

飼育下におけるチョウセンブナの繁殖特性

北川 哲郎・森下 匠・細谷 和海

近畿大学大学院農学研究科環境管理学専攻

Reproductive characteristics in captive Roundtail paradise fish *Macropodus ocellatus* (Cantor 1842)

Tetsuro KITAGAWA, Takumi MORISHITA and Kazumi HOSOYA

Program in Environmental Management, Graduate School of Agriculture,
Kinki University, Nakamachi, Nara, 631-8505, Japan

Synopsis

The Roundtail paradise fish, *Macropodus ocellatus* is quite unique as a betta-like gouramie in distributing in the most northern area among the belontiid fishes, from the Nakdong-gang, South Korea to the Chang River, China. As ecological information on Roundtail paradise fish was only marginally accumulated, reproductive characteristics were necessary to clarify by a breeding experiment. The breeding trials were operated both in outdoors and in the laboratory. During these trials, the lot with females coupled by a single male, was only successful to propagate, irrespective of the number of females. Each reproductive behavior was observed only once per trial. The number of the fertilized eggs was counted as in 78 - 596. Hatching was observed on the 2 days later and the larvae proceeded to feed 8 days later after spawning. The newly hatched larvae were drifting beneath the water surface. The larvae began to swim 5 days after hatching. The egg-mass and pre-larvae were not heartily protected by parents, compared with the case in *M. opercularis*. Females were often attacked by male, if they were mistakenly perceived as enemy by the male.

Keywords: Belontiidae, bubble nest, breeding trial, Aquarium fish

はじめに

チョウセンブナ *Macropodus ocellatus* は、スズキ目ゴクラクギョ科に属する純淡水魚で、洛東江以西の朝鮮半島西部から長江までの東アジア北部に分布する¹⁾。本種は、鰓孔上部に備えた上鰓器官(迷器器官)を用いて空気呼吸を行なうため、水草類の繁茂する水田付近の水路や池沼、湿地帯といった低酸素や濁水が生じやすい半止水ないし止水環境に生息できる²⁾。体型は側偏し、背鰭および臀鰭の後端部が伸長し、繁殖期には美しい青色の婚姻色を呈するといった特徴を持つ³⁾(Fig. 1)。産卵は、雄親魚が水面上に作る泡巣内で行なわれ、産卵行動後の雄は泡巣に産み付けられた卵塊

や仔魚の保護行動を示す⁴⁾。

本種は、一般に熱帯、亜熱帯地方に広く見られるゴクラクギョ科の中で最も北限に分布し、温帯モンスーン域に生息している^{2,5)}。本種は、他のゴクラクギョ科魚類と比較して冷涼な気候に適応した繁殖特性を備えていると予想されるが、これまで熱帯地方に分布する種と比較検証された例はない。限界に近い環境に生息する本種の繁殖生態を調査し、特性を明らかにすることは、ゴクラクギョ科の適応機構を知るうえで極めて重要といえる。また、本種は美しい外観や飼育の容易さから観賞魚として広く流通しており¹⁾、野生資源に依存しない種苗獲得の手段として、飼育下における安定した繁殖技術の確立が求められている。

