

江河源区“黑土滩”型退化草场的形成过程与综合治理*

周华坤^{1***} 周立¹ 赵新全¹ 刘伟¹ 严作良¹ 师燕²

(¹ 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001; ² 西宁市规划建设局, 西宁 810001)

摘要 江河源区草场退化严重, 超载过牧是主要原因, 啮齿动物危害是重要原因, 气候变化起了促进作用, “黑土滩”型退化草场的形成演替依照未退化、轻度退化、中度退化、重度退化、极度退化的方向进行。江河源区退化草场的治理应该以减轻放牧压力为出发点, 防止退化草地面积的进一步扩大和蔓延, 在此基础上, 采用封育、除杂和施肥等人工调控策略, 对不同程度退化草场采用不同模式进行治理, 同时全面贯彻落实“草原法”和“草地有偿承包责任制”措施, 以冬春草场为重点, 合理利用草场, 开展草场建设, 增加投入, 提高牧民文化素质, 加强牧区人才建设, 恢复治理“黑土滩”型退化草场, 实现江河源区草地畜牧业的可持续发展。

关键词 江河源区, “黑土滩”型退化草场, 退化过程, 综合治理

中图分类号 S54 文献标识码 A 文章编号 1000-4890(2003)05-0051-05

Degradation process and integrated treatment of “black soil beach” grassland in the source regions of Yangtze and Yellow Rivers. ZHOU Huakun¹, ZHOU Li¹, ZHAO Xinquan¹, LIU Wei¹, YAN Zuoliang¹, SHI Yan² (¹ Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China; ² Bureau of Programing and Construction, Xining City, Qinghai Province, Xining 810001, China). *Chinese Journal of Ecology*, 2003, 22(5): 51 ~ 55.

The degradation situation of grassland is serious in the source regions of Yangtze and Yellow Rivers. Over-grazing is the main reason and rodent destruction is the key reason to this situation. Climate change accelerates the grassland degradation. The degraded trend of “black soil beach” grassland is no-degradation, lightly degradation, medium degradation, heavy degradation, and extremely degradation. The degraded grassland should begin to lighten stocking rate to prevent more degradation. Different treatments have been carried out to different degraded grassland with control strategies such as fencing way, weed control and fertilizing. At the same time, “Grassland Law” and “Responsibility System of Repaying Contract of Grassland” should be carried out drastically in alpine pasturing area. The grassland should be utilized and constructed well, especially in Winter-Spring grassland. Enough fund should be increased to degraded grassland. The cultural level of herdsman should be improved and person with ability also should be trained. All these will contribute to restoration and treatment of “black soil beach” grassland and to the sustainable development of grassland husbandry in the source regions of Yangtze and Yellow Rivers.

Key words the source regions of Yangtze and Yellow Rivers, “black soil beach” grassland, degradation process, integrated treatment.

1 引言

草场退化是目前我国北方牧区面临的重大的生态环境问题^[15], 江河源区也不例外。近 40 年来, 植被区域性退化严重, 草场退化达可利用面积的 26% ~ 46%, 退化速度由 20 世纪 70 年代的 3.9% 增加到 90 年代的 7.6%^[38], 部分草场甚至退化为毫无利用价值的次生裸地“黑土滩”, 面积可达 2.13×10^6 hm², 目前这种退化趋势有增无减^[2, 28, 32]。

江河源区的草场退化, 尤其是“黑土滩”型退化草场的形成是多方面造成的, 即有自然因素, 也有生物因素^[17]。自然因素包括风蚀、水蚀作用, 草皮层冻融剥离, 暖干化气候等; 生物因素包括草地长

期季节性超载过牧, 鼠害, 垦荒和弃耕, 滥采乱挖等。许多学者已从江河源区的不同地带论证了退化草场, 特别是“黑土滩”型退化草场形成的主导因素^[18, 35, 36, 45]。其中草地超载过牧是导致江河源区草地生态平衡失调, 草地退化演替, “黑土滩”型退化草场大量出现的主要原因^[4, 5, 11, 14, 20, 27]。

从 20 世纪 80 年代以来, 江河源区草场退化尤其是次生裸地“黑土滩”面积的剧增, 引起地方政府部门和科研机构的高度重视, 青海省有关畜牧、草原、土地等专业部门及中国科学院西北高原生物研

