

# 論文審査の結果の要旨

氏名 錢本 慧

本論文は、5章から構成されており、中核を成す2章から4章では、仔魚期間の推定、ニホンウナギ加入量に及ぼす海洋環境変動の影響、大西洋2種の加入量に及ぼす海洋環境変動の影響について述べられている。本研究は、漁業資源として重要な北太平洋に生息するニホンウナギ *Anguilla japonica* および北大西洋に生息するヨーロッパウナギ *A. anguilla* とアメリカウナギ *A. rostrata* を対象として、生活史初期の生態、とくに産卵場である北マリアナ諸島西方海域およびサルガッソ海から生息域までの輸送過程を加入量の経年的な変動と関連させて明らかにしたものである。数十年にわたる膨大な海洋環境データを解析し、数値シミュレーションを併用しながら分析を行ったところに本研究の特色があり、得られた研究成果は国際的に評価の高い学術誌に掲載されるなど研究のレベルは高いといえる。研究成果の概要は以下の通りである。

OFES (OGCM for the Earth Simulator) によって算出された月平均3次元流速を使用し、粒子追跡シミュレーションから仔魚期間を推定した。粒子投入から生息域沿岸に輸送されるまでの期間を仔魚期間と定義して、日周鉛直移動や自然死亡を考慮したモデルであり、推定されたヨーロッパウナギ、アメリカウナギ、ニホンウナギの仔魚期間のピークはそれぞれ約700, 330, 180日であった。ヨーロッパウナギとアメリカウナギの推定値は、耳石輪紋解析から求められた190-360日と160-300日を大きく上回るものである。そこで、水温に依存した耳石輪紋数をモデルに組み入れて検討を行い、すべての種で耳石輪紋解析による仔魚期間の推定とよく一致する結果を得た。この結果は、経験水温が低い場合には耳石成長率低下に伴う耳石輪紋不検出の影響を受け、耳石輪紋解析では仔魚期間の推定が過小評価となる可能性が高いことを初めて示唆した意義深い研究成果である。

北赤道海流域に存在する塩分フロント域で孵化したニホンウナギ仔魚は、北赤道海流によって西方へ輸送され、その後フィリピン東岸で分岐した北向きの黒潮に乗り換え、東アジア沿岸に輸送される。本論文では、この分岐緯度をニホンウナギ仔魚の輸送に関わる環境要因として捉え、フィリピン東岸で仔魚の分布する水深50-150mの南北流速の平均値が無流となる緯度を分岐緯度として定量化した。エルニーニョの指標となる南方振動指数と分岐緯度の間には負の相関が認められ、エルニーニョ年に北上傾向を示すことを明らかにした。産卵場の指標となる塩分フロントも南方振動指数と関連しており、塩分フロント位置を産卵場とした粒子追跡シミュレーションでは、南方振動に関連した塩分フロントと分岐緯度の変動により、エルニーニョ年には黒潮に取り込まれる粒子数が減少することを明らかにした。一方、ラニーニャ年は流速が遅く、小中規模渦の多い

北赤道海流北部で産卵が行われるため、エルニーニョ年や通常年に比べて輸送期間が遅くなる傾向にあり、自然死亡を考慮した輸送成功粒子数は通常年に比べて少なくなることを示した。この研究成果により、ニホンウナギのシラス来遊量を定量的に予測できる可能性があることが初めて示された。

大西洋のヨーロッパウナギとアメリカウナギは、シラスの来遊量と肥満度の中に正の相関関係があり、初期仔魚期における餌料環境変動に伴う生残率の変動が来遊量を決定する大きな要因であることが示唆されている。そこで、初期仔魚の分布域であるサルガッソ海の水温を餌料環境の指標と見なし、シラス来遊量とサルガッソ海の水温との関係を検討した。その結果、ヨーロッパウナギで2-3年、アメリカウナギで1年のタイムラグで水温和来遊量との間に有意な負の相関があることが分かった。また、水溫には1979年にレジームシフトがあり、このレジームシフト後となる1981-82年、1980年にヨーロッパウナギとアメリカウナギのシラス来遊量が低水準に移行した。つまり、産卵場での水溫上昇が仔魚の餌量環境を悪化させ、仔魚の生残が低下させることで低来遊量をもたらしたと推測できる成果であり、メカニズムの解明に大きな指針を与えた。

上述した研究成果は、気候変動に伴う海洋環境変動がウナギ属魚類の加入量を変動させていることのメカニズムを明らかにしたものであり、地球温暖化やレジームシフトなどの気候変動に伴う海洋環境変動に対するニホンウナギ、ヨーロッパウナギの応答の予測に貢献する極めて意義深い研究成果であると判断できる。

なお、本論文第2章は、北川貴士、宮崎幸恵、笹井義一、佐々木英治、木村伸吾との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析および検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（環境学）の学位を授与できると認める。