

渝东南岩溶区典型土壤的系统分类研究^①

陈林, 慈恩*, 连茂山, 翁昊璐, 谢德体

(西南大学资源环境学院, 重庆 400715)

摘要: 为明确渝东南岩溶区典型土壤在中国土壤系统分类中的归属, 以该区域石灰岩发育的典型土壤个体为研究对象, 挖掘 8 个典型剖面, 通过野外观测、分层取样与分析, 依据《中国土壤系统分类检索(第三版)》进行分类检索, 并与发生分类进行参比。结果表明, 8 个供试剖面分别被划归为 3 个土纲(淋溶土、雏形土和新成土)、5 个亚纲、7 个土类和 7 个亚类等系统分类高级单元; 在系统分类基层单元归属上, 8 个剖面分别被划归为 8 个土族和 8 个土系。黄棕壤参比到简育常湿雏形土和酸性常湿雏形土, 黄壤参比到简育湿润淋溶土, 石灰(岩)土参比到钙质常湿(湿润)淋溶土、钙质湿润雏形土和湿润正常新成土。结合成土环境分析可知, 在渝东南岩溶区海拔<1 000 m 的地区, 海拔越高, 其水分状况越好, 越容易形成黏化层; 若海拔大致相同, 坡度是影响土壤形成黏化层的首要因素; 地形和海拔也与渝东南岩溶区的土壤水分状况、雏形层的形成等密切相关, 是影响渝东南土壤系统分类归属划分的重要因素。

关键词: 重庆市; 岩溶区; 土壤系统分类; 诊断层; 诊断特性

中图分类号: S155.3 文献标识码: A

土壤分类是土壤科学水平的标志, 是土壤调查制图的基础, 是因地制宜推广农业技术的依据之一, 也是国内外土壤信息交流的媒介^[1]。随着土壤学研究的层层深入, 土壤分类也在不断发展。目前, 以诊断层和诊断特性为基础、定量化为特点的土壤系统分类已成为国际土壤分类的主流^[21]; 量化、标准化和统一化成为国内外土壤分类发展的大趋势^[1-2]。从中国土壤系统分类(首次方案)发布至今已有 20 余年, 我国土壤学家在此期间开展了大量关于土壤系统分类的研究工作, 出版和发表了一系列专题著作和论文^[3-11], 完成了中国土壤系统分类高级单元的检索^[1], 制定了中国土壤系统分类基层分类单元划分标准^[4], 一系列区域性土壤的研究工作^[12-17]也相继开展。

在国家基础性科技专项的支持下, 对于重庆市境内紫色砂页岩和河流冲积物母质发育土壤的系统分类做了一系列研究工作^[16-17], 但对于岩溶区石灰岩风化发育的土壤缺乏分析和总结。在渝东南地区, 石灰岩广泛出露, 其残坡积风化物是该区域最为主要的成土母质。因此, 本文在明确渝东南岩溶区典型土壤成土特点、剖面形态和理化性质的基础上, 依据现行中国土壤系统分类的原则和方法, 对其进行系统分类研

究, 并与发生分类进行参比, 旨在进一步完善重庆土壤系统分类体系, 也为我国土壤的系统分类提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

渝东南, 即重庆市东南部, 包括两区四县, 即黔江区、武隆区、石柱土家族自治县、彭水苗族土家族自治县、秀山土家族苗族自治县和酉阳土家族苗族自治县。气候类型为亚热带季风性湿润气候, 气候温和, 雨水充沛, 四季分明, 年平均气温 15~18℃, 海拔高差大, 气候垂直差异大。渝东南年日照时数 1 000~1 400 h, 日照百分率仅为 25%~35%^[21]; 年平均降水量在 1 000~1 350 mm, 降水多集中在 5—9 月; 年平均相对湿度多在 70%~80%^[17]。渝东南地形地貌复杂多样, 在其南部和东部, 分别有大娄山和武陵山环绕, 区县境内多为多级夷平面与侵蚀沟谷组合的山区地貌, 群山连绵, 重峦叠嶂, 峰坝交错, 沟壑纵横; 地表形态以中、低山为主, 兼有山原、丘陵。

1.2 样品采集与分析

利用 ArcGIS 软件, 依据重庆市土壤图, 筛选出

基金项目: 国家科技基础性工作专项(2014FY110200A13)和中央高校基本科研业务费专项(XDJK2017B027)资助。

* 通讯作者(cien777@163.com)

