

西表島において採集されたウナギ属ニューギニアウナギ
Anguilla bicolor pacifica の記録井上太之¹・鈴木 大²・北野 忠³・河野裕美¹¹ 〒 907-1541 沖縄県八重山郡竹富町上原 870-277 東海大学沖縄地域研究センター² 〒 005-8601 北海道札幌市南区南沢 5 条 1-1-1 東海大学生物学部生物学科³ 〒 259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 東海大学教養学部

(2020年6月25日受付; 2020年12月3日改訂; 2020年12月3日受理; 2021年2月3日J-STAGE 早期公開)

キーワード: *Anguilla bicolor pacifica*, 胃内容物, 分子系統樹, 西表島魚類学雑誌
Japanese Journal of
Ichthyology

© The Ichthyological Society of Japan 2021

Hiroyuki Inoue*, Dai Suzuki, Tadashi Kitano and Hiroyoshi Kohno. 2021. Record of *Anguilla bicolor pacifica* from Iriomote Island, southern Japan. Japan. J. Ichthyol., 68(1): 29-34. DOI: 10.11369/jji.20-024.**Abstract** Compared with the other anguillid eel species native to Japan (*Anguilla japonica* and *A. marmorata*), very little is currently known about the Japanese populations of *A. bicolor pacifica*. Three specimens of the latter (652.4-879.1 mm total length), collected in an irrigation channel on Iriomote Island, southern Japan, were examined, and the phylogenetic and morphological characters of the species discussed. The stomach contents of two specimens included a number of frog remains.

*Corresponding author: Okinawa Regional Research Center, Tokai University, 870-277 Uehara, Taketomi, Yaeyama, Okinawa 907-1541, Japan (e-mail: calopteryx.cornelia@gmail.com)

ウナギ属は降河回遊魚であり、成熟をはじめた親魚が淡水の成育場から外洋の産卵場へ、孵化した仔魚が外洋から淡水の成育場へ向かう (Schmidt, 1922; 塚本, 2006). 本属は世界で 19 種・亜種に分類され、そのうち 6 種・亜種は温帯域に、13 種・亜種は熱帯域に分布する (Ege, 1939; Watanabe et al., 2004, 2009). 長らく日本国内には、主に温帯域に分布するニホンウナギ *Anguilla japonica* と、熱帯域に分布するオオウナギ *A. marmorata* の 2 種のウナギ属が生息するとされてきたが、1997 年に鹿児島県屋久島の浅海域にて熱帯域に分布するニューギニアウナギ *A. bicolor pacifica* のシラスウナギ期が採集され、さらにその後八重山諸島にて黄ウナギ期の生息も確認された (Yamamoto et al., 2000, 2001; 揖, 2011). そのため、現在では日本国内にウナギ属が 3 種確認されており、各種の国内における分布域はニホンウナギが北海道以南の太平洋沿岸や青森県以南の日

本海沿岸に、オオウナギが関東以南の太平洋沿岸に、ニューギニアウナギが屋久島以南とされている (多部田, 1989a, b; 波戸岡, 2013).

これら 3 種のうち、ニューギニアウナギについては生息情報や生態情報が乏しい状況が続いており、環境省のレッドリストにおいて情報不足種として掲載されている (環境省, 2020). 上述の通りシラスウナギ期については屋久島で確認されている (Yamamoto et al., 2000, 2001). 一方で河川に遡上した個体の情報としては、黄ウナギ期の写真記録が沖縄県八重山諸島の数カ所から報告されているのみである (揖, 2011). そのため、日本国内において再検証可能な標本に基づくニューギニアウナギの黄ウナギや銀ウナギの記録のほか、分布情報や遺伝子情報等を含めた基礎的知見はない.

著者らは、沖縄県西表島の西部に位置する水田用水路にて水生生物調査を行った際に、ニューギ

ニアウナギの特徴を有するウナギ属を3個体採集した。本稿では、それらについて、遺伝的形質ならびに形態形質に基づく種同定について報告すると同時に、その出現と生息について考察を行った。

材料と方法

西表島西部に位置する水田の用水路で、2019年3月8日から5月13日にかけて計13日間調査した (Fig. 1)。なお、保全の観点より、詳細な採集地点情報は伏せる。調査地の水路 (長さ約200 m, 幅約2–3 m, 水深約0.2–0.8 m) は、両岸がコンクリートにより護岸されており、小河川 (全長約2.0 km) の汽水域に合流する。この水路は流れがほとんどなく、底質は泥であり、水際部にはイネ科植物が生育していた。この水路でウナギ属が活動する夜間に1–2人でタモ網による捕獲を試み、期間中に、小河川 (汽水域) への合流地点から上流に約50–175 mの範囲で4個体のウナギ属を採集した。また、2019年7月4日に西表島内の東海大学沖縄地域研究センター網取施設 (沖縄県竹富町網取) における浄水装置タンク内にてウナギ属1個体を捕獲し、この個体も解析に用いた。得られたこれら5個体については、DNA解析、外部形態計測、そして胃内容物の調査を行った。ニューギニアウナギと同定された3個体は冷凍保存し、それら以外の2個体は採集地に再放流した。試料は、東海大学沖縄地域研究センターの魚類標本 (ORRC-I) として登録・保管した。なお、ORRC-I-4とORRC-I-5は、採集個体を再放流しているため、胸鰭の一部組織のみを保管している。

