

祁连山东段高原鼯鼠栖息地植物群落物种分布与土壤因子的关系

叶国辉, 楚彬, 张飞宇, 华铄泽, 唐庄生, 花立民*

(甘肃农业大学草业学院, 国家林业和草原局高寒草地鼠害防控工程技术研究中心,
甘肃 兰州 730070)

摘要:【目的】研究高原鼯鼠栖息地植物群落组成变化,以及植物群落物种分布与土壤理化性质关系。【方法】以祁连山东段高原鼯鼠(*Eospalax baileyi*) 栖息的高寒草甸为对象,设置4个不同高原鼯鼠丘密度干扰区,调查植物群落特征和土壤理化性质,应用多元排序分析方法。【结果】高原鼯鼠干扰造成栖息地植物物种丰富度变异不显著,但是增加了特有物种和总的物种数量。高原鼯鼠干扰降低了优势种矮生嵩草(*Kobresia humilis*)的重要值,各干扰强度样地重要值累积对数模型拟合曲线达到显著水平($R^2 > 0.95, P < 0.01$);随干扰强度增加,植物群落重要值整体下降。同时,高原鼯鼠干扰显著增加了杂类草植物在群落中占比($F = 4.30, P < 0.05$)。冗余分析结果表明,土壤因子分别解释物种和功能类群空间分布变异的22.6%和54.8%($P < 0.05$),土壤温度、全氮和水分对群落物种分布的贡献率最高,分别占总解释效应21.28%、18.31%和16.25%。【结论】极重度高原鼯鼠干扰明显改变植物群落结构,鼯鼠干扰下土壤水热条件驱动高寒草甸植物物种的空间分布格局。

关键词:高寒草甸;群落特征;高原鼯鼠;土壤因子;鼠丘密度

中图分类号:S812 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2024)01-0168-07

DOI:10.13817/j.cnki.cycp.2024.01.019



群落格局及构建机制(Community assembly rule)是群落生态学研究核心内容之一^[1-2]。生态位理论认为物种对生境资源分割(Resource partitioning)促使群落物种共存^[3-4],而干扰改变了生境内物理环境和资源可用性,进而破坏种群、群落和生态系统结构^[5]。干扰分为生物因子干扰和非生物因子干扰,其中生物因子干扰通过增加环境异质性和改变资源利用效率来影响物种组成和空间分布,被认为是影响生态系统群

落多样性和结构特征变异的驱动因子^[5-8]。

高寒草甸是青藏高原最主要的生态系统。多年来受气候变化和生物干扰的共同影响退化严重^[9]。小型啮齿动物掘洞造丘活动是高寒草地生态系统中常见的生物干扰方式,它显著地改变了土壤理化性状和植物群落多样性^[10-12]。目前普遍认为,小型啮齿动物干扰是导致高寒草甸生态系统结构和功能变化的关键因素之一^[9-10]。小型啮齿动物掘洞造丘形成的土壤裸斑具有高渗透和通气特性,为土壤养分的分解和释放创造了有利条件^[13-14]。而家畜践踏、风蚀和水蚀等过程造成鼠丘斑块表层营养物质重新分布于周围环境^[15-16]。此外,鼠丘斑块的空间分布格局增加了微生境环境异质性^[6,8],最终影响了植物生长发育造成物种分布格局变异。因此,小型啮齿动物干扰通过改变环境来影响其栖息地植物群落物种共存。

高原鼯鼠(*Eospalax baileyi*)是常年栖息于地下的啮齿动物,广泛分布于青藏高原高寒草甸和高寒灌

收稿日期:2022-06-10; **修回日期:**2022-06-29

基金项目:国家自然科学基金项目(32001385);国家自然科学基金(32160338),甘肃省教育厅产业支撑项目(2021CYZC-05);甘肃农业大学公招博士科研启动基金项目(GAU-KYQD-2018-09)

