

# 我国东部花岗岩发育的红壤和黄壤的粘粒矿物组成及其演变\*

杨德湧 蒋梅茵

(中国科学院南京土壤研究所, 210008)

## 摘 要

通过粘粒矿物的定量分析, 研究了我国东部花岗岩发育的红壤和黄壤的粘粒矿物组成。赤红壤、红壤和黄壤的粘粒 ( $< 2\mu\text{m}$ ) 中高岭石含量分别为 54%、42% 和 35%, 这与该土壤的年均气温之间有明显的正相关 ( $r = 0.998$ ,  $n = 3$ ), 然而这三个土壤粘粒的风化淋溶系数与年均气温呈良好的负相关 ( $r = -1.000$ ,  $n = 3$ )。

黄壤与红壤的粘粒矿物组成有明显的差异, 黄壤中含有较多的三水铝石和 2:1 型粘土矿物, 而高岭石较少; 红壤中三水铝石很少, 在安徽的黄壤中虽有少量非晶质氧化铝, 但未见有三水铝石存在。

红壤与黄壤是我国东南部的土壤, 它们的发生分类和粘粒矿物组成虽已有不少研究, 但尚存在不少问题, 尤其是发生分类研究趋向数量化指标的今天, 作为发生分类重要依据之一的粘粒矿物组成, 它的定量分析显得更加重要和必要。

花岗岩是我国东部红壤和黄壤的主要母质之一, 它的组成是以长石、石英为主并含少量云母类矿物的一种岩石, 因此, 由它风化形成的土壤能较好地反映当地近代生物气候条件下粘粒矿物的形成和演变规律。我们曾对广东的红壤和黄壤的粘粒矿物组成进行过对比研究<sup>[1]</sup>, 本文拟通过对广东、江西和安徽等地花岗岩发育的红壤和黄壤的粘粒矿物组成的定量分析, 进一步阐明我国东部不同地带红壤和黄壤的矿物特征, 为富铝化土壤发生特性进行定量分析研究提供可靠的依据。

## 一、样品与方法

本研究选用了由花岗岩母质发育的、不同地带的红壤和黄壤共六个剖面, 样品的地理位置及基本特性列于表 1。

样品用  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解有机质, 经超声波分散后用  $0.5 \text{ molL}^{-1} \text{ NaOH}$  调节土壤悬浮液 pH 值至 7.4 左右, 沉降法分离出  $< 2\mu\text{m}$  粘粒及其它各粒级。粘粒化学全量分析用碳酸锂、石墨粉坩埚熔样, 在 SpectraSpan III A 型直流氦等离子焰直读光谱仪上进行测量<sup>[2]</sup>。阳离子交换量用醋酸铵法。游离氧化铁用柠檬酸钠-碳酸氢钠-连二亚硫酸钠溶液提取, 邻啡罗啶比色法测定。X-射线分别用镁-甘油水和钾-水处理制成定向薄膜, 在日本 D/max-IIIc X 射线衍射仪上进行。

\* 本文是国家自然科学基金资助项目 850828 号研究成果之一。

粘粒矿物的定量<sup>[1]</sup>: 将  $<2\mu\text{m}$  粘粒先除去游离氧化铁, 然后用  $1\text{ molL}^{-1}$  KCl 淋洗制成钾质粘粒。称取一定量的钾质粘粒, 用  $0.5\text{ molL}^{-1}$  NaOH 在镍蒸发皿中煮沸 2.5 分钟测出其三水铝石和非晶物质的总量, 用热失重法(在日本岛津 DT-30B 热分析仪上进行)测出其三水铝石含量, 将总量减去三水铝石量即得试样中非晶物质含量; 样品经  $525^\circ\text{C}$  灼烧 4 小时后用  $0.5\text{ molL}^{-1}$  NaOH 煮沸溶解测定高岭石; 用交换量法测定蒙皂石和蛭石; 水云母是按参数为 9% 的  $\text{K}_2\text{O}$  含量进行计算; 石英用  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$  熔融法测定;  $1.4\text{nm}$  过渡矿物和绿泥石用差减法求得。

