

三江平原白浆土发生学特性

邢宝山 M. J. Dudas

(加拿大阿尔伯特大学土壤系, T6G2E3)

张之一

(黑龙江八一农垦大学, 158308)

徐琪

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

本文对三江平原三个典型白浆土剖面的理化性质、土壤微形态和矿物学性质的研究,探讨了白浆土的发生学特性。土体中 Zr/Sr 和 Ti/Zr 比率的变异系数表明,所研究的土壤剖面其成土母质岩性是连续的。典型白浆土是具有一个松软的表土层、一个漂白层和一个相当厚的粘化淀积层。研究还表明,粘粒的悬浮迁移是白浆土的主要成土过程。表层和白浆层在成土过程中有 Fe-Mn 结核形成,且是原地形成的,其 Fe、Mn 明显源于原生矿物的风化。淀积层中部土壤的焦磷酸盐提取的 Fe、Al 及草酸铵和连二亚硝酸钠提取的 Al 出现最大值。焦磷酸盐提取的 Fe、Al 与粘粒量之比为 0.01,有机碳与焦磷酸盐提取的 Fe 之比为 2.7—3.3,均小于灰化淀积层的指标。土壤 pH 值在剖面上下变化不大为 4.5—5.0。土壤粘粒组分中粘土矿物是以蛭石为主,这和以前研究的以水云母为主有所不同。土壤剖面上下粘土矿物类型基本相似,仅在数量上有所不同。所研究的土壤按 FAO—UNESCO 分类应命名为松软粘盘土,按美国土壤系统分类为典型粘淀漂白软土。

关键词 白浆土,土壤发生,粘土矿物,土壤微形态,悬浮迁移

白浆土是三江平原的主要耕地土壤。在耕地中有一千余万平方公里是白浆土,占该区耕地总面积的 30.5%,目前垦殖率只达到 48.8%。白浆土的开发利用,对于三江平原地区农业发展有极为重要的作用。

白浆土在 1958 年以前传统的认为是生草灰化土,苏联土壤学家 Ю. А. Ливеровский 曾认为是脱碱土^[3]。我国土壤学家曾昭顺根据宋达泉教授建议以当地群众的名称“白浆土”命名^[1],后来很多研究者为了寻求改良白浆土的理论根据,对其形成进行了许多探讨,提出有潴育淋溶说 (Brown 1933, Baldwin 1938, 曾昭顺 1958)、粘粒机械淋溶说 (Duchaufour 1951)、铁解作用说 (R. Brinkman 1970) 等。但对白浆土发生形成的机理尚不十分明了,对它的微形态和矿物学研究也尚少。本文试图在研究白浆土的物理、化学、形态学和矿物学性质的基础上,讨论其发生学特性,为白浆土的开发利用提供依据。

一、供试材料与方法

采集三江平原地区的三个未经搅动的白浆土样品。一个采自兴凯湖与穆稜河之间的 857 农场,另两个采自完达山南麓的 854 农场。均为微倾斜的缓坡地,母质为经风化的更新世晚期至全新世初期的冲积沉积物^[2]。地上植被为以蒙古柞 (*Quercus mongolica* Fisch) 为主的杂木次生林。

土壤样品按发生层分层取至 180cm 深。土样经风干、磨碎后过 2mm 筛备用。在取剖面样的同时,用 10cm×8cm×12cm 铝盒取原状土作微形态分析,并用环刀取样供测定容重。土壤颗粒用吸管法测定(表层土样在测定前用 30% H₂O₂ 处理)。颗粒的分散和分级是在 50g 土样中加入 250ml 蒸馏水,用 Brausonic 1510 型振荡机在 380 瓦条件下分散 3 分钟,再经超声波分散后,用过筛和重力沉降法将土分成砂粒、粉粒和粘粒。粉粒部分继续用超声波处理,分散出的粘粒再用重力沉降法分离,直至将粘粒组分完全从粉粒级中除去。再将粉粒级继续用重力沉降法处理,分为细粉粒、中粉粒和粗粉粒。用比重法(四溴乙烷,比重 2.758/cm³)将砂粒组分离成重组砂粒和轻组砂粒。粘粒样品用冷冻干燥法干燥,保存备用。

