

福建梅花山自然保护区土壤特性及其 垂直分布规律*

郭成达

(福建师范大学地理系, 350007)

摘 要

梅花山地处中亚热带地区,基带土壤为红壤,从下而上依次分布着红壤,黄红壤和黄壤。此外,在一些千米以上的山间谷地,尚有零星的山地草甸土和沼泽土分布。

各类土壤的性质均表现有一定的地带性特征。随着土壤类型的垂直地带性变化,其性质也表现较明显的地理分异规律。

关键词 红壤,黄红壤,黄壤,中亚热带垂直地带性,地理分异规律

梅花山自然保护区位于福建省西南部,东经 $116^{\circ}45'—57'$,北纬 $25^{\circ}17'—27'$,介武夷山脉(南段)和博平岭之间,是玳瑁山的主体地段,属于中亚热带向南亚热带的过渡地带。因此,了解其土壤的发生、类型、性质和分布,对于研究这一地带的山地土壤具有一定的意义。

一、成土的自然条件

梅花山的大地构造属永梅拗陷带的一部分。在多次的、间歇性的上升运动和流水作用下,发育有1600m、1400m、1200m、900—1000m、750—850m和450—500m等多级地形面,其中以中、低山为主,千米以上的山峰达70余座,主峰石门山海拔1811m,为闽西第一高峰;丘陵面积较小,仅分布在东部及河谷两侧,地势呈西高而东低。

本区属中亚热带湿润季风气候,年均温 $13—19^{\circ}\text{C}$,年均降水量1800—2000mm左右。随着海拔高度的增加,温度递减,相对湿度递增。据观测,气温随高度增加的递减率,北坡为每上升100m,下降 0.67°C ,南坡为每上升100m,下降 0.47°C 。相对湿度山麓为75%,山顶大于80%。

梅花山基带的原生自然植被为亚热带常绿阔叶林,但因受人为破坏,所剩无几,目前大部分为针阔混交林或针阔毛竹混交林所代替。随着海拔高度的增加,植被也呈一定的垂直分布规律:1000m以下以常绿针阔混交林或常绿针阔毛竹混交林为主,1000—1400m以马尾松和杉木等针叶林为主,混生少量的阔叶树和毛竹等,1400m以上则以草本植

* 本文为本教研室集体科研成果的一部分,参加科研课题的还有朱鹤健,陈珍寿,谭炳华,陈健飞,陈松林和董桂华。参加野外工作的还有福建省自然博物馆的何连和本校研究生严平、郑建闽、黄铁庄、陈礼英及袁晓梅等。

物为主,散生稀疏黄山松和灌丛。

成土母岩以花岗岩为主,只有西北局部地区(约占全区总面积10%)为变质岩、砂页岩和火成岩等。成土母质多为坡积物或残-坡积物。

二、土壤的垂直分布

梅花山地处中亚热带地区,基带土壤为红壤,随着海拔高度的增加和生物、气候条件的变化,土壤也呈明显的垂直分布规律,从下而上依次为红壤(900m以下)、黄红壤(900—1250m)和黄壤(1250m以上)。此外,在一些千米以上的山间谷地,尚有零星的山地草甸土或沼泽土分布(图1)。

