

トサシマドジョウの繁殖行動と初期発育

永江菜奈^{1,3}・高橋弘明²・遠藤広光¹

¹ 〒780-8520 高知県高知市曙町2-5-1 高知大学工学部海洋生物学研究室

² 〒780-0002 高知県高知市重倉266-2 株式会社相愛

³ 現所属：〒811-3304 福岡県福津市津屋崎4-46-24 九州大学大学院生物資源環境科学府

(2021年2月11日受付；2021年6月22日改訂；2021年6月22日受理；2021年7月30日J-STAGE早期公開)

キーワード：シマドジョウ属，産卵誘発，繁殖行動，卵，仔稚魚

魚類学雑誌
Japanese Journal of
Ichthyology

© The Ichthyological Society of Japan 2021

Kanna Nagae*, Hiroaki Takahashi and Hiromitsu Endo. 2021. Mating behavior and early development of *Cobitis* sp. BIWAE type D. Japan. J. Ichthyol., 68(2): 143–150. DOI: 10.11369/jji.21-007.

Abstract Mating behavior and early development of *Cobitis* sp. (BIWAE type D, Tosa-Shima-dojo) were observed in the laboratory by inducing spawning of females with human chorionic gonadotropin (HCG). Subsequently, laboratory bred individuals were compared with spawned eggs and larvae obtained from the field. Mature adults, naturally spawned eggs, and larvae were collected from a river in eastern Kochi Prefecture, Shikoku Island, Japan, and a natural spawning ground adjacent to the river. Mating behavior was observed 15 times at night, and distinguished into four stages: phase 1, tracking; phase 2, approaching; phase 3, amplexus; and phase 4, spawning. Egg diameters after water absorption were 2.1–2.3 mm, the spherical, demersal eggs having a light-yellow yolk, no oil droplets, and slight viscosity. Newly hatched larvae [3.3–4.9 mm in total length (TL)] had 46 (32 + 14) myomeres, two pairs of outer gill filaments on the cheek, and melanophores on the head. Notochord flexion started at 6.0–7.2 mm TL (wild individuals at 6.0–6.3 mm TL) and was completed at 8.8 mm TL (6.6 mm TL). The formation of membranous fins and full fin-ray complements were attained in the fin order pectoral, caudal, dorsal, anal, and pelvic, and caudal, dorsal, anal, pectoral, and pelvic, respectively. Some individuals (7.0–8.0 mm TL at the flexion stage) had free neuromasts, each with a short cupula, laterally on the caudal region. In addition, following the postflexion stage, some morphological differences between artificially bred and wild individuals were observed but could not be quantified due to the small sample size.

*Corresponding author: Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University, 4-46-24 Tsuyazaki, Fukutsu-shi, Fukuoka 811-3304, Japan (e-mail: nagae.kanna.760@s.kyushu-u.ac.jp)

トサシマドジョウ *Cobitis* sp. BIWAE type D (中島ほか, 2012) は高知県の土佐湾流入河川にのみ分布するドジョウ科シマドジョウ属魚類である(中島・内山, 2017)。河川改修や圃場整備などの開発行為に伴う生息環境の悪化により個体数の減少が推測されており(中島・内山, 2017; 清水・高橋, 2017; 高橋, 2018)。環境省レッドリストでは絶滅危惧Ⅱ類(VU)に(環境省, 2020)、高知県レッドデータブックでは絶滅危惧

I類(CR + EN)に(高知県レッドデータブック2018 [動物編] 改訂委員会, 2018)、それぞれ選定されている。また、本種は高知県希少動植物保護条例により「高知県指定希少野生動植物」に指定され、無許可での捕獲などが禁止されている(高知県, 2015)。水系や支流単位では既に絶滅した生息地が複数知られ(清水・高橋, 2017; 高橋, 2018)、全生息水系うち60%以上が個体群の存続が危ぶまれる状況にある(高橋, 2020)。

トサシマドジョウの生態や生活史は生息環境の類似性から（中島・内山，2017；清水・高橋，2017），中島ほか（2012）が定義したシマドジョウ種群 *Cobitis biwae* species complex や，ヤマトシマドジョウ種群 *Cobitis* sp. 'yamato' species complex のそれと同様であると推測されるが知見は少ない。また，これまでに本種の分布・生息状況（高橋，2015；清水・高橋，2017），成魚の形態的特徴（高橋，2015），野外での産卵場所・産卵生態および卵・仔稚魚（高橋・永江，2020）について報告されたが，繁殖行動の様式や発育段階ごとの形態的特徴の知見はない。したがって，本種の効果的な保全対策の実施には，それら生物学的な情報の充実が不可欠である。そこで本研究では，実験室内において排卵誘発剤を用いて本種の雌の産卵を促し，雄との繁殖行動および初期発育について観察した。さらに，人工繁殖と野外から採集された仔稚魚を比較し，形態的差異を調査した。

