

# 重庆地区 20 年间紫色土酸化研究\*

李士杏<sup>1</sup>, 王定勇<sup>2</sup>

(1. 嘉兴学院 生物化工学院, 浙江 嘉兴 314001 ; 2. 西南农业大学 资源环境学院, 重庆 400716)

**摘要:**以酸沉降危害严重的重庆市为研究区域,对其主要农业土壤——紫色土进行大面积土壤酸化调查,与 20 世纪 80 年代中期重庆市土壤普查的保留样品进行对比分析研究,以探讨近 20 年来酸沉降对紫色土的危害程度。结果表明:与 20 世纪 80 年代中期比较,目前重庆市农用地和蔬菜地中的石灰性紫色土减少,而酸性和强酸性紫色土增加;同时,农用地的土壤交换性酸和交换性铝均有一定程度的上升。证实了在近 20 年的酸沉降影响下,重庆市大部分紫色土已发生酸化,且酸化程度日益加深。

**关键词:**紫色土;土壤酸化;重庆地区

中图分类号: S151.9<sup>+</sup>3

文献标识码: A

文章编号: 1672-6693(2005)01-0070-04

## A Study of the Acidification of Purple Soil in Chongqing in Recent Two Decades

LI Shi-xing<sup>1</sup>, WANG Ding-yong<sup>2</sup>

(1. Dept. of Biochemical Engineering, Jiaxing College, Jiaxing Zhejiang 314001 ;

2. College of Resources and Environment, Southwest Agricultural University, Chongqing 400716, China)

**Abstract** In this paper, the purple soil in Chongqing, which was serious damaged by acid precipitation, is selected as the study objective. The current status of soil acidification is investigated in this study. The investigation of soil acidification based on the data of the soil investigation of Chongqing in 1980s. At the same time, the representative soil samples from Chongqing are collected to analyses the pH, exchangeable acidity, exchangeable aluminum and acidic buffering ability. Changes in soil acidity of Chongqing in recent two decades are known by comparing the data of two stages. The status of purple soil acidification in Chongqing is showed by investigation. Compared with the 1980s, the alkaline purple soil of farms in Chongqing has decreased. However, the acidic purple soil has increased in some degree. The pH of soil decreases, but the exchangeable acidity and exchangeable aluminum had increases. It can be predicted that the area of soil acidification is expanding trend and that the degrees of soil acidification have a deepening trend.

**Key words** purple soil; soil acidification; Chongqing area

土壤酸化本是一个缓慢的自然过程,近几十年来大气污染造成的酸沉降却大大加速了土壤酸化的进程。土壤酸化将引起土壤中营养元素 Ca、Mg、K、Na 的缺乏及 Al、Mn 和重金属元素的活化,从而导致森林衰退、农作物减产和湖泊鱼群死亡等生态危害<sup>[1-5]</sup>。我国学者围绕着酸沉降诱发的土壤酸化开展了大量研究<sup>[6-8]</sup>,但在研究土壤酸化所采用的方法上,多以模拟酸性降水的土柱试验为主,很少对土

壤酸化进行系统的动态监测和现场跟踪研究。土壤酸化是一个长期的化学过程,需要大量可对比的背景资料才能确认土壤酸化程度和范围,由于缺乏背景资料使得现实的土壤酸化报道寥寥无几。

重庆市是西南的工业重镇,能源消耗大,燃煤产生的 SO<sub>2</sub> 难于远程扩散而就地形成酸沉降,使重庆市成为全国乃至世界有名的酸雨城市。据 1991—1996 年环境监测资料统计表明,重庆城区酸雨频率

\* 收稿日期 2004-08-27 修回日期 2004-10-22

作者简介:李士杏(1978-),女,布依族,贵州龙里人,讲师,硕士,主要研究方向为环境化学。

为62.4%~83.5%,降雨年均pH值在4.40~4.79之间<sup>[9]</sup>。酸沉降已影响土壤酸化进程并导致南山马尾松林衰亡,近郊地区土壤中营养元素严重失调和宜种度降低<sup>[10,11]</sup>。但前人对重庆市土壤酸化问题多偏重污染源附近小面积的调查,对整个重庆市的土壤酸化现状和酸化程度缺少全面、系统的研究。

本文针对以上研究的不足,选择酸雨危害严重的重庆市主要农业土壤——紫色土作为研究对象,通过大面积土壤酸化调查,探讨近20年来酸沉降对紫色土的危害程度。

## 1 材料与方法

### 1.1 紫色土样品来源

利用西南农业大学土壤样品库中保存的于1983—1985年采集的系列土壤样品作为本底样品。这批样品的采集严格按照土壤背景值样品的采样要求<sup>[12]</sup>,尽可能远离已知的污染源,所取土样风干、磨细,过2mm尼龙筛备用。选择样品中母质类型为沙