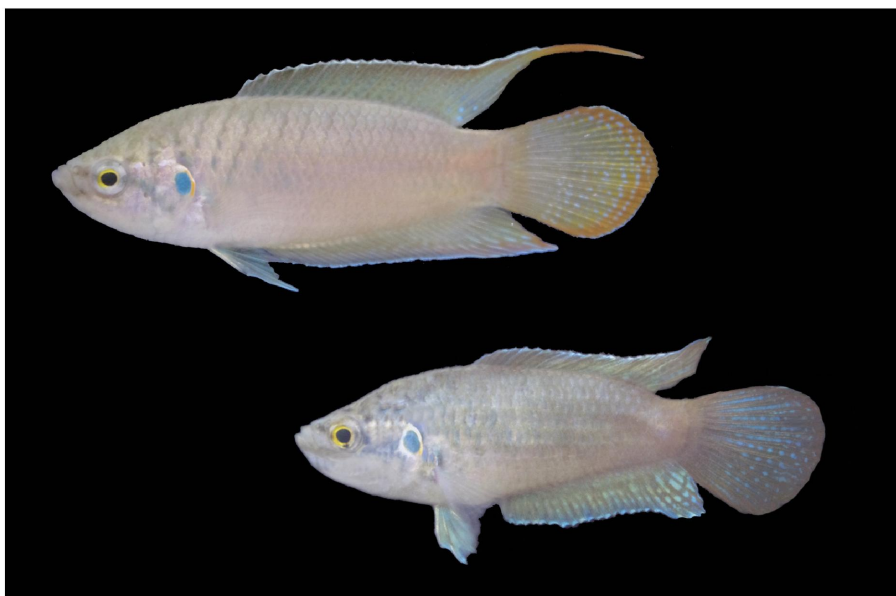


Fig. 1. A pair of Roundtail paradise fish *Macropodus ocellatus* in life. Descendant offspring of the second generation at Kinki University. Left, male; Right, female in mature.

本報では、チョウセンブナの繁殖行動ならびに初期成長に関する知見の集積を目的として、野外および実験室内における飼育試験を行なった。

材料および方法

試験期間

本研究では、屋外および屋内における繁殖試験、ならびに仔稚魚の飼育試験を行なった。屋外における試験は2008年5月26日から2011年7月10日までの1140日間、屋内における繁殖試験は2011年5月2日から2011年8月20日までの110日間、それぞれ実施した。また、仔稚魚の飼育試験には、2008年に屋外で得られた受精卵を用いた。

供試魚

本研究の供試魚には、2007年7月に大韓民国全羅北道郡山市で著者らによって採集された野生個体と、試験中で得られた交配第1世代を用いた (Fig. 1)。供試魚は、試験開始まで近畿大学奈良キャンパスの実験圃場に設置した500 lポリプロピレン製円形タンク (815×925 mm; 直径×高さ。以下、円形タンク) 内で飼育した。

屋外繁殖試験

始めに、予備試験として親魚8個体 (雌雄各4

尾; 30–40 mm SL) を屋外に設置した円形タンク内に収容し、飼育を開始した。飼育容器内には、泡巣形成の基質として有効とされる発泡スチロール片 (60×60×30 mm。以下、フロート) を浮かべた^{4,6)}。飼育は無濾過式で行ない、減水がみられた場合には1日以上汲み置きした水道水を給水した。飼育中は海産稚魚用配合飼料 (ニューアルテック: 日清丸紅飼料株式会社, K-3, 以下、配合飼料) を1日1回、飽食量を給餌した。予備試験は、2007年8月から2008年5月まで実施し、繁殖行動の発生や頻度を観察した。

予備試験の終了後は、試験に用いた親魚を雌雄2尾ずつ、および雌2尾と雌1尾の組み合わせに分け、2基の円形タンクにそれぞれ収容し、飼育試験を開始した。試験は、2008年5月から2010年10月までの期間中に実施し、試験中の飼育条件は予備試験と同様に設定した。

屋内繁殖試験

屋内における繁殖試験では、2008年に屋外繁殖試験から得られた交配第1世代8個体 (雌5尾: 雄3尾, 32.9–53.9 mm SL; Table 1) を用いた。供試魚は、雌雄1尾ずつの2組を35 lガラス製水槽 (450×300×300 mm, 以下、35 lガラス製水槽) に、雄1尾に対して雌2尾を組み合わせた1組を50 l円形プラスチック製容器 (470×400 mm; 直径×高さ。以下、円形容器) にそれ

