

# 军曹鱼生物学特性及苗种规模化繁育技术

陈浩如<sup>1,2</sup>, 孙丽华<sup>1,2</sup>, 胡建兴<sup>1,2</sup>, 严 岩<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院 南海海洋研究所, 广东 广州 510301; 2. 中国科学院 大亚湾海洋生物综合实验站, 广东 深圳 518121)

**摘要:**简要介绍了军曹鱼(*Rachycentron canadum*)的形态、分布、食性、生殖、胚胎和仔稚鱼发育过程等生物学特性以及军曹鱼苗种繁育的技术工艺。选择2~3龄鱼作为亲鱼,在海区网箱中采用营养强化结合激素诱导的方法,使其在整个繁殖季节多次成熟产卵。在大亚湾地区其繁殖季节为4~10月,亲鱼繁殖的适宜水温为25~31℃、适宜盐度为30~34,大批量人工催产的受精率为30%~60%、孵化率为55%~82%。采用室外池塘进行种苗大规模培育,初孵仔鱼在水温26~32℃、盐度28~33条件下培育35~40 d,全长8~11 cm,达到商品苗规格。

**关键词:**军曹鱼(*Rachycentron canadum*); 生物学特性; 苗种繁育技术

中图分类号: S96 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2006)02-0005-05

军曹鱼(*Rachycentron canadum*), 俗称海鲷, 英文名为 *Cobia*, 为暖水性海洋经济鱼类, 主要分布于地中海、印度洋及大西洋等热带、亚热带水域<sup>[1]</sup>。它具有生长速度快、病害少、易于大量养殖等优点, 且肉质好, 可制作生鱼片、冻肉块、烤肉片等多种产品, 养殖效益和市场优势明显, 目前已成为中国南方海水网箱主要养殖对象之一。中国军曹鱼资源较少, 天然种苗匮乏, 长期来养殖生产所需种苗主要依靠境外输入, 苗价高, 数量不稳定, 制约了该鱼养殖规模的进一步发展。近年来, 作者开展了军曹鱼人工繁殖技术研究, 大规模繁育种苗的技术已取得突破, 并在生产中推广应用。为使广大养殖业者较全面掌握军曹鱼种苗生产技术, 作者根据多年的研究结果, 结合国内外学者的研究, 总结了军曹鱼的生物学特性及苗种大规模繁育技术, 以供参考。

## 1 生物学特性

### 1.1 形态特征

军曹鱼的形态特征已有许多报道<sup>[2-4]</sup>。外部主要形态特征为体型大, 近圆筒形, 头扁平, 宽大于高, 眼较小, 无脂膜, 口大, 下颚稍长于上颚, 上下颚骨及舌面均有绒毛状牙带, 鳃耙粗短, 鳃丝细密修长, 无泳鳔。体表披小圆鳞, 体背部呈暗褐色, 腹部略灰白色, 体侧有明显的白色及暗棕色条纹相间。第一背鳍8

~10 鳍棘, 粗短, 可收褶入沟内; 第二背鳍明显而长, 向前渐升高; 臀鳍与第二背鳍相对而生, 同形, 具2 鳍棘; 胸鳍和腹鳍较小, 镰状; 尾鳍稚鱼期为尖形, 幼鱼期为圆形, 再变为截形, 成鱼时为叉尾形。

### 1.2 生态分布与食性

军曹鱼分布于除太平洋东岸以外的所有热带、亚热带暖水海域, 为外海中底层性鱼类, 具有索饵洄游和生殖洄游习性, 产卵期游入近岸浅水区域或港湾产卵, 大部分仔、稚鱼出现在水温25~30℃, 盐度大于27, 水深不超过100 m 水域<sup>[4-6]</sup>。

军曹鱼以摄食底层的水生生物为主, 幼鱼主要摄食小型甲壳类、枝角类、虾类及头足类, 长大后以捕食中小型鱼类为主<sup>[7-9]</sup>。人工育苗主要以轮虫、桡足类、枝角类、丰年虫为饵, 随鱼苗成长, 经驯养可摄食人工颗粒饲料。

### 1.3 繁殖习性

性成熟年龄与最小生物学: 自然海区军曹鱼最小

收稿日期: 2004-08-10; 修回日期: 2005-09-18

基金项目: 国家“863”计划资助项目(2002AA6030121); 广东省“十五”重大科技专项资助项目(2001A305020201)

