

# 四川盆地西部灌口组(K<sub>2g</sub>) 紫色雏形土的特征与分类<sup>\*</sup>

何毓蓉<sup>1</sup> 杨昭琮<sup>2</sup> 陈兴华<sup>1</sup> 黄成敏<sup>1</sup> 熊东红<sup>1</sup> 张 丹<sup>1</sup>

(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 成都市土肥站 成都 610041)

**提 要** 就四川盆地西部白垩系灌口组(K<sub>2g</sub>)母岩发育紫色雏形土的特征及其基层分类进行了研究。发现盆地 K<sub>2g</sub> 紫色雏形土在理化性、肥力和生产性上都有一些特点。采用专家系统建立了紫色雏形土基层分类指标体系,提出以三维指标进行土壤基层分类的新方法,以此对该土壤土系划分进行尝试。

**关键词** 紫色雏形土 白垩系灌口组(K<sub>2g</sub>) 土壤特征 基层分类  
**分类号** 《中图法》S 155. 1, S 158. 3, S 159. 2

四川盆地西部分布有一定数量的白垩系灌口组(K<sub>2g</sub>)母岩发育的紫色雏形土(以下简称 K<sub>2g</sub> 紫色雏形土),在属性上与其他土类有很多差异,目前研究很少<sup>[1]</sup>。本文对其特征和基层分类问题作一探讨。

## 1 成土环境概况

四川盆地西部为龙门山与龙泉山之间,包括龙门山隆起褶皱带、成都坳陷和龙泉山褶皱带等地质构造和地貌单元。其间主体为成都平原,并分布着台地和丘陵。

在低山和丘陵地区,包括平原周边及残留零星分布的台地、岗地,海拔多在 430~1 000m,大面积出露紫色砂泥岩。主要是白垩系、侏罗系和下第三系的“红层”,属内陆河湖相沉积形成的紫色母岩。

白垩系灌口组(K<sub>2g</sub>)紫色岩石,系白垩系上统,在炎热干旱古气候条件下形成的。其岩石的颜色呈棕红至紫红,色调鲜明。岩层从下至上分布着砾岩、细砂岩、粉砂岩与薄层泥页岩互层等。母岩中富含石膏、碳酸钙、钙芒硝等,使其发育多为石灰性或少量中性紫色雏形土。白垩系灌口组紫色岩石主要出露四川盆地西部,集中分布在大邑、洪雅、仁寿等地,据调查该母质上的紫色雏形土达 143.5 万 hm<sup>2</sup>,占四川盆地土壤面积的 4.3%。

盆西地区主要为亚热带湿润季风气候,海拔 750m 地区,年均温 15.9℃,活动积温 5 600~4 600℃,年均雨量 880~1 280mm,年均蒸发量 900~1 100mm,年干燥度 0.7~1.2。这种气候特点,有利于富铁铝土的形成,对紫色雏形土的形成也有诸多影响。

## 2 灌口组紫色雏形土的特征

在四川盆地西部分别选定新都县天回镇斧头山、大邑县青霞乡、双流县正兴乡三地共 5 个发育于白垩系灌口组紫色母岩母质上发育的紫色雏形土典型剖面进行研究。

<sup>\*</sup>中国科学院重点项目(编号:KZ952—S<sub>1</sub>—206)和特别支持项目(中国土壤系统分类——基层分类与应用)的部分研究结果;感谢中科院南京土壤所龚子同教授的指导和支持。  
收稿日期:1998—09—06;改回日期:1998—10—21。

2 1 土壤剖面形态特征(表 1)

