

青藏高原草地退化原因述评

崔庆虎^{1,2}, 蒋志刚³, 刘季科⁴, 苏建平¹

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810008; 2. 郑州大学生物工程系, 河南 郑州 450001;
3. 中国科学院动物研究所, 北京 100080; 4. 浙江大学生命科学院, 浙江 杭州 310027)

摘要:导致青藏高原草地退化的因子很多, 主要有气候、野生动物和人类活动等。在气候因素中以气温和降水的影响为主, 短期内气候的变化不会成为草地退化的主导因素, 从长期来看, 气候变化与草地退化之间的相互作用可引起草地生态系统的退化, 野生动物因素中主要以植食性小哺乳动物的影响为主, 其危害程度取决于其种群数量的高低, 同时大型野生草食动物对草地退化的影响也不容忽视; 人类活动因素中主要以家畜过度放牧为主, 在一定程度上, 家畜放牧强度的高低直接决定草地的退化程度; 草地退化是多种因素综合作用的结果。不同地区导致草地退化的主要因素不尽相同, 导致青藏高原草地退化最主要的因子是过度放牧和植食性小哺乳动物种群爆发。针对退化的原因, 提出了青藏高原退化草地恢复与管理过程中应注意的事项。

关键词:青藏高原; 草地退化; 气候变化; 野生动物; 人类活动

中图分类号: S812 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0629(2007)05-0020-07

* 青藏高原天然草地辽阔, 牧草品质优良, 营养丰富, 具有高蛋白、高脂肪、高无氮浸出物及产热值和低纤维素等“四高一低”的特点, 是我国重要的畜牧业基地之一^[1]。6条大的国际性河流发源于青藏高原, 对处于中下游的国家和地区的生产、生活有着重要的影响^[2]。而青藏高原凭借其平均海拔超过 4 000 m、面积达 230 万 km² 的地理特点影响着亚洲大陆乃至全球的气候。目前, 拥有 50% 草地面积的青藏高原是一个碳汇 (carbon sink), 随着气候变暖, 草地退化, 碳的加速释放, 进而影响全球气候变化^[2]。而青藏高原草地生态系统是一个“惰性”和“脆弱性”的生态系统, 其“惰性”表现在高寒草地土壤营养和繁殖库活性低, 草地植被更新能力差, 其任何组分衰退后难以恢复, “脆弱性”表现在该系统容易被破坏^[3]。近年来, 随着放牧活动等因子的影响, 青藏高原草地退化日益严重, 已成为重大的社会经济、生态环境问题^[4, 5]。鉴于青藏高原草地对畜牧业生产、涵养水源及全球气候变化的重要作用, 就青藏高原草地的退化原因进行述评, 以便为青藏高原草地生态系统的可持续发展及管理提供科学依据。

1 草地退化的定义、特征及格局

不同研究者对草地退化有不同的理解和定义, 近年来, 比较趋同的定义是: 草地退化是草地生态系统逆行演替的过程, 在此过程中, 系统内的组成、结构与功能均发生明显变化, 能流规模缩小, 物质循环失调, 熵值增加, 打破了原有的稳态和有序性, 系统向低能量级转化, 亦即维持生态过程所必需的功能下降甚至丧失, 或在低能量级水平上建立新的亚稳态; 在其演化过程中, 其结构特征和能流与物质循环等过程恶化, 即生物群落及其赖以生存的环境恶化。它既包括植被的退化, 也包括土地的退化。由于人为活动或不利自然因素所引起的草地质量衰退, 生产力、经济潜力及服务功能降低, 环境变劣及生物多样性或复杂性降低, 恢复功能减弱或失去恢复功能, 都称之为草地退化^[6]。

* 收稿日期: 2006-03-30

基金项目: 中科院中组部“西部之光”人才培养计划资助项目“青藏高原草地鼠害生态治理研究”; 中国科学院知识创新工程领域前沿项目 (CXLY-2003-3)

