

文章编号:1001-4810(2009)02-0189-05

贵州省喀斯特区基于林木耗水特征的 顶坛花椒造林整地技术

李安定^{1,2}, 喻理飞^{1*}

(1. 贵州大学林学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州科学院喀斯特资源环境与发展研究中心, 贵州 贵阳 550001)

摘要:通过对试验区顶坛花椒的耗水特征进行研究,确定喀斯特区造林植苗穴规格。研究表明:喀斯特区顶坛花椒展叶期(3—4月)的耗水量为17.66 mm、开花结果期(5—6月)为109.01 mm、成熟期(7—8月)为44.03 mm,其生长发育期总耗水量为170.70 mm。土面、石槽、石沟三种小生境的最大日总需水量分别为0.011 291 m³/m³、0.014 019 m³/m³、0.013 175 m³/m³;而最小日总需水量为0.007 337 m³/m³、0.009 124 m³/m³、0.008 571 m³/m³。喀斯特区不同小生境植苗穴大小因小生境、土壤含水量、小气候环境不同而存在差异。其植苗穴大小为石槽最大,其次是石沟,最小是土面。

关键词:喀斯特区;顶坛花椒;耗水特征;造林整地技术;贵州省

中图分类号:S725.4 **文献标识码:**A

0 引言

水分是喀斯特干旱地区植物生长的重要限制因子,目前在该地区造林仍存在育苗成活率低、保存率低、成林后的林木生产力较低等问题。顶坛花椒(*Zanthoxylum bungeanum* var. *dintanensis*)与竹叶椒(*Zanthoxylum planispinum*)比较接近,可视为竹叶椒的1个新变种^[1]。近年在北盘江、花江峡谷一带已广为种植,产品大量供应花江、安顺、贵阳市场,并有部分销往四川等地。顶坛花椒的种植给当地农民带来巨大的经济效益,贞丰县在本县经济发展规划中,也将花椒作为支柱产业之一来加以发展^[2]。而顶坛花椒林作为花江喀斯特区植被恢复中最主要的植被类型,其水分状况直接影响示范区恢复的效果。本研究选择顶坛花椒林在不同发育阶段(即:展叶期(3—4

月)、开花期(5—6月)、成熟期(7—8月))及不同小生境的需水、耗水过程及特征,弄清林木生产力与需水、耗水关系,有利于解决喀斯特地区土壤水分供应和植被需求的矛盾和提高林地土壤水分利用效率,其研究结果可以为喀斯特地区植被恢复提供技术支撑。

1 研究区概况

研究区位于贵州西南部关岭县和贞丰县交接处的北盘江花江段,行政上隶属于贞丰县北盘江镇,归属珠江流域。北盘江在此切割,形成了一宽谷套峡的叠置谷,花江喀斯特峡谷是指北盘江上西起关岭县花江镇法朗河,东至贞丰、关岭和镇宁三县交界的三叉河的河谷地带,呈北西—南东走向。试验区位于贞丰县兴北镇板围和查尔岩村。区内地表起伏较大、相对

基金项目:国家重点基础研究发展规划项目(973)“西南喀斯特地区水土流失及调控机理研究”(2006CB403206)课题;“喀斯特生物适应对策及物种优化配置”(2006CB403206—6)、“典型小流域基于生态水文过程的生态需水的时空分异及其需水量计算”(2006CB403204),以及国家“十五”科技重大攻关计划项目(2004BA606A—09)、2001—2005贵州省省长基金项目(黔科教办[2001]3号)、贵州省优秀青年科技人才项目

第一作者简介:李安定(1979—),男,助理研究员,博士研究生,主要从事恢复生态及喀斯特区困难立地造林研究。E-mail: anndynlee@126.com

通讯作者:喻理飞,男,教授。E-mail: gdyulifei@163.com

收稿日期:2008—12—29

高差悬殊、最高海拔1 473 m,最低海拔370 m,地面支裂破碎,石漠化严重,属典型的喀斯特山区。气候类型主要为亚热带季风湿润气候,光热资源丰富,年均温18.4℃,年均极端最高气温为32.4℃,年均极端最低气温为6.6℃,年均降雨量1 100 mm,年总积温达6 542.9℃,年日照时数2 500 h以上,全年降雨量1 205 mm,季节分配极为不均,冬春旱及伏旱严重,全年无霜期在337 d以上,地处温热带河谷,河谷低地终年无霜。所出露的地层岩性中,碳酸盐类岩占78.45%,属典型的喀斯特峡谷。

