

令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K06412

研究課題名(和文) 島に生息する淡水魚の分散能力の退化の検証

研究課題名(英文) Retrogression of dispersal ability in insular freshwater fish

研究代表者

飯田 碧 (IIDA, Midori)

新潟大学・佐渡自然共生科学センター・准教授

研究者番号：30745328

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)： 島嶼の河川に生息する淡水魚の分散の実態・分散能力の退化の有無を明らかにすることを目的として研究を実施した。主な対象地を佐渡島とし、比較対象として、隠岐諸島、上越など、島と対岸などを選定した。ハゼ亜目、カジカ科、アユについて、野外生態調査、環境要因の計測を行った。耳石を用いた微量元素分析、安定同位体分析から、島嶼の淡水魚はその多くが生活史の一時期に海を利用していることが明らかとなった。また、仔魚は、海水よりも淡水で高生残であった。島嶼の淡水域においては、残留型によってその場所に留まるよりは、特異な環境に適応した生態や分布形態を獲得しつつ、分散の可能性を残すという方向性をもつ可能性が考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、陸域の動植物にみられる、島嶼における分散能力の消失が、淡水域でもみられるのかを検証した。またこれまで知見のなかったヨシノボリ属など複数種の海洋生活期間を耳石の日齢査定により初めて明らかにした。これらの成果は、島嶼の生物学、魚類の生態学に重要な知見となった。また、主な調査地である佐渡島において、希少種であるカンキョウカジカやチチブについて、基本的な生態を明らかにし、これらの保全策に有用である。

研究成果の概要(英文)： To understand dispersal ability of freshwater fish in islands, Gobioid, Cottidae, Plecoglossidae were examined in Sado Island. Comparable islands and areas were also selected. Field survey, microchemistry and isotopic analyses of otoliths showed that many of examined individuals had marine larval duration. In contrast, newly hatched larvae of Cottidae survived longer in freshwater than in seawater. Insular freshwater fish would be adapted to unique environments in the islands rather than having freshwater residency.

研究分野：水圏生物学・魚類生態学

キーワード：島嶼 分散 淡水魚 通し回遊 河川 環境

1. 研究開始当初の背景

島の陸上動植物は島に定着した後に移動能力を消失する例が知られている。島には多くの場合、河川や湖沼がある。しかし、島の淡水域は限られているため、淡水域でも陸域と同様の傾向が見られるのか、明らかとなっていなかった。

多くの水棲動物は、孵化直後には浮遊幼生として過ごし、受動的に流される。淡水域に生息する動物は、一生を淡水で過ごすもの以外に、一時期を海で過ごすものが存在する。離島や島嶼の淡水域で魚類が淡水のみを生息環境とし他の地域への分散能力を消失しているのかどうかは明らかでなかった。

2. 研究の目的

そこで本研究は、日本海の離島である佐渡島を主な研究対象地域とし、比較対象として対岸の上越地方、離島である隠岐諸島、琉球列島、本州の高知、海洋島であるタヒチ島・モーレア島、大陸であるベトナム中北部を選定し、野外生態調査、微量元素分析、飼育実験などから、島の淡水域に生息する魚類が分散能力を維持しているのかどうかを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 野外調査

調査地は日本海の佐渡島、上越地方、隠岐諸島、対馬、琉球列島、高知、ベトナム中北部とした。なお、予定していたタヒチ島・モーレア島、および沖縄島は、2020年に調査予定としていたが、*covid-19*の影響により、計画を変更して、以前の調査結果や採集していた標本を用いて解析を行った。

2018～2021年にそれぞれの地域の河川にて魚類(ハゼ亜目、カジカ科、アユ)を手網や電気ショック器にて採集した。調査時には、環境項目(照度、水温、川幅、水深、流速、底質)を計測し、林冠や河川周辺の環境を記録した。また、河川の斜度や流程についても調べた。

(2) 耳石解析と微量元素分析

魚類の内耳には平衡感覚を司る器官である耳石があり、環境水を取り込む。一般的にSrは海水には多く含まれ淡水には少ないことから、主要な構成元素であるCaに対するSrの比から、個体ごとの海水・淡水の滞在履歴を明らかにすることができる。採集した魚類の頭部から耳石を摘出して薄層切片を作成し、微量元素分析に供した。電子線マイクロプローブアナライザにより、耳石の核から縁辺まで線分析した。(1)の野外生態調査を行った地域の個体に加え、比較対象として、内陸である岐阜、島嶼であるフィリピン・パラワン島の個体についても分析を行った。

