

# 甘草萤叶甲空间分布型初步研究\*

张治科<sup>1</sup>, 杨彩霞<sup>2</sup>, 高立原<sup>2</sup>

(1. 宁夏大学农学院, 宁夏银川 750021; 2. 宁夏农林科学院植物保护研究所, 宁夏银川 750002)

**摘要:** 对甘草萤叶甲成虫和幼虫的空间分布型进行了测定, 结果表明, 成虫符合核心分布和负二项分布, 幼虫符合负二项分布; 聚集度指标检验成虫、幼虫均为聚集分布。并分析拟合了成虫和幼虫在大田中的理论抽样数学模型

**关键词:** 甘草萤叶甲; 空间分布型; 聚集度指标

中图分类号: S435. 67

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2005) 02-0074-04

## Preliminary Study on Spatial Distribution Pattern of *Diorhda Tarsalis* Weise

ZHANG Zhi-ke<sup>1</sup>, YANG Cai-xia<sup>2</sup> and GAO Li-yuan<sup>2</sup>

(1. Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 2. Institute of Plant Protection, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China)

**Abstract** It was measured to spatial distribution pattern of adult and larve *Diorhda tarsalis* Weise. The results showed that spatial distribution pattern of adult conformed to either the pattern of aggregation or the negative binomial distribution. Spatial distribution pattern of larve only conformed to the negative binomial distribution. It was also tested that the distribution pattern of larve and adult were all aggregative by aggregation indicis. Meantime, the models of theoretical sampling of adult and larve had been set up, too.

**Key words** *Diorhda tarsalis* Weise; Spatial distribution pattern; Aggregation index

甘草 (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch) 在中国传统药学宝库中占有重要地位, 素有“众药之王”之称。在宁夏, 甘草被誉为“黄宝”, 是宁夏五大特产之一。甘草萤叶甲 *Diorhda tarsalis* Weise (亦称甘草叶甲, 隶属叶甲科 Chrysomelidae, 萤叶甲亚科 Galerucinae, 粗角萤叶甲属), 主要分布于宁夏、甘肃、内蒙古、西伯利亚东南部<sup>[1, 2]</sup>, 是危害甘草叶部重要害虫之一, 对人工种植甘草生产造成重大损失。目前, 对甘草萤叶甲研究国内主要侧重于形态学、生物学特性<sup>[2, 3]</sup>及温度对其发育的影响<sup>[4]</sup>, 有关空间分布的研究国内外尚未见相关报道。因此, 通过对甘草萤叶甲空间分布型的系统研究, 不仅可了解该虫种群的空间结构和特征, 还可

为确定抽样技术和资料代换方法奠定基础, 同时为开展综合治理对策的研究提供依据。

## 1 研究方法

### 1.1 调查方法

2003年7月25日在宁夏永宁征沙渠人工种植甘草地进行调查, 当时正是第一代成虫和第二代幼虫发生为害盛期, 选择有一定虫口密度的6块甘草地, 每块面积不少于160 m<sup>2</sup>。每平方米随机取一甘草植株, 分别统计甘草萤叶甲成虫、幼虫数 (统计叶背时轻轻翻转叶片, 尽量避免成虫假死掉落地面影响统计数据的准确性), 每块地取160株。

\* 收稿日期: 2004-11-25 修回日期: 2005-03-03

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30460077); 国家科技部西部专项 (2002BA901A32); 宁夏自然科学基金资助项目 (ZD4)

作者简介: 张治科 (1980-), 男, 硕士研究生, 从事昆虫生态与综合防治研究。

### 1.2 统计方法

空间分布型适合度卡方 ( $\chi^2$ ) 拟合 将调查的各田块数据整理成频次分布表, 计算虫口密度 ( $m$ )、方差 ( $s^2$ ), 根据理论频次分布公式求出潘松分布、核心分布、负二项分布、二项分布型的理论频次, 与各块田块实查频次进行比较, 经卡方 ( $\chi^2$ ) 检验是否符合某种理论分布型

