

角倍蚜性母的羽化和生殖规律^{*}

邵淑霞 杨子祥 陈晓鸣^{**}

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所 国家林业局资源昆虫培育与利用重点实验室 昆明 650224)

摘要 为了深入研究角倍蚜 *Schlechtendalia chinensis* (Bell) 性母的羽化和生殖规律,为角倍人工培育技术的改进和产量的提高提供科学依据。本文采用培养皿保湿培养载有角倍越冬若蚜的藓块,收集刚羽化的性母置于培养皿内单头培育,连续观察并记录角倍蚜性母的羽化和生殖过程。结果表明:角倍蚜性母全天均可羽化,19:00 的羽化量最大,为羽化总数的 42.96%;在 18~22℃ 条件下,羽化过程持续 6 d,其中前 3 d 的羽化量最多,为总羽化量的 73.05%,羽化后 2 h 开始产性蚜,其中 24 h 内产性蚜最多,为性蚜总数的 84.61%。性母一生可产性蚜 1~4 次,其中 56.67% 的性母一生产性蚜 2 次。性母的产性蚜次数与产蚜量之间呈极显著正相关。60.00% 的性母可产雌、雄两种性别的性蚜,36.67% 的性母一生只产雄性蚜,仅有 3.33% 的性母一生只能产雌性蚜;雄性蚜的产出时间平均比雌性蚜早 2 h。

关键词 角倍蚜,性母,羽化,生殖

Emergence and reproduction of sexuparae of *Schlechtendalia chinensis*

SHAO Shu-Xia YANG Zi-Xiang CHEN Xiao-Ming^{**}

(Key Laboratory of Breeding and Utilization of Resource Insects of State Forestry, Institute of Resource Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, China)

Abstract In order to provide a scientific basis for the improvement of artificial cultivation techniques and increased the yield of the horned gallnut, we studied the emergence and reproduction of sexuparae of horned-galling aphid, *Schlechtendalia chinensis* (Bell). The secondary host mosses, *Plagiomnium maximovizii* (Lindb.) T. Kop., which was rearing *S. chinensis* were put into 15 cm petri dishes. Then each sexupara individual was caught and put in a 5 cm petri dishe respectively when sexuparae emerged. The emergence, migration and reproduction process were observated continuously. The result showed that sexuparae of *S. chinensis* emerged and migrated all day, but 42.96% emerged at 19:00. On the condition of 18–22℃, the emergence process lasted for 6 days, and the number of sexuparae emerged in the first 3 days was largest which standed the 73.05% of total. After emerged two hours, sexuparae began to reproduce sexuales, and 84.61% sexuales were born in the first 24 hours. Sexuparae produced 1–4 times all the life, and 56.67% produced sexuales twice. There were positive correlations between produced times and fecundity of sexuparae. Sixty percent of sexuparae not only produced both male and female, and 36.67% of sexuparae only produced male, and 3.33% only produced female. The birth time of male was 2 hours earlier than that of female in average.

Key words *Schlechtendalia chinensis*, sexupara, emergence, reproduction

角倍蚜 *Schlechtendalia chinensis* (Bell) 属半翅目,蚜总科,瘿绵蚜科,可寄生在漆树科盐肤木 (*Rhus chinensis* Mill) 叶片上形成单宁含量高达 64.49% 的角倍(虫瘿)(唐觉和蔡邦华,1957;张广学和钟铁森,1983;吕翔等,2010),角倍广泛应用于医药、化工、印染、食品、矿业和石油等行业(张

宗和,1987)。角倍蚜是一种异寄主全周期生活型蚜虫(朱弘复,1957;唐觉,1976),一生中要经历干母、无翅干雌、有翅干雌、越冬若蚜、性母(春迁蚜)、雌性蚜和雄性蚜等蚜型,其中性母是整个生活周期中唯一可产有性世代的生物型,通过它的迁飞实现角倍蚜从藓类寄主向盐肤木寄主的转换