土壤 pH 分别用水和 0.01mol/L CaCl₂ 为浸提剂提取;CEC 用 NH₄OAc 法测定;交换性阳离子用原子吸收光谱法测定;交换性酸用 BaCl₂-三乙醇胺法测定;土壤有机质用湿氧化法测定;全 N 和全 P 是经 H₂SO₄-H₂O₂ 消化后用自动分析仪测定;用 DCB 和草酸铵提取的 Fe、Al 和 Mn 用原子吸收光谱法测定;有机复合物中的 Fe、Al 和 Mn 用焦磷酸钠提取,原子吸收光谱法测定;中粉粒和粗粉粒中的 Sr、Ti 和 Zr 是用 X-射线荧光分析法测定。

粘粒的矿物学性质用 X-射线衍射法 (XRD) 分析 Ca-饱和¹⁾及 K-饱和²⁾的定向标本获得,X-射线衍射图谱在 50kV 和 25mA 条件下用 Co-K_α 靶轰出获得(扫描速度为 2 秒,步幅为 0.05°2θ)。用 K₂O 量计算粘粒中的云母量,而 K₂O 量是将 Ca-饱和粘粒用微波炉消化后用原子吸收光谱法测定;粘粒中的蛭石是用 Coffman 和 Fanning (1974) 给出的方法测定的^[3];土壤微形态薄片用偏光显微镜观察,用 Brewer (1976)^[4,11]、Pawluk (1987)^[5]、Pawluk^[12] 和 Bal (1985)^[10] 的体系描述的。

二、结果与讨论

(一) 母质岩性连续性分析

研究土壤在发生过程中物质在剖面上的迁移和淀积所发生的变化,必须要求土壤母质岩性是连续的。粉粒中的 Zr/Si 和 Ti/Zr 比率可作为判断岩性是否连续的指标^[4]。本文所研究的三个白浆土剖面,上述两个比率的分布及其变异系数列于图 1。Zr/Sr 和 Ti/Zr 在各剖面中的离差均较小,Zr/Sr 离差在 5.0—10% 之间,Ti/Zr 为 7.4—9.2%。Drees 和 Wilding (1973) 指出,在一个黄土剖面中,以离差是否超过 22%^[6]作为判定岩性连续的指标。Evans 和 Adams (1975) 认为 Zr/Sr 离差小于 23% 岩性就是连续的^[4]。本文研究的中、粗粉粒中 Ti/Zr 和 Zr/Sr 离差小,表明白浆土母质岩性是连续的。

1) Ca-饱和粘粒的工作条件为室温,相对湿度 54% 及用乙烯乙二醇和甘油平衡。

2) K-饱和粘粒的矿物学性质在加热至 105°C(相对湿度分别为 0 和 54%)、300°C 和 550°C 后,用 X-射线衍射光谱法测定。

表 1 三个典型白浆土的质地、容重和有机质含量

Table 1 Texture, bulk density and organic matter of three typical albic soil

剖面号 Pedon No.	发生层 Horizon	颗粒分布 (g/kg) Particle-size distribution (g/kg)			粘化 指数 ^{b)} Argillation Index	粉/粘 比率 Silt/Clay	容重 Bulk density (g/cm ³)	C(g/kg)	N(g/kg)	P(g/kg)	C/N
		颗粒分布 (g/kg) Particle-size distribution (g/kg)									
		砂粒 Sand	粉粒 Silt	粘粒 Clay							
剖面 I	Ah	60	690	250		2.8	1.0	80	7.9	1.0	10
	E	130	670	200		3.4	1.6	6	0.5	0.5	12
	Bt1	40	500	460	2.3	1.1	1.5	7	0.7	0.2	10
	Bt2	20	380	600	3.0	0.63	1.4	6	0.6	0.4	10
	Bt3	20	410	570	2.8	0.72	1.5	6	0.7	0.3	9
	C1	30	450	520	2.6	0.86	1.5	4	0.6	0.2	7
	C2	30	470	500	2.5	0.94	1.5	3	0.5	0.2	7
剖面 II	Ah	120	630	250		2.5	1.0	41	4.1	0.8	10
	E	200	610	190		3.2	1.5	6	0.5	0.2	12
	Bt1	90	580	330	1.7	1.8	1.4	5	0.6	0.2	8
	Bt2	50	400	550	2.9	0.73	1.3	5	0.8	0.3	8
	Bt3	50	420	530	2.8	0.79	1.3	3	0.5	0.2	5
	C1	10	400	500	2.6	0.80	1.4	4	0.5	0.2	7
	C2	90	400	510	2.7	0.78	1.4	3	0.9	0.2	3
剖面 III	Ah	80	640	280		2.3	1.0	49	4.8	0.9	10
	E	130	650	220		3.0	1.5	5	0.4	0.4	9
	Bt1	60	510	430	2.0	1.2	1.4	5	0.6	0.3	7
	Bt2	40	440	520	2.4	0.85	1.3	4	0.6	0.3	7
	Bt3	40	460	500	2.3	0.92	1.4	6	0.6	0.3	10
	C1	70	440	490	2.2	0.90	1.4	3	0.6	0.2	5
	C2	80	420	500	2.3	0.84	1.4	3	0.5	0.3	6

