

# 赣南不同母质及植被覆盖对红壤水稳性的影响

徐祥明, 高珍萍, 邱秀亮, 覃灵华

(赣南师范学院 地理与规划学院, 江西 赣州 341000)

**摘要:** [目的] 探讨赣江流域地区植被恢复对土壤抗侵蚀能力提高的作用机理以及土壤水稳定性的测定方法。[方法] 选取 3 种不同成土母质(花岗岩、红砂岩、第四纪红土), 每一种母质又设置了 3 种植被覆盖条件下的红壤, 应用静水平法测定土壤的水稳性指数, 并研究其随时间的变化规律。[结果] 赣南红壤的水稳性随浸水时间延长而减弱, 这种减弱变化不受母质类型和植被覆盖的变化而改变。林草地和灌草地土壤水稳性在浸水过程中土壤的水稳性指数较为稳定, 下降幅度小, (林下) 裸地土壤浸水后水稳性指数下降幅度较大。以(林下)裸地作为对照, 3 种母质的林草地、灌草地的水稳性指数均有显著提高。[结论] 静水平法特别适合研究土壤水稳性的动态变化规律。赣江流域红壤地区的植被恢复有助于提高土壤的水稳性。

**关键词:** 赣南红壤; 水稳性指数; 动态变化; 植被覆盖; 静水平法

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)05-0055-04

中图分类号: S157.1

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.05.076

## Effects of Different Parent Material and Vegetation Coverage on Water Stability Index of Red Soils in Gannan Area

XU Xiangming, GAO Zhenping, QIU Xiuliang, QIN Linghua

(College of Geography and Planning, Gannan Normal University, Ganzhou, Jiangxi 341000, China)

**Abstract:** [Objective] This paper aimed to investigate the mechanism of soil erosion resistance by vegetation restoration and the water stability index of red soil in Ganjiang river basin area. [Methods] Soil samples developed from three parent materials(the granite, red sandstone and quaternary red earth) under different vegetation coverage were selected, to explore the dynamic change of water stability by using hydrostatic balance method. [Results] The dynamic change of water stability of red soils decreased with soil immersion time in all samples. This decreasing trend was less in woodland and shrub land compared to bare land. Soil water stability in both woodland and shrub land improved significantly, compared to bare land developed from all the three parent materials. [Conclusion] The hydrostatic balance method is more suitable to study the dynamic change of water stability. Vegetation restoration is beneficial to the improvement of soil water stability in Gannan area.

**Keywords:** red soil in Gannan area; water stability index; dynamic change; vegetation restoration; hydrostatic balance method

土壤抗蚀性指土壤抵抗水的分散和悬浮的能力<sup>[1]</sup>。土壤抗蚀性的研究始于 20 世纪 30 年代, 鉴于可蚀性是抗蚀性的倒数, 国外对土壤抗侵蚀能力一般从土壤可蚀性的角度来研究。土壤可蚀性是指土壤对侵蚀的敏感性<sup>[2]</sup>。关于土壤可蚀性研究, 大体上可以分作 3 个阶段: 土壤可蚀性评价指标确定、美国通用流失方程(USLE)中  $K$  值的测定和估算<sup>[3]</sup>、土壤可

蚀性指标的时空变化及不确定性分析<sup>[4]</sup>。20 世纪 60 年代初以来, 中国学者先后对土壤抗蚀性进行了比较系统和完善的研究, 特别是土壤抗蚀性指标的研究。土壤抗蚀性指标是表征土壤抗蚀能力强弱的特征值。多年来, 中国学者对土壤抗蚀性及评价指标进行了大量研究并取得不少重要成果。蒋定生等<sup>[5]</sup>应用土壤崩解仪研究了黄土高原主要土壤类型的崩解速率, 结

收稿日期: 2014-11-21

修回日期: 2014-12-02

资助项目: 国家自然科学基金项目“中国土壤系统分类水耕人为土微形态诊断指标研究”(41301226); 江西省自然科学基金项目(20132BAB213020); 江西省教育厅青年科学基金项目(GJJ13645); 岩溶动力学重点实验室开放基金资助课题(KDL2012-06, 201306)

第一作者: 徐祥明(1982—), 男(汉族), 广西壮族自治区贺州市人, 博士, 讲师, 主要从事土壤地理与生态环境研究。E-mail: xmingx2007@163.com。

