

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15号

2018年10月



国立研究開発法人
水産研究・教育機構

CONTENTS



●Research

- ・ISCにおけるサメ類資源評価精度向上への包括的取り組みメ資源評価……3
- ・資源評価における生物学研究の重要性について……11
- ・中西部太平洋カツオ資源評価ーその精度向上に向けてー……16

●Topics

- ・ミナマガロ漁場における海鳥混獲調査……21
- ・インドネシア航海記……27

●Activity

- ・主な出来事……34

表紙写真解説

海のブルーに溶け込むblueshark

電子標識調査で捕獲したヨシキリザメ成魚（185.52cm[♂]）を放流直後にGoProカメラで水中撮影した。

（撮影日：2018年4月28日）

（撮影場所：37傳丸混獲備船調査：東沖（北緯34度2分，東経149度3分））

（撮影者：倉島 陽）



ISCにおけるさめ類資源評価精度向上への包括的取り組み： 北太平洋ヨシキリザメの例

かつお・まぐろ資源部 まぐろ漁業資源グループ
仙波靖子・甲斐幹彦・藤波裕樹・横井大樹



はじめに

さめ類の保全をめぐる国際的な関心の高まりを受け、まぐろ漁業で混獲されるさめ類の資源評価や管理が各大洋のまぐろ類地域漁業管理機関 (tuna RFMO) において広く行われるようになりました。国際条約の枠組みの中では、2004年に初めて、ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas: 大西洋マグロ類保存委員会) サメ作業部会によって外洋性さめ類の資源評価が行われました (中野ら2006)。当時は資源評価に必要な漁獲統計、生物学的知見も極めて限られており、十分とは言えない状況でした。多くの場合、混獲としての側面が強いサメ類では、まぐろ類に比べると漁業データ・生物学的知見の整備は遅れており、主要漁獲対象種で行われているような資源評価を行うことは難しいのではないかと見方が一般的ですが、漁業データおよび生物学的な知見の地道な集積によって、“外洋性サメ類の資源評価の中でも最も精度が高い”と評価された事例を、ISC (International Scientific Committee for Tuna and Tuna-like Species in the North Pacific Ocean: 北太平洋まぐろ類国際科学委員会) さめ類作業部会が取り組んできた、北太平洋のヨシキリザメの資源評価を例に紹介致します。

北太平洋におけるヨシキリザメについての生物学的知見

ヨシキリザメ (*Prionace glauca*) は、メジロザメ科に属し、最大体長は4mに及ぶ大型のサメで、世界の熱帯域～亜寒帯域の外洋域を中心に広く分布することが知られています (Compagno 1984)。広い分布域において、未成魚は温帯域、成魚は熱帯域を分布の中心にもち、また雌雄によっても棲み分けを行うという複雑な分布様式をもっています (中野1994)。棲息す

る水温は5.6–28.0℃と幅広いレンジにわたりますが (Nakano and Seki 2003)、北太平洋においては黒潮・親潮移行帯から天皇海山群にかけてホットスポットがあるとされています (Kai *et al.* 2017)。胎盤型胎生の繁殖様式を示し (図1)、サメ類の中でも多産で生産力が高く、まぐろはえ縄漁業で漁獲 (又は混獲) されるさめ類の大部分を占めています (Nakano and Stevens 2008)。水平・鉛直方向に幅広く分布することから、本種ははえ縄、流し網を中心に沿岸～沖合、遠洋漁業等、多様な漁業で漁獲 (又は混獲) されていますが、北太平洋に於いては殆どがはえ縄漁業によって漁獲されています。わが国に於いては、遠洋はえ縄漁船によって混獲されているほか、気仙沼を基地とした近海はえ縄漁業 (多くが、119トン型の漁船) が本種を対象種として漁獲しています。当該漁業は、ヨシキリザメとメカジキを通年漁獲しており、ヨシキリザメの漁獲は夏場に (6–8月にかけて) 多くなります (鶴ら2014)。気仙沼港では、気仙沼を基地とする近海はえ縄船以外にも、沿岸小型はえ縄、流し網漁船がヨシキリザメを水揚げしており、気仙沼は日本有数のヨシキリザメの水揚げ港となっています。利用用途とし

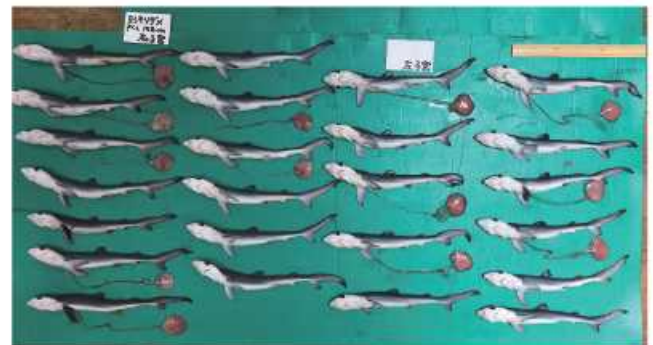


図1. 体長158cmの妊娠個体から抽出された胎仔。胎仔は胎盤を介して母体から供給される養分を吸収して成長する。撮影された胎仔は妊娠末期のステージで、あと1–2カ月で生まれると推測される。

ては、良くも悪くもアイコン的な存在となっているフカヒレだけでなく、魚体（筋肉部分）ははんぺんの材料として重宝され、脊椎骨等から抽出されるコンドロイチン硫酸は医薬品やサプリメントとして、皮は高級革製品の原料として幅広く利用されています。世界に目を転じれば、北太平洋における本種の漁獲量は、1980年頃をピークとして減少傾向であり、漁獲の多くは日本、台湾が占めており（図2）、過去5年の全体としての漁獲量は、30,000～40,000トンと推定されています（甲斐・藤波, 2018）。他の海域の漁獲量は、北大西洋では37,000～42,000トン、南大西洋では20,000～26,000トン、インド洋では28,000～32,000トンと報告されている（甲斐・藤波, 2018）ことから、北太平洋と北大西洋は比較的開発が進んでいると言えるかもしれません。

太平洋におけるヨシキリザメの資源評価のあゆみ

太平洋における本種の系群構造に関して、現在の遺伝学的知見によれば、北太平洋内で1系群であることは示されていますが（King *et al.* 2015）、太平洋の南北で明瞭な違いを示唆する根拠はまだ得られていません（Taguchi *et al.* 2015）。しかし、①生物学的情報や漁獲量の分布等から、個体群の大部分が温帯域に分布すると想定されていること、②標識放流調査では南北を行き来する報告が未だ得られていないこと、③繁殖周期に季節性があるため南北の個体群で周期が同

調する可能性は低いこと、等の理由から、現在太平洋のヨシキリザメは南北に1系群ずつあるとみなして資源評価が行われています。

これまでの太平洋におけるヨシキリザメの資源評価の経緯を振り返ると、まず2009年に中西部北太平洋の資源を対象とした資源評価の試みが行われました（評価期間：1971–2002）。資源状態は、乱獲状態ではあるが過剰漁獲の可能性は低いとの評価結果となりましたが（Kleiber *et al.* 2009）、使用したデータや資源評価モデルの設定等についての議論も不十分であったことから、2011年にISCのさめ類作業部会（Shark WG）を新設し、これらの課題に対応したより精度の高い資源評価に取り組むことになりました。2回目は2014年に北太平洋の資源を対象として、ベイズ型プロダクションモデル（Bayesian Surplus Production Model, BSP）と統合モデル（Stock Synthesis, SS）を用いて行われました（評価期間：1971–2012）。この資源評価は、ISC Shark WGとSPC（太平洋共同体事務局）の研究者が共同で行いました。その結果、いずれのモデルにおいても、MSYを管理基準値とした場合、“資源量は B_{MSY} 水準を大きく上回り、漁獲死亡係数は F_{MSY} 水準を大きく下回っている”ことが示されましたが、感度解析の結果はモデル間で大きな違いがありました。BSPの結果は、全ての感度解析の結果は資源状態が良好であったことを示していましたが、SSによる解析では、Reference caseとされる“多様

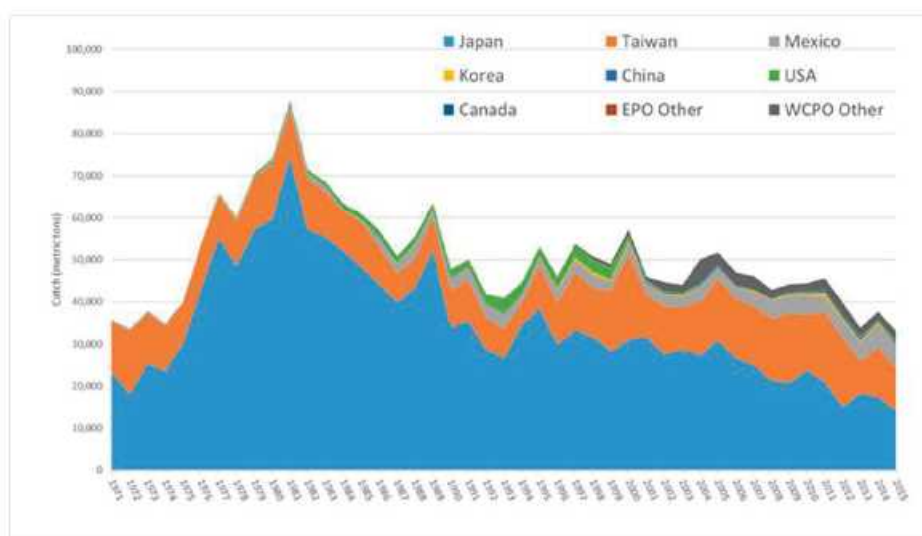


図2. 北太平洋における国別のヨシキリザメの漁獲量（ISC 2017）。青色が日本、橙色が台湾、灰色がメキシコによって漁獲された漁獲量（トン）を表す。

なパラメーター設定に基づいて推定した代表的な結果”は、乱獲・過剰漁獲の可能性は非常に低いことを示したものの、幾つかのパラメーターや計算に使用する資源量指数を変えると、推定される資源状態やその経年変化の様子が大きく異なり、全体として不確実性が大きい点が課題として残りました。このため、SSによる資源評価では、確度の高い結論を示すことはできませんでした (Rice *et al.* 2014)。

課題とそれに向けた取り組み

SSを用いた資源評価では、漁獲量や資源量指数のほかに、対象種（又は系群）の成長、自然死亡率等の生活史パラメーターに加えて、体長データ等の多様な情報を統合することで、不確実性を考慮した精度の高い資源量推定を行うことができる点がメリットと考えられています (市野川ら2015)。これらの情報を雌雄別に設定することも可能であるため、サメ類のように、長寿命、雌雄で生活史や行動が異なるといった独特の生物学的特性をもつ種の資源動態のモデル化には、漁獲量と資源量指数だけを用いるモデルよりもSSの方が適切であるという考えもあります。しかしながら、北太平洋のヨシキリザメについては、親子関係等の情報の不確実性により、SSのパフォーマンスを十分に発揮した資源評価が達成できませんでした。また、国によって資源量指数の年トレンドが異なっていることが、資源評価の精度を下げていることも確認されたことから、親子関係を含む生物学的なパラメーターの精度の向上と漁業データの改善が急務となりました。

かじき・さめサブユニットでは、かねてより気仙沼の近海はえ縄漁船団と密に連携を取り、詳細な操業情報とそれに付随する漁獲物のサイズデータ、生活史パラメーター推定のための生物サンプリングに対する全面的な協力を得て、調査・分析を継続してきました。また、気仙沼市場においては、主に当該漁業を引退した船頭に現場測定員として勤務してもらう事により、ほぼ毎日、水揚げされるサメ類の体長、重量、性別等のデータを個別別に測定、収集しています (図3)。これらの枠組みで収集したサンプルやデータを用いた



図3. 気仙沼市場におけるヨシキリザメの測定風景。最盛期には、100を超えるヨシキリザメの山が市場に並ぶ。限られた時間内で複数の魚種の測定を行っている。

成果のうち、主に生物学的な情報の改善に取り組んだ事例を以下に紹介します。一連の生物調査は、気仙沼船団をはじめ、東京海洋大学海洋環境科学部門や国際水研の混獲生物グループ、東北区水産研究所資源管理部の皆様のご協力によって可能となりました。

① 繁殖に関するパラメーター (Fujinami *et al.* 2017)

過去の知見に対して、雌雄別の成熟サイズ、産仔数、交尾期、出産期、妊娠期間、繁殖周期について情報を更新しました。特に、産仔数については、従来の研究よりも大型の個体の情報を充実させたほか、従来から指摘されてきた産仔数の過小評価の問題に対して、胎盤の数に基づく補正を適用し、メス1個体あたりの平均産仔数が従来よりも多いことを報告しました。また、繁殖周期については、周年を通じて妊娠個体を収集することにより、胎仔と母体の卵巣卵径を月別に分析し、繁殖周期がおおよそ1年であることを報告しました (図4)。本種の繁殖周期を定量的に評価した事例は、本研究が世界で初めてであり、その他の関連情報 (性比、成熟率、産指数、成長式など) と合わせることで、後述の親子関係を決定するパラメーターの1つであるスティーブネスの推定精度の向上に大きく貢献しました。更に、スティーブネス (従来の再生産係数に

¹ ヨシキリザメや小型のアオザメについては、複数個体が山積みになっているため、気仙沼市場の測定ではそれぞれの山の重量を記録している

基づく)の推定を介して、産仔数の少ない生物の親子関係式(LFSR:Low Fecundity Spawner Recruitment relationship)のパラメーターの推定精度の向上につながりました。

② 親子関係のパラメーター推定 (Kai and Fujinami, 2018)

まぐろ類の資源評価では、一般的にBeverton-Holt型の再生産関係(親の量が増えると密度依存により子の量が頭打ちになる関係式)を仮定した資源評価が行われています。多くの硬骨魚類では、一度に生む子(多くの場合卵)の数が多く、加入までの生き残りは親魚量だけでなく環境変動や捕食などの影響を強く受けると考えられています。一方、さめ類では、産仔数が少なく出生サイズが大きいという特徴から、出生後～加入までの生残が硬骨魚類より高く、環境変動や捕食によって加入が大きく影響される可能性は低いと考えられるため、加入量と親魚量の間には強い相関があると考えられます。この様な特性を考慮した親子関係(LFSR)が2013年に開発され、初めてアブラツノザメに適用されました(Taylor *et al.* 2013)。この親子関係式では、 S_{Frac} (加入前の死亡率に相当)と β (再生産関係の密度依存効果に関与)という2つのパラメーターによって親子関係が決まり、Beverton-

Holt型だけでなくRicker型(親の量が増えすぎると子の量が急激に減少する関係式)の再生産関係を表すことができます。この2つのパラメーターを推定するために、前述したスティーブネスというパラメーターが必要になりますが、親子関係を推定する十分な情報がない状況では、SSのモデル内で確度の高いスティーブネスを直接推定することはほぼ不可能になります。このため、資源評価モデルの外でこのパラメーターを推定する必要がありました。

そこで、Kai and Fujinami (2018)は、硬骨魚類で開発された親子関係のパラメーターを推定する年齢構成モデル(Mangel *et al.* 2010)をベースとして、胎生でありながらも、出生体長が小さく産仔数が多い(密度効果の可能性はある)というヨシキリザメの繁殖特性を考慮した方法を開発し、スティーブネスを推定しました。この研究の特徴は、1)①で得られた繁殖生態に関する新しい知見をもとに出産前後の生残率(密度依存の影響)をモデル化したこと、2)③で得られた精度の高い生物学的知見を使用して、Beverton-Holt型およびRicker型の親子関係のパラメーターを推定したことで(図5)、前者の場合、スティーブネスは0.584(SD:0.099)と推定されました。

