

赣南水土保持生态建设土壤改良成效分析

宋月君^{1,2}, 杨洁^{1,2}, 汪邦稳^{1,2}

(1. 江西省水土保持科学研究所, 江西 南昌 330029; 2. 江西省土壤侵蚀与防治重点实验室, 江西 南昌 330029)

摘要: 为了更好地定量评价近30年来赣南水土保持工作所取得的生态成效, 通过对赣南地区88条典型小流域建立调查样方, 进行土壤样品采集和化学实验分析得到: ①经过水土保持治理后样方内的土壤的容重有所降低, 土壤的熟化程度进一步加强, 全磷、速效磷、全氮、碱解氮、有机质含量明显提高, 土壤理化性质得到了显著改良; ②各项土壤指标的改良程度与治理时间存在正相关, 治理时间越长, 其土壤的改良程度越好; ③竹节水平沟在水土保持治理过程中, 保土、保肥作用显著, 是一种值得推广的水土保持治理技术。

关键词: 水土保持; 生态建设; 土壤改良; 成效分析; 赣南

中图分类号: S278

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2013)01-0104-05

Analysis on benefit of soil improvement in soil and water conservation and ecological construction in south of Jiangxi Province

SONG Yuejun^{1,2}, YANG Jie^{1,2}, WANG Bangwen^{1,2}

(1. Jiangxi Provincial Research Institute for Soil and Water Conservation, Nanchang 330029, China;

2. Jiangxi Provincial Key Laboratory of Soil Erosion and Prevention, Nanchang 330029, China)

Abstract: In order to get the better quantitative evaluation of ecological effect in south of Jiangxi Province during nearly 30 years, the paper established survey samples, collected the soil sample and analysed them in the 88 typical small watersheds in the south of Jiangxi Province, and then got the following conclusion: ①The soil bulk density decreases in polts after the soil and water conservation management, total phosphorus, available phosphorus, total nitrogen, alkali-hydro nitrogen, organic matter content have obviously increased, the physical and chemical properties of soil have been significantly improved; ②The index of the degree of soil improvement has positive correlation with the time of the soil and water conservation management, the longer the management, the better the improvement; ③The effect of soil conservation, protecting fertilizer at contour Zhujie level groove is significant and is worthy of popularizing in soil and water conservation management.

Key words: soil and water conservation; ecological construction; soil improvement; benefit of soil improvement; south of Jiangxi Province

0 前言

水土流失是我国面临的头号环境问题, 是我国生态环境恶化的主要特征, 是贫困的根源。我国自20世纪50年代就开展了水土保持治理工作^[1], 特别是20世纪80年代以来, 在总结以往经验的基础上进行了许多探索和改革, 走出了一条具有中国特色的以小流域综合治理为主的新路子。越来越多的水土保持生态建设工程项目启动实施, 取得了显著的社会、经济和生态效益^[2]。特别是黄土高原地

区, 伴随着水土保持治理工作的开展, 取得了显著的成效^[3-4]。在我国在南方红壤侵蚀区, 通过水土保持治理工作的开展, 也取得了一些显著的成效^[5-8], 目前, 在成效分析方面, 主要以总结定性分析为主, 全面定量分析方面的研究较少。赣南地区自1980年开展水土保持治理工作至今已有30余年的历史, 共治理小流域395条, 治理水土流失面积6291.27 km²。取得了显著的治理成效^[6], 但是当前对于其效益的评价主要以定性评价为主, 或者以单独小流域开展了一些定量评价方面的研究^[8], 全面系统的

收稿日期: 2012-11-10; 修回日期: 2012-11-23

基金项目: 江西水利重大科技项目(200908); 水利部科技推广计划项目(TG1141)

作者简介: 宋月君(1982-), 男, 山东东营人, 工程师, 主要从事水土流失影响因子机理研究。

通讯作者: 杨洁(1958-), 女, 福建漳浦人, 教授级高级工程师, 主要从事水土流失规律与治理技术研究。

定量评价分析研究较少。为了更好地定量评价近30年来赣南水土保持工作所取得的治理成效,本文针对赣南水土保持生态建设30年来取得的治理成效,通过选取典型样区,专门从小流域土壤改良方面进行了初步研究,以期对江西省的水土保持治理工作提供数据基础和理论依据。

