

武夷山土壤分类参比^①

陈 健 飞

(福建师范大学自然资源研究中心 福州 350007)

摘 要 按照《中国土壤系统分类(修订方案)》, 鉴定了武夷山垂直带中6个代表性剖面的诊断层、诊断特性和系统分类名称, 并与发生学分类、美国土壤系统分类(ST制)以及世界土壤资源参比基础(WRB制)等不同分类系统中的土壤类别归属作了对比研究, 为中国土壤系统分类(修订方案)在我国东南部山地丘陵区的应用提供示范。

关键词 土壤系统分类; 山地土壤; 武夷山

分类参比

武夷山脉位于闽赣边界, 呈东北—西南走向, 平均海拔高度为1000~1100m, 北段地势最高, 其中黄岗山海拔2158m, 是我国大陆东南部的最高峰。武夷山北段的土壤垂直分布, 在武夷山脉和我国中亚热带山地中有一定代表性^[1]; 同时, 武夷山北段又是国家级重点自然保护区(地理坐标为北纬27°33′~54′, 东经117°27′~51′)和联合国“人与生物圈计划”国际生物圈保留地网点所在地。因此, 按照中国土壤系统分类(修订方案)确定武夷山土壤的类型归属, 并与不同分类系统的土壤类别归属作对比, 不仅在中国土壤系统分类的深入研究和推广应用上, 而且在本区乃至我国中亚热带山地土壤资源信息的国际接轨和交流上, 都具有重要意义。

1 成土条件

武夷山地势起伏大, 山谷高差一般在200m以上, 最大可达500余米; 东坡缓, 西坡陡, 两坡呈明显不对称; 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, 而中、低山中保存着几级顶部较为平坦的剥蚀面, 其高程分别为700~800、1000~1200m、1300~1400m、1600~1800m。

本区母岩在山体上部以火山岩为主, 山体下部则以粗晶花岗岩为主。由于坡度大, 成土母质多为坡积物或残积—坡积物。

本区属中亚热带季风气候, 由于地势高低悬殊, 气候的垂直变化颇为显著。年平均气温13~19℃, 年平均降水量1600~2200mm, 年平均相对湿度在70~85%以上; 海拔高度每上升100m, 气温下降0.44℃, 同高度南坡比北坡剪度高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54.14mm/100m, 西北坡(或北坡)的递增率为37.00mm/100m, 同高度东南坡(或南坡)的降水量明显多于西北坡(或北坡)。

本区自然植被的垂直分布明显, 在海拔1100m以下是常绿阔叶林, 杉木、马尾松、毛竹等

① 中国科学院特别支持项目、国家自然科学基金重点支持项目(批准号:49831004)的部分研究成果; 福建省自然科学基金资助项目—“福建省自然保护区土壤的诊断学类型及其数据库研究”成果之一。研究中承蒙陈志成、曹升康研究员指导, 谭炳华副教授协助部分室内化验分析, 谨此致谢。

人工林也多分布本高度带;海拔 1100~1500m 之间,为针阔叶混交林和常绿、落叶阔叶混交林;海拔 1500~1800m 之间分布着针叶林;1800~1900m 之间的山坡分布着山地苔藓矮林;海拔 1800m 以上的山体顶部和缓坡地段,分布着山地草甸。

由于海拔高度差异引起气候、生物等成土环境条件的递变,武夷山在性状变异和类型分布上具有明显的垂直地带性^[1]。本研究在该地区多年野外调查的基础上,选取了据发生分类制划分的土壤垂直带的 6 个代表性剖面,其成土环境条件见表 1。

表 1 土壤剖面成土环境条件

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
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°	粗晶花岗岩坡积物	茶、杉、毛竹
W6	黄 坑	310	丘陵坡地, 20°	粗晶花岗岩坡积-残积物	杉木林

2 土壤形成特征

2.1 地球化学特征

供试土壤的基本性状调查分析结果列于表 2。已有研究表明,本区土壤总体上处于中度富铝化阶段,土壤粘土矿物以高岭石(或多水高岭石)为主,伴有三水铝石,细土全钾含量较低(除 W5 剖面外,都在 20% 以下),盐基饱和度都较低(B 层的盐基饱和度多在 15% 以下)。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。而山体上部呈现弱风化强淋溶特征,山体上部土壤剖面中较低的粘粒硅铝率和三水铝石的出现,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。

2.2 有机质累积特征

从表 2 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,不同植被类型和利用方式下,生物富集作用有明显差异;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^[2]。

3 诊断层和诊断特征

按照中国土壤系统分类的鉴别指标^[3],本研究 6 个代表性剖面所具有的诊断层和诊断特性列于表 3。

3.1 诊断表层

有机表层仅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 0.6Mg/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(如 W2 剖面)以及较郁闭的森林植被下(如 W4 剖面);其余剖面符合淡薄表层的鉴定指标。

