

闽北坡地不同土地利用方式的降雨与土壤侵蚀的关系研究

王 维 明

(福建省水土保持试验站,福州 350003)

摘 要:以闽北农地、果园、竹林地、清耕地 4 种土地利用方式为研究对象,分析了 54 场降雨条件下不同土地利用类型的土壤流失量差异及次降雨量与土壤流失量的关系。结果表明:土壤流失量大小顺序为:清耕地 > 果园 > 竹林地 > 农地;小雨、中雨、大雨、暴雨 4 个雨强等级的土壤流失量均以清耕地为最大,果园次之,竹林地的土壤流失量除在小雨小于农地,其它三个雨量级都高于农地;竹林地和农地从大雨开始土壤流失量增加较快,果园和清耕地从大雨开始土壤流失量增加较快;4 种不同土地利用方式的土壤流失量与次降雨量的关系呈指数函数关系。

关键词:闽北;坡地;土壤侵蚀;降雨

中图分类号:S157.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2006)05-0134-03

The Relationship Between Rainfall and Soil Erosion Under Different Land Uses in Slope Land of Northern Fujian

WANG Wei-ming

(Fujian Monitoring Station of Soil and Water Conservation, Fuzhou 350003, China)

Abstract: The relationship between 54 rainfalls and the soil erosion quantity under 4 kinds of land uses, including farmland, orchard, bamboo grove and clear farming in Northern Fujian, is studied and the differences of soil erosion quantity under different land utilization is analyzed. The research indicated that the order of soil erosion quantity is: clear farming > orchard > bamboo grove > farmland; the soil erosion quantity of clear farming in 4 rainfall-rank, that is light rain, moderate rain, heavy rain, rain-storm, is the biggest, the orchard takes the second place, the bamboo grove is higher than that the farmland in three rainfall-rank except light rain; the soil erosion quantities of the bamboo grove and the farmland increase quickly comparatively from the heavy rain, while the quantities of the orchard and the clear farming increase from moderate rain; between the soil erosion quantity under different land uses and rainfall at a time assumes the exponential relationship.

Key words: Northern Fujian; slope land; soil erosion; rainfall

土壤侵蚀与降雨的关系已有许多研究成果。如徐为群等^[1]认为,黄土坡面上产沙量的变化随着降雨的持续而迅速增大。万廷朝^[2]对黄丘五副区的研究结果表明,降雨量与土壤流失量的关系遵守 $M = a + b^p$, 且 $b > 0$ 的线性变化规律。吴发启等^[3]对黄土高原南部缓坡耕地降雨量与土壤流失量的回归分析结果表明,次降雨量与土壤流失量呈 $M = ap^b$, 且 $b > 1$ 函数关系(M 为流失量, P 为降雨量, a, b 为常数)。林昌虎等^[4]在贵州砂页岩山地上研究降雨量与土壤流失量的关系时发现,在地面覆盖度较低的情况下,降雨量与土壤流失量也呈线性关系;同时也指出,在植被覆盖度较高的情况下,降雨量与土壤侵蚀无显著关系。黄炎和等^[5]对闽南的坡地的研究表明,坡度和下垫面不同,次降雨量与土壤流失量的关系不同。左长清等^[6]在第四纪红壤坡地实验结果表明,径流模数随降雨量的增大而增大($y = a + bx$),土壤流失量随降雨量和降雨强度的乘积的增大而增大($y = a(x_1 x_2)^b$)。马琨等^[7]在自然降雨条件下,研究了有、无植被覆盖径流小区红壤坡面周年产沙特征,结果表明,径流小区产沙量的高峰期与降雨量的高峰期相一致。卢喜平等^[8]研究认为,短历时、高强度降雨对紫色土坡地的产沙影响最

