

不同配置方式林草地对土壤表层含水量的影响

贺翔宇, 马礼*, 狄伟佳 (首都师范大学资源环境与旅游学院, 北京 100048)

摘要 以地处阴山北麓丘陵区化德县七号镇为研究区, 选择相互毗邻的、配置方式不同的林草地, 在距地表 30 cm 深处采集土样, 并测其含水量。结果表明: (1) 草地土壤表层含水量总体高于灌木林地和乔木林地, 自然草地高于人工草地和耕地。 (2) 平地柠条林地土壤表层含水量高于坡梁地, 坡梁地上坡位土壤表层含水量不及中、下坡位。 (3) 柠条灌木林地耐旱性能较好, 灌草带状相间是主要配置方式, 造林密度以灌木带宽 1 m, 带间距 6~8 m 宽为宜。 (4) 不同植被类型生态耗水量不同, 耗水量大的植被会吸收利用毗邻耗水量小的植被地块的土壤水分。因此, 半干旱区要因地制宜选择适宜的植被类型、科学的配置方式以及合理的管理措施, 以减少土壤水分过度消耗, 为即将开启的新一轮退耕还林草工程提供科学依据。

关键词 土壤表层含水量; 退耕还林草; 配置方式; 化德县

中图分类号 S152.7; X37 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)08-136-03

Effect of Different Configurations of Forest and Grassland to Topsoil Moisture

HE Xiang-yu, MA Li*, DI Wei-jia (College of Environment and Tourism Resource, Capital Normal University, Beijing 100048)

Abstract Taking town VII, which is located in the Huade County of the northern foot of Yinshan Mountain hilly area as study area, selecting soil samples in the depth of 30 cm distance from the earth's surface, in the adjacent to each other and different configurations of the forest and grassland, soil moisture was measured. The results show: (1) On the whole, grassland soil water content is higher than shrub land and arbor forest, meanwhile, natural grassland is higher than the artificial grassland and arable land. (2) Water-holding ability of soil in flatland is higher than the sloping fields. The soil water retention capacity of the upper sloping beams is lower than the middle and under. (3) Caragana shrub land has a good drought resistance performance, shrub and grass strip intercropping is the main configuration, and the silviculture density with shrubs bandwidth of 1 m, 6 m to 8 m wide band spacing is advisable. (4) The ecological water consumption of different vegetation types are not the same. Higher water consumption vegetation will absorb the soil moisture of the less water consumption vegetation in adjacent plots. Therefore, in order to prevent the excessive consumption of soil moisture in semi-arid region, we should choose the suitable vegetation types, the science configurations and reasonable management measures, providing a scientific basis for the opening of a new round of farmland to grassland engineering.

Key words Topsoil moisture; Returning farmland to forest and grassland; Configurations; Huade County

阴山北麓丘陵区属半干旱农牧交错生态脆弱区, 是我国北方的重要生态屏障。当地干旱少雨, 植被稀疏, 土地沙化, 水土流失严重, 生态环境已严重退化。为改善当地生态环境, 保护京津冀乃至华北平原的生态安全, 2000 年以来实施了退耕还林草、京津风沙源治理工程, 生态环境明显好转, 土地沙漠化得到初步遏制。由于气候干旱、水资源稀缺, 水分成为植被恢复重建的最重要生态限制因子。如何因地制宜、量水而行地进行生态建设是亟待探索的科学问题。目前对于半干旱区土壤水分的研究多集中于黄土丘陵区的土壤水分分布及动态变化^[1-3]; 不同植被类型和不同林龄柠条林地土壤耗水深度变化^[4-8]; 植被根系层土壤水分特性及相互间的作用关系^[9-10]。土壤表层含水量主要受降水、植被类型等因素影响, 对比研究不同配置方式林草地对土壤表层含水量的影响, 对植被恢复重建具有重要的实践指导意义。目前关于土壤干层的研究为数不少, 但多集中于黄土高原地区^[11-13]。该文以阴山北麓丘陵区内蒙古化德县为研究区, 当地植被建设以灌草结合为主, 通过对比分析不同配置方式林草地土壤表层含水量, 探讨有利于保持土壤水分的林草地配置方式, 为新一轮京津风沙源治理、退耕还林草提供科学依据。

