

文章编号: 1006-6616 (2003) 04-0330-07

长白山佛爷池剖面的全新世环境变化信息

崔之久, 唐元新, 李建江, 刘鸿雁, 刘耕年

(北京大学环境学院, 北京 100871)

摘要: 长白山佛爷池海拔 3410m, 是一个发育在古冰斗中的冰蚀湖。自湖中 210cm 沉积剖面进行沉积物粒度、孢粉和测年采样分析, 表明自 8200aBP 以来的环境经历了明显的冷暖干湿变化。8200~6800aBP 温暖湿润, 在 7200aBP 出现明显增温; 6800~5900aBP 气候开始波动, 大约在 6300aBP 有一次短暂的变冷, 在 6000aBP 前后出现明显暖期; 5900~4800aBP 气温下降, 大约在 5200aBP 达到最低, 然后气温缓慢回升; 4800~2600aBP 气候较为温暖湿润, 大约在 3000aBP 达到最高; 2600~900aBP 气候变冷湿, 大约 1500aBP 达到最低; 900aBP~现代变好。

关键词: 长白山; 湖泊沉积; 全新世; 环境变化

中图分类号: P534.63, X141

文献标识码: A

1 前言

秦岭太白山地处我国重要的南北气候干湿冷暖界线, 有着丰富的自然地理、气候、地质等研究内容, 历来倍受学者的关注。前人对太白山的科学研究可以追溯到 1922 年, 德国人 Limpricht 提出八仙台周围的高山湖泊是冰川作用的产物^[1]。我国的地质工作者已对太白山的第四纪冰川遗迹进行了多角度的考察, 例如对太白山第四纪冰川作用情况和冰期的划分^[1~4], 对高山湖泊沉积及其环境变化进行的研究^[5~7]。

笔者一行对拔仙台地区进行地貌学和第四纪地质学考察时在佛爷池采得一个 210cm 湖相沉积剖面, 并对其进行了粒度、孢粉和测年等分析。结合前人研究成果, 特别是董国榜先生等的研究^[5~7], 获得一些初步结果。

佛爷池为古冰蚀湖, 海拔 3410m, 位于太白山主分水岭南, 主峰拔仙台 (3767m) 南偏西。湖中大部分时间有水, 水深 1~2m, 湖水面积 800~1200m², 比较干旱的年份湖水深度不足 1m, 湖水面积 100~200m²。佛爷池中间有凸起的基岩将其分为东佛爷池和西佛爷池。汇水区分水岭海拔 3550~3600m, 汇水区面积约 6 万 m²。佛爷池后缘有围椅状岩壁, 前沿有凸起的基岩槛 (冰槛), 基岩槛上发现有羊背石, 据地貌形态和海拔高度等判断系古冰斗湖无疑。

收稿日期: 2003-05-22

基金项目: 中国国家自然科学基金项目资助 (编号: 40271014)

作者简介: 崔之久 (1933-), 男, 教授, 主要从事地貌学与第四纪地质学研究。

研究区海拔 3300m 以上属高山景观^[8], 寒冻风化作用强烈, 发育有石流坡、石河、冰缘岩柱、倒石堆等, 山顶上发育有石海, 湖边等平地有冻胀草丘、石多边形等现代冰缘地貌。太白山高山带寒冷期长达 9~10 个月, 10~4 月的平均气温低于 -9°C , 7~8 月的平均气温为 $7\sim 10^{\circ}\text{C}$, 1 月最低气温曾到 -30°C , 夏季最高气温 $20\sim 26^{\circ}\text{C}$, 据推算海拔 3500m 处的年均温在 -2°C 以下。高山带降水约为 750~800mm, 集中在 7~9 月。

