

福建山地土壤的系统分类及其分布规律

陈健飞

(福建师范大学自然资源研究中心, 福建 福州 350007)

摘 要: 福建山地土壤在我国亚热带山地土壤中具有一定代表性。本研究根据武夷山、梅花山、鼓山等山地的 19 个土壤剖面野外调查和室内分析数据, 鉴定了福建山地丘陵主要土壤的诊断层和诊断特性, 进行发生学分类、中国土壤系统分类(CST)、美国土壤系统分类(USST)以及世界土壤资源参比基础(WRB)之间的分类参比, 同时阐明基于土壤系统分类制的福建主要山地土壤的分布规律, 为中国土壤系统分类在亚热带山地丘陵区的应用提供范例。

关键词: 山地土壤; 土壤系统分类; 垂直分布; 福建

中图分类号: S155.1 文献标识码: A

福建山地丘陵面积占全省土地总面积的 87.5%, 素有“东南山国”之称。福建山地丘陵土壤在我国亚热带山地土壤中具有一定代表性, 但以往关于福建山地丘陵土壤类型及其分布的报道, 多以地理发生学分类制为依据^[1~4], 难与国际通用的诊断学分类土壤信息接轨。近年来国内已开始采用国际通行的系统分类法^[5], 取得明显效果。本研究根据多年来在武夷山(地处中亚热带)、梅花山自然保护区(地处中亚热带南缘)以及福州鼓山(地处南亚热带北缘)进行的土壤野外调查和室内分析资料, 分别按照中国土壤系统分类(CST)^[6]、美国土壤系统分类(USST)^[7]和世界土壤资源参比基础(WRB)^[8], 确定诊断层、诊断特性, 检索土壤类型名称, 与发生学分类作对比, 并力图阐明土壤诊断学类型在福建山地丘陵区的基本分布模式。

1 成土环境条件

福建地跨中亚热带与南亚热带, 水热条件优越, 年平均气温 17℃~21℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 5 000℃~7 700℃, 年降水量为 1 100 mm~2 200 mm。地势总体上自西北向东南降低, 横断面略似马鞍形。闽西北的武夷山脉和闽中的戴云山脉, 呈北北东和北东走向大体相互平行斜贯全省, 构成本省山地丘陵地貌的主体骨架。本研究涉及的武夷山、梅花山和鼓山的成土环境条件简介如下。

武夷山脉位于闽赣边界(27°33'~54'E, 117°27'~51'E), 平均海拔高度为 1 000 m~1 100 m, 主峰黄岗山海拔 2 158 m, 为我国大陆东南部的最高峰。武夷山脉北段的海拔最高, 山地垂直分带明显, 被列为国家级重点自然保护区、联合国“人与生物圈计划”国际网点和世界“自然遗产”。武夷山地势起伏大, 东坡缓, 西坡陡, 东坡层状地形发育, 表现为地貌类型由中山—低山—高丘陵—低丘陵—浅丘陵—河谷平原作有规律的排布。山体上部以火山岩为主, 山体下部以粗粒花岗岩为主, 成土母质多为坡积物或残积—坡积物。武夷山属中亚热带季风气候, 气候的垂直变化颇为显著, 年平均气温 13℃~19℃, 年平均降水量 1 600 mm~2 200 mm, 年平均相对湿度在 70%~85%以上; 海拔高度每上升 100 m, 气温下降 0.44℃, 同高度南坡比北坡温度高 0.5℃~0.7℃; 降水量随高度上升而增加, 东南坡(或南坡)的递增率为 54.14 mm/100m, 西北坡(或北坡)的递增率为 37.0 mm/100m, 同高度东南坡(或南坡)的降水量明显多于西北坡(或北坡)。自然植被的垂直分布明显, 海拔 < 1 100 m 是常绿阔叶林, 杉木、马尾松、毛竹等人工林也多分布本带; 海拔 1 100 m~1 500 m 之间, 为针阔叶混交林和常绿、落叶阔叶混交林; 海拔 1 500 m~1 800 m 之间分布着针叶林; 1 800 m~1 900 m 间的山坡分布着山地苔藓矮林; 海拔 > 1 800 m 的山体顶部和缓坡地段, 分布着山地草甸。

收稿日期: 2000-03-29; 改回日期: 2000-09-15。

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(49831004)、福建省自然科学基金项目(D94006)的研究成果之一。

作者简介: 陈健飞(1955-), 男(汉族), 福建人, 博士, 教授。从事土壤地理和土地资源的教学和研究工作, 已发表论文 40 多篇。Tel: 0591-3446008; E-mail: zjffchen@pub5.fz.fj.cn。

梅花山自然保护区位于闽西南(25°17′~27′N, 116°45′~57′E), 介于武夷山脉(南段)和戴云山脉之间, 是玳瑁山的主体部分。地貌以中低山为主, 平均海拔约900 m, 主峰石门山海拔1 811 m, 为闽西南最高峰。梅花山地处中亚热带南缘, 年平均气温 13℃~19℃, 年平均降水量1 800 mm~2 000 mm。母岩以花岗岩为主(占91.5%)。植被垂直分布状况为: 1 000 m以下以常绿针阔混交林为主; 1 000 m~1 400 m以马尾松和杉木等针叶林为主, 混生少量阔叶树和毛竹等; > 1 400 m以草类植物为主, 散生稀疏黄山松和灌丛等。

鼓山位于福州盆地东部(26°05′N, 119°E), 海拔969 m。地处南亚热带北缘, 年平均气温 20℃, 年平均降水量1600 mm左右。母岩以花岗岩为主。植被垂直分布状况为: 220 m~450 m为马尾松和芒萁骨等组成的植物群落, 450 m~495 m为米槠、杜英、青冈栎、猴欢喜等组成的常绿阔叶植物群落, 向上至山顶渐次过渡到以禾本科杂草和油草等组成的草类植物群落。

