

大豆蚜空间分布型及抽样技术的研究

黄峰 丁秀云 王小奇 黄章海*

(沈阳农业大学植保系)

摘要 对大豆蚜种群和有蚜株的空间分布型及抽样技术进行研究结果表明, 大豆蚜种群的空间分布型在一定密度下均呈聚集分布, 其分布的基本成份是个体群, 引起大豆蚜聚集的原因是其个体间互相吸引等本身行为所致。而大豆蚜有蚜株的空间分布型, 在有蚜株率较低时呈均匀分布或随机分布。随着有蚜株率的增高而呈均匀分布。对大豆蚜种群密度的调查, 用平行线、棋盘式和“Z”形等抽样方法都适用。此外, 将调查数据运用Iwao提出的平均拥挤度与平均数的线性回归式中的 α 、 β 值作为两个参数的理论抽样数和序贯抽样公式进行计算, 得出大豆蚜种群密度和有蚜株率调查的理论抽样数和序贯抽样结果。

关键词 大豆蚜; 平均拥挤度; 分布型; 抽样技术

中图分类号 S435.652

大豆蚜 (*Aphis glycinis* Matsumura) 是东北大豆产区的重要害虫, 每年都有发生, 造成大豆不同程度的减产。为了探索大豆蚜种群数量变动规律, 找出既能反映该虫实际发生情况, 又简便省工省时的抽样方法, 为大豆蚜的调查、测报和防治提供理论依据, 我们于1990年对大豆蚜在大豆田中不同发生期、不同发生数量的种群和为害株的空间分布型及抽样技术进行了调查和研究。

1 试验方法

在沈阳农业大学的大豆试验田中, 选择不同生态条件的两块清种大豆田作为调查田块, 每块各选定方形连片的2000株大豆, 从5月23日大豆蚜发生初期开始, 每隔2天逐株调查1次, 6月5日以后当有蚜株率已达75%以上时, 3~7天调查1次, 调查株数为200株, 调查到有蚜株率已达100%, 百株蚜量已超过15000头以上为止。每次调查详细记载有蚜株的株数和蚜虫头数, 然后将上述调查数据按大豆植株在田间的位置标记在坐标纸上, 分别以每5株和每10株为一个样方 (取样单位), 以每次调查的数据为一组, 进行数理统计, 计算出每样方的蚜虫数和有蚜株数, 求出各组的蚜虫密度和有蚜株的平均数 ($\bar{X}$) 以及方差 (S^2)。用扩散型指数和其他有关方法, 测定其空间分布型, 进行抽样技术的研究。

2 结果与分析

2.1 空间分布型

2.1.1 大豆蚜种群空间分布型的测定 将I、II两块豆田有时间序列的每一次调查结果为一组, 分别以每5株和10株为一个样方单位。计算出各组的平均数 ($\bar{X}$) 和方差 (S^2)

收稿日期: 1991-03-20

* 黄章海系植保系87级学生

后, 用扩散型指数 $k[k = \bar{X}^2 / (S^2 - \bar{X})]$ 、 $I (I = S^2 / \bar{X} - 1)$ 、 $Ca (Ca = i/k)$ 、 $\bar{M}^*$ (平均拥挤度 = $\bar{X} + S^2 / \bar{X} - 1$)、以及 $\bar{M}^* / \bar{X}$ 值进行测定, 结果如表1和表2。

表1 大豆蚜种群扩散型指数

(样方: 5株)

