

## トゲバラタナゴの初期発育形態

鈴木伸洋\*<sup>1</sup>

### Development of Egg and Larvae of Bitterling, *Rhodeus spinalis* (Cyprinidae)

Nobuhiro SUZUKI

#### Abstract

It is well known that bitterlings deposit eggs in the gill cavity of freshwater bivalves. After hatching the larvae stay and develop in the bivalve, until well-developed swim out from the bivalve. The development of the bitterling *Rhodeus spinalis* is surprisingly few. This study attempts to clarify the early bitterling ontogeny of *R. spinalis* collected from Hainan Island, southern China. The development of egg and larvae of *R. spinalis* was observed under controlled water temperature of 22 °C. The ripe unfertilized egg is nearly elliptical shaped, like the egg of *R. ocellatus* which is elliptical, and the yolk remains a opaque yellow rather than a pale yellow color, measuring about 3.0 mm in length, 1.8 mm in breadth. *R. spinalis* is shared a pair of wing-like processes which the yolk is anteroventrally convex with other *Rhodeus* larvae during the advanced stages (i.e. 12 day-old). The anterior part of the yolk sac found in hatched larva of *R. spinalis* has plumped up, unlike other *Rhodeus* larvae shaped like an arrow. The larvae began to feed, when larvae reached the free swimming stage, so that larvae emerge from freshwater bivalve in the wild and the dorsal and anal fin rays are formed completely from 26 to 28 days after hatching. The time of the formations is later than other *Rhodeus* larvae (i.e. 18-22 day-old). Melanophores on the dorsal fin aggregated at its anterior region become a black spot in juvenile stage (i.e. 44 day-old), and the spot is true round-shaped unlike spots of other *Rhodeus* larvae which are ellipse-shaped in *R. atremius atremius*, *R. atremius suigensis*, *R. notatus*, new moon-shaped in *R. ocellatus ocellatus* and nearly rectangle-shaped in *R. sinensis*.

#### 緒 言

中華人民共和国の海南島に分布する *Rhodeus* 属のタナゴ類は, *R. ocellatus*, *R. spinalis*, *R. sinensis* (= *Pseudoperilampus lighti*), *R. hainanensis* (= *Pseudoperilampus hainanensis*) の4種が知られている。*R. spinalis* と *R. haradai* は, 海南島にのみ分布するとされている (Oshima, 1926; Nichols and Pope, 1927; Lin, 1989; Arai et al., 1990)。Arai et al. (1990) は, 国立台湾大学とアメリカ自然史博物館に保管されている標本を精査した結果, *R. hainanensis* を *R. spinalis* の同種異名としてトゲバラタナゴの和名を与えた。そして, *R. spinalis* の和名として用いられていたカガミバラタナゴを新種の *R. haradai* の和名とした。

中村 (1969) は日本産のタナゴ類を, また内田 (1939) は, 朝鮮半島産のタナゴ類について, それぞれの生態と生活史を報告している。タナゴ類は, 淡水二枚貝に托卵する特殊な習性を持っている。そして, 卵および仔魚はほぼ稚魚期に達するまで貝体内で発育した後に, 貝から浮出して一般的な魚類の稚魚のように自由生活期になる。このため, 初期の発育形態の連続的な観察は困難な場合が多い。今までに報告されているタナゴ類の初期発育形態の連続的な観察は, 人工授精してシャーレの中で発育させる方法が主に用いられている (鈴木, 1984, 1988; 鈴木・日比谷, 1984, 1985; Suzuki and Jeon, 1987, 1988a,b,c, 1989, 1990a, b, 1991, 1995; Suzuki et al., 1985, 1986, 1989)。しかし, *R. spinalis* についての初期発育形態の報告は行われていない。そこで, 今回は人工授精による本種の初期発育形態を明らかにしたので報告する。

2004年5月12日受理

\*1 東海大学海洋学部水産学科 (Department of Fisheries, School of Marine Science and Technology, Tokai University)

