

黄土丘陵区退耕地土壤水分有效性及蓄水性能 ——以陕西省吴旗县柴沟流域为例

梁伟¹, 白翠霞¹, 孙保平¹, 齐举²

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083; 2. 陕西省吴旗县林业局, 陕西 吴旗 717600)

摘要: 对退耕还林还草区具有代表性的乔木(山杏和刺槐)、灌木、农田的土壤水分有效性和蓄水能力进行了测定和对比研究。结果表明,不同植被类型的土壤有效水含量变化范围为 1.92%~15.73%,林地比农田增加约 75.31%。0—40 cm 土层土壤蓄水量为 228.30~251.07 t/hm²,林地比农田增加约 8%。刺槐林地的蓄水性能好于山杏。研究成果对于科学地评价退耕还林还草的土壤改良效应具有重要的意义。

关键词: 退耕还林还草; 土壤水分有效性; 土壤蓄水量; 土壤改良

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2006)04-0038-03

中图分类号: S152.7

Soil Water Availability and Soil Water Storage Capacity in Forest or Grass Lands Converted from Farmlands in Loess Hilly and Gully Region

— A Case Study of Chaigou Watershed in Wuqi County

LIANG Wei¹, BAI Cuixia¹, SUN Baoping¹, QI Juyi²

(1. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University,

Beijing 100083, China; 2. Wuqi Forestry Bureau, Wuqi, Shaanxi 717600, China)

Abstract: Soil water availability and water storage were comparatively studied for the arbor (including *Prunus sibirica* and *Robinia pseudoacacia*), shrub and farmlands. It was followed that soil water availability of different vegetation types ranged from 1.92% to 15.73%. In comparison with farmlands, soil water availability on woodlands increased by 75.31%. Total soil water storage within 40cm of the soil surface ranged from 228.30 to 251.07 t/hm². In comparison with farmlands, total soil water storage capacity on woodlands increased by about 8%. Total water storage capacity of *Robinia pseudoacacia* was greater than that of *Prunus sibirica*. This study was of significance to assess the benefits of soil improvement in the regions of converting farmlands to forest or grass lands.

Keywords: converting farmlands to forest or grass lands; soil water availability; soil water storage capacity; soil improvement

退耕还林还草工程是改善区域生态系统生态服务功能的一项重大举措^[1],其实质是将低产的、环境危害严重的农田生态系统转变为林草生态系统。国家实施退耕还林还草近 5 a 时间以来,有关工程遏制水土流失、改善生态环境、增加经济效益等方面的报道较多^[2-4],而关于其对土壤水分特征方面研究较少。土壤水分有效性是评价植物对土壤水分利用程度,以及水分胁迫对植物生长影响的主要指标,土壤蓄水性能则是植被恢复与重建中重要的土壤环境因素,也是干旱、半干旱地区造林成功与否的重要影响因素。本文以陕西省吴旗县柴沟流域为试验基地,研究了该区的土壤蓄水性及土壤水分有效性,可为黄土丘陵区植被恢复和重建提供科学的依据。

试验区位于陕西省吴旗县柴沟流域,36°54' N、108°14' E,总面积 650 hm²,属半干旱温带大陆性季风气候,年平均气温 7.8℃,多年平均降雨量 483.4 mm,无霜期 146 d。土壤类型为黄土母质上发育的山地棕褐土和栗钙土,土层深厚^[5]。

1 研究方法

1.1 样地调查

在 2005 年 7 月进行,按立地条件(表 1)选取典型植被类型,乔木有山杏(*Prunus sibirica*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*),设立 10 m × 10 m 的样方,灌木有荆条(*Vitex negundo* var. *heterophylla*(Franch.) Rehd)、沙棘(*Hippophae rhamnoides* L. subsp. *sinensis*)

Rousi)、草本有紫花苜蓿 (*Medicago Sativa*)、沙打旺 (*Astragalus Adsurgens* Pall), 设立 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的样方, 并调查样方内的植物种类、生物量。

表1 样地基本情况

植被类型	平均树高/m	郁闭度/%	坡度/°	坡向	坡位	海拔/m
阳坡山杏	4.00	55	18.5	N	中下部	1 126
阳坡刺槐	3.20	75	16.0	SW20°	下部	1 377
阳坡灌木	0.52	85	10.5	SW26°	中上部	1 247
阴坡灌木	0.92	54	21.0	N	中上部	1 359
农田(CK)	—	—	18.5	S	中下部	1 352

1.2 土壤样本的采集及测定方法

在样地内按上部、中部、下部随机设置3个土壤剖面, 按0—20, 20—40 cm, 分层取样, 采集后同层混合, 四分法取样, 同时用环刀采集原状土, 土壤含水量用烘干法测定, 土壤容重、毛管孔隙度、非毛管孔隙度用环刀浸水法测定, 土壤田间持水量、凋萎含水量均由水分特征曲线计算得出, 凋萎系数按最大吸湿水的1.5倍计算^[6]。

(1) 土壤有效水计算: 土壤有效水含量(%) = 土壤田间持水量(%) - 土壤凋萎含水量(%) ;

