

中国草原鼠害防治现状、问题及对策



花立民^{1*} 柴守权²

(1. 甘肃农业大学草业学院, 国家林业草原高寒草地鼠害防控工程技术研究中心, 兰州 730070;

2. 国家林业和草原局生物灾害防控中心, 沈阳 110034)

摘要: 草原是我国重要的自然资源,承担着生产、生态和生活等多种功能,在构建生态屏障、促进牧业经济以及维系社会稳定等方面具有重要意义。近几十年来,受全球气候变化和人为过度利用草原的共同影响,我国草原发生大范围退化。草原退化提高了啮齿动物栖息地适合度,促使其种群数量增加,最终导致草原鼠害发生。草原害鼠采食牧草降低草地生产力,掘洞造丘削弱草原固碳、水土保持等生态功能,携带病菌威胁人畜健康。因此,控制草原鼠害事关退化草原治理修复和社会经济的可持续发展。尽管国家开展了一系列草原鼠害研究和工程实践,取得了阶段性成果,但由于草原生态系统的复杂性和社会经济发展需求的不断提升,现有草原鼠害防治成果难以满足草原生态保护与建设的需求,相关理论和技术体系尚未完全形成,学科交叉、技术集成等亟待加强。本文总结了我国草原鼠害发生和防治的现状,并对草原鼠害防治存在的问题进行了讨论,最后从管理和技术层面对加强草原鼠害防治工作进行了展望。

关键词: 草原鼠害; 防控; 问题; 对策

Rodent pest control on grasslands in China: current state, problems and prospects

Hua Limin^{1*} Chai Shouquan²

(1. Engineering and Technology Research Center for Alpine Rodent Pests Control, National Forestry and Grassland Administration, College of Grassland Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, Gansu Province, China; 2. Biological Disaster Control and Prevention Center, National Forestry and Grassland Administration,

Shenyang 110034, Liaoning Province, China)

Abstract: Grasslands are the vital natural resources and play key roles in the grassland services in term of production, ecology and livelihood, which are of great significance for building ecological shield, promoting animal husbandry as well as maintaining social stability. In recent decades, many grasslands in China have suffered some degree of degradation due to climate change and increased livestock populations. The degraded grasslands created a higher-fitness habitat for rodents; as a result, the population of grassland rodents increased and severely damaged the grasslands. The rodent pests with higher population excessively forage the plants, dig many holes and make lots of mounds on the grasslands, which decrease the capacity of carbon sequestration and soil and water conservation on grasslands, and become potential infectious sources of plague. Therefore, the control of rodent pests is critical to restoration of degraded grasslands and sustainable development of society and economy. Although the governments in China implemented a series of researches and practices for rodent pest control on grasslands and achieved many designed objectives, for the complicated grassland ecosystem, the rising demands for social-economic development, and the lack of interdisciplinary cooperation and technology integra-

基金项目: 国家自然科学基金(32160338), 甘肃省教育厅产业支撑项目(2021CYZC-05), 国家林草局草地啮齿动物危害防控创新团队

* 通信作者 (Author for correspondence), E-mail: hualm@gsau.edu.cn

收稿日期: 2022-01-10

tion as well as the mature theory and technologies, current scientific outcomes of rodent pest control on grasslands cannot provide strong supports for the ecological grassland conservation. In this review, the current status of rodent pest damages and their control on grasslands in China were summarized, and the problems of grassland rodent control were analyzed. Finally, the prospects for the management and research in the future were discussed.

Key words: rodent pest on grassland; control; problem; prospect

中国拥有草地面积2.645亿 hm^2 ,约占国土总面积的27.5%,主要分布在西藏、内蒙古、新疆、青海、甘肃和四川这6个省区(国务院第三次全国国土调查领导小组办公室等,2021)。草原生态系统是我国重要的陆地生态系统之一,承担着畜产品生产功能、生物多样性保育、固碳、水源涵养等支持调节功能以及旅游、休憩等文化功能(Bengtsson et al., 2019)。因此,保护草原生态系统对于构建我国生态屏障、促进畜牧业发展、维护牧区社会稳定和巩固边防安全等具有重要意义。

近几十年来,受全球气候变暖和人为过度利用草原的多重影响,我国草原发生大面积退化,致使草原生态系统的结构和功能严重受损(Squires et al., 2010)。草原退化提高了草原啮齿动物生境适合度,使其繁殖率与存活率同步提升,造成种群密度增大,当种群密度超过一定阈值后,导致草原鼠害发生(周华坤等,2003)。草原鼠害的发生,不仅采食牧草导致草地生产力降低,而且挖掘洞道和掘土造丘导致土壤有机质、母质被推到地表,经风蚀或水蚀后逐渐形成次生裸地,降低了草原生态系统的抵抗力和恢复力,最终又加剧了草原退化(钟文勤,2008;花立民和蔡新成,2021)。本文总结了我国近15年来草原

鼠害发生和防治现状,分析了当前草原鼠害防治中存在的问题,并针对这些问题提出未来的解决对策。

1 草原鼠害发生、为害和防治现状

1.1 草原鼠害发生现状

我国有啮齿动物12科235种(魏辅文等,2021),其中草原啮齿动物约100余种。常见草原害鼠有高原鼠兔 *Ochotona curzoniae*、高原鼢鼠 *Myospalax baileyi*、大沙鼠 *Rhombomys opimus*、布氏田鼠 *Microtus brandti*、喜马拉雅旱獭 *Marmota himalayanus* 和黄兔尾鼠 *Lagurus luteus* 等20余种,其中高原鼠兔、高原鼢鼠以及大沙鼠是优势害鼠,主要分布在青海、西藏、甘肃、四川、内蒙古和新疆等省区。

据全国草原监测报告统计,2007—2021年间我国草原鼠害年平均发生面积为3 644.69万 hm^2 (图1),以第三次全国国土调查的草原面积为测算依据,草原鼠害年平均发生面积约占全国草地总面积的13.77%。从年际间发生趋势来看,在2007—2018年草原鼠害年平均发生面积总体呈下降趋势,而从2018年至今,草原鼠害年平均发生面积总体呈增加趋势。鼠害发生面积增加的原因可能与周期性气候异常、草原退化、草原生态系统演替及天敌动物减少等有关。

