

文章编号: 1007- 4929(2009)08- 0026-03

灌溉对退化草地的恢复作用

高天明¹, 张瑞强¹, 刘 昭¹, 郝 瑞²

(1. 水利部牧区水利科学研究所, 内蒙古 呼和浩特 010020; 2. 鄂尔多斯水土保持工作站, 内蒙古 鄂尔多斯 017000)

摘 要: 由于气候干旱加之超载过牧使得草地退化严重, 不仅限制了当地的经济的发展, 而且也威胁京津地区生态安全。因此, 治理退化草地以及防止草地进一步退化迫在眉睫。然而光靠环境自身的修复能力, 不但耗时较长, 而且受环境因素影响较大, 因此有必要通过人工干预措施加速退化草地的恢复。通过在希拉穆仁草原的灌溉实验, 对测试的实验地内进行植被调查、土壤肥力化验和土壤种子库发芽试验, 结果表明: 灌溉可以提高建群种高度、植被盖度、地上生物量; 土壤 0~5 cm 细粒物质增加, 0~20 cm N、P 和有机质含量不同程度增加; 土壤种子库得到改善。灌溉对退化草地的恢复作用明显。

关键词: 希拉穆仁草原; 草地灌溉; 草地恢复

中图分类号: Q948.1 **文献标识码:** A

Study on Effect of Irrigation for Degraded Grassland Recovery

GAO Tian-ming¹, ZHANG Rui-qiang¹, LIU Zhao¹, HAO Rui²

(1. Institute of Water Resources for Pastoral Areas, Huhhot 010020, Inner Mongolia, China;

2. Erdos Water and Soil Conservation Working station, Huhhot 017000, Inner Mongolia, China)

Abstract: Due to the drought climate and over grazing, the grassland degrades severely. This is not only restricts local economy, but also threatens ecology safety of areas around Beijing and Tianjin City. Urgently control of degraded grassland and preventing farther deterioration are needed. Self-recovery of grassland spends long time and is significantly affected by the environment. So it is necessary to help the nature by artificial approaches. Through irrigation experiment in Xilamuren grassland, the vegetation, soil fertility and soil seed bank are analyzed. The result shows that irrigation can enhance the constructive specie, coverage and aboveground biomass, fine grains in the soil layer of 0~5 cm depth is increased due to vegetation improvement, the content of N, P and organic matter in the soil layer of 0~20 cm depth are increased, and the soil seed bank is improved. So irrigation plays a vital role in recovery of degraded grassland.

Key words: Xilamuren grassland; grass irrigation; grass recovery

近年来, 由于人为和自然因素的影响, 我国草地出现了不同程度的退化, 严重影响了牧区人民的生产生活, 同时, 退化草地成为沙尘暴的沙源地, 严重威胁北方的生态安全。因此, 防治草地退化迫在眉睫。目前治理措施主要有围封、松土补播、灌溉等方法。围封操作简便, 成本低, 但耗时长, 影响大型牲畜采食, 阻碍一些野生动物的迁徙; 松土补播可迅速改善土壤种子库, 但大面积实施会带来更为严重的水土流失; 灌溉为植物提供充足水分, 利于植物生长, 但初期投资较大且技术含量较高, 但其见效快、服务年限长、形式多样, 发展潜力巨大^[1-4]。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

希拉穆仁草原地处内蒙古包头市达尔罕茂明安联合旗希拉穆仁镇。中温带半干旱大陆性季风气候, 春秋季节干旱多风, 夏季雨量较充沛, 冬季干燥寒冷。平均降水量为 284 mm, 蒸发量为 2 305 mm, 降雨主要集中在 7、8、9 月份; 年均气温 2.5 °C, ≥ 10 °C 年有效积温 1 985 - 2 800 °C; 年均日照时数 3 100 - 3 300 h; 无霜期 83 d; 年均风速 4.5 m/s, 冬春以北风和西北风

收稿日期: 2009-01-29

基金项目: 水利部“948”技术推广转化项目“不同水分条件下草地生态修复潜力研究与示范”(编号: TG0701); 水利部科技成果重点推广计划项目“荒漠草地植被修复综合技术”(编号: CT200606)。

作者简介: 高天明(1981-), 男, 硕士, 主要从事草地生态研究。

为主,年大风日数为 63 d。地带性土壤为栗钙土,质地粗糙。建群植物种为克氏针茅(*Stipa krylovii*)。2007 年降水量为 231.4 mm, $P=72\%$ (达茂旗气象局提供)。