1): 不同土层中粘粒含量对白浆层中粘粒含量的比率。

表 2 白浆土的化学性质
Table 2 Chemical characteristics of albic soil

剖面号 Pedon No.	发生层 Horizon	pH		交换性阳离子(占总交换量的%) Exchangeable cation (% in CEC)				盐基饱和度 Base Saturation (%)	CEC [cmol(+) /kg]	交换性酸量(直接测定法) Exchange acidity (direct determining method) [cmol(+)/kg]	交换性酸量(差异法) Exchange acidity (differential method) [cmol(+)/kg]
		H ₂ O	CaCl ₂	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺				
剖面 I	Ah	5.2	4.9	0.9	1.2	45	6	53	47	23	22
	E	5.1	4.5	3.2	1.3	26	6	38	17	10	10
	Bt1	4.7	4.2	2.2	1.0	35	11	49	28	18	14
	Bt2	4.8	4.2	2.8	1.3	44	12	59	32	22	13
	Bt3	5.0	4.4	2.7	1.3	46	13	63	33	19	13
	C1	5.3	4.8	2.5	1.1	52	12	68	28	11	9
C2	5.2	5.4	5.0	1.4	60	14	78	27	11	6	
剖面 II	Ah	5.3	4.8	0.8	1.6	39	7	45	31	17	16
	E	5.0	4.3	1.6	1.0	17	7	27	15	11	11
	Bt1	4.8	4.2	2.0	1.1	23	10	36	19	14	12
	Bt2	4.8	4.1	2.2	1.3	33	13	49	30	18	15
	Bt3	5.2	4.4	2.9	1.6	45	17	66	29	13	10
	C1	5.4	4.7	4.5	2.0	40	15	61	28	11	11
C2	5.4	4.8	3.3	1.7	48	18	72	26	10	7	
剖面 III	Ah	5.3	4.7	0.8	1.9	38	7	48	31	17	16
	E	5.0	4.3	2.7	1.7	25	9	38	14	10	9
	Bt1	4.9	4.2	2.8	2.0	31	12	48	22	14	11
	Bt2	4.9	4.2	3.0	1.7	42	16	63	23	16	9
	Bt3	5.2	4.6	2.8	1.5	51	17	72	22	9	6
	C1	5.3	4.8	5.1	2.7	58	21	87	24	9	3
C2	5.3	4.8	3.4	2.2	58	21	85	25	10	4	

