

斜带石斑鱼仔稚鱼生长和摄食的研究

谢仰杰^{1*}, 翁朝红², 苏永全^{1**}, 王 军¹

(1. 厦门大学海洋与环境学院, 福建 厦门 361005; 2. 集美大学水产学院, 福建 厦门 361021)

摘要: 于2003~2004年对人工培育的斜带石斑鱼(*Epinephelus coioides*)仔鱼、稚鱼和幼鱼的生长和摄食进行了研究。在水温28.5~31.0℃, 盐度31.4~34.3条件下, 初孵仔鱼经39d培育变态为幼鱼。全长(L /mm)与日龄(D /d)的关系式为 $L = 2.039 8e^{0.076 7D}$; 体质量(M /mg)与日龄(D /d)的关系式为 $M = 0.065 8e^{0.252 8D}$; 全长(L /mm)和体质量(M /mg)的关系式为 $M = 0.006 5L^{3.267 3}$ 。对170尾仔、稚、幼鱼的解剖观察结果表明, 摄食率达95.88%, 饱食率达77.65%。饱食量(F /mg)与体质量(M /mg)呈直线相关, $F = 0.043 3M - 0.003 9$, 大多数仔稚鱼在30 min内可以饱食。仔鱼对轮虫的消化时间为1~2 h, 稚鱼对卤虫无节幼体和桡足类的消化时间分别为1.5~3 h和2~4 h。斜带石斑鱼仔稚鱼的摄食强度具有明显的昼夜节律性, 仔鱼白天摄食, 晚上不摄食, 前期仔鱼在8:00和18:00摄食量较大, 后期仔鱼在8:00和16:00摄食量较大, 稚鱼昼夜均摄食, 摄食高峰期出现在中午12:00。

关键词: 斜带石斑鱼; 仔鱼; 稚鱼; 摄食; 生长

中图分类号: Q 959.46; S 965.3

文献标识码: A

文章编号: 0438-0479(2007)01-0123-08

鲈形目(Perciformes) 鮨科(Serranidae) 石斑鱼属(*Epinephelus*) 的鱼类是我国重要的海水网箱养殖优质鱼类, 销售市场稳定、价格昂贵。石斑鱼也是人工繁殖与育苗技术难度最大的海产鱼类, 至今养殖种苗的供应仍主要依赖捕捞野生天然苗。对石斑鱼的研究国外已有许多报道。日本最早于20世纪60年代开始对赤点石斑鱼(*E. akaara*) 以及其它一些石斑鱼的人工繁殖进行了试验。20世纪70年代以后, 东南亚许多国家、科威特及我国大陆、香港、台湾也相继开展石斑鱼人工繁殖的研究。据张其永等(2000)的统计, 我国大陆已能成功繁殖培育出幼鱼鱼苗的石斑鱼种类有青石斑鱼(*E. awoara*)、赤点石斑鱼、鲑点石斑鱼(*E. fario*)和点带石斑鱼(*E. malabaricus*) 4种^[1]。最近几年, 国内许多科研单位先后对赤点石斑鱼^[2-4]、点带石斑鱼^[5-8]、斜带石斑鱼(*E. coioides*)^[9-12]和鞍带石斑鱼(龙胆石斑鱼, *E. lanceolatus*)^[13]等的人工繁殖和育苗技术进行了研究。但实际上仍与能够较稳定地进行种苗批量生产的目标尚有相当的差距。

斜带石斑鱼是我国最近几年大力发展养殖的海产鱼类, 其生长速度快, 易养殖。国外开展斜带石斑鱼人工育苗研究主要是泰国和菲律宾, 在我国台湾已可

以批量生产。至目前为止, 斜带石斑鱼的人工育苗技术仍未真正过关, 表现在育苗成活率较低, 出苗量不稳定。充分了解仔稚鱼的摄食习性是顺利进行人工育苗、提高育苗成活率的基本前提条件。迄今为止, 虽然对斜带石斑鱼仔稚鱼的生长和摄食的研究已有一些^[10-12, 14-16], 但仍然还有许多问题尚未明了。本文对此进行的一些观察研究结果, 可充实斜带石斑鱼的生物学基础资料, 为斜带石斑鱼的苗种生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 受精卵的来源和孵化

受精卵购自福建东山, 采用尼龙袋充氧密封运输至育苗场, 经与池水恒温后, 放入育苗池中孵化。孵化水温30.0℃, 盐度33.5。

1.2 鱼苗培育

育苗池为4.0 m × 4.0 m × 1.5 m的圆角方形室内水池。

海水由沙滤池抽取再经二次沙滤、沉淀后使用。从投喂轮虫开始, 在池水中添加一定浓度的小球藻(*Chlorella* sp.)。

育苗期间水温为28.5~31.0℃, 盐度为31.4~34.3, 无阳光直射。每池设8只充气石, 前期微充气, 随着鱼苗生长, 充气量逐渐增大。

以牡蛎(*Crassostrea gigas*) 受精卵和小型轮虫(*Brachionus plicatilis*) (经100 μm网目过滤) 为仔鱼的开口饵料, 密度分别约为20 ind/mL和5 ind/mL。

收稿日期: 2006-03-04

基金项目: 863计划(2003AA603011), 福建省重大科技项目(2002N009)资助

*现在集美大学水产学院工作

**通讯作者: yqsu@jingxian.xmu.edu.cn

随着鱼体生长,投喂个体较大的轮虫.所用轮虫采用小球藻和面包酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)培养,投喂前用营养强化剂(派克滋养液, Omega)强化 8~12 h.开口 4 天后不再投喂牡蛎受精卵,保持育苗水体的轮虫密度为(15~30) ind/mL. 18 日龄开始添加投喂桡足类(Copepod). 29~34 日龄添投经营营养强化(派克滋养液, Omega, 强化 4~8 h)的卤虫(*Artemia*)无节幼体.

