

聚块大小对双斑长跗萤叶甲空间分布的影响

毕守东^{1*}, 张书平¹, 余 燕¹, 王振兴^{1,2}, 李 尚^{1,2},
周夏芝², 邹运鼎², 王建盼^{1,2}, 郎 坤^{1,2}

(1. 安徽农业大学理学院, 合肥 230036;

2. 安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036)

摘要 为了明确聚块大小对茶园双斑长跗萤叶甲空间分布的影响,为确定最佳样方面积提供科学依据。用聚块样方方差分析方法和聚集强度指数法研究两种茶园两年双斑长跗萤叶甲空间分布的规律性,聚集格局的差异和种群聚集均数变化。不同大小聚块的均方差均出现 1~2 个峰值,聚块中有 1~8 个基本样方(K)时,随着 K 的增大,聚集格局的扩散系数 C 和种群聚集均数 λ 都不断增大,其他格局时 C 和 λ 不断变小,聚块内基本样方数 K 为 2、4、8 时与 K 为 1 时的聚集程度 $|w|$ 值均小于 $|w|_{0.05}$ 。茶园双斑长跗萤叶甲存在 1~2 种不同尺度的聚集空间,空间分布具有规律性,个体群占据最小范围为 2 个基本样方,即 4 m^2 ,为最佳样方的选择提供了科学依据。

关键词 双斑长跗萤叶甲; 空间分布格局; 聚块样方方差分析; 种群聚集均数

中图分类号: Q 968.1 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018147

Effects of cluster size on the spatial distribution of *Monolepta hieroglyphica*

BI Shoudong¹, ZHANG Shuping¹, YU Yan¹, WANG Zhenxing^{1,2}, LI Shang^{1,2},

ZHOU Xiaozhi², ZOU Yunding², WANG Jianpan^{1,2}, LANG Kun^{1,2}

(1. College of Science, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;

2. College of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract Clarifying the influence of cluster size on the spatial dynamics of *Monolepta hieroglyphica* in tea gardens helps provide the basis for scientific sampling. In combination with the results of blocked quadrat variance and aggregated-intensity analysis, the regularity of spatial variation, diversity and intensity of aggregation pattern of *M. hieroglyphica* in two tea plantations were studied. The mean square variance of different cluster sizes all exhibited 1–2 peaks. When there were 1–8 basic samples (K), the diffusion coefficient C and the aggregation mean λ increased with the increase of K , and the C and λ decreased with the increase of K in other patterns. The aggregation degrees with the basic sample number K as 2, 4, 8 and 1 were all lower than 0.05. There were 1–2 kinds of different scale aggregation spaces in the tea garden. The spatial distribution was regular, and the minimum area for individual group was two basic samples (that is 4 m^2), which provides the scientific basis for selection of the best sample square.

Key words *Monolepta hieroglyphica*; spatial distribution pattern; blocked quadrat variance analysis; population density

双斑长跗萤叶甲 *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky) 国外主要分布于东亚和东南亚的俄罗斯(西伯利亚地区)、朝鲜、日本、越南、印度、新加坡、菲律宾、马来西亚、印度尼西亚等国家,在中国分布较广,为多食性害虫,主要为害玉米、棉花、向日葵、谷子、豆类和十字花科蔬菜等多种经济作物,还

取食苍耳、葎草、马齿苋、苘麻、藜、龙葵等数十种杂草^[1],也是茶树上的重要害虫之一,成虫、幼虫均可受害茶树,是近年南方茶区受害成灾的新害虫^[2]。张聪等^[3–5]研究了玉米田中该虫的发生特点和抽样方法,王立仁等^[6]通过研究为害玉米等作物的双斑长跗萤叶甲,提出了抢种、深翻和施药相结合的防治

措施。李广伟等^[7]和袁海滨等^[8]研究了温度对双斑长跗萤叶甲成虫寿命及生殖力的影响。土地含水量、温度等理化特性对双斑长跗萤叶甲的产卵量影响作用很大^[9-13], 聂强等^[14]研究了该虫的取食选择性。李尚等^[15]和余燕等^[16]研究了双斑长跗萤叶甲的优势种天敌动态。植保工作中野外抽样调查是重要的内容, 样本容量和样本范围大小影响总体真值估计的准确性。双斑长跗萤叶甲种群的聚块大小对其聚块均方差及分布格局的影响以及种群聚集原因和个体群聚集的最小范围均未见报道。本文利用聚块样方方差分析等研究‘乌牛早’和‘白毫早’茶园2015年和2016年双斑长跗萤叶甲聚块大小对聚块均方差及对分布格局的影响, 并研究种群聚集原因和个体群聚集的最小范围, 为双斑长跗萤叶甲抽样调查时采用的样方大小提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 调查地点和时间

调查地点为安徽农业科技示范园茶园, 调查茶树品种为‘乌牛早’和‘白毫早’, 树龄13年。每品种茶园面积为0.2 hm²。‘乌牛早’茶园和‘白毫早’茶园调查时间均为2015年3月28日—11月14日, 2016年3月27日—11月17日。约15 d调查一次, 2015年调查17次, 2016年调查16次。两种茶园周边为其他品种茶园, 茶园按常规措施管理, 但不施用农药。