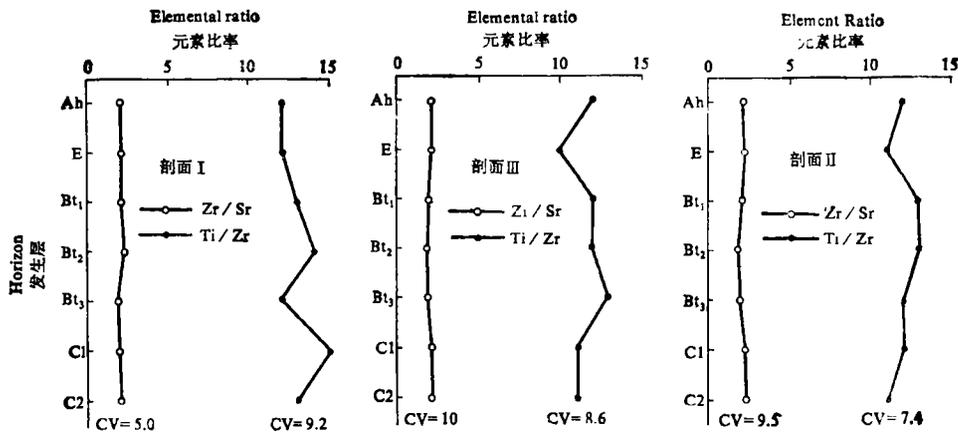


图 1 粉粒 (5—50 μm) 中 Zr/Sr 和 Ti/Zr 的剖面分布

Fig. 1 Profile distribution of ratios of Zr/Sr and Ti/Zr in silt fractions (5—50 μm)

(二) 物理和化学性质

土壤颗粒分析结果(表 1)表明,粘化指数(E 层粘粒与 Bt 层粘粒比) 1.7—3.0, 说明有粘化淀积层的存在。淀积层与母质层粘粒含量之比为 1.0—1.2, 这表明粘粒可能迁移至母质层,也可能是所认为的母质层,实际上是 BC 过渡层。

与母质层相比较,白浆层容重增加而淀积层容重降低,这说明淋洗作用的存在;白浆层 Fe-Mn 结核富集,这可能是其容重增大之故。表层土壤由于有机质含量高,因而其容重小于 1。

土壤有机质含量(表 1),表层以下急剧减少,淀积层稍高于白浆层, C/N 比,上部土层为 10—12,下部土层在 5—9 左右。土壤磷以表层为最高,下面各层变化不大。由表 2 可知土壤 pH 为 4.7—5.3 之间,在不同剖面 and 不同层次之间变化也不大。CEC 的最低值均出现在粘粒被淋失的白浆层。盐基饱和度在白浆层最低,向下随深度而增加。但交换性酸以淀积层为高,该层 pH 也较低,这与淀积层中交换性氢、铝较高有关。

焦磷酸盐提取的 Fe、Al 在淀积层有所增加(表 3), Fe、Al 以有机络合物的形态由上层迁移至淀积层。草酸铵和 DCB 提取的 Al 在淀积层有明显的积聚,这些表明在淋洗作用发生的同时伴随有无定形态和游离态 Al 的移动。草酸铵和 DCB 提取的 Fe 在白浆层出现最大值,这与该层 Fe-Mn 结核较高有关。全量 Fe、Al 在淀积层有一定增加,这是由于粘粒在该层聚集,而粘粒 $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}$ 低所致。铁的活化度 (Fe_o/Fe_d) 各层均大于 50%,说明整个白浆土中铁的活化度较高。而铁游离度 (Fe_d/Fe_t) 平均为 43%,以白浆层为高,达 59%。铝的游离度 (Al_d/Al_t) 较小,平均为 8%,而表层较高为 11—12% (表 4)。

(三) 白浆土的微形态特征

白浆土的腐殖层(Ah)具有粒状团聚体,团块的周围见团聚性垒细管状物和真菌菌丝体,这是由半分解的植物体和土壤动物粪便所组成的,显示了生物作用的影响。白浆层

表 3 焦磷酸盐、草酸盐和 DCB 提取态 Fe 和 Al (g/kg)
Table 3 Pyrophosphate, oxalate and dithionite extractable Fe and Al (g/kg)