DNA解析用に、上述の5個体の胸鰭の一部 (約5 mm角) を切除した。得られた組織は解析を行

うまで70%エタノールで保存した。DNA抽出は、DNeasy Blood and Tissue Kit (キアゲン社) を用いて、上述の各試料の組織よりキアゲン社の標準プロトコルに従って行った。DNA抽出液は-30°Cで保管した。得られたDNA抽出液より、ミトコンドリアDNAのCOI領域の塩基配列を決定し、解析を行った。サーマルサイクラー (Veriti Thermal Cycler, サーマフィッシャー社) によって、Ex Taq (タカラバイオ社) および先行研究 (Ivanova et al., 2007) によって示されたプライマーセット (COI-3領域) を用いてPCRを行った。PCRでは、最初に94°Cで3分間熱変性させ、94°C30秒、52°C40秒、72°C60秒のサイクルを35回繰り返し、最後に72°C7分の伸長反応を行った。その後、BigDye Terminator v.3.1 Cycle Sequencing Kit (アプライドバイオシステムズ社) を用いてサイクルシーケンス反応を行い、ABI 310 シークエンサー (アプライドバイオシステムズ社) を用いて塩基配列を決定した。これらの塩基配列はDDBJに登録した (Accession No.: LC548769–LC548773)。本研究で得られた塩基配列と、先行研究 (Minegishi et al., 2005, 2009) によって報告されているウナギ属各種の配列データ (GenBank Accession No.: AB038556, AP007233–AP007249, AB469437) ならびに外群としてマアナゴ *Conger myriaster* (AB038381), イラコアナゴ *Synaphobranchus kaupii* (AP002977), モトノコバウナギ *Serrivomer sector* (AP007250) の配列データを用いて、Clustal W (Larkin et al., 2007) によりアライメントを行なった。解析に用いた塩基配列長については、本解析で得られた塩基数に合わせた。次に、MEGA X (Kumar et al., 2018) を用いて最適な進化モデル選択を行い、そこで選ばれたモデルの基で最尤法 (ML法) に基づく系統樹を作成した。さらに、各分岐の信頼性を調べるため、Bootstrap法 (1000回反復) を用いてそれぞれの確からしさを計算した (Felsenstein, 1985)。

種同定はTesch (2003) と波戸岡 (2013) に従った。またOkamura et al. (2007) に従いウナギ属の成熟段階を判断した。形態測定については、Yamamoto et al. (2000) に従い、ノギスを用いて0.1 mm単位まで計測した。捕獲個体の餌生物を確認するため、吐き戻し法により胃内容物を確認し、可能なかぎりそれらの種を同定した。

結 果

今回採集された5個体より、COI遺伝子の646塩基配列が決定された。解析に用いた個体のうち、

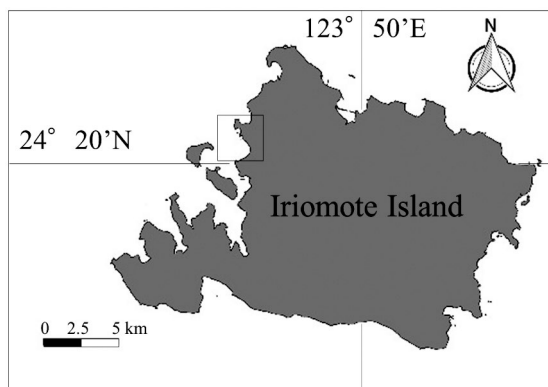


Fig. 1. Collection site of *Anguilla bicolor pacifica* on Iriomote Island, southern Japan.



Fig. 3. Fresh specimens of anguillid eels captured on Iriomote Island. A, *Anguilla bicolor pacifica*, ORRC-I-1, 652.4 mm total length (TL); B, *A. b. pacifica*, ORRC-I-2, 879.1 mm TL; C, *A. b. pacifica*, ORRC-I-3, 713.3 mm TL; D, *A. marmorata*, ORRC-I-4, 500.0 mm TL; E, *A. japonica*, ORRC-I-5, 330.1 mm TL. Arrows indicate origins of dorsal and anal fins.

