

灌溉对高寒草原植被群落的影响试验

刘安花^{1,2}, 李凤霞³, 薛晓娟^{1,2}, 颜亮东³, 李英年^{1*}, 张法伟¹

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海西宁 810001; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 青海省气象科学研究所, 青海西宁 810001)

摘要 [目的] 研究水分灌溉对退化高寒草原恢复重建中的作用和影响。[方法] 2007年在玛多县鄂陵湖边的高寒草原进行灌溉与非灌溉试验, 并进行植物种类及生物量的调查。[结果] 灌溉后高寒草原植物种类组成增加, 物种丰富度高于非灌溉区; 植物地上、地下生物量均比非灌溉区明显提高, 灌溉区平均地上和地下生物量分别为 83.5 和 2 112.2 g/m², 比非灌溉区地上和地下生物量增加 13.4 和 594.7 g/m²。[结论] 灌溉有利于植物生长和群落的重建。

关键词 人工灌溉; 植物群落; 高寒草原; 生物量

中图分类号 S812 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)25-11073-03

Effects of Irrigation on Plant Community in Alpine Grassland

LIU An-hua et al (Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining, Qinghai 810001)

Abstract [Objective] The research aimed to study the effects of irrigation on alpine grassland during its recovery and reconstruction. [Method] The irrigation and non-irrigation experiment was carried out around Eling Lake of Maduo County in 2007. At the same time, the plant species and biomass was investigated. [Result] Species compositions and richness of plant irrigation area were more than non-irrigation area. The above ground biomass and underground biomass in irrigation area was higher than in non-irrigation area. The average above ground biomass and underground biomass was 83.5 and 2 112.2 g/m², 13.4 and 594.7 g/m² higher than that of non-irrigation area. [Conclusion] Irrigation was beneficial to the plant growth and the reconstruction of plant community.

Key words Irrigation; Plant community; Alpine grassland; Biomass

目前对黄河源区生态环境以及草地退化的机制研究较多, 普遍认为草地退化的原因主要是超载过牧^[1-3]。退化草地治理的一个基本原则就是“以草定畜”, 而决定草的多少主要是水、肥 2 个因素。对我国现有的草地来说, 施肥可人工实现, 但水难以实现草地灌溉, 因而水分在草地退化治理中有着非常重要的作用。该研究选择三江源区的玛多县鄂陵湖畔的紫花针茅 (*Stipa purpurea*) 高寒草原进行灌溉处理, 研究水分灌溉对退化高寒草原恢复重建中的作用和影响。

1 研究区概况

黄河源头的玛多县地处巴颜喀拉山北麓、阿尼玛卿雪山以西的黄河谷地, 位于 33°50' ~ 35°40' N, 96°55' ~ 99°20' E, 全县大部分海拔在 4 200 m 以上。玛多县被誉为“万里黄河第一县”, 也有“千湖之县”的美称。全县总面积 26 267.29 km², 可利用草地面积 180.53 × 10⁴ hm², 但目前草地退化面积已达 160 × 10⁴ hm², 占全县草地面积的 69.81%, 占可利用草地面积的 88.64% 以上。该区域因海拔高, 气候寒冷干燥, 气候类型属高寒草原气候, 一年无四季之分, 只有冷暖两季之别。多年平均气温 -4 ℃, 无霜期, ≥5 ℃ 持续日数小于 60 d, 即使冷凉作物也不能成熟。多年平均降水量 309.6 mm, 86% 集中在 5~9 月, 且年际变化大。年日照时数 2 400~2 800 h, 太阳总辐射达 6 500 MJ/m²。全年水面蒸发量为 1 264 mm。最大风速可达 26 m/s。气候最明显的特点就是日照强烈、水热同季、灾害频繁。玛多县属高平原地区, 地形起伏不大, 相对平坦, 地势为西北高、东南低, 山间多湖泊、平坦地、沼泽地。主要土壤类型有高山寒漠土、高山草甸土、沼泽土和盐渍土。全县天然草场面积 229.89 × 10⁴ hm², 主要分布着以蒿草属 (*Kobresia*) 为优势植物的高寒草甸和以针茅属 (*Stipa*)、羊茅属 (*Festuca*) 及早熟禾属 (*Poa*) 植物为主的高寒草原草场类

