

# 川西名山县阶地漂洗土壤分类及参比研究\*

袁大刚<sup>1</sup> 符伟<sup>1</sup> 王家宽<sup>1</sup> 蒲光兰<sup>1</sup> 吴德勇<sup>1</sup> 唐明军<sup>2</sup>

(1 四川农业大学资源环境学院, 四川雅安 625014)

(2 四川省达县农业局大树镇农业技术服务站, 四川达县 635014)

**摘要** 经历了强烈漂洗作用的土壤是一类形态独特的土壤, 在分类系统中具有重要地位。本文在四川西部漂洗土壤集中分布的名山县第二至五级阶地上对这类土壤进行了野外调查采样和室内测试分析, 按中国土壤系统分类的原理和方法, 通过水耕表层、水耕氧化还原层、漂白层、人为滞水土壤水分状况、氧化还原特征等诊断层和诊断特性的确定及按顺序检索的方法, 将其归入人为土纲, 水耕人为土亚纲, 简育水耕人为土和铁聚水耕人为土土类, 漂白简育水耕人为土、漂白铁聚水耕人为土和普通铁聚水耕人为土亚类; 同时按发生分类系统进行了类型划分, 它们均归入漂洗水稻土亚类。比较而言, 系统分类能更精确地区别土壤分异, 有利于土壤精准化管理, 但仍需进一步修订完善。

**关键词** 阶地; 漂洗作用; 漂白层; 铁渗淋亚层; 中国土壤系统分类; 中国土壤发生分类

**中图分类号** S155.1 **文献标识码** A

经历了强烈漂洗作用的土壤(本文简称漂洗土壤)是一类形态独特的土壤, 很早便引起了国内外土壤学者们的关注, 例如, 侯光炯和马溶之于1935年就研究了江西南昌区灰化水稻土之形成<sup>[1]</sup>。自20世纪80年代, 在国家自然科学基金委员会和中国科学院的支持下开展中国土壤系统分类研究以来, 学者们也展开了发生分类类型白浆土等在《中国土壤系统分类检索》中的地位的讨论, 在1995年《中国土壤系统分类检索》(修订版)问世、1996年中国土壤学会正式将此分类作为我国标准分类向全国推荐后, 学者们又开展了大量漂洗土壤, 尤其是经历了漂洗作用的水耕人为土(本文简称漂洗水耕土)的系统分类及参比研究工作<sup>[2-10]</sup>。但从文献看, 有关漂洗水耕土的分类与参比研究区域集中在华南和长江中下游地区, 且以根据第二次土壤普查资料进行发生分类与系统分类的参比工作较多。尽管西南地区漂洗水耕土分布广泛, 目前也仅见夏建国等<sup>[5]</sup>根据第二次土壤普查资料将发生分类与系统分类进行参比。利用普查资料进行参比, 往往由于缺乏相应指标而导致系统分类类型确定值得商榷。鉴于此, 本研究选取四川西部漂洗水耕土的典型分布区——名山县第二至五级阶地的阶地面, 进行土壤环境调

查、剖面观测、样品采集与分析, 研究其土壤发生特点、分类及参比, 避免土壤普查资料无法满足系统分类所需指标的不足, 以充实本区域在土壤系统分类方面的工作。

## 1 材料与方法

研究区地处四川盆地西缘的名山县, 属亚热带季风性湿润气候, 终年云雾缭绕, 雨量充沛, 温暖湿润, 年均气温15.4℃, 年均降水量1500 mm。地形为老冲积(第四纪更新统沉积物)台地——由第二至第五级阶地构成; 漂洗土壤集中分布在这些阶地面上。由于面积大, 地势平坦, 漂洗土壤早已被开垦为耕地, 实行水旱轮作。近年来由于农业结构调整, 这些水旱轮作田又大面积地被改造为能获取更高经济效益的茶园。

在第二至第五级阶地的阶地面上, 选择了5个具有代表性的区域, 分别是二级阶地的德光坪(DG-PB)、三级阶地的公安农场(GANCB)和五里口(WLKB)、四级阶地的和尚埡(HSL)和五级阶地的万古乡(WGB), 并在典型部位挖掘土坑, 划分土壤层次, 观测其形态特征(土壤结构、根系分布、新生体、侵入体等形态特征)的描述参照《土壤剖面描述

\* 国家自然科学基金项目(40801079)和四川省科技富民强县重点项目(07NG001-020)资助

作者简介: 袁大刚(1975—), 男, 重庆云阳人, 博士, 副教授, 从事土壤资源可持续利用研究。E-mail: gangday@sohu.com

收稿日期: 2010-10-17; 收到修改稿日期: 2011-01-15

标准》<sup>(1)</sup> 在野外进行;土壤颜色根据《中国标准土壤色卡》描述<sup>[11]</sup>)。同时,采集各层土壤样品,于室内自然风干后研磨土样,并分别过 10、60 和 100 目尼龙筛,装于塑料自封袋,以供测定相应理化指标用。

