

子陵栉鰕虎鱼繁殖特性、胚胎及仔鱼的发育

戚文华 郭延蜀* 李雪芝 郝彦哲

(西华师范大学生命科学学院 南充 637009)

摘要: 子陵栉鰕虎鱼 (*Ctenogobius giurinus*) 在嘉陵江中游南充段繁殖期在 4~6 月, 产卵时间持续 2~3 h, 每间隔 1~2 min 交尾一次, 每次交尾产卵 30~50 枚, 累计产卵可达 1 000~1 600 枚。多数时间由雄性亲鱼负责孵卵, 当雄性亲鱼出巢摄食时, 由雌性亲鱼替代孵卵。成熟卵产出时为球形, 卵径 0.453~0.644 mm, 具黏性, 呈淡黄色, 半透明, 油球 1~30 个, 其中大油球 1~4 个。受精 4 min 后吸水膨胀成椭圆形。根据其胚胎发育过程的形态特征, 胚胎发育全程可划分为 7 个阶段: 受精卵胚盘形成阶段、卵裂阶段、囊胚阶段、原肠胚阶段、神经胚形成阶段、器官形成阶段和孵化出膜阶段。在水温 22.3~25.7 的条件下, 胚胎发育共需 109 h 52 min。出膜前的器官分化程度高, 胸鳍原基、鳃板、半规管、鳔、下颌及颌齿在出膜前均已存在, 初孵仔鱼全长 2.485~2.640 mm, 体高 0.350~0.460 mm, 初孵仔鱼至卵黄囊消失需要 4 d, 至油球消失约 6 d。

关键词: 子陵栉鰕虎鱼; 繁殖特性; 胚胎及仔鱼发育

中图分类号: Q954 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2008)05-13-12

Reproductive Character, Embryonic and Larval Development of *Ctenogobius giurinus*

QI Wen-Hua GUO Yan-Shu* LI Xue-Zhi HAO Yan-Zhe

(School of Life Sciences, China West Normal University, Nanchong 637009, China)

Abstract: *Ctenogobius giurinus* is a kind of small freshwater fish which propagates during April - June in the middle reaches of Jialingjiang in Nanchong. It has a egg-laying period of 2 - 3 hours, one copulation per interval of 1 - 2 minutes, egg-laying number of 30 - 50 per copulation, and total egg number of 1 000 - 1 600. The male *C. giurinus* is responsible for hatching eggs in most of the time, and the female hatches the eggs temporarily only when the male goes out to hunting for foods. The fertilized eggs were kept in a glass culture utensil during the observation. The results indicate that the fertilized and unfertilized eggs of *C. giurinus* have a group of sticky fiber on the one end which adheres to the gravel as well as other hard material. Their fertilized eggs are nearly spherical in shape and have a diameter of 0.453 - 0.644 mm, which are light yellow, translucent and very extensible. There are 1 - 30 oil globules in each egg, of which 1 - 4 are obviously bigger in volume. The eggs begin to inflate and become ellipse by absorbing water after 4 min of fertilization. According to the morphological characteristics, the embryonic development of *C. giurinus* may be divided into seven stages: the fertilized egg and the blastoderm formation stage, the cleavage stage, the blastula stage, the gastrula stage, the neural stage, the organogenesis stage, and hatching stage. Under the water temperature of 22.3 - 25.7, it requires 109 h 52 min for the embryonic development. The organs differentiation are

基金项目 四川省重点学科重点资助项目(No. SZD0420);

*通讯作者, E-mail: ys.guo@tom.com;

第一作者介绍 戚文华, 男, 硕士研究生; 研究方向: 脊椎动物资源保护与利用; E-mail: wenhuaqi357@163.com.

收稿日期: 2008-02-04, 修回日期: 2008-06-26

highly degree before hatching, such as pectoral fin bud, gill plate, gas bladder, semicircular canal, evident mandible and gony-teeth. Newly hatched larvae have a total length of 2.485 - 2.640 mm and body height of 0.350 - 0.460 mm, which takes 4 days for the disappearance of the yolk sacs and 6 days for the disappearance of the oil globules after hatching.

Key words: *Ctenogobius giurinus*; Reproductive character; Embryonic and larval development

子陵栉鰕虎鱼 (*Ctenogobius giurinus*) 属鲈形目 (Perciformes) 鰕虎鱼科 (Gobiidae) 栉鰕虎鱼属, 分布于我国黄河、长江、钱塘江、闽江、珠江各水系^[1,2], 国外分布于朝鲜和日本。子陵栉鰕虎鱼是一种小型淡水鱼类, 因其体型小、形态和颜色奇特、性凶猛、成体适应能力强、繁殖行为复杂、能筑巢等一系列的特点, 极为适合培养成为我国新一代的鱼类实验动物。近年作为新型的观赏鱼也受到人们关注。有关子陵栉鰕虎鱼的研究目前还停留在形态分类上^[2,3]。为此, 作者于 2007 年 4~7 月, 较详细观察了子陵栉鰕虎鱼繁殖特性、胚胎及仔鱼发育, 为开发培育并利用这种小型经济、观赏鱼类提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 受精卵的获取及孵化 实验用的繁殖亲鱼采于嘉陵江中游南充段, 亲鱼饲养在 1.5 m × 0.5 m × 0.6 m 的水族箱内 (水族箱 A 内亲鱼 4 雄 5 雌, 水族箱 B 内亲鱼 5 雄 5 雌)。各水族箱中有金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum*)、黑藻 (*Hydrilla verticillata*) 等水生植物, 底部铺有直径 0.5~1.0 cm 的小卵石。根据子陵栉鰕虎鱼的繁殖习性, 在水族箱内还放有人工巢, 为长 (132.968 ± 7.205) mm (108.57~149.81 mm)、内径 (22.218 ± 0.200) mm (21.95~23.01 mm) 的非透明塑料管。水族箱每星期换水一次, 每次换水量约为 50%。每天 7:00 和 20:00 时投喂摇蚊 (*Tendipes meigen*) 幼虫、水丝蚓 (*Limnodrilus* sp.) 等饵料。受精卵为室内自然产卵方式获得。采集作为胚胎发育观察用的受精卵时, 提前静候在水族箱旁, 观察到亲鱼在人工巢穴内交配、产卵后, 马上取出人工巢穴, 取出部分卵放入直径 12 cm、高 6 cm 的玻璃缸中, 放置在通风处室温静水孵化。然后, 再把人工巢穴放入

