



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

Title	西日本におけるビワヨシノボリ外来個体群の分布(本文(Fulltext))
Author(s)	向井, 貴彦
Citation	[日本生物地理学会会報 = Bulletin of the Biogeographical Society of Japan] vol.[70] p.[173]-[180]
Issue Date	2015-12-20
Rights	The Biogeographical Society of Japan (日本生物地理学会)
Version	出版社版 (publisher version) postprint
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/56037

この資料の著作権は、各資料の著者・学協会・出版社等に帰属します。

西日本におけるビワヨシノボリ外来個体群の分布

向井 貴彦^{1*}・北原 佳郎²・森口 宏明³・酒井 博嗣⁴・浅香 智也⁵・地村 佳純⁶

¹ 〒 501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学地域科学部

² 〒 420-0047 静岡県静岡市葵区清閑町 13-12 株式会社環境アセスメントセンター

³ 〒 430-0837 静岡県浜松市南区西島町 1622 日本総研株式会社

⁴ 〒 471-0025 愛知県豊田市西町 2-19 豊田市職員会館 1階 豊田市矢作川研究所

⁵ 〒 442-0844 愛知県豊川市小田渚町 3-67-9 三河淡水生物ネットワーク

⁶ 〒 447-0853 愛知県碧南市浜町 2-3 碧南海浜水族館

Distribution of non-indigenous populations of Biwayoshinobori goby (*Rhinogobius* sp. BW) in western Japan

Takahiko Mukai^{1*}, Yoshiro Kitahara², Hiroaki Moriguchi³, Hirotsugu Sakai⁴,
Tomonari Asaka⁵, Yoshizumi Chimura⁶

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

² Environmental Assessment Center CO., LTD, 13-12 Seikancho, Aoi, Shizuoka, 420-0047, Japan

³ Nihonsoken CO., LTD, 1622 Nishijimacho, Hamamatsu, Shizuoka, 430-0837, Japan

⁴ Toyota Yahagi River Insitute, 2-19 Nishimachi, Toyota, Aichi, 471-0025, Japan

⁵ Mikawa Freshwater Life Network, 3-67-9 Odabuchicho, Toyokawa, Aichi, 442-0844, Japan

⁶ Hekinan Seaside Aquarium, 2-3 Hamamachi, Hekinan, Aichi, 447-0853, Japan

Abstract. A lentic goby, *Rhinogobius* sp. BW (Japanese name Biwayoshinobori, Pisces: Gobiiformes: Gobiidae), has been considered an endemic species in Lake Biwa, Shiga Prefecture, Japan. In this study, we collected the species from other rivers, ponds, and reservoirs in western Japan, and analyzed partial mitochondrial ND5 gene sequences of the specimens. Although we determined the 945-bp nucleotide sequences of 22 individuals from seven localities, the haplotypes were the same as or similar to that of specimens from Lake Biwa, and there were no geographical differences among them. Most of the newly discovered habitats were artificial reservoirs in mountainous areas, and thus these populations may have been established by the release of fish from Lake Biwa. These results suggested that the biwayoshinobori goby has been artificially spread to western Japan.

Key words: *Rhinogobius*, conservation, mitochondrial DNA, phylogeny, Dam reservoir, introduced species

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

(要約)

静岡県から愛媛県で採集されたビワヨシノボリの mtDNA の解析をおこない、その由来について検討した。形態的にビワヨシノボリと同定された各地の標本の mtDNA は、いずれも既報の琵琶湖産ビワヨシノボリと同一もしくは近縁なハプロタイプであり、地域差は見られなかった。琵琶湖以外でビワヨシノボリが採集された7地点のうち4地点は山間部のダム湖もしくはダム湖付近の河川であり、止水性のビワヨシノボリが本来生息したとは考えられないため、琵琶湖産アユなどが人為的に放流された際に混入したものと考えられる。他の3地点のビワヨシノボリについても、琵琶湖やダム湖のビワヨシノボリとの間に系統的な差異はないため、同様に人為的に導入された可能性が考えられる。したがって、ビワヨシノボリの分布は西日本に広く見られるが、琵琶湖水系以外の個体群は人為的な導入の可能性はある。

