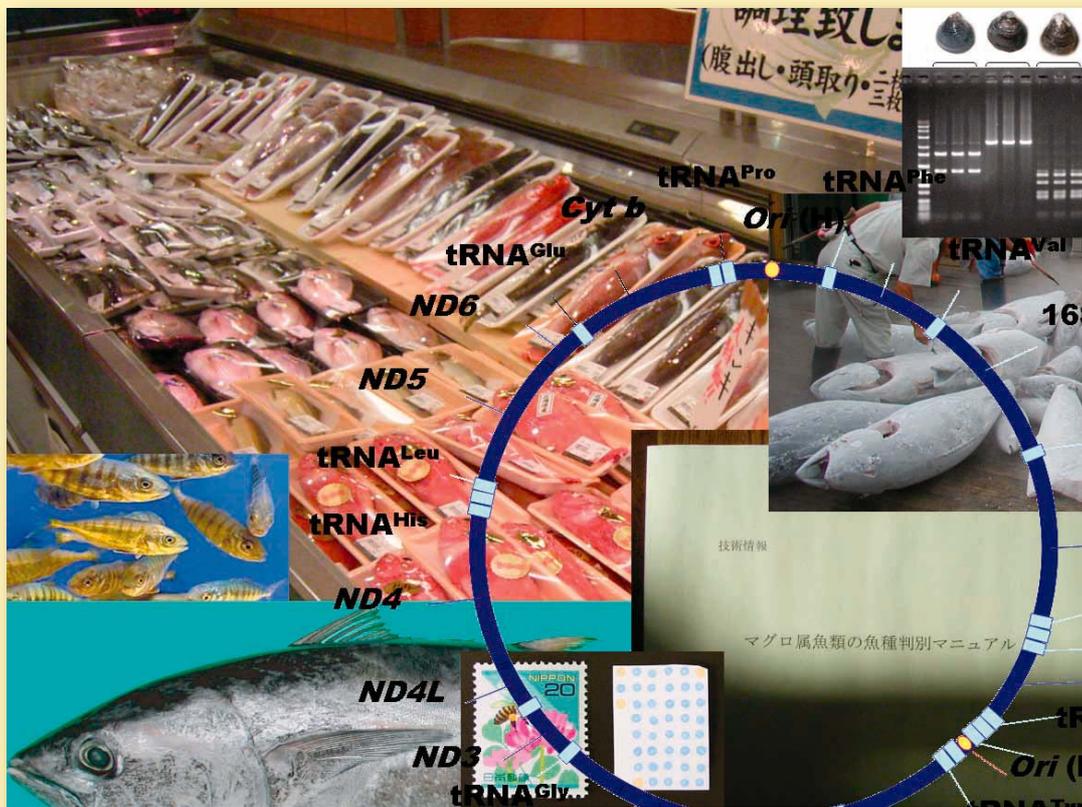


魚と貝のバイオテクノロジー

—安全で信頼できる魚と貝を目指して—



目 次

1. はじめに	1
(1) 安全で信頼できる魚と貝とは?	1
(2) バイオテクノロジーを活用した安全と信頼の確保	1
2. 魚や貝の産地をさぐる	2
(1) 世界からやってくる魚や貝	2
(2) 遺伝情報を利用した近縁種や産地の判別	2
<コラム① 遺伝子の違いを眼で見する方法 —制限酵素断片長多型解析(PCR-RFLP)法—>	3
1) 近縁種の判別—マゲロ—	4
2) 国産と外国産の判別—シジミ—	4
<コラム② 遺伝子情報によらない産地の判別法 —ウナギの養殖地域判別—>	5
3. 貝による食中毒を防ぐ	6
(1) 魚や貝の毒—なぜ毒を持つのか?—	6
(2) 貝毒の監視と出荷規制	7
1) 貝毒の簡易検査法の開発	7
2) 貝毒の高精度検査法の開発	8
4. 丈夫な魚と貝を育てる	8
(1) 丈夫で成長のよい品種をつくる	8
1) 成長の早いブリづくり	9
2) 病気に強いヒラメづくり	10
(2) 病気に素早く対応する	11
1) DNAによる魚病診断	12
2) 病気の治療と予防	13
3) コイヘルペスウイルス病の現状と対策	15
<コラム③ あなたのコイをコイヘルペスウイルス病から 守るために>	15
5. 技術の普及	16
(1) 技術及び情報の普及・活用状況	16
(2) 品質評価技術の開発、産地情報と品質情報の組み合わせ	17
6. おわりに—水産バイオテクノロジーの将来—	17

1. はじめに

(1) 安全で信頼できる魚と貝とは？

我が国は、四方を海に囲まれ古くから色々な魚や貝を重要なタンパク質源として利用してきました。現在でも、動物性タンパク質の約40%を水産物から摂取し、我が国の国民一人当たりの水産物消費量は世界のトップクラスの水準です。我が国で流通・消費されている魚や貝は、1,000種類を越えていると言われており、なじみの深いものだけでも数百種類に達します。これらの魚貝類は、我が国周辺水域だけではなく世界各地で漁獲されたものも多く、また、天然での漁獲だけではなく養殖された魚や貝も多く出回っています。また、魚や貝には、①対象種の数が野菜や肉類に比べて多いこと、②鮮度が重要視され、生鮮や冷凍など、状態に違いがあること、③天然物と養殖物があるが、天然物が好まれること、④消費者が国産物を志向する傾向があることなどから、見た目にはわずかな違いであっても、その商品価値が大きく異なるという特徴があります。



図1 世界各地から来た魚貝類が並ぶ鮮魚売り場

こうしたなかで、魚や貝を消費するにあたって気になることとして、①種類は何か？（種類の表示は正しいか？）、②新鮮か？（一度冷凍したものか？）、③産地はどこか？（産地の表示は正しいか？）、④安全か？（有害な物質は含まれていないか？）などがあります。

生産段階や流通・加工段階から、これらの情報が適切に提供され、その表示内容が保証されていることが期待されています。また、国や都道府県などの行政機関により、問題のある魚や貝が流通しないよ

う、科学的検査に基づいて適正に規制されていることが期待されています。

(2) バイオテクノロジーを活用した安全と信頼の確保

私たちが期待する魚や貝の種類や産地の判別、生産や流通の過程での安全性の確保、これらに基づく適正な表示を行う上で、生物の持つ免疫反応・遺伝情報（DNAの固有性、遺伝による優良形質の固定）を活用するバイオテクノロジーは有効な手段です。

1) 消費段階：水産物の種の判別には、細胞内小器官のミトコンドリアや細胞核に含まれるDNAの分析手法が利用できます。さらに、対象となる種の産地が限られていれば、種の判別＝産地の判別となります。また、外国を含めて広い分布域を持つ種の場合でも、ミトコンドリアDNA塩基配列の個体毎の変異から、産地を特定できる場合があります。

2) 流通段階：病原体や毒物が貝の体内へ侵入することに対する生物の防衛機能である免疫反応を応用して、貝毒の有無や濃度を迅速に診断し、食中毒の恐れのある貝類の出荷を適正に規制することができます。

3) 生産段階：遺伝子の目印（DNAマーカー）を利用した育種によって、耐病性や高成長といった優れた形質をもつ品種を作ることにより、効率的な養殖が可能となり、低コストで丈夫な魚貝類を供給できます。また、魚貝類の病気の発生は、養殖生産の大きな阻害要因となっていますが、病原体の検出やワクチンの開発など、魚貝類の病気対策にも抗原抗体反応が使われています。

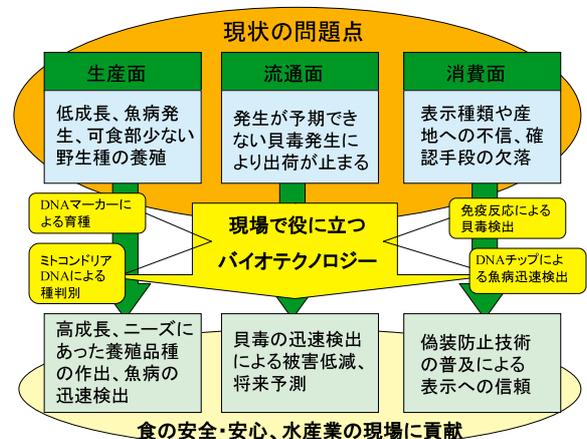
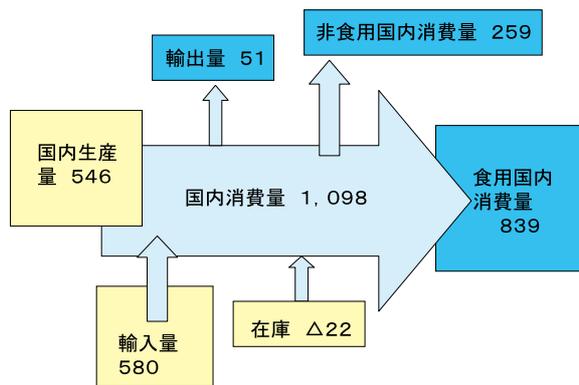


図2 魚と貝の安全性確保のために利用されているバイオテクノロジー

2. 魚や貝の産地をさぐる

(1) 世界からやってくる魚や貝



(単位：万トン)