样品号 Sample No.	土 层 Horizon	焦磷酸盐提取 Pyrophosphate		草酸盐提取 Oxalate		DCB 提取 Dithionite	
		Fe	Al	Fe	Al	Fe	Al
剖面 I							
11	Ah	2.1	2.7	8.3	3.5	11	4.9
12	E	1.1	2.2	16	2.6	19	3.4
13	Bt1	1.6	3.6	9.2	3.7	13	5.5
14	Bt2	2.4	6.0	9.1	4.4	14	6.5
15	Bt3	2.0	3.1	11	3.9	15	6.3
16	C1	1.3	2.6	9.3	3.1	15	4.4
17	C2	1.0	2.0	9.1	3.1	18	4.5
剖面 II							
21	Ah	1.7	2.4	9.9	3.3	13	4.7
22	E	1.0	1.9	14	2.9	18	3.7
23	Bt1	1.4	2.9	11	3.2	12	5.2
24	Bt2	1.5	3.8	11	4.0	12	6.9
25	Bt3	1.0	3.1	9.9	3.0	13	5.2
26	C1	1.9	3.3	9.8	2.9	14	4.3
27	C2	1.6	3.0	9.7	2.9	14	4.2
剖面 III							
31	Ah	2.0	2.6	8.6	3.6	13	5.0
32	E	1.1	1.8	15	3.0	23	3.8
33	Bt1	1.3	2.6	11	3.4	15	4.7
34	Bt2	1.8	2.8	9.5	4.0	16	5.2
35	Bt3	1.6	2.2	9.6	3.0	18	4.3
36	C1	1.4	2.7	7.9	3.1	12	4.2
37	C2	1.6	2.7	8.5	3.0	15	4.7

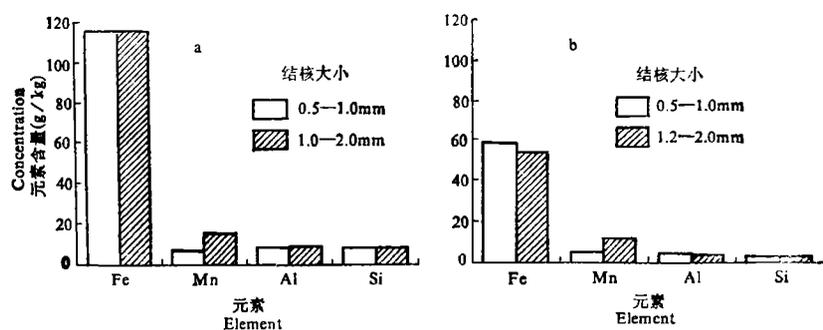
的微形态出现 Dumanski 和 St. Arnaud (1966)所描述的等带状垒结性结构 (Isobanded fabric)^[7], 它主要是在粘粒损失和粉砂相对积累以及在干湿交替的水分条件共同影响下形成的;沿层间平面分布的水晶的物理作用也可能是其形成的原因之一。

白浆层中出现的大量 Fe-Mn 结核大多无磁性,结核中有不规则的原生矿物(主要是石英和长石)颗粒。结核的矿物学组成和周围的土壤基质相近,结核内部的垒结排列也与周围土壤基质类同,这些特征表明结核是原地形成的。结核中焦磷酸盐提取的 Fe、Mn 含量低,说明与有机质复合的 Fe、Mn 对结核的形成贡献小。大小 Fe-Mn 结核(0.5—1.0mm 和 1.0—2.0mm)的草酸铵和 DCB 提取的 Fe、Mn、Al、Si(图 2)表明两种提取剂所提取的 Fe 比其它三种元素高得多。大结核中无定形态 Mn(草酸铵提取)的含量比

表 4 铁、铝全量及其活化度和游离度(三个剖面平均)

Table 4 Total Fe and Al(g/kg) and Selected ratios of Fe and Al base on the average of three pedons

层次 (Horizon)	全铁 (Fe _t)	铁的活化度 (Fe _o /Fe _d)	铁的游离度 (Fe _d /Fe _t)	铁的晶化度 (Fe _d -Fe _o /Fe _t)	全铝 (Al _t)	铝的活化度 (Al _o /Al _d)	铝的游离度 (Al _d /Al _t)
Ah	26	0.72	0.49	0.13	44	0.71	0.11
E	34	0.76	0.59	0.14	33	0.78	0.12
Bt1	33	0.75	0.41	0.10	72	0.67	0.07
Bt2	39	0.73	0.36	0.10	79	0.68	0.08
Bt3	41	0.67	0.37	0.13	72	0.63	0.07
C1	37	0.67	0.37	0.12	69	0.70	0.06
C2	39	0.59	0.41	0.14	65	0.67	0.07



a: DCB 提取态, b: 草酸盐提取态

图 2 剖面 II E 层两种大小结核中不同提取态 Fe、Mn、Al 和 Si

Fig. 2 Extractable Fe Mn Al and Si from two sizes of Fe-Mn nodules (0.5—1.0mm and 1.0—2.0mm) separated from E horizon of pedon II: (a) Dithionite-citrateb carbonate-extractable (b) Oxalate-extractable

