

文章编号:1000-0615(2009)02-0259-06

宽壳全海笋人工繁育技术

柴雪良¹, 方军¹, 张炯明¹, 肖国强¹,
仇建标¹, 林志华¹, 李昌达², 周志明¹

(1. 浙江省海洋水产养殖研究所, 浙江温州 325005;

2. 浙江省洞头县水产研究所, 浙江洞头 325700)

摘要:2003-2005年,进行了宽壳全海笋繁殖的初步观察和人工育苗技术研究。通过观察,揭示了宽壳全海笋繁殖和胚胎发育的整个过程。利用实验生态学的方法,筛选出了受精卵孵化、幼虫生长和采苗的适宜环境条件。在浙南沿海,宽壳全海笋的自然繁殖时间是每年的4-6月份,水温为18~22℃。壳长6cm以上的雌性成熟个体1次产卵可超过2000万颗,成熟卵的卵径约50μm。受精卵发育最适宜的温度是22~26℃,盐度21~26,在适宜条件下经过18h左右发育至D形幼虫。幼虫生长发育的最适宜的温度范围是22~26℃,而盐度范围为16~26;幼虫前期培育的最适宜饵料为球等鞭金藻;经26~50d培育幼虫进入变态附着期。幼虫变态附着最适宜的基质为泥底质。2005年度,在面积120m²水池中,培育出宽壳全海笋稚贝数量6100万颗,单位面积出苗量 5.08×10^5 grain/m²,平均壳长1.43mm。

关键词:宽壳全海笋;人工繁育;胚胎发育;环境因子

中图分类号:S968.3

文献标识码:A

宽壳全海笋(*Barnea dilatata*)属瓣鳃纲(Lamellibranchia)、海笋科(Pholadidae)^[1]。外形与象拔蚌近似,主要分布于菲律宾、日本及我国沿海,多在河口附近的软泥底质中潜伏生活,可潜入泥中很深^[2]。宽壳全海笋生长速度较快,一周壳长生长可达7cm以上,体重超过100g,具有良好的养殖开发前景。为此,课题组于2003-2005年开展了宽壳全海笋人工繁育技术研究。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验场地和主要设施 人工育苗在浙江省海洋水产养殖研究所下属乐清清江水产试验场进行,有亲贝培育池、各种规格的育苗池、饵料培养池及配套的供水、供气、供电等设施。试验用水来自于乐清湾清江内,通过纳潮方式进入蓄水塘,经过暗沉淀及二次砂滤后使用。

亲贝来源 2003-2005年,在洞头双朴虾

塘(现已全部被围垦填埋)采用人工挖取方法采集宽壳全海笋种贝,挑选贝壳相对完整个体,运至清江水产试验场,清洗后在水泥池中暂养。亲贝数量和规格见表1。

1.2 方 法

亲贝培育 2003年采用软泥底质培育,培育池面积10m²,池底铺上自滩涂挖取的海泥,厚度10cm以上,将亲贝小心地种入软泥中,水管伸出端朝上。培育用水为经砂滤处理的海水,水位控制80cm左右,采用自然水温和盐度,水温波动范围为(18.7±1.5)℃,盐度18.9。控制光照在500lx以下,充气,饵料以球等边金藻、角毛藻和小硅藻为主,每日2~3次,每次投饵量 1.5×10^5 ind/mL,每日换水量100%以上,培育期间严防干露。定期观察性腺发育情况。2004-2005年采用无基质方式进行暂养,其它日常管理方法基本相同。

催产和孵化 当解剖观察到雄性性腺精子

收稿日期:2007-11-31 修回日期:2008-01-20

资助项目:浙江省科技厅重点科研项目(2004C22021);温州市社会发展科学研究项目(S2003A002)

通讯作者:柴雪良, Tel:0577-89990218, E-mail:ccxy1@hotmail.com

活力好,雌性性腺中卵子离散度较好时,可判定性腺已发育成熟。从亲贝培育池中取出亲贝,清洗干净,并用1 mg/L的畜用青霉素消毒处理10 min,处理过程中经常搅动亲贝,防止意外流产。将亲贝放入塑料箩筐中在阴凉处干露1~2 h后,随筐放入水位100 cm的水泥池中待产,所用

