第 40 卷 第 5 期
2003 年 9 月

土 壤 学 报
ACTA PEDOLOGICA SINICA

Vol. 40, No. 5
Sep., 2003

南疆平原干旱土的微形态特征*

关 欣[1,2] 李巧云[1,2] 张凤荣[3] 钟骏平[2] 瑞兴[4]

(1 湖南农业大学资源环境学院, 长沙 410128) (2 新疆农业大学, 乌鲁木齐 830052)
(3 中国农业大学, 北京 100094) (4 南京农业大学, 南京 210095)

摘 要 通过野外调查, 应用扫描电镜和偏光显微镜等手段, 结合理化分析, 研究了南疆平原干旱土的微形态特征和母质成因。结果表明: 南疆平原干旱土含有大量的由砂质原生矿物组成的骨骼颗粒, 在这些颗粒之间填充着细粉砂质原生矿物及由隐晶质、微晶质碳酸盐和粘粒所组成的细粒物质。大部分原生矿物外形完好。同一剖面从表层向下骨骼颗粒增多, 细粒物质减少。南疆平原干旱土的基本垒结类型为斑晶骨骼嵌埋状、聚积状和漂白砂型微垒结。土壤形成物主要是铁质、碳酸盐和石膏浓聚物, 石灰、石膏的形态和其含量有关。碳酸盐一般以内晶霜形式存在, 含量高时出现自生方解石颗粒、胶膜、凝团、凝块和凝粒; 石膏以隐晶质、微晶质及针状、纤维状晶体的方式散布于细粒物质当中, 石膏含量高时呈纺锤形晶体; 在铁质粘化层中粘粒和粉砂明显增多, 铁质浓聚物以铁染基质存在。石英砂表面超微结构特征表明: 南疆平原干旱土的母质搬运距离较短, 同一剖面有不同的成因或多种成因组合, 各种成因的母质都受到风成作用的影响, 具有风蚀、风积的特征。

关键词 南疆平原, 干旱土, 微形态
中图分类号 S152.2

南疆平原干旱土是暖温带极端干旱、荒漠生物气候条件下的土壤, 广泛分布在塔里木盆地四周的广大戈壁上, 是新疆重要的土地资源。

南疆平原干旱土微形态的研究, 是干旱土发生、分类及肥力特性研究的重要内容之一。虽然我国土壤微形态研究已开展多年, 但新疆平原干旱土微形态特征的研究报导甚少。本文作为干旱土发生特性及分类研究的一部分, 利用微形态和超微形态方法研究了南疆平原干旱土的微形态特征和母质成因, 为新疆干旱土的合理开发、利用和系统分类提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试土样

供试土样采自乌什、新和、库车、和硕、吐鲁番、哈密等地的五个平原干旱土剖面。野外按剖面形态分层, 进行剖面描述记载, 然后分层采集分析样品和微形态研究用原状土。

1.2 测定方法

(1) 机械组成: 经 0.5 mol L^{-1} 的六偏磷酸钠[$(NaPO_3)_6$] 煮沸, 超声波分散后用吸管法测定。(2) $CaCO_3$: 用气量法测定。(3) 石膏: 水土比 10∶1, 用电导法测定。(4) 可溶性盐分: 水土比 5∶1 制备提取液, 总盐量用电导法。供试干旱土的理化性质见表 1。

1.3 微形态和超微形态观察

(1) 土壤微形态观察: 用不饱和聚脂树脂胶结原状土, 磨成 0.03 mm 的薄片, 在偏光显微镜下观察、记载和拍照。(2) 石英颗粒表面扫描电镜观察: 经处理后的砂矿物在体视显微镜下, 随机选取石英砂颗

* 国家自然科学基金地区项目(49761004)、国家自然科学基金重点项目(49831004) 和国家基础研究发展项目(G1999043505) 资助
收稿日期: 2002-03-22; 收到修改稿日期: 2002-11-29

