

文章编号:1001-4810(2011)01-0093-07

# 贵州喀斯特区草地生态条件下石灰(岩)土的发生特性及系统分类研究

杨柳,何腾兵,舒英格,刘元生,卜通达

(贵州大学农学院,贵州 贵阳 550025)

**摘要:**选取贵州喀斯特区草地生态条件下5个不同区域的石灰(岩)土为研究对象,根据相应的理化性质及发生特性,探讨了影响土壤发育的因素,确定了土壤的诊断层和诊断特性。其中,供试土壤的诊断层包括:暗沃表层、雏形层和粘化层等,诊断特性包括:热性土壤温度状况、常湿润土壤水分状况、均腐殖质特性、腐殖质特性、盐基饱和和碳酸盐岩岩性、铁质特性、石灰性等,并在此基础上对其进行土壤系统分类,结果显示:5个供试土壤分别属于中国土壤系统分类中的普通黑色岩性均腐土、腐殖钙质常湿雏形土和腐殖钙质常湿淋溶土等亚类。

**关键词:**石灰(岩)土;发生特性;诊断层;诊断特性;系统分类;草地;贵州喀斯特区  
中图分类号:S155.1 文献标识码:A

石灰(岩)土<sup>[1]</sup>是广泛分布于我国热带亚热带喀斯特山区的一种非地带性土壤,它发育于碳酸盐岩(主要是石灰岩和白云岩)母质,碳酸盐岩岩溶作用的强烈影响使得土壤长期保持高钙含量和高pH值。这类土壤淋溶作用不充分,富铝化特征不明显,在土壤发生分类中属于初育土土纲的石灰(岩)土土类,按淋溶作用的强弱又可细分为黑色石灰土、棕色石灰土、黄色石灰土、红色石灰土4个亚类<sup>[2]</sup>。野外考察和遥感图像解译结果表明,许多石灰(岩)土地区水源枯竭、植被稀少、土层浅薄,岩石大面积裸露,土地基本无法再利用,自然植被极难恢复,是喀斯特山区石漠化景观的主要分布区。贵州省是我国喀斯特生态环境分布较多的省份,石灰(岩)土在贵州省分布较广泛。据统计,贵州省石灰(岩)土分布面积达278.56万hm<sup>2</sup>,占全省土壤面积的17.5%,已开垦的石灰(岩)土面积67.86万hm<sup>2</sup>,占全省旱作土面积的7.9%<sup>[3]</sup>。在我国推广土壤系统分类以来,在贵州喀斯特环境条件下仅有少量的研究成果与系统分类相

关,如杨胜天<sup>[4]</sup>的黔灵山土壤分类研究,宁婧<sup>[5]</sup>的黔北喀斯特生态环境石灰(岩)土发生特征与诊断特性研究。但以上研究都没有针对性地对喀斯特草地生态条件下石灰(岩)土进行深入研究。在石漠化地区生态恢复的过程中,自然生态首先恢复的是草本植被,而后才恢复到森林植被,因而有必要从系统分类的角度进一步研究草地生态条件下的石灰(岩)土的特性。黄色石灰土亚类在贵州分布面积较大,占贵州石灰(岩)土总面积的72.20%,占全省土壤总面积的12.64%<sup>[3]</sup>,因此本文以贵州喀斯特区草地生态条件下黄色石灰土为研究对象,研究其理化性质,确定其诊断层和诊断特性及在中国土壤系统分类中的归属。

## 1 材料与方法

### 1.1 土壤环境条件及样品的采集

根据石灰(岩)土在贵州的分布特点,除黔东南州分布较少外,其余地区都大量分布。因此供试土壤样

基金项目:国家自然科学基金(40761011)和贵州省省长资金(黔省专合字[2005]353号)资助

第一作者简介:杨柳(1984-),男,在读硕士,研究方向为:土壤资源利用与保护。

通讯作者:何腾兵(1963-),教授,硕士生导师,E-mail:hetengbing@163.com。

收稿日期:2010-08-23

品采集于除黔东南州之外的沿河、松桃、开阳、纳雍、兴仁5个县,这5个县在贵州的地理位置分布于贵州的东北部、中部、西部、和南部,海拔跨度达900m,气候区跨越北亚热带和中亚热带,是黄色石灰土分布的主要气候带,因而样点具有广泛的代表性。采样地选择在草地大面积集中分布的石灰岩区,其中的草地都是已退耕还林多年,杂草生长旺盛但不见灌木明显生长的土地。实地选择样点后,开挖剖面,一般要求按长100cm、宽50cm、深100cm开挖正式土壤剖面,剖

