

## 泰山南坡沉积物特征及第四纪冰缘环境探讨

郭慧玲<sup>1</sup>, 张建伟<sup>2,3</sup>, 郭秀岩<sup>4</sup>, 高擎<sup>2</sup>, 申卫星<sup>1</sup>, 袁西龙<sup>2</sup>, 陈岩<sup>1</sup>, 王锡魁<sup>3</sup>

(1. 泰山风景名胜区管委会, 山东 泰安 271000; 2. 青岛地质工程勘察院, 山东 青岛 266071; 3. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061; 4. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013)

**摘要:**针对泰山第四纪冰川有无的争议,在泰山南坡采集沉积物样品进行分析研究。孢粉分析结果显示优势植物种群为“松属+中华卷柏+蒿属+藜科”,指示的沉积环境为湿冷环境。扫描电镜观察石英颗粒表面,显示出边缘棱角清晰、具贝壳状断口和解理片的冰川环境特征。通过热释光测试得样品年龄为 $(30.54 \pm 2.59)$ kaB. P.,相当于末次冰期主冰期中的 Paudorf-Stillfried 间冰阶。根据泰山现代气候环境推演泰山古气候温度和降水量,得出泰山地区在末次冰期时具备了形成冰川的基本气候条件。鉴于 Paudorf-Stillfried 间冰阶持续的时间较短,因此初步推断该沉积物指示的古气候环境为冰缘环境。

**关键词:**沉积物特征;第四纪冰缘环境;指示意义;泰山南坡

**中图分类号:**P532;P534.63

**文献标识码:**A

2005年,新华网、新浪网、《走向世界》等媒体报道有学者在泰山发现了“锅穴”,并认为是第四纪冰川遗迹“冰臼”,引出了长期困惑国内外学者的泰山地区乃至中国东部是否存在第四纪冰川这一问题<sup>[1]</sup>。自1930年李四光先生将泰山列入第四纪冰川作用遗迹以来,许多学者相继报道泰山存在第四纪冰川遗迹的证据,但仅限于地形地貌的证据;而“锅穴”是否为第四纪冰川遗迹尚存在较大的争议<sup>[2,3]</sup>。因此,鉴于泰山地区第四纪冰川遗迹的研究对认识中国第四纪气候环境演变和冰期作用的范围具有的科学意义和科学价值<sup>[4]</sup>。

## 1 区域概况

泰山,为五岳之首,位于山东省中西部,地处华北平原东侧,绵亘于泰安、济南、淄博三市之间。东西长约200 km,南北宽约50 km,总面积426 km<sup>2</sup>。美丽壮观的自然风光除泰山日出、云海玉盘、碧霞宝光等名胜外,地形高峻、河短流急也形成潭瀑交替的景观<sup>[5]</sup>。

泰山在地质上属于华北地台鲁西地块鲁中弧形隆断构造区,以漫长的地质演化历史、复杂的地质构

造、典型的地质遗迹为中外地质学家所瞩目<sup>[6]</sup>。泰山地区地层大体可分为两部分,一是构成泰山基底主体的泰山岩群,是中国最古老的地层之一;二是覆盖在基底之上的盖层,主要是寒武-奥陶纪灰岩。泰山西北坡张夏寒武纪地层标准剖面的灰岩和砂页岩发育典型,出露良好,是我国北方区域地层对比标准剖面和国际寒武系对比的主要依据。

泰山地区南天门、日观峰、玉皇顶、后石坞、桃花源等地,其地貌显示有角峰、“U”形谷、刃脊等地貌特征,泰山峰顶日观峰和后石坞一带有石河、石海等冰缘地貌发育<sup>[7]</sup>。老石河地表已生植被,发育土壤,表示已不活动;新形成的石海和石河地表裸露,巨石表面新鲜洁净,表示仍处于活动状态。

