

辽西褐土的细粒矿物组成*

谢萍若 左敬兰 吴彦明

(中国科学院林业土壤研究所)

辽宁省西部是低山丘陵区,年平均温度 7.1°C ,年平均降雨量400—500毫米,降雨集中在夏季,具有明显的大陆性气候特征,干燥度小于1,属半干旱类型。植被为油松柞木和草原灌木丛林。土壤属棕色森林土向栗钙土过渡的褐土地带。母质主要为花岗片麻岩风化物。山麓缓坡和河谷两岸为黄土丘陵。在黄土沉积物覆盖层下,常见红色风化壳露头,即红色粘土层。此外,并有松软易风化岩层,如砂岩、页岩和变质岩等。本区近百年来,由于自然植被受到严重破坏,大量水土流失,土壤侵蚀严重,土壤有机质含量低,成为辽宁省的低产区^[2]。因此,鉴定本区不同母质的土壤矿物胶体组成及其特征,不仅可以研究这一特定自然条件下土壤矿物的转化和形成,并且有助于了解土壤特性和肥力特征。

一、供试土样和方法

剖面1(辽-15):简称“棕林”,发育在花岗片麻岩残积坡积物上并混有黄土物质的棕色森林土,采自辽宁省建平县卧龙岗丘陵中上部,植被为兴安胡枝子、隐子草,土壤质地为粉砂质中壤—重壤土。

剖面2(辽-10):简称“淋褐”,发育在红色粘土上的淋溶褐土,采自辽宁省建平县卧龙岗丘陵坡中上部,耕地,作物生长不良,土壤质地为中—重壤土。

剖面3(辽-20):简称“辽褐”,发育在黄土母质上的褐土,采自辽宁省建平县卧龙岗丘陵中部,耕地,土壤质地为粉砂轻壤土,呈石灰反应。

剖面4(AC-39):简称“赤褐”,也是发育在黄土母质上的褐土,采自赤峰南山缓坡,植被为百里香,土壤质地为轻—中壤土,呈石灰反应。

剖面5(辽-53):简称“紫褐”,发育在紫色页岩坡积物上的残余碳酸盐褐土,采自辽宁省朝阳地区喀左县大营子东北丘陵缓坡中部,附近种果树,土壤质地为中壤土,呈石灰反应。

土壤矿物胶体组成的研究应用了下列方法。

1. 粘粒样品的提取 将土壤标本除去粗有机质后,用稀盐酸除去碳酸盐,用揉磨和化学处理(加稀 NaOH)使之分散,采用沉降法分离出全部 $<1, 1-5, 5-10$ 微米粒级。各粒级悬液加稀盐酸至 $\text{pH} 3$ 左右使之絮凝,用蒸馏水更换上清液,直至氯离子基本洗净,在 60°C 恒温水浴上烘干,称重,供分析用。

2. 粘粒化学全量分析 用 HClO_4 - HF 在铂皿中蒸煮,原子吸收分光光度计测定镁和铁,火焰光度计测定钾^[1]。

游离氧化铁测定:将0.200克样品用连二亚硫酸钠-柠檬酸钠-碳酸氢钠处理2—3次,同上法测铁。

3. X射线衍射分析^[4] 将 <1 微米样品先用双氧水去除有机质,用连二亚硫酸钠-柠檬酸钠-碳酸

* 工作是在宋达泉教授指导下进行;并承张学询等同志提供样品;张丽珊同志协助红外分析,一并在此致谢。

氢钠法去除游离铁,再分别用 Mg 饱和、Mg 饱和甘油化、K 饱和、K 饱和并 550℃ 灼热二小时四种处理,制成定向薄膜,主要测定 $\alpha(001)$ 衍射峰。同时用 Mg-甘油法作 1—5 微米部分的衍射谱,并选各剖面的 C 层,用 1N 柠檬酸钠、6N HCl、550℃ 灼热处理后与水悬液薄膜法对照,对 5—10 微米粒级作 14 Å 矿物的鉴定。所有分析都采用铜靶 K_{α} 辐射,在 YPC-50H 衍射仪上进行,管压 40kV,管流 10mA,光阑 $0.5 \times 0.5 \times 0.1$ 毫米,计数速率 200 脉冲/秒,样品转速 $1^{\circ}/\text{分}$ 。

4. 电子显微镜照像 样品采用分散悬浮和薄膜透射法在 JEM-100B 电子显微镜上进行观察和照相,放大倍率 4—8 万倍。根据矿物胶体的形状和轮廓、边缘清晰程度和层片结构特征判断粘土矿物类型。

5. 差热和失重分析 取 20 毫克已在 50% 相对湿度 (30℃) 下保存一周的样品在 30—720℃ 下同时作差热和失重分析,在 TG-DSC 微量热分析仪上进行。

6. 红外吸收光谱分析 将粘粒样品在玛瑙研钵中细磨 3 分钟,再与 KBr 按 1:100 比例混合研磨,在 8 吨压力下压 1 分钟制成透明薄片,在 IR-27G 型仪器上进行。