表2 典型土壤剖面基本性状的分类诊断指标

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	交换性酸		交换性 盐基 CEC _a (%)	阳离子 交换量 BS (%)	阳离子 交换量 和度 (%)	游离 铁 (g/kg)	全铁 (g/kg)	铁游 离度 (%)	CEC _a / 粘粒 (mmol(+)/kg)	粘粒 硅铝 率 (g/kg)	阳离子 交换量 和度 (%)	
								H ⁺	$\frac{1}{3}Al^{3+}$										
W1 (2150)	A ₁	0~18	2.5Y 3/1	150		220.2	4.5	5.16	9.32	1.48	30.13	4.9	58.4	2.1	10.7	19.6	200.7	2.07	12.0
	A ₂	18~36	N 2/10	124		171.3	4.5	4.58	15.30	2.83	40.68	7.0	67.4	4.0	14.0	28.6	328.2	1.82	8.0
	B	36~60	2.5Y 6.5/3	316	2.11	34.2	5.5	0.67	5.40	1.48	9.13	16.3	71.5	1.5	9.1	16.5	28.8	2.05	13.8
W2 (2100)	C	60~66	10YR 7/3	182		-	-	-	-	1.11	7.55	14.6	-	8.6	52.6	16.3	41.8	-	21.4
	A	0~22	2.5Y 3/1	162		69.7	4.5	2.75	9.65	1.36	26.89	5.1	70.1	6.7	23.4	28.6	166.0	2.14	13.8
	B	22~46	2.5Y 7/4	124	0.77	12.6	5.0	1.58	6.99	1.17	10.32	11.4	71.8	7.0	29.3	23.9	83.1	2.25	18.4
W3 (1850)	C	46~52	10YR 7/3	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	0~25	10YR 3.5/3	128		77.8	4.2	4.78	10.00	1.07	14.90	7.2	63.1	7.8	26.4	29.5	116.4	2.65	11.8
	B	25~85	10YR 4/6	128	1.00	30.7	4.5	2.21	7.37	0.87	9.26	9.4	70.5	8.8	26.7	33.0	72.7	2.25	11.6
W4 (1050)	BC	85~155	10YR 5.5/6	148		17.0	5.0	1.09	7.17	0.81	6.97	11.6	79.5	7.3	22.3	32.7	47.3	2.36	14.9
	A	0~25	10YR 3.5/3	204		47.4	4.5	1.79	8.80	0.96	14.35	6.7	76.2	9.3	30.7	30.3	70.6	1.97	16.8
	B	25~150	10YR 5/6	312	1.53	13.2	4.5	1.77	7.82	0.73	7.93	9.2	75.8	9.4	34.6	27.2	25.3	2.40	18.0
W5 (920)	BC	150~	10YR 6/6	328		7.2	4.6	0.68	6.35	0.79	7.85	10.1	81.2	10.3	35.3	29.2	23.8	-	18.0
	A	0~13	10YR 6.5/5	238		38.2	4.3	2.20	9.67	2.29	14.57	15.7	68.3	15.7	47.6	33.0	61.3	1.44	21.8
	B ₁	13~26	10YR 7/6	324		8.8	4.5	1.09	7.88	0.98	11.89	8.2	79.2	16.5	47.2	35.0	36.7	1.87	13.8
W6 (310)	B ₂	26~65	7.5YR 5/5	314	1.32	3.8	5.0	1.29	7.24	0.98	10.27	9.5	76.1	15.3	49.6	30.8	32.8	1.77	27.9
	BC	65~	10YR 6/6	164		-	-	-	-	1.32	7.55	17.4	-	15.4	45.6	33.8	46.3	-	45.3
	A	0~10	7.5YR 7.5/5	304		21.9	4.5	3.52	6.74	1.03	11.64	8.8	59.7	12.8	33.3	38.4	38.2	1.80	8.6
W6 (310)	B ₁	10~55	5YR 7/6	444	1.46	10.7	4.1	2.50	7.57	0.75	8.31	9.0	70.1	16.5	41.3	39.9	18.7	1.79	6.6
	B ₂	55~140	5YR 7/6	260		5.8	4.5	2.31	6.93	0.79	5.95	13.3	69.1	13.8	36.0	38.3	22.7	1.86	7.1
	C	140~	10YR 8/4	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注:土壤颜色据《中国标准土壤色卡》记录;阳离子交换量=1mmol/L KCl 提取的交换性 Al/ECBC×100;表中划“-”处为未测定。

3.2 诊断表下层

雏形层多出现在山体上部(如 W1、W2、W3 剖面),其中 W1 剖面 B 层粘化率高达 2.11,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(如 W4、W5、W6 剖面),粘化率为 1.32~1.53,且可见明显的粘粒胶膜。

低活性富铁层出现在较低海拔位置,供试剖面中仅 W6 剖面基本符合条件。

3.3 诊断特性

研究表明:本区基带土壤水分状况为“湿润”^[4,5],即按 Penman 经验公式估算,年干燥度 < 1,但每个月干燥度并不都 < 1,因此 W4、W5、W6 属“湿润水分状况”;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,判定武夷山区海拔 1100m 以上地区的土壤水分状况为“常湿润”,故 W2、W3 剖面具有“常湿润水分状况”。另由于 W1 剖面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。