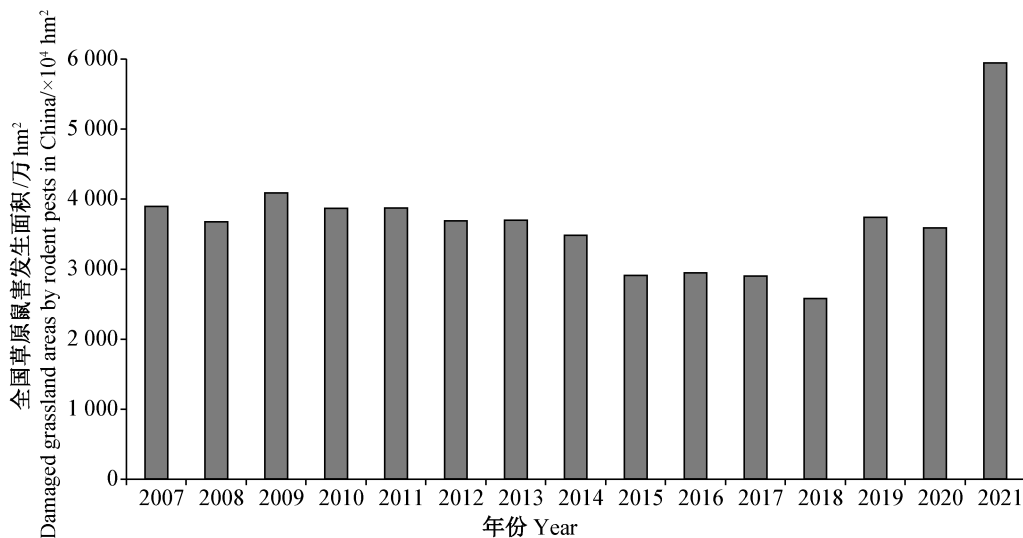


图1 2007—2021年中国草原鼠害年发生面积

Fig. 1 Annual damaged grassland areas by rodent pests in China from 2007 to 2021

1.2 草原鼠害为害现状

1.2.1 降低草原产草量

草原害鼠采食牧草降低草地产草量,进而影响畜牧业生产是人们对草原鼠害的最初认识。草原害鼠主要从2个方面造成草地产草量降低。第一是草原害鼠采食影响。绝大部分草原啮齿动物都是植食性动物,其营养生态位与家畜呈竞争关系。以我国草原鼠害面积最大、分布最广的高原鼠兔为例,高原鼠兔自然种群每只每日平均采食鲜草 77.3 g(刘荣堂和武晓东, 2011),约 77~90 只高原鼠兔日消耗牧草相当于 1 个羊单位日采食量。在高原鼠兔重度为害区,每公顷草原平均有 77.43 只高原鼠兔(巩爱岐等, 2003),可见对草地产草量的影响巨大。第二是由于草原害鼠挖掘洞道推土或新造鼠丘,覆盖草地形成裸地秃斑导致草地产草量降低。2020 年,笔者

团队在青藏高原东缘的玛曲县、若尔盖县调查高原鼠兔栖息样地 74 个,每个样地 2 500 m²,每个样地平均洞口秃斑比为 8.33%,其中有 33.78% 的样地的洞口秃斑比例超过 10%,造成当年产草量至少损失 10%(图 2)。高原鼯鼠推出的新土丘覆盖草地,造成植物黄化死亡,导致草地产草量下降。马素洁(2017)用无人机调查发现每公顷样地有 686 个新鼠丘,其中新鼠丘面积占所调查区域草地总面积的 22.3%。当前,国内外一些专家提出高原鼠兔、高原鼯鼠是高寒草地生态系统的关键种或“生态工程师”(Wilson & Andrew, 2015; Niu et al., 2020),从维系食物网、植物群落演替、土壤养分循环等角度反对防治草原害鼠。但是,从啮齿动物种群影响草地产草量角度来看,鼠害发生严重时对草原生产和生态功能的影响不容小觑。

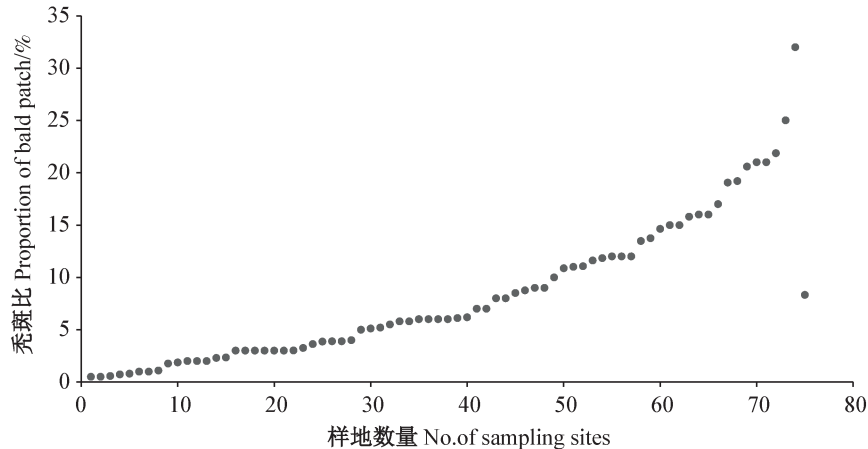


图 2 高原鼠兔为害样地($n=74$)的秃斑比

Fig. 2 The proportions of bald patches damaged by plateau pika in the sampling sites ($n=74$)

1.2.2 改变草原植物群落结构,加剧水土流失和碳排放

草原害鼠对草地生态系统的影响主要表现在对植物、土壤、大气和食物链等方面的影响。草原害鼠由于采食、刈割和储草等行为,对植物群落组成和结构产生差异化影响。高原鼠兔喜食莎草科、禾本科植物(康宇坤等, 2019),刈割高大植物(Zhang et al., 2020),随着高原鼠兔为害加剧,导致阔叶类杂草丛生,最终植物群落发生逆向演替。布氏田鼠喜食羊草、冰草和隐子草等,在重度为害区导致黄蒿大量增加(尚国珍, 2015)。草原害鼠掘洞造丘是其独特行为之一。高原鼠兔和高原鼯鼠推出的土丘表层土壤紧实度低,在风蚀和水蚀的作用下,水土流失严重(马素洁等, 2019)。此外,高原鼯鼠新鼠丘产生的温室气体如 CO₂ 和 CH₄ 的量远高于无鼠丘草地产生的量(Tang et al., 2021)。总体来看,草原鼠害发生严重时会降低草原生态功能。

