

烟田蓼蓝齿胫叶甲幼虫的空间分布型和抽样技术研究*

陈乾锦 杨建全 官宝斌 张玉珍 陈家骅

摘 要

对烟田蓼蓝齿胫叶甲幼虫的空间分布型测定结果表明:聚集度指标测定为聚集分布;频次分布检验为负二项分布;Iwao的 m^*-m 回归模型为 $m^* = 0.1716 + 1.4552m$,说明属于具有公共K值的负二项分布。本文根据聚集度均数(λ)的测定结果,分析了聚集原因和最适合的抽样数模型。

关键词: 烟田 蓼蓝齿胫叶甲 空间分布型 抽样模型
中图分类号: S435.72 文献标识码: A 文章编号: 1004-5708(2002)02-0025-04

蓼科 Polygonaceae 杂草在烟田分布广、发生量大、为害期长,是福建省烟田最重要的杂草之一^[1~6]。据报道^[7~9],蓼蓝齿胫叶甲 *Gastrophysa atrocyanea* (Motschulsky)是烟田蓼科杂草的专食性天敌,尤其是其幼虫对烟田蓼科杂草具有良好的自然控制作用。国内外对此虫的空间分布型和抽样技术尚未研究。为了探讨田间抽样技术,作者开展本项目的研究,以期建立合适的抽样模型。

1 材料与方法

1.1 空间分布型调查

1999年5~6月在福建省罗源县西兰乡选择酸模叶上蓼蓝齿胫叶甲虫口密度不同的9块烟田,采用连片调查的方法,每块烟田调查1500株,逐株记载蓼蓝齿胫叶甲的幼虫数,并按其所在位置填写在坐标纸上,制成田间实际分布图。

1.2 空间分布型测定方法

1.2.1 频次分布检验 频次分布检验采用二项分布、波松分布、负二项分布、核心分布和波松二项分布进行。根据理论频次分布公式求出理论频次,将各块田块实查频次和理论频次进行比较,经卡平方(χ^2)检验是否符合某种理论分布^[10]。

1.2.2 聚集度指标检验 采用(1)David et Moore的丛生指标: $I = \frac{S^2}{m} - 1$; (2) Kuno的 C_A 指标: $C_A = 1/k$; (3) Lloyd的聚块性指标: m^*/lm ; (3) 扩散系数指标: S^2/lm 。^[11,12]

1.2.3 Taylor的幂法则 Taylor幂法则 $S^2 = am^b$ 的对数回归式为: $\lg S^2 = \lg a + b \lg m$,当 $b \rightarrow 0$ 时,为均匀分布; $b = 1$,为随机分布; $b > 1$,为聚集分布^[12]。

1.2.4 Iwao的 $m^* - m$ 直线回归式 Iwao的直线回归式为: $m^* = T + Um$,式中当 $\alpha = 0$ 时,分布的基本成分是单个个体; $\alpha < 0$,个体间相互排斥; $\alpha > 0$,个体间相互吸引,分布的基本成分是个体群。当 $\beta = 1$ 时,为随机分布;当 $\beta < 1$ 时,为均匀分布;当 $\beta > 1$ 时,为聚集分布。

α 与 β 的不同组合揭示了种群的不同分布型:
(1) $\alpha \approx 0, \beta \approx 0$ 时为随机分布;
(2) $\alpha > 0, \beta \approx 1$ 时,
(3) $\alpha \approx 0, \beta > 1$ 时,
(4) $\alpha > 0, \beta > 1$ 时,
} 为聚集分布。

其中,(2)为核心分布(Neyman A型)或波松二项分布;(3)为具有公共K值的负二项分布;(4)为最普通的聚集分布(负二分布)^[12,13]。

1.3 聚集原因检验

应用 Bliackith(1961)种群聚集均数(λ)检验聚集原因,公式为 $\lambda = mr/2k$,式中 k 为负二项分布的 k 值, r 是自由度等于 $2k$ 时的 χ^2 分布函数 ($\alpha = 0.5$ 显著水平) 检验标准为: (1) 当 $\lambda \geq 2$ 时,聚集由昆虫行为或

* 陈乾锦,男,大学,福建农林大学益虫室,福州,350002
杨建全,官宝斌,陈家骅,通讯地址同第一作者
张玉珍,福建省烟草公司,福州,350003
本研究为国家烟草专卖局资助项目(972007)
收稿日期: 2001-09-10

