

# 坡耕地土壤水分入渗测试方法对比研究

吴发启<sup>1</sup>, 赵西宁<sup>2</sup>, 崔卫芳<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 用注水(双环)法和人工降雨法对陕西省淳化县泥河沟流域和安塞县纸坊沟流域坡耕地土壤水分入渗性能进行了研究。结果表明,用注水法试验所得土壤稳渗速率大于人工降雨法所得土壤稳渗速率,注水法仅能反映土壤本身的入渗特性,人工降雨法可以较好的模拟天然降雨入渗特性,2种方法所测定的土壤稳渗速率之间呈线性函数关系。

**关键词:** 注水法; 人工降雨法; 对比研究

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2003)03-0039-03

中图分类号: S152.72

## Comparative Study on Determining Methods of Soil Infiltration of Slope Farmland

WU Fa-qi<sup>1</sup>, ZHAO Xi-ning<sup>2</sup>, CUI Wei-fang<sup>1</sup>

(1. Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100,

Shaanxi Province, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese

Academy of Science and Ministry of Water Resources, Yangling 712100 Shaanxi Province, China)

**Abstract:** The infiltration properties of slope farmland are studied by means of the water storage method and the simulated rainfall method respectively. The results show that the measured soil steady infiltration rates measured by the water storage method are greater than those measured by simulated rainfall. Using the water storage method may only reflect infiltration properties of soil itself, but the simulated rainfall method may simulate better natural rainfall. The steady infiltration rates measured by using two methods are a better linear relationship.

**Keywords:** water storage method; simulated rainfall method; comparative study

### 1 试验方法

在黄土高原坡耕地土壤水分入渗规律研究中,多用注水法和人工降雨法来测定土壤入渗速率<sup>[1-7]</sup>,因而得出的结论各不相同,为了使研究结果得到统一,全面认识该区土壤水分入渗特征,并真正服务于水土保持研究与生产,本文以陕西省淳化县泥河沟流域和安塞县纸坊沟流域坡耕地为例,对2种不同试验方法下所得的土壤水分入渗规律进行对比研究。

#### 1.1 注水法(双环)进行土壤水分入渗试验

双环内环直径 35.5 cm,高 25 cm,打入土中 15 cm,外环直径 50.5 cm,环高及打入土中深度与内环

相同,内外环之间维持土层深度为 5 cm,加水用人工控制。为更好地控制侧渗,再筑一土环围绕外环,距离外环 20 cm,土层高度及加水方法同前。计时用秒表,每隔 5 min 记录一次加入的水量,土壤含水量及容重采用烘干法进行测定。

#### 1.2 人工降雨法进行土壤水分入渗试验

该降雨装置为有压给水针头式模拟降雨装置,主要由供水桶、降雨发生器、支架、围板等部分组成。供试土壤的颗粒组成特征见表 1。降雨面积为 1 m×1 m,雨滴下落高度为 1.5 m,且可以调动<sup>[8]</sup>。降雨发生器下设置入渗试验小区,四周由铁板围成,并在小区下方设置出流口,以便收集径流和泥沙。

表 1 试验区土壤颗粒组成

土壤类型	粒 径/mm						%
	> 0.25	0.25 ~ 0.05	0.05 ~ 0.01	0.010 ~ 0.005	0.005 ~ 0.001	< 0.001	
黄壤土(淳化)	0.11	12.86	38.75	10.45	11.66	26.17	48.28
黄绵土(安塞)	0.11	18.41	57.10	7.74	6.48	9.86	24.08

收稿日期: 2002-12-12

资助项目: 黄河基金“坡面措施减水减沙机理研究”(2001-03-01-03)