强烈,降雨历时与产沙存在明显的负相关,而雨强参数与产沙则存在明显的正相关。王占礼等^[9]采用人工模拟降雨试验的方法对黄土裸坡土壤侵蚀过程进行的研究结果表明:不同雨强条件下,坡地土壤侵蚀随降雨过程的变化相似,可用幂函数相关方程进行描述。可见土壤侵蚀与降雨的关系是较复杂的,它与研究区的土壤类型、坡度、土地利用方式、年降雨的分布情况等密切相关。农地、果园、竹林地等是闽北主要坡地利用方式,也是发生水土流失的主要用地类型,且闽北地区地处中亚热带季风气候,降雨有其自身特点,其降雨量与土壤流失量的关系必定有其特征。本文通过对闽北地区的不同土地利用方式下的降雨与土壤侵蚀关系的探讨,为闽北地区水土流失的监测、预报及福建省的水土保持生态建设提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于闽江上游建瓯市闽北水土保持科教园,东经 117°45'58" ~ 118°57'11",北纬 26°38'54" ~ 27°20'26"N。试验区地处武夷山脉东南,鹫峰山脉西北,地貌为低山丘陵。属

* 收稿日期:2006-06-08

作者简介:王维明(1957-),男,高级农艺师,主要从事水土保持研究。

中亚热带海洋性季风气候,年平均气温 18.7℃,最高温度 41.4℃,最低温度-7.3℃,年平均降水量 1 663.7 mm,降雨多集中在 3-8 月,蒸发量 1 327.3~1 605.4 mm。年平均湿度 80%,年平均日照时数 1 812.7 h,土壤为泥质砂砾岩发育的山地红壤,试验区原为柑橘园和灌木林地。

1.2 试验设计

径流小区投影面积为 100 m²,长度为 20 m,宽度为 5 m,坡度 15°,小区边界由水泥板相隔,边界隔板高 25 cm,地下埋深 25~35 cm。小区下部为一梯形集水槽,将径流泥沙引入集流池,集流池位于集水槽下方。

本研究选取 4 个处理小区,分别为:

农地:小区为台地设计,每年种植甘薯、马铃薯或大豆等农作物,适时拔除杂草。

果园:小区为台地设计,种植柑橘,并在果园的空地套种圆叶决明和百喜草,按当地习惯做法,一年内进行 3 次锄草、施肥。

竹林:小区为顺坡设计,2001 年种植毛竹,每年进行两次垦复和施肥

清耕(对照):小区为顺坡设计,每年除草两次,保持地表处于裸露状态,并做为对照。

1.3 研究方法

雨量的观测:采用布设在试验场的自计雨量计和雨量筒观测。

土壤流失量测定:采用径流小区法测定土壤流失量。即在每场降雨后,从池内水位尺上读取径流量。然后将池中混水搅拌均匀,从不同部位取出水样再混合均匀,之后经过滤烘干测其泥沙量。推移质的观测采用收取集留池内的泥沙烘干后称重测得。

2 结果与分析

2.1 不同土地利用方式下土壤流失量分析

表 1 不同土地利用方式下土壤流失量

| 时间 | 降雨量 / mm | 土壤流失量/(kg·hm ⁻²) | | | |
|--------|-------------|------------------------------|--------|---------|---------|
| | | 竹子 | 果园 | 清耕地 | 农地 |
| 2002 年 | 1220.1 | 344.8 | 1843.3 | 27794.1 | 148.1 |
| 2003 年 | 478.6 | 465.2 | 480 | 6882.3 | 132.4 |
| 合计 | 1698.7 | 810.0 | 2323.2 | 280.7 | 34676.4 |

注:表中降雨量系观测径流量的 54 场降雨,非全年雨量。

从表 1 可以看出,4 种土地利用方式的土壤流失量差别较大,大小排列顺序为:清耕>果园>竹林地>农地。清耕地土壤流失量分别为果园的 15 倍,竹林地的 42.8 倍,农地的 123.5 倍;果园的土壤流失量分别是竹林的 2.8 倍和农地的 8.2 倍;竹林地比农地土壤流失量高 2.9 倍。