材料と方法

親魚と卵・仔稚魚の採集 親魚を2020年2月28日に高知県東部の和喰川水系でタモ網（三谷釣漁具店，bl-5JB）を用いて採集した。雌4個体〔標準体長（SL）83–92 mm〕，雄6個体（70–74 mm SL）を高知大学理工学部海洋生物学研究室において，ガラス製水槽内（60 cm，2台）で約1ヶ月間，雌雄混合（雌2個体，雄3個体）で飼育した。飼育水槽には，底面より約3 cmの厚さで砂利を敷き詰め，上部濾過槽（GEX社製，4972547036551）を設置した。水槽上部に照明（GEX社製，4972547030177）を設置し，タイマーにより照灯時間を7–19時の12時間に設定した。水温調整は行わず，実験期間中（2020年2月28日–7月1日）は一貫して空調により室温を20°Cに設定したが，水温は17–22°Cの範囲で季節の推移と無関係に変動した。野外における受精卵と仔稚魚は，2020年4–7月にかけて同水系の河川に隣接した水田排水路内で金魚網を用いて採集した。採集された受精卵は，エアレーションを設置した500 ml ビーカー内（水温：17–19°C）で孵化まで飼育し，換水は孵化までの間行わなかった。形態・生態的特徴の記録のため，人工繁殖および野外で採集された仔稚魚の一部を飼育したが，その他の個体は後述する方法で固定し保存した。なお，本種の採集にあたり，高知県より特別採捕許可（元高環共第856号）を受けた。

排卵誘発剤による水槽内産卵 2020年4月9日（11時）に，0.6% NaCl 溶液に溶解したヒト絨毛性性腺刺激ホルモン（HCG）（あすか製薬社製，ゴナトロピン筋注用1000単位）を雌3個体（83.4，84.8，91.6 mm SL）の腹鰭基部より腹腔内へ注射した（ニプロ社製，ニプロシリンジツベルクリン用1 ml，注射針26G×1/2を使用）。投与方法および投与量（体重1 gあたり10単位）は Shimizu et al. (1998)，宮本ほか（2009）と野口ほか（2009）に従った。なお，投与に先立って，魚体への負担を抑えるため，水で希釈したクローブオイル溶液中で雌に麻酔を施した。

産卵槽にはガラス水槽（60 L）を使用し，水槽内には親魚による卵食を防ぐための園芸用鉢底ネット（目合3 mm）で作成した網生け簀とエアレーションを設置した。網生け簀の仕様は野口ほか（2009）に準じた。産卵槽は飼育槽と同じ実験室内に設置し，飼育槽と同様に水温調整は行わなかった。水温は18–19°Cの範囲で変動した。雌3個体と雄5個体（70.0，70.4，70.7，73.4，74.2 mm SL）の繁殖行動を水槽上部に設置したデジタルカメラ（OLYMPUS製，4545350-043322）で記録（2020年4月9日12時–4月11日12時）し，一部は目視で観察した。HCG投与日の23時と翌日6時に水槽内の卵の有無を確認し，産卵が確認された場合には卵をエアレーションを設置した別容器（プラケース，W27×D15×H19 cm）に移した。親魚は1回目の産卵確認から2日間，産卵槽で飼育し，その間に継続して産卵の有無を確認した。採取された卵を孵化まで飼育し，卵の発生を1–6時間ごとに観察した。なお，この水槽の水温は17–19°Cの範囲で変動し，孵化まで換水しなかった。

仔稚魚の飼育・観察 仔稚魚には孵化後3日目から粉末にした金魚用配合飼料（キョーリンフード工業社製，ランチュウベビーゴールド；スペクトラム ブランズ ジャパン社製，テトラフィン）を1日2回与えた。換水は毎日2回目の給餌直前に行った。観察期間（2020年4月13日–7月1日）中の水温は，17–22°Cの範囲であった。仔稚魚は定期的に摘出し，水で希釈したクローブオイルを用いて麻酔を施した後，双眼実体顕微鏡下で発育状態を観察した。仔魚の全長TL（total length），頭長，体高，肛門前長，卵黄径は，ディバイダーと電子ノギスを用いて0.01 mm単位で測定し，受精卵の卵黄径は，方眼紙を用いて0.1 mm単位で測定した。ただし，仔魚の総筋節数と胸鰭腹鰭間筋節数は，pH未調整の3%ホルマリン溶液で固

定後に計数した。卵黄径を除く計測値は、平均値 ± 標準偏差, n (卵・仔稚魚の個体数) で示した。また、仔稚魚のスケッチは生鮮時の写真に基づき、描画ソフト (Serif 社, Affinity Designer) を用いて作画した。鱗条の計数には、アリザリンレッド染色の標本を用いた。発育段階は Kendall et al. (1984) と細谷・斉藤 (2014) に従い、孵化直後、前屈曲期、屈曲期、後屈曲期および稚魚期に区分した。体側斑紋 (L1-L5) に関する用語は高橋 (2015) に従った。固定した卵と仔稚魚 (前屈曲期: 25 個体; 屈曲期: 24 個体; 後屈曲期: 70 個体) は、高知大学理工学部海洋生物学研究室標本として登録した (BSKU 127895-125896, 128771-128778)。

