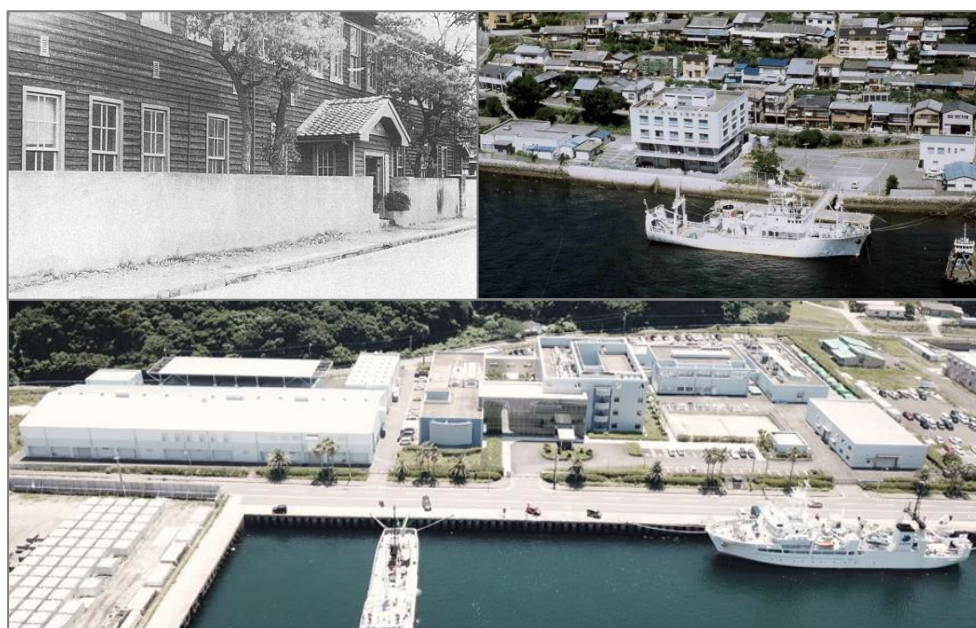


西海 “せいかい”

最終号(2020. 7)



西海区水産研究所長崎庁舎の変遷(左上:旧丸尾町庁舎、右上:旧国分町庁舎、下:現庁舎)

目次

最終号の発行にあたって	2
資源海洋部の紹介 -この20年間の総括-	3
資源生産部のこれまでと今後について	5
南ぬ島から -亜熱帯研究センターの紹介-	6
有明海・八代海漁場環境研究センターの軌跡 -有明海・八代海の再生を目指して-	8
マグロ養殖の持続的発展に向けた取り組み -マグロ増養殖研究センターの紹介-	10
漁業調査船陽光丸の航跡	12

編集 西海区水産研究所



国立研究開発法人
水産研究・教育機構

最終号の発行にあたって

西海区水産研究所 所長 浜野 かおる

西海区水産研究所は国立の8海区の水産研究所の一つとして昭和24年(1949年)に設立され、以後70年余りにわたり我が国西方海域を中心とした水産分野における研究開発を進めてまいりました。

この間、戦後復興期の漁業の発展に始まり、韓国との国交樹立、200海里経済水域の設定、国連海洋法条約の発効、行政改革、有明海・八代海再生特別措置法の施行など、各々の時代の社会状況に合わせて研究課題の見直しや部署の改廃を行って対応してきたところです。

近年では、世界的な食糧需要の増大や水産資源の利活用の持続性への懸念が強まるなか、資源管理の高度化や水産業の成長産業化を推し進めることなどによる「水産改革」が求められています。これらを受けて、当所を含む国立水産研究所は、研究開発をより効果的・効率的に進めるため、従来の「海区割り」を超えた新たな体制を築くべく、組織を再編することとなりました。

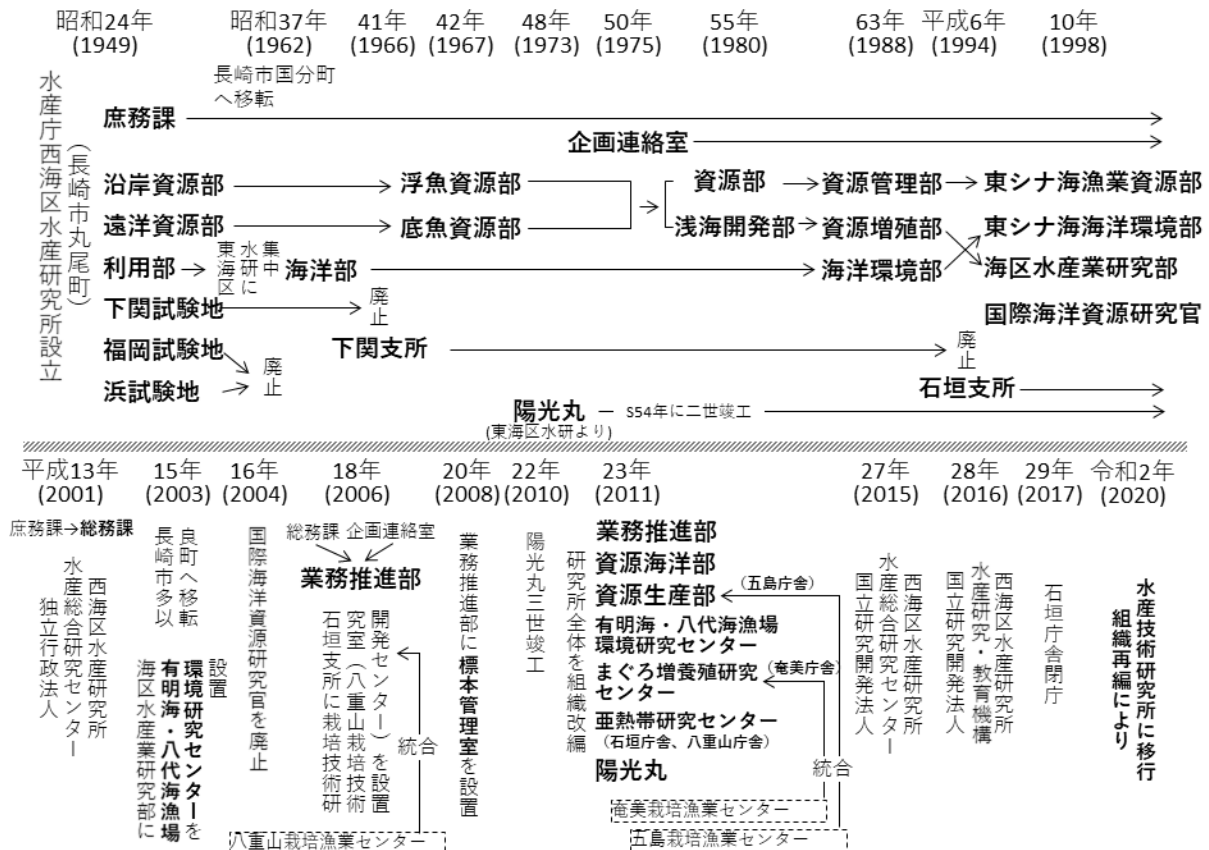
これにより、海区水産研究所の一つとしての「西海区水産研究所」は令和2年(2020年)7月19日をもって廃止となり、翌日からは「水産技術研究所」の本所として新たに機能を開始することとなります。長きにわたり、