2 湖相沉积剖面特征和实验分析内容

太白池湖相沉积剖面厚度 210cm, 根据沉积结构构造分为 7 层。宏观观测为灰黄色, 有不规则的纹层, 中部层位颜色较黑, 腐植质较多, 剖面 80~78cm 和 152cm 处发现埋藏的灌木枝条。层 1, 210~180cm, 浅灰色粉砂质淤泥, 有腐植质。206cm 处 TL 测年 $8180 \pm 170\text{aBP}$ 。层 2, 180~140cm 灰黑色粉砂质淤泥, 有腐植质。在 152cm 处发现埋藏的木头。层 3, 140~76cm 灰黄色粉砂质淤泥, 上部含少量植物根系和孔洞。在 80cm 和 75cm 深处发现埋藏的木头。82cm 处, C^{14} 年龄 $6080 \pm 85\text{aBP}$ 。层 4, 76~64cm, 灰黑色粉砂质淤泥, 大量植物根系。层 5, 64~36cm, 灰黄色粘土质粉砂。层 6, 36~12cm, 深黄色粉砂质中砂。层 7, 12~0cm, 灰黑色粉砂质淤泥。

剖面 210cm, 4cm 间隔取样, 共采得样品 52 个, 进行粒度组成、TL 测年、 ^{14}C 测年、孢粉分析等实验分析。

3 实验分析结果

3.1 沉积物年代与沉积速率

在剖面深度 206cm 处沉积物 TL 测年 $8180 \pm 170\text{aBP}$, 82cm 处木屑的 C^{14} 年龄为 $6080 \pm 80\text{aBP}$ 。推算剖面 206cm 到 82cm 的平均沉积速率为 0.59mm/a , 从 82cm 到地表的平均沉积速率为 0.135mm/a 。其沉积速率较小, 与佛爷池湖面积小、集水区有限、物源供给少等有关。

根据测年数据, 插值法推算各自然分层的年代分别是: 层 1 ($8250\sim 7740\text{aBP}$)、层 2 ($7740\sim 7060\text{aBP}$)、层 3 ($7060\sim 5600\text{aBP}$)、层 4 ($5640\sim 4750\text{aBP}$)、层 5 ($4750\sim 2670\text{aBP}$)、层 6 ($2670\sim 890\text{aBP}$)、层 7 (890aBP ~现在)。

3.2 粒度^[9,10]

粒度组成参数(图 1)显示沙粒级组分自下而上增加, 在 98cm、72cm 和 20cm (6350aBP 、 5340aBP 和 1480aBP) 深度有三个明显的峰值, 特别是 72 和 20cm 附近的峰值非常明显。细粉砂和粘土粒级的含量自下而上减少, 40cm (2970aBP) 之上减少明显。

沉积物平均粒径在 $2.86\sim 7.18\phi$ 之间, 主要由粉砂和粘土组成。反映了湖水搬运能力弱的特点。剖面上部沉积物较粗且波动较大, 下部物质较细而波动较小。分选系数 $1.71\sim 6.29\phi$, 标准差 $1.38\sim 2.95\phi$, 分选很差甚至极差, 与东佛爷池湖面面积小, 集水区域窄, 水动力条件弱等特点相符。粒度指数和曲线图(图 1)反映出几个明显的阶段。均值在剖面中自下而上逐渐变粗, 从 104cm (6390aBP) 向上, 变化加剧。在 72cm 和 20cm 附近出现变粗的峰值, 特别是 20cm 附近的平均粒径达到细沙粒级。分选总的来说较差, 位于差到极差。在剖面中由下向上分选向更差的方向发展, 自 104cm 向上分选变化加剧, 在 72cm 和 20cm 附近分选极差。偏度指数基本正偏, 只是在 36~56cm ($4150\sim 2670\text{aBP}$) 之间出现负偏, 40cm 出