図3 平成15年の水産物需給の現状（概算値）（平成17年度水産白書より改変）

数値は原魚換算したものであり、鯨類及び海藻類を含まない。

我が国は、図3のように、近年約600万トンの水産物（主に魚と貝）を生産しています。そのうち、海面養殖業が約120万トン、内水面漁業・養殖業が約10万トンを占めています。その一方で、年間約330万トンの水産物を海外から輸入しています。近年では、特に外食産業や食品加工の分野で、サイズや供給量が安定している輸入物が重視されるようになっていきます。



図4 清水港における遠洋はえ縄船水揚げ風景（(独)水産総合研究センター遠洋水産研究所 小倉 未基氏 提供）

1船買いによるマグロの輸入。この後、冷凍庫で保管され、出荷を待つ。

輸入魚貝類には、国内には分布しない種も多く含まれています。従来は、私たちにとって馴染みの無い魚や貝は、我が国周辺の近縁種や形が似た種の名称をあてはめて販売されていましたが、平成11年に「農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律（JAS法）」が改正され、水産物についても原産地の表示が義務づけられました。しかし、一部の魚貝類においては、国産の魚貝類を好む消費者心理を悪用した産地の偽装表示が起きました。このため、消費者からは、正確な魚や貝の名前（＝種）と産地を知りたいという要望がますます強くなっています。

(2) 遺伝情報を利用した近縁種や産地の判別



図5 マアジとニシマアジの干物の比較（(独)水産総合研究センター中央水産研究所 山下 倫明氏 提供）

ニシマアジが若干スマートで眼と頭が大きいですが、片方だけを見てどちらか見分けるのは困難。

あじの開き干しやさばの一夜干しの原料には、国内産のマアジやマサバだけでなく、外見がよく似ている大西洋産のニシマアジやタイセイヨウサバが使われています。図5のように、見た目では見分けることが困難な近縁種を判別するため、ミトコンドリアDNAの分析手法が利用されています。

ミトコンドリアは、エネルギー生産に携わる細胞内小器官で、ミトコンドリア自身が持つDNAは、環

化して検出する方法など、最近の遺伝子増幅の新技术を応用して、目的とするDNAの有無を検出することが試みられています。

1) 近縁種の判別—マグロ—

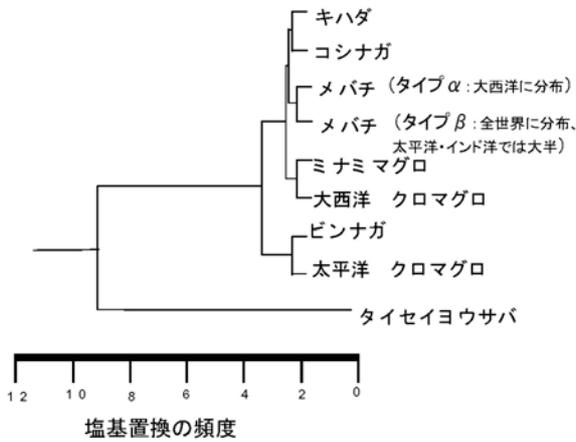


図7 DNA分析によるマグロ類の系統関係 (系統図：(独)水産総合研究センター中央水産研究所 山下 倫明氏、写真：同センター遠洋水産研究所 佐藤 圭介氏、西田 勤氏、山田 陽巳氏、魚崎 浩司氏 提供)

マグロ類は、日本近海で漁獲されるものだけでなく、遠洋漁業で漁獲された冷凍品や海外で漁獲された輸入品などさまざまなものが流通しています。市場によく流通しているのは、クロマグロ、ミナミマグロ、キハダ、メバチ、ビンナガの5種類です。最近では、地中海やメキシコから輸入される養殖クロマグロ、オーストラリア産の養殖ミナミマグロなども増えてきました。魚種や品質によって価格差が非常に大きく、小型の個体や脂肪分の少ないものは安く、脂肪分の多い大型のクロマグロやミナミマグロは高値で取引されます。しかし、冷凍のブロック肉や加工品では魚種の判別は困難です。

マグロ類の種判別については、ミトコンドリアDNAの研究が進み、全塩基配列の解析によってマグロ類が属するサバ科魚類のDNAによる系統関係が明らかになっており(図7)、大西洋と太平洋のクロマグロは、亜種のレベルでの差があることがわかりました。この結果により、地中海やメキシコから輸入される養殖クロマグロや、オーストラリアから輸入される養殖ミナミマグロも識別できるようになりました(図8)。

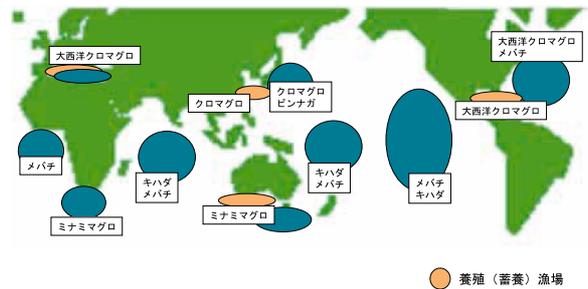


図8 世界のマグロ漁場の分布 ((独)水産総合研究センター中央水産研究所 山下 倫明氏 提供)

これらの分析結果を元に、マグロ類の種を特定する技術が開発されました。この判別技術を用いて、平成17年6月に(独)農林水産消費技術センターが、全国の小売店を対象に、マグロ類商品の表示の適格性について調査を実施しました。この判別技術が確立されたこと及びその事実が広く伝わることで、マグロ類の魚種の偽装表示の防止に役立つものと期待しています(後述「5. 技術の普及」参照)。

2) 国産と外国産の判別—シジミ—

シジミの貝殻は、縄文・弥生時代の遺跡からも大量に発見されており、私たち日本人は、古来よりシジミを食用にしてきました。我が国に生息するシジ

ミ類の在来種には、汽水域（河口など海と川の水が混在する水域）に生息するヤマトシジミ、淡水域に生息するマシジミとセタシジミがあります。このうち、食用として通常利用されているのはヤマトシジミで、国内産シジミ漁獲量の大半を占めています。セタシジミは、琵琶湖特産種で漁獲量は少なく、琵琶湖周辺のみで流通しています。一方、マシジミは、食用になるものの、味が劣るため、国内漁獲量はあまり多くありません。

近年、国内におけるシジミ類の漁獲量が急激に減少しており、それを補う形で東アジア諸国からの輸入が増大しています。輸入量の増大に伴い、外国産シジミが偽装表示され、国内産と称して販売されることが起こったため、国内産と外国産のシジミ類の判別技術の開発が必要となりました。

外国から輸入されるシジミ類の約7割は、中国からの淡水産シジミで、その他、朝鮮半島北中部、ロシアの汽水産シジミで占められています。これらのシジミ類はすべて互いに異なる種で、日本国内に生息する上記3種とも異なっています。産地の偽装表示問

題の解決のためには、特に輸入量の多い中国産シジミ及び輸入量が近年増加傾向にある朝鮮半島産シジミと、国内産3種との判別技術を開発することが必要です。しかし、これらのシジミ類は貝殻の色や形などがとてもよく似ていて、外観から種の判別を行うことは非常に困難です。

そこで、シジミの貝柱からミトコンドリアDNAを抽出し、PCR-RFLP法を用いて種判別を行う技術が開発され（コラム①参照）、上記の外国産2種（中国産、北朝鮮産）と国内産2種（ヤマトシジミ、セタシジミ）の産地（種）を判別することができました（図9）。この判別技術により、商品流通量のごくわずかなマシジミを除いて、輸入品を含めた大半のシジミ類について産地を特定することができます。

この技術を開発した（独）水産総合研究センターでは、偽装表示のチェックに携わる都道府県の担当者へ、技術を普及する講習会を開催しており（後述「5. 技術の普及」参照）、今後、この技術が生産及び流通の現場において、産地（種）の偽装表示の防止に役立つものと期待しています。

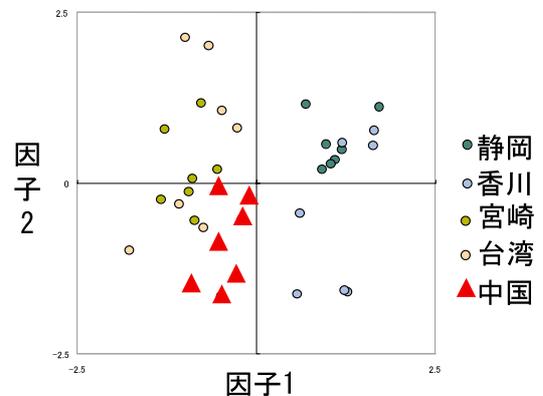
コラム②

遺伝子情報によらない産地の判別法—ウナギの養殖地域判別—

ウナギは、我が国各地で養殖されているほか、台湾や中国で養殖されたものが大量に輸入されています。しかし生物種が同じため遺伝的な違いがなく、DNAの塩基配列に基づいて産地の判別をすることはできません。一方、養殖に使われる地下水や河川水、海水などに含まれる微量元素の組成は、地域によって違いがあることが知られています。また、魚類の養殖に用いられる飼料の成分組成は、配合飼料のメーカーや養殖漁家によって異なります。

そこで、養殖池の水やエサから体内に取り込まれて骨や耳石などに蓄積された微量元素の組成を比較することにより、養殖地を判別する試みがなされています。日本の養殖ウナギの産地である宮崎、香川及び愛知県産と、主要な輸入元である中国、台湾産の養殖ウナギを比較したところ、亜鉛やマンガン、セレンなどの微量元素の組成が異なり、中国と日本各地を区別することができました。

