原著論文　*Original Paper*

魚類学雑誌 66(1):37–42
DOI: 10.11369/jji.18–038
2019 年 4 月 25 日発行

飼育下におけるクロダハゼ *Rhinogobius kurodai* の仔魚の塩分耐性と成長に伴う外部形態の変化

平嶋健太郎

〒 642–0001　和歌山県海南市船尾 370–1　和歌山県立自然博物館　学芸課

（2018 年 9 月 30 日受付；2019 年 1 月 22 日改訂；2019 年 1 月 24 日受理；2019 年 3 月 29 日 J–STAGE 早期公開）

キーワード：クロダハゼ , 仔稚魚 , 塩分耐性 , 陸封 , クプラ

魚 類 学 雑 誌
Japanese Journal of Ichthyology
© The Ichthyological Society of Japan 2019

Kentarou Hirashima*. 2019. Ontogenetic morphological changes in artificially -reared larvae and juveniles of the freshwater goby *Rhinogobius kurodai*. Japan. J. Ichthyol., 66(1): 37–42. DOI: 10.11369/jji.18-038.

Abstract　The genus *Rhinogobius* is widely distributed across Japan and East Asia, including Japan, comprises amphidromous, fluvial, lacustrine, and land -locked species. Because *R. kurodai* (Tanaka 1808) an endemic species formerly known as *Rhinogobius* sp. OR (Tou–yoshinobori species complex), in the Kanto region, central Japan, but recently re –assessed taxonomically, has been less studied from ecological, taxonomic and genetic perspectives than other *Rhinogobius* species, this study investigated ontogenetic morphological changes in artificially –reared larvae and juveniles of the former, in addition to larval salinity tolerance. Larval salinity tolerance is described for artificially -reared newly -hatched larvae reared in eight tanks (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, and 35 psu). Newly -hatched *R. kurodai* larvae (3.2 ± 0.1 mm in notochord length) had one or two symmetrical pairs of cupulae, (free neuromast organs), on the trunk around the anus or tail region, such having been previously reported in the genus only from larvae of *R*. sp. BF, a lacustrine species Nine days after hatching (4.5 mm in standard length: SL), the notochord tip projected upwards, and the second dorsal and anal fin ray were formed. Between eighteen (5.6 mm SL) to twenty-one days (6.4 mm SL), the larvae settled to the bottom of the aquarium tank. At thirty-five days (11.2 mm SL), all fins and scales were formed (juvenile stage). All larvae subjected to salinities of 20 to 35 psu died within three days, evidence (together with than of small sized-eggs and ealy presence of larval cupulae) suggesting that *R. kurodai* is a lacustrine -type species.

**Wakayama prefectural museum of natural history, 370–1 Funo, Kainan, Wakayama Prefecture, Japan (e-mail: hirashima_k0001@pref.wakayama.lg.jp)*

クロダハゼ *Rhinogobius kurodai* は，近年の分類再検討により，これまでトウヨシノボリとされていた複数のヨシノボリ種群の中から再び認められたヨシノボリ属魚類である（明仁ほか，2013）．本種の分布域は関東地方の一部に限られるので（明仁ほか，2013；鈴木ほか，2017），生息環境の悪化や外来種等がすでに本種の存続に大きな影響を与えることが危惧され，生物学的知見に基づいた保全活動は急務である．

本研究では，クロダハゼの仔稚魚の成長過程と外部形態の変化，および仔魚の塩分耐性を明らかにし，本種の生息環境の保全に際しての基礎資料とする事を目的とした．

材 料 と 方 法

親魚の採集と飼育　クロダハゼの卵と仔魚を得るため，2011 年 7 月 22 日に，東京都港区南麻布の有栖川宮記念公園内の池より成魚 6 個体を採集した．採集した成魚は，体側の斑紋や第 1 背鰭および生殖突起の形状等からクロダハゼのオス 3 個体，メス 3 個体と判断した．これらのクロダハゼ

