

平成22年 5月31日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2007～2009

課題番号：19510236

研究課題名(和文) 回遊魚に配慮した河川管理技術の開発—生息決定要因と個体群動態の解明

研究課題名(英文) Development of river management technology consider for biodiversity -Factor of inhabit decision and investigate for population movement of migratory fish

研究代表者

高木 基裕 (TAKAGI MOTOHIRO)

愛媛大学・南予水産研究センター・准教授

研究者番号：70335892

研究成果の概要(和文)：重信川水系の石手川ダム上流域のオオヨシノボリ個体群の陸封化が確認されるとともに、人工構造物による分断の影響を受け、石手川ダム上流域の個体群は他の重信川個体群と遺伝的に分化していることが示唆された。一方、ダム直下域では、ダムから降下した陸封型個体が生息するとともに、両側型個体と混在しているとみられた。

研究成果の概要(英文)：Population of upper reaches in Isite dam in *Rhinogobius* LD were confirmed landlocked form. Genetic differentiations were suggested for influence of dividing into parts cause of artificial structure between upper reaches of Ishite populations and Shigenobu populations. Population of just under the dam inhabited the individuals originate from upper dam populations.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：資源保全学

キーワード：回遊魚、河川管理、遺伝的多様性、回遊履歴、オオヨシノボリ

1. 研究開始当初の背景

(1) 従来、我が国では治水・利水を最優先とした河川管理を行われてきたが、平成9年の河川法改正により河川法の目的に、治水・利水に加え「河川環境の整備と保全」が位置づけられるようになった。しかし、河川管理の中に保全対策をどのように組み込んでいくかは未だ手探りの状態である(玉井ら、2000)。そのような中、どのような「環境」や「動植物」を保全すべきかについて、具体的な特定を行うことは優先度が高いと言え

る。河川環境において、伏流による瀬切れや堰・ダムなどの人工構造物が、魚類をはじめとした河川生物の生息における大きな限定要因となっている。特に、回遊性魚類においては生活史の一環として行われる産卵遡上や海洋生活のための降下などの阻害遮断は個体群の存続にとって著しい影響を及ぼす。

(2) ハゼ科ヨシノボリ類の一種であるオオヨシノボリは、北海道を除く日本各地の河川の上流～中流域に生息している。本種は孵化

後直ちに海に下り、2~3ヶ月を沿岸域で過ごしたあと、全長15~20mmに成長して川へ遡上する両側回遊魚であり(川那部・水野, 1989)、その生活史を通じて沿岸河口域から上流域までの河川全体を利用するため、河川環境を代表する指標種として位置づけられる。一方、ダム湖のような巨大滞水域が出現した場合、ヨシノボリ類はその上流に陸封されることがあり(水野, 1989)、これら陸封個体群は回遊性のものより小型で、ダム湖を海と見たてて再生産を行っている。これまでヨシノボリ類の陸封化現象は、一般にダム湖などの巨大滞水域の存在が必要と考えられていたが、近年になって、同属のルリヨシノボリにおいて極めて小水域での陸封化現象が確認され(酒井ら, 2004)、本種においても瀬切れや堰堤により分断化された河川上流域で陸封・孤立化が生じている可能性がある。

(3) 同一河川内の集団構造を把握するには高感度の遺伝的多型を示すマーカーが必要となるが、真核生物のゲノム中に多く存在する2~10塩基単位の短い繰り返し配列の配列数の多型を検出するマイクロサテライトDNA多型解析法は、個体の相同染色体DNAごとに多型性に富み、各マーカー座によっても多型の程度が異なることから、個体レベルから集団レベルまで様々な対象の遺伝研究に応用されている(高木, 2002; Ohara et al, 2005)。また、通し回遊魚について、魚類の平衡感覚器官である耳石のカルシウム(Ca)に対するストロンチウム(Sr)濃度(Sr/Ca)を調べることにより、その回遊履歴を推測でき(新井, 2002)、同属であるルリヨシノボリについてもSr/Ca濃度が海域生活期に高く河川生活期に低いことが実証されている(酒井ら, 2004)。

