

不同材料覆盖的土壤蒸发效果分析

崔向新, 蒙仲举, 高永, 张兴源

(内蒙古农业大学 生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘要: 为了有效控制草地退化, 保护生物资源, 保持“生态—经济—社会”的良性循环和生物资源的可持续利用。通过在希拉穆仁草原典型地带进行不同材料覆盖的土壤蒸发实验, 并以恢复生态学为指导思想, 研究了不同材料覆盖对土壤水分的影响。试验结果表明, 干草、砾石覆盖均能有效地抑制土壤蒸发, 相比对照而言, 整个蒸发过程中, 干草覆盖比砾石更能有效抑制土壤水分蒸发。

关键词: 典型地带; 土壤蒸发; 不同材料覆盖

文献标识码: B

文章编号: 1000—288X(2009)04—0081—03

中图分类号: S152.7+3

Effects of Different Material Covers on Soil Evaporation

CUI Xiang-xin, MENG Zhong-ju, GAO Yong, ZHANG Xing-yuan

(College of Ecovenvironment, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China)

Abstract: The study was designed for the purposes of controlling grassland degradation, protecting biological resources, and keeping a benign cycle of ecology, society, and economy. With restoration ecology as a guide, a soil evaporation experiment was conducted to analyze the effects of different material covers on soil moisture in the typical steppe zone. Results show that gravel and hay covers can effectively inhibit soil evaporation. The inhibitory effect of hay covers is more significant than gravel in the whole evaporation process.

Keywords: typical steppe zone; soil evaporation; different material covers

土壤表面蒸发地表水分损失的重要途径, 改变土壤表面蒸发条件的最有效的方法之一是进行地表覆盖^[1-4]。利用不同材料覆盖可抑制蒸发, 减少地表径流, 蓄水保墒, 培肥地力, 改善土壤物理性状^[5-7]。本研究采用不同盖度干草及不同粒径沙砾覆盖, 进行了不同材料覆盖的土壤蒸发试验, 探讨了不同材料覆盖对土壤的蓄水保墒作用, 以期对干旱半干旱草原保护提供技术依据。

1 试验区概况

试验区位于内蒙古自治区包头市达茂旗希拉穆仁苏木南部, 属塔布河一级支流上东河流域。地理坐标为 111°11'15"—111°12'14' E, 41°02'48"—41°24'43' N。地貌类型属阴山北麓低山丘陵草原区, 地形起伏较大, 总体北高南低, 东西两侧高, 中间低, 最高海拔 1 690.3 m, 最低海拔 1 585.0 m。除北部有部分土石山区, 大部分为栗钙土丘陵草原沟壑地貌。试验区所在流域总面积 19 km², 流域长约 8.3

km, 平均宽度约 2.5 km, 主沟坡降 1.4%。气候为中温带半干旱大陆性季风气候, 其特点是春秋旱多风、降水量少, 夏季雨量较充沛, 冬季干燥寒冷。多年平均降水量 281 mm, 多年平均蒸发量 2 227.3 mm, 是降水量的 7.9 倍, 年均气温 2.0℃, 10℃积温 1 985℃, 无霜期 110 d, 多年平均风速 5.2 m/s, 全年日照时数 3 100 h, 日照丰富, 有利于牧草生长。

2 研究内容与方法

2.1 试验设计

试验容器为直径 32 cm, 高 28 cm 的花盆, 区内各处理随机组合, 花盆采用“S”型摆放, 盆间距为 0.5 m。分别设置如下处理, 每处理 5 重复, 灌水覆盖保鲜膜, 在沥水 1 d 后采用整体称重法测定土壤蒸发量, 精度 0.5 g, 前 72 h 每 2 h 观测一次, 以后每日 9 时进行观测, 测定不同处理在不同时段的蒸发量。