上記の結果をもとに、Taylor *et al.* (2013)が示したスティーブネスとLFSRの関係式に基づき、

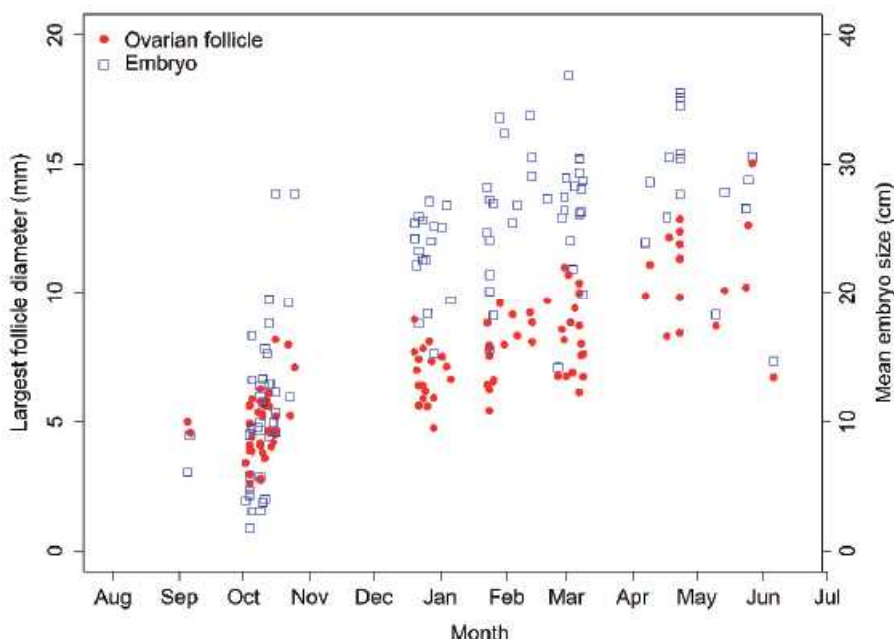


図4. 妊娠したヨシキリザメの一腹当たりの胎仔の平均体長(青:右縦軸)および卵巣内最大卵径(赤:左縦軸)の経月変化(Fujinami *et al.* 2017より改変)。胎仔の成長と卵形成は同期し、出産後に排卵されることが分かる。

LFSRのパラメーター ($S_{F_{max}}$ と β)を推定しました。これにより $S_{F_{max}}$ と β の2つのパラメーターの組み合わせを、以前の9通りの可能性から1通りまで絞り込むことができ、親子関係の不確実性を大きく改善することに成功しました。また、この値は、他の組み合わせの計算結果と比べてモデルの当てはまりが良い事も確認されました。

③ その他の生物パラメーター

【成長式】漁獲圧が高い水準であった1980年代に比べて、漁獲圧が低水準（資源量の高水準期）である2010年代では、密度効果により成長や成熟に関するパラメーターが変化している可能性も考えられたため、資源評価の精度を高めるために、新たな成長式を推定することになりました。これまで用いられてきた中野(1994)の成長式を更新するにあたって、簡便かつ輪紋計測の再現性の高いburn methodという新たな年齢査定手法を確立し (Fujinami *et al.* 2018)、成長に雌雄差があること、年代間 (1980年代前半と2010年以降) で大きな成長の変化は無いことを明らかにしました (Fujinami *et al.* in prep.²)。比較検討の結果、

成長も成熟体長も大きな違いは認められませんでした。その理由として、資源量の変化は密度効果を生じさせる規模ではなかった (1980年代の漁獲量が多く推定されている可能性も含む)、1980年代には密度効果が十分に波及していなかった等様々な仮説が考えられますが、資源評価においては最新の結果を適用することになりました。今回の改訂により、以前は利用できなかった不確実性の情報 (信頼区間) もSSのインプットデータとして活用されました。

【自然死亡率】魚類の中でも長寿命、かつ生活史パラメーターに雌雄差があるサメ類では、年齢別・雌雄別の自然死亡率の適用が一般的であり、前回の資源評価では、Peterson and Wroblewski (1984) に基づく推定値が用いられました。今回、2014年に用いられた推定値を修正するにあたり、複数の推定手法による結果を比較しそれぞれの妥当性を検討しました (Semba and Yokoi 2016)。その結果、大西洋のキハダの資源評価で用いられた体長ベースの推定式 (Walter *et al.* 2016)を適用した自然死亡率の適用が合意されました。

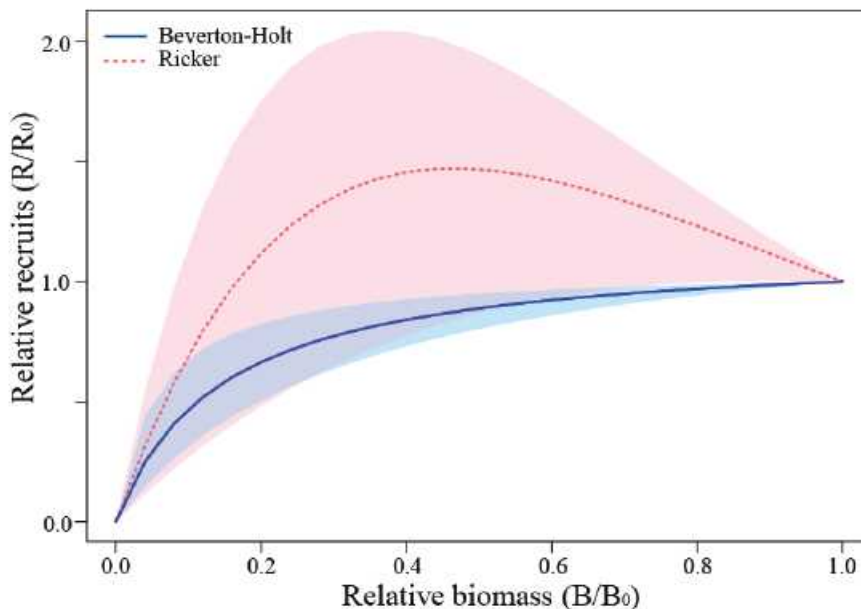


図5. 北太平洋ヨシキリザメの親子関係。横軸は相対的な親の量、縦軸は相対的な加入量を表す。青の実線がBeverton-Holt型で赤の点線がRicker型を表し、それぞれの色の範囲は95%信頼区間を表す。資源評価ではBeverton-Holt型の推定値がBase-caseで用いられた (Kai and Fujinami, 2018)。

² Fujinami, Y., Semba, Y., and Tanaka S. Age determination and growth of the blue sharks (*Prionace glauca*) in the western North Pacific Ocean.

最新の資源評価結果（ISC 2017）

三回目の資源評価は、2017年にBSPとSSを適用して行われましたが、前述の理由によって、SSによる結果が最終的な結論として採択されました（評価期間：1971–2015年）。各国の資源量指数のコンフリクトが解消されたほか、繁殖周期をはじめとする（繁殖に係る）パラメーターが推定されたことにより、親子関係を定めるパラメーターを0.391 ($S_{F_{MSY}}$) と2 (β) という組み合わせに絞り込むことができました。前回の資源評価では、様々なパラメーターについて特定の値を絞り込まず、約1,080通りの設定下で計算を行い結論を出さざるを得なかった点に比べて、今回は主なパラメーターの推定値を絞り込むことで最も蓋然性が高い設定を与え、Base case³として資源評価を行うことができました。SSによるBase caseでは、2015年時点（資源評価の最近年）の産卵親魚の資源量はMSY水準の産卵親魚の資源量より68%多く、最近の漁獲死亡（2012–2014年の平均値）はMSY水準の漁獲死亡の38%と推定され、MSYを管理基準値とした場合、

“本資源は乱獲状態ではなく、過剰漁獲にも陥っていない”との評価に至りました（図6）。また、主要なパラメーターや資源量指数等の値を変化させて行う感度解析の結果は、どのシナリオの結果もBase caseの結果（資源は乱獲状態でも過剰漁獲でも無い）をサポートする結果となりました。BSPの結果も、SSの結果をサポートしたことが確認され、全体として資源は健全な状態であるという頑健な結果となりました。また、SSによる将来予測の結果は、現行の漁獲圧（2012–2014年の平均値）では、産卵親魚の資源量は今後10年間のMSY水準の産卵親魚の資源量を上回る、すなわち乱獲につながる可能性は低いと予測されました。前述の取り組みに加えて、今回の統合モデルの資源評価では、齢構成プロダクションモデル（選択曲線の推定を行わないことで、サイズデータが資源量の変動に及ぼす影響を調べる診断法）を含む複数のモデル診断を実施し、推定された資源状態が頑健であることが確認されました。

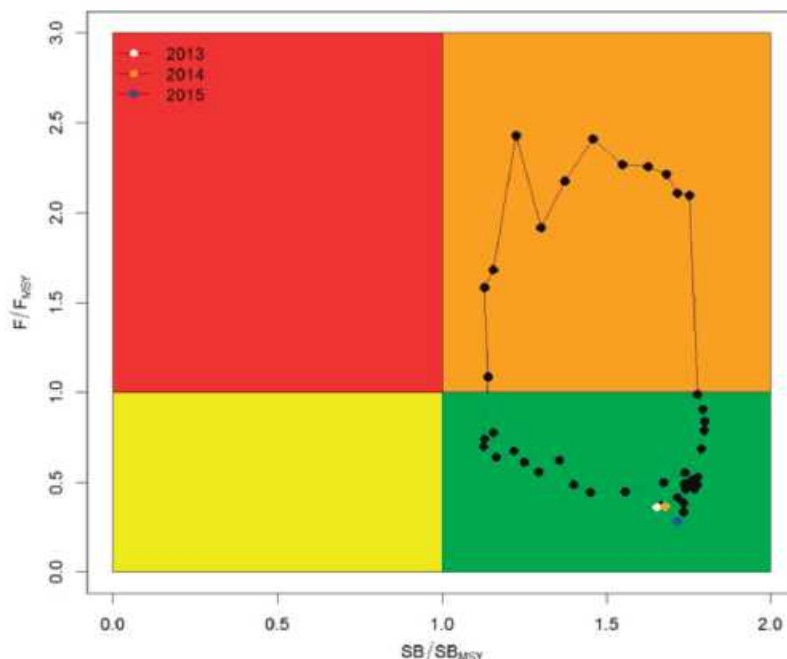


図6. 2017年の資源評価で推定された統合モデル（SSのBase case）に基づく北太平洋におけるヨシキリザメの資源状態を示す神戸プロット（ISC 2017）。縦軸はMSY水準の漁獲死亡 (F_{MSY}) に対する各年の漁獲死亡 (F) を表し、1より小さい方が望ましい。横軸はMSY水準の親魚量 (SB_{MSY}) に対する各年の親魚量 (SB) の割合を表し、1より大きい方が望ましい。

³ Reference caseとBase caseについて：資源評価に必要なパラメーターや漁業の設定について、特に妥当性を考えずに機械的な組み合わせで計算し、代表的な結果とされるものをReference caseとして示すのに対し、Base caseでは、各パラメーターや漁業データの設定について最も可能性が高いと考えられる値に絞り込み、推定した結果を指す。SPCやWCPFCの会議においてはReference caseが、ISCではBase caseが使われることが多い。

資源評価における生物研究の重要性

今回の取り組みは、資源評価で明らかとなった課題に対して、親子関係に関する生物学的知見の不確実性を改善したことにより、年齢構成を考慮した資源評価モデル (SS) による資源評価の精度を大きく向上した一事例になると考えられます。

最終的には、日本が報告した成長式、繁殖周期、成熟体長、母体長一産仔数の関係式等が主要なパラメーターの一部として用いられることとなり、親子関係のパラメーターも科学的に妥当な値に絞り込むことができました。この改善によって、気仙沼の調査員・漁船団の方々や地方公庁船、オブザーバーの方々に収集して頂いたサイズデータをようやく活用することができました。日本が提供したサイズデータは時空間的にも最もカバレッジが大きく、全体の9割を占めるに至りました。これにより、前回に比べて選択曲線の推定精度が改善し、SSのサイズデータへの当てはまりも向上しました。

これまで紹介してきた生物調査・データ収集に関する日本の取り組みは、漁業者の協力や市場測定での地道なデータ収集無くしては不可能でした。前述のように、混獲生物の側面が強いさめ類は、“data limited”な状況にあることが多いものの、北太平洋のヨシキリザメは、漁獲対象とする漁業があり、関係者の積極的な協力のお陰で研究に必要なサンプルを集めることができたため、資源評価の精度を向上することができました。現場の関係者には密なフィードバックを行い、集められたデータがどの様に活用されているか、資源評価の問題点や途中経過等を報告するように心がけました。不十分な点はあるながらも、こうした取り組みによって、効率的な調査が可能となり、資源評価結果を解釈する上で重要な漁業の実態や変遷に関する知見も得ることができました。研究グループ内においても、生物調査担当、資源解析担当のスタッフが協力して取り組んだことも、意味のある結果に繋がったものと感じています。

“苦労して集めたデータやサンプルが、資源評価への貢献という形で役に立つことが実感できたのは、とても有意義だった。いい経験をさせて貰いました”。退職する市場測定員の方からかけられたこの言葉を励みとしつつ、その期待を裏切らないよう戒めとして、

引き続き資源評価に基づくさめ類の持続的利用に取り組んでいきたいと思えます。

一連の調査・研究の実施に際してお世話になった全ての方に心からお礼申し上げます。

引用文献

- Compagno, L. J. V. 1984. FAO Species Catalogue. Sharks of the World: An Annotated and Illustrated Catalogue of Shark Species known to Date, Vol.4, Part2: Carcharhiniformes. FAO, Rome, 655pp.
- Fujinami, Y., Semba, Y., Okamoto, H., Ohshimo S., and Tanaka, S. 2017. Reproductive biology of the blue shark (*Prionace glauca*) in the western North Pacific Ocean. Mar. Freshwater Res. 68 : 2018-2027.
- Fujinami, Y., Semba, Y., Ohshimo, S., and Tanaka, S. 2018. Development of an alternative ageing technique for blue shark (*Prionace glauca*) using the vertebra. J. Appl. Ichthyol. 590-600.
- 市野川桃子・北門利英・竹内幸夫 2015 統合型資源評価モデルstock synthesisの検討会を開催 日水誌 81 : 756-761.
- ISC 2017. Stock assessment and future projections of blue shark in the north Pacific Ocean through 2015. ISC 17 Plenary Report and Documents. 95pp.
- Kai, M., Thorson, J. T., Piner K. R., and Maunder, M. N. 2017. Predicting the spatio-temporal distributions of pelagic sharks in the western and central North Pacific. Fish. Oceanogr. 26 : 569-582.
- 甲斐 幹彦・藤波 裕樹 2018 ヨシキリザメ 平成29年度国際漁業資源の現況.
- Kai, M., and Fujinami, Y. 2018. Stock-recruitment relationships in elasmobranchs: Application to the North Pacific blue shark. Fish. Res. 200 : 104-115.
- King, J. R., Wetklo, M., Supernault, J., Taguchi,

- M., Yokawa, K., Sosa-Nishizaki, O., and Withler, R. E. 2015. Genetic analysis of stock structure of blue shark (*Prionace glauca*) in the north Pacific ocean. *Fish. Res.* 172:181-189.
- Kleiber, P., Clarke, S., Bigelow, K., Nakano, H., McAllister, M., and Takeuchi, Y. 2009. North Pacific Blue Shark Stock Assessment. NOAA Technical Memorandum NMFS-PIFSC-17 : 1-83.
- Mangel, M., Brodziak, J., and Dinardo, G. 2010. Reproductive ecology and scientific inference of steepness: a fundamental metric of population dynamics and strategic fisheries management. *Fish Fish.* 11 : 89-104.
- 中野 秀樹 1994 北太平洋に分布するヨシキリザメの年齢と繁殖および回遊に関する生態学的研究. 遠洋水産研究所 研究報告 第31号. 141-256.
- Nakano, H. and Seki, M. P. 2003. Synopsis of biological data on the blue shark, *Prionace glauca* Linnaeus. *Bull. Fish. Res. Agen.* 6 : 18-55.
- 中野 秀樹・松永 浩昌・Shelley Clarke・仙波 靖子 2006 大西洋で初めて実施された外洋性サメ類の資源評価 -ICCATサメ類資源評価ワークショップ-. 月刊海洋 号外、 No.45 143-149.
- Nakano, H. and Stevens, J. D. 2008. The Biology and Ecology of the Blue Shark, *Prionace glauca*. In *Sharks of the Open Ocean. Biology, Fisheries & Conservation*. Eds by Camhi, M. D., Pikitch, E. K., Babcock, E. A. Blackwell Publishing. pp.140-151.
- Peterson, I., and Wroblewski, J. S. 1984. Mortality rate of fishes in the pelagic ecosystem. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41:1117-1120.
- Rice, J., Harley, S.J., Kai, M., 2014. Stock Assessment of Blue Shark in the North Pacific Ocean Using Stock Synthesis. WCPFC-SC10-2014/SA-WP-08. 83pp.
- Semba, Y. and Yokoi, H. 2016. Update of age and sex specific natural mortality of the blue shark (*Prionace glauca*) in the North Pacific Ocean. *ISC/16/SHARKWG-1/06* 24pp.
- Taguchi, M., King, J. R., Wetklo, M., Withler, R. E., and Yokawa, K. 2015. Population genetic structure and demographic history of Pacific blue sharks (*Prionace glauca*) inferred from mitochondrial DNA analysis. *Mar. Freshwater Res.* 66 : 267-275.
- Taylor, I. G., Gertseva, V., Methot Jr., R. D., Maunder, M. N. 2013. A stock-recruitment relationship based on pre-recruit survival, illustrated with application to spiny dogfish shark. *Fish. Res.* 142 : 15-21.
- 鶴専太郎、宮田勉、上野康弘、溝口弘泰、岡谷喜良、小河道生 2014. 気仙沼地区近海まぐろはえ縄漁船の利益向上に資する漁場選択. *国際漁業研究* 12 : 19-34.
- Walter, J., Sharma, R., Cass-Calay, S., Ortiz, M., Brown, C. 2016. Scaling natural mortality rate as a function of length or weight with an application to yellowfin tuna. *SCRS/2016/116*. 19pp.

