

Development of the Breeding and Rearing Technology for *Oplegnathus punctatus*

Xiaoqiang Gao, Lei Hong, Bin Huang, Changtao Guan, Yudong Jia*

Qingdao Key Laboratory for Marine Fish Breeding and Biotechnology, Chinese Academy of Fishery Sciences, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Qingdao Shandong
Email: gaoxq@ysfri.ac.cn, jiajd@ysfri.ac.cn

Received: Jun. 15th, 2018; accepted: Jun. 24th, 2018; published: Jun. 29th, 2018

Abstract

As a new breed of mariculture, *Oplegnathus punctatus* has the advantages of growth performance, short breeding cycle, high survival rate and economic benefit. This review mainly focuses on the research progress about breeding cultivation, larval cultivation and disease in *Oplegnathus punctatus*. We hope these results may help us further optimize the cultivation technology and promote the healthy and sustainable development of the rearing of *Oplegnathus punctatus*.

Keywords

Oplegnathus punctatus, Seeding and Breeding, Aquaculture Technology

斑石鲷种苗繁育与养殖技术研究进展

高小强, 洪磊, 黄滨, 关长涛, 贾玉东*

中国水产科学院黄海水产研究所, 青岛市海水鱼类种子工程与生物技术重点实验室, 山东 青岛
Email: gaoxq@ysfri.ac.cn, jiajd@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2018年6月15日; 录用日期: 2018年6月24日; 发布日期: 2018年6月29日

摘要

斑石鲷作为海水养殖新品种, 具有生长速度快、养殖周期短、成活率高、经济效益高等显著优势, 本文重点总结了国内外关于斑石鲷、亲鱼培育、仔稚鱼培育、苗种养成、疾病防控等方面取得的研究进展, 以期为我国斑石鲷苗种繁育及规模化养殖技术的研发提供参考。

*通讯作者。

关键词

斑石鲷, 种苗繁育, 养殖技术

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

斑石鲷(*Oplegnathus punctatus*), 属鲈形目(Perciformes)、石鲷科(Oplegnathidae)、石鲷属(Oplegnathus), 俗称斑鲷、花金鼓、黑金鼓, 主要分布于朝鲜、日本、台湾岛及中国南海、东海、黄海等海域, 属于温、热带近海沿岸中下层鱼类, 喜栖息于岩礁或者珊瑚礁海域[1]。在自然海域中, 斑石鲷自然资源较为稀少, 常以垂钓获得, 极少形成自然群体, 没有明显的盛渔期, 其肉质细腻、鲜美, 富含丰富的胶原蛋白、多种氨基酸及不饱和脂肪酸, 在日本料理中具有“刺身绝品”之誉, 而且还具有治疗脾肾虚寒、产后腰痛、阴虚消渴等药效, 鱼胆还可用于清热解毒、清肝明目[2] [3]。另外, 斑石鲷体态优美, 周身靓丽、鱼身光泽银纹, 与黑褐色斑点结合, 在灯光下发出梦幻般的色彩, 因而也被称为“梦幻之鱼”, 而且经济价值高(目前国内市场价售价达 230 元/斤~350 元/斤)。由此可见, 斑石鲷营养、药用、观赏及经济价值极高, 具有非常好的养殖发展前景。关于斑石鲷人工繁育及养殖技术方面的研究长期以来一直受到日本的关注, 并取得了重大成果[4] [5] [6]。

近些年, 由于我国海水鱼类资源过度开发利用、环境污染及生态破坏等问题严重, 加快了海水鱼类资源的衰退, 再加上近亲繁殖频繁, 遗传多样性下降, 造成了一系列种质退化现象, 因此, 鱼类种质资源的开发及改良尤为重要。斑石鲷作为海水养殖新品种, 其生长快, 抗逆性强, 成活率高, 饵料投喂无需驯饵, 常规饲料与鲜杂鱼均可作为饵料供应, 饵料转化率较高[7], 这对于弥补我国网箱养殖种类缺乏及工厂化养殖品种的筛选提供了新的思路。2014 年, 山东莱州明波水产有限公司首次成功培育出斑石鲷鱼苗, 为国内规模化养殖创造有利条件。海南省三亚市也进行斑石鲷工厂化养殖, 并取得成功[8]。目前, 国内有关斑石鲷的基础生物学[9]、生长特性[10]、苗种培育[8] [11]、病害[12] [13]等方面的研究均取得了较好的成果。本文对养殖新品种斑石鲷生物学特征及繁育技术现状进行了归纳、概括, 重点总结国内外斑石鲷繁育、仔稚鱼培育及养成等方面所取得的研究进展, 并对存在的问题和进一步重点研究的相关主题进行探讨, 以为斑石鲷苗种规模化繁育技术进一步研发、推广提供资料。

2. 斑石鲷生物学特性

2.1. 形态特征

斑石鲷体延长而呈长卵圆形, 侧扁而高。头小, 前端钝尖。吻短, 眼大, 侧位。体长为体高的 1.7 倍, 为头长的 3 倍。头长为吻长 2.6 倍, 为眼径 4.9 倍。上颌达眼之前缘下方。颌齿愈合成鸢鹞喙嘴状, 锄骨和腭骨均无齿。前鳃盖骨后缘具有锯齿。吻部无鳞, 体被细小栉鳞, 各鳍基部均被小鳞; 背鳍及臀鳍基底均具鳞鞘; 背鳍单一, 硬棘部和软条部间具缺刻头及体呈棕灰色, 腹缘在腹鳍附近, 臀鳍鳍条部基底均形成一钝角。背鳍 XII-16, 臀鳍 III-13, 胸鳍 18, 腹鳍 I-5, 尾鳍 17, 侧线完全, 鳞约 110 个[9]。头及体呈棕灰色, 全体密布有大小不规则黑色斑点(见图 1)。