を和歌山県立自然博物館内にある 45 × 30 × 25 cm アクリル製水槽に収容して飼育した．飼育水は，純淡水でポンプ付き外部フィルター（EHEIM ecco，エーハイムジャパン株式会社）でろ過を行った．飼育水槽への採光は，天井からの自然光を利用し，補助的に水槽用蛍光灯をタイマー制御して用いた（夏季 12 時間，冬季 8 時間点灯）．水槽内には産卵床として長さ 120 mm，直径 30 mm の塩化ビニル製パイプを二本とドブガイの貝殻，素焼きの陶器片を入れた．産卵は標準体長 34 mm のオスと標準体長 38 mm のメスで行われ，2012 年 6 月 10 日（23.0°C）と 6 月 21 日（24.3°C）に，共に陶器片に付着した卵をオス親が保護する様子を確認できた．これらの卵から得た仔魚を用いて飼育実験と塩分耐性実験に用いた．なお，親魚の標準体長は産卵確認後に FA100（田村製薬株式会社）を用いて麻酔を施して電子ノギス（Mitutoyo 社）を用いて，卵の計測はミクロメーターを装着した実体顕微鏡（Nikon 社）を用いて計測し，標準偏差を示した．卵数は産卵基質に付着した状態を撮影し，画像から計数を行った．

塩分耐性実験　2012 年 6 月 10 日に得た卵より孵化した 80 個体の孵化仔魚を用いて塩分耐性実験を行った．まず，8 つの 500 ml ガラス製ビーカーにそれぞれ 0，5，10，15，20，25，30，35 psu の塩分の異なる 8 つの実験区を設けた．そこへ本種の孵化仔魚を 10 個体ずつ収容して 10 日間飼育した．塩分 15 psu 以上の実験区に仔魚を導入する際に 15 psu で 1 時間仔魚を馴化させた後，実験を行った．水温は，水深 10 cm 程度まで水を張ったウォーターバスに 8 つのビーカーを設置し，ヒーターとサーモスタットを用いてビーカー内の水温を 23.0 ± 0.5°C に設定した．仔魚の餌として栄養強化したクロレラ（スーパー生クロレラ V12，クロレラ工業株式会社）を与えた S 型シオミズツボワムシ *Brachionus rotundiformis* を朝と昼の一日 2 回，十分に与えて摂餌の様子や消化管の変化を確認した．特にエアレーションは行わないが，ビーカーの底掃除は毎日行い，餌の食べ残しや排泄物等を取り除き，ビーカーの半分の換水を行った．仔魚の死亡確認は，明らかに体色が白濁した個体やスポイトで水を吹きかけても底で横たわって動かない個体を死亡個体として取り除いた．また，高塩分環境に馴化させずに孵化仔魚を導入した際の状況を確認するため，35 psu の海水を入れた 500 ml ビーカーを 2 つ用意して，10 個体ずつ孵化仔魚を入れて観察を行った．水温等の条件は上述の実験と同様に設定した．

仔稚魚の飼育と観察　仔稚魚の成長に伴う外部形態の変化を観察するため，2012 年 6 月 21 日に得た卵より孵化した 409 個体の孵化仔魚を塩分 5 psu に設定した 30 L ポリカーボネイト水槽 2 基に収容して飼育した．水温はヒーターとサーモスタットにより 24.0 ± 2.0°C の間に設定した．餌料として，初期は前述したシオミズツボワムシを，成長に従って日齢 10 以降は徐々にブラインシュリンプ *Artemia salina* のノープリウス幼生を与えた．観察とスケッチのため，孵化から日齢 21 までは 3 個体以上，その後は適宜，日齢ごとに仔稚魚を 5% ホルマリンで固定した．観察とスケッチは描画装置付きの実体顕微鏡（Nikon 社）を用い，鱗や鰭条の観察には，明仁ほか（2013）に従ってアルシアンブルーで染色を施して行った．

本研究で用いた飼育個体は和歌山県立自然博物館の登録標本（WMNH–PIS.）として保管した．なお，魚類の学名等は中坊（2013）に，仔稚魚の計測部位や成長区分は沖山（2014）に従った．

