

福建东南部山地丘陵土壤的基本特征

朱鹤健 郭成达 谭炳华 林振盛 陈珍皋

(福建师范大学)

福建是我国多山的省份之一。东南部靠山面海，以戴云山为主体的闽中大山带分布于本区西北部，平均高度为海拔800—1000米以上，成东北西南走向，其支脉密布本区，地势由西北向东南倾斜，呈阶梯状下降，由中山过渡到低山、丘陵、台地直至海滨狭小的海积—冲积平原。随着高度下降和海陆位置不同，生物气候呈有规律的变化，土壤相应地表现出垂直和水平的地带特征。我们为了查明福建东南部山地丘陵区土壤的发生、特性和类型，近年来，在德化、永春、南安、晋江和泉州五个县市境内，从戴云山的主峰（海拔1856米）到泉州平原周围的缓丘台地相距200余公里的地域上进行土壤调查。这一地区，在一定程度上可以作为我国东部亚热带地区的一个代表。兹将部分调查研究的结果，整理如下。

一、主要土壤类型的一般特性

本区属于亚热带海洋性季风气候。东南沿海地区比西北内陆地区气温高，雨季短，热季长，雨量少，干湿季相对湿度变幅大。自东南平原至西北山地年平均温度由20.4℃逐渐降低至12.1℃，而年降雨量由1000毫米逐渐增至1822毫米。东南部自晋江至永春县年平均温度均在20℃以上，最冷月月均温在10℃以上，属南亚热带气候。而自永春向内陆的德化县伸展，年平均温度均在19℃以下，最冷月月均温小于10℃，属中亚热带气候。

植物的垂直分布明显，在海拔1550米以上是草甸植物群落，1350—1550米是草本、灌木植物群落，1250—1350米是黄山松带，其中杂有灌木、草类和少量常绿或落叶阔叶林树种，1000—1250米是山地矮林和常绿落叶阔叶混生林带，1000米以下的是常绿阔叶林。但目前除局部地区保存较好外，大部分地区已为次生植被所代替。500米以下，除大面积次生灌木、草本植被外，还残存南亚热带雨林群落。

成土母岩在西北部以凝灰溶岩为主。东南部以花岗岩为主，局部地区有角闪辉长岩。这样复杂的成土条件和明显的地区性差异就决定了区内有着众多的土壤类型（表1）。

（一）山地草甸土

分布于海拔1550米以上的山坡及山峰顶部，大部分地区坡度大，侵蚀严重。气候冷湿，植被以草甸植物为主。土壤表层为较厚的腐殖质层，有机质含量很高，疏松核粒状结构，粘粒含量较少，质地为砂质粘壤土。在平缓地区土表还有数厘米厚富有弹性的草甸层。淀积层发育不明显，在腐殖质层以下即迅速过渡到母岩半风化体，有的下层出现潜育现象，整个土层很浅，多不及半米。土壤表层全氮含量、阳离子交换量、胡敏酸含量以及胡

表 1 主要土壤类
Table 1 Chemical properties

土壤类型 Soil type	采样地点 (海拔高度) Locality (Elevation)	土层深度 (cm) Horizon depty	有机质 (%) Organic matter	全氮 (%) Total N	C/N ₁	腐殖质组成(占全土%) Humus composition (Percentage in total soil)		
						胡敏酸 H. A.	富里酸 F. A.	残渣碳量 Residuc
山地草甸土 Mountainous meadow soil	1640 (m) 戴云山 二峰	0—5	17.8	0.75	13.7	1.78	1.31	7.24
		5—25	12.0	0.51	13.4	1.19	1.66	4.08
		25—42	9.4	0.44	12.3	1.40	1.51	2.52
山地黄壤 Mountainous yellow earth	1450 (m) 戴云山 大格坡地	0—17	6.2	0.31	11.9	0.55	1.35	1.69
		17—37	3.8	0.20	10.9	0.36	0.79	1.03
		37—57	1.9	0.16	7.1	0.23	0.37	0.51
		57以下	1.1	0.09	7.1	0.09	0.26	0.30
山地暗黄壤 Mountainous dark yellow earth	1295 (m) 戴云山烟 寺岭谷	2—24	10.6	0.33	18.6	1.24	1.46	3.47
		24—54	4.1	0.22	11.1	0.28	0.85	1.29
		54以下	1.7	0.09	11.1	0.14	0.31	0.53
山地暗红壤 Mountainous dark red earth	980 (m) 戴云山 穹弯	3—7	10.1	0.559	10.5	1.42	2.38	2.05
		7—28	6.7	0.383	10.1	1.01	1.77	1.07
		28—36	3.1	0.207	8.7	0.44	1.13	0.23
	950 (m) 戴云山 科能堂	36—100	0.4	0.044	13.9	0.06	0.20	0.36
		2—5	8.6	0.297	16.9	0.86	1.19	2.96
		5—9	5.7	0.179	16.9	0.25	0.80	1.97
910 (m) 戴云山 赤岭头	9—53	1.5	0.063	13.5	0.05	0.42	0.38	
	53以下	0.7	0.029	14.5	0.03	0.31	0.08	
	0—2	4.2	0.154	15.6	0.14	0.74	1.53	
山地红壤 Mountainous red earth	910 (m) 戴云山 赤岭头	2—50	0.7	0.029	14.1	0.08	0.17	0.16
		50—80	0.4	0.013	18.1	0.06	0.07	0.11
		80以下	0.2	0.006	15.7	0.03	0.04	0.02
红壤 Red earth	300 (m) 永春吊灯山	0—32	2.1	0.085	14.4	0.13	0.32	0.77
		32以下	1.9	0.086	12.7	0.09	0.34	0.68
砖红壤性红壤 Lateritic red earth	180 (m) 南安县 保福	0—6	2.6	0.125	12.3	0.07	0.55	0.92
		6—15	1.6	0.070	13.3	0.06	0.47	0.40
		15以下	0.7	0.040	10.0	0.01	0.12	0.26

