

锈翅蚁蛉头部附器感器的扫描电镜观察^{*}

王颖娟^{1,2 **} 李子忠^{1 ***}

(1. 贵州大学昆虫研究所 贵州山地农业病虫害重点实验室 贵阳 550025;

2. 兴义民族师范学院 兴义 562400)

摘 要 利用扫描电镜对锈翅蚁蛉 *Myrmeleon ferrugineipennis* Bao & Wang 雌雄成虫头部触角及口器感器的形态进行观察,描述了感器的种类、数量和分布,以期解析其取食机制。结果表明:锈翅蚁蛉触角上存在 10 种感器,即毛形感器、锥形感器、刺形感器、腔形感器、钟状感器、鳃形感器、耳形感器、盘形感器、舌形感器和 Böhm 氏鬃毛,其中毛形感器有 3 种亚型,数量最多;耳形感器、腔形感器和钟状感器仅在雌成虫触角上发现,而舌形感器和鳃形感器仅在雄成虫触角上发现;在锈翅蚁蛉触角鞭节近末端扁平匙状处各有 1 枚盘形感器,其形状和位置在雌雄虫上有差异。鳃形感器和盘形感器在已有的昆虫感器研究中未见报道,是新发现的昆虫触角感器。下颚须、下唇须上均发现锥形感器,下唇须上的数量多于下颚须;此外,下颚须上还存在钟状感器。

关键词 锈翅蚁蛉, 触角, 下唇须, 下颚须, 感器

Morphology, ultrastructure and distribution of sensilla on the cephalic appendages of *Myrmeleon ferrugineipennis* observed with a scanning electron microscope

WANG Ying-Juan^{1, 2 **} LI Zi-Zhong^{1 ***}

(1. Institute of Entomology, Guizhou University, Guizhou Key Laboratory for Plant Pest Management of Mountainous Region, Guizhou University, Guiyang 550025, China; 2. Xingyi Normal University for Nationalities, Xingyi 562400, China)

Abstract In order to further investigate the feeding mechanism of *Myrmeleon ferrugineipennis* Bao & Wang, the morphology, ultrastructure and distribution of sensilla on the antenna and mouthparts of *M. ferrugineipennis* adults were observed with a scanning electron microscope. Ten types of antennal sensilla were observed; sensillum trichodea, sensillum basiconca, sensillum chaetica, sensillum cavity, sensillum ligulate, sensillum disk, sensillum branchia, sensillum auricillica, sensillum campaniformia and Böhm bristles. Of these, sensillum trichodea (including three subtypes) were the most common. Sensillum auricillica, sensillum cavity and sensillum campaniformia were only seen on females whereas sensillum ligulate and sensillum branchia were only seen on males. The sensillum disk was discovered at the near end of the flagella of both males and females, but its shape and location differed between the sexes. This is the first observation of sensillum branchia and the sensillum disk in this species. The sensillum basiconca were discovered on the maxillary and labial palps, with more on the labial than on the maxillary palp. Sensillum campaniformia was also discovered on the maxillary palps.

Key words *Myrmeleon ferrugineipennis*, antenna, maxillary palp, labial palp, sensillum

锈翅蚁蛉隶属于脉翅目 Neuroptera 蚁蛉科 Myrmeleontidae 蚁蛉属 *Myrmeleon*, 可捕食鳞翅目、半翅目、双翅目、鞘翅目等众多农林害虫, 是一种