1.2.3 对人类健康的威胁

草原鼠类是鼠疫、棘球蚴病(包虫病)等传染病的自然疫源疫病宿主,对人类健康具有严重威胁。鼠疫宿主动物大多分布于我国草原牧区,其中旱獭类、沙鼠类以及黄鼠类具有极高传染风险,其分布和影响面积最大(沈希和高子厚, 2018; 辛有全等, 2021)。伍卫平等(2018)调查了全国 413 个县棘球蚴病的发生情况,其中 368 个县被确定为棘球蚴病流行县,主要分布于内蒙古、四川、西藏以及甘肃等 9 个省区。据不完全统计,2000—2010 年青海省发生 13 起鼠疫,其中 2004 年青海省囊谦县暴发的肺鼠疫致死 6 人、2009 年兴海县子科滩暴发的肺鼠疫致死 3 人。2020 年,内蒙古自治区锡林郭勒盟、乌兰察布市、呼和浩特市、包头市、巴彦淖尔市和乌海市 6 个盟市的 16 个旗县区发生鼠间鼠疫,涉及 51 个疫点,主要染疫鼠种为长爪沙鼠 *Meriones unguicula-*

tus、大沙鼠和达乌尔黄鼠 *Spermophilus dauricus*。

1.3 草原鼠害防治现状

我国草原鼠害防治历史悠久。自20世纪50年代至今,已有60余年的防治历史。从最初的化学药物防治为主,发展到现在的药物防控、物理器械防控、天敌防控和管理式抑鼠等防治措施并存的局面。其中,药物防控由于见效快、成本低和易于大面积使用等特点,目前依然是草原鼠害防治的主要措施,其防治面积约占草原鼠害防治总面积的80%以上。生产防治中,药物主要包括不育剂(雷公藤甲素、 α 氯代醇、莪术醇等)和灭杀剂(溴敌隆、C型肉毒梭菌毒素、D型肉毒梭菌毒素、地芬·硫酸钡、胆钙化醇、敌鼠钠盐等)2大类。据调查统计,目前登记使用范围涉及草原、草地和牧草等,仅有雷公藤甲素、C型肉毒梭菌毒素和D型肉毒梭菌毒素3种灭鼠剂。其他灭鼠剂超范围使用量高达54%。器械防治包括利用地箭、弓型夹防治鼯鼠类、鼯鼠类和鼯形田鼠 *Ellobius talpinus* 等地下鼠;在水源区或不宜用药物防治区域也用板夹防治高原鼠兔、阿拉善黄鼠 *Spermophilus alaschanicus* 等地面鼠。天敌防控是基于生态系统食物链关系,利用天敌直接捕食或形成捕食风险 (Sheriff et al., 2009), 调控草原害鼠种群密度。国内草原鼠害天敌防控主要有招鹰控鼠和野化狐狸控鼠2大类。招鹰控鼠已有30余年的历史,在内蒙古、宁夏和新疆等省区的实施效果良好(全国农业技术推广服务中心, 2007)。利用野化银黑狐 *Vulpes vulpes* 控鼠试验已在宁夏、内蒙古和甘肃等省区实施(马崇勇等, 2017), 但是由于试验时间较短,且未对本土狐狸、鸟类等生物多样性开展安全评估,目前处于研究探索阶段。管理式抑鼠是通过改善草原管理,主要通过降低放牧强度和改善草原利用方式等措施,降低草原害鼠栖息地适合度,进而抑制草原害鼠种群数量激增所致损失(何倩芸等, 2021; 方青慧等, 2022)。

2 草原鼠害防控中存在的问题

2.1 缺少草原鼠害防控管理的顶层设计

法律和规划是草原有害生物防控的根本依据和基本准则。草原有害生物灾害与林业有害生物灾害、森林和草原火灾、洪涝,以及台风、风雹、地震等灾害一样,属自然灾害范畴。草原有害生物防治属于公共服务范畴,具有普惠性和公益性。在与草原有害生物(鼠虫害)防治基本属性相同、防治规定相似的农作物病虫害、森林病虫害防治方面,国家出台了《农作物病虫害防治条例》(2020年颁布实施)和《森林病虫害防治条例》(1989年颁布实施)等法规,

实施了《全国林业有害生物防治建设规划(2011—2020年)》和《全国蝗虫灾害可持续治理规划(2014—2020年)》等总体规划,而草原有害生物(包括鼠害)法制和规划建设严重滞后,国家未出台专门针对草原有害生物(包括草原鼠害)防治的法规条例和发展建设规划。草原鼠害管理顶层设计的缺乏,导致对草原鼠害认识的重要性、治理的整体性和预防的前瞻性等不足,直接影响草原鼠害防治成效和建设水平。