*国家重点基础发展规划(G1998040800)、国家“十五”科技攻关项目(2001BA606A-02)和中国科学院海北定位站基金资助(110201665)。

**通讯作者

收稿日期: 2002-01-15 改回日期: 2003-05-08

究所对“黑土滩”型退化草场的形成与综合治理进行了针对性的试验研究和推广,运用恢复生态学理论、可持续发展及生态空间与生态安全理论等,设计了符合生态规律的建设工程,实现了生态调控的良性循环,取得了一批实用成果^[1,4,16,20,40]。本文在这些研究的基础上,对该区草场退化的过程和综合治理途径进行了论述与探讨,为江河源区退化草场的恢复重建,草场资源保护、科学管理及持续利用提供科学依据和示范。

2 研究地区自然概况

江河源区深居青藏高原腹地,位于青海省南部,在区域上为青藏高原区,江河源区总土地面积为 $1.891 \times 10^5 \text{ km}^2$ ^[2],其中黄河源区以达日县境内的麦多唐贡玛峡为界,位于 $33^\circ 30' \sim 35^\circ 25' \text{ N}$, $96^\circ 00' \sim 99^\circ 45' \text{ E}$;长江源区以登艾龙曲汇口至治多县境为界,位于 $33^\circ 30' \sim 35^\circ 35' \text{ N}$, $90^\circ 03' \sim 95^\circ 75' \text{ E}$ ^[3]。平均海拔4000 m左右,自然条件十分严酷。并具有典型的内陆高原气候特征^[6,7,33],终年寒冷,四季不分,大部分地区年均气温低于 0°C , $>5^\circ \text{C}$ 的积温 $<650^\circ \text{C}$;水热同季,降水集中,该区域暖季多雨,年降水量在 $326.0 \sim 555.1 \text{ mm}$,一年中热量相对集中的6~8月份,降水量占全年的80%以上;辐射强烈,光照资源丰富,太阳年辐射量在 $6.0 \times 10^9 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ 以上,各地年日照时数在 $2200 \sim 2900 \text{ h}$;气象灾害类型多,干旱、雪灾、霜冻、大风和冰雹等发生频繁。土壤以高山草甸土为主,并分布有面积不大的高山草原土和高山寒漠土。其植被类型较为简单,从东南到西北,依次分布着高寒灌丛、高寒草甸和高寒草原等植被生态类型,以高山草甸和高寒草原化草甸为主,局部高海拔地带分布垫状植被和流石滩稀疏植被。

江河源区是青海省乃至整个青藏高原的重要畜牧业基地^[10,28,29],草场面积 $1.6256 \times 10^5 \text{ km}^2$,占该区域总土地面积的85.9%,其中高寒嵩草草甸草场面积 $1.2793 \times 10^5 \text{ km}^2$,占总草场面积的78.72%。

3 江河源区“黑土滩”型退化草场的演替形成过程

江河源区高寒草场具有坚实而富弹性的草结皮层,是能承受一定放牧强度的性能良好的草场类型^[25,27]。在一般放牧条件下,仅出现草群变矮的现象,并不发生群落的分化,只是在持续过牧干扰条件下,草皮层逐渐被破坏,土壤坚实度逐渐变小,土壤含水量也逐渐下降,当过牧干扰的持续和破坏性累计达到一定程度时,将导致草场生产力下降,优良牧草减少,群落结构退化,鼠类猖獗,依照未退化—轻度退化—中度退化—重度退化—极度退化的方向退化演替,

该退化过程是一种典型的跃变过程^[8]。

3.1 短根茎莎草科植物阶段

这是未退化的原生植被阶段,以短根茎莎草科植物为绝对优势种,如小嵩草(*Kobresia pygmaea*)、矮嵩草(*K. humulis*)等,伴有丛生禾草及少量杂类草,如针茅(*Stipa sp.*)、羊茅(*Festuca sp.*)、美丽凤毛菊(*Saussurea superba*)和麻花苳(*Gentiana straminea*)等,物种分布均匀,总盖度达80%~95%以上,基本无秃斑地^[19],优良牧草如各种嵩草、禾草的比例在80%以上,嵩草属植物的重要值在25.0以上^[11],总地上生物量在 $100 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 以上,土壤坚实度 $>4 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ ^[34],有机质含量超过10%^[1]。该阶段牧压适当,鼠害在危害阈值之下。

