

棉铃虫卵和龟纹瓢虫、中华草蛉分布格局的关系研究^{*}

陆永跃^{* *} 尹楚道 (安徽农业大学植保系, 合肥 230036)

【摘要】 通过田间调查, 研究了棉铃虫卵和龟纹瓢虫、中华草蛉空间分布的关系. 研究表明, 棉铃虫卵和龟纹瓢虫、中华草蛉在棉株垂直各层上的数量间相关系数 6 月分别为 0.5696、0.8620, 7 月为 0.8300、0.9282, 8 月为 0.9083、0.8201, 除 6 月龟纹瓢虫外, 其余皆达显著或极显著水平; 垂直格局上棉铃虫卵和龟纹瓢虫扩散系数和久野指数间相关系数分别为 0.8211、0.7791, 皆达极显著水平; 水平格局上棉铃虫卵和中华草蛉扩散系数和久野指数间相关系数分别为 0.7925、0.5228, 分别达极显著和显著水平.

关键词 棉铃虫 龟纹瓢虫 中华草蛉 空间分布

Relationships among spatial patterns of *Chrysopa sinica*, *Propylaea japonica* and *Helicoverpa armigera*. Lu Yongyue and Yin Chudao (Department of Plant Protection, Anhui Agricultural University, Hefei 230036). -Chin. J. Appl. Ecol., 1999, 10(6): 707~ 709.

Relationships among the spatial distribution patterns of *Helicoverpa armigera*, and its natural enemies *Propylaea japonica* and *Chrysopa sinica* were studied through field investigation. The result showed that the correlation coefficients of quantity in vertical distribution between *H. armigera* and *P. japonica*, and *H. armigera* and *C. sinica* were 0.5696 and 0.8620 in June, 0.8300 and 0.9282 in July, and 0.9083 and 0.8201 in August, with all significant differences except for *P. japonica* in June. The correlation coefficients of spreading coefficient and Kuno index were 0.8211 and 0.7791 between *H. armigera* and *P. japonica* in vertical patterns, and 0.7925 and 0.5228 between *H. armigera* and *C. sinica* in horizontal patterns.

Key words *Helicoverpa armigera*, *Propylaea japonica*, *Chrysopa sinica*, Spatial distribution.

1 引言

天敌是控制棉铃虫发生的重要生物因子. 赵敬钊^[8]报道了棉田草蛉发生规律. 李代芹^[2]、张英健^[7]、戴小枫^[13]、文绍贵^[1]、崔素贞^[10]等分别研究了棉田天敌的主要类群和发生动态, 并就天敌对害虫的控制作用进行了探讨. 赵敬钊^[9]、戴小枫^[12]、崔素贞^[11]分别研究了三突花蛛、叶色草蛉、龟纹瓢虫对棉铃虫的捕食功能. 李超^[3, 4]建立了草间小黑蛛对棉铃虫控制作用的模拟模型. 以往研究大部分侧重于天敌和棉铃虫种群的数量方面, 很少注意到在三维空间中水平分布及垂直分布上它们的关系. 邹运鼎等^[5]研究了棉蚜与主要天敌分布格局, 指出天敌不仅在数量、时间上对害虫有跟随作用, 在空间上也明显相关. 本文从水平及垂直空间两方面分析了棉田主要天敌龟纹瓢虫、中华草蛉和棉铃虫之间的关系, 为更全面研究天敌与害虫关系及评价天敌的作用提供參考.

2 研究方法

2.1 空间分布调查

2.1.1 在棉株垂直方向上的数量分布 在淮北棉区不施用化学农药的春棉田, 平行跳跃法调查. 每次调查每田取样 100 株, 合计 300 株. 调查时间 2 代 6 月 16~ 24 日, 3 天 1 次; 3 代 7 月

14~ 26 日, 2 天 1 次; 4 代 8 月 18~ 28 日, 2~ 3 天 1 次. 每次调查记录果枝台数, 以及不同台次果枝上落卵量和天敌量.

2.1.2 在棉株上的垂直空间格局 以所调查的棉株各果枝层为取样单位, 运用空间格局指数对所得棉铃虫卵和天敌的数据进行聚集度测定. 各种空间格局指数计算公式参见文献[6].

