

后刺才女虫胚胎及幼虫发育过程研究

高燕^{1,2}, 张涛¹, 杨红生¹, 张晓芳³

(1. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049; 3. 獐子岛渔业集团股份有限公司, 辽宁 大连 116001)

摘要: 应用显微技术观察了后刺才女虫(*Polydora latispinosa*)胚胎的发育过程及各发育阶段幼虫形态结构特点, 以期为多毛类的发育生物学研究和分类学积累更多的资料。结果显示, 后刺才女虫在魁蚶内表面形成瘤状突起, 在外套膜上钻孔, 导致外套膜溃疡发红。后刺才女虫受精卵在卵袋中发育至三刚节幼虫时, 幼虫破袋而出开始营浮游生活, 到十六刚节期开始下沉, 营底栖生活, 附着变态为成虫。

关键词: 后刺才女虫(*Polydora latispinosa*); 幼体; 发育

中图分类号: Q174 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2011)10-0001-05

才女虫属复合体(*Polydora-complex*)是环节动物门(Annelida)、多毛纲(Polychaeta)、游走目(Erranta)、海稚虫科(Spionidae)中具变形第5刚节种类的统称^[1]。才女虫以第5刚节的粗足刺刚毛钻孔穴居于石灰质的石块、珊瑚和软体动物贝壳中, 尤其对扇贝、珍珠贝、鲍、牡蛎、菲律宾蛤仔等经济贝类危害极大^[2-8]。才女虫侵染使病贝生长缓慢, 贝壳受损, 由于管道的形成使贝壳易碎; 当虫体钻穿贝壳达到软体部时, 则直接侵害软体部, 被侵组织周围发生炎症, 局部形成脓肿和溃疡, 引起细菌继发性脓疡, 并产生一种特殊的臭味, 大大降低了贝类的品质和价值, 严重时导致贝类死亡。Leonart^[9]报道澳大利亚鲍鱼由于才女虫病爆发, 壳变薄易碎, 死亡率高达50%~90%。

魁蚶(*Anadara uropygimelana*)俗称大毛蚶、赤贝、血贝, 属瓣鳃纲(Lamellibranchia)、翼形亚纲(Pterimorphia)、蚶目(Arcoida)、蚶科(Arcidae), 其贝壳大而坚厚, 左右两壳相等, 呈斜卵圆形, 极膨胀, 壳顶膨胀突出, 放射肋宽, 平滑无明显结节, 约42~48条, 以43条者为多。魁蚶为冷水性贝类, 主要分布于中国、日本、朝鲜半岛及俄罗斯东南部沿海, 生活在水深3~50 m的软泥或泥沙质海底^[10]。我国山东及辽宁沿海都有分布, 以黄海北部较多。魁蚶成体个大体肥, 营养丰富, 是一种颇受欢迎的经济贝类^[11]。但是底播养殖的魁蚶生活在软泥或泥沙质海底, 经常受到才女虫病的困扰。

才女虫对浪蛤、牡蛎、鲍、扇贝等经济贝类危害的研究已有报道^[12-15], 而对魁蚶的危害尚未见详

细报道。我们对山东荣成地区养殖的魁蚶才女虫病进行了研究, 确定该种为后刺才女虫(*Polydora latispinosa* Blake & Kudenov, 1978); 同时还描述了患病魁蚶的症状, 后刺才女虫的幼虫发育过程及各发育阶段幼虫形态结构特点, 丰富了多毛类繁殖生物学资料, 并为魁蚶才女虫病的防控提供科学参考依据。

1 材料与方 法

1.1 才女虫成虫的收集

魁蚶样品于2010年5月份采自山东威海。寄生有才女虫的魁蚶检出后放入25℃海水中暂养, 每天投喂混合单胞藻。用钳子和小镊子将寄生有才女虫的魁蚶上壳掰碎后, 在解剖镜下将成虫从管穴中移出, 7%氯化镁麻醉后在光学显微镜下观察。

1.2 才女虫幼虫的培养

部分雌虫的泥管中有卵袋黏附在管壁上, 将含有卵袋的泥管放入1 000 mL烧杯中培养, 每隔12 h在解剖镜和显微镜下观察一次。用300目筛绢过滤暂养魁蚶的海水收集幼虫, 放入30 cm×40 cm×50 cm塑料箱中培养, 水温25℃, 盐度30~32。每隔一天换一次水, 每天投喂少量金藻和小球藻, 幼虫转入底

