

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月24日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21405024

研究課題名（和文） 熱帯種をモデルとしたウナギ資源変動機構の解明

研究課題名（英文） Mechanisms of stock fluctuation in the anguillid eels, tropical species as a model.

研究代表者

青山 潤 (AOYAMA JUN)

東京大学・大気海洋研究所・特任准教授

研究者番号：30343099

研究成果の概要（和文）：

ウナギ資源変動機構の解明のため、小規模な産卵回遊を行っている熱帯ウナギ (*A. celebesensis* と *A. marmorata*) 仔魚の接岸回遊およびインドネシア・スラウェシ島における下りウナギの降河回遊生態を調べた。その結果、ウナギ属魚類ではおよそ70年ぶりとなる新種 (*A. luzonensis*) の記載も行うとともに、熱帯ウナギの降河・繁殖生態に関わる重要な知見を得ることが出来た。

研究成果の概要（英文）：

To understand mechanisms of stock fluctuation of the anguillid eels, the downstream and the oceanic larval migration of ancestral tropical species (*Anguilla celebesensis* and *A. marmorata*) have been studied. This led the discovery of a new species (*A. luzonensis*) from the Philippines, and many important information on the downstream migration and spawning ecology of the tropical anguillids.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	7,200,000	2,160,000	9,360,000
2010年度	5,200,000	1,560,000	6,760,000
2011年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
総計	13,700,000	4,110,000	17,810,000

研究分野：農学B

科研費の分科・細目：水産学

キーワード：資源、熱帯ウナギ、回遊生態

## 1. 研究開始当初の背景

近年、ニホンウナギのみならず大西洋のヨーロッパウナギやアメリカウナギなど、地球上のウナギ属資源は著しく減少している。しかしながら、いずれの種についても明確な原因の特定や有効な保全方策の立案はできていない。この理由の一つは、ウナギの産卵場が海にあることによる。特に、我が国はじめ温帯域に生息するウナギは、遙か数千キロ離

れた外洋で産卵するため、その繁殖生態や産卵場と生育場を行き来する回遊生態はほとんど謎に包まれたままである。一方、インドネシア・トミニ湾内のセレベスウナギ (*Anguilla celebesensis*) は、河口域からわずか80キロ程度の場所に産卵場をもち、温帯種に較べて極めて規模の小さな産卵回遊を行っている。このことは、温帯ウナギの大産卵回遊が、その海洋生活期の実態解明を困難

としているのに対し、熱帯性ウナギ属魚類はその再生産機構の全貌を明らかにするモデル種として有効であることを示唆する。すなわち、セレバスウナギを中心とする熱帯性ウナギ属魚類の産卵・接岸回遊生態の全貌を明らかにし、これまで推測の域を出なかった海洋におけるウナギの資源変動メカニズムを明らかにできると考えた。

## 2. 研究の目的

本研究は、百キロ以下の小規模回遊を行うセレバスウナギを始め、熱帯性ウナギ属魚類をモデルとして、その海洋生活期および降河回遊を含む繁殖生態の全貌を明らかにすることを目的とした。

同時に、得られた知見に基づき、急務となっている世界のウナギ資源の管理・保全方策の立案も目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) レプトセファルス期

セレバスウナギの産卵場および仔魚の回遊・分散過程を調べるため、これまでの研究航海により得られた熱帯性ウナギ属レプトセファルスの種判別および分布様式の再検証を行った。

### (2) 降河回遊生態

インドネシア・スラウェシ島中部に位置するポソ湖において、商業用の梁および延縄、トラップによりセレバスウナギを始めとする熱帯性ウナギ属魚類を採集した。得られた標本を黄ウナギおよび降河回遊を開始した降りウナギに分け、それぞれ季節的出現状況、生理・生態学特徴を比較した。

### (3) 繁殖生態

マリアナ諸島西方沖で採集された熱帯ウナギ(オオウナギ *A. marmorata*)産卵親魚の生物学的特徴を調べた。

## 4. 研究成果

### (1) レプトセファルス期

セレバスウナギの産卵場および仔魚の回遊・分散過程を調べるため、これまでの研究航海により得られた熱帯性ウナギ属レプトセファルスの種判別および分布様式の再検証を行った。その結果、従来の形態学的知見ではセレバスウナギもしくはオオウナギ(*A. marmorata*)に分類される標本の中に、これまで知られているウナギ属 18 種のいずれとも異なるミトコンドリア DNA 遺伝子型を持つ 4 個体が含まれることがわかった。体長と日齢、採集地点の海流などから、これらはフィリピン・ルソン島周辺に接岸するものと推定された。そこで、インドネシア北部からルソン島で採集したウナギ属魚類計 166 個体の形態と