注: 腐殖质组成用 0.1M Na₂P₂O₇ 和 NaOH 混合液提取; 阳离子交换量用 1N CH₃COONH₄ 溶液提取; 交换性

敏酸与富里酸的比值均达到较高水平(见表 1)。

(二) 山地黄壤

分布于海拔 1250—1550 米, 年均温约 13—14℃, 年降水量 1800 毫米左右, 年平均相对湿度 85% 左右。土壤化学风化作用开始增强, 淀积层已发育, 呈黄色或棕黄色, 但化学风化强度不及红壤, 土层仍浅, 厚度多不超过 1 米。由于本带存在两种类型的植被, 土壤

型的化学特性

of the main soil types

胡敏酸 富里酸 H.A. F.A.	阳离子交换量 (meq/100g soil) CEC	交换性酸 (meq/100g soil) Exchangeable acidity			pH	活性铁 (%) Active Fe
		总 量 Total	Al ⁺⁺⁺	H ⁺		
1.36	18.87	4.99	4.21	0.78	5.0	0.28
0.72	14.46	3.70	2.95	0.75	6.0	0.44
0.93	13.38	2.82	2.23	0.59	5.5	0.38
0.41	13.35	8.29	7.70	0.59	4.5	2.07
0.46	15.10	4.61	4.25	0.41	5.5	1.93
0.62	13.49	2.56	2.47	0.09	5.0	2.27
0.35	7.50	2.92	2.64	0.28	4.5	1.73
0.85	22.18	7.55	6.72	0.82	4.5	0.74
0.33	15.52	5.51	5.17	0.33	4.5	0.74
0.45	9.02	4.36	3.94	0.42	5.0	1.14
0.60	39.85	10.19	9.41	0.78	4.0	0.81
0.57	32.82	10.46	9.59	0.87	4.0	1.28
0.39	21.43	9.64	9.10	0.54	4.5	1.07
0.30	10.92	7.34	6.70	0.64	4.0	0.26
0.72	21.90	9.73	8.77	0.96	4.5	0.44
0.31	13.21	8.05	7.34	0.71	5.0	0.40
0.12	11.32	5.87	5.49	0.38	5.0	0.51
0.10	8.27	7.05	6.32	0.73	5.0	0.50
0.19	12.45	6.92	6.06	0.86	5.0	0.48
0.47	5.47	5.14	4.42	0.72	4.5	0.85
0.86	7.74	4.06	3.34	0.72	4.5	0.68
0.75	7.31	3.77	3.47	0.30	5.5	0.66
0.41	7.47	3.44	3.19	0.25	4.5	0.72
0.26	7.03	2.62	2.17	0.45	4.5	0.80
0.13	9.80	5.64	5.04	0.60	4.5	1.57
0.13	10.05	6.00	5.43	0.57	4.5	1.19
0.08	9.05	5.66	5.18	0.48	6.0	1.38

酸用 1 N KCl 溶液提取。

性状有了分化,在海拔 1350—1550 米的草被下发育山地(普通)黄壤,海拔 1250—1350 米的黄山松植被下发育山地暗黄壤。山地暗黄壤因有较茂密的黄山松提供较多的枯枝落叶,表层的有机质、腐殖质组成中胡敏酸和残渣含量以及阳离子交换量都明显增高,碳氮比也增大。但由于木本植物地下部分所提供的有机质较少,表层以下各层的上述指标都明显下降,土壤粘粒有下移现象,粘土矿物以高岭石占优势。而山地黄壤表层的有机质、胡敏酸含量和阳离子交换量虽不及山地暗黄壤,但表层以下各层次的递减差不如山地暗