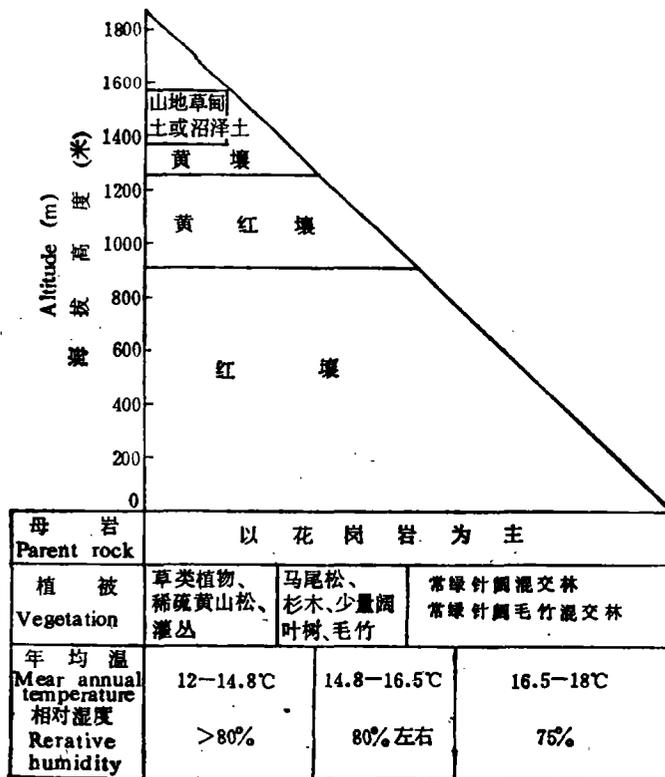


图1 梅花山土壤的垂直分布

Fig. 1 Vertical distribution of soils of Mt. Meihua

研究指出,基带土壤不同,其山地土壤垂直带谱的组成也随之不同。即使在同一土壤地带内,因山地所处的纬度(或经度)不同,其土壤垂直带谱中同类土壤出现的高度也不一致^[1]。比较本省梅花山、戴云山和黄冈山的土壤垂直带谱可见(表1)。三个山地同处中亚热带地区,主要的土壤类型也相同,但因梅花山和戴云山所在的纬度比黄冈山约低2°,因此同类土壤分布的界限约高200—300m。梅花山和戴云山所在的纬度相似,但前者是本省的暴雨中心之一,降水量相对较大,因此其红壤和黄红壤的分布高度又略较后者低。

对黄冈山和戴云山等山地土壤的研究结果认为,由于这些山地顶部的地势较平缓,加

表 1 梅花山、戴云山和黄冈山土壤垂直分布比较

Table 1 Comparison between soil vertical distribution of Mt. Meihua, Mt. Daiyun and Mt. Huanggang

山名 Name of mountain	地理位置 Geographic location		气候条件 Climatic condition						海拔高度 (m) Altitude		
			海拔高度 (m) Altitude < 1000			海拔高度 (m) Altitude > 1000					
			纬度 Latitude	经度 Longitude	年均温(°C) Mean annual temperature	年降水量(mm) Annual precipitation	年均温(°C) Mean annual temperature	年降水量(mm) Annual precipitation	红壤 Red earth	黄红壤 Yellow-red earth	黄壤 Yellow earth
梅花山	25°17'— 25°27'	116°45'—57'	16—20.3	1800—2000 左右	12—16	2000	below 900 以下	900—1250	1250—1811	—	
戴云山	25°41'	118°10'	16—20	1400—1750 左右	11—16	1750—1800 左右	below 1000 以下	1000—1250	1250—1550	1550—1856	
黄冈山	23°53'	117°55'	13—19	1700—2000 左右	8.5—13	2000—3000 左右	below 700 以下	700—1050	1050—1900	1900—2158	

表 2 土壤硅的迁移率和铁、铝富集系数¹⁾

Table 2 Migration of silicon and enrichment of iron and aluminium in the soils

土壤 Soil	剖面数 No. of profiles	母岩 Parent rock	标本 Samples	硅、铁、铝含量(%) Contents of Si, Fe, Al			迁移率(%) Ratio of migration		富集系数 Enrichment coefficient	
				SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
				62.99	6.68	18.09	42.44	4.05	1.46	
红壤	6	花岗岩	土壤 母岩	74.77	1.65	12.36	40.81	2.49	1.44	
黄红壤	3	花岗岩	土壤 母岩	64.95	4.44	17.18	35.33	2.70	1.29	
黄壤	3	花岗岩	土壤 母岩	75.94	1.78	11.89				
			土壤 母岩	62.27	5.82	16.98				
			土壤 母岩	74.80	2.18	13.19				

1) 富集系数 = $\frac{\text{土壤中氧化物}\%}{\text{母岩中氧化物}\%}$ 迁移率 = $\frac{\text{母岩 Al}_2\text{O}_3 \text{ 含量}}{\text{土壤 Al}_2\text{O}_3 \text{ 含量}} \times 100\%$
 母岩氧化物% = $\frac{\text{母岩 Al}_2\text{O}_3 \text{ 含量}}{\text{土壤 Al}_2\text{O}_3 \text{ 含量}} \times 100\%$

上气候较冷湿,风力大,乔木难以定居,只适于生长草甸植被,发育了相应的山地草甸土,并形成山地草甸土带^[2]。但在梅花山诸多的中山顶部却未见山地草甸土带,只在一些山间谷地有零星的山地草甸土或沼泽土分布,这可能与这些山地顶部的坡度较大(多大于 20°),排水条件较好而不具备有草甸植物生长的立地条件有关。

