

# オーストラリア南西海域におけるミナマグロ *Thunnus maccoyii* 幼魚の回遊様式と生息環境選択に関する研究

長崎大学大学院生産科学研究科  
藤岡 紘

マグロ属魚類は、各種がそれぞれ固有の適水温の範囲で、水温フロントや沿岸湧昇の発生する海域を生息場所として利用しながら摂餌回遊することが知られている。このような海洋構造は季節的また経年的に大きく変動するため、海域の餌料環境を変化させる。そのため、個体の成長や摂餌戦略の観点から、海洋構造の変動は、特に幼魚期の生息場所の選択性に大きな影響を及ぼすと考えられる。また、一般的にマグロ属魚類は海山や人工浮魚礁などの海洋構造物に集まる習性をもつが、摂餌生態の観点からの蝟集メカニズムについてはほとんど知見がない。さらに、海山が存在する海域に個体が出現したときに、水温フロントや湧昇が発生した場合、幼魚はいずれを生息場所として選択するのか、またその決定要因についても未解明である。そこで本研究では、幼魚期のミナマグロを対象に、オーストラリア南西沿岸を調査海域として、この課題に取り組んだ。

オーストラリア南西海域の海岸線近くには小規模の海山（小海山）が多数点在する。また、この海域に流入する大規模な河川が存在せず夏季には降水量が少ないことから陸域からの栄養塩の供給が乏しい。そのため、好適な餌料環境を海域に出現させる要因として、亜寒帯域を起源とする栄養塩に富んだ亜南極水の陸棚上への流入が重要な役割を果たすものと考えた。この作業仮説に基づいて、亜南極水の流入の有無を特定するために、海域の水塊構造を経年で詳細に調べた。そして、変動する水塊構造に対して海域に出現した個体の応答行動を精査することにした。

これまで、マグロ属魚類の行動生態に関する情報は、漁獲情報に基づく時空間分解能に劣るデータに限られていた。近年、魚類の行動を直接的に測定する方法の1つとして、個体識別型超音波発信器と係留型受信機を組み合わせたバイオテレメトリー手法の開発が進み、マグロ属魚類にも適用されつつある。そこで本研究では、バイオテレメトリー手法を用いて、オーストラリア南西海域における幼魚の回遊行動の基本特性から季節や経年での生息場所の変動性を把握し、その時空間分布に影響を及ぼす海洋学的な変動要因を現場での海洋観測結果と衛星情報を統合して考察した。

## 夏季の幼魚の分布特性に及ぼす水塊構造の影響（第1章）

2004-07年の毎年12月、1月に、オーストラリア南西海域にて1歳魚を中心とした幼魚を捕獲して、各年79, 81, 84個体の腹腔内に発信器を挿入して放流した。標識個体を行動追跡するために、調査海域に受信機を沿岸から大陸棚斜面までカーテン状に、東西方向100km間隔で3ライン（各ラインに20-21台）を係留した。また、沿岸の小海山3地点にも3台ずつを係留し、合計で70台の受信機を設置して、標識個体を追跡した。行動追跡は毎年12月から、2005年には3月中旬まで、2006年には5月中旬まで、2007年には5月末に受信機を回収するまで実施した。

標識個体の分布様式は、①小海山への集群型（2005, 2007年）と②大陸棚上における散在型（2006年）、の2パターンに分類された。毎年1-2月に実施したCTDによる観測データからTSダイアグラムを作成して、各年の水塊構造を把握した。インド洋由来の亜熱帯水（高温・高塩分水; 18.0℃以上, 35.7psu以上）は、毎年、表層と底層にて確認されたが、亜南極水（低温・低塩分水; 18.0℃以下, 35.5psu以下）は、標識個体が陸棚に散在した年の陸棚斜面域の表層と底層への流入が確認された（2007年の沿岸の底層にも存在した）。

以上の結果から、亜南極水の陸棚上表層への貫入は分布の変動要因となることが示唆された。印刷公表論文 (1) および (2)、Fisheries Oceanography。

