

玉米螟一代卵块在春玉米田 垂直分布规律的探讨*

金瑞华

张家娴

李淑霞

(北京农业大学植保系)

(北京市大兴县农科所)

(山东海洋学院数学系)

摘 要

本文对玉米螟一代卵块在春玉米田垂直分布规律进行了探讨, 并为制定其合理的田间抽样方法提供了进一步的依据。

一代螟卵块在春玉米田中的垂直分布同水平分布一样, 也基本属于聚集分布(主要为嵌纹分布, 适合于负二项概率分布型), 分布的基本成分为卵块群(个体群)。在整个一代螟卵期内, 卵块主要聚集分布于玉米心叶下展开叶的第一至第五叶片层上(占总卵块数的 $96.6\% \pm 2.5\%$), 尤其分布于第二至第四叶片层上(占 $78.6\% \pm 3.7\%$)。并且这一分配规律不受观测时间和玉米植株生长发育的影响, 适合于以下的二次趋势面方程:

$$P_{hi} = 0.21500 + 0.02090h - 0.00776h^2$$

本文提供了第二至第四3片展开叶上卵块量的区间估计值(76.89%, 80.31%)(95%置信度)。并建议在春玉米田调查一代螟卵块量时, 只需检查此3片叶上的卵块数, 便可以根据上述估计值, 进一步推算出全田总卵块量的范围。这样可以节省2/3左右的田间调查工作量。

玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guerée) 是我国重要经济害虫。玉米螟自然种群在其栖境中的实际分布是存在于立体空间上的(多维空间分布), 因此深入研究其立体空间分布规律, 在理论上和实践上都具有更重要的意义。

作者等已在《玉米螟分布型及其应用的研究 I、II、III》中, 分别讨论了玉米螟一、二、三代卵块在春玉米、二套玉米及夏玉米上的田间分布型(二维空间的分布形式)。本文试对一代螟卵块在春玉米田中垂直分布规律进行探讨, 以利于进一步揭示玉米螟自然种群的生物学和生态学方面的特性, 并为制定合理的田间抽样方案提供进一步的依据。

一、调查方法

1980和1981两年于玉米螟一代卵期, 在北京市大兴县大辛庄公社一共调查了3个玉米品种27块春玉米田。其中9块田(3品种)是进行系统定期调查, 从1981年6月1—2日至6月29—30日止, 共调查9次; 每块田连片调查2,000株, 逐株编号检查; 调查时每株从心叶开始

*本文得到管致和教授、卢宗海教授、刘来福副教授、何仲铎高级农艺师、陈敦隆副教授等同志的热情帮助; 北京农业大学1977届同学何国炼、颜范悦、郭永平三位同志参加部分调查工作; 胜利油田吴建伟, 山东海洋学院陈晓明和季林, 1977届同学李陵墅四位同志参加部分计算工作, 在此一并致谢。

由上至下记载每一叶片上的卵块数(叶片编号:未展开的心叶统编为0号,心叶下第一片展开叶编为1号,……余类推;抽雄穗后,最上面的叶编为1号,其下依次编为2号、3号……);凡前次调查的卵块进行标记,下次不再记载。另18块田(2品种)是在卵盛期进行单次调查;1980年为1品种3块田,每块田连片调查2,100株(其中一块田为2,050株);1981年为1品种15块田(同一天调查),每块田连片调查1,000株;每株仍按上述叶片层次进行编号,逐株逐叶记载上面的卵块数。

二、统计分析

玉米田中的每一株玉米是玉米螟成虫产卵的天然生境单位,株上的叶片则是产卵的基本生境单位。玉米螟越冬代蛾产卵在春玉米心叶期对株高有明显的选择性,然而对于同株不同高度的叶片有无产卵选择性?在同一块田中不同叶片层上一代螟卵块数的分配及其分布型有无差异?这种差异随着玉米植株的生长发育(株高伸长、叶片增多)有无变化?下面将对这些问题逐一分析讨论。