^{*} 资助项目:国家林业公益性行业专项(201204602);国家林业科技推广项目(2011-15)。

^{**}通讯作者, E-mail: xmchen@vip.km169.net

收稿日期:2012-09-06, 接受日期:2012-11-06

(Moran, 1989)。因此,角倍蚜性母的研究历来是角倍蚜研究的重点。高木五六(1937)最早发现角倍蚜的第2寄主为4种提灯藓植物,并对角倍蚜的生活周期进行了研究,初步理清了角倍蚜性母的生活习性。20世纪90年代以来,对角倍蚜性母的研究多集中在生物学习性、迁飞及其影响因素。Takada(1991)在前人研究基础上对角倍蚜的生活史进行了详尽的研究。杨光勇等(1990a, 1990b)指出角倍蚜性母在倍林内的迁飞半径多在10 m以内,其上树量与14:00的温度呈正相关,与相对湿度呈负相关,在盐肤木上的空间分布型符合负二项分布,呈聚集性分布。丘凤波(1994)、张燕平等(2000)则对影响角倍蚜性母迁飞的因素进行了研究,认为温度对其迁飞的影响最大。但有关角倍蚜性母羽化规律和生殖行为的研究较少,为此,我们系统地观察了角倍蚜性母的羽化及生殖行为,深入研究了角倍蚜性母的羽化和生殖规律,以期在五倍子人工培育技术的改进和产量的提高提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试角倍蚜性母

角倍越冬若蚜取自角倍主产地四川峨眉山市川主乡的角倍蚜人工培育基地,以侧枝匍灯藓(*Plagiomnium maximoviczii* (Lindb.) T. Kop.)作为培育角倍越冬若蚜的冬寄主。秋季将藓种植在覆有薄土的竹笆上制成藓盘,待角倍自然成熟爆裂时,将角倍蚜秋季有翅迁移蚜转移到藓盘上饲养,翌年2月将载有越冬若蚜的藓盘带回实验室,在室内保湿培养备用。

1.2 角倍蚜性母羽化的观察

角倍蚜性母羽化前,从藓盘上随机取藓块,切成10 cm × 10 cm大小,放入直径为15 cm的培养皿内保湿培养,共切30块藓块,每一藓块大约载角倍越冬若蚜450头。室温下,每2 h观察一次,连续观察直至藓上的角倍蚜性母全部羽化完毕,记录角倍蚜性母羽化的时间和数量。

1.3 角倍蚜性母生殖行为的观察

取刚羽化的角倍蚜性母30头,分别置于直径为5 cm的小培养皿内,皿底垫一层滤纸,定期洒水,保持滤纸湿润但无积水。室温条件下,每隔2 h观察一次,记录角倍蚜性母每次产性蚜的时间、

数量和性别,直至角倍蚜性母死亡。设置3个重复。

1.4 数据分析

实验数据分别采用SPSS11.5和Sigmaplot.V10.0进行分析和制图。方差分析采用单因素方差分析(One-way ANOVA)。角倍蚜性母产若蚜时间、产若蚜数量和寿命与产若蚜次数等的相关性分析采用简单相关分析。

2 结果与分析

2.1 角倍蚜性母羽化节律

角倍蚜性母全天均可羽化,羽化数量随时间推移呈现周期性变化,有2个羽化高峰期:9:00和17:00,羽化量分别为4.10%和23.36%。角倍蚜性母在继9:00这一小高峰期之后,羽化量开始减少,2 h后有所回升,但不明显,直至15:00,羽化量增至14.31%;傍晚17:00至19:00期间,角倍蚜性母羽化的数量最多,为42.96%;随着时间的推移,角倍蚜性母的羽化量逐渐下降,23:00时仅有7.29%的角倍蚜性母羽化;凌晨1:00至7:00期间,仍有角倍蚜性母羽化,但数量较少,累计占全天羽化量的10.74%(图1)。

角倍蚜性母羽化后随即爬向冬寄主藓的表面,整姿晾翅,在温、湿度适宜的条件下,很快便飞离藓。本实验是在室内18~22℃条件下进行的,角倍蚜性母的羽化始于2月23日,至28日结束,历时6 d,前3 d羽化较多,占总羽化量的73.05%,其中羽化开始日和第2日羽化数量较多,其百分率分别为26.35% ± 4.54%和27.45% ± 4.54%,第3天角倍蚜性母的羽化量占总羽化量的19.24% ± 2.26%。从第3日起羽化量逐渐下降,到第6日降到最低,仅有5.86% ± 1.53%的角倍蚜性母羽化(图2)。