基金项目 青海省发改委 2006 年度投标“三江源区湿地保护修复技术的引进与示范”研究项目。

作者简介 刘安花 (1979-), 女, 青海互助人, 硕士研究生, 研究方向: 植物生态学。* 通讯作者, E-mail: ynli@nwipb.ac.cn。

收稿日期 2008-06-13

型^[4-8]。

2 材料与方法

2.1 试验设计 试验在黄河源头玛多县的鄂陵湖畔进行。水分灌溉依项目要求在试验地根据不同灌溉量划分为 4 个梯度。灌溉自 2006 年 6 月 15 日开始, 2006 年 8 月 30 日结束。灌溉在降水小于 5 mm/d 的次日进行, 每次灌溉量分别达 20、30、40 与 50 mm/d。由于土壤为沙砾土, 灌溉后的水量下渗 (地下径流) 明显, 土壤湿度 (体积含水量) 在 2 h 内下降到 70% 以内 (一次观测的测定值)。试验所调查的样地系灌溉量最大的灌溉样地和非灌溉样地。

2.2 测定项目与方法 在植物生物量达到最大的 8 月底在灌溉区与非灌溉区随机取 4 个 50 cm × 50 cm 样方, 首先用样方调查法进行植物种类组成的调查, 然后用收割法在植物种类调查的样方内测定各个种的生物量。地下生物量测定是在进行地上生物量测定的样方内采用直径 8 cm 的根钻分别取 0~10、>10~20、>20~40 cm 的带根土壤, 然后用 36 目的铁筛将根在水中清洗干净, 将植物材料在 70 ℃ 的恒温箱内烘干至恒重后称取干重。

3 结果与分析

3.1 灌溉区与非灌溉区植物种属分布 通过对灌溉区与非灌溉区植物调查发现 (表 1), 在非灌溉区, 植物为 13 属 17 种, 分别为早熟禾属、火绒草属 (*Leontopodium*)、虎耳草属 (*Saxifraga*)、委陵菜属 (*Potentilla*)、针茅属、苔草属 (*Carex*)、龙胆属 (*Gentiana*)、亚菊属 (*Ajaria*)、洽草属 (*Koeleria*)、燕麦属 (*Avena*)、黄芪属 (*Astragalus*)、麻黄属 (*Ephedra*) 和点地梅属 (*Androsace*); 灌溉区植物隶属 17 属 21 种, 分别为早熟禾属、火绒草属、虎耳草属、委陵菜属、针茅属、苔草属、龙胆属、亚菊属、洽草属、燕麦属、黄芪属、麻黄属、棘豆属 (*Oxytropis*)、毛茛属 (*Ranunculus*)、蒿草属、冰草属 (*Agropyron*) 和蓼属 (*Polygonum*)。由此可见, 灌溉区比非灌溉区植物多 5 属 5 种植物, 增加的分别是棘豆属、毛茛属、蒿草属、蓼属和冰草属, 垫状点地梅在灌溉区出现明显减少, 甚至不存在。

表1 鄂陵湖高寒草原灌溉区与非灌溉区植物种属组成比较

Table 1 The comparison of genus and species compositions in the irrigation area and non-irrigation area on the alpine-cold grassland of Eling Lake

植物属 编号 Code of plant genera	非灌溉区 Non-irrigation area		灌溉区 Irrigation area	
	属名 Genus name	属中种数 Species number of each genus	属名 Genus name	属中种数 Species number of each genus
1	早熟禾属 <i>Poa</i>	1	早熟禾属 <i>Poa</i>	1
2	火绒草属 <i>Leontopodium</i>	2	火绒草属 <i>Leontopodium</i>	2
3	虎耳草属 <i>Saxifraga</i>	1	虎耳草属 <i>Saxifraga</i>	1
4	委陵菜属 <i>Potentilla</i>	3	委陵菜属 <i>Potentilla</i>	3
5	针茅属 <i>Stipa</i>	1	针茅属 <i>Stipa</i>	1
6	苔草属 <i>Carex</i>	2	苔草属 <i>Carex</i>	2
7	龙胆属 <i>Gentiana</i>	1	龙胆属 <i>Gentiana</i>	1
8	亚菊属 <i>Ajania</i>	1	亚菊属 <i>Ajania</i>	1
9	洽草属 <i>Koeleria</i>	1	洽草属 <i>Koeleria</i>	1
10	燕麦属 <i>Avena</i>	1	燕麦属 <i>Avena</i>	1
11	黄芪属 <i>Astragalus</i>	1	黄芪属 <i>Astragalus</i>	1
12	麻黄属 <i>Ephedra</i>	1	麻黄属 <i>Ephedra</i>	1
13	点地梅属 <i>Androsace</i>	1	棘豆属 <i>Oxytropis</i>	1
14			毛茛属 <i>Ranunculus</i>	1
15			蒿草属 <i>Kobresia</i>	1
16			冰草属 <i>Agropyron</i>	1
17			蓼属 <i>Polygonum</i>	1

