

278-282

第18卷第3期
1998年5月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 18, No. 3
May, 1998

放牧对蝗虫栖境结构的改变及其 对蝗虫栖境选择的影响

颜忠诚 陈永林

Q969.265-2

(中国科学院动物研究所 北京 100080)

摘要 放牧是草原植被利用的主要形式,牲畜的牧食极易改变蝗虫生存的栖境结构。本研究表明:在重牧区蝗虫发生的密度最高,而轻牧区蝗虫发生的密度最低。这说明,不同的牧压强度所形成的栖境对蝗虫栖境选择的适合度不一致,重牧后的栖境有利于蝗虫的发生,特别是有利于地栖型蝗虫的发生,而在不受放牧干扰、植物能自由生存下的栖境则有利于植栖型蝗虫的发生。合理放牧后的栖境则不利蝗虫发生。

关键词: 放牧,羊草草原,蝗虫,栖境,栖境选择。

EFFECT OF GRAZING ON HABITAT STRUCTURE AND HABITAT SELECTION OF GRASSHOPPERS OF *Leymus chinensis* PRAIRIE

Yan Zhongcheng Chen Yonglin

(Institute of Zoology, Academia Sinica, Beijing, 100080, China)

Abstract The influence of livestock grazing on grasshopper were compared in the three different grazing intensities in *Leymus chinensis* prairie in Inner Mongolia, China. Results indicate that the plant biomass was the lowest and the grasshopper density was the highest in the heavily grazed area. In this area, the habitat structure was benefit for the terricole grasshopper to select. In no grazed area, however, the plant biomass was the highest and the habitat structure was benefit for the planticole grasshopper to select. In the lightly grazed area, density of grasshopper was the lowest.

Key words: grazing, *Leymus chinense* prairie, grasshopper, habitat, habitat selection.

栖境是生物个体、种群或群落能在其中完成生命过程的空间^[1]。昆虫在长期进化过程中形成了对一定栖境条件的适应和需要,一旦栖境发生变化,则对昆虫产生重要影响^[2-6]。在草原生态系统中,动物的牧食作用,对草原生态系统的影响是多方面的^[7-11]。这些影响最终都反映到植物群落结构的变化,以及栖境特征的改变^[12]。植物对放牧相应地产生一系列的反应,某些植物对草食动物的取食则显示极强的形态可塑性,甚至引起整个栖境结构水平及垂直结构格局的变化^[13-14]。放牧程度的不同,也会引起不同的变化^[15]。

放牧对栖境结构的水平和垂直结构格局的改变,可以引起动物群落结构组成发生变化。Morris^[2]认为植物的器官组织(如根、茎、叶、花、果、芽等)是某些昆虫的特殊栖境,一旦被取食或践踏,昆虫失去了其所

收稿日期:1996-03-01,修改稿收到日期:1996-06-28。

需选择的栖境则不能生存。放牧活动使植物的高度、生物量、密度、盖度等发生一系列变化,蝗虫也随之发生变化^[15-16]。本文研究了羊草草原在不同放牧强度下,栖境结构的变化和蝗虫对栖境变化的反应。

1 研究方法

本研究是在中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站进行的,定位研究站设在内蒙古锡林郭勒盟白音锡勒牧场境内,位于北纬45°26'~44°08',东经116°04'~117°05',海拔1000~1400m,面积约3740km²。这里地处内蒙古高原中部与大兴安岭南段西侧山地遥相接触地带。羊草草原在这里有广泛分布,是该区最主要的放牧和割草草场资源。草场退化是本区放牧利用中最主要的问题之一,许多作者对不同放牧强度下羊草草原的特征以及羊草草原退化等问题进行了研究^[17,18]。

放牧强度则是根据样地与居民区之间的距离,以及放牧程度而进行确定的。在本研究中,确定下列3个放牧强度:(1)无牧区——中国科学院草原生态系统定位研究站设立的草围栏永久样地。(2)轻牧区——羊草围栏永久样地的栏外,此处离定居畜牧点远,放牧强度低。(3)重牧区——锡林河附近放牧极重的地段,该区距水源近,草场处于过度放牧退化状态。