三、土壤的主要性质及其垂直地带分异规律

在亚热带生物、气候条件的影响下,梅花山土壤的形成表现有一定的脱硅富铝化作用。从表 2 可知,硅的迁移率为 35.33%—42.44%,铁、铝的富集系数分别为 2.70—4.05 和 1.29—1.46,其中红壤硅的迁移率和铁、铝的富集系数均较发育于同类母岩上,海拔 900m 的海南岛五指山红壤低^[3]。从红壤到黄壤,随着富铝化作用的减弱,土体中硅的迁移率和铁、铝的富集系数也逐渐降低。除富铝化作用外,梅花山土壤的形成还表现有较强烈的生物积累,红、黄壤表层有机质含量平均可达 3.9—7.5%。

梅花山土壤的形成特点决定了其土壤性质具有一定的地带性特征,并随着土壤类型的垂直地带性变化,土壤性质也表现较明显的地理分异规律。

(一) 土壤质地

表 3 土壤颗粒组成分析结果表明,由于本区成土母岩是以中粗粒似斑状黑云母花岗岩为主,因此土壤质地较粗,表层土壤粘粒平均含量为 24.63—33.29%,而沙粒含量则达 40—45%。各类土壤 B 层(淀积层)粘粒含量均较 A 层(表层)高,说明剖面中有粘粒的淋溶淀积过程。从红壤、黄红壤到黄壤,随着风化作用的减弱,粘粒含量逐渐减少,粉砂粒含量逐渐增加,因此粉砂/粘粒的比值也随之逐渐增大。

表 3 土壤机械组成¹⁾

Table 3 Mechanical composition of soils

土壤 Soil	发生层 Horizon	粒级百分数(粒径: mm) Percentage of size fraction (mm)			粉砂/粘粒 Silt/Clay
		砂粒 Sand 2-0.05	粉砂 Silt 0.05-0.002	粘粒 Clay <0.002	
黄壤	A	45.01	30.36	24.63	1.27
	B	45.41	27.32	27.26	1.10
黄红壤	A	40.10	25.81	33.29	0.79
	B	43.83	21.03	35.14	0.63
红壤	A	43.54	23.16	32.50	0.76
	B	36.02	21.86	42.24	0.55

1) 吸管法测定,粒级按美国分类制划分。

(二) 土壤有机质、全氮和腐殖质组成

表 4 数据表明,梅花山红、黄壤表层有机质和全氮含量均较高,平均值分别为 3.9—7.5% 和 0.17—0.27%。从红壤到黄壤,有机质和全氮含量依次增加,土壤 C/N 比一般也随有机质含量的增加而变大。土壤腐殖质组成以富里酸占显著优势,HA/FA 比值均小

表 4 土壤有机质、全氮含量和腐殖质组成¹⁾

Table 4 Contents of organic matter and total N and composition of humus in soils

土壤 Soil	发生层 Horizon	有机质 (%) O.M	全氮 (%) Total N	C/N	腐殖质组成(占全碳%) Humus composition (% of total C)			
					胡敏酸 HA	富里酸 FA	残渣 Residue	胡敏酸/富里酸 HA/FA
黄壤	A	7.50	0.27	16.11	7.38	31.10	61.52	0.24
	B	1.61	0.10	9.34	4.16	44.65	51.19	0.09
黄红壤	A	6.90	0.26	15.39	6.95	32.46	60.59	0.21
	B	1.75	0.09	11.28	4.33	32.26	63.41	0.13
红壤	A	3.90	0.17	13.31	4.67	24.63	70.70	0.19
	B	1.12	0.06	10.83	2.76	31.23	66.01	0.09