Table 1. Morphological characteristics of broodstock fish and summary of spawning experiments in *Macropodus ocellatus*

| Indoor breeding | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|------|------|
| Tank No. | 1* ¹ | | 2* ¹ | | 3 |
| Male | | | | | |
| Standard length (mm) | 32.9 | | 36.9 | | 43.8 |
| Body weight (g) | 1.9 | | 2.5 | | 2.2 |
| Condition factor* ² | 56.5 | | 66.9 | | 50.0 |
| Female | | | | | |
| Standard length (mm) | 32.9 | 37.4* ³ | 53.9 | 32.9 | 37.1 |
| Body weight (g) | 1.2 | 1.4 | 2.8 | 2.0 | 1.2 |
| Condition factor* ² | 35.0 | 38.2 | 51.6 | 59.9 | 31.8 |
| Breeding period | | | | | |
| Spawning | + | + | + | - | - |
| Total spawned eggs | 101 | 596 | 324 | | |

*¹ This pair were used to examine for breeding period.*² $W/L \times 10^2$: W = Body weight (g), L = Standard length (cm)*³ The extra spare individual which was spent after breeding examination.

ぞれ収容し、飼育を開始した。雌の1尾は、予備個体として単独で飼育した。試験中は、親魚を成熟状態に保つため飼育容器に20 W白色蛍光灯による長日処理を施した(14 h L-10 h D)。飼育容器内には屋外での飼育に用いたものと同様のフロートを浮かべ、小型エアポンプによるエアレーションを施した。飼育水には水道水をハイポ(チオ硫酸ナトリウム・五水和物)で中和し、1日以上曝気したもの(以下、曝気水)を用いた。飼育中は配合飼料を1日2回、10時と17時に飽食量を給餌した。環境測定は10時と17時の給餌時に水温測定を行ない、代表値とした。試験中に得られた卵は、計数の後デジタルカメラ(μ 770SW: OLYMPUS社)を用いて一部を撮影し、画像解析ソフト(ImageJ, 1.4.3, Windows, 以下、画像解析ソフト)上で卵径を測定した。加えて、本種の産卵周期を確認するため、産卵がみられたカップルを30日間飼育観察した。飼育条件は産卵以前と同様に設定した。

仔稚魚飼育試験

繁殖試験によって得られた受精卵を用いて、孵化仔魚の成長および初期生態を調査した。受精卵は、約100粒を7 lプラスチック製水槽(300×190×200 mm, 以下、7 l水槽)に収容し、無加温、長日処理下(14 h L-10 h D)で飼育を開始した。飼育水には曝気水を使用し、水生菌の発生を抑えるため0.0001%になるようにメチレンブ

ルーを添加した。飼育中の仔稚魚には、初期餌料としてふ化直後のアルテミア *Artemia franciscana* のノープリウス幼生を1日2回、10時と17時に飽食量を給餌した。仔稚魚の成長確認のため、仔稚魚の成長にあわせて1-10日に1度、水槽から5個体ずつを取り出し、氷冷麻醉後に5%ホルマリン溶液で固定した。固定した仔稚魚は双眼実顕微鏡に接続したデジタルカメラ(CAMEDIA C-5060 Wide Zoom: OLYMPUS社)で魚体を撮影し、画像解析ソフトで体長を測定した。体長は脊索末端の屈曲までは脊索長(NL)で、脊椎の屈曲以降は標準体長(SL)を用いた。また、余剰の受精卵は、屋外に設置した100 lプラスチック製容器に収容し、屋外繁殖試験と同様の条件下でその後の発育・成長を観察した。

結果

屋外飼育中にみられた繁殖行動

予備試験中においては、雄親による泡巣の作製が複数回観察されたが、雌親の産卵は確認されなかった。飼育期間中、6月中旬から9月下旬頃までは雄個体の婚姻色がよく発現し、成熟していることが確かめられた。泡巣を作製した雄親は他の雄個体への攻撃性を増し、闘争行動をとることで互いの産卵行動を阻害した。また、雌雄比を変えた飼育試験では、雄1尾と雌2尾を投入した円形タンクのみで産卵が確認された。産卵は2008年

