

刀额新对虾输精管的组织学及精荚形成

王群, 赵晓勤, 赵云龙, 陈立侨

(华东师范大学生物系, 上海 200062)

摘要:刀额新对虾(*Metapenaeus ensis*)采自福建沿海, 体长约14 cm。活体解剖、取样、固定, 于Olympus BH-2显微镜下观察, 其生殖管道分为前输精管、中输精管、后输精管和端壶腹4部分。前输精管上皮为单层柱状上皮, 其分泌物呈嗜碱性; 中输精管分泌物为嗜酸性, 前段为高柱状上皮, 后段则为柱状上皮, 至后段共出现2处上皮隆起, 隆起间为扁平上皮; 分泌管出现于中输精管前段, 其分泌物呈嗜酸性, 开口于中输精管后段, 分泌物由此处流入中输精管腔; 后输精管腔结构与中输精管腔相似, 但管径缩小; 端壶腹共分3个腔, 其中2个由后输精管腔延续形成, 精荚1个。精荚出精子团和精荚壁组成。精荚壁分2层, 内层为均匀的嗜碱性初级精荚壁, 精子团位于初级精荚壁中央; 外层为次级精荚壁, 呈嗜酸性, 略呈“C”形包被于初级精荚壁之外。整个精荚横切面的外形似柳叶状, 分为光滑区和皱折区2部分, 光滑区由次级精荚壁包被, 皱折区则为裸露的初级精荚壁。精荚形成于中输精管后段, 它是由前输精管的嗜碱性分泌物、中输精管嗜酸性分泌物以及分泌管上皮细胞分泌物经复杂的化学变化形成。

关键词:刀额新对虾; 输精管; 精荚形成; 组织学

中图分类号: Q959.223

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737(2002)02-0110-04

刀额新对虾(*Metapenaeus ensis*)属甲壳纲, 十足目, 对虾科, 新对虾属, 广泛分布于我国福建、广东及台湾沿海。近年来随着人工养殖和育苗工作的不断深入, 迫切需要其生殖生物学方面的理论研究。国内一些学者^[1]曾对刀额新对虾的生殖系统做过研究, 但不够系统, 而针对刀额新对虾精荚形成的研究则是空白。本文从组织学角度对刀额新对虾输精管的结构及精荚的形成方式进行了较为深入的探讨, 以期对刀额新对虾的人工繁殖提供依据。

1 材料和方法

实验虾于1999年3月采自福建沿海, 为成熟个体, 体长约14 cm。活体解剖, 迅速取出雄性生殖系统, 将输精管分成前、中、后输精管及端壶腹4段, 分别固定于Bouin's液中。酒精梯度脱水, 水杨酸甲

酯透明, 常规石蜡包埋与切片, 切片厚度5~7 μm, H. E. 染色, 中性树脂封片, 日产Olympus BH-2显微镜下观察并拍照。

2 结果

2.1 输精管的组织学

根据管径的大小及内部结构的差异, 并参照对虾的形态描述^[2], 将刀额新对虾的输精管分为前输精管、中输精管、后输精管及端壶腹4部分。其输精管管壁由内至外由分泌上皮、基膜、肌肉和结缔组织4层构成。图版见附页2、3。

2.1.1 前输精管 管壁由1层薄结缔组织膜包围; 其内为肌肉层, 较薄, 包围整个输精管; 最内层为上皮细胞层, 着生于基膜上。前输精管前段上皮细胞皆为单层柱状上皮, 高40~56 μm, 细胞排列规则, 高低略有不平, 胞质呈弱嗜碱性, 核棒状, 中位, 较强嗜碱性(图版I-1)。在上皮细胞末端可见一些细小的嗜碱性分泌小泡。管腔内大小不一的分泌泡随机分布于精子团内(图版I-2)。管腔为椭圆形。

2.1.2 中输精管 中输精管外被结缔组织膜, 中间为环形肌肉层, 肌细胞胞质呈嗜酸性。在中输精管

收稿日期: 2001-09-05.

