



黄土丘陵区不同立地条件下紫花苜蓿地土壤水分动态变化

杨永东¹, 张建生¹, 蔡国军², 莫保儒², 柴春山², 王子婷²

(1. 甘肃农业大学工学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省林业科学研究院, 甘肃 兰州 730020)

摘要:研究了定西市安家沟流域不同立地条件紫花苜蓿 *Medicago sativa* 土壤水分的变化。结果表明:阳坡土壤水分均小于阴坡土壤水分,紫花苜蓿在不同立地条件下土壤水分都发生了显著的变化,但其顺序为阴坡台地>阴坡坡地>阳坡台地>阳坡坡地。不同立地类型各土壤层次的月变化存在显著差异,阴坡台地和阴坡坡地第 1 茬(4-6 月)的土壤水分极显著高于阳坡台地和阳坡坡地的土壤水分,二者间没有显著差异,而在 7 月后,阴坡台地极显著高于其他立地条件的土壤水分。不同立地条件下紫花苜蓿每层深度土层的土壤水分都发生了不同程度的变化,在整个垂直剖面上都在降低,40~100 cm 土层土壤水分降低最多。

关键词:黄土丘陵区;立地条件;土壤水分变化;紫花苜蓿

中图分类号: S963.22⁺3.3; S812.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-0629(2008)10-0025-04

*¹ 土壤水分既是制约黄土丘陵沟壑区植被恢复和重建的主要限制因子,也是决定土壤生产力的重要因素之一^[1]。水分作为植物生存的基本生活因子,它不仅影响植物个体的发育,而且决定着植物的类型,并限制植被的分布^[2,3]。充分认识各种土地利用条件下土壤水分变化状况和水分利用情况是科学利用土地资源和治理黄土丘陵区生态环境的前提^[4]。黄土丘陵区是年降水量 400~500 mm 的半干旱区,同时黄土高原地貌类型复杂多样,在不同地形部位和不同土地类型上,土壤水分在数量上差异甚为明显^[5]。紫花苜蓿 *Medicago sativa* 是优良的豆科牧草,素有“牧草之王”之称^[6-8],不仅在发展畜牧业生产、建植人工草地方面有着显著的经济效益,而且在建设和保护草地生态环境,绿化、美化生活环境等方面同样具有潜在的经济效益和重要的社会效益。

干旱是影响牧草分布及产量的重要因素之一,已成为限制苜蓿大面积扩展的重要原因。在这些地区开展草地土壤水分动态变化研究对农业生产和生态恢复具有重要意义^[9,10]。通过研究不同立地条件下草地土壤水分的变化规律,为黄土丘陵区植被建设和生态建设提供理论依据。

1 试验区地理概况

试验区位于定西市安家沟流域内,地理坐标 104°37'10"E, 35°35'10"N,气候属中温带半干旱

区,平均气温 6.3 °C,≥10 °C 的年积温 2 239.1 °C,极端最高温 34.3 °C,极端最低温 -27.1 °C,多年平均降水量 427 mm,年最大降水量 719.10 mm,最大雨强 1.78 mm/min,空气相对湿度 65.8%,日照时间 2 408.62 h,无霜期 141 d,年蒸发量 1 510 mm。试验区 1984-1998 年 15 年间总降水量 6 495.4 mm,总降水时间 1 478 d,日降水 10 mm 以下的时间 1 274 d,占总降水时间的 86.2%,累计降水量占总降水量的 45.42%。

2 材料与方法

供试材料为 3 年生紫花苜蓿;为使试验具有可比较性,试验地选择上坡位退耕地,样地类型包括坡地和台地。2005 年 4-9 月,对不同立地条件下草地土壤水分进行取样分析,每 15 d 取样 1 次,测定深度 1 m,每个样点以 20 cm 为间隔用土钻均等取样,重复 3 次。采用室内烘干法烘干,烘干温度 105°,烘干时间为 10~12 h。

3 结果与分析

3.1 不同坡向对草地土壤水分的影响 土

收稿日期:2007-10-22
基金项目:“十五”国家科技攻关项目“中国西部重点脆弱生态区综合治理技术与示范”(2004BA606A-03)
作者简介:杨永东(1985-),男,甘肃永登人,在读硕士生,研究方向为生态水利。E-mail:yangyd920@yahoo.cn
通讯作者:张建生

