

# 学 位 審 査 報 告 書

|                                                                                                                                                                                                            |                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| ( ふ り が な )<br>氏 名                                                                                                                                                                                         | たまだ かずあき<br>玉田 一晃                   |
| 学位 (専攻分野)                                                                                                                                                                                                  | 博 士 ( 理 学 )                         |
| 学 位 記 番 号                                                                                                                                                                                                  | 論 理 博 第 号                           |
| 学位授与の日付                                                                                                                                                                                                    | 平成 年 月 日                            |
| 学位授与の要件                                                                                                                                                                                                    | 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当             |
| (学位論文題目)<br><br>Intra- and interspecific variations in reproductive characteristics along a river course in amphidromous <i>Rhinogobius brunneus</i> species complex<br>(両側回遊性ヨシノボリ類の流れに沿った繁殖形質の種内および種間変異) |                                     |
| 論 文 調 査 委 員                                                                                                                                                                                                | (主査) 渡辺勝敏 准教授<br>堀 道雄 教授<br>曾田貞滋 教授 |

( 続紙 1 )

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                            |    |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| 京都大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 博士（ 理学 ）                                                                                                                                                                                   | 氏名 | 玉田 一晃 |
| 論文題目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Intra- and interspecific variations in reproductive characteristics along a river course in amphidromous <i>Rhinogobius brunneus</i> species complex<br>(両側回遊性ヨシノボリ類の流れに沿った繁殖形質の種内および種間変異) |    |       |
| (論文内容の要旨)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                            |    |       |
| <p>両側回遊とは、通し回遊（川と海を行き来する回遊）の3つのサブカテゴリーのひとつであり、河川で孵化した個体が直ちに海に下って摂食活動を行い、未成熟の段階で、再び河川にもどって摂食、成長、成熟および繁殖を行う生活史をいう。両側回遊魚では、仔魚の流下過程における生残率が流下距離（時間）に比例して低下すると考えられ、いかにその間の仔魚の消耗を抑えるかが、生活史戦略上、重要である。ハゼ科ヨシノボリ類 <i>Rhinogobius brunneus</i> species complex は、川床の石を産卵基質として利用し、雄が見張り保護を行う魚類で、多くの種が両側回遊性である。両側回遊性ヨシノボリ類は河川を遡上しながら成長するので、分布域の上流ほど大型（高齢）個体が産卵を行うことになる。また、成魚の流程分布は種間で異なる。従って、仔魚の流下過程における生残率は、成魚の流程分布に応じて種内および種間で異なることが予測され、各種は流程分布に応じた多様な生活史特性を有する可能性がある。本研究では本州中部に位置する中河川、会津川に生息する両側回遊性ヨシノボリ類 3 種（シマヨシノボリ <i>Rhinogobius</i> sp. CB、オオヨシノボリ <i>Rhinogobius</i> sp. LD、ルリヨシノボリ <i>Rhinogobius</i> sp. C0）を材料に、ヨシノボリ類の繁殖戦略上重要と考えられる卵サイズおよび巣石サイズの 2 つの形質の種内および種間変異の実態の解明を試みた。</p> <p>まずシマヨシノボリを材料に、卵サイズの種内変異を調査した結果、雌の体サイズと卵サイズの間に正の相関がみられ、分布域の上流に生息する大型（高齢）雌はより大きな卵を産卵していることが明らかになった。さらに、同じ体サイズであっても分布域の下流より上流の個体の方が大型の卵を生産していた。</p> <p>卵数と卵サイズの種間変異を調査した結果、河川の上流域まで遡上して産卵するオオヨシノボリやルリヨシノボリは、河川の中・下流域までしか遡上しないシマヨシノボリより小卵多産の傾向を示した。さらに、前 2 種はヨシノボリ類の中でも大型に成長するので、その多産性が助長された。前 2 種では増大する仔魚の流下時のリスクに対し、卵サイズを犠牲にし、卵数を多くすることで繁殖成功を補償していると推察された。</p> <p>シマヨシノボリを材料に、巣石サイズの流程変異を明らかにし、雄の流程分布と繁殖成功との関係を調査した結果、本種が巣として利用可能な石サイズは下流から上流に向かうに従って大きくなることがわかった。雄は分布域の上流で大型の巣石を獲得し、大型雌、さらには複数雌との繁殖で多くの卵を獲得していた。河川の下流には両側回遊性ヨシノボリ類と同じ資源を巣石として利用するヌマチチブが生息する。ヌマチチブはシマヨシノボリより大型に成長する攻撃性の強いハゼ科の両側回遊魚である。下流ではヌマチチブが比較的大きな巣石を独占していた。巣石サイズ選択実験では、大型の巣石獲得を巡って体サイズ優位の結果が得られた。</p> <p>最後に、シマヨシノボリとオオヨシノボリを材料に、卵数および卵サイズの種間変異と巣石サイズ選択性の関連について調査した。その結果、標高と河床の石サイズとの間には正の相関がみられ、オオヨシノボリの生息する上流域の石はシマヨシノボリが生息する中・下流域の石より大きく、前者は後者より大きな巣石を獲得し、多くの卵を保護していた。シマヨシノボリが分布する中・下流域の石はオオヨシノボリ雄が獲得できる卵を産着させるのに十分なサイズのものが少なかった。2 種の両側回遊性ヨシノボリ類の種で共通に、雌雄の体サイズ、巣石サイズ、産着卵数それぞれが標高と正の相関を示した。巣石サイズ選択実験では、雄は種に関係なく、size-assortative な</p> |                                                                                                                                                                                            |    |       |