西海区水産研究所の研究調査活動に多くのご理解とご支援を賜りましたことに、歴代の所長・所員を代表いたしまして厚くお礼申し上げる次第です。どうも有難うございました。

また、組織再編に伴い、本誌「西海(せいかい)」は今号の発行をもって刊行を終了させていただくこととなります。当所の研究調査情報を迅速に、分かり易く関係機関の方々にお知らせするべく、平成18年(2006年)の発刊以来14年間、前身である西海区水産研究所ニュースを含めると50年以上にわたり刊行を続けることができました。これも、読者の皆様方の温かいご支援があったからこそであり、ご愛読いただきましたことに心より感謝を申し上げます。

最終となります本号では、当所の研究部・センターの部長・センター長及び調査船の船長から、これまでの調査研究内容やその成果等について総括させていただきます。「西海区水産研究所」の名称と活動内容が皆様の心に少しでも留め置かれるようでしたら、職員一同幸甚の至りです。

西海区水産研究所の沿革



資源海洋部の紹介 -この20年間の総括-

資源海洋部長 大下 誠二

1999年(平成11年、以後すべて西暦で表記)2月に発行された「西海区水産研究所50年史」に示されているように、1949年(昭和24年)5月の農林省設置法の改正により全国に8つの海区水産研究所が設立され、東シナ海・黄海・九州西方の海域を担当する国立水産試験研究機関として、同年6月1日に西海区水産研究所が発足しました。この海域は「まき網」や「底びき網」による漁業が営まれていて、設立当初から浮魚・底魚類の調査研究や海洋構造等の実態解明のための研究が盛んでした。その詳細は50年史に譲ることとして、本稿では1999年以降の20年間について、西海区水産研究所における資源及び海洋分野の組織の変遷と成果の概要を示し、今後の展望について簡単に述べたいと思います。

資源・海洋関係の組織の変遷

全国に9つあった水産研究所は、2001年に特定独立行政法人水産総合研究センターとなり、その後は他法人などと統合しつつ、2015年に国立研究開発法人水産総合研究センター、2016年に国立研究開発法人水産研究・教育機構となりました。当研究所の資源及び海洋分野は、2003年の長崎市国分町から同市多良良町への移転当時は、東シナ海漁業資源部(資源評価・浮魚生態・底魚生態の3研究室)と東シナ海海洋環境部(海洋動態・生物環境・高次生産の3研究室)に分かれていました。その後、2005年に東シナ海漁業資源部は資源評価研究室、資源生態研究室と上席研究員で構成されるようになり、2011年に資源及び海洋分野が統合され、資源海洋部(資源管理・資源生態の2グループ体制)へ、さらに2016年には資源海洋部が浮魚資源・底魚資源・海洋環境・生態系変動の4グループ体制へと変わっています。また、東シナ海域での調査に不可欠な調査船「陽光丸Ⅲ世」は2010年11月に竣工し調査を開始しています。

以上のように研究組織は時代の役割に応じて再構成されてきましたが、資源・海洋部門が取り組んできたのは、水産資源の適切な資源評価や生物特性・海洋環境の変化の把握に関する研究で、それほど大きく変わっていません。以下に、1999年以降に西海区水産研究所の資源・海洋部門から出された成果をいくつか紹介します。

浮魚資源研究の成果

東シナ海・日本海(対馬暖流域)におけるマイワシの漁獲量は、1990年代に最大になった後、急速に漁獲量が激減しました。このことで、気候変化と魚類資源の変動の関係解明及び生残機構に関する研究が進みました。また、海洋環境変化の影響を受ける動植物プランクトンの増減から

浮魚類の資源量変動までを網羅した研究を展開することの重要性がわかってきました。マイワシでは、成長関係の変化を考慮した年齢別漁獲尾数から推定された加入量指数は冬季のモンスーン指標(イルクーツクと根室の気圧差)と相関が高いこと(Ohshimo et al. 2009; doi:10.1111/j.1365-2419.2009.00516.x)、日本海において資源量の減少が始まる前に分布の変化が始まっていたこと(Muko et al. 2018; <https://doi.org/10.3354/meps12491>)、資源量と産卵場の位置に関係があること(Furuichi et al. 2019; DOI: <https://doi.org/10.3354/meps13169>)を報告してきました。

さば類では、マサバの漁場位置の時空間変化は、表面水温と黒潮流量の影響を受けていました(Yasuda et al. 2014; DOI: <https://doi.org/10.3354/meps10679>)。東シナ海のマサバの再生産成功率は東シナ海中部の2~6月の平均表面水温と負の相関があり、ゴマサバのCPUEは1月の薩南海域の表面水温と正の相関がみられました(Hiyama et al. 2002; <https://doi.org/10.1046/j.1365-2419.2002.00217.x>)。

マアジでは、浮魚類の生残過程を把握するために実施した大規模な調査船調査等により、東シナ海南部に大産卵場があり、仔稚魚が黒潮沿いに北東方向へ輸送されること(Sassa et al. 2006; <https://doi.org/10.1111/j.1365-2419.2006.00417.x>)、仔魚の成長量と餌生物の密度に相関が認められること(Sassa et al. 2016; <https://doi.org/10.1139/cjfas-2015-0077>)、成長と関連した生残機構が想定されること(Takahashi et al. 2012; <https://doi.org/10.1007/s00227-012-2025-3>)などがわかってきました。

底魚資源研究の成果

底魚資源研究のこの20年間の動きをみると、1997年に調印した「漁業に関する日本国と中華人民共和国との間の協定」及び1998年に署名された「漁業に関する日本国と大韓民国との間の協定」の影響が大きいと言えます。中国、韓国の底びき網漁船及び新規漁業種の台頭のあおりを受け日本の底びき網漁業は徐々に日本沿岸方向に後退・縮小気味でしたが、これらの協定により更に漁場を狭めました。そのため、操業の対象魚種も徐々に変化していき、2010年代ではキダイ、ケンサキイカ、イボダイ類などを主体に漁獲しています。