3.2 短根茎莎草密丛禾草科植物阶段

该阶段是短根茎莎草、草科植物阶段草场超载过牧的结果,属轻度退化,以短根茎莎草、密丛禾草为优势种,如小嵩草、矮嵩草、针茅、羊茅等,伴有部分杂类草,如麻花苳、美丽凤毛菊和二裂萎陵菜(*Potentilla bifurca*)等,物种分布不太均匀,总盖度达70%~85%,草场秃斑地占15%~20%^[19],优良牧草在50%~75%,嵩草属植物的重要值在15.0~20.0^[11],总地上生物量变化较小,在 $100 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 以上,土壤坚实度为 $3 \sim 4 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ ^[34],有机质含量也超过10%^[1],较短根茎莎草科植物阶段,草群垂直结构变低,为喜开阔生境的啮齿动物,如高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*)提供了生存条件。

3.3 疏丛禾草、短根茎莎草和杂类草植物阶段

该阶段是轻度退化草场超载过牧和鼠害共同作用的结果,属中度退化草场,以疏丛禾草、短根茎莎草为优势种,如垂穗披针草(*Elymus nutans*)、早熟禾(*Poa sp.*)和小嵩草等,杂类草如美丽凤毛菊、线叶龙胆(*Gentiana farreri*)和雪白萎陵菜(*Potentilla nivea*)等为主要伴生种,总盖度为50%~70%,裸露的秃斑地占30%~50%^[19],优良牧草的比例在30%~50%,嵩草属植物的重要值在10.0~15.0^[11],总地上生物量略有下降,在 $100 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 左右,土壤坚实度下降为 $2 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 左右^[34],有机质含量略有下降,但超过10%^[1],该阶段为高寒草甸退化的量变过程,其中杂类草的盖度和优势度加大,为高原鼯鼠(*Myospalax baileyi*)和高原鼠兔提供了丰富的食物资源和良好的栖息环境。此阶段若不采用保护和改良等措施,则易演变为重度和极度退化草场。

3.4 匍匐茎杂类草植物阶段

1) 党永玲,王红霞. 2001. 不同程度高寒草甸“黑土滩”退化草地化学性质分析[D]. 西宁:青海大学农牧学院.

中度退化草场在鼠害和过牧的共同危害下,很快就退化为以匍匐茎杂类草为优势种的阶段,属重度退化草场。此阶段往往形成以鹅绒萎陵菜(*P. anserina*)和短穗兔耳草(*Lagotis brachystachys*)等匍匐茎植物为优势种的植物群落,伴生种有杂类草如兰石草(*Lancea tibetica*)、矮火绒草(*Leontopodium nanum*)、海乳草(*Glaux maritima*)、细叶亚菊(*Ajania tenuifolia*)、西伯利亚蓼(*Polygonum sibiricum*)、棘豆(*Oxytropis* sp.)等,这些杂类草无性繁殖能力很强,侵占了大面积生境,而禾草和莎草只是偶尔出现。整个群落优良牧草比例明显下降,杂毒草比例上升,总盖度为30%~50%,秃斑地面积占50%左右^[19],优良牧草在10%~30%,蒿草属植物的重要值下降为2.0~6.0^[11],总地上生物量下降至60~100 g·m⁻²,土壤坚实度下降为1 kg·cm⁻²左右^[34],有机质含量下降显著,在5%~8%^[1],该阶段草场因裸露土壤呈黑色,牧民统称该类草场为“黑土滩”,草场退化已发生质的变化。此时草场已失去放牧利用价值,鼠害却依然严重。

3.5 一二年生毒杂草植物阶段

重度退化草场在啮齿动物的继续危害下,迅速退化为极度退化草场。植被以一二年生毒杂草为主,如白苞筋骨草(*Ajuga lupulina*)、黄帚橐吾(*Ligularia virgaurea*)、马先蒿(*Pedicularis* sp.)、摩苓草(*Morina chinensis*)等,群落盖度30%以下,草场秃斑地达70%以上^[19],优良牧草在10%以下,蒿草属植物的重要值在1.0以下^[11],总地上生物量下降为10~50 g·m⁻²,土壤坚实度下降为1 kg·cm⁻²以下^[34],有机质含量较重度退化草场有所下降,为3%~8%^[1]。该阶段整个草场呈典型的“黑土滩”或“砾石滩”景观,与原生植被相比已面目全非,禾本科、莎草科植物消失殆尽,土壤风蚀、水蚀极其严重,草场基本失去利用价值。害鼠因缺乏食物,栖息环境不良而大量外迁至其它未退化草场。