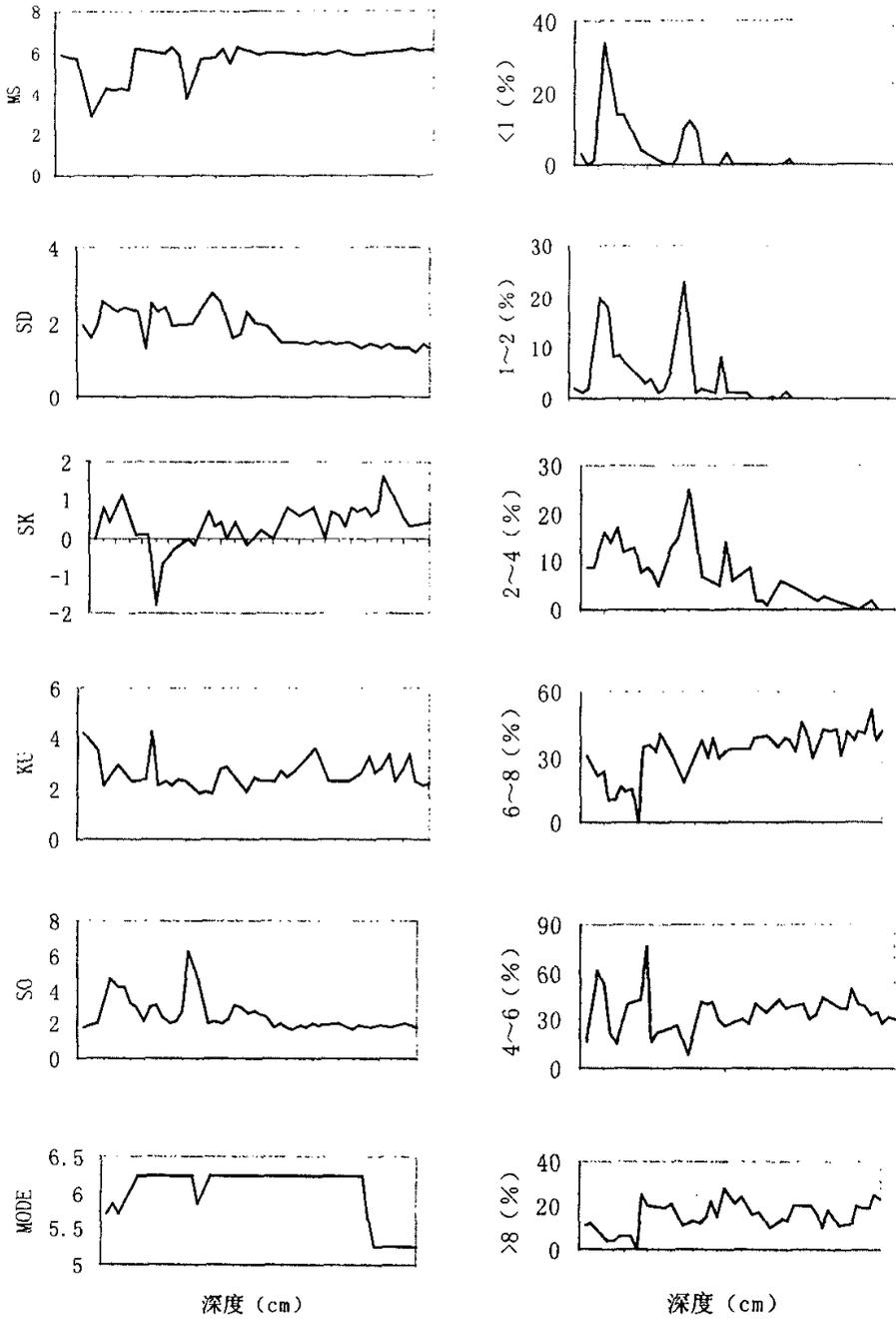


图 1 东佛谷池剖面沉积物粒度参数变化图

Fig.1 Variations of grain-size parameters of sediments of the Eastern Foyechi Lake section

现负偏极值。峰态指数基本落在很窄范围, 64~80cm (4750~5930aBP) 出现极窄, 自80cm向上, 峰态值波动加剧。

总的看, 剖面210~112cm, 即8250~6590aBP, 各粒度参数变化不大, 湖泊水动力条件和物源处于平稳期, 推测气候温暖湿润, 变化不大; 112~96cm, 即6590~6320aBP, 粒度参数变幅明显增大, 水动力条件和物源变化开始加剧; 推测温度和降水变幅开始加大, 开始影响地表条件。96cm以上, 即6320aBP以后, 粒度参数变化剧烈, 表现为两个明显的周期性变化。96cm以上, 在80~64cm, 即5930~4750aBP, 出现明显的环境恶化, 在72cm, 即5340aBP, 达到极值; 64~36cm, 即4750~2670aBP, 环境逐渐变好, 在44~36cm, 即3260~2670aBP, 出现环境变好的高峰期, 高峰值出现在40cm, 即3000aBP; 36~16cm, 即2670~1180aBP, 出现第二次明显环境恶化, 在20cm, 即1480aBP, 达到极值; 16cm, 即1180aBP以来环境逐渐变好, 在8cm处(600aBP)存在微弱环境恶化信号。

