

中国土壤胶体研究

VII. 内蒙暗栗钙土的粘土矿物*

蒋梅茵 许冀泉

(中国科学院土壤研究所)

内蒙栗钙土区属半干旱而温和的大陆性气候,年平均温度 $-2.4-6.5^{\circ}\text{C}$,冬夏温差很大,约差 $30-49^{\circ}\text{C}$,夏季平均温度为 $20-25^{\circ}\text{C}$,比黑钙土地区高,年降水量 $200-350$ 毫米,多集中夏季。由于气候干旱,相对湿度很低,蒸发量大于降水量数倍,大陆性气候十分明显。植被以禾本科草及蒿属的短草为主。地形主要为高平原,包括一部分丘陵岗地。成土母质的种类众多,有花岗岩和玄武岩的风化物、洪积物和冲积物以及黄土状沉积物等。有关栗钙土的地理分布和土壤性质已有不少报道^[1,2],但对粘土矿物组成尚鲜研究。本文拟就内蒙地区三种不同母质所发育的暗栗钙土讨论其粘土矿物的组成,并推论其演变规律。

一、供试土壤和研究方法

供试土壤剖面共3个¹⁾,代表大兴安岭东西的主要暗栗钙土。

剖面1(野外编号B-144)采自内蒙昭乌达盟阿鲁科尔沁旗五一水库副坝泄洪道旁。海拔480米。母质为花岗岩残积物。植物有针茅、铁杆蒿、闭穗、冷蒿、羊草等。全剖面呈碳酸盐反应,土壤质地为中壤,含有较多的石英砂粒。80厘米以下为花岗岩的半风化体。

剖面2(野外编号B-2)采自内蒙锡林浩特东30公里海拔约1220米的高台地上。母质为玄武岩风化物。植被组成以针茅为主,还有少数羊草、冷蒿、锦鸡儿等。全剖面呈碳酸盐反应,土层浅薄,58厘米以下已为玄武岩的半风化体,土壤质地为极细砂壤土。

剖面3(野外编号A-31)采自内蒙呼伦贝尔盟东新巴尔虎旗红星牧场西约12公里海拔660米的高平原缓平顶部。母质为砂性黄土状沉积物。植物有针茅、羊草、闭穗、锦鸡儿等。土层深厚,质地为轻壤偏中壤。从40厘米开始有碳酸盐反应,钙积层不明显,只有石灰假菌丝体和斑块。

土壤的理化性质测定和粘土矿物分析方法都与前文^[2]相同。为了了解较粗粒级的矿物组成,曾用甘油水溶液法^[3]对1—5微米部分进行了X射线分析(这部分的X射线衍射谱从略,以节省篇幅),并对底土层的5—100微米部分作了原生矿物鉴定。

* 本文承蒙熊毅教授指教,特此致谢。

1) 剖面1,2分别由高以信和文启孝两同志提供,剖面3是作者于1963年参加内蒙综合考察时采集。在野外工作期间,得到蔡蔚祺、蔡凤歧等同志的帮助,在此一并致谢。

表1 土壤及其粘粒的化学性质

剖面 编号	成 母 岩	土 层 深 度 (厘米)	土			壤		< 1 微 米 粘 粒								
			有机质 (%)	CaCO ₃ (%)	H ₂ O	pH	KCl	SiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	游 离 Fe ₂ O ₃ (%)	游 离 Fe ₂ O ₃ 占全 Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)
1	花岗岩	0—15	2.64	16.0	8.3	7.4	51.88	9.76	24.08	14.11	3.65	2.90	2.71	27.8	1.03	53.59
		15—29	2.03	32.9	8.2	7.8	51.30	9.69	24.18	14.06	3.60	2.87	2.17	22.4	0.94	62.14
		55—67	0.77	52.5	9.1	8.2	50.45	9.09	25.24	14.73	3.39	2.76	2.37	26.1	0.70	66.29
		67—80	0.35	18.0	—	—	48.98	10.49	26.73	12.40	3.11	2.49	3.85	36.7	0.58	66.04
2	玄武岩	0—5	4.01	12.5	8.8	7.8	53.21	9.82	24.75	14.40	3.65	2.91	2.99	30.5	1.26	52.74
		5—23	3.30	0.7	8.9	7.4	53.57	10.94	21.91	12.99	4.15	3.14	2.82	26.8	1.00	65.80
		32—58	2.03	40.6	—	—	55.06	11.92	21.52	12.27	4.34	3.21	5.29	44.4	0.65	81.68
3	黄土状 沉积物	14—40	1.64	痕迹	8.5	7.0	50.76	10.40	25.38	12.98	3.39	2.69	6.79	65.4	1.01	50.57
		40—55	0.89	2.2	9.1	7.2	52.24	10.70	23.31	12.97	3.80	2.94	5.39	50.4	1.09	54.72
		87—124	0.49	7.6	9.8	8.3	52.30	9.93	23.34	13.99	3.80	2.99	5.12	51.6	1.04	54.42
		151以下	0.46	5.6	9.9	8.8	52.31	8.76	25.27	15.86	3.51	2.86	4.95	56.5	1.10	48.51

