

下蜀黄土组成特征研究

邓友军 马毅杰

(中国科学院南京土壤研究所)

摘要

本文研究了下蜀黄土的颗粒、矿物和化学组成,并对下蜀黄土的成因作一初步探讨。研究表明,下蜀黄土物质组成以粉砂和粘粒为主,并存在一定量的 $>0.25\text{mm}$ 粗颗粒,粗颗粒中重矿物含量很少,轻矿物以石英、长石为主,粘粒矿物以水云母为主,伴有绿泥石、蛭石、高岭石、2:1/1:1型不规则混层矿物、无定型物质、氧化铁(针铁矿、赤铁矿)和石英,矿物结晶较差。下蜀黄土存在较弱的脱硅富铝化作用($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 3.29 ± 0.19),且有东南部高于西北部趋势。

下蜀黄土广布于长江中下游地区低山山麓地带,多构成一至二级阶地。在以往的研究中,受北方黄土风积学说的影响,一般认为属第四纪风积物^[1]。热释光断代技术^[2]及地层对比材料^[3]表明其形成于中更新世晚期。由于地质学家、古生物学家、土壤学家在各自领域内对不同地点的下蜀黄土研究的深入,一些与风积学说 inconsistent 的现象陆续发现,各种有关其成因的假说相继诞生。除被广泛接受的经典的风积学说外,洪积成因^[4]、泛滥相沉积物^[5]、成土作用的产物^[6]等观点颇具代表性,它们之间的不同点是显而易见的。本文对下蜀黄土的颗粒组成、矿物组成和化学组成进行了研究并对下蜀黄土的成因提出了见解。

一、样品与方法

供试样品采自长江中下游地区,共9个剖面(47个层次),采样地点及其气候条件列于表1。

表1 采样地点及其气候条件

剖面号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
采样地点	湖北当阳	湖北应城	湖北襄樊	安徽六安	江苏盱眙	江苏宜兴	江苏溧阳	陕西汉中	江苏句容
东经	111°54'	113°34'	112°10'	116°47'	118°41'	119°47'	119°12'	107°01'	119°20'
北纬	30°50'	30°57'	32°16'	31°40'	33°	31°18'	31°48'	33°07'	32°09'
年均温(°C)	16.4	15.9	15.8	15.5	14.8	15.7	15.4	14.2	14.9
年降水量(mm)	936—1048	1084.6	878.3	1082.7	998	1158	1149.7	813	1018—1071

样品经HCl脱钙、 H_2O_2 去除有机质后,用沉降法提取 $<0.01\text{mm}$ 粉砂及 $<0.001\text{mm}$ 粘粒,筛分出 $>0.05\text{mm}$ 砂粒及 $0.01—0.05\text{mm}$ 粉砂,以焦硫酸钠熔样法^[7]测定石英、长石含量,用吸管法^[8]分析颗粒组成,以矩法^[9]统计颗粒组成特征数 $\text{Md}(\phi)$ (粒径均值)、 δ_s (分选系数) SK_s (偏倚系数)、 K_s (峰凸系数)。

二、结果与讨论

(一)颗粒组成

表 2

下蜀黄土的颗粒组成及矩法统计值

剖面号	采样地点	深度(m)	各级颗粒含量(mm, g/kg)							Md(ϕ)	$\delta\phi$	SK ϕ	K ϕ
			>0.84	0.84	0.25	0.10	0.05	0.01	<0.002				
				 0.25	 0.10	 0.05	 0.01	 0.002					
1	湖北当阳	>0.36	0.0	12.6	17.8	4.4	289	265	411	8.60	2.26	-0.49	-0.4
2	湖北应城	>1.45	<1.0	10.6	13.8	36.3	313	212	414	7.90	2.38	-0.39	-0.84
3	湖北襄樊	>1.30	0.0	11.8	17.7	7.1	302	154	506	8.27	2.43	-0.61	-0.71
4	安徽六安	0.62—1.77	0.0	25.1	52.5	56.3	346	253	268	7.07	2.47	-0.23	-0.59
		>1.77	0.0	117	39.8	59.7	348	206	229	6.38	2.85	-0.28	-0.71
5	江苏盱眙	>0.90	0.0	8.0	7.4	8.8	357	208	409	7.90	2.30	-0.25	-1.0
6	江苏宜兴	1.15—2.5	0.0	61.9	40.9	56.7	318	212	310	7.00	2.78	-0.35	-0.73
7	江苏溧阳	>0.50	<1.0	12.0	9.1	41.7	368	213	355	7.53	2.34	-0.16	-0.71
8	陕西汉中	2.5—4.0	0.0	4.7	5.3	9.4	388	162	430	7.85	2.41	-0.18	-1.4
9	江苏句容 下蜀镇	0.83—1.0	0.0	3.1	2.1	65.7	413	181	335	7.29	2.37	0.13	-1.4
		2.0—3.5	0.0	0.5	1.6	42.6	439	155	362	7.48	2.36	0.14	-1.5
		10.0—15	0.0	3.1	5.6	39.1	389	155	407	7.73	2.41	-0.10	-1.4

