

福建省东山岛西埔湾港养斑鲆的 繁殖生物学*

金彬明 张其永

(厦门大学海洋学系, 361005)

摘要 本文研究了福建省东山岛西埔湾港养斑鲆性腺周期发育、成熟系数周年变化、个体生殖力以及雌雄同体。港养斑鲆能在半封闭式湾内发育成熟而且自然产卵。其卵细胞发育分为6个时相,精巢发育分为6期。卵膜由透明带、外放射带和内放射带组成,内有孔道结构。第4时相中期卵母细胞的内放射带有7~8层纤维状片层。产卵后鞘膜细胞和颗粒细胞分裂增殖变成游走的吞噬细胞。西埔湾港养斑鲆I龄鱼初次性成熟,生殖季节从12月下旬至翌年3月下旬,生殖盛期为2月,雌鱼成熟系数高达17.88%。个体绝对生殖力为7575~72621粒,平均35310粒,系属于分批产卵类型,第1批生殖力大于第2批。

关键词 斑鲆,繁殖生物学,性腺周期发育,个体生殖力

斑鲆(*Clupanodon punctatus*)隶属于鲆科、鲆属,为暖水广盐性中上层鱼类,它是我国近海拖网、围网及近岸大拉网、张网类和小型刺网的兼捕对象。黄渤海区80年代初年产量5000余吨,东海、南海区70年代年产量4000~5000吨,估计我国斑鲆年产量已超过1万吨,目前资源还只是中等程度的利用(《中国海洋渔业资源》编写组,1990)。斑鲆生长较快,食物链短,性成熟早,当年便可养成商品鱼规格,天然种苗丰富,是我国港养的主要对象之一。近年来与对虾混养,经济效益显著。关于斑鲆早期发育的形态和生态研究已有零星报道,陈真然等(1965)对斑鲆天然受精卵及其仔、稚、幼鱼的形态作了详细的观察描述^[1];陈大刚等(1977)曾报道斑鲆人工授精和育苗试验获得成功^[2]。有关斑鲆繁殖生物学专题尚未见到报道。福建省东山岛西埔湾1979年围垦筑堤后已成为半封闭式内湾,水面1142.7公顷,斑鲆年产量在西埔湾总渔获量中居于首位(张其永等,1992)。本文对西埔湾港养斑鲆卵巢和精巢的周期发育、成熟系数的周年变化、个体生殖力和产卵类型等有关繁殖生物学进行研究,探讨了半封闭式内湾斑鲆世代性成熟过程及其自然产卵问题,为港养斑鲆资源增养殖提供科学依据。

材料和方法

1. 样本采集 1991年3月至1992年4月从福建省东山岛西埔湾流刺网和闸门张网中连续逐月采集,共随机取样1099尾斑鲆,体长范围为31~192mm,纯体重为0.5~96.7g(总体重0.6~137.5g)。采用鳞片鉴定年轮,鳞片取自背鳍起点前后以下的第4~

* 福建省自然科学基金资助课题。东山县西埔湾围垦管理处黄振池同志协助采集标本;袁祺和胡卫江同志参加部分工作;倪子绵和吴鼎助同志帮助电镜、光镜摄影。在此一并致谢。

收稿年月:1993年1月;同年8月修改。

6行部位。经生物学测定后性腺固定保存,其中150尾性腺用于光镜和电镜观察;另取其中178尾第IV期卵巢作为生殖力测定之用。成熟系数=(性腺重/纯体重)×100%。

2. 光镜样品处理 自性腺中后部切取组织小块固定于 Bouin-Hollande 氏液中,石蜡包埋切片,卵巢厚度 6~8 μm ,精巢厚度 4~5 μm ,用 Delafield 氏苏木精-伊红或 Mallory 氏三色法染色。部分卵巢组织小块用 10%福尔马林液固定,切片后苏丹黑染色,观察卵母细胞脂肪积累。有些卵巢切片还作了 PAS 反应,以观察卵黄泡(液泡)内粘多糖的分布。Olympus BH-2 型显微镜观察和摄影。

3. 电镜样品处理 从性腺中部切取组织小块,以 2.5%戊二醛和 1%锇酸双重固定,0.1M 磷酸缓冲液(pH=7.2)冲洗,系列酒精脱水,618*环氧树脂包埋,LKB-2088 超薄切片机切片,醋酸铀和柠檬酸铅双重染色,JEM-100CXII 透射电镜观察和摄影。

结 果

(一) 卵细胞发育过程

1. 第1时相(卵原细胞时相) 略呈圆形或椭圆形,卵径 5.2~25.3 μm ,平均 14.7 μm 。胞核和胞质均透亮,核染色稍深,位于细胞的中央,胞核占很大比例,核径 4.4~16.3 μm ,染色质均匀分布,切面中有 1~2 个核仁,被苏木精染成深蓝色。

