

# 降雨因素和不同土地利用方式对水土流失的影响<sup>\*</sup>

满建利<sup>1,2</sup>, 姜成<sup>3</sup>, 彭红霞<sup>1,2</sup>, 宋建<sup>4</sup>

(1. 中国地质大学 地球科学学院, 武汉 430074; 2. 中国地质大学 生物地质与环境地质教育部重点实验室, 武汉 430074; 3. 秭归县水土保持试验站, 湖北 秭归 443600; 4. 济宁学院附中地理组, 山东 济宁 272000)

**摘要:**对湖北省秭归县张家冲水土保持试验站 10 个试验小区连续 5 a 的径流、侵蚀观测数据, 分析了降雨因素和不同利用方式的土地对水土流失的影响。试验结果表明:在其他影响水土流失因子不变的情况下,土壤侵蚀量与高强度、大降雨量、大侵蚀雨量有密切的关系,总降雨量越大、强度越高、侵蚀雨量越大,其土壤侵蚀量越大;相同降雨条件和相同坡度试验小区的水土流失量由小到大依次为坡篱地种粮、坡篱种茶、荒地坡地、坡地种茶、坡篱种柑、土坎篱种柑、坡地种粮、坡地种柑、石坎梯种粮、土坎梯种柑。

**关键词:**水土流失; 降雨因素; 土地利用方式

**中图分类号:** S157; F301.24

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2010)01-0031-04

## Effect of Rainfall Factors and Different Ways of Using Land on Soil Erosion

MAN Jian-li<sup>1,2</sup>, JIANG Cheng<sup>3</sup>, PENG Hong-xia<sup>1,2</sup>, SONG Jian<sup>4</sup>

(1. Faculty of Earth Science, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Key Laboratory of Biogeology and Environmental Geology, Ministry of Education, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 3. The Experiment Station of Soil and Water Conservation of Zigui Country, Zigui, Hubei 443600, China; 4. Geograpy Group, Jining University Subsidiary Middle School, Ji'ning, Shandong 272000, China)

**Abstract:** This article studied the observation data of runoff and soil erosion in ten runoff experiment plots, which was performed from 2004 to 2008 by water and soil conservation bureau Zhangjiachong watershed in Hubei province, and studied the effect of rainfall factors and different ways of using land on soil erosion. The results showed that soil erosion has close relationship with high strength, great rainfall and great erosion rainfall under the invariable influence factors of soil erosion. The magnitude of soil erosion increases with the rising of the great precipitation amount, high strength, great rainfall and great erosion rainfall. The sequences of the magnitude of soil erosion of the ten experiment plots were: grain planting in slope hedgerow land < tea planting in slope hedgerow land < waste hillside < tea planting in slope land < citrus planting in slope hedgerow land < citrus planting in mound hedgerow < grain planting in slope land < citrus planting in slope land < grain planting in cross wall < citrus planting in mound terrace in the same slope and precipitation amount.

**Key words:** soil erosion; rainfall factors; ways of land

水土流失是指在水流作用下,土壤被侵蚀、搬运和沉淀的整个过程。这里我们讨论的水土流失是由于水力侵蚀造成的水土流失。水土流失发生缓慢,可是破坏力很强,可以使得梯田、水塘、水库、湖泊、河道等发生淤积;加剧洪水泛滥;在山区容易引发山体滑坡、泥石流等灾害。鉴于水土流失对生态及社

会造成破坏性的影响,水土流失问题已经成为国内外研究的热点问题。本文就秭归县张家冲小流域水土流失状况进行研究,力图找出降雨因子及其不同利用方式的土地对水土流失的影响,发现此地水土流失的规律。这既有利于改善生态环境,又有利于保持水土,减少注入长江泥沙,对于推动库区水土流

