

玛曲县高寒草甸鼠害地治理措施效果评价

周富斐,王宏,张飞宇,周睿,华铄泽,叶国辉,花立民

(甘肃农业大学 草业学院/草业生态系统教育部重点实验室/甘肃省草业工程实验室/中-美草地畜牧业可持续发展研究中心,甘肃 兰州 730070)

摘要:对甘肃省玛曲县高寒草甸区轻度和中度鼠害地分别采取控鼠+封育1年+适度放牧1年,控鼠+封育补播一年生黑麦草+适度放牧1年的治理措施,调查了不同治理措施下鼠害地植物种类、高度、盖度、各功能群(禾本科、莎草科、杂类草)地上生物量以及有效鼠洞数目等指标。结果表明:1)轻度鼠害地经过灭鼠封育后,植物群落 Menhinick 指数、Evenness_e^H/S 指数和 Simpson_1-D 指数分别增加 154.9%、41.1%、52.8%,植物群落总地上生物量和有效洞口数均显著增加,干草产量可达 3 758.19 kg/hm²;适度放牧 1 年后植物群落总地上生物量和有效洞口数均显著降低($P < 0.05$);2)中度鼠害地采取封育 1 年后植物群落 Menhinick 指数、Evenness_e^H/S 指数和 Simpson_1-D 指数分别增加了 71%、31%、18%($P < 0.05$),而 Dominance_D 指数显著降低($P < 0.05$)。植物群落总地上生物量显著增加,有效洞口显著降低($P < 0.05$)。适度放牧 1 年后,植物种类增加了 47.75%,Evenness_e^H/S 降低了 24.2%,有效洞口数显著增加($P < 0.05$)。

关键词:高寒草甸鼠害地;封育;补播;物种多样性;生物量;鼠密度

中图分类号:Q948 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2020)04-0080-08

DOI: 10.13817/j.cnki.cyycp.2020.04.013

甘肃省玛曲县境内包含高寒草原、高寒草甸、湿地等多种生态系统,是重要的生态功能服务区和生物多样性富集区^[1-2]。在气候变暖背景下,人类过度放牧导致玛曲县近 90%的天然草地出现不同程度退化,其中高寒草甸生态系统退化尤为严重^[3],退化的高寒草甸提高了草地啮齿动物生境适合度,从而导致啮齿动物种群密度迅速增加^[4]。高密度的草地啮齿动物大量的啃食牧草和挖掘洞道行为导致高寒草甸发生二次退化,形成不同退化程度的鼠害地,甚至形成“黑土滩”,不但

丧失高寒草甸经济价值和生态价值,而且成为草原沙尘暴、水土流失的频发地^[5]。高寒草甸鼠害地治理是青藏高原草地生态系统治理急需解决的问题之一。

目前,鼠害地治理主要采取控制害鼠种群密度后禁牧封育或补播优良牧草。张起荣^[6]、党永桂等^[7]研究表明控鼠+围栏封育可明显提高植被盖度、高度和产草量,增加优质牧草比例和植被盖度。王兰英等^[8]、兰伟等^[9]研究表明鼠害地补播牧草可以大幅度提高草地生产力。尽管控制害鼠种群密度、禁牧封育和补播等治理措施在鼠害地治理中取得重大成效,但是也存在一些问题。我国草原鼠害地面积大、分布广,不同生态地区草原类型、土壤类型、海拔、坡度、坡向、降水等立地条件不尽相同,治理模式不能如法炮制^[10],不同退化等级的草原鼠害地秃斑比例、植被盖度、害鼠密度均有差异,技术集成配套、优化组装也需要因地制宜^[11]。目前,尚没有针对不同生态区域、不同退化等级鼠害地的综合治理模式和技术规范。因此,本研究针对不同退化程度鼠害地采取相应治理措施,评价其植被治理效果,以为高寒草甸鼠害地有效治理提供参考。

收稿日期:2019-10-08; **修回日期:**2019-12-10

基金项目:基于无人机干扰的高原鼠兔非药物防治技术研发与示范(17YF1NA059);川西北和甘南退化高寒生态系统综合整治项目(2017YFC0504803);三江源区退化高寒生态系统恢复技术及示范项目(2016YFC0501902)

作者简介:周富斐(1996-),男,甘肃景泰人,硕士研究生。

E-mail:m17899315787@163.com

花立民为通讯作者。

E-mail:hualm@gsau.edu.cn

1 材料和方法

1.1 试验地概况

研究区域位于甘肃省甘南州玛曲县欧拉乡,平均海拔 3 475 m,年均降水量 502 mm,年平均气温 3℃。害鼠种类为高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*),植被优势种以莎草科的嵩草属(*Kobresia*)和禾本科的针茅属(*Stipa*)、羊茅属(*Festuca*)、早熟禾属(*Poa*)的一些种,以及菊科的风毛菊属(*Saussurea*)、瑞香科的狼毒属(*Stellera*)等毒杂草为主,并伴以其他杂类草,火绒草(*Leontopodium leantopodioides*)、鹅绒委陵菜(*Potentilla anserina*)、二裂委陵菜(*P. bifurca*)等。

