

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－オーストラリア研究交流）

1. 研究課題名：「西オーストラリア州沿岸におけるミナミマグロ幼魚の回遊機構の解明：資源加入推定値の高度化に資する回遊行動情報の取得」
2. 研究期間：平成21年 8月～平成24年3月
3. 支援額： 総額9,600,000円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	河邊 玲	長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科	准教授
研究者	伊藤 智幸	(独) 水産総合研究センター国際水産資源研究所	グループ長
研究者	高尾 芳三	(独) 水産総合研究センター水産工学研究所	主幹研究員
研究者	安部 幸樹	(独) 水産総合研究センター水産工学研究所	主任研究員
研究者	境 磨	(独) 水産総合研究センター国際水産資源研究所	研究員
研究者	藤岡 紘	(独) 水産総合研究センター国際水産資源研究所	研究員
参加研究者 のべ 6名			

オーストラリア側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	A. J. Hobday	CSIRO Marine and Atmospheric Research	Principal Research Scientist
研究者	R. Bradford	CSIRO Marine and Atmospheric Research	Research Support
研究者	T. Carter	CSIRO Marine and Atmospheric Research	Research Technician
研究者			
研究者			
研究者			
参加研究者 のべ 3名			

5. 研究・交流の目的

本研究交流は、両国が漁業資源として利用するミナミマグロの幼魚 (*Thunnus maccoyii*) の回遊機構に注目し、特にオーストラリア西岸から南岸への移動率を解析して、移動率の変動に影響する海洋学的な要因を解明することを目的とする。

具体的には、日本側、オーストラリア側が連携して、

- 1) 西岸にて幼魚を捕獲して個体識別型超音波発信器を取り付けて放流
- 2) 南岸に音響受信機を係留して標識個体のトラッキングを行い
- 3) 移動率と回遊経路の解析
- 4) 移動率と連動して変化する環境因子を精査して、幼魚期の回遊機構を解明する。

両国の研究チームが本研究交流を通じて相互補完的に取り組むことで、得られる回遊生

態情報 は 資源 加入 調査 の 設計 指 針 と な り、 資源 加入 指 数 の 高 精 度 化 に 貢 献 す る こ と が 期 待 さ れ る。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

- 「新しい知の創造/画期的な科学技術の進展/新分野の開拓」の観点から
 〈日本側成果〉

・ **移動率**：オーストラリアの南岸に係留していた受信機を回収し、データをダウンロードし、西岸から超音波発信機を取り付けて放流した各個体の移動状況を解析した。その結果、2009年12月から翌1月に放流した146個体のうち、2010年5月までに52個体が南岸に到達し（図1(A)：移動率36%）、2010年度では放流した100個体のうち20個体が南岸に到達したことを確認した（図1(B)：移動率20%）。従来、ミナミマグロは幼魚期に南西海域の大陸棚上に分布し、成長につれてオーストラリア大湾陸棚域の東端に達するとされてきた。本プロジェクトの結果は以前から知られていた西岸から南岸へ向かう回遊経路に加えて、西岸域からインド洋へ移動する新しい経路を示唆する重要な知見となった。

また、両年度の移動率を比較すると、2009年度には36%、2010年度では20%となり、西岸から南岸へ魚群が到達する比率は変動することが確認された。

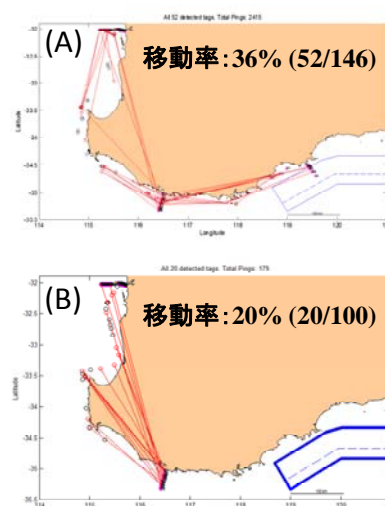


図1 (A)2009年度、(B)2010年度における放流地点から受信機までの移動。丸印は放流地点(右下の矩形の範囲は資源加入調査の実施エリア)

〈オーストラリア側成果〉

・ **水温解析**：西岸から南岸への移動率が経年で変化する要因を検討するために、人工衛星から観測されている海面水温データならびに係留した受信機に取り付けた水温記録計から得たデータを解析した。その結果、移動率の高かった2009年度の水温は夏季(12-3月：19.9℃)および4月(20.3℃)ともに、2010年度に比べて(12-3月：20.6℃、4月：22.0℃)低めであった(図2)。オーストラリアの西岸には、インドネシアを起源として大陸棚斜面域の表層を南方に流れる暖流としてルーウィン海流(LC: Leeuwin Current)が知られている。LCは、南半球の夏季にあたる12-1月頃には南風が強まると流れが極端に弱まるが、南風が弱まる秋から冬にかけて衛星データからも流れがはっきり認められるようになり、特に3-5月頃に最も勢力が強まる。そこで、表面水温から各年のLCの挙動を解析したところ、2010年度は前年度に比べてオーストラリア南西海域への早めに流入していたことが確認された。さらに、この年はLCの流幅が広く陸棚上へも流入していたことから、ミナミマグロは高水温を経験していたと推定される。

