

高粱蚜 (*Aphis sacchari* Zehntner)

发生规律和预测方法的研究*

I. 公主岭地区田间种群数量动态分析

暴祥致 陈瑞鹿

(吉林省农业科学院植物保护研究所)

提 要

本文应用6年的田间系统调查数据,分析比较了各年蚜量动态。认为公主岭地区田间种群动态的基本形式是:6月末或7月初为高粱蚜迁入高粱田后的种群建立初期,初期数量往上、下波动不稳定,波动的历期各年不同,一般经半月时间的数量波动后,于7月中旬前后逐渐稳定上升,但部分年于6月末以后即稳定上升,8月中旬前后达数量最高峰,此后即逐渐下降。据此并根据对增长率的计算结果,提出按 $N_t = N_0 \cdot \lambda^t$ 式及 $N_0 = \frac{N_t}{\lambda^t}$ 式估算预测短期数量的方法。但认为这种预测只能给予轮廓的数量概念,是经验方法,不同地区应用还需积累更多的田间蚜量资料,精确的预测方法还需深入研究影响数量变动的因素后创立。

一、引 言

高粱蚜在我省近十数年来先后有数次不同程度的发生为害。有的年份损失很大,严重田块竟颗粒无收。是我省高粱生产上的重大问题之一。随着高粱蚜研究工作的进展,当前已提出了药剂治蚜的有效方法;对东北地区的越冬寄主、世代交替、周年繁殖代数、各态(蚜型)的发生时期、繁殖力及天敌种类等,已基本了解并初步分析了大发生年的气候特点〔1〕〔2〕〔3〕。但对影响数量变动的因素还很少研究,对其变动规律还很不了解。生产上经常提出当年会不会发生?发生的范围多大?程度怎样?何时消退?需不需要防治等等问题。为此,1963年以来,我们逐步开展了高粱蚜的发生规律和预测方法的研究。本文试图通过对公主岭田间动态资料的整理分析,来探讨高粱蚜的短期数量预测方法。

* 本文草稿蒙林昌善、张广学先生审阅,桂承明、卢兆先、相运英、王蕴生、刘增义等同志曾参与田间蚜量调查工作,卢兆先同志代绘插图,在此一并致谢。

二、資料与方法

所用蚜量資料为1956、1957、1958、1961、1962、1963等年在公主嶺田間調查取得。調查取样方法历年相同。自6月末或7月初开始，至8月末或9月止，在固定的地块內固定100株或200株，每5日（逢5逢10）調查一次全株蚜量，蚜量少时逐个查数，蚜量多时每5头、10头或每50头为一記数單位，目测查数。按日期先后，將各年每次調查的蚜量（百株蚜量包括仔蚜、有翅及无翅成蚜），分別做为 N_0 ，以其以后第一次（5天后），第二次（10天后）、第三次（15天后）的蚜量，分別做为 N_t ，按

$$\text{增長率} (\lambda) = \frac{\text{一定时期后的蚜量} (N_t)}{\text{一定时期的蚜量} (N_0)} \text{式}$$

計算各年各时期的5日、10日、15日的增長率以分析比較各年蚜量变动的概况。

三、結果及分析

1. 各年田間蚜量动态概况

1956年6月30日田間的初期蚜量較少，經6月30日至7月30日間的數量上下波动后，至8月5日增長至50头，自8月5日至8月15日數量穩定上升，8月15日达數量的最高峯596头，8月15日后數量不斷下降。本年高粱未表現受害（图一）。1957年調查甲、乙兩块地，兩地初期蚜量均少，至7月25日分別达80头（甲）及60头（乙）；7月25日至8月15日間，數量不斷上升，8月15日為最高峯，分別为3,164头（甲）及3,964头（乙），此后即連續下降（图一）。1958年初期蚜量很大，6月30日蚜量即达492头，6月30日至8月20日間，除7月5日至7月10日及7月20日至7月25日間兩次下降外，蚜量均連續上升，時間长达50天；8月20日為最高峯，蚜量达469,200头。此后即連續