1. 不同叶片层上一代螟卵块空间分布型的变化规律

以 h_i 表示同一块田中的不同叶片层($i=0,1,2,\dots,10$),则心叶层记作 h_0 ,第一叶片层记作 h_1 ,第二叶片层记作 h_2 ,……余类推。在18块单次调查田中,每块田存在10层左右的叶片,有的田块少数植株可达13层左右的叶片。

根据概率分布型的拟合测验(χ^2 检验)及 v/m 、 m/m^* 等聚集性指标的测定,此18块田中各叶片层上卵块的空间分布型变化情况见表1。

表1 18块田中不同叶片层(h_i)上卵块空间分布型的变化

空间分布型	h_0		h_1		h_2		h_3		h_4		h_5		h_6		h_7		h_8	
	田块数	比例(%)	田块数	比例(%)	田块数	比例(%)	田块数	比例(%)	田块数	比例(%)	田块数	比例(%)	田块数	比例(%)	田块数	比例(%)	田块数	比例(%)
随机(或均匀)分布	10	55.56	7	38.89	0	0	1	5.56	1	5.56	5	27.78	15	83.33	9	50.00	3	16.67
聚集分布	0	0	11	61.11	18	100	17	94.44	17	94.44	13	72.22	3	16.67	1	5.56	0	0
备 注	有8块田(占44.44%)心叶层上无卵块														有8块田(占44.44%) h_7 上无卵块		有15块田(占83.33%) h_8 上无卵块	

从上表可以看出,不同叶片层上卵块的空间分布型是有差异的。在18块田中,心叶层(h_0)上只有55.56%的田块具有卵块,其分布形式都属于随机(或均匀)分布;第一叶片层上有38.89%的田块属于随机(或均匀)分布,61.11%的田块属于聚集分布;第二叶片层上全部田块属于聚集分布;第三叶片层及第四叶片层都有94.44%的田块属于聚集分布,都只有5.56%的田块属于随机(或均匀)分布;第五叶片层上有72.22%的田块属于聚集分布,有27.78%的田块属于随机(或均匀)分布;第六叶片层上有83.33%的田块属于随机(或均匀)分布,只有16.67%的田块属于聚集分布;第七叶片层上也只有55.56%的田块有卵块,其中有50.00%的田块属于随机(或均匀)分布,仅有5.56%的田块属于聚集分布,此层与

心叶层情况相似;第八叶片层上只有16.67%的田块有卵块,都属于随机(或均匀)分布;第九层以上各叶片层上都未见有卵块。

上述情况简单讲,第一至第五叶片层上,多数田块属于聚集分布,尤其第二至第四叶片层上绝大多数田块(90%以上)属于聚集分布;心叶层和第六至第八叶片层上多数田块属于随机(或均匀)分布;第九层以上各叶片层上基本不着卵。这种现象与卵块数在各叶片层上的分配比例是一致的(下面将讨论)。

若将每块田的各叶片层综合起来进行测定(以叶片为抽样单位),则此18块田的空间分布型(即分布形式)都属于聚集分布,其中17块田属于嵌纹分布(χ^2 测验符合于负二项分布),1块田属于不等核心分布(χ^2 测验符合于波松-二项分布)。此18块田的124叶片层的Iwao方程式为:

$$m_{124}^* = 0.0933 + 5.4915m_{124} \quad (\text{在}\alpha=0.01\text{水平上呈显著})$$

说明卵块在以叶片为样方下的分布形式为聚集分布($\beta = 5.4915 > 1$),其分布的基本成分为卵块群($\alpha = 0.0933 > 0$)。

上述分析说明,一代螟卵块在春玉米田中的垂直分布也是属于聚集分布(基本上为嵌纹分布),卵块主要聚集分布于第一至第五叶片层上,尤其分布于第二至第四叶片层上。

2. 在卵盛期不同叶片层上卵块数的分配规律

以 P_h 表示同一块田中第 h 叶片层上的卵块数(n_h),占该田总卵块数(N)的比例,则有:

$$P_h = n_h / N$$

根据18块田中 P_h 值,统计得表2资料。

表2 18块田中卵块数在各叶片层上的分配比例(P_h)

