

黄土高原半干旱丘陵沟壑区人工林土壤水分动态研究

原焕英, 许喜明

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要:通过对黄土高原半干旱丘陵沟壑区的人工油松 (*Pinus tabulaeformis*)、樟子松 (*Pinus sylvestris* var. *mongolica*)、柠条 (*Caragana microphylla*) 林地土壤水分动态分析, 结果表明, 油松、樟子松、柠条林地土壤水分亏缺很大, 柠条尤为突出, 生长季平均土壤含水量为 4.53%, 水分亏缺 1 299 mm, 油松、樟子松水分亏缺约 1 220 mm。在季节变化上, 柠条林地土壤含水量最高值出现在生长季以前, 油松、樟子松林地土壤含水量最高值则出现在 6、7 月份, 在生长季末各林地储水量均低于初期, 油松、樟子松、柠条林地分别减少了 17 mm、8 mm 和 73 mm, 柠条的耗水量大于油松和樟子松。在垂直变化上, 油松、樟子松、柠条林对土壤水分的利用规律基本相似, 可分为土壤水分微弱利用层、土壤水分利用层、土壤水分调节层, 各林地均有明显的土壤干层。

关键词:黄土高原; 半干旱区; 人工植被; 土壤水分; 土壤干层

中图分类号: S728.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-7461(2004)02-0005-04

Soil Water Dynamics of Plantations in Sub-arid Gully and Hilly Regions of the Loess Plateau

万方数据

YUAN Huan-ying, XU Xi-ming

(College of Forestry, NW Sci-Tech Univ. of Agr. and For., Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The dynamics of soil water in *Pinus tabulaeformis*, *P. sylvestris* var. *mongolic* and *Caragana microphylla* plantations in Pianguan county, Shanxi Province, were studied from May to December 2002. The results indicated that the deficit of soil water of *P. tabulaeformis*, *P. sylvestris* var. *mongolic* and *C. microphylla* was enormous, and that of *C. microphylla* was particularly outstanding. During the growing season, the average soil water was only 4.53%, the deficit of soil water was 1 299 mm, *P. tabulaeformis* and *P. sylvestris* var. *mongolica* close to 1 220 mm respectively. As to seasonal variation, in the plantation of *C. microphylla*, the time of the maximum of soil water appeared before the growing season, but in those of *P. tabulaeformis* and *P. sylvestris* var. *mongolic*, the time was June or July. The stored water of the plantations was all decreased at the end of the growing season compared with that at the beginning, *P. tabulaeformis*, *P. sylvestris* var. *mongolic* and *C. microphylla* decreased by 17 mm, 8 mm and 73 mm respectively. More water was consumed by *C. microphylla* than by *P. tabulaeformis* and *P. sylvestris* var. *mongolic*. In vertical change, the law of the utilization of soil water was basically similar, the soil water condition could be divided into three layers: weak absorbing layer, absorb layer and regulating layer. There were obvious soil drying-layers in different sites.

Key words: Loess Plateau; sub-arid region; plantation; soil water; soil drying-layer

收稿日期: 2003-12-08

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30170769)

作者简介: 原焕英 (1974-), 女, 山西繁峙县人, 硕士, 研究方向为林木水分生理生态。

水分条件是植被生存、生长的首要条件,在地处半干旱气候的黄土高原丘陵沟壑区,该条件显得尤为重要。系统的研究该区域的土壤水分动态变化,在一定程度上可以反映出该区域植被对水分的利用现状、作用规律与强度。油松、樟子松、柠条,是该区域的主要造林树种,在恢复该区生态环境、保持水土、涵养水源等方面发挥着重要作用。研究油松、樟子松、柠条人工林植被下的土壤水分变化特征,可为该区域的植被恢复,林木合理经营,提高林地生产力,充分发挥林地的生态效益提供理论依据^[1,2]。