2. 研究の目的

マイクロサテライトDNA多型解析法を用いて、伏流と多数の人工構造物で河川が分断されている重信川水系におけるオオヨシノボリ個体群の遺伝的集団構造の解析を行うとともに、耳石Sr/Ca濃度による回遊履歴の判定を行い、人工構造物による分断の程度を評価することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 供試魚は重信川水系のオオヨシノボリ8河川11地点からそれぞれ30から60個体用い、胸鰭からDNAを抽出した(Fig. 1)。

(2) マイクロサテライト領域の増幅にはヨシノボリ類用の3種のプライマー(*Rhi-5**, *-7**, *-11**)を用いた。増幅したマイクロサテライト領域は、アレルサイズを決定し遺伝的解析に用いた。

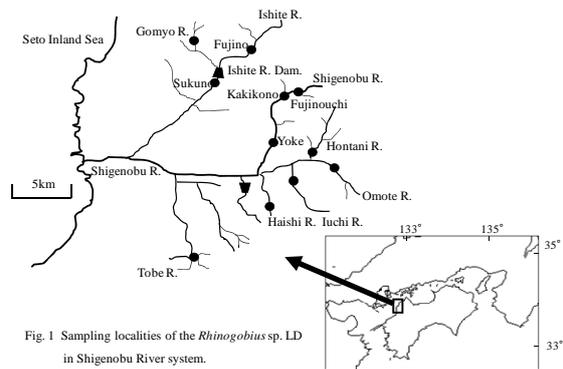


Fig. 1 Sampling localities of the *Rhinogobius* sp. LD in Shigenobu River system.

(3) 耳石Sr/Ca解析は石手川ダム上流部の藤野、石手川ダム直下域の宿野および重信川上流部の堰堤が連なる河川域の上流の藤の内からそれぞれ2から10個体の耳石を採取し、Sr/Ca濃度を計測した。

(4) 遺伝的解析は検出されたアレル型をもとにアレル頻度、ヘテロ接合体率を算出するとともに、コンピューターソフトウェアAを用いてHardy-weinberg平衡からのずれおよびPopulation pairwise *Fst*による個体群間の検定を行った。また、アレル頻度からのNei (1972)の遺伝的距離およびUPGMA dendrogramを作成した。

4. 研究成果

(1) 各サンプルの遺伝的多様度を示すヘテロ接合体率(期待値)の平均値は0.843~0.889の値を示し、いずれの個体群間でも大きな差は見られなかった。

(2) 各個体群間の遺伝的距離を示すDendrogramは石手川ダム上流の藤野および五明川個体群は他の個体群とは異なるクラスターを示した。一方、石手川ダム直下域の宿野の個体群は他の個体群と同じクラスターに含まれた(Fig. 2)。