收稿日期: 2011-08-12; 修回日期: 2011-08-22

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BAD09A10)

作者简介: 高燕(1984-), 女, 山东德州人, 博士研究生, 主要研究方向为养殖生态学, E-mail: gaoyan_hust@163.com; 张涛, 通信作者, 电话: 0532-82898646, E-mail: tzhang@qdio.ac.cn

栖生活后加入底栖硅藻。每天在显微镜下观察幼虫生长情况。

2 结果

2.1 后刺才女虫成虫形态

被才女虫寄生的魁蚶会在贝壳表面留下一道至绞合部的凹槽,如图 1A。为了阻止才女虫侵入,魁蚶会不停地分泌珍珠层把才女虫包裹起来,最后就在贝壳的内表面形成一个瘤状的突起,如图 1B, C。由于才女虫在魁蚶外套膜上钻孔,导致外套膜溃疡发红,更容易受到病菌的侵染,增加患病率和死亡率。用解剖钳和镊子小心地将瘤状突起打开,可见里面盘踞着才女虫。成体的后刺才女虫体长可长达 17 cm, 体色呈橙黄色或棕褐色,可分为 3 部分: 头部, 躯干部, 尾部(图 1D)。头部由口前叶和围口节组成, 口前叶前端圆钝, 具中间缺刻, 向后形成脑后脊; 围口节发达, 在两侧形成侧翼状包围着口前叶。一对发达的触手着生在围口节的后缘, 触手较长, 具伸缩性, 其上具明显的沟槽, 沟槽周围密被厚实的纤毛。躯干部由头后的数百个刚节组成, 是虫体的主要部分。由于前后体节的结构不同, 又可分为体前部和体后部。体前部包括围口节向后第一至第五刚节, 其中前四个体节疣足为典型的双叶型, 即具背叶和腹

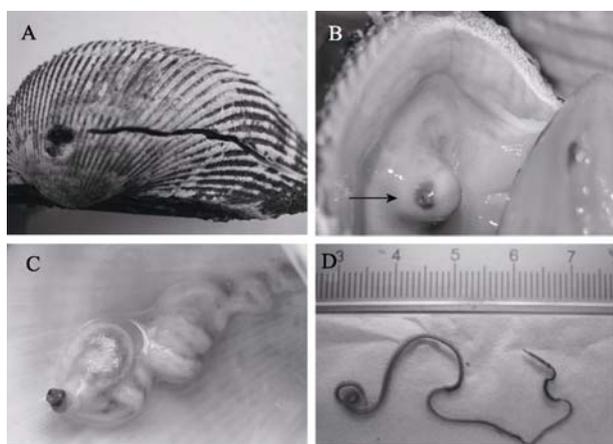


图 1 被后刺才女虫寄生的魁蚶

Fig. 1 *Anadara uropygimelana* infested by *Polydora latispinosa*

A: 显示才女虫寄生在贝壳表面留下一道至绞合部的凹槽; B: 显示才女虫寄生导致魁蚶外套膜穿孔, 溃疡发红(箭头所示); C: 才女虫寄生在贝壳内表面留下瘤状突起; D: 从魁蚶贝壳内解剖出的才女虫

A: the outer surface of the shell, showing the groove formatted by *P. latispinosa*; B: the mantle perforated by *P. latispinosa*, showing ulcer; C: the inner surface of the shell, showing tumor-like formation; D: *P. latispinosa*

叶、背刚毛和腹刚毛、背须和腹须、背足刺和腹足刺。第五刚节较其他刚节长, 两种特殊刚毛排成两排, 一排为细毛状的刚毛(约 5~6 根), 另一排稍弯曲, 为变形粗足刺刚毛(4~5 根), 具伴随刚毛。鳃始于第五刚节以后, 在解剖镜下, 可清楚地看见其背面中央充满红色血液的血管贯穿身体前后端, 并有分支血管将血液输向各疣足部分。体后部背部有足刺状刚毛, 为巾钩状。尾部为身体最后的数个体节, 肛部呈领状, 中间有缺凹。

