

小兴安岭山地暗棕色森林土 粘土矿物学特性*

谢 萍 若

(中国科学院林业土壤研究所)

摘 要

本文研究了温凉湿润地区不同地形条件下花岗岩母质上的山地暗棕色森林土土壤链的矿物风化。结果表明,由阳坡岗顶、中部到阴坡下部,酸性淋溶由强变弱。原生铝硅酸盐矿物变为次生的粘土矿物:黑云母 $\xrightarrow{\text{酸-弱酸性}}$ 二八面体 Al(层间)蛭石 $\xrightarrow{\text{弱酸-中性}}$ Al绿泥石;微斜长石 \rightarrow 蒙皂石;斜长石 $\xrightarrow{\text{弱酸性}}$ 高岭石或蒙皂石—高岭石类矿物的混层物。

在针阔混交林作用下,A层腐殖酸与铝、铁络合,铝蛭石化过程弱。AB和B层黑云母和长石蚀变强,矿物晶层间羟基铝积累,阳坡岗顶 Al(层间)蛭石和蒙皂石化,形成了较高的土壤潜在酸度;阴坡下部除 Al 蛭石外,并有成土 Al 绿泥石形成,潜在酸度低。含有蒙皂石的C层,层间铝有积累。矿物蚀变和晶层 Al 转移,是山地暗棕色森林土酸度的主要来源。红松林类型和林木生长情况与土壤粘土矿物学特性及其化学环境条件密切相关。

小兴安岭地区为典型的温带湿润型季风气候。本区多为斑状花岗岩碎屑风化物占优势的低山丘陵。土壤为山地暗棕色森林土,其上覆以茂密的针阔混交林,驰名中外的红松是其主要的成林树种。因此,研究在此景观下土壤的粘土矿物学特性,进一步阐明不同林分下矿物风化过程和化学环境条件的关系,对了解红松林群落的立地条件和山地暗棕色森林土的成土过程都有重要意义。本文根据小兴安岭地区气候、地貌、母质和林分的特点,在伊春县五营自然保护区选择了具有代表性的地形部位,研究了从缓坡的顶部、中部至下部土壤链的粘土矿物学特性。

一、材料和方法

供试土样采于小兴安岭东部伊春县五营自然保护区汤旺河小山。土壤类型、林分和立地条件如下:

土壤剖面均具有较完整发生层次,剖面形态为:

- A₀层: 半分解的针阔叶凋落物层,暗褐色,有白色菌丝体。
- A₁层: 腐殖质层,灰带棕色,轻壤,有大量木本植物粗根和菌丝体,粒状细团块结构。

* 左敬兰、吴彦明同志参加部分实验工作。

B层: 棕色, 轻壤, 夹有 20% 石砾, 小团块结构, 较紧实, 干。

C层: 棕带黄色, 石砾占 60%。

土壤		剖面号	母质		海拔高度 (m)	坡向和坡度	林木与郁闭度	红松优势木平均 胸径* (cm)
山地暗棕色森林土	薄腐殖质层	1	斑状花岗岩	残积物	450	阳坡岗顶	榛子椴树红松林 0.7—0.8	36
	中腐殖质层	2		残积坡积物	430	阳坡中部 S10°W, 8°	榛子椴树红松林 0.8	44
	厚腐殖质层	3		坡积残积物	400	阴坡下部 N7°E, 5°	蕨类风桦红松林 0.5—0.7	60

* 自然保护区 30 块标准地平均值^[1]。

土层厚度一般均为 60—70 厘米, 70 厘米以下即为 C 层。剖面 1 自 B 层开始为棕带黄色, 过渡明显。剖面 3 全剖面均为灰棕色, 过渡不太明显。根据土壤链—坡顶、坡中、坡下各发生层次采集土样。

试验方法: 将风干土样磨细经 1 毫米筛孔过筛, 弃去 > 1 毫米部分, 将 < 1 毫米部分作机械组成分析、化学全量及一般化学性质测定^[2]。

游离氧化物是用 0.3M 柠檬酸钠-碳酸氢钠-连二亚硫酸钠 (CBD) 处理^[3]; 无定形氧化物是用 0.5N NaOH 沸热液浸提 5 分钟, NaCl 絮凝, 操作在塑料器皿中进行 (此法较在镍皿中煮沸 2.5 分钟的结果偏低, 在本文中仅作相对比较), 在玻璃容量瓶中稀释、定容, 随即测定; 腐殖质络合氧化物是用 0.1N 焦磷酸钠-0.1N 氢氧化钠混合液浸提, 震荡 30 分钟, 在 25°C 下放置 12 小时, 稀释、定容^[2]。最后用蒸馏水稀释 10 倍, 使保持钠盐浓度在 1% 以下, 用 Plasma 100 型等离子体测定 Si, Fe, Al, Ca, Mg。