面深度根据土体深度确定,对于土体深度小于100cm的土壤剖面,以开挖到母岩(基岩)为止。根据土壤剖面土层厚度,每个土壤剖面自上而下依次采集0~10cm,10~20cm,20~40cm,40~60cm,60~80cm,80~100cm部位的土样,土体深度小于100cm的,从上至下依次取至母岩或基岩为止,供试土壤的成土母岩均为白云质灰岩,其它环境条件见表1。样品采集后去除草根和石块,研磨过筛,装瓶备用。

表1 供试土壤的成土环境条件

Tab.1 Environmental conditions for the formation of the tested soils

剖面号	采样地点	植被	母岩类型	海拔/m	经度 纬度	地形 部位	年均降水量 /mm	年均温 /°C
YH	沿河县中界麻子凹	荒草植被	白云质灰岩	630	108°05'16" 29°11'23"	坡地	1 188	16.2
ST	松桃县瓦溪乡十字村龙塘湾	荒草植被	白云质灰岩	660	108°44'16" 28°23'11"	坡地	1 378	16.5
KY	开阳县南江乡毛家锐村屯上	荒草植被	白云质灰岩	1 056	107°16'38" 26°56'58"	坡地	1 258	14.3
NY	纳雍县董地乡董地村	荒草植被	白云质灰岩	1 522	105°44'14" 26°23'19"	坡地	1 243	13.6
XR	兴仁县田湾乡堵拐村大土组	荒草植被	白云质灰岩	1 300	106°36'13" 25°42'26"	坡地	1 315	15.2

## 1.2 分析项目与方法

分析测定项目主要包括土壤颜色、机械组成、pH值、有机质、阳离子交换量、交换性盐基总量、碳酸钙、络合铁、活性铁、游离铁,均按常规理化分析方法进行<sup>[6,7]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 土壤剖面特征及机械组成

供试土壤剖面一般均具有10~20cm厚的腐殖质层(A层),颜色以深暗色调为主,如暗灰、暗灰黄等,其下多发育了比较厚的淀积层或淀积层向母质层的过渡层(B、AC、BC),颜色以灰黄、黄色为主,再往下则为不同厚度的母质层(C),颜色多为黄色、黄红色等,对比门赛尔比色卡可见土壤干态基本色调为5YR和7.5YR(见表2),土壤颜色的明度和彩度一般随剖面层次的加深而增加,A层的明度和彩度一般较低,颜色较深,在一定程度上反映了土壤有机质的

积累状况。野外观察还可见A层的植物根系分布比较多,土壤疏松;向下则植物根系分布逐渐减少,土壤也比较紧实,在各供试剖面中,ST剖面上的植物根系最为密集,剖面YH与XR的B层有不同程度的粘粒胶膜出现。

供试土壤的机械组成(国际制)见表2。由表2可以看出,供试土壤剖面各层以砂粒为主,整体表现为:砂粒>粉粒>粘粒,其含量范围:砂粒280~740 g/kg,粉粒210~370 g/kg,粘粒40~490 g/kg。供试剖面中,NY剖面的平均粉粘比最大,达到了4.30,在各供试土壤剖面中,其发育程度最弱;XR剖面除表层0~10cm的粉粘比略大于1外,其余各层均小于1,剖面平均粉粘比最小,为0.69,说明该土壤的剖面层次发育最为明显,发育程度最高<sup>[8]</sup>。供试土壤剖面中,YH、ST和NY的A/B粉粘比都小于1.5,说明其粘化过程主要表现为残积粘化;而KY和XR的A/B粉粘比则大于1.5,其粘化过程主要表现为淀积粘化<sup>[8]</sup>。

