

黄土区退耕封育草地微生物境土壤水分变化规律

颉登科¹, 刘世海¹, 薛智德²

(1. 北京交通大学 土建学院, 北京 100044; 2. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 干旱、半干旱地区土壤水分亏缺是影响植被恢复与重建的限制性因子, 探讨不同微生物境 0—60 cm 土层土壤含水量的变化规律对指导植被恢复具有重要现实意义。按照机械布点原则, 采用烘干法测定了土壤含水量。分析结果表明, (1) 0—60 cm 土层土壤含水量平均值表现为: 半阴坡 > 半阳坡 > 阳坡; (2) 同坡向不同微生物境类型(塬坡坡面、塬坡坡面浅沟、塬坡坡面小切沟、大切沟沟底、大切沟阳坡或半阳坡、大切沟阴坡或半阴坡、沟坡坡面) 之间 0—60 cm 土层土壤含水量差异极显著, 其含水量的大小主要取决于局部地形和植被生长状况, 局部小地形主要影响降水和日照的再分配, 植被主要影响降水截留和蒸腾; (3) 根据含水量大小, 将 3 个坡向 21 个微生物境类型划分为 3 个类群, 其含水量依次为 11.68%, 8.68% 和 5.77%。

关键词: 封育草地; 微生物境; 土壤含水量; 聚类分析

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)03-0044-04

中图分类号: S152.7, S157.5

Soil Water Content Variations in Various Micro-habitats on Closed Grasslands Returned from Farmlands in Loess Area

XIE Deng-ke¹, LIU Shi-hai¹, XUE Zhi-de²

(1. School of Civil Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;

2. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The shortage of soil water is a limited factor affecting restoration and the growth of vegetation in arid and semi-arid areas. Investigations of soil water content variations within depth of 0—60 cm in various microhabitats is therefore of great practical significance for guiding vegetation restoration. Soil samples were collected on sampling grids and soil water content were then measured via oven drying method. The results show that average soil water contents at depth of 0—60 cm was in order from high to low as semi-shade, semi-sunny, and sunny slopes. The average soil water content in 0—60 cm layer varied significantly among hilly slope, shallow gully, small gully, large gully bottom, large gully sunny or semi-sunny slope, large gully shade or semi-shade slope and valley slope on the same aspect of different types. The distribution of soil water content depended mainly on topography and vegetation growth status: the topography affected redistribution of precipitation and sunshine, and the vegetation determined rainfall interception and transpiration. Based on soil water content variations, the 21 microhabitat of three aspects were divided into 3 groups, with average soil water contents of 11.68%, 8.68% and 5.77%, respectively.

Keywords: closed grassland; microhabitat; soil water content; clustering analysis

黄土高原是我国典型的水土流失地区, 也是退耕还林的重点地区。多年的生态建设实践和众多学者的研究表明, 封山育林是一种行之有效的植被恢复手段^[1-4], 但是在黄土丘陵沟壑区干旱半干旱草原带和森林草原过渡带, “辅之以人工措施”常常是不可缺少的。通过人为措施可促进自然植被的演替, 加速恢复

进程, 提高恢复质量^[5-6]。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^[7]。不同地形条件下, 不同的植被演替阶段土壤含水量的差异是很大的。在植被恢复实践中, 必须针对不同地形或生境类型, 根据土壤含水量条件, 结合植被演替进程, 确定乔灌草物种选择和造林密度选

收稿日期: 2010-10-22

修回日期: 2010-11-25

资助项目: “十一五”国家林业科技支撑计划“旱阳坡微生物境植被构建技术研究”(2006BAD03A0302)

作者简介: 颉登科(1987—), 男(汉族), 甘肃省静宁县人, 在读硕士研究生, 主要从事水土保持与荒漠化防治研究。E-mail: xiedk@163.com。

通信作者: 刘世海(1970—), 男(汉族), 宁夏回族自治区固原市人, 博士, 副教授, 主要从事水土保持与荒漠化防治研究。E-mail: environment@sinac.com。

