

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月9日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22510031

 研究課題名（和文） 遺伝的多様性に配慮した河川管理技術の開発－河川構造物と
 個体群の遺伝的分化

 研究課題名（英文） Development of river management technology attention to genetic
 diversity - river structures and population genetic divergence

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）：本研究では、複数の貯水ダムが設置されている吉野川において生態の異なる複数の魚類オオヨシノボリ、カワヨシノボリおよびタカハヤの遺伝的集団構造の解析を行い、ダムによる個体群の分断の程度を評価することを目的とした。吉野川水系の個体群において生息地間の地理的距離に起因する遺伝的差異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、それぞれの個体群は遺伝的に分化していることが示された。

研究成果の概要（英文）：In this study, population genetic structure of a common freshwater gobies (*Rhinogobius fluviatilis* and *R. flumineus*) and Southern fat minnow (*Rhynchocypris oxycephalus juyi*) in the Yoshino River and its tributaries was surveyed using three microsatellite loci to examine effects of dams. Considerable genetic differences were observed between populations above and below the dams.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2011年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：環境評価手法

1. 研究開始当初の背景

(1) 平野部が少なく人口密度が高い我が国においては、従来、安全性（防災）と効率（利

水）を最優先とする河川管理が行われてきたが、近年、「河川環境の整備と保全」が河川管理の目的の一つとして法律的に位置づけ

られるようになった。しかし、どのような「環境」や「動植物」を保全すべきかについて、実際の河川管理の各現場では、具体的な特定が難しい場合が多い。そのような中、河川生態を代表する鍵種の個体群動態を解明することは、「河川環境の整備と保全」を行う上で極めて優先度が高いと言える。

(2) 河川環境において、ダムや堰堤などの河川構造物が、回遊性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おり、水生生物の移動・遡上は大きな影響を受ける。最近、河川内における個体群の分布パターンと遺伝的多様性および分化の程度を評価することにより生息決定要因の推定を行い、それを保全管理計画に取り入れようとする試みがなされだしている。

2. 研究の目的

(1) ハゼ科ヨシノボリ類の一種であるオオヨシノボリは、日本各地の大河川の上流～中流域に生息するわが国の代表的な河川性魚類である。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型魚類であり、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。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ダム湖を海とみだてて再生産を行っている。申請者らは、前回の科学研究費補助金において両側回遊型魚類のオオヨシノボリが、愛媛県松山市の近郊を流れる重信川の石手川ダム湖において陸封化および一部個体がダムを降下していることを耳石のストロンチウム濃度解析により証明するとともに、ダム湖の上流と下流の個体群において河川間レベルの大きな遺伝的分化が生じていることをマイクロサテライトDNA多型解析により明らかにした。このようなダムによる個体群の遺伝的分化現象が他の河川においても生じているか検証を行う必要がある。

(2) 一方、カワヨシノボリは同属の両側回遊魚のオオヨシノボリとは異なり、大型の卵を少数産み、仔稚魚期も含めて海に下らず、池や湖などの止水域にも侵入しない川の中だけで一生を送る純淡水魚である。また、生息域にダム湖が形成されるとカワヨシノボリはダム湖自体からは見られなくなることから(水野、1989)、ダム湖流入河川ごとの個

体群の分断が生じている可能性がある。

(3) さらに、遊泳性魚類のタカハヤは底性魚のヨシノボリ類とは異なり、腹鰭が変化した吸盤などの遡上を補助する器官がなく、ダムはもとより堰堤等により分断された河川の上流域において、個体群の孤立が生じている可能性がある。

(4) 本研究では、多数の構造物によって河川が分断されている四国4県にまたがる1級河川の吉野川をモデルとして、魚類鍵種の遺伝子交流の程度を解析するとともに、遡上および遡下を妨げる構造物設置の条件を解明し、魚類の生活史を考慮した河川管理手法の開発を行う。

3. 研究の方法

(1) マイクロサテライトDNA多型による遺的個体群構造解析(オオヨシノボリ・カワヨシノボリ)

採集されたオオヨシノボリおよびカワヨシノボリサンプル個体よりDNAを抽出し、ヨシノボリマイクロサテライト領域増幅用プライマーを用いてPCRを行い、オオヨシノボリおよびカワヨシノボリのマイクロサテライト領域を増幅する。遺伝子解析装置の電気泳動により増幅断片の分画、蛍光物質によるマイクロサテライト断片の可視化を行い、各個体のアリル型を検出する。本研究で用いるヨシノボリ類マイクロサテライト領域増幅用プライマーは、研究代表者が先の関連研究において開発したものである。

(2) 耳石ストロンチウム(Sr)濃度による回遊履歴判定(オオヨシノボリ)

