



三重県鈴鹿市南部のため池群におけるヨシノボリ類の分布と種間交雑

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-07-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 向井, 貴彦, 平嶋, 健太郎, 古橋, 芽, 古田, 莉奈, 淀, 太我, 中西, 尚文 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/56039

三重県鈴鹿市南部のため池群におけるヨシノボリ類の分布と種間交雑

向井 貴彦^{1*}・平嶋 健太郎²・古橋 芽¹・古田 莉奈¹・淀 太我³・中西 尚文⁴

¹ 〒 501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学地域科学部

² 〒 642-0001 和歌山県海南市船尾 370-1 和歌山県立自然博物館

³ 〒 514-0102 三重県津市栗真町屋町 1577 三重大学大学院生物資源学研究科

⁴ 〒 517-0404 三重県志摩市浜島町浜島 3564-3 三重県水産研究所

Distribution of yoshinobori gobies (*Rhinogobius kurodai* and related species) in the irrigation ponds in southern Suzuka, Mie Prefecture, Japan, and their phylogenetic analysis

Takahiko Mukai^{1*}, Kentarou Hirashima², Mei Furuhashi¹, Rina Furuta¹,
Taiga Yodo³, Naofumi Nakanishi⁴

¹ Faculty of Regional Studies, Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu, 501-1193, Japan

² Wakayama Prefectural Museum of Natural History, 370-1 Funo, Kainan, Wakayama, 642-0001, Japan

³ Graduate School of Bioresources, Mie University, 1577 Kurimamachiya-cho, Tsu, Mie, 514-0102, Japan

⁴ Mie Prefecture Fisheries Research Institute, 3564-3 Hamajima, Mie, 517-0404, Japan

Abstract. We assessed the geographical distribution of yoshinobori gobies, belonging to the *Rhinogobius* species complex, in the irrigation ponds in southern Suzuka, Mie prefecture, Japan, by using color morph and mtDNA phylogenetic analyses. Our results showed the presence of 3 different goby species, namely, To-yoshinobori (*Rhinogobius kurodai*), Shimahire-yoshinobori (*Rhinogobius* sp. BF), and Tokai-yoshinobori (*Rhinogobius* sp. TO), in 7 of the 11 irrigation ponds that we studied, while putative hybrid populations were found in the remaining 4 ponds. Individuals in the hybrid populations showed inconsistencies in the findings from color morph and mtDNA analyses. The distribution of each species and hybrids suggests that the *Rhinogobius* sp. TO were hybridized with *Rhinogobius kurodai*, and some populations of *Rhinogobius* sp. TO were supplanted by *R. kurodai*. We also performed interspecific hybridization experiments in an aquarium, and found that *Rhinogobius kurodai* and related species could hybridize among themselves and still produce fertile offspring.

Key words: conservation, *Rhinogobius*, color morph, mitochondrial DNA, phylogeny, hybridization, genetic disturbance.

(要約)

三重県鈴鹿市の南部丘陵地域において、ヨシノボリ類の色斑の判別と mtDNA の解析をおこない、種ごとの分布を調査した。mtDNA の解析は ND5 遺伝子の前半部 923bp の塩基配列を決定しておこない、日本国内の他地域のヨシノボリ類と比較した。色斑と mtDNA の系統によって同定した結果、鈴鹿市にはトウヨシノボリ、シマヒレヨシノボリ、トウカイヨシノボリの3種が分布することが明らかになった。

*連絡先 (Corresponding author): tmukai@gifu-u.ac.jp

しかし、11地点中4地点では色斑とmtDNAの系統が一致せず、異種間交雑が生じていることが示唆された。交雑はトウヨシノボリとトウカイヨシノボリの間で生じていると考えられたが、現在の雑種群の分布から推測すると、トウカイヨシノボリの分布域にトウヨシノボリが侵入して、交雑しつつ置き換わっている可能性が示された。トウヨシノボリと近縁種間の交雑が実際に生じることを検証するために、飼育下での交配実験も行った。既存の知見も合わせると、トウヨシノボリ、トウカイヨシノボリ、シマヒレヨシノボリ、ビワヨシノボリの4種間では、さまざまな組み合わせで交雑が生じうることが示された。トウヨシノボリとの交雑によるトウカイヨシノボリの分布域の縮小が各地で起きているとするならば、トウカイヨシノボリの生息状況は危機的な可能性がある。