\* 收稿日期: 2009-08-14

基金项目: 国家自然科学基金项目(40872109); 中国地质大学(武汉)地质过程与矿产资源国家重点实验室开放基金

作者简介: 满建利(1984-),女,山东省济宁人,硕士研究生,主要从事水土流失方面的研究工作。E-mail: 309919274@qq.com

失治理、提高坡地持续生产能力、扩大库区环境容量,具有一定的理论研究意义和实际应用价值。

## 1 研究区概况和研究方法

### 1.1 研究区概况

研究区布设在湖北省秭归县张家冲小流域内,属亚热带大陆性季风气候,气候温和,雨量充沛。年均降水量为 1 006.8 mm,年均气温 17.9℃。

1.1.1 研究区所在的流域状况 张家冲小流域系茅坪河支流,距三峡大坝 5 km,距秭归新县城 8.5 km,3 条支流覆盖全流域,在瓮桥沟汇集流入茅坪河。流域内共有 176 户,土地总面积 1.62 km<sup>2</sup>,共有耕地 43.2 hm<sup>2</sup> (大于 25° 的耕地 15.6 hm<sup>2</sup>),林地 98.1 hm<sup>2</sup> (其中疏幼林地 40.7 hm<sup>2</sup>,经果林 7.5 hm<sup>2</sup>),草地 3.3 hm<sup>2</sup>,荒山荒地 8 hm<sup>2</sup>,非生产用地 9.3 hm<sup>2</sup>。

1.1.2 地质地貌及植被状况 该流域属山地丘陵地貌,最低海拔 148 m,最高海拔 530 m。下部较为平缓,中上部坡度较陡。该流域属典型的花岗岩出露发育区域,土壤为花岗岩母质出露发育的石英砂土,植被以亚热带常绿、落叶阔叶林和针阔混交林为主,林特资源有低山河谷的柑桔,半高山的茶叶、板栗,高山的木材,林草覆盖率达到 62.6%。

1.1.3 水土流失状况 按水土流失发生的原因和表现形式,水土流失类型可分为水力侵蚀、重力侵蚀和风力侵蚀 3 种主要类型。在此小流域范围内,水土流失类型主要为水力侵蚀,侵蚀类型主要为面蚀,局部地区有沟蚀,多发生在花岗岩、紫色砂页岩、页岩泥岩出露的坡耕地、疏残幼林和植被覆盖率低的地带<sup>[2]</sup>。由于面蚀涉及面积广,被侵蚀的多是肥沃的表层土,既流失土壤,又损失肥力,因此水土流失是造成花岗岩区土壤地力、土地生产力降低的主要因子之一。据调查,张家冲流域 2003 年有水土流失面积 0.97 km<sup>2</sup>,占土地总面积的 60%,其中轻度流失 24.1 hm<sup>2</sup>,占流失总面积的 24.8%,中度流失 49.5 hm<sup>2</sup>,占 50.9%,强度流失 8.0 hm<sup>2</sup>,占 8.2%,极强度流失 15.6 hm<sup>2</sup>,占 16%。土壤侵蚀总量达到 6 705 t/a,水土流失十分严重。

### 1.2 研究方法

1.2.1 试验区设置 为了探索花岗岩性区水土流失规律,秭归县水土保持局在张家冲小流域设立水土保持试验站,试验站于 2002 年 9 月 1 日正式动工兴建<sup>[3]</sup>。本文数据主要来源于卡口站和标准试验小区。标准试验小区由坡地和观测水池组成,坡地为面积 20 m<sup>2</sup>,坡长 11.03 m,坡度 25° 的长方形,每个坡地出水口建容积为 1.5 m × 1.5 m × 1.5 m 的观

测水池,这 10 个试验小区布设情况为:1 石坎梯种粮、2 土坎梯种柑、3 土坎篱种柑、4 坡篱种粮、5 坡篱种茶、6 坡篱种柑、7 坡地种粮、8 坡地种茶、9 坡地种柑、10 荒坡地。试验小区的外缘都用石灰堆砌,防止客水的进入。试验小区种植的粮食作物为黄豆,花生或者油菜。10 月中旬播种油菜,5 月左右油菜收割,5 月末期播种回茬黄豆或者花生,次年的 9 月份收割,经济林主要以柑橘和茶为主。