生活史の初期に海洋生活期間をもつことが確認された個体については、海での分散の指標とするため、日齢査定を行って海洋生活期間を推定した。

(3) 安定同位体分析

佐渡島の一部の河川については、河川でもSrが高い可能性が示唆された(結果を参照)。そのため、海水・汽水・淡水のいずれに滞在していたかを推定するため、一部の個体について耳石による酸素同位体比分析を行った。

(4) 幼生の飼育実験

河川より卵塊を採集して孵化仔魚を得て、塩分耐性を調べるための飼育実験を行った。2020年に予定していた飼育実験は、covid-19の影響により当初の予定より規模を縮小して実施した。

4. 研究成果

(1) 野外調査

2018年4月～2021年3月に佐渡島(30河川)、上越地方(7河川)、隠岐諸島島後(13河川)、対馬(7河川)、高知(5河川)、ベトナム中北部(約5河川)にて野外調査を行った。

主な調査地である佐渡島では毎月複数回、調査を実施した。日本で2番目に大きな離島である佐渡島は北部と南部に山地、中央部に平野があり、島内で地形的に異なる4地域に分けられる。そのため地域ごとの環境を比較したところ、底質、斜度、水温に違いが見られた。ハゼ亜目(シマヨシノボリ、ルリヨシノボリ、トウヨシノボリ、ゴクラクハゼ、スミウキゴリ、シマウキゴリ、ウキゴリ、ミミズハゼ、チチブ、ヌマチチブ)、カジカ科(カンキョウカジカ、カジカ大卵型、アユカケ)、アユの14種を対象種とした。ウキゴリ属のスミウキゴリ、シマウキゴリやアユが島内の全域に出現したのに対し、ヨシノボリ属のシマヨシノボリ、ルリヨシノボリはそれぞれ島の南部・北部に分かれており、地史的な影響、底質、双方の要因が考えられた。

(2) 微量元素分析と安定同位体分析、耳石解析

調査によって得られた約350個体について耳石試料を作成し、微量元素分析を行った。特徴的な結果について以下に示す。佐渡島のヨシノボリ属は、シマヨシノボリ、ルリヨシノボリ、ゴクラクハゼでは、ほぼ全ての個体が幼生期に海で生活していたことが明らかとなった。河川の中流域で採集された個体も含まれており、本属は佐渡島では海洋での分散の可能性を維持していると推測された。ため池で採集されたトウヨシノボリは淡水のみで生息していたと推定された。ウキゴリ属のスミウキゴリ、シマウキゴリ、ウキゴリについても、幼生期に海洋で生活していたことが確認された。これら2属の分析の過程で、佐渡島の北部の複数の河川では、Srが多く含まれる可能性が示唆された。そこで、質量分析計による酸素同位体比分析を行って、生活史の段階ごとの海水・汽水・淡水の利用形態を調べた。その結果、微量元素分析では検出できなかった海洋生活期を明らかにすることができた。シマヨシノボリでは26～46日間、ルリヨシノボリで26～56日間の海洋生活期間をもつことが、微量元素分析と組み合わせた日齢査定によって明らかとなった。これらは既報よりも約2ヵ月短かったため、離島では海洋での分散規模が小さい可能性が考えられる。一方、本属の耳石による日齢査定は本研究により初めて行われたため、正確な海洋生活期間を報告した初めての結果といえる。

カジカ科のカンキョウカジカとアユカケは幼生期に海洋で生活していることが分かったが、カンキョウカジカでは極端にその期間が短く低塩分環境に推測する可能性が示された。そのため、日齢査定を行ったところ、海洋生活期間は24～44日間であり、著しく成長速度が小さいことが分かった。一方カジカ大卵型は、既報と同様、河川のみで生息することが分かった。

日本国内では、隠岐諸島、対馬、高知、上越のヨシノボリ属では、ほとんどの個体で海洋生活を送っていたことが確認され、その期間は26～53日間と幅があった。一方、ベトナム中北部やフィリピン・パラワン島のヨシノボリ属では、分布していた流程(河口からの距離)や物理的な障壁の有無に関わらず、淡水のみで生活する河川残留型が確認された。

(3) 幼生の飼育実験

佐渡島の河川で採集されたカンキョウカジカの6卵塊について、持ち帰り孵化仔魚を得て、塩分耐性をみた。なお、本種は希少種であるため、個体群への影響を最小限とするため、発見した卵塊の10分の1程度のみ持ち帰り、残りは現場へただちに戻した。孵化仔魚9～約50個体を淡水、汽水、海水区に収容し、生残を観察した。微量元素分析を行った個体では海洋で幼生期を過ごしていたことが確認されたものの((2)を参照)、仔魚の生残は淡水で高く、海水では馴致なしの区では孵化後1日目に生残率が0となり、馴致ありでも淡水と比較して低かった。これは、本種が淡水の影響のある範囲にとどまる、分散の低さを示しているのかもしれないが、さらなる検討が必要である。