1 研究区自然概况

化德县位于内蒙古自治区中部, 阴山北麓丘陵区东段,

41°37'~42°17'N, 113°32'~114°48'E。选择位于该县东部的七号镇为研究区, 海拔 1 290~1 380 m。≥10℃年积温 1 900℃左右, 无霜期约 110 d, 年均降水量约 300 mm, 冬春季干旱少雨, 风大沙多, 属中温带半干旱偏干大陆性气候。干旱、大风、霜冻成为当地主要的灾害性天气。地带性植被类型为干旱气候条件下的典型草原类型。土壤类型以砂壤质栗钙土为主, 有少量草甸土和盐土分布。

2 研究方法

2.1 样地选择及采样时间 由于地貌、气候水热条件和植被等的空间组合不同, 土壤水分会出现地块尺度上的微域差异^[14]。当地植被恢复重建主要是灌木柠条与杂类草带状相间的土地利用类型(以下简称灌木林地)。在七号镇选择典型地段的 5 个相互毗邻的典型地块采土样, 分别为平地柠条灌木林地, 坡梁地(坡度约为 10°)柠条灌木林地, 平地榆树片林地和柠条灌木林地, 平地人工苜蓿地、油菜茬地和自然草地, 平地小叶杨农田防护林地、自然草地和耕地。采样时间为 2014 年 5 月底, 正值当地气温急剧上升期, 土壤水分蒸发强烈, 无明显降水, 是全年土壤表层含水量最低时段。为尽量减少土壤水分受外界影响, 选择晴朗天气 1 d 内采完。

2.2 实测项目及方法 采用野外勘测与实验室数据分析相结合的方法, 在上述典型地块采集土壤样品, 然后在实验室烘干土壤, 并测其土壤含水量。

2.2.1 野外取样。当地退耕还林草的主要空间配置方式为灌草带状间作, 土壤腐殖质层厚 20~40 cm, 钙积层在距地表 30~40 cm 处时有出现, 而 30 cm 深处又是当地灌草植被类型根系密集处, 即灌草耗水量较大的深度, 研究该深度土壤

基金项目 国家自然科学基金项目(41071068, 40671006)。

作者简介 贺翔宇(1990-), 女, 河北张家口人, 硕士研究生, 研究方向: 资源开发与区域发展。* 通讯作者, 教授, 博士, 从事综合自然地理方面的教学和研究。

收稿日期 2015-01-23

含水量具有重要的生态意义。在上述 5 个地块的各样地中,用三点混合取样法在距地表约 30 cm 深的土层采土样,每一样地布设 3 个取样点,相邻样点间距约 10 m 以上,灌木林地的采样布点位于灌木带间距的中分线上,乔木林地和牧草地的采样点呈 S 形布设。将采好的土样进行密封,并遮光保存。

2.2.2 样品测定与数据处理。该试验采用烘干称重法测定土壤含水量,将采好的样品于当日用电子秤称净湿重,风干后置于电热恒温鼓风干燥箱,在 105 ~ 110 °C 高温下烘干 10 h,达到恒重时称净干重。计算土壤含水量 W (土壤湿度),所用公式如下:

$$W = W_{\text{水}} / W_{\text{土}} \times 100\%$$

式中 $W_{\text{水}}$ 为土体中实际所含水分重量, $W_{\text{土}}$ 为干土重量。

对每个样地内 3 个样点的土壤含水量取平均值,得出每个样地的土壤含水量(以下简称土壤表层含水量)。借助 Excel 软件对数据进行统计、分析,结果见表 1。

2.2.3 土壤干化程度等级划分标准。土壤干层现象在我国北方半干旱区普遍存在。王力等^[17]认为,土壤干层的量化指标应以田间稳定持水量为宜,该值以下的水分亏缺全部被看作土壤干层的范围。根据云文丽等^[16]关于内蒙古地区土壤田间持水量和凋萎湿度的研究,可知内蒙古栗钙土 30 cm 深处土壤田间持水量为 20% ~ 22%,凋萎湿度为 3% ~ 4%。当地属半干旱偏干气候,且多砂壤土,为方便土壤干层的划分,土壤田间持水量和凋萎湿度均取下限,分别为 20%、3%。由于田间稳定持水量占田间最大持水量的 60% 左右^[15,17],