ビワヨシノボリ *Rhinogobius* sp. BW は、琵琶湖に生息する湖沼型のヨシノボリとして報告され (Takahashi and Okazaki, 2002)、琵琶湖固有種と考えられている (高橋, 2011; 前畑, 2014)。琵琶湖沿岸において同所的に生息するトウヨシノボリ *Rhinogobius* sp. OR との間には、アロザイムおよび mtDNA に明確な差異があり (Takahashi and Okazaki, 2002; Takahashi and Ohara, 2004)、形態的にもビワヨシノボリはトウヨシノボリに比べて吻が短く、オスの第1背鰭が伸長しないなどの特徴がある (Takahashi and Okazaki, 2002)。こうした特徴は、瀬戸内地方のシマヒレヨシノボリ *Rhinogobius* sp. BF や東海地方のトウカイヨシノボリ *Rhinogobius* sp. TO といった止水性ヨシノボリ類と類似するが、第1背鰭前方の背面に鱗が無いことで、これらの種から区別できるとされている (鈴木ほか, 2010)。しかし、本種は三重県、島根県、愛媛県からも標本が得られている (鈴木ほか, 2010)。さらに、筆者らは近年、東海地方から山陽地方においてビワヨシノボリと同定できる標本を採集したため、これらの琵琶湖以外の産地のビワヨシノボリの mtDNA 解析を行い、ビワヨシノボリの人為分布が広範囲に及ぶことを示唆する結果を得たので、報告する。

材料と方法

2008年から2015年に、静岡県菊川市菊川水系の小笠高橋川、愛知県豊田市矢作川の阿摺ダ

ム、岐阜県揖斐郡揖斐川町揖斐川の奥いび湖(横山ダム)、岡山県真庭市旭川の湯原湖(湯原ダム)で、タモ網を用いてそれぞれ3~4個体のビワヨシノボリを採集した (Table 1)。矢作川の阿摺ダムでは、2012年2月21日にチャンネルキャットフィッシュ *Ictalurus punctatus* 駆除のための「かいほり」がダム直下で行われた際に採集した。採集した個体は標準体長 22mm から 49mm であり、魚体をそのまま 99.5% エタノールに浸漬、もしくは左胸鰭を 99.5% エタノール中で保存して魚体は 10% 中性ホルマリンで固定した。エタノール中に保存した魚体もしくは左胸鰭については、翌日以降に1回以上エタノールの交換を行い、DNA の抽出を行うまでは冷凍庫 (-20℃) で保管した。ホルマリンで固定した標本は、約1週間 10% 中性ホルマリンで固定した後、水洗して 70% エタノール中に保管した。これらの標本は神奈川県立生命の星・地球博物館と岐阜県博物館に登録保管した (Table 1)。

既報の三重県、島根県、愛媛県で採集されたビワヨシノボリ (大阪市立自然史博物館魚類資料 OMNH-P 35428, 35435, 43181-43184) については、エタノール中に保存された標本の左体側から少量の筋肉片を切り出し、DNA の抽出を行った。また、愛知県の阿摺ダムと岡山県の湯原湖で採集されたトウヨシノボリ各4個体についても、DNA の抽出と解析を行った。湯原湖産トウヨシノボリの標本は神奈川県立生命の星・地球博物館に登録保管した (KPM-NI 39693)。

Table 1. Specimens of *Rhinogobius* sp. BW collected for mitochondrial DNA phylogenetic analysis

Loc. No.	Locality	n	Collection Date	Voucher specimen
1	Ogasatakahashigawa R., Kikugawa, Shizuoka	4	October 04, 2014	KPM-NI 39695
2	Asuri Dam Reservoir, Yahagigawa R., Toyota, Aichi	4	February 21, 2012	GPM-Z 17599
3	Yokoyama Dam Reservoir, Ibigawa R., Ibigawa, Gifu	3	June 24, 2015	GPM-Z 21577
4	Pond, Kuzuwara, Watarai, Mie	2	January 04, 2002	OMNH-P 35435
5	Yubara Dam Reservoir, Asahikawa R., Maniwa, Okayama	4	June 07, 2008	KPM-NI 39694
6	Yatogawa R., Gotsu, Shimane	1	August 06, 2001	OMNH-P 35428
7	Taniyamagawa R., Imabari, Ehime	4	October 26, 2001	OMNH-P 43181-43184

KPM-NI, Kanagawa Prefectural Museum of Natural History. GPM, Gifu Prefectural Museum. OMNH, Osaka Museum of Natural History.

