

# 条斑星鲈人工繁殖及苗种培育技术研究

徐世宏<sup>1,2</sup>, 肖志忠<sup>2</sup>, 马道远<sup>2</sup>, 温海深<sup>1</sup>, 李 军<sup>2</sup>

(1. 中国海洋大学 水产学院, 山东 青岛 266003; 2. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071)

**摘要:**在人工养殖条件下, 进行环境调控及营养强化, 诱导条斑星鲈(*Verasper moseri*)种鱼性腺成熟, 通过人工授精获得受精卵, 研究了受精卵的孵化、胚胎发育和苗种培育。结果表明, 条斑星鲈受精卵在水温为 8.6~10℃, 盐度为 31~33 时, 孵化时间需 216 h, 孵化率为 29.0%~85.0%, 苗种培育成活率为 33.1%。

**关键词:**条斑星鲈(*Verasper moseri*); 亲鱼培育; 人工授精; 孵化; 苗种培育

**中图分类号:**Q321.2

**文献标识码:**A

**文章编号:**1000-3096(2009)05-0001-05

条斑星鲈(*Verasper moseri*)隶属于鲈形目(Pleuronectiformes), 鲈亚目(Pleuronectoridei), 鲈科(Pleuronectidae), 星鲈属(*Verasper*)。在中国分布的星鲈属中仅有 2 个种, 另一种为圆斑星鲈(*V. variegatus* Temminck)。俗称松皮鱼、王鲈、摩氏星鲈<sup>[1]</sup>, 黑条星鲈<sup>[2]</sup>, 山东、河北、辽宁等省的沿海渔民, 常将两种鱼统称为花边爪、花豹子、花斑宝、花鲈等。

条斑星鲈自然资源稀少, 是罕见水产品种, 其丰富的营养价值和潜在的巨大经济价值已被水产养殖界所认识。在日本, 早已进行其繁殖和增养殖研究<sup>[3,4]</sup>, 从 1983 年着手研究条斑星鲈的人工育苗工作, 到 1990 年岩手县已开始进行标志放流, 但苗种产量有限, 1995 年全面开展人工苗种生产, 使用 4 龄雌雄亲鱼, 采用干法人工授精, 受精率可达 90%, 孵化率 80%。稚鱼中间培育存活率在 75% 左右<sup>[5,6]</sup>。国内一些科研院所与地方水产部门也积极进行条斑星鲈人工育苗和养殖技术的研究, 特别是在早期发育生物学方面已取得了初步的进展<sup>[7,8]</sup>。2002 年以来, 中国多家科研、生产单位认识到条斑星鲈的发展前景, 先后引进种苗及亲鱼, 进行了人工养殖和繁育技术的有关研究, 对条斑星鲈的人工养殖、亲鱼调控、精子超低温保存、苗种培育技术等方面进行了研究<sup>[9]</sup>。作者通过 2007 年和 2008 年的条斑星鲈苗种培育, 研究获得了条斑星鲈种鱼性腺成熟、人工授精以及受精卵孵化及苗种培育技术, 这将有助于改变目前养殖品种结构, 调整供需关系, 并刺激鲈类养殖发展。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