結 果

繁殖行動 繁殖行動は、HCG 注射後約 18 時間を経た 5-7 時にかけて行われた。ビデオ観察において繁殖行動が観察されたのは 5-6 時 (目視では 6 時) であるが、少なくとも 15 回の繁殖行動が観察された。なお、雌 3 個体と雄 5 個体の個体識別はしていないため、個体ごとの繁殖行動回数や産卵数、産卵頻度などについては不明である。6 時以降も雌の単独での産卵が確認されたが、それらはすべて未成熟卵であった。観察に基づき繁殖行動は以下の 4 段階に区分された。段階 1「追尾」: 遊泳する 1 個体の雌に対し、複数の雄が雌の胸鰭から腹鰭付近に頭部を擦り付けるように追尾する (Fig. 1A); 段階 2「接近」: 雌が静止すると、1 個体の雄が雌に接近し、雌の腹鰭付近を頭部で

つつく (Fig. 1B); 段階 3「抱接」: 雄が雌に巻き付く (Fig. 1C, D); 段階 4「産卵」: 雌が体を振るわせながら放卵し (Fig. 1E), 雌に巻き付いた雄が離れる (Fig. 1F)。段階 2 において雄が雌に接近しても段階 3 へ移行しない事例も確認された。産出卵は卵同士が接着することなく分離し、水槽底面に沈んだ。

初期発生 卵は、雌 3 個体から総計 878 個得られた。受精卵は球形の沈性卵で、吸水後の直径は 2.1-2.3 mm (2.15 ± 0.07 mm, $n = 3$), 卵黄径は約 1.1 mm, 淡黄色の半透明で、色素胞や油球を欠き (Fig. 2A), 卵膜表面には弱い粘性があった。孵化までに約 500 個の卵が白濁した死卵となり、孵化率は 41.5% ($n = 878$) であった。孵化は、約 10 個体において受精後 72 時間より確認されたが、ほとんどの場合は約 100 時間後に起こった。受精から孵化に至るまでの経過時間と主な発生上の変化は次の通りである。24 時間後: 眼胞と体節の出現, 28 時間後: 耳小胞の出現 (Fig. 2B), 32 時間後: 尾部が卵黄から分離開始, 35 時間後: 尾部を左右に振り回す (Fig. 2C), 48 時間後: 眼胞がより発達し、卵内で活発に回転する (Fig. 2D)。

孵化仔魚の発育 孵化直後の仔魚は、3.3-4.9 mm TL (4.18 ± 0.57 mm, $n = 6$) で、体軸方向に沿った卵黄径は 65-73% TL, 肛門前長は 67.3-77.1% TL, 総筋節数は $32 + 14 = 46$ であった (Fig. 3A)。仔魚は長円形の卵黄を有し、黒色素胞が眼球の中心より前方および頭頂部に確認された。頭部には耳小胞を、鰓蓋部付近に左右 2 対の外鰓弁を有し、血液の循環が確認された。背腹と尾部には皮膜が

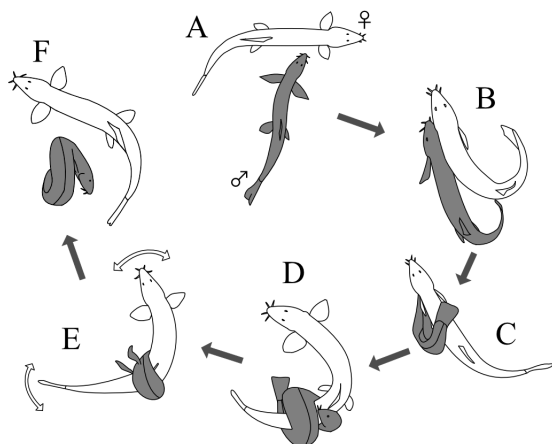


Fig. 1. Mating behavior of *Cobitis* sp. BIWAE type D. A, Tracking; B, approaching; C-D, amplexus; E, spawning; F, separation.

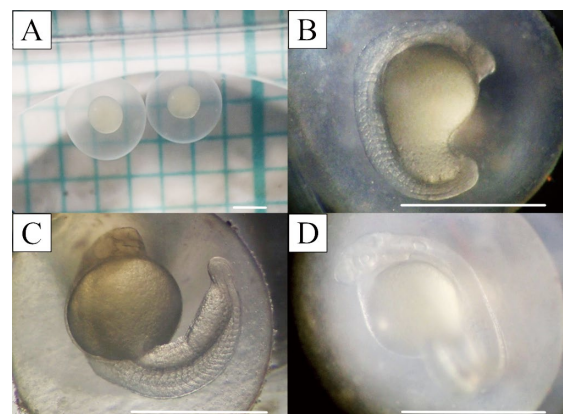


Fig. 2. Embryonic development of *Cobitis* sp. BIWAE type D. A, Twenty-four hrs after fertilization; B, 28 hrs after fertilization; C, 38 hrs after fertilization; D, 48 hrs after fertilization. Scale bar indicates 1.0 mm.

