

湖南省丘陵区森林红壤化学性质研究

陈学泽¹, 韩京龙², 江头和彦²

(1 中南林学院 基础课部, 湖南株洲 412006;

2 九州大学 农学部, 日本 福岡 812-8581)

[摘要] 研究了湖南省株洲、桃源和蓝山等市(县)6处森林红壤的化学性质。结果表明, 这些土壤的酸性较强, pH值为4.11~4.96; 有机质含量差异明显, 为9.5~37.6 g/kg; 总氮含量范围宽, 为0.321~1.70 g/kg; 总磷含量较低, 为0.126~0.441 g/kg; 总钾含量较高, 达到了10.5~18.1 g/kg; 交换性阳离子含量差异大, 为3.86~50.6 mmol/kg; 阳离子交换容量CEC数值较大, 达到了13.9~34.0 cmol/kg。对Cu、Zn、Pb、Cd的测定数据表明, 这些土壤尚无重金属元素的污染。综合考虑调查地的土壤化学性质及植被和地理位置等条件, 对试验林地提出了相应的开发措施与建议。

[关键词] 森林红壤; 土壤化学; 林业生态; 湖南省

[中图分类号] S714.8

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)12-0085-04

我国东南部的红壤区, 位于长江以南, 云贵高原以东, 跨中国南方12个省(区), 619个县(市), 面积约113.9万km², 占中国土地总面积的11.8%; 人口达2.6亿, 占全国人口总数的23%; 耕地约1700万hm², 占全国耕地面积的15%^[1]。该地区利用全国1/7的土地提供了全国1/3的粮食, 负担了全国1/4人口的消费, “湖广熟, 天下足”正是这一地区自古以来拥有发达农业的写照。

由于我国东南部的农业长期实行以种植业为主的单一“沟谷”农业模式, 约80%的劳动力集中在仅占本区面积13.6%的耕地上, 特别是在水田系统投入水平较高, 产生了不少吨粮田, 甚至吨粮县。但是, 大面积的山丘却处于荒闲状态, 不但产出很少, 而且部分山丘土壤侵蚀退化现象十分严重, 流失的水土污染了河流, 淤塞了水库和湖泊。防止水土流失、构筑合理的生态系统已成为加速该区域发展的重要课题。

湖南省位于我国东南部红壤区, 同样具有上述的特点和不足。为此, 作者通过对湖南省一些丘陵区森林红壤化学性质的研究, 结合实地考察, 在综合考虑这些丘陵土壤化学性质、植被和地理位置等条件的基础上, 提出了具有针对性的开发建议, 以期类似地区开展土壤化学基础理论研究及加速区域经济发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地自然概况

试验地位于湖南省东部丘陵区株洲市、西部丘陵区桃源县和南部丘陵区蓝山县, 丘陵海拔高度均在100 m以下。受东南季风的影响, 这些地方高温多雨, 干湿季节明显, 一般2~7月降水多, 其中5~6月是梅雨季节, 8月到翌年1月降水少, 年降水量>1500 mm, 降水与蒸发大体平衡; 年平均气温18~20℃, ≥10℃的积温为6000~8000℃。由于这种气候可促进土壤矿物分化和有机质分解, 加之降雨较多, 导致营养元素大量淋失, 所以土壤的交换性阳离子和有机质含量较低, 土壤酸性强。试验地的土壤均为第四纪红粘土发育而成的红壤, 土壤的FAO/UNESCO分类均为Ferralic Cambisol。试验地土层深厚, 颜色从黄色到红色。

1.2 试验地植被

1.2.1 密林 这种类型包括株洲市石峰区的樟树林, 桃源县林科所的柏树林和桃源县尧河的杉树林, 树龄20~40年, 柏树和杉树已成材, 林木的郁闭度高, 林下只能生长少量耐阴的草类和蕨类植物以及苔藓。

1.2.2 草灌疏林 这种类型包括桃源县桃花源和蓝山县黄花坪的油茶林。采取淘汰老树补栽新树的

[收稿日期] 2005-04-21

[基金项目] 国家教育部留学基金项目(21843029)

