

黄土高原沟壑区林地土壤水分特征的研究(Ⅱ)

——土壤水分有效性及其亏缺状况的分析

陈海滨¹, 刘淑明², 党坤良¹, 安 锋¹

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 通过对黄土高原沟壑区南缘的油松(*Pinus tabulaeformis*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*) 人工林及荒坡的土壤水分有效性和亏缺状况的分析发现, 无论是土壤水分有效性, 还是水分状况都表现出: 油松 > 刺槐 > 荒坡的特征, 据此认为, 在该区造林工作中, 如果立地条件允许, 更适宜造油松林; 不但降水的多少影响着土壤的干湿状况和土壤水分的有效性, 降水的分布状况尤其是生长季中的降水分布状况也严重影响土壤水分干湿状况和有效性。

关键词: 黄土高原; 土壤水分; 有效性; 亏缺状况

中图分类号: S714 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7461(2004)01-0005-04

A Study on Forest Soil Moisture Features of Gullied Loess Region of the Loess Plateau —— Analyses on the Soil Moisture Availability and Deficit State

CHEN Hai-bin¹, LIU Shu-ming², DANG Kun-liang¹, AN Feng¹

(1. College of Forestry, NW Sci-Tech Univ. of Agr. and For., Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. College of Life Sciences, NW Sci-Tech Univ. of Agr. and For., Yangling, Shaanxi 712100, China)

万方数据

Abstract: The soil moisture availability and deficit state of *Pinus tabulaeformis* plantation, *Robinia pseudoacacia* plantation and uncultivated lands in Chunhua county, Shaanxi province were studied from April 1999 to March 2000. The results showed that both the availability of soil water and the soil water state were *P. tabulaeformis* > *R. pseudoacacia* forest > uncultivated land. It is thought that *P. tabulaeformis* should be planted if the site condition fitted. The moisture content and deficit were affected by precipitation and the distribution of rainfall, especially that during growing season.

Key words: loess plateau; soil moisture; availability; deficit state

在气候干旱、土壤疏松、土层深厚、水土流失严重的黄土高原地区, 水是限制植物生长发育及农林生产的主要限制性因素^[1-3]。研究该区林地的土壤水分特征对该区植被恢复、合理利用土地具有非常重要的理论和实践意义。本文对该区主要造林树种——刺槐和油松 2 种立地和荒坡土壤水分的有效性和亏缺状况进行了分析, 以期能为合理经营林木、提高林地生产力, 充分发挥林地的经济效益和生态效益提供理论依据。

1 试验地概况及研究方法

同黄土高原沟壑区林地土壤水分特征的研究

(Ⅰ): 土壤水分的垂直变化和季节变化特征^[4]。

2 结果与分析

2.1 土壤水分有效性的评价

根据土壤水分对植物生长的有效性原理, 土壤水分有 3 个转折点, 即凋萎湿度、生长阻滞持水量(相当于田间持水量的 60%~70%)和田间持水量。凋萎湿度以下的土壤水分因植物不能吸收利用而成为无效水, 只有当土壤含水量大于凋萎湿度时土壤水分才有效, 但是其有效性不同。这主要是因为土壤水势不同时, 植物从土壤中吸收水分的难易程度也不同^[5,6]。本区土壤的田间持水量为 22.66%, 因

收稿日期: 2003-01-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39770612)

作者简介: 陈海滨(1959-), 男, 甘肃静宁人, 副教授, 主要从事森林生态方面的教学与科研工作。

土壤含水量较低,林木也较耐旱且对土壤水分比较敏感,所以,生长阻滞持水量定为田间持水量的60%。刘增文等^[7]对人工油松林土壤水分进行分析时,将土壤有效水划分为3个等级,即(1)难效水是指从凋萎湿度到生长阻滞持水量的土壤水分。这部分水分,植物虽能利用但根系从土壤中吸收水分时所需要消耗的能量大幅度增加,植物的生长活动

受到明显阻滞。(2)易效水 是指土壤含水量为田间持水量的80%~100%时的土壤水分,土壤水分达到这个范围时,土壤基质对土壤水分的作用力较小,土壤通气状况良好,根系活动旺盛,容易吸收利用土壤水分。(3)中效水 是指介于难效水与易效水之间的土壤水分,一般指土壤含水量为田间持水量60%~80%时的土壤水分。