3.3 孢粉学研究^[5-7,11,12]

东佛爷池附近现代植被稀疏, 为亚高山灌丛草甸。灌木主要有头花杜鹃(*Rhododendrom*)、高山绣线菊(*Spirae alpina*)、杯腺柳(*Salix cupularis*)等, 草本主要有禾叶菘草(*Kobresia graminifolia*)、太白韭(*Allium prati*)、秦岭龙胆(*Gentiana apaita*)、太白茶(*Kobresia graminifolia*)等, 灌丛植被低矮, 分枝多丛状, 茎, 叶角质层厚。东佛爷池冰坎下部为落叶松(*Larix*)林带。研究区位于高山灌丛与落叶松林带的交接处。

共采了两份表土样, 表土样1采自剖面附近的表层土, 表土样2采自剖面北侧湖边的沼泽。孢粉分析采用的是对沉积物中孢粉种属的相对含量的测定。表土中植物孢粉主要分20个科、属。其中表土样1中乔木植物花粉(47.45%)和灌木及草本植物花粉(47.62%)各占约一半, 蕨类植物孢子很少(1.81%), 未识别的没有周壁的充填物占3.12%; 表土样2中乔木植物花粉(46.58%)比灌木及草本植物花粉(49.53%)稍少, 蕨类植物孢子也很少(2.96%), 未识别的没有周壁的充填物占1.11%。本地现在生长的植物花粉占50%稍强, 包括全部的草本植物花粉, 绝大多数的灌木植物花粉和部分乔木植物花粉, 其它的一些乔木植物花粉来自下部的植被带。

剖面的孢粉组合中乔木植物花粉平均占59.51%, 灌木及草本植物花粉占36.2%, 蕨类植物孢子占1.98%, 有2.31%未识别充填物。乔木植物花粉与灌木及草本植物花粉成很好的负相关性($r = -0.93$)。根据孢粉类型及数量在剖面上的变化(图2), 可以划分出6个孢粉带, 其特点分述如下:

带1(208~174cm)松、铁杉、冷杉等喜冷的针叶树种花粉含量较少但逐渐增加, 而桦、胡桃等阔叶树种的花粉含量较丰富但逐渐减少, 草本植物花粉含量丰富且逐渐减少, 指示气候由温干向冷湿转变。植被组合为松-铁杉-桦-莎草。

带2(174~112cm)松、铁杉、冷杉等喜冷的针叶树种花粉含量丰富且较稳定, 而桦、胡桃等阔叶树种的花粉含量逐渐增加, 草本植物花粉含量继续减少到156~132cm深处后又回升; 针叶树花粉含量在112cm深处含量变少, 而阔叶树花粉含量在此深度则有增加, 指示气候在由冷湿转暖干。植被组合为松-铁杉-冷杉-桦-蒿-莎草。

带3(112~64cm)松、铁杉、云杉等喜冷的针叶树种花粉含量显著增加, 而桦、胡桃等阔叶树种的花粉含量逐渐减少, 草本植物花粉含量逐渐减少, 指示气候在由暖干转冷湿。植被组合为松-铁杉-云杉-桦-莎草。