今後は、飼料由来の脂肪酸など有機成分のデータを組み合わせることによって、さらに精度良く産地を推定できる技術に発展させることが期待されています。



産地の異なる二ホンウナギの筋肉に含まれる6元素の分析結果に基づく産地判別例（（独）水産総合研究センター中央水産研究所 山下 倫明氏 提供）

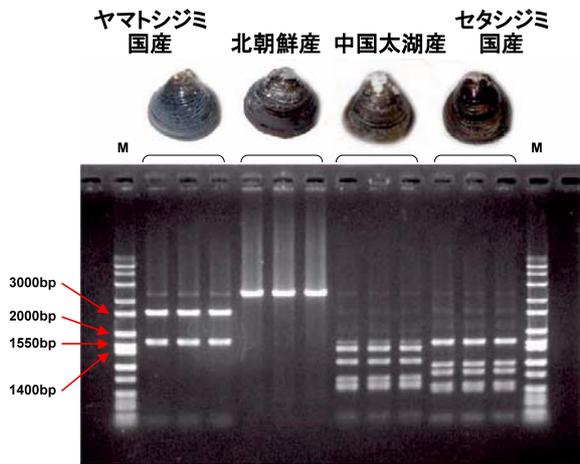


図9 シジミ類4種（国産のヤマトシジミ・セタシジミ、中国産シジミ、北朝鮮産シジミ）のDNA分析結果（（独）水産総合研究センター中央水産研究所 小林 正裕氏 提供）
流通の大半を占めるシジミの産地判別が可能となっている。M（1400～3000bp）はDNA長の目印を示す。

3. 貝による食中毒を防ぐ

(1) 魚や貝の毒—なぜ毒を持つのか？—

魚や貝の中には、フグをはじめとして有毒な成分を持ち、食中毒の原因となるものがあります。水産食品として重要なホタテガイ、カキ、アサリ、ムラサキガイなどの二枚貝類が原因として起こる貝毒はその一つであり、我が国では、麻痺性貝毒と下痢性貝毒の2種が知られています。いずれも複数の有毒成分が貝の中に含まれており、麻痺性貝毒の中毒を起こした場合には、しびれ、麻痺、けいれんなどの症状が現れ、最悪の場合、呼吸麻痺により死亡します。一方、下痢性貝毒では、下痢や嘔吐などの症状を引き起こしますが死亡例はありません。

貝毒の原因成分は、餌であるプランクトンに由来します（図10）。麻痺性貝毒成分を持つプランクトンは、世界に約10種類あります。そのうち、国内で麻痺性貝毒の原因となっているものは、*Alexandrium tamarense*とその同属2種及び*Gymnodinium catenatum*の計4種の渦鞭毛藻類です。下痢性貝毒の原因となるものは、同じく渦鞭毛藻類の*Dinophysis fortii*などが知られています。二枚貝類は、プランクトンを摂餌しているため、有毒成分をもつプランクトンが発生した海域では、これを摂餌して毒成分を体内に蓄積します。ただし、貝毒成分の蓄積や排出は、二



図10 食物連鎖による魚介類の毒化過程を示す模式図（水産総合研究センター中央水産研究所 及川寛氏、同センター瀬戸内海区水産研究所 松山幸彦氏 提供）

枚貝の種による違いがあるため、種ごとに毒化の状態を把握して管理する必要があります。

さらに近年は、毒化した二枚貝を捕食したカニ類やエビ類にも毒を蓄積するものがあることも明らかとなってきました（図10）。平成11年、麻痺性貝毒が発生した東北地方の沿岸域でトゲクリガニの消化腺である肝臓部から高い毒性が検出されました。トゲクリガニの筋肉部にはほとんど毒性がありませんでしたが、肝臓部はいわゆる「かにみそ」として食べられるため大きな問題となります。

このため、これまで貝類にのみ規制基準値が示されていた麻痺性貝毒について、平成16年には二枚貝を捕食する生物についても厚生労働省により規制基準値が示され、同時に、二枚貝類が毒化した海域では、それらを捕食する生物について、毒化実態の調査を行い、安全性を確保することが求められています。したがって、今後は、国内でもより広範に食物連鎖を通じた水産生物の毒化を調査し、効率的な監視体制を構築する必要があります。

(2) 貝毒の監視と出荷規制

我が国では、現在、貝毒を持った二枚貝が食卓に上ることがないように、漁場においては有毒プランクトンの監視が行われており、水揚げされた二枚貝に対しては産地や消費者市場でマウスを用いた毒性試験が行われ、安全性が確認されています。この検査で二枚貝の毒力が基準値を越えると、生産者による出荷自主規制措置が講じられます。こうした貝毒監視体制により、市販されている二枚貝で貝毒による食中毒が起こることはほとんどなくなりました。

しかし、マウスを用いた毒性試験には3つの問題点があります。①感度が悪く検査に時間がかかること、②マウスの健康状態などにより検査結果が変わること、③検査がマウスの命の犠牲の上に成り立っていることです。

欧米諸国では、生きた動物を検査に使用することを可能な限り制限しようとする動きが広がっており、貝毒検査においても、マウスを用いた毒性試験に替わる検査法の開発が始まっています。

(独) 水産総合研究センターでは、二枚貝の安全性をさらに高めるため、国内の大学や試験研究機関と協力して、動物試験の問題点を解決し、より効率的な新しい貝毒検査法を開発しました。

1) 貝毒の簡易検査法の開発

抗原抗体反応とは、生物が身体を外からの侵入者(ウイルス、毒物)から守る仕組みで、侵入者は抗原と呼ばれ、抗原に結びついて抗原の毒性やウイルスの感染性を失わせるのが抗体です。

今回開発した貝毒の検査法(図11)は、①貝毒に結びつく抗体で貝毒を識別して、②その後人工的に作った貝毒(標識貝毒)を抗体に結び付け、③発色処理により色をつけ、④色の強さ(発色率)を測定して貝の中にあつた毒の量を測定するという方法です。

色が強く出る場合には毒が含まれていないことになり、色が弱い場合には毒が多く含まれていることになります。

この手法の正確さを確かめるために、貝が毒化する時期に国内の様々な生産地から二枚貝を集めて、それらの毒力を動物試験と抗原抗体法の両方で調べて比較しました(図12)。

その結果、動物試験で国の規制基準値以上の毒を持った二枚貝は、抗原抗体法でも全て基準値を越えました。さらに、抗原抗体法では、動物試験では貝

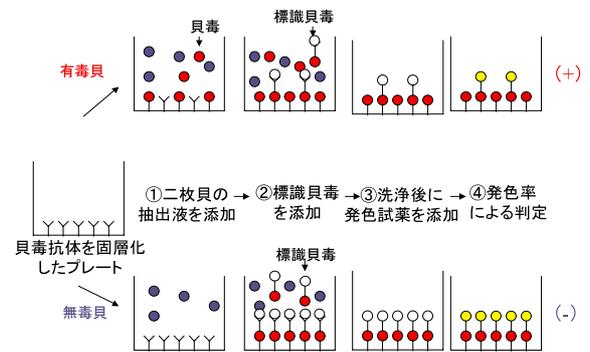


図11 抗原抗体法による貝毒検出の原理 ((独) 水産総合研究センター東北区水産研究所 鈴木 敏之氏 提供)
陽性(+): 毒を含む, 陰性(-): 毒を含まない

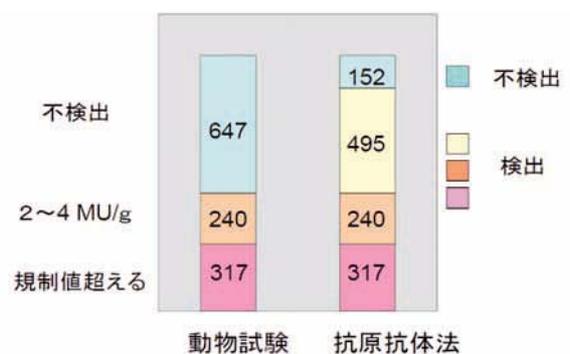


図12 動物試験と抗原抗体法で調べた二枚貝の麻痺性貝毒の毒力の比較 ((独) 水産総合研究センター東北区水産研究所 鈴木 敏之氏 提供)
動物試験では検出できないごくわずかな毒性を持つ貝でも、抗原抗体法では検出可能。
数字は貝の検体数、MU/gは毒力の強さの単位(マウスユニット)を示す。

毒が見つからなかった検体(図12、647検体)について、その7割の検体(図12、495検体)から極めてわずかな貝毒を検出することができました。

これらの結果は、抗原抗体法が動物試験よりもわずかな量の貝毒も見逃さないことを示しており、抗原抗体法は、貝毒の環境中の発生状況のモニタリングに動物試験よりも適していると言えます。

抗原抗体法は、素早く正確に貝毒を検出でき、しかも高価で大掛かりな機械を必要とせず、動物試験と比べると検査費用が安価であり、生産者や流通業者が必要に応じて貝の毒を調べることが可能となります。現在、専門検査機関のみで行われている貝毒検査に加えて、各流通段階で貝毒を検査することが可能になるため、抗原抗体法のような簡易検査法の更なる研究開発が期待されています。

2) 貝毒の高精度検査法の開発

従来の動物試験では、二枚貝をすり潰して作った検査液をマウスに注射し、24時間観察してマウスの生死により毒力を判定していました。

近年、ある物質の量を正確に測定したり、正体を突き止める方法である質量分析法を応用した貝毒の検査法により、20分という短時間で、約10種類の下痢性貝毒の全てを検査する質量分析法が開発され、毒性を持つ危険な二枚貝を以前よりはるかに短時間で見つけることができるようになりました。

