

文章编号: 1000-0585(2001)01-0083-08

太白山土壤特性及氧化铁发生学特征

雷 梅^{1,2}, 常庆瑞², 冯立孝², 陈同斌¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所农业生态与环境技术试验站, 北京 100101;

2. 西北农林科技大学资源与环境科学系, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 随海拔的降低, 秦岭北坡中山区森林土壤因温度、降水和植被类型的变化存在很大差异: 高海拔地区发育的酸性湿润锥形土酸度较高, 有机质含量十分丰富; 与之相比, 低海拔地区发育的筒育湿润淋溶土有机质含量下降, 但结构复杂, 土壤具有粘化层。较高的有机质含量和特殊的有机质组成促进了纯针叶林土壤中硅酸盐矿物的溶解, 释放出氧化铁并使之螯迁至土壤B层富集。环境因素决定了土壤酸度、有机质等特性, 也影响土壤氧化铁的组成和分布。土壤粘粒含量与土体游离氧化铁含量显著相关, 剖面铁的游离度与氧化铁全量无关, 只与土壤发育程度有关。太白山北坡中山区土壤处于脱盐基富硅铝化的风化发育阶段。

关 键 词: 太白山北坡; 成土因素; 氧化铁形态; 土壤特性

中图分类号: S155.23 **文献标识码:** A

秦岭主峰太白山海拔 3 767 m, 是青藏高原以东的第一高峰, 具有多样的气候类型、丰富的树种资源和典型的土壤垂直带谱^[1~4]。北坡石质中山区的气候类型为寒温带季风气候和温带季风气候, 植被类型随海拔的降低逐渐由纯针叶林过渡到针阔叶混交林, 土壤性质也因此产生明显的差异。前人曾对太白山北坡的土壤分布和土壤分类进行过研究^[5~7], 文章通过研究太白山北坡中山区不同海拔高度上两种土壤的理化特性, 分析铁元素的剖面分异和迁移规律, 探讨环境因素对土壤特性和氧化铁形态、分布的影响机理。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料选自太白山北坡海拔 1 600~3 000 m 内的 TN 1 号~TN 4 号剖面, 4 个剖面的气候、母质、母岩、地形等成土因素基本相同 (表 1), 人为作用均较小, 唯有植被类型差异较大: TN 1 号剖面发育在纯针叶林下, 叶面积指数低, 森林郁闭度相对较小; 随海拔降低, TN 2 号剖面周围的优势树种仍为红杉 (*Larix potaninii*), 但周围零星散布些牛皮桦 (*Betula albo-sinensis* var. *septrionalis*); 到 TN 3 号和 TN 4 号剖面, 植被类型逐渐过渡为针阔叶混交林, 优势树种是华山松 (*Pinus amandii*)、栓皮栎 (*Quercus variabilis*) 和锐齿

* 本文承蒙中科院地理所黄荣金研究员和张增强博士审阅及指正, 谨表致谢!

收稿日期: 2000-06-26; 修订日期: 2001-01-05

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (49941005)

作者简介: 雷梅 (1973-), 女, 浙江丽水人, 博士生。主要从事土壤分类和土壤环境保护方面的研究。

槲栎 (*Q. aliena* var. *acuteserata*)。

供试土壤的剖面形态如表 2 所示。4 个剖面均有发育较好的 B 层。由 TN 1 号剖面到 TN 4 号剖面, 剖面彩度降低, 亮度增加。随海拔的降低, 剖面下部的质地逐渐变细。针叶林下发育的土壤为酸性湿润雏形土, 即暗棕壤; 针阔叶混交林下发育的土壤为简育湿润淋溶土, 即棕壤^[5] (表 3)。

