

斑蜡蝉生殖系统的解剖与组织学

孙少轩

(山东农学院)

摘要 详细描述了斑蜡蝉两性生殖系统各部分的结构与组织学。精巢由6条互相分离的精巢管组成,而卵巢则含有14条典型的端滋式卵巢管。用组织化学方法测定了雄性附腺各段的分泌物的成分,它们分别构成精包、精液与精包鞘。订正了过去文献中关于雌性生殖系统某些部分的解释:过去误称为雌性附腺的其实是受精囊及其腺,而过去误称为受精囊的其实是接纳及消化精包的交配囊。受精囊腺的细胞具有一条曲折的细胞内分泌小管,贯穿内膜开口于腺腔。交配囊体及交配囊管上皮折突的内层为腺细胞,有孔道通过内膜与腔相通,它可以分泌一种(或多种)酶以消化精包。此外还从卵黄发生的速率与精包授精的关系,讨论了精包作为一种蛋白养料的来源,在雌虫营养与生殖上的重要性。

斑蜡蝉 *Lycorma delicatula* White 为华北常见的半翅目同翅亚目昆虫,为害葡萄、臭椿等植物,作者前曾对其消化系统作过观察,兹将其两性生殖系统结构的资料整理如下。

材料与方 法

解剖及制片用的成虫都采自野外,由于此虫的成虫寿命很长,生殖细胞在成虫期逐步发育成熟,因此自7月中旬成虫初羽化时起,至9月底成虫行将绝迹时止,每隔7—10天观察一批。成虫杀死后在生理盐水中解剖观察,制片的材料分段剪开后,固定于 Bouin 酒精液、Carnoy 液、10%甲醛及 Zenker 液,石蜡包埋,切片厚4—5微米,以 Delafield 苏木精与曙红,Heidenhain 铁苏木精与 Mallory 液,Feulgen 剂与固绿染色。精包经固定后坚硬而发脆,不易切成薄片,因此含精包的交配囊用双重包埋法,切片厚10微米。此外对性成熟期雄虫的附腺还分段作了组织化学测定,所测物质及方法见表1,具体操作方法都根据 Pearse (1960)。各图版中的照片除特别指出者外,均系苏木精与曙红染色的切片摄影。

两性生殖系统的解剖

雄性生殖系统 精巢(图1)一对,各由6条精巢管组成,各条精巢管互相分离,外面无包皮。每条精巢管长约4.3毫米,呈略扁的圆筒形,基部三分之一粗,直径约1毫米,端部1/3向顶端缩小。每条精巢管外包有一层结缔组织薄膜,膜内含有色素,故精巢管外观呈鲜红色。输精管十分细长,后半部稍为膨大成为贮精囊,二者合长约21毫米,前端约4毫米游离,其围膜亦呈淡红色,中部长约12毫米的一段互相卷曲成一团,外包一层结缔组织薄膜,成为一个直径约2.5毫米的淡红色球形的囊;贮精囊的末端又略收细,伸出薄膜外,长约3毫米,开口于射精管前端的两侧。射精管较为粗短,全长4.5毫米,末端连于阴茎的基部。

在两条输精管会合于射精管处,又生有一对长而卷曲的雄性附腺,初羽化时较为细

短,完全无色透明,性成熟时全长约 14.5 厘米,按其粗细与色泽可以分为五段。最端部的第一段长约 18 毫米,细而透明。第二段最长,达 72 毫米左右,端半部颇细,基半部大为增粗,为附腺各段中最粗的部分,前后两部分均为乳白色不透明;从外形看来这两部分似为不同的两段,但其组织结构与分泌物的成分完全相同,因此算作一段。第三段长约 25 毫米,较前段稍细,完全透明。第四段又稍增粗,长约 15 毫米,乳白色半透明。第五段长约 15 毫米,粗细与前段相似,但呈暗黄色。

半翅目昆虫的雄性附腺可能为中胚附腺,也可能为外胚附腺,在蝉科 (Myers, 1928) 及鞘喙蝉科 (Pendergrast, 1962) 中,它开口于贮精囊,因此无疑为中胚附腺,但斑蜡蝉的附腺,从其开口地位看来,很难断定它应属于那一类。

雌性生殖系统 卵巢 (图 4) 一对,各由 14 条端滋式卵巢管组成,顶端各有一条十分细短的端丝,所有的端丝结合成一条长仅 1 毫米的悬带,但后者并不附着在任何组织上。卵巢管的长短随卵的发育程度有很大的变化,初羽化时全长仅 3 毫米弱,除端部小形的原卵区外,全部为卵巢管柄。性成熟并开始产卵时,卵巢管全长约 13 毫米,其中原卵区长 0.7 毫米,生长区长 4 毫米,卵巢管柄长 8.3 毫米。同侧的 14 条卵巢管柄结合于漏斗形的输卵管萼,其后方缩小成侧输卵管,长仅 1.5 毫米,两条侧输卵管会合成中输卵管,长约 4 毫米,其后方又稍膨大成为阴道,长 4.5 毫米。

中输卵管的中部向一侧生出一条 S 形的受精囊,其基部长约 1.5 毫米较细,中部长约 2 毫米较粗,端部长约 1 毫米又变细,这一部分其实已是受精囊腺的导管,其顶端生出二条十分细长丝状的受精囊腺,初羽化时较为细短,性成熟时长达 5 厘米左右,平时互相卷曲,并有气管联系于交配囊壁上。

中输卵管与阴道交界处的一侧生出一大形的交配囊,其基部长约 2.5 毫米,直径 1.5 毫米,肌层与内膜均特别厚,是为交配囊管;端部为交配囊体,长约 7 毫米,直径 3 毫米,肌层与内膜均较薄,外表隐约可见许多六角形的条纹。当中空时交配囊体的囊壁向内皱折,内含精包时膨大成长囊状,顶端钝圆,交配囊颈始终无变化。

半翅目同翅亚目头喙类雌性生殖系统的构造,过去的描述出入颇大,主要是在交配囊与受精囊。早年学者多半认为头喙类昆虫没有交配囊,而把开口于中输卵管后端附近的一个大形的囊称为受精囊,如 Myers (1928) 在一种蝉 *Carineta formosa* 中所指的受精囊其实应是交配囊,因在斑蜡蝉中此囊内含有精包。Myers 所指的一对开口于中输卵管端部的附腺其实是受精囊腺,不过他沒有说明受精囊的形状,插图中亦未绘出。半翅目雌虫没有一般昆虫的附腺 (护卵腺),而且附腺应该开口于阴道,而不应开口于中输卵管前部 (Snodgrass, 1933)。至于 Myers 在 *C. formosa* 中所指的受精囊腺 (开口于阴道最后端的两条细丝) 不知为何物,斑蜡蝉中未曾见到。此外在交配囊开口处后方的一段生殖导管,也不应称为中输卵管,而应称为阴道,因为在头喙类昆虫中与鳞翅目一样,它是由第九节腹板内陷而成的 (Snodgrass, 1935)。在斑蜡蝉中,中输卵管与阴道的组织结构亦有所不同。Pendergrast (1962) 对鞘喙蝉科的描述比较正确,他所指的内含颗粒状物质的阴道囊正是交配囊,不过他的图中只绘出了受精囊,而无受精囊腺,文字说明中亦未曾提到。

Strübing (1955) 曾对一种樗鸡 *Dictyophara europaea* L. 的雌性生殖系统予以简单的描述,所见的情况基本上与斑蜡蝉相符,但也有一些不同,如 *D. europaea* 在每条侧输卵