表 1 土壤剖面 and 肥力特征 <sup>1)</sup>								
Table 1 Profile features and fertility charactenitics of soil								
剖面号 Profile No.	环境特征 Environmental features	深 度 Depth (cm)	土色 Soil color (Dry) 干态	质 地 Texture (USA)	结 构 Structure	土体构型 Soil Patern	肥力和生产性 Fertility and productiwy	
9708	新都县天回镇斧头山, 海拔 535m, 缓坡下部, 母质 k <sub>2g</sub> 泥岩, 原种玉米、红苕、小麦等, 现为桉、竹及果木、草类生长繁茂	0~25	油红棕 2.5Y R4/3	粘壤土	多团粒结构	厚型、均壤质、上松下实	土壤结构性好, 土层深厚, 水热条件好, 土壤肥力高, 土壤宜种性广, 植被生长繁茂, 作物产量高, 土壤生产性好	
		25~65	油红棕 2.5Y R4/3	粘壤土	粒状结构			
		65~115	油红棕 2.5Y R4/3	粉砂壤土	无结构			
9709	新都县天回镇斧头山, 海拔 554m, 缓坡中上部, 母质 K <sub>2g</sub> 泥岩, 种植果木、杂草生长较多	0~28	红棕 10R4/4	粉砂质粘壤土	多团粒结构	厚型、土壤下粘、上松下实	土壤结构性较好, 土层较厚, 但易旱易蚀, 土壤肥力属中等。作物产量较低, 土壤生产性一般	
		28~40	红棕 10R4/4	粉砂质粘壤土	块状、粒状			
		40~62	红棕 10R5/4	粉砂质粘壤土	块状结构			
9710	新都县天回镇斧头山, 海拔 565m, 丘陵台地斜坡, 母质 K <sub>2g</sub> 泥岩, 种植玉米、红苕、生姜、生长桉、竹及杂草	0~20	棕 7.5 TR4/4	粉砂质粘壤土	团粒、粒状	厚型、上壤下粘、上松下实	土壤结构性较好, 土层较厚, 但土质较粘重, 土壤肥力属中等。土壤生产性较好	
		20~60	橙 7.5YR6/6	粉砂质粘壤土	块状、粒状			
		60~80	亮红棕 2.5Y R5/6	粉砂质粘土	块状结构			
9711	大邑县青霞乡, 海拔 624m, 缓坡下部, 母质 k <sub>2g</sub> 泥岩, 种植玉米、小麦、杂草如星星草、蒿、巴地草等	0~18	亮红棕 2.5Y R5/8	粉砂质粘壤土	团块、粒状	厚型、均壤质、上下紧实	土壤结构性较好, 土层较厚, 肥力中上等。作物产量较高, 土壤生产性较好	
		18~33	浊橙 5YR6/4	粉砂质粘壤土	大块状			
		33~100	浊橙 5YR6/3	粉砂质粘壤土	大块状			
9712	双流县正兴乡, 海拔 460m, 丘陵顶部, 母质 k <sub>2g</sub> 砂、泥岩互层, 种植豌豆、红苕等, 生长稀疏杂草	0~19	红棕 2.5YR4/8	多砾质砂质壤土	小块、粒状	薄型、均壤质、上下紧实	土壤结构差、土层薄, 熟化低, 蚀旱严重, 肥力低, 土壤宜种性窄, 产量低, 土壤生产性差	
		19~429	红棕 2.5YR4/8	多砾质砂质壤土	块状结构			

1) 比色用中科院南土所等编制《中国标准土壤色卡》, 南京出版社, 1989。

5 个典型剖面分布海拔 460~624m。代表不同高度和地形、不同沉积时期和沉积相特征的灌口组母岩发育的紫色锥形土。

按照土壤系统分类诊断指标, 所研究的 5 个剖面除 9712 剖面为紫色正常新成土特征外, 其余都具备紫色湿润锥形土的特征<sup>[2]</sup>。

K<sub>2g</sub> 紫色锥形土剖面土色多为红棕, 2.5YR 或 10R, 个别为棕或橙 7.5YR, 明度 4~6, 彩度 3~8, 土色较鲜艳, 而且一般剖面上下土色变化不大。土层厚度一般 A 层厚度在 18cm~28cm, 表层下有锥形 B (B<sub>w</sub>) 层。全土层厚度紫色锥形土多>100cm, 紫色新成土<50cm。质地剖面上多无分异。

2 2 土壤颗粒组成特点(表 2)