故田间稳定持水量为 12%,将水分含量低于 12% 的土层全部看作土壤干层。参考王力等^[17]在黄土高原延安地区关于土壤干层的分级标准,将干层划分为 3 个等级(表 1):轻度干层,含水量为 9% ~ 12%;中度干层,含水量为 6% ~ 9%;严重干层,含水量为 6% 以下。以上 3 个等级取值含下限,不含上限。

3 结果与分析

3.1 不同林草覆被类型对土壤表层含水量的影响 不同植被类型的需水量和土壤水分利用能力高低存在差异^[18],从而影响了土壤表层含水量。由表 1 可知,乔木林地(榆树片林地和小叶杨农田防护林地)土壤表层含水量为 2.0% ~ 3.0%,属严重干层;灌木林地(不同带间距的柠条林地)土壤表层含水量为 4.0% ~ 6.5%,其中平地带间距为 6 m 和 8 m 宽的灌木林地属中度干层,其余灌木林地均属严重干层,说明带间距 6 ~ 8 m 宽的灌木林地配置较为适宜;草地(除地块 5 的自然草地受其旁边的杨树林胁地作用外)土壤表层含水量为 9.0% ~ 11.0%,属轻度干层。由此可见,草地、灌木林地、乔木林地土壤表层含水量由大到小的顺序为草地、灌木林地、乔木林地,说明天然草地能较好地涵养土壤水,灌木林地次之,乔木林地因生态耗水量最大,且当地降水稀少,不能满足其生长需要,其土壤表层含水量最少。对比地块 4 中的人工苜蓿地、油菜茬地、自然草地土壤表层含水量可知,自然草地涵养土壤水的能力较强,与张素芳等^[19-20]的研究结论一致。因此,在水分稀缺的半干旱区,植被栽植应选择耐旱耐寒草种树种,以草灌植被为主。

表 1 不同配置方式林草地 30 cm 深处土壤表层含水量

地块	地形	样地	土壤表层含水量/%	干化程度
1	平地	1 号带间距 8 m 宽的灌木林地	6.21	中度
		2 号带间距 6 m 宽的灌木林地	6.11	中度
		3 号带间距 4 m 宽的灌木林地	5.18	严重
		4 号带间距 2 m 宽的灌木林地	4.43	严重
2	坡梁地	1 号带间距 6 m 宽的灌木林地	4.86	严重
		2 号带间距 4 m 宽的灌木林地	4.98	严重
		3 号带间距 8 m 宽的灌木林地	4.15	严重
3	平地	1 号榆树片林地	2.66	严重
		2 号带间距 4 m 宽的灌木林地	5.10	严重
4	平地	1 号人工苜蓿地	10.65	轻度
		2 号油菜茬地	9.47	轻度
		3 号自然草地	11.10	轻度
5	平地	1 号杨树防护林地	2.75	严重
		2 号自然草地	3.81	严重
		3 号耕地	-	-

3.2 不同带间距灌木林地土壤表层含水量的对比 针对土地沙漠化的严峻形势,研究地区于 2003 ~ 2004 年实施耐旱的灌木柠条与草带状相间的生态恢复重建方式,恰逢这 2 年是丰水年而成活,但 2005 ~ 2009 年连续 5 年遭受大旱,灌木仍能适应环境而顽强生存,充分证明这种生态建设方式是行之有效的。由于不同带间距的灌木林地对土壤水分的影响不同,选择研究区 4 种带间距不同的灌木林地,即带间距分别为 2、4、6、8 m 宽的柠条林地。柠条带带宽为 1 m,大多沿南北方向设置,带之间均为杂类草地,土壤轻中度沙化。地块 1 为平地,柠条成活率为 70%,平均高度约 70 cm;地块 2

为坡梁地,柠条成活率为 60%,因成活率低,长得稀疏,故比平地长得高,平均高度为 90 ~ 100 cm。对比地块 1 和地块 2 中带间距相同的柠条林地,可知平地土壤表层含水量高于坡梁地。平地不同带间距的柠条林地土壤表层含水量由大到小依次为:8 m 宽(6.21%)、6 m 宽(6.11%)、4 m 宽(5.18%)、2 m 宽(4.43%)(表 1)。显然,8 m 宽的柠条林地土壤表层含水量最高,2 m 宽的最低。这是由于种植密度越大,灌木林地生态耗水量越大。坡梁地灌木林地测得的结果与之相反,即带间距 4 m 宽土壤表层含水量(4.98%) > 6 m 宽土壤表层含水量(4.86%) > 8 m 宽土壤表层含水量