小结核中高。大小结核中的晶态 Mn(DCB 与草酸铵提取 Mn 之差)低于无定形态 Mn 量。淀积层的核块状发育相当好,有少量大的裂隙这些特征反映了干湿和冻融交替使土体收缩和膨胀作用所产生的影响。土壤中结构体和孔隙中定向发育良好的粘粒胶膜占据淀积层切片面积的 1% 以上。粘粒胶膜的强烈定向化和双折现象,多发生在晶层孔隙和比粘粒大百倍和千倍的孔洞壁上。除了粘粒胶膜之外尚有铁质、铁质粘粒胶膜和孔道中粘粒的微叠状填充,这表明在土壤形成过程中铁的移动。

在所研究的薄片,常见到在粘粒胶膜的基质上存在有粉砂颗粒;在野外取样时也见到有粉砂颗粒散布在淀积层的结构面上。Xiong 和 Huang (1968) 指出粉粒的成分是石英、长石和极少量的植物残体,并认为它们是由上部土层随粘粒迁移下来的。Howitt 和 Pawluk (1985) 和 Spiers 等(1988)在进行渗漏淋洗试验中,观察到细的石英、长石颗粒被淋洗下来,因此认为在土壤形成过程中石英和长石颗粒是能够迁移的^[11]。

(四) 土壤矿物学

通过比较相对湿度为 0 和 54% 条件下,被 K-饱和的样本中 1.0nm 和 1.4nm 两峰之

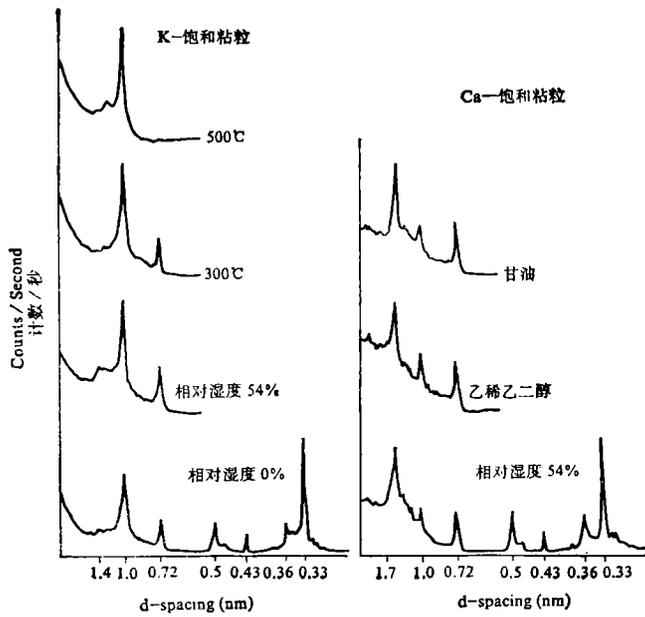


图3 剖面 II Bt1 层粘粒组分的 X-射线衍射图谱

Fig. 3 X-ray diffractogram of the clay separates from the Bt1 horizon of pedon II

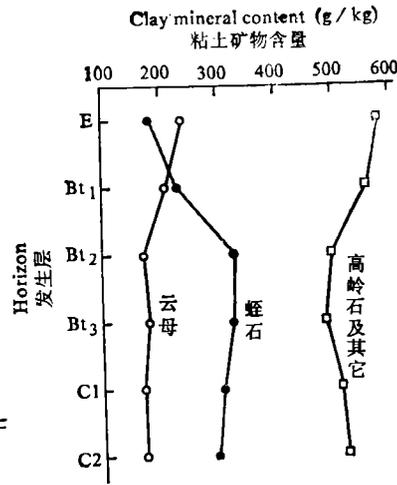


图4 粘土矿物定量分布(三个剖面平均)

Fig. 4 Clay mineral distribution with profile depth (based on the average values of three pedons)