土壤 pH(KCl 浸提,土液比 1:2.5)采用电位法测定;有机碳采用重铬酸钾容量法测定;阳离子交换量采用 EDTA-NH<sub>4</sub>OAc(pH7.0)快速交换法测定;游离铁采用连二亚硫酸钠-柠檬酸钠-重碳酸钠(DCB)浸提-邻菲罗啉比色法测定。上述指标均按《中国土壤系统分类用土壤实验室分析项目及方法规范》<sup>(2)</sup> 进行。颗粒组成采用比重计速测法测定<sup>[12-13]</sup>,按美国制进行质地类型命名。

土壤分类按《中国土壤系统分类检索(第 3 版)》<sup>[14]</sup> 和《中国土壤分类系统》<sup>[15]</sup> 分别进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤形态特征与理化性质

5 个代表性剖面的主要形态特征见表 1。土壤颜色是鉴定土壤类型的重要形态指标。5 个剖面的土壤颜色总体表现出随土层的加深而逐渐变浅、变亮的特征。第二级阶地的 DGPB、第三级阶地的 GANCB 和 WLKB,以及第五级阶地的 WGB,紧接犁底层 Ap<sub>2</sub> 的水耕氧化还原层 E1 亚层,厚度 ≥10 cm,但润态彩度 ≥3,不符合铁渗淋亚层离铁基质“润态彩度 ≤2<sup>[14]</sup>”的条件,同时有多量锈纹,不符合铁渗淋亚层“有少量锈纹锈斑<sup>[14]</sup>”的条件,因此不能将其划分为“铁渗”水耕人为土土类;但是,除 DGPB 外,其干态彩度 ≤3,干态明度 ≥7,符合漂白层<sup>[14]</sup> 的条件,且“在矿质土表至 60 cm 范围内”,可以划分“漂白”亚类。虽然 DGPB 的 E1 层不满足漂白层的条件,但 E2、E3 层满足漂白层的条件,可以划分“漂白”亚类。第四级阶地的 HSL 剖面紧接犁底层 Ap<sub>2</sub> 之下也没有符合铁渗淋亚层基质颜色的土层,不能划分为“铁渗”水耕人为土土类;虽有漂白层,但位于距矿质土表 60 cm 深度之下,“漂白”也不能作为亚类的形容词。5 个剖面不具备长期被水饱和的条件,也不具有潜育特征,不能划分潜育水耕人为土。在土壤结构方面,表层多为松散的碎块状结构,表下层多为紧实的棱块状结构;在新生体方面,各剖面通体含铁锰新生体,存在形式有锈纹、锈斑、铁

锰斑、铁锰结核;局部层次有黏粒、腐殖质胶膜的存在。

5 个代表性剖面的主要理化性质见表 1。土壤 pH 介于 3.71~5.34 之间,表明交换性致酸离子含量高,而盐基淋失量大;其垂直分布表现为随深度增加而先上升后下降的特点,表明表层盐基仍在向下淋洗聚积,而聚积层之下由于古湿热环境的影响盐基淋失量也较大。黏粒含量在 0.6%~46.0% 之间,各剖面均存在某一土层黏粒含量是其上覆某一土层 1.2 倍以上的现象;对于某一土层黏粒含量 <15% 的 GANCB、WLKB 和 WGB,其下某一土层黏粒含量的绝对增量也均 >3%,表明黏粒在土壤中有明显的迁移与聚积。土壤有机碳为 0.72~35.70 g kg<sup>-1</sup> 范围之间,除第四级阶地的 HSL 剖面挖掘较深,达到乌木埋藏层,其所含有机碳含量很高外,总体表现出表层显著高于表下层的特点,表明由于土壤质地较黏重及犁底层的存在,根系下扎较浅,腐殖质向下迁移也困难。土壤阳离子交换量(CEC)处于 6.72~16.24 cmol kg<sup>-1</sup> 之间,若以 cmol kg<sup>-1</sup> 黏粒表示,其值均大于 24,为高活性黏粒。游离铁是铁聚水耕人为土土类鉴定的重要指标,也是铁聚潜育水耕人为土亚类的重要鉴定指标。5 个剖面的游离铁含量在 0.20~33.07 g kg<sup>-1</sup> 之间,其中,第三级阶地上 WLKB 剖面的水耕氧化还原层一个亚层(E1 30~40 cm)DCB 浸提铁含量是水耕表层一个亚层(Ap<sub>1</sub> 0~20 cm)DCB 浸提铁含量的 2.0 倍;第四级阶地上 HSL 剖面的水耕氧化还原层一个亚层(Br<sub>11</sub> 30~60 cm)的 DCB 浸提铁含量是水耕表层一个亚层(Ap<sub>1</sub> 0~20 cm)DCB 浸提铁含量的 1.8 倍;第五级阶地的 WGB 剖面水耕氧化还原层一个亚层(Br<sub>14</sub> 100~110 cm)的 DCB 浸提铁含量是水耕表层一个亚层(Ap<sub>1</sub> 0~17 cm)DCB 浸提铁含量的 3.1 倍,划分这些土壤在土类或亚类上的归属时,“铁聚”可作为土类词首或亚类形容词<sup>[14]</sup>。