表 2 土 壤 颗 粒 组 成										
Table 2 Mechanical composition of soil										
剖面号 Profile No.	发生层 Horizon	深度 Depth (cm)	有机质 O. M. (g/kg)	> 2mm 石砾 Gravel (g/kg)	洗失量 Ignition loss(g/kg)	颗粒组成 (g/kg) (粒径 Size; mm)			粉粒/粘粒 Silt/Clay	粘粒比 Clay ratio
						Mechanical composition				
						(2 ~ 0.05)	(0.05 ~ 0.002)	( $\leq$ 0.002)		
9708	A	0 ~ 25	9.1	—	0	262.8	490.3	246.9	2.00	1.00
	B <sub>W</sub>	25 ~ 65	9.0		0	309.9	469.8	220.3	2.13	0.89
	C	65 ~ 115	6.8		0	251.9	549.9	198.2	2.77	0.80
9709	A	0 ~ 28	10.3	—	8.30	246.8	596.4	156.8	3.80	1.00
	B <sub>W</sub>	28 ~ 40	3.4		0	217.9	574.9	207.2	2.77	1.32
	C	40 ~ 60	0.9		0	189.7	563.4	246.9	2.28	1.57
9710	A	0 ~ 20	12.6	—	0	257.8	531.9	210.3	2.53	1.00
	B <sub>W</sub>	20 ~ 60	0.9		0	207.6	564.5	227.9	2.48	1.08
	C	60 ~ 80	2.0		0	163.7	518.1	318.2	1.63	1.51
9711	A	0 ~ 18	10.3	—	—	209.0	536.8	254.2	2.11	1.00
	B <sub>W</sub>	18 ~ 33	14.3			199.6	536.0	264.4	2.03	1.04
	C	33 ~ 100	3.8			196.1	528.0	275.9	1.91	1.08
9712	A	0 ~ 19	8.7	204.6	—	641.4	316.9	41.7	3.53	1.00
	C	19 ~ 42	2.3			593.1	360.7	46.2	7.81	1.11

土粒组成特点为: 1. 土粒中 0. 05~0. 002mm 粒径的粉砂含量较高, 占 47~60%, 粉粘比多> 2; 2. 土壤剖面各土层土粒分布比例变化较小; 3. 表下层没有明显的粘粒下移淀积的特征; 4.  $\leq 0. 002\text{mm}$  粘粒多占 20~32%, 其含量较高的原因, 仍是灌口组母岩以泥岩为主, 夹薄砂岩层的岩性特点的影响。

2.3 土壤理化性(表 3)

表 3 土壤理化性和养分状况  
Table 3 Physico-chemical properties and nutrient contents of soil

剖面号 profile No.	深 度 Depth (cm)	容 重 Bulk density (Mg/m <sup>3</sup> )	比 重 Specific weight (Mg/m <sup>3</sup> )	总孔隙度 Total porosity (%)	pH (H <sub>2</sub> O) (1:5)	CaCO <sub>3</sub> (g/kg)	有机碳 Organic C (g/kg)	全氮 Total N (g/kg)	全 磷 Tatal P (g/kg)	全 钾 Total K (g/kg)	CEC (cmol /kg)
9708	0~25	1.30	2.67	51.3	7.62	20.6	5.3	0.97	0.87	16.8	28.55
	25~65	1.48	2.66	44.4	7.82	19.5	5.2	0.77	0.61	16.7	25.85
	65~115	—	—	—	7.70	18.3	3.9	0.59	0.50	15.9	27.72
9709	0~28	1.27	2.66	52.3	8.70	61.6	6.0	1.29	1.46	24.2	33.44
	28~40	1.34	2.67	49.8	8.60	33.8	2.0	0.55	0.53	22.4	42.56
	40~60	—	—	—	8.30	23.7	0.5	0.50	0.39	23.7	35.50
9710	0~20	1.24	2.66	53.4	7.95	17.1	7.3	1.04	0.96	13.7	23.31
	20~60	1.38	2.67	48.3	8.16	16.7	0.5	0.26	0.52	11.5	28.02
	60~80	—	—	—	8.20	16.4	1.2	0.29	0.81	17.8	36.67
9711	0~18	1.34	2.65	49.4	7.83	28.0	6.0	1.63	0.73	26.0	16.50
	18~33	1.45	2.65	45.7	7.80	24.0	8.3	1.33	0.49	26.0	16.54
	33~100	1.52	2.66	42.9	8.04	27.0	2.2	0.67	0.45	30.1	—
9712	0~19	1.31	2.65	50.6	8.02	85.1	5.0	0.49	0.38	18.3	18.35
	19~42	1.42	2.66	46.6	8.10	86.3	1.3	0.23	0.36	17.5	17.97