(続紙 2)

巢石選択性が見られた。オオヨシノボリは体サイズが大型になるので、結果的に大きな巢石を選択することになる。2種に見られた巢石サイズ選択性は、各々の流程分布によく対応していた。

以上のように、両側回遊性ヨシノボリ類では種内および種間レベルで卵サイズと巢石サイズに流程変異がみられた。これら諸形質の流程変異は、川床の石サイズの河川勾配（上流ほど大型）を利用した、仔魚の流下過程における生残率の流程変異への適応であると考えられる。両側回遊魚では、生活史戦略上、物理的および生物的な環境の河川勾配に対してどう適応するかが重要であり、この適応の産物として両側回遊魚の種分化が促進されてきた可能性がある。

(論文審査の結果の要旨)

川と海を行き来する回遊性の動物は、生活史の進化的戦略や適応を研究するための好材料である。両側回遊は、孵化後直ちに海に下り、未成熟の段階で再び河川に戻って成長、繁殖を行う生活史であり、魚類や甲殻類でよくみられる。本研究は、両側回遊性のハゼ科魚類であるヨシノボリ種群を材料にし、その河川内分布、繁殖形質、繁殖戦略を野外調査と室内実験に基づいて解明し、種内および種間比較のもとでそれらの生活史特性の適応的意義を統合的に理解することを目指したものである。

両側回遊性のヨシノボリ類は河川を遡上しながら成長し、河床の石を産卵基質とし、雄が見張り保護を行う魚類である。ヨシノボリ類の河川内分布は成長段階、また種によって異なるが、仔魚の流下過程における初期生残率は流下距離や時間に比例して低下すると考えられるので、いかにその間の仔魚の消耗を抑えるかが、生活史戦略上重要であり、各種は流程分布に応じた多様な生活史特性を有するものと予測された。本研究ではまず、シマヨシノボリ種内の卵サイズ変異を調査し、より上流域で、体サイズの効果を超えて、より大きな卵を生産することを明らかにし、流下仔魚の飢餓耐性を高めている可能性を示した。

次に、卵数と卵サイズの種間変異を調査し、河川の上流域まで遡上して繁殖するオオヨシノボリやルリヨシノボリで、一般的な予測に反して、小卵多産の傾向を示すことを明らかにした。これは、増大する仔魚の流下時のリスクに対し、卵サイズを犠牲にし、卵数を多くすることで繁殖成功を補償していることを示唆するが、これに対して最適生活史モデルに基づく理論的な裏付けを与えた。雄においても、流程に沿って繁殖特性に種内・種間変異がみられ、より上流域で河床の石サイズが大きくなることに関連して、上流域で大型雄が繁殖成功において優位であることを定量的に明らかにした。また、室内実験に基づき、これが大型の巢石獲得をめぐる種内、種間競争の結果であることを実証した。

以上のような長期にわたる詳細かつ定量的な野外調査と室内実験により、本研究は、両側回遊性ヨシノボリ類の繁殖特性の種内および種間変異が、河床環境の流程勾配、種間競争、および流下仔魚の初期生残率の確保に関連した適応戦略として包括的に理解できることを示した。これらの点から、本研究は実証性と新規性において、優れた研究であると高く評価できる。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成23年1月19日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果、合格と認めた。同日、専攻学術に関する学識確認を口頭試問により行った結果、合格と認めた。

学識確認のための試問の結果

氏 名 玉田 一晃

(試問の科目・方法・判定)

| (科 目) | (方 法) | (判 定) | (備 考) |
|-------|-------|-------|-------|
|-------|-------|-------|-------|

専 攻 学 術

|       |    |    |
|-------|----|----|
| 動物生態学 | 口頭 | 合格 |
| 動物系統学 | 口頭 | 合格 |
| 動物行動学 | 口頭 | 合格 |

(試問の結果の要旨)

上記のとおり、専攻学術に関する試問の結果、本学大学院博士後期課程を修了した者と同等以上の学力を有することを確認した。

試問担当者氏名

|          |          |
|----------|----------|
| 氏 名 渡辺勝敏 | 氏 名 堀 道雄 |
| 氏 名 曾田貞滋 | 氏 名 疋田 努 |
| 氏 名 沼田英治 |          |