

DOI: 10.5846/stxb201507211529

周延山, 花立民, 楚彬, 刘丽, 姬程鹏, 田永亮. 祁连山东段高原鼯鼠对高寒草甸危害评价研究. 生态学报, 2016, 36(18): - .

Zhou Y S, Hua L M, Chu B, Liu L, Ji C P, Tian Y L. Assessment of damage caused by plateau zokor to an alpine meadow in eastern Qilian Mountain. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(18): - .

祁连山东段高原鼯鼠对高寒草甸危害评价研究

周延山, 花立民*, 楚彬, 刘丽, 姬程鹏, 田永亮

甘肃农业大学草业学院, 兰州 730070

摘要:为了客观评价高原鼯鼠(*Myospalax baileyi*)对高寒草甸的危害程度, 本试验在祁连山东段研究了高原鼯鼠不同种群密度与草地质量之间的关系, 共设置了 3 个高原鼯鼠种群密度梯度, 调查了 3 个危害等级变量(鼠丘数、鼠丘面积和鼠丘产草量)和 6 个生境变量(草地产草量、总盖度、可食牧草产量、植被组成、土壤水分和土壤紧实度), 通过 One-Way ANOVA 检验法研究这些因子与高原鼯鼠危害程度的关系。结果表明:在设置的 3 个种群密度梯度下, 草地产草量、总盖度、可食牧草产量和鼠丘产草量无显著性差异;草地植物群落结构、新鼠丘面积占调查区面积的比例无显著性差异, 除高原鼯鼠采食深度(0—20 cm)外, 3 个种群密度区土壤紧实度无显著性差异, 而 0—30 cm 处土壤水分存在显著性差异, 说明本研究中不同高原鼯鼠种群密度区的草地质量没有显著性差异。此外, 本研究结果表明调查样地大小与危害评价有着密切关系, 在高寒草甸区, 单个样方调查面积以 0.5 hm²以上为宜。

关键词:高原鼯鼠; 草地质量; 鼠丘; 植被组成; 土壤

Assessment of damage caused by plateau zokor to an alpine meadow in eastern Qilian Mountain

ZHOU Yanshan, HUAN Limin*, CHU Bin, LIU Li, JI Chengpeng, TIAN Yongliang

College of Rangeland Science of Gansu Agriculture University, Lanzhou 730070, China

Abstract: Alpine grassland is an important and characteristic ecosystem of the Qinghai-Tibet Plateau, but has been severely degraded by the combined effects of climate change, human activity, over-grazing, and rodent damage. The plateau zokor (*Myospalax baileyi*) is one of the dominant rat species of the Qinghai-Tibet Plateau and has an important influence on alpine grassland ecosystems. At present, the damage to alpine meadow caused by plateau zokor is unclear, and few studies have assessed this. To objectively assess the damage to alpine meadow caused by plateau zokor, the effect on the yield of grass, plant diversity, soil, and suitable sampling area should be assessed. The present study analyzed the relationship between zokor population density and meadow quality on the eastern Qilian Mountain. Three paddocks with different zokor population densities were selected to investigate three variables of zokor damage (mound number, mound area and biomass on mounds), and six variables of habitat factors (biomass, coverage, botanical components, edible forage yield, soil moisture, and soil compaction). The relationship between variables and factors was determined using a one-way ANOVA. The results showed no significant differences between the three paddocks with different population densities ($P > 0.05$) in aboveground biomass, total coverage, edible forage yield, biomass on the mounds, botanical components, and the proportion that new mound areas occupied of the total investigated area of paddock. Generally, there were no significant differences in grassland quality between the three density areas. Regarding the influence of plateau zokor on the soil, except

基金项目: 国家自然科学基金项目(31460635); 农业部公益性行业科研项目(201203041)

收稿日期: 2015-07-21; 修订日期: 2016-04-21

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hualm@gsau.edu.cn

for the depth of zokor foraging in soil (0—20 cm), there was no significant difference in soil compaction between the three paddocks ($P > 0.05$). However, there were significant differences in soil moisture at a soil depth of 0—30 cm between the three paddocks ($P < 0.05$), where the moisture increased with the increase in plateau zokor population density. The results indicated that the quality of the sampled paddocks was not significantly different under three zokor population densities in the study area. The present study indicated that the damage to alpine meadow caused by plateau zokor is not necessarily more serious at high population densities. A hazard rating for plateau zokor should be determined for the comprehensive treatment of damage to alpine meadows. Moreover, the sample size could also affect the results of the survey. The present study revealed that sample size influenced the assessment of zokor damage to alpine meadows, and the appropriate sampling area should be over 0.5 ha of the alpine meadow.

Key Words: Keyword: plateau zokor; pasture quality; mounds; vegetation composition; soil

