

肚倍蚜越冬种群空间格局及抽样技术研究*

袁 锋 张志勇 王应伦 魏永平

(西北农业大学植保系, 陕西杨陵 712100)

摘 要 调查结果表明, 肚倍蚜(*Kuburagia rhusicola* Takagi)越冬种群在自然气候室内不同层次、方向的越冬寄主上的分布无本质差异, 空间格局符合“复合波松”等理论分布型, 由三重疏松个体群组成, 个体群面积分别为 28, 20 个和 12 cm², 个体群平均有虫 3.8453 头, 在此基础上建立了理论抽样模型。抽样方法比较结果以五点取样, 每点在相邻两层冬寄主上取样 10 个(×4 cm²)代表性最好。

关键词 肚倍蚜, 种群分布, 空间格局, 抽样技术

中图分类号 Q969.357.308

五倍子为我国特产, 在医药、化工等方面有重要用途^[1]。已知有 14 种倍蚜形成 14 种倍子, 但形成产量的主要是长江上、中游沿岸的角倍和汉水流域的肚倍^[2]。与角倍蚜 *Schlechtendalia chinensis* (Bell) 相比, 对肚倍蚜 *Kuburage rhusicola* Takagi 的研究开展很少, 仅见对其年生活史、生殖及基本生态条件的报道^[3~5]。为解决自然界肚倍蚜种群数量低而不稳这一生产中的关键问题, 我们从 1993 年起开展了肚倍蚜繁殖生物学、生态学及人工繁殖技术的研究, 本文是其中部分工作的小结, 以期今后研究肚倍蚜种群动态及虫源调查提供依据。

1 研究方法

1.1 调查场所及蚜源

1993 年 4 月在陕西丹凤县建成自然气候实验室(60 m²), 5 月将肚倍蚜冬寄主细枝赤齿藓 *Erythrodontium leptothallum* (C. Muell.) Ando 栽植在水泥或竹子制作的平板上。平板摆布分上、中、下三层, 其中中层为水泥板, 上、下层为竹板, 均呈 60°角斜置于木架上, 定时喷水雾保湿。7 月收集成熟肚倍 15 kg, 散放在室内, 肚倍开裂后有翅肚倍蚜自由迁飞到细枝赤齿藓上产仔繁殖。9 月 14 日在引种放蚜后 55 d, 越冬无翅蚜定植产生蜡球后进行调查。

1.2 调查方法

用 2 cm×2 cm 取样器在细枝赤齿藓平板上分层随机系统抽样, 每板取 2 点, 将取样器内细枝赤齿藓取出放在玻璃培养皿中, 借助扩大镜仔细检查每一藓枝上的蚜虫数, 按所处取样空间的方位记录。

1.3 数据分析

1.3.1 方差分析 根据实际调查资料按不同层次、方向分别统计。原始资料经平方根转

收稿日期: 1994-08-23

* 陕西省自然科学基金资助项目

换后,进行层次(A)、藓板方向(B)两因素方差分析,检验其差异显著性^[6]。

1.3.2 空间格局测定 在方差分析基础上,利用同质性原始资料进行二项、波松、核心、负二项、波松二项及复合波松等 6 个理论分布型拟合及检验。其中负二项分布以最大拟然法估 K 值,同时进行多项聚集度指标测定。利用 Lloyd(1967)的 M^*/m 指标及 Iwao(1972) ρ 指数法确定个体群聚集面积;利用 Morista(1964)的 I_b 指数法建立理论抽样量模型^[7~10]。

2 结果及分析

2.1 层次、方向间虫口密度显著性检验

不同层次(A:上、中、下)和方向(B:东、西)虫口数量经平方根转换后统计量见表 1,对 A,B 双因素方差分析结果见表 2。

从表 1 及表 2 可以看出,尽管层次间以上层虫口数量较多,方向上以西向的偏多,方位上以上层西向的较多(表 1),但均未达到统计水平的显著差异(表 2),同时也表明水泥板(中)和竹板(上、下)培植的正常藓层上肚倍蚜越冬虫口数量无差异。

