

黄土丘陵区不同植被类型土壤贮水动态变化*

杨涛^{1,2}, 王得祥³, 刘雅娟⁴, 魏国良⁵

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省治沙研究所 陕西 榆林 719000; 3. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100; 4. 陕西省榆林市林业工作站, 陕西 榆林 719000; 5. 青海大学, 青海 西宁 810003)

摘 要: 水分是黄土高原半干旱地区植物生长与植被建设的主要限制因子, 植被是影响土壤水分最活跃的因素之一。通过 1982–1991 年延安上砭沟流域实际观测的不同植被类型土壤水分资料, 分析黄土丘陵区不同植被类型土壤水分的垂直变化规律、季节变化规律和年际变化规律, 以及年降水量对土壤水分的影响。得出黄土丘陵区植被类型土壤水分垂直变化规律, 在 0–100 cm 土壤含水率变化从大到小依次为: 0–30 cm 土层, 农田>林地>撂荒地>牧草地>灌木林地; 30–50 cm 土层, 农田>牧草地>灌木林地>林地>撂荒地; 50–100 cm, 土层牧草地>灌木林地>农田>林地>荒地。

关键词: 黄土丘陵区; 植被类型; 土壤水分; 动态变化

中图分类号: S152.7

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)06-0081-04

The Dynamical Changes of Soil Water Holding Capacity of Different Vegetation Types in Loess Hilly Region

YANG Tao^{1,2}, WANG Dexiang³, LIU Yajuan⁴, WEI Guoliang⁵

(1. College of Natural Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Institute for Control Sand of Shaanxi Province, Yulin, Shaanxi 719000, China; 3. College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 4. Yulin City Work Station of Forestry, Yulin, Shaanxi 719000, China; 5. Qinghai University, Xi'ning 810003, China)

Abstract: Water is the primary limiting factor of vegetation and plant growth in the semi-arid Loess Plateau region. Vegetation is one of the factors which affecting soil water content. From 1982 to 1991, based on the observation of soil water content of different vegetation type in Shangbian valley, the changes of vertical soil water content, seasonal and inter-annual change of different vegetation types are analyzed in Loess Hilly area, as well as the relationships of annual rainfall and soil water content. The vegetation type vertical changes of water content in 0–100 cm changes were: 0–30 cm soil layer, farmland> woodland> farming> pasture> shrub land, 30–50 cm soil layer, farmland> pasture> shrub land> woodland> farming; 50–100 cm soil layer, pasture> shrub land> farmland> woodland> wasteland.

Key words: Loess hilly region; vegetation types; soil water content; dynamical change

不同植被类型对黄土丘陵土壤贮水动态变化有着不同的影响。在降水不足时, 这些植物在强烈的蒸腾需求下, 大量消耗土壤水分, 将打破土壤水分的自然分布特征和本身的循环特征, 并导致土壤水分在不同植被类型下的分布差异弱化。只有研究不同类型植被土壤水分, 掌握土壤水分动态变化, 才能及时采取相应措施指导黄土高原植被恢复重建, 促进黄土高原的农业持续发展^[1]。国内许多学者针对黄土高原不同类型植被的土壤水分进行了相关的研究。20 世纪 70–90 年代, 杨文治、韩仕峰等对黄土高原人工林、草地土壤水分现状作了调查, 并从土壤物理学和水分平衡方面进行分

析^[3]。徐化成等通过研究土壤水分的季节性变化对林木生长的影响, 分析了土壤水分季节变化与林木生长之间的关系^[2]; 马玉玺、李凯荣等对刺槐的蒸腾特征进行了研究, 认为刺槐的蒸散是林地上土壤水分支出的主要形式^[4-5]。本世纪初, 国内外学者对土壤水量平衡及水分动态分布进行了更为系统的分析研究, 李艳梅对人工植被土壤水分状况与动态的研究^[6]。李建洪指出蒸散作用使林地土壤水分不断向大气逸散, 同时降雨使土壤含水率升高, 从而引起土壤水分的垂直变化、季节变化和年际变化^[7]。赵名茶对黄土高原降水的季节性指标及其与作物水分亏缺的关系进行了研究^[8]。原