虽然仅随机选择了4个50 cm×50 cm样方进行调查,具有一定的局限性;灌溉后对蒿草和冰草有无实际影响无充分的证据来说明,但可以看到,灌溉后棘豆、毛茛这些以杂草类为主的植物将得以发芽和生长,证实土壤水分增加对种子植物生长发育有利。

在鄂陵湖畔,高寒紫花针茅草原中紫花针茅为主要优势种,盖度最大,早熟禾属、火绒草属和苔草属为主要伴生属,分种盖度也较大,委陵菜属也较多,其他属出现频率则较少,而火绒草属、委陵菜属的出现正是草地明显退化的表现^[9-10]。进行灌溉后植物种属明显增加,这表明灌溉对草地植物种类增加和草地恢复有利,也表明高寒草原具有较高的土壤种子库和丰富的植物多样性,只是因高寒气候环境的影响,部分植物种受外部环境因素的影响得不到萌发或生长,灌溉则保证了种子萌发的水分条件,而且灌溉后的土壤因水分的增加使其土壤热容增大,水分可保持土壤相对较高的温度,对土壤种子的萌发和生育起到良好的热量保证作用。为此,可以认为在气候变暖的影响下,若水分得到保证,则可加强高寒草原植物的生长和种子发育,植物种类组成增加,植物群落可得到恢复与发展;反之,在降水较少或保持目前水平不变的情况下,土壤因温度增加地表实际蒸散量加大,导致土壤湿度下降,干旱胁迫加重,将限制植物种子的萌发和生长,导致高寒草原退化加速。

3.2 灌溉区与非灌溉区生物量比较

3.2.1 灌溉区与非灌溉区地上生物量比较。许多研究表明,过度放牧影响草地土壤的理化性质,进而影响土壤水分,导致草地退化^[11-12]。表1显示,进行灌溉增加土壤水分后,对植物发育有利,植物种类组成增加,而且草地的地上生物量也有所增加(表2)。在灌溉和非灌溉对应的4个50 cm×50

cm样方中,灌溉区地上生物量有3个均是灌溉区大于非灌溉区。灌溉区平均地上生物量为83.5 g/m²,比非灌溉区(70.1 g/m²)高13.4 g/m²,高20%左右。

表2 鄂陵湖高寒草原灌溉区与非灌溉区地上生物量比较

Table 2 The biomass comparison of the overground parts in the irrigation area and non-irrigation area on the alpine-cold grassland of Eling Lake

区域 Area	样方号 Quadrat number			
	1	2	3	4
灌溉区 Irrigation area	88.6	40.5	91.9	112.9
非灌溉区 Non-irrigation area	79.1	47.7	66.2	87.3

表3给出了灌溉区和非灌溉区几种植物地上生物量的比较。由表3可见,灌溉后早熟禾属和苔草属的地上生物量明显增加,早熟禾属增加64%,而苔草属增加1倍;针茅属的地上生物量下降2.7 g/m²,火绒草属的地上生物量明显下降13.4 g/m²。这说明水分增加对退化草地的指示性植物——火绒草属起到明显抑制作用,对植物群落的改变有一定作用,有利于退化草地的恢复。

表3 鄂陵湖高寒草原灌溉区与非灌溉区主要植物属地上生物量比较

Table 3 The biomass comparison of the overground parts in main genera of plants in the irrigation area and non-irrigation area on the alpine-cold grassland of Eling Lake

区域 Area	早熟禾属 <i>Poa</i>	苔草属 <i>Carex</i>	针茅属 <i>Stipa</i>	火绒草属 <i>Leontopodium</i>
非灌溉区 Non-irrigation area	9.5	18.4	8.9	22.5
灌溉区 Irrigation area	15.6	39.9	6.2	9.1

