

論文の内容の要旨

論文題目：北赤道海流域におけるウナギ目レプトセファルスの分布と食性に関する生態学的研究 (Studies on the distribution and feeding ecology of Anguilliformes leptocephali in the North Equatorial Current of the western Pacific Ocean)

氏名：恩田拓哉

北赤道海流は北緯 8°-18°を西方へと流れ、フィリピン東岸の海域で黒潮とミンダナオ海流に分岐する。本海流域では、我が国の水産重要種であるニホンウナギをはじめとした多くのウナギ目魚類の産卵場が存在し、それらの仔魚（レプトセファルス）が分布する。近年、ニホンウナギの加入量変動要因として輸送環境や餌料環境を変化させる海洋環境変動が指摘されている。しかしながら、ウナギ目レプトセファルスを採集するための調査はニホンウナギの産卵場（マリアナ諸島西方海域）を中心として限定的に実施されており、北赤道海流域におけるレプトセファルスの空間分布に関する知見は少なく、野外調査に基づいたニホンウナギをはじめとするウナギ目レプトセファルスの分布と海洋環境の関係に関する研究は大きく立ち遅れているのが現状である。そこで、本研究では、海洋環境に対する北赤道海流域のウナギ目レプトセファルスの応答を理解するため、レプトセファルス、ウナギ目以外の仔魚、無脊椎動物プランクトンの分布や摂餌と海洋環境の関係を明らかにして比較することを目的に、2013年10月から11月にかけて、調査航海（KH-13-6 次航海）による生物調査や物理観測を実施した。以下に研究成果の概要を示す。

北赤道海流域におけるレプトセファルスの分布と物理環境の関係

物理環境がウナギ目レプトセファルスの分布に与える影響を理解するために、分類群ごとの水平鉛直分布と物理環境の関係を検討した。本調査航海では、外洋で産卵するアナゴ科クロアナゴ属、ウナギ科、シギウナギ科、ノコバウナギ科、さらには沿岸で産卵するアナゴ科ゴテンアナゴ属、イワアナゴ科、ウツボ科が多く採集された。外洋中深層性ウナギ類のノコバウナギ科は北赤道海流域の広範囲で高密度に分布した。一方で、クロアナゴ属や沿岸性ウナギ類は本海流域の北西部で、ウナギ属は東部で高密度に分布した。多変量解析の結果、レプトセファルス群集の構造は本海流域の北西部と東部で大きく異なることが明らかになった。また、クロアナゴ属、沿岸性ウナギ類、ノコバウナギ科などが高密度で分布した北西部では高気圧性渦が発達していることが明らかになった。このことから、レプトセファルスの北赤道海流域北西部での高密度分布は、高気圧性渦の集積作用によるものと考えられた。小型個体の分布を検討したところ、ノコバウナギ科は北赤道海流域の広範囲で産卵するのに対し、ウナギ属は西方への流れ

が卓越する本流域、クロアナゴ属は高気圧性渦が発達する北西部の限定的な海域で産卵することが示唆された。したがって、高気圧性渦の集積作用が分布に与える影響は産卵位置によって大きく異なると推測された。

夜間の鉛直分布を検討したところ、レプトセファルスは表層混合層から水温躍層上部にかけて高密度に分布することが示唆された。ゴテンアナゴ属、シギウナギ科のシギウナギ属やクロシギウナギ属、ノコバウナギ科は表層混合層で高密度に分布した。一方で、ニホンウナギや他のウナギ属、クロアナゴ属、イワアナゴ科、ウツボ科、ウミヘビ科などは水温躍層上部で主に分布していた。また、成育場を外洋、沿岸にもつ種の間で主な分布水深が異なる傾向が認められ、外洋域でのレプトセファルスの水平輸送において、鉛直分布が重要な役割を担っている可能性が示された。

