酸沉降影响下近 20 年来衡山土壤酸化研究*

吴甫成[1]　彭世良[2]　王晓燕[3]　陈咏淑[1]
(1 湖南师范大学资源环境科学学院, 长沙　410081; 2 湖南省地质环境监测总站, 长沙　410007;
3 长沙理工大学建筑系, 长沙　410076)

摘　要　对不同时期采自衡山东坡垂直带谱上 6 个典型土壤剖面 Ah 层和 AB 层的样品分析, 土壤酸化指标研究结果表明, 近 20 年来, 由于酸沉降的影响, 由花岗岩风化物发育的各类土壤, 都有不同程度的酸化, 表现在 pH 值下降, 交换性酸, 尤其是交换性 Al^{3+} 增加, 交换性盐基总量减少, 盐基饱和度下降, 特别是土壤酸缓冲性能和土壤酸害容量降低。相比之下, 山顶的常湿淋溶土和山麓的湿润富铁土酸化更明显, 而山体中部的常湿富铁土酸化进程较慢, 山体上部的常湿雏形土酸化进程更慢, 表明土壤酸化除了与土壤酸沉降量有关外, 还与土壤类型有关。

关键词　酸沉降; 土壤酸化; 衡山
中图分类号　S153　　文献标识码　A

土壤酸化是全球环境变化中的一大土壤学问题。在酸沉降影响下, 近几十年来, 土壤酸化, pH 值下降, 交换性酸增加, 可移动 Al^{3+}、SO_4^{2-} 及 NO_3^- 大大增加, 已引起国内外学者的普遍关注[1]。湖南是我国三大酸雨严重危害区之一, 特别是 20 世纪 80~90 年代, 在湖南省中部地区形成常德—长沙—株洲—衡阳的严重酸雨污染带, 多年降水平均 pH 值低于 4.5, 酸雨频率高于 90%[2]。酸雨使森林破坏, 农作物减产, 对人体健康构成损害, 并使土壤酸化而产生不可逆转的危害。不同土壤对酸沉降敏感性不同, 因而其酸化进程也不一样。但第四纪红土, 花岗岩和砂岩风化物发育的土壤酸缓冲性能低, 为酸敏感土壤[3]。由于缺乏不同时期土壤酸度的系统监测资料, 使得研究同一土壤酸化进程有一定困难, 因而众多学者只能借助室内酸雨—土壤模拟实验和土壤酸化模型来研究土壤酸化问题[4~6]。这种研究在理论上是可行的, 但土壤是一个极其复杂的生态系统, 很难在短时期内得到实践的验证。本文选用近 20 年来衡山 6 个典型剖面不同时期采集的样品, 研究土壤酸化指标的时空变化, 以探讨中亚热带酸性环境区酸沉降影响下土壤酸化特征, 为酸雨污染防治提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　土壤样品的采集及环境条件

位于湖南省中部的南岳衡山, 海拔 1 289.8 m, 山体为燕山期花岗岩侵入体, 地势陡峻, 断层发育, 多悬崖峭壁, 素有"五岳独秀"之美誉。不但是我国重要的旅游、宗教胜地和国家森林公园, 而且是中亚热带最具代表性的山地, 是高校学生野外实习和科学研究的理想场所。衡山土壤垂直带谱明显, 从山麓到山顶, 依次为湿润富铁土(红壤)、黄色湿润富铁土(黄红壤)、常湿富铁土(黄壤)和常湿淋溶土(山地黄棕壤), 山峰顶部或陡坡处有常湿雏形土(山地草甸土)成斑块状分布[6]。研究样品于不同年代(1983 年、1993 年、2001 年)在衡山东坡垂直带上 6 个典型剖面按发生层取样。样品采回、室内风干后装于磨口瓶中, 实验分析前取 Ah 层和 AB 层统一磨碎分别过 1 mm 和 0.25 mm 筛备用, 样品的主要性质及环境条件见表 1(1993 年样品)[6]。

1.2　研究方法

土壤 pH 值用 pHS-3C 型数字酸度计测定(水土质量比为 2.5∶1); 土壤交换性酸总量用 1 mol L^{-1} KCl 交换中和滴定法测定, 用 3.5% NaF 沉淀 Al^{3+} 后

