

# 绿鳍马面鲀(*Thamnaconus modestus*)仔、稚鱼生长发育特征研究\*

关 健<sup>1,2</sup> 陈志信<sup>3</sup> 张家男<sup>2</sup> 官曙光<sup>1</sup>  
郑永允<sup>1</sup> 温海深<sup>2</sup> 刘洪军<sup>1</sup>

(1. 山东省海水养殖研究所 青岛 266002; 2. 中国海洋大学 青岛 266003;  
3. 烟台百佳水产有限公司 烟台 265715)

**提要** 在对绿鳍马面鲀苗种人工培育技术进行研究的过程中,采用显微观察、拍照、测量的方法,对其早期生活史进行了研究。结果表明,在沙滤自然海水、水温由前期的 22℃ 逐渐升至 25℃、光照 1000—2000 lx 的培育条件下,绿鳍马面鲀早期生活史如下: 0—2dph 为卵黄囊仔鱼,营内源性营养; 3dph 开口摄食, 7dph 出现鳔器官, 3—18dph 为前弯曲期仔鱼; 19dph 脊索末端向上弯曲, 19—24dph 为弯曲期仔鱼, 25dph 尾鳍健全, 25—31dph 为后弯曲期仔鱼; 32dph 后各鳍的鳍条和鳞被基本发育健全,进入稚鱼期。描述了在早期发育过程中体表色素的分布及形态变化、吻部等的发育、变化过程,并测定生长参数。

**关键词** 绿鳍马面鲀, 仔鱼, 稚鱼, 发育, 形态  
**中图分类号** S96; Q959

绿鳍马面鲀(*Thamnaconus modestus*)属鲀形目(Tetraodontiformes)、单角鲀科(Monacanthidae)、马面鲀属(*Thamnaconus*), 主要分布于太平洋西北部, 栖息于水深 50—120m 的海区(苏锦祥等, 2002)。其营养价值高, 肉质鲜美劲道, 深受群众喜爱; 加工的副产品可制备浓缩鱼蛋白、鱼粉、蛋白胨、生化培养基、禽用鱼肝油、降脂丸等, 具有较高的经济价值(徐自勤, 1983)。绿鳍马面鲀过去为我国主要渔业捕捞鱼类之一, 渔获量较高, 但近 20 年来渔业资源锐减(徐学龙等, 1992), 导致其市场价格逐年攀升。为保护渔业资源, 并向消费市场提供更多的商品鱼, 进行增殖放流和人工养殖势在必行, 因此, 绿鳍马面鲀的人工苗种繁育技术的研究亟待开展。

生长发育和早期生活史研究在鱼类繁殖学中占有重要地位(殷名称, 1995; 单秀娟等, 2009), 过去受条件所限, 对绿鳍马面鲀早期发育的观察都使用渔

业调查所获得的固定样品, 无连续的观察导致信息量稀缺(赵传细等, 1980, 1985; 陈莲芳等, 1984), 且未见人工培育条件下发育的报道。国外对鲀科鱼类繁殖习性的研究较少, 仅有垂腹单角鲀 *Monacanthus ciliatus* (Clements *et al*, 1984)、长鼻鲀 *Oxymonacanthus longirostris* (Barlow, 1987; Kokita *et al*, 2000)、日本粗皮鲀 *Rudarius encodes* (Kawase *et al*, 1995)等。本研究在绿鳍马面鲀苗种人工培育过程中, 对其早期生活史特征及生长特性的发育进行了连续、系统的研究, 不仅可以积累鱼类早期生活史研究和仔、稚鱼分类、鉴别的资料, 而且可为人工繁殖技术的研究和苗种生产提供理论依据和实践指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验鱼及其培育方法

实验用鱼为 2010 年在山东省龙口市烟台百佳水

\* 山东省科技发展计划项目“绿鳍马面鲀生殖调控与苗种规模化生产技术”资助, 2009GG10005017 号; 山东省农业良种工程“优质抗病速生鱼类良种选育——工厂化适养品种的选育”, 2005—2013。关 健, 博士研究生, 助理研究员, E-mail: guanjian35@gmail.com

