

黄土高原南部刺槐林地的土壤水分变化规律研究

宋娟丽, 姚军, 吴发启

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100)

摘要:通过对泥河沟流域刺槐林地土壤水分 2 a 的监测资料分析发现,在干旱年份,土壤含水量在 $114.3 \sim 133.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 范围内,平均为 $124.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,相当于田间持水量的 50% 以上,大大高于凋萎湿度,土壤水分条件基本可以满足林木的正常生长。因此,对于小流域的综合治理,刺槐是较为理想的树种;而且秋季土壤水分 ($129.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) 高于春季 ($122.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$),更利于造林成活率的提高。

关键词:刺槐林地;土壤水分;造林

中图分类号:S714 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7461(2007)01-0047-04

Study on Variation of Soil Moisture of Black Locust in Southern Loess Plateau

SONG Juan-li, YAO Jun, WU Fa-qi

(College of Resource and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on the analysis of soil moisture of black locust forest in Nihegou watershed in two years, we discovered the soil moisture was in the range of $114.3 \sim 133.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, and the average value was $124.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, which was equivalent to 50% field moisture capacity, so the soil moisture was satisfied for the normal growth of the forest in drought year. Therefore, black locust is the better choice for the small watershed comprehensive control; the soil moisture in autumn ($129.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) is higher than in spring ($122.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), so in autumn is favorable for the high survival rate of afforestation.

Key words: black locust forest; soil moisture; afforestation

气候是决定地球上植被类型及其分布的最主要因素,而植被则是地球气候最鲜明的反映和标志^[1]。植物生态学认为,主要的植被类型表现着植物界对主要气候类型的反应,每个气候类型或分区都有相应的植被类型^[2]。决定植被分布的主要因素是热量和水分,而对于处在半湿润区的泥河沟流域,水分生态条件则显得尤为重要。特别是本区降水较少而又集中在夏季,水土流失严重,地下水埋藏很深,土壤水分成为林木生理需水的主要来源。掌握本区林地的土壤水分生态条件,对于分析本区的宜林性及合理造林有一定的理论和实用意义。

1 研究内容与方法

1.1 研究区域概况

泥河沟流域位于陕西淳化县境内,流域面积 9.48 km^2 ,是一个南北长,东西窄的长条形,沟道位于

塬面之间,塬面坡度 $2 \sim 8^\circ$,沟壑上游坡陡沟窄,下游趋缓,沟内有长流水。多年平均降水量 600.6 mm ,最高 878.9 mm (1983),最低 409.5 mm (1977)。干燥度 K 值介于 $1.1 \sim 1.38$ 之间,属于半湿润地区森林草原地带。沟坡土壤以黄绵土为主,刺槐人工林在流域各地貌部位均有分布,尤以沟坡最多。原刺槐人工林 1975 年营造,初植密度 $2667 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$,1992 年首次皆伐更新,伐前密度 $1740 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ ^[3],试验布设地密度为 $500 \sim 1000 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

1.2 试验布设与测定

为了较全面地反映流域内刺槐林地的水分状况,在不同的坡向(阴坡、阳坡、半阴半阳坡)、坡位(坡脚、坡面、塬边、塬面)分别布设 PVC 管,另外选取一块荒坡草地作为对照,同样布设 PVC 管,从 2000 年 10 月至 2003 年 2 月用中子仪每月定期分层测定 $0 \sim 200 \text{ cm}$ 深土壤含水量($0 \sim 20$ 、 $20 \sim 40$ 、 $40 \sim$

60、60~100、100~150、150~200 cm),其中0~20 cm用烘干法测定,均取3次测定值的平均值。

2 结果与分析

2.1 刺槐林地土壤水分特征

2.1.1 总体特征 根据2a的水分观测结果,刺槐林地0~200 cm土层内土壤水分变化规律如图1(由于成林的刺槐主要分布在沟坡,所用数据为坡面上不同坡向两年中土壤水分的平均值):