3.2.2 灌溉区与非灌溉区地下生物量比较。表4给出了玛多县鄂陵湖高寒草原灌溉区与非灌溉区地下生物量的比较。由表4可见,无论是灌溉区还是非灌溉区,高寒草原植物根系主要分布在0~<10 cm土层,灌溉区0~<10 cm土层的地下生物量占0~40 cm土层地下生物量的76%,非灌溉区为81%。随土层深度的增加,地下生物量呈明显下降趋势,灌溉区10~<20 cm土层地下生物量比0~<10 cm土层地下生物量降低了82%,而非灌溉区降低了87%;灌溉区20~<40 cm的土层地下生物量比10~<20 cm土层地下生物量降低了24%,非灌溉区为18%。降低幅度表现为灌溉区略小于非灌溉区。

表4 灌溉区与非灌溉区地下生物量比较

Table 4 The biomass comparison of the underground parts in the irrigation area and non-irrigation area

土层 Soil layer//cm	非灌溉区 Non-irrigation area	灌溉区 Irrigation area
0~<10	1 225.1	1 606.4
10~<20	160.8	287.8
20~<40	131.6	218.0

灌溉区与非灌溉区0~40 cm土层地下生物量也有较大的差异,由表4还可以看到,灌溉区0~40 cm土层地下生物量为2 112.2 g/m²,比相同层次非灌溉区地下生物量(1 517.5 g/m²)高594.7 g/m²。

鄢燕等在研究那曲地区高寒草地上地下生物量时指出,藏北紫花针茅草原的地下生物量为 886.56 g/m^2 ,其垂直空间分布结构表现为 T 字形趋势下的锯齿状分布;紫花针茅草原的地上生物量和地下生物量呈显著正相关关系,地下、地上生物量的比值为 2.44。黄河源区鄂陵湖边的地下生物量不论是灌溉还是非灌溉区的垂直分布趋势与藏北高原紫花针茅草原基本相同,但地下生物量,地下生物量与地上生物量的比值(非灌溉区为 21.6,灌溉区为 25.3)均很高^[13]。这可能与藏北高原海拔更高,温度更低,降水更少限制了藏北高原紫花针茅草原植物的生长和发育,而玛多黄河源区鄂陵湖边紫花针茅草原处在湖泊边缘,地下水水位较高,土壤相对湿润,对植物根系生长有利有关。

对灌溉区与非灌溉区进行地上、地下生物量的差异性 t 检验发现,灌溉区与非灌溉区间在 0.05 水平上无差异。这可能是由于该研究仅进行了 1 年的灌溉试验,对植物生长及群落发展还没有充分发挥出灌溉的作用效果。但可以看到,灌溉对高寒紫花针茅草原的地上和地下生物量增长有利,对草地的恢复与重建具有很好的作用。

4 结论

(1)对灌溉区与非灌溉区植物进行调查,可知灌溉区植物种类多于非灌溉区,灌溉区地上、地下生物量得以提高。主要植物——早熟禾属及苔草属的地上生物量明显增加,而火绒草属和针茅属的地上生物量有所下降,说明水分条件对植物群落组成有一定的影响,这与李博等^[14]研究水分条件的年际波动对植物群落组成发生影响的结论一致。试验结果还显示灌溉后火绒草属的地上生物量下降明显,这在一定程度上说明水分的增加抑制了退化草地的指示种,有利于草地恢复。

(2)天然牧草的生长动态和产量形成受气象条件的影响和制约,水分条件在很大程度上决定着植物的地理分布和生物生产力水平^[15],这在试验中得以体现。由于仅进行了 1 年植物生长期内的灌溉试验,就统计分析来看,灌溉与非灌溉间在 0.05 水平无差异,但可以证实灌溉有利于植物生长和群落重建。

