

· 综述 ·

石斑鱼 *Epinephelus* 人工繁殖研究的现状与存在问题

王涵生

(福建省水产研究所 361012)

摘要 全世界约 100 个种的石斑鱼 (*Epinephelus*) 中, 开展人工繁殖研究的至少有 13 个种。许多作者研究了石斑鱼的雌雄同体、雌性先熟及性转化现象, 并对其产卵习性、卵发生及仔稚鱼的形态、生长发育进行生物学、生理生态学的研究。其中研究最多的是赤点石斑鱼 *E. akaara* 及巨石斑鱼 *E. tauvina*。石斑鱼的人工育苗仍未能达到稳定地进行大批量生产的规模。存在的问题主要有 3 个: ① 卵质不良; ② 仔鱼的个体弱小、口径小, 对开口饵料要求严格; ③ 稚鱼互相残杀。此外, 还有仔稚鱼的疾病等问题。

关键词 石斑鱼; 人工繁殖研究; 现状; 存在问题

中图分类号 S961.2

1 研究的背景

1.1 分类地位

石斑鱼属鲷科 Serranidae 石斑鱼亚科 Epinephelinae 石斑鱼属 *Epinephelus* 世界上总共约 100 个种以上。据不同作者报道, 我国约有 30~50 个种左右^[1,2,3,4]。石斑鱼分布于热带、亚热带暖水海域, 活动于岩礁、珊瑚礁间, 肉食性, 多凶猛, 不集群。本属鱼均为美味高级鱼类, 在日本、中国大陆、台湾、香港、中东及东南亚国家尤其是华人华裔的社会或社区极受欢迎, 经济价值甚高。

石斑鱼为雌雄同体、雌性先熟, 雌鱼达一定年龄及大小时, 即发生性转化, 变为雄鱼。就个体大小而言, 石斑鱼可分为大型和小型两种, 其中小型的如赤点石斑鱼 *E. akaara* 和青石斑鱼 *E. awoara*, 在养殖条件下, 2~3 龄体重达 0.3~0.5 kg 时, 分别可以发现性腺成熟的雌雄个体。大型的如巨石斑鱼 *E. tauvina* 云纹石斑鱼 *E. moara* 七带石斑鱼 *E. septemfaciatus* 点带石斑鱼 *E. malabaricus* 等。在巨石斑鱼中, 最小的雌性个体体长 45 cm, 体重 3.5 kg, 雄性个体 68 cm, 8.2 kg^[5], 用做人工繁殖的亲鱼。一般雌

性 4.8~15.2 kg, 雄性 5.7~29.5 kg^[6]。云纹石斑鱼及七带石斑鱼则分别为 2.5~30.0 kg 和 2.5~6.5 kg^[7]。石斑鱼中个体最大者为巨石斑鱼, 据报道, 自然海区记录最大的体长为 2~3 m, 体重 200~400 kg^[2,3]。

1.2 养殖简史

石斑鱼原先只在东南亚一些国家, 使用从岩礁、珊瑚礁间钓捕的小规格鱼进行小规模养殖。在中国香港, 石斑鱼为最重要的高档鱼类, 70年代起, 中国香港从近邻诸国进口小鱼进行网箱养殖。在其商业利益的驱动下, 80年代起, 中国大陆及台湾、菲律宾、泰国、印尼等国家和地区也开始养殖。由于石斑鱼幼苗与成鱼一样不集群, 且多活动于礁岩缝隙间, 种苗只能靠钓捕获得, 极大地制约了养殖规模的扩大。近年来资源锐减, 许多国家和地区投入大量人力、物力进行人工繁殖的研究。

