

# JFSTA NEWS

## contents

年頭挨拶.....	1	コラム・寄稿.....	6
シニア技術専門員とその活動.....	2	会務報告.....	14
会員通信.....	3	事務局便り.....	16

## 年頭挨拶

会長 川口恭一

平成28年の年頭に当たり、皆様に新春のお慶びを申し上げます。

昨年は、大規模な洪水の発生やパリにおけるテロの勃発など、自然環境や社会環境面で激動がありました。新しい年は穏やかな1年であってほしいものと願う次第です。

全水技協は設立以来7年を経過し、この間、業務の発展拡大を図ってことができました。

新しい業務として外部から依頼され、3年間にわたって実施してきた漁業影響調査については調査を完了し、先般とりまとめ報告書を提出したところです。

また、自主事業として「沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する緊急提言」をとりまとめ、昨年末、政・官・業界に向け提言いたしました。

更に、「養殖産業の実態と研究開発ニーズ調査」についても3年間の最終年度を迎え、全体報告のための報告書作成業務を進めているところです。特に、この業務の実施にあたっては、北海道から沖縄まで全国的に立地する各種養殖業に対応して、各地に在住する技術的知見がある会員が分担するなど全水技協の組織的特徴を発揮することができました。

会員数も正会員92名、賛助会員30法人（H28. 1現在）となり、全国各地にわたり、水産のあらゆる技術的専門分野に対応できる組織的基盤の整備を進めてきているところであり、なお一層、事業の充実強化を図ってまいります。新しい年においても外部から漁業への影響調査業務の依頼を受け、これらに取り組んでまいります。

また、水産業における技術的諸問題の解決を図るための試験研究を支援することによりその促進を図るとともに、その活性化を推進することをもって全水技協の活動基盤の充実に資することを目的として「水産業技術センター事業」を創設しました。今後、積極的に試験研究や技術開発普及の活動に対し支援を推進していきたいと考えています。

引き続き、平成28年が全水技協にとって更なる飛躍・発展の年となるよう協会の業務運営に取り組んでまいります。

従来にも増して積極的な会員各位の協会活動への参加をお願いし、新年のご挨拶といたします。

## シニア技術専門員とその活動

国立研究開発法人水産総合研究センターからの請負により、平成25年から3年間継続してきた「養殖産業の実態と研究開発ニーズ調査」が本年度で最終年となります。本年度は内水面養殖業と藻類養殖業を主な対象として、茨城、山梨、長野、岐阜、静岡、愛知、滋賀、徳島、福岡、佐賀の10県でシニア技術専門員による調査を実施したところです。また、過去2年を含め3年間調査に従事いただいたシニア技術専門員の出席の下、3年間の取りまとめ会議を以下の通り開催しました。



### 「養殖産業の実態と研究開発ニーズ調査業務」取りまとめ検討会

1. 日時:平成27年12月10日(木)14:00～17:00
2. 場所:三会堂ビル8階 大日本水産会 会議室
3. 出席者:(順不同・敬称略)
  - 1) 国立研究開発法人水産総合研究センター 研究推進部社会連携推進室  
村上恵祐、伊藤知子
  - 2) シニア専門技術員( )内は担当県  
河合 博(三重)、竹内照文(和歌山)、松本紀男(香川)、森実庸男(愛媛)、小坂安廣(長崎)、矢田武義(長崎)、伊勢田弘志(熊本)、上城義信(大分)、岩田一夫(宮崎)、栗田壽男(宮崎)、川真田憲治(北海道)、野村哲一(北海道)、尾坂 康(青森)、野田口倉吉(岩手)、關 哲夫(宮城)、眞鍋武彦(兵庫)、高場 稔(広島)、中野義久(山口)、小松伸行(茨城)、芳賀 稔(山梨)、本西 晃(長野)、齋藤 薫(岐阜)、花田 博(静岡)、石田基雄(愛知)、本田是人(愛知)、城 泰彦

(徳島)、小島 博(徳島)、稲田善和(福岡)、山本千裕(福岡)、川村嘉広(佐賀)、

#### 3) 全国水産技術者協会

川口恭一、原 武史、井上 潔、新井義昭、三戸秀敏、北川高司、大塚 巖、仲田希望、前田隼平

#### 4. 議事概要

当協会川口会長及び水産総合研究センター村上社会連携推進室長のあいさつの後、これまでの当該調査を担当された当協会の理事、シニア技術専門員の方々を紹介した。当協会三戸次長の進行により議事を進め、平成25年度、26年度の調査結果概要及び今年度の調査の進捗状況の報告後、地域情報・現場ニーズ把握の重要性、今後の水産関連研究への利・活用について意見交換を行った。また、報告書の取りまとめやデータの利・活用の方向性等について、現場の経験を踏まえた幅の広い分野での議論が行われた。その主な意見を以下に示した。

- 1) 調査に協力頂いた漁業者や水産試験場などの関係機関へこの結果をどのように返していくのが課題(現場への調査結果の反映)。
- 2) 水産総合研究センターと水産試験場との連携強化による現場の問題解決型になればよい
- 3) 場長会などでは、ローカルな問題よりもより広域で一般的な問題が優先されて採択されるので、現場の声を集めることは重要。また、国と県での研究者の交流も少なくなっている。国レベルの研究課題と現場のニーズとの乖離があることを懸念。
- 4) 地方の養殖経営が厳しい中で、漁業者は、県の主導で経営の方向性を示すことが出来るような事務局的な機関を求めている。
- 5) 当該調査は、養殖産業のニーズ調査であるが、沿岸漁業の衰退は大きな課題となる。漁船漁業の省エネ漁船や漁具改良などは、国の研究機関(水工研)などと連携した研究交流が求められ、そのためには、今回の

ような調査の継続性が重要。

- 6) データの利用については、国、県レベルに対応したニーズの区分け、魚種ごとに優先順位を付けた整理など、目的に対応してニーズの抽出が出来るようにする必要がある。

- 7) 日本の養殖産業では、養殖の基準となる国の「マスタープラン」もなく、今後、国家的な養殖技術指針を作ることが課題であろう。

(文責:北川)

## 会員通信

### 生産者経営の養殖魚 料理店が宇和島に開店

— 宇和海亭 真ハタ家 e-gyo —

森実庸男

愛媛県宇和島市に魚類養殖業者が経営する養殖魚料理専門店ができ、平成27年5月31日より開店しています。経営するのは愛媛県認定漁業士組合の5名の養殖業者で、店の名前は、上記の「宇和海亭 真ハタ家 e-gyo」です。



