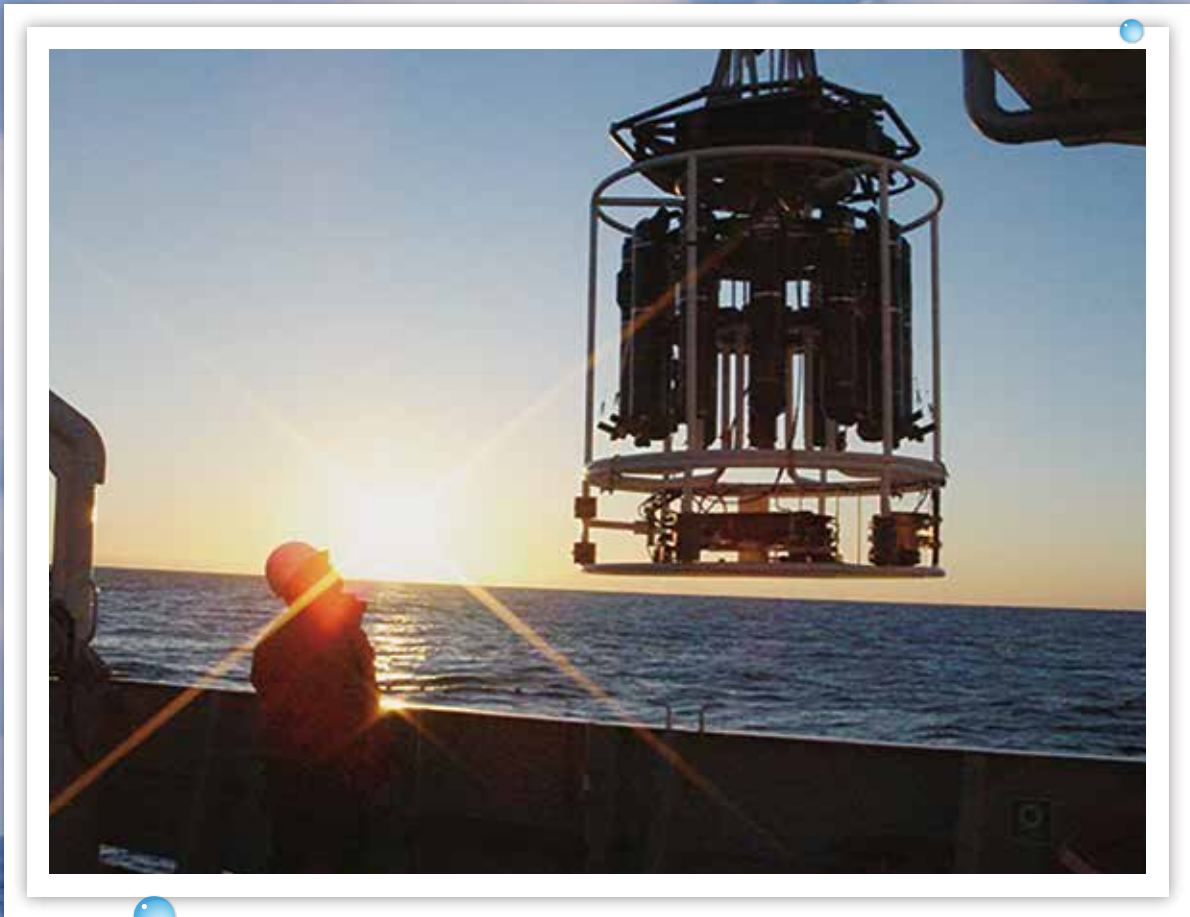


水産研究・教育機構研究開発情報 | 編集:国際水産資源研究所

ななつの海から

● Na · na · tsu · no · u · mi · ka · ra

第11号
.....
2016年9月



国立研究開発法人
水産研究・教育機構

CONTENTS >>>



● Topics

・第4期中長期計画の紹介

くろまぐろ資源部・かつお・まぐろ資源部・外洋資源部……3

・特集1：平成27年度主要研究成果の紹介

- ・ I 太平洋クロマグロ0歳魚加入量の広域的なリアルタイムモニタリング体制の構築と
加入量速報の公表……6
- ・ II 最近の混獲回避措置の議論に対応した研究開発……8
- ・ III 生態系モデル構築に向けた鯨類の摂餌行動に関する研究……9

・特集2：太平洋クロマグロ資源評価……11

● Introduction

・新たに加わったグループの紹介……13

● Activity

・主な出来事……14

表紙写真解説

上下に可動式の蓋のついたプラスチック筒を円形に束ねたものを海中に沈め、所定の深度に達するたびに電気信号で蓋を閉める事により、多数の深さの海水を一度に採取する事が出来る。束ねられた筒を上方から眺めると花のように見えるため「ロゼット採水装置」と呼ばれる。名前は可愛らしいが重量0.5トンに達するこの大型装置をケーブル一本で吊し、海中に入れる作業は、揺れる船上では細心の注意を要する。

(撮影場所：厚岸沖 漁業調査船北光丸船上にて 撮影者：小熊幸子)



第4期中長期計画におけるくろまぐろ資源部の研究課題



くろまぐろ資源部長 島田 裕之

くろまぐろ資源部は、太平洋クロマグロ、大西洋クロマグロとミナミマグロを対象として、資源評価や生活史の解明に向けた研究開発を着実に進めます。また、太平洋クロマグロやミナミマグロでは、低水準にある資源量の回復を着実なものとするために、加入量の変動を考慮した適切な資源管理のための加入量水準の迅速な把握とその推定精度の向上を図ります。

資源評価では、使用する漁業データや成長・成熟・自然死亡などの生物パラメータに含まれている不確実性から推定結果が安定しません。そのため、データ更新のたびに点推定値が大きく異なったり、推定精度が悪くなり、資源の現状の判断に問題が生じる可能性があります。そこでこれらの不確実性の影響を考慮した頑健な資源評価モデルを開発します。また、資源回復計画の策定に当たっては、シミュレーションにより実際の資源動態や漁獲を想定し、そこで見込まれる誤差を仮定してコンピュータの中で再現し、より適切な管理方策を提案します。

太平洋クロマグロでは、近年の親魚資源量の低下や加入量の悪化を受け30 kg未満の小型魚の漁獲量を半減し、30 kg以上の大型魚の漁獲量を増やさないなどの漁獲規制が行われています。しかし、今後、資源が回復して漁獲規制量の上限に達すると、魚はたくさんいるのに獲れない状況が起こり、過小評価が生ずる可能性があります。そこで従来の資源評価とは別に、漁業から独立した資源評価手法が有効です。その一つとして遺伝情報から親子関係を特定し、その出現率

から標識放流のように親魚全体の数を推定するクロスキン（近親遺伝）分析による推定方法の開発と、解析に必要な筋肉サンプルの収集を進めます。

太平洋クロマグロは日本周辺の南西諸島海域や日本海に主要な産卵場で生まれた後、その一部は太平洋を横断しアメリカ大陸西岸まで往復することが明らかにされています。しかし、よりきめ細かな資源評価、資源管理を行うためには、年齢別の回遊経路や産卵場の滞在期間についても明らかにする必要があります。また、太平洋クロマグロは飼育下では年に何度も産卵する個体がある一方で、個体によっては成熟後も産卵しない年があることが知られています。このような産卵行動を把握するために、電子標識による回遊・行動調査を進めます。