鱼苗培育期间根据水质情况进行换水,一般仔鱼期每天换水 1 次,每次换水 20%~40%,稚鱼期每天换水 1~2 次,每次换水 40%~70%.定期吸污.

1.3 观察测量

从仔鱼出膜开始至 8 日龄,每天上午 8:00 左右从育苗池中随机取样 10 尾鱼苗测量其全长、称重、形态观察,在显微镜或解剖镜下解剖观察消化道饱满度,并计数胃肠中的各种生物饵料的数量.从 8 日龄开始到育苗结束,每隔 2~5 d 取样观测一次.在整个育苗期间,每天观察池中鱼苗的摄食、生长及活动状态.

消化道饱满度分为 5 级:0 级——胃肠内均无食物;1 级——胃肠内有少量食物;2 级——胃内食物适量;3 级——胃内充满食物,胃壁不膨大;4 级——胃内充满食物,胃壁膨大.试验中的各种生物饵料被仔稚鱼消化后均有比较完整的外壳残留下来,在显微镜下均可一一计数,对于无法分辨计数的内容物则忽略不计.各种饵料食物团质量按各类饵料生物平均质量折算获得.各类饵料生物的平均质量是通过称取一定数量的投喂用的饵料生物活体的质量计算得出.

摄食节律的测定:分别在前期仔鱼(4 日龄)、后期仔鱼(12 日龄)和稚鱼期(28 日龄),在 24 h 内分别于 0:00、4:00、6:00、8:00、12:00、16:00、18:00、20:00 和 24:00,从育苗池中随机取鱼苗 10 尾,解剖观察鱼苗的摄食情况.

饱食时间的测定:分别取 9 日龄、24 日龄和 27 日龄鱼苗各 200 多尾,放于无饵料的水体中暂养过夜.于次日早上 8:00 开始投喂(10 日龄仔鱼投喂轮虫,25 日龄稚鱼投喂卤虫无节幼体,28 日龄稚鱼投喂桡足类),分别于 30、60、90、120、150 和 180 min 后随机取样 10 尾进行检测.

消化时间的测定:分别取 10 日龄、25 日龄和 28 日龄的饱食鱼苗 200 余尾,置于无饵水体中,在 4 h 内每隔 30 min 取样 10 尾进行检测.

1.4 各指标的计算方法

$$\text{日生长率}(\%) = \frac{\ln x_2 - \ln x_1}{t_2 - t_1} \times 100$$

其中 x_2 、 x_1 分别为 t_2 日龄和 t_1 日龄时的全长或体质量.

量.

消化道饱满系数:消化道内饵料质量占体质量的百分比.

摄食率:摄食个体数占总个体数的百分比.

饱食率:消化道饱满度 3~4 级的鱼苗占有所有鱼苗的百分比.

饱食量:消化道饱满度 3~4 级的鱼苗的摄食量^[17].

饱食时间:空胃个体由投饵开始至摄食饱满(消化道饱满度 3~4 级)所需时间^[17].

消化时间:饱食个体在无饵料水体中至饵料消化排空所需时间^[17].

2 结果

2.1 仔稚鱼的形态发育及生态习性

(1) 前期仔鱼(Early larva stage)

从胚体孵化出膜至 4 日龄卵黄囊即将完全消失,为前期仔鱼阶段.

初孵仔鱼平均全长为 1.68 mm(1.63~1.76 mm),体透明,有一大的长圆形卵黄囊,卵黄囊长径约占仔鱼全长的 1/2,油球位于卵黄囊后端.仔鱼尾部朝下呈悬挂状或仰卧于水面,缺乏游泳能力,偶尔作间断性的短距离窜动.

1 日龄仔鱼平均全长为 2.26 mm,仔鱼身体明显延长,肠道明显.未开口,但已出现口凹,卵黄囊缩小近 1/2.大部分仔鱼侧挂于水中,作上下不规则的窜游.

2 日龄仔鱼平均全长为 2.53 mm,卵黄囊大为缩小,口裂形成,肠道贯通,胸鳍出现.仔鱼分布于水体中、上层.

3 日龄仔鱼平均全长为 2.61 mm,卵黄囊近消失,胸鳍进一步增大,肠道分化明显,出现鳔.仔鱼能作水平游动,有明显的摄食行为.

4 日龄仔鱼平均全长为 2.64 mm,卵黄完全消失,油球也即将消失,游泳和摄食能力增强,开始集群.