なお、本研究でビワヨシノボリとの比較に用いた「トウヨシノボリ *Rhinogobius* sp. OR」については、明仁ほか（2013）によって「複数種が含まれており、この名称で何をさすのか明瞭ではない」として、この和名を無くすことが提案されている。しかし、明仁ほか（2013）では、それまで「トウヨシノボリ」とされてきたものの中から、琵琶湖水系のオウミヨシノボリ *Rhinogobius* sp. OM と、関東地方のクロダハゼ *R. kurodai*、カズサヨシノボリ *Rhinogobius* sp. KZ のみ掲載し、それ以外は「今後の分類学的研究が必要と考え、掲載しなかった」としている。その結果、関東地方と琵琶湖水系以外に広く分布する「トウヨシノボリ」と呼ばれていた魚種が同定できないという実用上の問題が生じている。そこで、本報告では暫定的な対応として、今後分類学的に細分される可能性を持つ種群として「トウヨシノボリ」の名称を用いる（オウミヨシノボリ、クロダハゼ、カズサヨシノボリは、この種群に含む）。

各供試魚の DNA 抽出は DNeasy Blood & Tissue Kit（キアゲン社）もしくは QuickGene DNA tissue kit S（クラボウ社）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 H13366-ND5-Rhi (5'-AAG GCT GTG AAT GAT GGA GC-3') (向井ほか 2012) のプライマー対を用いた。PCR には Crimson Taq PCR

sampler（ニューイングランドバイオラボ社）のバッファーと Ex Taq DNA ポリメラーゼ（タカラバイオ株式会社）を使用し、常法に従ってサーマルサイクラーで 95℃ 1 分、55℃ 1 分、72℃ 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 ExoSAP-IT キット（GEヘルスケアジャパン社）を用いて処理した後、BigDye Terminator Cycle Sequencing Kit ver. 3.1（アプライドバイオシステムズ社）でシーケンシング反応をおこない、Clean SEQ（ベックマン・コールター社）で精製、ABI 3100 Genetic Analyzer で塩基配列を決定した

各個体の mtDNA は類似種の塩基配列と比較した。比較には、向井ほか（2012）で用いた滋賀県琵琶湖産ビワヨシノボリ（ハプロタイプ BW01-03, 国際塩基配列データベース登録番号 AB753787-AB753789）、岐阜県および三重県産トウカイヨシノボリ（AB753783-AB753786）、三重県および岡山県産シマヒレヨシノボリ（AB753781-AB753782）、三重県産トウヨシノボリ（AB753778-AB753780）、Mukai *et al.* (2005) の滋賀県琵琶湖産トウヨシノボリ（AB190333）、東京都秋川産トウヨシノボリ（AB190333）の塩基配列を使用した。比較のための多重配列には Clustal X (Thompson *et al.*, 1997) を用い、MEGA6 (Tamura *et al.*, 2013) 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 回のブーツストラップ反復によって推定した。

Table 2. Distribution of mtDNA haplotypes of *Rhinogobius* sp. BW

Haplotype	Lake Biwa*	1	2	3	4	5	6	7	Accession No.
BW01	1		1	1		1			LC085142
BW02	1								AB753788
BW03	1								AB753789
BW04		2							LC085143
BW05					2				LC085144
BW06		2							LC085145
BW07				2					LC085146
BW08								2	LC085147
BW09			1						LC085148
BW10			1						LC085149
BW11			1						LC085150
BW12						1			LC085151
BW13						1			LC085152
BW14						1			LC085153
BW15							1		LC085154
BW16								1	LC085155
GEDIMAP ID	P1660 P1661	P1970	P1971	P1972	P1973	P1974	P1975	P1976	

*, obtained from Mukai et al. (2012). Nucleotide sequences are available from international nucleotide sequence database collaborations (GenBank/EMBL/DDBJ) under the given accession numbers. GEDIMAP is a database of genetic diversity for Japanese freshwater fishes (<http://gedimap.zool.kyoto-u.ac.jp/>) (Watanabe et al. 2010).

