

稻瘿蚊对水稻为害空间格局 和抽样技术初步研究

黄凤宽 罗善昱 韦素美 黄辉晔 师翱翔 李 青
(广西农科院植保所)

摘要 本文应用 10 个聚集度指标分析了不同时期稻瘿蚊为害株的空间格局, 用 Fuzzy 聚类分析法测定空间格局的时序状态, 并对田间抽样技术进行了探讨。结果表明: 田间受害株密度不超过 3 株/丛时, 受害株的空间格局是聚集型的; 超过 3 株/丛时, 则为均匀型的; 受害株分布的基本成分是个体群, 基本成分的分布是聚集型的; 不同时期的为害株的空间格局可归纳为低密度前期和高密度后期两大类; 田间的最适抽样部位是水稻的分蘖株; 为害株的 Iwao 和改进的 Iwao 序贯抽样模型分别是:

$$T'_0(n) = 0.15n + t \cdot \sqrt{0.18n}; T''_0(n) = 0.15n - t \cdot \sqrt{0.18n}$$

$$\text{和 } T'_0(n) = 0.15n + t \cdot \sqrt{0.1342n}; T''_0(n) = 0.15n - t \cdot \sqrt{0.1342n}$$

式中, $T'_0(n)$, $T''_0(n)$ 分别为序贯抽样过程中累计标数值的上限和下限; n 为序贯抽样数; t 为在给定的显著性水平下的 t 分布值。

关键词 稻瘿蚊为害株; 聚集度指标; 空间格局动态; Iwao 和改进的 Iwao 序贯抽样

研究作物受害株的田间空间格局, 对阐明害虫为害特征、发展精确有效的抽样方法, 正确估计作物受害损失具有十分重要的意义。稻瘿蚊 [*Orseolia oryzae* (Wood-Mason)] 是广西中、晚稻的灾害性害虫, 目前国内外已有人对其生物学、生态学、防治及预测预报等进行过研究, 但对其种群对水稻为害空间格局、空间格局时序动态和抽样技术的研究, 尚未见报导。本文对上述问题进行探讨, 以期为试验设计的取样技术和防治提供调查依据。

1 材料和方法

1.1 调查方法

1990 年 7~8 月间, 在广西德保县马隘乡坡力屯选择一块中造稻田, 于水稻苗移栽回青后开始调查, 调查间隔期为 3 天。采用平行跳跃式多点随机取样, 每样方 1 丛, 共查 100 丛。记载每丛禾的健株、为害株(分蘖、主茎受害)的数量, 将结果填入相应的田间作业图上。

1.2 分析方法

根据每次调查的数据, 统计出各组的平均数和方差, 由此再计算出受害株的空间聚集度指标。分析空间格局的聚集度指标有: 扩散系数 C 指标, David and Moore 聚集度指标 I , Water 的负二项分布参数 K 指标, Kuno 的 C_A 指标, Morisita 的扩散型指数 I_h , Lloyd 的平均

1992-12-25 收稿

拥挤度 $\bar{m}$ 、聚集性指标 $\bar{m}/m$ 、Iwao 的 $\bar{m}-m$ 回归分析法和徐汝梅等^[4]改进的 Iwao 模型 $\bar{m}=\alpha'+\beta'm+\gamma m^2$ 、Taylor 幂法则等 10 种^[1~3,6,7,9,11]。

根据上述指标的前 7 种,采用绝对值减法^[3],对同时期的受害株空间聚集性进行模糊聚类分析。设同一时期的不同指标组成矩阵 U 的行(n 行),不同时期的同一指标组成矩阵 U 的列(m 列),采用公式(1)计算相似系数:

$$r_{ij}=\begin{cases} 1 & (i=j) \\ 1-C \sum_{k=1}^m |x_{ik}-x_{jk}| & (i \neq j) \end{cases} \quad (1)$$

式中 C 应适当选取,使 $0 \leq r_{ij} \leq 1$ 。由此得出模糊关系矩阵 R 。然后为满足模糊矩阵的传递性,使 $R^K = R^K \Delta R$ ($K=2, 4, 8, 16 \dots \dots$) (2)

R^* 为模糊等价关系矩阵。根据此矩阵,选择不同的 λ ($0 \leq \lambda \leq 1$),对同时期的为害株空间结构进行聚类分析,聚类结果由树状图表达,分析空间结构的动态。

