

景美玲, 马玉寿, 张金旭, 等. 黑土滩人工草地植物群落及土壤水分对灌溉的响应[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(11): 388–391.

黑土滩人工草地植物群落及土壤水分对灌溉的响应

景美玲¹, 马玉寿¹, 张金旭², 王彦龙¹, 闵星星¹

(1. 三江源区高寒草地生态省部共建教育部重点实验室/青海省畜牧兽医科学院, 青海西宁 810016;

2. 青海省水利水电研究所, 青海西宁 810000)

摘要:利用太阳能提灌系统对黄河源区黑土滩退化草地上建植的垂穗披碱草人工草地进行喷灌试验, 研究灌溉对人工草地的物种多样性、地上和地下植物量及土壤水分的影响。结果表明: 植物群落多样性指数、物种丰富度指数、物种均匀度指数、生态优势度指数均为对照区 > 灌溉区; 灌溉区的地上总植物量、禾草和莎草均高于对照区 ($P < 0.05$), 而灌溉区的杂类草地上植物量低于对照区 ($P > 0.05$); 灌溉区土层深度在 0~10、10~20、0~50 cm 的地下植物量高于对照区 ($P < 0.05$), 而灌溉区土层深度在 20~30、30~40、40~50 cm 的地下植物量和对照区差异不显著 ($P > 0.05$); 灌溉区每个土层土壤水分均显著高于对照区 ($P < 0.05$)。

关键词:黑土滩; 人工草地; 物种多样性; 植物量; 土壤水分; 灌溉

中图分类号: Q948 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0388-03

黄河源区位于青藏高原腹地, 是青藏高原的主体部分^[1]。受全球气候变化及日趋频繁的人类经济活动的共同影响, 该地区人与自然的协调性矛盾逐渐突出, 使得黄河源区高寒草甸大面积退化, 部分草地沦为次生裸地退化草地, 草场质量严重下降, 基本失去利用价值。通过种植适宜的多年生牧草建植人工草地是快速恢复其黑土滩植被的最有效途径。为了提高黑土滩人工草地的生产力和稳定性, 马玉寿等进行禁牧封育、鼠害防治、毒杂草防除、草地施肥等一系列试验研究, 并取得了良好的效果^[2]。解决草畜矛盾的根本出路在于建设优质、高产的人工草地, 而灌溉是建设人工草地的核心^[3]。因此, 本研究采用太阳能喷灌系统对黑土滩上建植的垂穗披碱草 (*Elymus nutans*) 人工草地进行喷灌试验, 探讨灌溉对人工草地植物群落及土壤水分的影响, 旨在为黑土滩人工草地的管理和培育提供必要的技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点位于青海省果洛州玛沁县大武镇格姆滩 (34°27'56.9"N, 100°13'06.5"E), 海拔 3 736 m, 属高原寒气候类型, 年均温 -3.9℃, ≥5℃年积温 850.3℃, 最冷月 1 月平均气温为 -12.6℃, 最热月 7 月的平均气温为 9.7℃, 牧草生长季为 156 d 左右, 无绝对霜期。年降水量 513.2~542.9 mm, 多集中在 6~9 月, 年蒸发量 2 471.6 mm。太阳光照充足。土壤以高山草甸土为主, 发育年轻, 土层浅薄, 有机质含量较丰富。试验地为 2000 年在高寒草甸次生裸地——黑土滩上建植的垂穗披碱草人工草地。

1.2 研究方法

2011 年 7 月初在试验区安装太阳能喷灌设施。该设施由 1 000 W 的太阳能电池板、潜水泵、水井和引水管道组成。引水管道由主管道和喷灌带组成, 主管道长 100 m, 从水井引往试验地, 主管道两侧每隔 4 m 各安装 1 条喷灌带, 长度为 80 m。为保证喷灌带的水压, 灌溉的同时开启相邻的 4 条喷灌带, 1 h 后关闭, 然后依次开启进行轮灌, 相邻无灌溉人工草地设为对照。

2012 年 8 月 27 日, 在喷灌试验地和对照区样地内各随机设置 5 个 1 m×1 m 的观测样方, 测定草地植物种类组成、高度、盖度、地上和地下植物量及土壤水分含量。

