

不同保水措施的保水效果研究

张永涛, 杨吉华, 高伟

(山东农业大学 水土保持系, 山东 泰安 271018)

摘要: 主要研究了采取覆草、覆膜及保水剂等措施的保水效果。在对不同措施下土壤物理性状和入渗性能研究的同时,还进行了土壤水分动态变化研究。最后的试验结果表明:覆膜的保水效果明显优于覆草,覆草又明显优于对照;适量的保水剂可有效提高土壤含水量;在新梯田、老梯田与坡耕地的保水效果研究中,保水效果强弱顺序为:老梯田>坡耕地>新梯田。

关键词: 保水效果;覆膜;覆草;保水剂

文献标识码: A **文章编号:** 1000-288X(2000)05-0046-03 **中图分类号:** S143.8, S152.7

A Study on Effects of Different Water-retention Treatments

ZHANG Yong-tao, YANG Ji-hua, GAO Wei

(Department of Soil and Water Conservation, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, Shandong Province, PRC)

Abstract The effects of different water-retention treatments such as covering with veil, covering with grass and using water-retention preparation are studied. The conclusion obtained is as follows: the SWC was significantly increased by using water-retention preparation; the sequence of water-retention effect in three kinds of land was old terraced field> slope field> new terraced field; the sequence of water-retention effect was covering with veil> covering with grass> check.

Keywords water-retention effect; covering with veil; covering with grass; water-retention preparation

1 试验地概况

试验地设在山东省平邑县大卜槐流域北王庄村,位于蒙山西麓,隶属于大卜槐流域,地处中纬度,海拔230~380 m,属暖温带季风半干旱性气候,四季分明,平均温度11.9℃~14.1℃。1月份平均最低温度为-2℃,7月份平均最高温度为26℃。年绝对最高气温为39.4℃,绝对最低气温为-22℃。历年无霜期212 d,降水量769.3 mm,多集中于6~9月份。历年平均地温17.1℃,地面平均最高温度30.4℃,地面平均最低温度为7.1℃。春季降水稀少,多风。北王庄村现有人口395人,耕地21 hm²,山林46.7 hm²。研究不同保水措施下的保水效果对沂蒙山区的开发,提高人民经济收入和科学种植水平都有很重要的意义。

2 试验内容与方法

2.1 土壤水分的测定

在试验地中挖土壤剖面,分0~20 cm与20~40 cm²个层次,用铝盒取土,每个层次重复3次,每块试

验地重复3次,用酒精燃烧法测定土壤含水量,结果取平均值,每5 d观测一次。

2.2 土壤物理性状的测定

每个试验地取0~20 cm与20~40 cm²个层次,用环刀浸水法测定土壤容重、孔隙度、毛管最大持水量、土壤饱和含水量和土壤贮水量,每个试验地重复3次,结果取平均值。

2.3 土壤渗透速度的测定

用单环定量加水法测定土壤渗透速度。在试验地将渗透筒垂直插入土中,测量水温,每次取100 ml水到入渗透筒中,待水完全渗入土壤后,记录渗透时间,共倒水400 ml,根据所需时间和渗透深度求得土壤渗透速度与渗透系数(K_{100})。

3 试验结果与分析

3.1 不同坡地土壤物理性状及保水效果研究

土壤物理性状是研究土壤保水能力的基础,土壤的孔隙度及土层含水量反映了土壤持水量和供水能力,其值越大,土壤涵养水源和保持水分能力越强^[1]。

我们对 1999 年整的新梯田和 20 a 的老梯田及坡耕地进行了土壤物理性状的测定,结果如表 1

表 1 坡地土壤物理性状测定

试验地 类型	土层 深度 / cm	土壤含 水量 / %	土壤 容重 / ($g\cdot cm^{-3}$)	总孔 隙度 / %	毛管孔 隙度 / %	非毛管 孔隙度 / %
老梯田	0-20	8.94	1.25	46.35	46.15	0.20
	20-40	13.55	1.49	34.77	32.01	2.76
	0-40	11.25	1.37	40.56	39.08	1.48
新梯田	0-20	6.71	1.39	50.83	45.63	5.20
	20-40	8.66	1.34	49.43	38.46	10.97
	0-40	7.69	1.37	50.13	42.05	8.09
坡耕地	0-20	7.59	1.27	42.41	38.46	3.95
	20-40	9.61	1.69	31.39	30.45	0.94
	0-40	8.60	1.48	36.90	34.46	2.45

