

松突圆蚧及友恩蚜小蜂空间分布型和种群消长动态研究^{*}

禹海鑫^{1 **} 徐志宏^{1,2 ***} 陈瑞屏³ 许少嫦⁴ 黄泽坤⁵ 林明生³

(1. 浙江大学昆虫科学研究所 杭州 310029; 2. 浙江林学院农业与食品科学学院植物保护系 临安 311300;

3. 广东省林业科学研究院 广州 510520; 4. 广东省森林病虫害防治与检疫总站 广州 510520;

5. 广东省信宜市林业局森防站 信宜 525300)

Spatial distribution pattern and population dynamics of *Hemiberlesia pitysophila* and *Encarsia amicula*.

YU Hai-Xin^{1 **}, XU Zhi-Hong^{1,2 ***}, CHEN Rui-Ping³, XU Shao-Chang⁴, HUANG Ze-Kun⁵, LIN Ming-Sheng³

(1. Institute of Insect Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China; 2. Department of Plant Protection, School of Agriculture & Food Sciences, Zhejiang Forestry University, Lin'an 311300, China; 3. Guangdong Forest Research Institute, Guangzhou 510520, China; 4. Forest Disease and Pest Control and Quarantine Station of Guangdong Province, Guangzhou 510520, China; 5. Forest Disease and Pest Control and Quarantine Station of Xinyi City, Xinyi 525300, China)

Abstract The spatial distribution pattern and population dynamics of *Hemiberlesia pitysophila* Takagi and its native parasitoid *Encarsia amicula* Viggiani et Ren were studied in the experimental forest in Guangdong Province. The results showed that the spatial distribution pattern of them both belonged to uniform distribution. The population dynamics modeling of *H. pitysophila* and *E. amicula* were described with "S" curve. There was one peak of the seasonal population density of *H. pitysophila*, which occurred from late March to late April. There were two peaks of the seasonal population density of *E. amicula*, which occurred in late February and from late April to mid May respectively. In addition, there were two peaks of the parasitism rates of *E. amicula*, which occurred in late February and from late April to early June respectively. All results indicated that there was high consistency of the spatial distribution pattern and population dynamics between *H. pitysophila* and *E. amicula*.

Key words *Hemiberlesia pitysophila*, *Encarsia amicula*, spatial distribution pattern, population dynamics

摘 要 通过对广东省试验林区内松突圆蚧 *Hemiberlesia pitysophila* Takagi 及其本地种寄生蜂友恩蚜小蜂 *Encarsia amicula* Viggiani et Ren 林间空间分布型和种群消长动态的调查研究发现:两者空间分布型相吻合,都为均匀分布;两者在林间全年种群消长曲线均呈“S”型变化。松突圆蚧种群密度高峰期出现在3月下旬至4月下旬,友恩蚜小蜂种群密度高峰期则分别出现在2月下旬和4月下旬至5月中旬。另外友恩蚜小蜂对松突圆蚧的寄生率全年共出现2个高峰期,分别是2月下旬和4月下旬至6月上旬。结果表明,友恩蚜小蜂和寄主松突圆蚧在林间时空发生规律具有高度一致性。

关键词 松突圆蚧, 友恩蚜小蜂, 空间分布型, 消长动态

松突圆蚧 *Hemiberlesia pitysophila* Takagi 又称松栎圆盾蚧,属半翅目 Hemiptera^[1] 蚧总科 Coccoidea,盾蚧科 Diaspididae,是一种危害松树的检疫性害虫^[2~4]。自20世纪80年代入侵我国内陆以来,对我国南方松林造成了严重危害^[5]。为了控制松突圆蚧猖獗危害,广东省曾

多次从日本引入天敌——花角蚜小蜂 *Coccobius*

^{*} 资助项目:广东省自然科学基金项目(7005504)。

^{**} E-mail: haixin.007@163.com

^{***} 通讯作者, E-mail: zhxxu@zju.edu.cn

收稿日期:2009-06-01,修回日期:2009-07-08

azumai Tachikawa 防治松突圆蚧,曾有效地控制过其为害^[6,7]。但是近年来受气候变化等多种因素影响,花角蚜小蜂林间自然种群急剧下降,失去对松突圆蚧的控制作用^[8]。而本地种寄生蜂友恩蚜小蜂 *Encarsia amacula* Viggiani et Ren 经过 20 多年对松突圆蚧的适应已经成为林间优势种寄生蜂,具有重要的利用价值^[9]。2004 年以来,广东省林业部门应用该寄生蜂在林间开展了大规模防治松突圆蚧的工作,4 年间松突圆蚧分布面积减少了近 27 万 hm^2 ,取得了极好的防治效果^[9,10]。