调查田块	调查日期	平均蚜量 ($\bar{x}$)	方差 (s^2)	扩散型指数					有蚜株率 (%)
				k	j	Ca	$\bar{m}^*$	$\bar{m}^* / \bar{x}$	
I	05-23	4.36	35.89	0.60	7.23	1.66	11.59	2.66	21.00
	05-24	4.22	54.62	0.35	11.92	2.82	16.15	3.82	16.70
	05-26	7.42	156.63	0.37	20.12	2.71	27.54	3.71	21.90
	05-28	20.06	558.00	0.75	26.81	1.74	46.88	2.34	35.05
	05-30	32.09	1416.86	0.74	43.16	1.34	75.24	2.34	42.15
	06-01	35.15	1711.53	0.74	47.69	1.36	82.84	2.36	47.00
	06-03	73.83	6171.41	0.89	82.55	1.12	156.42	2.12	66.00
	06-05	144.87	22534.72	0.94	154.69	1.07	299.56	2.07	82.55
	06-10	444.39	254416.80	0.78	571.62	1.29	1015.92	2.29	100.00
	06-13	718.73	373755.00	1.38	519.03	0.72	1237.75	1.72	100.00
II	06-18	1761.20	632662.30	4.92	358.22	0.20	2119.42	1.20	100.00
	06-25	1764.68	913003.50	3.42	516.38	0.29	2281.05	1.29	100.00
	05-24	2.13	14.55	0.36	5.85	2.75	7.97	3.75	12.00
	05-26	5.92	65.89	0.41	12.14	2.42	17.15	3.42	19.30
	05-28	11.62	187.66	0.69	16.03	1.46	27.05	2.46	29.25
	05-30	18.93	559.01	0.66	28.54	1.51	47.46	2.51	35.75
	06-01	23.18	908.72	0.61	38.21	1.65	61.39	2.65	42.20
	06-03	44.81	2601.93	0.79	57.05	1.27	101.83	2.27	50.15
	06-05	99.83	18669.02	0.54	186.00	1.86	258.84	2.86	78.00
	06-10	201.65	60469.14	0.67	298.87	1.48	500.52	2.48	100.00
III	06-13	545.89	228648.80	1.31	417.92	0.77	963.72	1.77	100.00
	06-18	989.68	815315.50	1.20	823.83	0.83	1813.51	1.83	100.00
	06-25	784.73	637686.10	0.97	811.62	1.03	1596.35	2.03	100.00

从表1和表2可见, 分别以5株和10株为一个样方单位的I、II两块豆田共46组的调查数据计算表明: $k < 8$ (除表2中I田块6月10日一组调查的结果, $k > 8$, 逼近随机分布外), $I > 0$, $Ca > 0$, $\bar{M}^* / \bar{X} > 1$ 。根据这些指数的测定标准, 均属于聚集分布。 $\bar{M}^*$ 值亦均大于0, 说明存在个体群。上述资料同时还说明, 大豆蚜的种群空间分布型从发生初期至发生高峰期, 从有蚜株率12%至100%, 即不论大豆蚜虫口密度大小和扩散情况如何, 其空间分布格局都呈聚集分布。

再以Iwao (1971, 1972) 提出的用平均拥挤度 ($\bar{M}^*$) 与均数 ($\bar{X}$) 的回归关系和Taylor (1961, 1935, 1976) 提出的用方差 (S^2) 与均数 ($\bar{X}$) 对数值的回归关系进一步检验, 结果是:

以I、II两块豆地的23组数据统计

$$\bar{M}^* = \alpha + \beta \bar{X} = 97.44 + 1.36 \bar{X} \quad (5株)$$

$$r = 0.97$$

$$\bar{M}^* = 99.29 + 1.23 \bar{X} \quad (10株)$$

$$r = 0.99$$

表2 大豆蚜种群扩散型指数

(样方: 10株)

