

太白山北坡垂直带土壤发生特性与分类——腐棕土

常庆瑞 李 岗[✓] 朱永利 鱼彩彦

(西北农业大学土化系, 陕西杨陵 712100)

A

摘 要 太白山北坡亚高山寒带湿润气候、草甸植被下发育的土壤是土壤垂直带谱中非常重要的组成部分。研究结果表明, 此带土壤腐殖质特性明显, 淋溶强烈, 呈酸性, 剖面发育较差, 风化度低, 粘化作用微弱, 具硅铝特性, 氧化铁的游离度低, 活化度高, 潜在移动性大。该带土壤属于系统分类中的腐棕土土类, 其中发育在亚高山灌丛草甸的为普通腐棕土, 发育在亚高山禾草草甸的为不饱和腐棕土。

关键词 发生特性, 系统分类, 腐棕土 土壤发生学 分类 太白山北坡
中图分类号 S155.2

秦岭主峰太白山 3100 m 以上亚高山地带的土壤, 是土壤垂直地带谱结构中重要的组成部分。对其理化性质和某些特性, 前人曾进行过研究^[1~3], 但对发生特性的系统研究较少; 分类命名是从地理发生学的原则出发, 进行定性推论, 曾先后被命名为亚高山草甸土^[1], 山地草甸土^[4~6], 3000~3500 m 为亚高山草甸土, 3500 m 以上为高山草甸土, 以及森林草甸土和草甸土^[7]。本文选择位于 3400 和 3600 m 的两个典型剖面进行发生特性和系统分类研究, 以期为太白山土壤垂直带谱的划分和建立提供基础资料和依据。

1 供试土壤环境条件和剖面特征

1.1 环境条件

供试土壤分别位于太白山北坡亚高山寒带 3400 m 的灌丛草甸——代号 TN-03, 和 3600 m 的禾草草甸——代号 TN-04。TN-03 号土壤所处的地貌类型为花岗岩基切割后形成的亚高山, 尚保留有角峰、刃脊等第四纪古冰川遗迹和石河、石冰川等冻土地貌, 地势崎岖陡峻。成土母质是碎屑状风化物, 残积坡积相混合。气候特征是寒冷湿润, 多强风, 年均气温 $-2 \sim -1^{\circ}\text{C}$, 降水量 (800~900 mm), 略大于蒸发量。植被是亚高山灌丛草甸, 灌木种类主要有密枝杜鹃 (*Rhododendron fastigiatum*)、怀腺柳 (*salix cupularis*)、高山绣线菊 (*spiraea alpina*) 等, 高 50~60 cm, 多丛生和匍伏。苔藓、地衣较多。

TN-04 号土壤地处冰缘石质亚高山区, 构成地貌的基底是花岗片麻岩。地表多古冰川遗迹和现代冰土地貌, 角峰、刃脊、冰斗、冰川槽谷、侧碛垄、终碛垄众多, 石海、石河和石环遍布。气候严寒湿润, 辐射强, 大风多, 年均气温 $-5 \sim -6^{\circ}\text{C}$, 月均气温低于 8°C , 冻融特征明显; 年降水量 (750~800 mm) 显著高于蒸发量。植被为亚高山禾草草甸, 以禾叶蒿草 (*Kobresia graminifolia*) 为主, 伴有早熟禾 (*stipa bungeana*), 苔草属 (*carex*), 须草属 (*Deschampsia*) 的种类, 高仅 20~30 cm, 苔藓和地衣繁多。

收稿日期: 1994-08-27

1.2 土壤剖面特征

供试土壤剖面特征如表 1 所示。

表 1 供试土壤剖面特征

剖面编号	层次及深度 (cm)	颜 色	质 地	结 构	松紧度	新生体	石灰反应	其 他
TN-03	O ₁ 6~0	半分解状态的枯枝落叶和根系盘结						
	A ₁ 0~20	10YR2/3 黑棕	壤土	团粒状	疏松	少量锈纹	无	少量石块
	B ₁ 20~90	10YR6/4 浊黄橙	砂质壤土	团块状	稍紧实	少量锈纹	无	有石块
TN-04	O ₁ 4~0	半分解状态枯枝落叶和根系盘结						
	A ₁ 0~18	10YR3/3 暗棕	壤土	团粒状	疏松	少量锈纹	无	少量石块
	B ₁ 18~58	10YR6/4 浊黄橙	砂质壤土	小块状	稍紧实	少量锈纹	无	较多石块,碎屑
	C ₁ 58 以下	母质、母岩层						

