云南草坪中东方蝼蛄的空间分布型

赵　娜[1*]　刘荣堂[1**]　贾　力[2]　张晓宇[3]

(1. 甘肃农业大学　甘肃 兰州　730070; 2. 包头市赛汉塔拉生态园开发有限公司　包头　014030;
3. 山西省交通建设工程监理总公司　山西　030600)

Spatial distribution pattern of *Gryllotalap burmeister* in lawn in Yunnan. ZHAO Na[1*], LIU Rong-Tang[1**], JIA Li[2], ZHANG Xiao-Yu[3] (1. *Gansu Agricultural University*, Lanzhou　730070, China; 2. *Baotou Saihantala Ecology Garden Development Limited Company*, Baotou　014030, China; 3. *Transportation Construction Projects Scrutiny Corporation of Shanxi Province*, Shanxi　030600, China)

Abstract　Based on investigation and statistic analysis, the author found that *Gryllotalpa burmeister* Burmeister was the major and typical pest which damages the lawn and seeds in palaestra of Simao city in Yunnan province. Spatial distribution pattern of *G. burmeister* was examined by several aggregation indexes and regression analysis methods of Iwao. The results indicated that it was in the spatial pattern of aggregation distribution, with a group of individuals as a unit.

Key words　*Oriental burmeister*, spatial distribution pattern, aggregation indexes, regression analysis methods

摘　要　在云南省思茅市体育场, 通过实地调查和统计分析后发现东方蝼蛄 *Gryllotalpa burmeister* Burmeister 是草坪的重要害虫之一, 主要危害草坪草和种子。应用多个聚集度指标和 Iwao 回归分析法对东方蝼蛄的分布格局进行研究, 结果表明, 东方蝼蛄在土壤中呈聚集分布, 分布的基本单位是个体群。

关键词　东方蝼蛄, 空间分布型, 聚集度指标, 回归分析法

蝼蛄是草坪生态系统中重要的地下害虫之一[1,2], 其种群数量和分布规律可直接影响草坪的质量和功能, 因此, 研究蝼蛄种群数量变化和分布规律是草坪科学亟待解决的问题。国内外有关蝼蛄的研究, 大多集中于分类学, 行为学及生物学防治方面[5~9], 而对于它的空间分布及生态学研究的报道很少[3,17]。我们于 2004 年 2 ~10 月在云南省思茅市体育场外场对东方蝼蛄 *Gryllotalpa orientalis* Burmeister 的空间分布规律进行了调查研究。以期对该害虫实施预测预报及防治提供科学依据。

1　调查地自然概况

云南省思茅市位于澜沧江中下游, 属低纬地带, 地处北纬 22°02′ ~24°50′、东经 99°09′ ~102°19′之间, 北回归线横穿其境。境内多为山区, 平均海拔1 350 m。土壤为砖红壤, 黏质土, 肥力中等, pH 值为 7.43, 微酸性[4]。终年受西南季风控制, 为热带季风性气候。1 年中有干热季(3 ~4 月)、湿热季(5 ~9 月)和雾凉季之分。昼夜温差大, 年均温 17.8 ℃, 1 月、7 月平均气温分别为 4 ℃和 27 ℃。雾浓潮湿, 年降水量为1 598 mm, 60%集中在雨季。

调查研究在思茅市体育场周边的保护带草坪进行。该草坪为高羊茅和黑麦草混播草坪。

2　材料与方法

2.1　垂直分布调查

3 月下旬 ~4 月中旬是东方蝼蛄开始复苏并进入到第 1 次危害期的阶段。以思茅市体育场东侧保护带草坪为调查样地, 自 3 月 20 日 ~4 月 15 日, 每 5 d 抽样调查 1 次, 每次随机抽取 6 个样方, 样方面积为 1 m×1 m, 每样方均按 0 ~10, 10 ~20, 20 ~30, 30 cm 以下 4 个深度, 分

* E-mail: zhao88na@163.com
** 通讯作者, E-mail: zhao88na@163.com

收稿日期: 2006-08-29, 修回日期: 2007-01-15, 接受日期: 2007-02-09

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

别用挖土调查法统计东方蝼蛄的虫口数[10]。

2 月上中旬 ~10 月下旬是东方蝼蛄的年生活周期。以思茅市体育场西侧保护带草坪为调查样地，自 2 月 20 日 ~10 月 30 日，每 10 d 抽样调查 1 次，共计 29 次，每次随机抽取 3 个样方。其它方法同上[16]。

2.2 田间调查

于 2004 年 3 月下旬，在体育场周边的草坪上选择 5 个具有代表性的调查样地，每样地内随机抽取 10 个样方[10]，样方面积为 1 m× 1 m，逐样方调查记录 0 ~ 10 cm 土层东方蝼蛄的数量。

