

# 黄土丘陵区植被恢复过程中土壤水分研究

——以吴旗县为例

郭军权<sup>1</sup>, 卜耀军<sup>2</sup>, 张广军<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 榆林学院, 陕西 榆林 719000)

**摘要:**采用野外调查与室内分析相结合的方法,对黄土丘陵区吴旗县植被恢复过程中土壤水分进行了研究。结果表明,不同地形的土壤含水量表现为:5°>18°>30°,阴坡>半阴坡>阳坡,下部>中部>上部;对于同一植被类型,60 cm 以下土层的土壤水分含量随着恢复年限的增加而不断减小,并且随着恢复年限的增长,深层土壤水分含量有逐步趋于稳定的趋势;对于不同植被类型的土壤水分含量,农耕地>草地>灌木地>乔木林地;对于不同植被恢复方式,自然恢复的土壤含水量>自然+人工恢复的土壤含水量>人工恢复的土壤含水量。

**关键词:**黄土丘陵区;植被恢复;土壤含水量

**中图分类号:**S718.557

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7461(2005)04-0001-04

## A Study On Soil Water During Vegetation Restoration in Loess Hilly Region —Case Study in Wuqi County

GUO Jun-quan<sup>1</sup>, BU Yao-jun<sup>2</sup>, ZHANG Guang-jun<sup>1</sup>

万方数据. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Yulin College, Yulin, Shaanxi 719000, China)

**Abstract:** Adopting field investigation and indoor analysis methods, soil water during vegetation restoration in loess hilly regions was studied. The results showed that the soil water contents in the soil with different topographies were in the order 5° > 18° > 30°, north-facing slopes > south-facing slopes, lower slopes > upper slopes. The soil water content below 60 cm depth gradually decreases with the increase of restoration time; the deep soil water content tends stable progressively increasing with time. Under different types of vegetation, the soil water content under grassland is relatively higher than that under woodland, and higher under natural restoration than that under manual restoration.

**Key words:** loess hilly region; restoration of vegetation; soil water content

水分是制约黄土高原地区植被恢复与重建的主要限制因子,它是“箍桶”效应中的短板<sup>[1]</sup>。土壤水分关系的研究一直是黄土高原地区水分利用和环境治理的主要内容<sup>[2]</sup>。本文采用野外调查与室内分析相结合的方法研究植被恢复过程中土壤水分的变化规律,为黄土高原的植被恢复提供科学的依据。

### 1 研究区概况

吴旗县位于延安市西北部,地处黄土高原丘陵沟壑区。属典型的大陆性季风气候,降水少,年均降

水量为 478.3 mm,7~9 月的降水量占年总降水量的 62.4%,年均气温 7.8℃。境内山大沟深,地形复杂,土地破碎,植被稀疏,干旱多灾,生态环境和生产条件十分恶劣。从该县的植被总体看,植被间于森林草原和蒙古草原之间。其南部属白羊草草原,该草原为暖温带草原,从区系上具有热带草原亲缘。而北部是比较典型的温带草原,是欧亚草原的延伸,具有温带草原的亲缘关系<sup>[3]</sup>。

该县 1998 年实行“封山退耕、植树造林、舍饲养羊、林牧主导、强农富民”的开发战略,大力开展退耕

收稿日期:2005-01-10

基金项目:国家自然科学基金项目(40301029)。

作者简介:郭军权(1978-),男,陕西西安人,在读硕士,主要研究方向为环境生物学与生态环境工程。

\*通讯作者:张广军。

还林(草)。除人工造林外,很大一部分退耕地和荒山荒坡被封禁,植被处于自然恢复状态,加上此前林业建设中封禁治理形成的植被演替群落,形成了较完整的植被演替系列。

2 研究方法

本研究以野外调查与室内分析相结合。在吴旗县境内选取有代表性的样地,对不同退耕年限、不同

植被类型、不同植被恢复方式以及不同地形的植被类型进行取土采样、植被样地调查,并以坡耕地作为对照(表 1)。土壤水分采用土钻法取样,20 cm 为基本单元,测定 0~500 cm 土壤水分,土壤含水量用烘干称重法(在 105℃下持续烘 8~10 h)测定。样地的设置采用典型取样法,乔木样方 10 m×10 m,灌木样方 4 m×4 m,草本样方 1 m×1 m。记录的主要项目包括植被的盖度、生长状况、种类等。