盖度测定: 采用目测法测定样方总盖度和各种植物的分盖度; 株高测定: 每种植物随机测定 20 株的自然高度, 然后取平均值; 地上植物量: 采用收获法测定, 现场分种称取鲜重, 并带回实验室测定烘干重; 地下植物量: 采用直径 5 cm 的土钻分别取 0~10、10~20、20~30、30~40、40~50 cm 土层的带根土壤, 然后用铁筛将根在水中清洗干净, 并在 80℃的烘箱内烘 24 h 至恒重, 称重, 取均值。

土壤含水量测定: 在每个测过地上植物量的样方内采用土钻取样, 用烘干法测定, 取样深度分 5 层 (0~10、10~20、20~30、30~40、40~50 cm), 每层平行取样 3 个, 置于铝盒中。用 1/10 天平称量湿重 m_1 , 然后将其放在 105℃的烘箱内烘至恒重, 待冷却后称得土样干重 m_2 , 由此计算每个土样的含水量: $M = (m_1 - m_2) / m_2 \times 100\%$ 。

1.3 数据分析

Shannon-Wiener 多样性指数: $H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$;

Pielou 均匀度指数: $E = H / \ln S$;

Simpson 优势度指数: $D = 1 - \sum P_i^2$ 。

以上公式中: $P_i = n_i / N$, n_i 为种 i 的个体数, N 为样本总体个数, S 为物种数。

物种重要值 = (相对盖度 + 相对高度 + 相对生物量) / 3 × 100%; 物种丰富度指数 = 物种数 = S 。

收稿日期: 2013-06-03

基金项目: 国家农业科技成果转化资金 (编号: 2012GB2G200476)。

作者简介: 景美玲 (1987—), 陕西宝鸡人, 女, 硕士研究生, 研究方向为草地生态。E-mail: ajml@163.com。

通信作者: 马玉寿, 研究员, 博士生导师, 从事草地生态研究。

E-mail: mayushou@sina.com。

试验数据用 Excel 2003 进行初步处理,采用 SPSS 18.0 软件进行独立样本 *t* 检验。

2 结果与分析

2.1 灌溉区 and 对照区的植物群落组成及物种多样性分析

从表 1 可知,灌溉区草地植物种类比对照区有所减少,盖

度和高度相应有所变化。其中,在对照区存在的青藏藁草 (*C. moorcroftii*)、婆婆纳 (*Veronica didyma*)、火绒草 (*L. leontopodioides*)、岩生忍冬 (*L. rupicola*)、直立梗唐松草 (*Th. elatum*)、高山豆 (*Tibetia himalaica*)、马尿泡 (*Przewalskia tangutica*)、湿生扁蕾 (*G. paludosa*)、细蝇子草 (*S. gracilicaulis*) 在灌溉区没有发现。

表 1 灌溉区和对照区草地植物种类以及植株高度、植株盖度

草种名称	灌溉区			对照区		
	植株高度 (cm)	植株盖度 (%)	是否存在	植株高度 (cm)	植株盖度 (%)	是否存在
垂穗披碱草 (<i>Elymus nutans</i>)	44.3	59.20	+	45.3	25.0	+
冷地早熟禾 (<i>Poa crymophila</i>)	38.0	23.80	+	30.0	35.0	+
中华羊茅 (<i>Festuca sinensis</i>)	30.5	1.40	+	39.9	5.0	+
矮生蒿草 (<i>Kobresia humilis</i>)	6.0	0.60	+	4.5	0	+
青藏藁草 (<i>C. moorcroftii</i>)			—	7.0	0	+
落草 (<i>Koeleria cristata</i>)	31.7	1.20	+	31.5	2.0	+
甘肃马先蒿 (<i>Pedicularis kansuensis</i>)	24.0	4.00	+	16.8	2.0	+
黄帚橐吾 (<i>Ligularia virgaurea</i>)	5.0	0.04	+	7.1	0	+
高山唐松草 (<i>Thalictrum alpinum</i>)	6.4	2.00	+	0.5	0	+
麻花艽 (<i>Gentiana straminea</i>)	2.2	0.40	+	3.5	0.1	+
婆婆纳 (<i>Veronica didyma</i>)			—	5.2	0	+
火绒草 (<i>Leontopodium leontopodioides</i>)			—	0.5	0	+
独花黄精 (<i>Polygonatum hookeri</i>)	1.0	0.22	+	1.4	0	+
铁棒锤 (<i>Aconitum pendulum</i>)	6.0	0.18	+	5.9	1.0	+
岩生忍冬 (<i>Lonicera rupicola</i>)			—	3.0	0.1	+
黄花棘豆 (<i>Oxytropis ochrocephala</i>)	3.5	0.26	+	1.9	0	+
肉果草 (<i>Lancea tibetica</i>)	0.6	1.96	+	0.9	1.0	+
直立梗唐松草 (<i>Thalictrum elatum</i>)			—	4.5	0.1	+
高山豆 (<i>Tibetia himalaica</i>)			—	2.0	0	+
白苞筋骨草 (<i>Ajuga lupulina</i>)	2.0	0.50	+	1.5	0	+
马尿泡 (<i>Przewalskia tangutica</i>)			—	6.0	2.0	+
湿身扁蕾 (<i>Gentianopsis paludosa</i>)			—	43	1.0	+
细蝇子草 (<i>Silene gracilicaulis</i>)			—	10.0	0.2	+
多裂委陵菜 (<i>Potentilla chinensis</i> Ser.)	5.0	0.50	+	50	0.1	+