日本国内には20万を越える数のため池があり、灌漑や治水に利用されている。その多くは江戸時代に作られたとされており、当時の里山里山の生態系が保存された地域が残る一方で、市街地に近いため池の多くは環境改変と外来種の侵入によって在来生物がほとんど見られないことがある(浜島ほか, 2001)。そのため、近年では外来種の駆除やビオトープ造成によるため池の希少生物の保全と復元の試みが各地で行われている(内山ほか, 2007)。また、ため池に生息する淡水魚には環境省や地方自治体のレッドリストにおける絶滅危惧種も多く、一部の種は極めて危機的な状況にある(環境省, 2010)。東海地方固有の淡水性ハゼ科魚類であるトウカイヨシノボリ *Rhinogobius* sp. TO も、ため池などの止水域に生息し、環境省と岐阜県のレッドリストにおいて準絶滅危惧とされている(岐阜県, 2010; 環境省, 2010)。

日本産ヨシノボリ属魚類には、現在のところ15種が知られており(鈴木ほか, 2010)、その中のトウヨシノボリ *Rhinogobius kurodai*、ビワヨシノボリ *Rhinogobius* sp. BW、トウカイヨシノボリ *Rhinogobius* sp. TO、シマヒレヨシノボリ *Rhinogobius* sp. BF は、本州の湖沼やため池、流れの緩い河川に生息している(鈴木・向井, 2010)。東海地方のため池にはこれら4種が生息する可能性があるが、近年まで分類が混乱していたため(Takahashi and Okazaki, 2002; 鈴木・坂本, 2005; 鈴木ほか, 2010)、各種を区別した分布情報は少なく、生息環境の消失・悪化が懸念されつつも実態が不明なままだ(鈴木・

向井, 2010)。さらに、色斑の特徴から、これらの種間雑種と考えられる個体も見つかっており、遺伝的攪乱が生じている可能性も危惧されている(鈴木ほか, 2010)。

三重県では、トウヨシノボリ、トウカイヨシノボリ、シマヒレヨシノボリの3種が分布するとされているが(荒尾, 2005; 鈴木ほか, 2010)、3種を区別した調査はほとんどおこなわれてこなかった。そこで、本研究では鈴鹿市南部のため池群で採集されたヨシノボリ属魚類について色斑の特徴の記録とmtDNAの解析をおこない、各種の分布と交雑の有無についての検討を行った。また、トウヨシノボリと近似種間の種間交雑が可能なことを検証するために、飼育下での交配実験も行った。

材料と方法

鈴鹿市南部丘陵地帯では、これまで81地点のため池で魚類の分布調査がおこなわれており(坂下ほか, 2012)、その中の11地点でヨシノボリ類が確認されている。本研究では、それら11地点のため池(A~K)で2010年から2011年に採集した個体を供試魚として用いた。採集した個体は、生かして実験室に移送し、個体ごとに生時の状態をガラス水槽で撮影した後、99.5%エタノールで保存した。標本は神奈川県立生命の星・地球博物館(KPM-NI)と三重大学水産実験所(FRLM)に登録し、保管した(Table 1)。撮影した個体は、色斑の特徴をもとにシマヒレヨシノボリ(BF)型(Fig. 1A)、トウカイ

Table 1. Color morph and mtDNA type of *Rhinogobius* gobies collected from 11 irrigation ponds in Suzuka, Mie Prefecture, Japan.

Locality	Date	ID No.	color morph	mtDNA	Voucher specimen	Photograph
Pond A	2011.5.14	A1	BF	BF01	KPM-NI 31157	KPM-NR 106759
		A2	BF	BF01	KPM-NI 31158	KPM-NR 106760
		A3	BF	BF01	KPM-NI 31159	KPM-NR 106761
Pond B	2010.9.4	B1	TO	TO03	FRLM 42417	KPM-NR 106791
		B2	TO	TO03	FRLM 42418	KPM-NR 106792
Pond C	2011.4.2	C1	OR	OR02	KPM-NI 31160	KPM-NR 106762
		C2	OR	OR02	KPM-NI 31161	KPM-NR 106763
		C3	juvenile	OR02	KPM-NI 31162	KPM-NR 106764
Pond D	2011.4.2	D1	OR	TO02	KPM-NI 31163	KPM-NR 106765
		D2	OR	OR02	KPM-NI 31164	KPM-NR 106766
		D3	OR	OR01	KPM-NI 31165	KPM-NR 106767
Pond E	2011.4.2	E1	BF	OR02	KPM-NI 31166	KPM-NR 106768
		E2	BF	TO02	KPM-NI 31167	KPM-NR 106769
		E3	BF	OR02	KPM-NI 31168	KPM-NR 106770
		E4	BF	OR02	KPM-NI 31169	KPM-NR 106771
		E5	BF	OR02	KPM-NI 31170	KPM-NR 106772
		E6	BF	TO02	KPM-NI 31171	KPM-NR 106773
		E7	BF	OR03	KPM-NI 31172	KPM-NR 106774
Pond F	2011.5.14	F1	BF	TO01	KPM-NI 31173	KPM-NR 106775
		F2	juvenile	TO01	KPM-NI 31174	KPM-NR 106776
		F3	juvenile	TO01	KPM-NI 31175	KPM-NR 106777
Pond G	2011.4.2	G1	OR	TO01	KPM-NI 31176	KPM-NR 106778
		G2	OR	OR01	KPM-NI 31177	KPM-NR 106779
		G3	juvenile	OR01	KPM-NI 31178	KPM-NR 106780
Pond H	2011.4.2	H1	OR	OR01	KPM-NI 31179	KPM-NR 106781
		H2	OR	OR01	KPM-NI 31180	KPM-NR 106782
		H3	OR	OR01	KPM-NI 31181	KPM-NR 106783
Pond I	2011.5.14	I1	OR	OR01	KPM-NI 31182	KPM-NR 106784
Pond J	2011.5.14	J1	OR	OR01	KPM-NI 31183	KPM-NR 106785
		J2	OR	OR01	KPM-NI 31184	KPM-NR 106786
		J3	OR	OR01	KPM-NI 31185	KPM-NR 106787
Pond K	2011.5.14	K1	OR	OR01	KPM-NI 31186	KPM-NR 106788
		K2	OR	OR01	KPM-NI 31187	KPM-NR 106789
		K3	juvenile	OR01	KPM-NI 31188	KPM-NR 106790

