

试谈湘北主要土壤地球化学特征*

(以桃源县为例)

陈志诚 教剑英 赵文君

(中国科学院南京土壤研究所)

研究土壤地球化学特征对揭示土壤发生、形成及肥力演变具有重要意义。本文试以桃源县为例,对主要土壤类型的某些地球化学特征进行分析讨论,说明湘北地区土壤发生、形成的特点。

一、一般情况

桃源县位于湖南省西北部,地处中亚热带向北亚热带过渡地带^[1]。年均温 16.5℃,年雨量 1443 毫米,≥10℃的积温 5162℃,气候上具有红壤带向黄棕壤带过渡的特点;但尚较接近于红壤带。地质地形较为复杂,位居雪峰山和武陵山余脉交汇地带,沅水下游横贯其间。全县主要为中低山及丘陵地貌。县境内自上古界到新生界大部分地层都有分布。大致可划分三个地质构造单元:(1)南部山地(雪峰山系),系前震旦纪板岩、变质岩、砂岩、千枚岩,属低中山地貌,山体高大,山峰海拔多在 800—900 米,最高峰牯牛山海拔达 1104.2 米;(2)西北部山地丘陵,主要系古生代寒武纪灰岩及页岩、奥陶纪灰岩、志留纪页岩,局部有震旦纪及泥盆纪砂页岩,山体较小,高度一般在海拔 500—600 米之间;(3)中部及东部丘陵平原,主要系白垩纪及第三纪红色砾岩、砂岩及页岩、第四纪红土。复杂的地质地形条件增添了风化壳类型的多样性。天然植被类型属落叶、常绿阔叶混交林;但由于人为开垦利用,目前大面积为马尾松林、杉木林、竹林,以及油茶和乌桕等经济林,不少山地还被沦为芒草草地。中山顶部一部分也生长灌丛。在石灰土及紫色土地区生长着喜钙的灌木和草本植物。在农垦地上除一部分旱作外,大面积种植水稻,复种轮作制度多种多样^[7]。

在上述自然条件影响下,县境内土壤类型繁多,不仅有中亚热带地带性土壤—红壤,还有受山地海拔高度上升影响的黄壤、黄棕壤,以及受特殊地形、母质、水文条件影响的非地带性土壤,如紫色砂页岩上形成的紫色土,石灰岩上形成的石灰土,沅江及其支流近代冲积物上形成的潮沙泥土,还有由上述各类土壤经长期种稻培育形成的水稻土。红壤又因风化成土作用差异而有黄红壤、红壤、紫红壤之分^[4]。

