王月玲,马　璠,蔡进军,等. 宁夏南部半干旱黄土丘陵区山杏微集水促渗技术对土壤水分的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(20):330 – 332.
doi:10.15889/j.issn.1002 – 1302.2018.20.082

宁夏南部半干旱黄土丘陵区山杏微集水促渗技术对土壤水分的影响

王月玲[1], 马　璠[1], 蔡进军[1], 许　浩[1], 黄立国[1], 王思成[2]
(1. 宁夏农林科学院荒漠化治理研究所,宁夏银川 750002; 2. 宁夏农业综合开发办公室,宁夏银川 750011)

摘要:针对宁夏南部半干旱黄土丘陵区干旱少雨,山杏种植面积大,为充分利用宝贵的天然降雨,提高雨水资源的利用效率,发挥山杏的生产性能,通过采用促渗管微集水技术,埋设深度分别为 30、45、60 cm 的促渗管汇集降雨,获得不同规格促渗管对土壤水分影响的基础性数据。结果表明,30 cm 深度的促渗管所形成的湿润土体位置比较适中,在 0 ~ 40 cm 土层形成了相对湿润区,土壤水分含量在 0 ~ 20 cm、20 ~ 40 cm 2 个土层的水分数据明显偏高。研究结果将有助于对山杏生长条件及生产性能与水分条件之间关系的认识,为山杏林从野生无管理状态向高效管理状态的转变提供理论指导。

关键词:宁夏;半干旱黄土丘陵区;山杏;促渗管;集水;土壤水分
中图分类号: S662.207;S152.7　　**文献标志码**: A　　**文章编号**:1002 – 1302(2018)20 – 0330 – 03

宁夏南部半干旱黄土丘陵区气候干燥,年降水量少,且年际和年内分配不均,年变率大,暴雨多而集中,大部分的降水形成地表径流汇集到河流中去,加之地表蒸发强烈,由此造成严重的“十年九旱”[1]现象。林业生产中成活率低、生态经济效益差的问题突出。水分是制约植株生存和生长发育的关键因素,而有限的自然降水是宁夏南部半干旱黄土丘陵区林地土壤水分的唯一来源,人工汇集利用雨水一直是林业生产中的重要课题[2]。

山杏(*Armeniaca vulgaris*)是宁夏南部半干旱黄土丘陵区重要的生态防护树种,其耐旱、耐贫瘠,护土保水效果优良,在当地进行的水土保持、生态恢复工程中具有重要地位。实际上山杏也是一种重要的资源树种。山杏的果肉可制杏脯,风味独特,深受消费者喜爱;杏仁可入药或提取油脂、植物蛋白;种壳是生产活性炭的优质原料。山杏的整个果实都能发挥重要的经济产出作用。宁夏南部山区的山杏种植面积大,资源丰富,如果能充分利用,将产生较为可观的经济效益,促进农民增收。但当地山杏生长面临着一个主要问题是干旱贫瘠。在宁夏南部半干旱黄土丘陵区干旱贫瘠的自然条件下,如果不进行水肥管理,无论什么树种都是无法产生显著经济效益的,山杏也是如此。因此,在该地区造林中,提高造林成活和促进生长最根本的问题就是提高土壤含水量,并保持苗木根部土壤在生根期充分湿润,自 20 世纪 90 年代开始,我国学者在旱地集水利用技术方面进行了大量研究[3-10],但主要集中于坡面的雨水汇集利用,且投资较高,土地利用率较低。近年来,为了抵御干旱、高效利用自然降水、改善林木生长的水分供应,相继推广了树盘整地集水、覆膜集水、集水节灌等技术。但树盘整地集水、覆膜集水忽视了水分的强烈快速蒸发和深层下渗储备,从而降低了有限集水的利用率,影响了林木生产力的提高,集水节灌则投资成本较高。因此,本研究开展融集水、促渗为一体的促渗管微集水技术研究,对宁夏南部半干旱黄土丘陵区有限自然降水的高效利用、防止土壤干化和区域可持续发展具有重要的现实意义。