广捕性天敌昆虫。锈翅蚁蛉白天停栖, 夜间出来活动, 被称为谜一样的蚁蛉(周汉辉和杨集昆, 2000), 其捕食、交配、产卵等行为机制尚不清楚。

* 资助项目: 贵州省教育厅自然科学研究资助项目(20090100)。

** E-mail: wangyj1982@126.com

*** 通讯作者, E-mail: lizizhong38@163.com

收稿日期: 2011-06-22, 接受日期: 2011-09-23

而触角是昆虫接受外界各种信息的主要嗅觉器官,与昆虫寻找生境、寄主和配偶等行为密切相关(马瑞燕和杜家纬,2000;娄永根和程家安,2001)。目前,国内外学者利用扫描电镜观察昆虫触角感器细微结构的研究日益增多,但主要集中在鳞翅目(王桂荣等,2002;尹姣等,2004;Faueheux *et al.*, 2006;LI *et al.*, 2008)、膜翅目(Ochieng *et al.*, 2000;徐颖等,2000;田慎鹏和徐志强,2003;董文霞和张钟宁,2006)、鞘翅目(韩宝瑜等,2000;胡江等,2001;Omkar,2003;Saïd *et al.*, 2003;江望锦等,2005;杨燕等,2009;刘鑫海等,2010)和半翅目(孙虹霞等,2006;赵冬香等,2006),对锈翅蚁蛉及蚁蛉科其他昆虫触角感器的形态和超微结构研究未见报道。本文采用扫描电镜技术对锈翅蚁蛉头部附器表面的感器进行了观察,对触角形态特征、感器类型、分布特点、感器数量进行比较和分析,以期为今后进一步开展锈翅蚁蛉形态学、行为学、电生理学、饲养方法等研究提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

供试锈翅蚁蛉 *Myrmeleon ferrugineipennis* Bao & Wang, 2009 采自贵州省贵阳市森林公园。野外采集幼虫,带回,置于恒温 25℃ 的人工气候室内饲养。待成虫羽化后,挑选未受损伤的雌、雄成虫做电镜观察。

1.2 试验方法

选取羽化出来体形完整的锈翅蚁蛉雌、雄成虫各 20 头。用手术刀切下整个头部,先用生理盐水冲洗,再用 2.5% ~ 3% 的戊二醛固定 3 h,生理盐水冲洗 3 次,加酶的生理盐水浸泡 10 min,最后用生理盐水冲洗 3 次后放入超声波清洗仪中清洗,用蒸馏水洗去固定液;用 6 个梯度(30%, 50%, 70%, 80%, 90%, 无水乙醇)酒精进行梯度脱水,各梯度均脱水 10 min;用醋酸异戊二酯置换 15 min 以上,进行二氧化碳临界点干燥;将干燥后的锈翅蚁蛉置于解剖镜下,用解剖针将触角和头部分离开来,用导电胶其按不同的观察面粘在样品座上;离子溅射镀膜,在 KYKY 1000B 型扫描电镜下对雌雄成虫触角整体和各节上感受器的形状和数量进行观察并拍照。观察时,扫描电镜加速电压为 20 kV。

2 结果与分析

2.1 触角、下唇须和下颚须的一般形态

锈翅蚁蛉触角呈棒状。触角从基部向端部依次分为柄节、梗节和鞭节,其中,鞭节由 38 个亚节组成并向端部逐渐膨大且弯曲呈片状(图 1:A, B)。雄性触角长度 6.14 ~ 7.88 mm,平均长为 (6.97 ± 0.86) mm。雌虫触角长度 7.33 ~ 9.04 mm,平均长为 (7.44 ± 0.38) mm。下颚须 5 节,下唇须 4 节,两者外形相似,顶端呈圆锥形,中部凹陷,各节段的基部包埋在上一节段端部之内,形成关节状构造,柔软可弯曲,下唇须末节中部膨大(图 1:U, W)。自然状态下下唇须末节向内弯折呈近 90°角。

2.2 感器种类、形态、分布

锈翅蚁蛉触角及口器上的感器类型初步确定有以下 10 种:毛形感器、锥形感器、刺形感器、腔形感器、钟状感器、鳃形感器、耳形感器、盘形感器、舌形感器和 Böhm 氏鬃毛。其中雌成虫触角感器为 7 种,即毛形感器、锥形感器、刺形感器、腔形感器、耳形感器、盘形感器和 Böhm 氏鬃毛;雄成虫触角感器亦 7 种,即毛形感器、锥形感器、刺形感器、鳃形感器、舌形感器、盘形感器和 Böhm 氏鬃毛。口器上有毛形感器、锥形感器、钟状感器。

2.2.1 毛形感器(sensillum trichodea, T) 有 3 种类型,按其形状分为 I 型、II 型和 III 型。I 型(T I)长约 32.5 ~ 35.5 μm ,基部直径 3 ~ 3.5 μm ,由基部到端部逐渐弯曲,端部尖细,分布在触角鞭节上;II 型(T II)长约 78.2 ~ 87.5 μm ,基部直径 6.5 ~ 7.0 μm ,长毛形感器,粗壮,顶端尖细,略弯曲,少量分布在柄节上,大多分布在鞭节上,鞭节每一亚节的基部和端部分布较多,感器壁有纵脊;III 型(T III)为短毛型感器,长约 8.0 ~ 9.5 μm ,基部直径 2.0 ~ 2.5 μm ,平贴于触角表面着生,从触角鞭节第 10 亚节开始,多分布于各亚节的端部(图 1:C ~ E)。3 种毛形感器在雌雄虫触角上均有分布。