表2 供试土壤的剖面特征和机械组成

Tab.2 Profile character and mechanical composition of the tested soils

剖面号	深度/cm	颜色 (干态)	发生层	机械组成/g/kg			质地	粉粘比	A/B粉粘比	粘化率
				2~0.02 /mm	0.02~0.002 /mm	<0.002 /mm				
YH	0~10	7.5YR2/2	A <sub>1</sub>	380	350	270	壤质粘土	1.30	1.00	1.00
	10~20	7.5YR2/3	A <sub>2</sub>	390	350	260	壤质粘土	1.35	0.96	0.96
	20~40	7.5YR3/5	AB	400	370	230	粘壤土	1.61	0.81	0.85
	40~60	7.5YR4/6	B <sub>1</sub>	460	320	220	粘壤土	1.45	0.90	0.81
	60~80	7.5YR5/6	B <sub>2</sub>	470	330	200	粘壤土	1.65	0.79	0.74
	80~100	7.5YR6/8	C	430	360	210	粘壤土	1.71	0.76	0.78
ST	0~10	5YR3/2	A	520	160	320	粘壤土	0.50	1.00	1.00
	10~20	5YR3/4	AC	560	200	240	砂质粘壤土	0.83	0.60	0.75
	20~40	5YR4/5	CR	700	220	80	砂质壤土	2.75	0.18	0.25
KY	0~10	5YR3/3	A <sub>1</sub>	500	360	140	壤土	2.57	1.00	1.00
	10~20	5YR5/3	A <sub>2</sub>	420	320	260	壤质粘土	1.23	2.09	1.85
	20~40	5YR7/6	AB	470	300	230	粘壤土	1.30	1.98	1.64
	40~60	5YR7/6	B <sub>1</sub>	460	330	210	粘壤土	1.57	1.64	1.50
	60~80	5YR7/6	B <sub>2</sub>	520	290	190	粘壤土	1.53	1.68	1.36
	80~100	5YR7/6	C	480	320	200	粘壤土	1.60	1.61	1.43
NY	0~10	5YR2/2	A	660	270	70	砂质壤土	3.86	1.00	1.00
	10~20	5YR3/2	AB	740	220	40	砂质壤土	5.50	0.70	0.57
	20~40	5YR4/2	B	720	230	50	砂质壤土	4.60	0.84	0.71
	40~55	5YR5/2	C	660	260	80	砂质壤土	3.25	1.19	1.14
XR	0~10	7.5YR2/4	A <sub>1</sub>	356	324	320	壤质粘土	1.01	1.00	1.00
	10~20	7.5YR3/4	A <sub>2</sub>	424	276	300	壤质粘土	0.92	1.10	0.94
	20~40	7.5YR3/4	AB	312	298	390	壤质粘土	0.76	1.33	1.22
	40~60	7.5YR6/6	B <sub>1</sub>	340	210	450	粘土	0.47	2.15	1.41
	60~80	7.5YR6/8	B <sub>2</sub>	290	230	480	粘土	0.48	2.10	1.50
	80~100	7.5YR7/8	C	280	230	490	粘土	0.47	2.15	1.53

## 2.2 土壤的化学性质

### 2.2.1 土壤有机质

供试剖面土壤有机质的平均含量在 21.04~70.70g/kg 之间,不同剖面间有机质含量差别较大。NY 和 ST 剖面的有机质含量较高,其中 NY 剖面有机质的含量最高,原因主要是 NY 剖面点的海拔较高,年均温较低,有利于有机质的积累;ST 剖面点海拔低,年均温也高,但有机质含量也较高,其主要原因可能是因为 ST 剖面点的土层浅薄,植物根系无法继续向下生长,都集中在了离地表较浅的土层中,同时由于其水热条件较好,植物的生物量也较大,野外采样时观察到,ST 剖面点的杂草生长最为密集。供试土壤的有机质在剖面上表现出一定的表聚现象,但是随着剖面层次的下移,有机质在 A、B 层中并没有表现出迅速减小的现象,这正是草地土壤有机质的分布特点。草地生态条件下,土壤有机质主要以根系形式进入土壤,腐殖质含量向下延伸较深,含量逐渐减少。

