

我国 12 种蚊幼虫上颚形态和 鉴别特征的研究

柯 昭 喜

(中山大学昆虫学研究所)

摘要 本文对 8 种库蚊和按蚊、伊蚊、阿蚊及杵蚊各属代表种的 4 龄幼虫上颚进行扫描电镜观察。概述了上颚的外部形态,并提出了各蚊种的鉴别特征。指出幼虫上颚具有显著的种间差异,具有重要的分类学意义,讨论了上颚的结构与功能的关系。通过对上颚结构和取食方式的比较研究,从生物学角度,提出蚊科进化关系。

关键词 蚊幼虫上颚 蚊虫分类 形态学

蚊幼虫口器的形态学结构和分类学意义早就引起人们的注意。以前大多数的都是有关形态学的。应用口器作为分类特征进行分类学研究,仍不多见,主要是由于材料处理较为困难和口器各部分尚缺乏统一名称。70 年代以来,开展了种间和属间幼虫口器结构和功能的比较研究。Knight (1971) 对蚊科各属的 4 龄幼虫上颚根据同源关系定出了各部分结构的统一名称。Harbach 和 Knight (1977) 发表了《蚊虫分类学名词汇编之

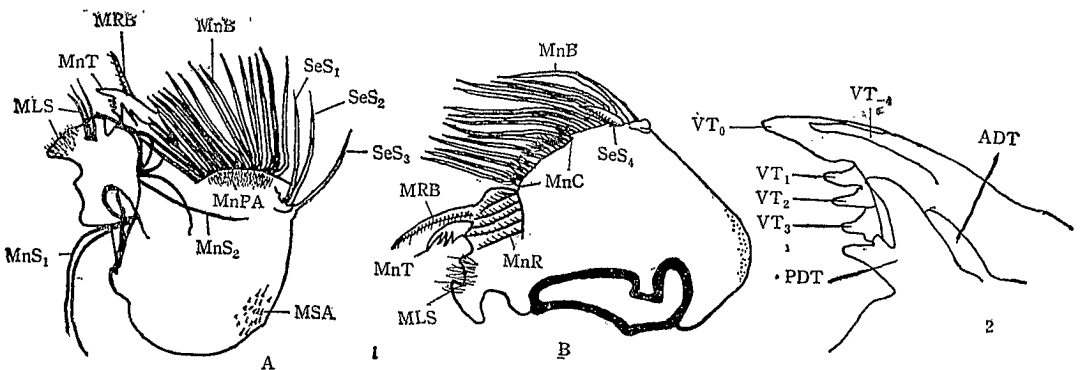


图 1 蚊幼虫上颚形态示意图,上颚各部分的名称和缩写符号系
根据 Harbach 和 Knight (1977) 所拟的名称

A. 上颚背面观 B. 上颚腹面观 MnB 为上颚刷,MRB 为耙刀,MnR 为上颚耙,MnT 为上颚齿,MLS 为上颚瓣刚毛,MnS₁ 为上颚栅 A, MnS₂ 为上颚栅 B, MSA 为上颚多棘区, MnC 为上颚梳, SeS 为鞍毛, MnPA 为上颚多毛区

图 2 库蚊幼虫上颚齿示意图

VT₀ 为腹齿 0, VT₁ 为腹齿 1, VT₂ 为腹齿 2, VT₃ 为腹齿 3,
VT₄ 为腹齿 4, ADT 为前背齿, PDT 为后背齿

本文于 1985 年 10 月收到。

本文在蒲蛰龙教授指导下完成,得到我所电镜室张景强、林林、汤长风、王勇等同志的帮助。

五——幼虫上颚》，对幼虫上颚各部分结构名称进行修订。本文利用扫描电镜的方法，对 8 种库蚊幼虫上颚进行分类学研究。同时，为了对比分析库蚊属与其他蚊属的关系，又观察了另外 4 属代表种的幼虫上颚，作为分析各属的分类特征。

材 料 和 方 法

本文所用的蚊种均系作者采集于广东境内。

扫描电镜样品制备：幼虫用约 60℃ 的水杀死，然后置于 10% KOH 清洗、透明，水洗 2 次。解剖得到上颚，各级酒精脱水，醋酸戊酯置换，HCP-2 临界点干燥仪中用液态二氧化碳干燥。IB-2 离子镀膜机镀金，用双面胶纸把样品贴在铜台上，日立 S-450 扫描电镜观察。

