

应用主组元分析对我国红壤系列分类的初步探讨*

王 明 珠

(中国科学院南京土壤研究所)

我国红壤系列,包括砖红壤、赤红壤、红壤及黄壤等土类,是在热带亚热带生物气候条件下形成的。关于这类土壤的发生分类指标是否具有地带性问题,目前尚存在不同看法。有人认为:红壤系列的发育与我国生物气候带的影响相适应,并可以土壤粘粒的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 作为区分红壤系列中不同土类的依据,如砖红壤为 1.5—1.8,赤红壤 1.8—2.0,红壤 2.0—2.2;这三类土壤的生物气候带相应为热带、南亚热带及中亚热带[1]。有人认为:红壤系列的发育除受生物气候影响外,还受母质与其它条件的影响,红壤粘粒 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 作为红壤发育程度的指标是有限度的,仅在一定范围内是适用的①。有人认为:红壤系列各土类间的全量化学组成和粘土矿物组成无本质区别,主张以土壤活性硅、铁、铝及交换性离子组成作为区分指标[2]。也有人认为:粘粒 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 只能作为红壤风化程度的标志,并非红壤区分的唯一依据[3]。根据以上情况,本文试图从过去大量的各种红壤属性指标中,选择出有关变量,应用主组元(又名主成分、主分量)分析,找出这些变量间的相互关系和支配它们的独立因素,从而进行红壤系列中有关土类的分辨。

一、变量的选择

通过对大量具有分类意义的分析数据进行对比,初步认为选择红壤类型中,土壤粘粒的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 及土体的交换性铝作为计算的变量(指标)较为适宜。这是因为土壤粘粒的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 能集中反映出土壤在形成过程中的元素迁移变化特点及土壤矿物的风化程度,它在红壤分类中占有重要地位,而红壤类型中的交换性铝是反映红壤酸度本质的重要属性,它同样是酸性土壤的重要分类指标[4]。此外,在土壤层次与上述变量指标的关系上,主要选择土体中表土层(A)及心土层(B)所具有的上述三个变量,而母质层或底土层(C)只选择其粘粒 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 一个变量。这样,在整个变量计算中,共选择了 A 层的粘粒 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$, 交换性铝; B 层的粘粒 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$, 交换性铝; C 层的粘粒 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 等七个变量,以下相应用简写为: A $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, A $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$, A (A1), B $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, B $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$, B (A1),

C $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

二、数值分类结果及其意义

根据上述属性指标,兹在我国南方 11 省红、黄壤地区中,共搜集了 72 个具有上述变量的红壤系列剖面(表 1、2)。现将这些变量进行主组元分析,其结果及意义说明如下。

1. 变量(指标)的离散性 从表 3 所列出的各变量算术平均值(\bar{X})、标准差(S)及变异系数(CV),可以说明所有变量的离散程度,其中(A1)的个体差异较大,尤以 A (A1) 分布最为离散, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 个体差异较小,分布较为集中; $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 离散程度介于两者之间。

2. 变量的相关性 从表 4 所列举的变量相关阵看出:同一属性在不同发生层中出现的变量相关性极为显著,并成正相关,其中以 A、B $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 最为显著, r 值高达 0.935; A、B、C $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 间达 0.703—0.867; A、B (A1) 为 0.556。这表明,如果分类属性指标增多,可相应减少同一属性在不同发生层中的变量。此外, B (A1) 与 A、B、C $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 之间的 r 值所表现的相关性仍很显著; B (A1) 与 A、B $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$, A (A1) 与 A $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 相关性也相当显著;其余各变量仅呈正相关或负相关,其相关性均不明显。

上述变量间的相关性也可通过第 1、2 主组元正规化特征向量得到证实。如以表 5 相应特征向量 7 对分量(ζ_1, ζ_2)为横、纵坐标的二维平面上点图,则 A、B、C 的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$; A、B 的 $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 均极为接近,分别反映出红壤发生过程中显著的脱硅富铝、富铁作用。此外, B (A1) 和 A (A1), A、B、C $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的相关性也甚为明显,从另一侧面显示了矿物风化及其组成类型的变化。

