

南非刺桐叶片上刺桐姬小蜂 虫瘿分布特征

林 龙¹, 吴淑灵¹, 梁光红^{1, 2*}

(1. 福建农林大学 林学院, 福建 福州 350002; 2. 福建农林大学 园艺学院, 福建 福州 350002)

摘要:对刺桐姬小蜂(*Quadrastichus erythrinae* Kim) 虫瘿在南非刺桐(*Erythrina caffra* Thunb.) 叶片上的分布特征进行了调查研究。结果表明:刺桐姬小蜂主要危害南非刺桐的叶片和叶柄,树冠不同方位上其叶片受害率和受害叶虫瘿平均密度差异不显著($P > 0.05$);在树冠的不同层次上其叶片受害率差异极显著($P < 0.01$),主要表现为上层 > 中层 > 下层;但各层次的受害叶虫瘿平均密度差异不显著($P > 0.05$)。虫瘿主要分布于叶片的基部和叶柄的中、上段部位,以单个和2个虫瘿相连的虫瘿团出现。南非刺桐叶片上刺桐姬小蜂虫瘿呈聚集分布,且聚集程度较强,其分布形式符合负二项分布,分布的基本成分为个体群,虫瘿聚集程度具有密度依赖性,聚集是由昆虫本身的习性和环境共同引起的。

关键词:南非刺桐;刺桐姬小蜂;虫瘿;空间分布

中图分类号:S763.43 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2012)05-0928-05

Distribution of Galls Induced by *Quadrastichus erythrinae* on the Leaf of *Erythrina caffra*

LIN Long¹, WU Shu-ling¹, LIANG Guang-hong^{1, 2*}

(1. Colleg of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2. College of Garden, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: *Quadrastichus erythrinae* Kim is an important invasive pest which affected *Erythrina caffra* plants. The distribution of galls and infested characteristics induced by *Q. erythrinae* Kim on *Erythrina caffra* Thunb. leaves were investigated and analyzed to guide the control of these invasive pests. The results indicated that *Q. erythrinae* was one of the main pests which infested primarily leaves and leafstalks, and there was remarkable difference in damage ratio among different parts of the crown with the highest damage ratio in the upper crown, the lowest ratio in the lower crown, while no remarkable difference in damage ratio of leaves and average gall density in different orientations of the crown. Galls were mainly distributed in the leaf base and petiole top, and the probability of the gall mainly appeared with one and two-galls group. The spatial distribution of the galls on leaves was aggregate based on the spatial pattern parameters, and its basic element for distribution was clusters of individuals, and the aggregation degree was dependent on the gall density, which was caused by the congregation habits of insects and the environment condition.

Key words: *Erythrina caffra*; *Quadrastichus erythrinae*; galls; spatial distribution

收稿日期:2011-11-28 修回日期:2012-09-03

基金项目:福建省重点项目(2009N0004)、高等学校博士点基金项目(20113515120002)和福建农林大学博士后基金项目(010253)

作者简介:林龙(1988—),男,硕士生,主要从事森林昆虫学研究, E-mail: 0612024037@163.com; * 通讯作者:梁光红,副教授,博士, E-mail: fjlhg@126.com。

刺桐姬小蜂(*Quadrastichus erythrinae* Kim)是新近发现的一种危害刺桐的外来入侵生物^[1]。2003年在台湾台南县发现刺桐姬小蜂严重为害刺桐属(*Erythrina*)植物,2005年以来广东深圳、福建厦门、海南三亚、广西南宁等地相继发现该虫发生危害^[2-4]。2005年8月该虫被列为我国进境植物检疫性有害生物和全国林业检疫性有害生物^[5-6],国外分布于毛里求斯、新加坡、夏威夷等太平洋国家和地区^[2,7-8]。

