

长江上游山地土壤的粘土矿物组成特征*

何毓蓉

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都, 610041)

佐藤幸夫

(日本千叶大学园艺学部, 松户市, 千 271)

提 要 以X射线衍射分析,研究了长江上游山地土壤的粘土矿物组成. 根据土壤粘土矿物组成分类,划分了粘土矿物地带. 采用土壤结构恢复试验,比较了不同粘土矿物组成土壤的结构形成特征.

关键词 长江上游 山地土壤 粘土矿物 土壤结构

长江上游山地土壤种类繁多. 随山地垂直地带分异,土壤类型的不同,土壤粘土矿物组成也有一定差异,并对土壤结构有较大影响. 对此尚需进行深入研究^[1]. 现以米仓山地和龙门山地为重点,研究海拔550—3900米的几类主要地带性土壤的粘土矿物组成特点及其对结构形成的影响.

一、供试土壤和研究方法

(一) 供 试 土 壤

供试土壤的基本情况和理化性状列于附表.

附表 供试土壤的理化性状¹⁾

Table The physical and chemical properties of used soils

土壤类型	采样地点	海拔 (米)	取样深度 (厘米)	土地利 用现状	pH (H ₂ O)	CBC ²⁾ (厘摩(+)/公斤)	土粒组成(%) ³⁾				有机质 (克/公斤)	全氮 (克/公斤)	有效磷 (毫克/公斤)
							①	②	③	④			
普通黄壤土	广元上西	550	20—40	荒地	7.30	28.77	1.10	45.76	35.74	17.40	2.3	0.53	0
普通黄壤土	安县茶坪	1560	10—25	农地	5.59	20.46	3.40	37.25	35.90	18.45	16.9	1.86	0
普通黄壤土	旺苍马家坪	2000	22—42	林地	5.90	29.53	6.44	43.83	31.86	17.87	10.7	0.98	0
石灰性褐土	黑水城后	2500	10—28	草地	8.11	29.63	1.30	38.91	30.89	28.92	14.0	1.35	4.6
准石质寒棕壤	平武杜鵑峰	3130	25—35	林地	5.90	57.13	3.39	37.14	38.62	20.85	—	—	—
腐殖质暗棕壤	黑水小堰口	3230	21—40	林地	5.80	24.47	17.62	24.01	32.80	25.57	35.2	2.90	1.6
普通寒棕土	黑水小堰口	3900	22—38	荒地	5.85	23.21	18.34	37.40	33.06	11.16	28.9	2.60	3.0

1) 罗有芳高级实验师、毛建华实验师以及孙颖、李恩顺同志等分析. 2) CBC 为阳离子代换量. 3) 粒径: ①>0.2毫米; ②0.2—0.02毫米; ③0.02—0.002毫米; ④<0.002毫米.

(二) 研 究 方 法

* 日本千叶大学园艺学部 Tomio Yoshida (吉田富男) 教授、Yoshimiki Amemiya (雨宫良干) 助教授、Hirofumi Shinoyama (筱山浩文) 讲师等对此研究工作给予指导和协助, 谨表谢意.

本文收稿日期: 1993-06-11.

1. 土壤粘粒(粒径 <0.002 毫米)提取

取20克土样(孔径0.25毫米筛筛分后的风干土),以30%双氧水除去有机质.对含碳酸钙的土壤先要以醋酸溶液除去后,再除有机质.然后用柠檬酸-碳酸氢钠-连二亚硫酸钠法除铁质化合物.用吸管法提取粘粒.

2. 粘土矿物鉴定

取适量粘粒分别以醋酸镁溶液和醋酸钾溶液,处理为镁饱和和定向薄片与钾饱和和定向薄片,作X射线衍射分析.镁饱和薄片再以甘油处理.钾饱和薄片依次加热至300和550($^{\circ}\text{C}$),分别再作X射线衍射分析.实验条件:铜/镍,40千伏,20毫安.

3. 土壤结构恢复试验

取土样50克,放于底部有小孔的塑料盒(垫吸水纸),在瓷盘中充分吸水后,点播萝卜种子,置人工气候箱内.保持土壤湿润,在人工光照和恒温条件(25°C)下,培养25日.

4. 土壤结构分析

以立体显微镜和扫描电镜观察土壤结构.

二、结果 和 分 析

(一)土壤粘土矿物组成

1. 土壤粘土矿物的X射线衍射谱特征

土壤粘土矿物的鉴定主要依据其面网间距 $d_{(001)}$ 在不同处理时的变化特征.

