

平成 22 年 6 月 10 日現在

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2007～2009

課題番号：19208019

研究課題名 (和文) 黒潮と日本の魚類相：ベルトコンベヤーか障壁か

研究課題名 (英文) The Kuroshio Current and fish fauna of Japan: a transportation system and barrier for fishes in the Japanese Archipelago

研究代表者 松浦 啓一 (MATSUURA KEIICHI)

独立行政法人国立科学博物館・標本資料センター・コレクションディレクター

研究者番号：70141984

研究成果の概要 (和文)：本州中部から琉球列島までの南日本、台湾及び東南アジアの魚類について、分類学、集団遺伝学及び動物地理学的観点から研究した。その結果、日本の温帯部に分布する魚類の中には、黒潮が障壁となって種レベルあるいは個体群レベルで、南方集団と北方集団に分かれているケースがあることが分かった (例：ハタ科やアジ科)。一方、ハゼ科のボウズハゼの稚魚・成魚の DNA 解析を行い、黒潮によって長距離分散していることを明らかにした。

研究成果の概要 (英文)：Shallow water fishes in southern Japan including the Ryukyu Islands were studied to clarify a role of the Kuroshio Current as a transportation and barrier system. Some temperate water fishes such as serranids and carangids were divided into the northern and southern groups by the Kuroshio Current. On the contrary, DNA analysis of some gobies of the genus *Sicyopterus*, showed that they are transported for the long distance by the Kuroshio Current from south to north, reaching to central Japan.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	10,900,000	3,270,000	14,170,000
2008 年度	11,900,000	3,570,000	15,470,000
2009 年度	11,500,000	3,450,000	14,950,000
総計	34,300,000	10,290,000	44,590,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：黒潮、日本、浅海性魚類、分類、動物地理、系統、分布

1. 研究開始当初の背景

黒潮は強大な海流である。流速は毎秒2m以上に達し、流れの幅は100km、毎秒2千～5千万トンの海水を北方へ運んでいる。黒潮はフィリピン東方に発し、台湾を経て、東シナ

海を北上し、九州と奄美大島間のトカラ海峡から太平洋に入る。この強大な海流は九州南方で枝分かれして、枝流 (対馬暖流) は日本海に入るが、本流は太平洋沿岸を北上して、房総半島付近に達し、そこで東向きを変え

てハワイ諸島に向かう。日本南部に南方系魚類が見られるのは黒潮に起因すると言われている。また、サンゴ礁性魚類の幼魚が毎年、本州中部に來遊し越冬できずに死亡する現象（死滅回遊と呼ばれる）も古くから知られている。

では、南方系魚類は黒潮の影響を具体的にどのように受けているのであろうか。実は黒潮が、どの地域からどこへ、そして、どのようにして魚類を運んでいるかは分かっていない。「黒潮による南方系魚類の運搬」は恐らく間違いのない事であろうが、説得力のある多くのデータに基づいて検証されたことはない。

研究代表者の松浦は科学研究費補助金海外学術調査によって、東南アジアやマイクロネシアの浅海性魚類の分類学的研究を行い、日本南部の魚類相との比較研究を行ってきた。これらの研究によって西部太平洋熱帯域・亜熱帯域に生息する魚種が日本にも数多く出現することが明らかになった。つまり、熱帯性魚類のかなりの種が日本南部に出現し、定性的に見れば黒潮流域の魚類相は日本南部の魚類相に類似している事が判明した。しかし、黒潮流路の異なる地域に出現する魚類の種組成を定量的に比較することは依然として困難なままであった。

魚類画像データベースの構築による新たな展開

この状況を打ち破ったのは魚類画像データベースであった。研究分担者の瀬能と研究代表者の松浦は各地で撮影された魚類の画像（水中写真と標本写真）5万5千件を収録した「魚類写真資料データベース」を構築した（<http://research.kahaku.go.jp/zoology/photoDB/>）。このデータベースは世界最大である。我々はこの画像データベースを利用して、日本の