海水经二级砂滤处理后用1 000目滤袋过滤。产毕后,移走亲贝,充气,全池泼入3 mg/L的EDTA二钠和1 mg/L的畜用青霉素,取样计数卵子数量,并原池孵化。试验观察了在500 mL的烧杯中,密度为10 grain/mL的条件下,不同温度、盐度梯度组,宽壳全海笋受精卵发育和存活情况。

表1 历年采集的亲贝数量与规格
Tab.1 The quantity and size of parent clams in the past years

时间 date	亲贝数量 (grain) number of bloodstock	平均壳长 (cm) average shell length	平均壳高 (cm) average shell height	平均鲜重 (g) average fresh weight
2003-04-11	94	6.07	3.34	106.0
2004-06-12	143	6.55	3.49	122.4
2005-04-15	126	6.22	3.40	110.3

幼虫培育 胚胎发育至直线铰合幼虫(下称D形幼虫)超过6 h后,将水体上层中的幼虫虹吸入用500目的筛绢布制成网箱中收集,并转移至另池培养。培育用水为二级砂滤海水并经1 000目滤袋过滤,海水盐度波动范围为14.2~26.0,水温为常温条件。控制培育密度为每毫升5~10颗。前期饵料以球等边金藻为主,中后期也投喂角毛藻、亚心形扁藻等单胞藻饵料。每日观察、测量和记录幼虫生长、摄食等情况。试验观察了500 mL水体的烧杯中,密度均为10 grain/mL的条件下,不同温度、盐度、饵料试验组,宽壳全海笋前期浮游幼虫的生长发育和存活情况,利用统计学方法比较差异的显著性,试验持续时间为8 d。

采苗和稚贝培育 当幼虫生长至壳长350 μm 左右时,投放附着基采苗,从滩涂上挖取软泥,经晒干、烘煮、200目筛布滤除大颗粒杂质后,均匀泼入池内,厚度为2~5 mm。用80目的筛网将个体大的幼虫筛出,移入已投放附着基的池中。采苗密度控制在 $(2\sim6)\times 10^5$ grain/ m^2 ,当采苗密度达到所需密度时,将水体中变态浮游幼虫移入另池采苗。幼虫变态附着后,直接进入稚贝培育管理,加大饵料投喂量,同时,加大换水量,日换水量达到100%~200%。当发现底质和苗体较脏需要移池时,采取虹吸移苗等措施,避免苗体受损。随着苗种规格的增大,采用将海泥直接铺入池内,清除敌害生物后,放入苗种进行培育。在10 L的容器中,放入处于变态期的幼虫密度约1 grain/mL,试验观察无基质、泥质、砂质(粒径小于200 μm)、砂泥质(泥砂各50%)条件下的采苗效