高原鼢鼠(*Myospalax baileyi*)是青藏高原优势鼠种之一,对高寒草地生态系统有着重要影响^[1]。近年来,由于气候变化和人为因素,部分区域高原鼢鼠种群密度激增导致鼠害发生,严重影响了当地的农牧业生产和生态安全^[2]。余晓华和刘荣堂认为高原鼢鼠挖洞掘土行为破坏土壤和地表结构并引发水土流失,是草地质量降低的主因之一^[3]。高原鼢鼠采食也会影响草地植被群落结构,对植被群落稳定性和物种多样性产生很大影响^[4-5]。但是,高原鼢鼠也是草地生物多样性的重要组成部分,在草地生态系统食物网结构及其相应的能量流通和物质循环中有其独特的地位^[6-7]。Grinnell 等指出,地下鼠类的灭绝将导致生活在该地区植物生命价值的贬值^[8]。研究也表明,鼢鼠造丘行为不仅会促进草地演替,其挖掘和采食活动还会提高土壤通透性,通过大量采食双子叶植物为家畜可食牧草生长提供有利条件^[7, 9-11]。目前,虽然有多项研究表明高原鼢鼠会造成草地生产力降低^[12-13],但这些研究大多是在有鼢鼠的草地和无鼢鼠的草地之间进行比较,且指标较单一,一般以草地产草量为主^[14]。然而,鼢鼠在草地生态系统中独特的生态位,对草地植被乃至土壤的影响比较复杂^[15]。无鼢鼠栖息的草地未必意味着草地质量较高,不能简单的以单一标准去评价鼢鼠对草地的危害。鉴于对高原鼢鼠危害等级评价的分歧,本研究设置不同高原鼢鼠种群密度梯度,探讨其对草地产草量、植物多样性以及土壤的影响,并探索适合于高寒草甸地区高原鼢鼠的取样面积,为合理控制高原鼢鼠危害和保护草地生物多样性提供技术支撑。

1 研究地概括

本试验在甘肃省天祝县抓喜秀龙乡的高寒草甸区进行,该地区海拔 2700—3100m,地形受马牙雪山和雷公山的影响,形成东向的峡谷地带,西高东低,地理坐标为 N 37°11', W 102°29',昼夜温差较大,空气稀薄,太阳辐射强,气候寒冷潮湿,年均降水量 416 mm,主要集中在 7—9 月,年均蒸发量 1592 mm,无绝对无霜期。仅分冷、热两季。年均气温 0.1 °C,7 月和 1 月气温分别为 12.7—18.3 °C,≥ 0°C 的年积温 1380 °C。植物生长期 120 d—140 d。主要植物有鹅绒委陵菜(*Potentilla anserina*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)、洽草(*Koeleria cristata*)、蒲公英(*Taraxacum maurocarpum*)、苔草(*Carex scabri rostris*)、平车前(*Plantago depressa*)、条叶龙胆(*Gentiana manshurica*)、矮嵩草(*Kobresia humilis*)、甘肃马先蒿(*Pedicularis kansuensis*)等,总计约 34 种^[16]。

2 研究方法

2.1 实验设计

实验区位于天祝县马营滩地区冬季草场(约 7.5 hm²),高原鼢鼠是该地区唯一造丘鼠类^[17]。通过目测法选择 3 块有不同鼠丘密度的放牧草地作为样地。2014 年 4 月开始,在 3 个不同鼠丘密度区每月 10 日—20 日用地弓集中捕获鼢鼠,连续捕获 3 个月捕尽为止。采用空间序列代替时间序列的方法,对每个样地的鼠丘

划分为 3 个类型:新鼠丘(当年形成)、半新鼠丘(1-2 年内形成)和旧鼠丘(形成在 3 年以上)。在判断鼠丘类型时,主要以鼠丘的土壤状况、植被盖度和植物种类组成为依据,其中新鼠丘土壤疏松,有龟裂,基本无植被;半新鼠丘土壤较疏松,植被盖度大于 20%,一年生植物约占 90%以上;旧鼠丘土壤紧实,植被盖度大于 60%,一年生植物比例小于 10%。然后利用 RTK(实时动态差分法)对 3 种类型的鼠丘进行标记,以确定各类型鼠丘具体数量^[18]。以鼠丘数和绝对鼠个体数代表高原鼯鼠种群密度^[19],将整个研究区划分为 3 个种群密度区(高密度区、中密度区和低密度区)(表 1)。在每个种群密度区根据样地面积设置 3 个重复,单个重复面积为高密度区 1 hm²,中密度区为 0.5 hm²,低密度区为 1 hm²。

表 1 样地基本情况
Table 1 Information of sampled plots

样地类型 Sample type	样地面积 Area of sample/hm ²	捕获数量 Number of captured/ (hm ² /只)	旧鼠丘数 Number of old mounds/ (hm ² /个)	新鼠丘数 Number of new mounds/ (hm ² /个)	半新鼠丘数 Number of secondary new mounds/ (hm ² /个)	鼠丘总数 Number of total mounds/ (hm ² /个)
高密度区 High density area	3	28.33	1696.67	55.67	74.33	1826.67
中密度区 Medium density area	1.5	20.00	1041.33	33.33	117.33	1191.99
低密度区 Low density area	3	14.00	447.33	25.33	37.00	509.66

2.2 监测指标及方法

2.2.1 鼠丘产草量

在所设置的重复样地内,随机选择 3 种不同类型的土丘各 5 个,并逐一编号,将 1/4 m²样方框置于鼠丘顶部,将样方框内植物齐地刈割带回实验室烘干称其干重,记录生物量。

2.2.2 鼠丘表面积计算

为了监测各类型鼠丘面积占调查区面积比例和单位面积鼠丘产草量,在计算鼠丘表面积时,将鼠丘近似看作球缺。鼠丘高度(H)为土丘顶部到地面的垂直距离;鼠丘直径(R)为鼠丘的最长直径和最短直径的平均值。根据球缺面积公式可计算出鼠丘表面积公式:

土丘表面积(S)= $2\pi RH$

2.2.3 DWR(Dry-Weight Rank)监测法测量地上产草量和植物学组成监测

每个重复样地内非土丘地带,按照“V”字型设置 15 个点,每个样地共 45 个点。DWR 是估测草地植物地上生物量和记录植物学组成的一种草地快速监测方法,用 0.1 m²正方形样方框估测设置的每个点产草量和草地植物学组成,在估测完成后,在同一样地中剪下一定数量 0.1 m²样方的地上生物量,经 85 ℃、24 h 烘干后做为实际产草量值,用估测值与实际值做回归分析,并用此回归方程作为后期估测的校准方程^[20-21]。

统计植物学组成:在进行产草量估测的同时,在同一样方内通过眼观样方中植物种类,根据各植物种在样方内干物质重量的多少进行排名,记录下前三种植物。在植物种记录过程中,需注意以下情况,若样方内只出现 1 种植物则将 Rank1、Rank2、Rank3 都记为该植物;若样方内出现 2 种植物 A 与 B,则根据干物质重比例分配两种植物;若样方内出现 3 种以上植物且有两种相等则在此后记录中一次记为 A 一次记为 B。并且将同一样方中所出现前三种植物干物质百分含量赋值:Rank1 为 70.2%、Rank2 为 21.1%、Rank3 为 8.7%^[22]。

2.2.4 土壤紧实度和水分测量

在所设置的每个重复样地内按照“V”字型设置 9 个点,每个样地共 27 个点。逐一编号以利于数据记录。在每个点上测量 0—40 cm 土壤紧实度,并在此点周围 50 cm 内重复 4 次,然后求平均值。用环刀法测量 0—10 cm、10—20 cm、20—30 cm 的土壤水分。

2.2.5 鼠丘取样面积调查

在 3 个不同种群密度区,每个区设置 5 个不同样方(100×100 m, 75×75 m, 50×50 m, 25×25 m 和 10×10

m), 调查每个样方内新鼠丘和半新鼠丘面积, 计算每个样方内新鼠丘和半新鼠丘面积占调查样方面积的比例。

2.3 统计分析

所有数据采用 Excel 2010、SPSS19.0 for Windows 软件进行 One-Way ANOVA 检验和相关性分析; BOTANAL 进行植物学组成分析^[23]。

3 结果与分析

3.1 鼠丘数量与绝对鼠密度的关系

将 3 个调查区鼠丘数量和绝对捕尽数量进行相关性分析(图 1), 结果表明:各类型鼠丘数量和总鼠丘数量与绝对鼠密度呈显著正相关, 其中, 旧鼠丘数量与绝对鼠密度呈显著正相关($r=0.999$, $P<0.05$), 总鼠丘数量($r=0.995$, $P>0.05$)和新鼠丘数量($r=0.983$, $P>0.05$)与绝对鼠密度呈正相关, 半新鼠丘数量与绝对鼠密度相关性不显著($r=0.390$, $P>0.05$)。说明 3 个调查区总鼠丘数量、旧鼠丘数量和新鼠丘数量可反映其种群密度, 可以用作表示高原鼯鼠种群密度的指标。