* 收稿日期: 2008-05-21

基金项目: 国家自然科学基金(30671721); 黄土丘陵沟壑区植被演替与水土流失相互作用机理; 西北农林科技大学“青年学术骨干支持计划”

作者简介: 杨涛(1978–), 男(汉), 甘肃陇西人, 助理工程师, 在读硕士研究生, 主要从事林业生态研究。E-mail: yytao139@163.com

通信作者: 王得祥(1966–), 男(汉), 青海乐都人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事森林生态和森林可持续经营方面的教学和研究。

E-mail: wangdx66@126.com

焕英等对黄土高原人工林土壤水分效应特征进行了研究,得出不同植被地带的人工林均存在一定的水分亏缺和干化层现象^[9]。杨新民通过研究认为,在黄土高原林地降水量小于 10 mm 时,降水不能及时补充土壤水分,而是迅速在地表蒸发,故对土壤水分增量而言是无效降水^[10]。就降雨量相同的降水过程而言,不同的降水强度对土壤水分增量的效果也不同^[11]。本文在对不同植被类型土壤水分动态变化监测的基础上,详尽分析了黄土丘陵区 5 种不同植被类型土壤水分垂直变化、季节变化和年际变化规律,为进一步了解黄土丘陵区不同类型植被耗水特性提供科学的理论依据。

1 试验地概况

本试验布设在延安市延河西川河上砭沟流域,该流域属于延河二级支沟,距延安市西 15 km, E 109° 17′ 24″—109° 20′ 35″, N 36° 33′ 58″—36° 37′ 47″,海拔 1 023~1 342 m。流域面积 18.37 km²,其中水土流失面积 16.31 km²,主沟长 7.03 km;流域内 1 km 以上支沟 17 条,0.5 km 以上支沟 15 条。流域内以黄绵土为主,土层深厚,地势南高北低,沟壑纵横,纵向复杂多变,横向单一。

气候属大陆性干旱半干旱气候,年平均气温 9.4℃,极端高温 39.7℃,最低气温-25.4℃;年平均光照时数 2 472 h,≥0℃活动积温 3 878℃,≥10℃活动积温 3 268℃,年蒸发量 1 306.8 mm,无霜期 150~160 d,年平均降雨量 577.64 mm,丰水年降雨量 742.2 mm,枯水年降雨量 382.0 mm,5~10 月降雨量占年降雨量的 89.8%,其中 7~9 月降雨量占 55.47%。

2 研究方法

选取林地、灌木、草地、农田和荒地 5 个不同植被类型样地,分别布设了观测点,测定各样点土壤体积含水率,1982~

1991 年,每年 5~10 月的 5 号、15 号、25 号采用土钻法取一次土样。测定日出现降雨时,在测定日前后进行加测。

2.1 土壤含水率测定

测定深度为 0~100 cm,每层分别是 0~10 cm,10~20 cm,20~30 cm,30~50 cm,50~100 cm。每层选取 3 个测试点作为重复,在 5~10 月期间,每月 5 号、15 号、25 号用土钻各取一次土样,采用烘干法测其含水率,降雨前后加测。

2.2 降水量测定

降水量测定采用普通雨量计和自记雨量计相结合的方法进行观测。地表径流量在各径流小区的集水池中测定。

3 结果与分析

3.1 土壤水分垂直变化特征

从图 1 中可以看出,1982~1991 年 5 月中旬延河上砭沟流域平均土壤含水率随植被类型的不同而异。总体上看,断面下部土壤水分含量高于中上部,但断面上部与中部土壤水分区别不大。5 种不同植被类型土壤含水率的平均值随土层深度的变化趋势表现为农田最高,草地、灌木次之,林地最低,即农田>荒地>草地>灌木>林地。