2 研究方法与材料

2.1 土壤水分蒸发量的测定

朱守谦等^[3]曾对裸露型纯质灰岩发育的喀斯特低丘森对喀斯特森林小生境及其特征作了研究,共划分为石面、石沟、石缝、石槽、石洞及土面6种类型。其土面、石槽、石沟的土壤平均厚度分别为33.4 cm、28 cm、32 cm,在100 m³的样地内,土面、石槽、石沟三种小生境平均土壤体积分别为9.89 m³、1.75 m³、1.89 m³^[4]。

通过不同体积的PV管在土面、石槽、石沟三种小生境中取原状土^[5],即PV管直径为13 cm,其分别所取土深5 cm、10 cm、20 cm、30 cm的原状土,然后放回原处,在不同生长发育期(3—8月份)定期观测5~10天,用称重法测定:用可称8 kg、感量为1/100的电子天平测定土壤水分的蒸发量。

2.2 自然条件下顶坛花椒林木的蒸腾量测定

在样地内选择顶坛花椒标准株作为对象,在典型晴天用感量为1/1 000的电子天平快速称重法测量叶片蒸腾速率,从早上8:00到下午18:00,每2小时测量一次,每株标准株每次选5个重复,先称初始重,然后隔3 min称一次,最后在标准纸上画出所测叶片面积,并剪出该面积,称三个重复的标准纸重(g),最后计算其单位叶面积蒸腾速率(g/m²·h)。并在生长发育时期(3—8月份)每个月中旬测定一次,计算其月平均植物蒸腾耗水量(mm)。叶面积蒸腾速率=(叶片初始重(g)-叶片重(g))/(叶片面积·3 min·60⁻¹)。

2.3 林木耗水量的计算

土壤的供水能力取决于土壤的含水体积:

$$SMC = W_q \times A \times H \quad (1)$$

其中:SMC是月(日)均土壤含水体积(m³),该土壤含水体积厚度为30 cm, W_q为月(日)均林地土壤含水量(m³/m³), A为林地面积(m²), H为土壤深度(m)。

然后需要了解和计算林木月(日)耗水量时,其具

体公式^[6]如下:

$$ET_j = (ET_q)_j \times A/100 \quad (2)$$

式中:(ET_q)_j为第j月(日)林地蒸散定额(mm), ET_j代表第j月(日)的林木蒸散水分体积(m³)(即林木蒸腾量和土壤蒸发量总称)。(注:j为第j月份,在本文中为3月至8月份,该时段为本文研究顶坛花椒的生长发育期)。月(日)的水量平衡为:

$$ET \leq SMC \quad (3)$$

林地蒸散定额:指在土壤水分含量和森林生长为理想状况时,林地蒸散可达到最大水平,即由气候条件决定的潜在蒸散量。由于土壤含水量和森林生长往往难以达到理想状况,所以实际蒸散量通常小于潜在蒸散量。

Penman^[3]认为,在水分供应不充足的条件下,实际蒸散与潜在蒸散成正比,即:

$$ET_a = \beta \times ET_p \quad (4)$$

式中:ET_a为实际蒸散量(mm); ET_p为潜在蒸散量(mm)(植物蒸腾量与林地蒸发量之和); β为蒸发比系数,其中, β≈w/w_k, w为土壤水分含量(mm), w_k是临界土壤水分含量(mm),其值大约为田间持水量(w_f)的70%~80%,本文取75%, w_k=25.43。

3 结果与分析

3.1 蒸腾速率日变化过程

由图1、2、3可知,顶坛花椒的蒸腾速率最高值出现的时间不相同,4、7、8月分别都出现在14:00、12:00、12:00,其蒸腾速率随时间的变化都呈单峰曲线,4月的最高值为0.000 231 g/cm²·min(13.86 g/m²·h),7月的最高值为0.000 635 g/cm²·min(38.10 g/m²·h),8月的最高值为0.000 615 g/cm²·min(36.90 g/m²·h)。