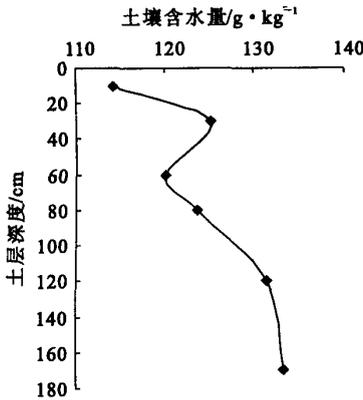


图1 刺槐林地土壤水分剖面变化特征
Fig.1 Section characteristics of soil moisture variations of black locust forest

总体看来,0~200 cm的土壤含水量在114.3~133.2 g·kg⁻¹范围内,平均为124.6 g·kg⁻¹,相当于田间持水量的50%以上,大大高于凋萎湿度,可供植被利用。由图1可看出其变化可分为两个层次:(1)水分剧变层(0~80 cm),其中表层(0~30 cm)土壤水分有递增趋势,由于受降水、蒸发等气候条件的影响而变化显著,土壤含水量的最大值为159.1 g·kg⁻¹,而最低值仅为71.0 g·kg⁻¹,变幅大,所以该层是水分变化最不稳定的层次;而从30~70 cm为一水分递减层,该层土壤水分主要受降水和林木耗水的影响,所以土壤含水量有所削减。(2)土壤水分相对稳定层,80 cm以下,土壤水分缓慢递增,特别是120 cm以下,土壤水分基本稳定在130 g·kg⁻¹左右,变幅不大,该层由于受地表气候条件变化的影响不明显,其水分可起到补充调节的作用,对保证林木正常生长有着非常重要的意义。

2.1.2 不同深度刺槐林地土壤含水量的年内变化特点 以2a测定的月水平分平均值作曲线(图2)可以看出,土壤表层的含水量波动幅度较大,最低为6月份的71.0 g·kg⁻¹,仅相当于田间持水量的33.8%,而最高是9月份达到187.0 g·kg⁻¹,相当于田间持水量的89%。该层土壤水分完全受气象条件的制约,降水时,土壤水分迅速增加,干旱时容

易蒸发消耗,对林木生长作用较小;在20~150 cm深度范围内,土壤含水量在91.4~152.6 g·kg⁻¹之间波动,该层土壤水分主要受降水和林木耗水的影响,在林木生长季节初期,土壤含水量较高,5月份以后,随着气温回升速度加快,土壤含水量不断下降,随着雨季的到来,在10月份前后,土壤含水量达到最大值,该层水分对林木的生长有着直接的影响;而到了150~200 cm土层深度后,土壤含水量已比较稳定,基本在121.1~155.5 g·kg⁻¹小范围内变化,该层水分可起到补充调节的作用,在雨季可储蓄水分,旱季可为林木补充水分,对林木保持正常生长有着不可或缺的调节作用。

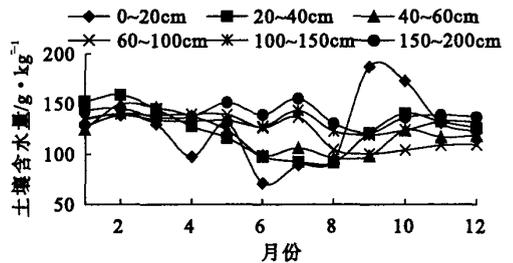


图2 不同土层深度土壤含水量的年变化

Fig.2 Annual variation of soil moisture of different soil layers

2.1.3 刺槐林地土壤含水量随深度的变化特点 以2a测定的水分状况(平均值),在不同季节随深度的变化曲线如图3。

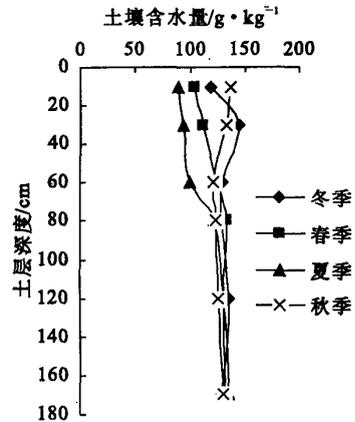


图3 土壤含水量在不同季节随土层深度的变化

Fig.3 Seasonal variation of soil moisture of different soil layers

从图3可看到,夏季的含水量最低,平均为112.1 g·kg⁻¹,春季次之,平均122.8 g·kg⁻¹,而冬、秋季比较接近,分别是131.9 g·kg⁻¹和129.0 g·kg⁻¹,且土壤含水量较高。因为夏季的降水较少,加上气温又高,蒸发量大,所以土壤含水量最低;一年中的降水主要集中在秋季,再有随着气温降低,耗水减少,土壤含水量较高;到了冬季,由于降雪,加上林木处于非生长季节,水分消耗较低,使得土壤水分