本研究选取的典型土壤剖面的成土条件简况列于表 1。

表 1 代表性土壤剖面成土条件简况

Table 1 Conditions for the formation of soil profiles

剖面号	采样地点	海拔高度(m)	地形部位及坡度	母岩母质	植 被	
武 夷 山	W1	黄岗山顶	2150	山顶夷平面, < 5°	火山凝灰岩残积物	中山草甸
	W2	黄岗山顶	2100	中山坡地, 12°	火山凝灰岩残积物	中山草甸
	W3	黄岗山 25km 处	1850	中山坡地, 25°	火山凝灰岩坡积-残积物	山地矮林
	W4	桐木关西侧	1050	中山坡地, 30°	火山凝灰岩坡积物	杉木林
	W5	庙湾	920	中山坡地, 28°	粗粒花岗岩坡积物	茶、杉、毛竹
	W6	黄坑	310	丘陵坡地, 20°	粗粒花岗岩坡积-残积物	杉木林
梅 花 山	M5	油婆记山顶	1680	山顶洼地	中细粒花岗岩洪积-残积物	中山草甸
	M9	白公凹	1420	山间盆地	中细粒花岗岩冲积-坡积物	中山草甸
	M20	石门山	1800	中山上坡, 20°	中细粒花岗岩残积物	灌丛
	M21	分水凹	1470	中山下坡, 35°	中细粒花岗岩残积物	针叶林
	M127	梅花寨山腰	1300	中山上坡, 40°	中细粒花岗岩坡积-残积物	毛竹林
	M26	大畲	1240	中山中坡, 30°	中细粒花岗岩坡积-残积物	针阔混交林
	M8	共和	1200	中山坡地, 30°	中细粒花岗岩残积物	毛竹林
	M130	太平寮	950	中山坡地, 25°	中细粒花岗岩坡积-残积物	山茶
	M23	丘山一中村	850	鞍部坡地, 18°	中细粒花岗岩坡积-残积物	常绿阔叶林、毛竹林
鼓 山	M120	隔溪垄	630	低山坡地, 35°	中细粒花岗岩坡积-残积物	常绿阔叶林
	M29	下车	460	低山坡麓, 18°	中细粒花岗岩坡积-残积物	马尾松林鼓
	G1	涌泉寺西侧	460	低山坡地, 10°	中粒花岗岩残积物	常绿阔叶林
	G2	放生池西侧	450	低山坡地, 25°	中粒花岗岩坡积-残积物	常绿阔叶林

2 土壤形成特征

2.1 地球化学特征

依据中国土壤系统分类规定的项目和方法进行土壤野外描述和室内化验, 供试土壤的基本性状和分类诊断指标列于表 2、表 3、表 4。表 2~4 以及已有研究均表明, 福建山地土壤总体上处于中度富铝化阶段, B 层粘粒硅铝率为 1.52~2.45, 细土全钾含量较低, 除 W5 剖面外都在 < 20%。已有报道的本区土壤粘粒矿物 X 射线粉晶照像法测定^[9]、差热分析^[1]、X 射线衍射法和化学组分半定量分析^[10] 均表明: 福建山地土壤粘土矿物以高岭石(或多水高岭石)为主, 伴有 1.4 nm 混层矿物、三水铝石和氧化铁矿物, 中山上部以多水高岭石为主, 伴有较多 1.4 nm

混层矿物、三水铝石及少量伊利石, 中山中下部和低山丘陵则以高岭石为主, 伴有少量三水铝石和赤铁矿。中山上部的土壤呈现弱风化强淋溶特征, 其较低粘粒硅铝率和较多三水铝石的出现, 是在常湿润土壤水分状况下土壤强烈淋溶迅速脱硅的结果。随着海拔高度自高而低, 土体厚度和粘粒含量逐渐增加, 山体下部土壤剖面中粘粒下移明显, 铁的游离度也呈逐渐增大趋势, 反映化学风化作用的增强。本区土壤的盐基饱和度很低, B 层的盐基饱和度多 < 20%, 而铝饱和度多 > 70%。

2.2 有机质累积特征

从表 2~3 可见, 土壤有机质含量随着海拔高度下降而逐渐减少。这种分布趋势, 除了水热条件差异的原因外, 还与人为干扰程度有关。而在同一高

表 2 武夷山典型土壤剖面的基本性状和分类诊断指标

Table 2 Some diagnostic properties for soil taxonomic classification of soil profiles in Mt. Wuyishan