表 1 样地基本概况

Table 1 The basic conditions of sample sites

样地号	退耕年限/a	坡度/°	坡向	坡位	群落	盖度/%	恢复方式
1	20	0~5	半阴坡	梁顶	长芒草	60	自然
2	20	18	半阴坡	梁上部	长芒草	58	自然
3	20	30	半阴坡	梁中部	长芒草	60	自然
4	20	35	半阴坡	梁下部	长芒草	65	自然
5	30	25	阳坡	坡上部	人工刺槐林	39	人工
6	26	25	半阴坡	坡中部	人工刺槐林	40	人工
7	20	25	阴坡	坡下部	人工刺槐林	45	人工
8	25	21	阴坡	坡下部	人工刺槐林	50	人工
9	25	25	阴坡	坡中部	人工刺槐林	40	人工
10	25	27	阴坡	坡上部	人工刺槐林	35	人工
11	2	26	阴坡	坡上部	人工沙棘林	65	自然+人工
12	20	23	阴坡	坡中部	人工沙棘林	60	自然+人工
13	45	19	阴坡	坡下部	人工沙棘林	45	自然+人工
14	40	20	半阴坡	坡上部	人工小叶杨林	40	人工
15	40	16	半阴坡	坡中部	人工小叶杨林	50	人工
16	40	12	半阴坡	坡下部	人工小叶杨林	70	人工
17	5	22	阳坡	坡下部	人工柠条林	65	自然
18	2	0~5	半阳坡	坡上部	农耕地		

3 结果与分析

3.1 地形对土壤水分的影响

3.1.1 不同坡度的土壤水分变化 在吴旗退耕地的植被恢复过程中,由于坡度不同,降雨后的径流速度和径流量不同,入渗的速率不同,土壤含水量也不同<sup>[4~5]</sup>。从图 1 可以看出,长芒草随着坡度的增加,土壤水分含量不断减少,即 5°>18°>30°。这主要是因为随着坡度的增加,降雨就地入渗率减少,径流量增加,在相同的蒸发蒸腾潜力下,土壤含水量减少。

3.1.2 同一坡度不同坡向的土壤水分变化 不同坡向由于接收太阳辐射能的差异,造成地温不同,因而土壤蒸发和植被的蒸腾量不同,导致土壤水分含量的差异<sup>[5,6]</sup>。从图 2 可以看出,3 种坡向中,阴坡的土壤水分含量最高,而阳坡的土壤水分含量最低,即阴坡>半阴坡>阳坡。

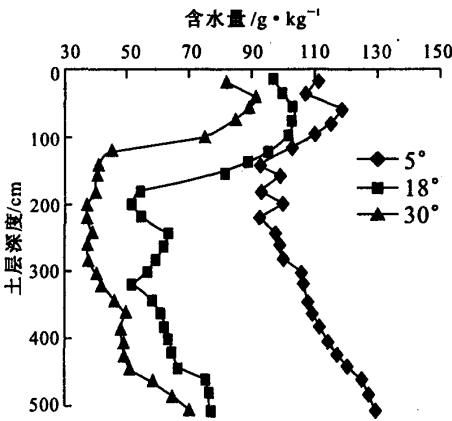


图 1 不同坡度的土壤水分垂直分布

Fig. 1 Vertical distribution of soil water in the slope with different gradient

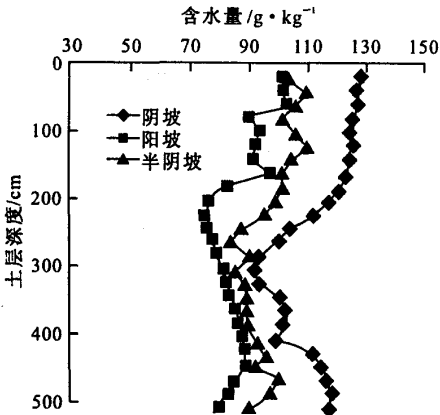


图 2 不同坡向的土壤水分垂直分布  
Fig. 2 Vertical distribution of soil water in the slopes with different aspects

3.1.3 同一坡向不同坡位的土壤水分变化 同一坡向不同坡位,由于拦截降雨量的不同及热量分布不均,使得土壤含水量有一定的差异。从图 3 可以看出,所选取的 3 个部位中,土壤水分含量大小总的趋势是:下部>中部>上部。这主要是因为梁峁上部的风力大,太阳辐射强,因而不仅土壤物理蒸发大,而且主要以降雨补充为主,径流补充相对较少,造成土壤水分含量相对较低;相反,在梁峁下部的风力小,太阳辐射较弱,所以不仅土壤物理蒸发少,而且除降雨补充外,还能获得上坡的径流补充,造成土壤含水量相对较高<sup>[7,8]</sup>。