表 1 不同层次(A)、方向(B)的虫口统计*

层次(A)	统计量	方向(B)		总和 $T_{j \cdot \cdot}$	平均 $\bar{x}_{j \cdot \cdot}$
		东(B1)	西(B2)		
上(A1)	T_{1j}	26.4852	37.3883	63.8735	0.7984
	$\bar{x}_{1j}$	0.6621	0.9347		
中(A2)	T_{2j}	28.5134	24.5705	53.0839	0.6635
	$\bar{x}_{2j}$	0.7128	0.6143		
下(A3)	T_{3j}	29.3382	24.8934	54.2316	0.6778
	$\bar{x}_{3j}$	0.7334	0.6223		
总 和	$T \cdot j \cdot$	84.3368	86.8522	171.1890	
平 均	$\bar{x} \cdot j \cdot$	0.7028	0.7238		0.7133

* 虫口数量经平方根转换后统计, $i=3, j=2, k=40$ 。

表 2 不同层次、方向虫量转换值的方差分析

方差来源	DF	SS	MS		$F_{0.05}$
层次(A)	2	0.8779	0.4390	0.7656	3.00
方向(B)	1	0.0263	0.0262	0.0458	3.84
交互作用(A×B)	2	2.8051	1.4026	2.4461	3.00
误差(e)	234	134.1699	0.5734		
总 和	239	137.8792			

2.2 空间格局理论分布型拟合

根据方差分析结果,已知肚倍蚜越冬种群在人工气候室内的分布是同质的,因而将各方位统计资料合并进行了空间格局理论分布型的拟合及 χ^2 检验,结果如表 3。

表 3 结果表明,肚倍蚜越冬种群的空间格局同时符合“负二项”、“核心”及“复合波松”三种理论分布型,其中 χ^2 最小的是复合波松分布型。因此,作者认为肚倍蚜在自然气候室内越冬种群最符合复合波松%理论分布型。

表 3 种群频次分布及理论分布型检验*

各级样方 x	调查结果	理论分布型各级频次					
		二项	波松	负二项	核心	波松二项	复合波松
0	116	77.1111	81.2317	114.7353	125.0093	132.9509	116.0000
1	54	91.8270	88.0010	60.2501	44.2844	28.0239	54.0000
2	39	50.1193	47.6672	31.3419	32.5944	38.4614	36.6446
3	13	16.5789	17.2132	16.2525	18.9161	22.6888	18.5249
4	11	3.7018	4.6619	8.4145	9.9294	8.7025	8.6301
5	3	0.5878	1.0101	4.3523	4.9520	5.3938	3.7446
6	3	0.068	0.1824	2.2498	2.3701	2.2439	1.5265
>6	1	0.0058	0.0325	2.3400	1.9443	1.5251	0.9278
χ^2		81.0461	24.9242	4.4077*	6.5557	32.0664	2.5535*

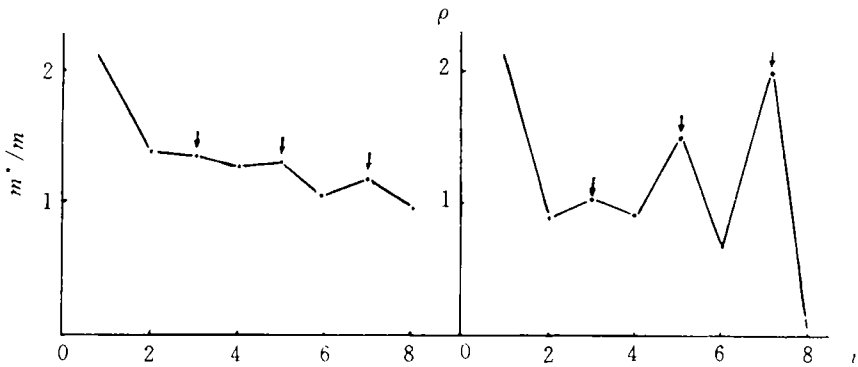
1) $\chi^2_{0.05,DF11} = 19.68$; $\chi^2_{0.05,DF10} = 18.31$

