

线纹尖塘鳢仔、稚鱼的形态发育

张邦杰^① 李本旺^① 莫介化^① 李春枝^① 张瑞瑜^② 陆昌胜^③ 黄永强^①

(^① 广东省东莞市水产研究所 东莞 523127; ^② 广东省东莞市经贸学校 东莞 523000;

^③ 广东省东莞市南方特种水产研究所 东莞 523380)

摘要 对池养条件下线纹尖塘鳢 (*Oxyeleotris lineolatus*) 的胚后发育进行定期观察, 胚后发育大致可分为前期仔鱼、后期仔鱼、稚鱼和幼成鱼期。观察发现, 线纹尖塘鳢的初孵仔鱼个体较小, 仅 2.875 mm, 前期仔鱼, 包括混合营养仔鱼期, 时间短, 仅为 5 d, 属较早建立起外源性营养摄食机制的鱼类, 器官发育主要在后期仔鱼阶段完成, 鳞的出现和鳞被形成在稚鱼发育阶段完成, 在池塘自然水温 26 ~ 30℃ 条件下, 从初孵仔鱼到稚鱼发育期完成历时 43 ~ 44 d。

关键词: 线纹尖塘鳢; 仔鱼; 稚鱼; 形态发育

中图分类号: Q954 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2007)01-128-06

The Morphological Development in Larvae and Juveniles of *Oxyeleotris lineolatus*

ZHANG Bang-Jie^① LI Ben-Wang^① MO Jie-Hua^① LI Chun-Zhi^①

ZHANG Rui-Yu^② LU Chang-Sheng^③ HUANG Yong-Qiang^①

(^① Dongguan Fisheries Research Institute, Dongguan Guangdong 523127;

^② Dongguan School of Economy & Trade, Dongguan Guangdong 523000;

^③ Dongguan South Special Fisheries Research Institute, Dongguan Guangdong 523380, China)

Abstract: The paper deals with the postembryonic development of *Oxyeleotris lineolatus* reared in brackish water pond. The development could be divided into four stages: pro-larvae, retro-larvae, juvenile and grown fish. Newly hatched larvae of *O. lineolatus* are small with average length of 2.875 mm. The development period of the pro-larvae including mixed feeding stage is only 5 days. This shows that *O. lineolatus* establish their exogenous feeding ability at the early stage. The organs development process is completed during the retro-larvae period. The appearance of scales is formed in the morphological development period. The time for newly hatched larvae developing to juvenile lasts for 43 - 44 days at natural water temperature of 26 - 30℃ in ponds.

Key words: *Oxyeleotris lineolatus*; Larvae; Juvenile; Morphological development

线纹尖塘鳢 (*Oxyeleotris lineolatus*) 俗称澳洲“笋壳鱼”, 为塘鳢科 (Elotridae) 尖塘鳢属 (*Oxyeleotris*) 鱼类, 原产澳大利亚北昆士兰。1996 年东莞市南方特种水产研究所首先引进并驯养成功, 2002 年形成第 5 代亲本。

线纹尖塘鳢的初孵仔鱼全长仅 2.875 mm, 与云斑尖塘鳢 (*O. marmoratus*) 相似, 解决仔鱼的开口饵料和池塘仔、稚鱼培育技术成为制约

该鱼苗种生产的瓶颈。国内外线纹尖塘鳢的繁育养殖生物学基础研究几乎是空白, 云斑尖塘鳢虽有胚胎发育等的研究^[1, 2], 但后期仔鱼、稚鱼的形态发育未见详细的报道。迄今所见, 仅乌

基金项目 广东省科技兴海渔计划项目 (No. 2004.7);

第一作者介绍 张邦杰, 男, 研究员, 主要从事水产养殖及病害防治研究, E-mail: zlgfishery@126.com

收稿日期: 2006-08-18, 修回日期: 2006-11-02

塘鳢 (*Bostrichthys*)、沙塘鳢 (*Odontobutis*) 属鱼类有仔、稚鱼形态发育的简单描述^[3-5]。鉴于此, 作者对池塘养殖条件下的线纹尖塘鳢仔、稚鱼形态发育进行了定期连续性观察、研究, 希望能为尖塘鳢属鱼类基础理论研究中的胚后发育积累参考资料, 为育苗技术规范的形成提供依据。