调查田块	调查日期	平均蚜量 ($\bar{x}$)	方差 (s^2)	扩散型指数					有蚜株率 (%)
				k	j	Ca	m	m/ $\bar{x}$	
I	05-23	8.72	72.94	1.19	7.36	0.84	16.08	1.84	21.00
	05-24	8.46	108.42	0.72	11.82	1.39	20.28	2.39	16.70
	05-26	14.83	340.21	0.68	21.94	1.48	36.77	2.48	21.90
	05-28	40.13	1156.83	1.44	27.83	0.69	67.96	1.69	35.05
	05-30	64.18	2861.38	1.47	43.59	0.68	107.67	1.68	42.15
	06-01	70.30	3892.76	1.29	54.38	0.77	124.67	1.77	47.00
	06-03	147.73	15572.49	1.41	104.42	0.71	252.14	1.71	66.00
	06-05	289.75	57772.84	1.46	198.39	0.68	488.14	1.68	82.55
	06-10	888.60	537324.50	1.47	603.69	0.68	1492.29	1.68	100.00
	06-13	1437.45	778291.40	2.66	540.44	0.38	1977.89	1.38	100.00
II	06-18	3522.40	1481649.00	8.39	419.64	0.12	3942.04	1.12	100.00
	06-25	3529.35	2844782.00	4.38	805.04	0.23	4334.39	1.23	100.00
	05-24	4.25	31.67	0.66	6.45	1.52	10.70	2.52	12.00
	05-26	10.03	138.41	0.78	12.80	1.28	22.83	2.28	19.30
	05-28	22.04	381.58	1.35	16.32	0.74	38.35	1.74	29.25
	05-30	37.85	1148.58	1.29	29.35	0.78	67.20	1.78	35.75
	06-01	46.35	1970.99	1.12	41.52	0.90	87.87	1.90	42.20
	06-03	89.63	6655.75	1.22	73.26	0.82	162.89	1.82	50.15
	06-05	199.67	41223.17	0.97	205.46	1.03	405.13	2.03	78.00
	06-10	403.30	135807.80	1.18	342.44	0.85	745.74	1.85	100.00
	06-13	1091.60	459869.20	2.59	420.28	1.39	1511.88	1.39	100.00
	06-18	1979.35	2207924.00	1.78	1114.48	0.56	3093.83	1.56	100.00
	06-25	1569.45	1171778.00	2.10	745.62	0.48	2315.07	1.48	100.00

$$\log S^2 = a + b \log \bar{X} = 0.59 + 1.73 \log \bar{X} \quad (5 \text{株}) \quad r = 0.995$$

$$\log S^2 = 0.37 + 1.75 \log \bar{X} \quad (10 \text{株}) \quad r = 0.996$$

上述结果均为 $\alpha > 0$, $\beta > 1$, $b > 1$, 亦说明大豆蚜种群的空间分布型属聚集分布, 而且在一切密度下都是聚集的, 聚集强度随种群密度的增大而增加。并说明大豆蚜个体间互相吸引, 其分布的基本成份是个体群。

大豆蚜的聚集分布是由于大豆蚜本身行为引起, 还是由于环境条件引起, 用聚集均数(λ)进行判断。

$$(\lambda) = \frac{\bar{X}}{2k} \cdot r$$

r 为具有自由度等于 $2k$ 时的 X^2 分布函数, 即 $r = X^2$ 分布表中自由度等于 $2k$ 与0.5概率值时的对应处的 X^2 值。计算结果, 除II田块5月24日调查的一次项数值外, 其余均为 $(\lambda) > 2$, 说明大豆蚜的聚集是由于大豆蚜本身行为所引起。

2.1.2 大豆蚜有蚜株空间分布型的测定 以5株为一样方单位, 对I、II两块豆地6月10日前调查的14组数据, 用扩散型指数测定有蚜株的空间分布型, 结果如表3。

表3

大豆蚜有蚜株扩散型指数

(样方: 5株)

