

文章编号: 2095-3666(2012)01-0047-07

云纹石斑鱼生物学特性及人工繁育技术研究进展

宋振鑫^{1,2}, 陈超^{*1}, 翟介明³, 马文辉³, 庞尊方³

(1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071;
2. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306;
3. 莱州明波水产有限公司, 莱州 261400)

摘要: 云纹石斑鱼 (*Epinephelus moara*) 具有耐受性强、生长速度快、质量优、价格高等特点, 是温带海域养殖的理想品种。本文简要概括了云纹石斑鱼的生物学特性, 以及近几年的人工繁育技术的研究现状, 重点在亲鱼选择与强化培育、催产与受精卵孵化以及仔稚鱼培育方面取得的研究进展及就其发展前景进行分析, 旨在为我国云纹石斑鱼的苗种规模化繁育技术研发提供参考。

关键词: 云纹石斑鱼; 生物学特性; 人工繁育
中图分类号: S962 **文献标识码:** A

云纹石斑鱼 (*Epinephelus moara*), 英文名 kelp bass, 俗称草斑、真油斑, 隶属于硬骨鱼纲、鲈形目 (Perciformes)、鲷科 (Serranidae)、石斑鱼亚科 (Epinephelinae)、石斑鱼属 (*Epinephelus*), 主要分布在日本、韩国、中国 (南至香港和海南) 和中国的台湾沿岸^[1]。石斑鱼的人工繁育技术始于 20 世纪 60 年代, 自鹤川正雄等^[2]对赤点石斑鱼 (*E. akaara*) 的产卵习性及早生活史进行研究以后, 日本各地便纷纷开展该种及其它石斑鱼种的人工繁殖研究^[3]。其中云纹石斑鱼是比较难以繁育的石斑鱼种类之一, 苗种的规模化繁育技术最近十年才得以突破 (日本三重县水产技术中心 2001 年)^[4]。20 世纪 70 年代后期, 我国对云纹石斑鱼开始展开研究, 主要研究集中在淋巴囊肿病^[5,6]、染色体核型^[7]及形态比较^[1]等方面, 但在繁育方面鲜见报道。仅有黄进光等人^[8]对云纹石斑鱼的育苗技术进行了初探, 进程相对缓

慢。本文主要就国内外对云纹石斑鱼研究的动态和繁殖生物学及人工育苗方面的进展进行综述, 旨在为该鱼种规模化繁育技术的研发提供参考。

1 生物学特性

1.1 形态特征

云纹石斑鱼体格粗壮, 呈长椭圆型, 侧扁, 体长为体高的 3~4 倍, 为头长 2~3 倍; 体被细小的栉鳞; 身体多为褐色或棕色, 体侧有六条暗棕色的横带, 各带下方略分叉, 除了第一与第二横带斜向头部外, 其余的各条横带从背方伸向腹缘, 身上布满了云状的白色块纹; 口大, 稍倾斜, 两颌前端有少数大犬齿, 两侧牙细小, 有明显而又发达的辅上颌骨, 腭骨具齿。背鳍 XI-15~16, 鳍棘部和鳍条部相连接; 臀鳍 III-8, 第三鳍棘最

收稿日期: 2011-12-21 修回日期: 2012-03-09

基金项目: 科技部国际合作项目资助, S2010Z10303

作者简介: 宋振鑫 (1986-), 男, 山东济宁人, 硕士研究生, 研究方向: 海水鱼类繁育与养殖技术。E-mail: songzhen_zin@126.com

通讯作者: 陈超, E-mail: ysfrienchao@126.com

长,尾鳍呈圆形,鳍条 18~19,胸鳍鳍条 17~18,腹鳍 I-5,胸位;背鳍、腹鳍、臀鳍和尾鳍的边缘都具有白边。前鳃盖骨后缘有 5~6 枚细状锯齿棘,下缘光滑,有假鳃,鳃盖骨有 2 粗棘,鳃耙短而少^[1]。与云纹石斑鱼在形态上相似的种类是褐石斑鱼(*E. brunneus*)活体状态下,特别是头部的横带的形状基本上一致^[9],在死亡和应激的情况下,体侧的横带及斑纹都会消失。