KPM-NI and KPM-NR, Kanagawa Prefectural Museum of Natural History. FRLM, Fisheries Research Laboratory, Mie University. Nucleotide sequences are available from Genbank/EMBL/DDBJ under accession numbers AB753778-AB753780 (OR01-OR03), AB753782 (BF01) and AB753784-AB753786 (TO01-TO03).

ヨシノボリ (TO) 型 (Fig. 1B), トウヨシノボリ (OR) 型 (Fig. 1C) に分類した。色斑型の同定基準は鈴木ほか (2010) に従った。また、各個体の写真は、国立科学博物館と神奈川県立生命の星・地球博物館による魚類写真資料デー

タベース (<http://research.kahaku.go.jp/zoology/photoDB/>) に登録した。トウヨシノボリの学名は鈴木・陳 (2011) に従って *Rhinogobius kurodai* を用いたが、*Rhinogobius* sp. OR の表記が長らく使われてきたため (中坊, 2000; 越川,

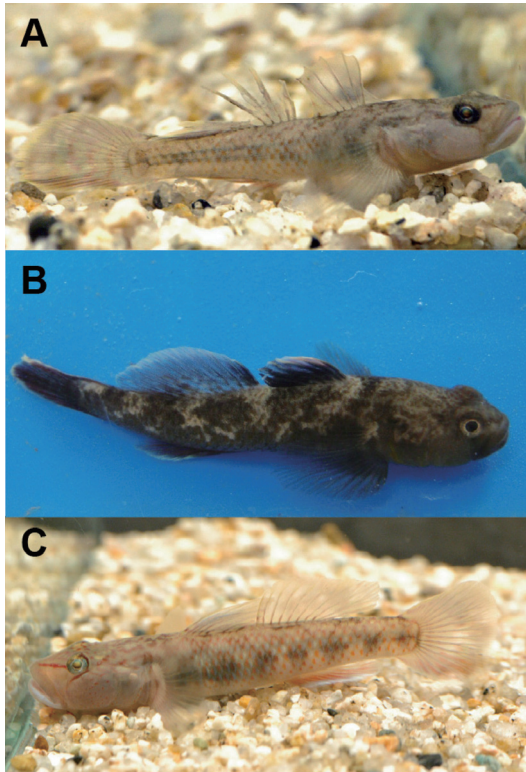


Fig.1 Three *Rhinogobius* species collected from the irrigation ponds in Suzuka, Mie Prefecture, Japan. A, *Rhinogobius* sp. BF collected from Pond A (KPM-NI 31159). B, *Rhinogobius* sp. TO from Pond B (FRLM 42417). C, *Rhinogobius kurodai* from Pond C (KPM-NI 31160).

2001), 略号には「OR」を用いた.

各供試魚の DNA 抽出はキアゲン社の DNeasy Blood & Tissue Kit を用いて行った. ミトコンドリア ND5 遺伝子の部分塩基配列 (約 1kbp) を対象とした PCR 増幅と塩基配列の決定には, L12321-Leu (5'-GGT CTT AGG AAC CAA AAA CTC TTG GTG CAA-3') (Miya and Nishida, 2000) とヨシノボリ属用に新たに設計した H13366-ND5-Rhi (5'-AAG GCT GTG AAT GAT GGA GC-3') のプライマー対を用いた. PCR にはニューイングランドバイオラボ社の Crimson Taq PCR sampler のバッファとタカラバイオ株式会社の Ex Taq DNA ポリメラーゼを使用し, 常法に従ってサーマルサイクラーで 95°C 1分, 55°C 1分, 72°C 2分の温度サイクルを 30 回繰り返して増幅を行った. PCR 産物は GE ヘルスケアジャパン社の ExoSAP-IT キットを用いて処理した後, アプライドバイオシステムズ社の BigDye Terminator Cycle Sequencing Kit ver. 3.1 でシーケンス反応をおこない, Beckman Coulter (Agencourt) 社の磁気ビーズ Clean SEQ で精製, ABI 3100 Genetic Analyzer で塩基配列を決定した.

