

尖鳍鲤的早期发育

易祖盛¹, 王 春², 陈湘舜³

(1. 广州大学 生物与化学工程学院生物系, 广东 广州 510405;

2. 华南农业大学 水产技术推广中心, 广东 广州 510623;

3. 华南师范大学 生物系鱼类研究室 广东 广州 510623)

摘 要:于1993年4月、1994年5~6月分别采用连续观察法对尖鳍鲤受精卵、胚胎、仔、稚、幼鱼进行6次观察、分析、绘图;于1993~2000年对胚胎发育某些时期进行多次重复观察和验证,并对尖鳍鲤与野鲤的早期发育过程进行比较。观察结果:1)受精卵具粘性,外径1.241~1.254 mm,吸水后为1.392~1.593 mm;2)胚胎发育分24个时期,水温20℃时,历时98.8 h。在此过程中,卵裂形成桑椹形多细胞,原肠期主要出现胚环;3)仔鱼发育分卵黄囊期仔鱼和晚期仔鱼2个阶段,共13个时期,水温24~28℃时,历时15 d。初孵仔鱼体长(4.77±0.39) mm,肌节8+12+12对,胸鳍形成,具有血液循环,活动能力较弱;4)尖鳍鲤与野鲤早期发育过程相似,但胚胎发育卵裂时间、发育顺序、背鳍起点、肌节数目和稚鱼体长与体高比等方面明显不同。

关键词:尖鳍鲤;早期发育;连续观察

中图分类号:Q959.468

文献标识码:A

文章编号:1005-8737(2002)02-0120-05

尖鳍鲤(*Cyprinus acutidorsalis*)又称海鲤,分布于南海的少数河口,适合于咸淡水中养殖,经济价值较高。该鱼早期生活史依殷名称^[1]的方法可分为胚胎、仔鱼和稚鱼3个发育期。本文报道了尖鳍鲤早期发育史,从而为相关苗种培育、驯化提供资料。

1 材料与方法

1.1 材料

性成熟亲鱼选自华南师范大学鱼类研究室养殖的2~3龄尖鳍鲤,人工催产,干法授精,所获受精卵用于胚胎发育观察,自然繁殖的受精卵用于补充观察。

1.2 胚胎发育的观察

受精卵置于培养皿中培养,每天早晚记录水温并换水1次。用适量的胰蛋白酶溶解卵膜,在Hank's液中培养,并经常更换培养液。用双筒解剖

镜对受精卵的发育过程进行连续观察,并对胚胎发育的某些时期进行多次重复观察和验证。对每个发育期均作绘图和描述,绘图主要根据Hank's液中培养的活体标本绘制,对一些典型特征进行了显微摄影。

1.3 仔鱼和稚鱼发育过程观察

仔稚鱼放入盛水4 L的培养缸,每缸50尾,肠管贯通期后开始喂食蛋黄,丰年虫无节幼体,水蚯蚓和鳊鱼饲料。

2 结果

2.1 卵

成熟卵外形近似圆形,因含大量卵黄而呈浅黄绿色,不同产卵期的鱼卵在颜色上有一定差异,有淡黄色和绿色。卵质透明。未吸水的卵为(1.241~1.254)mm×(1.053×1.145)mm。卵的比重大于水,为沉性卵。卵膜遇水后30~50 s膨胀达最大,外径平均达1.492 mm(1.392~1.593 mm),卵周隙扩大(卵膜膨胀后和卵膜膨胀前之比)1.2~1.36,受精卵与未受精卵的卵膜表面任何部位均具弱粘性,能附着于水草或异物上,整个发育期都在粘附状态

收稿日期:2001-07-23.

基金项目:农业部“八五”科技攻关项目基金资助(8515020205).

作者简介:易祖盛(1964-),硕士,副教授,从事鱼类生理生态和保育研究.