結　　果

産着卵の特徴　卵は 2012 年 6 月 10 日（1402 粒）と 6 月 21 日（1078 粒）に得られた．6 月 10 日の卵は発見時，既に胚の発生段階が孵化直前であり，正確な卵径の計測に適さないため，胚体形成直前であった 6 月 21 日に得た卵を計測に用いた（WMNH–PIS. 10493）．その結果，クロダハゼの卵は長径 2.0 ± 0.1 mm，短径 0.6 ± 0 mm（$n = 6$）の紡錘型をしていた．紡錘型の卵の一端には付着糸があり，これで素焼きの陶器片に付着していた．卵塊は一層からなり，オス親が保護していた．

塩分耐性実験　35 から 20 psu 区では 3 日以内に全ての個体が斃死した（Fig. 1）．なかでも 35 と 30 psu 区は 24 時間以内に全ての個体が斃死した．その一方で 5–15 psu の 3 つの区では実験終了時に 100% の生残率を示し，0 psu 区では 60% の生残率を示した．なお，馴化させずに仔魚を 35 psu 区に導入した場合，実験開始から 4 時間以内に 2 つのビーカーに収容した 20 個体全てが斃死した．

仔稚魚の初期発育　クロダハゼの孵化仔魚は，脊索長 3.2 mm notochord length（NL）（3.2 ± 0.1 mm NL，$n = 18$，WMNH–PIS.10494）で既に開口していた（Preflexion larva，Fig. 2A）．腹部に卵黄と油球は残っているものの非常に少なかった．筋節数

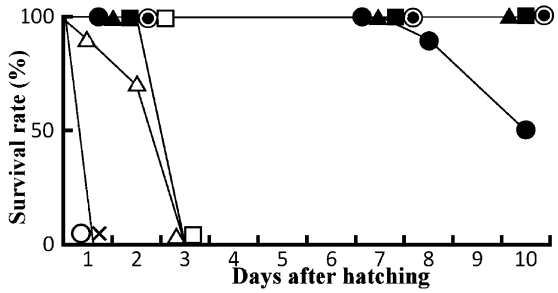

Fig. 1. Larval survivorship in *Rhinogobius kurodai* under different salinity conditions during the first 10 days after hatching. × : 35 psu; ○ : 30 psu; △ : 25 psu; □ : 20 psu; : 15 psu; ■ : 10 psu; ▲ : 5 psu; ● : 0 psu.

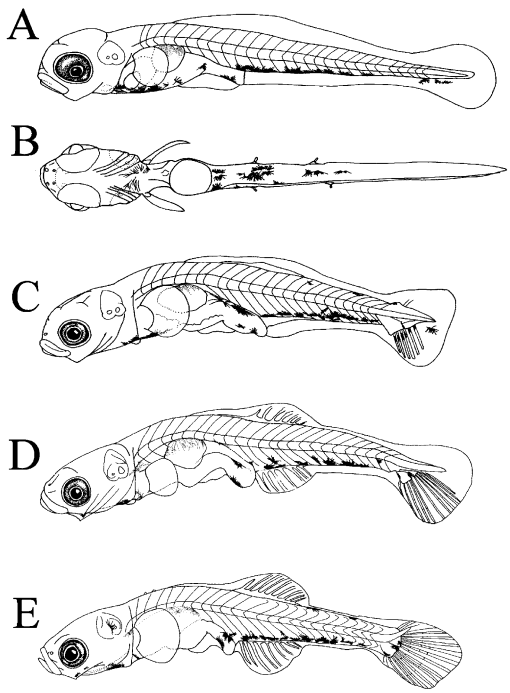

Fig. 2. Morphological changes in reared larvae of *Rhinogobius kurodai*. A: Preflexion larva (3.2 ± 0.1 mm in notochord length: NL, Day 0, WMNH–PIS.10494). B: Ventral view of preflexion larva. C: Preflexion larva (4.8 mm in NL, Day 6, WMNH–PIS.10501). D: Flexion larva (4.7 mm in SL, Day 8, WMNH–PIS.10503). E: Postflexion larva (5.0 mm in SL, Day 9, WMNH–PIS.10504).