剖面号 (海拔 m)	发生层	深度 (cm)	颜色 (润态)	粘粒 (g/kg)	粘化 率	有机碳 (g/kg)	pH (H ₂ O)	交换性酸			细土 CEC ₇	BS (%)	铝饱 和度 (%)	游离铁 (g/kg)	全铁 (g/kg)	铁游 离度 (%)	CEC ₇ / 粘粒 cmol(+)/kg	粘粒 硅铝率	细土 全钾 (g/kg)		
								H ⁺	1/3Al ³⁺	盐基											
								Cmol(+)/kg													
W1 (2150)	A ₁	0~18	2.5Y3/1	150		220.2	4.5	5.16	9.32	1.48	30.13	4.9	86.3	2.1	10.7	19.6	200.7	2.07	9.9		
	A ₂	18~36	N2/10	124		171.3	4.5	4.58	15.3	2.83	40.68	7.0	84.4	4.0	14.0	28.6	328.2	1.82	7.5		
	B	36~60	2.5Y6.5/3	316	2.11	34.2	5.5	0.67	5.40	1.48	9.13	16.3	78.5	1.5	9.1	16.5	28.8	2.05	11.5		
	C	60~66	10YR7/3	182		—	—	—	—	1.11	7.55	14.6	—	8.6	52.6	16.3	41.8	—	17.8		
W2 (2100)	A	0~22	2.5Y3/1	162		69.7	4.5	2.75	9.65	1.36	26.89	5.1	87.6	6.7	23.4	28.6	166.0	2.14	11.5		
	B	22~46	2.5Y7/4	124	0.77	12.6	5.0	1.58	6.99	1.17	10.32	11.4	85.7	7.0	29.3	23.9	83.1	2.25	15.3		
	C	46~52	10YR7/3	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
W3 (1850)	A	0~25	10YR3.5/3	128		77.8	4.2	4.78	10.0	1.07	14.90	7.2	90.3	7.8	26.4	29.5	116.4	2.65	9.8		
	B	25~85	10YR4/6	128	1.00	30.7	4.5	2.21	7.37	0.87	9.26	9.4	89.4	8.8	26.7	33.0	72.7	2.25	9.6		
	BC	85~155	10YR5.5/6	148		17.0	5.0	1.09	7.17	0.81	6.97	11.6	89.8	7.3	22.3	32.7	47.3	2.36	12.4		
W4 (1050)	A	0~25	10YR3.5/3	204		47.4	4.5	1.79	8.80	0.96	14.35	6.7	90.2	9.3	30.7	30.3	70.6	1.97	13.9		
	B	25~150	10YR5/6	312	1.53	13.2	4.5	1.77	7.82	0.73	7.93	9.2	91.5	9.4	34.6	27.2	25.3	2.40	14.9		
	BC	150~	10YR6/6	328		7.2	4.6	0.68	6.35	0.79	7.85	10.1	89.4	10.3	35.3	29.2	23.8	—	14.9		
W5 (920)	A	0~13	10YR6.5/5	238		38.2	4.3	2.20	9.67	2.29	14.57	15.7	80.9	15.7	47.6	33.0	61.3	1.44	18.1		
	B ₁	13~26	10YR7/6	324		8.8	4.5	1.09	7.88	0.98	11.89	8.2	88.9	16.5	47.2	35.0	36.7	1.87	11.5		
	B ₂	26~65	7.5YR5/5	314	1.32	3.8	5.0	1.29	7.24	0.98	10.27	9.5	88.1	15.3	49.6	30.8	32.8	1.87	23.2		
	BC	65~	10YR6/6	164		—	—	—	—	1.32	7.55	17.4	—	15.4	45.6	33.8	46.3	—	37.6		
W6 (310)	A	0~10	7.5YR7.5/5	304		21.9	4.5	3.52	6.74	1.03	11.64	8.8	86.7	12.8	33.3	38.4	38.2	1.80	7.1		
	B ₁	10~55	5YR7/6	444	1.46	10.7	4.1	2.50	7.57	0.75	8.31	9.0	91.0	16.5	41.3	39.9	18.7	1.79	5.5		
	B ₂	55~140	5YR7/6	260		5.8	4.5	2.31	6.93	0.79	5.95	13.3	89.8	13.8	36.0	38.3	22.7	1.86	5.9		
	C	140~	10YR8/4	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

注: 土壤颜色据《中国标准土壤色卡》记录; 铝饱和度=1mol/L KCl 浸提的交换性 Al / ECEC×100; 游离铁、全铁、全钾等均以元素表示; 表中划“—”处为未测定。

度带, 植被类型和利用方式不同时, 生物富集作用也有明显差异。此外, 山体自高到低, 土壤腐殖质体系逐渐向分子量较小、复杂度较低的方向变化^[4]。

3 主要诊断层和诊断特性

按照中国土壤系统分类的鉴别指标^[5], 本研究选取的代表性剖面所具有的诊断层和诊断特性列于表 5。

3.1 诊断表层

有机表层仅零星出现在山地草甸植被下的山顶平坦部位或微凹部位, 如 W1 剖面有机表层的容重为 0.6 Mg/m³, A₁ 层加上 A₂ 层的一部分符合枯枝落叶质有机表层的条件; 暗瘠表层多出现在草甸坡地以及较郁闭的森林植被下; 其余剖面符合淡薄表层的鉴定指标。

3.2 诊断下层

雏形层多出现在山体上部, 需要说明的是 W1 剖面, 其 B 层粘化率高达 2.11 为存疑现象, 根据已有调查报道^[1], 本区 4 个原山地草甸土剖面 B 层的粘化率为 1.9~3.9, 且 B 层粘粒含量均高达 300g/kg 以上, 这样的质地剖面分异与其所处水热条件不

相一致, 鉴于野外观察未见明显粘粒胶膜, 初步判定为母质不连续性所致, 将其定为雏形层而非粘化层, 其成因有待微形态鉴别等手段提供进一步佐证。

粘化层多出现在山体中、下部, 粘化率为 1.22~2.23, 且可见明显的粘粒胶膜。

低活性富铁层出现在低山下部和丘陵台地。

3.3 诊断特性

研究表明^[11, 12]: 福建山地基带土壤水分状况为“湿润”, 即按 Perman 公式估算, 年干燥度<1, 但每个月干燥度并不都<1; 根据气温垂直递减率和降水递增率推算, 并参考地表植被类型, 可确定武夷山区海拔>1 100 m 地区的土壤水分状况为“常湿润”, 梅花山区海拔>1 250 m 地区的土壤水分状况为“常湿润”; 另在中山顶部微凹地(如 M5)和海拔千米以上的山间盆地(如 M9)地形部位, 由于地表有苔藓和枯枝落叶层, 使其上部土层在大多数年份中有相当长的湿润期, 或部分时间被地表水和/或上层滞水饱和, 导致土层中发生氧化还原作用或铁质化作用, 因此符合“滞水水分状况”的条件。

表3 梅花山典型土壤剖面的基本性状和分类诊断指标

Table 3 Some diagnostic properties for soil taxonomic classification of soil profiles in Mt. Meihuashan