1.2 试验设计

1.2.1 样地和样方设置 2016年,依据马玉寿等^[12]、辛玉春等^[13]对高寒草甸鼠害地划分标准,在鼠害草地设2个试验样地:样地Ⅰ—轻度鼠害草地,样地Ⅱ—中度鼠害草地。每样地面积 50 hm²,设3个调查样方,每样方面积 50 m×50 m。

样地Ⅰ:鼠洞总数 134±28 个/(2 500 m²),有效洞口数 49±2 个/(2 500 m²),植被盖度(98±1)%,植物优势种为矮嵩草和鹅绒委陵菜。

样地Ⅱ:鼠洞总数 753±24 个/(2 500 m²),有效洞口数 182±11 个/(2 500 m²),植被盖度(78±3)%,植物优势种为鹅绒委陵菜和二裂委陵菜。

1.2.2 试验处理 针对样地Ⅰ,重点考虑减少放牧干扰,利用草地生态系统的自身治理力进行植被治理,因此采取控鼠后围栏封育1年。鉴于中度鼠害地减少放牧干扰并不能快速提高其草地生态系统的经济与生态价值。所以针对样地Ⅱ,采取控鼠封育后补播一年生黑麦草,利用一年生黑麦草快速生长的优势,抑制杂类草生存空间,降低其对光能、养分以及水分的利用,实现群落优势种杂类草转化为优良牧草,并增加植被盖度。此外,考虑到研究区放牧压力较大、鼠害地管护成本以及适度干扰有利于维持植物群落的稳定性,故样地Ⅰ和样地Ⅱ封育或补播1年后开始适度放牧。

控鼠:采用浓度 0.3%的C型生物毒素与青稞饵料灭鼠,灭鼠率 81.7%。

补播:在5月中旬补播一年生黑麦草,补播方式为撒播,播种量 90 kg/hm²。

放牧:放牧强度以当地合理载畜量为标准,为1.25羊单位/hm²。选择体重相近的甘肃欧拉羊全年连续

放牧,放牧时间为 8:00~18:00。

1.3 取样方法

1.3.1 有效洞口数调查 有效洞口数量调查在每年8月进行。采用堵洞盗洞法调查有效鼠洞数,连续3d在每天 12:00~14:00 调查记录被挖开的新洞口并计数,最后确定的有效鼠洞数是连续3d的平均值。

1.3.2 植物群落调查 植物样地群落调查每年8月进行。在每个样地随机设置4个 50 cm×50 cm 的样方进行地上植物群落调查。调查内容包括植物物种、盖度、高度、频度及各功能群(禾本科、莎草科、杂类草)的地上生物量干重^[14]。

1.4 数据计算与分析

1.4.1 植物物种重要值 用和标准化法计算每一种植物高度、盖度和频度的相对值。重要值计算公式:

$$LV = \frac{RC + RH + RF}{3}$$

式中:RC为相对盖度;RF为相对频度;RH为相对高度

1.4.2 物种多样性指数 丰富度指数(Menhinick):

$$Mn = N$$

优势度指数(Dominance_D):

$$Do = - \sum_{i=1}^s Y \frac{Ni}{N} Y^2$$

均匀度指数(Evenness_e·H/S):

$$E = \left[1 - \sum_{i=1}^s \left(\frac{Ni}{N} \right)^2 \right] / (1 - 1/S)$$

辛普森多样性指数:(Simpson_1-D):

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s Y \frac{Ni}{N} Y^2$$

式中:S为每个样方总的物种数;N为S个全部物种重要值之和;Ni为第i物种重要值。

1.4.3 数据分析方法 用Excel 2007进行基本数据处理和图表制作,用SPSS 19.0对数据进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同治理措施对鼠害草地植物种类组成的影响

样地Ⅰ未治理时植物种类共12种,其中优良牧草4种,优势种是矮嵩草和鹅绒委陵菜。植物种类封育1年后增加到31种,相比未治理增加了158.3%,治理放牧1年后增加到41种,相比封育1年增加了32.2%,优良牧草种类增加为7种,优势种转变为矮嵩草和披碱草(表1)。

