

山东地区棕壤和褐土微形态特征的研究*

费 振 文

(中国科学院南京土壤研究所)

山东是我国棕壤的主要分布地区,也存在有一定面积的褐土,过去对这两类土壤研究较少。近几年来,不少土壤工作者曾对本地区土壤进行了调查研究^①。本文是对该区棕壤和褐土微形态特征的初步探讨。

土壤微形态研究的标本是按发生层采集的原状土,共14个剖面,53层。其中棕壤剖面9个,32层;褐土剖面5个,21层。土样采用不饱和聚酯树脂的丙酮稀释液浸渍^[1],浸渍前的干燥处理和浸渍后固结的最高温度,都控制在80℃以下。制成的土壤薄片大小约2.4×3.2厘米,少数为6×8厘米,厚度均约0.03毫米。

一、棕壤的微形态特征

1. 普通棕壤 它是在森林植被下形成。母质为片麻岩风化的厚层堆积物。植被为黑松林、刺槐、酸枣和杂草等。生物积累作用明显,A层发育良好,出现A₀₀层、A₀A₁和A₁层。B层深厚,结构面上出现铁锰胶膜。其主要微形态特征如下:

A₁, 8—20厘米。黄棕色(10YR 5/6)^②。团块状和少量屑粒状结构,多孔隙。在矿物骨骼颗粒的周围和微孔隙壁有薄的淀积粘粒胶膜。矿物颗粒主要是石英、长石、云母、角闪石,并有少数岩屑和石榴子石,粒径有的小于0.06毫米,有的大于0.1毫米(具有不明显的磨圆现象)。长石颗粒有铁质化现象。此外有一些粘土化的云母细粒。

B₁, 45—108厘米。黄棕色(10YR 5/6, 5/8)。具有较上层紧实的块状结构。孔隙比上层少。孔隙壁有较多淀积粘粒胶膜,其中少数粘粒胶膜的边缘出现暗棕—黑色镶边的铁质胶膜。

B₂, 108—200厘米。黄棕色(10YR 5/6)。形态基本与上层相同,但铁染粘粒胶膜和铁质胶膜出现较多(附图照片1),铁的聚集比上层明显。

2. 耕种普通棕壤 从剖面形态上看,A层受耕作影响,但B层以下仍保持棕壤的特征。母质为片岩风

化的残积、坡积物。地下水位甚低,排水良好,无灌溉条件。一般为麦—花生—山芋二年三熟旱作制。耕作层有机质含量为1.34%。其主要微形态特征是:

AB, 14—28厘米。黄棕色(10YR 5/6)。块状结构,结构体内部多孔隙。矿物骨骼颗粒为0.03—0.06毫米,也有0.1—1毫米的较粗颗粒。主要为石英、长石、云母、角闪石和少数蛇纹石,其中石英、长石很破碎,云母的铁质化很明显。此外,出现一些铁质化岩屑(有的具磨圆现象)。有些骨骼颗粒周围和少数小孔隙壁常见薄的淀积粘粒胶膜,并见少数铁质凝团。

B₂, 47—113厘米。亮棕色(7.5YR 5/8)。块状结构,胶结紧密,内部多呈圆形、不规则形和裂隙状孔隙。孔隙壁多淀积粘粒胶膜,局部胶膜厚达0.3—1毫米,有不同程度的铁染现象。有些胶膜的边缘具薄层铁质胶膜(附图照片2)。并有少量斑迹状铁质浓聚物。土壤基质中的粘粒呈弱光性定向排列。矿物骨骼颗粒与上层相同,唯岩屑的铁质化更为明显。

BC, 113—170厘米。亮棕偏橙色(7.5YR 5/8, 6/8)。结构同上层。孔隙壁淀积粘粒胶膜较多,比上层略薄,而铁染和其中的铁质条纹较上层明显(附图照片3)。