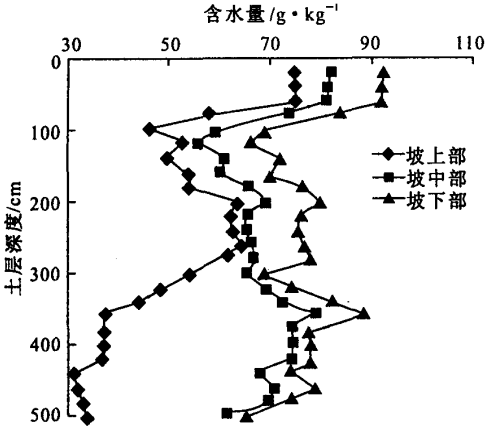


图 3 不同坡位的土壤水分垂直分布  
Fig. 3 Vertical distribution of soil water in soils different slope positions

3.2 不同退耕年限的土壤水分变化

在吴旗不同退耕地植被恢复过程中,随着退耕年限的不断增长,土壤水分含量发生了相应的变化。从图 4 可以看出,恢复 2 a 的土壤水分含量在 0~60

cm 土层中介于恢复 20 a 和 45 a 的中间,这可能与退耕前的耕作措施有关。而在 0~60 cm 土层中恢复 20 a 小于恢复 45 a 的土壤水分含水量,这可能由于随着恢复年限的增长,植被的覆盖度、腐殖质含量增加,故土壤水分含量随着恢复年限的增长而增加。60 cm 以下土层的土壤水分含量随着恢复年限的增加而不断减小,并且深层土壤水分含量有逐步趋于稳定的趋势。造成这一趋势的原因是随着恢复年限的延长,植被的耗水量也随之增加,特别是在干旱期,植物的强烈蒸腾导致深层储水因补充植物需水的作用而逐渐减小<sup>[9]</sup>。当有降雨时土壤表层的水分亏缺得到补充。但由于这些地区的特殊条件所导致的小降雨量,却不能使深层的土壤水分得到应有的补充。进而使得土壤深层的水分含量较小,长期的干旱还有可能导致土壤干层的出现。

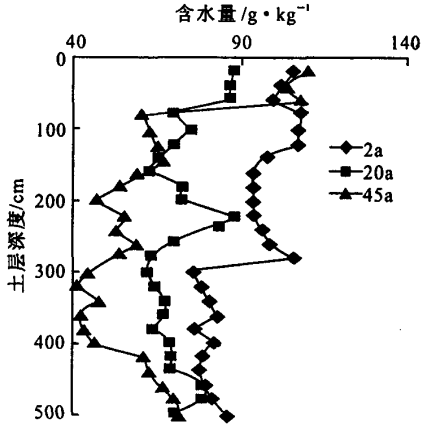


图 4 不同恢复年限的土壤水分垂直分布  
Fig. 4 Vertical distribution of soil water in soils with different restoration time

3.3 不同植被类型的土壤水分变化

植被类型不同,根系分布深度及密度具有很大的差异,从而土壤的蒸发和植被的蒸腾量不同,由此引起的土壤干燥化程度和土壤的水分分布也不相同。一般地,多年生植物生育期强,根系分布较深,年蒸发蒸腾量大于 1 a 生植物<sup>[10]</sup>。从图 5 可以看出,吴旗不同植被类型土壤水分含量随着植被类型的不同而变化,即农耕地>草地>灌木地>乔木林地。草地的土壤含水量相对较高,主要是因为草本植物与林木相比具有较浅的根系和较小的地上部分,故其蒸腾和耗水较小;而乔木林地土壤含水量相对较小,主要是由于林地表层土壤紧实,林下缺少枯枝落叶和草被的覆盖,不利于截留降雨,加之树木根系较深和树冠蒸腾及耗水量较大所致。

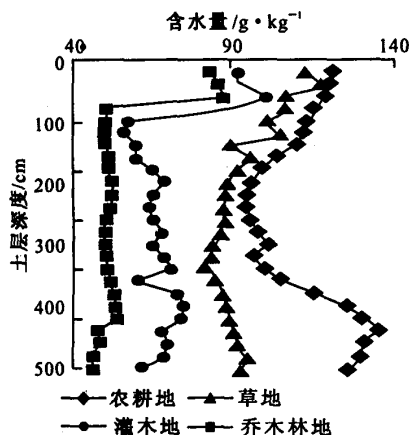


图5 不同植被类型的土壤水分垂直分布  
Fig. 5 Vertical distribution of soil water in the soils with different vegetation