2. 第2时相(卵母细胞单层滤泡时相)

(1) 早 期 卵径 22.8~47.7 μm ,平均 35.3 μm 。核径 12.5~25.4 μm ,切面中核仁 3~9 个,胞质被苏木精染成紫红色,卵膜外周出现稀疏的滤泡细胞。

(2) 中 期 卵细胞形态不规则,多角形、梨形或近圆形。卵径 44.2~110.3 μm ,平均 88.7 μm 。核径 30.4~49.4 μm ,除了小核仁外,切面中还出现大核仁 5~15 个。大核仁主要位于核膜内缘,被苏木精染成深蓝色,大多为三角形、球形或半球形。有时在核旁胞质内可见深蓝色的卵黄核。胞质呈强嗜碱性,被苏木精染成紫蓝色。卵膜外周出现一层滤泡细胞(图版-1)。

(3) 晚 期 卵母细胞大多为近圆形;胞质嗜碱性逐渐减弱,细胞体积进一步增大,卵径 75.9~225.3 μm ,平均 174.4 μm ,核径 25.4~116.5 μm ,大核仁 8~18 个,有些核仁物质进入胞质。卵膜出现透明带。

3. 第3时相(卵母细胞出现脂滴和卵黄时相) 根据脂滴、卵黄泡(旧称液泡)以及卵黄颗粒出现和积累程度可分为 3 期。

(1) 早 期 呈椭圆形或近圆形,卵径 205.0~379.4 μm ,平均 266.3 μm 。胞质的中间圈出现零星的脂滴,而后在卵膜内缘出现一层卵黄泡(yolk vesicle)。脂滴和卵黄泡形成后,卵膜内缘出现桔红色的卵黄颗粒(图版-2)。滤泡细胞由单层变为 2 层,外层为鞘膜细胞层,内层为颗粒细胞层,其间有 1 层基膜。卵膜由透明带和 1 层外放射带组成。

(2) 中 期 卵径 227.9~410.7 μm ,平均 363.9 μm ,核径 112.0~159.5 μm ,脂滴和卵黄泡体积不断扩大,数量逐渐增多并扩展成多层。卵黄颗粒向内扩展,广泛分布于胞质的中外层。放射带增至 2 层,即外放射带和内放射带。电镜观察胞质内有发达的线粒体、高尔基复合体和粗面内质网。

(3) 晚 期 卵径 240.8~455.5 μm , 平均 380.1 μm , 核径 98.1~195.2 μm 。卵黄颗粒已广泛分布于胞质, 粒径 1.3~7.9 μm 。

4. 第 4 时相(卵母细胞卵黄充满时相) 根据卵母细胞大小、卵黄颗粒充满程度和胞核位置的变化可分为 3 期。

(1) 早 期 卵径 288.6~516.4 μm , 平均 395.1 μm , 核径 94.3~144.7 μm 。卵黄颗粒向内扩展至核膜外周, 粒径 1.9~13.1 μm 。

(2) 中 期 卵径增至 348.6~554.3 μm , 平均 451.5 μm , 核径 91.0~138.3 μm 。大部分卵黄泡已被挤到卵膜内缘成为皮质泡。卵黄颗粒充满胞质, 粒径 2.8~14.5 μm 。胞核仍位于细胞的中央, 核膜界限逐渐模糊, 核周尚有小油球 6~20 个(图版-3)。内放射带 4.9 μm , 有 7~8 层纤维状片层, 外放射带 0.9 μm , 透明带 0.5 μm 。内、外放射带和透明带内均有孔道结构(图版-13)。

(3) 晚 期 卵径 536.7~701.1 μm , 平均 644.5 μm 。核径 88.0~155.5 μm , 核开始偏位, 卵黄颗粒发育到最大程度, 粒径 5.1~16.2 μm 。卵膜的 3 层结构清晰。颗粒细胞呈椭圆形, 鞘膜细胞为扁平状(图版-4)。透明带 0.3 μm , 外放射带 0.5 μm , 内放射带 3.1 μm 。皮质泡一层位于卵膜内缘。卵黄颗粒开始融合。

5. 第 5 时相(卵母细胞核极化时相) 卵径一般在 832.4~1050.0 μm 之间, 最大卵径 1354.5 μm 。卵子透明, 油球集中, 卵黄颗粒融合呈胶液化。排卵时成熟卵由滤泡中释放, 游离地储集于卵巢腔中待产卵(图版-5)。卵膜变薄, 透明带 0.1 μm , 外放射带 0.4 μm , 内放射带 2.7 μm 。卵膜中的孔道融合, 微绒毛消失。