粘粒样品的提取是用稀盐酸脱钙、揉磨和 Na₂CO₃ 煮沸分散, 沉降法分离各粒级。X 射线衍射分析和电子显微镜制样方法均同参考文献[3]。

X 射线衍射分析是在 PW 1140 衍射仪上用 Cu 靶镍滤片进行辐射, 管压 40kV, 管流 20mA, 样品转速 1°/分。扫描范围 3—30°(2θ)。粘粒和细粉砂粒级分别用 Mg 饱和和甘油化、K 饱和、K 饱和和 550°C 灼热二小时三种处理。为研究蛭石层间铝的性状, 作了 NaAc, HCl + KCl 和 AlCl₃ 盐饱和和处理。最后过量盐分依次用 50% 甲醇、95% 甲醇和丙酮各洗一遍, 制成定向薄膜, 进行 X 射线衍射分析。

二、结果与讨论

(一) 土壤和粘粒的一般性质

由表 1 可见, 3 个剖面的粘粒分布特点均随剖面向上而有显著增加, 且以 B 层含量为最高。物理粘粒含量以剖面 2 为最低, 可能与坡度较大, 土层受一定程度的侵蚀作用有关; 由剖面各层物理粘粒和粘粒之间含量可知, B 层粘粒含量增高主要是由于粉砂粒级的矿物风化所致。

土壤表层腐殖质含量高, 并随地势向低处变化而增加; B 层含量迅速降低。土壤均呈弱酸—酸性, pH 在 4.8—5.8 之间。土壤盐基饱和度 A 层均明显增高, 是生物富集盐基作用的结果, B 层则迅速减低。由剖面 1 到剖面 3 (除 A 层外) pH 值和盐基饱和度增大, 淋溶作用渐次减弱。各层 ΔpH 是负值, 土壤胶体属净负电荷。三个剖面的共同特点是

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.	土层深度 (cm) Depth	腐殖质 (%) O. M.	pH (H ₂ O)	ΔpH	水解酸度 (meq/100g) Hydrolytic acidity	土壤交换性阳离子 (meq/100g) Exchangeable cations of soil				盐基饱和度 (%) Base saturation	物理粘粒 <0.01 (%) Physical clay	粘粒 <0.001 (%) Clay
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	Al ⁺⁺⁺			
1	6-13A ₁	5.72	5.52	-1.12	6.22	29.89	3.38	-	-	84.25	45.78	20.99
	13-21AB	1.82	5.13	-1.39	19.04	5.64	1.57	1.29	6.59	27.47	45.17	23.35
	22-32B	1.13	5.28	-1.38	19.72	4.23	1.33	1.75	8.26	21.99	40.35	22.35
	45-55BC	0.36	4.90	-1.38	15.13	4.70	2.19	1.09	7.35	31.29	17.38	7.18
	75-85C ₁	0.22	5.20	-1.20	16.01	8.15	0.63	1.75	7.98	35.42	10.44	3.68
	105-115C ₂	0.19	4.80	-1.20	19.70	7.52	1.88	2.94	8.60	32.30	19.98	9.64
2	4-16A ₁	7.48	5.80	-1.24	4.83	32.08	7.39	0.10	1.24	89.09	30.30	16.31
	16-24AB	2.36	5.20	-0.80	9.81	9.59	4.04	1.12	3.16	57.65	34.75	21.80
	24-39B	1.79	5.32	-1.17	12.43	6.27	1.41	1.15	3.95	38.18	38.40	23.52
	40-50BC	0.54	5.22	-0.90	11.80	5.33	0.63	1.69	2.84	33.55	23.27	16.53
	70-80C ₁	0.18	5.30	-0.90	7.44	3.61	0.47	1.32	1.81	35.42	11.10	5.51
	105-115C ₂	-	5.31	-0.93	4.03	4.71	0.21	1.05	0.31	54.97	-	3.10
3	3-21A ₁	8.51	5.64	-0.59	7.84	21.62	3.45	-	-	76.18	44.04	12.78
	21-33AB	3.35	5.71	-0.96	6.80	16.45	6.43	-	0.15	77.09	-	22.06
	33-45B	2.27	5.86	-1.40	6.80	14.41	3.89	0.04	0.23	72.91	48.35	25.05
	45-55BC	1.86	5.75	-0.93	5.95	9.71	2.66	-	0.19	67.52	-	19.78
	75-85C ₁	0.71	5.60	-0.75	3.74	5.33	1.72	-	0.80	65.34	10.61	3.50
	95-105C ₂	0.53	5.60	-	2.82	7.62	2.20	-	0.55	77.69	-	6.58