剖面号 (海拔 m)	发生层	深度 (cm)	颜色 (润态)	粘粒 (g/kg)	粘化 率	有机碳 (g/kg)	pH (H ₂ O)	交换性酸		交换性 盐基	细土 CEC ₇	BS (%)	铝饱 和度 (%)	游离铁 (g/kg)	全铁 (g/kg)	铁游 离度 (%)	CEC ₇ / 粘粒 cmol(+)/kg	粘粒 硅铝率	细土 全钾 (g/kg)
								H ⁺	1/3Al ³⁺										
M5 (1630)	A	0~13	10YR2/2	—	—	131.2	—	3.16	5.91	—	—	—	—	23.0	49.8	46.1	—	—	—
	AB	13~38	10YR2/1	337	—	112.8	—	5.74	3.35	1.84	37.9	4.9	64.5	12.8	17.8	71.8	112.6	2.46	11.5
	B	38~	10YR3/3	359	1.07	32.4	5.3	0.16	3.02	1.60	16.5	9.7	65.4	14.7	40.0	36.1	45.9	—	15.5
M9 (1420)	A ₁	0~12	10YR2/1	295	—	128.7	4.9	—	—	3.99	32.2	12.4	—	23.3	47.3	49.3	—	—	17.6
	A ₂	12~33	10YR3/1	326	—	84.4	5.0	—	—	2.30	20.7	11.1	—	4.1	17.8	23.9	63.4	—	22.4
	AB	33~53	10YR3/1	264	—	34.1	4.8	—	—	0.73	11.9	6.1	—	6.5	20.6	31.1	45.0	—	16.5
	B	53~	10YR4/2	368	1.13	20.8	4.9	—	—	0.71	9.9	7.2	—	12.2	30.1	40.6	26.9	1.54	15.3
M20 (1800)	A	0~16	10YR3/3.5	142	—	22.1	5.1	0.08	3.70	0.98	11.4	8.6	79.1	15.4	41.4	37.2	—	—	21.1
	B	16~26	10YR4/6	82	0.58	14.9	5.5	0.15	2.80	0.91	11.0	8.3	75.5	16.6	48.5	34.3	133.9	1.85	31.1
	C	26~	10YR6/6	186	—	2.5	5.4	0.12	1.72	0.76	4.8	15.9	69.4	7.8	25.4	30.5	25.7	—	59.5
M21 (1470)	A	3~15	10YR3/2	197	—	35.0	5.1	0.16	4.83	1.02	14.4	7.1	82.3	13.0	29.6	43.9	—	—	11.8
	AB	15~24	7.5YR5/8	244	—	7.7	5.3	0.06	2.37	0.61	8.4	7.2	79.5	20.5	34.7	59.1	34.5	—	12.8
	B	24~	7.5YR5/8	288	1.46	7.2	0.4	0.04	1.71	1.35	8.5	15.8	55.9	19.6	43.7	45.0	29.6	1.77	15.2
M127 (1300)	A	0~12	10YR3.5/2	183	—	37.5	4.4	0.63	5.58	1.68	13.7	12.2	76.9	8.2	20.0	41.3	—	—	23.5
	AB	12~30	7.5YR4/4	99	—	25.1	5.3	0.16	2.49	0.91	13.3	6.9	73.2	17.3	35.6	48.4	134.1	—	24.2
	B	30~36	7.5YR5/6	225	1.23	14.5	5.4	0.16	0.69	0.89	9.3	9.6	43.7	19.2	40.2	47.7	41.4	1.97	25.6
M26 (1240)	A	3~22	10YR3.5/3	431	—	32.2	5.2	0.14	3.86	3.05	14.6	20.9	55.9	25.2	54.6	46.1	—	—	12.8
	B ₁	22~58	7.5YR5/8	524	1.22	5.9	5.2	0.11	3.56	0.69	9.5	7.2	83.8	33.1	68.6	48.3	18.9	—	9.7
	B ₂	58~93	7.5YR5/8	428	—	2.7	5.2	0.09	2.06	1.23	7.7	15.9	62.6	26.5	62.5	42.4	18.1	1.78	—
	B ₃	93~	7.5YR5/8	503	—	2.5	5.2	0.06	1.34	2.09	7.7	27.3	39.1	14.5	65.7	22.1	15.2	—	8.6
M8 (1200)	A	0~27	7.5YR3/3.5	351	—	24.0	5.0	0.11	5.14	0.99	11.0	9.1	83.8	15.4	34.7	44.5	—	—	17.3
	B ₁	27~63	7.5YR5/8	362	—	6.5	5.1	0.06	4.30	0.76	11.4	6.7	85.0	15.9	41.4	28.3	31.5	—	15.2
	B ₂	63~	5YR5/6	361	1.03	3.4	5.2	0.08	4.57	0.66	9.1	7.3	87.4	12.2	36.1	33.7	25.1	1.52	14.1
M130 (950)	A	0~20	10YR3.5/3	365	—	22.0	4.8	0.33	5.65	1.00	11.6	8.6	85.0	15.5	—	—	—	—	—
	B ₁	20~50	10YR6/6	388	1.06	6.1	5.0	0.27	4.98	0.72	8.9	8.1	87.4	17.8	—	—	22.8	—	—
	B ₂	50~	7.5YR7/8	321	—	6.0	5.1	0.16	4.74	0.74	7.2	10.2	86.5	14.0	—	—	22.3	1.90	—
M23 (850)	A	0~9	7.5YR4/3	186	—	20.9	5.5	0.08	2.37	4.55	9.7	46.7	34.2	12.9	27.9	46.1	—	—	16.6
	AB	9~29	7.5YR4/4	338	—	9.4	5.3	0.04	1.73	1.56	8.4	18.5	52.6	10.8	33.6	32.2	24.9	—	14.9
	B	29~51	7.5YR4/5	415	2.23	5.0	5.4	0.10	3.81	2.30	8.0	28.7	62.4	17.3	41.1	42.0	19.4	2.17	14.9
	BC	51~	5YR5/7	366	—	4.2	5.5	0.07	3.52	5.10	9.1	56.2	40.8	19.8	44.9	44.0	24.8	—	14.1
M120 (630)	A	0~13	10YR4/6	392	—	27.7	5.0	0.33	3.09	2.53	12.4	20.5	55.0	38.5	57.9	66.5	—	—	20.4
	B ₁	13~50	10YR5/8	390	—	9.3	5.2	0.24	3.17	1.17	8.4	14.0	73.0	31.2	59.0	52.8	21.5	—	24.9
	B ₂	50~	7.5YR5/8	445	1.14	7.0	5.3	0.20	3.02	1.12	8.6	13.1	72.9	31.0	66.4	46.7	19.2	1.87	23.9
M29 (460)	A	0~10	10YR3/2	291	—	24.8	5.3	0.14	4.08	1.57	11.0	14.2	72.2	25.0	27.1	92.3	—	—	18.7
	B ₁	10~73	7.5YR5/8	511	1.76	4.3	5.2	0.37	4.95	1.48	9.8	15.1	77.0	18.7	37.0	50.5	19.2	—	13.9
	B ₂	73~140	7.5YR5/8	423	—	3.0	5.4	0.11	4.53	0.70	10.2	6.8	86.6	15.2	32.6	46.8	24.2	2.18	19.3

