

## 江河源区草地退化状况及成因

严作良,周华坤,刘 伟,周 立

(中国科学院西北高原生物研究所,青海 西宁 810001)

**摘要:**近年来,江河源区存在草场严重退化、土地荒漠化过程加剧、水土流失加重以及湿地生态衰退等以草地生态系统为主的生态环境退化问题。分析研究表明,在青藏高原特殊的地理气候背景下,经过长期自然演化形成的江河源区脆弱的草地生态系统,对外界环境条件反应极其敏感,季节性过牧等人类活动是造成该区近期草地迅速退化的突破口和主导因素,从而促使气候、鼠害等自然因子作用加剧。江河源区的草地退化,是人为因素和自然因素共同作用下人为加速加剧的结果。

**关键词:**江河源;草地退化;定量分析;成因

**中图分类号:** S812.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6311(2003)01-0073-06

**Preliminary Discuss on Grassland Degradation in the Source Region of Yangtze and Yellow Rivers.** YAN Zuo-liang, ZHOU Hua-kun, LIU Wei, ZHOU Li (*Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China*): *Grassland of China*, No. 1, 2003, pp. 73 ~ 78.

**Abstract:** Recently, the source area of Yangtze and Yellow River present the problem of ecology environment on vegetation degrading, land desertification process expanding rapidly and wetland ecology degrading. The degrading grassland and the changed causes in this region were analyzed. For there are the particular climate condition in Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, the grassland ecosystem in the source region of Yangtze and Yellow River responded very susceptible to the environment through evolving process. The human activities of the seasonal heavy grazing are the inducing and key factor, and the natural effect of the climate changing and mouse harming are aggravating factor lead to grassland degradation. Depending on each other, the human and natural factors were the main factors resulted in the marked degeneration of grassland in this region.

**Key words:** Source region of the Yangtze and Yellow River; Grassland degradation; Quantitative analysis; Cause

收稿日期:2002-05-24;修订日期:2002-11-01

基金项目:国家“十五”科技攻关课题(江河源区退化草地治理技术与示范 2001BA606A-02)资助

作者简介:严作良(1965-),男,青海省西宁市人,硕士研究生,主要从事生态学方面的研究。

江河源区位于青藏高原腹地、昆仑山以南、唐古拉山以北,包括楚玛尔河以上的通天河上段(由沱沱河、当曲和楚玛尔河三条长江源头河流构成)的长江源区和以麦多唐贡玛峡(达日县)以西的黄河源区。长江源区位于 90°33′ ~ 95°00′ E 与 33°30′ ~ 35°35′ N 之间,面积约  $12.7 \times 10^6 \text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>;黄河源区位于 33°30′ ~ 35°25′ N 与 96°00′ ~ 99°85′ E 之间,面积约  $10.7 \times 10^6 \text{hm}^2$ <sup>[2]</sup>。江河源区地势高亢,海拔在 4000m 以上,气候寒冷干燥,无绝对无霜期。

## 1 草地生态环境及其变化状况

### 1.1 草场退化

江河源区草场面积  $16.26 \times 10^6 \text{hm}^2$ ,根据 20 世纪 80 年代末期(1986 ~ 1989 年)江河源区所涉及 6 县(玛多、达日、玛沁、曲麻莱、治多、杂多)的草场资源调查资料,江河源区草场中度以上退化面积  $357 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,其中重度退化面积  $95.66 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,占总退化面积的 26.79%。江河源区草地退化速度惊人,达日县 1985 年退化草场为  $17.69 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,1994 年退化草场面积增加到  $57.47 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,平均每年增加  $4.4 \times 10^4 \text{hm}^2$ ;甘德县 1972 年有退化草场  $2.91 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,1982 年增加到  $33.53 \times 10^4 \text{hm}^2$ ;曲玛莱县 1977 年退化草场面积  $39.73 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,1988 年达到  $129.37 \times 10^4 \text{hm}^2$ ;玛多县 80 年代末与 1997 年两次草地调查统计结果对比,90 年代中度和重度退化草场分别比 80 年代增加了  $50.59 \times 10^4 \text{hm}^2$  和  $62.36 \times 10^4 \text{hm}^2$ <sup>[3]</sup>。根据 20 世纪 70 年代、80 年代和 90 年代三期卫片解译结果,江河源区高寒草甸植被由 70 ~ 80 年代年均退化 3.9% 的速度上升到 90 年代的 7.6%,高寒草原植被退化速度由 2.3% 上升到 4.6%<sup>[4]</sup>。

