

重庆市全新统冲积物发育土壤的系统分类研究^①

胡瑾, 慈恩*, 连茂山, 肖淘, 丁宁宁, 孙洪光, 王秀

(西南大学资源环境学院, 重庆 400715)

摘要:为明确重庆市第四系全新统(Q_h)冲积物发育土壤在中国土壤系统分类中的归属,本文以该成土母质发育的土壤为研究对象,挖掘9个典型土壤剖面,通过野外观测、分层取样及理化性质分析等,依据现行中国土壤系统分类检索,对其进行分类和命名,并与发生分类进行参比。结果表明:9个供试土壤剖面分别归属于雏形土和新成土2个土纲,5个亚类,其中5个为石灰淡色潮湿雏形土,1个为铁质筒育常湿雏形土,1个为斑纹筒育湿润雏形土,1个为潜育潮湿冲积新成土,1个为石灰潮湿冲积新成土;隶属于发生学分类潮土土类的6个供试剖面分别归为系统分类中淡色潮湿雏形土、筒育常湿雏形土和筒育湿润雏形土3个土类,而隶属于发生学分类新积土土类的3个供试剖面则分别归为系统分类中淡色潮湿雏形土和潮湿冲积新成土2个土类。结合成土环境分析可知,地形、气候和母质是影响重庆市第四系全新统冲积物发育土壤系统分类的重要因素。

关键词:重庆市;冲积物发育土壤;系统分类;发生分类;诊断层;诊断特性;参比

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反映,是土壤信息交流的媒介,是因地制宜推广农业技术的依据^[1]。随着土壤科学的发展,以诊断层和诊断特性为基础、以定量化为特点的土壤系统分类逐步成为国际土壤分类的主流,自20世纪80年代中期以来,我国的土壤分类开始向量化、标准化和国际化方向发展^[2]。目前,我国的土壤系统分类研究已取得了令人瞩目的成就^[3-7],区域土壤的系统分类研究在浙江、海南和福建等诸多省份相继开展^[8-15],但重庆市的土壤系统分类研究相对滞后,仅有1篇主要基于野外剖面形态观察为主的重庆典型烟田土壤系统分类报道^[16],这势必会影响到其他学科利用土壤系统分类的成果。

重庆市境内河流纵横,在河流两岸广泛分布着全新统冲积物发育的土壤,其肥力水平较高,宜耕性强,是重庆市种植蔬菜和经济作物的重要土壤资源。近年来,有学者对平原土壤^[17-19]、潮土^[20]等有了系统分类研究,但在重庆市缺少对全新统冲积物发育土壤的系统分类研究。为此,本文依托国家科技基础性工作专项(2014FY110200),选取重庆市第四系全新统冲积物发育土壤的典型个体为研究对象,依据现行中国土壤系统分类检索,对其进行系统分类研究,旨在确定该

母质上发育的土壤在中国土壤系统分类中的归属,进一步完善重庆市的土壤系统分类,并为重庆市蔬菜和经济作物的生产提供参考。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

重庆市地处四川盆地东部,属我国陆地地势第二级阶梯。东北部为大巴山和巫山,东南部为大娄山等山脉,西部为方山丘陵,中部主要为低山与丘陵相间排列的平行岭谷区^[21]。重庆市空气湿润,降水丰沛,太阳辐射弱,日照时间短,多云雾,少霜雪的亚热带湿润季风气候显著;年均气温为17.5℃;年均降水量为1 125.3 mm;年均相对湿度为80%,在全国属高湿区;年均日照时数888.5~1 539.6 h,日照百分率仅为25%~35%,为全国年日照最少的地区之一。重庆市境内河流纵横,长江自西南向东北横贯市境,北有嘉陵江,南有乌江汇入,形成向心的、不对称的网状水系,境内流域面积大于100 km²的河流有274条,其中流域面积大于1 000 km²的河流有42条。在市域范围内,第四系全新统冲积物主要分布在长江、嘉陵江、涪江、小江等大小河流的河漫滩和低阶地上,该

基金项目:国家科技基础性工作专项(2014FY110200)、中央高校基本科研业务费专项(XDJK2017B027)和西南大学科技创新“光炯”培育项目(2016001)资助。

* 通讯作者(cien777@163.com)

作者简介:胡瑾(1999—),女,云南昭通人,本科生,主要研究方向为土壤发生与分类。E-mail:1125284595@qq.com

冲积物发育的土壤主要归属于潮土和新积土 2 个土类(发生分类)。

1.2 研究方法

根据重庆市的地质图和土壤图筛选出重庆市第四系全新统冲积物发育土壤的分布区域,叠加地形和交通等相关图件,结合第二次土壤普查的相关数据,确定重庆市第四系全新统冲积物发育土壤的采样区域和采样点。参照《野外土壤描述与采样手册》(简称《手册》)^[22],挖掘标准土壤剖面,开展成土环境