* 湖南省教委课题(编号 26020548)资助
作者简介: 吴甫成(1948~), 男, 湖南涟源人, 教授, 主要从事环境科学和自然地理研究。电话: 13135116106, E-mail: wufucheng48@163.com
收稿日期: 2004-03-10; 收到修改稿日期: 2004-06-02

测定交换性 H^+，二者之差为交换性 Al^{3+}；水解性酸度用醋酸钠水解—中和滴定法；交换性盐基总量用 1 mol L^{-1}醋酸铵交换—中和滴定法，阳离子交换量则用交换性盐基总量和水解性酸度之和表示[7,8]。

土壤酸缓冲性能测定：每个样品称取过 1 mm 筛的风干土 20 g 各 6 份，放入到 250 ml 带塞三角瓶中，分别加入 pH 值为 1.8、2.3、2.8、3.8、4.8 的模拟酸雨（Ca^{2+} 离子浓度为 0.001 mol L^{-1}，SO_4^{2-}：NO_3^- 为 4∶1 的摩尔浓度比）及去离子水（pH 6.8）50 ml，在康式振荡器上振荡 1 h 后，倒入 50 ml 烧杯中静置 2 h 后用酸度计测定 pH 值。

土壤酸害容量测定：（pH 定位滴定法）每一样品称取过 1 mm 筛的风干样品 20 g 放入 100 ml 烧杯中加去离子水 20～40 ml（视酸害容量大小而定），磁力搅拌器搅拌 10 min 后用 ZD-3 型自动电位滴定仪定位 pH3.5，用 pH 为 1.4 模拟酸雨（SO_4^{2-}：NO_3^- 为 4∶1 的摩尔浓度比）滴定至终点，20℃恒温箱中放置 24 h 后测定 pH 值，再用 pH1.4 的模拟酸雨回滴，直至回升值< 0.1，用耗酸量计算酸害容量（溶液最后保持 50 ml 左右）[9]。

以上测定，每个样品重复 3 次测定，取其平均值。

表 1 供试土壤环境条件及基本性质

Table 1 Basic properties and environmental conditions of the tested soil profiles

采样地点 Location	海拔 Altitude (m)	土壤类型 Soil type	植被类型 Vegetation type	层次 Horizon	编号 No.	深度 Depth (cm)	有机碳 Organic C (g kg^{-1})	阳离子交换量 CEC (cmol kg^{-1})	质地 Texture
上封寺	1 260	普通铝质常湿淋溶土	常绿、落叶	Ah	1	3～20	71.5	22.36	粉砂壤土
后坡		（山地黄棕壤）	阔叶混交林	AB	2	20～37	25.5	15.64	粘壤土
南天门	1 100	腐殖质常湿淋溶土	灌丛、黄山	Ah	3	3～19	42.4	21.41	壤土
左坡		（腐殖质山地黄棕壤）	松林	AB	4	19～36	24.7	17.39	壤土
天柱峰	1 080	酸性常湿雏形土	灌丛草甸	Ah	5	8～20	54.0	19.21	砂壤土
		（山地草甸土）		AB	6	20～45	7.02	14.34	粘壤土
铁佛寺	880	普通粘化常湿富铁土	柳杉林	Ah	7	6～30	44.0	16.55	壤土
后坡		（黄壤）		AB	8	30～55	9.16	12.98	粘壤土
半山亭	660	黄色富铝湿润富铁土	杉木	Ah	9	3～24	27.0	20.64	粘壤土
后坡		（黄红壤）	马尾松林	AB	10	24～52	8.24	14.64	粘土
玉板桥	320	粘化强育湿润富铁土	马尾松林	Ah	11	3～19	19.1	18.30	粘壤土
上坡		（红壤）		AB	12	19～50	9.57	14.40	粘壤土

2 结果与讨论

土壤是由多个酸碱缓冲体系所组成的复杂酸碱缓冲系统，其酸碱反应和酸化特征，不但表现为土壤活性酸度，更主要表现为潜在酸度（如交换性氢、交换性铝）、交换性盐基和盐基饱和度。而土壤酸缓冲性能和酸害容量，更能从本质上反映土壤酸化的强弱。