通讯作者: 温海深, 博士, 教授, 博士生导师, E-mail: wenhaishen@ouc.edu.cn; 刘洪军, 研究员, E-mail: hongjunl@126.com

收稿日期: 2010-10-25, 收修改稿日期: 2010-12-26

产有限公司进行的绿鳍马面鲀种人工繁育所得。亲鱼为捕获于自然海域的2—3龄野生鱼,经过人工驯化、营养强化和生殖调控后,自然产卵。受精卵为圆球形粘性端黄卵,卵径 $(0.607\pm 0.03)$ mm (0.59—0.63mm),在水温21—22℃,盐度32—33, pH 7.8—8.2,微充气条件下历时50h脱膜孵出。仔鱼孵化后在 $5\text{m}\times 5\text{m}\times 1.2\text{m}$ 的培育池中培育,水深80—110cm,早期培育水温为 $(22.0\pm 0.5)$ ℃,随仔鱼发育缓慢升高至 $(25\pm 0.5)$ ℃并在其后培育过程中维持此温度;不间断充气,保持培育水体溶解氧(DO) 8mg/L;开口初期日换水量15%,之后随苗种的生长发育逐渐加大至全天不间断流水培育。苗种培育所使用的饵料系列为:长牡蛎幼体 褶皱臂尾轮虫 卤虫无节幼体 人工微颗粒配合饲料 贝肉/乌贼肉,根据实验鱼的发育和生长情况适时转换饵料种类和调整投喂量。

### 1.2 观察及测定方法

定期取样,使用奥林巴斯SZ-61解剖镜观察个体发育情况,记录发育各时期的形态特征;使用CCD图像传感器和SONY H-50相机拍照;使用DN-2显微图像处理软件校正、测定仔、稚鱼全长、体长等形态学特征,各时期测定样品30尾左右,计算各指标的平均值和方差,绘制早期生长发育曲线。

### 1.3 数据计算与统计分析

利用SPSS统计软件进行单向方差分析(one way ANOVA),对不同发育时期数据之间均值利用最小显著极差法(LSR)作差异显著性分析, $P<0.05$ 为差异显著。使用Origin 8.0绘制生长曲线图,Photoshop 7.0制作图版。

## 2 结果

参照Kendall等(1984)的划分方法,按照卵黄囊的消失、脊索末端向上弯曲的情况及鳞被、鳍条、色素、骨骼发育等特征,将绿鳍马面鲀的早期生活史分为卵黄囊仔鱼、前弯曲期仔鱼、弯曲期仔鱼、后弯曲期

仔鱼和稚鱼期,具体形态见图1。

### 2.1 卵黄囊仔鱼(yolk-sac larvae): 0—2dph

0dph: 全长 $(2.08\pm 0.09)$ mm,体长 $(1.99\pm 0.08)$ mm,总高 $(0.48\pm 0.07)$ mm,卵黄囊呈长椭圆形,前粗后细,卵黄囊水平直径 $(0.53\pm 0.04)$ mm,垂直直径 $(0.26\pm 0.04)$ mm,长度占体长1/4左右;油球1个,位于卵黄囊前方,直径 $(0.20\pm 0.013)$ mm。头部的视囊和晶体无色透明,耳石清晰。未开口,肠道呈倒“L”状,由卵黄囊上方沿脊柱向后延伸,并沿卵黄囊后缘向下弯折,可见肠道细胞形成的窄的肠腔,肛门未通。臀鳍膜自肛门向后延伸,背鳍膜始于脑后卵黄囊中部上方,约为

