

成都平原典型土系分类与其生产性和生态环境特征

何毓蓉¹, 官阿都¹, 黄成敏^{1,2}, 杨昭琮³, 雷清良⁴

(1 中国科学院—水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041; 2 四川大学; 3 成都市土肥站; 4 蒲江县土肥站)

摘 要: 以国际土壤系统分类的基层单元的划分原理和方法, 研究建立了成都平原的土系。本文介绍了其中的长丘系、水口村系和界牌系等三个典型土系, 并分别划分了其所属土族。通过研究土系的生态环境特征和土壤的生产性能, 使土系划分在农业生产和区域生态环境建设上更有实用性。同时在土族划分上采用土壤微形态技术, 使其划分依据更科学。本文的研究结果对土壤基层分类有一定的指导意义。

关键词: 土壤系统分类; 土系; 生态环境特征; 生产性; 成都平原

中图分类号: S152, S157

文献标识码: A

国际上土壤系统分类日趋完善^[1]。土壤系统分类的基层分类单元, 主要是土系(soil scrise)在我国还刚刚开始^[2,3]。土系是发育在相同母质上, 具有类似剖面土层排列的一组土壤。除表层外, 其剖面的形态特征如: 土层种类、厚度、排列, 及各类土壤理化性、矿物学组成和其它肥力性状都相似的土壤构成土系。根据土壤的颗粒大小级别、土壤矿物组成类型、土壤温度状况等可划分土系所属的上一级单元——土族, 土族也是土壤系统分类的基层单元。

土壤基层分类是以实用性为目的的分类。其中最重要的: 一是紧密联系农业生产实践为农业生产服务; 二是为改善区域生态环境提供最基本的土壤资源信息。对此, 特别是后者还研究甚少。本文是以成都平原典型的土系为例, 进行土壤系统分类的基层分类, 以及联系生产和生态环境特征进行分类取得的初步结果。

1 研究方法

1.1 土系的研究方法

按国际土壤系统分类提出的方法^[4], 结合成都平原土壤的实际情况和实用性要求, 确定以下研究内容和方法: (1) 土层特征: 以诊断土层和诊断特性的指标划定土层类型和排列特征; (2) 土壤特性: 颗粒组成(吸管法), 土壤酸碱度(电极法), 容重(100cm³ 环刀法), 土壤有机质和养分分析(常规

法)。

1.2 土族的研究方法

主要研究内容和方法: (1) 土壤颗粒级别(筛分法和吸管法), (2) 矿物类型和微结构(土壤微形态技术和方法中, 土壤薄片采用冷杉胶—松节油灌胶、502 胶粘片法)。

2 研究结果

2.1 长秋系(Changqiu Series)

2.1.1 生态环境特征

本土系主要分布于亚热带紫色丘陵区, 一般处在丘陵的冲沟、低台地。母质为石灰质紫色砂泥岩风化坡积物。土壤温度状况属热性。由于所处地形部位低, 降水再分配后, 汇集水分较多, 一般都作为水田利用。土壤水分属人为滞水状况, 并且因为排水条件一般也较好, 多作为水旱轮作。土壤肥力较高, 土壤生产性较好。单个土体位于四川成都市蒲江县长秋乡三合村, E103°25', N30°10'。处于紫色浅丘地区, 土壤剖面在三条冲沟的下部。田块面积约 0.1 ha, 海拔 558 m, 母质为蓬莱镇组(J3p)砂、泥岩风化坡积物。年均温 16.4 °C, ≥10 °C 积温 5 157 °C, 年均降雨量 1 281.4 mm, 具热性土壤温度状况和人为滞水土壤水分状况。自然植被为柏、桉木、黄荆、马桑等, 种植水稻—油菜(小麦)等。

2.1.2 土壤诊断层及形态特征

收稿日期: 2000-03-29.