调查(表 1)、剖面形态观察以及相关记录工作,野外进行亚铁反应、石灰反应和土壤比色^[23],分层采集土壤分析样和环刀容重样。根据《手册》的相关要求,确定上述土壤样品的测定指标,主要测定指标及方法^[24]如下:pH 为水浸提法;容重为环刀法;土壤有机碳为重铬酸钾-硫酸消化法;颗粒组成为吸管法;碳酸钙为气量法;有效磷(P)为 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提法;阳离子交换量(CEC)为 NH₄OAc(pH 7.0)交换法;游离氧化铁为 DCB 浸提比色法。

表 1 供试剖面的成土环境
Table 1 Forming conditions of tested soils

剖面号	剖面地点	海拔(m)	地形部位	母质	土地类型
S01	合川区钓鱼城街道佛耳村	195	河漫滩	河流冲积物	旱地
S02	合川区钓鱼城街道东渡村	208	低阶地	河流冲积物	旱地
S03	潼南区上和镇倒塘村	231	低阶地	河流冲积物	旱地
S04	潼南区上和镇倒塘村	239	低阶地	河流冲积物	旱地
S05	潼南区柏梓镇黎嘴村	242	低阶地	河流冲积物	旱地
S06	永川区朱沱镇汉东村	203	河漫滩	河流冲积物	旱地
S07	酉阳县桃花源街道东流村	849	低阶地	河流冲积物	旱地
S08	酉阳县宜居乡东河村	498	河漫滩	河流冲积物	旱地
S09	开州丰乐街道滴水村	164	河漫滩	二元母质, 上为河流冲积物, 下为残坡积物	内陆滩涂

2 结果

2.1 成土环境

供试土壤的成土母质主要为灰棕色、紫色和黄色近现代河流冲积物,其中,剖面 S01 位于嘉陵江河漫滩后缘,剖面 S02 位于嘉陵江一级阶地,剖面 S06 位于长江的河漫滩上,其成土母质均为灰棕色河流冲积物;剖面 S04 和 S05 位于流经紫色土区域的溪河附近,其成土母质为紫色河流冲积物,剖面 S07 和 S08 位于流经黄壤和石灰(岩)土区域的溪河附近,其成土母质为黄色冲积物;剖面 S03 位于涪江及其一级支流(流经紫色土区域)之间的一级阶地,其成土母质为灰棕色河流冲积物和紫色河流冲积物;剖面 S09 位于长江支流的消落区,存在埋藏层,其前身为水稻土,其成土母质为紫色泥(页)岩风化残坡积物,埋藏层之上的土体则由河流冲积物发育而来。供试剖面所处海拔范围为 164~849 m,仅有剖面 S07 位于海拔高于 800 m 的中山区。除剖面 S09 为未利用的内陆滩涂外,其余剖面点均为旱地,种植蔬菜和经济作物。

2.2 土壤剖面形态及理化性质

2.2.1 土壤剖面特征 由表 2 可见,供试土壤剖面为 A-B-C 和 A-C 构型,均有腐殖质 A 层,除 S03 和 S04 外的 7 个剖面均有母质 C 层,除剖面 S01 外的 8

个剖面均有风化 B 层,剖面 S06 和 S09 的新积母质层之下存在埋藏的耕作层(Apb);土壤色调主要为 7.5YR、2.5Y,明度为 4~7,彩度为 1~4,变化范围小;除剖面 S03 和 S09 由异元母质发育而来造成剖面上部与母质层色调不同外,其余同一剖面的色调基本不变;另外,各土类表层土壤与下层土壤明度基本不变或减小 1,土壤润态明度与干态明度相比均减小 1,彩度几乎不变。剖面 S01、S02、S03、S04、S05、S06、S08 和 S09 有铁锰锈斑,且斑纹边界对比度皆为明显。此外,除剖面 S09 从 62 cm 以下具有亚铁反应外,其余剖面均无亚铁反应;各剖面均有不同程度的石灰性反应,同一剖面部分土层无石灰反应。

2.2.2 土壤理化性质 由表 3 可见,9 个供试土壤剖面土壤质地以砂土类和壤土类为主,除剖面 S07(0~65 cm)和 S09(14~62 cm、80~133 cm)为黏壤土类、S09(62~80 cm)为黏土类外,其余剖面多为壤质砂土、砂质壤土、壤土和粉壤土,其中剖面 S01 和 S06 的部分土层砂粒(2~0.05mm)含量>700 g/kg,为壤质砂土。供试土壤 pH 介于 7.5~8.8,pH 随深度增加无明显变化,这表明该类型土壤岩性不连续并且淋溶发生很少。土壤有机碳含量较低,除剖面 S07 和 S08 以外,有机碳含量均低于 10 g/kg;且除剖面 S01、S06 和 S09 的有机碳含量随剖面深度无明显规