系統樹の外群にはゴクラクハゼ *Rhinogobius similis* の塩基配列 (AB190338, Mukai et al., 2005) を使用した。

結果と考察

本研究で用いた静岡県, 愛知県, 岐阜県, 岡山県の標本は, 雄の場合は第1背鰭が伸長せず台形となり, 喉部が橙色となること, 雌雄共通する特徴として第1背鰭に明瞭な黒色の横斑列がある, 体側に黒色斑が並ぶ, 尾鰭中央に4~6本の横線もしくは横点列がある, 第1背鰭前方の背面に鱗が無い, といった特徴を持つことから, 鈴木ほか (2010) に従ってビワヨシノボリと同定した (Fig. 1)。

既報の三重県, 鳥根県, 愛媛県のビワヨシノボリの標本と合せて22個体について, ミトコンドリアND5遺伝子の部分塩基配列945塩基対を決定し, 比較した結果, 14種類のハプロタイプが見いだされた (Table 2)。向井ほか (2012) で決定した琵琶湖産ビワヨシノボ

リ3個体のND5遺伝子923塩基対 (ハプロタイプBW01-03) と比較した結果, 本研究で決定したハプロタイプの一つがBW01と一致した, そのハプロタイプをBW01, 残りの13種類のハプロタイプをBW03-BW16として国際塩基配列データベース (INSDC) に登録した (登録番号LC085142-LC085157) (Table 2)。また, 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P1970-P1976)。

愛知県の阿摺ダムと岡山県の湯原湖で採集したトウヨシノボリ各4個体についても同様に945塩基対の塩基配列を決定し, Mukai et al. (2005) と向井ほか (2012) の塩基配列と比較した結果, 阿摺ダムと湯原湖の各3個体の塩基配列はMukai et al. (2005) で決定した琵琶湖産トウヨシノボリの945塩基対 (登録番号AB190333) と完全に一致した。残りの各1個体は, 琵琶湖産トウヨシノボリの塩基配列と1~2塩基の違いがあったため, 新規のハプロタイプとしてINSDCに登録し



Fig.1. *Rhinogobius* sp. BW (a, male; b, female) collected from Yokoyama Dam Reservoir, Ibigawa, Gifu, Japan (GPM-Z 21577).

た (OR05; LC085156, OR06; LC085157). 阿摺ダムと湯原湖のトウヨシノボリの集団遺伝データは GEDIMAP に登録した (登録番号 P1977-P1978).

ピワヨシノボリとトウヨシノボリから得られたハプロタイプを、類似種 (シマヒレヨシノボリとトウカイヨシノボリ) の塩基配列とともに近隣結合法によって樹状図として表した (Fig. 2). 向井ほか (2012) で決定した塩基配列は 923 塩基対であり、Mukai *et al.* (2005) および本研究の 945 塩基対よりも短いため、塩基配列の足りない部分 (22 塩基対) はギャップとして扱った。樹状図を推定した結果、各地点のピワヨシノボリから得られたハプロタイプはすべて一つのクレードにまとまった。ピワヨシノボリのハプロタイプの単系統性はブーツストラップ確率 100% で支持されたが、16 種類のハプロタイプ間の相違は 1 ~ 10 塩基対 (p -distance 0.1 ~ 1.1%) と少なく、ハプロタイプ間の系統関係はブーツストラップ確率 63% 以下と低かったため、ピワヨシノボリのクレード内に明確な