蝗虫群落取样 从5月至9月每隔5d在各样地进行无放回取样,取样方法是用一无底样方框(底面积为1×1m²,高为0.5m),在样地中按平行路线走法取样,共取4行5列(样方间距保证在40m以上),然后迅速将框内蝗虫全部取出,立即按样方编号装入盛有70%酒精且已编号的塑料瓶内。在抓取过程中,如有逃出,捉回补齐。取样的样品,在室内进行分类鉴定,按样方号记载种类及数量,每个样地每次取20个样方。

植物群落取样 取样样地与蝗虫取样一致,于每月中旬,在每个样地取样一次。取样用样方框(4个1m的角尺连接形成的一个面积为1×1m²的方框)在样地随机定点,然后记载样方内的植物种名和种数,测量每种的高度,并测生物量。每样地每次取5个样方。

2 研究结果

2.1 不同放牧强度下栖境结构的差异

根据植物群落取样调查,3个放牧梯度下,植物群落间相似程度见表1。

表1 不同放牧强度下羊草草原植物群落的相似性
Table 1 The similarity index of *Leymus chinensis* community under three levels of grazing

相似性系数 Similarity index	无牧 No grazing	轻牧 Light grazing	重牧 Heavy grazing
无牧 No grazing	1.0000		
轻牧 Light grazing	0.3497	1.0000	
重牧 Heavy grazing	0.2023	0.6428	1.0000

注:相似性系数公式为: $R_{jk} = \sum (X_{ij} \cdot X_{ik}) / (\sum X_{ij}^2 \cdot \sum X_{ik}^2)^{1/2}$, 其中, i 为物种, j, k 为样地, X_{ij} 表示 j 样地 i 物种的生物量。

的一个统一的指数。在轻牧区,牲畜对其喜食的草类(如羊草)有一定程度的取食,使其在群落中的优势度下降,从而使得群落更加均匀,多样性指数则高。在无牧区,植物的生长不受放牧干扰,优势种植物受到很好的发展,对整个群落而言,群落内的种的多度分布差异大,因而多样性指数低,均匀度低。在重牧区,由于牧食强度高,微栖境发生了很大改变,一些伴生植物种类随之消失(重牧区种类数最少)。

2.2 蝗虫在不同放牧强度下的适应性变化

放牧强度不同,对蝗虫的栖境的影响不同。栖境结构的差异对蝗虫群落影响见表3,重牧区蝗虫群落密

从表1可以看出,无牧区与重牧区之间的相似性指数最低,这说明这两个区之间栖境的差异最大。无牧区与轻牧区的相似性指数虽然要比无牧区与重牧区之间的相似性指数高,但其值仍然很低。这说明无论放牧强度如何,均对植物群落产生影响,这种影响随放牧强度增加而加强。

放牧对植物群落特征的影响,表现在“割草式”牧食引起的生物量,植物高度等的变化(表2)。植物群落生物量随放牧强度增加而显著下降,下降比例在轻牧区为73.93%,在重牧区为78.98%。植物群落的平均高度随牧压的增加,在轻牧区降低了56.56%,在重牧区降低了72.89%。这些说明放牧使植物群落的生物量和群落的平均高度发生明显变化,随牧压增加,栖境结构向“稀疏”及“矮化”方向发展。

多样性指数在轻牧区最大,且均匀度指数最高。多样性指数是反映群落内部物种及种相对多度

表2 不同放牧强度下羊草草原植物群落特征

Table 2 The characteristics of *Leymus chinensis* community under three levels of grazing

项目 Item	无牧 No grazing	轻牧 Light grazing	重牧 Heavy grazing
生物量 Biomass(g/m ²)	378.70	98.72	79.61
群落平均高度 Average height(cm)	17.52	7.61	4.75
多样性指数 Diversity index	2.0118	2.1599	2.1517
均匀度指数 Evenness index	0.599	0.7409	0.6961
植物种类数 Species number	29	30	22