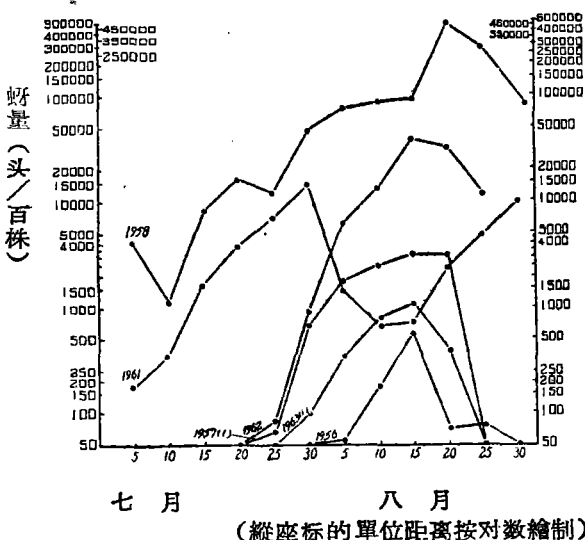


图 1 公主嶺各年高粱蚜田間蚜量变动图

下降，本年高粱受害較重（图一）。

1961年初期蚜量較多，6月30日达114头，此后即連續上升，至7月30日达14,505头后連續下降；8月15日后又复連續上升，至9月10日达19,300头。本年出現兩次高峯，第一次高峯出現虽早，但數量較少，后一次高峯出現于高粱腊熟以后，且數量亦不太大，本年高粱亦未表現受害（图一）。1962年自7月20日始查得蚜虫，但此后至8月15日的20天期間，連續上升，且增長極快，每5天的增長率依次为11.1、6.7、2.1、2.8，高峯蚜量达39,300头，本年高粱略有受害表現。

1963年調查甲、乙兩块地，兩地初期

蚜量均少, 分别于7月20日及7月30日达55头及102头, 以后各連續上升20天及15天, 分别于8月10日及8月15日达高峯, 高峯蚜量分别为7,480头及1,121头, 以后即連續下降(图1)。

綜合上述, 公主嶺地区6月末或7月初为高粱蚜迁入高粱田后的种群建立初期, 初期数量往往上、下波动不穩定, 波动期的历期各年不同, 一般經半月時間的数量波动后, 于7月中旬前后逐渐稳定上升。但部分年于6月末以后即稳定上升, 从7月中至8月中为蚜量上升期, 至8月中旬前后达数量最高峯, 此后即逐渐下降(图2)。

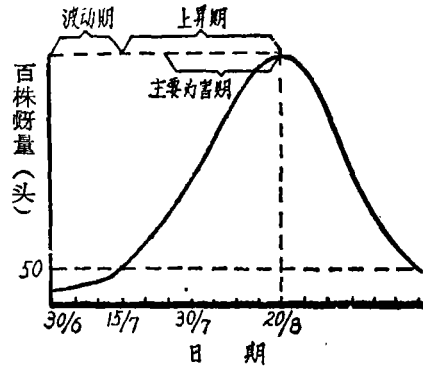


图2 公主嶺地区高粱蚜田间种群动态形式

2. 各年增長率的計算結果如下(表1, 2)

表1 各年各时期增長率

年度	时期 增長率	5/Ⅶ月	10/Ⅶ	15/Ⅶ	20/Ⅶ	25/Ⅶ	30/Ⅶ	5/Ⅷ	10/Ⅷ	15/Ⅷ	20/Ⅷ	25/Ⅷ
		1956	—	—	—	—	—	—	—	3.275	3.275	0.114
1957(1)	—	—	—	—	—	—	8.393	2.606	1.411	1.280	0.949	0.090
1957(2)	五天的 增長率	—	—	—	—	—	9.776	1.761	2.067	1.843	0.587	0.264
1958	—	8.495	0.284	7.028	2.032	0.741	3.903	1.480	1.253	1.066	4.949	0.613
1961	—	1.464	2.065	4.686	2.265	1.910	2.086	0.101	0.453	1.030	3.392	2.063
1962	—	—	—	—	—	—	11.142	6.731	2.199	2.853	0.837	0.424
1963(1)	—	—	—	—	—	—	—	3.460	2.166	1.465	0.352	0.253
1963(2)	—	—	—	—	—	2.981	3.512	6.838	1.903	0.402	0.646	0.348
1956	—	—	—	—	—	—	—	—	7.809	10.732	0.373	0.013
1957(1)	—	—	—	—	—	—	—	21.862	3.681	1.807	1.215	0.085
1957(2)	十天的 增長率	—	—	17.000	24.000	7.117	49.291	17.205	3.637	3.811	1.081	0.214
1958	—	—	2.401	1.984	14.183	1.494	2.858	5.718	1.853	1.335	5.278	3.035
1961	—	—	3.010	9.682	10.570	4.320	3.973	0.211	0.045	0.467	3.494	6.997
1962	—	—	—	—	—	—	—	75.047	14.801	6.249	2.326	0.355
1963(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	7.499	3.175	0.516	0.0008
1963(2)	—	—	—	—	—	—	1.472	24.017	12.986	0.766	0.260	0.225
1956	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.224	0.042
1957(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	30.887	5.573	1.715	0.129
1957(2)	十五天的 增長率	—	—	—	—	—	—	—	35.537	6.707	2.235	0.406
1958	—	—	—	16.668	4.032	10.498	4.827	4.265	7.239	1.975	6.608	3.235
1961	—	—	—	—	21.838	20.162	9.009	0.403	0.095	0.047	1.586	2.199
1962	—	—	—	—	—	—	—	—	164.928	42.065	5.227	1.012
1963(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.990	1.118	0.001
1963(2)	—	—	—	—	—	—	—	71.618	45.609	5.229	0.494	0.090