(4.15%),这是由于采土样的顺序依次为下坡位、中坡位、上坡位。而土壤表层含水量来源于降水,上坡位坡度较陡,当地多急雨,不利于雨水下渗,即便有充足的降水,也只有有限的降水进入土中,且土壤活土层较薄,蓄水性能差,故土壤表层含水量较低;中、下坡位较缓,且土壤活土层相对较厚,故有利于土壤下渗蓄水,土壤表层含水量较高。因此,中、下坡位柠条林地带间距虽较窄,其土壤表层含水量仍比上坡位带间距较宽的柠条林地高。带间距6 m宽的柠条林地比4 m宽的地势低,土壤表层含水量虽比4 m宽的稍低,但相差无几,也可能是由于在地块2的1号样地采土样时土壤中石砾较多,使测得的土壤含水量存在一定误差。故坡梁地不同带间距柠条林地土壤表层含水量对比的结论与平地一致。

在今后的植被恢复重建中,要因地制宜,严禁在坡梁地种植乔木等生态耗水量较大的植被类型。灌木林的种植也要根据地形及土壤质量(主要是活土层厚度、土壤质地),合理控制其种植密度,以6~8 m宽的带间距为宜,在坡梁地土层较薄的上坡位种植柠条林的带间距应不低于8 m。随着柠条林龄的增长,植物个体增大,耗水量增加,土壤水分下降^[7],土壤干层的程度逐渐加深。因此,要适时平茬,以减少其对土壤水分的过度消耗,利于植被恢复重建与土地可持续利用。

3.3 相互毗邻的乔木林地、草地、耕地间的胁地作用 地块5中,林地、草地、耕地3种土地利用类型地块相毗邻,由北向南依次是小叶杨树农田防护林地、自然草地和耕地,三者间隔约8 m。杨树树龄约30 a,树高约15 m,胸径15~20 cm,行间距约3 m,株距约1 m,林间为羊草草地。乔木防护林地取3个采样点,测得土壤表层含水量由北向南依次为2.02%、3.08%、3.14%,表明其土壤表层含水量随靠近自然草地而有增加趋势。自然草地3个采样点的土壤表层含水量由北向南依次为3.59%、3.44%、4.40%,可见,其土壤表层含水量小于地块4的自然草地,出现严重干层。一方面因受到毗邻地块乔木防护林地的胁地作用,另一方面因紧邻耕地,受人畜践踏,使得表层土紧实,草地退化,覆盖度降低,地表蒸发量增加,因而土壤表层含水量较少。该地块自然草地的土壤表层含水量基本上随靠近乔木防护林地而降低,表明乔木防护林地吸收利用自然草地土壤表层含水量,这与乔艳琴等^[18]的研究结论一致。由于耕地已平整、播种,土壤水分状况受到干扰,故未测其土壤水分。研究区风沙危害较严重,乔木防护林可以起到防风作用,因而农田草场防护林不能完全排斥乔木林的栽种,但要与耕地保持一定距离,可在耕地与乔木防护林间种草,或对乔木采取“截根保田”措施,即把向耕地方向延伸的成林乔木根截断,以减少林地对耕地的胁地作用。

4 结论

通过测定位于半干旱区阴山北麓丘陵区的化德县七号镇不同配置方式林草地30 cm深处的土壤含水量,并对其进行土壤干层量化分级,得出以下结论:

(1)半干旱区乔、灌、草地的土壤表层含水量由大到小的顺序为草地、灌木林地、乔木林地。其中,自然草地土壤表层

含水量略高于人工草地和耕地。

(2)平地较坡梁地而言,更有利于土壤水分的保持;坡梁地中、下坡位土壤表层含水量比上坡位高。因此,严禁在坡梁地种植乔木,上坡位灌木林的种植密度应低于中、下坡位。

(3)柠条灌木林地保持土壤水分能力较好,但其土壤表层含水量的高低受造林密度影响,即随造林密度增加而有降低趋势。因此,半干旱区植被建设应以耐旱灌草为主,草灌结合,选择适宜的植被配置方式,灌草带状相间配置是主要方式;厘定合理的灌木密度,灌木带宽以1 m为宜,带间距以6~8 m宽为宜。