B 层零电荷点都较低,尤其是剖面1, AB, B, BC 层 ΔpH 均达 1.40。

土壤 pH 主要是和交换性 H^+ 和 Al^{+++} 的含量有关。交换性 H^+ 和 Al^{+++} 的相关系数为 0.82。它们在剖面 1, 2, 3 的 B 层中的分布每百克土分别为 1.75, 1.15, 0.04 和 8, 3.95, 0.23 毫克当量, 充分表明山地暗棕色森林土由于地形部位不同, 酸性淋溶程度和矿物转化过程是不同的。随着土壤介质反应的改变, 代换性酸度的变化, 矿物晶格层中 Al 释放和转移到阳离子交换位上的量也就不同。Al 在矿物晶格层间吸附的牢固程度和可释放性, 一方面与介质有关, 同时也和矿物本身的特性有关。剖面 1B, C 层含有大量交换性 Al 和水解性酸度, 可能是由于膨胀性层状粘土矿物吸附点对 Al 离子强烈吸附所致。

(二) 土壤和粘粒的化学全量组成

从表 2 可看出: 剖面 1 和 3 的土壤中 SiO_2 含量随剖面向下而减低, 而 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 则呈相反趋势, 土壤铝硅酸盐类矿物的分解过程中有铁铝的溶出和移动, 并有硅酸盐类矿物和石英等在表层富集。这种分异尤以剖面 1 为显著。矿物晶格中有钙、镁释出, 在 AB 和 B 层尤为明显。表层 CaO 含量高, 是生物积累作用的结果, 底层则为风化母质的组成。由剖面 1 和 3 中 TiO_2 和 MnO_2 的结果相比, 剖面 1 在 AB 和 B 层残留 TiO_2 较多, 剖面 3 MnO_2 较多, 前者可解释为矿物风化作用较强, 而后者则由于锰在弱酸—中性介质中较易积累的缘故。

表 2 土壤和粘粒的全量化学组成

Table 2 Total chemical composition of soils and clay fraction

剖面编号 Profile no.	样品 Sample	土层深度 (cm) Depth	灼烧失重 (%) Loss of ignition	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	MnO_2
1	土壤 Soil	0—13	17.66	67.97	17.03	6.73	2.92	1.40	0.94	0.18
		13—21	10.67	66.05	17.79	7.89	1.68	1.31	0.91	0.16
		22—32	9.45	64.74	18.53	8.28	1.93	1.81	0.98	0.17
		45—55	7.71	56.98	22.65	10.62	2.75	2.03	0.91	0.19
		75—85	7.16	58.14	21.41	9.78	2.86	2.17	0.94	0.17
2	<0.001mm 粘粒 Clay	4—16	25.51	53.99	19.96	19.29	1.62	2.63	—	—
		24—39	17.49	53.33	23.06	17.92	1.61	2.55	—	—
		70—80	17.61	50.06	27.07	16.86	1.57	2.21	—	—
3	土壤 Soil	3—21	18.50	68.32	15.91	7.48	2.20	1.43	0.92	0.39
		21—33	11.40	69.52	17.25	6.99	1.92	1.54	0.82	0.26
		33—45	9.48	68.51	16.39	7.34	1.67	1.48	0.81	0.20
		45—55	8.67	64.37	18.31	8.19	2.14	2.02	0.92	0.21
		95—105	6.41	63.06	16.09	11.13	3.91	2.25	0.95	0.24

由剖面 2 的粘粒化学全量组成可见, SiO_2 在剖面中分异不明显, 而 Al_2O_3 的差异比土壤大。 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 3—4.5, 随剖面向上而增高, 充分表明了铝硅酸盐类细粒矿物部分强烈蚀变。与土壤结果相反, 粘粒 Fe_2O_3 在上层反而有所积累, 此与花岗岩残积母质的氧化条件有关。