昆虫行为与环境异质性两因素互作引起的; (2) $\lambda < 2$ 时,聚集由环境条件引起的^[14]。

1.4 资料代换

生物统计建立在效应的可加、方差的正态而独立分布前提下的,而所调查的资料往往是不可加的、非正态和方差不齐性的,因此必须进行资料代换,以使某些特定类型的总体所抽取的样本进行生物统计时能得到正确的结果。生物统计中资料代换有多种方法,如指数转换,本文采用 Iwao 代换模型:

$$Z = f(x) = \int \frac{dx}{(T_+ - 1)x + (U - 1)x^2}$$

式中, x 表示原始资料值, Z 表示代换后的值, c 为常数

1.5 抽样技术

1.5.1 Kuno 风险决策序贯抽样模型 Kuno 根据 Iwao 的直线回归式,在预先确定允许误差 D 水平下进行序贯抽样,不必预先确定判别密度。Kuno 通式为^[15]:

$$T_n = \frac{T_+ - 1}{D^2 - (U - 1) / n}$$

式中, α, β 为 $m - m$ 回归式 $m = T_+ U_m$ 中的常数, n 为序贯抽样的样本数, T_n 为已抽取的累计虫数。序贯抽样截止时,昆虫密度的估计值为 $m = T_n / n$ ^[16]。

1.5.2 最适理论抽样数模型 Iwao 提出的以 $m - m$ 直线回归式为基础的最适理论抽样数模型:

$$N = \frac{t^2}{D^2} (\frac{T_+ - 2}{m} + U - 1)$$

式中, N 为最适理论抽样数; t 为一定置信度下 t

分布值 (一般取 $t = 1$); D 为允许误差一般取 ($D = 0.1 - 0.2 - 0.3$); α, β 为 $m - m$ 直线回归式中的常数; m 为平均虫口密度^[11]。

1.6 数据处理

所有模型均用赵士熙^[17]、赵士熙等^[11]程序处理

2 结果与分析

2.1 空间分布型的测定

2.1.1 频次分布检验 将 9 块田的幼虫实查频次分布与理论频次分布进行比较,经卡平方测验 (表 1) 表明,蓼蓝齿胫叶甲的幼虫在全部烟田中均符合负二项分布,极不符合波松分布和二项分布。除虫口密度高的田块外,其余的符合核心分布和波松二项分布。

2.1.2 聚集度指标检验 根据 David et Moore 的丛生指标 I , Kuno 指标 C_A , 聚块性指标 m^*/m , 扩散系数指标 S^2/m 的检验结果 (表 2) 表明全部烟田的蓼蓝齿胫叶甲幼虫均属于聚集分布。

2.1.3 Taylor 的幂法则 将 $S^2 = \alpha m^b$ 代换为对数式 $\lg S^2 = \lg \alpha + b \lg m$, 经拟合得: $\lg S^2 = 0.3704 + 1.272 \lg m$ ($\chi^2 = 0.02$), 其乘幂关系式为 $S^2 = 2.3463m^{1.272}$, 式中 $b = 1.272 > 1$, 说明蓼蓝齿胫叶甲的幼虫为聚集分布。

2.1.4 Iwao 的 $m - m$ 回归方程 求得 $m^* = 0.1716 + 1.4552m$ ($r = 0.989^*$)。可见,田间分布表现为个体间相互吸引,分布的基本成分是个体群,种群呈聚集分布。同时,由于 $\alpha > 0, \beta > 1$, 说明蓼蓝齿胫叶甲幼虫的种群空间分布图式为具有公共 K 值的负二项分布,测定结果与频次分布检验相一致。

表 1 蓼蓝齿胫叶甲幼虫的空间分布型频次分布检验

田号	平均密度 (头/株)	波松分布		负二项分布		二项分布		核心分布		波松二项分布	
		χ^2	结果	χ^2	结果	χ^2	结果	χ^2	结果	χ^2	结果
1	0.2544	21.76	* *	1.38	+	19.41	* *	0.96	+	3.77	+
2	0.1832	98.21	* *	0.58	+	23.77	* *	4.87	+	2.34	+
3	0.1358	33.25	* *	0.97	+	168.52	* *	3.01	+	1.12	+
4	0.0989	17.26	* *	0.63	+	21.96	* *	0.35	+	0.36	+
5	0.3769	34.33	* *	2.74	+	114.62	* *	0.71	+	9.49	*
6	0.5543	58.70	* *	2.05	+	97.20	* *	19.04	* *	10.83	*
7	0.1014	134.29	* *	0.99	+	68.51	* *	2.76	+	5.32	+
8	0.2172	98.36	* *	1.03	+	33.92	* *	1.93	+	0.91	+
9	0.2958	76.71	* *	0.95	+	90.14	* *	3.79	+	0.07	+

