

东北黑土区丘陵漫岗夏季坡面土壤水分差异分析

杨新^{1,2}, 刘宝元¹, 刘洪鹤¹

(1. 北京师范大学 地理学与遥感科学学院 教育部环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875; 2. 陕西省气象科学研究所, 陕西 西安 710015)

摘要: 在 7 月雨季过后, 用 TDR 在典型黑土区小流域做土壤水分调查。结果显示: 小流域坡面从下部到上部, 表层 10 cm 土壤水分含量变化幅度最大。在深度上, 表层 10 cm 水分含量最低, 0~30 cm 内由上到下水分迅速增加, 从 30 cm 以下到 100 cm 趋于稳定。坡面 3 个部分中, 在表层 10 cm 水分含量下部最高, 中部次之, 上部最低; 20 cm 土层水分含量上中下 3 部分相差无几, 而在 30 cm 以下到 100 cm, 土壤水分含量由高到低基本上是上部、下部和中部。坡面上的林带在相同条件下土壤含水量显著低于豆地, 但因为宽度只有 10 m 左右, 从变化趋势来看其影响深度仅在 1 m 以内。沟底林带地势低, 表层水分较高, 因宽度大而影响深度要超过 1 m。麦地和豆地相比, 土壤水分含量较低。

关键词: 黑土区; 土壤水分; 差异; 坡面; 夏季

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2006)02-0037-03

中图分类号: S152.7

Soil Moisture Content on Slope in Summer Season in Black Soil Region of Northeastern China

YANG Xin^{1,2}, LIU Bao-yuan¹, LIU Hong-hu¹

(1. College of Geography and Remote Sense Science, Beijing Normal University,

Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education,

Beijing 100875, China; 2. Meteorological Institute of Shaanxi Province, Xi'an 710015, Shaanxi Province, China)

Abstract: In a typical black soil region, soil moisture content was investigated using the Time Domain Reflectometry in July, 2004. The conclusion is that in the small drainage, soil moisture content within 10 cm of soil surface is the most variable and the least, and then increases rapidly below the surface layer. In a layer from 30 to 100 cm soil moisture content tends to be steady. At the depth of 10 cm, the soil moisture content sort by ascending is down side part, middle part and upside part; to the 20 cm depth, the soil moisture content is consistent, but the ascending sort is upside part, down side part and middle part between 30 cm and 100 cm. Soil moisture of the woodland on slope is far lower than the soybean land, and the impact of slope woodland seems to terminate at a depth of 1 m; the woodland in gully is wider than that on slope, so the impact reaches to the depth more than 1 m. Soil moisture of barley field is much lower than that of soybean field.

Keywords: black soil region; soil moisture content; difference; slope; summer

土壤水分状况是影响作物生长发育和产量的重要因素, 是评价土壤资源优劣的主要特征之一, 在土壤资源利用中具有举足轻重的地位。同时土壤水分也是水文、气象、农业环境以及水土保持研究中的重要参数, 是地表水存储的组成部分, 在地表与大气的能量交换中扮演着重要的角色。

当前我国的土壤水分研究主要集中在黄土高原地区^[1-3], 研究内容涉及多个方面, 从坡向、土地利用方式以及土壤水分与水保措施、环境之间的关系等不同侧面研究了黄土高原的土壤水分空间分

布^[4-7]。黄土高原地区丰富的土壤水分研究基础使得其空间预测模型得以建立^[8]。而对东北黑土区土壤水分的研究还处于起步阶段, 需要从最基础的研究做起。

黑龙江土壤一般上层为腐殖质层, 下部为黄土或黄黏土母质。土壤水分一般来说, 在冬季因上层土壤冻结和积雪覆盖而得以很好的保持, 春季融冻后易在 10~40 cm 形成一年中最高的含水层; 6—7 月由于蒸发增加, 土壤湿度迅速减少, 湿度值达一年中最小; 7 月底 8 月初因雨季来临土壤湿度有所增加, 9 月以

收稿日期: 2004-11-20

资助项目: 国家自然科学基金重点项目“东北黑土区土壤侵蚀机理与土地退化预警(40235056)”

