

元谋干热河谷辣木人工林地灌水后不同覆盖措施对土壤水分及辣木物候的影响

龙会英¹, 郑益兴², 张燕平², 金杰¹, 史亮涛¹, 张明忠¹, 张德¹

(1. 云南省农业科学院 热区生态农业研究所, 云南 元谋 651300; 2. 中国林业科学研究院 资源昆虫研究所, 昆明 650224)

摘要:根据元谋干热河谷气候特点, 2010 年初步研究了旱坡地辣木人工林地灌溉后地表盖草和覆膜的土壤水分及其变化状况, 研究结果得出: (1) 在地面覆盖物作用下, 无论是沙土、沙壤土还是黏土样地, 耕作层 0—20 cm、20—40 cm 土壤水分高于未覆盖样株的土壤水分, 辣木生育期比未覆盖提前。总体表明, 盖膜土壤水分增加最多, 在 0—20 cm 土层, 2 龄辣木树 10 d 的土壤水分高于对照 1.2%~4.6%, 幼龄辣木树(栽植 8 个月)10 d 的土壤水分高于对照 1.8%~4.7%。其次是草覆盖, 在 0—20 cm 土层, 2 龄辣木树 10 d 的土壤水分高于对照 2.6%~3.4%, 幼龄辣木树(栽植 8 个月)10 d 的土壤水分高于对照 1.8%~4.6%。土层 20—40 cm 下土壤水分变化较小。(2) 由于土壤质地差异, 无论是灌水量的多少与处理的不同, 沙土蒸发均高于沙壤土, 而且变化较大, 沙壤土变化均匀, 黏土较保水。深层土壤水分总体趋势是随土壤深度增加而增加, 增加幅度随之减少。

关键词:干热河谷; 旱坡地; 地面覆盖物; 土壤水分

中图分类号: S715.5

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)01-0232-04

Effect of Different Cover after Irrigation on Soil Moisture and Growth Period of *Moringa Oleifera* Lam in the Dry-hot Valley of Yunmou, Yunnan Province

LONG Hui-ying¹, ZHENG Yi-xing², ZHANG Yan-ping², JIN Jie¹,
SHI Liang-tao¹, ZHANG Ming-zhong¹, ZHANG De¹

(1. Institute of Tropical Eco-agricultural Sciences, Yunnan Academy of Agriculture Sciences, Yuanmou, Yunnan 651300, China; 2. Chinese Academy of Forestry Research Institute of Resource Insects, Kunming 650224, China)

Abstract: The effect of different cover after irrigation on soil moisture and growth period of *Moringa oleifera* was studied. The results showed that soil moisture content in 0—20 cm and 20—40 cm depth in mulched plots were higher than those in non-mulched plots for sandy loam and clayey soil, which leading to a decrease of growing stage of *Moringa oleifera*. Soil moisture content after 10 days' irrigation in 0—20 cm depth increased 1.2%~4.6% compared to the control for 2-year old *Moringa oleifera* under plastic films mulch while the value increased 2.6%~3.4% under grass mulch, and soil moisture content increased 1.8%~4.7% for 8-month old *Moringa oleifera* under plastic films mulch while the value increased 1.8%~4.6% under grass mulch. Additionally, the whole trend of soil moisture content in every soil type was increased with the increase of soil depth. Among three different types of soils of this study, clayey soil had obvious effect on the water-holding capacity.

Key words: dry-hot valley; dry slopes field; floor coverings; soil moisture

元谋干热河谷高温干旱、降雨少、生态环境脆弱, 加之人类活动的干扰, 生态环境退化严重。在此环境下, 该区普遍存在水分亏缺问题, 人工植被土壤水环境更加突出。土壤水分是制约区域作物生产和植被恢复的限制因子, 也是决定土壤生产力的一个重要因

素, 开展土壤水分的研究对元谋干热河谷生态恢复具有重要的指导意义。相关学者虽然对元谋干热区的土壤水分、植被类型、地形地貌及结构等作了研究^[1-3], 但对灌溉条件下采取必要措施来保持土壤水分的研究不多。本文主要根据 2010 年云南严重干

收稿日期: 2010-06-08

修回日期: 2010-07-12

资助项目: 世行三期农民用水户协会项目(YNCXYMZ7001); 中国林科院资源昆虫研究所基本科研业务费(Riricaf200805m)