(2) 后期仔鱼(Late larva stage)

从 5 日龄卵黄和油球被完全吸收至 19 日龄部分个体各鳍条形成,为后期仔鱼.

5 日龄仔鱼平均全长为 2.82 mm,卵黄囊完全消失.

7 日龄仔鱼平均全长为 3.40 mm,大部分个体出现背鳍棘和腹鳍棘.

8 日龄仔鱼平均全长为 3.51 mm,游泳能力增强,可逆水游动,仔鱼间个体大小差异日趋显著.仔鱼白天小规模集群在水体的中上层游动、摄食,喜聚集于

池壁旁;夜间则于表层漂游。

12 日龄仔鱼平均全长为 4.76 mm,尾鳍下叶和背鳍原基出现。背鳍棘长达全长的 2/5。

15 日龄仔鱼平均全长为 6.18 mm,背鳍棘长达全长 1/2。尾鳍条出现,臀鳍原基出现。仔鱼游速快,不易捕捉。

18 日龄仔鱼平均全长为 8.64 mm,大多数鳍条出现,尾柄尚存在鳍膜。有部分个体进入稚鱼期。

(3) 稚鱼期 (Juvenile stage)

从 20 日龄大部分个体各鳍条发育完整至 38 日龄部分个体鳞被形成为稚鱼期。

20 日龄稚鱼平均全长为 9.88 mm,鳍膜消失,各鳍形成。多栖息于中下水层,且多逗留于池壁旁。

23 日龄稚鱼平均全长为 14.34 mm。背鳍棘长 5.0 ~ 5.3 mm。

25 日龄稚鱼平均全长为 18.85 mm。背鳍棘长 4.7 ~ 5.0 mm。较大个体开始出现鳞片。

30 日龄稚鱼平均全长为 21.76 mm。大部分个体

体侧出现鳞片。

(4) 幼鱼期 (Young fish stage)

从 39 日龄大部分鱼体鳞被形成开始为幼鱼期。

39 日龄鱼苗平均全长为 33.91 mm,大多数个体鳞片已长齐,完成变态进入幼鱼期,形态特征与成鱼相似。

2.2 仔、稚、幼鱼的生长

斜带石斑鱼仔、稚、幼鱼的生长见表 1。全长平均日增长率为 7.18%,体质量平均日增长率为 20.60%。全长 (L/mm) 与日龄 (D/d) 的关系式为 $L = 2.0398 e^{0.0767D}$,相关指数 $R^2 = 0.9819$;体质量 (M/mg) 与日龄 (D/d) 的关系式为 $M = 0.0658 e^{0.2528D}$,相关指数 $R^2 = 0.9758$ 。

斜带石斑鱼仔、稚、幼鱼的全长 (L/mm) 和体质量 (M/mg) 的关系式为 $M = 0.0065L^{3.2673}$,相关指数 $R^2 = 0.9937$ (图 1)。

2.3 摄食率和消化道饱满度

在人工培育条件下由于饵料充足,斜带石斑鱼仔、

表 1 斜带石斑鱼仔、稚、幼鱼的全长和体质量

Tab. 1 Total length and mass of larval, juvenile and young *E. coioides*

发育阶段	日龄	测定尾数	全长/mm		体质量/mg		
			均数 ±标准差	范围	均数 ±标准差	范围	
前期仔鱼	初孵仔鱼	20	1.68 ±0.04	1.63 ~ 1.76	0.21		
	1	10	2.26 ±0.04	2.20 ~ 2.31	0.16		
	2	10	2.53 ±0.09	2.34 ~ 2.61	0.14		
	3	10	2.61 ±0.08	2.47 ~ 2.71	0.14		
	4	10	2.64 ±0.09	2.54 ~ 2.85	0.15		
后期仔鱼	5	10	2.82 ±0.07	2.71 ~ 2.88	0.16		
	6	10	3.12 ±0.12	2.92 ~ 3.29	0.21		
	7	10	3.40 ±0.30	3.05 ~ 3.93	0.35		
	8	10	3.51 ±0.26	3.19 ~ 3.97	0.44		
	10	10	3.95 ±0.43	2.95 ~ 4.31	0.57		
	12	10	4.76 ±0.65	3.48 ~ 5.43	0.86 ±0.18	0.50 ~ 1.00	
	15	10	6.18 ±0.84	4.95 ~ 7.47	2.05 ±0.77	1.00 ~ 3.60	
	18	10	8.64 ±0.66	7.20 ~ 9.45	8.87 ±1.36	6.50 ~ 10.50	
	稚 鱼	20	10	9.88 ±0.87	9.00 ~ 11.70	11.76 ±1.85	9.40 ~ 14.50
		23	10	14.34 ±1.06	12.80 ~ 16.00	42.68 ±8.97	30.10 ~ 59.80
25		10	18.85 ±2.55	14.40 ~ 22.10	101.39 ±38.97	47.40 ~ 160.00	
28		10	19.63 ±2.72	15.00 ~ 22.50	109.44 ±45.25	41.70 ~ 174.20	
30		10	21.76 ±2.70	17.60 ~ 25.40	177.93 ±64.57	85.60 ~ 262.50	
35		10	23.73 ±1.97	21.50 ~ 27.20	236.82 ±75.36	156.30 ~ 358.20	
幼 鱼		39	10	33.91 ±4.24	29.00 ~ 42.00	656.22 ±240.62	403.00 ~ 1091.90