(本研究は水産庁国際資源調査・評価推進事業の一環として実施されています。)

資源評価における生物学研究の重要性について



かつお・まぐろ資源部 まぐろ漁業資源グループ 井嶋浩貴

はじめに

本稿では、英国の科学雑誌Scientific Reportsに掲載された論文“Impact of biology knowledge on the conservation and management of large pelagic sharks” (Yokoi et al., 2017) の内容について、資源評価の観点から紹介します。

本研究では、外洋性サメ類である、ヨシキリザメとアオザメを対象としました。これらのサメは、主に延縄漁業における混獲種もしくは、商用としての漁獲対象種として全大洋において漁獲されています。しかし、資源評価では①漁獲統計に不確実性が大きく含まれている、②成長式などの生物学的パラメータが研究によって大きく異なる、事から資源量推定がかなり難しい種であることが知られており、資源評価の精度には改善の余地が多くあると考えられます。しかし、これまでの資源評価では、生物パラメータの影響についてはほとんど議論されていませんでした。

そこで、私たちは、資源評価において最も重要なパラメータの一つである個体群増加率に着目し、生物研

究から得られた知見の違いがどの程度影響するか、詳細に解析しました。

現在の生物学研究の知見から考えられる個体群増加率

個体群増加率とは、漁業が無い時の資源量の毎年の増加率であり、資源評価では簡単なプロダクションモデルのパラメータとしてよく知られています。一方、この個体群増加率は、複雑な年齢構成モデルから計算することができます。図1には年齢構成個体群動態モデルのイメージを示しましたが、アオザメとヨシキリザメでは雄雌で成長と成熟が異なるため、成熟後の青丸とオレンジの丸に含まれる個体数や繁殖力のパラメータが異なります。本研究では、繁殖力・生残率・寿命・成熟年齢・平均胎児数を含む雌雄別の個体群動態行列モデルを構築し、過去の研究によって得られている既存の生物学的情報全ての組み合わせを用いて個体群増加率を推定しました。

このモデルの解析の結果から、ヨシキリザメの個体群増加率は中央値が0.384で、最小と最大はそれぞれ

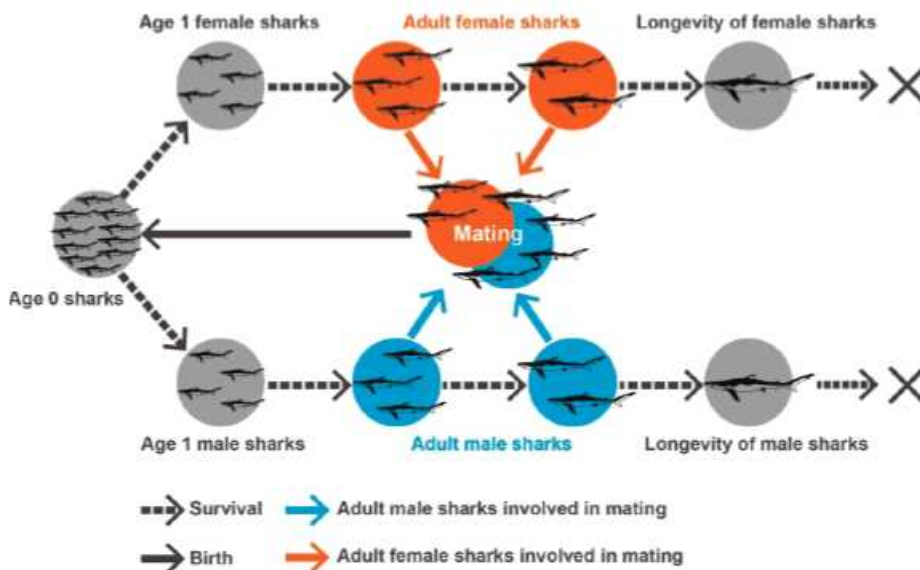


図1 外洋性サメ類の個体群動態モデルのイメージ (Yokoi et al., 2017)。

0.195と0.533、アオザメの個体群増加率は中央値が0.102で、最小と最大がそれぞれ0.007と0.318と推定されました（表1）。ヨシキリザメについては、現在の資源評価結果で導かれた個体群増加率から大きく異なることはありませんでしたが、アオザメは、現在資源評価で推定されているよりも個体群増加率が高くなる可能性が示唆されました（表1）。

この結果は、今後の資源評価にとって重要な情報になると考えられます。例えば、ICCAT（大西洋まぐろ類保存国際委員会）におけるアオザメの資源評価では、非常に低い個体群増加率が検討されています。しかし、低い個体群増加率を用いた資源評価モデルは、CPUEが示唆する個体群の増加を再現できていません。本研究結果を用いることにより、CPUEをうまく説明できるような資源評価結果が得られることが期待されます。

資源評価で最も重要な生物学の情報と問題点

今回の研究から外洋性サメ類の資源評価で、最も重要な生物学の情報は、成長に関するものであることが判りました。例として、アオザメの解析結果をみると、個体群増加率の推定結果に最も影響を与えているのは、雌の成熟年齢です（図2 f）。雌の成熟年齢が若くなるほど個体群増加率は増加し、特に17歳よりも若い場合、推定された中央値は大きく上昇します。つまり、雌の成熟年齢の推定精度が個体群増加率の算出に大きな影響を与えていることが判明しました。雌の推定成熟年齢のこれまでの知見は6～21歳と非常に幅が広がっていますが、これは体長を年齢に変換する時に大きな差が生じているためです。具体的に何が起きているのかというと、成熟している体長は正確に測定できても、体長がどの年齢に対応しているのかの年齢査定に大きな違いがあり、結果として成熟年齢に大きな違いが生じています。特に、アオザメについては、脊

表1 本研究結果と資源評価結果との比較（Yokoi et al., 2017）一部改変。塗りつぶしが本研究結果。

種	個体群増加率	海域	推定に用いたモデル
ヨシキリザメ	median = 0.384 (0.195–0.533)	全大洋	Two-sex age-structured matrix population model
	0.28–0.41	北太平洋	Bayesian surplus production model
	mean = 0.337 (0.250–0.428)	北大西洋	Age-structured matrix population model
	median = 0.286 (0.237–0.334)	北大西洋	Age-structured matrix population model
	mean = 0.30, sd = 0.045	北太平洋	Bayesian surplus production model
	0.169–0.599	北太平洋	Euler-Lotka equation
	mean = 0.297 (0.214–0.373)	北西部太平洋	Euler-Lotka equation
	mean = 0.259 (0.198–0.317)	北東部太平洋	Euler-Lotka equation
アオザメ	median = 0.102 (0.007–0.318)	全大洋	Two-sex age-structured matrix population model
	mean = 0.132 (0.093–0.166)	北大西洋	Age-structured matrix population model
	0.014	大西洋	Euler-Lotka equation
	0.073	大西洋	Age-structured matrix population model
	0.058–0.059	北大西洋	Bayesian surplus production model
	0.058–0.062	南大西洋	Bayesian surplus production model
	0.075, 0.050	北太平洋	Two-sex stage-structured matrix population model
	0.010–0.079	北太平洋	Two-sex stage-structured matrix population model
	mean=0.030 (–0.047–0.101)	北太平洋	Euler-Lotka equation
	mean = 0.114 (0.056–0.170)	カリフォルニア	Euler-Lotka equation

椎骨を用いた年齢査定の方法が複数種あり、さらに、研究者ごとに読み方が違う事が指摘されています(図3)。このように、成長に関する研究の精度を上げる

ことが資源評価結果における不確実性を小さくする最も重要な研究となります。これは、他のサメ類やマグロ類にも該当する一般的な結果となります。

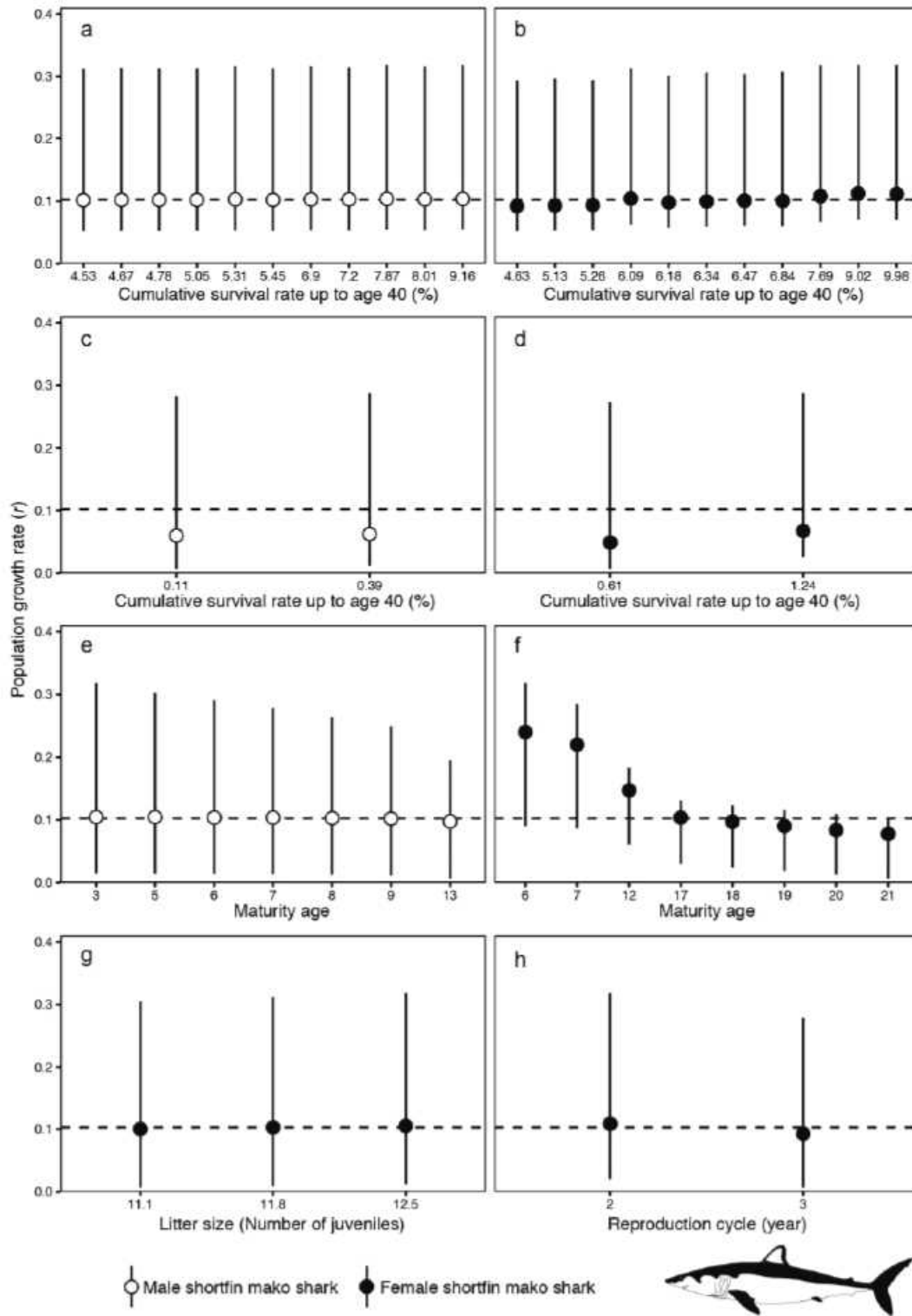


図2 推定されたアオザメの個体群増加率 (Yokoi et al., 2017) a~d 生残率の推定結果による個体群増加率の違い。e, f 成熟年齢による個体群増加率の違い。g 胎児数による個体群増加率の違い。h 繁殖周期による個体群増加率の違い。白丸・黒丸はそれぞれ雄と雌のパラメータであり、計算された個体群増加率の中央値を示す。

成長に関する研究の推定精度は、簡単なプロダクションモデルだけではなく、近年外洋性サメ類の資源解析にも取り入れられるようになった、複雑な統合モデルにも大きな影響を与えます。例えば、統合モデルでは、成長式が変わることにより、成熟年齢だけでなく、どの年齢の魚を漁獲したかという重要な情報である漁具の選択率にも影響を与え、資源評価の結果を大きく変えるほどの影響を持つことが考えられます。

前述した通り、成長に関する研究の精度向上のためには、年齢査定技術の向上が不可欠です。また、解析のためのサンプリングも重要です。なぜなら、偏りのあるサンプリングは、成長式のパラメータ推定の結果に影響を与えるからです。外洋性サメ類では大型個体の捕獲が困難であり、成長式推定に必要な大型個体の標本が得られない事が多いため、成長の限界を示す成長式のパラメータ (L_{∞}) が過少に推定されてしまう可能性があります。現在、水産学で最も良く用いられている von Bertalanffy の成長式は、一定の成長率 k のもとで成長に限界 (L_{∞}) が存在することを想定して

いる物理モデルです。しかし、外洋性サメ類の中には成長段階により生息環境を大きく変える種や、既存の成長式から推定される限界体長を大きく上回る個体の捕獲が報告されている種もあります。こうした種の成長を von Bertalanffy の成長式で表すこと自体に問題があるかもしれません。成長式の精度向上のためには、年齢査定精度だけではなく、サンプリングデザインや生物の成長という現象について、新たな研究をする必要ができてきていると私は考えています。

さいごに

今回の論文は、最初から水産系の雑誌ではなく、一般誌と言われる雑誌を狙って執筆しました。大変時間が掛かりましたが、最終的には結果と内容を鑑みて、最も良い雑誌に掲載されることになりました。この結果には、約7年間経験した国際会議対応から得られたものが生きていると考えています。国際会議に対応してから最初の3年間、私は作業文書を書いて発表してもなかなか相手にされませんでした。せっかく時

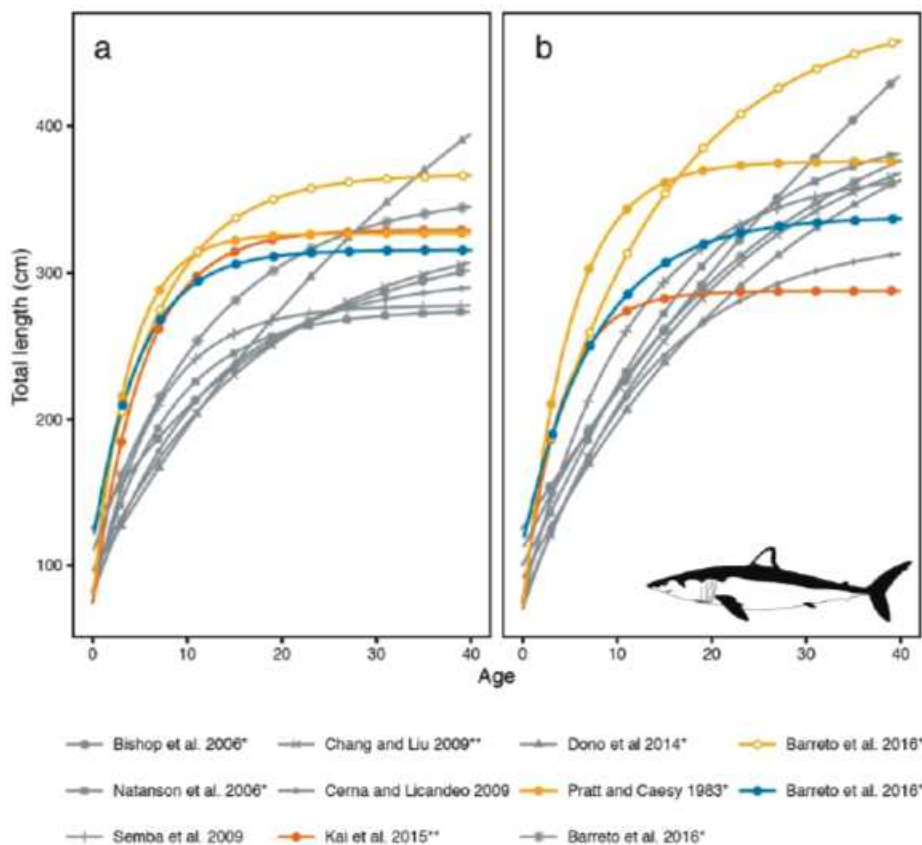


図3 様々なアオサメの成長式 (Yokoi et al., 2017)。a 雌の成長式。b 雄の成長式。灰色の線は、年に1つの輪紋が脊椎骨に刻まれると仮定している。黄線は、2つの輪紋が1年ごとに増えると仮定している。青線は、5歳まで2つの輪紋でカウントし6歳からは1年で1つの輪紋が増えると仮定している。赤線は、サイズデータを使用して成長式を推定した結果。

