

中小河川における希少魚ネコギギの生息環境

PHYSICAL HABITAT OF ENDANGERED CATFISH *PSEUDOBAGRUS ICHIKAWAI* (SILURIFORMES: BAGRIDAE) IN LOWER ORDER STREAMS

田代 喬¹・佐川志朗²・萱場祐一³・齊木雅邦⁴・長谷川浩二⁵

Takashi TASHIRO, Shiro SAGAWA, Yuichi KAYABA, Masakuni SAIKI and Koji HASEGAWA

¹正会員 博(工) 独立行政法人土木研究所 水循環研究グループ自然共生研究センター 専門研究員
(〒501-6021 岐阜県各務原市川島笠田町官有地無番地)

²株式会社ドーコン 環境保全部 (〒004-8585 札幌市厚別区厚別中央1条5-4-1)
(元 独立行政法人土木研究所 水循環研究グループ自然共生研究センター 交流研究員)

³正会員 工修 独立行政法人土木研究所 水循環研究グループ 自然共生研究センター長

⁴正会員 国土交通省中部地方整備局 豊橋河川事務所工務課 工務係長
(〒441-8149 愛知県豊橋市中野町平西1-6)

⁵独立行政法人土木研究所 水循環研究グループ自然共生研究センター 交流研究員

The bagrid catfish, *Pseudobagrus ichikawai*, is threatened with extinction, occurring only in the streams flowing into Ise and Mikawa Bays. *P. ichikawai* is perceived to use the interstices of boulder clusters in backwaters. The objectives of this study are to clarify the physical characteristics of *P. ichikawai* habitats and to help implementing habitat restoration in the streams decreased its population.

This study consists of stratified surveys and analyses from the viewpoints of three kinds of spatial scale as follows: (1) "landscape scale" which includes physical land shape characteristics of the valley with each stream investigated before, (2) "reach scale" of the longitudinal 80 m length including the riparian zone with the multiple observed points of catfish and (3) "micro-habitat scale" of the quadrates (2m x 2m) where we observed the catfish individuals. According to these analyses, the individuals of *P. ichikawai* hid in the interstices of loose boulder clusters in backwaters during daytime. Particularly, this tendency became notable as they grew and gathered. In addition, the potential habitat area of catfish could be simulated in both streams, and thereby the difference of habitat conditions was quantitatively revealed. These results can be beneficial for rehabilitating the habitat of endangered catfish, *P. ichikawai*.

Key Words : *Pseudobagrus ichikawai*, physical habitat, multi-scale spatial analysis, loose boulder cluster

1. はじめに

ネコギギ (*Pseudobagrus ichikawai*) は伊勢湾・三河湾に注ぐ河川にのみ生息しているナマズ目ギギ科の日本固有の純淡水魚である¹⁾。その分布域の狭さと学術的な貴重性から1977年に天然記念物に指定された。さらに近年では、生息場所および個体群サイズの縮小が著しく、絶滅危惧種として選定されている²⁾。本種の生息場所は流れの緩やかな清流の平瀬から淵であり、水質変化や河川改修などによる生息場所の改変によって大きな影響を被っているとされている³⁾。多くの河川で人為的な環境改変がなされている今日、環境変化に対する耐性が極端に低いとされるネコギギのような生物の生息環境を保全していくことは、種の保全といった直接的観点のみならず、生態系を支える多様な河川空間を保持していく上で重要であると思われる。そこで本論文では、ネコギギ生息場の再生・創出の実現のため、既往知見の少ない物理的生息場所に関する知見の取得と潜在的な生息場所の予測

手法の確立を目的とする。

ネコギギの生態的知見に関しては、近縁種や周辺地域個体群との遺伝的差異を扱ったもの⁴⁾⁶⁾が多いが、産卵・成長⁷⁾⁸⁾、生息分布⁹⁾¹¹⁾、生息場所特性¹²⁾¹⁶⁾などについても知られる。活動的な夜間に、流れの緩やかな平瀬や淵を遊泳する⁷⁾¹⁶⁾一方、活性の低い昼間には、緩流部に堆積した巨礫や岩などの隙間に潜むことが経験的に知られている³⁾¹²⁾¹⁶⁾が昼間の定量的な調査は行われていない。このような環境では、細粒分が平常時に堆積し、出水時にはフラッシュされるが、粗粒分は輸送されないと推算されるため、間隙の「隠れ家」に象徴されるネコギギの微小生息場所は、出水時の水理や巨礫、岩の供給プロセスなど、流域特有の水文、地形、地質的要因によって形成・維持されるものと考えられる。近年では、ダム建設などによって流量変動レジームが変化してきたほか、河道の直線化や護岸整備によって周辺からの地すべりや土砂崩落などによる土砂供給レジームが変化してきた中であって、ネコギギの微小生息場所が減少してきたとの指摘¹⁵⁾¹⁶⁾は十分に納得できるものであろう。