表 2 供试土壤的剖面描述
Table 2 Descriptions of tested soil profiles

剖面号	发生层次	深度 (cm)	土壤颜色		新生体	亚铁反应	石灰反应
			干态	润态			
S01	Ap	0 ~ 20	7.5YR 5/2	7.5YR 4/2	无	无	有
	Cr1	20 ~ 50	7.5YR 5/2	7.5YR 4/2	无	无	有
	Cr2	50 ~ 87	7.5YR 5/2	7.5YR 4/2	铁锰斑纹	无	有
	Cr3	87 ~ 105	7.5YR 6/3	7.5YR 5/3	铁锰斑纹	无	有
	Cr4	105 ~ 133	7.5YR 6/4	7.5YR 5/4	铁锰斑纹	无	有
	Cr5	133 ~ 150	7.5YR 6/6	7.5YR 4/4	铁锰斑纹	无	有
S02	Ap	0 ~ 20	7.5YR 6/3	7.5YR 5/3	无	无	有
	Bw1	20 ~ 46	7.5YR 6/3	7.5YR 5/4	无	无	有
	Bw2	46 ~ 53	7.5YR 6/2	7.5YR 5/3	无	无	有
	Br3	53 ~ 61	7.5YR 6/4	7.5YR 4/3	铁锰斑纹	无	有
	Cr1	61 ~ 78	7.5YR 6/2	7.5YR 5/3	铁锰斑纹	无	有
	Cr2	78 ~ 103	7.5YR 6/3	7.5YR 4/3	铁锰斑纹	无	有
	Cr3	103 ~ 135	5YR 6/4	5YR 5/4	铁锰斑纹	无	有
S03	Ap	0 ~ 18	2.5Y 6/3	2.5Y 5/3	无	无	有
	Br1	18 ~ 42	2.5Y 6/3; 5YR 4/3	2.5Y 4/3; 5YR 3/3	铁锰斑纹	无	有
	2Br2	42 ~ 91	2.5Y 5/3	2.5Y 5/3	铁锰斑纹	无	有
	2Br3	91 ~ 103	2.5Y 4/3	2.5Y 4/3	铁锰斑纹	无	有
	3Br4	103 ~ 145	2.5YR 4/4	2.5YR 3/3	铁锰斑纹	无	有
S04	Ap	0 ~ 20	10R 6/4	10R 5/4	无	无	有
	Br1	20 ~ 38	10R 5/4	10R 4/4	铁锰斑纹	无	有
	Br2	38 ~ 50	10R 5/4	10R 4/4	铁锰斑纹	无	有
	Br3	50 ~ 70	10R 5/4	10R 4/4	铁锰斑纹	无	有
	Br4	70 ~ 92	10R 5/4	10R 4/4	铁锰斑纹	无	有
	Br5	92 ~ 105	10R 5/4	10R 4/4	铁锰斑纹	无	有
	Br6	105 ~ 142	10R 6/4	10R 5/4	铁锰斑纹	无	有
S05	Ap	0 ~ 20	7.5YR 4/3	7.5YR 4/2	无	无	有
	Br1	20 ~ 41	7.5YR 4/3	7.5YR 4/2	铁锰斑纹	无	无
	Br2	41 ~ 67	7.5YR 5/6	7.5YR 5/4	铁锰斑纹	无	有
	Br3	67 ~ 104	7.5YR 5/6	7.5YR 5/4	铁锰斑纹	无	有
	Bw	104 ~ 135	7.5YR 4/6	7.5YR 4/4	无	无	有
	C	135 ~ 155	7.5YR 5/6	7.5YR 5/4	无	无	有
S06	Ap	0 ~ 18	2.5YR 6/2	2.5YR 5/3	铁锰斑纹	无	有
	Cr1	18 ~ 27	2.5YR 6/2	2.5YR 5/3	铁锰斑纹	无	有
	Apb	27 ~ 49	2.5YR 6/4	2.5YR 5/4	铁锰斑纹	无	有
	Br1	49 ~ 63	2.5YR 6/2	2.5YR 5/3	铁锰斑纹	无	有
	Br2	63 ~ 140	2.5YR 5/4	2.5YR 4/4	铁锰斑纹	无	有
	Cr2	140 ~ 150	2.5YR 6/3	2.5YR 5/4	铁锰斑纹	无	有
S07	Ap	0 ~ 17	2.5Y 5/1	2.5Y 4/2	无	无	无
	Br	17 ~ 27	2.5Y 5/1	2.5Y 4/2	无	无	有
	Bw1	27 ~ 65	2.5Y 6/3	2.5Y 5/3	无	无	有
	Bw2	65 ~ 80	2.5Y 6/3	2.5Y 5/3	无	无	有
	C1	80 ~ 98	2.5Y 6/3	2.5Y 5/3	无	无	有
	C2	98 ~ 115	2.5Y 6/3	2.5Y 5/3	无	无	有
	C3	115 ~ 138	2.5Y 6/4	2.5Y 5/4	无	无	有