果表明崩解速率存在明显的地域分异规律,并将研究区崩解速率分为极慢、很慢等 5 个区。陈东等<sup>[6]</sup>分析了已有测定土壤崩解仪的优缺点,并提出了一种改进的土壤崩解性测定方法。

已有研究着重从土壤抗蚀性指标的筛选、抗蚀性能的影响因素以及抗蚀性能的评价出发<sup>[7]</sup>,对土壤抗蚀指标随浸水时间的动态变化规律研究较为缺乏,且已有研究多局限于黄土高原<sup>[8]</sup>、长江流域<sup>[9]</sup>,针对赣南地区的研究较少。赣南是中国南方地区水土流失最严重的地区之一,全区水土流失面积  $8.66 \times 10^3 \text{ km}^2$ ,占土地总面积的 22%<sup>[10]</sup>。水土流失导致土层变薄,土壤沙化,地力衰退,耕地面积减少,生态环境恶化等问题加剧了群众生活的贫困,使人地矛盾突出。同时,水土流失致使江河湖库泥沙严重淤积,影响了江湖行洪蓄洪能力<sup>[11]</sup>。江西省人民政府办公厅关于进一步促进赣南脐橙产业发展的意见中提到,预计到 2015 年,赣南脐橙面积发展到  $1.33 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,产量达到  $3.00 \times 10^6 \text{ t}$ <sup>[12]</sup>。这无疑给该地区水土流失的防治提出了更高的要求。因此,本文对该区 3 种主要母质发育的红壤在不同植被覆盖下的土壤水稳性指数的动

态变化进行研究,旨在进一步完善中国土壤抗蚀性研究的基础资料,并为该区水土流失防治、植被恢复等提供理论和实践参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 样地概况及采样

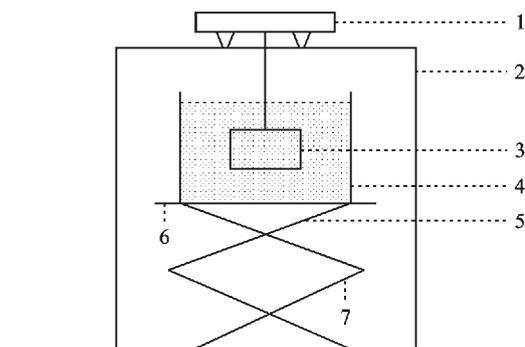
样地位于江西省赣州,地处北纬  $24^\circ 29' - 27^\circ 09'$ ,东经  $113^\circ 54' - 116^\circ 38'$ ,位于中亚热带南缘,属典型的亚热带湿润季风气候。土壤类型主要是红壤,红壤可在多种母质上发育形成,赣南红壤主要有花岗岩土壤、红砂岩土壤和第四纪红土,理化性状有一定的差异。本项目以赣南红壤为研究对象,分别设置 3 种不同成土母质(花岗岩、红砂岩、第四纪红土),每一种母质发育的红壤设置了 3 种植被覆盖条件。2014 年 6 月分别在赣州黄金区虎形村(第四纪红土母质)、赣州南康区龙回镇(花岗岩母质)、赣州龙华乡(红砂岩母质)采集表层土样,深度为 0—20 cm,去除植物的地上部分及表层 2 cm 厚土层,用团粒盒采集原状土样带回实验室,每个样地设置重复样。样地环境特征及基本理化性质见表 1。

表 1 样点环境特征及主要土壤性质

母质	样品号	利用方式	主要植被及植被覆盖率	有机质/( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	pH 值
花岗岩	BL <sub>01</sub>	林草地	乔木:鹅掌柴,樟树,马尾松,梧桐。灌木:芒萁,蜈蚣草。植被覆盖率 85%	10.92	4.85
	BL <sub>02</sub>	灌草地	野谷草,芒萁,凤尾蕨,飞机草,金银草。植被覆盖率 50%	7.12	4.77
	BL <sub>03</sub>	全裸地	崩岗地带,地表受到严重侵蚀。植被覆盖率 0%	1.74	5.48
红砂岩	LH <sub>01</sub>	林草地	乔木:马尾松,樟树,鹅掌柴,苦楝树,乌桕树。草丛:黄荆草,凤尾蕨。植被覆盖率 60%	8.30	5.60
	LH <sub>02</sub>	灌草地	草丛:黄荆草,乌桕树,飞机草,铺地黍。植被覆盖率 75%	11.73	6.58
	LH <sub>03</sub>	林下裸地	乔木:马尾松;地表受到严重侵蚀。植被覆盖率 0%	2.60	5.03
第四纪红土	SY <sub>01</sub>	林草地	乔木:马尾松;灌木:竹子;草本:早熟禾,荩草,鼠尾粟,积雪草。植被覆盖率 60%	3.34	4.47
	SY <sub>02</sub>	林下稀疏草丛	乔木:马尾松;草丛:狗牙根,蜈蚣草,牛筋草,雀稗。植被覆盖率 20%	11.70	4.90
	SY <sub>03</sub>	林下裸地	乔木:马尾松;草丛:早熟禾,雀稗。植被覆盖率 8%	1.02	4.82