二、结果与讨论

(一) 土壤和粘粒的一般性质

从表 1 可见,发育在花岗片麻岩碎屑残积物上的土壤具有较粗的机械组成,粘粒含量为 12—20%。较古老的红色粘土上的土壤,粘粒含量约为 40%。黄土母质和紫色页岩上的土壤,粘粒含量则介于两者之间,为 21—26%。游离铁是土壤矿物的风化产物,在半干旱排水好的自然条件下,粘粒游离铁和全量铁的相对含量可以作为衡量土壤风化程度大小的标志。一般来说,比值大,风化度较大。我们所得的结果是:花岗片麻岩母质上的土壤,比值为 28%;红色粘土母质上的土壤,比值高达 50%。土壤粘粒最大吸湿量为粘粒外表面和层间吸湿量的总和,后者与膨胀粘土如蒙皂石、蛭石及其混层矿物含量有关。从表 1 可以看出,最大吸湿量和膨胀倍数按紫褐>棕林=淋褐>辽褐=赤褐次序递减,即紫色页岩上的土壤为最高,黄土性母质上的土壤最低。土壤粘粒阳离子交换量按紫褐>棕林>辽褐>淋褐>赤褐的次序递减。红色粘土上的土壤最大吸湿量和膨胀倍数都较高,而阳离子交换量较低。粘粒中的镁离子是粘土晶格八面体中,尤其是蒙皂石、蛭石晶格中的主要成分,表中粘粒含镁量按紫褐>棕林>辽褐>赤褐>淋褐而递减,亦表明以紫色页岩上的土壤含量高,黄土母质上的土壤低,红色粘土上的土壤含镁量最低。粘粒中的钾主要结合于云母类矿物中,以层间阳离子状态存在,其含量按赤褐>辽褐>棕林=淋褐=紫褐次序依次递减。与上述的最大吸湿量和交换量的关系呈相反序列。唯有红色粘土上的土壤例外,含钾量又最低。

(二) 土壤细粒矿物组成

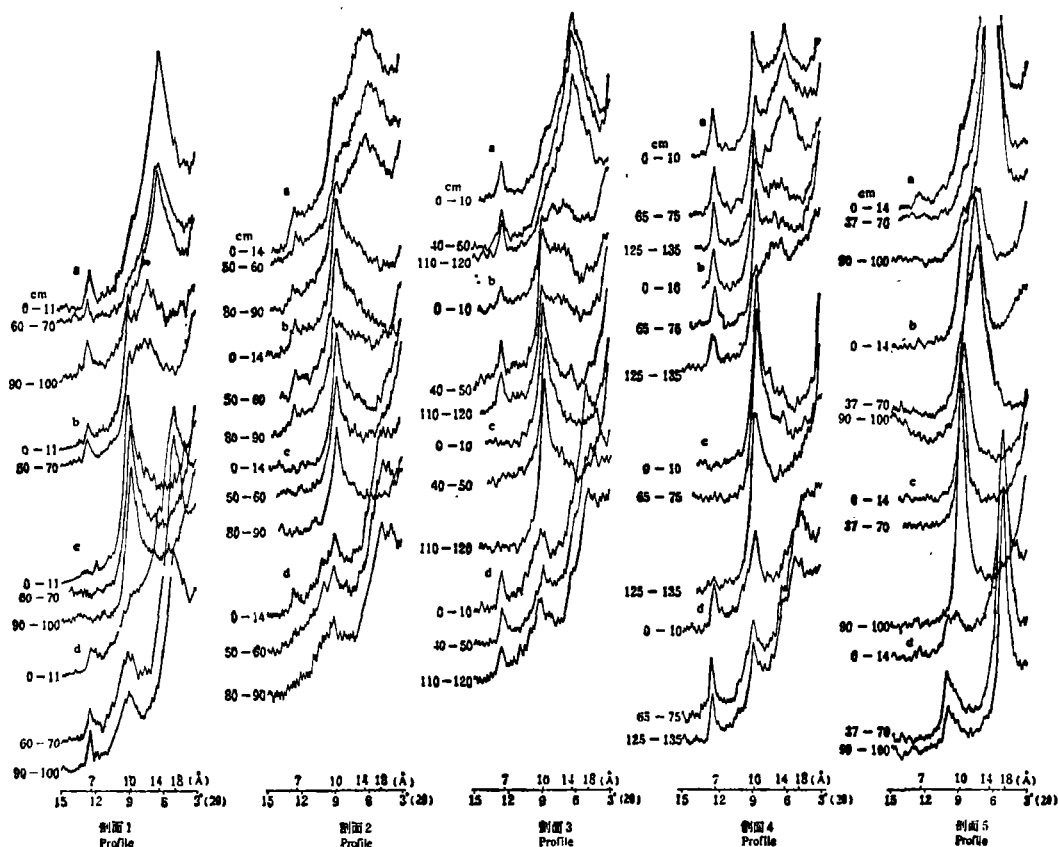
在棕色森林土的 X 射线衍射图谱(图 1)中, Mg 饱和粘粒都有很强的 14.7 Å 对称衍射峰,与 10 Å 峰相连成较宽峰, 7.15 Å 峰低。 K 饱和处理使 14.7 Å 峰收缩为 10 Å 和 12.4 Å 两个峰,绿泥石的 14 Å 峰不明显。经 550℃ 处理,合并为 10 Å 强峰, 7.15 Å 峰消失。 Mg-甘油处理后,除 A 层留有 14 Å 反射外,几乎全都扩展到 17.7 Å。以上结果说明棕色森林土粘粒以蒙皂石和水云母为主,并有蛭石和少量高岭石。水云母在 C 层含量较

表 1 土壤及粘粒的一般化学性质
Table 1 General chemical properties of the soils and clay fraction