从上述二剖面的微形态特征可见,棕壤微形态的共同点是具有明显的淀积粘粒胶膜和各种铁质浓聚物^[2]。兹讨论如下。

1. 关于淀积粘粒胶膜

淀积粘粒胶膜是土壤中粘粒随悬浊液向下移动淀积、定向排列的结果,是判别土壤形成过程中淀积粘化作用的重要标志^[3]。

按上述微形态观察,山东地区棕壤中淀积粘粒胶膜的发育甚为明显。这是因为这类土壤一般呈微酸至中性反应,pH值在5.2—6.8之间。粘粒矿物主要为伊利石、高岭石、蛭石、蒙脱石等。土壤质地为轻壤—中壤,少数为砂壤和重壤(表1)。年降水量一般达700—800毫米,且集中在夏季,并具有明显的冷、热、

* 本文承曹升庚、张俊民同志审阅,张俊民、过兴度同志提供有关分析资料,照片由马晓东同志印放,特此致谢。

① 山东省土壤普查办公室、中国科学院南京土壤研究所,山东省山地丘陵区土壤(1982,未刊资料)。

② 张俊民、过兴度、施洪云,山东半岛的棕壤(1982,未刊资料)。

③ 采用日本农林省农林水产技术会议事务局监修,新版标准土色粘(1973)鉴定。

表 1

棕壤和褐土的机械组成

剖面号及 土壤名称	层次深度 (厘米)	石砾% (粒径:毫米)			颗粒含量% (粒径:毫米)								质地
		10—5	5—3	3—1	1— 0.25	0.25— 0.05	0.05— 0.01	0.01— 0.005	0.005— 0.001	<0.001	<0.01		
鲁-19 普通棕壤	A ₀ A ₁ 0—8	1.2	1.4	9.8	12.1	30.8	29.3	6.9	7.6	13.3	27.8	轻壤	
	A ₁ 8—20	2.0	1.0	9.2	12.8	31.1	28.0	3.8	8.6	15.7	28.1	"	
	AB 20—45	6.9	8.3	17.8	15.3	33.0	25.5	2.2	9.4	14.6	26.2	"	
	B ₁ 45—108	2.6	0.8	6.4	8.4	27.7	28.7	5.1	13.7	16.4	35.2	中壤	
	B ₂ 108—200	8.1	14.8	16.7	13.3	23.5	29.6	5.5	11.1	17.0	33.6	"	
鲁-14 耕种 普通棕壤	A 0—14	3.0	3.5	10.9	9.5	29.9	35.0	6.3	13.6	5.7	25.6	轻壤	
	AB 14—28	1.8	2.9	13.9	9.7	27.2	34.3	4.8	11.4	12.6	28.8	"	
	B ₁ 28—47	3.3	3.9	16.4	10.0	23.6	36.4	4.1	10.4	15.5	30.0	中壤	
	B ₂ 47—113	1.0	1.3	11.7	7.8	19.6	35.9	8.6	17.0	11.1	36.7	"	
	BC 113—170	0.4	1.8	11.3	10.3	18.9	36.6	9.6	14.4	10.2	34.2	"	
鲁-2 复钙型褐土	A 0—15	2.4	0.8	1.2	0.8	14.5	56.1	4.9	5.8	17.9	28.6	轻壤	
	AB 15—40	1.1	0.3	0.6	0.7	14.5	53.6	5.2	6.3	19.7	31.2	中壤	
	B ₁ 40—60	—	—	—	0.2	10.0	51.3	6.3	7.4	24.8	38.5	"	
	B ₂ 60—140	—	0.2	—	0.4	11.9	48.0	6.3	8.6	24.8	39.7	"	
	BC 140—180	0.2	—	—	0.2	10.1	52.5	6.2	8.7	22.3	37.2	"	
鲁-31 埋藏型褐土	A 0—30	—	—	—	1.03	9.17	55.9	10.3	14.5	9.1	33.9	中壤	
	B ₁ 30—80	—	—	—	0.62	9.3	47.3	8.7	16.7	17.4	42.8	"	
	B ₂ 80—155	—	—	—	1.04	6.2	43.5	12.4	18.7	18.2	49.3	重壤	
	C 220—300	—	—	—	0.4	9.0	61.5	8.2	12.3	8.6	29.1	轻壤	