度比无牧区的密度高,轻牧区蝗虫的密度比无牧区低。在重牧区,栖境植物群落结构的特征是“稀疏”和“矮化”,在这种栖境中蝗虫发生的密度最大。其原因是重牧区的栖境有利于地栖型种类的选择,在重牧区发生的10种蝗虫中,属于地栖型的种类有8种,共占有80%的比例。在轻牧区,栖境特征介于无牧区与重牧区之间,对植栖型和地栖型蝗虫的适合度均较低,因而不利于蝗虫选择。在无牧区,由于植物浓密且高,有利于植栖型蝗虫的生存。如植栖型的小翅雏蝗发生的比例最高(占41.35%)。

表3 不同放牧强度下蝗虫群落特征

Table 3 The characteristics of grasshopper community under three levels of grazing

项目 Item	无牧 No grazing	轻牧 Light grazing	重牧 Heavy grazing
密度 Density(头/m ²)	1.33	0.95	1.89
多样性指数 Diversity index	1.6887	1.7494	2.1252
均匀度指数 Evenness index	0.8121	0.8990	0.9270
种类数 Species number	8	7	10

区密度最小,这说明这两种蝗虫栖境经过适当的放牧干扰后,栖境结构的多样性及均匀性程度均增高(表2),不利于它们的发生。北方雏蝗仅在重牧区发生,说明该种类仅选择草场退化的栖境。轮纹异痲蝗和狭翅雏蝗在轻牧区不发生,而在无牧区及重牧区发生,其原因尚有待于进一步探讨。

2.3 栖境结构因子与蝗虫栖境选择的相互关系

由表2知道,放牧对植物群落的影响是多方面的,这些众多影响因子的综合结果,则在不同放牧强度下形成结构不同的栖境类型,栖境中各特征因子对蝗虫的栖境选择作用是不相同的。表5是不同蝗虫种类与栖境因子(植物生物量、平均高度、多样性)之间相关关系,小蛛蝗、亚洲小车蝗、宽须蚁蝗、鼓翅皱膝蝗等4种蝗虫与栖境的植物平均高度相关值最大,说明放牧对栖境结构影响中,取食后对栖境中植物垂直高度的降低,对这4种蝗虫的影响最大。小蛛蝗、亚洲小车蝗和宽须蚁蝗与栖境的植物平均高度呈负相关。这说明放牧越严重,栖境的植物垂直高度越低,则越有利于这3种蝗虫的选择。而鼓翅皱膝蝗则正好相反。条纹鸣蝗和小翅雏蝗与栖境中植物生物量、平均高度以及多样性的相关值均高,说明放牧后,植物生物量降低以及平均高度降低对条纹鸣蝗和小翅雏蝗的发生均不利。毛足棒角蝗、短星翅蝗、轮纹异痲蝗、狭翅雏蝗、北方雏蝗等5种蝗虫与不同放牧强度栖境因子的相关值均很低,说明这种栖境因子对它们的影响作用小。

3 讨论

草原放牧对蝗虫的影响是多方面的,不同放牧梯度下所形成的栖境结构表现有很大的差异。从整个蝗虫群落而言,禁牧和过牧所形成的栖境条件对其发生有利,而合理放牧所形成的栖境条件则不利于蝗虫的发生,这是由于:一方面蝗虫在长期进化过程中所形成的生活型的不同,对栖境的要求不一样,放牧强度的

不同蝗虫种类在不同放牧强度下的密度见表4。不同蝗虫种类对放牧强度采取的对策是不同的。小蛛蝗和亚洲小车蝗在无牧区不发生,随牧压增加,密度增大,宽须蚁蝗随牧压增加,密度增加。这说明这3种蝗虫在栖境选择时,喜选择“稀疏”、“矮化”的开阔栖境,放牧强度越大,形成这种类型的栖境的可能性则越大,则越有利这几种蝗虫的选择。鼓翅皱膝蝗和小翅雏蝗则是随牧压增加,密度下降。这说明放牧所形成的栖境条件不利于这两种蝗虫的选择。条纹鸣蝗仅在无牧区发生,一旦放牧,该种类则不存在,说明条纹鸣蝗对放牧特别敏感。毛足棒角蝗和短星翅蝗在重牧区发生密度最大,轻牧

