

番木瓜环斑病的空间分布及 流行动态模糊聚类分析

张德雍 王振中 范怀忠

(华南农业大学植保系, 广州, 510642)

摘要 以病样方率、平均样方病株数、扩散系数和聚块性指标等参数分析了番木瓜环斑病病株的田间分布类型, 并利用模糊聚类方法初步探讨了此病的流行特征。结果表明病株在田间的分布随着时间的发展而变化, 在流行初期, 病株呈随机分布, 随后呈聚集分布, 到后期则趋于均匀分布。

关键词 番木瓜环斑病; 病害流行; 空间分布

中图分类号 S432.1

植物病害流行的空间动态, 是病害流行过程中与时间动态相互依存的另一重要侧面 (Jeger, 1983)。研究病害流行的空间动态, 将有助于进一步掌握病害的传播规律, 了解介体的行为, 为病害的综合防治提供理论依据。至今, 国内外有关这方面的研究报道已有不少 (王振中等, 1990; 赵美崎等, 1985; 敬甫松, 1985; Jeger, 1983; Madden et al, 1987a), 但大多数研究只侧重于一般的真菌和细菌病害, 而较少涉及到流行过程较为复杂的病毒病 (王振中等, 1989; Madden et al, 1987a; 1987b)。

番木瓜环斑病 (Papaya ringspot virus) 是世界番木瓜生产上的一种最严重的病害, 在我国华南地区, 自 50 年代开始就一直流行成灾 (任佩瑜等, 1964)。对此病流行动态进行数量化的研究, 目前, 世界上还未见报道。为此, 本研究主要利用模糊聚类方法 (王振中等, 1990), 对广州地区番木瓜环斑病的田间分布及时空流行动态作一初步的分析。

1 材料与方法

1.1 试验时间、地点

本试验于 1988 ~ 1989 两年间, 分别在华南农业大学及广州果树所的番木瓜园进行, 试验地面积各 0.14 hm², 品种为“穗中红”, 栽培措施除不喷药、不拨除病株外, 其它一切照常规管理, 每年从 4 月下旬开始; 2 d 一次定点定株调查发病情况。

1.2 病株田间分布分析

在试验园内, 依棋盘式取 10 个样方, 每样方取 9 株植株, 全区共取 90 株。

以样方为单位, 分别按下式计算病样方率 (SPT%)、平均样方病株数 (MX)、扩散系数 (C)、平均拥挤度 (M*) 及聚块性指标 (M*/MX) 等有关空间分布参数。

病样方率 $SPT\% = \text{有病样方} / n$

平均样方病株数 $MX = \sum X_i / n$

1994-12-30 收稿

扩散系数 $C = \sum (X_i - MX)^2 / MX(n-1)$
平均拥挤度 $M^* = \sum X_i^2 / \sum X_i - 1$
聚块性指标 $M^* / MX = M^* / MX$
上式中, n 为总样方数, X_i 为每样方病株数。

1.3 模糊聚类分析

选用参数为具有空间动态的病样方率、聚块性指标和具有强度特征的平均病株数。
模糊聚类分析步骤参照一般方法进行(王振中等, 1990)。第一步, 进行数据标准化; 第二步, 标定相似系数, 确定相似矩阵R; 第三步, 求算模糊等价矩阵R*; 第四步, 进行模糊聚类。

