

希拉穆仁修复退化草地水土流失 水平观测研究

张瑞强, 高天明, 刘铁军

(水利部牧区水利科学研究所, 内蒙古 呼和浩特 010020)

摘要: 由于气候干旱加之超载过牧使得草地退化严重, 不仅使内蒙古希拉穆仁草原区生态环境恶化, 而且也严重威胁京津地区生态安全。因此, 治理退化草地及防止草地进一步退化迫在眉睫。内蒙古希拉穆仁草原地处干旱荒漠草原区, 在多年的过度放牧压力下, 草地植被、土壤均严重退化, 水土流失严重。但这时草地还没有遭到根本破坏, 还未产生沙化、盐碱化现象。终止过度利用令其自然修复, 2、3 年以后即取得明显效果。观测研究表明, 经连续 3 年封禁自然修复, 到第 3 年样方干草量增加到 4.6 倍, 草高增加到 9.2 倍, 盖度增加到 1.6 倍。草群结构和土壤改善, 草地水土保持功能大大增强, 水土流失减少 20%。

关键词: 草地; 修复; 水土保持; 观测

中图分类号: S812; S157.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-0629(2010)03-0021-05

近年来, 由于人为和自然因素的综合影响, 我国草地普遍退化、沙化, 承载能力不断降低, 草原生态环境恶化呈加剧趋势, 严重影响着牧区人民的生产生活, 威胁着京、津及北方其他重要地区的生态安全。因此, 防治草地退化, 保护和修复草原生态, 改善牧民生产生活条件, 促进牧区经济社会发展, 任务十分紧迫。

通过长期观测, 积累大量第一手准确数据, 估算草地水土流失水平(侵蚀模数), 对于科学研究的不断深入、生态修复建设实践的科学指导, 均具有十分重要的现实意义。

1 研究区基本情况

研究区为内蒙古希拉穆仁草原区, 位于内蒙古包头市达茂旗东南部, 为内蒙古高原牧区腹地, 地理位置北纬 $41^{\circ}12' \sim 41^{\circ}31'$, 东经 $111^{\circ}00' \sim 111^{\circ}20'$ 。该地区气候为中温带半干旱大陆性季风气候, 其特点是春秋季节干旱多风, 夏季雨量较充沛, 冬季干燥寒冷。多年平均降水量 284.0 mm, 主要集中在 7—9 月, 多年平均蒸发量 2 305.0 mm, 年湿润度 0.31; 中等年、中枯年、中湿年降水量分别为 286.4、224.8、330.1 mm。年平均气温 2.5°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温 $1\,985 \sim 2\,800^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$, 多年平均日照时数 3 100 h, 无霜期 83 d 左右。多年平均

风速 4.5 m/s , 全年主要风向为北风和西北风, 年大风时间为 63 d, 沙尘暴 20~25 d。

该地区地处阴山山地向内蒙古高原的过渡带, 平均海拔 1 600 m。既有剥蚀地形, 又有冲积、堆积地形。高处为太古界、元古界、古生界各类变质岩和各期花岗岩, 岩基裸露, 由于长期受风蚀作用, 丘陵多呈浑圆波状; 低处由第四系细中砂、粗砾砂组成, 具有水平交错层理, 在埋深 3~20 m 内有较好的潜水储藏条件, 地势平坦。土壤为各种基岩上发育的幼年土壤, 高处除地表有微弱的腐殖质外, 土壤为石质质地, 粗糙, 分布面积较小; 低洼处一般分布较大面积的草甸栗钙土, 质地为轻壤质或砂壤质, 土壤水分和养分较丰富, 有一定生产潜力^[1]。

希拉穆仁草原地带性植被群落主要建群种或优势种有克氏针茅 *Stipa krylovii*、冷蒿 *Aritimisia frigida*、羊草 *Leymus chinensis* 等多年生、旱生草本植物, 呈现典型草原特征。