* 本文编写过程中曾得到赵其国、王振权、刘多森等同志的帮助,计算由本所电子计算机组唐万龙同志进行,特此致谢。

① 朱鹤健等,福建东南部山地丘陵土壤的分布和特征。1982 油印本。

表 1

红壤系列土壤的采土地点及深度

编号	采地 点	母 岩	土类 名称	采土深度(厘米)			编 号	采地 点	母 岩	土类 名称	采土深度(厘米)		
				A	B	C					A	B	C
0	广东海南	花岗岩	灰化黄壤	3—12	25—45	45—90	36	广东海南	花岗岩	砖红壤	0—4	22—45	67—170
1	广东海南	花岗岩	黄壤	4—18	35—46	78—110	37	广东海南	花岗岩	砖红壤	0—10	10—45	45—80
2	广东海南	花岗岩	黄壤	2—14	24—60	60—100	38	广东海南	花岗岩	褐色砖红壤	0—8	18—35	95—140
3	广东海南	花岗岩	黄壤	2—10	25—43	70—100	39	广东海南	片麻岩	砖红壤	0—15	35—70	70—100
4	福建南靖	花岗岩	黄壤	0—10	40—60	110—130	40	广东海南	片岩	砖红壤	0—9	35—57	87—120
5	安徽黄山	千枚岩	黄壤	4—10	14—21	30—40	41	广东海南	浅海沉积物	砖红壤	0—26	50—90	195—355
6	贵州仁怀	页岩	黄壤	0—20	22—38	70—80	42	广东遂溪	浅海沉积物	砖红壤	0—20	20—45	45—100
7	贵州湄潭	砂页岩	黄壤	3—15	15—35	60—70	43	广东海南	玄武岩	砖红壤	0—13	13—26	56—80
8	贵州习水	紫砂岩	黄壤	7—13	18—25	40—50	44	广东海南	玄武岩	砖红壤	0—30	30—50	80—100
9	江西庐山	冰川沉积物	黄壤	0—12	45—75	75—100	45	云南河口		黄色砖红壤	0—12	30—40	110—120
10	江西庐山	冰川沉积物	黄壤	0—8	25—48	48—110	46	四川大竹		黄壤	2—9	32—60	78—
11	广 西		灰化黄壤	0—9	25—45	53—63	47	四川万源	紫色岩	黄壤	2—12	40—61	100—300
12	江西梅岭	花岗岩	红壤	0—15	40—65	200—	48	贵州贵阳		黄壤	3—8	30—58	83—100
13	江西庐山	花岗岩	红壤	0—8	35—80	80—100	49	浙江天目山		黄壤	0—35	35—72	72—
14	广东鼎湖山	砂岩	红壤	0—7	15—28	40—50	50	广东海南	凝灰岩	黄壤	0—15	20—30	80—100
15	云南昆明	砂岩	红壤	0—10	20—30	70—80	51	湖南莽山	花岗岩	黄壤	2—10	10—30	30—90
16	广东鼎湖山	砂页岩	黄红壤	0—5	5—20	65—80	52	湖南莽山	花岗岩	黄壤	0—20	20—40	40—100
17	云南昆明	页岩	红壤	0—10	50—60	130—140	53	贵州望谟		红壤	0—10	25—35	50—80
18	云南昆明	玄武岩	红壤	0—10	80—90	180—190	54	贵州榕江	砂岩	黄红壤	0—7	30—40	80—90
19	云南昆明	石灰岩	红壤	0—10	40—50	130—140	55	浙江天目山		红壤	0—14	14—60	60—85
20	安徽宣郎广	红粘土	红壤	0—12	40—50	118—138	56	湖南莽山	花岗岩	红壤	0—10	10—40	40—60
21	贵州天柱		红壤	0—10	25—45	45—	57	贵州望谟		黄壤	0—3	20—30	60—70
22	贵州望谟		红壤	0—10	30—60	60—80	58	云南普文	紫砂岩	红壤	2—7	20—27	48—57
23	湖北咸宁	红粘土	红壤	0—10	37—47	135—150	59	云南恩茅		红壤	3—6	30—35	140—150
24	浙江金华	红粘土	红壤	0—20	30—50	85—105	60	云南南部		赤红壤	0—3	75—150	150—
25	云南勐海	花岗岩	赤红壤	3—13	55—65	130—150	61	广东海南		赤红壤	0—25	25—50	85—
26	广州植物园	花岗岩	赤红壤	0—25	60—80	100—120	62	广东博罗	老洪积物	赤红壤	0—16	16—65	100—150
27	广东海南	花岗岩	赤红壤	2—14	14—40	60—150	63	云南普文	洪积物	赤红壤	0—10	30—40	160—170
28	广东海南	老风化壳	赤红壤	0—13	72—106	106—190	64	云南文山	洪积物	赤红壤	0—10	40—50	90—100
29	广东海南	花岗岩	赤红壤	0—15	28—46	46—100	65	广东海南	花岗岩	褐色砖红壤	0—12	12—27	27—55
30	福建诏安	花岗岩	赤红壤	0—15	27—65	100—140	66	云南大勐龙	老沉积物	砖红壤	3—10	30—40	240—260
31	福建南靖	花岗岩	赤红壤	0—22	46—80	114—135	67	广东徐闻	玄武岩	砖红壤	0—20	20—50	50—100
32	广东博罗	砂岩	赤红壤	0—5	30—50	50—120	68	云南大勐龙	老沉积物	砖红壤	0—19	60—100	150—
33	广东博罗	玄武岩	赤红壤	0—16	35—55	90—105	69	云南西双版纳		砖红壤	0—10	40—70	132—
34	福建漳浦	玄武岩	赤红壤	0—10	55—70	75—85	70	云南允景洪	花岗岩	砖红壤	0—18	55—80	350—400
35	云南孟定		赤红壤	0—6	40—50	100—110	71	云南元江	沉积物	褐色砖红壤	0—10	60—70	150—160