6. 第 6 时相(卵母细胞退化时相) 鞘膜细胞大量增殖形成山峰状突起, 颗粒细胞肥大呈多层。卵膜模糊且断裂, 其内缘的卵黄液化(图版-6,7)。鞘膜细胞和颗粒细胞变成吞噬细胞进入胞质, 液化卵黄被吸收, 胞质空泡化, 而且散布着两种大小有别、染色各异的吞噬细胞(图版-8)。卵母细胞萎缩成阿米巴形, 吞噬细胞发生自溶而后消失。第 4 和第 3 时相卵母细胞退化后, 部分第 2 时相卵母细胞也发生退化。

(二) 卵巢发育分期

1. 第 I 期卵巢 卵巢 1 对, 紧贴于鳔的腹面两侧, 细长而呈灰白色, 血管分布不明显, 肉眼分不出雌雄。组织切片观察可见卵巢中充满卵原细胞, 血管和结缔组织微细, 蓄卵瓣开始形成。斑鲮 I 期卵巢终生只出现一次, 大多出现在 8 月以前的幼鱼中。

2. 第 II 期卵巢 呈扁带状, 桔黄色, 其长度接近腹腔的一半。卵巢膜薄, 左右不对称, 左大右小。肉眼可以区分雌雄, 但不见卵粒。腹面内缘有 1 条主血管, 到后期分支血管较明显。以第 2 时相卵母细胞为主, 也有少量卵原细胞。蓄卵瓣明显, 其两侧的卵母细胞排列紧密。成熟系数低于 1.45%。II 期卵巢见于初次性周期和再次性周期的雌鱼, 1991 年 5 月少数雌鱼的卵巢进入重新发育的 II 期, 当年生幼鱼也有个别达到此期。

3. 第 III 期卵巢 橙黄色, 其体积有所增大, 约占腹腔长的 2/3。卵巢膜逐渐增厚, 蓄卵瓣较难分辨, 肉眼能见到卵粒, 但不易分离脱落。以第 3 时相卵母细胞为主, 也有少量的第 2 时相和个别的第 4 时相卵母细胞。成熟系数 1.25~6.20%。1991 年 10 月捕获的雌鱼中有 6.7% 的卵巢已达 III 期。

4. 第IV期卵巢 橙黄色,其体积明显增大,占整个腹腔长的3/4左右,卵巢壁薄。左右侧卵巢大小相差较大。腹面内缘的主血管和分支血管发达。卵粒易分离脱落。以第4时相卵母细胞为主,同时还有第3时相和少量第2时相卵母细胞。成熟系数5.20~18.55%。1991年12月捕获的雌鱼中有26.5%的卵巢已达IV期。

5. 第V期卵巢 发育至最大体积,充满整个腹腔,卵巢松软壁薄。成熟卵子圆而透明。轻压鱼腹,即有透明卵从尿殖孔排出。透明卵主要分布于卵巢的中后部。除了大量透明卵外,还有较多的第4时相和少量的第3时相卵母细胞。新生的空滤泡呈念珠状,空腔较大,裂口明显(图版-9)。成熟系数17.00~25.05%。1991年12月捕获的雌鱼中,有8.4%的卵巢达到V期。1992年2月采到的雌鱼中,V期卵巢占64.5%。直到1992年3月底还有V期卵巢个体。

6. 第VI期卵巢 产过卵或自然退化的卵巢,呈萎缩状,卵巢膜皱缩加厚,微细血管充血而显暗红色。卵巢左右侧的前部或后部常愈合。卵巢中除了大量的退化卵外,还有一些第2时相和第3时相卵母细胞,结缔组织和微细血管丰富。老化的空滤泡的滤泡层模糊,滤泡腔变实。成熟系数5.20~15.55%。

第VI-IV期为分批产过一次卵的卵巢,其外观与第IV期卵巢基本相似,但体积比IV期的小,空滤泡较多,以第4时相卵母细胞为主,还有些第3时相卵母细胞(图版-9)。

(三) 精巢发育分期和精子发生过程

精巢成对地位于鳔的腹面两侧,左侧明显大于右侧,属壶腹型精巢结构,精小叶由精小囊构成,在同一精小囊内的精细胞发育是同步的。由精原细胞发育为成熟精子,其间有5个发育阶段(精原细胞、初级精母细胞、次级精母细胞、精子细胞和精子)。精巢按外形、精细胞发育阶段和成熟系数可分为6期。

1. 第I期(精原细胞期) 精巢1对,细线状,精小囊内的初级精原细胞,直径30.2~36.8 μm ,核径18.0~32.4 μm ,核仁1个,被Mallory染成淡红色。

2. 第II期(精原细胞增殖期) 呈灰白色,血管分布不明显,成熟系数低于1.18%。次级精原细胞体积变小,直径15.1~21.3 μm 。精小叶之间的结缔组织中分布着一些间质细胞和微细血管(图版-15)。

3. 第III期(精母细胞生长期) 浅红色,有明显的血管分布,成熟系数1.12~6.65%。不同精小囊内的精细胞发育不同步。多数为初级精母细胞,少数为次级精母细胞,个别为精原细胞。初级精母细胞直径7.1~11.3 μm ,胞质可见;次级精母细胞直径4.8~6.3 μm ,无法分辨出胞质。各级精细胞随着发育阶段的发展而嗜碱性逐步加强。