間をかけて準備しても主張を科学的に認めてもらわなければ意味がありません。そこで、色々試行錯誤をして行く中で、英語の問題以前にも数多く気づくことができました。現在の科学研究は欧米人の作ったルールに基づいています。ほとんどの有名な科学雑誌は英国か米国の出版社のもので、欧米の研究者によって論文の良し悪し（採用）が決定されています。しかし、欧米の研究者が良いと思う研究と日本人が“したい研究”には大きな違いがあります。日本人は事象の詳細な部分にも細心の配慮をすることが好きですが、欧米の研究者は大雑把でもいいので、全体の流れを把握することを好みます。大した解析をしていない（と感じる）論文がインパクトファクターの高い科学雑誌に掲載されるのは、これが理由だと思います。逆に言うと、詳細な事象を再現するために複雑な解析を行い、まずい英語が重なればほとんど相手にしてもらえません。そこで、今回の研究では生態学の教科書にも載っている基本的な数理モデルと、考えられる全ての生物学的情報を用いて広範囲にわたる解析を行いました。また、拙い英語でも理解してもらうため、文章の構成を練ることに時間をかけました。ここでも、欧米の大学で指導されるような基本的な文章の構成を強く意識して論文全体の流れを考えました。これらのことは当然の

ことかもしれませんが、今後論文を多数執筆する若手研究者の方々に少しでも参考となれば幸いです。

引用文献

- Yokoi, Hiroki, Hirotaka Ijima, Seiji Ohshimo, and Kotaro Yokawa. “Impact of biology knowledge on the conservation and management of large pelagic sharks.” *Scientific Reports* 7, no. 1 (2017) : 10619.
- Dortel, Emmanuelle, Félix Massiot-Granier, Etienne Rivot, Julien Million, Jean-Pierre Hallier, Eric Morize, Jean-Marie Munaron, Nicolas Bousquet, and Emmanuel Chassot. “Accounting for age uncertainty in growth modeling, the case study of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) of the Indian Ocean.” *PLoS one* 8, no.4 (2013) : e60886.
- Ochi, Daisuke, Hirotaka Ijima, and Hidetada Kiyofuji. A re-consideration of growth pattern of skipjack on the western central Pacific. WCPFC-SC12-2016/SA-IP-08, Bali, Indonesia, 3-11 August, 2016. Harvard

中西部太平洋カツオ資源評価 —その精度向上に向けて—

かつお・まぐろ資源部 かつおグループ
清藤秀理・青木良徳・木下順二・田中文也
大橋慎平・藤岡 紘・南 浩史



はじめに

中西部太平洋のカツオに関する話題を過去の本誌「ななつの海から」にて紹介してきました。第13号では「日本近海に來遊するカツオ主群とは？そのルーツ解明へのアプローチ」、第14号では「熱帯～亜熱帯海域から日本近海へのカツオの北上回遊」と題して、これまでの研究成果とともに紹介しました。これらの調査研究は、カツオの生活史を理解するためだけではなく、資源評価モデルの構造を決める上でなくてはならない情報です。対象魚種の生物学的な背景を正しく理解することは、資源評価モデル内でより確からしい生物学的な仮定を置くことに繋がります。2016年WCPFC（中西部太平洋まぐろ類委員会）科学委員会ではカツオ資源状態について統一的な見解が得るに至りませんでした。この要因として、資源評価モデルが推定する成長は耳石を用いた年齢査定結果から得られた成長曲線と異なること、モデルの設定により大きく変わる資源解析結果の中から最良のシナリオを選択する客観的基準が得られなかった事、が挙げられます。本稿では、2019年に予定されている中西部太平洋カツオ資源評価に向けた取り組みについて紹介します。

中西部太平洋での資源評価の仕組み

太平洋の地域漁業管理機関は、中西部太平洋と東部太平洋とで異なり、中西部太平洋はWCPFC、東部太平洋はIATTC（全米まぐろ類委員会）が管理します。ここではWCPFCでの資源評価の仕組みについて説明します（図1）。WCPFCは、2004年に中西部太平洋における高度回遊性魚類資源の保存及び管理に関する条約に基づき設立され、2018年7月現在では日本を含めた26カ国の加盟国、7カ国の準参加国、7カ国の協

力的非加盟国で構成されています。資源評価は、基本的に中西部太平洋まぐろ類委員会が業務契約をしている太平洋共同体事務局（Secretariat of Pacific Community：SPC）が実施します。SPCが資源評価を科学小委員会に提出し、科学小委員会で日本などの加盟国が資源評価の結果について議論し、資源状態を決定し、管理措置の勧告を作成します。この管理措置の勧告が母体である本委員会に提出され、管理措置が決定される仕組みになっています。

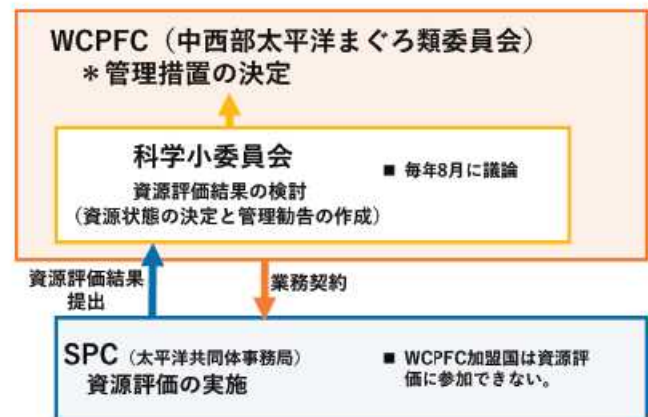


図1. 中西部太平洋における資源評価の仕組み。

中西部太平洋におけるカツオ資源評価

水産資源を評価することを端的に言いますと、魚の数の歴史的な変化を把握することです。この魚の数の歴史的変化は、魚を獲った量や獲った魚の大きさ、魚の獲れ具合といった漁業からの情報と、成長や成熟、回遊経路といった生物学的な情報を、数理モデルに入力して算出します。モデルとは、入力した漁業からの情報と魚の生物学的情報を、魚の数の変化を単純化した数式に当てはめたもので、このモデルを使用して個々の情報間のバランスがもっとも良くなるように調整す

ることを通して資源量を推定します。考え方によって単純なモデルから複雑なモデルがあります。資源評価モデルは、様々なモデルを組み合わせて対象魚の資源量を推定するわけですが、このモデルの考え方は、魚の年齢を考慮するかしないかで変わり、年齢を考慮するとより複雑なモデルになり、必要な情報も増えます。中西部太平洋のカツオ資源評価には複雑なMultifan-CLと呼ばれるモデルが使用されています。このモデルに必要な情報は、各国が提出する漁業別の漁獲量、漁業別の体長組成もしくは体重組成データ、標識放流データ、漁業別の豊度指数になります。日本は、漁獲量、体長組成、標識放流再捕情報、竿釣による豊度指数データを提出しており、資源評価実施上の貢献度は高いです。

さて、冒頭でカツオ資源状態について統一的な見解を得られなかったことに触れました。この時の科学小委員会での争点は、使用したデータ、モデルの設定とその確からしさや生物学的な仮定など多岐に渡ったのですが、本稿では、これらの中でも結果に与える影響が大きいと考えられる、①海域区分、②竿釣漁業データに基づいた豊度指数、③カツオの年齢・成長に焦点を絞り、現在の取り組みと合わせて紹介します。

① 資源評価の海域区分

Multifan-CLを用いた中西部太平洋カツオの資源解析には、カツオの海域間の移動（季節回遊）を考慮するために標識放流情報が取り込まれており、海域間の移動率が推定されています。第13号でも述べましたが、標識放流が可能な一部の生活史のみの結果を利用して推定しているため、回遊の全体像としては現実を反映しきれていないとして議論の対象となりました。

Multifan-CLによる資源解析では、カツオの分布回遊特性やカツオを獲る漁船の操業タイプなどを単純化するために、海域を設けて、データを海域毎に整理して解析しています。この海域区分は、前回（2016年）の資源評価では図2（上）に示したように定義されました。この理由は、主要漁業の操業海域の特徴、熱帯性まぐろ類であるメバチ・キハダを同時に管理する目的としてこれらの魚種での海域区分と整合性を取るため、およびSPCで新たに実施した標識放流調査海域（PNG周辺海域：海区番号5）を考慮したためです。

これに対して国際水研からは、日本が実施してきた標識放流調査海域とこれまでの仔稚魚分布結果に基づいた海域区分を提案しましたが（図2中）、残念ながらこの海域区分を用いた資源解析の結果は、参考情報扱いとされました。余談になりますが、カツオの資源評価に適用する海域区分は、2005年以降に実施された4回の資源評価で3度変更されましたが、その根拠は必ずしもカツオの生物学的な特徴を反映したものではありませんでした。様々な情報を必要とする統合モデルでは、これらの海域に出現する対象種のサイズ組成、あるいは年齢構成が重要になります。現在資源評価で定義されている海域区分では、その特徴が十分に反映されているとは言えないため、本年度科学小委員会では、竿釣船によって漁獲されたカツオの平均体重組成の特徴に基づいた海域区分を提案した作業文書を提出し（Kinoshita et al., 2018；図2下）、2019年4月にSPCのあるヌメア（ニューカレドニア）で開催予定の資源評価事前会合にてさらに検討されることになりました。この海域区分は、漁業による選択性を考慮する上で重要であるばかりで無く、広く回遊するカツオの移動の特徴を間接的に考慮することも意味します。

なお、本年度の科学小委員会には、本誌第14号（2018）で紹介したカツオの移動と成長を再現できるモデルを改善し、資源評価モデルが推定する海域間の移動率を検討するために熱帯・亜熱帯域から日本近海への来遊率を調べた作業文書を提出しました（Aoki et al., 2018）。現段階では、海域区分の違いが資源評価結果に与える影響を評価するための方法がないことから、中西部太平洋のカツオの生活史と漁獲物組成等の生物情報に基づいた海域区分の提示が必要と考えています。

② 竿釣漁業データに基づいた豊度指数

資源評価には、漁獲量と努力量（漁獲に費やした労力）の情報が基本になりますが、漁獲量そのものが資源の状態を直接示しているわけではありません。漁獲量は獲る側の人間の都合も含め、資源の一部を利用した値だからです。カツオのように分布域が広範な魚の場合、資源量の絶対値を直接調べることは出来ないため、資源評価では資源量の相対値を示す「資源量指数」を使用します。この資源量指数は、単位努力量当たり

の漁獲量で示され、魚の数、すなわち資源量の増減の傾向を示す重要な指標となります。中西部太平洋のカツオの資源解析の場合、この資源量指数は、日本の竿釣漁船の1日あたり、釣竿1本当たりの漁獲量を用います。この資源量指数は竿釣り漁船が操業する海域のカツオの分布量（密度）により変化しますが、漁業現場では漁船は魚価や運航上の都合等で、特定の季節に

特定の場所に操業が集中することや、操業の効率化を図るために様々な新しい機器を導入したりすることにより、資源量指数の推定に影響を与えます。そこで、こうしたカツオの分布量以外の影響を統計的手法により取り除いた値を資源解析に用いています。日本の竿釣漁船のこの値が適切である理由には、データ期間が46年間と長く、推定精度が高い利点があります。入

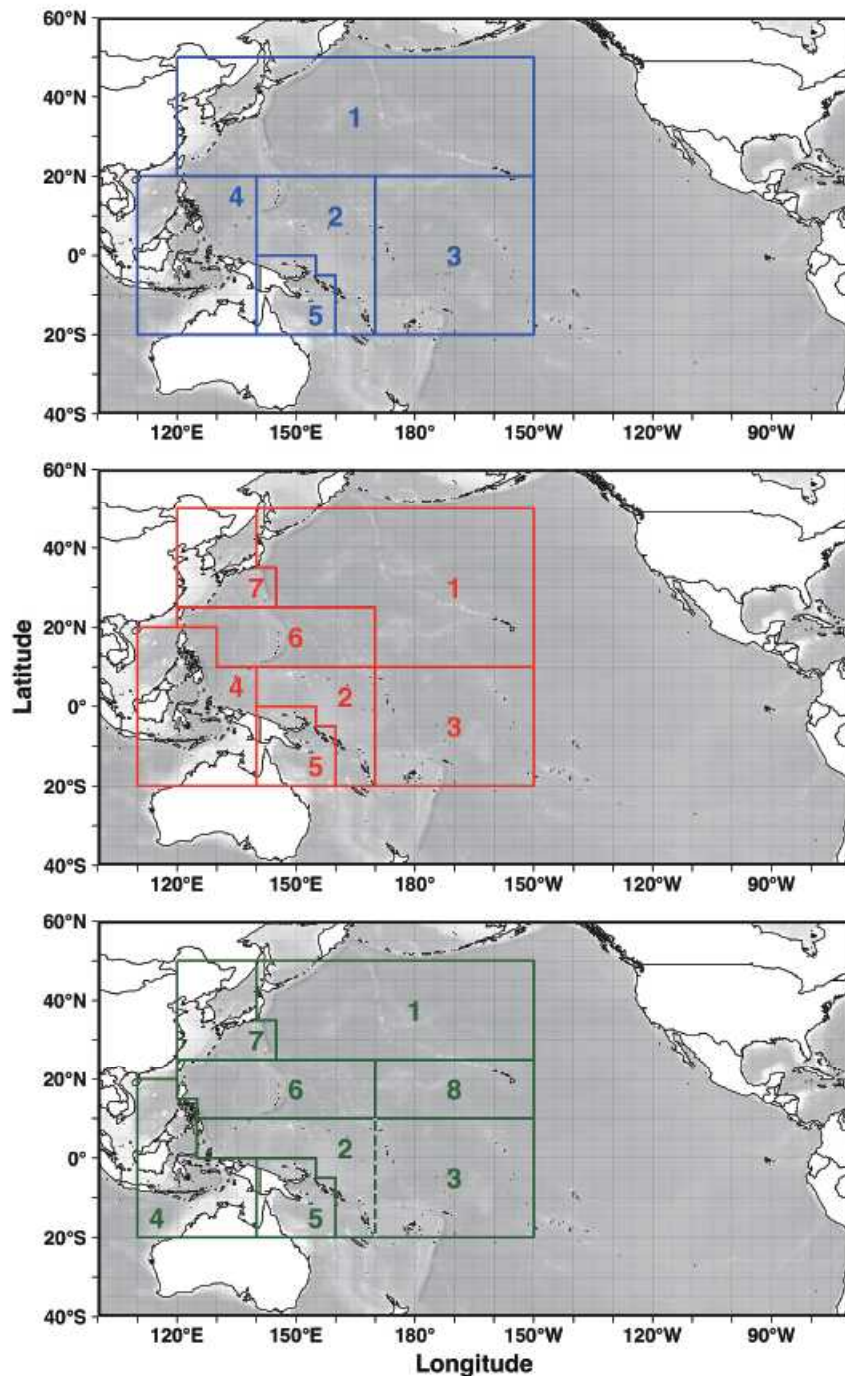


図2. (上) 2016年資源評価で使用された海域区分 (McKechinie et al., 2016)。(中) 日本が提案した海域区分 (Kiyofuji et al., 2016)。(下) 2018年WCPFC科学小委員会で提案した海域区分 (Kinoshita et al., 2018)。一部改変。