(三) 土壤的游离氧化物

表 3 游离氧化物含量 (mg/g)

Table 3 Free oxide contents in soils

剖面编号 Profile no.	土层深度 (cm) Depth	0.1MNa ₂ P ₂ O ₇ + 0.1MNaOH					0.5N NaOH			0.3MNa ₂ C ₄ H ₄ O ₇ — NaHCO ₃ —Na ₂ S ₂ O ₄			
		C%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
1	6—13	2.63	1.72	2.74	0.50	2.02	0.32	4.90	3.90	0.20	2.97	1.50	10.30
	13—21	1.48	1.30	4.27	0.27	0.23	0.02	8.00	8.85	0.57	—	4.40	10.42
	45—55	0.53	1.72	2.78	0.06	0.20	0.02	12.31	8.81	0.07	4.49	1.60	7.22
	75—85	—	1.82	1.64	0.09	0.50	0.20	7.20	2.50	—	2.02	0.50	4.30
2	4—16	2.14	1.30	2.70	0.50	0.70	0.38	5.00	5.95	0.27	1.60	1.87	6.82
	24—39	0.97	2.26	3.34	0.23	0.16	0.02	14.70	10.14	0.75	1.43	3.50	11.20
	40—50	0.56	2.36	3.34	—	0.18	0.04	12.63	4.43	0.07	1.73	2.80	10.00
	70—80	—	2.02	2.38	—	0.08	0.08	10.84	2.45	—	1.65	1.00	6.30
	95—105	—	1.82	1.56	0.12	0.20	0.14	11.91	1.73	0.04	3.98	1.00	10.30
3	3—21	3.90	1.30	2.36	0.60	1.10	0.24	5.96	2.75	0.32	1.38	2.50	12.00
	33—45	1.43	2.02	3.78	0.18	1.26	0.14	10.70	3.40	—	2.71	3.50	11.20

土壤中不同形态游离氧化物是风化程度和风化特征的标志,也是成土作用质的特征。

从表 3 可看出,在三个暗棕色森林土 A, B 层中,用 CBD 浸提的游离氧化铁均较高, CBD 浸提的 Al₂O₃ 亦与游离氧化铁呈同样的增长趋势,但其浸提量低。用 0.5N NaOH 所浸提出的游离氧化铝,在剖面 1 中其含量最高,剖面 2 次之,剖面 3 最低;与游离氧化铁相似,在剖面中的分布均在 B 层最高。由于膨胀性层状硅酸盐有抗三水铝石效应^[4,6,7],在 AB 和 B 层中积累的矿物风化产物可成“岛”状无定形羟基铝无序分散,或成似三水铝石单层结构存在于膨胀性层状硅酸盐中。0.5N NaOH 可浸提出无定形 SiO₂,它们可以与游离的 Al 键合成水铝英石,由透射电镜观察到在剖面 1 B 层中有无定形球状体(图版 I, 照片 1A),为似水铝英石物质。

游离铝和铁以及无定形硅等是参与粘土和有机质相互作用的最重要物质。用 0.1M 焦磷酸钠提取的腐殖质主要为 Al 络合态,且以 AB 和 B 层含量为最高。所提取的 Fe 和腐殖质含量成正相关,表明部分铁呈有机络合态存在。焦磷酸钠对无定形 SiO₂ 亦有一定浸提力,因此,它们在剖面中的分布也比较均匀。对比 0.5N NaOH 和 0.1M 焦磷酸钠浸提的无定形 Al 含量,可以看出剖面 1 除腐殖质络合 Al 外尚有多量无定形 Al,而剖面 3 则主要为腐殖质络合态 Al。根据剖面 1 和剖面 3 AB 和 B 层胡敏酸/富里酸比,它们各为 0.5—0.6 和 1.17—1.51¹⁾,可以推断,剖面 1 中富里酸低分子物质较易和矿物层间铝络合,从而使土壤对 Al 的吸附较强。