分布状況や他の調査水域と遺伝的組成が異なるオオヨシノボリ個体群について回遊履歴判定を行う。オオヨシノボリ個体より耳石をとりだし、耳石の研磨および琢磨を行う。耳石試料のSr濃度をX線分析装置(EPMA)により測定し、回遊履歴を判定する。

(3) ミトコンドリアDNA多型による遺伝的構造解析(タカハヤ)

タカハヤ個体群を採集するとともにミトコンドリアDNAマーカーによる遺伝的多型解析を行い、集めた塩基配列データをもとに各種集団遺伝学的解析により個体群の遺伝的多様度および分化程度を評価する。

4. 研究成果

(1) オオヨシノボリ

供試魚は吉野川水系のオオヨシノボリ 6 地点からそれぞれ 21 から 44 個体用い、DNA を抽出した (図 1)。

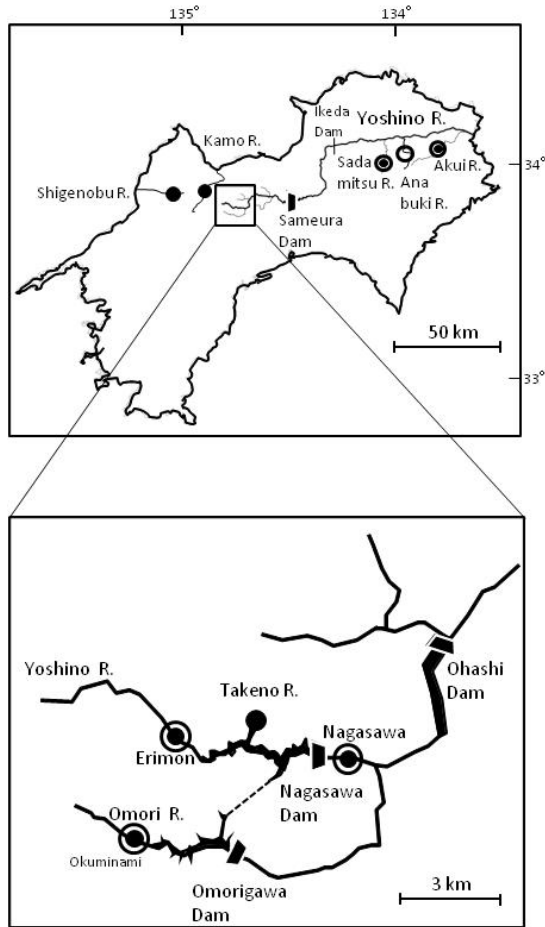


図 1 オオヨシノボリの採集地点

遺伝的多様度を示すヘテロ接合体率 (期待値) の平均値は 0.741~0.809 の値を示し、個体群間で大きな差は見られなかった。各個体群間の遺伝的分化程度を示す遺伝的距離では、早明浦ダム上下流部の個体群間で大きな距離がみられた (図 2)。

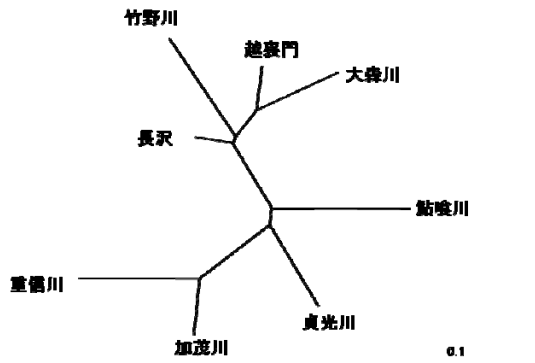


図 2 オオヨシノボリの遺伝的距離

耳石 Sr/Ca 解析においては、早明浦ダム上流部の 4 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。一方、貞光川の個体は両側回遊型と陸封型の回遊履歴を示す個体がそれぞれ見られた (図 3)。

