

斜带石斑鱼亲鱼周年产卵的观察及仔鱼活力判别

方琼珊, 郑乐云, 林琪, 王涵生

(福建省水产研究所, 福建 厦门 361012)

摘要: 对5~7龄斜带石斑鱼 (*Epinephelus coioides*) 亲鱼的周年产卵、产卵量、卵质以及初孵仔鱼活力的判别进行了观察研究。亲鱼共231尾, 雌、雄、性别不明鱼样的数量比例为88:84:59; 养殖于面积为4 000 m², 平均水深为2.0 m的土池中; 冬季使用温泉加温管控制水温在18~26℃, 夏季通过遮阳网控制水温在26~32℃。结果显示: (1) 斜带石斑鱼亲鱼每月均可产卵, 在水温25~31℃之间产卵量最多。全年产卵天数共为141 d, 总产卵量为184 999.6万粒, 平均每尾雌鱼的年产卵量为2 102.3万粒, 其中, 1月中旬到7月下旬是亲鱼的产卵盛期, 共产卵108 d, 占全年产卵时间的76.6%; 产卵166 133.5万粒, 占全年产卵量的89.8%。 (2) 斜带石斑鱼卵的受精率和孵化率在初夏的产卵盛期可达80%~90%, 其他季节一般在30%~60%。 (3) 测定了15批受精卵所孵化出仔鱼的存活力指数SAI值为3.98~18.30, SAI值与卵的受精率、孵化率呈正相关性; 只有SAI值高于6.19的仔鱼才有可能被成功培育成苗。因此, 在春夏之交和夏秋之交, 水温24~28℃时, 选用受精率、孵化率和SAI值较高的受精卵进行人工育苗, 获得成功可能性最大。 [中国水产科学, 2009, 16(4): 557~563]

关键词: 斜带石斑鱼; 周年产卵; 仔鱼活力

中图分类号: S96

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2009)04-0557-07

斜带石斑鱼 (*Epinephelus coioides*) 分布于太平洋、印度洋的热带、亚热带海域, 在中国分布于福建南部、台湾、广东、广西、海南沿海^[7], 是目前福建、广东、海南等省养殖最多的石斑鱼属鱼类。经过10多年的不断改进, 斜带石斑鱼人工繁殖和育苗技术已得到很大改进, 实现了苗种培育的规模化生产, 目前斜带石斑鱼的养殖已完全可以依靠人工培育的苗种。但在人工育苗中仍经常发生仔鱼在开口前后就全部死亡现象, 同时不同季节人工培育的苗种在数量和质量方面也有很大的差别, 而卵的质量是影响育苗成败的主要因素之一。

有关石斑鱼的产卵习性的研究已有许多报道, 包括对赤点石斑鱼 (*Epinephelus akaara*)^[1-2]、巨石斑鱼 (*E. tauvina*)^[3]、七带石斑鱼 (*E. septemfasciatus*)^[4]、云纹石斑鱼 (*E. moara*)^[5]、褐点石斑鱼 (*E. fuscogut-*

tatus)^[6]、斜带石斑鱼 (*E. coioides*)^[7-9]、点带石斑鱼 (*E. malabaricus*)^[10-12]等的研究报道; 另有学者对赤点石斑鱼和斜带石斑鱼的产卵和仔鱼存活力的判别进行了研究^[13-15]。但上述许多作者对石斑鱼产卵习性的观察仅限于1~3个月之间的产卵时期。斜带石斑鱼属大型石斑鱼类, 其产卵模式与赤点石斑鱼、青石斑鱼 (*E. awoara*) 等小型石斑鱼的产卵模式不同, 赤点石斑鱼一年之中只在春夏之交的一个繁殖期内产卵, 大约持续2个月^[11-2, 13]。而斜带石斑鱼则在一年之中的每个月都会产卵, 每次产卵持续的时间不同。因此, 了解和掌握不同季节和不同水温对斜带石斑鱼产卵质量的影响, 亲鱼产卵质量高的条件选择, 以及准确判断卵质的方法等, 对苗种生产意义重大。本研究对斜带石斑鱼的周年产卵情况进行了连续观察, 对产卵规律、产卵量、卵质以及初孵仔鱼的活力

收稿日期: 2008-08-18; 修订日期: 2009-03-28.

