

# 第四纪红土的土壤发生及其古地理意义

袁国栋 龚子同

(中国科学院南京土壤研究所)

## 摘 要

本文对第四纪红土发育的土壤的研究结果表明:在我国亚热带范围内,地带性因素对土壤性质的影响在一定程度上是客观存在,但有局限性;母质等地域性因素对土壤性质的影响常常会超过地带性因素的影响;第四纪红土的物质来源受周围岩性和黄土的影响,与下伏砂岩不一定有必然的联系;风化程度在剖面中的变化是气候变迁的标志之一。

红土的北进和黄土的南侵都是第四纪时期的重要事件。第四纪红土的研究在土壤发生分类、利用改良等方面的意义早已为人们所认识,在气候变迁、新构造运动等第四纪事件的研究以及在工程建设上的作用也逐渐受到重视,但由于第四纪红土本身的复杂性和研究手段的局限性,有些问题仍有待于解决。本文试图对第四纪红土的土壤发生、古地理意义作初步讨论。

## 一、标本和方法

本文供试土样为广西南宁至江苏宜兴间的第四纪红土。土壤理化性质列于表1—3。剖面中自上而下有:黄棕色层、均质红土层(铁锰胶斑层)、网纹层、砾石(夹细土)层,下伏白垩纪或第三纪红色或紫色砂页岩。由于地形、新构造运动和侵蚀等原因,层次的多少及厚度各地有所不同。含网纹层第四纪红土的时代一般认为是中更新世<sup>[1]</sup>。

机械组成用吸管法;矿质全量用碳酸钠熔融、等离子光谱测定;CEC用1N中性醋酸铵提取;游离氧化物用DCB法提取;重矿物用双目镜鉴定;微量元素用HF-HClO<sub>4</sub>消化、等离子光谱测定。

## 二、结果与讨论

### (一) 成土因素对土壤性质的影响<sup>1)</sup>

1. 地带性因素对土壤性质的影响 道库恰耶夫的《论自然地带学说》经过近百年的科学实践,有了很大的发展。我国土壤学家结合本国实际,提出了“三维层性”的概念<sup>[4]</sup>,从而大大丰富了地带性学说的内容。

表4列出了广西南宁至江苏宜兴这一广阔的亚热带范围内土壤性质与地带性因素

\* 本文系袁国栋硕士论文的一部分。作者向所有帮助过此项研究的老师们表示感谢。

1) 除特别注明外,以均质层性质为例。

表 1 第四纪红土的一般理化性质  
Table 1 Physical and chemical properties of Quaternary red earth

剖面号 Profile No.	采样点 Sample location	层 次 Horizon	深 度 Depth (cm)	各粒级含量(%) Particle size distribution				有 机 质 含 量 O. M. (%)	pH (H <sub>2</sub> O)	粘 粒 Clay fraction	土 体 Fine earth fraction	交 换 性 Exchangeable	
				CEC (m.e./100g)								盐 基 Bases	酸 度 Acidity
				2-0.25 (mm)	0.25-0.05 (mm)	0.05-0.01 (mm)	<0.002 (mm)						
1	广西南宁	均质层	24-151	2.77	31.39	11.85	45.88	0.43	4.81	19.88	8.38	2.20	4.64
2	福建华安	均质层	24-40	1.66	26.46	13.93	50.86	1.03	4.75	18.18	6.91	0.89	4.64
3	江西赣州	均质层	25-90	11.97	20.41	16.39	40.91	0.39	4.89	23.45	8.01	1.02	4.87
4	江西泰和	均质层	30-90	7.81	18.27	17.32	40.35	0.68	4.45	17.31	8.35	0.72	6.17
5	湖南衡阳	均质层	20-50	2.71	15.87	17.91	46.60	0.49	4.62	16.77	9.30	1.77	7.22
6	湖南长沙	均质层	15-50	1.87	6.74	24.82	42.95	0.40	5.02	17.96	10.66	4.11	3.17
7	江西进贤	均质层	13-45	1.48	1.49	29.81	43.96	0.85	5.17	16.21	11.61	1.87	3.12
8	浙江金华	均质层	25-80	3.18	4.50	18.54	53.72	0.36	4.87	14.49	10.72	0.82	7.12
9	江西九江	均质层	80-200	0.98	3.53	39.27	32.58	0.51	5.03	22.16	11.48	2.04	4.52
10	湖北咸宁	均质层	50-60	0.61	7.15	45.30	19.47	0.51	6.00	23.56	8.47	5.29	0.22
11	四川丹棱	黄棕色层	44-91	1.80	5.65	33.98	32.06	0.49	5.87	15.79	8.80	3.36	2.62
		网纹层	91-272	1.24	16.00	20.78	47.72	0.07	5.58	16.07	12.17	4.87	4.90
12	湖北宜都	均质层	0-12	3.60	13.37	29.97	31.36	1.44	5.96	—	12.06	9.82	0.16
13	安徽宣城	均质层	0-50	1.44	3.91	29.38	43.78	0.36	4.91	24.08	10.92	3.60	4.44
14	江苏宜兴	均质层	35-70	1.87	3.29	30.35	45.36	0.70	4.66	23.31	15.56	3.79	9.27

