

金衢盆地红色和紫色砂页岩发育土壤的特征和分类

章明奎 厉仁安

(浙江大学环境与资源学院, 杭州 310029)

摘 要 本文研究了金衢盆地红色砂页岩和紫色砂页岩发育土壤的诊断层和诊断特性, 根据中国土壤系统分类(修订方案), 把供试土壤分为 2 个土纲、2 个亚纲、4 个土类, 续分有石灰紫色湿润雏形土、石质铝质湿润雏形土、石灰紫色正常新成土、酸性紫色正常新成土、普通紫色正常新成土、普通红色正常新成土 6 个亚类, 并对它们的基层分类单元进行了探讨。

关键词 红色和紫色砂页岩; 系统分类; 诊断层; 诊断特性; 金衢盆地

金衢盆地位于浙江省中西部, 由南西向东北延伸, 长 220km, 南北宽 10~20km, 面积 3557km², 是浙江省最大的盆地。在盆地内低丘岗地和河谷平原的周边地区大面积出露红色和紫色的砂页岩, 主要是白垩系、侏罗系的紫色砂页岩, 紫色粉砂岩和白垩系与第三系的红色砂岩、红色粉砂岩, 它们属内陆河湖相沉积岩。金衢盆地地处亚热带, 具有光、热资源丰富, 夏季炎热干燥的气候特征, 年平均气温为 16.6~17.7℃, 无霜期 230~264 天, ≥10℃活动积温为 5300~5600℃, 年降水量为 1300~1600mm, 年均干燥度约 0.7。由于受母岩岩性及侵蚀的影响, 本区红色和紫色砂页岩上形成的土壤发育较为微弱, 土体浅薄, 剖面分化不明显, 土色酷似母岩的颜色, 在土壤特性上与其它土壤有很多差异。为了明确这些土壤在中国土壤系统分类中的地位, 本文对它们的特性进行了研究。

1 供试土壤情况

除剖面 10 采自兰溪市、剖面 13 采自金华市外, 其余 11 个剖面均采自红砂岩和紫色砂页岩分布较集中的龙游县。13 个剖面中, 有 5 个剖面(剖面 1, 2, 3, 4, 6)直接发育于红砂岩残积物上; 剖面 5 发育于重叠母质上, 上部分为 Q₂ 红土, 下部分为红砂岩, 由于严重的水土流失, 上层的 Q₂ 红土层厚度已较薄, 仅 30cm, 小于 40cm, 按土壤发生分类, 剖面 1~6 都属于红砂土^[1]。剖面 7~13 发育于紫色砂(泥)页岩上, 按发生分类属紫色土^[1]。目前这些土壤的利用方式有旱地、荒地、果园、茶园和林地等, 地貌主要为缓丘(表 1)。

2 土壤特性

表 1 可知, 供试的 13 个剖面土体厚度(半风化岩体以上)较薄, 绝大部分在 50cm 以内, 少数可达 90cm, 红砂岩发育土壤略厚于紫色砂页岩发育土壤, 准石质接触面出现在 10~100cm 范围内。

2.1 土壤颜色、结构和颗粒组成

土壤呈红棕色和紫红色, 润态色调多为 10R、7.5RP 和 10RP, 红砂岩发育土壤明度在 6

~7之间,彩度在5~7之间,紫色砂页岩发育土壤明度在6~3之间,彩度在5以下(多数在4以下)。土壤与母岩之间的颜色差别较小。供试土壤的表土因有机质的存在,结构以块状和粒状为主,而表下层除剖面5和剖面13已有较明显碎块状和块状结构发育外,其余剖面均主要呈单粒状、无明显的土壤结构特征。表1可知,供试土壤的砾石($> 2\text{mm}$)含量有较大的差别,红砂岩发育的土壤,基本上无砾石,而紫色砂页岩发育的土壤,砾石含量在 70g/kg ~ 330g/kg 之间。细土部分的颗粒组成也有较大的变化,土粒组成以 $0.05\sim 2\text{mm}$ 或 $0.002\sim 0.05\text{mm}$ 为主,而粘粒含量较低,大部分在 200g/kg 以下,少数剖面(如紫色泥页岩发育的剖面13)粘粒较高。部分剖面粘粒具上低下高的变化,主要与表土侵蚀、粘粒随径流移动而减少有关,并非粘粒向下迁移的结果,剖面中无粘粒迁移的特征,粉砂和粘粒之比值大多在1.0以上,少数在1.0以下(剖面11~13)。