作者简介: 龙会英(1965—), 女(壮族), 云南蒙自人, 副研究员, 主要从事热区农业资源与环境。E-mail: ynhuiying12003@sina.com

通信作者: 张德(1964—), 男, 云南保山人, 副研究员, 主要从事热区热带作物研究及农业资源与环境。E-mail: ynzhangde2004@sina.com

旱,开展灌溉水条件下,采取地表盖草和盖膜措施抑制地面水分(包含灌溉地表积水)的蒸发,保水保墒,增加辣木人工林样地土壤水分,提高辣木人工林保存率及生产力,从而为本区农业生产及辣木人工林旱季抗旱节水提供理论依据和参考。

1 试验对象与方法

1.1 研究区概况

试验地位于元谋县黄瓜园镇,属典型金沙江干热河谷气候^[4],样地一位于北纬 25°50′42″,东经 101°49′19″,海拔 1 073 m。样地二位于北纬 25°51′10″,东经 101°49′01″,海拔 1 129 m。2009 年 9 月—2010 年 4 月平均气温 19.5℃,最高 32.7℃,最低 6.6℃。地表平均温度 22.9℃,最高 57.4℃,最低 4.9℃。降雨少蒸发量大,7 个月降雨量为 28.8 mm,蒸发量 759.8 mm,是降雨量的 26.4 倍,干旱严重。样地 0—20 cm 土层深有机质质量分数 0.838%,全氮质量分数 0.072%,速效磷 35.9 mg/kg,速效钾 103.0 mg/kg, pH 值 7.11。20—40 cm 土层深有机质质量分数 0.508%,全氮质量分数 0.086%,速效磷 40.9 mg/kg,速效钾 132.00 mg/kg, pH 值 7.24。

1.2 试验材料

1.2.1 试验设计 本试验以辣木(*Moringa oleifera* Lam)人工林地为研究对象,辣木株行距为 2 m×2 m。试验设置 2 个处理,设置盖草[以扭黄茅草(*Heteropogon contortus*)为主]和盖白色薄膜 2 种模式,树体四周覆盖,2 个样地,3 个重复,每个处理设 2 个 CK。为防止灌溉水外流,在辣木树体周围 80 cm 设置 20 cm 土埂,辣木树体四周 80 cm 盖膜,盖干草 5 kg/株,厚度 15~20 cm。其中:样地一为 2 龄辣木树,沙壤土,每株辣木树四周灌溉水量为 100 kg(49 761.2 ml/m²)。样地二为幼龄辣木树(栽植 8 个月),0—10 cm 为沙土,下面为黏土,每株辣木树四周灌溉水量为 50 kg(24 880.6 ml/m²)。

1.2.2 试验方法与观测指标 试验于 2010 年 2 月 1 日灌溉,2 月 2 日后用相应的材料覆盖。之后每 10

d 天离辣木树体 40 cm 处 3 个不同方向烘干法测定 0—20 cm、20—40 cm 土层土壤含水量(烘干法测定为质量百分比)。试验地土壤养分农业部农产品质量监督检验测试中心(昆明)提供。测定数据采用 Microsoft Excel 软件对数据进行计算和处理,数据均采用 3 个重复的平均值。观测不同覆盖措施,辣木在试验期间萌发期、初花期及现荚期。手持 GPS 测定仪测定试验地的地理位置,2009 年 9 月—2010 年 4 月气象要素由元谋县气象局提供。