2.2 后刺才女虫胚胎发育过程

后刺才女虫发育过程分为卵、胚胎、幼虫和成虫 4 个阶段。成熟的个体含有卵或精子; 没有证据表明它们是雌雄同体。配子只存在于身体中间的体节。终年都可以在雌虫身体内发现卵细胞, 但是发现有卵袋的月份比较少, 推测只有在条件适宜时才把卵细胞排出体外。卵袋的形状与众不同, 用规则排列的不成对的细丝挂在管壁上(图 2)。每个卵袋中约含有 100 粒受精卵, 才女虫每次产 20~40 个卵袋。在卵袋中正在分裂的胚胎呈球形, 直径约为 90 μm 。早期, 胚胎呈静止状态, 部分胚胎紧靠着卵袋膜, 且卵袋膜绷得比较紧, 当有胚胎开始旋转后, 胚胎与卵袋膜之间逐渐有了空隙, 卵袋变成扁长形。胚胎发育完全后, 即破袋而出(图 2B)。

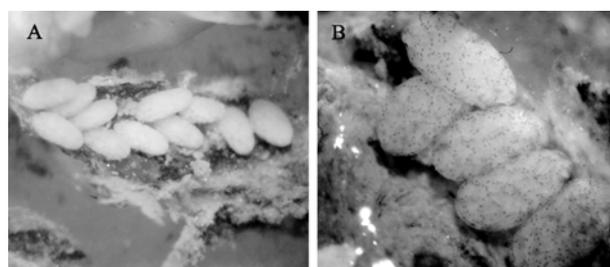


图 2 后刺才女虫卵袋

Fig. 2 The egg capsules of *Polydora latispinosa*

A: 黏附在泥管壁上的卵袋; B: 即将孵化出幼虫的卵袋

A: egg capsules which joined to each other in a string were attached by thin stalks to the inner wall of the female burrow; B: egg capsules with late stage of larval development

卵子受精后卵膜迅速膨大, 形成胶状外膜, 卵径达到 120 μm 左右(图 3A)。受精卵进行螺旋形卵裂, 3 次卵裂为大小不等的 8 个分裂球(图 3B), 排列为上下两层。8 细胞期以后, 细胞数目迅速增加, 经过多次卵裂发育到多细胞期, 但胚胎的大小基本与受精卵相当。胚胎经过囊胚期进入原肠胚后, 胚体长出极细的纤毛, 借着纤毛的摆动, 能使胚体在卵膜内转

动, 此时胚胎长约 150 μm (图 3C)。才女虫在卵袋中孵化的时间比较长, 大概需要 5~8 d。随着发育, 胚体逐渐拉长, 梨形, 长 180~220 μm , 宽 110~130 μm , 进入担轮幼虫期。到担轮幼虫后期, 此时具有 4 条纤毛轮(口前纤毛轮、2 条中纤毛轮、端纤毛轮)和 2 条纤毛束(顶纤毛束和端纤毛束), 前端有两个眼点, 体侧具有 3 对乳突状的疣足及其未伸出疣足的刚毛束, 体内可见清晰的油球颗粒(图3D)。此时幼虫可借不断运动挣脱卵袋孵化。

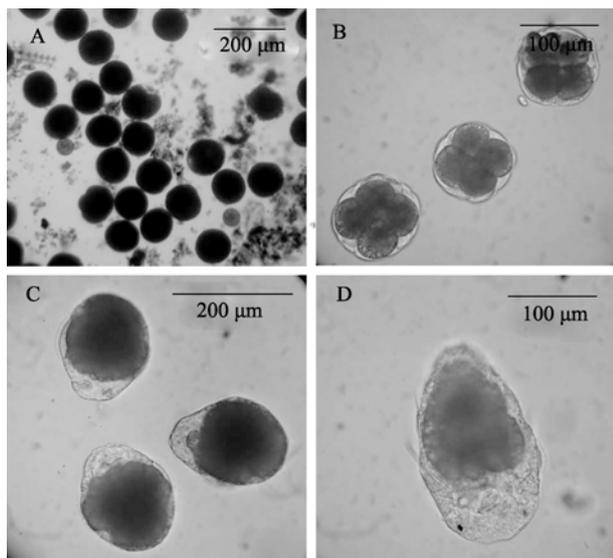


图 3 后刺才女虫胚胎发育过程

Fig. 3 The embryo development of *Polydora latispinosa*
 A: 已排放出极体的受精卵; B: 正在进行卵裂的受精卵; C: 发育到原肠胚期的胚胎; D: 后期担轮幼虫
 A: has the fertilized polar body emitted; B: ongoing cleavage of fertilized eggs; C: developed to the gastrula stage embryo; D: late trochophore of *P. latispinosa*