续表

剖面号	发生层次	深度(cm)	土壤颜色		新生体	亚铁反应	石灰反应
			干态	润态			
S08	Ap	0 ~ 16	2.5Y 6/2	2.5Y 5/2	无	无	有
	Br1	16 ~ 32	2.5Y 5/2	2.5Y 4/2	无	无	无
	Br2	32 ~ 55	2.5Y 5/2	2.5Y 4/2	铁锰斑纹	无	无
	Br3	55 ~ 70	2.5Y 5/2	2.5Y 4/2	铁锰斑纹	无	无
	Cr1	70 ~ 89	2.5Y 5/2	2.5Y 4/2	铁锰斑纹	无	有
	Cr2	89 ~ 132	2.5Y 4/2	2.5Y 3/2	铁锰斑纹	无	无
S09	Cr3	132 ~ 148	2.5Y 5/2	2.5Y 4/2	铁锰斑纹	无	有
	Ah	0 ~ 14	2.5Y 7/3	2.5Y 5/3	铁锰斑纹	无	有
	Cr1	14 ~ 30	2.5Y 7/3	2.5Y 5/3	铁锰斑纹	无	有
	Cr2	30 ~ 53	2.5Y 7/3	2.5Y 5/3	铁锰斑纹	无	有
	Cr3	53 ~ 62	2.5Y 7/3	2.5Y 5/3	铁锰斑纹	无	有
	2Apgb	62 ~ 80	2.5Y 6/1	2.5Y 5/1	铁锰斑纹	有	有
	2Bg	80 ~ 118	2.5Y 6/1	2.5Y 5/1	铁锰斑纹	有	无
	2Cg1	118 ~ 133	5YR 6/3	5YR 5/2	铁锰斑纹	有	无
2Cg2	133 ~ 148	5YR 5/2	5YR 4/2	铁锰斑纹	有	无	

表 3 供试土壤的理化性质
Table 3 Physical and chemical properties of tested soil profiles

剖面号	深度(cm)	pH	机械组成(g/kg)			质地	有机碳 (g/kg)	游离氧化 铁(g/kg)	黏粒 CEC (cmol/kg)	CaCO ₃ (g/kg)	有效磷 (mg/kg)
			< 0.002 mm	0.05 ~ 0.002 mm	2 ~ 0.05 mm						
S01	0 ~ 20	8.6	44.1	92.3	863.6	壤质砂土	4.31	4.44	159.00	34.95	7.51
	20 ~ 50	8.6	48.0	87.6	864.4	壤质砂土	3.32	7.58	116.47	35.89	4.30
	50 ~ 87	8.5	127.2	519.2	353.6	粉壤土	6.70	12.77	177.96	48.11	7.56
	87 ~ 105	8.6	92.8	485.1	422.1	壤土	2.75	21.38	125.04	53.69	3.25
	105 ~ 133	8.6	117.4	633.1	249.5	粉壤土	2.24	17.73	221.65	28.90	4.58
	133 ~ 150	8.1	228.0	619.2	152.7	粉壤土	1.20	13.22	150.01	24.44	2.82
S02	0 ~ 20	8.4	186.1	500.4	313.5	粉壤土	5.89	7.92	113.91	31.75	7.62
	20 ~ 46	8.4	177.1	500.2	322.7	粉壤土	4.38	11.76	69.77	37.95	5.19
	46 ~ 53	8.6	105.6	331.6	562.8	砂质壤土	3.25	12.89	86.04	69.61	4.46
	53 ~ 61	8.5	121.8	487.3	390.9	壤土	4.31	13.15	164.03	71.98	5.50
	61 ~ 78	8.8	81.1	222.1	696.8	砂质壤土	3.45	8.00	85.57	78.88	3.85
	78 ~ 103	8.5	101.3	514.8	384.0	粉壤土	4.05	11.47	241.97	58.00	5.04
S03	103 ~ 135	8.3	244.8	556.0	199.2	粉壤土	2.81	11.51	156.51	31.22	5.53
	0 ~ 18	8.4	121.8	549.3	328.8	粉壤土	8.27	8.60	171.70	53.38	6.41
	18 ~ 42	8.7	95.4	404.9	499.7	壤土	6.03	7.53	152.59	53.00	4.39
	42 ~ 91	8.6	97.5	405.0	497.6	壤土	7.11	8.96	182.27	77.76	3.31
	91 ~ 103	8.4	118.1	782.7	99.2	粉壤土	5.70	15.64	179.92	81.96	5.01
S04	103 ~ 145	8.7	163.5	498.9	337.6	壤土	3.11	7.28	155.82	29.23	5.30
	0 ~ 20	7.9	179.5	272.3	548.2	砂质壤土	6.41	7.29	127.67	14.02	3.26
	20 ~ 38	8.1	162.4	281.6	556.0	砂质壤土	5.01	7.07	90.22	12.78	3.70
	38 ~ 50	8.7	148.1	289.9	562.0	砂质壤土	2.56	7.06	83.87	18.12	3.70
	50 ~ 70	8.6	210.3	389.3	400.4	壤土	3.91	8.31	106.54	19.98	2.49
	70 ~ 92	8.6	222.0	365.2	412.8	壤土	3.56	9.45	134.16	17.76	3.43
	92 ~ 105	8.4	252.5	369.5	378.0	壤土	4.00	7.47	90.59	13.34	2.80
105 ~ 142	8.1	172.9	440.5	386.7	壤土	1.90	10.42	123.54	10.75	3.41	