注:土壤颜色据《中国标准土壤色卡》记录;铝饱和度=1mol/L KCl 浸提的交换性Al / ECEC×100;游离铁、全铁、全钾等均以元素表示;表中划“—”处为未测定。

表4 鼓山典型土壤剖面的基本性状和分类诊断指标

Table 2 Some diagnostic properties for soil taxonomic classification of soil profiles in Mt. Gushan

剖面号 (海拔 m)	发生层	深度 (cm)	颜色 (润态)	粘粒 (g/kg)	粘化 率	有机碳 (g/kg)	pH (H ₂ O)	交换性酸		交换性 盐基	细土 CEC ₇	BS (%)	铝饱 和度 (%)	游离铁 (g/kg)	全铁 (g/kg)	铁游 离度 (%)	CEC ₇ / 粘粒 cmol(+)/kg	粘粒 硅铝率	细土 全钾 (g/kg)
								H ⁺	1/3Al ³⁺										
G ₁ (460)	A	0~10	7.5YR3/4	236	—	69.4	4.61	3.34	6.76	1.58	10.8	14.6	81.1	12.7	38.3	33.2	45.8	1.69	21.2
	AB	10~21	7.5YR4/6	304	—	16.6	4.47	1.94	4.74	0.92	6.89	13.4	87.9	15.9	28.9	55.0	22.7	—	16.9
	B ₁	21~50	7.5YR5/8	230	—	12.7	4.42	1.86	6.29	0.75	7.23	10.4	89.3	21.5	36.7	58.6	31.4	—	15.0
	B ₂	50~92	7.5YR6/8	440	1.86	7.56	4.22	1.39	5.34	1.33	7.81	17.0	80.1	21.9	33.7	65.0	17.8	1.60	15.0
	C	92~	7.5YR8/8	214	—	3.64	4.13	0.83	3.15	1.95	7.64	15.5	61.8	25.0	37.9	65.9	35.7	—	45.0
G ₂ (450)	A	0~8	7.5YR5/2	204	—	33.2	4.36	1.81	4.41	1.30	5.52	23.6	77.2	5.4	14.6	37.0	27.1	1.90	15.4
	B ₁	8~28	10YR7/4	242	—	27.5	4.33	1.91	5.58	1.13	6.06	18.7	83.2	8.0	17.2	46.5	25.0	—	16.1
	B ₂	28~58	10YR7/6	342	1.68	13.0	4.32	1.83	6.64	1.02	7.91	12.9	86.7	11.2	24.3	46.1	23.1	1.78	16.8
	C	58~	10YR7/8	304	—	18.1	4.26	1.12	5.21	1.76	6.78	26.0	74.7	10.0	19.0	52.6	22.3	—	22.8

注:土壤颜色据《中国标准土壤色卡》记录;铝饱和度=1mol/L KCl 浸提的交换性Al / ECEC×100;游离铁、全铁、全钾等均以元素表示;表中划“—”处为未测定。

表 5 福建主要山地土壤的诊断层和诊断特性

Table 5 Epipedons, diagnostic subsurface horizons and diagnostic characteristics of the main mountainous soils in Fujian province

剖面号 (海拔:m)	有机表层	暗瘠表层	淡薄表层	锥形层	粘化层	低活性 富铁层	土壤水 分状况	土壤温 度状况	氧化还 原特征	富铝 特性	铝质 现象	铁质 特性	盐基 饱和度	石质 接触面
W1(2150)	✓			✓			常湿润	温性	✓	✓			不饱和	✓
W2(2100)		✓		✓			常湿润	温性			✓		不饱和	✓
W3(1850)			✓	✓			常湿润	温性			✓		不饱和	
W4(1050)		✓		✓			湿润	热性			✓		不饱和	
W5(920)			✓		✓		湿润	热性			✓		不饱和	
W6(310)			✓		✓	✓	湿润	热性			✓	✓	贫盐基	
M5(1680)		✓		✓			滞水	温性	✓				不饱和	
M9(1420)		✓		✓			滞水	温性	✓	✓			不饱和	
M20(1800)		✓					常湿润	温性		✓		✓	不饱和	
M21(1470)		✓			✓		常湿润	温性		✓		✓	不饱和	
M127(1300)		✓			✓		常湿润	温性		✓		✓	不饱和	
M26(1240)		✓			✓	✓	湿润	热性		✓		✓	贫盐基	
M8(1200)		✓		✓			湿润	热性		✓			不饱和	
M130(950)		✓				✓	湿润	热性		✓		✓	贫盐基	
M23(850)			✓		✓	✓	湿润	热性				✓	贫盐基	
M120(630)			✓			✓	湿润	热性		✓		✓	贫盐基	
M29(460)			✓		✓	✓	湿润	热性				✓	贫盐基	
G1(460)			✓		✓	✓	湿润	热性		✓		✓	贫盐基	
G2(450)			✓		✓	✓	湿润	热性		✓		✓	贫盐基	