Figure 1. *Oplegnathus punctatus*

图 1. 斑石鲷

2.2. 生态习性

2.2.1. 分布

斑石鲷为温、热带沿近海中下层鱼类，一般生活在深度为 20~100 米的水域，在自然环境中，喜栖息在岩石、礁区或珊瑚礁中，幼鱼随着海藻漂移，最大体长可达 86 厘米。

2.2.2. 温度及盐度

斑石鲷养殖适温为 13℃~30℃，最适水温为 20℃~28℃，适宜盐度 10‰~33‰ [14]。在工厂化养殖过程中，水温一般保持在 24℃~28℃ 之间，盐度在 17‰~20‰，pH 在 7.3~8.5 之间 [15]。在流水养殖条件下，水温在 30℃ 以下，盐度 28‰~33‰；pH 值为 7.8~8.6 [11]。

2.2.3. 溶解氧及氨氮

斑石鲷对溶氧(DO)的要求较高，当水体中溶解氧含量低于 4.0 mg/L 时，便会出现浮头、体色花纹变浅、发白及摄食减弱等不良现象，日平均增重只达到 1.03 g，严重影响生长速度；而当养殖水体溶解氧含量高于 4.0 mg/L 以上时，生长较快，平均日增重 2.26 g [8]。因此，斑石鲷养殖过程中，适当的增加气石数量、加大换水量以达到较高的溶解氧含量，这对斑石鲷的快速生长具有一定作用。另外，养殖水体氨氮含量超过 0.4 mg/L 时，斑石鲷开始出现侧游，活动力明显较弱等不良现象 [8]。

2.2.4. 食性及生长

斑石鲷典型的杂食性鱼类，以底栖无脊椎动物为主，鸚鵡喙的嘴具有锐利的齿，可咬碎贝类或海胆等坚硬之外壳。其仔稚鱼时期主要摄食轮虫、卤虫、枝角类及桡足类等。人工养殖过程中，可适当投喂鲜活小杂鱼、切碎的冰鲜鱼，也可投喂人工配合饲料。斑石鲷生长较快，养殖周期短，成活率高等特点。有研究表明，在适宜的环境条件下，35 g 苗种经过 10 个月养殖，体重即可达到上市规格(500 g) [15]；也有研究表明，斑石鲷养殖当年体重即可达到 600 g 以上，成活率可达到 90% 以上 [7]。

2.2.5. 繁殖习性

斑石鲷性成熟时间较晚，一般需要 6~7 年。斑石鲷雄鱼发育成熟后，身上的斑纹逐渐变淡，口的周围变成纯白色。斑石鲷适宜的繁殖温度 21.4℃~24.2℃，在日本父岛海域，斑石鲷可在 3~5 月份产卵；在日本歌山县，网箱养殖的斑石鲷产卵发生在 6 月份 [16]。鹿儿岛县海域的斑石鲷产卵时间发生在 4~6 月份 [5]。可见，在日本海域，斑石鲷产卵时期主要发生在 3~6 月份。

3. 斑石鲷繁育及苗种培育

3.1. 亲鱼的培育及产卵

鉴于国内关于斑石鲷亲鱼繁育研究的报道基本上为空白, 对此, 以日本东京都小笠原父岛水产实验基地操作为例。2002年1~4月, 通过岩礁域垂钓方式获得了9尾斑石鲷亲鱼(尾叉长43.4~59.1 cm, 体重1.9~5.0 kg), 于70 m³水槽中进行培育, 每日换新鲜海水4次。亲鱼主要投喂磷虾类、乌贼类、竹夹鱼等饵料, 每周投喂4~5次进行亲鱼培育, 培育水温见图2。2003年4月, 亲鱼开始自然产卵, 在亲鱼水槽表层排水口处安置493 μm的收集网(100 cm × 100 cm × 50 cm), 过滤收集表层水中的卵, 成功获得了受精卵, 此外, 研究中发现, 在产卵水温23.0°C~23.9°C之间, 斑石鲷产卵量及上浮卵率达到最高; 21.0°C~21.9°C产卵量及上浮卵率最小(见图3) [6]。Park等也通过自然采捕的方法获得繁殖期亲鱼(全长24.5~26.7 cm), 采用干法人工授精成功获得了受精卵[17]。熊井等[18]通过延长日照和升温的协同处理2个月, 斑石鲷可在2~3月早期成功产卵, 上浮卵率为15.1~97.5, 平均82.5。目前, 斑石鲷研究较为成熟的日本均采用野生捕捞、亲鱼培育、自然产卵的模式获得受精卵[19][20][21]。