水族箱让亲鱼继续产卵和孵化卵。每个发育时期各测水温 2 次并求均值, 胚胎发育水温为 22.3~25.7, 仔鱼发育水温为 22.4~25.2。

亲鱼孵化卵到仔鱼快出膜时, 把人工巢取出, 放置到另外一个无任何鱼的水族箱内, 防止仔鱼出膜后被其他成鱼吞食。

1.2 仔鱼的培养 子陵栉鰕虎鱼仔鱼的培养在水族箱中进行, 1~5 d 的仔鱼吸收卵黄囊, 不喂食; 6~10 d 仔鱼卵黄囊被吸收完, 投喂轮虫; 亚成体和成体投喂摇蚊幼虫。

1.3 标本的取样和观察 采用北京泰克公司 SA3000 型显微镜对子陵栉鰕虎鱼的胚胎发育进行观察, 每次观察卵 30~40 粒, 详细记录各个发育时期的主要形态特征及时间, 同时用 Nikon 4500 数码相机进行显微拍照。鉴于子陵栉鰕虎鱼在胚胎阶段生长发育很快, 此次实验用作胚胎形态特征观察、生长测定和拍照的标本为每天在同一水族箱中取发育最快的个体, 便于观察和测量, 以免漏掉某一时期特征。同时又采用约 60% 个体发育到某一时期作为该时期的发育时间。在 SA3000 型显微镜下观察仔鱼的发育情况并拍照。1~5 d 的仔鱼每天 7:00 和 20:00 时各观察一次; 6~10 d 的仔鱼每天 20:00 时观察一次。生长测定在 SA3000 型显微镜下, 用日本生产的测微尺 OLYMUS Eyepiece Micrometer 进行测量, 精确到 0.000 1 mm。每次测量 20~25 尾, 所测指标包括全长、体长、体高、头长、卵膜长、卵膜宽、眼径、胸鳍长、尾鳍长、尾柄高、卵径、油球直径、耳囊长、耳石长、卵黄囊长、鳔长、鳔宽。胚胎及仔鱼发育分期参照文献^[4-14]。该实验共进行 3 次, 以第 1 次观察为主, 详记各期特征。第 2、3 次重复实验用于第 1 次胚胎及仔鱼发育过程所观察内容的验证、补充观察及测量。

2 结果

2.1 子陵栉鰟虎鱼的繁殖特性 根据野外观察和标本测量,在嘉陵江中游南充段子陵栉鰟虎鱼繁殖期在 4~6 月,体长 28 mm 以上的 1 龄鱼开始性成熟,产卵群体以体长 40~60 mm(雄性体长 35~55 mm)的 2 龄鱼为主,还有少量 70 mm 左右的 3 龄鱼。多栖息于江河、湖泊、水库及池塘的沿岸带浅滩或小沟的石砾间。子陵栉鰟虎鱼个体虽小,但性极凶猛,经常采用袭击的方式吞食鱼卵、小虾、水生昆虫、底栖性较小的幼鱼,或用胸鳍挖掘与翻搅水底砾石或泥沙,寻找底栖的水生环节动物、浮游动物和藻类等,以便吞食,并有同类残食现象。通过室内观察,在食物丰富且有人工巢的情况下,水族箱 A 和 B 内的雄性亲鱼从 5 月 5~8 日均出现占巢行为,

此后发生求偶、炫耀、追逐、交尾、产卵行为。产卵时间可以持续 2~3 h,每间隔 1~2 min 交尾一次,每交尾一次产卵 30~50 枚,累计产卵可达 1 000~1 600 枚。子陵栉鰟虎鱼主要由雄性亲鱼负责孵卵,当雄性亲鱼出巢摄食时,雌性亲鱼替代孵卵。

2.2 子陵栉鰟虎鱼胚胎发育各阶段经历时间及间隔时距见表 1。

子陵栉鰟虎鱼胚胎发育的分期、每期的时龄及间隔时距见表 1。从表 1 可以看出,在水温 22.3~25.7 条件下,从受精卵到孵化出膜历时 109 h 52 min,其中受精卵胚盘形成阶段历时 1 h 15 min,卵裂阶段历时 4 h 55 min,囊胚阶段历时 3 h 20 min,原肠阶段为 2 h 36 min,神经胚阶段为 5 h 35 min,器官形成阶段历时则需 78 h 40 min,孵化出膜阶段需要 13 h 10 min(不含胚后发育时间)。

表 1 子陵栉鰟虎鱼胚胎发育(水温 22.3~25.7)

Table 1 The embryonic development of *C. giurinus*

发育时期 Development stage	起始时龄 Start time	间隔时距 Time between two stage	各发育期简要特征 Brief characteristics of each embryonic development stage	图版 Plate
受精卵 Fertilized egg	0		卵圆形,原生质分布较均匀	:1
胚盘隆起 Blastodisc formation	49 min	34 min	原生质聚集于卵的动物极而形成隆起的胚盘	
2 细胞期 2-cell stage	1 h 17 min	28 min	胚盘经裂为两个均匀相似的细胞	:2
4 细胞期 4-cell stage	1 h 49 min	32 min	两个细胞垂直经裂,形成 4 个大小相等的细胞	:3
8 细胞期 8-cell stage	2 h 18 min	29 min	分裂成 8 个细胞,中间两个细胞稍大	:4
16 细胞期 16-cell stage	2 h 49 min	31 min	分裂成 16 个细胞	:5
32 细胞期 32-cell stage	3 h 27 min	38 min	分裂为 32 个细胞	:6
64 细胞期 64-cell stage	4 h 5 min	38 min	分裂为 64 个细胞	:7
多细胞期 Multi-cell stage	4 h 40 min	35 min	细胞变小开始重叠	:8
桑椹胚 Morula	5 h 36 min	56 min	细胞分裂如桑椹	:9
囊胚早期 Early blastula stage	6 h 16 min	40 min	囊胚高而集中,呈高帽状	:10
囊胚中期 Mid-blastula stage	7 h 13 min	57 min	囊胚层下降,比囊胚早期稍低	:11
囊胚晚期 Late blastula stage	8 h 30 min	1 h 17 min	囊胚层进一步下降,整个胚胎呈半球型	:12
原肠早期 Early gastrula stage	9 h 39 min	1 h 9 min	囊胚层下包到卵黄的 1/3	:13
原肠中期 Mid-gastrula stage	10 h 33 min	54 min	胚层下包卵黄的 1/2 至 2/3,胚盾出现呈月牙形	:14
原肠晚期 Late gastrula stage	11 h 20 min	47 min	胚层下包卵黄达 4/5	:15
神经胚 Neural embryo formation	12 h 18 min	58 min	胚层下包卵黄的 8/9,卵黄栓形	:16
胚体形成期 Embryo body stage	14 h 10 min	1 h 52 min	胚体轮廓清晰	:17
胚孔封闭 Closure of blastopore	16 h 18 min	2 h 8 min	胚环关闭	:18
肌节出现期 Myomere stage	17 h 57 min	1 h 39 min	胚体后中部出现肌节 1~2 对,尾泡出现	:19
眼原基出现 Eye bud appearance	19 h 51 min	1 h 54 min	眼原基出现,肾形	:20
眼囊期 Eye sac appearance	21 h 39 min	1 h 48 min	眼囊呈椭圆形,肌节 6~9 对,尾泡呈半圆形	:21