## 二、结果和讨论

土壤和粘粒的化学分析结果列于表 1 和表 2, 粘粒部分的矿物组成列于表 3, X 射线衍射图谱和热分析曲线因限于篇幅, 全部省略。现将结果分述如下。

### (一) 赤红壤、红壤和黄壤的粘粒矿物组成

处于不同地带, 由花岗岩母质发育的赤红壤、红壤和黄壤虽同属于红壤, 但它们在粘粒矿物组成上亦有明显的差异。赤红壤为南亚热带代表性土壤, 气候介于红壤与砖红

表 1 土壤的基本性质

Table 1 Basic properties of soils

剖面编号 Profile No.	地点 Locality	海拔高度 (m) Altitude	土壤类型 Soil type	深度 (cm) Depth	有机质 (%) O. M.	pH ( $\text{H}_2\text{O}$ )	阳离子 交换量 (m. e/ 100g)	机械组成 (% , 粒径: $\mu\text{m}$ ) Mechanical composition				
								>100	100— 50	50—10	10—2	<2
1	广东广州	100	赤红壤	0—15	2.07	4.6	11.69	46.1	4.2	6.0	6.5	37.2
				15—35	1.37	4.7	12.84	39.6	2.8	5.8	4.4	37.4
				35—200	0.49	5.0	9.25	39.0	2.4	6.9	3.9	47.8
				200以下	0.15	5.0	5.22	54.0	4.1	21.2	6.3	14.4
2	广东阳春	1300	黄壤	0—10	4.35	5.0	17.43	60.4	4.4	7.2	7.3	20.7
				13—22	3.42	4.4	13.75	53.3	5.7	7.0	8.8	25.2
				45—60	1.67	4.4	13.31	54.1	4.8	7.4	10.0	23.7
				70—80	1.71	4.5	12.80	62.0	3.4	7.4	12.8	14.4
3	江西铅山	250	红壤	0—10	4.99	4.6	15.05	38.0	5.4	11.3	13.0	32.3
				10—35	1.51	5.0	11.58	33.8	5.5	7.9	18.8	34.0
				35—200	0.56	5.1	11.35	34.0	6.4	11.2	18.2	30.2
4	江西铅山	1200	黄壤	10—50	1.80	5.2	12.06	19.8	5.3	13.9	26.6	34.4
				50—100	0.70	5.2	11.36	19.6	4.5	13.9	25.1	36.9
				100—200	0.56	5.0	10.48	22.5	4.4	14.0	23.6	35.5
5	安徽九华山	190	黄红壤	0—12	—	5.2	—	46.0*	—	5.6	20.5	27.9
				12—60	—	5.0	—	26.5*	—	42.4	12.1	19.0
				60—170	—	5.0	—	51.8*	—	15.4	10.6	22.2
6	安徽黄山	930	黄壤	0—14	9.95	4.9	26.21	58.5	4.2	13.0	10.0	14.3
				14—29	3.81	4.9	16.09	55.4	4.2	13.2	11.9	15.3
				29—56	1.59	5.0	12.93	67.4	3.3	9.6	7.9	11.8
				56—75	0.91	5.1	6.83	75.8	4.2	7.4	3.9	8.7

\* 为  $>50\mu\text{m}$ 。

表 2 <2 $\mu$ m 粘粒的化学性质  
Table 2 Chemical properties of clay fraction (<2 $\mu$ m)