目前,刺桐姬小蜂在国内主要危害杂色刺桐(*Erythrina variegata*)、金脉刺桐(*E. variegata* var. *orientalis*)、龙牙花(*E. corallodendron*)等刺桐属植物,但尚未见该虫危害南非刺桐(*E. caffra*)的相关报道^[9-12]。2010年笔者在福建泉州首次发现刺桐姬小蜂危害南非刺桐,因此形成的虫瘿密度很高,表明其受害情况极其严重。现将南非刺桐叶片上刺桐姬小蜂虫瘿的分布特征报道如下,为进一步研究刺桐姬小蜂的危害与发生规律,有效防控工作提供科学依据。

1 研究方法

1.1 调查方法

2010年7—9月,在福建省泉州市石笋公园内,以典型未防治的受害南非刺桐为样株(5株)。在各样株树冠东、南、西、北、中各方位的上、中、下层随机剪取1条树枝(1m),分别调查各方位、层次上的叶片受害情况,统计受害枝上各部位(梢、叶片、叶柄)的虫瘿数量;在每个方位随机选取3片受害的叶片,每株共计45片,根据叶片宽度和长度共划分为12个区(图1),分别记录各区中刺桐姬小蜂虫瘿数量及虫瘿频次分布^[13];将所采叶柄样品平均分成上、中、下3段(靠近叶片基部方向的为上段),记录各段叶柄刺桐姬小蜂虫瘿的数量。

1.2 数据处理

将调查数据输入计算机建立数据库,处理得出相关数据,并利用DPS软件计算聚集度指标^[14]。

2 结果与分析

2.1 刺桐姬小蜂虫瘿的分布特征

表1 南非刺桐不同部位虫瘿分布特征

Tab.1 The distribution of *Q. erythrinae* in different position of *E. caffra*

受害情况 Victimization	受害部位 Infested position		
	梢 Branch	叶片 Leaf	叶柄 Leafstalk
观察样本数/条 Sample number	100	1 612	522
虫瘿总数/个 Total of gall	632	24 023	4 412
虫瘿密度/(个·条 ⁻¹) Density of gall	6.37	14.90	6.11

从各受害部位虫瘿总数和虫瘿密度来看,叶片比叶柄受害严重,梢部最轻(表1)。说明刺桐姬小蜂主要危害南非刺桐的叶片,其次是叶柄,受害梢部以嫩梢为主。

表2 刺桐姬小蜂虫瘿在不同树冠、方位的分布

Tab.2 The distribution of *Q. erythrinae* in the different crown and position on *E. caffra*

树冠层次 Tree crown	叶片受害率/% Victimization rates	虫瘿平均密度/ (个·叶 ⁻¹) Average gall density	树冠方位 Crown position	叶片受害率/% Victimization rates	虫瘿平均密度/ (个·叶 ⁻¹) Average gall density
上 Upper	57.66 ± 2.86 aA	11.18 ± 3.37 aA	东 Eastern	35.52 ± 6.00 aA	6.09 ± 2.27 aA
中 Middle	30.01 ± 2.09 bB	8.43 ± 1.04 aA	南 Southern	37.83 ± 9.65 aA	18.15 ± 7.37 aA
下 Lower	11.36 ± 1.37 cC	8.64 ± 3.84 aA	西 Eastern	30.78 ± 3.46 aA	16.39 ± 3.35 aA
			北 Northern	38.24 ± 10.04 aA	11.35 ± 4.27 aA
			中 Central	38.68 ± 6.99 aA	11.46 ± 3.023 aA

表中数据为平均值 ± 标准误,大、小写字母分别表示0.01、0.05水平上的差异显著性。

The dates are average ± standard, Uppercase, Lowercase represent significant difference at 0.01, 0.05 level respectively.