定等技术。黄土高原,特别是黄土丘陵沟壑区,长期的暴雨侵蚀导致沟壑纵横,梁峁坡面上形成浅沟、鸡窝状小切沟等。沟坡上除残存的沟坡坡面外,主要为较大的切沟,切沟两侧坡面较破碎,如此一来形成不同的微生物。由于受微地形、光照、降水等诸多因素的影响,不同的微生物土壤水分差异较大^[8],直接关系到植被恢复措施的选择,因而,以吴起县合家沟流域为例对不同微生物土壤水分变化规律的研究是十分必要的。

1 研究区概况

吴起县位于黄土高原中温带,海拔 1 233~1 809 m,沟壑密度 2.54 km/km²,侵蚀模数 15 280 t/km²。年平均降水量 483.4 mm,无霜期 145 d,日照总时数 2 400.1 h。研究区设在吴起县吴起镇合家沟流域,该流域已退耕封育 10 a,土壤为黄绵土,植被以铁杆蒿(*Artemisia sacrorum* Ledeb.)、芨蒿(*Artemisia giraldii* Pamp.)、萎菱菜(*Potentilla chinensis* Seringe)和针茅(*Stipa capillata* Linn.)等草本植物为主。

2 研究方法

2.1 土壤含水量测点布设和测定方法

2009年4月下旬,在退耕封育 10 a 的合家沟流域,选择阳、半阳和半阴向 3 个代表性的坡面,每个坡向选 25°~35° 坡面、坡面浅沟、坡面小切沟、大切沟沟底、大切沟阳或半阳坡、大切沟阴或半阴坡、沟坡坡面 7 个微生物,3 个坡向共 21 个微生物类型(表 1)。根据长度,对每个微生物从高海拔到低海拔设置 2~3 条测定线,每隔 1 m 确定一个测定点,每个微生物共选择测定点 30 个,在每个点位用土钻分别取 0—20, 20—40, 40—60 cm 土层土样,采用烘干恒重法^[9]测定土壤含水量。

2.2 数据处理

各土层土壤含水量 = (湿土重 - 干土重) / 干土重 × 100%

0—60 cm 土层土壤含水量 = 各土层含水量之和 / 3

利用 SPSS 12.0 对 3 个坡面 21 个微生物土壤含水量进行方差分析和聚类分析^[10]。

3 结果与分析

3.1 不同土层土壤含水量

从图 1 可以看出,阳坡和半阳坡 7 个微生物类型 0—20, 20—40, 40—60 cm 土层中土壤含水量是依次

增多的。在半阴坡,除大切沟沟底和大切沟阴坡 40—60 cm 土层含水量最低外,其它微生物类型在 0—20, 20—40, 40—60 cm 土层中含水量也是依次增多的。从增长趋势来看,阳坡 0—60 cm 土层范围内,随土层深度增加土壤含水量增加趋势最明显。因为退耕封育 10 a 的草地,土壤水分的补给主要来自大气降水,而土壤水分损失主要用于土壤蒸发和植被蒸腾。阳坡日照时间长,土壤蒸发量大,各层土壤含水量较半阳坡和半阴坡低,导致植被生长相对较差,植被根系分布层土壤含水量相对得以保存。所以,0—20, 20—40, 40—60 cm 土层间土壤含水量差异较明显。

表 1 微生物基本情况

编号	微生物类型	坡向/(°)	方位角/(°)	坡度/(°)
1	阳向坡坡面	SW10	190	3°
2	阳向坡坡浅沟	SW10	190	3°
3	阳向沟坡	SW10	190	4°
4	阳向坡坡小切沟	SW10	190	3°
5	阳向大切沟半阴坡	ES15	95	4°
6	阳向大切沟半阳坡	WN10	280	4°
7	阳向大切沟沟底	SW10	190	2°
8	半阳坡坡面	WN5	275	3°
9	半阳向坡坡浅沟	WN5	275	3°
10	半阳向沟坡	WN10	280	4°
11	半阳向坡坡小切沟	WN5	275	3°
12	半阳向大切沟阴坡	NW20	340	4°
13	半阳向大切沟阳坡	SW10	190	4°
14	半阳向大切沟沟底	WN5	275	2°
15	半阴坡坡面	EN20	70	3°
16	半阴坡坡浅沟	EN20	70	3°
17	半阴向沟坡	EN35	55	4°
18	半阴坡坡小切沟	EN20	70	3°
19	半阴向大切沟阴坡	NE10	15	3°
20	半阴向大切沟阳坡	SW30	210	3°
21	半阴向大切沟沟底	EN35	55	2°