管的中部有四条附腺, 交配囊上有一个角状突等均为斑蜡蝉所无。而 *D. europaea* 的受精囊腺有四条, 斑蜡蝉则仅有二条。

精包 在交配后不久的雌虫交配囊中剖出的精包, 外面包有一团暗黄色半透明的胶状物质, 在酒精或甲醛中凝结成质地比较疏松的物质, 甚易剥离。精包本身在新鲜时颇韧, 乳白色, 固定后质地十分致密坚硬。精包的形状与红头猎蝽 *Rhodnius prolixus* (Khalifa, 1950a; Davey, 1959) 者颇为相似, 它大体呈椭圆形(图 2), 后端钝圆, 前端稍细, 背腹两面稍扁平, 长约 4 毫米, 中部最宽处宽约 2 毫米余, 厚 2 毫米弱, 背面正中有一条纵列的浅沟, 自前端伸达中部附近为止, 内含精液与精子, 精包内部为一实心体, 无腔。

头喙类特别是蝉科的生殖系统虽经许多人研究过, 但都没有提到它具有精包授精现象, 只有 Strübing (1955) 在一种樗鸡 *Dictyophara europaea* 中发现有精包, 据作者所知他是在半翅目同翅亚目中第一个发现精包者(参 Davey, 1960), 他的描述虽然十分简单, 但也可看到 *D. europaea* 的精包与斑蜡蝉者十分相似。他又发现产卵中的个体其交配囊内的精包已被消化, 仅剩一团残渣保留在皱缩的交配囊内, 作者在解剖斑蜡蝉时也常见到这样的情况。

雄性生殖系统的组织学

斑蜡蝉在 7 月间初羽化时, 其雄性生殖细胞尚未成熟, 因此关于其精巢管的组织构造, 须将初羽化时与性成熟时的情况分别描述, 雄性生殖系统的其他部分则主要根据性成熟期说明之。

初羽化时的精巢管 斑蜡蝉精巢的六条精巢管互相分离, 每条精巢管外分别包有一薄层长扁形的结缔组织细胞, 厚可 2—4 微米, 其核长圆形至扁形, 长 8—14 微米, 宽 2 微米, 稍向外方凸出。

精巢管细尖的顶端内为原精区(图 3), 精原细胞的直径为 14 微米, 原生质甚少, 核甚大, 占细胞的大部分, 直径为 12 微米, 染色质较少, 颗粒状。在原精区的后方四周有若干较小椭圆形的核, 长 8 微米, 宽 4 微米, 细胞的界限不甚清楚, 根据核与染色质的形状看来, 此当为未来的囊细胞。斑蜡蝉成虫中未见到端细胞, 文献中关于同翅亚目端细胞的记载也很少, Carson (1945) 在沫蝉科也未曾见到, 仅在 Kornhauser (1914) 在角蝉科中有发现, 不过他认为角蝉端细胞的作用为使若干育精囊发生退化, 将分解产物供其他育精囊生长, 与一般的见解不同; 斑蜡蝉中从未见到育精囊有中途退化的情形。

再向后即进入生长区, 第一精母细胞的直径为 30 微米, 核的直径为 10 微米, 即它与细胞体积的比例已较前减小, 染色质较为密集, 细线状, 原生质较前增多。每个育精囊由十余个第一精母细胞组成, 囊的直径约 65 微米, 囊壁颇薄, 厚不到 1 微米, 但明显可见, 囊细胞核椭圆形, 长 14 微米, 宽 6 微米, 稍向外方凸出, 核四周的原生质较多。斑蜡蝉每个育精囊可见 2—3 个囊细胞核, 细胞的界限不清。在纵切片中育精囊沿精巢管的长轴排成二行, 颇为紧密。

再向后精巢管逐渐增粗, 进入成熟区, 第二精母细胞的育精囊较大, 直径达 120—140 微米, 囊壁加厚为 2 微米, 囊细胞核亦稍增大, 长 17 微米, 宽 4 微米。第二精母细胞比第一精母细胞大, 直径 40 微米, 核的直径 20 微米, 染色质成粗粒状, 核汁较多, 因此整个核

染色较浅,原生质亦较前增多。

后面为变化区,精巢管大为增粗,内部的育精囊自前至后不断增大,最基部者直径达 500 微米左右,囊壁厚 4 微米,囊细胞呈长扁形,长 17 微米,宽 4 微米。精子细胞呈多边形,直径约 37—60 微米,核更大,直径有 25—40 微米,染色质细粒状,核仁比以前各期大而明显,核汗更多。有的个体中,最后一、二列育精囊内的精子细胞正处于变化初期,核开始缩小,染色质浓集,核由细胞中央迁向边缘,有的精子细胞已有细短的尾部可见,但尚见不到成熟的精子。

总之,初羽化成虫精巢管的构造,除了少数精子细胞在变化中外,其余均与末龄若虫时相同,末龄若虫的精巢管中也见不到端细胞。

精巢管的后端为 2—3 层长扁形横列的细胞,其构造及染色性质与精巢管外的结缔组织细胞相同,而与输出管的嗜碱性上皮细胞完全不同。此时精巢管与输出管之间尚未相通,输精管与贮精囊内全空。

Bonhag 与 Wick (1953) 谓长蝽 *Oncopeltus fasciatus* 的育精囊间夹杂着一些不规则形的滋养细胞,可能为变形的育精囊细胞,囊壁内则没有细胞核。斑蜡蝉的育精囊十分完整,长扁形的小核都位于囊壁内,即使在两个十分紧贴的育精囊间,囊细胞的界限依然十分明显。

性成熟时的精巢管 斑蜡蝉雄虫的性成熟要比雌虫早,当 8 月间雌虫的第一批卵包囊刚开始发育时,雄虫的精巢内已有成熟的精子出现。

9 月间两性开始交配时,精巢管内成熟精子占其全部长度的 8/10,位于前部的精子尚包在育精囊内,而后方大部分的育精囊已破裂,精子仍成束排列整齐,其头部均朝向精巢管的边缘,尾部向中央及后方伸展。退化中的囊细胞混杂在精子束间,其核成为球形,直径有 12 微米,细胞壁往往不明显。精巢管端部 2/10 处大半为变化中的精子细胞,仅在最前端的一、二个育精囊内为尚未发生变化的精子细胞,精原细胞与精母细胞均不可见(图 7)。

输出管 自精巢管后端生出的输出管十分细短(图 3),由一层圆柱形上皮细胞与结缔组织围膜而成。上皮细胞高 20 微米,核呈椭圆形,长 12 微米,中位,染色质颗粒多而且密,原生质嗜碱性颇强。围膜为一层扁平细胞,厚 1 微米余,核长扁形,长 8 微米,宽 1 微米,原生质嗜酸性,与精巢管外的结缔组织相连,新鲜时呈红色,切片染色后色素粒反不可见。

输精管 上皮细胞为立方形至短圆柱形(图 8),高 20 微米,核卵圆形,较小,长约 10 微米,基位,染色质较少,原生质嗜酸性。输精管的腔颇大,直径 140—180 微米。输精管前端游离的一段在上皮外包有一层围膜,其构造与输出管的围膜同。

贮精囊 上皮细胞立方形至短圆柱形(图 8),高 20 微米,核卵圆形,直径 10 微米,基位,原生质稍带嗜碱性,细胞的端部每向腔内延伸,内含许多小形的空胞,成块脱落入腔内(局泌)。腔的直径比输精管大,为 180—240 微米。

输精管与贮精囊的大部分都互相卷曲成一团,外包一层结缔组织薄膜,在切片中可见此膜与输精管前端的围膜相连,膜厚 8—14 微米,有许多长 10 微米、宽 8 微米的卵形小核分散其间,膜外附着许多脂肪体与气管。此膜且伸入内部,分布于输精管与贮精囊之间的