剖面编号 Profile No.	成土母质 Parent material	土层深度 (cm) Depth	腐殖质 (%) O.M.	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ (%)	土壤交换性阳离子 (meq/100g) Exchangeable cations of soil				粘 粒 Clay fraction							
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	Al ⁺⁺⁺	粘粒量(%) Content of clay	最大吸湿量(%) Maximum hydroscopicity	阳离子交换量 (meq/100g) C.E.C.	膨胀倍数* Degree of swelling	(%)			
														K ₂ O	MgO	Fe ₂ O ₃	Free Fe ₂ O ₃
1 (棕林)	花岗岩麻岩 Granite- gneiss	0—11 A	0.61	7.65	0.93	22.14	5.77	0.03	0.03	12.5	—	67.3	—	1.70	3.27	13.18	3.76
		15—25 AB	0.42	7.19	1.05	24.47	6.43	0.03	0.03	21.0	—	65.3	2.8	1.86	2.81	12.22	3.40
		60—70 B	0.34	7.20	1.22	25.12	5.61	0.04	0.01	19.5	25.50	66.3	2.3	2.04	2.79	11.73	3.19
		90—100 C	—	8.87	5.70	31.76	3.35	trace	trace	20.4	24.47	67.6	1.8	2.10	3.23	12.10	3.05
2 (淋褐)	红色粘土 Red clay	0—14 A	0.47	7.82	0.30	25.53	2.45	0.03	trace	32.5	—	58.8	2.0	1.85	1.80	10.90	5.01
		25—35 B ₁	0.18	6.70	0.40	25.63	2.47	0.03	0.02	40.0	—	55.6	2.6	1.76	1.76	9.58	4.69
		50—60 B ₂	0.15	6.63	0.40	26.39	2.77	0.03	0.01	40.0	26.08	56.9	2.8	2.12	1.93	9.10	3.40
		80—90 C	0.14	6.40	0.40	25.82	2.21	0.04	0.01	38.0	24.08	55.8	2.5	1.67	1.90	9.94	3.36
3 (辽褐)	黄土母质 Loess	0—10 A	0.86	7.95	5.67	—	—	—	—	20.8	—	63.3	2.0	2.20	2.59	9.40	3.15
		40—50 AB	0.78	7.86	14.41	—	—	—	—	21.9	—	65.5	2.3	2.36	2.88	9.21	3.00
		80—90 BC	0.55	7.86	11.75	—	—	—	—	24.1	23.00	68.9	2.3	2.30	2.86	9.01	3.33
		110—120 C	0.43	8.09	12.55	—	—	—	—	23.5	21.88	64.3	2.5	2.25	2.90	9.00	3.19
4 (赤褐)	黄土母质 Loess	0—10 A	—	7.5	—	—	—	—	—	—	—	53.5	—	2.86	2.50	8.15	3.43
		20—30 AB	—	7.5	—	—	—	—	—	—	—	52.5	2.4	2.70	2.31	8.01	3.62
		65—75 B	—	7.7	—	—	—	—	—	—	22.04	52.5	2.0	2.64	2.44	8.28	3.58
		125—135 C	—	7.8	—	—	—	—	—	—	21.41	50.0	2.4	2.70	2.69	8.20	3.00
5 (紫褐)	紫色页岩 Purple shale	0—14 A	1.14	7.76	4.91	—	—	—	—	26.6	—	73.8	3.0	1.77	2.84	7.69	1.95
		14—37 B	0.58	8.14	5.48	—	—	—	—	24.5	—	77.1	3.2	1.75	—	—	1.43
		37—70 BC	0.35	8.07	3.72	—	—	—	—	24.4	36.37	77.0	3.2	1.92	3.36	6.47	1.43
		70—100 C	—	7.95	2.84	—	—	—	—	22.8	29.53	75.0	3.5	2.26	3.52	5.70	1.47

* 1 克试样于 100 毫升 0.25N HCl 溶液中静置 24 小时后比较原体积增长的倍数。

Increase by times of 1 g sample putting in 100ml of 0.25N HCl for 24 hrs. in comparison with the initial volume.



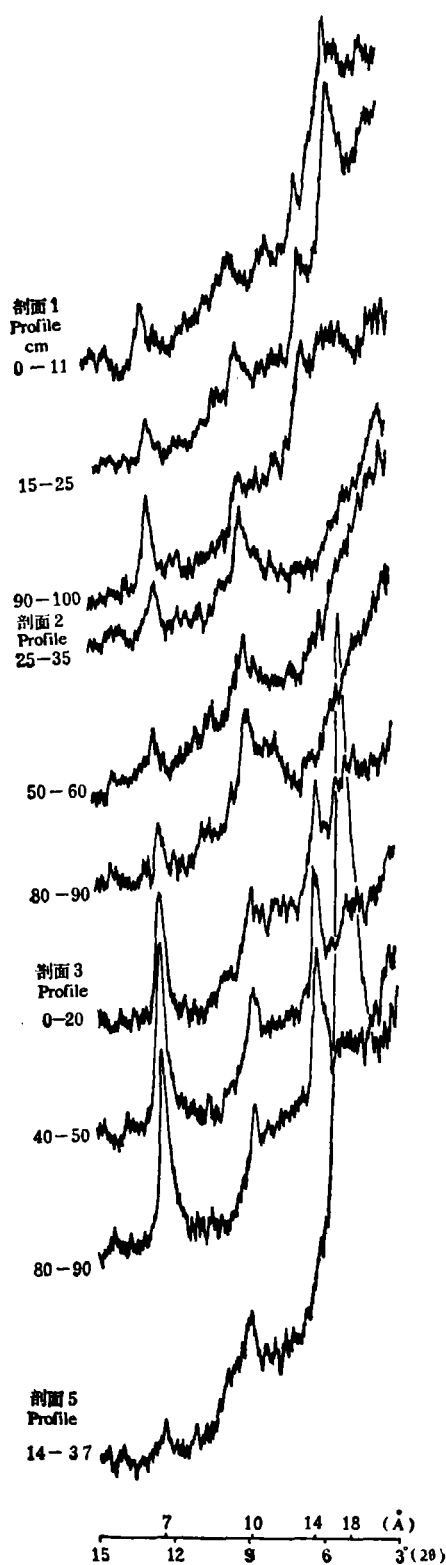
a. 镁饱和, 风干 Mg, air dry b. 钾饱和, 风干 K, air dry
c. 钾饱和, 550℃ K, 550℃ d. 镁饱和, 甘油化 Mg, glycerol