1　材料与方法

1.1　研究区概况

研究区位于彭阳县东北 13 km 处的白阳镇中庄村,地貌类型属于黄土高原腹部梁峁丘陵地,地形破碎,地面倾斜度大,平均海拔为 1 600 ~ 1 700 m。该村年平均气温为 7.6 ℃,≥10 ℃ 的积温为 2 200 ~ 2 750 ℃,境内年蒸发量较大,干燥度(≥0 ℃的蒸发量)为 1.21 ~ 1.99,无霜期为 140 ~ 160 d。降水是雨水资源量的决定因素,项目区多年平均年降水量为 420 ~ 500 mm,降水量集中且年内分配不均,主要集中在 7—9 月,而且降水的年际变差系数较大,雨量集中月份常以暴雨形式出现,易发局地暴雨洪水。土壤以普通黑垆土为典型土壤,土层深厚,土质疏松。植被类型以草原植被为基础,生长有长芒草、角蒿、铁杆蒿、星毛萎等;其次还有中生和旱中生的落叶阔叶灌丛、落叶阔叶林、草甸等。人工植被以山桃、沙棘、山杏、山杨等为主,林草覆盖率在 50% 以上。

1.2　试验材料

早前报道中的促渗管规格为铁皮制成,直径为 25 mm,长 60 ~ 100 cm,管口半封闭,留有若干小孔用于雨水流入。但是

收稿日期:2017 – 05 – 27
基金项目:国家重点研发计划重点专项(编号:2016YFC0501702);国家科技支撑计划(编号:2015BAC01B01);国家自然科学基金(编号:31660375、4156058);宁夏回族自治区自然科学基金(编号:NZ14194、NZ16116);宁夏农林科学院科技创新先导资金(编号:NKYJ – 17 – 11)。
作者简介:王月玲(1980—),女,宁夏固原人,硕士,副研究员,主要从事黄土高原水土保持与生态环境建设研究。E – mail:wylnxnky@163.com。
通信作者:王思成,硕士,高级农业工程师,主要从事农业综合开发及资源环境研究。E – mail:126945736@qq.com。

这种促渗管的缺点是造价较高,容易被腐蚀,而且管径较细,容易被流入的泥沙淤满。本研究中将促渗管改成直径为 110 mm 的聚氯乙烯管,上端不封口,直接与地面齐平埋设。促渗管较粗,而且不封口的好处是如果埋设时间较长之后,管内泥沙杂物较多,很容易清理,并且可以通过促渗管施加化肥或有机肥料,不用再挖坑施肥,减轻了劳动强度,而且也有一定的缓释效果。

1.3　试验设计

本研究设计 30、45、60 cm 等 3 种深度的促渗管,目的是考察不同深度的促渗管对根际土壤水分条件的影响。由于雨水直接在促渗管下端才能入渗并扩散至上下土层中,雨后促渗管下端会形成一个近似于球形的湿润土体,这个湿润土体的中心位置与促渗管的深度密切相关。湿润土体如果分布于杏树的主要根系层,可以改善林木的土壤水分供应,提高有限雨水的利用效率,对杏树生长有利。

1.4　试验点的选择与布设

本研究的水分调控措施是以促渗管技术为依托。在有代表性、立地条件大致相同的地点选取树龄、生长状况一致的山杏若干株作为研究样本。在植株周围埋设促渗管,埋设位置均以主干为圆心,以 1/4 冠幅为半径的圆周上,均匀布设。促渗管埋设共 3 种规格,埋深分别为 30、45、60 cm,以不埋设促渗管为对照,每种埋设处理设 20 次重复,共 80 株。在埋设促渗管的同时整理树盘,将管口处整理为树盘内的低洼汇水点,将冠下降水汇集于促渗管内。

1.5　观测项目

土壤水分的动态监测:在促渗管埋设的 3 种处理(30、45、60 cm 促渗管)以及对照中,各选 2 株山杏,布设水分管,采用德国产的时域反射仪(time domain reflectometry,简称 TDR)法,在 2015—2016 年,对所选样地土壤水分进行持续监测,每月 1 次,土层深度为 0 ~ 100 cm,每 20 cm 为 1 层,共 5 层。

