

凿贝才女虫形态与结构观察

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: 应用石蜡切片和电镜技术对凿贝才女虫(*Polydora ciliata*)的形态结构进行了详细观察, 以期为多毛类分类学积累更多资料。结果显示凿贝才女虫背刚毛、腹刚毛和疣足上的刚毛围绕身体形成一个刚毛环; 第五刚节刚毛变形, 形成爪状结构。体表有大量腺细胞。身体结构相对简单, 主要由表皮、肌肉层、消化系统组成。肌肉层发达, 每一体节具一对疣足, 疣足上生有刚毛, 运动能力比较强。

关键词: 凿贝才女虫(*Polydora ciliata*); 形态; 结构

中图分类号: Q174

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2011)10-0103-07

底播是中国贝类滩涂和浅海增养殖的重要方式之一, 具有成本低、贝类生长快、效益高, 产品质量高等优点。但是底播增养殖的贝类常常受到才女虫(*Polydora ciliata*)病的困扰。才女虫分泌腐蚀贝壳的酸性物质在贝壳上穿凿管道, 使壳内面接近中心部位形成黑褐色的痂皮, 俗称“黑壳”病或“黑心肝”病。病贝生长缓慢, 由于管道的形成, 使贝壳受损, 特别使闭壳肌周围的壳变得脆弱, 在养殖操作过程中容易破裂。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。才女虫是贝类增养殖业最重要的病害生物之一, 在世界范围内广泛分布, 但至今尚未找到有效的防控措施^[1-4]。

凿贝才女虫属于环节动物门(Annelida), 多毛纲(Polychaeta), 海稚虫科(Spionidae), 才女虫属(*Polydora*)。凿贝才女虫在含有大量碳酸钙的基质中筑造管道, 营管栖生活, 在欧洲、美洲、亚洲、新西兰等地都有广泛分布, 严重危害贝类养殖业及珊瑚礁的生长, 并致大规模死亡^[5-7]。在国内, 关于凿贝才女虫对扇贝、珍珠贝、鲍等的危害已有报道^[8-10], 但是对本种乃至本属的研究, 一直未得到应有的重视, 长期以来一直停留在分类学的初始阶段。为了更深入地开展对该类群的研究, 本实验选择了辽宁獐子岛底播虾夷扇贝养殖区作为研究基地, 对严重感染凿贝才女虫的病贝的症状、虫体外部形态和内部结构进行了较为系统地研究, 旨在丰富多毛类形态和

结构的基础知识, 为科学防控才女虫病提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 试验用扇贝来源

于2007年10月在辽宁大连獐子岛海域(水深>30 m)通过底拖网收集感染有凿贝才女虫的虾夷扇贝, 带回实验室后放入20海水中暂养, 每天投喂两次混合单胞藻。

1.2 光镜观察

1.2.1 活体观察

用钳子将贝壳掰碎后将凿贝才女虫从管道中取出, 放入加有少量海水的培养皿中, 置于解剖镜下观察。为方便观察, 逐滴加入7%的MgCl₂海水溶液至虫体麻醉。

1.2.2 组织学切片观察

取凿贝才女虫活体, 用波恩氏液(Bouin's)固定18~24 h。采用石蜡整体包埋切片法。主要步骤包括: 固定、冲洗、脱水、透明、浸蜡、包埋、切片、染色(H.E.染色)、封片等。全部观察、测量、拍照均使用日本尼康显微成像系统 Nikon80i 完成。

收稿日期: 2011-08-12; 修回日期: 2011-08-29

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, 主要从事养殖生态学研究, E-mail: gaoyan_hust@163.com; 杨红生, 通信作者, 电话: 0532-82898620, E-mail: hshyang@qdio.ac.cn

1.3 扫描电镜观察

凿贝才女虫成虫用 4%的戊二醛(0.1 mol/L PBS, pH 7.2-7.4)溶液于 4 °C 下固定。乙醇梯度脱水后入 100%醋酸异戊酯中置换, 临界点干燥仪干燥, IB-3 型离子溅射仪喷金, 在 KYKY2800B 扫描电镜下观察。