1.2 调查方法

采用平行跳跃法随机在茶园选取3行, 茶树行距为1 m, 每行间隔1 m取2 m长的样方。每行10个样方, 共取30个样方, 先目测调查, 每样方随机选取10片叶, 调查一些不易振落害虫及天敌种类和个体数, 然后用沾有洗衣粉水液的搪瓷盘对样方中的所有枝条进行盘拍(搪瓷盘口长为40 cm, 宽30 cm, 洗衣粉水溶液浓度为1 000倍), 调查记载害虫及其天敌物种数和个体数, 对于一部分不能准确鉴定的物种样本编号保存, 装毒瓶带回室内鉴定或请专家鉴定。

1.3 数学分析方法

根据聚块样方方差分析的要求, 参与数学分析的资料是第一个样方连续至第24个样方的调查资料。

1.3.1 双斑长跗萤叶甲空间动态的聚块样方方差分析
聚块样方方差分析是在不同大小样方上的方差

分析, 是一种简单、有效的生态学空间格局分析方法。该法要求供试田块上的样方在空间上相互连接, 随着聚块所包含的基本样方数目 K 从1, 2, 4, 8, …(指数级数)不断增加, 聚块方差值常随之改变, 通过不同大小聚块方差值的变化, 了解研究对象随尺度增大的变化动态^[17]。

在一样带上连续分布的样方, 变量(双斑长跗萤叶甲在每个聚块上的数量)为 X , 让聚块内基本样方数成指数增大, 计算其均方差 MS , 当每聚块仅包含一个基本样方时, 其均方差计算公式为:

$$MS(1) = \frac{2k}{n} \sum_{i=1}^{n-k+1} (X_i - X_{i+1})^2 / 2k \\ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} (X_i - X_{i+1})^2,$$

$MS(1)$ 为聚块含1个基本样方时的均方差值, k 为聚块所含基本样方数;

当每个聚块包含两个基本样方时,

$$MS(2) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-3} ((X_i + X_{i+1}) - (X_{i+2} + X_{i+3}))^2,$$

依此类推, 直到聚块所含的基本样方数为 $n/2$, 这时均方差的计算公式为:

$$MS(n/2) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^1 ((X_i + X_{i+1} + \dots + X_{i+n/2-1}) - (X_{i+1} + X_{i+2} + \dots + X_{i+n/2}))^2,$$

聚块样方方差分析的目的是分析聚块大小对方差的影响, 如果均方差在某一聚块大小上出现峰值, 则表明田间害虫空间分布具有规律性。如果同时出现几个峰值, 则表明田间害虫可能存在几种不同尺度的聚集空间。如果均方差值为一常数, 即均方差值不随聚块大小而变化, 表明害虫聚集的空间大小是无规律的。

1.3.2 双斑长跗萤叶甲的空间格局及其差异原因分析

对聚块样方方差深入分析涉及研究对象的空间分布格局。本文采用 Poisson 扩散系数 C 和聚块指数 $\frac{m}{x}$ 分析测定双斑长跗萤叶甲的空间格局^[18]。为了判断双斑长跗萤叶甲在聚块中基本样方数为2、4、8时与为1时之间空间聚集程度的差异, 用 David 等提出的 $|\omega|$ 公式, $|\omega| = -\frac{1}{2} \ln(\frac{S_1^2/\bar{x}_1}{S_2^2/\bar{x}_2})$, $S_1^2, S_2^2, \bar{x}_1, \bar{x}_2$ 分别为聚块内基本样方数为2、4、8与为1时的两种群的方差和均数, 若 $|\omega| > 2.5/\sqrt{n-1}$, 则按5%水平认为两者的空间分布格局显著不同^[19]。用

Arbous等^[20]提出的种群聚集均数(λ)公式, $\lambda=\frac{\bar{x}}{2k}\cdot v$,分析不同聚块大小条件下双斑长跗萤叶甲的聚集原因,式中 $k=\bar{x}^2/(S^2-\bar{x})$, S^2 为方差, v 为自由度等于 $2k$ 时的 $\bar{m}/\bar{x}$ 值。用Blackith提出 λ 值判断标准,分析引起种群聚集的原因^[21]。用Iwao^[22]的 ρ 指数公式, $\rho=\frac{m_i^*-m_{i-1}^*}{x_i-x_{i-1}}$,依据一系列不同大小聚块的 ρ 指数来评定个体群聚集时占据的最小空间,即最小的样方面积。式中 m_i^* 和 m_{i-1}^* 为 i 和 $i-1$ 聚块的平均拥挤度, $\bar{x}_i$ 和 $\bar{x}_{i-1}$ 为 i 和 $i-1$ 聚块的平均密度。

2 结果与分析

为了便于直观分析,将‘乌牛早’和‘白毫早’茶园 2015 年和 2016 年双斑长跗萤叶甲的种群动态绘于图 1,可看出该虫一年有 3 个高峰,4 月到 7 月有两个高峰,11 月份还有一个高峰。