在各深度都变幅不大。另外,随着土层厚度的变化,其变化规律与前述情况一致,表层变化明显,变幅较大,到150 cm的深度后,已趋于一个稳定值,在130 g·kg⁻¹左右波动,受外界条件变化的影响不明显。秋季水分条件要优于春季,更利于造林。

2.2 刺槐林土壤水分的影响因素分析

2.2.1 降水 在黄土高原半湿润地区,土壤水分主要来自于降水,可以说降水的多少直接决定着土壤含水量的高低,特别是对土壤表层的水分含量影响尤为明显。

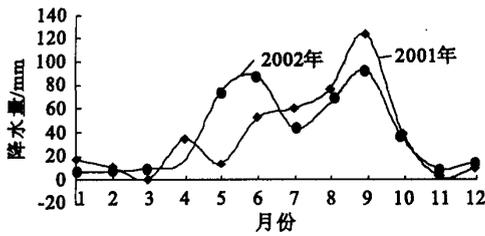


图4 淳化县2001、2002年降水量

Fig.4 Precipitation distribution of in 2001 & 2002 Chunhua County

由图4、图5可明显看出降水对土壤水分含量的影响。4、5月份降水较少,而气温开始回升,蒸发

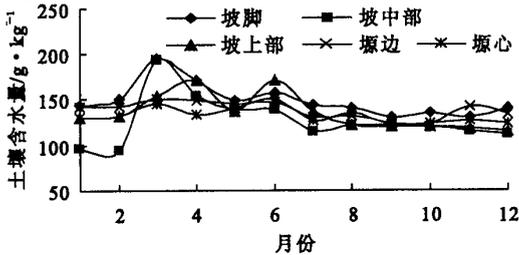


图6 阴坡不同坡位土壤水分年变化

Fig.6 Annual variation of the soil moisture in different parts of the northern slope

由图6、图7可看出,不同坡向、不同坡位土壤含水量不相同,阴坡土壤含水量明显高于阳坡,坡脚的土壤含水量又高于其他部位,坡面中部由于坡度较陡,不利于下渗,降雨多形成径流,因而土壤含水量最低。总之,坡脚含水量 > 塬面含水量 > 坡面含水量,坡面上又有这样的规律,阴坡坡脚 > 阴坡上部 > 阳坡坡脚 > 阴坡中部 > 阳坡上部 > 阳坡中部。

2.3 刺槐林地土壤水分条件评价

林地土壤水分状况是气候、立地条件和林木根系吸水等综合作用的结果^[4]。据调查,刺槐林在黄土高原的分布面积由南往北逐渐减少。延安以南地区包括延安以南黄土丘陵区、渭北黄土高原区及关中平原区,刺槐林资源分布面积大,而且用材林蓄积量高,是刺槐林比较适宜的地区^[5]。泥河沟流域属于半湿润的气候条件,水分条件基本可以满足刺槐

量增大,所以土壤含水量较低;5月份以后,随着降水的增多,土壤含水量有所增大,2002年5、6月降水高于2001年同期降水,因而土壤含水量也表现为2002年高于2001年,7月降水量最低,又加上气温很高,因此,土壤含水量也接近最低值,8、9月份降水丰沛,气温开始降低,到10月份时土壤含水量达到最大值,秋冬季节土壤含水量增大与树木对水分的消耗减弱有关,同时气温回落,蒸散量也下降,因此土壤含水量升高。