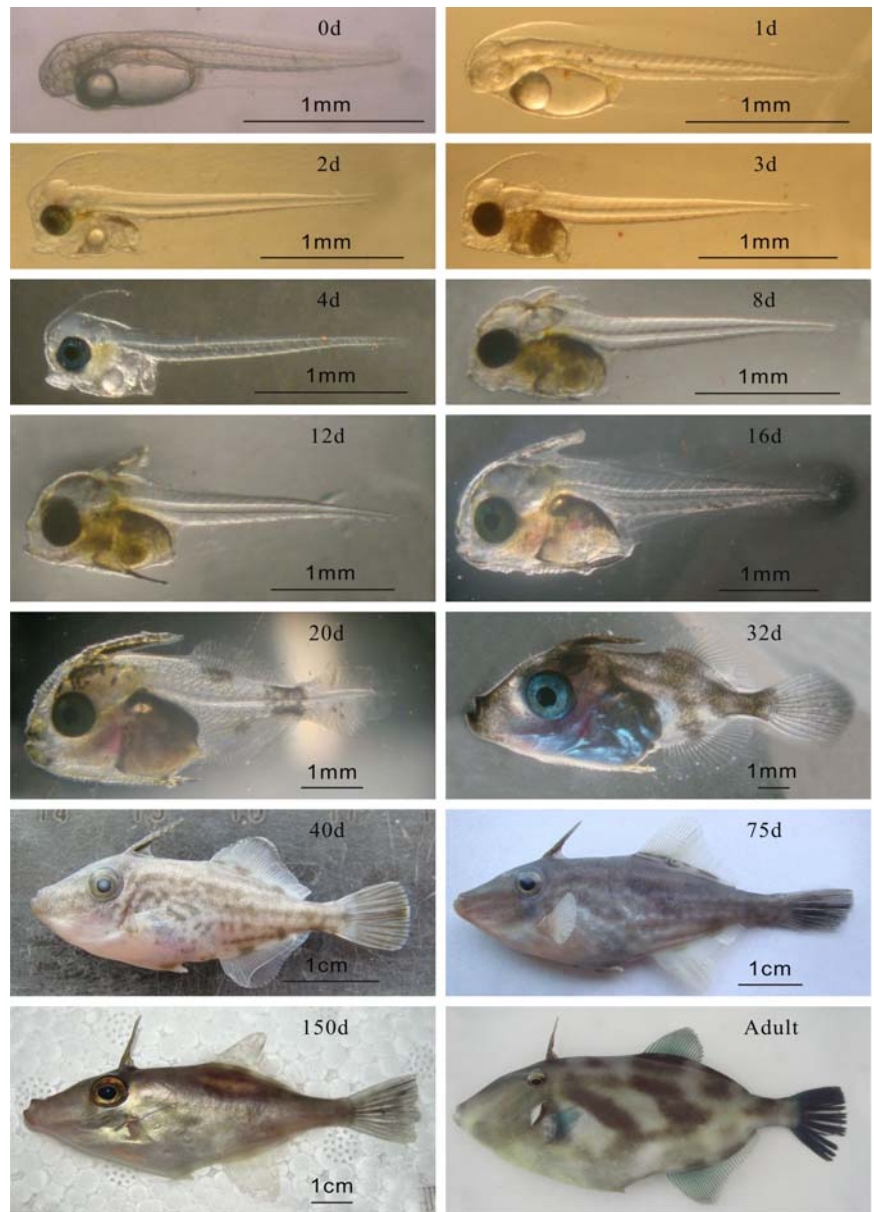


图1 绿鳍马面鲀的仔、稚鱼形态发育

Fig.1 Morphometric development of *T. modestus* during larval and juvenile stages

身体的 1/4 处, 背鳍、臀鳍、尾鳍鳍膜相连, 且都无色素分布。仔鱼肌节 21 对, 肌节的腹侧出现一系列呈直线状排列的黑色素。仔鱼出膜后很快展直身体, 倒悬于水体中, 活泼, 行间歇性运动。

1dph: 全长(2.55±0.06)mm, 体长(2.41±0.07)mm, 总高(0.65±0.09)mm, 卵黄囊体积显著缩小( $P<0.05$ ), 水平直径(0.21±0.03)mm, 垂直直径(0.25±0.06)mm; 油球径(0.21±0.02)mm。脑颅扩大, 颅顶凸起、上升明显; 视囊和晶体无色; 心脏呈长带状。口未形成, 消化管加粗, 未形成肠袢。身体呈直线形, 背鳍膜、臀鳍膜的生长致使体高增长显著( $P<0.05$ ); 肛门向体前端移动。