1) 测定方法: 有机质——丘林法; 全氮——半微量开氏法; 腐殖质——0.1mol Na₂P₂O₇ 和 0.1mol NaOH 混合液提取测定。

表 5 土壤离子吸附特性¹⁾

Table 5 Properties of ion adsorption in soils

土壤 Soil	发生层 Horizon	可变电荷 cmol(+)/kg GEC	阳离子代换量 cmol(+)/kg CEC	交换性阳离子组成(占交换性阳离子总量的%) Composition of exchangeable cation (% of total amount of exchangeable cations)					交换性酸度 cmol(+)/kg Exchange acidity	交换性 H ⁺ 交换性 (H ⁺ + Al ³⁺) × 100%	pH	盐基饱和度 (%) Base saturation percentage
				K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺				
黄壤	A	18.77	15.95	5.14	2.82	11.92	3.67	8.71	6.00	20.61%	4.88	12.40
	B	13.83	10.07	4.31	5.17	11.04	2.87	13.01	3.12	18.91%	5.38	15.17
黄红壤	A	14.18	14.41	4.98	1.99	10.26	3.56	3.88	6.77	13.29%	4.94	10.97
	B	8.32	9.05	3.96	2.41	8.12	1.88	2.61	4.40	9.55%	5.14	12.17
红壤	A	11.64	11.11	8.03	2.31	12.20	8.64	3.62	4.60	5.65%	5.10	19.09
	B	7.46	5.18	6.02	2.60	7.48	4.74	4.19	4.57	5.25%	5.18	12.85

1) CEC——醋酸法; K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺——原子吸收光谱法; H⁺, Al³⁺——1mol KCl 淋洗, 分别测定; 可变电荷-pH8.2 氯化钡-三乙醇胺测定的浸提酸与 KCl 溶液浸提测定的交换性酸之间的差值。

于 0.24, 并随土层的加深而递降。从红壤至黄壤, 表层土壤 HA/FA 比值依次增大, 而紧密结合态腐殖质含量则是红壤明显大于黄红壤和黄壤, 这与载云山土壤的测定结果基本一致^[4]。

(三) 土壤的吸附特性

由表 5 可知, 梅花山土壤阳离子代换量较低, A 层平均为 11—15cmol(+)/kg, B 层为 5—10cmol(+)/kg。从黄壤、黄红壤到红壤, 阳离子代换量依次降低, 显然这与从黄壤、黄红壤到红壤有机质含量逐渐降低和 2:1 型粘土矿物逐渐减少, 高岭石化逐渐加强、氧化铁矿物逐渐增多等而引起土壤负荷量逐渐变小有关。土壤盐基饱和度甚低, A 层仅 10—19%, B 层为 12—15%。从红壤至黄壤, A 层盐基饱和度依次下降, 而 B 层则依次增加, 表明随着海拔高度的增加, 温度下降, 湿度增加, 元素的生物富集不断减弱, 盐基淋溶作用不断加强。各类土壤的交换性阳离子组成均以铝占显著优势, 约为 59—77%; 而交换性钾、钠、钙、镁仅占 13—34%, 其中又以钙为最高, 钠最低, 镁和钾居中。从黄壤到红壤, A 层土壤交换性铝和氢占交换性阳离子总量的百分率逐渐下降, 而交换性盐基除钠均

