

宽额螯蜂的幼期形态及生物学特性研究

闫家河^{1*} 王绍林² 世民³ 夏明辉² 柏鲁林¹ 王宏琦²

(1. 山东省商河县林业局 商河 251600 2. 山东省济南市林业局 济南 250002 3. 山东省平阴县林业局 平阴 250400)

The larvae morphology and bionomics of dryinid wasps *Dryinus latus* YAN JiaHe*, WANG Shao Lin, DN ShiMin, XIA MingHui, BAI LuLin, WANG HongQi (1. Shanghe Forest Bureau, Shandong Shanghe 251600 China 2. Jnan Forest Bureau, Shandong Jinan 250002 China 3. Pingyin Forest Bureau, Shandong Pingyin 250400 China)

Abstract The dryinid wasp *Dryinus latus* Olin i parasitizes on nymphs of *Siva loka damnosus* Chou et Lu and takes double effects on controlling pests by virtue of predation and parasitism in Shanghe Country, Shandong Province. The host of *D. latus* was definitived and the morphological characters, the life history and larval habits were described for the first time. *D. latus* has 2 generations per year in Shanghe Country. It overwinters as the 4-instar in cocoons. The majority of larvae pupated from late April to early May. Adults of overwinter generation emerged in middle May and captured *S. damnosus* larvae as the supply nutrition. Most of adults lay eggs on pale green tissue which was under the wing buds of 3 ~ 5-instar nymphs of *S. damnosus*. The development time of the eggs, the larvae from hatching to taking off capsule and the pupae in the first generation were 78.1 h, 209.5 h and 16.1 d respectively. The larvae were spinning cocoons in wigs, leaves and fallen leaves, with some wigs and leaves attached to the cocoons. Adults in the first generation had emerged from late July to early August and larvae in the second generation start to spin cocoons for overwinter in August. The percentage of parasitic was 27.8% ~ 45.7% in the field and control efficiency was obvious.

Key words *Dryinus latus*, *Siva loka damnosus*, parasitism, life history, habits

摘 要 宽额螯蜂 *Dryinus latus* Olin 在山东商河寄生恶性席瓢蜡蝉 *Siva loka damnosus* Chou et Lu 若虫, 具有捕食和寄生的双重控制作用。首次明确该蜂寄主, 记述其幼期形态特征、生活史、生活习性。在山东商河 1 年发生 2 代, 以 4 龄老熟幼虫在茧内越冬。翌年 4 月下旬至 5 月上旬为化蛹盛期, 5 月中旬越冬代成虫开始出现, 捕捉寄主若虫补充营养。成虫主要产卵于恶性席瓢蜡蝉 3 ~ 5 龄若虫前后翅芽下紧贴体背的淡绿色组织上。第 1 代卵历期平均 78.1 h 幼虫孵化至脱囊平均历时 209.5 h 产卵至脱囊平均历时 280.0 h 蛹期平均 386.4 h 幼虫作茧于枝条、叶片或地面枯叶上, 茧外缀有枝条表皮或叶片碎屑。7 月下旬至 8 月上旬出现第 1 代成虫, 第 2 代幼虫 8 月上旬开始脱囊结茧越冬。野外寄生率 27.8% ~ 45.7%, 控制作用显著。

关键词 宽额螯蜂, 恶性席瓢蜡蝉, 寄生, 生活史, 生活习性

宽额螯蜂 *Dryinus latus* Olin 隶属于膜翅目螯蜂科 Dryinidae, 国外分布于菲律宾、泰国、老挝、越南^[1], 国内于 1995 年在山东泰山发现^[2]。此前, 仅发现雌成虫, 寄主不明^[1,2]。作者在进行恶性席瓢蜡蝉 *Siva loka damnosus* Chou et Lu 防治研究中^[3], 发现若虫经常被螯蜂寄生产生黑囊。经华南农业大学许再福教授鉴定为宽额螯蜂, 并首次发现其雄性成虫^[4]。鉴于其

生物学特性国内外未见报道, 作者自 2003 年开始进行形态观察及生物学研究, 结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 螯蜂幼期的测量

* Email: yj3632@163.com

重登收稿日期: 2008-06-12 修回日期: 2008-10-31

在室内,用游标卡尺测量卵、幼虫、蛹和茧的大小。囊皮的量测方法为,待幼虫脱出黑囊后,解剖 1~3 龄囊皮,量测其前后长(头部至胸部背面的距离)及左右宽(囊胸部至腹后半部之间距)。

1.2 螫蜂的生活史观察

2006年9月底,将野外采集的自恶性席瓢蜡蝉若虫体内寄生出的、已在枝叶上作茧的宽额螫蜂4龄幼虫,取一部分置于室内自然保存,另一部分置于居室阳台外墙壁的纱网内。2006年10月起,每隔一段时间观察1次,察看茧内幼虫变化情况。发现幼虫体伸长至内茧全长即为进入预蛹期,连续观察其内幼虫发育情况。第2年春季,野外套纱网枝条上的茧内自然化蛹、羽化出成虫后,捕捉恶性席瓢蜡蝉若虫供其寄生,存放于野外枝条的纱网中。同时在林间搜集、捕捉同期羽化的宽额螫蜂成虫进行接种、寄生,并采集被寄生产生黑囊的寄主若虫进行饲养,实行继代饲养与林间捕捉接种相结合的方式,直至2007年9月下旬恶性席瓢蜡蝉若虫消失,对寄生出的螫蜂幼虫茧进行保存。