底魚研究の特徴として、対象となる種数が多いことが挙げられます。資源評価の基礎とするため、いくつかの種で成長や成熟に関する知見の整理を進めました(例 Sakai et al. 2010; <https://doi.org/10.1007/s12562-009-0108-y>)。また、東シナ海で調査船を用いた着底トロール調査

を実施し生物群集の構造の年変化を報告しました(山本・長澤 2015; <https://doi.org/10.2331/suisan.81.429>)。一般に底魚は浮魚に比べて成長が遅く、成熟年齢が高い魚種が含まれるため、乱獲や環境破壊などの影響を受けやすいと考えられます。気候変動と資源の変動の関係はまだ十分に明らかになっていませんが、調査は現在も継続しているので、私たちが保有・蓄積しているデータが今後も有効に活用されると考えています。

東シナ海のみならず日本周辺の底びき網漁業について、操業形態などの変化が考えられ(川内ほか 2018; http://www.jsfo.jp/contents/pdf/82-1/82-1_1.pdf)、それを考慮した資源評価及び管理を考える必要があります。東シナ海では前述した通り日本漁船の漁場が縮小しており、海域全体での資源評価に支障が生じています。そこで、多変量自己回帰分析状態空間モデル(multivariate autoregressive state-space model)のように数的に解析をする試みも行っています(Zhu et al. 2018; <https://doi.org/10.1007/s12562-018-1190-9>)。

海洋環境研究の成果

1999年以後、海洋環境部は資源分野と連携し、一部は有明海・八代海の諸問題に対応するため有明海・八代海漁場環境研究センターへと再編されました。ここでは、資源分野と関連する成果について紹介します。

2000年代に入り日本海を中心にして大型クラゲ(エチゼンクラゲが主体)の漁業被害が相次いだため、その生態研究が行われるようになりました(例 Toyokawa et al. 2010; <https://doi.org/10.1007/s12562-009-0187-9>)。東シナ海におけるエチゼンクラゲのエフィラ幼生の発見(Toyokawa et al. 2012; <https://doi.org/10.1007/s12562-012-0550-0>)や幼体の分布密度の経年変化(Kitajima et al. 2020; <https://doi.org/10.1007/s00227-020-03682-1>)などの理解が進みました。

また、海色衛星による観測など新しい手法の導入も進みましたが(Kiyomoto et al. 2001; <https://doi.org/10.1023/A:1011170619482>)、調査船による地道なモニタリングの重要性は今も変わることはなく、沖縄県周辺海域(種子田・平手 2013; 海と空 88(3), 29-38)から九州の沿岸(森永ほか 2014; <http://www.jsfo.jp/contents/pdf/78-2/78-2-86.pdf>)まで、様々な研究でモニタリングデータが活用されています。

そのほかの成果

この20年間は電子機器の開発が目立ち、化学分析が精力的に行われたことも特筆に値します。海洋生物に電子ロガーを装着して行動を記録する学術分野が発達しました。当研究所が担当している魚種は総じて小型で適用が困難でしたが、機器の小型化によりマサバに電子ロガーを装着して水温変化などを調べることも可能になりました(Yasuda et al. 2018; <https://doi.org/10.3354/meps12636>)。

今後、重要水産種の詳細な行動解析が可能になることが期待できます。また、記録された海域の緯度・経度の情報がうまく補正できれば、海洋生物を利用した海洋観測も可能になるかもしれません。

炭素・窒素などの安定同位体比を用いた研究も盛んに行われるようになってきました。カタクチイワシでは、分布海域と餌環境との関連(Tanaka et al. 2008; DOI:10.1007/s00227-008-0949-4)や、沿岸域でどのように移動しているか(Tanaka et al. 2010; DOI:10.1016/j.fishres.2009.11.002)を解析できています。マイワシの耳石の酸素安定同位体比が水温と負の相関を持つことを利用し、個体の水温履歴を推定して回遊範囲を明らかにしようとする取り組みも始まっています(Sakamoto et al. 2019; <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13098>)。

別の観点からみると、電子機器による計算速度が大幅に向上しました。それにより、実際のデータを使い、仮想空間の中で様々な資源管理を試みることができる手法を用いた研究も可能になってきています(例 依田ほか 2016; <https://doi.org/10.2331/suisan.15-00075>)。以上のように、過去に蓄積されたサンプルやデータを基に、様々な観点・手法により研究を推進してきました。

今後の展望

話をいったん過去に戻します。諸先輩方が活躍されていた年代のほうが漁獲量も多く魚市場は活気にあふれていたように思われますが、50年史には資源管理の失敗についても示されています。翻って、私たちが水産研究所で研究をしている意義を改めて考えざるを得ません。組織や研究内容は変わり続けていますが、最終的な目的は、科学というツールを用いて海洋環境の現状を知り、過去と比較することで将来を予測すること、測定データや漁獲統計の解析から、持続的な漁業活動を営むための科学的な助言を出すことであり、そのことは、当研究所ができた当時から変わりません。気候変動や海洋環境の変動が海洋生物の資源動態に影響を与えることは明らかです。今がどのような状況なのか、今後はどうなる可能性が高いのかについて科学的に検討し、それらを活かして持続的な社会をどのように構築するのかを考えることが最も重要でしょう。そのためには、資源分野と海洋分野の一層の協調や連携(Kurota et al. 2020; <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105353>)が求められます。

過去から時代を経るごとに、科学的な調査研究の分析技術、観測測器及び電子機器が発展し、研究レベルが上がっていることは疑いようがありません。今後に向けて高いレベルで問題を解決するために、現在研究をしている私たちが責任をもって調査研究を行い、過去から引き継いだデータを今後も活用できるようにすることを強く自覚したいと思います。

資源生産部のこれまでと今後について

前資源生産部長 吉村 拓

はじめに

令和2年度の組織再編により、当部も大きく変わることになりました。ここでは、過去20年近くにおける部の大まかな経緯を振り返るとともに、今後の新体制下での展望を述べたいと思います。

国分町から多以良町へ

長崎市街に近い国分町に西水研が置かれていた時代の終盤である平成13年に、全国9つの水産研究所が水産総合研究センターとして独立行政法人化されました。当時、当部の名称は海区水産業研究部で、有明海・八代海漁場環境研究センター、資源培養研究室、沿岸資源研究室で構成されていました。当時の様子については西水研50年史や西水研ニュースに委ねることとし、ここでは同市北部の多以良町に移転した平成15年以降のうち、別稿で述べられている有明海・八代海漁場環境研究センターを除いた研究活動を振り返ります。