この質量分析法の正確さを確かめるために、様々な産地の二枚貝の下痢性貝毒の毒力を動物試験と質量分析法で比較しました(図13)。動物試験で国の規制基準値以上の毒を持った二枚貝の大半は、質量分析法でも基準値を超え、毒を持つと判定されました。基準値を超えない残りの1割強は、実験で用いたマウスの健康状態などが影響して、毒を持たないのに有毒と見なされた可能性が高いと考えられます。

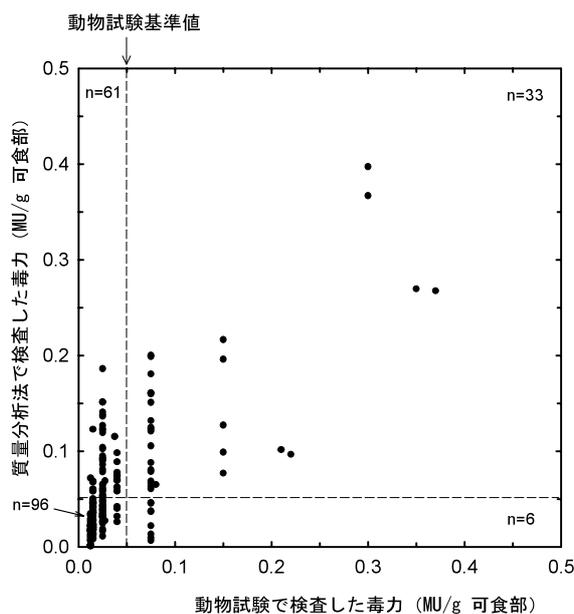


図13 動物試験と質量分析法で調べた二枚貝の下痢性貝毒の毒力の比較 ((独)水産総合研究センター東北区水産研究所 鈴木 敏之氏 提供)

一方、質量分析法で基準値を超えた検体のうち6割は、動物試験では基準値以下という結果になりました。その理由は、ある種の毒成分は動物試験で調べることが難しいため、実際には毒が含まれているにも関わらず、含まれていないと判定されたためです。これらの貝は、食中毒の原因となるほど危険な貝で

はありませんが、質量分析法は、動物試験よりも確実に毒を見つけ出すことができる検査法であることが示されました。前述の抗原抗体法のような簡易検査法をスクリーニング検査(一次検査)に利用し、質量分析法のような高精度検査法は、スクリーニング検査で陽性となった二枚貝に対する確定検査として利用することができます。

ここで紹介した2つの検査法をはじめ、その他開発中の検査法が実用化されれば、動物試験を減らし、より迅速かつ効率的に貝毒の発生状況が把握でき、より安全な二枚貝を消費者に届けることができるようになるでしょう。

4. 丈夫な魚と貝を育てる

(1) 丈夫で成長のよい品種をつくる

例えば、味が良くて飼育しやすく成長も早い、私たち人間にとって都合のよい特徴を持った個体(親)同士を交配して、さらに優れた特徴を持つ個体を作ることを選種と言います。

農業や畜産分野では、人類の長い歴史の中で、野生の植物や動物から育種によって新しい品種を作ってきました。

水産分野においては、金魚は、長年にわたり品種改良が行われ、様々な形や色の品種が作られてきました。また、ニジマスなどは、何世代もかけて成長の良い系統や飼育上で都合の良い時期に産卵時期を変化させた系統が選抜され、固定されています。

しかし、これらを除くと、私たちが利用している魚貝類の大部分は、基本的に野生生物そのものです。

近年、国内はもとより世界中で生産量が増加している養殖業は、飼育された親魚から卵を採って養殖種苗(稚魚)を作っている場合でも、品種からみれば野生の魚貝類を生け簀や池の中で飼育しているに過ぎません。養殖業の更なる発展のためには、野生の魚貝類を「家畜」ならぬ「家魚」化するための技術開発が期待されています。

近年、成長が早い、食味が良いなどの特徴の発現に関与する複数の遺伝子の近くに存在する特徴的な塩基配列(DNAマーカー)を目印として探索する方法(QTL: Quantitative Trait Locus)が開発されました。この手法を用いて、イネや家畜において高成長や肉質の良さなどの形質に関連するDNAマーカー

や遺伝子の位置がわかってきています。DNAマーカーの育種への応用として、有益な形質と連鎖するDNAマーカーの型を特定して、良い形質をもつ個体の選抜を行い、優良な血筋を造り上げていく方法（マーカーアシスト選抜）が行われるようになってきました。成長性などに直接関与する遺伝子そのものを特定するには多大な労力が必要ですが、遺伝子そのものが特定できなくても、DNAマーカーの型と形質に有意な関係があればこの情報を育種に利用することができます（図14）。

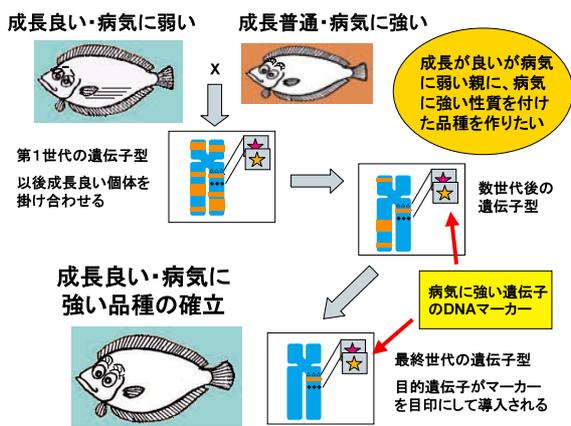


図14 マーカー育種概念図

このDNAマーカーの情報を用いると、卵・精子の段階の多数の個体について、有用な形質の有無を短時間で判定できるため、今までの選抜育種法に比べ、大幅な施設規模の縮小、扱える個体数の増加、所要時間の短縮が図られ、コスト削減効果も大きいと考えられます。

「丈夫で成長の良い魚を選ぶ」ことについては、養殖対象種の中から高度に病気に強いもの、高度に成長性の高いもの等を探します。

しかし、通常は複数の良い形質を同時に持っていることはありません。そこで、高度に病気に強い形質を持つもの、高度に成長性の高いもの、それぞれの形質に連鎖するDNAマーカーを探し出します。そして、これらのDNAマーカーを持つ雌雄をかけ合わせ、子供から双方のDNAマーカーを持つ個体を選ぶことにより、双方の形質を持つ個体を選ぶことができます。このようにして、良い形質を持つものを一つの個体に集めていく（固定）ことにより、優良な品種を作ることができます。そのためには、より多くのDNAマーカーによって作られた遺伝子の連鎖地

図（各遺伝子がどの染色体のどの位置に存在するかを表すもの）が必要となりますが、現在、ニジマス、ヒラメ等の複数の魚種において、高成長や耐病性などの付加価値をつけた品種改良のため、精力的に遺伝子連鎖地図の開発が進められています（表1）。

表1 遺伝子連鎖地図が研究されている主な養殖対象種（平成18年1月現在）

目的とする付加価値	魚種
耐病性・高成長	ニジマス、大西洋サケ、コイ、ティラピア、ヒラメ、ブリ
耐病性	アマゴ、ヒラマサ、クルマエビ

1) 成長の早いブリづくり

ブリは、日本列島近海を南北に移動する大型の回遊魚です。また、成長に応じてモジャコ、ツバス、ワラサ、ハマチ、イナダ、ブリなどと呼び名が変わる出世魚として、西日本ではマダイなどと並んで祝いの席に欠かすことができない魚です。

現在では、天然ブリの漁獲量が6万トンに対して、養殖ブリの生産高は年間15万トンと、国内供給量では養殖ブリが大半を占めるうえ、養殖ブリの生産金額は1,200億円（天然ブリは270億円）と、金額的に水産養殖で最大となっています。

しかし、ブリは、現在に至るまで養殖用種苗はほぼ100%を天然採取の種苗（モジャコ、図15）に依存しているため、計画的な生産や安定的な経営を行う上で大きな障害となっています。



図15 ブリの養殖用種苗（モジャコ）（（独）水産総合研究センター本部栽培漁業部 虫明 敬一氏 提供）
天然採取に依存しており、大きさは5cm程度。

そこで、ブリ種苗を安定的に確保するため、飼育した親魚（養成親魚）から採卵し、モジャコを人工的に生産する技術の開発が必要となっています。

ブリの主な産卵場は、九州南方の東シナ海で、産卵期は2～3月です。一方、人工種苗を生産している四国太平洋沿岸や九州東シナ海沿岸の種苗生産場の生簀は、産卵に必要な海水温（19℃）に達するのが九州南方海域より約2ヶ月遅いため、4月下旬から5月上旬にならないと生簀の親魚は産卵しません。このため、この時期に得られた卵から育てた人工種苗は同じ時期の天然モジャコに比べると著しく小さく、もっと大きな人工種苗を生産するために、親魚の産卵期を早める技術の開発が強く望まれてきました。

近年、ブリの親魚を9月中旬に陸上水槽へ収容し、水温と光の条件を調節して親魚の成熟を促進し、12月中旬に成熟確認後にホルモンを使って産卵を促す技術が開発されました。その結果、従来よりも4ヵ月早い12月下旬に、大量の受精卵を得ることが可能となりました。