果(基质厚度均为5 mm)。

2 结果

2.1 繁殖初步观察

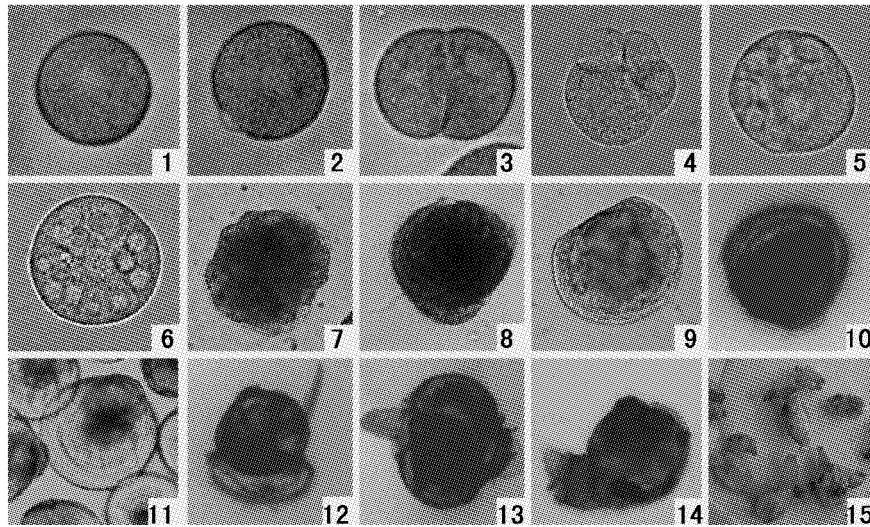
根据近年来的人工繁殖经验,宽壳全海笋在浙南海区每年繁殖一次,自然繁殖季节是每年的4~6月份,繁殖盛期是4月中旬至5月中旬,此时水温一般为18~22 $^{\circ}\text{C}$ 。宽壳全海笋雌雄异体,生殖腺位于足基部,附着于内脏团两侧,成熟度好时几乎覆盖整个内脏团,并向足延伸,成熟期生殖腺重量可占整个软体部重量的50%以上。肉眼观察生殖腺颜色均为乳白色,外观难以分辨雌雄,雌雄性腺发育基本同步。室内暂养的宽壳全海笋可分批、多次排放精卵,壳长6 cm以上的雌性成熟个体1次产卵可达到2 000万颗以上。

2.2 促熟产卵

试验发现,在繁殖季节从野外采集到的宽壳全海笋需经过强化促熟后才能顺利排放精卵。利用组织切片观察发现,直接从野外采集到的宽壳全海笋亲贝,滤泡腔内成熟生殖细胞极少,而经过15 d的强化培育后,滤泡腔内充满了成熟的生殖细胞。利用成熟度好的宽壳全海笋亲贝产卵时,只需稍加刺激(如干露片刻)就能获得排放,因此,在亲贝的日常培育管理中要保持环境的稳定(包括温盐度、饵料、光照等),严防干露。

2.3 胚胎发育

宽壳全海笋的成熟卵卵径为50 μm 左右,在适宜温度和盐度等条件下,受精卵经过18 h左右发育至直线铰合幼虫(以下简称D形幼虫),胚胎发育各期形态见图版。



图版 宽壳全海笋胚胎发育

1. 卵(400×); 2. 受精卵第一极体(400×); 3. 二细胞期(400×); 4. 四细胞期(400×); 5、6. 多细胞期(400×); 7. 囊胚期(400×); 8. 担轮幼虫(400×); 9、10. D形面盘幼虫(400×); 11. 壳顶幼虫(200×); 12. 变态期幼虫(100×); 13. 匍匐幼虫(100×); 14. 稚贝(100×); 15. 幼贝(0.5×)

Plate The embryonic development of *B. dilatata*

1. egg(400×); 2. zygote first polar body(400×); 3. 2-cell stage(400×); 4. 4-cell stage(400×); 5, 6. multicellular(400×); 7. blastula stage(400×); 8. trochophore stage(400×); 9, 10. D-style veliger(400×); 11. unbo-larvae(200×); 12. metamorphosis larvae(100×); 13. creeping larvae(100×); 14. spat((100×); 15. seedling(0.5×)

不同水温对受精卵的孵化速度、孵化率和变态存活率的影响的试验。结果表明,在试验温度范围内,随着温度的升高,胚胎发育速度加快,但温度30℃和18℃组,胚胎的存活率和孵化率均明显低于26℃和22℃试验组。结果显示,22~26℃是宽壳全海笋胚胎发育的适宜温度(图1)。

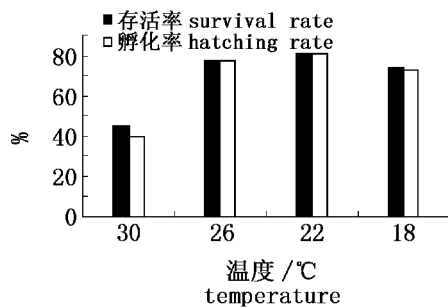


图1 水温对胚胎存活和孵化率的影响
(盐度 20, pH = 8.0)