各個体の mtDNA が, どの種に近縁かを同定するために, Mukai et al. (2005) の滋賀県琵琶湖産のトウヨシノボリ (DDBJ 登録番号

Table 2. Specimens for mtDNA phylogenetic analysis.

Species	Locality	Haplotype	N	Accession No.	Reference	Voucher specimen
<i>Rhinogobius giurinus</i>	Okinawa	-	1	AB190338	Mukai et al., 2005	no voucher
<i>Rhinogobius kurodai</i>	Akigawa, Tokyo	-	1	AB190333	Mukai et al., 2005	KPM-NI 31194
<i>Rhinogobius kurodai</i>	Lake Biwa, Notogawa, Shiga	-	1	AB190334	Mukai et al., 2005	KPM-NI 31193
<i>Rhinogobius</i> sp. BW	Lake Biwa, Sugaura, Shiga	BW01	1	AB753787	this study	KPM-NI 31189
<i>Rhinogobius</i> sp. BW	Lake Biwa, Kitakomatsu, Shiga	BW02, BW03	2	AB753788, AB753789	this study	KPM-NI 31190
<i>Rhinogobius</i> sp. BF	Shirimi, Okayama	-	3	AB753781	this study	KPM-NI 31191
<i>Rhinogobius</i> sp. TO	Hinakura, Gifu	-	3	AB753783	this study	KPM-NI 31192

AB190333) と東京都秋川産のトウヨシノボリ (DDBJ 登録番号 AB190333) の塩基配列データを使用するとともに、滋賀県琵琶湖産ビワヨシノボリ 3 個体と岡山県瀬戸内市のため池産シマヒレヨシノボリ 3 個体、岐阜県岐阜市のため池産トウカイヨシノボリ 3 個体について、新たに塩基配列を上述の方法で決定して使用した (Table 2). 比較のための多重整列には Clustal X (Thompson et al., 1997) を用い、MEGA5 (Tamura et al., 2011) で近隣結合法 (Saitou and Nei, 1987) による系統樹の推定を行った. 遺伝距離の推定は木村の 2 変数モデル (Kimura, 1980) を用いて行った. 樹形の信頼性は 1000 回のブートストラップ反復によって推定した. 系統樹の外群にはゴクラクハゼ *Rhinogobius giurinus* の

塩基配列 (DDBJ 登録番号 AB190338, Mukai et al., 2005) を使用した. 本研究で新たに決定した塩基配列は日本 DNA データバンク (DDBJ) に登録した (登録番号 AB753778- AB753789). 集団遺伝データは遺伝的多様性データベース GEDIMAP (Watanabe et al., 2010) に登録した (登録番号 P1658-P1672).

ヨシノボリ類の種間交雑の可能性について検証するために、飼育下での交配実験も行った. 交配実験には 2009 年に和歌山県で採集したシマヒレヨシノボリのオスと岐阜県岐阜市で採集したトウカイヨシノボリのメスを用いた. また、得られた雑種のメスと 2010 年に和歌山県和歌山市紀の川水系で採集したトウヨシノボリのオスの交配実験も試みた. 飼育には 45 × 30