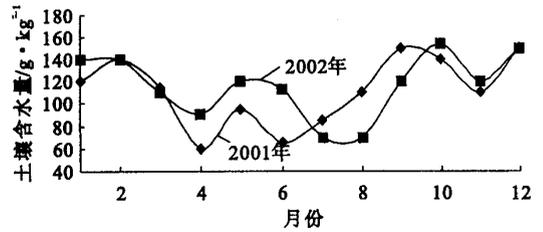


图5 表层(0-20 cm)土壤水分的年际变化

Fig.5 Yearly variation of soil moisture of top layer(0-20 cm)

2.2.2 地形 以完整的断面IV为例(包括阴坡和阳坡),土壤的含水量状况如图6、7所示:

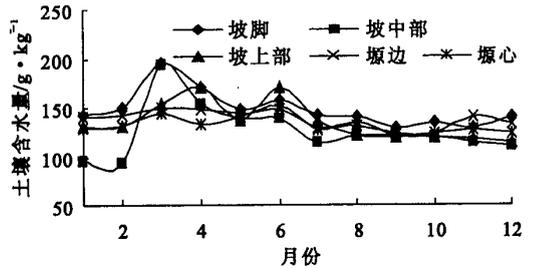


图7 阳坡不同坡位土壤水分年变化

Fig.7 Annual variation of the soil moisture in different part of the southern slope

的生长需求。

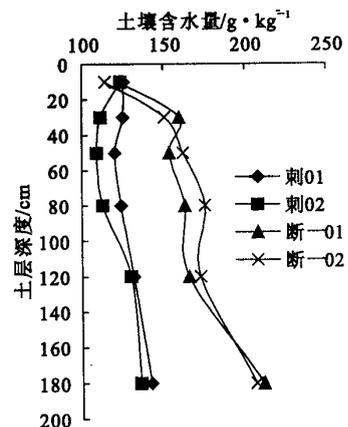


图8 荒草地与刺槐林地土壤含水量随土层深度变化的比较

Fig.8 Comparison of soil moisture in different layers of black locust forest and waste grassland

以荒坡草地与刺槐林地作对照,观测其在不同深度土壤含水量的变化,得到如下曲线。断面 I 与试验刺槐林同属阳坡,坡位均为中部,含水量分别为各土层深度 2001 年与 2002 年的均值。

由图 8 明显可看出,作为断面 I 的荒坡草地的土壤含水量要高于刺槐林地,而且深度越深,其差值有增大的趋势。两年资料的差别不很大。

许多学者在这方面做了大量工作。杨文治^[6]认为黄土高原绝大部分地处半干旱、半湿润地区,由于土壤水分亏缺的广泛存在,从而造成人工植被下土壤干燥化的发展,形成土壤干层这一土壤水分背

景。以往的研究结果表明,黄土高原立地类型的差异集中反映在水分条件上,而水分条件正是影响林木生长的限制因子^[7-10]。马延庆等^[11]认为,在影响刺槐生长的三大生态因子中,地形生态因子通过土壤、气象因子得以体现,土壤水分是土壤因子中的主要因子。土壤水分与刺槐树高呈显著线性关系。在气象因子中,水分因子对刺槐生长的影响大于热量因子。

2.4 造林季节土壤水分含量特点

本区造林分春季(3月)造林和秋季造林(10月)。造林季节土壤水分情况如下表 1 所示。

表 1 各地貌部位各土层造林季节土壤水分含量

Table 1 The soil moisture of different layers in different part of the slope in foresting season

$g \cdot kg^{-1}$

| 年份 | 月份 | 0~20 cm | | | 20~40 cm | | | 40~60 cm | | |
|--------|------|---------|-------|-------|----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| | | 半阴半阳 | 阳坡 | 阴坡 | 半阴半阳 | 阳坡 | 阴坡 | 半阴半阳 | 阳坡 | 阴坡 |
| 2001 年 | 3 月 | 94.1 | 85.0 | 105.2 | 98.8 | 92.3 | 116.6 | 101.7 | 98.2 | 117.1 |
| | 4 月 | 98.1 | 88.0 | 109.0 | 107.8 | 98.8 | 117.8 | 115.3 | 100.8 | 115.4 |
| | 10 月 | 110.2 | 110.2 | 142.8 | 136.6 | 122.8 | 134.8 | 140.7 | 131.2 | 140.7 |
| | 11 月 | 131.0 | 133.8 | 146.1 | 148.9 | 120.3 | 137.7 | 133.9 | 124.0 | 153.9 |
| 2002 年 | 3 月 | 90.3 | 80.9 | 108.1 | 98.5 | 87.6 | 116.1 | 101.7 | 90.4 | 120.3 |
| | 4 月 | 111.0 | 91.0 | 127.0 | 120.6 | 99.9 | 129.7 | 118.3 | 100.8 | 130.1 |
| | 10 月 | 101.1 | 104.2 | 130.6 | 118.5 | 114.5 | 129.1 | 129.8 | 116.6 | 150.0 |
| | 11 月 | 132.0 | 123.8 | 136.8 | 114.6 | 114.5 | 131.9 | 126.4 | 107.7 | 154.6 |