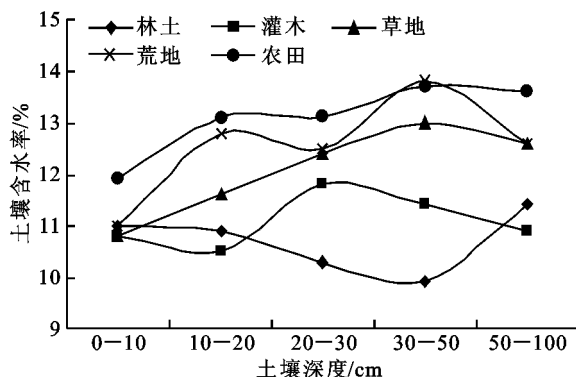


图 1 不同植被类型土壤含水率

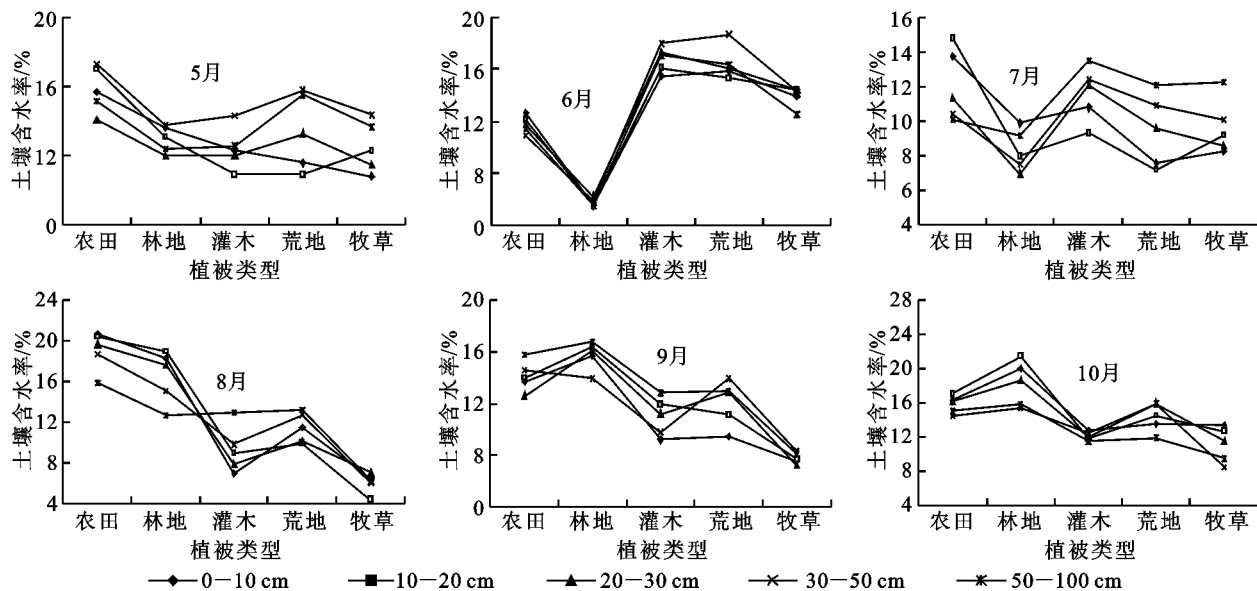


图 2 1991 年不同月份不同植被类型土壤含水率

从图 2 可以看出,1991 年 5 月中旬到 10 月中旬不同植被类型土壤水分变化规律,即在 0~100 cm 之间土壤垂直剖

面上,由于不同植被类型条件下,土壤水分含量也随着不同,上层土壤含水率的变化尤为明显。总体而言,上层(0~30

cm) 土壤含水率受外界环境和气象因素的影响最大, 土壤含水率相应发生较大幅度的变化; 随着土层深度逐渐增加, 土壤所受环境的影响逐步减弱, 土壤含水率变化也随之降低。根据植被根系水分吸收利用状况和土壤水分变化情况, 王孟本等对黄土区土壤剖面水分研究时将剖面划分为活跃层、次活跃层和相对稳定层; 李遇春等在固原市原州区叠叠沟小流域研究 5 种植被生长季节内土壤水分动态变化规律时, 将土壤剖面划分为: 速变层、活跃层、相对活跃层和相对稳定层^[12]。笔者根据观测样地的实际情况将各样点土壤剖面划分为: 易变层、活跃层和相对稳定层。