作者简介:叶国辉(1993-),男,甘肃靖远人,博士研究生。

E-mail:18394002004@163.com

*通信作者。E-mail:hualm@gsau.edu.cn

丛^[17]。大量研究表明高原鼯鼠鼠丘和洞道区域的植被、土壤存在明显空间异质性^[7,10-13]。但是,关于高原鼯鼠鼠丘间植物群落组成、土壤因子与物种空间分布关系研究较为少见。基于此,本研究以祁连山东段高原鼯鼠鼠丘间植物群落为研究对象,依据鼠丘密度划分干扰强度,研究植物群落物种和功能群的变化规律,利用多元排序方法分析土壤理化性质对植物群落组成影响的单独效应。本研究旨在从土壤因子层面为高寒草甸小型啮齿动物干扰下植物空间分布格局预测和退化植被恢复提供科学依据。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

研究点设于青藏高原东北缘祁连山东段的甘肃省天祝县抓喜秀龙乡(37°12' N, 102°46' E),海拔2 937 m,地形受雷公山和马牙雪山影响,年均温-0.1℃, >0℃年积温1 380℃,年均降水量416 mm。土壤类型以亚高山草甸土、亚高山黑钙土为主^[6]。植被类型为高寒嵩草草甸,主要植物有矮生嵩草(*Kobresia humilis*)、黑褐穗嵩草(*Carex atrofusca*)、线叶嵩草(*Kobresia capillifolia*)、垂穗披碱草(*Elymus dahuricus*)、冷地早熟禾(*Poa crymophila*)、西北针茅(*Stipas areptana*)、赖草(*Leymus secalinus*)、洽草(*Koeleria macrantha*)、鹅绒委陵菜(*Potentilla anserina*)、高山韭(*Allium sikkimense*)、迷果芹(*Sphallerocarpus gracilis*)和唐松草(*Thalictrum aquilegifolium*)等^[8]。

1.2 试验设计与取样

选择面积为20 hm²的冬季草地为研究区。于2018年6月下旬,根据单位面积下高原鼯鼠鼠丘数量,将研究区划分为极重度(ED, 982个/hm²)、重度(HD, 697个/hm²)、中度(MD, 360个/hm²)和轻度(LD, 128个/hm²) 4个干扰梯度小区。各干扰小区面积为50 m × 50 m,间隔50 m以上。

每小区避开鼠丘,设置9个植物群落和土壤理化性状调查点。调查样方面积0.5 m × 0.5 m,分种统计数量后装入信封袋带回实验室处理并记录单个物种生物量。每个样地抛掷样圆30次,调查样地水平物种库大小。

土壤理化性状调查均在植物样方调查点附近,使

用土壤温湿度仪(顺科达土壤水分速测仪TR-8型)测定土壤温度和水分,土壤紧实度仪(Field scout SC900)测定紧实度,每个样点重复3次。土壤养分测定方法参考《土壤理化分析》^[18]。

1.3 数据分析

1.3.1 群落特征 丰富度指数 $R=S$ (S 为样方中出现的物种数);物种库的大小基于样地尺度下样圆中出现的物种数;计算物种重要值(IV)的算式为:

$$IV = (A+B)/2$$

式中:A为相对多度;B为相对地上生物量。

1.3.2 多元排序 采用Canoco4.5软件分析植物物种、功能群组成与土壤因子关系。利用除趋势对应分析(DCA)^[19]选择模型,分析过程中对植物物种数据进行 $\log(x+1)$ 转换,功能群分析基于类群多度占比数据。利用蒙特卡洛检验(Monte Carlo Permutation Test)评估环境因子对植物群落组成的影响^[20]。

利用R3.5.2中的basicTrendline包中的对数模型($y=aln x+b$)对植物群落重要值排序曲线拟合并检验方程整体拟合度。其中,模型 a 值越大,表明群落物种分布越不均匀; b 值为对数拟合模型中优势植物重要值。此外,重要值累积达到50%时群落所需物种数越少,表明优势物种生态位空间越大^[21]。

1.4 数据处理

试验数据用Excel2013进行初步处理,用Spss22.0中的LSD法进行数据的多重比较($\alpha=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 高原鼯鼠干扰下栖息生境植物物种组成变化