抽样技术中所应用的模型是 Iwao^[13]的序贯抽样模型和徐汝梅等^[17]的改进的序贯抽样模型^[4,8]。

本文的数据处理在 IPM—PC 微机上完成。

2 结果与分析

2.1 同时期的空间格局及其聚类动态

根据各次调查的数据,计算出 7 种聚集度指标(表 1)。据表 1,除 8 月 1 日外,各次调查所有的 I 、 C_A 、 K 值均大于 0, $\bar{m}/m$ 、 C 、 I_s 值均大于 1,所以前 8 次调查期受害株的空间格局是聚集型的。8 月 1 日调查,其 I 、 C_A 、 K 值均小于 0, $\bar{m}/m$ 、 C 、 I_s 值均小于 1,所以这时受害株的空间格局是均匀型的。

表 1 稻瘠蚊对水稻为害空间格局的聚集度测定(德保马隘, 1990 年, 7~8 月)

调查日期 (月/日)	平均密度 m (株/丛)	方差 V	平均拥挤 度 $\bar{m}$	聚块性指 标 $\bar{m}/m$	David and moore I	Kuno 指标 C_A	Water 指标 K	扩散系 数 C	Morisita 指数 I_s
7/7	0.60	0.626	0.644	1.073	0.044	0.073	13.699	1.044	1.074
7/10	1.13	1.367	1.340	1.186	0.210	0.186	5.391	1.210	1.185
7/13	1.16	1.498	1.452	1.251	0.292	0.251	3.978	1.292	1.154
7/16	1.22	1.588	1.521	1.247	0.301	0.247	4.050	1.301	1.246
7/19	1.79	1.905	1.854	1.036	0.064	0.036	27.840	1.064	1.036
7/22	2.07	3.137	2.585	1.249	0.515	0.249	4.018	1.515	1.248
7/25	2.58	2.852	2.686	1.041	0.106	0.041	24.456	1.106	1.041
7/29	3.00	3.475	3.158	1.053	0.158	0.053	18.939	1.158	1.052
8/1	3.63	2.821	3.407	0.939	-0.223	-0.061	-16.292	0.777	0.939

按照 Taylor 的幂法则,求出各组(除 8 月 1 日外)资料中 $\log v$ 对 $\log m$ 的回归式:

$$\log v = 0.07324 + 1.0387 \log m \quad (r=0.9757^{**})$$

$b=1.0387>1$,说明受害株的空间格局是聚集型的(见图1)。

按照B组资料作 $m-m$ 回归分析,得:

$$\hat{m}=0.1984+1.0076m \quad (r=0.9825)$$

该模型中, $\alpha=0.1984$,说明受害株分布的基本成分是个体群; $\beta=1.0076$,说明基本成分的分布是聚集型的。

按照徐汝梅等^[7]改进的Iwao模型得:

$$\hat{m}=-0.1785+1.5112m-0.1379m^2$$

$$(r=0.9868^{**})$$

结果见图2。

表1的结果表明各次受害株的空间格局主要是聚集型的,但随着受害株密度的变化,其聚集的程度都是有差异的,各时期的空间聚集度指标有所不同。据表1中

图1 受害株的 $\log V-\log m$ 回归(Taylor法)的 $\hat{m}$ 、 $\hat{m}/m$ 、 l 、 C_A 、 K 、 C 、 I 值建立起聚

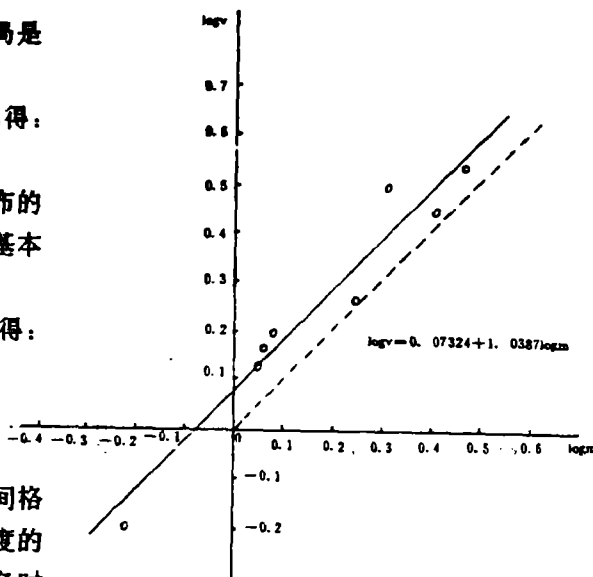
集度指标矩阵 U ,并按(1)式把矩阵 U 转换成各时期聚集度指标模糊关系矩阵 R ,进一步按(2)式,得出如下模糊等价关系矩阵:

$$R' = R \circ R$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$R' =$	1	0.521	0.521	0.521	0.716	0.521	0.716	0.716	0.229	A
	0.521	1	0.805	0.805	0.521	0.737	0.521	0.521	0.229	B
	0.521	0.805	1	0.911	0.521	0.737	0.521	0.521	0.229	C
	0.521	0.805	0.911	1	0.521	0.737	0.521	0.521	0.229	D
	0.716	0.521	0.521	0.521	1	0.521	0.865	0.861	0.229	E
	0.521	0.737	0.737	0.737	0.521	1	0.521	0.521	0.229	F
	0.716	0.521	0.521	0.521	0.865	0.521	1	0.861	0.229	G
	0.716	0.521	0.521	0.521	0.861	0.521	0.861	1	0.229	H
	0.229	0.229	0.229	0.229	0.229	0.229	0.229	0.229	1	I