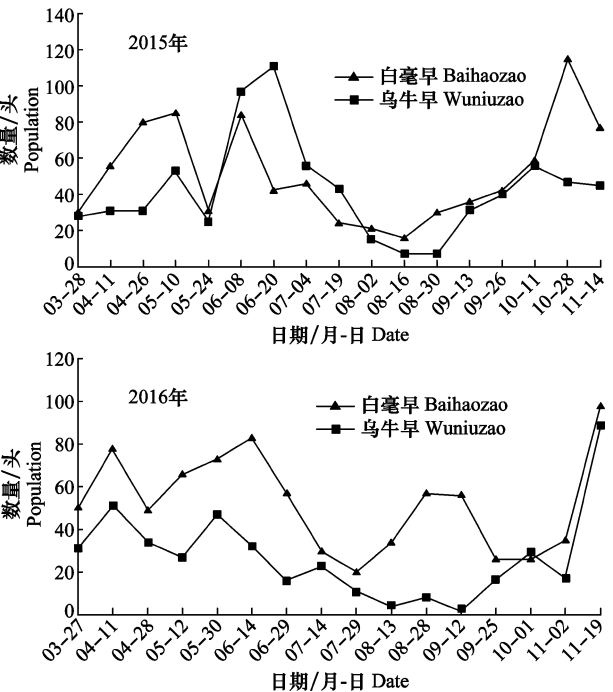


图 1 茶园双斑长跗萤叶甲种群数量动态
Fig. 1 Population dynamics of *Monolepta hieroglyphica* in the tea garden

2.1 ‘乌牛早’茶园双斑长跗萤叶甲的聚块样方方差分析

本文选择双斑长跗萤叶甲种群数量多、数量较多和数量少三种调查资料作为研究材料,2015 年选择数量多的 6 月 8 日(84 头)、6 月 20 日(74 头)和数量较多的 5 月 10 日(42 头)、7 月 4 日(45 头)、10 月

11 日(42 头)、10 月 28 日(39 头)以及数量少的 4 月 26 日(25 头)、5 月 24 日(17 头)和 8 月 2 日(15 头)作为研究资料。2016 年选择数量多的 11 月 19 日(72 头)、数量较多的 4 月 11 日(39 头)、4 月 28 日(33 头)、5 月 30 日(38 头)、6 月 14 日(26 头)以及数量少的 6 月 29 日(15 头)、7 月 29 日(8 头)作为研究资料。将用聚块样方方差分析方法求得的均方差值绘于图 2,2015 年 5 月 24 日、6 月 8 日、7 月 4 日,2016 年 4 月 11 日、4 月 28 日、5 月 30 日、6 月 29 日和 11 月 19 日均方差均出现两个峰值,其余为一个峰值,说明双斑长跗萤叶甲空间分布具有规律性,可对其进行深入研究。

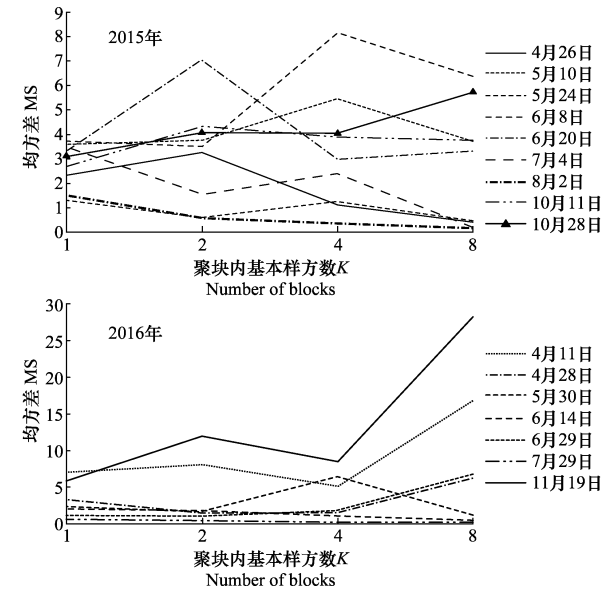


图 2 ‘乌牛早’茶园双斑长跗萤叶甲在不同聚块大小条件下的聚块均方差 $MS(i)$
Fig. 2 The mean square error ($MS(i)$) of *Monolepta hieroglyphica* in the ‘Wuniuzao’ tea garden under the conditions of different cluster sizes

2.1.1 聚块大小对双斑长跗萤叶甲空间分布格局的影响

为了比较聚块大小对双斑长跗萤叶甲空间分布格局的影响,将求得的扩散系数 C 和聚块指数 $\frac{m^*}{x}$ 列于表 1,按照 $F_{0.05}$ 值判断扩散系数 C 确定聚块大小对双斑长跗萤叶甲空间分布格局的影响。2015 年的 5 月 10 日和 2016 年 4 月 28 日 K 为 8 时与 K 为 1、2、4 时格局类型不同,以及 2016 年 K 为 1、2 与 K 为 4、8 时分布格局类型不同,其余的 K 为 1、2、4、8 时分布格局却相同。表 1 中 16 组数据只有 3 组分布格局不一致,表明聚块大小对双斑长跗萤叶甲空间分布格局有影响,但作用较小。按照聚块指数 $\frac{m^*}{x}$