下进行。

2.2 胚胎发育过程 (图版 I 见附页 5)

尖鳍鲤胚胎发育过程与鲤鱼 (*C. capio*) 及其他鲤科鱼类相似^[2]。卵受精后不久即在动物极形成胚盘并逐渐增高,卵裂局限在动物极所在的胚盘,分裂球及囊胚的高度约占整个卵垂径的 1/3 以上,以

内卷和下包的方式形成原肠胚,整个发育过程分 24 个时期(表 1,图版 I)。在温度 20℃ 胚胎发育历时 98.8 h。刚孵出的鱼苗,头部和脊椎两侧的色素细胞较多,眼黑色,活动能力弱,通常以头部附着在水草上,不时冲向水面作短距离游动。

表 1 尖鳍鲤胚胎发育
Table 1 Embryonic development of *C. acutidorsalis* (20±0.5)℃

胚胎发育期 Embryonic development stage	各发育期简要特征 Brief characteristics at each embryonic development stage	发育时间/ h:min Time	图序 Figure ordinal
1. 卵裂前 One-cell	受精后 42 min 胚盘形成,卵黄囊径 0.86 mm。	0:42	I - 1
2. 卵裂 Cleavage			
2 细胞 2-cell	胚盘顶部中央出现 1 纵裂沟,并向两侧伸展,使胚盘分裂成 2 个大小相似、半球形的分裂球。	1:05	I - 2
4 细胞 4-cell	第 2 次纵裂,其分裂沟与第 1 次分裂沟垂直,随着分裂沟的扩大和变深,形成 4 个大小相似的分裂球。	1:17	I - 3
8 细胞 8-cell	胚盘出现与第 1 次分裂沟平行,且位于其两侧的 2 条分裂沟,形成 8 个大小相似、整齐排列的 2 排分裂球。	1:41	I - 4
16 细胞 16-cell	胚盘出现与第 2 次分裂沟平行,且位于其两侧的 2 条分裂沟,形成 16 个大小相似、整齐排列的分裂球。	1:56	I - 5
32 细胞 32-cell	胚盘进行第 5 次分裂,仍为经裂,形成 32 个分裂球,排列欠整齐。	2:21	
64 细胞 64-cell	胚盘进行第 6 次分裂,为纬裂,分裂球 2 层,排列不整齐。	2:49	
128 细胞 128-cell	胚盘出现经裂和纬裂,分裂球多层,排列不整齐。	3:18	I - 6
多细胞 Multicellular	多层分裂球迭加如桑椹,动物极隆起呈小丘状。	3:57	I - 7
3. 囊胚期 Blastula			
囊胚早期 Early blastula	分裂球已难以分辨,胚层隆起较高,囊胚层形成,原生质网缩小。	4:35	I - 8
囊胚中期 Mid blastula	细胞渐小,胚层开始向下游动。	5:05	
囊胚晚期 Late blastula	胚层继续下包,胚环形成,原生质网消失;卵呈圆形。	5:47	I - 9
4. 原肠期 Gastrula			
原肠早期 Early gastrula	胚环下包约 1/3,卵呈正圆形。	7:42	I - 10
原肠中期 Mid gastrula	胚环下包 1/2~2/3,卵呈椭圆形。	8:27	I - 11
原肠晚期 Late gastrula	胚环下包 2/3~4/5,出现锥形胚体。	10:12	I - 12
5. 神经胚 Neurula	胚环下包 8/9,神经板雏形出现,卵黄栓外露。	11:42	I - 13
6. 胚孔封闭 Closure of blastopore	卵黄囊腔出现,胚体椭圆形。	13:45	I - 14
7. 肌节出现 Appearance of myomere	出现肌节 3~5 对。	16:21	I - 15
8. 眼基 Optic rudiment	出现窄长的眼基轮廓,肌节 5 对。	17:12	I - 16
9. 眼囊 Optic vesicle	眼基扩大如扁豆形,肌节 7 对。	18:05	I - 17
10. 嗅板 olfactory plate	嗅板隐约可见,脊椎出现,肌节 8 对。	18:35	I - 18
11. 尾芽 Tail bud	尾芽突出,脑部分化,肌节 9 对。	19:10	I - 19
12. 嗅囊 Optic olfactory	嗅囊出现。	19:52	I - 20
13. 听囊 Optic capsule	听囊出现,肌节 9 对。	20:21	I - 21
14. 尾泡 Tail vesicle	胚体延长,尾部出现 1 尾泡,肌节 10 对。去卵壳后伸展胚体全长(下同) 1.82mm。	23:59	I - 22
15. 尾鳍 Caudal fin	尾部伸长,肌节 15 对,胚体长 2.05 mm。	24:57	I - 23
16. 眼晶体形成 Formation of eye lens	眼晶体形成,肌节 18 对,眼径 0.11 mm×0.05 mm,比听囊 0.08 mm×0.04 mm 稍大,胚体长 2.12 mm。	26:27	I - 24
17. 肌肉效应 Muscular contraction	胚体开始颤动,尾部褶皱明显,肌节 20~26 对,胚体长 2.30 mm。	30:42	I - 25
18. 心脏原基 Rudiment of heart	卵黄囊呈葫芦状,前端出现心脏原基,胚体长 2.55 mm。	32:32	I - 26