1.2 生活习性

云纹石斑鱼主要分布在温带海域,同其它暖水性石斑鱼(养殖水温要求达到 15℃以上^[10,11])略有不同,适应水温范围可达到 5~32℃^[8],常栖息于岛屿和大陆的沿岸。但同大多数的石斑鱼类一样,为岩礁非洄游性鱼类,成鱼性情凶猛,地域性强,一般不集群^[12],在自然环境中喜欢栖居于岩礁、珊瑚丛和泥状海底等光线较暗的地方。云纹石斑鱼属广盐性鱼类,在盐度 10~40 的海水中都可以生存^[13],其中在实验中测得最适盐度在 30 左右。

1.3 食性

云纹石斑鱼属肉食性鱼类,有相互残食的现象,特别是在稚幼鱼阶段,小个体往往会被大个体所吞食。在自然海域中食物多以鱼类、头足类、甲壳类及软体动物为主。一生中随个体的生长,食性也在不断地转变,仔、稚、幼鱼摄食微、小型的浮游动物,长大后仍保持食肉习性。在人工培育条件下,经驯化可摄食鱼糜、下杂鱼和配合饲料等。云纹石斑鱼摄食以白天摄食为主,同其它的石斑鱼种类相似,属于典型的白天摄食型鱼类^[14],并且摄食时警惕性很高,属偷袭型,通常会躲在水体阴暗的角落里面,发现食物时一口吞下^[13]。摄食高峰在一年内出现两次,第一个高峰出现在春季的五月份,第二个高峰出现在秋季的八月份以后,均与水温环境有关。

1.4 生长特性

云纹石斑鱼的生长快慢与外源因子密切相关,如水温的高低、摄食量的多少以及饵料营养价值的高低等^[15],并且一般来说是在春、夏两季生长较快,在秋、冬季节开始变缓,甚至停止生长。云纹石斑鱼在育苗期有三个明显的生长阶

段,根据观察结果:在培养水温 25℃的条件下,从 15 日龄到 40 日龄的仔稚鱼生长速度较快,而 15 日龄以前生长缓慢,40 日龄以后的仔稚鱼生长速度也明显变缓;刚孵化出来的仔鱼全长为 1.6~1.8 mm,孵化后第六天卵黄囊消失,再经过约一个月的培育,体长达到 13~15 mm,进入稚鱼期。在水温 24℃左右、盐度 30 的条件下养殖八个月以后,体质量可达到 300~400 g。

1.5 繁殖习性

云纹石斑鱼为雌性先熟型鱼类^[16,17],生殖腺为囊状,位于鱼鳃后下方^[1]。在生殖腺发育中,卵巢先发育成熟,为雌性相。随着鱼体的生长,一部分的雌鱼先发生性逆转,转变成雄鱼,云纹石斑鱼与同属中其他种类一样均表现出先雌后雄的性别特征,不同种类发生性转变的年龄各不相同^[17],有资料报道,赤点石斑鱼性转变的年龄一般为 6 龄^[18-20],斜带石斑鱼(*E. coioides*)至少在 4 龄以上^[13],鲑点石斑鱼(*E. fario*)、点带石斑鱼(*E. malabaricus*)发生在 9 龄以上^[21]。云纹石斑鱼最初成熟时(2~3 龄)为雌性,长到一定的年龄(4~5 龄)变为雄鱼,故生长前期雄鱼的数量较少^[22]。云纹石斑鱼属分批产卵的类型,在自然状态下性成熟周期是一年一次,繁殖季节一般是在 6~7 月份,产卵量也因雌鱼个体大小和性腺发育程度而异^[23-24],如体长为 95 cm 的亲鱼,在一个繁殖季节可产卵 2 710.8 万^[13,25]。

2 人工繁育技术

2.1 亲鱼选择与强化培育

云纹石斑鱼亲鱼多来源于人工养殖或天然捕捞,挑选健康无伤、体表完整、色泽鲜艳、生物学特征明显、活力较好的亲鱼做人工繁育^[26],其中雌鱼体质量要达到 3~6.5 kg,雄鱼体质量 3~30.0 kg;相比之下赤点石斑鱼雌鱼选择的体质量为 458.5~1 005 g,雄性鱼选择 1 005 g 以上^[27];青石斑鱼(*E. awoara*)雌鱼选择体质量 0.5~1.0 kg,雄鱼要达到 1.5 kg 以上^[28]。繁殖季节时雌鱼的腹部会膨大柔软,卵巢轮廓明显,有弹性,尿殖孔红肿且稍突出;雄鱼出现婚姻色,轻压腹部,会有少量的乳白色精液流出^[29]。