各类土壤有着一定地理分布。红壤一般分布在海拔 200 米以下,由红色砾岩、砂岩风

* 本研究工作在龚子同同志领导下进行,文稿编写中韦启璠,陈鸿昭同志提供宝贵意见,黄钺,吴志东同志也参加部分分析工作。

表 1 土壤的某些特性

Table 1 Some properties of soils

剖面号 No. of profile	土壤类型 Soil type	母岩 Parent rock	深度 (cm) Depth	层次 Horizon	pH	有机质 (%) O. M.	粘粒 ($<0.001\text{mm}$) (%) Clay
S-15	红壤 Red earth	红砂砾岩 Red sandy conglomerate	0-6	A	5.5	4.67	8.8
			6-16	AB	5.4	1.79	12.8
			16-36	B1	5.2	0.81	18.5
			36-50	2B2	5.2	0.57	24.0
			50-90	2BC	5.0	0.52	25.3
S-88	红壤 Red earth	红砂岩 Red sandstone	0-7	A	4.9	3.53	19.0
			7-15	AB	4.9	1.42	16.8
			15-25	B1	4.9	0.85	19.6
			25-41	B2	4.9	0.63	22.7
			41-54	BC	5.1	0.44	21.8
54-70	2C	5.0	0.45	23.6			
S-41	红壤 Red earth	第四纪红土 Quaternary red clay	0-12	A	5.5	1.89	21.6
			12-21	AB	5.7	0.78	28.0
			21-50	B	5.7	0.52	29.8
			50-60	BC	5.7	0.50	31.1
S-55	黄红壤 Yellow-red earth	硅质岩 Silicolite	0-10	A	5.6	3.89	21.4
			10-21	AB	5.0	1.58	28.6
			21-34	B	5.0	1.04	31.3
			34-60	BC	5.1	0.48	28.6
S-97	黄红壤 Yellow-red earth	板页岩 Slate	0-14	A	6.3	3.92	21.4
			14-22	AB	6.3	1.76	22.3
			22-40	B	6.2	0.73	20.5
			40-60	BC	6.1	0.38	13.0
葛-2	黄红壤 Yellow-red earth	石英砂岩 Silicarenite	0-16	A	5.9	1.58	—
			16-39	B	5.6	0.69	—
			39-48	BC	5.7	—	—
郝-40	黄红壤 Yellow-red earth	页岩 Shale	0-20	A	5.5	0.49	—
			20-45	AC	6.0	0.71	—
S-9	黄壤 Yellow earth	板页岩 Slate	0-10	A	5.5	6.85	8.0
			10-23	AB	5.6	3.05	11.6
			23-48	B	5.6	1.16	15.6
			48-80	BC	5.6	0.57	15.6
S-32	黄棕壤 Yellow-brown earth	板页岩 Slate	0-16	A1	6.0	14.93	5.4
			16-35	A2	6.1	9.42	6.4
			35-50	AC	6.2	6.12	8.8
			50-90	C	6.0	3.23	14.4
S-102	紫色土 Purplish soil	紫红砂页岩 Purplish sandy shale	0-10	A	7.9	2.55	18.0
			10-17	AC	8.2	2.18	19.6
S-47	淋溶紫色土 Eluvial purplish soil	紫红砂页岩 Purplish sandy shale	0-10	A	6.0	3.41	19.6
			10-25	AC	6.0	1.55	12.0
S-81	紫红壤 Purplish-red earth	紫红砂页岩 Purplish sandy shale	0-10	A	5.6	1.98	23.6
			10-20	2A	5.7	2.11	22.7
			20-31	2AB	5.6	0.63	19.0
			31-50	2B	5.7	0.34	13.4
			50-70	2BC	5.7	0.34	15.1
S-49	淋溶石灰土 Eluvial limestone soil	含泥灰岩 Marlite	0-15	A	7.1	3.18	33.9
			15-30	AB	6.9	1.60	42.6
			30-60	B	6.6	0.95	41.6

注: 由乙榴玉, 邹瑞华等分析。

化物及第四纪红土构成的中、低丘陵地上,主要集中在县境中部及东部丘陵地区;黄红壤多分布在海拔200—300米,由板岩、变质岩、砂岩、页岩风化物构成的高丘陵地上,围绕着南部及西北部山地外缘;黄壤分布在海拔300—400至600—700米,由板岩、变质岩及砂岩风化物构成的南部及北部低山和中低山上;黄棕壤分布在海拔700米以上,由板岩、变质岩风化物构成的中山上部,主要集中在南部山地;紫色土、紫红壤分布在由紫红色砂页岩风化物构成的丘陵地上,海拔多在100—200米,主要集中在中部及东部丘陵地区;石灰土主要分布在西北部石灰岩山地上;水稻土和潮沙泥土大面积分布在沅江两岸河谷地及低丘陵地上,另外在中、高丘陵及低山沟谷中也广泛分布着水稻土^[7]。

从上述自然环境、土壤类型及分布特点看,该县土壤地球化学过程丰富多样,在湘西北地区具有一定代表性,以该县为例,研究土壤地球化学特征,对认识中亚热带土壤发生、形成将具有一定意义。

二、标本和方法

本文就采自桃源县13个土壤剖面的全量化学组成及某些微量元素总量测定结果进行土壤地球化学特征讨论。这13个剖面分属红壤,黄红壤、黄壤、黄棕壤、紫色土、淋溶紫色土、紫红壤,及淋溶石灰土8个类型。它们的某些特性列于表1中。

全量化学组成测定中样品的熔融采用碳酸钠碱熔法,二氧化硅测定用重量法,铝用氟化钾取代EDTA容量法,铁、钙、镁用原子吸收光谱法,钾、钠用火焰光度法,磷用钼锑抗比色法,钛用变色酸比色法^[5]。微量元素总量测定中镍、钴、铜、锌、锰、钼用王水、高氯酸消化,除钼用硫氰酸钠比色法外,其它用原子吸收光谱法,铬用硝酸、氢氟酸消化,原子吸收光谱法^[6,10]。

