

文章编号:1000-4734(2002)01-0009-06

金川泥炭沉积中火山喷发物的发现及其意义

毛绪美 洪业汤 朱咏焯 王 华

(中国科学院 地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002)

摘要:对金川西大甸子干玛珥泥炭沉积中部一段泥砂状物质进行鉴定,首次发现火山玻璃,确定为近新火山一次爆炸式喷发的原地沉积物。在排除来自长白山天池火山和龙岗金龙顶子火山约1600 a前喷发的可能性后,据该火山喷发物主要化学成分特点,推测其为龙岗火山群早于金龙顶子火山约1600 aBP喷发的另一次喷发产物。据该火山喷发物所在泥炭层的年龄,推测这次喷发的可能年代为15BC~26AD

关键词:西大甸子;干玛珥;金川泥炭;火山玻璃;龙岗火山群

中图分类号:P578.92 **文献标识码:**A

作者简介:毛绪美,男,1977年生,硕士,环境地球化学专业。

火山活动虽是一种短暂而剧烈的地质现象,但对于人类的生存环境却可以产生深远影响。火山活动时喷发出大量的气体、固体碎屑物和岩浆,摧毁村庄和农田,甚至掩埋整个城市;火山喷发形成的气溶胶弥散在大气中,给一定地域甚至全球气候带来巨大影响^[1]。一次火山喷发在地质历史上可以看成是一个瞬时效应,其喷发物散落于地表一定区域,形成一个等时面。若其喷发物保存于其它沉积物中,则形成一个时间标定点,这就是火山灰定年的基本原理。火山灰中的火山玻璃是火山灰研究中的重要研究对象。火山玻璃和火山灰一样,其化学成分不随离喷发源距离的远近发生变化,所以火山玻璃也同样具有标定地层等时面的意义^[2]。因此,常根据火山玻璃的化学组成来分析火山灰的来源,或区分同一火山灰层中来自不同喷发活动的产物。目前,有人对冰芯^[3]、雪层^[4]、深海沉积物^[5]和黄土层^[6]中的火山玻璃进行过研究,用某一层火山玻璃的喷发时间对含该层火山玻璃沉积层的沉积时间进行标定,取得了较为满意的结果。

在对金川泥炭的采样过程中发现,泥炭层中部夹有一段泥砂状物质,在切割样品时尤其明显,怀疑为火山喷发物。洪业汤等^[7,8]研究了金川泥炭中氧、碳同位素组成与古气候变化的关系,孙湘君等^[9]在同一采样地打过4个钻孔,但目前没有对泥炭层中的泥砂状物质作过研究。本文在前人

研究的基础上,对这段泥砂状物质进行了初步鉴定,以确定其是否为火山喷发物。

1 研究区背景

西大甸子干玛珥(当地称旱龙湾)位于辉南县金川镇西,地理位置42°20'N,126°22'E,是当地最大的旱玛珥,基底海拔700 m,近圆形,面积0.85 km²。玛珥四周的火山碎屑岩环相对高度为10 m左右,主要由玄武质火山渣及玄武质熔岩组成。其中泥炭厚度一般4~5 m,局部最厚处约10 m。本次研究的采样点位于西大甸子干玛珥近中心部位(图1)。

玛珥湖一般被认为是在蒸汽-岩浆喷发作用下形成,与其他湖泊相比有一些突出特点^[10]:①玛珥湖为小型封闭湖泊,汇水面积接近湖水面积,水位平衡主要由降水和蒸发因子控制,与外界不存在径流;②湖底较平坦,水位较深,并与湖体成一定比例,因而最有利于纹层形成和保存,特别是生物成因的纹层。纹层的存在使古气候环境的时间分辨率可能准确到年;③湖盆深度较大,沉积速率快,可达1 mm/a甚至更高,可以获得较长而且连续的高分辨率古环境记录;④玛珥湖形成与火山作用密切相关,容易确定它的形成时代。泥炭层发育在玛珥湖形成以后,且为沼泽泥炭,说明泥炭发育时期玛珥湖内水动力作用极为微弱。由于玛珥湖自身上述特点,可以排除泥炭沉积层中泥砂状物质是外来流水带人和玛珥岩环带人的可能性。

金川西大甸子泥炭为全新世的草本泥炭,发育连续,沉积速率大,达1 mm/a左右。孙湘君

收稿日期:2001-09-25

基金项目:国家自然科学基金资助项目(批准号:4973310)