溪庙组及遂宁组的紫色土,取A层进行测定,共146个样点(表1)。

表1 1983~1985年采样地分布情况 个

地点	北碚	巴南	长寿	綦江	江北	南桐	潼南	江津
数目	28	10	4	11	4	4	20	7
地点	璧山	大足	合川	铜梁	永川	荣昌	九龙坡	合计
数目	11	17	4	12	10	2	1	146

此外,于2002年在重庆市各区县有基础土壤普查资料的地点,采集有代表性的土壤样品共251个,测定土壤pH、交换酸和交换铝,以研究现今重庆市农地土壤酸度状况。这批土样包括127个玉米地样品和124个水稻田样品,采样深度为0~20cm。土样经风干、磨细,过2mm尼龙筛备用(表2)。同时利用2000年重庆市蔬菜基地环境质量报告中的土壤pH值监测结果,了解目前重庆市蔬菜地土壤酸度状况。监测样点共106个(表2),采样深度为0~20cm。

表2 2000年及2002年采样点分布情况 个

采样区县 样品类型	北碚	江津	开县	九龙坡	江北	长寿	南岸	璧山	双桥	南川	梁平	綦江	永川	大足	荣昌	
玉米地	—	9	10	6	3	7	3	6	4	3	3	6	3	9	6	
水稻田	—	—	5	6	3	6	6	6	3	3	6	5	3	9	9	
蔬菜地	10	1	—	8	5	6	5	5	—	—	—	—	4	8	5	
采样区县 样品类型	万盛	丰都	巴南	武隆	沙坪	涪陵	忠县	万州	巫山	奉节	垫江	石柱	渝北	巫溪	铜梁	合计
玉米地	—	5	7	3	3	6	5	3	3	4	1	6	3	—	—	127
水稻田	—	6	7	5	6	6	6	3	2	3	3	8	2	1	2	124
蔬菜地	5	—	14	5	8	5	—	4	—	—	—	—	8	—	—	106

### 1.2 分析方法

土壤pH用电位法按2.5:1水土比分别用无CO<sub>2</sub>水和KCl溶液测定,交换性酸和交换性铝用1mol/L KCl溶液交换,用中和滴定法测定<sup>[13]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 重庆市20年间紫色土pH值变化

2.1.1 20年前重庆市紫色土pH值测定 1983—1985年采集的重庆市土壤样品pH值,结果见图1。由图1可知,pH值在7.51和9.50之间的土样几率最大,占样品总数的40.6%,pH值≤4.5的土样几率最小,仅占2.1%。根据以上结果和紫色土酸度

的分类<sup>[14]</sup>可得出,62%的土壤pH值大于6.50,表明重庆市具有较大范围的石灰性紫色土和中性紫色土,这与紫色岩在亚热带湿润地区发育的土壤多呈中性至微碱性的事实吻合<sup>[15]</sup>。有15%的土壤pH值低于5.50,表现为强酸性紫色土,表明重庆市局部地区的紫色土缓冲性能较低。

2.1.2 现今重庆市紫色土pH值 由2002年采集土壤样品的pH值测定结果,及重庆市蔬菜基地环境质量报告中的土壤pH值监测结果见图2。

在玉米地样品中,pH值在7.51~9.50的土样几率最大,pH值≤4.5的土样几率最小,仅占样品总数的4.0%,pH值>6.50的土壤约占52.4%,pH值

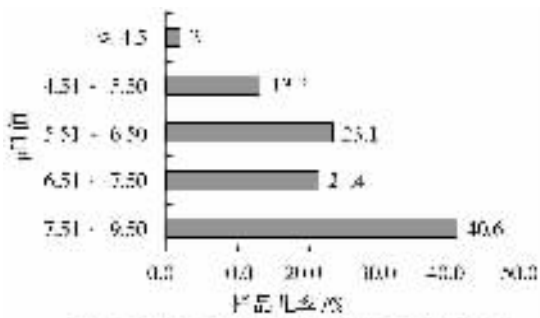


图1 重庆市20年前土壤pH值分布情况

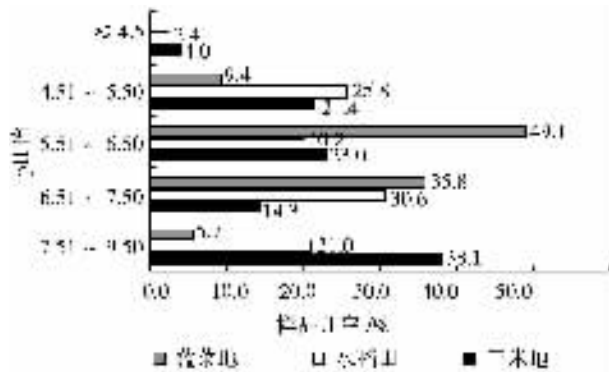


图2 重庆市现今土壤pH值分布

<5.50的土壤约占25.4%。在水稻田样品中,pH值在6.51~7.50的土样几率最大,占总体样品总数的30.6%。pH值≤4.5的土样几率最小,为2.4%。pH值>6.50的紫色土,占51.6%。pH值<5.50的土壤约占28.2%。总之,现今重庆市的农地土壤中石灰性紫色土和中性紫色土仍然占有较大范围。