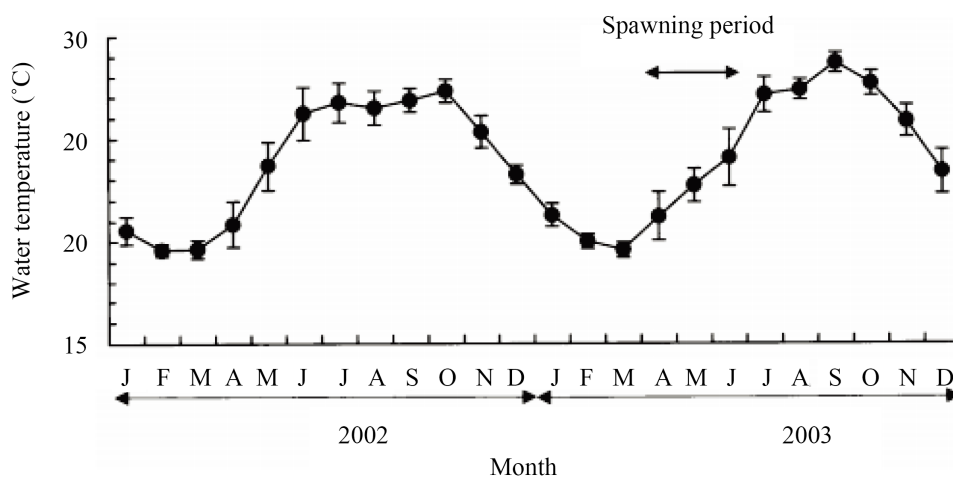


Figure 2. Changes of water temperature for breeding tank of spotted parrot fish broodstock from 2002 to 2003

图2. 2002~2003年斑石鲷亲鱼培育水温变化(川边胜俊, 2007)

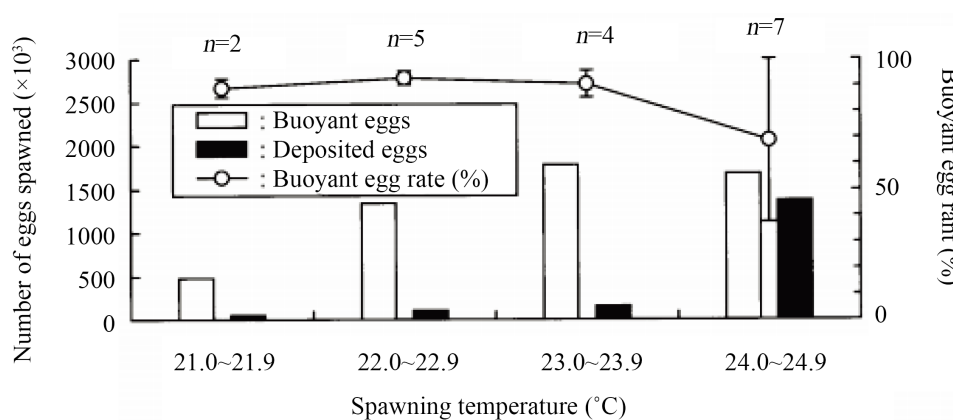


Figure 3. Egg production and the rate of buoyant egg under different water temperature of spotted parrot fish broodstock breeding

图3. 斑石鲷亲鱼不同产卵温度下, 斑石鲷产卵量及上浮卵率变化(川边胜俊, 2007)

3.2. 杂交

斑石鲷和条石鲷为同一属鱼类, 而且具有类似的栖息习性、产卵期及产卵时间[22] [23], 这为杂交育种提供了最基本的条件。有研究表明雄性斑石鲷染色体数 47, 核型为 $2n = 1m + 2sm + 44t$, 臂数 $NF = 50$, 雌性斑石鲷染色体数 48, 核型为 $2n = 2sm + 46t$, 臂数 $NF = 50$, 雄性具有异形性染色体且染色体数目比雌性少一条, 性别决定类型符合 $X_1X_1X_2X_2/X_1X_2Y$ [24]。与同属的近缘物种条石鲷 *Oplegnathus fasciatus* 的核型报道相似[25] [26]。鱼类杂交育种中核型越相近, 杂交成功率越高[27]。由此可见, 斑石鲷与同属的条石鲷的杂交育种在细胞遗传学上具有可靠的理论基础。此外, 末吉、摩耶子等[28]在日本长崎市半岛沿岸捕获到了野生的斑石鲷和条石鲷的杂交后代; Kwun 等在韩国南部海域也有同样的发现[29], 其杂交后代体表同时具备了黑色条带及圆斑点(图 4)。