### 2.2.2 土壤 pH

供试土壤剖面的 pH 变化范围在 6.90~8.24 之间(表 3),为中性至微碱性,这是南方喀斯特地区石灰(性)土的典型特征,由于各剖面的成土母质为石灰岩风化物,其碳酸钙含量较高,能够及时补充土壤风化所流失的盐基离子,所以土壤的 pH 表现为中性至微碱性。土壤 pH 在剖面上表现出随深度增加而增大的趋势,表层 pH 相对其他层次较低,这与碳酸盐淋溶强度随深度的增加而减弱有关,同时表层有机质含量较高,有机质分解产生的有机酸也可能是导致其 pH 相对其它层次明显偏低的原因之一。

### 2.2.3 土壤 CaCO<sub>3</sub>

由表 3 可见,供试剖面的 CaCO<sub>3</sub> 含量差异较大,剖面中 CaCO<sub>3</sub> 平均含量 ST 最大,为 250.95g/kg; YH 最小,为 15.22g/kg。剖面 CaCO<sub>3</sub> 的 A/B 可以反映出该土壤 CaCO<sub>3</sub> 的淋溶程度。供试剖面中 ST、KY、NY 三个剖面的平均 A/B 小于 1,表现出相对明

表3 供试土壤的化学性质  
Tab.3 Chemical properties of the soils

剖面号	深度/cm	发生层	有机质/g/kg	pH(H <sub>2</sub> O)	CaCO <sub>3</sub> /g/kg	CEC <sub>7</sub> 交换性盐基总量		盐基饱和度/%
						cmol(+)/kg		
YH	0~10	A <sub>1</sub>	33.35	6.90	14.23	18.84	16.01	84.98
	10~20	A <sub>2</sub>	29.68	7.22	14.51	18.98	16.32	85.99
	20~40	AB	28.45	7.26	16.64	11.95	10.40	87.03
	40~60	B <sub>1</sub>	27.10	7.61	8.09	13.40	11.79	87.99
	60~80	B <sub>2</sub>	27.15	7.49	25.11	12.67	11.28	89.03
	80~100	C	8.23	7.65	12.73	4.71	4.24	90.02
ST	0~10	A	58.41	7.69	191.22	24.33	20.92	85.98
	10~20	AC	45.01	7.89	215.16	23.70	20.62	87.00
	20~40	CR	23.50	7.91	346.46	21.57	18.98	87.99
KY	0~10	A <sub>1</sub>	30.94	7.41	26.09	14.84	13.95	94.00
	10~20	A <sub>2</sub>	31.43	7.67	45.70	13.69	13.01	95.03
	20~40	AB	28.52	7.81	30.43	15.69	14.75	94.01
	40~60	B <sub>1</sub>	24.87	7.88	29.35	15.04	13.99	93.02
	60~80	B <sub>2</sub>	25.21	7.93	75.19	13.37	12.30	92.00
	80~100	C	23.67	8.01	73.84	11.95	10.87	90.96
NY	0~10	A	80.12	8.20	122.37	21.23	19.11	90.01
	10~20	AB	70.71	8.24	116.95	24.83	22.10	89.01
	20~40	B	67.14	8.22	155.20	19.17	16.87	88.00
	40~55	C	62.29	8.13	171.82	16.28	14.16	86.98
XR	0~10	A <sub>1</sub>	38.15	7.71	24.25	15.12	13.34	88.23
	10~20	A <sub>2</sub>	38.25	7.95	26.42	14.79	13.21	89.32
	20~40	AB	25.65	8.06	24.59	13.98	12.24	87.55
	40~60	B <sub>1</sub>	14.27	8.07	20.65	13.55	12.20	90.06
	60~80	B <sub>2</sub>	4.51	8.05	19.17	12.84	11.39	88.68
	80~100	C	5.42	7.97	19.01	12.86	11.51	89.47