作者简介: 杨新(1976—), 女(汉族), 河北辛集市人, 博士研究生, 主要从事自然地理专业方面的研究, E-mail: yangxinxin_3@sohu.com。

后,由于温度降低土壤逐渐冻结^[9]。本研究选择典型黑土区的小流域,在土壤水分最为活跃的夏季,使用便携式时域反射仪 TDR (Time Domain Reflectometry, 简称 TDR; type ML2) 调查土壤水分在坡面上的差异以及土地利用类型不同造成的土壤水分差异。

1 研究区特征与方法

1.1 研究区特征

研究区位于黑龙江九三垦区鹤山农场,北纬 48°46′~49°02′,东经 124°53′~125°27′。南北长 50 km,东西宽 30 km,总面积为 287 km²。属于大兴安岭南麓的丘陵漫岗地带,坡度一般为 1°~6°之间,地表起伏复杂;丘陵间带状窄长沟谷常年渍水,形成沼泽化草荒地。水蚀、风蚀造成的水土流失严重。

属寒温带大陆性季风气候,降水季节分配不均,容易春旱秋涝。

1.2 研究方法

选择位于鹤山农场六队的典型小流域,应用便携式时域反射仪 (Time Domain Reflectometry, 简称 TDR; type ML2) 测定 0~100 cm 深度内土壤水分体积含量,深度间隔为 10 cm。

1.3 数据来源

土壤水分数据采集地点,在小流域内的阳坡上,从坡底部沿侧沟到上部,每隔 50 m 布设一个采样点,在中部的林带中心、林带边沿和距林带 10 m 处增加 3 个样点,以对比林带和豆地的土壤水分差异,坡面共计 21 个样点。另外选择小流域沟头处的麦地、沟中的草甸、沟底林带分别设 2 个样点比较土地利用方式间土壤水分的差别。土壤水分含量测量日期为 2004 年 7 月 14~15 日。

2 坡面上土壤水分差异

2.1 坡面土壤水分差异

坡面上各点的各深度土壤水分含量值作图 1。由图 1 可以看出,表层 10 cm 内的土壤水分含量从坡的下部到上部变化最大,这是因为表层常年进行耕翻和铲趟,形成疏松多孔的耕作层,受地表生物气候的影响较大,干湿更替明显,水分变动范围可以从饱和持水量到凋萎系数以下^[10]。坡的上部比坡下部表层 10 cm 内的土壤水分含量明显低很多。

这一方面由于地势影响,土壤水分往低处运移;再一方面随着土壤不断被侵蚀,坡上部土壤质地越来越差,造成保水能力不高而易损失水分。10~20 cm 内各点土壤水分都比 10 cm 高。其它几个深度上的土壤水分含量从坡下部到上部的变化很相似,基本上

都是在林带急剧下降,形成一个低谷,从坡下部到上部水分含量差距不象表层 10 cm 那样明显。坡下部豆地中第 2 点表层 10~40 cm 比其它各点明显低很多,是因为该点处豆苗极为稀少,几乎无植被覆盖。总体来说,在深度上,表层水分含量最低,随深度增加水分含量有所升高;在水平方向上,林带中心和林带边沿的各个层次土壤含水量都最低。坡面上的林带把坡分为 3 个部分,各部分不同深度土壤水分含量平均值的变化如图 2 所示。3 个部分在深度上的变化较一致,都是表层 10 cm 内土壤含水量最低,从表层到 30 cm 迅速增加,40 cm 到 100 cm 内趋向于比较稳定,这主要由于夏季旺盛的蒸发强烈影响了表层土壤水分含量。表层 10 cm 内土壤水分含量由多到少依次是下部、中部和上部。如上所述,其原因可归结为地势和水土流失。10~20 cm 深度土壤水分含量各个部分趋向一致。从 30 cm 到 100 cm 内的土壤含水量由多到少基本上是上部、下部和中部,原因可能是处于耕作层下,透气透水性差,土壤水分变化比上层缓慢,变幅小且比较稳定,受外界影响不大。