3. 主组元对红壤类型的分辨

(1) 第1、2主组元的物理意义: 从表5列出的前二个特征值(λ_1)、贡献率可见, 第1、2主组元累计贡献率达74.7%, 即综合了原有七项指标提供全部信息的3/4。所以, 分类属性指标的差异, 可由第1、2主组元加以分辨。

第1主组元是红壤系列脱硅富铝化过程的量度, 一定程度上也反映了富铁作用。其A、B、C $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 及 $\text{B}(\text{Al})$ 对第1主组元均具有明显的逆向负荷, 即 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 愈高, 富铝化作用愈弱, 且以发育较为稳定的B层 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 所起作用最大,

第2主组元是红壤系列土类脱硅富铝化强度大体相同条件下, 富铁作用的量度。A、B $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 对第2主组元均显较强的逆向负荷, 即 $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 低, 富铁作用强。

(2) 红壤系列的土类分辨: 以第1主组元为 Y_1

表 2

红壤系列土壤剖面变量指标

编 号	A		A		B		B		C		编 号	A		A		A		B		B		B		C	
	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{FeO}_3}$	(Al)	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	(Al)	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	(Al)	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{FeO}_3}$	(Al)	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	(Al)										
0	1.79	30.93	13.95	1.50	19.17	6.08	1.30	1.85	7.26	0.27	1.82	5.68	0.91	1.84											
1	2.48	32.95	8.62	2.33	25.00	6.02	2.27	37	1.98	15.99	1.06	1.89	14.02	0.63	1.88										
2	2.05	12.49	4.24	2.02	11.93	7.21	2.02	38	2.01	9.76	0.004	1.93	10.03	0.06	1.93										
3	1.95	12.68	6.45	1.84	13.37	5.72	1.66	39	2.05	8.60	0.09	2.01	7.99	1.67	1.98										
4	2.15	19.95	12.45	2.04	15.72	8.14	2.04	40	1.94	9.10	0.41	1.96	8.21	2.87	1.98										
5	1.92	10.43	3.31	1.91	9.39	2.77	1.94	41	1.87	15.00	0.35	1.88	12.82	1.60	1.77										
6	2.47	6.71	16.19	2.28	6.82	4.85	1.59	42	1.75	9.13	0.14	1.73	8.60	0.25	1.70										
7	2.39	8.32	7.27	2.10	8.67	6.06	2.37	43	1.64	4.10	0.30	1.63	4.07	0.34	1.64										
8	1.88	7.51	2.46	1.79	6.51	8.93	2.24	44	1.50	4.32	0.21	1.53	4.19	0.34	1.51										
9	2.18	15.57	3.65	2.83	11.00	4.82	2.66	45	1.82	3.58	0.14	1.31	3.50	0.07	1.70										
10	2.58	9.18	1.86	2.78	10.64	5.13	2.26	46	2.52	10.35	5.13	2.45	9.88	4.86	2.31										
11	2.61	8.40	7.92	1.89	3.68	5.45	1.34	47	2.69	10.97	0.44	2.34	9.83	6.95	2.88										