显的淋溶现象,其中KY剖面平均A/B最小,为0.67,说明该土壤中的CaCO<sub>3</sub>淋溶程度最高。对各剖面中CaCO<sub>3</sub>含量与粘粒含量进行相关性分析,结果CaCO<sub>3</sub>与粘粒之间呈显著负相关关系( $r = -0.493^*$ ,  $n=25$ ),这可能是因为石灰(岩)土的形成和发育过程中是一个CaCO<sub>3</sub>不断损失和粘粒不断形成的过程<sup>[2]</sup>。

#### 2.2.4 土壤阳离子交换量及盐基饱和度

供试土壤的阳离子交换量在4.71~30.71 cmol/kg之间,不同剖面间阳离子交换量有所差异,阳离子交换量的平均值ST剖面的含量最高,达23.20 cmol/kg, YH剖面的含量最低,为13.43 cmol(+)/kg。阳离子交换量在不同剖面间含量高低与CaCO<sub>3</sub>含量相似,这可能与石灰(岩)土的交换性盐基以钙镁占绝对多数有关<sup>[2]</sup>。在剖面上,总体来看阳离子交换量的含量有随剖面层次增加而减小的趋势,这与剖面有机质的分布规律相似,但其变化幅度和变化规律都没有有机质那么明显,这可能是因为土壤有机质对土壤中的阳离子有较强的吸附作用<sup>[9]</sup>,所以表现

出与有机质相似的规律,但其含量高低同时又受到CaCO<sub>3</sub>含量影响,而CaCO<sub>3</sub>含量在剖面上随着层次的加深却有增加的趋势。

供试土壤交换性盐基总量在剖面间和剖面上的变化规律与阳离子交换量一致,但在粘粒、有机质和CaCO<sub>3</sub>的含量的综合影响下,其绝对变量与阳离子交换量并不一致,所以土壤的盐基饱和度无明显规律,但盐基饱和度基本都在85%以上,这也是石灰(岩)土的主要特征之一<sup>[3]</sup>。

#### 2.2.5 土壤氧化铁性质

土壤中的氧化铁来自成土母质的遗骸,是由含铁硅酸盐类矿物在地表特定水热条件下,经过彻底的风化作用形成的,所以它的数量和形态是成土过程和成土环境的反映。土壤在风化过程中,土体中的原生铝硅酸盐矿物晶格破坏后释放出的铁,与水结合形成无定形非晶体的氧化铁(活性氧化铁),并进一步脱水结晶形成晶质态的氧化铁(老化过程),晶质态铁也可转化为离子态铁(活化过程)<sup>[10]</sup>。

