

砂页岩山地土壤侵蚀性降雨因子的研究

林 昌 虎

(贵州省科学院山地资源研究所·贵阳市)

提 要

本文通过对试验小区观测值的分析和研究,认为砂页岩山地土壤侵蚀性降雨因子,主要为降雨量的大小和10min时的瞬时降雨强度。随着降雨量和10min时的瞬时雨强的增大,土壤侵蚀量增加。试验结果表明:砂页岩山地土壤侵蚀的强弱,取决于10min时的瞬时雨强的大小。

关键词: 砂页岩 山地土壤 侵蚀性降雨因子

Research on the Erosive Rainfall Factor in Arenaceous Shale Mountain Lands

Lin Changhu

*(The Research Institute of Mountain Land Resources of Guizhou
Academy of Sciences)*

Abstract

This paper holds that the erosive rainfall factor in the arenaceous shale mountain lands is the magnitude of rainfall as well as rainfall intensity within 10 minutes based on the analysis and study of the observed and measured data from the runoff plots. With an increase in rainfall and rainfall intensity within 10 minutes, the volume of soil eroded goes up. The testing results show that the weakness and strongness of soil erosion in arenaceous shale mountain lands depends on the magnitude of rainfall intensity within 10 minutes.

Key words: arenaceous shale mountain soil erosive rainfall factor

贵州省砂页岩山地占总土地面积的18%,受母岩的影响,土壤具有易风化、质地松散、矿物质含量高、易开垦等特点,是贵州省主要的农、林、牧业区。然而由于砂页岩山地土壤的开垦,造成严重的水土流失,这已成为贵州省综合治理的重点和重要研究课题。本试验研究的目的在于探索砂页岩山地土壤侵蚀性降雨因子的定量指标,以便为综合治理水土流失和农、林、牧等业生产的发展服务。

一、试验研究概况

(一) 试验地基本情况 试验地设置在贵州省西部水土流失严重的毕节地区黔西县新开田水

土保持试验站内。试验地海拔1100m,年平均降雨量950mm,试验地地层为三叠系夜郎组9级滩段砂页岩,土壤为紫色土(土壤理化性状,见表1)。

表1 试验地土壤理化性状

区号	土壤	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	全钾 (%)	pH值	机械组成 (mm, %)						
							>10	10~3	3~1	1~0.25	0.25~ 0.01	0.01~0.001	<0.001
I	紫砂土	0.87	0.22	0.127	7.59	5.05	13.60	30.60	20.10	3.54	10.45	12.73	8.98
II	紫砂土	0.89	0.21	0.132	5.48	5.79	21.80	19.60	28.42	4.58	9.03	10.50	6.07
III、IV	紫砂土	0.83	0.26	0.166	4.35	5.48	9.18	39.62	16.07	4.34	7.13	15.19	8.47

(二) 试验研究内容及方法 试验采用闭合试验小区,采集泥沙、取样称重、分级化验的常规方法。降雨量和降雨过程采用自记雨量计和人工观测同时进行。

试验观测的内容有:降雨量、10min时的最大瞬时降雨强度、降雨历时、降雨历时强度、土壤侵蚀量。土壤侵蚀量的观测分为推移质和悬移质的观测。试验小区的设置和基本情况,见表2。

表2 试验小区的设置和基本情况

区号	面积 (m ²)	坡度 (°)	植被	覆盖率 (%)
I	33.50	29	林、灌、草	100
II	33.50	29	无	0
III	33.50	33	牧草	20
IV	33.50	33	无	0

注: III*小区1984年试验设计时覆盖率为20%,以后各年有所增加,1987年为45%。

二、试验结果与问题讨论

(一) 试验结果 试验自1985年至1987年进行,共获得3年试验观测资料。1985年获观测样本14个;1986年获观测样本17个;1987年获观测样本19个,3年共获观测样本50个。观测结果见表3、表4、表5。

表3 1985年试验观测结果

区号	观测样本数 (N)	有效样本数		侵蚀性降雨总量 (mm)	土壤侵蚀量 (kg/小区·a)			土壤侵蚀模数 t/(km ² ·a)
		悬移质 (N)	推移质 (N)		悬移质	推移质	合计	
I	14	12	0	450.2	0.171 8	0	0.171 8	5.15
II	14	14	5	479.0	30.863 2	120.500 0	151.363 2	4 540.90
III	14	13	4	468.6	9.074 0	95.800 0	104.874 0	3 146.22
IV	14	14	4	479.0	22.609 4	174.950 0	197.559 4	5 926.78