基金项目: 福建省科技厅重大专项 (项目编号 20 04NZ03-1-4).

作者简介: 方琼珊 (1956-), 女, 副研究员, 主要从事海洋鱼类增殖养殖技术研究. Tel: 13607579720; E-mail: fqs720@126.com

通讯作者: 王涵生. E-mail: whs48@126.com

判别进行研究,以期确定优质受精卵的生产条件,从而为人工育苗提供基础科学依据。

1 材料与方法

1.1 亲鱼的培育

2002–2003年陆续选购台湾、福建及广东沿海自然海区中捕获的或海水网箱中养殖的4~5龄斜带石斑鱼236尾。集中养殖于一口面积为4 000 m²,平均水深为2.0 m的土池中,池水盐度为26.0~31.0, pH值7.9~8.3。池中设置2台水车式增氧机,确保充足的溶氧量。在自然状态下池中浮游植物、浮游动物会自然生长,根据水色、水质状况适时换水,适时泼洒石灰以调节池水的pH值。池塘上遮盖塑料保温棚,池底铺设温泉水加温管,使冬季水温保持在20.0~26.0℃间(个别时间低至18.0℃),夏季加盖黑色遮荫网,使水温控制在26~32℃。

每日投饵1次,一般以亲鱼不再活跃抢食为度。饵料为鲜度好的新鲜或冰冻蓝圆鲹(*Decapterus maruads*)、鲷鱼(*Engraulis japonicus*)、鲈鱼(*Pneumatophorus japonicus*)、沙丁鱼(*Sardina* sp.)等,有时投以鱿鱼(*Loliginidae* sp.)、沙蚕(*Nereis succinea*)等促进性腺发育的鲜活饵料,饵料中还定期适当添加复合维生素B和维生素E等。每天记录摄食量和摄食率(饵料质量/鱼体质量,%)

2004年11月,5~7龄的斜带石斑鱼共存活231尾,随机抽取47尾测量其全长为72~88 cm,平均78.89 cm;体质量8.3~13.9 kg,平均10.51 kg。用吸管吸取生殖腺组织在显微镜下检查,统计其性别比为雌:雄:性别不明=18:17:12。以此比例推算,全部亲鱼的性别数量比例大约为雌:雄:性别不明=88:84:59。性别不明者应为雌雄性腺发育水平都很低的间性鱼。亲鱼未施以任何人工激素。

1.2 受精卵收集

每天15:00–16:00,在亲鱼培育池用手抄网捞卵检查,发现有卵后,既开始张挂用60目的筛绢网制成的漏斗型集卵网。网长8 m,网口高1 m,宽1.6 m,后端收口渐细,以方便扎起收卵。网口张开以木框固定

置于池中,网口上部略高出水面30 cm左右,依靠池中两台对称设置的水车式增氧机开启时形成的水流收集卵。收卵在20:00–21:00之间开始,每隔1~2 h收集1次,一般1个晚上收集3~4次。收集到的受精卵大多已发育至囊胚后期。至翌日7:00–8:00,用手抄网于池塘里捞卵检查,可发现池中已基本无卵。

将收集的卵去除杂质后,称重以计算产卵量,以电子秤称取1 g卵,取样5~6次,平均数约为2 150粒,推算每kg卵约为215万粒。取大约5 kg卵置于一个0.5 m³的孵化桶中进行分离,将沉于底部的死卵排出,称重以计算浮卵率。上浮卵中除了发育正常的受精卵外还有部分未受精或假受精的卵。取100粒上浮卵置于显微镜下观察,受精卵以胚胎发育至囊胚后期为准,计算其受精率;另取100粒受精卵置于500 mL的烧杯中,水温25~32℃,盐度30~33,微充气,以第一尾仔鱼孵出后4 h计数孵出仔鱼数,计算孵化率。每次均设置2个平行,分析数据取两个平行组测定的平均值。