基金项目: 教育部“跨世纪优秀人才培养计划”基金资助; 教育部骨干教师基金部分资助。

作者简介: 王群(1968-), 男, 副教授, 在职博士, 从事甲壳动物生殖生物学研究. E-mail: qunwang@online.sh.cn

通讯作者: 陈立侨. E-mail: lqchen@online.sh.cn

腔一侧出现了一扁平状纵裂腔,与中输精管平行下行,并不断增大,2管腔之间由2层上皮细胞及中间的结缔组织分隔开(图版I-3),此裂腔为分泌管腔。2个管腔的上皮细胞结构差异明显。分泌管上皮细胞呈立方形,排列规则,胞质呈弱嗜碱性,细胞高 $19\sim 30\ \mu\text{m}$,核位于基部。分泌管上皮细胞中含有大量的分泌泡,分泌泡大,有时充满整个细胞,从而将细胞核挤于一侧;泡内含颗粒状物质,嗜酸性;部分分泌泡已开口于分泌管腔,并以胞吐方式将其内含物排入分泌管腔,管腔之内含物亦为嗜酸性(图版I-5)。中输精管上皮细胞为高柱状上皮,高 $50\sim 70\ \mu\text{m}$,胞质嗜碱性较分泌管上皮细胞弱,细胞高低不一,形状不规则,核长棒状,细胞游离端有嗜酸性分泌颗粒(图版I-3)。中输精管管径虽增粗,但管腔因分泌管的出现及上皮细胞的增厚而较前输精管腔窄。

从横切面看,在中输精管后段,扁平分泌管的一侧形成一开口与中输精管相通,从而使位于分泌管与中输精管之间的隔膜一端与管壁分离,形成一端游离且略膨大的隔膜;同时,位于分泌管裂口处的一部分上皮细胞逐渐隆起,最终形成一褶突,紧邻隔膜游离端,从而使分泌管内容物呈“S”形流入中输精管腔(图版I-4)。在此过程中,随分泌管逐渐延伸,分泌管腔不断增大,上皮细胞分泌能力减弱,胞内很少有分泌泡出现;中输精管上皮细胞亦随管腔的延伸逐渐由最初的高柱状向柱状上皮转化,胞质也渐渐由弱嗜碱性向嗜酸性转变,胞质中隐约可见少量嗜酸性分泌泡;同时,在分泌管及分泌管开口处的相对一侧分别出现了2个上皮细胞的隆起,两者相距约 $1/4$ 管径,而两隆起之间的上皮细胞由柱状逐渐变为扁平状,高约 $8\ \mu\text{m}$ (图版I-6,II-1)。之后,中输精管上皮细胞除2处隆起外均又逐渐变为扁平状,肌肉层相应增厚。

2.1.3 后输精管 管腔突然变细,外层环肌明显增厚。管壁上皮细胞呈立方形,高 $20\sim 24\ \mu\text{m}$,核中位。部分上皮向内突起形成1隔膜和1褶突。隔膜长,呈“C”形悬于管腔中,游离端膨大,另一端稍细并与管壁相连,隔膜上另有2个突起。褶突短,其基部与“C”形隔膜相距 $1/6$ 管径,而其游离端与隔膜游离端相对,并相距甚近(图版II-3)。从结构看,后输精管中隔膜与中输精管中分泌管腔和中输精管腔之间的隔膜相对应,而褶突又与分泌管上皮隆起相对应,因此,后输精管中隔膜和褶突所包围的小腔

即为中输精管中分泌管腔的延续,而其余部分则为中输精管腔延续,但管径比原来缩小。

2.1.4 端壶腹(精囊) 外层为肌肉层,胞质呈嗜酸性,相对前、后输精管为厚。在前段横切面上可见2个腔:端壶腹腔和后输精管通入端壶腹之管腔。2腔之间以各自的上皮细胞和肌肉层完全分隔。由后输精管通入的管腔在结构上基本与后输精管相同,只是少了1个褶皱,从而使管腔呈“U”形(图版II-4)。端壶腹腔内壁由多层上皮细胞构成,胞质呈弱嗜酸性,核嗜碱性,细胞高低悬殊,形状不一(图版II-4,5),其游离端形成刷状缘并可见许多嗜酸性颗粒,而管腔亦被此种分泌物所填充(图版II-5)。随着后输精管延伸段管腔的不断扩大,两管腔逐渐靠近,最后后输精管延伸段管腔以“U”形底部与端壶腹腔相通,从而使整个端壶腹腔分为3个部分,其中1个源自分泌管腔,另1个源自中输精管腔,最大的1个腔为端壶腹腔。精荚1个,位于源自中输精管的管腔中,而其余2个腔内皆为嗜酸性分泌物,无精荚。