2 结果分析

在 3 次试验中, 按部分调查日计算各空间分布参数, 其中 890607 试验结果见表 1。

表 1 890607 试验番木瓜环斑病空间分布参数⁽¹⁾

OBS.D	PD	MX	SPT/%	C	SS	M*	M*/MX
890607	88	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0
890618	99	0.2	0.2	0.89	0.18	0	0
890621	102	0.3	0.2	1.52	0.46	0.67	2.22
890625	106	0.7	0.3	2.24	1.57	1.71	2.45
890626	107	0.9	0.4	2.33	2.1	2.00	2.22
890705	116	1.1	0.6	1.71	1.88	1.64	1.49
890712	123	1.3	0.6	1.55	2.01	1.69	1.30
890714	125	1.4	0.6	1.62	2.27	1.86	1.33
890719	130	1.9	0.8	1.57	2.99	2.32	1.22
890721	132	2.7	0.8	2.23	6.01	3.70	1.37
890723	134	3.1	0.8	2.04	6.32	3.94	1.27
890726	137	3.4	0.9	1.58	5.38	4.82	1.12
890730	141	4.1	0.9	1.27	5.21	4.24	1.04
890802	144	5.1	1.0	0.72	3.66	4.75	0.93
890804	146	5.3	1.0	0.63	3.34	4.87	0.92
890806	149	5.5	1.0	0.62	3.39	5.05	0.92
890909	152	5.6	1.0	0.68	3.82	5.21	0.93
890813	156	5.7	1.0	0.70	4.01	5.33	0.94
890818	161	5.8	1.0	0.76	4.90	5.48	0.95
890823	166	5.9	1.0	0.81	4.77	5.63	0.95
890825	168	6.2	1.0	0.67	4.18	5.81	0.94
890827	170	6.9	1.0	0.47	3.21	6.32	0.92
890830	173	7.2	1.0	0.52	3.73	6.67	0.93
890902	176	7.7	1.0	0.43	3.34	7.09	0.92
890904	178	8.0	1.0	0.25	2.00	7.23	0.90
890908	182	8.1	1.0	0.26	2.10	7.33	0.91
890920	194	8.4	1.0	0.22	1.82	7.60	0.90
890927	200	8.5	1.0	0.14	1.17	7.62	0.90
891004	208	8.9	1.0	0.01	0.10	7.91	0.89
891021	225	9.0	1.0	0.00	0.00	8.00	0.89

(1)OBS.D 为观察日期,PD 为定植后天数,MX 为平均样方病株数,SPT% 为病样方率, C 为扩散系数,SS 为均方差,M* 为平均拥挤度,M*/MX 为聚块性指标.表 2,3 同。

根据下式,在 95% 置信度下扩散系数 C 随机分布的置信区间为(0.0062,1.9938)。

$$L=1\pm2\sqrt{2n/(n-1)^2}$$

从表中参数计算结果可知,扩散系数 C 在初期和后期均落在区间(L₁, L₂)内,中期 C 值大于 L₂,后期 C 值趋于零。这表明,番木瓜环斑病在不同流行期间,其病株的田间分布类型不同。在流行初期,病株为随机分布;中期呈聚集分布;后期则趋于均匀分布。

分块聚块性指标 M*/MX 的计算结果,同样可看出 M*/MX 起初较小,随后随着病情的上升而增大,最后又渐趋下降。它所反映的田间病株分布情况与扩散系数 C 的结果基本一致。

利用模糊聚类方法对此病的流行动态作进一步的分析。以 880626 试验为例,选取病样方率、平均样方病株数用聚块性指标等参数(列于表 2),经标准化处理后(表 3),计算其相似矩阵和模糊等价矩阵,并作入一截阵分析。

- 当λ≥0.99 时,各元素单独成一类,共 41 类。
- 当 0.99>λ≥0.91 时,(5~13),(16~41)分别成类,剩下元素单独成类。
- 当 0.91>λ≥0.86 时,(2,3)(5~15),(16~41)成类,其余各自成类。
- 当 0.86>λ≥0.84 时,共分 4 类。(1),(2,3,4),(5~15),(16~41)。
- 当 0.84>λ≥0.59 时,共分 2 类。(1),(2~41)。
- 当 λ<0.59 时,全部元素并为一类。

将上述聚类过程用树形图表示,如图 1。

表 2 番木瓜环斑病模糊聚类分析数据

N	SPT/%	MX	M*/MX	N	SPT/%	MX	M*/MX
1	0.1	0.1	0	2	0.3	0.4	1.25
3	0.4	0.5	0.80	4	0.4	0.6	1.11
5	0.4	0.8	1.88	6	0.4	1.0	1.80
7	0.5	1.1	1.49	8	0.5	1.3	1.54
9	0.5	1.4	1.53	10	0.5	1.5	1.69
11	0.5	1.6	1.72	12	0.5	1.8	1.73
13	0.6	2.3	1.63	14	0.7	3.0	1.51
15	0.8	3.3	1.34	16	1.0	4.2	1.16
17	1.0	4.6	1.19	18	1.0	4.8	1.17
19	1.0	5.1	1.11	20	1.0	5.4	1.05
21	1.0	5.5	1.02	22	1.0	6.1	1.01
23	1.0	6.3	1.01	24	1.0	6.5	1.02
25	1.0	6.8	0.99	26	1.0	6.9	0.99
27	1.0	7.0	0.98	28	1.0	7.3	0.93
29	1.0	7.5	0.92	30	1.0	7.6	0.93
31	1.0	7.7	0.92	32	1.0	7.8	0.92
33	1.0	7.9	0.91	34	1.0	8.0	0.91
35	1.0	8.2	0.90	36	1.0	8.4	0.90
37	1.0	8.5	0.90	38	1.0	8.6	0.90
39	1.0	8.8	0.89	40	1.0	8.9	0.89
41	1.0	9.0	0.89	-	-	-	-