表 2 第四纪红土的元素组成  
Table 2 Element compositions of Quaternary red earth

采样点 Sample location	层次 Horizon	深度 Depth (cm)	土 体										粘 粒 Clay fraction					
			烧失量 Ign. loss	SiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	MnO (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Cr ppm	SiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
广西南宁 福建华安	均质层	24—151	5.97	67.51	7.92	16.95	0.03	0.19	1.02	0.02	0.56	0.11	0.20	90.5	37.85	14.78	31.63	2.03
	均质层	40—77	7.76	64.28	7.64	17.80	0.01	0.15	0.92	0.02	0.30	0.07	0.17	76.6	38.11	13.76	32.98	1.96
江西赣州	均质层	25—90	5.22	72.45	4.98	15.10	0.02	0.35	0.91	0.02	0.83	0.10	0.09	58.8	40.59	11.25	31.75	2.16
	网纹层 紫砂岩	90—360	5.74	68.69	5.74	17.48	0.01	0.34	0.92	0.02	0.86	0.10	0.10	86.2	40.03	11.00	32.49	2.09
江西泰和	均质层	—	4.20	68.71	6.20	16.68	0.01	0.72	0.81	0.03	2.19	0.12	0.14	47.6	—	—	—	—
	均质层	30—90	5.41	69.82	5.67	16.36	0.01	0.39	0.90	0.02	1.14	0.11	0.08	74.3	41.49	11.21	31.23	2.25
湖南衡阳	均质层	20—50	4.96	71.21	5.81	15.61	0.05	0.52	0.93	0.02	1.13	0.16	0.11	46.2	44.23	11.50	29.41	2.55
	网纹层 紫砂岩	50—320	4.85	71.33	5.95	15.69	0.01	0.51	0.80	0.02	1.25	0.12	0.06	54.1	44.35	11.36	29.74	2.53
湖南长沙 江西进贤	均质层	—	7.11	56.14	6.92	19.52	2.68	2.91	0.70	0.21	3.36	0.36	0.16	61.4	—	—	—	—
	均质层 均质层	15—50 13—45	5.21 6.49	68.15 65.37	5.77 6.47	17.23 18.40	0.04 0.02	0.66 0.77	1.05 0.97	0.16 0.13	1.51 1.74	0.15 0.15	0.09 0.17	56.2 92.1	45.42 41.70	10.44 11.42	29.20 31.55	2.63 2.24
浙江金华	均质层	25—80	6.50	65.39	6.18	18.03	0.01	0.53	1.16	0.06	1.25	0.13	0.16	57.6	42.89	11.65	30.45	2.39
	网纹层 红砂岩	80—160 —	6.46 6.01	65.66 63.45	6.91 7.84	17.16 19.37	0.01 0.01	0.46 1.36	1.10 0.79	0.03 0.03	1.21 2.58	0.12 0.13	0.13 0.19	77.3 48.4	41.54 —	13.50 —	30.23 —	2.33 —
江西九江 湖北咸宁	均质层	80—200	5.12	68.10	6.09	16.66	0.02	0.64	0.83	0.08	1.73	0.38	0.09	40.9	43.65	11.94	28.46	2.60
	均质层	50—60	3.64	79.05	3.88	10.32	0.07	0.48	0.98	0.16	1.32	0.25	0.23	72.3	46.73	10.40	27.82	2.85
四川丹棱	黄棕色层	44—91	5.04	73.64	4.88	13.74	0.02	0.72	0.90	0.09	1.27	0.26	0.10	55.4	45.93	10.53	27.27	2.85
	网纹层	91—272	7.61	52.75	15.80	20.93	0.01	0.51	1.01	0.02	1.28	0.15	0.10	101.4	38.07	18.05	28.61	2.25
湖北宜都 安徽宣城	均质层	0—12	6.04	70.90	6.85	12.47	0.18	0.62	0.95	0.05	1.31	0.24	0.21	106.4	—	—	—	—
	均质层	0—50	4.97	70.48	5.83	15.32	0.14	0.54	0.98	0.06	1.28	0.17	0.10	68.7	46.58	11.14	27.87	2.83
江苏宜兴	均质层	35—70	6.55	67.49	6.38	15.89	0.05	0.72	0.97	0.10	1.37	0.23	0.22	57.9	45.16	10.91	28.37	2.70