2.2 国家重视程度不够,科技投入力度明显偏低

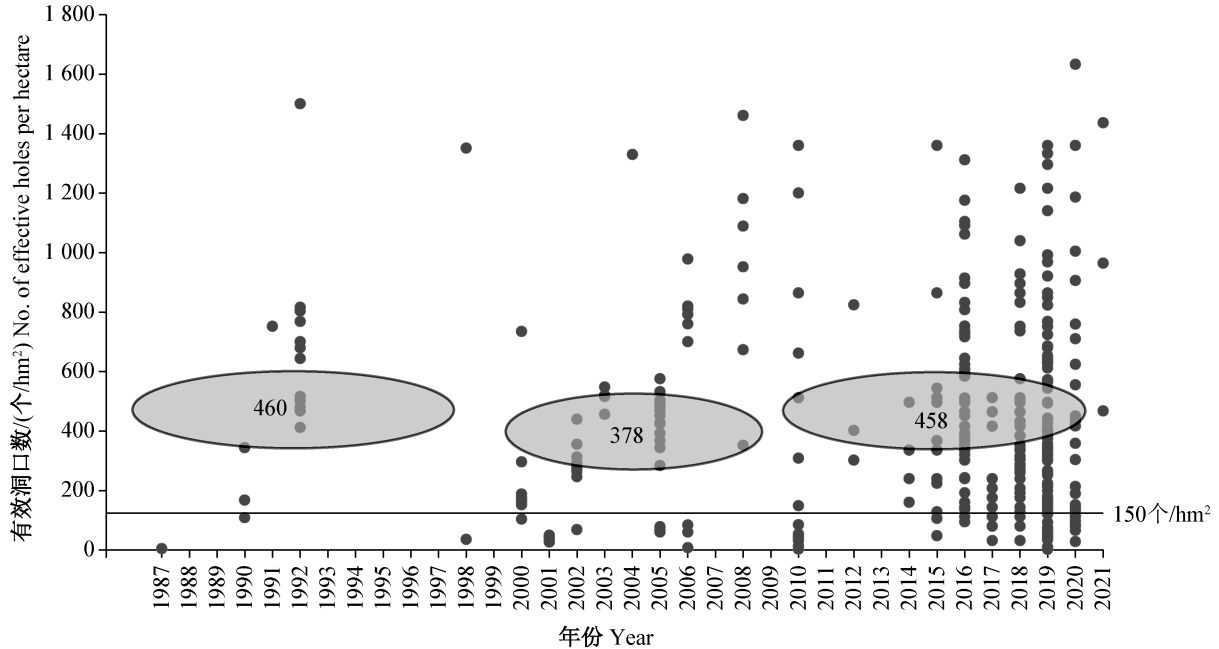
我国拥有天然草原2.645亿 hm^2 , 多样的气候和复杂的地形造就了丰富的草地类型,也就孕育了众多的草原啮齿动物。我国草原啮齿动物约有100余种,其中主要草原害鼠约有20余种(岳方正等, 2021)。天然草原鼠害为害面积之大,害鼠种类之多对草原鼠害防控带来极大挑战。应对并克服这些挑战,则需要国家在草原鼠害生态学、生理学、行为学及其防治技术等基础研究和应用基础研究给予大力支持。但是,相比农田鼠害,国家对草原鼠害科技攻关支持力度较低。自“七五科技攻关”起至“十三五公益性(农业)行业专项”,国家级涉及农作物鼠害防控科研项目共6项,而草原鼠害防控项目仅1项。草原鼠害科技投入力度不足,研究经费缺乏,从业人员逐渐减少。我国草地鼠害科研力量较集中的原中科院西北高原生物研究所、甘肃农业大学等科研院所,草原鼠害研究人员转行或外流,严重影响了我国草原鼠害科技人员的培养和储备,也影响到草原鼠害药物和防控技术的研发。

2.3 原有草原鼠害防治指标亟需调整

防治指标作为有害生物管理决策的基本依据,对指导有害生物精准防治、绿色防治和预测预报等具有重要意义。1988年原农业部颁布的《草原治虫灭鼠实施规定》,明确了我国几种主要害鼠的防治标准。该规定制定原则是以草原作为畜牧业的生产资料,鼠害、虫害防治主要是减少草地牧草产量损失。原草原鼠虫害防治指标几乎均是单一指标,即以单位面积的有效洞口数或新鼠丘数为依据。笔者团队查阅了近30年高原鼠兔和高原鼯鼠的研究文献,从中发现高原鼠兔有效洞口数和高原鼯鼠的新鼠丘数量远远超过原防治指标(图3~4)。并且也可以看出近30年来,高原鼠兔和高原鼯鼠为害呈加剧态势。由于在不同草地类型、不同生境下,草原啮齿动物掘洞、造丘数量并不是与草地生产力下降呈线性关系(Niu et al., 2020)。加之,现如今草原功能已从生产转向多种生态服务,草地啮齿动物维系食物网、保护生物多样性和促进植被演替等多重功能也不断被认

识。更为重要的是,啮齿动物对草原生态系统的影响复杂而深远。因此,采用单一的以数量划分的防治

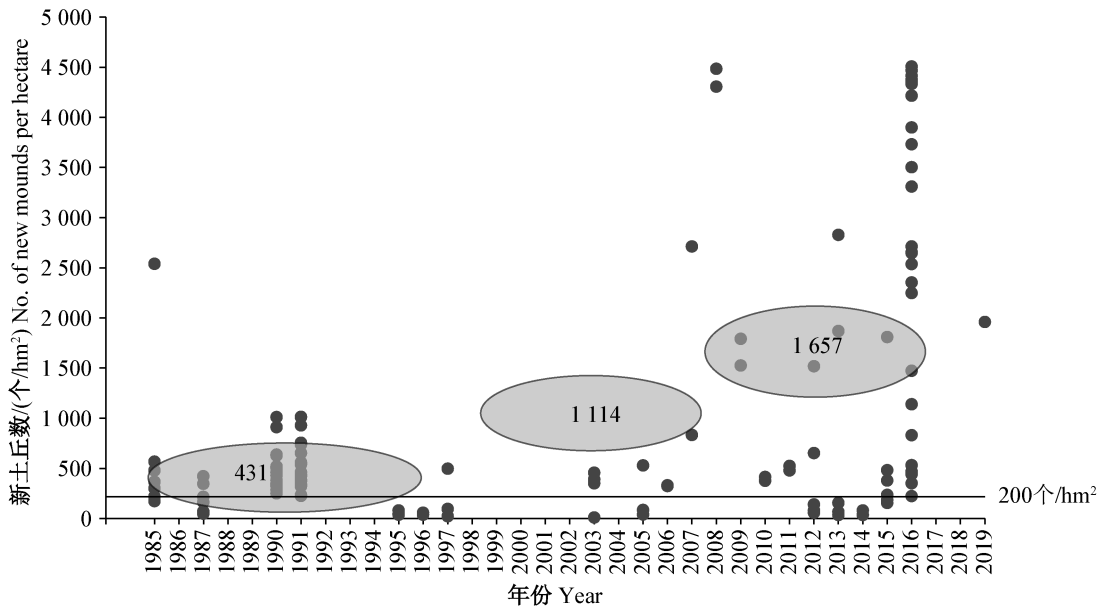
标准难以适应现代生态学和草原鼠害防控的科学要求,也会造成防治资金浪费和生物多样性破坏。



150个/hm²为原农业部制定的高原鼠兔防治标准; 460、378和458个/hm²分别为1987—2000年、2001—2010年和2011—2021年研究区平均有效洞口数量。The number of 150 effective holes of plateau pika per hectare is the control threshold ruled by Ministry of Agriculture; 460, 378 and 458 effective holes of plateau pika per hectare are the average values in the studies from 1987 to 2000, from 2001 to 2010 and from 2011 to 2021, respectively.