1.3 人工繁殖研究概况

石斑鱼的人工繁殖最早开始于 60年代初, 日本鹤川正雄等^[8]在濑户内海区栽培渔业协会(日本栽培渔业协会前身)的伯方岛事业场对赤点石斑鱼产卵习性 & 初期生活史进行了研究; 水户敏等^[9]对该种鱼仔稚鱼形态及发育进行了研究。以后, 濑户内海本州沿岸各县、四国各县、三重、窝崎、长崎等县也纷纷开始本种鱼人工繁殖的研究。70年代以后, 东南亚各国, 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, 涉及的种类除赤点石斑鱼外, 还有青石斑鱼^[10]、巨石斑鱼^[5,6,11,12]、云纹石斑鱼^[13]、七带石斑鱼^[14]、点带石斑鱼^[4]、鲑点石斑鱼 *E. fario*^[15]、鲑形石斑鱼 *E. salmonoides*^[16]、褐点石斑鱼 *E. fuscoguttatus*^[4]、小齿石斑鱼 *E. microdon*^[17]、条带石斑鱼 *E. fasciatus*^[4]、纳苏石斑鱼 *E. stsiatus*^[18]及棕斑石斑鱼 *E. suillus*^[19]等(见表 1)。另一种豹鲷 *Plectropomus leopardus*^[20,21,22,23]则是不同属的近亲。

表 1 开展石斑鱼人工育苗试验的种类和地域

中文名	学名	开展研究的地域及最初的作者
赤点石斑鱼	<i>E. akaara</i>	中国大陆、台湾、香港及日本 [鹤川正雄等 1966]
巨石斑鱼	<i>E. tauvina</i>	科威特、新加坡、台湾 [Tan SM et al 1974]
棕斑石斑鱼	<i>E. suillus</i>	台湾、马来西亚、菲律宾、印尼 [永井显允 1992]
点带石斑鱼	<i>E. malabaricus</i>	台湾、泰国 [河原省吾 1992]
鲑点石斑鱼	<i>E. fario</i>	日本 [冢岛康生等 1983]
鲑形石斑鱼	<i>E. salmonoides</i>	日本 [滨本俊策等 1986]
云纹石斑鱼	<i>E. moara</i>	日本 [真锅一郎等 1989]
条带石斑鱼	<i>E. fasciatus</i>	日本 [河原省吾 1992]
小齿石斑鱼	<i>E. microdon</i>	日本 [雫波海平 1984]
七带石斑鱼	<i>E. septemfasciatus</i>	日本、台湾 [北岛力等 1991]
褐点石斑鱼	<i>E. fuscoguttatus</i>	新加坡、印尼 [河原省吾 1992]
青石斑鱼	<i>E. awoara</i>	中国大陆、台湾、香港 [胡杰等 1982]
豹鲷	<i>Plectropomus leopardus</i>	日本、台湾 [日本栽培渔协 1989]

2 生物学与人工繁殖技术

2.1 亲体

2.1.1 雌雄同体与性转化

许多作者很早就开始研究石斑鱼的雌雄同体、雌性先熟及性转化的现象。研究表明,不但在自然海区,而且在饲养过程中,甚至在产卵期间,都有一些年龄、个体较大的雌鱼转变为雄性鱼^[3,4,5,6,13,16,20~29]。石斑鱼的生殖腺组织分为三种:1) 雌性;2) 雄性;3) 间性即雌雄两性同在。随季节不同,雌性或雄性生殖细胞处于不同的发育期。而间性个体的卵精巢无论在什么时候,雌雄生殖细胞的分化水平都很低,而且不象近亲鲷亚科 *ser-ranide* 那样有界限明了的卵巢区及精巢区。而是未成熟的雌雄生殖细胞群互相交错、镶嵌。在繁殖季节,雌鱼生殖活跃的卵巢层上的休止囊内也存在着造精组织。一旦开始性转化,卵细胞即萎缩,精原细胞增生为精细胞。而在发育成熟的精巢内,也时常可见萎缩、退化的卵母细胞或卵细胞^[3,5,11,24]。

在自然海区,石斑鱼的性转化一般发生在年龄和个体足够大的鱼类。如赤点石斑鱼发生在 6 龄^[30],镶点石斑鱼发生在 9 龄以上^[11],巨石斑鱼发生在体长 65.0~75.0 cm 体重 6.2~10.4 kg 时^[5]。但在养殖群体中则要小得多。如赤点石斑鱼,平均全长 28.9 cm 体重 380 g 的 3 龄鱼,也可发生性转化^[20~23]。另据笔者解剖观察,体长 25 cm 体重 250~300 g 的养殖赤点石斑鱼,也可以有成熟的精液。田中秀树等^[24]也报道过本种体长 30 cm 以下的个体,可以不经成熟的雌性过程,直接分化发育成雄性鱼。