Table 1. Measurements of anguillid eel species captured on Iriomote Island

	<i>A. bicolor pacifica</i>			<i>A. marmorata</i>	<i>A. japonica</i>
	ORRC-I-1	ORRC-I-2	ORRC-I-3	ORRC-I-4	ORRC-I-5
Collection date	8 Mar. 2019	11 May 2019	13 May 2019	9 Mar. 2019	4 Jul. 2019
Total length (mm)	652.4	879.1	713.3	500.0	330.1
Body length	621.3	866.2	694.5	490.1	322.8
Predorsal length	278.0	365.2	297.0	134.1	93.1
Preanal length	282.0	378.2	304.0	220.0	131.0
Ano-dorsal length	4.0	13.0	7.0	85.9	37.9
Head length	80.8	106.2	90.7	69.8	38.7
Eye diameter	16.7	20.0	18.9	15.8	5.9
Upper jaw length	12.6	16.1	14.0	141.3	78.4
Lower jaw length	14.2	20.1	16.1	151.3	86.6
Body height at dorsal fin origin	39.0	56.3	40.0	35.8	13.0
Pectoral fin length	22.4	37.9	29.7	21.3	13.6

マガエル *Microhyla kuramotoi* (5 個体) を、後者では消化によって種判別が不明であったカエル類 (2 個体) を確認した。一方、オオウナギからは胃内容物としてヤエヤマヒメアマガエルとサキシマヌマガエル *Fejervarya sakishimensis* が 1 個体ずつ確認され、ニホンウナギからは胃内容物は得られなかった。

考 察

本研究は、沖縄県西表島にて採集されたウナギ属 5 個体について、遺伝的形質ならびに形態形質に基づきそれらの分類学的帰属を検討した結果、ニューギニアウナギ (3 個体)、オオウナギ (1 個体)、ニホンウナギ (1 個体) であることを明らかにした。これまでの日本国内におけるニューギニアウナギ成魚の記録は揖 (2011) によるものだけであった。しかしながら、揖 (2011) による記録では 1 個体の写真が掲載されているものの、再検証可能な証拠資料や同定の根拠は示されていない。そのため、本報告はニューギニアウナギ成魚の標本を備えた遺伝学的・形態学的情報に基づき、日本からの初めての記録となる。さらに、西表島では日本で生息が確認されているウナギ属 3 種全てが生息すること、ニューギニアウナギとオオウナギは同所的に生息していることが確認された。

本研究で報告した西表島の記録を含めても、現時点における日本国内におけるニューギニアウナギの分布記録は屋久島と八重山諸島のみである。鹿野ほか (2017) は、九州本土 233 地点、南西諸島の 34 島 887 地点にかけて網羅的に淡水魚類の分布調査を行い、その中でニホンウナギを 10 地点、オオウナギを 46 地点より確認しているものの、ニューギニアウナギは捕獲されなかったとしている。そのため、日本国内におけるニューギニアウナギの生息数は少ないと思われる。著者らは西表島の河川淡水域において水生生物の調査を数年間実施しており、様々な河川でウナギ属を確認している。全ての個体についてサイズや場所等を記録していないが、目視観察できた個体は全てオオウナギの形態的特徴を有していた (井上ほか、未発表データ)。

西表島の河川淡水域において、ニューギニアウナギは本調査地を除き未確認である。本調査地がある水田域には複数の水路が存在するものの、本種が確認された場所は一本の水路に限られていた。

本種が採集された水路には礫がなく泥が多く堆積していた。一方、この水田域のそのほかの水路では、河川との合流地点には泥が堆積していたが、それより上流は泥と礫が混在していた。国内におけるニューギニアウナギの生息場は湿地や休耕田等とされており (立原, 2017)、今回得られた場所も流れがほとんどなく底質が泥であったことから、本種は底質が泥の湿地環境を生息環境として好むことが示唆された。したがって、ニューギニアウナギはオオウナギと比較して生息環境の選択性が狭いことが推察された。

今回は用いたサンプル数が少ないものの、ニューギニアウナギはカエル類を捕食しており、同所で採集されたオオウナギも同じくカエル類を捕食していることが確認された。このことから、本調査地に生息するウナギ属にとっては、カエル類が重要な餌となっている可能性がある。今後は、国内におけるニューギニアウナギの生息状況を評価するにあたり、ニューギニアウナギが確認された地点とその周辺の河川や水路等において、本種の分布、水温や泥の深さ等の環境データ、ならびに餌生物の密度を調べ、本種にとって好適な環境を明らかにする必要があると考えられる。