的判断标准,16 组数据有 2015 年 5 月 10 日、5 月 24 日、7 月 4 日、10 月 28 日和 2016 年 4 月 11 日、4 月 28 日、6 月 14 日、6 月 29 日、7 月 29 日、11 月 29 日共 10 组分布格局一致,2015 年 6 月 8 日、10 月 11 日, K 为 1 时与其他三个的格局不同,6 月 20 日 K 为 8 时与其他三个的格局不同,其余的是 K 为 1、2 或 K 为 1、8 与其他不同。综合分析表明聚块大小对双斑长跗萤叶甲的空间分布有影响,但影响较小。

表 1 ‘乌牛早’茶园不同聚块大小条件下双斑长跗萤叶甲的聚集强度指数
Table 1 The aggregation intensity index of *Monolepta hieroglyphica* under the conditions of different cluster sizes in the ‘Wuniuzao’ tea garden

年份 Year	日期 Date	N/头	C				$\frac{m^*}{x}$				备注 Remarks
			1	2	4	8	1	2	4	8	
2015 年	04-26	25	1.125 0	1.349 0	0.712 0	0.280 0	1.075 0	1.114 0	0.902 4	0.902 4	C 值判断标准
	05-10	42	1.155 3	1.376 6	2.174 1	3.071 4	1.061 2	1.074 8	1.115 6	1.074 8	$n_1=23,n_2=\infty$,
	05-24	17	0.918 6	0.700 4	1.188 4	0.411 7	0.830 8	0.747 2	0.996 6	0.871 9	$F_{0.05}=1.51$
	06-08	84	0.894 4	1.324 7	1.942 9	2.250 0	0.959 2	1.030 6	1.044 2	1.017 9	$n_1=11,n_2=\infty$,
	06-20	74	0.675 4	0.968 1	0.864 9	1.513 5	0.920 4	0.981 7	0.977 4	1.000 4	$F_{0.05}=1.73$
	07-04	45	0.942 0	0.587 9	0.520 0	0.066 7	0.948 2	0.877 0	0.924 4	0.936 3	$n_1=5,n_2=\infty$,
	08-02	15	1.226 1	0.745 4	0.920 0	1.800 0	1.280 0	0.746 6	0.906 7	1.040 0	$F_{0.05}=2.21$
	10-11	42	0.906 8	1.220 8	1.371 4	1.500 0	0.925 1	1.034 0	1.020 4	1.000 0	$n_1=3,n_2=\infty$,
	10-28	39	1.274 3	1.741 3	1.953 8	2.386 4	1.316 1	1.183 4	1.096 6	1.045 4	$F_{0.05}=3.00$
	2016 年	04-11	39	2.344 5	2.748 2	2.815 4	6.230 8	1.767 3	1.467 4	1.207 1	1.242 6
	04-28	33	1.126 5	0.867 8	1.436 4	3.545 5	1.057 8	2.925 6	1.035 8	1.124 0	判断标准方法:
	05-30	38	0.874 2	1.138 8	1.936 9	0.500 0	0.897 6	1.013 8	1.097 0	0.947 4	$\frac{m^*}{x}=1$ 随机分布,
	06-14	26	0.876 3	0.909 1	0.892 3	0.730 8	0.852 1	0.923 1	0.940 8	0.940 8	$\frac{m^*}{x}<1$ 均匀分布,
	06-29	15	1.226 1	1.472 7	2.680 0	5.600 0	1.280 0	1.280 0	1.493 3	1.546 7	$\frac{m^*}{x}>1$ 聚集分布
	07-29	8	0.956 5	0.909 1	0.800 0	0.875 0	0.750 1	0.750 0	0.750 0	0.843 7	
	11-19	72	2.058 0	3.151 5	5.000 0	9.041 7	1.324 1	1.314 8	1.263 9	1.209 5	

2.1.2 聚块大小对双斑长跗萤叶甲种群聚集程度的影响

将聚块内基本样方数 K 为 2、4、8 时与 K 为 1 时的双斑长跗萤叶甲的聚集程度差异值 $|w|$ 列于表 2,可看出所有的 $|w|$ 值均小于 $|w|_{0.05}$ 值, K 为 2、4、8 时与 K 为 1 时的 $|w|$ 值差异均不显著,表明聚块大小对双斑长跗萤叶甲的聚集程度影响不显著。

表 2 ‘乌牛早’茶园不同聚块条件下双斑长跗萤叶甲聚集程度差异值 $|w|$ 及种群聚集均数 λ 值
Table 2 The difference of aggregation degree and the mean λ value of population aggregation under different cluster conditions in the ‘Wuniuzao’ tea garden