は 28（9 + 19）であった．肛門周辺と尾部の体軸に対して垂直方向に左右同じ長さの 1–2 対の突起状の器官が認められた（Fig. 2B）．この突起は個体によって数に違いがあったが，観察に用いた 18 個体の孵化仔魚は，いずれも 1 対以上の突起を備えていた．日齢 8 までこの突起は観察されたが，その後の日齢の個体では見ることができなかった．孵化後日齢 0–1 では水槽の底面に沈み，スポイト等を近づけると直線的に水面方向に向かって泳ぐが，それ以外は遊泳することはなかった．黒色素胞は鰾の上面，腹部の油球付近，消化管の腹面，第 14–20 筋節付近の下面，尾部下面に数カ所認められた．背面部には目立った黒色素胞もそれ以外の色素胞も認められなかった．日齢 2（3.4 mm NL，WMNH–PIS. 10496）で腹部の卵黄と油球を吸収し終えた．仔魚は遊泳して暗い状況でもライトを照らすと集まってくる等の正の走光性を示し，活発に摂餌した．鰾に黄色素胞が現れた．日齢 6（Fig. 2C，4.8 mm NL）で下尾骨が現れ，脊索末端が上屈し始めた（Flexion larva）．さらに，尾鰭の鰭条，第 2 背鰭原基と臀鰭原基も現れた．黒色素胞は肛門から尾部にかけての下面に現れ，背面部にも第 2 背鰭基部の後方から尾部にかけて現れた．さらに，尾鰭の下尾骨周辺に現れた．日齢 8（Fig. 2D，4.7 mm NL）で脊索末端が上屈し，第 2 背鰭と臀鰭の鰭条および，腹鰭原基が現れた．黒色素胞は下顎隅角部に，黄色素胞は第 2 背鰭後方に 2 カ所現れた．体側の突起物は見られなくなった．日齢 9（Fig. 2E，4.5 mm SL）で脊索末端は完全に上屈し終えた（Postflexion larva）．第 2 背鰭と臀鰭の鰭条が完成し，膜鰭は消失した．また，

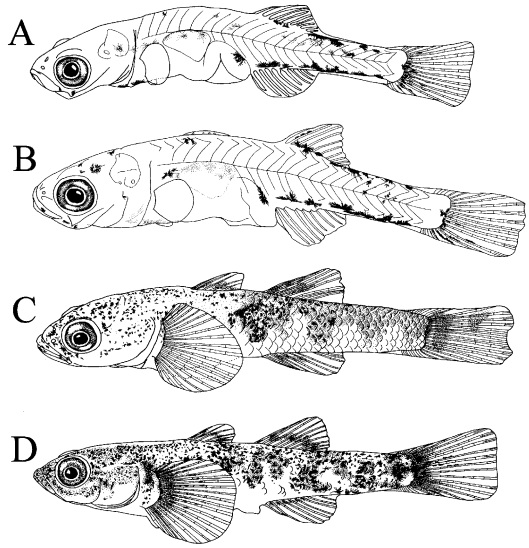

Fig. 3. Morphological changes in reared larvae and juvenile of *Rhinogobius kurodai*. A: Postflexion larva (5.6 mm in SL, Day 18, WMNH–PIS. 10508). B: Transition larva (6.4 mm in SL, Day 21, WMNH–PIS. 10509). C: Transition larva (9.9 mm in SL, Day 30, WMNH–PIS. 10511). D: Transition larva (11.2 mm in SL, Day 35, WMNH–PIS. 10512).