剖面编号 Profile No.	深度 (cm) Depth	(%)										阳离子 交换量 CEC (m.e./ 100g)	游离氧化铁 (%) Free Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ba 值* ba value
		烧失量 Ignition loss	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O						
1	0-15	13.99	38.89	9.54	34.91	0.25	0.77	0.56	0	1.89	7.69	9.97	0.04		
	15-35	14.16	39.41	8.83	34.80	0.25	0.75	0.70	0.21	1.92	7.48	8.21	0.05		
	35-200	13.59	40.43	8.97	34.42	0.26	0.71	0.87	0.16	1.99	7.87	8.27	0.05		
	200 以下	13.71	40.71	8.82	34.26	0.10	0.92	0.53	0.15	2.01	8.04	7.93	0.03		
2	0-10	15.36	41.52	3.70	37.08	0.29	0.12	1.56	0.19	1.90	2.06	22.45	0.08		
	13-22	15.28	40.69	3.71	37.62	0.28	0.12	1.57	0.22	1.83	2.14	22.66	0.08		
	45-60	16.35	38.74	3.54	39.62	0.25	0.10	1.38	0.29	1.65	2.02	21.18	0.07		
	70-80	16.91	36.97	3.54	39.79	0.23	0.10	1.35	0.23	1.57	2.01	18.73	0.06		
3	0-10	13.66	41.73	8.84	32.13	0.86	0.72	1.13	0	2.20	5.83	19.36	0.11		
	10-35	12.90	41.50	9.52	32.32	0.79	0.72	1.09	0	2.17	6.72	16.47	0.10		
	35-200	13.27	40.22	10.30	32.34	0.67	0.76	1.09	0	2.11	7.74	14.83	0.09		
4	10-50	12.04	44.45	7.57	31.05	1.17	0.48	2.22	0	2.42	4.33	22.82	0.18		
	50-100	10.05	45.78	7.87	30.85	1.41	0.54	2.06	0	2.51	3.85	21.33	0.19		
	100-200	11.85	45.71	7.06	30.18	1.32	0.49	1.76	0.02	2.57	3.36	20.36	0.18		
5	0-12	13.28	43.14	7.44	32.16	1.38	0.70	0.96	0.19	2.27	4.47	17.84	0.15		
	12-60	13.20	43.18	7.28	32.43	1.02	0.65	1.07	0.27	2.25	4.36	28.25	0.13		
	50-170	13.70	43.09	6.76	33.29	0.99	0.64	0.98	0.21	2.19	4.16	21.45	0.12		
6	0-14	12.08	43.67	10.54	27.93	1.78	0.86	1.90	0	2.65	6.52	38.84	0.24		
	14-29	14.02	38.39	11.35	30.39	1.56	0.84	1.52	0	2.14	7.46	26.85	0.19		
	29-56	13.93	38.28	10.42	31.12	1.73	0.78	1.61	0.11	2.08	6.58	21.35	0.21		

\* ba 值为风化淋溶系数: (K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O + MgO)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (分子比)。

表 3 <2 微米部分的矿物组成(%, 以烘干重为基础)  
Table 3 Mineralogical composition of the <2 $\mu$ m fraction (% based on oven-dried wt.)

剖面编号 Profile No.	深度 (cm) Depth	游离氧化铁 (%) Free Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	非晶物质 Amorphous material			三水铝石 Gb*	高岭石 Kao*	水云母 Hm*	蒙皂石 Sm*	蛭石 Ver**	1.4nm 过渡 矿物, 绿泥石 Ig, Ch*	石英 Q*
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	总量, Total							
1	0—15	7.7	8.3	7.3	17.2	3	53	6	N.D.	N.D.**	12	1
	35—200	7.9	8.1	6.7	16.3	3	54	9	N.D.	N.D.	9	1
2	0—10	2.1	6.8	0.8	8.4	18	34	16	5	N.D.	6	11
	45—60	2.0	6.3	2.2	9.4	24	36	14	4	N.D.	3	8
3	0—10	5.8	9.2	8.2	19.1	2	41	13	N.D.	5	12	2
	10—35	6.7	9.5	8.8	20.1	2	43	17	N.D.	4	5	2
4	10—50	4.3	6.9	6.6	14.8	7	21	22	6	6	10	9
	50—100	3.9	6.6	6.3	14.0	6	21	20	4	7	16	8
5	0—12	4.5	8.2	11.7	21.9	N.D.	38	11	8	6	9	2
	60—170	4.2	13.4	18.2	34.8	N.D.	32	11	7	6	3	2
6	0—14	6.5	4.4	0.8	5.7	9	14	18	12	20	7	8
	29—56	6.6	4.3	2.4	7.4	17	17	16	5	14	9	8

\* Gb: gibbsite; Kao: Kaolinite; Hm: hydromica; Sm: smectite; Ver: vermiculite; Ig: intergrade; Ch: chlorite; Q: quartz.

\*\* N. D.: 未检出。

\*\*\* 非晶物质总量: (SiO<sub>2</sub>% + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>%) × 1.1。