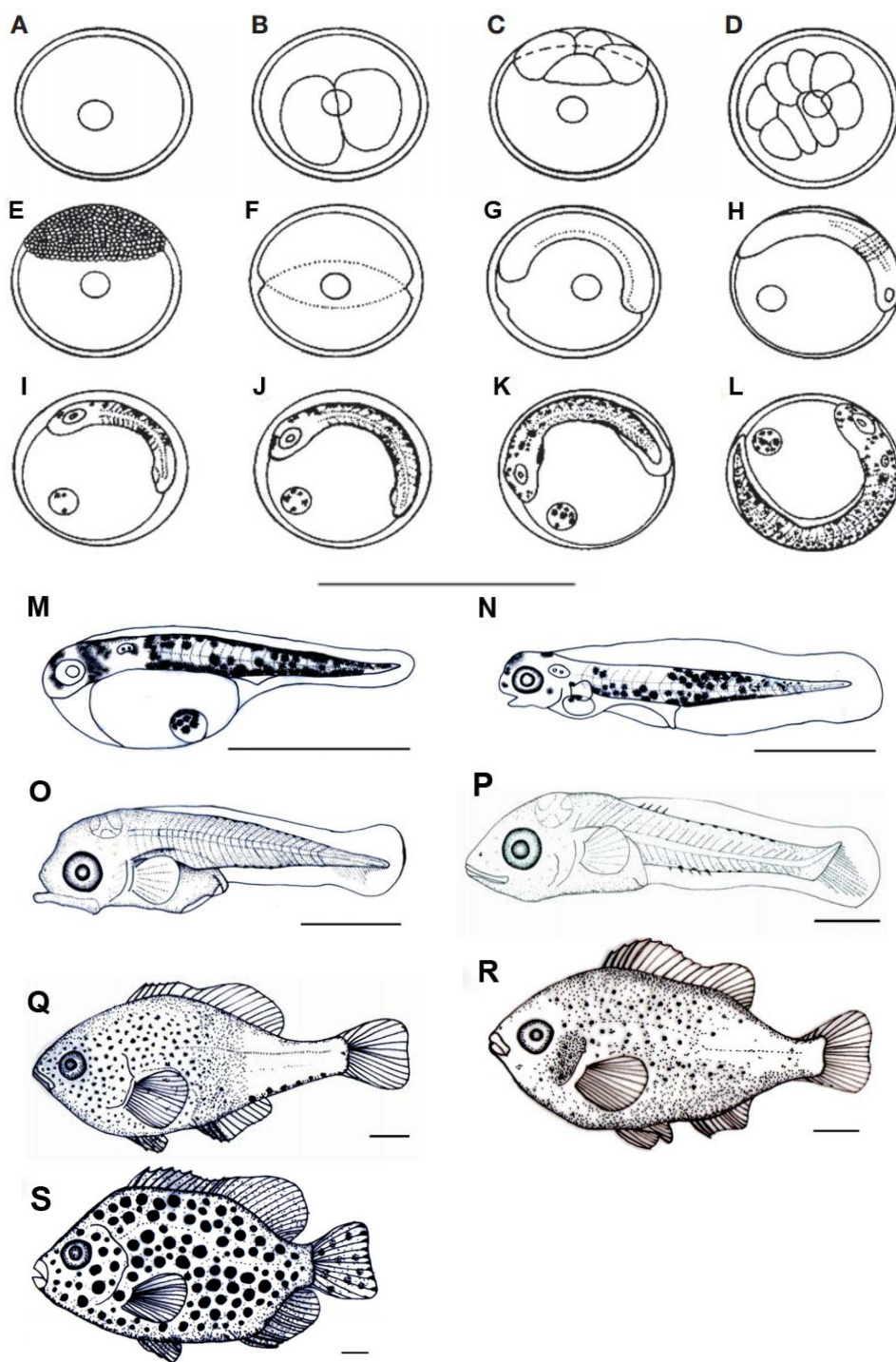
2007 年, Shimada 等[16]开展了相关的杂交试验, 在水温 $21.4^{\circ}\text{C} \sim 24.2^{\circ}\text{C}$ 条件下, 通过人工授精获得了 *O. fasciatus* (♀) × *O. punctatus* (♂) (配对组 1) 及 *O. punctatus* (♀) × *O. fasciatus* (♂) (配对组 2) 的受精卵, 结果表明组 1 卵上浮率 91.4%, 胚胎发育率 70.8%, 孵化率 46.7%; 而组 2 卵上浮率 72.4%, 胚胎发育率 70.8%, 孵化率 83.8%, 可见, 在人工授精的模式下, 成功获得了斑石鲷和条石鲷的杂交后代, 而且 *O. punctatus* (♀) × *O. fasciatus* (♂) 的配对组合更优。

3.3. 胚胎发育及仔稚鱼形态特征

斑石鲷受精卵为透明, 圆形浮性卵, 卵径为 $1.009 \sim 1.095$ mm, 并含有一个油球, 直径为 $0.2519 \sim 0.2561$ mm, 在海水中为自然悬浮状[4] [6] [9]。在水温 $(22 \pm 1)^{\circ}\text{C}$, pH 8.0~8.2, 盐度 $29\% \pm 0.5\%$ 的条件下进行孵化, 历经 32 h 孵化出膜, 初孵仔鱼全长 3.49 ± 0.12 mm, 卵黄长径 0.85 ± 0.12 mm, 短径 0.37 ± 0.03 mm, 油球径 0.22 mm 左右, 胚胎发育时序见表 1 [9]。胚胎发育及仔稚鱼形态见图 5。初孵仔鱼卵黄囊较大, 背腹鳍褶清晰可见, 仔鱼体侧、背部以及油球部均分布着辐射状星形黑黄色斑点, 口和肛门关闭。4 日龄仔鱼 (3.53 ± 0.52 mm TL) 开口、肛门与外界相通, 胸鳍延伸至第二体节。12 日龄仔鱼 (4.62 ± 0.26 mm TL) 尾部鳍条开始形成, 身体背腹侧的辐射状黑黄星斑消失, 在其背部及腹侧形成 8~10 个点状色斑, 肛门位于身体的 1/2 处。15 日龄仔鱼 (7.24 ± 0.78 mm TL) 脊索开始弯曲, 背鳍、臀鳍鳍条出现, 鳍褶开始退化。22 日龄仔鱼 (12.40 ± 0.28 mm TL) 鳍褶消失, 各个鳍分离, 背鳍硬棘 5 个, 软鳍条 16 个, 腹鳍硬棘 1 个, 软鳍条 4 个, 臀鳍硬棘 3 个, 软鳍条 7 个, 此时在鱼体表色素开始沉积, 在身体两侧的皮肤中, 已经出现离散分布的黑色圆斑点。30 日龄稚鱼 (17.30 ± 1.06 TL) 各个鳍开始黑色素附着, 体圆形斑点进一步增多, 牙齿、鳞片出现。35 日龄幼鱼 (23.30 ± 2.33 TL) 各鳍发育完善, 体表及鳍均匀分布着许多圆形斑点, 斑石鲷特有的体色及花纹形成[17]。



