科 学 通 报
第 42 卷 第 23 期 Chinese Science Bulletin 1997 年 12 月

【研究简报】

前处理方法对黄土沉积物粒度测量影响的实验研究

鹿化煜 安芷生
(中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室,西安 710054)

关键词 黄土沉积物 粒度测量 前处理方法

中国黄土堆积的粒度变化是东亚冬季风强度变化较好的替代性指标,黄土沉积物粒度测量已成为第四纪东亚古气候变化研究的一项重要内容[1~5]. 另外,在工程建设上它也有重要的应用. 但是,国内外对用于粒度测量的黄土古土壤样品前处理还存在很大差异,因而使测量结果难以对比,在某种程度上影响了研究结论的可信性. 在这里我们报道采自黄土高原西北-东南方向一条大断面上的黄土古土壤样品利用不同方法前处理后进行粒度测量的结果,并与化学提纯的石英样品测量结果对比,分析各种前处理方法对粒度测量的影响.

1 方法

样品分别采自甘肃省环县北郭塬(36°35′N, 107°19′E)、甘肃省西峰市陈家庄(35°44′N, 107°38′E)、陕西省旬邑县南头村(35°07′N, 108°19′E)和陕西省西安市梁村(34°15′N, 108°57′E)末次间冰期以来黄土古土壤堆积中. 全部 20 块样品(9 块黄土样品,11 块古土壤样品)分别用 6 种不同的方法处理,用德国 FRITSCH 仪器公司生产的 A22 激光粒度仪进行测量. 结果及其对比见表 1 和图 1. 6 种前处理方法分别为:

A. 把样品放入蒸馏水中浸泡一夜后测量.

B. 给样品加入 10 mL 浓度为 0.05 mol/L 的$(NaPO_3)_6$分散剂并用超声波清洗机振荡 10 min 后测量.

C. 给样品加入 10 mL 浓度为 10% 的 H_2O_2 并煮沸使其充分反应,然后给烧杯注满蒸馏水,静置一夜,抽取蒸馏水后测量.

D. 给样品加入 10 mL 浓度为 10% 的 HCl 并煮沸使其充分反应,然后给烧杯注满蒸馏水,静置一夜,抽取蒸馏水后测量.

E. 给样品加入 10 mL 浓度为 10% 的 H_2O_2 并煮沸使其充分反应;冷却后加入 10 mL 浓度为 10% 的 HCl 并煮沸使其充分反应;给烧杯中注满蒸馏水并静置一夜,抽去蒸馏水,加入 10 mL 浓度为 0.05 mol/L 的$(NaPO_3)_6$分散剂并用超声波清洗机振荡 10 min 后测量.

F. 把样品放入蒸馏水中浸泡一夜后用超声波清洗机振荡 10 min 后测量.

为了进行对比,对采于陕西省洛川县坡头村的 4 个样品进行了化学提纯石英的工作[1)]并进行了粒度测量,结果见图 1.

1) 孙有斌. 从黄土古土壤中提纯石英的探索(内部资料). 1997

表1 不同前处理方法对黄土古土壤样品粒度统计参数影响的对比[a)]