与农地土壤的情况不同,蔬菜地主要为pH值在5.51~7.50范围的中性紫色土和酸性紫色土。pH在5.51~6.50的土样几率最大,占总体样品的49.1%,而pH值低于4.5的土壤却未曾出现。pH值>6.50的紫色土所占比例约为41.5%。表明现今重庆市的蔬菜地土壤中存在较大范围的酸性紫色土,中性紫色土的范围较小,而石灰性紫色土只有少量。

2.1.3 20年间紫色土pH值变化 将重庆市现今紫色土pH值(图2)与20年前的土壤pH值(图1)相比较,分别计算各pH区间的样品几率的差值,结果见图3。

在玉米地中,pH值>6.50的土壤几率相比20年前有所下降,pH值在5.51~6.50之间的土壤几率不变,而pH值≤5.50的土壤几率则表现为上升。这一变化说明20年间重庆市旱地土壤中的石灰性紫色土和中性紫色土呈减少趋势,由原来的62%下

降到现在的52.4%,而强酸性紫色土则不断增多,由原来的15.4%上升到现在的25.4%。

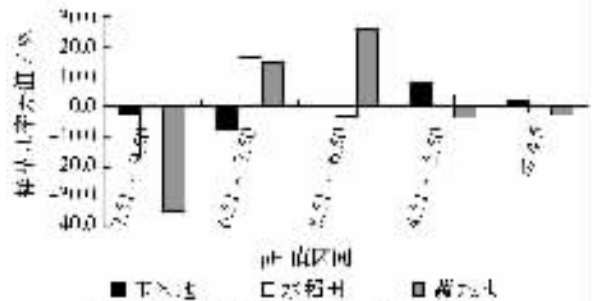


图3 重庆市紫色土20年间pH值变化

在水稻田中,pH值为7.51~9.50的石灰性紫色土的几率降低,pH值为6.51~7.50的中性紫色土的几率则有所增加。在pH≤6.50的酸性紫色土中,pH值在5.51~6.50的酸性紫色土几率比20年前略低,pH值为4.51~5.50的强酸性紫色土几率则高于20年前。表明20年来重庆市水稻田紫色土的pH值也存在下降趋势。

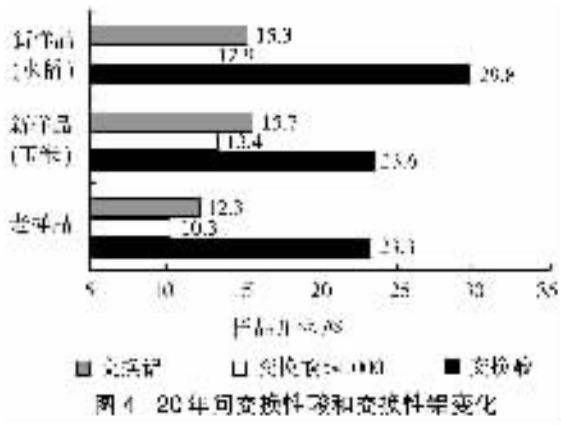
在蔬菜地中,与20年前相比,pH值为7.51~9.50的石灰性紫色土的出现几率大幅降低,由原来的40.6%减少到现在的5.7%。而pH值为6.51~7.50的中性紫色土和pH值为5.51~6.50的酸性紫色土的几率则大幅增加。尤其是酸性紫色土,由原来的23.1%增加到现在的49.1%,增加了1倍多。与农地土壤相比,20年来蔬菜地土壤的酸化更为明显。蔬菜地土壤中石灰性紫色土迅速减少而酸性紫色土迅速增加的状况,说明了蔬菜地土壤的酸缓冲能力在不断减弱,如不采取措施防止土壤继续酸化,后果将会更为严重。

## 2.2 20年间紫色土交换性酸及交换性铝变化

重庆市20世纪80年代的土壤样品中石灰性紫色土和中性紫色土占有较大的比例,只有少部分土壤能测得交换性酸和交换性铝,因此只挑选了潜性酸度低于5.00的样点取A层进行测定,现今紫色土样品由于潜性酸度普遍较低,所以全部进行测定,结果见图4。