2.1.1 干草覆盖 供试土壤为典型沙壤土(采自希拉穆仁草原), 将土样风干过 2 mm 筛, 每盆装土 7.35

收稿日期: 2008-11-07

修回日期: 2009-02-12

资助项目: 国家十一五科技支撑项目“工矿废弃地植被恢复技术研究”(2006BAD03A0307)

作者简介: 崔向新(1962—), 女(满族), 辽宁省本溪人, 副教授, 主要研究方向为水土保持与荒漠化防治。E-mail: cuixiangxin1962@163.com。

通信作者: 高永(1962—), 男(汉族), 内蒙古自治区包头市达茂旗人, 教授, 博士生导师, 主要从事荒漠化和沙尘暴方面的研究。E-mail: gaoyong315@yahoo.com.cn。

kg。土层表面铺设 0.5 mm 厚,长度为 6~8 cm 的干草,以土层表面覆盖的干草盖度作为设计因子,共设 5 个处理,盖度分别是 0%,25%,50%,75%,100%。

盖度的测定:用照相法进行观测,选择栅格 GIS 软件 IDRISI 对干草盖度进行分类计算,根据分类结果计算出干草盖度。

2.1.2 砾石覆盖 随机采集试验区地表沙砾,在水中浸泡 30 min,分次倒在 2 mm 的筛子上用自来水进行冲洗,在洗的过程中左右转动筛子,但不要大幅度地去扰动,将洗后留在筛子上的砾石自然风干,用相应粒径的筛子进行分级,得到 2~4 mm,4~6 mm,6~8 mm,8~10 mm 各粒径段的砾石。每盆装混合风干土 7.53 kg,容重 1.56 g/cm³,土壤表面均匀铺设一层粒径分别为 2~4 mm,4~6 mm,6~8 mm,8~10 mm 的砾石,表面无任何覆盖措施为对照(CK)。

2.2 数据处理及分析

所有试验数据采用 Excel 进行初步整理,部分试验数据采用 SPSS 13.0 进行统计分析和处理。

3 结果与分析

3.1 不同材料覆盖的土壤日蒸发量

图 1 为 100%干草覆盖和 2~4 mm 砾石覆盖对土壤蒸发量的连续 10 d 的动态变化,从图中可以看出,1~5 d,土壤日蒸发量表现为干草<砾石<CK,6~10 d,日蒸发量 CK<干草<砾石,对两种处理的日蒸发量进行显著性检验,砾石和秸秆覆盖对土壤蒸发量的抑制作用在蒸发初期(1~5 d)表现极显著($P<0.01$),6~10 d 差异不显著($P>0.05$)。其主要原因是对照处理,灌水后蒸发速度由大气蒸发力控制,水分蒸发快,水分含量迅速减少;随之,蒸发速度逐渐由土壤水含量或土壤水汽扩散能力控制,蒸发速度迅速降低。砾石、干草覆盖能有效地抑制土壤蒸发,使蒸发前期蒸发速度减慢,后期土壤中仍含有较多的水分,从而使后期仍保持较高的蒸发速度。相比对照而言,整个蒸发过程中,干草覆盖比砾石更能有效抑制土壤水分蒸发。

3.2 不同材料覆盖的土壤累积蒸发量

由图 2 可以得知,两种不同覆盖物均有抑制蒸发的效果,在累计 10 d 的观测中,干草的抑制土壤水分蒸发过程中效果比砾石明显,整个蒸发过程分为两个阶段:第一阶段累积蒸发量表现为:干草<砾石<CK;第二阶段是 CK<干草<砾石(表 1)。由于蒸发量受土壤含水率影响,此时 CK 累计蒸发和日蒸发量最低,在试验的整个全过程中各处理累计蒸发量最终趋于恒定。对两种处理的累积蒸发量进行显著性检