1 材料与方 法

1.1 时间、地点与材料来源 实验、观察于 2004~2005 年在东莞市虎门南方特种水产研究所内进行。前期仔鱼的采集来自人工孵化容器以及定置在池塘中的纱绢网箱内; 后期仔鱼及稚鱼采自专用育苗池塘。

1.2 育苗池 仔稚鱼专用培育池塘共 12 口, 总面积 1.47 hm²。单口池塘面积最大 0.15 hm² 最小 0.12 hm², 池水深保持 0.6~1.2 m。育苗池塘均采用常规清毒塘、培水, 当单胞藻类、幼小轮虫达一定丰度时, 孵出 4~5 d 的仔鱼即可投放于有一定遮盖面的池塘里, 放养密度 120~180 ind./m²。池塘水温 26~30℃, pH 7.1~7.8。

1.3 采样和观察 前期仔鱼从孵化容器或定置网箱中采集, 每次 10 尾, 活体观察。后期仔鱼放池后, 定期采样, 每次 25~50 尾, 再取其中接近平均全长的个体 20 尾, 其中 10 尾用 Olympus 显微镜和解剖镜活体观察其形态特征及变化, 用测微尺等测量鱼的全长、体长; 10 尾用 5% 的甲醛溶液固定, 再作进一步复查。由于池塘浮游生物种类和丰度及仔稚鱼觅食能力、饱食和饥饿程度等有别, 各日龄的线纹尖塘鳢生长差异较大, 需根据不同池不同批次采样、观察、测量, 得出各日龄的平均全长、体长, 以及该日龄有代表性的形态发育特征。

2 结 果

2.1 前期仔鱼发育 前期仔鱼指仔鱼孵化出膜至卵黄囊被吸收消失、开始摄食时期。

孵化第 1 d 仔鱼: 仔鱼全长 2.92~3.20 mm; 卵黄囊较大, 长径 0.80~0.82 mm, 短径 0.50~0.52 mm, 前端有一个或几个大油球和若

干小油球; 体色透明, 口闭合; 心跳、血液流动明显可见, 但无血红素; 眼出现浅色素, 早期消化道中、后段可见; 脊索和肌节清晰。静水条件下仔鱼多沉于水底, 在微充气的人工孵化容器内则处于中上层, 偶有急速窜游。

孵化第 2 d 仔鱼: 仔鱼全长 3.10~3.24 mm; 卵黄囊、油球均变小, 卵黄囊长径约 0.77 mm, 短径 0.42 mm; 血红素出现, 血液呈现微红色; 眼黑色素明显, 外观晶莹、墨绿; 口裂形成、斜位, 部分个体口可开闭; 消化道进一步延长, 肛门出现, 但消化道尚未完全贯通; 卵黄囊前缘的上方处, 胸鳍基柄及鳍褶出现; 尾鳍褶明显。仔鱼对外界反应迅速, 稍有惊动便急速窜游。

孵化第 3 d 仔鱼: 仔鱼全长 3.15~3.56 mm; 卵黄囊大部分被吸收, 残余部分呈细棒状, 长径 0.49~0.55 mm, 油球继续变小; 在卵黄囊中部上端、肠管前端的背面出现鳃; 上、下颌分化明显, 口上位、能张合, 消化道贯通, 可见肠的蠕动; 下颌后缘出现平行排列的 2~3 对鳃弧; 鱼体颜色加深, 眼眶黑色素盈满; 仔鱼已能平游, 有些个体可开口摄食幼小轮虫和单胞藻, 进入混合营养期。

孵化第 4 d 仔鱼: 仔鱼全长 3.48~4.12 mm; 原肾出现, 短而直, 延伸至卵黄囊上前沿, 紧贴脊柱; 鳃的下方、肠管前方可见胃的雏形, 胃与残余卵黄囊间可见早期的消化腺; 鳃弧上着生鳃丝, 奇鳍褶可见, 胸鳍开始出现间充质鳍条; 眼球在头部的比例显得较大, 占整个头部 3/5; 肠、胃有大量血液流动, 形成网状血流; 鳃充气; 尾部出现少许黑色素。仔鱼平游维持时间增多, 对强光有避光性, 对弱光具一定趋光性。

2.2 后期仔鱼发育 后期仔鱼是指胚胎的内源性营养向外源性营养转化时期, 即卵黄囊吸收殆尽、开始摄食至奇鳍条基本形成, 但体形与成鱼尚有一定差异、器官分化不完善的时期。