结 果

一、蚊幼虫上颚的形态描述

上颚外缘前方有一凹形鞍，长有鞍毛 (SeS) 1—4 根，其大小、形状和数目因种而异。从背到腹面，分别称为 SeS_1 , SeS_2 , SeS_3 和 SeS_4 。

上颚的背前缘或中缘有一排上颚刷 (MnB)，刷毛弯曲呈肘状。在基部有一些细毛结构，称为上颚多毛区 (MnPA)。在按蚊属这一区域被覆一层绒毛，与表皮紧贴，类似皮毛。

除了兰带蚊属和一些捕食性蚊之外，几乎所有的蚊属在上颚腹面前方都有一排鬃毛状或细丝状结构 (Knight, 1971)，称为上颚梳 (MnC)。它分属两种类型：具刺结节状和刚毛状。具刺结节状梳是从一个乳头状突起上长出很多小刺，这种类型见于库蚊属 [捕食蚊亚属 *Culex* (*Lutzia*) 除外]，一般有梳 7—11 个。日本伊蚊和骚扰阿蚊的上颚梳则属于刚毛状类型。按蚊无上述构造。

在上颚腹面，上颚梳内侧，有一排耙毛状刚毛，称为上颚耙 (MnR)。第一根耙毛称为耙刀 (MRB)，有长侧齿，齿呈镰刀状，与其他耙毛在形状和长度上都不同。

上颚齿 (MnT) 是上颚的主要构造，骨化程度高，种间变化较大。上颚齿包括背齿 (DT)，腹齿 (VT)，附属齿 (AT) 和辅助齿 (AVT)。

上颚背面近中缘位置，有 1—2 排刚毛，称为上颚栅 (MnS)。库蚊 (捕食蚊亚属除外) 和日本伊蚊上颚栅柔软细长，分成两组，后面一组称为 MnS_1 ，前面一组称 MnS_2 。按蚊、褐尾库蚊、蛛形杵蚊和骚扰阿蚊只有一组刚毛，较粗硬。

上颚最外缘上面长一些小棘，这一区域称为上颚棘区 (MSA)。大多数蚊种都有这种表皮棘。

二、各蚊种上颚形状概述和种间鉴别特征

1. 大劣按蚊 (*Anopheles* (*Cellia*) *dirus* Peyton et Harrison, 1979) (图版 I: 1, 2)

形态概述：上颚长宽比 1.64，仅次于褐尾库蚊。上颚齿较多，其中 VT_0 较大，在其前方有 VT_{-1} 和 VT_{-2} 两齿，附属齿 (AT) 多个，密集排成一块。上颚刷 (MnB) 粗壮且硬，其前端伸达上颚齿。上颚多毛区 (MnPA) 皮毛状。鞍毛 (SeS) 4 根。上颚多棘区 (MSA) 棘多且有毛簇。上颚耙 (MnR) 较为特殊，后三根聚，前二根分生并且有羽状齿；耙刀 (MRB) 粗壮，表面光滑。无上颚梳。

鉴别特征: 附属齿 50 个以上, 上颚多毛区 (MnPA) 皮毛状, 无上颚梳。

2. 日本伊蚊 (*Aedes (Finlayia) japonicus* (Theobald, 1901)) (图版 I: 3, 4)

形态概述: 上颚长宽比 1.3。腹齿背棘 (DMSP) 2 个, 一尖一钝; 上颚刷 (MnB) 位于前缘中部, 约 48 根。鞍毛 (SeS) 4 根, SeS₄ 较细长。MnS₁ 9 根, MnS₂ 6 根。MRB 粗短, 中部稍膨大, 缘齿细小。上颚梳 (MnC) 刚毛状, 共 22 根。

鉴别特征: 上颚梳刚毛状, 腹齿背棘 2 个。

3. 骚扰阿蚊 (*Armigeres (Armigeres) subalbatus* (Coquillett, 1898)) (图版 I: 5, 6)