黄壤那么明显。其数量值与山地暗黄壤相近,甚至更高。由于所处位置高,湿度更大,粘粒下移比山地暗黄壤更明显,活性铁也较多。粘土矿物以水云母为主。

(三) 山地黄红壤

分布于海拔 1000—1250 米,年均温约 14—16℃,年降雨量约 1750—1800 毫米,年平均相对湿度约 83—85%。植被以山地矮林和常绿落叶阔叶混生林为主。剖面呈黄红过渡色,土壤性状跨于红壤和黄壤之间。表层有机质含量在 4.9—6.2% 之间,全氮含量 0.17—0.22%,C/N 在 16 左右,胡敏酸含量 0.3—0.35%,胡敏酸与富里酸比值 0.34—0.37,阳离子交换量 15—16.3 毫克当量/100 克土,交换性酸度 6.9—7.3 毫克当量/100 克土,pH 4.5—5.0,活性铁 0.59—0.68%,胶体硅铝率为 1.7—2.1,硅铁铝率为 1.5—1.9,粘土矿物 A 层主要是高岭石和三水铝石为主,水云母较为少见。B 层是水云母、三水铝石和高岭石等矿物组合。

(四) 山地红壤

分布于海拔 500—1000 米,年均温约 16—18℃,年降雨量约 1700—1750 毫米,年平均相对湿度 80—83%。植被属于常绿阔叶林,现况下以马尾松、矮灌木和以芒箕为主。由于化学风化作用增强,生物循环加速,表层粘粒含量达 29—37%,心土层达 38—44%。粘土矿物以高岭石(包括多水高岭石)为主,伴有三水铝石,个别也出现水云母。胶体硅铝率为 1.9—2.0,硅铁铝率为 1.7—1.8。有机质含量依植被类型和覆盖度而有较大的变化,可分为发育于较密茂的林木灌丛下的山地暗红壤与以芒箕为主的草类和一些矮灌下的山地(普通)红壤,前者土表有 1—2 厘米的枯枝落叶层,有较厚的腐殖质层。有机质、全氮、腐殖质组成中胡敏酸和残渣含量、胡敏酸与富里酸比值、阳离子交换量以及交换性酸量等指标均较高。而且蓄水性能较好,土层经常保持一定的湿度,心土层颜色在红色的基调上偏黄。肥力较高。而后者腐殖质层很薄,有机质等各项指标较低,心土层色较鲜红,肥力较低。

(五) 红壤

分布于海拔 250—500 米的丘陵。年均温约 18—20℃,年降雨量 1400—1700 毫米,年平均相对湿度约 75—80%。由于化学风化作用进一步加强和开发时间较早,所以表层土壤有机质、全氮、胡敏酸含量、阳离子交换量比山地红壤都低。胶体硅铝率、硅铁铝率较小,活性铁含量较多,粘土矿物仍为高岭石和三水铝石,但三水铝石比山地红壤有所增加。

(六) 砖红壤性红壤

分布于海拔 250 米以下的低丘,年均温在 20℃ 以上,年降水量在 1000—1400 毫米,干湿季明显。植被是南亚热带雨林群落,但残存很少。除已开发的农田外,即为灌木草坡荒地或光秃山。化学风化作用强烈,土层深厚,土色深红或暗红,表层粘粒含量达 40—60%,向下移动明显。有机质、胡敏酸含量、阳离子交换量一般较低。胶体硅铁铝率在

1.5—1.7 之间，发育于角闪辉长岩的砖红壤性红壤（泉州东岳山土样）， SiO_2/Fe_2O_3 特别小，活性铁含量特别多，可达 50%。

二、土壤的某些主要发生特征

（一）不同土壤的有机质、全氮含量和腐殖质组成

研究表明，在一般情况下，本区土壤有机质和全氮含量是随着海拔的下降而逐渐减少

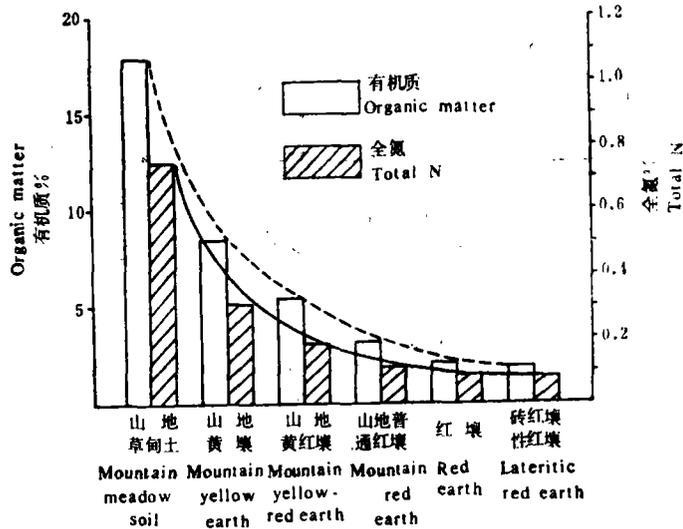


图 1 各种类型土壤的有机质和全氮的变化

Fig. 1 Variation of organic matter and total nitrogen in soil

的 (图 1)。其中只有山地暗红壤因植被茂密，这两项数值显得特别高，属于例外情况。这种分布趋势，除因水热条件差异而引起外，还与低海拔地区人类开发早、植被破坏严重有关。胡敏酸和腐殖质残渣含量以及胡敏酸和富里酸的比值也大致有这一趋势 (图 2)。这说明山体自高到低，土壤腐殖物质体系逐渐向分子量较小、复杂程度较低的方向变化。C. B. 佐恩研究也指出^[12]红壤的胡敏酸和富里酸的活性要比黄壤大，胡敏酸与富里酸的比值比黄壤小。