表1 供试土壤基本情况

剖面	采样地点	母质	深度 (cm)	根系和结构	土壤颜色		颗粒组成			
					干态	润态	$> 2\text{mm}$ 体积%	2~ 0.05mm (g/kg)	0.05~ 0.02mm (g/kg)	$< 0.002\text{mm}$ (g/kg)
1	龙游 夏金	红砂岩 残积物	0~7	大量根系,块状结构	10R6/6	10R4/6	0	600	304	96
			7~40	单粒,无明显结构	10R6/6	10R4/6	0	700	232	68
			40~90	半风化岩体	10R7/6	10R5/8	0	660	271	69
2	龙游 夏金	红砂岩 残积物	0~9	少量根系,粒状结构	2.5YR6/5	10R6/8	0	607	231	162
			9~35	单粒,无明显结构	10R7/6	10R6/8	0	577	267	156
			35~80	半风化岩体	10R7/7	10R6/8	0	548	240	212
3	龙游 夏金	红砂岩 残积物	0~10	少量根系,单粒和石块	10R6/6	10R4/6	0	723	147	130
			10~50	半风化体	10R6/6	10R5/8	0	714	190	96
4	龙游 夏金	红砂岩 残积物	0~10	中量根系,单粒和少量碎块结构	2.5YR7/6	10R5/6	0	619	230	151
			10~50	单粒,无明显结构坚实	10R7/7	10R5/8	0	652	218	130
			50~100	半风化岩体	10R7/7	10R5/8	/	624	248	128
5	龙游 上圩头	30cm以上 为 Q_2 红土 以下为红 砂岩残积物	0~11	大量根系,粒状和碎块结构	2.5YR6/5	10R5/6	4.3	283	462	255
			11~30	大块状,紧实	2.5YR6/6	10R5/8	5.7	135	506	359
			30~70	角块状,紧实	10R6/8	10R5/8	0	174	692	134
			70~	半风化岩体	10R6/8	10R5/8	0	183	709	108
6	龙游 虎头山	红砂岩 残坡积物	0~7	大量根系,粒状结构	10R6/5	10R6/8	0	653	235	112
			7~90	单粒,无明显结构	10R6/6	10R5/8	0	468	360	172
			90~200	半风化岩体	10R7/6	10R6/8	0	701	222	77
7	龙游 模环	紫色砂页岩 残积物	0~12	少量根系,碎块结构	10RP6/3	7.5RP4/2	4.6	153	655	192
			12~35	岩体 $> 50\%$,碎块结构	7.5RP5/3	7.5RP3/2	16.4	191	669	140
			35~	半风化岩体	7.5RP5/3	7.5RP3/2	17.5	214	650	136
8	龙游 模环	紫色砂页岩 残积物	0~6	中量根系,碎块和粒状结构	10RP5/4	7.5RP3/3	9.1	155	697	148
			6~20	少量根系,碎块结构	10RP5/4	7.5RP3/3	4.8	159	656	185
			20~	岩石	10RP5/4	7.5RP3/3	5.2	155	671	174

续表 1

剖面	采样地点	母质	深度 (cm)	根系和结构	土壤颜色		颗粒组成			
					干态	润态	> 2mm 体积%	2 ~ 0.05mm (g/kg)	0.05 ~ 0.02mm (g/kg)	< 0.002mm (g/kg)
9	龙游 箬塘	紫色砂页岩残积物	0~7	少量根系, 粒状和碎块结构, 无石灰反应	10RP5/3	10RP4/4	25.8	711	212	77
			7~30	单粒, 无明显结构	10RP6/3	10RP5/4	30.6	700	241	59
			30~	石灰反应半风化岩体, 石灰反应	10RP6/3	10RP5/4	22.5	734	210	56
10	兰溪 溪西	石灰性紫色砂页岩残积物	0~8	少量根系, 小块状结构, 石灰反应	10RP6/3	10RP5/4	8.4	453	279	268
			8~29	单粒, 无明显结构, 石灰反应	10RP6/3	10RP5/3	8.0	415	301	284
			29~50	半风化岩体, 石灰反应	10RP6/3	10RP5/3	9.0	422	289	289
11	龙游 横山	石灰性紫色砂页岩残积物	0~11	少量根系, 屑粒状结构, 无石灰反应	10RP3/4	7.5RP4/4	10.9	587	250	163
			11~41	单粒, 无明显结构, 无石灰反应	10RP3/4	7.5RP4/4	9.6	563	201	236
			41~60	半风化岩体	10RP3/4	7.5RP4/4	10.2	594	179	227
12	龙游 团石	紫色砂页岩残积物	0~15	中量根系, 屑粒状结构	7.5RP4/5	7.5RP4/5	13.8	426	276	298
			15~29	单粒, 无明显结构, 有大量半风化岩体	7.5RP4/5	7.5RP4/5	12.6	449	276	284
			29~48	半风化岩体	7.5RP4/5	7.5RP4/5	15.9	387	295	318
13	金华 婺城	紫色泥页岩残积物	0~12	较多根系, 碎块状结构, 弱石灰反应	7.5RP4/5	7.5RP4/5	3.5	346	259	395
			12~53	块状结构, 石灰反应	7.5RP4/5	7.5RP4/5	2.6	325	269	406
			53~70	半风化岩体, 强石灰反应	7.5RP4/5	7.5RP4/5	4.0	351	275	374