[作者简介] 陈学泽(1954—), 男, 湖南永州人, 教授, 主要从事分析化学研究。

方法,树林有长达 200 余年的历史,近年来因管理不善而退化成疏林。由于土壤条件尚可,林下植被茂盛,长满了高达 1 m 的刺莓和芒箕等植物。

典型的小老头树,林下稀疏地覆盖着非常耐瘠的白茅,土壤表面可见明显的水侵蚀痕迹。

试验地土壤和植被的基本情况见表 1。

1.2.3 马尾松疏林 位于桃源县姚公塘,马尾松为

表 1 采样地森林土壤与植被情况

Table 1 Situation of soil and vegetation in the forest to sample

编号 No.	上样采集地 Place of sampling	采样 深度/cm Depth	母岩 Parent rock	植被状况 Vegetation condition				
				主要树木 Major kind of tree	高度/m Height	胸径/cm Breast- height diameter	郁闭度 Shade density	次生植物 Secondary plant
1	株洲市石峰区 Shifeng district, Zhuzhou	0~20 20~40	板岩 Slate	樟 <i>Cinnamomum camphora</i>	5~8	15~25	0.9	蕨类 Fern
2	桃源县林科所 Research institute of the forestry, Taoyuan country	0~20 20~40	板岩 Slate	扁柏 <i>Platyclusus orientail Franco</i>	5~8	20~30	0.9	苔藓 Liver moss
3	桃源县尧河 Raohé, Taoyuan county	0~20 20~40	花岗岩 Granite	杉 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	5~8	20~30	0.9	苔藓 Liver moss
4	桃源县桃花源 Taohuayuan, Taoyuan county	0~20 20~40	板岩 Slate	油茶 <i>Camellia oleifera</i>	2~3	灌木 Bush	0.2	刺莓 Sting berries
5	蓝山县黄花坪 Huanghuaping, Lanshan county	0~20 20~40	花岗岩 Granite	油茶 <i>Camellia oleifera</i>	2~3	灌木 Bush	0.2	芒箕 Awn dustpan
6	桃源县姚公塘 Yangongtang, Taoyuan county	0~20 20~40	花岗岩 Granite	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	2~3	10~20	0.1	白茅 Cogongrass

1.3 土样的采集和制备

在试验地内选择一定的点,分别采集 0~20 cm 和 20~40 cm 的土壤,置于实验台上风干。在风干过程中,捡除石块、树根和草根等杂物。将风干并用四分法缩分的土样盛于木盒中,用木锤碾碎,过 2 mm 筛后装于塑料瓶中备用。

1.4 分析方法

采用土壤标准分析方法测定^[2]。用土水体积比为 1:25 的悬浊液, pH 玻璃电极法测定 pH 值;用重铬酸钾法测定有机碳含量,将有机碳含量乘以 1.724 得有机质含量;全氮测定用凯氏定氮法;全磷测定用紫外分光光度法;全钾、缓效钾和速效钾测定用原子吸收分光光度法;重金属元素含量测定用原子吸收分光光度法;交换性阳离子和 CEC 测定用振荡浸出-原子吸收分光光度法。

2 结果与分析

2.1 pH 值

表 2 结果表明,各测试土壤的 pH 值为 4.11~4.96,均小于 5,酸性较强。由于酸性红壤缺乏 K^+ , Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 等植物必需的营养元素,故湖南农民自古以来有施用石灰和草木灰的习惯,因为其不但能提供植物必需的营养元素,而且能降低土壤酸度。但人们一般不对丘陵上的树木进行施肥,因此供试土样的 pH 值较低。另外,株洲市和蓝山县都处于酸敏感区,酸害容量较小,为 5~20 mmol/kg,因而应

注意防止大气污染造成酸沉降而引起的危害。

2.2 有机质

由表 2 可知,各土样 0~20 cm 土层土壤的有机质含量为 9.5~37.6 g/kg。不同植被类型条件下有机质含量的变化表现为:草灌疏林>密林>马尾松疏林。据赵其国等^[3]报道,中国东南部红壤区长期生长的人工林达平衡状态时,土壤的有机质含量可达 18~28 g/kg。从表 2 数据可知,不论是生长着草灌疏林的油茶林,还是生长着阔叶树的樟树林,生长着针叶树的柏树林和杉木林,其林下土壤 0~20 cm 土层中的有机质含量均达到甚至超过了这一标准。马尾松疏林 0~20 cm 土壤中,有机质含量为 9.5 g/kg,只有平衡态的 50% 左右。由此可见,维持郁闭度高的森林或茂盛的草灌,有利于提高土壤有机质含量,进而提高土壤肥力。