本实验用条斑星鲈亲鱼共 597 条, 雌雄比为

1:3, 雌鱼 140 条, 雄鱼 457 条, 在山东东方海洋科技股份有限公司名贵鱼养殖场(烟台)进行。

### 1.2 亲 鱼 培 育

亲鱼培育用水为地下井水和自然海水混合水。使用方形抹角水泥池, 面积为 50 m<sup>2</sup>, 池深 0.8 m, 排水口设置于池底部中央, 排水口末端设阀门及活动摇臂器, 控制水位。亲鱼培育池 5 个, 培育密度为 2~3 条/m<sup>2</sup>, 日换水量 300%~400%。采用自然光照与白炽灯光相结合的控光方法, 自 11 月上旬开始控制光照, 在天气晴朗的时候, 从 7:00~9:00, 15:00~17:00 增加白炽灯光, 阴天时从 7:00~17:00 点一直增加白炽灯光, 每周延长控光 0.5 h, 至翌年 1 月初将光照时间控制在 14L:10D, 光照强度控制在 200~600 lx。亲鱼培育水温一般控制在 13~19℃, 根据性腺发育的规律, 每年的 9 月份最高水温控制在 20~21℃, 稳定 10 d 左右, 再慢慢将水温降到 18℃ 左右。在每年的 1 月份逐渐降到 5℃, 稳定 1 周后, 以 0.2℃/d 的幅度升到 8℃ 待产。饵料采用小黄花鱼(*Pseudosciaena polyactis*)、鲈鱼(*Scomberomorus niphonius*)、鱿鱼(*Loligo chinensis*)、笔管鱼(*Loligo japonica*)及鹰爪虾(*Trachypenaeus curvirostris*)等交替投喂的方法, 日投饵量为 1%~3%。并添加亲鱼营养强化剂(青岛森森亲鱼强化剂, 康宝 A)、复合维生素、维生素 C 和维生素 E, 这 4 种营养素自 11 月~翌年 3 月上旬每天使用 1

收稿日期:2008-09-25; 修回日期:2008-12-02

基金项目:青岛市科技发展计划项目(02-1-KCHHH-39, 06-2-3-18-hy)

作者简介:徐世宏(1969-), 男, 山东潍坊人, 工程师, 主要从事水产养殖学研究, 电话:0532-82898717, E-mail:xushihongl@163.com; 李军, 通信作者, E-mail:junli@ms.qdio.ac.cn

种,交替使用。使用剂量:康宝 A(产卵前第 3 个月按 1.5%加入,第 2 个月按 2%加入,产卵前最后 1 个月按 3%加入),复合维生素(1 g/kg 饲料),维生素 C(500 mg/kg 饲料),维生素 E(100 mg/kg 饲料)。

### 1.3 人工授精

通过目测观察,挑选腹部隆起较高的雌鱼,用抄网轻轻捞起,手轻压腹部感到柔软则性腺发育成熟。挑选出成熟亲鱼后,用蒸馏水将生殖孔附近部位冲洗干净,再用纸巾将水擦拭干净,开始轻压腹部将卵挤到盛卵器皿中,同时挑选成熟较好的雄鱼,挤出精液加入少许过滤海水以激活精子,将其倒入已挤出的卵子中摇匀。人工授精 10 min 后,使用 150 目的手抄网收集卵,用过滤海水洗卵 2~3 次,然后放入配好的  $50 \times 10^{-6}$  mg/L 聚维酮碘(PVP-I)的消毒液中,将受精卵消毒 3 min,放入量筒中,加入事先配制(食用盐)的盐度为 34 的过滤海水,5 min 后将上浮卵经计数后移入孵化缸中进行孵化。

### 1.4 孵化

#### 1.4.1 锥形孵化缸孵化

孵化水温为  $8.6 \sim 9^\circ\text{C}$ ,盐度为 31,光照为  $300 \sim 500$  lx,孵化密度为  $12 \sim 15$  万粒/ $\text{m}^3$ ,微流水,微充气,1 h 对孵化缸搅动 1 次,使沉底卵子悬浮于水中,每天吸死卵 1 次,用盐度为 34 的海水再进行分离,将上浮卵再放入孵化缸进行孵化,计数死卵。孵化 150 h 左右,将孵化缸中的胚胎全部进行收集,然后用盐度为 34 的海水进行分离,将上浮胚胎计数移入培育池进行孵化培育。