由表4可知,供试土壤中游离铁的含量在15.26

表4 供试土壤的氧化铁性质

Tab. 4 Chemical properties of iron oxide in the tested soils

剖面号	发生层	络合铁 /g/kg	活性铁 /g/kg	游离铁 /g/kg	晶质氧化 铁/g/kg	活化度/%	络合度/%	晶胶率
YH	A <sub>1</sub>	0.30	3.66	42.70	39.04	8.57	0.70	11.67
	A <sub>2</sub>	0.28	3.48	41.27	37.79	8.43	0.68	11.86
	AB	0.30	3.31	38.15	34.84	8.68	0.79	11.53
	B <sub>1</sub>	0.24	3.72	40.90	37.18	9.10	0.59	10.99
	B <sub>2</sub>	0.25	3.55	36.99	33.44	9.59	0.67	10.42
ST	C	0.09	3.99	31.77	27.78	12.55	0.29	7.96
	A	0.32	4.44	26.70	22.26	16.63	1.20	6.01
	AC	0.23	4.17	30.45	26.29	13.68	0.76	7.30
KY	CR	0.17	2.10	15.26	13.16	13.77	1.12	7.27
	A <sub>1</sub>	0.19	2.78	28.31	25.53	9.83	0.66	10.18
	A <sub>2</sub>	0.22	2.90	29.80	26.91	9.71	0.75	10.29
	AB	0.20	2.75	25.86	23.11	10.62	0.78	9.42
	B <sub>1</sub>	0.22	2.96	29.91	16.98	14.83	1.09	6.74
NY	B <sub>2</sub>	0.28	3.41	39.27	35.87	8.67	0.72	11.53
	C	0.24	3.90	36.85	32.95	10.59	0.66	9.45
	A	0.36	3.57	17.30	17.30	17.11	1.71	5.84
	AB	0.38	3.86	22.57	22.57	14.61	1.42	6.85
	B	0.36	4.23	23.04	23.04	15.51	1.32	6.45
XR	C	0.36	4.40	25.37	25.37	14.78	1.21	6.77
	A <sub>1</sub>	0.31	4.22	60.32	60.32	6.54	0.48	15.29
	A <sub>2</sub>	0.36	3.72	57.36	57.36	6.09	0.59	16.42
	AB	0.16	3.41	62.44	62.44	5.18	0.24	19.31
	B <sub>1</sub>	0.10	3.23	47.87	47.87	6.32	0.19	15.82
XR	B <sub>2</sub>	0.09	2.85	46.47	46.47	5.79	0.19	17.31
	C	0.10	3.10	43.98	43.98	6.59	0.21	15.19

~65.85g/kg之间。剖面游离铁平均含量以XR剖面最高,为56.50g/kg;ST剖面最低,为24.14g/kg。游离铁在剖面上的分布特点为:KY和NY随深度的增加而递增,YH、ST、XR随深度的增加而递减。供试剖面游离铁与粘粒之间呈极显著正相关关系( $r=0.698^{**}$ ,  $n=25$ );而游离铁与CaCO<sub>3</sub>之间表现出了极显著负相关关系( $r=-0.560^{**}$ ,  $n=25$ )。土壤游离氧化铁表现出与粘粒之间协同迁移的现象,这是因为土壤氧化铁主要存在于土壤的粘粒部分。由于碳酸盐的存在,阻遏了土壤的化学风化过程,所以碳酸盐含量较多的层次,含铁的铝硅酸盐矿物风化减弱,释放出的氧化铁的量也相应的减少。

土壤活性铁的含量在2.10~4.44g/kg之间。剖面活性铁平均含量以NY剖面最高,为4.02g/kg;KY剖面最低,为3.12g/kg。活性铁在剖面上的分布特点与游离铁相似,这说明活性铁含量的多少受游离铁的影响。各供试土壤的活化度在5.18%~17.11%之间,其相应的晶胶率在5.84~19.31之间。活性铁(非晶质铁)占游离铁的比例较低,晶胶率较

大,说明各剖面活性铁的老化程度较高,其中以XR剖面的老化程度最高。供试剖面总体的活性铁与土壤有机质含量间表现出极显著正相关关系( $r=0.527^{**}$ ,  $n=25$ )。

土壤络合铁的含量在0.09~0.38g/kg之间,络合铁平均含量以NY剖面最高,为0.37g/kg,XR剖面最低,为0.19g/kg。络合铁在土壤中的分布特征表现为随着深度的增加其含量逐渐降低,而络合度在各剖面中没有表现出规律性。供试剖面总体的络合铁与土壤有机质含量间表现出极显著正相关关系( $r=0.846^{**}$ ,  $n=25$ ),这是因为腐殖质中含大量的芳香族和脂肪族结构<sup>[9]</sup>,易与铁形成络合物。

### 3 土壤系统分类

供试土壤诊断层及诊断特性如表5所示。

#### 3.1 诊断表层

剖面YH、NY表层的干态明度小于5.5;土壤有机碳含量均高于6g/kg,盐基饱和度大于50%,且厚

度符合暗沃表层的要求,说明供试土壤具有暗沃表层<sup>[11]</sup>。

3.2 诊断表下层

KY 和 XR 两剖面 B 层的粘化率均大于 1.2,在大形态上,粘粒胶膜体积>5%,说明土壤形成了明显的粘化层<sup>[11]</sup>;YH、ST、NY 剖面未发生明显的粘化,且具有发育的 B 层结构,说明其具有锥形层<sup>[11]</sup>。