Figure 4. The natural hybrid fish between *O. fasciatus* and *O. punctatus*
图 4. 条石鲷和斑石鲷的天然杂交种(末吉, 摩耶子, 2009)



A. 受精卵 Fertilized eggs; B. 2 细胞期 2-cell stage; C. 4 细胞期 4-cell stage; D. 8 细胞期 8-cell stage; E. 桑葚胚期 Morula stage ; F. 囊胚期 Blastula stage; G. 原肠期 Gastrula stage; H. 体节期 Myotomes stage; I. 色素出现 Melanophore appeared on the embryo; J. 尾鳍形成 Formation of caudal fin; K. 耳囊形成 Formation of otidium; L. 出膜前期 Embryo just before hatching; M. 初孵仔鱼 Newly hatched yolk sac larva; N. 4 日龄仔鱼 Larva of 4 days after hatching; O. 12 日龄仔鱼 Larva of 12 days after hatching; P. 15 日龄仔鱼 Larva of 15 days after hatching; Q. 22 日龄仔鱼 Larva of 22 days after hatching; R. 30 日龄稚鱼 Larva of 30 days after hatching; S. 35 日龄幼鱼 Juvenile of 35 days after hatching; 标尺 = 1.0 mm, Scale bar = 1.0 mm

Figure 5. Embryos and larvae of *O. punctatus*

图 5. 斑石鲷胚胎及仔稚鱼形态

Table 1. Development time of embryos *O. punctatus*
表 1. 斑石鲷胚胎发育时序

发育时间 Time after fertilization	发育阶段 Developmental stage	
30 min	2 细胞期	2-cell stage
50 min	4 细胞期	4-cell stage
1 h 10 min	8 细胞期	8-cell stage
1 h 25 min	16 细胞期	16-cell stage
1 h 45 min	32 细胞期	32-cell stage
2 h	64 细胞期	64-cell stage
2 h 30 min	桑葚胚期	Morula stage
3~4 h	高囊胚期	High blastula stage
4~5 h 30 min	低囊胚期	Low blastula stage
5 h 30 min	原肠早期	Early gastrulae stage
9 h	原肠中期	Middle gastrulae stage
11 h 40 min	原肠晚期	Telophase gastrulae stage
15 h 30 min	胚孔关闭	Blastopore closed
25 h	心跳期	Heartbeat period
27~32 h	孵化期	Hatching period
32 h	初孵仔鱼	Newly hatched larvae

3.4. 仔稚鱼培育管理

日本培育斑石鲷苗种的技术工艺已经较为成熟,以 2006 年小笠原父岛水产实验基地单次苗种培育过程为例进行简要说明(初孵仔鱼全长 3.5 mm 至 40 日龄全长 20.83 mm 幼鱼,成活率 41.5%,畸形率 4.3%):培育池为 10 m³ 的角型恒温水槽,培育水温 21.1℃~25.9℃;培育用水经过沙虑、紫外线杀菌处理。日换水量在 0~2 日龄为 430%, 3~13 日龄为 250%, 14~23 日龄为 290%, 24~30 日龄为 480%, 自 31 日龄到苗种培育结束时,换水量达到 500%。培育期间添加海水眼点拟微球藻 *Nannochloropsis oculata*, 一日三次,每次 40 L (7:00, 12:00, 17:00, 1500 万细胞/ml)。应用 37 W 荧光灯对养殖期间光照进行控制,0~2 日龄时,光照时间为 8:00~17:00,强度为 200~500 lx,随着仔鱼生长发育,光照时间延长为 8:00~21:00,强度为 1000~3500 lx。仔鱼开口及开鳔期间,及时去除水面油膜,保证仔鱼生长存活。为防止养殖水体水质及底质恶化,定期清理残饵及粪便。饵料系列:3~34 日龄,投喂浓缩淡水小球藻及海洋酵母强化的 S 型褶皱臂尾轮虫 *Brachionus rotundiformis*, 一天 2 次(8:00, 14:00, 15~20 个/ml), 13 日龄(平均全长 5.7 mm)开始投喂卤虫无节幼体 *Artemia sp.*, 每天 2 次(10:00, 15:00), 自 30 日龄起,每天投喂 4 次(8:00, 11:00, 14:00, 17:00), 配合饲料自 24 日龄(平均全长 11.2 mm)开始添加, 1 小时一次,少量多次投喂,从 31 日龄开始,配合饲料投喂变为 1 天 6 次, 32 日龄(平均全长 15.3 mm)增加投喂冷冻桡足类[19]。

仔稚鱼生长特性:王雨福等[9]对斑石鲷早期发育阶段的生长规律及重要器官的异速生长模式进行了研究,结果表明斑石鲷全长、体质量与日龄的关系均符合 Cubic 函数,随日龄的生长曲线表现为 S 型。斑石鲷全长和体质量的生长可分为 3 个阶段:0~21 日龄,缓慢生长阶段,生长速度为 0.155 mm/d, 21~35