干、湿季之分。在此情况下,土壤具有粘粒迁移的有利条件。在夏季高温多雨时,含有粘粒和其他细粒物质的土壤悬浊液移至下层,并逐渐在孔隙壁、骨骼颗粒和土壤结构体表面沉淀和定向排列。当旱季土壤干燥时,上述沉淀物开始收缩紧实。如此不断周期作用,在剖面中逐渐形成了以淀积粘粒胶膜为主的淀积粘化层(B)。事实上,这种现象,甚至从A层下部开始直至C层及半风化母岩的裂隙中,淀积粘粒胶膜尚与就地粘土化的云母、长石共存。说明该土的淀积粘化作用十分强烈。

表1所列的机械分析资料,与上述微形态观察结果基本符合。除粘粒(<0.001毫米)外,特别是其中0.005—0.001毫米的颗粒均表现出明显的淀积特点。

2. 关于铁质化矿物颗粒和铁质浓聚物

在棕壤剖面中,铁的存在形态一般有两类。

(1) 铁质化矿物颗粒。薄片常见的这种矿物颗粒有云母、长石和角闪石等。在野外观察时,往往都被当作铁子或结核。事实上它们是矿物风化过程中就地释放出来的氧化铁,一般都保持原来矿物颗粒的形状和结构,有的仅从裂隙中或边缘析出(附图照片4)。一般A、B层中铁质化矿物颗粒的铁质化程度都远远超过半风化母岩中矿物的铁质化程度。这种现象与剖

面中一些具磨圆矿物颗粒或岩屑的存在一样,似可看作是经过搬运用作用残留的老的成土物质。

(2) 铁质浓聚物。主要有:

- a. 铁质凝团。边界清楚,中空或密实。
- b. 铁质结核。内部呈同心圆状微结构。
- c. 无一定形状和无明显边界的疏松铁质浓聚物。有斑块、斑纹、斑点等形态。其浓聚密度(浓、淡、疏、密的程度)也不相同。
- d. 铁质胶膜。以铁为主,实际上常混有一定量腐殖质和粘粒矿物。

上述各种形态的铁质浓聚物,除铁质胶膜外,在剖面中出现的部位和数量无明显规律,总的说明土壤剖面中铁的活动性及其分凝作用十分活跃。

铁质胶膜在棕壤剖面中的数量虽不及淀积粘粒胶膜,但同样表现出自身的一定规律。它在移动过程中,逐渐与粘土颗粒分离,显示出比一般粘土颗粒更大的活动性。微形态观察可见淀积粘粒胶膜从B层的上部向底部的铁染程度有逐渐增强的趋势。有时,在淀积粘粒胶膜的表面形成暗棕—黑色镶边。或者形成暗棕—黑色镶嵌条纹。至于铁质粘粒胶膜或铁质胶膜,一般要在B层下部才能见到有局部聚积。Folster (1963)等人曾指出,在棕壤剖面中铁染有机无机复合

棕壤中铁、锰的游离度和活化度

表 2

剖面号	层次深度 (厘米)	粘粒含量(%) (<0.001 毫米)	全铁 (Fe_2O_3) %	全锰 (MnO) %	游离铁 (Fe_2O_3) %	游离锰 (MnO) %	活性铁 (Fe_2O_3) %	活性锰 (MnO) %	游离度(%)		活化度(%)		有机质 (%)
									Fe_2O_3	MnO	Fe_2O_3	MnO	
鲁-9	A	0—12	5.13	0.089	1.34	0.045	0.221	0.052	26.1	50.6	16.5	115	0.75
	AB	12—30	5.45	0.098	1.47	0.047	0.259	0.053	27.0	48.0	17.6	113	0.53
	B ₁	30—80	5.75	0.097	1.56	0.056	0.286	0.068	27.1	57.7	18.3	121	0.44
	B ₂	80—170	5.80	0.115	1.65	0.059	0.219	0.071	28.4	51.3	13.3	120	0.45
	BC ₁	170—210	5.87	0.107	1.75	0.054	0.213	0.061	29.8	50.5	12.2	113	0.41
鲁-14	A	0—14	4.77	0.055	1.63	0.034	0.232	0.037	34.2	61.8	14.2	108	1.34
	AB	14—28	4.80	0.057	1.64	0.036	0.231	0.040	33.7	63.2	14.7	110	1.00
	B ₁	28—47	5.02	0.058	1.73	0.038	0.233	0.045	34.5	65.5	14.8	118	0.87
	B ₂	47—113	5.39	0.062	1.92	0.041	0.232	0.043	35.6	66.1	14.5	105	0.54
	BC ₁	113—170	5.96	0.065	2.09	0.046	0.241	0.046	35.1	70.8	11.5	100	0.46