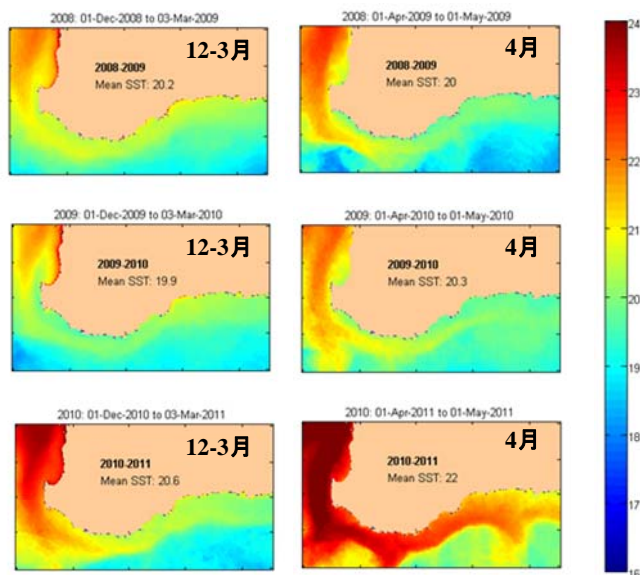


図2 2008-2010年度の12-1月(左)ならびに4月(右)の表層水温図

オーストラリア南西海域の水塊構造は、高温・低塩分で貧栄養の LC に加えてインド洋由来の亜熱帯水（高温・高塩分水）、さらに栄養塩の豊富な亜南極水（低温・低塩分水）によって構成される。夏季ですでに LC の勢力が強かった 2010 年度は、ミナミマグロは高水温を避けて沖合の低水温帯に分散したと推定される。LC がミナミマグロの分布機構に影響することは、以前の南岸での調査でも確認済みで、南岸では LC の陸棚上への流入はミナミマグロ幼魚の東方への移動の契機となることを指摘している。以上の結果から、LC の西岸域への流入の強さが移動率に影響することが推定された。

- ・以上、本共同研究から、ミナミマグロの回遊生態に関する新しい知見を得ることに成功した。幼魚期の回遊経路はこれまでに知られていた大陸棚に依存しながら西岸を南進し南岸に至るルートに加えて、西岸からインド洋へ移動するルートが発見された。これは、ミナミマグロ幼魚の生息環境選択性についての理解を加速させるとともに、本種の資源構造を理解するための新しい研究展開を切り開くものである。また、本種の資源加入調査は、毎年、夏季に南岸域に定められたエリアで実施されている。本研究の結果に基づくと、そこで得られるデータから計算される各年級群の加入量は南岸へ到達する個体数が経年変化することから大きなバイアスを含む可能性が示された。本研究の成果は対象魚の行動情報を追加した精度の高い加入予測のための重要な情報となり、資源加入量の推定値を向上に導くことが期待される。
- ・国際会議での共同論文発表を数件行った。
- ・2011 年 3 月に第 4 回国際バイオリギングシンポジウムが開催されて、本プロジェクトにかかる 2 件の講演を行った。また、当該シンポジウム開催中に「海洋高次捕食者への気候の影響に関する国際ワークショップ」を Hobday が開催し、日本・米国・ヨーロッパから 20 名程度の参加者が集まった。本プロジェクトで得られた成果を発表したところ、活発な議論の材料となり、本研究分野の注目度の高さを再認識した。

● 「相手国との協力による研究への相乗効果」の観点から

- ・本プロジェクトは、日豪のミナミマグロに関わる異分野の研究者が協同して取り組むことで成果を達成できた。具体的には、日本側からは動物から野外の行動情報を得て解析するバイオリギングに精通した魚類行動研究者（河邊・藤岡）、ミナミマグロの資源生態に精通し国際的な資源評価作業に関わる水産資源研究者（伊藤・境）、さらに長年ミナミマグロの資源加入調査に関わってきた水中音響研究者（高尾・安部）が参画している。特に、オーストラリア側研究リーダーである Hobday は本プロジェクトの成功に重要な役割を果たした。ミナミマグロの行動調査の成功は Hobday が開発した受信機の切り離し回収装置によるところが大きい。さらに、Hobday はオーストラリア沿岸域の海洋構造に精通し、日本側が解析した回遊行動特性に対して衛星情報などを解析して海洋学的な考察を加えた。したがって、本プロジェクトの成果は日本側・オーストラリア側のそれぞれの優位性が融合した研究で、一方の側のみでは達成は出来なかったものである。この研究交流により、科学と技術の進展に新たな一歩を築いたものと考えられる。

● 「当該研究の今後の展開見込、社会への波及効果」の観点から

- ・従来、資源調査から得られる加入指数はインド洋に移動する魚群を全く想定していなかった。本研究の成果に基づくと、現在の加入指数は南岸に回遊した魚群だけを想定しているので過小評価になっている可能性が示唆される。本プロジェクトから得た行動情報に基づく発見は、2010 年度の CCSBT（ミナミマグロ保存委員会）の科学委員会に報告書として提出された。ミナミマグロの資源管理は CCSBT の下で行われているが、加入指数の計算に回遊行動情報を変数として付加する重要性を当該委員会で示した点において、ミナミマグロの加入予測の今後の進展に新たな一歩を築いたものと考えられる。