表 3 下蜀黄土与北方黄土的颗粒组成对比

土壤名称	0.01—0.05 mm	粘 粒	>0.25mm
下蜀黄土	280—480g/kg 多为 300—450g/kg	>250g/kg	2.1—160 g/kg
北方黄土*	450—600g/kg	<250g/kg	极少

* 引自文献[1]

组成特征值结果表明,从陕西汉中、湖北襄樊到安徽六安和江苏宜兴四个剖面的粒度均值Md(ϕ)减少, $\delta\phi$ 增大,说明这四个剖面的颗粒自西北而东南颗粒由细变粗,而分选程度有变差趋势。

表 4 下蜀黄土与北方黄土颗粒组成特征值的对比

土壤名称	Md(ϕ)	$\delta\phi$	SK ϕ	K ϕ	峰形特征
下蜀黄土	6.38—8.40	2.13—2.85	-0.74—0.27	-1.52—0.5	分选性差负偏低峰态
北方黄土*	7—8	2.0—2.1	0.25—0.50	-0.3—1.0	分选性差正偏低峰态

* 引自文献[9]

由上述可见,下蜀黄土物质组成与北方黄土有异,并存在>0.25mm颗粒,说明下蜀黄土源物质在迁移过程中,除风力悬浮搬运之外,水的搬运沉积也是重要作用之一。

(二)原生矿物组成

下蜀黄土粗颗粒矿物组成比较简单,重矿物(比重>2.9)含量很少,用重液分离法[10]未得到可计量的矿物样品。轻矿物中90%以上的成分为石英、长石,同时含有少量的云母。0.01—0.05mm粉砂中矿物含量递减序为石英>Na—长石>K—长石>Ca—长石,石英/长石比值(R)在一定程度上反映了矿物稳定性,R值越小,矿物越趋向稳定,反之越不稳定。表

表 5

下蜀黄土 0.01—0.05mm 粉砂中石英、长石含量及比值

剖面号	采样地点	深度(m)	矿物含量(g/kg)						石英 长石 (R)
			长 石				石 英	石英+长石	
			K-长石	Na-长石	Ca-长石	总 计			
1	湖北当阳	>0.36	53.2	93.6	11.3	158.2	772	930.7	4.88
2	湖北应城	>1.45	41.4	54.9	4.1	100.4	850	590.6	8.47
3	湖北襄樊	>1.30	54.2	143.8	13.6	211.5	735	947.1	3.48
4	安徽六安	0.62—1.77	63.6	132.0	12.0	207.6	728	936	3.51
		>1.77	45.5	94.1	7.6	147.2	802	949	5.45
5	江苏盱眙	>0.90	65.9	179.1	20.5	265.6	678	943	9.68
6	江苏宜兴	1.15—2.5	34.0	49.5	4.7	88.2	854	942	9.68
7	江苏溧阳	>0.50	52.5	110.2	10.8	173.4	771	944	4.44
8	陕西汉中	2.5—4.0	77.2	188	21.6	287	613	900	2.14
9	江苏句容 下蜀镇	0.83—1.0	67.3	151.7	19.0	233	704	942	2.96
		2.0—3.5	63.3	117.4	12.9	193.7	724	918	3.74
		10.0—15	59.8	103.0	10.2	173.0	759	932	4.39

5 结果表明 9 个样品中 R 值差异较大, 其中湖北省应城(2 号剖面)和江苏宜兴(6 号剖面)相对最高, 江苏盱眙(5 号剖面), 陕西汉中(8 号剖面)和江苏句容(9 号剖面)相对最小, 显然下蜀黄土矿物稳定程度不大一致, 这可能与其物源和堆积环境及风化程度不同有关。

(三)粘粒矿物组成

通过粘粒的 X—射线扫描和定量分析, 研究样品的粘粒矿物均以水云母为主 (335 ± 16 g/kg), 伴有一定量的蒙皂石 (251 ± 38 g/kg)。无定形物质 (150 ± 18 g/kg) 和高岭石 (136 ± 27 g/kg), 并存在一定石英及 2:1/1:1 型不规则混层矿物, 电镜检查还有蛭石、绿泥石、针铁矿、赤铁矿, 但颗粒细小, 且高岭石多粘附于水云母片上。

