

喀斯特区土壤水分动态模拟及实地造林的研究

李安定^{1,2}, 喻理飞¹, 韦小丽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: 通过对贵州花江喀斯特典型峡谷区土壤水分动态变化的模拟实验及野外实地造林的对比研究, 了解喀斯特地区水分变化规律及保墒技术。结果表明: 在控制实验条件下, 土壤水分的消耗除了与覆盖物及覆盖程度有关外, 还与有无植物有关, 且以完全覆盖最好; 薄膜覆盖保水效果优于石块覆盖, 枯枝落叶覆盖的保水效果较差。但实地人工造林试验结果证明, 覆盖程度需达植苗穴的 60% 以上; 石面覆盖存活率最高, 其次是枯枝落叶覆盖。尽管薄膜覆盖保水效果最好, 但存活率最差, 因而薄膜覆盖在喀斯特典型峡谷区植苗造林值得进一步研究。图 6 表 2 参 11

关键词: 森林培育学; 土壤水分; 覆盖物; 模拟实验; 喀斯特典型峡谷区

中图分类号: S725.7

文献标志码: A

文章编号: 1000-5692(2008)02-0211-05

Soil moisture dynamics with mold and mulching during afforestation in a karst region

LI An-ding^{1,2}, YU Li-fei¹, WEI Xiao-li¹

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

Abstract: To understand variations in soil moisture dynamics with afforestation of karst regions, simulation experiments in the intelligent climate-control chamber (RXZ) and in the fields were conducted in typical karst formations of the Huajiang Valley, the southwestern Guizhou Province. We used three types of much, including litter, stone and plastic film, with 0, 30%, 60% and 100% coverage, and conducted having seedlings (one-year-old pepper) and no seedlings. Results showed that soil moisture use was related to mulch type, mulch quantity, and whether having plants with continuous mulching best. To reduce mold due to moisture, plastic mulch excelled stone mulch with litter mulch being worse. However, results with afforestation showed that at least 60% mulch should be applied. The plant survival rate with stone mulching was higher than with litter which was much higher than plastic mulch. Even though plastic mulch had the lowest moisture for mold, plant survival rates with the plastic mulch were poor. So, in a typical karst valley area, afforestation under plastic mulching should be studied further. [Ch, 6 fig. 2 tab. 11 ref.]

Key words: silviculture; soil moisture; mulching; simulation experiments; typical karst valley area

我国北方黄土高原地区的土壤特征是土层深厚, 干旱出现的频率和强度大, 原因是降水量少, 气候干燥, 土壤水分蒸发快, 容易形成长期的干旱。常采用多种抗旱保墒技术, 其中覆盖保墒包括地膜、草纤维膜、比利时沥青乳剂、树盘覆膜、树盘覆草^[1]等, 效果显著, 并得以推广。而在我国南

收稿日期: 2007-09-27; 修回日期: 2007-11-08

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)资助项目(2006CB403206-6;2006CB403200); “十五” 国家重大科技攻关项目(2004BA606A-09); 贵州省省长基金项目(黔科教办[2001]3 号); 教育部重点资助项目(2005141)

作者简介: 李安定, 助理研究员, 博士研究生, 从事恢复生态及喀斯特区困难立地造林研究。E-mail: anndynlee@126.com。通信作者: 喻理飞, 教授, 博士, 博士生导师, 从事退化生态系统恢复及喀斯特区困难立地造林研究。E-mail: gdyulifei@163.com

方喀斯特地区因土层浅薄,土壤总量少,储水能力低及岩石渗漏性强,其干旱是一种湿润气候背景下的临时性干旱^[2],从而导致喀斯特地区土壤水分亏缺成为人工造林和植被恢复的主要障碍因子^[3]。为了解决喀斯特地区恶劣生态环境中水分亏缺给人工造林带来的困难,必须掌握土壤水分的动态变化规律,选择合理的抗旱保墒技术及造林技术,提高土壤水分亏缺地区林木的生产力。土壤水分含量受气候条件的影响,具有较大的随机性^[4]。笔者通过室内土壤水分模拟,研究自然条件下一次性降水后土壤水分丢失过程及特征,了解不同覆盖比例(对照,30%,60%,100%)的不同覆盖物(枯枝落叶、石块、薄膜)下土壤水分的变化和保墒效果,并在野外实地造林进行检验,验证不同处理条件下的保墒效果。从而挑选有利于喀斯特地区造林的技术,为喀斯特困难立地造林和林木的培育提供技术保证。

