

大竹蛭的繁殖生物学

肖国强^{1,2}, 柴雪良^{1,2}, 邵艳卿^{1,2}, 张炯明^{1,2}, 董迎辉³, 陆荣茂^{1,2}, 林志华³

(1. 浙江省海洋水产养殖研究所, 浙江 温州 325005; 2. 浙江省近岸水域生物资源开发与保护重点实验室, 浙江 温州 325005; 3. 浙江万里学院 生命与环境学院, 浙江 宁波 315100)

摘要:2005年1月至2007年12月,采用组织学和实验生态学方法对大竹蛭(*Solen grandis* Dunker)的性腺发育、生殖周期、肥满度、胚胎发育、幼虫发育及变态等进行了研究。结果表明,大竹蛭性腺发育过程分为增殖期、生长期、成熟期、排放期、休止期5个阶段;在浙南沿海大竹蛭繁殖期为4月下旬至5月中旬(水温21~24℃);肥满度最高出现在5月份,为31.2%;最低出现在2月份,为21.2%。大竹蛭卵径为85~95 μm;受精卵在水温22℃,经20~24 h孵化成D形幼虫;初孵D形幼虫平均大小为125 μm,浮游幼虫经5~6 d培养进入附着变态期,壳长为250 μm,发育变态为稚贝。

关键词:大竹蛭(*Solen grandis* Dunker); 繁殖周期; 肥满度; 胚胎发育

中图分类号:S968.3

文献标识码:A

文章编号:1000-3096(2009)10-0021-05

大竹蛭(*Solen grandis* Dunker)隶属瓣鳃纲(Lamellibranchia),帘蛤目(Veneroida),竹蛭科(Solenidae),生活于潮下带-20 m水深的浅海,在中国渤海、黄海、东海、南海沿海均有分布。大竹蛭个体大,肉质鲜美,出肉率高,而且营养丰富,是一种经济价值较高的底栖海产软体动物,因此具有良好的开发潜力。国内对大竹蛭的研究主要集中在亲贝暂养、人工育苗^[1]、染色体核型^[2],营养成分分析^[3]以及同工酶^[4]上,而对大竹蛭的繁殖生物学研究未见报道。本工作利用组织切片学和实验生态学方法对大竹蛭性腺发育、繁殖及胚胎发育规律进行了研究,旨在为大竹蛭人工育苗和苗种培育提供基础资料。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

本试验于2005年至2007年在浙江省海洋水产养殖研究所清江试验场进行。从大连购回15 kg亲贝,挑选活力好,壳完整无损的亲贝放于水泥池中进行促熟强化培育。培育期间每天100%换水1次,换水后投喂充足的金藻(*Isochrypis* sp.)或角毛藻(*Chaetocercs* sp.),24 h连续充气。亲贝平均壳长为(11.8±1.53) cm,壳高(2.02±0.23) cm,湿质量为(38.5±2.95) g。从亲贝入池开始每月随机抽取5~10个,测定壳长、壳宽、湿质量,剖开后将软体部与壳分开,放于65℃烘箱中24 h至恒重后,用电子天平测量干质量,计算肥满度。另外再取10~15个标本切取不同部位的性腺,用Carnoy氏液固定,石

蜡包埋,切片厚7 μm,H-E染色,光学显微镜观察、拍照。产卵后连续充气镜检观察胚胎发育过程,并拍照。

1.2 肥满度计算

肥满度(%)=软体部干质量/壳干质量×100%

2 结果

2.1 繁殖方式及性腺形态特征

大竹蛭为卵生型贝类,体外受精,雌雄异体,雌雄比例接近1:1,一般需要2~3 a可达性成熟,成熟的生殖腺分布在内脏团周围,并延伸至足的基部,充满整个足部,成熟雌雄性腺均呈土黄色,肉眼不可分辨雌雄。