#### 1.4.2 平底孵化缸孵化

孵化方法大部分同锥形孵化缸孵化方法,区别是平底孵化缸孵化卵子时,卵子下沉速度太快,大部分的卵子 15~20 min 后在微充气的条件下(盐度为 31 以下)便沉底。实验中采取预先将孵化海水加粗盐(个体盐场生产)的方法,在配水池中将盐度调至 33,通过微流水的方法进行水交换,这样保证了卵子基本不下沉。盐度对孵化率及前期仔鱼成活率影响实验:盐度分别为 36,33,29,26,每组 3 个平行样,每个样品选择 200 个发育良好的尚未卵裂的受精卵,分别置于盛有 100 L 不同盐度海水的玻璃缸中进行孵化培养,培育水温为  $9.0^\circ\text{C} \pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

### 1.5 苗种培育

整个苗种培育期,水温为  $10 \sim 17^\circ\text{C}$ ,盐度为  $30 \sim 32$ ,pH 为  $8.0 \sim 8.2$ ,充气量在 5 d 内由

$20 \text{ L}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$  逐渐增至  $60 \text{ L}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ ,换水量在 15 d 内由每天 10% 逐渐加大到每天 50%,以后随着仔鱼的生长,换水量加大到 150%。育苗全程采用 S 型轮虫(*Brachionus rotundiformis*)→卤虫无节幼体(*Artemia salina*)→配合饵料。开口饵料为 S 型轮虫,S 型轮虫与卤虫无节幼体均用营养强化剂强化。鱼苗发育早期投喂轮虫和卤虫无节幼体期间,添加海水小球藻(*Chorella vulgaris*),小球藻密度保持在  $60 \times 10^4 \sim 80 \times 10^4$  细胞/mL。投喂程序:孵化后 10~35 d 投喂轮虫,投喂密度 2~4 个/mL,水体中保持 1 个/mL;孵化后 20~60 d 投喂卤虫无节幼体,投喂密度 1~3 个/mL,水中保持密度为 1 个/mL;孵化后 45 d,开始驯化投喂配合饲料,投喂日本日清牌 B1 号鱼用配合饲料,自 6:00~20:00 1 次/h,4~5 g/次。此后可以随鱼苗生长投喂较大粒度配合饵料,投喂量视鱼苗摄食情况而定。采用日本日清牌颗粒饲料及山东升索渔用饲料研究中心生产的升索牌鱼苗专用微粒子配合饲料。

## 2 结果与讨论

### 2.1 亲鱼性腺发育

通过定期解剖发现,2007 年 11 月初至 11 月底,卵巢的发育仅处在 II~III 期,即性腺发育的起始阶段,该期需历时 30 d 左右;12 月上旬到 12 月下旬时,性腺发育进入到 III 期。卵子的发育完成了小生长期的阶段,历时需 30 d 左右。1 月上旬到 1 月下旬,性腺发育达到 III~IV 期;2 月上中旬,性腺发育进入到 IV 期和 IV~V 期,历时 30~40 d;2 月下旬到 3 月上中旬,雌鱼的性腺发育几乎全部成熟,为 IV~V 期、V 期,该期历时 25 d 左右,即产卵盛期;4 月下旬以后所产出的卵子质量不太理想。在人工调控下条斑星鲈的生殖产卵盛期约持续 1 个半月左右。由此表明,条斑星鲈雌鱼的性腺发育,呈现出秋末至冬初为起始阶段,深冬至冬末为性腺发育的深化阶段,冬末至春初的升温季节,则是该鱼性腺发育成熟的阶段,2 月下旬~4 月上旬则构成了该鱼生殖产卵盛期的变化规律。

亲鱼培育是人工育苗过程中的关键环节之一。在培育过程中,应提供营养丰富的优质饵料和适宜的环境调控及添加亲鱼发育所必需的脂肪酸类、维生素和矿物盐类等,才能满足亲鱼性腺发育所需要的营养积累,使亲鱼产出优质的卵子。