2 样品采集和测试方法

2.1 样品采集

供试土壤样品按发生层次分层采集,去除枯枝落叶、根系和石块,阴干研磨,过 2 和 1 mm 筛后装袋备用。

2.2 测试方法

pH、有机质、全氮、全磷,阳离子交换量、水解酸用常视土壤理化分析方法测定;机械组成用 Na₂CO₃ 分散,吸管法测定;矿质全量用 Na₂CO₃ 熔融,Fe、Mn、Ca、Mg、K 用原子吸收光谱法,Ti 用变色酸比色法,Al 用 EDTAKF 取代容量法,Si 用重量法测定;游离铁、活性铁、络合铁,分别用连二亚硫酸钠、草酸-草酸铵和焦磷酸钠提取,比色法测定。

3 结果与分析

3.1 土体分化发育

太白山 3100 m 以上的亚高山区,由于化学风化作用微弱,以冰川和冻融作用为主的物理风化作用强烈,成土母质是碎屑和石块为主体的残积、坡积和冰碛物,再加上冻结时间长和季节冻土层的存在,成土时间相对短,物质的转化迁移较少,淋淀困难,所以土壤剖面发育程度低,层次分异不明显,诊断特征不突出,母质特性保留较多,土体表现出粗骨性、幼年性和薄层性的特点。

3.2 机械组成和粘化特征

由表 2 可知,供试土壤颗粒组成较粗,均以砂粒为主($>458.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$),粘粒含量低于 $143.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,粘化作用微弱。粘粒、粉粒均为表层高于底层,B/A 层粘粒比不大于 0.96,砂粒则相反,下层高于上层。表明粘化主要发生在表层,土体内部较弱,且粘粒形成后就地残积,淋淀极少,未形成粘化 B 层。

3.3 腐殖化特性

供试土壤由于繁茂的草甸植被,每年都接受大量的枯枝落叶,在低温高湿的环境中,微生物分解活动和矿化作用都较弱,所以在地表形成厚 5 cm 左右的半腐解态凋落物和根

系盘结层(见表1);土体表层形成暗腐殖质层,有机质高达 110.32 和 $64.28 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,表聚性明显;全剖面有机质积累多,加权平均含量分别为 51.93 和 $34.77 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,两剖面之间存在着显著差异(见表3)。

表2 土壤机械组成

剖面编号	层次	砂粒(mm)			粉粒(mm)			粘粒 <0.002	粉粘比	B/A 粘粒比	A/B 粉粘比
		>0.2	0.2~ 0.02	小计	0.02~ 0.01	0.01~ 0.002	小计				
TN-03	A	203.1	246.9	450.0	219.8	235.4	455.2	94.8	4.80		
	B	330.1	251.0	581.1	153.9	176.9	330.8	88.1	3.75	0.93	1.28
TN-04	A	305.8	178.8	484.6	141.4	231.2	372.6	143.8	2.59		
	B	622.3	138.8	761.1	114.8	99.3	214.1	24.8	8.63	0.17	0.30

表3 土壤化学性质

剖面编号	层次	有机质 全 氮		C/N	pH	阳离子	交换性	水解	盐 基	CEC
		(g · kg ⁻¹)				交换量	盐 基	性酸		
		(cmol · kg ⁻¹)								
TN-03	A	110.32	8.08	7.92	5.75	36.22	24.44	11.78	67.5	3.82
	B	35.25	2.41	8.48	5.59	13.77	7.64	6.13	55.5	1.56
TN-04	A	64.28	4.13	9.03	5.17	19.57	6.73	12.84	34.4	1.36
	B	19.59	1.23	9.24	4.91	7.99	2.06	5.93	25.8	3.22