续表 1

发育时期 Development stage	起始时龄 Start time	间隔时距 Time between two stage	各发育期简要特征 Brief characteristics of each embryonic development stage	图版 Plate
尾芽期 Caudal bud appearance	24 h 22 min	2 h 43 min	尾芽与卵黄囊分离,尾泡呈圆形	:22
耳囊期 Ear sac formation	25 h 49 min	1 h 27 min	在眼囊后上方位置形成 1 对比眼囊小的耳囊,呈长椭圆形,尾泡与尾部分离并逐渐消失	:23
晶体形成期 Eye lens formation	27 h 35 min	1 h 46 min	眼杯口出现圆形晶体,头部隆起显著,出现未分化的大脑	:24
肌肉效应期 Muscular effect	29 h 32 min	1 h 57 min	肌肉收缩微弱而无节奏,每分钟约 3~5 次	
围心腔雏形期 Pericardial coelom appearance	31 h 31 min	1 h 59 min	围心腔透明,呈半月形,尾部伸长与体长轴成钝角	:25
耳石出现期 Otolith appearance	33 h 45 min	2 h 14 min	每个耳囊一对耳石,尾部每分钟扭动 2~3 次,肌肉收缩 6~11 次,肌节 25~27 对	:26
心原基出现 Heart bud appearance	36 h 26 min	2 h 41 min	在围心腔上方出现数个串状细胞即心原基,肌节 24 对,尾与体长轴在一条直线上	:27
心跳动期 Heart beating	40 h 2 min	3 h 36 min	20 min 后心率稳定为 55~65 次/min,尾左右上下摆动	
胸鳍原基出现 Pectoral fin bud appearance	44 h 59 min	4 h 57 min	胸鳍原基于第 5~6 肌节之间的卵黄囊上缘,与脊索平行,呈半月形状	:28
眼灰时期 Greyish eyes	50 h 37 min	5 h 38 min	眼囊开始呈蚕豆状,心率 160~164 次/min	:29
眼黑时期 Melanoid eyes	55 h 57 min	5 h 20 min	肉眼可见眼囊黑色,心率 165~172 次/min	:30
血液循环 Blood circulation	61 h 33 min	5 h 36 min	胸鳍向两侧隆起,耳囊移到眼囊后	
鳃板期 Gill plate stage	66 h 12 min	4 h 39 min	2 条透明的鳃裂,眼囊乌黑	
半规管出现 Semicircular canal appearance	69 h 47 min	3 h 35 min	每个耳囊出现 2 个半规管	
鳔形成期 Gas bladder formation	74 h 34 min	4 h 47 min	鳔在卵黄囊后上方,第 3~6 肌节之间的下方形成,仅一室,周围金黄色	:31
下颌形成期 Lower mandible formation	82 h 56 min	8 h 22 min	口裂较小,下颌短于上颌	:32
下颌张合期 Lower mandible chasma	89 h 15 min	6 h 19 min	下颌每分钟张合 10~30 次	
颌齿出现期 Geny-teeth appearance	94 h 22 min	5 h 7 min	下颌形成绒毛状细小颌齿	
出膜前期 Pre-hatching stage	96 h 40 min	2 h 18 min	胚体抽动频繁有力,卵膜逐渐变薄,原生纤毛虫增多,粘丝团上的纤毛变粗变长	:33
出膜孵化期 Hatching stage	109 h 52 min	13 h 12 min	卵膜变薄而易破,然后胚体用头部顶破卵膜而孵出	:34

2.3 胚胎各时期的形态特征

2.3.1 受精卵胚盘形成阶段(22.4~22.7)

不同亲鱼产出的卵形态基本相同。子陵栉鰕虎鱼未受精的卵呈椭圆形,不透明。而受精卵呈圆球形,淡黄色,半透明,卵径 0.453~0.644 mm (吸水前),含有 1~30 个油球,其中大油球 1~4 个,油球直径 0.046~0.160 mm。卵的一端具粘丝(图版 :1)。受精 4 min 后卵膜吸水膨胀成椭圆形、梨形、球形等等,油球向植物极移动。受精后 14 min,卵周间隙形成,间隙较小、均匀,

卵膜内原生质开始缓慢流动,呈辐射状向卵的动物极聚集(图版 :1)。受精后 49 min,原生质聚集逐渐增多,在动物极开始形成胚盘,呈月牙形罩在卵黄上,胚盘随卵膜的膨胀逐渐隆起。

2.3.2 卵裂阶段(22.3~22.7)

卵裂方式属于盘状卵裂。受精后 1 h 17 min 胚盘出现第 1 次分裂,为经裂,在胚盘顶端中部出现一个裂痕且逐渐加深成分裂沟,将胚盘等分为两个均匀相似的分裂球,近圆球形(图版 :2)。受精后 1 h 49 min,发生第 2 次经裂,在第一次卵裂面的

垂直线上出现分裂沟,与第 1 次分裂沟相垂直,形成 4 个大小、形态相似的分裂球(图版 :3)。受精后 2 h 18 min,发生第 3 次卵裂,出现 2 个均与第 1 次卵裂相平行的卵裂面,同时出现 2 条分裂沟,且均与第 1 次分裂相平行,形成中间稍小,两边稍大,两列并排的 8 个分裂球,为 8 细胞期(图版 :4)。受精后 2 h 49 min,发生第 4 次卵裂,还是出现 2 个均与第 2 次卵裂相平行的卵裂面,同时出现 2 个与第 2 次分裂相平行,但与第 1、3 次分裂相垂直的分裂沟,形成了中间较小,周边较大的 16 个细胞,此时整个胚盘近似方形(图版 :5)。受精后 3 h 27 min,开始第 5 次分裂,为经裂,出现 4 个卵裂面,形成的 32 个细胞其形状近似半圆形,仍是周边分裂球大于中间分裂球,分裂球的排列开始出现不规则,边缘分裂沟较清晰(图版 :6)。受精后 4 h 5 min,开始第 6 次分裂,形成 64 个细胞,为半圆形覆盖于卵黄囊上方(图版 :7),卵裂面从此开始失去规则,很难分辨分裂沟与其他分裂沟是垂直还是平行。细胞排列变为多层,且大小不均等,形状也不尽相同;另外,从这次卵裂起,细胞分裂开始变得不同步,靠外缘的细胞先分裂,靠内缘的细胞后分裂。受精后 4 h 40 min,细胞明显变小,但整个细胞团仍呈半圆形轮廓,此时进入多细胞期(图版 :8)。受精后 5 h 36 min,细胞越来越小,细胞界限尚可分辨,细胞排列不规则,并在胚盘处隆起形成半球状的实心细胞团,与桑椹球形状相似,此时进入桑椹期(图版 :9)。