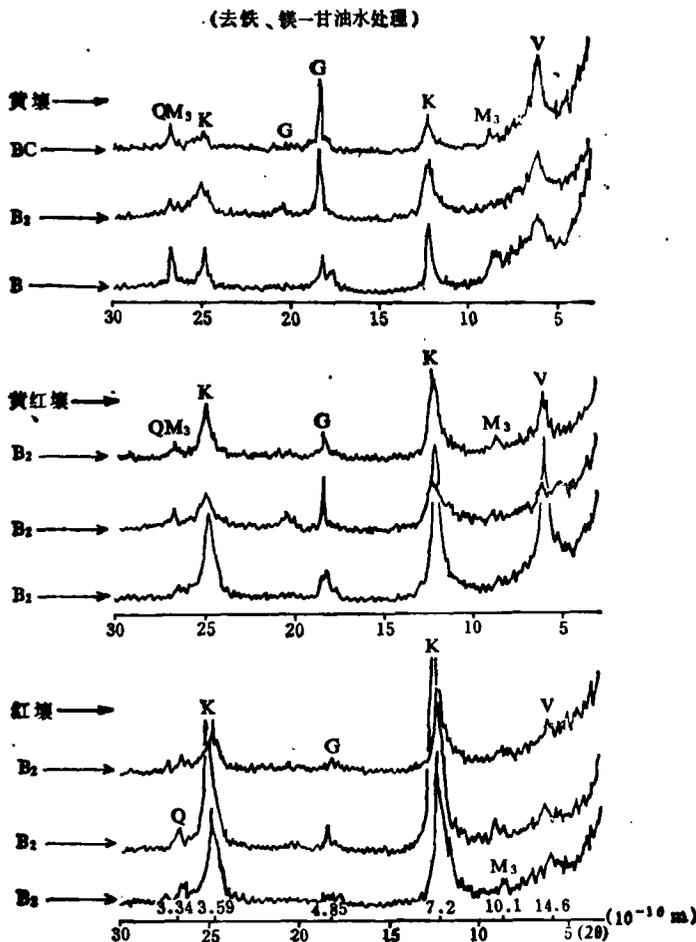


图 2 土壤粘粒 X 射线衍射图谱

Fig. 2 X-ray diffraction pattern of clay in soils

较低外,其他的均是红壤大于黄壤和黄红壤。

(四) 土壤酸度

梅花山红、黄壤全剖面均呈酸性反应, pH 值平均为 4.88—5.38, 交换性酸度平均为 3.20—6.80cmol(+)/kg, 其中又以交换性铝为主, 可占交换性氢、铝总量的 80% 以上, 说明土壤酸性反应主要是由交换性铝所引起的; 但从红壤到黄壤, 交换性氢在交换酸中所占的比例逐渐增大, 特别是黄壤, 交换性氢可占 20% 左右, 这可能与从红壤到黄壤, 土壤有机质含量逐渐增多有关。已有研究也有同样报道^[5]。从红壤到黄红壤和黄壤, A 层交换性酸度有逐渐增大趋势, pH 值则逐渐减少。

(五) 土壤粘土矿物组成和粘粒的化学成分

由图 2 粘粒 X-射线衍射测定结果可知, 梅花山土壤粘土矿物除高岭石外, 还有蛭石、蒙脱石、水云母和三水铝石等。粘土矿物组成也表现一定的垂直地带性分异规律: 黄壤以蛭石、无序高岭石和三水铝石为主; 黄红壤以无序高岭石为主, 伴蛭石和三水铝石; 红壤以无序高岭石占显著优势, 伴少量三水铝石和针铁矿。图 3 粘土矿物组成的定量计算结果也证明, 随着海拔高度的增加, 高岭石含量有逐渐减少趋势, 而蛭石、蒙脱石等 2:1 型矿物和三水铝石有逐渐增加趋势。

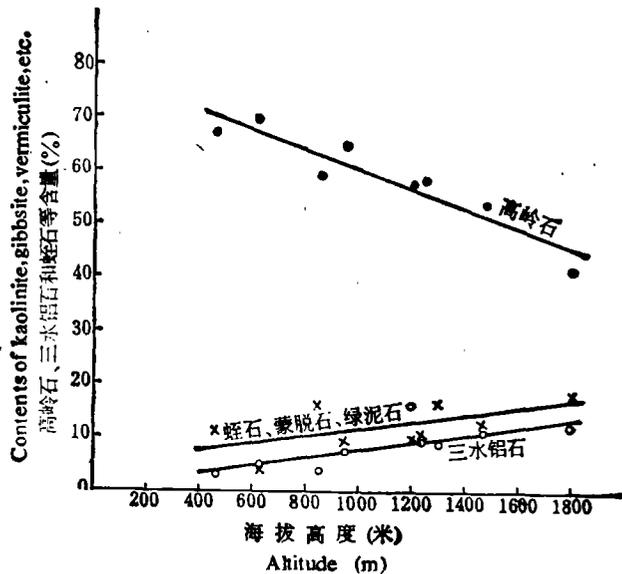


图 3 高岭石、三水铝石和蛭石等含量的垂直变化

Fig. 3 Vertical Changes of Contents of kaolinite, gibbsite, vermiculite etc.

表 6 粘粒化学成分测定结果也可反映梅花山土壤主要粘土矿物的组成及其垂直地带性分异。根据成土母岩中 K_2O 含量较高可以推断其风化母质含有较高的水云母, 并在成土过程中逐步脱钾转变为蛭石、蒙脱石乃至进一步分解、生成高岭石。由于黄壤所处地带气候温湿、淋溶作用强, 加之排水条件较好, 有利于水云母向蛭石转化, 并成为主导的粘土矿物之一, 因此其粘粒化学组成中 K_2O 含量相对较高, 达 1.10—2.70%。从黄壤、黄红壤到红壤, 随着风化作用的加强, 蛭石进一步分解、生成高岭石, 因此粘粒 K_2O 含量逐渐降低。红壤粘粒的 K_2O 含量低, SiO_2/Al_2O_3 为 1.87—2.18, 这与其粘土矿物组成以高岭石