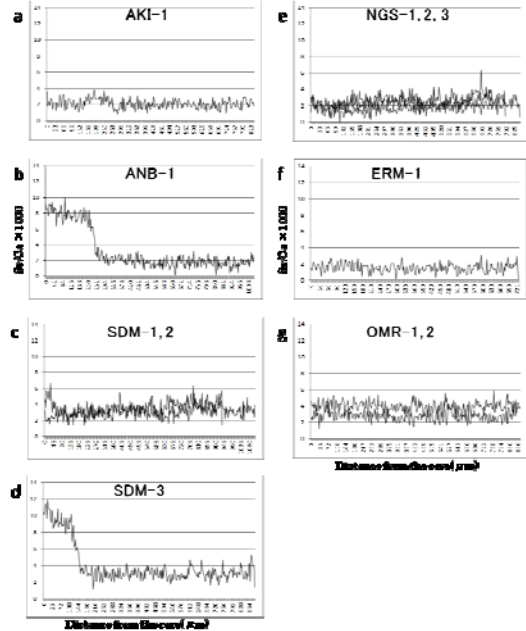


図 3 耳石ストロンチウム、カルシウム比

(2) カワヨシノボリ

供試魚は吉野川水系のカワヨシノボリを 9 地点からそれぞれ 32 から 52 個体用い、DNA を抽出した。

遺伝的多様度を示すアレル数の平均値は、4.5~14.0 の値を示し、早明浦ダム上流域の大北川個体群間で低く、早明浦ダム下流域の本山、貞光川および鮎喰川個体群で高かった。また、ヘテロ接合体率 (期待値) の平均値は、0.484~0.769 の値を示し、早明浦ダム上流域の大北川個体群間で低く、早明浦ダム下流域の本山個体群で高かった。

各個体群間の遺伝的分化程度を示す異質性検定では、早明浦ダム上流部の個体群間で有意差が認められない組み合わせが多くみられた。

(3) タカハヤ

7 地点で採取したタカハヤについて Cyt-b 領域 506bp の塩基配列を決定した。塩基配列を比較したところ、18 の部位で変異が確認され、12 種類のハプロタイプが検出された。

各集団のハプロタイプ数は 1-8 の値を示した。遺伝子多様度および塩基多様度は吉野川水系の汗見川で低かった。

各個体群間の遺伝的分化程度を示す異質性

検定では、汗見川水系の支流西谷川上流部と西谷川下流部、西谷川上流部と汗見川上流部の組み合わせ以外では有意差が確認された。

以上の結果から、吉野川水系の個体群において生息地間の地理的距離に起因する遺伝的差異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、それぞれの個体群は遺伝的に分化していることが示唆された。

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5件)

- ①高木基裕・柴川涼平・清水孝昭・大森浩二・井上幹生：吉野川におけるオオヨシノボリ個体群の遺伝的分化および陸封化。応用生態工学，印刷中，査読有
- ②高木基裕・久保田侑意子・伊藤明・渋谷雅紀・高橋弘明・酒井治己：四国におけるルリヨシノボリの遺伝的多様性，分化および陸封化。日本生物地理学会報，67:93-102。(2012)，査読有
- ③高木基裕・関家一平・柴川涼平・清水孝昭・川西亮太・井上幹生：愛媛県加茂川・中山川におけるヨシノボリ類個体群のダム隔離による遺伝的影響。応用生態工学，15：161-170。(2012)，査読有
- ④Kawanishi, R., Inoue, M., Takagi, M., Miyake, Y., Shimizu, T.: Habitat factors affecting the distribution and abundance of the spinous loach *Cobitis shikokuensis* in southwestern Japan. Ichthyological Research. 58: 202-205. (2011)，査読有
- ⑤高木基裕・矢野諭・柴川涼平・清水孝昭・大原健一・角崎嘉史・川西亮太・井上幹生：愛媛県・重信川水系の石手川ダムにおけるオオヨシノボリの陸封化と遺伝的分化。応用生態工学，14：35-44。(2011)，査読有

[学会発表] (計5件)

- ①高木基裕・柴川涼平・清水孝昭・大森浩二・井上幹生。吉野川におけるオオヨシノボリ個体群の遺伝的分化および陸封化。平成25年度日本水産学会春季大会，2013年3月28日，東京。
- ②高木基裕・久保田侑意子・伊藤明・渋谷雅紀・高橋弘明・酒井治己。四国におけるルリヨシノボリの遺伝的多様性，分化および陸封化。平成24年度日本水産学会秋季大会，2012年9月16日，下関。

③清原祐司・高木基裕・井上幹生・清水孝昭。タカハヤ個体群の人工構造物による影響。平成24年度日本水産学会秋季大会，2012年9月15日，下関。

④高木基裕・関家一平・柴川涼平・清水孝昭・川西亮太・井上幹生。愛媛県加茂川・中山川におけるヨシノボリ類の遺伝的多様性。平成23年度応用生態工学会大会，2011年9月15日，金沢。

⑤川西亮太・角崎嘉史・井上幹生・高木基裕・大森浩二。両側回遊性魚類オオヨシノボリの生息密度に対するダムの影響：貯水池の有無による違い。応用生態工学会 第14回札幌大会，2010年9月22日，札幌。

[その他]

ホームページ等

<http://web.agr.ehime-u.ac.jp/~fish.con/>

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・准教授
研究者番号：70335892

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

井上 幹生 (INOUE MIKIO)

愛媛大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：10294787

清水 孝昭 (SHIMIZU TAKAAKI)

愛媛大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：90503996