1.3 仔鱼的活力及存活力指数SAI的测定。

仔鱼的活力以存活力指数SAI(Survival Active Index)作为衡量指标^[13-14]。仔鱼完全孵出后用烧杯细心舀取肉眼观察无异常的仔鱼100尾,放入500 mL烧杯,置阴凉通风之处静水培育(春季水温低时置于25~26℃水浴槽中),不投饵,每天计算死亡的仔鱼数,直至仔鱼全部死亡,然后比较其半致死时间及存活力指数SAI值,每次测定设2个平行组,取其平均值。SAI值用以下公式计算:

$$SAI = \sum_{i=1}^k (N - h_i) \times i / N$$

式中, N 为起始的仔鱼数; k 为仔鱼全部死亡所需的天数; h_i 为第*i*天时仔鱼的累计死亡数。

1.4 数据处理

采用Excel软件对实验数据进行统计学分析,描述性统计值使用平均值±标准差($\bar{x} \pm SD$)表示。

2 结果与分析

2.1 亲鱼的产卵行为、产卵水温及产卵量

赤点石斑鱼在繁殖季节产卵时,雌鱼腹部膨大,

体色与平常无异,雄鱼出现明显婚姻色,白色及褐色的斑纹色彩对比强烈^[2]。斜带石斑鱼产卵时亲鱼的斑纹消失,不如平时鲜明,身体颜色明显分为大致相等的上下两部分,上半部颜色暗褐,下半部颜色灰白。雌鱼腹部明显膨大,雌雄亲鱼的颜色无明显差异。产卵动作与赤点石斑鱼很相近:先是雄鱼在池子中部追逐雌鱼,以后并排,鳃盖相贴,一起环游片刻后速度加快,直线急速前游数米,接着迅速拍水并顶出水面,完成产卵、排精动作。有时,雄鱼在水池底部开始追逐雌鱼,然后一起从池底急速地打大圈,游向水面,直至冲出水面 20~30 cm,完成产卵或排精。

从2004年12月到2005年11月,亲鱼每月均有产卵现象,共产卵19批次,每批次持续产卵时间为2~18 d,全年产卵天数共为141 d,总产卵数为184 999.6万粒,平均每尾雌鱼的年产卵量为2 102.3万粒。尽管斜带石斑鱼亲鱼全年每个月都可产卵,但可明显地区分出产卵盛期、产卵高峰期和一般产卵期。观察发现,产卵和月亮的盈缺有一定关系,产卵现象多发生于月圆至月缺期间或其前后几天之内,即大潮期间,但间或小潮期间也有产卵现象(表1)。

2004年12月5日,亲鱼培育池塘水温22.0~20.0℃时,亲鱼开始产卵。水温偶尔低至19.5~18.6℃时,亲鱼仍可零星产卵。1月上旬到7月下旬期间,是亲鱼产卵盛期,期间共产卵108 d,占全年产卵时间的76.6%;产卵166 133.5万粒,占全年产卵量的89.8%。期间平均水温为22.5~29.3℃。

产卵盛期内有2个产卵高峰。第1个产卵高峰期发生在1月11日到3月5日的54 d内,期间平均水温22.5~25.8℃,产卵5个批次共38 d,每个批次间隔3~6 d,共产卵86 958万粒,占全年产卵量的48%。4月6日到5月19日是第2产卵高峰期,期间平均水温24.7~28.3℃,共3个批次,持续产卵时间为8~9 d,最高日产卵9 890万粒,共产卵48 635.1万粒,占全年的26.3%。此后,水温升到31~32℃,平均水温达29℃以上,尽管产卵时间持续较长,但产卵量渐渐减少。产卵盛期过后,进入一般产卵期,亲鱼持续产卵时间较短,仅2~7 d;间隔停产的时间较长,为

