

# 稻田鼠害空间分布型调查用于危害 临界数量的初步研究

吕雨土 徐宝国 方志林

(浙江省衢县病虫测报站, 324022)

**摘要** 采用频次拟合、聚集度测定和参数分析等方法,对稻田鼠害的分布格局进行了研究,结果鼠害多属负二项分布,以个体群为基本成份,呈现聚集分布型。聚集分布的出现,主要系稻田环境异质性所致,但鼠害株平均每丛2.3株以上时,则鼠类行为特性影响不应忽视。

有关鼠害的生态地理分布,以往书刊中曾有叙述<sup>[2,3]</sup>。但对鼠类在同一生境内,其危害所形成的分布格局却未见报道。本次对稻田鼠害分布格局的研究,揭示了鼠害在稻田内的空间分布结构,这种空间分布结构代表鼠类对稻田环境适应和选择的结果。此工作为研究鼠类行为学、田间生态特性和控制决策等方面,提供科学依据

## 一、工作方法

浙江省衢县属南方双季稻区,主要地形是山间盆地和河谷平原。农田各类生境中,水稻

田占85%以上。危害水稻的鼠类以黑线姬鼠(*Apodemus agrarius*)为优势种群,1986—1987年稻田捕鼠716只,其中黑线姬鼠占63.9%,褐家鼠、黄胸鼠等其它五个鼠种共占36.1%。

(一) **田间调查** 选择不同品种及鼠害密度差距较大的12块晚稻田,于乳熟期组织技术人员调查。调查设定以稻丛为抽样单位,每块田带状连片调查1500丛,将每丛鼠害株数逐一记在方格纸上,绘成田间分布实测图。

(二) **测定内容** 把每块田鼠害株的调查资料整理成频次分布表,用波松(Poisson)分布、负二项分布的理论概率分布公式进行拟合,

判断其分布函数的类型。进而测定丛生指标 ( $I$ )、Kuno 指数 ( $C_s$ )、聚块指标 ( $m^*/\bar{x}$ ) 和扩散指标 ( $I_s$ ) 等四个聚集度指标。在此基础上,统计出分布型的若干参数值,进一步明确分布型的基本结构及其形成因素。

## 二、结果分析

(一) 频次拟合 应用某一理论概率分布公式与实测频次分布进行拟合,从而查明分布的类型。依此将每块田鼠害株的实测频次分

布,借助微型计算机用波松分布理论公式:

$$1. \text{波松分布 } NP_r = N \cdot \frac{m^r}{r!} \cdot e^{-m}$$

2. 负二项分布  $NP = N(q-p)^{-k}$   
其各项展开式为:

$$NP_r = N \cdot \frac{(k+r-1)!}{r!(k-1)!} \cdot q^{-k-r} p^r$$

分别给予拟合,并进行卡方适合性检验,当  $\chi^2 < \chi_{0.05}^2$  时,接受实测频次分布与理论概率分布适合的假设  $H_0$ ,以此确定每块田的分布型。表 1

表 1 稻田鼠害空间分布型适合性检验

田号	调查样本数 (丛)	鼠害密度 $\bar{x}$ (株/丛)	方差 $S^2$	波松分布		负二项分布	
				$\chi^2$ (自由度)	适合性	$\chi^2$ (自由度)	适合性
1	1500	0.4760	1.1674	249.06 (2)	* *	16.21 (7)	*
2	1500	0.320	0.6966	4.63 (3)	适合	—	—
3	1500	0.5147	0.6062	30.91 (4)	* *	1.05 (3)	适合
4	1500	0.8010	1.3569	210.91 (3)	* *	13.63 (7)	适合
5	1500	1.3567	1.7373	981.48 (7)	* *	7.29 (6)	适合
6	1500	0.7973	0.9169	45.10 (5)	* *	6.54 (4)	适合
7	1500	1.1287	2.1885	962.40 (5)	* *	4.62 (7)	适合
8	1500	3.0247	6.3083	302.99 (4)	* *	11.35 (8)	适合
9	1500	4.6687	11.8134	1117.31 (8)	* *	19.09 (12)	适合
10	1500	1.4513	2.1397	148.04 (5)	* *	47.88 (8)	* *
11	1500	5.2366	14.6554	2348.29 (9)	* *	126.35 (9)	* *
12	1500	1.0907	2.2399	309.44 (4)	* *	26.19 (6)	* *