二、结 果

内蒙地区暗栗钙土的自然肥力是比较高的，但其有机质含量一般比黑钙土低。在所研究的三个暗栗钙土剖面中，有机质含量(表 1) 以玄武岩发育的最高，其次是花岗岩发育的，黄土状母质发育的最低。由土壤水悬液测得的 pH 值都在 8 以上。花岗岩和玄武岩发育的暗栗钙土含 CaCO_3 较多，在 30 厘米以下形成明显的钙积层， CaCO_3 含量可高达 40—50%。黄土状母质发育的暗栗钙土含 CaCO_3 较低，最高的土层也只有 7% 强，钙积层不明显，呈假菌丝体或眼状斑。

三个剖面的颗粒分布(表 2) 比较接近，其中花岗岩发育的剖面，有自下而上粗粒减少而细粒增多的趋势。

原生矿物鉴定结果如表 3 所列。剖面 1 主要是钾长石和石英；剖面 2 主要是拉长石、金云母和褐铁矿；剖面 3 主要是石英、钠长石和更长石，重矿物种类很多。这些情况表明它们确实是来自不同的母质。

由花岗岩发育的暗栗钙土 <1 微米部分的硅铝率在 3.11—3.65 之间，以表土最高，往下逐渐减少。 K_2O 的含量有同样趋势。阳离子交换量的变化则相反，有由上往下递增的趋势，每百克粘粒变化于 54—66 毫克当量之间。游离 Fe_2O_3 占全铁量，除底层高于 1/3 外，上部各层都在 1/4 左右。X 射线衍射和差热分析(图 1, 2)表