表 1 取样地点的环境条件

Tab. 1 Conditions of the investigated sites

剖面编号	采样地点	海拔/m	气候	母质	母岩	植被类型
TN 1	明星寺东南 300 m	2 850	寒温带季风气候	坡积物 残积物	片麻岩 片岩	高山针叶林及灌丛: 红杉、冷杉、金背枇杷、 蒲氏杜鹃、苔藓、地衣
TN 2	平安寺	2 730	寒温带季风气候	坡积物 残积物	片麻岩 片岩	高山针叶林及桦树: 红杉、冷杉、红桦、金 背枇杷、苔藓
TN 3	骆驼树	1 920	温带季风气候	坡积物 残积物	片麻岩 云母、长石	针阔叶混交林: 华山松、油松、锐齿槲栎、栓 皮栎、胡枝子、绣球
TN 4	上下白云寺之间	1 600	温带季风气候	坡积物 残积物	片麻岩 云母、长石	针阔叶混交林: 华山松、油松、锐齿槲栎、栓 皮栎、胡枝子、绣球

表 2 土壤剖面的形态描述

Tab. 2 Profile description of the investigated soils

剖面编号	层次及深度 /cm	颜色	质地	结构	松紧度	新生体
TN 1	O: 6~ 0	半腐解态的残落物				
	A: 0~ 10	棕—浊黄棕 10YR 4. 5/4	粉砂质粘壤土	团粒状	疏松	腐殖质胶膜
	AB: 10~ 26	浊黄橙—亮黄棕 10YR 7/5	粉砂质粘壤土	团块状	紧	氧化硅白色新生体
	B: 26~ 50	亮黄棕—浊黄橙 10YR 6/5	粉砂质粘壤土	块状	紧	铁锰胶膜
TN 2	O: 6~ 0	新鲜半腐解残落物				
	A: 0~ 26	暗棕 7. 5YR 3/4	粉砂质粘土	团粒状	疏松	白色菌丝体
	AB: 26~ 39	灰棕 7. 5YR 5/2	壤质粘土	小块状	稍紧	少量白色硅粉
	B: 39~ 102	浊橙 7. 5YR 6/4	粉砂质粘土	棱块状	紧实	少量铁锰胶膜
TN 3	O: 4~ 0	新鲜半腐解残落物				
	A: 0~ 17	灰棕 7. 5YR 5/2	粉砂质粘壤土	团粒状	疏松	
	AB: 17~ 28	浊棕 7. 5YR 6/3	粉砂质粘土	团块状	稍紧	
	B1: 28~ 43	浊橙 7. 5YR 7/4	粉砂质粘土	小核状	紧	少量铁锰胶膜
	B2: 43~ 71	橙 7. 5YR 7/6	壤质粘土	核块状	紧	少量铁锰胶膜
	C: 71~ 102	红棕色半风化物				
TN 4	O: 5~ 0	新鲜半腐解残落物				
	A: 0~ 15	橙白 7. 5YR 8/2	粉砂质粘壤土	团粒状	疏松	腐殖质胶膜
	AB: 15~ 32	橙白—淡棕灰 7. 5YR 7. 5/2	粉砂质粘土	团块状	稍紧	氧化硅及腐殖质胶膜
	B1: 32~ 50	淡黄橙 7. 5YR 8/3	壤质粘土	棱块状	紧	铁锰胶膜
	B2: 50~ 90	浊黄橙—浊橙 7. 5YR 7/4	壤质粘土	块状	紧	铁锰胶膜
	C: 90~ 150	风化岩块		小块状	紧	氧化硅及铁锰胶膜

1.2 土壤取样与分析

按剖面发生层次分层采集土壤样品, 除去枯枝落叶及根系、石块后, 研磨、过筛。机械组成、pH 值、阳离子交换量(CEC₇)、交换性酸和有机质含量的测定均采用《土壤理化分析》一书中的方法^[8]; 腐殖酸总量测定按科诺诺娃的方法^[9], 腐殖酸各组分含量以及活性腐殖酸含量测定按熊田恭一的方法^[10]; N a₂CO₃ 熔融、原子吸收光谱法测定氧化铁全量; 用连二亚硫酸钠-柠檬酸钠浸提游离氧化铁, 草酸-草酸铵缓冲液浸提活性氧化铁, 焦磷酸钠浸提络合氧化铁, 均用邻菲罗啉比色法测定^[8]。

表 3 供试土壤类型
Tab. 3 Classification of the investigated soils

剖面编号	TN 1	TN 2	TN 3	TN 4
土壤发生分类	暗棕壤	暗棕壤	棕壤	棕壤
土壤系统分类	酸性湿润锥形土	酸性湿润锥形土	筒育湿润淋溶土	筒育湿润淋溶土