(待续 Continued)

(续表1 Table 1 Continued)

胚胎发育期 Embryonic development stage	各发育期简要特征 Brief characteristics at each embryonic development stage	发育时间 h:min Time	图序 Figure ordinal
19. 耳石 Appearance of otoliths	出现2粒耳石,卵黄囊呈前圆,后棒状;尾鳍褶稍宽;胚体不断抽动;肌节27~32对;背鳍褶明显,起点于第8肌节,向后逐渐增宽,腹鳍褶和臀鳍褶明显。	34:10	I-27
20. 心脏搏动 Heart pulsation	胚体伸长,尾褶延伸;心脏搏动,胚体翻滚较为剧烈。肌节32对,胚体长2.85 mm。	36:09	I-28
21. 血液循环 Blood circulation	胚体3.25 mm,血液开始流动;胚体继续伸长;心脏搏动加快,心率70次/min。居维氏管在卵黄囊的中部,较宽。血液由心脏出发,经主动脉流向全身,再由后主静脉、尾静脉、主静脉、卵黄静脉、经居维氏管回到心脏。在尾鳍褶上可见许多半血管,与野鲤相似。	42:42	I-29
22. 眼黑 Melanoid eyes	胚体3.55 mm,翻滚剧烈;眼周出现稀疏黑色素细胞,眼呈灰黑色,肛门外通,耳石、嗅囊清晰,扁椭圆形,大小为0.1 mm×0.05 mm。比眼囊0.25 mm×0.20 mm小,听囊为0.15 mm×0.11 mm。	46:35	I-30
23. 胸鳍原基 Rudiment of pectoral fin	出现半月形的胸鳍原基,居维氏管移至卵黄囊前端。血液由无色变为黄色,而后变为红色。卵黄囊、头部及脊椎的两侧少数出现色素。胚体长3.91 mm。	52:35	I-31
24. 孵出 Hatching	卵膜软化,胚体剧烈翻滚摆动,尾部把卵膜击破先出,经3~5 min的摆动,头部亦脱膜而出,孵化结束。初孵仔鱼肌节为8+12+12=32对。眼径0.41 mm×0.3 mm,嗅囊0.15 mm×0.09 mm,听囊0.25 mm×0.20 mm,眼与听囊相距0.35 mm。心脏位于卵黄囊前端的围心腔中,居维氏管近卵黄囊前端,尾静脉呈淡黄色,在卵黄囊上有多个色素细胞,头部和脊椎两侧的色素增多。初孵仔鱼活动能力弱,通常以头部附着在水草上,不时冲向水面作短距离流动。胚体长(4.77~0.39) mm。	98:48	I-32

2.2 仔鱼期发育过程 (图版Ⅱ见附页6)

水温24~28℃,历时15 d完成从仔鱼孵化出膜至仔鱼器官分化过程。形态上开始向成体过渡,尖鳍鲤的胚后发育过程与多数淡水硬骨鱼类相似,仔鱼期包括卵黄囊期仔鱼和晚期仔鱼2个阶段(表2,图版Ⅱ-1~13)。