作者简介: 陈浩如(1955), 男, 广东海丰人, 高级工程师, 主要从事海水经济鱼类繁殖研究, E-mail: harry\_chun@163.com

成熟年龄,雌性为2龄,体长83.4 cm;雄性为1龄,体长64.0 cm<sup>[10,11]</sup>。中国南方网箱养殖的军曹鱼性成熟最小生物学年龄:雌性1.5龄,体质量8 kg的雌鱼可达性成熟,自然产卵;雄性1龄,体质量7 kg的雄鱼可产生有活力的精子。

产卵季节:军曹鱼为1 a多次产卵鱼类,在美国南部沿海军曹鱼产卵期为4~9月,产卵高峰期出现在5~6月<sup>[11]</sup>。人工养殖的军曹鱼在中国台湾省南部2月下旬至5月为产卵高峰,以后有零星产卵直至10月,产卵适宜水温为24~29℃,生殖旺季水温24~26℃。在大亚湾地区,军曹鱼生殖期为4月底至10月中旬,繁殖高峰在5~7月,产卵适宜水温25~31℃,生殖旺季水温26~29℃。

生殖力:军曹鱼怀卵量较大,在墨西哥湾西部海域,体质量20 kg的雌性军曹鱼4~9月共产卵873万~2 124万粒<sup>[11]</sup>;中国台湾人工养殖的军曹鱼体质量8.5 kg的雌鱼怀卵量达140万粒<sup>[3]</sup>;在大亚湾8.5 kg雌鱼一次可产卵70万~115万粒,每kg体质量的雌鱼怀卵量8万~17万粒。在墨西哥湾军曹鱼产卵频率为9~12 d/次,中国大亚湾军曹鱼人工诱导产卵后经10~15 d可再次成熟产卵,整个繁殖季节可产卵5~8次。

## 2 种苗繁育技术

### 2.1 亲鱼选择与培育

可从人工养殖2~3龄鱼中挑选体质量8 kg以上、体形端正、色泽好、无伤病的个体作为准亲鱼,培育于6 m×3 m×3 m网箱中,培育密度0.8~1.0尾/m<sup>3</sup>,日投1次冰鲜杂鱼,以饱食为度,亲鱼培育海区要求水交换条件好、无污染、盐度稳定。

### 2.2 促熟

繁殖季节来临,在大亚湾地区为4月份,海水温度上升到22~23℃时,每天给亲鱼增加投喂新鲜贝肉、小鱿鱼等以强化营养,同时对每1 kg体质量的亲鱼背肌注射绒毛膜促性腺激素(HCG)400~500 IU+鲑鱼促性腺激素2~5 μg的混合液,3~4 d注射1次,定期抽样吸取生殖腺检查亲鱼性腺发育情况。军

曹鱼雌雄无明显副性特征,外观难以区别,因此,当检查出成熟卵子时,采用吸取生殖腺方法,对亲鱼进行一次全面检查筛选,区别雌雄,并根据其性腺发育进程按雌雄1:1配比,分别培育于数个网箱,培育密度0.5尾/m<sup>3</sup>左右,依次分批进行催产。

### 2.3 催产

催产剂可采用绒毛膜促性腺激素,促黄体释放激素类似物(LRH-A),地欧酮(DOM)和A、B型混合激素(宁波市激素制品厂)。几种激素配制成混合液比单一使用效果好。注射剂量视亲鱼性腺发育情况适当调控。剂量过高容易使未成熟卵子排出,影响卵子质量,不利于亲鱼性腺再次成熟、产卵,一般用量为每1 kg体质量的亲鱼注射“绒毛膜促性腺激素400~500 IU+促黄体释放激素类似物3~6 μg+地欧酮3~5 mg”或“地欧酮3~6 mg+B型混合激素2~3 IU”,两者可交替使用,采用背肌一次注射,催产水温应在24℃以上,适宜水温25~31℃、适宜盐度30~34。水温低于24℃催产率低,盐度低于28受精率和孵化率都明显降低。激素注射时间一般在下午3:00~5:00,催产场所可采用在海区亲鱼的培育网箱内加套大小规格与网箱相一致的100目筛绢网,经注射的亲鱼放入筛绢网箱内继续发育、成熟产卵。