①收稿日期: 2009-09-01

基金项目: 水利部“948”技术创新与转化项目——荒漠草地植被修复综合技术(CT200606); 水利部“948”引进项目——草地水土流失生态系统观测成套技术(200702)

作者简介: 张瑞强(1964-), 男, 内蒙古呼和浩特人, 高级工程师, 硕士, 主要从事草地水土保持科学研究。E-mail: zrqabc@163.com

由于降水稀少,气候寒冷,自然条件差,加上多年超载过牧、旅游践踏等原因,大面积草地已严重退化、沙化。草地生产力水平从20世纪50—70年代载畜量 0.67 羊单位/ hm^2 ,降到目前 0.35 羊单位/ hm^2 。希拉穆仁草原30年前共有植物种类约129种,目前不足80种^[2]。

当地水土流失特点:风蚀十分常见,尤其在土地消融后植被完全返青前的3—5月更易于发生。又当地虽为干旱区,降水量偏少,但在每年7、8月降水往往集中发生,产生坡面径流,水蚀在夏季也很普遍。因此具有水力、风力复合侵蚀特点。

2 研究方法

2.1 草地植被调查诊断 2003—2008年近5年来,水利部牧区水利科学研究所承担水利部“荒漠草地植被修复综合技术”、“草地水土流失生态系统观测成套技术”等科研项目,以研究退化草地植被修复过程与潜力和水土流失特性为主要目的之一。项目研究区选择为内蒙古达茂旗希拉穆仁镇。项目实施首先对当地连年超载放牧草地退化情况进行了实地调查,并通过调查结果估计了水土流失水平。调查采用样方法。

2.2 草地封育试验 一般认为,草地封育是草地管理或者草地复壮的一种技术措施。实际上对于退化的草地,围栏封育同样是一种十分有效的生物技术措施,目前全国各地都大力提倡这种技术方式。

草地封育修复的原理,就是充分利用自然植被内部的恢复力稳定性。自然植被都具有这种特殊的能力,他们能够从草地之外源源不断地获得能量和物质的输入,例如太阳辐射能、自然降水与固定氮素,经过群落的结构与功能整合,实现群落的自然更替,在此过程中草地的生产力也就得到了恢复,达到了原来的水平^[2-4,7-10]。

研究区草地经历了5年以上严重超载放牧,退化十分严重。尽管如此,草地还没有遭到根本破坏,还未产生沙化、盐碱化现象。所以选择典型地带,立即停止使用草地,于2005年底,完全封禁 133 km^2 草地,令其自然修复。在草地修复过程

中,每年定期对草地植被进行样方调查和土壤取样分析,考查其修复效果。

2.3 坡面水土流失量观测 对一个地区水土流失量(水土流失模数)的估计,一般采用模拟试验、修正某种模型推算的方法。本研究采用一种直接测量的方法观测研究区水土流失水平,即坡面盆测法。

于研究区典型坡面,选 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$,放置直径 16 cm 、深 10 cm 不锈钢测盆30个。

坡面条件:退化草地经2006、2007年自然修复,地形较均一,坡度 3.3° 。坡面上有宽度 $5\sim 6\text{ m}$ 废弃大路2条和过去遭某种原因破坏、接近裸露的草地。

放置程序及方法:时间为2007年9月底,先取野外地表原状土适量,精细修整使其适应盆内容积,装入盆中,原土面尽量与盆沿齐平。然后带回实验室,去掉土面以上杂草,烘干,称量(精度 0.1 g),记录数据后逐一将测盆放回野外原处,注意盆沿、盆土面和地面三者齐平。各盆位置用 1 m 精度GPS测定、记录。盆土在室内、室外搬运过程中,注意加盖以防盆土因各种人为原因丢失。2008年9月底,测盆野外放置已经过1年,取回实验室,重复去杂草、烘干、称量。

比较2次称量差别,发现各盆土质量均有损失。盆土质量损失即为2007—2008年内水力、风力侵蚀总量。

3 结果分析

3.1 草地退化情况调查结果 2000—2006年,对研究区 33.3 hm^2 样地做了调查。该地平均每年放牧载畜量达到9头黄牛、5匹马及1峰骆驼,按下面折合比例^[4]。