愛媛県認定漁業士組合は、平成18-20年度に愛媛県が開講した認定漁業士養成講座を受講して修了した漁業後継者が集まり、自分達が生産した養殖魚の販売促進を図るため、愛媛県などの後押しを受けて設立した。愛媛県は県水研センターで生産したマハタ、クエ、イシガキダイ、カワハギなどの新魚種の種苗をこの認定漁業士に優先配布して、この組合員を支援してきた。この組合では、これまでシーフードショーなどでの販路開拓だけでなく、水産高校の協力を得て「マハタプルるん丼」や「マハタラーメン」のような商品開発を行うなどマハタを主体として販売促進を行ってきた。マハタは天然での漁獲

がほとんどなく、知名度不足に加え高価でもあり、少量の販売量ではあるが、積極的に販売努力を続け、販売単価を少しずつ上げながら、販売量を伸ばしてきたところです。

今回、更にPRを強化するとともに、地元宇和島でも気軽にマハタを食べられるように、当組合直営で店を開き、マハタを主体とした“愛育フィッシュ\*”を素材とした料理を提供している。地元の養殖魚を食べたことがない観光客はもちろん、地元の人にも食べてその美味しさを知って欲しいとの思いからの行動です。今後の抱負としては、フランチャイズ化を図り、愛育フィッシュ料理専門店を全国に展開したいとしています。

料理は1例として、昼間は宇和海定食が1,300円で楽しみ、夜は3,500円でマハタのフルコースの様々な味を賞味することができます。



ネットで検索すると体験情報がいろいろ流れ、店の話では県外から何時間もかけて、食べにきたという人が結構いるそうです。満足すれば、その人たちがまたネットで宣伝してくれます。

\*愛育フィッシュ:愛情を込めて育てた愛媛県産養殖魚ということで愛媛県が命名しブランド化を図っているもの。

我々消費者の立場では、これまで来訪した友人やお客さんを歓待するための地元産新養殖魚を提供する料理店がなかったことが不満の種であったが、今回の開店で非常に有難く思っています。地元養殖魚の販売促進に役立ち、地域観光の一助になれば、これに越したことはありません。是非とも成功して長続きするようにしてもらいたいと願っています。

なお、店の詳細情報はつぎのとおり:

場 所:宇和島市恵美須町2丁目7-1

(スーパーフジ宇和島店北側向かい)

電 話:080-2975-2675

営業時間:11:00 ~ 14:00、

17:00 ~ 21:00 (ラストオーダー-21:00)

定休日:水曜休み (祝日営業、臨時休業あり)

また、50mほど離れた場所にブリ料理専門店「とじま亭」があります。こちらは、うわうみ漁協戸島支所の女性部が経営する料理屋で、地元の養殖ブリを食材としています。ブリ定食は、何種類ものブリ料理を千円以下のリーズナブルな価格で食することができ、人気です。ただ、開店はブリの出荷時期に限定されており、9月~3月となっています。

## さつま甘えびの里を訪ねて

井上 潔

平成27年9月1日、下甕島訪問のため、薩摩川内市の港から高速フェリーに乗船した。訪問先は下甕島町のほぼ中央部にある長浜集落である。出港から高速船で70分の船旅、長浜港に到着してまず目に入ったのが、「さつま甘えびの里」の看板であった。



「さつま甘えびの里」の看板

薩摩甘えび? 会員諸氏はすでにご存じかもしれないが、正直、筆者はこのエビの名前を初めて知った次第。その正体は当地でタカエビと呼ばれる標準和名ヒゲナガエビ (*Haliporoides sibogae*) である。



ヒゲナガエビ

そもそも、下甕島訪問の目的は、離島集落の地域興し活動を行っている長浜集落の活動を視察することであった。長浜集落は30世帯54名が構成員で、キビナゴやタカエビ漁を生業としており、特に、タカエビは重要な漁獲対象種となっている。しかしご多分に漏れず、離島の漁村・漁業は経済的に厳しい状況にあり、なんとか浜の活性化が図れないかとの思いから、下野尚登氏を代表とする構成員が平成17年から組織活動を開始。当初はアマモ場の造成やカサゴ稚魚放流など漁場生産力向上の取り組みを中心に活動を行ったが、思う様な成果が上がらず、平成22年度からは地元の低利用資源の付加価値を高めた地域特産品作りに取り組み現在に至っている。タカエビ漁では本命エビの他、メヒカリ等の小魚や小型のエビ類が混獲される。



メヒカリ等の小魚や小型のエビ類



ヒメアマエビ

ここでいう低利用資源とは、混獲されるシバエビ(標準和名ヒメアマエビ: *Plesionika semilaevis*)と商品サイズ身に満たない小型のタカエビである。これらのエビ類は市場価値が低いことから、これまでは漁獲量の2~3割の量が廃棄されていた。長浜集落のグループは、この小型のエビ類を使った加工品の商品化に取り組み、製品化された商品(エビふりかけやエビつけあげ)は県内のイベントや島内外の店舗で好評を得て、最近ではマスコミにも取り上げられるまでになっている。なお、この地域興しの取り組みは本年度の第57回農林水産祭において内閣総理大臣賞を受賞している。

閑話休題、さつま甘エに話を戻そう。当地で小型汽船底曳き網により漁獲される体長15cm程度の深海性のエビで、水深200~600mの深海の砂底に生息する。日本では駿河湾、遠州灘、熊野灘、九州南西沖の東シナ海に多く生息し、鹿児島県では、タカエビと呼ばれ、地域の重要な漁業対象種となっている。ここ長島集落では、早朝3~4回の操業により漁獲し、港に帰り船上



船上の選別



陸上の仕事は女性の役割

で選別した後、陸上の作業場でパック詰めして出荷となる。漁獲と船上選別は男性の仕事で、陸上の仕事は専ら女性の役割である。

さつま甘エビは、プリプリとした車エビのような食感と、甘エビが持つ甘味を兼ね備え、刺身や天麩羅の他、殻付きのまま唐揚げや塩焼きに利用され、筆者もいろいろ賞味したが、特に刺身の味は絶品であった。



さつま甘えびの刺身

なお、最近ではインターネットによる通信販売も行われており、会員諸氏でご興味のあるエビ好きの方は、是非、ご賞味あれ。

最後に、訪問に際し大変お世話になった下野ご夫妻にこの場を借りてお礼を申し上げます。



下野ご夫妻

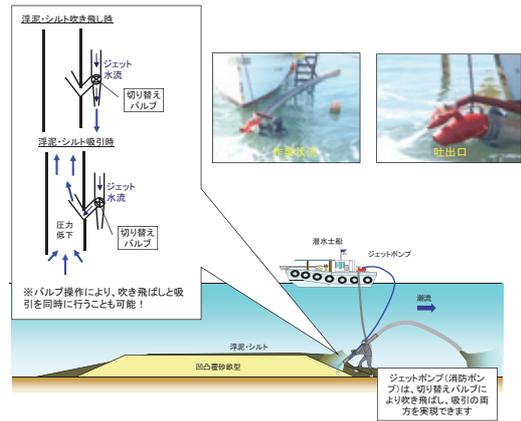
## 有明海通信④

### 凹凸覆砂畝型工のメンテナンスについて

新井義昭

凹凸覆砂畝型は、底質を改善するだけでなく、複雑な流れを発生させることでタイラギの着底を阻害する浮泥・シルトの堆積を抑制するものです。しかし、その効果は永久的なものではなく、時間の経過とともに浮泥・シルトが少しずつ堆積していくことが懸念されます。メンテナンス技術は、堆積した浮泥・シルトを除去することにより造成当時の状態まで改善することを目的とし、漁業者の皆さんでも容易に実施できる方法がないか試行錯誤により検討してきました。現在採用している技術は、一般的に流通している消防ボ

