

論文の内容の要旨

水圏生物学専攻

平成 12 年度博士課程 入学

氏 名 Hagi Yulia Sugcha

指導教官 塚本勝巳

論文題目 Life History of Tropical Eel *Anguilla marmorata* in the Indonesian Waters

(インドネシア水域における熱帯ウナギ *Anguilla marmorata* の生活史)

ウナギ属魚類 *Anguilla* spp.(以下, ウナギ)は熱帯を中心に, 世界に広く分布し, その特異な回遊生態は古くから多くの研究者の注目を集めてきた。また, 食資源動物としても重要で, 日本では年間 13 万トンもの消費がある。しかし, 近年シラスウナギの採捕量は, 太平洋, 大西洋ともに減少傾向にある。ウナギ資源の保全と持続的利用を図るためには, ウナギの生活史や産卵回遊生態に関する基礎研究が急務である。これまでウナギの研究は温帯ウナギを中心に進んできており, 熱帯ウナギに関するものは限られている。

熱帯ウナギの代表ともいえる *Anguilla marmorata*(オオウナギ)は, インド洋から東太平洋に至るウナギの中で最も広い分布域をもつ。しかし本種の生活史はほとんどわかっておらず, 成長, 成熟, 性比などの基本的な生物学的情報すら得られていない。

そこで本研究では, ウナギの分布中心ともいえるインドネシアに調査定点を設け, 5 年間に亘って *A. marmorata* の生態調査を行い, 本種の生活史の全発育段階について生物学的基礎知見を広く集積することを目的とした。

第 1 章 レプトケファルス

海洋における *A. marmorata* のレプトケファルスの分布と成長について検討した。2000年1-3月に東京大学海洋研究所研究船白鳳丸で太平洋西部海域とセレベス(スラウェシ)・スルー海を、また2001年5月にはインドネシア科学院研究船バルナジャヤ VII でスラウェシ島周辺海域を調査し、IKMT ネット(目合 0.5-1.0mm)によりウナギ属レプトケファルスの採集を試みた。太平洋西部海域からウナギ属レプトケファルス 4 種 7 個体(全長 28.0-47.0mm)が、またスラウェシ島周辺海域から 5 種 60 個体(8.5-50.7mm)が採集された。これらは形態による種査定が困難であるため、ミトコンドリア DNA16SrRNA 遺伝子領域(以下 16SrRNA)の部分塩基配列(500 塩基)を決定し、既報の配列と比較することにより種査定を行った。その結果、得られた標本の内訳は、*A. marmorata* が 13 個体(28.0-50.7mm)、*A. celebesensis* が 41 個体(12.3-47.8mm)、*A. borneensis* が 3 個体(8.5-35.4mm)、*A. interioris* が 1 個体(48.9mm)、*A. bicolor pacifica* が 7 個体(31.3-49.2mm)、*A. obscura* が 1 個体(36.7mm)、*A. australis* が 1 個体(47.0mm)であることがわかった。*A. marmorata* は他の種に比べて比較的大きな個体が採集され、西部太平洋からスラウェシ島周辺のマッカサル海峡、トミニ湾、セレベス海と広く出現した。一方、*A. borneensis* と *A. celebesensis* は、孵化後 2 週間前後と推定される全長 10mm 前後の小型個体が採集され、前者についてはセレベス海に、後者についてはセレベス海とトミニ湾にそれぞれ産卵場があるものと推察された。走査電子顕微鏡を用いて *A. marmorata* レプトケファルス 10 個体の耳石を解析したところ、日齢は 54-87 日(平均 67.4)であることがわかった。これらの孵化日は、太平洋の標本で 11 月、インドネシア周辺海域の標本では 3 月であると推定された。また、本種の平均成長率は 0.58mm/day(範囲 0.43-0.77)と推定され、*A. japonica* の成長率と変わらなかった。なお、マッカサル海峡で採集された変態中の個体は、日齢 147 日の 12 月生まれの個体であることもわかった。

第 2 章 シラスウナギ

1997 年 1 月から 2001 年 12 月の 5 年間に亘り、スラウェシ島北部ポイガル川河口の碎波帯で定期的にシラスウナギの接岸生態調査を行った。手網を用いて、原則として毎月 1 回新月の夜間にシラスウナギの採集を行ったところ、計 54,788 尾の標本を得た。この他スラウェシ島中部のポソ川河口においても接岸したシラスウナギの採集を行い、計 525 尾を得た。PCR-RFLP 法により、背鰭始部と肛門位置の間の脊椎骨数が 14 以上の個体は *A. marmorata*、6-12 のものは *A. celebesensis*、4 以下のものは *A. bicolor pacifica* と判別してよいことがわかったため、これに基づいて標本の種判別を行った。その結果、ポイガル川では全調査期間に計 17,338 個体の *A. marmorata* が出現したと推定された。これ

らの全長は平均 50.3mm, 体重は 0.16g で, 体サイズには年, 月それぞれで変異が認められた。ポイガル川の *A. marmorata* は 5 年間に亘り, ほぼ周年出現したが, ポソ川では 1999 年 9-11 月および 2000 年には 7-11 月に接岸の空白期が認められた。また, ポイガル川における *A. marmorata* の採集尾数は, 年(226-6,023 尾)と月(0-4,327 尾)によって大きく変動した。*A. marmorata* の接岸は夜間に限られ, 月齢で見ると採捕尾数のほとんどが新月の日に集中していた。ポイガル川で採集した *A. marmorata* 284 尾(全長 46.0-56.5mm)のうち 39 尾とポソ川(139 尾, 46.0-57.0mm)のうち 32 尾の平均接岸日齢はそれぞれ 151.2 日(範囲 140-165)と 153.2 日(117-203)で, 差はなかった。ポイガル川の *A. marmorata* シラスウナギの孵化日組成をみると, 周年産卵していることが明らかになった。一方, ポソ川の標本の孵化日組成には空白期があり, 1999 年 4-5 月と 2000 年 2-5 月には孵化はなかったものと推定された。