K<sub>2</sub>g 紫色锥形土的 A 层容重多在 1. 24~1. 34Mg/m<sup>3</sup>, 较疏松, 表下层容重多在 1. 34~1. 48Mg/m<sup>3</sup>, 较紧实。土壤活性酸度 pH 在 7. 6~8. 7 微碱性至碱性。土壤碳酸钙含量在 16. 4~61. 6g/kg, 含量较高。各个土壤剖面均达到石灰性诊断特性指标(CaCO<sub>3</sub> 含量 $\geq 10\text{g/kg}$ )。因此在亚类划分上都属于石灰性紫色锥形土或石灰性紫色新成土。

2.4 土壤肥力特性

土壤结构性、水热特性、养分状况和生产性等都是与土壤肥力紧密相关的土壤特性。K<sub>2</sub>g 紫色锥形土的肥力特性(表 1): 其土体构型多为厚型(土层厚度 $\geq 100\text{cm}$ ), 均壤质或上壤下砂型及上松下实型土体构型, 表明其土壤水热特性良好。而紫色新成土(剖面 9712)属薄型(土层厚度 $< 50\text{cm}$ ), 上下紧实型土体构型的, 其水热性状较差(表 1)。

土壤养分状况(表 3)K<sub>2</sub>g 紫色锥形土多属石灰性, 因此表明其养分的有效性的转化较差。土壤有机碳、全氮和全磷含量都较低; 而全钾含量都较高。

土壤生产性主要依据农情访问和实地调查, K<sub>2</sub>g 紫色锥形土一般宜种性较宽, 耕性较好, 但易旱易蚀。产量在当地属中上水平。

3 紫色锥形土的基层分类

3.1 分类原则

1. 与国际土壤基层分类一致性原则 土壤基层分类应与土壤系统分类的基本原则相一致, 在高级分类单元划分基础上, 应用其基本原则和方法连续进行土壤基层分类。在基本分类单元上, 仍应以“土系”为基础。

2. 指标化和定量化原则 土壤系统分类建立了以土壤属性即诊断层和诊断特性的指标进行定

量化的分类。作为基层分类也应当针对土壤属性, 建立定量化分类指标。

3 生产性原则 土壤基层分类是土壤分类直接为生产服务的基础分类, 要为生产者接受和应用, 因此其分类上应充分重视土壤的肥力和生产性。

4 区域性地方性原则 不同地理区域土壤所受的自然环境和社会影响不同, 所以即使是同种土壤的性状也有量上的差别, 因此在土壤基层分类上应体现地方性。

3.2 分类方法

按国际土壤基层分类, 基层级别单元采用“土系”<sup>[6]</sup>。土系指在相同母质上发育的, 除表层质地外, 土层及其性质都相同的一组土壤。在美国划分有 17 000 多个土系。按照以上土系分类依据和前述土系分类原则, 结合紫色雏形土的土种分类研究成果<sup>[3]</sup>, 我们拟定了以下土系分类方法:

1 土系分类的依据 1) 母质类型, 2) 表层土壤质地, 3) 土层厚度, 4) 土壤肥力特性; 应包括土壤反应、土壤结构性、土壤表层养分含量等。

2 土系分类的指标 采用“专家系统”方法, 请 10 位资深土壤学专家, 采用两两比较法, 就土壤属性的重要性评分。并就各土壤性质和肥力特性按五级分类。这样建立了紫色雏形土基层分类指标体系。