泰山植物群绝大多数为人工植被,但天然松科和蕨类植物等尚有遗存,并且苔藓植物绝大多数含泛北极成分<sup>[8]</sup>。

## 2 沉积物样品采集

经过实地考察,选定泰山南坡一处第四纪砂砾石沉积剖面采集样品(图1),砂砾石层位于一条河流的Ⅱ级阶地上。两样品采集点横向距离大于5

\* 收稿日期:2012-02-08;修订日期:2012-05-03;编辑:王秀元

基金项目:泰安市科技计划项目(2006-32)

作者简介:郭慧玲(1970—),女,山东东平人,高级工程师,主要从事生态环境和林业保护等研究工作;E-mail:gxy2822@126.com。

m,且采于不同层位,两层间距约为 1.5 m。样品采集时,按照孢粉、热释光等不同分析要求分别采集。

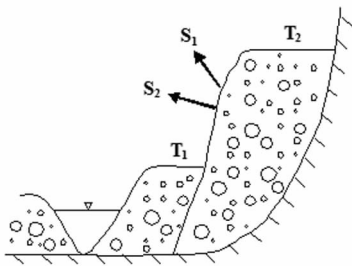


图 1 采样点沉积剖面示意图  
T<sub>1</sub>—I 级阶地;T<sub>2</sub>—II 级阶地;  
S<sub>1</sub>,S<sub>2</sub>—采样点

### 3 沉积物孢粉分析

在第四纪气候变化影响下,植物群发生纬向或高度迁移,根据剖面上植被(孢粉)类型的演替可以推断古气候的演变<sup>[9]</sup>,因此,孢粉分析是沉积环境判断的重要方法和手段。

孢粉试样 2 个,为 S<sub>1</sub>,S<sub>2</sub>,每个取约 500 g。经物理和化学的方法处理,在显微镜下观察,每个试样统计孢粉不少于 400 粒。S<sub>1</sub> 样品统计孢粉 500 粒,S<sub>2</sub> 样品统计孢粉 400 粒,共计 900 粒,研究其优势植物种群。两样品分析结果非常接近,将孢粉科属进行综合统计后,绘制样品的孢粉科属图(图 2)。

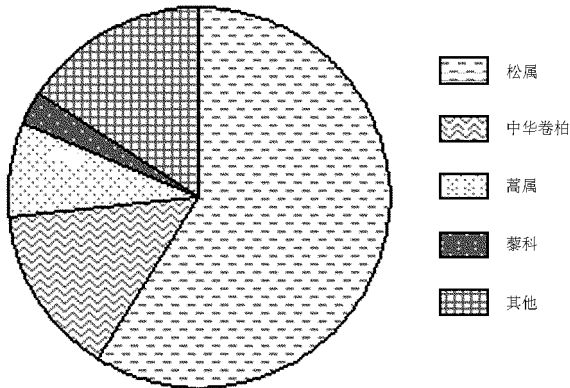


图 2 不同孢粉科属含量图

由图 2 看出,样品中以耐冷的针叶植物松属孢粉(58.89%)占优势,较耐冷的“中华卷柏(4.45%)+蒿属(8.11%)+藜科(2.67%)”孢粉有较多出现,相对喜暖湿的落叶阔叶植物孢粉很少,水生植物香蒲属很少;其优势植物种群为“松属+中华卷柏+蒿属+藜科”。占绝对优势的松属表示温度较低,气候

寒冷;超过 10%的大量中华卷柏孢子表征湿润的区域气候;蒿属、藜属含量不高,也说明受海洋气候影响较大。因此,该孢粉特征指示的沉积环境为湿冷环境。

### 4 沉积物石英砂表面特征

沉积环境因素可作用于石英颗粒表面,留下痕迹并长期保留。根据石英颗粒表面的典型特征及个体特征的差异,借助于高分辨率的扫描电镜可了解其形成时和形成后所处的环境,对于判别沉积环境及其演化历史很有意义。对采集的泰山石英砂样品处理后,扫描电镜观察。样品表面特征为:形态不规则,边缘棱角清晰,具有多种多样的贝壳状断口和解理片,符合冰川沉积环境的石英砂表面特征。当颗粒局部放大 1 000 倍(图 3),颗粒表面棱角清晰,具有明显的贝壳状断口,无磨圆痕迹。该颗粒指示的沉积环境为冰川沉积。