ンプに特殊なノズルを取り付け、1人の潜水士で浮泥・シルトの吹き飛ばしと吸引除去が同時にできるものです。造成した漁場は、定期的なメンテナンスにより着生基盤としての効果を持続できます。今後も改良を加え、さらに簡便で効果的なメンテナンス技術の開発を目指します。



## 寄稿

### 水有用水産生物の光応答とLED活用事例”徳島大学での講演から

長谷川英一

今年もノーベル医学生理学賞や物理学賞を日本人が相次いで受賞されたといううれしいニュースが日本中を駆け回っています。ちょうど1年前の今頃は、少ない電力で明るく青色に光る発光ダイオード（LED）の発明と実用化に貢献した業績が認められ、日本の3人の研究者にノーベル物理学賞が授与されました。

その中の一人中村修二・米カリフォルニア大学教授の出身校である徳島大学では、平成21年度よりLEDライフイノベーション研究プロジェクトを推進しています。このプロジェクトはLED応用の新産業創成を目的に、個々の研究の育成・支援のみならず、学内外の連携の橋渡しや研究成果の発信を積極的に行っています。本

プロジェクトの水産分野のテーマである「LED水中灯を活用した沿岸漁業の振興」に焦点を当て、水中灯活用技術が水産資源の育成場の創出や既存の増殖礁の資源培養機能強化へつながる可能性を議論するため、平成26年10月14日に徳島大学 産学官連携プラザ3階 日亜ホールにて「LED灯を活用した沿岸漁業への取り組み」と題した講演会が開催されました。この講演会には開催を主催した徳島大学や水産大学の先生方の外、水産総合研究センターからは著者以外にも瀬戸内海区水産研究所屋島庁舎増養殖部 閉鎖循環システムグループの山本義久グループ長らが講演しました。折しも中村氏のノーベル賞受賞が報じられたちょうど1週間後の講演会開催であったため地元テレビ局の取材もあり、本講演会は終始盛会でした。

著者は、表題「水有用水産生物の光応答とLED活用事例」の講演を依頼されましたが、当時、九州、四国を横断する台風19号の影響が心配さ

れ、かなり早い便で札幌から徳島へ飛び、前日の13日は直撃した台風の影響で丸一日のあいだホテルで身動きがとれない状況でした。しかし、講演会当日は嘘のような秋晴れになりました。本稿では、そのときの著者の講演内容を紹介します。

この地球上で生物がその進化の過程の中で太陽の光エネルギーを効率よく利用できるように視覚器を発達させてきたことは、JFSTA NEWS No.35でも触れました。生物と光との関連性が強いことは概日リズムや概年リズムなどの存在が証明していると言えます。地球上に降り注ぐ太陽光エネルギーの時刻による変化の様子を図1に示します。

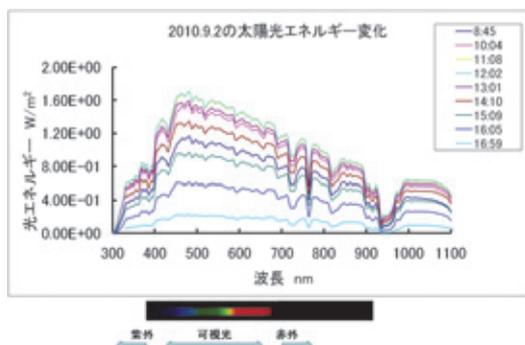


図1 太陽光エネルギー分布の時刻による変化。

これはある夏の日に茨城県波崎にある水産工学研究所の屋上でLi-1800 Spectroradiometer (LI-COR, Inc.)を利用して測定した結果です。太陽光は300nmから1100nmを超える広い範囲の波長から成っていることがわかりますが、この中で地球上の多くの生物が主に利用しているのは400～700nmの波長範囲で、ヒトが認識できる範囲の波長でもあるということで、可視光と呼ばれています。それよりも短い波長や長い波長の光よりもこの可視光のエネルギー量が多いことがわかります。

では、生物はこの波長の一体どの当たりの波長の光を利用しているのでしょうか。生物を動物と植物に分けて考えると、光を吸収する物質として植物は葉緑素クロロフィルを、動物は視物質をもちますが、クロロフィルaは430nmと663nm位、クロロフィルbは460nmと645nm位の波長光をよく吸収します。一方、動物がもつ視物質は

例えばコイでは、460nm、530nm、620nmと500nmの光をよく吸収し、紫外域にも感度をもつ魚では360nm位の波長も吸収します。すなわち、植物と動物とは太陽光線の各波長帯を上手に分け合って利用していると見ることができます。光と生物とは密接な関係がありますが、光刺激を効率よく生物に働きかけることによって、その種がもつ生物特性を利用した技術の創出を図ることが出来るかもしれません。

著者がこれまでに関わってきた研究の中でLEDを活用した事例を紹介します。1. 1998年度科学技術振興調整費による重点基礎研究「魚類の感覚特性を利用した行動制御技術の開発に関する研究」、2. 2005年から2008年にかけて実施された交付金プロジェクト研究「中深層性マイクロネクトン測定のための不可視ライトの開発」、3. 2007年から2010年にかけて実施された農林水産省先端技術開発研究「サケ輸出促進のための品質評価システムの開発とふ化放流技術の高度化」、4. 2010年から2012年にかけて実施された農林水産技術会議委託プロジェクト研究「有用水産生物の光応答メカニズムの解明と高度利用技術の開発」、5. 2010年から2013年にかけて実施された新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「イカ釣り漁業におけるLED漁灯の応用による効率的生産技術の開発」、6. 2012年から2013年にかけて実施された水工研基盤研究「通し回遊魚の行動制御への太陽光エネルギー及びLEDの利用」などです。以上の6課題を順を追って紹介しますが、4と5の課題概要の一部はJFSTA NEWS No.35でも既に紹介してありますので、ここでは、1, 2, 3そして6の4課題について紹介します。