2 结果

2.1 机械组成

由于山地气候的特殊性^[11], 四个剖面的降水量有所不同, 机械组成也随之变化。在太白山北坡海拔 1 900 m 附近, 年降水量达到最大值, 向上、向下降水量均呈逐渐减小的趋势。海拔 2 850 m 处(明星寺)的降水量约为 800~ 900 mm, 海拔高度降至 2 730 m (平安寺附近)时, 降水量稍有增加。四个剖面中以 TN 3 号剖面的降水量最多, 为 1 050~ 1 100 mm, 其次为 TN 4 号剖面。后两者已形成明显的粘化层(B 层/A 层粘粒比> 1. 25)。淀积层粘粒含量递减规律为 TN 3 号> TN 4 号> TN 2 号> TN 1 号(表 4)。

表 4 供试土壤的机械组成
Tab. 4 Physical composition of the investigated soils

剖面编号	年降水量 /mm	层次	砂粒(> 20 μm) /g · kg ⁻¹	粉粒(20~ 2 μm) /g · kg ⁻¹	粘粒(< 2 μm) /g · kg ⁻¹	B 层/A 层 粘粒比
TN 1	800~ 900	A	281	491	207	
		AB	284	473	222	
		B	277	472	240	1. 16
TN 2	850~ 950	A	233	502	264	
		AB	278	453	268	
		B	245	460	293	1. 11
TN 3	1 050~ 1 100	A	267	488	244	
		AB	209	509	281	
		B ₁	213	329	329	1. 39
		B ₂	242	439	318	1. 30
		C	423	407	169	
TN 4	1 000~ 1 100	A	248	509	241	
		AB	180	544	274	
		B ₁	266	429	304	1. 26
		B ₂	254	438	306	1. 27
		C	355	333	111	

2.2 主要化学性质

TN 1 和 TN 2 是在针叶林下发育的土壤,其pH 一般都略低于针阔叶混交林下发育的土壤 TN 3 和 TN 4。就残落物组成而言,针叶林下的残落物中含丹宁、木质素、树脂类物质较多,在真菌类微生物的分解下产生较强的酸性物质,对矿物颗粒进行酸性溶解,使表层土壤损失钙、镁等基性成分而酸化^[12]。TN 1 号和 TN 2 号剖面表层 CEC₇ 明显大于 TN 3 号和 TN 4 号剖面,但盐基饱和度(B_s)却较后两个剖面的表层更低(表 5)。

表 5 供试土壤的主要化学性质
Tab. 5 Main chemical properties of the investigated soils

剖面 编号	层次	pH	CEC ₇ /cmol·kg ⁻¹	B _s [#] /%	OM·C /g·kg ⁻¹	HA·C			FA·C		
						含量 /g·kg ⁻¹	活性部分 /g·kg ⁻¹	游离度* f _{HA}	含量 /g·kg ⁻¹	活性部分 /g·kg ⁻¹	游离度* f _{HA}
TN 1	A	6.06	26.7	39.9	108						
	AB	6.37	18.6	36.9	12.2						
	B	6.17	15.1	43.4	11.2						
TN 2	A	6.18	25.5	41.3	45.0	11.34	8.32	0.13	14.54	12.09	0.60
	AB	6.21	18.8	45.0	13.1	3.31	1.36	0.36	5.51	4.92	0.73
	B	6.48	16.7	28.8	5.9	0.91	0.81	0.34	2.74	1.59	0.49
TN 3	A	6.07	21.8	45.5	22.1	5.25	3.70	0.20	6.18	4.00	0.54
	AB	6.60	16.7	32.1	9.51	1.50	0.94	0.27	2.98	1.94	0.51
	B ₁	6.41	15.9	26.5	6.28	0.91	0.61	0.22	1.74	1.21	0.57
	B ₂	6.19	15.3	21.1	3.54	0.31	0.18	0.32	1.03	0.54	0.65
	C	6.63	8.12	34.8	1.87	0.14	0.09	0.24	0.86	0.59	0.57
TN 4	A	6.36	19.9	57.6	25.5						
	AB	6.51	17.0	51.9	10.3						
	B ₁	6.47	12.0	43.2	5.56						
	B ₂	6.31	10.4	37.1	3.72						
	C	6.78	5.95	69.2	1.23						