表 1 样地 I 植物种类变化
Table 1 Sample I plant species change

物种	治理年度		
	2016	2017	2018
优势种	矮嵩草 <i>Kobresia humi ps</i>	矮嵩草 <i>K. humi ps</i>	矮嵩草 <i>K. humi ps</i>
	鹅绒委陵菜 <i>P. anserine</i>	火绒草 <i>L. leontopodioides</i>	披碱草 <i>E. dahuricus</i>
次优势种	车前 <i>Plantago asiatica</i>	肉果草 <i>Lancea tibetica</i>	鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i>
	披碱草 <i>E. dahuricus</i>	鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i>	二裂委陵菜 <i>P. bifurca</i>
	翻白委陵菜 <i>P. discolor</i>	披碱草 <i>E. dahuricus</i>	早熟禾 <i>P. annua</i>
	凤毛菊 <i>Saussurea japonica</i>	线叶嵩 <i>C. capillifolia</i>	扁蓿豆 <i>M. ruthenica</i>
	早熟禾 <i>P. annua</i>	苔草 <i>Carex tristachya</i>	赖草 <i>L. secalinus</i>
	苔草 <i>Carex tristachya</i>	二裂委陵菜 <i>P. bifurca</i>	羊茅 <i>F. ovina</i>
	二裂委陵菜 <i>P. bifurca</i>	翻白委陵菜 <i>P. discolor</i>	苔草 <i>Carex tristachya</i>
	肉果草 <i>L. tibetica</i>	车前 <i>P. asiatica</i>	线叶嵩 <i>C. capillifolia</i>

样地 II 未治理时植物种类有 10 种,其中优良牧草 4 种,封育并补播一年生黑麦草 1 年后,植物种类增加到 16 种,相比 2016 年增加了 60%,优良牧草 3 种,适度放牧 1 年后植物种类为 23 种,相比 2018 年增加了

43.75%,优良牧草 5 种(表 2)。封育后样地 I 植物种类比样地 II 多增 68.3%,但适度放牧后样地 II 植物种类比样地 I 多增 11.55%。

表 2 样地 II 植物种类变化
Table 2 Sample II plant species change

物种	治理年度		
	2016	2017	2018
优势种	鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i>	一年生黑麦草 <i>Lolium perenne</i>	垂穗披碱草 <i>E. dahuricus</i>
	二裂委陵菜 <i>P. bifurca</i>	鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i>	鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i>
次优势种	垂穗披碱草 <i>E. dahuricus</i>	二裂委陵菜 <i>P. bifurca</i>	二裂委陵菜 <i>P. bifurca</i>
	矮嵩草 <i>E. nutans</i>	独行菜 <i>Lepidium petalum</i>	早熟禾 <i>P. annua</i>
	聚头蓟 <i>Cirsium soubieii</i>	苔草 <i>Carex tristachya</i>	大籽蒿 <i>C. japonicum</i>
	西伯利亚蓼 <i>Polygonum sibiricum</i>	西伯利亚蓼	雀麦 <i>Bromus japonicus</i>
	早熟禾 <i>P. annua</i>	矮嵩草 <i>E. nutans</i>	矮嵩草 <i>E. nutans</i>
	苔草 <i>Carex tristachya</i>	火绒草 <i>L. leontopodioides</i>	苔草 <i>Carex tristachya</i>
	火绒草 <i>L. leontopodioides</i>	翻白 <i>P. discolor</i>	臭蒿 <i>Artemisia annua</i>
	车前 <i>P. asiatica</i>	车前 <i>P. asiatica</i>	蒲公英 <i>T. mongolicum</i>

2.2 不同治理措施对鼠害草地植物物种多样性影响

通过相应的治理措施,鼠害草地植物物种多样性显著变化(图 1)。样地 I 采取封育措施 1 年后,丰富度指数、均匀度指数和辛普森多样性指数分别增加了 154.9%、41.1%和 52.8%,优势度指数降低了 530%。适度放牧 1 年后,植物种多样性指数变化不显著。

样地 II 采取封育补播一年生黑麦草 1 年后,植物物种丰富度、均匀度和辛普森多样性指数均显著增加(图 2),分别增加了 71%、31%、18%,而优势度显著降低,降低了 132.3%。适度放牧 1 年后,植物物种优势

度指数和辛普森多样性指数变化不显著,丰富度指数显著增加,增加了 47.8%;而均匀度指数显著降低,降低了 24.2%。

2.3 不同治理措施对植物功能群地上生物量影响

在未治理、封育 1 年和放牧 1 年后,样地 I 地上生物量干重分别是 1 333.459、3 758.192、783.506 kg/hm²,杂类草地上生物量分别占总生物量比例的 28.30%、36.16%、16.97%,莎草科生物量分别占总生物量比例的 62.02%、23.37%、18.74%,禾本科生物量分别占总生物量比例的 9.68%、40.46%、64.29%(图 3)。封育 1 年后,莎草科植物地上生物量增加并