统计参数	平均粒径/μm						偏度					
方法	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
HX75S	5.68	5.77	5.68	5.51	5.83	5.89	1.44	1.09	0.84	0.95	0.87	0.92
HX835L	5.03	5.96	5.84	5.53	5.99	6.15	1.72	0.96	0.91	1.11	0.87	0.78
HX1190L	5.09	6.04	5.79	5.83	6.05	6.12	1.67	0.93	0.87	0.8	0.85	0.83
HX1445L	5.15	5.92	5.84	5.69	5.9	6.12	1.58	0.99	0.83	0.85	0.92	0.87
HX2120S	5.19	6.38	6.44	6.09	6.34	6.77	1.08	0.73	0.56	0.78	0.74	0.48
XF140S	5.04	6.19	6.27	5.9	6.13	6.58	1.53	0.82	0.65	0.88	0.8	0.51
XF275L	4.79	5.94	5.79	5.68	5.92	6.16	1.84	0.94	0.88	1.04	0.92	0.81
XF830L	4.55	6.53	5.86	6.22	6.49	6.92	0.7	0.72	1.06	0.7	0.64	0.44
XF1325S	4.79	6.84	6.21	6.27	6.85	7.1	0.63	0.6	0.84	0.78	0.46	0.33
XF1360S	4.52	6.86	6.21	6.16	6.8	7.1	0.6	0.56	0.83	0.87	0.47	0.34
XY285L	5.15	6.45	6.05	6.25	6.52	6.66	1.1	0.7	0.93	0.78	0.64	0.55
XY505L	4.96	6.65	5.54	6.39	6.64	6.88	0.54	0.66	1.12	0.74	0.61	0.47
XY630S	4.72	6.76	6.15	6.4	6.78	6.92	0.78	0.65	0.9	0.74	0.63	0.46
XY1010S	4.58	6.93	6.46	4.96	6.9	7.29	0.81	0.5	0.72	1.39	0.44	0.48
XY1115S	4.49	6.83	6.25	5.85	6.73	6.97	1.14	0.51	0.83	1.09	0.51	0.43
LC645L	5.08	6.49	6.06	6.25	6.46	6.92	1.58	0.73	1.05	0.75	0.7	0.44
LC875L	5.17	6.61	6.09	6.24	6.5	6.81	1.18	0.73	1.02	0.84	0.74	0.56
LC1465S	5.07	6.82	6.36	6.04	6.82	7.27	1.35	0.63	0.87	0.99	0.56	0.42
LC1535S	4.49	6.8	5.31	5.91	6.93	7.3	0.83	0.49	−0.16	0.41	0.39	0.22
LC1540S	5.85	6.82	5.31	5.9	6.7	7.15	0.48	0.44	−0.15	0.89	0.51	0.16
统计参数	<2 μm(%)						>63 μm(%)					
方法	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
HX75S	6.39	8.41	9.29	4.8	9.3	10.67	2.62	8.01	16.43	14.3	11.5	9.94
HX835L	2.98	8.89	7.88	4	9.29	10.77	15.16	6.02	9.01	9.64	6.81	5.92
HX1190L	3	9.4	7.12	4.92	9.7	10.47	13.53	5.11	9.84	7.92	6.03	5.71
HX1445L	3.28	8.79	8.02	4.9	8.89	10.57	13.46	6.22	10.02	10.4	8.12	4.83
HX2120S	4.3	11.67	10.79	6.99	11.2	15.29	20.51	2.92	3.41	4.81	3.24	1.81
XF140S	4.31	11.47	12.39	6.47	11.5	15.39	21.51	4.91	5.81	6.61	5.93	3.74
XF275L	2.69	9.39	7.88	5.1	8.89	11.47	23.31	6.73	10.85	7.72	7.51	5.71
XF830L	3.42	12.77	7.39	7.07	12.1	16.74	37.35	1.65	5.42	3.42	2.31	1.13
XF1325S	4.89	14.74	9.89	7.38	14.67	18.39	35.51	0.51	3.01	2.32	0.81	0.93
XF1360S	4.22	15.14	10.31	6.47	14.2	18.64	40.94	0.71	3.55	2.63	1.02	0.93
XY285L	4.3	11.87	8.19	7.19	12.2	14.84	22.86	2.41	3.61	2.31	2.21	2.32
XY505L	4.99	13.29	5.57	7.88	13.2	16.44	31.32	1.13	11.82	1.45	1.44	1.34
XY630S	4.12	14.25	8.49	7.87	14.2	16.54	37.83	0.81	2.71	1.33	0.5	1.25
XY1010S	3.41	15.75	11.61	3.09	15.8	20.2	39.02	0.83	2.02	22.51	1.31	0.06
XY1115S	2.71	15.15	9.79	5.37	14.7	17.34	40.51	1.35	2.95	4.76	2.02	0.92
LC645L	3.41	12.17	7.59	7.07	11.8	16.97	17.31	2.01	2.94	2.62	2.11	1.02
LC875L	3.82	13.64	7.89	7.08	11.7	16.35	16.82	1.13	2.92	2.01	1.7	1.13
LC1465S	3.91	16.2	10.7	6.57	14.9	20.5	21.21	0.71	1.94	3.16	0.71	0.24
LC1535S	3.69	16.3	8.49	6.47	17.3	21.7	41.13	2.22	22.3	10.21	1.92	1.03
LC1540S	10.1	16.5	8.21	6.28	14.8	21.3	16.81	2.55	20.7	6.81	2.83	3.02

a) 表中的第一栏是样品编号,样品号最后的字母L代表黄土,S代表古土壤

2 讨论

从表1和图1可以看出,不同前处理方法对黄土粒度测量结果会产生很大的影响. 每一种方法对样品的分散程度,即使其变细的相对系数是很不相同的. 就平均粒径来看,其变化范围为−2.99%～62.58%. 未进行前处理的样品粒度分布曲线有的为双峰态,众数向右偏,偏度较大,这是因为其含有较多粗团粒的缘故. 经过前处理之后,可以使<2 μm颗粒的含量增