胶体的迁移性较矿质胶体的大[4]。

再从表 2 可见,游离铁、锰在剖面中向下聚积的规律,与淀积粘粒胶膜铁染程度的高低基本一致。此外,这一现象与剖面中粘粒含量无明显相关性,而恰与有机质含量高低相符。

二、褐土的微形态特征

1. 复钙型褐土①(鲁 2 号剖面) 位于济南市附近。地形为缓坡。黄土母质。地下水位很低。植被为白茅、画眉、胡枝子、野菊花等草类。其主要微形态特征是:

A 层有粒径在 0.1—0.6 毫米的石灰岩碎屑,其中,有些具磨圆现象,有的因风化而残存不明显的边界。土壤基质中散布有隐晶质碳酸盐。B₂ 层仅在较大的孔隙壁,形成针状结晶的碳酸盐膜(附图照片 5),并多见于淀积粘粒胶膜的表面。BC 层针状碳酸盐减少,只在少数孔隙中出现微晶质方解石颗粒。此外,A 层骨骼颗粒周围见有薄的粘粒胶膜,少数土壤结构体表面也有因干湿交替形成的薄层扩散粘粒胶膜,从 B₂ 层至 BC 层,孔隙壁均有明显的淀积粘粒胶膜。

2. 埋藏型褐土①(鲁 31 号剖面) 位于济南市英雄公社。地形为河谷平原阶地。母质为黄土。地下水低于 5—6 米。生长有酸枣、白茅、卫茅、胡枝子、地丁等。微形态特征主要表现在碳酸盐的分配和存在状态: A 层的碳酸盐具有不同形态,一种为分散于基质中的隐晶质颗粒,另一种为隐晶质凝团;少数为孔隙中再结晶的大颗粒方解石。B₁ 层的碳酸盐除散布于基质中的隐晶质颗粒、针状晶体以及隐晶、微晶质凝团外,有些孔隙壁尚有较多隐晶和针状碳酸盐膜,矿物骨骼颗粒中可见少量 0.4 毫米左右的方解石颗粒和个别贝壳碎屑。B₂ 层除多数孔隙中有少量较大的粒状方解石晶体(附图照片 6)外,没有任何其它形态的碳酸盐形成物。BC 层除孔隙中大晶体方解石颗粒比上层略多,基质中的隐晶质颗粒也比较明显,并见少数凝团,有的孔隙中还见少量针状碳酸盐结晶。到 C 层,孔隙中的粒状方解石比上两层明显减少,只在个别孔隙壁有所积聚。粘粒淀积现象不明显,仅骨骼颗粒周围存在光性定向粘粒胶膜。

由上可见,碳酸盐的存在及其形态是褐土的一种重要的微形态特征。它是褐土形成条件和土壤发育特点的反映[5]。按五个褐土剖面的土壤薄片观察,可见有下列几种形态的碳酸盐:

(1) 石灰岩碎屑。有混入和残留的两种,前者多

① 据微形态特征暂拟名称。

见于土壤表层,从而引起土壤形成过程中的机械复钙作用^①,鲁2号剖面中碳酸盐的微形态特征说明了这一点;后者多见于发育在石灰岩风化物上的土壤底层,鲁45号剖面可作代表。