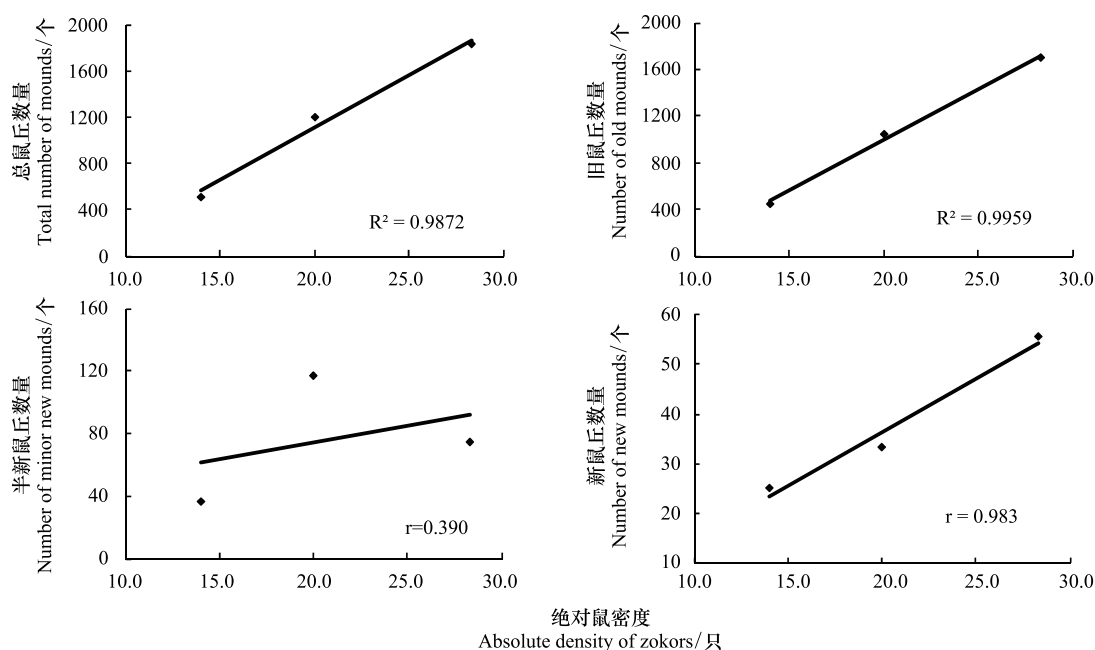


图 1 鼠丘数量与绝对鼠密度的关系

Fig.1 Relationship between number of mounds and density of absolute zokors

“*”表示 $P=0.05$ 水平上显著正相关

3.2 种群密度对地上产草量的影响

3.2.1 不同种群密度下鼠丘面积和鼠丘产草量比较

通过对不同密度区各类型鼠丘面积占样地面积百分比以及鼠丘产草量进行监测, 结果显示, 3 个密度区中旧鼠丘 ($df=2$, $F=14.674$, $P<0.05$) 和半新鼠丘 ($df=2$, $F=22.025$, $P<0.05$) 面积占整个样地面积比例存在显著性差异, 而 3 个区新鼠丘面积占样地面积百分比无显著性差异 ($df=2$, $F=12.139$, $P>0.05$) (图 2), 说明由高原鼯鼠不同种群密度当年内造成的次生裸地面积(新土丘面积)无差异。不同密度区中旧鼠丘和半新鼠丘产草量无显著性差异 ($df=2$, $F=2.649$, $P>0.05$) (图 3), 说明种群密度的大小不会影响鼠丘产草量的变化。

3.2.2 不同种群密度下非鼠丘草地产草量和可食牧草产量比较

在 3 个高原鼯鼠种群密度区内, 对草地产草量和可食牧草产量进行 One-Way ANOVA 检验(图 4), 结果

显示 3 个不同密度区非鼠丘草地产草量 ($df=2$, $F=2.909$, $P>0.05$) 和可食牧草产量 ($df=2$, $F=2.994$, $P>0.05$) 无显著性差异,说明随着种群密度的升高,地上生物量和可食牧草产量并没有显著降低,高原鼢鼠不同种群密度对草地产草量的影响不大。

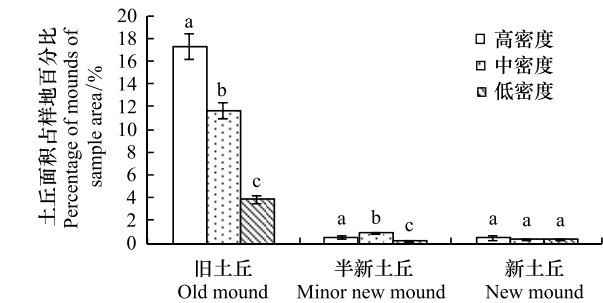


图 2 不同类型鼠丘面积占样地面积百分比变化

Fig.2 The percentage change of different types of mounds area of sample area

同一类型鼠丘小写字母表示差异显著,显著水平 $P=0.05$

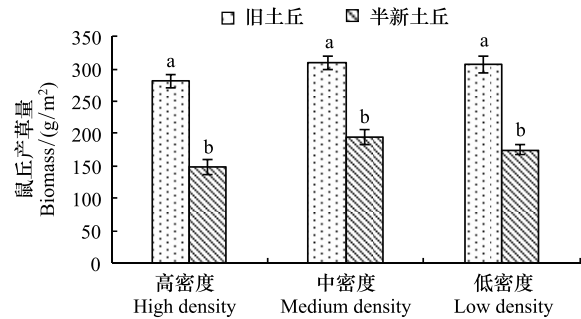


图 3 不同种群密度鼠丘产草量的变化

Fig.3 The changes of forage yield in sample area with different population density

不同密度区相同小写字母表示无显著性差异,显著水平 $P=0.05$

3.3 不同种群密度下植物群落结构比较

在植被盛长期(8月初),3个不同密度区植物组成和所占比例的结果显示植物优势种相同(表2),依次为艾蒿(*Artemisia argyi*)、线叶嵩草(*Kobresia capillifolia*)和草地早熟禾(*Poa pratensis*);3个种群密度区可食牧草植物学组成和所占比例(高密度区为51%,中密度区为51.7%,低密度区为50%)基本相似;3个种群密度区单子叶植物学组成和所占比例基本相似,双子叶植物分布有所不同(高密度区为13种,中密度区为13种,低密度区为15种),但其所占比例都较小。总体来说,3个不同种群密度区的植物组成和所占比例无较大差异。

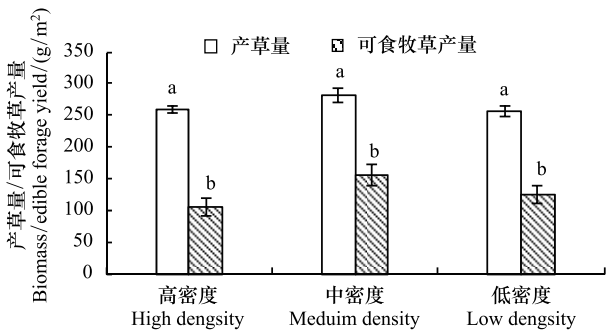


图 4 不同密度区地上生物量和可食牧草产量变化

Fig.4 The changes of aboveground biomass and edible herbage yield in different density