高原鼯鼠不同干扰强度对高寒草甸微生境植物物种丰富度无显著影响(图1-A),但是各干扰区植物物种库和组成存在差异(图1-B)。植物物种库大小依干扰强度表现为极重度>重度>中度>轻度。不同干扰区植物共有种的物种数分别占高原鼯鼠栖息草地植物群落物种组成总数的80.00%、68.57%、66.66%和64.86%,伴随高原鼯鼠干扰强度增加特有物种的数量逐渐增加,栖息地植物群落物种组成发生替代。

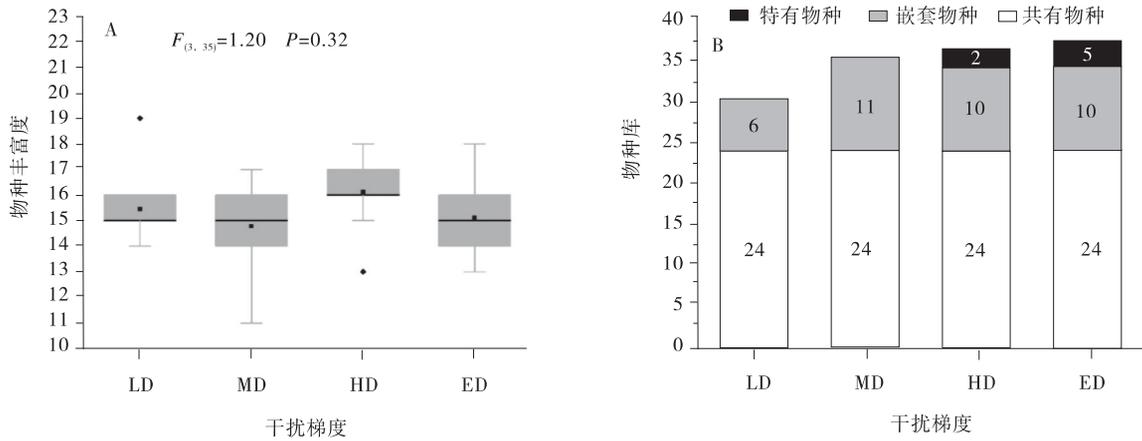


图 1 植物物种丰富度变化

Fig. 1 Variation in plant species richness

注:共有种表示高原鼯鼠不同干扰强度样地中共同出现的物种,嵌套物种表示共同出现在2个或3个干扰梯度下的物种,特有种表示仅出现在某一梯度下的独有物种。

2.2 高原鼯鼠干扰下功能群和物种多度以及物种重要值变化

高原鼯鼠不同鼠丘密度干扰区植物物种和功能类群多度占比存在一定差异(图2)。其中功能群占比变化最为明显,表现为极重度(ED)干扰区杂类草多度占比显著高于中度(MD)和轻度(LD)干扰区($F=4.30, P<0.05$)。伴随干扰强度增加禾本科(Gramineae)和莎草科(Cyperaceae)功能群多度占比呈下降趋势,表现为:极重度<重度<中度<轻度。同时,高原鼯鼠栖息草地主要优势物种矮生嵩草和冷地早熟禾多度占比降低。

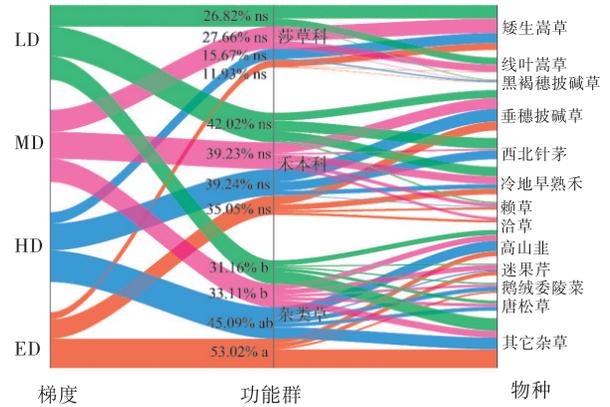


图 2 高原鼯鼠栖息草地主要植物类群丰度占比

Fig. 2 Abundance ratios of major plant taxa in alpine meadow distributed by plateau zokors