レプトセファルスを取り巻く動物プランクトン群集の構造と海洋環境の関係

海洋環境が動物プランクトンの分布に与える影響をより詳細に理解するために、ウナギ目レプトセファルスを取り巻く仔魚および無脊椎動物プランクトンの分布と、物理環境の関係を検討した。レプトセファルスとともに採集された仔魚の分類群組成を調べたところ、ウナギ目を除いた 12 目 94 種の仔魚が出現した。ウナギ目レプトセファルスの採集個体数は仔魚全体の 2% であった。また、外洋で産卵する魚類の採集個体数は全体の 70% 以上を占めた。特に、ハダカイワシ目、ワニトカゲギス目、ニシン目が優占し、ハダカイワシ目ではゴコウハダカが、ワニトカゲギス目ではヤベウキエソが、ニシン目では台湾アイノコイワシ属の一種が多く採集された。外洋表層性魚類の台湾アイノコイワシ属は、北赤道海流域の北西部では低い分布密度を示したが、本流域では高い分布密度を示した。一方で、沿岸性、大陸棚性、ゴコウハダカやヤベウキエソを含む外洋中深層性の魚類は、高気圧性渦が発達する北赤道海流域の北西部で高密度分布した。このことから、高気圧性渦の集積作用はウナギ目レプトセファルスだけでなく仔魚群集全体に影響を及ぼしていることが明らかになった。小型個体の分布を検討したところ、北赤道海流域の北西部で低密度に分布した台湾アイノコイワシ属は本流域で産卵する傾向が認められた。また、高気圧性渦域で高密度分布したヤベウキエソは北西部で、ハダカイワシ科は北赤道海流域の広範囲で産卵する傾向が認められた。したがって、仔魚全体に共通する特性として、高気圧性渦の集積作用が分布に与える影響は産卵位置によって異なるものと考えられた。また、その影響は北赤道海流域の本流域で産卵する種の方が、北西部で産卵する種に比べて小さいと推察された。

無脊椎動物プランクトンの分布特性を調べたところ、無脊椎動物プランクトンの分布量についても高気圧性渦域で多いことが明らかになった。高気圧性渦縁辺部の海域では、高いクロロフィル *a* 濃度が認められ、植物プランクトンの分布量が多いと考えられた。したがって、この

海域では、レプトセファルスの餌と考えられている動植物プランクトンの死骸や糞粒から構成されるマリンスノーが豊富に存在すると推測された。

北赤道海流域におけるレプトセファルスの摂餌と海洋環境の関係

動物プランクトン群集における食物網構造やウナギ目レプトセファルスの摂餌環境を理解するため、懸濁態有機物 (POM)、レプトセファルス、ウナギ目以外の仔魚、無脊椎動物プランクトンの炭素窒素安定同位体比組成を検討した。これらの安定同位体比を比較したところ、大部分の仔魚は無脊椎動物プランクトンを主に摂餌するのに対して、レプトセファルスはマリンスノーや POM を主に摂餌する傾向が認められた。このことから、マリンスノーが豊富な高気圧性渦域はレプトセファルスにとって好適な餌料環境であると考えられた。また、高気圧性渦はレプトセファルスを北赤道海流の北西部に集積させるだけでなく、レプトセファルスの餌料環境に影響することで、複数の分類群の高密度分布を支えていることが示唆された。

レプトセファルスの安定同位体比組成は分類群間で異なっていた。POM の安定同位体比組成が水深 100 m 以浅と水深 150 m 以深で大きく異なることから、分類群間の安定同位体比の差異は、摂餌する水深を反映した結果であると考えられた。混合モデルを用いてレプトセファルスの安定同位体比に対する水深ごとの POM の寄与率を調べたところ、ゴテンアナゴ属やシギウナギ属は水深 5–50 m の極表層で POM やマリンスノーを摂餌するのに対して、ニホンウナギやオオウナギは水深 50 m 付近と 150 m 以深で摂餌することが示唆された。これらの摂餌水深については、本研究や既往研究で報告された昼間や夜間の分布水深と一致したことから、ウナギ属やゴテンアナゴ属、シギウナギ属は一日を通して摂餌を行っているものと考えられた。また、高気圧性渦によって北赤道海流の北西部で高密度に分布していたクロアナゴ属、ギンアナゴ属、イワアナゴ科、さらにノコバウナギ科、ウツボ科、ウミヘビ科の間では摂餌水深が類似していることも示唆された。

本研究の結果、知見が乏しかった北赤道海流域におけるウナギ目レプトセファルスの分布特性や摂餌環境について、中規模渦の集積作用や餌料環境改善に伴う分布密度の上昇、産卵位置の変化に伴う分布パタンの差異、成育場を沿岸・外洋に持つ種の間における主分布水深の差異、種間の摂餌水深の差異、日中・日没後の摂餌、仔魚群集における低い優占度、他仔魚と異なる餌の利用などが明らかになった。得られた知見は、海洋環境がニホンウナギなどのウナギ目魚類の初期生態に与える影響の評価に不可欠であり、これらの魚類の加入量予測に大きく貢献できるとともに、中でも特異的な形態をもつウナギ目レプトセファルスの生物学的基礎情報および生態学的地位に関する知見を提供するものである。