沿岸性魚類の動物地理学的解析を初めて定量的、統計的に行うことに成功した。5万5千件のデータの中から日本南部の浅海性魚類のデータを1万件抽出して解析した。その結果、日本本土に分布する温帯性魚類の中に琉球列島には出現せず、中国大陸と台湾に分布するものが見出された。これは黒潮が障壁となって、温帯性魚類の分布に大きな影響を与えていることを強く示唆している。また、同時にデータベースの解析結果は黒潮が洗う九州南部から本州中部までの魚類相が極めて類似していることを示した。

2. 研究の目的

本研究の目標は黒潮の二つの仮説を検証することである。「黒潮は強大なベルトコンベヤー」という仮説を具体的に示すためには、琉球列島と本州南部そして伊豆諸島や日本海沿岸（対馬暖流域）からターゲットとなる浅海性魚類（回遊魚ではなく定住性の魚類：たとえばハゼ科など）を選び、種間関係を形態学的・分子学的な観点から比較し、各地域の個体群の関係を明らかにする。また、「黒潮は障壁」という仮説を検証するため、本州南部から九州に分布し、さらに中国大陸と台湾に分布するが、琉球列島に分布しない種（タイ科やフサカサゴ科などに例がある）を選び、分子学的手法によって遺伝的關係を解析するとともに詳細な形態学的解析を行い、それぞれの地域の個体群の特徴を明らかにする。また、琉球列島に出現するが、台湾やフィリピンなどの熱帯太平洋域に現れない南方系魚類を選び、同属の種と比較検討し、それらの種間の系統的関係を分子学的手法によって解析する。このようなアプローチによって琉球列島の魚類相の独自性を明らかにする。

3. 研究の方法

1) 分類学的・動物地理学的に詳細な研究をする候補魚種や候補地点を魚類写真資料データベースを用いて選定する。

2) 沿岸性魚類の中から、アジ科、ハタ科、タイ科、トウゴロウイワシ科、ハゼ科、フグ科などを選び、形態及びDNAの両面から集団遺伝学的解析を行う。

4. 研究成果

黒潮の影響を受けている南日本及び台湾及び東南アジアの沿岸成魚類を研究した結果、以下のことが明らかになった。これまで1種とされて来た日本産ゴンズイが、それぞれ東アジアおよびインド・西太平洋要素から成る2種を含むことを明らかにし、九州以北（黒潮の外側）に分布する1種を東アジア固有の新種として記載した。日本沿岸に分布する魚類の中にはこのような例が少なくなく、さらなる検討が必要である。同様な見地から、沖縄島と中国大陸沿岸に不連続に分布する東アジア固有のクロダイ属の1種オキナワキチヌの新種記載を行った。

ドロクイ（ニシン科）は絶滅危惧種として扱われており、主に黒潮の外側に位置する中国大陸沿岸と九州～四国に分布するが、黒潮の内側では例外的に沖縄島にも分布する。高知、沖縄島、台湾からの標本について形態とmtDNAの比較を集団間で行った。その結果、沖縄集団は他の2集団とは形態的にも分子レベルでも多少の違いが認められたことから、沖縄島集団は独自の地域個体群として認識すべきと考えられる。

クサフグ（フグ科）は典型的な東アジア固有種で黒潮の外側に分布するが、例外的に黒潮の内側に位置する奄美大島と沖縄島にも分布する。神奈川県から沖縄島までの6集団（黒潮の外側4集団、内側2集団）について、mtDNAの塩基配列分析を調節領域について行

った。その結果、奄美大島と沖縄島の集団は特有のハプロタイプを持っており、他集団とは明確に分化した存在であることが認められた。

トウゴロウイワシ科の *Hypoatherina temminckii* とギンイソイワシは形態的・遺伝的に近縁な別種であることが証明され、この2種は黒潮を挟んで異所的に分布する種であることが明らかになった。

トウゴロウイワシは本州周辺とインド洋—太平洋の熱帯域に生息する個体で大きな遺伝的隔離がみられ、それぞれ別種とするのが妥当と考えられた。すなわち、黒潮を挟んで種分化がみられることになる。

インド洋から西部太平洋に広く分布するハタ科アカハタについて、日本産を中心に西部太平洋域5カ国の個体群を用いて集団遺伝学的研究を行った。この研究により、これまでほとんど報告例のない浅海性海産魚類における遺伝的集団構造を明らかにし、日本の海の多様性の成り立ちに黒潮が大きく関わっていることを実証した。具体的には、今まで単一の種として認識されていた同種内に遺伝的に大きく分化した3系統、すなわち、