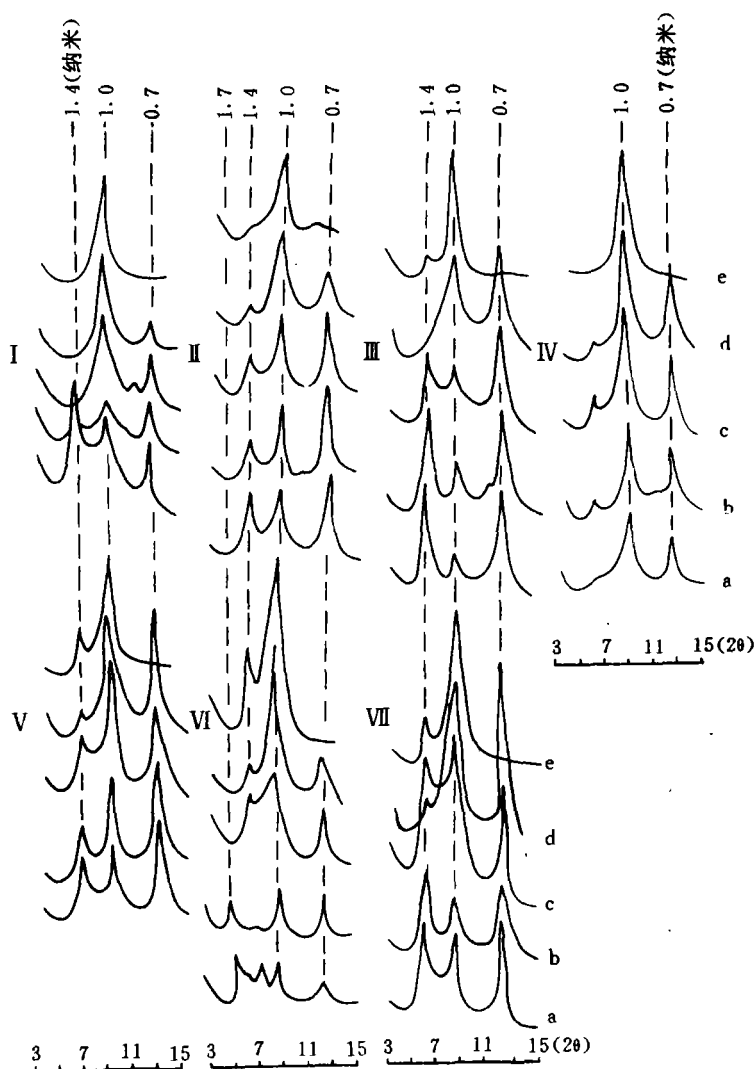
供试土壤的粘粒的X射线衍射谱(附图)主要有以下特征:1)普通黄褐土、普通准黄壤和普通黄棕壤的1.4纳米峰在镁饱和和处理及其加甘油处理时出现,而在钾饱和和加热 550°C 处理中都消失,这说明含有蛭石.其余除石灰性褐土外的各类土壤均有1.4纳米峰,并在各种处理中都出现,这表明含有绿泥石.2)各类土壤的1.0纳米峰在各种处理中都出现,强度也较大,这显示含有多量水云母.3)各类土壤的0.7纳米峰,除在钾饱和和加热 550°C 处理中消失外,在其余处理中都出现,且有一定强度,这说明都含有较多的高岭石.4)准石质寒棕壤的衍射峰在镁饱和和处理中都不突出.1.5纳米峰在加甘油处理后扩展为1.7纳米峰,这表明含有少量蒙脱石.5)各类土壤均有0.48纳米峰出现,但不强,这表明都含有少量的三水铝石.

2. 土壤粘土矿物组成特点

从以上各类土壤粘粒的X射线衍射谱特征分析可见,长江上游山地土壤粘土矿物组成可分四类:1)主要由水云母、高岭石和蛭石组成,土壤有普通黄褐土、普通黄棕壤和普通准黄壤;2)由水云母和高岭石组成,土壤有石灰性褐土;3)主要由水云母、高岭石和绿泥石组成,土壤有腐殖质暗棕壤、普通寒毡土;4)粘土矿物主成分不明显,水云母、高岭石、绿泥石、蒙脱石、三水铝石等均含有,但含量都不高,准石质寒棕壤属之.