表 6 粘土矿物组成和
Table 6 Mineralogical composition and

土壤 Soil	剖面号 No. of profile	发生层 Horizon	粘土矿物组成 Mineralogical composition of clay fraction	粘粒化 Chemical composition			
				SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂
黄壤	20	BC	以蛭石、无序高岭石、三水铝石为主	35.16	9.09	32.32	0.48
	21	B		36.19	8.00	34.64	0.49
	127	B		38.14	8.90	32.92	0.64
黄红壤	26	B	以无序高岭石为主,伴蛭石、三水铝石	36.86	8.71	35.11	0.55
	8	B		34.27	6.90	38.28	0.44
	130	B		40.53	6.17	36.33	0.25
红壤	23	B	以无序高岭石占显著优势,伴少量三水铝石和针铁矿	42.32	7.18	33.06	0.57
	120	B		37.40	11.16	34.00	0.75
	29	B		42.76	6.13	34.52	0.28

1) 粘土矿物组成: 粘粒 (<0.002mm) 经连二亚硫酸钠去除游离铁,再用镁-甘油饱和制成定向薄片,用 X-粘粒化学组成: 碳酸钠碱熔法处理土样。Si:重量法; Ti:变色酸比色法; Al:氟化钾-EDTA 容量法; Fe:法测定。

占显著优势是一致的;但黄壤和黄红壤粘粒的 SiO₂/Al₂O₃ 却较红壤低,这可能与其粘土矿物中含有较多的三水铝石有关。已有研究也有类似报道,认为这是由于该土壤所处的环境较温湿、淋溶作用强,有利于三水铝石的形成和在剖面中聚积;但这种三水铝石不是高岭石的分解产物,而是某些原生矿物(如斜长石)在风化初期所形成的^[5]。因此,其粘粒的 SiO₂/Al₂O₃ 虽然较低,但不能反映其富铝化作用也强。

土壤游离铁的含量及其形态也是反映红、黄壤成土过程的重要标志之一。由表 7 可见,梅花山土壤铁的游离度在 43—55% 之间,其中红壤铁的游离度较发育在同类母质上的江西红壤高(33—38%),较广东博罗的赤红壤低(53—57%),显示了地带性特征。从黄壤,黄红壤到红壤,游离铁的含量逐渐增大,铁的游离度逐渐提高。由于游离铁的形态受

表 7 土壤中各种形态铁的含量¹⁾

Table 7 Contents of various forms of iron in the soils

土壤 Soil	发生层 Horizon	全铁 (Fe ₂ O ₃ %) Total Fe (1)	游离铁 (Fe ₂ O ₃ %) Free Fe (2)	无定形铁 (Fe ₂ O ₃ %) Amorphous Fe (3)	铁的游离度 (2)/(1)×100 Freedom of iron	铁的活化度 (3)/(2)×100 Activity of iron
黄壤	A	4.66	1.93	0.68	43.01	0.36
	B	6.51	2.67	0.98	48.50	0.34
黄红壤	A	5.21	2.32	0.42	45.03	0.17
	B	6.43	2.41	0.33	35.51	0.15
红壤	A	6.11	2.50	0.28	55.07	0.11
	B	7.10	2.79	0.24	44.11	0.08

1) 全铁: 碳酸钠碱熔法、邻啡罗啉比色;游离铁和无定形铁分别用连二亚硫酸钠溶液和草酸-草酸铵溶液提取,邻啡罗啉比色。

粘粒化学成分¹⁾

chemical composition of clay fraction

学 成 分 (%) of clay fraction							SiO ₂ /Al ₂ O ₃	母岩含钾量 (K ₂ O%) Contents of K in parent rock
CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	烧失量 Loss on ignition		
0.07	0.92	1.39	0.34	0.08	0.04	20.10	1.85	3.38
0.06	0.63	1.10	0.24	0.07	0.01	17.72	1.77	4.64
0.08	0.89	2.70	0.38	0.12	0.01	14.85	1.97	3.88
0.06	0.54	1.30	0.18	0.08	0.03	16.20	1.78	—
0.02	0.51	0.69	0.13	0.05	0.02	18.15	1.52	—
0.07	0.53	0.94	0.31	0.03	0.01	14.80	1.90	—
0.05	0.91	1.09	0.13	0.05	0.04	14.65	2.18	5.00
0.14	0.27	0.63	0.10	0.12	0.01	14.85	2.11	6.00
0.02	0.64	1.05	0.14	0.04	0.03	14.09	1.87	3.55