万方数据

由表 1 可看出:(1)观测年无论何种坡向,春季土壤含水量均低于秋季。(2)对于不同坡向的立地来说,一般阴坡土壤含水量优,阳坡较差,半阴半阳坡居中,因而坡面造林要特别注意阳坡土壤的处理。(3)造林后 4 月及 11 月的土壤水分状况,可以看出各坡向土壤水分都有所提高,这对于造林后苗木的成活及恢复生长是十分有利的。2001 年与 2002 年年降水量分别为 440.7 mm 和 460.7 mm(淳化县气象站资料),远低于多年平均降水量(600.6 mm),接近最低降水量(409.5 mm),属干旱年份。

综上所述,秋季土壤水分含量要高于春季,更利于造林成活率的提高。而且水分观测这两年为枯水年,土壤水分条件能够满足林木生长需要,也就说明了小流域植被恢复的可行性。

3 结论

通过对泾河沟流域刺槐林地土壤水分的监测分析发现:

(1) 根据成活的刺槐林生长情况看,土壤水分基本可以满足刺槐林正常生长的需要。

(2) 秋季土壤水分含量优于春季,更利于刺槐造林成活率的提高。

(3) 对于黄土高原南部小流域的综合治理,刺槐是较为理想的树种。

参考文献:

- [1] 费本华. 气候变化与树木年轮结构关系研究进展[J]. 世界林业研究, 1998, (6): 48-51.
- [2] 周广胜, 张新时. 全球变化的中国气候-植被分类研究[J]. 植物学报, 1996, 38(7): 8-17.
- [3] 王进鑫, 余清珠, 刘增文等. 人工刺槐改造更新林地土壤理化性质的变化及肥力评价[J]. 西北林学院学报, 1995, 10(增): 47-52.
- [4] 李凯荣, 王佑民. 黄土高原刺槐人工林地土壤水分特征. 黄土高原沟壑区综合治理及其效益研究[A]. 王佑民. 西北林学院淳化泥河沟试验示范区论文集[C]. 北京: 中国林业出版社, 1990. 56-64.
- [5] 王忠林, 薛智德. 黄土高原刺槐林生长适宜生态区划[J]. 水土保持研究, 1994, 1(3): 43-47.
- [6] 杨文治. 黄土高原土壤水资源与植树造林[J]. 自然资源学报, 2001, 16(5): 433-438.
- [7] 王斌瑞, 高志义, 刘彦忱. 山西吉县黄土残原沟壑区刺槐数量化立地指数表的编制及其在造林立地条件类型划分中的应用[J]. 北京林学院学报, 1982, 4(3): 116-121.
- [8] 杨文治, 马玉玺, 韩仕峰. 黄土高原地区造林土壤水分生态分区研究[J]. 水土保持学报, 1994, 1(3): 1-9.
- [9] 邹厚远, 关秀崎, 韩蕊莲, 张信. 关于黄土高原植被恢复的生态学依据探讨[J]. 水土保持学报, 1995, 9(4): 1-4.
- [10] 蒋定生, 刘梅, 黄国峻. 降水在凸一凹形坡上再分配规律初探[J]. 水土保持通报, 1987, 7(1): 45-50.
- [11] 马延庆, 刘忠义, 朱海利, 吴宇强. 黄土高原地区刺槐生长主要生态因子的灰色优势分析[J]. 水土保持通报, 1996, 16(2): 50-54.