环境及营养调控 597 尾亲鱼,其中雄鱼 457 尾,雌鱼 140 尾,亲鱼经过 3 个月的强化培育,雌鱼 85% 性发育成熟,雄鱼 95% 性发育成熟。

## 2.2 受精率及孵化率

条斑星鲷在人工饲养条件下,能够达到性成熟,但通常难以自行排卵受精<sup>[4]</sup>,因此适时进行人工采卵授精是人工育苗生产的关键。条斑星鲷在人工饲养下排卵周期极不稳定,特别是卵巢的发育常常出现过熟现象。人工授精过程中经常出现过熟卵子与正常卵子相混合的情况,很难获得批量优质受精卵,导致人工授精的受精率低,孵化率低,直接影响到苗

表 1 实验期间受精率、孵化率结果

Tab. 1 The fertilization and hatching rates in the experiments

日期 (月.日)	受精率 (%)	孵化率 (%)	日期 (月.日)	受精率 (%)	孵化率 (%)
2.16	35.2±0.45	32.8±0.62	3.04	82.2±0.25	85.0±0.65
2.18	30.0±0.70	29.0±0.35	3.08	78.3±0.70	80.9±0.55
2.19	38.6±0.25	40.2±0.83	3.11	86.0±0.38	85.3±0.87
2.21	42.5±0.35	41.8±0.75	3.16	81.2±0.95	78.5±0.12
2.23	60.3±0.35	58.2±0.43	3.20	75.9±0.76	72.6±1.15
2.25	55.1±1.05	45.3±0.65	3.24	70.3±0.55	68.2±0.95
2.28	72.0±0.15	75.6±0.30	3.28	70.4±0.37	65.1±0.55
3.02	75.6±0.36	70.1±0.17	3.31	60.2±0.79	48.2±0.63

## 2.3 胚胎发育

条斑星鲷受精卵呈圆球形,为分离透明、无油球的悬浮性卵。卵膜具粗波纹状的纹络,卵黄均匀。卵径平均为 1.70 mm±0.02 mm,卵黄囊径平均为 1.57 mm±0.025 mm,卵黄间隙狭窄 0.11 mm。在水温为 8~10℃,盐度为 32 的条件下,受精卵约 2.5 h 胚盘隆起,约 4.0 h 形成 2 细胞。经 60 h 左右进入原肠期,83 h 左右形成胚体,173 h 心脏开始跳动,到 216 h 仔鱼孵出。

## 2.4 仔稚鱼的发育

初孵仔鱼全长 4.05 mm±0.55 mm,依靠体内的卵黄为营养源。在水温 10~12℃ 的条件下,孵后 9~10 d 的仔鱼全长 6.38 mm±0.07 mm,口和肛门开通,卵黄囊被吸收,仔鱼开始摄食轮虫。20 d 的仔鱼全长 9.15 mm±0.45 mm,胃部膨大消化道能蠕动,已能大量摄食轮虫。24 d 仔鱼全长 10.59 mm±0.70 mm,口裂增大,部分仔鱼开始摄食卤虫无节幼

种的产量。人工授精时,首先要通过观察选择需要进行人工授精的亲鱼,其次,通过手触腹部检查性腺的发育情况,决定是否能进行人工授精。由于条斑星鲷的受精卵属于悬浮性卵,故在实验过程中采取过滤海水加精盐配制出盐度为 34 的海水进行过熟和未成熟卵子的去除,将上浮成熟卵计数移至孵化缸中进行孵化。

自 2 月 16 日至 3 月 31 日收集受精卵 16 次,约 12 000 mL,布池孵化初孵仔鱼约 70 万尾。受精率为 30.0%~86.0%,孵化率为 29.0%~85.0%(表 1)。

体,尾鳍条发育完全。34 d 仔鱼全长 12.65 mm±1.25 mm,右眼开始移位。35 d 后进入稚鱼期,全长 16.50 mm±1.75 mm,右眼上缘明显超过头顶。40 d 稚鱼全长 20.50 mm±1.95 mm,右眼越过头顶正中中线,鱼苗附底完全营底栖生活。