空隙中,气管亦随之伸入,但脂肪体仅限于膜外。

贮精囊末端又稍缩小,伸出结缔组织薄膜外;在开口于射精管之前,与附腺的基部紧密结合,外包一层环肌(图 9),此层环肌与射精管的肌层相连,肌纤维且伸入内部,成为贮精囊与附腺间的分隔。

射精管 斑蜡蝉射精管的上皮与其他半翅目昆虫不同,它没有内膜,上皮细胞长圆柱形,高 54 微米(图 10),核长卵形,高 16 微米,宽 8 微米,染色质较多,原生质微带嗜碱性,核以上部分尤多小形空胞,有时可见局泌;上皮之外为二层环肌纤维,厚约 10 微米。

附腺 性成熟时附腺上皮分化为作用不同的五段,其细胞形态稍有不同,分泌物质质的差异尤为显著。第一段的上皮细胞立方形,高 20 微米(图 9),核圆形,直径 10 微米,中位,原生质嗜碱性,基半部尤强,在染苏木精与曙红的切片中,腔内的分泌物染作暗红色。第二段的上皮细胞亦为立方形(图 11),有时稍带扁形,原生质嗜碱性较强,腔内的分泌物染作深玫瑰红色,经固定后硬而且脆,不易切成薄片。第三段的上皮细胞为立方形至短圆柱形,高 16—24 微米,核短卵形,长 10—12 微米,中位,但所占比例较大,染色质较多,原生质的嗜碱性则较上段弱,腔内分泌物染作玫瑰红色,但固定后不发脆。第四段的构造最为特殊,其上皮细胞亦为立方形(图 12),高 18 微米,核圆形,直径为 8 微米,染色质较少,原生质的嗜碱性较弱,每个细胞的游离缘外有一条柱状分泌物,一直伸达腔的中心,染作浅红色,其形状与拟螟蛾 *Leucinodes orbanalis* 单射精管前部(Srivastava 与 Srivastava, 1957) 及粘虫 *Pseudaletia separata* 单射精管腺体部第一段(孙少轩与牟吉元, 1963) 相似,但有一点不同,其每条柱状分泌物又分为许多层。第五段的上皮细胞作立方形或短圆柱形(图 14),高 40 微米,核相对地较小,直径为 10 微米,染色质颗粒最粗,原生质的嗜碱性较弱,腔内的分泌物染作橙红色,固定后凝成团粒状。附腺外的围膜厚 2 微米,其结构与输精管的围膜同。

雄性附腺的组织化学

为了探讨雄性附腺各段在作用上的分工,及其与精包授精的关系,又将各段附腺腔内的分泌物分别作了组织化学测定,结果见表 1。此外还对含有精包的雌虫交配囊的切片作了同样的测定,以资比较,其结果在下面一并讨论,不另列表。

Feulgen 阳性的 DNA 仅见于各段上皮细胞的细胞核内,染 Unna-Brachet 剂时,含 RNA 的核仁与原生质都着色颇深,第二段上皮细胞的原生质色泽尤深(这两项反应未列入表内)。

第一段的分泌物为一种多糖(但不含糖元)与蛋白的结合物,它染甲苯胺蓝不发生变色,亚甲蓝消色(MBE)点为 pH 7.25,证明它是一种中性粘多糖或粘朊。以 Barnett 与 Seligman 的碱性四唑法测-SH 与-SS 基呈阳性反应,但对高甲酸阿尔西蓝为阴性反应,染铁氰化铁则为强阳性,可见它不含-SS 基(胱氨酸),而含-SH 基(半胱氨酸与甲硫氨酸)。测酪氨酸与脂蛋白均为阴性反应。在含精包的交配囊切片中未测得与此段分泌物相同的成分,可能它是构成精包的原料之一,其组织化学反应与构成精包的第二段分泌物十分相似,只有两点不同,即它不染吡罗红 Y,及其 MBE 点稍高。因此如果它确是构成精包者,则当经过某种合成变化,而不是与第二段分泌物机械地混和。

表 1. 斑蜡蝉雄性附腺分泌物的組織化学測定結果

所测物质	方 法	第一段	第二段	第三段	第四段	第五段
RNA	Unna-Brachet	-	+++	-	-	-
	Unna-Brachet, 先经 N HCl, 60℃, 水解 1 小时	-	+++	-	-	-
	Unna-Brachet, 先经 N/10 NaOH, 室温, 水解 1 小时	-	+++	-	-	-
多糖	PAS	+++	++	+	+++	+++
	PAS, 未经氧化	-	-	-	-	-
	PAS, 乙酰化	-	-	-	-	-
	PAS, 乙酰化及还原	+++	++	+	+++	+++
	PAS, 乙醚+氯仿, 60℃, 提取脂肪 1 小时	+++	++	-	+++	+++
	PAS, 唾液消化, 37℃, 3 小时	+++	++	+	-	+++
	甲苯胺蓝变色	-	-	-	+	-
	MBE 点 (pH)	7.25	6.99	6.99	3.88	7.25
糖元	四醋酸铅	-	-	-	++	-
	Best 洋红	-	-	-	++	-
蛋白	升汞溴酚蓝	++	+++	++	+++	++
-SS, -SH 基	碱性四唑	++	++	++	-	+
-SS 基	高甲酸阿尔西蓝	-	-	++	-	-
-SH 基	铁氰化铁	+++	++	++	-	+
酪氨酸	Millon 反应	-	-	-	-	-
脂蛋白	碳酸品红	-	-	+	-	-

+ 弱阳性 ++ 阳性 +++ 强阳性 - 阴性

第二段大量的分泌物构成十分坚硬的精包内部,它亦为一种中性粘多糖或粘朊,与红头猎蝽 *Rhodnius prolixus* (Davey, 1959)、金龟子 *Melolontha melolontha* (Landa, 1960)及粘虫(作者未发表资料)的精包相同,但有一点显然不同,即它染 Unna-Brachet 剂时染作极深的砖红色。这种染吡啰红 Y 的成分不是 RNA,因为切片先经 N HCl 或 N/10 NaOH 水解后再染色时,它的染色反应没有变化。

第三段分泌物构成极薄的精包外壁,它兼有脂肪与蛋白的反应,因此为一种脂蛋白(与粘虫的精包外壁一样),其氨基酸成分中不但含有-SH 基,而且含有-SS 基,为各段分泌物中唯一含有胱氨酸者。

第四段的分泌物为精液,与鳞翅目单射精管端部一段的分泌物相同(Srivastava, 1957),其柱状分泌物的每一层内,都有许多 PAS 强阳性而可被唾液消化的糖元颗粒。柱状分泌物的基质亦为一种多糖与蛋白的结合物,但与前二段的分泌物不同,它不含-SS 与-SH 基,染甲苯胺蓝时发生 β 变色(呈淡紫红色),MBE 点在 pH 4 以下,因此为一种酸性粘多糖。酸性粘多糖应为 PAS 阴性(Pearse, 1960),而此段分泌物在经唾液消化前,其基质为 PAS 弱阳性,这当是由于有一部分糖元分散在其中的缘故。

第五段的分泌物其组织化学反应与第一段者相同,但它对铁氰化铁的反应甚弱。此种暗黄色胶状物质在其他行精包授精的昆虫中也屡有发现(Khalifa, 1950b; Srivastava 与