高原鼯鼠不同干扰强度下植物相对重要值随物种序列的增加均呈逐渐降低趋势(图3-A)。随干扰强度增加,优势物种重要值明显下降。优势种相对重要

值表现为极重度区<重度<轻度和中度。伴随干扰强度增加,拟合曲线明显向横轴下移,植物物种重要值累积曲线整体呈下降趋势(图3-B)。

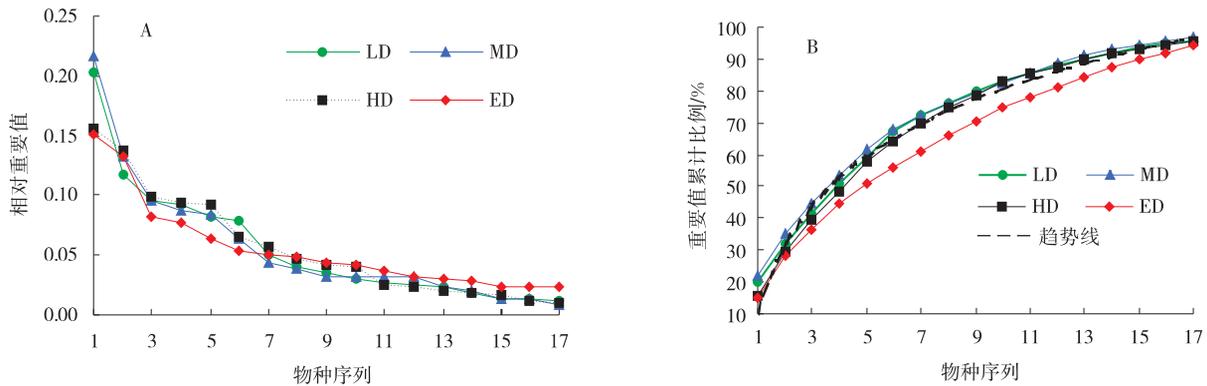


图 3 植物重要值排序(A)和累积曲线(B)

Fig. 3 Plant importance value ranking (A) and accumulation curve (B)

利用对数模型 $y=aln x+b$ 拟合每个梯度下的物种重要值累积比例,拟合曲线 R^2 均大于 0.95 ($P<$

0.01)。模型结果表明, b 值随种群密度增加而降低,说明优势种的重要值在下降。 a 值随种群密度增加

而增加,说明植物种分布不均匀。而随着高原鼯鼠干扰强度的增加,植物重要值累积到占整个群落重要值

的 50% 时需要的物种数增加,累积速度变慢(表 1)。

表 1 群落物种分布的对数模型参数

Table 1 Logarithmic model parameters of species distribution in communities

梯度	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i> ²	<i>P</i>	累积到群落重要值 50% 所需物种数
LD	0.258 4	0.219 8	0.975 6	0.000 1	4
MD	0.261 1	0.199 9	0.987 9	0.000 1	4
HD	0.274 4	0.158 0	0.987 5	0.000 1	5
ED	0.274 2	0.139 0	0.992 5	0.000 1	5

2.3 高原鼯鼠栖息草地植物群落组成、分布与土壤因子关系

冗余分析结果表明,高原鼯鼠栖息草地植被群落和功能类群组成及分布受土壤因子制约。RDA 排序轴 1 解释了植物群落物种组成有 12.9% 变异,与土壤紧实度(SC)和土壤温度(ST)相关。轴 2 (解释群落物种组成变异 9.7%)与土壤全氮(TN)相关(图 4-A)。RDA 轴 1 和轴 2 共同解释了物种组成总变异的

22.6%($F=1.46, P<0.05$)。此外,冗余分析结果表明功能类群分布明显受土壤因子制约(图 4-B),RDA 轴 1 和轴 2 共同解释了植物群落组成变异的 54.8% ($F=2.27, P<0.05$)。优势类群禾本科植物的多度与土壤全氮(TN)呈正相关;莎草科植物多度与土壤水分(SW)和土壤有机质(SOC)呈正相关;杂类草类群多度与土壤全磷含量(TP)呈正相关,与土壤水分(WC)和土壤紧实度(SC)呈负相关。