## 2.2 前弯曲期仔鱼(pre-flexion larvae): 3—19dph

3dph: 全长(2.64±0.14)mm, 体长(2.47±0.11)mm, 总高(0.68±0.07)mm, 卵黄消耗完毕, 油球的体积显著缩小( $P<0.05$ ), 直径(0.12±0.02)mm。半球形脑颅向上高高鼓起, 其后出现一个凹刻, 视囊和晶体变黑, 耳石腔膨大。仔鱼的口开口, 肛门形成, 肠道继续加粗, 前端直线形, 中后肠形成第一个肠袢, 肠内褶清晰可见; 此时开始投喂长牡蛎幼体作为开口饵料。胸鳍出现, 摆动频繁。躯干下方的黑色素密度增大, 颜色加深。

4dph: 仔鱼的头高生长明显, 眼径显著增大( $P<0.05$ ), 内脏团上方的脊柱发生略微向上的弯曲; 脑后脊柱上侧出现微小的背鳍棘原基; 鳔原基出现, 未充气; 仔鱼全部开口摄食, 肠道内充满食物。

6dph: 全长(2.65±0.10)mm, 体长(2.46±0.08)mm, 总高(0.71±0.60)mm, 仔鱼的油球完全消失, 整体呈狭长三角形, 头部和胸、腹部较宽大, 向尾端渐细。仔鱼口裂较大, 下颌能够完全张开, 下颌长于上颌; 鳃盖基本完全形成, 鳃丝清晰, 为粉红色; 第一背鳍棘原基增大, 为土黄色钝圆形结构; 腹部出现腰带骨原基。

8dph: 仔鱼头部比例增大, 颅顶后出现第一背鳍, 共有 2 枚鳍条, 由鳍膜相连, 第一枚为鳍棘, 长而粗, 第二枚为鳍条, 细而短; 第一背鳍上分布有大量的黄色素和黑色素; 出现腰带骨, 末端为一枚黑色的腹鳍条。脑颅上方黄色素与黑色素密集, 色素呈放射状, 躯干上也有黄色素分布。开始投喂轮虫。

10dph: 仔鱼耳石腔体积增大; 第一背鳍棘粗壮, 较之前为长; 肝脏出现于鳃区的后下方; 鳔增大, 充气, 椭圆球形, 位于腹腔的后上部; 肠道盘绕, 呈灰黑色, 形成数量超过两个的肠袢。腰带骨延长, 末端

为黑色、尖细的腹鳍鳍条。颅顶、腹部及尾部躯干的上下两侧, 都有菊花状黑色素细胞分布, 且分布面积较大。停止长牡蛎幼体的投喂。

12dph: 仔鱼下颌略大于上颌。肛前部分所占比例增大, 躯干加高; 第一背鳍棘向后上方竖起, 附有一枚鳍条, 之间由分布有黑、黄色色素的鳍膜连接。鳔相对 10dph 生长明显。

14dph: 仔鱼体高生长明显, 整体呈三角形; 腹部内脏区占身体比例加大; 第一背鳍棘长而直, 较粗, 并附有明显的鳍膜; 躯干后侧发育出部分第二背鳍的支鳍骨。仔鱼体表色素主要为黄色素与黑色素 2 类: 黑色素为菊花状, 集中分布于第一背鳍的鳍膜、颅顶、腰带骨、内脏区上方、躯干中部以及尾部, 这些区域也有少量黄色素相间, 而颅顶后方的背部、腹部两侧是黄色素分布较集中的区域。个体大小出现较明显的生长分化。

16dph: 仔鱼体表出现革状表皮, 头部、胸部和腹部发育出绒毛状突起鳞。背鳍棘上出现倒刺, 背鳍、臀鳍、胸鳍发育出透明的鳍条; 胸鳍圆大、透明; 尾椎平直, 尾索末端未上曲, 尾鳍膜与背鳍、臀鳍在尾柄处相连。腹部表皮出现虹彩细胞(反光体), 腹部四周边缘处环绕一圈黑色素细胞, 密集黑色素细胞几乎覆盖了住尾柄的前半部。个体生长加快, 较大个体在培育池中四处游动, 而较小个体的仔鱼在光强度适宜的水表层聚群。