2.2 性腺组织学观察分期及其宏观特征

大竹蛭性腺属滤泡型,具双壳贝类基本特征,由滤泡、生殖管、生殖输卵管3部分组成,性腺位于足上方,内脏团两侧,其中滤泡是产生生殖细胞的场所,呈囊泡状,由滤泡壁和滤泡腔组成。根据周年的性腺组织切片观察,以及滤泡与卵细胞本身的发育规律,把大竹蛭的性腺划分为下述5期。

收稿日期:2009-06-16;修回日期:2009-07-31

基金项目:国家科技基础平台建设项目(2007DKA30470-015);温州市科技局项目(S2005A001)

作者简介:肖国强(1978-),男,江苏镇江人,助理研究员,研究方向为贝类养殖生态生理,E-mail:xiaogq1978@163.com

2.2.1 增殖期

性腺开始形成,在内脏团表面用肉眼能看见一层很薄的黄色的性腺,雌雄不可分辨。此期从1月下旬至2月底,水温7~8℃。切片观察可知,雌性:1月下旬性腺开始发育,滤泡逐渐形成,呈狭长带状、椭圆状等,滤泡腔为一中空腔,分布于内脏团两侧,随着发育,滤泡壁开始增厚,并出现附着于滤泡壁上的卵原细胞(图1-1),雄性:1月下旬滤泡开始出现,狭长带状,随着水温回升,滤泡生殖上皮的生殖细胞开始增殖,出现精原细胞和初级精母细胞。(图2-1)。

2.2.2 生长期

性腺不断增大,逐渐覆盖整个内脏团,肉眼观察性腺比上一期明显,雌雄个体不可分辨。此期从3月上旬至4月初,水温12.7~17.4℃。切片观察,雌性:滤泡数量增加,分布范围广,滤泡内卵原细胞继续分裂增殖,卵母细胞数量急剧增多,呈梨形或长形等不规则形状,部分具短柄附着于滤泡腔壁上,整个滤泡腔空隙逐渐变少(图1-2)。雄性:滤泡数量增加,体积增大随着水温的升高,滤泡腔空隙逐渐缩小,各期精细数量逐渐增多(图2-2)。

2.2.3 成熟期

个体开始显得丰满,性腺表面光滑,遮盖整个内脏团,并延伸至足基部,雌雄颜色仍为黄色。此时刺破生殖腺,可见卵子或精液流出,一遇海水即散开。

此期从4月上旬至4月下旬,水温18~22.2℃。切片观察显示,雌性:性腺包被整个内脏团,卵巢为全年最丰满期,腔内充满了成熟的卵母细胞,在腔内互相挤压而成不规则形状,以椭圆形为多(图1-3)。雄性:本期精巢达全年最丰满阶段,各期生精细胞分化明显,滤泡壁上为精母细胞,精子充满滤泡腔的中央,精子为鞭毛型(图2-3)。涂片镜检,精子活力强,此时精子已具受精能力。

2.2.4 排放期

成熟排放后性腺饱满度下降。此期在5月上旬至5月下旬,水温20~24℃。切片观察显示,雌性:成熟期后,由于卵子大量或者部分排放,滤泡内开始出现大小不等的空腔(图1-4)。雄性:随着精子的排放,出现大小不等的空隙,精子数量减少,但仍有部分精子未排出(图2-4)。

2.2.5 休止期

6月中下旬持续至次年的1月份。切片观察显示,雌性:成熟卵子大量排放后,滤泡渐变为一大空腔,形状不规则。滤泡壁变薄并开始萎缩退化,本期初,滤泡内仍可见处于被吸收状态的个别未产出的卵及卵原细胞,本期末结缔组织大量增生,滤泡消失,性腺发育完成一个周期(图1-5)。雄性:精子排尽后,滤泡成为一个空腔,残留的各期精细胞也逐渐退化、吸收。滤泡也逐渐缩小,减少直至消失,结缔组织增生,性腺发育完成一个周期(图2-5)。