多以良町への移転後しばらくの間、当部が関わった大きな研究課題は次の通りでした。

- ・養殖ノリの色落ちなどの問題
- ・磯焼けとそれに伴う磯根資源の状態悪化
- ・マダイやヒラメの資源および放流効果の評価
- ・ブリ種苗生産技術の高度化と有用家系作出

この他にも、有明海でのタイラギの生残問題や当時世間を賑わせた環境ホルモンの影響評価などにも取り組みました。

平成23年の組織改編では、有明海・八代海センターが独立した部署となり、当部は資源生産部に改称されました。本部直属であった五島栽培漁業センターが魚介類生産グループとして加わり、藻類・沿岸資源管理グループとの2グループ体制となった結果、部員の勤務地が長崎庁舎と五島庁舎の2箇所に分かれることとなりました。この改編から今日までは、以下の課題が主要なものでした。

- 1) 沿岸漁業の持続に向けた課題
 - ・マダイやヒラメなど沿岸魚の資源評価と管理
 - ・温暖化の藻場や磯根資源への影響評価、および対策法の開発
- 2) 養殖業の持続的発展に向けた課題
 - ・高水温耐性を含む高品質・高付加価値なノリ種苗の作出、そのための株の収集と特性評価
 - ・ブリの通年採卵および種苗生産技術の開発と優良形質家系の育種技術の開発

- ・仔稚魚用の人工餌料開発

これらの成果は、各種マニュアルやガイドラインとして公表・活用 (<http://snf.fra.affrc.go.jp/print/index.html> など) されている他、ブリの受精卵と種苗は有償配布という社会実装に至っています。また、当部が事務局を務めた全国ノリ研究会とハタ類資源解析研究会では、西海ブロックを大きく越えた府県との連携が実現しました。

2か所に分かれている当部では、両グループの研究課題に接点の無いことが当初からの課題でした。しかし、飼育施設を活用した植食魚の摂餌生態解明に関する実験が若手部員の連携で始まり、また近年取り組んでいる五島市離島漁業振興策(写真1.)では、磯焼け対策と海藻養殖試験における連携が実現し、ようやく部らしい体制を示すことができました。



写真1. 海底に置いたヒジキを食い食う植食魚ノトイズズミ(上、せいかい25号より転載)と、養殖試験に成功したヒジキを得意げに示す部員(下)

今後の展望

今年度の組織再編に伴い、これら2つのグループはそれぞれ異なる部署に組み込まれる見込みです。また、両グループ長など一部の部員はそれらと異なる部署へ配置替えとなり、当部は大きく様変わりします。

名称は変わるでしょうが、藻類・沿岸資源管理グルー

ブでは、今年度から始まるブルーカーボン評価委託プロジェクトへの参画を通じて、温暖化適応策の構築や緩和技術の開発への貢献が期待されます。ノリ養殖関連では、高水温適応品種の作出が、関係県との連携強化で実現に近づくでしょう。魚介類生産グループでは、ブリの受精卵と種苗の有償配布および育種が中心になりますが、増加傾向にある配布要望に応えつつも、速やかな技術移転を実現して貰いたいと思います。加えて、地元五島市の要望が高い海藻の種苗生産も早期に実現させてくれることでしょう。魚類養殖で避けられない環境への負荷の軽減策に繋がる海藻養殖にも関わることで、バランスの取れた研究・技術開発になるでしょう。

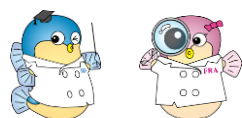
当部は何事にも前向き、かつ温厚な人物に恵まれ、部長としての4年間、随分と楽をさせて貰いました。生き物好きの部員が多く、所の一般公開で楽しそうに解説する姿は何度見ても微笑ましいものでした(写真2.)。この「生き物が好きだ」という自身の原点を忘れず、前向きな姿勢を更に貫くことで、より高度な研究・技術開発を実現してくれるものと期待しています。



写真2. 西水研一般公開で賑わうタッチプール

参考資料

- 西海区水産研究所 50 年史
- 西海水研ニュース No.107、108
- せいかい 25 号



ばい しま 南ぬ島から - 亜熱帯研究センターの紹介 -

亜熱帯研究センター長 中川 雅弘

はじめに

亜熱帯研究センターは、亜熱帯・熱帯特有の水産資源の適切な資源管理に資する様々な試験研究に加えて、水産有用生物の成育場として重要なサンゴ礁や藻場等の維持・形成機構の解明、さらには亜熱帯海域に生息する付加価値の高い水産資源、特に魚類を中心とした増養殖に関する研究を進めてきました。庁舎は沖縄県石垣島にあり、現在は、八重山諸島海域に分布する重要な水産資源を適切に維持管理するため、低次から高次に到る生物群集の生態特性解明や生息環境の保全・修復等の研究に取り組んでいる「沿岸資源生態グループ」と、スジアラ、ニホンウナギ、ノコギリガザミ類等の重要水産資源の親養成、種苗生産及び養殖手法に関する研究に取り組んでいる「生産技術グループ」で構成されています。

亜熱帯研究センターの沿革

亜熱帯研究センターは当初、日本栽培漁業協会八重

山事業場（1985 年開設）と、水産庁西海区水産研究所石垣支所（1994 年開所）という別々の研究機関でしたが、2003 年に水産研究所が日本栽培漁業協会の業務を継承し、八重山栽培漁業センターも、2006 年に石垣支所に一元化されて名称が八重山栽培技術開発センターになりました。その後、2011 年の水産研究所全体の組織改編によって、石垣庁舎（旧石垣支所）と八重山庁舎（旧八重山栽培技術開発漁業センター）を組織する亜熱帯研究センターとなり、2016 年には石垣庁舎の閉庁に伴い、石垣庁舎の研究業務を八重山庁舎に集約しました。

亜熱帯研究センターの施設・設備

敷地面積は 57,563m²で、管理棟や実験棟、栈橋（75m×9m）があり、コンクリート水槽は 15～20t が 15 面、50～110t が 24 面、200～250t が 8 面、他には小型船舶 4 隻、公用車 4 台をそれぞれ保有しています。なお、ろ過海水の供給能力は 300t/時間です（写真 1）。