1 研究区域概况

赣州市位于赣江上游、江西南部,属于赣南地区,地处东经 $113^{\circ}54'$ ~ $116^{\circ}38'$ 、北纬 $24^{\circ}29'$ ~ $27^{\circ}09'$ 之间。东邻闽南三角洲,南连珠江三角洲和港澳地区,西靠湖南郴州,北连本省吉安、抚州,赣州市地势四周高中间低,南高北低。全市平均海拔在300~500 m之间,地形地貌复杂多样,其中:山地占22%,丘陵占61%,平原地占17%。赣州市地带性土壤主要有红壤、黄壤和黄棕壤,非地带性土壤主要有紫色土、草甸土、石灰土和水稻土等。该地区的原生植被遭到严重破坏,土壤侵蚀十分严重,生态环境亟需改善。赣州市森林覆盖率为74.2%,居全国前列,但林相单一,林分结构不合理,以针叶林为主。这种林分不仅易发生病虫害和难以保持水土,水土流失严重,“远看青山在,近看水土流”的现象十分普遍。赣南地区先后实施了国家水土保持重点建设工程、国家农业综合开发水土保持项目、国债水土保持项目、水土保持生态清洁型小流域试点工程和水土保持生态修复工程试点等国家水土保持治理工程,规模、连片、综合、持续的水土流失治理取得了显著的生态、经济和社会效益,实现了金山银山与绿水青山的统一。

2 研究方法

2.1 研究区的选取

结合赣南地区开展的水土保持综合治理概况,分别选取不同治理阶段的典型性、代表性小流域进行了样区设计和土壤采样调查,本研究共采集土壤样品共325个,涉及兴国、赣县、宁都、于都、寻乌、会昌、瑞金、信丰、龙南、全南、石城等县小流域共计88条。

2.2 试验设计和方法

根据各小流域治理阶段的不同,在88条典型小流域中分别选取于1983、1993、1997和2003年开始治理的小流域和小流域附近未治理的同一岩性区域设计 $10\text{ m}\times 10\text{ m}$ 调查样方,对不同水土保持治理措施调查样方内0~20 cm土层深度、不同部位(水平竹节沟内、沟外和封禁治理区)的土壤进行采样和

试验分析,了解土壤改良状况。

本次所测的土壤理化性质和方法主要包括^[9]:土壤容重(环刀法)、有机质(重铬酸钾法)、全氮(重铬酸钾-硫酸消化法)、碱解氮(扩散吸收法)、全磷(氢氧化钠碱熔-钼锑抗比色法)、速磷(盐酸-氟化铵法)。

本研究均采用SPSS 15.0、minitab 12等统计分析软件进行相关数据的统计分析和显著性检验。

3 结果与分析

3.1 各阶段土壤容重改良分析

结合不同治理阶段土壤样品的分析得到:经过水土保持治理后的调查样方土壤容重值均比未治理对照样方较小,其中以1983年治理的小流域调查样方土壤容重(平均值)最小为 1.109 g/cm^3 ,最大的为1998年治理的小流域调查样方土壤容重为 1.254 g/cm^3 ,与未治理调查样方相比,土壤容重减少了14%~24%。水土保持重点治理工程促进了土壤容重的改善,土壤的保水功能有所提高。小流域调查样方土壤容重指标存在如下规律:①经封禁治理后的调查样方内,1983年治理小流域土壤容重最小,其次为2003年和1993年治理小流域,最大的为1998年治理小流域;②经水保林治理后的调查样方内,土壤容重从小到大依次为1983年治理小流域、1993年治理小流域、1998年治理小流域、2003年治理小流域;③采取竹节水平沟措施的水保林调查样方内,除去1993年治理小流域沟外土壤容重小于沟内,其余均为沟内土壤容重小于沟外的情况,见图1和表1。