さらに、太平洋クロマグロの将来の資源量を予測するために、どのような生息環境が仔稚魚の生残に関係しているのか、どのくらいの割合の個体が太平洋を渡洋するか、南西諸島海域と日本海で生まれた稚魚の割合はどうかなどを明らかにするために、耳石などの年齢形質（輪紋）の海域ごとの違いや、微量元素や安定同位体比分析等を用いた生活履歴の解明を進めます。また、産卵場の海洋環境資料を収集し、資源の加入量と海洋環境との関係を把握します。これらの調査研究は、関係する多くの自治体や大学等の研究機関、水産研究・教育機構内の研究所と連携協力のもとに進められます。

第4期中長期計画におけるかつお・まぐろ資源部の研究課題



かつお・まぐろ資源部長 西田 宏

かつお・まぐろ資源部は、カツオ、ビンナガ、キハダ、メバチ、及びまぐろ漁業により漁獲あるいは混獲されるかじき・さめ類、海鳥・海亀類等に関連した研究課題に取り組んでいます。また主幹研究員により、かつお・まぐろ漁業の漁獲報告等のデータ整備を行っています。

カツオ・ビンナガの研究課題

中西部太平洋での関係国等によるカツオ漁獲量は近年200万トン近くになっています。熱帯海域のカツオ資源は持続的な状態にあると見られる一方で、日本近海、特に沿岸域でのカツオ漁獲は低迷しており、この相反する状況を科学的に説明することが求められています。

第3期中期計画期間においては、電子標識を用いた研究により、カツオの亜熱帯海域から日本近海へ至る3つの来遊経路の存在を明らかにしました。また、耳石による初期成長履歴の分析により、近年の日本近海で漁獲される個体には熱帯海域の環境で生まれたとみられる個体の割合が高いこともわかりました。第4期中期計画においては、1. 熱帯域に近い海域での標識放流調査、2. 加入メカニズムと日本近海への来遊の関係性を明らかにするための調査の強化、3. 日本近海・沿岸域への来遊動向予測の高精度化を目指しています。

ビンナガは、日本では生鮮として利用されるほか、ホワイトミートと呼ばれる缶詰の原料になっており、当水研清水庁舎がある静岡県などの水産加工業にとっても極めて重要な魚種です。北太平洋のビンナガ資源は持続的な状態と評価されており、第4期中期計画においても、当部は引き続きこの資源評価に主体的に関わっていくとともに、来遊状況についての関係機関への情報提供に努めていきます。また現在、各国の行政官、業界及び科学者等が参加して、北太平洋ビンナガを対象としたMSE（管理方策評価）に関する議論が進行中であり、意思決定プロセスが複雑になりつつある中で、関係者とともに丁寧な議論を積み重ねていき

ます。

熱帯まぐろの研究課題

メバチとキハダも、刺身やツナ缶などで、日本人の食生活と密接な関係にある魚種ですが、魚種や海域によっては、資源減少や悪化が見られています。第4期中期計画においては、資源評価の精度向上を目指す取り組みとして、熱帯海域における中心的な漁業であり資源に与えるインパクトも大きいまき網漁業のデータを活用する方法を探ることとしています。

これら熱帯まぐろ類の資源評価においては伝統的に、はえ縄船、特に日本のはえ縄船の努力量あたりの漁獲量に基づいた指標が、資源量の動向を示すデータとして扱われてきました。漁場の広さや、海域によっては1950年代から継続的にデータが得られている点を勘案すると、資源の動向を示すのに最も適切なデータだと考えられたためです。ところが1990年代になると、日本のはえ縄船の努力量が全大洋的に減少を始め、漁場も縮小傾向になりました。一方、同時期にまき網の漁獲量が増加し始め、はえ縄の漁獲量と拮抗し、やがて上回る状況になりました。このため、まき網の漁業データを用いて資源量指数を開発することが、資源評価上の課題と認識されるようになりました。まき網の努力量をどのような方法で標準化できるのか、また、同じ努力量であっても漁獲効率は次第に上昇することや、資源密度がある程度低下しても漁獲効率は低下しないこと等、まき網の漁獲データを資源量指数として活用するには課題が多いことは知られていますが、国際的にも重要な課題であり、果敢に取り組む必要があると考えています。

かじき・さめ類の研究課題

第3期中期計画期間においては、かじき・さめ類の資源評価に対応しつつ、さめ類の資源評価においては正確な漁獲量や放流・投棄量の実態解明が急務であること、成長や成熟、回遊パターンなどの基本的な生物学的知見の整備が不十分であることが確認され、それ

らの精度向上に向けた取り組みを開始しました。第4期中期計画においては、ヨシキリザメやメカジキ等、当面の資源評価に主体的に関わりつつ、ヨシキリザメとアオザメを主対象として、資源評価に大きな影響を与える成長や成熟のパラメータを決定するとともに、電子標識を用いた性別・成長段階別の移動回遊経路の推定に取り組みます。また気仙沼港においては、市場調査員が引き続き周年にわたり、かじき類、さめ類の漁業及び水揚物の生物データ収集に努めていきます。

まぐろ漁業の混獲生物研究

第3期中期計画期間においては、まぐろ漁業に混獲

された生物の食性分析や安定同位体を用いた分析により、混獲生物種とそれを取りまく生態系構造の把握に取り組みました。第4期中期計画では、混獲が多発する水域の特定、生態学的リスク評価、混獲回避技術の効果の評価を通じて、漁獲対象種の漁獲効率と混獲削減のバランスを考慮した混獲回避技術の導入法を明らかにします。対応すべき漁業管理機関が多く、混獲情報を取り扱うデータの整備や、混獲生物種と漁業操業との遭遇に関わるモデル構築にも大きな労力を必要としますが、関連漁業の持続的な操業確保のために、引き続き幅広く対応していく必要があると考えています。

第4期中長期計画における外洋資源部の研究課題



外洋資源部長 一井 太郎

外洋資源部は、わが国の漁業によって利用されている鯨類や外洋底魚等の漁業資源、及び外洋生態系に関する調査・研究を行っています。また、マグロやカツオ等の国際資源（公海等外洋域に生息する漁業資源）の海洋環境に関する調査・研究を行っています。昨年度までは鯨類資源グループと外洋生態系グループの2グループの構成でしたが、今年度より国際資源環境グループが加わり3グループの構成となりました。

外洋生態系グループは、2004年から2011年の国連総会において公海底魚漁業における資源の持続的利用と生態系の保全を求める決議が採択され、それに応じて太平洋やインド洋に地域漁業管理機関が新設されていることを受け、底魚資源や冷水性サンゴ等の脆弱な生態系（VME）について調査研究を行っています。また生態系を考慮した漁業管理の実践に向け、生態系の特性把握や漁業の影響評価に取り組んでいます。第