力されている豊度指数は、操業毎のデータに探索機器（鳥レーダー、ソナー、低温蓄養槽、衛星海面水温受信装置）の有無により漁獲効率を考慮し、さらに漁船の固有番号により各船の漁獲能力と稼働年数を考慮し、分散分析という統計学的手法により算出しました（Kiyofuji, 2016）。これは、1日当たりの漁獲量、群れを発見できなかった日数の歴史的变化の影響、漁獲能率・探索効率の低い船が撤退した効果を考慮した資源量指数を意味します。ただし、日本のかつお一本釣船によるかつお漁獲量は、全域の約7%程度であるために代表値として適切かどうか、依然として議論の余地は残されています。これまでの資源量指数は、従来の資源評価区分で推定されてきましたが、今後、①で提示した生物学的に妥当と考えられる海域で、かつ過去から中心的に操業してきた漁船からの情報に基づいて推定することで、バイアスの少ない特定サイズの資源量指数の導出を目指しています。また、漁獲量の約80%を占めるまき網船による資源量指数を入力することについては、使用する機器の発達や操業形態の変化が早いなどの理由から一貫した努力量の定義が難しく、

かつお・まぐろ類を対象としたどの地域漁業管理機関でも今後の課題となっています。

③ カツオの年齢と成長

資源評価モデルでは、対象種の“年齢と成長”は資源量推定のために重要となる生物情報です。魚類の年齢と成長を把握する方法には、体長組成に基づいた体長組成法、鱗、脊椎骨、耳石などの形質に基づいた年齢形質法、標識放流再捕情報に基づいた標識放流法が挙げられます。中西部太平洋のカツオ資源評価モデルでは、年齢と成長は体長組成データに合わせるように推定されています。この結果は過去に報告された実際の耳石に基づいた成長と異なりました（図3）。この成長の違いが資源評価結果に与える影響については、例えば、成熟に達する体サイズは両者で変わらないと仮定すると、成長が早い場合にはより早い年齢で親魚となることから、親魚量の推定値は遅い場合と比較して大きくなる可能性が考えられます。ただし、この成長式は成長率と最大体長によって変化するために慎重な検討が必要になります。この成長式について国際水

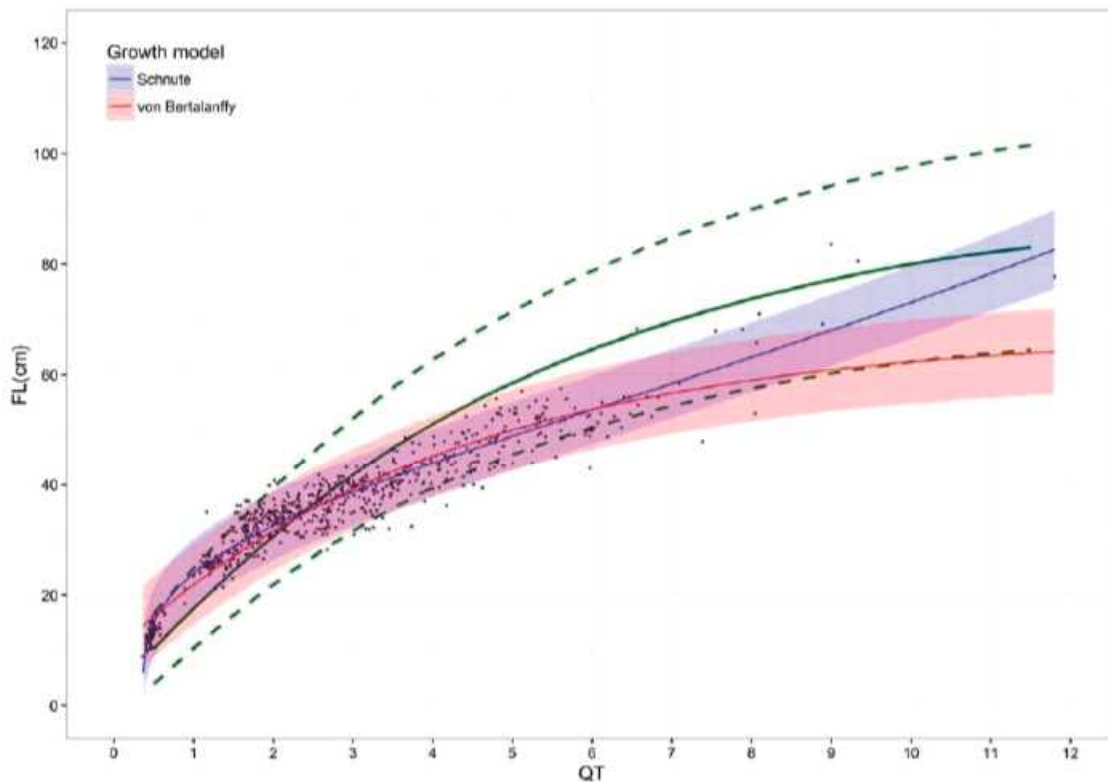


図3. 資源評価で推定された中西部太平洋カツオの成長式（緑線：McKechinie et al., 2016）、国際水研で収集・処理された耳石輪紋間隔に基づいた成長式（Ochi et al., 2016；青線：Schnute、赤線：von Bertalanffy）。

研からは、上述したこれまでに収集・処理されたカツオ耳石日輪間隔に基づいた成長式を再検討した内容 (Ochi et al., 2016)、耳石の輪紋数は切断する方向によって見える本数が異なることが報告されていることから、この切断する処理方法を再検討した内容 (Tanaka et al., 2017) を作業文書として科学委員会に提出しました。現在もサンプル処理方法と輪紋数の計数方法や成長式の推定方法について検討を重ねており、カツオの成長を生物学的に良く吟味した成長式の導出を目指しています。

以上、資源評価に与える可能性のある項目と国際水研での取り組みを合わせて紹介しました。これ以外にも資源量の推定値には、モデルの仮定の間違いや推定にバイアスがある場合があります。妥当と考えられるモデルの仮定によって推定された結果の妥当性は、感度解析、入力データ最終年の推定値への影響を調べるレトロスペクティブ解析、データへの当てはまりを調べる残差プロット、モデルの収束診断や尤度プロファイルなどを利用した検討が必要になります。今後も資源評価精度向上のための調査研究を継続しますが、中西部太平洋のカツオ生活史と漁業データの背景を良く理解することはもとより、入力データの精査、生物学的な仮定の慎重な検討、モデル設定の妥当性の検討、推定結果の検証を通した取り組みが必要と考えています。また、日本を含めた漁業国はSPCのメンバーではないために資源評価本体に参加することは原則できませんが、生物学的に正しい情報の提供やモデルの仮定の間違いについて言及することで資源評価の精度向上を図りたいと考えています。

(本研究は水産庁国際資源調査・評価推進事業の一環として実施されています。)

参考文献

- Aoki, Y., Masujima, M. and Kiyofuji, H. (2018) Annual trend in migration rate of skipjack from spawning grounds to off Japan. WCPFC-SC14-2018/SA-IP-05. 1-15.
- Kinoshita, J., Aoki, Y., Ijima, H. and Kiyofuji, H. (2018) Improvements in skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) abundance index based on the fish size data from Japanese pole-and-line logbook (1972-2017). WCPFC-SC14-2018/SA-WP-04. 1-21.
- Kiyofuji, H. (2016) Skipjack catch per unit effort (CPUE) in the WCPO from the Japanese pole-and-line fisheries. WCPFC-SC12-2016/SA-WP-05. 1-16.
- Kiyofuji, H. and Ochi, D. (2016) Proposal of alternative spatial structure for skipjack stock assessment in the WCPO. WCPFC-SC12-2016/SA-IP-09. 1-9.
- McKechnie, S., Hampton, J., Pilling, G.M. and Davies, N. (2016) Stock assessment of skipjack tuna in the western and central Pacific Ocean. WCPFC-SC12/2016/SA-WP-04. 1-120.
- Ochi, D., Ijima, H. and Kiyofuji, H. (2016) A reconsideration of growth pattern of skipjack on the western and central Pacific Ocean. WCPFC-SC12-2016/SA-IP-08. 1-10.
- Tanaka, F., Ohashi, S., Aoki, Y. and Kiyofuji, H. (2017) Reconsideration of skipjack otolith microstructural analysis for age and growth estimates in the WCPO. WCPFC-SC13-2017/SA-IP-08. 1-33.

ミナミマグロ漁場における海鳥混獲調査



かつお・まぐろ資源部 混獲生物グループ 勝又信博

はじめに

はえ縄、まき網、トロールなどの様々な漁業において、漁獲対象種以外の別種が偶発的に捕獲されることを混獲と言います。混獲される主な生物は、売り物にならない魚種やサメ類などが挙げられますが、中には、海鳥や海亀も混獲されることがあります。私が所属する混獲生物グループでは、主にまぐろはえ縄漁業における海鳥、海亀の混獲回避技術を開発・検証し、混獲を減らしつつ漁業を維持できる混獲回避手法に関する研究を行っています。本稿では、その研究の一部として、実際にミナミマグロを対象にした遠洋はえ縄漁船に乗船し、海鳥の混獲問題について行った研究を報告します。

近年、漁業による混獲の海鳥個体群に及ぼす影響が懸念されています。特に南半球では、24種のアホドリ類うち21種が生息しており、多くの日本のまぐろはえ縄漁船が操業する南半球のミナミマグロ場における海鳥混獲の問題は、まぐろ類の地域漁業管理機関において議論されています。まぐろはえ縄漁業は、数時間かけて1000本から3000本以上の枝縄と呼ばれる仕掛けに餌を付け海に投げ込み（投縄）、十数時間かけて仕掛け回収し（揚縄）、対象魚種を漁獲します。アホドリ類やミズナギドリ類は、投げ込まれた餌の付いた釣針に喰い付き誤って針を飲み込み、または、枝縄に絡まり混獲されることがあります。この海鳥の餌に喰い付く行為を防ぐため、混獲回避技術として、トリラインと呼ばれるオドシが付いた100m以上のロープを船尾の高い位置から流すこと（図1）や枝縄に錘を付け海鳥が餌を獲れない深度まで早く沈めること、海鳥が活発に活動しない夜間に投縄を行うなどの対処をすることが、まぐろ類の地域漁業管理機関で合意されています。

実際に、はえ縄漁船がどのような混獲回避技術を用いているか、どういった状況で海鳥の混獲が起きてい

るかといったデータは科学オブザーバーと呼ばれる記録員が集めてきます。しかし、科学オブザーバーは主に揚縄中の漁獲物を対象にデータを集めるため、投縄中に現れた海鳥の種類や数、その時の気象や海況など、どの海鳥種がどのような状況下で混獲されるかという混獲問題を扱う上で重要な情報が十分に集められていないことが現状です。そこで、実際にミナミマグロを対象としているはえ縄漁船に乗船し、海鳥に関するデータを取ってくる計画を立てました。

調査開始のその前に

通常、漁船に乗り海鳥混獲回避に関する研究を行う場合、国際水産資源研究所のある静岡県清水港に船を付け、そこから乗り込み日本近海の操業海域へ向かう手段を取ります。しかし、今回は日本からはるか遠方のインド洋にあるミナミマグロ漁場で操業するまぐろはえ縄漁船で調査を行います（図2）。しかも、乗船予定の漁船は既にインド洋で操業を行っており、私が乗船するために港に入ってくれるわけはありません。そのため私が漁船に乗るには、何らかの方法で洋上にいるその船に辿り着く必要があります。したがって、



図1. オドシ付きトリライン。黄色のヒラヒラ（PPバンド）がオドシと呼ばれる海鳥を船尾付近でトリラインの下を飛行しないようにする機構。写真は第二大慶丸調査より



図2. 調査のために乗船した第一福積丸 (398トン)。

洋上での転船が唯一の手段となります。まず、転船海域へ向かうまぐろ転載船に乗るため、モーリシャス共和国のポートルイスへ向かいました。モーリシャスは、マダガスカルやモザンビークの東沖、インド洋の西南部に位置する小さな島国で、絶滅した飛べない鳥として有名なドードー鳥が生息していた島としても知られています。ドバイ経由で空港滞在時間を含め約21時間の移動です。事前に調査機材を送っていたのですが、船で使用するタンブラーを忘れていたので、ドバイ空港のスターバックスで鷹の絵が書いてあるUnited Arab Emiratesのタンブラーを買い込み、待ち時間を潰しました。スターバックスはどこにでもあるので便利です。ポートルイスに到着すると、私と同様に他の船へ転船する乗組員の方2名（日本人とインドネシア人）とともに、ホテルへ移動しました。

モーリシャスに到着してから2日後には出航の予定だったため、次の日に現地の大型スーパーで買い出しです。船で飲食する嗜好品は、日本から送ろうと思うと箱の中身より送料の方が高いため、現地で買っていく必要があります。水や外国特有の派手な色をしたお菓子や味のわからないビール、現地で有名なラム酒、紅茶などをとりあえず買いました。予定では約3ヶ月は海の上のため補充することはできません。迷ったら買う、船に乗る場合はこれが鉄則です。

いざ出航…しかし、調査は始まらず

転載船が予定通りに到着しなかったため、結局4日間もポートルイスにおり、いつ出るのかとそわそわしていました。この間に、船用で買った貴重なビールを6缶消費してしまいました。ポートルイスは日本よりも湿度が少なく、カラッと晴れているため、ビールが

進んでしまいます。買い足そうとしたのですが近場にスーパーがなく、止むを得ず断念しました。待機している間は、仕事をしつつ、港への散歩や、しばらく海では見ることの出来ない植物を見に行ったりし、出航時間が来るのを待ちました。港近くの土産物屋で、スーパーで見た商品が1.5倍の値段で売っており、思わず店内で、ぼたくりすぎだろと日本語で突っ込んでしまったのは内緒です。

港へ行く際には、3人分の荷物となると結構な量になり、無理矢理、セダンタイプのタクシーに載せ、トランクに入らない荷物はみんなで膝に抱えながら移動し、さらに途中で入港許可を持つ車に乗り換え、岸壁へ向かいました。しかし、岸壁に降ろされたにも関わらず、船が岸壁にも到着してなく、遠くに豆粒程度に見えるのみ。船がもうちょっと近くに来てから呼びに来てくれよ、と3人で文句を言っていたら、オッターボートが寄って来て、「メイト？メイト？」とこれから乗船する予定の船の名前を言っていたので、まさか!?と聞いていたらそのまさか、漁船に洋上転船する前に、転載船に洋上転船することになりました。

転載船である明太丸へ船を横付けすると、デッキまで約5mと高く、木製の梯子がかかっていた。岸壁だとタラップで乗り込みますが、洋上だとハシゴになるようです。晴れていて波が穏やかでよかったと本気で思いました。他の船から降りた外国人漁船員と交代で乗るようなので部屋には入れず、しばし、デッキの上で待機していましたが、邪魔にならないよう動いていると、かなり大きな船で驚きました。明太丸は3791tで船体長が75mくらい、乗組員も見える範囲で20名以上おり、機関や司厨なども含めると多くの人が働いているようでした。明太丸には、まぐろはえ縄漁船から冷凍されたまぐろなどを転載できるようクレーンが4基あり、その冷凍まぐろなどを入れる魚槽が3つありました。魚槽は、冷凍まぐろなどをクレーンで直接を下ろせるように天井が開閉式になっていました。艦内は1階に15名程度のインドネシア人作業員の部屋と食堂、2階に日本人作業員の部屋、私のように途中で漁船に転船する人や、逆に漁船から陸へ帰る人用の部屋と洗濯機や風呂場など水回り関係の部屋、3階には無線室や船長や機関長、航海士の方の部屋、4階にはブリッジという構造でした。

転載船はモーリシャスから出航し、インド洋を横断しながら操業を行っているまぐろはえ縄漁船に横付けし、その船の漁獲物を受け取り、代わりに肉類や野菜、冷凍食品等の食料や生活物資を補給します。私は、その補充物資とともに調査するはえ縄漁船に乗り移る予定でした。しかし、転載船から調査する漁船に移動する日程は、その漁船のいる海域によって変わるため、具体的な日程が決まっていなまま日本を出発しました。そこで、転載船で日程を確認すると、会合する船は日本籍の漁船だけではなく台湾や韓国籍の漁船など30隻以上となり、私が乗船する漁船は航路から一番遠くで操業しているため、調査する漁船に乗り込めるのは約30日後になることが判明しました。調査が始まる前までが長いです。とりあえず、移動中にできることや船で生活などを考えながら、昼食のカレーをいただきました。そしてまず決めたのが、ポートルイスのホテルで飲み過ぎたビールを調査航海へ持っていくため、いかに節制するかでした。