1.2.2 观测内容及观测方法 该试验的观测内容主要有年总降雨量、侵蚀雨量、侵蚀降雨次数、次平均雨量、侵蚀模数大小,观测的方法主要是

(1) SL1 型遥测雨量观测:08:00 定时调试自计钟,更换自计记录纸,同时以人工雨量器观测的雨量校正自计雨量观测读数。

(2) 雨量器降水量观测:将雨量器接水桶内的雨量倒入量杯读数。读数时用手握住量杯的上口,水印线与眼睛视线在同一水平线上,量杯上有一虚一实两条水印线,读数读实线,精确到 0.1 mm。最后做好记录。

(3) 泥沙含量的观测:采用普通器皿取样,取样与测速同步进行,泥沙测点与流速垂线相重合。泥沙处理采用慢性滤纸过滤,然后将沙包放入电热干燥恒温箱在 105~110℃ 状态下,恒温烘 8~10 h,冷却后用电子天平称重,计算含泥量。

(4) 径流观测:采用流速面积法测量。一般先选测流断面,以顺直、比降均一、无宽窄变化为好,并设置上、下游两个测流断面,间距一般在 30 m 左右。断面确定后,量测断面形状、尺寸,计算出断面面积。该河段过水断面面积为上、下断面的平均值。流速测定可用流速仪,流速仪测流受断面流速分布不均的影响,若水深不很大,可在水深 2/3 处测量,并在断面上每隔一定距离(视水面宽和测流精度确定)一般 2 m 测量一次;若水深大,应布设测深垂线,并在每垂线上 0.2 h、0.6 h 和 0.8 h 处(三点法)或 0.2 h、0.8 h(二点法)水深处测速;测速时间应在 100 s 以上。流速仪测得多点流速后,常用流速等值线法计算流量和平均流速。方法是先绘制断面流速分布曲线,再从最大流速开始,每条线与水面线所包之面积可用求积仪测出。再以纵坐标为流速,横坐标为面积绘成流速面积曲线,该曲线所包围的面积,即为断面流量。

## 2 结果与分析

### 2.1 降雨因素与土壤侵蚀量的关系

水土流失是由于系统能量、物质过剩引起的,能

量过剩是水土流失的根源,物质过剩是水土流失的基础<sup>[4]</sup>。水土流失的影响因子在于土壤本身条件和外在的条件,如土壤因子为土壤本身的属性,而植被覆盖度、土地利用方式、降水因素、人类活动等外界的影响,是目前导致水土流失的重要的制约因素。当然由于各地的自然和社会情况不同,影响各地水土流失的原因因地而异。在本研究的过程中,在空间上,由于选取的是一个试验小区范围,而且观测的年限是短期的,所以除降水因素之外,其他的影响因素可以视为是稳定的。

表 1 降雨因素与侵蚀模数比较

年份	总降雨量/ mm	侵蚀雨量/ mm	降雨次数	次平均雨量/ mm	侵蚀模数/ (t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )
2004	1187.3	550.0	30	18.33	80
2005	1037.0	339.2	17	19.95	164.22
2006	1176.2	691.6	19	36.40	475
2007	1245.2	617.4	25	24.70	72
2008	1356.0	963.1	34	28.33	578

资料来源:秭归县水土保持试验站,下表同。

由表 1 看出,侵蚀模数与降雨总量并不成正相关,2004 年的总的降雨量为 1 187.3 mm,侵蚀模数 80 t/(km<sup>2</sup>·a);2006 年总降雨量为 1 176.2 mm,但侵蚀模数为 475 t/(km<sup>2</sup>·a);2007 年总的降雨量为 1 356.0 mm,侵蚀模数为 72 t/(km<sup>2</sup>·a)。2004 年与 2006 年两年份的降雨总量其实属于同一量级,差别不大,可是侵蚀模数却比 2006 年小 375 t/(km<sup>2</sup>·a),2007 年与 2008 年情况与 2004 年和 2006 年情况类似。

在所有降雨中,只有部分降雨产生地表径流,进而引起土壤流失,这部分降雨称为侵蚀性降雨<sup>[5]</sup>。侵蚀雨量即降雨转化为径流后可对土壤造成侵蚀的雨量。侵蚀雨量理论上应该与侵蚀模数成正