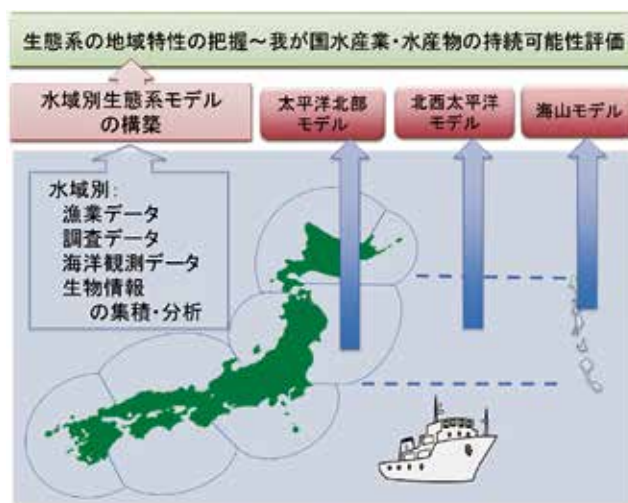
4期中期計画では「生態系構造の地域特性を考慮した漁業の影響評価」に取り組みます。本課題では、我が国周辺の漁業データや調査データを活用して生態系モデルを構築します。得られたモデルを用いて水域ごとの生態系特性を明らかにし、地域特性に応じた持続的な漁業のあり方を検討します。

鯨類資源グループは、国際捕鯨委員会が管轄する大型鯨類、および管轄外で我が国が自主管理する小型鯨類漁業対象種について、鯨類資源の持続的な利用を目的に、目視調査による資源量解析、系群構造把握のための遺伝試料の採取・分析や衛星標識追跡調査などを行っています。第4期中期計画における研究開発課題としては「鯨類と生息環境の関係を考慮した資源評価手法の高度化」に取り組みます。本課題では鯨類と生息環境との関係を把握し、対象種の資源管理評価手法の改善を図ります。この結果、調査未実施海域での資

資源量推定などが可能となります。そのために、鯨類の空間分布・資源量、摂餌生態、生物学的情報の解析、およびそれら知見の資源動態モデル、生態系モデル等への活用を通し、鯨類と生息環境との関係を総合的に解析します。

国際資源環境グループは、かつお・まぐろ類、鯨類、外洋性底魚類等の資源変動の重要な要因となる海洋環境（水温構造、流れ、餌料生産力等）の研究を行っています。また上記各資源の初期生活史における生残や回遊過程などに関する研究を、各グループとの共同で進めています。第4期中期計画における研究開発課題としては「かつお・まぐろ類等の資源変動への海洋環境の影響解明」に取り組みます。本課題では、日本周辺海域に分布するかつお・まぐろ等の資源変動にとって特に重要な海域での海洋環境の経年変化と資源変動を解析します。そのために、観測資料や数値モデル解析を通じて、かつお・まぐろ類等の資源変動に影響を与える海洋環境の構造を把握し、かつお・まぐろ類等

の資源変動にとって特に重要な海域と海洋環境項目の絞り込みを行い、資源量推定手法の開発と高度化に貢献します。第4期ではこれまで整備してきた水温・塩分データに加えて、栄養塩やクロロフィル、一次生産力などの餌料生産力に関わる広域情報も取り込んでいきます。



特集1：平成27年度主要研究成果の紹介

I. 太平洋クロマグロ0歳魚加入量の広域的なリアルタイムモニタリング体制の構築と加入量速報の公表



くろまぐろ資源部 くろまぐろ資源部グループ 鈴木 伸明・境 磨・福田 漢生
かつお・まぐろ資源部 混獲生物グループ 大島 和浩

太平洋クロマグロ（以下、クロマグロ）は親魚量の如何にかかわらず、漁業に加入する若魚の量が変動します。現在低いレベルにある親魚資源を効率良く回復させるためには、できるだけ早期に若魚の加入豊度を把握することが重要です。

我が国の沿岸には毎年、生後2～3ヶ月のクロマグロ0歳魚が来遊し、ひき縄漁業で漁獲されます。南西諸島周辺の海域や日本海西部で生まれたばかりのクロマグロ仔魚は体長約3mmほどですが、ひき縄で漁獲される頃には体長15～30cm程度に成長しており、養殖用の種苗として利用される他、市場にも水揚げさ

れます。

私たちは、漁業資源へと加入するクロマグロの豊度指標を早期に得ることを目標に、平成23年度より高知県と長崎県でひき縄漁船の操業モニタリング調査を始めました。ひき縄漁船（標本船）にデータ転送機能を持つ記録装置を設置し、操業位置、水温および漁獲の各情報をリアルタイムで収集するシステムを導入しました。当初は2県24隻で開始した調査ですが、平成26年度には6県（三重、和歌山、高知、宮崎、長崎および島根）61隻に拡大し（図1）、太平洋（南西諸島海域）生まれ群と日本海生まれ群それぞれの情報

を集められる体制を構築しました。

このモニタリングシステムにより、実際のひき縄操業の約3ヶ月後には、加入豊度の速報値を公表できるようになりました。加入豊度指標（CPUE：一定の操業労力に対する漁獲量を計算した値）の速報値をおおよそ9月、12月、翌年5月、10月の年4回公表しています。例えば、平成26年の太平洋生まれ群（4-6月生まれ）については同年9月の第1段階速報で、日本海生まれ群（7-8月生まれ）については同年12月の第2段階速報で各CPUEを公表しています（図2）。

さらに、夏季および下半期の養殖種苗活込み尾数、全国のひき縄によるメジ（ヨコワ）漁獲量、ならびに冬季のひき縄標本船モニタリング情報に基づくCPUEを、第2段階速報（12月）と平成27年3月の第3段階速報にて公表しています（図3）。