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兴北镇板围和查尔岩村,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3县交界的三叉河的河谷地带,呈西北向东南走向。区内地表起伏较大,相对高差悬殊,最高海拔为1473 m,最低海拔370 m。该区是贵州石漠化最为严重的地区,属于中强度石漠化地区^[5,6],地面支裂破碎,碳酸盐类岩占78.45%,属典型的喀斯特山区。据资料统计,石山荒漠化面积已达1.2万km²,现每年仍以933 km²的速度增加^[7]。气候类型主要为亚热带季风湿润气候,年平均气温为18.4℃,年平均最高气温为32.4℃,年均最低气温为6.6℃,年平均降水量为1100 mm,年总积温达6542.9℃^[8,9],年日照时数2500 h以上,季节分配极为不均,冬春旱及伏旱严重,全年无霜期337 d以上,地处温热河谷。

2 研究方法与材料

2.1 控制条件下不同小生境土壤水分动态测定

在2005年和2006年选取盆栽1年生顶坛花椒 *Zanthoxylum bungeanum* var. *dintanensis* 及无苗带土花盆各12盆放入RXZ智能型人工气候箱进行控制条件下的土壤水分模拟试验,着重模拟喀斯特峡谷区典型的高温低湿(2003,2004和2005年板贵乡气象资料显示:试验区年平均最低气温为6.6℃,年平均最高气温为32.4℃;年平均最低相对湿度大约为60%,年平均最高相对湿度大约为85%)环境,其高温取32.4℃,低湿取60%。分别有苗和无苗2种情况采用枯枝落叶、石面和薄膜等3种覆盖物进行不同比例覆盖的水分动态测定。覆盖比例设置为0(对照),30%,60%,100%,每种比例3个重复。处理前先将花盆充分灌水达饱和和吸湿水,然后放在电子天平上称量。每天18:00准时称量,观察土壤水分的变化,一直观察到所有苗木枯萎。苗木及土壤均从试验区带回。

2.2 不同处理条件下的人工造林试验

于2005年雨季,在试验区内选取土面、石沟和石槽^[2]等3种小生境栽植1年生顶坛花椒幼苗,进行不同整地规格、不同覆盖材料及不同覆盖比例的人工造林技术试验。根据室内模拟得知的土壤水分变化情况,在3种小生境中采用相同覆盖材料(枯枝落叶、石面、薄膜)及比例(30%,60%,100%以及对照),植苗穴(长×厚×宽)以土厚为20 cm为标准分别设置为11 cm×20 cm×11 cm,12 cm×20 cm×12 cm,11 cm×20 cm×12 cm,进行造林检验。其中,每种覆盖有11个重复(即11株1年生顶坛花椒苗),对照相应为11株。观察期为2次:2005年9月及2006年4月,然后统计存活株数,并计算其存活率。

3 结果与分析

3.1 控制条件下土壤水分动态及特征

3.1.1 盆内无苗木及不同覆盖下土壤水分的变化规律 由图1~3可知,土壤含水量(由于土壤质地完全一致,经过充分灌水后,土壤都达到61.91%的最大持水量)变化最开始很接近,经连续高温低

湿(32.4℃, 60%)条件后, 土壤水分不断降低, 其速度由急到缓, 最后趋于平稳。经薄膜覆盖处理后, 土壤含水量的变化随覆盖程度的增大变幅减小, 完全覆盖下含水量最高, 其保水效果最好。以对照为基准, 在 30%, 60%, 100% 薄膜覆盖时, 其土壤保水率分别提高 6.03%, 11.63%, 36.13%。石块覆盖则表现为初期 100% 覆盖略大于 60%, 远远高于 30% 覆盖和不覆盖, 而持续 8 d 后, 60% 和 100% 覆盖的土壤含水量趋于一致, 30% 覆盖与对照接近。以对照为基准, 30%, 60%, 100% 石块覆盖的土壤保水率分别提高 0.8%, 33.58%, 39.40%; 经枯枝落叶覆盖后, 其土壤保水率分别提高 5.49%, 12.31%, 1.05%。