表 2 斜带石斑鱼仔、稚、幼鱼的摄食率和消化道饱满度

Tab. 2 Percentage of stomach with food and fullness of stomach of larval, juvenile and young *E. coioides*

日龄/d	测定尾数	消化道饱满度					摄食率/ %	饱食率/ %
		0	1	2	3	4		
3	10	7	3	0	0	0	30.00	0.00
4	10	0	1	6	3	0	100.00	30.00
5	10	0	1	2	4	3	100.00	70.00
6	10	0	1	3	3	3	100.00	60.00
7	10	0	0	2	4	4	100.00	80.00
8	10	0	0	1	8	1	100.00	90.00
10	10	0	0	2	6	2	100.00	80.00
12	10	0	0	1	7	2	100.00	90.00
15	10	0	0	1	3	6	100.00	90.00
18	10	0	0	2	6	2	100.00	80.00
20	10	0	0	1	3	6	100.00	90.00
23	10	0	0	2	3	5	100.00	80.00
25	10	0	0	1	4	5	100.00	90.00
28	10	0	0	0	4	6	100.00	100.00
30	10	0	0	0	6	4	100.00	100.00
35	10	0	0	0	5	5	100.00	100.00
39	10	0	0	1	4	5	100.00	90.00
合计	170	7	6	25	73	59	95.88*	77.65*

注: *为平均值.

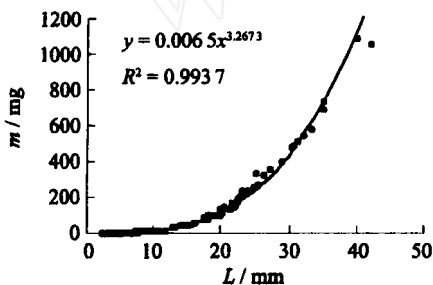


图 1 斜带石斑鱼仔、稚、幼鱼的全长和体质量的关系曲线

Fig. 1 Regression curves for total length and body mass of larval, juvenile and young *E. coioides*

稚、幼鱼的摄食率很高.对 170 尾仔、稚、幼鱼解剖观察结果表明,摄食率达 95.88%,4 日龄以上个体摄食率达 100%.刚开口摄食的个体,消化道饱满度均为 1 级,随着个体的生长发育,消化道饱满度逐渐提高,5 日龄以上的个体消化道饱满度 3~4 级的饱食个体的比例达到 60%~100%(表 2).

2.4 摄食量和消化道饱满系数

对 170 尾仔、稚、幼鱼摄食量的测定结果(表 3)表明,3 日龄仔鱼和 4 日龄仔鱼的摄食量均很低,5 日龄仔鱼的摄食量迅速增至 0.030 mg,饱满系数达到

19.17%.后期仔鱼阶段,摄食量变化较大,消化道饱满系数在 5.72%~19.17%之间.稚鱼阶段摄食量较稳定,消化道饱满系数在 3.63%~6.52%之间.39 日龄的幼鱼的消化道饱满系数平均为 4.13%.

在测定的 170 尾个体中,共有 132 尾为饱食个体,其饱食量见表 4.饱食量(F/mg)与体质量(M/mg)呈直线相关,相关关系式为 $F = 0.0433M - 0.0039$,相关系数 $r = 0.9606$.

2.5 饱食时间和消化时间

饱食时间和消化时间的测定结果表明:10 日龄仔鱼摄食轮虫 30 min 即有 60%个体达到饱食,摄食 60 min 所有个体饱食;25 日龄稚鱼摄食卤虫无节幼体 30 min 所有个体达到饱食;28 日龄稚鱼摄食桡足类 30 min 有 90%的个体达到饱食.饱食轮虫的 10 日龄仔鱼经过 1 h 消化有 40%个体胃肠道排空,经过 1.5 h 消化有 70%个体胃肠道排空,消化 2 h 所有个体胃肠道排空.饱食卤虫无节幼体的 25 日龄稚鱼经过 1.5 h 消化有 10%的个体胃肠道排空,经过 2 h 消化有 50%个体胃肠道排空,消化 3 h 所有个体胃肠道排空.饱食桡足类的 28 日龄稚鱼经过 2 h 消化有 10%的个体胃肠道排空,经过 3 h 消化有 50%个体胃肠道排空,消化 4

表 3 斜带石斑鱼仔、稚、幼鱼的摄食量和饱满系数

Tab.3 Feeding amount and plump coefficient of stomach of larval , juvenile and young *E. coioides*

