

不同土壤抗蚀性能研究

陈 一 兵

(四川省农业科学院土壤肥料研究所·成都市·610066)

摘 要 该文对四川省农业科学院资阳水土保持试验站所布设的7种土壤试验小区,用模拟降雨装置进行了土壤抗蚀性能的初步试验研究。结果表明:(1)7种土壤的抗蚀能力大小依次为:冷沙黄泥>棕紫泥>红棕紫泥>灰色潮土>红紫泥>黄红紫泥>暗棕紫泥;(2)7种土壤的径流过程累积量与降雨历时、产沙过程累积量与降雨历时、径流过程累积量与产沙过程累积量之间均有显著的线性相关关系,以及6种土壤的土壤含水量与开始产流时间之间有非常好的曲线相关关系。

关键词 紫色土 土壤抗蚀性 水土流失

Study on Soil Erodibility of Different Soils

Chen Yibing

(Soil and fertilizer Institute, Sichuan Academy of Agricultural sciences, Chengdu, Sichuan, 610066)

Abstract Soil erodibility of seven soils located in ziyang soil and water conservation fieldstation of sichuan Academy of Agricultural sciences, ziyang, was studied under rainfall simulator. The result shows: 1. the soil erodibility of seven soils is yellow earth>brown purple soil >red brown purple soil >grey alluvial soil >red purple soil >yellow red purple soil >darkbrown purple soil; 2. there is a significant linear relationship between runoff and rainfall duration, soil loss and rainfall duration, runoff and soil loss for seven soils, and clear non-linear relationship between soil moisture content and runoff starting time for six soils.

Key words purple soil soil erodibility soil and water loss

四川省位于长江上游,是我国的一个农业大省,耕地面积占全国总耕地面积的6.6%,粮食产量占全国粮食总产量的9.8%、油菜籽占全国总产量的18.3%、肉类占16.2%、柑桔占19.8%、蚕茧占27.2%,养活了占全国9.5%的人口。由于森林覆盖度低、降雨季节分布不均,加上土地利用不合理,造成了严重的水土流失,土地生产力急剧下降^{[1][2]}。据调查,较为严重的水土流失面积约14~17万km²,土壤侵蚀造成的中低产田约占耕地2/3。因此,耕地的减少和退化,给四川省的土地造成了严重的压力,严重的水土流失也给长江带来了巨大忧患。据宜昌站多年测定资料,长江上游的输沙量每年达6.8亿t,严重地危害了两岸的经济发展和人民生命财产的安全。尤其是长江三峡工程建设,使防治长江上游水土流失的任务更加紧迫。

1 试验方法

试验布设在四川省农业科学院资阳水土保持试验站内,采用人工降雨对四川省丘陵农区主要的 7 种土壤进行土壤流失量及径流量的测定。这 7 种土壤是:宜宾五宝的红紫泥、成都平原的灰色潮土、中江广福的黄红紫泥、威远两河镇的冷沙黄泥、资阳丰裕的暗棕紫泥、资阳临江的棕紫泥和资阳响水的红棕紫泥,其颗粒分析见表 1。试验小区面积为 1m×2m,平均深 0.6m,坡度为 9°,用砖砌成,以水泥抹内面。小区下端修一集水槽,用一皮管连接集水槽与盛水桶。小区的另三面高于下端,且分界线明显,以防多余的降雨流入小区。

表 1 供试土壤颗粒分析结果

| 小区号 | 土 壤 | 有机质 (g/kg) | 机 械 组 成 (%) | | |
|-----|------|---------------|-------------|-------------|----------|
| | | | 0.1~2.0mm | 0.002~0.1mm | <0.002mm |
| 1 | 红紫泥 | 9.1 | 40.58 | 38.26 | 21.16 |
| 2 | 灰色潮土 | 16.5 | 26.16 | 57.51 | 16.33 |
| 3 | 黄红紫泥 | 12.9 | 12.52 | 71.09 | 16.39 |
| 4 | 冷沙黄泥 | 28.0 | 12.58 | 64.92 | 22.50 |
| 5 | 暗棕紫泥 | 10.1 | 12.12 | 67.43 | 20.45 |
| 6 | 棕紫泥 | 7.6 | 33.29 | 52.35 | 14.36 |
| 7 | 红棕紫泥 | 11.0 | 13.20 | 66.44 | 20.36 |