Srivastava, 1957; Davey, 1958; 孙少轩与牟吉元, 1963), 都是在交配时首先注入雌虫的交配囊中, 有谓它能刺激雌性生殖导管发生收缩律动, 将精子运送至受精囊(Khalifa, 1950b), 它的成分及 MBE 点亦与粘虫的同种分泌物完全一样。至于此种分泌物的名称, 一般文献中都按色泽命名, 因不同昆虫中色泽不一, 因此很不统一, Omura (1938) 称之为精包封瓣(spermatophragma)或封瓣液, 但事实上它并不能起堵塞交配孔防止精子外溢的作用, 因此本文从 Khalifa (1949)的命名, 称之为精包鞘(spermatophylax)。

雌性生殖系统的组织学

斑蜡蝉雌虫初羽化时, 卵巢管内仅有原卵区而无生长区, 原卵区的内部组织亦未完全分化, 因此亦须将其发育过程分别予以描述, 雌性生殖系统其余部分的结构则主要根据性成熟期说明之。

悬带与端丝 斑蜡蝉卵巢的悬带与端丝都很短, 其结构与一般半翅目昆虫相同(Bonhag 与 Wick, 1953), 即外面为一层长扁形的卵巢管鞘细胞, 与后方的卵巢管的外膜相连, 厚 2 微米, 核卵形, 长 5 微米; 内部为许多紧密纵列的细胞核, 端丝内有 1—2 列(图 5), 悬带内有 2—3 列, 细胞的界限不清, 核长约 4 微米。

卵巢管膜 卵巢管膜的结构亦与一般昆虫相同, 由二层长扁形的细胞而成(图 5), 外层厚 1 微米余, 核椭圆形, 长 4 微米, 原生质染色较浅, 是为卵巢管鞘细胞; 内层较薄, 厚仅 1 微米, 核亦椭圆形而较小, 长约 3 微米, 是为围被细胞。

初羽化时的卵巢管 在七月中旬采得的初羽化雌虫, 卵巢甚小, 卵巢管柄长, 其端部仅有一个呈短卵形的原卵区(图 15), 不见生长区。在纵切片中, 原卵区端部约四分之三均为幼小的滋养细胞核, 排列紧密, 细胞界限不清; 核圆形, 直径 6 微米, 染色质少, 颗粒状, 原生质甚少, 嗜酸性。自原卵区的端部向后方, 核不见增大, 但核内的染色质逐渐增多。原卵区基部约四分之一均为较大形的卵(卵母细胞), 核较大, 直径 7 微米, 染色质呈网状, 原生质较多, 弱嗜酸性, 细胞界限亦不清。在整个原卵区的外面, 紧贴于卵巢管膜的內方, 还有一种细胞, 在基部处较厚, 有 2—3 层细胞, 其他地方都只有一层细胞, 其核较小, 卵形, 长 4 微米, 染色质颇少, 原生质弱嗜酸性, 细胞的界限不清, 是为前卵包组织。总之, 初羽化时原卵区的组织结构与末龄若虫者完全相同, 即卵原细胞已全部分化, 且滋养细胞与卵的前后位置已确定, 但端部滋养组织的滋养柱尚未形成, 前卵包组织此时尚包于整个原卵区外, 尚未集中于其基部(即颈区)。

性成熟时的卵巢管 原卵区呈长卵形(图 5), 长 720 微米左右, 几全部为端部滋养组织所占, 只有后端长约 40 微米的颈区内含有前卵包组织与卵。整个原卵区的结构与其他半翅目相同(Schrader 与 Leuchtenberger, 1952; Bonhag 与 Wick, 1953; Bonhag, 1958; 孙少轩, 1965), 其端部滋养组织根据核的大小与合并情况亦可分为三区: I 区长 20 微米, 核最小; II 区长 40 微米, 为滋养细胞进行合并处, 细胞的界限消失, 核因合并而增大; 此区后方已有原生质突起生出; III 区最长, 约有 660 微米, 其核最大, 原生质突起汇合成一条短粗的滋养柱, 长 600 微米余, 最宽处宽约 200 微米, 滋养索仍颇细, 仅通至后方第一个卵包囊内。滋养柱内偶见来自 III 区的迁移核。

颈区内所见到的最小的卵, 其直径已有 30 微米, 核作球形, 直径 14 微米, 染色质少,

原生质颇多;质地均匀,嗜酸性。在一个纵切面中可以见到4—5个这样的卵。愈向后卵的体积愈大,其位置亦自颈区的四周迁向中央。颈区其余地方全部充满着前卵包组织小形的核,细胞界限不清,核长5微米,排列十分紧密。颈区末端稍为缩小,向后即进入生长区。

性成熟卵巢管的生长区内含有5—6个发育中的卵包囊,最后端的一个特别大。最前方的一个(或二个)卵包囊内的卵已呈球形,直径36—44微米,核亦球形,直径12—18微米,位于卵的中央,染色质细粒状,均匀分散,着色甚浅,见不到核仁。四周的卵包细胞仍为多层状,细胞的界限隐约可见,每个细胞内均只有一个核,原生质的嗜碱性已较前增强。自原卵区而来的滋养索通过卵包细胞,连于卵的一侧。

第二个卵包囊内卵的直径比前增大一倍以上,核亦相应地增大,其余构造同上,但卵已不与滋养索相连。

第三个卵包囊的卵作椭圆形,核开始向卵的边缘迁移,着色更浅。卵包细胞成为单层,每个细胞内均有两个卵形纵列的核,一个中位,一个基位。

第四个卵包囊内的卵仍为椭圆形,但更大,核已迁至卵的边缘,此处厚可100微米的一层原生质内多大小空胞而呈网状,中央的原生质仍均匀,此时尚见不到蛋白卵黄粒。卵包细胞同上。

第五个卵包囊内的卵仍为椭圆形,但大为增大,原生质全部呈网状,充满着大小空胞与蛋白卵黄粒,位于卵边缘的空胞与卵黄粒较小,位于中央者较大。卵包细胞内的两个核仍纵列;作者前在田鳖 *Kirkaldyia deyrollei* 中见到,随着卵的增大其卵包细胞即扩展成扁形,双核由纵列成为横列(孙少轩,1965),斑蜡蝉中未见此种变化,其卵包细胞始终呈圆柱形。卵充分成长后卵包细胞分泌卵壳,随即迅速退化消失。

在第三个与第四个以及第四个与第五个卵包囊之间,各有一团卵包间组织与卵包细胞相连,为十余层长扁纺锤形细胞,大体作横列,此种细胞当亦来自前卵包组织,但与卵包细胞不同,它为单核,原生质非嗜碱性(图16)。

最后一个卵包囊后方亦为一团排列十分紧密的长扁纺锤形上皮细胞,是为上皮栓,大体呈梨形,前端最宽处直径约480微米。细胞小形,与卵包细胞相似,但为单核,原生质微带嗜酸性。此种细胞初作横列,向后渐成斜列,最后近乎纵列。

卵巢管柄 斑蜡蝉与其他半翅目一样,其卵巢管柄甚长,前端的大部分较细,上皮向内形成许多纵折(图17),含卵时膨大,折突消失。上皮细胞狭圆柱形,高40微米,核长圆形,长10微米,染色质密集,原生质强嗜碱性,上皮之外为卵巢管膜。卵巢管柄的基部一小段较粗,上皮无折突,高约20微米,上皮细胞较大,核圆形,直径为8微米,染色质颗粒粗,原生质亦为强嗜碱性,上皮之外为一层厚约2微米的环肌与一层厚约3微米的纵肌,腔内含有少量质地均匀的分泌物。作者前在田鳖中见到,其卵巢管柄的上皮能分泌大量粘性的液体,其成分为一种中性粘多糖或粘朊,认为它可能具有将卵粘着于产卵物体上的作用,即卵巢管柄的上皮代替了半翅目昆虫所缺的雌性附腺(护卵腺)的作用(孙少轩,1965);Cerezke (1964)亦谓小蠹虫 *Dendroctonus monticolae* 的输卵管萼上皮可能有分泌作用。斑蜡蝉的卵巢管柄内亦发现有分泌物,不过其量甚少,从此种昆虫的产卵习性看来,此种分泌物当无多大作用,至多不过在产卵时起润滑作用而已。