7月27日と同年9月1日に観察され、回収された卵数は1回目が78粒、2回目が258粒であった。得られた卵はすべて仔稚魚飼育試験の材料に供した。

屋内飼育中にみられた繁殖行動

屋内繁殖試験では、3組中2組で産卵が観察された。採卵数はそれぞれ101粒と324粒で、卵径は 0.75 ± 0.09 mmであった (Table 1)。親魚の投入から産卵までに要した期間は5日間および18日間で (Table 1)、飼育期間中 (2011年5月2日-2011年8月20日) の水温は 22.9 ± 2.87 °Cであった。産卵後の雄親は、泡巣の保護を開始し、泡巣に接近する雌親に対して盛んに攻撃を加えたが、泡巣の補修や巣から散逸した卵および孵化仔魚を泡巣に戻すといった行動はほとんど示さなかった。雌親に対する攻撃は泡巣が消失した後にも収まらず、飼育終了時まで継続した。孵化仔魚の捕食行動は雌雄双方に見られたが、行動が観察された回数は少なく、好んで捕食するといった様子はなかった。また、産卵後の雄親は30日間の観察中に泡巣を複数回作製したが、同じ雌親が複数回産卵することはなかった。

初期飼育

受精卵は産卵後2日で孵化した。孵化仔魚の大きさは 2.5 ± 0.09 mm ($n = 5$) であった。受精卵および孵化仔魚は非常に強い浮力を有し、孵化直後の仔魚は泡巣直下の水表面に浮遊していた。斃死個体の大多数には水生菌の発生が見られた。仔

魚は、孵化後2日目まで水表面付近に浮遊していたが、やがて壁面に接するように分布範囲を拡げ、5日目には水槽の底面付近に多く観察されるようになった (Fig. 2)。浮遊生活中の仔魚は10-30個体からなる仔魚塊を形成し、付近の浮遊物や水槽壁面に漂着していた。仔魚は極めて遊泳能力に乏しく、親の捕食が生じた際にも忌避行動をとることはなかった。また、水生菌の発生に対しても無防備であった。底面付近に移動した仔魚は、刺激時と摂餌行動を除いてほとんど運動せず、水槽中を活発に遊泳し始めたのは孵化後約20日目以降であった (Fig. 2)。摂餌は孵化後8日目に開始した。飼育期間中の水温は 25.3 ± 0.87 °Cであった。仔魚は、孵化後1年間で約30 mmまで成長したが、二次性徴は見られず、初回成熟までには2年を要した。

考 察

チョウセンブナの繁殖行動

今回の繁殖試験では、複数尾の雄を投入した飼育区では産卵が確認されなかった。繁殖期の雄は激しい闘争行動を見せたことから、本種の効率的な繁殖には、雄の遊泳密度が低く保たれることが重要と推察された。飼育期間中、同一のカップルが複数回産卵した例はなく、産卵後の雌親は雄親の攻撃対象とされた。また、30日間の飼育試験が終了した1組において、雌親に重度の外傷が見られたため予備個体と交換したところ、交換から2日後に産卵が確認された (Table 1)。雌親の交

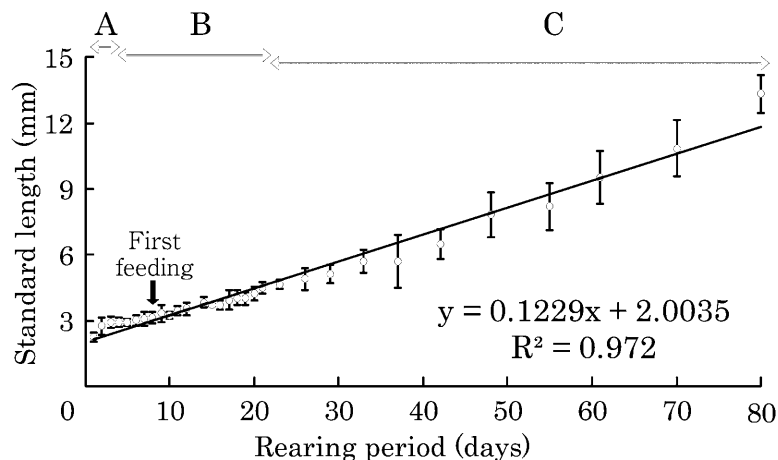


Fig. 2. Growth of the larvae and juveniles in Roundtail paradise fish: 5 individuals per point. A; Pre-larvae beneath the water surface. B; Pre or Post-larvae suspended on the bottom of tank. C; Larvae or juveniles beginning to swim.