聚集度指标的检验 Moore I 指标<sup>[5]</sup>:  $I = s^2 / m - 1$  ( $s^2$  为样本方差,  $m$  为样本均数, 下同) 当  $I < 0$  时为均匀分布, 当  $I = 0$  时为随机分布, 当  $I > 0$  时为聚集分布。

Lloyd  $m^* / m$  指标: 当  $m^* / m < 1$  时为均匀分布 ( $m^*$  为平均拥挤度), 当  $m^* / m = 1$  时为随机分布, 当  $m^* / m > 1$  时为聚集分布

Kuno  $C_a$  指标:  $C_a = (s^2 / m - 1) / m$  当  $C_a < 0$  时为均匀分布, 当  $C_a = 0$  时为随机分布, 当  $C_a > 0$  时为聚集分布。

扩散系数  $C = s^2 / m$  当  $C < 1$  时为均匀分布, 当  $C = 1$  时为随机分布, 当  $C > 1$  时为聚集分布。负二项分布中的  $K$  指标:  $K = \bar{x}^2 / (s^2 - \bar{x})$ 。当  $K < 0$  时为均匀分布, 当  $K \rightarrow +\infty$  时为随机分布, 当  $K > 0$  时为聚集分布

线性回归方程检验 Iwao 提出的  $m^* - m$  回归分析法<sup>[5]</sup>:  $m^* = \alpha + \beta m$  式中  $\alpha$  为分布的基本成分按大小分布的平均拥挤度, 当  $\alpha < 0$  时, 个体间相互排斥; 当  $\alpha = 0$  时, 分布的基本成分为单个个

体; 当  $\alpha > 0$  时个体间相互吸引, 分布的个体成分为个体群 式中  $\beta$  为成分的空间分布图式, 当  $\beta < 1$  时为均匀分布, 当  $\beta = 1$  时为随机分布, 当  $\beta > 1$  时为聚集分布

Toylar 冥法则<sup>[6]</sup>:  $\lg s^2 = \lg a + b \lg x$  当  $b$  趋向于 0 时为均匀分布; 当  $a = 1, b = 1$  时为随机分布; 当  $a > 1, b = 1$  时为聚集分布, 且与密度无关; 当  $a > 1, b > 1$  时为聚集分布, 且与密度有关

## 2 结果与分析

### 2.1 空间分布型适合度卡方 ( $\chi^2$ ) 检验结果

整理数据, 求出各样地成虫、幼虫的平均数和方差 (表 1)。

表 1 成虫、幼虫的平均数及方差

样地号 Site No.	抽样数 Sampling quantity 株	成虫 Adult		幼虫 Larve	
		平均数 Mean/m	方差 Variance/s <sup>2</sup>	平均数 Mean/m	方差 Variance/s <sup>2</sup>
1	160	0.350	0.606	0.981	4.446
2	160	0.344	0.441	1.300	7.759
3	160	0.263	0.459	1.400	9.084
4	160	0.381	0.426	0.988	5.107
5	160	0.319	0.697	1.394	7.787
6	160	0.269	0.399	1.113	4.918

对调查数据进行处理, 求出潘松分布、核心分布、负二项分布、二项分布的理论频次, 与实查频次比较, 经卡方 ( $\chi^2$ ) 检验, 其结果成虫见表 1, 幼虫见表 2

表 2 甘草萤叶甲成虫空间分布型拟合与卡方 ( $\chi^2$ ) 测定

Table 2 The adult spatial distribution of *Diorhba tarsalis* Weise and  $\chi^2$  test

样地号 Site No.	潘松分布 Poisson pattern		核心分布 Aggregate pattern		负二项分布 Negative binomial distribution		二项分布 Binomial distribution	
	$\chi^2$	检验结果 Testing results	$\chi^2$	检验结果 Testing results	$\chi^2$	检验结果 Testing results	$\chi^2$	检验结果 Testing results
1	17.445	不符	3.173	符合	0.480	符合	33.454	不符
2	6.578	不符	2.946	符合	2.125	符合	19.628	不符
3	33.849	不符	1.049	符合	3.763	符合	67.727	不符
4	8.974	不符	3.841	符合	3.521	符合	4.766	不符
5	49.569	不符	1.941	符合	5.591	符合	82.602	不符
6	11.368	不符	1.173	符合	1.101	符合	25.929	不符