2.2 水平分布格局调查

在淮北棉区萧县进行此项调查. 在不施用化学农药的春棉田, 采用平行跳跃调查法, 每点 50 株. 每次调查棉株总数在 400 株以上, 分株记录棉铃虫落卵量. 调查时间 2 代 6 月 11~ 26 日, 3 天 1 次; 3 代 7 月 13~ 25 日, 2 天 1 次; 4 代 8 月 11~ 27 日, 3 天 1 次. 天敌以龟纹瓢虫成、幼虫和中华草蛉幼虫为调查对象. 在调查棉铃虫卵的同时分株记录天敌量.

3 结果与分析

3.1 数量分布关系

由表 1 可看出, 棉铃虫卵和龟纹瓢虫、中华草蛉在棉株的垂直方向上分布都是以顶心和上层果枝为主, 6 月更集中于顶部, 7、8 月趋于分散. 两种天敌在棉株各层的分布数量与棉铃虫卵的分布数量间相关性很大, 除 6 月中华草蛉外, 其他月份两者都与棉铃虫卵达到显著或极显著相关. 棉铃虫卵和龟纹瓢虫、中华草蛉较

^{*} 安徽省科委“九五”科技攻关项目(9611008)研究内容之一.

^{* *} 通讯联系人. 现在华南农业大学昆虫生态研究室.

1998- 04- 27 收稿, 1999- 09- 03 接受.

表 1 淮北棉区龟纹瓢虫、中华草蛉和棉铃虫卵在棉株上数量垂直分布
Table 1 Vertical distributions of *Propylaea japonica*, *Chrysopa sinica* and *Helicoverpa armigera* at different layers of cotton plants in Huaibei cotton area

月份 Month		顶+ 倒 1 The top and the last	倒 2 The twelfth	倒 3 The eleventh	倒 4 The tenth	倒 5 The ninth	倒 6 The eighth	倒 7 The seventh	倒 8 The sixth	倒 9 The fifth	倒 10 The forth	倒 11 The third	倒 12 The second	倒 13 The first	相关系数(r) Coefficient (r)
6	棉铃虫 ¹⁾	1122	82	144	92	74	65	30	7						
	中华草蛉 ²⁾	92	84	68	68	36	12	8	4						0.5696
	龟纹瓢虫 ³⁾	162	60	94	76	28	23	22	8						0.8620*
7	棉铃虫	158	104	77	59	48	50	43	20	15	23	2	2	1	
	中华草蛉	34	41	41	37	29	18	13	11	6	6	2	0	0	0.8300**
	龟纹瓢虫	90	69	72	60	54	36	27	21	9	6	0	0	0	0.9282**
8	棉铃虫	167	116	96	62	39	25	20	19	8	6	3	8	0	
	中华草蛉	96	90	80	69	50	58	36	28	18	8	16	2	0	0.9083**
	龟纹瓢虫	60	60	48	51	36	36	27	24	18	9	6	6	0	0.8201**

1) *Helicoverpa armigera*, 2) *Chrysopa sinica*, 3) *Propylaea japonica*. * P< 0.05, ** P< 0.01.

集中于棉株的上层, 这更有利于两种天敌对棉铃虫的捕食控制. 随着棉花生育期的不同棉田生境发生改变, 害虫和天敌在垂直方向上数量分布也发生改变, 或者说由于棉株长大, 可供棉铃虫取食的部位——嫩叶、芯及蕾铃变分散, 促使棉铃虫卵分布发生改变, 天敌追踪猎物的生境, 从而引起天敌分布的改变.

3.2 垂直空间格局间的关系

从垂直分布格局考察主要天敌与棉铃虫间在垂直空间上是否相关. 以每次取样所得各层上的天敌和棉铃虫卵的数量作样本, 求出垂直分布格局各聚集度指标值, 并检验天敌与棉铃虫聚集度指标值的相关性(表 2). 由表 2 可看出, 垂直空间上棉铃虫卵在各种密度下的 $C_A > 0$, $C > 1$, 均符合聚集分布. 各指标值随着垂直各层卵平均数的变化而变化. 从各指标值来看, 都是 2 代时聚集度最大, 3、4 代时较小, 即卵在植株垂直空间上的分布 2 代最为聚集, 3 代、4 代较为分散, 而且 2 代时植株垂直方向上的个体群内个体间结合较为紧密, 3 代、4 代时个体间结合较为疏松. 这可能是由于 2 代时棉花处于现蕾初期, 顶芯及邻近几枝幼嫩, 棉铃虫卵更多聚集于此, 3、4 代时棉株高大, 嫩叶、嫩芯和蕾铃分