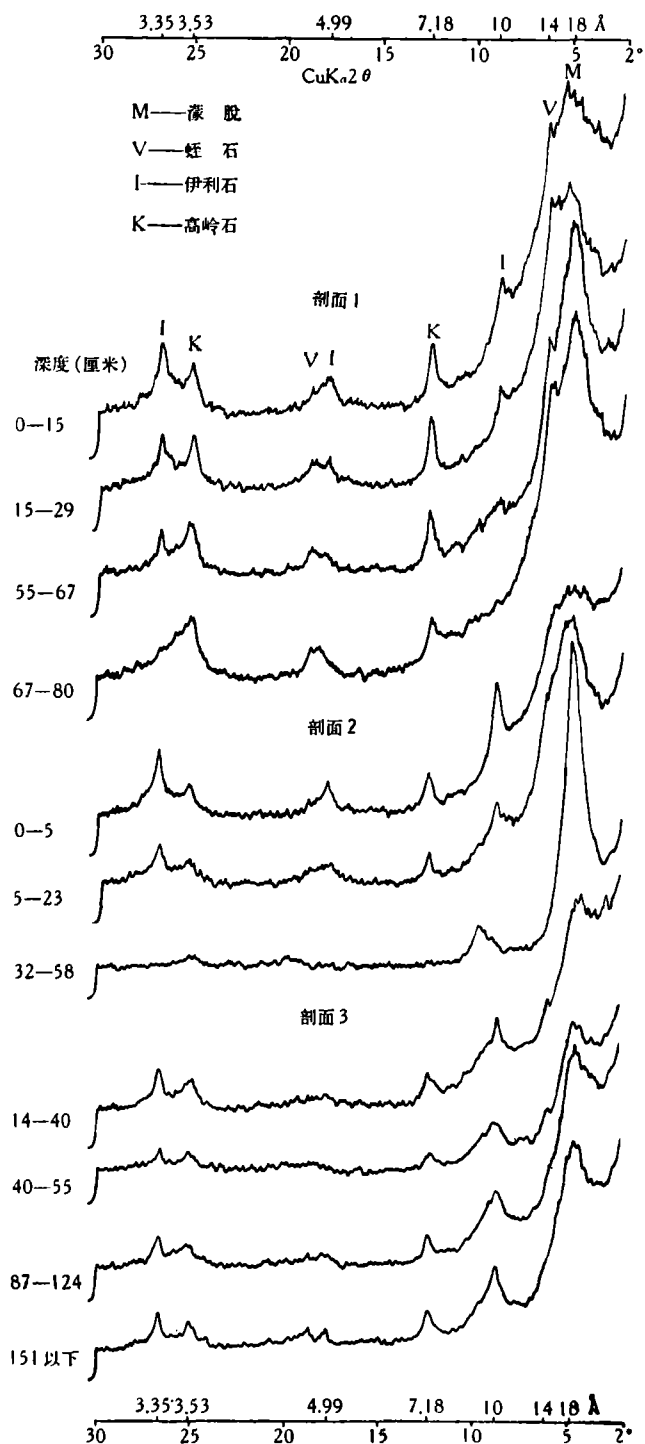


图 1 粘粒(<1 微米)的 X 射线衍射谱

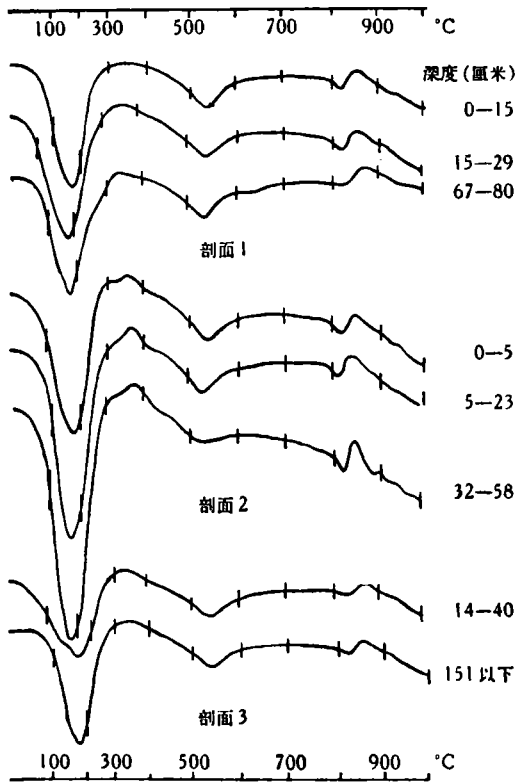


图2 粘粒(<1微米)的差热曲线

表2 土壤的颗粒分布(%)

剖面 编号	深度 (厘米)	粒 径 (微 米)			
		>100	100—5	5—1	<1
1	0—15	17.47	59.76	5.38	17.41
	15—29	18.75	55.17	5.99	20.07
	55—67	27.99	48.15	6.23	17.50
	67—80	67.37	20.69	4.31	7.66
2	0—5	8.99	68.11	5.35	17.48
	5—23	11.43	64.83	4.80	18.95
	32—58	—	—	—	—
3	14—40	15.53	65.58	4.49	14.38
	40—55	12.12	67.80	4.71	15.35
	87—124	8.28	66.18	5.03	20.50
	151以下	28.05	48.75	4.24	18.93

表3 100—5微米部分的轻重矿物分布(%)

土壤剖面编号		1	2	3
土层深度(厘米)		67—80	32—58	151以下
轻 矿 物	钾长石	80.41		
	更长石	3.09		10.58
	中长石			2.91
	拉长石		36.97	
	钠长石			22.49
	石英	10.31	5.94	60.85
	金云母	6.19	27.85	
	蛭石			2.12
	褐铁矿		24.20	
	绿泥石			1.06
沸石		5.02		
占全部矿物重量(%)		98.00	98.20	97.20
重 矿 物	角闪石	38.28	28.49	54.80
	玄武闪石			1.90
	透闪石			1.20
	透辉石			4.70
	霓辉石			0.60
	绿帘石			4.40
	黑云母			0.30
	磁铁矿	59.62	60.62	28.00
	钛铁矿			2.50
	锆英石	1.46		0.60
	石榴子石	0.21	0.73	0.90
	独居石	0.42		
	普通辉石		10.16	
占全部矿物重量(%)		2.00	1.80	2.80