上述表明:1)区内地带性土壤既含较多的水云母,又含较多的高岭石,粘土矿物组成呈过渡性;2)海拔较高处的土壤类型,如黄棕壤分布带以上的土类几乎不含有蛭石.这与某些学者的研究结果一致^[2].看来长江上游山区在粘土矿物分布地带性上,可以将黄棕壤

分布带上界作为界限,其以上为水云母—高岭石—绿泥石地带,其以下(含黄棕壤)为水云母—高岭石—蛭石地带.这与本区土壤水平地带类型有所不同^[3].



附图 土壤粘粒(粒径<0.002毫米)的X射线衍射谱

Figure The X-ray diffraction patterns of soil clay (diameter of soil partical <0.002mm)

土壤类型: I. 普通黄褐土; II. 普通准黄壤; III. 普通黄棕壤; IV. 石灰性褐土; V. 准石质寒棕壤; VI. 腐殖质暗棕壤; VII. 普通寒粘土. 处理方法: a. 镁饱和; b. 镁饱和加甘油; c. 钾饱和; d. 钾饱和加热300℃; e. 钾饱和加热550℃

(二)土壤粘土矿物组成对土壤结构的影响

1. 土壤微结构特征

在扫描电镜下观察,不同粘土矿物组成的土壤间土壤微结构也有明显差异.以水云母、高岭石、绿泥石组成的土壤,多为堆积状垒结^[4],土粒间桥结松,微孔隙不发育(照

片1)¹⁾。以水云母、高岭石、蛭石组成的土壤,多呈絮凝交织状垒结^[4],土粒间有聚合特征,微孔隙较发育。后者的粘土矿物组成,有利于较好的土壤结构形成(照片2)。

2. 土壤结构形成状况

土壤结构恢复试验是在对土壤原有结构进行机械破坏后,再由水分作用和植物生长,使其恢复。结果看出,不同粘土矿物组成的土壤结构恢复状况有一定差别。

试验后用立体显微镜观察土壤原状样品,以水云母、高岭石、绿泥石组成的土壤结构发育不明显,有一些细孔隙(孔径 <0.05 毫米),结构体团聚化较差,或者无结构体形成(照片3)。而以水云母、高岭石和蛭石为主组成的土壤则有较多的结构体形成,土壤团聚化作用显著,土壤结构间孔隙、各类粗细孔隙都较发达,土壤结构恢复状况明显优于其他粘土矿物组成的土壤结构恢复状况(照片4,5)。其他组成类型土壤的结构恢复状况介于二者之间(照片6)。

以上土壤结构恢复试验结果说明,区内的垂直地带土壤中,土壤结构的形成和恢复能力因其粘土矿物组成类型不同而有差别。含蛭石的普通黄棕壤、普通黄褐土和普通准黄壤的结构恢复力较强,结构形成较好。而其余土壤的结构恢复较差。

三、讨 论

粘土矿物是构成土壤胶体的重要成分,因此粘土矿物组成对土壤肥力有重要影响。长江上游山区土壤肥力的地域分异和垂直差异都较大,其中土壤粘土矿物成分分异是重要原因之一。2:1型膨胀性粘土矿物(如蛭石、蒙脱石等)在水热特性、吸收性及其他物理性上,对土壤结构形成有良好影响。所以这类粘土矿物在土壤中含有一定数量时,有助于增进土壤的肥力。长江上游山区海拔 >2000 米处的土壤中,除腐殖质暗棕壤含少量蒙脱石外,其余土壤都不含有蛭石和蒙脱石。土壤肥力的功能物质组成显然有缺陷^[5]。这些土壤在结构受到破坏时不易恢复,土壤肥力具有脆弱性,因而土壤在外界不利因素影响下容易发生退化现象。

在野外调查中可见,本区海拔 >2000 米处,在植被破坏后,土壤肥力急剧降低,土壤退化发生较严重,这表明当地的土壤应重在养护,不宜过垦过伐或其他过度利用,要采取保护性利用措施。

参 考 文 献

- (1) 钟祥浩等,1992,长江上游环境特征与防护林体系建设(川江流域部分),北京,科学出版社,第32—46页。
- (2) Li Xueyuan,1990,The 1:1 intergrade mineral of soils in the southern of China. 14th International Congress of Soil Science Transactions, Kyoto, Japan, 7, 34—38.
- (3) 熊毅、李庆远主编,1987,中国土壤(第二版),北京,科学出版社,第376—385页。
- (4) 中国科学院成都分院土壤研究室,1991,中国紫色土(上篇),北京,科学出版社,第151页。

1)本文照片见刊末图版I。

- [5] 何毓蓉, 1991, 米仓山林区土壤的肥力特征及保护研究, 水土保持学报, 5(4), 第 73—79 页.