2.2 角倍蚜性母产性蚜的节律

角倍蚜性母羽化后产性蚜的时间差异较大,羽化后2~48 h以上均可产性蚜,第一次产性蚜的平均时间为(11.03 ± 1.54)h。角倍蚜性母羽化后2 h内即开始产性蚜,产性蚜的数量随着时间推移呈波浪起伏变化,并分别在4、16、22和48 h形成4个高峰期,产性蚜的数量分别占总数的15.38%、15.38%、10.26%和10.26%,而在10、18和24 h形成3个低谷期,产性蚜数量为0。这可能与角倍

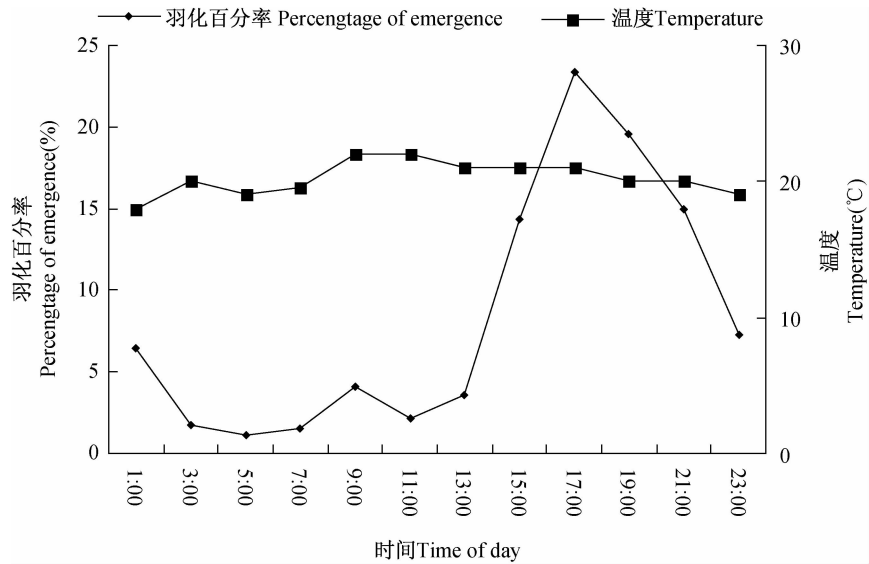


图 1 角倍蚜性母羽化数量的日变化

Fig.1 Daily emergence rhythm of sexuparae of *Schlechtendalia chinensis*

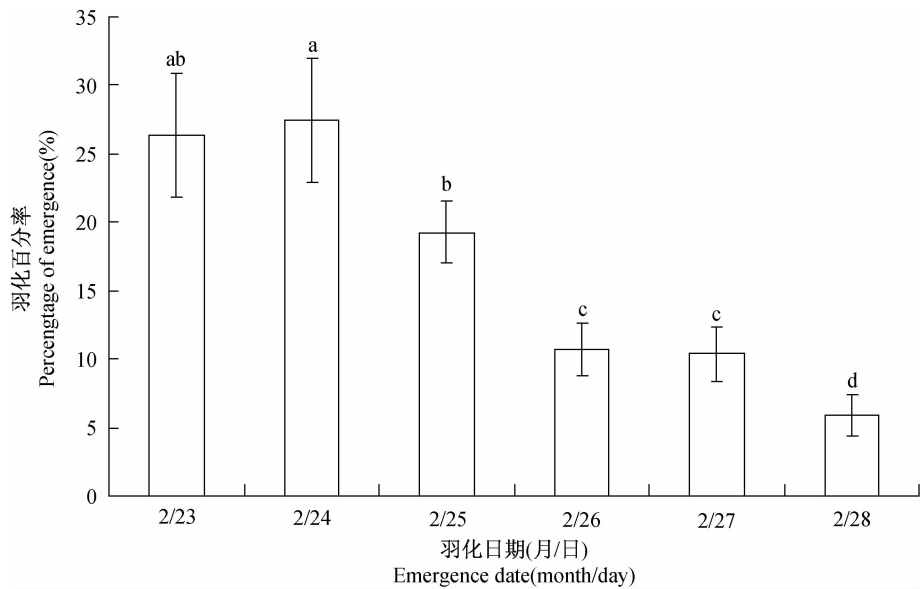


图 2 角倍蚜性母羽化历期

Fig.2 Emergence duration of sexuparae of *Schlechtendalia chinensis*

柱上标有不同字母表示差异显著,单因素方差分析, $P < 0.05$ 。

Different letters on the histogram indicate significant difference at 0.05 level by One -way ANOVA.