图1 剖面1—5粘粒(<1μ)不同处理的X射线衍射谱(CuKα)

Fig. 1 X-ray diffraction patterns of clay fraction (<1μ) of profiles No. 1-5 with various treatments (CuKα)

高, 结晶度较好, 根据全钾含量, 可推断约含水云母 30% 左右。1—5 微米粒级的 X 射线衍射图谱 (图 2) 与粘粒的结果相仿, 但 14.2 Å 峰较明显, 下层 12.2 Å 峰随 14.2 Å 峰增强而减弱。5—10 微米粒级未经处理前 (图 3), 除 7 Å 峰外, 有 14 Å 强峰, 此峰经 1N 柠檬酸钠温热十分钟后峰变宽, 用 6N HCl 微沸 10 分钟后有所减弱, 并仍有 7 Å 峰, 经 550℃ 处理后分离成 10 Å 强峰和 14 Å 小峰, 说明其中除蛭石外还有不太稳定的绿泥石存在。1—5 微米情况相同 (图略)。由热谱 (图 4) 可见, 粘粒在 50% 相对湿度下有较大的低温吸热峰, 吸着水量为 11.69%, 积分热量曲线吸热谷成非对称形, 脱水温度延伸与膨胀性矿物的内表面积有关。485℃ 吸热峰属水化针铁矿及层间铁铝氢氧化物的热效应。在电子显微镜下观察, 大多粘粒为边缘轮廓不清晰的等度片状体。

由图 1 剖面 2 淋溶褐土 X 射线衍射图谱可见, Mg 饱和粘粒都呈 14.7 Å 为主的不对称宽衍射峰, 与 10 Å 峰相连, 并有 7.15 Å 低峰。K 饱和处理使 14.7 Å 峰收缩, 呈肩状向