生物种群的空间分布和数量变化是种群生态学研究的核心理念^[11]。作者于 2008 年对广东省信宜市试验林区的松突圆蚧及寄生蜂友恩蚜小蜂空间分布型和种群消长动态进行了研究,初步了解两者的生物学特性及相互关系,为该小蜂的进一步研究和保护,生产上大规模推广应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验林地概况

试验林地设在广东省信宜市池垌镇新垌管理区,东经 110.94° ,北纬 22.48° ,海拔高度约为 190 m,面积约为 24 hm^2 ,为 14 年生马尾松纯林,平均郁闭度为 0.7。林下植被主要为芒萁。属亚热带季风气候,年平均气温为 $16.5 \sim 22.8^\circ\text{C}$,年降雨量为 1 477 ~ 1 941 mm。该林地遭受松突圆蚧危害多年,2006 年开始人工释放友恩蚜小蜂进行生物防治。

1.2 调查方法

1.2.1 空间分布型调查方法 2008 年 4 ~ 6 月在试验林地对松突圆蚧及友恩蚜小蜂空间分布型进行调查。根据地形、立地条件将试验林地分成 6 块试验小区,每块面积约 4 hm^2 。每块小区内按棋盘式取样法选取 7 株样树进行调查。每株树分东、西、南、北 4 个方位,每个方位按上、下两层,共 8 个位点取点调查,每位点取回约 1 kg 松枝,标记清楚后拿回实验室用收蜂箱收取友恩蚜小蜂。每日记录收蜂量,一直记录到无蜂羽化出来为止。同时,从每位点取回

的松枝中各随机抽取 100 束松针在 MOTIC 显微镜下进行镜检,记录松突圆蚧雌成虫虫口数量。

1.2.2 林间种群消长动态调查方法 在上述试验小区中选定 1 个试验小区,并在该小区内按五点取样法选定 5 株马尾松样株进行调查。每样株选取固定方位的 100 束松针在 MOTIC 显微镜下进行镜检,记录松突圆蚧雌成虫虫口数量。然后将这些雌成蚧全部解剖,在显微镜下观察记录其体内寄生的友恩蚜小蜂数量,并计算寄生率。2008 年 1 ~ 12 月调查,每月调查 1 次,共调查 12 次。

1.3 空间分布型的研究方法

1.3.1 聚集度指标法 聚集度指标法是指利用聚集度参数来判断调查对象的空间分布情况^[11,12]。对得到的 6 组调查数据,按照 DPS 数据处理系统分别求出松突圆蚧和友恩蚜小蜂的各种聚集度参数^[13]:平均拥挤度 m^* 、 I 指标、扩散系数 C 、聚集性指数 m^*/m ,负二项分布 K 值、 Ca 指标,依据这些参数分析两者的空间分布型。

1.3.2 Iwao 的 $m-m^*$ 回归模型 采用 Iwao^[14,15]提出的平均拥挤度(m^*)与平均密度(m)回归分析法分析。即 $m^* = \alpha + \beta m$, α 为基本成分按大小分布的平均拥挤度,反映了个体散布的基本情况。 β 为基本成分的空间分布图式,反映了个体群的散布情况。

$\alpha = 0$ 分布的基本成分是单个的个体; $\alpha > 0$ 说明个体间相互吸引,分布的基本成分为个体群; $\alpha < 0$ 个体间相互排斥。 $\beta = 1$ 种群为随机分布, $\beta > 1$ 种群为聚集分布, $\beta < 1$ 种群为均匀分布。