作者简介: 崔庆虎 (1976-), 男, 山东东明人, 博士, 主要从事鼠害治理和保护生物学研究。

E-mail: cuiqh @zsu. edu. cn

通讯作者: 苏建平 E-mail: jpsu @nwipb. ac. cn

青藏高原天然植被类型是以优良牧草禾本科和莎草科植物为绝对优势种的高寒草原和高寒草甸,草地质量与植被组成中优良牧草所占比例及生物量成正比^[6,7]。赵新全等^[1]的研究结果表明,植物类群变化在一定程度上反映了草场的演替趋势,若禾草和莎草的比例增高,说明草场向进化演替;相反,若杂类草的比例升高,生物量下降,表明草场退化。杨力军等^[8]认为,随着草地退化程度的加重,植被覆盖度、地上生物量、优良牧草产量及比例明显下降,草地植物根系逐渐减少,草土比的比值明显减少,植物总数趋于减少,且群落组成发生变化,高山嵩草 *Kobresia pygmaea* 和矮嵩草 *K. humilis* 种群由群落中的优势种变为伴生种,甚至从群落中消失,取而代之的是冷蒿 *Artemisia frigida*、西伯利亚蓼 *Polygonum sibiricum*、密穗香薷 *Elsholtzia densa* 或黄帚橐吾 *Ligularia virgaurea*、铁棒锤 *Aconitum pendulum* 等。总之,青藏高原草地退化主要表现为草地物种多样性、植被群落组成、盖度及生物量的不利变化。

目前,青藏高原草地退化较为严重。以青海省为例,现有土地 72.23 万 km²,其中可利用草地为 31.61 万 km²,占全省土地总面积的 43.8%,中度以上退化草地 7.3 万 km²,占全省草地总面积的 23.09%;各种类型的草地垦殖面积已达 16.96 万 km²,其中黄河源地区为 4.86 万 km²,长江源地区为 1.21 万 km²,环青海湖地区为 6.03 万 km²,柴达木地区为 4.86 万 km²;全省水土流失总面积达 33.4 万 km²,占全省土地总面积的 46.24%,其中,长江流域水土流失面积为 10.7 万 km²,黄河流域为 7.3 万 km²,每年输入黄河的泥沙量达 8 814 万 t,输入长江的达 1 232 万 t;全省沙漠化面积已达 12.52 万 km²,潜在沙漠化面积为 9 800 km²,主要集中在柴达木盆地、共和盆地及黄河源头地区。目前,沙漠化面积仍以每年 1 000 多 km² 的速度扩大^[9]。

2 草地退化原因

2.1 气候因子

众多的研究表明,影响草地退化的气候因子很多,如风蚀、水蚀、冻融、气温和降水等,影响青藏高原草地退化的主要气候因子为气温和降水。20 世纪 80 年代以来,由于厄尔尼

诺现象、拉尼娜现象和温室效应的影响,作为全球变化中对气候变化最为敏感的地区之一,青藏高原表现出气候变化幅度大、超前性强等特点。Liu 等^[10]的研究表明,20 世纪 50 年代中期青藏高原的大部分地区开始显著变暖,尤其是冬季,1955 - 1996 年,青藏高原以直线速率平均每 10 年升高 0.16℃,冬季平均每 10 年升高 0.32℃,超过了同时期北半球及同纬度地区的升温水平。马玉寿等^[11]评述了全球变暖对达日县草地退化的影响,认为全球气温升高所引起的荒漠化,应是处于半干旱—半湿润的达日县草地退化、大片“黑土滩”产生的主要原因。通过对 1997 年的实地调查和 NOVA 资料分析发现,与 1985 年比较,达日县的气候变暖、植物群落退化、土壤退化、水文状况恶化等,在 12 年间的变化极为明显,达日县的植被较其北部、东部、南部各县明显的差,在达日县境内,在较干燥、地势较高的西北部,出现有高寒荒漠草原类的异针茅 *Stipa aliena*—矮火绒草 *Leontopodium nanum* 草地,绝大部分是高寒草甸,只在较低、较暖的东部和南部有少量的灌丛;“黑土滩”的分布从西北向东南也呈现由多到少的格局。王根绪等^[12]对江河源区气候变化的研究表明,近 40 年来的总趋势是:气温升高,降水量增加,但降水量的增加主要体现在春冬季降水明显增加,对植被生长起重要作用的夏季降水却明显减少。20 世纪 80 年代 10 年平均气温较 50 年代高 0.12~0.90℃,玛多一带自 70 年代后期气温开始波动上升,20 年平均增温 0.55℃。气候条件的此种变化对广泛分布于玛多、沱沱河一带的高寒沼泽草甸植被生长不利,气温升高,尤其是夏季气温升高将使蒸发强度增大,相同时期降水量未增加甚至减少,将造成植被因干旱而退化,沼泽草甸因干旱而疏干,湿地草甸植被向中旱生植被演替。气候变化还影响到冻土环境,随着气温升高及人类活动强度增加,青藏高原冻土上部(20 m)地温明显升高(平均 0.2~0.3℃),并已影响到 40 m 以上冻土层的地温,造成冻土融区范围扩大,季节融化层增厚,甚至下伏多年冻土层完全消失,使得植被根系层土壤水分减少,表层土干燥,植被因干旱而退化。汪诗平^[13]对治多县 32