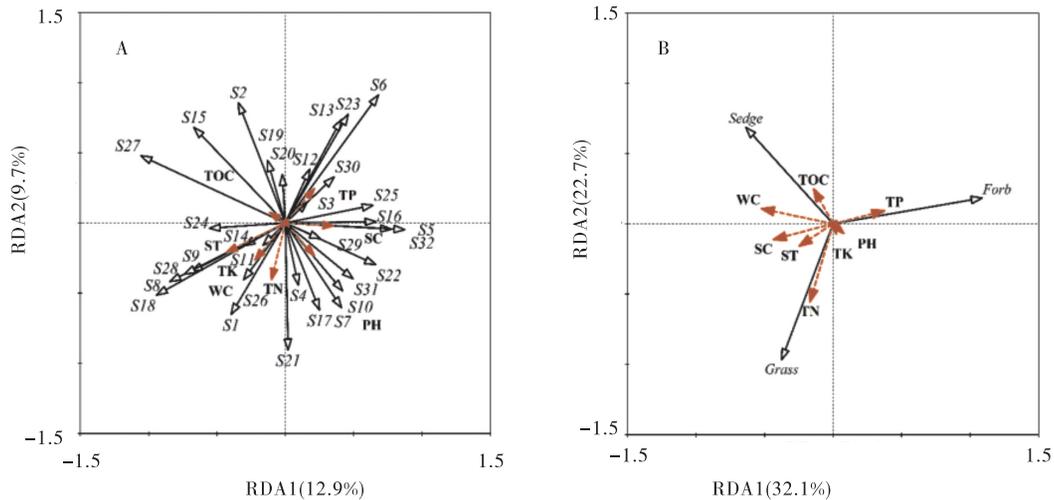


图 4 植物物种(A)和功能群(B)组成与土壤因子排序

Fig. 4 Plant species (A) and functional groups (B) composition and soil factor ranking

注:WC 土壤含水量,ST 土壤温度,SC 土壤紧实度,TOC 土壤有机质,TN 土壤全氮,TK 土壤全钾,TP 土壤全磷,pH 土壤 pH, Sedge 莎草科,Grass 禾本科,Forb 杂类草,下同。S1—S32 矮生嵩草,线叶嵩草,黑褐穗薹草,垂穗披碱草,赖草,洽草,冷地早熟禾,西北针茅,甘肃棘豆,阴山扁蓿豆,肉果草,迷果芹,冷蒿,蒲公英,唐松草,金莲花,银莲花,毛茛,秦艽,二裂委陵菜,翻白委陵菜,鹅绒委陵菜,珠芽蓼,西藏堇菜,老鹳草,龙胆,高山韭,箭叶橐吾,问荆,风毛菊,西伯利亚蓼,乳白香青。

采用 Monte Carlo Permutation Test 评估土壤因子对植物物种和功能群组成分布影响贡献结果表明,土壤紧实度(SC)、土壤温度(ST)和土壤全氮(TN)显著制约高原鼯鼠栖息草地植物群落组成与物种分布。同样,土壤含水量(WC)和土壤全氮含量(TN)明显影响草地植物功能类群组成与分布(表 2)。

3 讨论

3.1 高原鼯鼠干扰对植物群落物种组成的影响

高原鼯鼠作为栖息于青藏高原的土著物种,其地下活动明显地改变了植物群落结构和组成。一方面,高原鼯鼠选择性采食和洞道挖掘过程直接改变了栖

表2 环境因子对植物群落组成影响解释的总效应

Table 2 Gross effects of environmental variables on plant communities

环境因子	物种		功能群	
	效应/%	F value	效应/%	F value
WC	7.0	1.647	16.0	4.194*
SC	7.1	1.688*	11.3	2.812
ST	9.4	2.278**	4.6	1.072
TN	8.1	1.933*	16.3	4.287*
TP	6.2	1.460	8.4	2.017
TOC	3.4	0.760	4.1	0.940
TK	2.4	0.540	0.3	0.062
pH	6.4	1.497	6.0	0.125