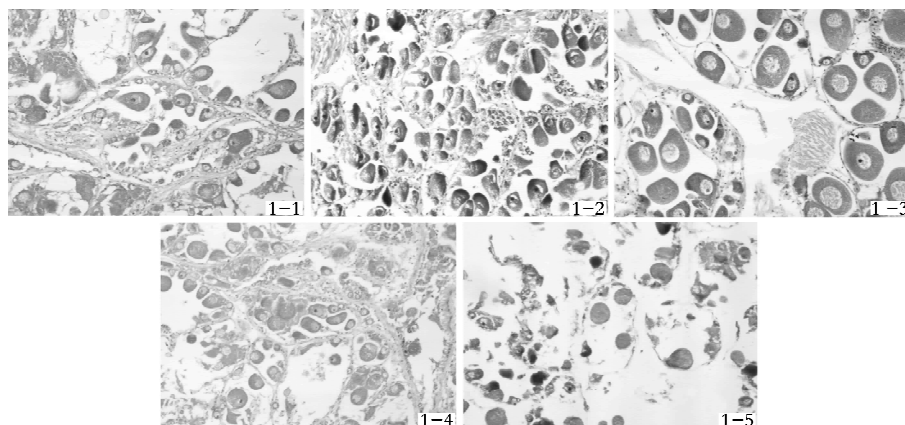


图1 大竹蛏卵巢周年变化的组织切片

Fig. 1 Annual change shown by histological of ovary of *Solen grandis*

1-1. 增殖期(200×); 1-2. 生长期(200×); 1-3. 成熟期(400×); 1-4. 排放期(200×); 1-5. 休止期(200×)

1-1. proliferation stage(200×); 1-2. increasing stage(200×); 1-3. maturation stage(400×); 1-4. breeding stage(200×); 1-5. suspensive stage(200×)

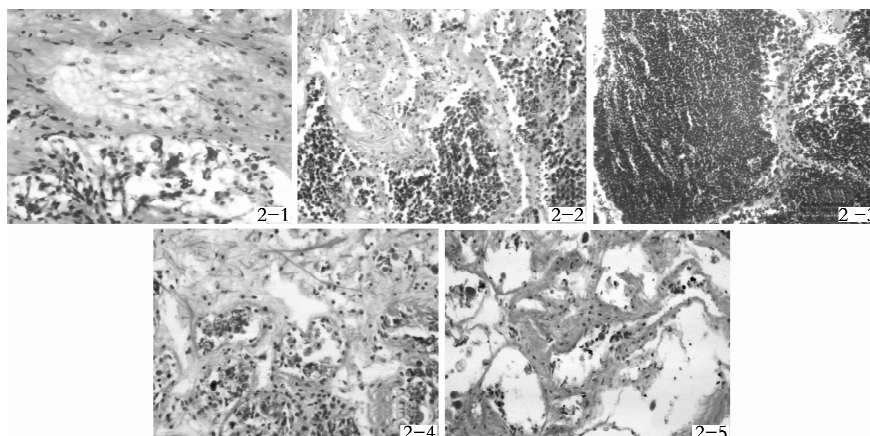


图 2 大竹蛎精巢周年变化的组织切片

Fig. 2 Annual change shown by histological of sections of *Solen grandis*

2-1. 增殖期(200×); 2-2. 生长期(200×); 2-3. 成熟期(200×); 2-4. 排放期(200×); 2-5. 休止期(200×)

1-1. proliferation stage(200×); 1-2. increasing stage(200×); 1-3. maturation stage(200×); 1-4. breeding stage(200×); 1-5. suspensive stage(200×)

2.3 生殖周期与肥满度

大竹蛎每年只有一个生殖周期,性腺成熟需要2~3龄。在繁殖季节,精巢和卵巢均呈黄色,在一个生殖周期中雌雄基本同步发育。1月上旬至2月底水温7~8℃,肥满度为全年最低约21%~22%左右。3月初至4月初,培养水温12.7~17.4℃,肥满度为25.4%~29.8%。从4月中旬开始,直至5月中旬,水温17.4~22.2℃,肥满度为全年最高29.8%~31.2%。而从7月份开始,大竹蛎肥满度逐渐下降。大竹蛎性腺发育的肥满度与水温的关系如图3所示。