2.1 土壤 pH 值

土壤 pH 高低，反映土壤活性酸度，是土壤酸化的直接表现。衡山为亚热带湿润区，成土母质为花岗岩风化坡积物，发育的各类土壤均为酸性土壤，pH 值 5.0～5.5。从不同海拔高度来看，有两头低，中间高的变化趋势，即低海拔和高海拔的土壤为强酸性土壤，而中海拔的土壤酸性稍弱[8]。酸沉降影响下，近 20 年来这种空间变化趋势更加明显。研究结果表明，2001 年样品比 1983 年样品高海拔的常湿淋溶土和低海拔的湿润富铁土 pH 值 Ah 层下降 0.96～1.13，AB 层下降 0.46～0.61；而山体中部的常湿富铁土 Ah 层仅下降 0.61，AB 层仅下降 0.29。值得注意的是高海拔天柱峰的常湿雏形土 Ah 层和 AB 层仅下降 0.44 和 0.33，南天门腐殖质常湿淋溶土 Ah 层和 AB 层分别下降 0.50 和 0.75，说明酸沉降影响下的土壤酸化强弱，除与山体海拔高低有关外，还与土壤类型有关。常湿雏形土（山地草甸土）

发育年青, 土层浅薄, 正处于风化淋溶期。无论是 1983 年样品, 还是 1993 年和 2001 年样品, 其 pH 值均高于其他土壤带, 虽在酸沉降影响下, 其 pH 值下降的幅度也小(见表 2) 。

表 2　衡山各类土壤不同时期样品酸化指标变化

Table 2　Variation of acidification indices of soil samples taken from Mt. Hengshan in different years

样品编号 Sample code	pH			交换性酸 Exchange acidity (cmol kg^{-1})			交换性 H^+ Exchangeable hydrogen (cmol kg^{-1})			交换性 Al^{3+} Exchangeable aluminium (cmol kg^{-1})		
	1983	1993	2001	1983	1993	2001	1983	1993	2001	1983	1993	2001
1	5.02	4.83	4.02	4.73	6.19	8.63	0.97	1.33	1.83	3.76	4.86	6.80
2	4.89	4.81	4.43	5.40	6.40	6.53	0.21	0.29	0.27	5.19	6.11	6.27
3	5.05	5.01	4.55	3.68	5.47	6.31	0.58	0.65	0.78	3.10	4.82	5.53
4	5.35	5.09	4.60	2.42	3.43	4.65	0.84	0.88	2.02	1.58	2.55	2.63
5	5.52	5.16	5.08	3.96	4.40	4.58	0.85	1.25	1.32	3.11	3.15	3.26
6	5.49	5.14	5.16	2.38	2.91	3.25	0.19	0.62	0.64	2.19	2.29	2.61
7	5.26	5.06	4.65	3.61	4.23	6.69	0.47	0.79	0.88	3.15	3.44	5.81
8	5.04	5.01	4.75	5.09	5.20	5.79	0.22	0.34	0.38	4.87	4.86	5.41
9	5.72	5.06	4.76	1.90	4.66	4.72	0.18	0.47	0.37	1.72	4.19	4.35
10	5.08	4.94	4.47	5.14	5.28	6.33	0.25	0.39	0.36	4.87	4.89	5.97
11	5.57	4.81	4.44	1.85	2.54	6.30	0.39	0.27	0.58	1.46	2.27	5.72
12	5.05	4.85	4.50	3.92	5.60	6.00	0.49	0.94	0.70	3.43	4.66	5.30

样品编号 Sample code	水解性酸 Hydrotic acidity (cmol kg^{-1})			交换性盐基离子 Exchangeable base (cmol kg^{-1})		阳离子交换量 Cation exchange capacity (cmol kg^{-1})		盐基饱和度 Base saturation percentage (%)	
	1983	1993	2001	1983	2001	1983	2001	1983	2001
1	14.76	18.03	30.80	10.50	4.44	25.26	22.74	41.57	19.53
2	9.18	13.38	17.66	9.56	6.73	26.16	22.46	36.54	29.96
3	15.19	16.51	17.53	9.93	4.07	22.17	20.33	44.79	20.02
4	10.74	10.89	10.87	12.43	7.82	24.88	21.53	49.96	36.32
5	11.35	12.28	14.57	12.62	11.11	23.60	23.62	53.47	47.04
6	7.47	9.67	10.26	7.17	6.01	14.34	13.96	50.00	43.05
7	11.63	12.20	13.33	7.95	6.99	23.96	23.71	33.18	29.48
8	6.08	10.75	11.31	8.93	7.98	22.24	22.08	40.15	36.14
9	6.30	9.55	11.58	6.62	5.12	15.92	13.08	41.58	29.14
10	7.76	9.36	9.29	4.33	3.67	13.68	12.01	31.65	30.56
11	4.17	4.91	9.35	4.85	2.77	14.20	9.89	34.14	28.01
12	2.94	5.69	9.56	3.88	3.14	13.14	11.36	29.49	27.64