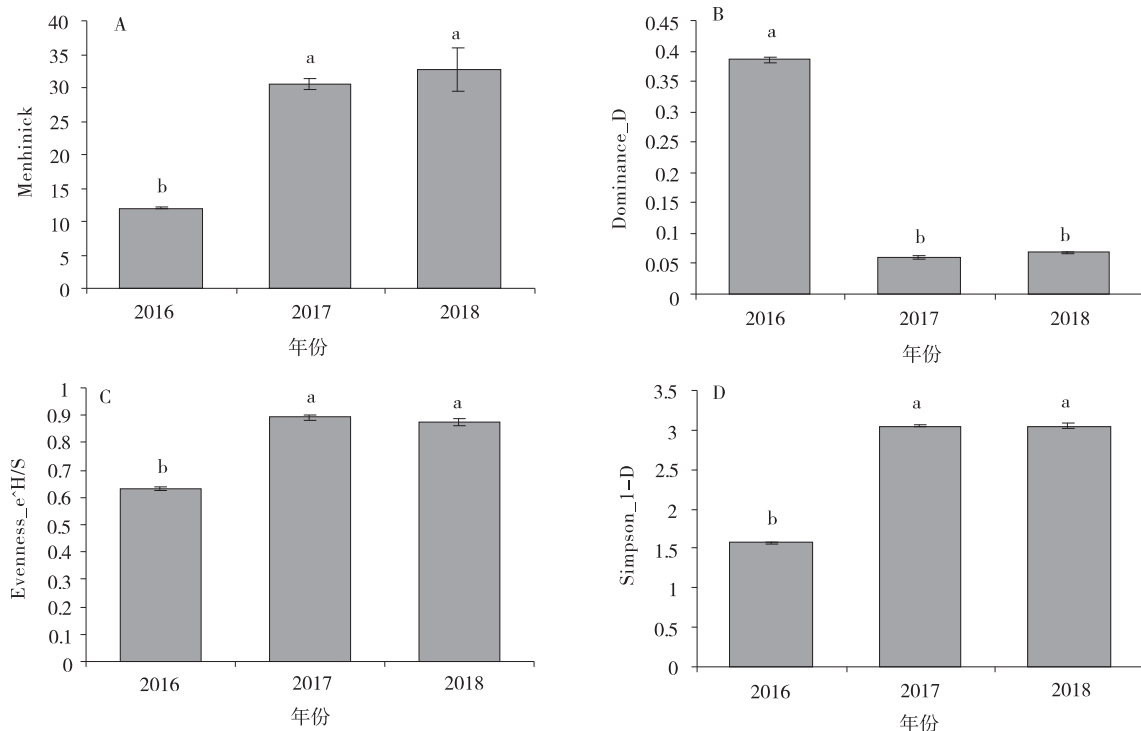


图 1 样地 I 植物物种多样性随治理年限变化

Fig. 1 Sample I fixed number of year of the plant species diversity along with the governance changes

注:不同小写字母表示不同治理年份差异显著 ($P < 0.05$)

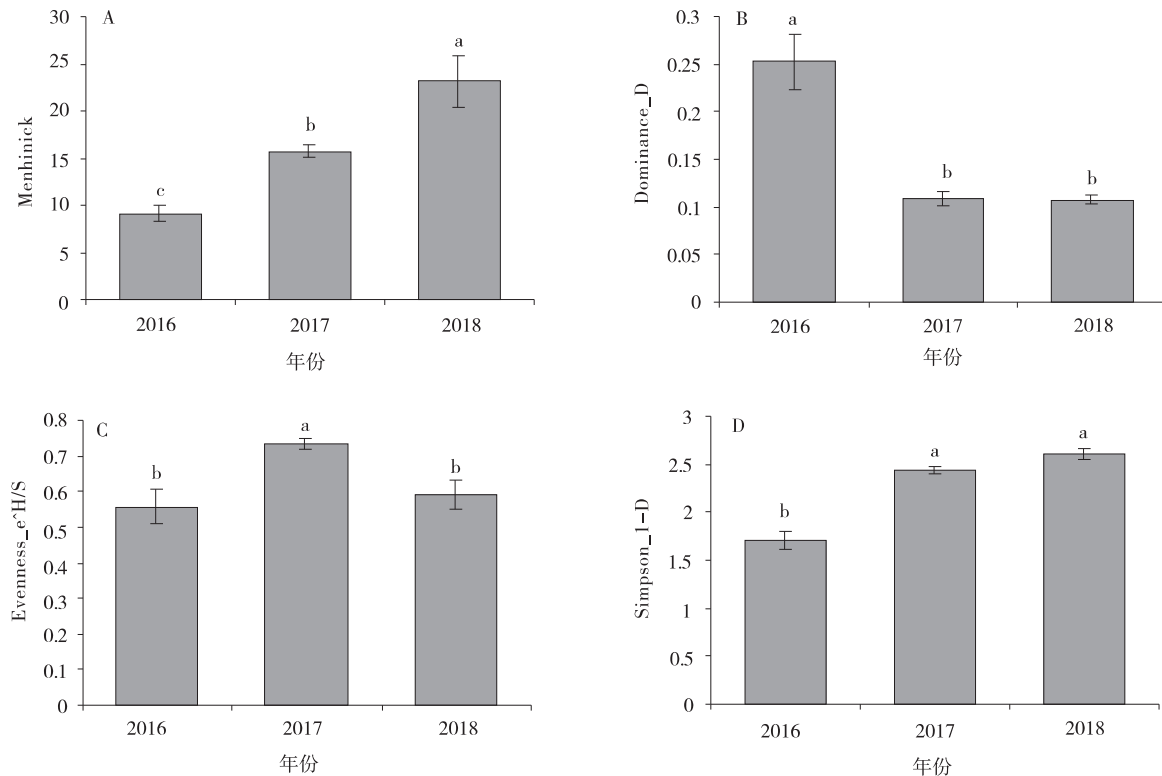


图 2 样地 II 植物物种多样性随治理年限变化

Fig. 2 Sample II plant diversity change with fixed number of year of the governance