1 试验地概况

本试验布置在黄土高原半干旱丘陵沟壑区的山西偏关县,位于东经 111° 21' 2"~112° 0' 48",北纬

39° 12' 56"~39° 39' 88"。海拔 874.7~1 855.2 m,属大陆性暖温带气候,年平均气温 5~8℃,年降水 419 mm,雨季降水 235 mm,年蒸发量 2 037.5 mm,无霜期 110~130 d,≥10℃的积温 3 290℃,年日照时数 2 677 h,年平均相对湿度 56%。该区土壤属黄绵土,为黄土质,间有灰褐土,土质松散、贫瘠,自然土壤有机质含量 0.29%,pH 值为 7.5,加之该区干旱多风,植被稀少,土壤肥力较为低下^[3]。试验区的植被主要有百里香(*Thymus monolicus*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、莎蓬(*Agriophyllum squarrosum*)、沙蒿(*Artemisia desertorum*)、沙枣(*Elaeagnus angustifolia*)等,盖度 0.2~0.4,主要造林树种为油松和柠条。表 1 为试验地概况。

表 1 试验基地基本状况
Table 1 General condition of the plots

试验地类型	海拔 /m	林龄/a	郁闭度	平均树高 /m	平均胸径 /cm	坡度/°	坡向
油松林分	1 250	16	0.65	5.6	9.3	12	北偏西
柠条林分	1 290	18	0.6	1.3	1.6	4	北偏西
樟子松林分	1 220	16	0.4	5.1	8.3	10	北偏东

万方数据

2 研究方法

在不同林地选具有代表性的地段设置标准地,选取优势木 3 株,每株安装 3 根测管,采用中子水分测定仪定位观测的方法^[4],在 0.2~2.0 m 内,每 10 cm 为一层,2.0~6.0 m 内,以 20 cm 为一个层次,在 2002 年 5~12 月,每周测定 1 次。

降雨量用雨量器实测。

3 结果与分析

3.1 生长季土壤水分平均状况

由表 2 可以看出,各林地土壤水分亏缺量都较大,柠条平均含水量明显低于油松和樟子松,仅为 4.53%,其土壤储水量仅为 381 mm,水分亏缺 1 299 mm,油松和樟子松在 5~10 月内土壤平均含水量变化趋势基本一致,其土壤平均含水量相近,分别为 5.47%、5.48%,水分亏缺为 1 221、1 220 mm。从整体上看,在该区油松、樟子松、柠条的土壤水分亏缺量都很大,柠条尤为突出,如此巨大的亏缺量是由于逐年吸取土层储水以补充地上植被需水的结果,且在一般情况下很难得到完全恢复,而且容易在入渗层之下形成土壤干层,这也是黄土高原特有的水文

现象,在半干旱区更为明显。

3.2 土壤水分的季节动态

由图 1 可以看出,油松、樟子松各立地土壤水分在季节变化上趋于一致,土壤含水量的高峰均出现在 6、7 月份,10 月份以后稳定到一个最低水平,说明在生长季初期油松、樟子松的耗水量小于同期的储水量,同时,也可能与该时期的降雨量较大有关(表 2)。而柠条土壤含水量高峰在 6 月份之前,到 10 月份趋于稳定最低值,说明土壤水分的强烈消耗期从生长季初开始,尽管有降水补偿,特别是 6、7 月份降雨量比较大,但整个生长季含水量逐渐下降,这也说明在生长季初期柠条的耗水量大于其储水量。与油松和樟子松相比,由于生长季初期储水量相近,可以得出柠条的蒸腾耗水量要大于油松和樟子松。

从表 2 可看出,生长季末各林地储水量均降低,油松的储水量减少 16 mm,樟子松为 8 mm,可以初步说明,油松和樟子松的耗水量接近同期的降水量,即油松、樟子松林的年生长主要依赖于当年生长季降水。柠条林生长季末的储水变化大,减少了 73 mm,说明其当年生长受到上年的储水量的影响,也证实了柠条林地的水分亏缺量大于油松和樟子松,而且此种水分亏缺在一般情况下难以得到恢复。