侧输卵管 输卵管萼与侧输卵管的结构相同, 上皮都形成许多低高不一的纵折(图 18), 最高者可伸达腔的中心附近。上皮细胞立方形, 高 30 微米, 核圆形, 直径 15 微米, 染色质颗粒较少, 原生质微带嗜碱性。上皮外方为 3—4 层环肌, 厚约 5 微米(肌层厚度均为充分膨大时的情况), 再外方为 1—2 层纵肌, 厚 2 微米, 外表面附着许多气管与脂肪体。

中输卵管 上皮亦有许多纵折(图 19), 但不及侧输卵管的折突高, 前部的内膜较薄, 厚仅 6—8 微米, 向后方逐渐加厚, 最厚处可达 80 微米左右, 除内缘染色较深外, 其余部分均染曙红成淡红色。上皮细胞圆柱形, 高 40 微米, 核大, 卵形, 长 12 微米, 染色质细粒状, 原生质嗜酸性。肌层的排列与侧输卵管相反, 内层为 6—8 层纵肌, 厚约 8 微米, 外层为十余层环肌, 厚约 10 微米。

阴道 内膜厚度至少为上皮的一半(图 20), 上皮细胞的形状不一, 高 24—36 微米, 核圆形至卵形, 直径 16 微米, 染色质颗粒大而数少, 原生质呈嗜酸性。肌层排列与侧输卵管相同, 而与中输卵管相反, 内层的肌纤维环列, 外层的肌纤维纵列, 肌层的厚度视阴道的作用状态而变化甚大。

受精囊 交配前受精囊中空时, 其上皮形成许多环折(图 21), 但不甚高, 内膜明显, 厚不到上皮细胞的 1/4, 表面多微小的皱折。上皮细胞短圆柱形, 高 12 微米, 核球形, 直径 8 微米, 染色质少, 原生质弱嗜酸性。内层纵肌厚 6 微米, 外层环肌厚 4 微米。交配后受精囊腔内充满精子, 上皮的折突消失, 内膜更为减薄, 表面的小皱折消失, 上皮细胞成为扁平形, 肌层亦大为减薄。

受精囊腺的导管 受精囊的导管在外形上虽与受精囊十分相似, 仅较细, 但组织结构上则完全不同。内膜染作紫红色(图 22), 厚 6—8 微米, 上皮细胞的形状与受精囊同, 但较大, 高 16 微米, 细胞的基部细胞壁发生许多小皱折, 核短卵形, 长 10 微米。肌层的排列与受精囊同, 但甚厚, 内为 4—5 层纵肌, 厚 35 微米, 外为 1—2 层环肌, 厚 4 微米。

受精囊腺 受精囊腺的腺细胞呈长锥形(图 6), 高 50 微米, 基部较宽, 约为 12 微米, 端部较细, 约为 8 微米, 核卵形, 长约 8 微米, 偏向基位, 染色质粗粒状, 原生质嗜碱性, 在细胞的端半部内有一个大形的空胞, 长约 10—14 微米, 在切片中透明无色, 细胞的游离缘有一层厚约 3 微米的内膜, 染作紫红色。在高倍镜下可见细胞之上有一条直径约 1 微米的弯曲孔道, 贯穿于内膜中, 开口于腺腔, 孔道的基部与一条细胞内分泌小管相连, 后者曲折向后行, 末端连于空胞的顶端, 空胞内所含物质当经由此条小管及孔道排入腺腔。腺腔甚为细狭, 直径仅有 14 微米。此外在内膜外方, 毗邻的腺细胞顶端之间, 还夹杂着一些小形的上皮细胞, 纵切片中呈倒三角形, 核小, 近球形, 原生质嗜碱性较弱, 内部没有空胞及细胞内分泌小管, 表面亦无孔道与腺腔相通。腺细胞层的外方为一层厚仅 2 微米的围膜, 外表有许多气管附着, 无肌层。

斑蜡蝉受精囊腺细胞的细胞内分泌小管, 与其唾腺细胞者(孙少轩, 1964)不同, 它没有分枝, 而是一条迂迴曲折的细管, 与前人在蜜蜂的舌腺(即所谓咽腺)细胞(Beams 与 King, 1933)、摇蚊 *Chironomus plumosus* 受精囊细胞(Wensler 与 Rempel, 1962)以及步行虫臀腺细胞(Beams 与 Anderson, 1961)内所见者颇为相似, 不过它仅分布于细胞的端部, 末端连于一个空胞, 与 Pontecorvo (1944) 在茎蝇 *Psila rosae* 受精囊分泌细胞中所见的一样。腺细胞顶端之间有小形的上皮细胞存在, 这一点又与步行虫的臀腺相同, 这种上皮细

胞除分泌内膜外,是否还有促进腺细胞分泌物排出的作用则不明。

交配囊管 上皮向腔内形成许多高低不一的纵折(图 23),高度自 240 至 560 微米不等,内膜极厚,达 120—400 微米,按其染色性质可分为两层:内层厚 30—40 微米,染苏木精作深蓝色,外层厚 90—360 微米,染曙红作浅红色,由许多呈波状曲折的层次而成。上皮折突之间只有一层扁形或多边形的上皮细胞,高约 20 微米,核圆形,直径 10 微米,原生嗜碱性较弱。在折突内则有两层细胞,内层的细胞呈圆柱形至长方形,高 30 微米,有时具有两个核,并列或纵列不一,核呈卵形,长 20 微米,核的后方有一大形的空胞,细胞顶端亦有一条直径不到 1 微米的孔道通过内膜开口于腔内,细胞内部则未见到细胞内分泌小管。外层的细胞立方形,高 20 微米,只有一个直径 10 微米球形的核,无空胞,与折突间的上皮细胞相同,不含空胞。底膜之外为 5—6 层环肌,厚 30 微米,且稍伸入上皮折突的底部;再外还有一层分散的纵肌,厚不到 10 微米。

交配囊体 交配前及精包被消化后交配囊体中空时,整个囊壁向内凹下,上皮形成许多纵折(图 24),但不甚高,约 100—140 微米。内膜与交配囊管相似而较薄,厚 25—40 微米,其中内层厚 5—10 微米,外层厚 20—30 微米。上皮的结构与交配囊管相同,即折突处有两层不同的细胞,折突间仅有一层细胞。肌层亦与交配囊管相同,环肌较薄,有 3—4 层肌纤维,厚 25 微米,纵肌只有一层分散的肌纤维,厚 6 微米。内含完整的精包时,交配囊体十分膨大,囊壁各层组织都比较展薄,但上皮的折突并不完全消失。

Strübing (1955) 谓一种樗鸡 *Dictyophara europaea* 的精包在雌虫的交配囊内可被消化及吸收,但没有作组织学观察。从斑蜡蝉交配囊的组织构造看来,其折突顶端的细胞有孔道与腔相通,细胞内含有空胞,显然为一种腺细胞,当与精包的消化及吸收有关。Landa (1960) 在金龟子 *Melolontha melolontha* 的交配囊内亦见有与上述相似的细胞,认为它可以分泌一种液体将精包消化并吸收之。毛翅目的交配囊更有一条管状的腺体,用以消化精包(Khalifa, 1949)。Landa (1960) 又论述了精包对雌虫的营养作用,认为它是雌虫取得蛋白的重要来源之一。对吸食植物汁液的斑蜡蝉讲来,精包作为蛋白养料来源的重要性当更大,因为它所取食的食物中蛋白的浓度颇低。作者在解剖中见到,此虫自七月间羽化至九月初开始交配,将近两个月的时间内,其卵巢的发育十分缓慢,而在交配后卵的发育即大为加速,在二十天左右的时间即有大批的卵产下,这种现象也可间接说明精包对雌虫营养及生殖的关系。