表 3 第四纪红土氧化铁的游离度  
Table 3 Free degree of iron oxide of Quaternary red earth

采样点 Sample location	层 次 Horizon	深 度 Depth (cm)	游 离 铁 Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> (%)	游离度 $\frac{Fe_2O_{3d}}{Fe_2O_{3t}}$ (%)
广西南宁	均质层	24—151	13.22	89.4
福建华安	均质层	40—77	12.33	89.6
江西赣州	均质层	25—90	9.05	80.4
江西泰和	均质层	30—90	9.32	83.1
湖南衡阳	均质层	20—50	8.92	85.4
湖南长沙	均质层	15—50	8.22	78.8
江西进贤	均质层	13—45	8.57	75.0
浙江金华	均质层	25—80	9.77	83.9
四川丹棱	黄棕色层	44—91	8.06	76.5
			3.67*	75.2*
	网纹层	91—272	17.18	95.2
			14.83*	93.9*
江西九江	黄棕色层	0—80	3.09*	59.4*
	均质层	80—200	8.70	72.9
			4.05*	66.5*
	铁锰斑豆	200—370	9.62	77.8
			4.07*	68.4*
	网纹层	370—470	10.07	89.3
4.63*			85.7*	
湖北咸宁	均质层	50—60	7.76	74.6
安徽宣城	均质层	0—50	8.59	77.1
江苏宜兴	均质层	35—70	8.17	74.9

\* 为土体的数值,其余为粘粒的值。

(年均温)的相关系数表,其中粘粒硅铝率、铁的游离度等 7 个指标与年均温呈显著或极显著相关,说明地带性因素对土壤性质的影响在一定程度上是客观存在的。

## 2. 地域性因素对土壤性质的影响 (1) 地带性因素影响土壤性质的局限性:

表 4 中有些性质如粘粒代换量等与年均温的相关性不明显,这表明地带性因素对土壤性质的影响有一定的限度;另一方面,硅铝率等指标虽然与地带性因素有良好的相关性,但这仅仅是就总体而言的相关关系,而不是一一对应的函数关系,如广西南宁与福建华安、江西泰和与进贤、湖南长沙与江苏宜兴,尽管纬度或年均温有较大的差别,但硅铝率

表 4 土壤性质和年均温(地带性因素)的相关系数表  
Table 4 Correlating coefficient between soil properties and AMT