表 2 生长季土壤含水量平均状况
Table 2 The average soil water during the growing season

项目	林分	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	平均
土壤含水量/%	油松	5.34	5.79	5.74	5.48	5.4	5.14	5.47
	柠条	5.20	5.00	4.65	4.37	4.36	4.33	4.53
	樟子松	5.23	6.00	5.79	5.41	5.25	5.13	5.48
土壤储水量/mm	油松	449	486	482	460	460	433	459
	柠条	437	420	391	367	366	364	381
	樟子松	439	504	486	454	441	431	460
土壤水分亏缺量/mm	油松	1 231	1 194	1 198	1 220	1 220	1 247	1 221
	柠条	1 243	1 260	1 289	1 313	1 314	1 316	1 299
	樟子松	1 241	1 176	1 194	1 226	1 239	1 249	1 220
降水量/mm		30.6	129.4	61.2	29.8	53.9	25.4	—

注：土壤水分亏缺量=土壤持水能力-土壤储水量。

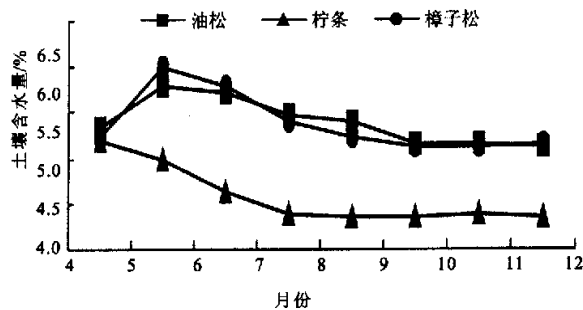


图 1 土壤水分季节变化
Fig. 1 Seasonal variation of soil water

3.3 土壤水分的垂直动态

土壤水分的垂直变化表明(图 2),不同立地的土壤含水量随深度变化的趋势基本一致,说明各立地对土壤水分的利用规律基本相似。根据其他学者对黄土高原其它地区的研究^[2,6~8],结合所测数据分析,在 0~20 cm 土层,各林地土壤含水量变化最大,油松土壤含水量 4%~14.08%,樟子松 4.21%~13.66%,柠条 3.21%~10.01%,其土壤含水量变异系数都很大,分别为 0.321 8、0.382 7、0.329 7,这一土层范围为土壤水分的微弱利用层,其土壤水分受气象条件如降水、温度、水分状况等的影响,干湿变化十分剧烈,该层土壤水分在有降水时迅速增加,在气候干旱、高温时容易蒸发消耗,对林木生长作用很小。

柠条林地土壤含水量在 20~170 cm 土层深度变化较大,3.56%~10.75%,油松、樟子松土壤含水量在 20~150 cm 土层深度变化较大,油松在 4.00%~16.06%,樟子松 3.65%~11.19%,油松林下枯落物较多,其水分的利用层应该高于柠条,但柠条抗旱性强,并且根系发达,5 年生柠条根幅可达 0.5~1 m,根深达 2~4 m^[9],其利用土壤水分的范围会扩大,实际情况是柠条的水分利用层次高于油松。相同

树龄、密度的樟子松冠幅小于油松,其蒸腾消耗也要小于油松,所以尽管油松林下枯落物多,有利于储水,但其蒸腾耗水大于樟子松,两者的水分利用层次一致。该层土壤水分的变异系数范围分别为,柠条 0.103 0~0.287 4,油松 0.117 8~0.239 4,樟子松 0.119 0~0.292 6,是土壤水分利用的主要层次,受到降水、林木蒸腾耗水和林地蒸发的影响,也和林木生长情况及林地储水量有关,而且土壤水分的多少直接影响林木的生长。