三、结果和讨论

(一) 主要土壤类型中元素含量及其剖面分异

从表2中所列的结果看,各主要土壤类型中元素含量主要受母岩或母质种类影响而不同,反映着土壤物质的起源特点。如在红砂岩发育的红壤和石英砂岩发育的黄红壤中硅含量特别高,而铁、铝、钙、镁、钾、磷等含量则显著地低,微量元素含量也均最低;在含泥灰岩发育的淋溶石灰土中硅含量特别低,而铁、铝、钙、镁、钾、磷含量则均高,微量元素含量也均较高;在板页岩发育的黄棕壤、黄壤、黄红壤中除铁、铝及微量元素含量较高外,钾含量显著地高;在硅质岩发育的黄红壤中除硅含量高外,微量元素含量也特别高;在紫色砂页岩发育的紫色土及淋溶紫色土中钙、镁、钾、磷含量显著地高;在第四纪红土发育的红壤中钛含量却较高^[2,9]。同一类母岩发育的不同土壤类型因风化及成土作用差异元素含量又有所不同。如由紫色砂页岩发育的紫色土、淋溶紫色土及紫红壤中钙、镁、钾、磷、锌含量均呈依次递减;由板页岩发育的黄棕壤、黄红壤中钙、镁、磷、钼含量,前者高于后者,而钴、锰含量则相反,前者低于后者。

如果按各类土壤的主要元素含量进行土壤地球化学分组^[9],桃源县土壤可划分为表

表 2 主要土壤类型及其半风化石母岩中元素含量
 Table 2 Content of elements in main soil types and the weathered parent rocks

剖面号 No. of profile	土壤类型 Soil type:	母岩 Parent rock	主要元素(占灼烧重%) Major elements (% by ignited soil)										微量元素 (ppm) Microelements (ppm)						
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Ni	Co	Cu	Zn	Mn	Cr	Mo	
S-15	红壤 Red earth	红砂砾岩 Red sandy conglomerate	76.82	5.07	13.77	0.58	0.37	0.71	2.34	0.19	0.04	32.9	10.5	11.5	64.3	608	76.6	0.7	
			75.22	5.51	14.89	0.55	0.36	0.74	2.36	0.20	0.04	35.7	10.9	12.5	70.1	530	78.6	0.5	
S-88	红壤 Red earth	红砂岩 Red sandstone	84.69	3.31	9.60	0.52	0.53	0.56	0.74	0.12	0.03	12.8	5.6	5.6	43.9	64.8	50.9	2.0	
			83.34	3.96	10.17	0.54	0.58	0.56	0.74	0.07	0.03	13.3	4.7	5.9	59.0	72.1	37.8	1.3	
S-41	红壤 Red earth	第四纪红土 Quaternary red clay	70.87	6.91	17.54	1.07	0.47	0.60	2.13	0.16	0.10	46.6	18.5	26.6	98.7	1060	97.3	1.3	
			71.01	6.83	17.65	1.15	0.35	0.56	2.09	0.13	0.09	48.4	17.6	27.8	118	1009	98.3	1.3	
S-55	黄红壤 Yellow-red earth	硅质岩 Silicolite	80.22	4.78	11.13	0.56	0.65	1.21	1.08	0.24	0.21	86.1	17.4	82.2	319	529	211	19.8	
			87.53	2.59	7.15	0.34	0.56	0.54	0.95	0.26	0.06	69.9	8.3	51.6	188	159	211	12.3	
S-97	黄红壤 Yellow-red earth	板页岩 Slate	65.94	8.72	19.56	0.80	0.67	0.76	3.14	0.08	0.14	31.5	37.9	26.6	104	1494	107	1.1	
			65.63	7.24	21.05	0.84	0.51	0.73	3.79	0.07	0.13	23.2	11.7	14.5	95.8	206	101	0.5	
营-2	黄红壤 Yellow-red earth	石英砂岩 Siltarenite	85.54	3.12	8.13	0.99	0.51	0.48	0.94	0.13	0.07	21.0	14.4	9.1	74.1	457	51.0	0.5	
			90.92	5.03	2.77	0.46	0.20	0.06	0.51	Tr	0.05	12.0	4.8	3.9	33.3	81.3	22.2	0.9	
赫-40	黄红壤 Yellow-red earth	页岩 Shale	69.66	6.74	17.11	0.90	0.28	1.72	3.24	0.11	0.14	47.3	22.2	35.0	82.7	842	84.1	0.3	
			80.65	4.31	10.20	0.50	0.48	1.10	1.50	1.09	0.11	32.4	7.2	47.1	98.6	329	41.2	1.8	
S-9	黄壤 Yellow earth	板页岩 Slate	71.25	7.23	16.30	0.83	0.52	0.83	2.58	0.23	0.07	37.5	15.3	31.2	87.3	1206	108	2.2	
			64.74	8.99	20.17	0.70	0.37	0.89	3.81	0.08	0.05	33.8	14.8	13.5	77.0	1457	133	1.8	
S-32	黄棕壤 Yellow-brown earth	板页岩 Slate	65.95	8.01	20.22	0.86	0.80	0.98	2.61	0.33	0.17	55.2	20.6	32.4	143	632	128	2.5	
			64.92	7.92	21.67	0.80	0.39	0.92	3.44	0.13	0.12	72.7	30.7	52.8	158	1163	138	0.4	
S-102	紫色土 Purple soil	紫红砂页岩 Purple sandy shale	67.03	6.88	16.87	0.67	3.12	1.32	3.14	0.64	0.14	39.7	18.3	15.5	125	774	76.2	0.7	
			63.29	5.05	15.34	0.71	9.06	2.46	3.03	0.73	0.21	37.8	19.4	16.1	119	779	70.9	0.7	
S-47	淋溶紫色土 Eluvial purple soil	紫红砂页岩 Purple sandy shale	71.53	5.83	15.48	0.68	1.48	1.04	2.95	0.84	0.11	41.2	16.1	18.1	90.7	576	91.5	0.5	
			74.40	4.62	13.00	0.53	3.02	0.96	2.22	1.00	0.15	36.8	10.4	17.1	80.7	450	77.2	0.4	
S-81	紫红壤 Purple-red earth	紫红砂页岩 Purple sandy shale	75.46	5.10	13.96	0.75	0.82	1.46	1.88	0.53	0.05	30.8	16.2	13.0	68.9	674	65.8	1.0	
			75.57	4.92	13.62	0.78	0.88	1.42	2.06	0.62	0.04	32.6	13.2	11.3	74.5	611	61.3	0.6	
S-49	淋溶石灰土 Eluvial limestone soil	含泥灰岩 Marlite	63.33	8.51	21.14	0.63	1.05	2.38	2.50	0.27	0.14	55.0	16.3	37.1	95.0	449	130	3.0	
			33.29	2.97	6.62	0.27	48.31	5.38	1.48	1.35	0.27	32.7	5.4	8.1	47.6	222	19.7	1.2	