2.2 酸碱度和阳离子交换量

表 2 可知, 供试土壤的酸碱度和阳离子交换量有较大的变化, 红砂岩上发育的土壤呈酸性和强酸性, 土壤 pH 在 5.5 以下, 盐基饱和度也很低, 多在 35% 以下; 而紫色砂(泥)页岩发育土壤, pH 较高, 多在 5.6 以上, 其中剖面 10 的 pH 在 7.5 以上, 盐基饱和度也较高, 多数在 50% 以上, 部分在 90% 以上; 剖面 9, 10 和 13, 还有较强的石灰反应。但剖面 12 的 pH 和盐基饱和度均较低。阳离子交换量因颗粒组成和粘矿物类别的差异有较大的变化, 但所有土壤的 ECEC > 25cmo/kg 粘粒, CEC₇ 均在 35cmol/kg 粘粒以上。

2.3 氧化铁

研究表明, 除剖面 5 和 13 土壤游离氧化铁在 20g/kg 以上外, 其余土壤的游离氧化铁均在 20g/kg 以下, 说明多数土壤的风化较弱, 富铁化不明显。用 XRD 对粘粒矿物中晶态氧化铁的鉴定表明, 红砂岩发育的土壤由针铁矿物和赤铁矿物组成, 而紫色砂(泥)页岩发育的土壤主要为赤铁矿。

2.4 矿物组成

剖面 1~4 的土壤粘粒矿物以依利石为主(400g/kg 左右), 同时伴有一定量的高岭石和石英; 而剖面 5 中, 0~30cm 的土壤粘粒矿物以高岭石为主, 其次为依利石, 并含一定数量的蛭石和石英, 30cm 以下土壤粘粒矿物以依利石为主, 其次为高岭石、蛭石和石英; 剖面 6 全土体粘粒矿物均以高岭石为主, 其次为依利石、蛭石和石英。紫色砂(泥)页岩发育土壤(剖面 7~13)的全土体均以依利石占优势 (> 500g/kg), 并含少量的高岭石和石英。而粉砂和砂粒的矿物组成均以石英和依利石为主, 同时含少量的高岭石, 其中剖面 1~6 依利石含量约 100g/kg, 石英 700~800g/kg 之间; 剖面 7~12 依利石含量约 300g/kg, 石英 500g/kg 左右。由于供试土壤的粘粒较低, 除剖面 13 土壤矿物类型属依利石型外, 其余土壤的矿物组成无明显的优势矿物, 矿物类型属硅质混合型。