粘 粒 Soil			
样品数 (n) Number of samples	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CEC	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>
12	-0.8738**	-0.2165	0.8214
土 体 Clay			
样品数 (n) Number of samples	13		
pH	-0.3421		
Clay Content	0.3146		
CEC	-0.7692**		
Ex. acidity	-0.0053		
Basec	-0.4488		
SiO <sub>2</sub>	-0.2583		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.4950		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.3389		
TiO <sub>2</sub>	-0.0771		
CaO	-0.4592		
MgO	-0.8653**		
K <sub>2</sub> O	-0.8130**		
Na <sub>2</sub> O	-0.6095		
MnO	-0.5658		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0.0252		

n = 12:  $r_{0.05} = 0.5760$ ,  $r_{0.01} = 0.7079$  \*:  $|r| > r_{0.05}$

n = 13:  $r_{0.05} = 0.5529$ ,  $r_{0.01} = 0.6835$  \*\*:  $|r| > r_{0.01}$

基本相同(见表 2), 又如江西赣州与浙江金华, 粘粒铁游离度的大小与纬度或年均温的高低呈相反的结果(见表 3)。因此, 不能把地带性因素的影响绝对化。

(2) 从聚类分析结果看地带性因素: 将表 4 中与地带性因素相关最好的三个性状(硅铝率、粘粒铁游离度、土体代换量)作为指标, 按欧氏距离类平均法进行聚类, 得到枝状图 1。它进一步表明: 土壤间性质上的亲疏程度与按地带性因素顺序排列的结果有较大的出入(剖面 1 至 14 号按纬度由低到高顺序排列): 第 I 类中相距甚远的 6 号剖面(长沙)与 13 号剖面(安徽宣城)紧靠在一起, 第 II 类中的 1(南宁)、2(福建华安)号剖面与 12 号剖面(湖北宜都)较难区分。这样看来, 将指标定量化以后仍掩盖不了地带性学说客观存在的一些不足。

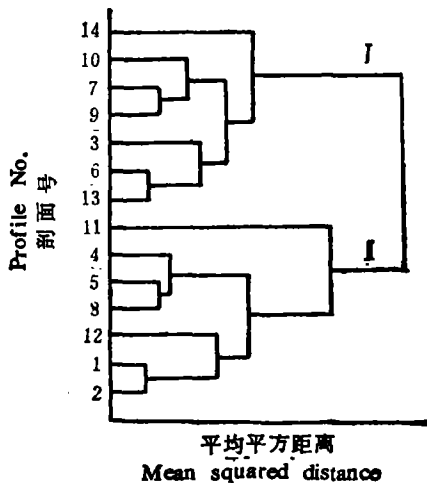


图 1 聚类分析枝状图

Fig. 1 Results of cluster analysis

(3) 地域性因素的重要性：江西泰和与湖南衡阳，长沙与江西进贤，浙江金华、江西九江与湖北咸宁这三组剖面内，纬度基本一致或相近，年均温差别较小(0.3—0.7℃)，但性质上相差甚远(表5)，如长沙与进贤的硅铝率相差0.39，泰和与衡阳粘粒游离铁含量相差3.91%。这很难用地带性因素的微小变异来解释。因此，在我国地貌条件比较复杂、母质类型多种多样的亚热带地区，地域性因素对土壤性质的影响不能忽视。第四纪红土的性质除了受生物气候因素的影响外，还取决于盆地构造、物质组成、河流活动等因素，正是由于这些原因，使得在温带地区较为明显的地带性规律在我国亚热带地区变得比较复杂。

表5 地域性因素对土壤性质的影响  
Table 5 The impact of non-zonality factors on soil properties

土壤性质 Soil properties		纬度 Latitude	26°49'	26°53'	28°12'	28°23'	29°06'	29°37'	29°53'
		剖面 Profile	泰和	衡阳	长沙	进贤	金华	九江	咸宁
粘粒 Clay fraction	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		2.25	2.55	2.63	2.24	2.39	2.60	2.85
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> %		13.26*	9.35*	8.84*	10.59*	9.77	8.70	7.76
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %		89.1*	82.3*	80.0*	88.9*	83.9	72.9	74.6
土体 Fine earth fraction	CEC	m. e./100g	8.35	9.30	10.66	11.61	10.72	11.48	8.47
	交换性酸 Ex acid		6.18	7.22	3.17	3.12	7.12	4.52	0.22
	盐基总量 Bases		0.77	1.77	4.11	1.87	0.81	2.04	5.29
	Cr ppm		74.3	46.2	56.2	92.1	57.6	40.9	72.3