ミトコンドリア DNA を詳細に調べたところ、このうち 35 個体が、形態的にも遺伝的にも他種とは異なる 1 群を形成することが明らかになった。そこで、このグループを 19 種類目のウナギ属魚類 *A. luzonensis* WATANABE, AOYAMA&TSUKAMOTO 2009 として記載した。本種は、従来のウナギ属魚類の分類において、セレバスウナギと認識されていた可能性が極めて高い。さらに、これまで得られたウナギ属仔魚の分布を調べたところ、セレバスウナギがインドネシア周辺海域など多島海域で産卵、限られた周辺の沿岸域にのみ分布するのに対し、本種は北太平洋に産卵場を持ち、西部北太平洋一帯に広く分布する可能性が示唆された。このことは、小規模産卵回遊と限定的な分布域特性を前提として企画した本研究の根幹に係わる大きな課題である。新種記載という生物学的には極めて重要な発見があったものの、本研究遂行のためには、これら両種の分類と生態に関し、さらに詳細な基礎情報の集積が必要である。

### (2) 降河回遊生態

2009 年 2 月–2010 年 10 月にかけて、インドネシア・スラウェシ島のポソ湖流出口に設置した築などを用いて、降河回遊を開始したセレバスウナギの雌 64 個体とオオウナギの雌 37 個体を採集した(回遊群: 図 1)。ポソ湖内および周辺河川で延縄と鰻筒を用いて定着期の雌のセレバスウナギ 21 個体、オオウナギ 21 個体を採集した(非回遊群: 図 1)。

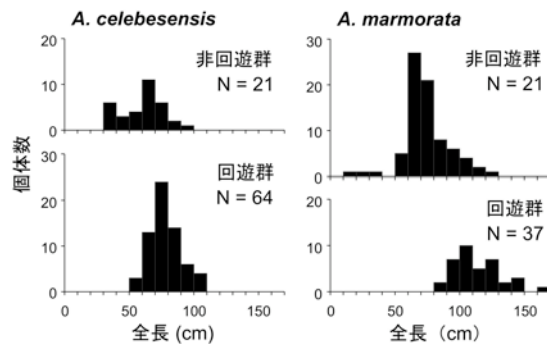


図 1 採集されたセレバスウナギとオオウナギの回遊群、非回遊群の体長組成

GSI と最大卵群卵径の計測および卵巣の組織観察を行ったところ、セレバスウナギの回遊群の GSI ( $6.9 \pm 1.8$ ) と最大卵群卵径 ( $392.2 \pm 49.3 \mu\text{m}$ ) は、オオウナギの回遊群 (GSI:  $3.1 \pm 0.8$ , 最大卵群卵径:  $229.8 \pm 35.5 \mu\text{m}$ ) に比べて顕著に高いことが分かった(図 2)。組織観察においても、セレバスウナギの回遊群の 35.9%が第一次卵黄球期、60.9%が第二次卵黄球期まで成熟が進行していたのに対し、オオウナギの回遊群の多く(81.1%)が油球期であり、セレバスウナギは

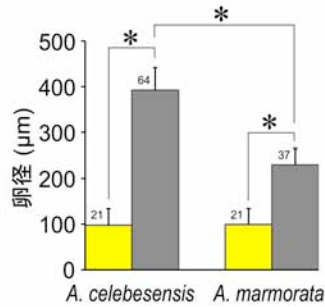


図2 セレベスウナギとオオウナギの回遊群、非回遊群の卵巣内最大卵群卵形

降海回遊時の成熟度が著しく高いことが分かった。孕卵数はセレベスウナギが1,881,600–11,465,400粒、オオウナギは10,060,120–57,711,360粒と推定された。