日龄	测定尾数	平均摄食量/ind				食物团量/ mg	饱满系数/ %
		牡蛎卵和幼虫	轮虫	卤虫无节幼体	桡足类		
3	10	0.6	0.1	0	0	0.00015	0.11
4	10	1.8	5.5	0	0	0.0067	4.61
5	10	0.5	24.9	0	0	0.030	19.17
6	10	0	25.2	0	0	0.030	14.40
7	10	0	38.0	0	0	0.046	13.03
8	10	0	37.9	0	0	0.045	10.34
10	10	0	35.5	0	0	0.043	7.47
12	10	0	43.9	0	0	0.053	6.30
15	10	0	92.4	0	0	0.11	5.72
18	10	0	10.7	0	11.9	0.55	6.49
20	10	0	4.1	0	17.1	0.77	6.52
23	10	0	0	0	41.3	1.86	4.41
25	10	0	0	0	80.9	3.64	3.63
28	10	0	0	0	121.1	5.45	5.60
30	10	0	0	105.7	129.1	7.08	4.00
35	10	0	0	0	223.1	10.04	4.32
39	10	0	0	0	614.1	27.63	4.13

表 4 斜带石斑鱼仔、稚、幼鱼的饱食量

Tab.4 Amount of food in full stomach of larval , juvenile and young *E. coioides*

全长/ mm	测定尾数	平均体质量 / mg	平均饱食量/ind				食物团量 / mg	饱满系数 / %
			牡蛎卵和幼虫	轮虫	桡足类	卤虫		
2.51 ~ 3.00	10	0.15	1.8	24.6	0	0	0.030	19.16
3.01 ~ 4.00	28	0.39	0	38.6	0	0	0.046	13.23
4.01 ~ 5.00	8	0.69	0	45.3	0	0	0.054	8.09
5.01 ~ 6.00	7	1.17	0	62.3	0	0	0.075	6.31
6.01 ~ 8.00	8	3.49	0	80.9	3.4	0	0.25	6.39
8.01 ~ 10.00	12	10.23	0	8.7	15.4	0	0.70	6.98
10.01 ~ 12.00	3	13.77	0	0	21.7	0	0.98	7.03
12.01 ~ 14.00	2	31.65	0	0	40.5	0	1.82	5.81
14.01 ~ 16.00	10	47.02	0	0	51.3	0	2.31	4.98
16.01 ~ 18.00	2	80.35	0	0	43.5	43.5	2.48	3.09
18.01 ~ 20.00	7	103.34	0	0	95.4	22.9	4.57	4.59
20.01 ~ 22.00	10	140.58	0	0	140.1	25.4	6.61	4.71
22.01 ~ 24.00	10	190.19	0	0	163.1	40.0	7.82	4.08
24.01 ~ 27.00	5	286.82	0	0	219.6	31.2	10.26	3.59
27.01 ~ 30.00	2	380.60	0	0	385.0	0	17.33	4.56
30.01 ~ 35.00	5	559.48	0	0	503.6	0	22.66	4.10
35.01 ~ 42.00	3	958.93	0	0	976.3	0	43.94	4.54

表 5 斜带石斑鱼仔、稚鱼的饱食时间和消化时间

Tab. 5 Time for feeding from empty to full in stomach and digesting food from full to empty in stomach spent by larval and juvenile *E. coioides*

日龄/d	全长/mm	发育阶段	饵料种类	水温/	摄食时间/h		消化时间/h		
					出现饱食个体	50%个体饱食	出现排空个体	50%个体排空	全部个体排空
10	3.95 ±0.43	仔鱼	轮虫	29.5	<0.5	<0.5	1	1.5	2
25	18.85 ±2.55	稚鱼	卤虫无节幼体	29.7	<0.5	<0.5	1.5	2	3
28	19.63 ±2.72	稚鱼	桡足类	29.7	<0.5	<0.5	2	3	4

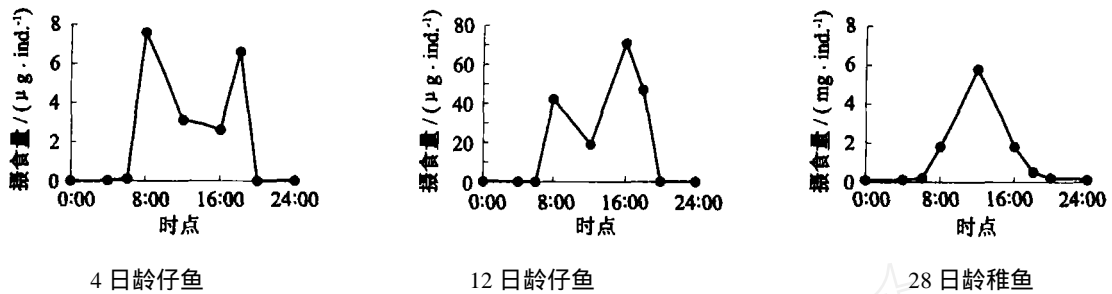


图 2 斜带石斑鱼仔稚鱼的摄食节律

Fig. 2 Feeding rhythm of larval and juvenile *E. coioides*

h 所有个体胃肠道排空. 由此可知, 斜带石斑鱼仔鱼对轮虫的消化时间为 1~2 h, 而稚鱼对卤虫无节幼体的消化时间较长, 为 1.5~3 h. 稚鱼对桡足类的消化时间最长, 为 2~4 h(表 5).