不同密度区相同小写字母表示无显著性差异,显著水平 $P=0.05$

表 2 DWR 法监测不同密度区植物学组成

物种名称 Plant species	高密度区 High density	中密度区 Medium density	低密度区 Low density
艾蒿 <i>Artemisia argyi</i> Levl. et Vent.	15.8	29.6	20.2
鹅绒委陵菜 <i>Potentilla anserine</i> L.	9.8 *	6.7 *	6.2 *
赖草 <i>Aneurolepidium dasytachys</i> (Trin) Nevski	2.9	3.3	3.0
草地早熟禾 <i>Poa pratensis</i> L.	13.5	16.1	14.6
珠芽蓼 <i>Polygonum viviparum</i> L.	5.0 *	0.5 *	1.6 *
毛茛 <i>Ranunculus japonicus</i> Thunb.	1.0 *	0.2 *	1.6 *
线叶嵩草 <i>Kobresia capillifolia</i> (Decne.)C.B.Clarke	15.7	16.8	14.7
迷果芹 <i>Sphallerocarpus gracilis</i> (Bess.) K.	0.5 *	0.0 *	0.0 *
问荆 <i>Equisetum arvense</i> L.	4.7 *	0.9 *	0.0 *
扁蓿豆 <i>Pocockia ruthrnia</i> (L.) Boiss.	3.5 *	0.0 *	0.7 *
阿尔泰狗娃花 <i>Heteropappus altaicus</i> (Willd.) Novopokr.	0.2 *	0.0 *	0.0 *
小球花蒿 <i>Artemisia moorcroftiana</i> Wall.	6.5 *	2.0 *	6.8 *

续表

物种名称 Plant species	高密度区 High density	中密度区 Medium density	低密度区 Low density
矮嵩草 <i>Kobresia humilis</i> (C.A.Mey.) Serg.	3.7	3.8	2.4
垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i> Griseb.	12.4	11.7	13.6
乌头 <i>Aconitum camichaeli</i> Debx.	1.6 *	0.0 *	3.8 *
二裂委陵菜 <i>Potentilla bifurca</i> L.	0.7 *	0.0 *	0.0 *
西伯利亚蓼 <i>Polygonum sibiricum</i> Laxm.	0.5 *	0.2 *	0.0 *
长叶火绒草 <i>Leontopodium longifolium</i> Ling	1.6 *	0.0 *	0.0 *
克氏针茅 <i>Stipa krylovii</i> Roshev.	0.0	0.0	0.5
高山唐松草 <i>Thalictrum alpinum</i> L.	0.2 *	0.4 *	1.5 *
秦艽 <i>Gentiana macrophylla</i> Pall.	0.0 *	1.6 *	4.0 *
黄花棘豆 <i>Oxytropis ochrocephala</i> Bunge	0.0 *	2.6 *	2.4 *
葛缕子 <i>Carum carvi</i> L.	0.0 *	1.6 *	1.0 *
银莲花 <i>Anemone cathayensis</i> Kitagawa	0.0 *	0.0 *	0.4 *
甘肃马先蒿 <i>Pedicularis kansuensis</i> Maxim.	0.2 *	0.0 *	0.0 *
泛白委陵菜 <i>Potentilla discolor</i> Bunge	0.0 *	0.0 *	0.2 *
小米草 <i>Euphrasia regelii</i> Wettst.	0.0 *	1.6 *	0.5 *
兰石草 <i>Herb of Tibet Lancea</i> , Tibet <i>Lancea</i>	0.0 *	0.2 *	0.0 *
甘青老鹳草 <i>Geranium wilfordii</i> Maxim	0.0 *	0.2 *	0.0 *
多枝黄芪 <i>Astragalus polycladus</i> Bur.et Franch.	0.0 *	0.0 *	0.5 *

“*”表示在植物学组成监测中出现的双子叶植物

3.4 不同种群密度下土壤紧实度和水分的比较

3 个不同高原鼯鼠种群密度区在土壤深度 0—30 cm 之间, 对土壤紧实度和水分统计分析表明(图 5, 图 6): 在 0—5 cm 之间 3 个种群密度区土壤紧实度存在显著性差异 ($df=2$, $F=11.754$, $P<0.05$), 在 5—10 cm 之间高密度区土壤紧实度值显著小于中密度和低密度区 ($df=2$, $F=18.098$, $P<0.05$), 10—15 cm ($df=2$, $F=8.822$, $P<0.05$) 和 15—20 cm ($df=2$, $F=5.975$, $P<0.05$) 之间高密度区和中密度区土壤紧实度显著小于低密度区, 20—25 cm ($df=2$, $F=1.253$, $P>0.05$) 和 25—30 cm ($df=2$, $F=0.229$, $P>0.05$) 之间 3 个密度区土壤紧实度无显著性差异。说明高原鼯鼠除采食深度范围(0—20 cm)土壤紧实度随着种群密度的不同存在差异, 表现为种群密度越高土壤紧实度越小; 3 个区 0—10 cm ($df=2$, $F=16.045$, $P<0.05$) 和 10—20 cm ($df=2$, $F=20.948$, $P<0.05$) 之间的水分存在显著性差异, 在 20—30 cm 之间高密度区土壤水分显著小于中密度区和低密度区 ($df=2$, $F=9.904$, $P<0.05$), 中密度区和低密度区土壤水分没有显著性差异 ($df=2$, $F=9.904$, $P>0.05$)。说明高原鼯鼠种群密度与其栖息地土壤含水量有一定关系。