3.2 不同微生物 0—60 cm 土层土壤含水量变化

从图 2 可以看出,在 0—60 cm 土层,阳坡各微生物土壤含水量从小到大依次排序为:坡面小切沟 < 沟坡坡面 < 坡面浅沟 < 大切沟半阳坡 < 大切沟半阴坡 < 大切沟沟底,含水量变化在 4.56%~8.02%;半阳坡各微生物土壤含水量为:大切沟阳坡 < 沟坡坡面 < 坡面浅沟 < 大切沟沟底 < 坡面浅沟 < 大切沟阴坡 < 坡面小切沟,含水量在 5.43%~10.31% 之间;半阴坡各微生物土壤含水量为:大切沟阳坡 < 沟坡坡面 < 坡面小切沟 < 坡面浅沟 < 坡面坡面 < 大切沟阴坡 < 大切沟沟底,含水量介于 6.52%~12.15%。

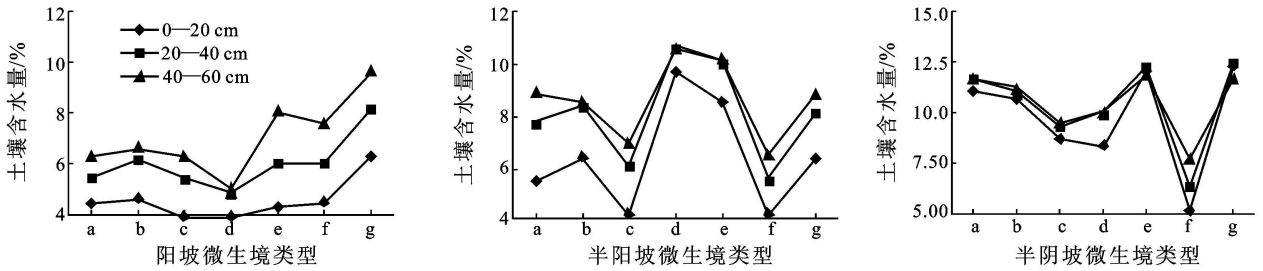


图 1 3 个坡向不同微生境不同土层含水量

注: a 阳坡坡面; b 阳坡浅沟; c 沟坡坡面; d 阳坡小切沟; e 大切沟阴或半阳坡; f 大切沟阳或半阳坡; g 大切沟沟底。下同。

除半阳坡小切沟 0—60 cm 土层土壤含水量比半阴坡高 0.8%, 阳坡的大切沟沟底土壤含水量略高于半阳坡外, 其它微生境土壤水分均表现为半阴坡比半阳坡好, 半阳坡比阳坡好。半阴坡、半阳坡、阳坡 7 个微生境 0—60 cm 土层范围内平均含水量分别为 10.28%, 7.71% 和 5.86%, 即半阴坡 > 半阳坡 > 阳向坡。

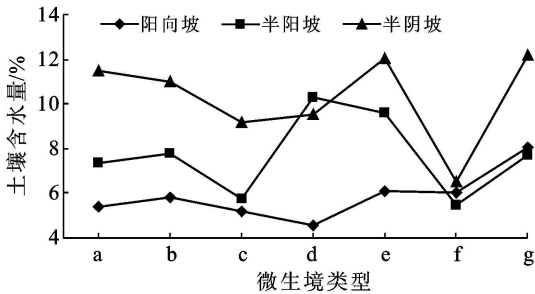


图 2 不同坡向 0—60 cm 土层土壤含水量

在 0—60 cm 土层范围内, 3 个坡向土壤含水量最高与最低的微生境类型是不完全相同的, 甚至有的微生境在一个坡向的土壤含水量是最低的, 而在另一个坡向的土壤含水量是最高的。比如小切沟在阳坡各微生境类型中土壤含水量最低, 而在半阳坡各微生境类型中土壤含水量最高。