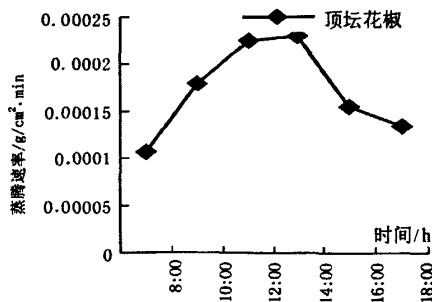


图1 顶坛花椒蒸腾速率日变化过程
(2005—04—20)

Fig. 1 The daily change of transpiration rates of *Zanthoxylum bungeanum* var. *dintanensi*
(2005—04—20)

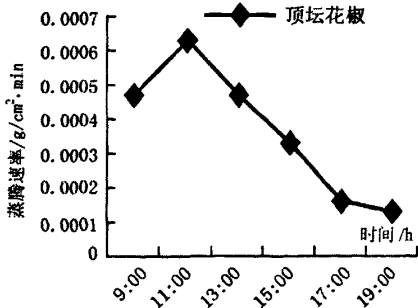


图2 顶坛花椒蒸腾速率日变化过程
(2005-07-19)

Fig. 2 The daily change of transpiration rates of *Zanthoxylum bungeanum* var. *dintanensi* (2005-07-19)

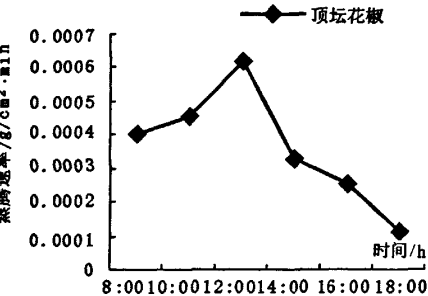


图3 顶坛花椒蒸腾速率日变化过程
(2005-08-14)

Fig. 3 The daily change of transpiration rates of *Zanthoxylum bungeanum* var. *dintanensi* (2005-08-14)

3.2 不同生长发育期月蒸腾速率

从3月至8月是植物展叶、开花结果及成熟期,了解其蒸腾速率有助于植物的需水量计算。通过实验研

究,测出了不同月份(即3—8月)顶坛花椒蒸腾速率(表1)。

表1 不同月份花椒平均蒸腾速率(单位:g/m³·月)

Tab. 1 Average transpiration rates of single tree in different months(unit:g/m³. month)

植物类型	时 间					
	3月	4月	5月	6月	7月	8月
顶坛花椒	7.08	10.32	46.74	60.66	21.84	21.54

从表1可知,蒸腾速率最大值出现在5、6月份,其值分别为46.74 g/m³·h、60.66 g/m³·h,在7—8月份,顶坛花椒果实开始成熟,蒸腾速率有所降低,3、4月份的蒸腾速率最小。

3.3 不同生长发育阶段的耗水量及林地日总需水量

在实验区内对顶坛花椒进行调查研究,其结果发现,该试验区顶坛花椒有85%以上是七年生。本文在计算顶坛花椒的需水量时,主要是以七年生顶坛花椒作为研究对象并与一年生花椒进行对比。经调查统计后得知,该两林龄花椒的平均单株叶面积分别为2 155 cm²和 165 637 cm²,树冠投影面积分别为0.91 m²和 11.75 m²。依据上述蒸腾测定结果对七年生顶坛花椒的展叶期(3—4月)、开花结果期(5—6月)、成熟期(7—8月)三个重要时期的蒸腾耗水量进行了计算(表2)。

结果表明,试验区七年生顶坛花椒展叶期的蒸腾耗水量为17.66 mm、开花结果期为109.01 mm、成熟期为 44.03 mm。其生长发育期蒸腾耗水量为 170.70 mm。而一年生苗总蒸腾耗水量为28.67 mm。

表2 不同月份顶坛花椒蒸腾耗水量(单位:mm)

Tab. 2 Water consumption of *Zanthoxylum bungeanum* var. *dintanensi* in different months(unit:mm)

植物类型	林龄	时 间						总蒸腾耗水量
		3月	4月	5月	6月	7月	8月	
顶坛花椒	1年生	1.21	1.76	7.97	10.34	3.73	3.67	28.67
	7年生	7.19	10.47	47.44	61.57	22.17	21.86	170.70

表3 不同小生境在不同月份土壤蒸发量(单位:mm)

Tab. 3 Soil moisture evaporation at different microhabitats in different months (unit:mm)