间的差异(图3),依据再水化作用的程度而判断蛭石是否存在;因为脱水的 K-饱和和蛭石不再发生再水化作用。此外,经甘油处理的样品在 1.4nm 处的特征峰,也证明蛭石的存在。所有处理的 1.0nm 峰的持续出现是土壤中存在云母的标志。54%相对湿度下 Ca-饱和样品出现 0.50nm 峰表示云母为二八面体型的,可能是白云母。而 Ca-饱和样品 1.0nm 峰的高角宽肩说明是水云母。另基于 0.72nm 峰的出现和加热到 550°C 此峰即消失,证明高岭石的存在(图3)。

不同粘土矿物的含量随土层深度而变化,在表层云母含量高而蛭石则低(图4)。表层风化强度高,脱钾作用强,按理蛭石应当高;出现低的原因,可能是由于风尘或流水淤积有云母从外部进入土壤表层所致。淀积层的蛭石较白浆层富集,部分原因是因淋洗作用的结果,因其与云母和高岭石相比属于膨胀型粘土矿物,更易遭受淋移。

用粉末 X-射线衍射法和岩相学法,对白浆土粉粒组分的矿物学性质进行研究,发现其主要组成矿物为石英和长石,而云母和蛭石居次要地位;岩相学的研究发现粉粒组分中有 Fe-Mn 结核的存在。重组砂粒组分主要由 Fe-Mn 结核组成,没有找到 Fe、Mn 原生矿物,这表明白浆土的母质经历了中度地球化学风化作用。轻组砂粒组分由石英、长石和 Fe-Mn 结核组成。

(五) 白浆土的发生

研究结果表明白浆土母质岩性是连续的,其质地粘重是晚更新世和早全新世前风化冲积沉积物。在这样母质上发生粘粒悬浮迁移过程是白浆土的主要成土过程。粘化指数

达到粘化层指标和粘化淀积层中有发育很好的定向粘土膜是粘粒悬浮迁移过程的证明。而随着粘粒悬浮迁移过程的加深和透水弱的粘化淀积层的形成, 渗漏水 and 粘粒的悬迁受到抑制, 雨季在粘化层之上形成临时性地下潜水, 并在有机质的参与下形成周期性还原条件, 有色矿物 Fe、Mn 被还原随水及粘粒横向移动, 导致 Fe-Mn 结核的形成, 并使土壤颜色变浅。冻融和干湿交替促使粉砂化的白浆层形成片状结构。此外, 由于表层腐殖质的积累, 形成发育很好的粒状结构的细腐殖类型的 Ah 层。

表 5 剖面 II 的化学性质和灰化土鉴定指标

Table 5 Chemical characteristics of pedon II and criteria required for podzols

土 层 Horizon	$Fe_p + Al_p$	$(Fe_p + Al_p)/Clay$	Organic-C/ Fe_p
Ah	0.41	0.02	25
E	0.29	0.02	6.0
Bt1	0.43	0.01	3.3
Bt2	0.53	0.01	3.5
Bt3	0.41	0.01	2.7
C1	0.52	0.01	1.9
C2	0.46	0.01	1.9
Podzolic B	≥ 0.60	≥ 0.05	≥ 20.0

注: Fe_p, Al_p 为焦磷酸盐提取的 Al 和 Fe

所研究的土壤不符合灰化土和碱土的鉴定标准。表 5 是所研究的剖面 II 其化学性质与灰化土的鉴定指标, Fe_p, Al_p 及其与粘粒量之比和 Bt 层中有机碳与 Fe_p 之比均小于灰化土要求的标准 (Soil Taxonomy 1975), 土壤颜色和质地也与灰化土不相符。白浆土的 Bt 层虽然是硬的核块状或稜块状结构, 但 Bt 层中的 Ca/Na 大于 10, 而碱土的 B 层此值小于 10。所研究的土壤按 FAO-UNESCO 的分类 (1988) 为松软粘盘土 (Mollicplanosol), 按美国土壤系统分类 (1975) 为典型粘淀漂白软土 (Typic Argialboll), 加拿大土壤分类 (1987) 中其发生学特性近似于暗灰色淋洗土 (Dark gray Luvisol)。我们本文研究的三个剖面均为典型白浆土, 尚未包括草甸白浆土和潜育白浆土。三个亚类在发生性质上的差别, 有待进一步研究。