16~30 d,日均产卵量明显减少。

2.2 浮卵率、受精率和孵化率

斜带石斑鱼卵的浮卵率、受精率和孵化率如表1所示。从表中看出:(1)斜带石斑鱼卵的浮卵率较低。6月下旬到2月上旬,浮卵率大多都在 $(52.3\pm 3.1)\%$ 以下;只有2月中旬到6月上旬,浮卵率相对较高,为 $(69.7\pm 19.7)\% \sim (76.8\pm 5.8)\%$ 。(2)斜带石斑鱼卵的受精率和孵化率总体较低,且与水温有一定的关系。在产卵盛期的1月11日到3月18日的第1个产卵高峰期间,气候多变,水温变化范围为22.5~24.8℃。此期产卵量虽大,但平均受精率只有 $(36.0\pm 19.0)\% \sim (74.5\pm 17.2)\%$;平均孵化率也低,为 $(41.0\pm 3.6)\%$ 。4月6日到6月9日的第2个产卵高峰期间,平均水温上升且较稳定,为24.75~28.3℃,各批次的受精率为 $(68.6\pm 15.0)\% \sim (76.5\pm 18.5)\%$,孵化率为 $(74.5\pm 11.5)\% \sim (84.3\pm 3.8)\%$,为全年最高。6月中旬到9月上旬,平均水温进一步上升到29.2~31.8℃,最高达33℃以上,平均受精率下降为 $(31.7\pm 6.5)\% \sim (57.9\pm 6.6)\%$,最低为15%;平均孵化率 $(38.0\pm 9.9)\% \sim (59.7\pm 20.6)\%$,最低仅为32.5%,明显低于前一阶段。7月中下旬平均水温29.3℃,已是产卵盛期之末,虽然有时持续产卵时间达到全年最长的18 d,其受精率和孵化率却分别只有 $(37.2\pm 24.5)\%$ 和 $(44.5\pm 17.6)\%$ 。9月下旬后平均水温下降为24.5~25.3℃,产卵虽然较前少些,但受精率和孵化率却比此前高些,达到60%上下。

2.3 仔鱼的存活力指数及育苗效果

2月到7月的15批卵所孵化的仔鱼的SAI值如表2所示,斜带石斑鱼仔鱼不投饵半致死时间高者超过5 d,短者小于3 d,大多数为4 d。全部死亡的时间最长10 d,最短只有4 d,大多为7~8 d。其SAI值与卵的受精率和孵化率呈正相关关系。如2月14日~2月17日、5月12日~5月15日以及7月23日、24日的卵的受精率和孵化率较高,其孵化仔鱼的存活时间也较长,为8~10 d,其SAI值也高,为9.83~18.30。7月11日~15日的卵的受精率和孵化率较低,孵化仔鱼的存活时间也较短,为4~7 d,其SAI值也低,为7.85~3.98。

表1 斜带石斑鱼亲鱼各批次产卵量及卵质 (2004年,2005年)
Tab 1. Spawned eggs quantity and quality of *E. coioides* (2004,2005)