注:“+”表示该物种存在,“—”表示该物种不存在。

由表 2 可知,灌溉区植物群落种类组成较少,由 15 种植物组成,隶属 10 科 15 属。优势种为垂穗披碱草,优势度为 46.46%;次优势种为冷地早熟禾 (*Poa crymophila*),优势度为 20.97%。而对照区植物群落种类组成相对较多,由 24 种植物组成,隶属 13 科 23 属。优势种为垂穗披碱草,优势度为 33.29%;次优势种为冷地早熟禾,优势度为 26.75%。

表 2 灌溉区和对照区草地植物群落组成

类型	植物组成			优势种	优势度 (%)	次优势种	优势度 (%)
	科数 (个)	属数 (个)	种数 (个)				
灌溉区	10	15	15	垂穗披碱草	46.46	冷地早熟禾	20.97
对照区	13	23	24	垂穗披碱草	33.29	冷地早熟禾	26.75

表 3 灌溉区和对照区草地物种多样性

类型	多样性指数	均匀度指数	生态优势度指数	盖度 (%)
灌溉区	1.70	0.63	0.72	88.6
对照区	2.04	0.64	0.80	72.6

生物多样性是群落的重要特征,是生态系统功能维持的生物基础。由表 3 可知,灌溉区和对照区群落结构中多样性指数、均匀度指数、生态优势度指数的对比结果均为灌溉区 <

对照区;而盖度的对比结果却为灌溉区 > 对照区。

2.2 灌溉对垂穗披碱草人工草地上植物量的影响

图 1 显示,灌溉区的禾草、莎草地上植物量分别比对照区多 35.34、2.67 g,分别增加 25.10%、101.50% ($P < 0.05$);灌溉区的地上总植物量比对照区多 34.60 g,同比增加 21.20% ($P < 0.05$);而灌溉区的杂类草植物量比对照区少 3.41 g,同比减少 17.40% ($P > 0.05$)。从该结果可以看出,禾草和莎草对水分反映比较敏感,特别是莎草科植物,土壤水分的改善会促进其快速生长与恢复;同样,土壤旱化后出现的杂类草,在其水分条件得到改善后,它的生长就会得到抑制,而适于湿润土壤的优良牧草的产草量得到了大幅度提高。