作者简介: 吴发启(1957-),男(汉族),陕西黄陵人,博导,教授,主要从事土壤侵蚀与水土保持方面的研究。E-mail: wufaqi@263.net。

降雨强度的大小是通过供水开关和不同型号的针头来控制的。降雨量的观测、径流和泥沙的收集均是按《水土保持技术规范》要求进行的;土壤含水量和容重采用烘干法进行测定。坡度设计为  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$  和  $25^\circ$ ;降雨强度为  $0.7 \text{ mm/min}$ ,  $1.5 \text{ mm/min}$  和  $2.0 \text{ mm/min}$ 。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 注水法测定的土壤入渗

将两地用注水法(双环)测定的土壤入渗结果点绘成图 1。从图中可以看出,在开始入渗阶段,土壤入渗相当迅速,但随着入渗时间的增加,入渗速率急剧下降,对于黄土高原沟壑区(淳化)坡耕地而言,大约在  $130 \text{ min}$  以后,入渗速率呈等量入渗趋势,即达到稳渗速率。而对于黄土丘陵沟壑区(安塞),大约在  $160 \text{ min}$  以后,入渗速率才能趋于稳定。而最大入渗速率在两地也表现出明显不同,黄土高原沟壑区(淳化)坡耕地上,最大入渗速率为  $2.4 \text{ mm/min}$ ;黄土丘陵沟壑区(安塞)则为  $5.9 \text{ mm/min}$ 。达到平衡状态时的稳渗速率分别为  $0.57 \text{ mm/min}$  和  $0.98 \text{ mm/min}$ 。

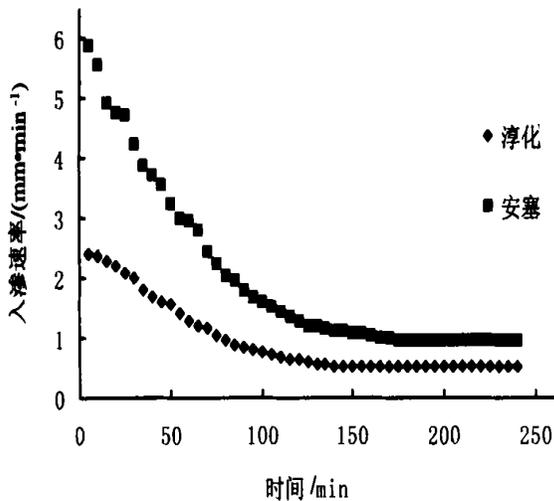


图 1 注水法测定的入渗速率随时间的变化

### 2.2 人工降雨法测定的土壤入渗

以降雨强度为  $1.5 \text{ mm/min}$ 、坡度为  $10^\circ$  的直线坡为例,用人工降雨装置测定两地土壤入渗速率,结果点绘成图 2。从图中可以看出,降雨开始几分钟内,降雨强度小于土壤入渗能力,雨水全部入渗,入渗速率达  $1.50 \text{ mm/min}$ ;之后入渗速率逐渐变小,最后达到稳渗速率,在黄土高原沟壑区(淳化)坡耕地上稳渗速率为  $0.24 \text{ mm/min}$ ,而在黄土丘陵沟壑区(安塞)坡耕地上则为  $0.42 \text{ mm/min}$ 。