射线衍射测定。

咖啡啉比色法; P: 钼锑抗比色法; Mn、Ca、Mg: 原子吸收光谱法; K、Na: 氢氟酸-高氯酸溶液消煮, 火焰光度

土壤有机质含量, 水分状况和 pH 值等的共同制约, 因此, 从黄壤、黄红壤到红壤, 随着土壤有机质含量的减少、湿度的下降和 pH 值的上升, 无定形铁的含量逐渐减少, 铁的活化度逐渐降低。

四、小 结

梅花山土壤的性质具有一定的地带性特征, 随着土壤类型的垂直地带性变化, 其性质也表现较明显的地理分异规律:

从红壤、黄红壤到黄壤, 土壤有机质、全氮、HA/FA、C/N、土壤阳离子交换量和交换性酸逐渐增大; 土壤盐基饱和度和 pH 值逐渐降低。

从红壤、黄红壤到黄壤, 粘粒含量逐渐减少, 粉砂粒含量逐渐增加, 因此粉砂/粘粒比值也随之逐渐增大。土壤的粘土矿物组成: 黄壤以蛭石、高岭石、三水铝石为主; 黄红壤以高岭石为主, 伴蛭石和三水铝石; 红壤以高岭石占显著优势, 伴少量三水铝石和针铁矿。定量计算也证明, 随着海拔高度的增加, 高岭石含量有逐渐减少趋势, 蛭石、蒙脱石等和三水铝石含量有逐渐增加趋势。从红壤、黄红壤到黄壤, 土壤游离铁含量和铁的游离度逐渐变小, 铁的活化度逐渐增大。

参 考 文 献

- [1] 朱鹤健等, 1983: 福建东南部山地丘陵土壤的基本特征。土壤学报, 第 20 卷 3 期, 225—237 页。
- [2] 朱鹤健等, 1982: 武夷山土壤垂直分布和特征。武夷科学, 第 2 卷, 152—164 页。
- [3] 李庆远等, 1957: 中国红壤化学性质。土壤学报, 第 5 卷 1 期, 78—79 页。
- [4] 郭成达, 1984: 戴云山土壤腐殖质的初步研究。土壤, 第 16 卷 2 期 48—52 页。
- [5] 李庆远主编, 1983: 中国红壤。1—23、41—72 和 91—101 页, 科学出版社。

CHARACTERISTICS AND VERTICAL DISTRIBUTION REGULARITIES OF SOILS IN NATURAL RESERVE AREA OF MEIHUA MOUNTAIN IN FUJIAN PROVINCE

Guo Chenda

(*Department of Geography Fujian Normal University, 350007*)

Summary

This paper focuses on the genetic characteristics and vertical distribution of soils of Meihua Mountain.

Situated in the southwestern part of Fujian Province, Meihua Mountain falls into mid-subtropical zone. The basic belt of soil is red earth. The soil sequence from the mountain foot upwards is in an order of red earth, yellow-red earth and yellow earth. Besides, scattered mountain meadow soil and bog soil can be also found in the valleys over 1000 metres above sea level.

The main physical and chemical properties of various soils reflect the zonal characteristics. With the change of vertical zonality of soil types, their properties are also evident in the regularities of geographic differentiation as follows:

From the red earth, yellow-red earth to yellow earth, the organic matter and total N, HA/FA, C/N, cation exchange capacity and exchange acidity gradually increase, but the base saturation percentage and pH value of the soil gradually decrease.

From the red earth, yellow-red earth to yellow earth, the content of clay gradually decreases, but the content of silt gradually increases, and therefore the value of silt/clay gradually increases.

The X-ray diffraction pattern of the clay fraction shows that in the composition of clay fraction, the kaolinite, gibbsite and vermiculite are dominant in the yellow earth, the kaolinite is dominant and gibbsite and vermiculite come second in the yellow-red earth, and the kaolinite is dominant with little amount of gibbsite and goethite in the red earth. It is also proved by the quantitative calculation of the composition of clay fraction that with the increase of altitude, the content of kaolinite show a tendency of gradual decrease, but the contents of vermiculite, montmorillonite, gibbsite, etc. show a tendency of increase. From the red earth, yellow-red earth to yellow earth, the content of free iron and the freedom of iron gradually decrease, but the activity of iron gradually increases in soils.

Key words Red earth, Yellow-red earth, Yellow earth, Mid-subtropical zone, Vertical zonality, Regularities of geographic differentiation