参考文献

- [1] 尚占环,龙瑞军,马玉寿.青藏高原江河源区生态环境安全问题分析与探讨[J].草业科学,2007,24(3):1-7.
- [2] 王根绪,沈永平,陈国栋.黄河源区生态环境变化与成因分析[J].冰川冻土,2000,22(3):200-205.
- [3] 陈国栋,张志强,李锐.西部地区生态环境建设的若干问题与政策建议[J].地理科学,2000,20(6):503-510.
- [4] 摆万奇,张镡理,谢高地,等.黄河源区玛多县草地退化成因分析[J].应用生态学报,2002,13(7):823-826.
- [5] 张小华,张玉.玛多县生态问题的几点思考[J].青海草业,2006,15(1):45-47.
- [6] 封建民,王涛,齐善忠,等.黄河源区土地沙漠化的动态变化及成因分析——以玛多县为例[J].水土保持学报,2004,18(3):141-145.
- [7] 董立新,王文科,孔金玲,等.黄河上游玛多县生态环境变化遥感监测及成因分析[J].水土保持通报,2005,25(4):68-72.
- [8] 周华坤,周立,刘伟,等.青海省玛多县草地退化原因及畜牧业可持续发展[J].中国草地,2003,25(6):63-67.
- [9] 黎与.青海三江源“黑土滩”形成的自然、人为因素和生物学机制[J].草业与畜牧,2007(4):2-4.
- [10] 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.
- [11] 魏永胜,梁宗锁,山仑.草地退化的水分因素[J].草业科学,2004,21(10):13-18.
- [12] 侯扶江,常生华,于应文,等.放牧家畜的践踏作用研究评述[J].生态学报,2004,24(4):784-789.
- [13] 鄢燕,张建国,张锦华,等.西藏那曲地区高寒草地地下生物量[J].生态学报,2005,25(11):2818-2823.
- [14] 李博,雍世鹏,李忠厚.锡林河流域植被及其利用[C]//草原生态系统研究.第3集.北京:科学出版社,1998:84-183.
- [15] 赵海滨,张维斌.草原干旱对天然牧草生长发育及产量形成的影响[J].内蒙古环境保护,2002,14(2):22-25.

(上接第 11072 页)

3 结论与讨论

(1)深圳市羊台山森林公园植物物种较丰富。在所调查的样地中共有植物 148 种,隶属于 61 科 110 属,其中单种的科、属较多,区系分化程度较高。群落中占优势的科主要是樟科、大戟科、壳斗科、含羞草科等泛热带分布类型的科。植物区系具有较强的热带性质和由热带向温带过渡的特点。

(2)群落各层次优势种比较明显,乔木层优势种主要为豺皮樟、银柴、鰲蕨、杉木等;灌木层优势种主要为九节、五指毛桃、岗梅根、野牡丹、阴香等;草本层优势种为芒箕、鸭跖草、乌毛蕨、山菅兰等。

(3)各样地内乔木层物种丰富度指数最高,灌木层次之,草本层最低;乔木层物种多样性指数最高,灌木层次之,草本层最低;灌木层均匀度指数较高,草本层次之,乔木层较低。

(4)羊台山森林公园内森林群落多为天然次生林。由于近年来游客的增多,人为干扰严重,森林群落的结构和功能受到了较大影响。因此,应当采取封育管护等保护措施,

以促进其向地带性顶级群落演替,发挥更大的景观和生态功能。

参考文献

- [1] 王伯荪.植物群落学实验手册[M].广州:广东高等教育出版社,1996:100-103.
- [2] 云南大学生物系.植物生态学[M].北京:人民教育出版社,1980:192-195.
- [3] 宋永昌.植被生态学[M].上海:华东师范大学出版社,2001:45-51.
- [4] 彭少麟.南亚热带森林群落动态学[M].北京:科学出版社,1996:98-99.
- [5] 彭少麟.广东亚热带森林群落的生态优势度[J].生态学报,1987,7(1):36-42.
- [6] 彭少麟,周厚诚,陈天杏,等.广东森林群落的组成结构数量特征[J].植物生态学与地植物学学报,1989,3(1):10-17.
- [7] 李意德.海南岛尖峰岭热带山地雨林的群落结构特征[J].热带亚热带植物学报,1997,5(1):18-26.
- [8] 孙冰,廖绍波,杜惠生,等.中山市城市森林次生林植被的群落学研究[J].中国城市林业,2004,2(3):26-29.
- [9] 李意德,刘伟钦,罗瑞强,等.顺德“青山工程”森林植被改造的群落学特征[J].生态科学,2003,22(2):158-162.
- [10] 方精云,李意德,朱彪,等.海南岛尖峰岭山地雨林的群落结构、物种多样性以及在世界雨林中的地位[J].生物多样性,2004,12(1):29-43.
- [11] 吴征镒.论中国植物区系的分区问题[J].云南植物研究,1979,1(1):1-22.
- [12] 吴征镒,周浙昆,李德铎,等.世界种子植物科的分布区类型系统[J].云南植物研究,2003,25(3):245-257.