

# 长武塬区不同土地利用条件下土壤水分剖面分布特征比较

武阿锋<sup>1</sup>, 刘文兆<sup>1,2</sup>

(1. 西北农林科技大学资环学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 通过调查取样的方法对长武塬面不同土地利用条件下(作物地, 果园, 苜蓿地)土壤水分状况在 0~600 cm 范围深度内进行对比, 结果显示: 长武塬区小麦收获期, 不同土地利用条件下土壤水分含量总体存在较大差异, 其中春玉米地由于上年小麦收获后直到春玉米播种前土地休闲, 土壤含水量显著高于其它土地利用方式。其它土地利用条件下土壤平均含水量相对较低, 在 0~300 cm 的范围内含水量分布表现为果园 > 苜蓿地 > 小麦地。300 cm 以下含水量表现为小麦地 > 果园 > 苜蓿地; 同时, 不同利用条件下土壤水分剖面低湿层的位置深度也不相同, 小麦地土壤水分低湿层深度较果园地和多年苜蓿地浅, 土壤水分剖面形态与分布特征受利用模式影响显著。

**关键词:** 土壤水分; 土壤水分垂直分布; 长武塬区

**中图分类号:** S172.7    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000-7601(2009)05-0133-04

水是黄土高原植物生长的主要限制性因子。降水是黄土高原土壤水分的唯一来源<sup>[9]</sup>, 土壤水分条件的好坏直接影响着植物的生长。土壤干化现象最早发现于 20 世纪 60 年代<sup>[5]</sup>, 随后逐渐引起人们的重视。由于大多数人工林草地土壤水分需求大于降水补给量, 形成了利用型“土壤干层”<sup>[1~3]</sup>, 土壤干层的出现不仅在农业上引起粮食产量的波动, 而且在林业上也造成了大面积低产林甚至枯死林<sup>[2]</sup>。因此, 研究土地利用方式变化对黄土高原土壤水资源储量的影响, 探讨土壤水分在土壤剖面上的分布特征, 维护土壤-植被系统健康稳定的土地利用模式, 可以进一步合理利用土地, 协调不同利用方式水分平衡, 以期旱地农业的可持续发展提供依据。

## 1 研究区概况及研究方法

### 1.1 研究区域概况

研究区选在长武县塬面区, 长武县位于黄土高原中南部的陕甘交界处, 距西安 200 km。塬面海拔 1 220 m, 属暖温带半湿润大陆性季风气候, 平均年降水 584 mm, 年均气温 9.1 °C, 全年 0 °C 活动积温 3 688 °C, 年日照时数 2 226.5 h, 年太阳总辐射量 484 kJ/cm<sup>2</sup>, 热量供作物一年一熟有余, 无霜期 171 d, 地下水埋深 50~80 m, 农业生产依赖天然降水, 属典型的雨养旱作农业区。地貌属典型的高原沟壑区。

土壤属于黑垆土, 母质是深厚的中壤质马兰黄土, 全剖面土质均匀疏松, 通透性好, 深厚的土层和良好的物理性质, 犹如土壤水库和养分库, 给植物生长提供了有利的条件。

### 1.2 研究方法

土壤水分测定时间为 2008 年 6 月 24 日, 属小麦收获季节, 长武站王东村测 2006 年降水量为 526.7 mm, 2008 年 1~5 月降水量为 49.7 mm。运用土钻烘干法对塬面农、林、草地土壤含水量进行测定, 取样深度为 0~600 cm, 0~100 cm 以 10 cm 为一个层次, 100~600 cm 以 20 cm 为一个层次, 共 35 个层次。其中不同土地利用类型主要包括了玉米轮作地, 小麦连作地, 不同年限果园, 以及多年苜蓿地。

## 2 结果与分析

### 2.1 塬面不同利用方式土壤水分差异分析

本文以小麦收获期不同利用方式下土壤水分测定结果为例, 讨论土壤水分的垂直分布特点, 图 1 为塬面不同土地利用类型下土壤水分剖面分布图。

**2.1.1 不同土地利用类型下土壤水分差异** 如图 1 所示, 与其它土地利用模式相比, 玉米地土壤含水量相对较高, 原因在于由于轮作的原因, 从去年小麦收获后一直到玉米播种前, 为休闲期, 耗水量较少, 蓄存的降水量较多, 土壤平均含水量为 18.03%, 因

收稿日期: 2009-04-20

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-424-1); 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD09B09)