这与不同的开垦和种植方式有关。清耕地是顺坡无覆盖,并且进行阶段性清除草被,土壤处于裸露状态,因而在降雨条件下易引起土壤侵蚀,所以流失量最大。果园由于开垦成台地,在种植果树后,园面虽套种圆叶决明和百喜草,土壤流失量降低,但由于每年要清除杂草,在没有沟埂等工程措施的情况下,易受降雨冲刷,土壤流失量也较大。竹林在种植时清除了灌木杂草,但由于采取穴植,土壤扰动面与果园相比相对较小,且竹林地由于种植对土壤没有较大破坏,地表较快长出杂草,在一定程度上形成地表覆盖,所以土壤流失量较小。农地采用梯田上横垄种植农作物,由于垄畦对地表径流的阻滞作用,减缓了径流冲刷力,加之种植农作物在地表通常形成较密集的覆盖,也降低了雨滴对地表的击溅作用,所以土壤流失量最少。

2.2 相同雨量级的土壤流失量分析

表 2 列举了 4 种不同土地利用方式在相同雨量级条件下的土壤流失量。

从表 2 可以看出,在 4 种不同的土地利用方式中,小雨、中雨、大雨、暴雨 4 个雨强等级的土壤流失量均以清耕地为最大,果园次之,竹林地的土壤流失量除在小雨小于农地,其它三个雨量级都高与农地。

表 2 不同土地利用方式下相同雨量级的土壤流失量

| 降雨量级 | 土壤流失量/(kg·hm ⁻²) | | | |
|------|------------------------------|--------|---------|-------|
| | 竹子 | 果园 | 清耕地 | 农地 |
| 小雨 | 0.8 | 25.5 | 349.8 | 4.9 |
| 中雨 | 86.1 | 221.5 | 866.9 | 18.8 |
| 大雨 | 198.7 | 686.5 | 9722.9 | 47.3 |
| 暴雨 | 524.4 | 1389.7 | 23736.8 | 209.7 |

表 2 表明,小雨时清耕地的土壤流失量分别为竹林地的 414 倍,果园的 13.7 倍,农地的 72.1 倍;中雨时分别为竹林地的 10.1 倍、果园的 3.9 倍和农地的 46 倍;大雨时分别为竹林地的 48.9 倍,果园的 14.2 倍和农地的 205.4 倍;暴雨时分别为竹林地的 45.3 倍,果园的 17.1 倍,农地的 113.2 倍。果园小雨时土壤流失量分别为竹林地的 30.3 倍、农地的 5.3 倍;中雨时分别为竹林地的 2.6 倍、农地的 11.8 倍;大雨时分别为竹林地的 3.5 倍,农地的 14 倍;暴雨时分别为竹林地的 2.6 倍,农地的 6.6 倍。而竹林地小雨时土壤流失量较小,为农地的 0.2 倍,而中雨时为农地的 4.6 倍,大雨时为农地的 4.2 倍,暴雨时为农地的 2.5 倍。以上分析表明,清耕地的土壤流失量是相当大的,果园的水土流失也较大,应该给予足够重视。

2.3 不同雨量级的土壤流失量分析

为了进一步研究不同雨量级情况下 4 种土地利用类型的土壤流失量特征,将各土地利用方式在各雨量级的土壤流失量绘成曲线图,见图 1。

从图中可以看出,各土地利用方式的土壤流失量都随着雨强等级的加大而增加。其中竹林地和农地的曲线形状相近(见图 1 和图 2),其特征为在小雨到大雨时曲线的斜率较小,说明在小雨、中雨到大雨这三个雨量级,土壤流失量增加的数量相对较小;而在大雨到暴雨时曲线斜率较大,说明在这个雨量级土壤流失量增加相对较大。果园和清耕地的曲线形状相近(见图 3 和图 4),曲线从小雨到中雨时较平缓,即其曲线斜率较小,而从中雨开始则曲线斜率较大,说明从中雨这个雨量级开始土壤流失量增加相对较大。