试验所用的降雨装置是由英国引进的,采用英国的 S. S. Co. Fulljet1/2 HH PVC 40 型喷头。整个系统由供水系统、支架、转臂及喷头组成。在实际操作时,水流从喷头以一定速度喷射出来,对喷头形成了一个反推力,支臂利用水流的反推力而进行旋转,且始终平行于平面,喷头与转臂之间可以形成不同的角度,用以调节喷洒的面积与均匀度,并可通过喷头的更换、水压的调节和喷头与转臂角度的选择,形成各种各样的降雨。支架高 3m,系统采用下喷式,因此水滴以一定的初速度向下喷,可在相对较低的降落高度条件下模拟天然降雨。通过测试,此装置的均匀系数在 58.9%~96.0% 之间^[3]。为了模拟强暴雨对土壤侵蚀的影响,本试验选择 130mm/h 的降雨强度。

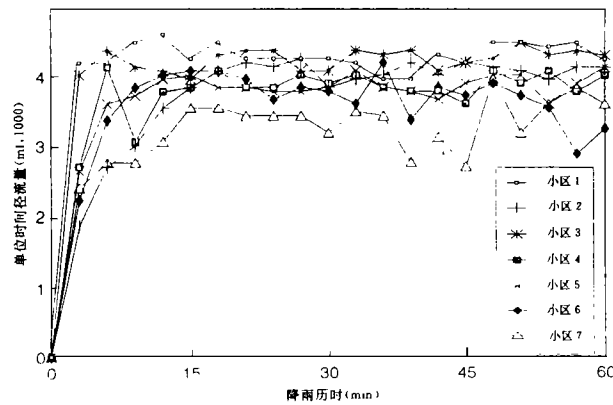


图 1 时间与单位时间径流量的关系

每次降雨前,用烘干法测定土壤水分。在模拟降雨过程开始后,记录产流时间,整个降雨历时为 1h。降雨过程中,每隔 3min 测一次径流、泥沙样,以了解径流和泥沙随时间的变化过程。

2 结果与讨论

2.1 径流量与时间的关系

对 7 种土壤径流量的测试结果(图 1、图 2)看,降雨开始前几分钟没有径流产生,当到达一定

时间后,径流开始产生并单位时间的径流量逐步增加。一定时间后(大约 15min 后),单位时间内的径流量处于较平稳状态。从 7 条径流累积曲线看,红紫泥的累积径流量较大,而红棕紫泥的累积径流量较小,其它 5 种土壤累积径流量居中,且差异不显著。对模拟降雨试验资料的分析与统计计算表明:各试验小区的累积径流量与降雨历时之间有很好的线性关系(表 2)。从表 2 可知,每条拟合直线的相关确定系数均大于 0.99,有的还达 0.999 9。说明在模拟降雨过程中,这些试验小区的径流量随降雨历时延长而稳定增加,而这些直线斜率大小只是取决于土壤本身的性质,即土壤的抗蚀抗冲性,由表 2 还可看出,各小区拟合径流过程线斜率差不多,都在一个等级水平之内,就是最大与最小斜率之差也不过 1.3 倍,这一点从图 2 就可清楚的看到。

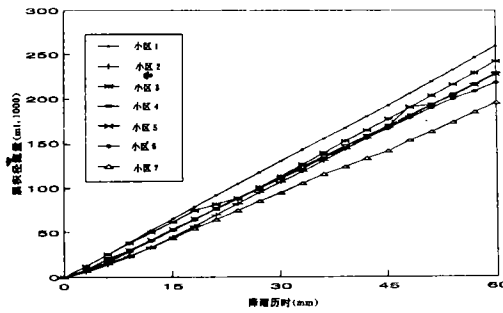


图 2 时间与累积径流量的关系

表 2 7 种土壤试验小区径流量拟合过程方程

| 小区号 | 坡度(°) | 雨强(mm/h) | 拟合方程 | 相关系数 |
|-----|-------|----------|----------------------------|--------|
| 1 | 9 | 130 | $R = 473.68 + 4296.68T$ | 0.9999 |
| 2 | 9 | 130 | $R = -12872.80 + 4005.52T$ | 0.9992 |
| 3 | 9 | 130 | $R = -1112.21 + 3977.59T$ | 0.9976 |
| 4 | 9 | 130 | $R = -4705.58 + 3876.81T$ | 0.9999 |
| 5 | 9 | 130 | $R = -4338.00 + 3858.86T$ | 0.9999 |
| 6 | 9 | 130 | $R = -3923.05 + 3771.11T$ | 0.9995 |
| 7 | 9 | 130 | $R = -5002.26 + 3304.28T$ | 0.9995 |