（二）不同土壤的质地剖面

本区各类土壤粘粒 (<0.002 毫米) 含量是随高度的下降而逐渐增多，而砂粒含量逐渐减少，粉砂粒含量变化不大。从剖面各层次的质地状况来看，下层粘粒含量均多于上层，普遍存在粘粒下移现象。海拔 1000 米以上的山地草甸土、山地黄壤、山地黄红壤在 20 厘米土层内粘粒含量大致为 20—30%，砂粒含量大于粘粒。心土层 (20—40 厘米) 的粘粒含量略高于表层，全剖面上下层土壤质地有一定的分异。在海拔 250—1000 米内的山地红壤和红壤 20 厘米土层内粘粒含量多为 30—40% 左右。砂粒含量大致与粘粒相当，全剖面上下层质地变化不大。在海拔 250 米以下的砖红壤性红壤粘粒含量在 20 厘米土

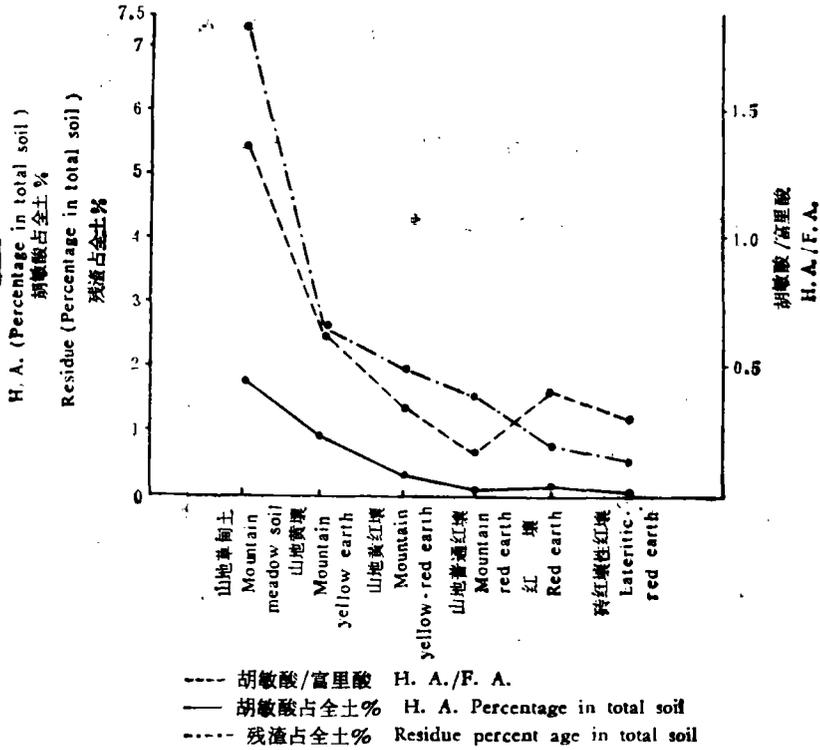
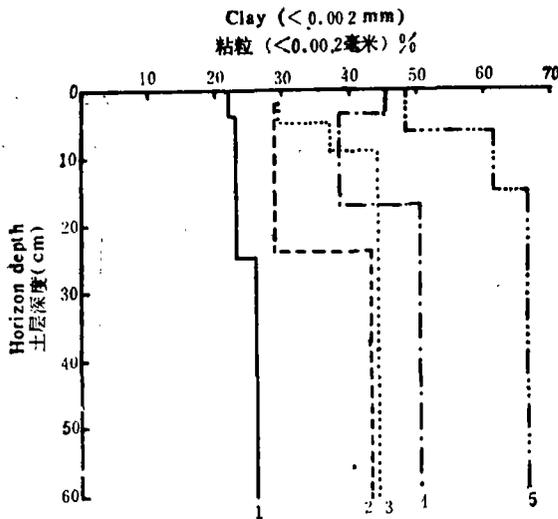


图 2 各种土壤腐殖质组成变化

Fig 2 Variation of soil humus composition in soils



1. —— 山地草甸土 (Elevation 1640m) Mountainous meadow soil
2. - - - 山地暗黄壤 (Elevation 1295m) Mountainous dark yellow earth
3. ····· 山地暗红壤 (Elevation 950m) Mountainous dark red earth
4. - · - · - 山地普通红壤 (Elevation 540m) Mountainous red earth
5. - · - · - 砖红壤性红壤 (Elevation 180m) Lateritic red earth