参 考 文 献

1. 曾昭顺, 1958: 关于白浆土的形成问题《中国科学院林业土壤研究所集刊》第一号, 26—35页, 科学出版社。
2. 谢文予, 1982: 从黑龙江省三江平原的孢粉分析探讨沼泽地的成因。第三届全国第四季学术年会论文集。中国第四纪研究委员会编, 130—133页, 科学出版社。
3. Ю. А. Ливеровский, Л. П. Рублева. 1956: рубчова Зейско-Буреинской равнины и проблема их Генезиса, почвоведение. № 5, 1—16.
4. Evans, L. J. and Adams, W. A., 1975: Quantitative pedological studies on soils derived from Silurian mudstones. IV. Uniformity of the parent material and evaluation of internal standards. J. soil Sci., 26:319—326.
5. Coffman, C. B. and Fanning, D. S., 1974: "Vermiculite" determination on whole soils by cation exchange capacity method. Clay Miner., 22:271—283.
6. Dress, L. R. and Wilding, L. P., 1973: Elemental variability within a sampling unit. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 37:82—87.

7. Dumanski, J. and St. Arnaud, R. J., 1966: A micromorphological study of eluvial soil horizons. *Can. J. Soil Sci.*, 46:287—292.
8. Brewer, R., 1976: *Fabric and Mineral Analysis of Soils* (2nd ed), Krieger Huntington, N. Y. 482 pp.
9. Pawluk, S., 1987: Faunal micromorphological features in moder humus of some Western Canadian soils. *Geoderma*, 40:3—16.
10. Pawluk, S. and Bal, L., 1985: Micromorphology of selected mollic epipedons. In: L. A. Douglas and M. L. Thompson (Editors), *Soil Micromorphology and Soil Classification*. *Soil Sci. Soc. Am.*, SSSA Spec. Publ., 15, Madison, pp. 63—83.
11. Howitt, R. W. and Pawluk, S., 1985: The genesis of a gray luvisol within the boreal forest region. I. Static pedology. *Can. J. Soil Sci.*, 65:1—8.
12. Xiong D. and R. Huang. 1986: A Comparative study on the Micromorphology of Baijiang soil of Jinlin Province and Huaibei region in China. In *current progress in soil research in P. R. China*, *Soil Sci. Soc. China*, (ed.), Jiang shu Sci. & Tech. Publ. House. pp. 543—550.

PEDOGENETIC CHARACTERISTICS OF ALBIC SOILS IN THE THREE RIVER PLAIN, HEILONGJIANG PROVINCE

Xing Baoshan and M. J. Dudas

(Dept. of Soil Science, University of Alberta, Edmonton, Canada, T6G 2E3)

Zhang Zhiyi

(August First Agricultural University, Heilongjiang, 158308)

Xu Qi

(Institute of Soil Science, Academia Sinica, 210008)

Summary

With the study of physical, chemical, morphological and mineralogical properties of three pedons of typical albic soils from the Three River plain of Heilongjiang Province, we discussed the pedogenetic characteristics. The profiles were found to be lithologically continuous by the comparison of Zr/Sr and Ti/Zr ratio within the pedons. The albic soils study was characterized by a mollic epipedon, an albic E horizon and a thick argillic horizon. Through this study, it was indicated that lessivage was a dominant pedogenetic process. Pedogenic Fe Mn nodules were found abundant in Ah and E horizons and were apparently formed by weathering of Fe-Mn primary minerals, and the nodules may have developed in situ. The maximum amounts of pyrophosphate extractable Fe and Al appeared in Bt2 horizons were smaller than the values required for podzols. Vermiculite, which had not previously been recognized, dominated the clay fraction of albic soils. The clay mineral assemblage was qualitatively similar but quantitatively differentiated throughout the profile. Finally, we suggested that the albic soils could be classified as mollic planosols in the FAO-UNESCO system and Typical Argialbolls in Soil Taxonomy.

Key words Albic soils, Pedogenesis, Clay mineralogy, Micromorphology, Lessivage