2.2 不同土地利用方式土壤水分差异

土壤水分状况与土地利用和植被覆盖密切相关,土壤水分影响植物生长,而土地利用和植被覆盖也影响土壤水分的含量和分布。东北丘陵漫岗区典型土地利用类型有林地、豆地、麦地和草甸。从坡面上的林带和豆地的土壤水分差异(图 3)也可以看出林地的强烈的耗水作用。林带中土壤水分随深度增加而逐渐增大,与黄土高原不同^[11],原因可能是林带的宽度只有约 10 m。在 10 cm 以内,林带中心比林带边沿土壤水分含量低 21.2%,比距林带 10 m 的豆地低 57.2%。随着深度的增加,林带中心和林带边沿的土壤水分含量逐渐增加,同豆地的差距逐渐减小。距林带 10 m 的豆地中土壤水分含量耕作层 0~20 cm 比 30~70 cm 低,到 80 cm~100 cm 又有所降低,与林带几乎没有差异。由于林带宽度只有约 10 m,其影响深度不大,从趋势来看,坡面上林带对土壤水分的影响止于 1 m 深度上。

同样是林带,坡面和沟底林带有显著差异(图 3)。在 0~50 cm 深度内,沟底林带土壤水分含量明显高于坡面林带,这可理解为坡面地形差异的结果;在 60 cm 以下坡面林带土壤水分呈增加趋势,而沟底林带显著减少,可能是因为沟底宽度数倍于坡面林带,因而沟底林带的影响深度要大于坡面林带。

草甸是小流域内土壤水分最充足的地方,在各个层次上,土壤水分含量都远远高于林带、豆地和麦地。

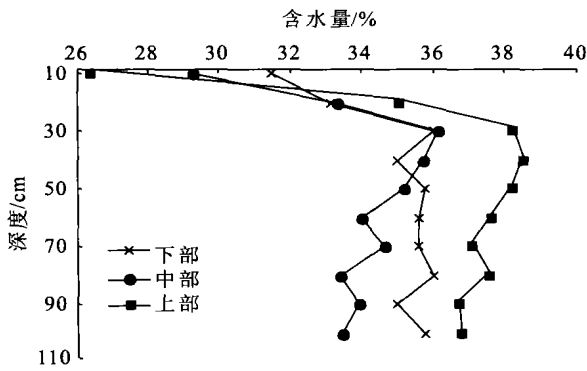


图 1 坡面三部分土壤含水量比较

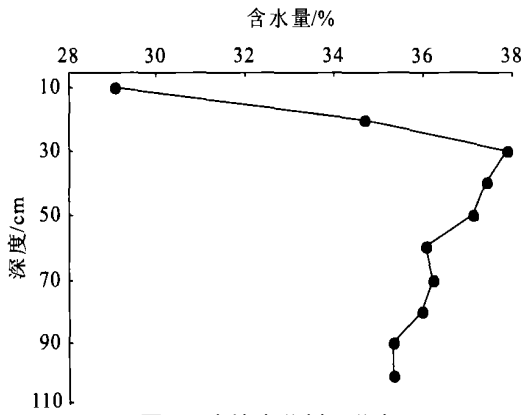


图 2 土壤水分剖面分布

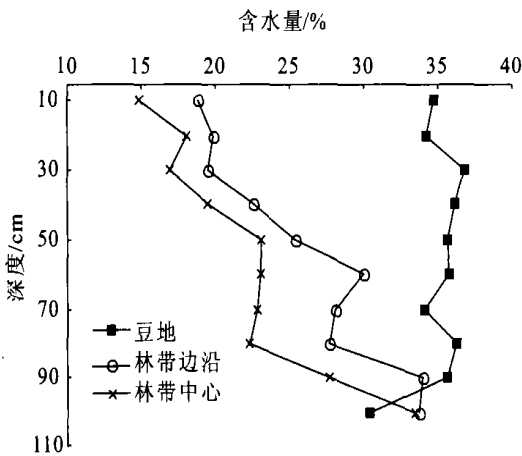


图 3 坡地上林带与豆地土壤水分差异

麦地耗水量相当大, 土壤水分含量较低。东北丘陵漫岗区农业靠雨养, 麦地自然的就被分配到坡顶等水分条件不好的地块, 这就更使麦地的土壤水分含量比其它农地低很多, 土地坚硬, 水分损失快。