布分散, 促使棉铃虫卵分布趋于分散, 聚集度变小.
龟纹瓢虫在棉株垂直方向上的分布 6 月是聚集格局, 7、8 月基本上为随机分布, 个体间相互排斥(表 2). 运用 3 个世代的调查结果建立 $I_{wao} m^* - m$ 回归方程为 $m^* = -0.743 + 1.789m$, $r = 0.9952^{**}$, 据 $\alpha < 0$, $\beta > 1$, 可知龟纹瓢虫在棉株垂直方向上呈聚集分布, 个体间相互排斥. Taylor 幂法则为 $\log v = -0.460 + 1.740 \log m$, $r = 0.9577^{**}$, 据 $\log a < 0$, $b > 1$, 可知龟纹瓢虫种群密度越大, 垂直分布越均匀. 中华草蛉在棉株垂直方向上不是聚集分布, 个体间相互排斥(表 2). 但根据所建立的 $I_{wao} m^* - m$ 回归方程: $m^* = -1.002 + 1.145m$, $r = 0.9945^{**}$, $\alpha < 0$, $\beta > 1$, 却表示中华草蛉在棉株垂直方向上是聚集的. Taylor 幂法则为 $\log v = -0.804 + 1.911 \log m$, $r = 0.9162^{**}$. 据 $\log a < 0$, $b > 1$, 可知中华草蛉种群密度越大, 垂直分布越均匀. 为何两种天敌空间格局模型所示结果与其它参数所示不一致, 尚不能给予合理的解释.
龟纹瓢虫、中华草蛉垂直空间分布特征与它们的生活习性密切相关, 因为是捕食性天敌, 种群内个体间发生着竞争排斥, 尤其是草蛉幼虫有相互残杀的习性.

表 2 淮北棉区龟纹瓢虫、中华草蛉和棉铃虫卵垂直分布格局间关系
Table 2 Relationship among the vertical spatial patterns of *Propylaea japonica*, *Chrysopa sinica* and *Helicoverpa armigera* in Huaibei cotton area

月份 Month	棉铃虫 <i>Helicoverpa armigera</i>					龟纹瓢虫 <i>Propylaea japonica</i>					中华草蛉 <i>Chrysopa sinica</i>				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
6	21.43	83.781	3.910	2.910	63.351	9.17	9.973	1.088	0.088	1.803	1.60	0.913	0.570	-0.430	0.313
	48.80	228.875	4.768	3.768	181.875	9.17	7.348	1.025	0.025	1.178	2.50	1.856	0.742	-0.258	0.356
	35.42	157.188	4.463	3.463	122.968	8.84	9.596	1.086	0.086	1.756	3.28	2.603	0.793	-0.207	0.323
	62.00	304.069	4.904	3.904	243.069	6.46	7.763	1.202	0.202	2.303	3.43	2.888	0.842	-0.158	0.458
	28.33	121.073	4.274	3.274	93.743	5.25	5.274	1.005	0.005	1.024	2.88	2.212	0.769	-0.231	0.337
7	6.46	12.596	1.950	0.950	7.136	2.35	1.908	0.812	-0.188	0.558	2.89	2.436	0.843	-0.157	0.546
	9.54	16.936	1.775	0.775	8.396	2.03	0.991	0.981	-0.019	0.961	3.10	2.423	0.781	-0.219	0.323
	9.46	18.020	1.905	0.905	9.560	2.34	2.013	0.860	-0.140	0.673	3.18	2.532	0.796	-0.204	0.352
	7.08	19.980	2.822	1.822	13.900	2.46	2.349	0.955	-0.045	0.889	3.27	2.626	0.803	-0.197	0.356
	6.46	12.287	1.902	0.902	6.827	3.06	2.698	0.882	-0.116	0.638	3.42	3.301	0.965	-0.036	0.881
	7.23	14.717	2.036	1.036	8.487	2.13	1.523	0.715	-0.285	0.393	5.67	5.616	0.990	-0.010	0.946
8	8.08	15.050	1.863	1.863	7.970	2.08	1.674	0.805	-0.195	0.504	5.17	5.000	0.968	-0.032	0.833
	7.08	20.586	5.908	1.908	14.506	2.50	2.122	0.849	-0.151	0.622	3.67	3.041	0.829	-0.171	0.371
	12.15	28.804	2.371	1.371	17.645	2.22	2.051	0.924	-0.076	0.831	3.17	2.740	0.864	-0.136	0.570
	7.54	18.118	2.403	1.403	11.578	1.58	2.051	0.924	-0.076	0.621	5.92	5.664	0.957	-0.043	0.740
	8.08	19.976	2.472	1.472	12.896	2.25	1.602	0.712	-0.288	0.352	5.17	4.914	0.951	-0.049	0.747