壤水分的损失主要是以蒸散形式存在,它主要受气温、太阳辐射和风速的影响^[11]。通过对定西安家沟流域不同坡向的紫花苜蓿人工草地土壤含水量的调查,分析不同坡向紫花苜蓿人工草地土壤水分的变化规律,结果发现,阴坡台地土壤水分明显高于阳坡台地,阴坡坡地土壤水分明显高于阳坡坡地,而坡地间的差异大过台地间的差异,台地土壤平均水分含量高于坡地土壤平均水分含量(表1)。不同坡向接收的太阳辐射量不同,造成地面温度的不同,因而土壤表面蒸发与苜蓿蒸腾水分的量也不同,造成草地土壤水分的不同;由于坡度不同,降雨后坡地的径流速度和径流量与台地不同,入渗速率也不同,土壤含水量不同。

3.2 不同立地条件下土壤水分在垂直剖面上的变化 将2005年4—9月0~20, 20~40,

表2 不同立地类型土壤含水率在垂直方向上的变异

土层深度 (cm)	阴坡坡地			阳坡坡地			阴坡台地			阳坡台地		
	均值 (%)	标准差	变异 系数	均值 (%)	标准差	变异 系数	均值 (%)	标准差	变异 系数	均值 (%)	标准差	变异 系数
0~20	12.45	5.31	42.66	9.12	3.17	34.72	12.85	5.83	45.34	10.85	3.37	31.15
20~40	10.82	3.32	30.77	7.01	2.70	38.48	11.07	4.69	42.34	8.90	2.58	29.00
40~60	9.96	3.14	31.54	6.92	2.57	37.12	10.94	3.65	33.35	8.47	2.45	28.92
60~80	9.36	3.31	35.38	6.78	2.49	36.81	10.03	2.94	29.25	7.92	2.62	33.06
80~100	9.22	2.86	31.05	6.61	1.86	28.15	9.45	2.77	29.33	7.40	1.89	25.55

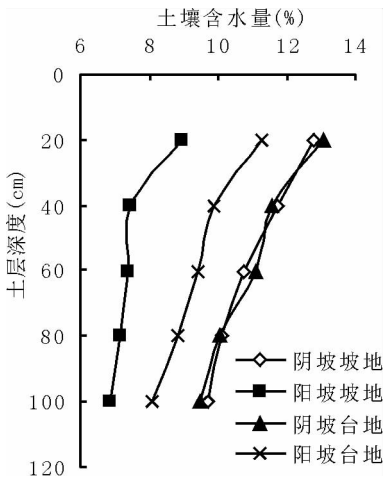


图1 不同立地条件苜蓿地土壤含水率的剖面变化

由图1和表2分析可以得出,不同立地条件下,紫花苜蓿土壤含水率的变异系数均很大,表明各层次土壤含水率在不同月份存在显著差异。各

表1 不同坡向对紫花苜蓿土壤水分的影响

土层深度 (cm)	阴坡台地与 阳坡台地 差异(%)		阴坡坡地与 阳坡坡地 差异(%)	
	相当于 降水量 (mm)	相当于 降水量 (mm)	相当于 降水量 (mm)	相当于 降水量 (mm)
0~20	2.06	67.3	3.35	161.3
20~40	2.18	76.4	3.88	228.5
40~60	2.49	77.7	3.18	131.3
60~80	2.28	82.9	2.58	114.4
80~100	2.19	87.6	2.81	123.3
平均含水量	2.24	77.7	3.16	125.7

40~60, 60~80和80~100 cm 5个土壤层次不同立地类型苜蓿土壤水分的年变化规律和土壤含水率在不同层次的变化汇总并取平均值(图1和表2)。

立地条件0~20 cm深度的变异系数均高于其他层次的变异。40~100 cm相对稳定,在各层次上变异系数逐渐减小。对于0~100 cm深度的土壤水分变化,不同立地条件下紫花苜蓿每层深度的土壤水分都发生了不同程度的变化,但在整个垂直剖面上都在降低,40~100 cm土层土壤水分降低最多。对整个垂直剖面土壤水分分析表明,阴坡台地和阴坡坡地土壤水分显著高于阳坡坡地和阳坡台地,土壤水分在各层上顺序基本保持一致,为阴坡台地>阴坡坡地>阳坡台地>阳坡坡地。

3.3 各立地条件土壤含水量逐月变化规律

3.3.1 降水与蒸发变化 在干旱半干旱区降水对土壤水分动态有着强烈的影响^[12]。降水是该地区土壤水分及作物生长需水的主要来源。根据2005年安家沟流域降水量及蒸发量资料(资料来源定西市水土保持研究所),安家坡流域5月降水