经理论频次与实查频次比较后计算出上述 4 种分布型的卡方 ( $\chi^2$ ) 值, 表 2 表明, 潘松分布和二项分布的卡方值均较大, 如样地 5 潘松分布卡方值为 49.569, 二项分布的卡方值为 82.602, 远大于相应自由度下时的  $P_{0.05}$  卡方值 (3.84), 说明甘草萤叶甲成虫不属于潘松分布和二项分布。而 6

块样地的核心分布卡方值 (样地 4 为 3.841, 稍大于 3.84) 和负二项分布卡方值 (样地 5 为 5.591, 略大于 3.84) 均小于或最接近相应自由度下时的  $P_{0.05}$  卡方值 (3.84), 说明甘草萤叶甲成虫既属于负二项分布, 又属于核心分布。

表 3 甘草萤叶甲幼虫空间分布型拟合与卡方 ( $\chi^2$ )测定

Table 3 The larve spatial distribution of *Diorhbd a tarsalis* Weise and  $\chi^2$  test

样地号 Site No.	潘松分布 Poisson pattern		核心分布 Aggregate pattern		负二项分布 Negative binomial distribution		二项分布 Binomial distribution	
	$\chi^2$	检验结果 Testing results	$\chi^2$	检验结果 Testing results	$\chi^2$	检验结果 Testing results	$\chi^2$	检验结果 Testing results
1	295.2	不符	60.8	不符	5.170	符合	544.3	不符
2	785.0	不符	100.1	不符	6.793	符合	468.5	不符
3	601.6	不符	163.1	不符	5.201	符合	1082	不符
4	305.3	不符	54.09	不符	6.510	符合	489.1	不符
5	651.2	不符	132.4	不符	3.811	符合	1205	不符
6	284.3	不符	71.06	不符	3.373	符合	476.8	不符

表 3 结果表明,潘松分布、核心分布、二项分布卡方 ( $\chi^2$ ) 值均较大 (54.09~1205), 远大于 5.99 (相应自由度下时的  $P_{0.05}$  卡方值), 表明甘草萤叶甲幼虫空间分布不属于以上 3 种分布型。样地 1 样地 3 样地 5 样地 6 的负二项分布卡方值均小于 5.99, 表明它们空间分布属于负二项分布, 样地 2 和样地 4 的负二项分布卡方值分别为 6.793 和 6.510, 稍大于 5.99, 再与其它 3 种分布型

的卡方值相比较, 负二项分布卡方值最接近 5.99, 因而确定甘草萤叶甲幼虫空间分布符合负二项分布。

2.2 聚集度指标的检验结果

经 Moore I 指标 Lloyd  $m^* / m$  指标 Kuno Ca 指标、扩散系数 C K 指标对甘草萤叶甲成虫、幼虫进行聚集度检验, 结果成虫见表 4 幼虫见表 5

表 4 甘草萤叶甲成虫各项聚集度指标

Table 4 The aggregation indices of adult of *Diorhbd a tarsalis* Weise

样地编号 Site No.	调查株数 No. of investigated plants	平均密度 Mean density	方差 ( $S^2$ ) Variance	拥挤度 ( $M^*$ ) Crowding degree	I 指标 I-value	$M^* / M$ 指标 $M^* / M$ value	Ca 指标 Ca-value	扩散系数 C Diffusive coefficient	K 指标 K-value
1	160	0.350	0.606	1.082	0.732	3.092	2.092	1.732	0.478
2	160	0.344	0.441	0.626	0.282	1.821	0.821	1.282	1.219
3	160	0.263	0.459	1.011	0.749	3.852	2.852	1.749	0.351
4	160	0.381	0.426	0.499	0.118	1.309	0.309	1.118	3.236
5	160	0.319	0.697	1.504	1.185	4.720	3.720	2.185	0.269
6	160	0.269	0.399	0.753	0.484	2.802	1.802	1.484	0.555