批次 No.	日期 Date	农历 Lunar	水温/℃ Water temperature ($\bar{x} \pm SD$)	产卵 天数/d Spawning days	日摄食 率/% Daily feeding rate	总产卵量 /($\times 10^4$ 粒) Total spawning unmber	日均产卵量 /($\times 10^4$ 粒) Daily spawning unmber	浮卵率/% Floating rate ($\bar{x} \pm SD$)	受精率/% Fertilization rate ($\bar{x} \pm SD$)	孵化率/% Hatching rate ($\bar{x} \pm SD$)
1	1205~1211	1024~1030	22.5±1.5	7	0.28	4 342.8	620.4	46.2±10.6	47.4±17.2	48.3±14.2
2	1221~1222	1110~1111	19.1±1.3	2	0.14	107.6	53.8	37.7±2.2	38.7±1.5	41.0±3.6
3	0111~0115	1202~1206	24.8±1.8	5	0.42	12 428.1	2 485.6	26.1±4.2	36.0±19.0	56.8±19.5
4	0119~0122	1210~1213	24.8±1.9	4	1.38	10 664.1	2 666.0	40.6±9.4	60.4±9.7	59.5±3.8
5	0127~0207	1218~1229	22.5±1.6	12	0.92	26 230.0	2 185.8	61.8±17.4	57.6±11.4	62.9±13.8
6	0211~0218	0103~0110	23.8±1.8	8	0.92	11 932.5	1 491.6	69.7±19.7	74.5±17.2	78.7±13.7
7	0225~0305	0117~0125	24.5±2.8	9	0.96	25 703.3	2 855.9	71.3±13.8	61.8±31.4	66.9±10.3
8	0311~0318	0202~0209	24.0±2.8	8	1.01	6 331.8	791.5	61.8±17.5	60.8±21.3	67.2±12.3
9	0406~0414	0228~0306	24.7±2.5	9	0.99	26 660.1	2 962.2	67.7±13.9	68.6±15.0	74.5±11.5
10	0429~0506	0321~0328	28.3±1.9	8	0.46	9 107.0	1 138.4	66.6±25.4	76.5±18.5	78.1±15.5
11	0511~0519	0404~0412	25.8±2.2	9	0.45	12 868.0	1 429.8	70.2±12.3	72.0±14.1	84.3±3.8
12	0602~0609	0426~0503	27.0±2.0	8	0.51	7 144.5	893.1	76.8±5.8	72.2±12.4	83.1±6.7
13	0613~0622	0507~0516	29.2±1.8	10	0.56	9 668.0	966.8	46.6±22.0	40.8±25.9	59.7±20.6
14	0709~0726	0604~0621	29.3±1.7	18	0.95	7 396.1	410.9	40.1±15.8	37.2±24.5	44.5±17.6
15	0815~0818	0711~0714	31.8±1.5	4	0.80	967.3	241.8	52.3±3.1	31.7±6.5	38.0±9.9
16	0903~0908	0730~0805	29.2±1.8	6	0.72	7 901.3	1 316.9	66.1±5.7	57.9±6.6	52.1±6.6
17	0928~1003	0825~0901	25.3±1.4	6	0.80	795.6	132.6	58.1±6.5	54.4±16.4	60.5±16.3
18	1104~1105	1003~1004	25.0±1.5	2	0.55	344.0	172.0	67.0±3.8	50.0±0.0	64.0±2.5
19	1121~1126	1020~1025	24.5±1.5	6	0.43	4 407.5	734.6	57.3±7.1	51.1±9.0	60.5±15.5
合计 Total				141	0.69	184 999.6				

表2 斜带石斑鱼卵质与仔鱼的存活力指数
Tab 2. Survival activity index (SAI) of *E. coioides* larvae

项目 Item	产卵日期/(月-日) Spawning date (Month-Date)														
	02-14	02-15	02-16	02-17	05-12	05-13	05-14	07-11	07-12	07-13	07-14	07-15	07-22	07-23	07-24
受精率/% Fertilization rate	64.5	71.5	93.0	76.9	88.2	65.3	69.6	33.0	49.0	49.0	28.0	32.0	39.0	50.0	69.0
孵化率/% Hatching rate	74.1	84.0	82.4	73.2	85.0	81.0	86.0	44.6	46.6	57.5	40.0	33.0	44.4	67.7	67.5
半致死时间/d Median lethal time	5	5	5	4	5	5	5	3~4	3	4	3	2~3	3~4	4	4
全部死亡时间/d All lethal time	9	9	10	9	10	10	10	6	6	7	6	5	7	8	8
SAI	12.73	15.40	18.30	14.33	18.07	16.90	15.49	6.19	5.62	7.85	4.92	3.89	6.91	10.82	9.83

使用这些受精卵进行人工育苗,并对以后的培育结果进行了跟踪观察。结果如表3所示,15批卵中,8批SAI值为6.19~18.30、半致死时间4 d以上的仔鱼成功地被培育成苗。部分SAI值为7.85~18.07的