相关,所测数据却并非如此,由表 1 可以看出,但随着次平均雨量的增加,侵蚀模数会相应增加。2004 年的次平均雨量为 18.33 mm,侵蚀模数为 8 080 t/(km<sup>2</sup>·a);2006 年的次平均雨量为 36.40 mm,侵蚀模数为 475 t/(km<sup>2</sup>·a);这个规律并不是通用的,2007 年的次平均雨量就比 2005 年的多,可是侵蚀模数却比 2005 年的小。从动力角度考虑,若流域降雨量大,但历时长,强度低,则输沙量未必大;如果雨量大,强度高,则输沙量必然大<sup>[6]</sup>。通过分析可以得出土壤侵蚀量与降雨量、降雨强度和侵蚀雨量有关系。比较这几年的数据可以看出,2008 年的总降雨量,侵蚀雨量最大,所以土壤的侵蚀模数最大。

2.2 不同试验小区相同降雨条件下侵蚀模数对比

同年中 10 个试验小区的土壤因子值、降雨因子值、坡面长度因子值、坡度因子值、水土保持措施因子值是相同的,仅仅是耕作管理方式的不同。因此下文将讨论在不同的耕作管理方式下,水土流失的规律。

2.2.1 粮食作物种植在不同改良方式的土地上侵蚀模数对比 同年,在不同的试验小区种植同一作物,由于土地利用方式不同,所以在相同的降雨条件下,侵蚀模数不同。如表 2 所示,1,4,7 分别为石坎梯、坡篱地、坡地,都种植粮食作物,在相同的条件下,2004 年坡篱种粮地的土壤侵蚀模数最小,为 18.854 t/(km<sup>2</sup>·a)。对比 2005 - 2008 年的数据,坡篱地的土壤侵蚀模数除 2005 年的数值大于石坎梯和坡地外,其余的侵蚀模数相对都较小。2005 年种植的粮食作物为油菜,由于油菜的长势不同,石坎梯和坡篱地作物的覆盖面积为 30%,坡地为 40%,覆盖面积在不同的试验区影响了侵蚀量。但这 5 a 总侵蚀模数坡篱地种粮的最小,计算得出为 73.704 t/km<sup>2</sup>,其他依次坡地种粮 227.896 t/km<sup>2</sup>,石坎梯种粮 231.262 t/km<sup>2</sup>。

表 2 不同的土地上种植粮食作物的侵蚀模数

年份	1 石坎梯种粮		4 坡篱种粮		7 坡地种粮	
	侵蚀雨量/ mm	侵蚀模数/ (t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	侵蚀雨量/ mm	侵蚀模数/ (t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	侵蚀雨量/ mm	侵蚀模数/ (t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )
2004	550.0	89.932	550.0	18.854	550.0	163.326
2005	584.50	40.820	584.50	52.947	584.50	47.331
2006	691.6	15.034	691.6	15.151	691.6	23.515
2007	617.4	3.083	617.4	0.000	617.4	3.022
2008	963.1	141.330	963.1	54.850	963.1	64.570

2.2.2 同一经济作物种植在不同改良方式的土地上侵蚀模数 表 3 中的数据显示了同一经济作物柑橘种植在不同利用方式的土地上侵蚀模数的大小。经计算,坡篱地的总土壤流失量最小为 133.315 t/

km<sup>2</sup>。在这几种不同的利用方式土地上,2004 - 2008 年这 5 a 平均土壤侵蚀模数分别为 73.147 2 t/(km<sup>2</sup>·a)、43.500 8 t/(km<sup>2</sup>·a)、26.663 t/(km<sup>2</sup>·a)和 45.623 4 t/(km<sup>2</sup>·a),其中坡篱种柑地的平

均水土流失量最小,其次为土坎篱种柑、坡地种柑,土坎梯种柑低的水土流失量最大。

由于秭归县的自然条件适合于茶树生长,所以当地居民的主要经济作物是柑橘和茶树,茶树种植不仅可增加农民收入,还可治理水土流失。由较表 4 可以看出坡篱地种茶的水土流失量小于坡地。2004 - 2008 年坡篱地的水土流失总量为 75.908 t/ km<sup>2</sup>,坡地为 124.909 t/ km<sup>2</sup>。荒坡地即无人管理没有,任其自由生长杂草的坡地,它总的水土流失量为 91.964 t/ km<sup>2</sup>,荒坡地在这里与粮食作物及经济作物地做对比,试图比较分析有无管理因子条件下水土流失量的大小。