### 1.2 试验方法

水稳性指数测定方法参照刘刚才<sup>[13]</sup>提出静水平测定法。原状土样除去石头和根系枝叶等有机物,把大块土壤掰成直径 1 cm 左右的小土粒后风干(室内 2 周,风干后含水量在 1%~2%),称取土粒 50.00 g 用于水稳性指数测定。土壤水稳性指数测定采用自制的土壤崩解测定仪(图 1),原理是根据浮力和重力的关系计算土壤水稳性指数。在观测开始前和结束后,升降平台降低,使得土壤悬架提出水槽,可方便换土样和水;开始观测时升降平台升高,当土样完全浸入水中后,开始计时,并记录电子静水平数据的变化。土壤 pH 采用电极法,有机质采用重铬酸钾—外加热容量法测定。



注:1 电子静水平天平;2 框架;3 土样悬架;

4 水槽;5 升降平台;6 面板;7 支脚

图 1 静水平测定法

水稳性指数按照公式:  $A = (R_0 - R_T) / R_0$  (1)  
 式中:  $A$ ——水稳性指数, 值介于 0~1;  $R_0$ ——试样开始时天平读数(g);  $R_T$ —— $T$  时刻天平读数(g)。

## 2 结果与分析

### 2.1 赣南红壤水稳性动态变化

不同母质及植被覆盖的红壤水稳性指数动态变化有所不同, 由图 2 可知, 总体变化是土壤抗蚀性随浸水时间延长而减弱, 这种减弱变化不受母质类型和植被覆盖的变化而改变。图 2a 表明: 第四纪红土红壤水稳性指数随着浸水时间延长, 3 种植被覆盖下土壤水稳性指数均是逐渐减弱, 林草地浸水 1 min 内水稳性指数便稳定在 0.96 左右, 灌草地浸水 4 min 便

稳定在 0.87 左右, 林下裸地则是浸水 20 min 才稳定在 0.64 左右。由图 2b 可知, 红砂岩林草地浸水 20 s 便达到最小值 0.94, 然后有所上升稳定在 0.97 左右, 灌草地水稳性指数一直很稳定, 保持在 0.99 左右, 抗蚀性能最强, 林下裸地的水稳性指数随浸水时间一直减弱, 一直到 60 min 才稳定在 0.75 左右。图 2c 表明: 花岗岩林草地水稳性指数非常稳定, 10 s 以后一直维持在 0.98 左右, 水稳性指数较强, 灌草地 2 min 后边稳定在 0.87 左右, 裸地红壤的水稳性指数下降速度最快, 幅度最大, 10 s 时水稳性指数便下降至 0.35, 下降幅度达到 0.65, 1 min 后稳定在 0.22 左右。红壤水稳性指数随浸水时间延长而减弱, 这种减弱与土壤团聚体遇水崩解等有关。