### 3.4 不同植被恢复方式的土壤水分变化

在吴旗的植被恢复过程中,由于采取不同的恢复方式(自然、人工、自然+人工)对土壤的干扰力度和远度不同<sup>[11]</sup>,使得土壤水分发生较大的变化。从图6可以得出,自然恢复的土壤含水量>自然+人工恢复的土壤含水量>人工恢复的土壤含水量,表明纯自然恢复方式对土壤结构几乎没有干扰,它是靠自身的恢复去改善土壤的理化性质而提高土壤水分含量,但是这种恢复方式所需的时间较长,速度较慢;而纯人工恢复对土地的干扰破坏较大,从而影响了土壤的理化性质,使得土壤含水量较小;自然+人工的恢复方式,在自然的基础上,采取适当的人为干预措施对植被进行恢复,可以改善土壤的理化性质,提高土壤的持水性能,从而使土壤水分含量相对较高。因此,三种植被恢复方式相比,自然+人工恢复方式是最佳的、较为合理的恢复方式。它不但改善了土壤水分状况,还缩短了恢复时间。

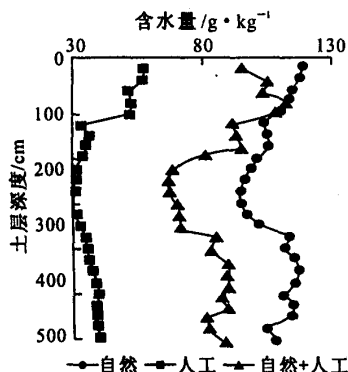


图6 不同恢复方式的土壤水分垂直分布  
Fig. 6 Vertical distribution of soil water in the soils with different restoration modes

## 4 结论

(1)不同地形的土壤含水量表现为:5°>18°>30°,阴坡>半阴坡>阳坡,下部>中部>上部。

(2)对于同一植被类型不同退耕年限的土壤水分,一般60 cm以下土层的土壤水分含量随着恢复年限的增加而不断减小,且深层土壤水分含量有逐步趋于稳定的趋势。

(3)不同植被类型的土壤水分含量,农耕地>草地>灌木地>乔木林地。

(4)不同植被恢复方式下,自然恢复的土壤含水量>自然+人工恢复的土壤含水量>人工恢复的土壤含水量。

### 参考文献:

- [1] 胡良军,邵明安. 黄土高原植被恢复的水分生态环境研究[J]. 应用生态学报,2002,13(8):1 045-1 048.
- [2] 孙中峰. 黄土残源沟壑区林地土壤水分时空特性分析[J]. 黑龙江水专学报,2003,30(3):6-9.
- [3] 温仲明,焦峰,卜耀军. 黄土沟壑区植被自然恢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.
- [4] 田均良,梁一民. 黄土高原丘陵区中尺度生态农业建设探索[M]. 郑州:黄河水利出版社,2003. 147-185.
- [5] 韩蕊莲,侯庆春. 延安试区刺槐林地不同立地条件下土壤水分变化规律[J]. 西北林学院学报,2003,18(1):74-76.
- [6] 徐学文,刘文兆,高鹏. 黄土丘陵区土壤水分空间差异性探讨[J]. 生态环境,2003,12(1):52-55.
- [7] 邱扬,傅伯杰,王军. 黄土丘陵区小流域土壤水分时空分异与环境关系的数量分析[J]. 生态学报,2000,12(5):741-747.
- [8] 邱扬,傅伯杰,王军. 黄土丘陵小流域土壤水分的空间异质性及影响因素[J]. 应用生态学报,2001,12(5):715-720.
- [9] 黄明斌,杨新民,李玉山. 黄土高原生物利用型土壤干层的水文生态效应研究[J]. 中国生态农业学报,2003,11(3):113-116.
- [10] 何福红,黄明斌. 黄土高原沟壑区小流域土壤水分空间分布特征[J]. 水土保持通报,2002,22(4):6-9.
- [11] 张伟华,关世英. 不同恢复措施对退化草地土壤水分和养分的影响[J]. 内蒙古农业大学学报,2000,21(4):31-35.