系統関係は見いだせなかった。

本研究で採集したピワヨシノボリは、静岡県から愛媛県まで西日本の広い範囲にわたって分布するが、琵琶湖と同じハプロタイプ (BW01) が愛知県から岡山県に広く分布し、静岡県と愛媛県でも同じハプロタイプ (BW06) が見つかるなど、系統地理的な構造は見られなかった。さらに、7 地点の採集地点のうち、3 地点 (愛知県阿摺ダム、岐阜県奥いび湖、岡山県湯原湖) は山地のダム湖であり、鳥根県の八戸川にもダム湖がある。止水性のピワヨシノボリが、ダム建設前の山地河川に生息していたとは考え難く、これらはダム建設後に生じた止水域に侵入したと考えられる。阿摺ダムと湯原湖でピワヨシノボリと共に採集されたトウヨシノボリも琵琶湖産と同じ、もしくは非常に類似したハプロタイプであり、トウヨシノボリは琵琶湖産アユなどの放流に混入して全国に分布を広げていると考えられているため (越川, 2001), これらのダム湖のピワヨシノボリとトウヨシノボリは琵琶湖から (おそらくは非意図的に) 導入され

ビワヨシノボリ外来個体群

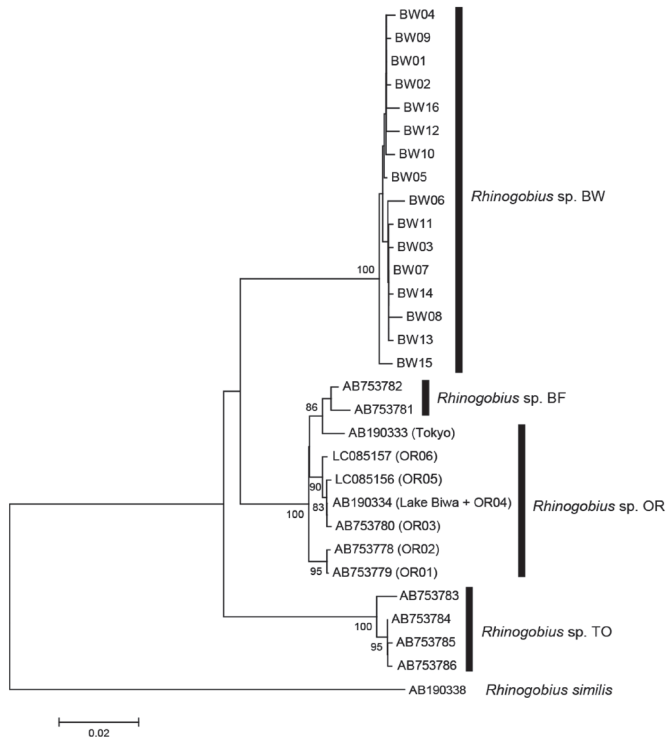


Fig.2. Neighbor-joining tree based on genetic distances estimated from mitochondrial ND5 gene sequences (945 bp) in *Rhinogobius* sp. BW and related species. Distances are based on Kimura's two-parameter (K2P) model and calculated using MEGA6 (Tamura et al., 2013). Numbers adjacent to internal branches indicate bootstrap probabilities (> 80%) based on 1,000 pseudoreplicates. The scale bar indicates the genetic distance based on the K2P model. The accession numbers and distributions of haplotypes BW01–16 are described in Table 2. The nucleotide sequences of *Rhinogobius similis* (outgroup), *Rhinogobius* sp. BF, *Rhinogobius* sp. OR, and *Rhinogobius* sp. TO were obtained from Mukai et al. (2005, 2012). The nucleotide sequences of haplotypes OR04–06 were determined from *Rhinogobius* sp. OR, which was collected with *Rhinogobius* sp. BW in Asuri Dam Reservoir, Aichi Prefecture, and Yubara Dam Reservoir, Okayama Prefecture, in this study. OR04 (three individuals from Asuri and three from Yubara) was the same sequence as AB190334 (*Rhinogobius* sp. OR collected from Lake Biwa, Mukai et al. 2005). OR05 and OR06 were from one individual from Asuri Dam and Yubara Dam, respectively.

