

贵州西部喀斯特石漠化环境下土壤氮磷变异特征

张清海¹, 林昌虎², 陆洋¹, 何腾兵³

(1. 贵州省理化测试分析研究中心, 贵阳 550002; 2. 贵州科学院, 贵阳 550001; 3. 贵州大学, 贵阳 550025)

摘要: 贵州西部地区是石漠化非常严重的地区, 在喀斯特石漠化的大环境下, 研究分析土壤氮磷特征对该区域生态恢复与治理石漠化有十分重要的意义。采集了贵州西部地区不同石漠化程度、不同利用方式的土壤样品, 进行室内理化分析。结果表明: 土壤有机质、全氮、全磷、速效磷含量总体较低, 以无明显石漠化地区最高, 随石漠化程度的加深而降低, 但土壤有机质、全氮在极强度石漠化地区略有提高。在不同利用方式下, 以林地土壤含量最高, 随植被覆盖率的降低而降低, 随垦殖率的提高而降低。

关键词: 贵州西部; 石漠化; 土壤氮磷; 变异

中图分类号: S153. 61

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)02-0265-04

Variability of Soil Nitrogen and Phosphorus in Western Guizhou Karst Rocky Desertification Area

ZHANG Qing-hai¹, LIN Chang-hu², LU Yang¹, HE Teng-bing³

(1. Guizhou Research Center of Physical Test and Chemical Analysis, Guiyang 550002, China; 2. Guizhou Academy of Sciences, Guiyang 550001, China; 3. Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: The west of Guizhou province is rocky and desertified. In karst rocky desertified area, analysis on soil nitrogen and phosphorus has certain significance in proving the ecology and restoring the rocky, deserted environment. With this background, the authors gathered soil in various degree of rocky, desertified areas and different use ways, then carried out physics and chemical analysis. The results show that, the quantity of soil organic matter, total N, total P and rapidly available phosphorus are low, and it is the highest in areas without obvious rocky desertification. The more obvious the rocky desertification degree is, the lower the quantity of soil organic matter, total N, total P and rapidly available phosphorus is. But the quantity of soil organic matter and total N are enhanced in the intensity rocky desertification area. Under the different use ways, the quantity of soil organic matter, total N and total P is the highest in the forest land soil, and it reduces along with the vegetation coverage fraction reduction and also it reduces along with the cultivation ratio enhancement.

Key words: the west of Guizhou province; rocky desertification; soil nitrogen and phosphorus; variation

贵州处于世界喀斯特集中分布的亚洲片区中心, 是中国喀斯特分布面积最大、发育最复杂的一个省区。其喀斯特分布面积占全省面积的 85%, 出露的碳酸盐岩面积达 15 万 km², 占全省土地总面积的 73.6%。而贵州西部是喀斯特石漠化最严重的地区, 水土流失严重, 石漠化面积大, 生态环境脆弱。因此, 研究土壤养分变化, 可以为石漠化的治理和生态恢复提供数据指标和理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

选定贵州西部六盘水市的六枝、水城以及毕节地区的威宁为研究区域。位于东经 103°36′–105°42′, 北纬 25°19′–27°25′, 海拔 1 500~2 800 m。该区域地层岩性以下石炭统 (C₁) 砂页岩和上石炭统 (C₂) 碳酸盐岩为主, 地处长江水系与珠江水系分水

* 收稿日期: 2007-12-17

基金项目: 贵州省优秀科技教育人才省长专项资金项目, 黔省专合字 (2005) 47 号

作者简介: 张清海 (1982-), 男, 重庆人, 硕士, 主要从事石漠化生态环境方面的研究。E-mail: zhqh7@tom.com

岭地带。石漠化易发生在岩溶地貌和落水洞、漏斗、峡谷陡坡上;在不易形成石漠化的岩溶洼地、溶盆中,因人为不合理利用而诱发了石漠化。地貌主要类型有台地、丘陵、山地、高原、山原,峰丛地形起伏大,山坡陡峻,植被覆盖率低,水土流失严重。该区域为西南喀斯特区的中心,人地矛盾突出,是贵州省水土流失和石漠化最为严重的地区之一。