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(49831004)和中国科学院特别支持项目成果之一。

作者简介: 见本刊 2000 年, 18(6), 526 页。

A 0 cm ~ 13 cm 干态土色: 灰紫红(7.5YR6/4), 粉沙壤土, 块、粒状结构, 孔隙较多, 多量根系, 较湿润, 向下过渡不明显。pH7.9, (土层符号依据文献^[3], 下同)。

Pd 13 cm ~ 28 cm 干态土色: 灰紫红(7.5YR6/4)粉沙壤土, 片状、块状结构, 紧实, 少量根系, 润, 从薄片可观察到有少量铁锰胶膜, 向下过渡不明显。pH7.8。

Br 28 cm ~ 57 cm 干态土色: 灰紫红(7.5YR6/4)粉沙壤土, 角块状结构, 较紧实, 少量根系, 潮湿, 少量铁锰胶膜, 向下过渡不明显。pH8.0。

C 57 cm ~ 100 cm 干态土色: 灰紫红(7.5YR6/4)粉沙壤土, 无结构, 多蜗牛壳等喜湿动物遗迹。

2.1.3 土壤主要性状及其分异

紫色母质发育的水耕人为土的剖面特征是通体层次分化不明显。据我们研究这是紫色土胶粒有化学稳定性很强的铁锰质胶膜保护作用的结果。所以在 100 cm 土体内都见不到有铁锰质新生体和铁锰质分离的特征。与典型的水耕人为土相比其土壤诊

断层和特征都不明显。主要诊断层和特征是: (1)水耕表层: 厚度在 15 cm ~ 20 cm, 在每年 5 ~ 8 月人为淹水, 属土壤人为滞水状况, 土壤中有内部密实的块状结构体表明土壤在淹水种稻期间有糊泥化作用。在这一层的下面紧接 5 cm 左右的犁底层, 其特征是土壤有片状结构, 较上层紧实, 其容重较上层土壤高。(2)水耕氧化还原层, 这一层的发育不明显, 其判定特征主要是有角块状结构。这一层有积水特征。此外, 全剖面土壤呈碱性 pH 在 7.8 ~ 8.0, 含有较多的石灰, 含量在 80 g/kg ~ 86 g/kg。

2.1.4 土壤主要生产性能评述

主要的生产性特点是, 土壤质地好, 土层深厚, 土壤胶体品质好, 土壤矿质养分较丰富土壤水分状况好。所以作物生长好, 产量常年都较高。但也有土壤碱性、处在丘陵下部的冲沟或低台地, 所处地势较低, 土壤湿害等问题。

2.1.5 土壤的主要属性与土族划分

长秋系主要土壤属性列于表 1、2、3。土族划分: 属壤质伊利石混合型热性石灰性紫色水耕为土。

表 1 长秋系的土壤颗粒组成

Table 1 Mechanical composition in soils of Changqiu Series

土层	深度(cm)	砾石>2mm(g/kg)	颗粒组成(g/kg)			质地名称	粉/粘	容重Mg/m
			沙粒	粉粒	粘粒			
A	0—13	0	20	274	88	粉沙质壤土	3.11	1.18
Pd	13—28	0	30	252	130	粉沙质壤土	1.94	1.24
Br	28—57	0	32	252	130	粉沙质壤土	1.94	1.25

表 2 长秋系的土壤养分状况

Table 2 Soil nutrient states in Changqiu Series

深度(cm)	有机质	全氮(N)	全磷(P ₂ O ₅)	全钾(K ₂ O)	碱解氮(N)	有效磷(P)	速效钾(K)
		(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	
0—13	33.1	1.47	0.72	23.2	134	5	70
13—28	29.0	1.17	0.58	21.0	98	—	—
28—57	25.5	1.14	0.58	22.2	80	—	—

表 3 长秋系的土壤其它有关特性

Table 3 Some other properties of soils in Changqiu Series

土层	pH H ₂ O	CaCO ₃ (g/kg)	CEC7 (cmol/kg)	细粒矿物和微形态*			粗粒矿物与微结构*		土壤生产性能
				矿物形成物	铁—锰	其它类型	矿物类型	微结构类型	
A	7.9	8.0	12.9	I—Mt	无	多岩屑	Q、M	紧实状	土质好、养分丰富、水分状况好、生产性佳。需防洪涝
Pd	7.8	8.6	11.1	I—Vt	少量	—	Q、F	斑晶胶凝状	
Br	8.0	8.5	12.8	I—Ch	少量	多量有机残体	Q、M	(同上)	