亲鱼培育应提供营养丰富的饵料和舒适的

养殖环境,这样才能满足亲鱼卵巢发育所需要的营养积累^[30]。在室内水泥池中,进行定时、定点、定量投喂,每天投喂新鲜小杂鱼、虾、蟹或冰冻鱼块、鱿鱼等,并适当的搭配一些添加剂或配合饲料,例如:将投喂的冰鲜鱼、鱿鱼内脏取出,以海水螺旋藻、磷脂、维生素 C 等添加剂作为填充物塞入后投喂,经过这样培育的亲鱼 90% 以上能自然产卵^[31]。投喂的饵料量跟鱼体质量有关,表 1 是几种石斑鱼的投喂量所占鱼体质量的比重。

因云纹石斑鱼一般不食沉底的食物,投喂时要观察鱼的吃食情况,逐个投喂,分批缓慢遍洒^[33],每天投喂 1~2 次,根据摄食情况随时调整

饵料品种和投喂量。投喂后要及时地清理池底部的残饵,以保证水质的清新;亲鱼培育池应有遮光设施,以保证亲鱼有安静的环境,免受惊吓^[13]。

2.2 催产与受精卵孵化

在产卵季节,使用激素诱导性腺成熟,挑选腹部较大、显露性腺轮廓的亲鱼放在池中催产。催产中有几个关键点:雌性比例、注射激素搭配、注射剂量及注射部位等。表 2 是几种石斑鱼催产条件。

表 1 五种石斑鱼投喂率

单位:%

	龙胆石斑鱼 <i>E. lanceolatus</i>	赤点石斑鱼 <i>E. akaara</i>	青石斑鱼 <i>E. awoara</i>	点带石斑鱼 <i>E. malabaricus</i>	云纹石斑鱼 <i>E. moara</i>
所占比重	4~5 ^[26]	3~6 ^[27]	3~6 ^[28]	4~8 ^[32]	5~10

表 2 四种石斑鱼催产关键点

鱼种	雌性比例	注射激素搭配	注射剂量	注射部位
青石斑鱼 <i>E. awoara</i> ^[28]	1:1~1:3	PG 10~12 mg/kg 鱼体质量或 LRH-A 60 μg/kg 鱼体质量	雌鱼注射 1~2 mL,雄鱼减半	胸腔注射
龙胆石斑鱼 <i>E. lanceolatus</i> ^[33]	1:1~1:3	HCG 剂量约 300~500 IU/kg 鱼体质量, LHRH-A 剂量约 25~50 μg/kg 鱼体质量,用 0.6% 生理盐水稀释	雌鱼注射 1.5~2 mL,雄鱼注射量是雌鱼的 1/3	背肌皮下注射
点带石斑鱼 <i>E. malabaricus</i> ^[32]	1:3	PG 用量为 4~16 mg/kg 鱼体质量,HCG 用量为 500~1000 IU/kg 鱼体质量	视鱼体大小和性腺成熟度而定	肌肉注射
云纹石斑鱼 <i>E. moara</i>	1:1	HCG 400~500 IU/kg 鱼体质量 + LRH-A 30~50 μg/kg 鱼体质量,用 0.6% 生理盐水稀释	注射量为 2~4 mL 不等,雄鱼注射剂量为雌鱼的 1/2	胸鳍基部注射

时效 40~48 小时^[34-36],采卵进行多用于法授精获得受精卵。具体方法:首先利用 MS-222 将云纹石斑鱼亲鱼麻醉,置于采卵板上,轻挤雌鱼腹部,挤出成熟卵粒,随后快速采集雄鱼精液,采用干法受精,将受精卵放入圆形孵化槽中,微充气、流水孵化。孵化槽一般使用 500 L 的圆柱形卤虫孵化桶,孵化时受精卵密度每桶为 100 万~150 万粒。云纹石斑鱼受精卵为端黄卵,呈正圆球形,无色透明,彼此分离,很少有重叠现象;卵径为 0.871 ± 0.013 mm,中央有一油球,油球径为 0.221 ± 0.009 mm;胚盘形成于动物极,在相