\* 网纹层。

近一、二十年来，母质等地域性因素在热带亚热带土壤研究中日益受到重视<sup>[5,6,8]</sup>，本文对此作一些尝试性的讨论。

3. 地带性因素和地域性因素的相互比较 表6将纬度相近(29°06'—30°03')的金华、九江、咸宁、丹棱(网纹层)四剖面间性状的差异作为地域性因素引起的变异，其余10个剖面(南宁至江苏宜兴)间的性状差异作为地带性因素引起的变异，以粗略地估计地带性因素和地域性因素的相对重要性。

由表6最右一栏可见：在亚热带范围内，15个性状中有9个由于地域性因素造成的变异超过了地带性因素引起的变异(B/A > 1)。

## (二) 红土发生的古地理意义

1. 第四纪红土物质来源的区域特点 一般认为，第四纪红土的物质来源受区域自然条件和岩性的影响<sup>[1,7]</sup>，但直接的研究工作尚未见到。

从表1颗粒组成看，南宁、福建华安、江西赣州、泰和以及湖南衡阳等剖面0.25—0.05mm粒级的含量较高，最高为31.39%。这与这些地区盆地周围岩性以砂岩、花岗岩等为主有关；九江、湖北咸宁、四川丹棱上层、安徽宣城以及江苏宜兴一带，0.05—0.01mm粒

表 6 地带性因素和地域性因素的比较  
Table 6 The impact of zonality and non-zonality factors on soil properties

成土因素引起的性质变异 Properties variation caused by		地带性因素 Zonality factor		地域性因素 Non-zonality factor		$\frac{B}{A}$
土壤性质 Soil properties		变化范围 Range	变幅 A Change	变化范围 Range	变幅 B Change	
粘 粒 Clay fraction	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.96—2.83	0.87	2.25—2.85	0.60	0.69
	CEC	16.21—24.08	7.87	14.49—23.56	9.07	1.15
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>	74.9—89.6	14.7	72.9—95.2	22.3	1.51
土 体 Fine earth fraction	ECEC	4.99—13.06	8.07	5.51—9.77	4.26	0.53
	粘粒含量	31.36—50.86	19.50	19.47—53.72	34.25	1.76
	SiO <sub>2</sub>	64.28—72.45	8.17	52.75—79.05	26.30	3.22
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.98—7.92	2.94	3.88—15.80	11.92	4.05
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.47—18.40	5.93	10.32—20.93	10.61	1.79
	TiO <sub>2</sub>	0.90—1.05	0.15	0.83—1.16	0.33	2.20
	CaO	0.01—0.18	0.17	0.01—0.07	0.06	0.35
	MgO	0.15—0.77	0.62	0.48—0.64	0.16	0.26
	K <sub>2</sub> O	0.30—1.74	1.44	1.25—1.73	0.48	0.33
	Na <sub>2</sub> O	0.07—0.24	0.17	0.13—0.38	0.25	1.47
	MnO	0.02—0.16	0.14	0.02—0.08	0.06	0.43
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.08—0.22	0.14	0.09—0.23	0.14	1.00	

级的含量较高,最高达 45.30%,可能受到黄土的影响。

从重矿物鉴定结果看,九江、宣城、宜兴等剖面的重矿物种类有:锐钛矿、锆石、金红石、电气石、榍石、石榴石、白钛矿、磁铁矿、赤褐铁矿、绿帘石等,部分样品还有黄铁矿、辉石、角闪石、黑云母、透闪石、黝帘石、重晶石、磷灰石等,与黄土的重矿物组合相似,结合颗粒组成特点,可初步认为九江、咸宁、宣城、宜兴一带第四纪红土的物源与黄土有一定联系。

2. 从上下层关系看红土物质来源的差异 图 2、图 3 显示了四川丹棱剖面网纹层(91—272cm)与黄棕色层(44—91cm)的性状差异(为消除粘粒移动对各层次颗粒含量造成的影响,图 3 中各粒级的百分含量是扣除粘粒含量以后的值)。此外,重矿物种类上除了共同的以外,黄棕色层含有角闪石、辉石,重晶石、透闪石、黝帘石、板钛矿,而网纹层含独居石。