1.3 螫蜂的习性与行为观察

分别在室内外进行,用干湿球温度计记录室内温湿度,利用县气象局气象资料(主要观察标准地距县气象观测站 800~1 000 m)。在室内,将初羽化或野外采集的雌成虫放入室内大试管或广口瓶中,放入1至多头寄主若虫及其危害的枝叶,观察螫蜂的习性及行为,包括捕食、产卵、吸食蜂蜜补充营养、栖息、爬行;分别记录每次捕食及产卵的历时、间隔时间。每捕食或产卵1次,取出寄主若虫,标注好时间,单独进行饲养,每天更换枝叶以保湿并除湿(除去容器内枝叶蒸发形成的水珠),直至寄主若虫产生螫蜂白囊、黑囊、脱囊、作茧、化蛹、羽化,从而统计其各虫态历期。在野外,将室内新羽化出的螫蜂成虫,放进套入榆树枝条的纱袋内,观察成虫的取食、搜索等活动习性。定期放入寄主若虫,每天检查袋内的死亡若虫数量,在显微镜下解剖查看是否有卵。发现若虫产生白囊,计算野外螫蜂幼虫孵化至脱囊时间。最后

统计捕食若虫数量、产卵若虫数量、产卵量。对螫蜂成虫的捕食和寄生能力进行评价。同时,在林间自然状态下,观察成虫在枝叶上的爬行、取食、产卵、搜索等各种活动习性。

对螫蜂幼虫的观察,每天从早晨、中午至晚上,在显微镜下数次查看,发现小白囊出现时,观察囊的颜色、大小、开裂,记录时间,统计各龄幼虫历期。

螫蜂幼虫脱囊后,放入枝叶,任其在枝叶上作茧,室内保存,计算其相关历期;对在试管壁上作茧的,观察其作茧期间体长、颜色、各虫态转换等变化过程。在野外树木枝条上套入纱网袋,在袋底放入干枯枝条和叶片;同时在地面小榆树套袋罩住小树,分别放入产生黑囊的寄主若虫若干,观察幼虫脱囊后的实际作茧部位。

1.4 螫蜂寄生率调查

在商河县许商办事处何家村、马官寨村、佟道口村,2005~2007年连续3年进行调查。主要是在若虫黑囊产生高峰期,在林内随机抽查,统计若虫产生黑囊数量,计算寄生率。

2 结果

2.1 幼期形态特征

2.1.1 成虫 雌虫体长 4.25 mm(3.62~5.34 mm),雄虫体长 2.78 mm(1.71~3.58 mm)。长翅。头黑色,无光泽,有颗粒状刻点;触角丝状,触角、上颚、唇基褐黄色;前胸背板黑色,有1条弱的前凹痕和1条强的后凹痕;中胸、后胸和并胸腹节黑色;前翅透明,雌虫有3个褐色的带状横斑;径脉端段明显比基段长,两者间成弧状弯曲;前足第3跗节成钩状;变大爪有1个亚端齿和10个叶状突排成1行;腹部褐色;足褐黄色,胫节距式 1,1,2(封底图版 I: 1,2)。

2.1.2 卵 卵乳白色,长椭圆形,长 0.33 mm(0.30~0.40 mm),宽 0.14 mm(0.10~0.18 mm),主要产在翅芽下的节间膜上,卵紧贴体背的淡绿色组织(封底图版 I: 3,4)。在日均温 25.4(21.8~29.9)℃,相对湿度 51(29~74)%的条件下,第1代卵历期 66~92 h 平均 78.1

b

2.1.3 幼虫 幼虫共有 4 龄。其中前 3 龄幼虫包被在寄主体内伸出的囊内,第 4 龄幼虫脱囊后作茧,在茧内滞育一段时间。

(1)老熟幼虫:初脱囊的老熟幼虫即第 4 龄幼虫,体长 3.29 mm(2.08~4.74 mm),宽 1.21 mm(0.68~1.90 mm),大多为黄绿色、绿色或褐色,与寄主体内汁液的颜色一致。若 1 头寄主若虫有 2 囊或 3 囊时,即至多只能有 2 头幼虫脱囊,且第 2 头幼虫体一般为苍白色至暗污色,一般很难存活。幼虫头部黄白色,口器褐色,腹末圆钝,胴部内容物淡绿色至污褐色,胴部(前胸除外)两侧具乳白色的缘褶,体内散布白粉斑点(封底图版 I:5~7)。在茧内的幼虫,体多为污褐色至黄褐色,体短胖,头壳褐色,胸部污白色(封底图版 I:8)。

(2)囊内幼虫:①第 1~3 龄幼虫囊直径。卵孵化后,幼虫头部即插入寄主组织内,胴部露在组织外,腹部末端也插入组织内,但较头部插入的浅。第 1 龄幼虫呈小白囊状,虫体包被在白囊内(封底图版 I:9)。此时不细查找,很难发现。掀开翅芽,或看到翅芽略有肿胀并细微