粒, 在扫描电镜下观察。

2　结果与讨论

2.1　矿物学特征

南疆平原干旱土全剖面含有大量粒径较大的原生矿物, 如石英、长石、云母、辉石、角闪石、方解石等, 它们组成骨骼颗粒。在这些颗粒之间填充着细粉砂质原生矿物, 及由隐晶质、微晶质碳酸盐和少量粘粒所组成的细粒物质(图 1, 见图版Ⅰ)。原生矿物的外形大部分为棱角形和磨圆形, 分选程度差。同时, 不乏磨圆形、半磨圆形矿物颗粒, 个别排列整齐, 有分选层理的现象, 显示出残积、洪积、风积、冲积等多种成因。大部分原生矿物颗粒外形完好, 保持着弱风化的外貌特征, 也可见到早期风化阶段的剥蚀颗粒。长石、云母等可风化矿物沿解理面或边缘, 甚至整个表面可见高岭土斑和暗棕色的游离铁析出, 甚至出现"假晶"。这种现象在铁质染色的粘化层中尤为突出(图 2, 见图版Ⅰ)。粗骨质母质的平原干旱土含有较多的砾石(表 1), 砾石经物理风化可形成砂质原生矿物。部分平原干旱土(如乌什、库车干旱土)的砂质原生矿物来自风成。这些粗骨骼颗粒在缺水的条件下, 难以化学风化, 因而得以保存。南疆平原干旱土土体以较大的骨骼颗粒为主, 并含有较多的可风化矿物, 这是南疆干旱土风化和成土作用微弱的表现, 也是其重要的微形态学特征。

表 1　南疆平原干旱土的部分理化性质

Table 1　Physical and chemical properties of aridosols in the plain of the south of Xinjiang

编号 Number	地点 Location	深度 Depth (cm)	$CaCO_3$ Carbonate	石膏 Gypsum	含盐量 Salt	砾石 Gravel > 2mm	砂粒 Sand 2~0.05mm	粉砂 Silt 0.05~0.002mm	粘粒 Clay < 0.002mm
			g kg^{-1}						
1	哈密	0~3.5	49.0	26.96	18.60	101.3	674.4	174.7	150.9
		3.5~8	55.1	27.72	25.02	82.5	622.7	201.6	175.7
		8~20	0	31.94	37.54	510.2	842.4	90.2	67.4
		20~100	0	122.23	407.00	460.9	771.8	118.3	109.9
2	吐鲁番	0~4	62.1	22.79	38.05	86.1	438.7	366.8	194.5
		4~9	38.5	146.34	250.20	42.9	386.7	374.9	238.4
		9~40	57.8	64.56	83.20	232.7	436.1	381.5	182.4
		40~110	30.1	69.51	176.64	573.0	836.8	98.8	64.4
3	和硕	0~4.5	95.7	19.65	19.39	216.0	657.9	223.0	119.9
		4.5~8	45.0	26.41	12.03	224.8	802.9	84.0	123.1
		8~24	7.2	27.70	11.97	282.5	853.0	82.8	64.2
		24~90	30.4	25.91	13.09	252.7	863.1	100.4	36.5
4	库车	0~4	267.7	27.24	7.14	390.4	548.7	304.8	146.5
		4~6	206.7	26.21	7.50	518.3	533.1	339.0	127.9
		6~37	272.3	27.20	8.06	251.5	568.0	322.3	109.7
		37~150	239.3	25.46	22.75	7.1	79.8	807.7	112.5
5	乌什	0~5	273.3	30.80	40.03	0	52.0	806.4	141.6
		5~18	391.1	15.54	20.35	0	33.3	768.2	198.5
		18~29	371.6	6.99	14.14	0	71.0	814.6	114.4
		29~31	489.8	20.64	8.48	0	7.0	752.0	241.0

2.2 微垒结特征

同一剖面接近表层细粒物质较多,由表层向下骨骼颗粒增多;细粒物质减少。这与质地的变化一致(表 1)。近表层土壤一般为疏松的海绵状微垒结,团聚体发育良好,并含有较多的气孔和裂隙状孔隙(图 3,见图版Ⅰ)。下部土层多为紧实的土壤微垒结(表 2)。说明近表层风化强,下层风化弱。南疆平原干旱土的基本垒结(elementary fabric)类型[1]为斑晶骨骼嵌埋状、聚积状和漂白砂型微垒结。