このモニタリングシステムは、将来の資源回復の予想に役立つだけでなく、加入量が突然減少した場合の措置など、合理的な資源管理に有益な情報を提供しています。

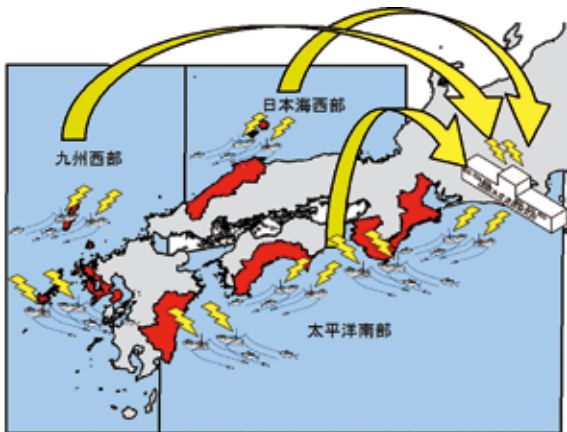


図1. ひき縄標本船によるリアルタイムモニタリング調査の概念図

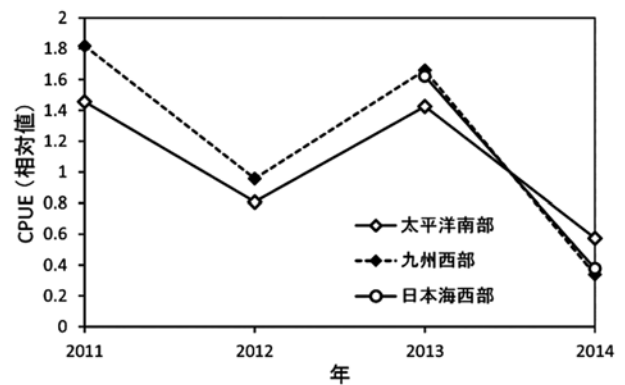


図2. 海域別のひき縄標本船 CPUE

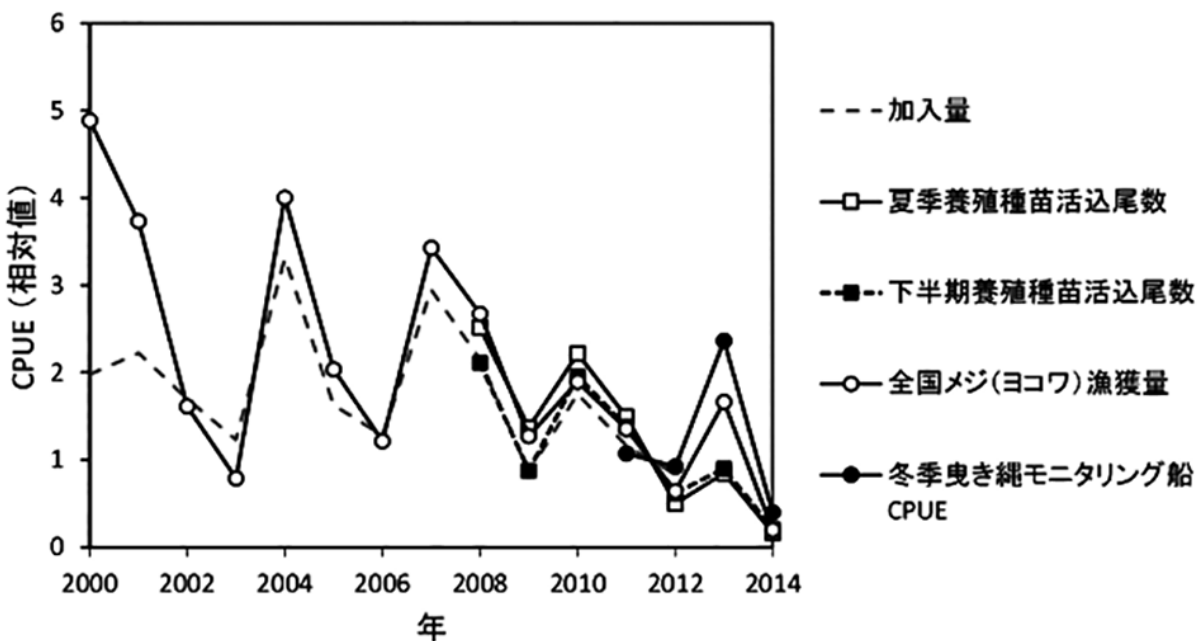
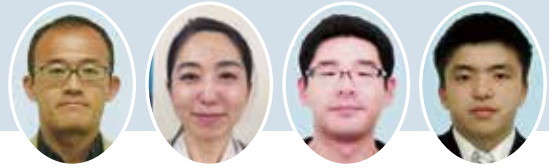


図3. 第2段階および第3段階速報で公表した加入豊度の指標値と推定加入量

本研究調査は水産庁国際資源評価等推進事業の一部として実施されました。

特集1：平成27年度主要研究成果の紹介

Ⅱ. 最近の混獲回避措置の議論に対応した研究開発



かつお・まぐろ資源部 混獲生物グループ 大島 和浩・井上 裕紀子・勝又 信博・岡本 慶

漁業において、対象としない生物が捕獲されることを混獲と呼びます。まぐろはえ縄漁業では、全長がおよそ150 kmに及ぶ一本の幹縄に数千本もの枝縄を取り付け、その先端の釣針に餌を付け海に投入します。はえ縄による海鳥の混獲は、投入した餌（釣針）を海鳥がつまみ食いするうちに誤って釣針に掛かることにより発生します。近年、まぐろ類の地域漁業管理機関において、海鳥の混獲回避措置の適用を定める保存管理措置が導入されるようになりました。

まぐろはえ縄漁業における代表的な海鳥の混獲回避措置は、トリライン（吹き流し装置）（図1）です。船尾に取り付けた長い棒の先からオドシを付けたロープを曳航し、鳥が餌に接近しにくくします。その他の混獲回避措置として、投入した餌を早く沈める重り付きの枝縄（加重枝縄）や鳥が不活発な夜間に投縄（漁具の設置）する方法（夜間投縄）があります。

国際的な動向として、これまで管理措置の適用対象から除外されてきた北太平洋の船体長24 m未満の小型はえ縄漁船に対しても措置を適用すべきとの議論が高まってきました。このため、小型はえ縄漁船用のトリラインの開発に取り組みました。2015年に商業船

を用いた操業試験の結果、オドシ無しトリライン、もしくは3本束のポリプロピレンバンドラインは、海鳥の混獲削減に効果があることが分かりました（図2）。また、実際の操業においてもはえ縄漁具に絡みにくく、漁業者の安全面からも有効であることが分かりました。この調査結果を反映した保存管理措置が2015年の中西部太平洋まぐろ類委員会で採択され、来年1月から実施されます。

一方、南大洋ではトリライン・加重枝縄・夜間投縄の3つの措置から2つを選択するという新たな措置が複数のまぐろ類の地域漁業管理機関において採択されました。大西洋では2013年7月より、インド洋では2014年7月より新たな措置が導入されました。国際水産資源研究所では、科学オブザーバーが収集した商業船の操業情報を活用し、この新たな措置による混獲の削減効果の評価にいち早く取り組みました。その結果、トリラインと加重枝縄、もしくはトリラインと夜間投縄を組み合わせることにより、海鳥の混獲を大きく減らせることが分かりました（図3）。混獲回避措置の組み合わせによる有効性を、調査船だけでなく、商業船による実際の操業においても明らかにしました。