抬起时,此时小白囊刚刚形成。随着取食发育,小白囊膨大、突起,渐成椭圆形或不规则的近圆形,在翅芽下显露出来。②各龄囊的大小与寄主若虫龄期有直接关系,若虫龄期高,营养相对丰富,则螫蜂幼虫体长大,黑囊直径也大;相反,若虫龄期低,营养相对缺乏,因而囊的直径小,幼虫也短细。据测量,1 龄囊直径 0.49(0.46~0.52) mm,2 龄囊直径 0.82(0.68~0.92) mm,3 龄囊直径 1.38(0.90~1.66) mm。③囊的颜色。1 龄囊初期和中期白色,末期变为灰黑至黑色;而有的直到 2 龄囊初期仍灰白色,2 龄囊后期至 3 龄囊始终为灰黑至黑色。囊内幼虫的体背,自 1 龄末期或 2 龄初期即呈黑色或灰黑色,人们看到的灰白色或灰黑色囊,实际为幼虫体背显现出来的颜色。囊表面无明显花纹,仅有极小的方格状纹。④囊的开裂。囊经 3 次开裂并蜕皮后,幼虫破囊而出,以第 4 龄幼虫在枝条或叶面作茧。各龄幼虫龄期见表 1。需要说明的是,1 头若虫产生 2~3 个黑囊的,由于营养有限,其幼虫发育的时间也相对较长。

表 1 宽额螫蜂第 1 代各虫态历期统计表

项目	卵期 (h)	1~3龄幼虫 (h)					第 4龄 幼虫 (茧内)	蛹期 (d)				幼虫脱囊 至羽化 (d)	
		1龄	2龄	3龄	幼虫孵化 产卵至幼虫 至脱囊 脱囊(卵至 (1~3龄) 1~3龄)			预蛹期 (d)	蛹期 (d)		至羽化 (d)		
					合计	白蛹期			黑蛹期	室内	野外		
平均值	78.1	54.2	61.7	78.3	209.5	280.0	19.8	5.7	16.1	8.2	7.9	43.6	43.5
范围值	66~92	32~78	41~81	52~120	198~215	169~378	15~22	5~7	13.7~19	7~9	6.7~10	35.3~51	40~48
日均温 度 (℃)				26.6 (21.8~33.4)			26.7 (24.7~28.7)			27.2 (23.9~29.6)		26.0	26.0
												(23.8~29.6)	(21.0~29.2)
相对湿 度 (%)				57 (29~88)			62 (42~72)			64 (61~68)		64	74
												(50~71)	(48~92)

1~2 龄幼虫成熟时,一般自囊的内侧,即幼虫头部一侧从囊背正中线纵裂,一直裂至囊的中间至腹部末端。即囊的裂口,有的完全开裂至腹末;有的仅开裂至整个囊外周的 1/2~3/4 并不完全裂至囊的最边缘。开裂后的囊皮分附于囊的两侧,中间同时形成新囊。最典型

的是饱满的 3 龄囊,其 1~2 龄皮附在囊的两侧,状似嗑开的黑色西瓜子皮(封底图版 I:10)。纵裂后的第 1~2 龄囊皮不再长大。1~2 龄幼虫黑囊蜕皮,自开裂至结束,平均用时 4.9(3~7) h。3 龄囊老熟时,一般均是自囊的外侧开裂,即自幼虫的尾部先裂开。

囊的着生位置及数量。卵孵化后形成的囊,就在前翅芽或后翅芽下。囊内幼虫头部深入胸侧组织内,一般位于靠近体组织的内侧;尾部较浅地插入组织内,一般位于体组织的外侧。

1头恶性席瓢蜡蝉若虫前翅芽或后翅芽下一般有 1个黑囊,少数情况下产生 2个黑囊,极少见 3个黑囊的情况(封底图版 I: 11)。若虫体背左侧或右侧产生黑囊的几率大致相当。

⑤各龄囊皮形态。1龄囊皮和 2龄囊皮为半圆形的扇状,均紧贴于 3龄囊的基部。基部淡褐色,端大半部为茶褐色,边缘具齿轮状的褐斑(封底图版 I: 12)。其左右两侧几乎相齐,具有相近的直径;而前后的距离则相差明显。3龄黑囊皮皱缩,囊表面外观无明显花纹,显微镜下观察,仅有极小的方格状纹。各龄囊皮的量度见表 2。

表 2 宽额螫蜂 1~3龄囊皮量度值 (mm)		
龄期	前后长	左右宽
1	0.64(0.50~0.86)	0.65(0.42~0.86)
2	1.04(0.76~1.32)	0.95(0.62~1.32)
3	1.60(1.14~2.78)	1.13(0.92~1.64)

(3)脱囊过程:第 3龄幼虫成熟后脱离黑囊的过程简称脱囊。

螫蜂第 3龄幼虫近成熟时,寄主若虫在枝条上或静止,或连续爬行。脱囊前,蜡蝉若虫前足紧抓枝条或叶片不动,静待囊内幼虫脱出。脱出前的黑囊较饱满,弯曲成“C”形的白色幼虫隐约可见。黑囊开裂前,囊背面中间或外侧缝隙处隐约有小水珠渗出。黑囊开裂时,幼虫胴部猛烈撑胀囊皮,使 3龄囊皮自尾部方向先裂开一小缝,然后逐渐向囊的中部、头部一侧开裂,但一般裂至头部一侧的中间(即整个囊皮周长的 3/4处)即停止。此时幼虫的头部仍在寄主若虫的胸腔、头壳内快速吸吮汁液及组织,拚尽最后的力气多吸收营养,并积攒力量至胴部背面,不断向外撑裂、撑出,渐渐露出淡绿色或鲜绿色的胴部组织,然后头部再出来(封底图版 I: 13~14)。此时,腹末还在黑囊内,虫体未全部脱出。为了使腹部尽快脱出,幼虫有时还不断向自己的腹部腹面“揉”,并伸展头部,