本研究では、ネコギギの昼間の生息場所の構造と機能に着目し、その物理的特性を理解するために、微小生息場所スケールのみならず、この形成と維持に関わるリーチ、小流域スケールにおける生息場所について分析を行う。具体的には、ネコギギ地域個体群の絶滅が危惧されている河川における生息場所保全策の検討のため、地形特性が類似しながらもネコギギが豊富に生息する対照河川を選定し、そこでの生息場の物理的特性の解析から、リーチスケールにおける潜在的な生息場所の推定を試みる。

2. 材料と方法

本研究は次の手順に沿って進められた。すなわち、(1)対照河川の選定およびネコギギ生息河川の地形特性の分析（小流域）、(2)ネコギギ微小生息場所の解析、(3)リーチにおける生息場所の利用に関する考察である。

(1) 対照河川の選定—ネコギギ生息河川の分析—

ここで対象とする河川は、地域個体群が絶滅に瀕したA川¹⁸⁾を含む三重県内におけるネコギギ生息河川である。三重県では行政、研究者によって数多くの調査が行われ、広範な生息分布が把握されている^{11),17),18)}。A川の次数¹⁹⁾は「3次」であることに鑑み、最近の調査¹⁸⁾でネコギギの生息が確認された河川のうち、3次水流に相当する河川を選定した。本条件に該当するのは員弁川水系1河川（A川）、雲出川水系2河川、宮川水系2河川の計3水系5河川であった。ここでの河川次数の判定には各河川の管内図（国土交通省中部地方整備局、三重県）を用いた。必要情報の取得には、図-1に示す方法を用いた。まず、国土地理院発行の地形図（1/25,000）から生息確認地点を含む河道に沿った2~3 km区間の対象地形を切り出した（図中の②）。横断測線設定の際には、河道の位置するところの谷地形を捉えるため、河道側方に存在する稜線を含むように配慮した。はじめに、対象地形内の河道線形に沿った河道延長を計測し、これと標高差、直線距離との関係から対象河川の河床勾配、蛇行度を得た（③）。さらに各測線において、河床標高、河幅を計測するとともに横断面図を作成することにより、谷底幅、谷底の比高、谷勾配を得た（③）。すべての地形特性量の計測には画像解析ソフトであるScion Image for Windows（Scion Corporation製フリーソフト）を用いた。これらの情報をもとにネコギギ生息河川の地形特性を考察し、A川以外の4河川からA川と地形特性が類似した対照河川（B川）の選定を行った。

ここでの解析には、①各河川を対象ケースとするクラスター分析（ワード法、ユークリッド距離を採用）と②各河川における横断測線を対象ケースとした主成分分析を用いた。なお、解析に用いた変数は要素ごとにそれぞれ標準化を行った。

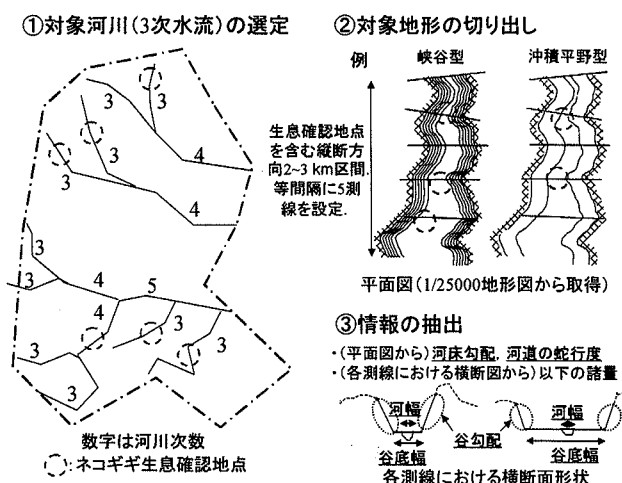


図-1 ネコギギ生息河川を対象とした地形特性に関する情報の取得方法についての概念図

(2) 昼間に利用する微小生息場所の解析

(1)で抽出された対照河川B川において、縦断方向でそれぞれ100 mの湾曲部と直線部からなる調査区間を計6地区設け、潜水目視によるネコギギの生息確認と生息確認地点での物理環境の把握を試みた。既往の調査のほとんどは夜間に行われている^{7),11)-14),17),18)}が、ここでは、保全・再生する場合に必要な不可欠な知見と考えられる昼間の生息場所について調査を行うものとした。これは、本種の生息河川における河川改修などを起因とする環境改変の際、代替生息場所として創出・供与された魚巣ブロックなどの多くが有効に機能していない現状^{15),16)}を踏まえてのことである。

