

doi: 10.3969/j.issn.2095-0780.2014.06.009

广东池塘培育条石鲷仔、稚、幼鱼的早期发育和生长

区又君¹, 李加儿¹, 艾丽^{1,2}, 谢菁^{1,2}

(1. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 农业部南海渔业资源开发利用重点实验室, 广东 广州 510300;
2. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

摘要: 研究了在广东饶平池塘人工培育的条石鲷 (*Oplegnathus fasciatus*) 仔、稚、幼鱼的形态发育和生长特性。条石鲷初孵的0日龄仔鱼全长(1.875 5 ±0.060) mm, 卵黄囊长径(0.739 ±0.135) mm, 短径(0.489 ±0.089) mm, 在水温为22~23℃的前期培育条件下, 3日龄仔鱼的卵黄被完全吸收, 而到第4天, 仅见到卵黄囊残余物。混合营养期仅1 d。在水温为24~27℃、盐度29~30、pH 7.4~8.2条件下, 3日龄的仔鱼已开口, 但仍不能主动摄食, 4日龄仔鱼便进入了外源性营养阶段。8日龄鳃弓形成, 12日龄尾椎弯曲, 25~30日龄仔鱼的背鳍、胸鳍、腹鳍、臀鳍、尾鳍先后出现, 鳞片出现, 进入稚鱼期。40日龄时进入幼鱼期, 全身覆盖鳞片, 条带全部形成, 形态与成鱼相似。全长、体长、体质量和体高随日龄的生长速度均呈显著的指数函数关系, 体高/全长之比在0~5日龄时急剧下降, 随后逐渐增高, 20日龄后趋于平缓。

关键词: 条石鲷; 早期发育; 生长; 池塘育苗; 广东

中图分类号: S 965.328; S 961.2 文献标志码: A 文章编号: 2095-0780-(2014)06-0066-06

Early development and growth of larval, juvenile and young *Oplegnathus fasciatus* reared in pond in Guangdong Province

OU Youjun¹, LI Jia'er¹, AI Li^{1,2}, XIE Jing^{1,2}

(1. Key Lab of South China Sea Fishery Resources Exploitation & Utilization, Ministry of Agriculture; South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China;
2. College of Fisheries and Life, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: We investigated the early development and growth of larval, juvenile and young *Oplegnathus fasciatus* reared in pond in Raoping, Guangdong Province. The total length of newly-hatched larvae (0-dah) was (1.875 5 ±0.060) mm with a yolk sac long in (0.739 ±0.135) mm and short in (0.489 ±0.089) mm. Under early rearing temperature of 22~23℃, the yolk was absorbed for 3-dah larvae, and only relic yolk sac could be found in 4-dah larvae, lasting only 1 d for mixotrophic period. Under conditions of 24~27℃, salinity 29~30 and pH 7.4~8.2, mouth opened for 3-dah larvae, but unable to forage actively; 4-dah larvae turned to exotrophic period; gill arch formed for 8-dah larvae; caudal vertebrate flexion occurred for 12-dah larvae; for 25~30-dah larvae, whose dorsal fin, pectoral, pelvic fins, anal fin and caudal fin appeared successively, and scales occurred, entered juvenile stage. For those who entered young fish stage in 40 dah, the whole body was covered by scales and bands formed, similar with adults in morphology. Correlation among total length, body length, body weight, body height in relation to daily growth could be expressed by exponent function; the ratio of body height to total length sharply decreased during 0~5 dah, after that it gradually increased and became stable after 20 dph

Key words: *Oplegnathus fasciatus*; early development; growth; pond rearing; Guangdong

收稿日期: 2014-05-26; 修回日期: 2014-06-18

资助项目: 广东省科技计划项目(2007B020708005); 广东省海洋渔业科技推广专项项目(A200901D01); 中国水产科学研究院水产种质资源与养殖技术重点开放实验室基金课题(2007A014)

作者简介: 区又君(1964-), 女, 研究员, 从事鱼类生物学、发育生物学与水产增养殖技术研究。E-mail: ouyoujun@126.com

条石鲷 (*Oplegnathus fasciatus*) 隶属鲈形目、石鲷科、石鲷属^[1], 俗称日本鸚鵡鱼, 是温热带近海底层鱼类, 自然分布于中国、日本、韩国等地, 中国产于黄海、东海、台湾沿海^[2], 其形态优美, 色泽艳丽, 肉质细嫩, 营养价值高, 是极具养殖前景和观赏价值的海产名贵鱼类。20世纪60年代末, 日本开展了条石鲷的人工繁殖和育苗技术研究, 在80~90年代得到较快发展。中国在2005年开始报道条石鲷胚胎及仔稚鱼的发育研究^[3-4], 2004年~2005年黄海水产研究所规模化苗种生产获得成功, 培育出商品苗种 21×10^4 尾^[5]; 2006年~2007年南海水产研究在广东饶平县获得条石鲷人工孵化和室外人工育苗成功, 人工苗种经过2年养殖、人工调控和诱导成为成熟亲鱼, 2008年采用该批成熟亲鱼成功催产 $3\ 180 \times 10^4$ 粒受精卵, 在池塘培育出商品鱼苗 121×10^4 尾, 获得条石鲷南海区池塘规模化全人工繁育成功^[6]。目前, 国内外对条石鲷的研究已有较多报道^[7-22]。文章对广东池塘培育条件下条石鲷早期发育的形态特征进行了观察研究, 以期为南移驯养条石鲷的人工育苗提供参考资料。