表4 1986年试验观测结果

区号	观测样 本数 (N)	有效样本数		侵蚀性 降雨总量 (mm)	土壤侵蚀量 (kg/小区·a)			土壤侵蚀模数 t/(km ² ·a)
		悬移质 (N)	推移质 (N)		悬移质	推移质	合计	
I	17	12	0	307.8	0.146 6	0	0.146 6	4.40
II	17	17	5	373.6	12.125 0	84.000 0	96.125 0	2 883.75
III	17	15	5	355.0	15.653 4	79.200 0	94.853 4	2 845.60
IV	17	17	6	373.6	20.742 6	317.000 0	337.742 6	10 132.28

表5 1987年试验观测结果

区号	观测样 本数 (N)	有效样本数		侵蚀性降 雨总量 (mm)	土壤侵蚀量 (kg/小区·a)			土壤侵蚀模数 t/(km ² ·a)
		悬移质 (N)	推移质 (N)		悬移质	推移质	合计	
I	19	6	0	208.2	0.043 0	0	0.043 0	1.29
II	19	19	7	502.9	15.995 0	81.200 0	97.195 0	2 915.85
III	19	13	2	361.8	2.459 0	46.000 0	48.459 0	1 453.77
IV	19	19	10	502.9	40.02	377.200 0	417.220 0	12 516.60

注：限于篇幅，全部样本的测定结果略。

(二) 问题讨论 1. 降雨量与土壤侵蚀量的相关关系。对1985年至1987年3年50个样本的试验结果，以土壤侵蚀量为因变量，降雨量为自变量作一元线性回归分析，分析结果见表6。

表6 土壤侵蚀量与降雨量的线性回归分析

区号	一元线性回归方程	F 值	
		$F_{0.01}$	$F_{0.05}$
I	$\hat{y} = 0.000 5 - 0.006 0 x$	$F < 0$	
II	$\hat{y} = -7.832 3 + 0.543 0 x$	37.21**	
III	$\hat{y} = -6.782 3 + 0.476 3 x$	6.81*	
IV	$\hat{y} = -15.997 7 + 1.293 0 x$	32.00**	

从表6的分析结果可知，第I小区土壤侵蚀量与降雨量无线性相关性，F值小于0。 $\hat{y} = a + bx$ 不成立，说明在植被覆盖极好的条件下，降雨量的大小对土壤侵蚀无明显的相关关系。

从表6的分析结果还可知，对第II、III、IV小区作的一元回归分析，第II、IV小区的F值大于 $F_{0.01}$ 的水平；第III小区的F值大于 $F_{0.05}$ 的水平， $\hat{y} = a + bx$ 成立。从而说明在土壤裸露或植被覆盖率不高，及坡度较陡的情况下，随着降雨量的增大(x值的增加)，土壤侵蚀量增大。

2. 10min时的瞬时降雨强度与土壤侵蚀量的相关分析。同样对1985~1987年3年50个样本的试验结果，以土壤侵蚀量为因变量，10min时的最大瞬时雨强为自变量作一元回归分析，

分析结果见表7。

表7 土壤侵蚀量与10min时的瞬时降雨强度的线性回归分析

区 号	一元线性回归方程	F 值	
		$F_{0.01} = 7.17$	$F_{0.05} = 4.30$
I	—	$F < 0$	
II	$\hat{y} = -6.0702 + 2.4344x$	28.94**	
III	$\hat{y} = -3.2765 + 1.1543x$	14.08**	
IV	$\hat{y} = -15.6458 + 6.5096x$	37.86**	

表7的分析结果与表6雷同,说明10min时瞬时降雨强度与降雨量一样也影响着第II、III、IV小区的土壤侵蚀,II、III、IV小区的F值均大于 $F_{0.01}$ 的水平。

3. 降雨因子与土壤侵蚀量的逐步回归分析: 在对降雨单因子分析的基础上,为了预报的精确,期望在最终的回归方程中包含尽可能多的降雨因素,尤其是那些对土壤侵蚀量(y值)有显著作用的因素。同时为了使用方便,又期望预报方程中应包含尽量少的变量,特别是不能包含那些不显著的变量。因而采用逐步回归的方法对降雨因子与土壤侵蚀量进行分析。

把所测得的土壤侵蚀量作为因变量,降雨量(x_1)、10min时的瞬时最大雨强(x_2)、降雨历时时间(x_3)、降雨历时强度(x_4)作为自变量,对II、III、IV小区进行逐步回归分析,分析采用PC—1500微型计算机,分析结果见表8。

表8 降雨因子与土壤侵蚀量的逐步回归分析

区 号	逐步回归方程	$F_1 = F_2$	
		$F_{0.05} = 4.04$	$F_{0.10} = 2.81$
I	$\hat{y} = -10.3304 + 0.3677x_1 + 1.3306x_2$	4.04	
II	$\hat{y} = -6.0493 + 0.2202x_1 + 0.9608x_2$	2.81	
III	$\hat{y} = -20.8143 + 0.3898x_1 + 5.9202x_2$	4.04	