### 2.2 土壤诊断层和诊断特性

供试土壤具有如下诊断层和诊断特性<sup>[14]</sup>: 5 个剖面均由于长期水旱轮作而具备水耕表层和水耕氧化还原层;由于地形平缓、降水丰富、铁锰的漂洗作用强烈而具备漂白层;由于淹水种稻而具有人为滞水土壤水分状况;由于淹水种稻与落干种油(麦)相互轮换而具氧化还原特征。

(1) 中国土壤系统分类研究协作组,1991

(2) 中国科学院南京土壤所土壤系统分类课题组,1991

表 1 供试土壤剖面形态特征及理化性质

Table 1 Morphologic features and physical-chemical properties of the soils in the test

剖面 编号 Profile code	土层 符号 Layer code	土层深度 Soil depth (cm)	形态特征 Morphologic features	pH (1:2.5)	颗粒组成 Particle size distribution (%)			质地类型 Texture	有机碳 SOC (g kg <sup>-1</sup> )	CEC (cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	游离 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Free Fe (g kg <sup>-1</sup> )
					砂粒 Sand	粉粒 Silt	黏粒 Clay				
DGPB	Ap1	0~10	灰黄棕色(10YR 5/2,干);极少锈纹	5.34	29.8	43.2	27.0	粉黏壤土 <sup>①</sup>	27.92	16.24	12.66
	Ap2	10~25	灰黄棕色(10YR 6/2,干);中量锈纹	5.33	27.6	45.4	27.0	粉黏壤土 <sup>①</sup>	22.37	13.65	14.05
	E1	25~40	浊黄橙色(10YR 6/3,干),浊黄橙色(10YR 5/4,润);多量锈纹	4.66	28.0	43.8	28.2	黏壤土 <sup>②</sup>	13.80	11.68	16.31
E2		40~60	淡黄橙色(10YR 8/3,干),亮黄棕色(10YR 7/6,润);多量锈纹	4.06	37.6	40.4	22.0	粉壤土 <sup>③</sup>	2.33	9.63	14.44
	E3	60~70	淡黄橙色(10YR 8/3,干),淡黄橙色(10YR 8/4,润);多量锈纹	3.92	35.6	34.4	30.0	黏壤土 <sup>②</sup>	2.37	12.96	9.10
	Br11	70~110	淡黄橙色(7.5YR 8/4,干);多量锈纹	3.92	36.3	35.2	28.5	黏壤土 <sup>②</sup>	1.53	15.16	11.47
GANCB	Ap1	0~19	淡黄色(2.5Y 7/3,干),浊黄棕(10YR 5/4,润);多量锈纹	4.05	39.0	33.4	27.6	黏壤土 <sup>②</sup>	20.04	10.64	13.49
	Ap2	19~28	淡黄色(2.5Y 7/3,干),灰黄棕(10YR 5/2,润);多量锈纹	4.47	40.0	32.6	27.4	黏壤土 <sup>②</sup>	11.41	8.96	14.88
	E1	28~40	浅淡黄色(2.5Y 8/3,干),浊黄橙色(10YR 7/4,润);多量锈纹	5.03	40.0	37.8	22.2	壤土 <sup>④</sup>	3.74	9.92	13.25
E2		40~50	浅淡黄色(2.5Y 8/3,干),淡黄橙色(10YR 8/4,润);多量锈纹锈斑,少量锈斑,具胶膜	4.86	38.0	60.4	1.6	粉壤土 <sup>③</sup>	4.17	11.15	11.76
	E3	50~80	灰白色(2.5Y 8/2,干),淡黄橙色(10YR 8/4,润);多量锈纹锈斑,少量锈斑,具胶膜	4.11	41.6	46.3	12.1	粉壤土 <sup>③</sup>	3.49	12.16	9.01
	Br11E	80~90	灰白色(2.5Y 8/2,干),淡黄橙色(10YR 8/3,润);中量锈纹锈斑	3.95	36.4	38.0	25.6	粉壤土 <sup>③</sup>	0.72	13.28	6.38
BrE		90~110	灰白色(2.5Y 8/2,干),淡黄橙色(10YR 8/3,润);中量锈纹锈斑和锈斑	3.91	34.0	41.6	24.4	粉壤土 <sup>③</sup>	0.93	15.12	5.45
	Br12E	110~120	橙白色(10YR 8/2,干),淡黄橙色(10YR 8/4,润);少量锈斑,中量锈斑	3.89	30.0	42.8	27.2	粉黏壤土 <sup>①</sup>	0.85	15.68	8.45
	WLKB	Ap1	0~20	浊黄橙色(10YR 6/3,干);多量锈纹	4.23	28.0	44.2	27.8	粉黏壤土 <sup>①</sup>	23.03	11.36
Ap2		20~30	浊黄橙色(10YR 7/3,干);多量锈纹	4.53	28.0	46.2	25.8	粉壤土 <sup>③</sup>	15.22	9.60	14.64
	E1	30~40	浊黄橙色(10YR 7/3,干),浊黄橙色(10YR 6/4,润);多量锈纹	4.94	29.6	46.2	24.2	粉壤土 <sup>③</sup>	9.29	8.16	21.41
	E2	40~50	淡黄橙色(10YR 8/3,干),浊黄橙色(10YR 7/4,润);多量锈纹、锈斑	4.94	34.4	61.2	4.4	粉土 <sup>⑤</sup>	4.16	9.76	10.37
E3		50~60	灰白色(2.5Y 8/2,干),浊黄橙色(10YR 7/3,润);多量锈纹锈斑和锈斑	4.61	30.4	68.0	1.6	粉土 <sup>⑤</sup>	2.15	9.95	4.70
	E4	60~80	灰白色(2.5Y 8/2,干),浊黄橙色(10YR 7/2,润);多量锈纹锈斑,中量锈斑,具黏粒胶膜	3.96	33.6	63.7	2.7	粉土 <sup>⑤</sup>	2.41	10.37	3.48
	BrE5	80~90	橙白色(7.5YR 8/2,干),淡黄橙色(7.5YR 8/3,润);多量锈纹锈斑,少量锈斑	3.84	28.0	40.2	31.8	粉黏壤土 <sup>①</sup>	1.96	14.94	3.31
Br1E6	90~120	橙白色(7.5YR 8/1,干),橙白色(7.5YR 8/2,润);多量锈斑	3.83	30.2	36.7	33.1	粉黏壤土 <sup>①</sup>	2.93	14.75	3.99	