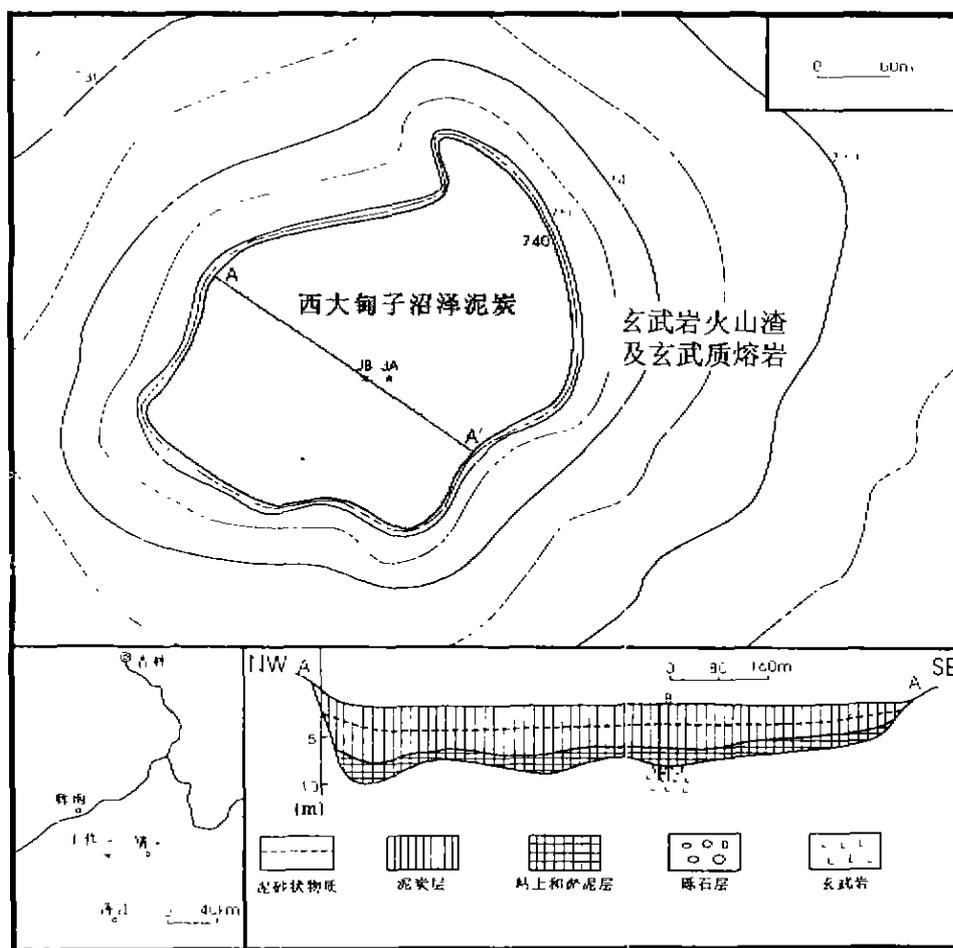


图1 采样点位置、地形示意图及泥炭剖面示意图(据本文及孙湘君等^[9])

Fig. 1. Sketch showing sample localities and peat profile.

等^[9]和洪业汤等^[7]都发现,金川泥炭的层位深度与其¹⁴C年龄之间有良好的线性关系,表现为一接近通过原点的直线,这为泥炭层中泥砂状物质来源时间的确定提供了依据。金川泥炭位于龙岗火山群,东邻长白山天池火山,这两处火山区在全新世都有过猛烈的喷发^[11],火山喷发物空落入玛珥湖保存于泥炭层中的可能性较大。如果金川泥炭层中的泥砂状物质为原地沉积火山喷发物,可根据其在泥炭中的层位深度,确定形成这些物质的火山喷发时间。

2 样品采集与处理方法

用切割式手钻在西大甸子近中心部位打了两个钻孔,两个钻孔相距约 20 m(图 1)。其中 JA 孔深 8 m, JB 孔深 10 m。上部为近 6 m 的芦苇苔草泥炭芯,泥炭芯中夹有一段泥砂状物质;下部依次为黄褐色至灰黑色粘上、淤泥夹砂层和砾石层(如图 1 中剖面图所示)。在仔细剔除了表层现代植