1峰骆驼=7绵羊单位;

1匹马=6绵羊单位;

1头黄牛=5绵羊单位。

计算实际载畜量为 2.44 羊单位/ hm^2 。草地严重超载,达当地正常草地理论载畜量3倍以上,所以导致草地的严重退化。

2006—2007年8月底进行退化草地植被调

查,结果如表 1 所示。

2006 年全年降水量 169.2 mm,2007 年全年降水量 231.4 mm,均属十分干旱年份。2008 年全年降水量 372.7 mm,属湿润年份。

表 1 2006、2007 年退化天然草地植被调查

调查年份	群落高度 (cm)	植被盖度 (%)	植物 种类数	样方刈割量 (g/m ²)	
				鲜质量	干质量
2006	7.3	24.4	14.00	36.74	20.87
2007	3.3	30.4	10.10	—	50.10
平均	5.3	27.4	12.05	—	35.49

表 2 退化草地与修复草地植被、土壤有机质指标对比

草地类型	群落高度(cm)	植物种类	盖度(%)	生物量干质量(g/m ²)	有机质(%)
超载退化草地	5.3	12.1	27.4	35.5	2.48
修复草地	1 年	—	—	53.9	—
	2 年	7.2	11.4	39.7	3.81
	3 年	48.8	12.0	47.4	165.0
	平均	28.0	11.7	43.6	103.7

致密变疏松,有机质含量增加 40%以上,与其他研究者取得了相似的结果^[6,10,13-14]。

“重要值”是反映草群中某种植物出现多少及相对生物量的一个综合指标,类似于该种草在草群中所占比重的概念,是生态学上度量草群落结构的一个重要指标。其计算方法:

重要值 = (相对多度 + 相对盖度 + 相对质量) / 3^[7,9,11,13]。

研究区草地植物主要品种有:克氏针茅、羊草、冷蒿、猪毛菜 *Salsols collina* 和银灰旋花 *Convolvulus ammannii*、阿尔泰狗娃花 *Heteropappus altaicus* 等。群落各植物种重要值的逐年变化,反映了草地群落物种组成的逐年变化,克氏针茅、羊草等禾本科类优良牧草比例逐渐增加,退化指标植物银灰旋花、猪毛菜和阿尔泰狗娃花比例逐渐下降,群落结构在修复过程中逐年改善,与许多研

退化草地表层土壤(0~5 cm)有机质含量不足 2.5%,比正常草地低 30%;土壤中粘粒、粉细颗粒占 22%,沙粒占 69%,砾石(>2 mm)占 9%。土壤硬结,容重达 1.6(正常草地为 1.5 左右)。根据国家《天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标(GB 19377—2003)》标准评价,连年超载过牧,已使草地接近重度退化。