由于黄棕色层与网纹层在颗粒组成<sup>[9-11]</sup>、矿物类型<sup>[12,13]</sup>、元素含量<sup>[14,15]</sup>、氧化物性质等方面的显著差异,它们不可能出于同一母质,二者间的沉积间断反映了当时自然条件的变迁,即网纹层沉积后,物质来源、动力条件有所变化,最后演变成适合于黄棕色层沉积。

网纹层与下伏岩层的关系也较复杂,如江西赣州、湖南衡阳、浙江金华等剖面的网纹层与紫(红)砂岩相比,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO、K<sub>2</sub>O 的含量较低,衡阳、金华的 SiO<sub>2</sub> 含量网纹层高于砂岩(表 2)。假定网纹层的物源是下伏砂岩,虽然可以解释 K<sub>2</sub>O、MgO 含量的减少,但无法说明 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量网纹层低于紫色岩,因为富铝化作用的结果应当使 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 有所富集,而事实并非如此;衡阳、金华二剖面 SiO<sub>2</sub> 的情况也是与富铝化作用相矛盾的,这说明原假定很难成立。

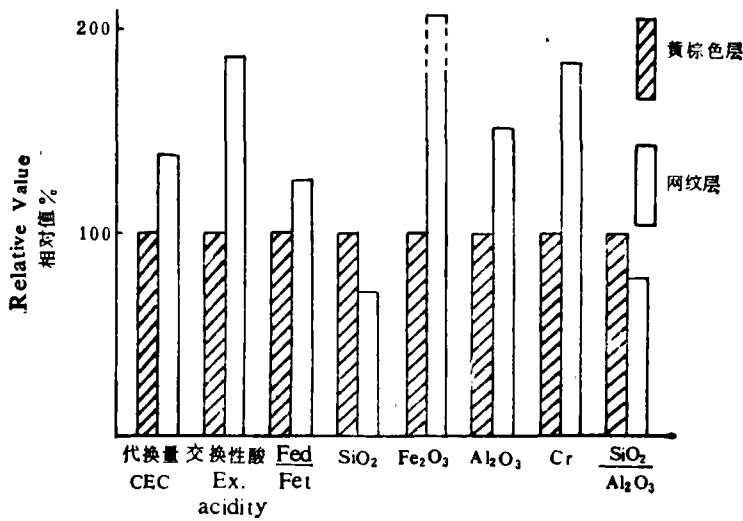


图 2 网纹层性质和黄棕色层性质的比较

Fig. 2 Comparison of properties between plinthite horizon and yellow-brown horizon

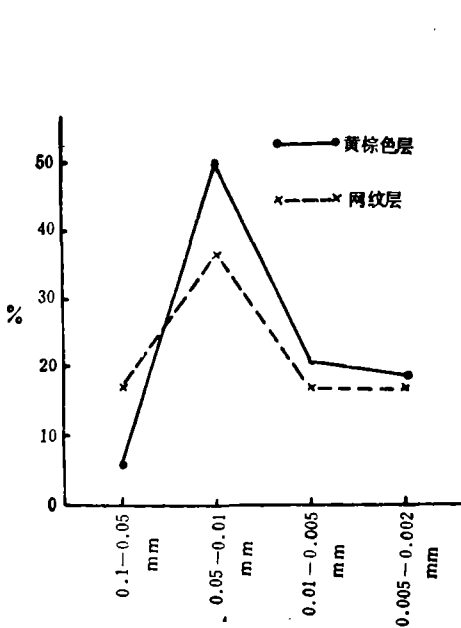


图 3 网纹层与黄棕色层颗粒组成的差异

Fig. 3 Differences of Particle size distribution between plinthite horizon and yellow-brown horizon

