

吉林省西部草原蝗虫群落的集团结构*

李宏实**

(东北师范大学生物系, 长春)

摘 要

本文应用生态学中正在发展的集团理论, 分析了吉林省西部草原蝗虫群落的结构及种间关系。该蝗虫群落由13种蝗虫组成。根据蝗虫的取食行为和栖息地选择两项生态指标, 运用模糊聚类分析和主成分分析方法, 将蝗虫群落划分为4个集团, 并研究了各集团内部和集团之间蝗虫的生态关系, 以及环境因素对蝗虫行为的作用。文中还讨论了有关资源的确定, 竞争理论和集团理论等问题。

关键词: 草原, 蝗虫群落, 集团结构。

Root (1967)^[1] 首先提出集团 (guild) 的概念, 即以相似方式利用环境资源的物种的集合体。诸多学者运用集团理论进行了许多研究^[2-4]。其优点主要有: 1. 它把复杂的生物群落划分成一些功能性单位; 2. 它不受分类关系的限制。它的中心问题是研究那些具有生态学的相似作用的同域种, 它们之间的生态位有高度的重叠, 它们对群落结构有很大的影响^[5-8]。在评定集团对于群落功能的重要性之前, 描述不同水平的集团基本结构是必要的。

蝗虫在草原生态系统中它既是消费者又是次级生产者, 占有重要的地位。为阐明它在生态系统能量流动和物质循环中的作用, 对其群落结构进行研究是必要的。有关蝗虫集团结构的研究, 迄今国内尚无报道。Anthony Joern^[7-8], Joern, A and L. R. Lewlor^[9-10] 做了不少工作, 但因蝗虫种类和自然条件各异, 研究角度亦不尽相同, 其结构特征显然不同。

为探讨我国北方羊草草原蝗虫群落的集团结构, 1987年7月—9月作者在吉林省长岭县种马场东北师范大学草原定位站进行了这项工作。

一、工作地点和方法

1. 工作地点

长岭县种马场位于吉林省西部, 北纬44°31'—44°51', 东经120°31'—124°10', 为冲积-湖积平原, 海拔高度150—180米, 属温带半湿润季风型气候。年降水量313—381mm。该地区草地以羊草 (*Leymus chinensis*) 为主要优势种。主要伴生种有芦苇 (*Phragmites communis*)、黄蒿 (*Artemisia scaparia*)、糙隐子草 (*Cleistogenes squarrosa*) 等。羊草群落主要分布在该地区广大的低平地上, 草群生长茂盛, 总盖度80%以上, 草层平均高约40cm。此外, 作者还在杂类草草地、大针茅 (*Stipa spp.*) 草地、榆树疏林及盐碱地进行了调查。

2. 数据统计和处理

蝗虫的取食行为主要指其取食高度, 本文将高度分为3个等级梯度, 通过野外观察和笼养

* 本文在张凤岭先生指导下完成, 高玮先生、潘伟老师给予很大帮助, 谨致谢意。

** 现在东北农学院生物工程系工作。

本文于1989年6月24日收到。

实验确定各种蝗虫在不同高度上的取食频次。栖息地选择参照Anthony Joern(1979)的方法并加以适当改进,确定了3个生态指标,即阳光、地面基层和近水地域。每个指标又分若干梯度。这些生态指标基本上包括了蝗虫取食行为和栖息地选择的大部分内容。具体方法是在尽量不惊扰蝗虫的前提下,缓慢地穿过调查样地,随时记录下各种蝗虫在不同生态梯度上出现的频次,并换算成百分比。将群落中13种蝗虫的11项行为参数的百分比列成13×11维的原始数据矩阵,应用模糊聚类分析和主分量分析方法,分别编程序输入计算机(IBM-PC/XT型),将计算结果用于划分集团和考察群落内各蝗虫种群之间的生态关系。