1 材料与方法

2006年~2009年在广东省饶平县开展研究。条石鲷亲鱼2~3龄, 由人工孵化的鱼苗经海上网箱和室外水泥池养殖后培育而成, 在长方形抹角水泥池内自然产卵受精, 亲鱼池和产卵池相同, 水体积为 $5.5\text{ m} \times 4.5\text{ m} \times 1\text{ m}$, 池的上方以黑布遮光, 光照强度 $1\ 860 \sim 20\ 000\text{ lx}$ 。受精卵收集后置于 0.5 m^3 的孵化桶内进行孵化, 仔鱼孵出后在面积为 $1/15 \sim 2/15\text{ hm}^2$ 、水深 $1.5 \sim 2\text{ m}$ 的池塘内进行人工育苗, 育苗水温为 $24 \sim 27$ (其中前期培育水温为 $22 \sim 23$, 后期 $24 \sim 27$), 盐度 $29 \sim 30$, pH $7.4 \sim 8.2$ 。

从初孵仔鱼开始, 每日取样30尾左右, 在生物显微镜(Leica DM LB2)和体视显微镜(卡尔蔡司 Stemi2000C)下活体观察形态发育, 以目镜测微尺测量全长、体长、体高、肛前长、眼径、口径等可量性状, 数码相机拍照, 用分析天平称量体质量。另外每日再取样20~30尾, 用10%的中性甲醛固定备用。

卵黄囊的测定按区又君等^[23]的方法, 卵黄囊体积的计算公式为 $V = lh^2/6$ (l 为长径, h 为短

径)。

应用 Excel 2003 分析、计算各指标的平均值和标准差, 并对各指标变化趋势进行回归分析。

2 结果

2.1 条石鲷早期发育特征

在条石鲷早期发育阶段, 根据外部形态特征、内部器官的形成和生活习性变化等特点, 按殷名称^[24]和何永亮等^[25]的划分标准, 将条石鲷的早期发育过程分为以下几个阶段:

2.1.1 卵黄囊期仔鱼 初孵仔鱼(0日龄)。全长 $(1.8755 \pm 0.060)\text{ mm}$, 卵黄囊体积大呈椭圆形, 油球1个, 位于卵黄囊的前下方, 卵黄囊长径 $(0.739 \pm 0.135)\text{ mm}$, 短径 $(0.489 \pm 0.089)\text{ mm}$; 体透明, 肌节20~22对, 消化道呈细的直管状, 消化系统尚未分化, 肛凹明显, 鳍褶自头顶后部开始延伸, 绕过尾部, 止于卵黄囊后方; 仔鱼身体上布满黑色和黄色素, 油球也有星芒状黑色素, 从头部到尾部身体的 $6/7$ 有色素分布, 眼囊无色素, 透明; 耳囊清晰可见。孵化后30 min, 尾部变直。心脏跳动明显(图1-a)。

1日龄仔鱼。全长 $(2.421 \pm 0.137)\text{ mm}$, 卵黄囊和油球大部分被消耗, 消化道仍为直管状, 但比初孵仔鱼增粗, 肛门未开; 鳍褶变高, 背鳍和腹鳍鳍褶部分变厚, 颜色比初孵仔鱼加深, 出现辐射线; 脊柱前 $1/3$ 向下弯曲, 紧贴卵黄囊, 心脏较之前稍大, 眼囊后部可见耳囊, 能观察到内有2粒耳石。从头到尾身体的 $2/3$ 有色素分布, 腹部的色素分布更密集, 卵黄囊上有网状黑色素分布, 尾部下方有黑色素分布, 眼囊出现黑色素; 卵黄囊与鳍褶上有零星的星状色素细胞。仔鱼鱼体下部黑色素增多, 连成一条黑带, 另外, 仔鱼背部出现大量黄色色素。仔鱼活力不强, 大部分集中在水的下层, 头朝下悬浮于水中, 偶尔会颤动一下, 有时平直向前游动(图1-b)。

2日龄仔鱼。全长 $(2.439 \pm 0.069)\text{ mm}$, 卵黄囊仅剩残余, 油球进一步缩小; 消化道继续增粗, 眼囊褐色, 瞳孔还没有变黑; 背鳍褶进一步增厚, 有辐射状纹路, 隆起, 尾鳍鳍褶也有稍许增厚; 出现胸鳍原基; 在肠道背部出现一个鳔的小室且开始充气(图1-c)。