(四) 矿物学性质

1) 张丽珊, 1964; 全国森林土壤学术讨论会论文集资料。

根据显微镜 0.01—0.05 和 0.05—0.1 毫米染色分析和薄片观察得知此粒级大致含石英 20%, 斜长石 40—50%, 钾长石 15%, 以及大量黑云母 15% (剖面 1 中石英和钾长石较剖面 3 少)。土壤 B 层风化长石多, 斜长石脱钙、钾长石脱钾, 使染色反应大大减弱, 由扫描电镜可观察到其半风化物 (>5 微米) (图版 I, 照片 1B)。薄片观察得, 骨骼颗粒多棱角形, 黑云母褪色, 多色性弱, 多呈浅棕色, 干涉色较鲜明, 更有黑云母风化粘粒分布在骨骼颗粒和孔隙壁, 状似粘粒胶膜碎片。由扫描电镜 (图版 I 照片 1C) 观察得 >5 微米粒级的黑云母蛭石化。此外, 还有大量角闪石, 并有绿帘石和锆石等。

从图 1 可看出, 剖面 1, 2, 3 C 层中长石等母质碎屑风化物少, 主要有黑云母和高岭石; 剖面 1 中并有蒙皂石, 以及蒙皂石高岭石类混层物 (参见图版 I 照片 1D)。B 层中细粉砂粒级长石含量增高, 大量黑云母转化为蛭石; A 层蛭石含量均有不同程度降低; 蒙皂石含量亦减。充分表明, 由物理砂粘粒量比所表征的 B 层 (或 AB 层) 的粘化现象是黑云母和长石分解和蚀变为蛭石、蒙皂石所致。

图 2 表明, 各剖面的共同特点是, C 层有黑云母和高岭石-蒙皂石的混层物; 由 C 层到 B 层 14 Å 峰显著增强, 在常温下 K 饱和 14 Å 晶面间距基本上不收缩, 500°C 灼热后仍有小的 14 Å 峰存在, 表明粘粒中有少量绿泥石存在; 由 B 层向 A 层, 14 Å 峰减小。由此可见, 本区土壤 B 层黑云母转化为 Al 蛭石的过程很强, 且有绿泥石化, 而高岭石的形成是由斜长石风化而来的。

三个剖面不同之点是: (1) 剖面 1 有明显的 18 Å 峰, 即有一定量蒙皂石晶层; (2) 绿泥石峰在剖面 3 B 层较为显著, 看来, 这是次生的成土绿泥石; (3) 剖面 1 B 层黑云母转化为铝蛭石虽显著, 但不及 1—5 微米粒级中突出。

为了进一步了解蛭石、蒙皂石层间铝的性状, 就剖面 1 B 层样品经柠檬酸钠-碳酸氢钠-连二亚硫酸钠去铁处理后, 用超声波分散, 进行了各种溶液代换和络合处理^[7,9]。图 3 可见, 粘粒经 1 N NaAc 溶液处理、350°C 灼热, 14.6 Å 峰收缩为 10.5 Å, 经 5 次代换收缩为 10.3 Å 峰。1—5 微米粒级样品经 1 N NaAc 浸提一周后再煮沸半小时, 原有的 14 Å 峰不显, 变为 10—12.4 Å 峰; 经 5 次代换, 变为 12.6—13.8 Å 宽峰, 层间阳离子改变为钠

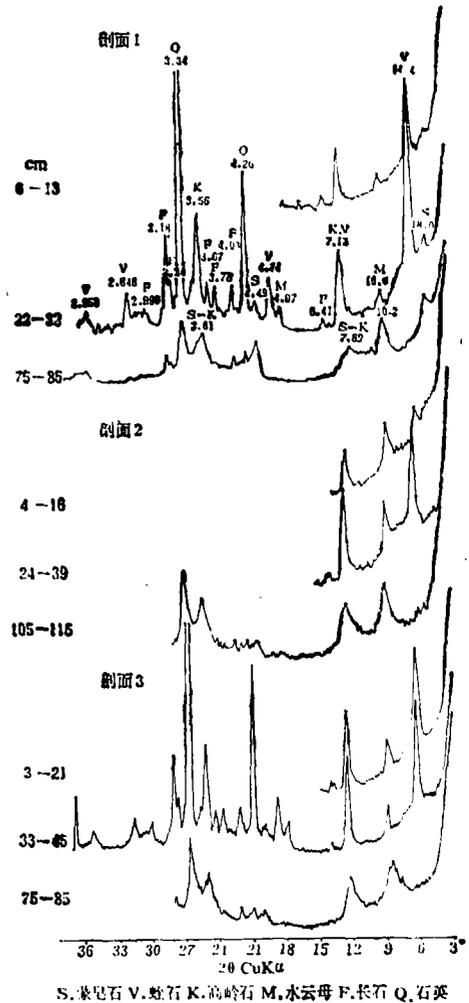


图 1 剖面 1—3 的 1—5 μ 粒级 Mg-甘油处理的 X 射线衍射谱

Fig. 1 X-ray diffraction patterns of clay traction (1—5 μ) of the soil profiles (no. 1—3)