不显著,但禾本科、莎草科和杂类草地上生物量分别增加了 11.78 倍、1.06 倍、3.60 倍。放牧 1 年,禾本科、

莎草科和杂类草地上生物量分别降低了 3.02 倍、5.98 倍、10.22 倍。

未治理时,样地Ⅱ地上生物量(干重)为 1 294.9 kg/hm²,其中杂类草生物量占总生物量比例为 74%。封育补播一年生黑麦草后植物总生物量显著升高,为 5 004.6 kg/hm²,与未治理时相比,提高了 275.3%,其中杂类草草地上生物量差异不显著,禾本科牧草差异极显著($P < 0.01$)。禾本科植物补播当年显著增高,增加了 44.69 倍,适度放牧 1 年后显著降低,降低了 4.83 倍。而莎草科植物与杂类草地上生物量在时间尺度上呈显著降低趋势。其中莎草科植物和杂类草在补播当年分别降低了 5.82 倍和 1.28 倍,杂类草在适

度放牧 1 年后降低了 5.99 倍(图 4)。

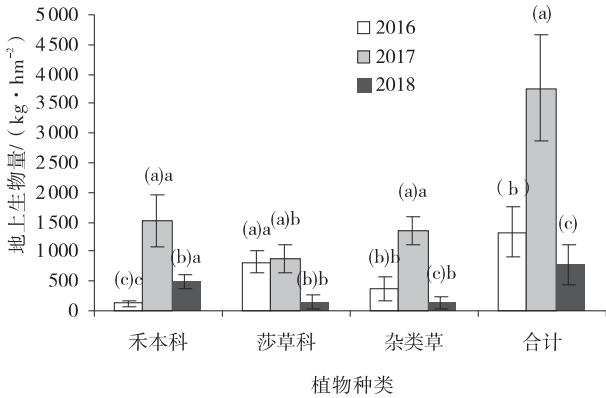


图 3 样地Ⅰ植物各功能群地上生物量随治理年限的变化
Fig. 3 Sample I governance of the functional group of aboveground biomass plants

注:括号内不同小写字母表示不同治理措施同一功能群植物地上生物量年份差异显著,括号外不同小写字母表示同一年不同功能群植物地上生物量差异显著($P < 0.05$),下同

表 3 样地Ⅰ鼠洞数变化

Table 3 Sample I rat holes number change

相对鼠密度	治理年度		
	2018	2016	2017
总洞口数(个/ 2 500 m ²)	134 ± 28 ^c	422 ± 47 ^a	297 ± 37 ^b
有效洞口(个/ 2 500 m ²)	49 ± 2 ^c	262 ± 28 ^a	147 ± 14 ^b

注:不同小写字母表示不同治理年份差异显著($P < 0.05$)

表 4 样地Ⅱ鼠洞数变化

Table 4 Sample II rat holes number change

相对鼠密度	治理年度		
	2018	2016	2017
总洞口数(个/ 2 500 m ²)	753 ± 24 ^a	50 ± 9 ^c	101 ± 15 ^b
有效洞口(个/ 2 500 m ²)	182 ± 11 ^a	25 ± 5 ^c	50 ± 16 ^b

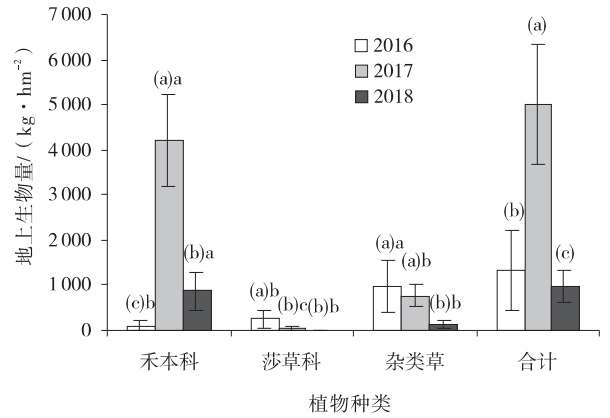


图 4 样地Ⅱ植物各功能群地上生物量治理年限变化
Fig. 4 Sample II governance of the functional group of aboveground biomass plants

2.4 不同治理措施对相对鼠密度的影响

样地Ⅰ控鼠封育后,总洞口数和有效洞口数变化趋势一致(表 3)。封育 1 年后,总洞口数和有效洞口数均显著增加,分别增加了 214.9%和 434.7%。适度放牧 1 年后,样地Ⅰ总洞口数和有效洞口数均显著降低,分别降低了 42.1%和 78.2%。