3日龄仔鱼。全长 $(2.523 \pm 0.124)\text{ mm}$, 卵黄已基本消耗完毕, 油球仅剩残余, 仔鱼出现胸鳍

褶, 张开, 透明, 基部稍尖, 边缘圆型。口已开, 但不能主动摄食, 眼囊和晶体的黑色素增多, 未完全变黑, 鳔增大, 体色素变深, 肠管更粗(图 1 - d)。

4 日龄仔鱼。全长 (2.838 ± 0.075) mm, 卵黄和油球全部吸收, 卵黄囊消失, 或油球略有残余, 仔鱼转为外源性营养阶段; 已开始摄食, 消化道粗大, 肠管出现盘曲, 消化道内已观察到食物; 眼囊和眼晶体已完全变黑; 背鳍褶增厚, 尾鳍褶放射丝明显(图 1 - e)。

2.1.2 尾椎弯曲前仔鱼 8 日龄仔鱼。全长 (3.622 ± 0.224) mm, 仔鱼肠道盘曲复杂, 背鳍褶增高, 胸鳍呈扇形, 没有出现鳍条分化。尾椎骨下侧开始增厚, 鳃盖透明, 可看到已形成的鳃弓, 掀开鳃盖可见形成一系列短小的伪鳃。在头部及腹部有零星的黑色素分布(图 1 - f)。

2.1.3 尾椎弯曲仔鱼 12 日龄仔鱼。全长 (5.350 ± 0.155) mm, 在显微镜下肌节清晰可见, 肌节数 21 ~22 对, 胸鳍发育成圆形, 边缘透明, 尾椎骨向上弯曲, 尾扇形成, 尾椎骨下侧有辐射状鳍条生成, 背、臀鳍鳍褶增高, 还没有形成鳍条, 出现腹鳍芽。鳃盖还未骨化, 透明, 可看到红色的鳃弓和鳃瓣。肠管屈曲非常复杂。鱼体腹部黑色素增多, 头部色素密集, 尾柄处有零星的色素出现(图 1 - g)。

2.1.4 尾椎弯曲后仔鱼 15 日龄仔鱼。全长 (6.412 ± 0.605) mm, 背、臀鳍支鳍骨长出鳍条, 背鳍有 11 ~13 枝鳍条, 臀鳍有 11 ~12 枝鳍条, 背鳍褶前端明显降低, 在鳍条生成处隆起, 而在尾柄处鳍褶几乎接近消失, 臀鳍褶的形状与背鳍相似, 尾鳍由圆形转变为截形尾, 鳍条大约有 14 ~15 枝, 脊椎骨末端弯曲完成。鳃盖出现色素, 从鳃盖末端到尾柄有一黑色点状色素连成的线条, 位于体侧清晰可见(图 1 - h)。

17 日龄仔鱼。全长 (11.47 ± 2.839) mm, 鱼体明显变高, 背部增高。体色素明显。背鳍软条数为 12 ~16 枝, 鳍条根部有少量色素出现, 臀鳍出现硬棘, 鳍条数为 14 ~16, 硬棘还没有变得坚硬, 软条部分透明, 无色素。尾鳍鳍条开始分节, 有点状黑色素分布, 由原型尾变为略有内凹的截形尾。经解剖观察, 肠道的弯曲已与成鱼相同。鳃盖开始形成, 有黑色素分布, 在鳃盖后缘开始有一刺状结构形成。揭开鳃盖可观察到伪