在 150 cm 土层以下(柠条在 170 cm),油松含水量变化为 4.33%~5.60%,樟子松 4.41%~5.85%,柠条 3.92%~4.47%,其土壤水分变异系数相近,范围均在 0.056~0.085。由于根系的减少和蒸腾耗水的减弱,该层土壤水分变化明显减小,属于土壤水分调节层,在丰水年可以储蓄水分,在欠水年和林木强烈蒸腾的生长季可向上输送水分。各林地该层的土壤含水量很低,已经到了凋萎湿度,存在明显的土壤干层,所以,在利用层以下的土壤水分的调节功能非常弱。因为在该区域的降水十分有限,而林木蒸腾强烈,每年的降雨量难以满足当年的耗水量,利用层以下难以储蓄水分,多年亏缺以后即使是丰水年也难以满足,只有在特别干旱的年份或是降

雨特别丰沛的条件下才对林木根系的水分吸收有微弱的调节作用。

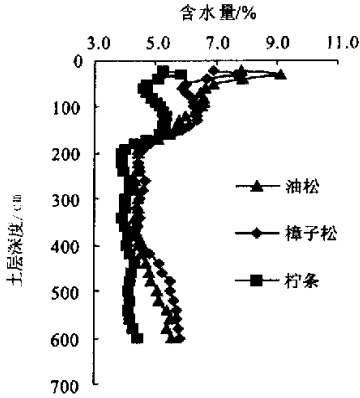


图2 土壤水分垂直变化

Fig. 2 Vertical variation of soil water

4 结论与讨论

在黄土高原半干旱丘陵沟壑区,柠条、油松、樟子松人工林土壤贮水量明显亏缺,柠条尤为突出,6 m 深平均含水量仅为 4.53%。在整个生长季,柠条万株需水分亏缺 1 299 mm,油松、樟子松分别亏缺 1 221、1 220 mm,如此巨大的亏缺在入渗层以下容易形成土壤干层。

在整个生长季节(5~10月),柠条林地土壤含水量逐渐下降,其最高值出现在生长季以前,油松、樟子松土壤含水量的高峰值出现在 6、7 月,柠条的蒸腾耗水量大于油松和樟子松。

生长季末各林地土壤储水量低于比生长初期,说明在该区域人工林的生长主要依靠当年的降水,甚至上年的储水。

柠条、油松、樟子松对土壤水分的利用规律基本

相同,均可分为 3 个层次:土壤水分微弱利用层、土壤水分利用层、土壤水分调节层。在土壤水分调节层均有明显的土壤干层。

在土壤水分严重亏缺的黄土高原半干旱区,油松、樟子松的土壤含水量明显高于柠条,这是由于生长季柠条的蒸腾耗水量大于油松、樟子松。但柠条根系发达,水分利用范围大于油松和樟子松,对干旱的适应性强,所以在黄土高原半干旱区,要迅速建造植被,保持水土,促进生态环境良性发展,柠条仍是首选树种,但在经营管理上要进行平茬等措施,降低其蒸腾耗水量,增加土壤储水量,从而缓和土壤干化层的上移。

参考文献:

- [1] 侯庆春,韩蕊莲. 关于黄土丘陵典型地区植被建设中有关问题的研究[J]. 水土保持研究,2000,7(2):102-110.
- [2] 陈海滨,孙长忠,安峰. 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.
- [3] 张军,王志敏,赵文千,等. 偏关柠条资源及其利用的研究[J]. 林业科技通讯,1996(9):35-36.
- [4] 孙长忠,黄宝龙. 黄土高原人工植被与其水分环境相互作用关系研究[J]. 北京林业大学学报,1998,20(3):7-14.
- [5] 李玉山. 黄土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.
- [6] 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(9):78-84.
- [7] 王佑民. 黄土高原沟壑区综合治理及其效益研究[M]. 北京:中国林业出版社,1990.
- [8] 陈云明,刘国彬. 黄土丘陵半干旱区人工沙棘林水土保持和土壤水生态效益分析[J]. 应用生态学报,2002,13(11):1389-1393.
- [9] 李代琼,吴钦孝. 宁南沙棘、柠条蒸腾和土壤水分动态研究[J]. 中国水土保持,1990(6):29-32.