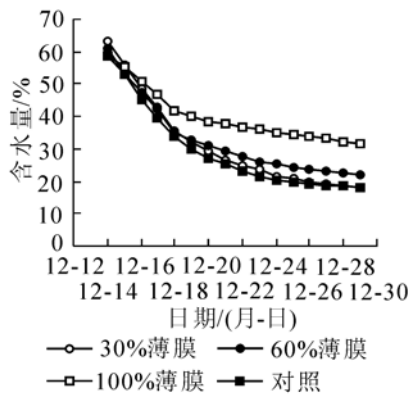


图 1 不同比例薄膜覆盖下土壤水分变化图(无苗)

Figure 1 Soil moisture changes under plastic mulching of different proportion (no seedling)

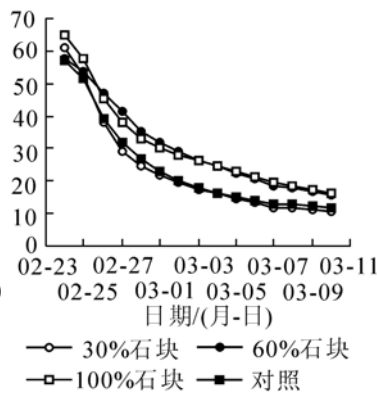


图 2 不同比例石块覆盖下土壤水分变化图(无苗)

Figure 2 Soil moisture changes under stone mulching of different proportion (no seedling)

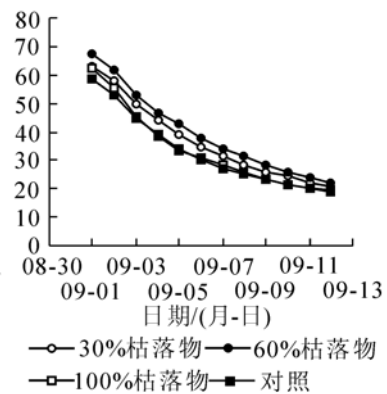


图 3 不同比例枯枝落叶覆盖下土壤水分变化图(无苗)

Figure 3 Soil moisture content change by littercover of different proportion (no seedling)

3.1.2 盆内有苗木及不同覆盖下土壤水分的变化规律 图 4~6 表明, 不同比例的薄膜覆盖对土壤水分的减少产生不同的影响, 完全覆盖时土壤含水量最高, 无薄膜覆盖下土壤含水量最低, 其原因是覆盖阻止了土壤水分的蒸散。不同比例的土壤含水量很接近(图 4), 其原因是除了土壤表蒸发外, 幼苗也有蒸腾作用。以对照为基准, 在 30%, 60%, 100% 薄膜覆盖处理下, 土壤保水率分别提高 0.97%, 4.07%, 12.05%。从图 5 可知, 经连续高温低湿, 土壤水分不断消耗, 当达到了凋萎系数含水量时, 土壤含水量的变化趋于稳定。以对照为基准, 在 30%, 60%, 100% 石块覆盖处理下, 其

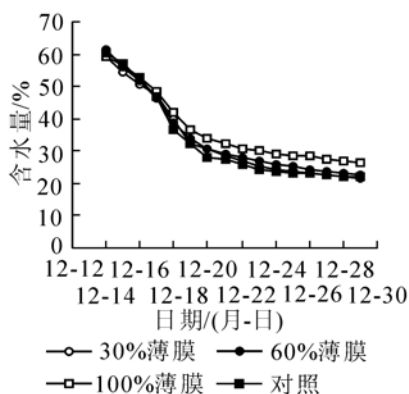


图 4 不同比例薄膜覆盖下土壤水分变化图(有苗)

Figure 4 Soil moisture content change by film cover of different proportion (seedling)

