

赣南地区不同植被覆盖下红壤抗冲性动态研究

高珍萍, 徐祥明, 邱秀亮, 管志荣, 杨 醒, 曾瑜婷

(赣南师范学院, 江西 赣州 341000)

摘 要:选取赣南地区不同植被覆盖下的花岗岩、红砂岩、第四纪红黏土发育形成的红壤为研究对象,利用原状土冲刷水槽法研究红壤的抗冲性。试验结果表明:(1)赣南地区不同植被覆盖下土壤在抗冲过程初期抗冲系数缓慢增大,然后随冲刷时间延长呈波浪式变化。从总体趋势分析,在整个冲刷过程中抗冲系数随时间呈逐渐增强的趋势;(2)以裸地来比较不同母质发育的红壤的抗冲系数,从小到大的顺序是花岗岩土壤<红砂岩土壤<第四纪红色黏土;(3)植被通过根系增强了土壤的抗冲性能,不同植被覆盖的土壤抗冲性一般表现为以下规律:裸地<灌草地<林草地。探讨赣南红壤抗冲性的动态规律以及母质和植被对土壤抗冲性的影响,为完善土壤抗侵蚀的理论研究提供了基础数据,对于更有效地控制水土流失、保护和改善生态环境具有理论和实践意义。

关键词:赣南红壤; 抗冲性; 植被; 母质

中图分类号:S157

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2015)05-0001-04

Research on the Dynamic Change of Anti-Scourability of Red Soils Under Different Vegetation Covers in Gannan Area

GAO Zhenping, XU Xiangming, QIU Xiuliang, GUAN Zhirong, YANG Xing, ZENG Yuting

(Gannan Normal University, Ganzhou, Jiangxi 341000, China)

Abstract: The red soils in Gannan formed from the granite, red sandstone and quaternary red clay under different vegetation had been selected as study site. The tests of anti-scourability were conducted on the undisturbed soil. The results were shown as follows. (1) the dynamic change of the red soil anti-scourability under different vegetation in Gannan area had two stages; soil anti-scourability increased slowly at the first stage, followed by change of wave form along with the scouring time at the second stage. And it all accorded with the law that anti-scourability increased gradually with scouring time; (2) the order of anti-scourability on the bare land was granite soil<red sandstone soil<quaternary red clay; (3) vegetation could enhance the impact on the soil anti-scourability by root. The trend of the impact of different vegetation coverage on the soil anti-scourability was bareland<grassland<woodland. We sought the comparative analysis of the soil anti-scourability for the rules of the experimental process dynamics and the impact of parent material and vegetation on the red soil anti-scourability in Gannan, which provided the basis data in terms of improving the theoretical study of soil erosion, and had the theoretical and practical implications for effectively controlling soil erosion, protecting and improving the ecological environment.

Keywords: red soil in Gannan; soil anti-scourability; vegetation; parent material

水土流失是当代土壤环境保护的一个突出问题^[1]。赣南地区水土流失比较严重,而且有逐年加剧的趋势。该地区的地形以丘陵为主,地形起伏比较大,降雨量多而集中,导致自然植被破坏严重;此外,赣南地区盛产脐橙,大量的丘陵山地被开发出来种植

脐橙,加重了当地的水土流失。

土壤抗冲性是指土壤抵抗径流对其机械破坏和推动下移的性能,对土壤抗冲性的研究是土壤侵蚀机制研究的一个重要方面,能较好地体现区域水土流失过程和规律。近年来,国内外学者对土壤抗冲性进行

收稿日期:2014-10-07

修回日期:2014-10-28

资助项目:国家自然科学基金(41301226);江西省自然科学基金(20132BAB213020);江西省教育厅青年科学基金(GJJ13645);岩溶动力学重点实验室开放基金资助课题(KDL2012-06,201306);赣南师范学院大学生创新训练项目(CX141331)