表 5 甘草萤叶甲幼虫各项聚集度指标

Table 5 The aggregation indicis of larve of *Diorhbd a tarsalis* Weise

样地编号 Site No.	调查株数 No. of investigated plants	平均密度 Mean density	方差 ( $S^2$ ) Variance	拥挤度 ( $M^*$ ) Crowding degree	I 指标 I-value	$M^* / M$ 指标 $M^* / M$ value	Ca 指标 Ca-value	扩散系数 C Diffusive coefficient	K 指标 K-value
1	160	0.981	4.446	4.513	3.531	4.599	3.599	4.531	0.278
2	160	1.300	7.759	6.268	4.968	4.822	3.822	5.968	0.262
3	160	1.400	9.084	6.889	5.489	4.921	3.921	6.489	0.255
4	160	0.988	5.107	5.159	4.171	5.224	4.224	5.171	0.237
5	160	1.394	7.787	5.981	4.588	4.292	3.292	5.588	0.304
6	160	1.113	4.918	4.533	3.421	4.075	3.075	4.421	0.325

由表 4 表 5 显示结果可见, 所有  $I > 0, m^* / m > 1, Ca > 0, C > 1, K > 0$ , 表明甘草萤叶甲成虫、幼虫在田间甘草上均呈聚集分布。

2.3 线性回归方程检验结果

$m^* - m$  回归分析法: 由表 4 表 5 中平均拥挤度  $m^*$  和平均密度  $m$  分别作出甘草萤叶甲成虫和幼虫的回归方程式, 成虫为  $m^* = -0.34275 + 1.6281m$  ( $r = 0.8563$ ), 其中  $\alpha = -0.34275 < 0$ , 说明成虫个体间相互排斥,  $\beta = 1.6281 > 1$ , 说明成

虫在田间甘草上呈聚集分布; 幼虫回归方程式为  $m^* = 0.32933 + 4.37176m$  ( $r = 0.8694$ ), 方程中  $\alpha = 0.32933 > 0$ , 说明幼虫个体间相互吸引, 分布的个体成分是个体群,  $\beta = 4.37176 > 1$ , 说明幼虫在田间甘草上亦呈聚集分布。

Toylar 幂法则: 由表 1 表 2 中方差  $s^2$  和平均密度  $x$  作出成虫、幼虫的对数回归方程, 成虫为  $lg s^2 = 0.21362 - 1.51384 lg x$  ( $r = 0.9103$ ), 幼虫

为  $\lg s^2 = 0.67199 + 1.72932 \times \lg \bar{x}$  ( $r = 0.9500$ ), 方程中  $\lg a$  (成虫  $\lg a = 0.21362$ , 幼虫  $\lg a = 0.67199$ ) 大于 0,  $b$  (成虫  $b = 1.51384$ , 幼虫  $b = 1.72932$ ) 大于 1, 表明甘草萤叶甲成虫、幼虫在田间甘草上均呈聚集分布。

## 2.4 最适抽样数

应用 Iwao (1971) 的统计方法, 在确立了  $m^*$

表 6 甘草萤叶甲成虫、幼虫不同密度下最适抽样数

Table 6 The best feasible sampling number of adult and larve of *Diorhba tarsalis* Weise

允许误差 Allowable error	发育期 Developmental states	平均虫口密度 Mean density of insect									
		0.2	0.4	1	2	4	10	15	20	30	50
0.1	成虫 Adult	391	227	129	96	79	69	67	66	65	64
	幼虫 Larve	1002	670	470	404	370	350	346	344	342	340
0.2	成虫 Adult	98	57	32	24	20	17	17	17	16	16
	幼虫 Larve	250	167	118	101	93	88	87	86	85	85
0.3	成虫 Adult	43	25	14	11	9	8	7	7	7	7
	幼虫 Larve	111	74	52	45	41	39	38	38	38	38