Fig. 1 The effect of water temperature on survival rate and hatching rate ($S = 20$, $pH = 8.0$)

试验观察了不同盐度对宽壳全海笋胚胎发育的影响(图2)。结果发现,盐度超过26时,胚胎发育速度变缓,盐度36时,胚胎发育出现停止。盐度16和21组,胚胎发育速度较快,但盐度16

组,胚胎的存活率和孵化率均明显低于盐度21和26试验组。可见,宽壳全海笋胚胎发育最适宜的盐度是21~26。

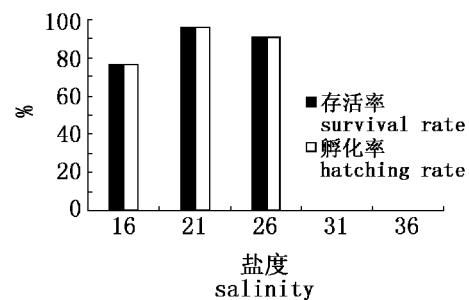


图2 盐度对胚胎存活率和孵化率的影响
(温度 22 °C, pH = 8.0)

Fig. 2 The effect of salinity on embryo survival rate and hatching rate ($t = 22$ °C, $pH = 8.0$)

2003年4月26日,亲贝共产卵9亿颗,至4月27日孵化出D形幼虫7.3亿颗,孵化率为81.1%。2004年6月20日,获受精卵4.1亿,但只获得D形幼虫1.8亿多颗,孵化率只有44%,分析原因可能是水温偏高。2005年5月2日获受精卵5亿颗,孵化出D形幼虫数量为4.6亿,孵化率为92%。

2.4 幼虫培育和生长

宽壳全海笋初孵 D 形幼虫大小为壳长 60 ~ 70 μm × 壳高 52 ~ 60 μm 。浮游幼虫前期(1 ~ 6 d)生长速度较慢,平均日增长不到 5 μm ;壳长达到 90 μm 以上后,进入壳顶幼虫期,生长速度加快,日均增长达到 15 μm 以上;随着生长,幼虫个体间大小差异分化明显。幼虫浮游期较长,短则 26 d,长则 50 d,幼虫达到 350 μm 左右时,可看到有足伸缩,进入变态期,此时面盘尚存,游动仍十分灵活,也有个别在底部爬行。规格达到 400 μm 以上,多数进入匍匐期,也有个别壳长达到 450 μm 浮游幼虫。附着变态后幼虫生长较快,平均日生长可达到壳长 100 μm 以上。图 3 为 2003 年人工育苗中海笋幼虫的生长情况。2003 年,利用 D 形幼虫 1.50 亿颗,培育出变态幼虫数量达到 1.33 亿颗,成活率达到 88.7%。

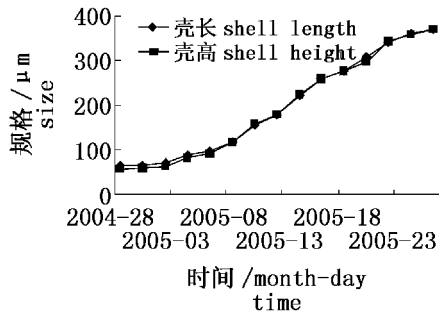


图 3 宽壳全海笋幼虫的生长

(水温 18 ~ 21 $^{\circ}\text{C}$, 盐度为 18.5 ~ 23, pH = 7.8 ~ 8.3)

Fig. 3 The larval growth of *B. dilatata*

($t=18-21^{\circ}\text{C}$, $S=18.5-23$, $\text{pH}=7.8-8.3$)

试验观察了不同水温对前期浮游幼虫生长的影响(图 4)。结果显示,26 $^{\circ}\text{C}$ 组的日生长率明显高于其它试验组,18 $^{\circ}\text{C}$ 组日生长率最小,但 18 $^{\circ}\text{C}$ 组的存活率最高为 86.7%,22 $^{\circ}\text{C}$ 和 26 $^{\circ}\text{C}$ 组的存活率相近,30 $^{\circ}\text{C}$ 组存活率较低。