形态概述: 上颚长宽比 1.62; 上颚齿粗壮有力, 其中 VT₀ 粗钝, VT₁₋₃ 锥形; 背齿 (DT) 1 个; 上颚刷位于前缘, 约 26 根; 上颚瓣毛 (MLS) 很长, 分布于上颚齿基部; MSA 棘多而小; 上颚耙 (MnR) 退化, 只剩下一根, 位于上颚齿基部; 上颚梳 (MnC) 刚毛状, 约 10 根。

鉴别特征: 上颚耙 1 根, 上颚刷位于前缘, 上颚瓣毛长且多, 位于上颚齿基部; 上颚梳刚毛状。

4. 斑翅库蚊 (*Culex (Culex) mimeticus* Noé, 1899) (图版 II: 7)

形态概述: 上颚长宽比 1.2; 上颚齿粗短, 末端钝圆; VT₄ 短; 背齿 (DT) 1 个; 上颚刷位于前缘中部, 约 58 根; 鞍毛 4 根, 刀片状, 有侧齿; MnS₁ 9 根, MnS₂ 7 根, 每根扁带状; MSA 棘长; MnR 7 根, 羽毛状; 上颚梳 7 个, 具刺结节型。

鉴别特征: 本种与二带喙库蚊的上颚齿都粗壮短小。区别特征: 上颚长宽比 1.2; 背齿 1 个; 上颚刷 58 根; MnS₁ 9 根, MnS₂ 7 根; 上颚梳仅 7 个, 为最少者。

5. 二带喙库蚊 (*Culex (Cux.) bitaeniorhynchus* Giles, 1901) (图版 II: 8)

形态概述: 上颚长宽比 1.36; 上颚齿粗壮短小, 是本文中最短者; VT₃ 三角形; VT₄ 长刺形; 前背齿 1 个, 后背齿分 2 齿, 粗壮、圆锥形; 上颚刷位于最前缘; SeS 3 根, 粗壮且圆, 表面光滑; MnS₁ 14 根, 较长; MnS₂ 9 根; MSA 棘多而长, 耙刀 (MRB) 发达, 镰刀状。

鉴别特征: 本种与斑翅库蚊很相似, 主要区别是: 前背齿 1 个, 后背齿分 2 齿; 鞍毛 3 根, 表面光滑无齿; MnS₁ 14 根, MnS₂ 9 根。

6. 白霜库蚊 (*Culex (Cux.) gelidus* Theobald, 1921)

形态概述: 上颚长宽比 1.09; 上颚齿与致倦库蚊相似, 但 VT₀ 细长, VT₁—VT₂ 基部宽末端尖, VT₃ 近三角形; 附属齿 1 个, 后背齿分 3 叉; 鞍毛 4 根, 其中 SeS₁ 较粗, 镰刀状, SeS₂ 和 SeS₃ 较细, SeS₄ 粗短, 长度约为 SeS₁ 的 1/3, 匕首状; MnS₁ 6 根, MnS₂ 5 根; 上颚耙 10 根, 有长羽状齿; 上颚梳 11 个, 具刺结节型。

鉴别特征: 本种与致倦库蚊和迷走库蚊相似。区别特征: VT₀ 细长, VT₃ 基部宽, 近三角形; MnS₁ 6 根, MnS₂ 5 根; 上颚梳 11 个。

7. 白胸库蚊 (*Culex (Culiciomyia) pallidothorax* Theobald, 1905)

形态概述: 上颚长宽比 1.17; VT₀ 很长, 基部缢缩, VT₄ 长刺状, 前后背齿各 1 个; 上颚刷位于前缘中部; MnPA 具细毛, MnS₁ 7 根, MnS₂ 5 根, 每根扁带状。

鉴别特征: VT₀ 长, 端部大而基部缢缩; 上颚刷 62 根; MnS₁ 7 根, MnS₂ 5 根。

8. 致倦库蚊 (*Culex (Culex) pipiens quinquefasciatus* Say, 1923) (图版 II: 9, 10)

形态概述: 上颚长宽比 1.09; VT₀ 中部膨大, VT₁₋₃ 有侧齿, VT₄ 长刺状; 前背齿 1

个,后背齿 1 个分 3 齿;上颚刷位于背面中部,约 75 根,长线状,有侧齿;鞍毛 SeS_{1-3} 细长, SeS_4 粗短,匕首状; MnS_1 7 根, MnS_2 6 根;上颚耙 10 根,镰刀状;上颚梳 10 个,具刺结节状。