对静止的状态,盐度 30 时上浮,动物极朝下,植物极朝上;与其它的石斑鱼种类一样,云纹石斑鱼的卵裂方式属于盘状卵裂,在水温 22 ± 0.2 °C、盐度 30 的海水中培育,历时 40 h 可以全部孵化出膜,完成胚胎发育。

2.3 仔稚鱼培育

2.3.1 饵料投喂

云纹石斑鱼一般仔鱼 3~4 日龄开口,开口后仔鱼 3~5 日龄投喂牡蛎(*ostrea talienuhanensis crosse*)卵或受精卵,4~8 日龄投喂 S 型轮虫,投喂

密度为 5 ~ 10 ind/ml; 7 日龄开始投喂 L 型褶皱臂尾轮虫 (*Brachionus plicatilis*), 日投喂 2 次, 投喂密度为 8 ~ 15 ind/ml; 褶皱臂尾轮虫投喂前用小球藻 (*Chlorella* sp) 强化, 投喂轮虫时培养水体中添加小球藻, 添加密度保持在 $(5 \sim 10) \times 10^5$ cells/ml, 13 日龄开始, 增加投喂卤虫 (*Artemia* sp) 无节幼体, 投喂密度 1 ~ 2 ind/ml, 日投喂 2 次; 25 日龄开始进行配合饲料诱导, 30 日龄后停止投喂卤虫 (图 1)。

日龄 1, 2, 3, 4, 5 ... 10 ... 15 ... 20 ... 25 ... 30 ... 35 ... 40 ...

牡蛎卵

S型轮虫

L型轮虫

卤虫无节幼体

配合饲料

图 1 云纹石斑鱼投喂情况

2.3.2 水质控制及日常管理

水质应保持水色呈黄绿色或黄褐色, 要注意观察水环境的变化情况, 定期检测池水的 pH、水温、盐度、溶解氧和氨氮含量等理化因子^[37]。可通过换水量和使用微生物制剂实现水质控制, 添加藻类, 维持良好的水质环境^[28], 换水量的多少可根据池水透明度情况而定。每天坚持早晚巡池, 观察鱼的活动情况, 如发现鱼离群、游动异常等不正常行为, 应及时采取相应措施。如发现死鱼和病鱼应及时捞出, 保证水质清新。每天定时测量水温, 要保证水温 23 ~ 25 °C, 盐度 28 ~ 30, 酸碱度 7.8 ~ 8.2, 溶解氧 5 mg/L 以上, 水质中的 NH₃ 含量为 $(0.1 \sim 0.4) \times 10^{-6}$ mg/L, NO₂ 的含量为 $(0.005 \sim 0.1) \times 10^{-6}$ mg/L。

2.3.3 病害防治

在养殖石斑鱼过程中, 常见的疾病有: 烂尾病、寄生虫病和霉斑病等^[38]。其中云纹石斑鱼的苗种培育中经常出现的症状是厌食、鱼体发黑死亡^[8]。遇到这种情况一般可以采用断食排毒的方法, 让鱼苗暂时饥饿两天, 使其肠道排空, 再使用配合饲料和多种维生素投喂即可治愈。