第一作者:高珍萍(1991—),女,江西上饶人,在读硕士,研究方向为生态环境与 3S 技术。E-mail:qingtian8426@126.com

通信作者:徐祥明(1982—),男,广西贺州人,博士,硕士生导师,主要从事土壤生态与土壤微形态研究。E-mail:xmingx2007@163.com

了大量研究,研究成果分析了土地利用类型、植被类型、根系、水稳性团聚体、坡度等因素对土壤抗冲性结果的影响^[2-10]。目前对土壤抗冲性的研究着重于分析不同植被类型、植物根系、土地利用方式等情况下比较土壤的抗冲性能的大小,土壤团聚体等理化性质对抗冲性能的影响以及土壤抗冲指标的筛选和评价等。对于土壤抗冲指数随时间的变化规律的研究甚少。土壤抗冲性动态变化规律对了解土壤冲刷过程中抗蚀性能的变化过程及机理具有重要的意义;此外,土壤抗冲性研究区域大多集中在黄土高原区、长江流域,而对赣南地区红壤抗冲性研究鲜有报道。红壤是赣南地区主要的土壤类型,其成土母质类型多样,多种母质可发育形成红壤。因此本试验选取赣南不同植被覆盖下(林下裸地、灌草地、林草地)的花岗岩、红砂岩、第四纪红黏土发育形成的红壤为研究对象,利用原状土冲刷水槽法研究红壤抗冲性的变化规律,研究结果可为完善土壤抗侵蚀的理论研究提供基础数据,可为有效地控制赣南地区水土流失、保护和改善生态环境提供理论和实践指导。

表 1 抗冲性试验采样点基本情况及相关土壤性质

样品 编号	样品采集地	植被类型	植被	植被 覆盖率/%	母质	根量/ (g·m ⁻³)	pH	有机 质/%
BL-1	南康市龙回半岭村	林地	鹅掌财、樟树、马尾松、梧桐、芒萁、蜈蚣草	85	花岗岩	0.0030	4.87	1.09
BL-2	南康市龙回半岭村	林下草地	野古草、芒萁、凤尾蕨、飞机草、金银草	50	花岗岩	0.0069	4.82	0.71
BL-3	南康市龙回半岭村	裸地	—	0	花岗岩	0	5.46	0.17
LH-1	南康市龙华黄塘村	林地	马尾松、樟树、鹅掌材、苦楝树、乌柏树、黄荆草、凤尾蕨	60	红砂岩	0.0012	5.73	0.83
LH-2	南康市龙华黄塘村	灌草地	黄荆草、乌柏树、飞机草、铺地黍	75	红砂岩	0.0014	6.60	1.17
LH-3	南康市龙华黄塘村	林下裸地	马尾松	0	红砂岩	0.0005	4.98	0.26
SY-1	赣州市黄金校区	林地	马尾松、积雪草、鼠尾草、黄荆、乌柏	60	第四纪红黏土	0.0041	4.50	0.33
SY-2	赣州市黄金校区	林下疏草地	马尾松、苔藓、地衣、雀稗	20	第四纪红黏土	0.0009	4.94	0.12
SY-3	赣州市黄金校区	林下裸地	马尾松、蜈蚣草、雀稗	8	第四纪红黏土	0.0012	4.84	0.10

1.3 研究方法

土壤抗冲性试验采用改进的原状土冲刷水槽法。试验前先测量原状土的长、宽、高,然后将样品润湿 2 h,置于自制的水槽中,冲刷坡度为 15°,通过预试验,确定以 5 L/min 流量冲刷,冲刷时间为 50 min,在此过程中分为 3 个时间阶段,第 1 个时间阶段为 0~6 min,每 1 分钟采集 1 次泥沙量;第 2 个时间阶段为 6~30 min,每 4 分钟采集 1 次泥沙量;第 3 个时间阶段为 30~50 min,20 min 采集 1 次泥沙量,泥沙量采用烘干法测定计算。