2.3 聚集度及个体群大小的测定

肚倍蚜在自然气候室内越冬种群的聚集度指标测定结果如下： M^* ， I ， CA 和 C 分别为 2.2012, 1.1179, 1.0319, 2.1179; K ， λ ， L 值分别为 0.9691, 0.6148 和 3.8453. M^* ， I ， CA 和 C 值均大于 0, $M^*/M=2.0319$ ($M=x=1.0833$) 大于 1, 说明该种群为聚集分布。 λ 值小于 2, 说明聚集主要是由环境条件影响引起的。由 L 值可知个体群平均为 3.8453 头。

2.4 聚集面积测定

随着取样面积扩大(样方数增加), 肚倍蚜越冬种群的聚集指标 M^*/M , ρ 值的变化如附图所示。



附图 不同样方数 M^*/M , ρ 变化

由附图可以看出, 随着取样面积增加, M^*/M 呈波状下降, 说明肚倍蚜种群聚集由大、中、小三重个体群组成, 个体群间呈疏松状态。随着取样单位(i)扩大, M^*/M 和 ρ 均有几处陡然下降, 该处的样方面积即为个体群面积(简头所示)。大个体群面积为 7 个样方 (28 cm^2), 其中包含 2 个亚个体群, 面积分别为 5 个样方 (20 cm^2) 和 3 个样方 (12 cm^2)。由附图还可看出, 随样方面积扩大, M^*/M 和 ρ 曲线的波峰间距相等, 因此可推判大个体群内小个体群的分布较为均匀, 符合复合波松分布型的特点。

2.5 理论抽样量模型

Morista(1964)提出的 I_a 指数^[9,10] 不仅能反映昆虫的空间格局聚集与否, 同时也可较

好地解决理论抽样量的问题,公式为:

$$I_s = n \cdot (\Sigma f x^2 - \Sigma f x) / [\Sigma f x (\Sigma f x - 1)]$$

$$\hat{n} = (t/D)^2 (I_s - 1 + 1/\bar{x})$$

其中: $\hat{n}$ 为理论抽样量, t 为一定概率下的 t 值, D 为允许抽样误差。

将调查结果代入上述公式,即可求出 $I_s=2.0315$,进一步可得出肚倍蚜越冬种群在人工气候室的理论抽样量模型:

$$\hat{n} = (t/D)^2 (1.0315 + 1/\bar{x})$$

2.6 不同抽样方法比较

在平面图上,利用框格法对调查资料进行五点式、棋盘式、双对角线式及平行线式抽样,再与总体资料比较(除平行线或从一行/层中抽取外,其余的均从相邻两层中抽取),其虫口数据经平方根转换后进行 t 测验,结果见表 4。

表 4 不同抽样方法比较

抽样方法	抽样量 (点数×样方数/点)	$\bar{x}_i$	SD	$S_{\bar{x}}$	离差 $d = \bar{x}_i - \mu $	$t = \frac{ \bar{x}_i - \mu }{S_{\bar{x}}}$	$t_{0.05}$
五点式	$5 \times 10 = 50$	0.6784	0.7282	0.1030	0.0349	0.3384	2.008
	$5 \times 5 = 25$	0.5082	0.7228	0.1446	0.2051	1.4181	2.060
棋盘式	$12 \times 4 = 48$	0.6508	0.7244	0.1046	0.0625	0.5972	2.011
	$8 \times 4 = 32$	0.5698	0.7082	0.1252	0.1435	1.1462	2.044
双对角线	$9 \times 6 = 54$	0.6272	0.7860	0.1070	0.0861	0.8045	2.005
	$9 \times 3 = 27$	0.5766	0.7600	0.1463	0.1368	0.9342	2.052
平行线式	$9 \times 5 = 45$	0.6635	0.8003	0.1193	0.0497	0.4167	2.014
	$9 \times 3 = 27$	0.5753	0.6810	0.1311	0.1380	1.0524	2.052