仔鱼成功成苗,但其中部分培育了20~30 d,全长达到10~20 mm以后死亡。而SAI值低于5.62、半致死时间为3 d或以下的仔鱼则无法培育成苗。

表3 斜带石斑鱼仔鱼的存活力指数及其与育苗结果的关系

Tab 3. Relationship between survival activity index (SAI) of <i>E. coioides</i> larvae and larvae rearing results															
项目 Item	产卵日期(月-日) Spawning date (Month-Date)														
	02-14	02-15	02-16	02-17	05-12	05-13	05-14	07-11	07-12	07-13	07-14	07-15	07-22	07-23	07-24
SAI	12.73	15.40	18.30	14.33	18.07	16.90	15.49	6.19	5.62	7.85	4.92	3.89	6.91	10.82	9.83
育苗结果 Rearing results of the larvae	育苗 成功 Success	育苗 成功 Success	育苗 成功 Success	结果 不明 Not clear	30 d后 死亡 Dead in 30 d	部分育苗 成功,部 分30 d后 死亡. Some success, some dead in 30 d	部分育苗 成功,部 分20 d后 死亡 Some success, some dead in 20 d	育苗 成功 Success	10 d后 死亡 Dead in 10 d	30 d后 死亡 Dead in 30 d	7 d内 死亡 Dead in 7 d	未育苗 Not rearing	30 d后 死亡 Dead in 30 d	育苗 成功 Success	育苗 成功 Success

3 讨论

3.1 影响亲鱼产卵的主要因素

观察表明,斜带石斑鱼全年每个月都可以产卵,水温是影响亲鱼产卵的重要因素,虽然亲鱼在低于20℃的水温下也可以少量产卵,但适宜的产卵水温为22.5~32.0℃,水温24.5~26.5℃时产卵量最多。虽然亲鱼在水温21~32℃间可以保持大量和较长时间持续产卵,但只有在平均水温24.7~28.3℃时,斜带石斑鱼的受精率和孵化率相对比较高。

亲鱼的摄食也和水温密切相关,观察表明,在水温20.0~32℃,亲鱼摄食踊跃,日摄食率为0.43%~1.38%,平均0.69%;水温19℃左右时,摄食不活跃,日摄食率低至0.14%;水温如降至16℃以下,亲鱼不摄食。

但亲鱼日摄食率高低和产卵量之间未见显著相关关系。笔者曾观察发现,赤点石斑鱼、真鲷、牙鲆、花鲈等一年只在春季或春、秋2个繁殖季节集中产卵的鱼类,在产卵前的摄食都极其旺盛,以为生殖腺的发育和繁殖产卵积累营养物质和能量。斜带石斑鱼一年之中每个月均会产卵,没有繁殖季节与非繁殖季节之分,其生殖腺是常年不断地分期分批发育成熟的,营养物质的积累也是常年不断地进行的,因此产卵量、卵质与每天的摄食率之间没有显著的相关关系,只和水温有比较密切的关系。

斜带石斑鱼亲鱼的摄食、营养吸收以及性腺的成熟、产卵,都同时处于进行的过程之中。每天的摄

食既是为当时的生命活动提供营养和能量,也为下一步性腺的成熟积累营养,其摄食及营养状况会对未来的产卵量以及卵质产生重大影响。因此,斜带石斑鱼的摄食强度、饵料的营养与性腺发育之间的关系,以及性腺发育过程中物质的代谢以及能量转化的机制等,都应该进行进一步深入的研究。