6-2 人的交流の成果

- 残念ながら相手国側から日本側への訪問は東日本大震災の影響もあり実現しなかったが、日本側は毎年実施したフィールド調査および相手国側の研究機関を訪問することで、研究グループとしての交流を深めてきた。
 - 本研究では、オーストラリア側が現地でのフィールド調査をプロモートし、日本側と協同して調査と解析を行うという分業的な側面があるが、本研究では高い研究目標の達成を目指して研究交流を密に行った。
 - 例えば、日本側の研究リーダー河邊はほとんどのフィールド調査に参加することで、10日間ほど続く調査中に、オーストラリア側研究者とデータ解析について議論し、またプロジェクト全体の進行について綿密に打合せることで迅速に問題解決を計ることが可能となった。
 - 本プロジェクトでは、日本側と相手側が協同して、若手研究者の人材育成に力を注いだ。日本側の河邊の指導下にあった博士課程学生は、本プロジェクトでは行動データの解析に従事した。当該学生に対して、日本側の研究者集団が行動データの解析を指導し、相手国側はオーストラリア沿岸域の海洋構造についてレクチャーするとともに、回遊行動特性に対して海洋学的な考察を加えるところで助言を行った。これにより、当該学生が筆頭著者となり3編の査読付き論文を公表した。本プロジェクトの交流を通して、相互の得意分野の融合が図れたと共に、相互に相補的な学術・技術をマスターした人材の育成が可能となった。
 - 本共同研究に主に従事した日本側大学院生は2010年3月に博士学位を取得して卒業したが、(独)水産総合研究センター国際水産資源研究所に常勤の研究員として採用された。現在は、クロマグロの資源評価に関わる業務に従事しているが、引き続きミナミマグロに関する行動データの解析と論文執筆を進めており、相手国との交流を継続している。
- 「当該事業を端緒とした相手国との研究交流の増加/持続的発展の可能性(終了後の交流計画を含む)」の観点から
- 本プロジェクトでは、別プロジェクト(Ocean Tracking Network: OTN)の協力を得て、西岸域に係留された受信機列(図1)によって記録された標識個体の出現情報が提供された。2010年度中には、別プロジェクトに係留された受信記録によって、南岸から西岸への移動を確認することができた(図2)。一方、本プロジェクトで南岸域に係留した受信機列によってOTNプロジェクトで追跡している標識動物(ホホジロザメ等)の受信記録を得たことから、データを提供した。OTNプロジェクトの担当者からは、双方の対象動物(ミナミマグロとサメ類)のオーストラリア沿岸域における生息場所選択性の比較を行うために双方の解析結果を持ち寄り、ワークショップを開催したいと提案されている。このようにJSTの当該事業を端緒として、相手国側の他の海洋生態学・海洋学研究者との交流が盛んになった。
 - JST当該事業とOTNプロジェクトとの研究交流については、OTNのHPにトピックとして取り上げられた(図4: <http://oceantrackingnetwork.org/news/hobday.html>)。

- 本プロジェクトは、ミナマガロの資源管理の高度化に貢献すべきものであり、今後、保全生態学や水産資源学を専門とする両国の関係者との共同研究を展開しつつ、さらにミナマガロの国際資源管理機関（CCSBT）への助言を推進することが期待されている。本研究は、将来的に資源予測に活用できる情報を十分備えるものであり、是非積極的に実用化への展開について検討を進めたい。



図4 OTNのHPに掲載されたJSTとOTNプロジェクトの研究交流

7. 主な論文発表・特許等（5件以内）

相手国側との共著論文については、その旨を備考欄にご記載ください。

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、 出願番号、出願人、発明者等	備考
論文	K. Fujioka, A. J. Hobday, R. Kawabe, K. Miyashita, K. Honda, T. Itoh and Y. Takao Interannual variation in summer habitat utilization by juvenile southern bluefin tuna (<i>Thunnus maccoyii</i>) in southern Western Australia Fisheries Oceanography, 19(3): 183–195, 2010年	相手国側との共著論文
論文	K. Fujioka, R. Kawabe, A. J. Hobday, Y. Takao, K. Miyashita, O. Sakai and T. Itoh Spatial and temporal variation in the distribution of juvenile southern bluefin tuna <i>Thunnus maccoyii</i> : implication for precise estimation of recruitment abundance indices. Fisheries Science, 76(3): 403-410, 2010年	相手国側との共著論文
論文	K. Fujioka, A. J. Hobday, R. Kawabe, K. Miyashita, Y. Takao, O. Sakai and T. Itoh Departure behavior of juvenile southern bluefin tuna (<i>Thunnus maccoyii</i>) from southern Western Australia temperate waters in relation to the Leeuwin Current. Fisheries Oceanography (Article first published online: 8 APR 2012 DOI: 10.1111/j.1365-2419.2012.00620.x), 2012年	相手国側との共著論文