写真1. 亜熱帯研究センターの全景

亜熱帯研究センターの研究業務

1. 沿岸資源生態グループ

亜熱帯水域における藻場・サンゴ礁の管理保全・修復技術の開発及び重要魚類資源の維持・管理方法の策定という課題に取り組んでいます。具体的には、サンゴ礁を漁場とする主要な沿岸性魚類の生息密度や生息環境の把握に加え、その行動圏や日周行動、摂餌や産卵に関する行動特性等の調査を行っています。また、有用水産資源にとって重要なサンゴ群集を特定するとともに、サンゴの再生産や加入状況などの知見に基づく新たなサンゴ増殖技術によるサンゴ群集の保全・修復手法の検討・開発にも取り組んでいます。主要な成果としては、有用魚類資源であるナミハタの産卵生態を解明し、沖縄県と協力して産卵集群を保護する方策を提案し（写真2）、また、サンゴ幼生収集装置（写真3）を用いた新たなサンゴ増殖技術は、沖縄県や環境省でも事業化が検討されています。



写真2. ナミハタの産卵集群



写真3. サンゴ幼生収集装置

2. 生産技術グループ

現在は、スジアラ（写真4）、ニホンウナギ、ノコギリガザミ類等の親養成、種苗生産及び養殖手法に関する研究開発に取り組んでいます。スジアラは種苗量産技術がほぼ確立され、今後は亜熱帯海域における新規養殖対象種として種苗性の向上に加えて国内外への流通の可能性や経済的効果を検討し、新たな養殖産業の創出を目指しています。



写真4. スジアラ

ニホンウナギは種苗であるシラスウナギの量的確保が最優先課題であるため、安定的な量産化に向けた種苗量産技術の開発を進めています。主に亜熱帯域に生息するノコギリガザミ類は国内外で高価な値段で取引され新規養殖対象種として期待されています。

また、これまでの主な研究成果としては、2011年には、国内で初めてメガネモチノウオ（ナポレオンフィッシュ）の稚魚生産に成功しました。2016年には、世界で初めて、人工飼育下で生まれ育ったスジアラの雌雄から受精卵を得て、その受精卵を用いて種苗を生産するスジアラの完全養殖に成功しました。2017年にはスジアラの代謝反応が日周リズムで変化することが解明され、その情報から効果的な給餌方法が提案されました。

今後の展望

1. 沿岸資源生態グループ

近年、地球温暖化の影響が疑われるサンゴの大量死など、サンゴ礁を取り巻く状況は厳しくなっています。このため、サンゴ礁修復技術の実用化や沿岸資源保護のための海域保全策の実現には、更なる研究の深化や高度化が必要です。また、気候変動に伴う亜熱帯の水産資源の分布北上予測や、漁業や漁場の変化への対応に関する課題も求められています。これらの取り組みを通して、サンゴ礁を含めた沿岸資源管理のあり方を提言していきます。

2. 生産技術グループ

亜熱帯海域に生息する重要水産資源であるスジアラやノコギリガザミ類の種苗生産技術や養殖技術の高度化、販売戦略を検討し、最終的にそれらの開発した技術を公的機関や民間等に移転して、新たな養殖産業を創出することを目指していきます。

有明海・八代海漁場環境研究センターの取り組み —有明海、八代海の再生を目指して—

有明海・八代海漁場環境研究センター長 樽谷 賢治

はじめに

有明海・八代海漁場環境研究センターでは、その名の通り、九州西岸に位置する有明海や八代海の漁場環境や水産資源に関する調査研究を行っています。ここでは、2003年の発足以来、20年弱にわたり、当センターが取り組んできた研究活動や業務内容などを振り返ります。

有明海・八代海漁場環境研究センターの発足

有明海では、1980年代後半から、二枚貝類をはじめとした海面漁業の漁獲量の減少がみられるようになりました。八代海においても、1990年代後半以降、有害プランクトンによる赤潮が頻発するようになりました。とりわけ、2000年12月～翌2001年2月に有明海で発生した大規模なノリの色落ちは、ノリ養殖に甚大な被害を及ぼし、社会的にも大きな問題となりました。このことを契機に、2002年11月に「有明海及び八代海を再生するための特別措置に関する法律」が施行されました。この法律では、海域の環境の保全及び改善、水産資源の回復などにより、漁業の振興を図るため、調査研究体制の整備などの措置を講ずるとされています。そのため、有明海、八代海の水産業に関する調査研究の中心的な役割を担うべく、2003年7月に、海区水産業研究部内に「有明海・八代海漁場環境研究センター」が設置されました（写真1）。その後、2006年の組織改編で、「有明海・八代海漁場環境研究科」の1科で構成される独立した研究部門となり、2007年には、「漁場環境研究科」と「浅海増養殖研究科」の2研究科体制に拡充されました。さらに2011年には、「環境保全グループ」と「資源培養グループ」の2グループ体制へと移行し、現在に至っています。



写真1. 有明海・八代海漁場環境研究センターの看板

有明海・八代海の漁場環境の把握と改善に向けた取り組み

有明海や八代海では、他の閉鎖性内湾域と同様に、有害赤潮や貧酸素水塊の発生が深刻な問題となっています。有明海では、湾奥部を中心に、毎年夏季に底層の溶存酸素濃度が低下し、貧酸素水塊が形成されます。有害赤潮も頻発しており、特に2009年と2010年の夏季に有明海、八代海で発生したシャットネラ赤潮では魚類養殖に大規模な漁業被害をもたらしました。また、近年では、ノリ養殖が盛んに行われている有明海で、冬季に珪藻類による赤潮が発生し、珪藻類が栄養塩を急速に取り込むことによって、養殖ノリに色落ち被害が生じています。

当センターでは、これらの問題に対応するため、漁場環境の効率的なモニタリング体制の構築とモニタリング技術の高度化に取り組みました。紆余曲折はありましたが、現在、水産庁委託事業の枠組みの中で、県の試験研究機関や漁業協同組合と連携した高頻度のモニタリング体制が構築され、有害赤潮や貧酸素水塊の発生監視に貢献しています。また、モニタリング技術の高度化を図るため、観測機器を用いた自動連続観測を積極的に導入しました。その一例が自動昇降式水質観測ブイの開発です（写真2）。この観測ブイでは、搭載した水質計が30分もしくは1時間間隔で自動的に昇降することで、海面から海底直上までの水温や塩分、溶存酸素濃度などを測定することが可能です。また、測定された観測データは、当センターが運用しているホームページ（<http://ariake-yatsushiro.jp/>）上でリアルタイムに公表しています。