2.2 管腔内分泌物变化及精荚的形成

前输精管内充满精子,均匀分布,精子呈“图钉”状,胞质为嗜酸性,核质呈弱嗜碱性;精子间随机分布着大小不一的强嗜碱性分泌泡,这些分泌泡由该处上皮细胞分泌形成,小分泌泡逐渐融合形成大分泌泡。

中输精管腔分泌物的变化较为复杂。在中输精管前段,上皮细胞主要分泌1种嗜酸性泡状物,大小不一,并由四周逐渐向精子团内部渗透;而前输精管嗜碱性分泌物仍以大分泌泡形式随机分布于精子团中,2种分泌物未发现有融合现象(图版I-6,II-1)。在分泌管开口处,随着分泌管内容物的流入,中输精管腔内的2种分泌物(前输精管强嗜碱性分泌物及中输精管嗜酸性分泌物)由开口处向相对一侧逐渐消失,并形成了另一种新的嗜碱性丝状物质,最后,中输精管原有的2种分泌物完全消失(图版II-2);而仍不断流入的嗜酸性分泌管分泌物则逐渐包裹丝状物,并终止于2上皮细胞隆起处,使该分泌物呈“C”形包被于丝状分泌物外侧。

后输精管内无任何分泌物存在。而在端壶腹的后输精管延伸段管腔中可见成熟的精荚。其横切面呈“柳叶”状,与后输精管管腔形状一致。整个精荚由3种物质组成:中央的精子团,包裹其外的嗜碱性物质以及最外层的嗜酸性物质。根据精荚两侧边缘

结构的不同,将精荚分为2个区:光滑区和皱褶区。光滑区占大部分,曲度较大,外层由嗜酸性物质包被,呈均匀的“C”形带状,内层为均匀的嗜碱性丝状物,内外层界线明显;皱褶区曲度较小,边缘多褶皱,大部分为均匀的嗜碱性丝状物,嗜酸性分泌物仅以极薄的1层覆盖于嗜碱性丝状物表面,两者界限极不明显(图版II-6,7)。

3 讨论

3.1 精荚的形态

十足类精荚形态主要有3种类型:柄状(异尾类)、管状(长尾类)、球形或椭球形(短尾类)^[3]。刀额新对虾的精荚为管状,但其横切面呈“柳叶”形,不同于一般长尾类的“管状”精荚,其原因可能是由于后输精管及端壶腹中后输精管延续段管腔的特殊构造造成的。

3.2 精荚的结构

十足类精荚壁一般有1~3层^[3-6]。刀额新对虾精荚壁有2层,分别为初级精荚壁和次级精荚壁。初级精荚壁为均匀的嗜碱性丝状物,形成于中输精管后段、分泌管开口处,包围整个精子团;次级精荚壁为均匀的嗜酸性分泌物,部分包裹初级精荚壁。次级精荚壁不完全包被初级精荚壁的原因是由于中输精管后段管壁上皮的2处隆起终止了分泌管嗜酸性分泌物的继续延伸所致。关于此类精荚壁的功能,很可能与精荚的附着或精荚壁的破裂有关。

3.3 精荚的形成

刀额新对虾精荚形成的主要部位在中输精管后段(分泌管开口处),其形成方式明显不同于一般十足类由输精管上皮细胞分泌物逐渐沉积^[4,7,8]以及精荚基质浓缩^[9,10]2种方式。分泌管分泌物流入中输精管后段的同时,前输精管嗜碱性分泌物及中输精管嗜酸性分泌物逐渐消失并产生新的丝状嗜碱性物质,这一结果证实,刀额新对虾初级精荚壁形成于中输精管后段,是由前输精管嗜碱性、中输精管及分泌管嗜酸性3种分泌物经复杂的化学变化共同构成;而次级精荚壁是在初级精荚壁形成之后,由继续流入中输精管腔的分泌管分泌物部分覆盖于初级精荚壁外侧形成。因此,刀额新对虾精荚壁的形成,既是一个复杂的化学过程(初级精荚壁的形成),同时又是一个分泌管分泌物沉积的过程(次级精荚壁形成)。

张子平等^[1]对刀额新对虾输精管分泌物的组织化学研究显示:分泌管上皮细胞分泌物含中性粘多糖及酸性粘多糖,而精荚包膜(精荚壁)则只含酸性粘多糖而不含中性粘多糖。这一结果同样证实了上述观点。