### ①魚類の光感覚特性を利用した行動制御

1995年4月に「わが国の漁業における混獲の実態とその対策」と題するシンポジウムが日本水産学会で開催され、そこで発表された成果をまとめ水産学シリーズの105巻として「漁業の混獲問題」が刊行されました。このシンポジウムの企画者の一人、松田皎先生の前書きを引用しますと、漁業では目的とする魚だけではなく、保護すべき稚仔や捕獲が禁じられている動物などを、目的の魚と一緒に捕獲してしまうことがあり、これが水産資源の保護のみならず、環境保護などの国際問題にまで発展することもあるとして、公海上での大規模流し網漁業や北洋でのサケ・マス流し網漁やアカイカ流し網漁が全面停止に追い込まれたと述べています。著者も若いときに北洋でのサケ・マス流し網漁で海産哺乳動物であるイシイルカが混獲される問題に関わったことがありました。そのシンポジウムでは、底曳き網、刺し網、巻き網、定置網などの各種網漁業のみならずマグロ延縄釣りや底延縄など釣り漁業での混獲問題についても話し合われました。そうした混獲を回避するための選択的漁獲技術開発の一環として、魚体を傷つけずにしかも環境負荷を軽減した漁獲手法の開発として、LED光あるいはレーザー光を利用した仮想網地による魚群の行動制御の可能性について行った研究例を紹介します。魚類を含む多くの動物には視運動反応と言って、外界の景色が移動する際に、その景色を網膜内の一点に止め置くために眼球を動かしたり、場合によっては体全体が景色の動きと同じ方向に運動する反応が観察されます。例えば、白黒の縞模様を描いた筒を円形の透明水槽を囲むように置いて、その筒を回転させると、水槽の中にいる魚はその縞模様を追いかける遊泳行動を示します。縞模様を描いた筒をそのまま海の中に設置する訳にはいきませんので、この縞模様を光で作成することにしました。光の縞模様が移動するだけですから、海の中でも実現性はあります。そこで、光の縞模様を移動する視覚刺激とする装置（光視運動反応装置（写真1）と名付けました）を作成しました。この装置でも魚は視運動反応を行う

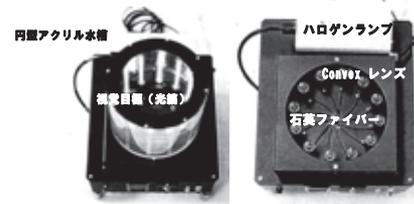


写真1 光視運動反応装置  
干渉フィルターを通過したハロゲンランプを光源とする光は石英ファイバーを介して回旋台のConvexレンズから照射される（右図）。回旋台の上部に設置された円型アクリル水槽内に照射された光が縞模様の視覚目標となる（左図）。

ことが実証されました。この装置を利用してサケ科魚類の各波長光での反応率を計測した結果を図2に示します。

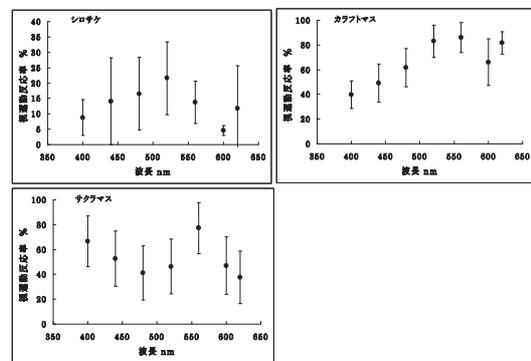


図2 光視運動反応装置によって計測したサケ科3魚種（シロサケ、カラフトマス、サクラマス）の視感度特性。

次に光線で網地模様を水中につくり、いわゆる虚像の網地の魚に対する駆集、威嚇、遮断効果を調べました。レーザー光源を下方から上方へ向け照射する形と側方から横方向へ照射する形に数個ずつ並べて連結させたモーター駆動式L字型架台を長型水槽の下面と側面に沿うように設置した装置を作成しました。長型水槽内に照射された各レーザー光線は水中で交錯して、光による網目が形成される仕組みです。



写真2 レーザー網地による魚群行動制御装置。長型水槽内の赤い部分がレーザー光で作成した網目模様。

このレーザー光源を連結させたL字型架台は可動式ですので、網目模様は長型水槽内を往復します。また、架台の移動速度を変化出来るようにしました。光で作成した虚像網地の駆集、威嚇、遮断効果は水産工学研究所の裏手を流れる利根川に生息するボラ幼魚を投網で採捕して実験に供しました。いずれの効果も持続時間に限度はあるものの、刺激の種類（移動速度や目合）を適宜変化させることによってある程度持続させることが可能であることを確認しました。いずれの試行も模型実験レベルですが、バーチャルリアリティーの世界をフィールドに創造できれば実用化も夢ではないかもしれません。

## ②ハダカイワシ類資源化調査のための光感度特性の把握

ハダカイワシ類は世界中の海に生息し、その資源量は莫大と言われています。また、水産生物の貴重な餌生物でもあります。さらに、日周鉛直移動が顕著な種類が多いため、炭素の鉛直輸送に大きな役割を担っているとも言われています。

本種を含む中深層性資源の調査のために、水産工学研究所では音響学と光学とを複合したシステムであるJ-QUESTを開発しました(写真3)。

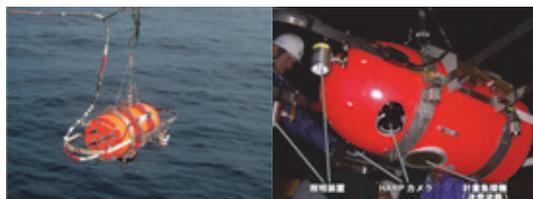


写真3 J-QUEST音響・光学複合システム  
(水産工学研究所澤田浩一氏提供)。

すなわち、音響機器としての計量魚探では群れの大きさや密度の推定は出来ますが、生物種の大きさや姿勢によってエコーが変化するため、その情報を補完する目的で光学機器である水中カメラを併用することになりました。しかし、微少な光であっても対象生物の行動に影響するため、カメラの感度には適応するものの対象種は感知し得ない照明光の開発が必要となります。

そこで、先ず中深層性マイクロネクトン類の光感度特性を精査することにしました。シヨ糖密度勾配法を利用してゴコウハダカの視物質を抽

出し、抽出直後の分光吸収曲線とその後人為的な光照射によって視物質を褪色させた場合の分光吸収曲線を求め、光褪色前後の吸光度値の差を求め、その絶対値が最大となる波長を調べました。本種の場合でその値は489nmとなりました。すなわち、489nmの波長光を含まない波長組成の光源であれば、ゴコウハダカに照射してもその行動に何ら影響を及ぼさないと考えられます。水中カメラに搭載するに相応しい照明光の波長特性としてこの波長を持たないことが必須条件であり、搭載したLEDの分光特性はこの条件を満たしていることが証明されました。