作者简介: 陈林(1994—), 男, 重庆大足人, 硕士研究生, 主要研究方向为土壤发生与分类。E-mail: 631877652@qq.com

渝东南石灰岩母质发育的土壤分布区，结合研究区地形等相关数据，划定用于研究调查的典型地体单元(即在地形、母质上相对均一的地理单元)，结合研究的土种分布和交通状况等，选取 8 个典型地体单元作为典型个体调查区，在每个调查区内布设 1 个采样点。根据预设采样点的坐标和第二次土壤普查资料，完成野外的找点、定点工作。参照《野外土壤描述与采样手册》^[18](简称《手册》)的相关规定，挖掘土壤剖面，调查成土条件，观察描述剖面形态，做好记录、拍照和部分指标(如土壤颜色、石灰反应、亚铁反应等)的野外速测等相关工作；按发生层次采集土壤样品(含容重样)，并将其及时运回实验室处理、测定或待用。依据中国标准土壤色卡判别土壤样品的干/润态颜色；土壤样品的主要理化指标及测定方法如下：碳酸钙含量采用气量法测定；土壤有机碳采用重铬酸钾-硫酸消化

法测定；游离氧化铁采用 DCB 浸提-邻菲罗啉比色法测定；阳离子交换量采用醋酸铵-EDTA 交换法测定；交换性盐基采用 NH_4OAc (pH 7.0)浸提-原子吸收光谱法和火焰光度法测定；颗粒组成采用吸管法测定等^[20]。

2 结果与分析

2.1 成土条件

由表 1 可见，8 个供试剖面点的海拔范围为 306 ~ 1 628 m，其中 5 个剖面点位于 800 m 以下的低山、丘陵区，3 个剖面点位于中山区；低山丘陵区样点主要分布在其上部和中部，坡度分级为陡坡、中坡、缓和微坡，中山区样点主要分布在不同地形部位的中坡和中缓坡地带；成土母质主要为灰岩、白云岩、硅质岩等风化残坡积物；剖面 Y01、Y02、Y03 的土地利用方式是林地，其他为旱地。

表 1 供试剖面的成土环境
Table 1 Soil-forming conditions of studied soil profiles

剖面号	地点	海拔(m)	地形部位	坡度分级	母质	土地利用
Y01	武隆区仙女山镇白果村	938	中山上部	中缓坡	灰岩风化残坡积物	林地
Y02	武隆区仙女山镇石梁子村	1 628	中山中部	中坡	灰岩、硅质岩等风化坡积物	林地
Y03	武隆区仙女山镇石梁子村	1 423	中山下部	中坡	灰岩、硅质岩等风化坡积物	林地
Y04	武隆区巷口镇黄柏渡村	306	高丘中部	中坡	灰岩风化残坡积物	旱地
Y05	黔江区濯水镇易家村	568	低山中部	陡坡	灰岩、泥(页)岩风化残坡积物	旱地
Y06	秀山县里仁镇板栗村	420	高丘中部	缓坡	白云岩、灰岩风化残坡积物	旱地
Y07	彭水县鹿角镇龙门村	454	低山中部	微坡	燧石灰岩风化残坡积物	旱地
Y08	彭水县新田乡金沟村	505	低山上部	陡坡	灰岩风化残坡积物	旱地

2.2 土壤剖面形态

从表 2 可知，在 125 cm 深度范围内，有 4 个供试剖面出现 R 层；供试剖面的土壤色调主要为 10YR、7.5YR 和 2.5Y，其中有 5 个剖面的土壤色调为 10YR，供试剖面土壤干态明度介于 4~7 之间，干态彩度为 1~6，润态明度介于 3~5 之间，润态彩度为 1~6，绝大部分剖面的发生层次间明度变化不大，野外观察发现，剖面 Y07 的结构面上有 5% 左右铁锰斑纹，剖面 Y01 土体中有不同数量的不规则的黄白色稍硬碳酸钙结核，剖面 Y01、Y06 和 Y07 中有黏粒胶膜出现。

2.3 土壤理化性质

由表 3 可见，供试剖面的土壤质地以粉质黏土和粉质黏壤土为主，各剖面发生层黏粒含量的范围为 143.1~610.4 g/kg；8 个剖面中，除 Y05 的 C 层外，其他层次的黏粒含量均在 150 g/kg 以上，除剖面 Y02