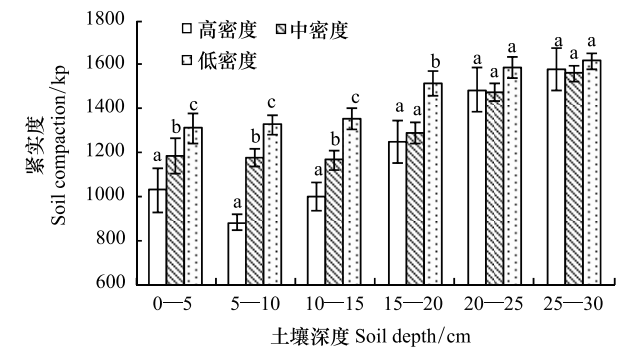


图 5 种群密度与土壤紧实度的关系

Fig.5 Relationship between population density and soil compaction

同一深度小写字母表示差异显著, 显著水平 $P=0.05$

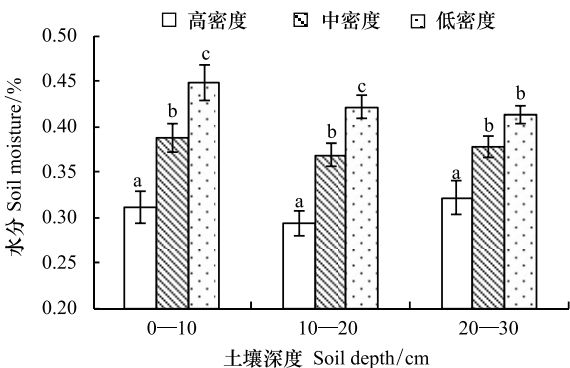


图 6 种群密度与土壤水分的关系

Fig.6 Relationship between population density and soil moisture

同一深度小写字母表示差异显著, 显著水平 $P=0.05$

3.5 调查取样面积大小对高原鼢鼠危害的评价

高原鼢鼠所推出的新鼠丘和半新鼠丘所占调查面积比例,可以从产草量角度能够反映其对草地危害的大小。其中,新鼠丘作为次生裸地,是造成草地危害的主要指标。在不同调查面积下测量其面积所占调查区面积的比例(图 7),结果显示,随着调查面积的增加,不同密度区新鼠丘和半新鼠丘面积占调查区面积比例随之变化,当调查面积大于 50×50 m 时,新鼠丘和半新鼠丘面积占调查区面积比例逐渐减小,至 75×75 m 之后比例值趋于平缓。说明调查样地大小与危害评价有着密切关系,调查高原鼢鼠危害的样方面积大小应该大于 75×75 m (0.5 hm^2)。

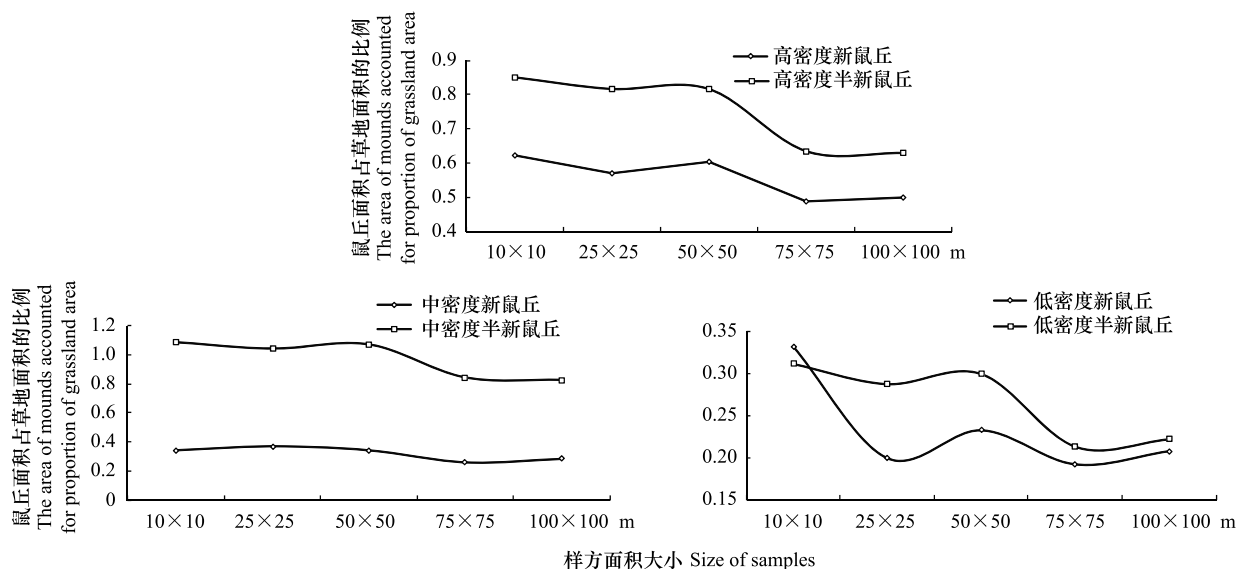


图 7 不同密度区新鼠丘面积占调查面积比例的变化

Fig.7 The percentage changes of new moles area in survey area in different density

4 讨论

地形、地貌特征、土壤特性、光照及降水量的变化是影响植被群落结构的非生物因素^[24]。研究表明,地形不仅影响着土壤的形成、土壤肥力的高低,同时也在很大程度上决定着生物群落的构成^[25];地貌特征也会对植被群落结构,特别是对植被的恢复演替产生影响,而土壤表面微地貌的变化对种子萌发也具有重要的影响^[26]。这些不同特性的、自然发生的非生物因素对草地有着直接或间接影响,从而改变植物群落的结构及草地的草产量^[27]。鼠类在一定的种群数量之下,并不像以前认为的对草地完全起到破坏作用,反而适度的鼠密度有利于土壤水肥交替,促进草地植物的生长,扩大草场种子库等,利于草地植被的恢复与优化^[28]。本研究发现,随着鼠丘数量(种群密度)的升高,其草地产草量和植物学组成并没有出现差异,这就印证了上述结果,即在一定数量范围内的高原鼢鼠,可能对草地质量不会造成影响。鼢鼠在采食过程中回避须根较多的单子叶植物草地,选择 2 年生或者多年生双子叶生长地,这就会为家畜可食的单子叶牧草生长创造有力条件^[29]。此外,草地产草量随高原鼢鼠种群密度增高没有出现差异的原因也可能跟鼢鼠造丘有关^[9]。周建伟等研究发现形成在 3 年及以上的鼠丘,其鼠丘上面的植被组成及产草量与草地原生植被无明显差异^[17]。本研究结果也证实了随着鼠丘数量的增多,由旧鼠丘隆起而造成整个生草地表面积就会增大,造成草地产草量也随之增加。因此,在适宜的种群密度下,高种群密度区产草量与较低种群密度区产草量无显著差异。高原鼢鼠每年可推出大量新鼠丘,即次生裸地,这对于改善草地的通透性无疑具有不可低估的作用。张卫国等研究发现,高原鼢鼠的造丘活动对草地的演替也有着积极作用^[11],不仅增大土壤的通透性,也为草地植被生长创造了有力条件。由于温度和供氧等条件的变化有利于土壤微生物的活动,致使大量富含有机质