3.1.1 易变层(0- 30 cm)

该层土壤含水率受外界和土壤蒸发等环境因子的影响最大。而且不同植被类型吸收水分的根系主要分布在 0- 30 cm, 故土壤水分含量变化幅度较大。该层林地土壤含水率变化范围为 7.0%~ 21.7%; 灌木林地 7.0%~ 16.8%; 牧草地 9.3%~ 21.5%; 撂荒地 3.4%~ 16.5%; 农田为 6.2%~ 22.2%。土壤含水率变化从大到小依次为: 农田> 林地> 撂荒地> 牧草地> 灌木林地。

3.1.2 活跃层(30- 50 cm)

乔木和灌木根系主要分布在这一层, 多年生草本根系的分布有很少部分。这一层土壤水分的变化受外界环境和降雨的影响较小, 主要是受不同植被根系的影响较大。在该层林地土壤含水率变化范围为 7.7%~ 12.0%; 灌木林地 6.8%~ 14.1%; 牧草地土壤含水率变化范围为 9.1%~ 17.7%; 撂荒地 7.4%~ 10.4%; 农田为 9.9%~ 18.9%。土壤含水率变化幅度从大到小依次为: 农田> 牧草地> 灌木林地> 林地> 撂荒地。

3.1.3 相对稳定层(50- 100 cm)

该层还分布有乔灌木部分根系, 受外界环境干扰很小, 土壤水分的变化主要是根系的影响。在该层林地土壤含水率变化范围为 8.0%~ 13.3%; 灌木林地 6.8%~ 11.8%; 牧草地 9.7%~ 16.7%; 撂荒地 7.6%~ 9.2%; 农田为 9.2%~ 13.8%。土壤含水率变化幅度从大到小依次为: 牧草地> 灌木林地> 农田> 林地> 荒地。

3.2 土壤水分季节变化特征

土壤含水量季节动态与降雨量的季节性变化基本一致。本研究依据所测数据将土壤水分的季节变化分为以下 4 个时期, 即土壤水分积累期、消退期、稳定期和消耗期。

3.2.1 土壤水分消耗期

从土壤完全解冻开始到 6 月下旬雨季来临之前为止。由于这个时期随着天气逐渐变暖, 气温逐渐回升, 加之该时期降水少, 大气和土壤处于严重干旱状态, 地面蒸发强烈, 而此时植被根系活动逐渐增强, 根系吸水也随之加强, 土壤中水分消耗大于水分补给, 土壤含水量不断下降, 到了 6 月下旬或 7 月初降至最低值。

3.2.2 土壤水分积累期

出现在 7 月初至 8 月底。进入 7 月中旬以后, 气温迅速回升, 林木生长达到旺盛阶段, 此期土壤地表蒸发和植被蒸散作用变得更加强烈; 但由于同期的降水量也大幅增加, 使

得土壤水分的补给大于消耗, 渗入土壤的水分依靠重力势和基质势向下运动, 在根际区积累下来, 使土壤含水量迅速增加, 并保持升高的趋势, 8 月底达到了全年最高。

3.2.3 土壤水分消退期

出现于 9 月初至 9 月中下旬。这一时期仍然有降水, 但与 8 月份相比, 降雨量明显下降, 虽然土壤水分有一部分降水补给, 但因温度还比较高, 植物根系从土壤吸取水分维持着较为旺盛的植物蒸腾和蒸散, 各植被类型下的土壤地表蒸发也较强烈, 致使土壤水分大量消耗, 土壤含水量持续下降。从 9 月下旬以后, 气温逐渐下降, 植被的生长期也开始减弱, 植物的蒸腾作用逐渐降低。10 月中旬后, 随着降水的进一步减少, 土壤含水率也缓慢降低。