样地Ⅱ控鼠封育和补播一年生黑麦草后,总洞口数和有效洞口数均显著降低,分别降低了 1 406.0%和 628%。适度放牧 1 年后,总洞口数和有效洞口数均显著增加,分别增加了 102.0%和 100%(表 4)。

3 讨论

3.1 控鼠对鼠害草地植被治理的影响

高原鼠兔作为青藏高原特有的草地啮齿动物,其

生存对青藏高原生态系统产生重要影响^[15]。吴艺楠等^[16]也提出“高原鼠兔是维系青藏高原生态系统的关键物种”的重要观点^[16],认为控制高原鼠兔种群数量会造成高寒草地生态失衡,不能轻易灭杀。目前采用

的鼠害地植被治理措施中,一般采用围栏封育、补播禾本科牧草、施肥等单项或综合措施。但是,由于高寒草甸禾本科植物对围栏封育、施肥等治理措施响应迅速,进而较快速的形成优势种群,反而对高原鼠兔提供了大量优质食物资源,导致其种群数量难以控制^[17],造成鼠害地植被治理效果不佳。高原鼠兔种群数量如果在治理时不能及时控制,其挖掘的洞道、抛出的土壤以及形成的跑道等均造成草地斑块化,增加草地裸地盖度,降低了土壤的含水量。而且,高原鼠兔挖掘洞道降低了土壤全效养分,如土壤有机质、全氮等,导致土壤肥力下降,不利于植被的治理^[10],因此,目前青藏高原高原鼠兔鼠害地治理中控制高原鼠兔种群密度是治理措施的首要任务。王兰英等^[8]、李苗等^[18]在青藏高原高寒草甸开展鼠害地治理时均采取首先控制高原鼠兔密度的措施。本研究选取的不同危害程度的鼠害地,也首先采用药物灭鼠的方式控制高原鼠兔种群数量,降低其采食、挖掘等行为对草地植被的影响,为后期植被治理奠定了基础。

3.2 不同治理措施对植物物种多样性和生物量的影响

物种多样性是评价群落中物种组成和群落稳定性的重要指标,植物生物量是描述植物群落基本数量特征之一,是植物群落物质循环和能量流动的基本要素^[19]。本研究通过对不同治理措施后轻度和中度鼠害地植物种类多样性和地上生物量的变化来表明鼠害地植被治理情况。徐广平等^[20]研究表明灭鼠封育治理高寒草甸鼠害地有效提高植被群落多样性与地上生物量。本研究发现,样地 I 采取灭鼠+封育+适度放牧治理措施后,植被群落物种丰富度、均匀度和辛普森多样性指数均增高,优势度指数降低,可食牧草的地上生物量与植物群落总生物量均大幅度升高。由于封育后给植物繁育提供了一个休养生息的机会,外界干扰降低,从而导致部分在放牧或鼠害干扰下选择休眠的物种重新萌发,占据一定生态位,使物种种类增加^[21],进而导致植物种类丰富度显著增加。均匀度是描述群落中个体数量在物种中分布的均匀状况。由于封育后植物物种数的增加,导致各个物种在群落中均匀分布。由于植物种类大幅度增加,导致群落物种优势度显著降低。适度放牧后,样地 I 植物种丰富度、均匀度、优势度指数差异均不显著,这是由于在适度放牧的影响下,放牧干扰导致植物种间竞争趋于缓和,各物种占据

有相应的生态位,因而与灭鼠封育后鼠害地相比,物种多样性指数差异不显著。本研究发现总生物量、禾本科、莎草科、杂类草地上生物量均呈先增加后减少的变化趋势,且放牧干扰密不可分。与此同时,植物功能群中禾本科植物地上生物量占总生物量的比例增加,而莎草科降低,杂类草呈现先升高后降低的趋势,这是由于禾本科和杂类草植物对封育治理措施响应迅速,莎草科植物对封育措施不敏感,被禾本科植物挤压生存空间所致。

张永超等^[22]研究表明补播显著提高地上生物量,同时物种数和丰富度指数也有显著增加。本研究结果表明,样地 II 在补播封育后适度放牧,植物种丰富度指数和均匀度指数均显著增加,分别增加了 60%、56.8%,优势度指数显著降低,植物群落物种多样性增加。这是由于封育补播后,一年生黑麦草快速生长,有效地增加植被盖度,抑制水土流失,为鼠害地中难以发芽的物种提供优良的萌发环境,导致植物群落中物种多样性增加。样地 II 由于补播一年生黑麦草占据较大生存空间,使一些竞争能力较弱的物种依旧选择休眠,等待萌发时机。故与样地 I 相比,样地 II 第一年物种种类增加幅度较小。刘文亭等^[23]研究表明适度放牧的草地植物物种数增加,表现出了更高的群落稳定性^[23]。本研究发现适度放牧 1 年后,由于放牧采食压力和一年生黑麦草为鼠害地提供优良的植物萌发生长环境,导致植物物种种类显著增加,但牲畜的选择性采食导致植物物种分布均匀度显著降低。封育补播一年生黑麦草后植物地上生物量显著升高,为 5 004.6 kg/hm²,与未治理时相比,提高了 275.3%,其中杂类草地上生物量差异不显著,禾本科牧草差异极显著,这是由于补播一年生黑麦草占极大比例,而杂类草被补播草种压缩生存空间,缺乏对水分、阳光、养分等生长条件的竞争能力,植物高度较矮,茎秆细小,故生物量略有降低^[24-26]。