1.4 透射电镜观察

取表皮、肌肉层和肠组织块各 1 mm³, 用 2.5% 戊二醛和 1% 锇酸双重固定, 梯度乙醇脱水, Epon812 环氧树脂包埋。切片厚 0.05 μm, 醋酸铀和柠檬酸铅双重染色, 日立 H-7000 透射电镜观察并拍照。

2 结果

2.1 病贝的症状

被凿贝才女虫感染的虾夷扇贝上壳的外表面有针尖大小的小孔, 一般两个一组, 为凿贝才女虫在贝壳中筑造管道的入口和出口。将病贝放入洁净的海水中静止片刻, 肉眼可见有凿贝才女虫长长的触手从孔中钻出, 受刺激马上缩回到管道中。将病贝肉体去除, 可见其上壳的内表面有弯弯曲曲隆起的管道, 呈黄褐色, 用镊子掰开后可见管道内有大量絮状碎屑(图 1)。



图 1 被凿贝才女虫感染的虾夷扇贝上壳的外表面和内表面

Fig. 1 The left shell of *Patinopecten yessoensis*(1-1) showing the mud tubes on the outer surface of the shell, (1-2) showing the prominent knobs on the inner surface of the shell

2.2 凿贝才女虫形态特征

凿贝才女虫成虫体长一般为 10~40 mm, 体宽 0.7~1 mm, 头部有 1 对触手, 可以自由收缩, 触手边缘有黑色波纹带。身体分节, 但是没有明显的分区。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。从颜色上区分, 成虫有橙黄色, 草

绿色, 棕褐色, 身体前端为橙黄色, 后部为棕褐色等 4 种(图 2)。

凿贝才女虫围口节前端有口前叶, 前端圆钝且分叉, 摄食时通过纤毛的摆动, 使食物顺着食物沟送入消化道中(图 3-1)。第二至第四刚节每一节两侧都生有运动性的长刚毛, 对才女虫的身体起支撑作用, 背部有分泌腺囊, 可以分泌大量黏液(图 3-2)。第五刚节大且变形, 仅具一种变形粗足刺刚毛, 且排成一直排或稍弯曲, 通常伴随刚毛(图 3-3)。从第七刚节开始身体两侧有疣足和伴随运动性刚毛, 背部生有一排约 5~7 个棘状刚毛, 疣足向腹部弯曲, 腹部每个刚节都有一条纤毛带(图 3-4, 3-5)。尾部呈吸盘状, 肛部为收缩或扩张的袖口状、茶碟状或分叶, 表面有大量纤毛, 中间有肛门孔(图 3-6)。触手长约 1~2 mm, 生有一条浅浅的食物沟, 沟内布满纤毛, 摆动时可以滤取海水中的食物颗粒, 触手表面有大量乳突(图 3-7, 3-8)。



图 2 凿贝才女虫成虫

Fig. 2 Photograph of *Polydora ciliate*

2.3 凿贝才女虫结构特征

凿贝才女虫身体结构相对简单, 主要由表皮、肌肉层、消化系统组成。体腔内充满体腔液, 肠壁外附有肌肉。肌肉层发达, 每一体节具一对疣足, 疣足上生有刚毛, 运动能力比较强。肌肉组织为平滑肌, 呈梭型, 分为环肌、纵肌和斜肌。个体被横切时, 环肌为外侧环生, 在疣足处间断肠壁上附生的肌肉亦为环肌; 内层纵肌发达, 横切呈多边形; 每个体节内, 还有一对斜肌。表皮层主要由柱状上皮细胞和许多散在的腺细胞组成。柱状上皮细胞呈柱状, 细胞核近圆形, 位于细胞基底。柱状细胞间有许多散在的腺细胞, 腹侧面和疣足叶基部腺细胞较多。腺细胞呈空泡