表1 各立地各时期土壤水分有效性分析

Table 1 The analysis of soil moisture availability in different lands

月/年	油 松			刺 槐			荒 坡		
	含水量/%	比率/%	有效性	含水量/%	比率/%	有效性	含水量/%	比率/%	有效性
4/1999	13.34	58.87	难效	13.05	57.59	难效	12.67	55.91	难效
5/1999	13.75	60.68	中效	13.54	59.75	难效	13.26	58.52	难效
6/1999	15.64	69.02	中效	15.12	66.73	中效	15.17	66.95	中效
7/1999	13.12	57.90	难效	12.86	56.75	难效	13.14	57.99	难效
8/1999	12.68	55.96	难效	12.35	54.50	难效	12.17	53.71	难效
9/1999	14.69	64.83	中效	14.13	62.36	中效	13.98	61.69	中效
10/1999	15.34	67.70	中效	14.34	63.28	中效	14.03	61.92	中效
11/1999	15.12	66.73	中效	14.11	62.27	中效	13.29	58.65	难效
12/1999	15.08	66.55	中效	13.79	60.86	中效	12.95	57.15	难效
1/2000	14.96	66.02	中效	13.47	59.44	难效	12.09	53.35	难效
2/2000	14.68	64.78	中效	13.05	57.59	难效	11.83	52.21	难效
3/2000	12.58	55.52	难效	12.31	54.32	难效	10.87	47.97	难效
万方数据均	14.25	62.89	中效	13.51	59.62	难效	12.96	57.19	难效

注:表中土壤含水量数据为各时期内0~3 m土壤含水量的平均;比率为土壤平均含水量与该区土壤田间持水量(22.66%)的比值。

从表1可以看出,油松林土壤水分的有效性,在生长季初的4月,处于难效状态;到了5月和6月份,由于较大量降水的出现而处于中效状态;7月和8月是林木生长最为旺盛的时期,因为林地蒸散和林木蒸腾最大而降水量较少转为难效状态,严重影响了林木的生长发育;在雨季的9月、10月由于大量降水的出现,水分的难效状态有所改观转为中效,并且一直保持到了次年的2月;在2000年3月转为难效。刺槐林土壤水分有效性的变化与油松林相似,但由于郁闭度较小,林冠遮蔽小、几乎无枯落物层且林木蒸腾强度较大,土壤水分有效性的变化,随降雨和温度的变化较快,有开始较迟,结束较晚的特点,只在1999年的6月和9~11月才处于中效状态,而过多的时候土壤含水量处于生长阻滞持水量以下的难效状态,严重影响着林木的生长发育。荒坡土壤水分的有效性较2种林地相比则变化的更快,只在降水量大而土壤水分有所积累的1999年6月和9、10月才处于中效状态,这可能是由于没有林分保水作用的存在,在该区气候干旱的情况下,土面蒸散大,渗入土壤的水分来不及下渗到土壤深处而很快被消耗的缘故。

通过对表中一年各时期土壤水分平均值和土壤水分年度平均值及其有效性的分析得到,立地土壤

水分的有效性状况次序为:油松>刺槐>荒坡。所以,在该区造林中,如果立地条件允许则更适宜于造油松林。

2.2 降水分布状况与土壤干湿状况及土壤水分有效性的关系

李玉山^[6]、杨新民^[8]通过对黄土地区土壤水分循环和平衡的研究,认为在土壤和气候干旱、土层深厚的黄土地区,土壤水分收支各项中,降水是唯一的水分输入项。可见降水对土壤水分状况影响的巨大作用(图1)。但本研究发现,降水的分布状况等也影响着渗入土壤的水分的数量和深度,同样量的降水分布在林木生长的不同时期会有不同的分布状况,会产生不同的积累效果。调查期间,5月下旬至6月中旬以及9月下旬至10月中旬降雨量大且集中,分别为178.08 mm和172.02 mm,占调查期间总降水量的28.4%和27.5%,所以土壤水分有较大积累,而在其它各阶段,因降水分布较均匀或降水较少,土壤水分积累很少甚至无积累。这与王孟本等^[9]通过对山西黄土地区的研究,提出的“在气温年际变化相对稳定的情况下,影响人工林土壤干湿季节变化的主导因子是生长期的降水量及其分布状况。在此阶段中,若降水多且较为集中,则有利于土壤水分积累;若降水少而分布均匀或多而分布均匀,