2.3.3 囊胚阶段(22.3~22.5) 受精后 6 h 16 min,细胞很小,仍能看清部分细胞界限,胚盘与卵黄囊之间形成囊胚腔,胚层隆起较高,形成高囊胚,其形状高耸如帽,为囊胚早期开始(图版 :10),囊胚直径约占卵径的 9/10,高约为卵径的 2/5。受精后 7 h 13 min,进入囊胚中期,囊胚层变薄并下降,囊胚细胞越分越小,细胞界限变得模糊(图版 :11)。受精后 8 h 30 min,囊胚晚期开始,囊胚层高度进一步降低,并向扁平发展,整个胚胎呈半球形(图版 :12)。

2.3.4 原肠胚阶段(22.5~22.8) 囊胚层细

胞下包形成原肠胚,胚孔出现。受精后 9 h 39 min,囊胚层细胞向植物极延伸而下包卵黄囊 1/3,由于囊胚层细胞的下包、内卷运动而形成边缘加厚的帽缘状胚环,进入原肠早期(图版 :13)。受精后 10 h 33 min,胚层细胞下包卵黄的 1/2 时,胚盾已见雏形,进入原肠中期(图版 :14)。受精后 11 h 20 min,胚层细胞继续下包达 4/5,胚盾逐渐伸长,前端膨大,超过动物极顶部,整个胚胎呈 0.350 mm × 2.310 mm 的长椭圆形,进入原肠晚期(图版 :15)。

2.3.5 神经胚形成阶段(22.6~23.0) 受精后 12 h 18 min,胚层细胞下包至卵黄囊底部,大约占胚体的 8/9,植物极仅极小部分卵黄囊露出胚环外,形成卵黄栓。另外,在卵黄囊底部一侧出现神经沟,胚盾前端略膨大,以后形成脑泡,进入神经胚期(图版 :16)。受精后 14 h 10 min,胚体雏形出现,进入胚体形成期(图版 :17)。受精后 16 h 18 min,胚环继续下包露出胚环外的极小部分卵黄囊,逐渐合拢,胚环关闭,为胚孔封闭期(图版 :18)。

2.3.6 器官分化阶段(22.8~25.7) 受精后 17 h 57 min,胚体后中部出现肌节 1~2 对(图版 :19),此时在尾部未与卵黄囊分离时从卵黄囊中拉出半个油滴状的空泡结构,此为尾泡雏形,呈半圆形,油球个数为 1~20 个。受精后 19 h 51 min,前脑两侧出现一对肾形的隆起,为眼原基,尾泡进一步发育,此时肌节 3~5 对(图版 :20)。受精后 21 h 39 min,眼囊出现,为椭圆形,此时肌节 6~9 对,尾泡呈半圆形(图版 :21)。受精后 24 h 22 min,进入尾芽期,尾芽开始与卵黄囊分离。此时尾泡开始与卵黄囊分离,肌节增至 9~14 对,油球个数为 1~13 个(图版 :22)。受精后 25 h 49 min,进入耳囊形成期,在眼囊后上方位置出现 1 对比眼囊小的耳囊,呈长椭圆形,此时肌节已增加到 15~16 对(图版 :23)。受精后 27 h 35 min,进入眼晶体形成期,在眼杯口出现折光性较强的圆形晶体,此时卵黄囊从椭圆形变成长椭圆形,肌节 17~18 对,同时耳囊和嗅囊形成(图版 :24)。受精后 29 h 32 min,肌肉效应开始,肌肉收缩微

弱而无节奏,为间歇性颤动式收缩。同时从卵黄囊后端到背部中点前端形成鳍膜原基,此时肌节增至 19~21 对,全长 1.314~1.413 mm。受精后 31 h 31 min,肌肉收缩基本上节律化,多数前后收缩,偶尔左右扭动,此时头部向上抬起,在耳囊前方、眼囊后方、卵黄囊前方出现一个小空间,透明,半月形,为围心腔雏形,肌节 22~24 对(图版 :25)。受精后 33 h 45 min,鳍膜原基进一步发育,卵黄囊前方的围心腔扩大,此时耳囊内出现两颗微小而发亮的耳石,一前一后,内耳形成(图版 :26)。受精后 36 h 26 min,在围心腔上方出现数个串状细胞,即心原基,进入心原基形成期,同时泄殖腔和鳍膜基本形成(图版 :27)。此时肌节 28~30 对,全长 2.012~2.074 mm,胚体在卵膜内左右摆动,偶尔尾部旋转 360°且可缩成一团。受精后 40 h 2 min,心开始跳动,每分钟搏动 55~65 次,前后中脑分化明显。受精后 44 h 59 min,胸鳍原基出现,位于第 5~6 肌节之间的卵黄囊上缘,与脊索平行,呈半圆形(图版 :28)。此时卵黄囊又从长椭圆形变成椭圆形,尾部伸长并向卵黄囊处弯曲,胚体长度开始超过卵膜长度,全长 2.142~2.435 mm。受精后 50 h 37 min,进入眼灰形成期,晶体呈褐色,其周围有零星几个黑色素细胞,眼囊呈蚕豆状,卵黄囊出现黑色素细胞,胚体长度超过卵膜的 1/3,胸鳍原基呈盾状,略向两侧隆起,心率 160~164 次/min(图版 :29)。受精后 55 h 57 min,进入眼黑形成期,晶体突出眼囊外,其周围有许多黑色素细胞,小油球融入大油球中使胚体具有一个大油球,身体透明(图版 :30)。此时偶尔尾部可伸到头顶。受精后 61 h 33 min,进入血液循环期,血细胞无色,晶体呈褐色,晶体周围存在许多黑色素细胞,心率 175~185 次/min。受精后 66 h 12 min,耳囊下方稍后处出现 2 条鳃板,进入鳃板形成期,同时鳃盖原基出现。受精后 69 h 47 min,进入半规管出现期,在每个耳囊出现 2 个半规管。受精后 74 h 34 min,在卵黄囊后上方,第 3~6 肌节之间的下方形成椭圆形的鳔室,仅一室,周围金黄色,肠管直而粗短,神经节率 8