## 2.3 弯曲期仔鱼(flexion larvae): 20—24dph

20dph: 仔鱼身体呈狭长三角形, 半数以上面积布满绒毛状小鳞; 头部浑圆, 口逐渐被革状表皮包被, 向成鱼的口形发展; 鳃区较大, 显微镜下可看到血液缓缓流动。肛门后的部分体高生长明显; 尾鳍增大, 尾尖向上轻微弯曲, 尾鳍条形成于上翘的尾椎的后下方, 9—11 枚。背鳍、臀鳍生长明显, 支鳍骨形成, 排列致密; 腰带骨末端的腹鳍条开始萎缩。菊花状黑色素在颅顶与背鳍棘、腹部、腹部与尾柄上有集中分布, 点状黄色素在仔鱼的全身都有分布。此时开始投喂卤虫无节幼体。

24dph: 仔鱼头、胸部大, 肛后小, 眼大, 口变圆, 口裂较 18dph 有所缩小。尾部较大, 半圆形, 尾鳍条 13 枚, 散射状排列, 尾鳍条基部分布 5—7 个放射状黑色素细胞。腰带骨突出体表较多, 其末端的腹鳍条萎缩。躯干部均匀分布绒毛状鳞, 表现为圆形的灰黄色点状凸起。黑色素细胞与黄色素细胞密集区域的不同导致体表表现出黄色和黑色的间杂, 黑色素聚集的

区域有颅顶、背鳍棘、口、腹部的后上部、尾柄;黄色素聚集的区域有:腰带骨、颅顶、头部前缘、肛后躯干中部、尾柄、腹部的中、下部;腹部皮肤布满反光体,自体外无法观察内部器官。停止投喂小球藻和轮虫。

#### 2.4 后弯曲期仔鱼(post-flexion larvae): 25—31dph

28dph: 较 24dph 仔鱼更为狭长,但形态差异不大,通体布满粗糙的绒状小鳞;眼前至口的部分生长明显;腹鳍条退化消失,腰带骨内侧发育出倒棘,尾扇形成,尾鳍健全。仔鱼具有一定光趋向性,日间聚集在阴影处,黄昏后则聚集于光亮处。

#### 2.5 稚鱼期(juvenile): 32dph—

32dph: 个体向狭长发育,体长的生长快于体高的生长;背鳍、胸鳍、臀鳍、尾鳍鳍条基本发育完全。尾部发育完善,尾柄半圆形,尾鳍放射状,圆形。体表鳞片大部分发育完全,出现少量成体色素。80%个体进入稚鱼期。开始转换人工配合饲料(粒径 360—650 $\mu$ m)。

36dph: 形态与成鱼接近,眼大,瞳孔黑色;鼻孔 2 对,前鼻孔大于后鼻孔;吻部延长口、眼间距离增大;第一背鳍棘细而长,内、外侧均生有倒棘;腰带骨内、外两侧均有倒棘。全身都有色素分布,黑色素更加密集,成体色素的面积增大,躯干部的颜色与成鱼相似。反应迅速,行动敏捷;摄食量大,日间几乎不间断摄食人工配合饲料和卤虫无节幼体;有一定的互残习性,大个体仔鱼在饥饿时会追、咬小个体的仔鱼。此时停止投喂卤虫无节幼体。

40dph: 形态与成鱼一致,各鳍的鳍条发育健全,全身被鳞,骨骼钙化,成体色素占绝对优势,躯干部出现横向的暗纹;口小,出现门齿。全身分布菊花状黑色素和丝状散射的黄色素,二者相杂,其密度及数量比例决定了体表的花纹及颜色深度。有聚群的习性,喜栖息于遮蔽物附近,反应迅速,好奇心强,遇到有物体进入水中,则成群结队抵近观察,并用口触碰,尝试摄食。

75dph: 具有与成鱼的形态和各部分比例。身体更加狭长,全长/总高比例上升,头后躯干部生长明显,背鳍、臀鳍的鳍条长度比例较前一阶段有所上升,尾柄较前一阶段狭长。自 60dph 开始,可以投喂贝肉、乌贼肉作为饵料,或与配合饵料混合投喂。

## 2.6 仔、稚鱼的生长

绿鳍马面鲀仔、稚鱼的全长、体长的生长曲线和生长函数公式(使用指数函数对生长数据进行回归分析得到)见图 2: 0—16dph 生长缓慢,20dph 开始加速生长,19dph 后开始加速生长,32—40dph 生长速度最高,40dph 后生长速度又下降,因此 40dph 为仔、稚鱼生长的转折点。