調査は2004年10月12~15日の昼間に行った。まず、調査区の下流より必要に応じて河床材料を捲りながら礫の隙間などに潜むネコギギ個体の確認調査を行い、次いで、確認地点を中心とする2 m×2 mの方形枠内において物理環境を調査した。生息確認には1地区あたり4名×2時間を費やし、現状の物理環境をできるだけ改変しないように注意を払った。ネコギギ個体が確認された際には、確認地点をマーキングするとともに当該個体の全長を計測した。物理環境調査は、方形枠内50 cm間隔で計25測点を設け、流速（6割水深点）、水深、河床材料（長径、短径、形状）、底質状態（4：浮き、3：載り、2：沈み、1：砂・小礫（<16 mm）or 岩盤）を計測した。ここで、底質状態が「浮き」と判定された場合に限り、実測された水深に河床材料の中間径（ここでは、長径と短径の相加平均）を加えて補正した。

微小生息場スケールを対象とした分析のうち、方形枠内の全データを網羅した部分については現在もなお解析中である（佐川ら（未発表））ため、本論文では生息確認地点で得られた情報をもとに次の(3)において得られる情報と併せて考察した。

(3) リーチスケールにおける生息場所の利用

既にネコギギ個体群が矮小なA川において、かつて豊

富な生息が確認された区間^{14),17)}を2地区 (A-1, A-2) 選定し、その対照となるB川では、(2)の結果から特に豊富な生息が確認された1地区 (B-1) を選定した。これら既往の調査^{14),17)}に鑑み、縦断方向に約80 mの直線河道区間を調査区間とする物理環境調査を行った。

調査期間は2004年12月13～16日で(2)の調査時期と異なるが、この間に大きな洪水などは無く河床形状はほぼ同様であったと見なせる。まず、約80 mの対象区間内において縦断方向5 m間隔に設定した測線上で横断測量を実施し河床形状を把握するとともに、中間径50 cm以上の大型河床材料の空間分布を把握した。この50 cmという閾値の設定は、A川およびB川の境界条件 (ここでは、河床勾配: 1/100～1/200, マニングの粗度係数: 0.03) を与えて行った等流計算において既往最大クラス (単位幅流量で30～80 m²/s程度) の出水時における移動限界材料がおよそ50 cmの「岩」であったこと (田代ら, 未発表) による。ここで調べた大型河床材料は、間隙が必要なネコギギ生息場所の維持に大きく寄与するものと考えられる。また、水域内では横断測線上1 m間隔に設置した測点における水深、流速、河床材料、底質の分布状況を調べた。これらの測定項目は(2)と同様である。

ここでは、物理環境諸量の空間的分布を把握した3調査地区内において、ネコギギが昼間にどのような生息場所を利用しているのかを考察するため、主成分分析とクラスター分析を用いてネコギギの物理的生息場所の解析を試みた。ここでの解析手順は井上・中野²⁰⁾を参考にしたものである。はじめに、本調査で得られた情報と(2)で得られたネコギギ生息確認点での情報から、全測点を対象ケースとして主成分分析を行った。その結果として得られる第3主成分までの主成分スコアを用いてクラスター分析 (ウォード法, ユークリッド距離を採用) を行い、各調査地区においてネコギギの潜在生息域区分を試みた。解析に用いた変数は流速、水深、中間径、底質状態 (1～4) であり、(1)でのデータ解析と同様に要素ごとに標準化し用いた。

3. 結果と考察

(1) 対照河川の選定—ネコギギ生息河川の分析—

地形図から得られたネコギギ生息河川に関する情報を河川ごとに整理し、表-1に示す。表中の数値のうち、各測線で得られる地形特性量については平均±標準偏差で表した。表-1から、A川は直線的な法線形状を呈し、平坦な土地を流れる河道であると言えそうである。このような実際のデータから各河川の特徴をそれぞれ概略的に把握することはできるが、河川間の違いについては議論できない。そこで、河川ごとにデータ (N=5) の正規性、等分散性が確認された谷底幅と谷勾配には一元配置分散分析を、その他の諸量にはクラスカル・ウォリス検定を用い検定を行った。解析の結果、河幅、谷底の幅および

比高に関しては河川の違いによる有意な差は無かったが、河床標高*, 谷勾配**に関しては有意な差が認められた (*: P<0.001, **: P<0.00001)。よって、対象5河川は存在標高が違うなどに若干の違いはあるものの、概略的な地形特性は似通ったものと考えられる。