2 结果与分析

2.1 树体周围盖草对土壤水分变化的影响

从表 1 可看出,盖草模式中,土壤经过草覆盖后表层土壤水分得到有效保持,两种土壤质地的土壤水分明显高于 CK₁。在 0—20 cm 土层,样地一 10 d 的土壤水分高于对照 2.6%~3.4%,样地二 10 d 的土壤水分高于对照 1.8%~4.6%。同理,土层 20—40 cm 研究结果与 0—20 cm 土层结论较一致,见表 1、表 3。土壤经过草覆盖后,土壤水分变化相对稳定,表层的土壤水分很均匀,0—20 cm 土层 20 d 的土壤水分变化为 7.9%~7.2%~7.0%,20—40 cm 土层 20 d 的土壤水分变化由 9.3%~9.3%~8.9%;而 CK₁ 区土壤表层随外界条件而变化幅度大,0—20 cm 土层 20 d 的土壤水分变化为 5.2%~4.5%~3.6%,20—40 cm 土层 20 d 的土壤水分变化为 8.7%~6.2%~6.1%。同理,样地二与样地一结论一致。不同的土壤质地也存在明显的土壤水分差异,同样盖草条件下,样地二表层沙土的粒径孔隙大,土壤中的自由水和束缚水传输活动受外界环境影响敏感,保水效果差,因此从开始水分蒸发较快^[5],20 d 的土壤水分变化为 6.0%~4.2%~2.8%。深层黏质土比较紧实,土壤水分稳定性好,变化幅度小,在深层次的土壤中保水能力稍强于沙壤土。而样地一沙壤土保水效果好一些,因此土壤水分从开始水分蒸发较慢,而且变化不大,0—20 cm 土层 20 d 的土壤水分变化为 7.9%~7.2%~7.0%。

表 1 盖草模式下两个样地不同土壤层次含水量

土层深度/ cm	处理	样地 1			样地 2			%
		02-12	02-22	03-02	02-12	02-22	03-02	
0—20	灌溉+草覆盖	7.9	7.2	7.0	6.0	4.2	2.8	
	灌溉+无覆盖(CK ₁)	5.2	4.5	3.6	1.4	0.9	0.9	
	Δ	2.7	2.6	3.4	4.6	3.3	1.8	
20—40	灌溉+草覆盖	9.3	9.3	8.9	8.7	6.2	6.1	
	灌溉+无覆盖(CK ₁)	6.9	6.5	5.7	3.2	2.2	1.9	
	Δ	2.5	2.8	3.2	5.5	4.0	4.2	

(数据均采用 2010 年 2 月—2010 年 3 月 3 次测定的平均值,Δ 为处理后土壤水分比 CK 增加的百分数),下同。

表 2 盖膜模式下两个样地不同土壤层次含水量

土层深度/ cm	处理	样地 1			样地 2		
		02-12	02-22	03-02	02-12	02-22	03-02
0-20	灌溉+膜覆盖	9.8	7.4	4.8	9.1	6.8	4.9
	灌溉+无覆盖(CK ₁)	5.2	4.5	3.6	4.4	3.7	3.1
	Δ	4.6	2.9	1.2	4.7	3.1	1.8
20-40	灌溉+膜覆盖	11.7	9.1	6.7	11.0	10.2	9.9
	灌溉+无覆盖(CK ₁)	6.9	6.5	5.7	8.3	8.1	7.2
	Δ	4.8	2.6	1.0	2.7	2.1	2.7

表 3 不同处理不同土层 10 d 土壤平均含水量变化值 %

处理	0-20 cm		20-40 cm	
	样地 1	样地 2	样地 1	样地 2
灌溉+草覆盖	0.8	0.2	1.8	1.4
灌溉+膜覆盖	2.4	2.6	2.4	1.9
灌溉+无覆盖(CK ₁)	0.7	0.9	0.7	0.6
无灌溉+无覆盖(CK ₂)	0.2	0.3	0.5	0.3

2.2 树木四周盖膜对土壤水分变化的影响

盖膜以白色薄膜单层压盖,主要起到保水、增加地表温度作用。通过盖膜措施处理后,土壤水分含量明显提高。从表 2 中可以看出,盖膜模式中,土壤经过膜覆盖后表层水分含量能得到有效保护,两种土壤质地的土壤水分明显高于 CK₁。在 0-20 cm 土层,样地一 10 d 的土壤水分高于对照 1.2%~4.6%,样

地二 10 d 的土壤水分高于对照 1.8%~4.7%。同理,土层 20-40 cm 研究结果与 0-20 cm 土层结论较一致。而且样地一和样地二在 10 d 土壤水分与对照相比较由高向低,见表 2、表 3。可能是因为盖膜情况下温度升高,土壤水分蒸发也快,因此,样地 1 和样地 2 土壤表层 0-20 cm 土壤水分在 30 d 内变化幅度大,而在土壤层 20-40 cm 及无覆盖条件下土壤水分在 30 d 内变化不大。而从表 1-3 看出,在膜覆盖条件下的保水效果均高于任何处理,原因可能是经过盖膜措施后,一方面膜最大限度阻止了土壤水分蒸发。另一方面,升高了地面的温度,加大了地面水分的蒸发量,致使表层土壤水分蒸发加快,蒸发的水分凝集膜底,冷却后又回到地表,导致土壤表层水分含量均高于盖草模式,形成水-气体-热-土壤^[6]的循环。