图3 1987—2021年研究区高原鼠兔的有效洞口数量

Fig. 3 The number of effective holes of plateau pika in the studies from 1987 to 2021



200个/hm²为原农业部制定的高原鼢鼠防治标准; 431、1114和1657个/hm²分别为1985—2000年、2001—2010年和2011—2019年研究区平均新鼠丘数量。The number of 200 new mounds of plateau zokor per hectare is the control threshold ruled by Ministry of Agriculture; 431, 1114 and 1657 new mounds per hectare of plateau zokor are the average values in the studies from 1985 to 2000, from 2001 to 2010 and from 2011 to 2019, respectively.

图4 1985—2019年研究区高原鼢鼠的新鼠丘数量

Fig. 4 The number of new mounds of plateau zokor in the studies from 1985 to 2019

2.4 草原鼠害监测预警技术体系建设滞后

草原啮齿动物是草原生态系统的重要组分,在能量流通和物质循环中扮演着重要角色,对维系食物网、土壤养分循环和植被群落演替等方面具有重要作用(Zhang, 2007;周延山等, 2016)。草原啮齿动物变为草原害鼠,实质是种群密度增加超出环境阈值或生态阈值后,草原生态系统难以自我调控而导致的。草原害鼠种群动态受到气候、放牧以及种间、种内等诸多因素的影响,其种群数量和分布一直处于动态变化之中。监测其种群动态变化,对于科学评价其为害、制定预警指标和实施精准防控等具有重要意义。但是,我国目前草原害鼠监测点数量少,涵盖草地类型单一,缺少国家-省-县-乡4级监测体系。加之缺乏科学的草原鼠害为害评价指标及其技术,以及草原害鼠种群动态长时间尺度、大范围的基础研究,导致我国草原鼠害监测预警能力低,无法为草原鼠害科学防控提供强有力的技术支撑。

2.5 草原鼠害防控过度依赖药物防治

目前,我国草原鼠害防治主要以药剂和器械防控为主(岳方正等, 2021),这些方法聚焦于降低害鼠种群密度和总体数量。在具体生产实践防治中,往往采取区划一定面积的防治作业区,雇佣劳务人员在一定时间段和区域内,采用超剂量、超范围的药剂快速大幅降低该害鼠的种群数量。但是这种种群清除式的灭鼠策略忽视了草原啮齿动物在草原生态系统中的多重功能,导致物种去除后草地生态系统失衡。另外,广谱高毒化学灭鼠药物的高频率、大范围使用,破坏了草地生态系统原有食物链的完整性和相关物种的制约关系,鼠类天敌骤减甚至灭绝,从而为鼠害在更大范围和更高程度上的发生创造了更为优越的生境条件。

2.6 草原鼠害地发生机理不清,治理模式单一

鼠害地是指由草原鼠害发生过程中或发生后形成的退化草地。鼠害地治理不仅有利于消除草原害鼠孳生区,更对恢复和提升草地生态系统服务功能有着重要意义。我国草原鼠害地面积大、分布广,不同鼠害地立地条件不尽相同,治理模式不能如法炮制。但是,目前我国草原鼠害地治理大多采用控鼠、禁牧与补播牧草单一或相结合的治理模式,多注重短时间的植被恢复效果。对于长时间尺度,特别是鼠害地治理后次生植被演替、害鼠种群恢复等缺少相关研究,导致草原鼠害地可持续治理效果不明显。

2.7 缺乏通过改善草原管理抑制鼠害的综合管理模式

当前,人们普遍认识到草原退化导致草原鼠害

发生,而鼠害的发生又加速了草原退化。因此,草原鼠害是草原退化的结果而不是诱因。治理草原鼠害的重点在改善和优化草原管理,特别是减轻目前普遍存在的超载过牧问题。但是,我国草原监督管理人员缺乏,技术手段落后,加之草原面积大,工作条件差以及复杂的牧区社会经济因素,导致草地监督管理不到位。近年来,尽管超载过牧问题有所减轻,但是整体超载问题依然比较严峻。目前,我国草地鼠害防控主要是通过药物防控为主,这种单一性的治理措施难以从根本上解决草原鼠害连年大面积发生的问题。因此,改善和优化草原管理防控鼠害是当务之急。

3 草原鼠害防控的未来对策

草原是一个开放、复杂的自然生态系统。草原生态系统复杂的生态学过程对明晰草原鼠害致灾机制及其防控研究带来诸多挑战。实施草原鼠害科学防控,不能单纯依靠技术来解决,更要依靠法制和政策来规范。因此,草原鼠害防控是一个系统工程,需要从管理和技术2个层面统筹考虑。只有做到“管理有为”和“技术有效”,才能实现草原生物多样性保护和科学防控鼠害的目标。

3.1 强化法制建设,做好行业规划

依法治理是国家最可靠、最稳定的治理,更是草原有害生物防治的根本措施。强有力的法制和可操作性规划是遏制草原鼠害、虫害等蔓延和加剧的前提和基础。贯彻落实《中华人民共和国草原法》、《中华人民共和国生物安全法》等法律中关于草原有害生物(包括鼠害)的相关规定,建立健全包括行政法规、地方性法规、部门规章、地方规章和行业标准的草原鼠害防治法律法规体系。当前,应尽快制定并颁布《草原有害生物防治条例》,或者说结合《森林病虫害防治条例》的修订,制定《森林草原有害生物防治条例》,建议在条例中明确各级政府和行业主管部门的法律责任,规定草原有害生物监测、防治和评价等环节的具体要求,规范草原有害生物专业化防治服务组织的准入资质,减少草原有害生物防控药品的环境残留和确保人畜健康安全等。同时,重构草原有害生物(包括鼠害)监测预报、应急预案、应急机制、物资调运、防治效果评价,联防联控、统防统治、部门协作、社会化防治组织资质和从业人员资格认定、招投标、作业监理、第三方防治成效核查评价,以及项目管理、灾害损失评估,农药安全使用备案、样品送检等系列规章制度和运行机制。除了加强草