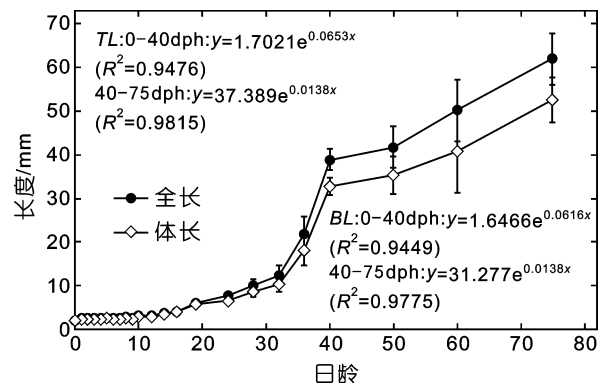


图 2 绿鳍马面鲀早期仔、稚鱼的全长(TL)、体长(BL)的生长曲线(n=30)

Fig. 2 The post-embryonic growth curves of total (TL) and body lengths (BL) of *T. modestus*

## 3 讨论

### 3.1 绿鳍马面鲀仔、稚鱼生长的特点

北方常见海水养殖鱼类的初孵仔鱼一般较大,如鲷科(Sparidae)、鲆科(Bothidae)和鲽科(Pleuronectidae)、东方鲀属(*Takifuga*)的鱼类(雷霆霖, 2004),而南方的石斑鱼类(*Epinephelus*)初孵仔鱼较小,一般低于 2.0mm(陈国华等, 2001; 邹记兴等, 2003; 张海发等, 2006),与绿鳍马面鲀相似(本研究中的平均全长 2.08mm)。初孵仔鱼个体较小的特点,给苗种的早期培育带来了很大困难。

由图 2 可知,绿鳍马面鲀仔鱼 0—16dph 生长极其缓慢,全长仅增加 99% (0dph 为 2.08mm, 16dph 为 4.14mm)。从饵料系列来看,仔鱼 3dph 投喂长牡蛎幼体,8dph 开始投喂轮虫,19dph 开始投喂卤虫无节幼体,正是在卤虫无节幼体投喂后,仔鱼的生长加快。万蓁蓁(2005)<sup>1)</sup>发现红鳍东方鲀在 0—27dph 生长缓慢,28dph 进入一个快速生长期,全长和总高的生长都出现加速趋势,但未对其饵料系列进行描述。鱼类早期

1) 万蓁蓁, 2005. 红鳍东方鲀幼体发育和消化生理的研究. 青岛: 中国海洋大学硕士学位论文, 1—71

生活史研究领域, 认为仔鱼期的生长率尽管受到一系列外界因子的影响, 但热量摄入(摄食)和温度是最至关重要的, 而营养历来被认为是影响鱼类早期生命力的主要相关因素之一(殷名称, 1995)。绿鳍马面鲈前期仔鱼生长缓慢, 可能由于此阶段仔鱼所摄入的营养不足, 也可能是其自身的发育特点所致。

### 3.2 绿鳍马面鲈仔、稚鱼的摄食特性、早期饵料及育苗“危险期”

决定食饵对象是否被仔鱼喜好的最主要特征是食饵大小, 而能被摄取的食饵大小(宽度)的上限由仔鱼的口裂及其宽度(左右口角间的最大宽度)决定(殷名称, 1995)。与绿鳍马面鲈同为鲈科的东方鲈属(*Takifugu*)的鱼类开口仔鱼口径都比较大, 如红鳍东方鲈(万蓁蓁, 2005)<sup>1)</sup>、暗纹东方鲈(吴剑峰等, 2003)、菊黄东方鲈(郑惠东等, 2007)都采用轮虫或鸡蛋黄作为开口饵料; 与绿鳍马面鲈相似, 石斑鱼属(*Epinephelus*)的仔鱼开口较小, 在人工繁育中较多使用贝类幼体、成熟卵细胞或 S/SS 型轮虫作为开口饵料(陈国华等, 2001; 王涵生等, 2001; 邹记兴等, 2003; 张海发等, 2006)。绿鳍马面鲈仔鱼 3dph 开口时下颌侧长仅为 0.13mm, 12dph 仍未超过 0.3mm。绿鳍马面鲈 3—7dph 仔鱼适宜摄食长牡蛎早期幼体(镜检测量为 50—80 $\mu$ m), 8dph 前后可摄食野生褶皱臂尾轮虫(镜检测量背甲长 220—330 $\mu$ m、背甲宽 150—200 $\mu$ m)。

