

養殖研究レター

第7号(2011年2月)貝類研究特集号



カキ殻加工固形物を利用したアサリ垂下養殖試験の様子

編集 養殖研究所



独立行政法人
水産総合研究センター

巻頭言

今、貝類の研究が求められている	3
-----------------	---

研究情報

カキ殻のリサイクルによるアサリの養殖 ー廃棄物をアサリのゆりかごへー	4
美しい真珠を作るアコヤガイの開発に向けて ーめざせ花珠真珠ー	5
アワビの増殖と保全 ーキーワードは遺伝特性ー	6
二枚貝から良い卵をとるために ー決め手はホルモンー	7

所の動き

「ご用聞き方式」による研究ニーズ調査報告 ー現場の声を研究開発へー	8
--------------------------------------	---

表紙写真説明

養殖研究所では、貝類養殖を充実させる為の研究に様々な分野から取り組んでいます。

このコンテナは垂下方式の養殖で使用するもので、カキ殻を固形物に加工したものを詰めてアサリを生育させたところ、非常に速い成長が見られました。現在、実用化に向けて様々な試験を行っています。（詳細は4頁）

今、貝類の研究が求められている

(業務推進部長：伊藤文成)



美味しそうな食事が目の前に並ぶと、つい口元がゆるみ幸せ感に浸れるというもの。サザエやアワビ以外の貝類の多くは冬に旬をむかえます。

冬になれば、カキフライにホタテのお作り、アサリかハマグリの中子などが並べば文句

なし（欲を言えばふぐのテッサにふぐちり、ズワイガニもいいですね。）。貝といえば学生時代、台風の翌朝にはいつになく早起きをして、近くの浜に打ち上げられたホッキ貝を拾いに行ったことを思い出します。夜明け前には駆けつけないと競争相手が多く、思った収穫が得られない様な状況でした。その晩には、仲間が集まってホッキづくしの宴会になり、競ってほおばったものです。本誌面はまじめな貝類研究の話なので、余計なことはこのくらいにして本題に移ります。

日本の近海だけでも約5千種類の貝類がいるとされており、そのうちおよそ50種類が私たちの食卓を賑わしています。人類が古くから貝類と深く接触してきたことは、世界各地で発見されている貝塚の存在からもうかがい知ることができます。貝塚の研究から、縄文人はアサリ、ハマグリ、サザエ、シジミ、ホタテなどを食べていたとされ、「写真記録日本食物誌」には400種類もの貝が食用にされていたとの記載もあるほどです。貝類は食用の他にも、真珠や貝殻を材料とする宝飾品、貨幣、薬用など古くから多くの用途に利用されており、人間とは切っても切れない間柄と言ってもいいでしょう。養殖の歴史も古く、11世紀には中国で養殖真珠が作られていたとの記録があり、また日本でも室町時代にはカキの地まき式養殖が始まったと伝えられています。

その様な貝類に関して、最近、沿岸における生息量が急激に減少しています。また昨年

には、陸奥湾におけるホタテガイの大量死が大きなニュースになりました。その被害額は64億円に及び、成貝の生存率は33%とのことでした。水産業は地方漁村を支える基幹産業ですが、現在は水産業全体も養殖業も非常に厳しい経営状況にあり、貝類養殖に活路を求める自治体が多くみられます。本ニュース「所の動き」に寄稿していただいた元西海区水産研究所長の秋山さん（現三重大学特任教授）の記事からも、貝類研究の強化を求める声が非常に大きいことが分かります。最近、養殖研究所における不明病診断の依頼に貝類が多く見られるようになりました。このように、貝類の養殖に係る研究開発ニーズが多いことを受けて、養殖研究所では昨年度、部の壁を越え、貝類に関する研究を行っている研究者を集めて「貝類養殖研究ユニット」を立ち上げました。もちろん個々の研究者は貝類の研究だけをやっている訳ではありませんが、様々な研究分野の研究者が集まることで広い視野から貝類の研究を発展させようと考えました。養殖研究所の本所は真円真珠発祥の地三重県にあり、その前身の一つは「真珠研究所」でした。そのことから、貝類研究の充実が養殖研の使命とも考えています。