二、群落组成与集团的划分

该地区蝗虫群落组成详见表1。通过2,213次观察,所得各项行为的百分比数据见表2。

表1 蝗虫群落组成种

Table 1 The component species of grasshopper community

种 名	学 名	本种缩写
条纹鸣蝗	<i>Monglotettix japonicus vittatus</i>	Mi
异色雏蝗	<i>Chorthippus biguttatus</i>	Cb
小 雏 蝗	<i>Chorthippus minutus</i>	Cm
素色异爪蝗	<i>Euchorthippus unicolor</i>	Eu
黄胫小车蝗	<i>Oedaleus infernalis</i>	Oi
大垫尖翅蝗	<i>Epacromius coerulipes</i>	Ec
小垫尖翅蝗	<i>Epacromius tergestinus</i>	Et
毛足棒角蝗	<i>Dasyhippus barbipes</i>	Db
北京棒角蝗	<i>Dasyhippus peipingensis</i>	Dp
宽翅曲背蝗	<i>Pararcyptera microptera meridionalis</i>	Pm
轮纹蝗	<i>Bryodemus tuberculatum dilutum</i>	Bt
大赤翅蝗	<i>Celex skalozebovi</i>	Cs
中华稻蝗	<i>Oxya chinensis</i>	Oc

表2 群落中蝗虫的行为百分比(%)

Table 2 Behavior data (%) of species in grasshopper community

项 目	种 名	Mj	Cb	Cm	Eu	Oi	Ec	Et	Db	Dp	Pm	Bt	Cs	Oc
阳 光	阳 光	27.1	27.6	22.7	40	26.7	29.9	42.9	44.1	40	46.7	41.9	31.3	46.2
	阴 影	32.2	40.8	45.5	20	23.3	29.9	19.1	14.7	5	13.3	25.8	40.6	25.6
	光 斑	40.7	31.6	31.8	40	50	40.3	38.1	41.1	55	40	32.2	28.1	28.2
裸 地	裸 地	10.2	5.3	27.3	0	41.7	10.5	18.6	47.1	12.2	33.3	35.5	53.1	0
	交 界 地	3.39	10.5	36.4	0	38.3	17.1	10.4	20.6	26.8	26.7	38.7	31.3	2.6
	植 物	86.4	84.4	36.6	100	20	72.4	71	32.4	61	40	25.8	15.6	97.4
近水地域	近水地域	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	远水地域	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
株 高	0—10cm	21.6	31.3	62.5	13.3	66.7	40	41	72.7	53	75	75	80	10.5
	10—30cm	62.9	45.3	37.5	63.3	33.3	41.8	37	27.3	32	25	12.5	20	64.3
	>30cm	25.5	23.5	0	33.3	0	18.2	22	0	12	0	12.5	0	42.1

总信息含量为400%,其中取食行为100%,栖息地选择300%。

应用模糊聚类分析进行群落中集团的划分,根据聚类结果可作出聚类的树状图(见图1)。由图1可以看出群落内各种蝗虫行为格局的相似程度。 λ 值越大,集团的划分越细致。

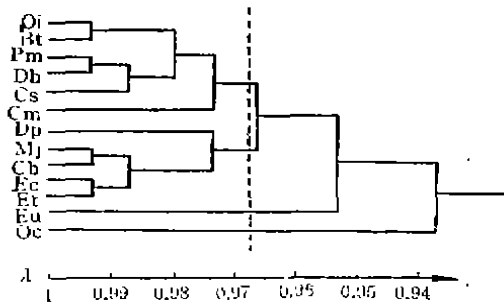


图1 群落中蝗虫聚类树状图

Fig.1 Cluster analysis dendrogram of the grasshopper community

这与群落中其它蝗虫的习性有极大差别。集团2为1种素色异爪蝗。从栖息地选择来看,它主要栖息在植物上面,一般不在裸地上或植物与裸地交界处出现;从取食高度上来看,一般在30cm以上的高度取食。集团3的6种蝗虫生态习性相似,其主要共同点是常在裸地或裸地与植物交界处栖息,在植物上栖息的频次较少。取食高度通常在0—10cm之间,几乎不在30cm以上高度取食,在10—30cm之间取食的频次也较少,可定名为“裸地栖息、中下层取食集团”。集团4的5种蝗虫与集团3的蝗虫习性有较大差异。在栖息地选择方面,它们大都栖息在植物上,而在裸地上栖息的频次很少。取食高度多在10—30cm之间或30cm以上,极少有在0—10cm部位取食,可定名为“植物上栖息,中上层取食集团”。

上述集团的划分和命名,各种蝗虫的集团归属,是在特定的时间和空间内相对而言,并非专一和固定不变。

三、取食行为及栖息地选择的生态分隔

应用主成分分析(PCA)的方法,以各种蝗虫的取食行为和栖息地选择的11个生态指标梯度为属性,将13种蝗虫进行二维及三维空间的排序,从而得出各种蝗虫生态分隔的信息。根据计算结果作出图2是群落主成分分析的二维排序图,表3是各项蝗虫行为对前三个主分量的负荷量表。