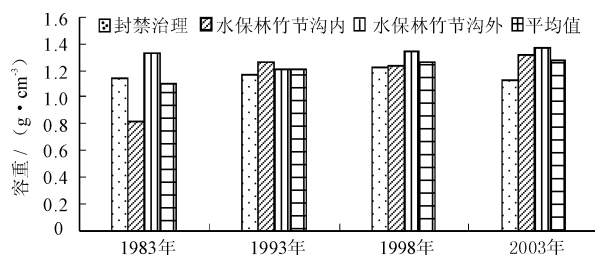


图1 不同年份治理小流域调查样方土壤容重对比图

3.2 各阶段土壤全氮改良分析

主要对1983年治理小流域调查样方和2003年治理小流域调查样方内土壤样品进行了测试和分析,得到经过水土保持治理后的样方内土壤的全氮含量均大于未治理对照,分别增长了5倍和3.9倍,1983年治理小流域样方土壤全氮的改良程度要大于2003年治理小流域样方,如图2所示。同时与治理前数据

相比(详见表 1),可以得到:1983 年治理小流域样方内通过水土保持治理后,土壤肥力较治理前的 1982 年的 0.003% 提高到 0.060%,提高了近 20 倍。竹节水平沟内土壤全氮改良程度最好,均大于封禁治理和水土保持竹节水平外的土壤改良程度。

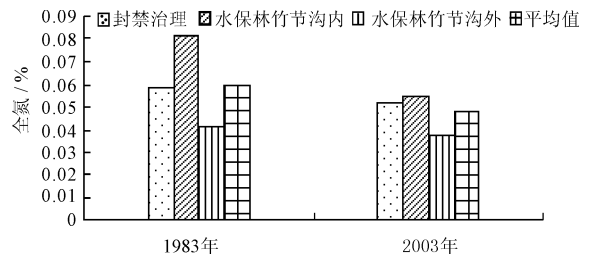


图2 不同年份治理小流域调查样方土壤全氮对比图

3.3 各阶段土壤全磷改良分析

通过对不同治理小流域样方土壤全磷指标的分析,得到:经过水土保持治理后的小流域样方内土壤全磷含量与未治理小流域相比增加了 0.87 ~ 1.73 倍,其中以 1983 年治理小流域样方土壤全磷改良程度最高,为 0.041%,最低的为 2003 治理小流域样方,全磷含量为 0.028%。

小流域调查样方土壤全磷指标存在如下规律:
①经封禁治理后的调查样方内,全磷含量以 1993 年治理小流域土壤最高,其次为 1983 年治理小流域和 1998 年治理小流域,最低的为 2003 年治理小流域;
②经水土保持治理后的调查样方内,全磷含量的大小顺序为 1983 治理小流域 > 1993 年治理小流域 > 1998 年治理小流域 > 2003 年治理小流域;
③采取竹节水平沟措施的水保林调查样方内,1983 年和 1993 年治理小流域样沟外土壤全磷大于沟内,1998 年和 2003 年为沟内土壤全磷小于沟外的情况,如图 3 和表 1 所示。

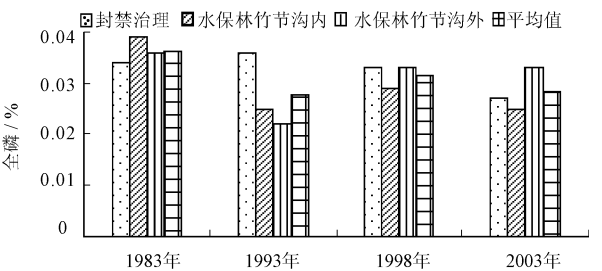


图3 不同年份治理小流域调查样方土壤全磷对比图

参照土壤肥力评价标准(见表 2),1983 年治理小流域经过不同水保措施样方内土壤的平均肥力水平属于中度缺乏,比未治理的对照样方水平要高,1993 年之后治理的小流域样方内土壤的平均肥力水平均属于中度缺乏,而未治理的对照样区土壤肥