食饵的营养价值和消化性, 通过影响仔鱼的生长和存活, 对仔鱼以后的摄食效率会产生影响(殷名称, 1995)。观察发现在 20—23 $^{\circ}$ C 下受精后约 24h, 长牡蛎卵子发育为仔鱼几乎无法消化的外被几丁质壳的 D 形幼虫, 而研究中也经常观察到仔鱼由肛门排出未消化的 D 形幼虫。因此, 长牡蛎幼体作为饵料的时效仅为 24h, 超过 24h 不仅不能提供营养, 而且其坚硬的外壳还会损伤仔鱼纤薄的消化道, 造成仔鱼死亡率的上升。而绿鳍马面鲈仔、稚鱼培育过程中的仅有的一个“危险期”就发生在 6—10dph, 表现为仔鱼大量死亡, 死亡率甚至达 80% 以上。镜检发现死亡仔鱼瘦弱发黑, 但消化道内有饵料, 可能就是由上述情况所导致的营养不良和消化道损伤而引发。故在使用长牡蛎等贝类幼体作为鱼类开口饵料时, 要根据贝类幼体的发育规律, 制定准确的投饵量, 使所投喂的贝类幼体尽可能在发育为担轮幼虫前被摄食, 减少仔鱼摄食担轮幼虫或者 D 形幼虫的几率, 保证仔鱼的营养供给。

### 3.3 绿鳍马面鲈吻部的发育特点及对摄食的影响

本研究发现, 绿鳍马面鲈吻部的发育在 24—28dph 出现了一个明显的中转点: 此前吻部的下颌侧长随仔鱼发育而持续增大, 在 19dph 其平均下颌侧长达到 0.626mm, 但在 24—28dph 又退缩到 0.419—0.431mm, 然后在 32dph 又开始增长。伴随此过程的是仔鱼 16dph 开始发育形成革状表皮, 24dph 前后包括吻部的全部头部被革状表皮覆盖。吻部被革状表皮包被后, 仅前方的一半可以露出, 中后部包被于表皮中, 因此下颌侧长在 24dph 下降, 且革状表皮的包被限制了下颌张开的幅度。因此, 24dph 仔鱼摄食卤虫无节幼体(镜检测定体长范围 0.40—0.65mm)较为困难, 故在苗种培育的相应阶段不应全部投喂卤虫无节幼体, 而是保持轮虫的投喂, 使仔鱼始终有适口的饵料, 以保证发育生长之营养供应。