调查田块	调查日期	平均蚜量 ($\bar{x}$)	方差 (s^2)	扩散型指数				有蚜株率 (%)
				I	Ca	$\bar{m}$	$\bar{m}/\bar{x}$	
I	05-24	0.84	0.81	-0.03	-0.03	0.81	0.96	16.70
	05-26	1.09	1.07	-0.03	-0.02	1.07	0.98	21.90
	05-28	1.75	1.40	-0.20	-0.11	1.55	0.88	35.05
	05-30	2.11	1.54	-0.27	-0.13	1.84	0.87	42.15
	06-01	2.35	1.90	-0.19	-0.08	2.16	0.92	47.00
	06-03	2.51	1.98	-0.21	-0.08	2.30	0.92	66.00
	06-05	4.31	1.16	-0.72	-0.71	3.41	0.83	82.55
	06-10							100.00
II	05-24	0.60	0.63	0.04	0.07	0.64	1.07	12.00
	05-26	0.97	0.98	0.01	0.01	0.98	1.01	19.30
	05-28	1.46	1.30	-0.11	-0.08	1.35	0.92	29.25
	05-30	1.79	1.54	-0.14	-0.08	1.64	0.92	35.75
	06-01	2.11	1.75	-0.17	-0.08	1.94	0.92	42.20
	06-03	2.51	1.98	-0.21	-0.08	2.30	0.92	50.15
	06-05	3.90	1.21	-0.69	-0.18	3.21	0.82	78.00
	06-10							100.00

从表3可见, 除II号田的5月24日和26日两次的调查符合随机分布 ($I=0, Ca=0, \bar{M}/\bar{X}=1$) 外, 其余 $I < Ca < 0, \bar{M}/\bar{X} < 1$, 均符合均匀分布。说明大豆蚜有蚜株的分布型, 在大豆蚜发生初期、有蚜株率较低时, 有的呈均匀分布, 有的呈随机分布。这种现象是否与大豆蚜的有翅蚜从越冬寄主迁入大豆田时的情况有关, 有待于进一步研究。但初期的这种分布格局, 随着有蚜株率的增高而均转变为均匀分布。

再以平均拥挤度 ($\bar{m}$) 与均数 ($\bar{X}$) 的回归关系进一步检验, 结果为:

$$\bar{M} = 0.2126 + 0.7903\bar{X} \quad (5株) \quad r = 0.997$$

$\alpha > 0, \beta < 1$, 亦说明大豆蚜有蚜株的空间分布型属均匀分布。

2.2 抽样技术

2.2.1 几种抽样方法的比较 由于大豆蚜有蚜株的空间分布型是均匀分布。因此, 在调查有蚜株率时, 只要满足一定的抽样数量, 任何一种抽样方法都可用。本试验着重研究分析大豆蚜种群密度调查的抽样方法。

以I田块的8次调查数据进行统计分析, 将每次调查视为一个总体, 统计出各总体大豆蚜总头数, 并求出总体平均单株蚜虫头数。然后以对角线、平行线、“Z”形、棋盘式四种随机取样方法的固定格式在样点图上取样, 每种方法取样12点, 每点20株, 共240株, 记载各样方内的蚜虫数和总样方的蚜虫头数, 最后求出平均单株蚜虫头数, 然后以各总体的平均单株蚜量作为对照, 与各抽样方法所求得平均单株蚜量相比较, 算出它们之间的平均差值和误差率 (如表4), 并将四种抽样方法所得的平均数与总体平均数分别进行成对数据的差异显著性测验 (t测验)。结果是: 从误差率来看, 以对角线抽

样方法的误差率最大, 其余三种抽样方法的误差率最小, 而且误差率值也接近。通过t测验, 也只有对角线抽样方法所得的平均数与总体(对照)平均数差异显著, 而平行线、“Z”形和棋盘式三种抽样方法所得的平均数与总体平均数均无显著差异。因此, 除对角线抽样方法外, 其余三种抽样方法都可用。