开始对自然海区捕获的亲鱼进行人工繁殖时,总是碰到雄鱼不足的问题。许多作者通过投喂激素(主要是 1 α -甲基睾酮,即 1 α -MT)促使石斑鱼雄性化。洪万树等^[30]报道每天给赤点石斑鱼投喂 5×10^{-6} (M/M) 剂量的 1 α -MT,经 50 d 后,雄化率可达 100%,生殖腺系数可达 0.23%,与自然海区的相近。塚岛康生等^[15]报道每天以 1×10^{-6} (M/M) 剂量的 1 α -MT,投喂小齿石斑鱼 36~53 d 后,60% 个体可分泌精液。给巨石斑鱼投喂上述药物 2 个月,总剂量为 160mg 时,雄化率可达 100%。

石斑鱼的性转化,给人工繁殖试验中性比的决定带来很多困难。使用海区捕得的亲鱼,往往雄鱼不足;使用多年养殖的亲鱼,由于性转化的个体数量不明且无法控制,过多雄鱼之间的争斗(有时雄鱼不足时也发生争斗)也影响了产卵行为,导致产卵量及卵质下降^[13,16,24]。河原省吾^[6]报道雄鱼争斗,使一尾巨石斑鱼亲鱼在同样饲养条件下,产卵量从 1986 年的 720 万粒下降到 1987 年的 70 万粒。

2.1.2 繁殖季节与产卵周期

石斑鱼的繁殖季节一般从春夏之交开始,盛夏间结束。但也因地域、环境不同而有所不同。赤点石斑鱼在日本一般在水温 20.0~20.5 $^{\circ}$ C 时开始产卵,水温 2 $^{\circ}$ C 左右结束^[20~23]。据笔者观察在福建石斑鱼则一般在水温 22.5~23.0 $^{\circ}$ C 时开始产卵,到水温 27~28 $^{\circ}$ C 以后,产卵渐渐趋于停止。从世界范围看,靠近热带地区,产卵水温在当地年最高水温之下,愈往极地,则产卵水温愈接近当地年最高温时期^[3]。

石斑鱼产卵的周期,可分为 2 种类型。一种类型是以赤点石斑鱼及巨石斑鱼为代表,同真鲷、牙鲆、鲈鱼等一样,于一年的某段时间内持续产卵一两个月。另一种类型是以日本冲绳的小齿石斑鱼、小笠原群岛的条带石斑鱼、台湾、菲律宾的棕斑石斑鱼为代表,以月龄为周期产卵,即于 5 月~ 8 月间,每个月的新月前后 3~ 4 天内集中产卵^[4, 19]。

2.1.3 产卵行为

自 1966 年鹤川等人报道了赤点石斑鱼的产卵行为以后,许多作者相继报道了巨石斑鱼^[6, 12]、鲑形石斑鱼^[16]、云纹石斑鱼^[7, 13]、鲑点石斑鱼^[31]、小齿石斑鱼^[7]、纳苏石斑鱼^[18]等的产卵行为,结果非常相似。笔者曾详细观察并摄录了赤点石斑鱼的产卵行为:成熟的雌鱼腹部膨大,颜色与平时无多大差别。雄鱼则出现明显的婚姻色,头部、背部的色及褐色的斑纹加深,对比强烈。从眼下至鳃盖,有一白色倒“V”形斑纹尤为醒目。产卵一般发生于傍晚 5 00 以后,可持续 2 h 左右。先是雄鱼追逐雌鱼,接着两鱼靠近,并排,鳃盖相贴,并列环游一小段后,速度加快,急速直线前游,最后啪地一起顶出水面数公分,完成产卵、排精动作,以后雌雄各自分开。

2.1.4 产卵量及卵质

石斑鱼的产卵量因种类不同差异很大。大型的一季可产上千万粒卵,小型的只产几十万粒。如云纹石斑鱼,体长 95 cm 的亲鱼,在一个繁殖季节可产卵 2710.8 万^[13]。而同种鱼,因亲鱼的来源、年龄、个体大小、饲养条件、营养状况不同,产卵量也大不相同。笔者曾使用赤点石斑鱼亲鱼(平均全长 35.8 cm,体重 916 g) 19 尾(♀:♂:不明=7:8:4),在室内自然产卵,繁殖季节 61 d 中共产卵 582.6 万粒,平均每尾产卵 83.2 万。在日本,每尾亲鱼的产卵量或为 7.6~ 93.3 万粒,或为 369.8~ 556.4 万粒,结果都大不相同^[20~ 23, 32]。