A: 层次间平均数(头/层) Mean of the layers(kemel of head/layer); B: 拥挤度 Index of mean crowding(m^*); C: 聚块性指数 Aggregate index(m^*/m); D: 久野指数 Kuno index(C_A); E: 扩散系数 Spreading coefficient(C). 下同 The same below.

通过对龟纹瓢虫、中华草蛉与棉铃虫卵垂直格局参数 C 及 C_A 间相关分析, 龟纹瓢虫与棉铃虫扩散系数 C 间相关系数 $r = 0.8211^{**}$, 久野指数 C_A 间 $r = 0.7791^{**}$, 中华草蛉与棉铃虫扩散系数 C、久野指数 C_A 间相系数未达显著水平, 相关不明显. 由此可知, 龟纹瓢虫在垂直格局与棉铃虫卵相关明显, 即随着棉铃虫在垂直方向上的聚集强度增大, 龟纹瓢虫反应迅速, 紧跟着改变了分布, 聚集强度增大, 从而加强了对棉铃虫的捕食、控制.

3.3 棉田水平分布格局间的关系

由表 3 可看出, 6、7、8 月棉铃虫卵在棉田水平分布都是聚集的, 而且聚集度逐渐增大; 龟纹瓢虫大部分情况下是非聚集的, 且不同时间无明显变化规律; 中华

表 3 淮北棉区龟纹瓢虫、中华草蛉和棉铃虫水平分布格局关系
Table 3 Relationship among the horizontal spatial patterns of *Propylaea japonica*、*Chrysopa sinica* and *Helicoverpa armigera* in Huaibei cotton area

月份 Month	棉铃虫 <i>Helicoverpa armigera</i>			龟纹瓢虫 <i>Propylaea japonica</i>					中华草蛉 <i>Chrysopa sinica</i>				
	A*	D	E	A*	B	C	D	E	A*	B	C	D	E
6	0.08	- 2.438	0.805	0.24	0.263	1.097	0.097	1.023	0.04	- 0.298	- 7.438	- 8.438	0.662
	0.29	0.200	1.058	0.27	0.173	0.642	- 0.358	0.903	0.09	- 0.207	- 2.433	- 3.433	0.708
	0.69	0.159	1.110	0.43	0.646	1.502	0.502	1.216	0.13	0.415	3.317	2.317	1.290
	0.89	0.834	1.743	0.26	0.648	2.493	1.493	1.388	0.14	1.032	7.372	6.372	1.892
	1.39	0.296	1.412	0.25	0.206	0.824	- 0.176	0.956	0.14	1.076	7.968	6.968	1.941
	0.47	- 0.613	0.712	0.21	0.064	0.304	- 0.696	0.854	0.13	1.488	11.444	10.444	2.358
7	0.26	0.947	1.246	0.16	0.046	0.289	- 0.711	0.886	0.13	0.950	7.598	6.598	1.825
	0.44	0.661	1.291	0.15	- 0.125	- 0.836	- 1.836	0.725	0.16	0.213	1.332	0.332	1.053
	0.34	0.024	1.008	0.14	- 0.073	- 0.520	- 1.520	0.787	0.22	0.982	4.585	3.565	1.767
	0.36	6.787	4.122	0.24	0.425	1.771	0.771	1.185	0.21	0.425	2.076	1.076	1.220
	0.40	8.117	4.247	0.21	0.283	1.349	0.349	1.073	0.36	2.258	6.772	5.272	2.900
8	0.11	2.479	1.273	0.11	- 0.086	- 0.785	- 1.785	0.804	0.33	1.985	6.017	5.017	2.655
	0.09	2.728	1.246	0.14	0.103	0.735	- 0.265	0.963	0.22	1.065	4.952	3.952	1.850
	0.21	2.923	1.614	0.16	0.358	2.238	1.238	1.198	0.20	1.453	7.454	6.454	2.258
	0.33	9.348	4.085	0.12	0.123	1.021	0.021	1.003	0.23	2.237	9.944	8.944	3.012
	0.41	17.948	8.359	0.17	0.149	0.875	- 0.125	0.979	0.25	3.061	12.243	11.243	3.811
	0.24	29.233	8.016	0.09	- 0.228	- 2.531	- 3.531	0.682	0.38	4.253	11.192	10.192	4.873

* 种群密度(粒/株, 或头/株)Density (kernel or head/plant).