物草根等后,以 1 cm 间隔分割泥炭芯,获得约 10 a 分辨率的近 6000 a 连续序列样本。两个孔泥炭层厚度相同,所夹的泥砂状物质的层位深度也相同。

对 JB 孔泥炭芯中部那段含泥砂状物质的连续四个样进行处理,这四个样距地表深度分别为 252, 253, 254, 255 cm, 编号为 JB252、JB253、JB254、JB255。将样品放入塑料烧杯中,加入 0.1 mol/L NaOH 约 100 ml,将烧杯放入 70℃ 的恒温水槽中使泥炭充分分散,以溶解出泥炭样品中的腐殖酸;将大部分的植物残体挑出,然后用 120 目的筛网过滤;将筛上和筛下两组固体部分分别离心分离,去除较轻的植物残体,用适量的稀 HCl 将固体部分清洗一遍,以中和多余的 NaOH,再用去离子水反复清洗;此时,仍有一些植物残体留在样品中,将两组样品在较低温度下(< 500℃)焙烧 2 h 左右,这时就得到大于 120 目和小于 120 目两组不含植物残体的固体物质。整个过程中用的水均为去离子水,并且避免用玻璃器皿。

3 观察结果

用电子天平称量四个样的纯的干固体,结果见表 1。可以看出,四个样中大于 120 目组(粗组

表 1 所测样各组分干重

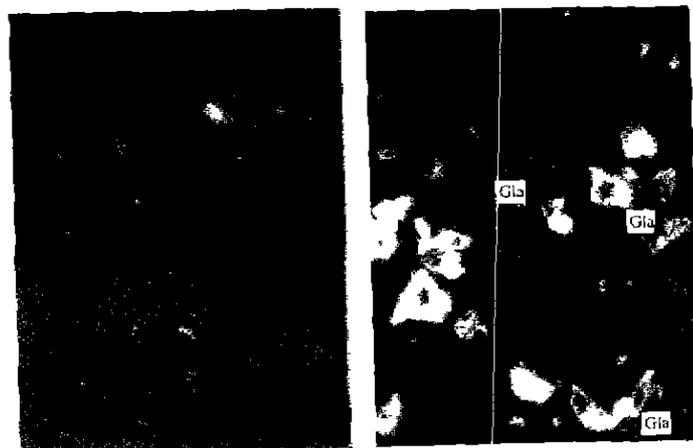
Table 1. The dry weight of each component in samples			
样品号	大于 120 目组重/g	小于 120 目组重/g	总重/g
JB252	0.0825	0.0629	0.1454
JB253	0.2792	0.3697	0.6489
JB254	0.4076	0.1365	0.5441
JB255	0.6401	0.0131	0.6532

分)从下到上量递减,最下面 JB255 样中粗组分最多,最上面 JB252 粗组分最少;小于 120 目组(细组分)在各样中的量各不相同,中间两样多,上下两样少;总量则以最上面样最少。这些规律似乎

表明,如果这些物质为火山来源物,则它们来自一次较近源的火山喷发,也可能是几次火山喷发混合或某个火山延续多年喷发的产物。为此,我们进行了镜下的进一步鉴定。

对火山来源物质的鉴定,旨在鉴定其中是否有火山玻璃,只要找到火山玻璃,也就可以确定其为火山来源物质^[12,13]。

通过双目镜对四个样中大于 120 目组进行观察,发现其粒径大小不等(0.1~0.5 mm),颗粒多为不规则棱角状,表面气泡,凹坑明显,气孔发育,结构松散,呈如渣状(图 2a),似乎未经过地面搬运。主要由玻屑和晶屑组成,玻屑约占 60%,其余为不同程度脱玻化的长石、辉石和石英的微晶或晶体-基质共存的聚集体。偏光显微镜下对四个样大于 120 目组观察,皆可找到玻璃质物质(图 2b)。



a. 气孔明显($\times 50$)

b. Gla 为玻璃质(正交偏光 $\times 250$)

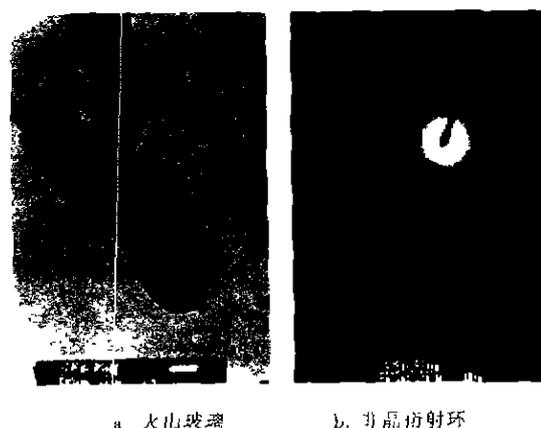
图 2 颗粒表面形态及其光学性质

Fig. 2. The surface form of grains and their optic characteristics.