2.3 土壤形成物

南疆平原干旱土的土壤形成物主要是铁质、碳酸盐、石膏和粘粒的浓聚物。碳酸盐在偏光显微镜下具有高的双折射,插入石膏试板以后干涉色变化不大。南疆平原干旱土全剖面可见到碳酸盐,主要为内晶霜的形式,伴有自生方解石颗粒和胶膜(图 4,见图版Ⅰ)。碳酸盐聚积层除了有内晶霜和胶膜外,还有大量的自生方解石颗粒、凝团、凝块和凝粒(表 2)。

南疆平原干旱土中石膏比较明显,多以隐晶质、微晶质及针状、纤维状晶体的方式散布于细粒物质当中(图 5,见图版Ⅰ)。石膏含量高的层次(表 1)可见大量纤维状和纺锤形晶体。由此可以看出,南疆平原干旱土的石灰、石膏形态和含量有一定关系。

铁质粘化层是荒漠土壤的重要发生层。在偏光显微镜下观察,该层粘粒和细粉砂含量明显增多,铁质浓聚物主要以铁染基质存在。在骨骼颗粒的表面,可见红棕色胶膜及铁质凝块。在骨骼颗粒之间是大量的碳酸盐——铁质、粘粒质细粒物质(表 2),但光性定向程度较差(图 6,见图版Ⅰ)。由此可见,铁质粘化层矿物风化较强。

此外,我们鉴定了南疆平原干旱土孔状结皮和片状-鳞片状层次的微形态特征。在镜下,孔状结皮层具有发达的孔洞、泡孔。孔隙之间缺乏连接,骨骼颗粒大小混杂,细粒物质较多,细粒物质中含有大量隐晶质或微晶质的碳酸盐和粉砂。片状层和鳞片状层具有平直的裂隙状空隙,裂隙互相平行,且平行地面。基质中骨骼颗粒以细砂和粉砂为主,外形滚圆,颗粒排列整齐,有分选成层的现象。片状层的生成主要与风及水的作用有关。

表 **2** 南疆平原干旱土的微形态特征

Table 2 Micromorphological features of aridosols in the plain of the south of Xinjiang

土壤 Soil	深度 Depth (cm)	矿物大小和形状 Size and shape of minerals	基本垒结 Elementary fabric	紧实度及结构 Tight degree and structure	孔隙性 Void	风化状况 Weathering	土壤形成物 Pedological features	骨骼颗粒 Skeleton	土壤基质 Soil matrix	碳酸钙和石膏 Carbonate and gypsum
平原干旱土[1)]	0~3.5	颗粒较大,棱角分明	斑晶骨骼嵌埋状微垒结	紧实微结构	泡孔发达,孔洞较大,有孔道	剥裂颗粒,表面铁质化	有 $CaCO_3$ 胶膜	以石英、长石为主,其它矿物少	以 $CaCO_3$ 为主,有粉砂颗粒,排列紧密并包裹矿物颗粒	$CaCO_3$ 以内晶霜为主,有 $CaCO_3$ 胶膜,细粒物质中碳酸盐含量较高
	3.5~8	颗粒较大,棱角形和半磨圆形	同上	同上,基质排列紧实	孔隙、孔洞、裂隙发育,以孔洞为主	同上	红棕色,碳酸钙内晶霜和铁染基质,颗粒表面有胶膜	以石英、长石为主,可见辉石、角闪石	碳酸盐和铁染基质混合,有较多粘粒,$CaCO_3$ 以内晶霜为主	$CaCO_3$ 内晶霜,内含铁质,发红,$CaCO_3$ 较多,包埋矿物