### 2.4 产卵与孵化

激素效应时间为24~27 h,产卵时间一般在下午17:00~20:00。亲鱼产卵后受精卵直接在筛绢网箱中孵化,次日早上用100目筛绢拖网收集,运回陆上于圆锥形卤虫孵化桶中静止片刻,除去沉于底层的死卵,收集上浮的胚胎,称重法计数,然后可直接放入安装在育苗池内的孵化箱中继续孵化,或在室内水泥池内架设孵化箱微流水式孵化。孵化密度5万~10万粒/m<sup>3</sup>,孵化的适宜水温26~31℃、适宜盐度29~33。盐度低于29,受精卵易沉于水底,影响孵化率。表1为2002年大亚湾人工培育的2龄和3龄亲鱼在海区网箱人工催产诱导产卵的情况,表2为胚胎发育时序。在适宜盐度条件下,水温26℃时孵化时间约29~30 h,水温31℃时孵化时间仅需19~20 h。

表 1 军曹鱼亲鱼的产卵情况

Tab. 1 Spawning of brood stock cobia

产卵时间 (月份)	2 龄鱼				3 龄鱼			
	产卵量 (kg)	受精卵数量 (kg)	平均受精率 (%)	平均孵化率 (%)	产卵量 (%)	受精卵数量 (kg)	平均受精率 (%)	平均孵化率 (%)
4	2.0	0	0	0	13.6	6.2	45.5	55.4
5	15.0	4.0	26.0	62.2	49.3	27.5	55.8	68.4
6	32.0	12.5	38.6	71.4	43.1	25.0	58.0	78.7
7	30.0	15.0	50.0	76.6	41.7	21.5	51.5	81.3
8	19.0	5.4	28.3	71.8	43.0	18.5	43.0	76.4
9	16.0	5.3	33.0	62.5	31.0	15.0	48.5	71.5
10	3.0	0.9	30.0	55.1	9.2	3.5	38.0	63.7
总和	117.0	42.8	—	—	230.9	117.2	—	—

注: 2 龄亲鱼雌 40 尾, 雄 52 尾, 体质量 6.8~ 10.5 kg; 3 龄亲鱼雌 51 尾, 雄 62 尾, 体质量 8.5~ 13.6 kg

表 2 军曹鱼胚胎发育过程

Tab. 2 Process of cobia embryonic development

受精后时间	发育过程	主要特征
0	受精卵	受精卵圆球形, 淡黄色透明, 卵径介于 1.21~ 1.25 mm
35 min	胚胎隆起	胚盘隆起, 形成帽状
48 min	2 细胞	帽状胚盘凹陷, 分裂为 2 个细胞
51 min	4 细胞	胚盘分裂成 4 个细胞
1 h 16 min	8 细胞	胚盘分裂成 8 个细胞, 排成 2 列
1 h 26 min	16 细胞	胚盘分裂成 16 个细胞, 排成 4 列
1 h 55 min	64 细胞	胚盘进行第 6 次分裂, 形成 64 个细胞
2 h 21 min	多细胞	胚盘连续不断分裂, 形成多细胞
3 h	桑椹胚期	在卵黄囊上形成桑椹结构, 细胞界限可见
5 h 25 min	高束胚期	胚盘形成高帽状, 细胞界限不清
6 h 45 min	低束胚期	胚盘向下扩张, 形成低帽状
7 h 10 min	原肠初期	胚盘扩大, 囊胚下包形成胚环
8 h 15 min	原肠中期	胚盾显现, 出现神经管
9 h 5 min	原肠后期	胚盾出现 2 对肌节, 神经管前端稍大
10 h 45 min	囊胚关闭期	原口闭合, 胚体形成
11 h 50 min	眼泡形成期	胚体脑部两侧出现眼泡
13 h 45 min	听囊形成期	胚体后脑方两侧出现一对听囊
15 h 50 min	眼球形成期	眼泡中各有一粒透明的晶体形成
18 h 5 min	心跳期	体节明显增多, 心脏开始跳动
20 h 50 min	肌肉效应期	肌节 20 对, 心跳加快, 胚体扭动
22 h 5 min	胚体包卵黄囊 2/3	胚体全能扭动
23 h 25 min	胚体包卵黄囊 4/5	胚体扭动加剧
25 h 45 min	开始出膜	胚体扭动剧烈, 头部率先破膜
26 h 30 min	大量出膜	刚出膜仔鱼仰卧姿势, 头朝下, 悬浮水中