2.2.2 锥形感器(sensillum basiconca, B) 有 4 种类型,分为 I 型、II 型、III 型和 IV 型。I 型(B I)长锥形,长约 32.0 ~ 41.9 μm ,基部直径 4.0 ~ 4.2 μm ,斜立,指向端部,感器壁上有纵脊,着生在凹陷内。分布在触角鞭节最末亚节,数量较少,雌雄虫均有分布,下颚须及下唇须上均有分布(图 1:I,

J, V, X); II 型(B II) 短小, 尖细, 长约 6.9 ~ 8.4 μm , 基部直径 2.1 ~ 2.2 μm , 斜立于触角表面, 着生于凹窝内, 着生部位凸起, 雌雄虫触角鞭节各亚节均有分布(图 1:E ~ G); III 型(B III) 弯刀形, 较宽扁, 长约 6.6 ~ 6.8 μm , 基部直径 1.5 ~ 1.6 μm , 触角鞭节第 10 亚节后有分布, 着生于各亚节的基部, 数量较少, 雌雄虫均有分布(图 1:E, F); IV 型(B IV) 长约 4.3 ~ 6.9 μm , 基部直径 1.7 ~ 2.4 μm , 宽扁, 由基部向端部逐渐变窄, 中央有一凸出的纵脊, 鞭节第 7 亚节始各亚节基部有着生, 雌雄虫均有分布(图 1:G, H)。

2.2.3 刺形感器(sensillum chaetica, Ch) 呈刚毛形, 直立于触角表面, 有 2 种类型, 分为 I 型、II 型。I 型(Ch I) 长刺形, 长约 42.5 ~ 53.6 μm , 基部直径 5.5 ~ 6.0 μm , 感器表面有纵刻纹, 雌雄虫鞭节均有分布(图 1:D); II 型(Ch II) 短刺形, 长约 15.5 ~ 18.4 μm , 基部直径 5.5 ~ 6.0 μm , 雄虫较雌虫数量多(图 1:C, E, H)。

2.2.4 腔形感器(sensillum cavity, C) 圆形凹陷的空腔, 直径约为 1 μm , 仅在雌虫触角鞭节最末 1 亚节发现(图 1:L)。

2.2.5 钟状感器(sensillum campaniformia, Ca) 呈半球状, 周围有一圈厚壁边缘, 在雌虫鞭节最末亚节和下颚须上发现。(图 1:L)

2.2.6 耳形感器(sensillum auricillica, A) 长约 7.8 μm , 基部直径 2.0 μm , 较宽厚, 中部略微凹陷, 仅在雌虫鞭节末节发现 1 枚(图 1:K)。

2.2.7 舌形感器(sensillum ligulate, L) 粗短, 端部钝圆, 着生于触角表面耳形凹槽中, 长约 7.8 μm , 基部直径 1.4 μm , 仅在雄虫鞭节最末亚节发现 1 枚(图 1:M, N)。

2.2.8 Böhm 氏鬃毛(Böhm bristles, Bo) 短小、尖细着生于柄节和梗节基部, 雌雄均有分布(图 1:O, P)。

2.2.9 盘形感器(sensillum disk, D) 椭圆形, 有 2 种类型, 分为 I 型、II 型。I 型(D I) 直径约 53.6 μm , 其上着生有毛形感器, 呈旋形分布, 仅在雌虫鞭节 26 亚节上发现 1 个(图 1:Q); II 型(D II), 直径约为 65.5 μm , 外周有 3 层沟壑状突起, 中央凹陷, 沟壑上着生有 3 种毛形感器, 仅在雄虫鞭节 32 亚节发现 1 个(图 1:R)。

