

研究成果報告書（第27回学術研究助成）

2020 年 4 月 7 日

公益財団法人 藤原ナチュラルヒストリー振興財団

理事長 野村 茂樹 殿

所属機関名 筑波大学大学院生命環境科学研究科
生物科学専攻

職 名 博士後期課程 2年

氏 名 山川 宇宙

1. 研究課題

黒潮に乗る淡水性魚類の集団動態の歴史の解明－熱帯性・温帯性魚種における気候変動影響評価にむけて－

2. 共同研究者

津田 吉晃（筑波大学生命環境系 准教授・サンプル採取およびデータ解析）

3. 研究報告

I. 研究の目的

黒潮は温帯性魚類や熱帯性魚類の移動分散に寄与し、それら魚類の分布形成や遺伝的多様性に深く関係してきたと考えられる。しかし、昨今の気候変動の影響により黒潮の流れは変動しつつあり、近い将来、これら魚類の移動分散パターンも変化し、長い歴史の中で維持されてきた遺伝的多様性が攪乱されることが危惧される。この影響を予測するためには、現在の遺伝的多様性だけでなく、これら魚類が辿ってきた集団動態の歴史の評価が重要となる。

黒潮流域に分布するカワアナゴ属魚類の1温帯種（カワアナゴ）および2熱帯種（チチブモドキ、テンジクカワアナゴ）は、主に河川で生活するが、仔魚期のみ海洋に流下し、黒潮に乗って分散する淡水性両側回遊魚である。これら3種は各地方自治体の河川調査で多く記録されており、採取地点を選定しやすいうえ、非水産有用種ゆえに種苗放流による遺伝的攪乱もない。そのため、3種は黒潮で分散する温帯性・熱帯性魚類の集団遺伝学的研究のモデル種になり得る。

そこで本研究では、上記のカワアナゴ属魚類3種を対象に分布域を網羅した集団遺伝学的研究を行い、黒潮流域に分布する温帯性・熱帯性魚類の遺伝構造、過去の分散過程や分布変遷などを含めた集団動態の歴史を解明することを目的とした。

II. 研究の方法

1. 黒潮流域におけるカワアナゴ属魚類のサンプリング

助成期間中である2019年6月から11月にかけて、四国南部（高知県）、九州南部（宮崎県、鹿児島県）、琉球列島（奄美大島、徳之島、沖縄島、久米島、宮古島）および台湾北部から東部の河川に赴いて、手網を用いてカワアナゴ属魚類3種（カワアナゴ、チチブモドキ、テンジクカワアナゴ）の採集を行った。また、助成期間外にも、本州、四国、九州、種子島、石垣島、西表島および与那国島の河川に赴いて、同様の採集を行った。

2. DNA抽出および遺伝データの取得

採集した3種のサンプルについて、現在、QIAGEN DNeasy Blood & Tissue Kitを用いてDN

A抽出を進めている。また同時に、抽出できたDNAについて、筆者らが開発した核マイクロサテライトマーカー (Yamakawa et al. 2019) やQIAGEN Type-it Microsatellite PCR Kit等を用いて、核マイクロサテライト遺伝子座およびミトコンドリア *COI* 遺伝子の遺伝データの取得を進めている。

3. 集団遺伝学的解析

カワアナゴについて、得られた核マイクロサテライト遺伝子座およびミトコンドリア *COI* 遺伝子の遺伝データを用いて、Tsuda et al. (2015, 2016, 2017)で用いられているような集団遺伝学的解析 (e.g., STRUCTURE解析, Pritchard et al. 2000; Neighbor-Net, Bryant and Moulton 2004) を行い、遺伝構造等の評価した。チチブモドキとテンジクカワアナゴについても、現在、同様の解析を進めている。

III. 研究結果

1. カワアナゴ属魚類のサンプリング

カワアナゴ (図1A) は、本州、四国および九州の70河川で1,073個体採集された。しかし、台湾北部から東部の河川では、網羅的に採集を行ったにもかかわらず、1個体も採集することができなかった。

チチブモドキ (図1B) は、本州、四国、九州、種子島、奄美大島、徳之島、沖縄島、久米島、宮古島、石垣島、西表島、与那国島および台湾北部から東部の74河川で680個体採集された。

テンジクカワアナゴ (図1C) は、本州、四国、九州、種子島、奄美大島、徳之島、沖縄島、久米島、石垣島、西表島、与那国島および台湾北部から東部の44河川で286個体採集されたが、宮古島の河川では採集することができなかった。



図1. A: カワアナゴ; B: チチブモドキ; C: テンジクカワアナゴ。

2. カワアナゴの遺伝構造

カワアナゴの本州、四国および九州集団について、核マイクロサテライト遺伝子座の遺伝データに基づいてSTRUCTURE解析を行った結果、全国的に1系統であるものの、一部地域に別系統が混合していることが示唆された。

IV. 考察

台湾でカワアナゴを採集することができなかった理由としては、1) 台湾における本種の過去の記録が誤同定だった、2) 台湾に本種は分布するものの、元々個体数が少ない、3) かつては台湾でも本種がよく見られたが、人間活動による河川環境の改変や気候変動などが原因で激減または絶滅した、4) 本研究が調査不足だった (例えば、採集時間が足りなかった可能性や、今回調査していない地域、すなわち台湾西部および南部には分布している) ことなどが考えられる。

また、宮古島でテンジクカワアナゴが見られなかったが、これは、1) 島全体が琉球石灰岩から成り立っており、河川が乏しく、テンジクカワアナゴの個体数が元々少ないこと、2) 本研究中に悪天候に見舞われ、採集時間を十分に確保できなかったことなどが原因である可能性が高い。

カワアナゴの国内集団について、全国的に1系統であったが、これには本種の仔魚期における黒潮を介した広範な移動分散が関係していると考えられる。また、一部地域で混合していた別系統については、本種の仔魚が、国外の分布域から黒潮等の海流を介して日本まで移動分散し、日本の系統と交雑している可能性を示唆している。

V. 成果発表

【論文発表】

現時点ではなし.

【学会発表】

1. Yamakawa, U., Okano, K., Imai, R., Senou, H., Kaneko, S., Saito, Y., Faulks, L. K., Akasaka, M., Kon, K. and Tsuda, Y. Genetic structure and dispersal dynamics of the amphidromous sleeper *Eleotris oxycephala* along the Kuroshio Current. British Ecological Society, ICC Belfast, Belfast, December 10-13, 2019.

VI. 今後の課題

本研究では、日本および台湾の各地でカワアナゴ属魚類3種のサンプルを大量に入手することができ、また、カワアナゴの日本集団における遺伝構造を明らかにできた。しかし、台湾のカワアナゴのサンプル入手には失敗しており、今後、同地域における過去の記録調査（例えば、博物館に収蔵されている標本の精査）や再度採集調査を行い、分布の真偽を確かめる必要がある。そのうえで、もし台湾のカワアナゴのサンプルが入手できれば、日本集団と併せて再度集団遺伝学的解析を行い、本研究で検出された系統との比較を行うことが必要であろう。

また、引き続き、チチブモドキおよびテンジクカワアナゴの集団遺伝学的解析を進め、2種の現在の遺伝構造や黒潮を介した移動分散パターンを明らかにすると同時に、岩崎ほか（2016）で議論されているような生態ニッチモデル解析も行い、カワアナゴ属魚類3種が辿ってきた分布域の変遷および気候変動下における将来の分布域をも推定する。これらにより、熱帯性・温帯性魚類が気候変動の影響をどのように受けるのか総合的に評価したいと考えている。