### 1.2 土地荒漠化

黄河流域内有“黑土型”退化草地(次生

裸地,亦称“黑土滩”)约  $213.03 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。玛沁县现有“黑土滩” $22.27 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,鼠虫害面积  $26.4 \times 10^4 \text{hm}^2$ ;达日县有“黑土滩” $57.5 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,鼠虫害面积  $72.2 \times 10^4 \text{hm}^2$ ;玛多县鼠虫害面积  $116.6 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。黄河源区有沙漠化土地约  $12.67 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,其中流动沙丘面积约  $10.07 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,半固定沙丘  $2.59 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,主要分布于玛多县和玛沁县境内的黄河两侧阶地。其中,在玛多县绵沙岭、岗纳措一带沙土面积为  $13.8 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,玛多县斗格滩有东西长 30km、南北宽 15km 的沙地,面积  $4.5 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。长江源区现有沙漠化土地面积  $195.08 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,其中流动沙丘面积  $62.31 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,占到沙漠化土地面积的 24.85% ~ 40.47%,主要分布于治多、曲玛莱、称多和杂多县境内的楚玛尔河、通天河阶地和沿河滩地<sup>[5]</sup>。根据卫片解译资料,黄河源区自 60 年代以来荒漠化面积扩展速度由最初的 3.9% ~ 6.9% 上升到目前的 20.0%;长江源区年均扩展速度为 2.2%,均属我国荒漠化发展较强地区<sup>[4]</sup>。20 世纪 70 年代以来,江河源区荒漠化速度加剧,80 年代以后更数倍于 70 年代的速度增加,年递增  $63.41 \sim 472.26 \text{km}^2$ 。江河源区以高寒荒漠化稀疏草原为代表的高山草甸退化景观,以及以流动和半流动沙丘为代表的严重荒漠化景观变化剧烈,90 年代变化更加剧烈,空间占据面积增加幅度分别由 70 年代、80 年代的 39.67% 和 17.19% 上升为 261.52% 和 347.22%,增加了 6 ~ 12 倍<sup>[3]</sup>。

### 1.3 水土流失

江河源区水土流失严重,其 9 个县水土流失总面积为  $32170.9 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。其中,长江源头水土流失面积为  $3.21 \times 10^6 \text{hm}^2$ ,占其流域面积的 10.29%,长江源通天河流域每年流失土壤  $12.1 \times 10^4 \text{t}$ 。据玉树水文站多年观测:通天河平均含沙量  $0.75 \text{kg/m}^3$ ,平均年输沙量  $8.70 \times 10^6 \text{t}$ ;黄河源头水土流失面积

达  $7.5 \times 10^6 \text{hm}^2$ , 占青海省境内黄河流域面积的 50%, 黄河源头的甘德、玛沁、玛多三县的水土流失面积总和达  $45.96 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。据达日吉迈黄河水文站观测: 黄河年平均输沙率  $76.6 \text{kg/S}$ , 年平均输沙量  $2.42 \times 10^6 \text{t}$ 。据玛沁军功黄河水文站观测, 黄河年均输沙量  $16.10 \times 10^6 \text{t}$ 。在黄河上游干支流水库中, 库容大于  $10 \times 10^6 \text{m}^3$  的水库 126 座, 总库容  $1.30 \times 10^{10} \text{m}^3$ , 截止到 1984 年共淤积  $40 \times 10^8 \text{m}^3$ , 占总库容的 31%<sup>[6]</sup>。

#### 1.4 与草地退化有关的其他生境及其变化

主要是多年冻土冻融过程的改变、湖泊水环境变化以及湿地生态退化。现今主要分布在青藏高原江河源区的各类型多年冻土面积约  $150 \times 10^6 \text{hm}^2$ , 在近 30 年来发生了不同程度的变化<sup>[5]</sup>, 导致多年冻土总面积缩小, 20 世纪 90 年代与 70 年代相比, 青藏高原多年冻土总面积减少了约  $16 \times 10^6 \text{hm}^2$ <sup>[7]</sup>; 导致多年冻土上限下降、四周岛状多年冻土界限向中心推移。例如, 青藏公路岛状多年冻土南界向北推移 12km, 北界向南推移 3km, 玛多县城附近多年冻土界限水平推移 15km。