2.3 后刺才女虫幼虫发育过程

后刺才女虫早期幼虫营浮游生活, 且明显具有趋光性。幼虫身体透明, 每个体节都有刚毛, 以第一体节刚毛数较多, 每侧有 6 根。幼虫依靠刚毛的摆动而前进, 运动速度较快。在其头部上方有两对眼点, 前面一对较大, 且眼间距离宽, 后一对较小, 眼间距离也较小。随着体节数增加, 达 16~18 节后, 每一节的体侧(除第 5 节外) 都可见疣足, 当身体发育至 15~20 节后, 第五节变粗, 明显大于其他体节, 触手也开始变得明显, 长度达 360 μm 以上, 但受到刺激时, 不能灵活收缩。身体尾端有纤毛环, 幼虫能凭纤毛环黏附在烧杯壁上。尾端的中央有排泄孔。

三刚节幼虫(图 4A): 在三刚节幼虫期幼虫从卵

袋中释放出来, 能游动并具有明显的趋光性。浮游的三刚节幼虫平均体长 240 μm , 头部的最大体宽 90 μm 。第一刚节的刚毛囊大并且显著, 包括 7 到 10 根长的锯齿状的刚毛。少数锯齿状的刚毛出现在第 2 和第 3 刚节。有很重纤毛的前庭被先前的四五根有触觉的纤毛环绕。口形成并且消化管发育完善。内脏中依然有明显的卵黄。六个眼状物出现在头部的背面, 包括两个大的杯状的生在侧面的眼和两对小的圆形的生在中间的眼。两根长的有触觉的纤毛生在杯状眼稍后的区域。前纤毛环由六簇明显的纤毛组成, 两簇在腹部, 两簇在腹外侧, 两簇在背外侧。两簇不明显的颈背纤毛出现。内脏由于摄取的藻类呈黄褐色。胚胎卵黄消失。

五刚节幼虫(图 4B): 在 25 $^{\circ}\text{C}$ 下, 约两天即可发育到五刚节。身体仍透明, 消化道发育完善, 从围口节到排泄孔形成一条管道, 体壁收缩把消化后的食物排泄至体外。

九刚节幼虫(图 4C): 在 25 $^{\circ}\text{C}$ 下, 约五天即可发育到九刚节。随着幼虫的发育, 体色不断加深, 在背部出现黑色的斑点。这个阶段幼虫运动灵活, 观察到可以捕捉并吞食贝类的 D 形幼虫。所以在贝类育苗中, 才女虫不仅和贝类争夺饵料, 还捕食贝类幼虫,

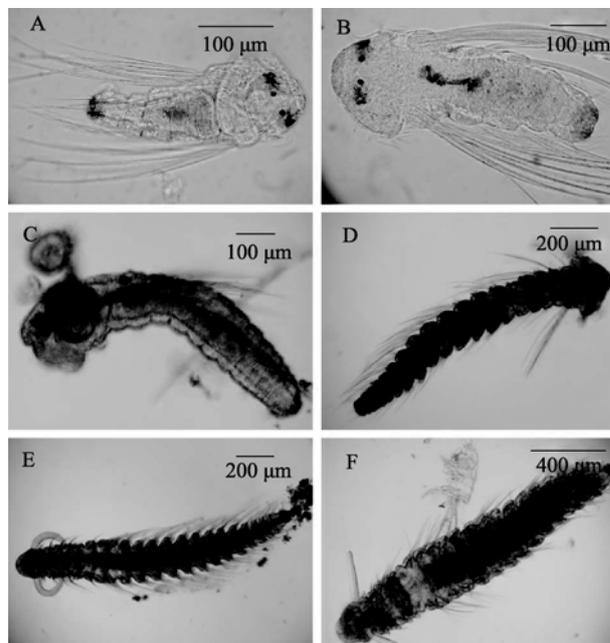


图 4 后刺才女虫的幼虫发育过程

Fig. 4 The larvae development of *Polydora latispinosa*
 A: 三刚节幼虫; B: 五刚节幼虫; C: 九刚节幼虫; D: 十六刚节幼虫; E: 二十二刚节幼虫; F: 稚虫
 A: 3-setiger larva; B: 5-setiger larva; C: 9-setiger larva; D: 16-setiger larva; E: 22-setiger larva; F: juvenile worm