左右探寻。接触到枝条表面后,即不断蠕动,向前爬行,终于将幼虫尾端“带”出来;幼虫有时用头部“拱”若虫的头胸部(此举也可能为其作茧动作,无意中有助于脱囊),使腹末自囊内全部脱出,然后将若虫躯壳“甩”于一侧。幼虫腹部的最后脱出,有时还可藉幼虫的重力,或风力吹动而落下来。幼虫有时落到地面,有时在枝条上爬行。整个脱囊过程,即从开裂至全部脱出历时 35~128 min,一般 50 min左右。

脱出幼虫的黑囊皱折皱缩,裂口均为小裂缝,明显小于闫氏单爪螫蜂 *Anteon yanjixu* Oñi and H.和久单爪螫蜂 *Anteon juricanum* Latreille黑囊的开裂程度。

(4)茧内幼虫发育:观察多头在试管壁上作茧的幼虫,取比较典型的 1头记述如下。初脱囊幼虫一般淡绿色至污绿色。作茧 1 d后幼虫一般淡绿色,在内茧的底部,头部略缩于前胸内并歪向一侧,整个幼虫长占内茧的 1/2~3/4(封底图版 I: 15~16)。3~4 d后,头胸部渐变黄红色,腹部内容物为淡绿色,开始出现稀疏的白斑。第 5~6 d幼虫黄红至黄白色,腹中部黑绿色,有白粉斑 10多个;第 8~18 d黄白色,中间仍有黑斑或绿斑,有白粉点斑;在灯光照射下,幼虫头部有时活动。第 19 d幼虫黄白色,腹中部仍有黑条斑,白粉点清晰;第 20 d幼虫整体黄白色,但体变细长,腹中部黑斑约占全体的 1/3 无白粉点斑;第 21 d幼虫黄白色,全体伸长至内茧全长,腹中部具黑斑(封底图版 I: 17)。这是幼虫进入预蛹期的显著标志。

2.1.4 蛹 长 3.86(3.00~5.22) mm,宽 1.12(1.00~1.32) mm,纺锤形。

(1)白蛹:初蛹黄白色,复眼大而呈淡红褐色,腹部中间有较大黑斑,幼虫蜕及头壳皮在腹末,靠近茧的最后端底部,与腹末离开一段距离(封底图版 I: 18)。

化蛹后 2~3 d复眼由淡褐色变为深褐色至黑色;头胸部黄红色,尤其胸部背面、腹前半部背面黄红色,腹部中间区域淡黑色(封底图版 I: 19)有时杂有较多的白粉状斑,腹末黄白色平钝。头部两个上颚较大,向外突出,下唇须

抵达复眼的中部。触角抵达中后足基部,有的可达腹部第2节末;翅芽达腹部第2节之初;前足抵达腹部第1~2节处,中足抵达腹部中间3~4节处,后足抵达腹末,与之相齐或略短于腹末。

(2)黑蛹:腹部黑区渐扩大至全黑色,头胸部渐黑,触角及各足等附肢最后渐变深色至褐色(封底图版I:20)。

(3)预蛹:室内试管中,第1代茧内幼虫最短15 d一般19~22 d后虫体突然变细长,渐伸长至与内茧齐长,此时幼虫进入预蛹期。预蛹体细长,黄白至黄红色;约4 d后,头胸部略缢缩,头部下方的两侧各有1个长条状的黑斑,是蛹的头部与胸部的分界线;约5 d后,头胸部交界处显著缢缩,2个黑长斑明显(封底图版I:21)。6~7 d后,正式为蛹。在茧内,蛹的背面朝向茧外,蛹的腹面与茧所在的枝条紧贴。蛹在灯光照射下常前后窜动。

预蛹期一般5~7 d白蛹期一般7~9 d黑蛹期一般7~10 d 整个蛹历期13.7~19 d

2.1.5 茧 明显地分为2层,外层松散粗糙;内层致密光滑,白色。

(1)外茧:长5.31(3.38~7.58) mm,宽1.98(1.28~2.72) mm,高1.20(0.66~1.68) mm。幼虫作茧于枝条、叶面,隆起呈长扁椭圆形,灰白色,表面具寄生枝条或叶面的稀疏或密布的表皮碎屑,因而外茧表现为与枝皮或叶片同色的隆起状物(封底图版I:22)。

(2)内茧:白色,长扁椭圆形,长4.18(3.10~5.52) mm,宽2.09(1.24~2.50) mm;结构致密,质地细腻,内壁光滑(封底图版I:23)。

(3)作茧过程:幼虫脱囊后,即开始作茧。幼虫先作外茧,后作内茧。在枝条上作外茧,先往头部附近的前体处吐丝,再倒转虫体在尾部吐丝,这样循环往复地绕虫体周围辖枝表面缀膨松白色网茧,边吐丝作茧边缀枝皮屑。吐丝的顺序是先缀两头,后缀中间;缀皮屑时,其上颚不断从枝条表面啃食下一小片褐色的碎皮屑,搬运到茧的一侧,吐出碎屑粘附于茧外。约1 h后,幼虫已在头、尾部用丝缠绕一圈围住了