* 单位虫量进行平方根转换后进行 t 检验。

由表 4 可以看出,所测验的抽样方式只要取样量大于 25 个样方单位,其均值与总体均值并无本质差异。比较而言,同一种抽样方法取样面积大者比取样面积小的 t 值较小,代表性较好。符合肚倍蚜个体群面积多重集团分布的特点。在几种抽样方法中,以取样面积最大的五点取样法代表性较好。因此,提示实践中取样面积应以 10 个样方单位为宜。

3 讨 论

肚倍蚜的空间格局因时空及寄主发育阶段不同可能有差异。本文仅讨论了肚倍蚜越冬初始种群的空间格局及抽样技术,以期满足该虫越冬种群调查的迫切需要。有关其时空动态尚须进一步研究。复合波松分布是一种双重随机的理论分布型,即个体以疏松的群集形式存在,在疏松的个体群内,个体呈随机分布,个体群之间也为随机分布。本研究结果表明,肚倍蚜秋迁蚜在冬寄主上的分布是随机性的,个体群的形成是由环境条件造成的,进一步证实了环境因子是影响倍蚜种群动态的主要因素之一。由于种群密度低,调查总体中“0”样方较多,使得总体方差较大,虽然给调查方法的比较带来了困难,但是不难看出,正是因为个体群间及个体群内个体间分布的随机性,在调查时只要样点面积有一定保证($> > 5$ 个样方),在较少取样($> > 25$ 个样方)的情况下仍然有可靠的代表性。

致谢:本文经中国科学院动物研究所丁岩钦教授审阅,本校赵惠燕副教授计算部分资料,谨此致谢。

参 考 文 献

- 1 张传溪, 许文华. 资源昆虫. 上海: 上海科学技术出版社, 1990, 5~17
- 2 向和. 中国青肤杨五倍子蚜虫的研究. 昆虫分类学报, 1980, 2(4): 303~313
- 3 张子有, 张良玉. 陕西肚倍蚜的生态要求及五倍子生产. 昆虫知识, 1993, 33(4): 220~223
- 4 赖永祺, 张燕平, 李正洪. 林业科学研究, 1992, 5(5): 554~558
- 5 赖永祺, 方英, 熊懿等. 肚倍蚜生物学研究, I. 生殖. 林业科学研究, 1992, 5(6): 675~679
- 6 南京农业大学主编. 田间试验和统计方法. 北京: 农业出版社, 1985. 91~127
- 7 袁锋, 汪世泽, 魏建华等. 棉铃虫田间分布型及其在实践中的应用(一)(二). 植物保护学报, 1979, 6(1): 25~47
- 8 丁岩钦. 昆虫种群数学原理与应用. 北京: 农业出版社, 1985. 343~635
- 9 邬祥光. 昆虫数学生态学的常用分析方法. 北京: 农业出版社, 1985. 343~635
- 10 Taylor L R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect population. *Ann Rev Entomol*, 1984, 29: 321~357

Spatial Distribution Pattern and Sampling Techniques of Gallnut Aphid (*Kuburagia rhusicola* Takagi) Overwintering Population

Yuan Feng Zhang Zhiyong Wang Yinglun Wei Yongping

(Department of Plant Protection, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract This paper deals with the spatial distribution pattern and sampling techniques of the gallnut aphid, *Kuburagia rhusicola* Takagi overwintering population. The investigatory and experimental results show that the average densities of the population at different layers and orientations have no statistical difference in the natural climatic laboratory. The spatial distribution pattern is in agreement with complex Poisson distribution. The distribution consists of three individual groups. The areas of large, medium and small groups average 28, 20, and 12 cm² respectively with the average aphid member of 3.8453 in each group, on which the theoretical sampling model is set up. The result of the comparison among the sampling methods shows that the 5 plot sampling method, taking 10(×4 cm²) samples from winter hosts at two adjacent layers at each spot, has the best representation for the population.

Key words *Kuburagia rhusicola* Takagi, population distribution, spatial distribution pattern, sampling method