和 Y04 之外，其他剖面中均存在黏粒比大于 1.20 的土层。土壤 pH 范围在 4.3~8.5 之间，最高值和最低值分别出现在剖面 Y05 和剖面 Y03 中。各供试剖面的 SOC 含量范围为 3.31~38.58 g/kg，最低值和最高值分别出现在剖面 Y05 的 C 层和 Y03 的 AB1 层中；各剖面表层 SOC 含量均 > 9 g/kg。各剖面游离氧化铁含量较高，均在 20.85 g/kg 以上，其中剖面 Y01、Y02、Y04、Y08 游离氧化铁含量随深度增加而增加。碳酸盐含量在 Y01 的 Bk1 层和 Y05 的 C 层出现陡增现象，明显高于同剖面的其他发生层。各供试剖面发生层的 CEC 范围为 17.79~41.63 cmol(+)/kg。各供试剖面发生层的盐基饱和度在 40%~63% 之间。

2.4 土壤诊断层和诊断特性

2.4.1 诊断层 由表 4 可知，供试剖面涉及淡薄表层、雏形层和黏化层等诊断表层和诊断表下层。淡薄表层：依照《中国土壤系统分类检索(第三版)》中

各类腐殖质表层的鉴定条件^[1],检索出剖面 Y06、Y07 具有淡薄表层。 雏形层:从表 2、3 可知,该土壤土体发育较深,土壤 B 层发育较好,有明显的结构特征,砾石含量不高,无黏粒淀积现象,且不符合黏

化层、灰化淀积层等条件,符合雏形层的诊断标准,其中有 4 个供试剖面被检出具有雏形层。 黏化层:依照黏化层的鉴定条件^[1],检出剖面 Y01、Y06、Y07 具有黏化层(表 4),且均是由黏粒的淋移淀积所形成的。

表 2 供试土壤的剖面特征
Table 2 Morphological features of studied soil profiles

剖面号	发生层	深度(cm)	颜色		新生体
			干态	润态	
Y01	Oi	+6 ~ 0	—	—	—
	Ah	0 ~ 13	10YR 6/3	10YR 5/3	无
	AB	13 ~ 36	10YR 6/4	10YR 5/4	无
	Bt	36 ~ 69	10YR 5/4	10YR 4/4	黏粒胶膜
	Bk1	69 ~ 94	10YR 5/4	10YR 4/4	黄白色稍硬碳酸钙结核
	Bk2	94 ~ 104	10YR 5/4	10YR 4/4	黄白色稍硬碳酸钙结核
	Bkm	104 ~ 125	—	—	—
Y02	Oi	+3 ~ 0	—	—	—
	Ah	0 ~ 14	2.5Y 5/1	2.5Y 4/1	无
	Bw1	14 ~ 57	2.5Y 5/2	2.5Y 4/2	无
	Bw2	57 ~ 92	2.5Y 5/3	2.5Y 4/3	无
	Bw3	92 ~ 125	2.5Y 5/3	2.5Y 4/3	无
Y03	Oi	+4 ~ 0	—	—	—
	Ah	0 ~ 16	10YR 6/2	10YR 4/2	无
	AB1	16 ~ 39	10YR 6/2	10YR 4/2	无
	AB2	39 ~ 76	10YR 6/2	10YR 4/2	无
	Bw	76 ~ 136	10YR 7/4	10YR 5/4	无
Y04	Ap1	0 ~ 12	10YR 6/3	10YR 5/3	无
	Ap2	12 ~ 20	10YR 6/3	10YR 5/3	无
	R	>20	—	—	无
Y05	Ap	0 ~ 19	10YR 6/3	10YR 4/3	无
	Bw	19 ~ 34	10YR 6/3	10YR 4/3	无
	C	34 ~ 75	2.5Y 7/2	2.5Y 5/3	无
	R	>75	—	—	无
Y06	Ap	0 ~ 15	7.5YR 6/4	7.5YR 5/4	无
	AB	15 ~ 32	7.5YR 5/6	7.5YR 4/6	黏粒胶膜
	Bt1	32 ~ 60	7.5YR 5/6	7.5YR 4/6	黏粒胶膜
	Bt2	60 ~ 88	7.5YR 5/6	7.5YR 4/6	黏粒胶膜
	R	>88	—	—	—
	Ap	0 ~ 15	10YR 6/4	10YR 5/4	无
Y07	AB1	15 ~ 30	10YR 6/4	10YR 5/4	无
	AB2	30 ~ 70	10YR 6/6	10YR 5/6	无
	Btr1	70 ~ 110	10YR 6/6	10YR 5/6	黏粒胶膜; 铁锰斑纹
	Btr2	110 ~ 130	10YR 5/6	10YR 4/6	黏粒胶膜; 铁锰斑纹
	Ap	0 ~ 15	7.5YR 5/3	7.5YR 4/3	无
Y08	Bw	15 ~ 27	7.5YR 4/3	7.5YR 4/2	无
	Ab	27 ~ 45	7.5YR 4/2	7.5YR 3/2	无
	R	>45	—	—	—