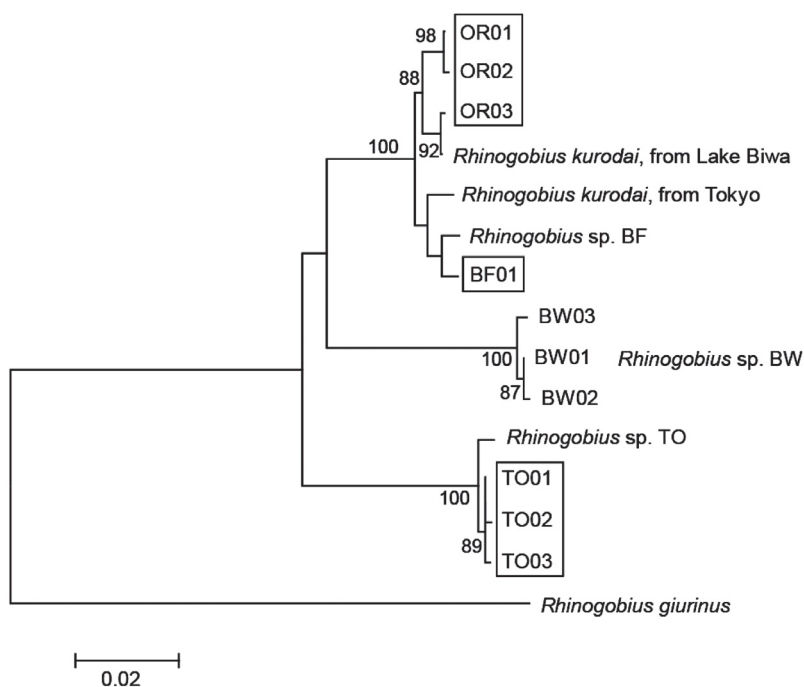


Fig.2 Neighbour-joining tree based on genetic distances estimated from mitochondrial ND5 gene sequences (923 bp) in yoshinobori gobies, *Rhinogobius kurodai* and related species, collected from Suzuka, Mie Prefecture, Japan (Table 1) and reference sequences (Table 2). Distances are based on Kimura's two-parameter model and calculated using MEGA5 (Tamura et al., 2011). Numbers adjacent to internal branches indicate bootstrap probabilities (>80%) based on 1,000 pseudoreplicates. Haplotypes OR01-OR03, BF01, and TO01-TO03 are found in the irrigation ponds in Suzuka, Mie Prefecture.

× 25cm のプラスチック水槽を用い、産卵基質として塩化ビニルパイプと素焼きの陶片を各2つずつ設置した。シマヒレヨシノボリのオス2個体とトウカイヨシノボリのメス5個体を収容し、2009年6月から飼育を行ったところ、7月と8月に卵を得た。孵化仔魚の飼育には30l円形ポリカーボネイト水槽を用い、10psuの塩分に設定して約200個体の孵化仔魚を収容した。水温はヒーターとサーモスタットで調整し、最初の30日間の飼育水温は22 ± 2.8℃であった。初期の餌料はS型ワムシを与え、その後成長に伴い飼育水の塩分を下げるに従いアルテミアのノープリウス幼生や人工餌料を与えた。この飼育実験から得られた交雑個体のメスは、翌年にトウヨシノボリのオスと交配し、同様な方法で卵と孵化仔魚を得た。

結果と考察

鈴鹿市南部の11地点のため池で採集した34個体のヨシノボリ属魚類の色斑は、特徴の明瞭でない幼魚5個体を除いてシマヒレヨシノボリ(BF)型、トウカイヨシノボリ(TO)型、トウヨシノボリ(OR)型に同定することができた。各ため池ではいずれかの色斑型のみが見られ、複数種に同定できる個体が出現した場所は無かった。色斑からTO型と同定される個体はため池Bのみであった。BF型と同定されるのはため池A, E, Fの3地点で、残りの7地点はOR型と同定された。それぞれの個体のミトコンドリアND5遺伝子の部分塩基配列923塩基対を決定して比較したところ、7種類のハプロタイプが見いだされた。同様に塩基配列を決定したビワヨシノボリ3個体からは3種類のハプロタイプが得られ、岡山県のシマヒレヨシノボリ3個体と岐阜県のトウカイヨシノボリ3個体からは各々1種類のハプロタイプが得られた。これらのハプロタイプと琵琶湖産および東京都産トウヨシノボリの塩基配列を用いて近隣結合法による系統樹を推定した結果、鈴鹿市のヨシノボリ属のハプロタイプはトウヨシノボリに近縁なもの(OR型:OR01~03)、シマヒレヨシノボリに近縁なもの(BF型:BF01)、トウカイヨシノボリに近縁なもの(TO型:TO01~03)に分かれることが示された(Fig. 2)。

各ため池における色斑型とmtDNA型は必ずしも一致しなかった(Table 1)。色斑型とmtDNA型が一致したため池は7地点で、ため池Aは色斑・mtDNAともシマヒレヨシノボリ(Fig. 1A)、ため池Bはトウカイヨシノボリ(Fig. 1B)、ため池C, H, I, J, Kはトウヨシノボリだった(Fig. 1C)。残りの4地点のうち、ため池EとFは色斑がBF型だが、mtDNAはOR型かTO型(Fig. 3A, B)だった。ため池DとGでは色斑がOR型でmtDNAがTO型の個体(Fig. 3C)が見られた。