## 材料及び方法

材料魚は、1999年度の文部科学省科学研究費補助金研究「中国および朝鮮半島におけるコイ科タナゴ亜科魚類の系統分類と生物地理学的研究」の中華人民共和国の調査において1999年8月9日に海南島の海口市で採集した個体を活魚で日本に持ち帰り、研究室の循環濾過装置を装着した90cm角形アクリル水槽に収容して市販の配合飼料（テトラフィン、テトラ社）を与えて飼育した個体を親魚として、2001年4月から6月にかけて人工授精したものである。

人工授精方法は、雄では婚姻色や追星が十分に発現した個体を、雌では産卵管を十分に伸ばした個体を選別し、腹部を指先で圧迫して卵と精子を搾出して、ガラスシャーレに脱塩素した水道水を満たした中で受精させた。その後、毎日1回22°Cの脱塩素水を用いてシャーレ内の飼育水を交換しながら、22°Cに調温したインキュバータ内で卵発生から浮上期（27日齢）まで飼育した。浮上した稚魚は60cm角形アクリル水槽に収容して市販の配合飼料（テトラフィン、テトラ社）を粉末状にして給餌しながら飼育を続けた。

搾出直後の完熟卵と孵化直後仔魚から孵化35日までは毎日5個体を、36日後から95日後の期間は、背鰭の稚魚斑（黒色素叢斑）が発達するまで適宜5個体を、2.25%パラフォルムグルタルアルデヒド混合液（pH 7.5）で固定した。そして、固定個体の全長を実体顕微鏡下でマイクロメーターを用いて測定後、形態変化の過程を観察した。

## 結 果

### 完熟卵の形

完熟卵形をFig. 1, Aに示した。搾出直後の完熟卵形は、卵の長軸側に比較的細い徳利状の頸部をもった長い紡錘形の沈性卵であった。卵膜は薄く透明で、極めて弱い粘着性を示した。卵黄は黄白色から黄色を呈して不透明で、卵の容積全体の大部分を占めていた。卵径は長軸の長さが約3.0mm、短軸の長さが約1.8mm（n=5）であった。孵化の開始は、受精後約48時間後であった。

### 発育外部形態

仔稚魚の発育形態をFigs. 1, 2（B～K）に示した。

#### (1) 孵化直後（全長3.67mm, Fig. 1B）

卵黄囊の前部には、卵黄が変化した一對の背面上方隆起と腹部下方隆起からなる翼状突起と呼ばれる突起が発達し、卵黄囊前部は比較的卵黄量が多く、丸く突き出る。翼状突起より後方の卵黄囊は後端までほぼ均等に伸びる。この時期の仔魚は全く動かず、横臥状態であった。

#### (2) 4日齢（全長6.63mm, Fig. 1C）

孵化直後に比べて背面の卵黄突起がやや発達する。卵黄

囊前端部もやや前方に伸長し、下方に向かってやや突出する。孵化直後に比べて尾部の仔魚膜鰭はやや発達するが、仔魚は横臥して動かない。

#### (3) 6日齢（全長7.69mm, Fig. 1D）

仔魚の頭部は発達しながら、前方に伸長することでその先端は卵黄囊の前端部に位置する。4日齢に比べて仔魚の膜鰭は広がる。心臓に連絡するキュビエ管および仔魚膜鰭部に血液循環がわずかに確認出来るようになるが、血球の色は淡赤色である。眼胞と耳胞が明瞭になる。背面上方の卵黄隆起および腹部下方の卵黄隆起がともによく発達するため、仔魚期を通じてこの時期の翼状突起が最も著しい発達を示した。仔魚は、刺激を与えると尾部をわずかに動かすが、推進力がないために横臥したままで動かない。

#### (4) 9日齢（全長8.21mm, Fig. 1E）

この時期までに血球が鮮紅色を呈して血流が明瞭に認められるようになる。背面上方の卵黄隆起がその高さを減じて、翼状突起は減衰を開始する。卵黄先端部の卵黄はかなり消費されて、頭部が卵黄前端より前方に突出するようになる。6日齢に比べて尾柄部の仔魚膜鰭が発達し、刺激を与えると仔魚は尾部を振って横臥したままシャーレ内で遊泳行動をとるが、その行動は瞬間的である。