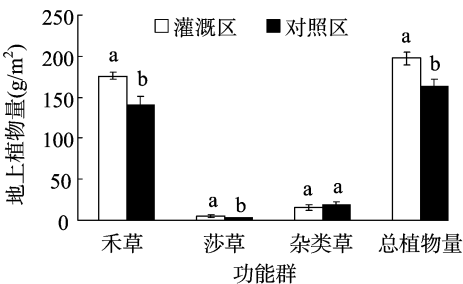


图1 垂穗披碱草人工草地上植物量

2.3 灌溉对垂穗披碱草人工草地地下植物量的影响

根系是牧草的重要吸水器官,特别是在干旱缺水地区,深根系对植物保持健康生长具有重要意义。从图 2 可看出,植物根系主要分布在 0~10 cm 土层。灌溉区 0~10 cm 土层的地下植物量占 0~50 cm 土层地下植物量的 60.60%,而对照区的占 58.80%。随着土层深度增加,地下植物量呈明显下降趋势。在 0~10、10~20、20~30 cm 土层中灌溉区的地下植物量比对照区中相应土层的地下植物量分别高 255.78、141.22、14.70 g,同比分别增加 29.70%、56.50%、7.90%。然而在 30~40、40~50 cm 土层中,灌溉区的地下植物量均低于对照区,分别低 14.70、17.64 g,同比分别降低 13.50%、30.00%。在 0~50 cm 土层中灌溉区的地下植物量的平均值比对照区高 379.26 g,同比增加 25.90%。 t 检验结果表明,灌溉区 0~10、10~20、0~50 cm 土层的地下植物量显著高于对照区 ($P<0.05$);而在灌溉区 20~30、30~40、40~50 cm 土层中的地下植物量与对照区差异不显著 ($P>0.05$)。可见灌溉显著增加了黑土滩人工草地的地下植物量,特别是促进了表层根系的发育。

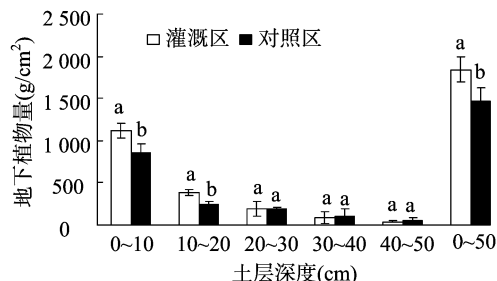


图2 垂穗披碱草人工草地地下植物量

2.4 灌溉对垂穗披碱草人工草地土壤水分的影响

从图 3 可看出,总体而言,灌溉区的土壤含水量高于对照区。灌溉区 0~10、10~20、20~30、30~40、40~50、0~50 cm 土层的土壤含水量分别比对照区相应土层土壤含水量高 5.43%、4.61%、2.39%、2.78%、2.62%、3.57%,同比分别增加 19.60%、15.60%、10.50%、12.90%、12.34%、14.50%。 t 检验结果表明,灌溉区不同土层的土壤含水量与对照区相应土层的土壤含水量均存在显著差异 ($P<0.05$)。

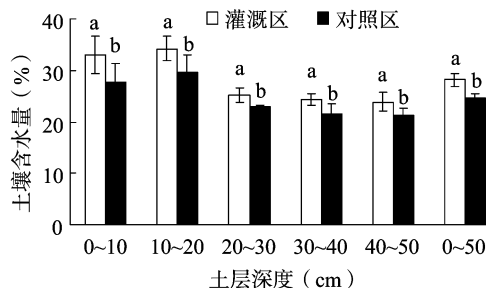


图3 垂穗披碱草人工草地土壤水分含量

3 讨论

灌溉区的植被盖度、部分植株高度均明显高于对照区,灌溉对植被的恢复作用显而易见,这与高天明等大部分研究结论^[4]相同。试验中对照区的植物多样性指数、均匀度指数、生态优势度指数均高于灌溉区,表明对照区的物种相对较丰

富,说明灌溉对阔叶性毒杂草的生长有一定的抑制作用。对照区的盖度明显低于灌溉区,表明禾草科和莎草科植物对水分的反应比阔叶性毒杂草更为敏感,在土壤水分充足的情况下其生长更为茂盛。

灌溉可补充天然降水的不足,改善草地生态环境和促进牧草生长。国内外生产和实践证明,灌溉可使天然草地的产量提高 8~10 倍,受灌溉人工草地可比非灌溉天然草地的产量提高 20~40 倍^[5-6],灌溉可以促进植物量明显提高。灌溉区地上植物量除了杂类草差异不显著外 ($P>0.05$),其余均显著高于对照区 ($P<0.05$),表明当地降水条件还没有完全满足莎草科和禾本科牧草对水分的最大需求量,即莎草科和禾本科的牧草对土壤水分的需求量更大,而阔叶性毒杂草更耐干旱,这也是高寒草甸由于退化使其土壤旱化后,会造成优良牧草减少而毒杂草丛生蔓延的原因。一些研究表明,在土壤干旱条件下,细根量的增加是植物利用最小的能量输入来获得养分和水分的一种策略^[7]。Eissenstat 认为,细根的建立是“廉价”的,但对水分和养分的获得是重要的^[8]。目前,根量指标已被用来作为草坪草抗旱育种的一个主要选择指标^[9],该试验也充分显示了根系对植物水分吸收的重要性。