盐度对幼虫生长影响的试验显示(图 5),盐度 21 组的日生长率明显大于其它试验组,而存活率随着盐度的升高而降低,除盐度 36 组外,其它各试验组的存活率均大于 75%。

投喂不同单胞藻饵料对幼虫生长效果的试验结果见图 6。结果显示,投喂球等鞭金藻、球等鞭金藻 + 角毛藻的试验组生长较快,投喂小球藻和亚心形扁藻组生长较慢;从存活率来看,投喂球等边金藻组的存活率最高达到了 96.4%,而小球藻和亚心形扁藻组存活率较低只有 40% 多,单独投喂

角毛藻试验组的存活率只有 20.5%。

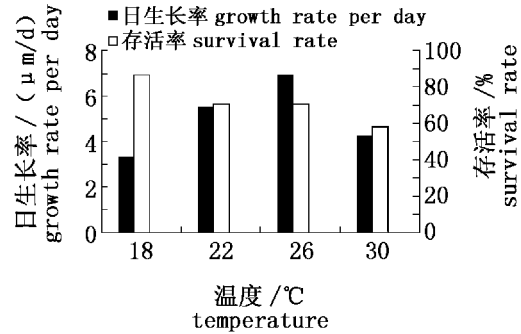


图 4 水温对幼虫存活率和生长的影响

Fig. 4 The effect of water temperature on larval survival rate and growth

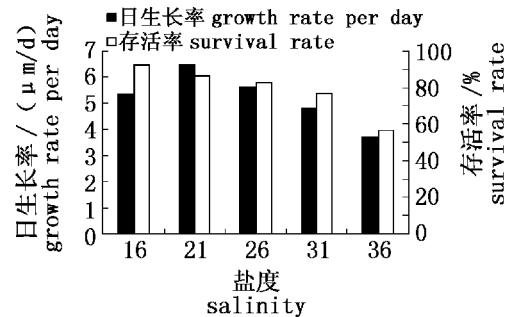


图 5 盐度对幼虫存活率和生长的影响

Fig. 5 The effect of salinity on larval survival rate and growth

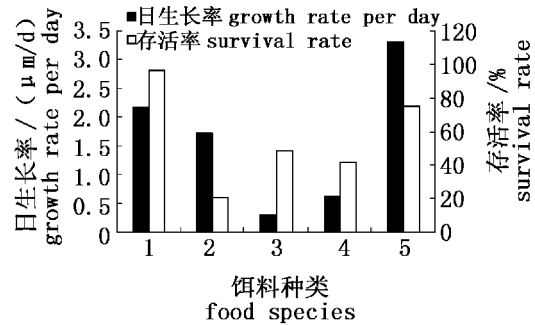


图 6 不同饵料对幼虫生长和存活的影响

1. 金藻, 2. 角毛藻, 3. 小球藻, 4. 扁藻, 5. 金藻 + 角毛藻

Fig. 6 The effect of different algae species on larval survival rate and growth

1. *Isochrysis galbana*, 2. *Chaetoceros moelleri*, 3. *Chlorella vulgaris*, 4. *Platymonas subcordiformis*, 5. *I. galbana* + *C. moelleri*

2.5 采苗和稚贝培育

采苗 不同底质采苗试验发现,经过 10 d 左右的培育,无基质组没有发现单管或双管期稚贝;砂基质中单管期稚贝约占 5% 左右;泥基质中

双管期稚贝约占 65%,最大的已达 1 200 μm ,其余为单管期稚贝,存活率达到 81%;砂泥基质稚贝存活率约 40%,多数为单管期稚贝(图 7)。

稚贝培育 宽壳全海笋幼虫变态成稚贝生长速度明显加快,日均生长可达到 100 μm 以上。2003 年课题组在室内水泥池中利用泥底质进行采苗,获得初期稚贝为 6 000 余万颗,变态成活率