### (3) 繁殖生態

水産庁調査船開洋丸および北光丸により、マリアナ諸島西方海域で採集されたオオウナギ(2008年6月雄1個体(M-1)、2009年6月雌雄各1個体(F-1, M-2)、2010年8月雌1個体(F-2))について、肥満度、GSI、最大卵群卵径の計測および生殖腺の組織観察を行った。その結果、卵巣に排卵後濾胞が観察されたことなどから、雌2個体は産卵経験個体と判断された。F-2の孕卵数(残卵数)は僅か481,789粒であり、既に卵巣卵の約97%を産卵した可能性がある。また、卵径頻度分布が2個体とも双峰型であったことから(図3)、ウナギ属魚類が複数回産卵を行うことが示唆された。

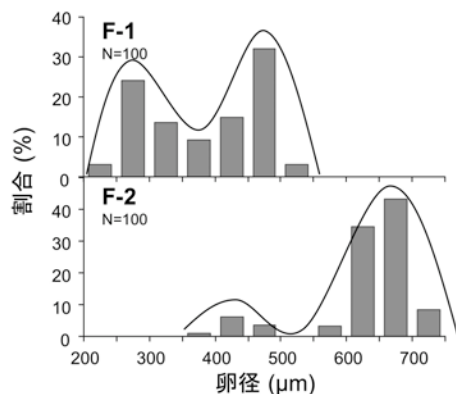


図3 オオウナギ雌(F-1およびF-2)の卵群卵形組成

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計22件)

- ① Hagihara S, Aoyama J, Limbong D, Tsukamoto, K. (2012) Morphological and

physiological change of female tropical eels, *Anguilla celebesensis* and *Anguilla marmorata*, in relation to downstream migration on Sulawesi Island. Journal of Fish Biology. in press (査読有)

- ② Tsukamoto K, Chow S, Otake T, Kurogi H, Mochioka N, Miller MJ, Aoyama J, Kimura S, Watanabe S, Yoshinaga T, Shinoda A, Kuroki M, Oya M, Watanabe T, Hata K, Ijiri S, Kazeto Y, Nomura K, Tanaka H (2011) Oceanic spawning ecology of freshwater eels in the western North Pacific. Nat Commun. 2:179 (査読有) DOI: 10.1038

- ③ Yoshinaga T, Miller MJ, Yokouchi K, Otake T, Kimura S, Aoyama J, Watanabe S, Shinoda A, Oya M, Miyazaki S, Zenimoto K, Sudo R, Takahashi T, Ahn H, Manabe R, Hagihara S, Morioka H, Itakura H, Machida M, Ban K, Shiozaki M, Ai B, Tsukamoto K (2011) Genetic identification and morphology of naturally spawned eggs of the Japanese eel *Anguilla japonica* collected in the western North Pacific. Fish Sci. 77:983-992 (査読有)

- ④ Aoyama J. (2009) Life history and evolution of migration in catadromous eels (Genus *Anguilla*). Aqua-BioScience Monograph 2:1-42 (査読有)

- ⑤ Watanabe S, Aoyama J & Tsukamoto K. (2009) A new species of freshwater eel, *Anguilla luzonensis* (Teleostei: Anguillidae) from the Luzon Island of Philippines. Fisheries Science. 75:387-392 (査読有)

[学会発表] (計8件)

- ① Aoyama J. Eel River Project in Japan. The 12th annual meeting of East Asia Eel Resource Consortium, 16 November 2009. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, Kashiwa, Chiba.  
② 青山 潤. 鰻学-新たなる挑戦-. 第82回全国河川湖沼養殖研究会. 2009年8月3日. グランパール岐山, 岐阜市.

[図書] (計2件)

- ① 青山 潤. 恒星社厚生閣, 2010, 遺伝子解析 IN: 魚類生態学の基礎: 塚本勝巳編) pp. 87-98.  
② 佐藤克文. 京都通信社, 2009. 動物達の不思議に迫るバイオロギング(日本バイオロギング研究会編) pp. 223.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

青山 潤 (AOYAMA JUN)

東京大学・大気海洋研究所・特任准教授

研究者番号：30343099

### (2) 研究分担者

佐藤 克文 (SATO KATSUFUMI)

東京大学・大気海洋研究所・准教授

研究者番号：50300695

吉永 龍起 (YOSHINAGA TATSUKI)

北里大学・海洋生命科学部・講師

研究者番号：30409612

マイケル ミラー (MICHAEL J. MILLER)

東京大学・大気海洋研究所・特任研究員

研究者番号：10528079