图 3 各种土壤粘粒含量剖面

Fig. 3 Profile of clay content for the various soils

层内多为 40—60%，在 20 厘米以下土层均在 60% 以上，砂粒含量低于粘粒（图 3）。

(三) 不同土壤的粘土矿物和粘粒分子比率

本区各类土壤随高度的垂直变化在粘土矿物和粘粒分子比率上也有反映（表 2）。海拔 1250 米以上的山地黄壤粘土矿物主要是水云母、三水铝石、伴有绿泥石，土壤胶体硅铝率、硅铁铝率都较小。海拔 1000 米以下的山地红壤、红壤、砖红壤性红壤，粘土矿物组成中以高岭石（包括多水高岭石）为主，伴有水云母和三水铝石。砖红壤性红壤表层胶体硅铝率、硅铁率和硅铁铝率均小于山地红壤和红壤。说明前者的富铁铝作用大于后者。发育于角闪辉长岩上的砖红壤性红壤，胶体硅铁率特别小，说明这种母岩发育的土壤铁的富集作用特别大。海拔 1000—1250 米之间的黄红壤粘土矿物组成和粘粒的化学组成都表现了黄壤和红壤之间的过渡性质，胶体的硅铝率、硅铁率、硅铁铝率的指标变幅大。粘土矿物是三水铝石、水云母和高岭石组合。总的看来，从高海拔到低海拔地区粘土矿物变化趋势是以水云母、三水铝石为主转至以高岭石为主，伴有三水铝石。

表 2 主要土壤类型粘粒部分的粘土矿物和分子比率

Table 2 Silica-sesquioxide ration of clay fraction in main soil types

土壤类型 Soil type	母岩 Parent materials	主导粘土矿物 Predominant clay minerals	伴存粘土矿物 Associated clay minerals	粘粒分子比率		
				SiO ₂ /Al ₂ O ₃	SiO ₂ /Fe ₂ O ₃	SiO ₂ /R ₂ O ₃
山地黄壤	凝灰熔岩	三水铝石、水云母	绿泥石	1.5—1.7	11.2—16	1.3—1.5
山地暗黄壤	凝灰熔岩	高岭石、三水铝石	B 层还出现有水云母	—	—	—
山地黄红壤	凝灰熔岩	高岭石	水云母、三水铝石。B 层是水云母、三水铝石和高岭石	1.7—2.2	12—19.6	1.5—1.9
山地暗红壤	凝灰熔岩	高岭石（包括多水高岭石）	三水铝石。C 层还出现有水云母	1.9—2.1	11.8—19.3	1.6—1.8
山地红壤	凝灰熔岩	高岭石（包括多水高岭石）	三水铝石。B 层还出现有水云母	1.9—2.1	11.2—15.5	1.7—1.8
红壤	花岗岩类岩	高岭石和三水铝石	—	1.9—2.0	11.2—12.5	1.7
砖红壤性红壤	黑云母花岗岩	高岭石	A 层还出现有三水铝石	1.7—2.1	9.5—20.3	1.5—1.9

三、问题讨论

(一) 关于红、黄壤的灰化问题

许多研究者报道：在热带、亚热带湿热条件下，土壤存在灰化现象。M. H. 沙巴什维金认为红壤基本上是向灰化土类方向发展的。И. П. 格拉西莫夫认为，在自然森林植被下，以及稍缓的地形条件下，所有的砖红壤性土壤及砖红壤都遭到某种程度的灰化^[8]。国内外学者多次报道我国红黄壤的灰化现象。B. A. 柯夫达说中国红壤到处可以看到明显的灰化特征^[12]。李庆逵等报道在华南红壤区丘陵地有大面积具有灰化作用的红壤，其自然植被下不是单纯的常绿阔叶林，而是次生杂木林，表土有颜色较浅、质地较粗的灰化层，心土有铁铝的淀积^[5,6,8]。本区土壤有淋溶作用特征。土壤酸性较强，pH 4.0—6.0，交换性钙和镁含量很低，交换性钙一般是 0.5—1.5 毫克当量/100 克土，交换性镁一般是 0.25—

1.01 毫克当量/100 克土。但是无论是在良好的自然森林植被下,或是在平缓地形部位上,均未发现土层中二氧化硅相对积累和铁、铝氧化物的明显淋淀,而只有粘粒的下移现象(表 3)。因此,可以认为,本区土壤虽处于亚热带气候带,即使发育于森林植被下,也未有灰化作用。所以,在红、黄壤地区森林下,土壤的肥力并不太低。

表 3 红壤和黄壤粘粒含量和粘粒分子比率

Table 3 Clay content and silica-sesquioxide ratio of clay fraction for the red earth and yellow earth

土 壤 Soil type	植 被 Vegetation	土层深度 (cm) Horizon depth	粘粒部分 Clay fraction			粘粒含量 (%) ($<0.002\text{mm}$) Clay
			SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ Fe ₂ O ₃	SiO ₂ R ₂ O ₃	
山地暗黄壤 Mountainous dark yellow earth	针叶林地 Coniferous wood land	0—2 (枯枝落叶层 Litter layer)	—	—	—	—
		2—24	1.51	12.67	1.35	29
		24—54	1.57	14.26	1.41	43
		below 54 以下	1.63	13.56	1.45	43
山地暗红壤 Mountainous dark red earth	针叶林地 Coniferous wood land	0—3 (枯枝落叶层 Litter layer)	—	—	—	—
		3—7	2.00	13.48	1.74	—
		7—28	2.00	11.86	1.71	—
		28—36	1.99	20.07	1.81	—
		36—100	2.06	16.50	1.83	—
	阔叶林地 Broadleaved wood land	0—2 (枯枝落叶层 Litter layer)	—	—	—	—
		2—5	1.95	13.67	1.69	29
		5—9	1.93	12.70	1.67	37
		9—53	1.97	12.31	1.70	44
		below 53 以下	1.94	11.52	1.66	41