的土壤由地下转移至地表,从而为以禾草为代表的喜肥植物的定植和扩张提供了极好的条件^[30]。

一般来说,高原鼢鼠对草地生态系统的扰动作用主要体现在 2 个方面,一是由其采食降低产草量^[31];二是由其挖掘活动导致草地产生大量异质性斑块,引起植被群落结构的变化^[32-33]。当草地中鼠丘数量增加时,尤其是新鼠丘数量的增加,尽管减少了生草地面积,从而降低了产草量^[9]。但是,地下鼠挖掘形成的鼠丘能够增加栖息地的异质性,允许具有不同竞争和入侵能力的物种共存,从而影响了群落结构的格局和土壤理化性质^[34-35]。本研究从植物学组成、优势种、土壤状况以证明群落稳定性一致,生态功能正常发挥。根据高原鼢鼠危害防治标准可知,当每公顷数量达到 8 只时,即要进行防治^[36],在本文研究中,低密度区高原鼢鼠种群密度已超过农业部规定的防治标准,但是,其草地产草量及可食牧草产量和优势种与中密度区和高密度区均无差异。在适度干扰的情况下,高原鼢鼠通过其挖掘活动形成的大量鼠丘而成为高寒草甸异质性微生境的创造者,增强了草地生态系统的稳定性,是推动高寒草甸植被演替、维持其动态平衡的重要因素^[30, 37]。当然,因鼢鼠对退化草地的介入而引起草地植被变化的机制是一个极为复杂的生态过程,其他因素的干扰也会使草地生态系统发生变化,因此对于高原鼢鼠对草地造成的危害程度有必要进一步去界定。

由于各种啮齿动物的生态习性和栖息地环境不同,其数量调查的方法和调查尺度亦各不相同^[38]。在不同调查尺度下,高原鼢鼠食草和挖掘活动对草地生态系统的影响有全然不同的结果^[11]。目前农业部草原植保手册规定的样方为面积 0.25 hm²^[39]。但在本研究中,分析 3 个不同种群密度区新鼠丘和半新鼠丘面积占草地面积比例,发现调查样地大小与危害评价有着密切关系。当样方面积过小时,新鼠丘和半新鼠丘面积会对调查结果造成很大影响。本研究发现在大于 75×75 m 的取样面积下,新鼠丘和半新鼠丘面积趋于稳定,就不会对草地产草量、可食牧草产量等调查造成误差。此外,前人关于鼢鼠对草地危害评价的研究都是以产草量为指标,有鼠丘与无鼠丘草地作为对照^[7, 12]。但是,动物选择栖息地是由多种因素决定的,外部因子如气候、植被、土壤、地形、种间竞争、天敌等,内部因子主要是种群密度所导致的种内竞争^[40]。不能简单的以无鼠丘草地作为对照。因为,无鼠丘草地有可能是鼢鼠的非栖息地而导致无对比性。鉴于地下啮齿动物在生态系统中独特的地位和作用,评价高原鼢鼠对草地的危害仍然是一个漫长而复杂的工作,本研究只是在特定区域内做了一个初步工作而已,在大尺度下调查高原鼢鼠对草地的危害有待于进一步研究。

参考文献 (References):