注: 水温 27.5~ 28.2℃, 盐度 32.3

## 2.5 种苗培育

### 2.5.1 育苗方法与条件

军曹鱼仔、稚鱼生长速度快、体形较大, 大规模育苗在室内水泥池受育苗水体限制, 而且生产成本高,

一般采用室外池塘育苗, 育苗池规格每口 600~ 2 000 m<sup>2</sup>、池深 1.5 m 以上, 池内布气石, 配备鼓风机、水车等增氧设备, 轮虫培养池面积约占育苗面积的 30% 左右, 并分成几个, 以便轮换收集, 还要预留一定面积的水池用于疏苗。育苗场所应选择靠近海水盐度稳

定、无污染、排进水方便的海区。放苗前育苗池按常规方法清淤、消毒、肥水,育苗水需经砂滤或筛网过滤。仔鱼入池时,海水盐度不低于 27,透明度调控在 50~60 cm,可采用在育苗池内架设孵化箱,受精卵放入孵化箱孵化,仔鱼开口前计数后放入池中培育。这种方法能保持仔鱼孵化环境与育苗池相一致,有利于仔鱼开口摄食,提高早期仔鱼的成活率。培育密度:前期仔鱼至 15 日龄为 1 200~800 尾/ $m^3$ ,15~25 日龄为 500~200 尾/ $m^3$ ,25~35 日龄为 150~50 尾/ $m^3$ ,35~45 日龄为 30~20 尾/ $m^3$ 。

### 2.5.2 饵料系列与投喂量

军曹鱼种苗培育过程饵料系列如图 1 所示。各种饵料及其投喂量要视池内生物饵料多寡、鱼苗密度及其生长发育情况、水质和气象条件等因素酌情调控,交叉投喂。轮虫作为仔鱼的开口饵料,持续投喂至 15 日龄,日投料 3~4 次,饵料密度从 5~10 个/mL 逐渐增加至 10~15 个/mL;卤虫无节幼体和桡足类从 8 日龄开始投喂,持续至 25 日龄,日投料 4~5 次,饵料密度从 0.5~1.0 个/mL 逐渐增加至 2~3 个/mL;鳗鱼粉浆和鱼肉糜在 18~20 日龄时开始驯喂,一般经 3~4 d 驯养,25 日龄以后可完全投喂上述非活体饵料;30 日龄可驯喂人工颗粒浮性饲料,并与鳗鱼粉、鱼糜交替投喂,使饵料营养更趋于全面。军曹鱼稚鱼阶段主要分布于水上表层摄食,非活体饵料投喂不宜过快,以免饵料沉于水底,应采取定点缓慢投喂方式,至鱼饱食为度,日投料 3~4 次。仔、稚鱼摄食习性属白天摄食且偏晨昏性类型,夜间摄食少或基本不摄食。因此,投喂应在白天进行,特别是 06:00~08:00 和 16:00~18:00 应多投料,晚上少投喂或不投喂。

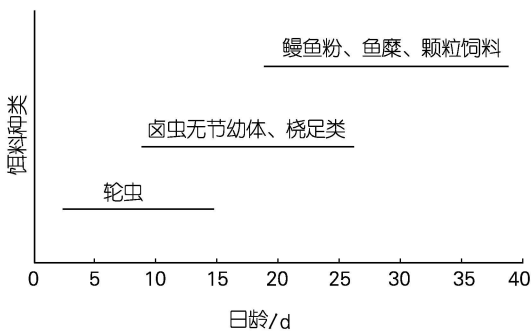


图 1 军曹鱼人工育苗饵料系列

Fig. 1 Sketch map of bait casting for cobia artificial breeding

### 2.5.3 适时筛苗

军曹鱼仔、稚鱼具有相残习性,以稚鱼阶段最为

普遍,其中又以群体中个体大小悬殊较大,投喂不足时残食较为严重。因此,育苗过程要掌握鱼苗生长发育情况,适时疏苗筛选大小、分池培育。一般 20 日龄左右个体大小明显分化,需开始筛苗,以后应每隔 4~5 d 筛苗 1 次,直至育成商品苗。每次筛出小苗要增加投喂优质饵料,加速其成长。

### 2.5.4 水质调控

室外水池育苗人工可控程度低,育苗池理化因子和浮游生物消长受自然因素影响,变幅较大,因此,水质调控和管理十分重要。仔鱼期育苗池水体应保持一定数量的藻类,使轮虫等小型浮游动物有一定的生长;培育至 13~15 日龄,随水色转浓应逐渐添加新鲜海水,透明度调控在 50~70 cm,同时增大充氧量,保持水质清新;30 日龄以后,由于完全使用人工配合饵料,水质变化较快,应以流水式培育,日换水量 30%~50%,并定时开动水车增氧。军曹鱼育苗季节在南方气候多变,育苗过程要做好预防育苗水因持续降雨导致盐度急降的措施。8 日龄、20 日龄和 32 日龄鱼苗当盐度分别骤降至 18,15 和 7 时,48 h 内鱼苗的死亡率均超过 50%。