2.3 氮磷钾

从表 2 可知,多数土壤的全 N 含量为 0.566~0.874 g/kg,该数值与中国东南部红壤旱地的全氮量相当^[3]。桃花源油茶林地为梯形整地,水土保持好,植被覆盖率高,有机质含量高,所以其全 N 量为 1.70 和 1.47 g/kg,这个数值达到了中国东南部红壤区水田的全氮水平^[3]。姚公塘的马尾松疏林地 0~20 cm 土层的全氮量为 0.369 g/kg,仅为多数样地的 50% 左右,20~40 cm 土层全氮量为 0.558 g/kg,比表层的全氮量还要高,表明该土壤正在退化。尧河杉木林 20~40 cm 土层含 N 量仅为 0.321

g/kg, 与该处下层土壤中粉石较多有关。全磷的数值均较小, 为 0.126~0.441 g/kg, 表明所有的样地都缺磷。各土样全钾的含量为 10.5~18.1 g/kg, 表明土壤含钾丰富。表 2 中的缓效钾为 1 mol/L HNO₃ 提取的钾减去用 1 mol/L NH₄Ac (pH 为 7) 提取的速效钾之差, 这一部分钾代表植物可从土壤中吸收钾的极限。缓效钾的数值较小, 而速效钾的数值更小, 说明所有样地都有可能因缺钾而影响植物生长。表 2 数据还说明, 各样地的氮磷钾含量较低, 如果要开发类似的红壤地区, 需要施肥以补充土壤中的氮磷钾。

表 2 采样地森林土壤化学性质分析
Table 2 Forest chemical properties to sample

土样 Sample	深度/cm Depth	pH	有机质/ (g · kg ⁻¹) Organic matter	全 N/ (g · kg ⁻¹) Total N	全 P/ (g · kg ⁻¹) Total P	全 K/ (g · kg ⁻¹) Total K	缓效 K/ (g · kg ⁻¹) Slow- acting K	速效 K/ (mg · kg ⁻¹) Quick- acting K
1	0~20	4.96	18.4	0.707	0.191	11.7	0.167	31.9
	20~40	4.73	14.8	0.578	0.167	11.7	0.155	32.0
2	0~20	4.11	18.6	0.874	0.181	13.5	0.155	23.1
	20~40	4.18	15.1	0.566	0.137	13.9	0.138	16.3
3	0~20	4.93	18.2	0.617	0.222	10.5	0.114	20.2
	20~40	4.90	11.1	0.321	0.126	11.5	0.110	18.9
4	0~20	4.47	37.6	1.70	0.441	18.1	0.202	36.8
	20~40	4.43	35.8	1.47	0.278	17.8	0.194	28.6
5	0~20	4.49	24.7	0.735	0.129	12.6	0.126	20.8
	20~40	4.51	14.2	0.671	0.130	15.2	0.102	32.4
6	0~20	4.51	9.50	0.369	0.280	14.8	0.114	24.6
	20~40	4.34	15.2	0.558	0.310	15.6	0.133	25.4

土样 Sample	深度/cm Depth	交换性阳离子/(mmol · kg ⁻¹) Exchangeability cation				合计 Total	CEC/ (cmol · kg ⁻¹)	重金属元素/(mg · kg ⁻¹) Heavy metal elements			
		K	Na	Ca	Mg			Cu	Zn	Pb	Cd
1	0~20	0.92	2.02	8.59	10.8	22.30	17.4	35.6	102.8	ND	ND
	20~40	1.00	0.878	3.21	4.64	9.73	15.2	33.3	69.1	ND	ND
2	0~20	0.97	0.742	0.790	3.91	6.41	14.2	47.1	79.0	ND	ND
	20~40	1.07	0.691	0.822	3.63	6.21	16.0	52.1	91.7	ND	ND
3	0~20	0.93	5.61	12.9	30.1	49.5	16.8	41.3	88.9	ND	ND
	20~40	0.96	5.61	13.9	30.1	50.6	13.9	47.8	76.3	ND	ND
4	0~20	1.36	0.913	1.17	4.83	8.27	15.5	63.1	126.4	ND	ND
	20~40	1.42	0.887	0.607	4.69	7.60	16.5	44.3	118.2	ND	ND
5	0~20	0.92	1.34	0.260	7.13	9.39	27.5	29.4	71.0	ND	ND
	20~40	0.77	0.497	0.254	2.59	3.86	34.0	30.2	86.6	ND	ND
6	0~20	0.86	1.14	3.79	6.03	11.8	21.7	56.0	126.0	ND	ND
	20~40	1.28	1.18	1.85	6.25	10.6	26.0	58.0	110.0	ND	ND