蚜性母的羽化迁飞规律有关。总的来看,羽化后 24 h 内产的性蚜数为性蚜总数的 84.61%, 24 ~ 48 h 产的性蚜数为总数 10.26%, 48 h 后产性蚜数为总数的 5.13% (图 3)。

2.3 角倍蚜性母繁殖特征

角倍蚜性母一生最多可产 4 次性蚜,产性蚜 1 ~ 2 次为主,其中:产 2 次性蚜 (56.67%) 和产 1 次性蚜 (33.33%) 占 90%, 产 3 次 (6.67%) 和 4 次性蚜 (3.33%) 的仅占 10%。角倍蚜性母平均产性蚜 (3.70 ± 1.60) 头 (1 ~ 6 头), 绝大多数的角倍蚜性母产性蚜 2 ~ 4 头,少数 5 ~ 6 头。随着角

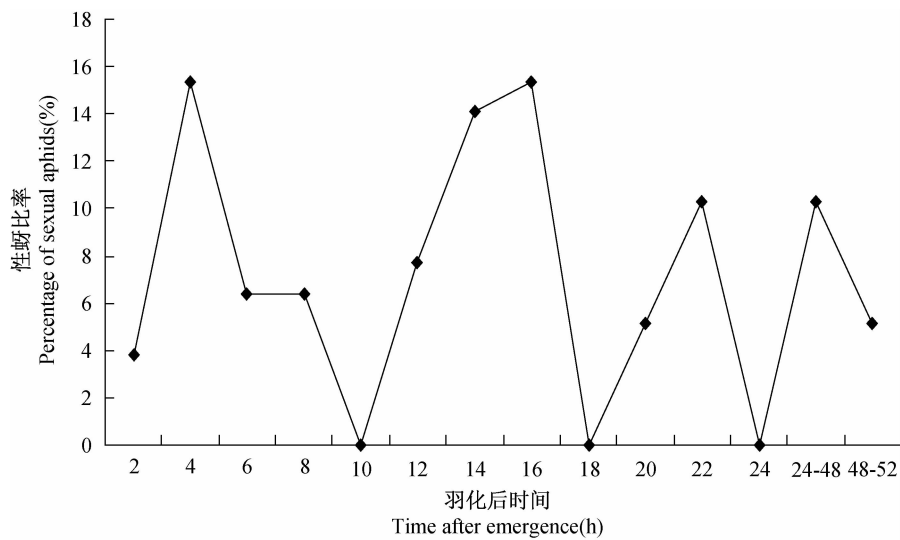


图3 角倍蚜性母产性蚜的节律

Fig.3 The reproduction rhythm of sexuparae of *Schlechtendalia chinensis*

倍蚜性母生育次数的增加,其产若蚜数量也逐渐增加,分别为:产1次性蚜的数量为(2.20 ± 0.79)头、产2次性蚜的数量为(4.29 ± 1.40)头、产3次性蚜的数量为(5.50 ± 0.71)头、产4次性蚜的数量为(6.00 ± 0.00)头(表1)。

角倍蚜性母的产若蚜次数不同,其第1次产若蚜的时间(即羽化至第一次产若蚜的时间间隔)及寿命也不同。其中,一生产3次性蚜的角倍蚜性母,第一次产若蚜的时间最晚(18.00 ± 2.83)h,寿命最长(57.00 ± 1.41)h;一生产2次性蚜的