1.4 松突圆蚧和友恩蚜小蜂种群全年消长动态研究方法

根据 2008 年林间跟踪调查数据,分析松突圆蚧和友恩蚜小蜂种群密度随时间发生变化的情况。

2 结果与分析

2.1 空间分布型测定

2.1.1 聚集度指标法 用 DPS 数据处理软件处理数据分别得出各试验小区内松突圆蚧和友恩蚜小蜂的聚集度指标。

松突圆蚧聚集度指标测定结果见表 1,可以看出各试验小区 I 指标均小于 0, m^*/m 指

标均小于 1, Ca 指标均小于 0, 扩散系数 C 均小于 1, 负二项分布 K 值均小于 0,说明各小区松突圆蚧的空间分布型均为均匀分布,可以推断出松突圆蚧在整个林间分布也属于均匀分布。

表 1 松突圆蚧的聚集度指标

样区	平均数 m	方差 S^2	拥挤度 m^*	丛生指标 I	指标 m^*/m	指标 Ca	扩散系数 C	负二项分布 K	分布型
1	1.9825	0.0852	1.0255	-0.9570	0.5173	-0.4827	0.0430	-2.0715	均匀分布
2	1.4817	0.2655	0.6609	-0.8208	0.4460	-0.5540	0.1792	-1.8052	均匀分布
3	1.8646	0.1988	0.9712	-0.8934	0.5209	-0.4791	0.1066	-2.0871	均匀分布
4	1.3583	0.0114	0.3667	-0.9916	0.2700	-0.7300	0.0084	-1.3698	均匀分布
5	1.4200	0.0336	0.4436	-0.9764	0.3124	-0.6876	0.0236	-1.4544	均匀分布
6	1.5596	0.1194	0.6362	-0.9234	0.4079	-0.5921	0.0766	-1.6889	均匀分布

友恩蚜小蜂聚集度指标测定结果见表 2,可以看出各试验小区 I 指标均小于 0, m^*/m 指标均小于 1, Ca 指标均小于 0, 扩散系数 C 均小于 1, 负二项分布 K 值均小于 0,说明各小

区友恩蚜小蜂空间分布型均为均匀分布,可以推断该小蜂在整片林区的空间分布也是均匀分布。这和寄主松突圆蚧的林间空间分布型是相吻合的。

表 2 友恩蚜小蜂的聚集度指标

样区	平均数 m	方差 S^2	拥挤度 m^*	丛生指标 I	指标 m^*/m	指标 Ca	扩散系数 C	负二项分布 K	分布型
1	0.0870	0.0003	-0.9100	-0.9970	-10.4565	-11.4565	0.0030	-0.0873	均匀分布
2	0.0441	0.0003	-0.9498	-0.9939	-21.5496	-22.5496	0.0061	-0.0443	均匀分布
3	0.0367	0.0002	-0.9591	-0.9958	-26.1167	-27.1167	0.0042	-0.0369	均匀分布
4	0.0465	0.0001	-0.9518	-0.9983	-20.4775	-21.4775	0.0017	-0.0466	均匀分布
5	0.0553	0.0002	-0.9405	-0.9957	-17.0190	-18.019	0.0043	-0.0555	均匀分布
6	0.0502	0.0003	-0.9433	-0.9935	-18.7816	-19.7816	0.0065	-0.0506	均匀分布

2.1.2 Iwao 的 $m - m^*$ 回归分析 根据调查数据按 Iwao 回归法进行线性回归得:

松突圆蚧: $m^* = -0.3623 + 0.9994 m$ ($r = 0.9832^{**}$)

式中 $a = -0.3623 < 0$,说明松突圆蚧个体间相互排斥,并不存在个体群。 $\beta = 0.9994 < 1$,说明松突圆蚧种群在林间呈均匀分布,这与用聚集度指标法测定的结果是一致的。

友恩蚜小蜂: $m^* = -0.9941 + 0.9694 m$ ($r = 0.9949^{**}$)

式中 $a = -0.9941 < 0$,说明友恩蚜小蜂个体间相互排斥,不存在个体群。 $\beta = 0.9694 < 1$,说明友恩蚜小蜂种群空间分布表现为均匀分布,这与用聚集度指标法测定的结果也是一致的。松突圆蚧和友恩蚜小蜂的空间分布型均为