离子。用 1N KCl 和 0.1N HCl 处理 48 小时,原有的 14 Å 峰大为减弱,而用 1N AlCl₃ 处理,得 14.4 Å 强峰。这说明粘粒和 1—5 微米粒级蛭石铝夹层羟基络合物在一定酸性、第

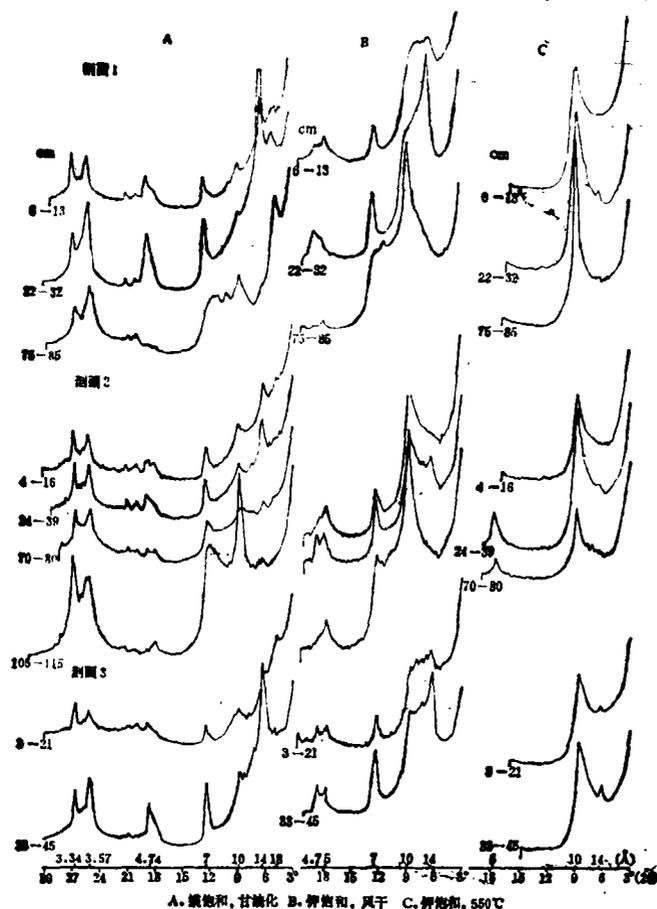


图 2 剖面 1—3 粘粒 (<1μ) 不同处理的 X 射线衍射谱

Fig. 2 X-ray diffraction patterns of clay fraction (<1μ) of the soil profiles (mo. 1-3) under various treatments (CuKα)

合淋溶条件下可以逐渐移出;而在中性介质中加入 1N AlCl₃, 可使羟基铝在蛭石夹层间重新充填,说明此属粘土 Al (层间)蛭石类型,层间羟基 Al 聚合物可移出和添入,其吸附程度随介质而异。Barnhisel 等^[7,8]认为此类羟基夹层矿物的化学组成,犹如固溶体系,可随其形成的环境而改变,由 (Al³⁺) $\xrightarrow{\text{酸—弱酸性}}$ (Al(OH)²⁺) $\xrightarrow{\text{弱酸—中性}}$ 羟基铝聚合体的进程中,Al 的选择吸附愈益增强;当 pH > 6 即形成铝绿泥石。