参 考 文 献

- 孙少轩 1964 斑蜡蝉 *Lycorma delicatula* White 消化系统的组织学与组织化学研究 昆虫学报 13 (2): 177—192
 孙少轩 1965 田鳖 *Kirkaldyia deyrollei* Villefroy 生殖系统的解剖与组织学 动物学报 17 (1): 12—25
 孙少轩 辛吉元 1963 粘虫 *Pseudaletia separata* (Walker) 雄性生殖系统的组织学及精巢的后胚发育 山东农学院学报 8: 35—51
 Beams, H. W. & E. Anderson 1961 Fine structure of "intracellular ductules" in certain glands of the carabid beetle. *J. Morph.* 109:159—71.
 Beams, H. W. & R. C. King 1933 The intracellular canaliculi of the pharyngeal glands of the honeybee. *Biol. Bull.* 64:309—14.
 Bonhag, P. F. 1958 Ovarian structure and vitellogenesis in insects. *Ann. Rev. Ent.* 3:137—160.
 Bonhag, P. F. & J. R. Wick 1953 The functional anatomy of the male and female reproductive systems of the milkweed bug, *Oncopeltus fasciatus* (Dallas) (Heteroptera-Lygacidae). *J. Morph.* 93:177—

284.

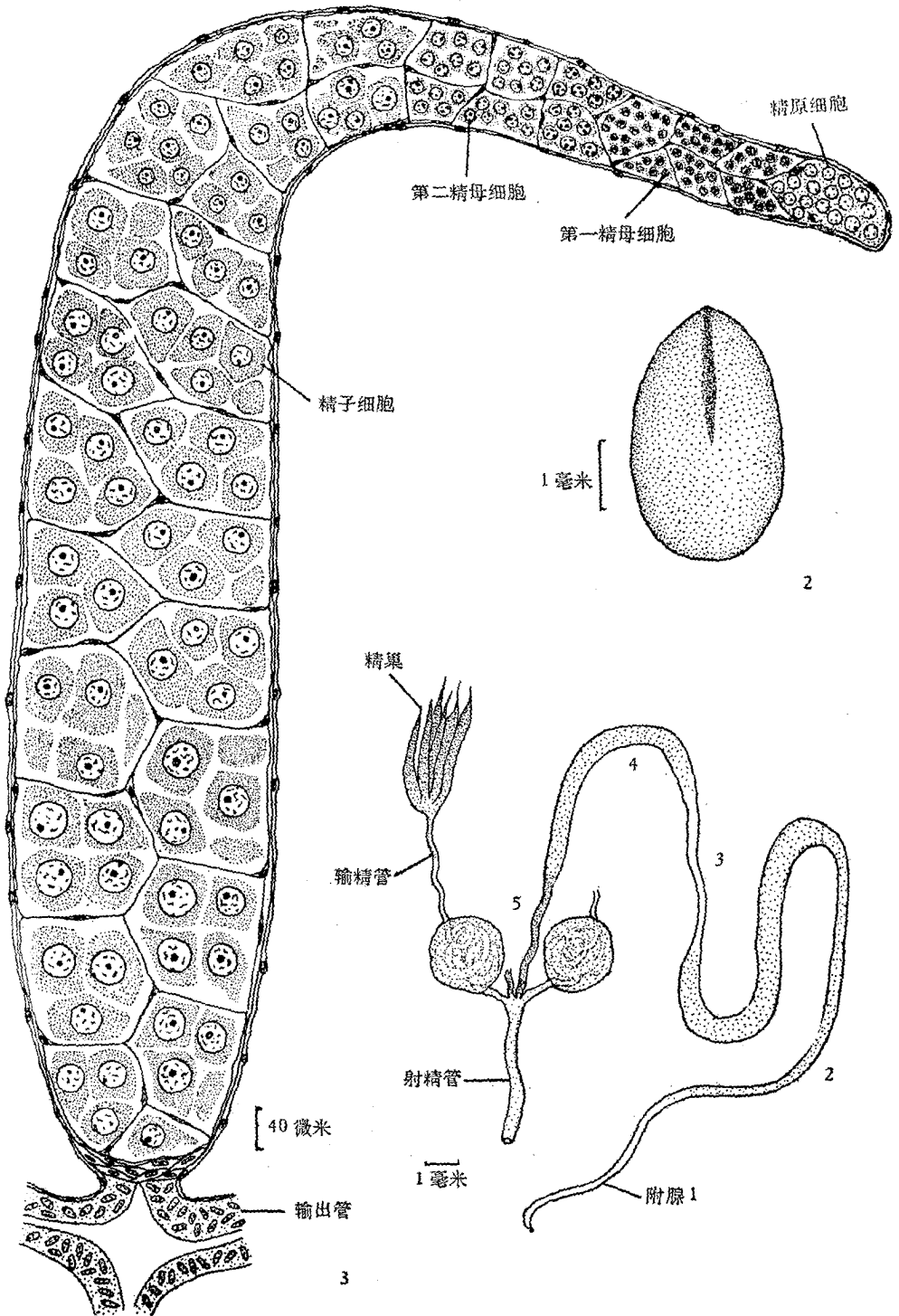
- Carson, H. L. 1945 A comparative study of the apical cell of the insect testis. *J. Morph.* **77**:141—61.
- Cerezke, H. F. 1964 The morphology and functions of the reproductive systems of *Dendroctonus monticolae* Hopk. (Coleoptera: Scolytidae). *Canad. Ent.* **96**:477—500.
- Davey, K. G. 1958 The migration of spermatozoa in the female of *Rhodnius prolixus*. *J. exp. Biol.* **35**:694—701.
- Davey, K. G. 1959 Spermatophore formation in *Rhodnius prolixus*. *Quart. J. micr. Sci.* **100**:221—230.
- Davey, K. G. 1960 The evolution of spermatophores in insects. *Proc. R. ent. Soc. Lond. A* **35**:107—13.
- Khalifa, A. 1949 Spermatophore production in Trichoptera and some other insects. *Trans. R. ent. Soc. Lond.* **100**:449—79.
- Khalifa, A. 1950a Spermatophore production and egg-laying behaviour in *Rhodnius prolixus*. *Parasitol.* **40**:283—9.
- Khalifa, A. 1950b Spermatophore production in *Galleria mellonella*. *Proc. R. ent. Soc. Lond. A* **25**:33—52.
- Kornhauser, S. I. 1914 A comparative study of the chromosomes in the spermatogenesis of *Enchenopa binotata* Say and *Enchenopa (Campylenchia Stal.) curvata* Fabr. *Arch. f. Zellforsch.* **12**:241—98.
- Landa, V. 1960 Origin, development and function of the spermatophore in cockchafter (*Melolontha melolontha* L.). *Casop. Cesko. Spolec. Ent.* **57**:297—316.
- Myers, J. G. 1928 The morphology of the Cicadidae (Homoptera). *Proc. Zool. Soc. Lond.* **1928**:365—472.
- Omura, S. 1938 Structure and the function of the female genital system of *Bombyx mori* with special reference to mechanism of fertilization. *J. Fac. Agric., Hokkaido Univ.* **40**:111—128.
- Pearse, A. G. E. 1960 Histochemistry, theoretical and applied. Second Edition. London, Churchill.
- Pendergrast, J. G. 1962 The internal anatomy of the Perlodidae (Homoptera: Coleorrhyncha). *Trans. R. ent. Soc. Lond.* **114**:49—65.
- Pontecorvo, G. 1944 Ductules of the secretory cells in the spermatheca of *Psila rosae* Fabricius (Diptera, Psilidae). *Proc. R. ent. Soc. Lond. A* **19**:6.
- Schrader, F. & C. Leuchtenberger 1952 The origin of certain nutritive substances in the egg of Hemiptera. *Exptl. Cell Res.* **3**:136—46.
- Snodgrass, R. E. 1933 Morphology of the insect abdomen. Part II. The genital ducts and the ovipositor. *Smiths. misc. Coll.* **89**:1—148.
- Snodgrass, R. E. 1935 Principles of insect morphology. New York, McGraw-Hill.
- Srivastava, U. S. & B. P. Srivastava 1957 Notes on the spermatophore formation and transference of sperms in the female reproductive organs of *Leucinodes orbonalis* Guen. (Lepidoptera, Pyraustidae). *Zool. Anz.* **158**:258—66.
- Strübing, H. 1955 Spermatophorenbildung bei Fulgoriden (Hom. Auch.) *Naturwiss.* **42**:653.
- Wensler, R. J. D. & J. G. Rempel 1962 The morphology of the male and female reproductive systems of the midge, *Chironomus plumosus* L. *Canad. J. Zool.* **40**:199—229.