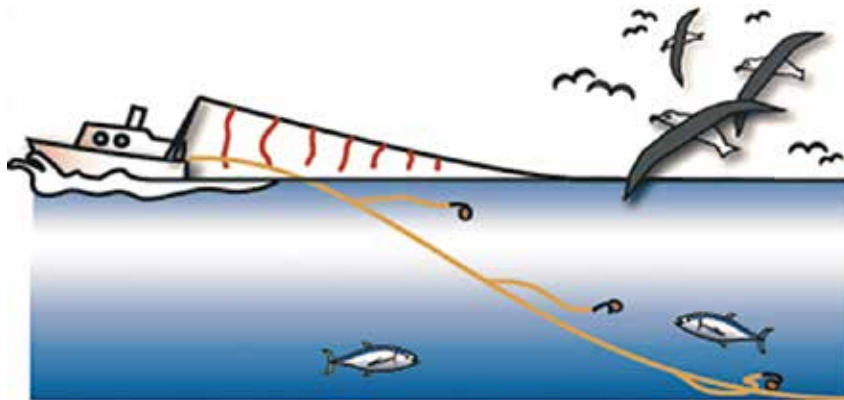


図1. トリライン。オドシ（赤線）を付けたロープを船尾から流して、船尾付近での海鳥の飛翔を妨げます。

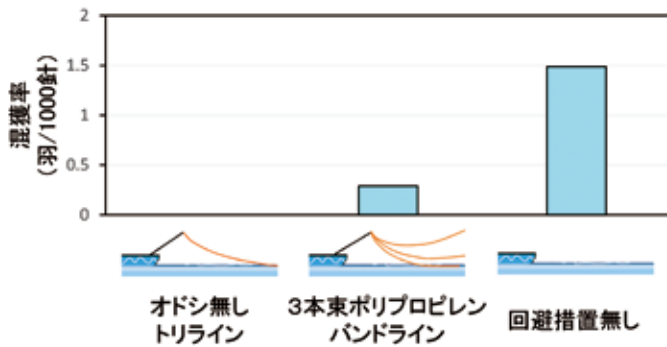


図2. 各トリラインと回避措置無しの場合の海鳥の混獲率 (釣針 1000 本あたりの混獲数)。

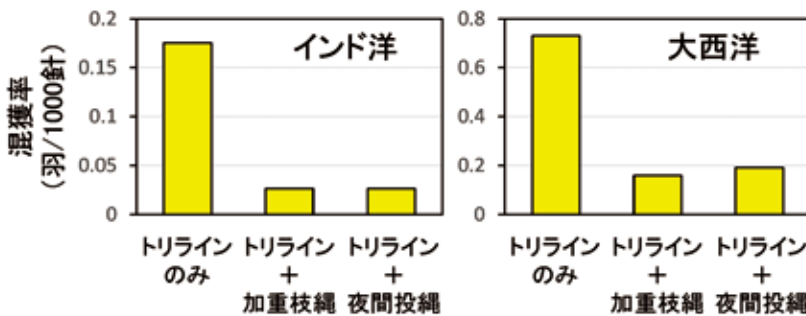


図3. 各混獲回避措置における海鳥の混獲率 (釣針 1000 本あたりの混獲数)。

本研究調査は水産庁国際資源評価等推進事業の一部として実施されました。

特集1：平成27年度主要研究成果の紹介

Ⅲ. 生態系モデル構築に向けた鯨類の摂餌行動に関する研究



外洋資源部 鯨類資源グループ 村瀬 弘人

生物は捕食によって得られる栄養を繁殖に使うことにより個体数を増やすことができます。一方で捕食されてしまった生物はその個体数を減らすこととなります。このため、生態系モデルでは、対象としている生態系に生息している生物の被食捕食関係に関するデータ（食物組成と摂餌量）が重要となってきます。今日、従来の単一種の個体群管理だけでなく、生態系の複雑さを考慮した漁業管理への要望が世界的に高まっており、日本でも生態系モデルの構築が進められるようになってきました。

食物組成と摂餌量は捕獲した生物の胃内容物を用いて調べるのが標準的な手法です。これは鯨類でも例外

ではありません。しかしながら、胃内容物からは、いつ、どこで、何を捕食したかの詳細な情報は得ることはできません。このため、海中における捕食行動を把握する必要があります。

イワシクジラは体長が15 mほどあり、シロナガスクジラ、ナガスクジラに次ぐ3番目に大きいヒゲクジラ類です。北太平洋では1975年に商業捕鯨が禁止されて以降、2000年代になるまで本種を対象とした調査はほとんど行われていませんでした。しかしながら、近年の調査の結果、その個体数が増加傾向にあることが明らかになりました。個体数の増加にともなって生態系における高次捕食者としての役割も大きくなっ

ていることが考えられます。そこで、平成 25 年 8 月に当水研の調査船、俊鷹丸でイワシクジラ 2 個体に超音波発信機を装着し、それぞれ 10 時間と 32 時間、計 42 時間の摂餌行動の観察を行いました。また、同時にトロール網や計量魚探機を用いて餌の分布に関するデータを収集しました。この研究は、北海道大学三谷曜子准教授と共同で実施しました。

音が伝わりやすいという海中の特色を生かし、様々な調査機器が開発されていますが、超音波発信機はその 1 つです。発信機から発せられた超音波は船に備え付けてある受信機で受信します。この信号をたどることで、水中にいるイワシクジラを追跡することができます。また、超音波発信機には水深計が取り付けられているので、鯨類の潜水深度の情報も得ることができます。近年の技術進展により小型化が進んでいて、今回使用した超音波発信機の重量はわずか 6 グラムです。

データを解析したところ、日没前後の 16 時から 19 時の間に摂餌遊泳と思われる行動が多く観察されました。また、摂餌遊泳の際の潜水深度は、計量魚群探知

機で観察された主要餌生物であるカイアシ類の分布に重なっていることが示唆されました。一方、夜間は水深 10 m 以浅での遊泳を主に行っていました。得られた研究成果は国際捕鯨委員会科学委員会 (IWC/SC) や学会で高い評価を得られました。現在、学術誌への投稿論文の準備を進めています。

近年、電子標識を用いた鯨類の行動観察が広く行われていますが、イワシクジラを対象としたものは世界初でした。このため、機器の準備、鯨への電子標識の装着と追跡さらには解析にいたるまで困難の連続でしたが、俊鷹丸の乗組員をはじめとする多くの方々のご尽力により大きな成果を得ることができました。

装着個体の追跡には超音波発信機は大変有用ですが、得られるデータ量が少ないという欠点があります。このため、今後の研究では、より多くのデータを記録することのできるデータロガーの装着も検討する必要があります。また、2 個体だけの観察でイワシクジラの行動を一般化するのは難しいため、観察事例を増やすのも今後の課題です。



図 1. 超音波発信機を装着したイワシクジラ。超音波発信機を矢の先に取り付け、クロスボウを使って装着した。銚先は長さ 4 cm、幅 1.5 cm の小型のものを用いた。装着時、また追跡中も大きな反応はみられなかったことから、イワシクジラへの影響はほとんどなかったものと考えられる。

本研究調査は国際資源評価推進委託事業の一部として実施されました。

特集2：太平洋クロマグロ資源評価

くろまぐる資源部くろまぐる資源グループ 福田 漢生



太平洋クロマグロ（以下、クロマグロ）の資源評価は、ISC（北太平洋まぐろ類国際科学委員会）によって実施されており、2016年3月には最新のデータと研究成果に基づき資源評価が実施されました。近年、本種の低い資源水準が懸念されており、高い商業的価値と、大きな体躯や高い遊泳能力、太平洋を大回遊するなどの特徴と併せて、多くの人々の関心を集めています。必然的に、その資源評価も長い時間をかけ、北太平洋各国の多くの研究者が携わって実施されています。本欄では、ISCで行われた最新の太平洋クロマグロ資源評価の概要をご紹介します。

1. クロマグロ資源評価の概要

クロマグロは日本と台湾の周辺で生まれ、孵化直後のおよそ3 mmから20年以上かけて3 mを超えるような大きさになるまで、広大な北太平洋温帯域を生息域として暮らしています。彼らは最も早くて3才で成熟しますが、親魚は生息域と比べてずっと小さな産卵場で、春から夏にかけて一千万粒を超えるような卵を産み落とすと考えられています。その年の産卵を終えた魚は、また回遊を続け、次の産卵期に備えます。このような生活史のどこかで、一部の魚は釣り、定置網、まき網、はえ縄などの様々な漁業によって漁獲され、お寿司やお刺身として、もしくは活魚輸送されて養殖用原魚として利用されています。クロマグロの利用の歴史は古く、縄文時代の遺跡からも本種の骨が見つかっています。

