

稻瘟病叶瘟和穗颈瘟空间分布型 及理论抽样研究

穆永顺 李 刚

(宁夏农学院农学系)

摘 要

稻瘟病的叶瘟病株、病斑和穗颈瘟白穗的空间分布型都是聚集的。Taylor 幂法则和 Iwao 集聚格局分析比其它扩散型指标, 更能够说明病害的生态特征。稻瘟病叶瘟的病丛率(χ)与病株率(y)的关系为 $y = 0.5632e^{0.0451x}$, 穗颈瘟白穗丛率(χ)和白穗株率(y)的关系为 $y = 0.8957e^{0.03786x}$, 都呈极显著相关, 有利于调查方法的简化。负二项理论抽样, 将原公式简化, 其抽样数可依 $S^2 = a\bar{x}^b$ 代替 k 值作用, 它随平均数而变化, 计算较方便。

关键词 稻瘟病; 空间分布型; 理论抽样

稻瘟病是宁夏水稻的重要病害, 叶瘟和穗颈瘟流行常造成较大损失。病害分布型是植病流行病学研究的重要内容, 我国在棉花枯萎病、稻纹枯病等方面都已进行了研究。本文仅针对宁夏稻瘟病流行特点, 结合当地主要栽培品种, 研究了稻瘟病叶瘟和穗颈瘟的空间分布型和理论抽样, 为预测预报、损失估计和抽样技术的研究, 奠定基础。

材料和方法

1. 材料和调查方法: 在叶瘟和穗颈瘟发病盛期, 选择京引39号和杂交稻两个品种进行调查。京引39号品种连片逐丛逐株查每丛病株数, 共查12块田, 每田查1000丛以上。杂交稻按平行跳跃式取点, 共查15块田, 每田取20个点, 查2000株以上, 分别记载每株顶四片叶的叶瘟病级数和每株病级数和; 穗颈瘟按平行跳跃式取点20个, 共查32块田, 查每丛白穗数计2000丛以上。

2. 数据处理: ①频次分布检验: 选用二项分布、波松分布、负二项分布〔矩法(ME)和最大或然估值法(MLE)〕、奈曼分布(用 $n=0$, $n=2$, $n \rightarrow \infty$)、波松一二项分布(用 $n=2$, $n=3$, $n=4$)等方法进行拟合, 用 χ^2 测定法确定空间分布型。②用扩散型指标判定病害空间结构: 选用扩散系数 C , 扩散指标 $I\delta$, 聚块性指标 $m^*/\bar{x}$, 丛生指标 I , Kuno指标 C_A , Taylor幂法则以及Iwao平均拥挤度

本文于1986年4月2日收到。

m^* 与均数 $\bar{x}$ 的回归关系等判定空间分布型。③理论抽样：根据分布型特征确定负二项有放回和无放回理论抽样方法和数量。④分析病丛率与病株率，病叶率与病情指数，病丛率与白穗率等之间的关系，建立数学模型。

结果及分析

(一) 空间分布型频次拟合测定结果

1. 京引39号品种叶瘟空间分布型：有2块田基本符合二项分布，3块田符合波松分布，7块田符合负二项分布（其中3块田基本符合），5块田符合奈曼分布（其中2块田基本符合），4块田符合波松一二项分布（其中2块田基本符合）。在12块田中有9块田符合或基本符合聚集分布。

2. 杂交稻叶瘟（叶片病斑分级）的空间分布型：在15块田中有2块田符合波松一二项分布，其中有1块田基本符合奈曼分布，其它田块分布型不明确。

3. 穗颈瘟白穗空间分布型：在32块田中有1块田符合二项分布，1块田基本符合波松分布，8块田符合负二项分布（其中2块田基本符合），3块田符合奈曼分布（其中1块田基本符合），1块田符合波松一二项分布。

由上结果看出，京引39号逐株调查其分布型拟合成功率为75%，而杂交稻平行跳跃取点分级调查其分布型拟合成功率为13.3%，穗颈瘟白穗分布型拟合成功率为28.1%。后者拟合成功率低的原因，可能与病害发展的生态特征或平行跳跃式取样数据的规律性较差有关。

(二) 扩散型指数的判定

扩散型指数 C ， $I\delta$ ， $m^*/\bar{x}$ 等于1为随机分布，小于1为均匀分布，大于1为聚集分布； I ， C_A 等于0为随机分布，小于0为均匀分布，大于0时为聚集分布。根据59块田的判定结果， C 和 I 的结果相近， $I\delta$ ， $m^*/\bar{x}$ 和 C_A 的结果一致，但都证明，无论是每丛病株、叶瘟病斑和穗颈瘟白穗等都基本上属于聚集分布。 C ， I 不如 $I\delta$ ， $m^*/\bar{x}$ 和 C_A 敏感。