さらにこの課題では、ハダカイワシ類の視覚特性について精査し、光環境に適応するときに強すぎる光から眼を保護するサングラスの役割を發揮する黒色素顆粒の分泌が網膜内に無いか、例えあってもごく少量であることがわかり、暗黒下で生息することを選択した本種の進化を想起させる結果が得られました。また、ハダカイワシ類の中でもススキハダカという種類は同じ深海魚でありながら、視物質としてロドプシン以外にも、淡水魚が主としてもつポルフィロプシンをもつことがわかり、その光吸収ピーク波長はロドプシンが468nm、ポルフィロプシンが522nmと通常の2視物質保有種のそれよりも感度波長帯が広域であることも新しい発見でした(図3)。

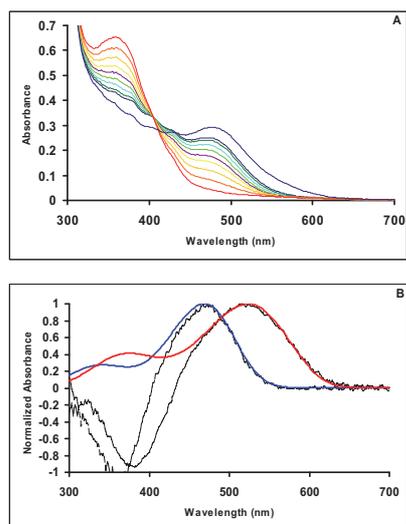


図3 A:ススキハダカの網膜から抽出した視物質に対して各種の波長光を連続的に照射したときの吸光度変化。B:差吸光度曲線。ロドプシンの $\lambda_{max}$ は468 nm、ポルフィロプシンの $\lambda_{max}$ は522 nmに存在。

### ③LED光を利用したサケ稚魚用海中飼育施設

サケの放流事業の概要は次の通りです。産卵のためにサケは自分が産まれた河川に戻ってきますが、まずは沿岸に敷設してある定置網でサケは漁獲されます。漁獲を逃れたサケは産卵のために川を遡上します。遡上してきたサケは捕獲場で捕獲され、雌雄のサケからそれぞれ卵と精子を採り人工的に受精させます。受精した卵はふ化室に収容されます。積算水温がほぼ480度でふ化した仔魚は養魚場に入れられ、お腹の卵黄から栄養を吸収します。その後、さらに積算水温がほぼ480度、すなわち受精後の積算水温で960度の浮上稚魚になるとある程度遊泳能力も備わり、自分で餌を食べるので養魚池から飼育池に移されます。ここではサケの稚魚は人工の配合飼料が与えられます。そのようにして1g位に育てられた稚魚は河川へ放流されますが、例えば、陸上の施設の水が足りないとか、次々と放流稚魚を生産するために陸上施設が足りなくなる場合には、海の中に網生け簀を作ってその中で稚魚を一時的に飼育することも行われています。

サケ稚魚をすぐに河川に放流しないで、海中飼育施設で育成してから放流するメリットを挙げると、春先の早い時期ですと沿岸の水温が低く過ぎたり、餌生物となる動物プランクトンが十分に発生していない可能性があるため、沿岸の餌環境が整うまでの二次飼育としての意義、陸上飼育施設での水不足を補完する意義などが考えられます。さらに、サケ稚魚は放流される前まではヒトが与える配合飼料を受動的に食しますが、放流されて後、海へ降るとサケ稚魚は自分の力で動物プランクトンを探して食べなくてはなりません。すなわち、海中飼育施設での生活は能動的摂餌への転換を図る訓練にもなります。また、人為的環境から自然環境への適応、外敵からの保護というメリットも考えられます。

ここでは、海中飼育施設内に収容されたサケ稚魚が海中の動物プランクトンをより積極的に捕食できるように、LEDを利用して海中飼育施設内に動物プランクトンを誘引することを考えました。この実験を実施したのは岩手県宮古市

の北部に位置する田老漁港に敷設された海中飼育施設です(写真4)。田老という地名をご記憶の方もいらっしゃると思いますが、2011年3月11日に起きた東日本大震災で当時頑丈と言われた堤防がありながら壊滅的被害を受けた港です。



写真4 田老漁港内に敷設されたサケ稚魚用海中飼育施設。

この海中飼育施設は一面の長さや幅が10m<sup>2</sup>の網生け簀を8面、2×4で並べた構造をしています。その中の北西に位置する一面に白色LED(19.6W、20A)を設置しました。電源として、85W太陽光パネル1枚と100Aバッテリーを使用しました。このLED照射区的一面と対角線を成す南東に位置する一面を非照射区として両区の動物プランクトンの量と種類そしてサケ稚魚の胃内容物を比較しました。結果を図4に示しますが、出現動物プランクトン数も胃内容物中の摂食個体数もLED照射区で多くなりました。

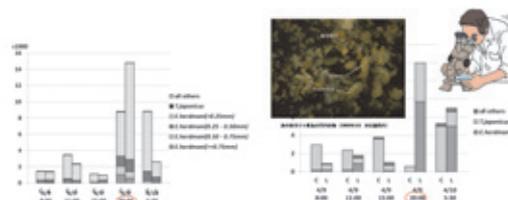


図4 海中飼育施設内に観察されたサイズ別動物プランクトン数(左図)とサケ稚魚の胃内容物組成(右図)。

また、窒素と炭素の安定同位体比を調べることによって、海中飼育施設から放流されたサケ稚魚の方が陸上施設から放流されたサケ稚魚よりも有意に動物プランクトンを捕食し、栄養となっていることがわかりました(図5)。ここで紹介した結果は本研究課題のメンバーの一人であり、震災時被災された東北大学の伊藤絹子先生の分析によるものです。

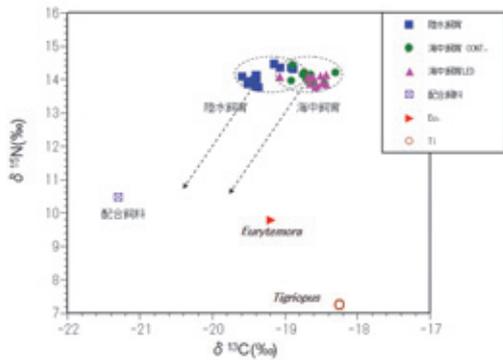


図5 放流直前の海中飼育群と陸水飼育群の $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{15}\text{N}$ マップ。

なお、本課題終了後翌年の日本水産学会にてシンポジウムを企画し、本テーマのさらなる展開を期待しましたが、同月に起きた震災と重なりシンポジウム開催を断念せざるを得なかったことを記したいと思います。

#### ④LED光を利用した通し回遊行動制御の可能性

この研究課題は、かつて“魚と卵”第89号(第12巻第4号 7-10)1961年に桑田治氏が「あるアイデア 生物の繁殖と光との関係」というタイトルで寄稿した内容について、奇しくも半世紀を経て具現化することになったものと言えます。ご興味のある方は[http://salmon.fra.affrc.go.jp/kankobutu/tech\\_repo/fe09/fishandegg089\\_p07-10.pdf](http://salmon.fra.affrc.go.jp/kankobutu/tech_repo/fe09/fishandegg089_p07-10.pdf)を参照ください。