3 存在的问题及展望

近些年来, 云纹石斑鱼育苗工厂化进程加快的同时, 仍存在着一些问题。随着人们生活水平的提高, 对石斑鱼类的需求量会越来越大, 养殖

规模也在不断提高, 如何做到从外延扩张型向内涵挖掘型增长转变, 真正实现育苗生产与健康养殖的平衡发展, 还有很多方面亟待解决。

3.1 亲鱼的培育和催产

亲鱼培育的好坏是石斑鱼人工繁殖的重要前提, 毛国民等^[39]认为, 对石斑鱼亲鱼进行科学的管理和培育, 促使其性腺成熟及自然产卵, 是获得大量优质受精卵的关键之一, 也决定了人工育苗的成败。若越冬前投喂饵料不能定时、定量, 亲鱼将无法积累足够的营养物质, 性腺发育将会受到影响, 进而会导致繁殖季节亲鱼成熟度不够^[40]; 相反, 如果越冬后大量投喂富含脂肪类物质, 会导致石斑鱼脂肪积累过厚, 到了生殖季节, 生殖道因脂质阻塞, 不能正常产卵。为避免以上情况的发生, 采取冬季育肥强化培育, 产卵季节在确保饵料中高度不饱和脂肪酸含量的前提下, 尽量减少富含脂肪类物质的投喂, 增加蛋白质、维生素等营养物质的投喂, 增强免疫力^[31]。

云纹石斑鱼由于体型较大, 催产过程比较困难, 容易造成较强的胁迫反应、受精率和孵化率低等问题^[41]。另外, 激素催产和人工授精对多次产卵的鱼类效果较差^[11], 因此需要借鉴诱导相似品种在人工养殖条件下自然产卵的经验, 尽快实现云纹石斑鱼人工养殖条件下自然产卵。目前, 至少有 23 种鲷科鱼类可以在人工养殖条件下自然产卵^[42]。通过调节各种环境因子, 点带石斑鱼、斜带石斑鱼亲鱼可以不用激素催产就能自然产卵受精, 获得优质的受精卵^[32,43]。

3.2 仔稚鱼培育

云纹石斑鱼卵质差, 对开口饵料的要求高, 稚鱼期时存在互残现象, 摄食饵料多、难于控制等传统性问题同样存在。解决这些问题必须从根本做起, 根据海水鱼类种苗繁育的基本原理和云纹石斑鱼的生物学特性, 特别是繁殖生物学特性及仔稚鱼生态特征, 完善工厂化育苗技术, 在整个育苗过程中正确的掌握水体中各种生物因子和理化因子的变化特点和规律, 减少仔稚鱼生长的环境胁迫, 以及在仔稚鱼期的各个阶段提供适宜的饵料, 最大程度地降低仔稚鱼生长所受的营养胁迫。同时要保证水质的稳定清洁, 严格的控制投喂量和光照度, 避免单细胞藻类过量繁

殖,造成不必要的损失^[7]。

3.3 苗种培育模式

目前国内外苗种培育方式主要有两种:一种是以台湾为代表的室外土池粗放育苗方式,另外一种是以日本为代表的室内工厂化育苗方式^[44]。室外土池育苗方式,优点是设施和技术要求低,可以巧妙地利用土池自然繁殖起来的小规格生物饵料,解决了仔鱼发育阶段适口饵料缺乏的问题;缺点是受育苗场所受气候和季节条件的限制,育苗成活率一般比较低,很难对流行疾病进行防控,随着近年来多种高危害病毒性疾病的流行,台湾很多企业已经开始放弃该种育苗方式而转向工厂化育苗^[41]。除了可以对疾病进行有效防控以外,工厂化育苗方式效率比较高;但设施和技术要求相对复杂,需要熟练掌握生物饵料高密度培育与营养强化以及早期苗种培育环境控制等关键技术。

3.4 病害防治

目前云纹石斑鱼的人工育苗技术虽然已经比较成熟,但是同其它石斑鱼类一样,对人工育苗过程中出现的突发性病虫害仍然无法有效地解决,如神经坏死病毒与虹彩病毒等,一旦暴发往往全军覆灭^[45]。此外在养殖过程中,常常受到寄生虫以及细菌性疾病的威胁,而且对这些疾病也缺乏有效防治手段。由于缺少有效防治药物,疫苗就成为目前防治石斑鱼病害的焦点。林浩然指出,要针对石斑鱼类苗种的主要病毒病(神经坏死病毒病、彩虹病毒病等),建立高度灵敏的病毒检测技术和防控措施,进而研制高效的特异性口服疫苗^[46]。

参考文献:

- [1] 郭明兰,苏永全,陈晓峰,等.云纹石斑鱼与褐石斑鱼形态比较研究[J].海洋学报,2008,30(6):106-114.
- [2] 鵜川正雄,樋口正毅,水戸敏.キジハタの产卵习性与初期生活史[J].鱼类学杂志,1966,1(4/6):156-161.
- [3] 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.
- [4] 王民生.日本七带石斑鱼和云纹石斑鱼苗种批量生产成功[J].中国渔业经济,2001(06):54.
- [5] 张永嘉.云纹石斑鱼淋巴囊肿病的光镜和电镜研究[J].海洋学报,1992,14(6):97-102.
- [6] 张永嘉,郭青,吴泽阳.云纹石斑鱼淋巴囊肿病病变过程的超微研究[J].海洋与湖沼,1997,28(4):406-410.
- [7] 郭丰,王军,苏永全,等.云纹石斑鱼染色体核型研究[J].海洋科学,2006,30(8):1-3.
- [8] 黄进光,谢恩义.云纹石斑鱼工厂化健康育苗技术初探[J].水产养殖,2010,4:8-9.
- [9] 王波,孙丕喜,张朝晖,等.褐石斑鱼的生物学特性及室内养殖初步试验[J].渔业现代化,2006,1:28-29.
- [10] 朱元鼎.东海鱼类志[M].北京:科学出版社,1962.642.
- [11] 刘新富,庄志猛,孟振,等.七带石斑鱼人工繁育技术研究进展[J].中国水产科学,2010,17(5):1128-1136.
- [12] ENRIQUE G H, RAUL C P, SALVADOR E L. Historical biomass, fishing mortality, and recruitment trends of the Campeche Bank red grouper (*Epinephelus morio*) [J]. Fish Res, 2005, 71(3): 267-277.
- [13] 区又君.石斑鱼类的人工繁育技术[J].海洋与渔业.2009,12(3):14-15.
- [14] Helfman G S. Fish behavior by day, night and twilight. In: Pitcher T J, ed. Behavior of Teleost Fishes [M]. London: Chapman & Hall, 1993.479-512.
- [15] Boonyaratpalin M. Nutrient requirements of marine food fish cultured in Southeast Asia [J]. Aquaculture, 1997, 151: 283-313.
- [16] 吕明毅.石斑鱼类的生殖生物学[M].中国水产(台),1989,437:41-52.
- [17] 雷从改,尹绍武,陈国华.石斑鱼繁殖生物学和人工繁殖技术研究现状[J].海南大学学报:自然科学版,2005,23(3):288-292.
- [18] 戴庆年,张其永,蔡友义,等.福建沿岸海域赤点石斑鱼年龄和生长的研究[J].海洋与湖沼,1988,19(3):215-223.
- [19] 马荣和,李加儿,周宏团,等.赤点石斑鱼人工育苗的初步研究[J].海洋渔业,1987,4:158-160.
- [20] OKUMURA S, OKAMOTO K, OOMORIR, et al. Spawning behavior and artificial fertilization in captive reared red spotted grouper, *Epinephelus akaara* [J]. Aquac, 2002, 206 (3/4): 165-173.
- [21] Chen F Y, Chow M. Artificial spawning and larval rearing of the grouper, *Epinephelus tawina* in Singapore [J]. Singapore J Prim Ind, 1977, 15(1):