この12月採卵によるふ化仔魚の成長は、従来の産卵期（4月下旬～5月上旬）のふ化仔魚と差はなく、この人工種苗は、4月下旬から5月上旬の天然のモジャコ漁が解禁される時点で、平均体重で約100gに達し、天然モジャコ（体重3g）より明らかに大きなサイズになりました。その後、海面生簀で飼育を継続したところ、満1歳になる12月下旬には平均体重で2.3kg（最大個体は2.8kg）に達し、天然モジャコを養殖した場合に比べると体重で最大2倍近く大きなブリを育てることに成功しました（図16）。

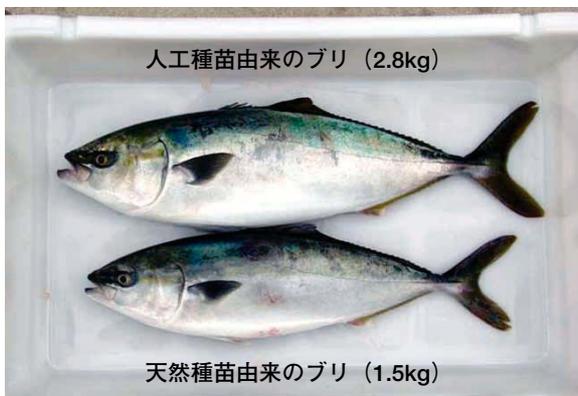


図16 12月採卵の人工種苗由来の養殖ブリと同時期の天然種苗由来の養殖ブリの比較（（独）水産総合研究センター本部栽培漁業部 虫明 敬一氏 提供）

従来の養殖方式では、出荷サイズに達するのに約2年半の養殖期間を要していますが、大幅に短縮することができました。

12月採卵型の養殖方式の開発により、サイズの大きい人工種苗を計画的かつ安定的に確保することが可能となり、①天然モジャコ採捕の減少により天然ブリの資源保護に貢献し、②養殖期間の短縮により大幅なコスト削減が可能となり、③1年間の飼育で2kg以上に育ち、年末の需要期に出荷可能なため市場の拡大につながるなど、ブリ養殖の新たな進展が期待されます（図17）。

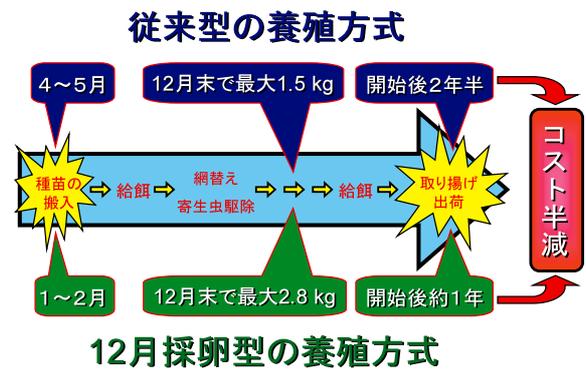


図17 現在のブリ養殖方式と12月採卵型ブリ養殖方式の比較（（独）水産総合研究センター本部栽培漁業部 虫明 敬一氏 提供）

今後は、天然モジャコとの差別化を図るため、人工種苗に「病気に強い」あるいは「おいしい」などの付加価値を持たせる技術の開発が必要です。この技術の開発によって、病気に強く（＝薬を使用しない）かつ成長が速い（＝低コスト）、消費者と生産者の双方にとってメリットのある人工種苗の生産が可能となり、安くて美味しく安全で、かつ安心して食べられる養殖ブリの提供に大きく貢献することが期待されています。

2) 病気に強いヒラメづくり

ヒラメは、味がよい白身の魚で消費者の人気が高いことから、天然資源を増やすため、人工種苗が日本各地で放流されているほか、比較的飼育しやすいため、陸上養殖を含め日本各地で養殖されています。しかし、病気に強いヒラメの系統はまだ確立されていません。

健康な養殖魚を生産するために、より病気に強い個体を養殖集団から選抜できれば、飛躍的な生産効率の向上や抗生物質などの薬の使用量の低減も可能

となります。しかし、これまで病気に強い性質を持つ魚を外観から区別できないため、病気に強い系統を確立することは困難でした。

遺伝子塩基配列上に散在する病気に強い遺伝子を効率よく探すには、DNAマーカーと遺伝子連鎖地図が必要となりますが、現在、これを利用して、リンホシスチス病に対して抗病性のあるヒラメを通常のヒラメと交雑し、通常のヒラメの優良形質を保持しつつ、リンホシスチス病抵抗性を付加した新しい品種を作り、その実用化試験が行われています。耐病性を持ったヒラメの系統が確立すれば、より安定したヒラメの養殖生産が期待できます（図18）。



図18 種苗放流後再捕されたヒラメ（約40cm）（独）水産総合研究センター東北区水産研究所 栗田豊氏 提供）
耐病性を持つヒラメの育種が進められている。

(2) 病気に素早く対応する

水産養殖業は、我が国の魚貝類生産の上で、重要な役割を占めています。

しかし、その発展を阻害するいくつかの問題のうち、病気の発生が一番大きな問題です。病気の原因は、寄生虫、細菌、ウイルス、その他栄養や環境に由来するものなど様々で、それぞれの魚種に応じて病気の種類も異なります。現在、日本には、表2に示すような魚貝類の病気が存在します。しかし、そのうちのいくつかは海外から日本に持ち込まれたものです。記憶に新しいところでは、平成15年10月に茨城県の霞ヶ浦で発生し、養殖魚ばかりか天然魚にまで大きな被害を出し、現在も被害が続いているコイヘルペスウイルス病があります。魚貝類の病気の特徴は、そのほとんどが水を介して感染を拡大させることです。従って、魚病は、一度発生すると、その水域では非常に早く感染が拡大してしまうため、そ

の被害を最小限に抑えるためには、迅速かつ正確に病気を診断することが必須となります。光学顕微鏡で調べれば診断できる寄生虫病と異なり、ウイルス病（図19）や細菌病は、従来、病原体を分離して診断をしていましたが、時間がかかることが課題でした。

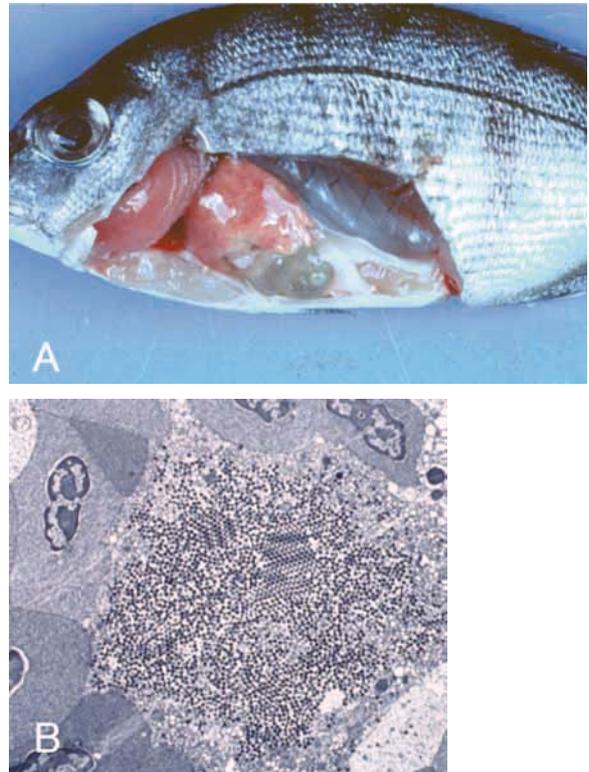


図19 イリドウイルス病にかかったマダイ（独）水産総合研究センター養殖研究所 飯田貴次氏 提供）
A：貧血を起こしているのが特徴、B：ウイルスの電子顕微鏡写真（写真中央部の粒子）

現在、多くの病気の病原体について、それぞれの特徴的なDNAを検出する診断法が開発され、迅速で正確な診断が可能になってきています。

治療では、細菌病や寄生虫病に対し、正確な病気の診断に基づき効果的な抗生物質や化学薬剤などが投与されます。ウイルス病に対しては、ウイルスが宿主の細胞に侵入し増殖することから、薬でウイルスを殺そうとするとどうしても宿主に影響が出るため、薬による治療は期待できません。ウイルス病対策は、基本的には「病魚を持ち込まない」、「病原ウイルスが入った水を飼育水として使わない」など、病気を発生させない予防対策が重要になります。さらに重要なものにワクチンの利用があります。ウイルス病予防におけるワクチンの効果は非常に大きく、

表2 日本における主要な養殖魚貝類における被害の大きい病気
 ((独) 水産総合研究センター養殖研究所 飯田 貴次氏 提供)

魚種	代表例	主な症状	原因となる生物	備考
サケ・マス類	IHN*	筋肉の出血	ウイルス	
アユ	細菌性冷水病*	体表のただれ・潰瘍	細菌	
コイ・キンギョ	KHVD*	眼球の陥没・鰓のただれ	ウイルス	コイのみ感染
ブリ属	ノカルジア症	体表部のはれ	細菌	最近増加傾向
マダイ	エドワジエラ症	腹部のはれ・腎臓に白点	細菌	
ヒラメ	エドワジエラ症	腹部のはれ・脱腸	細菌	
トラフグ	ヘテロボツリウム症	鰓に寄生	寄生虫	
アコヤガイ	赤変病	軟体部(貝肉)が赤くなる	未同定	
その他	PAV*(クルマエビ)	殻に白点	ウイルス	