写真2. 有明海湾奥部に設置し管理・運用中の自動昇降式水質観測ブイ

他にも、水産研究・教育機構や県の試験研究機関、漁業協同組合などの観測調査で得られた有害赤潮原因プランクトンの細胞密度などの情報を収集し、公表するシステム（赤潮分布情報、<https://akashiwo.jp/public/kaikuInit>）。

php)を開発し、現在も継続して運用しています。また、有害赤潮や貧酸素水塊の発生メカニズムの解明や予察技術の開発、有害赤潮による魚類への死メカニズムの解明や漁業被害の軽減手法の開発などにも取り組んでいます。特に、漁業被害の軽減手法の開発は、漁業者からのニーズも高く、実用化に向けたさらなる研究の進展が期待されています。

有明海における二枚貝資源の再生に向けた取り組み

近年、有明海では、アサリ、タイラギ、サルボウなどの二枚貝類の漁獲量が低迷しています。特に、タイラギ資源は壊滅的な状況にあることから、本種の資源の回復が有明海の再生の象徴とも位置付けられています。

当センターでは、有明海で危機的な状況にあるタイラギの資源増大を図るため、2014年度から、水産庁の「二枚貝資源緊急増殖対策委託事業」により、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、瀬戸内海区水産研究所などと連携して、タイラギの人工種苗生産技術の開発に取り組みました。タイラギの種苗生産は、1980年代から長年にわたり取り組まれてきましたが、成功への道は険しく、技術的にも難しい魚介類のひとつと考えられていました。しかし、私達の研究グループは、瀬戸内海区水産研究所が開発した技術を基に、大量の着底稚貝の生産に成功するなど、大きな成果を得ることができました(写真3)。現在、福岡県、佐賀県、長崎県では、本事業で得られた成果を活用して、タイラギの人工種苗生産に取り組んでいます。

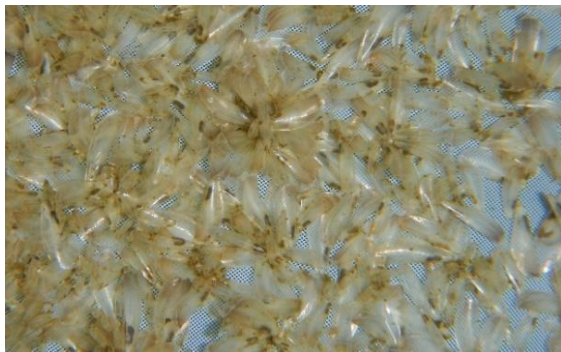


写真3. 有明海産のタイラギを用いた人工種苗生産によって得られた着底稚貝

一方で、浮遊幼生が突如として大量へい死するなど、解決すべき課題も残されています。有明海におけるタイラギ資源の回復を図るためには、タイラギ資源の減少要因を明らかにすることも重要です。これまでに、貧酸素水塊の発生や浮泥の蓄積、食害など、様々な要因の可能性が指摘され、議論されています。当センターでも、タイラギ稚貝や成貝の生残に及ぼす貧酸素の影響や種苗生産で得られた稚貝の移植試験による浮泥や食害の影響などについて検証してきました(主に環境省請負業務で実施)。現在も、関係機関と情報交換や意見交換を行いながら、タイラギ資源の減少要因の解明に向け、様々な取り組みを行っています。

その他、以下の研究課題にも取り組んできました。

- ・粘質状浮遊物の原因究明と発生機構の解明
- ・有明海におけるカキ礁の分布と環境浄化機能の解明
- ・温暖化に適応したノリ養殖品種の開発
- ・有明海におけるビゼンクラゲ発生源の探索と発生モニタリング

関係省庁や関係県との連携と調整

当センターは、設立された目的から、関係県はもとより、関係省庁との連携や調整も重要な業務となっています。そのひとつに、有明海・八代海等総合調査評価委員会の活動への協力が挙げられます。本委員会は、「有明海及び八代海を再生するための特別措置に関する法律」によって、環境省に設置され、国や関係県の調査結果に基づいて有明海や八代海の再生に係る評価を行うとともに、これらの事項に関して主務大臣などに意見を述べることを所掌事務としています。

これまでに、2006年と2017年に委員会報告が取りまとめられていますが、特に2017年3月に提出された委員会報告の取りまとめにあたっては、当センターが中心となって「有明海・八代海勉強会」を立ち上げ、有明海・八代海等総合調査評価委員会やその下に設置された生物・水産資源・水環境問題検討作業小委員会に報告する内容を事前に関係機関と協議しました。また、同委員会報告には、当センターが中心となって実施した環境省請負業務で得られた成果も多数取り上げられています。

有明海・八代海等総合調査評価委員会以外にも、関係省庁や関係県による様々な委員会の活動に協力しています。

- ・有明海漁場環境改善連絡協議会幹事会(九州農政局)
 - ・中央環境審議会生活環境項目環境基準専門委員会(環境省)
 - ・有明・八代海海域環境検討委員会(九州地方整備局熊本港・空港整備事務所)
 - ・佐賀県有明水産振興センター研究評価会議(佐賀県有明水産振興センター)
- (一般財団法人、民間企業などが主催する多数の会議や協議会などにも委員などの形で協力してきました)

有明海、八代海の再生を目指して

このように、20年弱にわたる歴史の中で、当センターは様々な取り組みを行ってきましたが、残念ながら、有明海、八代海の再生は、まだ道半ばにあります。水産研究・教育機構の組織再編を機に、「有明海・八代海漁場環境研究センター」という名称はなくなる予定ですが、今後も現場の切なる声に耳を傾け、関係機関と連携して、有明海や八代海の再生を目指して研究業務に取り組んでいく姿勢は変わりません。今後とも私達の取り組みにご理解、ご協力を戴きたく、よろしくお願い申し上げます。

マグロ養殖の持続的発展に向けた取り組み

まぐろ増養殖研究センター長 玄 浩一郎

マグロを取り巻く現状

クロマグロ（以下、マグロ）は本マグロとも呼ばれ、インドマグロ、メバチ、キハダと同じ仲間です。マグロは、その肉質の良さから高値で取引され、築地市場の初競りでは1尾の天然マグロが億単位で競り落とされることが恒例となっています。また、国内のみならず東南アジア等の諸外国においても、健康志向や日本食ブームの高まりから、その需要は拡大の一途をたどっています。一方、供給に目を向けると、国内需要（2017年：約5万トン）の約6割が国内生産量で占められており、そのうち半分以上が養殖によってまかなわれています。