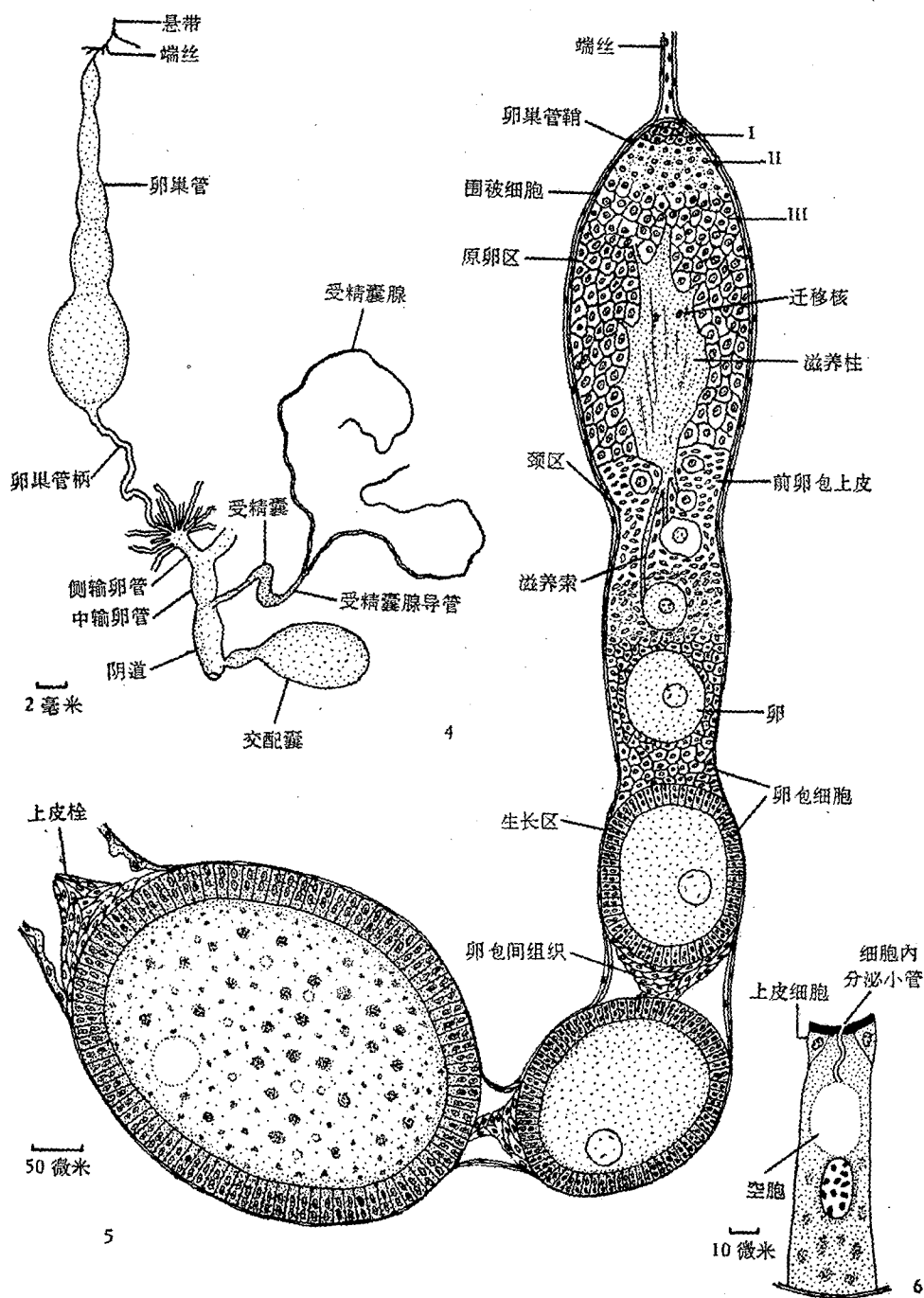
ON THE ANATOMY AND HISTOLOGY OF THE REPRODUCTIVE SYSTEM OF *LYCORMA DELICATULA* WHITE