1) 表中分子表示土壤中元素含量, 为全剖面各发生层加权平均值, 分母表示半风化石母岩或母质中元素含量。

The numerator denotes the weighted mean of content of chemical elements in various genetic horizons of soil. The denominator denotes content of elements in weathered parent rock or parent material.

3中所列的四个组八个亚组。这个分组大体上反映着成土母岩或母质种类特点及土壤中矿质营养元素含量状况。当然,这仅是初步的,尚待进一步研究补充,使之完善。

表3 桃源县主要土壤的地球化学分组试拟

Table 3 Tentatively geochemical grouping for main soils in Taoyuan county

组 Family	亚组 Subfamily	主要元素含量(%) Content of major elements (%)						母岩或母质种类 Parent rock or material
		CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	
硅铝质 Siallitic	低磷低钾 Low P, Low K	<1	>75	<5	<15	<0.1	<1	红砂岩, 石英砂岩 Red sandy stone, Sillicarenite
	高磷低钾 High P, Low K	<1	>75	<5	<15	>0.15	<1	硅质岩 Silicolite
	低磷高钾 Low P, High K	<1	>75	<5	<15	<0.1	>2	红砂砾岩 Red sandy conglomerate
硅铁质 Siferic	低磷中钾 Low P, Moderate K	<1	65—75	5—10	10—20	<0.1	1—2	紫红砂页岩 Purplish sandy shale
	中磷高钾 Moderate P, High K	<1	65—75	5—10	10—20	0.1—0.15	>2	板页岩, 页岩, 第四纪红土 Slate, Shale, Quaternary red clay
	高磷高钾 High P, High K	<1	65—75	5—10	10—20	>0.15	>2	板页岩 Slate
铝质 Allitic	中磷高钾 Moderate P, High K	1	<65	5—10	>20	0.1—0.15	>2	含泥灰岩 Marlite
残余碳酸盐硅铁质 Siferic with relic carbonate	中磷高钾 Moderate P, High K	>1	65—75	5—10	10—20	0.1—0.15	>2	紫红砂页岩 Purplish sandy shale

从元素剖面分异看,红壤由于其成土风化壳深厚,受强烈化学风化淋溶作用时间长,且多经侵蚀、搬运、堆积影响,目前生物累积作用也并不强,因此,土壤中元素剖面分异不明显,只有因粘粒沿剖面分布变化所造成的元素剖面分异,如图1所示,在S-88中元素和粘粒含量的剖面分布大体上相一致。黄红壤的成土风化壳厚度较浅,受强烈化学风化淋溶作用时间也较短,矿物风化释出的活性低但尚可移动的元素没有被完全淋出土壤剖面,因此,分布在地表相对稳定的地形部位上的某些黄红壤中元素剖面分异可以发展到相当明显的程度,如S-97剖面,B层中铁、锰、钴含量明显增高,铜、镍及其它一些微量元素也均有增高趋向(图2)^[11]。另外,黄红壤中随粘粒剖面变化而造成元素剖面分异的情况也同样存在的,如S-55剖面,这是因为粘粒部分具有更高的铝、铁及某些微量元素含量所致。黄壤中元素剖面分异就所采的S-9剖面看,由于地形坡度大,地表不稳定,只有铁含量随粘粒含量自上而下略增;不过由于生物累积作用影响钙、磷含量由下向上呈明显递