续表

剖面 编号 Profile code	土层 符号 Layer code	土层深度 Soil depth (cm)	形态特征 Morphologic features	颗粒组成 Particle size distribution(%)			质地类型 Texture	有机碳 SOC (g kg <sup>-1</sup> )	CEC (cmol(+) kg <sup>-1</sup> )	游离 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Free Fe (g kg <sup>-1</sup> )	
				pH (1:2.5)	砂粒 Sand	粉粒 Silt					黏粒 Clay
HSL	Ap1	0~20	浊黄棕色(10YR 4/3,干);中量锈纹锈斑;极少塑料薄膜	3.82	30.0	41.2	28.8	17.28	12.35	12.86	
	Ap2	20~30	浊黄棕色(10YR 4/3,干);多量锈纹;极少石砾	4.46	27.8	42.8	29.4	13.69	12.13	12.60	
	Br11	30~60	浊黄橙色(10YR 7/4,干);多量锈纹锈斑	5.03	30.7	44.8	24.5	1.98	8.08	22.91	
	Br	60~80	浅淡黄色(2.5Y 8/4,干);多量锈纹锈斑,少量锰斑	4.08	36.6	40.6	22.8	1.89	7.84	13.29	
	Eb	80~100	浅淡黄色(2.5Y 8/3,干);浊黄橙色(10YR 7/4,润);多量锈纹锈斑,少量铁锰斑	3.90	35.0	42.0	23.0	1.98	7.84	11.98	
	Eb	100~120	浅淡黄色(2.5Y 8/3,干);浊黄橙色(10YR 7/4,润);多量锈纹锈斑,少量铁锰斑	3.92	37.0	43.8	19.2	1.87	6.72	13.44	
	Br11Eb	120~180	浅淡黄色(2.5Y 8/3,干);浊黄橙色(10YR 7/4,润);多量锈纹锈斑	3.80	29.7	42.3	28.1	1.26	10.10	9.55	
	Br12Eb	180~200	灰白色(2.5Y 8/2,干);浊黄橙色(10YR 7/3,润);多量锈纹锈斑	3.71	31.0	35.0	34.0	1.52	11.68	3.12	
	Br13Eb	200~220	灰白色(2.5Y 8/2,干);浊黄橙色(10YR 7/3,润);少量锈纹,多量锈斑	3.75	29.0	44.8	26.2	1.37	8.90	3.48	
	Br14Eb	220~240	灰白色(2.5Y 8/2,干);浊黄橙色(10YR 7/2,润);少量锈斑	3.78	31.0	44.6	24.4	4.99	8.58	1.33	
	EbC1	240~260	灰黄色(2.5Y 7/2,干);浊黄橙色(10YR 7/2,润);少量黑炭;具沉积层理	3.77	23.0	34.6	42.4	5.31	12.86	0.30	
	C2	260~270	棕棕色(7.5YR 5/3,干);中量黑炭;具沉积层理	3.81	25.0	36.6	38.4	35.70	12.19	0.20	