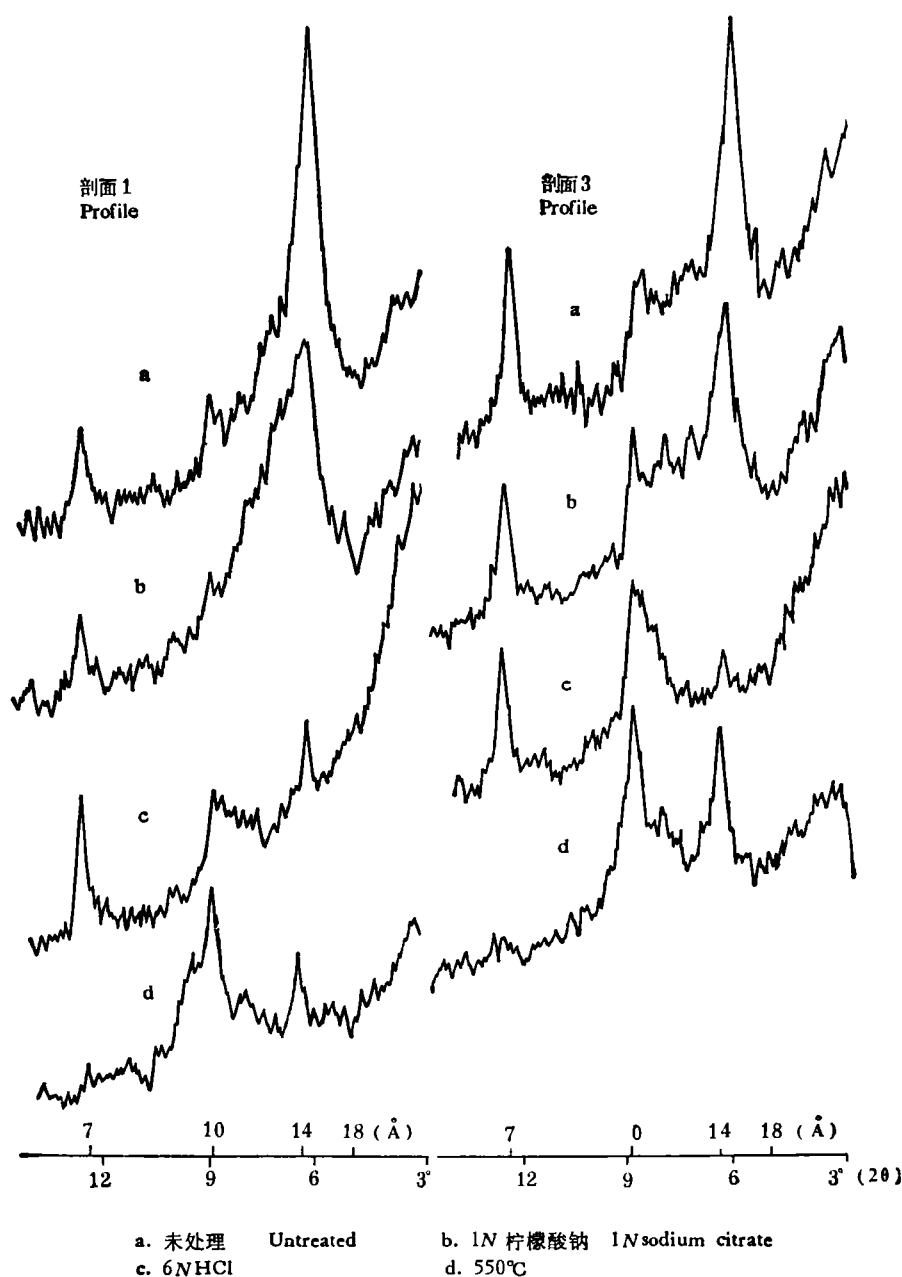
10 Å 峰过渡, 10 Å 峰显著增强。经 550°C 灼热处理, 合并为 10 Å 峰, 7.15 Å 的高岭石峰也消失。Mg-甘油处理的样品表明有蒙皂石低峰和水云母宽峰, C 层并出现 22 Å 峰, 可能有水云母-蒙皂石无序混层物。水云母的 001 和 003 衍射分别向低角度和高角度弥散成不对称峰, 似属变质 (degraded) 伊利石。1—5 微米粒级的 X 射线衍射图谱 (图 2) 表明主要为伊利石, 并有水云母和蛭石的有序混层物 (12.4 Å) 和高岭石 (7.15 Å)。粘粒的红外吸收光谱分析 (图 5) 表明剖面 2 高岭石的吸收带 ($3690, 3620 \text{ cm}^{-1}$) 最明显, 含量约 5%, 结晶度低。由热谱 (图 4) 可见, 吸着水量为 10.77%, 表明其内表面积小; 485°C 吸热谷较强, 即水化针铁矿和层间氢氧化铁 (铝) 含量高。由电子显微镜照相可见, 矿物呈边界清晰、衬度低的片状晶体, 由解理面风化的层状结构特征很明显, 细粒状矿物成链状集合体, 具赤铁矿的形态 (图版 I, 照片 1A 和 B)。

剖面 3 和剖面 4 都是石灰性黄土母质上的褐土, 但矿物组成有比较明显的差异。

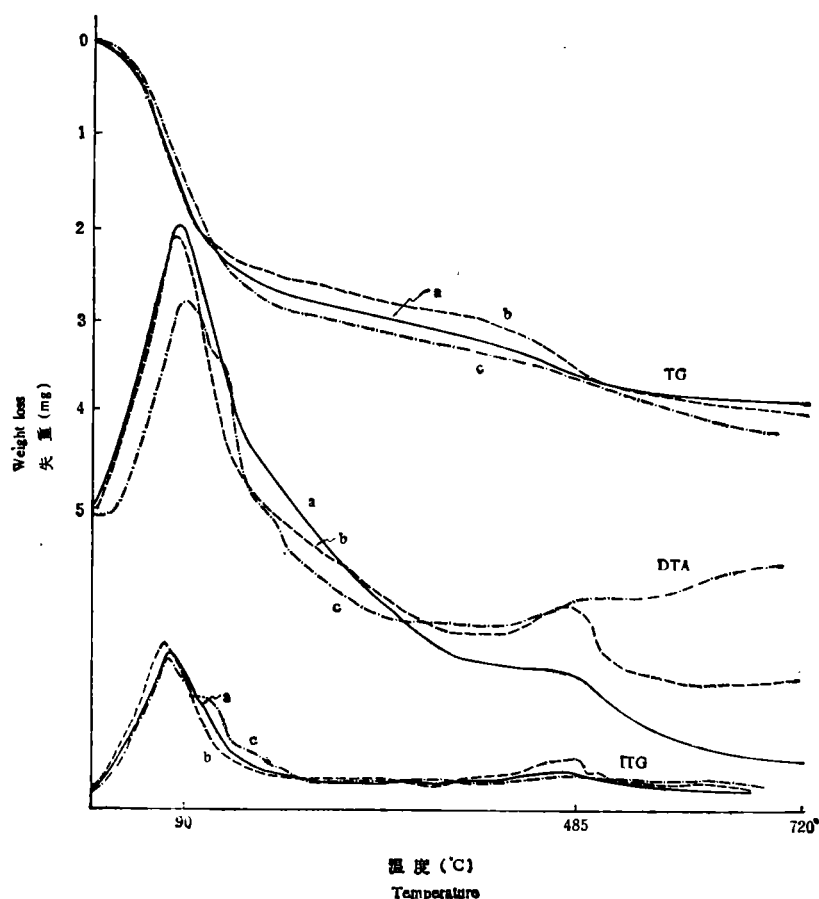
由图 1 中剖面 3 (辽褐) 粘粒的 X 射线衍射图谱可见, Mg 饱和时都有明显的对称 14.7 Å 强衍射峰, 与 10 Å 峰连成较宽峰, 7.15 Å 峰高。K 饱和和处理使 14.7 Å 峰收缩为 14.4—11.3 Å 宽峰和 10 Å 峰。经 550°C 处理合并为 10 Å 强峰, 并有明显的 14.2 Å 绿泥石峰。Mg-甘油处理后, 14 Å 反射扩展为 17.7 Å 峰。以上结果说明这种褐土的粘粒主要含水云母, 并有蒙皂石和绿泥石, 以及它们的混层矿物, 高岭石含量很少。矿物结晶度较好, 在剖面中分布较均匀。由 1—5 微米粒级的图谱 (图 2) 可见 17.7 Å 峰大为减弱, 10 Å 峰明显增强; 在 B 和 BC 层随着 12.2 Å 峰消失, 14.4 和 7.15 Å 峰增强, 整个剖面绿泥石含量都很高。二八面体云母 (060) 晶面 1.50 Å 衍射峰较强。显然, 这有别于剖面 1