年份 Year	日期 Date	与 K 为 1 的 $ w $			λ			
		2	4	8	1	2	4	8
2015 年	04 - 26	0.091 0	0.228 8	0.695 5	0.960 0	1.805 0	-3.936 9	-8.042 0
	05 - 10	0.087 6	0.315 5	0.488 9	1.656 6	3.265 4	6.056 3	12.781 0
	05 - 24	0.135 6	0.128 8	0.401 3	-0.664 6	-1.249 5	2.763 6	-5.394 6
	06 - 08	0.196 4	0.387 9	0.461 3	-3.450 4	6.873 3	13.360 3	27.087 5
	06 - 20	0.180 7	0.124 3	0.404 1	-2.984 7	-6.156 1	-12.251 9	24.470 0
	07 - 04	0.235 7	0.297 1	1.323 9	-1.836 2	-2.606 3	-7.279 3	14.626 6
	08 - 02	0.248 8	0.143 6	0.192 0	0.492 9	-1.061 5	-2.453 6	4.536 0
	10 - 11	0.148 7	0.206 8	0.251 6	-1.693 2	3.349 0	6.748 9	13.835 0
	10 - 28	0.156 1	0.213 7	0.313 3	1.418 0	2.720 4	5.885 2	12.004 6
2016 年	04 - 11	0.079 4	0.091 5	0.488 7	1.518 5	2.071 7	5.763 9	11.403 0
	04 - 28	0.130 5	0.121 5	0.573 3	1.286 2	-2.668 0	5.310 5	10.614 6
	05 - 30	0.132 2	0.397 8	0.279 4	-1.531 2	3.076 2	5.780 4	-12.585 1
	06 - 14	0.018 4	0.009 0	0.090 8	-1.011 0	-2.107 0	-4.272 0	-8.528 6
	06 - 29	0.091 6	0.310 0	0.759 5	0.492 9	1.030 5	1.990 8	3.196 9
	07 - 29	0.025 4	0.089 3	0.045 3	-0.311 9	-0.606 3	-1.233 7	-2.584 2
	11 - 19	0.213 1	0.449 3	0.740 1	2.306 4	4.690 4	10.700 0	21.511 1

2.1.3 聚块大小对双斑长跗萤叶甲的种群聚集均数λ值的影响

聚块大小对双斑长跗萤叶甲λ值的影响,即对双斑长跗萤叶甲空间分布聚集强度的影响,λ值也列于表2。可看出λ值为正值时随着聚块变大,λ值也随之变大,如2016年11月19日,λ值为负值时随着聚块变大,λ值随之变小,因为 $\lambda = \frac{\bar{x}}{2k}v$, $K = \frac{\bar{x}^2}{S^2 - \bar{x}}$,聚集分布时, $K > 0$ 时, $\bar{x}^2 > 0$, $S^2 - \bar{x}$ 必大于0,其他分布时 $K < 0$, $\bar{x}^2 > 0$, $S^2 - \bar{x}$ 必小于0,所以出现以上情况。按照Blackith的标准,λ>2时是害虫自身原因引起的聚集,λ<2时是环境中某一因子引起的,表2中2015年5月10日、6月8日、10月11日、

10月28日和2016年4月11日都是K为2、4、8时,λ都大于2,而K为1时,λ小于2,表明聚块大小对λ值有影响。

2.1.4 不同聚块大小条件下双斑长跗萤叶甲的ρ指数

将‘乌牛早’茶园2015年和2016年聚块内基本样方数由1至2,2至4,4至8个变化的ρ指数分别列于表3和表4,表3可看出,聚块内样方数由2至4变化时ρ的平均值为1.019 9±0.050 8,大于聚块内样方数K由1至2和由4至8变化的ρ指数的平均数,表4聚块中K由2至4变化时ρ指数平均值为1.128 7±0.114 4,也大于其他两种情况,表明双斑长跗萤叶甲个体群聚集的最小范围为2个基本样方即4 m²。

表3 ‘乌牛早’茶园双斑长跗萤叶甲不同聚块大小条件下的ρ指数(2015年)

Table 3 ρ index under the conditions of different cluster sizes of *Monolepta hieroglyphica* in the ‘Wuniuzao’ tea garden (2015)

聚块样方数变化/个 Change in the number of blocks	样方面积变化/m ² Sample area change	ρ 指数 ρ index									
		04-26	05-10	05-24	06-08	06-20	07-04	08-02	10-11	10-28	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
1→2	2→4	1.151 6	1.088 5	0.664 7	1.102 1	1.043 1	0.805 9	0.213 8	1.142 9	1.230 8	0.938 2±0.108 7
2→4	4→8	0.691 3	1.156 5	1.245 4	1.057 8	0.973 0	0.971 8	1.066 7	1.006 8	1.009 8	1.019 9±0.050 8
4→8	8→16	0.902 4	1.034 1	0.747 5	0.920 1	1.023 4	0.948 1	1.173 3	0.979 6	0.994 1	0.969 2±0.038 4

表4 ‘乌牛早’茶园双斑长跗萤叶甲不同聚块大小条件下的ρ指数(2016年)

Table 4 ρ index under the conditions of different cluster sizes of *Monolepta hieroglyphica* in the ‘Wuniuzao’ tea garden (2016)