不同坡类相比较, 3 个坡面均表现为阳坡坡面土壤含水量大于沟坡坡面上的土壤含水量, 其主要原因是阳坡坡面坡度为 33° 左右, 沟坡坡面坡度为 45° 左右, 随着坡度的增加, 降雨量就地入渗率减小, 径流量增加, 在相同的蒸腾蒸发潜力下, 土壤含水量则减少。不同坡向相比较, 大切沟阴坡土壤含水量大于大切沟阳坡土壤含水量, 这是由于阳坡接受太阳辐射能比阴坡大, 土壤水分蒸发量大之故。梁阳坡不同微生境相比较, 浅沟与阳坡坡面坡度相同, 由于浅沟土壤水分在得到降雨补充的同时, 汇集了一定的径流, 会获得一定量的径流补充, 在阳向坡和半阳坡浅沟的土壤含水量都高于阳坡坡面, 而在半阴坡浅沟的土壤含水量稍低于阳坡坡面, 因为半阴坡植被状况比较好, 雨

水的截留量大, 汇入浅沟的径流相对较少, 浅沟的生物量比较大, 消耗的水分比较多。大切沟沟底由于在梁阳下部风力小, 太阳辐射较小, 所以不仅土壤的物理蒸发少, 而且除降水补充外还能获得上坡的径流补充, 造成在同一坡向微生境类型中土壤水分相对较高。小切沟较大切沟沟底来说径流补充少, 加之其表层土以前是离地表约 20 m 以下的土, 经过了一定的压实, 土壤比较密集, 土壤孔隙度小, 因而其土壤入渗速率比较小, 进入土壤的水分就比较少, 这是小切沟土壤含水量比较少的主要原因。在半阳坡, 由于一些部位的塌陷形成了比较疏松的土壤表层, 土壤空隙大, 进入土壤的水分多, 所以半阳坡小切沟的土壤含水量比较高。

综上所述, 不同坡向、不同微生境现实土壤含水量取决于大气降水能力、日照强度和日照时间、地形地貌特征以及植被生长状况。

3.3 不同微生境土壤含水量比较分析

从方差分析表 2 可以看出, 3 个坡向的组间均方远远大于组内均方, 说明组间差异远远大于随机误差引起的组内差异。还可以看出在单一坡向上, 显著性概率值近似为 $0.000 < 0.01$, 说明各组间具有极显著性的差异, 即单一坡向上个微生境类型含水量具有极显著性差异。因此, 这一聚类分析结果非常理想。

根据图 3 聚类结果, 按照各微生境类型土壤水分状况将 3 个坡向 21 个微生境类型划分为 3 个类群, 第 I 类包括半阴阳坡坡面、半阴浅沟、半阴大切沟阴坡、半阴大切沟沟底, 含水量介于 $11.00\% \sim 12.15\%$, 平均值为 11.68% ; 第 II 类为半阳阳坡坡面、半阳浅沟、半阳大切沟沟底、半阳小切沟、半阴小切沟、半阴沟坡坡面、半阳大切沟阴坡、阳向大切沟沟底, 含水量介于 $7.36\% \sim 10.31\%$, 平均值为 8.68% ; 第 III 类有半阳大切沟阳坡、阳向阳坡坡面、阳向沟坡坡面、半阳沟坡坡面、阳向浅沟、阳向小切沟、半阴大切沟阳坡、阳向大切沟阳坡、阳向大切沟阴坡, 含水量介于

4.56%~6.52%,平均值为5.77%。可以看出第I类的含水量是最高的,而且都分布在半阴坡,第II类的含水量是最小的,第I类的含水量分别高出第II、第II类3%,5.91%。

表 2 3个坡向微生物含水量单因素方差分析

坡向	变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著值
阳坡	组间	114.642	6	19.107	25.204	0.000
	组内	89.455	118	0.758	—	—
	总变异	204.097	124	—	—	—
半阳坡	组间	363.741	6	60.624	92.167	0.000
	组内	82.220	125	0.658	—	—
	总变异	445.961	131	—	—	—
半阴坡	组间	468.738	6	78.123	77.882	0.000
	组内	126.390	126	1.003	—	—
	总变异	595.128	132	—	—	—