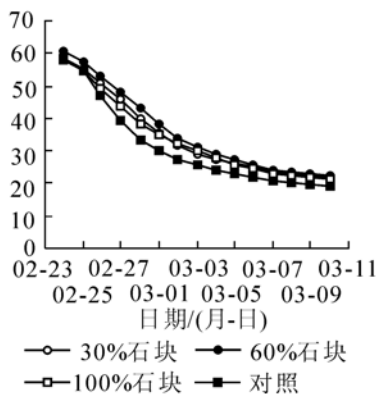


图 5 不同比例石块覆盖下土壤变化图(有苗)

Figure 5 Soil moisture content change by stony cover of different proportion (seedling)

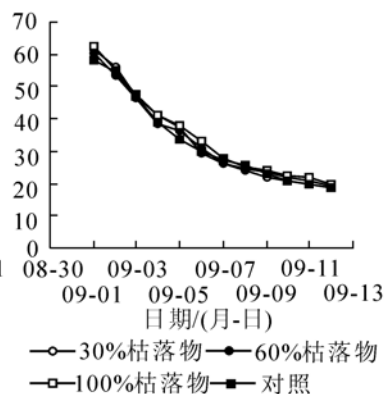


图 6 不同比例枯枝落叶覆盖下土壤变化图(有苗)

Figure 6 Soil moisture content change by litter cover of different proportion (seedling)

土壤保水率分别提高 13.21% , 15.07% , 9.34%。整个过程中(图 6), 土壤水分的消耗基本一致, 因而保水效果比薄膜差。以对照为基准, 在 30% , 60% , 100% 枯枝落叶覆盖处理下, 其土壤保水率分别提高 1.72% , 2.78% , 6.62%。

3.2 控制条件下耗水状况

凋萎系数指土壤水分供应不足, 使植物细胞不能维持它的膨压, 以致植物产生永久凋萎时的土壤含水量^[10,11]。笔者用暂时凋萎含水量。在相同条件下, 土壤水分达到凋萎系数所经历的天数在一定程度上可以说明哪种覆盖物及覆盖程度保水效能较好(表 1)。对于同一种植物, 在相同土壤条件下, 经不同覆盖处理后凋萎含水量很接近, 但出现的天数却有差别, 这与覆盖物和覆盖程度有关。随着覆盖比例的增大, 枯萎时间相应延长。从表 1 可知, 薄膜覆盖优于石块覆盖, 最差是枯枝落叶覆盖。

3.3 不同覆盖处理对造林成活率的影响

采用不同覆盖物、不同覆盖程度进行顶坛花椒的实地造林实验。结果表明(表 2): 土面在 60% 的枯枝落叶和石面覆盖下, 存活率最高都达到 81.82%, 并且随覆盖面积的增加, 存活率增加不明显。土面、石槽、石沟经枯枝落叶和石面覆盖后, 存活率均有提高。石槽在 60% 的枯枝落叶覆盖下, 存活率达 80.00%, 在石面覆盖下存活率达 72.73%。石沟在 60% 和 100% 的枯枝落叶覆盖下, 存活率达 80.00%, 而在 60% 和 100% 的石面覆盖下, 高达 100%。然而, 不同小生境经薄膜覆盖后, 存活率与未覆盖差不多, 甚至还要低, 其原因是尽管薄膜覆盖保墒能力强, 保水率高, 但由于薄膜覆盖不透气, 导致土壤温度升高, 在薄膜内形成水蒸气, 从而使幼苗无法抵抗高温高湿的环境, 最终导致烧根致死。因此, 薄膜覆盖在喀斯特峡谷地区造林需要进一步研究, 最好选择石面覆盖和枯枝落叶覆盖, 但在这 2 种覆盖中, 石面覆盖效果优于枯枝落叶覆盖。

表 1 在不同覆盖、不同比例下凋萎情况对照表(有苗木)

Table 1 Contrast list of seedling perish under different mulching and proportion (seedling)			
覆盖情况	覆盖比例/ %	有苗木	
		出现凋萎天数/d	凋萎时含水量/%
薄膜覆盖	30	10	24.29
	60	12	24.40
	100	>15	
	对照	9	24.33
石块覆盖	30	11	23.74
	60	11	24.26
	100	11	23.04
	对照	8	24.14
枯枝落叶覆盖	30	7	24.24
	60	8	23.47
	100	8	23.96
	对照	8	23.02