如上所述,江河源区高寒草甸草场退化演替的过程中,超载过牧是主要原因,啮齿动物危害起到了促进退化的作用,另外,近年来,江河源区的气候变化^[23]使牧草返青期推迟,枯黄期提前,生长期缩短,产草量下降也进一步加剧了草场退化的速率^[24,39]。在全球变暖^[31,43,46]大背景影响下导致的冰川萎缩^[43]、多年冻土退化都直接或间接影响了江河源区草场退化的演替过程^[5],加速了退化进程,使江河源区生态环境更趋恶化。

4 退化草场的综合治理措施

高寒草甸草场在持续超载过牧条件下,草地植物

群落衰退,植被稀疏,地表裸露,最终退化为无放牧利用价值的次生裸地“黑土滩”。由于近年来江河源气候暖干化趋势明显^[13,37],加上该区风蚀荒漠化和冻融荒漠化作用强烈^[42],有形成荒漠化的动力和物质条件,所以“黑土滩”型退化草场如不及时加以综合恢复治理,很容易变成风蚀草场,进而变成荒漠化土地,彻底失去利用价值,所以要针对特殊的自然环境条件,因地制宜的确定草场退化防治对策,以严禁滥牧滥采金和天然封育为主,控制滥挖药材,毁草种田,挖沙采石,工程建设等行为^[9],并在易导致荒漠化危害的重点地带,如“黑土滩”退化草场,采取一定的工程和生物措施予以综合治理。

4.1 防治结合,综合治理

江河源区退化草场的恢复和治理是一个长期的过程,要“防与治”结合,具体途径和措施已有较多报道^[16,24,32,36,40]。总的来说,采取什么样的防治策略和技术措施,要根据当地的放牧制度与强度、气候、土壤和草场退化成因等综合因素来考虑,先试验后推广,稳步进行。对于轻度退化草场,应以保护为主,通过减轻放牧压力的措施,即可以防止其进一步退化,向原生草甸植被方向演替^[30]。对于中度退化草场,应采取补播、施肥等措施,提高土壤肥力,同时消灭鼠害,将会有效遏制草场继续退化,并取得较好的经济效益^[4]。对于重度和极度退化草场,恢复治理难度较大,需花费较多的人力和财力。应采取综合治理措施,恢复植被,重建或改建生态系统,进而达到一种新的生态平衡。首先进行灭鼠和灭除毒杂草的工作,而后对草场松耙并补播垂穗披碱草、老芒麦(*Elymus sibiricus*)等多年生牧草,封育一二年后待补播牧草完全定植,再补播蒿草(*Kobresia*)、针茅、羊茅、早熟禾等丛生牧草,使草皮层较快形成,建立起刈牧兼用、结构优化的人工、半人工草场,同时对上述建立的人工、半人工草场进行保护管理,防止再次退化^[22,40,41]。通过灭鼠、灭除毒杂草、松耙、补播、封育和施肥等综合治理措施,不仅能改善退化草场的生态环境,提高草场的光能利用率,而且使植物群落的种类组成、覆盖度、优良牧草比例和土壤有效养分含量明显增大,并提高植物对N、P、K等元素的吸收利用率和归还率,促进生态系统物质的良性循环和能量的合理流动^[4,27]。

由图1可见,退化草场恢复的时间由治理强度和效果而定,恢复演替的最终结果是恢复为原生植被或重建一种结构更合理,稳定性更强的植被类型。

1) 见52页。

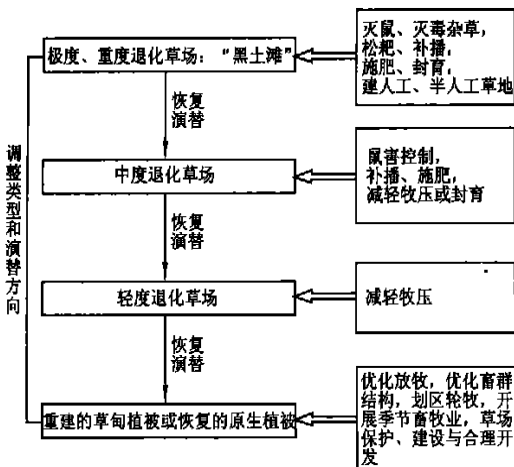


图1 江河源区退化草场综合治理条件下的恢复演替
Fig.1 Restoration succession under integrated treatment of degraded grassland in the source regions of Yangtze and Yellow River.