聚块样方数变化/个 Change in the number of blocks	样方面积变化/m ² Sample area change	ρ 指数 ρ index							
		04-11	04-28	05-30	06-14	06-29	07-29	11-19	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
1→2	2→4	1.167 6	0.793 5	1.130 2	0.994 1	1.280 0	0.750 1	1.305 6	0.927 6±0.151 2
2→4	4→8	0.946 8	1.146 0	1.180 1	0.958 6	1.706 6	0.750 0	1.213 0	1.128 7±0.114 4
4→8	8→16	1.278 1	1.212 1	0.797 8	0.940 8	1.600 0	0.937 5	1.155 1	0.990 2±0.166 6

2.2 ‘白毫早’茶园聚块大小对双斑长跗萤叶甲空间分布格局的影响

为了进一步分析聚块大小对双斑长跗萤叶甲空间分布的影响,用与‘乌牛早’茶园同样的方法研究‘白毫早’茶园双斑长跗萤叶甲不同聚块下的空间格局变化,2015年选择数量多的10月28日(85头)、数量较多的4月26日(63头)以及数量少的8月2日(18头);2016年选择数量多的11月19日(92头)、数量较多的5月30日(51头)以及数量少的7月29日(18头)作为研究材料。2015年3个时间点的MS(i)均有一个峰值。

2016年5月30日和11月19日均有两个峰值,7月29日有一个峰值,表明双斑长跗萤叶甲的空间分布具有规律性。按照C值判断标准,6组数据有5组的K为1、2、4、8同属一种分布格局,只有2015年10月28日K为1、2为聚集格局,K为4、8时为

非聚集格局。由C值大小可看出,C值大小与样方中个体总数没有直接关系,如2015年的数量较多的4月26日,K为1、2、4、8时都是聚集格局,数量多的10月28日反而不全是聚集格局,2016年数量较多的5月30日,K为1、2、4、8时都是聚集格局,数量多的11月19日只有K为1时是聚集格局。用David等1954年提出的|w|公式分析的结果表明,不同聚块大小的双斑长跗萤叶甲的空间分布聚集程度差异不显著。‘白毫早’茶园该虫的种群聚集均数λ值的变化与‘乌牛早’茶园相同。

将‘白毫早’茶园2015年和2016年的ρ值列于表5,可看出聚块样方数由2个变为4个时的ρ的平均值为1.005 3±0.088 4,大于其他情况,表明双斑长跗萤叶甲个体群占据的最小范围为2个基本样方,即4 m²,同‘乌牛早’茶园的结果一致。

表 5 ‘白毫早’茶园双斑长跗萤叶甲不同聚块大小条件下的 ρ 指数

Table 5 ρ index in the ‘Baihaozao’ tea garden under different cluster sizes of *Monolepta hieroglyphica*

聚块样方数变化/个 Change in the number of blocks	样方面积变化/m ² Sample area change				ρ 指数	ρ index		$\bar{X} \pm S\bar{x}$
					2016 年			
		2015 年						
		04-26	08-02	10-28	05-30	07-29	11-19	
1→2	2→4	1.149 0	0.740 7	1.009 8	0.922 4	0.888 9	0.890 4	0.933 5±0.056 0
2→4	4→8	1.233 5	0.740 7	0.800 6	1.264 2	1.037 1	0.955 6	1.005 3±0.088 4
4→8	8→16	0.932 4	0.963 0	0.956 6	1.199 5	0.814 8	1.016 6	0.980 5±0.051 6

3 小结与讨论

利用聚块样方方差分析法研究‘乌牛早’茶园和‘白毫早’茶园 2015 年和 2016 年聚块大小对双斑长跗萤叶甲空间分布的影响以及个体群占据最小范围的确定,结果是:

- 1)不同大小聚块的聚块均方差值均出现 1~2 个峰值,双斑长跗萤叶甲的空间分布是有规律性的。
- 2)双斑长跗萤叶甲在聚块内基本样方数为 2、4、8 时与为 1 时的 $|w|$ 值差异不显著,即不同聚块大小条件下双斑长跗萤叶甲的聚集程度差异不显著。
- 3)在不同聚块大小条件下,聚集格局时双斑长跗萤叶甲的聚集是本身原因引起的,在 λ 值为正值时 λ 值随 K 的增大而增大; λ 值为负值时随 K 的增大而变小。
- 4)不同聚块大小条件下双斑长跗萤叶甲在聚集格局时,随着 K 的增大,扩散系数 C 值也增大,在其他格局时随着 K 的增大, C 值变小,聚块指数 $\frac{m^*}{x}$ 没有这种情况。
- 5)用不同大小聚块的 ρ 指数判断双斑长跗萤叶甲个体群聚集时占据的最小范围为 2 个基本样方,即 4 m²。