年的降水和气温变化资料分析表明,80年代较70年代年均温升高 0.22 ,增幅为 12.5% ;90年代较80年代又升高 0.38 ,增幅为 24.7% ,该地区年均气温有明显的升高趋势,与70年代比较,90年代的年均温平均升高 0.6 ;1968-1978年平均年降水量为 397.3 ± 68.0 mm,基本接近32年的平均值(399.9 mm);1979-1989年平均降水量为 417.0 ± 84.9 mm,高于32年均值的 4.3% ;1990-1999年平均降水量为 383.8 ± 62.4 mm,低于32年均值 4.0% ,较80年代减少了近 8.0% (33 mm)。在生长季节(5-9月)年降水量也有类似的变化趋势,仅下降的幅度更大,与80年代比较,90年代生长季节年降水量约下降 10% 。总之,自20世纪90年代以来,由于出现了较明显的增温减水现象,大气干旱加重,空气相对湿度呈明显的减少趋势,因而造成该地区的气候干旱化,不利于该地区草地生态系统生产力的提高和维持。Du等^[2]对遍布于青藏高原的86个气象站1978-1995年的月均气温和月均降水量数据进行了分析,发现青藏高原冬季年均气温显著增高 0.13 ,夏季年均气温显著增高 0.02 ,其增温幅度明显超过同期整个中国及东亚的增温水平;而降水轻微增加,但趋势不显著。

从总体上看,青藏高原地区气候变暖,尤其是冬季;而降水局部地区有差异,整体上并无显著增加。Du等^[2]的研究认为,制约青藏高原初级生产力的主要气候因素是低温而非降水,但降水对牧草的生长也有着明显的影响^[14]。在牧草生长季节青藏高原年均气温的增温幅度仅为 0.02 ,这种增温效应促进牧草生长的同时,也因土壤水分蒸发、蒸腾损失增加而导致土地退化。因此,气候变化对草地植被的短期影响不是导致草地退化的主要因子。

2.2 人口及家畜种群大小 汪诗平^[13]的研究表明,治多县1958-1962年为人口急速下降期,为建国以来人口最低值,仅为7033人,年递减 16.4% ;1963-1979年,人口增加1倍,达到14982人,年递增 4.6% ,为该县人口快速增长期;1979-1989年,人口均以 2.5% 的年递增率增长,到20世纪90年代,虽人口增长速率有所降

低,年递增率为 1.8% ,但仍较同期全国人口增长水平高,从1962年人口最低点到1999年,人口增长3倍。牲畜数量的变化趋势与人口变动趋势基本一致,但变化的幅度要大得多。张耀生等^[15]报道,1952-1999年,青海省家畜存栏数增长 222.3% 。Du等^[2]报道,1978-1999年,青藏高原的牛和羊数量分别增长 249% 和 106% 。