表 3 供试土壤的剖面构型及其理化性质
Table 3 Horizons and physicochemical properties of studied soil profiles

剖面号	发生层	深度 (cm)	颗粒组成 (g/kg)			pH	SOC (g/kg)	Fe ₂ O ₃ (g/kg)	碳酸盐 (g/kg)	CEC (cmol/kg)	盐基饱和 度(%)
			2 ~ 0.05 mm	0.05 ~ 0.002 mm	<0.002 mm						
Y01	Oi	+6 ~ 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ah	0 ~ 13	99.1	427.5	473.3	7.3	20.27	35.87	12.45	33.82	—
	AB	13 ~ 36	93.0	491.9	415.1	7.6	11.56	46.82	13.42	41.62	63
	Bt	36 ~ 69	73.6	202.2	534.2	7.8	9.34	57.20	24.15	24.84	—
	Bk1	69 ~ 94	386.0	372.4	471.7	8.2	6.33	56.01	199.88	41.04	—
	Bk2	94 ~ 104	465.5	324.4	210.1	8.2	4.67	60.15	99.29	36.66	—
	Bkm	104 ~ 125	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Y02	Oi	+3 ~ 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ah	0 ~ 14	142.5	525.3	332.1	5.1	24.27	20.85	5.92	22.75	48
	Bw1	14 ~ 57	132.4	484.3	383.3	5.1	9.63	21.54	4.81	19.75	56
	Bw2	57 ~ 92	200.8	427.3	371.8	5.3	5.49	26.42	3.27	28.61	43
	Bw3	92 ~ 125	155.9	474.0	370.1	5.4	6.85	26.44	4.99	28.12	40
Y03	Oi	+4 ~ 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ah	0 ~ 16	233.9	508.4	257.7	4.5	36.88	42.76	1.15	33.42	48
	AB1	16 ~ 39	203.2	511.0	285.8	4.3	38.58	46.48	3.84	30.34	48
	AB2	39 ~ 76	170.6	527.6	301.8	4.4	34.46	40.83	4.03	32.58	42
	Bw	76 ~ 136	127.4	536.0	336.6	5.2	9.56	25.78	4.66	22.75	53
Y04	Ap1	0 ~ 12	63.8	466.0	470.2	7.9	15.76	42.13	26.28	25.63	—
	Ap2	12 ~ 20	51.5	496.4	452.1	7.9	13.93	46.51	25.54	31.62	—
	R	>20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Y05	Ap	0 ~ 19	179.4	584.6	236.0	8.3	14.99	37.78	68.17	40.73	—
	Bw	19 ~ 34	92.1	568.9	339.0	8.4	12.12	34.24	81.07	41.63	—
	C	34 ~ 75	381.4	475.5	143.1	8.5	3.31	22.71	183.45	34.86	—
	R	>75	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Y06	Ap	0 ~ 15	177.6	461.6	360.7	7.8	9.61	39.94	13.70	17.79	—
	AB	15 ~ 32	117.1	456.1	426.8	7.6	5.68	46.22	13.95	23.14	—
	Bt1	32 ~ 60	112.0	412.4	475.6	7.5	5.54	45.40	12.59	34.00	—
	Bt2	60 ~ 88	73.5	316.1	610.4	7.7	4.56	48.36	15.13	36.66	—
	R	>88	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Y07	Ap	0 ~ 15	389.9	263.2	346.9	5.6	12.06	44.46	7.06	24.83	56
	AB1	15 ~ 30	195.8	469.8	334.3	5.6	12.28	42.25	7.49	27.60	52
	AB2	30 ~ 70	187.7	488.3	324.0	5.7	6.98	44.59	5.78	32.45	51
	Btr1	70 ~ 110	92.7	394.9	512.4	5.8	3.83	49.36	6.49	27.24	58
	Btr2	110 ~ 130	126.1	391.2	482.7	5.8	3.53	56.30	8.18	31.31	50
Y08	Ap	0 ~ 15	83.2	736.3	180.5	7.5	18.91	23.50	12.06	28.71	—
	Bw	15 ~ 27	83.0	737.8	179.3	7.5	17.07	33.65	12.23	39.72	—
	Ab	27 ~ 45	65.6	400.8	533.6	7.4	22.83	33.69	14.90	40.36	—
	R	>45	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 4 供试土壤的诊断层和诊断特性
Table 4 Diagnostic horizons and diagnostic characteristics of studied soil profiles