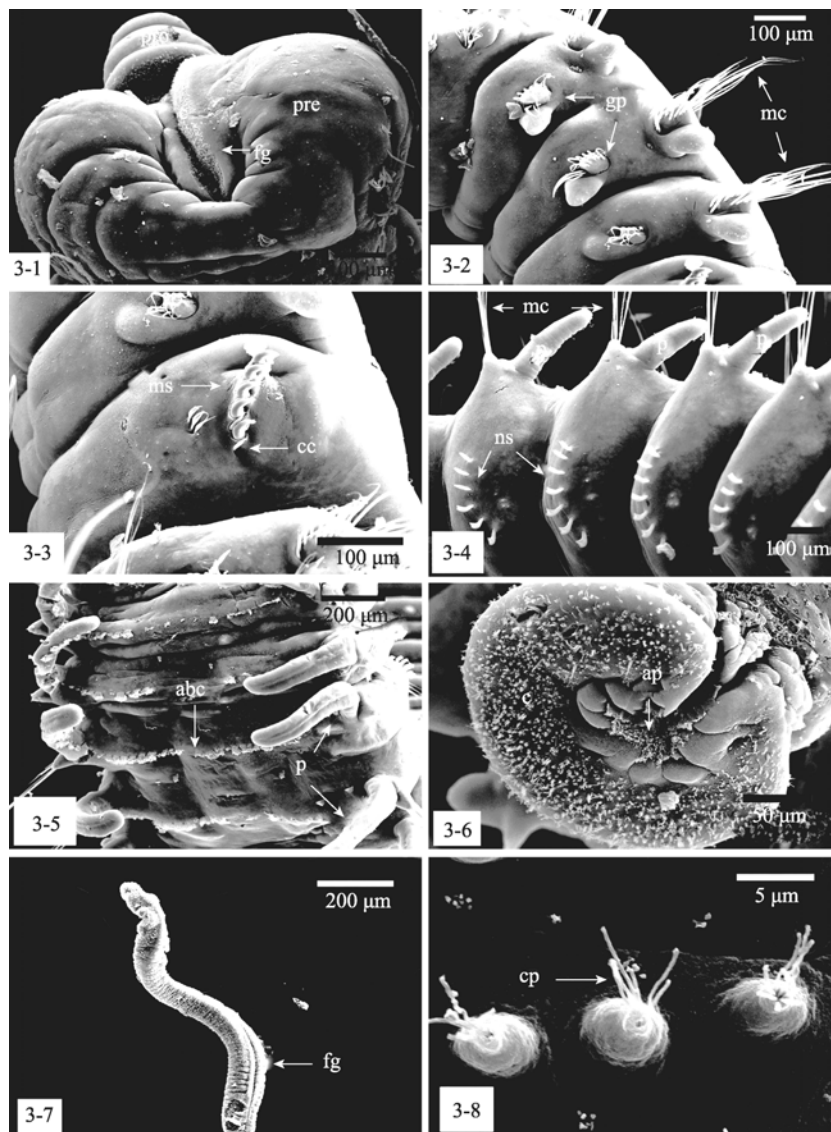


图3 凿贝才女虫扫描电镜观察

Fig. 3 Scanning electron micrographs of *Polydora ciliata*

3-1. 围口节: pro.示口前叶, fg.食物沟, c.纤毛, pre.围口节; 3-2. 第二至四刚节: gp.分泌腺囊, mc.运动性刚毛; 3-3. 第五刚节: ms.示变形刚毛, cc.伴随刚毛; 3-4. 背部: mc.运动性刚毛, p.疣足, ns.背部针状刚毛; 3-5. 腹部: p.疣足, abc.腹部纤毛带; 3-6. 肛部: ap.肛门孔, c.纤毛; 3-7. 触手: fg. 食物沟; 3-8. 触手表面: cp.乳突上的纤毛

3-1. dorsal view showing anterior end: pro. prostomium, fg. food groove, c. cilia, pre. prestomium; 3-2. lateral view showing segments 2-4: gp. glandular pouches, mc. motile cirri; 3-3. lateral view showing the fifth segment: mc. modified cirri, cc. companion chaetae; 3-4. dorsal view: mc. modified cirri, ns. notopodial needlelike spines, p. parapodium; 3-5. abdomen showing : abc. abdomen bands of cilia, p. parapodium; 3-6. pygidium showing: ap. anal pore; 3-7. palp showing: fg. food groove; 3-8. detailed view of non-motile on the abfrontal surface of palp: cp. cirri on papillae