第 3 章 黄ウナギ

A. marmorata の淡水生活期に関する生物学的情報を得るため, 2000 年から 2002 年にインドネシア・スラウェシ島北部の 5 地点(マララヤン, カラセイ, モヨンコタ, コマンガアン, ポイガル)と中部のポソ川 1 点で, 電気ショッカーによって黄ウナギを採集した。その結果, 計 186 個体のウナギを得た。これらを, 従来の形態学的知見と 16SrRNA の PCR-RFLP 法に基づく簡易種査定法によって, *A. marmorata* 154 個体(北部: 85 個体, ポソ川: 69 個体)とその他のウナギ(32 個体)に分類した。*A. marmorata* の全長は 105-650mm の範囲で, 平均は 312.7mm, 体重は 1.8-700g の範囲で, 平均 80.1g であった。このうち 1 個体しか採集されなかった Malalayang を除き, 採集地別に比較したところ, Kalasey (全長 386.4 ± 110.3 mm, 体重 163.1 ± 127.7 g, $n=16$)の標本は, 他の採集地のものに比べて大きい傾向が見られた。耳石により年齢査定を行ったところ, 得られた *A. marmorata* は 2-7 歳の範囲で, 平均 3.5 歳(SD=1.1)であった。また, 採集地別にみると, Kalasey(3.9 ± 1.4 歳, $n=14$), MoyongKota(3.4 ± 1.1 , $n=36$)および中部のポソ川(3.7 ± 1.1 , $n=65$)で他地点より有意に高齢の個体が得られた。成長率は, 北部の採集地間では差がなく, いずれもポソ川より有意に大きいことがわかった。北部の標本について生殖腺の肉眼的観察から性別をしたところ, 雌 12 個体, 雄 37 個体, 不明もしくは未分化 36 個体であった。

第 4 章 銀ウナギ

2000 年 12 月 20 日から 2002 年 2 月 28 日まで, スラウェシ島中部のポソ湖から流出するポソ川で築により漁獲される銀ウナギの採集個体数と重量を調べた。2000 年 11 月,

2001年4月、8月および2002年3月には、築により計55個体を採集し、生物学的特性を調べた。また、ポソ湖からポソ川への移行域でヤスもしくは延縄により採集した13個体も解析に用いた。標本は、上述の簡易種査定法によって分類した。築で漁獲されたウナギの降河個体数は、調査期間の14ヶ月の間に合計1,981個体に達し、12月から7月の雨期から乾期の前半にかけて多く出現し、乾期の後半から雨期の始めの8月から11月には降河しないか極めて少ないことがわかった。このことは、2章で示されたポソ川河口へ接岸するシラスウナギの産卵期が3ヶ月程度の空白期間を持つこととよく一致した。降河個体数は、晴天時に比べ降雨時に有意に多いが、月齢とは無関係であった。築の位置とそれぞれの採捕量の関係から、ウナギの降河回遊は、時期に関わりなく常に河川中央部の最も深い部分を通して降河する傾向が認められた。

採集した68個体の銀ウナギは、*A. marmorata* 37個体(全長700-1,725mm, 体重900-14,200g), *A. celebesensis* 20個体(605-925mm, 500-2,000g), *A. interioris* 3個体(698-930mm, 545-1,600g), および遺伝的な解析ができなかった8個体(810-1,410mm, 1,500-9,900g)であった。また得られた標本は、性別不明の3個体を除き全て雌で、体色と生殖腺指数(GSI)から判断して全て成熟を開始した銀ウナギであると判断された。GSIを種別にみると、*A. marmorata* が平均 2.7 ± 1.1 (範囲0-4.5)であったのに対し、*A. celebesensis* は 7.9 ± 1.2 (6.1-10.4), *A. interioris* は7.6と9.4(1個体は不明)で、後者2者は*A. marmorata* に比べて明らかに成熟が進んでいると考えられた。同所的にポソ湖に住み、同時に産卵回遊を始めたこれら3種のウナギのGSIが大きく異なることは、それぞれの産卵場までの距離が大きく離れていることを示唆している。1章のレプトケファルスの結果から、例えば*A. celebesensis* はポソ川が注ぐトミニ湾に、*A. marmorata* はトミニ湾外のさらに遠くの海域に産卵場を持つ可能性が考えられた。Eye Indexは、*A. marmorata* で 11.9 ± 2.3 , *A. celebesensis* で 10.9 ± 1.4 , *A. interioris* で10.2, 13.6, 13.8であった。*A. marmorata* ではEye IndexとGSIの間に正の相関があったが、*A. celebesensis* ではなかった。*A. marmorata* (n=9)の孕卵数は、全長980-1,725mm, 体重2,400-13,500gの個体で、3,480万から1億9,290万粒の範囲にあり、平均9,440万粒であった。

以上本研究では、これまでほとんど知見のなかった熱帯ウナギの*A. marmorata* において、その生活史のすべての発育段階についてそれぞれの生物学的基礎情報を詳細に記述した。その結果、周年産卵、若齢接岸、短距離の回遊など、これまでの温帯ウナギの生物学的常識を覆す新知見が数多く得られた。今後は、本研究で完全には解明できなかった熱帯ウナギの産卵場の問題について研究を進める必要がある。