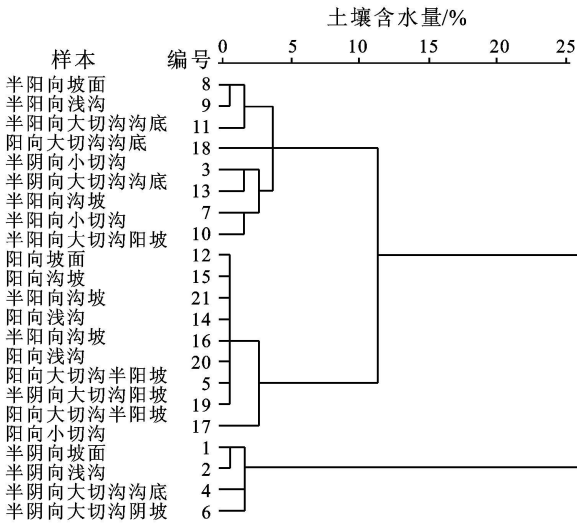


图 3 3个坡向 21个微生物聚类树形图

4 结论

(1) 0—60 cm 土层土壤含水量平均值表现为:半阴坡>半阳坡>阳坡。

(2) 同坡向,不同微生物类型之间0—60 cm 土层土壤含水量存在极显著性差异,阳坡含水量变化在4.56%~8.02%,半阳坡含水量在5.43%~10.31%之间,半阴坡含水量介于6.52%~12.15%;其含水量的大小主要取决于局部地形和植被生长状况,局部小地形主要影响降水和日照的再分配,植被主要影响降水截留和蒸腾。

(3) 不同微生物类型0—20,20—40,40—60 cm 土层中含水量随土层深度的增加依次增大。

(4) 聚类分析将3个坡向21个微生物类型划分为3个类群,其含水量依次为11.68%,8.68%,5.77%,第I类的土壤含水量优于第II、第III类。因

此要根据不同的情况选择适宜的树种和植被配置模式。

(5) 黄土高原地区降雨量少,鉴于地形因素对土壤水分的重要性,造林应进行严格整地,改善不利于土壤水分增加的地形因素,增加微生物的积水保墒能力,并适当降低造林密度。推广集水节水造林技术措施,树穴覆盖(覆膜、覆草)保墒,采用滴灌、穴灌、微灌、插管灌根等节水灌溉措施,并积极开展雨季造林,推广和应用容器苗造林。

[参 考 文 献]

- [1] 窦芳. 三北地区封山育林成效、问题及建议[J]. 防护林科技, 2000(4): 34-35, 49.
- [2] 田宏, 曹玉庆, 张孝. 包头市封山育林效益分析[J]. 内蒙古林业调查设计, 1999(1): 39-40.
- [3] 魏兴琥, 谢忠奎, 段争虎. 黄土高原西部弃耕地植被恢复与土壤水分调控研究[J]. 中国沙漠, 2006, 26(4): 590-595.
- [4] 彭镇华, 董林水, 张旭东, 等. 植被封禁保护是黄土高原植被恢复的重要措施[J]. 世界林业研究, 2006, 19(2): 61-67.
- [5] 李俊清, 崔国发. 西北地区天然林保护与退化生态系统恢复理论思考[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22(7): 1-7.
- [6] 邹厚远, 程积民, 周麟. 黄土高原草原植被的自然恢复演替及调节[J]. 水土保持研究, 1998, 15(1): 126-138.
- [7] 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): 1045-1048.
- [8] 朱德兰, 吴发启. 不同地形部位土壤水分的年变化分析[J]. 中国水土保持科学, 2003, 1(4): 28-30.
- [9] 张晓虎, 李新平. 几种常用土壤含水量测定方法的研究进展[J]. 陕西农业科学, 2008(6): 114-118.
- [10] 卢纹岱. SPSS for Windows 统计分析[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006: 477-514.