图 2 剖面 1, 2, 3, 5 的 1—5 μ 粒级的 X 射线衍射谱, Mg-甘油取向薄膜

Fig. 2 X-ray diffraction patterns of 1—5 μ fractions of profiles No. 1, 2, 3 and 5 with Mg-glycerol treatment

图3 剖面1和3C层5—10 μ 粒级的X射线衍射谱Fig. 3 X-ray diffraction patterns of 5—10 μ fractions in horizon C of profiles 1 and 3

(棕林)的组成。未经处理的5—10微米原样有14 $\text{\AA}$ 强峰,经1N柠檬酸钠温热十分钟14 $\text{\AA}$ 峰不变,6N HCl 微沸十分钟14 $\text{\AA}$ 峰大为减弱,550 $^{\circ}\text{C}$ 灼热两小时剩下14 $\text{\AA}$ 和10 $\text{\AA}$ 强峰,说明此粒级中稳定的绿泥石含量较剖面1为高(图3)。在电子显微镜观察中见有轮廓较清晰、衬度较低的薄片状矿物集合体,可能是风化的水云母,由于水化膨胀、晶片呈卷曲状;同时,可见到薄片重叠引起的干涉波纹(图版I,照片1C)。



- a. 剖面 1 (Profile 1) 15—25cm (sample weight 19.25 mg, 30°C)
 b. 剖面 2 (Profile 2) 25—35cm (sample weight 19.5 mg, 30°C)
 c. 剖面 5 (Profile 5) 37—70cm (sample weight 20.0mg, 27°C)
 差热曲线 DTA (Differential thermal curves)
 热重曲线 TG (Thermogravimetric curves)
 微分热重曲线 ITG(Integral thermogravimetric curves)

图 4 土壤粘粒 (<1 μ) 的差热和失重分析

Fig. 4 Differential thermal and thermogravimetric analysis of clay fraction (<1 μ)

由图 1 中剖面 4 (赤褐) 粘粒的 X 射线衍射图谱可见, Mg 饱和时除 14 Å 峰外, 尚有很明显的 10 Å 较强衍射峰, 由表层向下 14.4 Å 峰逐渐增强变宽, 而 10 Å 峰降低, 并有 12 Å 峰, 7.15 Å 峰相当高。K 饱和处理使 14.4 Å 部分收缩为 10 Å 峰。经 550°C 处理结果, 合并为 10 Å 峰, 全剖面有 14.4 Å 峰, 7.15 Å 峰也消失。Mg-甘油处理的样品, 14 Å 反射扩展到 17.7 Å, A 层水云母峰强, 较对称。以上结果说明这一种褐土剖面内粘粒矿物组成虽和剖面 3 (辽褐) 相似, 但水云母和绿泥石含量显著增高, 它们在剖面中的分异明显, 随剖面向下水云母蒙皂石混层矿物增加, 并见有水化黑云母。粘粒全钾量和全镁量的变化, 与此鉴定结果相符。

由图 1 中剖面 5 (紫褐), 粘粒的 X 射线衍射图谱可见, Mg 饱和粘粒的 14.7 Å 峰非常强, 10 Å 峰不明显, 7.15 Å 峰仅见于 A 层。K 饱和处理结果, 14.7 Å 峰收缩为 12.4 Å

峰, 在表层并与 $14\text{ \AA}$ 和 $10\text{ \AA}$ 峰连成稍宽峰。经 550°C 处理, 合并为 $10\text{ \AA}$ 强峰, A 层的 $7.15\text{ \AA}$ 小峰也消失。Mg-甘油处理样品中 $14\text{ \AA}$ 峰扩展为 $17.7\text{ \AA}$ 强峰, 并有 $8.85\text{ \AA}$ 的 002 衍射。以上结果说明这个剖面的粘粒中蒙皂石含量很高, BC 层尤为显著, 矿物结晶度好; 此外, 表层并有水云母和极少量绿泥石(14.2 和 $7.15\text{ \AA}$)。1—5 微米粒级的矿物组成(图2)大体与粘粒相同。二八面体云母(060)晶面 $1.50\text{ \AA}$ 衍射峰较其他土壤为强(图略)。由图 4 热谱可见, 吸着水量为 12.75% , 低温吸热峰宽, 积分热重曲线呈双谷形, 是内表面积和有效表面积较大的特征。电子显微镜照相中轮廓模糊的絮状集合体和雾状背景显示其中主要是蒙皂石(图版 1, 照片 1D)。