根据气温垂直递减率以及土温与气温关系^[12]推算得:武夷山区海拔<1 500 m的土壤温度状况为“热性”,海拔>1 500 m为“温性”;梅花山区<1 700 m(南坡)或<1 400 m(北坡)的土壤温度状况为“热性”,>1 700 m(南坡)或>1 400 m(北坡)为“温性”。

本区山地土壤普遍具有“富铝特性”或“铝质特性”,盐基“不饱和”或“贫盐基”,“铁质特性”也较常见;具“滞水水分状况”的剖面有“氧化还原特性”;山顶及陡坡的土壤常见“石质接触”。

4 土壤系统分类与其它土壤分类体系的参比

根据诊断层和诊断特性,分别按照中国土壤系统分类(CST)^[6]、美国土壤系统分类(USST)^[7]和世界土壤资源参比基础(WRB)^[8]对各代表性剖面进行检索定名,并与我国第二次土壤普查的发生学分类命名作对比,结果列于表6。CST与USST和WRB均属于诊断学分类制,即都以量化的土壤诊断层和诊断特性为依据,通过检索系统自上而下逐级检索。尽管各分类制对亚热带土壤的某些诊断层和诊断特性的设定以及检索系统的编排仍有差别,但容

易接轨和参比,因为量化的诊断指标提供对比的基础。

5 结论

5.1 福建山地土壤的主要诊断指标

本研究表明,福建山地丘陵土壤的主要诊断层和诊断特性(依据中国土壤系统分类)如下:有机表层仅出现在山地草甸植被下的中山山顶平坦部位或微凹部位;暗瘠表层常出现在草甸坡地、山间盆谷地以及较郁闭的森林植被下;其余剖面多为淡薄表层,尤其是海拔<1 000 m的土壤。锥形层多出现在山体上部,粘化层多出现在山体中、下部,且可见明显的粘粒胶膜,低活性富铁层多出现在低山下部和丘陵台地。山地基带土壤水分状况为“湿润”,海拔>1 100 m(武夷山)或>1 250 m(梅花山)为“常湿润”,中山顶部微凹地或山间盆谷地可见“滞水”水分状况。海拔<1 500 m土壤温度状况为“热性”,>1 500 m为“温性”,此界线南坡比北坡可升高300 m。土壤普遍具有富铝特性或铝质特性,盐基不饱和;山麓常有铁质特性;山顶及陡坡的土壤剖面常见“石质接触”。

表6 代表性土壤剖面在主要土壤分类系统中的类型归属参比

Table 6 Classification correlation of the main mountainous soils in Fujian province

剖面号 (海拔 m)	发生学分类 (亚类)	中国土壤系统分类(CST) (修订方案, 1995) (亚类)	美国土壤系统分类(USST) (第八版, 1998) (亚类)	世界土壤资源参比基础(WRB) (草案, 1994) (单元)
W1 (2150)	山地普通草甸土	石质-斑纹铝质常湿锥形土 (Lit-Mot-Ali-Perudic Cambisols)	有机的腐殖质潮湿始成土 (Histic Humuquepts)	锥形暗色土 (Cambic Umbrisols)
W2 (2100)	山地黄壤性草甸土	石质铝质常湿锥形土 (Lit-Ali-Perudic Cambisols)	典型腐殖质潮湿始成土 (Typic Humuquepts)	锥形暗色土 (Cambic Umbrisols)
W3 (1850)	普通黄壤	普通铝质常湿锥形土 (Typ-Ali-Perudic Cambisols)	典型不饱和湿润始成土 (Typic Dystruquepts)	不饱和锥形土 (Dystric Cambisols)
W4 (1050)	普通黄壤	普通铝质常湿淋溶土 (Typ-Ali-Perudic Luvisols)	典型强发育腐殖质老成土 (Typic Palehumults)	腐殖质高活性强酸土 (Humic Alisols)
W5 (920)	普通黄红壤	强度铝质湿润淋溶土 (Hyp-Ali-Udic Luvisols)	典型弱发育湿润老成土 (Typic Hapludults)	淋溶高活性强酸土 (Luvic Alisols)
W6 (310)	普通红壤	粘化富铝湿润富铁土 (Arg-Alt-Udic Ferrisols)	典型弱发育腐殖质老成土 (Typic Haplohumults)	腐殖质低活性强酸土 (Humic Acrisols)
M5 (1630)	山地普通草甸土	普通酸性滞水锥形土 (Typ-Aci-Sta Cambisols)	典型腐殖质潮湿始成土 (Typic Humuquepts)	弱发育滞水土 (Haplic Stagnosols)
M9 (1420)	山地普通草甸土	普通酸性滞水锥形土 (Typ-Aci-Sta Cambisols)	典型腐殖质潮湿始成土 (Typic Humuquepts)	弱发育滞水土 (Haplic Stagnosols)
M20 (1800)	黄壤性土	石质铝质常湿锥形土 (Lit-Ali-Perudic Cambisols)	石质湿润典型新成土 (Lithic Udorthents)	弱发育暗色土 (Haplic Umbrisols)
M21 (1470)	普通黄壤	强度铝质常湿锥形土 (Hyp-Ali-Perudic Cambisols)	典型弱发育湿润老成土 (Typic Hapludults)	铁质高活性强酸土 (Ferric Alisols)
M127 (1300)	普通黄壤	强度铝质常湿锥形土 (Hyp-Ali-Perudic Cambisols)	典型弱发育湿润老成土 (Typic Hapludults)	棕色高活性强酸土 (Chromic Alisols)
M26 (1240)	普通黄红壤	黄色富铝湿润富铁土 (Xan-Alt-Udic Ferrisols)	典型弱发育湿润老成土 (Typic Hapludults)	铁质低活性强酸土 (Ferric Acrisols)
M8 (1200)	普通黄红壤	黄色铝质湿润锥形土 (Xan-Ali-Udic Cambisols)	腐殖质不饱和湿润始成土 (Humic Dystruquepts)	棕色高活性强酸土 (Chromic Alisols)
M130 (950)	普通黄红壤	普通富铝湿润富铁土 (Typ-Alt-Udic Ferrisols)	氧化不饱和湿润始成土 (Oxic Dystruquepts)	锥形暗色土 (Cambic Umbrisols)
M23 (850)	普通红壤	普通粘化湿润富铁土 (Typ-Arg-Udic Ferrisols)	典型弱发育湿润老成土 (Typic Hapludults)	铁质低活性强酸土 (Ferric Acrisols)
M120 (630)	普通红壤	普通富铝湿润富铁土 (Typ-Alt-Udic Ferrisols)	氧化不饱和湿润始成土 (Oxic Dystruquepts)	铁铝质锥形土 (Ferralic Cambisols)
M29 (460)	普通红壤	普通粘化湿润富铁土 (Typ-Arg-Udic Ferrisols)	典型强发育湿润老成土 (Typic Paleudults)	铁质低活性强酸土 (Ferric Acrisols)
G1 (460)	普通红壤	粘化富铝湿润富铁土 (Arg-Alt-Udic Ferrisols)	典型弱发育湿润老成土 (Typic Hapludults)	腐殖质低活性强酸土 (Humic Acrisols)
G2 (450)	普通红壤	粘化富铝湿润富铁土 (Arg-Alt-Udic Ferrisols)	典型弱发育湿润老成土 (Typic Hapludults)	腐殖质低活性强酸土 (Humic Acrisols)