第 1 背鰭の原基が現れた．黒色素胞は尾鰭基部に多く現れた．黄色素胞は臀鰭後方や尾鰭基部に現れた．日齢 18–21（Fig. 3A–B，5.6–6.4 mm SL）の間に，円形水槽の中層に浮遊していた個体が次々と底面や水槽側面にひっついては離れて泳ぐ行動を繰り返すようになり，日齢 21 の時点で，ほぼ全ての個体が底面あるいは壁面にひっつく行動を示し，着底を完了した（Trasition larva）．日齢 30（Fig. 3C，9.9 mm SL）で第 1 背鰭と胸鰭，腹鰭が完成し，尾柄部から第 1 背鰭の後方まで鱗が形成された．また体側に黒色色素胞やグアニン等の色素胞による斑紋が形成された．日齢 35（Fig. 3D，11.2 mm SL）で，既に各鰭は完成しており，鱗域が第 1 背鰭前方にまで達したため稚魚となった（Juvenile）．第 1，第 2 背鰭と尾鰭には色素胞が広がり成魚と同様な斑紋が現れた．

考　　察

卵サイズ　今回の事例では，クロダハゼは飼育環境下で初夏（6 月以降）に産卵期を迎え，長径 2.0 ± 0.1 mm，短径 0.6 ± 0 mm の卵を 1 産卵当たり 1,000 粒程度（1078–1402 粒）産むことが明らかとなった．孵化仔魚（3.2 ± 0.1 mm NL）は，孵化後 21 日目（6.4 mm SL）までに底生生活に入った．本種の卵径と産着卵数，孵化仔魚の大きさはオオヨシノボリ *R. fluviatilis*［卵の長径 1.9 mm，短径 0.6 mm，産着卵数 1600–15268，孵化仔魚の大きさ 3.1 mm NL；Sakai and Yasuda, 1978（Dark large type として記載）］やアヤヨシノボリ *R.* sp. MO（卵の長径 3.1 ± 0.1 mm，短径 0.8 ± 0 mm，産着卵数 1809–1985，孵化仔魚の大きさ 3.8 ± 0.2 mm BL），クロヨシノボリ *R. brunneus*（長径 2.8 ± 0.1 mm，短径 0.9 ± 0 mm，産着卵数 1043–4436，孵化仔魚の大きさ 3.7 ± 0.2 mm BL），シマヨシノボリ *R. nagoyae*（長径 2.3 ± 0.1 mm，短径 0.8 ± 0.1 mm，産着卵数 700–4583，孵化仔魚の大きさ 3.6 ± 0.1 mm BL）（Kondo et al., 2013；平嶋，2016a）と比較すると，水野（1961）で示された小卵型（両側回遊型）のヨシノボリとほぼ同様であり，カワヨシノボリ *R. flumineus*（卵の長径 6.0 mm，短径 2.0 mm：産着卵数 53–131，孵化仔魚の大きさ 6.2 mm SL；水野，1961）やアオバラヨシノボリ *R.* sp. BB（卵の長径 4.3 ± 0.3 mm，短径 1.5 ± 0.1 mm，産着卵数 46–86，孵化仔魚の大きさ 5.8 mm SL），キバラヨシノボリ *R.* sp. YB（卵の長径 4.3 ± 0.2 mm，短径 1.4 ± 0.1 mm，産着卵数 262–331，孵化仔魚の大きさ 5.3 mm NL）（平嶋・立原，2000）より卵径や孵化仔魚の大きさが小さいため，クロダハゼは小卵型ヨシノボリであることが明らかとなった．

孵化仔魚の特徴　クロダハゼの孵化仔魚は，孵化直後は飼育槽の底に沈み積極的な遊泳は認められなかった．一般的なヨシノボリ属の孵化仔魚は，孵化直後より底面から垂直方向に遊泳，あるいは浮遊する種が知られ（Mizuno，1960；Kondo et al.，2013），クロダハゼの孵化仔魚の状態は本種の特徴のひとつと言える．さらに，孵化仔魚は，孵化後 4–6 日程度まで体側に 1–2 対の突起状構造物をもっていた．この突起は非常に脆く，仔魚をスポイトや網で採る際，あるいは水から魚体のみを取り上げると破損する事が多い．また，長期間ホルマリン固定された標本では脱落することが多い．このような突起を持つ仔魚は，シマヒレヨシノボリ *R.* sp. BF（平嶋，未発表）に加えてハゼ科のチチブ *Tridentiger obscurus* やシマハゼ類，タイ科やコイ科魚類で知られ，いずれも仔魚の摂餌や被食回避行動を補助する器官（クプラ）と考えられる（佐藤，1955；岩井，1972；山下，1982）．本種仔魚の突起は，孵化後 4 日目までが最も数が多く，仔魚の遊泳行動に重要な尾鰭や第 2 背鰭，臀鰭の形成が進んだ 6，8 日目までに突起が確認できなくなること，体の左右で対を成すことと膨出部から突起が出る形状が他種に見られるクプラに非常に似ていること等から，本種仔魚においてもこの突起は摂餌や被食回避などの感覚器官の補助を行う機能があると考えられた．また，底に沈んだ孵化仔魚にスポイトを近づけると回避反応を示すことからも，体に何らかの感覚器を持っていると考えられるが，詳細は不明である．