采用聚块样方方差方法研究动物的空间分布格局动态是一种简便易行的方法。刘飞飞等^[23]还用该法研究蜘蛛类天敌与茶尺蠖幼虫的空间关系,表明在聚块内有 1~32 个基本样方时随着聚块内基本样方数的增多,聚集格局的扩散系数 C 值不断增大,均匀格局的 C 值不断减少,基本样方数 K 为 2、4、8、16 和 32 时与 K 为 1 时之间的空间聚集程度差异均不显著;在种群聚集均数 λ 为正值时,随着聚块内基本样方数的增加,种群聚集均数 λ 不断增大;茶尺蠖个体群聚集格局的最小面积是聚块中具有 1 个基本样方。王建盼等^[24]用聚块样方方差分析法研究柑橘粉虱 *Dialeurodes citri* 的空间格局变化,基本结论是一致的。

双斑长跗萤叶甲的卵在土壤表面 0~15 cm 深处越冬,翌年春季夏季孵化,幼虫共 3 龄、主要取食寄主根系,成虫取食寄主叶片,具有假死性,能短距离飞翔,一般一次飞翔 2~5 m,雌成虫在 25℃ 时平均产卵量 93.8 粒^[25],先把腹部末端插入土中缝隙,一般会分批产卵^[26],由此可看出该虫受生物学习性影响,具有聚集生活习性,但同时善于短距离飞行,在一定空间范围内容易扩散,小范围($K=1$ 时)的随机格局可扩散形成大范围($K=2、4、8$ 时)的随机格局,或者小范围($K=1$ 时)的聚集分布格局可扩散成大范围($K=2、4、8$ 时)的聚集格局。从表 1 可看出,‘乌牛早’茶园 2015 年 4 月 26 日、5 月 24 日、6 月 8 日、6 月 20 日、7 月 4 日、8 月 2 日、10 月 14 日和 10 月 28 日及 2016 年 5 月 30 日、6 月 4 日和 7 月 29 日,聚块内基本样方数 K 为 1 时是随机分布, K 为 2、4、8 时也是随机分布,2016 年 4 月 11 日、4 月 28 日、6 月 29 日、11 月 19 日聚块内基本样方数 K 为 1 时是聚集分布, K 为 2、4、8 时仍然是聚集分布,表明聚块大小对双斑长跗萤叶甲的空间分布影响较小,该虫空间分布具有明显的规律性,这是该虫产卵特性和善飞习性等生物学特性所致。

本研究中种群为聚集格局时种群聚集均数 λ 随着聚块内基本样方数的增多, λ 值不断增大,即双斑长跗萤叶甲的聚集强度逐渐加大,究其原因,这是由于当处于聚集分布格局时,其聚集强度指数 K 大于零。 $K>0, K=\frac{\bar{x}^2}{S^2-\bar{x}}, \bar{x}^2>0$, 则 $S^2-\bar{x}$ 必大于 0, 则 $S^2>\bar{x}$ 。 $\lambda=\frac{\bar{x}}{S^2-\bar{x}}v$, 将 $K=\frac{\bar{x}^2}{S^2-\bar{x}}$ 代入 $\lambda=\frac{\bar{x}}{2k}v$ 式中, 则 $\lambda=\frac{S^2-\bar{x}}{2x}$, 因此随着聚块内基本样方数增加, 即聚块范围增大, 种群密度增大, 由于 $S^2>\bar{x}$, 所以 λ 值不断增大, 聚集强度增大, 主要是样方数值的离散性作用结果。