鉴别特征:本种与类致倦库蚊、迷走库蚊相似。区别特征: VT_0 中部膨大, VT_{1-3} 有侧齿。

9. 类致倦库蚊 (*Culex (Culex) huangae* Meng, 1958)

形态概述:上颚长宽比 1.09; VT_0 圆杆状, VT_{1-4} 长刺状;前背齿 1 个,后背齿分 3 齿;上颚刷毛 63 根; $MnPA$ 细丝状; SeS 4 根; MnS_1 10 根, MnS_2 6 根,均末端分支;上颚耙 (MnR) 10 根,耙刀 (MRB) 1 根,弯镰刀状;上颚梳 (MnC) 11 个,具刺结节型。

鉴别特征:本种与致倦库蚊相似,但上颚齿末端钝圆;上颚刷 63 根;上颚栅 10 根。

10. 迷走库蚊 (*Culex (Culex) vagans* Wiedemann, 1828)

形态概述:上颚长宽比 1.13; VT_0 匕首状, VT_{1-3} 乳头状, VT_{1-4} 长刺状;前背齿 1 个,后背齿分 3 齿;上颚刷位于背面前缘中部,约 50 根;鞍毛 3 根,其中 SeS_4 粗短; MnS_1 5 根,长线形; MnS_2 4 根;上颚瓣毛发达,瓣毛长。

鉴别特征:上颚长宽比 1.13; VT_{1-3} 细长;背齿肥大;上颚刷 50 根; MnS_1 5 根, MnS_2 4 根。

11. 褐尾库蚊 (*Culex (Lutzia) fuscans* Wiedemann, 1820) (图版 II:11)

形态概述:上颚长形,长宽比高达 1.9; VT_0 特长,尖刀状; VT_1 和 VT_2 很小, VT_3 三角形, VT_{1-4} 长刺状;背齿 1 个;上颚刷位于内缘,约有 34 根,每根刚毛长条形,特粗;鞍毛缺; MnS 仅一组,只有 10—15 根,基部有一些小刚毛; MSA 除有刺状棘外,还有小瘤状突起;上颚耙 3 个,茎状,端部分支若干,构造较为特殊,耙刀粗短;无上颚梳。

鉴别特征:本种上颚构造特殊,适于捕食习性,易于与其它种区别。上颚很长,长宽比高达 1.9,为本文中最大者; VT_0 长尖形, VT_1 和 VT_2 很小;上颚耙 3 个,茎状,末端分若干支;上颚刷很发达,位于上颚内缘,共 34 根,每根长条形;上颚梳和上颚栅缺。

12. 蛛形杵蚊 (*Tripteroides (Rachionotomyia) aranoides* (Theobald, 1901)) (图版 II:12)

形态概述:上颚腹齿尖,圆锥形;附属齿 1 个;背齿 1 个,弯钩形; $MnPA$ 长棘形,排成一列;鞍毛 1 根,表面光滑;上颚栅 10 根,末端分支; MSA 棘细长。

鉴别特征:鞍毛 1 根,表面光滑;背齿 1 个,弯钩形; $MnPA$ 长棘形,排成一行。

讨 论

Knight (1977) 指出:“蚊幼虫上颚表现出大量的结构多样性,具有 25 个以上明显的外部结构。”考虑到口器的构造与幼虫取食方式的关系, Surtees (1958) 从系统发育的角度指出:“库蚊族幼虫在从一般的取食方式向特殊的取食方式进化的过程中,伴随着口器下颚的退化和上颚的进化。”这表明了幼虫上颚是高度专一化的取食附肢,可能具有重要的分类价值。

一般说来,库蚊幼虫上颚结构最为复杂,这与食性有关。致倦库蚊、迷走库蚊、白霜库蚊和白胸库蚊上颚高度发达,刷毛长且多,一侧有羽状齿,它们的摆动有利于把食物颗粒

引入口中。骚扰阿蚊上颚刷较短和少,说明它取食较大的食物颗粒。按蚊上颚刷短且硬,端部与上颚齿齐列,它有清除上颚齿的食物残渣和帮助咬碎食物的功能。二带喙库蚊上颚刷较不发达,表明它不是滤食者,而是植食者,靠切割水绵为食。斑翅库蚊的上颚刷介于二带喙库蚊和致倦库蚊之间,因此它除了取食水绵之外,可能还兼有滤食浮游生物之功能。