贵州西部地区属北亚热带气候区,雨量充沛,降雨多集中于 5~ 10 月,水汽重,云雾厚,日照、热量条件不足。其中六盘水地区年降雨量 1 300 mm,年平均日照 1 108.4 h 左右,年平均气温 12.3~ 15.2℃;威宁属亚热带季风性湿润气候,年日照时数 1 800 h 左右,年降雨量 926 mm,年平均气温 10~ 12℃。

1.2 样品采集与测定

采样前,综合各方面的研究,拟定了石漠化等级划分标准(表 1)。样点布设采用小区域对比布点的方法,考虑母岩(主要为纯质石灰岩)、生态模式等条件布设。此外,在小区域范围内(保证其内在和外在

条件的一致性,如坡度、岩性、气候以及地表植被等),根据研究目的需布设对比样品采集点,以采集不同石漠化程度不同利用方式的土壤样品。表 2 为采样基本情况。

室内分析时,土壤 pH 值采用电位法测定,土壤有机质采用重铬酸钾容量法- 外加热法测定,土壤全氮采用开氏法测定,全磷采用酸溶- 钼锑抗比色法测定,土壤有效磷采用碳酸氢钠浸提- 钼锑抗比色法测定。

表 1 纯碳酸岩喀斯特区石漠化强度分级标准

强度等级	石漠化程度	基岩 裸露/ %	土被/ %	坡度/ (°)	指标+ 土被/ %
1	无明显石漠化	< 40	> 60	< 15	> 70
2	潜在石漠化	> 40	< 60	> 15	50~ 70
3	轻度石漠化	> 60	< 30	> 18	35~ 50
4	中度石漠化	> 70	< 20	> 22	20~ 35
5	强度石漠化	> 80	< 10	> 25	10~ 20
6	极强度石漠化	> 90	< 5	> 30	< 10

表 2 贵州西部采样基本情况

石漠化程度	植被类型	土地利用方式	地点	样本数量
无明显石漠化	乔灌草	林地	六枝荒坝	5
			六枝刺冲	
			水城金狮子电站	
潜在石漠化	乔灌草	林地	六枝刺冲	4
			水城金狮子电站	
轻度石漠化	灌草	草地、退耕还草地	威宁高舰槽	6
			水城金狮子电站	
中度石漠化	稀疏灌草	退耕还草地、农用地	威宁高舰槽	6
			水城玉舍	
强度石漠化	荒草	荒草地、农用地	六枝刺冲	6
			威宁高舰槽	
			水城金狮子电站	
极强度石漠化	无植被、裸地	农用地、未利用裸地	水城金狮子电站	4
			水城玉舍	

2 结果分析

2.1 贵州西部不同石漠化程度土壤养分变异特征

(1) 贵州西部不同石漠化土壤有机质变异特征。土壤有机质包括土壤微生物和土壤动物及其分泌物,以及土体中植物残体和植物分泌物;其主要来源有高等植物(地上部和地下部)、土壤中的动物、土壤中的微生物以及施用的有机肥;其形态包括新鲜有机质(未分解有机质)、半分解有机质和腐殖质。根据室内分析结果(图 1)可见,贵州西部喀斯特地区土壤有机质含量以无明显石漠化地区最高,为 101.5 g/kg;强度石漠化地区最低,为 28.2 g/kg,随着石

漠化程度的加深,土壤有机质含量逐步降低;而在极强度石漠化地区略有升高。其原因是:在无明显石漠化地区植被覆盖高,地上部分凋落物比较丰富,有机质长期积累,分解量较少,因而有机质含量较高;随着石漠化程度的加深,植被覆盖率降低,土壤侵蚀加剧,使有机质积累量减少而分解量增大,不利于有机质的积累;在轻、中度石漠化地区有大量的开荒种植、过度放牧现象,使有机质积累量相对较低;而在极强度石漠化地区,土壤主要存在于石缝、石旮旯之间,保持了相对较好的小环境,使有机质的积累量高。同时也说明,随着石漠化程度和土壤侵蚀的加强、有机质含量变异越微弱的规律。