(4)乔木生态耗水量大,为满足自身需要,会吸收利用邻近草地和农田的土壤水分,因此,宜在耕地与其毗邻的乔木防护林地之间种适当宽度的草带,或对乔木采取“截根保田”的措施,以降低乔木林对农田的胁地作用。

该研究仅是对不同配置方式林草地土壤表层含水量影响的初步探讨,以期能为北方半干旱区新一轮退耕还林草等生态建设工程提供科学参考依据,促进土地可持续利用。

参考文献

- [1] 何其华,何永华,包维楷. 干旱半干旱区山地土壤水分动态变化[J]. 山地学报,2003,1(2):149-156.
- [2] 张建军,李慧敏,徐佳佳. 黄土高原水土保持林对土壤水分的影响[J]. 生态学报,2011,31(23):7056-7066.
- [3] 卢宗凡,张兴昌,苏敏,等. 黄土高原人工草地的土壤水分动态及水土保持效益研究[J]. 干旱区资源与环境,1995,9(1):40-49.
- [4] 田晶会. 黄土半干旱区水土保持林主要树种耗水特性研究[D]. 北京:北京林业大学,2005.
- [5] 郭忠升. 半干旱区柠条林利用土壤水分深度和耗水量[J]. 水土保持通报,2009,29(5):69-72.
- [6] 王志强,刘宝元,刘刚,等. 黄土丘陵区人工林草植被耗水深度研究[J]. 中国科学D辑:地球科学,2009,39(9):1297-1303.
- [7] 徐敬华,陈云明,邓岚. 黄土丘陵半干旱区典型人工林土壤水分特征[J]. 水土保持通报,2010,30(3):48-52.
- [8] 李玲芬,延军平,刘冬梅,等. 干旱半干旱地区不同植被条件下土壤含水量变化及植被建设途径分析[J]. 水土保持通报,2009,29(1):18-22.
- [9] 徐艳,轩留成,范迪,等. 基于样条插值方法的干旱半干旱区植被根系土壤水分特性[J]. 北京农业,2013(30):17-18.
- [10] 崔向慧. 干旱半干旱沙区人工植被与土壤水分环境相互作用关系研究进展[J]. 世界林业研究,2010,23(6):50-54.
- [11] 何福红,黄明斌,党廷辉. 黄土高原沟壑区小流域土壤干层的分布特征[J]. 自然资源学报,2003,18(1):30-36.
- [12] 陈宝群,赵景波,李艳花. 黄土高原土壤干层形成原因分析[J]. 地理与地理信息科学,2009,25(3):85-89.
- [13] 王力,邵明安,张青峰. 陕北黄土高原土壤干层的分布和分异特征[J]. 应用生态学报,2004,15(3):436-442.
- [14] 徐学选,刘文兆,高鹏,等. 黄土丘陵区土壤水分空间分布差异性探讨[J]. 生态环境,2003,12(1):52-55.
- [15] 王力,邵明安,侯庆春. 土壤干层量化指标初探[J]. 水土保持学报,2000,14(4):87-90.
- [16] 云文丽,侯琼,李友文,等. 内蒙古地区土壤水文特征的空间分布[J]. 干旱区资源与环境,2013,27(2):193-197.
- [17] 王力,邵明安,张青峰. 陕北黄土高原土壤干层的分布和分异特征[J]. 应用生态学报,2004,15(3):436-442.
- [18] 乔艳琴,樊军,高宇,等. 黄土高原水蚀风蚀交错区植被间土壤水分竞争[J]. 自然资源学报,2014,29(5):801-809.
- [19] 张素芳,马礼. 坝上高原林草地表层土壤含水量对比研究[J]. 干旱区资源与环境,2013,27(2):167-170.
- [20] 张素芳,马礼,刘姣娜. 坝上高原不同土地利用类型耕层土壤含水量对比——以康保县为例[J]. 首都师范大学学报:自然科学版,2013,34(1):66-71.