冻土环境变化, 其中以江河源区沼泽化草甸退化最严重: 长江源大面积沼泽失水而枯竭, 草甸逐渐消失而成为荒漠, 沱沱河、尕斯曲河谷平原地带的高寒荒漠化在扩大化, 沿河两岸 3~10km 地段的草甸已变成荒漠。据青藏公路安多—那曲间岛状冻土区统计, 沼泽化和半沼泽化草甸区已有 1/3 变为以嵩草、针茅为主的草原化草甸区<sup>[7]</sup>, 在黄河源的鄂陵湖、扎陵湖区沼泽湿地萎缩退化, 出现沼泽植被衰亡、沼泽泥炭裸露现象<sup>[4]</sup>。江河源沼泽植被大量消失, 生物多样性下降。

江河源区湖泊分布广泛, 较大面积湖泊(面积大于  $1.0 \text{km}^2$ ) 约有 148 个<sup>[8]</sup>。众多湖泊水域面积缩小和内流化, 湖水下降并趋于盐碱化, 如黄河源的扎陵湖、鄂陵湖、星星海和星宿海原是统一大湖, 自晚更新世以来逐

渐萎缩和解体, 扎、鄂陵二湖仍在继续缩小<sup>[9]</sup>; 长江源的赤布张湖(面积约  $600 \text{km}^2$ ) 已萎缩解体成 4 个串珠湖泊, 金西乌兰湖(面积约  $300 \text{km}^2$ ) 已分割成 5 个不连续湖泊, 其面积比原来缩小近 2/3, 水位下降约 45m; 多格错仁强错(面积约  $207 \text{km}^2$ ) 显著萎缩, 湖面水位比原来下降了约 33m; 米提江古木错的湖面水位比原来下降了  $19 \text{m}$ <sup>[10]</sup>, 长江源许多湖泊湖水矿化度达  $1 \sim 35 \text{g/L}$ <sup>[4]</sup>, 已变成微咸或咸水湖。

## 2 草地退化成因

江河源区特殊的地理位置和气候特征, 发育了独特的生态系统类型。该区分布着高寒草甸、高寒草原、高寒沼泽草甸、高寒垫状植被和高寒流石滩稀疏植被为主的典型青藏高原高寒植被, 其各类高寒植被植物的生态适应特点较为突出, 高寒草甸的植物种类组成相对较少且生长较为稀疏, 高寒草甸特有的土被结构——被毡层较难形成或较为脆弱, 系统的稳定性差; 高寒草原植物种类比较简单, 结构分化不明显, 生物生产力较低。该区大面积分布着沼泽及沼泽化草甸等湿地, 其生态结构及分布类型反映出冰缘环境的特殊性, 微地貌发育极为广泛, 沼泽普遍草丘化<sup>[11]</sup>。在严酷的环境下植物群落经过长期演化与本区生境条件相适应, 其生态位非常窄, 对外来因子的敏感性较大。该区高寒植被类型及景观特点具有明显的原始性和脆弱性, 高寒植被的逆行演替表现出非梯度性变化特点, 表明其变化不全受区域气候条件及其变化的影响, 而与过度放牧等人类活动有密切的关系。由于人类活动强度和频度的差异, 同一植被类型的变化及其发展趋势在空间上表现不均衡, 即一个局域比另一个局域变化明显或不明显。同时, 植被及生境在时间上也有非均匀特征, 部分时段及其生境的变化呈加速发展趋势<sup>[11]</sup>。从植被及其生境

的变化来看,本区高寒植物及其生境的变化受到气候变化和人类活动的综合影响,近期人类活动的影响较为明显和加强。就其生态系统的特殊性,影响其变化的因素较为复杂。

## 2.1 人为因素

江河源区的大部分草场都存在着严重的超载过牧现象。冬春草场几乎全面超载,最严重的黄河源的玛沁、达日和甘德县超载率高达 37.65%~279.1%,其现状放牧载畜量超过其草场理论载畜量的 0.4~3 倍;夏秋草场大部分地区超载,超载最严重的玛沁、达日和甘德县超载率达 79%~80.23%<sup>[3]</sup>;江河源大部分区域对冷季(冬春季)草场利用时间长达 7~8 个月,而其面积仅占草场总面积的 40%~50%,存在严重的过牧现象。

