

朱砂叶螨自然种群动态研究*

吴千红 杨国平 经佐琴 王海波 钱 吉

(复旦大学环境与资源生物学系, 上海 200433)

吴士良 肖跃南 (上海市高行中学, 上海 200127)

【摘要】 采用 Fuzzy 聚类分析的方法研究了朱砂叶螨在 1986—1993 年间的种群动态差异. 结果表明, 朱砂叶螨种群动态在年度间、地方间、样地大小上存在着差异. 幼若螨动态与成螨动态有明显差异.

关键词 朱砂叶螨 种群动态 模糊聚类分析

Dynamics of *Tetranychus cinnabarinus* natural poplation. Wu Qianhong, Yang Guoping, Jing Zuoqin, Wang Haibo and Qian Ji (Fudan University, Shanghai 200433). -Chin. J. Appl. Ecol., 1995, 6(3): 255—258.

Fuzzy cluster analysis on the dynamics of *Tetranychus cinnabarinus* population in 1986—1993 shows that the population dynamics is differed in years, areas and plot sizes, and there exists a significant difference between those of immature and adult *T. cinnabarinus*.

Key words *Tetranychus cinnabarinus*, Population dynamics, Fuzzy cluster analysis.

1 引言

迄今为止, 对叶螨生物学进行了大量研究. 国内外已有不少工作. Hazan^[1]、刘芹轩等^[2]进行过温湿度对该螨实验种群生命表作用的研究. 在国内, 朱砂叶螨是全国性棉花、蔬菜和果树等农作物的主要害螨, 在生物学和田间发生规律及防治方面做过较多工作^[1, 3-6]. 朱砂叶螨每年都有发生, 且受气候、天敌等多因素影响. 发生量时大时小, 发生时间或前或后. 以往的工作多注重于在实验室可控条件下, 研究生态因子对叶螨的影响, 由于生态因子的作用常常是综合性的, 室内条件和室外条件差异很大, 其在系统中的重要性往往会随着系统状态的变化而变化. 因此虽有许多单项研究及描述相互关系的数学模型, 但是室内实验所取得的参数往往不能直接应用于田间自然种群研究. 此外朱砂叶螨种群动态是一个具有模糊性的问题. 为此, 可视害虫

发生程度系虫源、气象以及其它已知或未知的多种因素的综合作用结果. 为揭示螨类种群数量动态的内在规律和建立动态模型, 利用捕食螨防治叶螨时确定捕食螨的释放时间和数量. 本文以不同年间不同地方的朱砂叶螨种群消涨的横向比较研究, 分析朱砂叶螨种群动态的变化规律.

2 材料与方法

2.1 田间调查

1987—1992 年, 在上海市浦东新区高行镇, 1991—1993 年, 在复旦大学实验地, 每年 4 月上中旬移植茄子到试验地, 试验地除不施农药外, 按常规管理. 另外, 分别于 1986 年在上海市浦东新区严桥镇同心 7 队, 1989 年在上海市宝山区江湾镇南殷家宅宅进行. 选择作物长势、地理环境一致的田块作为试验田. 试验区面积 1986 年为 0.21 ha, 1989 年为 0.77ha. 大约从 5 月下旬茄子上出现肉眼可见的成螨之日始, 在实验地里随机选取

* 国家自然科学基金资助项目.

1993 年 12 月 27 日收到, 1994 年 5 月 16 日改回.

30株茄子作为样本,大田调查则采用“Z”字取样与随机定点相结合,选择60—200株茄子作为样本,至植株枯萎为止,每隔3.5或7d调查1次。前期(平均100头·株⁻¹以下)调查全株叶片,后期(平均100头·株⁻¹以上),调查样株上、中、下部位各2片叶。肉眼计数全部成螨数。每次调查时,随机选20株茄子,计算平均每株上的叶数,用以统计每株螨量。其中1992—1993年在复旦大学实验地均为全株调查。

2.2 分析方法

2.2.1 模型建立 由于朱砂叶螨是典型的r对策节肢动物,其特点是繁殖力强、周期短,种群数量和空间分布变化很快,常常在短期内就能达到极大的种群密度。样本中的个体数量的离散程度高,故采用4个参数的Weibull函数来模拟叶螨的动态。

$$N(t) = s\beta/\gamma^{\beta}(t-a)^{\beta-1}\exp(-(t-a)/\gamma)^{\beta} \quad (1)$$
式中s为总为害量,a为害虫初发日, β 为阻尼因子发生效应的程度, γ 为阻尼因子发生最佳效应的时间位置。