传统的畜牧业生产一直是青藏高原最主要的生产方式。近年来,随着医疗卫生等生活条件的改善,再加上“计划生育”政策在牧区比较宽松,青藏高原近年来人口增长较快。由于传统的畜牧业一直把家畜存栏量的增加作为畜牧业生产发展的标准,牧民们把圈存家畜的多寡作为贫富的象征,因此,人口的增加必然导致家畜相应增加,牲畜的增加也就意味着对草地牧草啃食量的成倍增加从而导致过度放牧^[2]。

2.3 人类放牧及活动

2.3.1 家畜放牧 放牧家畜采食牧草枝叶,获取营养物质。在过度放牧条件下,叶面积不断减小,光合效率降低,植物养分供给的来源减少,依靠贮藏的营养物质进行生长,使生长发育受到抑制,严重时导致植物死亡。植物贮藏的营养物质减少,降低了植物的生命力和对其它牧草的竞争力,若植物在秋季贮藏营养物质不足,则越冬性差,第2年春季牧草的生长发育也受到影响^[1]。周兴民等^[16]在中国科学院海北高寒草甸生态系统站开展的长期放牧试验表明,重牧草地因牲畜过度啃食和践踏,优良牧草比例大幅度下降,地上及地下部分生物量也随放牧强度的增大而线性下降。与适度放牧比较,冬春牧场地上、地下生物量分别下降 15% 和 21% ,而夏秋牧场则分别下降 54% 和 40% 左右;与此同时,由于长期践踏,土壤板结,表面硬度增加 $2\sim 3$ 倍,土壤有机质和全氮含量下降 50% ,沙粒含量增加了 50% 以上,造成土壤导水率降低,进而加剧了水土流失和沙化。魏兴琥等^[6]对高寒矮嵩草草甸植被的研究表明,随着放牧强度的提高,禾草、莎草科植物的生物量不断下降,而杂类草的生物量显著增高,群落结构趋向于简单化,植被盖度下降,生物多样性减

少。过度放牧导致植被的高度、盖度下降,毒杂草比例增加,一方面为高原鼠兔 *Ochotona curzoniae* 提供了适合的开阔生境,另一方面由于杂类草具有发达的根系,为高原鼯鼠 *Myospalax baileyi* 提供了丰富的食物,从而为二者的种群数量爆发提供了有利条件,进而又加速了草地退化,从此高寒草地就陷入了过度放牧—草场退化—鼠害发生—荒漠化或沙化的恶性循环^[17]。大量的研究表明,草地退化实际上是植被—土壤系统的退化,导致草地退化的主要因子是家畜过度放牧^[18]。过度放牧虽是导致草地退化的主要因素,但国内外的相关研究表明,草原植物的净初级生产力和生物多样性并不是在不利用的条件下最高,而是在适度放牧条件下最高,即所谓的“优化放牧理论”和“中度干扰理论”,因此,关键是“适度”放牧^[19]。

2.3.2 人类其它活动 为实现高原畜牧业稳定发展,改善生产、生活条件,提高抗灾保畜能力,走建设养畜、科学养畜的路子,1980年以来,政府部门在青藏高原大力实施以定居为中心、围栏、畜棚、种草相配套的防灾基地“四配套”建设^[1]。“四配套”建设在促进青藏高原畜牧业发展的同时也带来了一定的负面影响。以甘肃省甘南州为例,1980年以来,天然草场面积减少了207.7万 hm^2 ,其中约20%被开垦为农田饲料地,25%被辟为居民点、公路、矿区及城镇建设用地,大多数牧户限于资金,只好用草皮垒墙盖房、修畜棚。据统计,仅这2项,每户至少要用1500 m^2 草地,致使定居点周围形成“黑土滩”,已成为破坏草原生态平衡、引起草地退化的主要原因;而砂金多分布于河流转弯以下的平缓处,而这里正是水草良好的地方,“淘金潮”所到之处,草地退化特别严重;另外由于草地中天然中草药众多,药用价值高,定居牧民受利益驱动,经常挖掘草地,在一定程度上也会促进草地的退化^[20]。大多数地区在实行草场承包时,往往以水源地为中心划分草场,因此,水源区周围往往成为草地沙化、退化最严重的地区之一。汪诗平^[13]对治多县草地退化研究表明,到目前为止,约有1/3以上的草地处于不同程度的退化状态,约有10000 hm^2 的天然草地已经荒漠