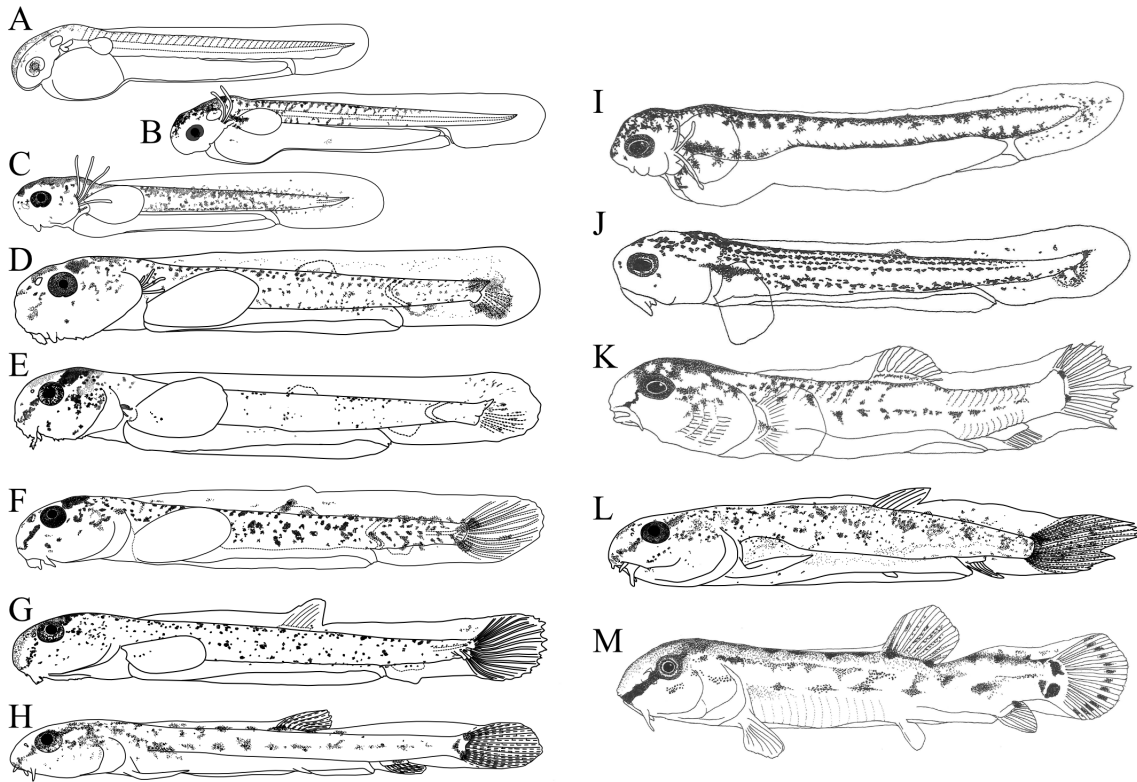


Fig. 3. Larvae and a juvenile of *Cobitis* sp. BIWAE type D from artificially breeding and field-collected individuals. A, Newly hatched larva, BSKU 128771, 4.4 mm TL; B–C (I), preflexion larva, BSKU 128772, 128773, 4.5–5.6 (5.4) mm TL; D–E (J), flexion larva, BSKU 128774, 128775, 127896, 7.3–8.8 (6.3) mm TL; F–H (K–L), postflexion larva, BSKU 128776–128778, 9.2–12.3 (11.0–12.0) mm TL; M, juvenile, 14 mm TL. A–H: Artificially bred, I–M: field-collected.

発達し、膜状の胸鰭が認められた。前屈曲期までの段階では、仔魚は水槽底面に横臥し、振動などの外部からの刺激を受けると急に水面へ浮上する行動が確認された。前屈曲期 4.3–6.5 mm TL (5.22 ± 0.68 mm, $n = 19$) では、卵黄が縮小し、眼球全体を黒色素胞が覆い、頭部および背部背側に薄い黒色素胞が確認された (Fig. 3B, C)。また、4.3 mm TL を越えると、頭部腹側に口が形成されたが、消化管は未発達であった。鰓蓋付近より左右 3 対および 4 対の外鰓弁が出現し、鰓蓋内にも鰓弁が数対確認された。胸鰭は頭長とほぼ等しい長さに伸長し、胸鰭と腹側を水槽底面に付け姿勢を安定させた。屈曲期 6.0–8.8 mm TL (7.18 ± 0.73 mm, $n = 24$) では、脊索末端が上屈を開始し、眼の上方から吻端に向かう黒色斜帯が出現した (Fig. 3D, E)。胸鰭はさらに伸長し、背鰭および臀鰭の原基が皮膚上にも出現するとともに、尾鰭下葉に鰭条が形成された。外鰓弁は短くなり、数が減少した。

口部には小突起をもつ口髭が確認された。屈曲期の一部の個体 (7.0–8.0 mm TL) では、尾部体側に短いクプラを備えた遊離感丘が確認された。卵黄が完全に吸収される以前に摂餌を開始した。仔魚はすべて着底し、頻りに泳ぎ回るようになった。後屈曲期 6.4–13.9 mm TL (9.75 ± 1.84 mm, $n = 70$) では、脊索末端は完全に上屈し、背鰭鰭条が出現するとともに、尾鰭の両葉に鰭条先端が分岐した (Fig. 3F–H)。鰭条は尾鰭、背鰭、臀鰭、そして胸鰭の順に形成された後、膜状の腹鰭が出現した。胸鰭基部腹側には、顆粒状組織が確認された。眼の上方から吻端に向かう黒色斜帯はより明瞭となり、体側中央部の L5 に相当する位置に体側斑紋が、尾鰭基部に上下 2 つの黒色斑がそれぞれ出現した。仔魚は常に水槽底面を泳ぎ回り、口部を動かし摂餌する行動が確認された。人工繁殖で得た個体においては、稚魚期に移行する前に全個体を固定したため、以降の形態については野外で採集