1.6　数据分析

数据均通过 Excel 进行处理,采用 SPSS 统计软件对数据进行方差分析,采用 Microsoft Excel 软件作图。

2　结果与分析

2.1　研究区 2014—2016 年降水量的季节分布特征

降水是该地区雨水资源量的决定因素,能被植物直接利用,是解决或缓解该地区干旱状况的最重要途径。从图 1 可以看出,2014—2016 年 1—12 月降水量呈季节动态变化,降水量集中且年内分配不均,主要集中在 7—9 月,而且降水的年际变差系数较大。3 个年份相比,研究区春季降水最多的是 2014 年 4 月,降水量为 94 mm,其次为 2015 年 4 月,降水量为 63.5 mm;夏季降水量最多的是 2016 年的 7 月,降水量为 110.9 mm,其次为 2015 年 8 月,降水量为 86.1 mm;雨季降水最多的是 2014 年的 9 月,降水量为 189.8 mm。

在生长季 4—9 月,研究区多年平均降水量为 372.3 mm,2014 年为 439.1 mm,2015 为 412.1 mm,均高于生长季多年平均值,2016 年为 348.8 mm,低于多年生长季平均降水总量。降水量在 2014 年 9 月出现峰值,远高于多年平均值,其次是 2015 年 9 月,也明显高于多年平均值,2016 年 9 月降水量最低,且低于多年平均值,对土壤水分的调控补给明显不足。整体来看,2016 年相比其他 2 个年份,除了夏季 7 月份降水较多外,而其他各月降水量均低于 2014、2015 年。2016 年,干旱严重,给植物生长带来一定的影响。其他各月春季降水明显偏低,虽然 3 个年份春季降水量均高于多年平均值,但是对于蒸发量远大于降水量,而地下水埋藏很深的宁夏南部黄土丘陵区,仅有的降水还远远不够。春季降水普遍偏少,会造成严重的春旱,对植被的返青,以及当年的生长发育都会产生一定的不利影响。

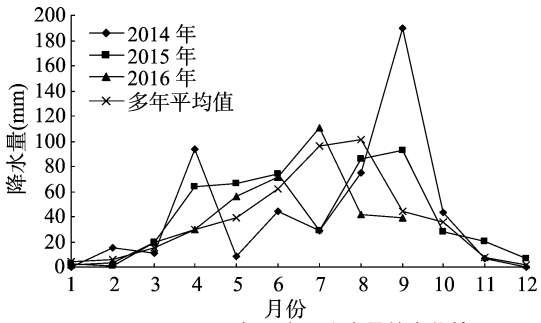


图1　2014—2016 年研究区降水量的变化情况

2.2　促渗管微集水对土壤水分季节动态的影响

研究点位于宁夏南部半干旱黄土丘陵沟壑区,土壤含水量主要靠降水补给,土壤含水量主要受大气降水、地表蒸发、植物蒸腾的影响,土壤水分季节变化差异较大。

通过对促渗管不同埋深土壤水分的季节变化(图 2)可以看出,2015 年 5—10 月土壤体积含水量的变化较大,曲线幅度也较大。5 月土壤体积含水量较大,由于降水量较高,尽管气温上升,但植物耗水较少,土壤体积含水量仍保持着较高的水平;6 月土壤体积含水量明显降低,主要是气温升高,降水量大幅度减少,土壤水分的消耗量大于补给;7 月土壤体积含水量明显偏高,主要是雨季降水有所增加,土壤水分的补给大于消耗量;8 月土壤体积含水量又有所下降,主要是降水量虽然增加,但是气温达到最高值,植物处于生长旺盛期,土壤水分的消耗量大于补给量;10 月相比 8 月土壤体积含水量开始上升,因为植物生长趋于停止,气温明显下降,土壤水分散失量小于补充量所致。