## 2.5 孵化、培育盐度对胚胎和仔鱼成活率的影响

由表 2 中可以看出,孵化盐度为 36,33,29 时,对孵化率的影响不大,但是孵化盐度为 26 时,孵化率明显降低,仅为 38%;从孵化 3 d 成活率看出,盐度为 33,29 的成活率相差不大,孵化盐度为 36 的成活率相对偏低,而孵化盐度为 26 的成活率仅为 10%;从孵化 10 d 成活率分析可以明显看出盐度为 33,29 的基本正常,但是盐度为 36 的高盐和 26 的低盐其成活率仅为 0~5%。由此显示条斑星鲷受精卵的孵化盐度,最适宜为 29~33。盐度超过 36 或低于 26 都不能正常成活。

表 2 不同盐度下受精卵的孵化率及仔鱼的成活率

Tab. 2 The effect of salinity on the fertilization and hatching rates

盐度	水温(°C)	孵化密度(粒/m <sup>3</sup> )	孵化率(%)	成活率(%)	
				孵化后 3 d	孵化后 10 d
36	8.9±0.1	1 000	62±3.05	72±1.85	5±0.86
33	9.0±0.1	1 000	65±2.32	85±1.36	63±1.52
29	9.1±0.1	1 000	61±1.25	83±1.20	65±1.35
26	9.1±0.1	1 000	38±2.01	10±2.21	0

## 2.6 苗种培育

自 2008 年 2 月 16 日开始至 5 月 30 日共孵化出初孵仔约 70 万尾, 培育出 45±2.05 mm 鱼苗 23.2 万尾, 苗种成活率为 33.1%。

表 3 不同年度条斑星鲈仔鱼的生长情况

Tab. 3 The effect of salinity on growth of barfin flounder

年份	日龄(d)				
	15	17	19	21	23
	平均全长(mm)				
2007	7.50±0.852	7.65±0.755	7.88±0.368	9.26±0.421	10.12±1.205
2008	7.13±0.755	7.42±0.565	7.58±0.697	7.88±0.965	8.53±0.685

由表 3 看出, 2008 年度实验中仔鱼的平均全长均低于 2007 年度实验中仔鱼的全长, 分析其原因, 在孵化温度、盐度、光照等培育条件大致相同的条件下, 2008 年度仔鱼培育过程中, 培育池中添加小球藻 2~3 d 后, 出现老化下沉现象, 而且原生动物大量繁殖, 使培育池水恶化, 加大换水量后, 效果也不明显, 这样可能导致仔鱼生长速度减缓, 内部消化系统的结构和功能发育不完善。在仔鱼发育到 20 d 左右的时候, 开始投喂卤虫无节幼体后, 基于消化系统发育得不完善或另有其他原因, 导致出现了膨腹现象。仔鱼培育成功与否, 以及建立外界关系、消化器官结构功能的完善及仔鱼的摄食行为有着密切相关<sup>[10]</sup>。结果表明, 在条斑星鲈人工育苗中海水小球藻对仔鱼的生长发育和培育环境的稳定起到非常重要的作用。但要注意小球藻的投喂量和质量, 避免过多出现老化下沉的现象, 反而恶化水质。

育苗实验过程中, 当仔鱼发育到 20 d(全长 7.75 mm) 时, 开始出现膨腹现象(图 1), 仔鱼发育到 35 d 时(全长 12.89 mm), 仅有少量膨腹现象出现(图 2)。