孵化第 5 d 仔鱼: 仔鱼全长 4.18~4.96 mm; 卵黄囊、油球几乎消耗殆尽; 消化道进一步分化, 出现早期的胃、中肠和后肠, 肾变粗, 出现弯襻; 血液循环系统进一步发育, 可见较为完整的体循环; 上、下颌密生细小颌齿; 出现 4 对鳃

弧,各奇鳍褶面积进一步增加,并分化出背叶及臀叶,腹鳍褶出现,胸鳍呈扇形。仔鱼游动迅速,已由混合性营养期转为纯外源性营养阶段。

孵化第 6 d 仔鱼:仔鱼生长逐渐呈现差异,体长参差不齐,平均全长 4.52 mm;肠更为盘曲,可见胃和肝脏、输尿管和膀胱等脏器相继出现,4 对鳃弧更明显;口更大,口裂斜位,下颌较明显突出;耳囊变得很大,鳃盖明显可见;背鳍褶前基部间质组织积累形成背鳍棘原基,胸鳍鳍条出现,尾鳍褶下方可见几条雏形间充质鳍条。仔鱼开始逐渐下沉到池底。

孵化第 9 d 仔鱼:仔鱼平均全长 5.08 mm、体长 4.15 mm,消化道发育已较完备,胃内壁开始形成纵行褶皱,肝脏、胆囊明显;心脏分化完全,具静脉窦、心房、心室三部分,脾脏也形成,4 对鳃弧已较完备,第一鳃弧外鳃耙开始出现,耳囊已具 3 个半规管;第 2、1 背鳍原基已明显可见,臀鳍原基形成,尾鳍出现较粗大软骨质鳍条。仔鱼生活在池底,难以捕捉,仍摄食轮虫为主。

孵化第 13~14 d 仔鱼:仔鱼平均全长 8.05 mm、体长 6.56 mm,个体均重 0.003 8 g;内部脏器已基本形成,但尚不完善,脊索逐渐退化形成脊椎骨,在体中央、从眼后逐渐向尾部延伸;上、下颌出现多行小齿,尾鳍鳍条开始形成,从最初 6 枚逐渐增加到 17 枚,第 2 背鳍鳍条也开始出现,约 11 枚,臀鳍条约 9~10 枚,但第 1 背鳍鳍褶内未见鳍棘形成,所有鳍条分化不甚明显。仔鱼多静伏池底,开始摄食枝角类、桡足类无节幼体。

2.3 稚鱼发育 稚鱼指奇鳍条基本形成、器官分化基本完毕、外形向成体过渡,到最终鳞被形成、体型基本上与成鱼相似的时期。稚鱼的生长更是参差不齐,因而仍取同一批稚鱼的平均全长上下限范围内 10 尾作形态描述。

孵化第 18~19 d 稚鱼:稚鱼平均全长 10.75 mm、体长 8.82 mm,个体均重 0.005 6 g;消化系统发育完备,口宽 1.02~1.58 mm,胃、肠内褶皱明显增多,鳃发育完备,第 1 对鳃弓外鳃耙 11 枚、内鳃丝 24 枚,除腹鳍、第一背鳍外,

各鳍均已形成明显的鳍条,体表具许多黑色素,集中于头背、第 1、2 背鳍下方体侧、尾柄中部、尾鳍基中部,与成鱼体表线纹所在部位相当。

孵化第 23~24 d 稚鱼:稚鱼平均全长 12.75 mm、体长 10.21 mm,个体均重 0.016 5 g;各鳍鳍条分化更明显,但尚未见各鳍鳍条有分节,鳍式 D. VI- I - 9~10;A. I - 9, P. 15~16;C. 18~19;V. I - 5,除第一背鳍鳍棘、腹鳍鳍棘和鳍条尚未完全分化外,已基本接近成鱼的鳍式;躯干部已全部被肌肉所覆盖,鳃盖发育完整。

孵化第 27 d 稚鱼:稚鱼平均全长 14.70 mm、体长 11.81 mm,个体均重 0.021 3 g,第 1 背鳍和腹鳍均分化长成,鳍棘出现,胸鳍鳍条特别长,各鳍鳍条数不再变化,但各奇、偶鳍鳍条仍未见分节;尾鳍基部、中轴线向躯干部处出现栉鳞,鳞片簿,仅一栉齿,具 1~3 个环片。稚鱼从原来静伏池底开始上浮觅食枝角类、小型桡足类和无节幼体。