许多作者报道,即使是在自然产卵条件下石斑鱼的卵质也不佳^[4, 7, 11~ 13, 16~ 23, 28, 31, 33]。具体表现在:①卵径大小相差较大,不像真鲷、牙鲆等鱼的优质卵那样,大小整齐划一;②上浮卵的比例小,如赤点石斑鱼,日本玉野事业场及伯方岛事业场 1989~ 1992 年采卵的平均浮卵率为 19.9%~ 37.1%,有时低至 8.0%^[20~ 23]。冈山水试 1985~ 1990 年间采卵的结果是浮卵率为 18.0%~ 36.0%,大多数在 20%~ 30% 间^[17];③受精率低,有时头几天的受精率较高,以后就迅速下降,有的则一直很低。真锡三郎等^[13]报道,云纹石斑鱼在 1985~ 1989 年中每年产卵,有时一尾可产 2000 多万粒卵,但受精率却仅在 5% 以下。

2.2 仔稚鱼的饲养管理

2.2.1 仔鱼

石斑鱼初孵仔鱼在海水鱼类中个体是特别小的。依种类不同,范围在 1.35~ 2.23 mm,赤点石斑鱼仅为 1.35~ 1.45 mm,巨石斑鱼为 1.4~ 1.5 mm(也有报道为 1.77 mm 及 2.23 mm)^[12, 33],云纹石斑鱼为 1.8~ 2.2 mm^[13],小齿石斑鱼为 1.7~ 1.8 mm^[31]。与真鲷(3.0~ 3.4 mm)、牙鲆(3.2~ 3.6 mm)、鲈鱼(3.3~ 3.7 mm)相比小得很多。后三种鱼的开口仔鱼都可顺利摄食小型或大型轮虫,但石斑鱼开口仔鱼却无法摄食轮虫,只能以双壳类的担轮幼虫为开口饵料。仔鱼个体特别纤小,也给饲养管理中换水、充气等操作带来不便。

2.2.2 饵料

石斑鱼的开口饵料一般用双壳类担轮幼虫 (大小为 60~ 70 μm), 但双壳类繁殖季节往往与石斑鱼不同步, 来源无法稳定。日本的玉野事业场 1989 年引进泰国产的超小型 (SS 型) 轮虫, 其抱卵个体的平均被甲长为 150~ 160 μm 左右 (一般小型轮虫为 200~ 220 μm , 大型的为 250~ 270 μm), 用作赤点石斑鱼的开口饵料, 效果甚佳^[32]。

在饵料营养方面, 由于 70 年代日本在真鲷、牙鲆、鲈鱼等苗种生产开发研究中进行过全国各大学、研究所联合攻关, 已开发了相当成熟的技术和产品, 也被用到石斑鱼的人工繁殖中来。同时, 对仔稚鱼营养要求、适合的投饵量、投饵次数及生理生态特征等也着手进行进一步的研究^[29]。

现在, 日本石斑鱼苗种生产的一般饵料系列为: 泰国轮虫 (或并用双壳类幼虫) (开口前夕投喂) → 小型轮虫 (开口 5~ 6 d 后) → 配合饵料 (粒径 250~ 400~ 700 μm) 与轮虫并用 → 卤虫幼体 (孵化后 25~ 30 d) 及成体 → 鱼虾类肉糜。其中轮虫一般以微绿藻及面包酵母为饵, 使用前经绿藻及油脂酵母 12~ 15 h 营养强化。日本有商品包装的超浓缩淡水微绿藻, 使用非常方便。卤虫幼体也以专门的配合饵料及乳化油进行营养强化。