作者简介: 武阿锋(1984—), 男, 陕西耀县人, 硕士研究生, 主要研究方向农田土壤水分研究。E-mail: afeng436@163.com。

通讯作者: 刘文兆, E-mail: wzliu@ms.iswc.ac.cn。

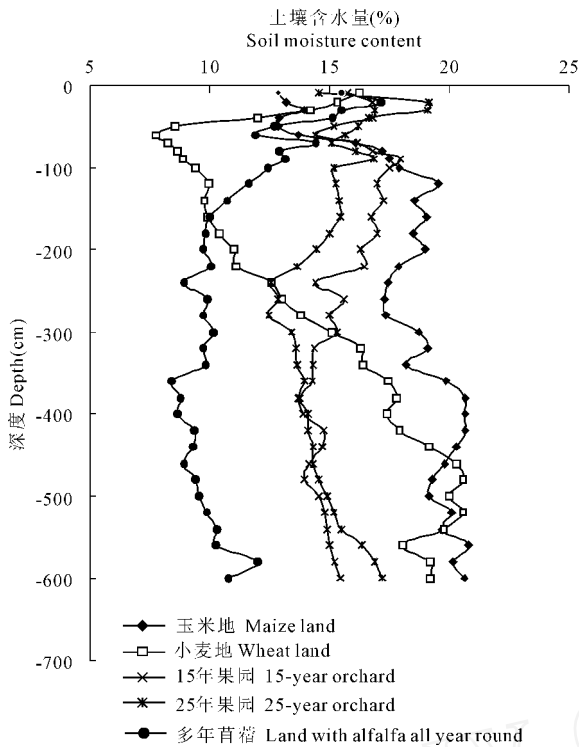


图 1 不同土地利用条件下的土壤水分分布

Fig. 1 Distribution of water content in different land-use patterns

米地外,其它利用类型在 0~300 cm 土壤垂直剖面上的平均土壤含水量由高到低依次是:果园 > 苜蓿地 > 农田,农田水分明显低于其它两种土地利用类型,由于在雨季到来之前,农田主要以小麦收获地为主,小麦生长期消耗了土壤水分,从而使得土壤含水量低于其它利用模式。而在 300~600 cm 时土壤垂直剖面上的平均土壤含水量由高到低依次为:小麦地 > 果园 > 苜蓿地。小麦地土壤水分反而高出其它两种利用方式,说明了不同植被在水分利用方面的差异,从而导致了土壤水分的利用型差异。

对塬面不同土地利用方式下土层土壤含水量,进行多重比较(SAS 8.0),结果也表明 0~50 cm 土层土壤含水量果园显著高于苜蓿地和小麦地,50~100 cm 土层土壤含水量表现为玉米地和果园极显著高于果园苜蓿地,苜蓿地极显著高于麦茬地。100~200 cm 土层麦茬地和苜蓿地表现出极显著低于其它几种利用方式下土层含水量,在 200 cm 以下则表现出玉米地土壤含水量极显著高于其它利用方式下土壤含水量。而苜蓿地表现出土壤含水量极显著低于其它土地利用方式下土壤含水量,而小麦地土壤在经过 200~300 cm 层过渡,在 300~600 cm 土层表现出含水量小麦地显著高于果园土壤。

此表现出在 0~300 cm 土层拥有较高含水量。除玉

表 1 塬面不同土地利用条件下土层土壤含水量差异性显著性比较

Table 1 Comparison on differences of soil water content among different soil layers in different land-use patterns

土层深度 Depth (cm)	玉米地 Maize land	麦茬地 Land after wheat harvest	15 年果园 15-year orchard	25 年果园 25-year orchard	多年苜蓿 Land with alfalfa all year round
0~50	13.16Ca	13.28BCa	16.30ABa	17.14Aa	15.22ABCa
50~100	16.50Aa	8.60Cc	16.58Aa	15.77Aa	12.97Bb
100~200	18.94Aa	10.21Ee	16.87Bb	15.14Cc	10.39Ee
200~300	17.76Aa	13.13Cc	15.37Bb	13.01Cc	9.77Dd
300~400	19.72Aa	17.09Bb	14.13Cc	13.81Cc	9.09Dd
400~500	19.86Aa	19.61Aa	14.44Bb	14.43Bb	9.32Cc
500~600	20.29Aa	19.38Ba	15.08Db	16.24Cb	10.64Ec

注:表中同行数据后小写字母不同表示差异显著,大写字母不同者表示差异极显著。

Note: Different small letters in the same row of the table mean significant difference, while different capital letters mean extremely significant difference.