矩阵上 A, B, ..., I 分别是按顺序的不同调查期。根据模糊集的概念和定义,取不同水平的 λ 进行分类:

- (1) 取 $0.911 < \lambda \leq 1$, 则 A, B, ..., I 各占 1 类;
- (2) 取 $0.865 < \lambda \leq 0.911$, 则 C, D 合为 1 类, 余同 (1), 共分为 8 类;
- (3) 取 $0.861 < \lambda \leq 0.865$, 则 C, D, E, G 合为 1 类, 余同 (2), 共分为 6 类;
- (4) 取 $0.805 < \lambda \leq 0.861$, 则 C, D, E, G, H 合为 1 类, 余同 (3), 共分为 5 类;
- (5) 取 $0.737 < \lambda \leq 0.805$, 则 B, C, D, E, G, H 合为 1 类, 余同 (4), 共分为 4 类;
- (6) 取 $0.716 < \lambda \leq 0.737$, 则 B, C, D, E, F, G, H 合为 1 类, 余同 (5), 共分为 3 类;



(7) 取 $0.229 < \lambda \leq 0.716$, 则 A, B, C, D, E, F, G, H 合为 1 类, 余同 (6), 共分为 2 类;

(8) 取 $0 < \lambda \leq 0.229$, 全部归为 1 类。

总结以上各步, 得出不同时期的空间聚集度指标树状图(图 3)。图 3 表明: (1) 稻瘰蚊对水稻为害的空间聚集程度分为前期和后期两大类, 它们分别是 7 月上旬至 7 月底和 8 月初, 前期和后期两大类之间仅有 0.229 的相似关系, 两者的聚集程度相差是较大的; (2) 前期的空间聚集程度变化不很显著, 8 个时期的 0.716 的相似水平上; (3) 8 月 1 日调查时, 受害株密度较高, 几乎丛丛受害, 其空间格局为均匀型, 所以它只在 0.229 的相似水平上与前期归类。

2.2 最适抽样部位

水稻的主茎和分蘖株对稻瘰蚊幼虫的入侵的抵抗程度不一样, 因而对受害株的分布有显著的影响。

将主茎受害率 (x_1) 和分蘖受害率 (x_2) 对全株受害率 (y) 作回归分析:

$$Y = -1.8640 + 2.8181x_1 \quad (r = 0.4718)$$

$$Y = 9.8351 + 1.0584x_2 \quad (r = 0.9874^{**})$$

可见分蘖株受害的变化与全株受害的变化关系极密切, 可以代表全株受害变动的 98% 以上。因此, 稻瘰蚊对水稻为害的为害株的最适抽样部位是分蘖株。

2.3 受害株的序贯抽样技术

在生产实践中, 常只需了解稻瘰蚊对水稻为害是否达到或超过防治指标, 而不需对受害株密度作出精确的估计。有鉴于此, 本文向生产部门推荐下述用于指导防治的序贯抽样模型。

基于 lwao 的 $m-m$ 回归方程 $\hat{m} = \alpha + \beta m$, 在一定概率保证下, 根据防治指标 m_c 进行序贯抽样:

$$T'_0(n) = nm_c + t \cdot \sqrt{n[(\alpha+1)m_c + (\beta-1)m_c^2]}$$

$$T''_0(n) = nm_c - t \cdot \sqrt{n[(\alpha+1)m_c + (\beta-1)m_c^2]}$$

式中, $T'_0(n)$ 、 $T''_0(n)$ 分别为序贯抽样进程中累计标数值的上限和下限; n 为序贯抽样数; t 为在给定的显著性水平下的 t 分布值。

按照改进的 lwao 模型, 则序贯抽样公式为:

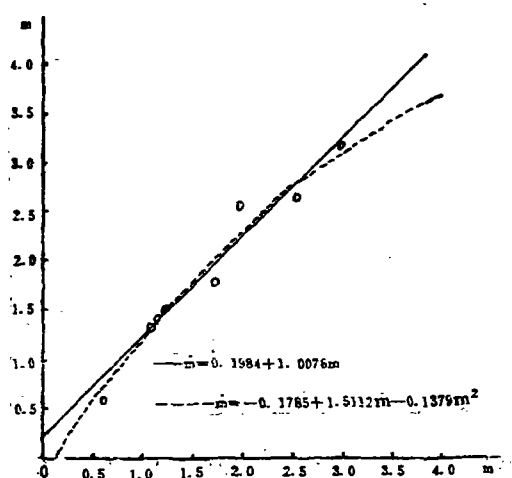


图 2 受害株的平均密度与平均拥挤度关系
○ 为实测点 (德保马隘, 1990.7~8)

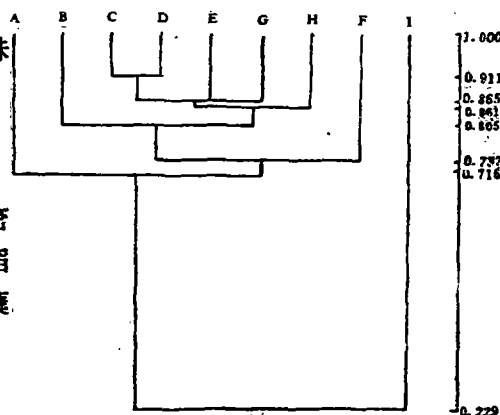


图 3 不同时期的聚集度树状图

$$T'_0(n) = nm_c + t \cdot \sqrt{n[(\alpha' + 1)m_c + (\beta' - 1)m_c^2 + \gamma m_c^2]}$$

$$T''_0(n) = nm_c - t \cdot \sqrt{n[(\alpha' + 1)m_c + (\beta' - 1)m_c^2 + \gamma m_c^2]}$$

据潘英等^[10]研究,在分蘖期稻瘿蚊对水稻为害的防治指标 $m_c = 15\%$ 。并对抽样估计附以 90% 的概率保证,即取 $t = 1.64$,得到指导稻瘿蚊防治的序贯抽样表(表 2)。

在实际抽样调查中,随机抽取 n 个样方,若累计标蕈数 $T(n) \geq T'_0(n)$,则标蕈率高于防治指标 m_c ;若 $T(n) \leq T''_0(n)$,则标蕈率低于防治指标 m_c ;若 $T''_0(n) < T(n) < T'_0(n)$,则尚不能作出判断,应继续抽样。但这抽样过程不是无止境的,最大抽样量 $n_{\max}$ 为:

$$n_{\max} = (t/d')^2 [(\alpha + 1)m_c + (\beta - 1)m_c^2]$$

其中 $d' = ts_z$ (s_z 为标准误)

按照改进的 Iwao 模型,则最大抽样量 $n_{\max}$ 为: $n_{\max} = (t/d')^2 [(\alpha' + 1)m_c + (\beta' - 1)m_c^2 + \gamma m_c^2]$

表 2 用于指导实际防治的序贯抽样表

序贯抽样数 (n)	Iwao 模型		改进 Iwao 模型	
	$\alpha = 0.1984$	$\beta = 1.0076$	$\alpha' = 0.1785$	$\beta' = 1.5112$
	$t = 1.64$	$m_c = 0.15$	$\gamma = -0.1379$	$t = 1.64$ $m_c = 0.15$
	$T'_0(n)$	$T''_0(n)$	$T'_0(n)$	$T''_0(n)$
10	3.7	—	3.4	—
20	6.1	—	5.7	0.3
30	8.3	0.7	7.8	1.2
40	10.4	1.6	9.8	2.2
50	12.4	2.6	11.7	3.3
60	14.4	3.6	13.7	4.3
70	16.3	4.7	15.5	5.5
80	18.2	5.8	17.4	6.6
90	20.1	6.9	19.2	7.8
100	22.0	8.0	21.0	9.0
110	23.8	9.2	22.8	10.2
120	25.6	10.4	24.6	11.4
130	27.4	11.6	26.4	12.6
140	29.2	12.8	28.1	13.9
150	31.0	14.0	29.9	15.1
160	32.8	15.2	31.6	16.4
170	34.6	16.4	33.3	17.7
180	36.3	17.7	35.1	18.9
190	38.1	18.9	36.8	20.2
200	39.8	20.2	38.5	21.5
210	41.6	21.4	40.2	22.8
220	43.3	22.7	41.9	24.1
230	45.1	23.9	43.6	25.4
240	46.8	25.2	45.3	26.7
250	48.5	26.5	47.0	28.0
260	50.2	27.8	48.7	29.3
270	51.9	29.1	50.4	30.6
280	53.6	30.4	52.1	31.9
290	55.3	31.7	53.7	33.3
300	57.0	33.0	55.4	34.6