草原鼠害、虫害等有害生物防治建设外,应制定中长期《全国草原有害生物防控发展规划》,明确草原有害生物防治的目标、资金投入、布局以及重点工程等。积极争取把草原有害生物防治纳入《生态保护和修复支撑体系重大工程建设规划(2021—2035年)》。

3.2 强化突出防治重点,争取启动实施工程治理

据国家林业和草原局生物灾害防治中心统计,2019年全国草原鼠害为害面积3 740万 hm^2 ,其中严重为害面积1 460万 hm^2 ,完成草原鼠害防治面积532万 hm^2 ,防治比例为14.22%;2020年全国草原鼠害为害面积3 446.67万 hm^2 ,其中严重为害面积2 213.33万 hm^2 ,完成草原鼠害防治面积535.33万 hm^2 ,防治比例为15.53%;2021年全国草原鼠害为害面积5 946.67万 hm^2 ,其中严重为害面积1 893.33万 hm^2 ,完成草原鼠害防治面积1 020万 hm^2 ,防治比例为17.15%。有限的防治面积、巨大的应防未防区,为翌年草原鼠害暴发埋下隐患,造成年年防治、年年暴发的处境。就目前国家和地方投入的财力、物力和人力,做到应防尽防或者全面防治仍很难实现。应借鉴森林病虫害工程治理的成熟经验,在重要生态区域、针对重大生物灾害,集中人力、财力、物力启动实施重大草原有害生物灾害工程治理,建立有效控制的持续防治机制,以此来推动整个草原有害生物防治工作的开展。

3.3 建立草原鼠害综合管理技术体系

3.3.1 草原鼠害综合管理目标

基于生态系统综合管理理论,以提升草原生态系统恢复力和抵抗力为重点,按照草原鼠害致灾阶段划分,实施灾前监测、灾中绿色精准防控和灾后鼠害地近自然修复,加强草原啮齿动物行为学、生态学、生理学等基础研究和应用基础研究,逐步明晰草原鼠害致灾机制,最终实现生物多样性保护和科学防控草原鼠害的目标。

3.3.2 草原鼠害综合管理原则

(1)全面性原则。草原鼠害治理必须全面考虑自然生态系统和社会生态系统,以减少或降低草原鼠害对生态、生产和人类健康的威胁和危害为目的。(2)环保性原则。以草原鼠害绿色防控为标准,精准防控为核心,从防治对象精准、时间精准、区域精准和措施精准出发,推行草原鼠害环境友好型防治技术体系。(3)平衡性原则。承认草原啮齿动物在草地生态系统的重要性,也要认识到种群密度过大对社会、经济和生态的破坏性,治理措施需找到物种多样性保护和鼠害防控的平衡。(4)科学性原则。

草原鼠害综合治理离不开科学创新,应该加大面向草学、动物学和生态学的草原啮齿动物基础研究和应用基础研究。(5)综合性原则。草原鼠害致灾因素复杂,单一治理措施的长效性较差,必须采取综合措施,通过调控措施使草原害鼠种群密度保持在可接受的范围内。

3.3.3 草原鼠害综合管理技术内容

(1)灾前监测。草原鼠害灾前是指害鼠种群密度在环境阈值之下,尚未对草原生产、生态等造成影响。草原鼠害灾前应重点做好害鼠种群动态监测和草原科学利用。草原鼠害监测应采用“天空地”多样化监测技术,利用高清卫星遥感监测大面积草原的鼠害发生范围;利用长时航无人机监测中尺度草原鼠害为害程度;利用地面智能鼠盒监测小尺度的害鼠种群密度和活动强度。构建国家草原鼠害监测预警中心、省级监测预警分中心、县级监测预警站和乡(镇)级监测场的4级监测网络体系。面对当前县级草原站技术人员少、技术力量薄弱等突出问题,积极引入专业化社会服务组织开展草原鼠害监测工作,确保行业主管部门及时有效获取监测数据以利于决策。草原科学利用是防治草原鼠害发生的根本,也是草原鼠害防治实现环保、长效和可持续目标的最重要措施。实施草原科学利用,首先是加强草原监督监理,依法核定草原载畜量,遏制超载过牧;其次,以家畜精准管理理论、放牧适宜度理论等为指导,通过改善家畜生产、优化草地管理和加强牧民培训等方式,提高牧场单个家畜生产力,实现草原生态保护与经济发展合理平衡的局面。

(2)灾中防控。草原鼠害成灾中是指草原害鼠种群密度超过环境阈值,对草地生产、生态以及人畜健康造成严重影响阶段。草原鼠害成灾后按照其为害程度,划分为轻度、中度和重度为害。各为害程度应采取相适宜的防治措施。轻度为害区应以非药物环境友好型防治技术应用为主,重点推广应用无人机模拟天敌干扰高原鼠兔繁殖、震动发生器干扰高原鼯鼠繁殖等技术。此外,以改变害鼠栖息地质量为目标,采用禁牧、休牧、补播、施肥等单一或综合措施,恢复草原植被,降低害鼠栖息地适合度,遏制种群暴发。中度为害区应以精准防控理论为指导,从防控对象、时间、区域和措施4个方面实施精准防控。以不育剂和生物杀鼠剂应用为主,重点推广植物源和低毒低残留化学不育剂,加大鼠类免疫不育剂的研发力度。重度为害是指草原害鼠呈现猖獗型暴发,对草原生产、生态和人畜健康造成严重影响。