3 结 论

通过上面的分析, 总结出东北黑土区小流域内坡面上土壤水分分布有以下特点。

(1) 小流域坡面上从下到上各个采样点中, 表层 10 cm 内的土壤水分含量变化最大, 受地势和侵蚀的影响, 在坡的上部表层 10 cm 内的土壤水分含量最低。其它几个深度上的土壤水分含量从坡下部到上部的变化不象 10 cm 深度上那样分明, 基本上都在林带有一个低谷, 上部和下部的水分含量相差不是很大。总体来说, 在深度变化上, 表层水分含量最低, 随深度增加水分含量有所升高; 在各个采样点当中, 林带中心和林带边沿的各个深度都最低。

把坡面分成 3 部分来看, 表层 10 cm 以内土壤水分含量下部最高, 中部次之, 上部最低。而在 30 cm 以下到 100 cm 以内, 土壤含水量由高到低则依次是上部、下部、中部。坡面土壤水分在深度上的变化, 主要体现在表层 0~20 cm 内由上到下含水量迅速降低, 而从 30 cm 以下到 100 cm 以内趋于稳定, 没有明显变化。

(2) 在小流域坡面土地利用方式中, 坡面上的林带耗水量远远大于豆地, 但因其宽度不大, 影响深度也不是很大。从土壤水分剖面变化趋势看, 坡面林带影响深度仅在 1 m 以内; 沟底的林带因地势低, 表层水分条件较好, 但其宽度大, 土壤水分随深度增加呈减少趋势, 其影响深度要超过 1 m。

本文仅选择了东北黑土区的一个微型小流域, 在 7 月雨季结束后, 稳定一周以后, 测定土壤水分在坡面上的差异, 以及林带对土壤水分的影响。但是未涉及到土壤水分在时间上的变化, 也没有排除小流域的不同地貌部位对各种土地利用方式下土壤水分的影响, 这是需要改进的地方。另外 7 月份蒸发旺盛, 各样点土壤水分测定必须在没有发生显著变化的时间内完成, 这样就不便于采取空间网格的大量测点法来分析土壤水分在较大范围内的空间变异特征。随着侵蚀的发生, 表层黑土厚度不断变化, 坡上侵蚀, 坡下相对淤积, 犁底层也在变化, 这些都影响了土壤水分含量, 值得深入研究。

[参 考 文 献]

[1] 李玉山. 黄土区土壤水分循环特征及其对陆地水分循环的影响[J]. 生态学报, 1983, 3(2): 91-101.
 [2] 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.
 [3] 杨文治, 邵明安, 彭新德, 等. 黄土高原环境的旱化与黄土中水分关系[J]. 中国科学(D 辑), 1998, 28(4): 357-365.
 [4] 刘梅, 蒋定生, 黄国俊, 等. 不同坡面位置土壤水分差异规律分析[J]. 水土保持通报, 1990, 10(2): 16-20.

带状混交林的油松当沙棘以串根萌蘖的方式侵入油松林带后,其生长量开始大于油松纯林的油松,当油松带内萌蘖的沙棘覆盖度达 40%~45% 时(栽后第 8 a),沙棘冠层高度低于油松树高,带状混交的油松生长量明显高于油松纯林的油松,林地覆盖度也高于油松纯林。

宽行混栽沙棘平茬的油松,平茬后第 1 a 的生长量与纯林的差异不显著,从平茬的第 2 a 开始,其树高、地径、顶梢生长量均大于油松纯林的油松;平茬后的第 3 a,平茬的沙棘覆盖度达 40%~45% 时,冠层高度低于油松树高,油松生长量、林地覆盖度等明显大于油松纯林的油松。