注: R——累积径流量(ml); T——降雨历时(min)

2.2 产沙量与时间的关系

将 7 种土壤的产沙量结果点绘成图 3、图 4。从图 3 中我们可以看出,除冷沙黄泥外,其它 6 种土壤的单位时间产沙量在开始产流几分钟内上升较快(暗棕紫泥尤为明显),之后各曲线有升有降,但总体曲线层次明显。从图 4 中就可分析出这 7 种土壤的抗蚀抗冲能力的大小依次为:冷沙黄泥>棕紫泥>红棕紫泥>灰色潮土>红紫泥>黄红紫泥>暗棕紫泥。对产沙累积量与时间关系的分析与统计计算表明(表 3),各试验小区的累积泥沙量与降雨历时之间有很好的线性关

表 3 7 种土壤产沙累积量拟合过程方程

| 小区号 | 坡度(°) | 雨强(mm/h) | 拟合方程 | 相关系数 |
|-----|-------|----------|-------------------------|--------|
| 1 | 9 | 130 | $S = -362.52 + 115.41T$ | 0.9993 |
| 2 | 9 | 130 | $S = -492.52 + 95.58T$ | 0.9966 |
| 3 | 9 | 130 | $S = -452.83 + 154.19T$ | 0.9991 |
| 4 | 9 | 130 | $S = 41.09 + 29.18T$ | 0.9996 |
| 5 | 9 | 130 | $S = 222.87 + 166.87T$ | 0.9957 |
| 6 | 9 | 130 | $S = -395.58 + 62.35T$ | 0.9907 |
| 7 | 9 | 130 | $S = -386.77 + 78.88T$ | 0.9946 |

注: S——产沙量(g)

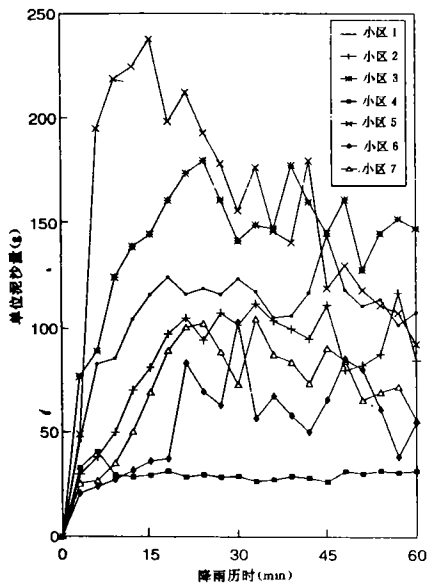


图 3 时间与单位泥沙量的关系

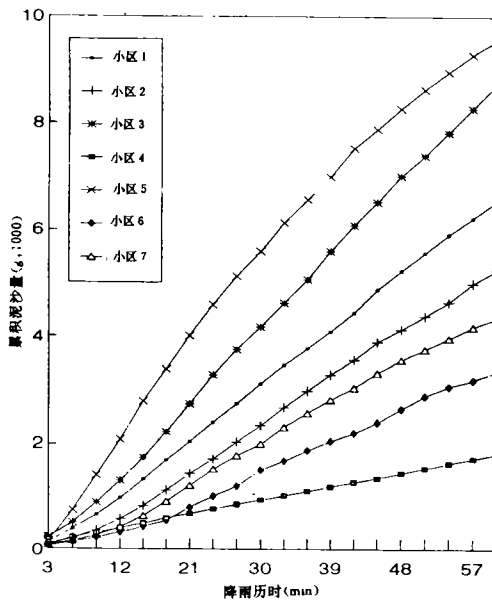


图 4 时间与累积泥沙量的关系

系,每条拟合直线的相关确定系数均大于 0.99。说明在模拟降雨过程中,这些试验小区的泥沙量随降雨历时延长而稳定增加。由表 3 计算可知,暗棕紫泥(最大)小区拟合产沙过程线斜率比冷沙黄泥(最小)小区大 5 倍多,说明每增加一个单位降雨历时,两种土壤的产沙量相差 5 倍多,其它土壤产沙拟合线的斜率比均在 5 倍以内。