IHN：伝染性造血器壊死症、KHVD：コイヘルペスウイルス病、PAV：クルマエビ急性ウイルス血症
 *：海外から持ち込まれたと考えられる病気

近年、世界的にも魚病に対するワクチンの開発が積極的に進められています。

ワクチンの利用や飼育技術の改善により、十分に病気の発生を予防し、それでも病気が発生した場合には、迅速かつ正確な魚病診断により適切に対処する。このような技術が、魚病被害を抑え、養殖魚貝類の食の安全、安心を確保するとともに、養殖の発展を支えていくこととなります。なお、現在、日本には存在しない病気を日本に持ち込まないように十分に注意をすることはいうまでもありません。

1) DNAによる魚病診断

魚病の対策としては、病気の発生後、その病気を迅速かつ正確に診断し、病気に応じて適宜対処することが重要です。その為には、様々な魚種に応じて多種類の病気に対応するための診断法を開発しなければなりません。

従来、魚病の診断法には、出血や潰瘍などの特徴的な症状や寄生虫の付着を観察する簡易診断、病原細菌の分離や病原ウイルスの培養といった病原体の分離培養法、病原体に対して特異的に結合する抗体を用いて病原体を検出する抗原抗体法などがありま

す。しかし、病原体の分離培養法は、早くても丸一日を要します。また、簡易診断や抗原抗体法は、診断の精度が悪く感度も十分ではありません。

これらの課題を解決するため、最近、病原体のDNAを用いる新しい診断手法が開発されてきました。代表的なものはPCR法で、これは病原体の持つ特異的な一部のDNAを増幅して検出する方法です。この方法により病原体の多くを検出することが可能となりました。しかし、この検出方法では特定の病原体しか検出できません。

病気の診断においては、当然、様々な病気を想定して複数の病原体を調べる必要があります。そこで、一度に複数の病原体を検出する方法として、DNAチップによる診断法が開発されました(図20)。

この診断方法の原理は、①それぞれの病原体が持つ特異的なDNA断片を一本鎖にして、基板(ナイロン膜、スライドガラスなど)に小さなスポット(点)状に張り付け、DNAチップを作製します。②病原体が含まれている診断試料からDNAを抽出し、一本鎖にしてDNAチップと反応させます。③DNAは二本鎖で出来ており、それぞれの鎖が相補的に結合する性

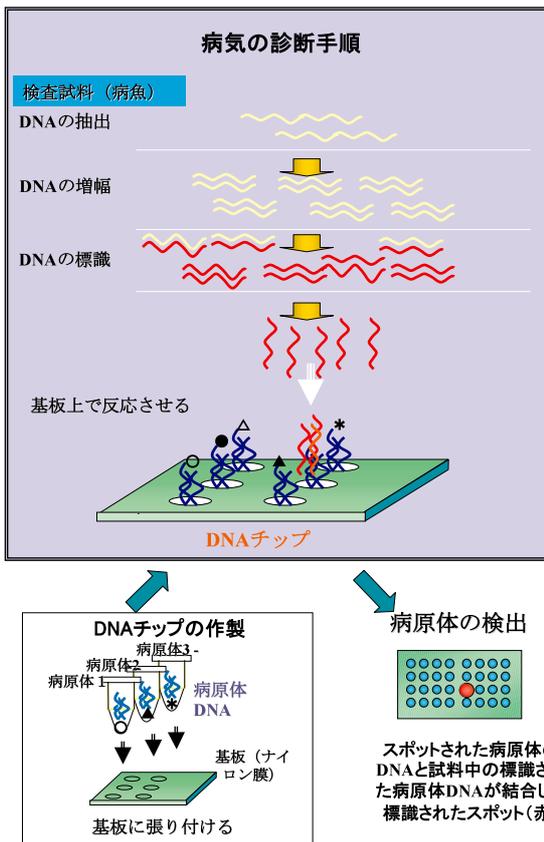


図20 魚貝類疾病診断用DNAチップによる診断方法の原理 ((独) 水産総合研究センター養殖研究所 大迫 典久氏 提供)

質があることから、試料中の病原体のDNAが特異的にチップ上の病原体のDNAと結合して二本鎖を形成することになります。④試料から抽出したDNAを、あらかじめ発光するように標識しておけば、病原体が試料中にある場合には、その標識された病原体のDNAがチップ上のDNAと結合し、そのスポットが発光します。

一枚のチップ上に、あらかじめ、診断したい病気の病原体のDNAをスポット配置しておけば、該当する病気の病原体が試料中にあれば、特定のスポットが発光(標識)され、病気が診断できるというわけです。

今回開発したDNAチップには、養殖魚貝類で発生している主要な細菌性疾病の病原体23種類がスポット配置されており、ほとんどの魚貝類の病原細菌による病気が迅速かつ正確に診断できるようになりました(図21)。

今後さらに改良を加えるとともに、細菌以外にウイルス検出用のDNAチップの開発も進められています。また、魚病診断を助けるDNAを紙に染みこませ



図21 魚貝類細菌性疾病診断DNAチップと診断例 ((独) 水産総合研究センター養殖研究所 大迫 典久氏 提供)

上右: DNAチップは、ナイロン膜の基板に病原細菌の特徴的なDNAが張り付けてあり、サイズはほぼ切手大。反応している部分により、病気を診断できる。右下: この写真ではアユ冷水病菌を検出。

本の形にして関係機関に配布し、研究者が必要なときにDNA診断に利用できる試みも行われています。このようなDNAチップ等が、魚病の診断を行っている都道府県の試験研究機関で普及し、魚病の蔓延防止に役立つことが期待されています。

2) 病気の治療と予防

私たち人間も含めて、陸上動物の主要な感染症は、ワクチンによる予防対策が重要な役割を果たしています。身近な例では、毎年、予防接種が行われるインフルエンザワクチン、結核に対するBCGなどがあります。

養殖魚の病害防除対策の主役は、約10年前まで抗生物質等の化学薬剤でしたが、その後、効果の高いワクチンがいくつか開発され、ブリを中心として最近急速に普及しています(表3)。

ワクチンの長所は、抗生物質と比べ、①細菌性疾病だけでなくウイルス性疾病にも有効、②薬剤耐性菌にも有効で耐性菌の出現を促さない、③食品中に

表3 日本で市販されている主な水産用ワクチン

予防対象疾病	魚種
ビブリオ病	アユ、サケ科魚類
α 溶血性連鎖球菌症	ブリ
β 溶血性連鎖球菌症	ヒラメ
イリドウイルス病	マダイ、ブリ他
イリドウイルス病+ビブリオ病+ α 溶血性連鎖球菌症の混合	ブリ

残留しない、④生態系に影響を与えない、⑤疾病の予防により生産の計画性が高まることが挙げられます。一方、ワクチンの短所は、抗生物質が一つの成分で複数の細菌性疾病に有効であることに対し、有効な疾病が単一であることです。

しかし最近では、複数の疾病に対するワクチンを混合することにより、複数の疾病を予防できる多価ワクチンの開発が進められています。ブリ類については、ワクチンの普及が進んでいる複数の県では、種苗への投与割合が8割を超えており、ワクチンが普及したこの10年間に、魚病被害額も抗生物質の使用量も大きく減少しています（図22）。

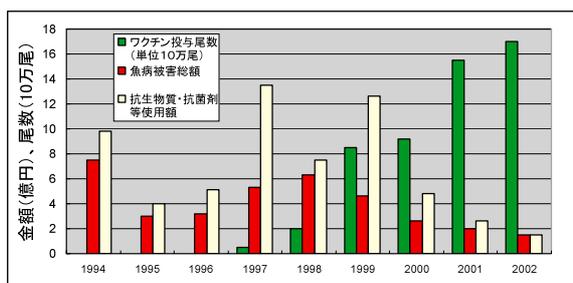


図22 大分県のブリ類における連鎖球菌関連ワクチン投与尾数（単位10万尾）と魚病被害総額（億円）、および推定抗生物質・抗菌剤等使用額（億円）の推移（（独）水産総合研究センター養殖研究所 飯田 貴次氏 提供）大分県（1994～2002年）における調査結果より改変

ノルウェーでは、ワクチンの普及により魚病を克服した後に、養殖生産量が著しく増大しました。ワクチンの普及は、既存の疾病被害を低減するだけでなく、養殖産業そのものを発展させる力を持っています。これまでに、（独）水産総合研究センター、都

道府県及び大学などにおいて、マダイイリドウイルス症ワクチン、ヒラメの β 溶血性連鎖球菌症、アユの細菌性冷水病ワクチン等に関する基礎研究とワクチンの実用化が進められています。ワクチンの投与技術についても、注射法（注射器を用いて、1尾ずつワクチンを魚に接種する方法）に比べ、より簡便かつ安全にワクチンを投与できるスタンプ法が開発されています（図23）。今後は、ワクチンの有効性をより簡単・迅速に測定する技術の開発が必要と考えられます。



図23 スタンプ法によるニジマスへのワクチン投与（（独）水産総合研究センター養殖研究所 乙竹 充氏 提供）
魚は麻酔後ワクチン液に移され（写真上）、スタンプされます（写真中）。スタンプは、一瞬で完了し、魚は飼育水槽に戻されます。写真下：スタンプ法に用いたヒト用BCG接種針。