表 3 番木瓜环斑病模糊聚类分析标准化数据

N	SPT%	MX	M*/MX	N	SPT%	MX	M*/MX
1	2.63	1.61	-3.41	2	1.89	1.51	0.33
3	1.52	1.47	-0.92	4	1.52	1.44	-0.66
5	1.52	1.37	2.08	6	1.52	1.31	1.86
7	1.15	1.28	1.00	8	1.15	1.21	1.14
9	1.15	1.05	1.67	10	1.15	1.14	1.56
11	1.15	1.11	1.64	12	1.15	1.05	1.67
13	0.78	0.88	1.39	14	0.41	0.65	1.06
15	0.04	0.55	-0.58	16	0.70	0.26	0.08
17	0.70	0.13	0.17	18	0.70	0.06	0.11
19	0.70	0.04	-0.06	20	0.70	0.14	-0.22
21	0.70	0.17	-0.31	22	0.70	0.37	-0.33
23	0.70	0.43	-0.33	24	0.70	0.50	-0.31
25	0.70	0.60	-0.39	26	0.70	0.63	-0.39
27	0.70	0.66	-0.42	28	0.70	0.76	-0.56
29	0.70	0.83	-0.58	30	0.70	0.86	-0.56
31	0.70	0.89	-0.58	32	0.70	0.93	-0.58
33	0.70	0.96	-0.61	34	0.70	0.99	-0.61
35	0.70	1.06	-0.64	36	0.70	1.12	-0.64
37	0.70	1.16	-0.64	38	0.70	1.19	-0.64
39	0.70	1.26	-0.67	40	0.70	1.29	-0.67
41	0.70	1.32	-0.67	-	-	-	-

根据图 1 所示,当取 $\lambda=0.84$ 时,此病的流行过程可划分为以下四个阶段。

第一阶段,只包括状态 1,持续时间很短。此时,病株呈随机分布,属病害的始发阶段。这表明在此时开始有少量带毒介体蚜虫迁入田间传毒,形成了初侵染。第二阶段(状态 2~4),持续时间(7 月 21 日~8 月 1 日)较短,病株呈随机分布,病害在样方间扩展迅速,病样方率上升到 40%。在样方内,病害也有一定的扩展,病株的增加主要是由于病样方的增加而引起,此期病害的流行速率大,这反映此期间的病害属于流行初期,病害的发展是由于田外带毒介体蚜虫的不断迁入而造成。第三阶段,从状态 5~15,病株呈聚集分布,病样方率继续上升并趋于饱和,病株率上升较快,病株数增加的幅度大。这表明在此阶段,病害出现了再侵染。介体蚜虫除了从田外带毒迁入外,还可以在其不断的刺探吸食活动中,从早期已感病的植株中吸毒并在邻近植株间传播,因而加剧病害的空间扩展。第四阶段,为病害流行末期,持续时间最长(9 月 1 日~10 月 26 日),包括状态 16~41。此期病株由聚集分布转为随机分布,最终由于全园均发病而呈均匀分布。此期间,病株方率已达饱和,因重叠侵染发生较多,病株上升缓慢。

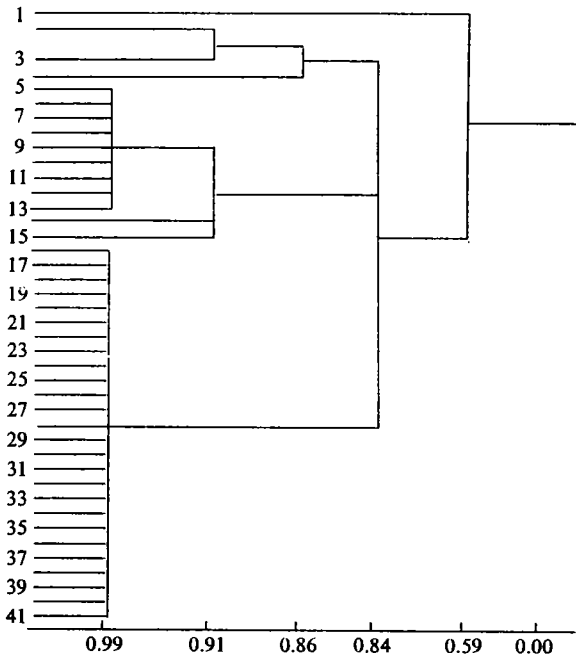


图 1 番木瓜环斑病流行动态聚类图

3 结论与讨论

番木瓜环斑病的田间分布随时间的变化而变化。在流行初期和后期,病株表现为随机分布;中期呈聚集分布,与 Madden 等(1987b)和 Minogue(1986)对烟草蚜传病毒病及玉米矮缩花叶病的研究结果相一致。