2.3 空间分布型统计分析方法

聚集指标法：根据频次分布表，统计有关统计量，计算扩散系数 C，丛生指标 I，聚集指标 m^*/m，负二项分布 K 值，C^A 等聚集指标来判断东方蝼蛄的空间分布型[11, 12]。

m^*-m 直线回归法：根据岩俊一(1968)提出的分析动物种群聚集图式的新回归模型，简称 Iwao 模型，$m^*=\alpha+\beta m$，m^* 为平均拥挤度，m 为平均数。计算相关参数 α，β 分析基本成分的性质和分布成分的分布形式[13~15]。

3 结果与分析

3.1 东方蝼蛄在不同土层中的垂直分布格局

(1) 3 月下旬 ~4 月中旬：3 月下旬开始，东方蝼蛄在土层中活动的垂直分布结果见表 1。对数据进行方差分析[13]结果表明，东方蝼蛄从 3 月下旬开始在不同土层深度个体数量有极显著的差异，用“q”检验做多重比较，计算各处理平均数与相临处理的平均数之差(xi－xia)。当 a(处理数)＝4，f(组内自由度)＝20 时，查“q”表。用“xi－xia”项与 $LSR_{0.01}$ 依次进行比较。可以得出，东方蝼蛄在 0 ~ 10 cm 土层的虫数明显大于其它各土层，且差异极显著。说明思茅地区从 3 月下旬开始，东方蝼蛄已经开始到地表活动，此时是调查虫口密度和挖洞灭虫的有利时机。

表 1 东方蝼蛄在不同土壤中垂直分布格局分析
(3 月下旬 ~ 4 月中旬)

地块土深(cm)	平均虫数(头)						总计(头)	平均数(头)
	1	2	3	4	5	6		
0 ~ 10	3	3	2	2	2	1	13	2.17
10 ~ 20	2	0	1	1	1	1	6	1
20 ~ 30	0	0	1	0	1	0	2	0.33
＞30	1	1	0	0	0	0	2	0.33
总计	6	4	4	3	4	2	23	—

(2) 2 月上旬 ~10 月下旬：东方蝼蛄在整个生活周期中不同土层垂直分布数量调查结果见图 1。土栖昆虫在土层中的活动情况常随土层温度的变化而呈垂直方向变化。然而土壤温度主要来源于太阳辐射，所以土壤表层温度在 1 年当中随季节变化而变化[7]。2 月上旬气温开始转暖，东方蝼蛄开始恢复活动，随着气温的继续升高，蝼蛄向地表移动，3 月中旬到达地表为害。6 月下旬至 8 月下旬，天气相当炎热，蝼蛄转入地下活动，交尾产卵，9 月气温下降，蝼蛄再次上升到地表为害，10 月中下旬天气转凉，钻入深层土中越冬。

3.2 东方蝼蛄在 0 ~ 10 mm 土层中频次分布

根据 5 个样地、10 个样方的 0 ~ 10 cm 土层的田间调查数据，编制实查频次表[10, 11]，计算相关参数(表 2)。

表 2 东方蝼蛄在 0 ~ 10 cm 土层的频次分布表

虫数	样地 1			样地 2			样地 3			样地 4			样地 5		
(x)	f	fx	fx^2	f	fx	fx^2	f	fx	fx^2	f	fx	fx^2	f	fx	fx^2
0	6	0	0	7	0	0	4	0	0	7	0	0	4	0	0
1	2	2	2	1	1	1	3	3	3	2	2	2	1	1	1
2	0	0	0	0	0	0	2	4	8	1	2	4	2	4	8
3	1	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	18
4	1	4	16	2	8	32	1	4	16	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	25
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
总和	10	9	27	10	9	33	10	11	27	10	4	6	10	16	52

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

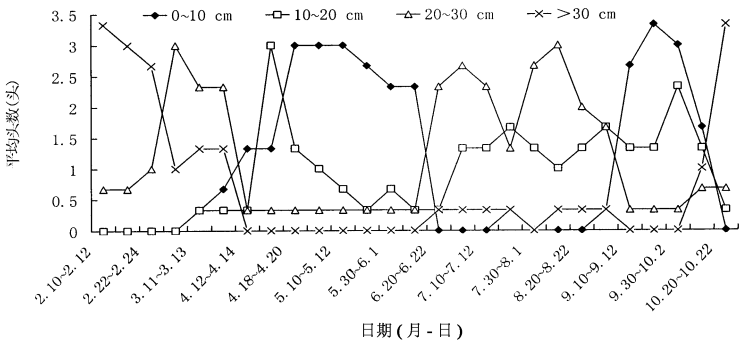

图 1　东方蝼蛄在整个生活周期中不同土层的垂直分布

3.3　聚集指标测定法

对东方蝼蛄水平空间分布相关指标进行分析统计,结果见表 3。

(1)聚集度指标 I: 由于 S^2/k 是否大于 1, 可以作为聚集程度的一个量度指标, 因此 David 和 Moore 提出当 $I<0$ 时, 为均匀分布; $I>0$ 时, 为聚集分布; 当 $I=0$ 时, 种群为随机分布。表 3 的结果 $I>0$, 表明东方蝼蛄在 0 ~ 10cm 土层内呈聚集分布。