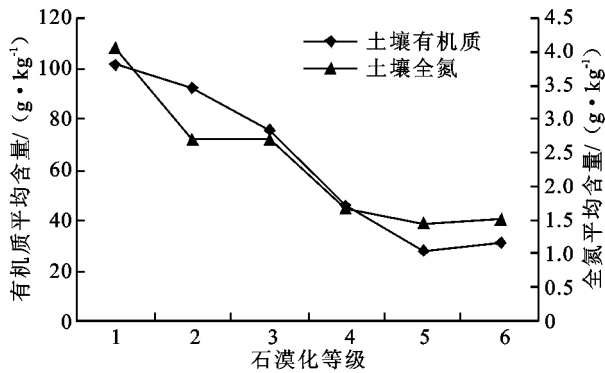


图 1 不同石漠化程度土壤有机质、全氮平均含量

(2) 贵州西部不同石漠化程度土壤全氮变异特征。土壤氮素的多少, 主要取决于生物积累和分解作用的相对强弱, 并受气候、植被、耕作制度的影响。由图 1 可知, 土壤全氮的变异特征与有机质变异特征有一定的相关性, 因而其含量变化趋势和变化原因与有机质基本一致。贵州西部土壤全氮含量以无明显石漠化地区最高, 为 4.06 g/kg; 全氮含量的最低点出现在强度石漠化地区, 为 1.46 g/kg, 主要是由于中、强度石漠化地区还有开垦种植现象, 土壤侵蚀严重, 不利于氮素积累; 在极强度石漠化地区, 由于植被覆盖较低, 基岩大量裸露, 土壤仅存在于一些不受雨水冲刷的石旮旯小区域, 土壤中的水溶性氮素并未随雨水流失, 所以全氮含量较强度石漠化地区略有提高。同时也可看出, 随石漠化程度的加深, 土壤全氮变异越微弱。

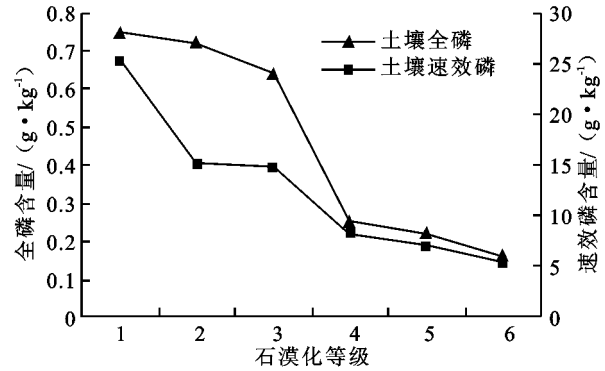


图 2 不同石漠化程度土壤全磷、速效磷平均含量

(3) 贵州西部不同石漠化程度土壤全磷、速效磷变异特征。土壤全磷、速效磷含量的高低, 受土壤母质、成土作用和耕作施肥的影响很大。贵州西部喀斯特石漠化地区土壤成土母质主要是石灰岩, 土层浅薄, 受成土母质的影响, 磷素含量较低。由图 2 可见, 贵州西部土壤全磷、速效磷含量变化趋势基本一致, 含量均以无明显石漠化地区最高, 分别为 0.75 g/kg, 25.3 mg/kg; 随石漠化程度的加深, 全磷、速效磷含量逐步降低, 最低点出现在极强度石漠化地区, 分别为 0.16 g/kg, 5.4 mg/kg。其原因可能是

土壤全磷、速效磷含量受母质、成土时间影响较大, 而受土壤侵蚀的影响相对较小。在强度石漠化地区, 除母质影响外, 土壤成土时间短、土层浅薄、土壤侵蚀严重是造成磷素含量下降的主要原因。