#### (5) 12日齢（全長8.38mm, Fig. 1F）

眼胞は黒化をはじめ。9日齢に比べて背面上方の卵黄隆起はさらに縮小する。頭部はさらに発達して前方に伸び、心臓の位置が卵黄前端の前方に収まる。胸鰭原基および鼻孔原基が出現する。脊索末端は上屈を開始する。この時期の仔魚は、刺激を与えると横臥したままシャーレ内を盛んに遊泳して、9日齢に比べると運動能力が増加している。筋節は19～20+15=34～35を数える。

#### (6) 18日齢（全長8.55mm, Fig. 1G）

背面上方の卵黄隆起はさらに縮小して、ほぼ腹部の卵黄囊に収まる。これに伴って、翼状突起は減衰が著しくなるが、新たに眼胞周囲と頭頂部に透明な表皮性小突起が出現する。口が開いて下顎が形成される。尾鰭軟条原基が出現する。頭部と体側正中央線上ならびに頭頂部付近に小さな点状の黒色素胞が出現する。仔魚膜鰭は将来の背・臀両鰭になる部分が隆起する。筋節は17～18+15=32～33を数え、肛門を境とした体の前後の筋節数はほぼ本種の定数になる。

#### (7) 20日齢（全長8.55mm, Fig. 1H）

翼状突起は腹部下方の隆起を残して消失する。眼胞にグアニン胞が出現して、レンズは黒化する。鰾の原基が出現する。脊索末端は上屈を完了する。臀鰭の軟条原基（約8本）が出現する。黒色素胞は数を増し、新たに尾鰭軟条上、卵黄囊上、および体側の背腹の筋節縫合部に沿って分布域を拡大する。