采用通用土壤流失方程(USLE)^[1],结合实地调查资料,推导估算该地区现状土壤侵蚀模数为 6 000 t/(km²·a)左右,属中强度侵蚀区。

3.2 草地封育试验结果 草地封禁修复过程中逐年植被、土壤变化情况见表 2。土壤结构由

究者结果相似^[7,11,15-16]。如图 1。

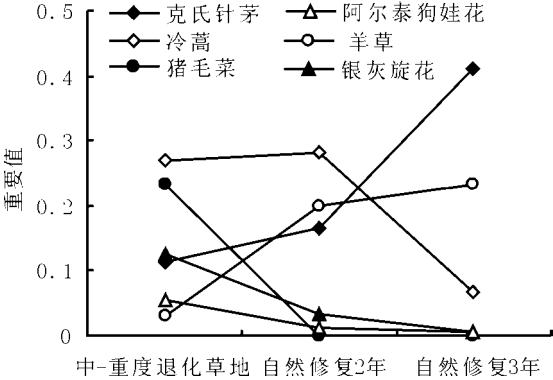


图 1 草地自然修复草群物种组成变化情况

3.3 坡面水土流失盆测结果 剔除丢失或人为损坏的无效盆,将有效测盆盆土质量损失量换算为该点处的侵蚀模数值,绘制等值线图,与地形等高线迭加,得图 2。

以相临测盆点连线垂直等分线分隔,计算各

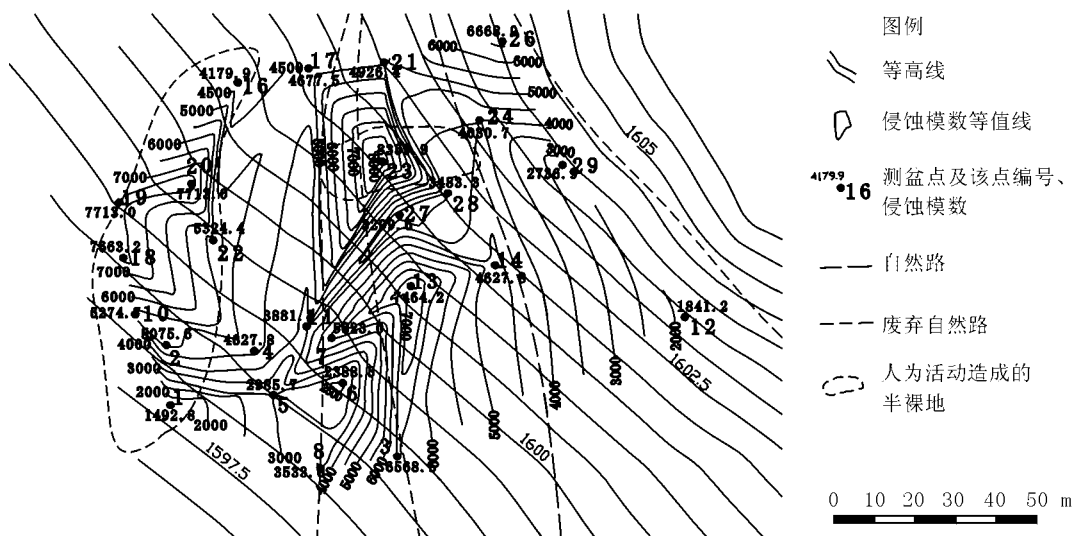


图2 侵蚀模数等值线与地形迭加图

点代表面积。根据各点代表面积计算模数加权平均值,得此坡面侵蚀模数值为 $4\,750\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,这是 2007—2008 年研究区坡面风、水两相侵蚀模数的总和。

4 讨论与结论

1)草地在连年超载放牧压力下,草地退化十分明显,突出表现在群落高度下降,只有 5 cm 左右,草地产量大幅度下降,地表变得稀疏裸露,土壤质地密结,有机质含量降低。极易遭受水力、风力侵蚀。

2)退化草地当时还没有遭到更为严重的破坏,还未产生沙化、盐碱化现象,实施封禁修复,2~3 年即可取得明显效果。群落高度明显提高,植被盖度增加 1 倍,产量提高 2 倍。群落结构明显改善,由退化状态下的冷蒿+猪毛菜+银灰旋花群系转变为克氏针茅+羊草群系,接近当地草原自然植被顶级演替水平。土壤结构由致密变疏松,有机质含量增加 40%以上。

3)根据坡面盆测结果得出侵蚀模数等值线图。与地形等高线迭加后,发现 2 种等值线比较均一地成小角度相交,表明土壤侵蚀与地形有较密切的相关关系,但在人为活动密集区,这种规律遭到破坏。侵蚀模数向下坡方向增加,因为径流

沿坡向下流动过程中,水量、携沙量增加会导致侵蚀强度增加。在过去由于人车践踏的地方,草地被严重破坏,虽然同样封禁修复,但短时期内植被仍然十分低矮稀疏,再加上地表硬结,降水时往往形成径流通道,因此这些地方受侵蚀程度显著高于其他地方,试验结果表明,可高达 4 倍以上。