2.2 刺桐姬小蜂虫瘿在树冠不同方位、不同层次叶片上的分布特征

在不同树冠层次上,叶片的受害率之间差异达极显著水平($P < 0.01$):上层 > 中层 > 下层(表 2);但不同树冠层次上受害叶的虫瘿平均密度之间则无显著差异;在不同树冠方位上,叶片受害率和受害叶虫瘿的平均密度都无显著性差异(表 2)。

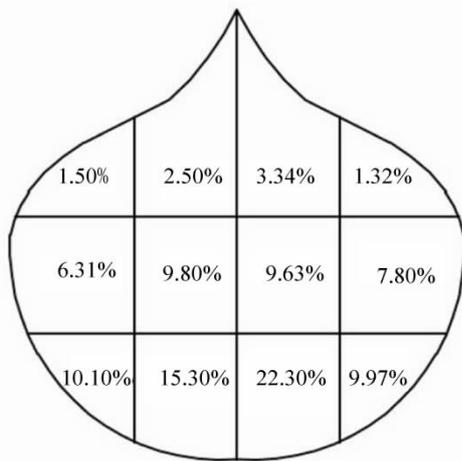


图 1 刺桐姬小蜂虫瘿在南非刺桐叶片上的分布

Fig.1 The frequency of galls on the leaves of *E. caffra*

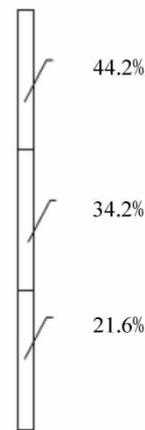


图 2 刺桐姬小蜂虫瘿在南非刺桐叶柄上的分布

Fig.2 The frequency of galls on the leafstalks of *E. caffra*

2.3 刺桐姬小蜂虫瘿在叶片、叶柄上的分布特征

南非刺桐叶片上刺桐姬小蜂虫瘿分布具有明显的特征(图 1)。靠近叶柄处主脉两侧的区域虫瘿数量占总虫瘿数的 37.60%;叶片中部主脉两侧区域虫瘿数量分别占 9.80%、9.63%;基部外侧区域虫瘿数量占总虫瘿数的比率占 20.07%;顶部中间区域虫瘿数量占总虫瘿数的比率仅为 5.84%;顶部外侧区域虫瘿数量最少,仅占总虫瘿数的 2.82%左右。以中间线为对称轴,相互对称的两侧,虫瘿数量大体是相近的。南非刺桐叶柄上刺桐姬小蜂虫瘿分布也具有明显的特征(图 2),叶柄上虫瘿数量表现为:上段 > 中段 > 下段。中、上段部位的虫瘿数量占叶柄虫瘿总量的近 80%,是主要分布部位。

因此,刺桐姬小蜂在刺桐叶片不同部位产卵具有明显选择性,多产卵于叶片下部靠近叶柄处主脉两侧区域及靠近叶片基部的叶柄区域。

2.4 南非刺桐叶片上刺桐姬小蜂虫瘿频次的分布特征

共调查到虫瘿的总频次为 1 101,其中以单个虫瘿形式分散存在的频次为 382,占总频次的 34.70%,以 2 个虫瘿聚集在一起的形式出现的虫瘿团频次为 243,占 22.07%。这 2 个级别频次累计占总频次 56.77%。说明虫瘿主要以单个或 2 个虫瘿相连的虫瘿团出现。3~5 个虫瘿相连形式出现也较多,各占总频次的 6%左右。以 6~15 个虫瘿形式出现的频次基本上随聚集群的增大而呈下降趋势。

2.5 南非刺桐叶片上刺桐姬小蜂虫瘿空间分布特征

表 3 南非刺桐叶片上刺桐姬小蜂虫瘿的聚集度指标

Tab.3 The indexes of aggregation of galls caused by *Q. erythrinae* on the *E. caffra*