鉴定者: 罗家贤

明, 矿物组成以蒙脱为主。其次是伊利石、高岭石和蛭石, 剖面上部蒙脱减少, 伊利石增多。5—1微米部分剖面上部主要是石英、伊利石、蛭石、高岭石和长石, 蒙脱量极少, 向下, 伊利石减少而蛭石增多, 底层石英含量很低, 主要是蛭石和结晶差的高岭石。

由玄武岩发育的暗栗钙土剖面中, 粘粒的硅铝率和阳离子交换量都自上往下递增。K₂O 的含量与之相反。全铁和游离铁的含量比前一剖面稍高。X射线衍射和差热分析结果(图1—2)表明, 其中以蒙脱为主, 其次为伊利石和高岭石, 几乎没有蛭石, 底层除蒙脱的衍射峰外, 在X射线衍射谱上很难看到有其它矿物的存在。1—5微米的X射线衍射分析结果表明, 底层除少量石英和较多的长石外, 主要是蒙脱, 但在表层和亚表层中, 则以伊利石、石英、长石和高岭石为主, 蛭石和蒙

脱为量极少。

由黄土状母质发育的暗栗钙土粘粒部分,硅铝率的变化有随深度增加的趋势,但至底层又见下降。剖面中 K_2O 的分布很均匀,都在 1% 左近。游离铁含量较高,约占全铁量的 1/2 强,含量随深度逐渐下降。各层粘粒的阳离子交换量差异不大,数值在 48.51—54.72 毫克当量/百克之间。X 射线衍射和差热分析的结果(图 1—2)表明,剖面中粘土矿物组成上下十分一致, <1 微米部分都含有蒙脱石、伊利石和高岭石;蒙脱也是各层的主要组分。在 5—1 微米部分,含有石英、伊利石、高岭石、蛭石和长石等,各层间无明显差异,说明黄土母质比较均匀。

三、讨 论

以上结果表明,三种不同母质所发育的暗栗钙土在一般理化性质和粘土矿物组成上互有异同,现就以下几方面来讨论。

1. 生物气候条件对土壤性质和粘土矿物组成的影响:三种不同母质发育的暗栗钙土,由于所处的环境条件大体相近,土壤性质中呈现很多共同特征:(1)剖面中粘粒分布状况大致相似,剖面中部微有粘化现象;(2)土壤剖面中有碳酸钙积累,土壤 pH 值都在 8 以上,且随深度而增加,酸性母岩发育的剖面也不例外;(3)粘粒部分的 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 的含量较为接近,变化范围分别为 48.98—55.06%、21.52—26.73% 和 8.76—11.92%,硅铝率的变化也不大,比值在 3.11—4.34 之间;(4)尽管三种土壤的成土母质不同,原生矿物也有很大差异,但粘土矿物组成都以蒙脱为主,剖面上部粘土矿物的组成较下部近似。

苏联干草原栗钙土的主要粘土矿物是蒙脱^[4]。布里亚特-蒙古苏维埃社会主义自治共和国发育于花岗岩残积层上的栗钙土,其粘土矿物组成以拜来石为主^[5]。由此可见,欧亚大陆的干草原栗钙土的主要粘土矿物应当是蒙脱。如将暗栗钙土与棕钙土和褐土相比较,在粘土矿物组成上亦有显著的差异,棕钙土^[1,6]中粘土矿物以伊利石为主,有时掺杂极少量蒙脱,褐土^[1,7]中粘土矿物以伊利石和蛭石为主,蒙脱和高岭石的含量很低。母质同属花岗岩,但形成的粘土矿物在暗栗钙土中以蒙脱为主,在黄棕壤^[2]中,高岭石和伊利石含量均高,但底层含有很多蒙脱,在砖红壤性红壤^[8]中,则以高岭石和三水铝矿为主。以上事实充分说明生物气候条件对土壤粘土矿物组成的深刻影响。

2. 母质对于土壤矿物组成的影响:如前所述,在同样的生物气候条件下,不同母质所发育的暗栗钙土都具有一些共同的性质,但是,从其中也不难看出暗栗钙土的矿物组成有一定的影响。就原生矿物而言,花岗岩残积风化物所发育的主要是钾长石和石英,玄武岩残积风化物所发育的以拉长石、金云母和褐铁矿为主,而黄土状母质所发育的主要是石英、钠长石和更长石。就粘土矿物组成而言,尽管蒙脱是三个剖面共同的主要粘土矿物,但在玄武岩残积风化物所发育的剖面中,特别是底层,无论 <1 微米还是 1—5 微米部分,蒙脱含量都比其它两个剖面高得多,几乎没有蛭石,说明这个剖面中蒙脱的来源与母质的关系十分密切。在这三个剖面中,粘粒部分蒙脱的含量以黄土状母质所发育的为最少,但是它的伊利石含量较高,土壤中氧化钾的含量比其它两个剖面高,也是伊利石较多的证明。该剖面的这一特点和整个剖面的均一性是黄土母质分不开的。