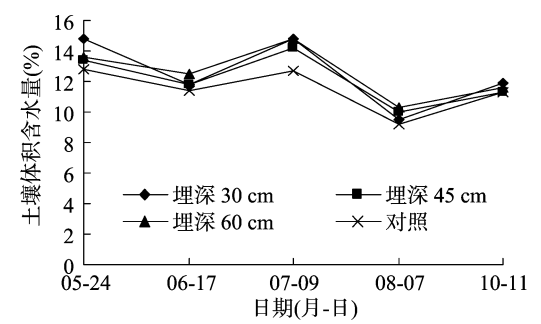


图2　2015 年促渗管不同埋深不同时期土壤水分的变化

从图 3 可以看出,2016 年 4—10 月土壤体积含水量变化基本和 2015 年的趋势相近,7 月土壤体积含水量最高,主要是 7 月降水量为本年度降水的峰值。不同促渗管微集水措施土壤水分变化趋势一致,水分含量基本表现为埋深 30 cm > 埋深 45 cm > 埋深 60 cm > 对照。由此可见,不同季节土壤水分的变化主要受降水和气温的影响,但不同的促渗管微集水措施对土壤水分变化的幅度有明显的影响,即宁夏南部半干旱黄土丘陵

区的土壤水分含量季节动态特征主要决定于年内降水的季节性变化,变化幅度则受不同技术措施和降水的双重影响。

从图 2、图 3 促渗管不同埋深土壤水分的季节变化可以看出,3 种深度促渗管总体的集水效果差异不是很大,但都优于对照,说明促渗管在调控土壤水分上仍具有较大的改善作用。

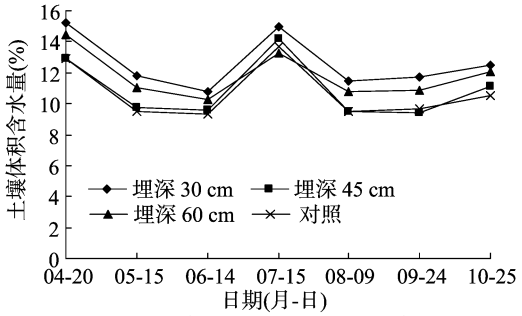


图3　2016 年促渗管不同埋深不同时期土壤水分的变化

2.3　促渗管微集水对土壤水分年际垂直空间的影响

从图 4 可以看出,该区域 2015 年 5—10 月促渗管不同埋深土壤水分的垂直变化,在 0 ~ 100 cm 土层,不同处理措施土壤含水量垂直变化基本规律在 0 ~ 20 cm 土层,土壤含水量的依次顺序为:埋深 30 cm > 埋深 45 cm > 埋深 60 cm > 对照;在 20 ~ 40 cm 土层,埋深 30 cm 的土壤体积含水量明显上升,在 40 cm 土层处达到峰值,为 14.41%,分别比促渗管埋深 45、60 cm 及对照高 2.42%、1.24%、3.44%;在 40 ~ 100 cm 土层,促渗管埋深 30 cm 土壤体积含水量有下降趋势,促渗管埋深 45、60 cm 的体积含水量继续呈上升趋势,主要是由于植被根系层在 40 ~ 60 cm 土层的吸收导致。

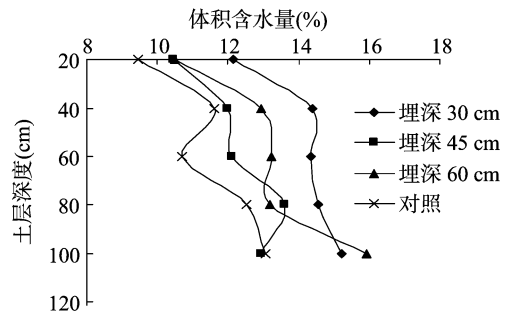


图4　2015 年促渗管不同埋深土壤水分的垂直变化

从图 5 可以看出,研究区 2016 年 4—10 月促渗管不同埋深土壤水分的垂直变化,埋深 30 cm 的促渗管形成的 0 ~ 20、20 ~ 40 cm 土层体积含水量较高,埋深 45、60 cm 的促渗管形成的湿润土层主要在 40 ~ 80 cm 土层,与主要根系层位置不太吻合。总体来看,不同处理之间,埋深 30 cm 处理的土壤体积含水量要高于埋深 45、60 cm 及对照,但不是很明显。埋深 45、60 cm 处理的土壤体积含水量没有明显差异,曲线交织在一起。对照处理的土壤水分最低。此外,促渗管越长,土壤体积含水量最大值出现的土层就越深。埋深 30 cm 处理的最大值出现在 20 ~ 40 cm 土层;埋深 45 cm 处理土壤体积含水量最大值出现在 40 ~ 60 cm 土层;埋深 60 cm 处理土壤体积含水量最大值出现在 60 ~ 80 cm 土层。对照处理的土壤体积含水量最大值出现在 60 ~ 80 cm 土层。表明促渗管微集水在促进林地土壤水分的快速恢复上效果明显。