#### (8) 22日齢（全長8.97mm, Fig. 1I）

上下顎長はほぼ等しくなる。尾鰭軟条数はほぼ本種の定数になる。背鰭の軟条が出現する。20日齢に比べて鰾は大

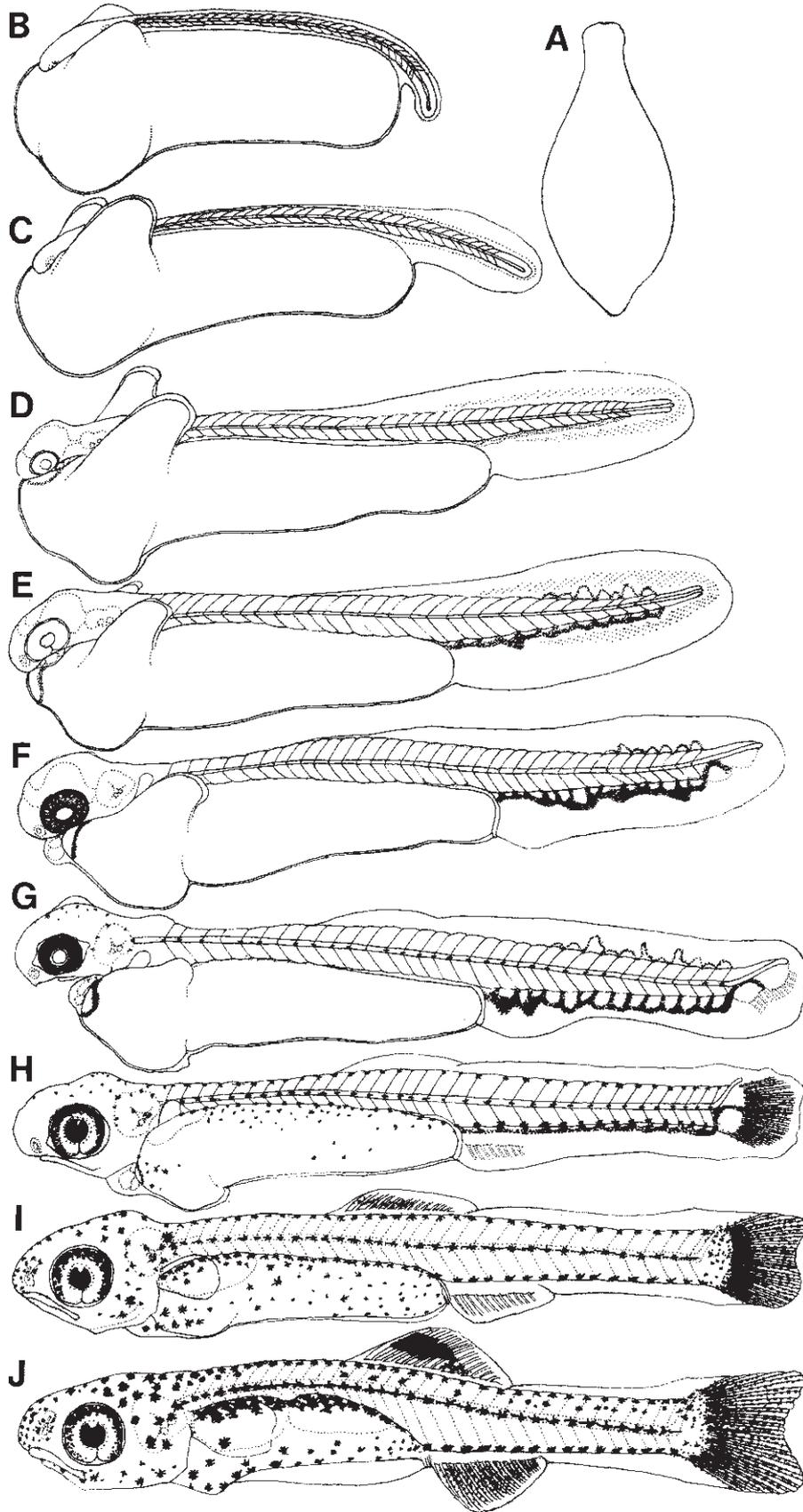


Fig. 1. Egg and larvae of *Rhodeus spinalis*. A, unfertilized mature egg. B, newly hatched larva. C, larva of 4 days after hatching. D, larva of 6 days after hatching. E, larva of 9 days after hatching. F, larva of 12 days after hatching. G, larva of 18 days after hatching. H, larva of 20 days after hatching. I, larva of 22 days after hatching. J, larva of 27 days after hatching.

きくなる。胸鰭は団扇状に広がる。黒色素胞はさらに数を増し、新たに背鰭軟条上に出現する。翼状突起は腹部前方にややその痕跡が認められる以外は全て腹部の卵黄嚢に収まる。この時期の仔魚は、正常な姿勢（正常位）の状態でシャーレ内を遊泳することができるようになるが、遊泳を止めると横臥する。

(9) 27日齢（全長9.39mm, Fig. 2J）

背・臀両鰭の軟条数はほぼ本種の定数になる（背鰭軟条数は13-15, 臀鰭軟条数は14-17）。黒色素胞はさらに数を増し、新たに臀鰭の軟条上にも出現する。背鰭の点状の黒色素胞は著しく数を増して、第6軟条までの膜鰭前方に集合しすることで三日月を伏せた形の淡い黒色素胞叢を形成する。鰓は前後2葉に分かれる。この時期の仔魚は、横臥することなく、正常位の状態でシャーレ内を遊泳する。卵黄は腹部の卵黄嚢内にやや残存する。仔魚に市販の粉末状の配合飼料を与えると摂餌する。この時期に仔魚を水槽に移して飼育を開始した。

(10) 44日齢（全長11.45mm, Fig. 2K）

仔魚はやや体高を増し、体は側扁しはじめる。腹鰭原基が出現する。胸鰭に軟条原基が出現する。体全体が淡黄色になる。背鰭の第1分岐軟条から第6分岐軟条までにかかる黒色素胞叢はさらに黒化を増してその形はほぼ円形を呈する。

(11) 71日齢（全長15.76mm, Fig. 2L）

44日齢に比べて稚魚の体高はさらに高くなり、体型は著しく側扁する。胸・腹両鰭軟条もほぼ本種の定数になる。黒色素胞は背部から頸部を通して吻部にかけて密に分布する。鱗が顔部を除いて全身を覆う（図では鱗は省略）。背鰭の軟条の先端はほぼ分岐を完了する。背鰭の不分岐軟