注: “\*”表示显著不适合; “\*\*”表示极显著不适合

结果显示:鼠害在所调查的 12 块稻田中,除 2 号田适合波松分布外,多数田块符合负二项分布。

(二) 聚集度测定 生物空间分布函数亦可以用反映其聚集程度的若干特征值,即聚集度指标来表示。对此,国外一些学者从不同角度出发,提出了聚集度指标的不同计算公式。本次采用下列四种进行测定。

1. David 和 Moore (1959) 提出丛生指标  $I$ , 计算公式:  $I = s^2/\bar{x} - 1$ 。并认为  $I < 0$  为均匀分布;  $I = 0$  为随机分布;  $I > 0$  为聚集分布。

2. Kuno (1968) 提出的指标  $C_s$ , 他认为  $C_s = (s^2 - \bar{x}^2)/\bar{x}^2 = 1/K$  ( $K$  为负二项分布参

数)。当  $C_s < 0$  为均匀分布;  $C_s = 0$  为随机分布;  $C_s > 0$  为聚集分布。

3. Lloyd (1967) 定义的聚块指标  $m/\bar{x}$ ,  $m/\bar{x} = \bar{x} + (s^2/\bar{x} - 1)$ 。当  $m/\bar{x} < 1$  为均匀分布;  $m/\bar{x} = 1$  为随机分布;  $m/\bar{x} > 1$  为聚集分布。

4. 森下正明(1959)的扩散指标  $I_s$ , 其计算公式:  $I_s = n(\sum f x_i^2 - N)/N(N-1)$ 。式中  $n = \sum f$ ,  $N = \sum f x_i$ 。当  $I_s < 1$  为均匀分布;  $I_s = 1$  为随机分布;  $I_s > 1$  为聚集分布。

将以上四种聚集度指标测定的结果(见表 2), 无论那一种聚集度指标都一致反映出, 2

表2 稻田鼠害空间分布的聚集度指标

田号	$\bar{x}$	$I$	$C_s$	$m^*$	$m^*/\bar{x}$	$I_s$	分布型
1	0.5780	1.0197	1.7640	1.5977	2.7642	2.7650	聚集分布
2	0.7320	-0.0484	-0.0660	0.6836	0.9339	0.9340	均匀分布
3	0.5147	0.1778	0.3455	0.6925	1.3454	1.3433	聚集分布
4	0.8010	0.6940	0.8702	1.4950	1.8664	1.8703	聚集分布
5	1.3567	0.2805	0.2068	1.6372	1.2068	1.2068	聚集分布
6	0.7973	0.1500	0.1880	0.9473	1.1881	1.1881	聚集分布
7	1.2287	0.7812	0.6358	2.0099	1.6358	1.6351	聚集分布
8	3.0247	1.0856	0.3589	4.1103	1.3589	1.3588	聚集分布
9	4.6687	1.5303	0.3278	6.1990	1.3278	1.3276	聚集分布
10	1.4513	0.4743	0.3268	1.9256	1.3268	1.3267	聚集分布
11	5.2360	1.7990	0.3436	7.0350	1.3436	1.3434	聚集分布
12	1.0907	1.0536	0.9662	2.1443	1.9660	1.9661	聚集分布

表3 稻田鼠害分布型的有关参数

田号	$\bar{x}$	$m^*$	$L^*$	$K$	$\gamma$	$\lambda$
1	0.5780	1.5977	2.5977	0.5669	0.5461	0.2784
2	0.7320	0.6836	1.6836	-15.1367	—	—
3	0.5147	0.6925	1.6925	2.8942	5.1496	0.4579
4	0.8010	1.4950	2.4950	1.1492	1.6660	0.5806
5	1.3567	1.6372	2.6372	4.8357	9.0423	1.2685
6	0.7973	0.9473	1.9473	5.3183	9.9414	0.7452
7	1.2287	2.0099	3.0099	1.5728	2.4651	0.9625
8	3.0247	4.1103	5.1103	2.7862	4.9492	2.6864
9	4.6687	6.1990	7.1990	3.0507	5.4478	4.1686
10	1.4513	1.9256	2.9256	3.0598	5.4478	1.2920
11	5.2360	7.0350	8.0350	2.9106	5.1486	4.6310
12	1.0907	2.1443	3.1443	1.0350	1.4660	0.7724

号田为均匀分布,而其余田块均属聚集分布型。

(三) 参数分析 lawo (1968—1977) 认为,在 Lloyd 定义的平均拥挤度 ( $m^*$ ) 的基础上,有平均拥挤度与平均数 ( $\bar{x}$ ) 的回归式:

$m^* = \alpha + \beta\bar{x}$ , 若  $m^*$  与  $\bar{x}$  直线关系成立时,参数  $\alpha$  和  $\beta$  揭示 3 种群空间分布型的基本结构。

当  $\alpha < 0$  表示个体间相互排斥;  $\alpha = 0$  分布的基本成分为单个个体;  $\alpha > 0$  分布的基本成份为个体群。  $\beta < 1$  为均匀分布;  $\beta = 1$  为随机分布;  $\beta > 1$  为聚集分布。将调查资料代入上式得:

$m^* = 0.2406 + 1.2845\bar{x}$ ,  $r = 0.9870$  (相关极显著)。可见  $\alpha > 0$ 、 $\beta > 1$ , 说明鼠害呈现普通负二项分布,即鼠害株在稻田分布的基本

成分,系以个体群结构存在,且个体群的分布是聚集的。至于个体群的大小,可以根据负二项分布的  $K$  值推导出其平均大小指数  $L^*$  (丁岩钦, 1980):  $L^* = \bar{x}/K + \bar{x} + 1 = m^* + 1$ , 计算结果见表 3。

(四) 聚集原因 稻田鼠害株空间分布呈现聚集结构的原因,既可能受某些环境因素的影响,亦可能是鼠类本身行为特性造成。应用 Blackith (1961) 的种群聚集均数 ( $\lambda$ ) 检验:  $\lambda = \bar{x}/2K \cdot \gamma$ 。式中  $K = \bar{x}^2/(s^2 - \bar{x})$ ;  $\gamma$  为  $\chi^2$  分布表中自由度等于  $2K$  与 0.5 概率级对应处的  $\chi^2$  值。 $2K$  常为小数,精确的  $\chi^2$  值可以通过作图或比例内插法求得。结果详见表 3; 聚集均数  $\lambda = -0.0945 + 0.9101\bar{x}$ ,  $r = 0.9981^{**}$ 。

当每丛鼠害密度 ( $\bar{x}$ ) 低于 2.3 株  $\lambda$  值小于 2, 表明鼠害聚集分布系稻田及稻丛(株)生长状况等环境异质性所致。每丛鼠害密度超过 2.3 株时, 则  $\lambda$  值大于 2, 聚集分布除与环境因素有关外, 亦与鼠类行为特性有关。即鼠类达到一定危害临界数量 ( $\bar{x} = 2.3$ ) 时, 便开始有选择地聚集取食。

(五) 简易取样 在明确稻田鼠害空间分布型之后, 可以根据危害密度不同灵活掌握取样数量。采用 Southwood (1976) 理论取样数 ( $n$ ) 公式, 以  $t = 1.64$  为概率保证,  $D$  为允许误

差分别取 0.15、0.20 和 0.25, 将本次 12 块稻田的负二项分布公共  $K_{12} = 2.7691$  代入下式:

$$n = \left(\frac{t}{D}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{\bar{x}} + \frac{1}{K_c}\right) = \frac{67.24}{\bar{x}} + 24.28$$

则求得不同危害密度 ( $\bar{x}$ ) 下的取样稻丛数 (表 4)。

由表 4 可知, 随稻田鼠害密度 ( $\bar{x}$ ) 的直线下降, 理论抽样数成指数剧增型。如果试验研究精度要求高, 应取  $D = 0.15 - 0.20$ ; 一般调查则可取  $D = 0.20 - 0.25$ 。据此作者建议, 稻田鼠害调查时, 一般轻发田 ( $\bar{x} = 1.0$  以下) 查 100—150 丛; 而中、重发田查 50—100 丛, 即可表证鼠害调查田块的危害数量。

表 4 稻田鼠害调查取样稻丛数

$\bar{x}$ \ D	0.15	0.20	0.25
0.5	282.25	158.76	101.60
1.0	162.71	91.52	58.57
1.5	122.86	69.11	44.23
2.0	102.94	57.90	37.06
2.5	90.98	51.18	32.75
3.0	83.02	46.69	29.88

### 参 考 文 献

- [1] 丁岩钦 1980 昆虫种群数学生态学原理与应用 84—124 科学出版社。
- [2] 陈盛潮等 1982 甘南草原鼠害调查报告 动物学杂志 17(3): 25—29。
- [3] 郭全宝等 1984 中国鼠类及其防治 8—27 农业出版社。
- [4] 伊藤嘉阳等 (郭祥光等译) 1986 动物生态学研究法 33—85 科学出版社。