剖面号	淡薄 表层	锥形层	黏化层	碳酸盐 岩岩性 特征	常湿润 土壤水 分状况	湿润土 壤水分 状况	氧化还 原特征	土壤温 度状况	腐殖质 特性	石质接 触面	铁质 特性	石灰性
Y01	-	-	√	√	√	-	-	热性	√	-	-	√
Y02	-	√	-	-	√	-	-	温性	√	-	-	-
Y03	-	√	-	-	√	-	-	热性	-	-	-	-
Y04	-	-	-	√	-	√	-	热性	-	√	-	√
Y05	-	√	-	√	-	√	-	热性	-	√	-	√
Y06	√	-	√	√	-	√	-	热性	-	√	-	-
Y07	√	-	√	√	-	√	√	热性	-	-	√	-
Y08	-	√	-	√	-	√	-	热性	-	√	-	-

2.4.2 诊断特性 供试剖面主要涉及碳酸盐岩岩性特征、土壤水分状况、土壤温度状况、氧化还原特征、腐殖质特性、石质接触面、铁质特性、石灰性等诊断特性(表 4)。

1)碳酸盐岩岩性特征:在 8 个供试剖面中,除 Y02、Y03 剖面外,其余剖面都符合:土表至 125 cm 范围内有碳酸盐岩岩屑或风化残余石灰,所有土层盐基饱和度 $\geq 50\%$ 、 $\text{pH} \geq 5.5$ [1] 的诊断标准。

2)土壤水分状况:根据渝东南各区县气象站点的观测数据,运用 Penman 经验公式 [1] 估算可知,研究区内各区县气象站点的年干燥度均小于 1,其中海拔 800 m 以上气象站点的每月干燥度也均小于 1;研究区内海拔 800 m 以上样点(Y01、Y02、Y03)的土壤水分状况为常湿润土壤水分状况,剖面 Y04、Y05、Y06、Y07、Y08 为湿润土壤水分状况 [17]。

3)土壤温度状况:依据《手册》 [18] 推荐的相关方法对各样点土温进行估算,结果表明,剖面 Y02 样点年均土温为 $15.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,符合温性土壤温度状况的诊断标准;其余剖面样点年均土温均位于 $16.2 \sim 19.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,符合热性土壤温度状况的诊断标准。

4)氧化还原特征:剖面 Y07 的 B 层有铁锰斑纹出现,符合氧化还原特征的诊断标准 [1]。

5)腐殖质特性:Y01、Y02 号剖面土壤植被为林地,表层具有腐殖质的生物积累,在 B 层有自 A 层落下的含腐殖质土体,且土表至 100 cm 深度范围内有机碳的总储量 $>12\text{ kg/m}^2$,符合腐殖质特性诊断标准 [1]。

6)石质接触面:剖面 Y04、Y05、Y06 和 Y08 下垫物质为整块碳酸盐和连续板岩,均为石质接触面。

7)铁质特性:剖面 Y07 土壤基质色调为 10YR,整个 B 层细土部分游离氧化铁 $\geq 40\text{ g/kg}$,符合铁质特性诊断标准 [1]。

8)石灰性:供试剖面 Y01、Y04 和 Y05 符合:土表至 50 cm 范围内所有亚层中 CaCO_3 相当物均 $\geq 10\text{ g/kg}$,用 1:3 HCl 处理有泡沫反应 [1] 的诊断标准。