生 境	时 间						总蒸发水量/mm
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	
土面	31.20	30.98	49.85	52.10	66.73	115.74	346.6
石槽	31.33	33.98	52.12	52.18	51.13	99.41	320.15
石沟	32.51	33.94	48.99	44.57	21.66	152.62	334.29

从表 3 可以看出,不同小生境(土面、石槽、石沟)土壤水分蒸发量并不一致。展叶期分别为62.18 mm、65.31 mm、66.45 mm;开花结果期分别为101.95 mm、104.3 mm、93.56 mm;成熟期分别为182.47 mm、150.54 mm、174.28 mm。其土壤总蒸发耗水量分别为346.60 mm、320.15 mm、334.29 mm。由此可知,土面的总蒸发水量最大。

根据公式(1)、(2)、(3)、(4),计算得到各月的需水量,并换算为日值,如表 4。

表 4 不同小生境林地日总需水量(单位:m³)
Tab. 4 Daily moisture requirement of the forest land under different habitats (unit:m³)

小生境	日平均 最大土壤 含水量	日平均 最小土壤 含水量	日潜在 蒸散量	最大日 总需水量	最小日 总需水量
土面	3.350	2.177	0.132	0.011 291	0.007 337
石槽	0.736	0.479	0.168	0.014 019	0.009 124
石沟	0.747	0.486	0.132	0.013 175	0.008 571

从表 4 可知,喀斯特区土面、石槽、石沟三种小生境的最大日总需水量分别为 0.011 291 m³、0.014 019 m³、0.013 175 m³;而最小日总需水量为 0.007 337 m³、0.009 124 m³、0.008 571 m³。

3.4 造林整地技术

众所周知,一个区域的水量在保证植物蒸腾耗水以及土壤表面蒸发以外,还要使土壤保持一定的含水量,这样才能维持大气—植物—土壤之间水量的平衡。因此在确定造林地规格时,必须考虑三者之间的关系。植物除了蒸腾耗水外,还应保持自身进行营养代谢活动所需的水分。所以植苗穴的确定是以植苗穴体积,也就是以植苗穴容纳水量的能力为基础,即:

植苗穴的含水量≥土壤表面蒸发量+植物的蒸腾耗水量

植苗穴大小(m³)=不同小生境日总需水量(m³)

土深大于 20 cm 时,林地最大生产力和保证存活率的植苗穴表面积分别为:

最大生产力植苗穴表面积(m²)=不同小生境日总需水量(m³)/0.20 m

保证存活率时植苗穴表面积(m²)=不同小生境日总需水量(m³)/0.20 m

土深 10 cm 左右时,其计算方法也与上述一致。

经观察发现,一般幼苗入土深度在 10~20 cm 处为佳,因此当土深大于 20 cm 时,植苗穴最深也应确定为 20 cm^[7]。根据上面的日总需水量得出,最大日总需水量条件下植苗穴表面积大小分别为 179.79 cm³、

223.23 cm³、209.79 cm³;最小日总需水量条件下植苗穴表面积大小分别为 116.84 cm³、145.28 cm³、136.48 cm³。从而得出植苗穴规格如表 5 表示。

表 5 土厚大于 20 cm 时植苗穴规格大小确定表
Tab. 5 Size of seedling planting holes with soil layer thicker than 20 cm

小生境 类型	最大生产力时植苗穴规格			保证存活率时植苗穴规格		
	长/cm	深/cm	宽/cm	长/cm	深/cm	宽/cm
土面	13~14	20	14~15	11~12	20	11~12
石槽	14~16	20	14~16	12~13	20	12~13
石沟	14~15	20	14.5~15.5	11~12	20	12~13

当土厚在 10 cm 左右时,植苗穴深度确定为 10 cm。这时植苗穴规格见表 6。

表 6 土厚在 10 cm 左右时植苗穴规格大小确定表
Tab. 6 Size of seedling planting holes with soil layer about 10cm thick

小生境 类型	最大生产力时植苗穴规格			保证存活率时植苗穴规格		
	长/c	深/cm	宽/cm	长/cm	深/cm	宽/cm
土面	19~20	10	19~20	15~16	10	15~16
石槽	21~22	10	21~22	17~18	10	17~18
石沟	21~22	10	20~21	17~18	10	16~17

由表 5、表 6 可以看出,在喀斯特区由于小生境不同、土层厚度不同,因而其植苗穴规格大小也存在差异;而同一小生境、同一土层厚度但不同的生长水平条件下,花椒植苗穴规格大小也不一样,通常的情况下,最大生产力时植苗穴规格要稍大于保证存活率时的植苗穴规格。