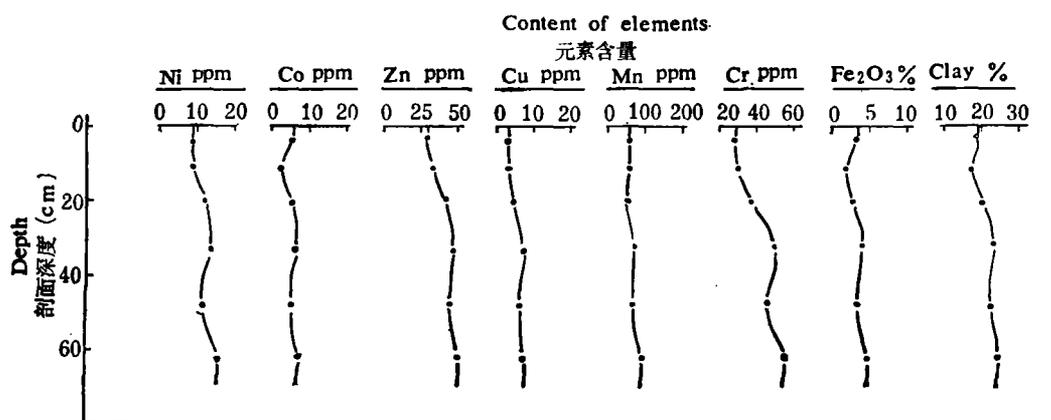


图 1 红砂岩风化物形成的红壤 (S-88) 中元素剖面分布图

Fig. 1 Distribution of some elements in red soil profile (S-88) derived from red sandstone

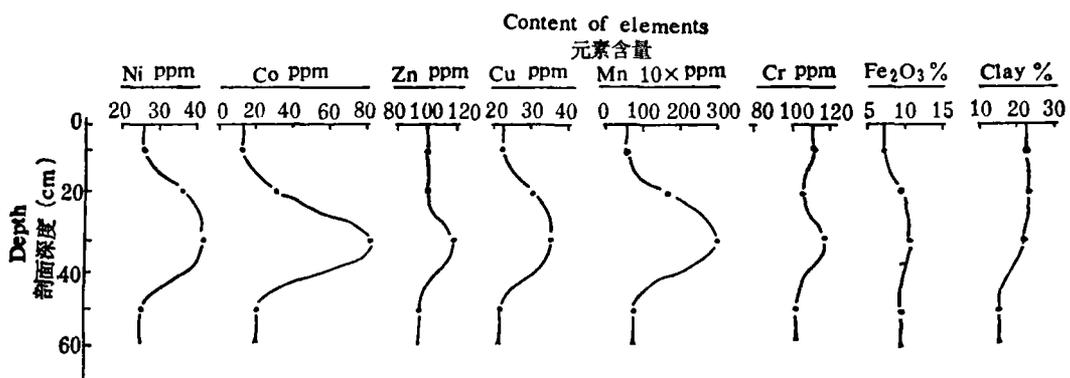


图 2 板页岩风化物形成的黄红壤 (S-97) 中元素剖面分布图

Fig. 2 Distribution of some elements in yellow-red soil profile (S-97) derived from slate

增。黄棕壤由于分布海拔高,湿度大,土壤有机质层深厚,且含量很高,土壤水分下渗淋溶作用较强,铁、锰被淋溶向下淀积,分别在亚表层及剖面下部其含量有一定增高,也由于生物累积作用强,钙、钾、磷、钼含量在表层均有明显增高。紫色土剖面中钙、镁、磷含量在表层以下急剧增高,淋溶紫色土剖面中钙、镁、磷含量自上而下递增,反映着碳酸盐,磷酸钙淋失作用强弱的程度。紫红壤中元素剖面分异比上面两者有进一步发展,除钙呈自上而下递增外,因受生物累积作用影响,磷含量自下至上递增,铁、锰受干湿交替变化,氧化还原作用影响,有向下淋溶淀积迹象,在B层中其含量呈现增高。淋溶石灰土中元素剖面分异也主要是受粘粒剖面分布所影响,表层粘粒受淋失,铝、铁及锰、锌、镍含量略低,表层以下则变化不大。