このように広い生息域を回遊し、様々な漁業によって古くから利用されてきた魚の資源量を推定することは容易ではありません。ISCでは、クロマグロの複雑な生活史を数理モデルで簡略化して表現し、モデル上の魚の資源動態を観測データとよく一致するようにコンピュータで再現することで、毎年の加入量（生まれて漁獲対象サイズまで成長した0才魚の数）や親魚資源量、漁獲死亡率を推定し、資源状態を評価しています。数理モデルというと、どこか無機的で“生き

物らしさ”とは無縁なイメージを持たれるかもしれませんが。実際のところISCでは、本種の成長や死亡率、再生産関係（どのぐらいの量の親からどのぐらいの量の子供が産まれるか）や移動回遊などの魚の生態と、漁師さんが様々な漁具で工夫を凝らして魚を獲ろうとする漁獲の過程とそれぞれの不確実性を、一つの統計的な枠組みの中で取り扱う統合型モデリングと呼ばれる手法に取り組んでおり、人間の漁獲行為を含めた“生き物らしさ”をより取り入れたモデルの構築に努めています。

統合型モデリングには、入力する漁業データや、モデルの漁業学・生物学的な仮定とその不確実性が資源評価結果に与える影響を診断することができるという利点があります。これにより、どのデータ（もしくは仮定）がモデル全体の整合性の妨げとなっているかを知ることができます。今回の資源評価では、魚の成長や再生産関係、漁業構造などの生物学的・漁業学的な仮定と、漁獲量や漁獲物のサイズ組成、資源豊度指数などの漁業に基づく観測データを改善し、モデルの診断を繰り返しながら設定を精査することで、これらの性質の異なる情報から一つの個体群動態（生活史）を矛盾なく表現することを目的とし、資源評価モデルの再構築を試みました（図1）。

2. 資源評価のプロセス

2015年4月から2016年3月にかけて、ISCでは3回のクロマグロ作業部会会合を開催しました。それぞれ、前回までの資源評価モデルの課題の抽出、入力データと仮定の改善、個体群動態モデルの作成と資源評価の実施というテーマを掲げ、日本・韓国・台湾・米国・カナダ・メキシコ・IATTC（全米熱帯まぐろ類委員会）から科学者が集い、議論を深めました。

これまでのクロマグロ資源評価モデルの課題として、1) 資源水準の推定に対して矛盾する情報を有するデータがモデル内にあり、双方のデータが有する情報が有効に使われていないこと、2) 体長組成および

資源量指数などの入力データに対するモデル予測値の当てはまりが悪いこと、3) 成長式に改善の余地があることなどが共有されました。これらの課題を克服するために、各研究者は入力データの改善や成長式の改善、資源評価モデルの仮定の変更などを検討し、その改善方法を次の作業部会に提案しました。多くの提案書はISCウェブサイトにて閲覧可能となっているため、興味のある方はそちらをご覧くださいと思います。作業部会ではそれらの提案書の全てを議論し、資源評価モデルの改善に資すると考えられるものを実際に資源評価に取り入れました。各種の診断の結果、今回の資源評価モデルは、観測データとモデル予測の当てはまりが良く、資源水準の推定に関してモデルの仮定やデータ間に矛盾が小さくなっていることがわかりました。当初の目的であった、性質の異なる情報から一つの個体群動態を矛盾なく表現することがある程度達成できたことから、ISCでは資源評価は大きく改善されたと結論付けました。

3. 結果の概要

資源状態は依然として歴史的な低水準にあり、一般的に使われる多くの基準と照らし合わせて乱獲状態にあり乱獲が継続しているという結論はこれまでと大きく変わらないものでした。一方で、2010年頃まで10年以上続いていた親魚資源量の減少に歯止めがかかったことも示唆されました(図2a)。また、現状の資源管

理を前提にした将来予測シミュレーションの結果では、太平洋の東西の地域漁業管理機関(IATTCおよびWCPFC)にて2015年より導入されている措置を厳格に順守すれば、WCPFC(中西部太平洋まぐろ類委員会)の暫定回復目標(2024年までに60%以上の確率で親魚資源量を1952-2014年の63年間の中央値以上に回復させる)を達成することも示されました。しかしながら、親魚資源量が非常に低い水準にあること、近年の加入量が歴史的な平均水準よりも低い可能性があること(図2b)を鑑みると、今後も資源状態を注視し続ける必要があります。

4. 今後の動き

ISCでは、次の資源評価を2018年(データ更新)と2020年(資源評価モデルの再構築)に実施する予定であり、2020年のモデル再構築に関する議論も既にスタートしています。さらに、当研究所では、加入量を迅速に把握するための加入量モニタリング調査を実施し、水産庁ホームページを通じて公表しているほか、毎年、最新の親魚量と加入量の資源量指数をISCに報告しています。資源評価の精度をさらに向上させる研究を進めること、資源の動向を詳細にモニターし管理機関にアドバイスを行うことの2つがISCには課されており、クロマグロ作業部会の研究者らは国際的に協力してそれらに取り組んでいます。