3.4 土壤酸度和交换性能

供试土壤 pH 均呈酸性,表层交换能力强,底层显著降低;水解酸含量高,盐基饱和度较低。其中 TN-03 号土壤 $\text{pH} \geq 5.59$, A 层交换能力强,阳离子交换量达 $36.22 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$,盐基饱和度大于 55.5%;TN-04 号土壤呈强酸性($\text{pH} \leq 5.2$),阳离子交换量不到 $20 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$,盐基高度不饱和。表明在亚高山低温高湿状态下,土壤的淋溶作用较强,土体中的碱金属和碱土金属离子大部分被淋失,吸附在胶体表面的盐基离子也被 H^+ 、 Al^{3+} 大量交换出来,并遭受淋失,而且随着海拔升高,淋溶越来越强。

3.5 化学组成和风化发育程度

由表 4、5 可见,供试土壤的铁铝含量低,合计不超过 $230 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,硅则相反, SiO_2 含量高达 $640 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上。硅与其他元素的分子比率均很高,且上下层之间差异不大。表明供试土壤的风化发育程度较低,成土过程尚处于硅铝化阶段,物质的迁移、转化和累积均不明显。

表4 土体化学组成(灼烧基)

剖面编号	层次	g · kg ⁻¹									
		烧失量	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	MnO	K_2O	P_2O_5
TN-03	A	196.90	676.68	173.04	50.08	9.26	23.16	24.11	1.31	17.76	4.02
	B	92.60	692.67	172.45	49.94	8.48	17.50	19.86	1.01	15.72	2.13
TN-04	A	150.80	639.46	169.61	49.29	8.51	20.57	22.00	0.96	16.84	4.73
	B	68.70	648.66	165.72	48.13	7.13	18.41	22.69	1.15	16.51	2.94

反映淋溶程度的盐基指数 $[\text{ba} = (\text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O}) / \text{Al}_2\text{O}_3]$ 值较小,表明淋溶较强烈,矿物分解进入风化液中的盐基都能被淋失,其中 TN-03 表层值较高的原因是强烈的

生物富集所致。

表 5 土体氧化物分子比率

剖面编号	层次	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{TiO_2}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	盐基指数 ba
TN-03	A	6.65	35.94	97.20	5.63	0.73
	B	6.83	36.99	108.57	5.76	0.60
TN-04	A	6.41	34.50	99.95	5.42	0.68
	B	6.65	35.86	121.02	5.61	0.68

3.6 氧化铁形态特征

表 6 显示,供试土壤游离铁较低,而活性铁和络合铁较高,铁活化度超过 90%,铁水合系数也高于太白山垂直带其它土壤;同一剖面各形态氧化铁均为表层略高于下层,铁的游离、活化程度也表现出相同的规律。其中 TN-03 号土壤游离铁、活性铁和铁游离度高于 TN-04 土壤,铁的活化程度却是 TN-04 大于 TN-03。产生这种现象的原因主要是由于随着海拔升高,温度下降、湿度增加,不利于矿物的风化水解,而凋落物分解产生的强酸性有利于促进游离铁的分解,使其以活性态和络合态形态存在,阻滞了铁的结晶老化。

表 6 氧化铁形态特征(烘干重)

$g \cdot kg^{-1}$

剖面编号	层次	全铁 Fet	游离铁 Fed	活性铁 Feo	络合铁 Fep	游离度 Fed/Fet	活化度 Feo/Fed	络合度 Fep/Fed	水合系数 Feo/Clay
TN-03	A	40.22	15.13	13.68	1.29	36.1	90.4	8.5	14.4
	B	45.32	12.33	11.10	0.98	27.2	90.0	8.0	12.6
TN-04	A	41.29	12.38	12.26	1.95	29.6	99.0	15.8	8.5
	B	48.13	6.27	5.89	1.90	13.8	93.9	4.2	23.8

4 供试土壤系统分类

4.1 诊断层和诊断特性

供试土壤剖面 B 层颜色均呈现不同程度的棕色,结构发育明显,已无母质构造,形成了较为典型的风化 B 层。该层粘粒矿物以 2:1 型的水云母和 2:1:1 型的绿泥石为主,粘粒硅铝率 $> 3.00^{[1]}$, CEC/clay 大于 1.6,游离氧化铁 $\leq 15.13 g \cdot kg^{-1}$,具有明显的硅铝特性。