このような状況の中で、当所における貝類研究を広く知っていただく必要を強く感じ、今回の「養殖研究レター」は貝類研究を特集しました。来年度から、瀬戸内海区水産研究所に無脊椎動物の研究拠点の新設が検討されています。貝類の主要な基礎研究はその拠点で実施される予定ですが、養殖研究所としても、協力体制を作って研究を進めるとともに、今後とも地場産業との関わりの中で貝類の研究をさらに発展させる必要があると考えています。今後ともご支援のほど、よろしくお願いします。



地元食材を利用した貝料理（協力：ヒロヤ）

カキ殻のリサイクルによるアサリの養殖 —廃棄物をアサリのゆりかごへ—

(生産システム部：日向野純也)



図1. 長径約1cmのラグビーボール状に成型したカキ殻加工固形物(ケアシェル)

カキ(主にマガキ)やホタテガイは垂下養殖が盛んに行われ、2005年にはマガキの養殖生産量が21.9万トン、ホタテガイは養殖と漁業の合計生産量が49万トンとなっています。これらから排出される貝殻は合計で45.3万トンと推計され、莫大な貝殻をどう処理するか問題になっています。

養殖カキの生産量が年間5千トン以上に及ぶ三重県でもカキ殻の処理に困っていました。そこで1998年に鳥羽市開発公社が事業主となり、水産庁の補助事業で「鳥羽かき殻加工センター」が建設され、カキ殻を粉砕した粉末の生産が始まりました。カキ殻粉末は主に農業用肥料として販売されていますが、2002年頃に製塩の副産物である水酸化マグネシウムとこのカキ殻粉末を混合してつくった固形物が開発されました(図1)。このカキ殻加工固形物は自由な形に成型することができ、水の中に入れてもすぐに溶けず、またアルカリ性を示す性質を持っています。この固形物を開発した小林節夫さん、山口恵さん、今井芳多賀さん(現株式会社ケアシェル)が、水産物増産のために役に立てられないかと養殖研に相談に来られ、二枚貝の増養殖への応用を模索しました。

何回かの試行錯誤の後、2008年5月に鳥羽市浦村地区で干潟上に粒状にしたカキ殻加工固形物を網袋の中に詰めて置く実験を行いました。アサリは60ミクロンほどの卵を産みますが、孵化から2～3週間は浮遊幼生として海中を漂います。この実験の目的は、流れ着いたアサリの浮遊幼生を着底させ育った稚貝を回収することです。事前調査で、



図2. ケアシェルを詰めたコンテナで約1年間養殖したアサリ(殻長20mm以下で天然採苗し40mm以上に生育、生後約1年半)

この干潟には殻長1cm以下の小さなアサリのみ生息することを確認しています。8ヶ月後に袋を開けてみると中から大きく成長したアサリが現れ、その殻長は平均18mm、最大30mmでした。伊勢湾のアサリ漁場に比べてかなり成長が速いことに非常に驚くと共に、カキ殻のリサイクル材を有効活用できたことに開発者の方々と喜びを共有出来ました。なぜカキ殻加工固形物の中でアサリが短期間に成長したのか詳しいメカニズムは解っていませんが、干潟の砂を掘ると真っ黒で還元状態にありpHが7.6と低いのに対し、固形物を入れたところはpHが8以上に保たれたことがアサリの殻が育つのを助けたのではないかと考えています。2009年5月に、この固形物は「ケアシェル」と命名されました。

このようにして集めたアサリの稚貝を、「ケアシェル」を詰めたコンテナの中に入れ、海中に吊して養殖の実験をしたところ、殻長約2cmのアサリが1年後には約40mmまで成長し(図2)、中には50mmに達するものも見られました。すでに鳥羽市浦村町のカキ養殖業を営む若い方々が、この方法を使ったアサリ養殖に積極的に取り組まれている、地域漁業の活性化と安全な食品の供給に貢献することが期待されています。現在、様々な比率で砂利と混ぜて採苗と養殖の試験を行っています。その結果を基に、他の地域でもアサリを増やすための試験を行っていきたいと考えています。

美しい真珠を作るアコヤガイの開発に向けて —めざせ花珠(はなだま)真珠—

(生産技術部：正岡哲治)



真珠はアコヤガイ等の貝が作り出す宝石で、その希少性と美しさで古代から世界中で珍重されてきました。現在、世界中に流通している球形の真珠は、ほとんど全てアコヤガイとその近縁種を用いた養殖によって、世界各国で生産されたものです。これらの真珠養殖を可能にした最も重要な技術は、100年以上前に日本で開発され、現在も真珠養殖で使われています。