3.2.4 土壤水分稳定期

10 月下旬至次年 4 月。10 月下旬, 这个时间正值冬春季节, 气温降低, 土壤开始冻结, 林木生长几乎处于停滞状态, 根系呼吸微弱。此时土壤水分的消耗主要来自土壤的水分蒸发。到 11 月份之后, 气温将降至更低, 土壤基本冻结, 土壤水分主要以冰晶的形式存在, 这样就阻止了水分的运动, 根系吸水、地面蒸散几乎为零, 土壤水分消耗降到最低, 土壤含水量相对稳定。

3.3 土壤水分的年际变化特征

同一地区不同年份降水及降水期长短都有差异, 从而造成年际间土壤水分动态变化的差异, 对不同植被类型和土壤水分的多年连续观测结果表明, 在降雨高峰期土壤含水量较高, 而其它月份相对较低。

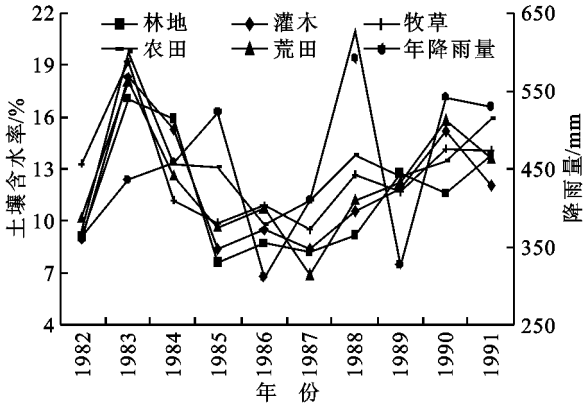


图 3 不同植被类型垂线平均土壤含水率与年降雨量

从图 3 可以看出, 连续 10 a 的农田、荒地、牧草、灌木和林地不同植被类型土壤水分年变化规律, 变化量有一定的差异, 但是土壤含水率年变化趋势总体一致, 即年份内均呈现先增加后减少再缓慢上升的趋势。

土壤含水率年变化与降水量年变化表现并不一致, 1985 年、1988 年、1990 年 3 a 发生的短时强降雨使之降水量大幅增加, 但同期土壤含水率并不高。说明这 3 a 的短时强降雨降水量大, 径流量也大, 而实际入渗土壤的水分并没有明显的增加, 土壤水分含量并没有因降水量的增加发生大的变化。研究表明: 当降雨量相同时, 土壤水分增量受中等强度降雨影响最大, 即土壤含水量变化率最大; 较大强度降雨反而影响小, 小强度降雨也较小。这主要是由于强度较大的降

雨,雨滴击溅易引起土壤下渗空隙堵塞,造成下渗水量减少,而小强度降水由于历时长,且对气温影响小,故降雨期间蒸发量大,影响到土壤含水量的变化小。中强度降水居于二者之间,土壤下渗空隙畅通,又由于历时较短,故对气温有一定的影响,蒸发强度降低,蒸发量相应减小,有利于水分入渗。另外,土壤前期含水量较低,土壤入渗水势较大,一般雨强大的地方地表径流量也大,不利于水分入渗。雨强小的地方由于水分在同一个地方停留的时间相对长,更利于水分入渗,土壤含水率会相对提高。

4 结 论

4.1 影响土壤水分垂直变化因子

降水量、入渗率和不同植被类型是主要的 3 个因子。土壤剖面的水分含量分布随植被类型的不同而异,在 0–100 cm 之间土壤含水率变化从大到小依次为:0–30 cm 土层,农田>林地>撂荒地>牧草地>灌木林地;30–50 cm 土层,农田>牧草地>灌木林地>林地>撂荒地;50–100 cm 土层,牧草地>灌木林地>农田>林地>荒地。

4.2 土壤含水量垂直变化具有季节性

其季节动态与当地气候的季节性变化,尤其是降雨量的季节性变化基本一致。其季节变化可以分为:土壤水分消耗期、土壤水分积累期、土壤水分消退期和土壤水分稳定期。

4.3 降雨量的大小影响土壤含水率年变化

一定量的降雨情况下,雨强是土壤含水率变化的决定因素,中强度降水对土壤水分影响最大,最有利于土壤含水量增加。

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.