2.2　土壤交换性酸

酸沉降影响下的土壤酸化, 不但直接表现为活性酸度的增加, 使土壤 pH 值下降, 更主要的是表现为潜在酸度的增加。以交换性酸为例, 2001 年样品比 1983 年样品 Ah 层增加 0.62~ 4.45 cmol kg^{-1}, AB 层增加 0.70~ 2.23 cmol kg^{-1}。交换性酸变化的特点表现为: 一是与 pH 值下降相一致, 高海拔与低海拔的土壤交换性酸增加多, 而山体中部的黄色湿润富铁土和常湿富铁土交换性酸增加较少。二是高海拔的常湿雏形土交换性酸增加最少。

交换性酸的增加, 主要表现为交换性 Al^{3+} 的增加, 其增加的量占交换性酸增加量的 78% ~ 96%, 尤其是淋溶土和富铁土 Ah 层交换性 Al^{3+} 增加显著。而常湿雏形土不但交换性酸增加很少(Ah 层为 0.62 cmol kg^{-1}, AB 层为 0.87 cmol kg^{-1}), 且以增加交换性 H^+ 为主, Ah 层交换性 Al^{3+} 仅增加 0.15 cmol kg^{-1}, 占交换性酸增加量的24%。

2.3 土壤水解性酸

水解性酸的增加比交换性酸增加的幅度大, 尤其是山顶的铝质常湿淋溶土和山麓的粘化强育湿润富铁土。Ah 层增加值分别为 16.04 cmol kg^{-1}和 5.18 cmol kg^{-1}。AB 层增加值分别为8.48 cmol kg^{-1} 和6.62 cmol kg^{-1}。相对而言, 天柱峰的常湿雏形土增加值较少。南天门的腐殖质常湿淋溶土和铁佛寺的常湿富铁土 Ah 水解性酸的增加也不多, 分别只增加 2.34 cmol kg^{-1}和 1.70 cmol kg^{-1}, 而 AB 层只增加了 0.13 cmol kg^{-1}和 5.23 cmol kg^{-1}。

2.4 土壤交换性盐基离子、阳离子交换量及盐基饱和度

有研究表明, 酸沉降对土壤化学性质的影响主要表现在: 一是使土壤 pH 值和碱度降低, 二是土壤盐基饱和度和营养物质(如钙、镁、磷、钼) 含量下降[10]。对衡山东坡 6 个典型剖面 Ah 层和 AB 层 1983 年和 2001 年样品研究表明, 酸沉降影响下近 20 年来交换性盐基离子降低明显, 尤其是山体上部的常湿淋溶土, Ah 层分别下降 5.86 cmol kg^{-1} 和 6.06 cmol kg^{-1}, 下降幅度 59.01%和 57.71%, AB 层分别下降 2.83 cmol kg^{-1}和 4.61 cmol kg^{-1}; 山麓地带的湿润富铁土 Ah 层和 AB 层分别下降 2.08 cmol kg^{-1}和 0.74 cmol kg^{-1}; 而山体中部的常湿富铁土下降幅度较少。相比较而言, 阳离子交换量虽有所下降, 但下降幅度很小。由此引起盐基饱和度的降低, 且以山体上部的常湿淋溶土下降幅度大。究其原因, 山体上部不但因降水丰富(年降水量 2 074.4 mm)、蒸发量小、多云雾、湿度大、土壤水分条件好而淋溶作用强; 且其酸沉降量也大, 80 年代中期云水平均 pH 值4.08~ 4.33, 降水平均 pH 值 4.26 ~ 4.47[11]; 在酸沉降影响下, 更能加速土壤中盐基离子的淋失, 使得盐基饱和度下降, 土壤酸化加剧(见表 2)。