P_h	$\bar{P}_h$	$P_h \min$	$P_h \max$	σ_h
h_1	0.100	0.031	0.190	0.043
h_2	0.257	0.140	0.460	0.081
h_3	0.317	0.220	0.420	0.053
h_4	0.212	0.100	0.310	0.053
h_5	0.080	0.030	0.138	0.035
h_6	0.029	0.024	0.072	0.021
其它层合计	0.005			
Σ	1.000			

按上表资料,由于 N 很大,故 P_h 近似正态分布,因此 $\hat{P}_h$ 的区间估计公式为:

$$\bar{P}_h \pm u_{\alpha} \frac{\sigma_h}{\sqrt{n}}$$

(当 $u_{\alpha} = u_{0.05}$ 时为1.96)

由此可以进行各叶片层 $\hat{P}_h$ 的区间估计。

当取95%置信度时,各叶片层的区间估计为:

$$\hat{P}_1 [0.0801, 0.1199]$$

$$\hat{P}_2 [0.2196, 0.2944]$$

$$\hat{P}_3 [0.2925, 0.3415]$$

$$\hat{P}_4 [0.1875, 0.2365]$$

$$\hat{P}_5 [0.0638, 0.0962]$$

$$\hat{P}_6 [0.0193, 0.0387]$$

若以 P_{234} 表示每块田的第二至第四3个叶片层上卵块量占该田总卵块量的比例, 据18块田的统计资料得出:

$$\min P_{234} = 0.7300, \max P_{234} = 0.8600, \bar{P}_{234} = 0.7860, \sigma_{234} = 0.0370$$

则 $\hat{P}_{234}$ 的95%置信度的区间估计为:

$$[0.7689, 0.8031]$$

这说明有76.89—80.31%的卵块数集中分布在第二至第四叶片层上。因此在田间调查时, 只需调查心叶下第二、三、四3个展开叶, 便可以按上述区间估计值进一步计算出全田的总卵块量范围。

为了检验不同田块、不同叶片层对卵块数分配的影响, 我们以1981年在同一地区内、同一品种、同一播期下、同一天调查的15块田的资料(每块田连片调查1,000株), 进行统计分析如下。

据此15块田的统计资料得出:

卵块密度(卵块/株)为:

$$\min X = 0.0950, \max X = 0.3060, \bar{X} = 0.1962, \sigma = 0.0558;$$

第二、三、四3个叶片层上卵块量占该田总卵块量的比例(P_{234})为:

$\min P_{234} = 0.7000, \max P_{234} = 0.8495, \bar{P}_{234} = 0.7810, \sigma_{234} = 0.0400$, 其95%置信度的区间估计为 $[0.7608, 0.8012]$ 。

由此可以看出, 不同田块内的卵块数不同; 不同叶片层上的卵块数也不同, 但卵块数在各叶片层上的分配规律却基本一致(都主要集中分配在第二至第四叶片层上), 不受田块的影响(说明田块与叶片层之间无交互效应)。

因此可以进行方差分析如表3(数据经过 $\log(x+1)$ 代换)。

表 3 15块田不同叶片层卵块数分配的方差分析

变 异 来 源	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	显 著 性
层	6	28.1325	4.6888	136.0240	2.206	3.030	极显著 (***)
田 块	14	2.0265	0.1448	4.1993	1.814	2.308	极显著 (**)
误 差	84	2.8956	0.0345				
总 变 异	104	33.0546					

注: 此表乃根据15块田的总体值进行分析。

表3说明不同田块对卵块数分配的影响极显著(表现为不同田块内的落卵量明显不同), 而不同叶片层对其影响更为显著(表现为不同叶片层上的落卵量也明显不同)。换句话说,

不同田块、尤其不同叶片层上卵块数的分配差异是客观存在的, 其表现的规律性是可靠的。

3. 在不同卵期各叶片层上卵块数的分配规律

上面讨论的是在卵盛期中对一次调查资料的分析, 从中得出卵块数主要分配在第二、三、四 3 层叶片上 (即基本聚集分布于此 3 层上)。那么在卵的始期、末期, 以及盛期中的不同阶段, 是否也符合这一规律? 也就是说, 在整个卵期的各个阶段是否也符合这一规律?