### 2.5.5 病害防治

育苗过程水质不良时会引发大量聚缩虫繁殖,附在鱼苗体表,导致其游动、摄食和呼吸困难而死亡,为 15~30 日龄期间常见的危害最大的病害。出现这种情况要及时撇池,同时鱼苗可用甲醛浸泡除去体表的附着物,药物浓度和处理时间依据鱼苗个体大小预先进行测试,找出合适的浓度和处理时间,然后才能大量处理。经药物处理的鱼苗应投喂适口优质饵料,活饵料最佳,以提高鱼苗食欲和营养。

军曹鱼室外池塘大规模育苗从初孵仔鱼培育至全长 8~11 cm 的商品苗规格,在适宜温度、盐度和饵料充足条件下,一般需 35~40 d。图 2 为人工培育条件下仔、稚鱼生长曲线。仔、稚鱼生长及发育形态特征和生态习性见表 3。

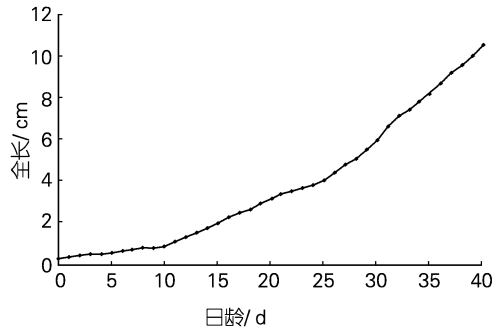


图 2 军曹鱼仔、稚鱼的生长曲线

Fig. 2 Growth curve of larval and juvenile cobia

表 3 军曹鱼仔、稚鱼的发育与形态特征

Tab. 3 Development and morphological characteristics of larval and juvenile cobia

时期	日龄	主要形态和生态特征
前期仔鱼	0	全长 3.2~ 3.5 mm, 卵黄囊长径约 1.6 mm, 短径约 0.6 mm, 单油球, 平均球径 0.31 mm, 躯体有棕色的色素斑点分布, 悬浮于水层中, 呈仰卧状, 身体稍弯曲, 偶尔作不定向刺游。
	3	全长 4.5~ 5.1 mm, 呈暗棕色, 尾脊周围分布棕色的色素点, 眼球突出, 晶体深黑色, 口径 0.35~ 0.40 mm, 上颌微上翘, 肠道修长, 银灰色, 不断蠕动, 开始捕食轮虫等小型浮游动物。
	5	全长 5.5~ 6.0 mm, 卵黄囊消失, 油球缩小, 鳃盖骨突出, 尾鳍、胸鳍出现雏形, 尾脊周围绒毛状色素丛浓密, 尾鳍上缘呈淡黄色, 分布于水中上层, 游动快捷。
后期仔鱼	8	全长 7.2~ 8.0 mm, 油球消失, 营养混合型结束, 体变粗, 腹部色素斑点变浓, 尾鳍开始分化出现鳍条, 左右摆动相当快, 口径 1.40~ 1.42 mm, 能捕食初孵虫无节幼体。
	10	全长 8.5~ 10.1 mm, 体形修长, 呈黑棕色, 各鳍分化中, 尾鳍呈辐射状, 出现 22 条鳍条, 第一鳃弓出现锯齿状, 上颌微上翘, 下颌出现 4~ 5 条颌丝, 分布于背光处。
	15	全长 18.2~ 27.5 mm, 各鳍初步形成, 第一背鳍出现, 呈短小棘芽, 出现小型颌齿, 分布于水上表层, 游动力弱, 不时弯曲身体, 做摄食状。
稚鱼	20	全长 27.1~ 41.2 mm, 各鳍齐备, 分布于水上层, 移动性不大, 摄食能力增强, 饱食后腹部如鼓, 经驯化可摄食鱼肉糜、鳃鱼粉浆。
	25	全长 38.2~ 56.5 mm, 身体背部转为草灰色, 两侧出现对称灰白色纵带, 腹部棕褐色, 游动能力增强, 开始出现集群游泳。
	30	全长 48.2~ 75.5 mm, 呈灰色, 第一背鳍 8~ 10 个粗短鳍棘, 能收褶入沟, 在水表层集群摄食, 对声、景物移动反应敏捷, 饱食后和晚间潜入水底层, 经驯化可摄食浮性人工颗粒料。
	42	全长 91.0~ 128.0 mm, 背部呈灰色, 腹部灰白色, 个体较大的尾部向前有小鳞片分布, 活跃于水表层。
幼鱼	58	全长 140.5~ 163.2 mm, 体质量 11.3~ 13.4 g, 全身披满小圆鳞, 外部形态结构与成鱼相似, 尾鳍转为截形。