* 矿物类型: Q—石英、F—长石、M—云母、I—伊利石、Mt—蒙脱石、Vt—蛭石、Ch—绿泥石、K—高岭石、Ca—方解石

2.2 水口村系(Shuikoucun Series)

2.2.1 生态环境特征

本土系分布于四川盆地中亚热带湿润气候区,成都平原主要分布于五面山、牧马山、龙门山东麓和龙泉山西麓的丘陵中上部,成土母质为第四纪老冲积黄土(主要是雅安期粘土),具热性土壤温度状况和湿润土壤水分状况,自然植被以马尾松、鹅儿草等为主,栽培作物为玉米、花生、小麦,以人工灌溉为主,外排水良好,中度侵蚀,一般作农地、果园利用。单个土体位于四川成都市蒲江县大兴乡水口村,地理位置: E103° 26'57", N30° 14'02", 多位于丘陵中上部,海拔 589 m。母质为第四纪老冲积黄土,具热性土壤温度状况和湿润土壤水分状况,多年平均地温(土深 20 cm 处) > 17 ° C,尤其 7~8 月耕层土温高达 25 ° C 以上,周围林草覆盖度高达 60 %~70 %,栽培作物以红薯、玉米等为主,排水良好,有中度侵蚀,农地。

2.2.2 土壤诊断层及形态特征

AB 0 cm~14 cm 浊黄橙(10YR 7/4,干态,下同),粘壤土,粒状结构,润,疏松,多量孔隙,多细根,少量中粗根,对其薄片所作微形态观察,发现很多铁锰斑纹,向下平滑过渡。

B 14 cm~45 cm 亮红棕(10YR 7/6),砂质粘壤土,核块状结构,润,结构较紧实,中量孔隙,少量

细裂隙,少细根,向下平滑过渡,大量铁锰斑。

45 cm~100 cm 亮红棕(10YR 7/6),粘壤土,角块状结构,较润,结构紧实,少量细裂隙,结构面有明显的铁锰锈斑。

2.2.3 土壤主要性状及其分异

土表侵蚀,土体较薄。具富铁层。表层为原心土层(由多量铁、锰斑和土色偏黄红等确定)的一部分,20 cm 左右,粒、块状结构;下层结构形状不规则,多呈角块状结构,铁锰锈斑多量;土体以粘壤土为主,粘粒比在 1.1 左右, pH4.4~6.2,酸性土占 53 %,微酸性土占 47 %,表层有机碳含量达 30 g/kg,全氮含量 1 g/kg 左右,碱解氮含量 85 mg/kg,速效磷 7.3 mg/kg,速效钾 76 mg/kg,其余各层养分含量均很低。

2.2.4 土壤主要生产性能评述

土层熟化度低,质地壤质偏粘,通透较好,水气较协调。土壤呈酸性反应,有机质、氮素养分极低,缺磷、钾。宜种薯类、花生。应作好施磷肥及稿秆还田,广种绿肥,增施钾肥等措施,提高土壤肥力。在利用上还可发展林、果业,保持水土、保护生态、提高经济收入。

2.2.5 土壤的主要属性与土族划分

水口村系主要土壤属性列于表 4、5、6。土族划分:壤质高岭石混合型表蚀筒育常湿富铁土。

表 4 水口村系土壤颗粒组成
Table 4 Mechanical composition of soils in Shuikoucun Series

土层	深度(cm)	砾石>2mm(g/kg)	颗粒组成(g/kg)(粒径: mm)			质地名称	粉粘比	容重(Mg/m ³)
			沙粒	粉粒	粘粒			
AB	0~14	0	181	304	171	粘壤土	1.78	1.14
B	14~45	0	142	332	154	砂质粘壤土	2.15	1.42