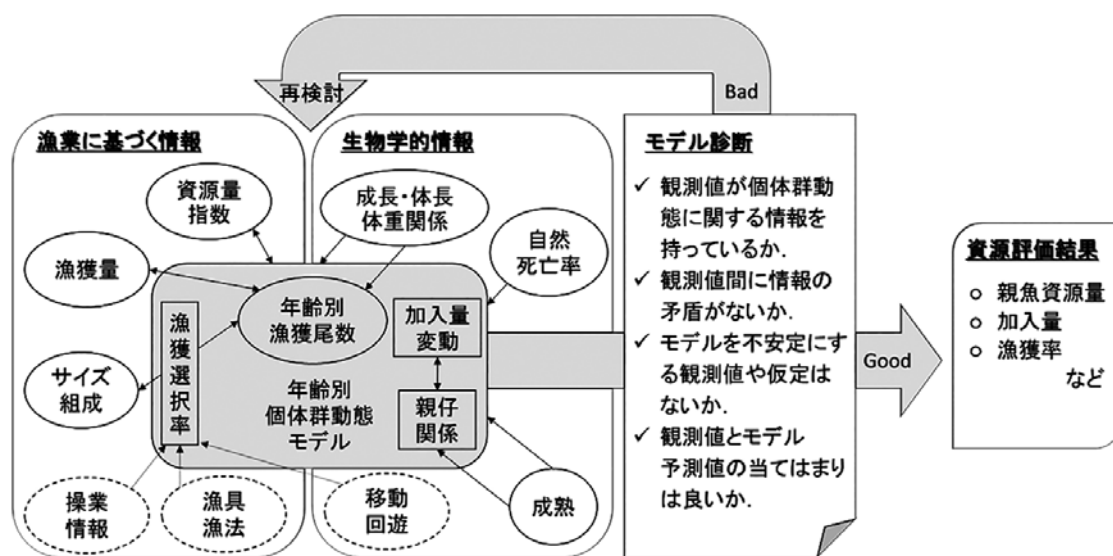


図1. 統合モデルによる資源評価とモデル診断のプロセス

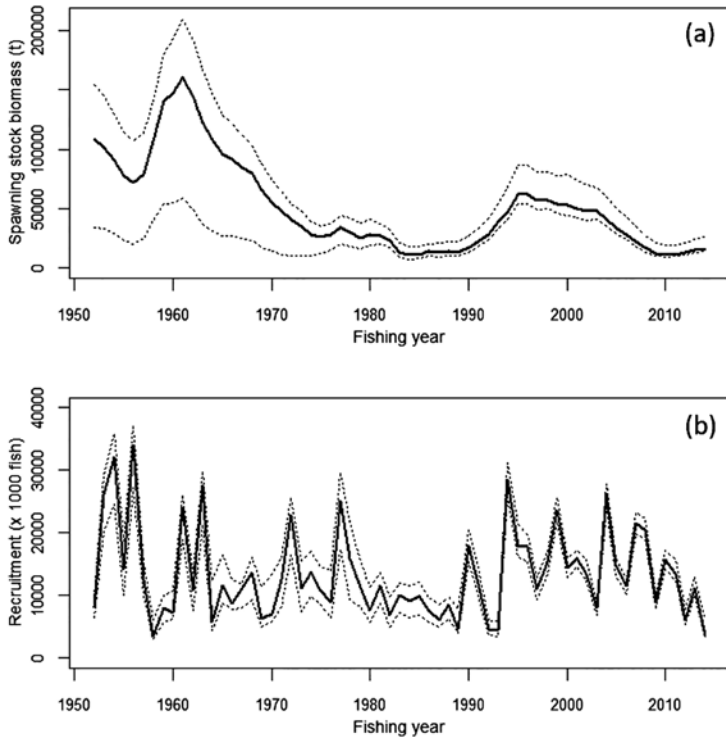


図2. 推定された親魚資源量 (a) と加入量 (b)

この資源評価に関する研究・出張等は水産庁国際資源評価等推進事業の一部として実施されました。

● 新たに加わった
国際資源環境グループの紹介

小笠 恒夫
(グループ長)



岡崎 誠
(主任研究員)



増島 雅親
(研究員)



国際資源環境グループは、かつお・まぐろ類、鯨類、外洋性底魚類等の様々な水産資源にとって共通に重要な資源変動要因となっている、海洋環境（水温構造、流れ、餌料生産力等）の研究を行う為のグループとして今年度から新設されました。各海区水研の海洋部門で取り扱っていない広域・海盆スケールの海洋環境データの収集・解析を行い、外洋域環境の長期的な変動と各水産資源の資源変動との相関関係やその相関

機構の解明を進めています。また太平洋クロマグロの仔稚魚生残や近海カツオの輸送等、水産資源にとって重要な近海域の過程に関する研究も、国際水研各部や海区水研と共同で研究を行っています。

また、地球温暖化やレジームシフト等、広域的な海洋環境変動を引き起こす気候要因に関する研究にも取り組んでいます。

● Activity ●

主な出来事 (平成27年 10月 1日～平成28年 3月 31日)

●国際会議

月	用 務	出張先
10	宝石サンゴに関する地中海ワークショップ (林原)	トッレ・デル・グレコ(イタリア)
10-11	CCAMLR 魚類資源評価作業部会・科学委員会・本委員会 (森下、一井、瀧)	ホバート (オーストラリア)
10	CCSBT 遵守委員会及び年次会合 (伊藤)	麗水 (韓国)
10	PICES 年次会合 (清田)	青島 (中国)
10	ICCAT 大西洋まぐろ類保存国際委員会 主要 4 極非公式会合 (木元)	バンクーバー (カナダ)
10	IOTC 手法作業部会、データ収集統計作業部会、熱帯性まぐろ作業部会 (松本)	モンペリエ (フランス)
10-11	世界海鳥会議 (井上 (裕))	ケープタウン (南アフリカ)
10	漁業管理目標に関する ICES シンポジウム (中塚)	アテネ (ギリシャ)
11	クロマグロ大型魚へ適用する標識装置技術の情報収集 (藤岡)	モンテレー (アメリカ)
11	ICCAT 年次会合 (島田、松本)	セントジュリアンズ (マルタ)
11	SATREPS パナマ課題国際シンポジウム (西田 (宏))	パナマシティ (パナマ)
11	ISC クロマグロ作業部会及びデータ準備会合 (中野、中塚、鈴木、大島、境、福田、藤岡、秋田)	高雄 (台湾)
11	新南極海鯨類調査計画についての意見交換会 (森下)	キャンベラ (オーストラリア)
11	IOTC 第 18 回科学委員会 (岡本)	バリ (インドネシア)
11-12	WCPFC FAD、管理基準作業部会及び年次会合 (西田 (宏))	バリ (インドネシア)
11-12	北極公海における鯨類資源を含む生物資源の利用等についての議論会合 (森下)	ワシントン (アメリカ)
12	生態系モデル「アトランティス」サミット (村瀬、奥田)	ホノルル (アメリカ)
1	日韓鯨類作業部会 (宮下、木白、吉田)	釜山、ウルサン、ポヘン (韓国)
1	ISC カジキ作業部会 (岡本、甲斐、井嶋)	ホノルル (アメリカ)
1	クロマグロ未来シンポジウム (中野、中塚、鈴木、福田)	モンテレー (アメリカ)
1	ICCAT GBYP コアモデリンググループ会合 (竹内)	モンテレー (アメリカ)
1-2	インドネシア人科学オブザーバー講習会及びデブリーフィング (山崎)	ジャカルタ (インドネシア)
1-2	クロマグロ仔稚魚のサンプリング技術・研究に関する情報収集 (大下、田和)	マラガ (スペイン)
2	GBYP 生物学的研究計画 Steering Committee 会議及び大西洋クロマグロの MSE に関する打合せ (木元)	サンセバスチャン、マドリード (スペイン)
2	ICCAT 科学委員会統計作業部会 (余川)	マドリード (スペイン)
2	クロマグロ仔稚魚のサンプリング技術・研究に関する情報収集 (大下、田和)	マイアミ (アメリカ)
2	WCPFC 海亀混獲回遊効果に関するワークショップ (南)	ホノルル (アメリカ)
2-3	ISC クロマグロ作業部会 資源評価会合 (中野、中塚、鈴木、大島、境、福田)	ラホヤ (アメリカ)
3	太平洋まぐろ類保存国際委員会 (ICCAT) キハダ資源評価データ準備会合及び FAD 作業部会 (佐藤)	バサイア、ビルパオ(スペイン)
3	中西部太平洋カツオ資源評価に関する打合せ (清藤)	ヌメア (ニューカレドニア)
3	ロシア新コミッショナーとの打合せ及び持続利用シンポジウム案内 (森下)	モスクワ (ロシア)
3	英 IWC コミッショナー及び IWC 事務局長との意見交換会 (森下)	ケンブリッジ (イギリス)
3	SIOFA 南インド洋漁業協定 科学委員会 (一井)	フリーマントル(オーストラリア)
3	CCAMLR に係る CASAL 勉強会 (瀧)	ウェンリントン (ニュージーランド)
3	ISC カジキ類作業部会及びクロカジキ資源評価会合 (余川、岡本、甲斐、井嶋)	釜山 (韓国)