(二) 关于红壤发育程度的指标问题

不同类型的红壤,包括砖红壤性红壤在内,其发育程度可以以铁铝的富集程度、粘土矿物和腐殖质组成上得到反映,但有一定限度。

许多研究者 (Martin, Doyné 1927, 1930; Joachin, Kandiah 1935; Kellogg 1949; 李庆远 1957)^[3] 提出,红壤的发育程度可以土壤胶体的硅铝率、硅铁铝率作为划分的依据。本研究表明,在一定范围内,这个提法是适用的。本区各种红壤的硅铝率一般是 1.7—2.1,而昆明地区红壤为 2.03—2.27^[9]。江西、湖南红壤为 1.8—2.0,海南岛砖红壤性土为 1.7 以下。可见,本区此项比值高于海南岛,低于昆明,而下限值也比江西、湖南稍低。在本区范围内,砖红壤性红壤的硅铝率和硅铁铝率分别为 1.70—2.1 和 1.5—1.9,而红壤分别为 1.9—2.1 和 1.7—1.8,前者比后者小。这些数值的差异与这些土壤各自所处不同水热条件下所进行的地球化学过程的强度有关。从而说明这些数值可以作为红壤发育程度的一项指标。但是,山地黄壤虽然风化度低,然而,因有较多的三水铝石,其硅铝率、硅铁铝率

却较小。所以,这两项数值作为红壤发育程度的指标是有一定限度的。还应该指出,基性岩对红壤富集铁的影响十分明显。以角闪辉长岩所发育的砖红壤性红壤与凝灰岩、花岗岩所发育的红壤相比较,前者全铁含量 11.4%,活性铁含量 5%,而后者全铁含量一般都在 10% 以下,活性铁大多在 1% 以下,交换性钙、镁含量前者也明显高于后者。而且前者土色深红,土质硬脆。赵其国研究昆明红壤也有类似的报道^[9]。因此,基性岩对红壤的发育作用必须给予重视。

从本区土壤粘土矿物组成来看,海拔高的地区(黄壤、黄红壤)出现水云母、绿泥石等风化度较浅的粘土矿物,而海拔低的地区(红壤、砖红壤性红壤)则是以风化度较深的高岭石为主(表 2)。这说明土壤粘土矿物组成与其所处的生物气候条件有关。它可以反映土壤的化学风化强度。这对热带、亚热带土壤来说,也是发育程度的一种标志。但必须指出的是无论高海拔地区或是低海拔地区土壤都出现三水铝石。三水铝石原可以看作高岭石进一步分解的产物。然而高海拔地区山地黄壤所出现的三水铝石可能是由母岩中某些原生矿物直接风化生成的^[13]。它不能视为高度风化的产物。此外,本区高温多雨的条件虽有利于矿物的脱钾和脱硅作用。但较强的淋溶作用却不利于水解作用的进行,这样,因水解作用而生成蒙脱石的过程,为期甚短或不存在^[7],因而本区土壤未发现蒙脱石。

本区红壤胡敏酸与富里酸的比值一般为 0.3—0.6,而昆明地区的红壤为 0.6—0.9,雷州半岛玄武岩上发育的砖红壤为 0.23^[9]。本区红壤的此项比值介于前二者之间。而且随着海拔的降低有逐渐变小的趋势(图 2)。说明这项比值也可以反映红壤发育的地带性特征。

(三) 关于红壤生物富集作用问题

本区土壤在亚热带生物气候条件下所进行的生物富集作用是明显的。表现在有机质自然积累和某些营养元素的吸持量尚多。在森林植被下,红壤表层有机质含量可高达 8% 以上,这比同区的高产农业土壤高得多。全氮、胡敏酸含量、胡敏酸与富里酸比值,阳离子交换量等也都较高。当森林破坏后,在次生灌木、草类植被下所发育的红壤,表层有机质含量下降到 3—4%。全氮和胡敏酸含量以及阳离子交换量等也都下降。但仍表现有一定的肥力水平,只有在不合理经营下,植被破坏殆尽,引起严重侵蚀时,表层有机质含量才迅速下降到 1% 以下。全氮和胡敏酸含量以及阳离子交换量等都下降到很低的水平(表 4)。说明自然植被对保持红壤的自然肥力起着重要作用。