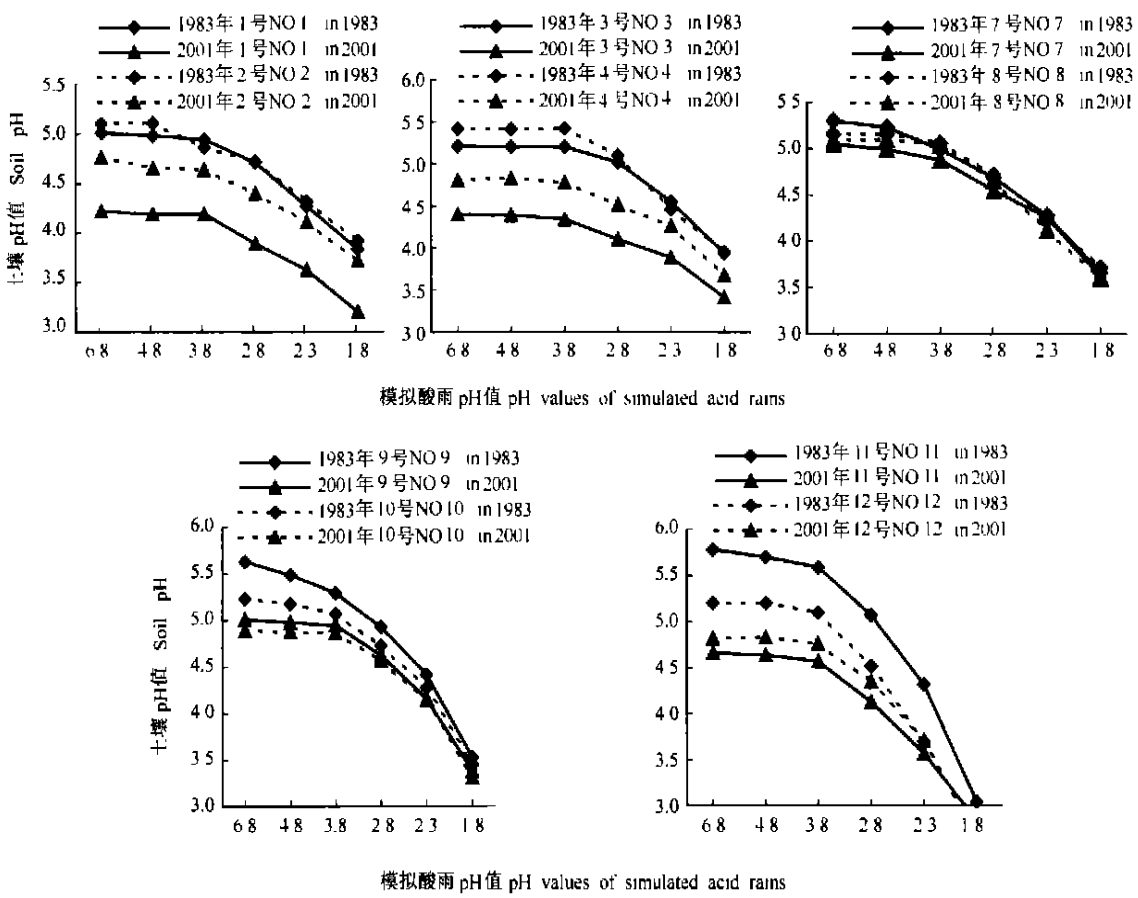

图 1 衡山各类土壤不同时期酸缓冲曲线变化

Fig 1 Acidic buffering curves of soils in Mt. Hengshan in different years

2.5　土壤酸缓冲性能

土壤因离子交换、两性胶体等而具有抵抗酸碱急剧变化的能力。而酸性土壤一般对酸的缓冲性能较弱而对碱的缓冲能力较强。用 pH 值为 1.8、2.3、2.8、3.8、4.8 的模拟酸雨和去离子水作为提取剂, 以测定土壤酸缓冲性能, 结果表明, 在不同 pH 值模拟酸雨前提下, 2001 年样品比 1983 年样品平均 pH 值低 0.230~ 0.533。随着模拟酸雨酸度的增加, 两者之间的差距缩小, 但每次都是 2001 年对应样品的 pH 值低。说明酸沉降下, 近 20 年来衡山各类土壤酸缓冲性能普遍下降。对比各类土壤 Ah 层和 AB 层酸缓冲性能的变化, 又以 Ah 层酸缓冲性能下降更加明显, 其下降值为 0.135~ 0.850, 平均下降 0.570, 而 AB 层下降为 0.075~ 0.483, 平均下降 0.256, 可见土壤酸化也有一个由表及里的过程。不同垂直带上的土壤, 以山顶和山麓的土壤酸缓冲性能下降幅度大, 而山体中部的常湿富铁土酸缓冲性能下降幅度小(见图 1)。