给育苗业造成极大的危害。

十六刚节幼虫(图 4D): 十六刚节期处于浮游生活的晚期。这些幼虫长 1 300 ~ 1 400 μm , 宽 180 μm , 体节分化明显。疣足开始发育, 但刚毛仍很长。背部出现黑色的花纹, 围口节逐渐形成, 并且开始出现下沉的行为, 为寻找附着基做准备。

二十二刚节幼虫(图 4E): 此阶段幼虫基本上营底栖生活, 依靠体壁肌肉收缩快速蠕动。刚毛变短, 疣足发育完成, 身体分节明显, 第五刚节变粗并且形成变形刚毛。

稚虫(图 4F): 稚虫分泌黏液粘附泥土颗粒和残饵碎屑, 形成管状, 把自己包裹在里面, 营管栖生活, 这时幼虫的形态和生态都与成虫相似。

3 讨论

海稚虫科幼虫发育方式可以为 3 类: (1)完全浮游生活发育; (2)完全或者部分在雌虫构造的结构中发育; (3)在雌虫体内发育。Blake^[16]1969 年记述了新英格兰北部海域 8 种才女虫的繁殖时间、幼虫发育过程。这 8 种才女虫分别是: *Polydora ligni*, *P. latispinosa*, *P. websteri*, *P. commensalis*, *P. socialis*, *P. concharum*, *P. quadrilobata* 和 *P. caulleryi*。前 7 种是从卵袋中的胚胎开始观察, 而 *P. caulleryi* 只收集到了浮游幼虫。*P. concharum* 和 *P. quadrilobata* 在冬季繁殖, 卵细胞较大; 其余的 6 种在春季和夏季繁殖, 卵细胞较小。在 Blake 的研究中 *P. quadrilobata* 存在两种发育方式: 一种是受精卵吸收周围未受精的卵细胞中的营养, 幼虫浮游期短; 另一种是没有周围的辅助细胞为受精卵提供营养, 幼虫浮游期长。Blake 推测可能是相似种, 分类未明确。

后刺才女虫与凿贝才女虫繁殖方式类似, 都是把受精卵产在卵袋中, 胚胎发育为 3 刚节幼虫后开始浮游生活, 经过一段时间后开始下潜寻找合适的附着基进行附着变态^[17]。张树林^[18]对利氏才女虫 (*Polydora ligni*) 幼虫的发育过程及各发育阶段形态结构特点作了观察研究, 结果表明在温度 16 $^{\circ}\text{C}$ ±3 $^{\circ}\text{C}$ 下, 卵在卵袋中经过 4 d 发育成 3 刚节浮游幼虫后进入水体开始浮游生活, 13 d 后 14 刚节的浮游幼虫开始变态, 19 d 发育成 21 刚节后开始转为底栖生活, 21 d 后 23 刚节的底栖幼虫完成变态营管栖生活。才女虫的附着变态过程不容易鉴定, 因为它们没有明显的时段分界线特征。一般认为变态过程中形态学的变化包括前纤毛环, 端纤毛环, 顶纤毛和锯齿状的

幼虫刚毛^[19]。后刺才女虫在附着变态过程中触手开始长出, 很快达到成虫的长度。后刺才女虫不容易被诱导变态, 通过向海水中添加底栖硅藻、海泥等, 大约只有百分之一的幼虫完成了附着变态过程, 其余的一直营浮游生活, 但其体节不再增加。因而才女虫延迟变态的能力非常强。

观察中发现后刺才女虫幼虫能够捕食贝类幼虫, 因此在魁蚶育苗生产中亲贝的选择要严格把关, 务必不要将带病亲贝混入育苗室。一旦将寄生有才女虫的魁蚶混入亲贝中, 后刺才女虫将大量繁殖, 与贝类幼苗争夺饵料, 并且捕食贝类幼苗, 对育苗业造成巨大危害。

参考文献:

- [1] Radashevsky V I. Revision of the genus *Polydora* and related genera from the North West Pacific (Polychaeta: Spionidae) [J]. Publications of the Seto Marine Biological Laboratory, 1993, 36(1-2): 1-60.
- [2] 崔秀林. 扇贝养殖中黑壳病的发生和预防[J]. 河北渔业, 1995, 81: 16.
- [3] Nel R, Coetzee P S, Niekerk G V. The evaluation of two treatment to reduce mud worm (*Polydora hoplura* Claparede) infestation in commercially reared oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg) [J]. Aquaculture, 1996, 141(1-2): 31-39.
- [4] Marnnez J C, Montes P M, Yeomans R V. *Polydora* sp. infestation and health of the Pacific Oyster *Crassostrea gigas* cultured in Baja California, NW Mexico [J]. Journal of Shellfish Research, 1998, 17(1): 259-264.
- [5] Boscolo R, Giovanardi O. *Polydora ciliata* shell infestation in *Tapes philippinarum* Manila clam held out of the substrate in the Adriatic Sea, Italy [J]. Journal of Invertebrate Pathology, 2002, 79(3): 197-198.
- [6] 刘慧玲. 凿贝才女虫发育阶段的形态观察[J]. 湛江海洋大学学报, 2003, 23(6): 8-11.
- [7] 王爱民, 石耀华, 吴星. 4 种防治马氏珠母贝多毛类寄生病方法的效果比较[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(2): 41-46.
- [8] Mediarimid H, Day R, Wilson R. The ecology of polychaetes that infest abalone shells in Victoria, Australia [J]. Journal of Shellfish Research, 2004, 23(4):

- 1179-1188.
- [9] Leonart M, Handlinger J, Powell M. Spionid mud-worm infestation of farmed abalone (*Haliotis* spp.)[J]. *Aquaculture*, 2003, 221(1-4): 85-96.
- [10] 孙鹏飞, 刘杰, 王卫民, 等. 浅海底播养殖魁蚶试验[J]. *河北渔业*, 2009, 10: 42-54.
- [11] 姚红伟, 郭晋, 景娜娜. 魁蚶增养殖状况及遗传多样性研究进展[J]. *河北渔业*, 2010, 5: 45-47.
- [12] Riascos J M, Heilmayer O, Oliva M E, et al. Infestation of the surf clam *Mescidesma donacium* by the spionid polychaete *Polydora biocipitalis*[J]. *Journal of Sea Research*, 2008, 59(4): 217-227.
- [13] Royer J, Ropert M, Mathieu M, et al. Presence of spionid worms and other epibionts in Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) cultured in Normandy, France [J]. *Aquaculture*, 2006, 253(1-4): 461-474.
- [14] Radashevsky V I, Olivares C. *Polydora uncinata* (Polychaeta : Spionidae) in Chile: an accidental transportation across the Pacific[J]. *Biological Invasions*, 2005, 7(3): 489-496.
- [15] Satookoshi W, Sugawara Y, Nomura T. Reproduction of the boring Polychaete *Polydora-Variegata* inhabiting scallops in Abashiri Bay, North Japan [J]. *Marine Biology*, 1990, 104(1): 61-66.
- [16] Blake J A. Reproduction and larval development of *Polydora* from northern New England [J]. *Ophelia*, 1969, 7: 1-63.
- [17] Daro M H, Polk P. The autecology of *Polydora ciliata* along the Belgian coast [J]. *Netherlands Journal of Sea Research*, 1973, 6 (1-2): 130-140.
- [18] 张树林, 李晓东, 毕相东. 利氏才女虫幼体发育的研究[J]. *四川动物*, 2009, 28(6): 801-809.
- [19] Gibson G D, Ian G P. Morphogenesis during sexual and asexual reproduction in *Amphipolydora vestalis* (Polychaeta: Spionidae) [J]. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 2003, 37: 741-752.

Studies on the embryo and larval development of *Polydora latispinosa*

GAO Yan^{1,2}, ZHANG Tao¹, YANG Hong-sheng¹, ZHANG Xiao-fang³

(1. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Zhangzi Island Fishery Group Co Ltd., Dalian 116001, China)

Received: Aug., 12, 2011

Key words: *Polydora latispinosa*; larva; development

Abstract: The embryo and larval development of *Polydora latispinosa* inhabiting *Anadara uropygimelana* was observed by microscopy and described briefly. The purpose of the study was to accumulate more material for polychaeta's developmental biology research and the taxonomy. *P. latispinosa* perforated the inner surface of the shell and induced the bivalve to secrete a pearly blister over the perforation. The eggs of *P. latispinosa* are laid in egg capsules which were attached by thin stalks to the inner wall of the female burrow. The larvae were released at a stage with three segments and lead a long planktonic life. Then each young *Polydora* had collected debris and formed a tube.

(本文编辑: 刘珊珊)