壤之间,采自广州的赤红壤,粘粒矿物以高岭石为主,其含量占  $<2\mu\text{m}$  粘粒部分的 54%,水云母和 1.4nm 过渡矿物少量,三水铝石也只有 3%,还含有 17% 左右的非晶物质,未见有蒙皂石和蛭石存在,所以每百克粘粒的阳离子交换量不到 10 毫克当量。地处亚热带的江西铅山红壤,粘粒中含有 42% 的高岭石、13—17% 的水云母和少量蛭石,从钾质样品的 X 射线衍射图谱分析表明,其中还含有少量 1.4nm 过渡矿物和绿泥石,三水铝石含量为 2%,稍低于赤红壤,而非晶物质则略高于赤红壤。黄红壤主要分布在红壤带北部边缘地区,为红壤向黄棕壤的过渡类型,气候特点介于红壤与黄棕壤之间,采自安徽九华山的黄红壤,粘粒中高岭石占 35%。不但其含量低于红壤,且结晶也较差;这一土壤中水云母、蛭石、蒙皂石,1.4nm 过渡矿物和绿泥石等虽每个组分的含量都不高。但粘土矿物品种较齐全;此外,还含有较多的非晶物质,在底层含量最高达 35%,明显高于赤红壤和红壤,但未见有晶质的三水铝石存在。

从以上三个不同地带红壤的粘粒矿物组成表明,黄红壤中高岭石含量虽最低,但仍是这一土壤的主要粘粒矿物,这是它属于红壤类土壤的重要标志,它比黄棕壤中高岭石含量要高得多<sup>[3]</sup>;但另一方面,红壤的另一特征性矿物三水铝石在黄红壤中未见有存在,这又与黄棕壤相似,说明这一土壤的过渡特性。广东赤红壤风化最深,粘粒部分高岭石占绝对优势,2:1 型矿物很少,所以它目前主要的成土过程为:高岭石  $\rightleftharpoons$  非晶物质(包括形成少量三水铝石)。在江西和安徽的红壤和黄红壤中含有相当数量的 2:1 型矿物,在黄红壤中高岭石与 2:1 型矿物的含量之比接近 1:1,因此这两个土壤在目前的成土作用中粘粒矿物的演变可分为两部分,一是水云母  $\xrightarrow{\text{脱K}}$  蛭石、蒙皂石  $\xrightarrow{\text{脱Si}}$  高岭石;二是高岭石  $\rightleftharpoons$  非晶物质。在江西的红壤中高岭石脱硅作用后有很少量的三水铝石形成,而安徽黄红壤高岭石脱硅后似乎只能形成非晶质氧化铝。

众所周知,化学反应的速率随温度升高而加快。土壤中高岭石的形成也是化学反应的产物;因此土壤中高岭石的含量应与气温的高低有关。根据安徽、江西和广州的气象资料,安徽黄红壤、江西红壤和广州赤红壤的年均气温分别为 16.4°C、17.9°C 和 21°C,而这几个土壤粘粒中高岭石含量(平均值)又分别为 35%、42% 和 54% (表 3),这表明,从红壤带北部边缘的黄红壤到气候介于红壤、砖红壤之间的赤红壤范围内,由花岗岩母质发育的红壤粘粒中高岭石含量与该土壤的年均气温成正相关 ( $r = 0.998, n = 3$ )。

风化淋溶系数 (ba) 值也是土壤风化强弱的重要标志,粘粒的 ba 值愈小,则它所受的风化淋溶作用愈强烈。赤红壤、红壤和黄红壤粘粒的 ba 值分别为  $0.04 \pm 0.01$ 、 $0.10 \pm 0.01$  和  $0.13 \pm 0.02$ ,这说明从南到北不同地带红壤的风化淋溶作用逐渐递减,且与年均气温呈良好的负相关 ( $r = -1.000, n = 3$ )。

## (二) 黄壤与红壤粘粒矿物组成的差异

黄壤形成于湿润的生物气候下,游离氧化铁以黄色的针铁矿或纤铁矿为主;红壤是在干、湿热作用下形成的一种土壤,故游离氧化铁为赤铁矿和针铁矿等的混合物<sup>[4]</sup>。从表 3 的矿物组成可知,由花岗岩发育的黄壤还是红壤,游离氧化铁含量都不高。粘粒中的游离氧化物除游离氧化铁外,还有不少无定形氧化硅和氧化铝,这些氧化物都是易受环境条件变化而变化的组分,是成土过程和成土环境的反映。用  $0.5 \text{ molL}^{-1} \text{ NaOH}$  提取出的非晶物质,红壤都高于黄壤;而晶质的三水铝石则相反,黄壤都高于红壤,黄壤中的三水铝石数