量最大,为 117 mm。4—9 月降水量占全年降水量的 79.6%,而在蒸发量较大的 7—9 月,降水量

表 3 安家沟流域 2005 年降水量及蒸发量

类型	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	总计
降水量	2.7	11.9	12.4	34.9	117.0	32.4	83.3	42.1	48.2	58.4	5.3	0.6	449.2
蒸发量	35.4	16.2	107.9	176.9	190.1	173.9	150.4	136.9	112.1	64.2	49.4	36.4	1 279.8

占全年降水量的 38.6%。4—9 月蒸发量占全年蒸发量的 73.5%,7—9 月蒸发量占全年蒸发量 31.2%。全年的蒸发量是降水量的 3 倍。

3.3.2 土壤水分变化 4—9 月不同立地类型苜蓿地土壤含水率月变化见表 4。在不同月各立地条件土壤水分均值变化基本保持一致,其顺序为:阴坡台地>阴坡坡地>阳坡台地>阳坡坡地。通过差异显著性比较分析得出,阴坡台地和阴坡坡地第 1 茬(4—6 月)土壤水分极显著高于阳坡台地和阳坡坡地土壤水分,二者间没有显著差异,而在 7 月后,阴坡台地极显著高于其他立地条件土壤水分。各立地条件最大值出现在 5 月,最小值出现在 7 月,这主要是因为 5 月降水量最大,而植物耗水量相对较小。土壤的干湿季与气候的干湿季基本一致,土壤水分的变化趋势一般情况下与降水的变化趋势是一致的。7 月是紫花苜蓿刈割期(当地在刈割紫花苜蓿时不留茬),植被覆盖程度低,土壤水分蒸发损失大。虽然 7 月处于雨季,但由于植被覆盖度低,蒸散损失大,导致 7 月的土壤含水率最低。而随着苜蓿的生长,8 月达到苜蓿的生长旺期,植被覆盖度增大,蒸散损失减小,土壤含水量升高。

表 4 不同立地条件下土壤水分的差异显著性比较

时间 (月)	阴坡台地 (%)	阴坡坡地 (%)	阳坡台地 (%)	阳坡坡地 (%)
4	11.65 ^{aA}	11.22 ^{aA}	7.56 ^{bb}	6.64 ^{bb}
5	13.15 ^{aA}	12.87 ^{aA}	12.39 ^{bb}	8.64 ^{cB}
6	10.70 ^{aA}	10.71 ^{aA}	9.42 ^{bb}	8.59 ^{cB}
7	10.06 ^{bb}	7.51 ^{aA}	6.28 ^{aA}	6.22 ^{cC}
8	12.81 ^{bb}	8.69 ^{aA}	9.98 ^{aA}	6.51 ^{cC}
9	10.73 ^{bb}	8.12 ^{aA}	7.18 ^{aA}	6.83 ^{aA}

注:同行不同大写字母代表均值极显著($P < 0.01$),不同小写字母代表均值显著($P < 0.05$)。

4 结果与讨论

分析表明,在半干旱黄土丘陵沟壑区,紫花苜蓿年生长季节内,阴坡坡地、阴坡台地、阳坡坡地

和阳坡台地 4 个立地条件土壤含水量都不同程度的发生了变化,但其从大到小的趋势为:阴坡台地>阴坡坡地>阳坡台地>阳坡坡地;不同立地类型各土壤层次的月变化存在显著差异,阴坡台地和阴坡坡地第 1 茬(4—6 月)土壤水分极显著高于阳坡台地和阳坡坡地土壤水分,二者间没有显著差异。而在 7 月后,阴坡台地极显著高于其他立地条件土壤水分;紫花苜蓿在不同立地条件下土壤含水量在垂直方向呈降低型;不同立地条件对土壤含水量影响比较大,全年阴坡地高出阳坡地 2 个百分点。