(2)以 C^A 值为指标: 当 $C^A<0$ 时, 为均匀分布; $C^A>0$ 时, 为聚集分布; $C^A=0$ 时, 为随机分布。表 3 的结果 $C^A>0$, 表明东方蝼蛄在 0 ~ 10 cm 土层内呈聚集分布。

(3)扩散系数 C 为指标 : 当 $C<1$ 时, 为均匀分布; $C\approx1$ 时, 为随机分布; 当 $C>1$ 时, 为聚集分布。表 3 的结果 $C>1$, 表明东方蝼蛄在 0 ~ 10 cm 土层呈聚集分布。

(4)以负二项分布的 K 值为指标:Waters 指出用负二项分布的 K 值来估计种群聚集类型时, 当 $K<0$ 时, 为均匀分布; $k>0$ 时, 为聚集分布; 当 k 趋近于无穷(一般在 8 以上), 为随机分布。表 3 的结果 $0<k<8$, 也表明东方蝼蛄在 0 ~ 10 cm 土层中呈聚集分布。

(5)以 m^*/m 值为指标: 当 $m^*/m<1$ 时, 为均匀分布; $m^*/m>1$ 时, 为聚集分布; $m^*/m=1$ 时, 为随机分布。表 4 的结果 m^*/m 的值均大于 1, 所以东方蝼蛄在 0 ~ 10 cm 土层中呈聚集分布。

表 3　东方蝼蛄空间分布型相关指标统计表(0 ~ 10 cm 土层)

样地	m	S^2	I	C^A	C	m^*	m^*/m	K
1	0.900	2.100	1.333	1.481	2.333	2.233	2.400	0.675
2	0.900	2.767	2.074	2.305	3.074	2.974	3.304	0.434
3	1.100	1.656	0.505	0.460	1.505	1.605	1.459	2.174
4	0.400	0.489	0.223	0.556	3.556	0.623	1.558	1.799
5	1.600	2.933	0.833	0.521	1.833	2.433	1.521	1.919

3.4　m^*-m 回归分析法

依据表 3 中各调查样地的平均数 m 和方差 S^2, 并且运用公式 $m^*=m+(S^2/m-1)$ 计算得各地的平均拥挤度 m^*。再根据 Iwao 提出的回归方程 $m^*=\alpha+\beta m$, 计算得 $\alpha=0.129$, $\beta=1.235$, 依据其回归分析, 东方蝼蛄在 0 ~ 10 cm 土层内的分布型呈一般的聚集分布, 且虫体以个体群的形式存在于土层中。

4　结论

从折线图中看出, 蝼蛄的整个生活史中存在 3 个为害高峰期, 4 月 12 日 ~ 4 月 17 日蝼蛄数量下降, 可能是由于 4 月上中旬连续几日高温天气, 最高温度达到 30 ℃, 使蝼蛄潜入地下 20 cm 左右的土层中避免高温伤害。4 月中下旬又持续几天夜间下雨, 使气温有所下降, 成虫再次回到地表为害。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

第2次为害高峰出现在9月，而且较4月更重。产生的原因可能是：(1)9月温度开始下降，成虫返回地面大量取食，积累营养准备越冬。(2)当年孵化出的若虫也可以分散为害，所以增加了对草地的危害程度。

通过对东方蝼蛄在土壤中水平分布格局的调查分析，运用多项聚集度指标和回归分析方程参数均说明东方蝼蛄在水平空间的分布为聚集分布，并且分布的基本成分为个体群。

在云南省思茅地区，从3月下旬开始东方蝼蛄在不同土层深度个体数量出现极显著差异。0～10 cm土层中虫口数明显多于其他土层。说明从3月下旬开始，东方蝼蛄在地表层已开始活动并为害草坪。

参 考 文 献

1 Frank J. H., Sourakov A. Larra Analis Fabricius: Mole Cricket Hunters. Larra Licolor Fabricius. 2006. http://creatures. ifas. ufl. edu

2 Sailer R. I. Natural Enemies. In: Walker T. J. (ed.), Mole Crickets in Florida. Florida Agric. Exp. Stn. Bull. 846. (1984), 1985. 23～32. http://creatures. ifas. ufl. edu

3 Otte D., Alexander R. D. The Australian Crickets. (Orthoptera: Gryllidae), Monographs 22 of the Academy of Natural Science of Philadelphia, 1983, **22**: 1～447.