续表

剖面号	深度(cm)	pH	机械组成(g/kg)			质地	有机碳 (g/kg)	游离氧化 铁(g/kg)	黏粒 CEC (cmol/kg)	CaCO ₃ (g/kg)	有效磷 (mg/kg)
			< 0.002 mm	0.05 ~ 0.002 mm	2 ~ 0.05 mm						
S05	0 ~ 20	8.0	167.0	294.8	538.2	砂质壤土	6.52	6.15	159.58	12.08	20.94
	20 ~ 41	7.5	172.6	219.9	607.5	砂质壤土	4.79	7.50	126.16	10.91	25.65
	41 ~ 67	8.5	101.0	247.3	651.7	砂质壤土	2.65	5.40	106.57	25.61	6.14
	67 ~ 104	8.8	103.6	242.4	654.0	砂质壤土	2.23	6.52	104.40	28.63	5.07
	104 ~ 135	8.6	96.6	220.4	683.0	砂质壤土	2.36	6.41	111.52	33.34	4.31
	135 ~ 155	8.5	73.1	307.1	619.8	砂质壤土	1.85	7.91	246.89	33.71	4.16
S06	0 ~ 18	8.3	24.2	193.7	782.0	壤质砂土	4.51	8.82	235.97	96.23	10.19
	18 ~ 27	8.3	24.2	193.7	782.0	壤质砂土	4.45	8.75	234.86	95.13	10.03
	27 ~ 49	8.2	104.2	612.7	283.1	粉壤土	10.53	7.57	141.67	95.90	84.86
	49 ~ 63	8.4	65.4	673.2	261.5	粉壤土	6.89	10.99	141.03	96.09	9.55
	63 ~ 140	8.4	209.8	591.8	198.4	粉壤土	6.97	10.42	78.53	96.18	8.75
	140 ~ 150	8.3	150.1	556.3	293.5	粉壤土	6.78	14.12	84.27	96.28	7.53
S07	0 ~ 17	7.8	334.4	638.4	27.2	粉质黏壤土	15.26	26.41	81.76	95.00	10.25
	17 ~ 27	8.0	299.2	646.8	54.1	粉质黏壤土	12.18	26.10	70.68	99.49	4.31
	27 ~ 65	8.0	290.7	628.2	81.1	粉质黏壤土	9.23	27.19	95.41	99.54	1.98
	65 ~ 80	8.1	197.9	614.4	187.7	粉壤土	4.41	19.73	53.44	99.58	2.28
	80 ~ 98	8.0	160.1	381.3	458.6	壤土	4.03	19.15	41.66	99.58	2.59
	98 ~ 115	8.3	242.2	584.4	173.4	粉壤土	7.67	26.09	57.68	99.54	2.12
S08	115 ~ 138	8.2	237.7	584.6	177.7	粉壤土	5.91	22.06	51.55	99.34	2.29
	0 ~ 16	7.8	245.9	606.5	147.5	粉壤土	15.43	23.84	64.56	17.49	6.80
	16 ~ 32	7.7	205.2	624.0	170.8	粉壤土	10.82	23.04	109.92	15.66	8.95
	32 ~ 55	8.1	211.2	530.1	258.6	粉壤土	7.26	23.94	98.63	12.78	5.79
	55 ~ 70	8.0	173.5	576.2	250.4	粉壤土	6.20	24.18	103.04	12.20	4.50
	70 ~ 89	7.8	133.9	352.4	513.7	壤土	4.66	24.30	102.63	13.16	4.55
S09	89 ~ 132	7.9	87.1	145.1	767.9	砂质壤土	4.79	27.26	149.70	12.85	8.98
	132 ~ 148	7.8	268.7	654.2	77.1	粉壤土	8.32	22.74	84.74	14.13	6.63
	0 ~ 14	8.3	244.1	568.1	187.8	粉壤土	5.47	14.95	134.48	486.64	17.74
	14 ~ 30	8.4	277.5	685.9	36.6	粉质黏壤土	3.85	15.25	86.77	535.80	12.00
	30 ~ 53	8.4	286.8	653.4	59.8	粉质黏壤土	2.80	15.24	93.10	527.96	14.88
	53 ~ 62	8.1	329.0	627.7	43.4	粉质黏壤土	5.36	16.64	70.69	511.22	17.72
S09	62 ~ 80	7.9	474.2	346.6	179.2	黏土	16.68	11.87	50.72	53.24	2.83
	80 ~ 118	8.0	397.6	429.6	172.8	粉质黏壤土	13.88	11.98	80.84	10.57	2.77
	118 ~ 133	7.9	278.9	532.3	188.8	粉质黏壤土	2.84	19.31	115.68	12.87	7.12
	133 ~ 148	7.8	202.3	541.3	256.4	粉壤土	2.63	14.07	103.07	13.54	9.04

律外,其余剖面有机碳积累主要在表层,从表层向下逐渐减少。另外, CaCO₃ 含量差异较大,剖面 S09 的 0 ~ 62 cm 土层 CaCO₃ 含量均大于 500 g/kg 而 80 cm 以下的土层 CaCO₃ 含量约为 10 g/kg,剖面 S06 和 S07 的 CaCO₃ 含量较高,在 95.00 ~ 99.58 g/kg 范围之间。游离氧化铁介于 4.44 ~ 27.19 g/kg 范围,除剖面 S07(0 ~