2.1.2 不同土地利用方式下土壤水分低湿层 由图 1 也可以看出,在小麦地利用方式下土壤水分低湿层出现在 0~100 cm 深度处,果园林地利用方式下土壤水分低湿层出现在 200~300 cm,多年苜蓿土壤水分低湿层出现在 300~400 cm 处,这符合了剖面土壤水分低湿层与植物根系活跃层一致的观点<sup>[6]</sup>。小麦根系活跃主要在 0~100 cm,因此小麦地利用方式下土壤低湿层出现在 0~100 cm 土层。果园土壤水分低湿层较为深,果园地强烈耗水层在

250~500 cm 之间,在 250 cm 以下土壤水分明显降低。由于苜蓿耗水,多年苜蓿使得土壤水分在 0~600 cm 整体都低于其它各种利用方式。

2.2 塬面不同果龄果园地土壤水分差异性

通过对长武县王东村塬面不同果龄果园土壤水分的调查,结果如图 2,以 15 年和 25 年果龄果园为例,土壤含水量也表现出一定的差异性,在 0~100 cm 范围内果园土壤含水量趋势基本相同,在 100~300 cm,由于果树长期耗水,土壤水分得不到及时补

给,因而表现出在该层25年果龄果园土壤含水量极显著低于15年果龄果园土壤含水量,表明常年果园对该层土壤还水量有较大影响。400 cm以下土壤含水量趋势基本相同。

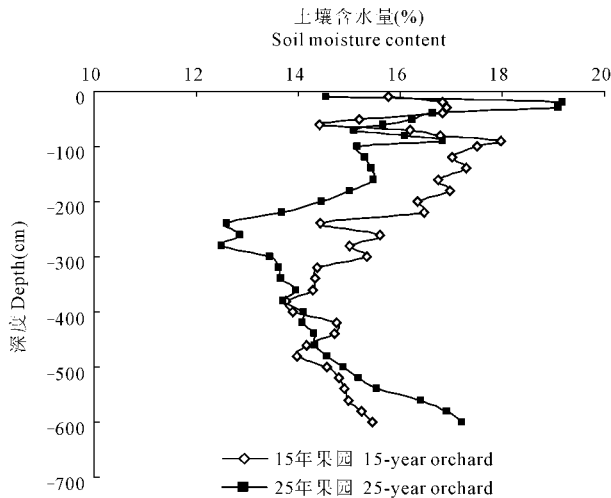


图2 不同果龄果园土壤水分分布

Fig. 2 Distribution of water content in different planting-life orchard

### 2.3 土壤水分的垂直分布

2.3.1 土壤水分垂直分布的共同特点 由图1可以看出,小麦收获地、果园、苜蓿地在0~100 cm土壤含水量垂直分布都有上高下低,上下过渡剧烈的共同特点。在小麦收获后,土壤含水量在60 cm达到最低值为6.58%,造成这种趋势的原因主要是,作物生长消耗一定的土壤水分,降水对土壤水分虽有一定的补偿,但效果并不明显,因而在0~100 cm出现了上高下低的趋势,但由于不同利用方式对水分的利用深度不同,小麦地在300 cm以下土壤含水量大于果园和苜蓿地,是由于小麦的扎根深度一般在280~300 cm<sup>[2]</sup>。作物吸收0~300 cm土壤水分使得土壤水分在该层消耗剧烈,而0~100 cm土层土壤水分容易得到降水补给,100~300 cm土壤水分由于不能及时得到雨水补给而处在较低水平,300~450 cm处于过度层,450~600 cm土壤含水量则处于较高水平。明显高于果园和苜蓿地土壤平均含水量,这是由于不同利用方式对土壤水分的利用深度的不同,果树和苜蓿对土壤水分的需要深度均要比小麦地深。

2.3.2 土壤水分垂直分布的差异性特点 虽然土壤水分在垂直分布方面存在着共同特点,但他们之间也存在着一定的差异,主要表现在以下几个方面:

第一,土壤水分在垂直0~600 cm内,平均含水量由高到低依次为玉米地(18.03%)>果园

(15.31%)>小麦(14.61%)>苜蓿(11.06%)。这主要是由于玉米地在经历了半年的休闲后,对土壤水分消耗较少,因而土壤水分含量较高,而苜蓿耗水较深,多年苜蓿土壤含水量明显低于其它利用模式。

第二,多年苜蓿土壤水分在100 cm以下基本低于10%,变动在8%~11%之间,这说明种植苜蓿对土壤深层水分有强烈的消耗作用,深层土壤含水量很难得到补给。冬小麦地土壤水分低湿层出现在50~100 cm,这说明小麦对土壤剖面上部利用强烈。

第三,在300 cm以下剖面上的土壤湿度,依次为小麦地>果园>多年苜蓿地,平均湿度分别为18.42%、14.67%和9.71%,小麦土壤和多年苜蓿地的土壤水分差异显著,说明对土壤深层水分利用强度的大小,苜蓿大于果树,果树大于小麦。

