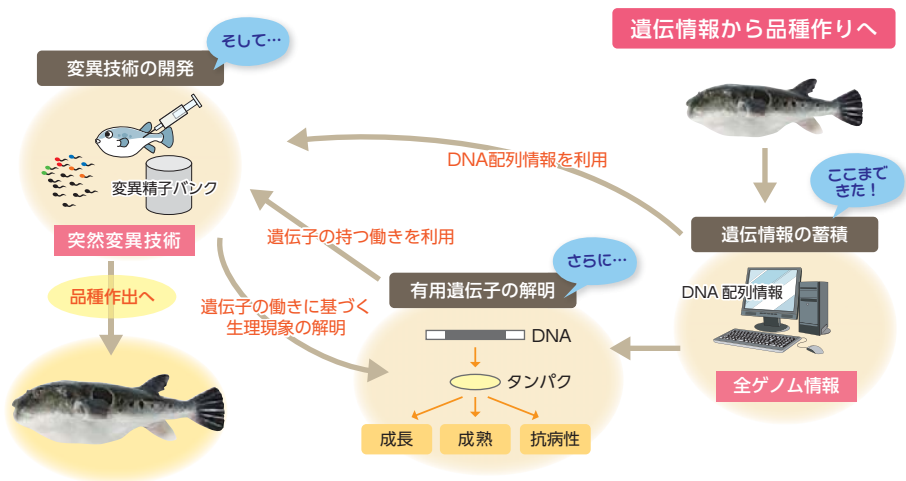


図4. 新たな育種技術の開発による遺伝情報を利用した品種の作出への道筋

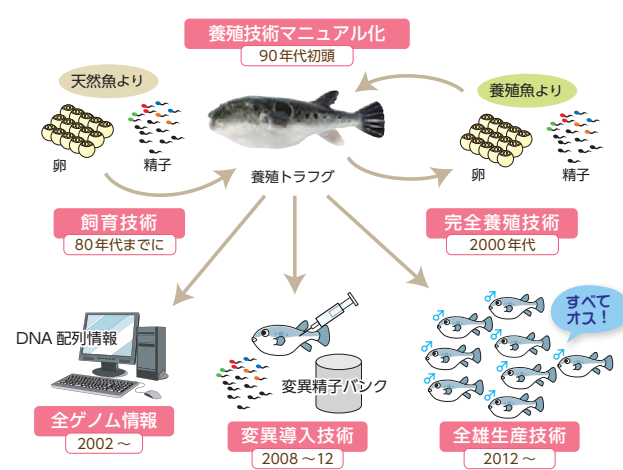


図2. トラフグ養殖に関連するこれまでの技術開発

ています。

当センターでは、早く大きくなら、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)。

\* 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」