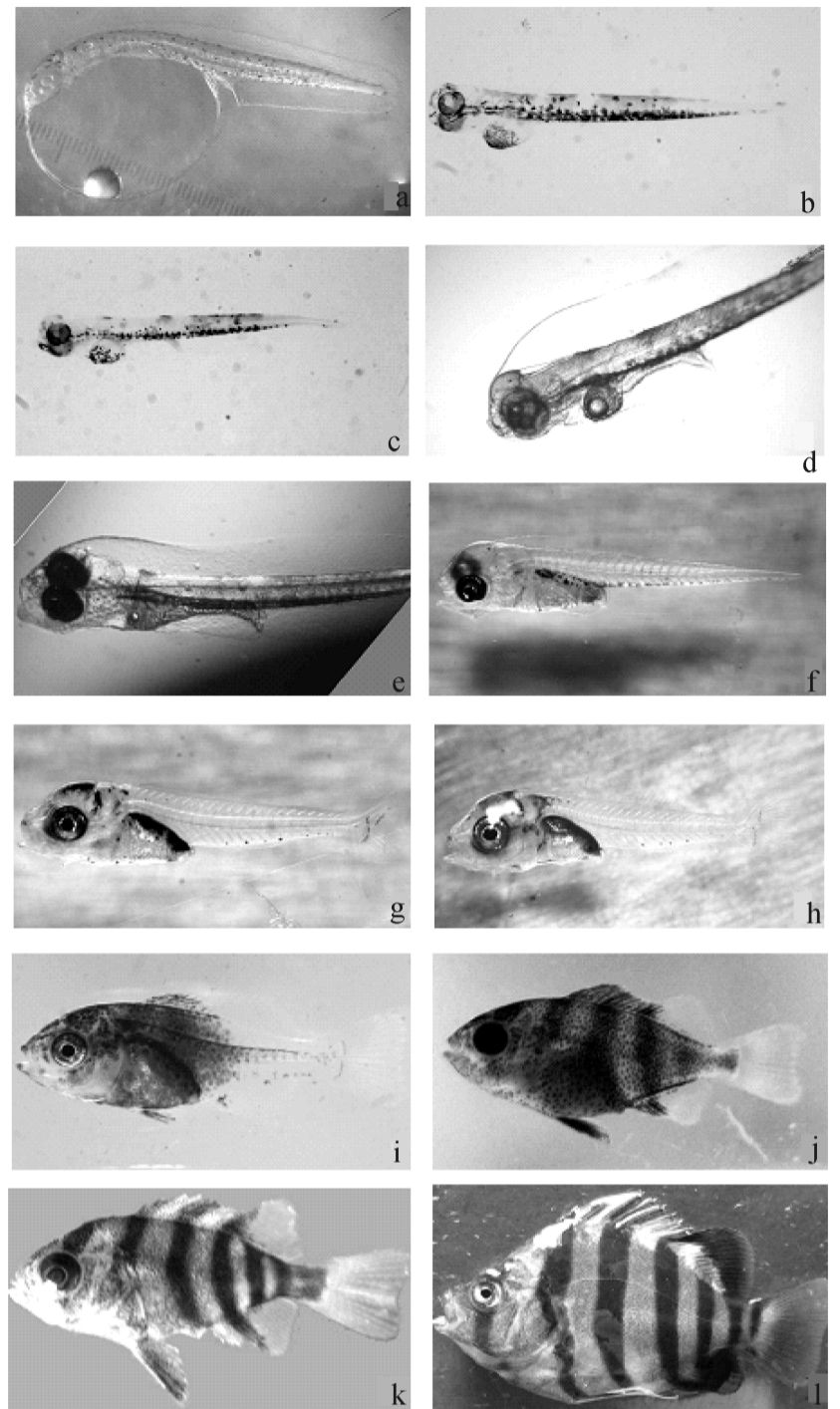


图 1 条石鲷的仔、稚、幼鱼发育

a. 初孵仔鱼; b. 1 日龄仔鱼; c. 2 日龄仔鱼; d. 3 日龄仔鱼; e. 4 日龄仔鱼; f. 8 日龄仔鱼; g. 12 日龄仔鱼; h. 15 日龄仔鱼; i. 17 日龄仔鱼; j. 25 日龄稚鱼; k. 30 日龄稚鱼; l. 40 日龄幼鱼

Fig 1 Early development of *O. fasciatus*

a newly hatched larva; b. 1-dah larva; c. 2-dah larva; d. 3-dah larva; e. 4-dah larva; f. 8-dah larva; g. 12-dah larva; h. 15-dah larva; i. 17-dah larva; j. 25-dah juvenile; k. 30-dah juvenile; l. 40-dah young fish

鳃已形成 5 条, 以中间 1 条为对称轴, 最长, 对称的其他 4 条长度依次变短, 形似松树。没有发现鳞片(图 1 - i)。

2.1.5 稚鱼 25 日龄稚鱼。全长 (20.64 ± 1.328) mm, 鳃盖后缘的小刺状结构已发育成为一扁状小棘, 鼻孔清晰可见, 靠近吻端的前鼻孔较大呈圆形, 后鼻孔较小呈椭圆形。背鳍鳍棘全部着黑色素, 有 5 枝鳍条出现黑色素分布, 其中后 2 枝只在鳍条根部分布有黑色素, 鳍条 18, 分 4 节。臀鳍的鳍棘出现黑色素, 鳍条前 3 枝出

现黑色素, 从第1到第3枝色素的分布范围和颜色呈递减的趋势, 鳍条 -13, 分4节, 尾鳍条18枝, 分7节。已形成6条色素带。在鳃盖、侧线位置接近尾部以及胸鳍下方发现鳞片(图1-j)。

30日龄稚鱼。全长(33.28 ± 2.125) mm, 各鳍条数和成鱼的相同, 胸鳍、尾鳍还没有出现色素, 背鳍和臀鳍的鳍条部分还没有完全着色。背鳍条 -18 ~19, 分7节, 无分支。臀鳍条 -12 ~13, 分7节, 无分支。尾鳍条18枝, 分10节, 有13枝鳍条出现分支, 从第9节开始分支。在鳃盖、侧线上下方以及尾柄部发现鳞片, 各个部分鳞片发育速度并不同步(图1-k)。