2.3 稚鱼期的发育

稚鱼体全长16.5 mm,各鳍条初步形成,鳞片开始出现,侧线区从体前部往后部铺延。侧线鳞24(图版Ⅱ-14)。

2.4 幼鱼期的发育

幼鱼体全长26.5 mm,鳞片长齐,具尖鳍鲤体型,体侧扁而高,菱形。头后背部陡斜隆起。腹部浅弧形。体长/体高=2.4~2.5。颌须1对,1~2 mm,吻须1对,甚短,仅有一点痕迹。侧线鳞完全长成,鳞式为32 6/5;背鳍起点在腹鳍起点的后上方,距吻端长于距尾鳍基,背鳍外缘显著内凹,第1到第5根分支鳍条急剧倾斜,肉眼可见背鳍前端背部鳞片有许多黑色素点,体侧灰白,尾鳍下缘有1个较大的黑点。

2.5 肠的发育

不同孵化时间仔鱼消化道的形态见表3。

3 讨论

3.1 孵化时间和形态

鱼类孵化出膜时间和形态与其生态环境有着密切的联系^[3],在正常孵化生态条件范围内,每1种鱼都在一定的发育阶段出膜。由于卵粒的原始异质性和不同的具体发育条件,胚胎可以在不同时期出膜。尖鳍鲤在水温20~24.6℃,从受精到孵化出膜,历时76 h 51 min,比野鲤的孵化时间长(见表4)。出膜时已高度发育,头部已完全伸展、胸鳍已经形成,并具有血液循环,眼色素发达,较四大家鱼发育完全,与野鲤相似。后期出膜的仔鱼已具有鳃弧,甚至鳃丝,已具有血液循环。Смирнова^[4]认为,改善真骨鱼类气体交换会拖延出膜时间,缺氧会造成过早出膜。尖鳍鲤在高温及通气不畅时,会提前出膜,前后相差近40 h。提前出膜会降低仔鱼的存活力。因此,生产上应避免不良温度并改善通气条件。