- 1221.
- [22] 杨威. 石斑鱼育苗方法[N]. 中国海洋报, 2004 - 02 - 06.
- [23] 何永亮, 区又君, 李加儿, 等. 石斑鱼人工繁育技术研究进展[J]. 南方水产, 2008, 4(3): 75 - 79.
- [24] 高屋雅生, 荒川敏久. 処理によるの産卵促[J]. 长崎水试研报, 1987 (3): 39 - 41.
- [25] 真锅三郎, 春日公. 水槽におけるクエの産卵行動と初期生活史について[J]. 动水志, 1989, 30(1): 16 - 24.
- [26] 黎祖福, 陈省平, 庄余谋, 等. 鞍带石斑鱼人工繁殖与鱼苗培育技术研究[J]. 海洋水产研究, 2006, 27(3): 78 - 85.
- [27] 洪万树, 张其永. 赤点石斑鱼繁殖生物学和种苗培育研究概况[J]. 1994, (5): 53 - 55.
- [28] 陈波, 罗海忠, 付荣兵, 等. 青石斑鱼生物学特性及其人工繁育技术[J]. 河北渔业, 2006, 146(2): 29 - 31.
- [29] 叶鹏, 蔡厚才, 许明海, 等. 不同培育方式对赤点石斑鱼成熟、产卵和孵化的影响[J]. 海洋渔业, 2006, 28(3): 201 - 205.
- [30] 葛国昌. 海水鱼类增殖养殖学[M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1991.
- [31] 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.
- [32] 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.
- [33] 黄建辉, 吴天明, 林秋生, 等. 龙胆石斑鱼的生物学特性及养殖技术[J]. 中国水产, 2002, 6: 57 - 58, 63.
- [34] 土橋靖史. マハタの種苗生産技術開発に関する研究[R]. 三重県科セ水研報. 志摩: 三重県水産研究所, 2005, 12: 23 - 51.
- [35] 内海訓弘. 栽培漁業推進技術開発事業 1. マハタ[R]. 平成 16 年度大分県海洋水産研究センター事業報告, 2005: 63 - 65.
- [36] 宮木廉夫, 山田敏之, 中田久, 等. 2. 親魚成熟誘導技術開発研究 I. マハタの採卵試験[R]. 平成 11 年度長崎県総合水産試験場事業報告, 2001: 65 - 66.
- [37] 林超辉. 斜带石斑鱼的生物学特性及养殖技术[J]. 2007, 165(9): 24 - 25, 42.
- [38] 陈思行. 国外石斑鱼养殖技术[J]. 海洋渔业, 1994, 1: 39 - 41.
- [39] 毛国民, 辛俭, 史海东, 等. 赤点石斑鱼 *Einephelus akaara* (Temminck et Schlegel) 亲鱼强化饲育与产卵的试验研究[J]. 现代渔业信息, 2004, 19(12): 35 - 36.
- [40] 刘筠. 中国养殖鱼类繁殖生理学[M]. 北京: 农业出版社, 1993. 126 - 128.
- [41] Liao I C, Su H M, Chang E Y. Techniques in finfish larviculture in Taiwan [J]. Aquaculture, 2001, 200(1 - 2): 1 - 31.
- [42] Sudaryanto M T, Mous P J. Natural spawning of three species of grouper in floating cages at a pilot broodstock facility at Komodo, Flores, Indonesia [R]. SPC Live Reef Fish Information Bulletin. Secretariat of the Pacific Community, 2004, 12: 21 - 26.
- [43] 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.
- [44] 王涵生, 方琼珊, 郑乐云, 等. 石斑鱼养殖产业技术进展与今后发展方向[A]. //第一届全国石斑鱼类繁育与养殖产业化论坛论文摘要汇编[C]. 广州: 海洋与渔业编印, 2010. 125.
- [45] 秦启伟. 石斑鱼虹彩病毒 SGIV: 感染机理、功能基因组学和免疫防治[A]. //第一届全国石斑鱼类繁育与养殖产业化论坛论文摘要汇编[C]. 广州: 海洋与渔业编印, 2010. 81.
- [46] 林浩然. 石斑鱼类养殖产业化持续发展的基本途径[A]. //第一届全国石斑鱼类繁育与养殖产业化论坛论文摘要汇编[C]. 广州: 海洋与渔业编印, 2010. 1.

(编辑: 岳冬冬/校对: 周雨思)

Biological Characteristics and Progress of Artificial Breeding Technique for Kelp Bass, *Epinephelus moara*

SONG Zhen-xin^{1,2}, CHEN Chao¹, ZHAI Jie-ming³,
MA Wen-hui³, PANG Zun-fang³

(1. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071;

2. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306;

3. Mingbo Fisheries Limited Corporation, Laizhou 261400)

Abstract: Kelp bass *Epinephelus moara*, a fast growing and commercially valuable marine fish species, is considered as one of the most potential species for marine fish cage culture in the temperate seas along the coast of Northeast Asia. It has been investigated intensively for aquaculture during the past several decades in several countries. This article briefly summarized the biological characteristics of Kelp bass, further research priorities in this domain were also suggested. The progress on broodstock reproduction, larval rearing, and the nursery of juveniles of artificial breeding in recently years were introduced. This paper also provides necessary referential information for the research on the mass seed production technique of Kelp bass in China.

Key words: Kelp bass; Biological characteristics; Artificial breeding