从图2和表3中可以看出,对含信息量

聚合水和越低的种类,它们的行为格局越相似,生态位重叠也越大,而越有可能成为竞争种对。

λ 值为0.968时,群落分为4个集团:1:中华稻蝗;2:素色异爪蝗;3:黄胫小车蝗、轮纹痂蝗、宽翅曲背蝗、大赤翅蝗、毛足棒角蝗和小雏蝗;4:条纹鸣蝗、异色雏蝗、大垫尖翅蝗、小垫尖翅蝗和北京棒角蝗。这样的划分符合实际观察。

集团1为中华稻蝗的1种,它的主要生态特征是栖息在近水地域或水中的植物上面。

表3 各项行为对前三个主分量的负荷量

Table 3 The loading of each behavior category for the prior three principal components

主分量		Y ₁	Y ₂	Y ₃
项 目	阳 光	-0.19129	0.8826	0.2511
	阴 影	0.3919	-0.6319	-0.6664
	光 斑	-0.3757	-0.2673	0.7511
裸 地	交 界 地	-0.8847	8.89E-02	-0.3177
	植 物	-0.8920	0.1513	-0.1287
	植 物	0.9449	-0.1239	0.2506
近水地域	近水地域	-0.6271	-0.6713	0.2526
	远水地域	0.6272	0.6708	-0.2526
株 高	0—10cm	-0.9739	0.1538	8.86E-02
	10—30cm	0.9281	-1.78E-03	6.64E-02
	<30cm	0.9545	-4.41E-02	0.1356
特 征 根	特 征 根	6.3087	2.2226	1.4094
	信 息 量	57.35%	20.21%	12.81%

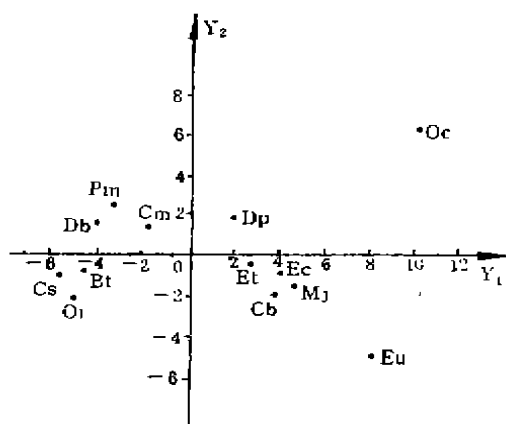


图 2 13种蝗虫的二维排序(占总信息量的77.56%)
Fig.2 Two-dimensional ordination of 13 species of grasshopper (Account for 77.56% of total information)

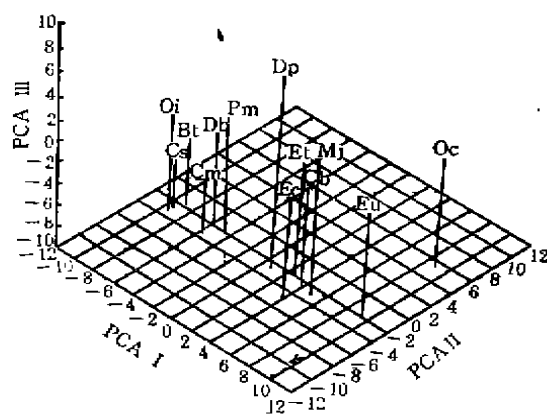


图 3 13种蝗虫的三维排序图(占总信息含量的90.37%)
Fig.3 Three-dimensional ordination of 13 species of grasshopper (Account for 90.37% of total information)

最多的第一主分量 Y_1 影响最大的因素是蝗虫的取食高度。所以 Y_1 在很大程度上反映了蝗虫取食高度的配置情况。取食高度越高的蝗虫在图2中位置越靠近右面,如素色异爪蝗(Eu)等,反之靠左,如小车蝗(Oi)等。基本上将“裸地栖息,中下层取食集团”和“植物上栖息,中上层取食集团”分隔开来。

对第二主分量 Y_2 影响最大的是蝗虫对阳光的选择规律。喜欢栖息在阳光下的种类(如中华稻蝗等)靠近图的上端,而喜欢栖息在阴影或光斑中的种类(如素色异爪蝗等)靠近图的下端,基本体现了蝗虫对阳光规律的选择情况。