特性, 总是随着猎物变化而改变自己的攻击策略. 因此, 时间、数量、水平格局及垂直格局构成了棉铃虫与天敌间的四维关系. 一种对害虫控制作用强的天敌不仅应有对害虫在时间、数量上紧密的追随效应, 在空间上也应有强的聚集攻击效应.

致谢 承蒙安徽农业大学邹运鼎教授审阅文稿, 安徽农业大学植保系九四级多位同学参加调查工作, 特此致谢.

参考文献

1 文绍贵. 1995. 不同立体种植对棉花主要害虫及天敌种群消长的影响. 棉花学报, 7(4): 252~ 256.
2 李代芹、赵建国. 1991. 棉田种植诱集作物对天敌的保护及增殖作用. 植物保护学报, 18(4): 339~ 342.
3 李超. 1982. 草间小黑蛛对棉铃虫幼虫的捕食作用及模拟模型分析(1) 捕食者- 单种猎物系统的研究. 生态学报, 2(3): 239~ 252.
4 李超. 1982. 草间小黑蛛对棉铃虫幼虫的捕食作用及模拟模型分析(2) 捕食者- 多种猎物系统的研究. 生态学报, 2(4): 363~ 372.
5 邹运鼎. 1995. 棉蚜与其天敌类群分布格局的关系. 应用生态学报,

草蛉幼虫大部分情况下呈聚集分布, 前期聚集度较小, 后期较大. 两种天敌与棉铃虫扩散系数 C、久野指数 C_A 间相关系数如下: 龟纹瓢虫分别为 - 0.0959、- 0.4289, 通过检验均未达显著水平, 即龟纹瓢虫与棉铃虫在水平分布上相关性不明显; 中华草蛉幼虫分别为 0.7925^{**}、0.5228^{*}, 通过检验达极显著或显著水平, 即中华草蛉与棉铃虫在水平分布上相关性明显. 由此可知, 棉铃虫由于本身的遗传特性及对环境的适应性, 在棉田中对不同棉株有所选择, 在棉株中生活在不同层次上或者随着棉花营养的变化, 在棉株上下移动, 或者由于对光线、化学物质等的趋、避性所致, 造成它上下移动, 在棉田中水平及垂土空间上形成一定的分布格局. 由于协同进化的结果, 天敌同样也具有这一

6(2): 172~ 175.

6 邹运鼎. 1997. 害虫管理中的的天敌评价理论与应用. 北京: 中国林业出版社.
7 张英健. 1994. 棉田捕食性天敌种群动态及其对害虫的控制作用. 华东昆虫学报, 3(2): 173~ 180.
8 赵敬钊. 1978. 棉田草蛉发生规律的研究. 昆虫学报, 21(3): 271~ 278.
9 赵敬钊、李代芹. 1991. 三突花蛛对棉铃虫幼虫的捕食功能反应及其数学模型. 昆虫天敌, 13(1): 1~ 4.
10 崔素贞. 1996. 龟纹瓢虫生物学特性及其对棉铃虫捕食功能的研究. 棉花学报, 8(5): 269~ 275.
11 崔素贞. 1996. 棉田多种群优势天敌捕食棉铃虫动态研究. 棉花学报, 8(1): 31~ 35.
12 戴小枫. 1992. 叶色草蛉对棉铃虫幼虫的捕食效应研究. 植物保护学报, 19(1): 23~ 28.
13 戴小枫、郭予元. 1994. 棉铃虫及其天敌类群的主成份分析. 中国农学通报, 10(6): 23~ 26.

作者简介 陆永跃, 男, 27 岁, 在读博士, 主要从事昆虫生态及害虫综合治理方面的研究, 已在各类刊物上发表论文 9 篇.