鉴于目前国内外评价土壤抗冲性指标较多,本试验采用冲刷 1 g 干土所需要的水量表征土壤抗冲性 (Anti-scourability, AS)^[11], AS 越大,土壤的抗冲性

1 研究区与研究方法

1.1 研究区概况

试验样品采集于江西省赣州,地理位置为北纬 24°29′—27°09′,东经 113°54′—116°38′,位于中亚热带南缘,属典型的亚热带湿润季风气候,年平均气温为 18.9 ℃,气温适宜,年平均降水量为 1 586.9 mm,降水丰富但分配不均,赣南地貌多为低山、丘陵。土壤类型主要是红壤土,赣南红壤主要有花岗岩土壤、红砂岩土壤和第四纪红黏土,花岗岩和红砂岩地区崩岗侵蚀严重。

1.2 样品采集与处理

在野外样品采集中,选取深度为 0—20 cm 的表层土壤,除去地上部分植物以及土壤 2 cm 表层的根系,尽量减少对土壤的扰动,然后用原状盒采集规格为高 6 cm、宽 14 cm、长 20 cm 的原状土,装回实验室用于做土壤抗冲性试验。本研究采集不同母质和不同植被覆盖的土壤 9 种,并根据研究目的设置 2 个重复样点(表 1)。

越强。

AS=W/S (1)

式中: AS——土壤抗冲系数 (L/g); W——总水量 (L); S——总的土壤冲刷量 (g)。

土壤水稳性团聚体含量采用 Yoder 法测定^[12]; 有机质是用重铬酸钾—浓硫酸氧化法^[13]; 植物的根量是取一定体积的土样把其根清洗出来低温烘干称重,计算体积为 100 cm³ 土块的根的含量^[7]; pH 值用电位法测出。

2 结果与分析

2.1 土壤抗冲过程动态变化分析

抗冲过程中的土壤抗冲系数的动态变化可反映

出不同植被覆盖的土壤在径流作用下抗冲刷能力随时间的变化。对不同植被覆盖下的花岗岩、红砂岩、第四纪红黏土发育形成的红壤进行了试验。如图 1 所示,在前 3 min 内,随着冲刷时间的延长其抗冲性逐渐增强,但增长较缓慢。这主要是因为比较松散的表层土更容易被冲刷,当松散的表层土冲刷完后其抗冲性表现为逐渐增强的趋势。约 3 min 之后,各样品抗冲性随冲刷时间的延长呈波浪式变化,土壤的抗冲系数在短时间能增大或减小,但与前 3 分钟比较,抗冲系数随冲刷时间呈增大的趋势。BL-3 的抗冲性一直趋于一个较低的水平,抗冲刷峰值在第 3 次、第 7 次和第 13 次采集泥沙处,分别为 0.32, 0.14, 1.45 L/g,说明整个抗冲过程变化幅度较小,但随时间呈现波浪式变化。LH-3 的抗冲性也较弱,抗冲刷峰值出现在第 6 次、第 10 次和第 12 次采集泥沙处,分别为 4.63, 22.47, 9.09 L/g,试验中最大值为 22.47 L/g,主要由于样品中的碎石块和小砾石阻挡了水流的冲刷,导致冲刷能力减弱。SY-2 的抗冲刷峰值在第 4 次和第 9 次采集泥沙处,分别为 125.00, 30.30 L/g,其抗冲性表现为前 4 分钟内增强,随后呈现波浪式的减弱趋势。总体而言,不同植被覆盖下土壤抗冲性随冲刷时间延长呈现波浪式变化,在整个抗冲过程中抗冲性随时间呈逐渐增强的趋势。