一般的に光吸収の機序を司る視物質として海産魚はロドプシン、淡水魚はポルフィロプシンを持ちます。著者がこれまでに調べた通し回遊魚はその両視物質を持ち、生息水域によって組成が予兆的に変化することはすでに報告しました。また、陸封型の魚種では湖と流入河川間で同様の現象が観察されました。視物質の光吸収ピーク波長はロドプシンよりもポルフィロプシンの方が長いので、相対的に波長の長い光を魚に照射すると視物質組成そのものもポルフィロプシンが卓越してくるのではないかと想像されます。逆に波長の短い光を照射すると、ロドプシンが卓越してくるのではないかと考えられます。こうした環境光の波長特性によって視物質組成変化を誘起できれば、通し回遊の方向性(海⇄河川)に影響を与えることが出来るかもしれません。そこで、通

し回遊魚ではありませんが、2視物質系をもつ利根川水系に生息する野生メダカを供試魚として生息環境光の波長特性を変えて、視物質の組成変化を起こし得るか否かを調べました。実験に供した野生メダカの飼育水槽は上面ろ過装置を施した縦、横、高さがそれぞれ600mm、300mm、350mmの亚克力製です。3つの水槽を用意し、各水槽に約100尾ずつ収容しました。各水槽の上部にはスティック型LED照明ユニット(スタンレー電気株式会社製)を設置しました。そのユニットの最大エネルギー波長は、R(660nm)、G(509nm)、B(465nm)でタイマーを使用し15L9Dのサイクルで照射しました(写真5)。

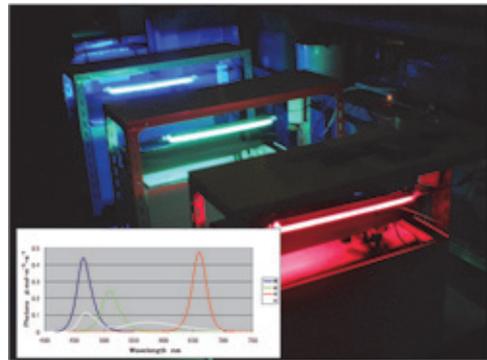


写真5 LED照明の波長特性と供試水槽。

なお、この水槽は外光の進入を遮光した室内に設置し、各水槽間で干渉しないように暗板で仕切りました。粉碎した養鯉用ペレット0.3g/日を各水槽の供試魚に与えました。実験開始は7月上旬で終了は11月でしたが、この間の水温は21.4～22.5℃でした。実験開始時と2、3、4ヶ月後に各水槽から供試魚6尾ずつを任意に選択し、体重計測後、視物質組成を分析しました。さらに、実験終了時点で各水槽内の生残個体の体重を計測するとともに34%塩分耐性試験を行いました。

結果を図6に示します。全視物質量に対するロドプシンの割合の順番はR<G<Bとなり、照明光の波長に適応した視物質組成変化が認められました。また、各水槽の個体の体重増加はR<G<Bの順で塩分耐性能力はBやRに比較してGが若干劣っていました。

以上の結果は、視物質組成変動を誘起する環境因子である水温や日長時間などの外にも、通

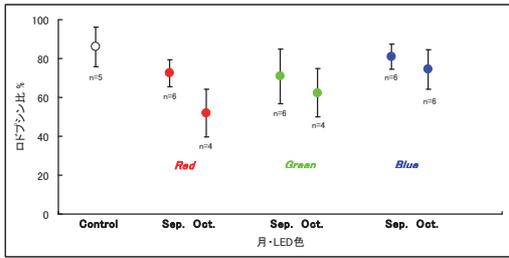


図6 各水槽で飼育された野生メダカの視物質組成変化。

し回遊魚の降海行動や遡河行動を環境光の波長特性によってもコントロール出来るかもしれないことを示唆しています。

平成21年から25年にかけて、光応答プロ研と称して、水産分野のみならず農業、林業そして害虫防除など様々な分野でLEDを利用した研究が推進されました。地球温暖化防止にも関わるLED技術の発展は未来へ向けてますますその必要性が増していくものと思われます。冒頭でも述べたように、生物と光とは極めて関係が深く、光に対する生物の行動・生理的特性も解明が進められてきました。太陽光エネルギーを糧として生きる生物の対光特性を地球の未来に活かせる技術が創造されることを期待します。

## 水産増養殖の展望と種苗生産技術(最終回)

### 5. わが国の増養殖の展望と種苗生産技術

松里壽彦

今まで述べてきたように、増殖と養殖の共通の重要な技術として、種苗生産技術をあげることができる。増殖の成功例である、シロサケの増殖事業の成功のものは、わが国の孵化場の技術レベルの高さにある。サケ、マスの孵化では先輩である、米国もわが国のシロサケ放流事業の成功を見て、「セキュリティー クリーン」(清潔な孵化場)を掲げ、孵化場の徹底的な消毒、卵、稚魚の疾病防除、防疫体制の強化など、わが国で確立した手法の導入に踏み切った。サケ、マスの放流事業を、効果が不確実として中止していた北欧の国々も放流再開を検討している。また、

北海道でのニシンやマツカワの増殖の成功は、産卵漁場への回帰性の強いトラフグの増殖にも弾みをつけるとともに、親魚の入手先や、稚魚の放流地点の選択にあつたて、その科学的根拠が必要であることを明らかにした。特に増殖のための放流種苗については、自然の環境下で生存でき、かつ産卵群を形成できる潜在的能力があることが必須であり、そのことの確証のないままの放流は、害こそあれ何の益もないことが徐々にあきらかにされつつある。さらに、アワビの放流事業に見られるように増殖事業を成功させるためには、増殖対象種の生理、生態を含めた生物学の深化が必要であり、生物学の裏づけのない放流は、時には逆の結果を招く恐れがある。わが国においては、長い歴史を持つ水産増殖の更なる発展を期するために、増殖の対象種を再度見直すとともに、種苗生産のシステムを根本から改革することも必要である。同時に、対象種の生物学の充実を急ぐ必要がある。さらには、マガイの増殖で明らかとなったように、対象種の精密な新たな資源学も必要である。大きく変動する資源の安定のためには、少なくとも琵琶湖のアユ増殖で示されたように、資源水準の低下期の全個体数の五分の一程度の放流、資源添加能力が必要で、海産魚介類では、未だその水準に達する種は少ない。山口県のキジハタの増殖事業が示すように、増殖の対象種としては、先に述べた回帰性の強い種のほか、定着性の強い種も適している。さらに、将来は、わが国の200海里内を主な生息域とするブリ類や200海里内を産卵場とするクロマグロなども有望な増殖対象種であろう。その他、新たに増殖の対象となりうると思われるのは、個体数が減少しているアカムツであり、アカアマダイ、マナマコであろう。