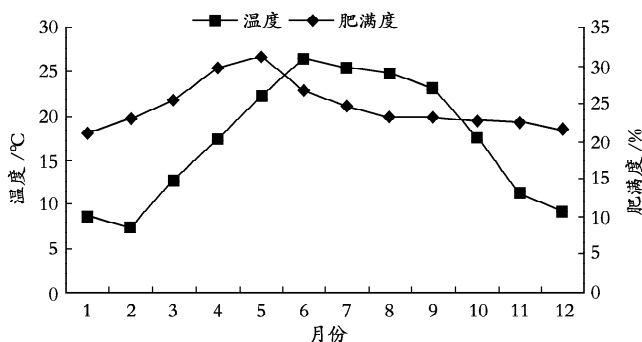


图 3 2007年1月至12月大竹蛎肥满度和水温的关系

Fig. 3 The relationship between water temperature and fatness of *Solen grandis*

2.4 胚胎发育

大竹蛎性腺成熟后,经大换水亲贝自然排放,受精卵在海水中呈球形,核及核仁明显。卵径为85~

95 μm,在盐度18~30,温度21~26℃条件下胚胎可以正常发育。受精卵进行不等全裂,从四细胞起为螺旋分裂(图4)。在水温22℃、海水盐度22、pH8.3的条件下,胚胎发育进程如表1所示。受精卵历经11h发育成担轮幼虫,运动转为直线运动,20~24h后,面盘形成,进入D形幼虫期,游动活泼,平均大小为125 μm(表1)。温度21~24℃是大竹蛎胚胎发育的适温范围。

表 1 大竹蛎胚胎发育过程

Tab. 1 Embryonic development of *Solen grandis*

发育时期	受精后时间
第1极体	10 min
第2极体	25 min
2细胞期	54 min
4细胞期	1 h20 min
8细胞期	1 h35 min
16细胞期	2 h44 min
32细胞期	3 h11 min
桑椹期	3 h46 min
囊胚期	4 h51 min
原肠期	6 h58 min
担轮幼虫	11 h12 min
D形幼虫期	20 h2 min

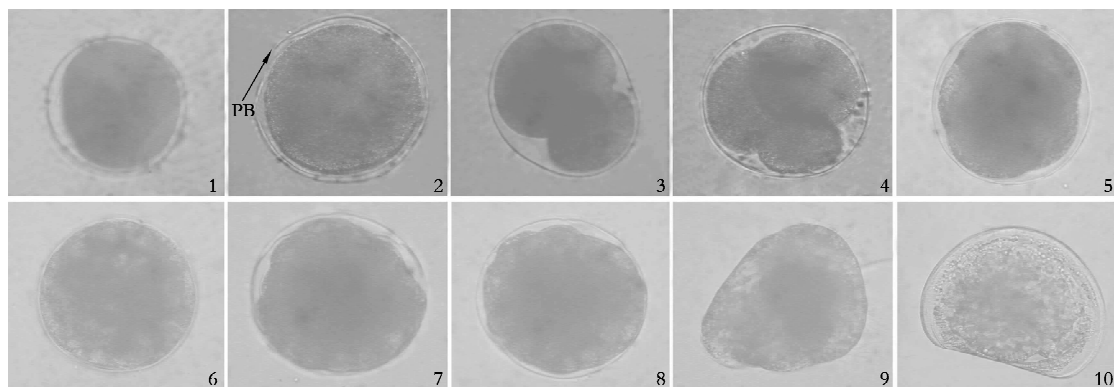


图4 大竹蛭胚胎发育各期图片

Fig. 4 Embryo development of *Solen grandis*

1. 受精卵; 2. 第一极体(PB); 3. 二细胞; 4. 四细胞; 5. 八细胞; 6. 多细胞; 7. 囊胚期; 8. 原肠胚; 9. 担轮幼虫; 10. D型幼虫
1. fertilized eggs; 2. first polar(PB); 3. 2-cell stage; 4. 4-cell stage; 5. 8-cell stage; 6. multi-cell stage; 7. blastula stage;
8. gastrulae stage; 9. trochophore stage; 10. D-sharp larvae