电镜下对各样小于 120 目组进行观察,均发现大量火山玻璃(图 3)。对四个样中火山玻璃在电镜下的能谱分析还发现,各研究样中的火山玻璃成分相同。据其所示元素及各元素的相对含量,大致可确定为玄武质。

由双目镜下颗粒表面形态、偏光显微镜和扫描电镜下火山玻璃的确认可以肯定,这些固体物质为火山来源物质,即火山灰砂。

应用电子探针对这些火山灰砂的主要化学成分分析,发现四个样中火山玻璃的成分相同,结晶体成分也相同,说明这些火山灰砂应来自同一次火山喷发。将其与相邻地区的火山近期喷发物的成分进行对比(表 2),此次发现的火山灰砂成分不同于长白山天池约 800 a 前的喷发物,但其特



a. 火山玻璃

b. 非晶衍射环

图 3 典型火山玻璃像图及其电镜下非晶衍射环图

Fig. 3. The pictures of typical volcanic glass and amorphous diffractive ring under electron microscope.

点与龙岗金龙顶子火山喷发物有些相似, 贫 SiO_2 , 而富碱, 并且 Na_2O 比 K_2O 高, 结晶体的成分应为

拉长石, 大致可判断其为碱性玄武岩类, 来源于玄武岩浆。

表 2 金川西大甸子(旱龙湾)泥炭沉积中火山灰化学成分及与相邻地区近期火山喷发物的比较(%)

Table 2. Chemical compositions of volcanic ashes in peat of Xidadianzi, Jinchuan (Hanlongwan) in comparison with those later erupted in adjacent areas(%)

样品来源 ^{14}C 年龄	金川西大甸子 1976-2002 aBP		长白山天池火山 ^[14,15] 800-900 aBP	龙岗金龙顶子火山 ^[16] 约 1600 aBP
	火山玻璃	晶体	火山玻璃	四海火山渣
SiO_2	50.35	54.6	73.3	46.81
TiO_2	3.68	0.23	0.29	2.48
Al_2O_3	15.44	28.12	11.9	16.10
FeO	12.76	0.45	4.3	9.25
Fe_2O_3				2.08
MnO		0.09		0.20
MgO	3.97	0.13	0.07	7.34
CaO	6.71	9.59	0.5	8.08
Na_2O	3.73	6.02	5.0	3.48
K_2O	2.73	0.5	4.5	2.20
P_2O_5				0.50
CO_2O_3		0.04		
总量	99.37	99.77	99.86	99.55

4 讨论

金川西大甸子泥炭沉积的中部所含的一层泥砂状物质为火山喷发物——火山灰砂。该火山灰砂成分比较单一, 又保存于玛珥湖的环境中, 应为原地沉积物, 棱角状、颗粒表面表明非地表作用搬运而来; 若其是风力或水力从地表搬运而来, 泥炭沉积中应有多层该火山喷发物, 但发现仅有一层, 而且位于泥炭层中部。火山灰砂颗粒表面气孔发育, 火山玻璃含量较高, 且粒径大于 0.1mm 组分量较大, 可见是近源火山爆炸式喷发的产物。四个研究样粗、细组分量的规律性变化和各样中火山玻璃成分相同、结晶体成分也相同表明, 这些火山灰砂来自于同一次火山喷发。据洪业汤等未发表最新资料, 其所在的泥炭层 ^{14}C 年龄自下而上为 2002 ~ 1976 aBP (图 4), 火山灰砂的 ^{14}C 年龄应与之相当。

对金川西大甸子泥炭沉积中原地沉积的火山喷发物的确定, 具有重要意义: 一方面, 若已知火山灰的年龄, 可对含该火山灰的泥炭层 ^{14}C 年龄进行校正, 得到更为准确可靠的泥炭 ^{14}C 年龄校正曲线; 另一方面, 可以根据泥炭层的 ^{14}C 年龄, 推测该层中含有的火山灰年龄, 进而推知火山喷发的年代, 这为火山喷发年代的确定又提供了一种新的方法。

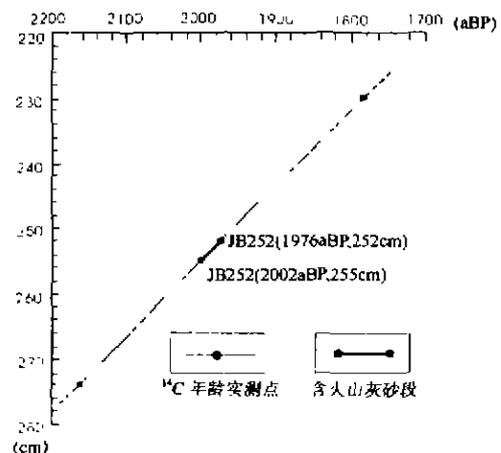


图 4 金川泥炭部分深度-年龄示意图

Fig. 4. The depth-age relation of Jinchuan peat.