こうした色斑とmtDNAの不一致は交雑によ

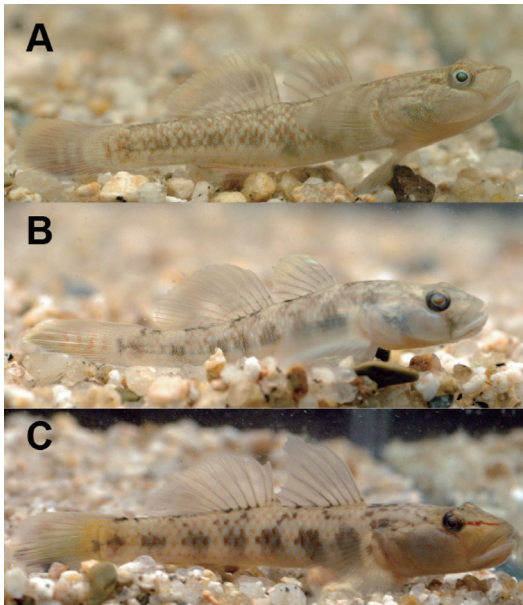


Fig.3 Specimens which showed inconsistencies between color morph and mtDNA type. A, *Rhinogobius* sp. BF morph which had OR02 haplotype (KPM-NI 31166). B, *Rhinogobius* sp. BF morph which had TO01 haplotype (KPM-NI 31173). C, *Rhinogobius kurodai* morph which had TO01 haplotype (KPM-NI 31176).

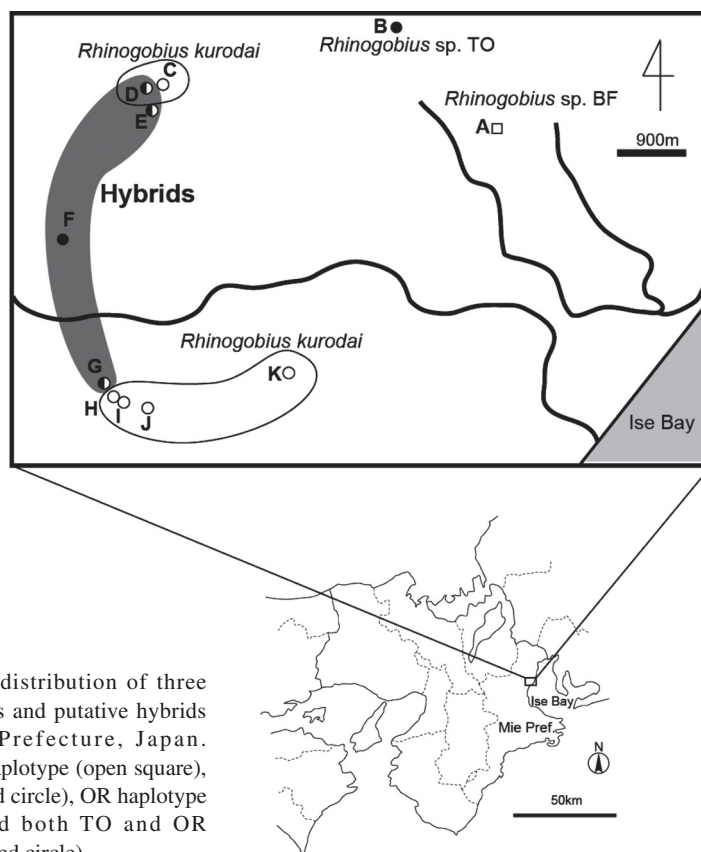


Fig. 4 Geographical distribution of three *Rhinogobius* species and putative hybrids in Suzuka, Mie Prefecture, Japan. Mitochondrial BF haplotype (open square), TO haplotype (closed circle), OR haplotype (open circle), and both TO and OR haplotypes (half closed circle).

る可能性が考えられる。色斑と mtDNA が一致しない個体群を雑種群と仮定して Fig. 4 に分布を図示した。色斑と mtDNA からシマヒレヨシノボリと同定されるため池 A と、トウカイヨシノボリと同定されるため池 B は、やや孤立した位置にある。一方、トウヨシノボリと同定される個体群は西側に偏って分布しており、雑種群と考えられるため池はトウヨシノボリの分布に近接していた。雑種群の mtDNA はトウヨシノボリとトウカイヨシノボリに由来するため、本来ならばトウカイヨシノボリが分布するため池群にトウヨシノボリが侵入し、雑種化しつつ置き換わっている可能性が考えられる。その際、交雑の程度によってシマヒレヨシノボリ類似の色斑型の個体群と、トウヨシノボリの色斑型が優占して mtDNA のみが“ゴースト”と

して残存している個体群があるものと考えられる。ある種の分布域に別種の mtDNA が残っている例はいくつかの魚種で知られており、そうした mtDNA は“ゴースト”と呼ばれ、過去の分布変遷の証拠と考えられている (向井・高橋, 2010)。

トウヨシノボリと近縁種の交雑について、より直接的な証拠を得るために交配実験を行った。実験環境の制約等のために体系的な交配実験を行うことはできなかったが、シマヒレヨシノボリのオスとトウカイヨシノボリのメスの組み合わせで産卵が行われ、得られた卵から成魚まで育てることができた (Fig. 5A, B)。さらに、成熟した雑種メスとトウヨシノボリのオスの組み合わせでも産卵が行われ、トウヨシノボリに類似した個体を得ることができた (Fig.