我が国のマグロ養殖の特徴は、天然幼魚を長期間飼育する点にあります。養殖生産のほとんどは、夏から秋に日本沿岸で採捕した天然幼魚を養殖生け簀に導入（いわゆる活け込み）し、その後2年かけて成魚まで育成した後市場に出荷します。このため、①十分な餌を与えるので、天然マグロと比較して魚の成長が倍近く速い、②幼魚から成魚まで人間の管理下で飼育できるので品質が安定している、③需要に応じて計画的な出荷が可能である、等の多くの利点を持っています。しかし、養殖自体が天然幼魚に大きく依存しているため、更なるマグロの資源状態の悪化やそれに伴う漁獲規制の強化によっては、養殖生産が大きな影響を受ける可能性があります。

人工種苗を用いたマグロ養殖とその課題

このような状況のなか、問題解決の糸口として注目されているのが、完全養殖技術による人工種苗の大量生産と、それを用いたマグロ養殖です。完全養殖技術とは、人工的に育成した親魚から卵を採って、再び親まで育てて次世代を生産する養殖技術です（図1）。これまでに、多くの養殖対象魚で完全養殖技術が開発され、マグロでは2002年に近畿大学が世界で初めて成功しました。その成功から20年近く経ちますが、未だに1万粒の卵から1～

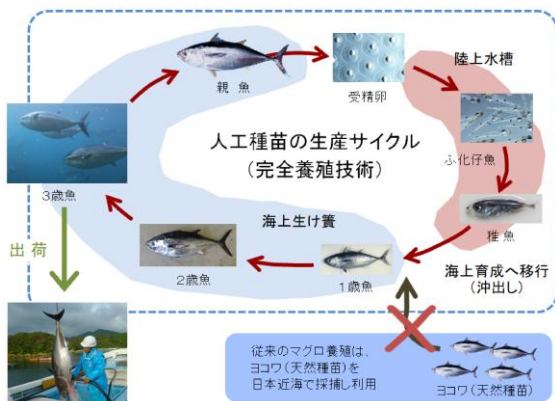


図1. クロマグロの完全養殖技術

10尾程度の出荷魚しか生産できていません。この主な原因として、他魚種と比較して卵から人工種苗を作るまでの効率が極めて悪いことがあげられます。なぜなら、これまで天然種苗を使っていたため、どのように飼育すれば親魚から卵がとれるのか、とれた卵をどのように育てれば養殖用種苗ができるのか等に関する研究があまりなされていなかったからです。

人工種苗を効率良く作るための取り組み

そこで、人工種苗の生産に関わる研究を加速化するために、2011年に西海区水産研究所にまぐろ増養殖研究センターが設立されました。当センターは、長崎庁舎の成熟制御グループと奄美庁舎の種苗量産グループの2グループから構成され、前者は国内唯一のマグロ親魚用陸上水槽¹⁾を用いて「卵が採れない」問題に、後者は広大な野外フィールドを用いて「子供の餌や飼育」問題に取り組んできました（図2）。



図2. まぐろ増養殖研究センターの概要

マグロの人工種苗を生産するには、通常1回あたり約100万粒以上の卵を使用します。従って、完全養殖技術で人工種苗を作るためには、計画的かつ大量のマグロ卵を得る必要があります。しかし、これまでの種苗生産では、マグロが養殖生け簀で自然に産んだ卵を利用していたので、必要な時に必要な量の卵を確保することは無理でした。このため成熟制御グループでは、まずは大規模な野外調査によって、採卵技術の開発に必要なマグロの産卵に係わる基礎的知見を集めました。それによって、マグロの産卵には海水温が極めて重要であること、また採卵するには産卵に適した水温帯で飼育することが不可欠であることがわかりました。そこで野外調査でわかった水温条件を親魚用陸上水槽で再現することで、マグロに卵を産ませることができるかどうかを検証しました（図3）。その結果、2014年に人間の飼育管理下のもとではじめて、

完全養殖マグロを産卵させることに成功しました。これまでに同様の実験を計 4 回行っていますが、いずれの実験においても産卵に成功しており、多い年で約 1 億粒の卵がとれるようになっていきます。さらに最近では、親魚用陸上水槽の飼育条件を人工的に調節することで、これまで養殖飼育下では卵を産まなかった時期に、完全養殖マグロから採卵する試みにも取り組んでいます²⁾。

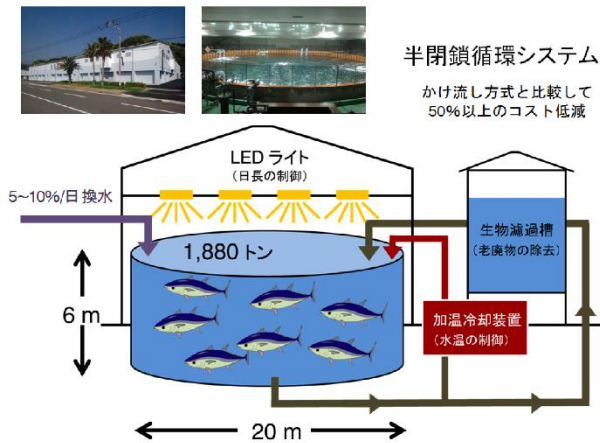


図 3. クロマグロの親魚用陸上水槽

他方、とれた卵から人工種苗を生産するにあたって、ふ化後 10 日目までに仔魚が水槽の底に沈んだ状態で大量に死亡する、いわゆる沈降死が大きな問題となっていました。一般に魚類は、鰾（うきぶくろ）と呼ばれる器官を使って、水のなかで沈まないように浮力を調整しています。マグロでは、ふ化後しばらくの間は鰾が未発達ですが、昼間は活発に遊泳するので問題にはなりません。しかし、夜間は仔魚がほとんど動かないので水槽の底に沈むことで、水槽底面や沈殿物との接触による外傷や細菌感染等が生じて、最終的に沈降死に至ることが私たちの調査からわかりました。そこで種苗量産グループでは、人工的に夜間をなくすこと（24 時間照明）で、沈降死が軽減できるかどうかを検証しました（図 4）。その結果、夜間に発生していた沈降死を大幅に軽減することが可能となり、生産できる仔魚の尾数も従来の 10 倍以上になりました。