由表 6 可知, 在下蜀黄土区自西北而东南, 土壤中 1:1 型矿物、2:1/1:1 型不规则混层矿物和无定形物质增多, 而 2:1 型矿物减少, 且其矿物结晶程度变低。

(四)粘粒化学组成

粘粒的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 和 $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 是反映粘土矿物脱硅富铝化作用的两项重要指标, 供试样品二值分别为 3.29 ± 0.19 , 2.56 ± 0.14 (表 7), 显示下蜀黄土脱硅富铝化作用较弱, 同

表 6

下蜀黄土粘粒矿物组成 (g/kg)

剖面号	采样地点	采样深度 (m)	游离铁 Fe_2O_3	无定形物质	蒙 皂 石	高 岭 石	水 云 母
1	湖北当阳	0.17—0.36	58.1	165.1	234.6	122	306
2	湖北应城	0.37—0.60	55.5	169.5	241.1	141.8	304
3	湖北襄樊	0.19—0.39	45.4	157.7	342.5	137.9	297
4	安徽六安	0.30—0.62	56.3	156.1	243.3	106.9	357
5	江苏盱眙	0.30—0.40	64.6	153.8	333.6	135.6	305
6	江苏宜兴	0.15—0.60	71.7	152.6	208.9	121.8	298
7	江苏溧阳	0.15—0.30	59.5	147.9	233.3	131.1	337
8	陕西汉中	0.12—0.33	45.9	123.1	262.5	107.0	407
9	江苏句容	1.00—2.00	58.9	157.5	237.9	131.6	357

表 7

下蜀黄土粘粒矿物组成(占干物重%)

剖面号	采样地点	采样深度 (m)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃
1	湖北当阳	0.17—0.36	475.1	244.2	114.8	3.30	2.54
2	湖北应城	0.37—0.60	265.4	254.7	104.5	3.10	2.46
3	湖北襄樊	0.19—0.39	456.6	250.8	102.0	3.09	2.45
4	安徽六安	0.30—0.62	480.5	242.5	106.3	3.36	2.63
5	江苏盱眙	0.30—0.40	482.4	242.3	123.0	3.38	2.55
6	江苏宜兴	0.15—0.60	475.6	253.4	112.2	3.18	2.48
7	江苏溧阳	0.15—0.30	476.4	245	110.5	3.30	2.56
8	陕西汉中	0.12—0.33	480.9	229.3	110.6	3.56	2.72
9	江苏句容	1.00—2.00	452.8	232.4	116.2	3.31	2.51

纬度的剖面自西而东有减少趋势,同地区的剖面自北而南也呈减势,但从表中可知上述规律不是递变的。

综上所述,作者认为,下蜀黄土是在其所在地区的地质、地理环境条件下形成的,有其自身的形成历史和条件,在其形成过程中,风积作用和水成作用均有可能参与了其中的源物质的搬运及沉积过程。

参 考 文 献

- [1] 刘东生等,黄土与环境,科学出版社,1985。
- [2] 刘良梧、L. Elöller,下蜀黄土形成年代的探讨,土壤,20(3):162-163页,1988。
- [3] 刘东生、安芷生、袁宝印,中国的黄土与风成堆积,中国第四纪研究,16(1):113-125页,1985。
- [4] 周昌云等,江苏句容土壤图,土壤专报,第8号,1934。
- [5] 方鸿祺,长江中下游第四纪地质,地质学报,41(3,4):354-366页,1961。
- [6] 陆景冈,长江三角洲新构造运动与土壤形成及发展的关系,土壤学报,19(1):1-12页,1982。
- [7] Kiely, P. V. and Jackson, M. L., Soil Sci. Soc. Proc., 159-163, 1965。
- [8] 中国科学院南京土壤研究所编,土壤理化分析,上海科学技术出版社,1978。
- [9] 刘东生等著,黄土的物质成分和结构(卢演传等:粒度组成的统计分析介绍),109-124页,科学出版社,1965。
- [10] Mitchell, W. A., Heavy Minerals. Soil Components, Volume 2. Inorganic components. Edited by Jogn E. Gieseking. 449-480, 1975。

(上接第10页)特征也较典型:具有强碱化过程产生的碱化层,潜育过程残存的潜育特征和潮化过程产生的潮化特征及复盐现象。从现有资料来看,羌塘高原碱土拟分潮碱土一个亚类,续分盐化潮碱土一个土属。

参 考 文 献

- [1] 高以信、孙鸿烈等:西藏土壤,科学出版社,1985。
- [2] 中国土壤学会盐渍土委员会:中国盐渍土分类分级文集,江苏科学出版社,1989。
- [3] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组:中国土壤系统分类(首次方案),科学出版社,1991。
- [4] 李述刚,王周琼:荒漠碱土,新疆人民出版社,1988。