2.2.10 鳃形感器(sensillum branchia, Br) 着生于雄虫鞭节第 2 亚节, 触角表面凹陷呈坑形, 其

上有 4 根条形连接坑壁, 仅在雄虫上发现 1 个(图 1:S, T)。

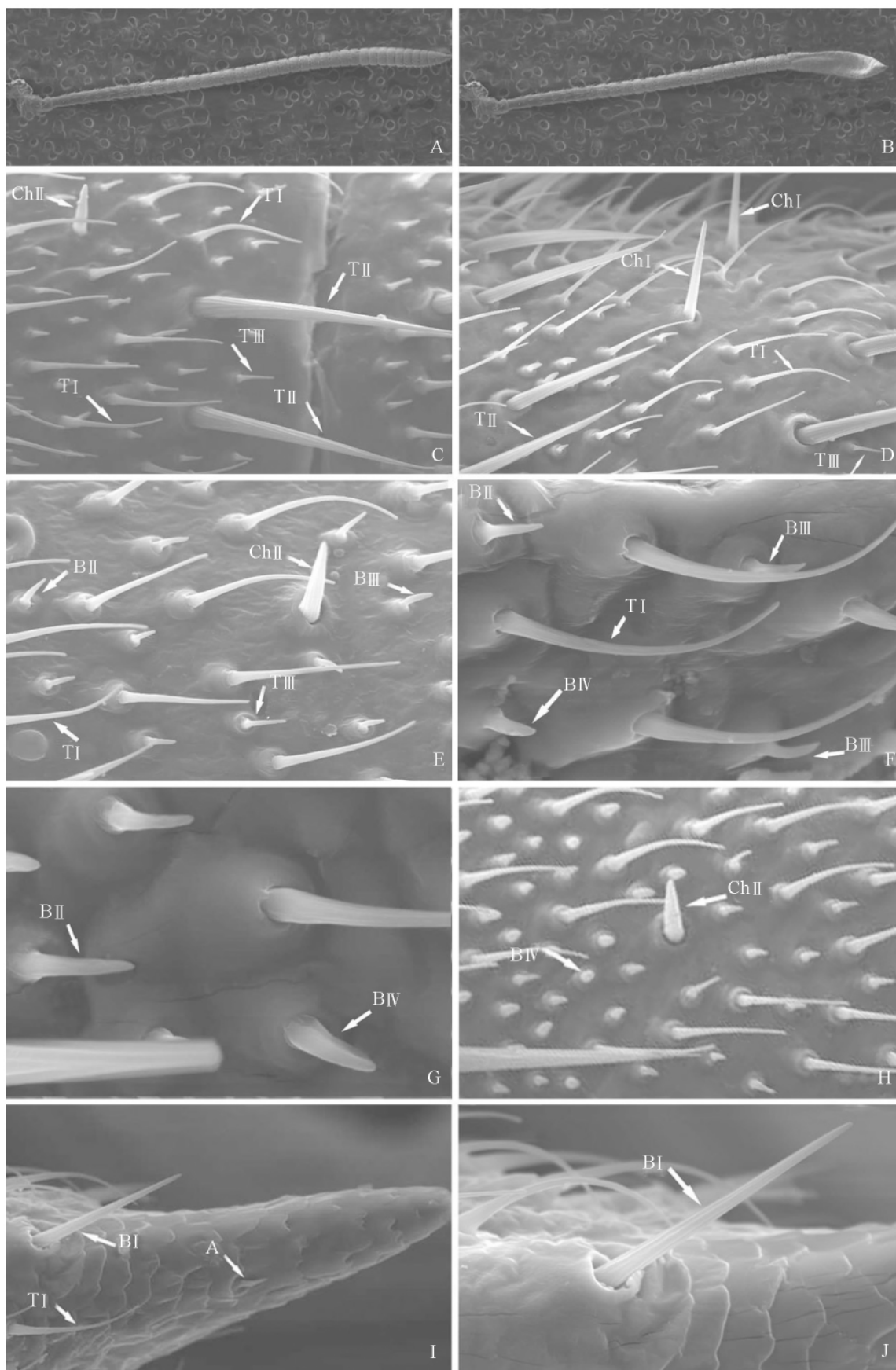
2.3 雌雄间头部附器上感器的分布与数量差异

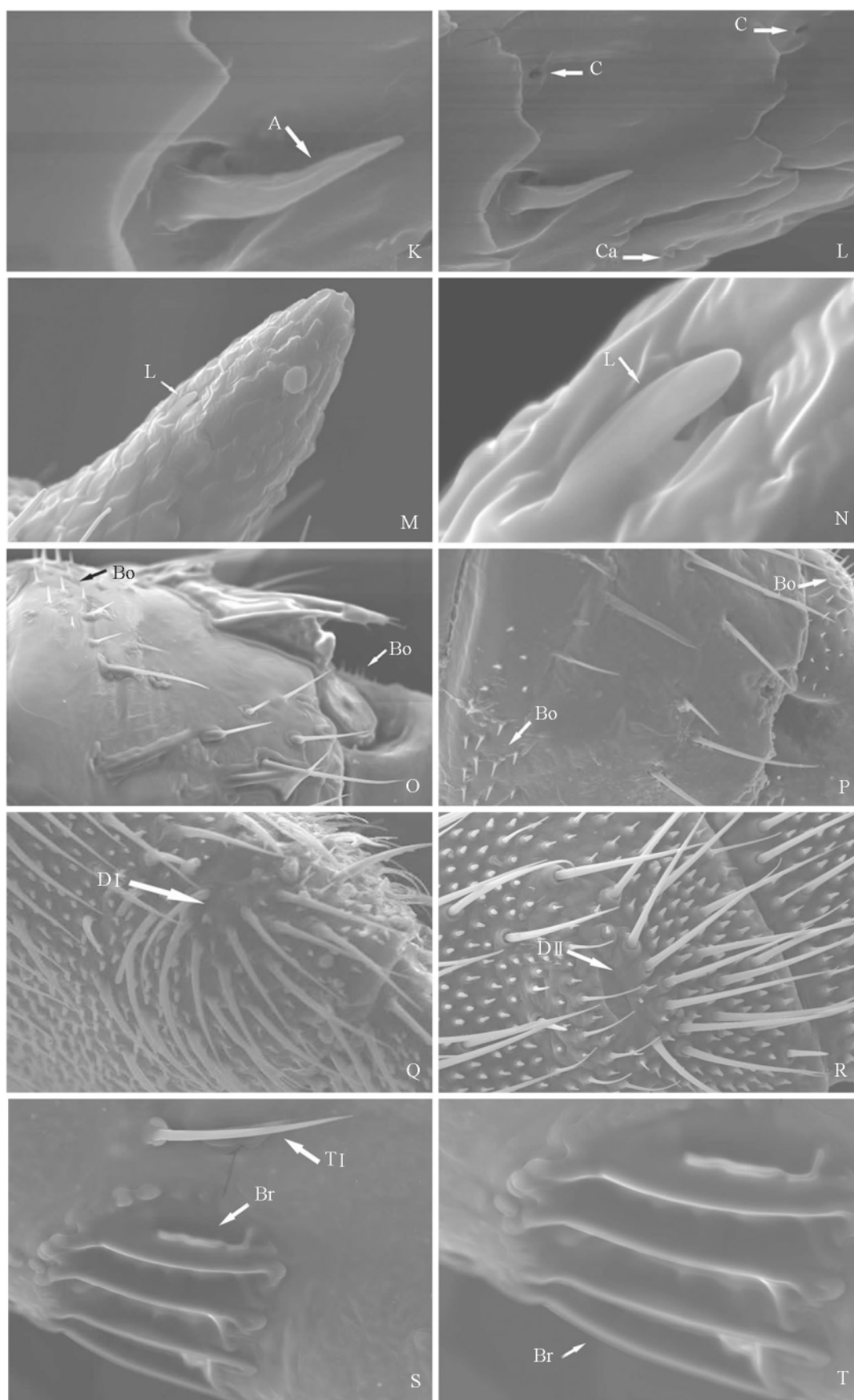
锈翅蚁蛉雌雄虫触角上均存在毛形感器、锥形感器、刺形感器、盘形感器和 Böhm 氏鬃毛, 而耳形感器、腔形感器和钟状感器仅在雌虫上观察到, 舌形感器和鳃形感器仅在雄虫上观察到。雌雄虫触角柄节和梗节基部簇生 Böhm 氏鬃毛, 其余部分着生稀疏的毛形感器, 鞭节前几个亚节仅有少量毛形感器 II 型, 以后各亚节感器类型和数量增多, 各亚节基部和端部着生较多的毛形感器 II 型, 且基部较端部多; 各亚节基部多为锥形感器, 端部为毛形感器 I 型、III 型; 各亚节仅观察到少量的刺形感器; 毛形感器、刺形感器和锥形感器在雌雄虫鞭节上的分布和数量上没有显著差异。雌雄虫触角鞭节最末亚节端部的感器类型相差较大, 雌虫可观察到腔形感器、耳形感器和钟状感器, 雄虫仅观察到舌形感器。盘形感器均在雌雄虫触角的弯曲呈片状处观察到 1 个, 形状在雌雄虫上有差异。鳃形感器仅在雄虫鞭节第 2 亚节观察到 1 个, 而雌虫上没有发现。