化或沙化,主要分布在水源和居民点附近。公路和铁路常是一个地区经济发展的重要支柱,但在建设过程中对环境产生一定的负面影响。如青藏铁路建设过程中,路基工程、挖填方、施工便道和临时站场使地表植被遭到破坏,进而影响区域生态环境,并产生一定的负面影响^[21]。

2.4 野生动物对草地的影响

2.4.1 植食性小哺乳动物 植食性小哺乳动物是青藏高原草地生态系统重要的组成部分,在草地生态系统食物网结构及其能量流通和物质循环中具有重要的地位。但是,小哺乳动物在草地生态系统中上述作用的强度或益害转化过程决定于其种群数量,当密度过高时常形成生物灾害,直接导致草地退化^[22-24]。对青藏高原草地形成危害的植食性小哺乳动物主要是高原鼠兔和高原鼯鼠^[1]。青藏高原天然植被类型是植被郁闭度较好的、以优良牧草禾本科和莎草科植物为绝对优势种的高寒草地。而对高原鼠兔和高原鼯鼠食性的研究表明,二者喜食的均是双子叶植物的杂类草^[25-29];对高原鼠兔和高原鼯鼠栖息地选择的研究表明,草地植被高度、盖度的下降使得高原鼠兔拥有适合生存繁衍的开阔生境,草地滋生杂类草所拥有的发达根系为高原鼯鼠提供了丰富的食物,这使得高原鼠兔和高原鼯鼠种群数量迅速增长^[27-31]。从食性和栖息地特征来看,原生草地并不是高原鼠兔和高原鼯鼠的理想栖息场所,原生草地中二者也不可能使种群爆发而形成危害,只有草地因其它原因呈现退化状态时,高原鼠兔和高原鼯鼠种群数量才会迅速增长,进而加速草地的退化。青藏高原的另外2种优势植食性小哺乳动物为甘肃鼠兔 *O. cansa* 和根田鼠 *Microtus oeconomus*。对甘肃鼠兔食性及栖息地利用的研究表明,该物种喜食双子叶植物、喜栖于比较郁闭的生境类型^[32,33],对根田鼠食性及栖息地利用的研究表明,该物种喜食单子叶植物、喜栖于比较郁闭的生境类型^[32,34,35]。甘肃鼠兔为轻中度退化草地的优势植食性小哺乳动物,根田鼠为未退化草地和轻度退化草地的优势种,这2种植食性小哺乳动物对草场的危害较轻或不存在益害问题,而且在一定程度上,根田鼠是指示草地质量较好的一种标志性动物。

2.4.2 草原虫害 在青藏高原,能对草地形成危害的害虫主要是草原蝗虫类昆虫和草原毛虫 *Gynaephora alpherakii*。近年来,青藏高原蝗虫灾害频繁发生,20世纪90年代在环青海湖地区就有4年发生中、重度的蝗虫灾害,灾害严重时,草场植被严重啃食,家畜食物匮乏,草地载畜压力增大,草地退化加速^[36-39]。草原毛虫主要啃食嵩草属植物幼嫩的根茎,也是危害青藏高原草地的主要害虫之一,仅青海省境内草原毛虫分布面积达106.19万hm²,其中危害面积达70.17万hm²,灾害严重时可使草地退化^[40,41]。

2.4.3 大型野生草食动物 在人口密度较小的羌塘国家级自然保护区、三江源国家级自然保护区以及可可西里国家级自然保护区等分布有数量较多的国家一级、二级保护动物,如藏野驴 *Equus kiang*、野牦牛 *Poephagus mutus*、藏原羚 *Procapra picticaudata* 等大中型草食动物。随着保护力度的加大,这些野生动物数量增长较快,特别是藏野驴善于成群奔跑,对草地的践踏十分严重,加上啃食作用,该物种已经在局部地区对草地构成了威胁,若种群密度超过一定限度将会导致草地退化。大型野生草食动物对草地的负面影响已引起了地方政府、野生动物保护管理部门、科研人员的注意。如何处理好野生动物保护与草地生态环境保护之间的关系,又成为一个亟待解决的课题。