虫体,形成一层稀松的薄丝茧;而此时外茧表面的皮屑已占1/20。约6 h后,缀屑密度已达外茧的50%;12 h后仍在作茧缀屑,缀屑率达茧表面的70%,且外茧又向两侧进一步延长(封底图版I:24~25)。约14 h后,外茧全部做好,缀屑密度达外茧表面的80%(封底图版I:26)。此时,幼虫又在内吐丝作内茧。20 h后,幼虫已不见动静,内茧基本作成。

透过1头在试管壁上作茧的幼虫,可以清晰地看到其作茧的过程。幼虫晨7 h始作茧,4 h后已在管壁上作了第1层稀松薄茧,12 h后做成第一层外茧。外层茧作好后,再绕虫体作内茧。其顺序与外茧相同,先在头部一侧吐丝,主要围绕虫体至中部吐丝,然后回转虫体,有时是“挤”至尾部(封底图版I:27),在比虫体略长处吐丝作内茧的边界,再吐丝至虫体中部。如此循环往复,幼虫头尾两侧都吐丝,常使中部的丝茧有重合之处,故内茧中间常有较致密的白色横带。这与姬蜂科的杨潜姬蜂 *Celata populus* Wan^[8]幼虫所作内茧的中间产生灰白色腰环有相似之处。整个作茧过程一般持续20 h有的作茧速度较快,历时8~12 h有的历时20~24 h甚至36 h后仍可见幼虫头部在内吐丝活动。

幼虫作好茧后,仍不断补充修补外茧。曾见1头幼虫基本做好内外茧,但不小心用针挑破,出现一个小缺口。幼虫随即过来吐丝修补,10 min后,恢复如初。

(4)作茧部位:在室内,幼虫一般作茧于枝条或叶片表面。但在野外,幼虫除在枝条表面作茧外,还可在地面的碎叶或碎枝段上作茧。经试验观察,将恶性席瓢蜡蝉近成熟的黑囊若虫集中放于套袋的小榆苗上,共放入2个袋中13头黑囊若虫。其中有7头幼虫在枝条表面作茧;1头幼虫在袋壁上作茧;2头幼虫在地面的碎叶木条上作茧,另3头不见。以上说明,幼虫大多在枝条表面作茧,部分在地面碎叶上作茧。

2.2 生物学特性

2.2.1 生活史 宽额螯蜂以第4龄幼虫在茧内越冬。最早于3月下旬至4月上旬幼虫开始

复苏,成为预蛹、蛹。4月下旬至5月上旬为化蛹盛期,5月中旬成虫开始出现,一直持续至6月上中旬。第1代卵和幼虫随成虫的羽化于5月中旬出现,5月下旬6月上旬为成虫寄生产卵盛期,同时也为第4龄幼虫结茧盛期。至6月下旬、7月上旬,幼虫开始变为预蛹、蛹,7月

下旬开始出现成虫,8月上中旬为第1代成虫羽化盛期,可一直持续至8月下旬至9月上旬。第2代卵和幼虫7月下旬开始出现,8月中下旬为卵和幼虫发生盛期,第4龄幼虫于8月上旬开始脱囊结茧越冬,一直持续到9月上中旬仍有幼虫陆续脱囊、结茧越冬(图1)。

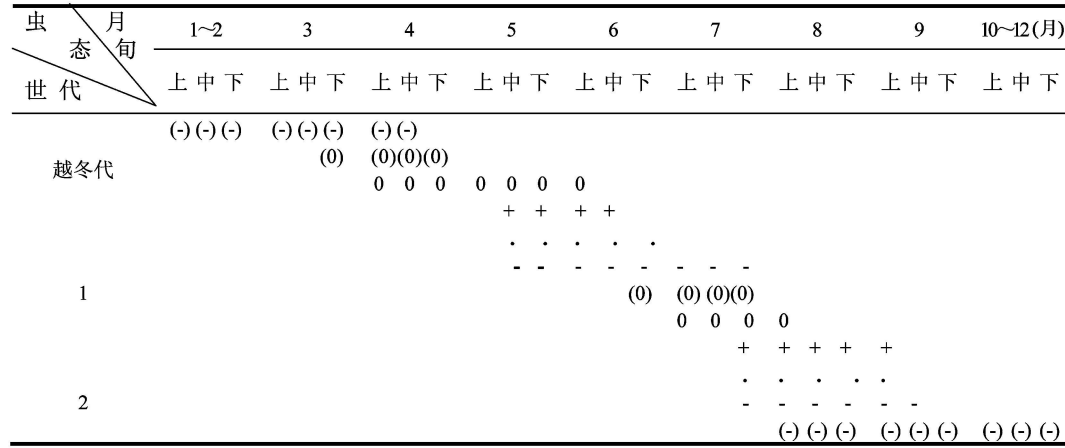


图 1 宽额螯蜂生活史 (山东商河, 2006~2007)
+成虫 ● 卵 0 蛹 (-)预蛹 —幼虫 (-)越冬幼虫

2.2.2 成虫习性与行为 (1)羽化:成虫全天均可羽化出茧,但以凌晨至上午羽化较多,约占82.2%;下午次之,约占10.7%;晚上最少,约占7.1%(表3)。

表 3 宽额螯蜂成虫羽化出茧时刻表

观察时间段 (h)	羽化数量 (头)	百分比 (%)
6 h前	6	21.4
6~8	10	35.8
10~12	2	7.1
12~18	3	10.7
18~22	2	7.1