黄土丘陵沟壑区山、沟坡地,尤其是坡度 $\geq 25^\circ$ 以上的山、沟坡地占耕地面积的 60%左右,广种薄收,破坏植被,水土流失严重。在黄土丘陵生态恢复中,其中最有效的一项措施就是退耕还林,保持水土,发展畜牧业,实现经济良性循环^[13]。增加紫花苜蓿种植面积,一方面可以充分利用气候资源,提高经济效益;另一方面可以有效减少水土流失,提高植被指数,改善生态环境。李凤民等^[14]研究表明,人工草地的环境效益明显,可大幅度减少水土流失,提高降水利用率。刘巽浩^[15]认为,在西北干旱半干旱地区,水、肥主要矛盾在不同时期和不同生产力水平下有不同表现,但随着生产力水平的不断提高,水分的限制在该地区将逐渐显现得更为突出。因此,水分既是紫花苜蓿生长的主导因子,也是其生长的限制因子^[16,17]。

参考文献

- [1] 王月玲,张源润,蔡进军,等. 宁南黄土丘陵区不同生态恢复与重建中的土壤水分变化研究[J]. 农业资源与环境科学, 2005, 7(21): 367-370.
- [2] 孙长忠,黄宝龙,陈海滨,等. 黄土丘陵沟壑区人工植被和水环境相互作用研究[J]. 北京林业大学学报,

- 1998,20(3):7-14.
- [3] 郝文芳,韩蕊莲,单长卷,等.黄土高原不同立地条件下人工刺槐林土壤水分变化规律研究[J].西北植物学报,2003,23(6):964-968.
- [4] 杨文治.黄土高原林木建设与土壤水分分布关系研究[J].水土保持通报,1981,2(14):56-57.
- [5] 张北赢,徐学选,白晓华.黄土丘陵区不同土地利用方式下土壤水分分析[J].干旱地区农业研究,2006,22(4):96-99.
- [6] 余玲,王彦荣, Garnett Trevor,等.紫花苜蓿不同品种对干旱胁迫的生理响应[J].草业学报,2006,15(3):75-85.
- [7] 李宗葵,王位泰,张天锋,等.陇东黄土高原春播紫花苜蓿的生长发育及耗水规律研究[J].草业科学,2006,23(11):36-41.
- [8] 马春,孙启忠,周延林,等.不同紫花苜蓿品种的TWINSpan分类与筛选[J].草业与畜牧,2007,(1):24-27.
- [9] 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,2003,4(2):149-156.
- [10] 魏永胜,梁宗锁,吴永军,等.黄土丘陵区基于土壤水分平衡的草地建设策略[J].草业科学,2006,23(10):1-7.
- [11] 程积民,万惠娥,王静.黄土丘陵区紫花苜蓿生长与土壤水分变化[J].应用生态学报,2005,16(3):435-438.
- [12] 李洪建,王孟本,柴宝峰.晋西北人工林土壤水分特点与降水关系研究[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1998,4(4):60-65.
- [13] 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.
- [14] 李凤民,徐进章,孙国钧.半干旱黄土高原退化生态系统的修复与生态农业发展[J].生态学报,2003,23(9):1901-1909.
- [15] 刘巽浩.对我国西北半干旱地区农业若干规律性问题的探讨[J].干旱地区农业研究,2000,23(1):1-2.
- [16] 孙洪仁,刘国荣,张英俊,等.紫花苜蓿的需水量、耗水量、需水活度、耗水强度和水分利用效率研究[J].草业科学,2005,22(12):24-30.
- [17] 王琦,张恩和,龙瑞军,等.不同灌溉方式对紫花苜蓿生长性能及水分利用效率的影响[J].草业科学,2006,23(9):75-78.

Soil moisture dynamics of alfalfa pasture at different eco-sites in Gullied Loess Area

YANG Yong-dong¹, ZHANG Jian-sheng¹, CAI Guo-jun², MO Bao-ru²,
CHAI Chun-shan², WANG Zi-ting²

(1. The Engineering college of Gansu Agricultural university, Lanzhou, Gansu, 730070;

2. Gansu Forestry Research Institute, Lanzhou, Gansu, 730020)

Abstract: Soil moisture dynamics of alfalfa pasture at different eco-sites in Anjiagou valley was studied. The results showed that the soil moisture changed significantly at different sites. The soil moisture in north hill was lower than in the south, the order southern ladder > northern slope > southern ladder > northern slope. The monthly changing of water content was dramatically different, southern ladder and southern slope were higher than other sites from April to June, and both showed no significant. But southern ladder significantly was higher than other sites after July. At different eco-sites, the soil moisture was changing at each layer in alfalfa pasture; it was decreased at all vertical sections, most moisture was at 40-100 cm depth.

Key words: Gullied Loess Area; eco-site; soil water change; *Medicago sativa*