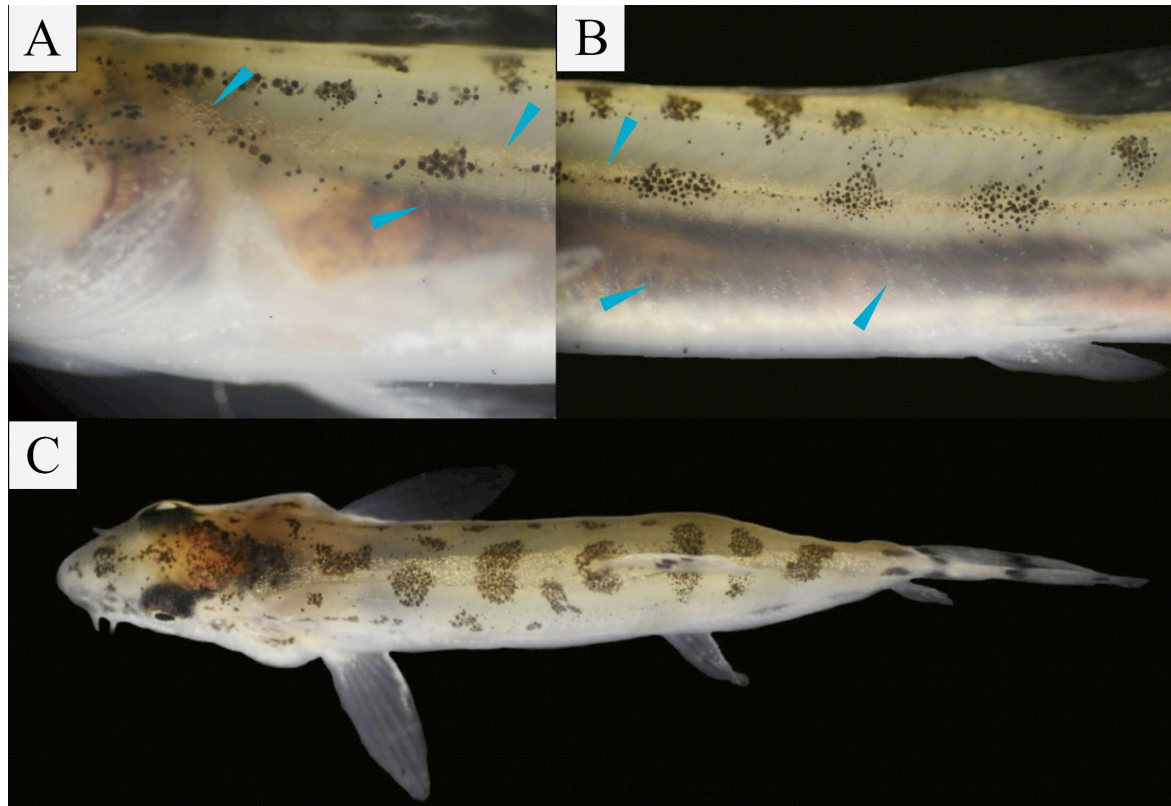


Fig. 4. Dermal granules of two wild juvenile (A–B: BSKU 127896-e, 21.7 mm TL; C: BSKU 127896-b, 16.9 mm TL); when fresh. A: Opercle and left side of anterior body, B: mid-lateral region of body, and C: dorsum of body. Blue arrows indicate granules.

された個体に基づき下記に記載した。

野外の仔稚魚 前屈曲期 5.4 mm TL および、屈曲期 6.0–6.6 mm TL (6.3 ± 0.2 mm, $n = 3$) では、上述の人工繁殖個体と同様の形態と行動を示した (Fig. 3I, J)。後屈曲期 11.0–14.1 mm TL (12.4 ± 1.3 mm, $n = 3$) では、口髭と各鰭の出現順は人工繁殖個体と同様であったが、次の 4 点において野外と人工繁殖個体との間で差異が認められた (野外個体 $n = 5$, 人工繁殖個体 $n = 17$)。1) 野外個体では口部が発達する (頭長に対する吻長比: 野外個体 31.0–34.5% TL, 人工繁殖個体 30.8–50.0%)。また、吻長に差異は認められないが野外個体では口唇部がより分厚い。2) 野外個体では体高が高い (全長に対する体高比: 野外個体 15.6–15.8%, 人工繁殖個体 10.8–13.6%)。3) 野外の後屈曲期仔魚では、頭部から背面にかけて黒色素胞が出現した。4) 野外の稚魚では体側斑紋が顕著に出現した (Fig. 3K, L)。稚魚期は 14.0–23.0 mm TL (17.7 ± 3.1 mm, $n = 5$) で、各鰭条数 ($n = 3$) は、背鰭軟条数 7; 臀鰭軟条数 5; 尾鰭軟条数 16; 胸鰭軟条数