约 45%。由于经验不足,在稚贝平均壳长达到 1 mm 以上时出现大批死亡。2004、2005 年度,课题组吸取了经验教训,在稚贝培育中,通过改变培育方法和管理措施,使稚贝培育成活率大大提高。2005 年度,在面积 120 m^2 水池中,培育出宽壳全海笋稚贝数量 6 100 万颗,单位面积出苗量 $5.08 \times 10^5 \text{ grain}/\text{m}^2$,平均壳长规格 1.43 mm。

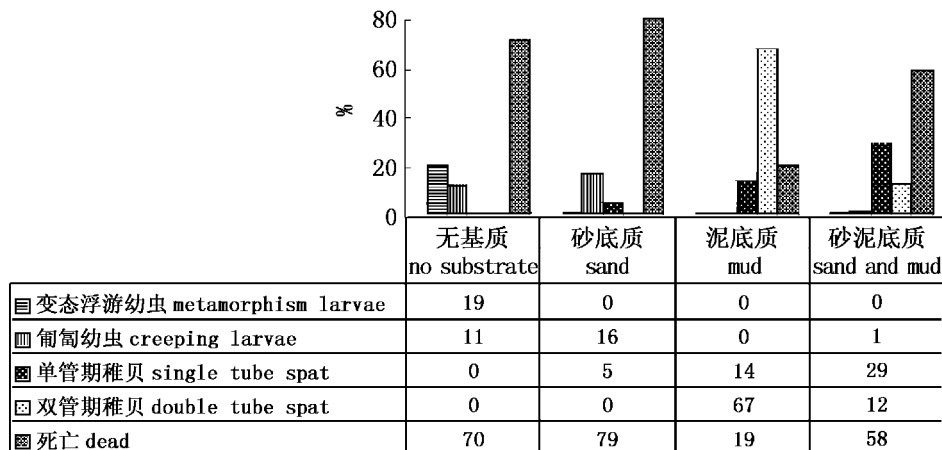


图 7 不同底质采苗结果(水温 21.2 ~ 24.0 $^{\circ}\text{C}$,盐度 23.0)

Fig. 7 The results of collecting the seedlings at different matrix ($t=21.2-24.0^{\circ}\text{C}$, $S=23.0$)

3 讨论

3.1 海笋科种类的研究和比较

国内有关海笋繁殖研究的报道仅见魏丽萍等^[3]和李生尧^[4]对大沽全海笋的繁殖生物学和人工育苗的研究报道,对宽壳全海笋的报道仅见王如才^[1]、张玺等^[2]对其形态和分布的描述。比较发现,虽然两种海笋在外观形态上差异较大,但在繁殖生物学方面十分相似,如繁殖期、卵和幼虫的大小、浮游期、变态幼虫的大小等几乎相同。

3.2 亲贝的暂养和促熟排放

根据历年的试验观察发现,即使在繁殖盛期采集到的宽壳全海笋种贝,性腺饱满度也较差,直接催产难以获得大量的受精卵,可能与其在自然条件下获得的饵料不足有关。而在室内通过约 10 d 左右的饵料强化促熟后,生殖腺迅速饱满,只需稍加刺激,如干露片刻、水温略升,就能获得大量排放,而且每次排放后,经过数天暂养,又能获得排放,间隙排放次数可达到 4 ~ 5 次。宽壳全海笋、大沽全海笋的怀卵量接近甚至超过了太平洋牡蛎的怀卵量,可达数千万颗。

3.3 浮游期及其生长

宽壳全海笋幼虫浮游期较长,可能是迄今为止报道的幼虫浮游期最长的种类之一,大大超过一般的双壳贝类如泥蚶(浮游期 10 d 左右)^[5]、菲律宾蛤仔(浮游期 9 ~ 10 d)^[6]、文蛤(浮游期 80 ~ 120 h)^[7]、青蛤(浮游期 48 h)^[8]的浮游时间。因此,宽壳全海笋的育苗难度也相对加大,对水处理的要求更高,要严防轮虫、挠足类等进入育苗水体。宽壳全海笋幼虫前期生长较慢,日均生长不到 5 μm ,中后期生长速度加快,这与魏丽萍等^[3]对大沽全海笋的研究结果一致。随着幼虫个体的增大,一方面要逐渐降低幼虫培育密度,另一方面要提高饵料的投喂量,虽然如此,在实际培育过程中,仍然会出现个体大小极不均匀的现象,因此,需要及时的分选,以保持幼虫的均衡快速生长。