## 2.7 培育过程中仔稚鱼的生长状况

从仔鱼孵化出膜到仔鱼发育到 20 d 时, 其形态、摄食、发育等基本正常, 只是仔鱼生长发育在相同实验条件下, 2008 年比 2007 年略显缓慢(表 3)。

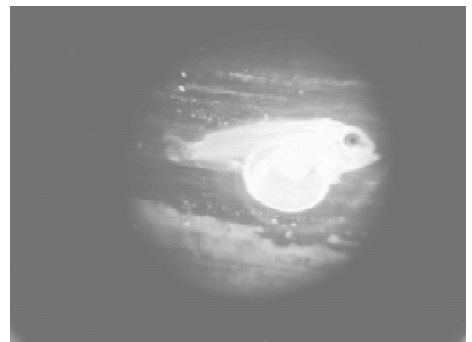


图 1 20 d 的膨腹仔鱼

Fig. 1 The swelling abdomen of 20 d

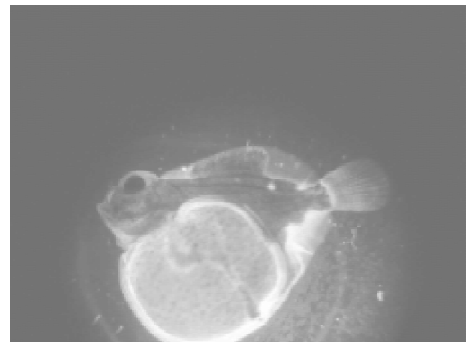


图 2 35 d 的膨腹仔鱼

Fig. 2 The swelling abdomen of 35 d

2007年仔鱼培育过程中,仅在20d左右出现少量膨腹现象,但是在2008年仔鱼培育过程中,仔鱼发育到20d时,有50%左右的仔鱼出现了膨腹现象,膨腹仔鱼1周左右陆续死亡。国内外对此症状还没见相关报道,分析造成这种现象的原因究竟是因为仔鱼消化系统的发育不完善,还是细菌病的感染所致,有待于进一步研究和探讨,国内外对此症状还没见相关报道。

**参考文献:**

[1] 王以康. 鱼类分类学 [M]. 北京: 科技卫生出版社, 1958. 85-89.  
 [2] 杜亚泉. 动物学大纲 [M]. 上海: 商务印书馆, 1932. 2-106.  
 [3] 安藤忠. マッカワ栽培漁業における問題点と将来で

ん展望 [J]. 北水研究报告, 1999, 63: 19-33.  
 [4] 渡导研一. 人工生産したマッカワの孕卵数 [J]. 日本水产学会志, 2000, 66(6): 1 068-1 069.  
 [5] 松田太平. 今年のマッカワ種苗生産 [J]. 北水試だより, 2004, 66: 22.  
 [6] 山野木健. マッカワ種苗安定量産技術開發——人工採卵[R]. 岩縣水産技術センター年報, 2003. 24-27.  
 [7] 杜佳垠. 日本条斑星鲈养殖 [J]. 渔业现代化, 2003, 2: 21-22.  
 [8] 宫春光. 条斑星鲈生物学性状及工厂化养殖技术 [J]. 科学养鱼, 2005, 12: 38.  
 [9] 肖志忠, 于道德, 张修峰, 等. 条斑星鲈早期发育生物学研究——受精卵的形态、生态和卵胚的发育特征 [J]. 海洋科学, 2008, 32(2): 17-21.  
 [10] 殷名称. 鱼类生态学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 64-88.

## Artificial propagation and fry rearing of barfin flounder (*Verasper moseri*)

XU Shi-hong<sup>1,2</sup>, XIAO Zhi-zhong<sup>2</sup>, MA Dao-yuan<sup>2</sup>, WEN Hai-shen<sup>1</sup>, LI Jun<sup>2</sup>

(1. Fishery College, Ocean University of China, Qingdao 266003, China; 2. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

**Received:** Sep. , 25, 2008

**Key words:** *Verasper moseri*; brood stock rearing; artificial fertilization; hatch; fry rearing

**Abstract:** Gonadal maturation of barin flounder was induced by environmental and nutrition regulation in artificial culture conditions and embryos were obtained by artificial fertilization. Then, the fry was reared in pond. The results indicated that the optimum hatching temperature was from 8.6°C to 10°C, and in such water temperature the hatchery period was about 216 h. The optimum hatching salinity for rearing was from 31 to 33, in which the hatching rates were 29.0%~85.0% and the survival rate of fry was about 33.1%.

(本文编辑:谭雪静)