4. 第IV期(精子开始出现期) 外缘仍为浅红色,内缘则为乳白色,成熟系数1.41~9.63%,个别精小囊内开始出现精子。精子头部呈马蹄形,头部直径1.3 μm ,尾部长约5.2 μm ,具有“9 \times 2+2”的轴丝结构(图版-14)。

5. 第V期(精子成熟期) 呈乳白色,轻压鱼腹有大量精液流出。成熟系数1.81~20.45%。多数精小囊内精子聚集成丛,精小叶充满成熟精子,有的精子群已呈旋涡形分布,是行将排精的先兆(图版-10),但少数精小囊内仍有精子细胞和次级精母细胞。

6. 第VI期(退化吸收期) 生殖季节过后,大部分精小囊内的精子已分批排空(图

版-11), 精巢开始萎缩, 成熟系数 2.03~6.57%。尚未排出的精子逐渐退化吸收。电镜观察到吞噬细胞伸出伪足, 吞噬衰老的精子。

(四) 成熟系数和性腺成熟期的周年变化

1. 雌鱼 成熟系数随季节而发生变化(图 1), 性腺成熟期则随卵细胞的周期性发育而变动(图 2)。1991 年 3 月中旬卵巢处于 VI-IV 和 VJ-III 期, 成熟系数为 1.74%。4 月卵巢多处于 VI-II 期, 成熟系数逐渐下降, 6 月下旬降到最低值(0.41%), 再次性周期的卵巢处于重复发育的 II 期, 当年生幼鱼也开始发育到 II 期。7~9 月卵巢均处于 II 期, 成熟系数略有上升。10 月间有 6.8% 的卵巢进入 III 期, 1.4% 进入 IV 期, 这些个体都属于较大体长组, 表明再次性周期的个体比初次性周期个体的卵巢发育速度较快。成熟系数从 11 月中旬的 1.55% 上升到 12 月中旬的 4.01%。12 月至 1992 年 1 月, 成熟系数递增速度最快, 大部分卵巢进入 IV 或 V 期, 2 月成熟系数达到最高值(17.88%)。4 月卵巢进入退化吸收期。由此可见, 生殖季节从 12 月下旬至翌年 3 月下旬, 盛期为 2 月。生殖季节的适温范围为 12.6~16.5°C, 适盐范围为 30.08~31.43‰。

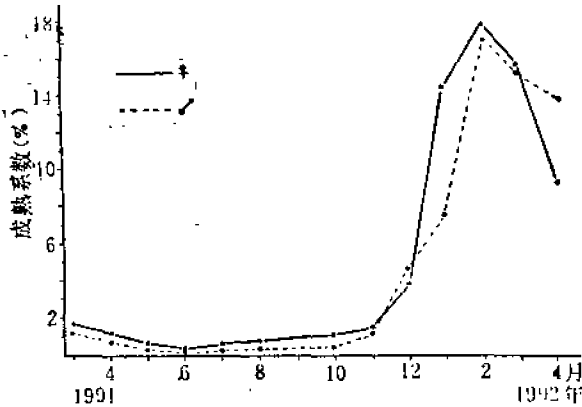


图 1 斑鲷成熟系数的周年变化

Fig. 1 Annual variation of the gonadosomatic index (GSI) of *Clupanodon punctatus*

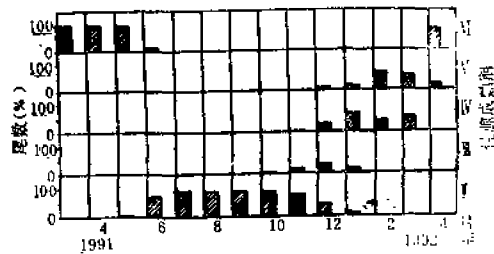


图 2 斑鲷性腺成熟期的周年变化

Fig. 2 Annual variation of the maturity stages of *C. punctatus*

2. 雄鱼 成熟系数的周年变化与雌鱼的一致, 最高、最低值出现的时期相同, 但雄鱼成熟系数值一般比同期雌鱼稍低(图 1)。1991 年 3 月中旬精巢处于 VI-III 和 VI-II 期, 成熟系数为 1.14%, 6 月下旬降至最低值(0.25%)。7~9 月精巢处于 II 期。11 月中旬至 12 月中旬, 成熟系数从 1.30% 增至 4.66%, 精巢发育速度快于卵巢, 12 月中旬有 5.9% 的精巢已发育到 V 期, 雄鱼比雌鱼先进入性成熟。1992 年 2 月精巢大多已发育到 V 期, 成熟系数达到最高值(17.14%)。4 月上旬成熟系数降至 13.90%, 还有部分个体的精巢处于 V 期, 雄鱼成熟系数的下降速度比雌鱼稍慢。