河川間の地形特性を比較し、A川と類似した河川を抽出するために、多変量解析を行った。はじめに、表-1中から河床標高を除く10変数 (河床勾配, 蛇行度と河幅, 谷底幅, 谷底比高, 谷勾配の平均と標準偏差) を選択し、河川を対象ケースとするクラスター分析 (ウォード法, ユークリッド距離を採用) を行った。図-2の結果から、A川と類似した地形特性を有する河川として、雲出川水系-支川1と宮川水系-支川1が挙げられた。

さらに、各測線 (5河川×5測線, N=25) を対象ケースとした主成分分析を行った結果、第2主成分までの固有値が大きく累積寄与率が65%に達した。使用5変数と因子負荷量の関係を表-2に、これら2軸によって展開された散布図を図-3に示す。第1主成分 (PC1) には谷底幅が、第2主成分 (PC2) には河床高が大きく寄与した。横軸 (PC1) の数値差を見ると、谷底幅が小さい峡谷を流れる河川と河道周辺が開けた河川に区分され、その移行帯としてA川と雲出川水系-支川1、宮川水系-支川1の存在が位置づけられた。同様に縦軸 (PC2) に注目すれば、河床高の変動の大きさによっても区分でき、A川に類似した河川として宮川水系-支川1が抽出された。ここ

表-1 地形図から得られたネコギギ生息河川の物理的情報

	員弁川水系		雲出川水系		宮川水系	
	A川	支川1	支川2	支川1	支川2	
河床勾配 (%)	0.6	1.4	1.6	0.5	1.0	
蛇行度	1.1	1.3	1.6	1.4	1.6	
河床標高 (m)	126.0±4.2	90.0±7.1	64.0±20.7	28.0±4.5	98.0±8.4	
河幅 (m)	15.4±2.2	13.5±3.0	26.2±3.3	17.5±3.7	26.2±3.2	
谷底幅 (m)	202.6±99.6	304.3±148.0	95.7±160.9	209.2±166.8	77.8±176.6	
谷底比高 (m)	6.0±3.5	10.0±8.9	6.0±0.0	9.0±4.5	6.0±0.0	
谷勾配 (%)	2.2±1.1	3.5±2.0	12.8±2.2	8.7±2.5	10.7±3.9	

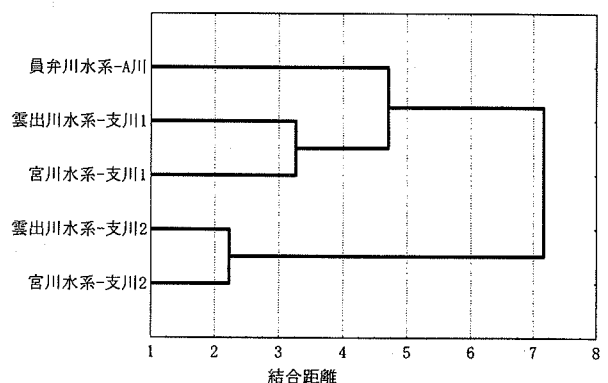


図-2 クラスター分析による対象5河川のデンドログラム

表-2 主成分分析における使用5変数に対する各主成分 (PC1, PC2) の因子負荷量と寄与率 (*: P<0.05で有意)

	河幅	河床高	谷底幅	谷底比高	谷勾配	寄与率 (%)
PC1	0.695	-0.142	-0.728*	-0.512	0.694	35.5
PC2	0.578	-0.914*	0.131	0.410	-0.325	29.2

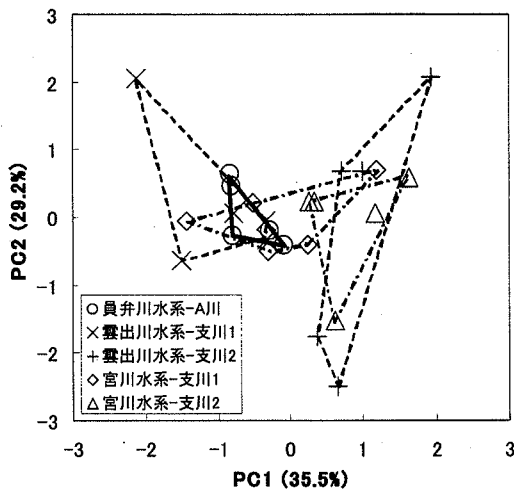


図-3 対象5河川の地形特性量を変数とした主成分分析 (括弧内は各主成分の寄与率 (%) を示す)

