

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23580246

研究課題名(和文) 淡水性両側回遊の起源と進化：新たな回遊生態の提案

研究課題名(英文) Origin and evolution of freshwater amphidromy: Suggestion of a new migration type

研究代表者

渡邊 俊 (WATANABE, Shun)

日本大学・生物資源科学部・ポスト・ドクトラル・フェロー

研究者番号：60401296

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：ボウズハゼ亜科魚類の中で唯一、温帯に生息するボウズハゼ(*Sicyopterus japonicus*)の生態学的研究から、黒潮による仔魚の大分散の可能性、海洋での仔魚発育の必須性、淡水のみで一生を過ごす陸封型もしくは河川残留型の欠如を明らかにした。本種の温帯への分布は、海洋での仔魚期の分散と、河川での親の生残により成り立っていると考える。本種を含む熱帯・亜熱帯の島嶼域に生息するボウズハゼ亜科魚類は仔魚期の海洋依存性が高く、温帯の淡水性両側回遊魚(アユ、淡水カジガ、ガラクシアス科)は低いと考え、初期の生活史戦略が異なると推察した。

研究成果の概要(英文)：During ecological research of *Sicyopterus japonicus*, which is the only temperate species of the subfamily Sicydiinae, we found larval dispersion by Kuroshio Current, an essential larval dependence on growth in the ocean, and a lack of landlocked or fluvial forms. Their larval dispersion in the ocean and life history characteristics in the river has played a role in the temperate distribution of this species. The Sicydiine larval stage in tropical areas may be required to occur in the ocean for all species, but ayu, sculpins and galaxiids in temperate areas have landlocked or fluvial forms with larvae that do not need to enter the ocean for larval feeding and growth. This suggests that Sicydiine larvae have a high oceanic dependency, whereas ayu, sculpins and galaxiid larvae have a low oceanic dependency. Freshwater amphidromous fish in tropical and temperate areas appear to have developed two different strategies in the evolution of their life histories.

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：ボウズハゼ 黒潮 分散 初期生活史 淡水性両側回遊 温帯 熱帯 生活史戦略

1. 研究開始当初の背景

一生のうち海と河川を往き来する通し回遊魚の中には、サケ・マス類、ウナギ属魚類、アユなど水産重要種が数多く含まれる。しかし、遡河回遊性のサケ・マス類や降河回遊性のウナギ属魚類に比べ、両側回遊性魚類の生活史や回遊生態に関する研究は非常に少ない。両側回遊(淡水性と海水性の二つの回遊型がある)は産卵と無関係に行われる回遊(Myers, 1949; McDowall, 1988)であり、それゆえ、通し回遊の原始的な形と考えられており、魚類の回遊の起源を考える上で重要である。しかし、両側回遊の一つの回遊型である淡水性両側回遊は、単なる遡河回遊の一部ではないと考えられているのも事実である(McDowall, 2007)。

淡水性両側回遊魚についての研究は、これまで日本のアユ、ヨシノボリ属魚類、淡水カジカ属魚類、また、ニュージーランドのガラクシアス科魚類については行われている。そのため淡水性両側回遊は、温帯域の島嶼に出現する現象と考えられてきた。しかし近年、ボウズハゼ亜科魚類(Sicydiinae)の研究(Keith, 2003)が盛んになるにつれ、この現象は熱帯域から温帯域の島嶼に亘り広く出現するものと理解が改められつつある(McDowall, 2007, 2009)。

2. 研究の目的

ボウズハゼ亜科魚類はハゼ亜目に属し、淡水性両側回遊の生態を持つ。本亜科魚類の分布は主に熱帯・亜熱帯の島嶼域で、ボウズハゼ(*Sicyopterus japonicus*)は唯一、温帯域に生息する。

本研究の目的は、以下の2つに集約される。

- (1) ボウズハゼの生活史および回遊特性を明らかにする。
- (2) 本種を含むボウズハゼ亜科魚類の回遊生態(熱帯)と既存の淡水性両側回遊(温帯)を比較検討し、その違いを明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では、ボウズハゼの生活史および回遊の特性、特に仔魚期の海洋依存度に着目した長期的な野外生態調査を実施する。また、水温と塩分変化に着目した室内実験より、両者の初期発生における生残・成長および行動の変化を検討する。以上の結果を総合し、仔魚期の海洋依存度の視点から、熱帯域と温帯域における淡水性両側回遊の違いを検討する。