時間を無駄にするわけにもいかないので移動中にブリッジに上がり海鳥の目視調査をしようとしたのですが、水平線を見る限り鳥がいない、船尾に着いてくることもあるので移動し観察していましたが、こちらもない。どうやら、海鳥の分布域から外れているようで何もいない青い海をしばらく眺めて過ごしました。乗船してから、初めて海鳥を発見したのはポートルイスを出港してから3日後の漁船との会合でした。操業を行ってから会合場所に移動したようで、海鳥は漁船の後ろを追って来たようでした。マダラフルマカモメ、ノドジロクロミズナギドリ、ハイガシラアホウドリ、ワタリアホウドリの4種がそれぞれ1～2個体ずつ転載船の近くを飛行・着水し、漁船が移動するのを待っていました。中でも、翼開長が3mもあり世界最大の鳥類と呼ばれるワタリアホウドリを間近に見ることができ、テンションが上がりました。ブリッジに上がり、マグロが漁船から移動する様子を横目にカメラのレンズをそれとは関係ない方向に向け海鳥の写真を撮影していたため、船の人から変な目で見られましたが、ご愛嬌というものです。

転載船に乗船する4週間前まで3種類のアホウドリ類が生息する北半球での乗船調査を行っていたため、白（コアホウドリ：体色が白）か黒（クロアジアホウ

ドリ：体色が黒）かピンク（アホウドリ：嘴がピンク）で判別していた目を、21種のアホウドリ類や黒いだけでちょっと嘴の色が違うミズナギドリ類のいる南半球に慣れさせる必要がありました。航海の初めでこれだけ見ることが出来たので、これから色んな種類と数を見て目を慣れさせることを転載船に乗船中の目標にすることを決めました。結果的には、ワタリ、キバナ、ハジロ、ハイガシラ、マユグロ、ススイロなどのアホウドリ類と、カッシュクオオフルマカモメ、マダラフルマカモメ、ノドジロクロミズナギドリ、オオハイロミズナギドリなどのカモメ類やミズナギドリ類を見ることができ、本番前の下準備を進められました（図3、4）。



図3. 船に付いて飛行するマユグロアホウドリ。名前の由来は、目の上に盾があるよう見えることからである。翼開長は2mから2.4m。まだ嘴が黒っぽいことから、亜成長と考えられる。成長の嘴は黄色になる。



図4. 船に付いて飛行するワタリアホウドリ。翼開長が3m近くになる。片翼が成人女性の平均身長と同じくらい、また、成人男性の場合だと足元から肩までである。他のアホウドリ類より一回り大きく、目立つ。

転載船の司厨担当は2名のインドネシア人で、それぞれで日本人用とインドネシア人用を担当しています。食事は3食付いていて、それぞれ、時間になるとテーブルに並べられ、勝手に食べるスタイルになっています。メニューは和洋中なんでもありで、肉、魚、刺身などいろいろです。汁物も付いてきます。通常、漁船などでは揺れるため、深い椀でこぼれないように抑えながら食べますが、転載船は、航行海域の海況が安定しており船体が大きいため、ほとんど揺れません。離陸して安定飛行に入った飛行機の中で食べている感じです。ちなみに漁船の場合は、飛行機が離陸するときの振動がずっと続いている中で生活する感じです。転載船には海水から塩分を抜き真水に変える造水機があるため、シャワーや風呂、洗濯は真水を使っています。

調査開始

今回の調査目的は、ミナミマグロ漁場ではえ縄漁船に寄ってくるアホウドリ類やミズナギドリ類の種類や数、行動、混獲の有無などの情報を得ることにあります。これらの情報を得るために日本から36日間かけてたどり着いた漁船へは、ベニア板を敷いた巨大なモッコに調査器具と一緒に乗り移りました。普通に怖かったです。

船頭に挨拶と調査内容について打ち合わせをすると、翌日から操業を行うということなので、早速、調査準備を開始です。調査では、投縄時に海鳥の観察をし、揚縄時に漁獲物調査を行います。全てを網羅すると寝る時間がなくなるため、実際の操業を見ながら可能な限りデータを取るよう務めました。私が乗船した海域から2日間移動したところにミナミマグロ漁場があるのですが、海況が悪いといことでしばらく留まり、メバチを狙い4回ほど操業し、ミナミマグロ漁場へ移動しました。ミナミマグロ漁場は南緯36~37°で、日本で言うところの茨城県から福島県あたりに相当します。調査時期は7~8月で日本では夏気分ですが、南半球のため気候が逆になり、冬真っ只中、気温計がなかったため正確な温度は不明ですが、体感では10℃くらい、海の表面は11~12℃でとても楽しく泳げる水温ではありませんでした。

え縄操業は、夜が明ける前から餌を付けた仕掛けを投げ入れ、3時間くらい浸漬させ、仕掛けを上げて

いきます。日の上がる前に投縄を開始するので、暗いうちに朝ご飯を食べ、ヒートテックの上下、フリース、防寒着、ニット帽、ネックウォーマーでしっかりと完全防寒し、記録用紙、双眼鏡、一眼レフカメラなどを持ち、外が明るくなってから船尾上部に向かいます。

集まった海鳥は、トリラインや加重枝縄などの混獲回避装置を使用しているため、船尾から100m後方を飛行し沈みきっていない餌を虎視眈々と狙ってきます。多くの海鳥がどこからともなく集まり、投縄中の船に追従します。転載船で毎日のように漁船と会合している中で海鳥を見ていたため、アホウドリ類を判別するポイントをすぐ見分けられ、種類を特定することができました。そうです、1個体ごとであれば、見分けは着くのです。しかし、一操業あたりの海鳥数は10~50羽と多く、その中に3~5種類の海鳥が左右に移動しながら飛んでいるため、個体数を数えるのが困難になります。安定して数えられるまで、しばらくかかりました。投縄中には、ワタリ、マユグロ、ハイガシラ、キバナ、ハジロ、ススイロ、ハイイロなどのアホウドリ類の成鳥やそれぞれの幼鳥、アホウドリ類以外のカクシヨクオオフルマカモメ、マダラフルマカモメ、アカアシミズナギドリなどが集まっていました。調査記録には、これらの海鳥が餌に攻撃する回数と、それらの攻撃が船尾後方からどのくらい離れた位置で行われたかということも記録します。船尾から後方150mを25m毎に区切り、どの種が、どの区域で、餌に攻撃したかを記録します。攻撃には、餌を仕掛けから直接とる攻撃と他の海鳥から奪う攻撃の2種類を分けて記録していきます。視野を広く持ち、海面ストレスを飛行する海鳥や、餌が沈んで行った付近で方向を反転し急降下する海鳥に注意を向けながら、強風の中、波に揺れる船尾に立ちひたすら見続け、記録を取っていきます。

観察の際には、外国製の異様に酸っぱい飴と安定のトワイニング製の紅茶を伴にし、エンジン音とブザー(5秒に1回の間隔で鳴る枝縄を投げるタイミング音)をBGMに聞きながら3時間ほど海鳥の種と数、餌に対する行動を記録して行きました。常に快晴であれば余裕を持って調査できますが、3500本ほどの仕掛けを入れるため、常に投縄距離が120kmを越えます。この間、天気や波の揺れが変わることがあるため、常に気

を張り対応する必要がありました。また、暴風雨や波高3m以上の波の中でも操業を行うので、危険察知能力をフル活用し、危なそうな時は船尾上部にある観察場所のすぐ下の屋根のある投縄作業スペースへ引っ込み、調査を続けました。

投縄が終わると3時間から4時間、漁具を放置してから縄を揚げ始めます。揚縄時には海鳥の混獲を確認するため、甲板に出て漁獲物を記録していきます。船員はインドネシア人が多く日本人と共に、幹縄の巻き取り、枝縄の巻き取り、幹縄や枝縄の絡まりを解く、釣れた魚を引き上げる、魚を捌き冷凍庫へ入れるなど、幾つかの役割を兼任し、ローテーションで回っていきます。私は記録帳とノギスを相棒に船員の邪魔にならないところで待機し、魚が釣れるたびに釣果時間、魚種、全長の計測、記帳していきました。魚が釣れた時以外は立っただけなので、よくインドネシア人にコーヒーを勧められました。デッキの一角に給湯器が置いてあり、体が冷えた時などはコーヒーを飲んでいました。海鳥が混獲された場合は、写真を撮り、各部位の計測、筋肉サンプル採取を行う予定でしたが、船頭の混獲に対する意識が高く、海鳥の多い時や風向を見ながらトリラインを増やす対処を適切に行っていたため、投縄中に海鳥がいてもほぼ混獲せず、主に魚を計測して時間が過ぎて行きました。危険察知能力をフル稼働させ、波が高いときや天気の悪い時などはブリッジへ引っ込み、舵を取っている船員さんから漁獲物の情報を貰いました。

漁獲物は、主要漁獲対象種であるミナミマグロやメバチ、ピンナガなどのマグロ類の他にメカジキやヨシキリザメ、アオザメやニシネズミザメなどのサメ類、シマガツオ類やガストロ、重くて引き上げることが出来ませんでした。ダイオウイカのような大型のイカなど多岐にわたりました。時たま、サメやハクジラ類に、尾や腹側の一部が食べられた魚が上がり、これらは、商品としては流通できないため、船員のおかずとなります。食べられる部分を刺身にすれば味は変わらず、美味しくいただきました。

揚縄は12時間から14時間程かけて終わりますが、私は揚縄の7割から8割程度まで記帳し、翌日の投縄に備えるため一足先に甲板から引き上げます。揚縄後は、海水風呂に入り、海水洗濯をし、軽い夜食を食べ、操

業中に枝縄の沈降速度や到達深度を計測していた小型水深深度計のデータのダウンロードと再設定を行い、就寝します。洗濯物はエンジンルームに干すので、数時間で乾きます。しかし、持っていった洗濯ピンチが弱かったため、命綱のヒートテックが行方不明になり、焦ったことが何回もありました。

こんな感じの1日を所々で休みながら45日くらい過ごし、転載船含め計2ヶ月半におよぶ調査が終了しました。調査記録は40操業分のデータを取得し、乗船していた漁船はバリ島へ寄港しました。

もう一つの調査

洋上で海鳥の行動を把握するための研究手法の一つに、衛星追跡発信機であるアルゴス発信機を用いる方法があります。これまで、海鳥に発信機を付ける研究は、海鳥を捕獲する必要があるため、主に繁殖地で行われていました。しかし、海鳥の行動は、雌雄や時期（繁殖期や非繁殖期）、成長段階（幼鳥、亜成長、成長）などで異なり、繁殖地に飛来しない時期や成長段階の個体の行動については、これまで判りませんでした。一方、ミナミマグロ漁場には繁殖場に飛来しない亜成長や幼鳥なども集まってきます。そのため繁殖地のみでの調査とミナミマグロ漁場における海鳥の行動は異なっている可能性があるため、実際の操業エリア付近にいる海鳥の情報も重要となります。今回、ミナミマグロ漁場にいる海鳥にアルゴス発信機を装着し、移動経路やミナミマグロ漁船との関係を追う目的で、アホウドリ類2個体に対して、衛星追跡発信機の装着を試みました。

繁殖地ではアホウドリ類は飛び立ちが苦手なことや人を恐れないため、容易に捕獲することができますが、洋上ではそう簡単に捕まえることは出来ません。北半球でアルゴス発信機を用いた調査では、サメ肝を投げ船のすぐ横で夢中に奪い合っているところをたも網で掬う方法で海鳥を捕獲していました。これを同様に南半球に試したのですが、海鳥の警戒心が北半球より高いようで、中々たも網の届く範囲まで寄ってきませんでした。また、アホウドリ類ではなくミズナギドリ類が真っ先に餌を搔っ攫い、それをアホウドリ類が追っていくため、遙か彼方にいってしまいこの手法は断念しました。次に、餌を付けた鈎を海鳥に向かって投げ、

うまく釣ろうと考えましたが、針や餌が重く、すぐ沈んでしまい海鳥を釣ることは出来ませんでした。船頭からのアドバイスもあり、最終的には、トローリングのように餌が表層に浮くくらいの速度で船をゆっくり走らせながら餌の後方に引っ掛け針を付けた鉤を使って、海鳥が食いつく瞬間に引っ掛けるという手法を用いて捕獲しました。海鳥は海面に着水しても沈まないように羽毛が密に集合しているので、引っ掛けによる怪我もなく捕獲することができました。

こうして数いるアホウドリ類の中から、マユグロ、ハイガシラ、ハジロ、キバナの4種アホウドリ類を1個体ずつ捕獲できましたが、2つのアルゴス発信機を同種に装着したかったので、船頭や船員の方に無理を言って、どれかの同種が取れるまで続けてもらいました。最後に捕獲できたのは、キバナアホウドリとなったので、アルゴス発信機を背負わせ、移動経路や行動を明らかにしていきます(図5)。装着したキバナアホウドリの2個体は、35日間と230日間を追跡することができました。当初の予想としてはミナミマグロ漁場に長く滞在すると思っていたのですが、予想を裏切り、大きく東西に移動していることがわかりました。



図5. アルゴス発信機を装着したキバナアホウドリ。体重は2.5kgから3kgで、翼開長は2mになります。捕獲中には口に噛まれたり、足爪で引っ掻かれたりと生傷が絶えません。

調査を終えて

バリ島へ入港したのは8月に入ってからだったので、実に2ヶ月半程度、洋上にいたこととなります。岸壁についた際の本々の緑に、懐かしさすら覚えました。ただひたすら移動していた1ヶ月と、海鳥を見て魚を測って記録し、寝るというルーティンをこなす1ヶ月半、気がつくとは半分くらい思い出せなくなっていました。その一方で、得られたデータは間違いなく貴重なものになり、今後、より詳細な解析を行い、海鳥混獲問題の手助けになればと思います。

最後になりましたが、調査にご協力いただいた福和水産株式会社様、株式会社東栄リーファーライン様、日本かつお・まぐろ漁業協同組合様、国際水産資源研究所の皆様にお礼を申し上げます。

インドネシア群島水域内調査および寄港実現への道程

—平成29年度カツオ・熱帯性まぐろ仔稚魚分布調査船舶運航の記録—

俊鷹丸船長 宮崎孝之



平成29年11月6日、国際水産資源研究所関係者に見送られる中、俊鷹丸は平成29年度第3次航海「亜熱帯海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（平成29年11月6日～12月21日）」の途に就いた。本航海はインドネシア水産局（以下「RIMF」という。）との共同調査（インドネシア群島水域内に限る）であり、我が国へのカツオ資源来遊変動を解明し、またインドネシア海域における生物・生態的知見を充実させる上で極めて重要かつ国際的にも期待の大きい調査であった。調査の科学的成果については研究者の筆に任せるが、本稿では船舶運航の責任者として、本調査を成功裏に導くために執り行った詳細について記録し、後人の参考としたい。

【事前情報】

本調査は、平成29年1月に調査計画が決定され、平成29年度当初より外航準備が始められた。当初、インドネシアでの寄港地として北スラウェシ州の州都マナド（Manado）が候補地であったが、諸事情によりマナドから東へ約50kmほど離れたビトゥン（Bitung）に変更になった。ビトゥンは人口約20万人の港町、「カツオの街」という程度の情報しか得られなかった。

清水港出港1ヶ月前より、代理店と詳細な打合せを進めたものの、インドネシア現地での入国手続き、ビトゥン入港手続きなどの事前情報は乏しいのと同時に提供に時間がかかる状態であった。出港直前になって代理店より現地での飲料水の状態が非常に悪いとの連絡を受け、現地での給水ができないものと判断し、ペットボトル入りの飲料水を急遽手配することとなった。

今回の調査はインドネシアとの共同調査でRIMFの職員2名が乗船するものであり、イスラム教徒である彼らのためにハラール認証を受けた食材を調達する必要

があった。これらの食材の入手について県内を奔走したが、東京都内で調達できるとの情報のみであったため、内地での調達を断念し現地調達することとなった。

【インドネシア入域調査申請】

インドネシア入域調査にあたっては調査許可証とともに、乗船者全員の情報の提出が必要であった。パスポートは入国時から6ヶ月以上の有効期限が必要であったため、条件を満たさない乗組員には6月中旬までにその準備をさせ、パスポートの写し・船員手帳の写し・写真を添え、国際水産資源研究所かつおグループ&RIMFを通してインドネシア調査技術高等教育省に手続き申請した。9月中旬になり、別途インドネシア国防省より乗組員の個人調査票の作成提出依頼があり、さらに在日インドネシア大使館より海洋汚染防止証書・国際水バラスト管理証書の提出依頼、また乗組員はVISAを取得する必要があるとの連絡を受けた。なお、インドネシア国内規程で領海及びEEZ水域内で何らかの作業を行う外国船の船員に対し、DAHSUSKIM（Visa for Vessel Crews）というビザが必要であるとの情報が代理店からあったが、これは結局必要なかった。