での河床高は、河川の存在標高の違いによる影響を差し引いた河川ごとの比高を採用したため、縦軸の数値変動は各河川の河床勾配に由来するものと考えられた。すなわち、個体群絶滅が危惧されるA川は、緩やかで平坦な土地に位置し、宮川水系-支川1とは類似するが他のネコギギ生息河川とは異なる特徴を有すると考えられる。

ここでの解析結果は、先のクラスター分析の結果 (図-2参照) と反しないため、A川の対照地区として宮川水系-支川1をB川として選定した。なお、A川は堰堤などの横断工作物が多く人為的な影響が大きいと考えられるが、地形図によればB川対象区間には堰堤は存在しない。対照河川は人為的影響が少ない方が望ましいが、こうした要求をも満たす結果となった。

実際に調査を行う2河川が決定したところで、A川、B川の基本特性をここで整理しておく。A川は約14 kmの流路延長を有し、員弁川の1支川に合流する小河川である。かつての空中写真によれば明瞭な交互砂州を形成しており、縦断方向に約200 m間隔で低堰堤が高密度に存在するがいずれの堰堤も老朽化が進んでいる。本川のネコギギの分布は合流点より上流約1.5 kmの区間に限られ¹⁷⁾、1990年代の台風による土砂災害とその後の復旧事業により、生息域が減少したと目されている¹⁷⁾。一方、B川はA川よりは若干長く約20 kmの流路延長を有し宮川に注いでおり、河床に散在する「岩」が特徴的な景観を形成している。

(2) ネコギギの物理的生息場所についての分析

B川におけるネコギギの生息確認調査の結果、設定した6地区のうち4地区において、31地点で計58個体の生息が確認された。今回計測した物理量だけでは分析不可能と考えられる4地点 (オーバーハングした岩盤の裏面や河岸の横穴) と計測ミスの2地点を除き、計25地点を有効データとした。地点の内訳は、成魚と稚魚の混在 (Family) が4地点、成魚のみ (Adult) が1地点、稚魚複数個体 (JuvenileS) が3地点、稚魚1個体 (Juvenile) が17

地点であった。成魚の生息場所、特に稚魚と混在する生息場所は恒常的に利用されている可能性が高いと考えられるため、本論文では保全すべき生息場所の優先順位を Family>Adult>JuvenileS>Juvenile と考えた。

リーチスケールの調査対象区は、A-1、A-2地区は員弁川支川との合流点からそれぞれ0.3 km、0.6 km上流に、B-1地区は宮川合流点から約16 km上流に位置した。対象区内の物理環境は、3地区とも同程度の流量 (1.0 m³/s程度)、水面幅 (10~20 m) を有し、堰堤の上流に位置するA-2を除けば、水面・河床勾配もほぼ同様 (A-1: 1/100~1/130, B-1: 1/125) であった。図-4には、各調査地区の水域内において縦断5 m、横断1 m間隔に設けた測点における河床材料分布を示す。図中の凡例は、基岩: >1.5m, 大岩: 1.0~1.5 m, 中岩: 50~100 cm, 小岩: 25.6~50 cm, 大礫: 64~256 mm, 中礫: 16~64 mm, 小礫: 2~16 mm, 砂・シルト: <2 mmである。調査地区内の河床材料分布は、A-1とB-1が似通っているが50 cm以上の「岩」の割合が異なっていた。

ネコギギ生息確認地点とリーチスケールにおける水域内の物理環境の測点 (有効ケース数合計647) を対象ケースとした主成分分析を行った結果、第3主成分までの固有値が大きく、累積寄与率が85%に達した。使用した4変数と因子負荷量の関係 (表-3参照) を見ると、第1主成分 (PC1) には水深と底質、第2主成分 (PC2) には流速、第3主成分 (PC3) には河床材料が大きく寄与した。これら3軸 (PC1, PC2, PC3) によって展開された散布図を図-5に示す。なお、図中の凡例は各調査区 (A-1, A-2, B-1) とネコギギ生息地点 (Family, Adult, JuvenileS, Juvenile) を表すものである。図-5のように、調査区ごとにデータセットを囲うと各調査区が備える環境の多様度を類推しやすい。調査区間の物理環境特性を比較すると、A川の調査区は対照であるB川に比べ、いずれの散布図においても狭い分布を示しており、単調な物理環境を呈していることが分かる。特に堰堤上流の背水区間に相当するA-2は、測点が最多である (N=277) にもかかわらず、最も単調であった。反対に、最も多様な物理環境を備える調査区B-1 (N=224) では、PC1およびPC2で大きな値を、PC3では小さな値をとる点の存在が特徴的であった。このような地点では、大きな材料から構成される「浮き」状態の河床でありながら、流速が小さく水深が大きい。