3.2 尖鳍鲤和野鲤早期发育的比较

尖鳍鲤和野鲤早期发育的比较见表5。

从表5可见,尖鳍鲤胚胎发育卵裂时间、发育顺序、背鳍起点、肌节数目、稚鱼体长与体高的比与野鲤相比都显示出明显差异。

表 2 尖鳍鲤仔鱼发育

Table 2 Larval development of *C. acutidorsalis*

{24~28}℃

仔鱼发育期 Larval development stage	各发育期简要特征 Brief characteristics at each larval development stage	发育时间 h: min Time	图序 Figure ordinal
卵黄囊期仔鱼 Yolk-sac larva			
1. 鳃弧 Gill arch	出现 4 片鳃弧, 居维氏管更近卵黄囊前部, 尾鳍褶血管清晰; 胸鳍圆形; 卵黄囊长梨形, 内源性营养, 体全长 4.9 mm。	5:35	II - 1
2. 鳃丝 Gill filament	出现鳃丝。口裂形成, 腹位。不能活动。居维氏管逐渐消失, 呼吸功能由鳃完成, 体全长 5.2 mm。	15:15	II - 2
3. 肠管贯通 Intestine formation	肠管贯通, 口移至咽喉的下面。卵黄囊长椭圆形。鱼体运动能力增加。头部色素增多; 脊椎 2 侧各有 20 个左右色素花。仔鱼开始摄食蛋黄, 体全长 5.3 mm。	26:35	II - 3
4. 鳔雏形 Air-bladder formation	肠壁出现皱褶, 鳔雏形; 鳃丝发达, 卵黄囊被吸收变窄, 为长棒状。鱼体颜色变深, 色素更多, 体全长 5.5 mm。	39:00	II - 4
5. 鳔 1 室 First air-bladder chamber	鳔 1 室, 已充气; 卵黄被大量吸收, 仅留 1 条小带状。从背部看吻部边缘钝圆; 头背面及两眼间有呈圆形排列的数行色素花; 头部内部至肩带左右各 1 行色素连成“<”形图案。体侧色素约 4 行; 脊椎末端下方的尾鳍褶上有 2 个黑点, 体全长 5.7 mm。	56:30	II - 5
6. 卵黄耗尽 Yolk exhausted	背鳍褶明显隆起; 卵黄被吸尽, 体外营养; 肠管褶皱增多, 尾鳍褶下叶出现雏形鳍条。鳔增大。头内部色素及尾鳍褶下方的色素同前端。口移至前端, 上颌有 1 圈色素。鳃盖覆盖全部鳃丝, 体全长 6.6 mm。	3.5 d	II - 6
晚期仔鱼 Late-stage larva			
7. 背鳍分化 Dorsal fin differentiation	背鳍褶前部隆起, 其上有色素花, 脊椎末端略向上弯曲; 尾鳍褶上的 2 色素点更浓黑, 鳍条更明显, 体全长 7.2 mm。	5 d	II - 7
8. 尾椎上翘 Chordal tip lift	背鳍进一步发育, 出现 5 根雏形鳍条。尾鳍褶后缘波浪形, 具雏形鳍条 10 根, 尾椎上翘。口前位, 胸鳍鳍条上具色素。臀鳍分化, 出现雏形鳍条; 鳍条节上具有色素点, 体全长 8.1 mm。	6 d	II - 8
9. 鳔 2 室 Second air-bladder hamber	鳔分化出前室和后室, 椭圆形, 前室大于后室, 略透明, 鳔上部皆覆以黑色素; 常呈灰白色, 发育中的背鳍有雏形鳍条 10 根, 尾鳍深凹; 尾鳍条 15 根; 胸鳍显示鳍条线纹, 具有色素点。肋骨出现, 脊椎完善。肌节由“<”形变为“Σ”形。口活动加快, 并向水的中下层活动, 体全长 10.5 mm。	7 d	II - 9
10. 腹鳍芽形成 Ventral fin bud formation	腹鳍褶上出现腹鳍芽, 背鳍、臀鳍有所增长, 鳍条数增多, 体全长 12.3 mm。	9 d	II - 10
11. 背鳍形成 Dorsal fin formation	背鳍形成, D. IV - 17; 外缘显著内凹, 在第 1~5 分支鳍条显著倾斜。胸鳍条出现。尾鳍也长成, 上下叶各具不分支鳍条 3 根, 分枝鳍条 10 根; 臀鳍几乎长成, A. III - 5, 仍与臀鳍褶相连, 腹鳍褶增高, 其上的色素增多, 腹鳍芽增厚。脊椎上的棘和肋骨明显, 体全长 13.6 mm。	11 d	II - 11
12. 臀鳍形成 Anal fin formation	臀鳍形成, A. III - 5; 腹鳍仍为芽状, 尚未伸出鳍褶之外, 体全长 14.8 mm。	13 d	II - 12
13. 腹鳍形成 Ventral fin formation	腹鳍形成, V. I - 8, 腹鳍褶仍存在, 体侧上部色素多, 体全长 15.5 mm。	15 d	II - 13

表 3 不同孵化时间仔鱼消化道的形态

Table 3 Larval intestine formation at different hatching time

肠形态 Intestine shape	孵化后时间 Time after hatching
	27 h
	39 h
	48 h
	8 d
	15 d
	20 d

表 4 不同温度下尖鳍鲤和野鲤胚胎发育时间

Table 4 Time of embryonic development of sea carp and common carp at different temperature

水温/℃ Water temperature	尖鳍鲤 Sea carp	野鲤 Common carp
18~19		58.3 h ^[5]
20	98.8 h	91 h ^[6]
25	2 h	49 h ^[6]
30	55.4 h	43 h ^[6]
20.5~24.6	76.8 h	53 h ^[7]