B_s——盐基饱和度; * 游离度= 游离态腐殖酸/活性腐殖酸

随海拔高度的降低,土壤温度逐渐升高,微生物活性提高,因此不利于有机质的累积,从 TN 1 号剖面到 TN 4 号剖面,表层土壤的有机质(OM)含量有逐渐减少的趋势。土壤微生物活性的提高也使腐殖质结构趋于复杂化,具体表现为随海拔高度的降低腐殖质中胡敏素的相对含量(胡敏素含量= 腐殖质总量- 胡敏酸含量- 富里酸含量)有所提高,腐殖酸游离度降低,缩合程度增加,与Ca²⁺或稳定的R₂O₅结合的稳固态腐殖酸含量相对增加^[6]。此结果与罗贤安等人研究结果一致^[13]。

2.3 氧化铁的特征

作为成土母质风化、淀积的产物,土壤氧化铁含量能够反映成土过程和成土环境,例如:我国黄土中的氧化铁含量与当地一月气温呈正线性相关^[14]。氧化铁的活性较强,环境条件稍有变化即可对氧化铁的形态和特性产生影响。因此,土壤氧化铁的形态、转化及其特性的研究一直是土壤发生学的重要研究领域之一^[15]。4 个土壤剖面中,氧化铁全量基本上以 TN 1 号剖面为最高,为 47.9~ 81.4 g/kg,其次是 TN 2 号和 TN 3 号剖面, TN 4 号剖面最低,仅为 29.6~ 48.0 g/kg(表 6)。各剖面氧化铁全量均具有 B 层或 AB 层较 A 层高的趋势,说

明氧化铁全量具有在B 层或AB 层富集的倾向。这种趋势尤其以纯针叶林下的TN 1 号剖面最显著, 剖面B 层呈亮黄棕- 浊黄橙(10YR 6/5)。

表 6 供试土壤氧化铁形态特征
Tab. 6 Formation of iron oxide in the investigated soils

剖面 编号	层次	氧化铁全量	游离氧化铁	活性氧化铁	络合氧化铁	游离度	活化度	络合度
		Fe _t /g · kg ⁻¹	Fe _d /g · kg ⁻¹	Fe _o /g · kg ⁻¹	Fe _p /g · kg ⁻¹	Fe _d /Fe _t /%	Fe _o /Fe _d %	Fe _p /Fe _d %
TN 1	A	47. 9	10. 7	6. 61	0. 74	22. 3	61. 8	6. 96
	AB	81. 4	17. 4	9. 94	1. 21	21. 4	57. 0	6. 94
	B	78. 9	20. 0	11. 7	1. 40	25. 3	58. 5	7. 05
TN 2	A	49. 7	12. 3	7. 48	0. 79	24. 8	60. 8	6. 44
	AB	49. 9	12. 9	7. 94	0. 49	25. 8	61. 7	3. 82
	B	45. 7	13. 2	8. 51	0. 36	28. 8	64. 7	2. 71
TN 3	A	38. 2	12. 5	7. 50	0. 64	32. 6	60. 2	5. 12
	AB	39. 7	13. 1	9. 13	0. 38	32. 9	69. 9	2. 92
	B ₁	40. 4	12. 7	8. 31	0. 39	31. 2	65. 2	3. 09
	B ₂	49. 9	15. 6	10. 7	0. 44	33. 2	68. 5	2. 80
	C	33. 1	7. 25	5. 41	0. 24	21. 9	74. 7	3. 28
TN 4	A	34. 6	14. 5	9. 43	0. 93	41. 7	65. 2	6. 42
	AB	35. 0	15. 3	10. 2	0. 57	43. 7	66. 4	3. 73
	B ₁	39. 8	16. 8	11. 0	0. 60	42. 2	65. 6	3. 55
	B ₂	48. 0	17. 4	12. 1	0. 43	36. 2	69. 8	2. 48
	C	29. 6	7. 37	5. 79	0. 29	24. 9	78. 6	4. 00