出港2週間前の10月下旬、事情により乗組員交代の手続申請を検討したところ、インドネシア調査技術高等教育省の担当者より「これまでの申請に4～5ヶ月程かかっており、今からでは現実的ではない。」との指摘があり、乗組員の交代（予備員充当）そのものの中止を余儀なくされた。

【群島水域内調査に関わる事前情報】

本航海ではインドネシアの群島水域内で調査を行うことになっていたため、群島航路帯（Archipelagic

Sea-Lanes, ASL)に関する情報を収集しておく必要があった。インドネシアの領海と群島水域内の無害通航権についてのルールは、

- ①公海と公海を跨がる移動、他国間のEEZを跨がって移動する目的でインドネシアの領海・群島水域を航行する場合は、ASLを通航しなければならない。
- ②インドネシア水域に入域する外国船籍の船舶に対して指定するASLを通航しなければならない。
- ③外国船籍の漁船が無害通航権を行使する場合、漁撈設備等を格納しASLを航行しなければならない。
- ④海洋調査船の場合も、調査設備を格納してASLを航行しなければならない
等々の義務が課されている。また、通過通航権も定められており、
- ⑤輸送目的の外国船舶は、通常モードで航行しなければならない。
- ⑥通航の際は、ASLの中心線から25マイル以上離れてはならない。
- ⑦外国船舶は、インドネシアの主権を脅かす行為や武力を使用してはならない。
- ⑧外国船籍の船舶は、不可抗力の事態が生じた場合や海難救助の場合以外は、ASL内において停泊や錨泊をしてはならない。
- ⑨外国船籍の船舶は、許可を受けていない集団と通信を行ってはならない
等の条件が課されている。

今回の調査を行う上で、これらのルールに対して問題がないかは水研のかつおグループを通じてRIMFに確認をお願いしたところ、「群島水域内での調査が許可されているので、何ら問題はない」とのことであった。しかしながら、ビトゥン入港直前になってRIMFより、群島水域内での調査中は海軍のセキュリティー・オフィサーを乗船させなければならないと連絡を受け、急遽対応せざるを得ない結果となるのであった。

【1回目ビトゥン入港】

11月6日午後3時10分、清水港を出航し日本EEZ・公海・パラオEEZと調査を行いながら南下、11月19日未明にLeg-1調査を終了、インドネシアEEZに入域しビトゥン港へ向かった。11月21日午前6時ころ、ビトゥン入港にあたり、パイロット乗船3時間前通報を行う

ため国際VHF16chにてビトゥンパイロットを呼び出し、パイロットステーションへの到着時刻を伝えた。突然通信が途絶えたため再度ビトゥンパイロットを呼び出したところ、港外で待機していたインドネシア海軍(艦番号855)が応答し、国際VHF10chに変波するよう指示された。変波後、パイロットステーション到着時刻・仕向港・仕出港、を問われるとともに、インドネシア海軍(以下「I-NAVY」)により入港前の検査を実施するので、直ちに停船するよう指示があった。周辺は小型漁船を含む種々の船舶が輻輳していたため停船することができず、微速前進とし待機した。I-NAVYによる検査は、代理店からの事前連絡にはなく、船内は不安と緊張に包まれた。

午前6時45分ころI-NAVY艦艇搭載艇(複合艇)が本船に横付けし、I-NAVY艦艇乗員3名が乗船した。乗船した艦艇乗員の責任者と思われる一人から、検査錨地で検査するので向かい投錨するよう指示された。検査錨地が水深70m以深であったため、投錨は不可能であると伝えると、投錨可能な水深について何度も押し問答し、午前8時43分、陸岸から近い水深45m付近に投錨(右舷錨5.5節)した。投錨する直前に周囲に漁船や停泊船があるので船体が振れ回らないよう錨鎖は2節(50m)とするよう指示されたが、錨鎖のカテナリー(懸垂部)が十分なければ把駐力(係止力)が得られず安全確保ができないことを伝え、渋々5節まで了承を得た。

投錨直後、更に艦艇乗員2名が本船に移乗し、総勢5名により重要書類等の検査が開始された(図1)。



図1. インドネシア海軍による洋上検査の様子。

検査が終了するまでの間、艦艇乗員が船橋ウィングで機銃を構え本船乗組員の動向を監視していた。検査時に提出した書類は、船舶国籍証書、国際トン数証書、船舶検査証書、国際油汚染防止証書、最小安全配員証書、国際安全管理規則非適用証書、貨物船安全証書、国際汚水汚染防止証書、乗組員名簿、乗客名簿、寄港地リスト、主要要目表、Security Clearanceであった。

書類検査中パイロットボートが接近し、I-NAVYの指示で午前9時15分ころパイロットが乗船した。これに合わせたかのようにI-NAVYによる全ての検査が終了した。保有していた重要書類等に不備はなく、想定していた船体設備関係の検査が行われなかった。検査終了後、検査官に検査対象となる要件について質問したところ、当地では入国する全ての外国籍の船に対し入港前に指定した錨地に錨泊させて検査を行っているとのことで、これについては事前の情報収集では把握できなかったことであった。その後、総員入港部署配置として抜錨し、艦艇乗員5名を乗せた状態でビトゥン港へ向かい、午前10時30分ころ、Bitung Container BerthⅢに左舷付け着岸した(図2)。

【検疫・入国税関手続き】

午前11時00分ころ、検疫官3名、入国管理官2名、

税関職員3名が乗船し入国手続きを開始した。当該職員から提出を求められた書類が、入港前に代理店から入手していた情報で準備しておいた書類と全く違っていたため、入国手続きに時間を要した。書類関係の手続きの他、検疫官はギャレーと糧食庫を検査し、税関職員は調査員の居室(3部屋)とシールストア(保税庫)の検査を行った。税関から船室内に各人で保管している酒類、タバコ、ビール、釣道具等の申告がないとの指摘(代理店からは提出する必要はない旨の事前連絡があった)を受け、次回から申告するよう指示された。また、入港前の代理店情報により携帯品申告書を乗組員と調査員に記入してもらい準備していたが、それらの様式は全て異なっていた。携帯品申告書の記入については、250USD以上の所持品は全て申告し、保税庫の酒、タバコ類は外へ持ち出さず船内に保管していれば、申告する必要はないとのことで、今回はシールストア内に保管している免税品在庫リストを急遽作成して提出した。

検疫官からはSHIP'S HEALTH BOOK(通称:グリーンブック)の提出を求められた。これは乗組員が健康体であることを証明したもので、インドネシアに入国する船舶はグリーンブックを保有していなければならないとのことであった。本船は今回が初めての

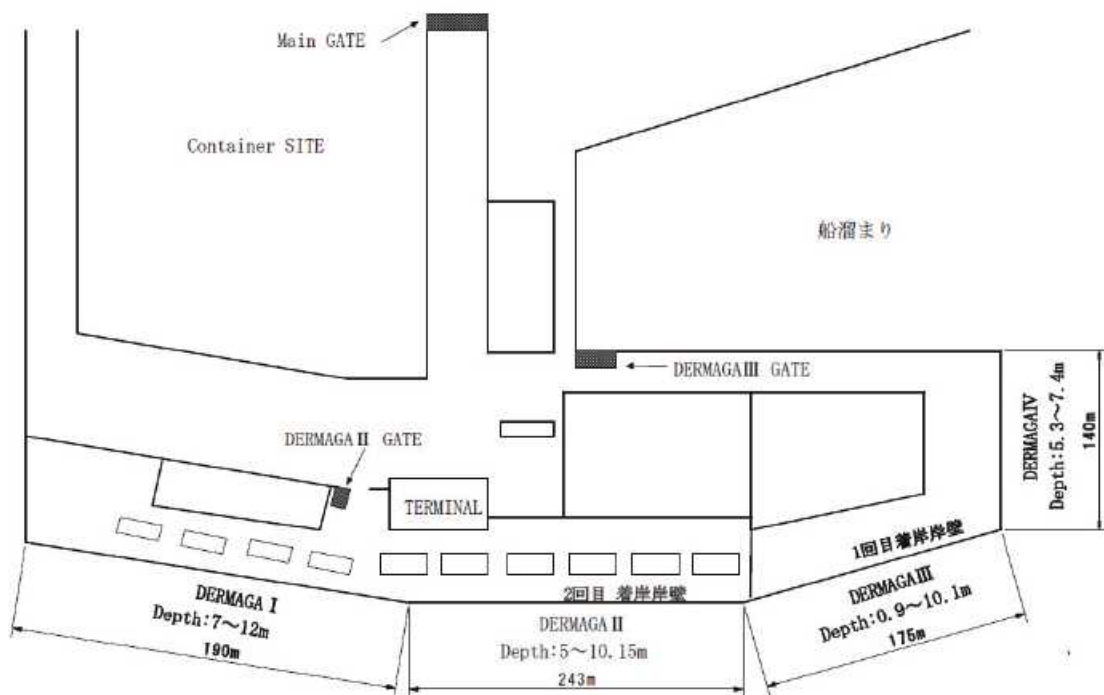


図2. Bitung Container Berthの見取り図。

インドネシア寄港であり、事前に代理店からの情報もなかったため所持していないと告げると、初めての入港であることから今回新たに作成して発行してもらうことになり、この場は出港前に取得した「船舶衛生管理（免除）証明書」のコピーを提出することで了承してもらった。

入国手続時に提出した書類は、船舶国籍証書、国際トン数証書、船舶検査証書、国際油汚染防止証書、最小安全配員証書、国際安全管理規則非適用証書、貨物船安全証書、国際汚水汚染防止証書、Ship Sanitation Control Exemption Certificate、Crew List・Passenger List、Port Of Call、Ship Particulars、MEDICAL LIST（病室内に保管している医薬品リスト）、PROVISION STORE LIST、BOND STORE LIST、日本出国時のクリアランス、船舶資格変更届、船舶資格証書、燃料タンクシール願い書及び燃料タンク図面、指定地外交通許可申請書、出港届、パスポート（乗船者全員分）、DECK STORE LIST及びENG. STORE LIST急（遽作成した書類）であった。またビトゥン港の3機関の職員は陸上で事務処理するため、パスポート（乗船者全員分）、船舶国籍証書、国際トン数証書、船舶検査証書、国際油汚染防止証書、最小安全配置証書、保険契約承諾証（P&I保険のコピー）、IMS非適用証明書、貨物船安全証書、国際汚水汚染防止証書、燃料タンクシール願い書、入出港届、船舶資格変更届、船舶資格証書、指定地外交通許可申請書、を持ち帰った

かれらは帰り際、「お土産はないのですか？」と催促し、当方から「会社（水産機構）の規程でその様な品は持ってきていない」と言うと、「インドネシアの片田舎では慣習である」と怪訝な顔で帰って行った。

【ビトゥン上陸まで】

入国手続終了後、入港中の代理店業務について代理店と打合せを行った。この中で入港前にI-NAVYの検査を受けた経緯について代理店に質問してみたところ、「ローカルルールで外航船は検査を受けることとなっている。」とのことであった。入港中にPort State Control (PSC) による船舶保安検査の有無について質問したところ、「本船は公用船であるので検査は行われぬ。」とのことであった。代理店との打

合せが終わったのは午後3時を回っていた。

午後6時を過ぎても入国管理局からパスポートの返却と上陸許可証の発給がなかったため代理店に確認をしたところ、上陸許可は出ているとの連絡を受けたが、入国管理局に確認せず即答したことから代理店のみ判断と思われたので、その日は乗組員の上陸を取り止めた。調査員は、上陸許可証（ショアパス）が既に発給され入国手続の際に受け取っていたので特に問題はなかった。翌11月22日、共同調査で乗船するRIMF職員2名分とセキュリティー・オフィサー1名分のハラル食材をマナドで調達するため代理店が来船した。このとき、乗組員の上陸許可について状況説明を求めたところ「上陸の許可は出ているので上陸しても構わない。」と返答したため、この時点で乗組員に上陸許可を出した。パスポートと本船の重要書類の返却予定を聞いたところ、「国内全体がシステムダウンしていて処理が遅れているので今は返却できない。」と言われ、重要書類についてはインドネシア国内で仕事をする場合、入国した時点から出国（12月7日）するまでローカルイミグレーション（出先入国管理局）で保管（後日確認したところ、重要書類はビトゥンの港長が保管していたことが判明）するルールになっているとのことであった。しかしながら、国籍証書などの重要書類を保持せずに航海することが国際ルール上問題ないのか、トラブルや緊急事態が発生した場合の処理を確認しておく必要があったので、急遽水研に電話連絡をとり事情説明をしたが明確な情報が得られなかった。やむなくローカルルールに従うこととし、結果的にインドネシア語で記述された「航行許可証」一枚が渡されることとなった。午後2時ころ、入国管理局へ赴き乗組員パスポートの早急返却の交渉を依頼していたRIMF職員から入国管理局のシステムトラブルで手続きができないため、上陸は5名に限り許可するので上陸者のリストを入国管理局に提出するよう電話連絡があった。既に外出した乗組員を呼び戻す連絡をしてからしばらく後に、再度RIMF職員から連絡があり、入国管理局が全員の上陸許可を出したと伝えてきた。

【補給】

11月23日、午後1時から給水を依頼していたが、午後2時過ぎころ、給水業者が来船し岸壁給水栓から給

水準備をし始めた。岸壁の給水配管内の水が「飲料水」であるのか確認したところ、飲料用の水ではなく湧き水程度の水で、シャワーなどに使う生活用水であると返答した。このため給水作業を一旦止めさせ、飲料水を当日中に手配することを確約させた。現地代理店には電話で状況を説明し飲料水の手配を再度依頼した。午後6時ころになって代理店から「明日(24日)の午前7時からであれば、給水が可能である。」と連絡してきたので、翌日は燃料の積み込み作業があるので今日中に給水できるよう要請したが、今度は「今日は給水作業ができないため、明日の午前9時からであれば給水が可能である。」と伝えてきたので、やむなく了承した。昨日に引き続き代理店の対応に疲れ果てていたところ、午後9時30分過ぎに突然代理店が来船し、代理店レポートと領収書にサインするよう求められ、MINISTRY OF DEFENCE THE REPUBLIC OF INDONESIAが発給したSECURITY CLEARANCE FOR SURVEY AND MAPPINGを渡された。午後11時30分ころ、入国管理局に出向いていただいたRIMF職員が乗組員と調査員のパスポートを当局から貰い受けて帰船した。また、入国管理局からパスポートの写真付き頁とVISAスタンプが押印された頁のコピーを提出するよう要求されていると伝えられたため、その日のうちに作成し翌日届けて貰うことになった。本来は代理店業務である筈が、RIMF職員に請け負って貰うことになってしまった。

なお、入港中の停泊当直者用の食事(弁当)の手配を代理店に依頼したが、ビトゥンではなく、距離の離れたマナドの日本料理店からの配達とのことであったので、衛生面を考慮して取り止めとした。次回ビトゥンに寄港するときは、レトルト食品や冷凍食品等を予め準備しておいた方が無難である。

【ビトゥン出港】

出港前日の11月23日、RIMFのカツオ・まぐろ類調査担当研究者2名が乗船するとともに、インドネシア海軍所属のセキュリティーオフィサー1名が乗船した。

出港日である11月24日、午前8時から燃料搭載を予定していたが、時間になってもオイルバージが来なかったため日本の代理店(燃料手配業者)を通じて現地業者に連絡を取って貰った。バージが到着したのは午前

9時を過ぎていた。一方、給水業者は確約していた時間に来なかったため代理店に確認したところ、到着までにあと20~30分はかかるとのことであったが、到着したのは1時間後の午前10時ころであった。給水業者は昨日と同じ岸壁の給水栓から給水ホースを繋ぎ始めたので、この水は湧き水ではないのかと聞いたところ、「問題ない」とのことだった。そこで本船で予め用意しておいた簡易水質検査キットで検査を行ったところ、亜硝酸窒素と過マンガン酸カリ量が基準値を上回っていたことから、飲料水として不適切と判断し、給水を中止した。