Table 2 The comparison of reproductive characteristics between *Macropodus ocellatus* and *M. opercularis*

| | <i>M. ocellatus</i> | <i>M. opercularis</i> ^{*1} |
|-----------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Number of eggs (AV ± SD) | 271 ± 209 | 286 ± 73 |
| Internesting intervals | — ^{*2} | 20 — 39 |
| Diameter of eggs (mm) | 0.75 ± 0.09 | 0.67 ± 0.08 |
| Body Length of larvae (mm) | | |
| Newly-hatched larva | 2.5 ± 0.17 | 2.3 ± 0.15 |
| 37 days after hatching | 5.7 ± 1.21 | 5.5 ± 0.43 |
| First maturation (after hatching) | 2 years | 1 year |

^{*1} Presumed from Kitagawa et. al.(2010), Shokita and Matayoshi (1982).

^{*2} The second spawning was not confirmed: more than 30 days at least.

換直後に産卵行動が生じたことで、産卵後から継続する雄親の攻撃行動は仔魚の保護を目的としていないことが示唆されるとともに、本種は同一のカップルで複数回の繁殖行動を行なう可能性が低いことが示された。

飼育下における初期生態

受精卵および孵化仔魚は、薬浴処置を施したにもかかわらず水生菌の発生により多数が斃死した。水生菌の発生要因としては、受精卵および孵化仔魚の浮力が非常に強く、魚体の一部が空気中へ露出していたことで、薬剤の効果が十分に発揮されなかった可能性が挙げられる。孵化仔魚は水生菌に対して無防備で、発生した水生菌は周囲の個体へと容易に伝播した。以上より、本種の初期飼育時には、斃死個体や孵化後の卵膜など水生菌の発生源となる浮遊物の除去が重要と考えられた。

本種の初期発生は非常に遅く (Fig. 2), 30日齢個体における標準体長は、同じスズキ目に属する淡水魚類で卵・仔魚に対する保護行動をとるオヤニラミ *Coreoperca kawamebari* (18-20 mm SL) の1/3程度であった⁷⁾。また、代表的な小型淡水魚類であるカワバタモロコ *Hemigrammocypris rasborella* (約12 mm SL) との比較においても、30日齢個体の標準体長は顕著に劣っていた^{8,9)}。さらに、仔魚が活発な遊泳を開始したのは孵化後約30日目で、渡部 (1946c) が報告した尾鰭と鰾の完成時期にほぼ一致した¹⁰⁾。尾鰭の完成時期は、一般的なコイ科魚類で孵化後13-25日目、オヤニラミで孵化後約10日目とされており^{7,11)}、本種には、温帯モンスーン域に生息する他の淡水

魚類に比べてやや発育が遅れる傾向が見られた。

近縁種との比較からみた繁殖特性

飼育試験から得られた本種の繁殖特性について、最も近縁で亜熱帯性のタイワンキンギョ *M. opercularis* と比較したところ、本種にはわずかに大卵少産化の傾向がみられた (Table 2)^{12,13)}。また、ゴクラクギョ科に属する多くの種は孵化後1年で成熟するのに対し、本種は初回成熟までに2年間を要した。^{2,14)} 大卵少産型の産卵や成熟速度の遅延は、低水温環境に多く出現する繁殖戦略とされており、より冷涼な地域への適応様式を反映するものである^{15,16)}。以上から、本種の繁殖生態は、ゴクラクギョ科魚類の中でも特殊化し、限界環境に適した繁殖様式を獲得していると示唆される。

要約

チョウセンブナ *Macropodus ocellatus* の繁殖生態について、屋外および飼育室における飼育試験によって調査した。産卵は、屋外、飼育室内のいずれにおいても、雌に対して雄1尾を投入した飼育容器内のみで観察された。雌は同一容器に複数尾を投入しても問題なく産卵に至った。確認された産卵数は、78-324粒であった。産卵周期を観察するため、飼育室内で産卵した雌雄の2組を飼育し続けたが、産卵後の雄は雌を激しく攻撃し、再び産卵行動をとることはなかった。受精卵は産卵後約2日で孵化し、孵化後6日目で摂餌を開始した。孵化直後の仔魚は強い浮力を有し、浮遊物の付近や飼育容器の壁面沿いに塊をなして浮遊し