真珠養殖の方法は、まず、貝殻を作り出す外套膜という組織の一部(組織片)を組織供与用のアコヤガイから切り取り、貝殻等で作られた球形の核(真珠核)と一緒に母貝となる他のアコヤガイの生殖巣内に移植します。そうすると、この組織片は核の表面を包み込む真珠袋と呼ばれるものになり、内部にある真珠核の表面に向かって真珠層を分泌します。そして、この母貝を海で半年～1年以上飼育して真珠袋に真珠層を分泌させ続けると、美しい真珠ができあがります(図1)。

アコヤガイの貝殻の内側を見ると美しい真珠層がありますが、真珠の表面はまさにこの真珠層そのもののなのです。「どのようにすれば色や光沢が良く、しみ、傷のない美しい真珠ができるのか。」、このために多くの研究者や養殖業者の方々の努力が積み重ねられてきました。その結果、「海(漁場)の環境」、「貝の飼育管理の方法」、そして、「貝そのもの」の3点が、真珠の品質に大きく影響を及ぼすことが分かってきました。近年では、特に、真珠を作り出す母貝や組織供与用のアコヤガイを「より美しい真珠を作り出すアコヤガイに改良できないか」ということが検討されています。

これまでの研究で、貝殻の真珠層が黄色みを帯びているアコヤガイの外套膜の一部を利用して真珠を生産すると、黄色っぽい真珠ができることが知られています。また、貝殻の真珠層が黄色みを帯びているアコヤガイは、子供の貝殻の真珠層も黄色みを帯びていることが多いことも知られています。これは、真珠の色にアコヤガイの貝殻を作る特性が影響しており、これは子供に伝わる(遺伝する)ことを示しています。また、私たちはいろいろな産地のアコヤガイの遺伝子(DNA)を調べてきましたが、同じ産地のアコヤガイでも、いろいろな種類のDNAを持っていることが分かりました。つまり、個性とも言うべきいろ

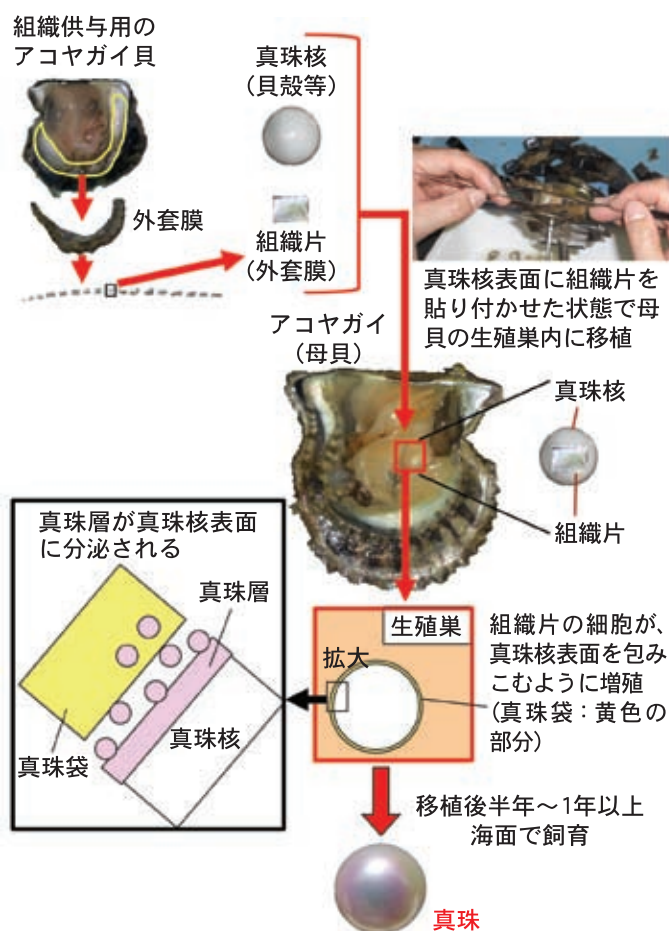


図1. 真珠ができるまで～真珠養殖の原理

いろな特徴を持つアコヤガイがいることが分かりました。さらに、複数の研究機関が貝殻の形成に関係している遺伝子があることを報告しています。

真珠養殖が始まって100年以上たつ今でも、まだまだ真珠ができる仕組みは分からないことが多くあります。私たちは、アコヤガイのDNAの研究を進め、真珠生産を支援する技術を開発したいと考えています。いろいろな特徴をもつアコヤガイを集めて、その中から美しい貝殻を持つもの等を選び、それらの遺伝子の情報を基に育種を行っていけば、花珠(はなだま)と呼ばれる最高品質の美しい真珠「花珠(はなだま)真珠」を作り出すアコヤガイを開発できると期待されます。