## 3 小结

根据以上研究可以看出在黄土高原雨季到来之前,不同土地利用模式下土壤水分含量表现出一定差异性,在100~200 cm的范围内含水量分布表现为果园>苜蓿地>小麦地。200~300 cm是小麦地土壤水分的过渡层,300 cm以下含水量表现为小麦地>果园>苜蓿地。小麦地由于小麦收获消耗浅层土壤水分,使得土壤含水量明显低于其它利用模式,草地长期消耗土壤水分,使得土壤水分整体都较低偏低。多年苜蓿地,不同年限果园土壤水分垂直分布表现出在100~400 cm范围内,25年果龄果园土壤含水量明显低于15年果龄果园。在雨季到来之前,果园土壤水分低湿层分布在100~400 cm处,上层水分高于下层。而麦茬地土壤水分低湿层则分布较浅,深层土壤水分高于浅层。

农林草地土壤水分垂直分布也存在差异,主要表现在土壤水分深层浅层土壤水分状况,由此可以看出不同土地利用方式对土壤水分的利用深度存在差异,合理调整土壤利用方式,对于涵养长武塬区土壤水源有深远影响。

### 参考文献:

- [1] 黄明斌,杨新民,李玉山.黄土高原生物利用型土壤深层的水文生态效应研究[J].中国生态农业学报,2003,7(11):113-116.
- [2] 王国梁,刘国彬,周生路.黄土高原土壤干层研究述评[J].水土保持学报,2003,17(6):156-159.
- [3] 王力,邵明安,张青峰.陕北黄土高原土层的分布和分异特征[J].应用生态学报,2004,15(3):436-442.
- [4] 李玉山,喻宝屏.土壤深层贮水对小麦产量效应的研究[J].土壤学报,1980,2(17):43-54.
- [5] 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.
- [6] 王 兵, 刘文兆, 党廷辉, 等. 长期施肥条件下旱作农田土壤水分剖面分布特征[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(3): 411—416.
- [7] 张北赢, 徐学选, 白晓华. 黄土丘陵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, 23(2): 96—99.
- [8] 段建军, 王小利, 张彩霞, 等. 黄土高原土壤干层评定指标的改进及分级标准[J]. 水土保持学报, 2007, 21(6): 151—154.
- [9] 胡梦, 刘文兆, 赵姚阳. 黄土高原农林草地水量平衡异同比较分析[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(4): 113—116.
- [10] 张 超, 王会肖. 土壤水分研究进展及简要评价[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(4): 117—120.
- [11] 邱 扬, 傅伯杰, 王 军, 等. 黄土丘陵流域水分时空变异与环境关系的数量分析[J]. 生态学报, 2000, 20(5): 741—747.
- [12] 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, 1997. 106—122.
- [13] 杨文治, 余存祖主编. 黄土高原区域治理与评价[M]. 北京: 科学出版社, 1992. 190—297.
- [14] 朱志诚. 陕北黄土高原植被基本情况及其土壤性质的影响[J]. 植物生态学与地植物生态学学报, 1993, 17(3): 280—286.
- [15] 傅伯杰. 陕北黄土高原土地评价研究[J]. 水土保持学报, 1991, 5(1): 1—7.
- [16] 刘文兆. 作物生产、水分消耗与水分利用效率间的动态联系[J]. 自然资源学报, 1998, 13(1): 24—27.
- [17] 张北赢, 徐学选, 李贵玉, 等. 土壤水分基础理论研究及其应用研究进展[J]. 中国水土保持科学, 2007, 5(2): 122—129.

## A study of soil moisture under different models of land use in Changwu tableland

WU A-feng<sup>1</sup>, LIU Wen-Zhao<sup>1,2</sup>

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract :** The study was conducted to compare soil moisture under different models of land use by field investigation and sampling in Changwu tableland. Results showed that there were great differences in the total content of soil moisture under different models of land use after wheat-cutting date and before rainy season. The content of soil moisture in maize land was greater than that under other models of land use because of recharging of rainwater and fallow of cropland in past year. The averaged content of soil moisture under other models of land use showed significant differences in different soil layers. According to soil moisture in 0 ~ 300 cm soil layer, the land uses could be ranked in the order of orchard land > Alfalfa land > farmland. The 200 ~ 300 cm soil layer was a transition layer and below the 300 cm soil depth, the land uses could be ranked in the order of farmland > orchard land > alfalfa land. At the same time, different land uses caused different soil moisture profiles. The main differences of soil moisture in farmland could be found in orchard land and alfalfa land, which showed that the types of land use and land coverage were the main factors affecting the depth of water use.

**Key words :** soil moisture; vertical distribution of soil moisture; Changwu tableland