力水平仅为严重缺乏,说明水土保持治理工程的实施对土壤肥力的改良有着积极的影响。

3.4 各阶段土壤速效磷改良分析

通过对不同时期治理小流域典型样方内土壤速效磷的分析得到,经过水土保持治理后的小流域样方内土壤速效磷含量与未治理小流域相比增加了 223.29 ~ 883.24 倍,其中以 1983 年治理小流域样方土壤速效磷改良程度最高,土壤速效磷含量为每 100 克土 0.619 mg,最低的为 2003 治理小流域样方,土壤速效磷含量为每 100 克土 0.157 mg。

表 1 各调查样方土壤理化性质比较表

治理措施	容重	全氮	全磷	g/cm ³ , %, mg		
				速效磷	碱解氮	有机质
1983 年治理小流域调查样方						
封禁治理	1.147	0.058	0.044	0.615	7.106	2.468
水保林竹节沟内	0.816	0.081	0.039	0.937	10.107	4.732
水保林竹节沟外	1.324	0.041	0.036	0.308	4.118	1.939
水保林	1.070	0.061	0.038	0.623	7.113	3.336
平均值	1.109	0.060	0.041	0.619	7.109	2.902
治理前(1982)	—	0.003	—	0.100	—	0.090
未治理	1.450	0.010	0.015	0.0007	2.831	0.563
1993 年治理小流域调查样方						
封禁治理	1.164	—	0.036	0.606	7.104	1.916
水平竹节沟内	1.265	—	0.035	0.373	7.046	2.183
水平竹节沟外	1.212	—	0.029	0.165	4.294	0.493
水保林	1.239	—	0.032	0.269	5.670	1.338
平均值	1.201	—	0.034	0.438	6.387	1.627
未治理	1.450	0.010	0.015	0.0007	2.831	0.563
1998 年治理小流域调查样方						
封禁治理	1.221	—	0.033	0.262	5.790	1.803
水保林竹节沟内	1.236	—	0.029	0.191	6.344	1.402
水保林竹节沟外	1.339	—	0.033	0.169	4.882	1.211
水保林	1.288	—	0.031	0.180	5.613	1.3065
平均值	1.254	—	0.032	0.221	5.702	1.555
未治理	1.450	0.010	0.015	0.0007	2.831	0.563
2003 年治理小流域调查样方						
封禁治理	1.133	0.052	0.027	0.139	4.345	1.276
水保林竹节沟内	1.313	0.055	0.025	0.185	4.187	1.393
水保林竹节沟外	1.371	0.038	0.033	0.165	3.309	1.127
水保林	1.342	0.047	0.029	0.175	3.748	1.260
平均值	1.238	0.049	0.028	0.157	4.047	1.127
未治理	1.450	0.010	0.015	0.0007	2.831	0.563

注:1. 所采样品均为 2009 年采集得到,表中“—”表示数据缺失;
2. 表中数据均为不同治理时期典型小流域调查样方内土壤理化性质的均值;速效磷、碱解氮为每 100 克含量,单位为 mg。

各时期治理小流域样方内土壤速效磷指标存在如下规律:①经封禁治理后的调查样方内,速效磷含

量 1983 年治理小流域最大,其次为 1993、1998 年治理小流域,2003 年治理小流域最小;②经水土保持治理后的调查样方内,1983 年治理小流域 > 1993 年治理小流域 > 1998 年治理小流域 > 2003 年治理小流域;③在水保林治理样方内,各治理时期的竹节水平沟内的速效磷含量均大于沟外,见图 4 和表 1。

参照土壤肥力评价标准(见表 2),1998 年后治理小流域样方内土壤速效磷的平均值仍然属于严重缺乏水平,而 1993 年和 1983 年治理小流域样方内土壤速效磷已分别提高为中度缺乏水平和轻度缺乏水平。

表 2 南方红壤区土壤肥力质量评价指标分级标准^[10]
%, mg

级别	有机质	全氮	全磷	速效磷
肥沃	>3.5	>0.175	>0.1	>1
轻度缺乏	2.5~3.5	0.125~0.175	0.06~0.1	0.5~1.0
中度缺乏	1.5~2.5	0.075~0.125	0.02~0.06	0.25~0.5
严重缺乏	<1.5	<0.075	<0.02	<0.25