群落二维排序图中,各个蝗虫集团彼此分散,与聚类分析结果基本吻合,验证了聚类分析的准确性和可信度。

三维排序(图3)的信息量比二维排序增加了12.81%,其中对第三主分量 Y_3 影响最大的是阳光规律中光斑这一生态指标(图中表现为纵线较长)。在二维排序图2中,北京棒角蝗与“裸地栖息,中下层取食集团”镶嵌较紧,在图3中它们沿 Y_3 轴分开了。与二维排序图相比,三维排序与聚类分析结果更为一致,两者得到互相验证。

四、群落中蝗虫的种间关系

应用 Pianka(1973)提出的生态位重叠公式:

$$O_{jk} = O_{kj} = \frac{\sum_i P_{ij} \cdot \sum_i P_{ik}}{\sqrt{\sum_i P_{ij}^2 \cdot \sum_i P_{ik}^2}}$$

其中 O_{jk} 为种 j 和种 k 的生态位重叠值, P_{ij} 和 P_{ik} 分别为种 j 和种 k 在资源 i 中所占百分比。得出群落中各蝗虫种对之间的生态位重叠值(详见表4)。

本文着重讨论那些行为格局相似、生态位重叠值高,而有可能成为竞争种对的物种,它

表 4 各种对之间生态位价重叠
Table 4 Niche overlaps of each pair-wise species

	Mj	Oi	Bt	Pm	Cb	Db	Cm	Ec	Cs	Dp	Et	Oc	Eu
Mi	1	0.784	0.785	0.831	0.994	0.821	0.854	0.982	0.735	0.912	0.970	0.61	0.985
Oi		1	0.982	0.971	0.813	0.81	0.978	0.974	0.882	0.97	0.88	0.31	0.721
Bt			1	0.978	0.818	0.975	0.969	0.88	0.977	0.926	0.887	0.31	0.724
Pm				1	0.85	0.99	0.987	0.913	0.955	0.97	0.93	0.38	0.76
Cb					1	0.83	0.88	0.989	0.77	0.92	0.973	0.592	0.978
Db						1	0.978	0.89	0.97	0.94	0.91	0.352	0.728
Cm							1	0.93	0.953	0.96	0.93	0.42	0.789
Ec								1	0.83	0.94	0.99	0.55	0.925
Cs									1	0.86	0.84	0.26	0.65
Dp										1	0.98	0.49	0.86
Et											1	0.55	0.91
Oc												1	0.63
Eu													1

们在群落中起着重要作用。关于蝗虫在其它维度上的行为差异及集团之间蝗虫的相互作用等问题拟另撰文发表。

在“裸地栖息、中下层取食集团”中,黄胫小车蝗与轮纹痂蝗行为极相似,生态位重叠值为0.982,但两者行为亦有细微差别。在栖息地选择方面,轮纹痂蝗多在裸地栖息,一般是飞起后落到植物根部,然后迅速爬出,停留在光裸的地面,暴露于阳光下。黄胫小车蝗则在植物与地面交界处的光斑中停留的频次多些。在取食高度方面,轮纹痂蝗在10—30cm和30cm以上区域取食的频次较高,而黄胫小车蝗相对少些(在记录中没有发现在30cm以上取食的情况)。在“植物上栖息、中上层取食集团”中,条纹鸣蝗与异色雏蝗生态位重叠值为0.99,相似程度极高,但它们对阳光的选择这个生态指标反应不同。条纹鸣蝗行动迟缓,多在植物叶片之间的缝隙中栖息,属光斑范围。异色雏蝗较活泼,喜在植物叶片背光面栖息,即在阴影中栖息的比例大些。异色雏蝗的密度很大,在发生的高峰期,1平方米可达20余头,是羊草草原的主要害虫。上述表明它们的空间生态位和营养生态位存在着差异而并非完全重叠,正是这种差异使这些形态上迥异而生态上趋同的种群得以在同一群落中共存。

五、讨 论

1. 关于集团理论

多种物种的集合体是由行为格局相似种所组成的较小集团有机地构成,因而人们对自然集团的兴趣越来越大^[11-12]。重要的是集团通过不断增长的稳定性潜在地影响着—个系统的动态功能^[13]。本文将蝗虫群落划分为4个集团,各集团根据各自的生态行为格局,合理地分割了环境资源。含有蝗虫种类较多的两个集团(集团3和集团4)在该蝗虫群落中占主导地位,也是较稳定的两个集团。从某种意义上讲,集团的稳定性与环境的稳定性有较大关系。集团做为一个功能性单位^[14],体现了群落的功能结构。