重度为害区应以应急防治为原则,采用高效低残留的化学灭鼠剂快速降低其种群数量。

(3)灾后修复。草原鼠害灾后修复是指由于中、重度鼠害造成的鼠害型退化草原,通过自然或人为措施恢复退化草原的措施。鼠害型退化草原表现为植被盖度降低、生物量减少、毒草丛生等特性。按照景观类型和发生阶段又可将鼠害型退化草原分为秃斑型、黑土滩型和荒漠型3类。鼠害型退化草原是一种较难治理的退化草原,恢复时间长、治理成本高是其显著特点。鼠害型退化草原应关注于草原生态系统的恢复力,以重建草地植被的持久性和稳定性为治理是否成功的主要指标。在治理措施上首先要控鼠。除极重度有洞无鼠的鼠害草地外,绝大部分的鼠害地应采用生物药剂控制害鼠种群。控制目的是防治害鼠种群进一步增大造成扩散加剧,导致鼠害区域蔓延。此外,控鼠也是对后期采取的植被恢复措施的一种保障。植被恢复主要是以提高植被盖度、高度为目标,采取降低放牧强度、补播以及施肥等措施恢复鼠害地植被。补播草种原则上选择适应好的本地草种;在草种组合上,以群落自然演替为原则,可选择杂类草、禾本科和莎草科的搭配使用;土壤修复是鼠害草原植被恢复的基础和根本。鼠害地植被难以恢复的原因之一,并不是土壤中缺少种子,而是缺少种子萌发、生长的条件。因此,土壤修复应该关注于创造适宜种子萌发的土壤条件,利用物理措施提高土壤含水量、持水性和通透性等,促进种子萌发。

啮齿动物其种类、分布范围远非人类能比。草原啮齿动物作为草原生态系统中的重要成员,对草原生态系统的影响至今尚未厘清。笔者认为草原鼠害暴发是草原生态系统自我调控的一种方式,通过其种群波动实现草-鼠-畜-人的动态平衡。因此,要正确理解草原鼠害对生产、生态和社会的影响。不能单纯追求控鼠药品、技术的高灭杀效果,更不能大范围采用种群清除式的控制措施。应该将重点放在改善和优化草原管理,注重害鼠的基础生态学研究,关注啮齿动物在生态系统中的重要性,并利用生态学原理实现草原生物多样性保护和有害生物防控的目标。

参 考 文 献 (References)

Bengtsson J, Bullock JM, Egoh B, Everson C, Everson T, O' Connor T, O' Farrell PJ, Smith HG, Lindborg R. 2019. Grasslands-more important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere*,

10(2): e02582

- Fang QH, Yang J, Zhang CJ, Zhang Q, Su JH. 2022. Effects of grazing management regimes on mound morphological characteristics of plateau zokors (*Eospalax baileyi*). *Acta Ecologica Sinica*, 42(4), DOI: 10.5846/stxb202012253273 (in Chinese) [方青慧, 杨晶, 张彩军, 张倩, 苏军虎. 2022. 放牧管理模式对高原鼢鼠(*Eospalax baileyi*)鼠丘形态特征的影响. *生态学报*, 42(4), DOI: 10.5846/stxb202012253273]
- Gong AQ, Zhang SH, Li QY. 2003. Discussion on population types of rodents and damage in alpine meadow grassland in Qinghai. *Qinghai Prataculture*, 12(4): 19-23 (in Chinese) [巩爱岐, 张生合, 李青云. 2003. 论青海高寒草甸草地啮齿动物的种群类型及危害损失. *青海草业*, 12(4): 19-23]
- He QY, Wang XY, Luo G, Zhang P, Ran JH. 2021. Spatial pattern of plateau pika burrows under different grazing modes. *Acta Theriologica Sinica*, 41(4): 431-440 (in Chinese) [何倩芸, 王小祎, 罗概, 张珮, 冉江洪. 2021. 不同放牧模式下高原鼠兔洞口的空间分布格局变化. *兽类学报*, 41(4): 431-440]
- Hua LM, Cai XC. 2021. Recent advances in ecological studies for plateau zokor (*Eospalax baileyi*): a review. *Journal of Gansu Agricultural University*, 56(2): 1-10, 17 (in Chinese) [花立民, 蔡新成. 2021. 高原鼢鼠(*Eospalax baileyi*)的生态学研究进展. *甘肃农业大学学报*, 56(2): 1-10, 17]
- Kang YK, Zhang DG, Gou JY, Wang HF, Yang YB, Su JH. 2019. Food habits and its seasonal changes of plateau pika (*Ochotona curzoniae*) in Gannan meadow. *Journal of Gansu Agricultural University*, 54(2): 132-138 (in Chinese) [康宇坤, 张德罡, 缙晶毅, 王海芳, 杨莹博, 苏军虎. 2019. 甘南草原高原鼠兔食性及其季节性变化. *甘肃农业大学学报*, 54(2): 132-138]
- Liu RT, Wu XD. 2011. *Grassland Protection (volume 1): grassland rodentology*. 3rd edition. Beijing: China Agriculture Press, pp. 75 (in Chinese) [刘荣堂, 武晓东. 2011. 草地保护学(第1分册): 草地啮齿动物学. 第3版. 北京: 中国农业出版社, pp. 75]
- Ma CY, Zhang ZR, Shan YM, Wang ZY, Ji YH, Xiang KF, Du GL. 2017. Grassland rodent damage and application situation of green prevention-control techniques in Inner Mongolia. *Chinese Journal of Grassland*, 39(5): 108-115 (in Chinese) [马崇勇, 张卓然, 单艳敏, 王智勇, 季彦华, 项凯峰, 杜桂林. 2017. 内蒙古草原鼠害及其绿色防控技术应用现状. *中国草地学报*, 39(5): 108-115]
- Ma SJ. 2017. A method to monitor the damage and soil erosion caused by plateau zokor using an unmanned aerial vehicle. Master thesis. Lanzhou: Gansu Agricultural University (in Chinese) [马素洁. 2017. 基于无人机技术的高原鼢鼠鼠害及水土流失监测研究. 硕士学位论文. 兰州: 甘肃农业大学]
- Ma SJ, Zhou JW, Wang FC, Niu YJ, Chu B, Zhou YS, Ji CP, Wang T, Hua LM. 2019. Effect of soil erosion of plateau zokor new mound in alpine meadow. *Journal of Soil and Water Conservation*, 33(5): 58-63, 71 (in Chinese) [马素洁, 周建伟, 王福成, 牛钰杰, 楚彬, 周延山, 姬程鹏, 王婷, 花立民. 2019. 高寒草甸区高原鼢鼠新生土丘水土流失特征. *水土保持学报*, 33(5): 58-63, 71]