3.4 端壶腹(精囊)内精荚的数量

张子平等^[1]通过解剖观察到3个乳白色的精荚。本实验仅在端壶腹内观察到1个精荚,而其余2个腔中均为嗜酸性分泌物。两者的差异是否与成熟度及有否交配有关,尚有待于进一步的证实。

3.5 输精管管壁肌层的作用

整个输精管由前至后肌层逐渐增厚,至端壶腹时环肌和纵肌并存且非常厚。肌肉层的这种变化与中华绒螯蟹相似^[9,10],这为精荚沿输精管下行及精荚的最后分节、排出提供了必要的动力。

参考文献:

- [1] 张子平,王艺磊.三种对虾雄性生殖系统解剖学、组织学与组织化学的研究[J]. 厦门水产学院学报,1996,18(2):29-38.
- [2] Dall W, Hill B J, Rothlisberg P C, et al. 对虾生物学[M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社,1992.47-49.
- [3] Dudenhausen E E, Talbot P. An ultrastructural comparison of soft and hardened spermatophores from the crayfish *Pacifastacus leniusculus* Dana [J]. Can J Zool, 1983, 61:182-194.
- [4] Hirsch G W. Ultrastructure of the sperm and spermatophores of the golden crab *Geryon fenneri* and a closely related species, the red crab *G. quinqueeders*, from the eastern Gulf of Mexico[J]. J Crust Biol, 1988, 8:340-345.
- [5] Beninger P G. Functional anatomy of the male reproductive system and the female spermatheca in the snow crab *Chionoecetes opilio* (O. fabricius) (Decapoda: Mjidae) and a hypothesis for fertilization[J]. J Crust Biol, 1988, 8(3):322-332.
- [6] Subramoniam T. Spermatophore formation in two intertidal crab *Albunea symnistra* and *Emerita asiatica* (Decapoda: Anomura) [J]. Biol Bull, 1984, 166:78-95.
- [7] Matthews D C. The origin, development and nature of the spermatophoric mass of the spiny lobster *Panulirus penicillatus* (O-liver) [J]. Pac Sci, 1951, 5:359-371.
- [8] Silberbauer B I. The biology of the South African rock lobster *Ja-sus lalandii* (H. Milne Edwards). II. Reproduction[J]. Invest Re Dir Sea Fish (S Afr), 1971, 93:1-46.
- [9] 王群,赵云龙,赖伟,等.中华绒螯蟹精荚形成的超微结构研究[J]. 华东师范大学学报(自然科学版),2000,(3):98-103.
- [10] 王群,赵云龙,赖伟,等.中华绒螯蟹精荚的研究I.精荚发生的组织学与组织化学[J]. 华东师范大学学报(自然科学版)(动物学专辑),1996,(12):5-10.

Histology of vas deferens and formation of spermatophore in prawn *Metapenaeus ensis*

WANG Qun, ZHAO Xiao-qin, ZHAO Yun-long, CHEN Li-qiao

(Department of Biology, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: The *Metapenaeus ensis* individuals were collected from Fujian coastal areas, body length 14 cm. The samples were observed under Olympus BH-2 microscope after vivisection, routine fixation and wax embedment. The results show that the reproductive duct of *M. ensis* consists of anterior vas deferens, middle vas deferens, posterior vas deferens and seminal vesicle. The epithelium of anterior vas deferens is columnar and its secretion is basophily. The forepart of the middle vas deferens is high columnar epithelium and the rear end is columnar epithelium. The secretion of the middle vas deferens is acidophily. The structure of the posterior vas deferens is similar to that of the middle vas deferens, but its diameter is shorter than that of the middle vas deferens. The seminal vesicle has three lumina with one spermatophore. The spermatophore consists of sperm mass and spermatophore wall which is divided into two layers—inner layer and outer layer with the sperm mass in the middle of the inner layer. The inner layer is called primary spermatophore wall which is homogeneous and basophily. The outer layer is called secondary spermatophore wall which is acidophily and partly encloses the primary spermatophore wall. The transvers section of the spermatophore is willow-leaf shaped and is divided into smooth zone which is enclosed by the secondary spermatophore wall and corrugate zone which is composed of primary spermatophore wall. The spermatophore formed in the posterior region of the middle vas deferens, is the product of the secretions of anterior vas deferens, middle vas deferens and secretory tube by complex chemical changes.

Key words: *Metapenaeus ensis*; vas deferens; spermatophore formation; histology

Corresponding author: CHEN Li-qiao

(For Plates I and II see attached PP2-3)