~10 次/min(图版 :31)。原生纤毛虫从卵膜末端的粘丝团中爬出,在卵膜表面爬行,同时形成细长的纤毛,胸鳍不停抽动,泄殖腔开通,有几个液滴从泄殖腔流出胚体外。此时鳔长 0.070~0.080 mm,鳔宽 0.050~0.070 mm。受精后 82 h 56 min,进入下颌形成时期,下颌没有张合动作,此时在耳石附近出现了 3 个半规管(图版 :32)。受精后 89 h 15 min,口裂增大,下颌开始出现张合动作。受精后 94 h 22 min,下颌开始出现几个绒毛状细小颌齿,每分钟张合 15~33 次。

2.3.7 孵化出膜阶段(23~25.2) 受精后 96 h 40 min,进入出膜前期,下颌每分钟张合 80~96 次,胚体抽动频繁有力,卵膜逐渐变薄,血液回流到心时流动速度缓慢(图版 :33);在出膜前期,原生纤毛虫增多,粘丝团上的纤毛变粗变长,胚体卵膜上的纤毛细而长,有的超过胚体的几倍,粘丝团上的纤毛粗度相当于卵膜表面上的 10 倍,纤毛相互之间连接成网状结构,使原来分离的胚体互相连接。受精后 109 h 52 min,进入孵化期,胚体扭动十分剧烈,加上胚体运动的牵拉,使卵膜变薄而易破,然后胚体用头部顶破卵膜而孵出,未见从尾部破膜孵出(图版 :34)。

2.4 胚后发育 刚出膜的仔鱼在巢底部侧卧而冲游运动,冲游到巢口触到光线时,又立即躲回到巢里,一段时间适应光线后,才从巢里冲游出来(图版 :35)。刚出巢的仔鱼在水底开始作短暂的非螺旋式垂直向上冲游运动,偶尔倒立悬浮于水中层。此时卵膜长 1.700~1.975 mm,卵膜宽 0.450~0.475 mm。出膜后 5 h,仔鱼同样作短暂的非螺旋式垂直向上冲游运动,偶尔倒立悬浮于水中层。此时仔鱼多数能在水底平卧冲游运动。出膜后 11 h 34 min,仔鱼身体透明。油球位于卵黄囊中央,圆形。血细胞增多,无色,血液流动迅速,可见尾部血液沿一定循环路线向心汇集,心弯曲呈“ Σ ”字形。消化道为直管状,末端呈 90°弯曲,仍未与体外相通。脊索弯曲,呈“~”形。此时仔鱼开始出现平衡游动,且能作短暂的非螺旋式垂直向上冲游

运动,平均全长 2.500 mm。出膜后 16 h 59 min,卵黄囊开始缩小,油球变化较小。此时胸鳍如扇状,伸向身体两侧,脊索弯曲,呈“”形。出膜后 29 h 27 min,背鳍原基出现,上颌等长于下颌,下颌布满绒毛状细小颌齿,鳔周围黄褐色,充气膨胀,身体透明(图版 :36)。此时大部分仔鱼能平衡游泳,不见倒立悬浮现象,胸鳍活动自如。出膜后 36 h 40 min,胃雏形,其内无皱褶,鳍膜开始消失,卵黄囊和油球持续缩小,油球靠近卵黄囊前端,此时尾鳍呈蒲扇状,晶体呈紫色(图版 :37)。出膜后 51 h 23 min,进入鳃弧期,在耳囊正下方,出现 4 条鳃弧,并且可见 4 条透明的鳃裂和 4 条鳃弧的血液循环。卵黄囊靠近脊索,鳔一侧呈半月形,油球靠近心。下颌稍长于上颌,胃进一步发育,其内稍微皱褶,尾鳍出现放射状骨质鳍条 4~6 根,仔鱼常集群游到水面(图版 :38)。出膜后 61 h 21 min,胃基本形成,其内许多皱褶,且前后蠕动。卵黄囊半透明,油球显著缩小,呈淡黄色,肠道明显膨胀,呈长袋状。此时在第 7~13 肌节之间,卵黄囊的后上方位置,胃的前上方位置出现黑色素沉积,圆形,直径 0.200~0.220 mm,肉眼观察可见一个黑点(图版 :39)。鳔靠近脊索面呈暗褐色,未分化成前室。仔鱼已经开口摄食,但主动摄食能力较差。出膜后 77 h 12 min,鳃盖形成,鳃盖末端开始游离。此时胸鳍伸展较长,呈叶状,活动能力加强,卵黄囊显著缩小,油球较小淡黄色(图版 :40)。出膜后 86 h 46 min,血细胞红色,卵黄囊极显著缩小,油球仍存在,淡黄色,胸鳍出现放射状骨质鳍条 8~9 根,背鳍出现放射状骨质鳍条 4~5 根,尾鳍放射状骨质鳍条 7~11 根,身体仍透明(图版 :41)。出膜后 102 h 58 min,卵黄囊消失,耳石前小后大。出膜后 114 h 1 min,在心前上方,鳃弧后下方出现一突出细胞团,呈丘陵状,为吸盘原基,晶体深蓝色,耳囊和大脑周围出现淡黄褐色斑痕,肛门前后和臀鳍原基出现小黑色素点,胸鳍出现放射状骨质鳍条 10~12 根,消化道中央上方位置黑色素沉积变黑。此时仔鱼对轮虫的摄食率大约为 90%,胃里发现有轮虫(图版 :

42)。出膜后 6 d,油球消失,背中线上出现 2 个大的灰色素花,胸鳍出现放射状骨质鳍条 12~14 根(图版 :43)。出膜后 7 d,背中线上出现 3 个大的灰色素花,背鳍鳍条 6~7 根,前后背鳍未分离,胸鳍出现放射状骨质鳍条 16~17 根,胸鳍基本形成。出膜后 8 d,鳔前端小后端膨大,呈长袋状,背中线上出现 4 个大的灰色素花,前后背鳍开始凹陷分离,前背鳍硬棘 3 根,后背鳍硬棘 4 根,尾鳍鳍条 16~17 根,尾鳍基本形成。出膜后 9 d,吸盘呈扇形,鳔膨大如气球,侧线上出现 5 个大的灰色素花。出膜后 10 d,背中线上 5 个大灰色素花变黑,分支变粗,呈星状(图版 :44)。子陵栉鰕虎鱼胚胎及仔鱼发育的生长测量值见表 2。