根据 1981 年 3 品种 9 块田的 9 次定期系统调查整体资料, 按每个叶片层 (取 6 层) 分别讨论观测时间对卵块数分配的影响。

以 P_{ht} ($h=1, 2, \dots, 6; t=1, 2, 3, \dots, 9$) 表示同一块田中第 t 次观测时在第 h 叶片层上的卵块量占该田该次观测中总卵块量的比例。于是可以将 9 次观测中 9 块田的每一叶片层上的 P_{ht} 列成如表 4 资料 (以第三叶片层为例)。

表 4 9 块田 9 次观测中第三叶片层上卵块量所占比例 (P_{3t})

田块号 \ t	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1*	0.45	0.23	0.26	0.29	0.21	0.15	0	0.08	0.29
2*	0.41	0.26	0.28	0.27	0.35	0.18	0.26	0.27	0
3*	0.44	0.31	0.21	0.21	0.27	0.30	0.12	0.20	0.22
4*	0.45	0.16	0.20	0.28	0.28	0.44	0.17	0	0.50
5*	0.30	0.29	0.18	0.26	0.26	0.25	0	0.67	1.00
6*	0.14	0.16	0.10	0.11	0.27	0.33	0.36	0.17	0.50
7*	0.57	0.22	0.36	0.30	0.24	0.26	0.38	0	0.20
8*	0	0.34	0.26	0.21	0.25	0.25	0.21	0.13	0.57
9*	0.14	0.39	0.16	0.21	0.30	0.26	0.11	0.14	0
一代卵期	始见期	始盛期	高峰期	盛末期	终见期				

为了检验观测时间 t 对 P_{ht} 的影响, 分别对各叶片层在 9 次观测中 (每次观测 9 块田) P_{ht} 进行方差分析, 结果如表 5—7。

表 5 第一叶片层 P_{1t} 方差分析

变异来源	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	显著性
观测间	8	4097.950	512.244	3.101	2.066	2.764	极显著 (**)
观测内	72	11893.333	165.185				
总变异	80	15991.283					

表 6 第三叶片层 P_{3t} 方差分析

变异来源	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	显著性
观测间	8	2610.395	326.299	1.333	2.066	2.764	不显著
观测内	72	17622.889	244.762				
总变异	80	20233.284					

表 7

第六叶片层 P_{6t} 方差分析

变异来源	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	显著性
观测间	8	323.580	40.448	1.532	2.066	2.764	不显著
观测内	72	1900.220	26.392				
总变异	80	2223.80					

同法测得第二叶片层的 $F = 0.954$ ；第四叶片层的 $F = 1.250$ ；第五叶片层的 $F = 1.614$ ；差异都不显著。

从上面各叶片层的 F 值可以看出，仅第一叶片层的 F 值为极显著，其余都不显著。这表明除第一叶片层外，第二至第六叶片层的 P_{6t} 受观察时间 t 的影响不显著。也就是说，在整个卵期内（从卵的始见期—盛发期—终见期），卵块数在第二至第六叶片层上的分配规律是一致的，并不受玉米株高和叶片数的增长而改变。

这一结果告诉我们，可以在整个一代螟卵期内重点检查第二至第六叶片层上的卵块数，不会受到玉米植株生长发育的影响（当然前面提到的，是重点调查第二至第四叶片层上的卵块数，也是如此）。

为了进一步分析第一叶片层上 P_{1t} 受观测时间的哪几次影响，对这层再进行 q 测验，并作 9 次观测间的 $|\bar{P}_{1i} - \bar{P}_{1j}|$ ($i, j = 1, 2, \dots, 9; i \geq j$) 多重比较。结果见表 8。

表 8

第一叶片层 9 次观测间的多重比较 (q 测验)