4)草地经过 2~3 年封禁修复,植被得到较好修复,水土保持功能大大增强,经过初步实测知侵蚀模数为 $4\,750\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,比中一重度退化状态下减少 20%。

参考文献

- [1] 王礼先,朱金兆.水土保持学[M].北京:中国林业出版社,2005.
- [2] 张瑞强,程荣香.希拉穆仁退化草场综合改良技术初探[J].草业科学,2007,24(3):94-97.
- [3] 闫玉春,唐海萍.草地退化相关概念辨析[J].草业学报,2008,17(2):93-99.
- [4] 何京丽.草地生态建设水利实用技术[M].呼和浩特:远方出版社,2007.
- [5] 刘铁军,张瑞强,荣浩,等.地表土壤风蚀观测方法初探[J].农村牧区机械化,2007(4):26-28.
- [6] 王彩虹,朱进忠,范燕敏,等.不同退化阶段伊犁绢蒿荒漠草地土壤养分动态[J].草业科学,2008,25(2):16-20.

- [7] 单贵莲. 围封年限对典型草原群落结构及物种多样性的影响[J]. 草业科学, 2008, 25(12): 1-8.
- [8] 何京丽. 北方典型草原水土保持生态修复技术[J]. 水土保持研究, 2004, 11(3): 299-301.
- [9] 尚占环, 姚爱兴, 龙瑞军. 干旱区山地植物群落物种多样性与生产力关系分析[J]. 干旱区研究, 2005, 22(1): 74-78.
- [10] 闫志坚, 杨持, 段新乔. 退化羊草草地生态恢复技术的研究[J]. 中国草地, 2005(5): 1-5.
- [11] Oba G, Vetaas O R, Stenseth N C. Relationship between biomass and plant species richness in arid-zone grazing lands [J]. Journal of Applied Ecology, 2001, 38: 836-845.
- [12] Ari Pekka, Huhta. Restorative mowing on semi-natural grassland: Community-level changes and species-level responses[D]. Oulu: University of Oulu, 2000.
- [13] Oliva G, Cibils A, Borrelli P, *et al.* Stable states in relation to grazing in Patagonia: A 10-year experiment trial[J]. Journal of Arid Environment, 1998, 40(1): 113-131.
- [14] 文海燕, 赵哈林, 傅华, 等. 开垦和封育年限对退化沙质草地土壤性状的影响[J]. 草业学报, 2005, 14(1): 31-37.
- [15] 杨利民, 周广胜, 王国宏, 等. 人类活动对榆树疏林土壤环境和植物多样性的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(3): 321-325.
- [16] 郑华平, 陈子萱, 王生荣, 等. 施肥对玛曲高寒沙化草地植物多样性和生产力的影响[J]. 草业学报, 2007, 16(5): 34-39.

The observation and research on the erosion of rehabilitating degraded grassland in Xilamuren area

ZHANG Rui-qiang, GAO Tian-ming, LIU Tie-jun

(Institute of Water Resources for Pastoral Areas, Ministry of Water Resources, Inner Mongolia Huhhot 010020, China)

Abstract: Due to the drought climate and overgrazing, the grassland degraded severely, which not only influenced local environment, but also threatened ecology safety of areas around Beijing and Tianjin. Urgent control of degraded grassland and prevention of further deterioration was needed. Xilamuren grassland in Inner Mongolia was located in arid desert grassland area. After years of overgrazing, the grassland vegetation and soil degraded severely and the soil erosion was serious. But the degradation was not fatal yet, the grassland has not become desertification and salinization. So enclosing the grassland and letting it rehabilitate naturally, obvious effect would acquire after just 2 or 3 years. The related observation and research indicated that the yield of the grassland increased to 4.6 times, grass height increased to 9.2 times and coverage increased to 1.6 times after successive three years' enclosure and natural rehabilitation. The grass community structure and the soil improved ecologically. The conservative function of the grassland strengthened greatly. The soil erosion decreased by 20%.

Key words: grassland; rehabilitation; water and soil conservation; observation