3.3 诊断特性

(1)土壤温度状况:供试的各剖面都处于亚热带湿润季风气候带,年平均气温在 13.6~16.5℃之间,地表下 50cm 年均土温在 15℃以上但小于 22℃,为热性土壤温度状况<sup>[12]</sup>。

(2)土壤水分状况:供试的各剖面所处地区年降水量在 1 188~1 378mm 之间,采用干燥度公式计算年干燥度小于 1(0.42~0.91),为常湿润土壤水分状况<sup>[12]</sup>。

(3)均腐殖质特性:剖面 YH、ST、KY 和 NY 中,0~20 cm 对 0~100cm(若 50~100cm 之间出现石质、准石质接触面,则按相应比例计算)处的腐殖质储量比(Rh)分别为 0.24、0.27、0.22 和 0.21(Rh≤

0.4);且单个土体不具有厚度为 5~20cm 的有机现象亚层,说明此三个土壤剖面具有均腐殖质特性<sup>[11]</sup>。

(4)腐殖质特性:各供试土壤剖面有机质表层含量较高,向下逐渐减少;土表至 100cm 范围内土壤有机碳总储量均>12kg/m<sup>2</sup>,表明土壤具有腐殖质特性<sup>[11]</sup>。

(5)盐基饱和度:各供试土壤剖面的盐基饱和度在 85%~95%之间,盐基饱和度大于 50%,属盐基饱和土壤<sup>[11]</sup>。

(6)岩性特征:各供试剖面土表至 125cm 范围内有碳酸盐岩岩屑,pH 大于 5.5,盐基饱和度大于 50%,土壤均具有碳酸盐岩岩性特征<sup>[11]</sup>。

(7)铁质特性:各个剖面发生层中的游离铁(除 ST 的 C 层外)含量都大于 20g/kg,说明各供试土壤均具有铁质特性<sup>[11]</sup>;

(8)石灰性:各个剖面土表至 50cm 范围内所有亚层中 CaCO<sub>3</sub> 相当物在各个剖面中的含量均大于 10g/kg,用 1:3 盐酸处理有泡沫产生,说明各剖面均具有石灰性<sup>[11]</sup>。

表 5 供试土壤诊断层和诊断特性

Tab. 5 Diagnostic horizons and diagnostic characteristics of the tested soils

剖面号	诊断表下层			诊断特性							
	暗沃表层	粘化层	锥形层	热性土壤 温度状况	常润土壤 水分状况	均腐殖质 特性	腐殖质 特性	盐基饱 土壤	碳酸盐岩 岩性特征	铁质特性	石灰性
YH	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ST	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
KY	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
NY	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
XR	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+

3.4 土壤类型的归属

根据上述分析讨论结果,参照《中国土壤分类系统高级分类表》<sup>[1]</sup>和《中国土壤系统分类检索(第三

版)》<sup>[13]</sup>,供试的 5 个土壤剖面在地理发生分类和中国土壤系统分类中的归属详见表 6。

表 6 供试土壤的分类参比

Tab. 6 Correlation of the classification of the tested soils

剖面号	土壤地理发生分类(亚类)	中国土壤系统分类(亚类)
YH	黄色石灰土 (Yellow rendzina)	普通黑色岩性均腐土 (Typic Black-Lithomorphc Isohumosols)
ST	黄色石灰土 (Yellow rendzina)	腐殖钙质常湿锥形土 (Humic Carbonati-Perudic Cambosols)
KY	黄色石灰土 (Yellow rendzina)	腐殖钙质常湿淋溶土 (Humic Carbonati-Perudic Argosols)
NY	黄色石灰土 (Yellow rendzina)	普通黑色岩性均腐土 (Typic Black-Lithomorphc Isohumosols)
XR	黄色石灰土 (Yellow rendzina)	腐殖钙质常湿淋溶土 (Humic Carbonati-Perudic Argosols)