$ \bar{P}_{1i} - \bar{P}_{1j} $ $\bar{P}_{1i}$	$\bar{P}_{11}$	$\bar{P}_{12}$	$\bar{P}_{13}$	$\bar{P}_{14}$	$\bar{P}_{15}$	$\bar{P}_{16}$	$\bar{P}_{17}$	$\bar{P}_{18}$	$\bar{P}_{19}$
$\bar{P}_{11}$	0								
$\bar{P}_{12}$	0.1811	0							
$\bar{P}_{13}$	0.2078*	0.02670	0						
$\bar{P}_{14}$	0.1822	0.0011	0.0256	0					
$\bar{P}_{15}$	0.1111	0.0700	0.0967	0.0711	0				
$\bar{P}_{16}$	0.1022	0.0789	0.1056	0.0800	0.0089	0			
$\bar{P}_{17}$	0.1189	0.0622	0.0889	0.0633	0.0078	0.0167	0		
$\bar{P}_{18}$	0.0667	0.1144	0.1411	0.1789	0.0444	0.0356	0.0522	0	
$\bar{P}_{19}$	0.0022	0.1789	0.2056*	0.1800	0.1089	0.1000	0.1167	0.0645	0

$LSR_{0.05} = 0.1967$

由上表可以看出，只有第一次观测（卵始期）与第三次观测（卵高峰期）之间，以及第三次观测（卵高峰期）与第九次观测（卵末期）之间才有显著差异，其余各次观测之间（卵的始盛期—高峰期—盛末期）都无差异。这是由于在卵的始期及末期全田卵量很少，且集中分布在第二至第六叶片层上，第一叶片层上卵量极少。到了卵的盛期，由于卵量增多，第一

叶片层上的卵量也增加,因而在卵盛期的各次观测中,第一至第六叶片层上的 P_{hi} 就无差异了。这就说明,在卵盛期的任何一次观测中,卵块数的分配规律是一致的,不受观测时期的影响。

由于玉米在整个卵期是在不断地生长发育,株高不断增长,心叶不断抽出,叶片层序在不断改变,而且各层叶片离地面的高度也在不断改变。可是一代螟卵块数在这一时期内的分配规律确是不变的。这一结果不仅为田间抽样技术提供了可靠的依据,也为进一步研究玉米螟自然种群的生物学和生态学特性提供了有意义的信息。

对于不同卵期各叶片层上卵块数的分配规律,我们还作了 P_{hi} 的二次趋势面分析,得到二次趋势面的方程如下:

$$P_{hi} = 0.21500 + 0.0209h - 0.00779h^2$$

上述方程说明,与 t 有关的系数同零无显著性差异;方程的拟合优度为 66%。在以 t 、 h 、 P_{hi} 为轴心的三维坐标系中(图 1),该方程表示为一个母线平行于 t 轴的柱面, P_{hi} 不随时间 t 而变化。这与上述的不同观测时间(t)对卵块数的分配比例(P_{hi})的影响不显著的结论是一致的。

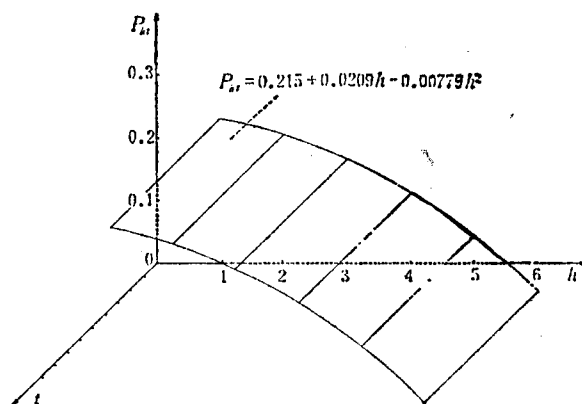


图 1 P_{hi} 二次趋势面图

三、结论与建议

1. 通过对 1980、1981 两年 18 块春玉米田在玉米螟一代卵盛期单次调查整体资料的统计分析,说明:

1) 一代螟卵块在春玉米田中的垂直分布同水平分布一样,也基本属于聚集分布(主要为嵌纹分布,适合于负二项概率分布型);分布的基本成分为卵块群,并且主要聚集分布于第一至第五叶片层上(此 5 层上各有 60% 以上的田块属于聚集分布),尤其分布于第二至第四叶片层上(此 3 层上各有 90% 以上的田块属于聚集分布)。

2) 在一代螟卵盛期卵块数主要集中分配在第一至第五叶片层上(占总卵块数的 $96.6\% \pm 2.5\%$),尤其集中分配在第二至第四叶片层上(占 $78.6\% \pm 3.7\%$),其余各种叶片层的卵块数很少(仅占 3.4% 左右),且第九层以上各叶片层尚未见有卵块。