日龄生长速度大幅度提高为 0.794 mm/d, 35 日龄之后, 进入幼鱼快速生长阶段, 生长速度为 1.455 mm/d, 而且斑石鲷仔稚鱼的头长、眼径、吻长、口裂、体高、尾鳍长等形态指标均存在异速生长现象。

3.5. 苗种养成

目前, 国内斑石鲷苗种养成主要是工厂化养殖模式, 而且取得了较大的进展。以钟鸿干等[11]流水养殖研究为列。一般采用圆形(直径 6.74 m, 池深 80 cm)或切去四角的长方形(池深 1.2 m~1.5 m, 规格 12 m²~36 m²)水泥池, 具有独立的进排水及排污系统。应用鼓风机和散气石供气, 散气石密度为 1.5 个/m²。养殖用水为地下深水井和海水二级砂滤水, 经过过滤、消毒及灭菌等处理。养殖水温 22℃~30℃, 盐度在 15‰~33‰, pH 7.3~8.6, 氨氮 0.3 mg/L 以下, 溶解氧保证 4.0 mg/L 以上。养殖密度: 根据斑石鲷的生长情况进行调节, 放养密度见表 2。

投喂策略: 采用进口海水鱼专用配合饲料(粗蛋白 ≥ 48.0%, 粗脂肪 ≥ 10.0%), 每日投喂 1~2 次, 投喂量根据养殖气温、水温、鱼状态、水质条件等实际情况进行调节, 日投喂量占鱼体重的 1%~4%。养成过程中定期添加复合维生素免疫多糖、EM 菌等添加剂或免疫增强剂, 以提高鱼体的免疫力。

养殖效果: 体长 7 cm~8 cm 的斑石鲷苗种 2000 尾, 经过近 178 天的养殖, 成活率达到 85.1%, 日增重 2.69 g, 期间共投喂饲料 789.3 kg, 增重 813.7 kg, 饵料系数为 0.97。

2003 年, 日本小笠原父岛水产实验基地开展了斑石鲷高密度苗种养成研究[30], 其中苗种为养殖 68 日龄的幼鱼, 规格为全长 5.3 ± 0.3 cm, 体重 3.6 ± 0.7 g, 肥满度 24.2 ± 1.6。养殖期间水温 20.3℃~29.6℃, 68~120 日龄投喂日本鲷鱼稚鱼用配合饲料(粗蛋白 ≥ 54.0%, 粗脂肪 ≥ 4.0%), 121 日龄至养成 321 日龄投喂日本鲷鱼育成配合饲料 5P-7P (粗蛋白 ≥ 48.0%, 粗脂肪 ≥ 3.0%), 68~222 日龄每日投喂 2 次, 223~321 日龄每天投喂 1 次, 按鱼体重的 1%~3%进行饱食投喂。根据斑石鲷生长情况进行养殖池及密度调整(表 3、表 4), 密度调整时斑石鲷规格参数见图 6。

Table 2. The stocking density of *O. punctatus*

表 2. 斑石鲷放养密度

体重(g) (weight)	放养密度(尾/m ²) (stocking density)
30 以下	100
50	80
100	60
200	40
300	30
400 以上	20

Table 3. The aquaculture pond specification during the different developmental stage of *O. punctatus*

表 3. 不同养殖阶段斑石鲷养殖池规格

日龄(day after hatching)	养殖池(aquaculture pond)
68~119	10 m ³ 水槽, 水体积 9 m ³ , 换水量 9 m ³ /h
120~162	25 m ³ 水槽, 水体积 19.5 m ³ , 换水量 10 m ³ /h
163~321	圆形网箱, 直径 2 m, 深度 2 m

Table 4. The stocking density of *O. punctatus*
表 4. 斑石鲷放养密度

日龄(day after hatching)	放养密度(kg/m ³) (stocking density)
92	2.1-3.8
119	4.1-8.5
127	2.6-5.4
139	3.4-3.7
231	16.4-17.6
267	19.9-21.7
294	21.0-23.1
321	23.5

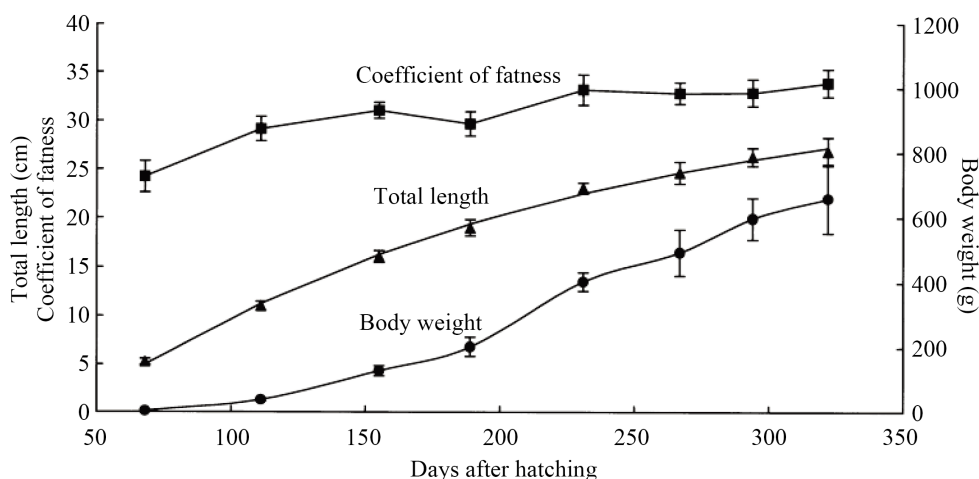


Figure 6. The change of quantitative parameters during the rearing of spotted parrot fish
图 6. 斑石鲷养殖过程中规格参数变化