带4(64~36cm)松、冷杉等针叶树种花粉含量增加, 而铁杉、云杉等针叶树种花粉含

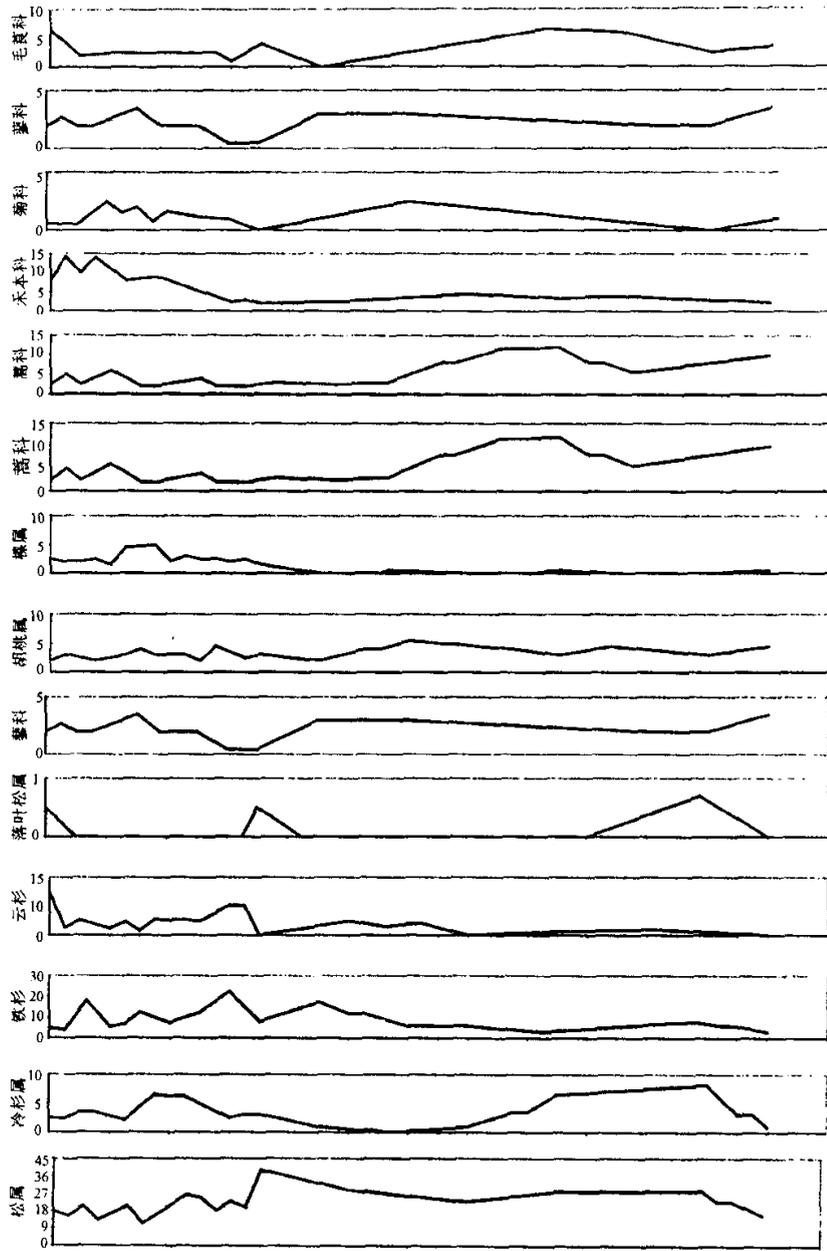


图2 东佛爷池剖面孢粉组合图示
 Fig.2 Diagrams showing the sporopollen assemblage at the Eastern Foyechi Lake section

量减少, 显示这一段时间比较湿润, 而桦、胡桃等阔叶树种的花粉含量较低但比较稳定, 出现榛树的花粉, 草本植物花粉含量较低且稳定, 指示气候在由冷湿转暖湿。植被组合为松-铁杉-桦-莎草。

带5 (36~12cm) 松、冷杉、铁杉、云杉等针叶树种花粉含量稍有增加, 桦、胡桃等阔叶树种的花粉含量维持着层4的水平, 榛树花粉含量增加, 草本植物花粉含量显著增加, 指示气候在由暖湿转温干。植被组合为松-铁杉-桦-莎草-禾本。

带6 (12~0cm) 松、冷杉、铁杉、云杉等针叶树种花粉含量维持在层5的水平, 桦树花粉含量增加, 榛树花粉含量减少, 草本植物花粉含量显著减少, 指示气候在由温干转暖湿。植被组合为松-铁杉-桦-莎草-禾本。