(五) 个体生殖力和产卵类型

依据 178 尾 IV 期卵巢分析, 个体绝对生殖力的变动范围为 7575~72621 粒, 平均

35310 粒。个体相对生殖力 F/L 为 64~445 粒/mm, 平均 243 粒/mm。个体相对生殖力 F/W 为 220~1153 粒/g, 平均 674 粒/g。个体绝对生殖力随体长和纯体重而增加(表 1)。个体绝对生殖力 F (万粒) 与体长 L (mm) 的直线回归关系式为: $F=0.1172L-14.0470$ ($r=0.9995$)。个体绝对生殖力 F (万粒) 与纯体重(g) 的幂函数回归关系式为: $F=1.1867 \times 10^{-3}W^{2.0205}$ 。个体绝对生殖力随着年龄的增加而增大(表 2), 初次性成熟为 I 龄鱼, 生殖力最低。从 I 龄到 III 龄鱼, 个体绝对生殖力和相对生殖力 F/L 增长迅速, 从 III 龄到 IV 龄鱼增长缓慢。个体相对生殖力 F/W 从 I 龄到 III 龄鱼随年龄而递增, 但从 III 龄到 IV 龄鱼则趋于下降。

表 1 斑鰽个体绝对生殖力

Table 1 The individual absolute fecundity of *Clupanodon punctatus*

体长组 (mm)	平均体长 (mm)	绝对生殖力 (万粒)	第一批生殖力 (万粒)	第二批生殖力 (万粒)
121-130	127.3	0.9671	0.5296	0.4375
131-140	137.0	1.5041	1.0578	0.8063
141-150	144.7	2.9048	1.6660	1.2388
151-160	154.7	4.1383	2.4087	1.7593
161-170	164.8	5.2662	3.0524	2.2144
171-180	175.0	6.4888	3.7332	2.7556
纯体重组 (g)	平均纯体重 (g)	绝对生殖力 (万粒)	第一批生殖力 (万粒)	第二批生殖力 (万粒)
20.1-30.0	29.0	0.7336	0.4415	0.3523
30.1-40.0	35.9	1.3550	1.0966	0.8624
40.1-50.0	45.6	3.3612	1.8930	1.4682
50.1-60.0	54.7	4.3493	2.5139	1.8354
60.1-70.0	64.3	5.2462	2.9901	2.2561
70.1-80.0	75.8	6.0170	3.3832	2.6333

从 III 期至 VI-IV 期卵巢的卵径频率分布(图 3)并结合组织切片观察, 可以看出卵巢中有两批卵群先后发育成熟。在 III 期卵巢中, 卵径 400 μ m (第 3 时相卵母细胞) 处出现一个明显的高峰; 卵径 200 μ m (第 2 时相) 处有一个不明显的卵群高峰。IV 期卵巢二个卵群高峰明显, 分别在卵径 550 μ m (第 4 时相) 和 250 μ m (第 3 时相) 处。V 期卵巢出现二个不连续的卵群高峰。卵径较大的卵群高峰在 950 μ m (第 5 时相) 处, 卵子即将成熟排卵; 卵径较小的卵群高峰在 450 μ m (第 4 时相) 处, 仍在继续向前发育。VI-IV 期卵巢中仅在卵径 600 μ m (第 4 时相) 处有一个卵群高

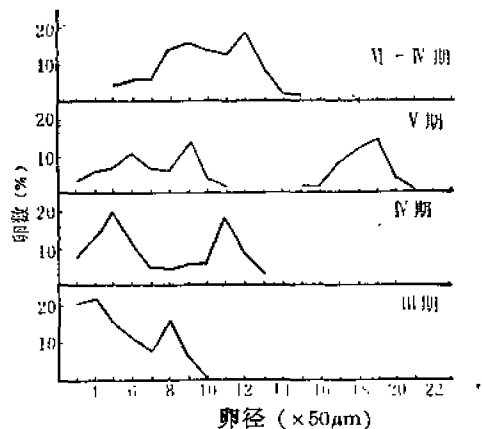


图 3 斑鰽各成熟期卵径频率分布

Fig. 3 The frequency distribution of ova diameter at different maturity stages of *C. punctatus*

表2 斑鲮个体生殖力与年龄的关系

Table 2 The relationship between individual fecundity and age of *C. punctatus*

年龄组	体长范围 (mm)	纯体重范围 (g)	绝对生殖力 (万粒)	相对生殖力 F/L (粒/mm)	相对生殖力 F/W (粒/g)
I	105—148	14.5—50.1	1.6555	119	454
II	139—167	25.1—69.7	3.1273	235	681
III	157—177	43.1—85.7	5.1532	306	771
IV	172—192	67.6—96.7	5.6180	320	733