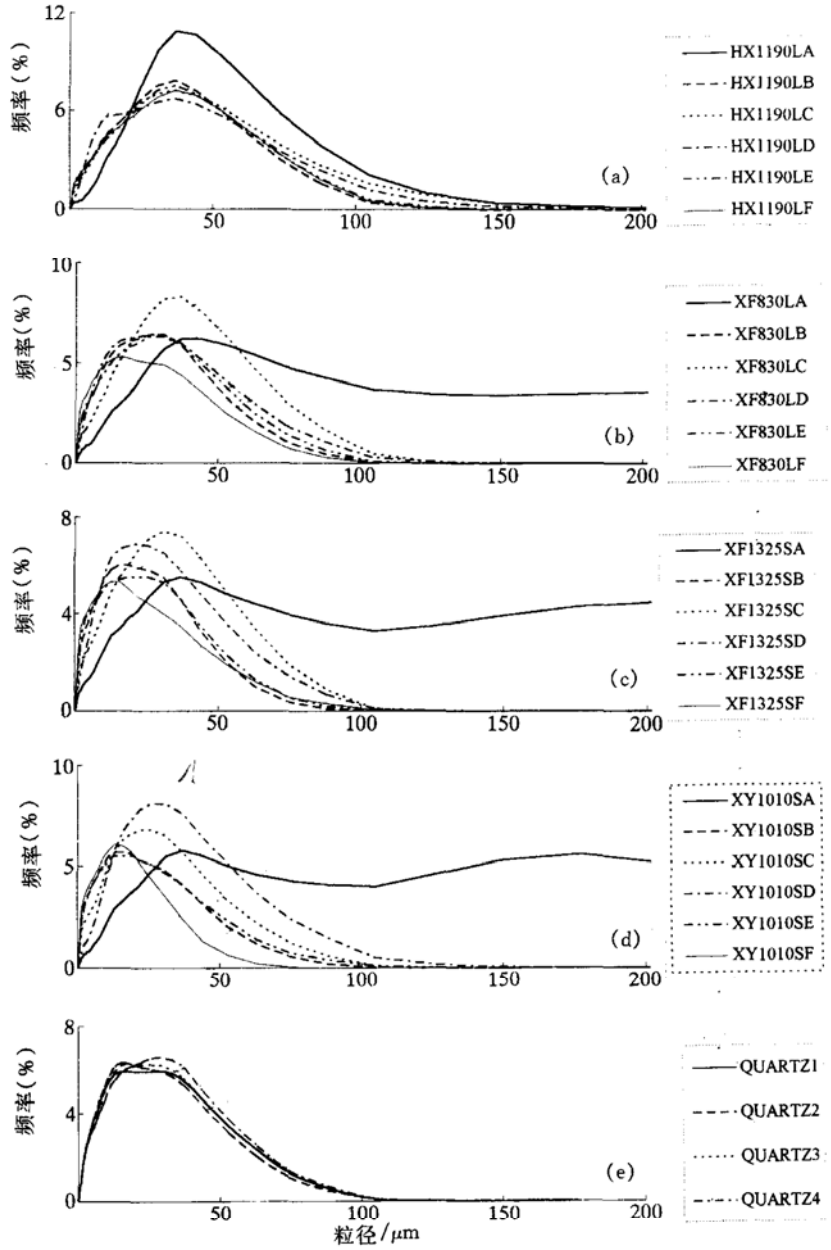

图 1　不同前处理方法对同一个黄土古土壤样品粒度频率分布曲线影响的对比

加的最大值达 5 倍多，使 $>63\ \mu m$ 颗粒的含量减少的最大值达上百倍．黄土古土壤样品在经过不同的前处理之后，或去除了有机质、或去除了碳酸盐、或使团粒分散，结果是使测量的粒度变小了．但是，一个有意义的现象是，虽然每一种前处理方法均使原样品的颗粒测量值变小，但综合使用多种方法处理后的样品并不是最细的，而是浸泡一夜并经过超声波振荡之后的黄土古土壤样品达到了最大程度的分散．为了进行对比，对洛川 4 个样品进行了石英提纯及其粒度测量．结果表明，提纯的石英颗粒相对常规的全样粒度测量要粗一些．对所有前处理过的样品进行显微境观察，发现前处理方法 B, E, F 和提纯的石英基本上达到了分散状态，其中通过方法 F 处理的样品含有较多的细颗粒．

黄土古土壤样品中含有碳酸盐(有些样品的含量可以达到30%)[1)]也含有有机质(<1.5%)[5],以前在前处理样品时分别加H_2O_2溶液和HCl溶液并煮沸就是为了去除有机质和碳酸盐,黄土溶液中胶体复合体常以Ca^{2+}饱和,不易分散,用Na^+替换出黄土中的Ca^{2+}以减低胶体的凝聚性[6],这些单一的前处理确实使黄土沉积物的团粒分散. 但是,综合运用这些方法却不能使样品达到最佳的分散状态,从而影响了测量结果的可对比性,这可能是因为在加入化学药品之后产生的正负离子使颗粒相互粘附的缘故. 我们的实验结果改变了以前对黄土沉积物前处理方法上的一些认识.

最近的研究发现,洛川黄土古土壤序列的粗颗粒含量由于排除了沉积后成壤作用的影响,因而较好地反映了东亚冬季风强度的变化[7],其中的极粗颗粒(>74 μm)含量变化曲线可以与化学方法提纯的石英颗粒中值粒径变化曲线[8]良好对比[1)]. 但是,常规样品粒度测量的前处理无论是在时间上或是在经济上均较提纯石英的方法有很大的节约. 因而,黄土样品的常规粒度测量在古环境演化研究中还将是一个重要的手段. 最后,只有我们在认识了各种前处理方法的差别并统一了前处理方法之后,各个研究结果之间才可以相互对比.

3 结论

(1) 不同的前处理方法对黄土古土壤样品的粒度结果会产生很大的影响. 使平均粒径值的变化范围为-2.99%~62.58%,对于<2 μm颗粒的含量可以使其增加的最大值达5倍以上,使>63 μm颗粒的含量减少的最大值达上百倍.

(2) 浸泡一夜并经超声波清洗机振荡后的样品基本上达到了最佳分散状态.