验,砾石和干草覆盖对土壤累积蒸发量的抑制作用极显著($P<0.01$)(表 2)。

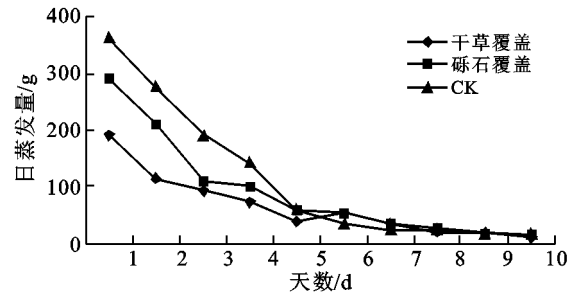


图 1 不同材料覆盖的土壤日蒸发量

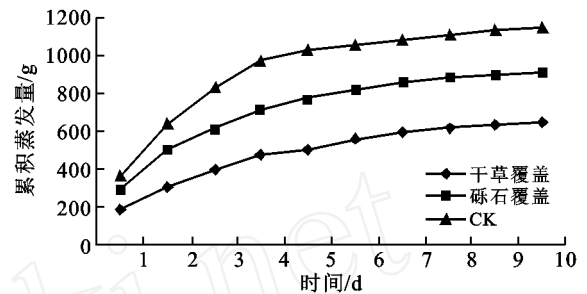


图 2 不同材料覆盖的土壤的累积蒸发量

表 1 不同材料覆盖的土壤累积蒸发量 g

| 处理 | CK | 砾石 | 干草 |
|------|---------|-------|-------|
| 第一阶段 | 1 027.3 | 772.0 | 507.4 |
| 第二阶段 | 115.0 | 146.1 | 136.7 |
| 全过程 | 1 142.3 | 918.1 | 644.1 |

表 2 不同材料覆盖土壤累积蒸发量多重均值检验

| 处理(i) | 处理(j) | 均值(i-j) | 显著水平 |
|-------|-------|---------------------------|-------|
| CK | 秸秆 | 636.333 33 ^a | 0 |
| | 砾石 | - 132.666 67 | 0.003 |
| 秸秆 | 砾石 | - 769.000 00 ^a | 0 |

注:上标“a”表示同一行处理之间差异显著,显著水平 0.01。

3.3 不同材料覆盖下土壤蒸发昼夜变化

表 3 列出了 2 种典型天气条件下土壤水分蒸发的昼夜变化情况,可以看出,对于不同材料覆盖条件的土壤,其水分蒸发的昼夜变化是有差异的。在晴朗的天气,两种覆盖条件白天的土壤蒸发量差异比较明显,分别表现为干草<砾石<CK;CK、砾石覆盖和干草覆盖的昼夜蒸发比例分别为 17.1%,12.1%和 14.8%;在多云的夜晚情况一样,只是程度略低于前者。值得一提的是,在多云的阴天,干草覆盖的夜晚蒸发量反而高于砾石覆盖,这与夜间的低温和较大的空气湿度所形成的地表凝结水(水平降水)有关。

同时,还可以看出,CK 夜间的蒸发量“较大”,说明裸地夜间的凝结量要小于其它 2 种覆盖的土壤。

表3 不同处理下土壤蒸发昼夜变化

| 处理 | 2007年8月19日(晴天) | | | 2007年8月21日(阴天) | | |
|------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | 白天蒸发量 | 夜间蒸发量 | 蒸发总量 | 白天蒸发量 | 夜间蒸发量 | 蒸发总量 |
| CK | 326.0 | 56.0 | 382.0 | 192.0 | 52.0 | 244.0 |
| 砾石覆盖 | 255.3 | 30.7 | 286.0 | 176.0 | 28.0 | 204.0 |
| 干草覆盖 | 180.0 | 26.7 | 206.7 | 168.0 | 31.0 | 199.0 |

4 结论

沙砾覆盖明显减少了土壤蒸发,不同粒径沙砾覆盖的土壤蒸发量不同,粒径越小,土壤蒸发越少,粒径2~4 mm处理的土壤蒸发仅为对照处理的81%。覆盖砾石可以减少土壤蒸发,5个处理中,对照土壤蒸发量最高。