表4 不同放牧强度下蝗虫的密度变化(头/m²)^{*}

Table 4 Changes of density of grasshopper under three levels of grazing

种名 Species	无牧 No grazing	轻牧 Light grazing	重牧 Heavy grazing
小蛛蝗 <i>Aeropedellus variegatus minutus</i> Mist	0	0.06	0.30
亚洲小车蝗 <i>Oedaleus asiaticus</i> B-Bienko	0	0.13	0.28
宽须蚁蝗 <i>Myrmeleotettix palpalis</i> (Zub.)	0.09	0.12	0.15
鼓翅皱膝蝗 <i>Angaracris barabensis</i> (Pall)	0.15	0.12	0.08
小翅雏蝗 <i>Chorthippus fallax</i> (Zub.)	0.55	0.22	0.21
毛足棒角蝗 <i>Dasyhippus barbipes</i> (F.-W.)	0.29	0.28	0.44
短星翅蝗 <i>Calliptamus abbreviatus</i> Ikon.	0.04	0.02	0.14
条纹鸣蝗 <i>Mongolotettix japonicus vittatus</i> (Uvr.)	0.05	0	0
轮纹异痂蝗 <i>Bryodemella tuberculatum dilutum</i> (Stoll)	0.10	0	0.08
狭翅雏蝗 <i>Ch. dubius</i> (Zub.)	0.06	0	0.16
北方雏蝗 <i>Ch. hamastroemi</i> (Mir.)	0	0	0.05

注:密度为年平均值。Density is average of annual.

表5 不同放牧强度下,栖境因子与蝗虫的相关值

Table 5 The correlation values of grasshopper to habitat factors under three levels of grazing

种名 Species	植物生物量 Biomass of plant	植物平均高度 Height of plant	植物群落多样性 Diversity of plant community
小蛛蝗 <i>Aeropedellus variegatus minutus</i> Mist	-0.6967	-0.8009	0.6166
亚洲小车蝗 <i>Oedaleus asiaticus</i> B-Bienko	-0.8739	-0.9394	0.8173
宽须蚁蝗 <i>Myrmeleotettix palpalis</i> (Zub.)	-0.8931	-0.9528	0.8404
皱膝蝗 <i>Angaracris barabensis</i> (Pall)	0.8532	0.9246	-0.7929
小翅雏蝗 <i>Chorthippus fallax</i> (Zub.)	0.9995	0.9822	-0.9972
毛足棒角蝗 <i>Dasyhippus barbipes</i> (F.-W.)	-0.5011	-0.6310	0.4064
短星翅蝗 <i>Calliptamus abbreviatus</i> Ikon.	-0.4119	-0.5501	0.3128
条纹鸣蝗 <i>Mongolotettix japonicus vittatus</i> (Uvr.)	0.9984	0.9770	-0.9988
轮纹异痂蝗 <i>Bryodemella tuberculatum dilutum</i> (Stoll)	0.6105	0.4783	-0.6911
狭翅雏蝗 <i>Ch. dubius</i> (Zub.)	-0.1991	-0.3508	0.0939
北方雏蝗 <i>Ch. hamastroemi</i> (Mir.)	-0.5486	-0.6733	0.4567

不同,所形成的栖境条件对不同种类的适合度不一样。对于植栖型蝗虫而言,禁牧则有利于其选择,而过牧所形成的栖境条件则有利于地栖型和兼栖偏地栖型蝗虫的选择。另一方面合理放牧干扰下的植物群落的多样性及均匀度最大,按群落多样性导致群落稳定性的原理,则在合理放牧下,栖境结构是最稳定的,这种稳定的栖境抗蝗虫干扰的性能最大。

不同蝗虫种类与放牧梯度的关系表现复杂。根据样地中出现的种类,小蛛蝗、亚洲小车蝗、宽须蚁蝗等随牧压增加,密度上升。牧压对这3种蝗虫的栖境影响主要是通过从栖境的植物群落平均高度来影响蝗虫的发生。鼓翅皱膝蝗与小翅雏蝗随牧压的增加,密度下降,下降的原因对鼓翅皱膝蝗而言,栖境内植物高度的降低不利于其发生,对小翅雏蝗而言,则由植物的生物量及平均高度两方面来影响。毛足棒角蝗、短星翅蝗、轮纹异痲蝗、狭翅雏蝗、北方雏蝗等各蝗虫,各栖境因子对它们密度发生的相关值均不显著,说明影响这些蝗虫的栖境选择,除上述栖境因素外,还有其他因素在起主要作用^[19,20]。如毛足棒角蝗和短星翅蝗在轻度放牧下,密度最小,这可能与栖境结构的稳定性有关。具体是何种因子对这种蝗虫的选择起主要作用,有待于进一步探讨。