近 50 年以来,特别是改革开放后,随着牧民定居、草场承包到户、牧区医疗卫生条件改善,加之国家宽松的少数民族计划生育政策,江河源区人口增加很快,牲畜发展迅速。如黄河源的曲玛莱县(麻多乡)、称多县(清水河、扎多 2 乡)和玛多县(2 乡 2 场),1953 年有 1937 人<sup>[12]</sup>,1985 年达到 7144 人<sup>[13]</sup>,增加了 4 倍;该三县 1979 年末各类牲畜存栏数合计为  $53.6 \times 10^4$  头(只、匹),是 1949 年的 7 倍;人口和牲畜的增长,对江河源区草场造成过度利用。另外,牧户定居和牧场承包到户等政策性措施,使畜牧业生产单元缩小和分散,草场的放牧半径缩小,在居民点附近、放牧密集区及饮水区人畜活动频繁,雪灾时在轻灾区牲畜过度集中,加之牧户的抢牧、乱牧及暴牧,以及各级政府及牧民对保护草场和治理生态环境缺乏足够认识和重视,导致对草场的不合理利用,使得原本脆弱的草地生态系统不堪负重,最终大部分草场遭到严重破坏。

过牧还引发了高原冻土区突出的环境和生态问题。冻土环境是很脆弱的生境,很多情况下是不可逆的,一旦遭到破坏则很难恢

复,尤其在极不稳定的岛状冻土区内,对外界条件变化的反应更加敏感。随着人口和牲畜数量的增多,人类活动对生态环境破坏力度加大,这在一定程度上加剧了高原冻土的退化。例如,在青藏高原所穿越的多年冻土路段,公路的改建及沥青路面的铺设已使 60%~70% 路段下的冻土呈垂向不衔接状,形成厚度达 6.0m 左右的融化夹层<sup>[7]</sup>。冻融过程的变化也和植被的衰退相互加强,如地温升高,地表变干和裸露、地下水位下降,进而引起植物群落的逆向演替(湖塘和洼地中的水生植物群落向湿、中生植物群落演替,沼泽化草甸向草原化草甸转化等),从而加速了草场的退化进程。

鼠害是草地退化的伴生物,反过来又加速了草地退化进程。过度放牧使牲畜喜食的优良牧草被连续啃食和践踏而逐渐失去了竞争力,牲畜不食或极少采食的杂类草的繁殖能力和竞争能力则增强,导致草地植被群落结构发生变化、草地生产力降低以及土壤的坚实度下降等,形成有利于啮齿类动物生存和繁殖的生境条件。人为化学药物灭鼠,造成了害鼠的天敌二次中毒死亡,使原有害鼠天敌的种类和数量减少,引起了鼠虫害蔓延和泛滥。鼠害又使风蚀、水蚀和冻融等自然演变进程加剧,草地退化更加严重。

人为的其他活动,如采金、修路和挖药等,使江河源地区许多草场遭到了严重毁坏。无序采金使曲玛莱县  $30.33 \times 10^6 \text{hm}^2$  的草场遭到彻底破坏,形成了砾石戈壁和沙漠化土地,仅 1988 年 6 万多名采金者涌入曲玛莱县进行采金和砍挖灌木,约有  $4.4 \times 10^4 \text{hm}^2$  草场被毁。从青藏公路的昆仑山口至鄂陵湖畔长达 300km 范围内,80~90 年代每年有数万金民采金,直接造成的草场沙漠化面积达  $4.0 \times 10^4 \text{hm}^2$ <sup>[7]</sup>。在黄河源与可可西里一带,近年涌入数十万金民无序采金和滥挖薪柴,破坏草场  $4.00 \times 10 \text{hm}^2$  以上,酿成大片土地沙

化<sup>[14]</sup>。在九治至达日间修筑公路,从路基的上山坡挖土填路,好几十公里的高山灌丛草甸被毁<sup>[15]</sup>。据有关资料,玉树和囊谦两县为扩大耕地面积,于1958~1962年开垦 $1 \times 10^4 \text{hm}^2$ 草场用作耕地,因干旱、多风和土壤沙质大,被开垦地土壤肥力仅保持2~3年时间,之后粮食产量极低,大多数已被弃耕成为荒漠地。

江河源区水土流失与草地大面积退化有直接关系,从江河源9县综合分析可知,退化草场面积与水土流失面积之间呈正相关, $R = 0.72 (P < 0.05)$ ,表明该地区水土流失面积扩大的根源在于草场退化<sup>[6]</sup>。