峰,卵径较大的卵群高峰已消失,表明第一批成熟卵子已排出,第二批正在成熟发育。因此认为斑鲮属于分批产卵类型的鱼类,在一个生殖季节至少能产卵两次,间隔约一个月,第一批生殖力大于第二批(表1)。

(六) 性比和性成熟最小体长

统计 1018 尾斑鲮样本,雌鱼 602 尾,雄鱼 416 尾,雌雄性比为 1.447:1。生殖期间从生殖群体中取样 622 尾,雌鱼 332 尾,雄鱼

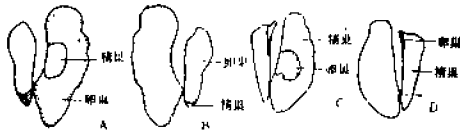


图4 斑鲮的卵精巢和精卵巢

Fig. 4 Ovotestes and testes-ovary of *C. punctatus*

A. 卵精巢腹面观; B. 卵精巢背面观; C. 精卵巢腹面观; D. 精卵巢背面观。

290 尾,雌雄性比为 1.145:1。雄鱼初次性成熟年龄为 I 龄,出生后 1 周年就达到性成熟,初次性成熟最小体长为 123mm,纯体重 25.8g,总体重 29.3g,精巢重 1.0g,成熟系数为 3.88%。雌鱼也是 I 龄鱼发育成熟,初次性成熟最小体长为 125mm,纯体重 28.4g,总体重 33.2g,卵巢重 1.5g,成熟系数为 5.28%。

(七) 雌雄同体

周年采样中已观察到 8 尾雌雄同体,左右侧性腺同时存在精巢组织和卵巢组织,两者外观界限明显(图 4)。雌雄同体有两种类型,一种是卵精巢,另一种是精卵巢。

1. 卵精巢型 观察 6 尾斑鲮具有卵精巢,卵巢组织约占整个性腺体积的 4/5。从腹面观(图 4-A),左侧性腺中部有 1 个精巢组织区,其余均为卵巢组织区;右侧性腺除了后端或前端有 1 个卵巢组织区外,其余均为精巢组织区。从背面观(图 4-B),除边缘为精巢组织区外,其余均为卵巢组织区。1991 年 12 月 17 日采到卵精巢型的 II 龄斑鲮,成熟系数 14.60% ($\frac{\text{♀V}}{\text{♂V}}$),在卵巢组织区有第 5 和第 4 时相卵母细胞,还有些空滤泡和第 3 时相卵母细胞;精巢组织区的精小叶内充满了成熟精子。卵巢组织和精巢组织发育程度颇为一致。

2. 精卵巢型 只观察到 2 尾斑鲮属于精卵巢类型,其精巢和卵巢组织所占的比例和位置与卵精巢类型的大致相反(图 4-C、D)。1992 年 1 月 4 日采到精卵巢类型的 III 龄

斑鲈,成熟系数 20.89% ($\uparrow V \uparrow V$), 在精巢组织区的精小叶内充满旋涡形分布的成熟精子,部分精小囊中的精子已排空;卵巢组织区有第4和第5时相卵母细胞,还有些空滤泡和退化的第5和第4时相卵母细胞(图版-12)。

讨 论

1. 卵细胞发育的分期问题 本世纪三十年代, B. A. Meïcen 对一些硬骨鱼类的卵巢作了细胞学研究,将卵母细胞的生长期分为胞核改变期、小生长期和大生长期,而且把小生长期中的稚龄期称为第1时相,单层滤泡称为第2时相,未将卵原细胞纳入分期的范围,忽视了卵原细胞增殖期和卵母细胞退化期。国内学者习惯于沿用 Meïcen 的分期方法,近年来有些作者已作部分修改补充,在硬骨鱼类卵细胞发育分期中,把卵原细胞增殖期确定为第1时相,单层滤泡期为第2时相,卵母细胞退化期称为第6时相[刘筠等(1983),林鼎等(1984)^[7],谢湘筠等(1990)^[15],洪万树等(1991)^[12]]。本文作者根据斑鲈卵细胞各发育阶段的细胞形态学特征,将卵细胞发育分为6个时相。