(2) 碳酸盐凝团(砂姜)。在剖面中出现的部位无一定规律,有的是古土壤或地质过程的残留物,有的是现代成土过程的产物。

(3) 土壤基质中的隐晶、微晶质碳酸盐颗粒。多属母质特性,是土壤的历史性状和发育程度的标志。

(4) 孔隙壁和结构面针状结晶的碳酸盐膜。多见于B层上部,一般认为可能是强烈的蒸发所形成。

(5) 孔隙中大晶体粒状方解石。多见于B层下部。一般认为它是在充满孔隙、浓度适中的溶液中结晶而成。

(6) 孔隙壁较厚的隐晶或微晶质碳酸盐膜。在剖面中一般出现的部位与针状和粒状碳酸盐晶体相同,但其形成顺序可能先于后者,有时甚至充满整个孔隙而成为凝团。

上述6种形态的碳酸盐形成物,除第一种和部分残留碳酸盐凝团外,可能均为现代成土过程产物。

此外,褐土还具有成土物质多元性的特点。这种微形态特征较棕壤突出,主要表现在两个方面:

(1) 成土物质的混杂。这种现象十分普遍。例如,鲁2号剖面表层见有具棱角和轻度磨圆的石灰岩碎屑和淀积粘粒胶膜碎片,并随着深度的增加而减少。说明某些成土物质经过短距离搬运在土壤表层混合覆盖。发育在石灰岩风化物上的鲁45号剖面,从上到下都混有具尖角和略有磨圆的片岩碎屑,有的已明显铁质化。鲁61号剖面中混入具很好磨圆度的石灰岩屑。鲁65号剖面中混进具很好磨圆度的片岩岩砾。

(2) 层次覆盖或剖面的埋藏。在所观察的5个剖面中有两个明显地表现出这一特征。鲁31号剖面就是一例。在A、B₁两层中,碳酸盐物质除了有数量上的差异外,形态上也具有明显的连续性,即显示其从A层向B₁层淋溶淀积的趋势。然而,B₂层的情况却显然不同,仅见孔隙中有少量大晶体方解石颗粒,别无其它形态的碳酸盐存在。而在BC层中,上述几种形态的碳酸盐又开始出现。至于C层中碳酸盐的存在状态和其它土壤物质的变化则是母质的残留特征。据此,

似乎不难推断B₂层是埋藏剖面的原土壤表层。鲁65号剖面也同样显示出这种埋藏剖面的特征。

三、小结

1. 通过微形态特征研究可见,本区棕壤具有明显的淀积粘化作用和铁质分凝作用;而褐土主要具有碳酸盐(主要是碳酸钙)的淋溶淀积作用和机械复钙作用。

2. 褐土与棕壤均有淀积粘化作用(表1)。但褐土的情况比较复杂。一般说来,淀积粘化现象仅见于淋溶褐土。同时在淀积粘粒胶膜表面常出现针状碳酸盐膜;在较厚的隐晶质碳酸盐膜表面,有时又出现薄层淀积粘粒胶膜。此外在有些褐土剖面中,往往由于成土物质的多元性(其中包括埋藏剖面)而导至颗粒组成上的分异,给人以淀积粘化作用的假象。

3. 研究表明,褐土的变质粘化作用并不明显。但风化粘化现象^②却较普遍。

参考文献

[1] 中国科学院南京土壤研究所土壤微形态实验室,制备粘质致密土壤薄片的方法。土壤,第4期,213—215页,1977。

[2] 曹升旗,土壤微形态在土壤发生、分类研究中的应用。土壤专报,第37期,25—50页,1980。

[3] M. E. Teruggi and R. R. Andres, Paleopedology (Origin, Nature and Dating of Paleosols), 161-172, International Society of Soil Science and Israel Universities Press Jerusalem, 1971.