(1) 小笠原諸島に分布する集団、(2) 伊豆諸島から本土太平洋側および九州東シナ海側に分布する集団、(3) 九州太平洋側から琉球諸島を経て西部太平洋域に分布する集団が存在する。このような複雑な集団構造は黒潮流域における日本列島および周辺島嶼の位置により、ある地域では黒潮がアカハタの分散に寄与し、またある地域では分散の障壁として機能していることが推察された。

ボウズハゼの集団構造を明らかにするために、沖縄、高知、和歌山そして静岡から計77個体を採集し、その標本についてミトコンドリアDNAの調節領域前半部(448bp)の塩基配列を分析した。その結果、日本に分布する

ボウズハゼは遺伝的に十分混合された単一集団であることが明らかになった。また、和歌山県太田川で観察されたボウズハゼの産卵期と太田川河口で採集されたボウズハゼ仔魚の日令査定から推定された孵化時期には、約2ヶ月間ものズレが認められた。上述の分子遺伝学的集団構造解析の結果もあわせて考えると、和歌山県太田川に加入する仔魚は、太田川で生まれたものばかりではなく、和歌山以南の地域で生まれたものが、黒潮による輸送を経て、太田川に加入しているものと推察された。一方、高知沖と伊豆・小笠原諸島周辺海域よりボウズハゼ仔魚が採集された例から、本種が黒潮を使って長距離分散している事実が示された。

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 18 件)

1. Iida, M., S. Watanabe, Y. Yamada, C. Lord, P. Keith, K. Tsukamoto. 2010. Survival and behavioral characteristics of amphidromous goby larvae of *Sicyopterus japonicus* (Tanaka 1909) during their downstream migration. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 383: 17–22.
2. Iwatsuki, Y. and P. C. Heemstra. 2010. Taxonomic review of the western Indian Ocean species of the genus *Acanthopagrus* Peters, 1855 (Perciformes: Sparidae), with description of a new species from Oman. *Copeia*, 2010:123–136. 査読有.
3. Matsuura, K. 2010. *Lagocephalus wheeleri* Abe, Tabeta & Kitahama, 1984, a junior synonym of *Tetrodon spadiceus* Richardson, 1845 (Actinopterygii, Tetraodontiformes, Tetraodontidae). *Memoirs of National Museum of Nature and Science*, (46): 39–46. 査読有.
4. Nakae, M. and K. Matsuura. 2010. *Glyptopodium effulgens* Nielsen and Machida, 1988, a junior synonym of *Glyptopodium argenteum* Alcock, 1889 (Actinopterygii: Teleostei: Ophidiiformes) with taxonomic comments on the genus. *Bulletin of National Museum of Nature and Science*, 36: 27–32. 査読有.
5. Motomura, H. and H. Senou. 2009. New records of the dwarf scorpionfish, *Sebastapistes fowleri* (Actinopterygii: Scorpaeniformes: Scorpaenidae), from East Asia, and notes on Australian records of the species. *Species Diversity*, 14: 1–8. 査読有.
6. Motomura, H., Y. Sakurai and G. Shinohara. 2009. First records of a scorpionfish, *Scorpaenodes albaiensis*, from East Asia, with a synopsis of *S. minor* (Actinopterygii: Scorpaeniformes: Scorpaenidae). *Species Diversity*, 14: 75–87. 査読有.
7. Motomura, H., Y. Sakurai, H. Senou and H.-C. Ho. 2009. Morphological comparisons of the Indo-West Pacific scorpionfish, *Parascorpaena aurita*, with a closely related species, *P. picta*, with first records of *P. aurita* from East Asia (Scorpaeniformes: Scorpaenidae). *Zootaxa*, 2191: 41–57. 査読有.
8. Motomura, H., G. Ogihara, M. Meguro and M. Matsunuma. 2009. First records of the Pumpkin Scorpionfish, *Scorpaena pepo* (Scorpaenidae), from Japan. *Biogeography*, 11: 139–143.
9. Nakae, M. and K. Matsuura. 2009. First records of two ophidiid fishes, *Glyptopodium argenteum* and *G. lucidum*, from Japan (Actinopterygii, Teleostei, Ophidiiformes). *Bulletin of National Museum of Nature and Science*, 35: 243–248. 査読有.
10. Motomura, H. and H. Senou. 2008. A new species of the scorpionfish genus *Scorpaena* (Scorpaenidae) from Izu Peninsula, Pacific coast of Japan. *Journal of Fish Biology*, 72: 1761–1772. 査読有.
11. 木村清志・伯耆匠二・山田守彦・本村浩之. 2008. 鹿児島県で採集された日本初記録のヒイラギ科魚類ホソウケグチヒイラギ(新称) *Secutor*