表 5 水口村系土壤养分状况
Table 5 Soil nutrient states in Shuikoucun Series

深度(cm)	有机质	全氮(N)	全磷(P ₂ O ₅)	全钾(K ₂ O)	碱解氮(N)		
					(mg/kg)		
0~14	18.1	1.42	0.38	8.9	88	7	76
14~45	5.0	0.39	0.08	11.7	30	2	17

表 6 水口村系土壤其它有关特性
Table 6 Some other properties of soils in Shuikoucun Series

土层	pH		CaCO ₃ (g/kg)	CEC7 (cmol/kg)	细粒矿物和微形态*			粗粒矿物与微结构*		土壤生产性能
	H ₂ O	KCl			矿物类型	铁锰形成物	其它	矿物类型	微结构类型	
AB	5.8	4.1	10.2	7.3	Kt—Vt	多量	—	Q	紧实—多孔状	蚀、酸、泡、瘦等问题,施磷钾肥,林果农综合利用
B	6.2	4.1	14.4	7.0	Kt—Vt	多量	—	Q	多孔—紧实状	

* 矿物类型符号同表 3。
©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.3 界牌系 (Jiepai Series)

2.3.1 生态环境特征

本土系分布于四川盆地中亚热带湿润气候区,在成都平原主要分布于龙泉山以东的黄色老冲积台地。土壤母质为第四系成都粘土,具热性土壤温度状况,自然植被以松、铁芒箕和楠、槐、竹等为主。长期垦殖,水旱轮作。除种植水稻外,旱作主要是小麦、油菜、甘薯、胡豆、碗豆等。灌排水条件较好。轻度侵蚀。一般作为水田、旱地和果园利用。单个土体位于四川省成都市龙泉驿区界牌乡,老成渝路路南 200 m 左右。地理坐标 E 102°50′ N 30°15′。龙泉山西台地—侵蚀浅丘,地形较平坦。海拔 520 m,母质为第四系上更新统成都粘土。具热性土壤温度状况和湿润土壤水分状况。自然植被有蕨类、艾蒿、慈竹、桉树等。据调查该土地过去长期为水田,以种植水稻利用为主。从 90 年代开始通过排水改土,现已改为果园,种有枇杷、柑橘、葡萄等。

2.3.2 土壤诊断层及形态特征

A 0 cm ~ 18 cm 干态土色: 亮黄棕(7.5YR7/6)夹灰白色(2.5 Y8/2)、橙色(7. 5YR6/8)等杂色。粉沙质粘土,块状结构,湿润,紧实,孔隙较少,有少量根系。微形态观察见有一定数量亚棱块状结构体及其间细孔隙,细粒基质为主,有数量<25 %的<0.02 mm 骨骼颗粒和有少量铁锰结核等新生体。土壤微垒结类型属亚棱块状微结构 (Subangular blocky structure)。向下过渡明显。

Br1 18 cm ~ 62 cm 干态土色: 浊黄橙(7.5YR7/3—6/4)夹较多的黑褐色斑块。粘土,棱块状结构,潮湿,紧实,孔隙少。铁锰斑、纹、结核较多。微形态观察有棱块状结构,有成片的光性定向粘粒胶膜和铁质胶膜,在部分孔隙边缘有薄层铁质胶膜形成。土壤微垒结类型属棱块状微结构 (Angular blocky structure)。向下过渡明显

Br2 62 cm ~ 100 cm 干态土色: 亮黄棕(7.5YR7/6)夹灰白色(2.5Y8/2)。粉沙质粘土,大棱

块状结构,很湿。较紧实。铁锰斑纹多量,铁聚现象明显。微形态观察见有较多的大棱块状结构体及其边缘形态相合的细孔隙,有较成片的黑褐色胶膜和结核,在孔隙周围有较多的光性定向粘粒胶膜。土壤微结构类型同上层。向下过渡明显。

100 cm ~ 130 cm 干态土色: 亮黄棕(10YR7/6)夹淡灰(10YR7/4)。粘土,无结构,浸水,微形态观察土壤密实,石英颗粒细,属细斑晶紧实土壤微结构,少量孔隙并多有粘粒胶膜。