成虫在茧内羽化后,并不急于出茧,一般静栖2~3 d后,才咬破内外茧钻出。有的自羽化之初,即在茧的一端的侧面,用上颚咬1条纵裂缝,待正式羽化出茧时,将裂缝处咬成一不规则的边缘不整齐的羽化孔而钻出;有的则在出茧前10 h左右,开始咬羽化孔。成虫慢慢钻出后,在茧上停留几秒至1 min不等,在叶面或其它部位排出体内污液(封底图版I:28),即可开

始活动。茧的羽化孔近圆形,有时为不规则的方形,边缘不整齐,其直径平均1.07 mm,介于0.68~1.44 mm之间。前期雄成虫羽化较多,中后期雌虫羽化较多。

(2)交配:将初羽化的1雌1雄放入试管中,雄蜂显得极为活跃,但雌不大理会,也不大活泼。一会儿,雌蜂即抓住蜡蝉若虫补充营养。咬食约1 min后,雌蜂明显活跃,活动迅速。但雌雄蜂在管内一直来回爬动,经常接触而又立即分开,始终未见交尾。

(3)取食:成虫羽化后,首先寻找寄主若虫或蜜露,进行较长时间的补充营养。初羽化的成虫,在试管内来回急速爬行,触角快速频繁地伸点。如果放入10%的蜂蜜滴,则绕行几圈后即可吸食,每次达1~3 min甚至6 min以上。而如果管壁上有恶性席瓢蜡蝉若虫分泌的蜜露,雌雄成虫均会快速取食。即使为非寄主的其它叶蝉、角蝉、蜡蝉类的蜜露,成虫同样会取食。

曾将斑衣蜡蝉 *Lycoma delica tulla* White 槐树三刺角蝉 *Tricentrus sophorae* Yuan et Yan 凹缘菱纹叶蝉 *Hishimonus sellatus* (Uhler) 的若虫放入管内, 成虫均不理睬, 且各种若虫并不刻意躲闪或逃避; 将恶性席瓢蜡蝉若虫混入其中, 若虫随即表现出恐惧状, 总想远离螫蜂; 而螫蜂成虫却能从若虫群中快速发现并追捕恶性席瓢蜡蝉, 充分表现出寄主与天敌之间固有的关系。

在野外的白榆、桑树、刺槐、槐树、杨树等寄主植物枝条上, 螫蜂成虫自上而下或自下而上, 逐枝条、逐叶柄快速爬行, 搜索恶性席瓢蜡蝉若虫。成虫主要靠前伸的触角不断摆动探查若虫所在位置。当发现时, 则“盯”住蜡蝉, 表现得较为活跃、“兴奋”, 触角急速颤动, 频繁向后向前伸展, 中后足支撑虫体, 前足凌空伸展, 头胸部左右摆动, “凝视”或对峙 3~5 s 即迅速地扑上去。有时若虫正要跳跃逃避, 正被螫蜂捉个正着。螫蜂两前足及螫分别卡住若虫的前足及头部和同侧后足的基部, 用中后足支撑躯体, 用口器咬住蜡蝉头部下侧或胸部侧面。此时, 若虫剧烈反抗, 但螫蜂在搏斗中, 用腹末不断探刺若虫的胸部或腹面, 此系向寄主若虫注入毒素, 使之麻醉, 因此若虫渐渐失去抵抗能力, 任由螫蜂摆布 (封底图版 I: 29)。螫蜂头部触角向前平伸, 上颚插入若虫头胸部侧板处, 不断吸吮寄主组织及汁液, 其头部也不断抽动, 而其腹末则顶住另一侧中胸侧面, 并不断地探刺或抵住。此时若虫几乎一动不动, 应是中毒后完全失去了反抗能力。经历一段时间的取食, 螫蜂成虫放开若虫, 径自到一侧, 用触角和前足不断梳理头部、口器, 用后足梳理腹末, 有时可达 4~5 min 之久。

如果被捕捉的蜡蝉若虫体型较大, 螫蜂成虫制伏若虫则有时较为费力, 需要用腹末产卵器较长时间进行探刺 (注入毒素)。有时成虫甚至可以被若虫举起而悬空, 螫蜂 2 只前足则紧紧地抓住若虫的前足及后足。搏斗中, 螫蜂的中后足也用力, 腹末弯下刺蜇的同时, 也作为一个支撑点。最后仅靠螫蜂的 2 只后足吊在枝条上, 咬食胸侧, 并用腹末探刺。后来干脆腹部

也不用弯曲, 甚至头部触角也不摆动, 直接猛吸。这时若虫已完全失去抵抗力, 一直不动, 各足蜷曲。

被捕食后若虫的反应, 与若虫的龄期有直接关系。如果是 3 龄小若虫, 则一般由于取食时间较长, 对其伤害较重而僵化不动, 各足略微颤动, 1~4 min 后翻起身爬到一侧, 1~3 d 后多死亡; 如果是体型较大的 4~5 龄若虫, 有的为无任何不适迹象, 正常地在一侧静栖; 有的仅有 1~3 s 的仰面抽搐, 一会儿即翻身正常, 在一侧不动。被捕食的若虫, 其被取食的部位 5~7 h 后即发黑。