2. 卵母细胞的退化 在半封闭式的西埔湾内,港养鱼类的卵巢退化有两种情况:一种是不能在湾内自然产卵,生殖季节中IV期卵巢就开始退化,如港养黄鳍鲷和鲷鱼^[10,12];另一种是能在湾内自然产卵,生殖季节过后卵巢才退化,如港养斑鲈的卵巢退化主要在产卵后出现,未排出的第5和第4时相卵母细胞最先退化,然后第3时相卵母细胞才开始退化。斑鲈大生长期卵母细胞的退化顺序与鲑鱼(施琅芳等,1964)^[8]和带鱼(龚启祥等,1984)^[13]相似。斑鲈大生长期卵母细胞退化后,部分第2时相卵母细胞发生退化或处于滞育状态,类似的报道也见于星斑裸颊鲷(*Lethrinus nebulosus*)繁殖生物学研究(Ebisawa, 1990)^[16]。斑鲈第4时相卵母细胞退化时,鞘膜细胞分裂增殖,而后颗粒细胞也增殖成多层,这两种细胞都变成游走的吞噬细胞,进入退化的卵母细胞内吞噬卵黄颗粒。以往文献[施琅芳等(1964)^[8]、吴佩秋(1980)^[6]、张其永等(1993)^[11]、Hastings(1981)^[17]、Ebisawa(1990)]^[16]已有报道颗粒细胞或滤泡细胞肥大增殖后吞噬卵黄物质,但未明确指出鞘膜细胞也能分裂增殖变成吞噬细胞。

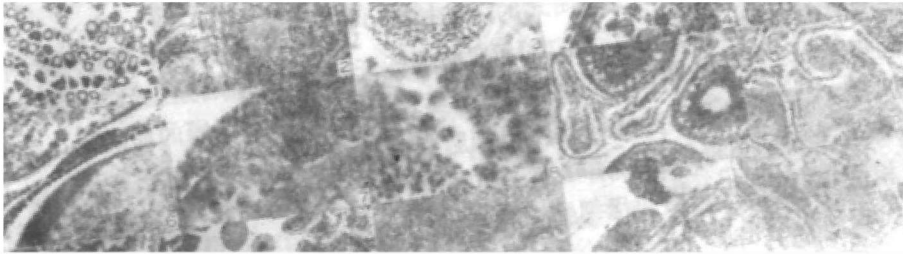
3. 福建沿海斑鲈的生殖季节 陈大刚(1975)报道福建沿海斑鲈产卵期为2~4月^[4]。张仁斋等(1985)认为斑鲈的产卵期较长,各个海区的产卵时间基本一致,从4月上旬至6月下旬,盛期在5月中旬至6月上旬^[9]。《福建鱼类志》(1984)记载福建省九龙江口的斑鲈产卵期为7~8月^[14]。本文作者根据周年采样,确认东山岛西埔湾港养斑鲈的生殖季节从12月下旬至翌年3月下旬,盛期2月。1991年3~5月作者还采集到九龙江口的斑鲈,其性腺发育程度与同期西埔湾斑鲈相同。

4. 西埔湾斑鲈资源的繁殖保护问题 斑鲈应属于r型选择的生活史类型,个体小,生长较快,I龄鱼即达性成熟,生命周期短,成熟系数较大,而且食物链短,以浮游生物和有机碎屑为主食。其资源特点是种群结构简单,世代交替快,更新能力强,增殖能力较高,能承受较大的捕捞压力,但易受环境因子影响,资源稳定性较差。1981~1991年间西埔湾斑鲈年产量波动于45~150吨(表3)。1981~1983年间,斑鲈年产量高达130~137吨;1985~1988年春季未开闸纳苗,斑鲈年产量逐年下降,1987年低达45吨;1989~1991

表3 西埔湾斑鲆年产量
Table 3 Annual yield of *C. punctatus* in Xipu Bay

年份	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
年渔获量(吨)	235	250	245	130	150	100	50	100	122	200	150
斑鲆年产量(吨)	130	137	135	78	90	60	45	70	90	150	100

年春季开闸纳苗,斑鲆年产量明显提高,1990年为历史最高水平(150吨)。由此可见,季节性提闸引潮纳苗是增产港养斑鲆的有效措施之一。除了在生殖盛期(2月)尽量保护亲鱼多在湾内自然产卵以外,还必须加强季节性提闸纳苗,以弥补湾内怀卵亲鱼遭受捕捞的损失。从斑鲆性成熟年龄结构来看,应当限捕未达到性成熟的0龄鱼(当年生幼鱼),少捕捞补充群体(I龄鱼),而多捕捞剩余群体(II~IV龄鱼),渔获量可望提高。



图版说明

Explanation of Plate

- (1) 卵原细胞和第2时相早、中期卵母细胞($\times 145$); (2) 第3时相早期卵母细胞($\times 145$); (3) 第4时相中期卵母细胞($\times 145$); (4) 第4时相晚期卵母细胞的卵膜($\times 726$); (5) 第5时相卵母细胞($\times 73$); (6) 退化的第5时相卵母细胞($\times 290$); (7) 鞘膜细胞和颗粒细胞分裂增殖($\times 870$); (8) 鞘膜细胞和颗粒细胞转变成吞噬细胞($\times 870$); (9) 空滤泡($\times 145$); (10) 旋涡形分布的成熟精子($\times 73$); (11) 精小囊内的精子部分排出($\times 290$); (12) 雌雄同体(精卵巢型)($\times 29$); (13) 第4时相卵母细胞的卵膜($\times 14000$); (14) 成熟精子($\times 29000$); (15) 间质细胞($\times 7200$)。