角倍蚜性母,第一次产若蚜的时间最早(9.24 ± 7.91)h,寿命最短(44.32 ± 14.93)h。

角倍蚜性母的产若蚜数量、第一次产若蚜的时间、产若蚜次数和寿命间的相关性分析表明,角倍蚜性母的产若蚜数量与其产若蚜次数呈极显著正相关,但与第一次产若蚜的时间、寿命之间的相关性均不显著;此外,角倍蚜性母第一次产若蚜的时间与其寿命之间的相关性也达极显著水平,即第一次产若蚜的时间越晚,其寿命越长(表2)。

表1 角倍蚜性母的产若蚜次数、寿命、第一次产若蚜时间及产若蚜数量

产若蚜次数	百分率(%)	寿命(h)	第1次产若蚜的时间(h)	产若蚜数量(头/性母)
Reproduction times	Percentage	Longevity	First producing time	Fecundity
1	33.33	45.30 ± 6.63 ab	12.60 ± 9.88 ab	2.20 ± 0.79 A
2	56.67	44.32 ± 14.93 a	9.24 ± 7.91 a	4.29 ± 1.40 B
3	6.67	57.00 ± 1.41 b	18.00 ± 2.83 b	5.50 ± 0.71 C
4	3.33	48.00 ± 0.87 ab	12.00 ± 2.34 ab	6.00 ± 0.09 C

注:表中数据为平均值 ± 标准差;同列数据后标有不同小写字母表示在 $P < 0.05$ 水平差异显著,同列数据后标有不同大写字母表示在 $P < 0.01$ 水平差异极显著(单因素方差分析)。表3同。

Data in the table are mean ± SD; those within the same column followed by different lowercase letters are significantly different at 0.05 level, and those followed by different capital letters are extremely significantly different at 0.01 level (One-way ANOVA). The same with Table 3.

2.4 角倍蚜性母产若蚜性别及顺序的差异

角倍蚜性母根据所产性蚜性别不同,可分

为产雌、雄两种性蚜的性母、只产雄性蚜的性母和只产雌性蚜的性母3种类型,其中产雌、雄两种性

表 2 角倍蚜性母产若蚜数量、第 1 次产若蚜时间、产若蚜次数和寿命之间的相关分析

Table 2 The correlation coefficient of sexuparae of *Schlechtendalia chinensis* among the first reproduction times, longevity and fecundity

	产若蚜数量 Fecundity	第 1 次产若蚜时间 First producing time	产若蚜次数 Reproduction times	寿命 Longevity
产若蚜数量 Fecundity	1			
第 1 次产若蚜时间 First producing time	- 0. 11	1		
产若蚜次数 Reproduction times	0. 69 * *	0. 00	1	
寿命 Longevity	- 0. 14	0. 50 **	0. 12	1

注：**表示差异在 0. 01 水平显著。
**means correlation is significant at the 0. 01 level (2-tailed).

蚜的性母为总数的 60. 00% ,其后代的雌雄性比为 1: 1. 33,只产雄性蚜的性母为 36. 67% ,只产雌性蚜的性母为 3. 33% 。3 种性母的产若蚜量之间的差异显著,产雌、雄两种性蚜性母的产若蚜数量最

高,平均每只性母产性蚜(4. 54 ± 1. 48)头,产雄性蚜的性母为(2. 73 ± 1. 15)头,产雌性蚜的性母的产若蚜数量最低,为(2. 00 ± 0. 79)头(表 3)。

表 3 角倍蚜性母产若蚜性别及产若蚜数量的差异

Table 3 The percentage and fecundity of three types of sexuparae of *Schlechtendalia chinensis*