2.1.6 幼鱼 40日龄幼鱼。全长(42.58 ± 1.029) mm, 鳍条发育完全, 背鳍鳍棘部长于鳍条部, 第6鳍棘最长; 鳍条部高于鳍棘部, 第5鳍条最长, 臀鳍鳍棘短小。胸鳍呈长的钝圆形, 腹鳍胸

位, 鳍长较胸鳍长。尾鳍截形, 略有内凹。鱼体已全部被鳞, 鱼嘴呈 状, 背部明显增高。7条色素带全部形成, 第1条位于眼睛的上下方, 第2条位于背鳍第1至第2鳍棘下方, 第3条位于背鳍鳍棘部中央下方, 第4条位于背鳍棘后部下方, 第5条位于背鳍鳍条部中央下方, 第6条位于尾柄前部, 第7条位于尾柄后部。幼鱼在外部形态上与成鱼相似(图1-l)。

2.2 条石鲷仔、稚、幼鱼的生长规律

2.2.1 全长、体长、体质量和体高与生长日龄的关系 测定了条石鲷仔、稚、幼鱼的生长参数, 并进行回归分析, 其全长(TL)、体长(BL)、体质量(W)和体高(BH)与日龄的关系见图2。4个指标的生长速度均呈显著的指数函数关系, 全长与日龄的关系为 $TL = 2.062 1e^{0.081 7d}$, $R^2 = 0.965 3$; 体长与日龄的关系为 $BL = 1.814 4e^{0.080 2d}$, $R^2 = 0.956 2$; 体质量和日龄的关系为 $W = 0.000 4e^{0.208 3d}$, $R^2 =$