4.2 采用现代化的畜牧业管理模式,防止草场再次退化

对于恢复的原生植被和重建的草甸植被,采用现代化的畜牧业管理模式,实行围栏划区轮牧,牲畜按时转场;建立优化放牧制度,制定适当的放牧强度,即草地不退化最大经营利润放牧强度,牧草利用率在45%~55%,其中夏秋草场的优化放牧强度为 $2.41 \text{ 只羊} \cdot \text{hm}^{-2}$,冬季草场为 $1.87 \text{ 只羊} \cdot \text{hm}^{-2}$,全年放牧强度为 $1.05 \text{ 只羊} \cdot \text{hm}^{-2}$,两季草场面积的最佳匹配为夏秋:冬春草场=1:1.16^[26];增加一定的资金投入,使植物群落保持在一定的生产力水平上,提高光能利用率和草地的第二性生产,优化畜群结构,提高母畜比例,增加家畜的出栏率和商品率,保证草场的稳定和持续发展。

4.3 以草定畜,发展季节畜牧业

江河源区的高寒草场夏场丰富,冬场短缺,所以根据家畜对饲草的需求,在夏季可提高家畜数量,充分利用富裕草场,并利用入冬前的短暂时间,对羯羊进行育肥,同时进行屠宰,提高家畜的出栏率和商品率,在保留足够的繁殖母畜的前提下,减少冬场的放牧压力,防止草场退化。

4.4 落实“草地有偿承包责任制”和《草原法》

在运用生物和工程措施综合治理不同退化程度草场的同时,全面落实“草地有偿承包责任制”和《草原法》是当务之急。实行“草地有偿承包责任制”是建设、保护和合理利用草场资源的根本性措施。落实草地有偿承包责任制,把草地的管、建、同责权利有机地结合起来。实行“草地有偿承包责任制”有利于增强集体、个人在草地建设上自我积累、

自我投入和自我发展的能力,增加草场建设和保护的投入;有利于恢复和改善草地生态环境,实现草畜平衡,使草地得以休养生息,促进生产力的提高和发展;有利于建立市场畜牧业机制和宏观调控能力的加强。加强《草原法》的宣传、贯彻落实的同时,还应建立健全草原监管机构,做到依法治草、重点做好该区宜牧不宜耕,种植业效益差和坡度>25的少量耕地的退耕还牧工作,坚决克服地方保护主义和以政代法现象的发生,把草场的保护、利用、管理和生态恢复建设纳入法制化的轨道。

4.5 加大对草场的投入

要有效恢复和治理江河源区各种退化程度的草场,尤其是“黑土滩”型退化草场,加大对草场的投入显得必不可少。恢复和治理退化草场是一项长期而艰巨地任务,应将退化草场的恢复与治理纳入国家和地方的规划,使草地生态建设有基本的资金保证。坚持国家、地方和群众共同建设投资的原则,多渠道、多形式的筹集草场恢复重建资金。在加大投资力度的同时,也应注重科技投入,这将加速退化草场恢复重建的步伐。

4.6 发展教育事业,提高广大牧民的文化素质

重视草地畜牧业的科学研究,发展江河源区教育事业,加速人才培养,提高牧民的文化素质,是恢复和重建该区退化草场,综合治理“黑土滩”,保证高寒草甸生态系统健康,促进草地畜牧业健康发展的基础。江河源区牧民文化素质普遍较低^[21],对于利用现代科学技术进行畜牧业生产难以接受,单纯追求牲畜存栏数,过牧及挖草挖药等破坏草场等行为经常发生。因此,采用多渠道多方式对牧民进行教育,使其亲身体会到科技的作用,逐步走上科学养畜、科学种草的道路,对于防止江河源区草场退化,恢复治理退化草场意义深远。