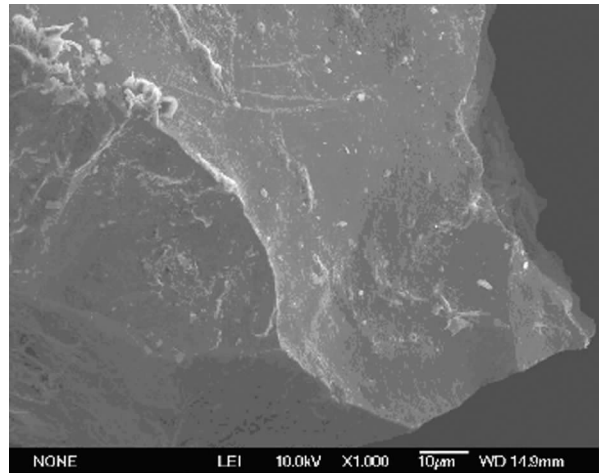


图 3 颗粒放大 1 000 倍表面特征

### 5 沉积物热释光测年

对样品进行热释光测年,以确定沉积物的年龄。年代样品的采集使用不透光铁管,两端用反光纸密封。样品送中国地震局地壳应力研究所热释光实验室测试,测其年代为(30.54±2.59)kaB. P.,相当于末次冰期主冰期中的 Paudorf - Stillfried 间冰阶<sup>[10,11]</sup>。

### 6 泰山地区气温推演

研究泰山气象观测站数据资料,将泰山地区自

1971 年—2007 年 37 年极端最高温、极端最低温、年均温等数据成图直观、简洁的表示出来(图 4),就温度变化特征进行分析。

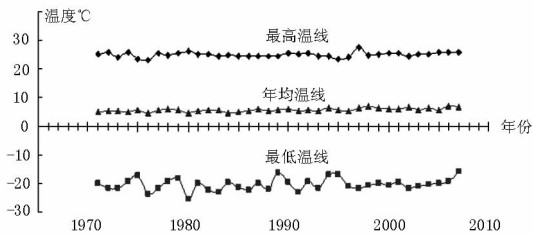


图 4 泰山观测站 37 年气温变化情况

由图 4 看出,泰山年极端最高温度为 23.3~27.6℃,极端最高温多年平均值为 25.1℃;年极端最低温度为-25.4~-15.8℃,极端最低温多年平均值为-20.4℃;泰山各年平均温度值为 4.6~6.8℃,多年平均温度值为 5.7℃,6—8 月份夏季平均气温为 18℃。

以末次冰期比现今降温 10~17℃计,则当时泰山顶年均温为-11.3~-4.3℃,夏季均温 1~8℃。夏季雪线处平均气温高低与该处降水量成正相关,以中国西部山区现代雪线为例,若雪线处夏季均温为 4℃,则该处年降水量为 2 000 mm,2℃为 1 000 mm,0℃为 500 mm。由此可见,泰山地区具备了形成冰川的基本气候条件。

## 7 结论与讨论

泰山南坡沉积物分析显示:孢粉优势植物种群为“松属+中华卷柏+蒿属+藜科”,样品指示的沉积环境温度低、湿度大,为湿冷环境;借助扫描电镜观察的石英颗粒表面边缘棱角清晰,具有多种多样的贝壳状断口和解理片,符合冰川沉积环境的石英砂表面特征;样品热释光测试显示其形成年代为(30.54±2.59)kaB. P.,相当于末次冰期主冰期中的 Paudorf-Stillfried 间冰阶;推演泰山古气候中温