表2 阳离子交换量、酸度和游离氧化铁含量

剖面	深度 (cm)	交换性酸		ECEC	盐基饱 和度(%)	CEC ₇ (cmol/kg 粘粒)	ECEC (cmol/kg 粘粒)	pH		游离氧化铁 (g/kg)
		H ⁺	1/3Al ³⁺					(H ₂ O)	(KCl)	
		(cmol/kg)								
1	0~7	0.36	7.89	9.04	8.74	—	94.17	5.4	4.3	21.1
	7~40	0.28	6.82	8.56	16.94	138.64	125.88	5.4	4.4	9.9
	40~90	0.22	8.22	10.13	16.68	—	146.81	5.5	4.3	10.5
2	0~9	0.34	4.87	7.29	28.53	—	45.00	5.1	4.4	7.1
	9~35	0.36	6.51	10.97	37.37	89.74	70.32	5.0	4.0	7.9
	35~80	0.38	9.26	10.10	4.55	—	47.64	5.0	3.9	8.9
3	0~10	0.44	5.07	6.28	12.26	59.63	48.30	4.8	3.9	11.7
	10~50	0.36	5.81	6.48	4.78	—	67.50	5.0	4.0	9.2
4	0~10	0.41	4.43	6.53	25.88	—	43.24	5.0	4.1	12.6
	10~50	0.31	6.36	7.10	6.06	53.61	46.61	5.1	4.1	13.4
	50~100	—	—	—	—	—	—	—	—	13.2
5	0~11	0.36	7.55	9.73	81.71	—	38.16	4.7	3.9	22.7
	11~30	0.44	12.01	12.81	2.81	48.77	35.68	4.6	3.9	28.5
	30~70	0.37	11.89	12.65	2.85	—	94.40	4.5	3.9	30.8
	70~	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	0~7	0.41	4.82	6.22	15.92	—	55.53	5.0	4.1	10.4
	7~90	0.48	4.43	5.40	9.07	40.58	31.40	4.8	4.0	12.2
	90~200	0.53	5.53	6.27	3.35	—	81.42	4.9	4.1	7.4
7	0~12	0.35	0.94	8.57	84.95	—	44.63	5.0	4.6	19.6
	12~35	0.37	0.10	7.22	93.49	64.73	51.57	6.4	6.0	6.4
	35~	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0~6	0.27	0.00	7.10	96.20	—	49.97	6.5	5.9	7.1
	6~20	0.22	0.07	11.09	97.39	70.86	59.95	6.6	5.9	11.9
	20~	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0~7	0.09	0.00	9.44	99.05	—	122.60	6.3	6.1	11.4
	7~30	0.00	0.00	7.22	100	96.43	122.37	6.8	6.2	10.5
	30~	0.00	0.00	5.81	100	—	103.75	6.9	6.5	—
10	0~8	0.00	0.00	9.58	100	—	35.75	7.8	7.2	13.4
	8~29	0.00	0.00	9.60	100	36.78	33.80	7.5	7.0	12.6
	29~50	—	—	—	—	—	—	8.0	7.3	—
11	0~11	0.20	3.03	8.30	61.08	—	50.92	5.6	4.9	14.4
	11~41	0.13	4.68	11.62	58.60	61.44	49.24	5.8	5.2	16.8
	41~60	—	—	—	—	—	—	6.9	5.6	—
12	0~15	0.22	4.94	7.58	31.73	—	25.44	5.1	4.1	17.8
	15~29	0.19	5.90	7.77	21.62	39.44	27.30	5.2	4.2	15.6
	29~48	0.16	5.63	7.13	18.79	—	22.44	5.4	4.2	18.4
13	0~12	0.00	0.00	26.77	100	—	67.88	7.6	6.1	37.6
	12~53	0.00	0.00	28.64	100	55.98	70.58	7.7	6.3	38.4
	53~70	0.00	0.00	27.99	100	—	74.74	8.0	6.4	27.5

3 主要诊断层和诊断特性

1. 淡薄表层与雏形层

由于研究土壤发育弱,剖面分化不明显,除剖面5和13外,均无诊断表下层出现,仅在表土出现淡薄表层。剖面5的粘粒含量虽然在11~30cm明显高于0~11cm,但这种粘粒差别并非是粘化作用的结果,而是由表土侵蚀、粘粒随径流流失所致,因此该剖面中无粘化层的存在。但剖面5和13的B层已具明显的土壤结构(块状结构)发育,粘粒含量>80g/kg,是风化发育产生的雏形层。

2. 岩性特征

研究的 13 个剖面土表至 125cm 范围内土壤性质均具明显的母岩岩石学性质特征, 其中剖面 1~6 具红色砂页岩岩性特征, 剖面 7~13 具紫色砂岩岩性特征。

- 3. .
- 4. .
- 5. 5 具铝质现象, $CEC_7 > 24 \text{ cmol/kg}$ 粘粒, $pH(KCl) < 4.0$, $> 60\%$ 。
- 6. 9, 10 和 13 具明显石灰性反应。
- 7. 7、8、9、10、11 和 13 均 $\geq 50\%$, $< 50\%$ 。

4

4.1

《 () 》 [2], 13
 个剖面分为 2 个土纲、2 个亚纲、4 个土类、6 个亚类, 3. ,
 , 50cm 以下, , 50cm 以上。

4.2

[3], 、 、
 6 个土族 (3)。
 [4], 7 个土系 (3)。
 :
 50cm 以内, 50cm 以下; [4];
 ;
 (、 、) ; 、
 ; , 3 , 。

13	锥形土	湿润锥形土	紫色湿润锥形土	石灰紫色湿润锥形土	粘质依利石型热性石灰紫色湿润锥形土	殿山系
5			铝质湿润锥形土	石质铝质湿润锥形土	壤质硅质混合型热性石质铝质湿润锥形土	上圩头系
8、9	新成土	正常新成土	紫色正常新成土	石灰紫色正常新成土	壤质硅质混合型热性石灰紫色正常新成土	何村系
12				酸性紫色正常新成土	壤质硅质混合型热性酸性紫色正常新成土	东岙系
7、10、11				普通紫色正常新成土	壤质硅质混合型热性普通紫色正常新成土	簪塘系
1、2、3、4			红色正常新成土	普通红色正常新成土	壤质硅质混合型热性普通红色正常新成土	夏金系
6						虎头山系

参

1 . . : , 1994. 188~199, 221~224
 2 . (). : , 1995. 18~57
 3 . — 、 、 . : , 1999. 779~805
 4 、 、 . . : , 2000. 34