3 讨论

3.1 胚胎发育和胚后发育 子陵栉鰕虎鱼卵具较强黏性,半透明,淡黄色,油球 1~30 个,其中大油球 1~4 个。受精 4 min 后卵膜开始吸水膨胀,卵膜一端有粘丝,其具粘性,卵一直粘附在巢壁(石砾或其他硬物)上孵化,此特点与沙鳢(*Odontobutis obscura*)^[15]、粘皮鲮鰕虎鱼(*Mugilogobius myxodermus*)^[16]、波氏栉鰕虎鱼(*C. cliffordpopei*)等的卵相似。与常见鲤科鱼类的胚胎发育相比,子陵栉鰕虎鱼尾泡出现早,在肌节出现期具有雏形,呈半圆形,在眼原基和眼囊出现期进一步发育,尾芽出现的同时尾泡呈圆形,这与其他存在尾泡期的鱼的胚胎发育不同^[17,18];另外,尾泡消失早,在尾芽期尾泡与卵黄囊分离,在耳囊期尾泡消失,这与银色颌须鰕(*Gnathopogon argentatus*)相似。银色颌须鰕尾泡存留的时间也较短,眼晶体形成时就开始消失,唐鱼(*Tanichthys albonubes*)尾泡消失的同时进入肌肉效应初期^[19],稀有鰕鲫(*Gobiocypris rarus*)尾泡停留时间较长,肌肉效应期仍清晰可见^[18]。在已报道的鲈形目鱼类胚胎发育研究中,圆尾斗鱼(*Macropodus chibensis*)^[10]、叉尾斗鱼(*M. opercularis*)^[11]、点带石斑鱼(*Epinephelus malabaricus*)^[20]、斜带石斑鱼(*E. coioides*)^[8]、赤点石斑鱼(*E. akaara*)^[9]、蓝太阳鱼(*Lepomis*

cyanellus)^[7]、金头鲷 (*Sparus aurata*)^[21]、大眼鳊 (*Siniperca kneri*)^[22]、斑鳊 (*S. scherzeri*)^[23]、鳊鱼 (*S. chuatsi*)^[24]、花鲈 (*Lateolabrax japonicus*)^[25]、加州鲈鱼 (*Micropterus salmoides*)^[13]、黄姑鱼 (*Nibea albiflora*)^[26,27]、鲩状黄姑鱼 (*N. miichthioides*)^[28]、双棘黄姑鱼 (*N. diacanthus*)^[29]、大黄鱼 (*Pseudosciaena crocea*)^[14]、粘皮鲮鳊虎鱼^[16]等鱼未发现存在尾泡。与其他鲈形目鱼类一样,子陵栉鰕虎鱼的卵裂方式属于盘状卵裂。泄殖腔分化形成较早,于受精后 36 h 26 min 后分化形成。胸鳍在出膜前已分化出来,为半圆形,这与大眼鳊^[20]、粘皮鲮鳊虎鱼^[16]类似。鳔在出膜前形成,这与粘皮鲮鳊虎鱼^[16]相类似,与大多数鲈形目鱼类不同。在

胚胎发育过程中,子陵栉鰕虎鱼从受精卵到孵化出膜所需要的时间较叉尾斗鱼的 38 h(水温 24.5 ~ 25.5)^[11]、圆尾斗鱼的 42.5 h(水温 21 ~ 23.5)^[10]、斜带石斑鱼的 28 h 30 min(水温 25.5 ± 0.5)^[8,12]、点带石斑鱼的 21 h(水温 24.9 ~ 27.6)^[21]、蓝太阳鱼的 30 h(水温 25 ± 1)^[7]、金头鲷的 44 h 48 min(水温 19)^[22]等鲈形目鱼类要明显长些,为 109 h 52 min(水温 22.3 ~ 25.7) ,而较大眼鳊的 183 h 18 min(水温 13.9 ~ 19.8)^[20]和粘皮鲮鳊虎鱼的 138 h(水温 16 ~ 18)^[16]要明显短些。另外,子陵栉鰕虎鱼出膜前的器官分化程度高,胸鳍原基、鳃板、半规管、鳔、下颌及颌齿在出膜前均已存在,与粘皮鲮鳊虎鱼和大眼鳊近似。

表 2 子陵栉鰕虎鱼胚胎及仔鱼发育的生长测量(mm)

Table 2 The growth measurement of embryonic and larval development in *C. giurinus*

发育时期 Development stage	全长 Total length	头长 Head length	胸鳍长 Pectoral fin length	尾鳍长 Caudal fin length	尾柄高 Caudal peduncle height	体高 Body height	眼径 Eyes diameter	卵黄囊长 Yolk sac length	油球长 Oil globule length	耳囊长 Otic capsule length	耳石长 Otolith length
血液循环 Blood circulation	2.175 ~ 2.500	0.325 ~ 0.375	0.115 ~ 0.160	0.254 ~ 0.304	0.076 ~ 0.118	0.274 ~ 0.326	0.170 ~ 0.205	0.350 ~ 0.375	0.150 ~ 0.170	0.072 ~ 0.096	0.010 0 ~ 0.013 0
鳔形成期 Gas bladder formation	2.375 ~ 2.545	0.320 ~ 0.370	0.120 ~ 0.170	0.300 ~ 0.365	0.090 ~ 0.147	0.320 ~ 0.370	0.175 ~ 0.210	0.280 ~ 0.360	0.114 ~ 0.158	0.078 ~ 0.105	0.013 0 ~ 0.016 0
刚出膜仔鱼 Just hatching larva	2.485 ~ 2.640	0.325 ~ 0.375	0.147 ~ 0.260	0.325 ~ 0.475	0.100 ~ 0.153	0.350 ~ 0.460	0.184 ~ 0.236	0.257 ~ 0.356	0.110 ~ 0.150	0.093 ~ 0.124	0.014 0 ~ 0.018 0
鳃弧期 Gill arc stage	2.561 ~ 2.752	0.335 ~ 0.387	0.150 ~ 0.268	0.355 ~ 0.485	0.106 ~ 0.161	0.356 ~ 0.450	0.185 ~ 0.248	0.095 ~ 0.126	0.103 ~ 0.145	0.095 ~ 0.126	0.014 5 ~ 0.020 0
背鳍形成鳍 Back fin ray formation	2.740 ~ 2.825	0.378 ~ 0.465	0.162 ~ 0.275	0.374 ~ 0.556	0.124 ~ 0.163 5	0.368 ~ 0.480	0.203 ~ 0.254	0.273 ~ 0.364	0.100 ~ 0.123	0.273 ~ 0.364	0.014 8 ~ 0.022 0
吸盘原基 Sucker bud appearance	2.810 ~ 2.875	0.394 ~ 0.536	0.252 ~ 0.325	0.453 ~ 0.564	0.130 ~ 0.166 7	0.387 ~ 0.496	0.203 ~ 0.254		0.086 ~ 0.104	0.099 ~ 0.132	0.015 0 ~ 0.024 0
油球消失 Oil globule disappeared	2.860 ~ 2.900	0.454 ~ 0.568	0.296 ~ 0.340	0.502 ~ 0.573	0.151 ~ 0.182	0.406 ~ 0.513	0.234 ~ 0.260			0.011 ~ 0.146	0.015 3 ~ 0.025 0
色素花出现 Piebald pigment appearance	2.930 ~ 3.125	0.525 ~ 0.583	0.324 ~ 0.354	0.532 ~ 0.586	0.162 ~ 0.194	0.467 ~ 0.552	0.241 ~ 0.267			0.012 ~ 0.152	0.015 5 ~ 0.026 0
背鳍开始分离 Back fin separation	2.980 ~ 3.250	0.543 ~ 0.587	0.332 ~ 0.361	0.545 ~ 0.590	0.168 ~ 0.197	0.476 ~ 0.563	0.246 ~ 0.269			0.012 ~ 0.156	0.015 7 ~ 0.027 0
出膜后 9 d 9 d after hatching	3.020 ~ 3.360	0.563 ~ 0.596	0.343 ~ 0.374	0.552 ~ 0.596	0.171 ~ 0.204	0.479 ~ 0.568	0.249 ~ 0.272			0.013 ~ 0.158	0.015 8 ~ 0.029 0
出膜后 10 d 10 d after hatching	3.040 ~ 3.390	0.568 ~ 0.598	0.351 ~ 0.382	0.556 ~ 0.598	0.176 ~ 0.209	0.485 ~ 0.572	0.250 ~ 0.276			0.013 ~ 0.162	0.016 0 ~ 0.031 0