从表8的电算结果说明,砂页岩山地的土壤侵蚀,受降雨量和10min时的瞬时降雨强度(暴雨强度)的影响;而与降雨历时、降雨历时强度无关。 $\hat{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2$ 回归方程,可作为与本试验条件相同或相近的地区进行土壤侵蚀预报方程使用。

4. 土壤侵蚀过程推移质的产生与降雨因子的关系: 产生推移质的土壤侵蚀,是指每次降雨过后,沉积池内淤积大量的土壤。对II、III、IV试验小区进行分析,发现造成土壤强度侵蚀的降雨量变动幅度较大,在20~60mm范围内的降雨量都能引起强度土壤侵蚀。如1986年6月15日降雨量28.6mm,10min时的瞬时最大雨强为9mm,第II试验小区,土壤推移质侵蚀量为44kg,加上悬移质侵蚀量共50.7963kg。同样是第II试验小区,1986年9月4日降雨量41.2mm,10min时的瞬时最大雨强为4mm,没有产生土壤推移质的侵蚀,只有0.0462kg的土壤悬移质侵蚀量。我们对所测样本进一步分析,发现10min时的瞬时最大雨强与土壤强度侵蚀有很好的相关

(下转第40页)

四、防治水土流失的对策

(一) 坚决控制人口的盲目增长 乌江流域1985年平均人口密度已达225人/km², 这不仅远远超过了全国的平均水平, 而且也超过了流域内目前生产力水平下的环境承载力。据杨明德等人研究, 在目前生产水平下, 乌江流域的人口承载力平均为150人/km²。显然, 人口的超载负荷, 导致了乌江流域生态环境的不断恶化。

(二) 因地制宜, 分片治理 先治理山上及上游等水土流失严重区, 后治理山下及中下游水土流失相对较轻的地区, 并根据流域内水土流失的现状、特征及环境条件的差异, 采取相应的措施进行分片治理:

1. 上游煤炭资源丰富, 耕作粗放, 旱涝灾害频繁, 水土流失严重, 应把上游建设成旱地——草地及水源涵养林区, 以治理为主, 治护相结合。

2. 中游工农业发达, 城市集中, 水土流失相对较轻, 应把中游建成水田——旱地及防护林、经济林区, 以护养为主, 护治相结合。

3. 下游海拔较低, 水热条件好, 优良树种(如杉等)生长迅速, 但水土流失也很严重, 应把下游建成水田——旱地——草地及水土保持林、用材林和经济林区。治理护养并重。

在人烟稀少地区, 大搞封山育林, 做到治理一片, 见效一片。

(三) 退耕还林还草, 提高土地生产率 乌江流域64%的泥沙量来自坡耕地。因此, 水土流失综合治理的重点在坡耕地, 而不是荒山秃岭。具体步骤是, 先将25°以上的坡耕地逐步退耕还林还草, 25°以下的坡耕地, 逐步实现坡改梯, 一时还不能改梯的坡耕地, 要先修拦沙沟、地埂、改顺坡耕种为等高耕种, 并实行间作、套种、种绿肥(禁止铲草皮、打秧青), 保持水土。

除上述三方面外, 特别还要进一步加强对水土保持工作的领导, 建立健全各级水土保持专业机构, 充实水保科技专业人员。同时还应加强水土流失的监测与研究, 把水土保持工作搞得扎扎实实, 促进农、林、牧、副、渔诸业的发展。

.....
(上接第14页)

性, 当10min时的瞬时最大雨强大于7mm时, 砂页岩山地土壤发生推移质侵蚀的频率Ⅱ小区为85%、Ⅲ小区为55%、Ⅳ小区为95%。因此, 暴雨的大小决定土壤的侵蚀强度。在有暴雨的情况下, 且土壤侵蚀条件具备(如地表裸露、坡度大), 砂页岩山地将产生严重的土壤侵蚀。

5. 侵蚀性降雨总量分析: 侵蚀性降雨总量, 指一年内降雨总量中引起土壤侵蚀的那部分降雨量。对砂页岩山地土壤的观测表明: 每年有300~500mm的降雨量能引起土壤侵蚀, 占全年降雨总量的35%~55%。

三、结 语

(一) 砂页岩山地土壤的侵蚀与降雨量和10min时的瞬时降雨强度有极好的相关性, 并满足: $\hat{y} = a + b_1 x_1 + b_2 x_2$ 多元回归方程。

(二) 当10min时的瞬时最大雨强大于7mm时, 砂页岩山地土壤, 在没有植被等措施的保护情况下, 将会发生严重的土壤侵蚀。暴雨是引起砂页岩山地土壤强烈侵蚀的主要因子。

(三) 砂页岩山地土壤的年侵蚀性降雨量占全年降雨总量的35%~55%。

本试验在贵州省科协副主席朱安国教授的指导下完成。黔西县水电局吴继德、方天旭、王光德, 贵州科学院山地所李成茜、吴士章参加了此项研究工作。