2.4 交换性阳离子和 CEC

中国东南部红壤区高温多雨, 红壤中的盐基离子被淋失, 土壤表面负交换点基本上被离子半径小、电荷密度大的 H⁺ 所占据。因此, 表 2 所示的交换性阳离子的量都比较小, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ 合计量为 3.86~50.6 mmol/kg, 是温带土壤的 10% 左右^[4]。红壤粘性大, 土壤表面负交换点多, 反映土壤这一特性的阳离子交换容量 (CEC) 的数值比较大, 为 13.9~34.0 cmol/kg。表 2 数据还说明, 各样地均有缺钙现象, 适当施钙将能增加植物的生长量。

2.5 重金属

表 2 表明, 铜的含量为 29.4~63.1 mg/kg, 锌

的含量为 69.1~126.4 mg/kg, 无铅和镉检出。因此, 所有样地均无重金属污染^[5]。

3 措施与建议

综上所述, 供试土样有酸性强、易受酸雨影响的特点, 宜维持现状、封山育林, 以免土壤退化; 土样普遍缺 P, K⁺, Ca²⁺ 等, 不利于树木生长, 应适当补施磷肥、钾肥和钙肥; 多数土样的有机质和全 N 含量达到了南方旱土或水田的水平, 适于树木生长; 阳离子交换容量 (CEC) 大, 土壤保水保肥能力强。桃源县姚公塘土壤贫瘠且正在退化中, 应立即采取措施阻止土壤进一步退化。结合实地调查结果, 对各样地的

开发建议如下:

3.1 柏、樟和杉木林

该地应以封山育林为主。桃源县林科所的柏树林靠近桃花源风景区,可开发成森林旅游景点,供人们游憩。株洲市石峰区的樟树林靠近中心城市,可将过密的樟树移作城市绿化用树。桃源县尧河的杉树林,成熟砍伐后可继续利用杉树的再生萌发特性迅速成林,产投比高。

3.2 油茶疏林

油茶富含不饱和脂肪酸,是一种无污染的绿色食品。20 年来,茶油的价格涨了约 15 倍。油茶耐酸

耐瘠,病虫害少,易管理,经营油茶林有较高的产投比。桃源县桃花源和蓝山县黄花坪的油茶林可补栽良种油茶,还可用嫁接法改造原有油茶树。结合幼林抚育,可适当施用氮磷钾钙等长效肥。为防止污染,要慎用城市垃圾。

3.3 马尾松疏林

桃源县姚公塘地势较平,稀疏的几颗马尾松经济价值不大。可将其修筑成梯田以保持水土,由于该地交通方便,种植柑桔应该是一个不错的选择,并应多施有机肥料、种植豆科植物,逐步培肥和改造这里的贫瘠土壤。

[参考文献]

- [1] 曾希柏,刘更另.植被刈割对红壤酸度及有机无机复合状况的影响[J].土壤学报,2000,37(2):225-232.
- [2] 土壤标准分析·测定委员会编.土壤标准分析·测定法[M].日本土壤肥料学会监修.东京:博友社,1986.
- [3] 赵其国,张桃林,鲁如坤.我国东部地区土壤退化的时空变化、机理及调控对策的研究[J].土壤学报,2000,37(增刊):1-62.
- [4] 韩京龙,江头和彦,金福顺.中国东北部主要烟土壤的物理的および化学的性质[J].九大农芸誌,1998,52(3-4):183-192.
- [5] 陈学泽,龙春梅,张新民.树叶中锌、镉、汞的含量与环境质量的关系[J].中南林学院学报,2002,(2):77-79.

Study on chemical properties of some forest red soils of Hunan Province

CHEN Xue-ze¹, HAN Jing-long², EGASHIRA Kazuhiko²

(1 Department of General Studies, Central South Forestry University, Zhuzhou, Hunan 412006, China;

2 Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan)

Abstract: Chemical properties of red soils in 6 places in the forestry of Hunan China were studied. The result indicates, the soils were of strong acidity with pH 4.11-4.96; differences in the organic content were obvious, ranging between 9.50-37.6 g/kg; the contents of total nitrogen were not high, 0.321-1.70 g/kg; the content of total phosphorus were 0.126-0.441 g/kg; the contents of total potassium were relatively high, up to 10.5-18.1 g/kg; the content of exchangeability cation were widely different, ranging from 3.86-50.6 mmol/kg; Exchangeability cation CEC number value were up to 13.9-34.0 cmol/kg. The survey data of Cu, Zn, Pb and Cd indicate, the soils have not been polluted by heavy metals. In view of such conditions as the soil chemical property, vegetation and geographical position of the ground, etc. synthetically, corresponding development suggestions were put forward.

Key words: forestry red soil; chemical property of soil; forestry ecology; Hunan Province