参 考 文 献

- 1 Grinnel J. Field tests of theories concerning distributional control. *Am. Nat.*, 1917, **51**: 115~128
- 2 Morris M G. Differences between the invertebrate faunas of grazed and ungrazed chalk grassland. 1. Responses of some phytophagous insects to cessation of grazing. *J. Appl. Ecol.*, 1967, **4**: 459~474
- 3 Morris M G. Differences between the invertebrate faunas of grazed and ungrazed chalk grassland. 1. The fauna of sample curves. *J. Appl. Ecol.*, 1968, **5**: 601~611
- 4 Gibson C W D *et al.* Spring grazing by sheep; effects on seasonal changes during early old field succession. *Vegetation*, 1987, **70**: 33~43
- 5 Gibson C. W. D. *et al.* The use of sheep grazing to recreate species-rich grassland from abandoned arable land. *Biological Conservation*, 1987, **42**: 165~183
- 6 Gibson C W D *et al.* Relationships between the effects of insect herbivory and sheep grazing on seasonal changes in an early successional plant community. *Oecologia (Berl.)*, 1987, **71**: 245~253
- 7 McNaughton S J. Serengeti migratory wildebeest; facilitation of energy flow by grazing. *Science*, 1976, **191**: 92~94
- 8 Thorsteinnsson I. The effects of grazing on stability and development of Northern rangeland. A case study of Iceland. In: Gudmundsson O. (ed.), *Grazing research at Northern Latitudes*, Plenum Press, New York, 1986, 39~47
- 9 Holmes J C *et al.* Effect of grazing by cattle on the abundance of grasshoppers on fescue grassland. *J. LRange. manage.*, 1979, **32**(4): 310~311
- 10 Miller R H *et al.* Grasshopper (Orthoptera, Acrididae) and plant relationships under different grazing intensities. *Environ. Entomol.*, 1991, **20**(3): 807~814
- 11 Quinn M A *et al.* Influence of grazing history on the community structure of grasshoppers of a mixed-grass prairie. *Environ. entomol.*, 1990, **19**(6): 1756~1766
- 12 Whitman W C. Influence of grazing on the microclimate of mixed-grass prairie. In: Kretlow K M. *et al.* (eds.), *Plant morphogenesis as the basis for scientific management of range resources*, USA. Misc. Publ., 1971, 207~218
- 13 Mopper J *et al.* A new look at habitat structure; consequences of herbivore-modified plant architecture. In: Bell S. S. *et al.* (eds.), *Habitat structure-the physical arrangement of objects in space*, Chapman and Hall, London, 1991, 260~280
- 14 Inouye D W. The consequences of herbivory; a mixed-blessing for *Jurinea mollis* (Asteraceae). *Oikos*, 1982, **39**: 269~272
- 15 McNaughton S J. Grazing lawns, animals in herds, plant form and coevolution. *Am. Nat.*, 1984, **124**: 863~886
- 16 Richards O W *et al.* Studies on the biology and dynamics of British grasshoppers. *Anti-locust Bull.*, 1954, **17**: 182
- 17 李世英,肖运峰. 内蒙古呼盟莫达木吉地区羊草草原放牧演替阶段的初步划分. 植物生态学与地植物学丛刊, 1965, **3**(2): 200~217
- 18 李永宏. 放牧空间梯度和恢复演替时间梯度上羊草草原的群落特征及其对应性. 草原生态系统研究, 1992, **4**: 1~7
- 19 康乐,陈永林. 典型草原蝗虫种群数量、生物量和能值的比较研究. 草原生态系统研究, 1992, **4**: 141~150
- 20 Le Kang and Yonglin Chen. Dynamics of Grasshopper Communities under Different Grazing Intensities in Inner Mongolian Steppe. *Entomologia Sinica*, 1995, **2**(3): 265~281