(3) 土壤粘土矿物的演变:上述三个剖面都是以蒙脱为主要粘土矿物。但由各剖面

的粘土矿物的分布情况,可以推论蒙脱可由其它 2:1 型铝硅酸盐变来,同时,蒙脱也可演变为其它矿物。黄土状母质所发育的暗栗钙土的 5—1 微米和 <1 微米部分的粘土矿物组成,表层和底层大体相同,意味着黄土状沉积物形成时的气候条件与现在暗栗钙土的成土条件相差不大。花岗岩发育的暗栗钙土剖面下部蒙脱和蛭石较多,剖面上部伊利石较多,似乎表明蒙脱和蛭石在干草原条件下可经复钾作用而演变为伊利石。玄武岩所发育的暗栗钙土剖面下部几乎全是蒙脱,剖面上部却出现不少伊利石和高岭石,同样表明蒙脱在干草原条件下,不仅可演变为伊利石,还可风化为高岭石。当然,这些简单的推论尚有待今后进一步的研究证明。

四、摘 要

内蒙地区由花岗岩、玄武岩和黄土状沉积物等三种不同母质所发育的暗栗钙土,经理化分析、差热分析和 X 射线鉴定表明,剖面中颗粒分布状况大致相近,剖面中部微有粘化现象。原生矿物的组成随母质不同而异,但粘土矿物的主要成分都是蒙脱。次要粘土矿物的成分差异反映了母质的不同,这种差异在剖面下部愈益显著。各层粘土矿物组成的差异似乎表明,蒙脱在干草原条件下,可经复钾作用而演变为伊利石,也可风化为高岭石。

参 考 文 献

- [1] 文振旺等: 内蒙古自治区土壤地理区划。土壤专报, 34 号, 41—108 页, 1959 年。
- [2] 唐诵六等: 中国土壤胶体研究: IV. 南京地区几个土壤剖面的粘土矿物研究。土壤学报, 11 卷, 2 期, 261—274 页, 1963 年。
- [3] 唐诵六、熊毅: X 射线衍射仪鉴定开展式粘土矿物的甘油处理法。土壤学报, 12 卷, 4 期, 461—464 页, 1964 年。
- [4] Прасолов, Л. И., Антипов-Каратаев, И. Н. и Седлецкии, И. Д.: Каштановые Почвы Сухих степей. Почвоведение, № 6, 863—882, 1937.
- [5] Н. И. 高尔布诺夫: 苏联土壤中的粘土矿物。科学出版社, 1956 年。
- [6] 汪安球: 内蒙荒漠草原棕钙土的形成及其特性。土壤学报, 10 卷, 4 期, 341—354 页, 1962 年。
- [7] 许冀泉: 中国土壤胶体研究: III. 褐土胶体的矿物组成。土壤学报, 9 卷, 3—4 期, 103—109 页, 1961 年。
- [8] 蒋梅茵、许冀泉: 几种亚热带和热带土壤的粘土矿物。中国土壤学会 1963 年学术年会论文摘要集, 第一部分, 18 页。

SOIL COLLOID RESEARCHES

VII. CLAY MINERALOGY OF THE DARK CHESTNUT EARTH OF INNER MONGOLIA

CHIANG MEI-IN AND HSÜ CHI-CHUAN

(Institute of Soil Science, Academia Sinica)

Summary

A comparative study of the chemico-mineralogical properties of three profiles of chestnut earth of Inner Mongolia developed from granite, basalt and loess were made by chemical analysis, thermal differentiation and X-ray diffraction. The composition of the primary minerals of the three soils differs markedly, but that of the secondary minerals remains much alike. They are composed essentially of montmorillonite, although illite is also present. The influence of parent materials shows more prominently in the accessory secondary minerals, especially in the deeper soil horizons. It is suggested that under the steppe condition, montmorillonite might be either transformed into illite through repotassiation, or weathered into kaolinite.