	WGB	Ap1	0~17	浊黄橙色(10YR 7/2,干);多量锈纹	3.89	24.8	43.2	32.0	18.98	11.76	10.65
		Ap2	17~25	浊黄橙色(10YR 7/3,干);多量锈纹	4.11	24.2	44.4	31.4	10.02	9.84	11.51
E1		25~40	浅淡黄色(2.5Y 8/3,干);亮黄棕色(10YR 7/6,润);多量锈纹;极少瓦片	4.21	30.8	43.2	26.0	3.50	7.42	19.08	
E2		40~50	浅淡黄色(2.5Y 8/3,干);浊黄橙色(10YR 7/4,润);多量锈纹,中量锰斑	4.04	23.2	61.4	15.4	1.92	9.68	15.96	
E3		50~60	淡黄橙色(10YR 8/3,干);亮黄棕色(10YR 7/6,润);多量锈纹锈斑,中量锰斑	4.04	21.6	62.4	16.0	2.58	11.20	18.75	
Br11		60~70	淡黄橙色(10YR 8/4,干);多量锈纹锈斑,中量锰斑	4.10	22.0	72.2	5.8	2.68	10.72	22.49	
Br12		70~80	淡黄橙色(10YR 8/4,干);少量锈纹,少量铁锰斑	4.07	29.0	69.2	1.8	3.17	8.80	13.14	
Br		80~90	黄橙色(10YR 8/6,干);极少锈纹,中量锰斑,具灰色胶膜	4.02	30.0	69.4	0.6	4.39	8.22	21.77	
Br13	90~100	黄橙色(10YR 8/8,干);极少锈纹,多量锈斑,少量锰斑,具灰色胶膜	3.92	18.4	35.6	46.0	1.16	12.32	29.43		
Br14	100~110	黄橙色(10YR 8/8,干);极少锈纹,多量锈斑	3.85	18.8	39.4	41.8	3.44	13.81	33.07		

① Silty clay loam; ② Clay loam; ③ Silt loam; ④ Loam; ⑤ Silt; ⑥ Silty clay

### 2.3 土壤分类与参比

首先按《中国土壤系统分类检索》(第3版)<sup>[14]</sup>对上述5个代表性剖面的分类位置进行检索:第二级阶地的 DGPB 和第三级阶地的 GANCB 紧接犁底层之下无铁渗淋亚层,水耕氧化还原层无 DCB 浸提性铁高于表层 DCB 浸提性铁的 1.5 倍的亚层,只能划分为筒育水耕人为土土类,又由于在矿质土表至 60 cm 范围内均具备漂白层,所以划分为漂白筒育水耕人为土。第三级阶地的 WLKB、第四级阶地的 HSL 和第五级阶地的 WGB 紧接犁底层之下无铁渗淋亚层,但水耕氧化还原层有一亚层 DCB 浸提性铁高于表层 DCB 浸提性铁的 1.5 倍,所以划分为铁聚

水耕人为土土类,且 WLKB 和 WGB 剖面在矿质土表至 60 cm 范围内均具备漂白层,所以划分为漂白铁聚水耕人为土,而 HSL 剖面的漂白层不在此深度范围内,只能划分为普通铁聚水耕人为土(表 2)。

再按《中国土壤分类系统》<sup>[15]</sup>进行发生分类鉴定,因为 5 个剖面均为长期水旱轮作田,发育有相应的耕作层、犁底层,且均遭强烈侧渗漂洗而具色泽浅淡发白的漂洗层,所以均鉴定为漂洗水稻土亚类(表 2)。