息生境植物群落结构,表现为洞道区域植物群落物种多样性和特征与健康草地明显不同^[22-23]。此外,造丘活动形成的异质性斑块为高寒草地植物群落演替提供了机会^[12,24]。同时,鼠丘斑块的空间分布改变了原有植被生境景观格局,造成微生境植物群落结构发生明显变化^[6,8]。本研究结果发现,高原鼯鼠干扰导致鼠丘间微生境植物群落特征和组成结构发生分异。尽管鼠丘间微生境物种丰富度无明显变化,但伴随高原鼯鼠干扰强度增加,样地内植物物种数明显升高,不同干扰强度样地的群落物种组成发生了明显的替代。植物功能类群多度占比发生明显改变,且随干扰强度加大,杂类草在群落中多度占比显著增加,优势物种多度和重要值明显降低。同样,牛钰杰等^[6]在高寒草甸研究发现,随着鼠丘密度的增加,禾本科植物的占比逐渐减少,杂草的占比逐渐增加,其中阔叶类杂草增多是高原鼯鼠栖息草地植物多样性增加的主要原因。而造成高原鼯鼠鼠丘间植物群落组成和结构变化的主要途径包括3个方面:首先,由于高原鼯鼠挖掘采食破坏了轴根类毒杂草生长发育,促进须根系禾草优势地位的形成^[25-26],进而改变了鼠丘间生境植物群落结构。另外,鼠丘斑块的形成使得微尺度植物群落结构组成存在明显的裸斑和边缘效应响应^[12]。而边缘效应导致鼠丘斑块边缘区域的物种多样性和生物量高于非鼠丘分布区草地,其中群落结构变异主要受杂类草功能群影响^[12]。因而,鼠丘斑块空间分布格局可以引起鼠丘斑块之间微生境植物群落结构特征发生改变。最后,受鼠丘斑块植物群落演替耦合过程影响(即高原鼯鼠栖息生境植被和鼠丘斑块循环演替),

促进了高原鼯鼠栖息生境植物群落的更新^[7]。基于此,本研究表明高原鼯鼠活动的直接和间接过程都会促使栖息生境植被群落组成和结构产生分异。

3.2 高原鼯鼠干扰下土壤因子对植物群落物种分布的影响

地下啮齿动物作为草地生态系统的重要组成部分,被认为是生态系统工程师,对土壤养分循环和空间异质性等生态过程具有重要影响^[6,13]。高原鼯鼠挖掘推土活动形成的土丘集群分布改变了微地形,造成土壤水热格局重新分布。由于鼠丘凸出地表一定程度上限制丘间生境植被光照条件,近而改变了土壤温度且丘间低洼区域容易造成雨水集聚下渗^[27]。同时,地下洞道的形成也可以降低栖息生境土壤紧实度^[23]。因此,高原鼯鼠干扰明显的改变了丘间草地微生境土壤物理性状。草地植物群落组成和空间分布明显受土壤环境因子影响^[6,8]。本研究结果发现,高原鼯鼠栖息生境植物种、功能类群组成及空间分布受土壤水热、紧实度和全氮含量的影响。楚彬等^[8]研究认为,鼠丘空间聚集程度改变了土壤物理性质尤其对土壤水分的显著影响造成了丘间植物群落结构空间变异。同样,新旧鼠丘数量的景观组成造成丘间土壤水热格局的改变,也会显著影响到植物群落多样性^[6]。另外,高原鼯鼠的干扰对丘间土壤化学性质的影响较小^[8],但是本研究结果表明,土壤氮含量会影响到高寒草甸植物群落的物种分布,表现为禾本科植物功能群分布明显与土壤全氮相关。而这主要是由于禾草类植物自身喜氮特性以及高寒草甸土壤氮素限制引起的^[28-29]。同样,温度和土壤水分是影响矮生嵩草草甸禾草种群生长发育的主导因子^[30],而鼠丘一植被镶嵌模式明显改变了植被斑块区域水热格局^[6,8],最终抑制了禾本科植物生长。本研究结果表明,伴随鼯鼠干扰强度增加,鼠丘间微生境禾本科和莎草科植物在群落中占比减少,为杂类草植物提供了更多的资源。因而,高原鼯鼠干扰造成微生境资源异质性,为栖息地植物提供了更宽的生态位,促进植物群落物种共存。