样株 No.	密度 M	方差 S^2	拥挤度 M^*	丛生指标 I	聚集性指标 M^*/M	Cassie 指标 C_a	扩散系数 C	负二项分布 K	种群集数 λ
1	5.843	112.909	24.166 8	18.323 8	4.136 0	3.136 0	19.323 8	0.318 9	2.658 7
2	5.953	113.162	23.962 2	18.009 2	4.025 2	3.025 2	19.009 2	0.330 6	2.708 6
3	5.280	89.0652	21.148 4	15.868 4	4.005 4	3.005 4	16.868 4	0.332 7	2.402 4
4	6.633	126.079	24.640 8	18.007 8	3.714 9	2.714 9	19.007 8	0.368 3	3.018 0
5	5.927	117.767	24.796 6	18.869 6	4.183 7	3.183 7	19.869 6	0.314 1	2.696 8
平均值 Average value			23.743 0	17.815 8	4.013 0	3.013 0	18.815 8	0.332 9	2.6969
标准误差 Standard error			$\pm 0.666 2$	$\pm 0.511 6$	$\pm 0.081 7$	± 0.0817	$\pm 0.511 6$	$\pm 0.009 5$	$\pm 0.097 8$
聚集判断 Aggregation degree			>0	>1	>1	>0	>1	>0	
分布型 Spatial distribution			聚集	聚集	聚集	聚集	聚集	聚集	

所有样株的 C/M^* 指标的均大于 1, I, C_a 值均大于 0, K 值均小于 5,说明刺桐姬小蜂虫瘿在南非刺桐叶片上呈聚集分布(表 3)。 K 指标较小,为 $0.332 9 \pm 0.009 5$,说明刺桐姬小蜂聚集程度较强。

负二项分布 k 值基本上在 $1 \sim 0$, 说明南非刺桐叶片上刺桐姬小蜂虫瘿分布符合负二项分布形式。因此, 南非刺桐叶片上刺桐姬小蜂虫瘿呈聚集分布, 且聚集程度较强, 其分布形式是负二项分布^[15-20]。

根据平均拥挤度 (M^*) 和密度 (M) 的值按 Iwao 线性回归得 $M^* = 9.1126 + 2.4684M$ 相关系数 $R = 0.7968$ 。其中 $\alpha = 9.1126 > 0$, $\beta = 2.4684 > 1$, 说明刺桐姬小蜂虫瘿为聚集分布, 个体间相互吸引, 分布基本成分是个体群, 具体分布形式为一般负二项分布型^[15]。建立的 Taylor 幂模型为 $\lg(v) = 0.8789 + 1.5118 \lg(M)$, $R = 0.9328$; 其中 $\lg \alpha = 0.8789 > 0$, $b = 1.5118 > 1$, 说明刺桐姬小蜂虫瘿在一切密度下都是聚集的, 聚集强度具有密度依赖性。即随着虫瘿密度的增大, 聚集强度也随之增大^[16]。各样本的 λ 值均大于 2, 由此判定刺桐姬小蜂虫瘿在叶片上的聚集行为是昆虫本身习性和环境共同引起的。

3 小结与讨论

福建是我国刺桐属植物栽培、引种和推广的主要地区之一, 种植历史最早可追溯到五代十国时期, 积累了丰厚的历史和文化渊源, 例如泉州因此而得名“刺桐城”; 同时由于刺桐是可用于园林绿化的优良树种, 能出口创汇并兼具药用价值, 因而被广泛种植于街道、公园、绿地、庭院等地, 其中包括杂色刺桐、鸡冠刺桐和南非刺桐等主栽品种。因此刺桐在促进经济建设和丰富群众文化生活中具有重要作用。但是, 自 2005 年在福建厦门发现入侵害虫——刺桐姬小蜂以来, 不断向周边扩散并出现新的疫情, 严重威胁当地的刺桐甚至可能导致乡土树种灭绝^[2,4]。南非刺桐是新近发现被害的刺桐属植物。前人通过室内研究明确了刺桐姬小蜂对不同寄主植物具有选择性^[21], 在野外也对杂色刺桐、鸡冠刺桐和金脉刺桐等寄主上具有不同的危害程度和危害特征^[9-11]。显然, 刺桐姬小蜂对南非刺桐的选择性及危害特性可能不同于其它寄主, 因此本文的研究结果对于进一步明确该虫对寄主的选择性和危害特征, 指导该虫的疫情抽样调查、扩散规律及林间防治具有重要意义。