状, 表明在细胞中含有很多囊泡, 胞核位于基部, 为扁圆形; 表皮下的基膜不明显(图 4-1,4-2,4-3)。身体纵切显示消化道结构简单, 由柱状上皮细胞组成, 细胞排列紧密, 外面包裹着肌层, 内环外纵。疣足为每节体壁向两侧垂直伸出的肉质扁平叶。疣足壁结构和体壁一样, 在疣足基部有刚毛囊, 其内的细胞能分泌几丁质性质的刚毛(图 4-4,4-5,4-6)。

凿贝才女虫表皮细胞外层着生有大量的微绒毛; 在透射电镜下皮肤表层有细小的颗粒, 表明皮肤外有黏液层, 比较润滑(图 5-1); 腺细胞向表皮分泌的黏液(图 5-2)。凿贝才女虫的肌肉层透射电镜照片显示肌浆网内有大量的脂肪颗粒; 肌肉的横纹是因为组成肌纤维的原纤维上具有规则的、相间排列的明带和暗带的原故, 电镜显示, 每一条肌原纤维还含

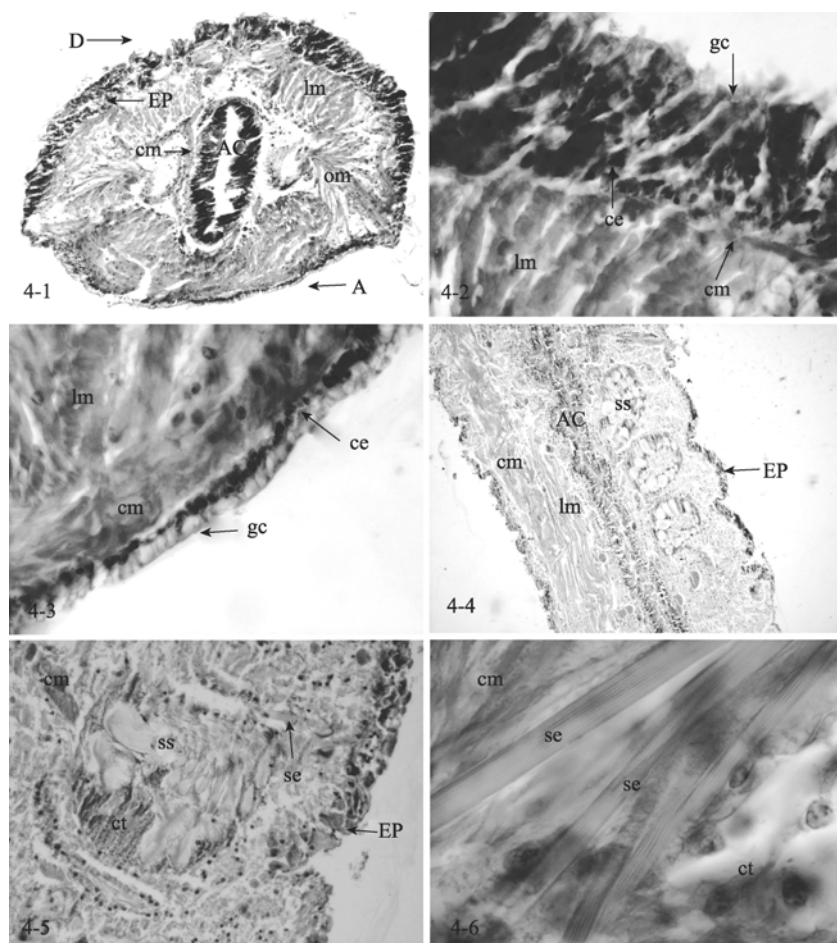


图4 凿贝才女虫组织学观察

Fig. 4 Histological observation of *Polydora ciliata*

4-1. 体节横切: D.背部, A. 腹部, AC.消化道, EP.表皮, lm.纵肌, cm.环肌, om.斜肌, ×40; 4-2.背部体壁结构: gc.腺细胞, ce.柱状上皮, lm.纵肌, cm.环肌, ×100; 4-3.腹部体壁结构: lm.纵肌, cm.环肌, ce.柱状上皮, gc.腺细胞, ×100; 4-4.体节纵切: AC.消化道, EP.表皮, ss.刚毛囊, cm.环肌, lm.纵肌, ×40; 4-5.刚毛囊结构: cm.环肌, ss.刚毛囊, se.刚毛, ct.结缔组织, EP.表皮, ×100; 4-6.刚毛结构: cm.环肌, se.刚毛, ct.结缔组织, ×1000

4-1. cross section of the segment showing: D. the dorsal, A. abdomen, AC. alimentary canal, EP. epidermis, lm. longitudinal muscle layer, cm. circular muscle layer, om. oblique