

角蝉前胸背板的形态学与组织学研究*

田润刚 袁 锋

(西北农业大学昆虫研究所, 陕西杨陵 712100)

摘 要 角蝉科昆虫发达的前胸背板遮盖住身体背面的大部分面积, 形成各种奇异的形状, 但前胸的体腔却非常短, 仅限于前胸肌以下的部分。前胸肌的内面是前胸背板的内脊, 着生有前足的背源运动肌。前胸背板的表面一般具有刚毛和刻点, 在扫描电镜下观察到这些结构在种间有明显的形态差异。组织学研究表明, 前胸背板是一个双层的几丁质结构, 实质上是前胸背板连同体腔一起延伸的结果。外层体壁上有丰富的毛状感受器, 内层体壁内面有极小的锥状小齿; 两层体壁上各有一层真皮细胞, 但内层的皮细胞较稀疏; 两层体壁的中间有气管和神经分布。研究还发现前胸背板有极好的力学结构和强度, 作者认为机械保护作用和感觉功能是角蝉前胸背板的两个基本功能。

关键词 角蝉, 前胸背板, 形态, 组织学

中图分类号 Q969.351.404

角蝉科昆虫是头喙亚目 Auchenorrhyncha 中形态最为独特的一个类群, 其发达的前胸背板常常形成各种奇异的形状。Poulton^[1]、Funkhouser^[2]及其他一些学者认为角蝉发达的前胸背板有拟态、保护色和警戒形等保护作用。就外形而言, 有些种类的个体非常类似寄主植物的某一结构, 如刺、枯叶、种子^[2]和叶芽^[3]等, 可能是一种保护色, 使虫体不易被天敌发现; 也有个别的种类酷似蚂蚁和某些鞘翅目昆虫。但是正如 Funkhouser^[2]所说, 大多数情况下, 角蝉前胸背板奇异的形态和周围的环境格格不入, 显得异常醒目, 很难想象它对角蝉的生存有保护作用。Ekens^[4]研究发现角蝉前胸背板的硬度和尖锐的形状使捕食性的脊椎动物难以吞咽这类昆虫, 因而具有机械的保护作用。

目前不仅对角蝉前胸背板的功能及进化问题缺乏令人信服的结论, 形态学的研究也显得十分不足, 仅见于一般分类学的论著中。Funkhouser^[2]认为, 角蝉的前胸背板仅仅是一个中空的几丁质结构, 并不具有任何生理功能。与此相反的是 Wood^[5]通过对 65 属 100 种角蝉前胸背板的外部形态研究和 8 种角蝉的电镜观察, 发现前胸背板密被具关节的感觉毛, 因而提出前胸背板有感觉功能, 自然选择的结果使前胸背板发展成各种奇异的形状, 扩大了表面积, 以强化感觉功能。后来 Wood^[5]又研究了角蝉前胸背板的组织学, 在这一结构内发现了神经和神经分泌细胞及气管等组织, 进一步提出前胸背板有感觉和神经分泌等方面的生理功能。在现有的研究基础上, 为了给角蝉前胸背板功能及进化的研究提供依据, 本文作者对角蝉前胸背板的形态学及组织进行了详细的研究。

收稿日期: 1995-04-12

* 国家自然科学基金资助项目

1 材料与方 法

干标本经除尘、喷金后在扫描电镜下观察表面结构。

Gargara genistae, *Tricentrus brunneus*, *Machaerotypus mali*, *Jingkara hyalipunctata* 等 4 种角蝉的成虫和若虫经 Canoy 氏固定液固定后,保存于 70% 的乙醇中备用。固定标本经脱水、透明后以 52℃ 石蜡在 60℃ 的真空条件下浸蜡,切片厚度 8 μm,苏木色精和曙红 Y 复染,在光学显微镜下观察和摄影。

由于角蝉的前胸背板非常坚硬和难以浸蜡,为了避免在切片过程中断裂,实验中选用初羽化身体柔软的个体。

2 观察结果

前胸背板一般呈褐色或黑褐色,骨化程度极高。其前方两侧向下延伸占据前胸侧面的绝大部分面积,因而前胸的前侧片和后侧片都非常小,前胸背板上除具有形态各异的突起物外,一般都具有前胸斜面、前胸胫和肩角等基本结构,前胸胫是前胸斜面上光亮、下陷的结构,其内面是前胸背板的内脊,着生有前足的主要运动肌,包括前足基节前伸肌和前足基节后曳肌各两束,外侧的一束前足基节前伸肌分为两支(附图 8)。前胸的体腔极短,仅限于前胸胫以下的部分。前胸体腔的两侧是前足的主要运动肌,中央大部分体腔为唾腺所占据。