刺桐姬小蜂危害南非刺桐的主要部位是叶片和叶柄, 其虫瘿主要分布在叶片的基部和叶柄中、上段, 可能是该部位的植物形态结构和刺桐姬小蜂的活动习性综合作用的结果。从植物结构上看, 叶基叶脉较集中, 是营养物质向叶片四周传输的重要部位, 较丰富的营养物质对该虫产卵具有较强的吸引作用; 叶基的叶厚、表皮细胞和表皮毛密度可能更有利于成蜂产卵和幼虫取食。从刺桐姬小蜂的活动习性看, 该虫多在新抽的嫩叶上产卵危害, 且世代重叠明显, 因此同一受害叶片的初生部分暴露的时间最长, 受害频率反复累积, 从而导致虫瘿密度在靠近叶片基部偏多, 依次向远端渐少的放射状分布格局。当然, 这一结果还可能受到植物释放的挥发性化学物质的影响。叶柄中、上段较下段具有更高的虫瘿密度, 可能与 3 者的幼嫩程度, 或者植物组织的木质化水平、表皮细胞的密度和排列有关。从层次上看, 南非刺桐树冠上层叶片受害最为严重, 下层受害最轻, 这也可能与刺桐姬小蜂的习性有关。刺桐姬小蜂具有正趋光性, 树冠上层光照最强, 且树冠上层嫩叶明显多于中、下层, 因此该虫会趋于树冠上层活动, 使得树冠上层嫩叶受害概率大大提高, 从而形成更多的虫瘿。刺桐姬小蜂虫瘿在南非刺桐叶片上的分布呈聚集分布, 且聚集程度较强, 分布形式符合负二项分布, 分布基本成分为个体群, 该虫聚集的原因是本身习性和环境共同引起的, 这与邓晓韶、陈颖等^[13,17]对鸡冠刺桐和杂色刺桐的研究结果一致。刺桐姬小蜂在南非刺桐上分布的上述特征, 可为该虫的防治决策提供参考。

刺桐姬小蜂是一种危险性入侵害虫, 疫情发生后, 世界各国针对该虫都积极采取相应措施加以应对, 包括对进出境的苗木采取更为严格的植物检疫措施, 积极研发人工的、化学的和生物的防治技术对该虫进行防治, 并对濒临灭绝的乡土树种采取人工保育措施等, 如修剪受害枝、注射和喷洒杀虫剂, 这些防治的努力以及减缓传播的措施虽是权宜之计, 却是势在必行, 因为在该虫的原产地(肯尼亚、南非或坦桑尼亚) 搜寻自然天敌虽是治理根本, 但这可能需要耗时近 50 年^[22]。显然, 目前针对刺桐姬小蜂的防治既需要研究者耗费漫长的时间致力于传统生物防治研究, 又必须积极采取治标措施, 尽量阻止和减缓疫情扩散。本研究认为, 对南非刺桐、金脉刺桐、杂色刺桐和刺桐东方变种等易感品种, 需要采取严格的检疫措施, 特别是针对从境外进口的苗木以及疫区调出的苗木、插条等均实施严格检疫, 阻止该虫的进一步扩散和蔓延; 在对南非刺桐树枝进行修剪时, 建议对中、上层枝叶进行重度修剪, 对下层枝叶进行适当修剪; 在化学防治刺桐姬小蜂时, 宜采取重点防治树冠中、上层, 兼顾下层树冠的防治策略。

致谢: 南非刺桐承蒙华南农业大学林学院陈锡沐教授鉴定, 特此致谢!