函数的最大值为:

$$n = s(\beta-1)((\beta-1)\gamma^{\beta}/\beta)^{-1/\beta}e^{-(\beta-1)/\beta} \quad (2)$$

函数的拐点坐标为:

$$t_1 = \gamma\{3(\beta-1) + \text{sqr}[(\beta-1)(5\beta-1)/2\beta]^{1/\beta}\} + a \quad (3)$$

$$t_2 = \gamma\{3(\beta-1) - \text{sqr}[(\beta-1)(5\beta-1)/2\beta]^{1/\beta}\} + a \quad (4)$$

函数第1个拐点 t_1 所对应的时间值是害虫为害的始盛期,第2个拐点 t_2 所对应的时间值是害虫为害的衰退期。 t_2-t_1 所对应的便是害虫为害的主要时期。在种群上升阶段,利用Logistic函数进行拟合

$$N(t) = k/(1 + \exp[-r(t-t_0)]) \quad (5)$$

式中r为朱砂叶螨种群的自然增长率。

方程中参数估计采用麦夸方法,用斯米尔诺夫方法进行拟合度检验。

2.2.2 模糊聚类分析 考虑到指标的量纲不一样,对数据作规格化变换。

$$f: x_{ij} \rightarrow (x_{ij} - x_j)/s_j$$

(x_j :j变量均值; s_j :j变量标准差)采用欧氏距离来反映论域中各元素间差异的大小。

$$d_{ij} = \text{sqr}(\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2)$$

然后建立相似矩阵 $R=(r_{ij})$,

$$r_{ij} = 1 - d_{ij}/m \quad m = \max(d_{ij})$$

最后将R改造成模糊等价关系,选取适当水平的 λ ,得到所需的分类。

3 结果与分析

3.1 朱砂叶螨种群的动态模拟

由表1数据,利用公式(1)–(5)对朱砂叶螨种群动态模拟计算结果列入表2。经斯米尔诺夫方法检验,在0.05的显著性水平下,方程(1)可以用来模拟叶螨的种群动态。

3.2 模糊聚类分析

选择s、 β 、n、r作为表征叶螨种群动态的特征指标。取定论域 $U=\{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14\}$,得聚类树状图,取 $0.7907 < \lambda < 0.8119$,将U分为10个状态集: $\{8\}, \{7\}, \{11,12\}, \{14\}, \{5\}, \{6\}, \{9\}, \{3\}, \{4\}, \{10,13,1,2\}$ 。在同一分类单元中,各组资料之间由于反身性、对称性、传递性的保证,它们所表征的种群动态特征相同。但各分类单元中种群动态特征却很不相同。第1、2、10、13号(1987—1993年)叶螨发生很轻,种群增长缓慢,其高峰数量分别为373、339、478和233头·株⁻¹。有的年份如第3号(1989年),叶螨发生很重,高峰数量达2237头·株⁻¹,持续危害时间较长。从图1可见,元素11、12在很高水平上就可归并。在表1中,元素11、12为有明显差别。元素7、8却不能归并,它们分别为1986、1989年大田调查资料,在表1中,表现为叶螨种群持续危害时间长,阻尼因子很小。与实验地小样地种群动态相比有明显差别。元素14与元素13只在0.7350的水平上聚类,说明朱砂叶螨的幼若螨与成螨的动态有明显差别, r_{14} 明显大于 r_{13} 。

另外,元素5、9(均为1991年资料)和

表 1 1986—1993 年不同地点茄子地朱砂叶螨数量动态

Table 1. Dynamics of *T. cinnabarinus* population on eggplant from different areas in 1986—1993