2.3.3 土壤主要性状及其分异

土壤主要出现的诊断层有: (1)水耕表层 上部土层厚度在 14 cm ~ 19 cm,由于土质粘重,土壤较紧实,容重达 1.50 Mg /m³。同时因为水旱轮作,交替的氧化还原过程,所以土壤中有较多的铁锰斑纹。下部犁底层,厚度在 10 cm 左右,较上层紧实,容重达 1.55 cm ~ 1.60 Mg /m³,有片状结构,铁锰形成物少。(2)水耕氧化还原层 土层较厚,土质粘重,土体中有较多的铁锰形成物,如赤或棕色的铁质胶膜、斑、纹、褐色的铁锰斑或结核等。灰白色的形成物为源于母质的继承性形成物,可能主要成分为伊利石、高岭石等。(3)母质层 在 100 cm 以下,有积水但无潜育特征。

2.3.4 土壤主要生产性能评述

主要的生产问题是,土质粘重,结构性差。土壤板结,耕性不良。土壤营养元素的有效性低,特别是缺磷、钾和微量元素。一般主要通过(1)增施有机肥改良土壤结构,(2)适当增施磷、钾、微肥,(3)深耕逐步增厚活土层和改善结构,(4)适当采用少免耕法,减轻犁底层厚度和高位化,使土壤自然恢复结构,(5)调整种植结构,实行多样化种植制度,例如发展果园、菜园、花圃等。

2.2.5 土壤的主要属性与土族划分

界牌系主要土壤属性列于表 7~9。土族划分: 粘质高岭石混合型热性普通铁聚水耕人为土。

表 7 界牌系土壤物理特性

Table 7 Physical properties of soils in Jiepai Series

土层	深度(cm)	砾石> 2mm (g/kg)	颗粒组成(g/kg) (粒径: mm)			质地名称	粉粘比	容重(Mg/m ³)
			沙粒	粉粒	粘粒			
Ap1	0~18		125.0	575.0	300.0	粉砂质粘土	1.92	1.32
Br1	18~62		22.5	455.0	522.5	粘土	0.87	1.47
Br2	62~100	10.0	34.0	650.0	306.0	粉砂质粘土	2.12	1.63

表 8 界牌系土壤养分状况
Table 8 Soil nutrient states in Jiepai Series

深度 (cm)	有机质	全氮(N)	全磷(P ₂ O ₅)	全钾(K ₂ O)	碱解氮(N)	有效磷(P ₂ O ₅)	速效钾(K ₂ O)
	(g/kg)				(mg/kg)		
0~18	14.4	0.65	1.23	16.7	56.4	4.8	43.3
18~62	11.3	0.49	0.40	12.8	—	—	—
62~10	4.9	0.39	0.49	12.7	—	—	—

表 9 界牌系土壤其它有关的特性
Table 9 Some other properties of soils in Jiepai Series

深度 (cm)	pH		CaCO ₃ (g/kg)	CEC7 (cmol/kg)	细粒矿物和微形态 *			粗粒矿物与微结构 *		土壤生产性能
	H ₂ O	KCl			矿物类型	铁、锰形成物	其它	矿物类型	微结构类型	
0~18	6.9	5.5	10.0	16.73	K—I	少量	少量有机残体	Q	亚棱块状	耕层薄, 湿度大,
18~62	6.4	4.5	11.1	17.66	K—I	多量	—	Q	棱块状	属高氮、中钾、严
62~100	6.3	5.0	18.4	20.63	I—I-K	多量	—	Q	细斑晶紧实状	重缺磷型土壤

* 矿物类型符号同表 3。

3 讨论

3.1 划分土系的原则和依据

应当遵循“三性”和“三结合”原则,“三性”即科学性、典型性和生产性;“三结合”即国际土壤分类制与地方土壤实际相结合、宏观与微观相结合、土壤分类理论与生产实践相结合。主要依据:(1)土壤高级分类单元具有诊断意义的土层和土壤属性。这些属性中,可在野外简易判别的某些特征特性可作为其划分的最直观的依据。(2)注意不同的局部土壤环境因素组合或微域景观变异。(3)不同的利用方式或生产水平、肥力问题差异。(4)土壤控制层段内特征土层类型、排列及其土壤性状(土色、结构、质地、新生体、土层厚度及界面过渡、以及其它土壤理化性)和土壤微形态的差异。