上述情况表明各类土壤中元素剖面分异存在有较明显差别,这种差别是与各类土壤中进行的土壤地球化学过程相联系的。

(二) 主要土壤类型中元素淋失和累积

为了说明各类土壤中元素淋失和累积状况,我们假定在成土过程中钛几乎不被淋失,

Table 4 Rate of eluvial loss and accumulation of elements in main soil types¹⁾(%)
表4 主要土壤类型中元素淋失累积率¹⁾(%)

剖面号 No. of profile	土壤类型 Soil type	主要元素 Major elements							微量元素 Microelements							
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Si	Co	Cu	Zn	Mn	Cr	Mo
S-15	红壤 Red earth	-3.2	-12.7	-12.3	-2.5	-9.0	-6.0	-9.9	-5.2	-12.8	-8.9	-13.0	-13.2	+8.5	-7.8	+32.4
S-88	红壤 Red earth	+5.5	-13.2	-2.0	-5.1	+3.9	+3.9	+78.0	+3.9	+0.1	+23.9	-1.3	-22.6	-6.1	+40.0	+60.0
S-41	红壤 Red earth	+7.3	+8.7	+8.8	+44.3	+15.2	+9.5	+32.3	+19.4	+3.8	+13.3	+3.1	-9.9	+13.2	+6.1	+7.8
S-55	黄红壤 Yellow-red earth	-44.4	+12.1	-5.5	-29.5	+36.0	-31.0	-44.0	+112.5	-24.7	+28.1	-2.7	+3.4	+103	-38.9	-1.6
S-97	黄红壤 Yellow-red earth	+5.4	+26.5	-2.4	+37.9	+9.3	-13.0	+20.0	+13.1	+43.0	+241	+93.2	+14.2	+663	+12.1	+132
营-2	黄红壤 Yellow-red earth	-56.3	-71.2	+36.4	+18.5	+272	-14.4	-	-35.0	-17.9	+40.7	+9.4	+4.4	+165	+7.7	-73.9
郝-40	黄红壤 Yellow-red earth	-52.0	-13.1	-6.8	-67.6	-13.1	+20.0	-94.0	-29.3	-18.5	+72.1	-58.5	-53.2	+42.8	+13.9	-90.7
S-9	黄壤 Yellow earth	-7.2	-32.2	-31.8	+18.5	-21.4	-42.9	+143	+18.1	-5.9	-12.3	+96.0	-3.9	-29.8	-31.1	+3.6
S-32	黄棕壤 Yellow-brown earth	-4.8	-5.9	-13.2	+90.8	-0.9	-29.4	+136	+31.8	-27.9	-36.3	-41.8	-1.2	-48.4	-11.9	+493
S-102	紫色土 Purple soil	+12.2	+44.4	+16.5	-63.5	-43.1	+9.8	-7.1	-29.4	+8.4	-2.7	-0.6	+8.8	+2.5	+10.9	+3.2
S-47	淋溶紫色土 Fluvial purple soil	-25.1	-1.7	-7.2	-61.8	-15.6	+3.5	-34.6	-42.9	-14.8	+17.8	-19.5	-14.5	-12.7	-9.8	-4.9
S-81	紫红壤 Purple-red earth	+3.7	+7.6	+6.5	-3.1	+6.9	-5.1	-11.1	+30.0	-2.9	+26.2	+18.3	-4.9	+13.4	+10.3	+71.3
S-49	淋溶石灰土 Eluvial limestone soil	-18.5	+22.8	+36.9	-99.1	-81.0	-27.6	-91.4	-77.8	-46.7	-4.3	+45.2	-36.7	-35.9	+110	-20.8

1) 按全剖面各发生层加权平均值计算。

Calculated by weighted mean of contents of various genetic horizons in the profile.