表 2 造林成活率统计表

Table 2 Statistics of survival rates of afforestation

小生境类型	覆盖状况	覆盖比例/%	造林存活率/%	小生境类型	覆盖状况	覆盖比例/%	造林存活率/%
	无	0	58.06		无	0	62.96
		30	72.73			30	50.00
	枯枝落叶	60	81.82		枯枝落叶	60	80.00
		100	81.82			100	70.00
土面		30	72.73	石槽		30	63.64
		60	81.82			60	72.73
	石面	100	81.82		石面	100	72.73
		30	45.45			30	54.55
		60	36.36			60	63.64
	薄膜	100	36.36		薄膜	100	36.36

续表 1

小生境类型	覆盖状况	覆盖比例/%	造林存活率/%	小生境类型	覆盖状况	覆盖比例/%	造林存活率/%
石沟	无	0	47.06	石沟	石面	30	90.00
		30	77.78			60	100
		60	80.00			100	100
		100	80.00			30	50.00
石沟	枯枝落叶	30	77.78	石沟	薄膜	60	40.00
		60	80.00			100	40.00
		100	80.00			30	50.00
		30	77.78			60	40.00

4 结论与讨论

土壤含水量在处理开始时很接近，经连续高温低湿的条件后，土壤水分不断降低，其速度由急到缓，最后趋于平稳。土壤水分的消耗除了与覆盖物及覆盖程度有关外，还与有无植物有关。薄膜覆盖保水效果优于石块覆盖，枯枝落叶覆盖在保水方面较差。但实地人工造林试验证明，石面覆盖下顶坛花椒存活率最高，其次是枯枝落叶覆盖，最差是薄膜覆盖。因此，薄膜覆盖在喀斯特峡谷区人工造林中的运用值得进一步研究，最好选择石面覆盖和枯枝落叶覆盖。在这 2 种覆盖中，石面覆盖效果优于枯枝落叶覆盖。

在农业生产上常用地膜，其原因是农业是一种精耕细作的行业，通过耕作和灌水，降低了土壤温度，解决了水分不足，苗木生长良好。林业是经营粗放行业，主要依靠自然力，重栽植环节，却无力经营，在栽植时，薄膜覆盖后，难以管理，因而难以解决保墒与高温之间平衡关系。

参考文献：

- [1] 苏宏斌, 赵岷阳. 不同覆盖方式对造林地土壤水分影响的试验[J]. 防护林科技, 2004 (3): 6-7.
- [2] 朱守谦, 何纪星, 魏鲁明, 等. 茂兰喀斯特森林小生境特征研究[M]//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.
- [3] 朱守谦, 韦小丽, 祝小科, 等. 乌江流域喀斯特石质山地水分特征研究[M]//朱守谦. 喀斯特森林生态研究(Ⅲ). 贵阳: 贵州科技出版社, 2002: 30-37.
- [4] 刘洪斌, 武伟, 魏朝, 等. AR 模型在土壤水分动态模拟中的应用[J]. 山地学报, 2004, 22 (1): 121-125.
- [5] 周玮, 周运超, 李进. 花江石漠化喀斯特土壤有机碳及其部分转化酶演变[J]. 农业现代化研究, 2007, 28 (1): 101-113.
- [6] 李庆逵, 朱兆良, 于天仁. 中国农业持续发展中的肥料问题[M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 1998: 120-129.
- [7] 世界资源研究所, 联合国环境规划署, 联合国开发银行, 等. 世界资源报告[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2000: 42-48.
- [8] 余金勇, 孙建昌, 梅再美. 花江峡谷示范区主要经济植物病虫害及防治对策[J]. 贵州林业科技, 2005, 33 (1): 34-36.
- [9] 龙俐, 熊康宁, 王代懿, 等. 贵州花江喀斯特峡谷水土流失及治理效果[J]. 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2005, 23 (3): 13-18.
- [10] 国家林业局. LY/T 1210~1275-1999 中华人民共和国林业行业标准——森林土壤分析方法[S]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [11] 孙向阳. 土壤学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005.