4. 研究成果

ボウズハゼの生態学的研究の結果をまとめ、以下の三つの考察を得た。

(1) 仔魚の海洋生活期間の推定(Iida et al., 2008)、数値シミュレーションにおける仔魚の分散過程(Iida et al., 2010a)、海洋における仔魚の発見(図1, Watanabe et al., 2011)、さらには集団構造解析の結果(Watanabe et al., 2006)を総合すると、本種の仔魚は黒潮を利用し、大分散する可能性があると考えた(渡邊, 2012)。



図1. 高知沖で採集されたボウズハゼ仔魚
(標準体長 26.8 mm)

(2) ボウズハゼ孵化仔魚の塩分耐性に関する飼育実験と行動観察から、仔魚の発育には海洋が必須であり、淡水では決して初期の発達が行進しないことを明らかにした(Iida et al., 2010b)。この初期生活史の特性は他の研究(Valade et al., 2009)からも示されており、本種を含むボウズハゼ亜科魚類全般に共通すると考えた。また、親魚の耳石の回遊履歴の解析から、ボウズハゼは淡水のみで一生を過ごす陸封型もしくは河川残留型が現れないと考えた(Iida et al., 2013)。この特性は、同じ分類群内に陸封や河川残留の個体/集団/種を形成するヨシノボリ属魚類、アユ、淡水カジカ魚類、ガラクシアス科魚類(温帯の淡水性両側回遊魚)と大きく異なる(渡邊, 2012; Watanabe et al. 2014)。

(3) ボウズハゼの分布は、海洋での仔魚期の分散と、河川での親の生残により成り立っていると考えた。本種は、四季のある温帯へ柔軟に生活史を適応した結果と考える(Iida et al., 2013; 渡邊, 2012)。しかし一方で、仔魚の海への依存性は、本亜科が持つ際立った特徴を残している(渡邊, 2012)。

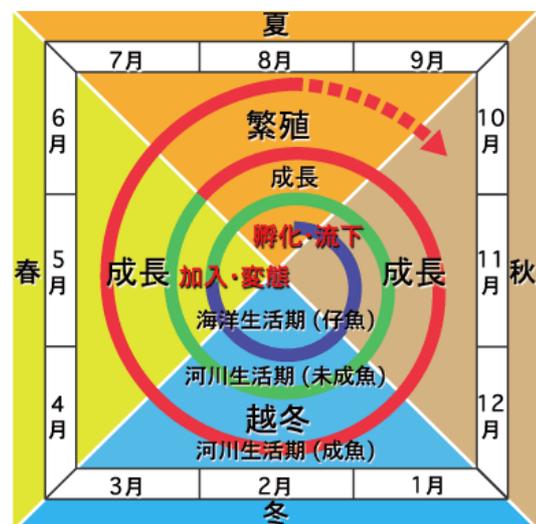


図2 ボウズハゼの淡水性両側回遊

本研究よりボウズハゼの淡水性両側回遊を浮き彫りにすることができた(図2)。また、ボウズハゼ亜科魚類の特徴も合わせて推察することができた。さらには、ボウズハゼ亜科魚類、アユ、淡水カジカ魚類、ガラクシアス科魚類の淡水性両側回遊魚の比較から、熱帯の両側回遊魚(ボウズハゼ亜科)は仔魚期に海洋依存性が高く、温帯の両側回遊魚(アユ、淡水カジカ、ガラクシアス科)は低いと考えた(図3、渡邊, 2012; Watanabe et al., 2014)。これらは同じ淡水性両側回遊魚であるが、初期の生活史戦略が異なると推察した。

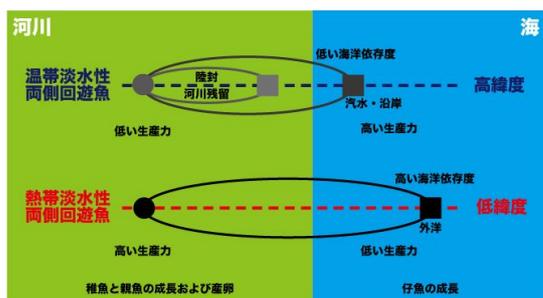


図3 熱帯と温帯における淡水性両側回遊の特徴

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7件)