表 3 是不同雨量级之间土壤流失量增加值,即图中曲线两个雨量级之间的土壤流失量增加值。由表中可知,在地表植被覆盖较差的土地利用类型,从中雨到大雨,土壤流失量就开始有较大的增加(如清耕和果园)。而对于植被相对较好的土地利用类型(如竹林地和农地),由于地表植被覆盖好,从中雨到大雨时的土壤流失量并没有像果园和裸地增加的幅度那样大,而是从大雨到暴雨时有较大的增加。这说明在覆盖条件较好的情况下,对于降雨的侵蚀力有较好消解作用。只有在雨强较大的情况下,土壤侵蚀才有较大的增加。

2.4 降雨量与土壤流失量的关系

为了分析不同土地利用类型降雨量与土壤流失量的关系,对 4 种不同土地利用类型的次降雨量和土壤流失量的关系进行回归分析和方程拟合可得:竹林的拟合方程为 $y = 1.276e^{0.049x}$,相关系数 $R = 0.6966$;农地的拟合方程为 $y = 0.443e^{0.050x}$,相关系数 $R = 0.7416$;果园的拟合方程为 $y = 3.691e^{0.048x}$,相关系数 $R = 0.6836$;对照地的拟合方程为 y

$=81.038e^{0.044x}$, 相关系数 $R=0.6657$ 。且它们的相关性都达到极显著水平。以上分析可知, 4 种不同土地利用方式的

土壤流失量与次降雨量的关系呈指数函数关系, 即 $y = ae^{bx}$, 且 $a > 0, b < 0$ (见图 5)。

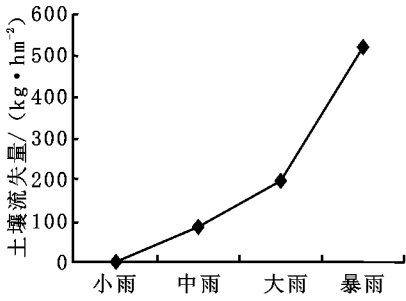


图 1 竹林地不同雨量级的土壤流失量

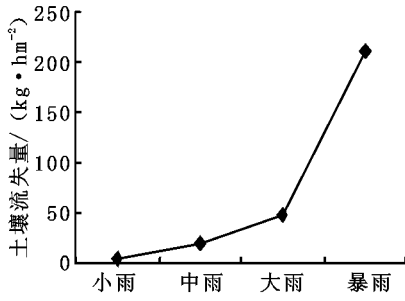


图 2 农地不同雨量级的土壤流失量

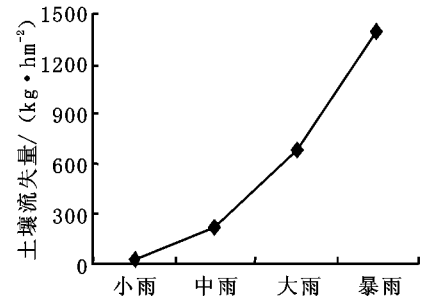


图 3 果园不同雨量级的土壤流失量

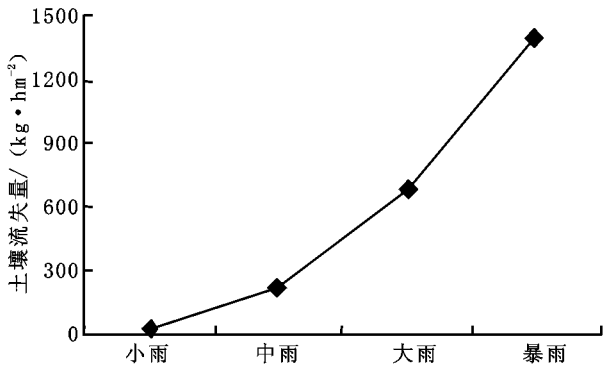


图 4 清耕地不同雨量级的土壤流失量

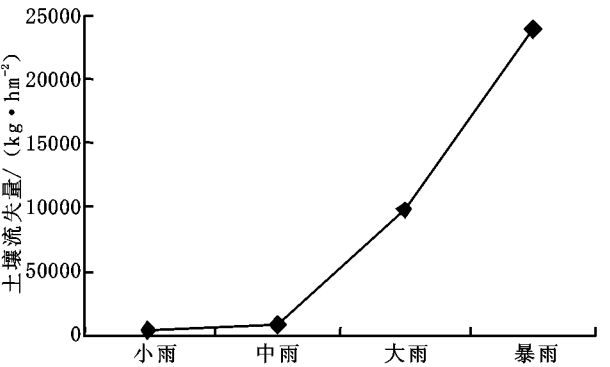


图 5 降雨量与土壤流失量关系图

表 3 不同雨量级之间土壤流失量增加值

| 土地利用方式 | 土壤流失量/(kg·hm ⁻²) | | |
|--------|------------------------------|---------|---------|
| | 小雨 - 中雨 | 中雨 - 大雨 | 大雨 - 暴雨 |
| 竹林 | 85.3 | 112.5 | 325.7 |
| 果园 | 196 | 465 | 703.2 |
| 清耕 | 517.2 | 8856 | 14013.9 |
| 农地 | 14 | 28.5 | 162.4 |

3 结 论

通过对闽北 4 种土地利用方式的降雨与土壤侵蚀关系的研究表明: (1) 在 4 种土地利用方式中, 清耕地的土壤流失量最大, 为 34 676 kg/hm²; 果园次之, 为清耕地的 6.65%; 竹