(2) 土壤蓄水量的计算: $W_A = W_C + W_O$;

$W_C = 10^4 \times h \times P_C \times r_W$, $W_O = 10^4 \times h \times P_O \times r_W$

式中: W_A —— 土壤蓄水量(t/hm^2); W_C, W_O —— 土壤毛管、非毛管蓄水量(t/hm^2); h —— 土层厚度(m); P_C, P_O —— 毛管孔隙度、非毛管孔隙度(%); r_W —— 水容重(t/m^3)。

2 结果与分析

2.1 土壤孔隙状况分析

土壤孔隙状况影响着土壤通气、透水及根系的生长发育等, 是土体构造的重要指标之一。从土壤的孔隙情况来看(图1, 2), 不同植被类型土壤孔隙均以非毛管孔隙为主; 土壤毛管孔隙度以刺槐林(0—20 cm)最大, 为29.08%, 农田(20—40 cm)最小, 为15.80%; 非毛管孔隙度山杏林(20—40 cm)最高, 为36.97%, 阴坡灌木最低, 为30.29%。说明退耕还林还草能改善土壤孔隙状况, 这主要是由于乔木和灌木大量枯枝落叶分解产物的侵入及根系对土壤的穿插挤压及固结作用改良了土壤结构, 使林地土壤疏松多孔, 具有良好的通气、透水性能。

2.2 土壤田间持水量、凋萎系数和有效水含量分析

田间持水量最大为山杏林18.31%(图3), 最小为农田5.77%。林地明显高于农田。阴坡明显高于

阳坡。凋萎系数是衡量树种耐旱能力的一个重要指标。凋萎系数最大是农田0—20 cm处为4.13%(图4), 最小是山杏林地2.58%。两种乔木林地相比, 刺槐林的凋萎系数大于山杏林地土壤。因林地本身还有一种能忍受最低土壤含水量的特性, 凋萎系数越低, 林木的抗旱性就越强, 可见林地较灌丛、农田耐旱, 阴坡灌木比阳坡灌木耐旱。

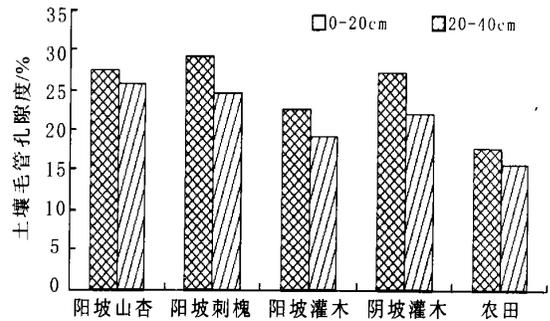


图1 不同植被类型土壤毛管孔隙度

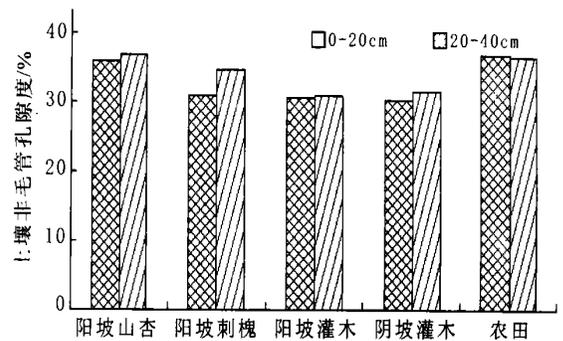


图2 不同植被类型土壤非毛管孔隙度

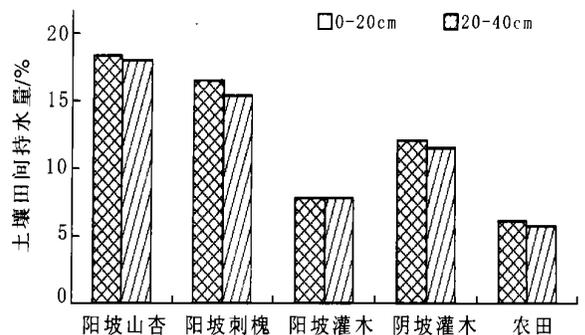


图3 不同植被类型土壤田间持水量

从土壤有效含水量可以看出(图5), 有效水的含量以山杏林20—40 cm土层最大, 它为7.54%, 阳坡灌木林0—20 cm土层最小, 它为0.71%。在干旱的黄土丘陵区, 水分是限制植物生长的主要因子, 夏季虽然降雨量有所增加, 土壤有效水含量仍然很低。因此, 在造林时要选择抗旱性强的树种, 比如油松、樟子松等。