12	2.23	7.57	4.16	1.54	6.25	3.02	2.01	48	2.24	10.95	8.77	2.18	11.92	8.56	2.33										
13	2.42	9.35	5.24	2.25	8.78	5.15	2.38	49	1.78	9.90	8.55	2.08	12.60	4.33	2.14										
14	2.41	13.76	3.63	2.28	10.47	3.75	2.10	50	2.24	50.62	9.06	2.08	53.94	9.69	1.70										
15	2.14	9.40	3.08	2.28	10.11	2.85	2.11	51	2.28	11.21	9.91	2.53	11.31	8.71	2.60										
16	2.20	5.64	10.94	1.98	5.87	5.78	1.89	52	2.32	10.37	8.93	2.39	11.04	7.41	2.34										
17	2.18	8.74	4.16	2.04	9.02	4.70	2.04	53	2.33	10.47	0.02	2.25	11.54	5.30	2.36										
18	1.86	3.42	1.00	1.95	3.25	1.01	1.88	54	2.85	5.60	2.71	2.06	4.89	2.62	2.17										
19	1.43	4.00	0.08	1.34	3.08	0.11	1.18	55	2.36	10.80	2.79	2.05	7.50	3.26	2.19										
20	2.65	11.53	0.35	3.05	13.21	5.46	3.70	56	2.20	9.77	4.30	2.36	9.86	3.97	2.31										
21	3.38	12.13	5.06	3.15	9.89	5.08	3.32	57	2.48	10.19	0.58	2.32	9.59	9.27	2.35										
22	2.27	11.21	4.09	2.27	12.66	5.97	2.26	58	2.68	20.14	2.14	2.57	16.42	3.35	2.47										
23	2.63	11.15	1.07	3.03	11.58	8.60	4.01	59	2.04	10.36	6.02	1.89	9.46	6.53	2.00										
24	2.36	9.21	0.05	2.39	9.37	4.61	2.38	60	1.92	11.73	3.02	1.68	8.03	2.63	1.78										
25	1.72	8.29	6.18	1.54	6.62	1.51	1.49	61	1.90	26.30	1.13	1.83	24.33	1.59	1.86										
26	1.94	23.11	5.51	1.88	21.20	3.06	1.91	62	2.25	10.92	7.40	1.51	4.64	0.83	1.57										
27	2.22	17.57	0.70	2.19	17.46	1.41	2.18	63	2.13	11.61	0.80	2.10	9.59	3.80	2.08										
28	1.98	7.01	2.02	1.92	6.34	1.23	2.10	64	1.98	8.58	0.60	1.93	8.07	1.18	1.97										
29	1.97	9.22	0.51	1.87	9.45	1.45	1.73	65	2.14	10.21	0.03	2.19	11.19	0.25	2.11										
30	1.74	6.36	4.12	1.76	6.07	2.20	1.83	66	1.70	9.04	2.57	1.73	8.75	2.84	1.70										
31	1.75	2.75	1.83	1.73	8.69	1.86	1.73	67	1.41	5.72	0.18	1.30	5.20	0.24	1.40										
32	1.71	4.06	7.64	1.68	4.02	4.01	1.69	68	1.60	7.58	0.75	1.53	8.92	1.88	1.79										
33	1.78	6.46	4.53	1.67	5.08	2.27	1.69	69	1.92	5.92	0.30	1.68	8.03	0.60	1.78										
34	1.73	5.24	1.21	1.71	5.15	0.38	1.68	70	1.57	21.89	0.29	1.50	21.57	0.94	1.61										
35	2.15	8.19	3.81	1.98	16.12	4.40	1.96	71	2.03	9.19	0.004	2.10	10.89	0.004	2.07										