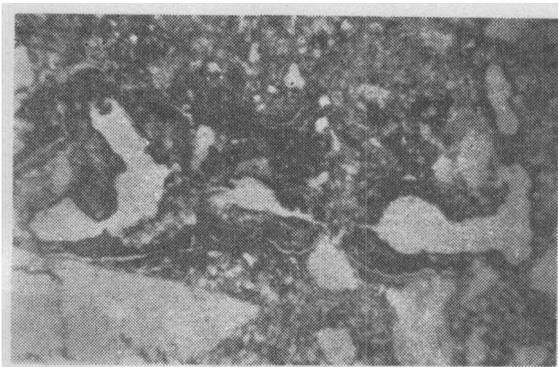
[4] P. Stefanovits, Brown forest soils of Hungary, 37-71, Akadémiai Kiadó, Budapest, Printed in Hungary, 1971.

[5] Парфенова, Е. И. и Ярилова, Е. А. (方明等译, 1962)、土壤学中的矿物学研究。104—110页,科学出版社, 1966。

^① 专指表层混入(或覆盖)碳酸盐物质而引起的土壤复钙作用,与棕壤的生物复钙作用不同。

^② 曹升旗,中国红壤的微形态特征(未刊资料,1982)。

费振文：山东地区棕壤和褐土微形态特征的初步研究(附图)



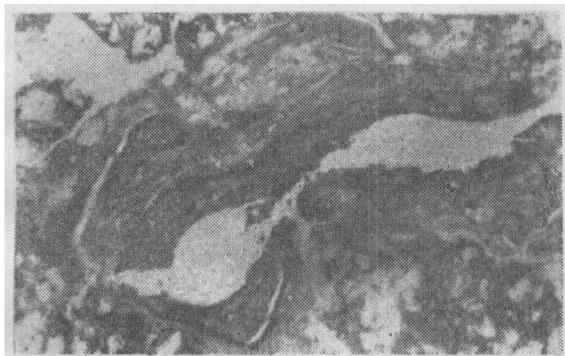
照片1 棕壤,鲁-19, B₂, 108—200厘米,
铁质胶膜。

透射光×33



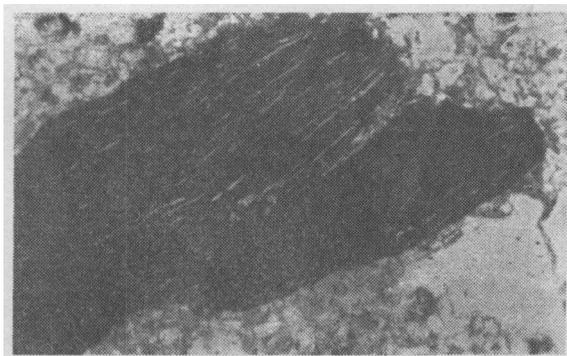
照片2 棕壤,鲁-14, B₂, 47—113厘米,
局部具黑边的淀积粘粒胶膜。

透射光×72



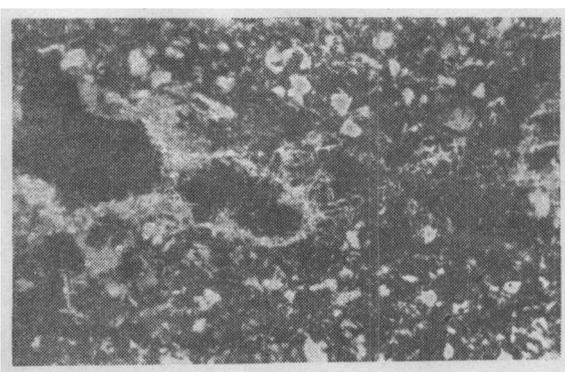
照片3 棕壤,鲁-14, BC, 113—170厘米,
内部具黑色条纹的淀积粘粒胶膜。

透射光×72



照片4 棕壤,鲁-14, AB, 14—28厘米,
铁质化黑云母。

透射光×23



照片5 褐土,鲁-2, B₂, 60—140厘米,
孔隙壁针状结晶的碳酸盐膜。

正交偏光×72



照片6 褐土,鲁-31, B₂, 80—155厘米,
孔隙中聚积的粒状方解石。

透射光×75