参考文献

[1] 王振华,王宏富,刘鑫,等. 双斑长跗萤叶甲在相邻农田生态系

- 统中种群消长规律[J]. 植物保护, 2018, 44(1): 161 - 165.
- [2] 张汉鹄, 谭济才. 中国茶树害虫及其无公害治理[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2004: 244 - 250.
- [3] 张聪, 郭井菲, 王振营, 等. 双斑长跗萤叶甲玉米田间成虫数量估计的抽样方法研究[J]. 植物保护, 2013, 39(1): 71 - 76.
- [4] 张聪, 葛星, 赵磊, 等. 双斑长跗萤叶甲越冬卵在玉米田的空间分布型[J]. 生态学报, 2013, 33(11): 3452 - 3459.
- [5] 张聪, 袁志华, 王振营, 等. 双斑长跗萤叶甲在玉米田的种群消长规律[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(3): 668 - 675.
- [6] 王立仁, 刘斌侠, 付泓, 等. 玉米田双斑长跗萤叶甲的发生危害情况与防治对策[J]. 陕西农业科学, 2006(2): 123 - 131.
- [7] 李广伟, 陈秀琳, 张延萍, 等. 温度对双斑长跗萤叶甲成虫寿命及繁殖的影响[J]. 昆虫知识, 2010, 47(2): 322 - 325.
- [8] 袁海滨, 齐兴林, 孙长东, 等. 温度对水稻田双斑长跗萤叶甲种群发生动态的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2015, 37(6): 654 - 657.
- [9] RUESINK W G. Egg sampling techniques [M]// KRYSAN J L, MILLER T A, eds. Methods for the study of pest *Diabrotica*. New York: Springer-Verlag, 1986: 83 - 99.
- [10] PRUESS K P, WEEKMAN G T, SOMERHALDER B R. Western corn rootworm egg distribution and adult emergence under two corn tillage systems [J]. Journal of Economic Entomology, 1968, 61(5): 1424 - 1427.
- [11] WEISS M J, MAYO Z B, P N J. Influence of irrigation practices on the spatial distribution of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) eggs in the soil [J]. Environmental Entomology, 1983, 12(4): 1293 - 1295.
- [12] FOSTER R E, RUESINK W G, LUCKMANN W H. Northern corn rootworm egg sampling [J]. Journal of Economic Entomology, 1979, 72(5): 659 - 663.
- [13] GUSTIN R D. Effect of two moisture and population levels on oviposition of the western corn rootworm [J]. Environmental Entomology, 1979, 8(3): 406 - 407.
- [14] 聂强, 孙强. 双斑长跗萤叶甲成虫的取食选择性研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2009, 21(4): 38 - 41.
- [15] 李尚, 王振兴, 王建盼, 等. 白毫早和乌牛早茶园卵形短须螨和双斑长跗萤叶甲优势种天敌的差异[J]. 华南农业大学学报, 2016, 37(4): 238 - 245.
- [16] 余燕, 王振兴, 李尚, 等. 天敌对乌牛早茶园 4 种害虫空间跟随关系密切程度的年度间差异[J]. 生态学报, 2018, 38(13): 1 - 17.
- [17] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 216 - 217.
- [18] 邹运鼎, 王弘法. 农林昆虫生态学[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1989: 152 - 157.
- [19] DAVID F N, MOORE P G. Notes on contagious distribution in plant population [J]. Annals of Botany, 1954, 18: 47 - 53.
- [20] ARBOUS A G, KERRICH J E. Accident statistics and the concept of accident-proneness [J]. Biometrics, 1951, 7(4): 340 - 432.
- [21] BLACKITH R E. Nearest-neighbour distance measurements for the estimation of animal populations [J]. Ecology, 1958, 39: 147 - 150.
- [22] IWAO S. Application of the $m^* - m$ method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size [J]. Researches on Population Ecology, 1972, 14: 97 - 128.
- [23] 刘飞飞, 柯胜兵, 王建盼, 等. 蜘蛛类天敌与茶尺蠖幼虫空间关系的聚块样方差分析[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2015, 41(2): 133 - 146.
- [24] 王建盼, 覃盛, 刘飞飞, 等. 柑橘粉虱与主要捕食性天敌之间的空间关系研究[J]. 中国生态农业学报, 2015, 23(4): 454 - 464.
- [25] 李广伟. 双斑长跗萤叶甲的生物学、生态学习性及综合防治的研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2008.
- [26] 陈静, 张建萍, 张建华, 等. 北疆新害虫双斑长跗萤叶甲生物学特性的研究[M]// 成卓敏. 植物保护与现代农业, 北京: 中国农业科技出版社, 2007: 395 - 397.

(责任编辑: 田 喆)

(上接 68 页)

- [7] 朱金文, 吴慧明, 孙立峰, 等. 叶片倾角、雾滴大小与施药液量对毒死蜱在水稻植株沉积的影响[J]. 植物保护学报, 2004, 31(3): 259 - 263.
- [8] REED J T, SMITH D B. Droplet size and spray volume effects on insecticide deposit and mortality of heliothine (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in cotton [J]. Journal of Economic Entomology, 2001, 94(3): 640 - 647.
- [9] 郭永旺, 袁会珠, 何雄奎, 等. 我国农业航空植保发展概况与前景分析[J]. 中国植保导刊, 2014, 34(10): 78 - 82.
- [10] 高圆圆, 张玉涛, 赵西城, 等. 小型无人机低空喷洒在玉米田的雾滴沉积分布及对玉米螟的防治效果初探[J]. 植物保护, 2013, 39(2): 152 - 157.
- [11] 高圆圆, 张玉涛, 张宁, 等. 小型无人机低空喷洒在小麦田的雾滴沉积分布及对小麦吸浆虫的防治效果初探[J]. 作物杂志, 2013(2): 139 - 142.
- [12] 杨帅, 李学辉, 王国宾, 等. 飞行高度对八旋翼无人机喷雾防治小麦白粉病影响初探[C]// 吴孔明. 创新驱动与现代植保——中国植物保护学会第十一次全国会员代表大会暨 2013 年学术年会. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2013.
- [13] QIN Weicai, QIU Baijing, XUE Xinyu, et al. Droplet deposition and control effect of insecticides sprayed with an unmanned aerial vehicle against plant hoppers [J]. Crop Protection, 2016, 85: 79 - 88.
- [14] 陈盛德, 兰玉彬, 周志艳, 等. 小型植保无人机喷雾参数对橘树冠层雾滴沉积分布的影响[J]. 华南农业大学学报, 2017, 38(5): 97 - 102.
- [15] 张盼, 吕强, 易时来, 等. 小型无人机对柑橘园的喷雾效果研究[J]. 果树学报, 2016(1): 34 - 42.
- [16] CAO Lidong, CAO Chong, WANG Ying, et al. Visual determination of potential dermal and inhalation exposure using allura red as an environmentally friendly pesticide surrogate [J/OL]. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 2017, DOI: 10.1021/acssuschemeng.6b03050.

(责任编辑: 田 喆)