ネコギギ生息場所の物理特性に着目すると、宮川水系B川における昼間の生息場所としては、①大水深、②浮き状態の河床、③小流速が重要で、さらに、④大型の河床材料がネコギギFamilyの生息に寄与する一方、それより小型の河床材料でもネコギギJuvenileには利用されていることが分かった。B川には小礫、砂など比較的小さな材料がA川と同程度 (約10%) に存在する (図-4参照) のみならず、大出水時でさえ輸送され得ないと予想される大型の河床材料 (2 (3) 参照) も河床の10%近くを占めていた (図-4参照)。これらの事実を念頭に入れ、

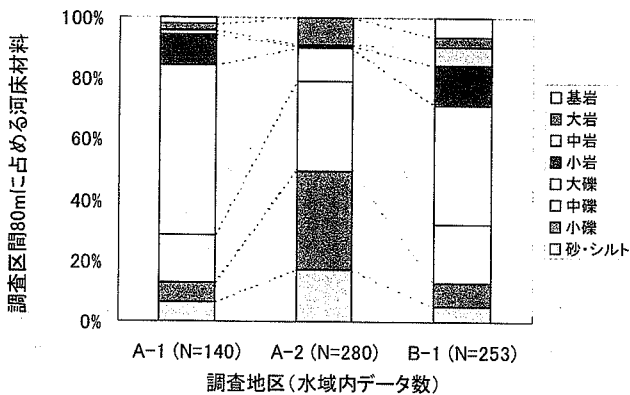


図-4 各調査地区における河床材料の頻度分布

表-3 主成分分析における使用4変数に対する各主成分 (PC1, PC2, PC3) の因子負荷量と寄与率 (*: $P < 0.05$ 有意)

	流速	水深	河床材料	底質	寄与率(%)
PC1	0.208	0.798*	0.440	0.753*	36.0
PC2	-0.925*	0.261	0.250	-0.166	25.4
PC3	-0.261	0.140	-0.837*	0.413	24.0

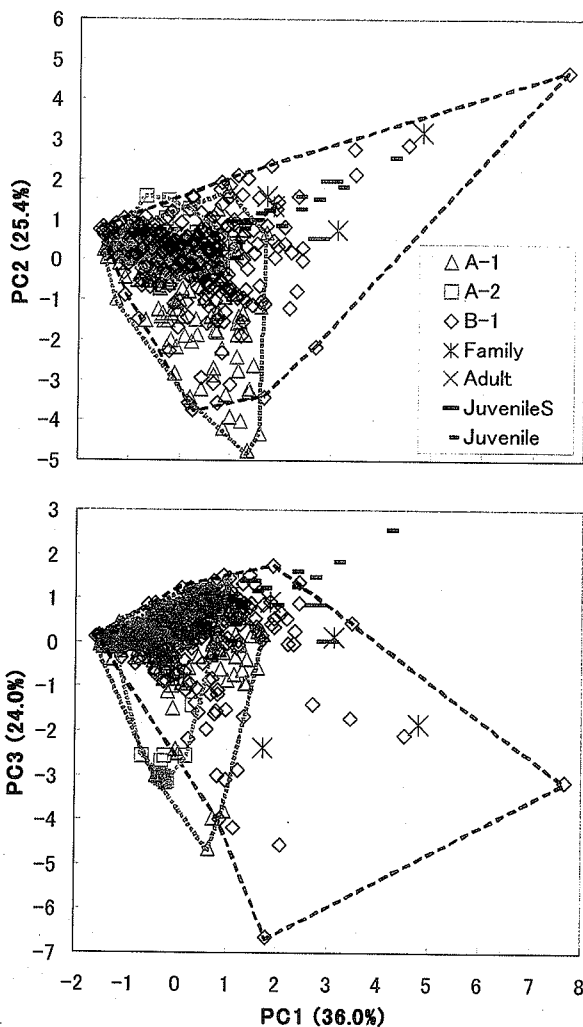


図-5 ネコギギ生息地点 (N=25) と対象3地区内の測点 (N=622) の物理環境指標を変数とした主成分分析 (括弧内は各主成分の寄与率 (%) を示す)

B川のネコギギ生息場所を考察するに、①出水時における細粒分の定期的なフラッシュ、②上流起源ではない大型河床材料の存在などが重要な物理的要因として挙げられる。後者には地質・地理学的情報を含めた検討が必要になってくるものと思われる。