2.2.3 疾病与其他障碍

1990 年以后, 日本在赤点石斑鱼种苗生产技术开发研究中碰到了后来流行全国的病毒病, 受害甚烈。其症状是感病的鱼体衰弱, 不摄食, 漂浮于水面上, 横着打转, 时而狂奔一阵又恢复原样。有的在几天内全部死亡, 有的则以每天数百尾的速度死亡。组织学检查可发现病鱼视网膜组织中央很大范围内出现大型空胞。网膜细胞的细胞质内有小型 (直径 30 nm) 的不带包含体的病毒粒子^[27]。对病毒病, 目前无药可治。在日本, 为了防止传染, 仔稚鱼发病单位的人员, 甚至都不到其他进行同一项目研究的单位去访问。对研究的进展, 出现的问题, 各研究部门之间也十分注意及时交流, 不互相封锁、保密。

另一种疾患为“受激猝死” (Shock die), 表现为正常游泳的个体受到某种物理刺激, 如取样、换水等, 甚至有时只是敲打墙壁, 在瞬间鱼口及鳃盖大张, 身体僵直而死。经过研究, 发现单纯投喂卤虫幼体时此病多见, 系营养缺乏所致。改投配合饵料后, 情况即可好转^[6, 32]。

另外如鳔膨胀等症, 出现于仔鱼 7~ 15 mm 时, 有时有 20% ~ 30% 的仔鱼漂于水面斜游, 不久即死亡。另外时常也出现原因不明的死亡。这些都有待进一步进行深入研究。

造成稚鱼减耗最普遍的原因是全长 15~ 25 mm 左右时的互相残杀。一旦某尾小个体的稚鱼受一尾大的攻击时, 马上会有几尾大的一起围上攻击。这种减耗往往甚为严重, 有时即使有足够的饵料也无法避免。改善这种状况最好的办法可能是尽早分苗, 但受设施、劳力、鱼苗耐搬运能力的制约, 往往无法做到。

2.2.4 育苗的设施与设备

在日本, 采卵一般使用 50~ 60 t 的圆型或八角型水池, 水深 2.0~ 2.5 m, 底部放置 U 型板作遮蔽物, 采卵池上方遮光, 育苗用水经紫外线消毒。投喂配合饵料有时使用自动投饵机, 但由于只能定点投喂, 不如人工投撒均匀, 且价格也不低。吸污使用自动吸污机, 其大小 30 cm × 40 cm 左右, 在水底可自动转向, 起动后可以不管, 也可以由人通过有线遥控, 使用极为方便。但价格非常最贵, 每台与一辆轿车的价格相当。

3 苗种生产的水平

尽管国内外石斑鱼人工繁殖的研究早已进行了 30 多年,但距大批量生产苗种仍有一段距离。日本最早开始赤点石斑鱼人工繁殖的日本栽培渔协的伯方岛事业场,1989 年曾育出全长 23.7~31.0 mm 的苗种近 8 万尾。但 1990 年以后,采卵结果一直不好,没有再育出苗种。赤点石斑鱼人工育苗成绩最好的是同协会的玉野事业场,1988 年育苗 10 万,1989 年引进泰国轮虫为开口饵料,育出平均全长 29.5 mm 的苗种 40 万尾^[32]。但 1990 年以后,由于病毒病等原因,育苗成绩跌入低谷,1990 年 5.4 万尾,1992 年 1558 尾(平均全长 25.5 mm)1994 年则仅有 300~400 尾(笔者亲访)。在日本其他研究机关,也进行另外一些石斑鱼类的人工繁殖研究,有的一年也可育出数千到上万苗种,但基本上都处于探索试验阶段。日本国家研究机关生产的石斑鱼苗种全部用于放流,不进行商业性生产。

在台湾,苗种生产以点带石斑鱼为主,也有赤点石斑鱼、巨石斑鱼、棕斑石斑鱼等。全省水产研究部门加上众多民间业者共二三十个单位,1991 年共生产各种石斑鱼苗种(20 mm 以上)约 200 万尾左右^[34]。另外,也对不同属的豹鲷及老鼠斑 *Cormileptes altivelis* 进行人工繁殖的探索研究。

中东的科威特国家科学研究所日本专家的协助下人工繁殖巨石斑鱼,马来西亚及菲律宾人工繁殖棕斑石斑鱼,都曾育出数万苗种^[6,19]。但科威特的育苗自日本人走后即无进展,其设施后来也毁于伊拉克入侵的炮火。