1.2 样地设置

于 2007 年春季围封 3 hm² 坡地(坡度 5°,坡向东西),平分 为 3 块,其中 2 hm² 安装固定式喷灌设施,1 hm² 设为对照区(Ⅲ区)。每块样地内均设置 3 根 ESC I 型管式土壤水分速测仪测试管,每日测定不同深度土壤含水量以指导灌溉。灌溉制度见表 1。

表 1 2007 年样地灌溉制度						mm
日期/ (月-日)	05-20 ~22	06-16 ~26	07-06	08-16 ~28	09-11	总计
I	26	26	26	26	26	130
II	26	26		26		78

1.3 研究方法

植被调查:2007 年 8 月分别在 3 块样内以对角线方式做 1 m×1 m 的样方 15 个,重牧区 15 个,记录植被盖度、建群种高度、物种组成及多度、各物种地上生物量干重,并计算各物种的重要值=(相对重量+相对多度+相对盖度)/3^[5-7]。

土壤营养和粒径组成:2007 年 10 月在 3 块样地内以对角线方式选取 5 个样点,重牧区 5 个样点,取 0~20 cm 土壤测定全 N、速效 N、全 P、速效 P、全 K、速效 K、有机质、pH 值;取 0~5 cm 土壤测定粒径组成。土壤营养测定由中国农业科学院草原研究所完成,土壤粒径组成测定由内蒙古林业科学院完成。

土壤种子库:2008 年 4 月在 3 块样地内以对角线方式选取 5 个样点,重牧区 5 个样点,样点面积 20 cm×20 cm,铲取 0~2 cm 和 2~5 cm 的土壤,风干后筛除杂物,阴凉处保存。2008 年 6 月进行发芽试验:20 cm×35 cm 方型塑料盆,铺 5 cm 厚底土(底土于 150 °C 烘干 4 h),将土壤样品均匀铺在底土上,每日洒水保持湿润,待种子萌发后可辨别出植物种时取出,分别统计各种植物的出苗数,直到连续 6 周无新幼苗出现,方可认为土壤中的种子已萌发完全^[8-11]。种子库与地上植被的相似性用 Sorensen 指数=2(c)/(s₁+s₂)。其中 c 是在植被与种子库中都出现的物种数目,s₁ 和 s₂ 分别对应于植被和种子库中出现的物种数目^[8]。

2 结果与分析

2.1 植被恢复

表 2 中,重牧区建群种一些地段为低矮的克氏针茅,但更多地段为冷蒿、银灰旋花、猪毛菜等,I、II、Ⅲ区建群种均为克氏针茅。表 3 中,I 区和 II 区的群落高度、盖度及生物量干重均相差无几,Ⅲ区群落高度、盖度及生物量干重显著小于 I 区

表 2 各样地主要植物种重要值(平均值±95%置信区间)					
	克氏针茅	羊草	冷蒿	银灰旋花	猪毛菜
重牧区	0.14±0.07	<0.01	0.28±0.09	0.16±0.09	0.16±0.11
I 区	0.16±0.05	0.2±0.08	0.28±0.08	0.04±0.03	<0.01
II 区	0.24±0.09	0.27±0.11	0.19±0.05	0.02±0.01	<0.01
Ⅲ区	0.2±0.08	0.39±0.1	0.18±0.06	0.08±0.03	<0.01

表 3 各样地群落数量特征(平均值±95%置信区间)

地点	重牧区	Ⅲ区	II 区	I 区
群落高度/cm	5.0±0.8	32.1±3.9	40.7±6.5	40.7±8.4
种类数	10.1±1.1	11.4±1.4	13.0±1.5	12.1±1.1
盖度/%	30.4±3.5	39.7±4.3	71.6±8.7	76.0±5.3
生物量干重/g	50.1±12.1	92.3±20.3	177.4±27.3	200.5±69.4

和 II 区(显著性水平 $\alpha=0.05$),重牧区此 3 项指标显著小于前三者(显著性水平 $\alpha=0.05$)。灌溉对植被的恢复作用明显。

2.2 土壤改良

图 1 中,I、II、Ⅲ区表层 5 cm 土壤粘粒和细粒物质无显著差异,而重牧区则低于 3 块样地(显著性水平 $\alpha=0.1$),沙粒物质含量 I 区≈II 区<Ⅲ区<重牧区(显著性水平 $\alpha=0.05$)。图 2 中,土壤全 N、速效 N、全 P、速效 P 和有机质含量均呈现逐渐升高的趋势,即 I 区>II 区>Ⅲ区>重牧区(显著性水平 $\alpha=0.05$),全 K 含量各区相差无几,速效 K 含量 I、II、Ⅲ区相差不显著,重牧区含量显著低于其他 3 区(显著性水平 $\alpha=0.05$)。灌溉样地土壤理化性质明显改善。