- [2] 徐化成,易宗文.华北低山区土壤水分季节变化与林分生长关系[J].林业科学,1979,15(2):97–104.
- [3] 杨文治.黄土高原土壤水分状况分区与造林问题[J].水土保持通报,1981,1(2):13–19.
- [4] 李凯荣.刺槐人工林地土壤水分下渗研究[J].西北林学院学报,1998,13(2):26–29.
- [5] 单长卷,梁宗锁,郝文芳.黄土高原刺槐林生长于土壤水分分析研究进展[J].西北植物学报,2003,23(8):1341–1346.
- [6] 李艳梅,王克勤.人工植被土壤水分状况与动态研究进展[J].西南林学院学报,2003,23(3):68–71.
- [7] 李洪建,王孟本,柴宝峰.黄土高原土壤水分变化的时空特征分析[J].应用生态学报,2003,14(4):515–519.
- [8] 赵名茶.黄土高原降水的季节性指标及其与作物水分亏缺的关系[J].自然资源学报,1990,5(3):218–228.
- [9] 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.
- [10] 杨新民,杨文治.黄土丘陵区人工林地土壤水分平衡初探[J].林业科学,1989,25(6):549–553.
- [11] Coronator F R, Rtiler M B. Precipitation and landscape related effects on soil moisture in semiarid range lands Patagonia [J]. Journal of Arid Environment, 1996, 34: 1–3.
- [12] 李遇春,冯佐乾.固原市原州区叠叠沟小流域五种植被类型下土壤水分动态研究[J].现代农业科技,2006(12):8–12.

(上接第 80 页)

参考文献:

- [1] 郎南军,郭立群,孟广涛,等.金沙江流域高原山地系统分异规律的分析研究[J].北京林业大学学报,2002,24(2):31–38.
- [2] 胡志斌,何兴元,江晓波,等.岷江上游典型时期景观格局变化及驱动力初步分析[J].应用生态学报,2004,15(10):1797–1803.
- [3] 于德永,郝占庆,姜萍,等.长白山典型林区森林资源景观格局变化分析[J].应用生态学报,2004,15(10):1809–1814.
- [4] 汪荣.福建茫荡山自然保护区森林景观格局研究[J].中南林业科技大学学报,2007,27(4):150–153.
- [5] 赖长鸿,胡庭兴,赵安玖.川西亚高山道孚林区森林景

观格局地形分异研究[J].四川林业科技,2006,27(2):63–67.

- [6] 王娟,崔保山,姚华荣.云南澜沧江流域景观格局时空动态研究[J].水土保持学报,2007,21(4):85–89,97.
- [7] 郭冻,夏北成,刘蔚秋.地形因子对森林景观格局多尺度效应分析[J].生态学杂志,2006,25(8):900–904.
- [8] 柴勇,孟广涛,方向京,等.云南金沙江流域退化林地群落特征研究[J].西北林学院学报,2004,19(2):146–151.
- [9] 曾宏达,陈光水,杨玉盛.基于 DEM 的森林空间分布研究[J].国土与自然资源研究,2005(3):85–87.
- [10] 傅伯杰,陈利顶,马克明,等.景观生态学原理及应用[M].北京:科学出版社,2001.
- [11] 杨国靖,肖笃宁.中祁连山浅山区山地森林景观空间格局分析[J].应用生态学报,2004,15(2):269–272.