アワビの増殖と保全 —キーワードは遺伝特性—

(生産技術部：原素之)



アワビ類の漁獲量は1970年代以降大きく減少し、それを補うため、人工種苗の放流が全国規模で行われてきました(図1)。一部地域では成長した放流貝を漁獲することによる経済効果がみられますが、その効果は限定的です。一方、放流には種苗を直接漁獲するだけでなく、それらが成長し親



採捕された人工アワビ(上)と天然アワビ

貝として再生産に加わることで資源を増強する効果も期待されています。けれども、もともとその水域にいる集団と異なる遺伝特性を持つ種苗が放流された場合、その海域の遺伝的多様性が攪乱されるといったことが懸念されています。そこで、放流種苗が天然集団に及ぼす遺伝的影響を最小限にとどめ、天然資源を持続的に利用するには、保全遺伝学的観点からの基準を示すとともに、放流種苗の再生産状況の把握が重要となります。

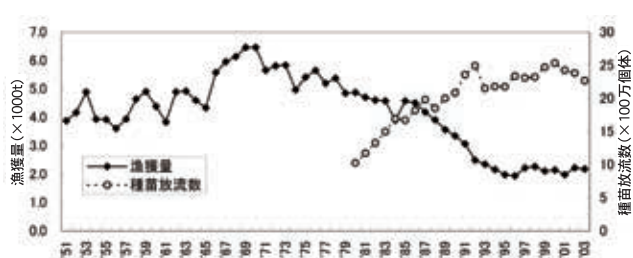


図1. アワビの漁獲量と種苗放流量 (1951~2004年)

アワビ類の中でも重要なエゾアワビとクロアワビは、前者が寒冷域、後者が暖流域と異なる水域に棲んでいます。しかし、分布域が不明瞭なことや形態が似ていることから、識別は簡単ではありません。さらに、多くのクロアワビ分布県では、クロアワビの種苗生産の困難さから長年にわたりエゾアワビ人工種苗を放流に使ったり、太平洋産の人工種苗を日本海側などで放流してきました。しかし最近、エゾアワビとクロアワビは個体レベルでも識別が可能になり、さらに、両者はそれぞれ太平洋と日本海のグループに分けられる

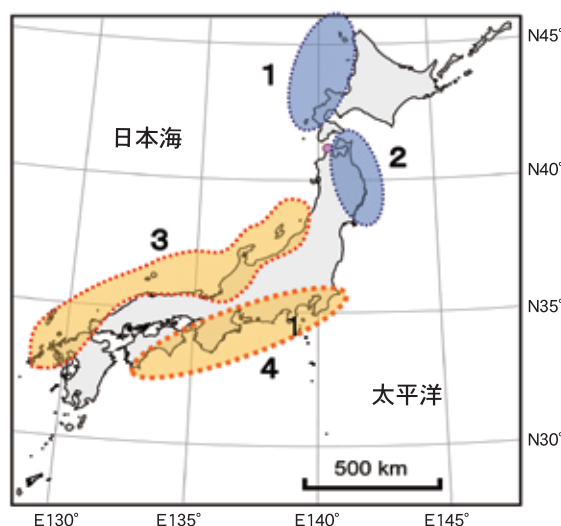


図2. エゾアワビとクロアワビの集団構造

- 1: 日本海エゾアワビグループ、2: エゾアワビ太平洋グループ
3: クロアワビ日本海グループ、4: クロアワビ太平洋グループ

ことがわかってきました(図2)。これらのグループは、アワビ種苗を適切に放流するための遺伝学的管理単位となると考えられます。

長年にわたりエゾアワビ人工種苗を大量に放流し続けてきたクロアワビの漁場を調べてみると、調査水域のクロアワビ集団における遺伝的多様性や遺伝組成には顕著なエゾアワビの遺伝的影響は検出されませんでした。しかし、南日本で放流されたエゾアワビの中には、クロアワビの産卵期である11月以降に成熟している個体もみつき、両種の間で交雑が起こっている可能性は完全に否定する事は出来ません。また、たとえ同種であっても、現在放流されている多くの人工種苗は、放流先の在来集団とは遺伝組成が異なることが多く、それらの種苗は地域集団が長い進化過程で獲得してきた環境適応形質を持っていない可能性があります。今後、放流人工種苗の再生産を詳細に調べるための高感度な分析法の開発が望まれます。