3) コイヘルペスウイルス病の現状と対策

コイヘルペスウイルス病は、コイヘルペスウイルス（KHV）がコイに感染することによって発症する病気で、強い感染力を持ちます。平成10年にイスラエルやアメリカでコイの大量死があり、平成12年に、これは新しいウイルスが原因であると発表され、その後、ヨーロッパやインドネシアでもKHV病の発生が確認されました。

日本では、平成15年の秋、霞ヶ浦でKHV病による養殖ゴイの大量死が発生し、問題となりました。これをうけ、農林水産省農林水産技術会議は、平成16年度からプロジェクト研究「コイヘルペスウイルス病の診断・防疫技術の開発」を立ち上げ、被害軽減のための研究開発を推進しています。

KHVは、ヘルペスウイルスの一種と考えられており、抗生物質は効きません。これまでの研究から、コイ以外の魚種には感染しないことがわかっています。KHVは、水温20～25度で最も発生しやすく、初夏と秋に発生のピークが見られます。KHV病は、感染した食用ゴイの売買や、感染を知らないまま河川へ放流することなどにより、その感染が広がりますが、一般市民が病気になったコイを公共の池や河川に投棄するために発生することもあるようです。

KHV病の診断は、この病気の外観症状として、眼の落ちくぼみやエラの腐敗などがみられることもありますが（図24）、症状がはっきりと現れずに死んでいく場合もあるので注意が必要です。確定診断は、PCR法によるKHVの遺伝子を確認して行います。

KHVに感染したコイが全て死ぬわけではなく、ほとんど死なないこともあります。KHV病が発症しても、30度に水温を上げて一週間以上飼育すれば治癒する

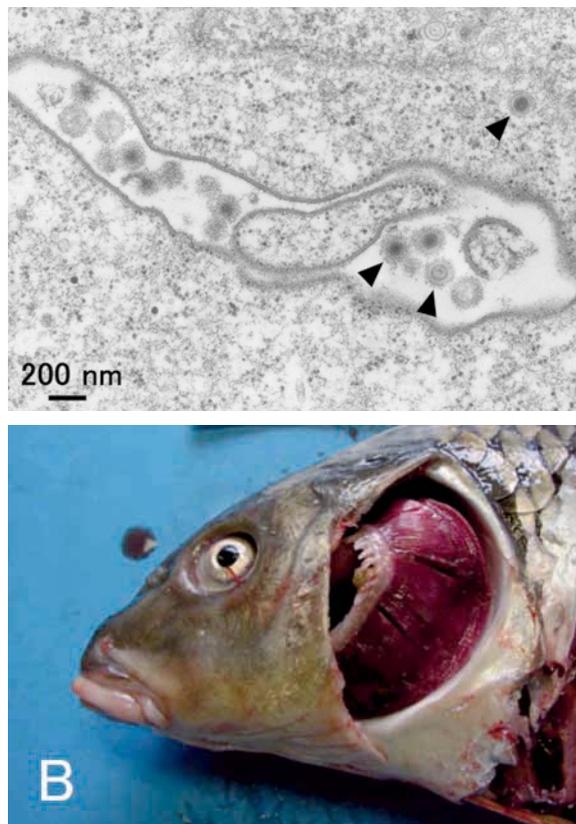


図24 KHV粒子とコイヘルペスウイルス病のコイ
（独）水産総合研究センター養殖研究所 三輪 理、飯田 貴次氏 提供）
上：KHV粒子の電子顕微鏡写真（矢印）、
下：眼の落ち込みとエラぐされが特徴的なコイヘルペスウイルス病のコイ

コラム③

あなたのコイをコイヘルペスウイルス病から守るために

コイヘルペスウイルス病は感染力の強い病気です。そのため個人でコイを飼育する場合は以下のことに注意してください。

- 1) 池や川で捕まえたコイを他の場所に持ち運ぶのはやめましょう。
- 2) 水温の低いときにコイを買ったり移動するのはやめ、20度以上の水温で健康に泳いでいるコイを選んでください。
- 3) 新たにコイを持ち込むときは20度以上に保った別の池や水槽で2週間以上飼育し、健康を確かめてから他のコイと一緒にすること。このときKHVの感染歴が無いコイと一緒に飼い、それらが発症しないことを確かめれば理想的です。

こと、また、KHV自体は次亜塩素酸やヨード剤、アルコールなど通常の消毒剤で簡単に死滅することが明らかになってきました。KHV病発症後、自然に治癒したように見えるコイもありますが、他のコイに病気を移す可能性があるため注意が必要です。水温を下げてKHV病の発症を抑制できますが、再び水温が上昇した場合に高い割合で病気が発生します。

最近、KHV病の大発生が起こった水域で生き残ったコイは、高い割合でKHV病に対する免疫を持っていることがわかってきました。実際に、KHV病による大量死が起きた場所では、二度目の大量死が起きたケースは報告されていません。しかし、これまでKHVが未侵入の水域では、KHVが入り込めばKHV病による大量死が起こる可能性があります。

5. 技術の普及

(1) 技術及び情報の普及・活用状況

水産物の種判別・原産地判別に関するDNA分析手法は、JAS法（日本農林規格）に基づく食品表示に関する分析・鑑定のため、(独)農林水産消費技術センターで判別マニュアルが作成され、農林水産省が実施する市場調査に活用されています（http://www.cfqlcs.go.jp/technical_information/hinpyou/）(図25)。

この調査は、聞き取り調査や帳簿調査だけでなく、判別マニュアルに基づいたDNA分析によって、市販品の品質表示が正しいかどうか調べられています。

ウナギの蒲焼きでは、(独)農林水産消費技術センターによって、PCR-RFLP法を用いた判別マニュアルが作成され、原材料が「国産」として表示されたウナギ市販品についてDNA分析を行い、原料原産地の表示が正しく行われているかが調査されています。

また、(独)水産総合研究センターでは、専門研究者による分析が必要な場合、都道府県や税関、公正取引委員会などの公的機関から依頼を受け、水産物の原料魚介類の分析及び鑑定を行っています。未知の試料の場合は、試料からDNAを抽出・精製し、公開されているDNA塩基配列のデータと照らし合わせて類似性を解析しています。

DNA分析は、これまでに、多くの研究者により多様な手法が利用されてきました。今後は、行政や業界のニーズに適合した、より簡便で正確に判別でき

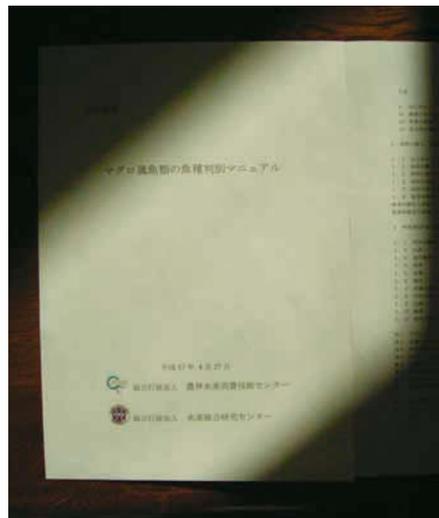


図25 マグロ属魚類の魚種判別マニュアル (独)農林水産消費技術センターが(独)水産総合研究センターと共同発行。

る手法を公式に定められた公定法とし、その判別マニュアルを作成し、標準化することによって国際的な信頼性を得る必要があると考えられます。また、DNA分析は、専門的分析機関や研究機関だけが対応してきましたが、簡易分析キットなどを開発することができれば、分析にかかるコストが低下するので、生産・流通・市場などにおける品質管理手法として、流通などの現場での調査・分析の手法として実用化されることが期待されます。国産ブランドシジミを有する県では、偽装表示からブランドシジミを守るため、DNA分析による産地判別に取り組んでいます(図26)。



図26 種判別手法講習会 ((独)水産総合研究センター中央水産研究所 小林 正裕氏 提供)
(独)水産総合研究センターは、(独)農林水産消費技術センターや県水産試験場の担当者を対象に、シジミのミトコンドリアDNAのPCR-RFLP法による種判別手法講習会を実施している。

(2) 品質評価技術の開発、産地情報と品質情報の組み合わせ

我が国で流通・消費される魚貝類は1,000種類を超えるため、多様な水産物を網羅する遺伝情報及び品質情報は断片的です。地域のブランド水産物や養殖品種をDNAレベルで判別するとともに、産地間の価格差の要因となる品質を決定する成分組成を同定し、水産物の品質に関する情報を収集することにより、高いレベルで品質の安定した水産物を消費者に提供することができると考えられます。

現在、約300魚種のミトコンドリアDNA塩基配列データが報告されていますが、水産重要魚種が全て網羅されているわけではありません。魚類ではDNAデータベースが充実されつつありますが、甲殻類、貝類、頭足類等では塩基配列のデータは十分とはいええず、加工品としての需要があり輸入量が多い種については、ミトコンドリアDNAデータの解析及び蓄積が必要な状況となっています。

マグロ類、カキ類等の生鮮魚貝類は、産地・漁獲海域によって品質上の特性が大きく異なり、そのことが水産物の価格形成に大きく関連しています。タンパク質・脂質・ビタミン類等の栄養機能性成分、アミノ酸・核酸関連物質・有機酸等の水産物の風味や美味しさに関与する成分、DHA・EPA・多糖類・ミネラル等の生体調節機能に関与する成分など、水産物の品質を特徴づける成分組成を明らかにし、主要な産地毎にデータベース化することにより、高品質・高機能な水産物に関する技術情報を提供することが期待されます。