均匀分布,表现出高度的一致性,说明它们之间关系密切,有利于发挥友恩蚜小蜂对寄主的自然控制能力。

2.2 松突圆蚧和友恩蚜小蜂种群林间消长动态

2.2.1 松突圆蚧和友恩蚜小蜂种群林间全年消长动态 试验结果(图 1)看出,松突圆蚧在广东试验林区全年均可以发生为害,其全年种群消长曲线呈前高后低的“S”型。3 月下旬至 4 月下旬为松突圆蚧种群密度高峰期,其中最高密度发生在 3 月下旬,约为 1.308 头/束。高峰期后随着温度持续增高和降雨量增加,尤其是 7~9 月份高温多雨天气使松突圆蚧生长繁殖受到抑制,其林间种群密度持续减少,9 月上旬至 10 月上旬是种群密度低峰期,其中最低密

度发生在9月上旬,约为0.162头/束。低峰期过后,温度条件逐渐适合松突圆蚧生长,其种群密度开始快速回升。

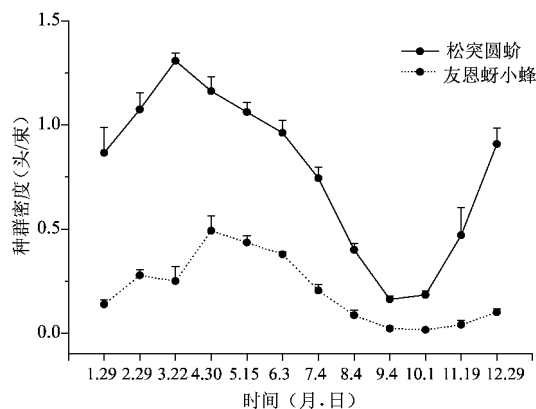


图1 松突圆蚧和友恩蚜小蜂种群林间消长动态

友恩蚜小蜂在广东试验林区全年均可以见到,其全年种群消长曲线也近似于“S”型,共有2个种群密度高峰期。小高峰期出现在2月下旬,大高峰期出现在4月下旬至5月中旬,其中全年最高种群密度发生在4月下旬,约为0.492头/束。4月下旬后其种群密度随着寄主松突圆蚧密度的下降而下降,10月上旬达到最低密度,约为0.016头/束。低峰期过后友恩蚜小蜂种群密度随着松突圆蚧密度上升也开始明显回升。需要说明的是3月下旬友恩蚜小蜂种群密度的明显下降,可能与当时试验林区的连日暴雨有关。

用DPS数据处理软件对松突圆蚧和友恩蚜小蜂种群密度发生动态进行相关性分析得出,两者之间呈显著正相关,Pearson相关系数 $r = 0.795^{**}$ ($P < 0.01$)。

综上所述,林间友恩蚜小蜂种群密度随着寄主松突圆蚧种群密度的消长而消长,表现出较好的跟随控制关系。但该蜂种群密度高峰期和低峰期却比松突圆蚧滞后近1个月时间,在对松突圆蚧的控制方面表现出明显的滞后效应。

2.2.2 林间友恩蚜小蜂对松突圆蚧的寄生率消长动态 由图2可以看出,友恩蚜小蜂对松突圆蚧寄生率年变化特点是:全年共出现2个

寄生高峰期,分别是2月下旬和4月下旬至6月上旬,其中4月下旬寄生率达全年最高,约为28.08%。高峰期后寄生率持续下降,11月下旬达最低峰,约为6.70%。11月下旬后,寄生率又开始回升。此结果和2.2.1节中得出的松突圆蚧及友恩蚜小蜂种群消长动态结果是相一致的。其中3月下旬出现的寄生率下降情况,与当时连日暴雨引起的林间友恩蚜小蜂种群密度下降有关。