条には白色色素胞が出現し（図では省略）、不分岐軟条にかかる黒色素胞叢の前縁部も白色色素胞に覆われる。これら不分岐軟条の白色色素胞と第3不分岐軟条から5, 6分岐軟条までに分布する黒色素胞叢とで背鰭の稚魚斑を形成する。

## 考 察

これまで *Rhodeus spinalis* の完熟卵形および発育形態についての報告はなく、今回、これらについて明らかにすることができた。

今までに知られているタナゴ亜科の *Tanakia*, *Rhodeus* および *Acheilognathus* の3属の種および亜種の完熟卵形は、種間で酷似する場合もあれば、タビラの3亜種間にみられるように明確に識別できるほど形態が異なるものもある（鈴木, 2004）。本種の完熟卵の形は、紡錘形を呈しており、ニッポンバラタナゴ *Rhodeus ocellatus kurumeus*, タイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus ocellatus* の完熟卵に類似した形態である。また、総じてその形が卵の長軸側に比較的細い徳利状の頸部をもった紡錘型である点は、*Tanakia* 属の完熟卵と共通している。このような完熟卵の形態の類似性は、完熟卵の形態が *Rhodeus* 属と *Tanakia* 属の近縁関係を推定するのに有効な形質と考えられる。

また、タナゴ亜科魚類の孵化直後の仔魚の形態は、系統類縁関係を推定するのに有効な形質と考えられている。特に、*Rhodeus* 属の翼状突起は、系統類縁上の共有形質とされている（Akai and Arai, 1998）。また、この形質は *Tanakia* 属にも連続する形質とみなされ、*Rhodeus* 属と

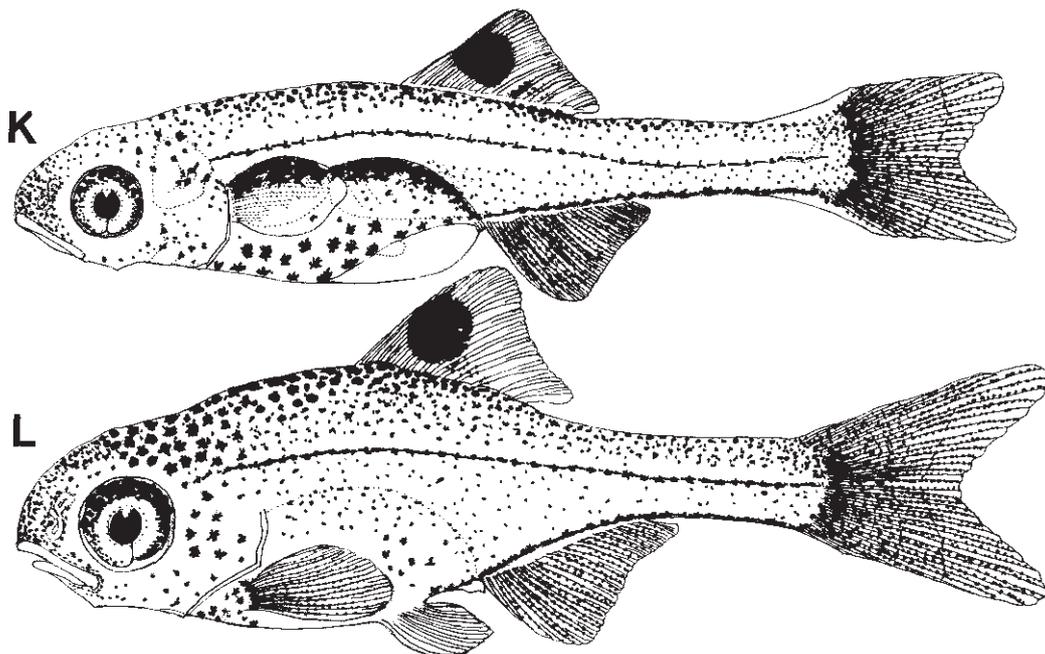


Fig. 2. Continued. K, larva of 44 days after hatching. L, larva of 71 days after hatching.