注: * * = 极不符合; * = 不符合; + = 符合理论分布。

表 2 蓼蓝齿胫叶甲幼虫的聚集度指标

田块号	平均密度 (头/株)	方差 S ²	平均拥挤度 * _m	聚集度指标			
				I	C _A	* _m /m	S ² /m
1	0.2544	0.4413	0.7033	0.7347	1.7645	2.7645	1.7347
2	0.1832	0.2780	0.4201	0.5157	1.2931	2.2931	1.5157
3	0.1358	0.1832	0.3291	0.3490	1.4234	2.4234	1.3490
4	0.0989	0.1177	0.2018	0.1901	1.0404	2.0404	1.1901
5	0.3769	0.6645	0.7736	0.7631	1.0525	2.0525	1.7631
6	0.5543	0.9926	0.8315	0.7907	0.5001	1.5001	1.7907
7	0.1014	0.1218	0.2804	0.2012	1.7653	2.7653	1.2012
8	0.2172	0.3538	0.4638	0.6289	1.1354	2.1354	1.6289
9	0.2958	0.5452	0.7684	0.8431	1.5977	2.5977	1.8431

2.2 聚集原因检验

应用 Bliackith(1961)的聚集均数公式,得到聚集均数(λ)与平均数(m)的关系(表3)。从表3可以看出,蓼蓝齿胫叶甲幼虫的聚集均数随着平均数的增加而增加,其直线回归式为λ=0.0277+0.3893m(F=21.7089*),经统计,当蓼蓝齿胫叶甲幼虫种群密度m=5.0663头/株时,λ=2,因此,可将m=5.0663作为判别蓼蓝齿胫叶甲幼虫聚集原因的临界值。根据田间调查结果,可以看出蓼蓝齿胫叶甲幼虫种群密度远小于此临界值,因而可认为聚集均数λ<2。由此可见,蓼蓝齿胫叶甲幼虫的聚集原因主要是由环境因素(如食料等)所致。

2.3 资料代换

根据 Iwao 的资料代换模型 $Z = f(x) = \int \frac{dx}{(T_+ - 1)x + (U - 1)x^2}$,求积分后,将回归中α=0.1716β=1.4552代入上式得:

$$Z = 1.4774 \ln(1.2869 + x + \frac{2.5738}{x + x^2})$$

表 3 聚集均数(λ)与平均数(m)的关系

项目	田块号								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m	0.2544	0.1832	0.1358	0.0989	0.3769	0.5543	0.1014	0.2172	0.2958
k	0.5667	0.7733	0.7025	0.9612	0.9512	1.9996	0.5665	0.8807	0.6259
λ	0.1300	0.0829	0.0570	0.0617	0.2377	0.1940	0.0510	0.1356	0.1630

表 4 蓼蓝齿胫叶甲成虫田间调查的理论抽样数

D	虫口密度											
	0.09	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
0.1	1347	1217	827	631	514	436	380	338	306	280	259	241
0.2	337	304	207	158	129	109	95	85	76	70	65	60
0.3	150	135	92	70	57	48	42	38	34	31	29	27

2.4 抽样模型研究

2.4.1 Kuno风险决策序贯抽样模型 根据 *_m - m 直线回归式,将α=0.1716β=1.4552代入Kuno序贯抽样模型中,得到: $T_n = \frac{1.1716}{D^2 - 0.4552/m}$ 。在实际抽样调查中,序贯抽样为n个样本,记取累计虫数T_n,如果T_n超过预定精确度D水平的截止线,则停止抽样,由此可得到该精度水平的虫口密度估计值 $m = T_n / h_n$ 。

2.4.2 最适理论抽样数模型 根据 Iwao 的 *_m - m 回归测量结果有T=0.1716U=1.4552。按田间虫口密度(m)情况与所采用的允许误差(D),可获得理论抽样数模型:

$$N = \frac{t^2}{D^2} [\frac{1.1716}{m} + 0.4552]$$

由上述模型(取t=1)可统计出蓼蓝齿胫叶甲田间调查的理论抽样数(表4)。在田间调查时,可粗略估计田间虫口情况以及所定的允许误差,参考表4决定相应的抽样数。

3 小结

对烟田蓼蓝齿胫叶甲空间分布型的调查结果表明, 9块烟田的蓼蓝齿胫叶甲的频次分布均符合负二项分布。烟田蓼蓝齿胫叶甲的聚集原因, 主要是由于环境因素(食料等)造成的, 也与自身密度有关, 即环境与自身的特性共同作用的结果。在进行序贯抽样时, 每次抽样必须是随机的, 先抽取若干样本, 累计虫数, 同时把累计虫数绘在序贯抽样图上, 看是否达到抽样的截止线, 否则继续抽样, 直至累计虫数达到截止线为止; 在抽样时, 还应根据密度与允许误差决定抽样数, 如在低密度种群下, 应将 D 值取大些 (0.25), 若在高密度的种群下, 则应将 D 值取小些 (0.15)。