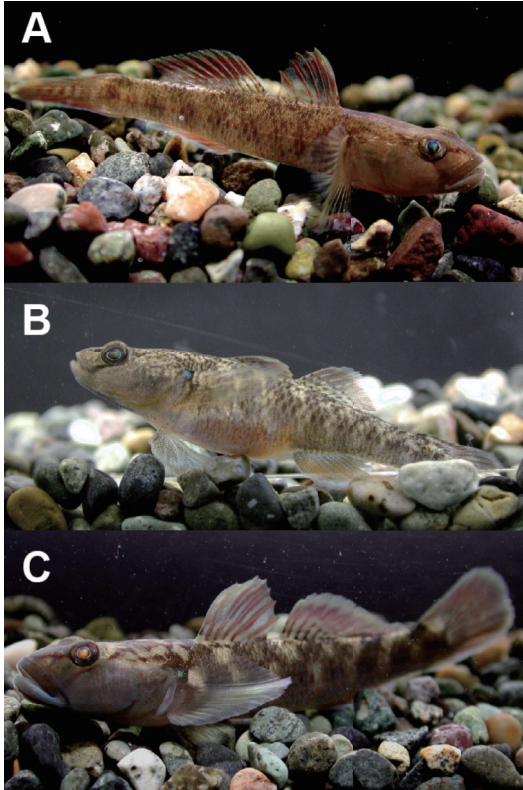


Fig. 5 Hybrid individuals which bred in an aquarium. A, male F1 hybrid between male *Rhinogobius* sp. BF and female *Rhinogobius* sp. TO. B, female F1 hybrid between male *Rhinogobius* sp. BF and female *Rhinogobius* sp. TO. C, male hybrid between male *Rhinogobius kurodai* and female F1 hybrid (male *Rhinogobius* sp. BF and female *Rhinogobius* sp. TO).

5C). 辻本ほか(2003)では、琵琶湖産のトウヨシノボリとビワヨシノボリ、奈良県産のシマヒレヨシノボリの間での交配実験を行い、トウヨシノボリとシマヒレヨシノボリ、また、ビワヨシノボリとシマヒレヨシノボリの間で産卵が行われ、仔魚が正常に発育することを確認している。これらのことから、トウヨシノボリ、ビワヨシノボリ、シマヒレヨシノボリ、トウカイヨシノボリの4種は、様々な組み合わせで潜在的に交配可能であると考えられる。ただし、これら4種の内、ビワヨシノボリは琵琶湖水系、シマヒレヨシノボリは瀬戸内海周辺、トウカ

イヨシノボリは伊勢湾・三河湾周辺が、それぞれの自然分布と考えられており(鈴木ほか, 2010)、本来は異所的に生息することで交配の機会がなかったものと考えられる。トウヨシノボリは本州に広く分布するが、琵琶湖産アユの放流種苗に混入することで人為的に分布を拡大しているとされており(越川, 2001)、近縁な各地域固有種との交雑は人為的な分布拡大の結果生じている可能性がある。鈴鹿市におけるトウヨシノボリの分布が在来か非在来かは不明だが、鈴鹿市のトウカイヨシノボリの mtDNA の分布 (Fig.4) から考えると、本来なら鈴鹿市南西部の丘陵に広く分布していたトウカイヨシノボリが、トウヨシノボリの侵入によって分布を置き換えられてきたように推察できる。その場合、鈴鹿市南部において1地点しか残されていないトウカイヨシノボリの生息状況は危機的であり、なんらかの保全策を検討する必要がある。

このような近縁種の侵入による交雑と種の置き換わりは、長野県以北に分布するシナイモツゴ *Pseudorasbora pumila pumila* で詳しく研究されている(小西・高田, 2005)。ため池に生息するシナイモツゴは、西日本および中国大陸に生息していたモツゴ *P. parva* が侵入すると、交雑して置き換えられてしまうため、生息地の環境改変や肉食性外来魚(オオクチバス *Micropterus salmoides* やブルーギル *Lepomis macrochirus*) の侵入が無かったとしても、モツゴの侵入によってその場所から絶滅してしまう。そのため、シナイモツゴの生息地は減少し続けており、環境省のレッドリストで絶滅危惧IA類とされている(環境省, 2010)。トウカイヨシノボリは環境省と岐阜県のレッドリストで準絶滅危惧とされており(岐阜県, 2010; 環境省, 2010)、愛知県や三重県ではレッドリストに掲載すらされていないが、本種は愛知県・岐阜県・三重県の3県にしか分布せず、トウヨシノボリや他の類似種との交雑による置き換わりが3県で広く生じていた場合、種の存続が危ぶ