わが国の養殖は、かつてのような勢いはなく、クロマグロを除いて、生産量が減少しつつある。このことは、わが国の、ここ十数年続く、魚介類に対する需要の減退の反映とも考えられるが、世界的には、むしろ、養殖魚を含む中、高級魚は供給が逼迫している。わが国でも、養殖魚の評価は高まっており、最近、消費地では、特異な銘柄を除き、天然ブリより養殖ブリのほうが高値と

なってきた。既に述べたように、養殖においては、用いる餌のほとんどが配合飼料化しており、養殖技術もかつてのようなわが国の独壇場ではなく、サケ、マスの海面養殖ではノルエー、チリーのほうが技術的にも進んでいる。ただ、海産魚介類の種苗生産技術に関しては今回の特集でも明らかのように、今なお世界をリードし続けている。養殖業の将来を考えると、養殖生産の世界的競争はさらに激化することは、最近の中国、ベトナム、タイ、インドをはじめ、トルコ、スペイン、チリーなどの進展を見れば明らかであろう。わが国が養殖分野において世界の国々と戦うためには、わが国が得意とするし種苗生産技術を軸として考える必要がある。端的に表現すると「種苗立国」である。「種苗立国」のためには、速やかに開発すべきいくつかの技術がある。以下項目を列挙する。1.育種による品種の確立。これからの種苗は、育種されたものが中心となろう。育種目標としては、飼育しやすさ、良い飼料効率、高品質、耐病性付与などであり、遺伝的にも安定した品種であることが必要である。2.不稔化種苗。せっかく確立した品種を守るためにも「不稔化」技術を完成させるべきであろう。生物学の進化により、一個の体細胞から個体の復元すら可能となりつつあり、不稔などで遺伝資源を守ることは理論的には困難であるが、当面の盗用は防ぐことができよう。また、品種を守るための法制度（現在の品種登録の水産への拡大）の更なる充実も必要である。3.種苗輸送技術。種苗の海外からの需要にこたえるための輸送技術の開発である。現在、国内では親魚、卵、稚魚のいずれの段階でも輸送が行われているが、これはわが国の発達した流通のおかげであって、世界各地に安全に輸送するには、更なる技術開発が必要である。4.病原体フリー種苗。わが国のみならず、生き物の輸入においては、いずれの国においても、防疫制度があり、厳しいところでは、孵化場における過去の発病歴すら要求される。現在のわが国の種苗生産の体制では、各国の要求を満たすことは困難である。5.養殖技術の普及。「種苗立国」のためには種苗の売り先を開拓することは当然である。そのためには、わが国の増

養殖技術の体系化がまず必要となる。名人、上手ではなく、誰でも学びさえすれば養殖可能となるような「マニュアル化」が必要になる。この「マニュアル化」はわが国にとっても、近い将来予想される養殖の担い手不足にも有効で、異業種の水産分野への進出を促すことにもつながる。他国への養殖技術の普及の促進は、わが国の養殖の衰退につながる懸念はあるが、では、現在のままの増養殖、特に養殖に将来はあるのであろうか。80～90%輸入された原料で作られた配合飼料を用いて、国際的に規格化された養殖機材を使い、高い労働力によって生産される養殖生産物のコストを考えると、わが国内での増重、増肉を目的とした養殖の国際競争力は弱い。むしろ、国内では輸入養殖魚の「仕立て」こそ大切ではないか。もちろん、わが国の高い種苗生産開発能力を生かして、新たな養殖魚種の開発により世界の一步先の養殖に取り組み利益を確保することも大切である。6.「中間育成漁場の開発」。「種苗立国」を可能とするためには、種苗の「中間育成場」の開発が重要である。既に触れたが、現在の孵化施設における種苗生産では、生産される種苗のサイズが制限される。魚種にもよるが、例えば、ブリでは、養殖用種苗としては、全長十数センチに成長した、選別されたものが必要であり、種苗生産施設で生産される3センチのものから十数センチまで別途飼育する必要がある。このことを「中間育成」と呼ぶが、中間育成場は波浪の害もなく、温暖で高水温で、かつ、水質の変化の少ない所が適している。「種苗立国」を実現するには、新たな「中間育成時漁場」の開発が不可欠となる。

#### (おわりに)

わが国の種苗生産の対象は80～90種にのぼり、今後も増え続けると思われる。既に述べたように、わが国の増養殖技術は世界をリードしているが、今後は増殖と養殖は理論的にも、技術的にも分離し、それぞれ独自に発展していくことになろう。そして増殖と養殖をつなぐ基礎的技術としての種苗生産技術もこれまでの歴史を背負いながらも、更なる発展をめざすべきである。

# 会務報告

## 「沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する緊急提言」の 記者発表及び緊急提言の配布について

平成27年12月14日(11:00～11:30)、水産庁記者クラブ(農林水産省8階)において緊急提言に関する記者発表を行った。参加した新聞社(順不同)は水産経済新聞社、みなと新聞社、大日本水産会、水産タイムズ社、水産新潮社、日刊食料新聞新社、新水産新聞社の7社。当協会からは井上専務理事、井上技術専門員、北川次長、三戸次長が出席し、当該緊急提言を取り纏めた背景、経過および5つの提言について説明し、各社記者との質疑を行った。同時に農政クラブ(農林水産省3階)へ「緊急提言」30部を提供し、加盟各社への配布を依頼した。



なお、12月14日の水産庁記者クラブにおける記者発表に先立ち、以下の関係省庁等へ説明を行った。また、平成27年12月17日には原理事長、井上専務理事が参議院議員会館を訪問し、瀬戸内海再生のための瀬戸内海法改正の議員立法策定に尽力されてきた兵庫県選出の末松信介参議院議員に直接面会して緊急提言の説明を行った。



さらに、都道府県水産主務課、同水産試験研究機関及び全国漁業協同組合連合会や都道府県漁業協同組合連合会へ資料を配布した。

### (事前説明先)

水産庁(増殖推進部長、漁場資源課長、生態系保全室長)、農林水産省農村振興局(農地資源課、水資源課、農村環境課)、環境省水・大気環境局(水環境課、閉鎖性海域対策室)、国土交通省水管理・国土保全局(河川計画課、河川環境課、下水道企画課、下水道事業課)、国土交通省港湾局(計画課、産業港湾課、海洋・環境課)、経済産業省産業技術環境局(産業技術政策課、研究開発課、環境政策課)、厚生労働省生活衛生・食品安全部(水道課)、国立研究開発法人水産総合研究センター