表 4 各处理与对照两个种植样地不同土壤层次平均含水量

土层深度/ cm	处理	样地 1			样地 2		
		02-12	02-22	03-02	02-12	02-22	03-02
0-20	无灌溉+无覆盖(CK ₂)	1.4	1.3	1.0	1.4	0.9	0.9
20-40		3.4	2.9	2.5	3.2	2.7	1.9

2.3 不同处理土壤含水量

从表 1-2、表 4 可看出,2010 年由于降雨量少蒸发量大,因此土壤表层土壤水分改变相应高。无论是样地一或样地二,无灌溉样地土壤水分极低。以样地一为例分析,在 0-20 cm 土层,两个样地土壤水分为 1.0%~1.4%,而灌溉后未覆盖的土壤水分为 3.6%

~5.2%,灌溉后草覆盖的土壤水分为 7.0%~7.9%,膜覆盖的土壤水分为 4.8%~9.8%。同理,土层 20-40 cm 研究结果与 0-20 cm 土层结论较一致。因此,严重干旱季节应适当灌溉 1~2 次,确保辣木正常生长。

表 5 两个样地不同处理辣木物候期

处理	样地 1			样地 2		
	萌发期(月-日)	初花期(月-日)	结荚期(月-日)	萌发期(月-日)	初花期(月-日)	结荚期(月-日)
灌溉+草覆盖	02-20	04-15	04-30	01-30	02-05	02-15
灌溉+膜覆盖	02-20	04-15	04-30	01-30	02-05	02-15
灌溉+无覆盖(CK ₁)	02-25	04-25		01-30	02-10	02-25
无灌溉+无覆盖(CK ₂)	03-15	05-05		02-20	03-05	03-15

2.4 不同处理对辣木生育期的影响

从表 5 可以看出,灌溉与否及不同的覆盖措施均对辣木的物候期具有一定影响。辣木样地一,种熟期在 12 月-翌年 2 月,因此 2-3 月是辣木的萌发期。不同的处理措施其萌发期也具有差异,灌溉条件增加土壤湿度及作物生长所需水分,萌发期比未灌溉条件

较早 20~25 d,灌溉+覆盖较灌溉+无覆盖早 10 d;初花期灌溉+覆盖比未灌溉条件较早 10~20 d,灌溉+覆盖较灌溉+无覆盖早 5 d。对于样地二幼龄辣木,自种植以来为生长期,2-3 月辣木生殖生长期。试验结果与样地一较一致,灌溉条件初花时期比未灌

溉条件较早 25~30 d,灌溉+膜覆盖较灌溉+无覆盖早 5 d。

3 结论

(1)两种覆盖保水措施对辣木人工林样地土壤水分均具有一定效果。总体看,膜覆盖条件下的保水效果高于草覆盖膜式,而土壤经过草覆盖后,土壤水分变化相对稳定,表层的土壤水分很均匀。在覆盖模式选择上,盖膜处理保水效果虽高于盖草措施,但易损坏,不及时处理可能影响农田环境,属短期断续覆盖。盖草模式前期保持土壤水分,后期草杆还田,增加土壤肥力,可作长期覆盖模式。加上元谋干热河谷草被在植被中占 90%以上^[8-9],是一种可就地选材,成本低、实用、操作性强的模式。

(2)试验表明两种覆盖保水措施对辣木物候均有影响。干热河谷旱坡地辣木人工林灌溉后经过地表覆盖措施后,一方面土壤水分即有不同程度的增加,另一方面辣木生育期也相应提前,可促进辣木开花结实,提高单位面积辣木生长量及种子产量。

(上接第 227 页)

- [10] 布仁仓,胡远满,常禹,等. 景观指数之间的相关分析[J]. 生态学报, 2005,25(10):2764-2775.
- [11] Uuemaa E, Antrop M, Roosaare J, et al. Landscape Metrics and Indices: An Overview of Their Use in Landscape Research, Living Rev[J]. Landscape Res., 2009,3(1):1-28.
- [12] 邬建国. 景观生态学:格局、过程、尺度与等级[M]. 北京:高等教育出版社,2000.