## 2.2 自然因素

江河源区属青藏高原低温中心地带,年平均气温 $-3.8 \sim 6.2$ ,几乎没有 $> 10$ 积温,固体形式的降水占年降水量的 $2/3$ 。该区年均风速 $3.4 \sim 4.5 \text{m/s}$ ,最大风速 $25 \text{m/s}$ ,年均大风日数达 $75 \sim 128 \text{d}$ ,且大多集中于 $10 \sim 4$ 月,正好是江河源区干旱频发期,干旱发生频率达 $23\% \sim 35\%$ ,属青藏境内干旱发生的高频区<sup>[8]</sup>。该区草地生态系统极其脆弱,对外界环境条件变化异常敏感,气温升高等气候小幅变化会对区域生态系统产生深刻影响<sup>[16]</sup>。受全球气温增暖影响,位于青藏高原腹地的江河源区气温也在趋暖化。从位于区域内的玉树、果洛洲和玛多县60年代以来的各历年代平均气温和降水量资料来看,气温呈上升趋势,降水量呈下降趋势,冻土地温亦明显升高。温度升高加剧了该地区的蒸发,加之降水量减少,干暖化速度趋于加快,气候干暖化过程造成了区内冰川退缩,冻土冻融过程改变,湖泊水面萎缩,湖水内流化和盐碱化,草地及湿地区域性衰退<sup>[4]</sup>,出现沼泽植被衰亡,草甸消失成为荒漠,高寒沼泽化草甸草场演变为高寒草原和高寒草甸化草场等。

鼠虫害加速了草地退化进程。鼠虫啃食牧草、挖洞造丘,破坏原生植被,导致生态系

统原有生物群落结构发生变化,草地生产力下降,土壤坚实度下降以及土壤理化性质和营养元素发生变化,风蚀、水蚀和冻融过程得到加剧,促使江河源区大面积草地变成秃斑裸地及“黑土滩”。总之,青藏高原严酷的气候等自然环境造就了江河源区生态系统的脆弱性,在草地日趋退化状况下,温度变化、风蚀、水蚀、干旱和冻融等过程自然因素的作用和影响越来越突出和重要。

## 3 结论与讨论

经过地质历史时期自然演化过程形成的独特的青藏高原寒冻剥蚀系统,高原本身由于其巨大的高度使地质环境过程以寒冻风化为主,地质营力以冰川、冻土、风化占优势。第四纪时期青藏高原持续隆起,使这些环境特征及区域分异具有相对稳定性,并有不断加强的趋势<sup>[17]</sup>。青藏高原草地生态系统,是适应外界环境变化经过长期进化过程而形成的。任何生态系统自我调控能力能够吸收一定范围内的环境扰动,原始的江河源区高原草地生态系统能够吸收气候缓慢的变化,保持其相对的稳定性和持久性。但江河源区整个草地生态系统非常脆弱,对外界影响因素极其敏感。近几十年江河源区植被大面积退化,草地生态系统功能衰退,自我调控能力减弱。动植物生境在物理、化学和生物等方面的变化,使得不少物种灭绝或濒危,生物多样性渐趋贫乏。从自然动力来看,在退化的生态系统与干暖化气候变化的相互作用下,生态环境有恶化趋势。在人与自然界构成的大系统中,人占据着主导地位,人类开发利用生态系统资源的策略和行为方式主要地决定着生态环境的演变趋势。首先人为的扰动打破了平衡生态系统的稳定性,成为生态环境破坏的突破口,并加强了鼠害、风蚀及融冻等自然因素的作用,导致生态系统的失衡和崩溃,草地退化速度加快,随之而来的是强盛的荒

漠化气候和普遍的荒漠化土地。冻土层的融冻将破坏草皮层,进一步加剧土壤侵蚀和退化。高寒草地土壤富含有机质,草皮层大面积被破坏,其有机质分解将释放大量的 CO<sub>2</sub>,进而对全球气候产生重大影响。

气候的变化终究是相对缓慢的过程,而人类对天然草地的过度利用和破坏是近几十年来草地生态系统快速退化的主要原因。江河源区的人类活动、气候变化与草地生态系统退化交互作用,既加剧了气候的变化,也加重了草地生态系统退化恶性循环。