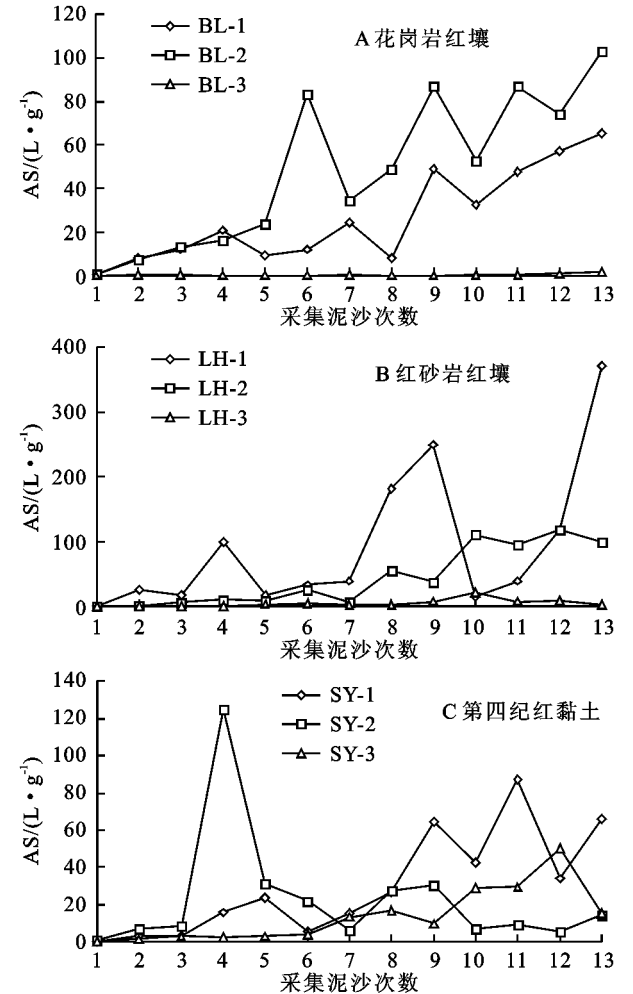
2.2 不同母质对土壤抗冲性的影响

比较不同母质发育的红壤之间的抗冲系数大小。如图 2 所示,林地条件下土壤抗冲性表现为:第四纪红黏土<花岗岩土壤<红砂岩土壤,数值分别为 11.04, 13.14, 25.38;草地条件下土壤抗冲性表现为:红砂岩土壤<第四纪红黏土<花岗岩土壤;裸地条件下土壤抗冲性表现为:花岗岩土壤<红砂岩土壤<第四纪红色黏土。不同母质发育形成的土壤,其理化性质不同。以上分析可知在林地条件下红砂岩土壤抗冲性最强,在草地条件下花岗岩土壤抗冲性最强,在裸地条件下第四纪红色黏土抗冲性最强。

2.3 不同植被覆盖对土壤抗冲性的影响

如图 2 所示,花岗岩土壤的抗冲性表现为:裸地<林地<草地,比例为 0.14 : 13.14 : 17.41;红砂岩土壤的抗冲性 AS 表现为:裸地<草地<林地,比例为 1.23 : 5.12 : 25.38;第四纪红黏土的抗冲性 AS 表现为:裸地<草地<林地,比例为 4.04 : 8.88 : 11.04。裸地的抗冲性都表现为最弱,说明植被是影响土壤抗冲性的一个非常重要的因素,植被的根系对抗冲性能的增强具有重要作用,一方面根系可以改善土壤结构,形成了水稳性较强的团聚体;另一方面由于根系对土壤的盘绕固结作用,减弱了水流对地表的冲刷能力,从而增强了土壤的抗冲性能。在花岗岩土

壤草地的抗冲性比林地的强,在红砂岩土壤和第四纪红黏土林地的抗冲性比草地的强。



注:横坐标 1—6 是指在 0~6 min 内每 1 分钟采集 1 次泥沙量,共采集 6 次;7—12 是指在 6~30 min 内每 4 分钟采集 1 次泥沙量,共采集 6 次;13 是指在 30~50 min 内总共采集 1 次泥沙量。