还须指出:土壤腐殖质含量和组成与阳离子交换量的大小密切相关。在海拔 250 米以上的各类土壤,腐殖质含量较高,阳离子交换量都在 10.9 毫克当量/100 克土以上。海拔 250 米以下的丘陵地区,除东岳山发育于基性母岩的砖红壤性红壤外,因土壤腐殖质含量较低,阳离子交换量均在 10.9 毫克当量/100 克土以下。全区土壤表层阳离子交换量的变化同胡敏酸和富里酸的总碳量变化趋于一致,如海拔 1080 米处山地暗红壤阳离子交换量最高,达 39.9 毫克当量/100 克土,而胡敏酸和富里酸总碳量也最高,为 3.81%。海拔 85 米处砖红壤性红壤阳离子交换量最低,为 4.3 毫克当量/100 克土,而胡敏酸和富里酸总碳量也最低,为 0.19%。根据红壤的这些生物富集特点,可以因地制宜地采取不同措施,以不断提高土壤肥力。

表 4 不同植被下各种红壤表层的化学性状
Table 4 Chemical properties of surface horizon for the various red earth under different vegetation

土壤类型 Soil type	植被类型 Vegetation	有机质 (%) Organic matter	全氮 (%) Total N	胡敏酸 (%) H. A.	胡敏酸/富 里酸 H. A. / F. A.	残渣 (%) Residue	阳离子交 换量 (meq/100g soil) CEC	交换性钙 (meq/100g soil) Exchangeable Ca	交换性镁 (meq/100g soil) Exchangeable Mg	交换性酸 (meq/100g soil) Exchangeable acidity	活性铁 (%) Active Fe
山地暗红壤 Mountainous dark red earth	茂密针叶林 和灌丛 Dense coniferous forests and shrubs	10.1	0.56	1.42	0.60	2.05	39.9	1.13	1.16	10.2	0.81
山地暗红壤 Mountainous dark red earth	常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forests	8.6	0.30	0.86	0.72	2.96	21.9	1.13	0.65	9.73	0.44
山地红壤 Mountainous red earth	芒箕为主的 草类 Grasses dominated by <i>Dicranopteris dichotoma</i>	4.2	0.15	0.14	0.19	1.53	12.5	1.01	0.50	6.92	0.48
山地红壤 Mountainous red earth	稀疏马尾松 和矮灌 Dwarf shrubs and scattered <i>Pinus massoniana</i>	2.8	0.10	0.07	0.11	0.94	10.9	0.88	0.75	5.46	0.52
砖红壤性红壤 Lateritic red earth	无植被 (光秃山) No vegetation	0.7	0.04	0.05	0.29	0.34	5.81	0.88	0.75	1.79	1.06

(四) 关于土壤垂直分布特点问题

为了说明本区土壤垂直带谱的特点, 我们把它与本省西北部武夷山脉主峰黄岗山土壤垂直带谱^[4]作比较(表 5), 可以看出: 由于本区的纬度比黄岗山低 2°, 因而红壤、黄红壤、黄壤垂直分布的界限均比黄岗山高 200—300 米。但是山地草甸土却不受此限制。戴云山和黄岗山的山地草甸土都分布于山顶以下 200—300 米地带。其共同特点是处于海拔千米以上的山顶, 气候冷湿, 有利于土壤有机质积累, 风力大, 林木难以定居, 只适于草类生长。但其分布高度却视山体高低而定。而且影响到其下面山地黄壤带的分布上限。

表 5 戴云山和黄岗山土壤垂直分布的比较

Table 5 Soil vertical distribution for Mt. Daiyunshan and Mt. Huanggaoshan

山名 Name of mountain	纬度 Latitude N°	山顶高度 (m) Elevation of mountain summit	分布高度 (m) Altitude			
			山地红壤 Mountainous red earth	山地黄红壤 Mountainous yellow-red earth	山地黄壤 Mountainous yellow earth	山地草甸土 Mountainous meadow soil
戴云山 Daiyunshan	25°41	1856	below 1000以下	1000—1250	1250—1550	1550—1856
黄岗山 Huanggaoshan	27°53	2158	below 700 以下	700—1050	1050—1900	1900—2158