供试土壤剖面各层的游离氧化铁含量均不超过 20. 0 g/kg (表 6), 且在淀积层富集, 以TN 1 号剖面最为明显。在土层较厚的 TN 3 号和 TN 4 号剖面中, 母质层(C 层) 为风化岩块, 游离氧化铁含量很少, 一般不超过淀积层(B 层) 的 50%。比较 4 个剖面中相应层次的氧化铁游离度可以发现, 从 TN 1 号剖面到 TN 4 号剖面, 随着海拔高度的下降, 氧化铁的游离度逐步升高。

各剖面中活性氧化铁的含量变化范围为 5. 41~ 12. 1 g/kg, 其剖面分异规律与游离氧化铁类似, 且二者含量呈极显著相关($r= 0. 951, n= 16$)。供试剖面中土壤的氧化铁活化度均大于 57% (表 6), 表明活性氧化铁对游离氧化铁的贡献较大。无论是在不同剖面之间, 还是同一剖面的不同层次之间, 络合氧化铁含量变化范围较大, 为 0. 24~ 1. 40 g/kg, 含量最高的是 TN 1 号剖面的 B 层(表 6)。但络合铁对游离铁贡献较小, 络合度均小于 7%。

3 讨论

土壤中氧化铁来自母质的遗骸, 主要由成土过程中母质风化产物再淀积而成。在不同的成土条件下, 铁可以发生不同的形态转化: 离子态⇌非晶质⇌隐晶质⇌晶质。土体中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)。无定形、隐晶质和结晶态铁统称为游离氧化铁。土壤发育得越好,形成的游离氧化铁越多。TN 1 号~ TN 4 号剖面游离氧化铁剖面分布较为规律,均是由表层向淀积层逐渐递增,并且随海拔的降低、温度的升高和降水的增多,剖面整体游离氧化铁含量逐渐增加,表现出土体风化发育程度的差异。但是,与游离氧化铁含量相比,4 个剖面的游离度变化规律更明显,能更好地反映出随海拔高度变化的水热条件对剖面整体发育的影响:纯针叶林下发育的 TN 1 号剖面游离氧化铁含量虽然较高,但环境温度较低,降水也不及低海拔地带,故土壤发育程度较弱,游离度不高。供试土壤的游离度也反映出成土母质对土壤发育的影响。虽然四个剖面均位于太白山地壳运动最剧烈的石质中山区,成土母质也均是残积、坡积母质,但 TN 1 号剖面遭受剥蚀作用影响相对较大,土层最薄,发育程度最弱。经统计分析表明,供试土壤氧化铁含量虽与游离氧化铁含量极显著相关,但与游离度无显著相关($r = -0.430, n = 16$),这也说明,游离氧化铁含量还受氧化铁全量的影响,而游离度则不受影响,只与土壤发育程度有关。

土壤的氧化铁存在于粘粒和非粘粒部分,但以粘粒部分为主。游离氧化铁是母质的风化产物,因而具有随粘粒而移动的可能。供试土壤粘粒含量与土体游离氧化铁含量显著相关($r = 0.589, n = 16$),与我国红壤中游离氧化铁的规律一致^[16]。氧化铁游离度与粘粒含量亦显著相关($r = 0.527, n = 16$)。土壤中的活性氧化铁常以凝胶包被在粘粒表面。太白山北坡土壤活性氧化铁含量与粘粒含量极显著相关($r = 0.643, n = 16$)。因此,凡是影响粘粒形成和淀积的环境因素,如成土母质、降水和土壤侵蚀^[17]等,都将间接地影响游离氧化铁,特别是活性氧化铁的分布。除土壤粘粒之外,pH 和有机质也是影响活性氧化铁转化的重要因素^[18]。