4 席嘉宾，陈平. 草业学报，2004，**41**(2)：167～169.

5 Tindale N. B. *Records of the South Australian Museum*, 1928, **4**: 1～42.

6 Frank J. H. Mole Crickets and Other Arthropod Pests of Turf and Pasture. In: Habeck D. H., Bennett F. D., frank J. H. (eds.), Classical Biological Control in the Southern United States. 1990, 131～139. http://creatures. ifas. ufl. edu

7 冯光翰. 草原保护学(第2分册)草地昆虫学. 北京：中国农业出版社，1999. 48, 84～86, 202～204.

8 孙吉雄. 草坪学. 北京：中国农业出版社，2003. 238～244.

9 王华，刘东开. 植物医生，2003，**16**(2)：13.

10 西北农学院植物保护系. 农业昆虫学试验研究方法. 上海：上海科学技术出版社，1981. 114～119.

11 张孝羲. 昆虫生态学及预测预报. 北京：中国农业出版社，1995. 146～156.

12 南京农学院主编. 昆虫生态及预报. 北京：中国农业出版社，1987.

13 丁岩钦. 昆虫数学生态学. 北京：科学出版社，1994. 44～58.

14 丁岩钦. 昆虫种群数学生态学原理与应用. 北京：科学出版社，1980. 84～124.

15 徐汝梅. 昆虫种群生态学. 北京：北京师范大学出版社，1987.

16 南京农业大学. 田间试验和统计方法. 第2版. 北京：农业出版社，1999. 91～100.

17 蔡柏岐，牛瑶. 昆虫知识，2002，**39**(2)：152～153.

昆虫学SCI期刊2006年影响因子排名

排名	期刊名称	影响因子	排名	期刊名称	影响因子	排名	期刊名称	影响因子
1	Annu Rev Entomol	8.714	24	Pestic Biochem Phys	1.189	47	J Pestic Sci	0.548
2	Insect Biochem Molec	2.711	25	J Insect Behav	0.967	48	Int J Acarol	0.522
3	Insect Mol Biol	2.639	26	J Am Mosquito Contr	0.895	49	Entomol Sci	0.495
4	Syst Entomol	2.571	27	J Vector Ecol	0.879	50	Jpn J Appl Entomol Z	0.474
5	B Entomol Res	2.046	28	Biocontrol Sci Techn	0.862	51	J Kansas Entomol Soc	0.472
6	Arthropod Struct Dev	2.033	29	J Insect Sci	0.844	52	Sociobiology	0.459
7	Med Vet Entomol	2.033	30	J Appl Entomol	0.841	53	T Am Entomol Soc	0.450
8	J Insect Physiol	2.019	31	Eur J Entomol	0.782	54	J Arachnol	0.448
9	Ecol Entomol	1.960	32	Appl Entomol Zool	0.770	55	J Pest Sci	0.438
10	J Med Entomol	1.950	33	Biocontrol	0.754	56	Aquat Insect	0.431
11	Apidologie	1.906	34	J Apicult Res	0.750	57	J Entomol Sci	0.420
12	Biol Control	1.735	35	Aust J Entomol	0.727	58	Neotrop Entomol	0.413
13	Insect Soc	1.481	36	Exp Appl Acarol	0.716	59	Deut Entomol Z	0.407
14	Arch Insect Biochem	1.474	37	Int J Pest Manage	0.709	60	Coleopts Bull	0.397
15	Agr Forest Entomol	1.473	38	Ann Soc Entomol Fr	0.683	61	P Entomol Soc Wash	0.394
16	Pest Manag Sci	1.428	38	Bee World	0.683	62	Pan-Pac Entomol	0.367
17	Entomol Exp Appl	1.391	40	Fla Entomol	0.667	63	Southwest Entomol	0.353
18	Physiol Entomol	1.355	41	Insect Syst Evol	0.649	64	Orient Insects	0.308
19	Environ Entomol	1.344	42	Afr Entomol	0.613	65	Odonatologica	0.284
20	Adv Insect Physiol	1.333	43	Insect Sci	0.596	66	Entomol Gen	0.273
21	J Stored Prod Res	1.333	44	Can Entomol	0.568	67	J Agr Urban Entomol	0.261
22	Ann Entomol Soc Am	1.289	45	Entomol News	0.556	68	Entomol Fennica	0.250
23	J Econ Entomol	1.275	45	J New York Entomol S	0.556	69	Am Bee J	0.087

(刘同先摘自ISI: Journal Citation Report)

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n