- Watanabe, S., M. Iida, C. Lord, P. Keith and K. Tsukamoto. (2014) Tropical and temperate freshwater amphidromy: a comparison between life history characteristics of Sicydiinae, ayu, sculpin and galaxiids. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 24(1): 1-14. doi:10.1007/s11160-013-9316-8. 査読有
- Iida, M., S. Watanabe and K. Tsukamoto. (2013). Riverine life history of the amphidromous goby *Sicyopterus japonicus* (Gobiidae: Sicydiinae) in the Ota River, Wakayama, Japan. *Environmental Biology of Fishes* 96:645-660. DOI: 10.1007/s10641-012-0055-9. 査読有
- Sahara, N., K. Moriyama, M. Iida and S. Watanabe. (2013). Unique Features of Pedicellate Attachment of the Upper Jaw Teeth in the Adult Gobiid Fish *Sicyopterus japonicus* (Teleostei, Gobiidae): Morphological and Structural Characteristics and Development. *Journal of Morphology* 274:512-524. 査読有
- Lord, C., J. Lorion, A. Dettai, S. Watanabe, K. Tsukamoto, C. Cruaud and P. Keith. (2012). Pelagic larval duration

and population structure for three amphidromous *Sicyopterus* species (Teleostei: Gobioidae: Sicydiinae): evidence of high gene flow for endemic and widespread species with breaks identified at biogeographical barriers. *Marine Ecology Progress Series* 455:269-285. 査読有

Iida, M., S. Watanabe and K. Tsukamoto. (2011). Reproductive biology of the amphidromous goby

Sicyopterus japonicus (Gobiidae: Sicydiinae). *Cybium* 35:329-336. 査読有

Keith, P., C. A. Lord, J. Lorion, S. Watanabe and K. Tsukamoto. (2011). Phylogeny and biogeography of Sicydiinae (Teleostei: Gobioidae) inferred from mitochondrial and nuclear genes. *Marine Biology* 158(2):311-326. 査読有

Watanabe, S., M. Iida, S. Hagihara, H. Endo, K. Matsuura and K. Tsukamoto. (2011). First collection of

amphidromous goby post-larvae of *Sicyopterus japonicus* in the ocean off Shikoku, Japan. *Cybium* 35:371-379. 査読有

[学会発表](計4件)

渡邊 俊・飯田 碧・塚本勝巳. (2013年12月14日). ボウズハゼ亜科魚類の淡水性両側回遊. 第34回魚類系統研究会. 恵庭青少年センター.

渡邊 俊・飯田 碧・塚本勝巳. (2013年8月4日). ボウズハゼの分布要因: 海洋における仔魚の分散と河川での稚魚・成魚の生残. 平成25年度ゴリ研究会. 碧南市役所談話室・臨海体育館.

Watanabe, S., M. Iida, C. Lord, P. Keith, K. Tsukamoto. (2012年3月18日).

Tropical and temperate freshwater amphidromy: a comparison between life history characteristics of Sicydiinae gobies, ayu, sculpins and galaxiids. Joint Meeting of The 59th Annual Meeting of ESJ and The 5th EAFES International Congress, Ryukoku University, Shiga, Japan.

渡邊 俊・飯田 碧・遠藤 広光・松浦 啓一・塚本勝巳. (2011年9月29日). 土佐湾からのボウズハゼ仔魚の初記載. 平成23年度水産学会秋季大会. 長崎大学文教キャンパス.

[図書](計1件)

渡邊 俊. (2012). 黒潮が運ぶボウズハゼ

一熱帯淡水性魚類の両側回遊。松浦啓一
編，黒潮の魚たち。東海大学出版会，
113-142.

〔産業財産権〕

出願状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：
〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡邊 俊（WATANABE, Shun）
日本大学・生物資源科学部・ポスト・ドクト
ラル・フェロー
研究者番号：60401296

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし