

山东庙岛群岛黄土的粒度特征及其环境意义

徐树建

(临沂师范学院 环境与旅游学院, 山东 临沂 276000)

摘要: 对山东庙岛群岛长岛黄土粒度的精细研究证明, 滨海黄土是在第四纪冰期寒冷气候下的产物, 末次冰期沉积的长岛剖面由风成沉积与冲-洪积层组成, 末次冰期的风成沉积反映了末次冰期气候的不稳定性, 其中存在 6 次气候变冷、渤海湾海面下降和 6 次气候变暖、渤海湾海面上升的事件, 黄土的粒度中包含了丰富的气候变化和渤海湾海面变化的信息。

关键词: 粒度; 黄土; 庙岛群岛

中图分类号: S941.42

文献标识码: A

文章编号: 1000(3096)2008 12 0060 04

沉积物的粒度作为沉积物的重要特征和较为成熟的研究指标被广泛应用于风成沉积、河流沉积、湖泊沉积和海洋沉积研究中^[1~5]。自 20 世纪 80 年代末期以来, 许多学者对山东半岛等地的滨海黄土粒度进行了深入细致的调查研究^[6~10], 并提出了末次冰期陆架荒漠化^[11~13] 和山东沿海黄土的风成近源的成因。另外, 对辽东半岛^[14~16]、苏北平原^[17,18] 等地黄土的广泛深入研究也有助于从整体上认识和理解庙岛群岛地区黄土成因及其环境意义。

研究表明^[19~21], 中国东部海岸带的风成沉积不仅在物质组成、粒度变化、序列特征上与西部风成沉积不同, 而且在色调、地貌特征和时限等方面有很大的差别。庙岛群岛的风尘堆积序列与辽东半岛周围的剖面相似, 其海岸风沙、海岸风尘沉积均具有多发、高频变化的特征, 与其中交互更叠的土壤层、冲-洪积层、侵蚀间断面等在一起, 成为晚更新世气候-环境变化的标志^[10], 而且庙岛群岛的风成沉积呈北东向斜列式的带状分布特征^[6,10,20,21]。庙岛群岛的长岛广泛分布第四纪黄土, 其中以晚更新世黄土尤为发育。与西北内陆黄土相比, 该区黄土具有粒级粗和夹有透镜状角砾层或散布角砾状岩屑等特点。

自 1975 年英国马尔文(Malvern)公司研制成功世界上第一台激光粒度分析仪以来, 由于它具有检测范围广、速度快、自动化程度高、重现性好等优点而在粒度分析中显示出极大的优越性。随着粒度分析技术的发展, 激光粒度仪法已逐渐取代传统的筛析法和沉降法, 因为精细的粒度测试可以更科学、准确地反映沉积物的沉积特征。过去对于庙岛群岛黄土的粒度研究主要采用传统的沉降法, 采用激光粒度仪对庙岛群岛黄土粒度测试可以更细微地揭示该区黄土的沉积特征, 这可为研究滨海黄土提供更丰富的古环境演变的信息。

1 材料和方法

作者在南长山岛及其周边地区进行了详细的野外考察, 并结合前人的研究^[6,8], 选择庙岛群岛南长山岛的江子头剖面进行了样品采集。该剖面位于南长山岛南部, 距离长岛码头约 3.5 km, 为一开挖的新鲜剖面。剖面地理位置: 37°53'48" N, 120°45'08" E, 海拔高度 56 m, 剖面厚度 300 cm, 未见底。在剖面 120~175 cm 深度夹杂有透镜状砂砾层, 由棱角状岩屑、卵石和粗砂组成, 砾石粒径约 2~3 cm, 略显层理, 初步推断为冲-洪积物, 这与前人的研究一致^[6,10,20~22] (图 1)。结合以前的研究资料^[20~23], 通过剖面对比可以断定, 该剖面主要为晚更新世的风成沉积。

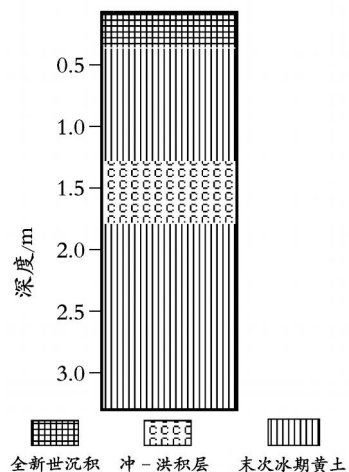


图 1 长岛黄土剖面示意图

Fig. 1 The profile of loess at Changdao

收稿日期: 2007-12-26; 修回日期: 2008-02-26

基金项目: 山东省自然科学基金资助项目(Y2007E10); 临沂师范学院博士科研启动基金资助项目(LD200806)

作者简介: 徐树建(1967), 男, 教授, 博士, 主要从事自然地理学的教学与研究工作, 电话: 0539 2158063; E-mail: xushujian1967@163.com

黄土样品粒度的测量在兰州大学西部环境教育部重点实验室进行,采用了加双氧水除去有机质、加稀盐酸除去碳酸盐、加分散剂超声振荡的前处理方法^[24],经前处理后粒度样品在英国产 Mastersizer 2000激光粒度仪上测量。对该剖面 100 cm 处黄土样品的多次重复测试结果表明,重复测量的相对误差 < 2%,说明样品的处理方法可行,粒度数据可靠。

2 结果与分析

由于不同沉积环境形成的沉积物一般具有不同的粒度分布特征,所以沉积物的粒度分析一直是区别沉积类型、分析沉积作用、恢复沉积环境最基本的方法。沉积物的粒度频率分布和粒度参数在恢复古环境、全球和区域的环境变化、现代沉积环境的动力状况等方面有着广泛的应用^[25-27]。

2.1 粒度频率曲线特征

在粒度指标中,粒度频率分布是样品最客观最

科学的指标^[28]。对长岛剖面和兰州东部砂金坪剖面^[24,29]采用完全相同的方法进行粒度测量,其粒度频率曲线如图 2 所示。两者的粒度频率曲线具有很好的相似性,从而进一步说明长岛黄土剖面的沉积是风成的。尽管两地黄土可能不完全是同期的沉积,从图中也可以明显看出长岛黄土粒度比兰州黄土要粗。长岛剖面 100 cm 处的体积加权平均粒径 $D[4,3]$ 、中值粒径(Md)、峰(Mode)、> 63 μm 百分含量分别是 36.64、29.18、49.12 μm 、19.38%;而兰州砂金坪剖面 1880 cm 处的 $D[4,3]$ 、Md、Mode、> 63 μm 百分含量分别是 31.59、26.47、39.38 μm 、12.53%。从整个剖面来看,末次冰期长岛黄土粒度比兰州黄土要粗得多,这说明该区黄土可能主要由近源物质沉积而成。

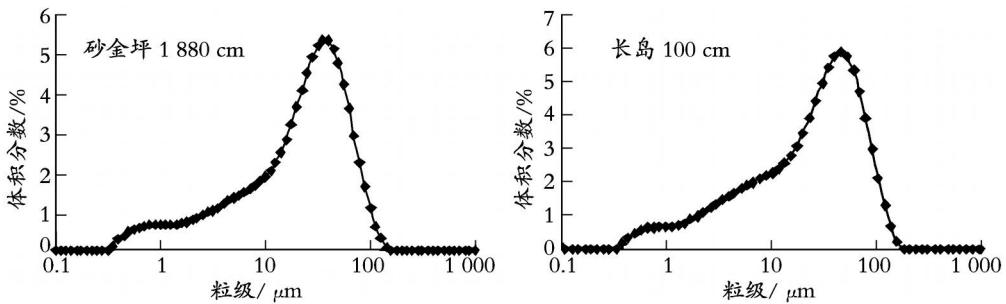


图 2 兰州砂金坪剖面与长岛剖面粒度频率曲线

Fig. 2 Grain size distribution in Changdao section and Lanzhou section

2.2 常用粒度指标及其意义

长岛剖面的粒度指标($D[4,3]$ 、Md、> 63 μm 百分含量、< 5 μm 百分含量)如图 3 所示,剖面中 > 63 μm 百分含量(砂粒含量)在 18% ~ 30%,可以断定该地的风成沉积以近源物质为主。 $D[4,3]$ 、Md、> 63 μm 百分含量 3 个指标具有较好的相似性,而 < 5 μm 百分含量(黏粒含量)在某些层次与前 3 个指标不能很好匹配,可能是由于成壤作用和黏粒的淋溶作用所致。剖面 0~ 30 cm 主要为全新世风成沉积,在剖面 20 cm 处, $D[4,3]$ 为整个剖面的最低值 31.97 μm ;剖面 30 cm 以下以末次冰期的风成沉积为主,其中 120~ 175 cm 处夹杂 55 cm 厚的洪积物,由于该层位含有的 > 2 cm 颗粒超过了激光粒度仪的测试范围,所以在剖面中的粒度相对变细。剖面 50 cm 处推断为末次冰期最盛期的沉积,在整个剖面中粒度最粗,中值粒径超过 40 μm ,砂粒的含量超过 30%。

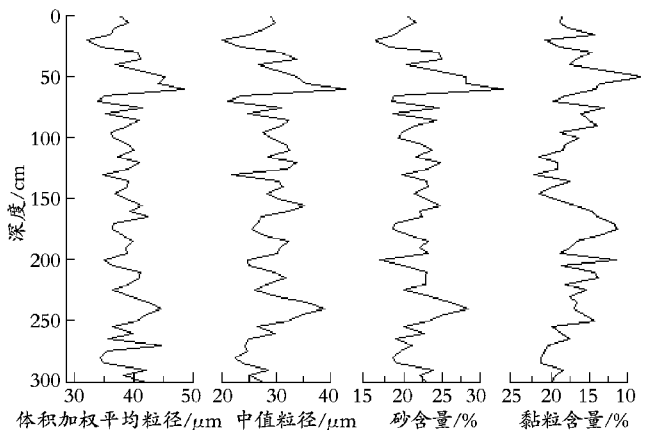


图 3 长岛剖面粒度指标

Fig. 3 Grain size records in Changdao section

从整个剖面来看,除了 120~ 175 cm 的洪积层外,整个剖面有 6 次粒度明显变粗的阶段,显示了末次冰期气候的不稳定性,最明显的 50 cm 处的时段是末次冰期最盛期,其次是 240 cm 处的时段,说明

该阶段气候变冷,渤海湾海面下降,陆架变宽,近源的物源增加。与之相反,在粒度变细的阶段,如剖面20、70、200、225、280 cm 深度,说明气候转暖,渤海湾海面上升,成壤作用加强。

需要指出的是,末次冰盛期海平面下降最大为130~150 m,这一观点目前被绝大多数学者认可,有的学者认为还要更大一些。而在图3中的50 cm处砂粒的含量超过30%,尽管在该剖面中最粗,理应显示出更大幅度的变化。在该样品的前处理过程中,有的颗粒已接近仪器的最大测量范围(2 000 μm),为避免仪器的堵塞,作者剔除了这些颗粒,这无疑会使粒度的数值相对降低。

2.3 粒度参数变化特征

粒度频率分布可以完整、详细地表示样品的粒度大小,由于它数据量较大且不太容易描述而不能使人一目了然,粒度参数作为粒度大小的简约表征在沉积学中也广泛使用^[2,5]。粒度分布参数是描述粒度分布特征的数值,包括平均粒径、标准偏差、偏度和峰度。粒度参数的计算采用了Blott等^[30]提供的GRADIST AT 粒度处理软件,并作长岛剖面粒度参数图(图4)。由图4可以看出,平均粒径、标准偏差和偏度这3个参数具有很好的相关性,平均粒径与标准偏差更为相似,偏度的差异变大,而峰度与前3个粒度参数存在较大的不同。对于高阶的粒度参数如偏度和峰度等,从数学地质学的角度来看,过高阶次的计算可能造成较多的失真,所以。平均粒径、标准偏差、偏度和峰度这4个粒度参数的敏感性依次降低,在使用粒度参数时应该引起足够的重视。

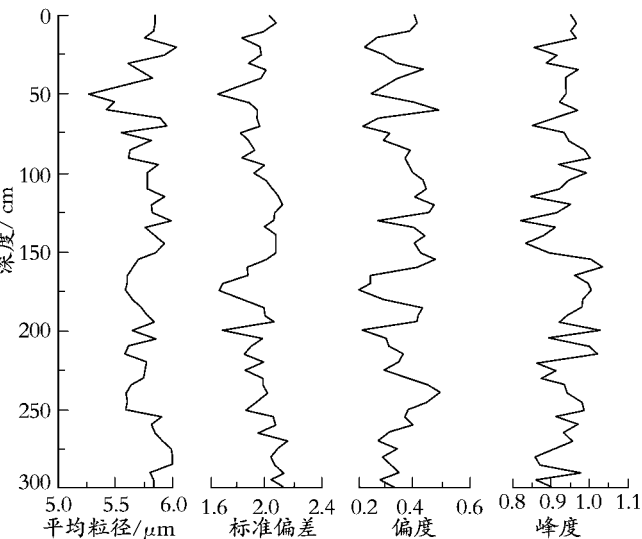


图4 长岛剖面粒度参数

Fig. 4 Grain size parameters in Changdao section

3 讨论与结论

山东地区的黄土开始堆积的时期普遍较晚,渤海湾滨海与岛屿区的黄土粒度较粗,且普遍含有海相微体化石,其物质来源为末次冰期出露的渤海陆架物质,西北气流携带而来的内陆远源物质占次要地位^[8]。蓬莱林格庄剖面、南长山岛剖面^[6,8]与作者研究的剖面具有很好的可比性。前人通过海底钻孔和渤海沿岸出露黄土的研究表明,沿渤海东部出露的黄土及海底埋藏黄土主要是晚更新世末期的西北风、北风等吹蚀出露的渤海陆架,细颗粒物在下风向堆积而成的一系列衍生沉积体系。距今1.8~1.2万年,陆架环境逐渐转化,气温回升、冰川融化、海面上升、陆架黄土逐渐终止形成。8 000年开始原来出露的陆架又变成海洋环境,海底黄土逐渐被覆盖^[11],其他时段则主要沉积陆架黄土。精细的粒度测试表明,末次冰期沉积的长岛剖面由风成沉积与一洪积层组成,末次冰期的风成沉积反映了末次冰期的气候的不稳定,其中存在6次气候变冷、渤海湾海面下降和6次变暖、渤海湾海面上升的事件。粒度参数平均粒径、标准偏差、偏度和峰度的敏感性依次减弱。

参考文献:

[1] 刘东生. 黄土与环境 [M]. 北京: 科学出版社, 1985. 1-412.

[2] 成都地质学院陕北队. 沉积岩(物)粒度分析及其应用 [M]. 北京: 地质出版社, 1978. 3-10.

[3] Guo Z T, Ruddiman W F, Hao Q Z, et al. Onset of Asian desertification by 22 Myr ago inferred from loess deposits in China [J]. *Nature*, 2002, **416**(14): 159-163.

[4] 刘建国, 李安春, 徐兆凯. 全新世以来渤海湾沉积物的粒度特征 [J]. *海洋科学*, 2006, **30**(3): 60-65.

[5] 徐树建, 潘保田, 陈莹莹, 等. 陇西盆地晚更新世风成沉积物粒度参数的对比 [J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2005, **25**(3): 145-150.

[6] 曹家欣, 李培英. 山东庙岛群岛的黄土 [J]. *中国科学(B辑)*, 1987, **17**(10): 1116-1123.

[7] 张祖陆. 渤海莱州湾南岸平原黄土地貌及其古地理意义 [J]. *地理学报*, 1995, **50**(5): 464-470.

[8] 张祖陆, 辛良杰, 聂晓红. 山东地区黄土研究综述 [J]. *地理科学*, 2004, **24**(6): 746-752.

[9] 程振波, 傅命佐, 鞠小华. 渤海海峡和辽东半岛海岸带黄土中的古生物化石的地质意义 [J]. *海洋地质与第四纪地质*, 1996, **16**(1): 85-94.

[10] 张明书, 李绍全, 刘健. 中国海岸带晚更新世风成沉积分区、序列特征及其气候环境意义 [J]. *第四纪研*

- 究, 1996, 6(1): 31-41.
- [11] 刘敬圃, 赵松龄. 渤海海底埋藏黄土及沿岸出露黄土的成因 [J]. 海洋与湖沼, 1995, 26(7): 364-368.
- [12] 于洪军. 中国东部陆架黄土成因的新探索 [J]. 第四纪研究, 1999, 7(4): 367-372.
- [13] 赵松龄, 于洪军. 晚更新世末期黄、渤海陆架沙漠化环境的形成 [J]. 第四纪研究, 1996, 6(1): 42-47.
- [14] 李雪铭. 辽东半岛南部一滨海黄土剖面的孢粉分析及环境意义 [J]. 海洋科学, 1995, 2: 54-57.
- [15] 李雪铭. 辽东半岛南部地区滨海黄土的沉积特征 [J]. 海洋科学, 2001, 25(1): 32-35.
- [16] 李雪铭. 辽南海滨黄土粒度环境信息高分辨率研究 [J]. 地理研究, 2002, 21(2): 201-209.
- [17] 郑样民, 严钦尚. 末次冰期苏北平原和东延海区的风尘黄土沉积 [J]. 第四纪研究, 1995, 5(3): 258-266.
- [18] 李徐生, 杨达源, 鹿化煜, 等. 皖南第四纪风尘堆积序列粒度特征及其意义 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1997, 17(4): 73-81.
- [19] 吴标运. 南京下蜀黄土沉积特征研究 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1985, 5(2): 113-123.
- [20] 李培英. 庙岛群岛的晚新生界与环境变迁 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1987, 7(4): 111-122.
- [21] 李培英. 渤海海峡及胶辽两半岛海岸带黄土的分布特征 [J]. 黄渤海海洋, 1992, 10(1): 25-33.
- [22] 刘东生. 中国黄土沉积 [M]. 北京: 科学出版社, 1965. 112-117.
- [23] 郑洪汉, 朱照宇, 黄宝林, 等. 山东半岛及苏皖北部黄土地层年代学研究 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1994, 14(1): 63-68.
- [24] 鹿化煜, 安芷生. 前处理方法对黄土沉积物粒度测量影响的实验研究 [J]. 科学通报, 1997, 42(23): 2 535-2 538.
- [25] 徐树建, 潘保田, 高红山, 等. 末次间冰期一冰期旋回黄土环境敏感粒度组分的提取及意义 [J]. 土壤学报, 2006, 43(2): 183-189.
- [26] 李徐生, 韩志勇, 杨达源, 等. 末次冰期鄱阳湖西南缘地区的风尘堆积 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2006, 26(1): 101-108.
- [27] 刘进峰, 郭正堂, 乔彦松, 等. 秦安中新世黄土—古土壤序列石英颗粒形态特征、粒度分布及其成因的指示意义 [J]. 科学通报, 2005, 50(24): 2 806-2 809.
- [28] 徐树建, 潘保田, 李琼, 等. 陇西盆地末次冰期黄土粒度特征及其环境意义 [J]. 沉积学报, 2005, 23(4): 702-708.
- [29] 方小敏, 潘保田, 管东红, 等. 兰州约 60 ka 以来夏季风千年尺度不稳定性研究 [J]. 科学通报, 1999, 44(4): 436-439.
- [30] Blott S, Pye K. GRADIST AT: grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments [J]. **Earth Surface Processes and Landforms**. 2001, 26: 1 237-1 248.

Grain size characteristics and its indications of loess in Miaodao Islands, Shandong Province

XU Shujian

(School of Environment and Tourism, Linyi Normal University, Linyi 276000, China)

Received: Dec. , 26, 2007

Key words: grain size; loess; Miaodao Islands

Abstract: Grain size of Changdao loess at Miaodao Islands was measured by Mastersizer 2000, it showed the seashore loess was transported and deposited by cold wind during the last glacial period in quaternary. The strata in Changdao section were composed of aeolian layer and a diluvial/alluvial layer; the deposits also indicated the instability of the last glaciation. There were six cold events, lowering the Bohai Sea level, six warm events, rising the level of the Bohai Sea. The grain size of loess sequence in Changdao of Miaodao Islands had provided detailed terrestrial records of climate change and the level changes of the Bohai Sea during the last glacial period.

(本文编辑: 谭雪静)