●学会・研究集会

月	用 務	出張先
10	2015年度水産海洋学会研究発表大会（森永、清藤、米崎）	北海道釧路市
10	日本水産学会関東支部シンポジウム（米崎）	東京都
11	魚類仔稚魚の成長に関する国際シンポジウム（西川、田和）	横浜市
11	研究集会「海洋生物の資源量推定」（中塚、鈴木、秋田）	千葉県柏市
12	NEOPS 国際シンポジウム（清田、米崎、金地、奥田）	東京都
12	九州沖縄地区合同シンポジウム「海洋表層の物理過程と海洋生態系・水産資源」（森永）	長崎県長崎市
1	国際シンポ「Ecological statistics」（高橋）	東京都
1	第2回萩市三島八里ヶ瀬漁場保全シンポジウム（森永）	山口県萩市
2	国際シンポジウム「海洋における温暖化と酸性化」（林原）	東京都
3	First International RACArctic Workshop in Hakodate, Japan（森下）	北海道函館市
3	2016年度水産海洋シンポジウム 「潮汐混合が強い海域を利用する海洋生物資源の変動」（米崎、金治）	東京都
3	平成28年度日本水産学会春季大会（中塚、清田、佐藤、松本、境、芦田、吉田、米崎、福田（漢）、西川、田和）	東京都

●フィールド調査（海上） 官船及び水研センター船

月	調 査 名	海 域
11-12	亜熱帯域における小型カツオ分布調査及び熱帯性まぐろ類産卵場調査（清藤、芦田：俊鷹丸）	パラオ（ミクロネシア）

●フィールド調査（海上） その他の船舶

月	調 査 名	海 域
1-2	ミナミマグロ加入量ひき縄調査（伊藤：Big Dreams）	エスペランス（オーストラリア）
2-3	日本近海におけるカツオ標識放流調査（清藤、松本：第8日昇丸）	本州南方熱帯及び亜熱帯海域の日本EEZ及び公海域

●フィールド調査（陸上）

月	調 査 名	出張先
10	釧路沖鯨類捕獲調査（木白）	北海道釧路市
10	太平洋クロマグロ流通実態聞き取り調査（鈴木、境）	東京都
10	流通実態聞き取り調査（鈴木、境）	東京都
11	和歌山県いるか漁業漁獲物調査（前田）	和歌山県太地町
11	ヨコワひき縄漁聞き取り調査（森永）	長崎県対馬市
12	和歌山県いるか漁業漁獲物調査（南川）	和歌山県太地町
1	和歌山県いるか漁業漁獲物調査（前田）	和歌山県太地町
1	ヨコワひき縄漁聞き取り調査（森永）	長崎県対馬市
1-2	カツオ標識放流調査（松本）	沖縄県与那国町
2	クロマグロの標識放流調査（藤岡）	和歌山県太地町
2	和歌山県いるか漁業漁獲物調査（前田）	和歌山県太地町
3	沖縄来遊ザトウクジラ資源研究の打合せと現地調査（吉田）	沖縄県
3	クロマグロの標識放流調査（藤岡）	和歌山県太地町

それでも地球は動いている

編集後記

平成 28 年 4 月に、私たちの組織はそれまでの、国立研究開発法人水産総合研究センターから、下関市にある独立行政法人水産大学校と統合して、国立研究開発法人水産研究・教育機構となりました。同時に、最初に水産研究所が独立行政法人化された平成 13 年度以降 5 年ごとにその 5 年間の研究開発の計画を制定してきましたが、その計画期間の第 3 期が終了し、本年度より 4 回目の 5 年間、第 4 期中長期計画期間が始まりました。新しい中長期計画を策定しましたが、それらについては、機構の Web サイト、広報誌等のページに掲載されている要覧、FRANEWS の 46、47 号に詳しく説明されております (<https://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/pr.html>)。

過去の各計画期間の始まりに際しての当所広報誌においても毎回述べられてきたことですが、当所は今期も、従来のマグロやカツオ、カジキ、サメ、これらの漁獲に伴う混獲生物、鯨類、遠洋の底魚類、生態系や海洋環境などを対象とした研究開発に取り組みます。本誌の計画紹介をご覧ください。このように連綿と研究が続いております。様々な新たな取り組みも導入されてきています。今後の誌面にて、それらの成果をお知らせしてゆきますので、ご期待いただければと思います。

今号も、執筆者に一言いただきました。

- 日本海ではクロマグロ仔魚調査で一網 3,300 尾の大量採取、太平洋では当初予定の 2 倍以上の数の標識放流用ヨコワを確保、各地から送られてくる生物サンプルもここ数年に比べて件数が多く、調査現場では嬉しい悲鳴を上げつつ、資源の早期回復を願っています。(島田)
- 今年 3 月に、かつおグループとまぐろ漁業資源グループの間の壁を取り払い、大部屋にしました。背の高い書棚も取り払われたので、明るく見渡せるようになりました。(かつお・まぐろ資源部長)
- ナンキョクオキアミ操業しているノルウェーのアーカー・バイオマリン社は、生態系に配慮したオキアミ資源管理の推進のために、昨年より年間

2000～5000 万円もの研究助成金をオキアミやその捕食者に関する優れた研究課題に供与している。生態系にやさしい漁業への投資が自社のブランドを高めることにつながるらしい。(一井)

● 今年 3 月に、関係国研究者の協力のもと、太平洋クロマグロの資源評価が更新されました。資源評価モデルは大きく改善されましたが、資源状態は依然として低水準であり、毎年の加入水準を注意深く見守る必要があります。今号でご紹介したモニタリング調査が、今後ますます重要な役割を担うこととなるでしょう。(鈴木伸明)

● くるまぐろ資源グループから混獲生物グループに異動して 5 か月が過ぎました。混獲問題についてド素人の私が室員の多大なるサポートを受け、ここまでやってきました。日々厳しさを増す混獲問題を目の当たりにしています。そのような状況でも鳥の目線(俯瞰するということ)を意識して、対処していこうと思います。(K.O.)

● 鯨類の調査は目で見える昼間に実施するのが普通なので、夜間にイワシクジラの遊泳を観察したのは今回が初めての経験です。32 時間におよぶ追跡中はほとんど寝れず大変でしたが、月夜に泳ぐイワシクジラという非日常的な光景を見ることができました。(村瀬)

● クロマグロ資源評価が終わり、結果を説明する仕事が増えてきました。漁業関係者、消費者、科学者、行政官、マスコミと幅広い相手に、平易かつ正確に伝えることの困難さを痛感しています。その困難さに悶えながら執筆した拙稿ですが、本種の資源状態がどのように評価されているのかを知って頂く一助になれば幸いです。(H.F.)

● 4 月から外洋資源部に異動となり、横浜 - 清水間を往復する機会が多くなりました。やってみての感想は「意外と近い」。鉄道利用でも車でも 2 時間程度。静岡県は美味しいものも温泉も多いので、今後はプライベートでも頻繁に訪れようと思います。(T.O.)

(業務推進部長 八吹圭三)