参考文献

- 1 白万明, 纪成灿, 林海, 等. 不同除草剂对烟草苗期杂草控制初探. 烟草科技, 1998(2): 35~ 36
- 2 纪成灿, 白万明, 官宝斌, 等. 福建烟区苗床草种类及分布. 福建烟草, 1998(4): 34~ 35.
- 3 官宝斌, 林海, 白万明, 等. 东南烟区大田杂草种类与分布. 福建农业科技, 1999(4): 8~ 9.
- 4 陈乾锦, 杨建全, 林智慧, 等. 烟田几种重要杂草对除草剂的敏感性. 福建农业大学学报, 2001, 30(2): 213~ 216.
- 5 陈乾锦, 陈家骅, 杨建全, 等. 烟田重要杂草的不同生活阶

段的发育起点与有效积温研究. 江西农业大学学报, 2001(2): 186~ 188.

- 6 陈乾锦, 杨建全, 陈家骅, 等. 化学除草对烟田杂草群落结构的影响. 烟草科技, 2001(2): 34~ 36
- 7 陈玉琴. 一种专食杂草的叶甲. 植物医生, 2001, 13(5): 45.
- 8 陈乾锦, 陈家骅, 张玉珍. 福建省烟田食草昆虫调查. 华东昆虫学报, 2000, 9(2): 67~ 71.
- 9 陈乾锦, 杨建全, 官宝斌, 等. 蓼蓝齿胫叶甲的生物学特性. 福建农业大学学报, 2000, 29(增刊): 61~ 64.
- 10 李典谟, 丁岩钦. 介绍几种昆虫分布型理论分布的计算. 昆虫知识, 1965, 9(5): 310~ 317.
- 11 赵士熙, 吴中孚. 农作物病虫害数理统计测报 BASIC程序库. 福州: 福建科学技术出版社, 1989, 389~ 484.
- 12 徐汝梅, 李兆华, 李祖荫, 等. 温室白粉虱成虫空间分布型的研究. 生态学报, 1980, 23(3): 265~ 275.
- 13 Iwao S. An approach to analysis of aggregation pattern in biological population. Statis Ecol., 1971, 1: 461~ 513.
- 14 赵志模, 周远新. 生态学引论 - 害虫综合防治的理论及应用. 重庆: 科学技术出版社重庆分社, 1984, 104~ 108.
- 15 Kuno E. A new method of sequential sampling to obtain the population estimates with a fixed level of precision. Res. Popul. Ecol., 1968, 11: 127~ 136.
- 16 高春先, 顾秀慧, 贝亚维, 等. 序贯抽样技术 - 用于褐飞虱的防治和研究. 生态学报, 1983, 3(1): 79~ 88.
- 17 赵士熙. 计算机在昆虫空间分布型测定上的应用. 福建农学院学报, 1986, 15(2): 146~ 152.

Studies on spatial distribution and sampling model of *Gastrophysa atrocyanea* (Motschulsky) larvae in tobacco field

Chen Qianjin¹ Yang Jianquan¹ Guan Baobin¹ Zhang Yuzhen² Chen Jiahua¹

1 Beneficial Insects Lab, Fujian Agriculture & Forestry University, Fuzhou 350002

2 Fujian Tobacco Corporation, Fuzhou 350003

Abstract

Spatial distribution of *Gastrophysa atrocyanea* (Motschulsky) larvae, a herbivorous beetle attacking Polygonaceae in tobacco field is determined. The results show that it displays as the negative binomial distribution by determination of frequency distribution and fits to the pattern of aggregation by the test of distribution pattern indices. The linear regression equation of $Iwao's \hat{m} - m$ can be described as $\hat{m} = 0.1716 + 1.4552m$, so it fits to the negative binomial distribution with the public K value. The reason for the aggregation is analyzed according to estimation by mean aggregation (λ). The theoretical sampling number model is also built up in the present paper.

Key words *Gastrophysa atrocyanea* (Motschulsky) Spatial distribution Sampling model