2.3 径流量与产沙量的关系

许多研究指出,坡面径流量是影响产沙量的一个非常重要的因素,对于一个特定的坡面来说,径流量与产沙量之间往往能建立非常好的相关关系^{[4][5]}。为此,我们对不同小区的径流过程累积量与产沙过程累积量的关系进行了统计分析,其结果(表 4)表明:它们之间均呈非常显著的线性相关关系,斜率大都在一个水平等级上(冷沙黄泥除外),并均小于 1。在这里直线斜率的物理意义可以解释为单位时间径流量的侵蚀产沙作用极其有限,侵蚀产沙量的多少主要应取决于土壤的本身性质。

表 4 径流过程与产沙过程的拟合方程

| 小区号 | 坡度(°) | 雨强(mm/h) | 拟合方程 | 相关系数 |
|-----|-------|----------|------------------------|---------|
| 1 | 9 | 130 | $S = -374.41 + 0.027R$ | 0.999 0 |
| 2 | 9 | 130 | $S = -187.20 + 0.024R$ | 0.998 7 |
| 3 | 9 | 130 | $S = -395.08 + 0.039R$ | 0.995 5 |
| 4 | 9 | 130 | $S = 76.64 + 0.008R$ | 0.999 4 |
| 5 | 9 | 130 | $S = 411.60 + 0.043R$ | 0.985 3 |
| 6 | 9 | 130 | $S = -328.49 + 0.017R$ | 0.988 8 |
| 7 | 9 | 130 | $S = -267.37 + 0.024R$ | 0.995 0 |

2.4 土壤含水量与开始产流时间的关系

此次研究共进行了 5 轮模拟降雨试验,其另一目的是对土壤含水量与开始产流时间的关系

进行定量化探讨。除第 7 小区外,我们对试验数据进行了统计分析(表 5)。从分析结果看,土壤含水量与开始产流时间的拟合关系曲线相关性较好,除第 4 小区外($r=0.8711$),其余相关系数均达 0.93 以上。随着土壤含水量的减少,开始产流时间延后。表现最为明显的是冷沙黄泥,其拟合方程为一元三次方程,开始产流时间随土壤含水量减少显著滞后。当其土壤含水量在 10.5% 时,开始产流时间为降雨后 22.5min;土壤含水量为 13.9% 时,开始产流时间为 1.6min。

表 5 土壤含水量与开始产流时间的关系

| 小区号 | 拟合方程 | 相关系数 |
|-----|---|---------|
| 1 | $ST = 5.56 - 0.21M$ | 0.936 8 |
| 2 | $ST = 5.83 - 0.22M$ | 0.946 5 |
| 3 | $ST = 11.14 - 0.52M$ | 0.984 5 |
| 4 | $ST = 155.27 - 18.35M + 0.52M^2 - 0.001M^3$ | 0.871 1 |
| 5 | $ST = 91.52 - 9.59M + 0.25M^2$ | 0.996 1 |
| 6 | $ST = 30.31 - 2.99M + 0.76M^2$ | 0.930 1 |

注: ST —— 开始产流时间(min); M —— 土壤含水量(%)

3 结 论

(1) 7 种土壤的抗蚀能力大小依次为:冷沙黄泥>棕紫泥>红棕紫泥>灰色潮土>红紫泥>黄红紫泥>暗棕紫泥。

(2) 7 种土壤的径流过程累积量与时间、产沙过程累积量与时间、径流过程累积量与产沙过程累积量之间均有显著的线性相关关系,以及 6 种土壤的含水量与开始产流时间之间有非常好的曲线相关关系。

参 考 文 献

- 1 红黄壤利用改良区划协作组·中国红黄壤地区土壤利用改良区划.北京:农业出版社,1985 年
- 2 中国土地退化防治研究.北京:中国科学技术出版社,1990 年
- 3 陈一兵.下喷式室内外人工模拟降雨装置.《土壤农化通报》,1992 年,第 1.2 期合刊
- 4 moly M. Erosion and environment (envrionmentalscences and applications volume 9). perfamanpress, oxford, 1981
- 5 Cai, Q. C. and luk, S. H. Effect of slope length on soil loss in the loess plateau Region, China, proceedings of the Fifth International Soil Cinservation Conference, Bangkok, Thailand, p589-594, 1988