5 结语

长期超载过牧,使江河源区草场生产力降低,优良牧草锐减,群落结构改变,导致草场向退化演替方向发展^[12],演变为次生裸地“黑土滩”。草场的初始退化为啮齿动物的蔓延滋生创造了条件,导致鼠害破坏在草场进一步退化中起重要的促进作用^[11,25,44]。所以,江河源区退化草场的治理应以减轻放牧压力为出发点,防止退化草地面积的进一步扩大,采用封育、除杂和施肥等人工调控策略,对不同退化草场采用不同模式进行治理,是一种在短期内恢复植被的有效手段。当草地退化极为严重时,建立结构优化,稳定性好的人工、半人工草场,可以在较短时间内达到恢复植被的目的,是一

种有效途径,但需要一定的经济投入和农艺水平,不宜在轻、中度退化草场上实施。科学地利用江源区广袤的草场资源,将放牧强度控制在草场不退化的范围内,保持高寒牧区的生态平衡;综合治理受不同程度破坏的草场资源,开展季节畜牧业,保证高寒草场的持续利用和健康发展^[27]。

江源区是我国重要的生态功能敏感区,它的生态环境保护和建设问题将愈来愈成为倍受广泛关注的热点问题。江源区退化草场的形成过程研究及防止和恢复治理工作是其重中之重,只有从建设生态学角度出发,应用生态安全理论建设积极的生态平衡,正确导入负反馈^[38],合理利用草场,开展草场建设,增加投入,努力提高牧民文化素质,加强牧区人才建设,才能防止草场退化,最终彻底治理退化草场,有望“再造一个山川秀美的西北地区”,实现江源区草地畜牧业的可持续发展。