2.5 系统分类归属

依据上述诊断层和诊断特性(表 4),按照《中国土壤系统分类检索(第三版)》 [1],对供试土壤进行逐级检索、命名并与发生分类结果进行参比(表 5)。从表 5 可知,8 个供试剖面分别归属为 3 个土纲、5 个亚纲、7 个土类和 7 个亚类等系统分类高级单元;在土纲中,对应剖面最多的是雏形土土纲;在亚类中,有两个剖面检索为棕色钙质湿润雏形土。8 个剖面在土壤发生分类中归属的亚类分别是石灰(岩)土、黄壤、黄棕壤;其中发生学分类的石灰(岩)土对应的系统分类亚类最多(4 个亚类)。

土族是土壤系统分类的基层分类单元,是亚类的续分,主要反映与土壤利用管理有关的土壤理化性质的分异。根据《中国土壤系统分类土族与土系划分标准》 [4],8 个供试土壤可被划分为 8 个不同土族,之后根据样点所在乡镇、行政村或景区的名称,本文暂定各土系名如下:白果系、仙女山系、石梁子系、黄柏渡系、濯水系、里仁系、鹿角系和金沟系,并将其与发生分类结果进行参比(表 6)。

3 讨论

针对渝东南地形地貌复杂多样,且局部气候受地形、海拔影响显著的特点,根据土壤成土特点及利用现状等,着重分析地形和海拔对土壤系统分类的影响。供试的 8 个土壤剖面有 3 个被划分为淋溶土土纲,3 个剖面中均有黏粒胶膜。其中,剖面 Y06 和 Y07 为旱地,土壤剖面发育深厚,其海拔相对较低(420 m 和 454 m),虽为湿润水分状况,但相对较高海拔地区,其水分状况依然较差,但剖面所处坡度较小,表

表 5 供试土壤的高级分类单元划分与参比
Table 5 Senior classification units in Chinese Soil Taxonomy (CST) of studied soil profiles and their references to soil genetic classification (SGC)

剖面号	中国土壤系统分类(2001)				中国土壤发生分类(1998)	
	土纲	亚纲	土类	亚类	土类	亚类
Y01	淋溶土	常湿淋溶土	钙质常湿淋溶土	腐殖钙质常湿淋溶土	石灰(岩)土	黄色石灰土
Y02	雏形土	常湿雏形土	筒育常湿雏形土	腐殖筒育常湿雏形土	黄棕壤	黄棕壤
Y03	雏形土	常湿雏形土	酸性常湿雏形土	普通酸性常湿雏形土	黄棕壤	黄棕壤
Y04	新成土	正常新成土	湿润正常新成土	钙质湿润正常新成土	石灰(岩)土	黄色石灰土
Y05	雏形土	湿润雏形土	钙质湿润雏形土	棕色钙质湿润雏形土	石灰(岩)土	黄色石灰土
Y06	淋溶土	湿润淋溶土	钙质湿润淋溶土	普通钙质湿润淋溶土	石灰(岩)土	黄色石灰土
Y07	淋溶土	湿润淋溶土	筒育湿润淋溶土	普通筒育湿润淋溶土	黄壤	黄壤
Y08	雏形土	湿润雏形土	钙质湿润雏形土	棕色钙质湿润雏形土	石灰(岩)土	黑色石灰土

表 6 供试土壤的基层分类单元划分与参比
Table 6 Soil families and series in CST of studied soil profiles and their references to SGC

剖面号	中国土壤系统分类(2001)		中国土壤发生分类(1998)	
	土族	土系	土属	土种
Y01	极黏质盖黏壤质伊利石混合型盖硅质混合型石灰性热性-腐殖钙质常湿淋溶土	白果系	石灰黄泥土	中层石灰黄泥土
Y02	黏质伊利石混合型酸性温性-腐殖筒育常湿雏形土	鹿角系	黄棕泡土	厚层黄棕泡土
Y03	粗骨壤质云母混合型热性-普通酸性常湿雏形土	里仁系	黄棕泡土	石渣黄棕泡土
Y04	粗骨壤质混合型石灰性热性-钙质湿润正常新成土	仙女山系	石灰黄泥土	石灰黄砂泥土
Y05	壤质混合型石灰性热性-棕色钙质湿润雏形土	石梁子系	石灰黄泥土	中层石灰黄泥土
Y06	黏质蛭石混合型非酸性热性-普通钙质湿润淋溶土	濯水系	石灰黄泥土	石灰黄泥土
Y07	粗骨黏质伊利石型非酸性热性-普通钙质湿润淋溶土	金沟系	矿子黄泥土	火石子黄泥土
Y08	壤质盖黏质硅质混合型盖伊利石型非酸性热性-棕色钙质湿润雏形土	黄柏渡系	石灰黑泥土	黑泡泥土