水産物の産地や近縁種間の差違が品質面で比較され大きな価格差となっても、品質情報として数値化されていない場合がほとんどです。しかし、生産者や業界での水産物の官能検査の結果が価格に反映されていることが多いことから、専門家による官能検査とそれを決定している成分要素を関連づけることによって、水産物の品質や機能性の特徴を産地間の差違や価格に反映させることが可能になると考えられます。今後、このような「おいしさ」や「食べ頃」を計測し、客観的に評価する技術開発が必要になると考えられます。

これら測定すべき項目について、生産現場及び流通現場での簡易・迅速測定法を開発し、トレーサビリティ・システムを活用した魚貝類の生産・流通に

係わる総合的な情報提供（種・産地、おいしさ等）により、消費者の選択の幅を広げるとともに、消費者の国産魚貝類への嗜好にも応えることができると考えられます。



図27 近海マグロで有名な宮城県塩竈港に水揚げされたクロマグロ（（独）水産総合研究センター遠洋水産研究所 小倉 末基氏 提供）

6. おわりに —水産バイオテクノロジーの将来—

将来の水産バイオテクノロジーには、どのようなことが期待されているのでしょうか。消費者に役立つ①安全・信頼確保、②生産性向上、③新産業創出の3つの視点から考えてみましょう（図28）。

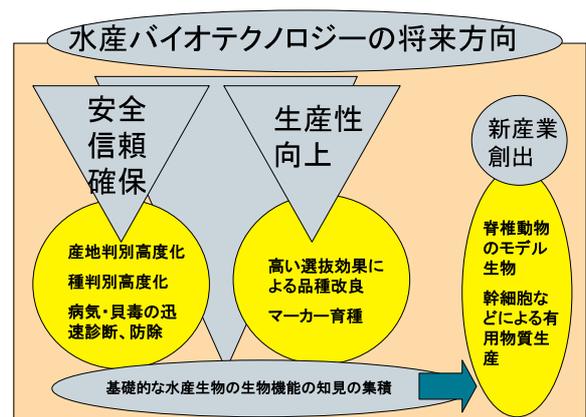


図28 水産バイオテクノロジーの将来方向

①安全・信頼性確保：病気の診断や貝毒の検出について、ここで紹介した診断技術を基により迅速な診断技術が求められます。同時に、必要最小限の成分を調べることにより、誰でも容易に診断できるキ

ット化が求められており、その開発が進むと思われます。また、産地判別技術は、トレーサビリティの必要性とともにますます重要視され、ここで紹介していないタンパク質を用いた魚種判別方法や飼育に伴う成分差を利用した判別方法などの発展が期待されます。

②**生産性向上**：現在、水産養殖業が対象としている魚貝類の殆どが野生種であり、新しい育種技術の開発が必要です。

その方法として、マーカー選抜育種は、水産育種にとって最も合理的であると考えられます。

また、天然もしくは極めて天然に近い状況の親から育種することから、家畜に比べてはるかに高い遺伝的多様性を持っていることが予想され、選抜効果は高いと考えられています。

品種の付加価値となる形質である筋肉の物性や脂肪の蓄積性、体色など、魚貝類の品質上の特徴は、近縁種であっても大きく異なる場合があることから、これらの遺伝的背景にも種特異的な遺伝子が関与する可能性があります。

このように、成長促進、耐病性、ストレス耐性、早熟などに関わる遺伝子機能の解析と優良形質をもつ魚貝類の育種は、現実的な課題となってきています。遺伝子組換え技術は、特定の遺伝子を新しく付与することによって、その生物が持っていなかった特性を付け加える方法として魚貝類においても研究開発が進展しています。特に、成長性を大きく高める（数倍から数十倍の成長速度）成長ホルモン遺伝子導入魚は、実用化の域に達しており、米国／カナダの企業が米国食料薬品局（FDA）に食品としての安全確認の申請を行っており、市場への流通は近いとの見方もあります。

遺伝子組換え生物も将来の育種技術の選択肢の一

つであることは間違いありませんが、食品としての安全性や、万一、環境中に組換え生物が出た場合の環境に対する影響など、安全性についての研究が重要です。

③**新産業創出**：例えば、ゼブラフィッシュ及びメダカのゲノム（遺伝子情報全体）解析が進行しており、これら2種のさまざまな突然変異個体が作出され、遺伝学上の利点から、モデル生物としての利用が広がっています。

また、魚類を脊椎動物のモデルとして、アルツハイマー症、心臓病、糖尿病などの遺伝子疾患の原因遺伝子の同定と突然変異個体の作製が行われています。脳・神経系、免疫といった高等動物の高次な機能、発生、成長、老化といった生命の基本現象の解明も、遺伝子解析技術の進歩に応じて魚類を利用して急速に進んでいます。

他方、培養条件により、様々な臓器に分化することができる幹細胞を培養する技術も注目されています。

魚貝類で幹細胞を培養することができれば、再生医療用の生体組織を試験管内で再生することが可能になり、希少種の保存や新しい増養殖技術、物質生産技術に発展するでしょう。

現在、ニジマスなどの卵を、ヒトインターフェロンなどの有用物質を生産する生物工場として利用する試みが始まっています。

遺伝子や細胞を扱う次世代のバイオテクノロジーは、実験室内のモデル生物の研究だけではなく、野生の生物やその集団を研究の対象に捉えています。人類にとって有用な遺伝子の発見を目指す上で、多様性に富む水産生物は、まさに“探索しがいのある”対象であり宝庫と言えます。

（執筆担当：和田時夫、木村 量）

本レポートの作成にご協力いただいた方々（敬称略）

（独）水産総合研究センター

本部栽培漁業部 技術開発課長 虫明 敬一

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長 山下 倫明

中央水産研究所利用加工部 食品安全研究室 主任研究官 及川 寛

中央水産研究所水産遺伝子解析センター長 中山 一郎

中央水産研究所水産遺伝子解析センター 主任研究官 小林 敬典

中央水産研究所水産遺伝子解析センター 主任研究官 小林 正裕

東北区水産研究所海区水産業研究部 海区産業研究室長 神山 孝史

東北区水産研究所海区水産業研究部 海区産業研究室 主任研究官 鈴木 敏之

養殖研究所病害防除部長 飯田 貴次

養殖研究所病害防除部 病原体制御研究グループ長 三輪 理

養殖研究所病害防除部 健康管理研究グループ長 乙竹 充

養殖研究所病害防除部 魚病診断・研修センター長 大迫 典久

以上

『農林水産研究開発レポート』既刊リスト

- No. 1 (2001.10) 麦の高品質化を目指して
- No. 2 (2002. 1) イネゲノム情報を読む
- No. 3 (2002. 5) 循環する資源としての家畜排せつ物
- No. 4 (2002. 9) 機能性食品の開発
- No. 5 (2002.12) バイオマスエネルギー利用技術の開発
- No. 6 (2003. 3) 新たな用途をめざした稲の研究開発
- No. 7 (2003. 5) 昆虫テクノロジー研究
- No. 8 (2003. 9) 地球温暖化の防止に関わる森林の機能
- No. 9 (2004. 2) 海洋生態系と水産資源—持続的水産資源管理の高度化を目指して—
- No.10 (2004.11) 食品の品質保証のための研究開発
- No.11 (2004.12) 食料・環境問題の解決を目指した国際農林水産業研究
- No.12 (2005. 3) 病害虫の総合的管理技術—化学農薬だけに依存しない病害虫防除—
- No.13 (2005. 7) 大豆の安定・多収を目指して
- No.14 (2005.11) 進化する施設栽培—大規模施設から植物工場まで—
- No.15 (2006. 3) イネで牛を育てる—飼料イネによる国産牛生産—

本レポートについてのご意見・ご感想を募集します

今後のレポート作成の参考とさせていただくため、皆様からのご意見・ご感想をE-mail、FAX、郵便などによりうけたまわっておりますので、下記宛までお寄せ下さい。

宛先：〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1
農林水産省 農林水産技術会議事務局 技術政策課 技術情報室調査班
(担当) 児玉、岩崎
TEL 03-3501-9886
FAX 03-3507-8794
E-Mail：www@s.affrc.go.jp

インターネットをご利用される方へ

- 1 本レポートは、次のURLでご覧いただけます。

<URL><http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/report.htm>

- 2 前年度までに発行した本レポートのビデオ版「食と農の未来を拓く研究開発」は、次のURLでご覧いただけます。

<URL><http://rms2.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/other/MediaDB/mediadb.html>

なお、ビデオ版DVD「食と農の未来を拓く研究開発」は、公立図書館等でもご覧になれます。詳細については、最寄りの施設へお問い合わせ下さい。

- 3 この他、農林水産研究成果等に興味をお持ちの方は、以下のURLをご覧ください。

農林水産省農林水産技術会議

<URL><http://www.s.affrc.go.jp/>

研究成果情報データベース

<URL><http://www.s.affrc.go.jp/docs/seika.htm>

農学情報資源システム AGROPEDIA

<URL>http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/menu_ja.html

農林水産研究成果ライブラリー

<URL><http://rms2.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/index.html>

プロジェクト研究成果シリーズ

<URL><http://rms2.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/seika.html>

農林水産研究開発レポート No.16

「魚と貝のバイオテクノロジー -安全で信頼できる魚と貝を目指して-」

2006年3月10日

監 修 農林水産省 農林水産技術会議

編集・発行 農林水産省 農林水産技術会議事務局

〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1

TEL 03-3502-8111 (代表)

FAX 03-3507-8794

印刷所 中島印刷株式会社