孵化第 29~30 d 稚鱼:稚鱼平均全长 18.38 mm、体长 15.02 mm,个体均重 0.056 5 g;奇鳍中的尾鳍、第 2 背鳍、臀鳍鳍条开始分节,以尾鳍为先,偶鳍中的胸鳍鳍条也开始分节,鳞域从尾部前方中央继续向体侧的上下、继而向躯干部扩展,栉鳞中的栉齿数最多达 4 个,环片数最多达 8 个,但头、腹部未见圆鳞形成。

孵化第 33~34 d 稚鱼:稚鱼平均全长 23.90 mm、体长 19.17 mm,个体均重 0.155 8 g;全身色素细胞明显成线性排列,躯干部两侧、背部及尾柄处均被栉鳞,栉齿数为 2~4 个、最多 5 个,鳞环片为 3~10 个、最多 12 个;头部及腹部开始出现圆鳞,鳞环片最多 5 个。稚鱼口均宽 1.46 mm、均口径 1.08 mm,开始摄食较大型枝角类、桡足类。

孵化第 38 d 稚鱼:稚鱼平均全长 26.50 mm、体长 21.50 mm,个体均重 0.215 0 g,鳞被发育基本完成,吻和头部腹面无鳞,头部、第 1 背鳍前及躯干下腹部被圆鳞,圆鳞最多环片数 8 个,一般为 3~6 个;其余体表部分全被栉鳞,栉鳞环片数最多 15 个,一般 12~14 个,栉齿数最多 6 个,一般为 4~5 个。稚鱼觅食活动频繁,

经常活动在池塘的浅水区,网捕的上网率较高。

孵化第 43 ~ 44 d 稚鱼:稚鱼平均全长 27.22 mm、体长 21.83 mm、体高 5.11 mm、体宽 5.13 mm、头长 7.53 mm、吻长 2.08 mm、眼径 1.12 mm、体重 0.295 g,与成鱼形态相似,进入了幼鱼期,鳞被发育完整,鳞域已与成鱼一致,头部及躯干下腹部、除吻和头外面外被圆鳞,圆鳞环片数一般为 3 ~ 8 个、最多 12 个,躯干部栉鳞环片数一般为 15 ~ 16 个、最多 17 个,栉齿数一般 5 ~ 6 个、最多 7 个。稚鱼食性逐渐转化,摄食量加大,生长加快。

3 讨 论

线纹尖塘鳢的胚后发育大致可分为仔鱼期、稚鱼期和幼鱼期,仔鱼期又可分为前期仔鱼和后期仔鱼,这与同属不同种的云斑尖塘鳢和同是塘鳢科的乌塘鳢属鱼类中华乌塘鳢(*B. sinensis*)相似^[5],与沙塘鳢属鱼类河川沙塘鳢(*O. potamophiila*)则有较大的区别。河川沙塘鳢在胚胎期间,各器官系统的发育均较完善,初孵出仔鱼除已具备较完备的内部器官外,各鳍亦已形成^[3],具有后期仔鱼的形态特征,因而没有前期仔鱼和后期仔鱼之分。

线纹尖塘鳢的受精卵长径 0.56 ~ 0.60 mm,初孵出 1 d 仔鱼全长 2.92 ~ 3.20 mm,比中华乌塘鳢受精卵径 0.92 ~ 1.08 mm,初孵出仔鱼全长 4.60 ~ 5.39 mm^[5]小,比河川沙塘鳢受精卵径 1.46 ~ 1.82 mm,初孵出仔鱼全长 5.93 ~ 6.45 mm^[4]更小。一般认为卵的大小对鱼类的早期发育和存活率具有重要的生态学意义^[6]。卵的大小不仅影响到仔鱼早期发育各阶段的长短,影响到器官系统的发育状况及分化程度,还会影响到仔鱼从内源性营养转向外源性营养的时间。河川沙塘鳢的卵大,卵黄多,胚胎发育时间达 24 d,初孵仔鱼不仅个体大,而且器官发育较完备,以致仔鱼的摄食、避敌能力强,开口摄食也早,卵黄多,延长了仔鱼从内源性营养转向外源性营养的时间,卵黄在孵化后 10 d 才被耗尽,此期间各鳍已分化形成,仔鱼已完全建立了初次摄食的能力,保障了仔鱼完成生理生态上