序号 No.	地点 Location	年份 Year	1	2	3	4	5	6	7	8
1	高行	1987 年(月·日)	6.27	7.4	7.11	7.18	7.25	8.1	8.8	8.15
	Gaohang	叶螨数·株 ⁻¹ (Average*)	2.2	32.6	54.9	92.1	114.9	373.6	156.2	4.9
2	高行	1988 年(月·日)	5.21	5.28	6.4	6.11	6.18	6.25	7.2	7.9
	Gaohang	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	1.0	3.6	10.4	42.5	44.3	75.3	117.0	274.8
3	高行	1989 年(月·日)**	6.17	6.24	7.1	7.8	7.15	7.22	7.29	8.5
	Gaohang	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	1092	1427	2237	1575	522	323	134.0	16.2
4	高行	1990 年(月·日)	5.26	6.2	6.9	6.16	6.23	6.30	7.7	7.14
	Gaohang	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	3.5	5.0	8.6	174.7	449	351	774.3	1447.1
5	高行	1991 年(月·日)	6.22	6.29	7.6	7.13	7.20	7.27	8.3	8.10
	Gaohang	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	1.0	19.7	23.4	175.2	991	3622	712.0	480.2
6	高行	1992 年(月·日)	6.13	6.20	6.27	7.4	7.11	7.18	7.25	8.1
	Gaohang	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	5.5	0.8	1.6	3.3	4.7	173	1348	238.3
7	江湾	1986 年(月·日)	5.30	6.4	6.9	6.14	6.19	6.24	6.30	7.5
	Jangwan	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	9.7	27.5	44.4	314.4	803	2266	2498.3	2310
8	严桥	1989 年(月·日)	6.6	6.13	6.20	6.27	7.4	7.11	7.18	7.25
	Yanqiao	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	1.2	3.9	25.1	29.2	33.4	76.4	108.7	169.5
9	复旦	1991 年(月·日)	6.18	6.25	7.2	7.9	7.16	7.23	7.30	8.6
	Fudan	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	0.55	16.2	27.8	220.2	1430	865	448.8	131.5
10	复旦	1992 年(月·日)	6.6	6.13	6.20	6.27	7.4	7.11	7.18	7.25
	Fudan	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	2.65	9.65	11.6	27.5	136	478	444.85	358.6
11	复旦	1992 年(月·日)	6.6	6.13	6.20	3.27	7.4	7.11	7.18	7.25
	Fudan	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	2.65	9.65	11.6	37.5	136	478	444.85	358.6
12	复旦	1992 年(月·日)	6.6	6.13	6.20	6.27	7.4	7.11	7.18	7.25
	Fudan	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	94.3	204	639.0	840.7	2873	5882	1630	543.5
13	复旦	1993 年(月·日)	6.7	6.10	6.13	6.16	6.19	6.22	6.22	6.25
	Fudan	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	6.20	12.7	22.7	51.1	37.9	51	68.60	233.3
14	复旦	1993 年(月·日)	6.7	6.10	6.13	6.16	6.19	6.22	6.25	
	Fudan	幼若螨数·株 ⁻¹ (Average)	4.5	13.3	30	4.8	7.3	10.8	279.7	223.2

序号 No.	地点 Location	年份 Year	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	高行	1987 年(月·日)	8.22	8.29	9.5	9.12	9.19	9.26	10.2	10.9	10.16	10.23	10.30
	Gaohang	叶螨数·株 ⁻¹ (Average*)	1.0	0.8	0.4	0.8	2.8	5.9	10.0	18.6	19.3	20.7	27.4
2	高行	1988 年(月·日)	7.16	7.23	7.30	8.6	8.13	8.20	8.27	9.3	9.10	9.17	9.24
	Gaohang	叶螨数·株 ⁻¹ (Average*)	329.0	26.8	1.3	1.0	0.8	0.5	0.2	1.1	3.5	5.3	6.2
3	高行	1989 年(月·日)**	8.12										
	Gaohang	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	7.2										
4	高行	1990 年(月·日)	7.21	7.28	8.4	8.11	8.18	8.25					
	Gaohang	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	1274	277.3	399.4	277.3	11.6	0.6					
5	高行	1991 年(月·日)	8.17	8.24	8.31	9.7							
	Gaohang	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	157.7	365.6	326.0	10.5							
6	高行	1992 年(月·日)	8.8	8.15	8.22	8.29	9.5						
	Gaohang	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	37.2	46.5	16.5	2.8	1.5						
7	江湾	1986 年(月·日)	7.10	7.15	7.21	7.26	7.31	8.5	8.10				
	Jangwan	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	2117.3	1600	1272	102	10	0					
8	严桥	1989 年(月·日)											
	Yanqiao	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)											
9	复旦	1991 年(月·日)	8.13										
	Fudan	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	0										
10	复旦	1992 年(月·日)	8.1	8.8	8.15								
	Fudan	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	0										
11	复旦	1992 年(月·日)	8.1	8.9	8.15								
	Fudan	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	61.5	1.6									
12	复旦	1992 年(月·日)	8.1	8.8	8.15								
	Fudan	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	12.55	.2									
13	复旦	1993 年(月·日)	6.28	7.1	7.4	7.7	7.10	7.13	7.16				
	Fudan	叶螨数·株 ⁻¹ (Average)	181.1	145.3	61.2	85.0	47.9	1.8					
14	复旦	1993 年(月·日)	6.28	7.1	7.4	7.7	7.10	7.13	7.16				
	Fudan	幼若螨数·株 ⁻¹ (Average)	108.8	181.7	139.3	76.1	9.3	2					

* Average; Mean of individual number of the mite per host plant.