アワビ類の天然水域での増殖を成功させるためには、遺伝学的管理単位に配慮するとともに、在来集団を親集団として保全し、再生産環境を含めた漁場の整備による新しい増殖法の構築がアワビ資源回復策の一つになるのではないかと考えています。

二枚貝から良い卵をとるために ー決め手はホルモンー

(生産技術部：淡路雅彦)



養殖の二枚貝といえばカキやホタテガイがお馴染みですが、最近アサリ、タイラギなど新しい種類の貝の養殖も始まろうとしています。ところで養殖するにはもとになる稚貝が必要です。ここでは稚貝を得る方法に関連して私たちが進めている、貝のホルモンの研究を紹介します。

稚貝を得るには天然から集める方法（天然採苗）と、人工授精する方法（人工採苗）があります。天然採苗はカキ、ホタテガイの養殖などで使われている方法で、自然の生産力を利用して安価で遺伝的にも偏りの少ない稚貝を得ることができますが、海環境変化により稚貝の採れる量が変化するなど不安定な面があります。またほとんどの二枚貝では、目的とする種類の稚貝だけを効率よく集める方法が確立されていません。そこで新しい対象種では、稚貝を得るために人工採苗の技術が重要になります。

二枚貝の人工採苗には切開法と産卵誘発法という二つの方法があります。切開法は発達した卵巣、精巣を持つ貝の体内から海水中に卵と精子を取り出して人工授精する簡便な方法ですが、カキ、アコヤガイなどごく限られた種類のみで可能です。一方、産卵誘発法は卵巣、精巣が十分に発達した貝を水槽に入れ、水温を上げるなどの刺激を与えて産卵させる方法で、多くはこの方法で人工採苗します。

さて、この産卵誘発法、簡単そうに書きましたが実は難しいのです。まず、十分に成熟した良い親貝を準備する必要があります。また、産卵させる刺激は、全国各地の担当技術者の方々が貝の種類に応じて色々と工夫している経験と勘に頼る職人技であるのが現状です。まさに技術者の腕の見せ所とも言えますが、私たちは二枚貝の産卵を刺激するホルモンを用いることで、産卵誘発がより確実に行えるように研究を進めています。

二枚貝の発達した卵巣には卵黄が蓄積された卵母細胞（卵となる細胞）が多数詰まっており、それぞれ大きな核（卵核胞）を持っています（図1）。産卵が起こる時には、この核が消える現象（卵核胞の崩壊）が起こります（図2）。貝類をはじめ無脊椎動物の体内で起こる様々な生理現象は、神経節で作られるホルモンによって調節される場合が多いため、この現象も神経節で作られる物質で引き起こされるのではと予想しました。そこでカキを材料として、神経節抽

出物に卵核胞崩壊を起こす物質が含まれているか調べたところ、従来から知られているセロトニンとともに未知のタンパク質成分にも活性が認められました。現在、その物質の精製を進めています。またカキの神経節で働く遺伝子を調べたところ、ヒトや魚で生殖腺の発達を刺激するホルモンや、実験動物としてよく使われている貝類（アメフラシ）の産卵ホルモンの遺伝子と似たものがあることが分かりました。現在、それらの遺伝子から作られるホルモン候補物質についても化学合成して卵巣の発達や産卵に対する効果を調べています。