- [1] 周建伟,花立民,左松涛,苏军虎,王巧玲. 高原鼢鼠栖息地的选择. 草业科学, 2013, 30(4): 647-653.
- [2] 段军红. 草地鼢鼠怀孕期的解剖研究. 青海畜牧兽医杂志, 2011, 41(2): 31-32.
- [3] 余晓华,刘荣堂. 高原鼢鼠的经济损害和经济阈值研究. 草原与草坪, 2002, 98(3): 36-37.
- [4] 周俗. 草原无鼠害区建设技术设计. 草业科学, 2006, 23(5): 82-86.
- [5] 张同作,苏建平,冯俊义,雷晓水. 退耕还林还草地鼠类调查及控制对策研究. 草业科学, 2005, 22(4): 83-87.
- [6] 钟文勤,樊乃昌. 我国草地鼠害的发生原因及其生态治理对策. 生物学通报, 2002, 37(7): 1-4.
- [7] 江小蕾,张卫国,杨振宇. 试论草原鼠类之定位. 草业科学, 1997, 14(5): 34-35.
- [8] Grinnell J. The burrowing rodents of California as agents in soil formation. Journal of Mammalogy, 1923, 4(3): 137-149.
- [9] 辛小娟,杨莹博,王刚,任正伟,储诚进,张仁懿. 鼢鼠土丘植物群落演替生态位动态及草地质量指数. 生态学杂志, 2011, 30(4): 700-706.
- [10] 杨莹博,辛小娟,艾得协措,杨雪,王绍美,储诚进,任正伟,王刚. 鼢鼠土丘植被恢复演替过程中的物种多样性变化. 草业学报, 2010, 19(1): 14-20.
- [11] 张卫国,江小蕾,王树茂,杨振宇. 鼢鼠的造丘活动及不同休牧方式对草地植被生产力的影响. 西北植物学报, 2004, 24(10): 1882-1887.
- [12] 刘锦上,张卫国,江小蕾,卫万荣,葛庆征. 高原鼢鼠洞道空间对高寒草甸植被性状的影响. 草地学报, 2011, 19(6): 927-932.
- [13] 魏万红,王权业,周文扬,樊乃昌. 灭鼠干扰后高原鼢鼠的种群动态与扩散. 兽类学报, 1997, 17(1): 53-61.
- [14] 韩天虎,张卫国,丁连生. 高原鼢鼠栖息地的植被特征. 草业学报, 1999, 8(2): 43-49.
- [15] 张灵菲,张新中,张燕莹,冶娜娜,傅华,江小蕾. 鼢鼠土丘演替对植物功能群与生产力的影响. 草业学报, 2014, 23(2): 305-312.
- [16] 李凤霞,张德罡. 草地退化指标及恢复措施. 草原与草坪, 2005, (1): 24-28.
- [17] 周建伟,花立民,王巧玲,刘丽,王贵珍. 天祝高寒草甸高原鼢鼠丘植被演替调查. 草原与草坪, 2014, 34(3): 8-13.

- [18] 蔡建忠, 张志勇. 实时动态定位技术在土地勘测工作中的应用. 测绘通报, 2003, (5): 32-34.
- [19] 宗浩, 樊乃昌, 于福溪, 朱嘉城. 高寒草甸生态系统优势鼠种高原鼯鼠(*Myospalax baileyi*)和高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*)种群空间格局的研究. 生态学报, 1991, 11(2): 125-129.
- [20] Forbis T A, Larmore J, Addis E. Temporal patterns in seedling establishment on pocket gopher disturbances. *Oecologia*, 2004, 38(1): 112-121.
- [21] Rodgers W E, Hartnett D C, Elder B. Effects of plants pocket gopher (*Geomys bursarins*) disturbances on tallgrass prairie plant community structure. *The American Midland Naturalist*, 2001, 145: 344-357.
- [22] Rezsutek M, Cameron G N. Vegetative edge effects and pocket gopher tunnels. *Journal of Mammalogy*, 2000, 81(4): 1062-1070.
- [23] Manette L T, Haydock K P. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. *Grass and Forage Science*, 1963, 18(4): 268-275.
- [24] Pihlgren A. Vascular Plants and Small-Scale Spatial Heterogeneity in Semi-Natural Grasslands. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2005.
- [25] Smith M, Capelle J. Effects of soil surface microtopography and litter cover on germination, growth and biomass production of chicory (*Cichorium intybus* L.). *The American Midland Naturalist*, 1992, 128(2): 246-253.
- [26] Hobbs R J, Mooney H A. Effects of rainfall variability and gopher disturbance on serpentine annual grassland dynamics. *Ecology*, 1991, 72(1): 59-68.
- [27] 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. 兽类学报, 2002, 22(4): 292-298.
- [28] Huntly N, Inouye R. Pocket gophers in ecosystems: patterns and mechanisms. *BioScience*, 1988, 38(11): 786-793.
- [29] 刘仁华, 刘炳友, 赵秀成, 柳劲松, 王俊森. 林区鼯鼠鼠害的主要特征及其生态控制对策. 兽类学报, 1997, 17(4): 272-278.
- [30] 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. *Mammal Review*, 2003, 33(3): 284-294.
- [31] 张堰铭. 高原鼯鼠对高寒草甸群落特征及演替的影响. 动物学研究, 1999, 20(6): 435-440.
- [32] 王刚, 杜国祯. 鼯鼠土丘植被演替过程中的种的生态位分析. 生态学杂志, 1990, 9(1): 1-6.
- [33] 宗文杰, 江小雷, 严林. 高原鼯鼠的干扰对高寒草地植物群落物种多样性的影响. 草业科学, 2006, 23(10): 68-72.
- [34] Horn H S, Mac Arthur R H. Competition among fugitive species in a harlequin environment. *Ecology*, 1972, 53(4): 749-752.
- [35] Denslow J S. Disturbance-mediated coexistence of species//Pickett S T A, White P S, eds. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Orlando, Fla: Academic Press, 1985: 307-323.
- [36] 农业部. 草原鼠荒地治理技术. 中国牧业通讯, 2008(13): 40-44.
- [37] 张军, 葛庆征, 张卫国, 江小雷. 植被性状与高原鼯鼠栖息地适合度的关系. 草业科学, 2011, 28(5): 836-840.
- [38] 孔照芳. 草原鼠虫害研究. 兰州: 甘肃民族出版社, 1996: 100-102.
- [39] 负旭疆, 农业部畜牧业司, 全国畜牧总站. 草原植保实用技术手册. 北京: 中国农业出版社, 2010: 37-39.
- [40] Laundré J W. Effect of ground squirrel burrows on plant productivity in a cool desert environment. *Journal of Range Management*, 1998, 51(6): 638-643.