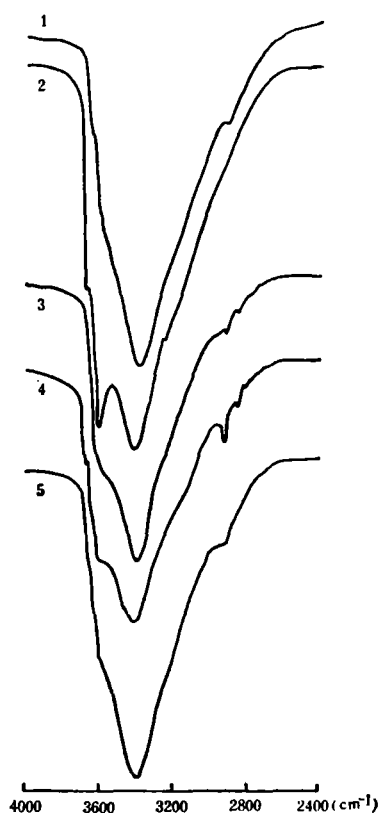
根据各方面的研究结果, 五种土壤的粘粒矿物可大致归纳为表 2。剖面 1(棕林)为水云母-蒙皂石-蛭石, 吸湿量、交换量和含镁量均较高。剖面 2(淋褐)主要为水云母和水云母-蒙皂石无序混层物, 矿物分散度大, 含钾量相对较少, 水化度、膨胀性和交换量较一般土壤中水云母为高。剖面 3(辽褐)和 4(赤褐)为水云母-绿泥石-蒙皂石组成, 钾、镁含量较高, 吸湿量和交换量相对较低。尤其是剖面 4 水云母结晶度好、绿泥石含量较高, 阳离子交换量减少。剖面 5 为富含蒙皂石的沉积母质, 其最大吸湿量、膨胀性和含镁量均最高。

上述土壤中, 除紫色页岩上的土壤外, 都富含云母类矿物。这些云母类矿物随母质来源和土壤风化的环境条件而进行着不同的分解和转化过程^[3]。(1) 黑云母→三八面体蛭石→次生绿泥石或三八面体蒙皂石(2) 二八面体云母和水云母→伊利石→二八面体蛭石和二八面体蒙皂石。

剖面 1(棕林)的母质系花岗片麻岩的风化物。镜检 5—10 和 10—50 微米粒级, 长石较少, 黑云母风化体多, 白云母自形体较多, 并见有晶形好的绿泥石, 在中性和弱碱性介质中, 主要有(1)式的演变过程。

剖面 2(淋褐)的母质为红色粘土, 是古代湿热气候下脱硅富铝作用的产物。镜检 5—10, 10—50 微米粒级, 碎屑状白云母和鳞片状绢云母多, 并多风化集合体, 风化长石他形体多, 在中性介质中有(2)式的演变过程。

剖面 3 和 4 系更新世石灰性松散黄土堆积物所发育。镜检 5—10, 10—50 微米粒级, 突起的白云母多, 黑云母风化不明显, 多长石自形体, 有少量晶形好的绿泥石; 处于(1)式和(2)式的演变过程。



1. 60—70cm 2. 25—35cm 3. 40—50cm
4. 125—135cm 5. 37—70cm

图 5 土壤粘粒红外吸收光谱图

Fig. 5 Infrared spectra of clay fraction

表 2 土壤粘粒中矿物的相对含量比较*

Table 2 The relative content of minerals in clay fraction of soils

矿物组成 Mineral constituent	Profile No. 剖面号	1 (棕林)	2 (淋褐)	3 (辽褐)	4 (赤褐)	5 (紫褐)
水云母 Hydromica		++	++	+++	++++	++
蒙皂石 Smectite		++	+	+	+	++++
蛭石 Vermiculite		+	+	-	-	-
绿泥石 Chlorite		少 Scarce	-	+	+	微 Trace
蒙皂石-水云母混层物 Smectite-hydromica		+	++	+	少 Scarce	-
高岭石 Kaolinite		微 Trace	少 Scarce	微 Trace	微 Trace	微 Trace
针铁矿和赤铁矿 Goethite and hematite		少 Scarce	少 Scarce	少 Scarce	少 Scarce	微 Trace

* 表中 ++++ 估计为 50—70%; +++ 30—50%; ++ 20—30%; + 10%; 少 3—5%; 微量 2%左右; - 未检出; 高岭石含量根据红外吸收光谱判读。

剖面 5 (紫褐) 为中生代紫色页岩所发育的, 有黑云母和白云母风化体, 多长石他形体, 表层可能有绿泥石化过程。

三、小 结

辽西五个土壤剖面的研究表明, 在花岗片麻岩、红色粘土、黄土和紫色页岩上发育的土壤粘粒都普遍富含水云母和蒙皂石类矿物。蒙皂石多以混层矿物存在, 绿泥石除碎屑继承外还有蛭石的绿泥石化过程。粘土矿物在剖面内的分异不很明显。各土壤粘土矿物组成和粘粒阳离子交换量等结果很一致。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所, 1977: 土壤理化分析法。274—277 页, 上海科学技术出版社。
- [2] 张学询、庄季屏等, 1980: 辽宁叶柏寿地区土壤的基本物理性质与土壤侵蚀。土壤通报, 第 5 期, 12—15 页。
- [3] Reichenbach, H. Graf von and Rich, C. I., 1975: Fine-grained micas in soils. In "Soil Components V. 2 (John E. Gieseeking ed.)", p. 59—95, Springer-Verlag, New York.
- [4] Whitty, L. D., 1965: X-ray diffraction techniques for mineral identification and mineralogical composition. In "Method of Soil Analysis, Part 1 (Black, C. A. ed.)" American Society of Agronomy. 671—698, Wisconsin, USA.