* * 1989 年前期调查资料缺失,第 7、8 为大田调查资料,第 11 为螨蚜组,第 12 为叶螨组。

叶螨组:在整个生长期,人工除去除叶螨之外的一切食植昆虫,并在叶螨发生初期人工接螨。

螨蚜组:在整个生长期,人工除去除叶螨、蚜虫之外的一切食植昆虫,并在叶螨发生初期人工接螨。

表 2 朱砂叶螨种群动态的特征指标*
Table 2 Characteristic indices of population dynamics of *T. cinnabarinus*

序号 No.	s	β	n	t_2-t_1	r
1	706.0920	13.6046	371.9080	1.4136	0.9013
2	819.6370	12.4323	351.6488	1.7435	0.8410
3	7676.3750	8.0093	2075.6770	2.8484	0.3898
4	4591.4490	10.5101	1445.2860	2.3997	0.5804
5	5590.5960	12.1102	3752.2620	1.1161	1.3681
6	1912.1400	12.6457	1609.5410	0.8879	2.2510
7	13917.130	4.2386	2594.8490	3.1629	2.3292
8	9283.3020	4.8433	856.2996	8.7915	0.7328
9	2553.6050	6.6112	1748.4750	1.1440	1.9184
10	1577.8350	9.0783	509.1915	2.3639	1.5446
11	10723.1100	10.8263	6253.1780	1.2929	1.2087
12	11391.0300	10.8259	5822.5680	1.4751	1.0631
13	926.4808	9.7578	184.9215	1.6298	0.7615
14	1133.3030	9.2539	200.0569	1.8495	3.2053

* 每一单位按 7 天进行转换。

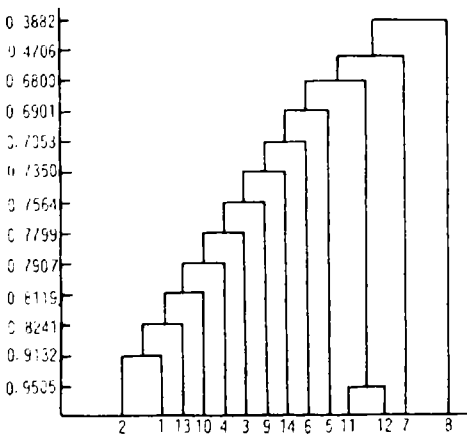


图 1 不同年间朱砂叶螨种群动态的树状图
Fig. 1 Dendrogram of population dynamics of *T. cinnabarinus* in different years.

6、10(均为 1992 年资料) 却不在同一组中,说明朱砂叶螨种群动态在地方便也存在差别。

4 讨 论

在种群动态的研究中,从表征种群动态的特征指标出发,将 8 年中得到的资料进行系统分析,发现朱砂叶螨种群动态特征(大田资料与小样地资料) 截然不同. 朱砂叶螨的幼若螨比成螨更易受外界生态因子影响. 邱峰^[4]的研究结果也表明, 后若螨期降雨和若螨被捕食因素为影响棉田朱砂叶螨种群动态的关键因素。

在种群进入危害的关键时段中,如果综合气象因子、天敌资料、寄主植物营养状况、人类管理措施等进行深入研究,有可能更深一层地揭示种群变动的规律. 有关内容将另文发表。

参考文献

1 马恩沛等. 1984. 中国农业螨类. 上海科学技术出版社,上海.
2 刘芹轩等. 1987. 朱砂叶螨生命表和种群动态的研究. 华北农学报,2(4):85-93.
3 邱 峰等. 1988. 棉花上朱砂叶螨的生物学和发生规律研究. 昆虫知识,25(6):334-338.
4 邱 峰. 1992. 棉田朱砂叶螨自然种群生命表. 昆虫知识, 29(4): 199-201.
5 吴千红等. 1988. 温度和光照对朱砂叶螨实验种群的综合效应. 生态学报,8 (1):66-77.
6 吴千红、吴士良. 1988. 朱砂叶螨春季发生探讨. 上海农业学报,4(3):47-54.
7 Hazan,A. et al. 1973. Life history and life table of the carmine spider mite. *Acarologia*, 11:32-42.