### 沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する 緊急提言(要旨)

- 1) わが国の高度成長期以降に始まった沿岸の水質汚濁に対して、全窒素および全燐に対する水質環境基準等の設定や総量規制を行うなどの様々な水質保全の取り組みが功を奏し、水質・底質環境はかなり改善され「きれいな海」は実現されたが、依然として一部の海域では、貧酸素化が深刻な問題となっている。
- 2) 中央環境審議会において第8次水質総量削減の在り方が検討されていること、新たな水質環境基準が検討されていることから、「きれいな海」の実現に加えて、わが国の沿岸漁業を持続的に発展させるとの観点から、「豊かな海」を実現することを目的として、環境行政、港湾や海岸および河川管理

行政、あるいは水産行政等の国の諸施策に対する意見を発信するものである。

- 3) わが国の食用魚介類の自給率は昭和39年度に113%のピークを迎えたが、その後は漸減傾向にあり、この自給率を高めることが、安心・安全な水産物を国民に提供する水産業の使命であると考えている。漁業生産の主力は現在でも沿岸漁業であり、地域ごとに漁場環境に応じた独自の漁法や漁獲物およびその加工品を生み出しており、その多様性が日本の食文化の発展、継承に大きく寄与してきたという歴史を忘れてはならない。
- 4) 沿岸では、近年窒素および燐の量が不足した結果、ノリ養殖における色落ち現象の頻発や魚介類の漁獲量の減少等海の豊かさが失われ、その原因の一つとして、水質環境基準の設定や総量規制に基づく漁業生物の生産力の低下であるとの指摘がある。水質汚濁の原因物質にもなる窒素および燐は、同時に漁業生物の餌料となる植物プランクトンの栄養源でもあるため、これ以上負荷量を削減するような施策が実施されると、漁業生物の生産力をさらに低下させるのではないかと漁業関係者は危惧している。
- 5) 漁業生物に必要な量の「栄養塩の供給」が適正に行われ、かつ、それによる豊かな基礎生産を効率的に生物生産に転化する機能を持つ干潟や浅場および藻場等の「生産の場」が保全されること、これが車の両輪であり、この両方を確保することが沿岸漁業の持続的発展につながる。沿岸漁業が持続的に発展するためには、栄養塩の供給低下によって小さくなった食物連鎖における生態ピラミッドを大きくするべきであり、そのためには、漁業が持つ重要な機能である漁獲により陸域に取り上げられることによって水質浄化に役立っているという、物質循環を活用しなければならない。
- 6) 沿岸の食物連鎖における生態ピラミッドを大きくするためには、画一的に窒素および燐

の総量を削減するのではなく、漁業生産力等を指標とする新たな生物を主体とした水質環境基準を加え、この基準を達成するための施策を実施するべきである。

- 7) 「豊かな海」を実現するためには、沿岸個々の漁場環境を生かしたきめ細かな施策の実施が必要であり、その施策の効果を適切に評価するためには科学的手法によるモニタリングを充実させることも重要であるが、その実施にあたっては、省庁間の連携を強化しなければならない。
- 8) 「豊かな海」を実現するためには、沿岸環境観測体制の充実や科学的なデータの取得するための調査研究体制を確立することが必要である。  
(緊急提言の本文はホームページに掲載)

(文責:三戸)

#### 国立研究開発法人水産総合研究センターとの懇談会要旨について

テーマ:水産総合研究センターの次期中長期計画(案)の方向性について

1. 日時:平成27年11月19日(木)  
16:00 ~ 17:30
2. 場所:〒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7階G会議室
3. 出席者(順不同・敬称略):
  - 1) 国立研究開発法人水産総合研究センター  
和田時夫経営企画担当理事、生田和正研究推進部長、村上恵祐研究推進部社会連携推進室長、大関芳冲研究主幹
  - 2) 民間企業・団体  
細田昌広社長、小島伸一相談役、  
井上慎吾部長(いであ株式会社)  
中根 徹社長  
(株式会社サイエンスアンドテクノロジー)  
木下雄大執行役員  
(株式会社アーク・ジオ・サポート)
  - 3) 当協会  
井上 潔、松里壽彦、仲田希望、北川高司

#### 4. 概要

はじめに、当協会井上専務理事のあいさつと進行により会を進めた。

国立研究開発法人水産総合研究センターの生田研究推進部長より『水産総合研究センターの次期中長期計画(案)の方向性について』をテーマに講演して頂いた後、我が国の水産業界の課題に対応した水産研究の取り組み等について活発な意見交換を行った。

##### 1) 講演要旨

独立行政法人改革等に関する基本的な方針に基づき、平成28年4月1日付けで水産総合研究センターは、水産大学校と統合し、その名称を「国立研究開発法人 水産研究・教育機構」とする新法人の設立を予定している。これに伴い、新法人の目的や業務の範囲等の規程を整備するなどの準備を進めている。

同時に、中長期目標・計画についても、現在の5つの重点領域(①資源管理、②沿岸漁

業、③養殖技術、④水産業の発展、⑤基盤研究)を再編して、3つの重点領域(①水産資源の持続的な利用のための研究開発、②水産業の健全な発展と安全な水産物の供給のための研究開発、③海洋・生態系モニタリングと次世代水産業のための基礎研究)で推進する方向で検討している。さらに、我が国の水産業の維持・発展を図るために重要な課題となる気候変動への適応、地域創生、輸出促進などでは、横断的かつ、総合的に取り組んで研究推進する方針である。また、個々の課題は各々の領域の中で進行管理・評価を行って、その成果を総合的にアピールすることや、課題によっては、他の研究機関との連携も視野に入れた対応も検討している。

##### 2) その他

次回の懇談会は、平成28年1月に開催予定。

(文責:北川)

## 事務局便り

新年、明けましておめでとうございます。本年も宜しくお願いいたします。

平成27年11月16日(月)当協会会議室において、平成27年度秋の叙勲で瑞宝小綬章を綬章されました当協会々員の嶋津靖彦・山本正昭両氏の細やかな祝賀会を開催しました。

当協会も設立から7年を経て、会員各位の絶大なる協力もあって組織運営もようやく軌道に乗り、会員各位の慶事等に関し、組織としての祝賀行事を開催できる目処もたって参りました。このような状況を踏まえ、この度の両氏の受賞を機に、今後は協会として叙勲の祝賀行事を開催することとなりました。

(受賞者)

嶋津靖彦氏:(独)水産総合研究センター

元西海区水産研究所長

山本正昭氏: 々

元水産工学研究所長

今年もまた、会員各位からの会員通信・寄稿等の投稿を期待しております。ご協力方、宜しくお願いいたします。

### 一般社団法人 全国水産技術者協会

〒107-0052 東京都港区赤坂一丁目9番13号 三会堂ビル9F TEL 03-6459-1911 FAX 03-6459-1912  
E-mail zensuigikyo@jfsta.or.jp URL <http://www.jfsta.or.jp>