由表 6 可见, 在允许误差相同的情况下, 随虫口密度平均数的增大, 抽样数减少。如在允许误差为 0.1, 幼虫虫口密度为 0.2 头/株时, 抽样数为 1002 株, 幼虫平均虫口密度为 50 头/株时, 抽样数为 340 株。在虫口密度相同的情况下, 随允许误差增大, 抽样数减少。如在成虫虫口密度为 0.2 头/株, 允许误差为 0.1 时, 抽样数为 391 株, 允许误差为 0.3 时, 抽样数仅为 43 株。因此, 采用公式  $N = [(\alpha + 1) / m + \beta - 1] / D^2$  即可求出甘草萤叶甲不同密度下的最适抽样数, 合理科学又省工。

## 3 结论

应用空间分布型适合度卡方 ( $\chi^2$ ) 检验结果表明, 甘草萤叶甲成虫在田间既符合核心分布又符合负二项分布, 幼虫属于负二项分布。应用聚集度指标结果表明, 甘草萤叶甲成虫、幼虫在田间甘草上的空间分布图式是聚集的。用 Iwao 的  $m^* - m$  回归分析法分析, 甘草萤叶甲成虫个体间相互排斥, 这是种群个体间相互竞争的结果; 幼虫个体间相互吸引, 分布的个体成分是个体群, 这可能与成虫产卵习性 (将多粒卵产在一起聚集成卵块) 有关。

甘草萤叶甲成虫、幼虫最适抽样数  $N$  与虫口密度  $m$  及相对误差  $D$  的关系式可分别表达为:  $N$

$= \alpha + \beta m$  (成虫为  $m^* = -0.34275 + 1.6281m$ , 幼虫为  $m^* = 0.32933 + 4.37176m$ ) 的直线回归, 又知道了平均密度后, 即可用公式<sup>[7]</sup>  $N = [(\alpha + 1) / m + \beta - 1] / D^2$  算出甘草萤叶甲不同密度下最适抽样数。式中  $N$ —最适抽样数,  $D$ —允许误差,  $m$ —平均数,  $\alpha, \beta$  指  $m^* = \alpha + \beta m$  直线回归方程的截距、斜率值。

$= [0.65725 / m + 0.6281] / D^2$ ;  $N = [1.32933 / m + 3.37176] / D^2$ , 可为今后的预测调查合适抽样提供理论依据。

本试验调查是在甘草萤叶甲第一代成虫和第二代幼虫发生时期进行的, 不同发生时期其空间分布有无变化, 以及卵和蛹的空间分布, 有待进一步探讨。

## 参考文献:

- [1] 高兆宁. 宁夏农业昆虫图志 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1999. 48~49.
- [2] 杨彩霞, 高立原. 甘草萤叶甲的调查及初步研究 [J]. 宁夏农林科技, 1996, 6(2): 21~23.
- [3] 高立原, 杨彩霞, 刘浩. 宁夏甘草病虫害记述 [J]. 植物保护, 2002, 28(4): 30~32.
- [4] 张治科, 杨彩霞, 高立原. 甘草萤叶甲发育起点温度与有效积温的研究 [J]. 宁夏大学学报 (自然科学版), 2004, 25(2): 164~166.
- [5] 商胜华, 张永春. 烟田南美斑潜蝇空间分布型研究 [J]. 贵州农业科学, 2002, 30(6): 20~22.
- [6] 张安盛, 冯建国, 于毅, 等. 桃一点斑叶蝉种群消长动态和空间分布型研究 [J]. 昆虫知识, 2003, 40(5): 430.
- [7] 詹根祥, 魏洪义, 徐俊, 等. 桑皱鞘叶甲幼虫空间格局的研究 [J]. 江西农业大学学报, 2000, 22(3): 343.