在各种因素综合作用下,成土环境相似的土壤活性氧化铁含量可能相差悬殊,但活化度较接近;不同成土环境下发育的土壤活性氧化铁含量有可能一致,但活化度差异大。因此,有人根据森林土壤特性,将 $F_{e0}/F_{e\alpha} \geq 0.4 (40\%)$ 作为划分棕色森林土的依据之一^[19]。湿润的气候、森林植被和松散母质是太白山北坡有利于土壤快速发育的条件;而高海拔地区的寒冷气候和陡峭的地形成为阻碍土壤发育的因素^[17],它们共同作用,影响着太白山北坡中山区土壤的发育。供试剖面中氧化铁的活化度均在 57%~79%,因此都应归属于棕色森林土。鉴于供试土壤的氧化铁活化度 > 50%,游离度 < 40%,以及游离铁含量 < 20.0 g/kg,结合土壤发生特性进行分析,4 个剖面都处于脱盐基富硅铝化阶段^[20]。

络合氧化铁或与有机物质结合的氧化铁亦属于无定形氧化铁。土壤中只要存在有机质,就会有络合氧化铁,可溶性有机质对氧化铁老化的影响也是通过络合方式进行的^[16]。供试土壤有机含量差异较大,尤以 TN 1 号剖面的表层为最高。表层土壤的有机质含量递减规律是: TN 1 > TN 2 > TN 4 > TN 3 (表 5)。络合氧化铁含量虽未发现此规律,但络合度的递变规律却与之吻合。TN 2 号和 TN 3 号剖面各发生层的络合度与腐殖酸总量以及活性腐殖酸含量均呈极显著相关($r = 0.91, n = 8$) (表 5)。可见,在太白山北坡的成土环境中,有机质含量制约着氧化铁的络合度。此外, TN 1 号剖面的络合铁分布规律也与其他三个剖面不同: TN 2 号~ TN 4 号剖面的络合铁具有表聚现象,而 TN 1 号剖面 B 层络合铁含量高达 A 层的 2 倍 (表 6)。这可能与土壤有机质含量差异等特性有关。TN 1 号剖面 A 层土壤的有机质含量较其他剖面的 A 层高 1.4~3.9 倍 (表 5)。且有人报道^[21],与针阔叶林相比,纯针叶林的枯枝落叶中含有较多的丹宁,通过微生物的作用能产生大量有机酸,有机酸对矿质颗粒进行酸解,释放出的游离铁又被络合迁移至剖面下部以络合氧化铁形式淀积。

4 结论

在太白山北坡中山区因海拔高度和植被类型不同产生了土壤性状的差异: 高海拔地区发育的土壤与低海拔地区发育的土壤相比, 后者形成了粘化层, 土壤 pH 和盐基饱和度相对较高, 而阳离子交换量较低。纯针叶林下土壤表层有机质含量丰富, 但随海拔的降低、温度和 pH 的提高, 在微生物的作用下土壤腐殖质结构更趋复杂。

供试土壤氧化铁全量、游离氧化铁含量、活性氧化铁含量具有在剖面 B 层或 AB 层富集的倾向, 尤以纯针叶林下发育的土壤剖面为典型。随海拔高度的降低、温度的升高和降水的增多, 土体的风化发育程度逐渐加深, 剖面整体游离氧化铁含量和游离度也随之增加。与游离氧化铁相比, 剖面游离度能更好地反映随海拔高度变化的水热条件以及成土母质等因素对剖面整体发育的影响。供试土壤粘粒含量与土体游离氧化铁和游离度呈显著相关, 络合度递变规律与土壤有机质含量的递变规律吻合。