肌节数受孵化温度、种的影响。尖鳍鲤的肌节数目少, 从胚胎染色骨骼标本也发现尖鳍鲤的脊椎骨数目少于野鲤^[8], 脊椎骨数目与肌节数相关。

表5 尖鳍鲤和野鲤早期发育特征的比较

Table 5 Comparison of early life history of sea carp and common carp

(20±0.5)℃

发育期 Development stage	尖鳍鲤 Sea carp	野鲤 Common carp ⁽⁵⁻⁷⁾
受精卵 Oosperm	1.248 mm×1.099 mm, 吸水后 1.4~1.6 mm 卵黄直径 0.9~1.1 mm	1.35 mm×1.45 mm, 吸水后 1.5~1.8 mm 卵黄直径 1.2 mm
2 细胞 2-cell	距受精 1 h	距受精 2 h 2 min
眼囊 Optic vesicle	肌节 7 对	肌节 9 对
尾芽 Tail bud	肌节 9 对	肌节 22 对
听囊 Optic capsule	肌节 9 对	肌节 32 对
眼晶体形成 Formation of eye lens	肌节 18 对在听囊期后	肌节 22 对在听囊期前
耳石 Appearance of otoliths	在心脏搏动期前	在心脏搏动期眼色素期后
背鳍褶起点 Fin fold	第 8 肌节	第 6 肌节
初孵仔鱼 Hatching	肌节 8+12+12=32	肌节 6+16+16=38
鳔 1 室 First air-bladder chamber	头内部色素呈“<>”形, 头顶色素呈同心圆状	头内部色素呈“[]”形, 头顶色素不呈同心圆状
稚鱼 Juvenile	菱形; 背鳍第 1~5 分支鳍条急剧倾斜; 背鳍起点在腹鳍基部的后上方。体长/体高=2.3	长形; 背鳍不急倾斜; 背鳍起点在腹鳍基部的前上方。体长/体高=3.0

参考文献:

- [1] 殷名称. 鱼类早期生活史研究与进展[J]. 水产学报, 1991, 15 (4): 348-356.
- [2] 易伯鲁, 余志堂, 梁伏荣. 长江草、鲢、鳙及其它漂流性卵鱼类胚胎发育的比较研究[A]. 太平洋西部渔业委员会第八次全体会议论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1963. 37-53.
- [3] Крыжановский С. Г. Труды Института Рыбологии Животных [M]. Издательство Академии Наук, СССР, 1949. 47-52.
- [4] Смирнова Е. Н. 鱼类发育生态形态和生态生理学研究[M]. 北京: 科学出版社, 1985. 44-55.
- [5] 陈少莲. 鲤鱼胚胎发育的观察[J]. 动物学杂志, 1960, 4: 165-168.
- [6] 谭玉钧. 中国池塘养鱼学[M]. 北京: 科学出版社, 1982. 259.
- [7] 刘建康, 何碧梧. 中国淡水鱼类养殖学[M]. 北京: 科学出版社, 1992. 103.
- [8] 赵俊. 尖鳍鲤头部骨骼发育的研究[J]. 动物学研究, 1995, 16 (4): 307-312.

Embryonic and larval development of sea carp, *Cyprinus acutidorsalis*YI Zu-sheng¹, WANG Chun², CHEN Xiang-lin³

(1. Department of Biology, Guangzhou University, Guangzhou 510405, China;

2. Station of Fisheries Technology Extension, South China Agriculture University, Guangzhou 510623, China)

3. Department of Biology, South China Normal University, Guangzhou 510623, China;

Abstract: A successive observation was conducted to study the development of embryo and larvae of sea carp *Cyprinus acutidorsalis* and a comparison was made between the early developments of sea carp and common carp. The results show that: 1) the eggs of sea carp are adhesive, nearly spherical, diameter 1.241-1.254 mm, and 1.392-1.593 mm after absorbing water; 2) the embryonic development is divided into 24 stages, and it takes 98.8 h at water temperature 20℃ to complete, during which the morula multicellular form in the cleavage processing, and embryonic rings mainly appear in the gastrula; 3) the larval development is divided into 13 stages, and it takes 15 d at water temperature 24-28℃ to complete, and the newly hatched larvae have a total length of (4.77±0.39) mm, with about 8+12+12 couples of myomeres, pectoral fin and blood circulation developing well with weakly active ability; 4) the development procedure of early life history of sea carp is similar to that of common carp, but the differences are obvious in hatching time, development order, the beginning of dorsal fin folded membrane, the number of myomere in embryo processing, and the ratio of length to height in juvenile.

Key words: *Cyprinus acutidorsalis*; early development; successive observation

(For Plates I and II see attached PP5-6)