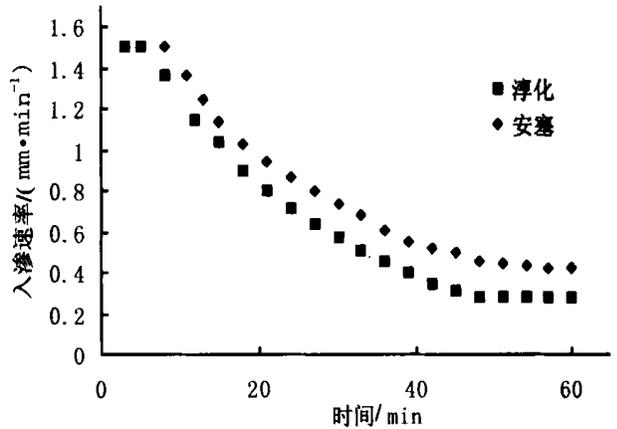


图 2 人工降雨法测定的入渗速率随时间的变化

不同坡度、不同雨强情况下,用人工降雨法所测的土壤入渗结果如表 2 所示。可以看出,同一坡度,随着雨强的增大,稳渗速率稍有增加,坡度为  $10^\circ$  的情况下,当雨强从  $0.70 \text{ mm/min}$  增加到  $2.00 \text{ mm/min}$  时,在黄土高原沟壑区(淳化),稳渗速率从  $0.23 \text{ mm/min}$  增加到  $0.26 \text{ mm/min}$ ,黄土丘陵沟壑区(安塞)从  $0.39 \text{ mm/min}$  增加到  $0.43 \text{ mm/min}$ ;在相同降雨强度下,随着坡度的增大,稳渗速率有所降低,雨强为  $1.5 \text{ mm/min}$  的情况下,当坡度从  $5^\circ$  增加到  $25^\circ$  时,在黄土高原沟壑区(淳化),稳渗速率从  $0.29 \text{ mm/min}$  降低到  $0.20 \text{ mm/min}$ ,黄土丘陵沟壑区(安塞)从  $0.44 \text{ mm/min}$  降到  $0.34 \text{ mm/min}$ 。

表 2 人工降雨法测定的土壤入渗结果

mm/min

坡度	雨强	稳渗率 I	稳渗率 II	坡度	雨强	稳渗率 I	稳渗率 II
$5^\circ$	0.7	0.26	0.40	$15^\circ$	2.0	0.26	0.40
$5^\circ$	1.5	0.29	0.44	$20^\circ$	0.7	0.21	0.34
$5^\circ$	2.0	0.31	0.45	$20^\circ$	1.5	0.22	0.36
$10^\circ$	0.7	0.23	0.39	$20^\circ$	2.0	0.25	0.37
$10^\circ$	1.5	0.24	0.42	$25^\circ$	0.7	0.18	0.31
$10^\circ$	2.0	0.26	0.43	$25^\circ$	1.5	0.20	0.34
$15^\circ$	0.7	0.22	0.36	$25^\circ$	2.0	0.21	0.36
$15^\circ$	1.5	0.23	0.38				

注: I 为黄土高原沟壑区(淳化)土壤稳渗速率; II 为黄土丘陵沟壑区(安塞)土壤稳渗速率。

### 2.3 注水法与人工降雨法关系分析

由于注水法(双环)的基本条件是地形基本为水平,具有一定土层厚度,因而可将其视为有压入渗,不同坡度、雨强下的土壤入渗规律用该法很难模拟,因此可认为,用该法测得的数值仅为土壤本身入渗特性。而人工降雨法是一种无压入渗,实验时不受地形、坡度等条件限制,因而可较为真切地反映土壤侵蚀过程中的水分入渗变化。从图 1、2 和表 2 可知,注水法所测定的土壤稳渗速率大于人工降雨法测定的土壤稳渗速率,经对 48 组试验测定数据进行统计分析可以得到,在黄土高原沟壑区(淳化)两者之比介于 1.8~3.0 倍之间,黄土丘陵沟壑区(安塞)介于 2.1~3.2 倍之间。将用 2 种方法所得到的土壤稳渗速率测定结果,点绘成图 3。