角倍蚜性母的类型 Types of sexuparae of <i>Schlechtendalia chinensis</i>	百分率 Percentage(%)	平均产若蚜 数量(头) Average fecundity	最高产若蚜 数量(头) Maximum fecundity	最低产若蚜 数量(头) Minimum fecundity
产雌、雄两种性蚜的性母 Sexuparae which producing male and female sexual aphids	60. 00	4. 54 ± 1. 48 a	6. 00	2. 00
产雄性蚜的性母 Sexuparae which only producing producing male sexual aphids	36. 67	2. 73 ± 1. 15 c	4. 00	1. 00
产雌性蚜的性母 Sexuparae which only producing female sexual aphids	3. 33	2. 00 ± 0. 79 b	2. 00	2. 00

雌、雄性蚜从角倍蚜性母体内产出的顺序不同,55. 56% 的角倍蚜性母所产雌、雄性蚜的时间间隔小于 2 h,44. 45% 的角倍蚜性母产出的雌、雄性蚜的时间间隔长于 2 h,其中,27. 78% 角倍蚜性

母羽化后先产雄蚜,平均间隔 8. 4 h 之后再产雌蚜;仅有 16. 66% 的角倍蚜性母羽化后选择先产雌蚜,平均间隔 8. 7 h 后再产雄蚜。但总体来看,雄性蚜较雌性蚜平均早 2 h 从角倍蚜性母体内产出。

表 4 角倍蚜性母产雌雄性蚜的顺序

Table 4 The sequence of producing female and male by sexuparae of *Schlechtendalia chinensis*

	雌雄同时产出 Male and female produced at the same time	先产雄后产雌 Male produced early than female	先产雌后产雄 Female produced early than male	平均时间(h) Average time
百分率 Percentage (%)	55.56	27.78	16.67	—
雄性蚜比雌性蚜提早产出的时间(h) The time of male produced early than female	0	8.40	- 8.70	2.00

注:雌雄产出时间间隔小于 2 h 的,视为雌雄同时产出。
If the produced time interval between male and female was less than 2 h, they were regarded as at the same time.

3 讨论

角倍蚜是一种异寄主全周期生活型的蚜虫,在藓和盐肤木两种寄主植物上交替转主生活。春季,生活于藓上的越冬若蚜开始羽化为角倍蚜性母,飞离藓枝,转向营养、栖境更适宜其后代生活的盐肤木上。角倍蚜性母的迁飞受温度、湿度、光照等环境因素的影响,但温度是影响其迁飞的主导因素(丘凤波,1994;张燕平等,2000),赖永祺(1986)的研究表明,温度越高,角倍蚜性母的迁飞量越大。角倍蚜性母迁飞的适宜温度为 18 ~ 21℃。本实验所用角倍蚜性母从下午 15:00 开始大量羽化,此时,温度达到羽化的要求。19:00 的羽化量最多,占全天羽化量的 42.96%,除与温度有关外,还可能与室内光照强度有关,因为此时羽化可避开阳光的灼晒,有利于角倍蚜性母飞行和寻找寄主植物。张沈龙(1996)和丘凤波(1994)认为角倍蚜性母具有正趋光性,喜欢向光亮处爬行或迁飞,这可能是因为角倍蚜性母从阴湿的藓环境中飞出后,要飞向光照相对较高的树干上。但如果从角倍蚜性母行为和生态适应性来分析,角倍蚜性母迁飞至盐肤木树干的裂缝处,然后隐蔽在树干裂缝中产性蚜,致瘿后其后代也要在角倍内避光生存,因此,笔者认为角倍蚜性母应该是不喜直射阳光,而喜散射光和湿度较大的环境。这种特征可能是角倍蚜长期适应环境的结果,且角倍蚜分布的自然环境,年日照时数一般为 1 000 h/

年 左右(吕翔等,2010)。

角倍蚜性母一生可产性蚜 1 ~ 4 次。唐觉和张传溪(1987)的研究表明,角倍蚜性母的体内含有 1 ~ 4 个卵巢,卵巢内胚胎的发育程度不一致,而且部分胚胎在发育过程中退化或发育到一定大小后而夭折,因而角倍蚜性母个体在生育次数方面存在一定的差异。本研究结果表明,角倍蚜性母的产若蚜数量与产若蚜次数之间呈显著正相关,生育次数越多,产若蚜数量就越高。然而,90%的角倍蚜性母仅能生育 1 ~ 2 次,生育 3 ~ 4 次的角倍蚜性母仅占 10%。这可能一方面是因为角倍蚜性母迁飞至盐肤木后便无营养来源,其生育过程又消耗掉过多的营养,致使角倍蚜性母因营养不足而过早死亡;另一方面可能是因为角倍蚜性母若蚜阶段营养条件不足或气候环境恶劣,致使体内胚胎夭折而不能成功产出。因此,如何增加角倍蚜性母的产若蚜次数,避免体内胚胎夭折,从而获得更多的性蚜,增加角倍的产量,值得进一步的研究。