雌成虫的补充营养, 有时并不全部是针对活的蜡蝉若虫。曾见 1 头初羽化的雌成虫, 放在试管内不停地来回快速爬动。突见其抱住 1 头 4 龄蜡蝉若虫蜕, 头部往胸部或腹部侧面咬食, 而腹部弯至皮的胸侧探刺。这是其补充营养或产卵的本能反应, 持续 1 min 如果不是人为照相干扰, 可能还会抱住不放。

(4) 产卵: 初羽化的雌成虫未经交配即可在 1 h 内先补充营养, 然后产卵于若虫。产卵时的捕捉姿态与补充营养时大致相似, 但一般头部口器轻衔若虫的胸侧或腹侧, 不咬破表皮, 仅起到支撑作用, 腹末不断向若虫前后翅芽下的组织中探刺 (封底图版 I: 30), 1 次产卵过程可探刺 3~10 多次。而如果是补充营养, 则咬破胸侧或腹侧猛烈吸吮。在室内的捕食及产卵规律, 基本上是补充营养 2 次, 产卵 3 次。每次补充营养或产卵历时 26~212 s, 平均 171.3 s, 间隔时间最短的 2 min 一般 10~47 min 最长的超过 2 h。

据饲养观察, 1 头雌成虫每天可捕食或产卵 4~5 头若虫, 一生可捕食或产卵近 60 头, 其中直接死亡的约占 50%, 产卵存活寄生出螫蜂幼虫的占 50%。产卵率约 70%, 平均每雌产卵 40 枚左右。1 头若虫大多产 1 粒卵, 少数产 2 粒或 3 粒卵。

成虫可孤雌生殖, 不进行交配即可产卵, 并孵化出幼虫。

宽额螫蜂成虫主要产卵于恶性席瓢蜡蝉的

3~4龄若虫, 5龄若虫由于体型较大, 反抗力强, 不容易捕捉; 2龄若虫体较小, 营养有限, 幼虫不足以完成发育。具体寄生比例见表 4。

表 4 宽额螫蜂成虫产卵寄生若虫龄期表

寄主若虫龄期	数量(头)	百分比 %
2龄	3	3.7
3龄	33	40.7
4龄	27	33.4
5龄	18	22.2

(5) 性比: 观察羽化的 58头成虫, 共有雌虫 33头, 雄虫 25头, 其雌雄性比为 1.32:1。

(6) 寿命: 在野外套袋的枝条内, 未放入寄主, 不补充营养, 在日均温 25.9 (23.5~29.2)℃, 相对湿度 81 (73~96)%的条件下, 雌成虫寿命 6~14 d, 雄成虫寿命 2~4 d。而在袋内有杨树叶蝉蜜露饲喂, 但未产卵的雌虫, 可存活 17~19 d, 雄成虫可存活 3~5 d。

而在室内较宽大的试管中, 补充营养并产卵的雌虫, 寿命多 3~5 d, 雄成虫 1.5~3 d。如果连续配给螫蜂雌成虫寄主若虫, 令其短期过度集中产卵, 成虫寿命会大损, 室内一般不超过 3 d。

2.2.3 野外寄生率 2005~2007连续 3年调查商河县许商办事处何家村林地内的恶性席瓢蜡蝉若虫, 通过观察寄主若虫产生黑囊情况, 统计其自然寄生率, 介于 27.8%~45.7%之间, 平均 41.7%。由此可知, 宽额螫蜂对恶性席瓢蜡蝉的寄生控制作用相当明显。但这还不包括螫蜂成虫捕食寄主若虫而致死的数量。恶性席瓢蜡蝉在林内的发生量, 呈一定的规律性, 一般为 4~5年大发生 1次。除去气候等因素外, 天敌的寄生控制是主要因素。

3 讨论

几年间, 多次在螫蜂成虫期, 捕捉同时期发生的各种叶蝉、角蝉、蜡蝉, 包括杨皱背叶蝉 *Rhytidodus poplars*^[5]、齿茎长突叶蝉 *Batrachomorphus densus*、截突窄头叶蝉 *Batrachomorphus truncus*、宽槽胫叶蝉 *Drabescus ogumae*、柳长突叶蝉 *Batrachomorphus* sp.、侧突

拟菱纹叶蝉 *Hishmonoides laterosporus*、槐树三刺角蝉 *Tricentrus sophorae*、斑衣蜡蝉 *Lycomadella* 等若虫, 供成虫产卵, 以确定其具体的寄主。同时, 采集各种半翅目若虫或成虫, 观察是否有黑囊产生, 发现黑囊后, 育出成虫进行鉴定。经试验, 在商河县, 除恶性席瓢蜡蝉外, 尚未发现宽额螫蜂寄生其它半翅目害虫。另外, 在济南市平阴县, 在上海市同济大学校园内, 泰安市岱庙内, 均发现宽额螫蜂寄生恶性席瓢蜡蝉。据此, 基本确定宽额螫蜂专性寄生于恶性席瓢蜡蝉。

在宽额螫蜂采集和饲养过程中, 没有发现茧内寄生出天敌寄生蜂。但在野外采集的恶性席瓢蜡蝉若虫黑囊中, 曾多次饲养出一种体型极小的寄生蜂, 而出蜂后的螫蜂幼虫黑囊则干瘪死亡。这是首次发现直接寄生螫蜂黑囊中幼虫的寄生蜂。但由于保存不当, 寄生蜂标本丢失, 而致失去了进一步鉴定的机会。