65 cm、98 ~ 138 cm)和 S08 外,其余剖面游离氧化铁均小于 20 g/kg,各土层含量随深度的增加而增加。各剖面的黏粒 CEC 值在 41.66 ~ 246.89 cmol/kg,变化范围较大,剖面 S07、S08 和 S09 的黏粒 CEC 值较大,其对应的有机质含量和黏粒含量都较高,其余剖面黏粒 CEC 值较小,且对应的有机质含量和黏粒

含量较低。剖面 S06 中 27~49 cm 土层曾为表层,受人为耕作影响,其有效磷含量高,为 84.86 mg/kg,但由于位于河漫滩受洪水泛滥影响,导致其上部覆盖一层壤质砂土。其余各剖面土层有效磷含量均低于 35 mg/kg,表明该区域土壤未出现肥熟现象。此外,9 个剖面 pH 7.5,可认为是盐基饱和的(50%)。

2.3 主要诊断层和诊断特性

由表 4 可知,根据《中国土壤系统分类检索(第 3 版)》^[2]对 9 个供试土壤剖面的成土条件和各项指标进行检索,共鉴定出 1 个诊断表层、1 个诊断下层和 8 个诊断特性。结果如下: 淡薄表层:所有剖面的表层厚度均低于 25 cm,剖面 S01、S02、S06 和 S09 的有机碳含量<6 g/kg,符合淡薄表层检索条件;剖面 S04 剖面润态明度 3.5,干态明度 5.5,润态彩度 3.5,为淡薄表层检索条件。 雏形层:风化成土过程中形成的无或基本上无物质的淀积,未发生明显黏化,带棕、红棕、红、黄或紫等颜色,且有土壤结构发育的 B 层 9 个供试土壤剖面中有 S02、S03、S04、S05、S06、S07 和 S08 共 7 个剖面符合雏形层的鉴定条件。诊断特性有: 岩性特征:剖面 S01、S02、S03、S06 和 S09 在 0~50 cm 范围内有明显的沉积层理,并且在 125 cm 深度处有机碳含量 2 g/kg,符合冲积物岩性特征; 土壤水分状况:综合土壤样点的水文状况及氧化还原特征,将 9 个剖面的

土壤水分状况分为潮湿土壤水分状况、常湿土壤水分状况和湿润土壤水分状况,剖面 S01、S06、S08 和 S09 为河漫滩地形,S03、S04 和 S05 为低阶地,地形部位较低,这些剖面中斑纹出现的深度较浅,全部或某些土层被地下水或毛管水饱和并呈还原状态,符合潮湿土壤水分状况;剖面 S07 地形部位较高,不受地下水上下迁移的影响,其年干燥度<1,且每月干燥度几乎都<1,属常湿土壤水分状况;剖面 S02 地形部位也较高,基本不受地下水上下迁移的影响,其年干燥度<1,但夏季>1,为湿润土壤水分状况。 潜育特征:剖面 S09 长期被水饱和,导致土壤发生强烈还原的特征,有 50% 以上的土壤基质色调为 2.5Y,润态明度 4,润态彩度 3,土体中有铁锰斑纹,且有亚铁反应,符合潜育特征。 氧化还原特征:剖面 S01、S02、S03、S04、S05、S06、S08 和 S09 有铁锰锈斑纹,符合氧化还原特征。 土壤温度状况:本文中各剖面土壤年平均土温 15℃且<22℃,符合热性土壤温度状况。 铁质特性:剖面 S08 的整个 B 层部分 DCB 浸提游离氧化铁 20 g/kg,符合铁质特性。 石灰性:9 个剖面中所有层次的 CaCO₃ 相当物均 10 g/kg,且绝大部分层次用 1~3 HCl 处理均有泡沫反应,符合石灰性。 盐基饱和度:通常认为 pH>7.5 为盐基饱和,本文 9 个剖面均属于盐基饱和。

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

剖面编号	淡薄表层	雏形层	冲积物岩性特征	土壤水分状况	潜育特征	氧化还原特征	土壤温度状况	铁质特性	石灰性	盐基饱和度
S01	√		√	潮湿		√	热性		√	√
S02	√	√	√	湿润		√	热性		√	√
S03		√	√	潮湿		√	热性		√	√
S04	√	√		潮湿		√	热性		√	√
S05		√		潮湿		√	热性		√	√
S06	√	√	√	潮湿		√	热性		√	√
S07		√		常湿			热性		√	√
S08		√		潮湿		√	热性	√	√	√
S09	√		√	潮湿	√	√	热性		√	√

2.4 土壤分类与参比

根据对 9 个剖面的诊断层和诊断特性的分析,按照《中国土壤系统分类检索(第 3 版)》^[2]对本文供试土壤进行系统分类检索。研究发现,9 个供试剖面在中国土壤系统分类归属中属于 2 个土纲、5 个亚类(表 5)。由表 5 可知,研究区土壤的发生分类与系统分类