3 结论和讨论

3.1 用各项聚集度指标测定结果,初步认为在田间受害株密度不超过 3 株/丛时,稻瘿蚊为

害株的空间格局为聚集型;受害株密度大于3株/丛时,则为均匀型。

3.2 受害株分布的基本成分是个体群;基本成分的分布是聚集型的。

3.3 稻瘿蚊为害株的最适抽样部位为分蘖株。至于最适抽样单位还有待于探索。

3.4 通过稻瘿蚊为害株的序贯抽样分析,进一步讨论它在不同受害株密度下所需的抽样单位含量 n ,得如下公式^[11,12]:

$$n = t^2 / D^2 (1.1984/m + 0.0076)$$

同理,按改进的Iwao模型,可导出相应的抽样公式: $n = t^2 / D^2 (0.8215/m + 0.5112 - 0.1379m)$

参 考 文 献

- 1 丁岩钦. 昆虫种群数学生态学原理与应用. 北京:科学出版社,1980. 113~124
- 2 王金福等. 瓜螟幼虫种群的空间格局和抽样技术及其在防治上的应用. 植物保护学报,1990,17(1):47~53
- 3 陈杰林等. 侧杂食跗线螨 *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)对辣椒为害空间分布型的初步探讨. 西南农学院学报,1985,(3):175~187
- 4 周新远等. 桔全爪螨种群密度估计方法研究 I. 桔全爪螨种群的序贯抽样. 西南农学院学报,1985,(3):50~58
- 5 赵士熙等. 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. 389~479
- 6 徐汝梅等. 温室白粉虱成虫空间分布型的研究. 昆虫学报,1980,23(3):265~275
- 7 徐汝梅等. 改进的 Iwao m - m 模型. 生态学报,1984,4(2):1~8
- 8 徐汝梅. 昆虫种群生态学. 北京:北京师范大学出版社,1987. 14~34
- 9 程家安. 褐飞虱 *Nilaparvata lugens* Stål 空间分布型的研究. 浙江农业大学学报,1985,11(1):97~107
- 10 潘英等. 稻瘿蚊为害与产量损失关系. 广东农业科学,1990,97(4):36~39
- 11 皮洛 E. C. 数学生态学引论. 第2版. 北京:科学出版社,1978. 131~142
- 12 Iwao S. Application of the m - m method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size Res Popul Ecol,1972,41(1):97~128
- 13 Iwao S. A new method of sequential sampling to classify populations relative to a critical density. Res Popul Ecol,1975,10(1):1~20

PRELIMINARY STUDY ON THE SPATIAL PATTERN OF THE RICE
PLANTS INFESTED BY THE RICE GALL MIDGE *Orseolia oryzae*
(WOOD—MASON) AND ITS SAMPLING TECHNIQUE

Huang Fengkuan Luo Shanyu Wei Sumei Huang Huiye Shi Aoxiong Li Qing

(Institute of plant protection, Guangxi Academy of Agricultural Sciences)

Abstract Eleven aggregation indices were used to analyze the spatial pattern of rice infested by the rice gall midge *Orseolia oryzae* (Wood—Mason) in paddy field in different stages from July to August, 1990 in Debao county. The pattern dynamics were tested by Fuzzy clustering method. At the same time, the sampling techniques were also studied. The results showed that the distribution patterns were aggregated as the infested plant density was not more than 3 plants per hill, and became uniform distribution as the plant density was more than 3 plants per hill. The basic components of distribution were colonies and the distribution of the basic components was aggregate. It could be divided into two kinds of spatial patterns; the low density is in early stages, and the high density is in late stages. The optimum sampling position is the tillering plants of rice. The Iwao's sequential sampling model and improved Iwao's sequential sampling model of the infested plants are:

$$\begin{cases} T'_0(n) = 0.15n + t \cdot (0.18n)^{1/2} \\ T''_0(n) = 0.15n - t \cdot (0.18n)^{1/2} \end{cases} \text{ and } \begin{cases} T'_0(n) = 0.15n + t \cdot (0.1342n)^{1/2} \\ T''_0(n) = 0.15n - t \cdot (0.1342n)^{1/2} \end{cases} \text{ respectively.}$$

Where, $T'_0(n)$, $T''_0(n)$ is upper limit and lower limit of accumulated silvershoot numbers in the process of sequential sampling respectively; n is sequential sampling number; t is t -value for certain significant level.

Key words The infested plants; Aggregation index; Spatial pattern dynamics; Iwao's and improved Iwao's sequential sampling