根据本区气温垂直递减率以及土温及气温关系^[5]推算得:本区海拔约 1500m 以下为“热性温度状况”,W4、W5 和 W6 剖面属之;海拔约 1500m 以上为“温性温度状况”,W1、W2 和 W3 剖面属之。

W1 剖面具有氧化还原特性;所有剖面均具有富铝特性或铝质特性;W6 剖面具有铁质特性;除 W5 剖面外均具有腐殖质特性;所有剖面均为盐基不饱和;W1、W2 剖面存在石质接触面。

表 3 典型土壤剖面的诊断层和诊断特性

剖面号 (海拔 m)	有机	暗瘠	淡薄	雏形	粘	低活	滞水	常湿润	湿润	温性	热性	氧化	富铝	铝质	铁质	腐殖	盐基	石质
	表层	表层	表层	层	化	性富	状况	水分	水分	水份	温度	温度	还原	特性	现象	特性	不饱	接触
W1(2150)	√			√			√			√		√	√			√	√	√
W2(2100)		√		√					√	√				√		√	√	√
W3(1850)			√	√					√	√				√		√	√	√
W4(1050)		√		√					√	√		√		√				√
W5(920)			√		√					√			√			√		√
W6(310)			√		√	√				√		√	√			√	√	√

4 土壤分类参比及讨论

根据上述所确定的诊断层和诊断特性,按照中国土壤系统分类(修订方案)^[3]、美国土壤系统分类(ST)^[6]和世界土壤资源参比基础(WRB)^[7]对 6 个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作类别参比,列于表 4。

4.1 中国土壤系统分类制的福建山地土壤垂直分布特点

武夷山和梅花山是福建具有代表性的山地。武夷山垂直带土壤系列剖面的中国土壤系统分类结果表明,从丘陵到中山,自低而高依次分布湿润富铁土—湿润淋溶土—常湿淋溶土—常湿锥形土等亚纲,其变化趋势与闽西梅花山土壤垂直分布相似^[8,9],但由于所处成土环境的不同,土壤分布上也表现出不同之处: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 1300m,而武夷山 900m 以上便出现淋溶土分布,可见富铁土的分布高度在武夷山比在梅花山低 300~400m;其二,由于两个山地地貌形态的差异,武夷山的中山草甸主要分布在山顶夷平面,而梅花山的中山草甸则主要分布在山间的盆谷地(当地俗称“小洋”),前者的排水条件比后者好些,因此武夷山草甸景观下形成的主要是常湿锥形土,而梅花山草甸景观下形成的主要是滞水锥形土。

表 4 典型土壤剖面的类型归属参比

剖面号	发生学分类 (亚类)	中国土壤系统分类 (修订方案,1995) (亚类)	美国土壤系统分类 (第八版,1998) (亚类)	世界土壤资源参比 基础(草案,1994) (单元)
W1	山地普通草甸土	石质-斑纹铝质常湿锥形土* (Lit, Mot-Ali-Perodic Cambisols)	典型弱发育暗色始成土 (Typic Haplumbrepts)	锥形暗色土** (Cambic Umbrisols)
W2	山地黄壤性草甸土	石质铝质常湿锥形土 (Lit-Ali-Perodic Cambisols)	石质的弱发育暗色始成土 (Lithic Haplumbrepts)	锥形暗色土 (Cambic Umbrisols)
W3	普通黄壤	腐殖铝质常湿锥形土 (Hum-Ali-Perodic Cambisols)	典型弱发育暗色始成土 (Typic Haplumbrepts)	不饱和锥形土 (Dystric Cambisols)
W4	普通黄壤	腐殖铝质常湿淋溶土 (Hum-Ali-Perodic 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	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)	铁质高活性强酸土 (Ferric Alisols)
W6	普通红壤	腐殖富铝湿润富铁土 (Hum-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)

* 建议增设亚类; ** 暂定中译名。

需要指出的是, W1 剖面在现有的中国土壤系统分类类型检索中尚无确切位置,因其土壤性状(有机表层、滞水水分状况和氧化还原特征)与 W2 剖面(石质铝质常湿锥形土)有明显区别,本研究将其暂定为“石质-斑纹铝质常湿锥形土”,并建议在铝质常湿锥形土土类中增设该亚类。此外,以往报道中^[10],把福建的山地草甸土(发生学分类制)对应为土壤诊断学分类的“有机土”,本研究表明,本区山地典型草甸土的有机表层厚度均达不到有机土壤物质厚度 30cm 的要求,因此不能归为“有机土”。

4.2 不同土壤诊断学分类制的类别参比

从表 4 可见,武夷山土壤垂直带在美国土壤系统分类制仅分属两个土纲,中国土壤系统分类制与世界土壤资源参比基础(WRB)的类别参比关系较为明晰,例如:“富铁土”对应于“低活性强酸土”,“淋溶土”对应于“高活性强酸土”,“石质铝质常湿锥形土”对应于“锥形暗色土”等;对于山地土壤性状垂直分异在土壤类别的反映上,中国土壤系统分类(修订方案)在土纲一级上具有明晰的变化,从底部到上部依次为富铁土、淋溶土、锥形土,与土壤发育强度减弱相一