5.2 基于中国土壤系统分类的福建主要山地土壤分布规律

自丘陵到中山, 由低而高依次出现湿润富铁土—湿润淋溶土—常湿淋溶土—常湿锥形土等亚纲, 这是我国中亚热带南部和南亚热带北部典型的以湿润富铁土为基带的土壤垂直带谱。需要强调的是, 这种以土壤属性为依据的土壤系统分类类型的地理分布规律, 往往具有跨地带、呈组合分布的特点, 不同于发生学分类以生物气候条件或海拔高度为依据

的土壤垂直带的划分。例如, 在不同海拔高度的特定条件下均可出现新成土土纲, 锥形土、淋溶土、富铁土也会在分布高度上交错而呈组合分布。

由于不同山地所处地理位置导致成土条件的差异, 山地土壤类型垂直分布的高度位置呈现区域差异, 例如, 武夷山与梅花山土壤垂直分布的主要差异在于: 其一, 梅花山所处纬度比武夷山低 2.5 度, 热量条件优于武夷山, 土壤的富铁铝化过程较为强烈, 使得梅花山富铁土的分布高度可达 1 300 m, 而武夷

山海拔> 900 m便出现以淋溶土为主的情况, 即富铁土的分布高度在武夷山比在梅花山低 300 m ~ 400 m; 其二, 由于两个山地地貌形态的差异, 武夷山区存在多级较平坦的山顶夷平面, 中山草甸主要分布在中山山顶夷平面及其缓坡上, 而梅花山则呈“莲花状”的山形, 中山草甸多不是出现在山顶, 而主要分布在海拔千米以上的山间盆地(当地俗称“小洋”), 前者的排水条件比后者好些, 因此武夷山中山顶部草甸景观下形成的主要是常湿锥形土, 而梅花山山间盆地草甸景观下形成的应为滞水锥形土。

参考文献:

- [1] 朱鹤健, 等. 武夷山土壤垂直分布和特征[J]. 武夷科学, 1982, 2: 150~163.
- [2] 朱鹤健, 等. 福建东南部山地丘陵土壤的基本特征[J]. 土壤学报, 1983, 20(3): 225~237.
- [3] 福建省土壤普查办公室. 福建土壤[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1991.
- [4] 福建师范大学地理系土壤课题组. 梅花山自然保护区土壤特性及其分布[A]. 见: 福建省自然资源研究会. 福建自然资源研究[C]. 福州: 福建科学技术出版社, 1991. 234~246.
- [5] 赵永格, 李岗, 邵明安. 大巴山北坡垂直带土壤特性及系统分类[J]. 山地学报, 2000, 18(5): 415.
- [6] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组, 等. 中国土壤系统分类(修订方案)[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995.
- [7] Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy (Eighth Edition)[M]. Washington, D. C.: United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, 1998.
- [8] O. C. Spaargaren (Editor). World Reference Base for Soil Resources (Draft)[M]. Wageningen/Rome: Graphic Service Van Gils Ltd., 1994.
- [9] 张庆刚, 等. 福建红壤矿物学特性研究[J]. 土壤通报, 1998, 29(3): 103~105.
- [10] Chen Jianfei, Zhu Hejian and E. Van Ranst. Clay mineralogy of soil topequence on granite in Meihua Reservation, China[A]. In: G. J. Churchman et al. Clays Controlling the Environment[C]. Melbourne: CSIRO Publishing, 1995. 510~514.
- [11] 陈健飞. 福建省土壤水分和温度状况的计算机评定[A]. 见: 徐明岗. 现代土壤科学研究[C]. 北京: 中国农业科技出版社, 1994. 160~162.
- [12] 陈健飞. 土壤水分和温度状况的估算[J]. 土壤, 1989, 21(3): 160~162.