3.3 不同治理措施对高原鼠兔种群治理的影响

控鼠后鼠害地往往会有“二次发生”现象,即高原鼠兔种群密度会快速上升。这是由于控鼠后栖息地空缺,导致未控鼠区高原鼠兔快速迁入,造成种群数量上升。因此,调查鼠害地植被治理措施前后有效鼠洞变化可以评价该项措施的有效性。梁杰荣等^[27]研究表明高原鼠兔每年灭杀 1 次,灭杀率在 70% 以下,约在一年内治理,当灭杀率高达 90% 时,其数量约在两年

内也治理至原水平。孙飞达等^[28]也指出鼠害地二次发生的现象,即鼠害地补播后多年生草种生长缓慢,植被盖度低,土壤疏松,为高原鼠兔的侵入提供了条件,导致其种群数量快速增长,危害草地又形成鼠害地。本研究发现,样地Ⅰ采取灭鼠+封育+适度放牧治理措施中,高原鼠兔总洞口数和有效洞口数均显著增加后显著降低。这是由于样地Ⅰ具有大量高原鼠兔生存的食物资源与躲避天敌条件所致。适度放牧后,植物群落高度降低,不利于高原鼠兔躲避天敌,这是由于放牧采食后,造成地上生物量相比第1年下降不利于其生存,所以其种群数量降低。样地Ⅱ采取灭鼠+封育补播一年生黑麦草+适度放牧治理措施过程,高原鼠兔总洞口数和有效洞口数变化一致,显著降低后显著增高。这是由于补播的一年生黑麦草属于上繁草,植物群落的高度显著增高。高原鼠兔不喜欢植株较高的群落,加之受到杀鼠效应的延续影响。但是,随着适度放牧后,降低了生物量,以及封育后植物种数的增加为高原鼠兔提供了更好的适合度,黑麦草种群消失以及群落高度降低,导致高原鼠兔种群密度再次增加。

4 结论

玛曲县高寒草甸轻度鼠害草地采取控鼠+封育1年+适度放牧1年治理措施,灭鼠封育增加了植物种类,提高了植物种丰富度、均匀度、辛普森多样性指数和地上生物量,降低优势度指数,有效抑制了高原鼠兔相对种群密度,适度放牧没有对治理草地造成破坏;中度鼠害地采取控鼠+封育补播1年生黑麦草+适度放牧治理措施,封育补播一年生黑麦草使植物种类组成增加,物种丰富度、均匀度、辛普森多样性指数和地上生物量均显著增加,适度放牧增加植物种类组成。因此,采取针对性的鼠害地治理措施对于高寒草甸生态系统治理尤为重要。

参考文献:

[1] 李自珍,惠苍. 玛曲高寒草甸湿地植物构成及其集合种群群落的多样性维持机理[J]. 西北植物学报, 2004, 24(3): 397-403.

[2] 李卫平. 青藏高原生态功能区经济可持续发展的人口因素分析——以甘南州为例[J]. 生产力研究, 2012(11): 146-148.

[3] 刘振恒,杨俊明,杨志才,等. 甘南玛曲高寒草原生态环境退化现状与治理对策[J]. 青海草业, 2002, 11(4): 35-38.

[4] 周华坤,周立,赵新全,等. 江河源区“黑土滩”型退化草场的形成过程与综合治理[J]. 生态学杂志, 2003, 22(5): 51-55.

[5] 刘艳书. 三江源东部典型区鼠害对草地生态系统退化的影响分析[D]. 北京:中国科学院大学, 2012.

[6] 张起荣. 鼠害地植被治理技术试验研究[J]. 畜牧兽医杂志, 2012, 31(3): 31-33.

[7] 党永桂,马兴赞. 多年围栏封育对高寒草甸产草量的影响[J]. 青海草业, 2018, 27(4): 25-27.

[8] 王兰英,梁海红,陈昕,等. 甘南鼠害地综合治理模式试验研究[J]. 畜牧兽医杂志, 2017, 36(6): 23-26.

[9] 兰伟,陈兴华. 石渠县鼠害地改良试验[J]. 草业与畜牧, 2001(3): 29-31.

[10] 张雯娜,金少红. 高原鼠兔洞口密度对高山嵩草草甸土壤主要养分含量的影响[J]. 草业科学, 2018, 35(7): 1593-1601.

[11] 周俗,张绪校,李开章,等. 四川省草原鼠害地生态调控治理研究[J]. 草业与畜牧, 2014(2): 35-37.