2.2 贵州西部不同生态模式下土壤养分变异特征

由表 3 可见, 在 4 种不同的生态模式下, 有机质的含量以林地最高, 为 101.5 g/kg; 农用地含量最低, 为 42.71 g/kg。4 种生态模式下有机质含量的变异规律为林地> 草地> 退耕还林地> 农用地, 说明有机质的含量与土地利用方式、植被覆盖率有较显著的相关性。这主要是因为, 森林植被下有机残体主要来自地上部凋落物, 草本植物的有机残体主要来自根系, 耕作土壤、植物残体主要来源根茬, 在植被覆盖较好的区域土壤侵蚀较弱, 有利于有机质的积累。

全氮含量林地最高, 为 4.06 g/kg; 退耕还林地最低, 为 1.35 g/kg。在 4 种不同生态模式下, 全氮含量变化为林地> 农用地> 草地> 退耕还林地。其主要影响因素可能是, 林地植被覆盖率较高, 有机质积累量大, 土壤侵蚀较弱, 水溶性氮不易流失, 易于氮的累积; 随着植被覆盖率的降低, 土壤积累氮素的能力减弱, 草地、退耕还林地的全氮含量较低。而农用地可能因耕作中氮肥的施用, 使其全氮含量高于草地。

表 3 不同生态模式下土壤养分平均含量

生态模式	有机质/ (g · kg ⁻¹)	全氮/ (g · kg ⁻¹)	全磷/ (g · kg ⁻¹)	速效磷/ (mg · kg ⁻¹)
林 地	101.5	4.06	0.76	26.1
草 地	50.75	2.01	0.43	14.6
退耕还林地	46.2	1.35	0.36	6.5
农用地	42.71	2.02	0.31	7.7

贵州西部喀斯特石漠化地区因受母质和成土时间等的影响, 磷素含量普遍较低, 全磷含量以林地土壤最高, 为 0.76 g/kg, 农用地土壤最低, 为 0.31 g/kg; 不同利用方式, 全磷含量变化规律为林地> 草地> 退耕还林地> 农用地。速效磷含量林地最高, 为 26.1 mg/kg, 退耕还林地最低, 为 6.5 mg/kg; 不同利用方式土壤速效磷含量变化规律为林地> 草地> 农用地> 退耕还林地。

3 结 论

(1) 从含量来看贵州西部喀斯特石漠化地区土壤有机质、全氮含量较低, 最高含量和最低含量间相差两倍左右, 且有机质和全氮含量有较强的相关

性。有机质和氮素主要受植被覆盖、土壤侵蚀等因素的影响,在中度石漠化强度以上区域,实行退耕还林,封山育林等政策可减弱土壤侵蚀程度,促进有机质和氮素的积累。贵州西部喀斯特石漠化土壤全磷、速效磷含量都处于较低的水平,在耕作上施用磷肥将有明显的增产效果。

(2) 从变异规律来看贵州西部土壤有机质、全氮、全磷和速效磷都以无明显石漠化区域最高,分别为 101.5 g/kg, 4.06 g/kg, 0.75 g/kg, 25.3 mg/kg; 有机质在强度石漠化地区最低,为 28.2 g/kg; 全氮最低也出现在强度石漠化地区,为 1.46 g/kg; 全磷和速效磷最低在极强度石漠化地区,分别为 0.16 g/kg, 5.4 mg/kg。从变异的规律来看,随石漠化的加剧,有机质、全氮、全磷含量逐渐降低,但极强度石漠化地区有机质、全氮含量略有增加,且随石漠化程度的加深其变化越微弱。这主要是由于极强度石漠化地区存在石旮晃等小区域,保存了较好的小生态环境,土壤受的侵蚀相对较小,有机质、全氮得到了积累。