(4) まとめ

本研究の結果から、佐渡島をはじめとする島の淡水に生息する魚類は、必ずしも淡水のみで生活するように分散能力を消失しているわけではないことが分かった。一方、本州などでも淡水のみで生活史を完結する種は島においても同様の生活史を維持していた。また、佐渡島内や島嶼・地域間は河川や周辺環境に傾斜や底質、水温などで違いが見られたが、それらと海洋生活期間の有無や期間の長短に明瞭な関係性は見られなかった。これらは、島の淡水域の不安定性と関係する可能性が考えられた。

上記に加えて本研究では、新潟県の希少種であるカンキョウカジカやチチブについて、基本的な生態的知見を得た。また、成果の一部は市民向けの講演会等で講演し、淡水魚やその棲息環境への関心を深めるのに役立てた他、学術論文としても公表した。今後、その他の成果を論文として公表する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Iida Midori, Kido Kyoka, Shirai Kotaro	4. 巻 -
2. 論文標題 Migratory pattern and larval duration of an amphidromous goby (<i>Rhinogobius nagoyae</i>) at Sado Island, in northern Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Marine and Freshwater Research	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1071/MF20094	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sato Mao, Kobayashi Hirozumi, Iida Midori, Shirai Kotaro, Sasaki Kunio	4. 巻 68
2. 論文標題 A record of <i>Tetraroge nigra</i> (Tetrarogidae) from Iriomote Island, southern Japan, with notes on its ecological aspects	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ichthyological Research	6. 最初と最後の頁 207 ~ 213
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10228-020-00763-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 満尾世志人・飯田 碧
2. 発表標題 ウキゴリ属魚類における河川定着過程
3. 学会等名 応用生態工学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林大純・巖 美月・D. F. MOKODONGAN・安田仁奈・白井厚太郎・飯田 碧・山平寿智
2. 発表標題 スラウェシ島におけるヒナハゼ属魚類 “ <i>Redigobius penango</i> ” の非回遊性と系統分類
3. 学会等名 2020年度日本魚類学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯田 碧・H. D. TRAN・H. P. PALLA・小林大純・白井厚太郎・前田 健
2. 発表標題 東南アジアの河川における通し回遊性魚類の回遊規模の推定
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木戸杏香・白井厚太郎・飯田 碧
2. 発表標題 対馬暖流域の島嶼におけるヨシノボリ属の仔魚期の海洋生活期間
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅田稜二・木戸杏香・飯田 碧
2. 発表標題 河川におけるハゼ科ウキゴリ属魚類の微小生息環境利用
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 満尾世志人・飯田 碧・山本 直・中島智志
2. 発表標題 ウキゴリ属魚類による河川加入と餌資源利用
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 満尾世志人・飯田 碧
2. 発表標題 ハゼ科魚類による河川加入とその変動要因
3. 学会等名 第25回「野生生物と社会」学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯田 碧・小黑 環・白井厚太郎・安房田智司
2. 発表標題 佐渡島におけるアユの回遊バタンの個体群内変異
3. 学会等名 2019年度日本魚類学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木戸杏香・白井厚太郎・飯田 碧
2. 発表標題 佐渡島と隠岐諸島における両側回遊性ヨシノボリ属の海洋生活期間および河川における生息環境
3. 学会等名 2019年度日本魚類学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浅田稜二・木戸杏香・飯田 碧
2. 発表標題 佐渡島の河川におけるハゼ科ウキゴリ属の微小生息環境利用
3. 学会等名 2019年度日本魚類学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 MAEDA, K. and M. IIDA
2. 発表標題 Migratory ecology of freshwater gobies in Central and Northern Vietnam
3. 学会等名 1st National Conference on Ichthyology in Vietnam (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯田 碧・木戸杏香・浅田稜二・小黑 環・白井厚太郎・安房田智司・満尾世志人
2. 発表標題 佐渡島の河川におけるハゼ科魚類の回遊パターンと環境との関係
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木戸杏香・白井厚太郎・飯田 碧
2. 発表標題 佐渡島における両側回遊魚シマヨシノボリの海洋生活期間
3. 学会等名 2018年度日本魚類学会年会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ベトナム	Hanoi National University of Education			