- indicius*. 魚類額雜誌, 55: 111–114. 査読有.
12. Motomura, H., M. Ito, M. Takayama, Y. Haraguchi and M. Matsunuma. 2007. Second Japanese record of a threadfin, *Eleutheronema rhadinum* (Perciformes: Polynemidae), with distributional implications. *Biogeography*, 9: 7–11. 査読有.
 13. Motomura, H. and S. Harazaki. 2007. *In situ* ontogenetic color changes of *Pentapodus aureofasciatus* (Perciformes: Nemipteridae) off Yakushima Island, southern Japan and comments on the biology of the species. *Biogeography*, 9: 23–30. 査読有.
 14. Motomura, H., S. Kimura and Y. Haraguchi. 2007. Two carangid fishes (Actinopterygii: Perciformes), *Caranx heberi* and *Ulua mentalis*, from Kagoshima: the first records from Japan and northernmost records for the species. *Species Diversity*, 12 (4): 223–235.
 15. Randall, J. E. and H. Senou. 2007. Two new soles of the genus *Aseraggodes* (Pleuronectiformes: Soleidae) from Taiwan and Japan. *Zoological Studies*, 46: 303–310. 査読有.
 16. Senou, H., S. Kuwayama and K. Hirate. A new species of the genus *Guentherus* (Ateleopodiformes: Ateleopodidae) from Japan. *Bulletin of National Museum of Nature and Science, Ser. A, Suppl.* 査読有.
 17. Suzuki, T. and H. Senou. Two new species of the gobiid fish genus *Trimma* (Perciformes: Gobioidae) from southern Japan. *Bulletin of National Museum of Nature and Science, Ser. A, Suppl.* 査読有.
 18. Randall, J. E., H. Senou and T. Yoshino. Three new piguipedid fishes of the genus *Parapercis* from Japan. *Bulletin of National Museum of Nature and Science, Ser. A, Suppl.* 査読有.
- [学会発表] (計 11 件)
1. Matsuura, K. 2009 (1–2 November). A unique pelvic complex in the fishes of the superfamily Balistoidea (Balitidae and Monacanthidae) of the order Tetraodontiformes. Marine Fish Workshop and Training Course, Hai Phong.
 2. Matsuura, K. 2009 (21–22 June). Fish diversity in the Western Pacific with special reference to capacity building for fish taxonomy in Southeast Asia. ASEAN Conference on Biodiversity, Singapore.
 3. Meguro, M. and H. Motomura. 2009 (31 May–5 June). Taxonomic review of the *Enneapterygius theostoma* species complex (Perciformes: Tripterygiidae). The 8th Indo-Pacific Fish Conference and the 2009 Australian Society for Fish Biology Workshop & Conference. Esplanade Hotel Fremantle, Fremantle, Western Australia, Australia.
 4. Ogiwara, G. and H. Motomura. 2009 (31 May–5 June). Review of the genera *Erosa* and *Dampierosa* (Scorpaeniformes: Synanceiidae). The 8th Indo-Pacific Fish Conference and the 2009 Australian Society for Fish Biology Workshop & Conference. Esplanade Hotel Fremantle, Fremantle, Western Australia, Australia.
 5. Motomura, H., W. N. Eschmeyer and J. E. Randall. 2009 (31 May–5 June). Review of the Indo-Pacific scorpionfish genus *Parascorpaena* (Scorpaenidae). The 8th Indo-Pacific Fish Conference and the 2009 Australian Society for Fish Biology Workshop & Conference. Esplanade Hotel Fremantle, Fremantle, Western Australia, Australia.
 6. Kuriwara, K., S. N. Chiba and H. Motomura. 2008 (3–4 Mar.). Genetic population structure of the Blacktip Grouper, *Epinephelus fasciatus*, in Japan. International Symposium of Systematics and Diversity of Fishes. Ueno campus of the National Museum of Nature and Science, Tokyo.
 7. Matsuura, K. and H. Senou. 2008 (March 3). Zoogeographical role of the Kuroshio Current: Transportation system and barrier for coastal fishes of southern Japan. Commemoration of the 130th Anniversary of the National Museum of Nature and Science: International Symposium on Systematics and Diversity of Fishes. National Museum of Nature and Science, Ueno, Tokyo.
 8. 目黒昌利・瀬能 宏・鈴木廣志・原崎