表 3

变量的均值(\bar{X}_j)标准差(S_j)及变异系数(CV)

指 统 计 量 标	A $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	A $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	A (Al)	B $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	B $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	B (Al)	C $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$
\bar{X}_j	2.10	11.22	3.59	2.02	10.55	3.63	2.04
S_j	0.36	7.46	3.73	0.40	7.00	2.69	0.48
CV	0.17	0.67	1.04	0.20	0.66	0.74	0.23

表4

变量相关阵(自由度70) $r_{0.05} = 0.232$ $r_{0.01} = 0.302$ $r_{0.001} = 0.380$

相 关 系 数 指 标	1A $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	2A $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	3A (Al)	4B $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	5B $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	6B (Al)	7C $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$
1A $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	1	0.167	0.217	0.810	0.141	0.528	0.703
2A $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$		1	0.310	0.164	0.935	0.347	0.043
3A (Al)			1	0.092	0.225	0.556	-0.093
4B $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$				1	0.203	0.534	0.867
5B $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$					1	0.357	0.090
6B (Al)						1	0.488
7C $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$							1

表5

特征值及相应特征向量

项 目 主组元	特征值 (λ_t)	贡献率 (%)	特征向量 (ζ_1, ζ_2)						
			1A $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	2A $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	3A (Al)	4B $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	5B $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	6B (Al)	7C $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$
1	3.309	47.27	-0.450	-0.286	-0.217	-0.470	-0.290	-0.439	-0.414
2	1.920	27.43	0.256	-0.556	-0.314	0.298	-0.530	-0.080	0.388

轴, 第2主组元为 Y_2 轴, 每个红壤剖面的第1、2主组元值在二维坐标平面上作红壤类型散布图(图1)。图1中 Y_1 轴从左向右方向反映土壤脱硅富铝化由弱到强; Y_2 轴自下而上主要表明富铁作用由小到大。同时从图1可见, 72个剖面分别聚于4个不同围线内, 相应的土壤类型为砖红壤、赤红壤、红壤和黄壤。其前二者富铝化程度相对较强, 多散布于图的右侧, 后二者富铝化程度相对较弱, 多散布于图的左侧。在富铝化程度大体相同条件下, 砖红壤与赤红壤, 红壤与黄壤之间, 富铁作用对其分辨有着重要影响。一般说来, 砖红壤比赤红壤、红壤比黄壤有着更强的富铁作用。此外, 图1中还可见到, 有60个剖面与现行分类命名相附合, 占总标本数83.3%; 有3个剖面由于分析及取样误差而超出土壤正常发育范围, 有9个剖面与现行分类命名相矛盾, 分别落入不同围线之内, 占剖面总数12.5%。这主要是受母质作用的影响, 例如, 玄武岩、石灰岩发育的红壤系列剖面均落入砖红壤围线内, 说明母质对成土的作用已超过生物气候的影响。但是

也应指出: 同一母质(例如玄武岩)发育于不同地带的剖面(热带43、44号; 南亚热带34号; 中亚热带18号), 在砖红壤围线内的散布位置依然显示自南向北富铝化程度上的减弱。

4. 未知红壤土类的分辨 除上述主组元对红壤系列土类分辨外, 还可对未知红壤剖面进行属性分类。为此, 应先确定相应主组元的各个变量的系数和常数项, 建立主组元方程:

第1主组元(Y_1)方程为

$$Y_1 = -1.253X_1 - 0.0383X_2 - 0.0581X_3 - 1.188X_4 - 0.0414X_5 - 0.163X_6 - 0.867X_7 + 8.462$$

第2主组元(Y_2)方程为

$$Y_2 = 0.713X_1 - 0.0746X_2 - 0.0842X_3 + 0.753X_4 - 0.0757X_5 - 0.0297X_6 + 0.812X_7 - 2.627$$

其中 X_1, X_2, \dots, X_7 表示7项变量指标, 各指标的量纲与表1相同, 计算结果取至小数点后二位。

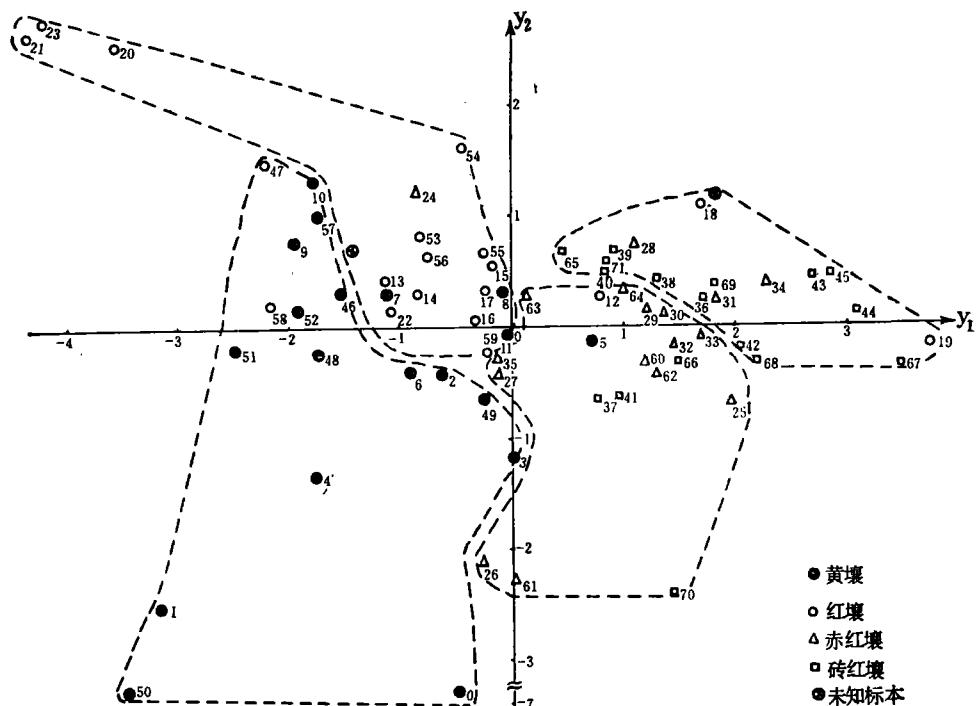


图1 72个红壤系列剖面按第1、2主组元(Y_1 、 Y_2)分类

表6

未知类型的变量值

采 土 地 点	母 岩	采土深度 (厘米)			A $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	A $\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	A (Al)	B $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	B $\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	B (Al)	C $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	类 型 估 计
		A	B	C								
浙江 义乌	红色粘土	0—13	55—78	78—144	2.44	9.25	7.07	2.35	9.30	6.01	2.36	红壤
福建漳 浦前亭	近代 玄武岩	0—15	30—40	110—130	1.90	4.02	0.04	1.96	4.29	0.02	1.89	砖红壤

兹将表6列出变量值分别代入第1、2主组元方程，即得 Y_1 、 Y_2 ，并由此在图1上得到相应的散布点，如浙江红色粘土发育的土壤落在红壤围线边缘处，应归为红壤。福建前亭玄武岩发育的土壤落入砖红壤围线内，按属性应归为砖红壤，但由于地处南亚热带，故命名为赤红壤。

三、问题讨论

1. 关于红壤系列中各土类划分的依据 从上述类型分辨中表明：按七种土壤属性指标分类和现行的地带性分类基本上是一致的。这是因为在同一生物气候条件的长期作用下，使不同母质与地形对土壤属性所造成差异性逐渐减少并趋于一致。但另一方面，由于现代侵蚀过程及人为作用的影响，往往使得某些土壤的古气候残留特征及母质特性表现甚为明显，并与当前的生物气候条件的影响不相适应，使得在同一