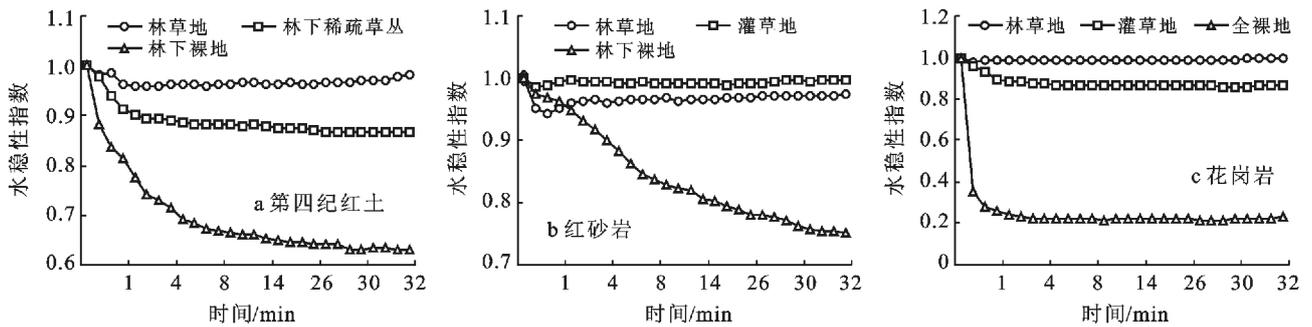


图 2 不同母质及植被覆盖红壤水稳性指数动态变化

### 2.2 不同母质发育红壤水稳性指数比较

为比较不同母质发育红壤的水稳性指数, 本试验采用第 150 min 时的天平读数, 根据公式(1)计算第 150 min 的水稳性指数, 即可计算出 3 种母质的平均水稳性指数, 结果见图 3。由图 3 看出, 不同母质其水稳性指数有差异, 由大到小的排序为: 红砂岩 > 第四纪红土 > 花岗岩。花岗岩的水稳性指数最小, 这也印证了在赣南地区水土流失比较严重的地区基本是由花岗岩发育的红壤这一现象。

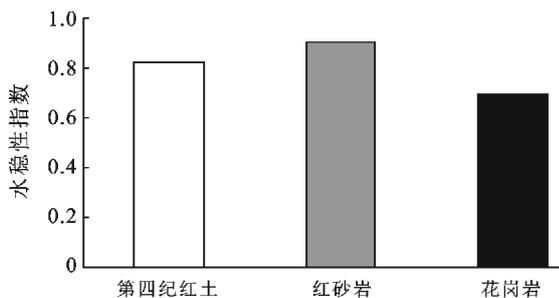


图 3 不同母质发育红壤水稳性指数

150 min 计算的水稳性指数) 比较, 结果见图 4。由图 4 可以看出, 不同植被覆盖下红壤的水稳性指数存在差异, 按照从大到小的排序为: 林草地 > 灌草地 > 裸地, 这与植被的种类数量和覆盖率有关, 赣南红壤区林草地植被种类较多, 既有马尾松、鹅掌柴、樟树等乔木, 还有黄荆、构树、芒萁、蜈蚣草等灌草, 植被覆盖率 70%~90%, 灌草地的种类和覆盖率居中, (林下) 裸地植物单一, 只有马尾松乔木或纯裸地, 地面侵蚀严重, 地面裸露或具稀疏的草丛, 土壤根系含量低。

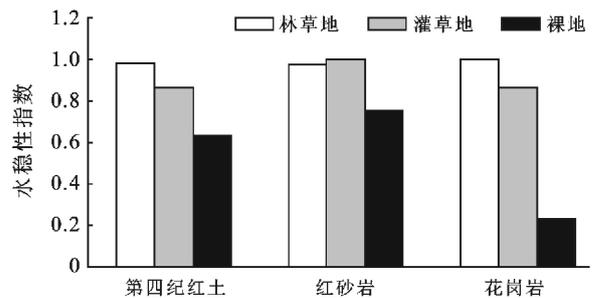


图 4 不同植被覆盖红壤水稳性指数

### 2.3 不同植被恢复类型红壤水稳性指数比较

不同植被覆盖下红壤水稳性指数(同上, 指用第

比较不同母质不同植被覆盖红壤的水稳性指数, 结果见表 2。以(林下)裸地作为对照, 3 种母质的林

草地、灌草地的水稳性指数均有显著提高,这个结果表明植被恢复有助于提高土壤的抗蚀性。红砂岩地区,林草地与灌草丛水稳性指数无显著差异,但与裸地比较均显著差异。第四纪红土和花岗岩地区林草地与灌草丛水稳性指数有显著差异,林草地更能提高土壤的抗蚀性能。

表 2 比较不同母质不同植被覆盖红壤水稳性指数

土地类型	第四纪红土	红砂岩	花岗岩
林草地	0.98±0.02 <sup>a</sup>	0.97±0.01 <sup>a</sup>	0.99±0.02 <sup>a</sup>
灌草丛	0.87±0.08 <sup>b</sup>	0.99±0.04 <sup>a</sup>	0.86±0.07 <sup>b</sup>
(林下)裸地	0.61±0.11 <sup>c</sup>	0.72±0.13 <sup>b</sup>	0.23±0.08 <sup>c</sup>