致谢 感谢孙东怀副研究员、孙有斌先生、李正华博士在野外和实验室工作中给予的帮助. 本工作为中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室开放基金和中国科学院院级国际合作研究交流基金资助项目.

参 考 文 献

1 An Zhisheng, Kukla G, Porter S C, et al. Late Quaternary dust flow on the Chinese loess plateau. Catena, 1991, 18: 125~132

2 安芷生, Porter S C, Chappell J, 等. 最近130 ka洛川黄土堆积序列与格陵兰冰芯记录. 科学通报, 1994, 39(24): 2 254~2 256

3 Xiao Jule, Zheng Hongbo, Zhao Hua. Variation of winter monsoon intensity on the Loess Plateau, central China during the last 130 000 years: evidence from grain size distribution. Quaternary Research, 1992, 31: 13~19

4 Ding Zhongli, Yu Zhiwei, Rutter N W, et al. Towards an orbital time scale for Chinese loess deposits. Quaternary Sciences Reviews, 1994, 13: 39~70

5 刁桂仪, 文启忠. 黄土中的有机质. 地理科学, 1988, 8(3): 226~231

6 王挺梅, 鲍芸瑛. 黄河中游黄土之粒度分析. 第四纪地质问题, 北京: 科学出版社, 1964. 126~139

7 鹿化煜, 安芷生. 洛川黄土粒度组成的古气候意义. 科学通报, 1997, 42(1): 66~69

8 Xiao Jule, Porter S C, An Zhisheng, et al. Grain size of quartz as an indicator of winter monsoon strength on the loess plateau of central China during the last 130 000 yr. Quaternary Research, 1995, 43: 22~29

(1996-11-05收稿, 1997-03-17收修改稿)

1) 鹿化煜. 南京大学博士学位论文, 1996