3 草场退化治理的注意事项

关于青藏高原草地退化恢复治理的研究很多,针对不同的退化原因,有着不同的治理方案^[1,3,15,23,24,42,45-47]。但是,在治理的同时还需要重新明确以下几点,真正实现青藏高原草地生态系统的可持续发展,保证青藏高原草地生态环境调节功能的正常发挥。

3.1 未退化草场的利用与管理 青藏高原退化草地的治理已引起足够的重视,然而,对未退化草地的合理利用与管理同样也不容忽视。目前,畜牧业生产及草地生态环境功能的维持主要依靠条件相对较好的草地^[48]。不能走先破坏后治理的路子,必须从未退化草地的合理利用与管理着手,同时加大退化草地的治理与恢复,积极探索青藏高原草地生态系统持续健康发展的途径。

3.2 草地的生态功能与经济功能 鉴于青藏高原草地在涵养水源与全球气候调节中的重要作用以及草地生态系统具有“脆弱性”和“惰性”的特征,青藏高原草地应以保护生态环境功能为主要目的,畜牧业经济发展功能应居其次,即以草地资源为基础的经济规模一定要适度,以生态保护发展战略为优先^[13,17]。

3.3 “土-草-畜”系统的动态平衡 在“土-草-畜”系统中,土壤是立地条件,在青藏高原草地退化的恢复治理过程中,应注意土壤的恢复,尤其是“黑土型”退化草地的恢复治理,土壤肥力、土壤种子库、水热条件等都应引起足够的重视,而目前国内对此研究不充分^[3]。

3.4 全民系统工程 青藏高原草地生态系统极为脆弱,一经破坏在短期内极难恢复,退化草地的治理工作难度极大,且退化草地的治理涉及社会的各个方面,是一项复杂的系统工程,必须在政府部门的统筹安排下,协调各方面的力量才能有所作为,不可能希冀在短期内迅速取得成功,要有长期治理的思想和物质准备^[11]。

3.5 相关法律与法规 在青藏高原牧区要切实全面贯彻落实“草原法”、“草地有偿承包责任制”以及“四配套”建设等制度和法规,从制度上引导牧民正确利用和管理草地,防止草地退化^[1,45]。但是在这些制度法规实施的过程中要注重操作细节,如有不慎,将会带来负面影响,引起草地退化。如上所述,“四配套”建设的实施,使得居民点、水源附近的草地退化的较为严重。

致谢:感谢美国蒙大拿(Montana)大学的Richard Harris博士修改英文摘要;感谢中国科学院西北高原生物研究所的张堰铭博士在写作过程中提出的宝贵意见和建议!

参考文献

- [1] 赵新全,张耀生,周兴民. 高寒草甸畜牧业可持续发展理论与实践[J]. 资源科学,2000,22(4): 50-61.
- [2] Du M, Shigeto K, Seiichiro Y, et al. Mutual influence between human activities and climate change in the