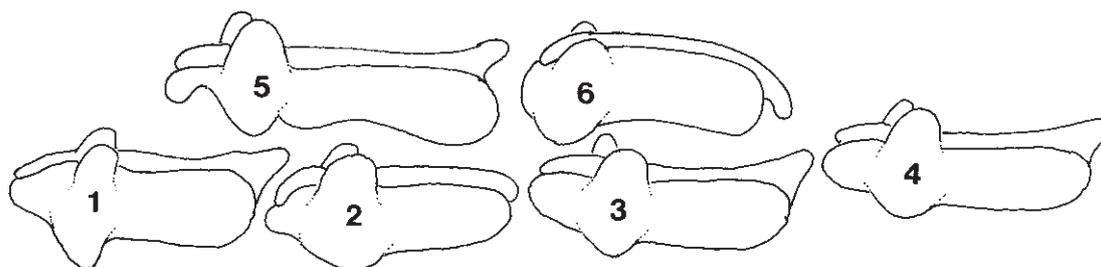


Fig. 3. Larvae of *Rhodeus* species. 1, *Rhodeus ocellatus kurumeus*. 2, *Rhodeus ocellatus ocellatus*. 3, *Rhodeus atremius atremius*. 4, *Rhodeus atremius suigensis*. 5, *Rhodeus sinensis*. 6, *Rhodeus spinalis*.

*Tanakia* 属の近縁関係が推定されている (鈴木・日比谷, 1985)。そこで、今までに知られている *Rhodeus* 属の孵化直後の仔魚の形態を Fig. 3 に示した。*Rhodeus spinalis* の孵化直後の仔魚の形態は、翼状突起がよく発達しており、*Rhodeus* 属の特徴をよくあらわしていた。しかし、卵黄囊の前端部は比較的卵黄量が多く存在し、太丸く突き出る点で既往の *Rhodeus* 属の孵化直後仔魚の形態のどれとも一致しなかった。

22°Cで人工的に飼育した場合、本種は26~28日齢で二枚貝から浮出して自由遊泳期になるものと考えられた。この点、*Rhodeus* 属の他種では、同様の水温飼育下でも18~24日齢で自由遊泳期になる (鈴木, 1984; Suzuki and Hibiya, 1984; Suzuki et al., 1985; Suzuki and Jeon, 1988 a,b; 鈴木, 1988; Suzuki and Jeon, 1995) のに対して、本種のこの日齢はやや遅く、むしろ *Tanakia* 属の種の自由遊泳期の日齢 (鈴木・日比谷, 1985; Suzuki et al., 1986; Suzuki and Jeon, 1988c; Suzuki et al., 1989; Suzuki and Jeon, 1990a,b) に近い。

これまでに稚魚の形態の記載がある *Rhodeus* 属の種には、共通して背鰭に稚魚斑とよばれる黒色素胞叢が存在する。*Rhodeus spinalis* の稚魚斑は、円形を呈し、黒色素胞叢の分布は第3不分岐軟条から第5, 6分岐軟条で分布の後端は鰭基底に達しない。ニッポンバラタナゴとタイリクバラタナゴの稚魚斑の形態は三日月型、ウエキゼニタナゴ *Rhodeus sinensis* のそれは長方形型でいずれも黒色素胞叢の分布は第3不分岐軟条から第7, 8分岐軟条で分布の後端は鰭基底に達する。これに対して、カゼトゲタナゴ *Rhodeus atremius atremius* とスイゲンゼニタナゴ *Rhodeus atremius suigensis* およびカラゼニタナゴ *Rhodeus notatus* の稚魚斑の形態は、楕円形に近い円形でいずれも黒色素胞叢の分布は第3不分岐軟条から第5分岐軟条で分布の後端は鰭基底に達しない。そして、いずれの種でも成長にともなって稚魚斑の形が一定になるのは、全長12mm前後である。(鈴木, 1995; 内田, 1939)。本研究の *Rhodeus spinalis* の稚魚斑の形も全長約12mmで完成する。これらのことから、*Rhodeus spinalis* の稚魚斑は、背鰭における黒色素胞の分布範囲が後者の3種および亜種に類似するが、その形態が楕円というよりは真円に近い円形である点でいずれの種とも識別できるものと考え