比较老样品与新样品的测定结果,可发现无论玉米地还是水稻田样品,新样品中这3个项目的样品出现几率均大于老样品的相应测定值。玉米地新样品与老样品相比,交换性酸的样品几率增加幅度较小,但交换性酸值>1.000的样品几率却从10.3%增加到13.4%。在水稻田样品中,交换性酸的样品几率增加幅度非常大,达到29.8%,交换性

酸值  $> 1.000$  的样品几率也从 10.3% 增加到了 12.9%。说明在 20 年间,土壤与盐基离子进行交换的  $H^+$  正在增多,土壤酸化程度也逐渐加深。新样品中交换性铝的样品几率也有所增加,从 12.3% 增加到 15.7% 和 15.3%,大量铝离子的溶出将会进一步加速土壤酸化。



### 3 讨论

本文对整个重庆市的紫色土酸化现状和酸化程度作了较为全面系统的调查研究,证实了在近 20 年内,农地和菜地的石灰性紫色土减少,而酸性和强酸性紫色土增加,土壤 pH 值下降,交换性酸和交换性铝上升,土壤酸化程度有日趋加深的趋势。紫色土的迅速酸化不仅给农业生产带来严重影响,同时也给库区水体的酸化埋下较大的隐患。

重庆市是我国酸沉降危害严重的城市之一,酸沉降对于重庆市土壤的酸化有较大影响,长期高频率的酸雨淋溶,加速了土壤盐基淋失,降低 pH 土壤酸缓冲性能。因此,加大硫排放量的削减力度,控制酸沉降,仍然是防治土壤酸化的有效措施。

近年来,国内外学者也曾提出了化学肥料的施用,特别是铵态氮肥的施用是加速土壤酸化的一个重要原因,并通过长期田间试验对土壤酸化过程进行了研究<sup>[16,17]</sup>。因此,对于重庆市土壤酸化的问题,不仅要从酸雨的影响进行研究,而且还应加强在酸雨危害地区农业生产过程中的一些不当措施引起土壤酸化的研究,才能对土壤的酸化问题有更全面

的认识。

### 参考文献:

- [1] 戎秋涛,杨春茂,徐文彬. 模拟酸雨对浙东北红壤中盐基离子和铝的淋失影响研究[J]. 环境科学学报, 1997, 17(1): 32-37.
- [2] 赵忠. 森林土壤的酸化及其对林木生长的影响[J]. 土壤学进展, 1988(2): 51-56.
- [3] ULRICH B, MAYER R, KHANNA P K. Chemical Changes due to Acid Precipitation in A Losse-derived Soil in Central Europe[J]. Soil Sci, 1980, 130(4): 193-199.
- [4] 彭金良,严安国,沈国兴. 酸雨对水生生态系统的影响[J]. 水生生物学报, 2001, 25(3): 282-288.
- [5] 田仁生,刘厚田. 酸化土壤中铝及其生物毒性[J]. 环境科学, 1990, 11(6): 41-48.
- [6] 潘根兴,冉伟. 中国大气酸沉降与土壤酸化问题[J]. 热带亚热带土壤科学, 1994, 3(4): 50-54.
- [7] 孟范平,李桂芳. 酸雨对土壤元素化学行为的影响[J]. 中南林学院学报, 1988, 18(1): 27-34.
- [8] 牟树森,青长乐,王力军. 酸沉降物致酸土壤及其危害研究[J]. 农业环境保护, 1990, 9(6): 1-6.
- [9] 周百兴. 改善能源结构控制燃煤大气污染[J]. 重庆环境科学, 1998, 20(1): 1-3.
- [10] 杜晓明,田仁生. 重庆南山马尾松衰亡与铝中毒[J]. 环境科学研究, 1996, 9(6): 21-25.
- [11] 杨学春,牟树森. 酸沉降地区酸化土壤的特点[J]. 重庆环境科学, 1992, 14(增刊): 21-24.
- [12] 牟树森. 重庆市紫色土背景值的采样设计[J]. 西农科技, 1986(2): 7-11.
- [13] 南京农业大学. 土壤农化分析[M]. 北京: 农业出版社, 1986.
- [14] 牟树森,杨学春. 酸雨危害与土壤酸化问题调查研究[J]. 西南农业大学学报, 1988, 10(1): 12-20.
- [15] 熊毅,赵其国. 中国土壤(第二版)[M]. 北京: 科学出版社, 1987. 259-263.
- [16] 徐仁扣, COVENTRY D R. 某些农业措施对土壤酸化的影响[J]. 农业环境保护, 2002, 21(5): 385-388.
- [17] 廖万有. 我国茶园土壤的酸化及其治理[J]. 农业环境保护, 1998, 17(4): 178-180.

(责任编辑 许文昌)