在胚后发育中,各器官发育的速度较慢,胸鳍最早出现(受精后 44 h 59 min),但形成较慢(出膜后 7 d),尾鳍的出现早于背鳍,需要 8 d 才发育完全,背鳍原基出现晚(出膜后 29 h 27 min),吸盘原基出现最晚(出膜后 114 h 1 min)。出膜后 1~5 d 身体透明,6~9 d 背中线上出现灰色素花,10 d 背中线上灰色素花变黑。

3.2 油球的特性和变化 自然状态下油球有种的特异性。粘皮鲯鰕虎鱼和波氏栉鰕虎鱼在卵刚产出时含有大量油球,数量通常在 50 个以上(直径 0.007 5~0.040 0 mm),而子陵栉鰕虎鱼油球在卵刚产出时数量一般 1~30 个(直径 0.046~0.160 mm),比粘皮鲯鰕虎鱼^[16]和波氏栉鰕虎鱼(内部资料)少很多。另外,其他鲈形目鱼类卵黄中也具有不同大小的油球,一些具有一个大油球,有的具有一个大油球与几个小油球,如圆尾斗鱼(直径 0.618 8~0.664 0 mm)^[10]、叉尾斗鱼(直径 0.326~0.446 mm)^[11]、蓝太阳鱼(直径 0.22 ±0.05 mm)^[7]、金头鲷(直径 0.18~0.23 mm)^[22]均有一个大油球,大眼鳊具一个大油球(直径 0.50~1.0 mm)及 1~6 个小油球^[20]、斑鳊具有一个大油球及数个小油球(直径 0.43~0.60 mm)^[23]、鳊鱼具有一个大油球(直径 0.43~0.55 mm)及数个小油球(直径 0.1 mm)^[24]、花鲈具有 1~4 个油球^[25]、黄姑鱼(直径 0.23 ±0.01 mm)^[26,27]、加州鲈鱼^[13]、鰕状黄姑鱼(直径 0.26 mm)^[28]、双棘黄姑鱼(直径 0.20 mm 左右)^[29]、大黄鱼(直径 0.326~0.463 mm)^[14]、点带石斑鱼(直径 0.175 mm)^[21]、斜带石斑鱼(直径 0.17 ±0.04 mm)^[12]、赤点石斑鱼(直径 0.15 ±0.01 mm)^[9]均具一个油球。子陵栉鰕虎鱼的卵径是粘皮鲯鰕虎鱼和波氏栉鰕虎鱼的 4~6 倍,且油球在胚胎发育过程中,不断被吸收、融合,由卵刚产出时的 30 个以内至眼黑期小油球融入大油球使胚体具一个油球。子陵栉鰕虎鱼仔鱼的卵黄囊在出膜后 102 h 58 min 消失,油球在出膜后第 6 d 消失;粘皮鲯鰕虎鱼在胸鳍原基出现时卵黄囊中油球常具 1~3 个,4 d 仔鱼卵黄吸收达到 90%,油球存在 1~2 个。子陵栉鰕虎鱼油球的位置随胚胎发育而

发生变化。在卵裂期,油球位于赤道面上,随囊胚层下包,油球被挤向植物极。在原肠中期,胚环逐渐将大小油球包裹进去,在原肠晚期,油球已全部被下包的胚环所包裹。由于胚盾的不断向前延伸,胚体细胞重心偏移,油球始终位于胚体的对面。出膜后,仔鱼油球仍然位于卵黄囊上。

致谢 感谢于同雷、陈玉龙、宁继祖、韩艳良、王华等同学在野外和实验室提供的诸多帮助。

参 考 文 献

- [1] 成庆泰,郑葆珊主编. 中国鱼类系统检索(上册). 北京:科学出版社,1987,443~447.
- [2] 丁瑞华主编. 四川鱼类志. 成都:四川科学技术出版社,1994,516~520.
- [3] 潘炯华主编. 广东淡水鱼类志. 广州:广东科学技术出版社,1991,457~458.
- [4] 张天荫编著. 动物胚胎学. 济南:山东科学技术出版社,1996,143~162.
- [5] 张天荫主编. 动物胚胎学实验指导. 北京:高等教育出版社,1986,53~58.
- [6] 杜劲松,海萨,苏德学等. 白斑狗鱼胚胎和仔鱼发育的研究. 水生生物学报,2004,28(6):629~634.
- [7] 文红波,曹运长,虞佳. 蓝太阳鱼胚胎和仔鱼发育的观察. 水利渔业,2005,25(2):25~27.
- [8] 张海发,刘晓春,刘付永忠等. 斜带石斑鱼胚胎及稚鱼形态发育. 中国水产科学,2006,13(5):689~699.
- [9] 刘付永忠,王云新,黄国光等. 自然产卵的赤点石斑鱼胚胎及仔鱼形态发育研究. 中山大学学报(自然科学版),2001,40(1):81~84.
- [10] 周洁,周玉,郭先武. 圆尾斗鱼的胚胎和仔鱼发育的研究. 海洋湖沼通报,1995,(2):30~36.
- [11] 郑文彪. 叉尾斗鱼的胚胎和幼鱼发育的研究. 动物学研究,1984,5(3):261~269.
- [12] 周立斌,邓妹芳,张海发等. 斜带石斑鱼亲鱼培育和胚胎发育的研究. 惠州学院学报(自然科学版),2006,26(6):36~47.
- [13] 刘文生,林卓,彭锐民. 加州鲈鱼胚胎及幼鱼发育的研究. 华南农业大学学报,1995,16(2):5~11.
- [14] 刘家富. 人工育苗条件下的大黄鱼胚胎发育及其仔、稚鱼形态特征与生态习性的研究. 海洋科学,1999,(6):61~65.
- [15] 郝天和. 梁子湖沙鳢的生态研究. 水生生物学集刊,1960,(2):145~158.