表 5 主要土壤地球化学类型及其某些特征(初报)
Table 5 Major geochemical types of soil and some of their characteristics (a draft)

土壤地球化学类型 Geochemical types of soil	土壤地球化学特征 Geochemical characteristics of soil	所包括的土壤类型 Soils included in the geochemical type	肥力状况 Level of soil fertility
残余碳酸盐型 Relic carbonate	钙、镁含量特高, 钙 > 镁, 钙、镁剖面分异明显, 钾、磷含量也丰富, 锌含量较高, 钙淋失率十分大, 磷、镁淋失率也大。 High content of Ca, Mg; Ca > Mg; marked differentiation of Ca and Mg in profile. Abundant K, P, and more Zn; very high eluvial loss rate of Ca; high eluvial loss rate of P, Mg.	紫色土, 淋溶紫色土 Purple soil Eluvial purplish soil	呈中性或微碱性反应, 钙, 镁, 钾, 磷, 磷矿质营养元素丰富。 Neutral or slightly alkaline in reaction; abundant mineral nutrients such as Ca, Mg, K and P.
弱铁铝型 Weakly ferallitic	钙、镁含量比前一类显著减少, 其它元素含量依母岩或成土风化壳种类而不同, 元素剖面分异不明显, 但开始有铁, 锰在亚表层或心土层, 或底土层中少量增高的倾向, 硅, 钾, 锌, 镍产生淋失, 钴, 铜可有累积迹象。 Less content of Ca, Mg than above type; other elements vary with difference of parent rocks or weathering crust; no marked differentiation of elements in profile; but slightly higher of Fe, Mn in subsurface horizon or subsoil or bottom soil; eluvial loss of Si, K, Zn, and Ni; initial accumulation of Cu, Co.	黄棕壤, 黄壤, 紫红壤, 某些黄红壤(郊-40) Yellow-brown earth Yellow earth Purple red earth Some yellow-red earths	呈中性偏酸, 或微酸性反应, 钙, 镁, 钾, 磷矿质营养元素含量中上。 Neutral by acid, or slightly acid in reaction; moderately high content of mineral nutrients
铁铝型 Ferallitic	元素含量依母岩或成土风化壳种类而不同, 但元素剖面分异明显, 心土层铁或铝含量增高, 硅含量有所减低, 锰, 钴含量显著增高, 铜、镍也有同样倾向。盐基及硅可呈明显淋失, 而铁, 铝, 锰, 钴, 铜, 铬可呈明显累积。 Content of elements varies with the difference of parent rock or weathering crust; marked differentiation of elements in profile; increase of Fe or Al, decrease of Si, marked increase of Mn, Co, Cu and Ni in subsoil; marked eluvial loss of Si; remarkable accumulation of Fe, Al, Mn, Co, Cu and Cr.	黄红壤, 淋溶石灰土 Yellow-red earth Eluvial limestone soil	呈微酸性或中性偏酸反应, 钙, 镁, 钾, 磷矿质营养元素含量一般中下, 但依母岩或成土风化壳种类而变化较大。 Slightly acid or neutral by acid in reaction, moderately lower content of mineral nutrients, but greater variation is found due to different parent material.
老铁铝型 Old ferallitic	钙, 镁, 钠, 磷含量低, 钾含量也不高, 硅含量则可达较高。元素剖面分异及淋失累积现象均不明显。 Low content of Ca, Mg, Na, P; not so high of K; abundance of Ti; no marked differentiation and accumulation of elements in profile.	红壤 Red earth	呈酸性或微酸性反应, 钙, 镁, 磷含量低, 钾含量依母岩或成土风化壳种类而不同, 一般也不高。 Acid or slightly acid in reaction; deficiency of Ca, Mg and P; content of K varies with different parent materials.

其含量视为恒定,并以半风化母岩或成土风化壳中元素含量为基础,进行元素淋失累积率计算^[1]。结果列于表4中,负值表示淋失,正值表示累积。

各类土壤由于风化成土作用,母岩或成土风化壳中造岩矿物组成,及土壤物理化学条件的差异,加上受侵蚀、施肥等因素的影响,元素淋失累积率变化很大,即使同一土壤类型也不完全一致。概略地说,黄红壤中钙、钾、钠、磷、硅可呈相当程度淋失,相反地,铁、铝、锰、钴却可呈不同程度累积;但在耕种施肥或侵蚀的影响下则也可呈现相反的情况。如S-97中,钙、磷呈相当程度累积;S-55中铝呈某些淋失趋势。红壤中硅的淋失及铁、铝的累积并不明显,铝可有较明显累积,锰、钴、铬也可略有累积,而锌、镍则略呈淋失。这种情况大概是由于成土风化壳或母岩的造岩物质在现今成土周期以前就已经遭受过强烈风化淋溶作用所致。另外,在耕种施肥影响下钙、镁、磷等也可有显著累积,如表4中S-41剖面。黄壤由于受侵蚀、粘粒淋失的影响,各元素几乎均呈不同程度淋失;但因生物累积作用,表层富含有机质,钙、磷、铜仍呈不同程度累积。黄棕壤因生物累积作用强,有机质非常丰富,钙、磷、铝呈显著累积,但钾、锰、铜、钴、镍却呈相当程度淋失。淋溶石灰土中钙、镁、钠、磷淋失极为明显,钾、硅、镍、锌、锰淋失也较明显,而铁、铝、铬、铜却呈相当程度累积。紫色土及淋溶紫色土中钙、镁、钠、磷呈现显著淋失,其它元素仅略呈淋失或累积。紫红壤中钙、镁、钠淋失却反而不明显,这大概是半风化母岩中这些元素也已被淋失所致,其它除铝、磷呈累积外,钴、铜也呈相当程度累积。