Classification and Distribution of Mountainous Soils in Fujian Province Based on Chinese Soil Taxonomy

CHEN Jian-fei

(Research Center of Natural Resources, Fujian Teachers University, Fuzhou 350007 PRC)

Abstract: In this study, based on Chinese Soil Taxonomy, the diagnostic features of several representative pedons in Wuyishan (located in middle subtropics), Meihuashan (located in the southern margin of middle-subtropics) and Gushan (located in the northern margin of south-subtropics) were identified and the soil classification correlation were discussed. Research results show that main diagnostic horizons and diagnostic characteristics of mountainous soils in Fujian province are as the followings: Histic, Umbric, Ochric epipedons; Cambic, Argic, and LAC-ferric horizons; Udic, Podic and Stagnic soil moisture regime, Thermic, and Mesic soil temperature regime, Allitic, Alic, Ferric, Low B.S. and Lithic contact. The main soil types and theirs distribution characteristics in the research area are as follows: Ranging from hill to middle-mountain, Udic Ferrisols, Udic Luvisols, Perudic Luvisols and Perudic Cambisols is distributed in sequence from the lower to higher elevation. Correspondingly, the soil changes from Udupts to Aquepts according to USST and from Acrisols, Alisols, Cambisols to Umbrisols according to WRB. In addition, the different soil-forming environment resulting from different location of mountains leads to the different elevation limits of distribution of the soil types. For example, the latitude of Mt. Meihuashan is about 2.5° further south than that of Mt. Wuyishan, the former is superior to the latter as far as the heat condition is concerned. As far as the Ferric and Allitic process is concerned, the former also relatively stronger than the latter, which enables that the distribution elevation of Ferrisols in Mt. Wuyishan is 300~400m lower than that in Mt. Meihuashan. Secondly, owing to the difference landform of the two mountains, namely, there are multi-level summit planation surface in Mt. Wuyishan where middle-mountain meadow grasses grow; and the landform of

Mt. Meihuashan is "lotus-flower-shaped", middle-mountain meadow grasses don't grow in the summit, but they distribute in basins and valleys where the elevation is over 1000m. The former is better than the latter in drainage condition, therefore Perudic Cambisols mainly exists under the landscape of middle mountain summit meadow grasses in Mt. Wuyishan and Stagnic Cambisols mainly exists under the landscape of middle mountain basins and valleys in Mt. Meihuashan.

Key words: mountainous soils; soil taxonomy; vertical distribution; Fujian province

迎接国际山地年, 促进山区大发展

——中国山地研究与发展学术研讨会倡议

我国山区(包括山地、高原和丘陵)面积占陆地国土面积的85%以上,耕地占53%,县(市)占71%,人口占55%,全国约70%的人口生计依赖山区的资源。我国80%以上的少数民族生活在山区,90%以上的国境线位于山区。山区提供了70%的淡水资源,大量的矿产资源、生物资源和广袤的发展空间,蕴藏着巨大的发展潜力。然而,由于山地生态系统自身的脆弱性,近年来开发强度偏低,研究程度不够,人类不合理的经济活动使山地环境不断恶化,山地灾害频繁发生,山区发展严重滞后,人民生活较为贫困,人均收入和生活质量较平原地区和大中城市相差几倍到几十倍。山区的落后状况严重地制约着全国社会经济的整体发展水平和第三步战略目标的实现,区域之间发展的极度不平衡严重制约着区域之间的商贸文化交流,引发地区矛盾,影响民族团结和国防安全。作为资源和能源基地的山地的滞后发展,也限制了平原发达地区的发展进程,影响到全国社会经济发展的大局。瑞士、奥地利、意大利、德国、日本等多山国家发展的经验证明,只要重视山区开发和山地研究,科学合理地进行开发,山区经济能够迅速发展,达到甚至超过平原区的经济发展水平。鉴于此,从事山地科学的科技工作者,忧心如焚,怀着强烈的事业心和责任感希望为山区发展做出贡献,一致认为,酷大开发实际上就是山区大开发。为了抓住西部大开发机遇,促进我国山区发展和山地研究,与会者一致提议向国家、向全国学术界提出如下建议和倡议:

1. 为迎接2002年国际山地年,表明我国作为多山国家的立场,显示我国西部大开发的初步成果和政治大国的国际地位,建议国家组织或由中国科学技术协会和科技牵头,联合中国科学院、教育部、国土资源部、国家自然科学基金委员会等部门和机构在2002年举办一次大型高层次“国际山地论坛”,邀请多山国家高层官员和相关学科资深科学家聚会总结经验,交流成果,制定国际山区发展规划和山地科学研究计划,发表《国际山地宣言》。大会委托中国科学院成都山地灾害与环境研究所和中国科学院地理科学与资源研究所联合有关单位草拟筹备方案,进行前期准备工作,希望得到上述相关部门的支持。

2. 国家把山地发展作为未来50年的基本国策,在山区资源开发、环境保育、灾害防治、基础设施建设、产业发展、国土管理、金融电讯、招商引资、文教卫生、人才培养与吸引留用等方面给予特殊的优惠政策,建立良好的发展环境,保证充足的资本与知本投入到山区开发与建设中。

3. 在少数民族聚居的山区也应实行计划生育,严格控制人口膨胀,消减人口压力。同时,应加强山区的文化教育工作,提高人口素质;鼓励山区与平原、山区与城市间合理的人口流动,进行文化杂交,改变山区落后的传统习俗,建立高地——低地互动机制,促进社会进步,缩小地区差异,实现全国社会经济协调均衡发展。

4. 为保障山区大开发,应加强山地科学问题的研究,制定山地研究的国家计划。建议科技部和国家自然科学基金委员会分别根据山区大开发的国家目标和山地学科的科学目标,设立专项基金和研究计划,进行科技攻关和原始创新,通过多学科综合研究,运用高新技术,建立有中国特色的科技示范工程;完善我国现有的山地生态环境监测、观测与研究野外台站,使之形成布局合理的先进的网络体系;开展数字山地平台建设,建立我国山地信息网络系统。

中国山地研究与发展学术研讨会全体代表