广东阳春的最高,达 18—24%,其次是安徽黄山黄壤,为 9—17%,江西铅山黄壤最低,为 6—7% (表 3)。

从北到南不同地带黄壤的风化淋溶系数逐渐变小,这与红壤相似,风化强度由弱逐渐变强。同一地带黄壤的风化淋溶系数都大于红壤;黄壤中含有较多的 2:1 型矿物,而红壤中含有较多的高岭石。这些都说明黄壤的风化程度较红壤弱。另外从钾质粘粒热处理后的 X 射线衍射分析证明,江西和安徽的红壤和黄壤中都有少量绿泥石存在,而广东的红壤和黄壤中都未见到绿泥石。

### (三) 黄壤粘粒部分硅铝率计算方法的探讨

熊毅曾对我国主要地带性土壤粘粒部分的硅铝率作了详细介绍,阐明从北到南各类土壤随着风化强度的增强,硅铝率由大逐渐变小,粘粒矿物的组成由 2:1 型逐渐向 1:1 型演变,其规律性是十分明显的,这说明粘粒的硅铝率是土壤发生分类的一个极其重要的指标<sup>[5]</sup>。但是我们发现山地土壤粘粒的硅铝率常出现一些反常现象,即风化程度浅的一些土壤硅铝率反而低于风化深的一些土壤;受风化作用较强的表层硅铝率大于受风化作用弱的下层土壤,这就影响了粘粒硅铝率在土壤发生分类中的应用。

黄壤是我国南方重要的土壤类型之一。山地黄壤的硅铝率常低于红壤,有时甚至比砖红壤还低。曾维琪等在衡山土壤研究结果也表明,山地黄壤和山地草甸土粘粒的硅铝率都低于红壤,特别是剖面下部有的只有 0.7 左右<sup>[6]</sup>。这些山地土壤粘粒硅铝率如此之低,想用目前方法计算出的硅铝率大小来说明这些土壤的风化强度显然是不恰当的。

如何使山地土壤和地带性土壤能统一用硅铝率的大小来说明其风化强度,达到粘粒硅铝率作为土壤(不管是地带性的还是山地的)发生分类的重要标志,这就必须考虑山地土壤特殊的成土环境而引起的某些粘粒矿物的形成。在地带性土壤中,三水铝石是由原生硅酸盐矿物经过脱盐基和脱硅作用逐步形成高岭石,而后再脱硅形成三水铝石,结果使土壤粘粒的硅铝率不断减低,所以在这类土壤中的三水铝石是强烈风化作用的产物。但是在一些风化较弱的山地土壤中常常存在着比红壤、砖红壤还多得多的三水铝石,它并不能全面地反映这些土壤的风化强度,而只能反映在一些特定的淋溶环境下长石的分解方

表 4 扣除三水铝石后黄壤粘粒 ( $<2\mu\text{m}$ ) 的硅铝率

Table 4 Silica-alumina ratio of clay fraction ( $<2\mu\text{m}$ ) of the yellow earth that the  $\text{Al}_2\text{O}_3$  of gibbsite was deducted

地 点 Locality	深 度 (cm) Depth	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	
		未扣除 Unreduced	扣 除 Deducted
广东阳春	0—10	1.90	2.97
	45—60	1.65	3.00
江西铅山	10—50	2.42	2.92
	50—100	2.51	2.94
安徽黄山	0—14	2.65	3.49
	29—56	2.08	3.50

式<sup>[7]</sup>。这与红壤、砖红壤中三水铝石的多少在发生学上的含义是不同的。花岗岩发育的红壤、赤红壤中三水铝石含量只有 2—3%，黄红壤中根本未见有存在，如仅仅从土壤的风化强度这一角度来考虑的话，山地黄壤中也不应有三水铝石存在。因此，我们认为在计算表示风化强度指标的黄壤粘粒硅铝率时应将其中的三水铝石扣除了，这样才能使地带性土壤和山地土壤统一起来进行相互比较，有助于土壤发生分类数量化指标的研究。具体方法是：用热失重法先较准确地测出黄壤粘粒中的三水铝石含量，然后将粘粒部分的氧化铝总量减去该粘粒中的三水铝石所含氧化铝的量，即得扣除三水铝石后粘粒的氧化铝含量，再用它来计算粘粒的硅铝率。由表 4 可见，广东阳春和江西铅山黄壤扣除三水铝石后的硅铝率接近于 3，安徽黄山黄壤为 3.5，比扣除前都有较大的增加，且都大于红壤。但同时我们也看到，由于山地黄壤  $<2\mu\text{m}$  粘粒中含有较多的石英（表 3），使其硅铝率偏大一些，如用  $<1\mu\text{m}$  粘粒结果可能会更理想一些，这还有待进一步的研究。