牧草全生育期一般有 2 个需水关键期,即需水临界期和需水最大效率期^[10]。本试验尚未对灌溉量进行精确的人为控制,无法提出最佳灌溉方案,只能说明灌溉对黑土滩人工草地是有效的,还需进行深入细致的研究。

4 结论

黑土滩人工草地灌溉区植物群落种类有 15 种,隶属 10 科 15 属,而对照区植物群落种类有 24 种,隶属 13 科 23 属。2 个区内的优势种和次优势种均为垂穗披碱草和冷地早熟禾。灌溉区和对照区植物群落结构中多样性指数、均匀度指数、生态优势度指数的对比结果均为灌溉区 < 对照区,而盖度的对比结果却为灌溉区 > 对照区。

黑土滩人工草地灌溉区的地上植物总量相对于对照区有了显著提高 ($P<0.05$),其中主要是禾草和莎草显著高于对照区 ($P<0.05$),而杂类草与对照差异不显著 ($P>0.05$)。灌溉可有效提高黄河源区的黑土滩人工草地的优良牧草产量。地下植物量主要集中在 0~10 cm 土层之中,灌溉区 0~10、10~20、0~50 cm 土层的地下植物量均显著高于对照区 ($P<0.05$);而两者在 20~30、30~40、40~50 cm 土层中的地下植物量差异不显著 ($P>0.05$)。灌溉明显增加了黑土滩人工草地的地下植物量。

黑土滩人工草地灌溉区各土层土壤含水量均显著高于对照区,对比差异显著 ($P<0.05$),说明灌溉可显著提高黑土滩人工草地土壤含水量。

参考文献:

- [1] 冯永忠,朱芬萌,王得祥,等. 江河源区生态地理区划[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2004,32(2):1-4.
- [2] 马玉寿,张自和,董全民,等. 恢复生态学在“黑土型”退化草地植被改建中的应用[J]. 甘肃农业大学学报,2007,42(2):91-97.
- [3] 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.

胡永进, 张鸣峰. 基于 SOM 神经网络模型的耕地利用集约度分区研究——以湖北省为例[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(11): 391–394.

基于 SOM 神经网络模型的耕地利用集约度分区研究 ——以湖北省为例

胡永进, 张鸣峰

(江苏农林职业技术学院, 江苏句容 212400)

摘要:耕地利用集约度提升是快速城镇化时期保障粮食安全的重要途径, 耕地利用集约程度的区域差异要求开展耕地利用集约度分区以实现耕地利用的分区管理。以湖北省为例, 从投入强度、利用程度和利用效率 3 个方面构建耕地利用集约度分区指标体系, 采用 SOM 神经网络模型开展湖北省耕地利用集约度分区。结果表明: (1) SOM 神经网络模型具有自组织学习能力, 可以进行无导师聚类, 可以用来进行耕地利用集约度分区, 分区效果好。 (2) 湖北省耕地利用集约程度存在明显的区域差异, 耕地利用集约程度高的地区主要集中于江汉平原腹地, 位于湖北省西部地区的主要城市耕地利用集约度呈现粗放状态, 而位于湖北省中部地区的武汉市及其周边地区耕地利用集约度介于上述 2 类区域之间。