3 讨论

3.1 大竹蛭亲贝暂养及促熟

大竹蛭生活在潮间带的中潮区至浅海的沙底质区域,潜沙较深。大竹蛭的繁殖期一般为每年的5月上旬至中下旬,温度在21~24℃,繁殖期较短对温度的要求较严格。侯和要等^[1]在大竹蛭人工育苗过程中,在繁殖季节通过潜水员用水枪取回亲贝,然后自然排放获得受精卵。本研究每年1~2月份从大连购回亲贝进行暂养和人工促熟的研究,研究结果表明,大竹蛭在室内进行营养强化的效果较差,人工诱导排放效果不明显,主要有2个问题:(1)大竹蛭亲贝暂养成活率不高;(2)部分亲贝性腺成熟度不够,不能排放卵子和精子。传统双壳贝类的育苗主要采用人工控温措施,可以提前促熟有效地延长贝类的繁殖周期和加快性腺恢复速度,可以多次产卵。而大竹蛭亲贝室内暂养困难,人工控温和饵料强化效果不明显,当温度超过24℃时,大竹蛭的产卵就会受到影响,因此大竹蛭的催产周期往往只有20d左右。

3.2 大竹蛭的性腺发育及幼虫发育

大竹蛭的性腺发育和生殖周期的规律与双壳贝类如泥蚶(*Tegillarca granosa*)^[5]、等边浅蛤(*Gomphina veneriformis*)^[6]、硬壳蛤(*Mercenaria mercenaria*)^[7]等相似,雌雄比约为1:1,其性腺的发育与水温密切相关。通过各个时期性腺切片观察,在浙南地区每年的5月上旬水温在21℃时即进入繁殖期,雄性性腺具明显的排放期特征,在繁殖期内可以分批产卵,产卵的高峰期主要集中的水温22~24℃,当水温超过24℃后,在刚产完卵个体的性腺组织切片上观察到一些滤泡已基本排空,但在滤

泡壁上有较多卵原细胞核卵母细胞,这些滤泡仍较饱满,但是随着温度的升高呈逐渐退化的趋势,而不能像其他双壳贝类一样经过一段时间的再强化可以2次排放。作者还观察到,大竹蛭的性腺发育不同步,不同个体之间的差别很大,这可能由于大竹蛭的室内培育难度大的原因。可见大竹蛭的产卵周期较短,受温度的限制较大,这与传统的贝类如文蛤(*Meretrix meretrix*)^[8]、青蛤(*Cyclina senensis*)等^[9]产卵周期长,可控性强差别较大,这可能与大竹蛭自身的繁殖特性有较大的关系。因此通过大竹蛭各个时期性腺切片的观察,对于准确地判断大竹蛭的繁殖期有效开展人工育苗有重要的意义。

大竹蛭受精卵卵径为85~95 μm,在盐度18~30,温度21~26℃条件下胚胎可以正常发育。在水温22℃、海水盐度22、pH8.3的条件下,胚胎经过20~24 h后进入D形幼虫期,平均壳长为125 μm。在胚胎发育至原肠期以前可以清晰地看见一个较厚的卵膜,这与许多双壳贝类胚胎发育不同。5~6 d进入壳顶后期幼虫,壳长平均为230~250 μm,而一般的双壳贝类进入壳顶后期的大小为180~190 μm,如文蛤^[8]、青蛤^[9]、大西洋浪蛤(*Spisula solidissima*)^[10]等。大竹蛭无论是在胚胎发育的过程,幼虫生长的速度,还是开始附着的规格,与其他双壳贝类相比均表现出一定的特殊性,因此进一步加强对大竹蛭的研究有积极的意义。

3.3 大竹蛭肥满度的周年变化

每年的1月下旬至2月底,水温7~8℃,大竹蛭的肥满度为全年最低21.2%左右;3月初至4月初,水温12.7~17.4℃,肥满度为25.4%~29.8%。从4月中旬至5月下旬,水温17.4~26.0℃,肥满度为