4 结 论

(1)顶坛花椒蒸腾速率最大值都出现在开花结果期的 5—6 月份,其值为 46.74 g/m³·h、60.66 g/m³·h,而在 7—8 月份,顶坛花椒果实开始成熟,其蒸腾速率有所降低,但比 3、4 月份展叶期的蒸腾速率要大。

(2)试验区七年生顶坛花椒展叶期的耗水量为 17.66 mm、开花结果期为 109.01 mm、成熟期为 44.03 mm,其生长发育期总耗水量为 170.70 mm。而一年生顶坛花椒总耗水量为 28.67 mm。

(3)喀斯特区土面、石槽、石沟三种小生境的最大日总需水量分别为 0.011 291 m³/m³、0.014 019 m³/

m^3 、 $0.013\ 175\ \text{m}^3/\text{m}^3$; 而最小日总需水量为 $0.007\ 337\ \text{m}^3/\text{m}^3$ 、 $0.009\ 124\ \text{m}^3/\text{m}^3$ 、 $0.008\ 571\ \text{m}^3/\text{m}^3$ 。

(4)喀斯特区不同小生境植苗穴大小因小生境、土壤含水量、小气候环境不同而存在差异。其植苗穴大小为石槽最大,其次是石沟,最小是土面。

参考文献

- [1] 屠玉麟,韦昌盛,左祖伦,等. 花椒属一新变种——顶坛花椒及其品种的分类研究[J]. 贵州科学, 2001, 19(1).
- [2] 屠玉麟. 顶坛花椒营养成分及微量元素测试研究[J]. 贵州师範大学学报(自然科学版), 2000, 18(4).
- [3] 朱守谦,何纪星,魏鲁明,等. 茂兰喀斯特森林小生境特征研究[C]// 朱守谦. 喀斯特森林生态研究 III. 贵阳: 贵州科技出版社, 2002: 38—47.
- [4] 李安定,卢永飞,韦小丽,等. 花江喀斯特峡谷地区不同小生境土壤水分的动态研究[J]. 中国岩溶, 2008(3), 27(1): 58—64.
- [5] 李安定,喻理飞,韦小丽. 花江喀斯特典型峡谷区顶坛花椒林地生态需水量的初步估算[J]. 土壤, 2008, 40(3): 490—494.
- [6] 张远,杨志峰. 林地生态需水量计算方法与应用[J]. 应用生态学报, 2002(12): 13(12).
- [7] 李安定. 喀斯特地区顶坛花椒林地生态需水过程及造林技术的研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2006. 5.

Afforestation technique study based on water consumption features of *Zanthoxylum bungeanum* in Guizhou karst area

LI Anding^{1,2}, YU Lifei¹

(1. College of Forestry, Guizhou University, Guiyang Guizhou 550025, China; 2. Karst Resource Environment and Development Research Center of Guizhou Academy of Sciences, Guiyang, Guizhou 550001, China)

Abstract: Water consumption features are studied in the experimental area, and then planting hole of certain size is made in karst area. The results show that the water consumption of *Zanthoxylum bungeanum* var. *dintanensis* in leafing phase(March to April)and fruiting period(May to June)as well as autumn time(July to August) are respectively 17.66 mm, 109.1 mm and 44.03 mm. Total water consumption in growing period is 170.70 mm. The maximum daily total water consumption at different microhabitats (soil surface, stone gully, stone pit) are $0.011\ 291\ \text{m}^3/\text{m}^3$, $0.014\ 019\ \text{m}^3/\text{m}^3$ and $0.013\ 175\ \text{m}^3/\text{m}^3$ respectively, and the minimum daily total water consumption of different microhabitats (soil surface, stone gully, stone pit) are $0.007\ 337\ \text{m}^3/\text{m}^3$, $0.009\ 124\ \text{m}^3/\text{m}^3$ and $0.008\ 571\ \text{m}^3/\text{m}^3$ respectively. Size of planting hole at different habitats is different due to the difference of microhabitats, soil moisture and microclimate, and the maximum size of planting hole should be in stone pit and the minimum size on soil surface.

Key words: karst area; *Zanthoxylum bungeanum*; water consumption characteristics; afforestation technique; Guizhou province