られた。

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり、材料魚を提供して頂いた宇都宮大学教育学部教授上田高嘉博士および東京大学大学院元教授 (現東京大学総合研究博物館終身研究員) 新井良一博士に感謝致します。また、親魚および稚仔魚の飼育を担当された社団法人観音崎自然博物館の石鍋壽寛氏および間瀬浩子氏に厚くお礼申し上げます。当該研究は、1999年度文部科学省科学研究費助成金研究「中国および朝鮮半島におけるコイ目タナゴ亜科魚類の系統分類と生物地理学的研究」によって行われたものである。

## 文 献

- Akai, Y. and R. Arai (1998): *Rhodeus sinensis*, a senior synonym of *R. lighti* and *R. uyekii* (Acheilognathinae, Cyprinidae). *Ichthyol. Res.*, **45**, 105-110.
- Arai, R., N. Suzuki and S.C. Shen (1990): *Rhodeus haradai*, a new bitterling from Hainan Island, China, with notes on the synonymy of *Rhodeus spinalis* (Pisces, Cyprinidae). *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. A*, **16**(3), 141-154.
- Lin, Renduan (1989): Acheilognathinae. In Zheng, Ciyang (ed.), *The fishes of Pearl River*, pp. 155-164. Science Press, Beijing, China. (in Chinese).
- Nichols, J.T. and C.H. Pope (1927): The fishes of Hainan. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, **54**, 321-392.
- 中村守純 (1969): 日本のコイ科魚類。資源科学研究所研究報告, **4**, 1-8+1-455, 2cols. pls. 1-149.
- Oshima, M. (1926): Notes on a collection of fishes from Hainan, obtained by Prof. S. F. Light. *Annot. Zool. Japon.*, **11**, 1-25.
- 鈴木伸洋 (1984): タイリクバラタナゴの発育史。神奈川自然保全研究会報, **4**, 1-14.
- Suzuki, N. (1985): Development of three subspecies of *Acheilognathus tabira* (Pisces, Cyprinidae), with a note on their geographical distribution. *Bull. Biogeogr. Soc. Japan*, **40**, 63-73.
- 鈴木伸洋 (1988): ニッポンバラタナゴの発生と卵・仔魚の飼