### 参 考 文 献

- [1] 杨德渤, 1985: 中国土壤胶体研究 IX. 广东两对黄壤和红壤的粘粒矿物比较. 土壤学报, 第 22 卷 1 期, 36—45 页。
- [2] 郑春荣等, 1985: 土壤全量快速分析——碳酸锂-硼酸-石墨粉坩埚熔样法. 土壤, 第 17 卷 1 期, 3—5 页。
- [3] 蒋梅茵等, 1982: 中国土壤胶体研究 VIII. 五种主要土壤的粘土矿物组成. 土壤学报, 第 19 卷 1 期, 62—70 页。
- [4] 徐拔和, 1986: 土壤化学选论, 64—70 页, 科学出版社。
- [5] 熊毅、陈家坊等编著, 1990: 《土壤胶体(第三册)》第十二章, 土壤胶体性质与土壤发生分类. 514—566 页, 科学出版社。
- [6] 曾维祺、殷细宽, 1986: 衡山土壤的粘土矿物. 土壤学报, 第 23 卷 3 期, 243—251 页。
- [7] 李庆远主编: 1983: 中国红壤. 64—67 页, 科学出版社。
- [8] Alexiades, C. A. and M. L. Jackson. 1966: Quantitative clay mineralogical analysis of soil and sediments. Clay and Clay Minerals, 14: 35—52.

## CLAY MINERAL COMPOSITION AND EVOLUTION OF RED EARTHS AND YELLOW EARTHS DERIVED FROM GRANITES IN EASTERN CHINA

Yang Deyong and Jiang Meiyin

(*Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing, 210008*)

### Summary

In this paper the clay mineral composition of red earths and yellow earths derived from granites in Guangdong, Jiangxi and Anhui Provinces were studied by using a quantitative analysis approach. It will be helpful for explaining mineralogical properties of red earths and yellow earths in different zones of the eastern China are also given in it.

#### (1) The clay mineral composition of red earths

Lateritic red earths, red earths and yellow-red earths vary significantly in the clay mineral composition of clay fraction ( $<2 \mu\text{m}$ ). Lateritic red earth taken from Guangdong contained about 54% kaolinites and a few hydromicas and 1.4nm intergradient minerals, in addition to 3% gibbsites and 17% amorphous materials. Red earth taken from Jiangxi contained about 42% kaolinites, 13—17% hydromicas and a small amount of 1.4nm intergradient minerals and chlorites, still with 2% gibbsite. Yellow-red earth taken from Anhui contained about 35% kaolinites, 35% amorphous materials and some smectites, but crystallized gibbsites were not found.

Results indicated that there was a significantly positive correlation ( $r=0.998$ ,  $n=3$ ) between the content of kaolinites in the clay fraction ( $<2 \mu\text{m}$ ) of lateritic red earths, red earths and yellow-red earths and the mean annual temperature. However, there existed a good negative correlation ( $r=-1.000$ ,  $n=3$ ) between the leaching coefficient of the clay fraction of the three soils and the mean annual temperature.

#### (2) The difference of clay minerals composition between red earths and yellow earths.

The composition of clay mineral of the yellow earths differed from that of red earth by 2:1 type clay minerals and gibbsites but less kaolinite. The content of gibbsites in the clay fraction of three yellow earths taken from Guangdong, Jiangxi and Anhui were 20—24%, 9—17% and 6—7% respectively. However, the red earths contained a considerable amount of amorphous  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . In addition, yellow earths and red earths taken from Jiangxi and Anhui still contained a small amount of chlorites, but chlorites were not found in the yellow earths and lateritic red earth taken from Guangdong.

#### (3) Discussion about the calculation of silica-alumina ratio of the clay fraction in the yellow earths.

When we calculate the tested results by following the old routine, the silica-alumina ratio of the yellow earths, which contained more gibbsites, is usually less than that of red earths, sometime even less than that latosol. For the soils in mountainous region, however, only the silica-alumina ratio that the sum of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  of gibbsite in the clay fraction ( $<2\mu\text{m}$ ) is deducted can better reflect the weathering intensity of the soil.