养成果效：经过 321 天的养殖，斑石鲷全长 26.8 ± 1.5 cm，体重 659 ± 106 g，成活率 94.0%，饵料转化率为 1.67。综上所述，斑石鲷在人工养殖条件下，生长速度快，成活率高，饵料利用效率高，当年即可达到上市规格，是一种养殖效果非常出色的新品种。

3.6. 病害及防治

斑石鲷常见疾病有烂身病、肠炎病和小瓜虫病等。烂身病主要表现为背鳍、腹鳍靠近头部处溃烂，通常可使用 2 ppm 诺氟沙星和 0.5 ppm~1 ppm 利福平可有效治疗；肠炎病主要表现为白便，此时应较少投喂，加大换水量，保证饵料的新鲜度，外加 0.5 ppm~1 ppm 土霉素和 0.5 ppm~1 ppm 利福平可治愈；小瓜虫病爆发可引起斑石鲷大量死亡，主要表现为翻转、蹭壁，运动缓慢，食欲下降等，严重时鳃丝失血、肿大粘液增多，体色发白。晚间 10 点用药，可用 150 ppm 甲醛和 1 ppm 碘合用药浴 2~3 小时，药浴时注意观察鱼体反应，同时配合倒池、减少投喂、加大换水量等措施[11]。另外，范超等在斑石鲷苗种培育过程中，幼鱼爆发大规模死亡，发现病鱼呼吸急促，活力差，体表和鳃丝上附着有大量的卵圆形寄生虫。提取 DNA，经序列测定和比对，鉴定为眼点淀粉卵涡鞭虫，其可以感染斑石鲷并导致鱼苗的大量死亡，应引起高度重视[31]。

4. 存在问题

斑石鲷作为我国养殖新品种,繁育技术方面的研究仍然处于起步阶段,虽然2014年,山东莱州明波水产有限公司首次突破人工繁育,但仍存在诸多问题需深入研究。

4.1. 斑石鲷繁育技术开发

斑石鲷性成熟时间较长,有关繁殖特性及生物学方面研究匮乏,严重制约了斑石鲷的苗种繁育工作的开展。

4.2. 斑石鲷仔稚鱼及幼鱼营养需要及配合饲料的研究

有研究表明斑石鲷在400g左右是会出现生长停滞期,分析认为斑石鲷为杂食性鱼类,可能生长发育到一定的阶段对植物蛋白需求量较大,在野生条件下,可以摄食海藻及青苔加以补充,而在人工养殖的条件下,一般投喂饲料动物蛋白含量高,可能会因缺少植物蛋白的摄取而影响生长发育[15]。因此,加强对仔稚鱼及幼鱼的营养学研究,全面了解其营养需求及摄食机制是解决人工配合饲料研制和苗种大规模养殖的关键所在,这方面的研究仍然匮乏,是今后研究急需解决的问题。

4.3. 养殖模式开发及养殖配套技术研究

目前,斑石鲷工厂化养殖技术已经开展,最新养殖模式-离岸大型浮绳式围网立体养殖是近年来迅速发展起来的一种新兴发展的生态型养殖模式,由于具有养殖面积大、鱼类活动空间大、养殖环境更近自然和养殖对象品质更近生态而备受关注。斑石鲷典型的杂食性鱼类,是一种恋礁性鱼类,可以进行大型围网养殖,发展休闲垂钓业;另一方面其鸚鵡喙的嘴具有锐利的齿,具有清除围网附着物能力,因此,也是大型围网混养的优良品种。而且斑石鲷在烟台明波浮绳式围网和管桩式围网养殖试验也取得了良好的效果,但就不同养殖模式及养殖过程中的技术要点仍需进行系统性研究。

基金项目

中国水产科学研究院基本科研业务费资助(2017HY-ZD0608,20603022015005);青岛博士后应用研究项目(Q51201611);江苏省国家长江珍稀鱼类工程技术研究中心培育点(BM2013012)和国家海水鱼产业技术体系(CARS-47-G24)共同资助。

参考文献

- [1] 孟庆闻,苏锦祥,鱼学祖. 鱼类分类学[M]. 北京:中国农业出版社,1995:734-756.
- [2] 王立改,鲁琼,詹炜,等. 斑石鲷肌肉营养成分分析[J]. 食品工业科技,2016,37(9):357-362.
- [3] 刘学会. 珍珠龙胆石斑鱼、斑石鲷工厂化养殖成功[J]. 河北渔业,2015(11):86.
- [4] 藤田征作,高野瀬和治,中村章彦,等. 特産高級魚種苗生産試験(イシガキダイ)-I [R]. 鹿児島県水産試験場事業報告書,昭和57年度,1983:65.
- [5] 富安正藏,藤田征作,高野瀬和治,竹丸巖,松原中,椎原久幸. 特産高級魚生産試験(イシガキダイ-XIV) [R]. 鹿児島県栽培漁業センター事業報告書,平成5年度,1995:21-22.
- [6] 川辺勝俊,木村ジョンソン. 小笠原諸島父島におけるイシガキダイの親魚養成と採卵[J]. Aquaculture Sci, 2007,55(1):135-136.
- [7] 赵志玉. 斑石鲷[J]. 海洋与渔业,2015(2):51.
- [8] 张旭,钟鸿干,张海滨. 南方地区斑石鲷养殖技术要点[J]. 河北渔业,2015(2):41-42.
- [9] 王雨福. 斑石鲷(*Oplegnathus punctatus*)早期生长特征及消化系统发育的研究[D]: [硕士学位论文]. 中国科学院研究生院(海洋研究所),2015.