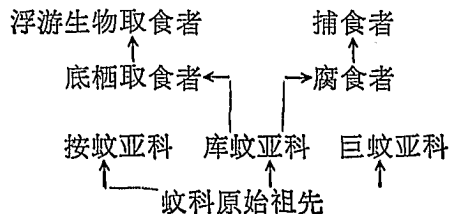
骚扰阿蚊和日本伊蚊的上颚梳呈刚毛状,功能可能与上颚刷相似,用于滤食食物。库蚊的上颚梳是具刺结节状,作用未明。但 Harbach (1977) 认为上颚梳的类型与食物的大小有关,刚毛状类型有利于取食较大的食物颗粒,而库蚊的具刺结节状类型则取食小颗粒食物。Shalaby (1975) 认为伊蚊的刚毛状是由库蚊的具刺结节状发展而来的。

上颚齿是重要的结构,与取食方式关系最为密切。按蚊的附属齿很多,有利于磨碎小颗粒食物。库蚊没有附属齿或仅有一个,腹齿 4 个,较发达,主要用于咬碎食物。二带喙库蚊和斑翅库蚊上颚齿粗壮有力,特别是前者的镰刀状耙刀,都有利于切割水绵。捕食性的褐尾库蚊 VT₀ 很发达,长而尖,有助于杀死和咬住猎物。Knight (1971) 指出,在捕食性种类中,上颚有趋同现象,库蚊和伊蚊中的捕食性种类与巨蚊在上颚结构方面都很相似。

库蚊属中的斑翅库蚊和二带喙库蚊是比较特殊的两个种,与其他库蚊很不一样。它们广布于全国大部分地区,生态习性接近,主要是以水绵为食。它们的上颚结构相似,上颚齿骨化程度高,粗壮短小。二带喙库蚊的耙刀镰刀状,适于切割水绵。结构的相似性反映了取食方式的相似。通过扫描电镜观察,这两种蚊幼虫体表的微细结构也很相似。由此可推断它们是两个亲缘关系很近的物种。

考虑到蚊虫的进化,Montschadsky (1936) 和 Surtees (1959) 认为滤食性是原始类型,捕食性是高级类型,库蚊亚科的进化是从滤食者进化到捕食者。根据进化程度的高低,它们的关系如下:浮游生物取食者→底栖取食者→腐食者→捕食者。Harbach (1977) 则认为腐食者是最原始的类型,他列出了进化途径是:浮游生物取食者←底栖取食者←腐食者→捕食者。

冯兰洲(1963)从生态学和食性的角度,认为生活在野外清水中的蚊虫较原始,生活在靠近居民的有机质丰富的污水中的种类较进化。植食性种类最原始,吸动物血的次之,吸人血的种类进化程度最高。他认为蚊科三个主要属的进化关系是:按蚊属→伊蚊属→库蚊属。但是从上颚结构和其它特征来考虑,我们认为按蚊不可能进化为伊蚊和库蚊,按蚊亚科、库蚊亚科和巨蚊亚科是从蚊科的原始祖先分出的三支,库蚊亚科中根据生活习性的不同分别分二支发展。因此,我们认为蚊科的进化关系可能如下图所示:



参 考 文 献

- 冯兰洲 1963 从进化的观点看蚊虫与疾病的关系。昆虫知识 7(2): 86。
- 孟庆华、陈汉彬 1980 中国库蚊鉴别手册。贵州人民出版社。
- Harbach, R. E. and K. L. Knight 1977 A mosquito taxonomic glossary X. The larval mandible. *Mosquito Systematics*. 9(1): 25—57.
- Harbach, R. E. 1977 Comparative and functional morphology of the mandibles of some fourth stage mosquito larvae (Diptera, Culicidae). *Zoomorphologie* 87: 217—36.
- Knight, K. L. 1971 Comparative anatomy of the mandible of the fourth instar mosquito larvae (Diptera: Culicidae). *J. Med. Ent.* 8(2): 189—205.
- Montschadsky, A. S. 1936 The mosquito larvae of the U. S. S. R. and neighboring countries (Fam. Culicidae). (In Russian). *Opred. Fauna USSR* 24: 1—383.
- Shalaby, A. M. 1967 On the mouthparts of the larval instars of *Aedes aegypti* (L) (Diptera: Culicidae). *Bull. Soc. Entomol. Egypte*.
- Surtees, G. 1959 Functional and morphological adaptation of the larval mouthparts in the sub-family Culicinae (Diptera) with a review of some related studies by Montschadsky. *Pro. R. Ent. Lond. (A)* 34(1—3): 7—16.