不同年份的降水量对油松生长有一定的影响,但对当年的油松生长影响不显著,而与翌年油松生长量成正相关,即降水对油松的生长影响滞后 1 a。

从试验中可以看出,在黄土高原丘陵沟壑区,油松沙棘混交林当沙棘的冠层高度低于油松的树高,沙棘覆盖度在 40%~45% 时促进油松生长;当沙棘的冠层高度高于油松,覆盖度在 70%~75% 以下时,油松生长良好。

当覆盖度超过 80%~85% 时,油松开始死亡。生产中采用油松沙棘宽行混交沙棘平茬和带状混交,调整沙棘的覆盖度,不但可促进林分早日郁闭,而且可促进油松早日成林。

[参 考 文 献]

- [1] 吴钦孝,杨文治.黄土高原植被建设与持续发展[M].北京:科学出版社,1998.42-47,254-276.
- [2] 蒋定生.黄土高原水土流失与治理模式[M].北京:中国

水利水电出版社,1998.115-124.

- [3] . . 布克什特诺夫.沙棘 R].西安:陕西省沙棘开发利用科学研究中心,1987.1-68.
- [4] 王俊峰,梁宗锁.沙棘生物学特性与利用[M].西安:陕西科学技术出版社,1999.1-84.
- [5] 侯喜录,梁一民.黄土丘陵沟壑区水土保持林体系建设及效益分析[J].西北水土保持研究所集刊,1991(4):130-132.
- [6] 侯喜录,白岗栓,曹清玉.黄土丘陵区森林保持水土效益及其机理的研究[J].水土保持研究,1996(2):98-103.
- [7] 刘明国,姜辉.辽西地区杨树沙棘、油松沙棘混交林混交技术探讨[J].沈阳农业大学学报,1998(2):148-151.
- [8] 王世忠,李树民.半干旱地区油松纯林改造成混交林效益分析[J].林业科技通讯,1999(6):22-24.
- [9] 张永涛,张吉华,高伟.不同集水面积和施肥量对油松、侧柏生长的影响[J].林业科技通讯,2000(10):17-19.
- [10] 杨澄.油松飞播林生长规律的研究[J].西北林学院学报,1996(4):24-27.
- [11] 李晓华,陈绍周,柏玉珍,等.油松沙棘混交林测试与分析[J].辽宁林业科技,1990(4):8-11.
- [12] 侯喜录,曹清玉,白岗栓.陕北黄土区不同森林类型水土保持效益的研究[J].西北林学院学报,1994(2):20-24.
- [13] 侯喜录,白岗栓,曹清玉.刺槐、柠条、沙棘林土壤入渗及抗冲性对比试验[J].水土保持学报,1995(3):90-95.
- [14] 胡建中,范小玲,王愿昌,等.黄土高原沙棘人工林地土壤抗蚀性指标探讨[J].水土保持通报,1998(2):26-30.
- [15] 仲庆林,韩素梅.油松沙棘混交林土壤酶活性状况的研究[J].辽宁林业科技,2001(2):18-19.
- [8] 邱扬,傅伯杰,王军,等.黄土丘陵小流域土壤水分空间预测的统计模型[J].地理研究,2001,20(6):739-751.
- [9] 张秀芝,吴迅英,何金海.中国土壤湿度的垂直变化特征[J].气象学报,2004,62(1):51-61.
- [10] 中国科学院林业土壤研究所.中国东北土壤[M].北京:科学出版社,1980.
- [11] 原焕英,许喜明.黄土高原半干旱丘陵沟壑区人工林土壤水分动态研究[J].西北林学院学报,2004,19(2):5-8.

(上接第 39 页)

- [5] 傅伯杰,陈利顶,马克明.黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响[J].地理学报,1999,54(3):241-246.
- [6] 王军,傅伯杰,邱扬,等.黄土丘陵区土地利用与土壤水分的时空关系[J].自然资源学报,2001,16(6):521-524.
- [7] 穆兴民.黄土高原土壤水分与水土保持措施相互作用[J].农业工程学报,2000,16(2):41-45.