たものと考えられる。

ビワヨシノボリの採集された静岡県小笠高橋川、三重県度会町の溜池、愛媛県谷山川については、ダム湖ではなく小規模な河川や溜池だった。しかし、遺伝的には琵琶湖やダム湖のビワヨシノボリとほとんど差が無かった。溜池には地元住民などによるコイやフナ類などの放流が行われることが多いため、これらのビワヨシノボリも魚類の放流への混入によって人為的に導入された可能性が考えられる。小笠高橋川や谷

山川の場合も、周辺に多数の溜池があるため、溜池へ導入されたビワヨシノボリが河川に流出したことが考えられる。

Takahashi and Okazaki (2002) がビワヨシノボリを報告した後、鈴木ほか (2010) がシマヒレヨシノボリやトウカイヨシノボリとの相違を明示するまで、一般的にはビワヨシノボリを同定することが困難だったため、その分布についての情報はほとんど蓄積されてこなかった。琵琶湖産アユの種苗放流に非意図的に混入すること

で、多くの琵琶湖産魚類が日本全国に導入されており（日本魚類学会自然保護委員会，2013），本研究で示したビワヨシノボリも例外ではないと考えられる。ビワヨシノボリは同所的なトウヨシノボリとは交雑しないと考えられているが（辻本ほか，2003），止水性のヨシノボリ類は人為的な分布かく乱等によって他地域から導入された近縁種と交雑することが知られている（向井ほか，2012）。すでに、色斑の特徴からビワヨシノボリと在来の止水性ヨシノボリ類が交雑した可能性のある個体が知られており（鈴木ほか，2010），在来ヨシノボリ類の保全を考えた場合，ビワヨシノボリの外来個体群の分布についての詳細な現状把握と対策が必要である。

謝 辞

本研究の一部は JSPS 科研費 26250044 と環境省地球環境研究総合推進費 RF-0910 を使用した。標本の採集には、伊藤玄氏（岐阜大学大学院連合農学研究科）、豊田市矢作川研究所、三河淡水生物ネットワーク、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、標本の登録には、神奈川県立生命の星・地球博物館の瀬能宏氏と岐阜県博物館の説田健一氏にご協力いただいた。日本魚類学会自然保護委員会の鈴木寿之氏には、原稿に有益なコメントをいただいた。厚く御礼申し上げます。

引用文献

明仁・坂本勝一・池田祐二・藍澤正宏，2013. ハゼ亜目. 中坊徹次（編），日本産魚類検索全種の同定 第三版：1347-1608, 2109-2211. 東海大学出版会，秦野市。

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.

越川敏樹，2001. トウヨシノボリ. 川那部浩哉・

水野信彦・細谷和海（編），山溪カラー名鑑 日本の淡水魚 第3版（改訂版）：594-597. 山と溪谷社，東京。

前畑政善，2014. ビワヨシノボリ. 環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室（編），レッドデータブック 2014—日本の絶滅のおそれのある野生生物— 4 汽水・淡水魚類：375. ぎょうせい，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.

向井貴彦・平嶋健太郎・古橋 芽・古田莉奈・淀 太我・中西尚文，2012. 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. *日本生物地理学会会報*, **67**: 15-24.

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.

日本魚類学会自然保護委員会（編）（向井貴彦・鬼倉徳雄・淀 太我・瀬能 宏 責任編集），2013. 見えない脅威“国内外来魚”どう守る地域の生物多様性，東海大学出版会，秦野市。

Saitou, N. and Nei, M., 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol.Biol.Evol.*, **4**: 406-425.

鈴木寿之・向井貴彦・吉郷英範・大迫尚晴・鄭達壽，2010. トウヨシノボリ縞鱭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.

Takahashi, D., and Ohara, K., 2004. Genetic variations estimated from PCR-RFLP analysis of two morphs of the freshwater goby *Rhinogobius* in the Lake Biwa water system. *Ichthyol. Res.*, **51**: 99-105.

- 高橋さち子, 2011. ビワヨシノボリ. 滋賀県生きもの総合調査委員会 (編), 滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック 2010 年版—: 505. 滋賀県自然環境保全課, 大津.
- 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.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipowski, A., and Kumar, S., 2013. MEGA6: Molecular evolutionary genetics analysis version 6. Mol. Biol. Evol., **30**: 2725-2729.
- 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.
- 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.

(2015 年 9 月 28 日 受領, 2015 年 10 月 16 日 受理)