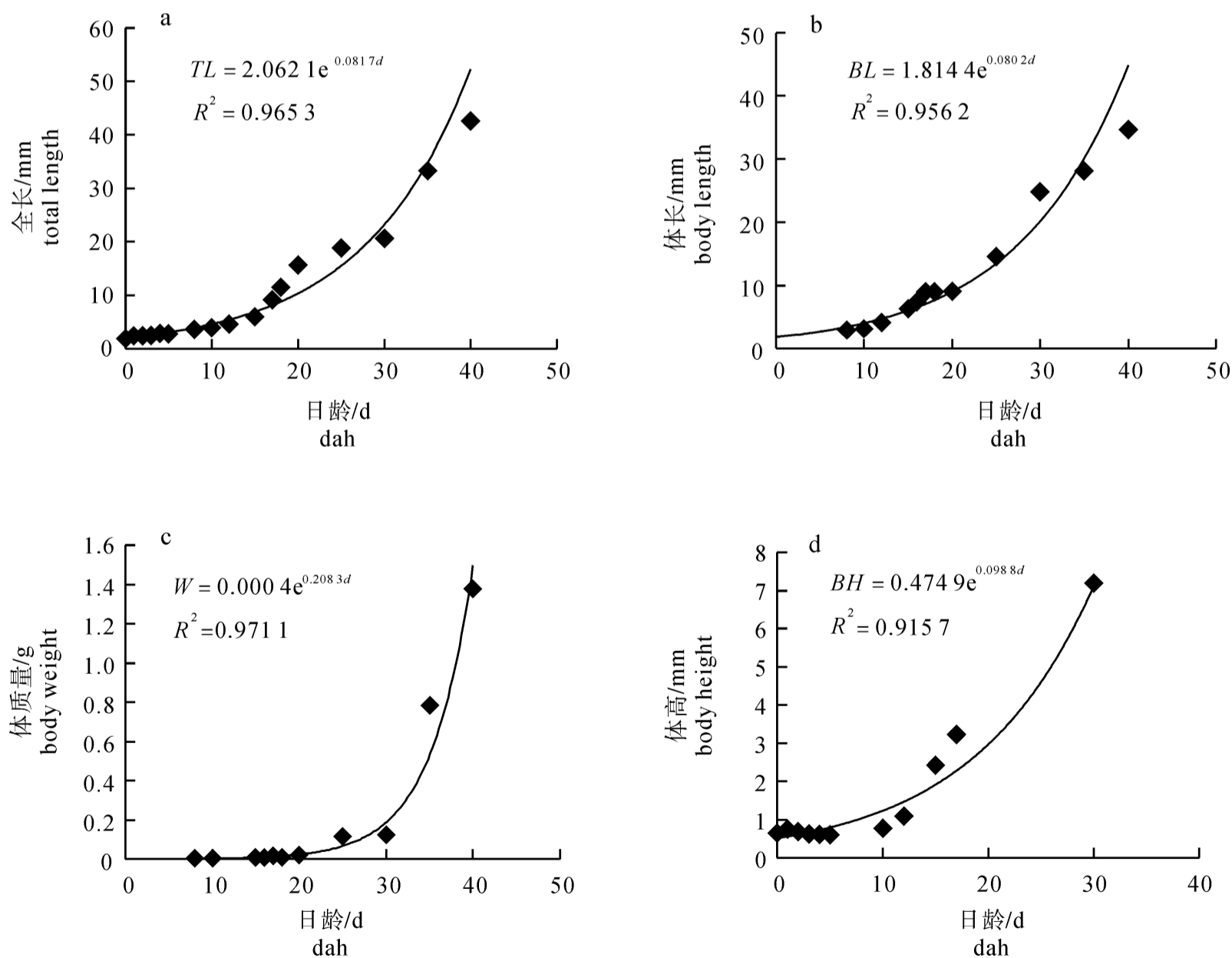


图2 条石鲷仔、稚、幼鱼全长、体长、体质量和体高随日龄增长的关系

a. 全长-日龄; b. 体长-日龄; c. 体质量-日龄; d. 体高-日龄

Fig 2 Relationship among total length, body length, body weight and body height in relation to daily growth of larval, juvenile and young *O. fasciatus*

a total length-dah (TL-d); b. body length-dah (BL-d); c. body weight-dah (W-d); d. body height-dah (BH-d)

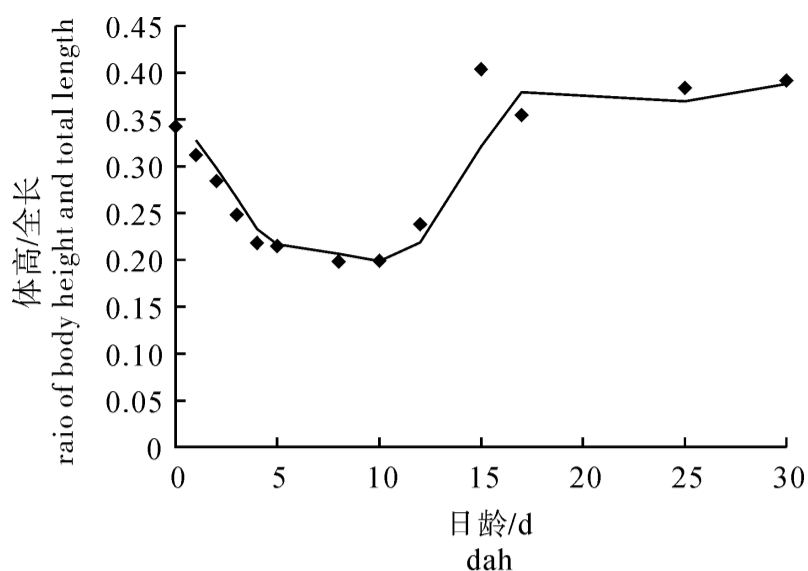


图3 条石鲷仔稚鱼体高与全长的比值随日龄的变化趋势

Fig 3 Change of body height/total length ratio in relation to dah for larval and juvenile *O. fasciatus*

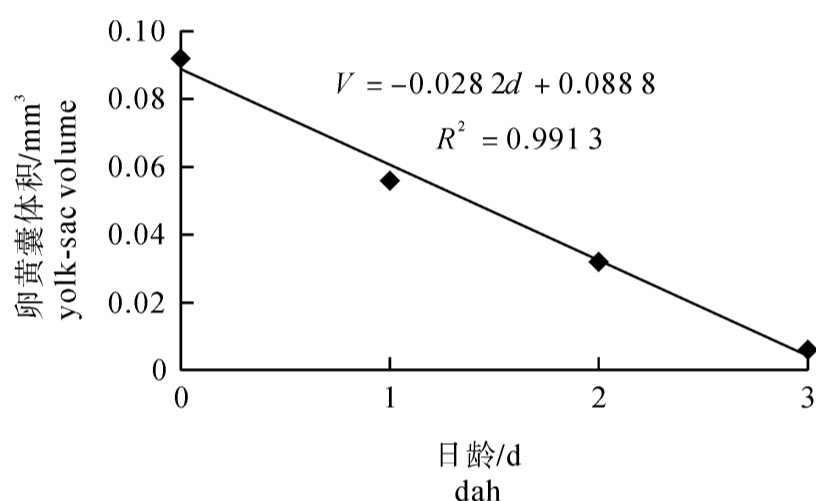


图4 条石鲷仔鱼卵黄囊体积的变化

Fig 4 Change of yolk sac volume of *O. fasciatus* larvae

0.971 1; 体高与日龄的关系为 $BH = 0.4749 e^{0.0988d}$, $R^2 = 0.9157$ 。

2.2.2 仔稚鱼体高/全长之比随日龄的变化 条石鲷仔稚鱼体高与全长的比值随日龄的变化趋势见图3。0~5日龄仔鱼体高/全长的比值急剧下降,表明这个时期的鱼苗全长的生长速度快于体高的增长;5~10日龄仔鱼体高与全长的比值下降趋缓;从12~17日龄开始体高与全长的比值开始上升,说明此时期体高的生长速度快于全长,鱼苗的体高开始显著增高;20日龄后体高和全长的比值变化趋于平缓。