锈翅蚁蛉雌雄虫在下唇须和下颚须上的感器类型、数量及分布没有明显差异。下颚须第 1、2 节仅有几枚锥形感器, 且第 1 节端部分布有少量毛形感器, 第 3、4、5 节上锥形感器数量增多, 且在第 5 节存在钟状感器。下唇须上仅观察到锥形感器, 在末节膨大处有较多的锥形感器分布, 第 3 节末端分布有少量的锥形感器, 其余各节没有观察到感器。

3 讨论

昆虫通过特定的感器感知来自种内和种间以及环境中的各种信息, 并做出相应的行为反应, 为自身寻找适宜的食物、配偶以及生存与繁殖场所。感器种类、数量、分布以及发达程度等都会因昆虫的种类不同而有差异。脉翅目昆虫的触角感器类型鲜见报道, 蚁蛉科昆虫的感器类型未见报道, 而蚁蛉科昆虫的捕食、交配等行为目前不甚清楚, 被称为“谜一般的生态”。作者通过饲养锈翅蚁蛉发现, 其在取食过程中下唇须和下颚须先碰触食物, 随后再取食, 故锈翅蚁蛉触角和口器上的感器在其行为上有很重要的作用。





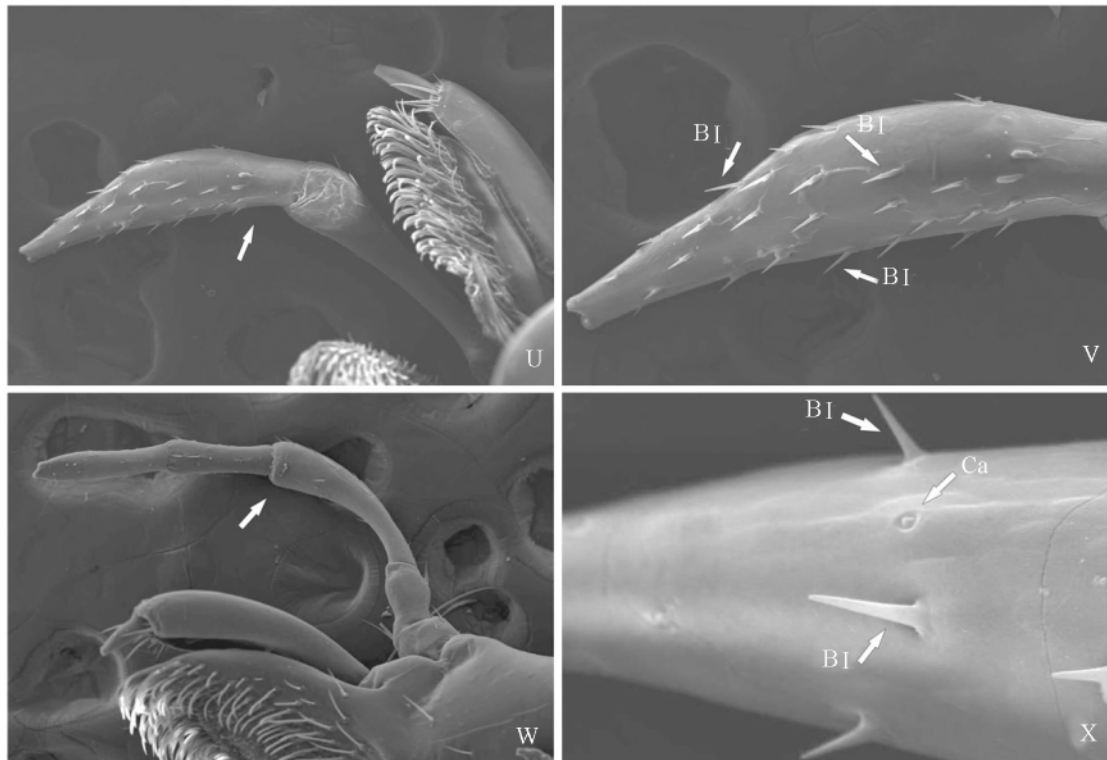


图 1 锈翅蚁蛉头部附器传感器的扫描电镜观察

Fig. 1 Observation of sensilla on the cephalic appendages of *Myrmeleon ferrugineipennis* with scanning electron microscope