致谢本文承蒙王启基研究员审阅,特致谢忱。

参考文献

- [1] 马玉寿,郎百宁,杨海明,等.1998.在黑土型退化草地上提高牦牛生产力的途径[J].中国草地,20(4):61~63.
- [2] 王根绪,程国栋.2001.江源区的草地资源特征与草地生态变化[J].中国沙漠,21(2):101~107.
- [3] 王根绪,程国栋.1998.关于江源区生态环境研究的若干问题的讨论[J].地球科学进展,13(增刊):11~17.
- [4] 王启基,周兴民,沈振西,等.1995.不同调控策略下退化草地恢复与重建的效益分析[A].高寒草甸生态系统(第4集)[C].北京:科学出版社,343~352.
- [5] 王绍令.1998.青藏高原冻土退化与冻土环境变化探讨[J].地球科学进展,13(增刊):65~73.
- [6] 田国良.1990.黄河流域典型地区遥感动态研究[M].北京:科学出版社,1~20.
- [7] 孙广友,唐邦兴.1995.长江源区自然环境研究[M].北京:科学出版社,1~35,130~137.
- [8] 包维楷,陈庆恒.1999.生态系统退化的过程及其特点[J].生态学杂志,18(2):36~42.
- [9] 孙成权.1998.关于江源环境和生态保护研究的几点看法[J].地球科学进展,13(增刊):6~10.
- [10] 刘迎春.1996.江源区生态环境对其流域的影响[A].见:中国青藏高原研究会、青海省科学技术委员会.青海资源环境与发展研讨会论文集[C].北京:气象出版社,91~94.
- [11] 刘伟,王启基,王溪,等.1999.高寒草甸“黑土型”退化草地的成因和生态过程[J].草地学报,7(4):300~307.
- [12] 刘伟,周立,王溪.1999.不同放牧强度对植物及啮齿动物作用的研究[J].生态学报,19(3):378~382.
- [13] 汪青春,周陆生.1998.长江黄源地区气候变化诊断分析[J].青海环境,8(2):73~77.
- [14] 汪玺,龙瑞军,徐长林.1995.高寒牧区草地资源利用的探讨[A].见:中国青藏高原研究会.青藏高原与全球变化研讨会论文集[C].北京:气象出版社,180~185.
- [15] 李博.1997.中国北方草地退化及其防治对策[J].中国农业科学,30(6):1~9.
- [16] 李希来.1996.补播禾草恢复“黑土滩”植被的效果[J].草业科学,13(5):17~19.
- [17] 李希来,黄寰宁.1995.青海“黑土滩”草地成因及治理途径[J].中国草地,17(4):64~67.
- [18] 李希来.1994.果洛地区“黑土滩”中秃斑地的测定[J].青海畜牧兽医杂志,24(3):17~19.
- [19] 李希来.1996.高寒草甸草地与其退化产物——“黑土滩”生物多样性 and 群落特征的初步分析[J].草业科学,13(2):21~24.
- [20] 李文华,周兴民.1998.青藏高原生态系统及优化利用模式[M].广州:广东科技出版社.
- [21] 李青云.1999.达日县草地畜牧业可持续发展策略[J].青海草业,8(1):47~49.
- [22] 李发吉,孙宝琛,李希来.1993.治理“黑土滩”草地的试验研究[J].青海草业,2(2):32~35.
- [23] 张占峰.2001.近40年来三江源区气候资源的变化[J].青海环境,11(2):60~64.
- [24] 张国胜,李希来.1998.青南高寒草甸秃斑地形成的气象条件分析[J].中国草地,20(6):12~16,24.
- [25] 肖运峰,谢文忠,梁杰荣,等.1982.高寒草甸放牧退化演替及其与鼠害的关系[J].自然资源,1:76~84.
- [26] 周立,王启基,赵京,等.1995.高寒草甸牧场最优放牧强度的研究——植被变化度量和草场不退化最大放牧强度[A].见:高寒草甸生态系统(第4集)[C].北京:科学出版社,403~418.
- [27] 周兴民.2001.中国高草草甸[M].北京:科学出版社.
- [28] 周兴民,王质彬,杜庆.1986.青海植被[M].西宁:青海人民出版社.
- [29] 周兴民.1996.青海省草地资源的合理利用与草地畜牧业的持续发展[A].见:中国青藏高原研究会、青海省科学技术委员会.青海资源环境与发展研讨会论文集[C].北京:气象出版社,110~116.
- [30] 周兴民,张松林.1986.矮高草草甸在封育条件下群落结构和生物量变化的初步观察[J].高原生物学集刊,5:1~6.
- [31] 周华坤,周兴民,赵新全.2000.模拟增温效应对矮高草草甸影响的初步研究[J].植物生态学报,24(5):547~553.
- [32] 尚永成.2001.浅谈青海省“黑土滩”综合治理措施[J].青海草业,10(2):25~26.
- [33] 陈桂琛,刘光秀,Kam-biu Liu.1999.黄河上游地区植被特征及其与毗邻地区的关系[J].高原生物学集刊,14:11~19.
- [34] 陈全功.1998.青海省达日县退化草地的研究[J].草业学报,7(3):58~63.
- [35] 黄寰宁,李希来.1993.高寒草甸退化草地——“黑土滩”生物量测定[J].青海畜牧兽医杂志,23(4):10~13.
- [36] 彭立鸣,阎新文.1980.青海省玉树州曲麻莱秃斑地及其改造[J].中国草原,22(4):7~17.
- [37] 程国栋,王根绪,王学定,等.1998.江源区生态环境变化与成因分析[J].地球科学进展,13(增刊):24~31.
- [38] 程国栋.1998.关于江源区生态环境保护与建设研究的几点认识[J].地球科学进展,13(增刊):1~5.
- [39] 徐世晓,赵新全,孙平,等.2001.气候变化对高原牧草生产的影响[J].青海畜牧兽医杂志,31(1):31~33.
- [40] 景增春,樊乃昌,周文扬,等.1991.盘坡地区草场鼠害的综合治理[J].应用生态学报,2(1):32~38.
- [41] 景增春,边疆晖,樊乃昌.1995.高寒草甸牧场鼠害综合治理后动植物群落演替及经济、生态效益的研究[A].见:高寒草甸生态系统(第4集)[C].北京:科学出版社,233~242.
- [42] 董光荣,严平,苏志珠.1998.江源区土地荒漠化亟待研究和治理[J].地球科学进展,13(增刊):32~36.
- [43] 蒲健辰,姚檀栋,张寅生,等.1998.长江源区的冰川变化[J].地球科学进展,13(增刊):58~64.
- [44] 樊乃昌,王权业,周文扬,等.1988.高原鼠种群数量与植被破坏程度的关系[A].高寒草甸生态系统国际学术讨论会论文集[C].北京:科学出版社,109~115.
- [45] 霍义.1985.果洛地区高寒草甸类退化草场植被恢复措施的探讨[J].农牧资源与区划研究,2:9~12.
- [46] IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change).1996. Climate Change 1995: Radiative Forcing of Climate Change[M]. Great Britain:Cambridge University Press.

作者简介 周华坤,男,1974年生,青海乐都人,在读博士生。主要从事草地生态学研究,发表论文10余篇。

E-mail:qing haihk 5151 @Sina.com

责任编辑 王伟