图 1 不同母质发育的红壤抗冲性随时间变化曲线

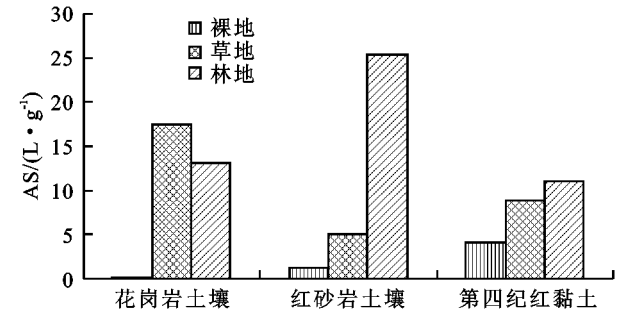


图 2 赣南红壤的抗冲系数

3 讨论与结论

3.1 讨论

土壤抗冲性的研究是土壤侵蚀机制研究的一个重要方面,能较好地体现区域水土流失过程和规律。杨玉梅等^[2]研究不同土地利用方式下土壤抗冲性动态变化特征及其影响因素,发现在抗冲过程中土壤初始径流含沙量均较大,但随着冲刷时间的延长径流含

沙量逐渐降低,并在3~6 min后逐渐趋于稳定;土壤抗冲性能随冲刷时间的延长呈波状变化,但总体上仍符合随冲刷时间延长,抗冲性增强的规律,虽然研究的土壤类型与本文不同,但土壤抗冲性动态变化的趋势是一致的。郑江坤等^[14]研究陕北不同地貌部位土壤抗冲性特征,发现不同地貌部位土壤在抗冲过程初期抗冲值均较小,且随时间逐渐增大,随后抗冲值随时间呈波浪式变化。郑江坤等^[14]研究的大部分土样在整个抗冲过程均有突变值的存在,本研究的土壤抗冲过程中也有突变值,由于在试验过程中土壤抗冲系数会随时间发生变化,在水冲刷的情况下,植物根系固土作用在减弱,土壤颗粒也在被冲散,土壤结构遭到破坏,抗冲性能在减弱,当达到一定程度时,将会有大量土被冲刷出水槽,这时的抗冲系数会急速下降,剩余土壤的结构还未被破坏,这时冲刷的土量将会很少,抗冲性又会突然增强,从而出现了突变值。

不同母质发育的红壤之间的抗冲性强弱是有差异的。陈晓安等^[15]研究南方红壤区崩岗侵蚀的土壤特性与影响因素,发现崩岗绝大部分发生在花岗岩地区,红砂岩地区其次,第四纪红黏土地区很少分布。本研究的研究结果与崩岗的分布状况相符。王艳忠等^[16]研究粤西典型崩岗侵蚀剖面可蚀性因子,发现花岗岩发育的红壤自剖面上部至下部,土壤颗粒组成逐渐变粗。花岗岩土壤上密下松的结构有利于水分的入渗,导致土层的稳定性下降,抗冲性能弱,崩岗也易于发生。红砂岩土壤的结构较稳定,但在径流的作用下容易达到流动状态,因此在抗冲过程中其抗冲性次于第四纪红黏土。

张建军等^[10]研究黄土区不同植被条件下的土壤抗冲性,认为植被对土壤抗冲性有显著影响,没有植被覆盖的土壤抗冲性明显小于有植被覆盖的土壤。王巧利等^[17]研究黄土丘陵沟壑区自然恢复坡面植物根系的分布特征,认为不同植被类型及其覆盖对根系生物量有很大的影响。这些都与本文的研究结果一致,植物根系对土壤抗冲性起关键作用,尤其是根系的网络结构,能显著增强土壤抗冲性,说明植被恢复可以增强土壤结构的稳定性从而提高土壤的抗冲性能。赣南地区的水土流失现象越来越严重,建议在该区水土流失严重区(特别是崩岗)进行生态修复的营林草计划,针对花岗岩土壤,可以人工种植根系固土作用强的野古草、芒萁、凤尾蕨、飞机草、金银草等,对于红砂岩土壤和第四纪红黏土,则加强对人工林的种植和管理,这可以增强其水源涵养和水土保持功能,对水土流失的防治具有重要的作用。