2. 关于资源的确定及划分蝗虫集团的依据

资源是对物种的生存和繁衍起作用的各种环境因素之总称。资源是多维的,在实际工作

中,同时要了解许多维是有困难的。在草原中,食物资源及栖息地选择是蝗虫生存和繁衍的最重要因素。蝗虫的取食行为反映了它们对空间的利用,在一定程度上反映了所取食的种类和分布。从本文结果来看,在未能直接统计出蝗虫食物的情况下,应用蝗虫的取食行为进行研究是合理的。栖息地结构的复杂性与物种的多样性有很大关系,对群落的发展及稳定有重要作用,以此作为划分蝗虫集团的一个重要指标是合理的。

3. 关于竞争问题

竞争会促进对不同资源的利用,由此可引起生态多样性^[15]。本文结果证实了这一点,蝗虫对资源的利用是不均匀的,物种趋向于利用不同资源。集团中的物种以相似的方式利用相似的资源。种间竞争和共存处于微妙的平衡中。一旦环境改变就可能导致平衡破坏,产生新的竞争,再产生新的平衡,改变了原有的群落结构。本文涉及的仅是食物与栖息地二维状况,因而在本文结果中相似程度极高而仍能共存的种类(如大垫尖翅蝗和小垫尖翅蝗),在其它资源序列中可能存在着较大差异,亦有可能由于资源的极大丰富而避免了竞争,这有待于进一步探讨。

参 考 文 献

- [1] Root, R.B., 1967, The niche exploitation pattern of the bluegrey gnatcatches. *Ecol. Monogr.* 37:317—360.
- [2] Caswell, H., 1978, Community structure: a neutral model analysis. *Ecol. Monogr.* 48:327—354.
- [3] Inger, R.F. and Colwell, R.K., 1977, Organization of contiguous communities of amphibians and reptile of Thailand. *Ecol. Monogr.* 47:229—253.
- [4] Anthony Joerd, 1979, Resource utilization and community structure in assemblages of arid grassland grasshoppers. *Trans. Amer. Ent. Soc.* 105:253—300.
- [5] Cody, M.L., 1974, Competition and structure of bird communities. Princeton University Press.
- [6] Findley, J.S., 1978, The structure of bat communities *American Naturalist* 110:129—139.
- [7] Anthony Joern, 1982, Vegetation structure and microhabitat selection in grasshoppers. *Southwestern Naturalist* 27:197—209.
- [8] Anthony Joern, 1983, Host plant utilization by grasshoppers from a sandhills prairie. *J. Range Management*, 36:793—797.
- [9] Joern, A. and Lawlor, L.R., 1980, Arid grassland grasshopper community structure: comparisons with neutral models. *Ecology* 61:591—599.
- [10] Joern, A. and Lawlor, L.R., 1981, Guild structure in grasshopper assemblages based on food and microhabitat resource. *Oikos* 37:93—104.
- [11] Botkin, D. B. 1974, Functional groups of organisms in model ecosystems. Philadelphia pp98—102.
- [12] Levandowsky, M. and white, R.S., 1977, Randomness, time scale and the evolution of biological communities. *Evol. Biol.* 10:69—161.
- [13] May, R.M., 1972, Will a large complex system be stable? *Nature London* 238:413—414.
- [14] 周 放, 1987, 鼎湖山森林鸟类群落的集团结构, *生态学报* 7(2):176—184.
- [15] Schoener, T.W., 1974, Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185:256—307.

GUILD STRUCTURE OF GRASSHOPPER COMMUNITY IN THE GRASSLAND OF WEST JILIN PROVINCE

Li Hong-Shi

(Biological Department, Northeast Normal University, Changchun)

In this article, the developing theory of guild in ecology is applied to study on the guild structure of grasshopper community in the grassland of west Jilin province. This grasshopper community consisted of 13 species of grasshopper. The cluster analysis and principal components analysis were made on the basis of foraging behavior and habitat choice as indicators to divide this grasshopper community into four guilds. They were *Euchorthippus unicolor*, *Oxya chinensis*, "the guild of perching on the surface of earth and foraging in lower level", and "the guild of perching on the plant and foraging in upper level". The ecological relationships within the guilds and between the different guilds and the effects of environmental factors on the behaviors of grasshopper were studied and reasonably explained from point-view of ecology. Some issues concerning the theories of guild and competition were also discussed.

Key words: grassland, grasshopper community, guild, structure.