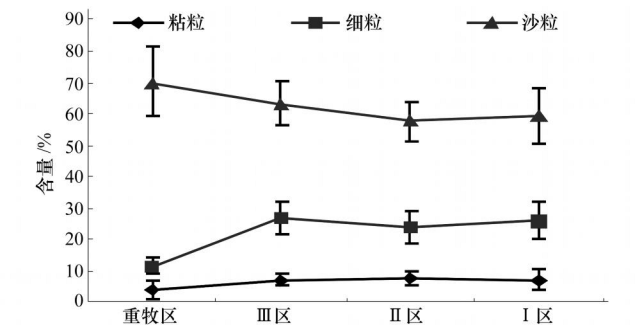


图 1 各样地土壤粒径组成

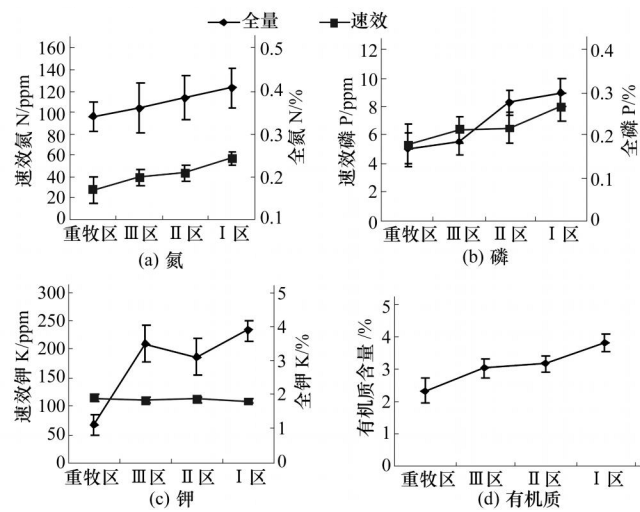


图 2 各样地土壤营养成分

2.3 土壤种子库

表 4 中,土壤种子库密度大小顺序为 II 区>I 区>Ⅲ区≈重牧区。各样地物种总数均为 9 种。I 区 48.2% 的种子为克氏针茅和冰草,II 区和 Ⅲ区分别为 51.9% 和 47.1%,重牧区 62.1% 的种子为冷蒿、星毛茛和阿尔泰狗娃花。4 个样区种子库与植被的相似性均较高,分别为 0.79、0.78、0.98 和 0.82。

表4 各样地土壤种子库密度(平均值 $\pm$ 95%置信区间)和物种组成

物种	I	II	III	重牧区
种子总数/ (粒 $\cdot$ m ⁻²)	405 $\pm$ 85.4	645 $\pm$ 224.0	265 $\pm$ 174.7	190 $\pm$ 154.7
克氏针茅/ %	42.0	43.4	35.8	0
冰草/ %	6.2	8.5	11.3	0
糙隐子草/ %	6.2	7.0	9.4	12.1
冷蒿/ %	14.8	10.9	17.0	15.5
蒙古韭/ %	9.9	12.4	11.3	6.9
阿尔泰狗娃花/ %	0	3.1	1.9	20.7
银灰旋花/ %	12.3	10.1	7.5	12.1
星毛萎陵菜/ %	2.5	0	0	25.9
扁蓿豆/ %	2.5	2.3	5.7	0
细茎黄鹌菜/ %	3.7	2.3	0	0
大籽蒿/ %	0	0	1.9	1.7
藜/ %	0	0	0	3.4

3 讨 论

灌溉对植被的恢复作用显而易见, II区和 I区的植被盖度、高度和生物量比无灌溉的 III区和重牧区明显要高。而且 II区和 III区的灌溉量差异并未引起两样地各项植被指标的明显差异,这说明 II区的灌溉制度在节约灌溉成本的同时与 I区灌溉制度在植被恢复方面具有相同的效果。

豆科植物由于共生有根瘤菌而被人们称为“生物氮肥”,是土壤氮素的主要来源。各样地扁蓿豆和短翼岩黄芪二者累加平均生物量干重为 II区(3.8 g) > III区(1.9 g) > I区(1.1 g) > 重牧区(0.1 g),这与各样地土壤氮含量趋势有所区别,原因可能是由于 I区土壤含水量较高(I区生长季0~20 cm体积含水量基本上10%以上;II区一般在6%以上,但有时会低于5%)使土壤微生物活性较高,加快了养分转化速度。土壤磷来源于矿物分解,土壤有机质来源于动植物残体经微生物分解转化。土壤磷和有机质含量与各样地植被数量特征呈明显正相关关系,说明恢复植被能够直接提高土壤磷和有机质含量,但含量相邻两者相差不显著,说明 I区和 II区的灌溉制度在提高土壤磷和有机质含量方面无明显差异。本区土壤母质为风积残积物,长石和云母含量较高,降水较少因而淋溶不强烈,因此各样地土壤全钾含量均较高且差异不明显,由于重牧区水土流失严重造成土壤速效钾含量明显低于植被较好的3块样地。