(3) ネコギギの潜在的生息場所の推定

上記の解析結果から、第3主成分までの因子スコアを用いてクラスター分析を行った。合計13個のグループに細分されたが、ネコギギ生息地点が含まれるか否かによってこれらのグループを次の4種のレベルに統合した。すなわち、1はFamily, 2はAdult, 3はJuvenileがそれぞれ生息でき、4は生息に不適と考えられた。

図-6には、各調査区における河床高コンター上に、これら4段階の潜在生息域の空間分布を併記した。図中に示したセルはそれぞれ測点の位置に対応する。より利用されやすいレベル1, 2の箇所は、水際に出現する傾向が見られた。こうした箇所では「岩」や「巨石」によって構成されるクラスターが存在しており、既往の報告における記述^{3),12)-16)}と一致した。本論文における物理環境の分析は必ずしも十分だったとは言えないが、ここまでの手順を経てネコギギの潜在生息域の分布を初めて推定可能になったと言える。また、図-7にはレベル3までの潜在生息域の割合をまとめた。ここで推定されたネコギギの潜在生息域の分布によれば、A川の調査区間内においてネコギギの生息可能性が少ないながらも見出された。

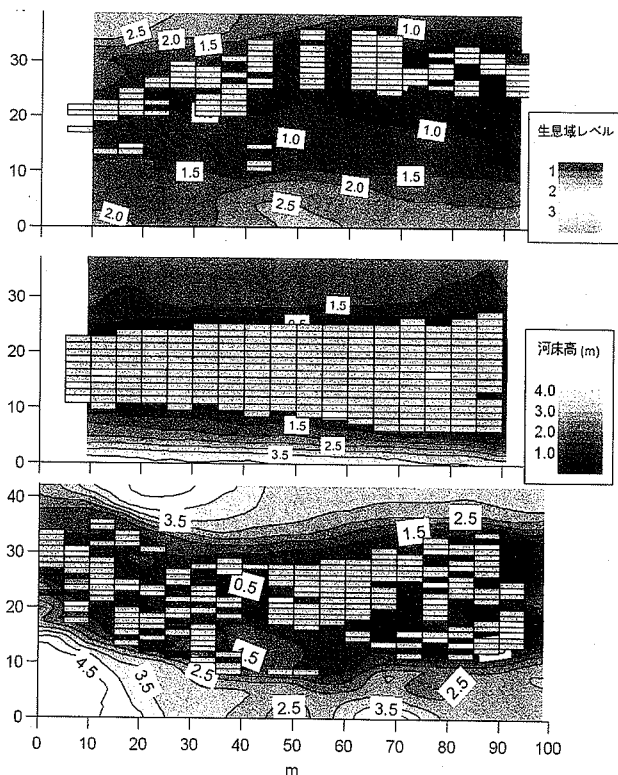


図-6 各調査区 (上: A-1, 中: A-2, 下: B-1) におけるネコギギの潜在生息域分布と河床高コンター (左が上流)

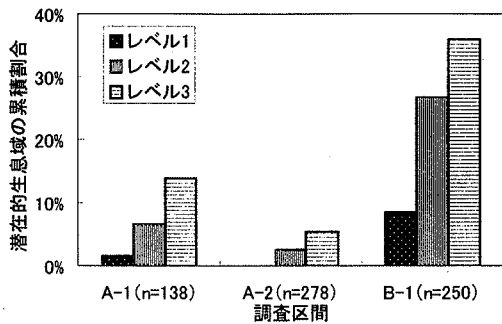


図-7 各調査区におけるネコギギの潜在的生息域の割合

これらの結果は、生息場の再生・創出を試行していく上で、実施区間の優先度や実施箇所を決定する有益な情報と成りえよう。しかしながら、本検討は昼間の生息場についての調査結果をもとに行ったもので、夜間の採餌場特性などと異なってくることが予想されるため、今後は追加調査などを実施してこの影響を加味していく必要があることを付記しておく。

4. おわりに

本論文は、中小河川におけるネコギギ生息場の再生と創出を目的としたもので、昼間の微小生息場所の物理的特性を題材とし、その形成と維持に寄与する小流域、リーチスケールなどの多層的な視点を含めて考察を行ったものである。昼間のネコギギ生息場所の物理特性としては、大水深、小流速で、大型の材料から構成される浮き状態の河床が寄与していることが分かり、これらの結果をもとに、調査した3区間における潜在的な微小生息場所の分布に関する推定方法を提案した。