2.2.3 仔鱼卵黄囊体积与日龄的关系 条石鲷初孵仔鱼的卵黄囊体积最大,到第3天时差不多已经被吸收完毕,从0日龄到1日龄卵黄囊体积缩小近1/2(图4)。仔鱼卵黄囊消耗的平均体积与日龄的关系为直线回归关系 $V = -0.0282d + 0.0888$ ($R^2 = 0.9913$),表明仔鱼的卵黄囊体积在3d内呈直线式缩小。

3 讨论

3.1 卵黄囊的消耗

卵黄囊物质是仔鱼开口摄食前所必需的营养来源,卵黄囊物质的消耗直接影响仔鱼的早期发育,与鱼苗的成活率有密切联系,不同温度导致了仔鱼卵黄囊物质吸收速度的差异^[23,26]。该研究中初孵仔鱼在22~23℃条件下卵黄囊消耗速度较快,3日龄仔鱼卵黄完全吸收,4日龄卵黄囊消耗完毕,混合营养期仅1d。因此,仔鱼开口期必须及时提供充足的适口饵料生物,否则仔鱼将因为开口时摄食不到饵料而大量死亡。

3.2 条石鲷仔鱼的开口饵料

由于条石鲷仔鱼开口时口径较小,一般选择较小型的开口饵料如S型或SS型轮虫。该研究在室外池塘进行育苗,以土塘培育的L型褶皱臂尾轮虫作为开口饵料也取得了较好的效果,第10天左右投喂果汁机搅碎的卤虫虾片,第15天左右捞取海水桡足类投喂,第20天投喂糠虾,第25~第30天投喂鲜杂鱼肉糜和鳗鱼粉,以此作为条石鲷人工育苗的饵料系列。

3.3 发育阶段的划分

该试验根据卵黄囊、油球的有无,尾椎的弯曲、鳍和鳞片等发育特征将条石鲷早期发育阶段划分为仔鱼期、稚鱼期和幼鱼期^[24-25]。仔鱼期又划分为卵黄囊期仔鱼、尾椎弯曲前仔鱼、弯曲期仔鱼和尾椎弯曲后仔鱼。从仔鱼孵出到第4天卵黄囊全部耗尽,这一时期为卵黄囊期仔鱼,为内源性营养期(第0~第3天)和混合性营养期阶段(第4天);从4日龄仔鱼到11日龄脊索一直为直线状,进入尾椎弯曲前仔鱼阶段;12日龄仔鱼脊椎骨末端开始出现弯曲,向上翘,此阶段为尾椎弯曲仔鱼;15日龄仔鱼尾下骨后缘与体轴垂直,进入尾椎弯曲后仔鱼时期;25日龄各鳍初步形成,鳞片出现,进入稚鱼期;40日龄时鱼体全身覆盖鳞片,条带全部形成,形态与成鱼相似,进入幼鱼期。

3.4 早期发育特征

卵黄囊期仔鱼的色素主要分布在鱼体腹部,消化道为细直线状。随着仔鱼逐渐发育,鳍条开始分化形成,鳍条的形成保证了条石鲷鱼苗能更好地摄取饵料、逃避敌害,提高了育苗过程的成活率。消化道由直管状逐渐开始弯曲,形成肠曲,胃逐渐膨大,各消化腺逐步形成,消化系统的发育完善为鱼

苗的成长及成活起到了至关重要的作用。

3.5 早期发育过程的危险期

在鱼类的早期发育过程中, 死亡率较高的几个阶段分别出现在仔鱼开口、仔鱼变态为稚鱼、自相残食等阶段^[23, 27-28]。条石鲷仔鱼3日龄开口, 此时期仔鱼在形态和结构上都发生着巨大的变化, 要完成从卵黄囊营养到主动摄食外界饲料的营养方式转变, 是鱼苗培育过程中的第一个危险期, 死亡率极高^[29]。而在仔鱼向稚鱼的转化过程中, 其变态、残食以及仔鱼的自身变化与外界环境条件不相适应等也会造成鱼苗的大量死亡。

参考文献:

- [1] 孟庆闻, 苏锦祥, 缪学祖, 等. 鱼类分类学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 673 - 675.
- [2] 朱元鼎. 福建鱼类志(下卷)[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1985: 254 - 255.
- [3] 常抗美, 毛建平, 吴剑锋, 等. 条石鲷胚胎及仔稚鱼的发育[J]. 上海水产大学学报, 2005, 14(4): 401 - 405.
- [4] 辛俭, 薛利建, 毛国民, 等. 条石鲷的胚胎发育观察[J]. 浙江海洋学院学报: 自然科学版, 2005, 24(1): 31 - 36.
- [5] 柳学周, 徐永江, 王妍妍, 等. 条石鲷的早期生长发育特征[J]. 动物学报, 2008, 54(2): 332 - 341.
- [6] 南海所主持承担的《条石鲷南移驯养及全人工繁育技术研究》取得重大突破[EB/OL]. [2008-06-12]. http://southchinafish.ac.cn/kjyz/200910/t20091010_4074.htm.
- [7] 宋国, 彭士明, 孙鹏, 等. 饥饿与再投喂及投喂频率对条石鲷幼鱼生长和消化酶活力的影响[J]. 中国水产科学, 2011, 18(6): 1269 - 1277.
- [8] 徐冬冬, 尤锋, 楼宝, 等. 条石鲷雌雄鱼核型及C-带的比较分析[J]. 水生生物学报, 2012, 36(3): 552 - 557.
- [9] 艾丽, 区又君, 李加儿, 等. 条石鲷早期发育阶段鳍的分化[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2010, 39(5): 517 - 522.
- [10] 区又君, 李加儿, 林锋. 南海区驯养条石鲷亲鱼的初次性成熟和产卵[J]. 南方水产科学, 2014, 10(5): 82 - 86.
- [11] 施兆鸿, 彭士明, 宋国, 等. 饥饿与再投喂对条石鲷幼鱼组织和血清中主要代谢酶活性及糖元含量的影响[J]. 水产学报, 2012, 36(9): 1435 - 1442.
- [12] 胡玲玲, 李加儿, 区又君, 等. 养殖条石鲷消化道形态构造及组织学观察[J]. 南方水产, 2010, 6(6): 65 - 69.
- [13] 胡玲玲, 李加儿, 区又君, 等. 条石鲷肌肉营养成分分析及评价[J]. 华南农业大学学报, 2010, 31(3): 71 - 75.
- [14] SHAN X J, QUAN H F, DOU S Z. Effects of delayed first feeding on growth and survival of rock bream *Oplegnathus fasciatus* larvae[J]. Aquaculture, 2008, 277(1): 14 - 23.
- [15] LIM S J, LEE K J. Partial replacement of fish meal by cottonseed meal and soybean meal with iron and phytase supplementation for parrot fish *Oplegnathus fasciatus*[J]. Aquaculture, 2009, 290(3/4): 283 - 289.
- [16] CHO Y S, CHOI B N, KIM K H, et al. Differential expression of Cu, Zn superoxide dismutase mRNA during exposures to heavy metals in rockbream *Oplegnathus fasciatus*[J]. Aquaculture, 2006, 253(1/2/3/4): 667 - 679.
- [17] NAM Y K, CHO Y S, CHO B N, et al. Alteration of antioxidant enzymes at the mRNA level during shortterm starvation of rockbream *Oplegnathus fasciatus*[J]. Fish Sci, 2005, 71(6): 1385 - 1387.
- [18] KIM Y I, HA Y M, AHN S J, et al. Production and characterization of polyclonal antibody against recombinant ORF 049L of rock bream (*Oplegnathus fasciatus*) iridovirus[J]. Proc Biochem, 2007, 42(2): 134 - 140.
- [19] 胡玲玲, 李加儿, 区又君, 等. 条石鲷头肾和脾脏的显微结构观察[J]. 南方水产, 2010, 6(3): 41 - 45.
- [20] 蔡文超, 区又君, 李加儿. 盐度对条石鲷胚胎发育的影响[J]. 生态学杂志, 2010, 29(5): 951 - 956.
- [21] 胡玲玲, 李加儿, 区又君, 等. 条石鲷外周血细胞的显微结构[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2009, 38(4): 384 - 387.
- [22] 蔡文超, 区又君, 李加儿. 南海区养殖条石鲷的胚胎发育[J]. 南方水产, 2009, 5(4): 31 - 35.
- [23] 区又君, 李加儿. 鲷鱼胚胎和卵黄囊期仔鱼的发育与营养研究[J]. 海洋学报, 1997, 19(3): 102 - 110.
- [24] 殷名称. 鱼类早期生活史研究与其进展[J]. 水产学报, 1991, 15(4): 348 - 358.
- [25] 何永亮, 区又君, 李加儿. 卵形鲳鲹早期发育的研究[J]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(4): 428 - 434.
- [26] FUKUHARA O. Effects of temperature on yolk utilization initial growth, and behavior of unfed marine fish larvae[J]. Mar Biol, 1990, 106(2): 169 - 174.
- [27] 区又君, 李加儿, 丁彦文. 人工培育条件下真鲷仔稚鱼的生物学特性[M]. 全国首届青年水产学术研讨会论文集. 上海: 同济大学出版社, 1995: 315 - 324.
- [28] 区又君, 李加儿. 人工培育条件下真鲷仔稚鱼的营养学特性[M]. 鱼虾营养研究进展. 广州: 中山大学出版社, 1995: 269 - 276.
- [29] 日本水产学会. 稚鱼的摄饵和发育[M]. 蔡完其, 李思发, 译. 上海: 上海科技出版社, 1979: 1 - 19.