备注

1. 表中5日/Ⅷ月栏下的增長率分5天、10天、15天三类, 均指7月5日以前的增長率: 5天指6月30—7月5日間, 10天指6月25日至7月5日間, 15天指6月20日至7月5日間的增長率。10/7 15/7……25/8等各栏与此相同。
2. 蚜量基数在50头以下或达50头但未繼續稳定者未列入。

表1中 $\lambda > 1$ 的值經計算处理后得表2。

表2 历年增長率 ($\lambda > 1$ 部分) 的总结

連續增长 历期(天)	增 长 率	
	最 大	平 均
5	11.142	3.333
10	75.047	9.142
15	164.928	23.648
20	468.726	64.148

从上述計算結果,作如下比較分析(以下只討論数量增加 $\lambda > 1$ 的增長率):

(1) 不同年度增長率的比較:就每5天的增長率而言,各年各次間均有差異,但就大发生年与其他年比較,1958年上升期的最大增長率 和平均增長率 与其它各年均无明显差別,1958年整个上升期平均增長率为3.775,与1956、1957、1961、1963年均相近似(表3)。

(2) 各年增長期不同蚜量基数的增長率比較:增長率的变化与基数有一定关系,即一般密度小时增長率

表3 各年蚜量增長期的5天增長率

年 度 增長率	1956	1957(1)	1957(2)	1958	1961	1962	1963(1)	1963(2)
最大增長率	3.275	8.393	9.776	8.495	4.686	11.142	6.838	3.460
平均增長率	3.275	3.422	3.861	3.775	2.413	5.643	3.815	2.368
增长的次数	2	4	4	8	6	4	4	3

表4 各年蚜量增長期不同密度的增長率

基 数 (N_0)	5天間的增長率 (λ_5)		10天間的增長率 (λ_{10})		15天間的增長率 (λ_{15})	
	最 大	平 均	最 大	平 均	最 大	平 均
101— 1000	6.838 (1963年 30/7—5/8)	3.907 (13)	24.017 (1963年 25/7—5/8)	9.145 (10)	45.609 (1963年 25/7— 10/8)	16.902 (12)
1001— 10000	7.028 (1958年 10/7— 15/7)	2.367 (11)	14.283 (1958年 10/7— 20/7)	4.021 (10)	10.498 (1958年 10/7— 25/7)	4.891 (8)
10000 以上	4.949 (1958年 15/8— 20/8)	2.584 (6)	5.718 (1958年 25/7—5/8)	3.257 (6)	7.239 (1958年 25/7— 10/8)	4.056 (6)
备 註	最大值括号内数字为日期, 平均值下括号内数字为平均的次数。					

大, 密度大时 增長率小 (表4)。

(3) 不同时期的增長率比較:按本文所述的基本动态形式比較,7月上半月、7月下半月、8月上半月三个时期的增長率:7月份的增長率比8月份的增長率大,从7月份以后以百株蚜量达50头以上,并保持稳定时起算,历年40次蚜量数据中有35次为上升,上升机会为87.5%,各个半月的上升机会均在80%以上(83.3—90.9%) (表5)。