从表 1 可以看出,3 种类型坡地中,0-20 cm 和 20-40 cm 土层含水量由大到小的顺序为老梯田、坡耕地、新梯田。究其原因,新梯田为 1999 年刚刚开垦出的林地,土壤结构疏松,0-40 cm 土层孔隙度较大,而由于土壤结构尚未完全稳定,非毛管孔隙度大,表层土受外界环境影响较大,土壤水分蒸发大,因此 0-40 cm 土壤含水量最小,保水效果最差;而坡耕地犁土层浅,下层土壤容重大,孔隙度小,透气、透水能力差,而且上层经常耕作,毛管被切断,下层土壤水分损失少,因此这 2 个土层的土壤含水量较高,有一定的保水效果,但孔隙度小不利于植物的水分吸收;而老梯田土壤物理结构较为稳定,也经常耕作,而且孔隙度大,持水能力强,因此就整个 0-40 cm 的土层来说,老梯田的保水效果最好,坡耕地次之,新梯田最差。但经过一段时间的耕作,新梯田的土壤物理性质会逐渐稳定,其保水效果将会高于坡耕地。依此推论,梯田的整地方式要比坡耕地有更好的保水效果。

3.2 不同坡地入渗规律研究

入渗过程中进入土壤中的水在土壤中运动受分子力、毛管力和重力的控制,其运动过程也就是各种力综合作用下寻求平衡的过程。分子力、毛管力随着土壤水分的增加而减小,因此,水分的入渗速度随着时间延长也不断减小。我们对老梯田做了入渗试验,其结果如表 2

表 2 老梯田入渗速度测定

灌水间隔时间 / min	灌水量 / ml	渗透速度 / ($mm\cdot min^{-1}$)
3.23	100	10.91
4.88	100	8.60
4.37	100	7.28
5.39	100	6.56

结果表明,渗透速度随着时间的延长而依次减

小,渗透速度与渗水时间呈负相关。土壤的渗透系数反映了试验地将降水转变为地下水的的能力,其值越大,林地减少地表径流、涵养水源的作用越大。不同类型坡地的入渗性能测定结果如表 3

表 3 不同类型坡地入渗速度及入渗系数测定结果

坡地 类型	入渗速度 / ($mm\cdot min^{-1}$)	入渗系数 / K_{10c}	孔隙度 / %	毛管孔 隙度 / %
老梯田	8.50	9.03	40.56	39.08
新梯田	2.47	2.93	50.13	42.05
坡耕地	6.42	8.60	36.90	34.46

在一般情况下,入渗速度的变化规律应与孔隙度的变化规律相一致,但在表 3 中,孔隙度大于坡耕地的新梯田,其入渗速度却小于坡耕地的入渗速度,致使入渗变化规律与孔隙度变化规律不相吻合,这是由于新梯田属于新开垦的土地,土壤结构疏松且不稳定,下渗时水流填充及阻塞土壤孔隙,而且新开垦的新梯田石砾多,使下渗率减小,从而导致了坡耕地的入渗速度大于新梯田。于是,3 种类型农林地的入渗系数顺序为老梯田 > 坡耕地 > 新梯田。同时,我们对栽有不同果树的老梯田的入渗性能也做了测定,结果如表 4

表 4 栽有不同果树的老梯田入渗速度及入渗系数

土地类型	入渗速度 / ($mm\cdot min^{-1}$)	入渗系数 / K_{10c}	孔隙 度 / %	毛管孔 隙度 / %
15 a 山楂地	17.12	18.18	54.67	42.04
15 a 板栗地	9.27	11.96	53.38	40.15
20 a 老梯田	8.50	9.03	40.56	39.08

结果表明,土壤孔隙度大的山楂地其渗透系数最大,板栗地次之,而渗透系数最小的老梯田其 0-40 cm 土层的土壤孔隙度最小,因此渗透系数与土壤孔隙度的变化规律呈正相关。入渗速度与毛管孔隙度的变化规律也如此。一般来讲,落到林地上的部分雨水主要是蓄于毛管孔隙中,所以毛管孔隙的多少就成为林地蓄水保土的指标之一^[2]。由以上分析可以得出,保水效果的顺序为山楂地 > 板栗地 > 老梯田 > 坡耕地 > 新梯田。从上表还可以看出,栽有果树的老梯田入渗速度比未栽果树的老梯田入渗速度要大,这说明果树可以明显改善梯田的土壤物理结构,增加孔隙度,提高入渗速度。

3.3 保水剂保水效果研究

保水剂是近年来应用到农业、林业、果树、水土保持等方面的一项新技术,它是一种高吸水性树脂,可以吸收相当于自身重量的数百倍乃至千倍的水分,而且可以在较干旱缺水的情况下释放出来,提高土壤的含水量,让林木根系直接吸收,同时保水剂还对土壤团粒结构的形成有促进作用,进而改善土壤的通透

性,防止表土结皮,减少土壤表面蒸发,也间接提高了土壤含水量。结果表明,施入保水剂后,土壤含水量比未施用保水剂的同类土壤有了明显提高,增幅在 14% 以上。土壤含水量的提高增加了土壤的供水能力,减少了蒸发,有明显的保水效果(表 5)。