ネコギギ生息場の再生・創出には、このように多層スケールからの視点が不可欠であることを十分に認識し、河川の階層構造に配慮して各スケールにおける生息場の情報を系統的に連携させながら理解することが重要である。ここでの調査・分析方法は未確立であり、生息場所特性の理解には、更なる知見の集積が必要であると思われるが、多層スケールを対象としたこのような検討は、階層構造を有する河川の生息場所の分析手段として、他の生物にも広く適用できるものであり、保全再生技術の確立に資する知見になるものと考えられる。

謝辞：本研究の一部は、天然記念物ネコギギ保護増殖事業（事務局：三重県教育委員会）の一貫として行われた。森誠一教授（岐阜経済大）、渡辺勝敏助教授（京都大）を始めとする同事業の指導委員諸氏には有用な助言を頂いた。村岡一幸氏を始め三重県教育委員会の方々には調査の便宜を図って頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

1) Okada, Y. and Kubota, S.: Description of a new freshwater cat-fish

Coreobagnus ichikawai, with an emendation of the genus *Coreobagnus* Mori, *Japanese Journal of Ichthyology*, Vol. 5, pp.143-145, 1957.

- 2) 環境庁編：日本の絶滅のおそれのある野生生物、脊椎動物編 日本野生生物研究センター、東京、1991。
- 3) 渡辺勝敏：ネコギギ *Pseudobagnus ichikawai* (Okada & Kubota), 日本の淡水魚保護の現状と系統保存-よみがえれ日本産淡水魚-(長田芳和・細谷和海編), 緑書房, 東京, pp.122-132, 1997.
- 4) Okazaki, T., Jeon, S-R., Watanabe, M. and Kitagawa, T.: Genetic relationships of Japanese and Korean bagrid catfishes inferred from mitochondrial DNA analysis, *Zoological Science*, Vol. 16, pp.363-373, 1999.
- 5) Watanabe, K. and Nishida, M.: Genetic population of Japanese bagrid catfishes, *Ichthyological Research*, Vol. 50, pp.140-148, 2003.
- 6) Watanabe, K., Watanabe, T. and Nishida, M.: Isolation and characterization of microsatellite loci from the endangered bagrid catfish, *Pseudobagnus ichikawai*, *Molecular Ecology Notes*, Vol. 1, pp.61-63, 2001.
- 7) Watanabe, K.: Mating behavior and larval development of *Pseudobagnus ichikawai* (Siluriformes: Bagridae). *Ichthyological Research*, Vol. 41, pp.243-251, 1994.
- 8) Watanabe, K.: Meristic variation in the endangered bagrid catfish, *Pseudobagnus ichikawai*, *Ichthyological Research*, Vol. 45, pp.99-104, 1998.
- 9) 渡辺勝敏, 伊藤真一郎：△△川における希少種ネコギギの生息個体数と分布, 魚類学雑誌, 第46巻, pp.15-30, 1999.
- 10) 徳原哲也, 原徹：岐阜県における希少魚ネコギギの分布, 魚類学雑誌, 第49巻, pp.121-126, 2002.
- 11) 宮本敦史, 西村昭史, 藤吉利彦, 水野知巳：三重県におけるネコギギ分布の現状, 三重県科学技術振興センター水産研究部研究報告, 第11号, pp.57-66, 2004.
- 12) 清水実, 清水義孝：〇〇川に生息するネコギギの分布環境調査, 関西自然保護謝辞会報 8: 13-24, 1982.
- 13) 清水義孝：ネコギギの生態と保護, 淡水魚保護 Vol. 1, pp. 63-66, 1988.
- 14) 渡辺勝敏：ネコギギの生態調査と保護の現状, 関西自然保護謝辞会報, Vol. 12, pp.49-56, 1990.
- 15) 渡辺勝敏：ネコギギ生息地の保全対策-岐阜県△△川における護岸災害復旧工事に際して-, 淡水魚保護 Vol.4, pp.87-90, 1991.
- 16) 渡辺勝敏, 森誠一：橋の架け替え工事に伴うネコギギ生息場所の変化, 魚から見た水環境-復元生態学に向けて/河川編 (森誠一編), pp.161-176, 信山社サイテック, 東京, 1998.
- 17) 三重県教育委員会, 東海淡水生物研究会：天然記念物ネコギギ-三重県における分布・生態調査報告, 1993.
- 18) 三重県教育委員会, 三重県科学技術振興センター：天然記念物ネコギギ緊急調査報告書, 2003.
- 19) Strahler, A.N.: Quantitative analysis of watershed geomorphology, *Transactions of the American Geophysical Union*, Vol. 38, pp.913-920, 1957.
- 20) 井上幹生, 中野繁：小河川の物理的環境構造と魚類の微小生息場所, 日本生態学会誌, 第44巻, pp.151-160, 1994.

(2005. 4. 7 受付)