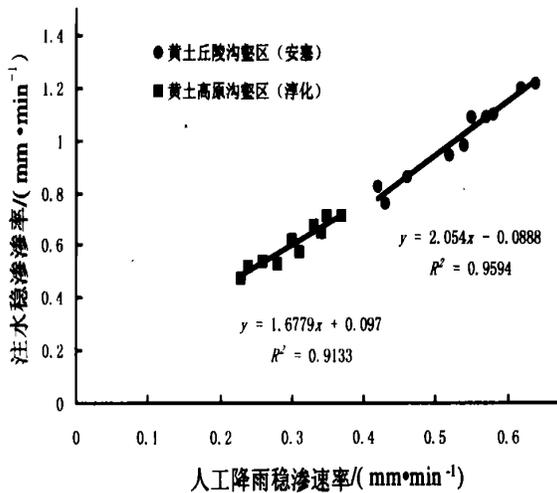


图 3 注水入渗与人工降雨入渗稳渗速率比较

对其进行拟合分析发现,注水法所测定的土壤稳渗速率与人工降雨法测定的土壤稳渗速率之间可用线性函数关系式表示,其相关性较高。

## 3 结 论

(1) 注水法测定的土壤稳渗速率大于人工降雨法测定的土壤稳渗速率,在黄土高原沟壑区(淳化)注水入渗与人工降雨入渗稳渗速率之比介于 1.8~3.0 倍间,黄土丘陵沟壑区(安塞)介于 2.1~3.2 倍间。

(2) 利用注水法仅能测定土壤本身的入渗特征,而人工降雨法可较好模拟天然降雨入渗特征,注水入渗和人工降雨入渗稳渗速率之间呈线性函数关系。

### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 蒋定生,黄国俊.黄土高原土壤入渗速率的研究[J].土壤学报,1986,23(4):299—305.
- [ 2 ] 杨艳生.江西兴国县土壤渗透性的研究[J].水土保持通报,1982,2(6):33—39.
- [ 3 ] 康绍忠,张书函,张富仑,等.积水入渗条件下土壤水分动态变化的野外观测与分析[J].水土保持通报,1997,17(1):8—12.
- [ 4 ] 王文焰,张建丰,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):60—63.
- [ 5 ] 杨艳生.地表径流与土壤渗透拟合方程[J].水土保持通报,1992,12(6):40—44.
- [ 6 ] 魏忠义,王治国,段喜明,等.河沟流域水分入渗的数学模型[J].水土保持研究,2000,7(4):33—37.
- [ 7 ] 冯绍元,丁元,姚彬.用人工降雨和数值模拟方法研究降雨入渗规律[J].水利学报,1998(11):17—20.
- [ 8 ] 袁建平,蒋定生,文妙霞.坡耕地降雨入渗试验装置的研究[J].水土保持通报,1999,19(1):24—27

(上接第 35 页)

林草种类单一,立地分布不合理等现象还大量存在。什么地方种草,什么地方种树,还是一个没有解决的大问题。而且牧业发展相对滞后,禁牧绝对化。事实上,草的种植面积不断扩大,对草的利用是一个值得研究的问题。因此,在退耕还林(草)过程必须加强科学技术指导,在不同的区域(南部、中部、北部)应根据其土壤、水分、交通等条件,在发展主导产业等方面应有所侧重;在林草布局上应合理,经济林、生态林、草地等分布应根据立地条件和树草种的生物学特性进行布设;牧业的发展不一定非要走舍饲养畜的路子。在有条件的地方,可以先进行围栏轮牧的实验。这一方面可以减少舍饲养畜的成本投入,还可以增加有机肥向土地的转移。

### 4.5 加强基本农田建设,保证退耕的持续发展

粮食问题始终是老百姓关心的大问题。退耕后的粮食生产问题解决得如何,直接关系到退耕还林(草)工作的成败或退耕还林(草)成果的巩固。因此,建议在退耕还林(草)过程中,根据具体情况,在有条件的地方,可以通过新修基本农田促进农户主动退耕。同时加强对现有基本农田的科技投入,提高农田的生产力,保证粮食供应,解决农户退耕的后顾之忧。尤其要解决好农户因客观原因而无法达到验收标准的农户的粮食供应问题。因为这部分农户的退耕地如果达不到验收标准,就不能得到补偿,而农户同时也因为退耕而形成了事实上的损失。从多年的实践看,陕北人均有 0.13~0.20 hm<sup>2</sup> 措施配套的高标准基本农田,加上科学种田,粮食问题则可以解决。

(参考文献略)