muscle layer, ×40; 4-2. cross section of the dorsal showing: gc. gland cell, ce. columnar epithelium, lm. longitudinal muscle layer, cm. circular muscle layer, ×100; 4-3. cross section of the abdomen showing: lm. the longitudinal muscle layer, cm. circular muscle layer, ce. columnar epithelium, gc. gland cell, ×100; 4-4. longitudinal section of the segment showing: AC. alimentary canal, EP. epidermis, ss. setal sac, cm. circular muscle layer, lm. longitudinal muscle layer, ×40; 4-5. longitudinal section of the setal sac showing: cm. circular muscle layer, ss. setal sac, se. setal, ct. connective tissue, EP. epidermis, ×100; 4-6. longitudinal section of the setal showing: cm. circular muscle layer, se. setal, ct. connective tissue, ×1000

有许多称为肌丝的结构, 一类为肌动蛋白肌丝, 一类为肌球蛋白肌丝, 这些肌丝在肌肉组织中的排列是很有规则的, 因而产生肌原纤维的横纹样式。长度相等的肌原纤维也作规则的排列, 当肌原纤维的横纹均等的隔开时, 便使整根肌纤维具有规则的横纹。才女虫的 Z 线呈断裂状, 肌球蛋白和肌动蛋白连接不紧密(图 5-3)。凿贝才女虫的消化道内有大量的微绒毛, 消化能力强(图 5-4)。消化道的腺细胞内含有