注:同一列中字母相同表示没有显著性差异;不同字母表示有显著性差异( $p < 0.05$ )。

### 3 结论

测定土壤水稳性的方法主要有湿筛法、水滴、浸水崩解法等。常用的测定土壤崩解性的方法有蒋定生设计的土壤崩解仪由玻璃缸、浮筒、网板等 3 部分组成,崩解速率由崩解前后浮筒读数差除以崩解时间得出<sup>[14]</sup>。还有选用一定数量的直径基本相同的土壤颗粒放在金属网上浸入水中,观察记录一定时间内土壤颗粒崩解的粒数,来计算土壤抗蚀性指数<sup>[6]</sup>。本研究采用的静水天平法具有数据重现性好,快速精确的特点,可以弥补其他测定方法的不足,特别适合研究土壤抗蚀性的动态变化规律。

赣南红壤的抗蚀性随浸水时间延长而减弱,这种减弱变化不受母质类型和植被覆盖的变化而改变。林草地和灌草地土壤抗蚀性在浸水过程中土壤的水稳性指数较为稳定,下降幅度小,(林下)裸地土壤浸水后水稳性指数下降幅度较大。这与土壤团聚体的水稳性能以及物质组成等有关<sup>[15]</sup>。以(林下)裸地作为对照,3 种母质的林草地、灌草地的水稳性指数均有显著提高,这个结果表明植被恢复有助于提高土壤的抗蚀性。第四纪红土和花岗岩地区林草地更能提高土壤的抗蚀性能,而红砂岩地区林草地和灌草地对水稳性指数的提高无明显差异。这表明植被恢复

类型对不同母质发育的红壤抗蚀性能的提高效果不一样。

#### [参 考 文 献]

- [1] 王玉杰,王云琦,夏一平. 重庆缙云山典型林分的林地土壤抗蚀抗冲性能[J]. 中国水土保持科学, 2006, 4(1): 20-27.
- [2] 张科利,彭文英,杨红丽. 中国土壤可蚀性值及其估算[J]. 土壤学报, 2007, 44(1): 7-13.
- [3] Olson T C, Wischmeier W H. Soil erodibility evaluation for soils on the runoff and erosion stations [J]. Society of American Proceeding, 1963, 27(5): 590-592.
- [4] Rejman J, Turski R, Paluszek J. Spatial and temporal variations in erodibility of loess soil [J]. Soil and Tillage Research, 1998, 46(1/2): 61-68.
- [5] 蒋定生,李新华,范兴科,等. 黄土高原土壤崩解速率变化规律及影响因素研究[J]. 水土保持通报, 1995, 15(3): 20-27.
- [6] 陈东,王道杰,陈晓艳,等. 一种测定土壤崩解动态的方法[J]. 土壤, 2013, 45(6): 1137-1141.
- [7] 白秀梅,韩有志,郭汉清. 关帝山不同植被恢复类型土壤抗蚀性研究[J]. 水土保持学报, 2014, 28(2): 79-84.
- [8] 李欣玲,李凯荣. 黄土丘陵沟壑区时候污染草地土壤抗蚀性研究[J]. 水土保持学报, 2014, 28(1): 12-17.
- [9] 范川,周义贵,李贤伟,等. 柏木低效林改造不同模式土壤抗蚀性对比[J]. 林业科学, 2014, 50(6): 107-114.
- [10] 陈晓安,杨洁,郑海金,等. 赣南的水土流失及防治对策[J]. 中国水土保持, 2012, (8): 58-59.
- [11] 管日顺. 江西水土流失对防洪的影响及防治对策[J]. 中国水土保持, 2001(10): 21-22.
- [12] 江西省人民政府,江西省人民政府办公厅关于进一步促进赣南脐橙产业发展的意见[R]. 江西省人民政府公报, 2012.
- [13] 刘刚才,南岭. 土壤崩解测定仪: 中国, 200720082661. 9 [P]. 2008-10-08.
- [14] 张晓媛,范昊明,杨晓珍,等. 容重与含水率对砂质黏壤土静水崩解速率影响研究[J]. 土壤学报, 2013, 50(1): 214-218.
- [15] 董莉丽,郑粉莉,秦瑞杰. 基于 LB 法不同植被类型下土壤团聚体水稳性研究[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(2): 191-196.