的变化,度过了临界期,提高了成活率^[4]。线纹尖塘鳢则不同,初孵出仔鱼个体小,虽然其卵黄囊内的油球在内源性营养到外源性营养过渡期中可以提供能量,但毕竟有限。观察发现,线纹尖塘鳢较早地建立起与之形态、生理相适应的外源性营养摄取机制,孵化第 2 d 的前期仔鱼有些个体可开口摄食,孵化第 3 d 即进入短暂的 3 d 混合营养期,孵化第 5 d 已转为纯外源性营养。天然水体或人工池塘,都无法提供前期仔鱼完全足够的开口饵料,因而出现尖塘鳢胚后发育的第一个临界期,前期仔鱼大量夭折;其次,由于前期仔鱼个体小,避敌能力差,也成为水体中桡足类、特别是剑水蚤残食的对象,这些都大大地降低了其成活率。作者认为,这也解释了天然水域或池塘水体中,亲体的产卵护巢结果,虽然可以观察到有大量的前期仔鱼出现,但最终成活下来的稚幼鱼则极少的原因^[7]。

线纹尖塘鳢的稚鱼发育期,大约需 25 ~ 30 d 时间,全长由 8.05 mm 增长至 26.5 ~ 27.2 mm,以各鳍的鳍棘、鳍条分化完整、鳞被最终形成,体型基本与成鱼相似而结束。线纹尖塘鳢的鳞被形成过程与暗色沙塘鳢(*O. obscura*)相近^[8],鳞片较小,栉鳞的鳞焦极端顶位,后区边缘有栉齿,基区有若干放射状辐射沟,环片除鳞焦周围 3 ~ 4 环闭合外,其他均不闭合而呈圆弧形。因而,线纹尖塘鳢的栉鳞环片均被辐射沟截断。

线纹尖塘鳢从初孵仔鱼发育至稚鱼期末历时 43 ~ 44 d,平均全长 26.54 mm,日均增长 0.53 mm,而河川沙塘鳢长成稚鱼历时 44 d,全长达 13.01 ~ 19.96 mm^[4],日均增长仅 0.18 mm;中华乌塘鳢经 35 d 生长,稚鱼全长 17.20 mm^[5],日均增长 0.36 mm,相比之下有明显差别。表明线纹尖塘鳢既是塘鳢科中体型最大鱼类,又是长速较快的鱼类,具有很好的养殖前景。

参 考 文 献

- [1] 廖志洪,王春,林小涛等.云斑尖塘鳢胚胎和早期仔鱼的发育.动物学杂志,2004,39(6):18~22.
- [2] 郑文彪.褐塘鳢的生殖习性和早期发育.海洋湖沼通报,

- 1990 (1) : 47 ~ 51.
- [3] 谢仰杰, 孙帼英. 河川沙塘鳢的胚胎和胚后发育以及温度对胚胎发育的影响. 厦门水产学院学报, 1996, **18**(1) : 55 ~ 61.
- [4] 胡先成. 河川沙塘鳢仔、稚、幼鱼的发育阶段及生长的研究. 重庆师范学院学报(自然科学版), 1996, **13**(2) : 10 ~ 15.
- [5] 李慧梅, 张丹, 施品华. 中华乌塘鳢胚胎及仔、稚鱼发育的初步研究. 海洋学报, 1987, **9**(4) : 480 ~ 488.
- [6] 殷名称. 鱼类早期生活史研究与其进展. 水产学报, 1991, **15**(4) : 348 ~ 355.
- [7] Tavarutmaneeagul P, Lin C K. Breeding and rearing of sand goby (*Oxyeleotris marmoratus* Blk). fry. *Aquaculture*, 1998, **69**(3 ~ 4) : 299 ~ 306.
- [8] 朱邦科, 谢从新, 王明学等. 保安湖沙塘鳢的食性、繁殖、年龄及生长的研究. 水生生物学报, 1999, **23**(4) : 316 ~ 323.