很大的溶酶体颗粒, 向消化内分泌消化酶(图 5-5)。在消化道内发现大量单细胞藻类, 为凿贝才女虫与扇贝争食夺饵提供了证据(图 5-6)。

3 讨论

3.1 凿贝才女虫对虾夷扇贝壳的损害

凿贝才女虫在贝壳内钻凿, 分泌黏液黏附周围的颗粒碎屑铸造向上泥管, 这些泥管的开口处高出

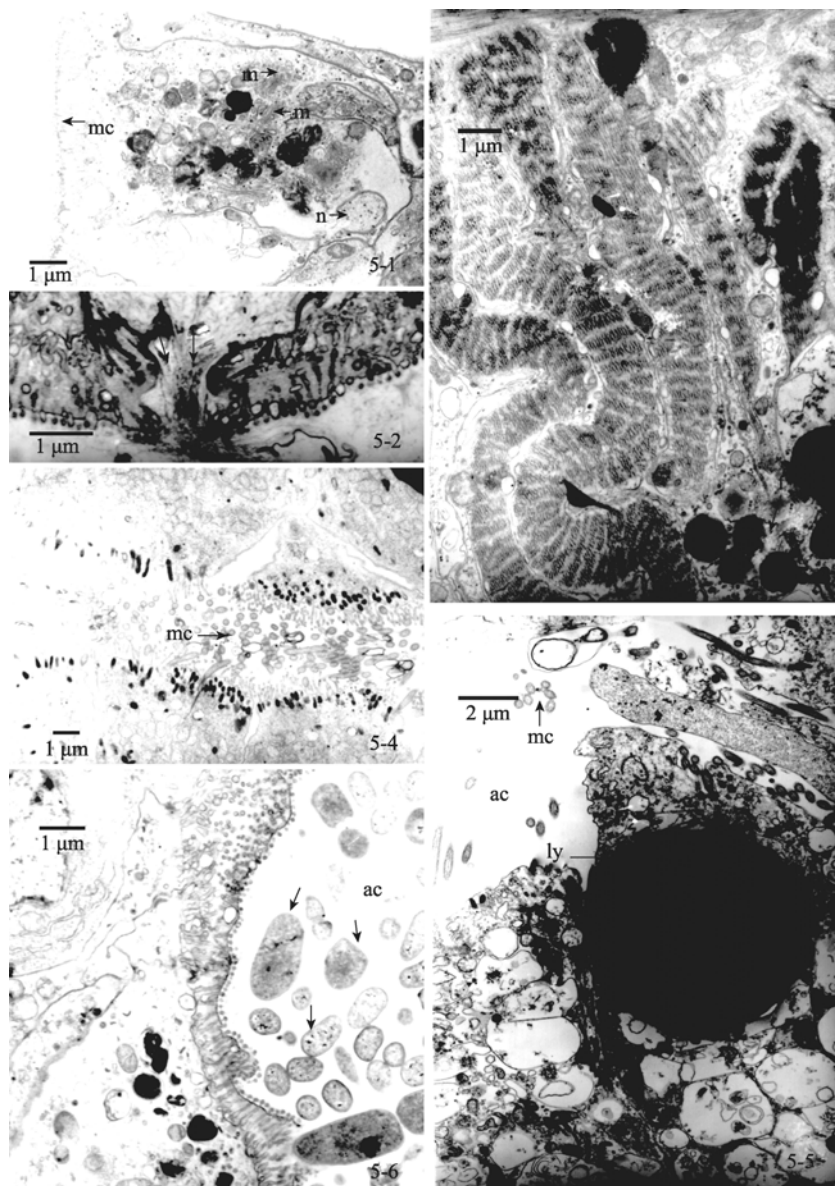


图 5 凿贝才女虫透射电镜照片

Fig. 5 Transmission electron micrographs of *Polydora ciliata*

5-1. 表皮细胞: mc.微绒毛, m. 线粒体, n. 细胞核; 5-2.表皮的腺细胞分泌行为: 箭头. 黏液流出; 5-3. 体壁肌肉层: f.肌浆网中的脂肪颗粒; 5-4. 消化道: mc.微绒毛; 5-5. 消化道: ly.溶酶体颗粒, ac.消化道腔, mc.微绒毛; 5-6. ac.消化道腔, 箭头.微藻颗粒
 5-1. epidermis cell showing: mc. microvillus, m.mitochondria, n. nucleus; 5-2. gland cell, arrow showing mucous; 5-3. body wall muscles showing: f. fatty granule in the sarcoplasmic reticulum; 5-4. epithelial cells which line the mucosal surfaces of the gastrointestinal showing: mc. microvillus; 5-5. ac. alimentary canal showing, ly. lysosome, mc. microvillus; 5-6. ac. alimentary canal showing, arrow. microalgae

贝壳表面 1~2 cm(图 1-1)。在贝壳的内表面可以观察到褐色或深褐色的弯弯曲曲的突起(图 1-2)。这些突起的形成是由于凿贝才女虫钻凿刺激扇贝不断分泌碳酸钙, 包裹住虫体, 阻止其向里面进一步钻凿。这些突起的形状是不规则的, 在被才女虫侵蚀严重的贝壳上, 这些突起往往连成一片, 观察到的最大的一个突起直径约 4 cm。位于贝壳边缘的突起, 阻碍

扇贝上下壳合拢, 严重影响了扇贝正常生活。这些管道使得贝壳变脆, 容易破碎, 减弱了其软体部位的保护功能。

3.2 凿贝才女虫的体壁结构

就体壁的结构组成而言, 凿贝才女虫与环节动物门多毛纲常见生物相似, 体壁从外向内分4层: 角质层、表皮、肌肉层和壁体腔膜^[11]。凿贝才女虫体

壁表皮为单层柱状上皮细胞,其中夹有腺细胞和感觉细胞,尤以腹面和疣足叶基部的腺细胞较多。表皮细胞内含有大量的线粒体表明表皮细胞代谢旺盛(图 5-1)。在其他多毛类表皮结构中也常常出现含有大量液泡的腺细胞^[12]。