まれる状況に陥っている可能性もあるだろう。

謝 辞

本研究の一部はJSPS科研費21370035, 23510292と環境省地球環境研究総合推進費RF-0910を使用した。DNA解析には岐阜大学生命科学総合研究支援センターゲノム分野の皆様にご協力いただいた。標本及び画像の登録には、神奈川県立生命の星・地球博物館の瀬宏氏にご協力いただいた。厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 荒尾一樹, 2008. 三重県で採集されたトウカイヨシノボリ. 南紀生物, 50: 261-262.
- 岐阜県, 2010. 岐阜県レッドデータブック(改訂版). <http://www.pref.gifu.lg.jp/kankyo/shizen/red-data-dobutsu/> (2012.5.5 閲覧)
- 浜島繁隆・土山ふみ・近藤繁生・益田芳樹, 2001. ため池の自然. 信山社サイテック, 東京.
- 環境省, 2010. 改訂レッドリスト付属説明資料 汽水・淡水魚類. 環境省自然環境局野生生物課, 東京.
- Kimura, M., 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *J.Mol.Evol.*, 16: 111-120.
- 小西 繭・高田啓介, 2005. シナイモツゴからモツゴへ交雑を通じた種の置き換わり—片野 修・森 誠一(監修編), 希少淡水魚の現在と未来—積極的保全のシナリオ—. 99-110. 信山社, 東京.
- 越川敏樹, 2001. トウヨシノボリ. 水野信彦・川那部浩哉・細谷和海(編), 日本の淡水魚 改訂版: 594-597. 山と溪谷社, 東京.
- Miya, M., and Nishida, M., 2000. Use of mitogenomic information in teleostean molecular phylogenetics: a tree-based exploration under the maximum-parsimony optimality criterion. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 17: 437-455.
- Mukai, T., Nakamura, S., Suzuki, T., and Nishida, M., 2005. Mitochondrial DNA divergence in yoshinobori gobies (*Rhinogobius* species complex) between the Bonin Islands and the Japan - Ryukyu Archipelago. *Ichthyol. Res.*, 52: 410-413.
- 中坊徹次(編), 2000. 日本産魚類検索—全種の同定—第二版, 東海大学出版会, 東京.
- 向井貴彦・高橋 洋, 2010. 種間交雑をともしなう系統地理. 渡辺勝敏・高橋 洋(編著), 淡水魚類地理の自然史—多様性と分化をめぐって—: 137-152. 北海道大学出版会, 札幌.
- Saitou, N. and Nei, M., 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol.Biol.Evol.*, 4: 406-425.
- 坂下幸重・西飯信一郎・長谷川泰史・岡本慶・田中 操・藤木虎吉・三浦 茂・三井香織, 2012. 鈴鹿市南部丘陵地域の魚類. 鈴鹿市(編), 重要生態系地域の自然環境調査報告書: 117-128. 鈴鹿市.
- 鈴木寿之・陳 義雄, 2011. 田中茂穂博士により記載されたヨシノボリ属3種. 大阪市立自然史博物館研究報告, 65: 9-24.
- 鈴木寿之・向井貴彦, 2010. シマヒレヨシノボリとトウカイヨシノボリ: 池沼性ヨシノボリ類の特徴と生息状況. 魚類学雑誌, 57: 176-179.
- 鈴木寿之・向井貴彦・吉郷英範・大迫尚晴・鄭達壽, 2010. トウヨシノボリ縞鱗型の再定義と新標準和名の提唱. 大阪市立自然史博物館研究報告, 64: 1-14.
- 鈴木寿之・坂本勝一, 2005. 岐阜県と愛知県で採集されたトウカイヨシノボリ(新称). 日本生物地理学会会報, 60: 13-20.
- Takahashi, S., and Okazaki, T., 2002. A new lentic form of the "yoshinobori" species complex, *Rhinogobius* spp. from Lake Biwa, Japan, compared with lake-river migrating *Rhinogobius* sp. OR. *Ichthyol. Res.*, 49: 333-339.

鈴鹿市のヨシノボリ類

- Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, G., Nei, M., and Kumar, S., 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Mol. Biol. Evol.*, 28: 2731-2739.
- Thompson, J.D., Gibson, T.J., Plewniak, F., Jeanmougin, F. and Higgins, D.G., 1997. The Clustal_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nuc. Acids Res.*, 25: 4876-4882.
- 辻本 始・向井貴彦・幸田正典, 2003. トウヨシノボリ橙色型, 縞鱗型およびビワヨシノボリ(仮称)の各型間での交配実験. 関西自然保護機構会誌, 25(1), 17-22.
- 内山りゅう, 2007. 今, 絶滅のおそれのある水辺の生き物たち. 山と溪谷社, 東京.
- Watanabe, K., Kano, Y., Takahashi, H., Mukai, T., Kakioka, R. and Tominaga, K., 2010. GEDIMAP: a database of genetic diversity for Japanese freshwater fishes. *Ichthyol. Res.*, 57: 107-109.
- (2012年10月11日受領, 2012年11月22日受理)