从不同利用方式的变异规律来看,有机质、全氮、全磷和速效磷含量都以林地最高,分别达到 101.5 g/kg, 4.06 g/kg, 0.76 g/kg, 26.1 mg/kg; 最低分别为农用地、退耕还林地、农用地和退耕还林地,含量为 42.71 g/kg, 1.35 g/kg, 0.31 g/kg 和 6.5 mg/kg。在不同的利用方式下,其含量差距明显,且其含量与植被覆盖和土壤利用方式有密切关系,随植被覆盖率降低而降低,随垦殖率的提高而降低。

(上接第 264 页)

4 结 论

温室土壤盐渍化、酸化、硝酸盐含量与棚龄成正相关。温室土壤全盐含量自上而下呈现出高-次高-低-中的变化规律,盐分表聚主要集中在根系密集的 0-40 cm 土层;盐害属“重度”。全土壤剖面硝酸盐下迁富集趋势明显。受淋溶作用影响,全剖面各层硝态氮含量呈稍低-低-极低的变化趋势,土壤供氮能力降低,甚至会污染地下水。施肥应考虑深层硝酸盐利用和淋失利用问题,并要处理好与盐害防除的关系,既降低盐害,又提高氮肥利用率和蔬菜品质,降低对环境污染。

温室土壤性质劣变主要源于不合理的施肥制度。菜农缺乏科学施肥理念和技术指导,肥料结构不合理,有机肥投入量偏低,而化学肥料的比例偏

(3) 石漠化地区生态环境修复。从养分的含量来看,植被覆盖率高的区域要高于植被覆盖率低的区域。在石漠化地区,实行封山育林,可以提高植被覆盖率,减少土壤侵蚀,使得土壤有机质、氮素等得到有效的累积,达到增肥保土的作用。

参考文献:

[1] 朱安国,林昌虎.山区水土流失因素综合研究[M].贵阳:贵州科技出版社,1995.

[2] 聂朝俊,罗扬.浅谈贵州省石漠化治理的基本思路和对策[J].贵州林业科技,2003(8):33-55.

[3] 周政贤,毛志忠,喻理飞,等.贵州石漠化退化土地及植被恢复模式[J].贵州科学,2002(3):17-22.

[4] 姜德文.以生态修复为指导思想的水土保持技术路线探讨[J].水土保持通报,2004,24(6):86-89.

[5] 涂成龙,林昌虎,何腾兵,等.黔中石漠化地区生态恢复过程中土壤养分变异特征[J].水土保持通报.2004,24(6):22-25.

[6] 肖鹏飞,张世熔,黄丽琴,等.成都平原区土壤速效磷时空变化特征[J].水土保持学报,2005,19(4):90-93.

[7] 刘方,罗海波,舒英格,等.黄壤旱地-水系统中磷释放及影响因素的研究[J].中国农业科学,2006,39(1):118-124.

[8] 李天安,王玉,刘芳,等.不同剖面层次土壤磷素运移研究[J].土壤与环境,2002,11(3):290-293.

[9] 黄昌勇.土壤学[M].北京:中国农业出版社,2000.

[10] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000.

高,肥料投资比投资不断攀升。尤其是富含磷、钾的化肥超常规施用,导致土壤磷素和钾素超量富集,造成资源浪费。目前,限制温室蔬菜生长的主要障碍因子是土壤养分失衡、盐渍化、酸化、连作危害等。今后应贯彻“增氮、减磷、稳钾、补微”的土壤培肥原则。增施有机肥,适当控制磷、钾化肥用量,选择适宜肥料种类,合理灌排,轮作倒茬。并综合调控光照、温度、水分、气体、病虫害等环境因子。

参考文献:

[1] 焦坤,李德成.蔬菜大棚条件下土壤性质及环境条件的变化[J].土壤,2003(2):95-96.

[2] 马国瑞,石伟勇.蔬菜营养失调症原色图谱[M].北京:中国农业出版社,2002:100-102.

[3] 李西开.土壤农业化学常规分析方法[M].北京:科学出版社,1983:55-155,166,198.