在大部分多毛类中,刚毛经常横向排列为带状或纵向排列为束状。在体型较小的种类中刚毛用来移动身体,在体型较大的种类中,刚毛的摆动还可以促进周围水流的流动^[13]。凿贝才女虫背刚毛、腹刚毛和疣足上的刚毛围绕身体形成一个刚毛环;第五刚节刚毛变形,形成爪状结构。推测这些刚毛的运动可以把贝壳碎屑摩擦下来,从而形成光滑弯曲的管道。Okoshi^[14]描述了虾夷扇贝和长牡蛎被才女虫 *Polydora variegata*, *P. websteri*, *P. converxa* 和 *P. concharum* 侵蚀贝壳的超显微结构。在 4 种才女虫侵蚀贝壳形成的管道表面都发现同心的孔,在管道的侧面有与管道方向平行的抓痕的刮痕。Haigler^[15]认为才女虫凿贝钻孔的机制包括两个过程:分泌黏液化学腐蚀和刚毛机械磨损。

疣足为体节壁向两侧垂直伸出的肉质扁平叶,有触觉和运动功能。疣足内充满毛细血管,在疣足的顶部形成了毛细血管网。才女虫没有特殊的呼吸器官,微血管网则成为气体交换的主要场所。在疣足基部有刚毛囊,其内的形成细胞能分泌几丁质性的刚毛。刚毛和疣足是环节动物的运动器官。大多数环节动物都具有刚毛,海产种类一般有疣足^[11]。

3.3 凿贝才女虫形态结构与其穴居生活的关系

凿贝才女虫表皮的腺细胞向表皮分泌的黏液,含有酸性物质,有腐蚀贝壳和润滑身体的作用(图 5-2)。感觉细胞分散在表皮中,可感受外界的刺激。肌肉层是由环肌、纵肌和斜肌组成,与环毛蚓只有环肌和纵肌不同。在功能上,环肌的收缩可以使虫体变细长,纵肌的收缩使虫体变粗短。斜肌的收缩使身体运动更灵活^[16]。由于凿贝才女虫的身体是按节排列的,而斜肌的位置在每节体壁内侧的连接处,可能与才女虫体节之间的连接有关。凿贝才女虫的肌肉层透射电镜照片显示肌浆网内有大量的脂肪颗粒,说明肌肉兼有能量储备的功能。才女虫的 Z 线呈断裂状,肌球蛋白和肌动蛋白连接不紧密,说明才女虫的运动能力弱,只能蠕动,与其穴居的生活方式相适应。

才女虫是典型的海底食碎屑动物,大部分种类生活在近岸海域,深海中比较少。才女虫有两种摄食方式,吞食和滤食。吞食主要是吞咽周围含有机质的泥沙,吸收其中的营养物质,滤食是用触手搅动周边的海水,摄食其中小的有机物颗粒。很多种类在这两种摄食方式之间可以自由转化,主要取决于其周围的环境。触手是摄食时的重要器官^[17]。凿贝才女虫的触手来回摆动收集悬浮在水中的颗粒,沿着触手的内表面是一个从一端延伸到另一端的长满纤毛的凹槽(图 3-7,3-8)。触须末端的纤毛摆动,把颗粒向口中驱赶。