则有利于保持土壤水分而不利于土壤水分积累^[3]” 的观点一致。

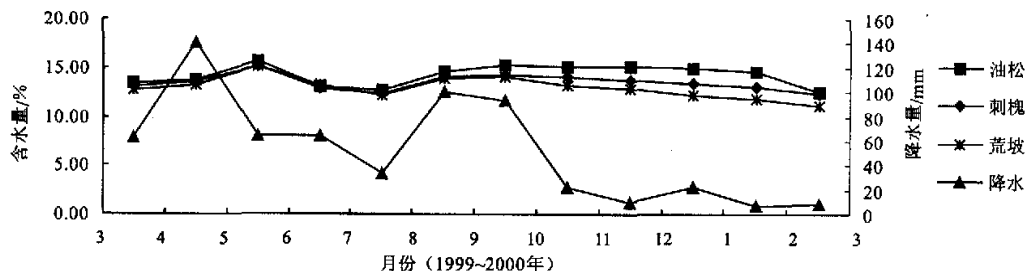


图1 土壤水分和降水的季节变化动态

Fig. 1 Seasonal variation of soil moisture and precipitation

2.3 土壤水分亏缺状况的分析

黄土高原地区因降水是唯一的水分输入项^[9,10]。但通常蒸发量又大于降雨量,这必然导致该区土壤经常处于水分亏缺状态(土壤水分亏缺量是指土壤含水量低于田间持水量的值)。

由图2可以看出,各种立地均常年处于土壤水分亏缺状态,且这种水分亏缺以裸地表现的最为突

出,亏缺次序为:荒坡>刺槐>油松。但该区林地内20 a生林木却生长良好、林相整齐。从而证明了在气候干旱、土壤水分亏缺和水土流失严重的黄土地区,全面开展植树种草的生物工程,拦蓄降水,就地入渗,以控制该区水土流失,改善生态环境,提高人民生活水平的可行性与必要性。

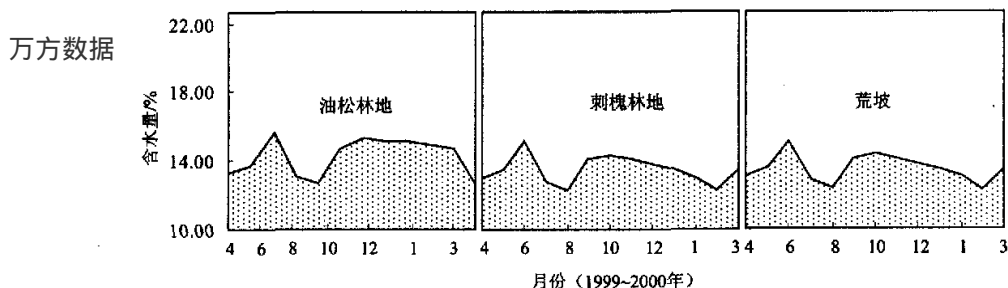


图2 各立地土壤水分亏缺状态

Fig. 2 The deficit state of soil moisture in different lands

许多学者在研究黄土高原地区的土壤水分状况过程中发现了土壤干化层的存在^[1,6,10]。杨维西、孙长忠等将干化层定义为:“黄土地区,因人为高密度经营或植被类型选择不当而造成的在一定深度下出现的土壤水分较上层和相同深度荒坡土壤含水量低的层次^[1,10]”。本研究的土壤水分垂直剖面(图3)中,刺槐、油松林从70 cm处开始,土壤水分都已经开始显著下降,分别自140 cm和240 cm处其土壤含水量已低于相同深度荒坡的土壤含水量,也就是说刺槐在140 cm以下,油松在240 cm以下已经出现了干化层。它的存在势必会使该地区林木可用的水分逐步减少,成为该地区人工植被建设的严重隐患。所以,在该区的植被恢复中,不能只片面强调森林的保土、蓄水作用,而应该在正确的植被建设指导思想下,依据当地的生物气候生产力,因地制宜地选