全年最高 29.8%~31.2%;从 6 月份开始,肥满度为逐渐下降;大竹蛭肥满度的周年变化与性腺组织学观察结果划分的性腺分期相吻合,也与彩虹明樱蛤 (*Moerella indescens*)^[11]、海湾扇贝 (*Argopecten irradians*)^[12]、等边浅蛤^[6]等几种双壳贝类相似,因此肥满度也可以作为大竹蛭的性腺发育分期的标准之一。

参考文献:

[1] 侯和要, 牟乃海, 宋全山, 等. 大竹蛭人工繁育技术研究 [J]. 齐鲁渔业, 2004, **21**(6): 33-35.
 [2] 孙振兴, 郭胜超, 邵雁群, 等. 三种海产帘蛤目贝类的核型研究 [J]. 海洋学报, 2004, **26**(1): 88-94.
 [3] 戴聪杰. 大竹蛭软体部分营养成分分析及其评价 [J]. 集美大学学报(自然科学版), 2002, **7**(4): 304-308.
 [4] 张志伟, 姚国兴, 陈爱华. 大竹蛭同工酶组织特异性与多态性初步研究 [J]. 海洋科学, 2009, **33**(3): 41-96.
 [5] 郑家声, 王梅林, 王志勇, 等. 泥蚶的性腺发育与生殖周期 [J]. 青岛海洋大学学报, 1995, **25**(4): 503-510.

[6] 尤仲杰, 王一农, 叶雄会, 等. 等边浅蛤 (*Gomphina veneriformis*) 的繁殖周期 [J]. 台湾海峡, 1991, **10**(4): 356-362.
 [7] 林志华, 单乐洲, 柴雪良, 等. 硬壳蛤 (*Mercenaria mercenaria*) 繁殖生物学研究 [J]. 海洋与湖沼, 2005, **36**(5): 430-436.
 [8] 林志华, 柴雪良, 方军, 等. 文蛤工厂化育苗技术 [J]. 上海水产大学学报, 2002, **11**(3): 242-247.
 [9] 曾志南, 李复雪. 青蛤的繁殖周期 [J]. 热带海洋, 1991, **10**(1): 86-91.
 [10] 林志华, 柴雪良, 单乐洲, 等. 大西洋浪蛤繁殖生物学研究 [J]. 海洋科学, 2005, **29**(1): 17-23.
 [11] 尤仲杰, 王一农. 彩虹明樱蛤 (*Moerella iridescens* Benson) 生殖周期的初步研究 [A]. 齐钟彦. 贝类学论文集(第五-六辑) [C]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1995. 111-119.
 [12] 沈决奋, 杨爱国. 海湾扇贝性腺发育的初步研究 [J]. 海洋与湖沼, 1996, **27**(6): 632-637.

The reproductive biology of *Solen grandis* Dunker

XIAO Guo-qiang^{1,2}, CHAI Xue-liang^{1,2}, SHAO Yan-qing^{1,2}, ZHANG Jiong-ming^{1,2}, DONG Ying-hui³, LU Rong-mao^{1,2}, LIN Zhi-hua³

(1. Zhejiang Mariculture Research Institute, Wenzhou 325005, China; 2. Zhejiang Key Laboratory of Exploitation and Preservation of Coastal Bio-resource, Wenzhou 325005, China; 3. Biological and Environmental College of Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, China)

Received: Jun., 16, 2009

Key words: *Solen grandis*; Reproductive cycle; Fatness; Embryo development

Abstract: The productive biology of *Solen grandis* was studied during January 2005 to December 2007. The reproductive cycle, fatness, gonadal development, breeding season, embryo development, and larval development were described in this paper. The reproductive cycle could be divided into proliferation stage, growth stage, maturation stage, breeding stage and suspensive stage. Its breeding season was from the end of April to May (21.0~24.0°C). The peak of fatness was about 31.2% in May, the lowest fatness was about 21.2% in February. Under 22°C of water temperature and 22 of salinity, D-shaped larvae was hatched after 20 hours to 125 μm. After 5~6 days, the D-shaped larvae developed into early-umbo larvae stage to 250 μm.

(本文编辑:康亦兼)