表5 不同时期 5天的增長率比較

时 期	6月30日—7月15日	7月15日—7月30日	7月30日—8月15日
最大增長率	8.495	11.142	6.838
平均增長率	4.747	4.798	2.448
上升机会(%)	83.3	90.9	86.9

四、討 論

(一) 增長率在預測上的应用

1. 根据历年資料所得的經驗增長率值, 估算蚜量增長的可能情况, 可进行上升季节(7月至8月中旬間)的短期数量預測。以历年統計的增長率的最大和平均值, 按: $N_t = N_0 \cdot \lambda$ 式計算未来5、10、15、20天的数量。在 $N_t = N_0 \cdot \lambda$ 式中, 不同時間單位內的增長率, 可按表2所列的数值計算, N_0 值是在穩定上升期間的任何一次的觀測值。当田間百株蚜量达50头以上, 并連續上升1—2次时, 可認為是开始穩定上升的标志, 此后即可以用各次觀測值代入上式 N_0 項, 計算得 N_t 。

2. 根据历年田間动态資料、高粱生育的物候期, 确定为害高峯期及高峯期不同蚜量的为害程度: 公主嶺地区一般年高粱在5月中下旬出苗, 6月上旬拔节, 7月下旬或8月初抽穗, 8月初灌漿, 8月下旬乳熟, 9月上旬腊熟。6年間的蚜量高峯, 除1961年的第二次高峯在9月10日外, 其它年均在8月15日至8月20日間, 8月20日是高峯期; 1962年公主嶺是輕微受害年, 当年8月20日蚜量为32,900头; 1958年公主嶺是重害年, 当年8月20日蚜量为469,200头。因此, 以8月20日蚜量3万头为輕害指标, 10万头为重害指标, 以此不同受害程度的蚜量作为 N_t , 計算出7月30日以后的蚜量 N_0 , 作为各时期不同受害程度的为害指标, 可供預測时直接应用。用表2已計算出的5、10、15、20天的最大及平均增長率代入

$$N_0 = \frac{N_t}{\lambda} \text{ 式}$$

計算出各时期的 N_0 值, 此值即为不同时期可能造成不同受害程度的下限, 即各时期的不同受害程度的安全上限蚜量(表6)。

表6 各时期可能造成为害的蚜量指标

时 期 蚜量 (头/百株)	7月30日	8月5日	8月10日	8月15日
輕害蚜量指标	64.1*—465.8**	182.9—1287.5	400.0—3296.7	2792.0—9090.0
重害蚜量指标	213.6—1552.8	609.7—4291.8	1333.3—10989.9	9009.0—30303.0

* 按最大增長率計算, ** 按平均增長率計算, 表中其他数字来源同此。

在7月30日后查得当时田間蚜量后, 即可檢索上表, 查对表中相同日期的蚜量, 对当年高粱可能受害程度或受害与否, 做出初步估計: 如果蚜量接近大数, 即說明存在被害的可能性, 愈接近小数被害的可能性愈少, 如果小于小数則說明当年基本已不可能造成同一行的为害程度。与前一計算方法相同, 据增長率最大值与平均值計算的安全上限蚜量相差很大, 同前一方法中說明的理由, 用平均值計算的蚜量(即表中的大数), 作为安全上限考虑更为合理。

(二) 影响高峰蚜量的因素

由6年間每年6月末至8月下旬田间蚜量动态的调查可见,有三个方面的数值影响蚜量变动形式和大小,即:①初期蚜量的多少;②連續上升期的长短;③上升期增长率的大小。这里試將各年上述有关数值整理列于表7。

表7 各年田间种群数量动态比較表

年 别	初期蚜量	开始上期	波动历期	最高峰期	上升历期	最高峰蚜量	增长期的5天平均增长率
1956	6	5/Ⅷ	35天	15/Ⅷ	10天	596.7	2.554
1957(1)	0	25/Ⅷ	25天	15/Ⅷ	20天	3,164.0	3.422
1957(2)	0.5	25/Ⅷ	25天	15/Ⅷ	20天	3,964.0	3.861
1958	492.2	30/Ⅵ	0天	20/Ⅷ	50天	469,242.0	3.775
1961	114.8	30/Ⅵ	0天	30/Ⅶ	30天	14,505.0	2.219
1962	0	25/Ⅷ	25天	15/Ⅷ	20天	39,373.0	5.643
1963(1)	3	30/Ⅷ	30天	15/Ⅷ	15天	1,121.0	3.815
1963(2)	0	20/Ⅷ	20天	10/Ⅷ	20天	7,480.0	2.368