2. 通过对1981年9块春玉米田9次定期系统调查整体资料的统计分析,说明:

(1) 在整个一代螟卵期内,卵块数在第二至第六叶片层上的分配规律是一致的,不受观测时间和玉米植株生长发育的影响。

(2) 在整个卵盛期内,卵块数在各叶片层上的分配规律是一致的,不受观测时间和玉米植株生长发育的影响。

(3) 鉴于上述结果,建议在春玉米田调查一代玉米螟卵块量时,只需检查心叶下第二、三、四3片展开叶上的卵块数,便可以根据本文提供的区间估计值(76.89%, 80.31%),进一步推算出95%置信度的全田总卵块量的范围。这样可以节省2/3左右的田间调查工作量。

参 考 文 献

- 丁岩钦、李典谟、陈玉平 1978 东亚飞蝗分布型的研究及其应用。昆虫学报21(3):243—250。
- 丁岩钦 1980 昆虫种群数学生态学原理与应用。科学出版社。
- 吴维均、严毓骅、蔡宁华 1965 玉米心叶期玉米螟卵块的分布型及其在实践上的应用。昆虫学报14(6):515—522。
- 金瑞华、张家炯 1982 试论昆虫种群调查中的抽样方法。北京农业大学学报8(4):11—28。
- 张家炯、金瑞华、管致和、卢宗海 1983 玉米螟分布型及其应用的研究Ⅱ.二代螟卵块在二套玉米上的田间分布型。北京农业大学学报9(3):35—44。
- 徐汝梅、李兆华、李祖荫、刘来福 1980 温室白粉虱成虫空间分布型的研究。昆虫学报23(3):265—275。
- 管致和、金瑞华、卢宗海、张家炯 1981 玉米螟分布型及其应用的研究Ⅰ.一代螟卵块在春玉米上的田间分布型。北京农业大学学报7(4):1—12。
- Chiang, H.C. and A.C. Hodson 1959 Distribution of the first generation egg masses of the European corn borer in corn field. *J. econ. Ent.* 52(2):295—299.
- Iwao, S. 1972 Application of the $m-m$ method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size. *Ibid.* 14(1):97—128.
- Mood, A. M. and F.A. Graybill 1963 Introduction to the theory of statistics. McGRAW HILL.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie 1960 Principles and procedures of statistics. McGRAW-HILL.
- Walpole, R. E. and R. H. Meyers 1978 Probability and statistics for engineers and scientists. 2nd. ed. Macmillan.

A PRELIMINARY STUDY ON THE VERTICAL DISTRIBUTION OF THE FIRST GENERATION EGG MASSES OF ASIAN CORN BORER IN SPRING CORN FIELDS

Jin Ruihua

(Beijing Agricultural University)

Zhang Jiaxian

(Institute of Agricultural Sciences of Daxing County, Beijing)

Li Shuxia

(Shandong College of Oceanology)

The paper deals with the vertical distribution of the first generation egg ma-

sses of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée), in the spring corn fields.

The vertical distribution of the first generation egg masses in the spring corn fields fundamentally belongs to an aggregated distribution pattern (mainly mosaic distribution pattern) just as the horizontal distribution. The first generation egg masses of the corn borers are distributed mainly over the range between the 1st leaf and the 5th leaf beneath the heart leaves at the top of the corn ($96.6\% \pm 2.5\%$ of total egg masses), especially between the 2nd leaf and the 4th leaf ($78.6\% \pm 3.7\%$). The distribution pattern fits into the quadratic trend surface with the equation as follows:

$$P_{h_1} = 0.21500 + 0.02090h - 0.00779h^2$$

An estimation of the confidence interval of the number of egg masses between the 2nd leaf and the 4th leaf is 76.89% and 80.31% (95% confidential degree). It is suggested that we only need to examine the first generation egg masses from the 2nd, 3rd and 4th leaves and to make an inference for the range of total egg masses of the whole field, and as such, about 2/3 of the working load could be saved.