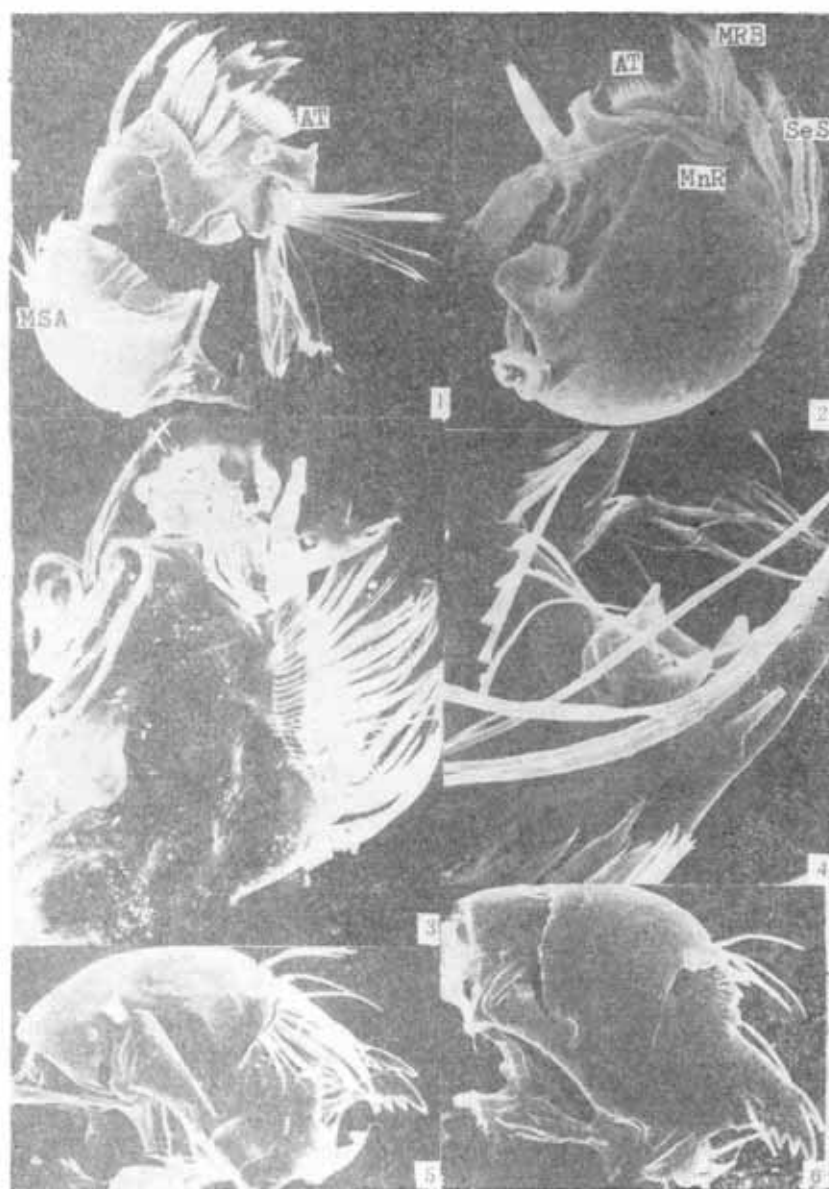
SCANNING ELECTRON MICROSCOPIC OBSERVATION ON MANDIBLES
OF MOSQUITO LARVAE AND THEIR CLASSIFICATION