A. 锈翅蚁蛉触角背面 ($\times 50$); B. 锈翅蚁蛉触角腹面 ($\times 50$); C ~ E. 毛形传感器和刺形传感器各类型 ($\times 500, \times 400, \times 700$); F ~ H. 锥形传感器各类型 ($\times 2\,500, \times 2\,500, \times 300$); I, J. 雌性触角鞭节末端锥形传感器 I ($\times 500, \times 2\,000$); K. 雌性触角鞭节末端耳形传感器 ($\times 8\,000$); L. 雌性触角鞭节末端腔形传感器和钟状传感器 ($\times 3\,000$); M, N. 雄性触角鞭节末端舌形传感器 ($\times 1\,500, \times 7\,000$); O, P. 雄雌触角柄节和梗节基部的 Böhm 氏鬃毛 ($\times 200, \times 800$); Q. 雌性鞭节第 26 亚节盘形传感器 ($\times 200$); R. 雄性鞭节第 32 亚节盘形传感器 ($\times 400$); S, T. 雄性鞭节第 2 亚节鳃形传感器 ($\times 300, \times 700$); U, V. 下唇须上和下唇须上的锥形传感器 I ($\times 100, \times 200$); W, X. 下颚须和下颚须上的锥形传感器 I 和钟状传感器 ($\times 100, \times 2\,000$).

A. the back of antenna of *Myrmeleon ferrugineipennis* ($\times 50$); B. the venter of *Myrmeleon ferrugineipennis* ($\times 500, \times 400, \times 700$); C-E. sensillum trichodea and sensillum chaetica ($\times 500, \times 400, \times 700$); F-H. sensillum basiconca ($\times 2\,500, \times 2\,500, \times 300$); I, J. sensillum basiconca I on flagellum extreme of female ($\times 500, \times 2\,000$); K. sensillum auriculica on flagellum extreme of female ($\times 8\,000$); L. sensillum cavity and sensillum campaniformia on flagellum extreme of female ($\times 3\,000$); M, N. sensillum ligulate on flagellum extreme of male ($\times 1\,500, \times 7\,000$); O, P. Böhm bristles on base of scape and pedicel of female and male ($\times 200, \times 800$); Q. sensillum disk on flagellum-26 of female ($\times 200$); R. sensillum disk on flagellum-32 of male ($\times 400$); S, T. sensillum branchia on flagellum-2 of male ($\times 300, \times 700$); U, V. labial palp, sensillum basiconca on labial palp ($\times 100, \times 200$); W, X. maxillary palp, sensillum basiconca and sensillum campaniformia on maxillary palp ($\times 100, \times 2\,000$).

锈翅蚁蛉雌雄成虫触角在基本形态上没有显著差异,但触角上传感器的种类、分布和数量存在一定差异。锈翅蚁蛉雌虫鞭节从第 6 亚节传感器开始逐渐增多,而雄虫则是从鞭节的第 7 亚节开始逐渐增多。雌雄虫在触角近末端的扁平呈匙状(雌:26 亚节,雄:32 亚节)处均发现 1 枚特殊形状的盘形传感器,它由几种传感器组合而成;雄虫鞭节第 2 亚

节发现鳃形传感器,在雌虫上未发现;鳃形传感器和盘形传感器在其他昆虫上未曾见到报道,它们可能是新发现的传感器类型,但其功能还需要进一步的研究。在鞭节最末亚节的锥状段,雌虫有耳形传感器、腔形传感器和钟状传感器,而雄虫仅有 1 枚舌形传感器,雌雄虫间的差异可能与其感受外界信息素的不同有关系,其各类传感器的作用还需进一步的深入研

究。

锈翅蚁蛉各感器的特定功能尚不清楚。通过本文的观察研究,对锈翅蚁蛉成虫头部附器的形态特征、感器基本类型、分布特点有所掌握。关于感器的种类、数量、分布间差异的意义和各种感器的特定功能、作用尚待进一步研究。

致谢:感谢中国农业大学的王心丽教授帮助鉴定蚁蛉标本!