3.2 土系与生产性和生态环境特征的关系

与其它土壤分类制所不同的是,土壤系统分类只能是依据土壤本身的属性,即使是基层分类也不能例外。但从实际出发,在进行调查分类时又不能与其生产性能和生态环境特征分离。同时土系研究成果必须具有实用性,其中最主要是在指导农业生产和生态环境建设上应用。因此在土壤系统分类的基层分类调查研究中需要紧密联系土壤的生产性问题及其生态环境特征。对成都平原的典型土系研究结果证明,这一研究方法和技术路线是完全正确的。

3.3 土系研究的关键问题

在土系研究中最关键的问题是如何正确选择和确定土系研究对象。通过本研究,可从以下几点着手。

1. 立足于已有研究工作基础 应用土壤系统分类的原理和方法研究建立新的土壤基层分类体系肯定与以前的土壤基层分类截然不同,不能采用简单的转换或更名处之。但又必须认识到原有土壤分类与新的系统分类之间的联系及其所长。特别是第二次土壤普查也已吸收了一些国际土壤分类制的认识和方法,包括土壤基层分类。所以应当充分利用这些丰富的成果。开展土系研究工作要选择有扎实的土壤普查和研究工作基础的地区和土壤作为研究样区和研究对象。

2. 注意研究建立土系的代表性 土壤基层分类一般具有分区域进行的特点,和以前土壤基层分类研究不同,需要全面反映和代表该区内的土壤状况。因此在选点上要有代表性。在土壤环境、土壤类型、利用类型等方面都应当进行比较全面地考察和研究。以便类比。

3. 点面结合 在路线和分区调查研究的基础上,确定重点调查和研究的单个土体的骨干剖面,使所确定的候选土系比较理想,具有典型性。

4. 充分吸收基层干部的意见 农村基层干部,特别是参加过土壤普查的干部对土壤的生产性差异、土壤肥力、土壤利用价值等情况特别清楚。充分听取他们的意见对正确选择土系研究对象是非常必要的。

参加调查和研究工作还有:何洪明(蒲江县农业局)、胡长生(成都市龙泉驿区土肥站)等,一并致谢!

参考文献:

[1] United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation

Service. Keys to Soil Taxonomy[M] . Seventh Edition, 1996.

[2] 龚子同, 等. 中国土壤系统分类—理论·方法·实践[M] . 北京: 科学出版社. 1999.

[3] 何毓蓉, 杨昭宗, 陈学华, 等. 四川盆地西部灌口组 (K2g) 紫色雏形土的特征与分类[J] . 山地学报. 1999, 17(1): 28 ~ 33. United.

[4] States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center. Soil Survey Laboratory Methods Manual[M] . Soil Survey Investigations Report No. 42 Version3. 0 , January 1996.

The taxonomic classification, production properties and eco-environmental characters of typical soil series in Chengdu Plain

HE Yu-rong¹, GONG A-du¹, HUANG Cheng-min^{1, 2}, YANG Zhao-zong³, LEI Qing-liang⁴

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy, Chengdu, 610041; 2. Sichuan University; 3. Soil and Fertilizer Centre of Chengdu; 4. Soil and Fertilizer Centre of Pujiang County)

Abstract: Using the taxonomy principles and methods of the basic units of World Soil Taxonomy, soil series in Chengdu Plain were divided. In this paper, three typical soil series such as Changqiu Series, Shuikoucun Series and Jiepai Series were introduced, furthermore of which the soil family were classified separately. Through the research of eco-environmental characters of soil series and soil production properties, it is more practical of soil series classification to agricultural production and regional eco-environment construction. Moreover based on soil micro-morphology technology, soil families were classified more scientifically. The results are significant to the division of basic units in soil taxonomic classification.

Key words: soil taxonomy; soil series; eco-environment characters; production property; chengdu plain