参考文献:

- [1] Kim I K , Delvare , La S J. A new species of *Quadrastichus* (Hymenoptera: Eulophidae) : A gail-inducing pest on *Erythrina* spp. (Fabaceae) [J]. J Hym Res 2004 ,13(2) : 243 – 249.
- [2] 杨伟东 , 余道坚 , 焦懿 等. 刺桐姬小蜂的发生、危害与检疫 [J]. 植物保护 2005 ,31(6) : 36 – 38.
- [3] 姚普远 , 尹丰平. 刺桐姬小蜂在南宁市的发生危害现状及防治对策 [J]. 广西农学报 2009 ,24(2) : 44 – 25.
- [4] 黄蓬英 , 方元炜 , 黄建 等. 中国大陆一新外来入侵种: 刺桐姬小蜂 [J]. 昆虫知识 2005 ,42(6) : 731 – 733.
- [5] 陈志焱 , 余道坚 , 邵志芳 等. 刺桐姬小蜂发生习性及其虫瘿形成分析 [J]. 昆虫知识 2006 ,20(6) : 863 – 866.
- [6] 陈志焱 , 康林 , 余道坚 等. 刺桐姬小蜂危害鸡冠刺桐荚果的观察 [J]. 植物检疫 2006 ,20(4) : 207 – 208.
- [7] 王艳平 , 温俊宝. 新入侵种刺桐姬小蜂在我国的危害性评估 [J]. 昆虫知识 2006 ,43(3) : 364 – 367.
- [8] 吴伟坚 , 梁琼超 , 李志伟. 新入侵害虫刺桐姬小蜂的发生与防治技术 [J]. 植物检疫 2006 ,20(2) : 38 – 39.
- [9] 刘建锋 , 冯莹 , 陈沐荣. 刺桐姬小蜂对不同品种刺桐属植物为害差异性研究 [J]. 环境昆虫学报 2009 ,31(4) : 387 – 391.
- [10] 吴伟坚 , 麦俊伟 , 梁琼超. 刺桐姬小蜂对几种刺桐的为害程度分析 [J]. 中国森林病虫 2009 ,28(6) : 7 – 8.
- [11] 李军 , 梁广文 , 郭强 等. 刺桐姬小蜂在五(品、变) 种刺桐属植物上的危害特性及程度 [J]. 生态学杂志 2010 ,29(12) : 2414 – 2418.
- [12] 孔祥义 , 肖春雷 , 吴源云 等. 海南省刺桐姬小蜂危害情况调查及防治药剂初筛 [J]. 热带农业科学 2009 ,29(3) : 17 – 19.
- [13] 邓晓韶 , 曾玲 , 陆永跃 等. 鸡冠刺桐叶片上的刺桐姬小蜂虫瘿的分布规律 [J]. 华南农业大学学报 2008 ,29(3) : 29 – 32.
- [14] 徐汝梅. 昆虫种群生态学 [M]. 北京: 北京师范大学出版社 ,1987: 7 – 60.
- [15] Iwao S. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations [J]. Researches on Population Ecology ,1968 ,10(1) : 1 – 20.
- [16] Taylor L R. Aggregation , variance and the mean [J]. Nature ,1961: 18.
- [17] 陈颖 , 王竹红 , 黄建 等. 杂色刺桐叶片上刺桐姬小蜂虫瘿的分布与抽样技术 [J]. 植物保护 2010 ,36(6) : 45 – 49.
- [18] 彭龙慧 , 裘有年. 黄刺蛾空间分布型研究及应用 [J]. 江西农业大学学报 ,1994 ,16(1) : 57 – 61.
- [19] 宋萍 , 洪伟 , 吴承祯 等. 天然黄山松种群空间分布格局研究 [J]. 江西农业大学学报 2008 ,30(5) : 829 – 833.
- [20] 梁光红 , 钟富春. 惠东黄 蚜小蜂空间分布特征及林间应用研究 [J]. 湖北民族学院学报 2009 ,27(2) : 133 – 136.
- [21] 陈颖 , 王竹红 , 黄建. 刺桐姬小蜂对寄主的选择差异性研究 [J]. 福建农林大学学报 2010 ,39(6) : 574 – 578.
- [22] Gramling C. Hawaii's coral trees feel the sting of foreign wasps [J]. Science 2005 ,310: 1759 – 1760.