2.6 摄食的昼夜节律

对斜带石斑鱼仔、稚鱼摄食的昼夜节律的观察结果(图 2)表明: 4 日龄的前期仔鱼出现两个摄食高峰期, 第一个高峰期在上午 8:00, 每尾仔鱼平均摄食 6.2 个轮虫和 4.1 个牡蛎受精卵; 第二个高峰期出现在下午 18:00, 每尾仔鱼平均摄食 5.5 个轮虫. 12 日龄的后期仔鱼也出现两个摄食高峰期, 第一个高峰期在上午 8:00, 每尾仔鱼平均摄食 34.8 个轮虫, 第二个高峰期为下午 16:00, 每尾仔鱼平均摄食 39.2 个轮虫. 28 日龄的稚鱼出现一个摄食高峰期, 为中午 12:00, 每尾平均摄食 129.5 个桡足类. 仔鱼阶段夜间不摄食, 稚鱼夜间仍摄食少量饵料.

3 讨论

3.1 斜带石斑鱼仔稚鱼的个体发育及生长差异

斜带石斑鱼仔稚鱼的形态发育特点与其它石斑鱼类相似^[18-21]. 与多数海产鱼类相比, 斜带石斑鱼的初孵仔鱼较小, 平均全长为 1.68 mm, 但略大于点带石斑鱼 (*Epinephelus malabaricus*)^[18,19]、赤点石斑鱼 (*E. akaara*)^[4,20] 和青石斑鱼 (*E. awoara*)^[21]. 7 日龄的斜

带石斑鱼仔鱼(平均全长 3.40 mm) 多数个体出现背鳍棘和腹鳍棘, 与点带石斑鱼^[18,19] 和赤点石斑鱼^[4] 的背鳍棘和腹鳍棘出现时的仔鱼全长大致相同. 背鳍棘和腹鳍棘的出现是石斑鱼类仔鱼的重要特征之一. 背鳍棘和腹鳍棘的存在, 可能有增加浮力和惊吓致害生物的作用^[19]. 但是, 长棘的存在也给育苗生产带来一些困难, 如鱼苗容易粘附在换水网上而造成损失.

斜带石斑鱼仔、稚、幼鱼个体间存在明显的生长速度差异, 39 日龄的斜带石斑鱼全长和体质量的个体大小差异达 1.45 倍和 2.71 倍, 在稚鱼后期开始即出现明显的互残现象. 根据周仁杰报道, 培育到 44 日龄的斜带石斑鱼进入人工育苗试验的最后 2 周时间内, 由于互残, 育苗损失率高达 52.7%^[10]. 个体大小差异及其互残是许多鱼类稚、幼鱼阶段的普遍现象, 如真鲷 (*Pagrosomus major*)^[22]、花鲈 (*Lateolabrax japonicus*)^[23] 和鮟鲇 (*Nibea miichthioides*)^[17] 等. 稚幼鱼阶段的自相残杀是其习性, 很难改变, 尤其在个体大小差异显著以及饵料不足的情况下互残现象更为严重. 因此, 投喂充足的饵料并及时按不同规格分苗培育是减少互残、提高育苗成活率的重要措施.

3.2 关于斜带石斑鱼仔鱼的开口饵料问题

斜带石斑鱼仔鱼开口时个体小, 口裂也小, 不能摄食大轮虫, 因此生产上多用牡蛎受精卵和幼体作为开口饵料. 但是, 有时难于获得优质的牡蛎受精卵, 而且用牡蛎受精卵容易污染水质, 还有学者^[24] 认为, 虽然

牡蛎受精卵大小与仔鱼口径适合,能被取食,但其营养不足。Su 等^[15]以牡蛎受精卵、S 型轮虫和 SS 型轮虫中的一种或几种投喂斜带石斑鱼仔鱼,结果表明牡蛎受精卵和 SS 型轮虫都适合做仔鱼的开口饵料。而如果在开口后的 1~3 d 只投喂牡蛎受精卵,仔鱼生长缓慢。单独投喂 SS 型轮虫或牡蛎受精卵的育苗成活率相差不大;若同时投喂,成活率有所提高。本研究结果表明,斜带石斑鱼 3 日龄仔鱼可以摄食小轮虫,4 日龄开始就以轮虫作为主要饵料。因此,在生产上只要有小型的轮虫,就可以尽量缩短牡蛎受精卵的使用时间,开口后第 3 天开始就不必投喂牡蛎受精卵。

3.3 斜带石斑鱼仔稚鱼的摄食能力

不少研究表明,在人工饲养条件下,饵料充足,鱼类仔、稚、幼鱼摄食率很高,如秋冬季生殖真鲷为 98.1%^[22],春季生殖真鲷为 100%^[25],鮟状黄姑鱼为 97.9%^[17],花鲈为 99.1%^[23],花尾胡椒鲷(*Plectorhynchus cinctus*)为 97.0%^[26]。4 日龄以上的斜带石斑鱼仔、稚、幼鱼的摄食率均达到 100%,4 日龄以上饱食个体达到 60%~100%,大多数仔稚鱼在 30 min 之内即可从空胃状态摄食至饱食状态,说明斜带石斑鱼仔稚鱼的摄食能力很强,摄食活动旺盛。只要提供足够数量的适口的和营养充足的饵料,即可保证仔稚鱼充分的摄食。谢仰杰等的研究表明,饵料密度过高,会降低花鲈仔鱼的成活率和生长速度^[27]。因此,在育苗池内,在保证仔稚鱼充分摄食的情况下,应尽量降低饵料密度,以保证良好的水质和池中饵料的营养。本研究结果也表明,斜带石斑鱼育苗成活率普遍较低,其原因可能不在于摄食不足,而主要是水质问题、饵料营养问题或病害问题。