表4 不同抽样方法的平均数和误差率

项目	抽样方法	调查日期(月一日)和数值(平均蚜量/株)								合计平均	
		05-23	05-24	05-26	05-28	05-30	06-01	06-03	06-05		
平均数 $\bar{x}$	总体ck	0.878	0.845	1.482	4.009	6.405	7.043	14.77	28.97	64.41	8.051
	对角线	0.875	0.437	0.829	2.650	5.675	6.570	12.75	24.76	54.55	6.820
	平行线	0.912	0.566	1.112	3.679	6.258	7.120	15.83	30.52	66.00	8.250
	“z”型	0.768	0.795	1.558	4.663	7.266	7.150	13.46	36.75	72.38	9.048
	棋盘式	0.716	0.712	1.358	3.637	6.179	6.725	13.60	26.77	59.71	7.463
误差率	对角线	0.003	0.483	0.441	0.339	0.114	0.067	0.137	0.145	1.729	0.216
	平行线	0.039	0.330	0.249	0.082	0.023	0.011	0.072	0.053	0.860	0.108
	“z”型	0.125	0.059	0.051	0.156	0.134	0.015	0.089	0.269	0.899	0.112
	棋盘式	0.185	0.157	0.084	0.093	0.035	0.045	0.079	0.076	0.754	0.094

2.2.2 理论抽样数 根据Iwao (1971) 提出的以平均拥挤度($\bar{m}$)与平均数($\bar{X}$)为参数的理论抽样数公式:

$$n = \frac{t^2}{D^2} \left(\frac{\alpha + 1}{\bar{X}} + \beta - 1 \right)$$

式中t为概率保证, D为允许误差, $\bar{X}$ 为平均密度。

大豆蚜种群密度调查的理论抽样数, 如以5株为一样方, $\alpha = 97.44$, $\beta = 1.36$; 如取 $t = 1$, $D = 0.2$, 则其理论抽样数(n)为:

$$n = \frac{1^2}{0.2^2} \left(\frac{97.44 + 1}{\bar{X}} + 1.36 - 1 \right) = 2461/\bar{X} + 9$$

用上式可算出大豆蚜在不同虫口密度下的理论抽样数(如表5)。从表5中可以看出, 随着大豆蚜平均密度的增高, 抽样数趋于减少。

表5 大豆蚜种群密度调查理论抽样数

$\bar{x}$ (蚜量/5株)	5	10	50	100	500	1000	10000
n (抽样数)	501.2	255.1	58.2	33.6	13.9	11.5	9.2

大豆蚜有蚜株调查的理论抽样数, 以5株为一样方, $\alpha = 0.2126$, $\beta = 0.7903$; 如取 $t = 2$, $D = 0.2$, 则其理论抽样数(n)为:

$$n = \frac{2^2}{0.2^2} \left(\frac{0.2126 + 1}{\bar{X}} + 0.7903 - 1 \right) = 121.26/\bar{X} - 20.97$$

用上式算出的大豆蚜有蚜株率调查的理论抽样数见表6。

表6 大豆蚜有蚜株调查理论抽样数

$\bar{x}$ (有蚜株/5株)	0.5	1	2	3	4
n (抽样数)	221.5	100.3	39.7	19.5	9.3

表6说明: 当有蚜株率为40%时, 要抽取40个样方 (每样方含5株), 而有蚜株率达80%时, 抽取10个样方即可。

2.2.3 序贯抽样 根据Iwao (1975) 以平均拥挤度 (m) 与平均数 ($\bar{X}$) 线性回归关系提出的序贯抽样公式:

$$To'(N) = Nmo + t\sqrt{N[(\alpha + 1)mo + (\beta - 1)mo^2]}$$

$$To''(N) = Nmo - t\sqrt{N[(\alpha + 1)mo + (\beta - 1)mo^2]}$$

根据上述公式, 大豆蚜种群密度调查和有蚜株率调查的序贯抽样如下:

大豆蚜种群密度调查的序贯抽样, 已知以5株为一样方的 $\alpha = 97.44$, $\beta = 1.36$; 取 $t = 1$, 设 $Mo = 500$ 头/5株 = 100 头/株 (防治指标), 则:

$$To(N) = 500N \pm 373.12\sqrt{N}$$

对上式如给予不同的抽样数, 就可算得 $To'(N)$ 即上限值和 $To''(N)$ 即下限值 (如表7和图1)。

表7 大豆蚜种群密度序贯抽样值

N	$To'(N)$	$To''(N)$
10	6179.9	3820.1
15	8945.1	6054.9
20	11668.6	8331.4
25	14365.6	10634.4
30	17043.7	12956.3
35	19707.4	15292.6
40	22359.8	17640.2

$mo = 100$ 头/株

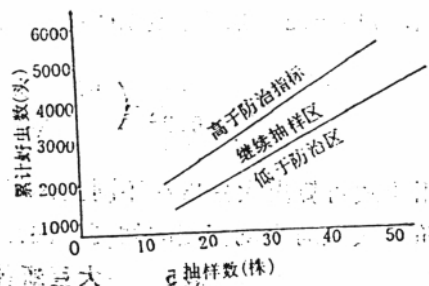


图1 大豆蚜种群密度的序贯抽样

大豆蚜有蚜株率调查的序贯抽样, 已知以5株为一样方的 $\alpha = 0.2126$, $\beta = 0.7903$, 取 $t = 1$, 设 $mo = 70\%$ (防治指标), 则:

$$To(N) = 3.5N \pm 1.29\sqrt{N}$$

对上式如给不同的抽样数, 就可算得 $To'(N)$ 即上限值和 $To''(N)$ 即下限值 (见表8和图2)。

表8 大豆蚜有蚜株率序贯抽样表

N	To'(N)	To''(N)
10	39.1	30.9
20	75.8	64.2
30	112.1	97.9
40	148.2	131.8
50	184.1	165.9

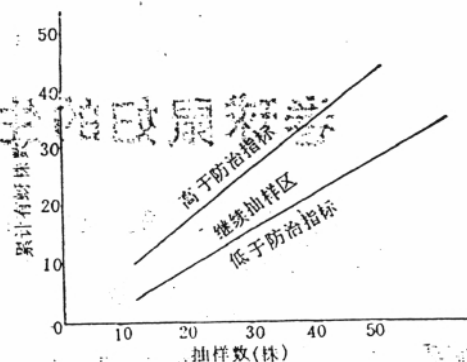
(m₀=0.7)

图2 大豆蚜有蚜株率的序贯抽样

参考文献

- 1 李典谟. 昆虫知识, 1965; 9: 310—317
- 2 丁岩钦. 昆虫学报, 1978; 21(3): 243—258
- 3 南京农学院主编. 昆虫生态及预测预报. 北京: 农业出版社, 1985
- 4 徐汝梅. 昆虫种群生态学. 北京: 北京师范大学出版社, 1985

Studies on the Spatial Distribution Pattern and Sampling Technique of Soybean-aphid

Huang Feng Ding Xiuyun Wang Xiaoqi Huang Zhanghai

(Department of Plant Protection, Shenyang Agricultural University)

Abstract

The result shows that the spatial distribution pattern of soybean aphid population is aggregate under certain densities. The basic elements of distribution are individual colony. The soybean plants infested by aphids is uniformly or randomly distributed when the infesting rate is low but the uniform distribution prevails with the increasing of the rate of infesting. The sampling methods, such as parallel, chessboard and "Z" pattern, may all be used in the investigation of population density of soybean-aphid. The formulae of theoretical sampling number of soybean-aphid population density and infested plant rate investigation are $N = 2461\sqrt{\bar{X}} + 9$, $N = 121.26\sqrt{\bar{X}} - 20.97$ respectively while their sequential sampling formulae are $To(N) = 500N \pm 373.12\sqrt{N}$, $To(N) = 3.5N \pm 1.29\sqrt{N}$.

Key words soybean aphid; average infestation rate; distribution pattern; sampling technique