不呈一一对应的关系,但有一定规律,隶属于发生学分类潮土土类的 6 个供试剖面分别归为系统分类中淡色潮湿雏形土、筒育常湿雏形土和筒育湿润雏形土 3 个土类,而隶属于发生学分类新积土土类的 3 个供试剖面则分别归为系统分类中淡色潮湿雏形土和潮湿冲积新成土 2 个土类。

表 5 供试土壤的系统分类及其发生分类参比
Table 5 Taxonomy and reference to genetic classification of tested soils

中国土壤系统分类(2001)				剖面号	中国土壤发生分类(1998)			
土纲	亚纲	土类	亚类		土纲	亚纲	土类	亚类
雏形土	潮湿雏形土	淡色潮湿雏形土	石灰淡色潮湿雏形土	S03、S04、 S05、S08	半水成土	淡半水成土	潮土	灰潮土
				S06	初育土	土质初育土	新积土	冲积土
	常湿雏形土	筒育常湿雏形土	铁质筒育常湿雏形土	S07	半水成土	淡半水成土	潮土	灰潮土
	湿润雏形土	筒育湿润雏形土	斑纹筒育湿润雏形土	S02				灰潮土
新成土	冲积新成土	潮湿冲积新成土	潜育潮湿冲积新成土	S09	初育土	土质初育土	新积土	冲积土
			石灰潮湿冲积新成土	S01				冲积土

3 讨论

本文 9 个供试土壤剖面分别归属于中国土壤系统分类的雏形土和新成土 2 个土纲, 5 个亚类, 而在土壤发生分类中仅属 2 个亚类(灰潮土和新积土)。从一个方面表明, 土壤系统分类在该类母质发育的区分能力更强。秦聪^[17]对江汉平原的河流冲积物发育土壤检索出潮湿雏形土和冲积新成土亚纲, 李少丛等^[20]对河南省的潮土检索出潮湿雏形土和干润雏形土亚纲, 本文对重庆市第四系全新统冲积物发育土壤检索出潮湿雏形土、常湿雏形土、湿润雏形土、冲积新成土亚纲。本文认为影响重庆市第四系全新统冲积物发育土壤的系统分类的因素主要为: 气候因素。重庆属高湿区, 位于河流两岸的土壤水分状况良好, 根据重庆市各区县气象站点的观测数据, 运用 Penman 经验公式^[2]估算可知, 境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。因此剖面 S07 海拔在 800 m 以上, 属常湿土壤水分状况, 归属为常湿雏形土。地形条件。剖面 S01 和 S09 均位于河漫滩上, 在警戒水位以下, 受地形及气候因素的影响较大, 土壤在发育过程中因降水受河流冲积, 常有新鲜冲积物加入, 并且没水分的垂直定向运动, 无良好的结构发育 B 层的形成, 因此, 划为新成土土纲。剖面 S02、S03、S04、S05 和 S07 距离河流较远, 属低阶地, 受河流影响较小或已脱离河流冲积的影响, 有水分的垂直定向运动和土壤环境的干湿交替, 使土壤有良好的结构发育 B 层, 因此划为雏形土土纲。另外, 距离河流的远近和河流的流速影响土壤的质地和氧化还原状况, 如剖面 S06 位于长江的河漫滩前缘, 距离河流较近, 土体易受河水的影响; 剖面 S08 位于宜居河(乌江支流)河漫滩后缘, 河流流速较小并且在河流旁有植被生长良好, 无河流的不定期冲积, 有良好的结构

发育 B 层, 且有氧化还原特征。母质因素。河流的来源影响土壤的母质, 大河流的冲积物通常为中性或石灰性, 小溪河的冲积物通常受地带性土壤影响, 其发育土壤在理化性质上存在区别。如剖面 S03 位于涪江和其一级支流之间的一级阶地中部, 距离涪江较近, 其 0~42 cm 土层色调为 40% 2.5Y 和 60% 5YR, 由涪江冲积物和其支流冲积物混合发育, 42~103 cm 土层色调为 2.5Y, 由涪江冲积物发育, 103~145 cm 土层色调为 2.5YR, 由涪江一级支流小溪河冲积物发育。另外, 剖面 S06 的 0~27 cm 土层为长江近代冲积物发育而来, 质地为砂土类, 无结构发育的 B 层, 但 27~49 cm 为埋藏层, 受耕作影响, 有效磷含量高, 剖面下部生物作用强, 土壤结构发育良好, 有结构发育的 B 层, 但上覆土体厚度小于 50 cm, 故以下部土体为准而划为雏形土土纲。剖面 S09 现为消落带, 其 0~62 cm 土层为东河(长江支流)冲积物发育而来, 无结构发育的 B 层, 而 62 cm 以下为紫色泥(页)岩风化残坡积物, 色调为 2.5Y, 有潜育特征, 其中 62~80 cm 为种植水稻埋藏层, 有一定的结构发育, 但上覆土体厚度大于 50 cm, 故以上覆土体为准而划为新成土土纲。