4 结论

高原鼯鼠干扰(鼠丘密度)强度增加对微生境植物物种丰富度无明显影响,但是栖息生境物种数明显增多,植物群落的物种组成发生了改变。同时,极重

度高原鼯鼠的干扰降低了高寒草甸优势种重要值,显著的改变不同植物功能类群的多度占比,表现为杂类草功能群逐渐取代禾本科和莎草科植物在群落结构中占据优势地位。伴随干扰强度增加,土壤水热格局的改变是诱导高寒草甸植物群落空间分布变异的主要环境因子。

参考文献:

- [1] Huston M A. Biological diversity[J]. Journal of Hospice and Palliative Nursing, 1994, 4(4): 206—207.
- [2] 牛克昌,刘烽宁,沈泽昊,等. 群落构建的中性理论和生态位理论[J]. 生物多样性, 2009, 17(6): 579—593.
- [3] Condit R, Ashton P, Bunyavechewin S, et al. The importance of demographic niches to tree diversity[J]. Science, 2006, 313: 98—101.
- [4] Ellwood M D F, Manica A, Foster W A. Stochastic and deterministic processes jointly structure tropical arthropod communities[J]. Ecology Letters, 2010, 12(4): 277—284.
- [5] Pickett S T A, White P S, Courtney S P. The ecology of natural disturbance and patch dynamics[J]. Science, 1985, 230(4724): 434—435.
- [6] Niu Y J, Zhou J W, Yang S W, et al. Plant diversity is closely related to the density of zokor mounds in three alpine rangelands on the Tibetan Plateau[J]. Peer J, 2019, 7: e6921.
- [7] Niu Y J, Yang S W, Zhu H M, et al. Cyclic formation of zokor mounds promotes plant diversity and renews plant communities in alpine meadows on the Tibetan Plateau[J]. Plant Soil, 2020, 446: 65—79.
- [8] Chu B, Ye G H, Yang S W, et al. Effect of plateau zokor (*Myospalax fontanierii*) disturbance on plant community structure and soil properties in the eastern Qinghai—Tibet plateau, China[J]. Rangeland Ecology and Management, 2020, 73(4): 520—530.
- [9] He J S, Dong S K, Shang Z H, et al. Above—belowground interactions in alpine ecosystems on the roof of the world[J]. Plant and Soil, 2020, 458: 1—6.
- [10] Pang X P, Guo Z G. Effects of plateau pika disturbance levels on the plant diversity and biomass of an alpine meadow[J]. Grassland Science, 2018, 64(3): 159—166.
- [11] 刘锦上. 高原鼯鼠的隧道空间对高寒草甸植被性状的影响[D]. 兰州: 兰州大学, 2009.
- [12] 张红艳. 高原鼯鼠鼠丘对高寒草甸植物群落和土壤养分的的影响[D]. 兰州: 兰州大学, 2019.
- [13] Zhang Y M, Zhang Z B, Liu J K. Burrowing rodents as ecosystem engineers: the ecology and management of plateau zokors (*Myospalax fontanierii*) in alpine meadow ecosystems on the Tibetan plateau[J]. Mammal Review, 2010, 33(3—4): 284—294.
- [14] Canals R M, Herman D J, Firestone M K. How disturbance by fossorial mammals alters N cycling in a California annual grassland[J]. Ecology, 2003, 84: 875—888.
- [15] Moorhead L C, Souza L, Habeck C W, et al. Small mammal activity alters plant community composition and microbial activity in an old—field ecosystem[J]. Ecosphere, 2017, 8(5): 1—12.
- [16] 马素洁, 周建伟, 王福成, 等. 高寒草甸区高原鼯鼠新生土丘水土流失特征[J]. 水土保持学报, 2019, 33(5): 58—63.
- [17] Su J H, Aryal A, Nan Z B, et al. Climate change—induced range expansion of a subterranean rodent: Implications for rangeland management in Qinghai—Tibetan Plateau[J]. PLoS One, 2015, 10(9): e0138969.
- [18] 土壤理化分析. 中国科学院南京土壤研究所[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978: 271—393.
- [19] Braak C J F T, Smilauer P. CANOCO reference manual and user's guide to CANOCO for windows: Software for canonical community ordination (version 4.5) [M]. New York: Micro—computer Power, Ithaca, 2002.
- [20] Lososova Z, Chytrý M, Cimalova S, et al. Weed vegetation of arable land in central Europe: Gradients of diversity and species composition[J]. Journal of Vegetation Science, 2004, 15(3): 415—422.
- [21] 牛钰杰, 杨思维, 王贵珍, 等. 放牧作用下高寒草甸群落物种分布与土壤因子的关系[J]. 应用生态学报, 2017, 28(12): 3891—3898.
- [22] 刘锦上, 张卫国, 江小雷, 等. 高原鼯鼠隧道空间对高寒草甸植被性状的影响[J]. 草地学报, 2011, 19(6): 927—932.
- [23] 舒朝成. 高原鼯鼠采食隧道干扰对植物群落及土壤养分的影响[D]. 兰州: 兰州大学, 2019.
- [24] 谈静. 鼠丘土壤剥蚀及植物群落演替的研究[D]. 西宁: 青海大学, 2019.
- [25] 张堰铭, 刘季科. 高原鼯鼠挖掘对植物生物量的效应及其反应格局[J]. 兽类学报, 2002, 22(4): 292—298.
- [26] Zhang Y M, Liu J K, Du Y R. The impact of plateau zokor *Myospalax fontanierii* burrows on alpine meadow vegetation on the Qinghai—Xizang (Tibetan) plateau[J]. Acta Theriologica, 2004, 49(1): 43—51.
- [27] Niu Y J, Zhou J W, Yang S W, et al. Plant diversity is closely related to the density of zokor mounds in three alpine rangelands on the Tibetan Plateau[J]. Peer J, 2019,