我国大陆从 80 年代起开始对赤点石斑鱼的人工繁殖进行研究。1983~1987 年,福建水产研究所、厦门大学、厦门水院、厦门市水产所、厦门水校等单位合作使用网箱暂养的钓捕亲鱼,通过人工授精,孵出几万仔鱼,并进行生殖腺发育及仔鱼形态的观察^[26,27,35]。马荣和等^[36]曾育出 8 尾幼鱼^[38]。笔者 1995 年通过使亲鱼自然产卵获得受精卵,并育出平均全长 4 cm 的赤点石斑鱼苗 200 多尾。浙江海洋水产研究所于 1985~1990 年间育出青石斑鱼苗种数万尾。

欧美的一些研究者多偏重于生物学的研究,对自然海区、水族馆的石斑鱼的繁殖习性、雌雄同体的类型、模式、性腺的发育等进行观察及组织学的研究^[3,18]。

4 存在问题

石斑鱼的人工繁殖研究已进行多年,但迟迟未能如真鲷、牙鲆、鲈鱼那样迅速形成大规模生产苗种的能力。究其原因,是受到以下 3 个因素的制约:① 卵质不佳;② 仔鱼纤弱,口径小,对开口饵料的要求过于严格;③ 稚鱼互相残杀。

这些问题似应从以下几方面寻求解决:对于①,一是适当调整性比,二是加强性腺成熟期间亲鱼的营养强化。日本有的部门还着手研究控制性转化的方法^[27]。对于② 应尽快建立和完善泰国产超小型轮虫的生产系统,以保证稳定供应。对于③,在无法尽早分苗的情况下,一是增加投喂与群体中最小个体大小相近的活体饵料如卤虫成体等;二是

考虑早日投放遮蔽物 提早练饵等 这些方法有效与否, 还须进一步探讨。

参 考 文 献

- 1 上海水产学院主编. 鱼类学与海水鱼类养殖. 北京: 农业出版社, 1982. 201~ 205
- 2 徐恭昭, 郑澄伟主编. 海产鱼类养殖与增殖. 济南: 山东科技出版社, 1987, 365~ 377
- 3 吕明毅. 石斑鱼类的生殖生物学. (台)中国水产, 1989, 437: 41~ 52
- 4 河原省吾. ハタ类种苗生産の現状. 见: 日本海外养殖鱼研究会. ハタ类の种苗生産. 东京: (株)惠造社, 1992. 1~ 8
- 5 Tan S M, Tan K S. Biology of the tropical grouper, *Epinephelus tauvina*. I A Preliminary study on hermaphroditism in *E tauvina*. Singapore. J Prim Ind, 1974, 2(2): 123~ 133
- 6 河原省吾, ケウエイトにおけるヒトミハタ种苗生産の現状と問題点. 见: 日本海外养殖鱼研究会. ハタ类の种苗生産. 东京: (株)惠造社, 1992. 9~ 35
- 7 高屋雅生, 荒川敏久. ホルモン処理によるワエ・マハタの産卵促進. 长崎水试研报, 1987(3): 39~ 41
- 8 鹤川正雄, 通口正毅等. キジハタの産卵習性と初期生活史. 鱼类学杂志, 1966, 13(4/6): 156~ 161
- 9 水戸敏, 鹤川正雄等. キジハタの幼期. 内海区水产研究所业绩, 1967(122): 337~ 347
- 10 胡杰, 周婉霞等. 青石斑鱼的胚胎发育. 水产科技情报, 1982(2): 20~ 22
- 11 Chen F Y, Chow M, et al. Artificial spawning and larval rearing of the grouper, *Epinephelus tauvina* in singapore. Singapore J Prim Ind, 1977, 15(1): 1~ 21
- 12 Hussain N, A Higuchi M. Larval rearing and development of the brown spotted grouper *Epinephelus tauvina*. Aquaculture, 1980(19): 339~ 350
- 13 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. 动水志, 1989, 30(1): 16~ 24
- 14 北岛力, 高屋雅生等. マハタ *Epinephelus septemfasciatus* の卵発生および飼育による仔稚魚の形能变化. 鱼类学杂志, 1991, 38(1): 47~ 55
- 15 塚岛康生, 北岛力. メチルテストステロン経口投与によるマハタの雄性化促進长崎水试研报, 1983(9): 55~ 57
- 16 滨本俊策, 真锅三郎等. セイトハタ *Epinephelus salmoides* の水槽内産卵と生活史. 栽培技研, 1986, 15(2): 143~ 155
- 17 难波海平, 和田功. 池中养成したキジハタ亲鱼からの采卵と不化仔魚の飼育について. 冈山水试事业报告书. 1984(4): 34~ 38
- 18 Lavett C Smith. A spawning aggregation of Nassau grouper, *Epinephelus striatus*. Transaction of the American Fisheries Society, 1972, 101(2): 257~ 261
- 19 永井显允. フィリピンにおけるチャイロマルハタの种苗生産試験. 见: 日本海外养殖鱼研究会. ハタ类の种苗生産. 东京: (株)惠造社, 1992. 37~ 41
- 20 日本栽培渔业协会. 平成元年度事业年报. 东京: 日本栽培渔业协会, 1989
- 21 日本栽培渔业协会. 平成 2 年度事业年报. 东京: 日本栽培渔业协会, 1990
- 22 日本栽培渔业协会. 平成 3 年度事业年报. 东京: 日本栽培渔业协会, 1991
- 23 日本栽培渔业协会. 平成 3 年度事业年报. 东京: 日本栽培渔业协会, 1992
- 24 田中秀树, 広瀬庆二等. キジハタの性成熟と性转换. 养殖研报, 1990(17): 1~ 15
- 25 曾文阳, 何锡光. 香港红斑之人工繁殖. 渔牧科学杂志, 1979, 7(1): 7~ 20
- 26 戴庆年, 张其永等. 福建沿岸海域赤点石斑鱼年龄和生长的研究. 海洋与湖沼, 1988(3): 215~ 225
- 27 蔡友义, 洪心等. 赤点石斑鱼雄性性腺及性转变的研究. 福建水产, 1988(3): 24~ 30
- 28 滨本俊策, 横川浩治等. キジハタ亲鱼养成と卵质判定に関する問題点. 香川水试研究报告, 1986(2): 13~ 22
- 29 冈山水试等. キジハタ种苗生産技术开发. 平成 3 年度地域特产种增殖技术开发报告书, 1991, 1~ 10
- 30 洪万树, 张其永等. 外源激素诱导赤点石斑鱼雄性化. 台湾海海峡, 1994, 13(4): 374~ 382