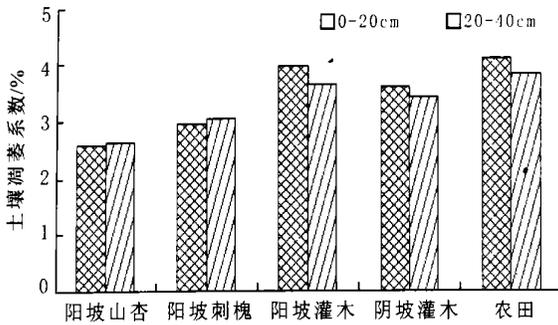


图 4 不同植被类型土壤凋萎系数

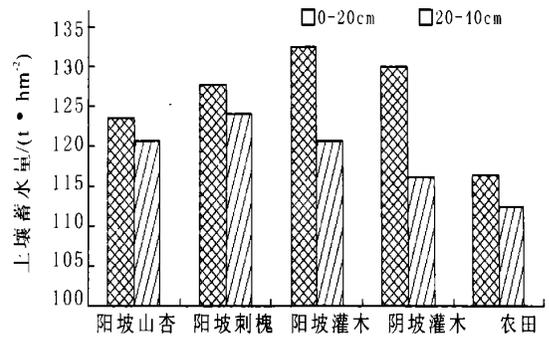


图 6 不同植被类型土壤蓄水量(0-40 cm)

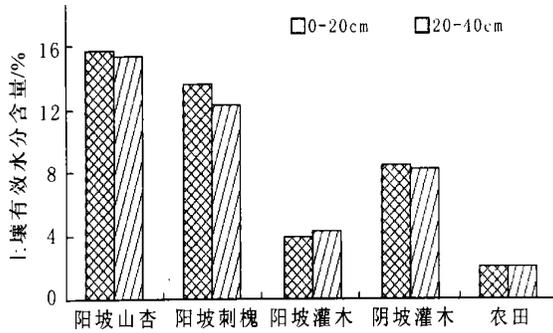


图 5 不同植被类型土壤有效水含量

从以上分析可见,不同立地条件和不同植被均会影响土壤孔隙度、凋萎系数及有效水含量,乔木和灌木林地供水状况、抗旱等方面明显好于农田,乔木好于灌木,阴坡好于阳坡。

2.3 土壤蓄水量分析

森林土壤蓄水量通常以土壤非毛管水蓄水量为计算的基准。而在半干旱、半湿润地区土壤水分很难达到饱和,林地土壤水分经常处于亏缺状态,土壤储水以吸持蓄水为主,因此,用土壤非毛管水蓄水量评价土壤蓄水性能不全面,应以非毛管孔隙和毛管孔隙蓄水能力来评价土壤蓄水性能^[7-8]。

吴旗县实施退耕还林工程以后,不同植被下土壤蓄水量变化很大(图 6)。乔木和灌木林地土壤蓄水量相比于农田都有所提高,提高的幅度为 5%~13%。灌木林地的蓄水量最大,为 132.28 t/hm²,其次为乔木林,可能是由于乔木尚属于幼林,蓄水量将来可能会进一步增加。

另外,由于受立地条件的影响,阴坡的土壤蓄水量好于阳坡。在同一坡向中,刺槐的蓄水量好于山杏。由以上分析可知,退耕还林显著地改善了土壤的蓄水性能,同时,蓄水性能的提高有利于调节地表径流,增加土壤有效水,使土壤具有更大的接纳降雨的能力。从而为更高级植被类型的生长提供了良好的土壤水分环境。

3 结论与建议

(1) 土壤的蓄水能力依据植被类型、土壤层次、立地条件的不同而异,乔木和灌木林地的蓄水能力高于农田蓄水能力。

(2) 黄土丘陵沟壑区营造人工乔木和灌木林地,可以改良土壤,减少地表径流,保持水土增加土壤水分涵养水源,特别是对 0-20 cm 土层作用更为明显。

(3) 乔木树种有较高的涵养水分的功能,建议在以后的造林中,尽量选择抗旱性强的树种,积极选择、推广混交模式,同时,在现有的林地中,不断间伐整林密度,减少树木蒸腾。尤其在春季造林时,如不采取有效措施,幼苗很难成活,当地油松幼苗就出现了大片死亡的现象。

[参 考 文 献]

- [1] 李蕾,刘黎明,谢花林.退耕还林还草工程的土壤保持效益及其生态经济价值评估[J].水土保持学报,2004,18(1):161-164.
- [2] 李清娥,李红艳.西部地区实施退耕还林对农民增收的正效应分析[J].改革与战略,2005(1).
- [3] 张玉,李灵.宁南山区退耕还林(草)存在的问题及可持续发展途径[J].林业科技,2005,30(1):18-20.
- [4] 朱传忠,向徐英.关于巩固退耕还林成果的思考[J].防护林科技,2005,65(2):45-46.
- [5] 温仲明,焦峰,卜耀军,等.黄土沟壑区植被自我修复与物种多样性变化——以吴旗县为例[J].水土保持研究,2005,12(1):1-3.
- [6] 赵世伟,周印东,吴金水.子午岭次生植被下土壤蓄水性能及有效性研究[J].西北植物学报,2003,23(8):1389-1392.
- [7] 马雪华.森林水文学[M].北京:中国林业出版社,1993.123-128.
- [8] 高人,周广柱.辽宁东部山区几种主要森林植被类型土壤矿质层蓄水能力分析[J].沈阳农业大学学报,2003,34(1):31-34.