## 4 结 论

(1)草地生态条件下土壤有机质主要以根系形式进入土壤,腐殖质含量向下延伸较深,含量逐渐减少,剖面表层的干态明度小于5.5,土壤有机碳含量均高于6g/kg,土壤发育过程中,碳酸盐不断提供Ca、Mg离子使土壤的盐基饱和度大于50%,从而使草地生态条件下发育的土壤具有暗沃表层,部分土壤的特性达到了均腐殖质特性的要求,土壤还具有均腐殖质特性。

(2)石灰(岩)土的发育程度受母质的影响较大,CaCO<sub>3</sub>与粘粒之间呈显著负相关,CaCO<sub>3</sub>与氧化铁之间呈极显著负相关,说明CaCO<sub>3</sub>减缓了石灰(岩)土粘化过程和脱硅富铝化过程,一定程度上阻碍了喀斯特地区石灰(岩)土向地带性土壤(黄壤、红壤)发育的趋势。

(3)贵州喀斯特地区的石灰(岩)土除了具有与碳酸盐相关的特性外,还具有腐殖质特性和铁质特性,反映了该地区成土过程中的生物作用和化学风化作用都比较强。

(4)贵州喀斯特地区草地生态条件下5个不同地区发育的石灰(岩)土在中国系统分类中的归属,分别属于3个不同土纲的相应亚类,即:普通黑色岩性均腐土、腐殖钙质常湿雏形土和腐殖钙质常湿淋溶土。

## 参考文献

- [1] 全国土壤普查办公室. 中国土壤[M]. 北京:中国农业出版社, 1998:524-525.
- [2] 张凤荣. 土壤地理学[M]. 北京:中国农业出版社, 2001:236-240.
- [3] 贵州省土壤普查办公室. 贵州省土壤[M]. 北京:贵州科技出版社, 1994:345-346.
- [4] 杨胜天. 贵州黔灵山土壤系统分类[J]. 贵州师范大学学报. 2000,18(3):13-16.
- [5] 宁婧. 黔北喀斯特生态环境石灰土发生特征与诊断特性的研究[J]. 贵州农业科学. 2009,37(3):76-81.
- [6] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1978:16-32.
- [7] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 第3版 北京:中国农业出版社, 2000:25-177.
- [8] 常庆瑞,雷梅,冯立孝. 秦岭北坡土壤发生特性与系统分类[J]. 土壤学报 2002,39(2):227-235.
- [9] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京:中国农业出版社, 2000:45-46.
- [10] 常庆瑞,冯立孝,阎湘. 陕西汉中土壤氧化铁及其发生学意义研究[J]. 土壤通报, 1999,30(1):14-16.
- [11] 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, 1999:52-79.
- [12] 陈建飞. 土壤水分和温度状况的估算[J]. 土壤, 1989, 219(3): 160-162.
- [13] 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(第三版)[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社, 2002:25-194.

## Study on the genesis characteristics and taxonomic classification of limestone soil under grassland ecosystem in Guizhou Karst Area

YANG Liu, HE Teng-bing, SHU Ying-ge, LIU Yuan-sheng, BU Tong-da

(College of Agriculture, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025, China)

**Abstract:** The limestone soils in five different regions are selected as the research object in grassland ecological conditions in Guizhou Karst Area according to the physical and chemical as well as the genesis characters of the soils. The factors that affect soil development is discussed, the diagnostic horizons and diagnostic characteristics of the soil are determined. Among them, the soil diagnostic horizons involve the Mollic epipedon, Cambic horizon, Argic horizon and so on; the diagnostic characteristics involve the thermic temperature regime, perudic moisture regime, isohumic property, humic property, base saturation, lithology of the carbonate rocks, ferric property, calcaric property etc. And then, the soils are classified. The results show that the five soils belong to the subgroups of Chinese soil taxonomy in lithology, they are typical black-lithomorphous isohumusols, humic carbonati-perudic cambosols and humic carbonati-perudic argosols.

**Key words:** limestone soils; genesis character; diagnostic horizons; diagnostic characteristics; taxonomic classification; grassland; Guizhou Karst Areas