

土壤容重和降雨强度与 土壤侵蚀和入渗关系的定量分析

郑世清 周佩华

提 要

本文根据人工模拟降雨试验方法,在不同土壤容重,同等坡度和同级降雨强度条件下,以及同种土壤容重,不同降雨强度条件下,对土壤侵蚀和土壤入渗关系进行了定量分析。

一、试验条件

人工模拟降雨试验是在无风的实验大厅内进行。采用侧喷式降雨器对喷,降雨支架高5米,雨滴上喷高度为1.5米,雨滴降落到地面的高度为6.5米。降雨强度控制在1.2—3.8毫米/分的范围内。试验用土采用武功黄土母质,经过1厘米的筛孔筛选。实验小区为长1.50米,宽0.272米,高0.20米自制木槽。为了防止雨滴溅蚀,在小区边上安有0.15米防溅铁板,并对木槽外围进行了加固,以防木槽置土后,加压受力变形。

试验中要求土壤水分基本一致。实验前,首先称出木槽重量,将筛好的土壤置于木槽内,经夯实称重,即可求出土壤容重。试验时,采用不同的器件,不同的夯实方法,以便使木槽内土体达到所需的各种容重。土壤干容重控制在0.93—1.35克/立方厘米之间。试验过程中,对土壤容重、降雨强度进行了严格控制。

土壤容重是反映土体密度和孔隙度的一个简明指标。土壤容重的大小,对土壤水分的保持及对黄土的抗蚀性具有明显的影响。土壤容重不仅与土壤质地、土壤结构的排列密切相关,而且也与土地的利用形式有关系。

根据实验观测,随着土壤容重的增大,地表径流产生的时间、土壤侵蚀的方式都发生相应的变化。0.93—1.20克/立方厘米的土壤容重,在降雨强度为2.45毫米/分,坡度为20°的条件下,地表径流的产流时间为1分30秒到2分30秒之间,土壤侵蚀的方式,开始以雨滴打击破离土体为主。随着土壤入渗能力的减弱,地表径流逐渐增大,细沟侵蚀加强,沟道的侧蚀、泥流促进了细沟的发生发展。这一容重内,土壤侵蚀最为活跃。1.20—1.30克/立方厘米的土壤容重,在相同的试验条件下,地表径流的产流时间缩短到1分到1分30秒之间,土壤侵蚀的方式仍以细沟侵蚀为主,但土壤侵蚀的强度次于前种土壤容重。当土壤容重增大到1.30—1.35克/立方厘米时,地表径流的产流时间进一步缩短到40秒到1分之间,虽然地表径流产流时间在提前,但土壤的抗蚀能力明显加强。根据实验观察,随着土壤入渗能力的减弱,地表径流逐渐加大,但径流中泥沙含量减少,降雨之后坡面基本上保持完整。

二、试验结果与分析

(一)土壤容重与土壤侵蚀、土壤入渗量的关系。将试验所得数据点绘在方格纸上,如图1。从图1可以看出,土壤侵蚀量随土壤容重的增大而递减。根据散点图的分布趋势按幂函数曲线进行分析,其回归方程可写为:

$$Q = 0.106dv^{-2.774} \quad (1)$$

式中: Q 为土壤侵蚀量(公斤);

dv 为土壤容重(克/立方厘米);

相关系数 $r = -0.982$ 。

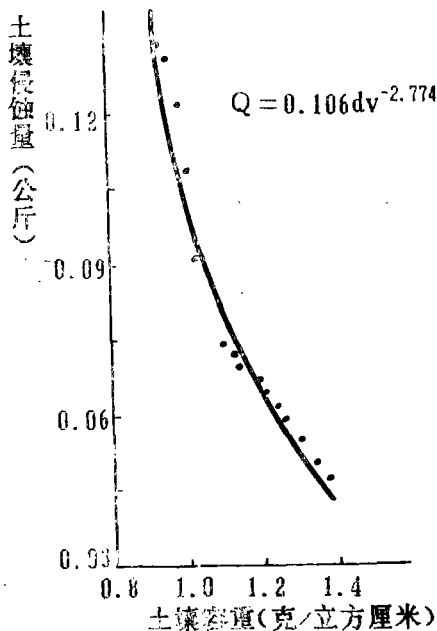


图1 土壤容重与土壤侵蚀量试验结果散点图

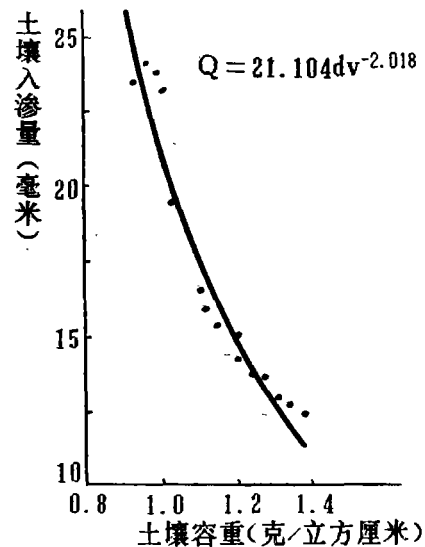


图2 土壤容重与土壤入渗试验结果散点图

将土壤容重与土壤入渗方面的试验数据点绘在方格纸上,如图2。从图2可以看出,土壤入渗量随土壤容重的增大而减少。根据散点图的分布趋势,仍按幂函数曲线进行分析,其回归方程可写为:

$$Q = 21.104dv^{-2.018} \quad (2)$$

式中: Q 为土壤入渗量(毫米);

dv 为土壤容重(克/立方厘米);