(三) Taylor幂法则和Iwao集聚格局回归分析法

聚集分布都是以两个或两个以上的假设为基础的，而Taylor幂法则和Iwao集聚格局回归分析以多个观察集为根据，用以判定病害散布状态可以得出更明确的结果，其运算较前者简便易行。为此，作如下分析：

Taylor 幂法则为 $S^2 = a\bar{x}^b$

可以改写为 $\log S^2 = \log a + b \log \bar{x}$

上式中的 a 值和 b 值可用以对生物种群散布状态进行判断，其判断法则为

- (1) $\log a = 0$ (即 $a = 1$)， $b = 1$ ，为随机分布；
- (2) $\log a > 0$ (即 $a > 1$)， $b = 1$ ，为聚集分布，聚集程度不随密度而变化；
- (3) $\log a > 0$ (即 $a > 1$)， $b > 1$ 为聚集分布，聚集程度依密度升高而增加；

(4) $\log a < 0$ (即 $0 < a < 1$)， $b < 1$ 为均匀分布，均匀程度随密度升高而增加。

对稻瘟病的 a ， b 值计算结果 (表 1) 表明， a 值大于 1 时， b 值也都大于 1，由此说明稻瘟病无论以病株，每株病斑和穗颈瘟白穗都呈现聚集状态，而且密度越大，聚集强度越高。

表1 Taylor 参数计算结果

调查取样	a	b	r	d . f .
病株/丛	1.96891	1.38451	0.97097	10
病斑/株	1.69148	1.09656	0.97520	13
白穗/丛	2.26143	1.17761	0.92945	30

注： $S^2 = ax^b$

Iwao 集聚格局回归分析公式为 $km^* = \alpha + \beta \bar{x}$

其中， m^* ——平均拥挤度； α ——基本邻接指数； β ——密度—邻接度系数。

判断标准为：

当 $\alpha = 0$ ， $\beta = 1$ ，为随机分布；

当 $\alpha = 0$ ， $\beta > 1$ ，为聚集分布，个体明显聚集；

当 $\alpha > 0$ ， $\beta = 1$ ，为聚集分布，但集群是随机的，在样方内一个个体的出现会导致其增多；

当 $\alpha > 0$ ， $\beta > 1$ ，为普通聚集分布；

当 $\alpha = 0$ ， $\beta < 1$ ，为均匀分布，但个体有限；

当 $0 > \alpha > -1$ ， $\beta \approx 1$ ，为均匀分布，但容量无限，个体互相排斥。

从稻瘟病的 α ， β 值的计算结果 (表 2) 看出， α 值大于 0， β 值都大于 1，说明病株、病斑、白穗都是普通聚集分布。

表2 Iwao 平均拥挤度 m^* 与均数 $\bar{x}$ 的回归关系

调查取样	α	β	r	d . f .
病株/丛	1.56933	1.12188	0.94476	10
病斑/丛	0.59069	1.09793	0.97990	13
白穗/丛	1.33983	1.22906	0.82352	30

注： $m^* = \alpha + \beta \bar{x}$

(三) 稻瘟病各种田间病情调查指数的相关性

1. 京引39号叶瘟丛率 (x) 和病株率 (y) 相关性 (图 1)。

$\ln y = (-0.5741) + 0.0451x \pm 0.2331$

$F = 126.289, F > F_{0.01}$ 自由度 1, 11

$y = 0.5632e^{0.0451x}$

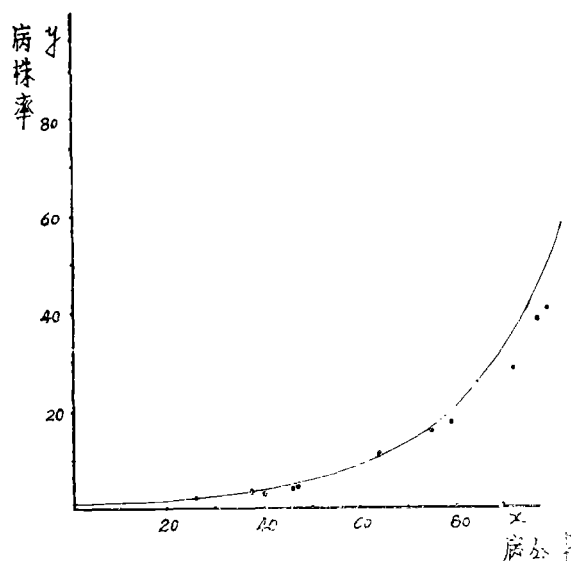


图1 京引39病丛率与病株率关系图

在实际病害调查中由病叶率估算病情指数简便易行。

4. 穗颈稻瘟的白穗丛率(x)和白穗株率(y)的关系(图2)

$$\ln y = -0.11017 + 0.03786x \pm 0.41946$$

$$F = 229.500 \quad F > F_{0.01}$$

$$\text{自由度} 1.30 \quad y = 0.8957e^{0.03786x}$$

(四) 理论抽样数目的确定

稻瘟病叶瘟病株、病斑和穗颈瘟白穗的空间分布基本属于聚集分布类型,理论抽样可以用负二项抽样方法,其公式为:

无放回抽样公式:

$$n = \frac{\frac{\bar{x}}{d} + \frac{\bar{x}^2}{k}}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{\bar{x}}{d} - \frac{\bar{x}^2}{k} \right)} \quad (1)$$

2. 杂交稻病株率(x_1)病叶率(x_2)和病情指数(y)的相关性

$$\log y = 0.0680 \log x_1 + 1.1826 x_2 - 0.7371 \pm 0.0483$$

回归方程的显著性检验(F检验)结果表明回归关系极显著。

3. 杂交稻叶瘟病株率、病叶率及二者与病情指数的关系式的比较

杂交稻病情指数较全面反映了病害发生的严重程度,但调查工作比较繁琐。根据我们建立的回归式计算,病株率与病情指数,病叶率与病情指数,以及病株率与病叶率,都呈极显著相关。由各公式的理论病情指数和实测病情指数卡方分析结果表明其间极适合。所以,

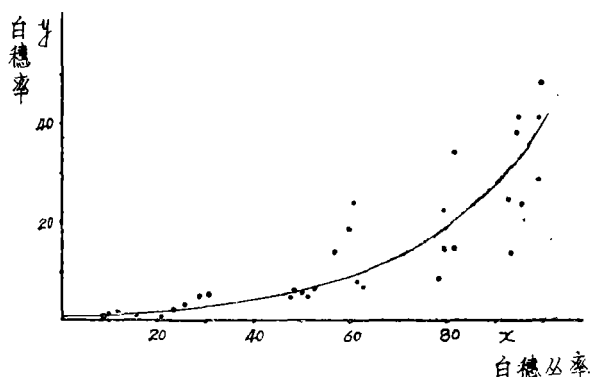


图2 白穗丛率和白穗率关系图

因为

$$k = \frac{\bar{x}^2}{S^2 - \bar{x}}, \quad d = \left(\frac{d'}{t} \right)^2, \quad S^2 = a \bar{x}^b$$

所以

$$k = \frac{\bar{X}^2}{a \bar{x}^b - \bar{x}}$$

代入(1)式,即得

$$n = \frac{1}{\left(\frac{d'}{t} \right)^2 \frac{1}{a \bar{x}^b} + \frac{1}{N}} \quad (2)$$

有放回抽样公式:

$$n = \left(\frac{t}{d'} \right)^2 \frac{k \bar{x} + \bar{x}^2}{k}$$

因为

$$k = \frac{\bar{x}^2}{a \bar{x}^b - \bar{x}}$$

所以

$$n = \left(\frac{t}{d'} \right)^2 a \bar{x}^b$$

式中 n ——理论抽样数;

$\bar{x}$ ——样方平均数;

k ——负二项分布参数(或公共 k 值); d' ——允许误差(为 $\bar{x}$ 的正数);

t ——允许误差的概率; N ——总体数量; a, b ——Taylor幂法则($S^2 = a \bar{x}^b$)
中反映聚集度参数。

理论抽样数目计算方法:

无放回抽样

(1) 京引39号品种叶瘟丛数的确定:

$$n = \frac{1}{\left(\frac{0.1}{1.96} \right)^2 \times \frac{1}{1.96891 \bar{x}^{1.334451}} + \frac{1}{25000}}$$

(2) 杂交稻叶瘟病叶分级调查株数的确定:

$$n = \frac{1}{\left(\frac{0.1}{1.96} \right)^2 \times 1.69148 \bar{x}^{1.000636} + \frac{1}{25000}}$$

有放回抽样

(1) 京引39号品种叶瘟调查丛数的确定:

$$n = \left(\frac{1.96}{0.1} \right)^2 \times 1.96891 \bar{x}^{1.334451}$$

(2) 杂交稻叶瘟分级调查株数的确定:

$$n = \left(\frac{1.96}{0.1} \right)^2 \times 1.69148 \bar{x}^{-1.09656}$$

(3) 穗颈瘟每丛白穗数调查丛数的确定:

$$n = \left(\frac{1.96}{0.1} \right)^2 \times 2.26143 \bar{x}^{-1.17761}$$

由图 3, 4 看出, 理论抽样平均数越大, 其抽样数量则越大, 抽样数量大小随平均数增大而上升。b 值越大, 曲线上升速度越快; a 值增加, 其抽样数量也随之增加, 但不如 b 值引起增加的速率高。a, b 值的大小反映聚集程度, 即聚集度越大, 抽样数量则越多。