- 育法。長田芳一編。ニッポンバラタナゴの研究と保護。pp. 42-51.
- 鈴木伸洋 (1989): タナゴの発育過程。神奈川自然保全研究会報, **8**, 33-44.
- 鈴木伸洋 (1995): 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料(II)。スイゲンゼニタナゴ。日本水産資源保護協会, 東京, pp. 308-313.
- 鈴木伸洋 (2004): タナゴの仲間の特徴とその不思議—その生物学—。赤井裕・秋山信彦・鈴木伸洋・増田修共著。タナゴのすべて。マリン企画。東京, pp. 100-107.
- 鈴木伸洋・日比谷京 (1984): バラタナゴ属仔魚の表皮上に見られる突起物。魚雑, **31**, 198-202.
- Suzuki, N. and T. Hibiya (1984): Development of eggs and larvae of two bitterlings, *Rhodeus atremius* and *R. suigensis* (Cyprinidae). Japan J. Ichthyol., **31**, 287-296.
- 鈴木伸洋・日比谷京 (1985): ヤリタナゴとアブラボテの初期発育過程。日本大学農獣医学部学術研究報告, **42**, 195-202.
- Suzuki, N. and S.R. Jeon (1987): Development of the bitterling, *Acheilognathus yamatsutae* (Cyprinidae), with notes on minute tubercles on the skin surface and pharyngeal apparatus. Korean J. Limnol., **20**, 229-241.
- Suzuki, N. and S.R. Jeon (1988a): Development of eggs, larvae and juveniles of *Rhodeus ocellatus* from Ansong-river, Korea (Pisces; Cyprinidae), with a note on minute tubercles on the skin surface. Korean J. Limnol., **21**, 1-15.
- Suzuki, N. and S.R. Jeon (1988b): Development of the bitterling, *Acheilognathus limbata* (Cyprinidae) from Korea and Japan, with notes on minute tubercles on the skin surface and on genetic implication in hybrid embryos. Korean J. Limnol., **21**, 211-299.
- Suzuki, N. and S.R. Jeon (1988c): Development of the bitterling, *Acheilognathus signifier* (Cyprinidae), with a note on minute tubercles on the skin surface. Korean J. Limnol., **21**, 165-179.
- Suzuki, N. and S.R. Jeon (1988d): Development of eggs and larvae of the bitterling, *Rhodeus suigensis* (Cyprinidae) from Korea, with a note on minute tubercles on the skin surface. Korean J. Limnol., **21**, 231-242.
- Suzuki, N. and S.R. Jeon (1989): Development of bitterling, *Acanthorhodeus asmussi* (Cyprinidae), with a note on minute tubercles on the skin surface. Korean J. Ichthyol., **1**, 73-82.
- Suzuki, N. and S.R. Jeon (1990a): Development of *Acheilognathus lanceolatus* from Ungchon river, Korea. Korean J. Ichthyol., **2**, 77-87.
- Suzuki, N. and S.R. Jeon (1990b): Development of the bitterling, *Acanthorhodeus* (= *Acheilognathus*) *gracilis* (Cyprinidae), with a note on minute tubercles on the skin surface. Korean J. Ichthyol., **2**, 169-181.
- Suzuki, N. and S.R. Jeon (1991): Development of the bitterling, *Acheilognathus rhombus* (Cyprinidae), from Korea. J. Basic Sci., Sang Women's University. **5**, 53-62.
- Suzuki, N. and S.R. Jeon (1995): Development of the bitterling, *Rhoeus uyeckii* (Cyprinidae) from Ansong and Palan Rivers in Korea. J. Basic Sci., Sang Women's University. **8**, 19-26.
- Suzuki, N. A. Akiyama and T. Hibiya (1985): Development of the bitterling *Rhodeus uyeckii* (Cyprinidae), with a note on minute tubercles on the skin surface. Japan J. Ichthyol., **32**, 28-34.
- Suzuki, N. A. Oka, Y. Sugoh, K. Yamakawa and T. Hibiya (1986): Development of the bitterling, *Tanakia tanago* (Cyprinidae), with a note on minute tubercles on the skin surface. Japan J. Ichthyol., **33**, 225-231.
- Suzuki, N. K. Umezawa, T. Yabe and H. Murai (1989): Development of the bitterling, *Paracheilognathus himantegus* (Cyprinidae), with a note on minute tubercles on the skin surface. Japan J. Ichthyol., **36**, 318-326.
- 内田恵太郎 (1939): 朝鮮魚類誌。第1冊。絲鰓類。朝鮮総監府水産試験場報告, **6**, 80-177.

## 要 旨

人工授精による22°Cの飼育下での *Rhodeus spinalis* の完熟卵形および発育形態について報告した。本種の完熟卵形は、紡錘形をしていた。*Rhodeus spinalis* の孵化直後仔魚は、*Rhodeus* 属の他の種と同様に翼状突起がよく発達していた。しかし、卵黄囊の前端部は比較的卵黄量が多く存在し、太丸く突き出る点で既往の *Rhodeus* 属の孵化直後仔魚の形態と識別できると考えられた。本種は26~28日齢で二枚貝から浮出して自由遊泳期になるものと推定され、この日数は *Rhodeus* 属のどの種よりも遅かった。背鰭の稚魚斑を形成する黒色素胞叢の分布は第3不分岐軟条から第5、6分岐軟条で、その分布の後端は鰭基底に達しない。また、背鰭稚魚斑の形態が楕円というよりは真円に近い円形である点でいずれの *Rhodeus* 属の種のものとも識別できるものと考えられた。