我们认为, 在寄主若虫期间, 所有捕食寄主的天敌, 都可以称为螫蜂的间接性天敌。曾亲眼见虎尾春痒蝽 *Ama chinensis* 捕捉 1头产生闫氏单爪螫蜂幼虫黑囊的杨皱背叶蝉 *Rhytidodus poplars* 若虫^[6]。目前发现的可捕捉寄主若虫及黑囊的天敌有三突花蛛 *Misumenops tricuspidatus*、广腹螳螂 *Hierodula pallifera*、食虫虻 *Asikidae* sp. 等。

经过 2004~2007年共 4年的室内外系统繁育和观察研究, 宽额螫蜂 1年发生 2代, 以老熟幼虫在茧内越冬已成定论。但在几年间的饲养和观察中, 发现室内保存的茧中, 秋末冬初多次羽化出成虫。

分析认为, 可能是由于室内空气干燥、相对湿度偏低、温度较高, 以及螫蜂幼虫作茧之初或作茧期间在光照时间、强度及温度等方面的其中某一个因素, 或是多个因素共同作用, 可能使幼虫达到了进一步发育的临界点, 从而导致幼虫继续化蛹、羽化。而在野外条件饲养和保存的茧, 则由于接近自然, 没有出现提前发育化蛹、羽化的现象。因此认为, 螫蜂幼虫或蛹对外界环境非常敏感, 其滞育规律有待今后继续观

察研究。

致 谢 承华南 农业大学许再福教授鉴定宽额螯蜂学名, 并始终给予热情指导; 西北农林科技大学袁锋教授鉴定角蝉、蜡蝉学名, 贵州大学李子忠教授、博士生宋月华同学和苏州大学蔡平教授鉴定各种叶蝉学名。特致谢意!

参 考 文 献

- 1 Ohtani M. A revision of the Dryinidae (Hymenoptera), Men. An. Entomol. Ins., 1984 37: 1XXXI+1~1 913.
- 2 何俊华, 许再福. 中国动物志, 昆虫纲, 第 29卷(螯蜂科). 北京: 科学出版社, 2002.
- 3 闫家河, 夏明辉, 王宏琦. 恶性席瓢蜡蝉的生物学特性. 昆虫知识, 2006 42(6): 708~710.
- 4 Xu Z. F., Ohtani M., He J. H. A Contribution to the knowledge of Dryinidae and Gonaopodinae of China. Oriental Insects 2006 40: 91~96.
- 5 李子忠, 张斌, 闫家河. 中国片角叶蝉亚科一新纪录属及三新种记述. 动物分类学报, 2008 33(3): 595~599.
- 6 闫家河, 宋月华, 王绍林, 等. 杨皱背叶蝉的生物学特性. 昆虫知识, 2008 45(6): 919~925.

研究选萃

冈比亚按蚊用声音频率选择配偶

蚊子的嗡嗡声让人厌烦, 但这却是它们彼此间辨别身份的标志和吸引“另一半”的“情歌”。英国一项最新研究显示, 非洲的冈比亚按蚊可以靠声音的差别来区分不同的种群。

英国萨塞克斯大学等机构研究人员在新一期《当代生物学》(Current Biology)杂志上报告说, 冈比亚按蚊分为多个亚种, 这些亚种在外表上几乎完全一致, 但却很少杂交, 这使得冈比亚按蚊保持了较高的基因多样性, 因此适应性更强, 从而成为不易对付的疟疾传播载体。

研究人员此前曾发现, 蚊子扇动翅膀发出的嗡嗡声可成为它们之间的交流手段。对冈比亚按蚊的最新研究又发现, 不同亚种的蚊子在声音频率上有差别。当同一亚种的两只异性冈比亚按蚊互相接近的时候, 它们会调整各自的声音频率, 达到一个较好的“和声”, 然后交配。而不同亚种的蚊子相互间难以完成这场“对歌”, 从而避免杂交。

研究人员说, 这是首次发现冈比亚按蚊利用声音频率选择配偶的特点, 它将有助于通过开发干扰其交配的手段, 提高防控疟疾的水平。(来源: 2010年 1月 2日新华网)

图版 I 闫家河 等：宽额螳蜂的幼期形态及生物学特性（正文见 P156）



1. 雌成虫 2. 雄成虫 3. 卵 4. 卵在翅芽基部(略掀开翅芽) 5,6. 幼虫 7. 幼虫头部放大 8. 幼虫在茧内占半茧至 2/3 茧 9. 初孵白囊幼虫在翅芽下的侧面观 10. 黑囊第 3 龄正形成, 示 1~2 龄皮包围 3 龄囊呈瓜子皮状 11. 开裂的黑囊 12. 2 龄皮外缘具齿轮状黑斑 13. 幼虫脱囊 14. 幼虫脱囊 15. 幼虫在茧内占半茧 16. 幼虫在茧内占半茧至 2/3 茧 17. 预蛹 18. 茧内初化蛹 19. 蛹体变黄红色, 腹部始变黑 20. 茧内黑蛹 21. 即将为蛹 22. 枝条茧及成虫羽化后空茧和羽化孔 23. 幼虫内外茧之区别 24. 幼虫在枝叶作茧初期 25. 幼虫吐丝作内茧 26. 幼虫初作成茧 27. 幼虫作茧的初期状, 示幼虫正掉转头部返到另一侧再吐丝补充作茧 28. 茧及旁边的污物 29. 雌虫腹末蜚刺 30. 雌成虫正产卵于恶性席瓢蜡蝉若虫翅芽下