生物气候条件下，出现土壤属性有明显差异的土壤类型。在这种情况下，按土壤属性进行红壤分类同时具有重要意义。由此可以设想，今后随着研究深入，整个红壤分类会逐步向属性分类方向发展。当前，也可在深入进行红壤属性指标的研究与选择的基础上，对红壤试行属性分类，以便概念明确，易于被人理解。

2. 关于属性指标的选择 我国有相当大面积红壤具有深厚的红色风化壳，因此在红壤属性指标的选择上，有人主张以红壤的古残留特性作为依据；有人认为红壤是现代景观的一部分，它是现阶段活跃景观的组成部分，因此主张将红壤的现代成土特性作为属性指标。但从当前的情况看，很难对红壤的现代的或残留的各种性状进行区分，甚至尚有不少指标未曾得知。所以，目前只能在已研究出的属性中，尽量选择符合定量要求，又可对土类进行基本分辨的分类指标。今后随着红壤属性研究的不断深入，必然会选择出更

为合理的分类属性，使红壤属性分类更加完善。

3. 关于数值分类的应用 这是在已有分类基础上，由定性发展到定量分类的一种尝试。由于红壤系列各土类间，多种属性的相似和分异往往是交叉的，观测数据也是多指标多量纲的，必须应用多元数理统计来分析自然条件与土壤，属性与类型间的内在联系，尤其是相互间的定量关系。但需指出，数值分类只能根据有限的属性指标作为依据，而且选择时常受认识局限，难免带主观性。并在计算中，只能反映大部分信息，以致对某些类型难于进行确切分辨。

四、小 结

从上述讨论中，得出以下初步看法

1. 所选择的同一分类属性在不同发生层之间的变量相关性极为显著，且均成正相关。在现有分类属性中，作为富铝化过程量度的第1主组元对红壤系列土类分辨有着重要作用，尤其对富铝化程度较强的砖红壤、赤红壤与富铝化程度较弱的红壤、黄壤之间的辨别作用更明显。在辨别红壤与黄壤、赤红壤与砖红壤时，作为富铁作用量度的第2主组元有着重要影响。

2. 红壤系列的属性分类和现行的地带性分类基

本相一致，说明不同地形、母质发育的红壤系列土类在长期的同一生物气候下，有异途同归的趋势。即使玄武岩母质发育的土壤具有明显的母质特性，但在不同的生物气候条件影响下，仍表现出发育程度上的分异。

3. 红壤系列的属性分类与现行分类不一致的主要原因是，由于红壤在发育过程中受母质、地形等因子的强烈影响。关于土壤分类属性的进一步确定与选择，特别是现代成土过程作用下，所形成的红壤属性指标的选择是今后进行红壤系列分类值得注意的问题。

参 考 文 献

- [1] 李庆连、张效年，中国红壤的化学性质。土壤学报，5 (1): 78—97, 1957。
- [2] 瞿梦照，云南西南部某些土壤的发生学特征。土壤学报，11(4): 370—380, 1963。
- [3] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会，中国自然地理(土壤地理)，第49页，科学出版社，1981。
- [4] 凌云霄、于天仁，土壤酸度与代换性氢、铝的关系。土壤学报，5 (3): 234—244, 1957。

(上接第54页)

3. 根据不同土壤类型砷在剖面中迁移和富集的特点，可将本区土壤剖面中砷的分布分为强度淋溶型、中度淋溶型、淀积型和表聚型等四种类型。

参 考 文 献

- [1] 蔡道基，化学农药对土壤的污染。土壤农化参考资料，(2): 1—8, 1975。

- [2] 李生志等，砷除草剂在滹沱河流域土壤中固定性能初探。中国环境科学(创刊号), 41—45页, 1981。
- [3] Deuel, L.E., Swoboda, A.R., Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 36:276—278, 1972.
- [4] Johnson, L.R., Hiltboid, A.E., Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 33:279—282, 1969.
- [5] 中国科学院数学研究所概率统计室，常用数理统计，97—101页，科学出版社，1972。