林地第三, 为清耕地的 2.33%; 农地的土壤流失量最小, 为清耕地的 0.81%。

(2) 在 4 种土地利用方式中, 小雨、中雨、大雨、暴雨 4 个雨强等级的土壤流失量均以清耕地为最大, 果园次之, 竹林地的土壤流失量除在小雨小于农地, 其它三个雨量级都高与农地。

(3) 各土地利用方式的土壤流失量都随着雨量等级的加大而增加。其中竹林地和农地的特征为在大雨到暴雨时土壤流失量增加相对较大, 果园和清耕地从中雨这个雨量级开始土壤流失量增加相对较大。

(4) 4 种不同土地利用方式的土壤流失量与次降雨量的关系呈指数函数关系, 即 $y = ae^{bx}$, 且 $a > 0, b < 0$ 。

参考文献:

[1] 徐为群, 倪晋仁, 徐海鹏, 等. 黄土坡面侵蚀过程实验研究——产流产沙过程[J]. 水土保持学报, 1995, 9(3): 9 - 18.

[2] 万延朝. 黄丘五副区降雨和地形因素与坡面水土流失关系研究[J]. 中国水土保持, 1996, (12): 26 - 29.

[3] 吴发启, 范文波. 土壤结皮与降雨溅蚀的关系研究[J]. 水土保持学报, 2001, 15(3): 1 - 3.

[4] 林昌虎, 朱安国. 贵州喀斯特山区土壤侵蚀与环境变异的研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(1): 9 - 12.

[5] 黄炎和, 卢程隆. 闽南次降雨量与土壤流失量的关系研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(3): 76 - 78.

[6] 左长清, 胡根华, 张华明. 红壤坡地水土流失规律研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(6): 89 - 91.

[7] 马琨, 王兆骞, 陈欣. 红壤坡面产流产沙与养分流失特征研究[J]. 宁夏农学院学报, 2003, 24(2): 3 - 7.

[8] 卢喜平, 史东梅, 吕刚, 等. 紫色土坡地果草种植模式的水土流失特征研究[J]. 水土保持学报, 2005, 19(2): 21 - 25.

[9] 王占礼, 王亚云, 黄新会, 等. 黄土裸坡土壤侵蚀过程研究[J]. 水土保持研究, 2004, 11(4): 84 - 87.

(上接第 133 页)

参考文献:

[1] 白效明. 吉林省生态环境及生态省建设的研究[M]. 长春: 吉林大学出版社, 2000. 107 - 117.

[2] 吉林省水利厅. 吉林省水土流失公告[Z]. 2003.

[3] 郭蕊. 水土保持耕作保护措施的评价体系[EB/OL]. 中国水土保持生态环境建设网, 2005 - 10 - 25.

[4] 水利部. 坡耕地治理技术规范[S]. 1996.