表 5 施用与未施保水剂后的土壤含水量对比测定 %

土地类型	15 _a 苹果	15 _a 板栗	15 _a 山楂	3 _a 桃
施用保水剂	12.11	11.41	11.69	11.14
未施用保水剂	8.81	10.00	8.50	8.23

3.4 不同覆盖方式的保水效果研究

为了比较不同覆盖方式下的保水效果,我们对覆草、覆膜、不覆盖即对照处理的 15_a 生山楂林地的土壤含水量进行了动态观测(表 6)。

表 6 不同覆盖方式的土壤含水量 1999 年动态变化 %

日期	0403	0408	0413	0419	0424	0429	0504	0510	0515	0520
覆膜	9.6	11.1	9.2	8.7	8.7	9.9	4.1	14.2	12.0	14.3
覆草	7.9	3.7	6.5	5.3	7.5	8.6	5.5	10.3	7.4	11.4
对照	4.3	2.8	7.4	5.5	8.2	7.7	6.0	7.6	8.1	8.2

注:测定深度为 0—20 cm; 4 月 12 日,4 月 18 日,4 月 20 日,5 月 9 日,5 月 14 日有雨。

因为土壤含水量高的具有好的保水效果,从表 6 的土壤含水量平均值可以看出,保水效果从大到小的顺序为覆膜 > 覆草 > 对照。从表 6 还可以看出,不同时期的土壤含水量是不同的,但不同处理的土壤含水量的动态变化却具有相似的规律。采取覆膜措施的处理,塑料薄膜难以透气透水,减少了土面蒸发,因此保水效果最好,但由于地膜不透水无法有效利用小雨量,因此在 4 月 18 日,5 月 14 日小雨后土壤含水量下降趋势依旧,但总体的土壤含水量是最高的。而在采取覆草措施的试验地,在无降雨条件下含水量下降得比覆膜稍快,但由于所覆麦秸、干草对雨水有一定的保蓄作用,因此在雨后,土壤含水量升高,下降趋势减缓,总体的土壤含水量较高。而未覆盖的对照处理,土壤含水量下降最快,虽然在降雨后,土壤含水量有一定升高,但总体的土壤含水量是最低的。

3.5 不同覆盖方式地温变化规律研究

地温是影响植物生长的一个重要因素,采取不同覆盖方式对地温会产生不同的影响。适宜的地温会加速植物根系生长,增强其吸水抗旱能力,也间接起到保水作用。

3.5.1 不同深度的地温变化规律研究(以覆膜处理为例) 从表 7 可以看出,每天上午 10 时的地温均以 10 cm 处的最低,而 20 cm 处为最高。这是因为 20 cm 处的土层深,受外界环境的影响小,温度变化比较稳定;而 10 cm 与 5 cm 处受外界环境影响大,夜晚降温快,而日出后接受太阳辐射,5 cm 处比 10 cm 处升温快,从而造成了这种地温分布现象。

表 7 不同土层深度地温 °C

日期	土层深度 /cm			
	20	15	10	5
-0424	17.5	17.4	17.3	17.4
-0427	17.2	16.7	16.5	17.0
-0430	17.5	17.1	16.7	16.9

注:表中各数据均测于上午 10 时。

3.5.2 不同覆盖方式的地温差异研究 从表 8 可以看出,采取覆膜措施的上午 10 时地温始终比采取覆草措施的地温高。因为覆膜地薄膜导热性差,因此能维持较高温度,虽然覆草避免了土壤直接与大气接触,不直接受太阳辐射的影响,但其具有较好的导热导气功能,因此地温明显低于覆膜地。

表 8 5 cm 深处 1999 年地温测定结果 °C

日期	0424	0427	0430	0503	0506	0510	0513	0516	0520
覆膜	17.4	17.0	16.9	21.0	18.7	15.4	15.0	15.6	19.4
覆草	13.7	13.6	14.7	17.5	16.1	15.1	14.2	15.0	16.6

注:表中各数据均测于上午 10 时。

3.5.3 地温日变化规律研究(以覆草处理为例) 地温在 1 d 中的变化规律与气温相似,在所测的 6 次中,以上午 8 时的温度最低,而下午 4 时温度最高。究其原因,是受到太阳辐射的影响。清晨辐射弱,气温低,因此地温也维持在 1 d 中的最低水平。当辐射变强后,气温升高,地温也升高,但地温比气温升得慢,因此地温在下午 4 时达到最高点,而不是气温最高的下午 2 时。

表 9 覆草地 5 cm 深处地温日变化表

时间	8 00	10 00	12 00	14 00	16 00	18 00
地温 /°C	13.5	13.6	13.7	14.0	14.2	14.1

[参 考 文 献]

- [1] 朱祖祥. 土壤学 [M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [2] 王礼先. 山地防护林水土保持水文生态效益及其信息系统 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.