- Tibetan Plateau during recent years [J]. *Global and Planetary Change*, 2004, 41 :241-249.
- [3] 尚占环,龙瑞军. 青藏高原“黑土型”退化草地成因与恢复[J]. *生态学杂志*, 2005, 24(6) :652-656.
- [4] 李金花,李镇清,任继周. 放牧对草原植物的影响[J]. *草业学报*, 2002, 11(1) :4-11.
- [5] 赵成章,龙瑞军,马永欢,等. 草地产权制度对过度放牧的影响——以肃南县红石窝乡的调查为例[J]. *草业学报*, 2005, 14(1) :1-5.
- [6] 魏兴琥,杨萍,李森,等. 超载放牧与那曲地区高山嵩草甸植被退化及其退化指标的探讨[J]. *草业学报*, 2005, 14(3) :41-49.
- [7] 刘伟,王启基,王溪,等. 高寒草甸“黑土型”退化草地的成因及生态过程[J]. *草地学报*, 1999, 7(4) :300-307.
- [8] 杨力军,李希来,石德军,等. 青藏高原“黑土滩”退化草地植被演替规律的研究[J]. *青海草业*, 2005, 14(1) :2-5, 15.
- [9] 张耀生,赵新全. 青海省生态环境治理面临的问题与草业科学的发展[J]. *中国草地*, 2001, 23(5) :68-74.
- [10] Liu X, Chen B. Climatic warming in the Tibetan Plateau during recent decades [J]. *Int. J. Climatol*, 2000, 20(14) :1729-1742.
- [11] 马玉寿,郎百宁,王启基. “黑土型”退化草地研究工作的回顾与展望[J]. *草业科学*, 1999, 16(2) :5-9.
- [12] 王根绪,李玉其,程国栋. 40年来江河源区气候变化特征及其生态环境效应[J]. *冰川冻土*, 2001, 23(4) :346-352.
- [13] 汪诗平. 青海省“三江源”地区植被退化原因及其保护策略[J]. *草业学报*, 2003, 12(6) :1-9.
- [14] 李英年,王启基,周兴民. 矮嵩草草甸地上生物量与气候因子的关系及其预报模式的建立[A]. 中国科学院北海高寒草甸生态系统定位站. 高寒草甸生态系统(4) [C]. 北京:科学出版社, 1995. 1210.
- [15] 张耀生,赵新全,周兴民. 青海省草地畜牧业可持续发展战略与对策[J]. *自然资源学报*, 2000, 15(4) :328-334.
- [16] 周兴民,王启基,张堰青,等. 不同放牧强度下高寒草甸植被演替规律的数量分析[J]. *植物生态学与地植物学学报*, 1987, 11(4) :276-285.
- [17] 周立志,李迪强,王秀磊,等. 三江源自然保护区鼠害类型、现状和防治策略[J]. *安徽大学学报(自然科学版)*, 2002, 26(2) :87-96.
- [18] 陈佐忠,汪诗平. 中国典型草原生态系统[M]. 北京:科学出版社, 2000.
- [19] 汪诗平,王艳芬,陈佐忠. 内蒙古典型草原草地畜牧业可持续发展的生物经济原则的研究[J]. *生态学报*, 2001, (4) :617-623.
- [20] 王录仓. 江河源区草场退化的生态环境后果及成因[J]. *草业科学*, 2004, 21(1) :17-19.
- [21] 马世震,陈桂琛,彭敏,等. 青藏铁路沿线高寒草原生态质量评价指标体系初探[J]. *干旱区研究*, 2005, 22(2) :231-235.
- [22] 夏武平. 灭鼠的生态观[J]. *中国农学通报*, 1986, (6) :7-9.
- [23] 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[J]. *生物学通报*, 2002, 37(7) :1-4.
- [24] 张美文,王勇,李波,等. “社会—经济—自然复合生态系统”中的鼠害治理[J]. *兽类学报*, 2003, 23(3) :250-258.
- [25] 蒋志刚,夏武平. 高原鼠兔食物资源利用的研究[J]. *兽类学报*, 1985, 5(4) :251-262.
- [26] 王溪,刘季科,刘伟,等. 植食性小哺乳类营养生态学的研究:高原鼠兔的食物选择模式与食物质量[J]. *兽类学报*, 1992, 12(3) :183-192.
- [27] 苏建平. 高原鼠兔和甘肃鼠兔栖息地选择的比较研究[D]. 西宁:中国科学院西北高原生物研究所, 2001.
- [28] 张堰铭. 高原鼠兔对高寒草甸群落特征及演替的影响[J]. *动物学研究*, 1999, 20(6) :435-440.
- [29] 王权业,边疆晖,施银柱. 高原鼠兔土丘对矮嵩草草甸植被演替及土壤营养元素的作用[J]. *兽类学报*, 1993, 13(1) :31-37.
- [30] 樊乃昌,张道川. 高原鼠兔与达乌尔鼠兔的摄食行为及对栖息地适应性的研究[J]. *兽类学报*, 1995, 16(1) :48-53.
- [31] 边疆晖,景增春,樊乃昌,等. 地表覆盖物对高原鼠兔栖息地利用的影响[J]. *兽类学报*, 1999, 19(3) :212-220.
- [32] 刘季科,王溪,刘伟. 植食性小哺乳类营养生态学的研究——根田鼠和甘肃鼠兔的食物选择及资源利用模式[A]. 刘季科,王祖望. 高寒草甸生态系统(3) [C]. 北京:科学出版社, 1991. 111-124.
- [33] 苏建平,连新明,张同作,等. 甘肃鼠兔贮草越冬及其生物学意义[J]. *兽类学报*, 2004, 24(1) :23-29.
- [34] 崔庆虎,苏建平,张同作,等. 根田鼠对不同类型栖息地的利用[J]. *动物学研究*, 2004, 25(4) :316-320.