8; 腹鰭軟条数 6; 胸鰭腹鰭間筋節数 15 であった (Fig. 3M)。眼の上方から吻端に向かう黒色斜帯と尾鰭基部の上下に分離した黒色斑は明瞭で、体側斑紋の L1–L5 に相当する位置に斑紋列が出現した。眼下には眼下棘を収納する溝が確認され、その長さは眼径の 2/3 程度であった。背部背側と鰓蓋頂端から胸鰭先端付近にかけての体表には、顆粒状組織が確認された (Fig. 4)。

口部と口髭の発達 孵化直後の仔魚では、口部に窪みが見られるが開口していなかった。4.6–5.0 mm TL では開口し、吸盤状の形態であった (Fig. 5A)。5.4–6.5 mm TL では口唇部に小突起が発達し、下唇が左右 2 葉にわかれた (Fig. 5B)。7.0–7.3 mm TL では 3 対目の口髭原基が出現した (Fig. 5C)。7.6 mm TL では 3 対目の口髭が伸長するとともに、2 対目の口髭原基が出現した (Fig. 5D)。11.8–12.0 mm TL では 2 対目の口髭が伸長するとともに、吻端より 1 対目の口髭が出現し、小突起が消失した (Fig. 5E–F)。16.0 mm TL では 3 対すべての口髭が成魚と同様に発達した (Fig. 5G)。

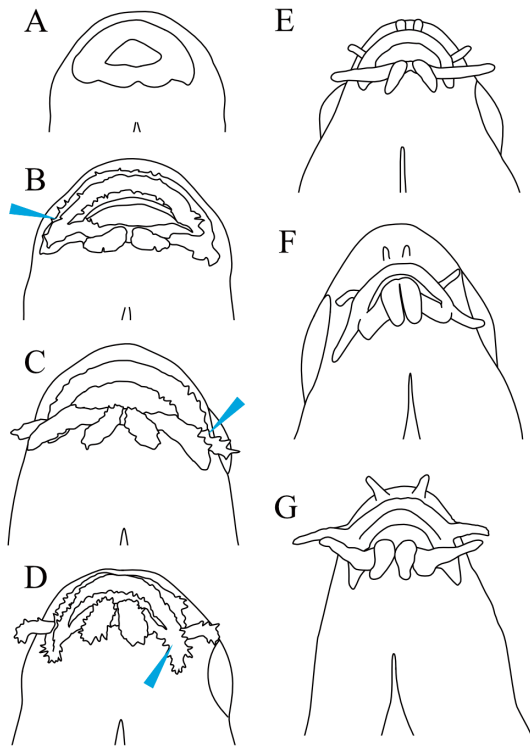


Fig. 5. Development of mouth and barbels of *Cobitis* sp. BIWAE type D. A, Preflexion larva (stage conforming to Fig. 3B); B, flexion larva (stage conforming to Fig. 3C); C–D, flexion larva (stage conforming to Fig. 3D–E); E–F, postflexion larva (stage conforming to Fig. 3F–H); G, juvenile (stage conform to Fig. 3M). All ventral view. Blue arrows indicate small projections.

考 察

繁殖行動 本研究においてHCGを注射したトサシマドジョウを水槽内で産卵させた結果、追尾、接近、抱接、そして産卵の4段階からなる一連の繁殖行動が確認された。これと同様の繁殖行動は、スジシマドジョウ種群のトウカイコガタスジシマドジョウ *Cobitis minamorii tokaiensis* (野口, 2014), ヨーロッパに分布する同属の *C. taenia*, *C. bilineata*, *C. paludica*, *C. fahireae* (Bohlen, 2000), 東ヨーロッパに生息する近縁属 *Sabanejewia vallahica* (Bohlen, 2008), そして国内のドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* (塚原, 1948) でも報告されている。

Sabanejewia vallahica とドジョウの追尾行動では、雄は雌雄を区別せずあるいは区別できなとされ、遊泳する他個体に出会うと雌雄に関わらず接近するが、シマドジョウ属では雄は抱卵雌を識別して追尾および接近する (塚原, 1948; Bohlen,

2008)。また、トウカイコガタスジシマドジョウ, *C. taenia*, *C. bilineata*, *C. paludica*, *C. fahireae*, そしてドジョウの抱接では、雄が雌の体に完全に巻き付く (塚原, 1948; Bohlen, 2000, 2008; 野口, 2014)。一方、サンインコガタスジシマドジョウ *C. minamorii saninensis* では、雄が雌に接触するが完全には巻き付かない (中島・内山, 2017: p. 119; ただし、産卵は未確認)。また、*S. vallahica* でも雄は完全には巻き付かず、雄が頭部と尾部を上に向けたV字型の姿勢をとる (Bohlen, 2008)。本研究では、トサシマドジョウの雄は雌のみを追尾し、雄が雌の体に巻き付く繁殖行動が確認された。雄が雌の体に巻き付く点では、トウカイコガタスジシマドジョウ, *C. taenia*, *C. bilineata*, *C. paludica*, *C. fahireae*, およびドジョウと一致したが、雄が雌のみを追尾するという点では *S. vallahica* やドジョウとは異なった。

トサシマドジョウが巻き付き型の繁殖行動を示したことにより、本種同様に主に河川中流域の緩流部に生息する同属魚類であり、繁殖行動が知られていないシマドジョウ種群やヤマトシマドジョウ種群も同様の行動をとる可能性がある。しかし、水槽内では野外とは異なる行動をとる可能性も否定できないため、本種の野外での繁殖行動についても明らかにする必要がある。