2.6　土壤酸害容量

酸害容量是指土壤 pH 值达到植物致害 pH 值 (暂定为 3.5) 时单位土壤所需酸量(mmol kg^{-1}) , 它可相对衡量土壤对酸沉降的承受强度和酸缓冲能力大小[12~14]。比较 1983 年和 2001 年样品的土壤酸害容量, 可见酸沉降影响下, 近 20 年来除山体中部的常湿富铁土外, 土壤酸害容量明显降低, 特别是山体上部的常湿淋溶土和山麓地带的湿润富铁土。同时可看出, 1983 年样品, 土壤酸害容量的变化规律是随着海拔高度的升高, 土壤酸害容量增大, 这与土壤酸缓冲性能相一致, 其原因可能是因山体上部土壤中有机质含量高, 粘粒含量高, 且粘土矿物以 2∶1 粘土矿物为主[7], 因而有机和无机胶体对土壤酸缓冲能力较强, 土壤酸害容量较大, 为酸较敏感或不敏感土壤[3]。但近 20 年后, 山体上部的常湿淋溶土壤酸害容量下降极为显著, 尤其是 Ah 层下降明显, 已达酸敏感土壤的范围, 这与前述 pH 值和交换性酸变化相一致(见表 3)。

表 3　衡山各类土壤不同时期酸害容量变化

Table 3　Changes in acid-damage capacity of soils in Mt. Hengshan in different years (mmol kg^{-1})

样品编号 Sample code	1983	2001
1	45.16	10.18
2	39.26	32.41
3	45.79	10.63
4	59.77	31.04
7	38.87	35.51
8	27.91	25.47
9	34.15	19.41
10	18.76	16.54
11	17.50	8.27
12	8.31	8.04

3　结　论

1) 近 20 年来, 在酸沉降影响下, 衡山花岗岩风化物发育的各类土壤, 都有不同程度的酸化。表现在 pH 值下降, 交换酸, 尤其是交换性 Al^{3+} 增加, 交换性盐基离子减少, 盐基饱和度下降, 特别是土壤酸缓冲性能和酸害容量降低。

2) 不同土壤类型, 其酸化程度有明显差异。山顶的常湿淋溶土和山麓的湿润富铁土酸化程度高, 而山体中部的常湿富铁土酸化程度较低, 天柱峰的常湿雏形土酸化程度最低, 说明土壤酸化除与酸沉降有关外, 还与土壤本身性质有关。

3) 同一土壤, Ah 层酸化程度比 AB 层高。说明土壤酸化有一个由表及里的过程。

参 考 文 献

[1] 潘根兴, Fallavier P, 卢玉文, 等. 近 35 年来庐山土壤酸化及其物理化学性质变化. 土壤通报, 1993, 24(4): 145~ 147. Pan G X, Fallavier P, Lu Y W, *et al*. Soil acidification in Mt. Lushan and changes in its physico-chemical properties in the past 35 years (In Chinese). Chinese Journal of Soil Science, 1993, 24(4): 145~ 147

[2] 吴甫成, 吴君维, 王晓燕, 等. 湖南酸雨污染特征. 环境科学学报, 2000, 20(6): 807~ 809. Wu F C, Wu J W, Wang X Y, *et al*. Study on acid rain pollution in Hunan Province (In Chinese). Acta Scientiae Circumstantiae, 2000, 20(6): 807~ 809

[3] 吴甫成, 王晓燕, 邹君, 等. 湖南土壤酸缓冲性能研究. 农业现代化研究, 2001, 22(1): 58~ 62. Wu F C, Wang X Y, Zou J, *et al*. A Study on acidic buffering ability of soils in Hunan Province (In Chinese). Research of Agricultural Modernization, 2001, 22 (1): 58~ 62