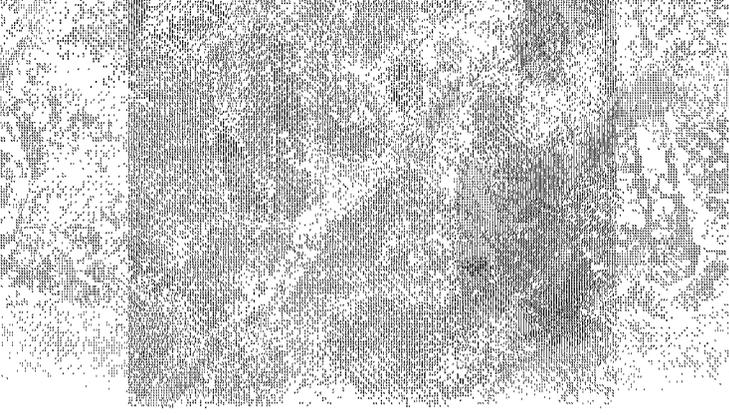
前胸背板表面一般密被刻点和感觉毛。在电镜下观察到其形态在种属间有明显的差异(附图 1, 2)。刻点旁边有一感觉毛,毛干从刻点的正中央伸过,前胸背板的内面光亮,有极小的锥状小齿(附图 3),前胸背板各处的刻点和感觉毛无明显的形态差异,甚至和胸侧、翅基部和腹部背面的这种结构之间也没有明显的差异。

从组织切片上可以清晰地看到角蝉前胸背板的延伸部分是一个双层的几丁质结构,实际上是前胸的体腔连同背板一起向后延伸的结果,这种双层结构的外层骨化程度很高,完全黑化;其前端与头部相顶接后,又垂直弯向身体内部与后头孔相联结,并在复眼后方形成与复眼相嵌合的复眼陷。据 Wood^[5]观察,复眼陷上有一气门,前胸背板内的气管便发源于这一部位。但据我们观察,并不存在这一结构,实际上前胸背板内的气管是由侧纵干发出的。前胸背板的内层前端与中胸相连,参与形成第一悬骨,前胸体腔上方的背板是单层的结构。

上肩角、上肩脊、前角突等结构的中央是空的,其壁仍为双层的结构。后突起仅仅是一个由两层体壁构成的外长物。肩角扩大,保护住翅基部这一薄弱部位。

前胸背板两层体壁均有真皮细胞,外层的真皮细胞比较稠密,内层的比较稀疏,真皮细胞的胞质很少,多数情况下,仅显示出苏木色精染出的核。这些真皮细胞间以侧膜相联(附图 4, 6), Wood^[5]所说的“神经分泌细胞”实际上就是这类真皮细胞。

外层体壁的感受器均为简单的机械感受器,基部体壁略膨大,形成可活动的关节,毛的下方有毛原细胞和神经细胞,但没有观察到膜原细胞(附图 1, 2, 5)。毛原细胞较大,有类似植物细胞液泡的结构,核较小,感觉细胞的核较大,共树突与毛的基部相连,轴突与神经纤维相连。感觉毛的旁边是粗大的刻点,其周围包有一层真皮细胞,相邻刻点的皮细胞



反的形态特征组织群胸背在
以表面结构为主但由lipwaria
胞高容聚体群结构和胞胞
层核壳的细胞膜物膜壳相
体壁之间的几丁质丝

间往往以丝状结构相联(附图 6),刻点的端部收缩呈棒状与内层体壁相顶接,这些刻点的具体功能尚不明确,其形成是由于体壁几丁质不均一沉积的结果。从第 5 龄若虫前胸的切片上可以看到,皮细胞的分布和成虫刻点的分布相关,这种体壁不均一的沉积,相当于一种褶皱作用,在羽化后可以充分伸展成较大的形状。

内层体壁的骨化程度较低,亦很薄,仅有外层体壁厚度的 1/5,其内面有许多刺状突起(附图 3,4),在中胸背板的外面也有类似的小齿,可能是起相互嵌合、增强牢固性的作用。