本研究结果还表明,根据产性蚜的性别不同,角倍蚜性母可分为产雌、雄两种性蚜的性母、仅产雄性蚜的性母和仅产雌性蚜的性母 3 种类型,这个结果与唐觉和张传溪(1987)对角倍蚜性母卵巢的解剖结果一致。对于大多数蚜虫的性母而言,在产雄性蚜时,总是首先产出一定数量的雌性蚜(Lambers,1966;Lees,1966),但本研究表明,角倍蚜性母则先产雄性蚜而后产雌性蚜,且雄性蚜产

出时间较雌性蚜平均提前 2 h。角倍蚜性母所产性蚜性别及先后顺序的差异,可能与避免自交有关,这对于保持种群的遗传多样性水平具有重要的意义。3 种类型角倍蚜性母的产若蚜数量之间的差异达显著水平,以同时产雌雄性母的产若蚜数量最高,这可能与维持雌雄性比平衡,不致性比失调有关。因此,为得到更多的性蚜,影响性母分化即性蚜性别分化的因素也值得进一步的探究。

参考文献 (References)

- Lambers DHR, 1966. Polymorphism in Aphididae. *Annu. Rev. Entomol.*, 11:47 – 78.
- Lees AD, 1966. The control of polymorphism in aphids. *Adv. Insect Physiol.*, 3:207 – 277.
- Moran NA, 1989. A 48-million-year-old aphid-host plant association and complex life cycle:biogeographic evidence. *Science*, 245 (4914):173 – 175.
- Takada H, 1991. Gall development of *Schlechtendalia chinensis* (Bell) (Homoptera: Pemphigidae) on *Rhus javanica* L. and emergence of alate from galls. *Jpn. J. Appl. Entomol. Z.*, 35(1):71 – 76.
- 高木五六, 1937. 盐肤木五倍子人工增殖的研究 (第一报). 朝鲜总督府林业试验场报告. 1 – 85.
- 赖永祺, 1986. 角倍蚜春季迁飞的观察. 林业科学, 22 (4):431 – 435.
- 吕翔, 杨子祥, 邵淑霞, 李杨, 2010. 角倍单宁酸和没食子酸含量的比较及影响因子分析. 林业科学研究, 23 (6):856 – 861.
- 丘凤波, 1994. 角倍蚜生物学观察. 广西植保, (4):14 – 17.
- 唐觉, 1976. 五倍子及其繁殖增产的途径. 昆虫学报, 19 (3):282 – 296.
- 唐觉, 蔡邦华, 1957. 贵州湄潭五倍子的研究. 昆虫学报, 7(1):131 – 140.
- 唐觉, 张传溪, 1987. 角倍蚜性蚜生物学的研究 I 胚胎发生和性别决定. 浙江农业大学学报, 13(2):137 – 143.
- 杨光勇, 漆云庆, 邱建生, 1990a. 角倍蚜春季迁移蚜的空间分布型研究. 贵州林业科技, 18(4):74 – 78.
- 杨光勇, 漆云庆, 邱建生, 张著春, 1990b. 角倍蚜春季迁移蚜在倍林内的迁飞距离及其上树量与温湿度的关系. 贵州林业科技, 18(4):79 – 85.
- 张广学, 钟铁森, 1983. 中国经济昆虫志, 第 25 册, 同翅目, 蚜虫类 (一). 北京:科学出版社. 78 – 80.
- 张沈龙, 1996. 福建引种角倍蚜生物学特性研究初报. 福建林学院学报, 16 (1):41 – 44.
- 张燕平, 苏建荣, 陈宝珊, 2000. 角倍蚜的迁飞期与生殖. 林业科技开发, 14 (1):23 – 24.
- 张宗和, 1987. 五倍子加工及利用. 北京:中国林业出版社. 1 – 301.
- 朱弘复, 1957. 蚜虫概论. 北京:科学出版社. 1 – 162.