3.4 仔稚鱼的饱食时间及消化时间

本研究结果表明,无论是仔鱼对轮虫的摄食还是稚鱼对卤虫无节幼体或桡足类的摄食,大多数个体均可在 30 min 内达到饱食程度。而仔鱼对轮虫的消化时间和稚鱼对卤虫无节幼体或桡足类的消化时间略有不同。10 日龄仔鱼对轮虫的平均消化时间为 1.5 h,25 日龄稚鱼对卤虫无节幼体的平均消化时间为 2 h,28 日龄稚鱼对桡足类的平均消化时间为 3 h。斜带石斑鱼仔鱼对轮虫的消化时间明显短于真鲷仔鱼^[22]和鮟状黄姑鱼仔鱼^[17]的消化时间,其原因可能与水温不同有关。张海发等^[14]的研究结果表明,15 日龄的斜带石斑鱼仔鱼(全长 4.86 ± 0.38 mm)对轮虫的消化时间为 2 h,考虑到水温因素,其结果与本研究结果是一致的。作者认为,消化时间可作为生产上饵料投喂的间隔时间。

3.5 仔、稚鱼摄食的节律性

已有研究表明,鱼类的摄食活动具有节律性,可分

为白天摄食、晚上摄食、晨昏(黄昏和早晨)摄食和无明显节律等 4 种类型^[17,28]。本研究结果表明,斜带石斑鱼仔鱼夜间不摄食,在早晨和傍晚出现摄食高峰,为白天摄食偏于晨昏(黄昏和早晨)摄食类型。稚鱼的摄食高峰则出现于 12:00。张海发等^[14]对 15 日龄的斜带石斑鱼仔鱼(全长 4.86 mm ± 0.38 mm)在不同昼夜节律下的摄食节律的研究结果表明:自然昼夜组(对照组)、持续光照组和持续黑暗组仔鱼均摄食轮虫,持续黑暗组仔鱼的摄食量明显低于对照组。各组白天的摄食比例为总摄食量的 71.7%~91.3%。对照组在正午(14:00)出现一个明显的摄食高峰;持续光照组在下午(16:00~18:00)出现明显的摄食小高峰;黑暗组则未出现明显的摄食高峰。持续光照组在白天的群摄食率明显高于对照组;黑暗组在白天的群摄食率明显低于对照组。虽然摄食高峰出现的时间与本研究结果不太一致,但其结果也说明斜带石斑鱼仔鱼的摄食节律明显,为白天摄食为主的类型。赤点石斑鱼^[29]、真鲷^[22]和鮟状黄姑鱼^[17]等仔稚鱼也有类似的摄食节律性。对于这些鱼类,在育苗生产上,夜间不必投喂并尽量减少池中的饵料量,以节约饵料,同时可保持优良的水质;在早晨,则应尽早投喂,以保证仔稚鱼有较长的摄食时间,从而保证仔稚鱼的快速生长。

参考文献:

- [1] 张其永,洪万树.九十年代我国海水鱼类人工繁殖和育苗技术的现状与展望[J].现代渔业信息,2000,15(3):3-6.
- [2] 王涵生.赤点石斑鱼人工繁殖的研究——亲鱼的室内自然产卵[J].海洋科学,1996(6):4-8.
- [3] 毛国民,辛检,史海东,等.赤点石斑鱼 *Epinephelus akaara* 亲鱼强化饲养与产卵的试验研究[J].现代渔业信息,2004,19(12):35-36.
- [4] 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[J].中山大学学报:自然科学版,2001,40(1):81-84.
- [5] 陈国华,张本.点带石斑鱼亲鱼培育、产卵和孵化的实验研究[J].海洋与湖沼,2001,32(4):428-435.
- [6] 陈国华,张本.点带石斑鱼人工育苗技术[J].海洋科学,2001,25(1):1-4.
- [7] 全汉锋,刘振勇,范希军.点带石斑鱼人工育苗技术的初步研究[J].福建水产,2004(1):31-34.
- [8] 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[J].水生生物学报,2003,27(4):378-384.
- [9] 刘付永忠,王云新,黄国光,等.斜带石斑鱼亲鱼强化培育及自然产卵研究[J].中山大学学报:自然科学版,2000,39(6):81-85.
- [10] 周仁杰,林涛.斜带石斑鱼人工育苗技术试验[J].台湾