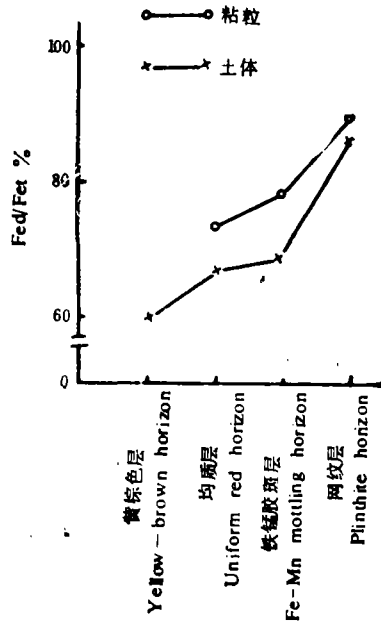


图 4 铁游离度在剖面中的变化

Fig. 4 Changes of free degree of iron oxides in profile

3. 土壤性质在剖面中的变化与气候变迁 以庐山附近的九江剖面为例，铁的游离度由下(网纹层)向上(黄棕色层)逐渐降低(图 4)，即风化程度逐渐变低，一定程度上表明气候条件从网纹层代表的湿热状况向黄棕色层代表的温凉状况转变。



四川丹棱剖面中铁的游离度的变化情况与九江剖面相似(图2),表明:网纹层形成后湿热条件有所减弱,黄棕色层的风化成土过程在较为温凉的条件下进行。

### 参 考 文 献

- [1] 熊毅, 1944: 江西更新统粘土之性质及其生成。地质论评, 第9卷, 109—120页。
- [2] 任美铨, 1957: 湘江流域的某些地貌和第四纪地质问题。地理学报, 第23卷, 359—377页。
- [3] 杨怀仁, 1962: 长江中下游(宜昌—南京)地貌与第四纪地质。1960年全国地理学术会议论文集(地貌), 6—44页, 科学出版社。
- [4] 刘朝端, 1985: 土壤地带性理论的发展。土壤专报, 第39号, 85—98页。
- [5] 龚子同, 1983: 华中亚热带土壤。湖南科技出版社。
- [6] 赵其国, 1983: 热带土壤的发生与分类研究进展。土壤学进展, 第11卷1期, 1—12页。
- [7] 周明纵, 1985: 第四纪红粘土发育的红壤基层分类及土壤组合型式。土壤学报, 第22卷4期, 365—376页。
- [8] Mohr E. C. J. et al., 1972: Tropical soils. Mouton-Ichtion Baru-Van Hoeve.
- [9] E. M. Rutledge et al., 1975: Loess in ohio, in relation to several possible sources areas: I. physical and chemical properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 39: 1125—1131.
- [10] Michael L. Thompson, 1981: Parent materials and paleols in the teays river valley, ohio. Soil Sci. Soc. Am. J. 45:918—925.
- [11] M. J. Vepraskas & Wilding, L. P. 1983: Deeply weathered soils in the Texas coastal plain. Soil Sci. Soc. Am. J. 47:293—300.
- [12] R. B. Grossman et al., 1959: Fragipan soils of Illinois: II. Mineralogy in reference to parent material uniformity of losmer silt loam. Soil Sci. Soc. Am. Pro. 23:70—73.
- [13] W. A. Mitchell: Heavy minerals. In: Soil components Volume 2. Inorganic components (John E. Gieseking edited) pp. 449—480. Springer-Verlag New York Inc. 1975.
- [14] Nair, K. P. P. & Cottenie, A., 1971: Parent materialsoil relationship in trace elements—A quantive estimation. Geoderma 5: 81--97.
- [15] Oertel, A. C. 1961: Relation between trace element concentration in soil and parent material. J. Soil Sci. 12:119—128.

## SOIL GENESIS OF QUATERNARY RED EARTH AND ITS PALEOGEOGRAPHIC IMPLICATION

Yuan Guodong and Gong Zitong

(Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing)

### Summary

Fourteen profiles from humid subtropical region were investigated using physical, chemical, and mineralogical techniques. The results showed that zonality factors had impacts on soil properties to some extent within subtropical region, however, the factors like parent material were also important, its influences on properties such as CEC, iron free degree of clay were greater than that of bioclimate; Quaternary red earth was not the weathering products of the sandstone underlain but influenced by surrounding rocks or loess based on the particle size distribution pattern and heavy mineral associations; while the decrease of weathering degree from bottom to surface in the profile was the result of climate changes from humid and warm to mild.