ていた。孵化直後の遊泳力は皆無であり、能動的な遊泳が観察されたのは孵化後5日目であった。

謝 辞

本研究を行なうにあたり、郡山金魚資料館の根来 央氏から助言と協力をいただいた。近畿大学水圏生態学研究室の久保喜計講師、水産生物学研究室の小林 徹准教授には、本稿を校閲いただき、適切なご指摘ならびに助言を賜った。また、中尾遼平氏、武内啓明博士をはじめとした近畿大学水圏生態学研究室の学生諸氏から飼育管理に際する多くの助力をいただいた。韓国での採集にあたっては、高久宏佑博士、森宗智彦博士、九州大学の金 銀真女史、全北大学の金 益秀名誉教授から多大な協力を得た。ここに記して謝意を表する。

引用文献

- 1) 北川哲郎・細谷和海. 2011. 日本列島における外来魚チョウセンブナの分布の拡散と退縮. 日本生物地理学会会報, **66** : 49-55.
- 2) 木村 重. 1973. 中国産鬩魚科魚類之研究. 上海自然科学研究所生物學科, **7** (3) : 47-69 + pl. 88.
- 3) 渡部正雄. 1946a. 朝鮮鮎及び其の近似種に就いて. 資源科学研究所彙報, **9** : pp. 9-19.
- 4) 渡部正雄. 1946b. 朝鮮鮎の生活史に就いて (1). 採集と飼育, **8** (11) : 186-189.
- 5) Freyhof, J. and F. Herder. 2002. Review of the paradise fishes of the genus *Macropodus* in Vietnam, with description of two new species from Vietnam and southern China (Perciformes: Osphronemidae). Ichthyol. Explor. Freshwaters, **13**(2): 147-167+18 figs., 2 tables.
- 6) Haung, W. B. and F. L. Cheng. 2006. Effects of temperature and floating materials on breeding by the Paradise fish. Zoological Studies, **45**: p. 475-482.
- 7) 立原一憲・四宮昭彦・木村清朗・今井貞彦. 1988. オヤニラミ仔稚魚の成長に伴う闘争行動の発達. 日本生態学会誌, **38** : 159-167.
- 8) 宮本良太・勝呂尚之・高久宏佑・細谷和海. 2008. 絶滅危惧種カワバタモロコの最適餌料系列. 水産増殖, **56** : 573-579.
- 9) 細谷和海. 2009. ほ場整備事業がもたらす水田生態系の危機. 高橋清孝 (編), pp. 6-14. 田園の魚をとりもどせ!!, 恒星社厚生閣, 東京.
- 10) 渡部正雄. 1946c. 朝鮮鮎の生活史に就いて (2). 採集と飼育, **8** (12) : 225-229 + 2pls.
- 11) 中村守純. 1969. 日本のコイ科魚類. 資源科学シリーズ 4, 緑書房, 東京. 455 pp.
- 12) 北川哲郎・森下 匠・根来 央・細谷和海. 2010. 飼育下におけるタイワンキンギョの繁殖特性. 近畿大学農学部紀要, **44** : 55-61.
- 13) 諸喜田茂充・又吉盛建. 1982. タイワンキンギョの生態と生活史. 琉球大学理学部紀要, **33** : 47-59.
- 14) 東 博司. 1995. アナバスの仲間を増やす. pp. 97-103. 熱帯魚繁殖入門, 緑書房, 東京.
- 15) Imai, C. and S. Tanaka. 1987. Effect of sea water temperature on egg size of Japanese anchovy. Nippon Suisan Gakkaishi, **53**: 2169-2178.
- 16) 清水昭男. 2006. 魚類の生殖周期と水温等環境条件との関係. 水産総合研究センター研究報告 別冊, **4** : 1-12.