供试土壤所在地区气温平均低于 $0^{\circ}C$,土温却高于 $0^{\circ}C$,无永久冻土层存在,其中 TN-03 为寒冷温度状况, TN-04 为寒冻温度状况。年干燥度 < 1 ,土壤处于常湿润状态。

土壤表层有机质含量 $> 64.28 g \cdot kg^{-1}$,且表聚性明显,属暗色腐殖质表层。土壤剖面具有腐殖质特性,结构面有 Fe、Mn 锈纹锈斑,无石灰反应。土壤呈酸性反应,0~50 cm 盐基饱和度 TN-03 号土壤 60.3%,为盐基饱和, TN-04 号土壤 28.9%,属盐基不饱和。

4.2 土壤类型确定

根据中国土壤系统分类(首次方案)^[6]的分类体系,诊断标准,检索程序和命名方法,供试土壤具有暗色腐殖质表层和硅铝特性的风化 B 层,土壤呈常湿润水分和寒性温度状况,所以属于硅铝土纲、常湿润硅铝土亚纲、腐棕土土类。其中 TN-03 号土壤盐基饱和度 60.3%,为普通腐棕土亚类; TN-04 号土壤盐基饱和度 28.9%,为不饱和腐棕土亚类。

5 结 语

太白山北坡寒带湿润气候与草甸植被下发育的土壤属于系统分类中的腐棕土土类, 其中发育在寒冷灌丛草甸条件下的土壤是普通腐棕土, 发育在寒冻禾草草甸条件下的土壤是不饱和腐棕土。土壤具有如下发生特性:

- ①土壤剖面发育较差, 风化度低, 粘化作用微弱, 具明显的硅铝特性。
- ②土壤具腐殖质特性, 形成暗色腐殖质表层, 淋溶强烈, 呈酸性反应。
- ③游离氧化铁较少, 活化度高, 潜在移动性大。

致谢: 本文得到冯立孝教授的指导与修改, 特此致谢!

参 考 文 献

- 1 陕西省土壤普查办公室. 陕西土壤. 北京: 科学出版社, 1992, 171~174
- 2 徐明岗, 张建新. 太白山北坡土壤性质的研究. 土壤肥料, 1992, (6), 34~37
- 3 陈俊卿. 太白山北坡土壤的粘土矿物. 土壤学报, 1982, 19(3), 36~40
- 4 李天杰, 郑应顺, 王云. 土壤地理学. 北京: 人民教育出版社, 1990, 86~101
- 5 朱祖祥主编. 土壤学(下册). 北京: 农业出版社, 1983, 293~295
- 6 吴先余. 土壤地理学. 西安: 陕西科技出版社, 1990, 96~101
- 7 太白山自然保护区管理局. 秦岭主峰太白山. 西安: 陕西科技出版社, 1984
- 8 南京土壤研究所. 中国土壤系统分类(首次方案). 北京: 科学出版社, 1991, 8~83

Soil Genesis Characteristios and Classification of Vertical Zone on the Northern Slope of the Taibei Moutains ——Humus Brownified Soil

Chang Qingrui Li Gang Zhu Yongli Yu Caiyan

(The Department of Agro-Chemistry, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The soil developed on the subalpine frigid in the northern slope of the Taibei Mountains with humid climate and meadow vegetation is a very important component in the soil association of vertical zone. The results show that the zone in the zone has the characteristics of an evident humic property, intense leaching and acid reaction; less developed soil profile, low weathering intensity, weak clayization and the siallic property; low Fed/Fet, high Feo/Fed, and great potential moving property. The soils belong to the humus brownified soil group in soil texonomic classification. Of which the soil (TN-03) developed in the region with the subalpine shrubby meadow is the haplic humus brownified soil subgroup. And the soil (TN-04) developed in the region with the subapine grass meadow is the dystric humus brownified soil subgroup.

Key words genesis characteristics, soil texonomic classification, humus brownified soil