由此可见,通过 TDR 法进行水分监测表明,30 cm 深度的

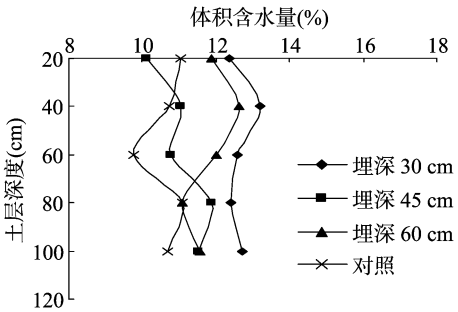


图5　2016 年促渗管不同埋深土壤水分的垂直变化

促渗管所形成的湿润土体位置比较适中,在 0 ~ 40 cm 土层形成了相对湿润区,TDR 法测定这 2 个土层的水分数据明显偏高。初步确定幼年期山杏的主要根系层就分布在 20 ~ 60 cm 土层,湿润土层的深度与主要根系层的位置是吻合的[1]。

3　结论

在宁夏南部半干旱黄土丘陵区,采用促渗管微集水造林技术,可以使有限的雨水集中到苗木的根部,减少土壤蒸发损耗,促进林木生长。通过埋设不同深度的促渗管获得从 2015—2016 年 2 年的试验数据分析结果表明,无论是年际变化还是季节变化,30 cm 深度的促渗管所形成的湿润土体位置比较适中,在 0 ~ 40 cm 土层形成了相对湿润区,土壤水分含量在 0 ~ 20 cm、20 ~ 40 cm 2 个土层明显偏高。在 20 ~ 40 cm 土层,促渗管埋深 30 cm 的土壤含水量明显上升,在 40 cm 处达到峰值,为 14.41%,分别比促渗管埋深 45、60 cm 及对照高 2.42%、1.24%、3.44%。因此,采用促渗管微集水可以使林木根系水分达到一个良好的状态,可以促进苗木生长,提高造林成活率,从而实现经济林木的可持续健康发展。该技术融保墒、促渗为一体、使用年限长、简单易行,在我国广大的干旱黄土丘陵区具有广阔的应用前景。

参考文献:

[1]蒋中波,徐福利,杨荣慧,等. 黄土高原坡地枣树地膜微集水造林效果研究[J]. 西北林学院学报,2009,24(3):98 - 101.

[2]王延平,杨荣惠,张　海,等. 黄土高原杏、枣幼树塑膜微集水促渗技术[J]. 林业科学,2008,44(2):85 - 92.

[3]王克勤,王斌瑞. 集水造林林分水分生产力研究[J]. 林业科学,2000,36(增刊1):1 - 9.

[4]杨启良,张富仓,刘小刚. 黄土高原路面雨水的农业资源化利用技术[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(4):134 - 140.

[5]刘小勇,吴普特. 雨水资源集蓄利用研究综述[J]. 自然资源学报,2000,15(2):189 - 193.

[6]李小雁,龚家栋. 半干旱区雨水集流研究进展及其现状[J]. 中国沙漠,2002,22(1):88 - 92.

[7]党宏忠,赵雨森. 集水、保水和供水技术在干旱、半干旱地区造林中的应用[J]. 东北林业大学学报,2003,31(3):8 - 10.

[8]贺康宁,张光灿,田　阳,等. 黄土半干旱区集水造林条件下林木生长适宜的土壤水分环境[J]. 林业科学,2003,39(1):10 - 16.

[9]高　鹏,刘作新,张光灿,等. 坡地集流梯田工程蓄水效果试验研究[J]. 长江科学院院报,2004,21(6):69 - 72.

[10]张永涛,杨吉华. 集水措施下油松植树带微域环境的水量平衡分析[J]. 水土保持学报,2003,17(3):137 - 139,183.