3 土系分类检索和命名 按照土壤基层分类主要特性及其分类指标体系, 可以确定土壤基层分类的理论上应有的基本类型。土系的命名由首次发现该土系的地方名(乡以上行政名称)+土壤基层分类基本类型名称。

3.3 土系分类与命名

1 紫色雏形土土系分类指标 归纳专家系统的重要性排序( $P \geq 70\%$ ): 分别是土壤表层质地、土层厚度、土壤酸碱性(包括  $\text{CaCO}_3$ )、土壤结构性(容重)、土壤有机质等。并对其进行分级, 建立土壤基层分类指标体系, 列于表 4。

表 4 紫色雏形土基层分类指标<sup>1)</sup>  
Table 4 Index for the basic categories of purple cambic soil

级别 Class	土壤物理性 Physical properties of soil			土壤化学性 Chemical properties of soil		土壤养分 Soil nutrients		
	质地 Texture < 0.05mm (%)	土层厚度 Soil thickness (cm)	结构性 Bulk density (Mg/m <sup>3</sup> )	pH (1:5)	CaCO <sub>3</sub> (g/kg)	有机质 O. M. (g/kg)	全氮 Total N (g/kg)	全磷 Total P (g/kg)
I	25.0~42.0	> 80	0.98~1.25	5.95~6.99	< 1.0	< 25.0	> 1.5	> 2.0
II	15.0~25.0 42.0~54.3	58~80	1.25~1.36	5.31~5.49 7.00~7.84	1.0~3.0	20.0~25.0	1.2~1.5	1.0~1.5
III	10.0~15.0 54.3~69.0	36~57	1.36~1.52	4.58~5.30	3.0~6.0	15.0~20.0	0.9~1.2	0.5~1.0
IV	5.0~10.0 69.0~80.0	27~35	1.52~1.68	7.85~8.98	6.0~9.0	10.0~15.0	0.5~0.9	0.3~0.5
V	< 5.0 > 80.0	< 27	> 1.68 < 0.98	< 4.58 > 8.98	> 9.0	< 10.0	< 0.5	< 0.3

1) 除土层厚度指全土层(A+B<sub>w</sub>+C)外, 其余指标均指表层(A)。

2 土壤基层分类 土系划分依据应只限于土壤属性量上的差别。对土系分类可采用三维分类。

1) 土壤质地: 按指标, 将各级分别定为 I 级, 壤性; II 级, 轻壤性或重壤性; III 级, 粉砂性; IV 级, 亚粘性、重砂性; V 级, 粘性、石骨性或粗砂性; 2) 土层厚度: I 级, 厚型; II 级, 亚厚型; III 级, 亚薄型; IV 级, 薄型; V 级, 瘠薄型; 3) 土壤肥力特性: 包括指标中的结构性(容重)、pH、 $\text{CaCO}_3$  含量和养分含量等 6 项指标, 根据其分布在各级别中的概率确定所属级别。I 级, 油土; II 级, 肥土; III 级, 熟土; IV 级, 瘦土; V 级, 生土。

3 土系命名 按三维分类命名, 将土壤性状由指标确定其级别, 按级别名称以土层厚度、质地、土壤肥力特性连续命名。如某土壤土层厚度 1m, 质地为粉砂性, 土壤肥力指标中出现概率最高为 II 级

确定为肥土, 则其命名为“厚型粉砂性肥土”。土系命名再冠以发现该土的乡级以上地名。如其在四川省大邑县青霞乡则称青霞系厚型粉砂性肥土。为了区分不同母质发育土系, 在地名后可加母质符号, 如上例为白垩系灌口组页岩, 全称为“青霞系( $K_{2g}^{\circ}Sh$ )厚型粉砂性肥土”(Sh 为页岩 Shales 代号)。

3.4 基本土系与实例

以紫色雏形土的基层分类指标, 按三维分类法, 可推出理论上应有的土系。可确定为基本土系。本文所研究的 5 个剖面, 分属以下土系:

9708 剖面: 斧头山系( $K_{2g}^{\circ}Sh$ )厚型亚粘性肥土; 9709 剖面: 斧头山系( $K_{2g}^{\circ}Sh$ )亚厚型亚粘性肥土; 9710 剖面: 斧头山系( $K_{2g}^{\circ}Sh$ )亚厚型亚粘性熟土; 9711 剖面: 青霞系( $K_{2g}^{\circ}Sh$ )厚型亚粘性肥土; 9712 剖面: 正兴系( $K_{2g}^{\circ}Sh$ )亚薄型石骨性生土。

划分结果与实际土壤肥力和生产性对照(表 1)是基本吻合的。

参 考 文 献

[1] 中国科学院成都分院土壤室. 中国紫色土(上篇). 北京: 科学出版社, 1991, 1~340.  
[2] 中科院南京土壤所土壤系统分类课题组等著: 中国土壤系统分类(修订方案), 北京中国农业科技出版社, 1995.  
[3] 四川省农牧厅等. 四川土种志. 成都: 四川科技出版社, 346~441, 1994, 1~150.  
[4] 徐盛荣, 吴克宁. 中国土壤系统分类中土种级别的研究—以淋溶土区的典型样块为例. 土壤学报, 1995, 32(增刊): 203~210.  
[5] 丁瑞兴, 刘友兆, 孙玉华等. 我国亚热带茶区典型区段土种研究. 土壤学报, 1995, 32(增刊): 211~216.  
[6] Soil survey staff. Soil Taxonomy. Soil Conservation Service U. S. Department of Agriculture. 390~393, 1975.

第一作者简介 何毓蓉, 55 岁, 研究员, 博士生导师. 主要研究方向为: 土壤地理、肥力和微形态。1966 年毕业于西南农业大学土壤农化系, 1985 年至 1986 年在日本东京大学农学部进修。现任中国土壤系统分类专家委员会委员、四川省土壤肥科学会副理事长等职。先后主持国家、省、院重点项目等 10 余项。在紫色土、变性土的系统分类、土壤矿物和微形态及土壤退化等研究领域发表论文 60 余篇 组织编著专著专辑 4 部。

CHARACTERISTICS AND CLASSIFICATION OF  $K_{2g}$  PURPLE CAMBISOL IN THE WEST OF SICHUAN BASIN

HE Yu-rong<sup>1</sup> YANG Zhao-zong<sup>2</sup> CHEN Xue-hua<sup>1</sup> HUAG Cheng-min<sup>1</sup>  
XIONG Dong-hong<sup>1</sup> ZHANG Dan<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Institute of Mountain Hazards and Environment,  
Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041;  
<sup>2</sup> Chengdu Station of Soil and Fertilizer, Chengdu 610041)

Abstracb

About 100, 00 ha of purple Cambisol derived from  $K_{2g}$  purple parent rock is distributed in the west of Sichuan basin, which accounts for 4. 3% of soil area in Sichuan basin and is the one of main agriculture soil in west Sichuan. The characteristics of this kind of soil are : red-dish soil color, mostly red-brown color(2. 5 YR or 10 R); higher amount of soil clay particle

( $< 0.002\text{ mm}$ ), some  $20 \sim 32\%$ ; normally higher amount of time,  $\text{CaCO}_3$  content being  $16.4 \sim 61.6\text{ g/kg}$ , PH of soil reaction  $7.6 \sim 8.7$ ; reasonable soil fertility in texture, structure, soil-body type and productivity.

The distinction of soil species for basic K<sub>2g</sub> purple Cambisol classification was in the light of texture, thickness of soil horizon and soil fertility. According to above three criteria the basic soil species were determined by establishing soil classifying principles and three dimension methods for species classification. Then the local name in that this soil species of was discovered was put in front of the term for this basic soil species. Dividing for several soil species, K<sub>2g</sub> purple Cambisol could indicate the actual soil situation with the advantages of quantitative criterion, science in indexing and application in agriculture. So this classification method should be researched further and spreaded for application.

**Key Words** Purple Cambisol, K<sub>2g</sub>, soil characteristics, soil classification