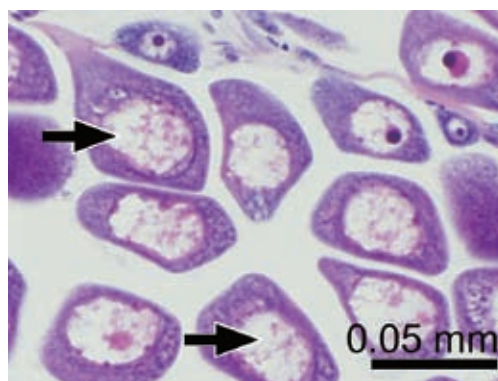


図1. アサリの卵母細胞（矢印が卵核胞）

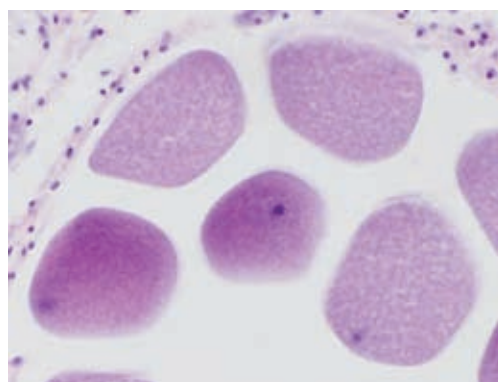


図2. 卵核胞が消えた産卵直前のアサリの卵母細胞

私たちは、今後、これらの生理作用の解明を進め、今よりも確実に産卵が誘発できる技術に結び付けたいと考えています。また、ホルモンに対する反応性が、産卵誘発に適した十分に成熟した状態の親貝かどうかを判定する指標になると予想しています。

「ご用聞き方式」による研究ニーズ調査報告 ー現場の声を研究開発へー

(三重大学大学院生物資源学研究科 特任教授 秋山敏男)



タイラギの垂下養殖研究(写真提供：(独)水産総合研究センター西海区水産研究所)

平成21年3月に水産総合研究センター退職後、嘱託として各府県を巡り増養殖研究ニーズを収集しました。本調査は、今後の養殖研究分野の研究活動や職員業務の参考とするためのものです。従来から、ニーズ収集にはアンケート調査が多く実施されていましたが、今回の調査では、質問者が対象者の職場でお話を伺う「御用聞き」方式を採用しました。

調査は、5月から西日本の養殖県を中心に訪問し、10ヶ月間かけて77名の方々と面談しました。対象者は、県市の水産行政・研究・栽培センターの職員、養殖・種苗生産業者、漁連等の役職員、飼料メーカー等企業の管理職員、ジャーナリスト、大学理事といった方々です。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。面談対象者からは個別意見を公にする許可を頂いてないので、本記事では要約のみをご紹介します。

1. 漁業・養殖業全般の現状認識と問題点等について

沿岸漁業は資源減少、魚価の低迷、高齢化で各地とも深刻な状況でした。養殖業への転換により産業

の立て直しを図っている自治体もありましたが、その養殖業も昨年は採算割れの経営体が多く、家業を子供に継がせる意志がない養殖家も多いようです。漁協の組合員数も減少しています。また、水産物の輸出が奨励されていますが、日本産の魚に課せられている厳しい規制を日本向けの輸入品は受けていないなどの「輸出入制度への強い不公平感」が業界関係者にはあるようです。他方で、魚類よりも取組みやすい貝類養殖の推進を施策の主軸にした府県もあり、養殖研に対して「貝類研究の強化」を強く求めています。養殖業の生き残り策としては、①経営規模拡大による価格決定権の確保、②経営の分かる人材の養成、③資本力の確保、④貿易不均衡の是正などが意見の中から浮かんできました。

2. 増養殖研究のニーズについて

10年前に西日本の主要な養殖県を対象に調査を行った時の次代の養殖有望魚種は、今では盛んになり始めた「クロマグロとハタ類」でした。今回は、新たな有望魚種をあげた面談者は少なく、むしろ「現在の養殖主要魚種の改良・高品質化が最重要ターゲット」であるとの意見が多く、「養殖魚介類の品種改良研究」に大きな期待をよせていました。その際には生産者の都合だけでなく消費流通販売側の要請も参考にすべきとの意見でした。また、作出した優良系統の原種は「国がバンクを創設」して保存・配布事業を行い、自治体はそれらを活用して地域にあった品種を作出する形が良いとの意見もありました。その他、具体的な要望として安価な飼料の開発、仔稚魚期や貝類の疾病診断技術の向上、各種ワクチン開発と速やかな認可、医薬品の魚種指定の緩和などがありました。試験研究機関への様々なご意見も頂きましたが、紙面の都合で割愛します。最後に、本調査でも、応用研究所の使命は現場に確実に貢献する成果をタイムリーに出すことだと痛感しました。

養殖研究レター No.7 (平成 23 年 2 月)

編集・発行：(独)水産総合研究センター 養殖研究所 業務推進部(伊藤文成、澁野拓郎、若松和希子)
〒516-0193 三重県度会郡南伊勢町中津浜浦 422-1 TEL: 0599-66-1830 FAX: 0599-66-1962
URL: <http://nria.fra.affrc.go.jp/>