(上接第 231 页)

不同水生植物群落对富营养化水体净化能力为,沉水植物苦草、金鱼藻对各种营养元素的净化效果都较好,产氧能力也较高,浮叶植物菱的净化效果比较稳定,凤眼莲可能由于在移栽过程中的叶片残损,导致其净化能力不稳定,挺水植物芦苇对于总磷的净化效果稍好,其他各项净化能力都较弱,莲对于各种营养元素和有机物的净化效果为 39.66%~50.18%。

参考文献:

- [1] 高建平,王珊玲. 水体富营养化评价和防治的一些进展[J]. 农村生态环境,1989(3):55-60.
- [2] 张金屯. 应用生态学[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [3] 史丹. 我国湖泊富营养化问题及防治对策[J]. 资源开发与市场,2005,21(1):17.
- [4] 鞠澍. 玄武湖湿地生态系统植物群落人工恢复研究[D]. 南京:南京林业大学,2003.
- [5] Holland D. Down the riverside[J]. Landscape Design,

参考文献:

- [1] 欧晓昆. 云南省干热河谷区生态环境建设[J]. 长江流域资源与环境,1994,3(3):271-275.
- [2] 张建平,张信宝,杨忠,等. 云南元谋干热河谷生态环境退化及恢复重建试验研究[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2001,26(6):733-738.
- [3] 张映翠. 金沙江干热河谷土地资源及其开发潜力[J]. 山地研究,1996,14(3):188-193.
- [4] 龙会英,沙毓沧. 干热河谷草和灌木资源引种及综合利用研究[M]. 昆明:云南科技出版社,2010(2):203-210.
- [5] 张明忠,朱红业,张映翠,等. 云南干热河谷旱坡地两种覆盖措施对土壤水分的影响[J]. 干旱地区农业研究,2007,27(3):38-40.
- [6] 李保国,龚元石,左强,等. 农田土壤水的动态模型及应用[M]. 北京:科学出版社,2000:168-180.
- [7] 柴宗新,范建容. 金沙江干热河谷植被恢复的思考[J]. 山地研究,2001(8):381-384.
- [8] 龙会英,张德,沙毓沧,金杰. 云南金沙江干热河谷区牧草种质资源的研究利用与开发[J]. 西南农业学报,2004,17(S):313-316.
- [9] 叶延琼,陈国阶. GIS 支持下的岷江上游流域景观格局分析[J]. 长江流域资源与环境,2006,15(1):112-115.
- [10] 隋欣,董飞,姚长青,等. 黄河流域青海片土地利用景观空间格局分析[J]. 水土保持通报,2007,27(2):123-127.
- [11] 赵明华,杨树佳,牟文龙. 山东半岛县域土地利用景观格局分析:以招远市为例[J]. 水土保持研究,2007,14(3):155-157.
- [12] 赵雪雁. 甘肃省生态承载力评价[J]. 干旱区研究,2006,23(3):506-512.
- [13] 谢建华,杨华. 不同植物对富营养化水体净化的静态试验研究[J]. 工业安全与环保,2006,32(6):23-25.
- [14] Robyn A O, David L P. The uptake of uranium by *Eleocharis dulcis* (Chinese water chestnut) in the Ranger Uranium Mine constructed wetland filter[J]. Environmental Pollution,2004,132:307-320.
- [15] Todd L I, Lawrence A R. Nitrate removal in wetland microcosms[J]. Water Research,1998,32(3):677-684.
- [16] 孔繁翔. 大型浅水富营养化湖泊中蓝藻水华形成机理的思考[J]. 生态学报,2005,25(3):589-595.
- [17] 苗明升,史凤琴. 水生维管束植物分布与水质污染的相关性研究[J]. 山东师范大学学报:自然科学版,1994,9(1):111-114.
- [18] 侯亚明. 水生植物在污水净化中的应用研究进展[J]. 河南农业大学学报,2004,38(2):184-188.
- [19] 吴振斌,詹德昊,张晟,等. 复合垂直流构建湿地的设计方法及净化效果[J]. 武汉大学学报:工学版,2003,36(1):12-16.