利用模糊聚类方法对此病的流行动态进行分析,结果表明,此病的流行过程可划分为四个阶段,每个阶段都有其各自不同的特点。在第一、第二阶段,病株表现为随机分布,病害主要在样方间扩展。此时期病株数的增长幅度虽较小,但其增长速率却很大。在第三阶段,病害主要在样方内扩散,病样方率趋于 100%,病株数的增长幅度大,病株的分布表现为聚集分布。第四阶段为病害的流行末期,此阶段病情增长缓慢,病株由随机分布转为均匀分布。此过程与介体蚜虫活动规律的分析结果相吻合。根据这一流行特点,在对此病进行综合防治时,无论是采取治蚜防病,还是采取拔除病株的措施,都应抓住在第一、二阶段这一关键时期进行实施,这对减缓其后病害的流行速度至关重要。否则错过了这一时期,早期已感染病毒的植株又可作为侵染源,病害流行多半已成定局,其防治效果将会事倍功半。

应用模糊聚类方法来分析病害的流行动态,国内已有些报道(王振中等,1990),但应用在番木瓜环斑病流行过程的分析中还属首次。本研究虽只是一初步的尝试,但从 3 次试验的

分析情况来看,其结果均一致。这证实了此法简单实用,是能对较为复杂的病害系统进行分析归类。进一步利用此法来更全面地研究植物病害的流行规律将具有深远的意义。

参 考 文 献

- 王振中,林孔勋,范怀忠.1989.小白菜花叶病病株空间分布类型分析.华南农业大学学报,10(2):48~53
- 王振中,林孔勋,范怀忠.1990.小白菜花叶病流行及其介体种群时空动态的模糊聚类分析.华南农业大学学报,11(2):99~106
- 任佩瑜,范怀忠.1964.番木瓜花叶病初步调查研究.植物保护学报,3(4):23
- 赵美琦,肖悦岩,曾士迈.1985.小麦条锈病流行空间动态电算模拟的初步探讨:I圆形传播.植物病理学报,15(4):198~204
- 敬甫松.1985.模糊聚类分析在稻纹枯病流行动态研究中的应用.植物病理学报,15(1):37~45
- Jeger M J. 1983. Analysing epidemics in time and space. Plant Pathology, 32:5~11
- Madden L V, Louie R, Knoke J K. 1987a. Temporal and spatial analysis of maize dwarf mosaic epidemic. Phytopathology, 77:148~156
- Madden L V, Pirone T P, Raccach B. 1987b. Temporal analysis of two virus increasing in the same tobacco field. Phytopathology, 77:1409~1417
- Minogue K P. 1986. Disease gradients and the spread of disease. In: Leonard K J, Fry WE, eds. Plant Disease Epidemiology: Vol. 1. (s.l.): (s.n.), 232~254

SPATIAL DISTRIBUTION AND SPREAD DYNAMICS OF PAPAYA RINGSPOT DISEASE

Zhang Deyong Wang Zhenzhong Fan Huaizhong*

(Dept.of Plant Protection, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

Analysis of the spatial distribution of Papaya ringspot disease showed that the distribution pattern of the diseased plants in the field changed with time. At the beginning of the disease development, a random pattern was observed, then a clustering type of distribution, and an even pattern at the last stage. Based on Fuzzy clustering method, the characteristics of disease spread dynamics in different time were studied. At the early epidemic stage when virus-carried alate aphids immigrated into the papaya field, the disease began to develop. In this period, the development of the disease was mainly the increase of the diseased spots. Later on, after a great amount of vectors immigrating into the field, a rapid increase of diseased spots was found to spread all over the field, a rapid increase of diseased spots was found to spread all over the field. Meanwhile there was a rapid increase in number of the diseased plants. At the last epidemic stage, the diseased plants increased in number slowly, and a hundred percent of plants in the field was infected by the disease.

Key words epidemiology; spatial distribution; papaya ringspot virus

* Faan Hwei-chung