### 参 考 文 献

- 王涵生, 方琼珊, 郑乐云, 2001. 赤点石斑鱼仔稚幼鱼的形态发育和生长. 上海水产大学学报, 10(4): 307—312
- 苏锦祥, 李春生, 2002. 中国动物志: 硬骨鱼纲——鲈形目、海蛾鱼目、喉盘鱼目、鲈鰈目. 北京: 科学出版社, 125—132
- 吴剑峰, 华元渝, 邹宏海, 2003. 家化暗纹东方鲈全人工繁育. 动物学杂志, 28(1): 59—62
- 邹记兴, 向文周, 胡超群等, 2003. 点带石斑鱼仔、稚、幼鱼的生长与发育. 高技术通讯, 2003(4): 77—84
- 张海发, 刘晓春, 刘付永忠等, 2006. 斜带石斑鱼胚胎及仔稚幼鱼形态发育. 中国水产科学, 13(5): 689—696
- 陈国华, 张 本, 2001. 点带石斑鱼人工育苗技术. 海洋科学, 25(1): 1—4
- 陈莲芳, 郑元甲, 1984. 东海区绿鳍马面鲈的早期发育和产卵场、产卵期的探讨. 生态学报, 4(1): 73—79
- 郑惠东, 钟建兴, 蔡良侯, 2007. 菊黄东方鲈胚胎及仔稚幼鱼的发育. 台湾海峡, 26(1): 108—114
- 单秀娟, 袁硕增, 2009. 鲈鱼(*Micthys miuy*)仔、稚鱼发育生长方式及其生态学意义. 海洋与湖沼, 40(6): 714—719
- 赵传纲, 张仁斋, 陆穗芬, 1985. 中国近海鱼卵与仔鱼. 上海: 上海科学技术出版社, 1—152
- 赵传纲, 陈莲芳, 1980. 绿鳍马面鲈人工授精和仔鱼. 水产科技情报, (6): 1—3
- 徐自勤, 1983. 马面鲈鱼综合利用途径的研究. 水产科技情报, (1): 7—9
- 徐学龙, 郑元甲, 刘 松, 1992. 东、黄海绿鳍马面鲈的资源评估. 海洋与湖沼, 23(6): 656—671
- 殷名称, 1995. 鱼类仔鱼期的摄食和生长. 水产学报, 19(4): 335—342
- 雷霖霖, 2004. 海水鱼类养殖理论与技术. 北京: 中国农业出版社, 447—703
- Barlow G W, 1987. Spawning, eggs and larvae of the longnose

- filefish *Oxymonacanthus longirostris*, a monogamous coralivore. *Environmental Biology of Fishes*, 20: 183—194
- Clements W H, Livingston R J, 1984. Prey selectivity of the fringed filefish *Monacanthus ciliatus* (Pisces: Monacanthidae): role of prey accessibility. *Marine Ecology*, 16: 291—295
- Kawase H, Nakazono A, 1995. Predominant maternal egg care and promiscuous mating system in the Japanese filefish, *Rudarius encodes* (Monacanthidae). *Environmental Biology of Fishes*, 43: 241—245
- Kendall A W Jr, Ahlstrom E H, Moser H G, 1984. Early life history stages of fishes and their characters. *Ontogeny and systematics of fishes*. *Am Soc Ichthyol Herpetol, Spec Publ*, 1: 11—22
- Kokita T, Nakazono A, 2000. Seasonal variation in the diel spawning time of the coral reef fish *Oxymonacanthus longirostris* (Monacanthidae): parental control of progeny development. *Mar Ecol Prog Ser*, 199: 263—370

## POST-EMBRYONIC DEVELOPMENT OF FILEFISH *THAMNACONUS MODESTUS*

GUAN Jian<sup>1,2</sup>, CHEN Zhi-Xin<sup>3</sup>, ZHANG Jia-Nan<sup>2</sup>, GUAN Shu-Guang<sup>1</sup>,  
ZHENG Yong-Yun<sup>1</sup>, WEN Hai-Shen<sup>2</sup>, LIU Hong-Jun<sup>1</sup>

(1. *Mariculture Institute of Shandong Province, Qingdao, 266002*; 2. *Ocean University of China, Qingdao, 266003*;  
3. *Yantai Baijia Fishery Limited Corporation, Yantai, 265715*)

**Abstract** Morphological changes of filefish *Thamnaconus modestus* in early life stages, including yolk sac larva, pre-flexion larva, post-flexion larva, and juvenile stage, were examined in this study. Fish larvae were cultured in indoor concrete tanks filled with sand-filtered natural seawater (salinity 32—33) at 22—25°C and light intensity of 1000—2000 lx under constant aeration. Our observed developmental stages can be summarized as the following: the newly hatched larvae relied on yolk nutrition until 3dph (0—2dph, i.e., yolk-sac larvae), the mouth of the larvae opened at 3dph (3—18dph, i.e., pre-flexion larvae), the tail end of notochord upwarped at 19dph (19—24dph, i.e., flexion larvae), complete tail fin developed at 25dph (25—31dph, post flexion larvae), and all fin rays and scales nearly developed at 32dph when the larvae turned to juvenile stage. After 40dph, the young fish had the same appearance as the adult filefish gradually. In this work, the morphological development of pigment patterns and developmental characteristics of larvae mouth were also described.

**Key words** *Thamnaconus modestus*, Larvae, Juvenile, Development, Morphometrics