初期発育 産卵直後のトサシマドジョウの卵は、球形の淡黄色透明であり、沈性で弱い粘性をもち、内部に色素や油球は見られなかった。これらの特徴は、岡田・清石 (1937) で報告された“シマドジョウ *Cobitis biwae*”のものとは、本種では12–13個の小油球を有するという点を除き一致した。また、球形の沈性卵で卵膜表面に弱い粘性がある特徴については、インドジョウ *C. takatsuensis*, ドジョウやヒガシシマドジョウ *Cobitis* sp. BIWAE type C をはじめとするドジョウ科魚類の他種とも共通する (Shimizu et al., 1998; 中島・内山, 2017; 三内, 2018)。

本研究で得られたトサシマドジョウの卵径、卵黄径、および孵化仔魚の全長を既知の日本産シマドジョウ属の各種と比較すると、卵径は岡田・清石 (1937) の“シマドジョウ”と同程度であり、卵黄径と孵化仔魚は中型といえる (Table 1)。

本種の孵化仔魚の形態的特徴として、数対の外鰓弁をもち長円形の卵黄をもつ点が挙げられるが、これらはインドジョウ (Shimizu et al., 1998), ドジョウ, 岡田・清石 (1937) の“シマドジョウ”, オオガタスジシマドジョウ *C. magnostriata*, サンヨウコガタスジシマドジョウ *C. minamorii minamorii*,

Table 1. Measurements of eggs, egg yolk size, and TL of newly hatched larvae of 13 species and subspecies of Cobitidae in Japan

Name	Egg diameter (mm)	Egg yolk diameter (mm)	Total length (mm)	References
<i>Cobitis</i> sp. BIWAE type D	2.2 ± 0.1	1.1	4.2 ± 0.6	present study
<i>C. biwae</i>	2.1	1.1	4.6	Okada and Seiishi (1937)
<i>C. striata striata</i>	-	1.0	-	Nakajima (2012)
<i>C. striata fuchigamii</i>	-	1.0	-	Nakajima (2012)
<i>C. striata hakataensis</i>	-	1.0	-	Nakajima (2012)
<i>C. kaibarai</i>	-	0.8	-	Nakajima (2012)
<i>C. matsubarae</i>	-	1.1	-	Nakajima and Uchiyama (2017)
<i>C. magnostriata</i>	2.0	1.1	4.5	Hosoya and Saito (2014) Nakajima and Uchiyama (2017)
<i>C. minamorii minamorii</i>	-	0.9	3.5	Nakajima (2012) Hosoya and Saito (2014)
<i>C. minamorii oumiensis</i>	1.5	0.8	-	Nakajima and Uchiyama (2017)
<i>C. minamorii tokaiensis</i>	1.6	0.8	-	Nakajima and Uchiyama (2017)
<i>C. minamorii saninensis</i>	-	0.9	-	Nakajima (2012)
<i>C. takatsuensis</i>	-	2.7	5.7	Shimizu et al. (1998)
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	1.4	0.8	3.4	Okada and Seiishi (1938)

ナミスジシマドジョウ *C. striata* (細谷・斉藤, 2014), およびヒガシシマドジョウ (三内, 2018) と共通している。また、孵化仔魚の行動のうち、水槽底面に横臥し外部からの刺激によって水面に浮上する点については、イシドジョウ (Shimizu et al., 1998) やヒガシシマドジョウ (三内, 2018) で報告されており、本研究におけるトサシマドジョウでも同様であった。

人工繁殖個体と野外個体ともに、膜状の鰭や原基は、胸鰭からはじまり尾鰭、背鰭、臀鰭、腹鰭の順に形成された。鰭条の形成については、尾鰭にはじまり背鰭、臀鰭、胸鰭、腹鰭の順であり、イシドジョウ (Shimizu et al., 1998) とオオガタスジシマドジョウ (細谷・斉藤, 2014) での鰭条の形成の順序と一致する。また、野外個体の稚魚にみられた顆粒状組織は、成魚の鱗域と同様の場所に認められたことから、後に鱗になると考えられる。屈曲期までは、人工繁殖個体と野外個体ともに形態や生態的特徴に大きな差異は認められず、岡田・清石 (1937) の“シマドジョウ”とヒガシシマドジョウ (三内, 2018) のものと類似する。しかし、後屈曲期において人工繁殖個体と野外個体間で全長に対する体高比に差異が認められ、体高比の小さい人工繁殖個体では発育不良が生じていると推測された。また、頭長に対する口吻長比では、両者に違いは認められなかったものの、野

外個体では口唇部が比較的厚く、口部が発達している傾向があった。これらは、ホルモン投与で人為的に成熟を促進したことによる卵質の低下や、野外と実験室とで餌種が異なるため採餌行動に違いが生じたことが原因かもしれない。また、同時期の水温は水槽内よりも野外の方が約 2–3°C 高い (高橋・永江, 2020) ことを考慮すると、水温や餌といった生育環境の違いが形態に影響した可能性がある。これらの野外と実験条件下での違いに関しては、本研究で比較した野外個体数が少数であるため、今後のさらなる検討が必要である。