注:速效磷为每 100 克土中的含量,单位为 mg。

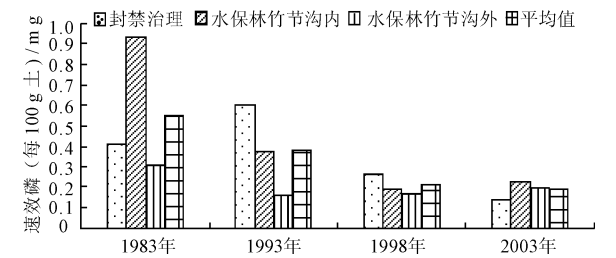


图 4 不同年份治理小流域调查样方土壤速效磷对比图

3.5 各阶段土壤碱解氮改良分析

通过对不同时期治理小流域典型样方内土壤碱解氮的分析得到,经过水土保持治理后的小流域样方内土壤碱解氮含量与未治理小流域相比增加了 0.43 ~ 1.51 倍,其中以 1983 年治理小流域样方土壤碱解氮改良程度最好,为每 100 克土含碱解氮 7.109 mg,最低的为 2003 治理小流域样方,每 100 克土含碱解氮为 4.047 mg。

各时期治理小流域样方内土壤速效磷指标存在如下规律:①经封禁治理后的调查样方内,土壤碱解氮含量 1983 年治理小流域最大,其次为 1993 年 1998 年治理小流域,2003 年治理小流域最小;②经水土保持治理后的调查样方内,1983 年治理小流域 > 1993 年治理小流域 > 1998 年治理小流域 > 2003 年治理小流域;③在水保林治理调查样方内,各治理时期的竹节水平沟内的碱解氮含量均大于沟外,如图 5 和表 1 所示。

3.6 各阶段土壤有机质含量分析

通过对不同时期治理小流域典型样方内土壤有机质的分析得到,经过水土保持治理后的小流域样方内土壤有机质含量与未治理小流域相比增加了 1 ~ 4.15 倍,其中以 1983 年治理小流域样方土壤有机质改良程度最好,为 2.902%,最低的为 2003 治理小流域样方,为 1.127%。

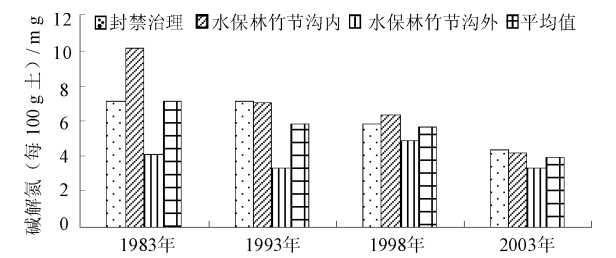


图 5 不同年份治理小流域样方土壤碱解氮对比图

各时期治理小流域样方内土壤有机质含量存在如下规律:①经封禁治理后的调查样方内,土壤有机质含量 1983 年治理小流域最大,其次为 1993、1998 年治理小流域,2003 年治理小流域最小;②经水土保持治理后的调查样方内,1983 年治理小流域 > 1993 年治理小流域 > 1998 年治理小流域 > 2003 年治理小流域;③在水保林治理样区内,各治理时期的竹节水平沟内的有机质含量均大于沟外,如图 6 和表 1 所示。

参照土壤肥力评价标准(见表 2),从有机质指标来看,未经治理的小流域对照样区土壤肥力均为严重缺乏,经水土保持治理后,各时期治理小流域的水保治理措施样方土壤肥力均有所提高,平均而言,1983 年治理小流域调查样方土壤肥力已转为轻度缺乏,1993 和 1998 年治理小流域水土保持措施样区已转为中度缺乏,2003 年治理小流域调查样方内土壤有机质还属于严重缺乏。其中,1983 年治理小流域调查样方内,竹节沟内有机质含量比治理前提高了 52 倍多,样方竹节水平沟内的土壤肥力已达到了肥沃水平。