- [35] 崔庆虎,蒋志刚,连新明,等. 根田鼠栖息地选择的影响因素[J]. 兽类学报,2005,25(1):45-51.
- [36] 印象初. 青藏高原的蝗虫[M]. 北京:科学出版社,1984.
- [37] 王杰臣,倪绍祥. 环青海湖地区草地蝗虫成灾状况与气候条件的关系[J]. 干旱区研究,2001,18(4):8-12.
- [38] 任程,蒋湘,石旺鹏. 蝗虫微孢子虫防治青藏高原蝗虫对主要天敌种群数量的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医,2004,(4):11-13.
- [39] 邓自旺,周晓兰,倪绍祥,等. 环青海湖地区草地蝗虫发生遥感监测方法研究[J]. 遥感技术与应用,2005,20(3):326-331.
- [40] 何孝德,王薇娟. 青海省草原毛虫分布区域及为害等级划分初探[J]. 草业科学,2003,20(8):45-47.
- [41] 魏学红. 西藏草原毛虫的发生及防治对策[J]. 草原与草坪,2004,(2):56-57.
- [42] 李希来,黄葆宁. 青海黑土滩草地成因及治理途径[J]. 中国草地,1995,(4):64-67,51.
- [43] 李希来. 青藏高原“黑土滩”形成的自然因素与生物学机制[J]. 草业科学,2002,19(1):20-22.
- [44] Embassy U S Grassland Degradation in Tibet all Regions of China:Possible Recovery Strategies[R]. Network:Global Business Development,1996.
- [45] 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.
- [46] 王丽焕,郑群英,肖冰雪,等. 我国草地鼠害防治研究进展[J]. 四川草原,2005,(5):48-52,60.
- [47] 王堃,洪绂曾,宗锦耀. “三江源”地区草地资源现状及持续利用途径[J]. 草地学报,2005,13(增刊):28-31,47.
- [48] 林佳乔,周道玮. 优化草原生态脆弱期的家畜生产方式[J]. 草业学报,2005,14(3):16-22.

A Review of the cause of rangeland degradation on Qinghai Tibet Plateau

CUI Qing-hu^{1,2}, JIANG Zhi-gang³, LIU Ji-ke⁴, SU Jian-ping¹

- (1. Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China;
2. Bioengineering Department of Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;
3. Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China;
4. College of Life Science, Zhejiang University, Hanzhou 310027, China)

Abstract: The principal factors causing Qinghai-Tibet Plateau grassland degradation includes climate, wild life and human activities. Temperature and precipitation are the main elements within climatic. Short term climatic change is not the main factor inducing grassland degradation. From long run, interaction between climate change and grassland degradation can induce the deterioration of grassland ecological system. Small mammals are the principal element affecting grassland, and their damage mainly depend on the population densities. The impact of large, wild herbivores on grassland should not be ignored. Livestock overgrazing is another main factor, to some extent, grazing intensity directly determines the degree of grassland degradation. Although the main causes of grassland degradation vary across different regions, the main causes of grassland degradation in Qinghai-Tibet Plateau are overgrazing and population eruptions of small mammals. Things should be concerned in grassland rehabilitation and management were presented in allusion to the cause of degradation.

Key words: Qinghai-Tibet Plateau; grassland degradation; climate change; wildlife; human activities