表 3 不同的土地上种植柑橘的侵蚀模数

年份	2 土坎梯种柑		3 土坎篱种柑		6 坡篱种柑		9 坡地种柑	
	侵蚀雨量/ mm	侵蚀模数/ (t · km <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )	侵蚀雨量/ mm	侵蚀模数/ (t · km <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )	侵蚀雨量/ mm	侵蚀模数/ (t · km <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )	侵蚀雨量/ mm	侵蚀模数/ (t · km <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )
2004	550.0	184.286	550.0	157.844	550.0	81.875	550.0	157.647
2005	584.5	115.915	584.5	48.069	584.5	64.206	584.5	47.458
2006	691.6	18.384	691.6	28.622	691.6	13.395	691.6	9.107
2007	617.4	4.334	617.4	0.000	617.4	0.000	617.4	3.439
2008	963.1	181.450	963.1	59.660	963.1	51.440	963.1	70.470

表 4 不同土地种植茶树的侵蚀模数

年份	5 坡篱种茶		8 坡地种茶		10 荒坡地	
	侵蚀雨量/ mm	侵蚀模数/ (t · km <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )	侵蚀雨量/ mm	侵蚀模数/ (t · km <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )	侵蚀雨量/ mm	侵蚀模数/ (t · km <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )
2004	550.0	44.498	550.0	60.339	550.0	10.314
2005	584.5	58.930	584.5	74.026	584.5	60.569
2006	691.6	12.177	691.6	13.784	691.6	14.191
2007	617.4	0.000	617.4	3.022	617.4	2.609
2008	963.1	31.410	963.1	64.570	963.1	81.650

3 结 论

从以上综合分析可以得出降雨因素和土壤侵蚀模数的关系以及不同的土地利用方式下土壤侵蚀模数的大小。在除降雨因子发生变化下,同一地区,土壤侵蚀量与高强度、大降雨量和大侵蚀雨量有密切关系。至于在不同改良方式下的试验区,由于植物篱笆对雨水有一定的截留作用,种植相同的粮食作物坡篱地的土壤侵蚀模数最小,坡地种粮和石坎梯种粮的土壤侵蚀模数依次增大;相同的经济作物条件下,坡篱地的水土流失量也为最小,但是种植茶树的试验区的水土流失量要小于坡篱种柑区,坡篱种茶地的 5 a 总水土流失总量为 75.908 t/ km<sup>2</sup>,坡篱种柑区为 133.315 t/ km<sup>2</sup>。这 10 个试验小区的水土流失量有小到大依次为 4 坡篱地种粮、5 坡篱种茶、10 荒坡地、8 坡地种茶、6 坡篱种柑、3 土坎篱种柑、7 坡地种粮、9 坡地种柑、1 石坎梯种粮、2 土坎梯种柑。

事实证明,在相同的背景下,土壤侵蚀量不是降

雨因子的单一方面的原因,而是多种降雨因子共同作用的结果。在水土流失治理植物措施配置时,可以大力提倡植物篱笆与粮食或经济作物混种,不仅可以提高当地居民的收益,对于水土流失的治理也可以收到良好的效果。

参考文献:

[1] 李文军,孙子清. 水土流失及防治现状的分析[J]. 工程技术,2008,3(1):20-21.

[2] 罗志军,贾泽露. 基于 RS 与 GIS 的三峡库区秭归县水土流失快速动态监测[J]. 安徽农业科学,2007,35(31):10153-10154.

[3] 王继平. 秭归兴建水土保持试验站. 中国三峡总公司网[EB/OL]. <http://www.ctgpc.com.cn>, 2002-09-11.

[4] 李清河,李昌哲,齐实,等. 黄土区小流域土壤侵蚀模型系统解析[J]. 水土保持通报,2000,20(1):28-31.

[5] 章文波,谢云,刘宝元. 降雨侵蚀力研究进展[J]. 水土保持学报,2002,16(5):43-46.

[6] 吴从林,张平仓. 三峡库区王家桥小流域土壤侵蚀因子初步研究[J]. 长江流域资源与环境,2002,11(2):165-171.