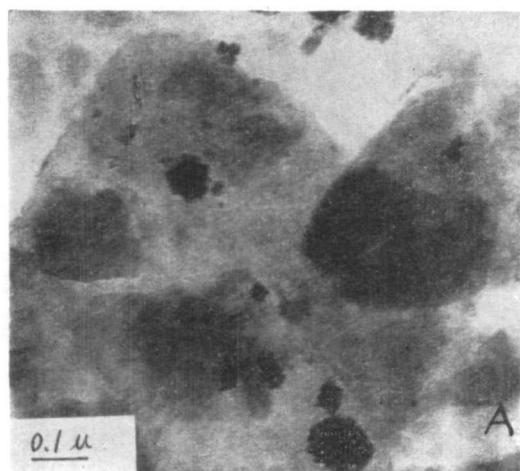
THE MINERALOGICAL COMPOSITION OF FINE PARTICLES IN SOILS IN WEST LIAONING OF CHINA

Xie Pingruo, Zuo Jinglan, and Wu Yanmin

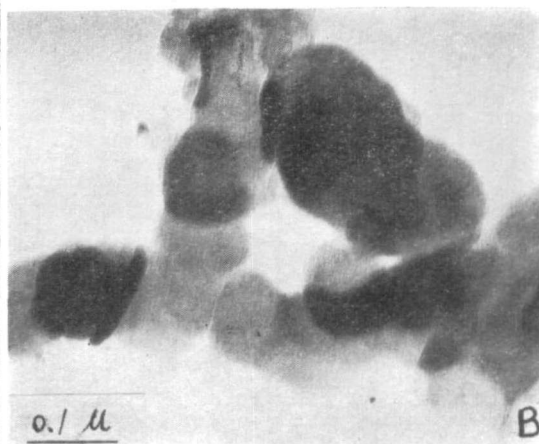
(Institute of Forestry and Pedology, Academia Sinica)

Summary

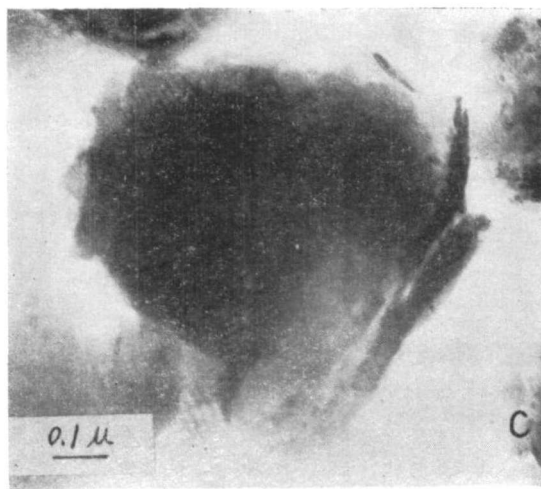
Results of the study on five soil profiles collected from west Liaoning showed that the soils developed on granite gneiss, red clay, loess and purple shale were rich in hydramica and smectite in their clay fraction. The smectite was mostly interstratified. In addition to detrital inherence of chlorite in loess, there had been chloritization of vermiculite in some soils. No apparent differentiation of clay minerals wae found in the profiles. The composition of the clay minerals in soils was quite identical with their cation exchange capacity.



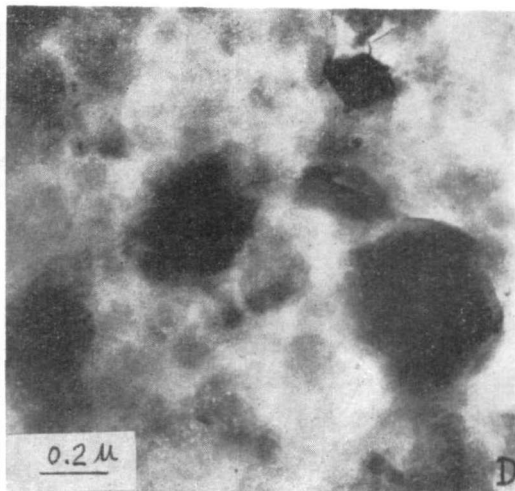
A. 剖面 2 0—14 cm
由解理面风化的片状晶体
A. Profile 2 0—14 cm
Platelike crystals split in consequence
of weathering of cleavage plane



B. 剖面 2 0—14 cm
链状赤铁矿
B. Profile 2 0—14 cm
Chain-like hematite



C. 剖面 3 110—120 cm
风化水云母集合体
C. Profile 3 110—120 cm
Aggregates of weathered hydrated mica



D. 剖面 5 37—70 cm
蒙皂石晶体
D. Profile 5 37—70 cm
Smectite crystals

照片 1 粘粒的透射电子显微镜照片

Fig. 1 Transmission electron micrographs of clay fraction