北方硕螽行为模式的研究^{*}

王 静^{**} 赵 敏 安建梅 芦荣胜^{***}

(山西师范大学生命科学学院 临汾 041004)

摘 要 本文采取饲养观察与相机捕捉相结合的方法对北方硕螽 *Deracantha onos* Pallas 的行为模式,如若虫行为、常见行为、鸣声行为和交配行为模式进行了观察描记。并应用分析软件对数据进行了处理。结果表明:若虫不鸣叫,午间取食;其蜕皮与温度和食性有关。成虫在各种环境条件下均出现清理触角、触角摆动、行进及取食等行为;但在营养不良空间狭小情况下,还会出现同类相食。对性成熟雄性个体的鸣声分别在独雄、双雄和一雌一雄3种情况下,以24 h为周期进行观察。独雄鸣叫时间最长,一昼夜鸣叫时间为 (492.84 ± 82.52) min,双雄时鸣叫时间最短,为 (239.85 ± 40.55) min,夜间鸣叫时间相对减少。食性和温度也对鸣叫时间有影响。鸣声是螽斯种内重要的通讯方式,在交配也会起到作用。交配时雌虫爬到雄虫的背部,雄虫尾部翘,雌虫尾部下弯,两性生殖孔相接,至雌虫生殖孔外挂精包为止。

关键词 螽斯总科,北方硕螽,行为模式,鸣声,交配

Research on behavior patterns in *Deracantha onos* Pallas

WANG Jing^{**} ZHAO Min AN Jian-Mei LU Rong-Sheng^{***}

(College of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen 041004, China)

Abstract The basic behavior patterns of laboratory raised *Deracantha onos* Pallas were recorded using digital media and analyzed with computer software. The results show that nymphs cannot call and that daily activity peaks at noon. Nymphal molt is related to temperature and diet. In various environmental conditions, adults perform moving, feeding and other behaviors but cannibalism can occur at high density and when there is insufficient food. Calling of different combinations of adults, single males, two males and male and female pairs, was recorded for 24 hours. Single males called the longest; $(492.84 + 82.52)$ min in circadian time. Two males called for the shortest time, $(239.85 + 40.55)$ min, and the times of calling song had gone short at night. Feeding and temperature also affected calling time. Sound plays an important role in species to communication and mating patterns. When mating, females crawl onto the male's back, the male's tail is recurved upwards and the female's tail bends down so that their respective genital openings come into contact. Mating culminates with spermatophores being deposited at the female reproductive aperture.

Key words Tettigonioidea, *Deracantha onos*, behavior patterns, calling song, mating patterns

动物行为学作为揭示生命活动的规律、探索生命体与环境之间的重要领域之一,已成为国际、国内的研究热点(陈道海等,2005)。昆虫行为的模式包括取食、清理、避敌、交配、鸣叫等(何祝清和李恺,2009)。昆虫的行为也与周围环境的变化表现出相关性,同时也和其存在的生态系统中的其他生物存在着相关性。了解其行为模

式便可应用于防治。其中行为模式的研究是行为学研究的一个基本方面。然而,螽斯的行为模式的研究在国内却鲜见报道。国内仅有隋艳晖(2003)及贾志云和蒋志刚(1999)曾对一些种类蟋蟀和短翅鸣螽的行为模式进行了观察和描述。Janentos (1980), Brown (1981), Parker (1983), Luttbeg (1996)曾对雌性搜索雄性的行为进行过观

^{*} 资助项目:国家自然科学基金(31101614)。

^{**} E-mail: wangjing0256@ yahoo. cn

^{***} 通讯作者, E-mail: lursh3000@ yahoo. com. cn

收稿日期:2012-05-31, 接受日期:2012-07-24