4 结论

依据中国土壤系统分类的原则和方法, 9 个供试剖面的重庆市第四系全新统冲积物发育的土壤剖面可划分为 2 个土纲(雏形土、新成土), 4 个亚纲, 4 个土类, 5 个亚类。隶属于发生学分类潮土土类的 6 个供试剖面分别归为系统分类中淡色潮湿雏形土、筒育常湿雏形土和筒育湿润雏形土 3 个土类, 隶属于发生学分类新积土土类的 3 个供试剖面则分别归为系统分类中淡色潮湿雏形土和潮湿冲积新成土 2 个土类。土壤系统分类在该类土壤的区分度更强。此外, 地形、气候和母质是影响该区域土壤系统分类的主要因素, 位于河漫滩的、由大河流冲积物发育的土壤剖

面容易发育为新成土土纲,位于低阶地、由小河流发育的土壤剖面容易发育为雏形土土纲。

参考文献：

- [1] 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
- [2] 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(第3版)[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2001
- [3] 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
- [4] 龚子同,陈志诚.中国土壤系统分类—理论·方法·实践[M].北京:科学出版社,1999
- [5] 龚子同,张甘霖,陈志诚,等.土壤发生与系统分类[M].北京:科学出版社,2007
- [6] 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
- [7] 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(5):73-78
- [8] 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(4):190-196
- [9] 龚子同,张甘霖,漆智平.海南岛土系概论[M].北京:科学出版社,2004
- [10] 陈健飞.福建山地土壤的系统分类及其分布规律[J].山地学报,2001,19(1):1-8
- [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] 吴克宁,高晓晨,查理思,等.河南省典型含有人工制品土壤的系统分类研究[J].土壤学报,2017,54(5):1091-1101
- [13] 李超,张凤荣,王秀丽,等.土壤系统分类中土壤水热状况的确定方法及应用研究——以山西省为例[J].土壤,2017,49(1):177-183
- [14] 陈芳,张海涛,王天巍,等.江汉平原典型土壤的系统分类及空间分布研究[J].土壤学报,2014(4):761-771
- [15] 安红艳,龙怀玉,刘颖,等.承德市坝上高原典型土壤的系统分类研究[J].土壤学报,2013,50(3):448-458
- [16] 庄云,武小净,李德成,等.重庆典型烟区代表性烟田土壤系统分类研究[J].土壤,2013,45(6):1142-1146
- [17] 秦聪.江汉平原典型水耕人为土土系划分及其有机质垂直分布规律研究[D].华中农业大学,2013
- [18] 关欣,李巧云,张凤荣.新疆平原土壤发生分类与系统分类的参比[J].湖南农业大学学报(自科版),2011,37(3):312-317
- [19] 宫阿都,何毓蓉,黄成敏,等.成都平原土壤系统分类典型土系划分[J].西南农业学报,2002,15(1):70-73
- [20] 李少丛,万红友,王兴科,等.河南省潮土主要分布区代表性土壤系统分类研究[J].土壤通报,2015,46(2):265-271
- [21] 陈升琪,蔡书良,肖挺,等.重庆地理[M].重庆:西南师范大学出版社,2003
- [22] 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,2017
- [23] 中国科学院南京土壤研究所,中国科学院西安光学精密机械研究所.中国标准土壤色卡[M].南京:南京出版社,1989
- [24] 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

Taxonomy of Soils Derived from Holocene Alluvial Sediments in Chongqing

HU Jin, CI En^{*}, LIAN Maoshan, XIAO Tao, DING Ningning, SUN Hongguang, WANG Xiu
(College of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: In order to study the Chinese Soil Taxonomy (CST) of soils derived from the Quaternary Holocene alluvial sediments in Chongqing, 9 typical soil profiles were selected and surveyed, soil-forming conditions were investigated, soil morphological characteristics of the profiles were observed, soil horizons were determined and the horizon samples were collected, the physical and chemical properties of the samples were measured, the taxonomy of tested soils were determined according to Chinese Soil Taxonomy (CST), and the references to Genetic Soil Classification (GSC) were established at the subgroup level. The results showed that the 9 tested soil profiles were identified as 2 orders of Cambosols and Primosols, and 5 subgroups. Among of them, 5 soil profiles were classified as Calcaric Ochri-Aquic Cambosols, the other 4 ones identified as Ferric Hapli-Perudic Cambosols, Mottlic Hapli-Udic Cambosols, Gleyic Aquic-Alluvic Primosols and Calcaric Aquic-Alluvic Primosols respectively. The fluvo-aquic soil group in GSC was sorted into 3 groups of Ochri-Aquic Cambosols, Hapli-Perudic Cambosols and Hapli-Udic Cambosols in CST, and the alluvial soil group of GSC was sorted into 2 groups of Ochri-Aquic Cambosols and Aquic-Alluvic Primosols in CST. The analysis of soil-forming conditions showed that topography, climate and parent material were the important factors influencing the development and taxonomy for the soils derived from Holocene alluvial sediments in Chongqing.

Key words: Chongqing; Soil derived from alluvial sediments; Soil taxonomy; Genetic soil classification; Diagnostic horizons; Diagnostic characteristics; Reference