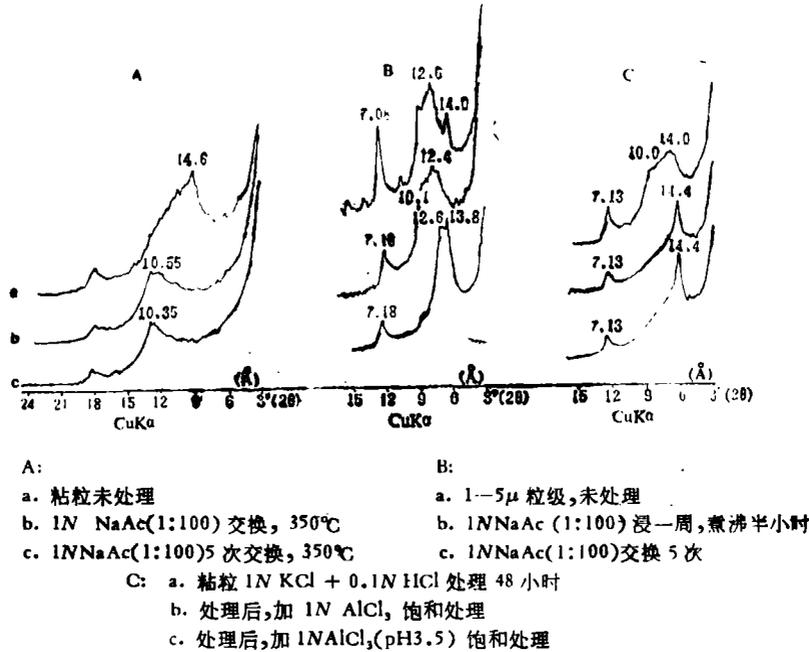


图 3 剖面 1 B 层 (22—32cm) Al-夹层移出和添入处理的 X 射线衍射谱

Fig. 3 X-ray diffraction patterns of horizon B (22—32cm) of profile No. 1 under treatments for removing and intercalating Al-interlayer

参 考 文 献

- [1] 中国科学院林业土壤研究所, 1982: 红松林。75—79 页, 中国林业出版社。
- [2] 中国科学院南京土壤研究所, 1978: 土壤理化分析法。136—141 页, 上海科学技术出版社。
- [3] 谢萍若、左敬兰等, 1983: 辽西褐土的细粒矿物组成。土壤学报, 第 20 卷 2 期, 176—185 页。
- [4] Jackson, M. L., 1968: Weathering of primary and secondary minerals in soils. 9th International Congress of Soil Science. V. IV, 281—290, Transactions Adelaide Australia.
- [5] Kunze, G. W., 1965: Pretreatment for mineralogical analysis. in "Method of Soil Analysis", Part, 1, 2 (Black, C. A. ed.), American Society of Agronomy, 574—576, Wisconsin USA.
- [6] Rich, C. I., 1968: Hydroxy interlayers in expansive layer silicates. Clays Clay Miner., 16: 15—30.
- [7] Barnhisel, R. I., 1977: Chlorites and hydroxy interlayered vermiculite and smectite. in "Minerals in Soil Environments" (Dixon, Joe Boris; Weed, Sterling Barg. eds) 331—355, Soil Sci. Soc. Am; Midison Wis.
- [8] Barnhisel, R. I. and Rich, C. I., 1966: Preferential hydroxy-aluminium interlayering in montmorillonite and vermiculite. Proc. Soil Sci. Soc. Am., 30: 35—38.
- [9] Соколова, Т. А., 1977: Почвенные хлориты как один из факторов гидrolитической активности почв. Вестн. Моск. Ун-та. СССР Почвоведение № 2 55—57.

CLAY MINERALOGY OF DARK BROWN FOREST SOILS IN THE XIAO HINGGAN MOUNTAINS

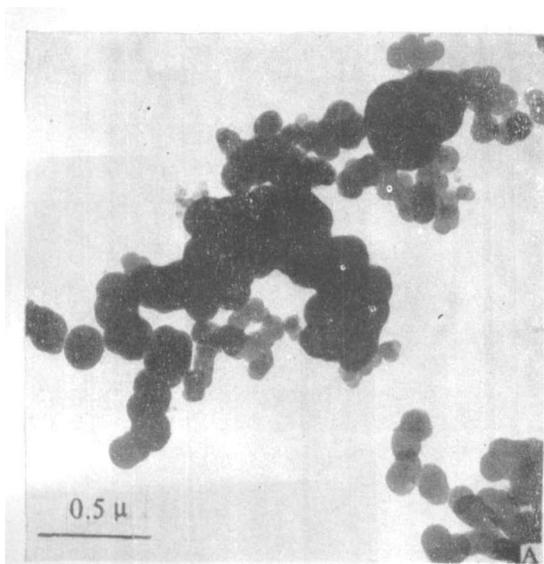
Xie Pingruo

(*Institute of Forestry and Soil Science, Academia Sinica*)