由此可见,发生分类的漂洗水稻土亚类对应系统分类多个亚类,表明系统分类对土壤有更强的区分、鉴别能力。

表 2 供试土壤类型划分及参比

Table 2 Classification and reference of the soils in the test

剖面编号 Profilecode	位置 Location	土纲 Order	亚纲 Suborder	土类 Group	亚类 Subgroup	发生分类亚类 Genetic classification
DGPB	第二级阶地 <sup>①</sup>	人为土 <sup>⑤</sup>	水耕人为土 <sup>⑥</sup>	筒育水耕人为土 <sup>⑦</sup>	漂白筒育水耕人为土 <sup>⑨</sup>	漂洗水稻土 <sup>⑫</sup>
GANCB	第三级阶地 <sup>②</sup>	人为土 <sup>⑤</sup>	水耕人为土 <sup>⑥</sup>	筒育水耕人为土 <sup>⑦</sup>	漂白筒育水耕人为土 <sup>⑨</sup>	漂洗水稻土 <sup>⑫</sup>
WLKB	第三级阶地 <sup>②</sup>	人为土 <sup>⑤</sup>	水耕人为土 <sup>⑥</sup>	铁聚水耕人为土 <sup>⑧</sup>	漂白铁聚水耕人为土 <sup>⑩</sup>	漂洗水稻土 <sup>⑫</sup>
HSL	第四级阶地 <sup>③</sup>	人为土 <sup>⑤</sup>	水耕人为土 <sup>⑥</sup>	铁聚水耕人为土 <sup>⑧</sup>	普通铁聚水耕人为土 <sup>⑪</sup>	漂洗水稻土 <sup>⑫</sup>
WGB	第五级阶地 <sup>④</sup>	人为土 <sup>⑤</sup>	水耕人为土 <sup>⑥</sup>	铁聚水耕人为土 <sup>⑧</sup>	漂白铁聚水耕人为土 <sup>⑨</sup>	漂洗水稻土 <sup>⑫</sup>

① The second stage terrace; ② The third stage terrace; ③ The fourth stage terrace; ④ The fifth stage terrace; ⑤ Anthrosols; ⑥ Stagnic Anthrosols; ⑦ Hapli-Stagnic Anthrosols; ⑧ Fe-accumuli-Stagnic Anthrosols; ⑨ Albic Hapli-Stagnic Anthrosols; ⑩ Albic Fe-accumuli-Stagnic Anthrosols; ⑪ Typic Fe-accumuli-Stagnic Anthrosols; ⑫ Bleached paddy soil

### 3 讨论

《中国土壤系统分类检索》(第3版)<sup>[14]</sup>设立了水耕表层和水耕氧化还原层 2 个诊断层,用以鉴定人为土土纲和水耕人为土亚纲;并在水耕氧化还原层中提出“铁渗淋亚层”,用以划分铁渗水耕人为土土类;提出“水耕氧化还原层的 DCB 浸提性铁至少为表层的 1.5 倍”,用以划分铁聚水耕人为土土类。在铁渗水耕人为土土类下划分了漂白铁渗水耕人为土亚类——具“在矿质土表至 60 cm 范围内有漂白层”特征。在铁聚水耕人为土土类下同样划分了漂白铁聚水耕人为土亚类。鉴于此,在实践中需要处理好以下三个问题:

(1) 漂白层与水耕氧化还原层的关系。从分类实践来看,水耕人为土中的漂白层可能作为水耕氧化还原层的一个亚层而成为水耕氧化还原层的上部,紧接于水耕表层之下,如第五级阶地的 WGB 剖面;甚至水耕氧化还原层与漂白层完全重合,如三

级阶地的 GANCB 和 WLKB 剖面;也可能独立于水耕氧化还原层而分布于水耕氧化还原层之下,如 HSL,可认为这种漂白层是埋藏古土壤的组成部分。刘世全等<sup>[16]</sup>也认为这是地质历史过程的产物;太湖平原也有类似情况发生<sup>[17]</sup>。

(2) 漂白层与铁渗淋亚层的区分。中国土壤分类系统规定,水耕氧化还原层有一个或一个以上氧化还原形态特征,其中之一就是“紧接水耕表层之下有一带灰色的铁渗淋亚层(该层厚度 $\geq 10$  cm,离铁基质占 85% 以上),但不符合漂白层的条件;其离铁基质色调为 10YR~7.5Y,润态明度 5~6,润态彩度 $\leq 2$ ;或有少量锈纹锈斑<sup>[14]</sup>”;而漂白层“由 $\geq 85\%$ 的漂白物质组成。漂白物质本身显示下列之一的颜色:a. 彩度 $\leq 2$ ,以及或是润态明度 $\geq 3$ ,干态明度 $\geq 6$ ,或润态明度 $\geq 4$ ,干态明度 $\geq 5$ ;或 b. 彩度 $\leq 3$ ,以及或是润态明度 $\geq 6$ 或干态明度 $\geq 7$ ,或是粉粒、砂粒色调为 5YR 或更红,明度同 a<sup>[14]</sup>”。基质颜色描述实践表明,润态明度往往低于或等于干态明度值,而润态彩度值又往往高于或等于干态彩度值,