两层体壁之间有丰富的几丁质连丝,呈网状,外层体壁的刻点分出粗大的几丁质丝与内层体壁相联,这种结构类似于现代桥梁的结构(附图 9),它可以保证前胸背板在羽化过程中按照特定的形状展开,以及在骨化后保持应有的机械强度。

前胸背板内外层之间实际上是前胸体腔的延伸部分,分布有神经和气管(附图 7)网络,气管的分支与真皮细胞相连。这些神经和气管组织的存在说明前胸背板有一定的生理功能。

3 讨 论

角蝉的前胸背板极度延伸,遮盖住中胸、后胸和腹部的背面,保护了这些体节的薄弱部位,但是前胸的体腔却非常短,仅限于前胸胝以下的部分。前胸胝的内面是前胸背板的内脊,着生有前足基节前伸肌和后曳肌等主要的前足运动肌。前胸背板的表面具有刻点和刚毛,在扫描电镜下观察到其大小和形态具有种和属一级的特异性。

前胸背板的延伸部分由两层体壁构成,中间夹有一层薄薄的体腔,分布有神经和气管等结构。内外两层体壁均有真皮细胞,但内层体壁的真皮细胞较稀疏,所以 Wood^[5]忽视了这一现象。外层体壁的刻点与内层体壁相顶接,并且两层体壁之间存在粗大的几丁质丝,这种结构保证了前胸背板有足够的强度和硬度,与其机械保护作用是相适应的。

前胸背板上有丰富的感觉毛,所以前胸背板除具有机械保护作用外,还具有感觉功能,但并没有足够的证据说明这是一种特化现象。因为一方面前胸背板的刻点及毛状感受器和腹部、胸侧、中胸小盾片及翅基部等处的没有明显的形态差异,均属于简单的机械感受器,而且前胸背板内并不具有 Wood^[5]所说的神经分泌细胞。另一方面昆虫之所以能成为地球上最繁荣的动物类群,一个重要的因素是其具有发达的感觉系统,这种感觉器官遍布于虫体的表面,角蝉的前胸背板遮盖了身体背面的大部分面积,被遮盖处的感受器则退化,因此前胸背板上的感受器成为虫体与外界保持联系的一个重要通道。

衷心感谢范群女士冲印照片,徐秋园女士协助绘图。

参 考 文 献

- 1 Poulton E B. Suggestions as to the meaning of the shapes and colours of the Membracidae in the struggle for existence. In: Buckton George B eds. Monograph of the Membracidae. London; Lowell Reeve & Co. Limited, 1903. 273~285
- 2 Funkhouser W D. Fam. Membracidae. Gesera Insect, 1951, 208: 1~383

- 3 周尧,袁锋. 脊角蝉属的讨论及其中国种类记述. 昆虫分类学报, 1981, 3(2): 103~110
- 4 Ekkens D. Peruvian treehopper behavior (Homoptera: Membracidae). Ent News, 1972, 83: 257~271
- 5 Wood T K, Morris G K. Studies on the Function of the Membracid pronotum (homopters: Uembracidae). I. Occurrence and distribution of articulating hairs. Can Entomol, 1974, 106: 143~148
- 6 Wood T K. Studies on the function of the Membracid pronotum (Homoptera) I. Histology. Proc Ratomol Washinton, 1975, 77(1): 78~83

Morphological and Histological Studies on the Membracid Pronotum (Homoptera)

Tian Rungang Yuan Feng

(Entomological Institute, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract Membracidae are characterized by their extremely enlarged pronotum which exhibits a bizzar form and takes a large portion of the dorsal surface of the body, but the prothoracic coelom lying just below the superoccular callosities is quite short. Each callosity internally forms an apodemal ridge on which the tergal promotor and remotor of the foreleg arise. Haris and punctata more or less occur on the outer surface of the pronotum. These structures vary in different species and can be easily determined with SEM. Histological studies demonstrate that the pronotum is a double folded structure made up of two chitinized walls and a thin coelom in the middle. Both walls have a layer of epidermis which is denser on outer wall than that on inner wall. Between the walls there exist tracheae and nerves. Studies also indicate that the pronotum is a well developed structure with a strong hardness. So the mechanic protection and sensory roles may be the two primary functions of the pronotum.

Key words Membracidae, pronotum, morphology, histology