謝 辞

本研究を行うにあたり、有益なご助言と貴重な情報を頂いた愛媛県農林水産研究所の清水孝昭博士、高知大学理工学部海洋生物学研究室 (現・京都大学総合博物館) の佐藤真央博士、現地調査を補助いただいた株式会社相愛の近藤英文氏と大利拓海氏、宇和島市の平松 亘氏、網生け簀の作成にご協力いただいた高知大学海洋生物学研究室 (現・株式会社東京久栄) の水町海斗博士に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- Bohlen, J. 2000. Similarities and differences in the reproductive biology of spined loach (*Cobitis* and *Sabanejewia*) under laboratory conditions. *Folia Zool.*, 49 (Suppl. 1): 179–186.
- Bohlen, J. 2008. First report on the spawning behaviour of a golden spined loach, *Sabanejewia vallaichica* (Teleostei: Cobitidae). *Folia Zool.*, 57: 139–146.
- 細谷和海・斎藤憲治. 2014. ドジョウ科. 沖山宗雄 (編), pp. 138–146. 日本産稚魚図鑑 第二版. 東海大学出版会, 秦野.
- 環境省. 2020. レッドリスト 2020 : <http://www.env.go.jp/press/107905.html>. (参照 2020-09-23)
- Kendall, A. W., Jr, E. H. Ahlstrom and H. G. Moser. 1984. Early life history stage of fishes and their characters. Pages 11–22 in H. G. Moser, W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall, Jr. and S. L. Richardson, eds. *Ontogeny and systematics of fishes*. *Am. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spec. Publ.* (1).
- 高知県. 2015. 高知県希少野生動物植物保護条例 : <https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030701/kisyo.html>. (2007年公開, 2015年一部改定) (参照 2020-09-23)
- 高知県レッドデータブック 2018 [動物編] 改訂委員会. 2018. 高知県レッドデータブック [動物編]. 高知県林業振興・環境部環境共生課, 高知. 279 pp.
- 三内悠吾. 2018. 河川におけるヒガシシマドジョウの産卵環境. 伊豆沼・内沼研究報告, 12: 73–78.
- 宮本良太・勝呂尚之・細谷和海. 2009. 絶滅危惧種ホトケドジョウの人工繁殖. 近畿大学農学部紀要, 42: 119–126.
- Nakajima, J. 2012. Taxonomic study of the *Cobitis striata* complex (Cypriniformes, Cobitidae) in Japan. *Zootaxa*, 3586: 103–130.
- 中島 淳・洲澤 譲・清水孝昭・斎藤憲治. 2012. 日本産シマドジョウ属魚類の標準和名の提唱. 魚類学雑誌, 59: 86–95.
- 中島 淳・内山りゅう. 2017. 日本のドジョウ 形態・生態・文化と図鑑. 山と溪谷社, 東京. 223 pp.
- 野口大悟・樋口正仁・山田和雄. 2009. ゴナトロピン投与ドジョウの自然産卵を利用した採卵と粗放的稚魚飼育に関する研究. 新潟県内水面水産試験場調査研究報告, 33: 1–6.
- 野口亮太. 2014. トウカイコガタスジシマドジョウの産卵. 動物行動の映像データベース, データ番号 : momo191222cm01b : <http://www.momo-p.com/index.php?movieid=momo191222cm01b>. (参照 2020-12-09)
- 岡田彌一郎・清石禮造. 1937. 日本産淡水魚の仔稚魚及び形態稚魚の形態並びに生態的研究 (VIII) *Cobitis biwae* Jordan and Snyder. 水産研究誌, 32: 549–554.
- Okada, Y. and R. Seiishi. 1938. Studies on the early life history of 9 species of freshwater fishes of Japan. *Bull. Biogeogr. Soc. Japan*, 8: 223–253.
- Shimizu, T., H. Sakai and N. Mizuno. 1998. Embryonic and larval development of a Japanese spinous loach, *Cobitis takatsuensis*. *Ichthyol. Res.*, 45: 377–384.
- 清水孝昭・高橋弘明. 2017. 四国固有の希少シマドジョウ属魚類の現状と保全 : ヒナイシドジョウ, トサシマドジョウ. 魚類学雑誌, 64: 65–69.
- 高橋弘明. 2015. 高知県におけるシマドジョウ属2種の分布・生息状況および形態的特徴. 日本生物地理学会会報, 70: 73–86.
- 高橋弘明. 2018. トサシマドジョウ. 高知県レッドデータブック [動物編] 改訂委員会 (編), p. 96. 高知県レッドデータブック 2018 [動物編]. 高知県林業振興・環境部環境共生課, 高知.
- 高橋弘明. 2020. 連載 身近な生き物 トサシマドジョウ. 特定非営利活動法人四国自然史研究センターNews Letter, 69: 3–5.
- 高橋弘明・永江栞奈. 2020. 高知県の農業用水路において確認されたトサシマドジョウの受精卵と仔稚魚. 日本生物地理学会会報, 75: 47–53.
- 塚原 博. 1948. ドジョウの求愛・産卵行動とその誘発. 採集と飼育, 10: 354–356.