(三) 主要土壤地球化学类型的区分

概括以上讨论可以粗略地把桃源县主要土壤(指分布在坡地上的,不包括水稻土及其它水成,半水成土)划分为四个主要的土壤地球化学类型,即:残余碳酸盐型、弱铁铝型、铁铝型、老铁铝型^[9]。这些土壤地球化学类型与风化成土阶段密切相关^[12],各类都有其主要的土壤地球化学特征,包括着不同的土壤类型,同时也拥有不同的土壤肥力状况(详见表5)。

四、结 语

从上述讨论看,在中亚热带向北亚热带过渡的湘北地区,代表该地区生物气候特征的地带性土壤—黄红壤具有盐基、硅及锌、镍淋失,铁、铝及锰、钴、铜、铬累积,且元素剖面分异明显的土壤地球化学特征,深刻地反映着红壤化成土过程的特点,属于铁铝型土壤地球化学类型。当然,由于成土因素及成土作用的差异,而使该地区还存在着分属于其它不同土壤地球化学类型的各种各样土壤。在进行土壤分类和利用改良时若考虑这些不同土壤在地球化学特征上的差异必将具有一定意义。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院自然区划工作委员会,1959:中国土壤区划(初稿)。科学出版社。
- [2] 李庆逵,崔滋主编,1964:中国科学院微量元素研究工作会议汇刊。科学出版社。
- [3] A. И. 彼列尔曼著(龚子同等译,1975),1965:后生地球化学。科学出版社。
- [4] 中国科学院南京土壤所主编,1978:中国土壤。科学出版社。

- [5] 中国科学院南京土壤研究所, 1978: 土壤理化分析。上海科学技术出版社, 第 237—281 页。
- [6] 中国科学院南京土壤研究所微量元素组编著, 1979: 土壤和植物中微量元素分析方法。科学出版社。第 375—412 页。
- [7] 中国科学院湖南省桃源农业现代化综合科学实验基地县考察队编, 1980: 桃源综合考察报告集——土壤及其合理利用。湖南科学技术出版社。
- [8] 李庆远、张效年, 1957: 中国红壤的化学性质。土壤学报, 5 卷 1 期。
- [9] 龚子同, 1980: 我国境内成土风化壳的地球化学类型。土壤专报, 第 37 期。
- [10] D. Scott et al, 1977; Comparative efficiencies of various methods for extracting trace heavy metals from soils. *Soil Sci.*, V. 124, No. 6.
- [11] M. J. McFarlane, 1976; Laterite and landscape. Academic press London, New York, San Francisco.
- [12] R. Tavernier and H. Eswaran, 1973; Basic concepts of weathering and soil genesis in the Humid Tropics Proceedings of the Second Asean Soil Conference Vol. 1, Published by the Soil Research Institute, Bogor Indonesia.

A DISCUSSION ON GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF MAIN SOIL GROUPS IN NORTHERN HUNAN PROVINCE

Chen Zhi-cheng, Jiao Jian-ying and Zhao Wen-jun

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

Summary

The data used in this paper are obtained from 13 selective soil profiles and weathered parent rocks which were collected from Taoyuan county in northern Hunan province. A discussion is made on the content of elements, profile differentiation and element loss by eluviation and accumulation of elements of main soil groups. The main soil groups in this area are roughly distinguished into four geochemical types on the basis of their difference in geochemical characteristics, namely, Relic carbonated, Weakly ferallitic, Ferallitic, and Old ferallitic types.

Yellow-red earth as a zonal soil is characterized by bioclimatic and geochemical properties in this region. The remarkable eluviation of base, Si, Zn and Ni, accumulation of Fe, Al, Mn, Co, Cu, and Cr, and marked differentiation of elements in profile significantly reflect the geochemical characteristics in the formation of this soil, and according to its geochemical characteristics, this soil is regarded as the ferallitic type in soil-geochemical classification. Of course, there are various soils of different geochemical types in this area on the basis of different processes of soil formation. Therefore, it is of great significance to take the geochemical characteristics into consideration for classification and amelioration of soils.