仔稚魚の浮遊期と塩分耐性　クロダハゼの孵化仔魚は 20 psu 以上の環境では 3 日以上生存できないこと，本種の生息域が海域との連絡が無いか，非常に乏しい内陸部の止水環境であること，河川下流域などの流水域からの報告が無いことから（鈴木・向井，2010；明仁ほか，2013；鈴木ほか，2017），本種は海域を経る回遊は行わず，池などの止水域に留まると考えられた．この結果は Tsunagawa et al.（2010）や平嶋・中村（2014），平嶋（2016b）で示されたシマヒレヨシノボリやトウカイヨシノボリ *R.* sp. TO の生活様式と酷似していた．しかし，今回の研究によると本種は仔魚の着底まで 18–21 日，稚魚期に達するまで 35 日であり，ヨシノボリ属のなかでも非常に短いことがわかった．クロダハゼと同じように淡水域で一

生を送るシマヒレヨシノボリやトウカイヨシノボリの仔魚は，日齢 30 以降に着底し，さらに 20 日程度かけて稚魚期に移行する（平嶋・中村，2014：飼育水温 20.5 ± 1.0°C；平嶋，2016b：飼育水温 23.5 ± 3.1°C）．本種はそれに比べ半分から 2/3 程度の短期間で浮遊期を終えて着底し，孵化から 30 日あまりで稚魚期へ移行した（飼育水温 24.0 ± 2.0°C）．両側回遊型であるシマヨシノボリ（29 日以降着底）やクロヨシノボリ（24 日以降着底）と比較しても本種が短期間で着底することが明らかになった（Kondo et al., 2013）．一方で本種仔魚は，同じ日齢のシマヒレヨシノボリや両側回遊型ヨシノボリの仔稚魚と体長に違いは認められなかった．つまり，クロダハゼは他の小卵型ヨシノボリ属仔魚に比べて発達段階のみが前倒しになり，結果的に浮遊期が短くなり（日齢 18–21），小さい体長（5.6–6.4 mm SL）で底生生活へ移行する可能性が示された．

本種は仔魚の塩分耐性実験の結果から，短い浮遊期を河川の下流域周辺に広がる氾濫原のような一時的水域，池沼など止水環境的な淡水域で過ごすと考えられるが，同所的に生息するコイ科魚類の仔稚魚との競合や被食が予想される．クロダハゼと同様に小規模止水域で生活するシマヒレヨシノボリの仔魚にもクプラが確認されていることから，本種が海域に比べて資源の限られた淡水域で効率よく摂餌し，かつ被食を避けて生き残るためにクプラのような器官は有効であると思われた．一方で，これまでに両側回遊型のヨシノボリ属やダム湖等の陸封個体群の仔魚についてのクプラの報告はなく，今後は，ヨシノボリ属仔魚にとって，クプラが止水環境に適応した形質かどうか注目していきたい．

現在，明らかとなっている本種の分布域は限定的であり，水系の異なる個体群同士の交流は起こりにくい．また，今回試供魚を得た都市部の公園は人為的撹乱が大きく，生息地の消失や外来生物の導入が危惧される．トウカイヨシノボリでは，導入された同属他種との交雑の報告もあるため（向井ほか，2012），本種においても同様のことが危惧された．