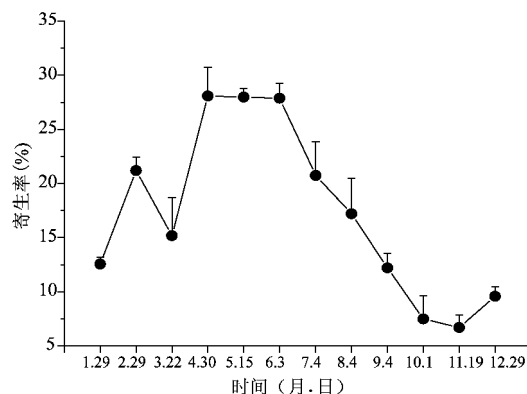


图2 友恩蚜小蜂对松突圆蚧寄生率消长动态

3 小结与讨论

寄生蜂及寄主在林间时空发生规律是否吻合以及吻合程度如何,直接影响到寄生蜂对寄主的控制能力,是评价寄生蜂利用价值大小的重要指标^[6,17]。本研究发现松突圆蚧和友恩蚜小蜂种群在广东试验林区空间分布型均为均匀分布,且友恩蚜小蜂种群数量是跟随着寄主松突圆蚧种群数量消长而消长的,反映出该寄生蜂对松突圆蚧有很好的控制能力,具有极高的利用价值。需要说明的是,试验中发现友恩蚜小蜂主要寄生松突圆蚧雌成虫,对其它虫态很少寄生或不寄生。所以本研究从生物防治的实际出发,仅对松突圆蚧雌成虫的空间分布及消长动态进行研究,对其它虫态的松突圆蚧则没有涉及。另外本文还对松突圆蚧本地种寄生蜂友恩蚜小蜂空间分布型及林间全年消长动态做了深入研究报告,这在国内外尚属首次。

参 考 文 献

- 1 梁爱萍. 关于停止使用“同翅目 Homoptera”目名的建议, 昆虫知识, 2005, 42(3): 332 ~ 337.
- 2 Takagi S. A new scale insect of the queruaspis group (Homoptera Coccoidea, Diaspididae) from China. *Katkyu*, 1982, 50: 100 ~ 103.
- 3 Takagi S. Diospidae of Taiwan based on material collected in connection with the Japan-U. S. cooperation science program, 1965 (Homoptera: Coccoidea). Part1. *Insect Matsumur*, 1969, 32: 1 ~ 110.
- 4 Takagi S. Diospidae of Taiwan based on material collected in connection with the Japan-U. S. cooperation science program, 1965 (Homoptera: Coccoidea). part 2. *Insect Matsumur*, 1970, 33: 1 ~ 146.
- 5 钱明惠. 我国松突圆蚧研究进展. 广东林业科技, 2003, 19(4): 51 ~ 55.
- 6 潘务耀, 唐子颖, 谢国林, 等. 松突圆蚧花角蚜小蜂的引进和利用的研究. 森林病虫通讯, 1993, (1): 15 ~ 18.
- 7 谷德祥, 陈永革. 松突圆蚧种群生命表与花角蚜小蜂的寄生作用的研究. 昆虫天敌, 1998, 20(1): 156 ~ 163.
- 8 叶燕华, 陈沛荣. 松突圆蚧花角蚜小蜂种群下降原因初析. 林业科技通讯, 2001, 12(2): 19 ~ 21.
- 9 林明生, 陈瑞屏, 许少嫦, 等. 友恩蚜小蜂成虫历期观察试验. 广东林业科技, 2006, 23(1): 91 ~ 93.
- 10 陈瑞屏, 林绪平, 许少嫦, 等. 友恩蚜小蜂生物学特性研究. 广东林业科技, 2009, 25(2): 16 ~ 22.
- 11 徐汝梅. 昆虫种群生态学. 北京: 北京师范大学出版社, 1987. 7 ~ 44.
- 12 丁岩钦. 昆虫数学生态学. 北京: 科学出版社, 1994. 22 ~ 134.
- 13 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京: 科学出版社, 2002. 470 ~ 479.
- 14 Iwao S. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Res. Popul. Ecol.*, 1968, 10(1): 1 ~ 20.
- 15 Iwao S. Application of the $M^* - M$ method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size. *Res. Popul. Ecol.*, 1972, 14(1): 97 ~ 128.
- 16 邵景文, 胡隐月, 迟德富, 等. 杨圆蚧及其寄生小蜂空间分布型吻合程度的研究. 东北林业大学学报, 1995, 23(5): 1 ~ 7.
- 17 钟平生, 梁广文, 曾玲. 有机稻田褐稻虱种群动态及天敌作用分析. 昆虫知识, 2008, 45(3): 384 ~ 388.