### 秋季のルーウィン海流の流入が滞在と移動に及ぼす影響 (第 2 章)

オーストラリアの西岸沿いには、南方に流れる暖流としてルーウィン海流 (LC: Leeuwin Current) が存在する。この海流は、①他の大陸西岸の海流と逆流する、②その場所の卓越風と逆向きに流れる、③大陸西岸に強い湧昇が発達しない、④西岸に沿って南下しルーウィン岬で東に折れて南岸からオーストラリア大湾へ東流し消える、点で他の大陸西岸海流とは際違った違いを示す。南半球の夏季にあたる 12-1 月頃には南風の強まりと連動して流れが極端に弱まる。一方、南風が弱まる秋から冬にあたる 3-8 月頃にかけて流れがはっきり認められ、特に 3-5 月頃に最も勢力が強まる。そこで、LC のオーストラリア南西海域への季節的な流入が幼魚の滞在と移動に及ぼす影響について検討した。

LC の流入状況を観測するために、海岸線から大陸棚上を縦断して沖合に向けて長さが 60km の観測定線を、東西 25km 間隔で 5 ライン設定した。定線上の表面水温から各年の LC の動態を解析したところ、2005 年は流幅が狭く陸棚斜面域に流入が限定されており、その時期の標識個体の 52% が LC を避けて陸棚上から沿岸域に滞在した。一方、2006 年、2007 年の流幅は海岸線に達するほど広範囲に及び、LC の流入後、両年ともに 55% 以上の標識個体が東側の受信機に出現した。以上の結果から、LC の陸棚上への流入は東方への移動の契機となることが示唆された。

### 加入調査海域における移動経路と滞在時間の年変動 (第 3 章)

1995 年以来、1 歳魚を対象にオーストラリア南西海域にて資源加入調査が夏季に実施されて、毎年の加入指数が試算されてきた。しかし、加入指数の推定上の問題点のひとつとして、加入調査の実施場所と時期が各年級群の回遊様式と不一致である可能性が挙げられている。本章では、標識個体の各受信機への出現記録を用いて加入調査海域での移動経路と滞在時間を経年で比較し、個体群の移動・滞在特性が加入指数の推定に及ぼす影響について調べた。

小海山へ集群する年には、加入調査海域を外れた小海山間・小海山と陸棚上のライン間の移動が顕著であり、標識個体の 80% は放流から 65-85 日後まで海域に滞在していた。大陸棚上に散在する年には、加入調査が実施されている同一ライン上・ライン間の移動が顕著であり、標識個体の滞在日数は他年より長く、90 日を超えた。このように、加入調査海域での移動経路と滞在時間はともに経年変動しており、加入指数は小海山へ集群する年に過小評価されている可能性がある。印刷公表論文 (3) Fisheries Science。

本研究では、バイオテレメトリー手法を用いることで、海洋環境のミナミマグロ幼魚への作用と、それに対する個体の内的な状態変化を介して発現する応答行動を、同時的に計測・解析することが初めて可能となった。幼魚は常に小海山に集群するわけではなく、亜南極水が陸棚上に流入した場合、小海山を離れて陸棚上へと生息環境を変化させた。つまり、亜南極水の流入によりもたらされる栄養塩が陸棚上の生物生産を増大させ、好適な餌料環境を出現させた結果、個体は小海山よりも陸棚上を選択した可能性がある。また、幼魚は毎年のように夏季の 2 カ月間は海域に滞留していたが、季節的に流入するルーウィン海流の流幅の広狭が、海域からの離脱時期を変動させていたと考えられた。異なる年級群によるこのような時空間分布の変動性は、毎年、同じ時期に同じ場所で開催されている資源加入調査に基づいて計算される加入指数の推定精度に大きく影響を及ぼすものと考えられた。幼魚期のミナミマグロの分布や回遊様式に関する知見は皆無であり、本研究は本種幼魚の生息環境の選択性を理解するのみならず、対象魚の行動情報を添加した精度の高い加入予測のための重要な情報となった。