本研究中的 5 个剖面均呈现这种特点,《中国土壤系统分类: 理论·方法·实践》<sup>[18]</sup>中同时有干态和润态颜色记载的剖面也均有这样的特点。也就是说,对于“润态明度 5~6,润态彩度 $\leq 2$ ”的铁渗淋亚层往往同时满足漂白层“彩度 $\leq 3$ ,以及或是润态明度 $\geq 6$ 或干态明度 $\geq 7$ ”的条件而成为漂白层,很难达到“不符合漂白层的条件”的要求。此外,漂白层对土壤彩度的限定没有特别强调是干态还是润态。本文划分的漂白层中,DGPB 和 WGB 剖面就只是其干态颜色满足漂白层的规定。若要更严格地限定漂白物质在颜色方面的要求,应在文字描述上特别强调“干态和润态的彩度均 $\leq 3$ ”。

(3)“铁聚”词首的条件。水耕人为土亚纲中检索出铁渗水耕人为土土类后将“水耕氧化还原层的 DCB 浸提性铁至少为表层的 1.5 倍”的水耕人为土划分为铁聚水耕人为土,但在分类实践中,往往是只要水耕氧化还原层“某一亚层( $\geq 10$  cm)的 DCB 浸提性铁至少为耕层 1.5 倍”也划分出铁聚水耕人为土土类<sup>[8,18]</sup>(本文划分铁聚水耕人为土土类时也采用了这样的方式)。因此,可将“水耕氧化还原层的 DCB 浸提性铁至少为表层的 1.5 倍”修改为“某一亚层( $\geq 10$  cm)的 DCB 浸提性铁至少为耕作层 Ap1 或犁底层 Ap2,或整个水耕表层(包括耕作层和犁底层)的 1.5 倍”。

此外,就目前的文献来看,人们很少在淹水状态下观察耕作层和犁底层颜色,在排水落干后测定耕作层和犁底层容重,因此可将其在土壤类型鉴定时淡化、弱化。

综上,尽管中国土壤系统分类在高级分类上已基本定型,对诊断层、诊断特性、诊断现象及土类词首和亚类形容词等的准确表述仍需改进。同时,为了进一步推动其发展,应探索制定标准化、量化的土壤分类研究行为规范,包括尽快出版发行新的《中国标准土色卡》以替换已经褪色的老版本、制定详细的《土壤剖面描述标准》并正式出版发行、将《土壤实验室分析项目及方法规范》正式出版发行、根据分类实践中发现的新问题定期组织专家修订《中国土壤系统分类检索》等。

## 参考文献

[1] Hou K C, Ma Y T. On the morphological aspects of the podzolic rice paddy soils in Nanchang region, Kiangsi, China. Special Soils Publication, 1935(3): 1—20

[2] 梁继兴, 林电, 张少若. 海南省土壤系统分类的研究. 热带作物学报, 1997, 18(1): 36—41. Liang J X, Lin D, Zhang S

R. Taxonomic classification of soils in Hainan Province (In Chinese). Chinese Journal of Tropic Crops, 1997, 18(1): 36—41

[3] 魏孝孚. 浙江省水耕人为土鉴别特性及系统分类研究. 土壤通报, 1999, 30(专辑): 45—49, 59. Wei X F. Study on diagnostic characteristics and taxonomic classification of Stagnic Anthrosols of Zhejiang Province (In Chinese). Chinese Journal of Soil Science, 1999, 30(Special issue): 45—49, 59

[4] 陈健飞. 福建省土壤分类参比与土壤系统分类检索. 地球信息科学, 2002(1): 66—70. Chen J F. Study on soil classification correlation and keys to soil taxonomical classification of Fujian Province (In Chinese). Geo-information Science, 2002(1): 66—70

[5] 夏建国, 邓良基, 张丽萍, 等. 四川土壤系统分类初步研究. 四川农业大学学报, 2002, 20(2): 117—122. Xia J G, Deng L J, Zhang L P, et al. Study on soil taxonomy in Sichuan (In Chinese). Journal of Sichuan Agricultural University, 2002, 20(2): 117—122

[6] 陈志诚, 赵文君, 龚子同. 海南岛土壤发生分类类型在系统分类中的归属. 土壤学报, 2003, 40(2): 170—177. Chen Z C, Zhao W J, Gong Z T. Correlation of soil taxa of Hainan island between Chinese Soil Genetic Classification and Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2003, 40(2): 170—177

[7] 陆宏, 厉仁安. 慈溪市土壤系统分类研究. 土壤, 2006, 38(4): 499—502. Lu H, Li R A. Soils of Cixi County in soil taxonomy (In Chinese). Soils, 2006, 38(4): 499—502

[8] 杜国华, 张甘霖, 龚子同. 长江三角洲水稻土主要土种在中国土壤系统分类中的归属. 土壤, 2007, 39(5): 684—991. Du G H, Zhang G L, Gong Z T. Placement of paddy soils of the Yangtze delta in the Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Soils, 2007, 39(5): 684—991