注: 水温 26.8~ 28.5℃

参考文献:

[1] Briggs I C. A list of Florid fishes and their distribution [J]. **Bull Flo State Mus Biol Sci**, 1958, 2: 221- 318.

[2] 陈毕生, 柯浩, 冯娟, 等. 军曹鱼 *Rachycentron canadum* (Linnaeus) 的生物学特征及网箱养殖技术[J]. 现代渔业信息, 1999, 14(9): 16- 19.

[3] 张锡玲, 谢介士, 周瑞良, 等. 海鲷繁育技术简介[J]. 养鱼世界, 1999, 9: 14- 26.

[4] Dawson C E. Occurrence and description of prejuvenile early juvenile Gulf of Mexico Cobia, *Rachycentron canadum*[J]. **Copeia**, 1971, 1: 65- 71.

[5] Ditty J G, Shaw R F. Larval development, distribution and ecology of cobia *Rachycentron canadum*(Family: Rachycentridae) in the northern Gulf of Mexico [J]. **Fishery Bulletin**, 1992, 90: 668- 677.

[6] Smith J W. Life history of cobia, *Rachycentron canadum*(Osteichthyes: Rachcentridae), in North Carolina Waters[J]. **Brimleyana**, 1995, 23: F23.

[7] Franks J S, Garber N M, Warren J R. Stomach contents of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, from the northern Gulf of Mexico [J]. **Fishery Bulletin**, 1996, 94(2): 374- 380.

[8] Knapp F T. Food habits of the sergeant fish, *Rachycentron canadum*[J]. **Copeia**, 1951, 101- 102.

[9] Meyer G H, Franks J S. Food of cobia, *Rachycentron canadum*, from the northern Gulf of Mexico [J]. **Gulf Res Rep**, 1996, 9(3): 161- 167.

[10] Lotz J M, Overstreet R M, Franks J S. Gonadal maturation in the cobia, *Rachycentron canadum*, from the northern Gulf of Mexico [J]. **Gulf Res Rep**, 1996, 9(3): 147- 159.

[11] Brown Peterson N J, Overstreet R M, Lotz J M. Reproductive biology of cobia, *Rachycentron canadum*, from coastal waters of the southern United States [J]. **Fishery Bulletin**, 2001, 99: 15- 28.

(下转第 90 页)

# Biological characteristics and artificial breeding technique in a large scale of cobia, *Rachycentron canadum*

CHEN Haoru<sup>1,2</sup>, SUN Lihua<sup>1,2</sup>, HU Jiarxing<sup>1,2</sup>, YAN Yan<sup>1,2</sup>

(1. South China Sea Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, China;  
2. Marine Biology Research Station, the Chinese Academy of Sciences, Shenzhen 518121, China)

**Received:** Aug. , 10, 2004

**Key words:** cobia(*Rachycentron canadum*); biological characteristics; artificial breeding technique in a large scale

**Abstract:** The biological characteristics such as morphology, distribution, feeding, reproduction and larval and juvenile development, and the artificial breeding technique of cobia(*Rachycentron canadum*) were illustrated simply in the paper. In marine cage culture 2~3 years old cobia selected as a brood stock could be artificially induced to spawn time after time during the period of their reproduction seasons by enhancing nutrition and using hormones. The whole reproduction period lasted from April to October at Daya Bay and the suitable temperature and salinity for cobia reproduction were 25~31 °C and 30~34, respectively. In this paper the fertilization rate was 30%~60% and the hatching rate was 55%~82% for cobia. Large scale artificial breeding for cobia was carried out in outdoor ponds, and under the conditions of temperature 26~32 °C and salinity 28~33, cobia fry could reach 8~11 cm in total length for sale after 35~40 d breeding.

(本文编辑:刘珊珊)