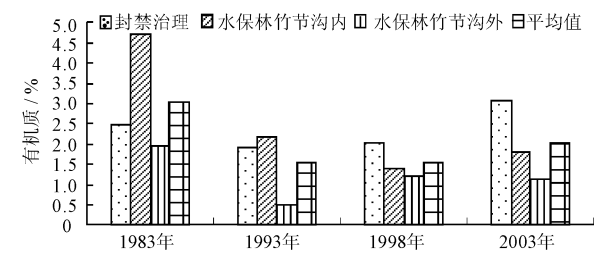


图 6 不同年份治理小流域样方土壤有机质对比图

3.7 水土保持对土壤理化性质的改良显著性分析
为了更好的反映近 30 年来水土保持治理措施

对于改良土壤理化性质方面的整体功效,对所有采样小流域样方内的土壤理化性质与未治理样方内土壤理化性质进行配对 t 检验^[11],结果如表 3 所示。

表 3 土壤不同物理化学性质 t 检验

物理化学性质	t 值	$t_{0.05}$	$t_{0.01}$
容重	7.01	1.98	2.61
全磷	4.60	1.98	2.61
速磷	2.73	2.00	2.66
全氮	1.64	2.30	3.35
碱解氮	6.62	1.96	2.57
有机质	7.48	1.96	2.57

通过计算,可以看到土壤容重、全磷、速效磷、全氮、碱解氮和有机质 5 项指标的 | t | 值都大于 $t_{0.01}$,治理前后存在显著性差异,只有全氮指标 | t | 值小于 $t_{0.05}$,差异性不显著。全氮测试结果较少,训练不充分,可能是造成此种结果的原因。近 30 年来通过水土保持治理工程的实施,对治理区土壤理化性质的改良作用还是十分显著的。

4 结 语

通过对赣南不同时期治理的典型小流域水土保持治理措施设立调查样方,采集土壤样品并进行相关理化性质的测定和分析,可以得到:

(1)治理后小流域调查样方内土壤的各项理化性质指标均得到了显著提高,通过封禁治理和“水保林+竹节水平沟”治理措施,水土保持治理区内土壤的容重有所降低,土壤的熟化程度进一步加强,全磷、速效磷、全氮、碱解氮、有机质含量明显提高,为生态环境的改善提供了优越的立地环境,生态环境状况得到了显著改善。

(2)总体上来说,各项土壤指标的改良程度与

治理时间的长短成正相关的关系,距今时间越长,其土壤的改良程度越好。

(3)通过不同时期治理小流域不同治理措施调查样方内土壤理化性质的比较,竹节水平沟在改良土壤理化性质方面,效果尤其突出,是一种值得推广的水土保持治理技术。

参考文献:

[1] 刘 震.我国水土保持小流域综合治理的回顾与展望[J]. 中国水利, 2005(22):17-18.

[2] 聂碧娟,林敬兰,赵会贞.水土保持综合治理效益评价研究进展[J]. 亚热带水土保持,2009,21(3):39-42.

[3] 康玲玲,王云璋,王 霞.小流域水土保持综合治理效益指标体系及其应用[J]. 土壤与环境, 2002, 11(3): 274-278.

[4] 王军强,陈存根,李同升. 陕西黄土高原小流域治理效益评价与模式选择[J]. 水土保持通报, 2003, 23(6): 61-64.

[5] 王道坦,黄炎和,王洪翠,等. 花岗岩强度水土流失区的治理效益综合评价[J]. 福建热作科技, 2006,31(4):4-7.

[6] 莫明浩,杨 洁,方少文,等. 赣南地区生态建设 30 a 来的综合效益评价[J]. 水土保持通报,2011,31(4):172-176.

[7] 宋月君,杨 洁,汪邦稳. 赣南水土保持生态建设工程 30 年实践总结[J]. 中国水土保持,2011,29(12):37-39.

[8] 宋月君,杨 洁,汪邦稳. 塘背河小流域水土保持生态建设成效分析[J]. 中国水土保持,2012,30(4):63-65.

[9] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:科学技术出版社,1978.

[10] 赵其国. 我国红壤的退化问题[J]. 土壤,1995,27(2):1-5.

[11] 张 超,杨秉赓. 计量地理学基础[M]. 北京:高等教育出版社,2003.