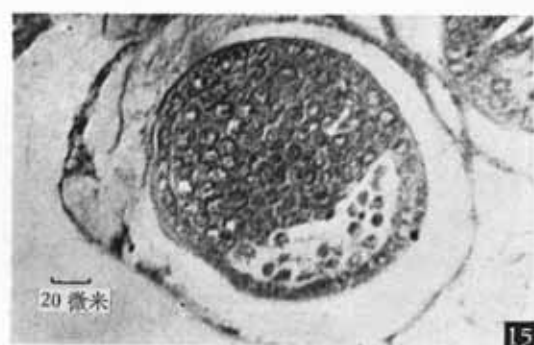
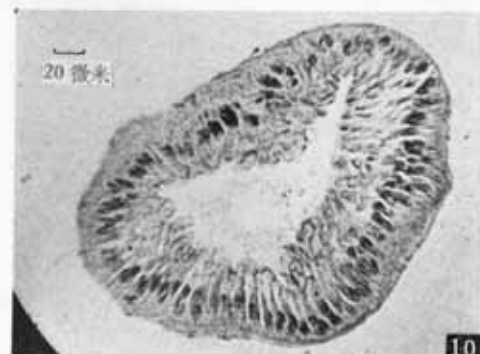
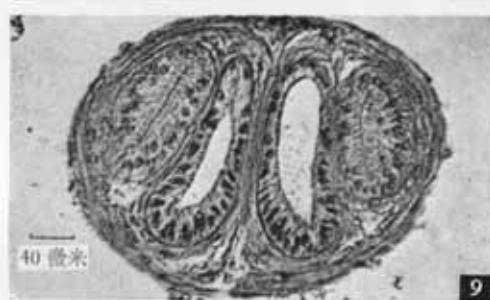
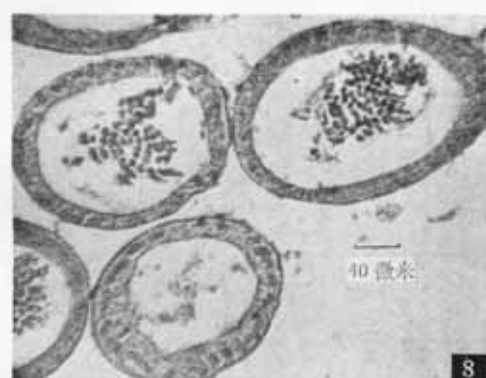
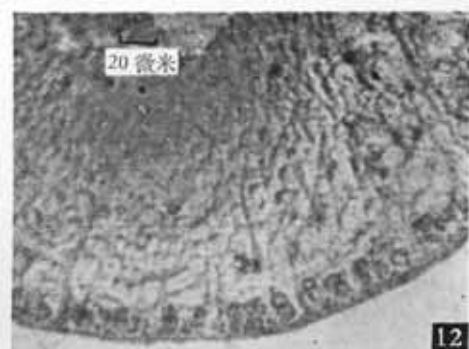
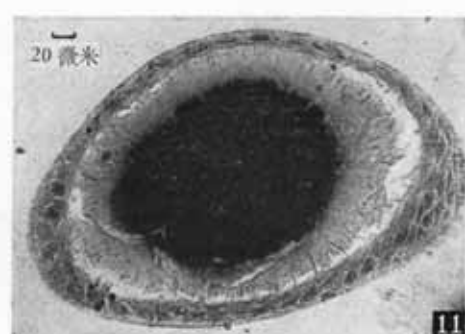
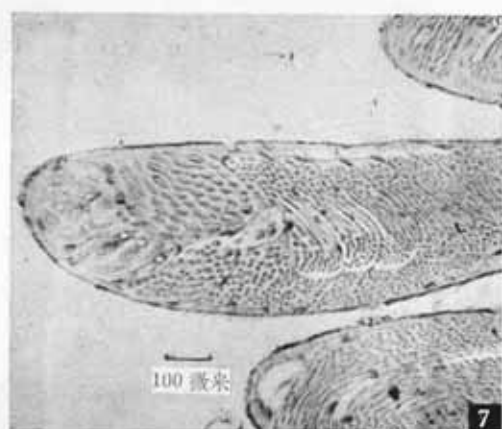
SUN SAO-SHEN

(College of Agriculture, Shantung)

The anatomy and histology of the male and female reproductive systems of *Lycorma delicatula* White are described in detail. It is found that the six sperm tubes of the testis are not bound together by a common scrotum, and the ovary is composed of fourteen typical telotrophic ovarioles. The secretions of various subdivisions of the male accessory gland have been identified by histochemical methods as the seminal fluid, the spermatophore and the spermatophylax respectively. The misinterpretations of some parts of the female genital system in previous literatures have been corrected. The so-called female accessory glands are found to be the spermathecum and its glands and the misidentified spermathecum is found to receive and to digest the spermatophore and is therefore the bursa copulatrix. Intracellular canaliculi are found in the gland cells of the spermathecal glands, which open into the lumen through the intima. The inner layer of the epithelial folds of both the corpus bursae and the cervix bursae are found to be composed of glandular cells, which may secrete a kind of enzyme (or enzymes) to digest the spermatophore. The secretion is also discharged into the lumen via the canaliculi. Based upon the relationship between spermatophore fertilization and the rate of vitellogenesis, the significance of the spermatophore as a proteinaceous nutrient for the nutrition and reproduction of the female insect is discussed.







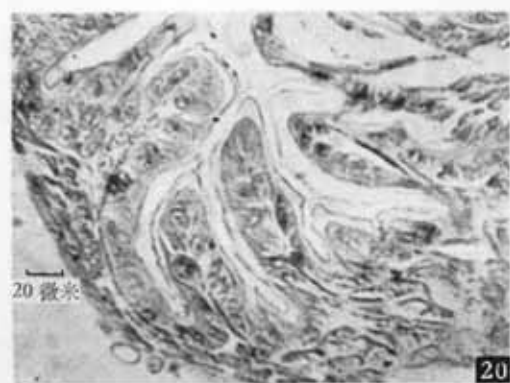
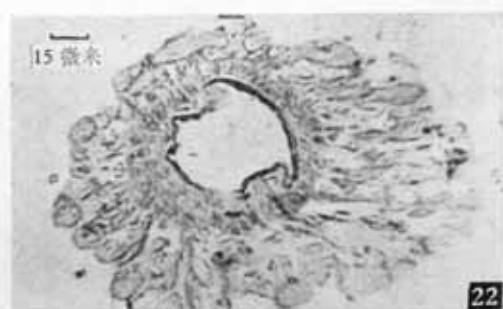
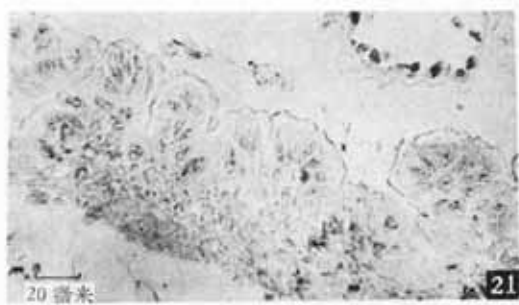
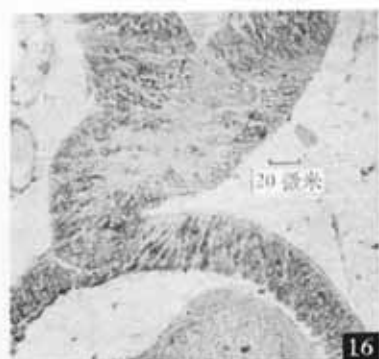


图 版 說 明

图版 I

- 图 1. 雄性生殖系统全形, 1—5 附腺的第一至五段
- 图 2. 精包全形, 背面观
- 图 3. 初羽化时精巢与输出管的纵切面

图版 II

- 图 4. 雌性生殖系统全形
- 图 5. 性成熟时卵巢管的纵切面, I, II, III 端部滋养组织的 I 至 III 区
- 图 6. 受精囊腺细胞的模式图

图版 III

- 图 7. 性成熟时精巢管的纵切面, 只有最端部的一个育精囊内为精子细胞, 后面四个育精囊内为变化中的精子细胞, 其余全部为成熟的精子
- 图 8. 输精管与贮精囊的横切面
- 图 9. 贮精囊与雄性附腺基部的横切面, 中间的一对为附腺, 两侧的一对为贮精囊, 外面包有共同的肌层
- 图 10. 射精管的横切面, 上皮细胞行局泌
- 图 11. 附腺第二段的横切面
- 图 12. 附腺第四段的横切面, 柱状分泌物分为许多层
- 图 13. 附腺第四段的横切面, PAS 染色, 糖元结集在分泌物每一层的端部, 上皮细胞为 PAS 阴性, 故不可见, 只能见到 PAS 阳性的底膜
- 图 14. 附腺第五段的横切面, 固定后腔内的分泌物凝成大小不一的团粒
- 图 15. 初羽化时卵巢管的纵切面, 仅见原卵区, 端部色泽较深者为滋养细胞, 基部浅色的是卵, 四周一层为前卵包上皮

图版 IV

- 图 16. 卵包间组织的纵切面
- 图 17. 卵巢管柄的横切面
- 图 18. 侧输卵管的横切面
- 图 19. 中输卵管的横切面
- 图 20. 阴道的横切面
- 图 21. 受精囊的纵切面
- 图 22. 受精囊腺导管的横切面(稍斜)
- 图 23. 交配囊管的横切面, 上皮折突甚高, 内膜极厚
- 图 24. 交配囊体的横切面, 上皮的折突内有两层细胞, 内层为腺细胞, 细胞内含有一个空胞, 外层为一般的上皮细胞, 不含空胞。