参考文献 (References)

- Faucheux MJ, Kristensen NP, Yen SH, 2006. The antennae of neopseustid moths: Morphology and phylogenetic implications, with special reference to the sensilla (Insecta, Lepidoptera, Neopseustidae). *Zool. Anz.*, 245 (2): 131—142.
- Li JX, Wanc JJ, Deng W, Yang B, Li J, 2008. Description of sensilla on the larval antennae and mouthparts of *Spodoptera exigua* (Höbner) (Lepidoptera, Noctuidae). *Acta Zootaxonomica Sinica*, 33 (3): 443—448.
- Ochieng SA, Park KC, Zhu JW, Baker TC, 2000. Functional morphology of antennae chemoreceptors of the parasitoid *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae). *Arthropod Struct. Dev.*, 29 (3): 231—240.
- Saïd I, Tauban D, Renou M, Mori K, Rochat D, 2003. Structure and function of the antennal sensilla of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera, Curculionidae). *J. Insect Physiol.*, 49 (9): 857—872.
- Omkar SS, 2003. Scanning electron microscopy of antennae of *Coccinella septempunctata* (Coccinellidae: Coleoptera). *Ent. Sin.*, 10 (4): 271—279.
- 董文霞, 张钟宁, 2006. 中红侧沟茧蜂触角感受器的扫描电镜观察. *昆虫学报*, 49 (6): 1054—1059.
- 韩宝瑜, 陈宗懋, 王梅, 2000. 七星瓢虫和异色瓢虫 3 变种成虫触角感器扫描电镜观察. *华东昆虫学报*, 9 (1): 24—28.
- 胡江, 李义龙, 刘剑虹, 郑润兰, 陈树琼, 杨富, 2001. 麻点豹天牛成虫感器的扫描电镜研究. *电子显微学报*, 20 (4): 499—500.
- 江望锦, 嵇保中, 刘曙雯, 宋杰, 2005. 天牛成虫信息素及嗅觉感受机制研究进展. *昆虫学报*, 48 (3): 427—436.
- 刘鑫海, 骆有庆, 王建伟, 柴利, 宗世祥, 2010. 沙蒿大粒象触角感器的扫描电镜观察. *昆虫知识*, 47 (6): 1174—1178.
- 娄永根, 程家安, 2001. 昆虫的化学感觉机理. *生态学杂志*, 20 (2): 66—69.
- 马瑞燕, 杜家伟, 2000. 昆虫的触角感器. *昆虫知识*, 37 (3): 179—183.
- 孙虹霞, 胡新军, 舒迎花, 张古忍, 2006. 白背飞虱触角感器的扫描电镜观察. *昆虫学报*, 49 (2): 349—354.
- 田慎鹏, 徐志强, 2003. 管氏肿腿蜂触角感器的扫描电镜观察管氏肿腿蜂触角感器的扫描电镜观察. *昆虫知识*, 40 (1): 59—62.
- 王桂荣, 郭予元, 吴孔明, 2002. 棉铃虫触角感器的超微结构观察. *中国农业科学*, 35 (12): 1479—1482.
- 徐颖, 洪健, 胡萃, 2000. 蝶蛹金小蜂触角感觉器的超微结构研究. *浙江大学学报 (农业与生命科学版)*, 26 (4): 394—398.
- 杨燕, 杨茂发, 杨再华, 张恒, 黄吉勇, 余金勇, 2009. 云南木蠹象触角感器的扫描电镜观察. *林业科学*, 45 (2): 71—78.
- 尹姣, 曹雅忠, 罗礼智, 胡毅, 2004. 草地螟触角化学感受器的电镜观察. *昆虫知识*, 40 (1): 56—59.
- 赵冬香, 莫圣书, 卢芙蓉, 王爱萍, 2006. 荔枝蝽触角化感器的扫描电镜观察. *华东昆虫学报*, 15 (1): 22—24.
- 周汉辉, 杨集昆, 2000. 谜一样的蚁蛉. 北京: 中国农业科技出版社. 1—153.