相关系数 $r = -0.976$ 。

(二)降雨强度与土壤侵蚀量、土壤入渗量的关系。在地面坡度为 20° ,土壤干容重为0.95克/立方厘米的特定条件下,降雨强度与土壤侵蚀量具有很好的相关性,土壤侵蚀

量随降雨强度增大而加强。土壤入渗量与平均降雨强度, 虽具有一定的影响, 但无明显的相关性。试验结果如表1所示。

表1

降雨强度与土壤侵蚀试验结果

土 壤 容 重 (克/立方厘米)	坡 度 (度)	小 区 面 积 (平方米)	降 雨 历 时 (分)	总 径 流 量 (升)	平 均 降 雨 强 度 (毫米/分)	泥 沙 含 量 (公斤/升)	土 壤 侵 蚀 量 (公斤)
0.95	20	0.38	20	1.730	1.20	0.0097	0.0168
0.95	20	0.38	20	5.770	1.60	0.0124	0.0715
0.95	20	0.38	20	7.890	1.85	0.0114	0.0910
0.95	20	0.38	20	9.416	2.45	0.0140	0.1320
0.95	20	0.38	20	11.540	3.00	0.0181	0.2089
0.95	20	0.38	20	12.693	3.50	0.0205	0.2602
0.95	20	0.38	20	19.905	3.80	0.0237	0.4717

将表1中试验结果, 点绘在坐标纸上(见图3), 该曲线分布趋势为幂函数曲线, 经分析得出回归方程为:

$$Q = 0.0157I^{2.4363} \quad (3)$$

式中: Q 为土壤侵蚀量(公斤);

I 为平均降雨强度(毫米/分);

相关系数 $r = 0.968$ 。

根据以上试验结果的综合分析, 土壤容重为0.93克/立方厘米的土壤侵蚀量与土壤容重为1.35克/立方厘米的土壤侵蚀量相比较, 相差2.8倍。而平均降雨强度为1.2毫米/分的土壤侵蚀量与平均降雨强度为3.8毫米/分的土壤侵蚀量相比较, 相差28倍。因此, 暴雨是土壤侵蚀诸影响因子中最主要的因子。

土壤容重常因土地利用形式的改变而发生变化。根据在野外不同部位和各种利用形式下以及同一坡面上不同利用形式下, 对土壤容重的实测值相差均很大。而且侵蚀量也有很大差异。

土壤翻耕之后, 不仅破坏了地面试植被覆盖和残留根茬对土壤保护作用, 而且改变了地面紧实度, 使土壤容重发生变化, 从而影响了土壤的抗蚀性。笔者曾在1983年杏子河流域考察期间, 在一次大暴雨之后对茶坊附近一直形坡

的同一坡面上的翻耕麦田与无翻耕麦田进行对比量测, 地面坡度为35°, 坡长为60米。

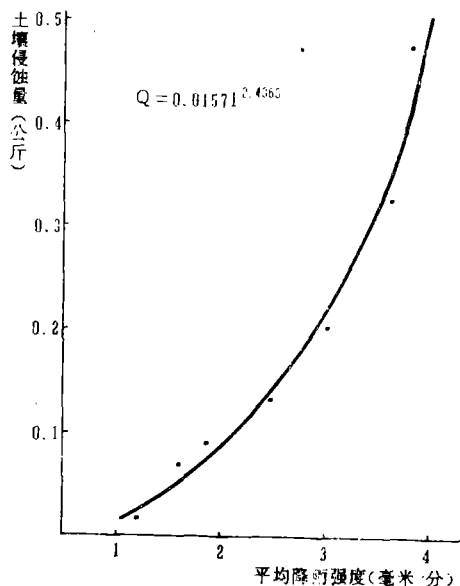


图3 平均降雨强度与土壤侵蚀量关系曲线

无翻耕麦田中细沟、浅沟的土壤侵蚀量为17,492.88吨/平方公里;而翻耕麦田中细沟、浅沟土壤侵蚀量为36,754.11吨/平方公里,两者相差2.1倍。由此可见,土壤物理性质对土壤侵蚀量具有明显的影响。

三、结 论

通过对土壤容重、降雨强度与土壤侵蚀量、土壤入渗量的相关分析,可以认为:土壤侵蚀量、土壤入渗量随着土壤容重的增大而减少,土壤容重与土壤抗蚀性密切相关。降雨强度的变化是影响土壤侵蚀量的主要因素,不同的降雨强度虽对土壤入渗量具有一定的影响,但相关性较差。

参 考 文 献

- [1] 蒋定生等:地面坡度对降水入渗影响的模拟试验,《水土保持通报》,1984年4期,10—13页。
- [2] 田积莹等:黄土地区土壤物理性质及黄土成因的关系,《中国科学院西北水土保持研究所集刊》,1987年第5集,1—12页。
- [3] 李玉山等:黄土高原土壤水分性质及其分区,《中国科学院西北水土保持研究所集刊》,1985年第2集,1—17页。
- [4] 郑世清等:坡地开垦对水土流失的影响,《水土保持通报》,1986年8期,55—56页。

A Quantitative Study of Relationship Between Soil Density and Soil Erosion

Zheng Shiqing Zhou Peihua

Abstract

In this paper, soil erosion and soil infiltration were quantitatively studied under artificial rainfall simulator with the different treatments, such as combination of different soil bulk densities with the unvaried steepness and the unvaried rainfall intensity, and the combination of the unvaried soil bulk density with different rainfall intensities.

The experimental results indicated that soil loss and the capacity of soil infiltration decreased with increase in soil bulk density. Soil bulk density was highly relative to soil erodibility. Although the different rainfall intensities had some effects on the capacity of soil infiltration, their relativity was not significant.