土壤种子库在保障植被恢复的重要基础,实验中发现大部分种子分布于0~2 cm的土壤中,这与大部分研究者相同^[8-11],与地上植被的相似性也较高,这与詹学明(2005年)和孙建华(2005年)^[8-9]相同,但Whipple(1977年)指出,通常在演替初期和干扰频率高的生境中,地上植被与种子库的相似性高二者相似性较高,但随着演替的进行,特别是演替后期,土壤种子库与地表植被之间存在显著的差异,这与植物的营养繁殖、枯落物阻碍、动物采食以及取样误差有关。在稳定的环境下,多年生植物倾向于保持原有基因型不变,以营养繁殖延续

种群,在多变的环境下,则倾向能产生更多变异的有性生殖方式来适应环境胁迫^[8],因此 II区的种子库密度大于充足灌溉的 I区和无灌溉 III区,重牧区由于许多植物不能完成生殖生长而种子较少。

综上所述, II区灌溉制度(中度灌溉)与 I区灌溉制度(充足灌溉)相比,在改善植被状况和土壤理化性质方面二者并无明显差异,而在改善土壤种子库方面前者好于后者。更为重要的是,节约灌溉成本。

但应注意的是,本项目执行3年,当停止灌溉后,植被是否会因环境剧变而产生大幅度变化,与之相联系的土壤是否也会发生变化,这些问题有待今后进一步研究。Michalk, D. L.、Robards, G. E. Allen, V. G.等^[13-15]报道了草地植被恢复过程中出现了长达5-8年的植被振荡期,指出草地植被恢复在10年以内的时间里不能全面反应植被演替方向。作者怀疑这是由于多年生植物繁殖方式、土壤种子库的积累和种间竞争所致,这需要今后对有关方面展开长期深入的研究。

参考文献:

- [1] 道尔吉帕拉木. 集约化草原畜牧业[M]. 北京:中国农业科技出版社,1996.
- [2] 牛书丽,蒋高明. 人工草地在退化草地恢复中的作用及其研究现状[J]. 应用生态学报,2004,15(9):1662-1666.
- [3] 郭正刚,梁天刚,刘兴元. 新疆阿勒泰地区草地类型特征及其分类经营[J]. 应用生态学报,15(9):1594-1598.
- [4] 程荣香,张瑞强. 发展节水灌溉是我国干旱半干旱草原区人工草地建设的必然举措[J]. 草业科学,2000,17(2):53-56.
- [5] 郑元润. 大青沟森林植物群落物种多样性研究[J]. 生物多样性,1998,6(3):191-196.
- [6] 马克平,黄建辉,二顺利,等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究[J]. 生态学报,1995,15(3):268-277.
- [7] 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.
- [8] 詹学明,李凌浩,李 鑫,等. 放牧和围封条件下克氏针茅草原土壤种子库的比较[J]. 植物生态学报,2005,29(5):747-752.
- [9] 孙建华,王彦荣,曾彦军. 封育和放牧条件下退化荒漠草地土壤种子库特征[J]. 西北植物学报,2005,25(10):2035-2042.
- [10] 李秋艳,赵文智. 干旱区土壤种子库的研究进展[J]. 地球科学进展,2005,20(3):350-358.
- [11] 王 俊,白 瑜. 土壤种子库研究的几个热点问题[J]. 生态环境,2006,15(6):1372-1379.
- [12] Stuart F, Pamela A, Harold A. Principles of Terrestrial ecosystem ecology. 李 博,赵 斌,彭容豪,等[译]. 陆地生态系统生态学原理[M]. 北京:高等教育出版社,2005:172-175,183-188.
- [13] Michalk D, Dowling P, Kemp D, et al. Sustainable grazing systems for the Central Tablelands of New South Wales[J]. Australian J. Exper. Agric. 2003,43:861-874.
- [14] Michalk D, Robards G. Stability of windmill grass pastures by sheep for 24 years in semi-arid south-eastern Australia[J]. Proceed XV II Internat. Grassl. Cong. 1993,320-321.
- [15] Allen V, Brown R, et al. Integrating cotton and beef production to reduce water withdrawal from the Ogallala Aquifer in the Southern High Plains[J]. Agron. J. 2005,97:556-567.