不同程度的干草覆盖起到了很好的蓄水保墒作用,在蒸发过程中,没有任何覆盖的裸土累积蒸发量最大,其中100%盖度干草覆盖对土壤蒸发的抑制最大,可达48%。砾石、干草覆盖能有效地抑制土壤蒸发,相比对照而言,整个蒸发过程中,干草覆盖比砾石更能有效抑制土壤水分蒸发。

[参 考 文 献]

[1] 王改玲,郝明德,李仲谨. 不同覆盖物和蒸发抑制剂对

土壤蒸发影响的研究初报[J]. 水土保持研究,2003,10(1):134.

[2] 周凌云. 秸秆覆盖对农田土壤物理条件影响的研究[J]. 农业现代化研究,1997,18(5):311-314.

[3] 王荣堂,张竹青,王有宁. 地膜覆盖对蒸腾蒸发的影响[J]. 湖北农学院学报,2002,22(2):101-103,114.

[4] 门旗,李毅,冯广平. 地膜覆盖对土壤裸间蒸发影响的研究[J]. 灌溉排水学报,2003,22(2):17-25.

[5] 李旭辉,李立科,赵二龙,等. 开发渭北旱塬农田蒸发水新技术[J]. 水土保持研究,2007,14(3):235-236.

[6] 王进鑫,刘广全,王迪海. 局部覆盖条件下土壤水分移动性能与蒸发力的关系[J]. 水土保持学报,2004,18(4):143-145.

[7] 王进鑫. 新型保墒材料对黄绵土水分运移的作用机制研究[J]. 西北林学院学报,2000,15(1):20-26.

[8] 杨连利,李仲谨,邓娟利. 保水剂的研究进展及发展新动向[J]. 材料导报,2005(6):42-44.

(上接第60页)

(3) 不同浑水浓度条件下的入渗速率曲线均符合幂函数关系。含沙量小的浑水始终比含沙量大的浑水累积入渗量大。浑水泥沙含量越大,其累积入渗量曲线与清水的累积入渗量曲线分离的越早,且与清水曲线的距离越远。

[参 考 文 献]

[1] 李雪转,吴争兵. 影响土壤入渗能力因素分析[J]. 山西水利,2006(4):69-71.

[2] 王文焰,张健丰,王全九,等. 黄土浑水入渗能力的试验研究[J]. 水土保持学报,1994,8(1):59-62.

[3] 白丹,李占斌,洪小康,等. 浑水入渗规律试验研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(1):59-62.

[4] 樊惠芳,罗碧玉. 浑水膜缝入渗规律试验研究[J]. 杨凌职业技术学院学报,2003,2(4):4-6,21.

[5] 王进鑫,黄宝龙,王迪海. 人工林地入渗性能与通用模型

[J]. 生态学报,2004,24(12):2841-2847.

[6] 张振华,杨润亚,蔡焕杰,等. 土壤质地、密度及供水方式对点源入渗特性的影响[J]. 农业系统科学与综合研究,2004,20(2):81-84.

[7] 王进鑫,黄宝龙. 人工林地含沙径流的入渗特性研究[J]. 中国水土保持科学,2004,2(2):74-79.

[8] 解文艳,樊贵盛. 土壤质地对土壤入渗能力的影响[J]. 太原理工大学学报,2004,35(5):537-540.

[9] 费良军,王文焰. 泥沙粒度组成对浑水间歇入渗特性的影响研究[J]. 农业工程学报,1999,15(1):139-143.

[10] 王全九,王文焰,邵明安,等. 浑水入渗机制及模型研究[J]. 农业工程学报,1999,15(1):135-138.

[11] 王文焰. 波涌灌溉试验研究与应用[M]. 西安:西北工业大学出版社,1994:73-80.

[12] Ahuja L R. Applicability of the green and ampt type model for infiltration through surface crust[J]. Soil Sci., 1974,118:283-288.