3.2 结论

(1) 赣南地区不同植被覆盖下土壤在抗冲过程初期抗冲系数缓慢增大,然后随冲刷时间延长呈波浪

式变化。从总体趋势分析,在整个冲刷过程中抗冲系数随时间呈逐渐增强的趋势。

(2) 以裸地来比较不同母质发育的土壤抗冲性,抗冲系数表现为以下规律:花岗岩土壤<红砂岩土壤<第四纪红黏土。

(3) 花岗岩土壤的抗冲性表现为:裸地<林地<草地;红砂岩土壤的抗冲性表现为:裸地<草地<林地;第四纪红黏土的抗冲性表现为:裸地<草地<林地。林地、草地的抗冲性比裸地更强。因此,在赣南地区可以采取退耕还林还草来减少水土流失,改善当地的生态环境。

参考文献:

- [1] 梁音,杨轩,潘贤章,等.南方红壤丘陵区水土流失特点及防治对策[J].中国水土保持,2008(12):50-53.
- [2] 杨玉梅,郑子成,李廷轩.不同土地利用方式下土壤抗冲性动态变化特征及其影响因素[J].水土保持学报,2010,24(4):64-68.
- [3] 茹豪,张建军,黄明,等.晋西黄土区不同地类土壤抗冲性分析[J].中国水土保持科学,2012,10(4):6-11.
- [4] 任改,张洪江,白芝兵.重庆四面山水源涵养林土壤抗冲性及影响因素[J].中国水土保持科学,2013,11(1):1-7.
- [5] 赵洋毅,周运超,段旭.黔中石灰岩喀斯特表层土壤结构性与土壤抗蚀抗冲性[J].水土保持研究,2008,15(2):18-21.
- [6] 潘德成,孙卓越,吴祥云,等.煤矿区次生裸坡土壤抗冲性的空间变异特征[J].水土保持研究,2013,20(3):82-85,91.
- [7] 李勇,徐晓琴,朱显谟,等.草类根系对土壤抗冲性的强化效应[J].土壤学报,1992(3):302-309.
- [8] 石滢尘,杨军,李秀明,等.林地根系对土壤抗冲性影响[J].中国水运月刊,2011(11):165-166.
- [9] 周正朝,上官周平.子午岭次生林植被演替过程的土壤抗冲性[J].生态学报,2006,26(10):3270-3275.
- [10] 张建军,张宝颖,毕华兴,等.黄土区不同植被条件下的土壤抗冲性[J].北京林业大学学报,2004,26(6):25-29.
- [11] 郭培才,张振中.黄土区土壤抗蚀性能预报及评价方法研究[J].水土保持学报,1992,6(3):48-52.
- [12] 中国科学院南京土壤研究所.土壤理化分析[M]上海:上海科技出版社,1978.
- [13] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000.
- [14] 郑江坤,吴黎军,魏天兴,等.陕北不同地貌部位土壤抗冲性特征研究[J].水土保持学报,2009,23(6):14-18.
- [15] 陈晓安,杨洁,熊永,等.红壤区崩岗侵蚀的土壤特性与影响因素研究[J].水利学报,2013,44(10):1175-1181.
- [16] 王艳忠,胡耀国,李定强,等.粤西典型崩岗侵蚀剖面可蚀性因子初步分析[J].生态环境,2008,17(1):403-410.
- [17] 王巧利,贾燕锋,王宁,等.黄土丘陵沟壑区自然恢复坡面植物根系的分布特征[J].水土保持研究,2012,19(5):16-22.