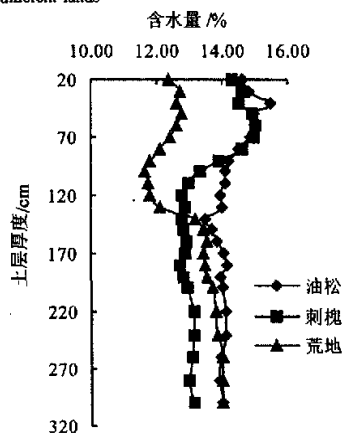


图3 土壤水分的垂直剖面

Fig. 3 The vertical profile of soil moisture

择植被类型,采用合理的群落密度,合理控制群落生

产力,以保持植物蒸腾耗水和土壤水分补偿之间的水分平衡,维持群落的持续稳产、高产,充分发挥其生态和经济效益^[1]。

在此项的研究中,同样发现,油松林在土壤水分有效性方面较刺槐林存在着优势,同时它的干化层也较刺槐林出现的晚。从而进一步证明了在造林中首选油松的合理性。但其干化层的出现又亟待进一步研究解决。

3 结论与讨论

3 种立地土壤水分有效性状况次序为油松 > 刺槐 > 荒坡。不但降水的多少影响着土壤的干湿状况和土壤水分的有效性,降水的分布状况尤其是生长季中的降水分布状况也严重影响土壤水分干湿状况和有效性。降水量大而且集中则有利于土壤水分积累,降水量少或分布均匀则不利于土壤水分积累。该区土壤即使在雨水条件比较充分的 1999 年也处于严重亏缺状态,并且亏缺状况在荒坡表现的更为突出,但该区 20 a 生人工油松林和刺槐林生长良好,林相整齐。这说明,在该区实行全面植树种草的生物工程,拦蓄降水,就地入渗,以防止该区水土流失,改善生态环境的可行性和必要性,但干化层的出现又同时提醒人们,在该区的植被恢复中,我们应该在正确的植被建设思想的指导下,合理布局、合理经营以得到较好的经济效益和生态效益。从土壤水分、有效性和亏缺状况方面看,油松林也表现出了优于刺槐林的特点。所以,在该区造林工作中,如果条件允许则更适于造油松林。

林地内,因为植物的蒸腾作用一般会使土壤含水量降低,但另一方面,林地内因其温度较低、通风状况较差而蒸发量又较小,这样又能够增加土壤含水量。到底森林能够增加还是减少土壤含水量。国

内外均具有一定分歧,我国学者多认为森林会减少土壤水分、减少地表径流,但在土层深厚、几乎无地表径流的黄土高原地区,增加的地表径流何以体现是一个值得考虑的问题。大多数学者的研究结果是林地内土壤含水量小于荒坡,但本文及一些学者的研究却发现了林地土壤含水量高于荒坡的现象,笔者认为这可能与荒坡地的前期经营及研究地的自然条件有关,同时林地内较厚的枯落物(刺槐林 2 cm,油松林 5 cm)存在对此可能也有一定的影响。

参考文献:

- [1] 孙长忠,黄宝龙,陈海滨,等. 黄土高原人工植被与其水分环境相互作用关系的研究[J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(3): 7-14.
- [2] 余新晓,张建军,朱金兆,等. 黄土地区防护林生态系统土壤水分条件的分析与评价[J]. 林业科学, 1996, 32(4): 289-296.
- [3] 陈云明,刘国彬,候喜录. 黄土丘陵半干旱区人工沙棘林水土保持和土壤水分生态效益分析[J]. 应用生态学报, 2002, 13(11): 1389-1393.
- [4] 陈海滨,孙长忠,安锋,等. 黄土高原沟壑区林地土壤水分特征的研究(1)[J]. 西北林学院学报, 2003, 18(4): 13-16.
- [5] 韩仕峰. 黄土高原地区土壤分的区域动态特征[J]. 西北水土保持研究所集刊, 1989, 10: 42-56.
- [6] 李玉山. 黄土高原地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): 91-100.
- [7] 刘增文,王佑民. 人工油松林蒸腾耗水及林地水分动态特征的研究[J]. 水土保持通报, 1990, 10(6): 78-84.
- [8] 杨新民,杨文治. 黄土丘陵区人工林土壤水分平衡初探[J]. 林业科学, 1989, 25(6): 549-553.
- [9] 王孟本,李洪建. 晋西北地区人工林土壤水分动态的定量研究[J]. 生态学报, 1995, 15(2): 178-184.
- [10] 杨维西. 试论我国北方地区人工植被的土壤干化问题[J]. 林业科学, 1996, 32(1): 78-84.

更正启事

本刊印刷版(不含光盘版、网络版)2003 年第 4 期 9~12 页中“CO²”应改为“CO₂”。第 137 页角注中收稿日期“2004-04-28”应改为“2003-04-28”。特此更正,并向读者和作者致歉。

本刊编辑部