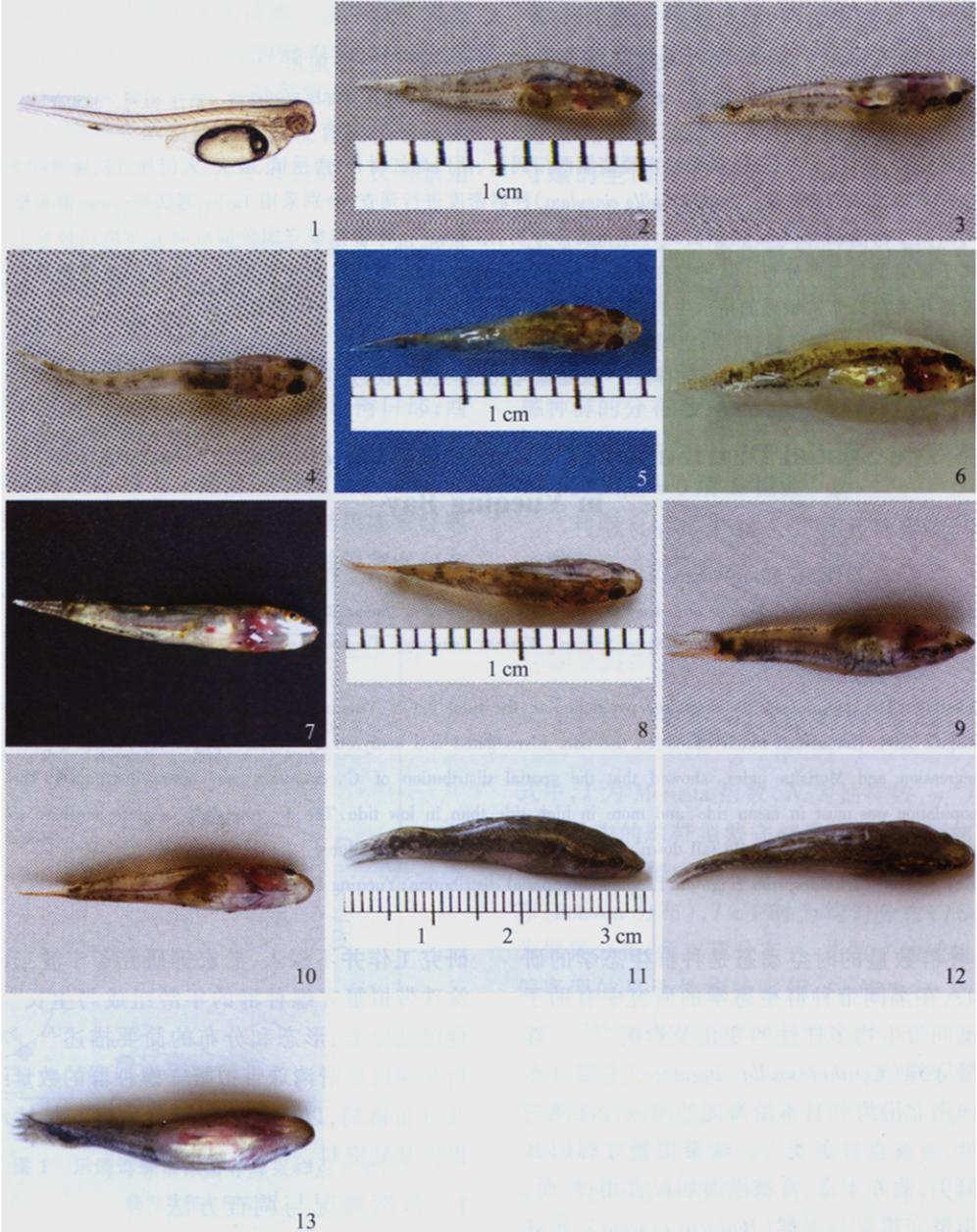
张邦杰等:线纹尖塘鳢仔、稚鱼的形态发育

图版 I

ZHANG Bang-Jie *et al.* : The Morphological Development in Larvae and Juveniles of

Oxyleotris lineolatus

Plate I



1. 刚出膜仔鱼, 全长 3 mm; 2~4. 孵化第 17 d, 全长 10 mm 稚鱼的侧面、腹面、背面照片; 5~7. 孵化第 24 d, 全长 13 mm 稚鱼的背面、侧面、腹面照片; 8~10. 孵化第 28 d, 全长 17 mm 稚鱼的背面、侧面、腹面照片; 11~13. 孵化第 51 d, 全长 34 mm 幼鱼的侧面、背面、腹面照片。