- [16] 陈玉龙,郭延蜀. 粘皮鳊^鰱虎鱼胚胎及仔鱼的发育. 动物学杂志, 2007, 42(2): 124 ~ 128.
- [17] 谢恩义, 阳清发, 何学福. 鳊结鱼的胚胎及幼鱼发育. 水产学报, 2002, 26(2): 115 ~ 121.
- [18] 常剑波, 王剑伟, 曹文宣. 稀有^鮠鲫胚胎发育研究. 水生生物学报, 1995, 19(2): 97 ~ 103.
- [19] 陈国柱, 方展强, 马广智. 唐鱼胚胎发育观察. 中国水产科学, 2004, 11(6): 489 ~ 496.
- [20] 邹记兴, 常林, 向文洲等. 点带石斑鱼的亲鱼培育、产卵受精和胚胎发育. 水生生物学报, 2003, 27(4): 378 ~ 384.
- [21] 王彦怀, 陶秉春, 梁伟光等. 金头鲷胚胎发育的初步观察. 海洋水产研究, 2006, 27(6): 14 ~ 18.
- [22] 蒲德永, 王志坚, 张耀光等. 大眼鳊胚胎发育的观察. 西南农业大学学报, 2006, 28(4): 651 ~ 655.
- [23] 吴立新, 邹波. 碧流河水库斑鳊胚胎发育的形态观察. 水产科学, 1993, 12(9): 5 ~ 7.
- [24] 郑闽泉, 定桂枝, 黄涵生等. 鳊鱼胚胎发育的观察. 江西水产科技, 1994, (2): 21 ~ 24.
- [25] 胡先成, 曹双俊, 周忠良等. 花鲈胚胎发育的研究. 重庆师范学院学报(自然科学版), 1997, 14(2): 51 ~ 56.
- [26] 雷霖霖, 樊宁臣, 郑澄伟. 黄姑鱼 (*Nibea albiflora* Richardson) 胚胎及仔、稚鱼形态特征的初步观察. 海洋水产研究, 1981, (2): 77 ~ 84.
- [27] 余方平, 孙忠, 程国宝. 舟山近海黄姑鱼胚胎发育及前期仔鱼形态的观察. 海洋渔业, 2005, 27(5): 265 ~ 270.
- [28] 吴鼎勋, 洪万树, 张其永. ^鮠状黄姑鱼的早期发育研究. 台湾海峡, 1998, 17(2): 149 ~ 155.
- [29] 张雅芝, 胡石柳, 徐沈等. 双棘黄姑鱼的早期发育研究. 集美大学学报(自然科学版), 2006, 11(1): 13 ~ 17.

图版 说明

1. 受精卵; 2. 2 细胞期; 3. 4 细胞期; 4. 8 细胞期; 5. 16 细胞期; 6. 32 细胞期; 7. 64 细胞期; 8. 多细胞期; 9. 桑椹胚; 10. 囊胚早期; 11. 囊胚中期; 12. 囊胚晚期; 13. 原肠早期; 14. 原肠中期; 15. 原肠晚期; 16. 神经胚期; 17. 胚体形成期; 18. 胚孔封闭期; 19. 肌节出现; 20. 眼原基出现; 21. 眼囊出现; 22. 尾芽期。×45。

Explanation of Plate

1. Fertilized egg; 2. 2-cell; 3. 4-cell; 4. 8-cell; 5. 16-cell; 6. 32-cell; 7. 64-cell; 8. Multi-cell; 9. Morula; 10. Early blastula; 11. Mid-blastula; 12. Late blastula; 13. Early gastrula; 14. Mid-gastrula; 15. Late gastrula; 16. Neural embryo; 17. Embryo body; 18. Closure of blastopore; 19. Myomere; 20. Eye bud; 21. Eye sac; 22. Caudal bud. ×45.

图版 说明

23. 耳囊出现; 24. 眼晶体形成期; 25. 围心腔雏形; 26. 耳石出现; 27. 心原基出现; 28. 胸鳍原基出现; 29. 眼灰时期; 30. 眼黑时期; 31. 鳔形成; 32. 下颌形成期; 33. 出膜前期, ×70; 34. 孵化期, ×40; 35. 初孵仔鱼, ×40; 36. 背鳍原基出现, ×15; 37. 胃雏形, ×20; 38. 鳃弧期, ×15; 39. 黑色素出现, ×25; 40. 鳃盖形成, ×30; 41. 胸背鳍出现鳍条, ×30; 42. 吸盘原基出现, ×35; 43. 油球消失, ×35; 44. 10 d 仔鱼, ×10。图 23 ~ 32, ×40。

Explanation of Plate

23. Ear sac; 24. Eye lens; 25. Pericardial coelom; 26. Otolith; 27. Heart bud; 28. Pectoral fin bud; 29. Greyish eyes; 30. Melanoid eyes; 31. Gas bladder; 32. Lower mandible; 33. Pre-hatching stage, ×70; 34. Hatching stage, ×40; 35. Newly hatched larvae, ×40; 36. Dorsal fin bud, ×15; 37. Stomach, ×20; 38. Gill arc, ×15; 39. Melan-pigment stage, ×25; 40. Operculum stage, ×30; 41. Pectoral and dorsal fin ray, ×30; 42. Sucking disk, ×35; 43. Disappearance of oil globule, ×35; 44. 10 d larva after hatching, ×10. Plate 23 - 32, ×40.

戚文华等:子陵栉鰟虎鱼繁殖特性、胚胎及仔鱼的发育

图版

QI Wen-Hua *et al.* :Reproductive Character ,Embryonic and Larval Development of

Ctenogobius giurinus

Plate



图版说明见文后

戚文华等:子陵栉鰟虎鱼繁殖特性、胚胎及仔鱼的发育

图版

QI Wen-Hua *et al.*: Reproductive Character, Embryonic and Larval Development of

Ctenogobius giurinus

Plate



图版说明见文后