- 海峡,2002,21(1):57-62.
- [11] 王云新,黄国光,刘付永忠,等.斜带石斑鱼人工育苗试验[J].渔业现代化,2003(6):14-15.
- [12] 史海东,辛俭,毛国民,等.斜带石斑鱼人工育苗技术的初步研究[J].浙江海洋学院学报:自然科学版,2004,23(1):19-23.
- [13] 龚孟忠,陈慧,范希军.龙胆石斑鱼引种及人工育苗技术的初步研究[J].福建水产,2004(1):47-50.
- [14] 张海发,刘晓春,林浩然,等.斜带石斑鱼仔鱼的摄食节律及日摄食量[J].水产学报,2004,28(6):669-674.
- [15] Su H M,Su M S,Liao I C. Preliminary results of providing various combinations of live foods to grouper (*Epinephelus coioides*) larvae[J]. Hydrobiologia,1997(358):301-304.
- [16] Doi M, Toledo J D, Golez M S N, et al. Preliminary investigation of feeding performance of larvae of early red-spotted grouper, *Epinephelus coioides*, reared with mixed zooplankton[J]. Hydrobiologia,1997(358):259-263.
- [17] 张雅芝,郑斯电. 鮟状黄姑鱼早期发育阶段的摄食与生长特性[J]. 海洋与湖沼,1999,30(2):117-126.
- [18] 邹记兴,向文洲,胡超群,等.点带石斑鱼仔、稚、幼鱼的生长与发育[J].高技术通讯,2003,13(4):77-84.
- [19] 陈国华,张本.点带石斑鱼仔、稚、幼鱼的形态观察[J].海南大学学报:自然科学版,2001,19(2):151-156.
- [20] 王涵生,方琼珊,郑乐云.赤点石斑鱼仔稚幼鱼的形态发育和生长[J].上海水产大学学报,2001,10(4):307-312.
- [21] 张仁斋,陆穗芬,赵传细,等.中国近海鱼卵与仔鱼[M].上海:上海科学技术出版社,1985:56-57.
- [22] 张雅芝,郑金宝,陈昌生,等.秋冬季生殖真鲷仔、稚、幼鱼摄食习性与生长的研究[J].厦门水产学院学报,1994,16(2):16-27.
- [23] 张雅芝,郑金宝,谢仰杰,等.花鲈仔、稚、幼鱼摄食习性与生长的研究[J].海洋学报,1999,21(5):110-119.
- [24] 邹记兴,胡超群,肖耀兴,等.石斑鱼性控技术与育苗现状及产化概述[J].水利渔业,2000,20(2):1-3.
- [25] 张雅芝,陈而兴.春季生殖真鲷仔、稚、幼鱼的摄食与生长的初步研究[J].水产学报,1990,14(2):105-113.
- [26] 张雅芝,谢仰杰,张文生.花尾胡椒鲷早期发育阶段的摄食与生长特性[J].台湾海峡,2000,19(1):27-35.
- [27] 谢仰杰,翁朝红,蔡仪.饵料密度对花鲈仔鱼生长和存活的影响[J].海洋科学,2004,28(3):23-26.
- [28] Helfman G S. Fish behaviour by day, night and twilight [C]// Pitcher T J, ed. The Behaviour of Teleost Fishes. Baltimore: The Johns Hopkins University Press,1986:366-387.
- [29] Yamamoto S. Diurnal rhythm of feeding activity and estimation of daily ration of the larval red spotted grouper *Epinephelus akaara*[J]. Nippon Suisan Gakkaishi,1996,62(3):399-405.

Studies on Growth and Feeding of Larva and Juvenile of *Epinephelus coioides*

XIE Yang-jie^{1*}, WEN G Zhao-hong², SU Yong-quan^{1**}, WANG Jun¹

(1. College of Oceanography and Environmental Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China;

2. Fisheries College, Jimei University, Xiamen 361021, China)

Abstract: Growth and feeding of larva and juvenile of *Epinephelus coioides* were studied during 2003 and 2004. The larvae developed to young fish 39 days after hatching under the conditions of temperatures of 28.5~31.0 and salinities of 31.4~34.3. The relationship between the total length(L /mm) and day age(D /d) was counted to be $L = 2.0398e^{0.0767D}$, the relationship between the body mass(M /mg) and day age(D /d) could be expressed to be $M = 0.0658e^{0.2528D}$, and the relationship between the total length(L /mm) and body mass(M /mg) was calculated to be $M = 0.0065L^{3.2673}$. Based on the determination of 170 individuals, the percentage of stomach with food was 95.88% in the experimental conditions, and the percentage of stomach full with food was 77.65%. Amount of food in full stomach(F /mg) and the body mass(M /mg) could be expressed to be $F = 0.0433M - 0.0039$. Most of larvae and juvenile could spend less than 30 min on feeding from empty to full in stomach, the larvae spend 1~2 h on digesting rotifers from full to empty in stomach, and the juvenile spend 1.5~3 h on digesting artemia nauplii and 2~4 h on digesting copepods from full to empty in stomach. Feeding intensity was obviously different during day and night, the higher feeding intensities of early-stage larvae were at 8:00 and 18:00, while the higher feeding intensities of lately-stage larvae were at 8:00 and 16:00, and the higher feeding intensity of juvenile was at 12:00. It turn out that larvae were feeding only on day, not at night.

Key words: *Epinephelus coioides*; larva; juvenile; feed; growth