参 考 文 献

- [1] 《中国海洋渔业资源》编写组,1990。中国海洋渔业资源,91—92。浙江科学技术出版社(杭州)。
 [2] 刘筠等,1983。尼罗罗非鱼性腺发育的研究。水生生物学集刊,8(1):17—30。
 [3] 陈真然等,1965。斑鲆卵子和仔、稚、幼鱼的形态特征。海洋与湖沼,7(3):205—214。
 [4] 陈大刚,1975。斑鲆。水产科技情报,(9):29—30。
 [5] 陈大刚等,1977。斑鲆人工繁殖与鱼苗培育的初步试验。动物学报,23(1):22—29。
 [6] 吴佩秋,1980。小黄鱼卵母细胞发育的形态特征和季节变化。动物学报,26(4):337—346。
 [7] 林鼎、林浩然,1984。鳗鲡繁殖生物学研究 III. 鳗鲡性腺发育组织学和细胞学研究。水生生物学集刊,8(2):157—170。
 [8] 施球芳等,1964。鲢鱼性腺周年变化的研究。水生生物学集刊,5(1):77—94。
 [9] 张仁高等,1985。中国近海鱼卵与仔鱼,22—24。上海科学技术出版社。
 [10] 张其永等,1992。东山岛西埔湾港养生物资源的开发利用。自然资源学报,7(2):115—122。

- [11] —, 1993. 东山岛西埔湾港养黄鳍鲷卵膜和退化卵母细胞的超微结构. 台湾海峡, 12(1):75—80.
- [12] 洪万树等, 1991. 港养黄鳍鲷性腺发育和性转变研究. 台湾海峡, 10(3):221—228.
- [13] 龚启祥等, 1984. 东海群成热带鱼卵巢变化的细胞学观察. 水产学报, 8(3):185—196.
- [14] 福建鱼类志编写组, 1984. 福建鱼类志(上卷), 134—135. 福建科学技术出版社(福州).
- [15] 谢湘岛、张其永, 1990. 大弹涂鱼雌性性腺发育研究. 台湾海峡, 9(3):217—221.
- [16] Ebisawa, Akihiko, 1990. Reproductive biology of *Lethrinus nebulosus* (Pisces: Lethrinidae) around the Okinawan waters. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56(12): 1941—1954.
- [17] Hastings, P. A., 1981. Gonad morphology and sex succession in the protogynous hermaphrodite, *Hemanthias vivanus* (Jordan and Swain). *J. Fish Biol.*, 18(14): 443—454.

THE REPRODUCTIVE BIOLOGY OF GIZZARD SHAD *CLUPANODON PUNCTATUS* IN XIPU BAY

Jin Binming and Zhang Qiyong

(Department of Oceanology, Xiamen University, 361005)

ABSTRACT The present paper deals with the cyclic gonadal development, the gonadosomatic index, the individual fecundity and the hermaphrodite of *Clupanodon punctatus* in Xipu Bay (a minor and semi-enclosed bay with a seawall) of Dongshan Island, Fujian Province. The ovaries and testis of the fish can develop into ripe stage in Xipu Bay. The oogenesis is composed of six phases: (1) oogonia, (2) oocyte with a single layer of follicle cells, (3) oocyte with lipid droplets and yolk globules, (4) oocyte filled with yolk globules, (5) oocyte with migratory nucleus and (6) degenerative oocyte. Based on the six phases of oogenesis, the development of ovary is also composed of six maturity stages correspondingly. The development of testes may be divided into six maturity stages: (1) spermatogonia, (2) multiplication of spermatogonia, (3) growth of spermatocytes, (4) initial appearance of spermatozoa, (5) maturation of spermatozoa and (6) degeneration of spermatozoa. The egg membrane consists of zona pellucide, zona radiata externa and zona radiata interna. With the growth of oocyte, the egg membrane increases in thickness and is traversed perpendicularly by the pore canals containing microvilli from both the granulosa and the oocyte. The zona radiata interna includes 7-8 layers of fibrous lamellae at phase IV. During maturation of the oocyte, the pore canals become invisible, but three layers of the egg membrane are still identified. After spawning, the process of transformation of thecal cells and granulosa cells to phagocytes has been observed on the degeneration of oocytes. The male and female reach first maturity at I age group, spawning season occurs from late December to late March of the next year. The individual absolute fecundity ranges from 7575 to 72621 eggs, averaging 35310 eggs. According to the frequency distribution of ova diameter in the ovary, the ripe ova are released at

least two batches during spawning season, the individual fecundity of the first spawning batch is higher than that of the second. Accidental hermaphrodite exists in the fish, including ovotestes type and testes-ovary type.

KEYWORDS gizzard shad, *Clupanodon punctatus*, reproductive biology, cyclic gonadal development, individual fecundity