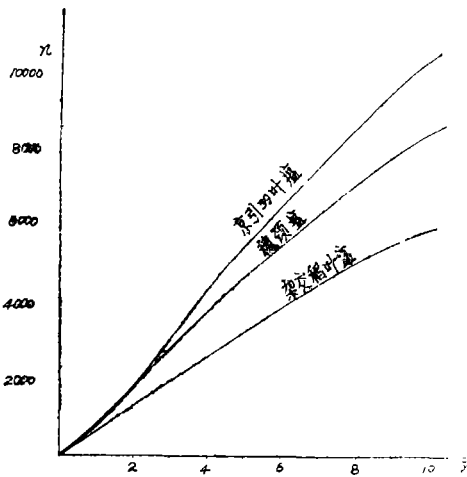


图3 负二项分布无放回理论抽样图

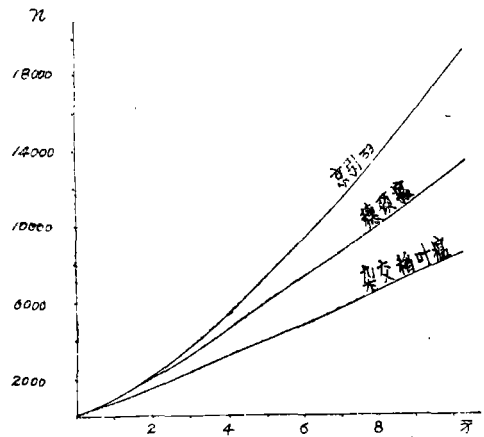


图4 负二项分布有放回理论抽样数图

讨 论

稻瘟病叶瘟病株、病斑和穗瘟白穗空间分布型频次拟合以成片逐株取样的成功率高 于平行跳跃式取样方法, 前者成功率达75%, 后者仅为13.3—25%。经用聚集强度测度 检验, 明确稻瘟病的空间分布型基本上是聚集的, 其C值、I_g值、m*/x̄值以及Taylor 幂法则、Iwao集聚格局回归分析结果的基本结论也是一致的。

扩散型指数种类多, 应用较多指标进行判定, 计算量大而且繁琐, 各指标间都有一 定的数学关系。根据我们对稻瘟病的应用实践证明, Taylor幂法则和Iwao集聚格局回 归分析方法, 能更客观和更明确地反映空间分布种群的集聚特征, 可代替其它扩散指标判 定病害田间分布型。

稻瘟病田间病情调查的各种指标间有极显著相关, 这有利于调查方法的简 化 与 改 进。

负二项分布理论抽样的结果表明, 由于方差 (S²) 与平均数 (x̄) 为对数直 线 回

归关系 ($S^2 = a \bar{x}^b$), 求出 a 和 b 后代入理论抽样公式中, 则变成以平均数 ($\bar{x}$) 为自变量的抽样关系式, 以此为根据制表或绘图, 实际应用中很方便。

参 考 文 献

- [1] 丁岩钦:《昆虫种群数学生态学原理与应用》, 科学出版社, 1980。
- [2] 敬甫松等: 纹枯病株在杂交稻田的空间分布型的研究及其应用,《植物病理学报》, 31(4)1983: 27—35。
- [3] 徐汝梅等: 温室白粉虱成虫空间分布型的研究,《昆虫学报》, 23(3)1980: 265—275。

STUDIES ON SPATIAL DISTRIBUTION PATTERNS AND SAMPLING OF LEAF AND NECK BLAST OF RICE

Mu Yongshun Li Gang

(Department of Agronomy, Ningxia Agricultural College)

Abstract

The spatial distribution of plants, lesions, bleached and sterile heads, infected by *Piricularia oryzae*, are of aggregation pattern. The relations between the percentage of infected hole plants(x) and of infected plants(y) may be expressed by $y=0.5632e^{0.0451x}$. The relations between the percentage of infected plants(x) and of infected leaves(y) can be described by $y=4.0278e^{0.0280x}$, and between the percentage of infected leaves(x) and disease index(y) by $y=0.2152x^{1.2198}$. Tayler's method and Iwao's $m-m^*$ regression analysis are very convenient to test the spatial distribution pattern of plant disease.

Key words blast of rice; spatial distribution patterns; sampling