- 31 辻ヶ堂 諦, 林文藏. ノミノクチ *E. fario* の産卵生態と卵発生および仔魚について. 三重梁尾鰈水試報, 1980 29 ~ 34
- 32 福永恭平等. 日本栽培漁業協会玉野事業場における最近キジハタ种苗生産の増大と問題点について. 栽培研報, 1990, 19(1): 33~ 40
- 33 Tseng W. Y., Ho S. K. Egg development and early larval rearing of red spotted grouper *Epinephelus akaara*. Quarterly journal of the Taiwan Museum, 1979, 32(3/4): 209~ 219
- 34 日本栽培漁業協会. 台湾における种苗生産と養殖技術に関する現状調査報告書. 東京: 日昇印刷株式会社, 1994. 21~ 26
- 35 刘基等. 赤点石斑鱼胚胎及仔鱼发育的初步研究. 福建水产, 1986(4): 16~ 22
- 36 马荣和等. 赤点石斑鱼人工育苗的初步研究. 海洋渔业, 1987(4): 21~ 24
- 37 北岛力. マダイの采卵と稚魚の量産に开する研究. 长崎县水试论文集. 1978(5): 11~ 21

The Problems and Situation in the Artificial Propagation of Grouper, *Epinephelus*

Wang Hansheng

(Fujian Institute of Fisheries, Xiamen 361012)

Abstract There are about 100 species in genus *Epinephelus* found in the world and the artificial reproduction of more than 13 species of grouper have been carried out so far. The hermaphroditism, protogyny, sex reversal, embryonic development, spawning, larval morphology and larval growth are investigated. The reproductive biology and physiology of *E. akaara* and *E. tauvina* have been studied more detailed than other groupers. However, commercial production of artificial rearing of *Epinephelus* is not achieved in a large scale. The main problems are poor quality of an egg, small and weak larvae, restriction of its small mouth on weaning food, cannibalism among larvae and the diseases.

Key words *Epinephelus*; artificial propagation