本研究の結果から，クロダハゼは一生を淡水域で過ごし仔魚は一時期クプラをもつこと，孵化仔魚は 20 psu 以上の環境では 3 日以上生存できないことが明らかになり，他の水系の個体群との交流は乏しいと考えられた．現在の本種の分布域は限定的なうえ，人為的撹乱を受けやすい都市部の止水環境や，それらに隣接した水域であることから，本種の生息水域周辺を一帯ごと保全することが一層強く望まれる．

謝　　辞

本研究を進めるにあたり，採集に協力していただいた表原孝好氏，餌料のアドバイスや有益な資料を提供いただいた宮内庁生物学御研究所の池田祐二氏，貴重な情報を提供いただいた日置川中学校の玉田一晃氏，橋本健一氏に深く謝意を表す．また，インターネットサイト Freshwater Goby Museum の田村太郎氏には本稿をすすめるうえで，有意義な御助言をいただき，特に感謝する．さらに，初期餌料の調達などに協力していただいた和歌山県南部種苗栽培センターの中村和矢氏に感謝する．本論文をまとめるにあたり，編集委員および匿名の 2 名の査読者の大変丁寧で有益な御指導をいただいたことを記し，感謝を表する．

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），pp. 1324–2169, 1554–1608．日本産魚類検索－全種の同定　第三版．東海大学出版会，秦野．

平嶋健太郎．2016a．ヨシノボリ属魚類の生活史の多様性，その適応について．海洋と生物，225: 363–368．

平嶋健太郎．2016b．トウカイヨシノボリ *Rhinogobius* sp. TO の仔稚魚の成長にともなう形態変化と塩分耐性およびシマヒレヨシノボリ R. sp. BF との比較．南紀生物，58: 1–6．

平嶋健太郎・中村和矢．2014．飼育環境下におけるシマヒレヨシノボリの仔稚魚の成長にともなう外部形態の変化と塩分耐性．魚類学雑誌，61: 53–57

平嶋健太郎・立原一憲．2000．沖縄県に生息する中卵型ヨシノボリ 2 種の卵内発生および仔稚魚の成長に伴う形態変化．魚類学雑誌，47: 29–41．

岩井　保．1972．硬骨魚類仔魚の free neuromast の形態について．魚類学雑誌，19: 307–311．

Kondo, M., K. Maeda, K. Hrashima and K. Tachihara. 2013. Comparative larval development of three amphidromous *Rhinogobius* species, making reference to their habitat preference and migration biology. Mar. Fresh. Res., 64: 1–16.

Mizuno, N. 1960. Study on a freshwater goby, *Rhinogobius similis* Gill, with a proposition on the relationships between land -locking and speciation of some freshwater gobies in Japan. Memories of the college of science,

Univ. Kyoto, Ser. B, 27: 97–115.
水野信彦．1961．ヨシノボリの研究－I　生活史の比較．日本水産学会誌，27: 6–11.
向井貴彦・平嶋健太郎・古橋　芽・古田莉奈・淀　大我・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.
中坊徹次（編）．2013．日本産魚類検索－全種の同定　第三版．東海大学出版会，秦野．2428 pp.
沖山宗雄．2014．日本産稚魚図鑑 第二版．東海大学出版会，秦野．1639 pp.
Sakai, H., and F. Yasuda. 1978. Development of eggs and larvae of the freshwater goby, *Rhinogobius brunneus*. Japan. J. Ichthyol., 25: 92–100.
佐藤光雄．1955．コイの側線系感覚器の発生．魚類学雑誌，4: 105–112.
鈴木寿之・藍澤正宏・渋川浩一．2017．クロダハゼ－シマヒレヨシノボリとの識別点と“トウヨシノボリ偽橙色型”との関係－．東海自然誌，10: 57–66.
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.
Tsunagawa, T., T. Suzuki and T. Arai. 2010. Migratory history of *Rhinogobius* sp. OR morphotype “shimahire” as revealed by otolith Sr:Ca ratios. Ichthyol. Res., 57: 10–15.
山下金義．1982．マダイ前期仔魚の体表に見出された感覚突起 Cupulae．魚類学雑誌，29: 279–284.