[12] 马玉寿,董全民,施建军,等. 三江源区“黑土滩”退化草地的分类分级及治理模式[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2008(3): 1-3.

[13] 辛玉春,杜铁瑛. 青海省天然草地退化程度分级指标初探[J]. 青海草业, 2013, 22(1): 19-21.

[14] 叶瑞卿,黄必志,袁希平,等. 退化草地生态治理技术试验研究[J]. 家畜生态学报, 2008, 29(2): 81-92.

[15] 马晓云. 高原鼠兔与青藏高原北麓河地区高寒草甸植被的关系[J]. 山东畜牧兽医, 2019, 40(5): 79-82.

[16] 吴艺楠,马育军,刘文玲,等. 基于BIOMOD的青海湖流域高原鼠兔分布模拟[J]. 动物学杂志, 2017, 52(3): 390-402.

[17] 宗宁,石培礼,蒋婧,等. 施肥和围栏封育对退化高寒草甸植被治理的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2013, 19(6): 905-913.

[18] 李苗,马玉寿,李世雄,等. 控制高原鼠兔对不同退化高寒草甸植物群落特征的影响[J]. 青海大学学报(自然科学版), 2016, 34(3): 41-47.

[19] 吴娱,张相锋,董世魁,等. 阿尔金山自然保护区东部典型植物群落的物种组成、多样性及生物量[J]. 生态学杂志, 2013, 32(9): 2250-2256.

[20] 徐广平,张德罡,徐长林,等. 放牧干扰对东祁连山高寒草地植物群落物种多样性的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2005, 40(6): 789-796.

[21] 马元成,王彦龙,更藏,等. 青藏高原黑土滩人工草地建植与管理信息系统设计[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2020, 50

- (1);50-54.
- [22] 张永超,牛得草,韩潼,等. 补播对高寒草甸生产力和植物多样性的影响[J]. 草业学报,2012,21(2):305-309.
- [23] 刘文亭,卫智军,吕世杰,等. 放牧对短花针茅荒漠草原植物多样性的影响[J]. 生态学报,2017,37(10):3394-3402.
- [24] 杨波,宝音陶格涛. 退化羊草草原轻耙处理后30年植物群落治理演替规律研究[J]. 中国草地学报,2014,36(2):36-43.
- [25] 宋彩荣,王宁,彭文栋,等. 补播对草地植被影响效果的研究进展[J]. 畜牧与饲料科学,2005,26(6):32-34.
- [26] 徐志伟. 生物学特性与高寒草甸退化演替研究[J]. 广东农业科学,2011,38(5):158-159.
- [27] 梁杰荣,周立,魏善武,等. 高寒草甸控鼠后鼠兔和鼢鼠数量治理的数学模型[J]. 生态学报,1984,4(1):90-100.
- [28] 孙飞达,苟文龙,朱灿. 川西北高原鼠害地危害程度分级及适应性管理对策[J]. 草地学报,2018,26(1):152-159.

Evaluation on the effect of rodent control measures on alpine meadow in Maqu County of Qinghai-Tibet Plateau

ZHOU Fu-fei, WANG Hong, ZHANG Fei-yu, ZHOU Riu, HUA Xian-ze,
YE Guo-hiu, HUA Li-min

(College of Grassland Science, Key Laboratory of Grassland Ecosystem of the Ministry of Education,
Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: It is of great significance to scientifically evaluate the effects of different control measures on rodent damage areas for the prevention and control of alpine meadow degradation. For mild and moderate rodent damage in the alpine meadow area of Maqu County, Gansu Province, the control measures were respectively adopted, including rodent control + one-year ban grazing + one-year light grazing, and rodent control + ban grazing with reseeding annual ryegrass + light grazing, and the plant species number, height, coverage, the functional group of aboveground biomass, and number of available pika hole number were investigated. The results showed that: 1) after rodent control and ban grazing in mild rodent damage area, Menhinick index, Evenness_e⁻¹ H/S index and Simpson_1-d index of plant community increased by 154.9%, 41.1%, and 52.8%, respectively. The total aboveground biomass and available hole number significantly increased, in which the hay yield increased to 3758.19 kg/hm². After light grazing for one year, the total aboveground biomass of plant community and available hole number significantly decreased ($P < 0.05$). 2) after reseeding annual ryegrass for one year in moderate rodent damaged area, Menhinick index, Evenness_e⁻¹ H/S index, and Simpson_1 - D index of plant community significantly increased by 71%, 31%, and 18%, respectively ($P < 0.05$), while the dominance index decreased significantly ($P < 0.05$). The aboveground biomass increased significantly, and the available hole number decreased significantly ($P < 0.05$). After light grazing for one year, the plant species number significantly increased by 47.75%, Evenness_e⁻¹ H/S index significantly reduced by 24.2%, and available hole number increased significantly ($P < 0.05$).

Key words: alpine meadow area rodent damaged; rat infestation; cultivating ; reseed; species diversity; biomass; the rodent density