[4] 杨昂, 孙波, 赵其国. 中国酸雨分布成因及其对土壤环境的影响. 红壤生态系统研究(第五集). 北京: 中国农业科技出版社, 1998. 116~ 122. Yang A, Sun B, Zhao Q G. Distribution, formation and effects of acid rain on soil environment in China. Research on Red Soil Ecosystem (No. 5) (In Chinese). Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1998. 116~ 122

[5] 刘全友. 模拟酸雨对森林土壤风化影响的研究. 环境科学学报, 1993, 13(1): 31~ 38. Liu Q Y. Simulation of effects of acid precipitation on the weathering of forest soils (In Chinese). Acta Sci-

entiae Circumstantiae, 1993, 13(1): 31~38

[6] 吴甫成, 方小敏. 衡山土壤之研究. 土壤学报, 2001, 38(3): 256~265. Wu F C, Fang X M. Study on the soils of Mt. Hengshan (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2001, 38(3): 256~265

[7] 中国科学院南京土壤研究所编. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 1978. Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences. ed. Physical and Chemical Analysis of Soil (In Chinese). Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1978

[8] 鲁如坤主编. 土壤农化分析法. 北京: 中国农业科技出版社, 1997. 107~240. Lu R K. ed. Analytical Methods of Soil and Agricultural Chemistry (In Chinese). Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1997. 107~240

[9] 廖柏寒, 戴邵华. 土壤对酸沉降的缓冲能力与土壤矿物风化特征. 环境科学学报, 1991, 11(4): 425~431. Liao B H, Dai S H. Soil buffering capacity to acid precipitation and weathering characteristics of soil minerals (In Chinese). Acta Scientiae Circumstantiae, 1991, 11(4): 425~431

[10] 郝吉明, 谢绍东, 段雷, 等. 酸沉降临界负荷及其应用. 北京: 清华大学出版社, 2001. Hao J M, Xie S D, Duan L, *et al*. Critical Load of Acid Deposition and Its Application (In Chinese). Beijing: Qinghua University Press, 2001

[11] 王玮, 张孟衡, 庞燕波, 等. 衡山地区酸性降水来源和成因研究. 环境科学学报, 1992, 12(1): 48~56. Wang W, Zhang M H, Pang Y B, *et al*. Study of sources and causes of formation of acid precipitation in Hengshan Mountain (In Chinese). Acta Scientiae Circumstantiae, 1992, 12(1): 48~56

[12] 王敬华, 张效年, 于天仁. 华南红壤对酸雨敏感性的研究. 土壤学报, 1994, 31(4): 348~355. Wang J H, Zhang X N, Yu T R. Study on sensitivity of red soils to acid rain in South China (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 1994, 31(4): 348~355

[13] Ulrich B. An ecosystem oriented hypothesis on the effects of air pollution on the forest ecosystems. *In*: Persson G, Jernelo V A. eds. Ecological Effects of Acid Deposition. Swedish Environmental Protection Board, SNV-PM 1636, Srochholm, 1983. 331~342

[14] Ulrich B. Natural and anthropogenic component of soil acidification. Z. Pflanzenernehr Bodenk, 1986, 149: 702~712

SOIL ACIDIFICATION CAUSED BY ACID PRECIPITATION IN MT. HENGSHAN OVER LAST 20 YEARS

Wu Fucheng[1] Peng Shiliang[2] Wang Xiaoyan[3] Chen Yongshu[1]

(1 College of Resources and Environment, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

(2 General Geological Environment Monitoring Station of Hunan Province, Changsha 410007, China)

(3 Department of Architecture, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410076, China)

Abstract The indicators are analyzed for the samples taken from 6 typical soil profiles, including Ah and AB horizons on the eastern vertical spectrum of soil in Mt. Hengshan. The results show: 1) In the past 20 years, these soils developed on weathering materials of granite have experienced different levels of acidification, which is recognized by such indicators as increase in exchangeable acid, especially exchangeable Al^{3+} as well as decrease in pH, total of exchangeable base, base saturation percentage, and especially soil acid-buffer ability and soil acid-damage capacity. 2) By contrast, acidification is more evident for the perudic luvisol at the top of the mountain and the udic ferrisol at the foot of the mountain while the process of acidification is slow for the perrudic ferrisol on the slopes of the mountain and slower for the perudic cambisol at the upper part of the mountain, suggesting that soil acidification is related not only to the amount of acid precipitation to soil but also type of the soil.

Key words Acid precipitation; Soil acidification; Mt. Hengshan