FEATURES OF CLAY MINERALS IN MOUNTAIN SOILS AT THE UPPER REACHES OF THE CHANGJIANG RIVER

He Yurong

*(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences
& Ministry of Water Conservancy, Chengdu, 610041)*

Sato Yukio

(Faculty of Horticulture, Chiba University, Matsudo 271, Japan)

Abstract

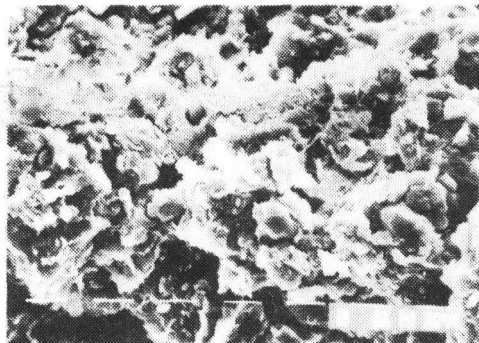
Utilizing the method of X-ray diffraction analysis, in detail, dealt with the composition of soil clay minerals of the mountain soil vertical zonality in the mountain area of the Changjiang River. There were 4 types of soil clay minerals make-up, i. e. : 1. hydromica, kaolinite, chlorite; 2. hydromica, kaolinite, vermiculite; 3. hydromica, kaolinite; 4. unclear principal composition of clay minerals. The distribution-zonality of yellow-brown soils regarded as the boundary line (at the altitude of about 2000m), the zonalities could be divided. Above the line, the zonality of soil clay minerals is that of hydromica, kaolinite, and chlorite; below it, belongs to that of hydromica, kaolinite and vermiculite.

To contrast the genesis characters of soil structure among the soils made of different clay minerals, the simulation experiment on soil structure recovery had been done. The soil micro-structure with soil clay minerals mainly consisting of hydromica (kaolinite), vermiculite is the best, and its recovering capability is the strongest, too.

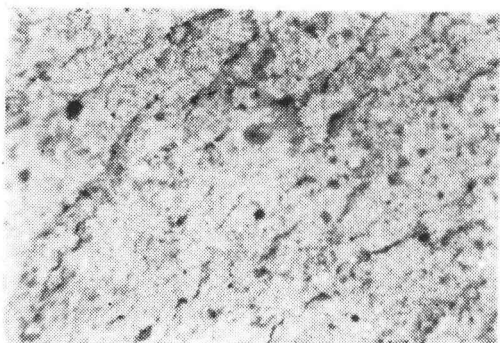
Key words upper reaches of Changjiang River, mountain soil, clay mineral, soil structure



照片 1 以水云母、高岭石、绿泥石为主的土壤微结构
(扫描电镜1000×)



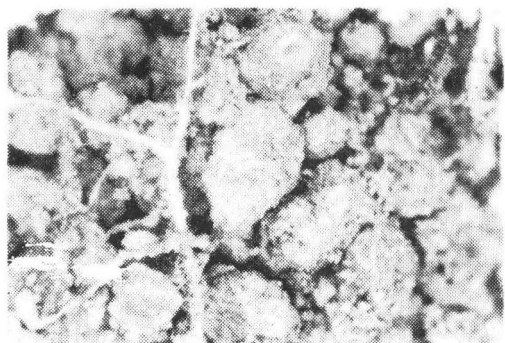
照片 2 以水云母、高岭石、蛭石为主的土壤微结构
(扫描电镜1000×)



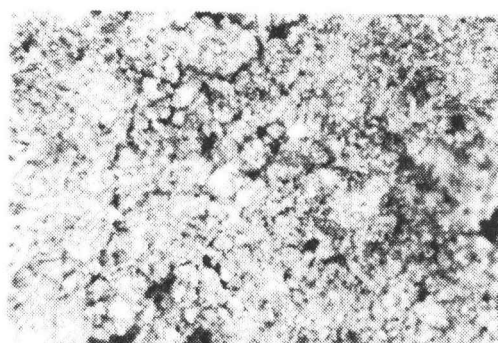
照片 3 以水云母、高岭石、绿泥石为主的土壤结构恢复状况
(立体显微镜10×)



照片 4 以水云母、高岭石、蛭石为主的土壤结构恢复状况
(立体显微镜10×)



照片 5 以水云母、高岭石、蛭石为主的土壤结构恢复状况
(立体显微镜10×)



照片 6 粘土矿物上成分不明显的土壤结构恢复状况
(立体显微镜10×)

(照片均由何毓蓉摄)