4 结论

根据剖面的粒度、孢粉和测年资料分析, 该区全新世环境自8200aBP以来经历了以下变化阶段。8200~6800aBP: 气候温暖湿润, 在7200aBP出现明显增温。6800~5900aBP: 气候开始波动, 大约在6300aBP有一次短暂的变冷, 在6000aBP前后出现明显暖期。5900~4800aBP: 气温下降, 大约在5200aBP达到最低, 然后气温缓慢回升。4800~2600aBP: 气候较为温暖湿润, 大约在3000aBP达到最高。2600~900aBP: 气候变冷湿, 大约1500aBP达到最低。900aBP~现代: 各环境气候指标均显示自900年以来气候总的来说在变好, 虽然其中有小波动。

参 考 文 献

- [1] 施雅风, 崔之久, 李吉均, 等. 中国东部第四纪冰川与环境问题 [M]. 科学出版社, 1989.
- [2] 田泽生. 太白山冰川遗迹再探讨 [J]. 兰州大学学报 (丛刊), 1984, 4.
- [3] 马秋华, 何元庆. 太白山第四纪冰碛物特征与冰期 [J]. 冰川冻土, 1988, 10 (1): 66~75.
- [4] 田泽生, 黄春长. 秦岭太白山冰川发育与黄土高原气候变迁 [J]. 地理研究, 1990, 9 (3): 15~22.
- [5] 童国榜, 张俊牌, 等. 秦岭太白山顶近千年来环境变化 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1996, 16 (4): 95~103.
- [6] 童国榜, 吴锡浩, 童琳, 肖华国. 太白山最近1000年的孢粉记录与古气候重建尝试 [J]. 地质力学学报, 1998, 4 (4): 58~63.
- [7] 张俊牌, 童敏, 王书兵, 童国榜. 太白山芳香寺剖面孢粉记录的古气候重建 [J]. 地质力学学报, 2001, 7 (4): 315~320.
- [8] 戴君虎, 崔海亭, 唐志尧, 黄永梅. 太白山高山带环境特征 [J]. 山地学报, 2001, 19 (4): 299~305.
- [9] 刘宝璋, 曾允孚. 岩相古地理基础和工作方法 [M]. 北京, 地质出版社, 1985. 271~284.
- [10] 胡刚, 王乃昂, 罗建育, 高顺尉, 李巧玲. 花海湖泊古风成沙的粒度特征及环境意义 [J]. 沉积学报, 2001, 19 (4): 642~647.
- [11] 王苏民, 薛滨, 夏威岚. 西门错2000多年来气候变化的湖泊纪录 [J]. 第四纪研究, 1997, (1): 62~67.
- [12] 羊向东, 王苏民, 等. 固城湖晚全新世以来的孢粉组合及环境变迁 [J]. 湖泊科学, 1994, 6 (3): 233~239.

INFORMATION OF HOLOCENE ENVIRONMENTAL CHANGE FROM LACUSTRINE DEPOSITS OF THE FOYECHI LAKE SECTION, TAIBAI MOUNTAIN

CUI Zhi-jiu, TANG Yuan-xin, LI Jian-jiang, LIU Hong-yan, LIU Geng-nian

(*College of Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871*)

Abstract: Foyechi Lake, located at an elevation of 3300 m above sea level, near the summit of Taibai Mountain (3767 m), is an alpine ice-scour lake developed in a bergschrund. A section of 210 cm thick lacustrine deposits in the lake was measured. Analyses of the grain size, sporo-pollen and samples for dating show the climate has undergone marked cold-warm and dry-wet changes since 8200 a BP in the Holocene. The 8200-6800 a BP interval was a warm and humid phase, with temperature increasing significantly at 7200 a BP. The climate fluctuated at 6800-5900 a BP, with a short cooling phase at 6300 a BP, and a significant warming phase at about 6000 a BP. Temperature and precipitation decreased at 5900 a BP, which ended at 5200 a BP with the lowest values. Then the temperatures rose slowly and became warm and humid at 4800-2600 a BP. It is believed that the climate was warmest around 3000 a BP. The climate became cold and wet again at 2600-900 a BP, with the temperatures and precipitation reaching their the lowest values at 1500 a BP. The climate becomes better since 900 a BP.

Key words: Taibai Mountain; lacustrine deposits; Holocene; climate change