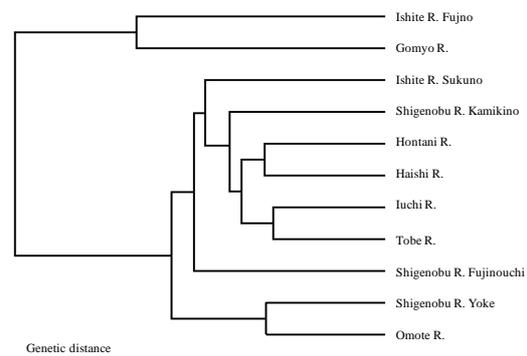


Fig. 2. UPGMA dendrogram of *Rhinogobius* sp. LD

(3) 各個体群間の遺伝的分化程度を示す異質性検定では、石手川水系以外の個体群間において有意差がみられなかった。一方、石手川ダム上流域の藤野および五明川の個体群

は、石手川水系以外のほとんどの個体群と有意差がみられた。また、石手川水系の藤野、宿野および五明川個体群間において有意差はみられなかった。

(4) 耳石 Sr/Ca 解析においては、重信川藤野の内の 2 個体の Sr/Ca 値は、いずれも耳石中心部から相対距離 20% 付近まで高い値を示し、その後顕著に減少し、両側回遊型としての波形を示した (Fig. 3, 下段)。これは仔魚期を沿岸部で過ごした後、遡河する両側回遊型オオヨシノボリの生活様式に対応しており、堰堤が連続する区域の上流部であってもオオヨシノボリが遡上していることが裏付けられた。しかし、遡上する個体数については制限を受けている可能性が高く、堰堤上流部および下流部の個体数について周年調査する必要が認められる。一方、石手川ダム上流域の藤野の 2 個体の Sr/Ca 値は、それぞれ耳石中心から縁辺部にわたり安定して低い値を示し、陸封されていることが実証された (Fig. 3, 上段)。石手川ダム上流域の藤野個体群は、石手川ダム湖を両側回遊型における海としてそこに存在するプランクトン類を捕食し、初期生活を行っていると考えられ、オオヨシノボリの河川環境への適応度の高さを示している。それらに対してダム直下域の石手川宿野の 10 個体は、両側回遊型の Sr/Ca 分布を示すもの (6 個体) と陸封型の Sr/Ca 分布を示すもの (4 個体) の混生がみられ、陸封型個体がダムから降下していることが明らかとなった (Fig. 3, 中段)。

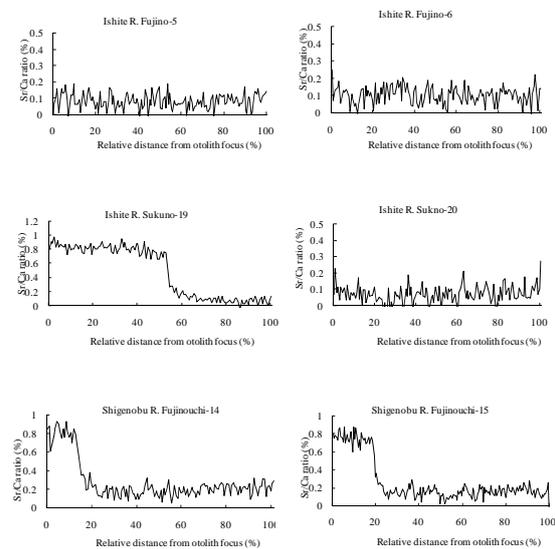


Fig. 3. Change of Sr/Ca ratio (%) along the measurement line of otolith cross section of *Rhinogobius* sp. LD.

(5) 以上の結果から、石手川ダム上流域個体群の陸封化が確認されるとともに、人工構造物による分断の影響を受け、石手川ダム上

流域の個体群は他の重信川個体群と遺伝的に分化していることが示唆された。一方、ダム直下域では、ダムから降下した陸封型個体が生息するとともに、両側型個体と混在しているとみられた。

(6) 近年、同属のルリヨシノボリにおいて極めて小水域での陸封化が確認され、陸封個体群の遺伝的多様性の減少や、魚体の矮小化が報告されている。本研究においては、石手川ダム上流域の個体群の遺伝的多様性の減少は認められず、魚体については他の個体群と同等、もしくはより大型な個体が多く見られた。これらのことから、石手川ダム上流域の個体群は陸封時において個体群の大きさが十分に大きく、また、餌生物をはじめとした生息環境も良好であり、陸封化において懸念される創始者効果や餌料環境の悪化などの影響による個体群の減少や個体サイズの矮小化が少ないものと考えられる。しかし、石手川ダム上流域の個体群と他の個体群が分断され、石手川ダム上流の個体群と重信川本流水系間において遺伝的分化がみられたことから、重信川のオオヨシノボリ個体群が陸封化により受けた影響は極めて大きい。

(7) 本研究では、石手川ダム上流域の個体群の陸封化が確認されるとともに、陸封化個体群において河川間レベルの遺伝的分化が起こっていることを明らかにしたことから、マイクロサテライト DNA 多型を用いた集団構造解析および耳石 Sr/Ca 濃度による回遊履歴の判定が、河川における人工構造物による分断の影響評価に有効であると示された。今後、異なる河川回遊魚や他の河川における同様の研究の遂行により、保全対象となる地域の推定や優先順位の設定を行うことが可能になると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

〔学会発表〕 (計 1 件)

高木基裕、矢野諭、角崎嘉史、井上幹生、清水孝昭、両側回遊型オオヨシノボリのダム湖における陸封化と陸封化個体のダム降下、応用生態工学会第 13 回研究発表会、2009 年 9 月 27 日、浦和。

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕
特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高木 基裕 (TAKAGI MOTOHIRO)
愛媛大学南予水産研究センター
研究者番号：70335892

(2) 研究分担者

井上 幹生 (INOUE MIKIO)
愛媛大学工学研究科
研究者番号：10294787