据报道^[1,10], 在热带、亚热带山地如台湾玉山西坡、云南哀牢山、安徽黄山、江西武夷山西北坡、四川峨眉山等处土壤垂直带谱中黄壤是经黄棕壤过渡到山地草甸土的。也曾有过福建山地分布黄棕壤之说^[2]。戴云山和武夷山是福建最高的两个山。我们从这两个大山的土壤调查材料认为, 山地草甸土以下即为黄壤带。因为这一带土壤在草类和黄山松植被下, 有机质层较厚, 有机质含量较高, 虽有粘粒下移现象, 但淋溶作用不甚强烈, 未见铁锰胶膜或结核, 特别是次生粘土矿物出现较多三水铝石, 硅铝率小于 1.6, 硅铁铝率小于 1.4。这两数值均小于在阔叶落叶林植被下发育的黄棕壤数值^[1,10]。据此, 若将本区在山地草甸土以下的黄色或棕黄色土壤划为黄棕壤, 似难成立, 应定名为山地黄壤。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院《中国自然地理》编委会, 1981: 中国自然地理(土壤地理), 24 页, 科学出版社。
- [2] 东北林学院等, 1979: 土壤学下册, 7 页, 农业出版社。
- [3] 朱鹤健, 1980: 关于红壤的砖红壤化和灰化问题。土壤通报, 第 5 期, 40—41 页。
- [4] 朱鹤健等, 1982: 武夷山土壤垂直分布和特征。武夷科学, 第 2 卷。
- [5] 李庆远、张效年, 1957: 中国红壤化学性质。土壤学报, 第 5 卷 1 期, 78—94 页。
- [6] 何金海等, 1958: 海南岛土壤调查报告。土壤专报, 31 号, 1—66 页, 科学出版社。
- [7] 张效年, 1963: 海南岛热带土壤的粘土矿物。土壤学报, 第 11 卷 1 期, 34—52 页。
- [8] 张俊民、龚子同, 1957: 五指山之土壤。土壤学报, 第 5 卷 2 期, 143—158 页。
- [9] 赵其国, 1964: 昆明地区不同母质对红壤发育的影响。土壤学报, 第 12 卷 3 期, 253—265 页。
- [10] 戴昌达、文振旺、张俊民、方文哲、毛慕永, 1958: 黄山土壤的垂直分布和基本性质。土壤学报, 第 6 卷 1 期, 54—64 页。
- [11] B. A. 柯夫达(陈恩健等译), 1960: 中国之土壤与自然条件概论。科学出版社。
- [12] C. B. 佐恩(陈恩健等译), 1958: 格鲁吉亚和中国南部红色风化壳上土壤发育的一些问题。土壤学报, 第 6 卷 1 期, 44—53 页。
- [13] Alexander, L. T. et al., 1941: Occurrence of gibbsite in some soil-forming material. Soil Sci.

Soc. Amer. Proc., 6: 52—57.

THE FUNDAMENTAL CHARACTERISTICS OF MOUNTAINOUS AND HILLY SOILS IN SOUTHEAST FUJIAN PROVINCE

Zhu Hojian, Guo Chengda, Tan Binghua, Lin Zhensheng and Chen Zhengao
(Fujian Teachers University)

Summary

Fujian is one of the mountainous provinces in China. The plains are formed as narrow strips along the southeastern coast with mountains behind facing the sea. The high mountains of central Fujian predominated by the Daiyunshan mountains are stretched and distributed in the northwest part of the province which is under middle subtropical climate; while in the south-east part, it belongs to south subtropical climate.

In this region, from hilly land in Quanzhou plain up to the summit of Mt. Daiyunshan, the vegetations change from the subtropical rain forest, the evergreen broad-leaved forest, the mixed deciduous and evergreen broad-leaved forests, the coniferous forests dominated by *Pinus taiwanensis* to mountain shrubs, and finally to meadow grasses with scattered dwarf *Pinus taiwanensis*. Correspondingly, the soils change from lateritic red earth, red earth, mountain red earth, mountain yellow-red earth to mountain yellow earth, and finally to the mountain meadow soil.

the main characteristics of the soils are summarized as follows:

1. The content of organic matter and total N in soils diminishes regularly downward with the decreasing of the elevation with an exception of the dark red earth caused by a dense forest. The contents of humic acid, humic residue and the ratio of humic acid to fulvic acid behave in the same trend.

2. The contents of clay ($< 0.002\text{mm}$) are increased especially in lower horizons with the decreasing of elevation.

3. There are relatively abundant hydromica and chlorite in the soils on the upper part of the mountains and kaolin in those on the lower part of the mountains. Nevertheless, the gibbsite (hydrated aluminum oxide) is found in the soils on both lower and upper parts of the mountains. The gibbsite in the soils on the upper part of the mountains is probably formed directly from some primary minerals in the rocks. Therefore, it is not considered as the product of intensive weathering. In addition, no montmorillonite is observed in the soils of this region.

4. The soil allitic process in this region is occurred in medium degree. The ratio of $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ of the clay ($< 0.001\text{mm}$) fraction generally ranges from 1.7—2.0. The lateritic red earth has smaller ratio of $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ and $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ of the clay fraction than those of the red earth. These values can be employed as an important auxiliary indices to characterize the development of red earth series, though to a limited extent. However, it is unsuitable for mountain yellow earth due to higher content of the gibbsite.

5. Comparatively, the natural accumulation of soil organic matter is visible. The con-

tents of soil organic matter often ranges from 3% to 4%, and occasionally up to 8%. Only in places where severe erosion occurred due to human activities, it may fall below 1%. The ratio of humic acid to fulvic acid is 0.3—0.6. The soil CEC has significant correlation with the total content of carbon of humic and fulvic acids in the surface soils.

6. The soil leaching processes is evident. Both exchangeable Ca and Mg of the soils are low in value, and there is less difference in pH among all the soils, but they are acidic in nature. Downward translocation of the clay is found in the profiles, but no sign of podzolization was observed, therefore the soils under forests are not so poor in fertility.