续表

土壤 Soil	深度 Depth (cm)	矿物大小和形状 Size and shape of minerals	基本垒结 Elementary fabric	紧实度及结构 Tight degree and structure	孔隙性 Void	风化状况 Weathering	土壤形成物 Pedological features	骨骼颗粒 Skeleton	土壤基质 Soil matrix	碳酸钙和石膏 Carbonate and gypsum
	8~ 20	颗粒较大, 细粒物质增多, 棱角形和半磨圆形	同上	同上	孔隙、孔道发达	同上	有 $CaCO_3$ 胶膜	以长石为主, 矿物种类和数量较少	以粉砂和 $CaCO_3$ 内晶霜为主	以 $CaCO_3$ 内晶霜为主, 有碳酸盐凝块、凝团和 $CaCO_3$ 胶膜, 石灰大量聚集
	20~ 100	颗粒较大, 大小混杂, 半磨圆形较多	漂白砂型微垒结	紧实排列	单个矿物颗粒紧密排列	剥裂颗粒, 表面风化, 铁质释放变红	矿物表面很少胶膜或无	以长石为主, 也有石英	细砂和粉砂呈单粒状	有 $CaCO_3$ 胶结矿物形成的结核
平原干旱土[2)]	0~ 4	以细砂、粉砂为主, 混有少量大颗粒; 半磨圆形和磨圆形较多	斑晶骨骼嵌埋状微垒结	基质排列紧密	孔洞较多、较大	剥裂颗粒	见 $CaCO_3$ 胶膜	以长石、石英为主, 粉砂中含多种矿物	$CaCO_3$ 内晶霜, 粉砂、细砂	$CaCO_3$ 含量很高, 呈内晶霜, 充满骨骼颗粒之间
	4~ 6	颗粒较大, 半磨圆形和磨圆形较多	聚积状微垒结	单粒状, 排列紧密	有大量孔洞	矿物表面有暗棕色游离铁析出, 有假晶	碳酸钙内晶霜和自生方解石颗粒	以方解石为主, 其次是长石、石英	细粒少, 少量 $CaCO_3$ 内晶霜	$CaCO_3$ 含量较高, 可见自生方解石晶体
	6~ 37	颗粒较小, 石膏呈纤维状、针状	聚积状微垒结	排列疏松	孔隙发达	同上	石膏结晶物	大颗粒矿物较少, 被石膏淹没	纤维状、针状微晶, 隐晶质石膏	$CaCO_3$ 呈凝块状, 量少, 凝团较大; 大量石膏, 呈纤维状
	37~ 150	石膏颗粒较大, 其它矿物较小, 石膏呈纤维状、纺锤形	同上	排列紧密	孔隙少	有长石风化的假晶	石膏结晶物	以石膏为主, 石膏颗粒较大, 呈纤维状	以隐晶质石膏为主, 含有 $CaCO_3$ 和细砂、粉砂	少量 $CaCO_3$ 呈凝粒状或内晶霜, 有方解石晶体和 $CaCO_3$ 凝块, 大量石膏呈纤维状、纺锤形晶体

1) 哈密南湖; 2) 库车

2.4 南疆平原干旱土石英颗粒表面扫描电镜观察

石英砂表面超微结构特征是特定环境的反映[2]。使用扫描电镜观察南疆平原干旱土石英砂表面超微结构特征有助于了解母质形成的环境,推断母质的成因[2,3]。

观察结果表明,哈密干旱土剖面上部石英砂形状为次圆形,表面有碟形坑,多碟状凹坑和三角坑,显示风积的特征。剖面下部石英砂表面有溶蚀坑和V形坑,棱脊被磨蚀,边面有擦痕,表现出洪积的特点。哈密干旱土的地形为平坦岗状剥蚀残丘,母质是残积物,说明母质受到风和洪水的影响。库车干旱土剖面上部石英砂边面被磨蚀,轻度磨光,有贝壳状断口,整个轮廓因磨蚀而滚圆,显示出强烈的洪积特征;剖面下部部分边面被磨蚀,略光滑,说明经滚动,是弱度洪积。据理化分析(表1),库车干旱土下部(37~150cm)盐分较多,极少砾石,粉砂占绝对优势,应该为洪积叠加风积。乌什、库车、和硕、吐鲁番的干旱土位于天山南坡,处于洪积-冲积扇中上部,母质是洪积-冲积物,但也有风蚀的痕迹。由上不难看出,南疆平原干旱土母质在发生上有下列特点:

(1) 多数母质搬运距离较短,可能和洪积、坡积有关。

(2) 同一剖面往往有不同成因,甚至多种成因组合,主要有洪积、风积、冲积、残积等。可能和新构造运动及干湿气候波动[4]有关。

(3) 各种成因的母质几乎都受到风成作用的影响,具有风蚀、风积的特征。

3 结 论

1. 南疆平原干旱土以粒径较大的骨骼颗粒为主,含有大量可风化矿物,矿物风化极弱。土壤基本垒结类型主要为斑晶骨骼嵌埋状、聚积状和漂白砂型微垒结。

2. 南疆平原干旱土的土壤形成物主要是铁质、碳酸盐和石膏浓聚物,其形态和含量有关。

3. 南疆平原干旱土的母质有多种成因,但都受到风成作用的影响;风在南疆干旱土形成中具有重要作用。

参考文献

1. 帕尔芬诺娃 E ,亚里洛娃E A 著. 曹升赓译. 土壤微形态研究指南. 北京:农业出版社,1987. 70~80
2. 谢又予. 中国石英砂表面结构特征图谱. 北京:海洋出版社,1984
3. Culver S J, *et al*. Environmental discrimination based on quartz grain surface textures: A statistical investigation. Sedimentology, 1983, 30: 129~136
4. 周昆叔. 天山乌鲁木齐河源冰川冰和第四纪沉积物的孢粉学初步研究. 冰川冻土,1981,(增刊):1~3

MICROMORPHOLOGICAL FEATURES OF ARIDOSOLS IN THE PLAIN OF THE SOUTH OF XINJIANG

Guan Xin[1,2]　Li Qiao-yun[1,2]　Zhang Feng-rong[3]　Zhong Jun-ping[2]　Ding Rui-xing[4]

(1 Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

(2 Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

(3 China Agricultural University, Beijing 100094, China)

(4 Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Summary

A study on micromorphology of aridosols in the plain of the south of Xinjiang and origin of parent materials was carried out in this paper by means of field investigation, scanning electric microscope, polarizing microscope, physical and chemical analyses. The results are as follows: Aridosols in the plain of the south of Xinjiang consist largely of sandy primary minerals composing skeleton. Among the sandy primary minerals there are a mass of plasmas made up of fine silty primary mineral, cryptocrystalline and microcrystalline carbonate, and clay. A majority of primary minerals keep intact appearance. From the surface to the bottom horizon skeleton increases and plasma decreases. The aridosols in the plain of the south of Xinjiang have porphyroskelic fabric, agglomeratic fabric and bleached sand fabric. pedological features of aridosols in the plain of the south of Xinjiang are iron, carbonate and gypsum concentrations. The shape of carbonate and gypsum relates to its content. The aridosols in the plain of the south of Xinjiang contain a great quantity of the carbonate in the shape of interflorescences, cutans, nodules, clots and autogenous calcite and accumulates an abundance of gypsum in the form of cryptocrystalline, microcrystalline, needle-shaped, spindle-shaped fibrillar crystals. In ferri-argillic horizon, clay and silt become more and iron concentrations exist in the form of the matrix stained by iron. Quartz grain surface textures indicate: parent material of aridosols in the plain of the south of Xinjiang moved a short distance, and was affected by several factors, especially wind.