KE ZHAO-XI

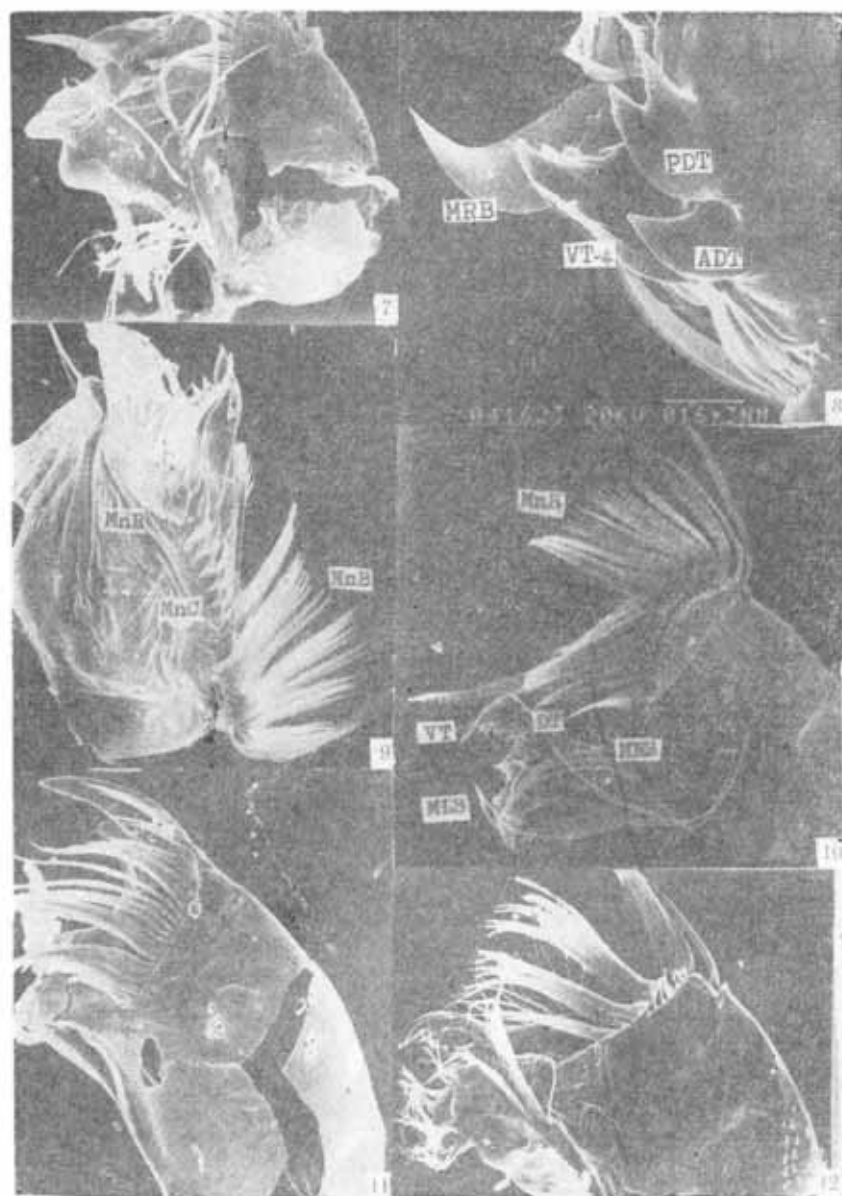
(Research Institute of Entomology, Zhongshan University)

The mandibles of the fourth instar larvae of thirteen species of mosquitoes including 8 *Culex*, 2 *Anopheles*, 1 *Aedes*, 1 *Armigeres* and 1 *Tripteriods* were studied with scanning electron microscope. The structural differences of the mandibles are described and a classification system on the basis of the mandibular structures of the larvae is presented. Based on the comparative morphology of the mandibles and feeding habits of the larvae a scheme of evolutionary relation of the species is proposed.

Key words mosquito larval mandible—morphology—mosquito taxonomy



1. 大劣按蚊上颚腹面, 350 $\times$; 2. 大劣按蚊上颚背面, 290 $\times$;
3. 日本伊蚊上颚腹面, 330 $\times$; 4. 日本伊蚊上颚齿, 1100 $\times$;
5. 骚扰阿蚊上颚背面, 240 $\times$; 6. 骚扰阿蚊上颚腹面, 270 $\times$



7.斑翅库蚊上颌背面,260×; 8.二带喙库蚊上颌背面,910×;
9.致倦库蚊上颌腹面,300×; 10.致倦库蚊上颌背面,240×;
11.褐尾库蚊上颌背面,240×; 12.珠形库蚊上颌背面,280×