森・本村浩之.2007 (5-8 Oct.) .八丈島から得られたヘビギンボ科ヘビギンボ属の1未記載種.第40回日本魚類学会年会.北海道大学学術交流会館, 札幌市.

9. Ogiwara, G., A. Shinomiya, Y. Iwatsuki and H. Motomura. 2008 (3-4 Mar.). Review of the genus *Banjios* (Perciformes: Banjosidae). International Symposium of Systematics and Diversity of Fishes. Ueno campus of the National Museum of Nature and Science, Tokyo.
10. 松浦啓一・瀬能 宏. 2007(December 10). . 画像と標本のデータベースに基づく日本産魚類の動物地理学的研究. ワークショップ21世紀の生物多様性研究 生物多様性インフォマティクスを創出する2. 国立科学博物館新宿分館.
11. 松浦啓一・瀬能 宏. 2007(October 6-7). 八丈島 (伊豆諸島) から採集された水玉模様を持つモンガラカワハギ科の1未記載種. ポスター発表. 2007年度日本魚類学会年会. 北海道大学学術交流会館.

[図書] (計3件)

国内外の別: 国内1件、国外2件

1. Motomura, H and K. Matsuura. 2010. Fishes of Yaku-shima Island – A World Heritage Island in the Osumi Group, Kagoshima Prefecture, Southern Japan. National Museum of Nature and Science, Tokyo, 264 pp.
2. Matsuura, K. 2008. Family Tetraodontidae. Pages 849–856 in M. Gomon, D. Bray and R. Kuitert, eds. Fishes of Australia's Southern Coast. Museum Victoria, Melbourne.
3. Matsuura, K. 2008. Family Ostraciidae. Pages 842–848 in M. Gomon, D. Bray and R. Kuitert, eds. Fishes of Australia's Southern Coast. Museum Victoria, Melbourne.

6. 研究組織

(1)研究代表者

松浦 啓一 (MATSUURA KEIICHI)
独立行政法人国立科学博物館標本資料センター・コレクションディレクター
研究者番号: 70141984

(2)研究分担者

木下 泉 (KINOSHITA IZUMI)
高知大学総合研究センター・教授
研究者番号: 60225000

(3)連携研究者

岩槻 幸雄 (IWATSUKI YUKIO)

宮崎大学農学部・教授

研究者番号: 60213302

遠藤 広光 (ENDO HIROMITSU)

高知大学理学部・准教授

研究者番号: 50284427

甲斐 義晃 (KAI YSHIAKI)

京都大学農学部・助教

研究者番号: 30379036

木村 清志 (KIMURA SESHU)

三重大学生物資源学科・教授

研究者番号: 00115700

瀬能 宏 (SENOU HIROSHI)

神奈川県立生命の星・地球博物館・主任学芸員

研究者番号: 80202141

西田 睦 (NISHIDA MUTSUMI)

東京大学海洋研究所・所長

研究者番号: 90136896

南 卓志 (MINAMI TAKASHI)

東北大学・農学部・教授

研究者番号: 60371887

本村 浩之 (MOTOMURA HIROYUKI)

鹿児島大学総合研究博物館・准教授

研究者番号: 90433086

吉野 哲夫 (YOSHINO TETSUO)

琉球大学理学部・准教授

研究者番号: 50117595

(3)連携研究者

栗岩 薫 (KURIIWA KAORU)

国立科学博物館標本資料センター・支援研究員

研究者番号: 50470026

渡邊 俊 (WATANABE SHUN)

東京大学海洋研究所・特別研究員

研究者番号: 60401296