Key words　The Plain of the South of Xinjiang, Aridosols, Micromorphology

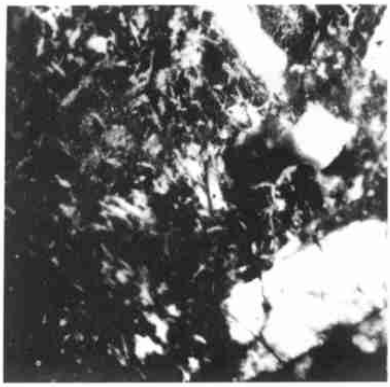

图 1 哈密南湖干旱土(20~100 cm)
骨骼颗粒和细粒物质(正交偏光×100)
Fig.1 Aridosol at Nanhu in Hami(20~100 cm), skeletons and plasmas(cross polarized light×100)

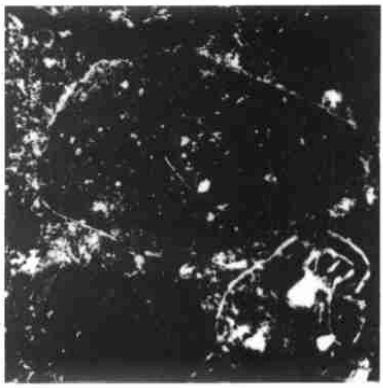

图 2 和硕干旱土(4.5~8 cm)
矿物外形和表面风化(正交偏光×40)
Fig.2 Aridosol in Hoxud (4.5~8 cm), shapes and weathering of minerals(cross polarized light×40)

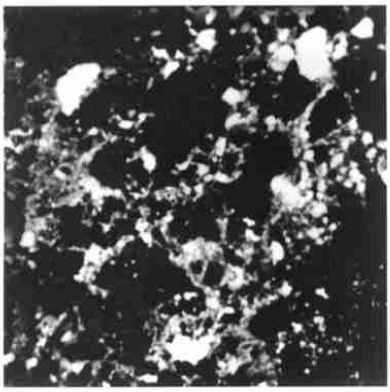

图 3 和硕干旱土(0~4.5 cm)
表层海绵状微垒结(正交偏光×40)
Fig.3 Aridosol in Hoxud(0~4.5 cm), sponety soil fabric in surficial horizon(cross polarized light×40)

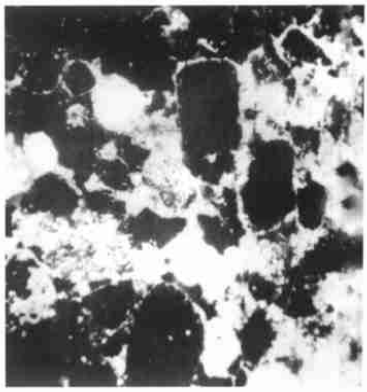

图 4 哈密南湖干旱土(3.5~8 cm)
碳酸盐浓聚物(正交偏光×40)
Fig.4 Aridosol at Nanhu in Hami (3.5~8 cm), carbonate concentrations(cross polarized×40)

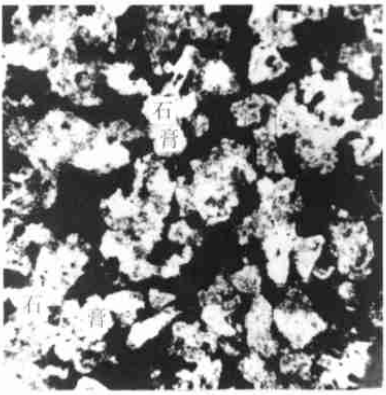

图 5 哈密南湖干旱土(8~20 cm)
石膏集合体(正交偏光×40)
Fig.5 Aridosol at Nanhu in Hami(8~20 cm), gypsum aggregates(cross polarized light×40)

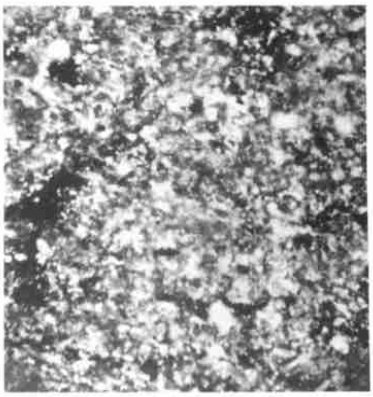

图 6 新和干旱土(3~5 cm)
粘粒聚积物(正交偏光×160)
Fig.6 Aridosol in Xinhe(3~5 cm), clay accumulations (cross polarized light×160)