7:e6921.

- [28] 张振琦. 内蒙古温带典型草原八种植物的资源分配策略及其对氮素水平的响应[D]. 呼和浩特:内蒙古大学, 2006.
- [29] 张杰琦. 氮素添加对青藏高原高寒草甸植物群落结构的影响[D]. 兰州:兰州大学, 2011.
- [30] 王启基,周兴民. 高寒矮蒿草草甸禾草种群的生长发育节律及环境适应性[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1991(2):168-176.

Relation between plant community species distribution and soil factors in plateau zokor habitat in alpine meadow, the eastern Qilian Mountains

YE Guo-hui, CHU Bin, ZHANG Fei-yu, HUA Xian-ze,
TANG Zhuang-sheng, HUA Li-min*

(College of Grassland Science, Gansu Agricultural University, Engineering and Technology Research Center for Alpine Rodent Pest Control, National Forestry and Grassland Administration, Lanzhou 730070, China)

Abstract: **[Objective]** The study was carried out to explore the changes of plant community components under the plateau zokor (*Eospalax baileyi*) disturbances and the relation between species distribution of plant community and soil factors under these disturbances. **[Method]** The plateau zokor living in the alpine meadow was selected as the research subject. Four disturbance plots with different plateau zokor mound densities were set up to investigate plant community characteristics and physical and chemical properties of soil. The multivariate ordination analysis method was used in the study. **[Result]** The results indicated that the disturbances caused by the zokor did not change the richness of plants species in the zokor's habitat ($F=1.20, P>0.05$), while increased the both number of total plant species and the specialized plant species. The zokor's disturbances reduced the important value of the dominant species (*Kobresia humilis*), The fitting curve of cumulative logarithmic model of the important value reached a significant level at each plot with different disturbance intensity ($R^2>0.95, P<0.01$). The value of plant community decreased along with the disturbance intensity increasing. Moreover, the zokor's disturbance significantly increased the proportion of miscellaneous grass plants in the plant community ($F=4.30, P<0.05$). The results of redundancy analysis showed that the factors in term of soil explained 22.6% and 54.8% of the variation of species and functional groups at the spatial distribution, respectively ($P<0.05$), while soil temperature, total nitrogen and soil moisture had the greatest contribution (accounting for 21.28% and 18.31% and 16.25% of the total explained effect, respectively) for the species distribution of plant community. **[Conclusion]** Extremely severe disturbance by plateau zokors significantly changed the plant community structure. The spatial distribution pattern of plant species in alpine meadow was driven by soil water and heat conditions under zokor disturbance.

Key words: alpine meadow; community characteristics; plateau zokor; soil factor; zokor's mound density

(责任编辑 靳奇峰)