- [10] 王雨福, 肖志忠, 刘清华, 等. 斑石鲷早期发育的异速生长模式[J]. 海洋科学, 2016, 40(5): 43-48.
- [11] 钟鸿干, 张旭, 张海滨, 等. 南方地区斑石鲷工厂化养殖试验[J]. 中国水产, 2015(5): 64-66.
- [12] Dong, C.F., Weng, S.P., Luo, Y.W., *et al.* (2010) A New Marine Megalocytivirus from Spotted Knifejaw, *Oplegnathus punctatus*, and Its Pathogenicity to Freshwater Mandarinfish, *Siniperca chuatsi*. *Virus Research*, **147**, 98-106. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2009.10.016>
- [13] Shuang, F., Luo, Y.W., Xiong, X.P., *et al.* (2013) Virions Proteins of an RSIV-Type Megalocytivirus from Spotted Knifejaw *Oplegnathus punctatus* (SKIV-ZJ07). *Virology*, **437**, 89-99. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2012.12.017>
- [14] 三亚市海洋与渔业监测中心. 斑石鲷工厂化养殖在三亚获成功[J]. 海洋与渔业·水产前沿, 2015(3): 12.
- [15] 尤宏争, 韩天, 刘永鸽, 等. 斑石鲷工厂化养殖技术初探[J]. 中国水产, 2015(9): 82-84.
- [16] Shimada, Y., Nokubi, K., Yamamoto, S., Murata, O. and Kumai, H. (2009) Reproduction between *Oplegnathus fasciatus*, and *O. punctatus*, and Fertility of Their Interspecies. *Fisheries Science*, **75**, 521-523. <https://doi.org/10.1007/s12562-008-0029-1>
- [17] Park, J.M., Lee, S.H., Yun, S.M., *et al.* (2015) Egg Development and Morphology of Larvae and Juveniles of Spotted Knifejaw, *Oplegnathus punctatus*. *Korean Journal of Ichthyology*, **27**, 71-77.
- [18] 熊井英水, 編. イシダイ, イシガキダイおよびその交雑種イシガキイシダイ. 海水魚[M]. 恒星社厚生閣, 東京, 2005: 205-223.
- [19] 川辺勝俊, 木村ジョンソン. 小笠原諸島父島におけるイシガキダイの種苗生産[J]. *Aquaculture Science*, 2006, **54**: 481-488.
- [20] 西一彦, 川辺勝俊. 幻のイシガキダイを食卓へ～小笠原でイシガキダイの種苗生産技術を確立～[R]. 東京都農林水産技術成果選集, 平成 17 年度, 2006, 52-53.
- [21] 東京都水産試験場. イシガキダイ種苗生産[R]. 東京都水産試験場事業報告, 平成 15 年度, 2005, 81.
- [22] Kamei, M. and Takama, H. (1981) Natural Hybrid of a Knifejaw-fish between *Oplegnathus fasciatus* and *O. punctatus* Found in Sagami Bay. *Bull kanagawa Pref Fish Exp Stn*, **10**, 15-17. (In Japanese)
- [23] Harada, T., Kumai, H. and Murata, O. (1986) Artificial Hybrids between Japanese Parrot Fish and Spotted Parrot Fish. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **52**, 613-621. <https://doi.org/10.2331/suisan.52.613>
- [24] 薛蕊, 安皓, 刘清华, 等. 斑石鲷 (*Oplegnathus punctatus*) 雌, 雄鱼核型及 Ag-NORs 带型分析[J]. 海洋与湖沼, 2016, 47(3): 626-632.
- [25] 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.
- [26] Xu, D.D., Lou, B., Bertollo, L.A.C. and de Bello Cioffi, M. (2013) Chromosomal Mapping of Microsatellite Repeats in the Rock Bream Fish *Oplegnathus fasciatus*, with Emphasis of Their Distribution in the Neo-Y Chromosome. *Molecular Cytogenetics*, **6**, 12. <https://doi.org/10.1186/1755-8166-6-12>
- [27] 王祖熊, 张锦霞. 鱼类杂交不亲和性的研究[J]. 水生生物学报, 1986, 10(2): 171-179.
- [28] 末吉, 摩耶子, 幸塚, 久典, 甲斐, 宗一郎. 長崎県長崎半島沿岸で捕獲したイシダイとイシガキダイの天然交雑種[J]. 長崎県生物学会誌, 2009, **65**: 57-60.
- [29] Kwun, H.J. and Kim, J.K. (2010) Occurrence of Natural Hybrid between *Oplegnathus fasciatus* and *Oplegnathus punctatus* from the South Sea of Korea. *Korean Journal of Ichthyology*, **22**, 201-205.
- [30] 川辺, 勝俊, 木村, ジョンソン. 小笠原諸島父島におけるイシガキダイ人工種苗の養成[J]. 水产増殖, 2007, **55**(1): 65-69.
- [31] 范超, 史成银, 沈桂明, 等. 斑石鲷淀粉卵鞭虫病的病原学研究[C]//中国水产学会学术年会. 中国水产学会学术年会论文摘要集: 2015 年卷. 北京: 中国水产协会, 2015.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2373-1443，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ojfr@hanspub.org