3.2 仔鱼的SAI值

本实验测定了15批仔鱼,其SAI值为3.98~18.30,高于赤点石斑鱼的3.19~12.42^[13-14],但低于长吻鲈(*Pseudocaranx dentex*)的2~57.7^[18]和黄条鲷(*Seriola aureovittata*)的7.6~24.3^[19]。张海发等^[15]报道,斜带石斑鱼仔鱼的SAI值在pH7~8.5,或水温24℃以下时,大多可达20以上;在盐度15时,可高达33.2^[15]。可能是低温条件使仔鱼的代谢速度变缓,延长了其存活的时间,导致SAI值变大。张海发同时还报道在水温26℃、自然盐度和pH条件下,其SAI值为14.47。本实验的部分观察结果与此相似。仔鱼的SAI值与卵的受精率、孵化率一样是作为卵质指标之一来看的,所以要在正常的条件下测定才有指示意义。仔鱼SAI值的高低,与其卵黄营养物质的数量的多少和质量的高低是密切相关的。石斑鱼与其他鱼类相比SAI值较低,反映了其卵质较差。石斑鱼的人工育苗之所以难度很大,与其卵的质量总体不好有很大的关系。

斜带石斑鱼仔鱼在水温25℃时,孵化后第3天开口,由内源营养期向混合营养期过渡期。如果仔鱼

的内源营养不足,不足以维持仔鱼顺利进入混合营养期,一定时间后仔鱼就进入忍受饥饿的时间临界点(PNR期),过此临界点仔鱼即虚弱得无法恢复摄饵能力,最终死亡^[20]。本实验中,在水温25~30℃,斜带石斑鱼仔鱼不投饵半致死时间长的大于5天,短的则小于3天,大多数为4天。可以认为,仔鱼的半致死时间即为仔鱼进入PNR期的标志。

3.3 SAI值与人工育苗的关系

从进一步的育苗结果看,SAI值6.19~18.30、半致死时间4 d以上的仔鱼大都成功地被培育成苗。也有一些培育了20~30 d,全长达10~20 mm后死亡,其死亡可能是由于其他技术原因或条件不适所致,与卵质无关。而SAI值低于5.62、半致死时间为3 d或以下的仔鱼则很难培育成苗,最主要的原因应该是卵质问题。所以,要把仔鱼成功培育成苗,在赤点石斑鱼,SAI值必须高于5^[13-14]。而在斜带石斑鱼,仔鱼的SAI值必须高于6.19。

SAI值的高低与卵所积累的营养物质的数量、质量有关,由于营养、环境等情况的变化和其他各种因素的影响,不同时间产出的卵的卵质必然不同,其SAI值也是各不相同的,因此必须测定多批仔鱼的SAI值,才能真实、客观、全面地判别卵质,并据此选择有利的时机、优质的受精卵合理地安排人工育苗的生产。本研究的结果及多年的人工育苗实践表明,在春夏之交和夏秋之交,水温24~28℃时,选择受精率、孵化率和仔鱼SAI值较高的卵进行斜带石斑鱼的人工育苗生产,比较容易获得成功。