凿贝才女虫消化道发达,肠黏膜突起形成极其发达的指状绒毛,极大地增加了消化和吸收面积。肠的纤毛沟贯穿肠的前后,其中纤毛多而密集(图 5-4),在纤毛的摆动下,可以促使食物向身体后方运输,相对弥补了肠部肌肉不发达造成的对食物运输的不足。超微结构显示肠纤毛沟细胞中含有少量的酶原颗粒和酶活性,亦表明具有一定的消化功能。消化管中的黏液物质,除具润滑作用和保护作用外,有的学者认为中性黏液物质的存在与吸收有关,而酸性黏液物质的存在则与分泌有关^[18]。超微结构显示肠的柱状上皮细胞具微绒毛、质膜内陷和游离端出现大量的胞饮泡、细胞中部出现进行物质降解的次级溶酶体和细胞内含有储存物质,这些都是吸收细胞的超微结构特征。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] Silina A V. Tumor-like formation on the shells of Japanese scallops *Patinopecten yessoensis* (Jay)[J]. *Marine Biology*, 2006, 148: 833-840.
- [3] Vargas L, P Quijón, Bertrán C. Polychaete infestation in cultured abalone (*Haliotis rufescens* Swainson) in Southern Chile [J]. *Aquaculture Research*, 2005, 36(7): 721-724.
- [4] Mediarnid 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.
- [5] Sato-Okoshi W. Polydorid species (Polychaeta : Spionidae) in Japan, with descriptions of morphology,

- ecology and burrow structure. 1. Boring species [J]. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 1999, 79(5): 831-848.
- [6] 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.
- [7] Almeda R, Pedersen T M, Jakobsen H H, et al. Feeding and growth kinetics of the planktotrophic larvae of the spionid polychaete *Polydora ciliata* (Johnston) [J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2009, 382(1): 61-68.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 王爱民, 石耀华, 吴星. 4种防治马氏珠母贝多毛类寄生虫病方法的效果比较[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(2): 41-46.
- [11] 宋贞坪, 李霞, 王福景, 等. 双齿围沙蚕主要器官组织学的研究[J]. 大连海洋大学学报, 2010, 25(4): 320-323.
- [12] Westheide W. Ultrastructure of the genital organs in interstitial polychaetes. III. Penes and ejaculatory ducts in *Hesionides arenaria* (Hesionidae)[J]. Helgoland Marine Research, 1982, 35(4): 479-488.
- [13] Tzetlin A B, Dahlgren T, Purschke G. Ultrastructure of the body wall, body cavity, nephridia and spermatozoa in four species of the Chrysopetalidae (Annelida, "Polychaeta") [J]. Zoologischer Anzeiger, 2002, 241: 37-55.
- [14] Sato-Okoshi W, Okoshi K. Microstructure of scallop and oyster shells infested with boring *Polydora*[J]. Nippon Suisan Gakkaishi, 1993, 59(7): 1 243-1 247.
- [15] Haigler Sarah A. Boring Mechanism of *Polydora websteri* inhabiting *Crassostrea virginica*[J]. American Zoologist, 1969, 9: 821-828.
- [16] 张子慧. 动物的肌肉[J]. 生物学通报 2004, 39(8): 20.
- [17] Miller D C, Jumars P A. Pellet accumulation, sediment supply, and crowding as determinants of surface deposit-feeding rate in *Pseudopolydora Kempii* Japonica Imajima & Hartman (Polychaeta, Spionidae)[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1986, 99(1): 1-17.
- [18] Grau A, Crespo S, Sarasquete M C, et al. The digestive tract of the amberjack *Seriola dumerilli*, Risso: a light and scanning electron microscope study [J]. Journal of Fish Biology, 1992, 41(2): 287-303.

The study on morphological and anatomic observation of *Polydora ciliate*

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

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

Received: Aug., 12, 2011

Key words: *Polydora ciliata*; morphology; anatomy

Abstract: The morphological and anatomic characterization of *Polydora ciliata* was described by the histological and electron microscopy. The purpose of the study was to accumulate more material for the taxonomy of polychaeta. The results showed that the notosetae, neurosetae and setae on the parapodium formed a ring around the body. *P. ciliata* had a modified fifth chaetiger (chaetae-bearing segment) with specialized chaetae. The body structure of *P. ciliata* was relatively simple insects mainly by skin, muscle layer, and the digestive system. A large number of gland cells were concentrated in glandular fields situated in the skin. The muscle system was highly developed. The muscular parapodium could facilitate their locomotion.

(本文编辑: 谭雪静)