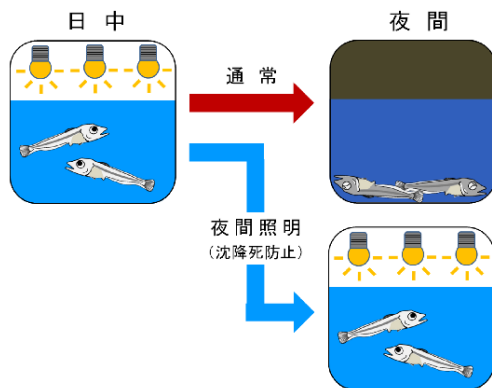


図 4. 種苗生産期における沈降死の防止

また、マグロの仔稚魚は、生物餌料への依存度が極めて高いため、ふ化後 2 日目からシオミズツボワムシ、ふ化後 15 日前後よりイシダイ等のふ化仔魚、ふ化後 25 日頃からは魚肉ミンチといったように、様々な餌を与えなければなりません。そこで、より簡単に給餌ができるように、これら生物餌料の代替となる人工餌料の開発も行っています³⁾。

マグロ養殖研究の今後の展望

このように卵や飼育方法に係わる問題にはある程度の目処が立ちましたが、まだ手つかずの問題が多く残されています。その一つが餌の問題です。クロマグロは体重を 1 キログラム増やすために、サバ等の生餌を 15 キログラム近く必要とします。このため養殖業者からは、成長のよい養殖用人工餌料の開発が強く求められています。また、餌開発同様、マグロ本来の性質を人間が養殖しやすいものにいかに変えていくか、いわゆる家魚化も重要な課題となっています。そこで、メタボローム解析やゲノム編集技術といった最先端技術を使って、技術開発に不可欠な基盤研究を行っています⁴⁾。また、近年国内生産した養殖マグロの新たな需要先として、海外市場への輸出促進の動きが加速化しており、生産や流通履歴の詳細な追跡（トレーサビリティシステム）が強く求められています。このため私たちは、新たな組織になっても引き続き、大学、県水産試験場並びに民間企業等と連携協力しながら、これら人工種苗に関わる問題に全力で取り組んでいきたいと考えています。

参 考

1. 西海“せいかい” No.14 2013.10 p.2
クロマグロの水槽内産卵試験施設が完成！～受精卵の安定的確保を目指して～
2. 西海“せいかい” No.26 2019.10 p.3
光と温度で産卵時期をコントロールする～クロマグロにおける新たな採卵技術の開発～
3. 西海“せいかい” No.22 2017.10 p.2
人工クロマグロの大量生産に向けて～餌料仔魚に代わる配合飼料の開発～
4. FRA NEWS vol.62 2020.3
クロマグロ養殖最前線！～技術開発はどこまで進んでいるのか～



漁業調査船 陽光丸の航跡

陽光丸船長 堀田 俊孝

陽光丸は西海区水産研究所が担当する東シナ海や日本海西部の浮魚・底魚類の資源・生態調査や海洋観測などに従事してきました。初代の陽光丸（213 トン）は昭和48年（1973年）に当時の東海区水産研究所から西海区水産研究所に移管され、以後6年間にわたり調査観測業務に従事しました。昭和54年（1979年）に2代目（総トン数499トン）が竣工し、現在の陽光丸は平成22年に竣工した3代目（総トン数692トン）です（写真1.）。



写真1. 上から、初代陽光丸、陽光丸II世、陽光丸III世

現在陽光丸では、東シナ海や日本海西部、有明海などで調査航海を行っています（図1.）。2019年度の計12回の調査航海で航走した距離は、延べ36,725 km（地球約0.9周）におよびました。

東シナ海や日本海西部はあじ・さば類、マイワシやスルメイカといった我が国の重要な水産資源が成育し漁獲される海域で、これらの資源の持続的利用のためには精度の高い調査・観測データの取得が必要です。陽光丸はそういった調査・観測を可能とする高精度の調査漁具・観測機器を備えた調査船で（せいかい16号に関連記事を掲載）、現在は船長以下22名の乗組員で運航を行っています。陽光丸調査で得られたデータやサンプルは、東シナ海におけるマアジ産卵場の特定や大型クラゲの出現把握など、資源海洋部の成果として本誌に記載されている様々な研究に大きく貢献してきました。さらに、地道な調査で得られたたくさんのサンプルは魚類標本コレクションとして収集・整理されており（せいかい13号）、そのなかからは新種も発見されています（せいかい26号）。

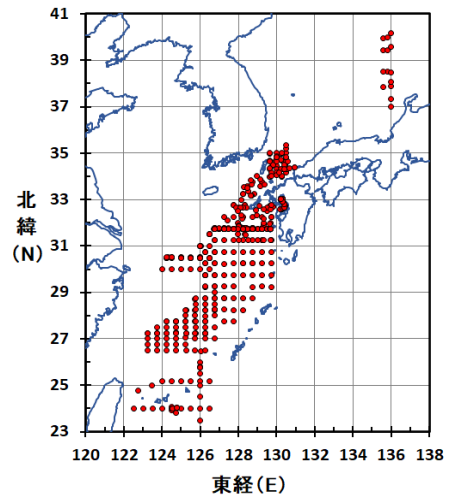


図1. 2019年度陽光丸調査航海の調査点配置（様々な研究の基礎データとなる水温・塩分の鉛直観測を行った位置を示す。同じ観測点で繰り返し調査が行われることも多い。）

漁業資源が豊富な東シナ海は隣国にとっても重要な海域となっていて、中国、韓国、台湾等、外国漁船が多数操業している海域の調査では、安全な距離を保ちつつ精度の良い観測ができるよう他船の動向を見ながら操船を行う必要があります。また、中国公船や台湾当局船舶が接近してくるときは調査を中断し、それら船舶の動向に応じた対処ならびに必要な情報の収集を行うなど、運航には緊張する場面もあります。

竣工して10年が経つ現在の陽光丸は、船内設備が充実しており居住性は良好ですが、時間の経過と共に見直さなければならぬ箇所も出始めています。最近では、船内LANサーバーの換装を行ったほか、航海機器、観測機器類からの収集データを使用した航海情報表示システム、航跡プロットシステム、調査データ検索システム等を一新することができました。しかし、いくら高性能の機器を導入しても、それを扱うのは人間であり、調査船調査では乗組員と調査員が一体となってチームワークを発揮して初めて、価値あるデータを得ることが可能となります。その面からも、今後新しい組織の下でも、陽光丸は十分に能力を発揮することができると思っています。

発行：国立研究開発法人水産研究・教育機構
 編集：国立研究開発法人水産研究・教育機構
 西海区水産研究所
 〒851-2213 長崎県長崎市多良良町1551-8
 TEL 095-860-1600 FAX 095-850-7767
 ホームページアドレス <http://snf.fra.affrc.go.jp>
 本誌掲載の文章・画像等の無断転載を禁じます。