层土壤未受到严重侵蚀,水分不易流失,土壤形成黏化层,被划分为淋溶土土纲。剖面 Y01 为林地,除具有碳酸盐岩岩性特征外,还具有腐殖质特性,说明该区域成土过程中生物作用比较强,虽所处位置坡度较大,但海拔为 938 m,由于其优越的水分状况(常湿润),黏粒受淋溶作用从主体上部向下移动并于底层淀积,土壤形成黏化层,该剖面虽在土壤发生分类中为黄色石灰土,但在土壤系统分类中却划分为淋溶土土纲。供试的 8 个土壤剖面有 4 个划分为雏形土土纲。剖面 Y02 和 Y03 中有机质的积累比剖面 Y07 更明显,且海拔在 1 400 m 以上,在自然植被下,有明显的枯枝落叶层和腐殖质层,其表层有机质含量也远高于其他剖面,降雨量大导致盐基的大量淋失,土壤呈微酸性反应,土体中没有黏化层发育,因此,这两个剖面发育的黄棕壤虽在发生分类中隶属于淋溶土纲,但在系统分类中划为了雏形土土纲。剖面 Y05 和 Y08 海拔较低,所处位置坡度大,且周围石灰岩广泛出露,说明其在风化-成土过程中受侵蚀冲刷的影响大,土体中基本无物质淀积,但有土壤结构发育的 B 层,因而也划为雏形土土纲。综上,在渝东南

岩溶区海拔<1 000 m 的地区,海拔越高,其水分状况越好,越容易形成黏化层,若海拔大致相同,坡度是影响土壤形成黏化层的首要因素。剖面 Y04 是由三叠系母岩发育的土壤,在剖面的野外采集过程中,可见其发育程度低,土壤剖面结构发育很差,无雏形层发育,因而此剖面发育的黑色石灰土在发生分类中隶属于初育土纲,但在系统分类中划为新成土土纲。

中国土壤系统分类与发生分类均以发生学思想为指导,但两种分类结果不是呈简单的、一一对应的关系。从参比结果来看,8 个供试土壤剖面分别归属于中国土壤系统分类的淋溶土、雏形土和新成土 3 个土纲和 7 个土类,而在土壤发生分类中归属的土类只有 3 个,中国土壤系统分类的土类和亚类在其数量上都要多于土壤发生分类,系统分类细化与量化的优势得到体现。

4 结论

依据中国土壤系统分类的原则和方法,位于渝东南 8 个供试土壤剖面分别被划归为 3 个土纲(淋溶土、雏形土、新成土)、5 个亚纲(常湿淋溶土、湿润淋溶

土、常湿锥形土、湿润锥形土、正常新成土)、7 个土类和 7 个亚类等系统分类高级单元;8 个供试土壤剖面初步建立 8 个土族和 8 个土系。渝东南岩溶区典型土壤主要成土过程与母岩的风化和碳酸盐的淋溶关系十分密切,其风化和淋溶的程度不同,形成的土壤也不尽相同;在渝东南岩溶区海拔<1 000 m 的地区,海拔越高,其水分状况越好,越容易形成黏化层,若海拔大致相同,坡度是影响土壤形成黏化层的首要因素;地形和海拔与渝东南岩溶区的土壤水分状况、锥形层的形成等密切相关,是影响渝东南土壤系统分类归属划分的重要因素。

参考文献:

- [1] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组,中国土壤系统分类课题研究协作组. 中国土壤系统分类检索[M]. 3 版. 合肥: 中国科技大学出版社, 2001
- [2] Stolt M H, Needelman B A. Fundamental changes in soil taxonomy[J]. Soil Science Society of America Journal, 2015, 79(4): 1001–1007
- [3] 张甘霖. 土系研究与制图表达[M]. 合肥: 中国科技大学出版社, 2001
- [4] 张甘霖, 王秋兵, 张凤荣, 等. 中国土壤系统分类土族和土系划分标准[J]. 土壤学报, 2013, 50(4): 826–834
- [5] 龚子同, 张甘霖, 陈志诚. 土壤发生与系统分类[M]. 北京: 科学出版社, 2007
- [6] 吴克宁, 张凤荣. 中国土壤系统分类中土族划分的典型研究[J]. 中国农业大学学报, 1998, 3(5): 73–78
- [7] 章明奎, 厉仁安. 中国土壤系统分类在浙江省平原旱地土壤分类中的应用[J]. 土壤, 1999, 31(4): 190–196
- [8] 史学正, 于东升, 孙维侠, 等. 中美土壤分类系统的参比基准研究: 土类与美国系统分类土纲间的参比[J]. 科学通报, 2004, 49(14): 1507–1511
- [9] 袁大刚, 符伟, 王家宽, 等. 川西名山县阶地漂洗土壤分类及参比研究[J]. 土壤学报, 2012, 49(2): 230–236
- [10] 李德成, 张甘霖. 中国土壤系统分类土系描述的难点与对策[J]. 土壤学报, 2016, 53(6): 1563–1567
- [11] 欧阳宁相, 张杨珠, 盛浩, 等. 湘东地区花岗岩红壤在中国土壤系统分类中的归属[J]. 土壤, 2017, 49(4): 828–837
- [12] 闫湘, 常庆瑞, 潘靖平. 陕西关中地区壤土在系统分类中的归属[J]. 土壤, 2004, 36(3): 318–322
- [13] 慈恩, 高明, 于群英. 安徽省沿淮地区几种主要土壤诊断特性和系统分类研究[J]. 土壤通报, 2005, 36(1): 19–22
- [14] 顾也萍, 刘必融, 汪根法, 等. 皖南山地土壤系统分类研究[J]. 土壤学报, 2003, 40(1): 10–21
- [15] 张杨珠, 周清, 黄运湘, 等. 基于中国土壤系统分类体系的湖南省土壤系统分类研究. 湖南土壤系统分类的原则和指标及高级单元初拟[J]. 湖南农业科学, 2015(3): 43–48
- [16] 胡瑾, 慈恩, 连茂山, 等. 重庆市全新统冲积物发育土壤的系统分类研究[J]. 土壤, 2018, 50(1): 202–210
- [17] 慈恩, 唐江, 连茂山, 等. 重庆市紫色土系统分类高级单元划分研究[J]. 土壤学报, 2018(3): 569–584
- [18] 张甘霖, 李德成. 野外土壤描述与采样手册[M]. 北京: 科学出版社, 2016
- [19] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000
- [20] 张甘霖, 龚子同. 土壤调查实验室分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 2012
- [21] 唐江, 慈恩. 重庆市紫色土的系统分类研究[D]. 重庆: 西南大学, 2017: 29–35

Soil Taxonomy of Typical Soils in Karst Area of Southeast Chongqing

CHEN Lin, CI En*, LIAN Maoshan, WENG Haolu, XIE Deti

(College of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: Eight soil profiles developed from calcareous rock were selected in karst area of southeast Chongqing as study objects, their attributions were identified in Chinese Soil Taxonomy (CST) according to the information of field observation and laboratory measurement, and their references to soil genetic classification (SGC) were also identified. The results showed that the tested soil profiles were identified as Argosols, Cambosols and Primosols Orders, 5 Suborders, 7 Groups and 7 Subgroups, and were sorted into 8 soil families and soil series in CST. The yellow-brown soil groups in SGC were sorted into Hapli-Perudic Cambosols and Acidi-Perudic Cambosols in CST. The yellow soil groups in SGC were sorted into Hapli-Udic Argosols in CST. The limestone soil groups in GSCC were sorted into Carbonati-Perudic Argosols, Carbonati-Udic Argosols, Carbonati-Udic Cambosols and Udi-Orthic Primosols in CST. According to soil-forming environment, the higher the elevation is, the better the water condition is, and the more easily formed for Argic horizon. Slope is the primary factor for the formation of Argic horizon under the similar elevation, terrain and elevation are closely related to soil moisture and the formation of Cambic horizon in the karst area of southeast Chongqing, which are important factors for soil identification in CST in southeast Chongqing.

Key words: Chongqing; Karst area; Soil taxonomy; Diagnostic horizons; Diagnostic characteristics