- Nation Agricultural Technology Extending Service Centre. 2007. Plant protection and agricultural products quality safety. Beijing: China Agriculture Press, pp. 301 (in Chinese) [全国农业技术推广服务中心. 2007. 植物保护与农产品质量安全. 北京: 中国农业出版社, pp. 301]
- Niu YJ, Yang SW, Zhu HM, Zhou JW, Chu B, Ma SJ, Hua R, Hua LM. 2020. Cyclic formation of zokor mounds promotes plant diversity and renews plant communities in alpine meadows on the Tibetan Plateau. *Plant and Soil*, 446(1/2): 65–79
- Shang GZ. 2015. The diet selection and its influence factors of brand's vole (*Microtus brandti*). Master thesis. Yangzhou: Yangzhou University (in Chinese) [尚国珍. 2015. 布氏田鼠的食物选择及影响因素. 硕士学位论文. 扬州: 扬州大学]
- Shen X, Gao ZH. 2018. Research progress of relationship between rodents population ecology and plague. *Chinese Journal of Zoonoses*, 34(12): 1151–1154 (in Chinese) [沈希, 高子厚. 2018. 啮齿类动物种群生态学与鼠疫关系的研究进展. *中国人兽共患病学报*, 34(12): 1151–1154]
- Sheriff MJ, Krebs CJ, Boonstra R. 2009. The sensitive hare: sublethal effects of predator stress on reproduction in snowshoe hares. *Journal of Animal Ecology*, 78(6): 1249–1258
- Squires V, Hua LM, Li GL, Zhang DG. 2010. Towards sustainable use of rangelands in North-West China. Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 3–18
- Tang ZS, Jiang YM, Hua R, Zhou JW, Chu B, Ye GH, Hua LM, Tian YL. 2021. Study on greenhouse gas emissions from the mounds produced by plateau zokor (*Eospalax baileyi*) on Qinghai-Tibet Plateau. *Rangeland Ecology & Management*, 78: 36–45
- The 3rd National Land Survey Leading Group of the State Council, Ministry of Natural Resources, National Bureau of Statistics. 2021. A bulletin on the main data results of the third national land survey. *People's Daily*, 2021-08-27(17) (in Chinese) [国务院第三次全国国土调查领导小组办公室, 自然资源部, 国家统计局. 2021. 第三次全国国土调查主要数据公报. *人民日报*, 2021-08-27(17)]
- Wei FW, Yang QS, Wu Y, Jiang XL, Liu SY, Li BG, Yang G, Li M, Zhou J, Li S, et al. 2021. Catalogue of mammals in China (2021). *Acta Theriologica Sinica*, 41(5): 487–501 (in Chinese) [魏辅文, 杨奇森, 吴毅, 蒋学龙, 刘少英, 李保国, 杨光, 李明, 周江, 李松, 等. 2021. 中国兽类名录(2021版). *兽类学报*, 41(5): 487–501]
- Wilson MC, Smith AT. 2015. The pika and the watershed: the impact of small mammal poisoning on the ecohydrology of the Qinghai-Tibetan Plateau. *AMBIO*, 44(1): 16–22
- Wu WP, Wang H, Wang Q, Zhou XN, Wang LY, Zheng CJ, Cao JP, Xiao N, Wang Y, Zhu YY, et al. 2018. A nationwide sampling survey on echinococcosis in China during 2012–2016. *Chinese Journal of Parasitology and Parasitic Diseases*, 36(1): 1–14 (in Chinese) [伍卫平, 王虎, 王谦, 周晓农, 王立英, 郑灿军, 曹建平, 肖宁, 王莹, 朱曜宇, 等. 2018. 2012–2016年中国棘球蚴病抽样调查分析. *中国寄生虫学与寄生虫病杂志*, 36(1): 1–14]
- Xin YQ, Li S, He J, Yang XY, Jin J, Zhang Q, Xin WY, Zhang XL, Dai RX, Li W. 2021. Etiological characteristics of *Yersinia pestis* in loess plateau plague natural foci of *Citellus alaschanicus*. *China Tropical Medicine*, 21(11): 1021–1024 (in Chinese) [辛有全, 李胜, 何建, 杨晓艳, 靳娟, 张琪, 辛文媛, 张晓璐, 代瑞霞, 李伟. 2021. 黄土高原阿拉善黄鼠鼠疫源地鼠疫杆菌病原学特征. *中国热带医学*, 21(11): 1021–1024]
- Yue FZ, Gao SJ, Cheng TT, Xu LB, Han HB, Ding W, Chai SQ. 2021. Current situation and prospect of pest control in grassland of China. *Acta Agrestia Sinica*, 29(8): 1615–1620 (in Chinese) [岳方正, 高书晶, 程通通, 徐林波, 韩海斌, 丁伟, 柴守权. 2021. 中国草原有害生物防治工作现状及展望. *草地学报*, 29(8): 1615–1620]
- Zhang WN, Wang Q, Zhang J, Pang XP, Xu HP, Wang J, Guo ZG. 2020. Clipping by plateau pikas and impacts to plant community. *Rangeland Ecology & Management*, 73(3): 368–374
- Zhang YM. 2007. The biology and ecology of plateau zokors (*Eospalax fontanierii*).//Begall S, Burda H, Schleich CE. Subterranean rodents. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 237–249
- Zhong WQ. 2008. The function and scientific management of rodents in grassland ecosystem. *Bulletin of Biology*, 43(1): 1–3 (in Chinese) [钟文勤. 2008. 啮齿动物在草原生态系统中的作用与科学管理. *生物学通报*, 43(1): 1–3]
- Zhou HK, Zhou L, Zhao XQ, Liu W, Yan ZL, Shi Y. 2003. Degradation process and integrated treatment of “black soil beach” grassland in the source regions of Yangtze and Yellow Rivers. *Chinese Journal of Ecology*, 22(5): 51–55 (in Chinese) [周华坤, 周立, 赵新全, 刘伟, 严作良, 师燕. 2003. 江河源区“黑土滩”型退化草场的形成过程与综合治理. *生态学杂志*, 22(5): 51–55]
- Zhou YS, Hua LM, Chu B, Liu L, Ji CP, Tian YL. 2016. Assessment of damage caused by plateau zokor to an alpine meadow in eastern Qilian Mountain. *Acta Ecologica Sinica*, 36(18): 5922–5930 (in Chinese) [周延山, 花立民, 楚彬, 刘丽, 姬程鹏, 田永亮. 2016. 祁连山东段高原鼯鼠对高寒草甸危害评价. *生态学报*, 36(18): 5922–5930]

(责任编辑:李美娟)