[9] 陈志诚, 龚子同, 张甘霖, 等. 不同尺度的中国土壤系统分类参比. 土壤, 2004, 36(6): 584—595. Chen Z C, Gong Z T, Zhang G L, et al. Correlation of soil taxa between Chinese Soil Genetic Classification and Chinese Soil Taxonomy on various scales (In Chinese). Soils, 2004, 36(6): 584—595

[10] 顾也萍, 胡德春, 刘付程, 等. 安徽宣郎广岗丘区土壤发生分类类型在系统分类中的归属. 土壤学报, 2006, 43(1): 8—16. Gu Y P, Hu D C, Liu F C, et al. Correlation of soil taxa of hilly region of Xuan Lang Guang of Anhui Province between Chinese Soil Genetic Classification and Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2006, 43(1): 8—16

[11] 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. 南京: 南京出版社, 1989. Institute of Soil Science, Academia Sinica, Xian Institute of Optics and Precision Mechanics, Academia Sinica. Chinese standard soil color chart (In Chinese). Nanjing: Nanjing Press, 1989

[12] 林振骥, 劳家桎. 土壤农化分析法. 北京: 农业出版社, 1961. Lin Z J, Lao J C. Analytical methods of soil and agricultural chemistry (In Chinese). Beijing: Agriculture Press, 1961

[13] 张行峰. 实用农化分析. 北京: 化学工业出版社, 2005. Zhang X F. Practical methods of agricultural chemistry (In Chinese). Beijing: Chemical Industry Press, 2005

- [14] 中国科学院南京土壤研究所. 中国土壤系统分类. 第3版. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2001. Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences. Chinese soil taxonomy (In Chinese). 3rd ed. Hefei: University of Science and Technology of China Press, 2001
- [15] 全国土壤普查办公室. 中国土壤分类系统. 北京: 农业出版社, 1993. National Soil Survey Office. Soil classification system of China (In Chinese). Beijing: Agriculture Press, 1993
- [16] 刘世全, 刘应章, 伍先菊. 四川白鳝泥的发生特点及肥力特征. 四川农业大学学报, 1990, 8(4): 284—297. Liu S Q, Liu Y Z, Wu X J. The properties of genesis and fertility of Sichuan bleached soil (In Chinese). Journal of Sichuan Agricultural University, 1990, 8(4): 284—297
- [17] 于天仁, 谢建昌, 杨国治, 等. 太湖流域低产“白土”的成因及其改良. 土壤学报, 1959, 7(1/2): 42—58. Yu T R, Xie J C, Yang G Z, et al. Studies on the infertile “white soil” in Tai Lake region (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 1959, 7(1/2): 42—58
- [18] 龚子同, 等. 中国土壤系统分类: 理论·方法·实践. 北京: 科学出版社, 1999. Gong Z T, et al. Chinese soil taxonomy: Theory, method, application (In Chinese). Beijing: Science Press, 1999

## CLASSIFICATION AND REFERENCE OF THE BLEACHED SOIL ON TERRACES OF MINGSHAN, WEST SICHUAN

Yuan Dagang<sup>1</sup> Fu Wei<sup>1</sup> Wang Jiakuan<sup>1</sup> Pu Guanglan<sup>1</sup> Wu Deyong<sup>1</sup> Tang Mingjun<sup>2</sup>

(1 College of Resources and Environment, Sichuan Agricultural University, Yaan, Sichuan 625014, China)

(2 Agricultural Technology Service Station, Dashu Town, Daxian County, Sichuan 635014, China)

**Abstract** Intensely leached soil is a unique type of soil and has an important position in the soil classification system. For its classification, bleached soils on the second, third, fourth and fifth terraces of Mingshan County, West Sichuan where they are widely distributed, were investigated and sampled in field and analyzed in laboratory. Following the principle and methods of Chinese Soil Taxonomy (CST), their diagnostic horizons were identified and their diagnostic characteristics, such as anthrostatic epipedon, hydragric horizon, albic horizon, anthrostatic moisture regime, redoxic features, determined; and by means of sequential searching, they were sorted into Anthrosols in order, Stagnic Anthrosols in suborder, Hapli-Stagnic Anthrosols and Fe-accumulic-Stagnic Anthrosols in group, Albic Hapli-Stagnic Anthrosols, Albic Fe-accumulic-Stagnic Anthrosols, and Typic Fe-accumulic-Stagnic Anthrosols in subgroup, and according to the Genetic Soil Classification of China (GSCC), they fell into the subgroup of Bleached Paddy Soil. Comparatively speaking, CST can more accurately discriminate soils, which favors standardized management of soils. However, CST still needs to be further perfected.

**Key words** Terrace; Bleaching; Albic horizon; Iron-percoleached subhorizon; Chinese Soil Taxonomy; Genetic Soil Classification of China