结合土壤发生特性, 太白山北坡中山区土壤处于脱盐基富硅铝化的风化发育阶段。

参考文献

- [1] 太白山自然保护区管理局 秦岭主峰太白山[M]. 陕西: 陕西科技出版社, 1984. 4~6
- [2] 韩福琦 太白山的气候[J]. 陕西气象, 1980(6): 3~7
- [3] 傅志军, 郭俊理 秦岭太白山植被的群落特征[J]. 宝鸡文理学院学报(自然版), 1992(1): 172~176
- [4] 聂树人 陕西自然地理[M]. 陕西: 陕西人民出版社, 1986. 146
- [5] 常庆瑞 等 太白山北坡垂直带土壤发生特性和系统分类——棕壤、暗棕壤[A]. 现代土壤科学[C]. 北京: 中国农业科技出版社, 1994. 1~5
- [6] 常庆瑞, 雷梅, 闫湘 秦岭北坡垂直带谱土壤腐殖质特性研究[J]. 西北农业大学学报, 1997, 25(4): 39~44
- [7] 常庆瑞, 李岗, 朱永利 太白山北坡垂直带土壤发生特性与分类——腐棕壤[J]. 西北农业大学学报, 1995, 23(4): 69~73
- [8] 中国科学院南京土壤研究所 土壤理化分析[M]. 上海科技出版社, 1978. 253~254
- [9] M. M. 科诺诺娃 著 周礼恺 译 土壤有机质[M]. 北京: 科学出版社, 1962
- [10] 熊田恭一 著 李庆荣 译 土壤有机质的化学[M]. 北京: 科学出版社, 1981. 240~257
- [11] 毛政旦 论山地气候带和气候型[J]. 地理研究, 1989, 8(3): 21~29
- [12] 王良健 也论我国西南高山地区暗针叶林下发育的土壤[J]. 地理学报, 1995, 50(6): 542~551
- [13] 罗贤安, 李香兰 太白山山地土壤的腐殖质研究[J]. 土壤学报, 1979, 16(4): 339~350
- [14] 张宗祜, 魏明建 黄土中全氧化铁与气候指标的定量关系[J]. 科学通报, 1995, 40(13): 1219~1221
- [15] 熊毅 土壤胶体(第一册)[M]. 北京: 科学出版社, 1983. 145
- [16] 马毅杰, 陈家坊 我国红壤中氧化铁形态及其特性和功能[J]. 土壤, 1998, 30(1): 1~6
- [17] 张凤荣, 马步洲, 李连捷 土壤发生与分类学[M]. 北京: 北京大学出版社, 1992. 23
- [18] 袁可能 主编 土壤化学[M]. 农业出版社, 1990
- [19] Nagatsuka S. Genesis and classification of yellow-brown forest soil and red soil in Southwest Japan[J]. *Bull N at Ins Agri Sci Ser. B.*, 1975, 26: 133~257.
- [20] Funakawa S, Nambu K, Hirai H et al. Pedogenetic acidification of process of forest soils in northern Kyoto[J]. *Soil Science and Plant Nutrition*, 1993, 39(4): 677~690
- [21] 谢德体 土壤地理学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993

Soil characteristic and genetic feature of iron oxide of Taibai Mountains

LE IM ei^{1,2}, CHANG Q in-gru^{1,2}, FENG L i-xiao², CHEN G Tong-b in¹

(1. Station for Agroecology and Environmental Technology, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

2. Department of Resources and Environmental Science, Northwestern Agricultural University, Yanglin 712100, China)

Abstract: The Taibai Mountain, with an altitude of 3 767 m, is the highest peak of the Qinling Mountain Chain. There are many kinds of climates, abundant vegetation resources, and typical altitudinal belts of soils on the slopes of the Taibai Mountain. The variations in temperature, precipitation and vegetation type are caused by the descending altitude on the northern slope of the Taibai Mountain. In the middle zone, the vegetation type varies from the pure conifer forest to the mixed conifer and broad-leaved forests. The climate on the middle zone of northern slope is frigid-temperate monsoonal climate and temperate monsoonal climate. With the descending of altitude, vegetation varies from pure conifer forest zonation to conifer and broad-leaved forest zonation. Great changes have taken place in the soil properties of this area.

Abundant organic matter is contented in the Acid-Udic Cambisols generated in the higher area. Compared with it, the Hap-Udic Luvisols generated in the lower zone has less organic matter, but the structure of the organic matter is more complex. The claying horizon has formed in the Hap-Udic Luvisols. The dissolution of the silicate mineral was accelerated because of the higher content and special composition of the organic matter under the conifer forest, then iron oxide was liberated and cheluviated to B horizon for enrichment. Environmental factors, such as temperature and precipitation influence not only the formation and illuviation of clay, but also the content of Free and Amorphous Iron Oxides, the free degree, and activation degree. Judged from conformation of the iron oxides, combining the genetic characteristics, the tested soils are in the process of desalinization and silica-alumina enrichment.

Key words: northern slope of Taibai Mountain; soil forming factors; iron oxide; soil characteristics