感谢: 本文经国家海洋局第三海洋研究所研究员方永强先生审阅并承蒙提出许多宝贵的修改意见,谨此表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] Ukawa M, Higuchi M, Mito S. Spawning habits and early life history of a serranid fish, *Epinephelus akaara* (Temminck and Schlegel) [J]. Jpn J Ichthyol, 1966, 13 (4-6): 156-161.
- [2] 王涵生. 赤点石斑鱼人工繁殖研究 I: 亲鱼的室内自然产卵[J]. 海洋科学, 1996 (6): 4-8.
- [3] Hussain N A, Higuchi M. Larval rearing and development of the brown spotted grouper *Epinephelus tawina* [J]. Aquaculture, 1980, 19: 339-350.
- [4] 北岛力, 高屋雅生, 塚島康生, 等. マハタ *Epinephelus septemfasciatus* の卵發生および飼育による仔稚魚形態變化[J]. 魚類學雜誌, 1991, 38 (1): 47-55.
- [5] 真鍋三郎, 春日公. 水槽におけるクエの産卵行動と初期生活史[J]. 動水誌, 1989, 30 (1): 16-20.
- [6] Lim L C, Chao T M, Khoo L T. Observation on the breeding of brown marbled grouper, *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsk.) [J]. Singapore J Prim Ind, 1990, 18: 66-84.
- [7] Jobert D Toledo, Akimasa Nagai, Danilo Javallana. Successive spawning of grouper *Epinuphelus suillus* (Valenciennes) in a tank and a floating net cage[J]. Aquaculture, 1993, 115 (3-4): 361-367.
- [8] Heemstra P C, Rndall. FAO Species catalogue no.125, vol.16.grouper of the world[M]. Rome: Food And Agriculture Organization Of The United Nations, 1993: 130-241.
- [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, 36 (6): 81-86.
- [10] 滨本俊策, 真鍋三郎, 春日公, 等. ヤイトハタ *Epinephelus salmonoides* の水槽内产卵と生活史[J]. 栽培技研, 1986, 15 (2): 143-155.
- [11] 陈国华, 张本. 点带石斑鱼亲鱼培育、产卵和孵化的试验研究[J]. 海洋与湖沼, 2001, 32 (4): 428-435.
- [12] 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.
- [13] 滨本俊策, 横川浩治. ギジハタ亲鱼养成と卵质判定に関する問題点[R]. 香川水试研究报告, 1986, (2): 13-22.
- [14] 王涵生, 方琼珊, 郑乐云. 盐度对赤点石斑鱼受精卵发育的影响及仔鱼活力的判断[J]. 水产学报, 2002, 26 (4): 344-350.
- [15] 张海发, 刘晓春, 王云新等. 温度、盐度及pH对斜带石斑鱼受精卵孵化和仔鱼活力的影响[J]. 热带海洋学报, 2006, 25 (2): 31-36.
- [16] 《福建鱼类志》编写组. 福建鱼类志[M]. 福州: 福建科技出版社, 1985: 10-23.
- [17] 王涵生. 石斑鱼 *Epinephelus* 人工繁殖研究的现状与存在问题[J]. 大连水产学院学报, 1997, 12 (3): 44-51.
- [18] 虫明敬一, 关谷幸生. シマアジふ化仔魚の活力判定の試み[J]. 水产増殖, 1993, 41 (2): 155-160.
- [19] 日本栽培渔业协会. 平成2年事业年报[R]. 1990: 35-39.
- [20] 殷名称. 北海鲱卵黄囊期仔鱼的摄食能力和生长[J]. 海洋与湖沼, 1991, 22 (6): 554-560.

Observation on year-round spawning and discrimination of larval activity of *Epinephelus coioides*

FANG Qiong-shan, ZHENG Le-yun, LIN Qi, WANG Han-sheng

(Fujian Fisheries Research Institute, Xiamen 3601012, China)

Abstract: Observation on the year-round spawning and the discrimination of larval activity of *Epinephelus coioides* in captivity were carried out in the laboratory. A total of 231 adults were used at ages of 5–7 years; the ratio of mature female to mature male to sexual unknown individual was 88:84:59. Fish were reared in a pond of 4 000 m² and 2 m in depth. Water temperature was maintained at 16–26 °C in winter using warm spring pipes and 26–32 °C in summer using dark shelter. The results showed that: (1) Fish spawned monthly with a total of 141 spawning days and the total amount of eggs produced was 18.5 billions (i.e. 21 million eggs / female); females produced the highest amount of eggs at water temperature of 25–31 °C. The peak spawning period was from mid-January to late-July, during which the spawning days and produced eggs contributed to about 76.6% and 89.9% of the total, respectively. (2) The fertilized and hatching rates were mainly between 30% and 60% and up to 80%–90% in the early-summer. (3) The survival activity index (SAI) of newly-hatched larvae was 3.98–18.3 based on 15 batches of larvae examined. The SAI was positively related to fertilized and hatching rates. Only the larvae of SAI more than 6.19 were able to be cultured to juveniles. Therefore, larviculture could be more successful by selecting eggs with high fertilized rates when the water temperature were of 24–28 °C at the turn of spring and summer. [Jorunal of Fishery Sciences of China, 2009, 16 (4): 557–563]

Key words: *Epinephelus coioides*; year-round spawning; larvae survival activity index

Corresponding author: WANG Han-sheng. E-mail: whs48@126.com