謝 辞

本研究に際し、崎原健氏 (東海大学沖縄地域研究センター) よりニホンウナギの標本を頂いた。武藤望生博士 (東海大学生物学部海洋生物科学科) より遺伝子解析におけるサポートを頂いた。鹿野雄一博士 (九州大学持続可能な社会のための決断科学センター) より有益な情報をいただいた。本研究は東海大学総合研究機構「沖縄研究教育助成」の援助を受けて行った。以上の方々、団体に御礼を申し上げる。

引用文献

- Ege, V. 1939. A revision of the Genus *Anguilla* Shaw. Dana Rep., 16: 8–256.
- Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution*, 39: 783–791.
- 波戸岡清峰. 2013. ウナギ科. 中坊徹次 (編), pp. 240, 1783–1784. 日本産魚類検索 全種の同定, 第三版. 東海大学出版会, 秦野.
- Ivanova, N.V., T. S. Zemlak, R. H. Hanner and P. D. Hebert. 2007. Universal primer cocktails for fish DNA barcoding. *Mol. Ecol. Notes.*, 7: 544–548.

- 揖 善継. 2011. うなQーウナギの不思議ー. 和歌山県立自然博物館第29回特別展解説書. 和歌山県立自然博物館, 海南市. 25 pp.
- 環境省. 2020. 環境省レッドリスト2020: <http://www.env.go.jp/press/files/jp/113667.pdf>. (参照2020-04-28)
- 鹿野雄一・山下奉海・田中亘・小山彰彦・菅野一輝. 2017. 南西諸島におけるニホンウナギの生息状況と地方名から推測されるオオウナギとのハビタットの違い, および生息場としての水田環境の重要性. 魚類学雑誌, 64: 43-53.
- Kumar, S., G. Stecher, M. Li, C. Knyaz and K. Tamura. 2018. MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Mol. Biol. Evol.*, 35: 1547-1549.
- Larkin, M. A., G. Blackshields, N. P. Brown, R. Chenna, P. A. McGettigan, H. McWilliam, F. Valentin, I. M. Wallace, A. Wilm, R. Lopez, J. D. Thompson, T. J. Gibson and D. G. Higgins. 2007. Clustal W and Clustal X version 2.0. *Bioinformatics*, 23: 2947-2948.
- Minegishi, Y., J. Aoyama, J. G. Inoue, M. Miya, M. Nishida and K. Tsukamoto. 2005. Molecular phylogeny and evolution of the freshwater eels genus *Anguilla* based on the whole mitochondrial genome sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 34: 134-146.
- Minegishi, Y., J. Aoyama, J. G. Inoue, R. V. Azanza, and K. Tsukamoto. 2009. Inter-specific and subspecific genetic divergences of freshwater eels, genus *Anguilla* including a recently described species, *A. luzonensis*, based on whole mitochondrial genome sequences. *Coast. Marine. Sci.*, 33: 64-77.
- Okamura, A., Y. Yamada, K. Yokouchi and N. Horie. 2007. A silvering index for the Japanese eel *Anguilla japonica*. *Environ. Biol. Fish.*, 80: 77-89.
- Schmidt, J. 1922. The breeding places of the eel. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 211: 179-208.
- 多部田修. 1989a. ウナギ. 川那部浩哉・水野信彦(編), pp. 47-48. 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京.
- 多部田修. 1989b. オオウナギ. 川那部浩哉・水野信彦(編), pp. 50-51. 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京.
- 立原一憲. 2017. ニューギニアウナギ. 沖縄県環境保健部自然保護課(編), p. 288. 改定・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物 第3版(動物編) レッドデータおきなわ. 沖縄県環境保健部自然保護課, 那覇.
- Tesch, F. W. 2003. The eel. Blackwell Science, Oxford, UK. 408 pp.
- 塚本勝巳. 2006. ウナギ回遊生態の解明. 日本水産学会誌, 72: 350-356.
- Watanabe, S., J. Aoyama and K. Tsukamoto. 2004. Reexamination of Ege's (1939) use of taxonomic characters of the genus *Anguilla*. *Bull. Mar. Sci.*, 74: 337-351.
- Watanabe, S. J. Aoyama and K. Tsukamoto. 2009. A new species of freshwater eel *Anguilla luzonensis* (Teleostei: Anguillidae) from Luzon Island of the Philippines. *Fish. Sci.*, 75: 387-392.
- Yamamoto, T., N. Mochioka and A. Nakazono. 2000. Occurrence of the third *Anguilla* species, *Anguilla bicolor pacifica* glass-eels, from Japan. *Suisanzoshoku*, 48: 579-580.
- Yamamoto, T., N. Mochioka and A. Nakazono. 2001. Seasonal occurrence of anguillid glass eels at Yakushima Island, Japan. *Fish. Sci.*, 67: 530-532.