关键词:耕地; 集约度; 分区; SOM 神经网络; 湖北省

中图分类号: F301.2

文献标志码: A

文章编号: 1002–1302(2013)11–0391–04

我国正处于快速工业化、城镇化发展阶段, 耕地面积在 1980 年达到高峰以后呈现持续下降趋势^[1]。与此同时, 我国粮食总产稳步增长, 其中耕地利用集约度的提高发挥了巨大的作用^[2]。作为耕地面积持续减少背景下粮食安全的重要保障, 耕地利用集约度受到了学术界的广泛关注^[3]。当前, 有关耕地利用集约度的研究主要集中在耕地集约度测度^[4]、变化特征^[5]、结构特征^[6]、影响因素^[7]、配置模式^[8]等方面。此外, 有研究表明, 由于自然条件与社会经济发展等方面的空间异步性, 耕地利用集约度存在着显著的区域差异^[9–10]。开展耕地利用集约度分区研究, 有助于科学认识耕地利用集约度的空间分异规律, 以实现耕地集约利用的分区指导^[11], 对提高耕地利用集约度、保障粮食安全具有重要意义。

湖北省耕地资源十分丰富, 是我国重要的粮食生产基地。同时, 湖北省也是中部崛起战略的重要结点, 工业化和城镇化发展迅速。实现快速城镇化进程中的耕地保护和耕地集约利用对湖北省乃至全国的粮食安全都具有重要意义。因此, 本

研究以湖北省为案例区, 在构建指标体系的基础上, 采用自组织特征映射网络模型 (self-organizing maps, SOM) 开展了湖北省耕地利用集约度分区研究, 为湖北省耕地集约利用分区管理提供了科学依据, 也为其他区域耕地利用集约度分区提供了方法支撑。

1 研究区域与数据来源

湖北省位于我国中部地区、长江中游、洞庭湖以北, 地理位置介于 108°21′~116°07′E、29°05′~33°20′N, 东西长约 740 km, 南北宽约 470 km, 土地总面积 18.59 万 km²。湖北省处于中国地势第二级阶梯向第三级阶梯过渡地带, 地貌类型多样, 山地、丘陵、岗地和平原兼备, 山地约占全省土地总面积的 55.5%, 丘陵和岗地占 24.5%, 平原湖区占 20%。湖北省耕地资源十分丰富, 全省耕地面积 466.34 万 hm², 占全省土地总面积的 25.08%。近年来, 湖北省耕地面积减少十分迅速, 1979—2008 年湖北省年均减少耕地 1.596 万 hm², 人均耕地面积由 1978 年的 827.08 m² 减少到 2008 年的 540.27 m²^[12], 略高于联合国粮农组织规定的人均耕地 533.6 m² 的警戒标准。

现以湖北省 2010 年社会经济统计数据为依托, 开展耕地利用集约度分区研究, 涉及的数据项包括各地级市 (区) 耕地总面积、农业从业人数、化肥施用量、农业机械总动力、农村用

收稿日期: 2013–07–31

基金项目: 教育部人文社会科学研究规划基金 (编号: 10YJC790121); 湖北省自然科学基金 (编号: 2010CDB05101); 江苏省农林职业技术学院科技项目 (编号: 2012kj005)。

作者简介: 胡永进 (1975—), 女, 江苏海安人, 硕士, 讲师, 主要研究方向为土地规划、园林测量。E-mail: fairyin@163.com。

[4] 高天明, 张 瑞, 刘 昭. 希拉穆仁草地退化机理及各种修复技术的适用性[J]. 草业科学, 2010, 27(1): 42–46.

[5] 戚春华, 王乃康, 茅也冰. 干旱半干旱地区人工牧草节水灌溉技术研究进展[J]. 林业机械与木工设备, 2003, 31(9): 6–8.

[6] 郭慧滨, 史 群. 国内外节水灌溉发展简介[J]. 节水灌溉, 1998 (5): 12–14.

[7] Hang B R, Duncan R R, Carrow R N. Drought resistance mechanisms of seven warm season turfgrass under the surface soil drying: I.

Shoot response[J]. Crop Science, 1997, 37(6): 1858–1863.

[8] Eissenstat D M. Costs and benefits of constructure roots mortality in Douglas fir seeding[J]. Journal of Experimental Botany, 1999, 15: 763–769.

[9] 刘振虎, 李魁英, 张爱峰. 草坪草需水抗旱研究概述[J]. 中国草地, 2001, 23(4): 66–68.

[10] 胡雨琴, 余国英, 王桂林. 阴山北麓干旱荒漠草原人工饲料作物节水灌溉制度[J]. 内蒙古水利, 2004, 97(2): 19–21.