由于江河源区在全国甚至全球生态环境中有着重要地位,其生态环境质量的好坏,不仅直接关系到我国今后西部大开发建设,而且会对全国的生态环境和可持续发展产生重大影响。因此,我们应以江河源区脆弱的草地生态环境保护与建设为根本点和切入点,在保证“生态安全”的前提下实现人与自然的和谐相处,以谋求社会经济的可持续发展。

#### 参考文献:

- [ 1 ] 孙广友,唐邦兴. 长江源区自然环境研究[M]. 北京: 科学出版社,1995. 1 - 35,130 - 137.
- [ 2 ] 田国良. 黄河流域典型地区遥感动态研究[M]. 北京: 科学出版社,1990. 1 - 20.
- [ 3 ] 王根绪,陈国栋. 江河源区的草地资源特征与草地生态变化[J]. 中国沙漠,2001,21(2):101 - 107.
- [ 4 ] 程国栋,王根绪,王学定,刘光秀. 江河源生态环境变化与成因分析[J]. 地球科学进展,1998,13(增刊): 24 - 30.
- [ 5 ] 程国栋,赵秀锋,王绍令,郭东信. 青藏高原多年冻土之变化研究[A]. 青海资源环境与发展研讨会论文集[C]. 气象出版社,1996. 175 - 179.
- [ 6 ] 刘迎春. 江河源生态环境对其流域的影响[A]. 青海资源环境与发展研讨会论文集[C]. 气象出版社,1996. 91 - 94.
- [ 7 ] 王绍令. 青藏高原冻土退化与冻土环境变化探讨[J]. 地球科学进展,1998,13(增刊):65 - 73.
- [ 8 ] 青海省计划委员会. 青海国土资源[M]. 西宁: 青海人民出版社,1991. 61 - 105.
- [ 9 ] 魏振铎. 黄河源区沙漠化现状与防治意见[J]. 气候环境,1998,8(2):64 - 67.
- [ 10 ] 中国科学院地理研究所. 青藏高原地图集[M]. 北京: 科学出版社,1990.
- [ 11 ] 郑远昌,唐中实. 青藏高原东北部草场荒漠化问题初探[A]. 青海资源环境与发展研讨会论文集[C]. 气象出版社,1996.
- [ 12 ] 青海省地方志编纂委员会. 青海省志——长江黄河澜沧江志(7)[M]. 黄河水利出版社,2000. 5 - 26.
- [ 13 ] 青海省统计局. 五十年闪光数据[M]. 中国统计出版社,1999.
- [ 14 ] 李明森. 青海地区近期环境变化的人为作用[A]. 青海资源环境与发展研讨会论文集[C]. 气象出版社,1996. 337 - 342.
- [ 15 ] 邓广友,邓伟,邵庆春. 长江源区冰缘环境沼泽的研究[J]. 地理科学,1990,10(1):86 - 94.
- [ 16 ] 蒲健辰,姚檀栋,张寅生,皇翠兰. 长江源区的冰川变化[J]. 地球科学进展,1998,13(增刊):58 - 64.
- [ 17 ] 刘东生. 第四纪环境[M]. 科学出版社,1999. 189 - 196.
- [ 11 ] 李西. 暖季型草坪草抗寒性研究进展[J]. 中国草地,2000,(4):53 - 58.
- [ 12 ] 胡叔良. 现代草坪科学的研究和发展方向[J]. 国外畜牧学——草原与牧草,1995,(4):1 - 5.
- [ 13 ] Julie Dionne, Pierre-Andrre Dube, Marc Laganier, Yves Desjardins. Golf green soil and crown-level temperatures under winter protective covers[J]. Agron J. 1999,91:227 - 223.
- [ 14 ] 刘玲珑. 狗牙根种质资源及抗寒性研究进展[J]. 中国草地,2000,(6):45 - 50,59.

(上接第 72 页)

草原与草坪. 2000(1):41 - 43.

- [ 8 ] 王义彰,马蹄金与葡茎翦股颖光合生理生态的比较研究[J]. 草业学报,1994(12):1 - 6.
- [ 9 ] W Lacher. Physiological plant ecologie[M]. 1980. 115.
- [ 10 ] Taylor A O, Slack C R., Mepherston H G. Plants under stress. chilling and light effects on photosynthetic enzymes of Sorghum and Maize [J]. Plant physiology. 1974,54:696 - 701.