午前11時ころ、代理店が来船し本船が提出した重要書類を返却できないため、代わりに港湾当局から交付された「航行許可証」を渡された。出港間際になって燃料搭載量とガソリン保有量の報告書を提出するよう代理店から要求され、最後まで多事多端であった。乗船する筈のパイロットは、乗船予定時刻の午後1時を過ぎて来なかったため、代理店に聞いたところ「今日は金曜日で、この時間帯はお祈りタイムなので、直ぐ来られないのでしょうか。」と言われ、返す言葉もなかった。結局、パイロットが乗船したのは午後1時30分ころで、パイロットが船橋に来るやいなや全係船索レッコを指示し離岸した。一般的に行われる離岸操船は、船首スプリングラインを1本残し、僅かに前進の行き脚をつけて船尾を岸壁から離すことがセオリーであるが、離岸と同時にスラスターを右に取ったことで、危うく船尾が岸壁に接触しそうになる寸前で船尾が離れた。入港着岸前になぜ岸壁の縁が彼方此方で欠けているのかと不思議に思っていたが、このとき初めて理由が分かった。

【インドネシア群島水域内調査】

停泊中も疲れが癒やされることなくビトゥンを出港し、出港日に渡された航行許可書だけで航海することの不安を拭いきれないまま、群島水域内調査の途に就いた。調査水域は、モルッカ海とバンダ海(トロ湾含む)で、スラウェシ島とマルク諸島に囲まれた海域で、風力3(平均風速5m/s)程度と比較的風が弱く穏やかな天候であった。一旦スコールに見舞われると突風を伴い、瞬間最大風速が20m/sを超えたこともあったが、群島に囲まれた穏やかな内水面であるためか風浪

が大きくなることはなく、調査を行うには気象・海象条件が大きな支障になることはなかった。

調査に肝要な気象情報は、インドネシア群島水域内では日本の気象庁による気象ファックス放送（JMH）は利用することができず、オーストラリアの気象ファックス放送（VMC）が有効であった。また、タイの気象ファックス放送も受信してみたが、受信感度が悪い上にタイムスケジュールも不定で天気図には気圧配置や等圧線のみが描かれ海岸線や緯度経度が描画されていないため利用価値はなかった。また、水研からも気象情報をメールで毎日受信していたが、インマル回線経由による通信のためパケット代が嵩むことが気がかりであった。今後はVSAT（小型衛星通信端末装置）の様な月額料金定額制による衛星通信回線を導入する必要があると痛感させられた。

なお、セキュリティーオフィサーは群島内調査中のトラブルに対応すべく待機していたが、調査中にトラブルも無く、特段、彼の活躍の場は無かった。

【2回目ビトゥン入港】

2回目のビトゥン寄港は、I-NAVYによる検査を受けることもなく平穏に入港できると思われたが、パイロット乗船位置にパイロットボートが来ておらず、港に向かって自力操船しなければならなかった。予定していたパイロット乗船より30分ほど遅れパイロット乗船後、ダイレクトで着岸岸壁へ向け航行し、13時48分ころ、Container Berth II（DERMAGA SAMUDERA）に入り船左舷付け着岸した（図3）。入港前に代理店から着岸岸壁は1回目入港時と同じでContainer Berth IIIであるとの連絡を受けていたが、実際は変更されており事前に通知もなかった。入港手続きは、代理店から入国管理官、検疫官、税関職員が来船するとの事前連絡を受けていたが、入港直前になって来船しないことになり代理店のみでの対応となった。この時、代理店へ提出した書類は、Crew list、Passenger list、Bonded store declaration、Crew declaration、Passenger declaration、Log book（インドネシア水域での航海分）であった。

【清水及び燃料油補給について】

着岸作業終了後に清水積込みを予定していたが、指



図3. Container Berth IIに係岸する俊鷹丸。

定時刻になっても給水業者は来ず、開始したのは夕刻を過ぎていた。積み込みは岸壁の給水栓を使用した。業者が持参してきた給水ホースは長さが足らずかつ衛生的でなかったため、本船の給水ホースを連結して積み込んだ。水質は飲料水に適さなかったためバラスト水としてFPT（最も船首側にある清水タンク）に29tonを積み込み、清水帰港後に排出しタンク内洗浄を行うとして積み込んだ。なお、積み込みの際に水質基準の0.2PPMの塩素濃度にするため、薬剤（水ヘルパー、残留塩素溶液）を約130ml投入した。

燃料油補給についても積込予定時刻から1時間30分遅れとなった。入港後に代理店が持参した燃料積込書類に記載されていた積込量についても、前回と同様に誤った数量が記入され、85KLの積込みに対して70KLと記載されていた。また、給油バージと本船の流量計の値に3kL程度のずれがあり、2.5KL追加で積み込んだが最終的に燃料タンクを測深しても過少であった。また、給油バージから送油に使用されるポンプは、エンジン付でクラッチ操作により送油量の調整（50KL/h）が可能であった。

【ビトゥン港について】

1回目に寄港した際に諸々の予期せぬ事態に遭い、時間的余裕もなかったことからビトゥンを見聞することができなかったので、ここで記しておきたい。ビトゥン港は対岸のLembbeh島に外洋からのうねりが遮蔽された良港であるが、Lembbeh島との間にある水道（Sl.t.Lembbeh）南口に位置し、大型船や喫水の深い船

船が停泊する岸壁は水道に面している。この水道は流速が3ノットに達する（潮汐表から）こともある。係留岸壁は水道側に約50mほど突き出たドルフィン型の岸壁で、岸壁の下は海水が常に流れているため、係留する際は潮流と南西風の影響を考慮して通常より多く増し舳にしておくことを推奨する。本船の係船索数はHead line・Stern line 3本、Fore・back spring line 3本、Breast line 1本とした。また、椰子の葉やシダノ木の葉などが大量に水道内を流れているため、シーチェスト（海水箱）内に流入しない対策をしておく必要がある。本船の場合は、情報不足で予め流入防止策の準備をしていなかったため、数時間毎に全てのストレーナーの清掃に時間を要し、機関部乗組員は殆ど外出することができない状況であった。

【ビトゥン出港、出国手続き】

出港日、代理店2名と日本語通訳が来船し出国手続きを行った。このとき、1回目の入港時に提出した本船の重要書類をすべて返却された。また、Port State Controlに基づき埠頭保安管理者（PFSO）との間で保安確認書（DOS）を交わさなければならなかったが、2回目の入港の際に依頼したDOSは当局が押印したものを持参してきた。1回目に入港した際に依頼した船長及び船舶保安管理者（SSO）の押印済みのDOSも返却するよう催促したが、当局（埠頭管理者）の担当者がDOSを持って出張していて返却すること

ができないため、改めて作成し直すよう依頼した。その場で1回目と同様のDOSを作成した後、代理店が当局へ赴きPFSO代理人がDOSに押印し本船に返却された。出港時に受領した書類は、Port clearance、Security clearance for survey and mapping、Certificate of pratique（検疫済み証明書）、Crew list & Passenger list（インドネシア入管作成）、Green book（Ship's health book、後日費用の請求あり）、DOS（1回目及び2回目停泊時の保安確認書）であり、国籍証書・国際トン数証書・船舶検査証書等の本船重要書類一式もこの時返却された。

【おわりに】

今回の調査航海は46日間の航海であったが、主たる調査海域であるインドネシア群島水域の些少な情報量に不安の念に苛まれ、入出港に係る事務手続き上で曖昧な情報に混乱させられるなど困頓とした航海であった。12月20日、清水入港前日に三保の沖から富士山を眺めたとき、漸く肩の荷が下りた気がした。最後に、この度のインドネシア航海を行うにあたって貴重な経験をさせていただいた全ての関係者の皆様に感謝の意を申し上げるとともに、過酷な自然環境の下で業務に携わってくれた乗組員に御礼を申し上げる次第です。また、この航海記が今後行われる調査航海の参考資料になれば幸いです。

主な出来事 (平成29年10月1日～平成30年3月31日)

●国際会議

期 間	用 務	出張先
10-H31.9	長期在外研究(米崎)	ベルゲン(ノルウェー)
10	CCSBT遵守委員会及び年次会合(伊藤(智))	ジャグジャカルタ(インドネシア)
10	Training Workshop on the Standard Methodology for Skipjack Otolith Collection(清藤)	サムブラカン(タイ)
10	オホーツク海東部鯨類目視調査報告会(吉田、小田)	ウラジオストック(ロシア)
10	IOTC手法作業部会及び熱帯性まぐろ作業部会(松本)	ヴィクトリア(セーシェル)
10	ISC北太平洋ピンナガMSEワークショップ及び北太平洋ピンナガ作業部会(清藤、井嶋)	バンクーバー(カナダ)
10	22nd Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals(金治、井上(裕)、前田)	ハリファックス(カナダ)
10-11	CAPAM Workshop(井嶋)	マイアミ(アメリカ)
11	混獲に関するワークショップ(越智、井上(裕))	ホノルル(アメリカ)
11	海鳥種判定トレーニング講習会、小型はえ縄船トリラインに関する打ち合わせ(大島)	プナム、ウェリントン(ニュージーランド)
11	ICCAT年次会合(中塚、木元、甲斐)	マラケシュ(モロッコ)
11	ニュージーランド型トリラインに関する情報収集(井上(裕))	ウェリントン(ニュージーランド)
11	俊鷹丸乗船員下船に伴う出迎え(小倉)	ビトゥン(インドネシア)
11-12	IOTC統計作業部会及び科学委員会(松本、大島)	ヴィクトリア(セーシェル)
11-12	WCPFC熱帯まぐろ作業部会及び第14回年次会合(西田、中塚、佐藤)	マニラ(フィリピン)
12	ISC統計作業部会運営委員会データ公表打ち合わせ(西川)	台北(台湾)
1-2	ICCATはえ縄CPUE共同解析、耳石解析(佐藤)	ラホヤ(アメリカ)
3	ICCATはえ縄CPUE共同解析、耳石解析(佐藤)	ラホヤ(アメリカ)
1	MSE Communications Workahop(中塚)	サンディエゴ(アメリカ)
1	日米墨アカウミガメ回復計画最終会合(大島)	ラホヤ(アメリカ)
1	ISCメカジキ資源評価データ準備会合(井嶋)	ハワイ(アメリカ)
2	日台水産研究機関長会議(松本)	台北(台湾)
2	Workahop on in situ sensors fro ocean acidification research(小埜)	ビクトリア(カナダ)
2	CCAMLR WS-DmPH(ライギョダマン資源構造ワークショップ)(奥田)	ベルリン(ドイツ)
2	ABNJ海鳥ワークショップ(大島、井上(裕))	クスコ(ペルー)
2	アオザメ資源評価モデリング会合(甲斐)	ラホヤ(アメリカ)
2	太平洋海鳥グループ年次会合(越智)	ラパス(メキシコ)
2	IATTCとの研究打ち合わせ(松本)	ラホヤ(アメリカ)
2-3	CAPAMワークショップ(松本、佐藤、甲斐、境、塚原、越智)	ラホヤ(アメリカ)
3	ISC太平洋クロマグロ作業部会(中野、岡本、中塚、境、福田、塚原、中山)	ラホヤ(アメリカ)
3	CCSBTの第5回SFMWG(伊藤(智))	キャンベラ(オーストラリア)
3	SIOFA サ WG1(資源評価作業部会)、及びSC3(第3回科学委員会)(奥田)	レユニオン島(フランス)
3	EFMOの資源評価手法に関するワークショップ(中塚)	リスボン(ポルトガル)

●学会・研究集会

期 間	用 務	出張先
10	日本漁業学会2017年度秋季大会(小埜)	宮城県
11	高知カツオ県民会議第二回シンポジウム(青木)	高知県
11	2017年度水産海洋学会研究発表大会(清田、金治、村瀬)	広島県
11	日本リモートセンシング学会第63回学術講演会及びGISday2017(佐々木)	北海道
12	IUCNレッドリストトレーニングワークショップ(田中(寛)、塚原、奥田)	東京都
12	第8回極域科学シンポジウム(一井、村瀬)	東京都
1	東シナ海・日本海におけるサバ類の資源研究に関するシンポジウム(中塚、福田)	長崎県
2	第20回まぐろ研究会(中野、岡本、鈴木(伸)、中塚、松本、大島、高橋、境、福田、平岡、木元、西川、中山、秋田)	東京都
2	国際ウミガメ学会(大島)	兵庫県
2	ミニシンポジウム(塚原)	神奈川県
3	生態学会(井上(裕))	北海道
3	水産海洋シンポジウム「データ高回収率を実現するバイオロギング・システムの構築」(西田)	東京都
3	水産海洋学会シンポジウム(青木)	東京都
3	オオミズナギドリ研究集会(越智)	千葉県

期 間	用 務	出 張 先
3	平成30年度日本水産学会春季大会（伊藤、津田、福田、平岡、金治、佐々木）	東京都

●フィールド調査（海上） 官船及び機構調査船

調査期間	調 査 名	海 域
10-11	開洋丸第4次調査航海（小笠：開洋丸）	フィリピン海
11-12	亜熱帯海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、増島：俊鷹丸）	西部太平洋
12	亜熱帯海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（岡崎、青木：俊鷹丸）	西部太平洋
2	黒潮域低次生産調査（小笠：蒼鷹丸）	黒潮内側域
2-3	春期カマイルカ目視調査（南川、佐々木：俊鷹丸）	太平洋海域

●フィールド調査（海上） その他船舶

調査期間	調 査 名	海 域
1-2	ミナミマグロ加入量曳縄調査（伊藤（智）、津田：エスペランス）	オーストラリア
3	日本海における混獲生物調査（大島：188繁栄丸）	日本近海

フィールド調査（陸上）

調査期間	調 査 名	海 域
10	築地市場くろまぐろ測定サンプリング調査（境、塚原）	東京都
10	市場流通実態調査における商社への聞き取り調査（境、津田）	東京都
11	和歌山県いるか漁業漁獲物調査（前田）	和歌山県
11-12	太平洋クロマグロ測定、生物調査結果報告及び聞き取り調査（塚原）	青森県
12	カツオ標識放流調査（松本）	台湾
12	和歌山県いるか漁業漁獲物調査（前田）	和歌山県
1	和歌山県いるか漁業漁獲物調査（金治）	和歌山県
1	市場クロマグロ測定調査（田中（寛））	東京都
1-2	和歌山県いるか漁業漁獲物調査（前田）	和歌山県
3	カツオ標識放流調査（松本）	台湾

それでも地球はまわっている

年2回発刊ですが、先号発刊からの半年の間にも水産行政・研究に大きく関わる動きがありました。4月には「水産業の成長産業化を推進するための試験・研究等を効果的に実施するための国立研究開発法人 水産研究・教育機構の研究体制のあり方に関する検討会」の提言が公表され、6月には「水産資源の適切な管理と水産業の成長産業化を柱とした水産政策の改革方針」が定まりました。新しい水産基本計画による水産業の成長産業化促進の目標に向け、その基礎となる水産資源の管理の高度化のために「資源評価の高度化」を進めることが求められています。すでに国際的な資源評価の高度化への対応を続けている我が水研にも、いろいろと関連した動きが出てくるでしょう。

今号では資源評価の高度化のために、対象種の生物特性研究の充実や漁業現場からの丁寧な情報収集が重要なことを、実際の資源評価事例と理論研究の解説を通してお示しすることとしました。資源評価モデル改良や不確実性の扱いの高度化も必要であり、また漁業データの整備もそれぞれ重要です。加えて、それらと一体となった対象種の生物特性に関する研究推進や漁業現場の状況把握も、資源評価の精度向上に大きく寄与します。

さて、俊鷹丸は昨年11～12月に、インドネシア群島水域を含む熱帯域カツオ調査航海に従事しました。“群島水域”は「内水・領海に類する国家の領域に類する水域」であり、これまで俊鷹丸が行ってきたパラオ共和国やミクロネシア共和国の“排他的経済水域”内調査より一段と相手国に踏み込んだ調査でした。今号では、インドネシア共和国への入域・寄港も含め“未知”の体験となった群島水域内調査について、特に船舶運航に関わる諸事情について船長にまとめてもらいました。航海前の情報収集の中で、10年以上前の東大白鳳丸の調査航海記録等に僅かに記されていた手続きが非常に参考になった経験を基に、この船長の記も「いつか」インドネシア群島水域での調査にチャレンジする「誰か」の参考になればと考えています。

今年は、東から西、西から北東へ、と静岡にも影響した台風がいくつか通過していきました。幸いにも庁舎等に大きな被害はありませんでした。当所玄関先の松の高木伐採を先号本欄で報告しましたが、切っていなければ大層心配だったかと思います。まあ、これも予防的措置(Precautionary approach)ということでしょうか。

(業務推進部長 小倉末基)