3.4 稚幼贝培育关键

宽壳全海笋壳极薄,易碎,这也增加了人工育苗过程中的操作难度,特别在稚幼贝培育期间,不适宜的操作方式容易导致稚贝的大量死亡。课题组采用一次性投放附着基,控制采苗密度,在培育期间基本不倒池以及在出苗期间采用带水操作的

方式,使成活率大大提高。据了解,在大沽全海笋、象拔蚌苗种培育管理过程中,也采用带水淘砂洗苗的方式,这也是针对贝壳较薄的品种所采取的有针对性的管理措施。

参考文献:

- [1] 王如才. 中国水生贝类原色图鉴[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1988:230.
- [2] 张 玺,齐钟彦,李洁民. 中国的海笋及其新种[J]. 动物学报,1960,12(1):63-86.
- [3] 魏利萍,马明正,唐 芳. 大沽全海笋生物学习性和人工育苗技术[J]. 水产学报,1997,21(3):296-302.
- [4] 李生尧. 大沽全海笋 *Barnea davidi* Deshayes 人工繁殖的初步研究[J]. 浙江水产学院学报,1992,11(3):48-52.
- [5] 谢起浪,张炯明,柴雪良. 泥蚶人工育苗技术探讨[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版),2001,20(3):199-201.
- [6] 张炯明,方 军,柴雪良. 菲律宾蛤仔规模化育苗技术[J]. 科学养鱼,2006,(7):37-38.
- [7] 林志华,柴雪良,方 军. 文蛤工厂化育苗技术[J]. 上海水产大学学报,2002,11(3):242-247.
- [8] 周素琴,陈 飞,丁理法. 青蛤生产性育苗及中间培育技术研究[J]. 浙江海洋学院学报,2006,25(3):262-265.

Study on the technique of artificial reproduction and nursing of *Barnea dilatata*

CHAI Xue-liang¹, FANG Jun¹, ZHANG Jiong-ming¹, XIAO Guo-qiang¹, QIU Jian-biao¹,
LIN Zhi-hua¹, LI Chang-da², ZHOU Zhi-ming¹,

(1. Zhejiang Mariculture Research Institute, Wenzhou 325005, China;
2. Dongtou Aquatic Scientific Technology Insititute, Dongtou 325700, China)

Abstract: The primary observation on propagation and study on artificial reproduction of *Barnea dilatata* were performed from 2003 to 2005. The processes of propagation and embryonic development have been found out via observation. The feasible environmental conditions for hatching, larval growth and picking of seedling were selected via experimental ecology methods. Spawning occurred naturally of *Barnea dilatata* in south of Zhejiang Province in April - June when water temperature is 18 - 22 °C annually. The sexually mature female individual larger than 6cm shell-length may produce more than 20 million eggs in a single spawning. The diameter of mature eggs is approximately 50 μm. The feasible temperature and salinity range 22 - 26 °C and 21 - 26 respectively in hatching, and the fertilized eggs develop to initial D-stage veliger for about 18 h. The feasible temperature and salinity range 22 - 26 °C and 16 - 26 respectively in larval growth, and the dainty food is *Isochrysis galbana* in D-stage larvae. After about 26 - 50 d rearing, the larvae develop to the stage of metamorphosis. Mud is the most adaptive substrate for metamorphous larvae to settle on. 61 million juveniles of which the average shell-length was 1.43 mm were produced in the pool of 120 m², and the density is 508 000 grain/m².

Key words: *Barnea dilatata*; artificial reproduction and nursing; embryonic development; environmental factors