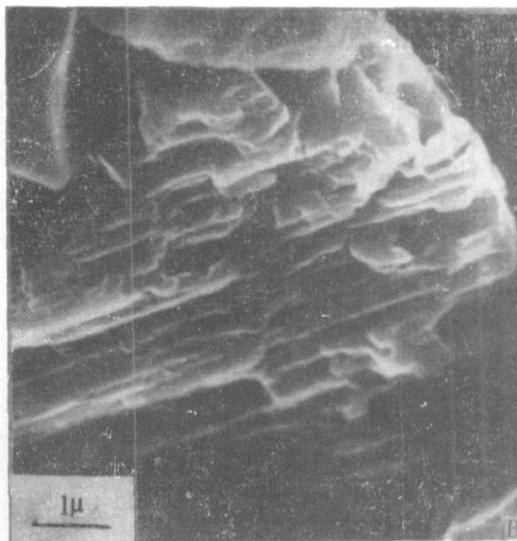
Summary

The mineralogical composition of a soil catena of dark brown forest soils derived from granite in the Xiao Hinggan Mountains was investigated in relation to weathering process under the conditions of warm-cool humid climate and the different relief. It was found the acid eluviation process in soils was getting weaker from the upper slope downwards under the bioclimatic conditions mentioned above. The minerals were generally weathered in the following sequences: biotite *acid-weakly acid* dioctahedral Al-(interlayer) vermiculite *weakly acid-neutral* secondary chlorite; plagioclase and microcline *weakly acid* smectite or interstratified minerals of smectite-kaolinite group.

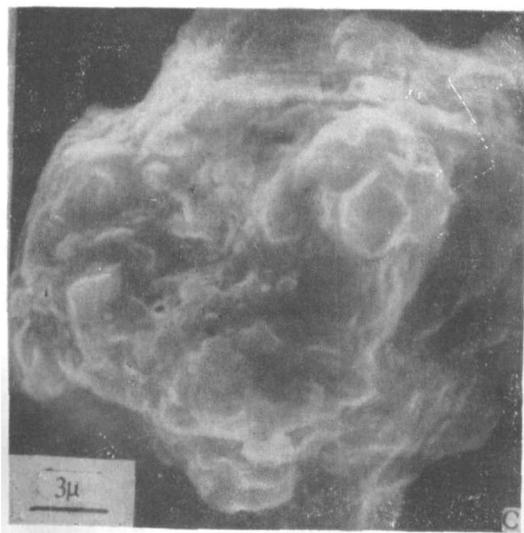
Under the coniferous-deciduous mixed forest, humus was accumulated distinctly in horizon A, where vermiculitization of biotite was less intensive because of the complexation of humic acid with free aluminium and iron. At the same time, the process of acid eluviation was appeared in horizons AB and B, where the breakdown of feldspars and the transformation of biotite into Al-(interlayer) vermiculite occurred to a great extent. In the horizon C remained detritus, biotite and smectite-kaolinite interstratified minerals. In consequence, the hydroxyl aluminium from the clay minerals was the main reason for potential acidity of the soils. It was also found that the type and growth of the forests on the soils were closely related with the clay mineral composition of the soils and their chemical environment conditions.



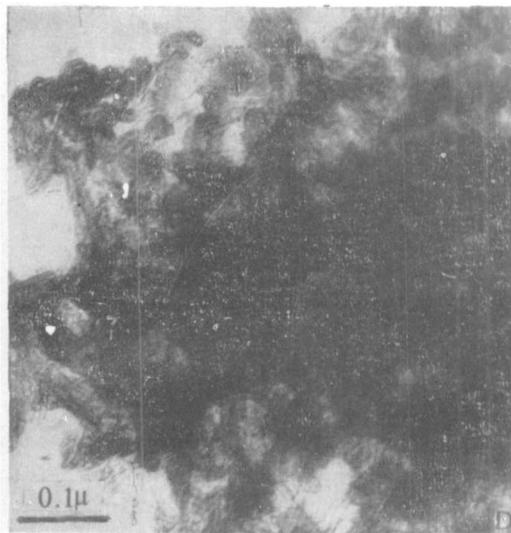
A. 剖面 1 22—32 cm(TEM)
似水铝英石团聚体



B 剖面 2 24—39cm (SEM) 风化斜长石



C. 剖面 2 24—39cm(SEM)风化黑云母



D. 剖面 1 22—32cm(TEM)管状和
卷片状多水高岭石

照片 1 透射和扫描电子显微镜照片

Photo 1 Transmission and scanning electron micrographs of soils