备 註

- ① 初期蚜量为30/Ⅵ調查的百株蚜量, 1957年为5/Ⅷ調查的蚜量。
- ② 百株蚜量达50头以上而且以后蚜量稳定上升則划为上升期, 至蚜量連續下降(10天以上)为止。
- ③ 1958年50天上升历期中有二次蚜量下降。

从表7可见:为害严重的1958年,初期蚜量高于所有各年,上升历期长达50天,增长期的5天平均增长率亦较大,高峰蚜量为6年中最多的一年。其它各年均因初期数量过少或上升历期短10—20天(1956、1957、1963年)或者初期数量虽不少,上升期亦达30天,但平均增长率较低(1961年),1962年的情况是初期数量少,但經大幅度的增长,至8月15日蚜量达4万头左右,說明初期数量少,亦能出現較多数量(表7)。6年的情况表明,稳定上升的連續期間長,上升期的增长率大,以及初期蚜量多,尤以稳定上升的連續期長是形成大发生的主要因素。

(三) 本分析存在的几个問題

(1) 本文所用算式 $\frac{N_t}{N_0} = \lambda$ (計算增长率)及 $N_t = N_0 \cdot \lambda$ (計算一定時間后的蚜量), N_t 值指 t 時間后的种群总数量, λ 值指一定時間內(5、10、或15……天)种群的增長率,而不是指單位時間單个个体的繁殖率,也不是“內蘆增長能力”(r_m)或特定适宜条件下的瞬时增殖率,不是理論常数^{[4][5][6][7]},而是一个随种群密度、成分(內因)以及食物、天敌、气候(外因)等条件而变化的量。因此計算所得的数值包含了上述这些因素的綜合作用,可以說是自然(田间)种群增长率。从大量資料中計算得出的 λ 值可認為是經驗常数。但随着時間和空間的变化,不同的內外因都將导致 λ 值的变动,历年来 λ 值的变幅也比較大,如以每5天为計算單位,相差最大可达十倍。因此本文所用的計算方法,只能給予一个輪廓的数量概念,精确的預測方法还需深入研究各种因素与数量变动的关系。

(2) 按 $\frac{N_t}{N_0} = \lambda$ 式对历年資料的計算,所得 λ 值 ≥ 1 的情况都有,但本文只討論了

$\lambda > 1$ 的情况,因此应用 λ 值计算 N_t 值时只适用于稳定上升期。从高粱蚜的田间数量动态的基本形式看,高粱蚜在达到一定数量和一定时期以后,每年都有这样一个时期,但其中也有10—15%的例外情况。

(3) 这种数量预测方法是经验的方法,因此它需要多年大量的资料的积累。本文所用资料尚感不足,只是做为方法提出,各地如欲应用此法做数量预测时,首先需积累多年系统田间蚜量动态资料,弄清基本变动形式,计算本地区的增长率后才能应用。

参 考 文 献

- [1] 王蘊生等: 1961, 高粱蚜的研究, 昆虫学报10 (4—6), 363—380。
- [2] 姜堤等: 1963, 药剂防治高粱蚜试验研究初报, 中国植物保护学会1963年年会论文摘要集(下册)58页。
- [3] 周贵发等: 1962, 应用E—1059防治高粱蚜及高粱籽实内的残毒研究, 吉林农业科学 1(1), 69—70页。
- [4] 林昌善: 1963, 动物种群数量变动的理论与试验研究 I, 动物学报15 (3), 371—381。
- [5] Odum, E. P., 1957. *Fundamentals of Ecology*, W. B. Saunders Co., London, p. 98—129.
- [6] Leslie, P. H. and Park, T., 1949. The intrinsic rate of natural increase of *Tribolium castaneum* Herbat. *Ecology*. 30 (4), 469—477.
- [7] Howe, R. W., 1953. Studies on Beetles of The Family Ptilidae Ptilid VIII. The Intrinsic Rate of Increase of some Beetles. *Ann. Appl. Bio.*, 40, 121—134。