度和降水量指标,在末次冰期时具备了形成冰川的基本气候条件。

由泰山南坡沉积物的分析资料和数据看出,该沉积物指示的古气候环境符合冰川环境特征;但鉴于研究的沉积物指示年代 Paudorf-Stillfried 间冰阶持续的时间较短,且该时间内华北地区为冰缘气候环境<sup>[12,13]</sup>,因此推测该沉积物指示的古气候环境为第四纪冰缘环境。下一步可以通过钻孔取样,获取序列资料和系统研究数据,深入地求证泰山古冰川发育及古气候演化的实况。

## 参考文献:

- [1] 李吉均. 中国第四纪冰川研究的回顾与展望[J]. 冰川冻土, 2004, 26(3): 235-340.
- [2] 韩同林. 发现冰臼[M]. 北京: 华夏出版社, 2004.
- [3] 周尚哲. 锅穴一定是第四纪冰川的标志吗? [J]. 第四纪研究, 2006, 26(1): 117-125.
- [4] 徐叔鹰, 徐德馥, 郑群. 山东第四纪若干问题的探讨[J]. 苏州科技学院学报(社会科学版), 1993, (S3): 11-14.
- [5] 何平立. 崇山理念与中国文化[M]. 济南: 齐鲁书社, 2001: 72-73.
- [6] 谢凝高. 中国泰山[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1992: 1-4.
- [7] 张建伟, 郭秀岩, 申卫星, 等. 泰山地区第四纪冰川探讨[J]. 山东国土资源, 2011, 27(4): 12-14.
- [8] 马玉美. 泰山生态[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996: 10-24.
- [9] El-Moslinmany A. P. Ecological significance of commort nonarbor real pollen: example from dry land of the Middle East [J]. Review of Palaeobotany and Palynology, 1990, (64): 343-350.
- [10] 易朝路, 崔之久, 熊黑钢. 中国第四纪冰期数值年表初步划分[J]. 第四纪研究, 2005, 25(5): 609-619.
- [11] 杨怀仁, 陈西庆. 中国末次冰期的古气候[C]//第四纪冰川与第四纪地质论文集(第五集). 北京: 地质出版社, 1988: 22-40.
- [12] 曹伯勋. 地貌学及第四纪地质学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1995: 169-208.
- [13] 高晓清, 汤懋苍, 冯松. 冰川变化与气候变化关系的若干探讨[J]. 高原气象, 2000, 19(1): 9-16.

## Study on Characteristics of Sediment in Southern Slope of Mount Tai and Quaternary Periglacial Environment

GUO Huiling<sup>1</sup>, ZHANG Jianwei<sup>2,3</sup>, GUO Xiuyan<sup>4</sup>, GAO Qing<sup>2</sup>, SHEN Weixing<sup>1</sup>, YUAN Xilong<sup>2</sup>, CHEN Yan<sup>1</sup>, WANG Xikui<sup>3</sup>

(1. Mount Tai Management Committee, Shandong Tai'an 250013, China; 2. Qingdao Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Qingdao 266071, China; 3. Earth Sciences College of Jilin University, Jilin Changchun 130061, China; 4. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Jinan 250013, China)

**Abstract:** Pointing to the dispute whether there is Quaternary glacier or not in Mount Tai, sedimentary samples have been collected and analyzed in southern slope of Mount Tai. As showed by Pollen analysis, dominant plant species were "Pinus + Selaginella + Artemisia + Chenopodiaceae", and the indicating sedimentary environment was cold and wet environment. By the observations of quartz grain surface by using scanning electron microscopy, it indicated some glacier environmental characteristics, that is the edges and corners were clear with conchoidal fracture and cleavage plane. The sample age was  $30.54 \pm 2.59$  ka B. P, which was equivalent with the Paudorf - Stillfried in middle glacial stage. According to the modern climate and environment, the temperature and precipitation about Mount Tai paleoclimate have been evaluated. It is found that Mount Taish region had the basic weather conditions of the formation of glaciers in the last glaciation. However, due to short time of Paudorf - Stillfried, it is regarded that the palaeoclimatic and environmental as indicated by the sediments was periglacial environments.

**Key words:** Sediment characteristics; Quaternary periglacial environment; implications significance; southern slope of Mount Tai