据刘若新等^[15,17]研究, 长白山天池火山全新世以来有过两次大喷发, 时间分别为约 5000 a 前和约 800 a 前, 两次喷发产生的空降浮岩和火山碎屑都集中在天池火山周围及其以东地区, 而西大甸子距天池火山以西约 170 km (图 5), 由于火山喷发时受西风作用, 喷发物并没到达西大甸子, 长白山天池火山喷发物空降落入西大甸子保存于泥炭沉积中的可能性不大, 此次也并未在相应时间层位发现火山喷发物。另外, 此次发现的火山

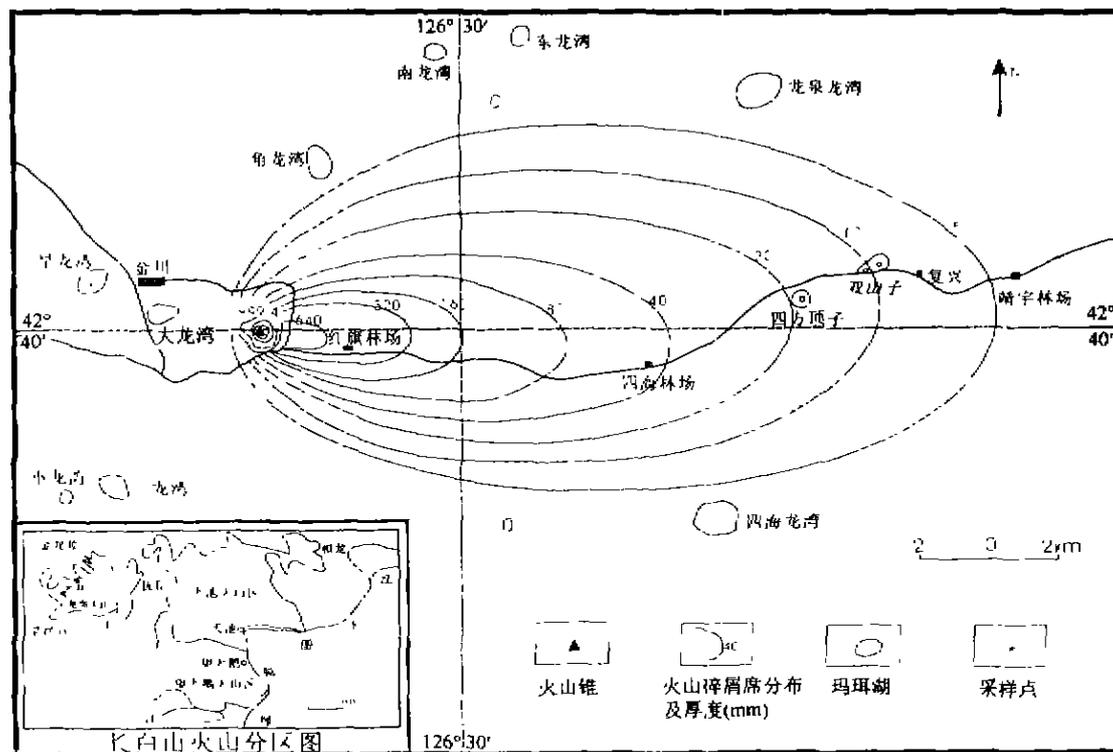


图 5 龙岗火山群金龙顶子火山约 1600 年前空降堆积物的等厚线及附近龙湾分布图(据樊祺诚等^[16])

Fig.5 The distribution of airborne deposits of the Jinlongdingzi volcano of the Longgang volcanic group about 1600 years ago and neighbouring Longwan.

喷发物化学成分与长白山天池喷发物化学成分有较大差别,尤其是天池火山喷发物中 SiO_2 含量高,来源于酸性岩浆,可见它们来源于不同的喷发源;该火山喷发物的喷发年代为 2002 ~ 1976 aBP,与天池火山两次喷发时间约 5000 aBP 和约 800 aBP 有较大差距。因此,该火山喷发物不可能来源于长白山天池火山。龙岗火山群自形成以来有过多次喷发,目前已知有过约 1600 a 前金龙顶子火山喷发^[16],由于喷发规模不大以及单向强劲西风作用,其火山碎屑席并未分布到西大甸子(图 5),而西大甸子相应时间的泥炭沉积层中也未见火山喷发物。因此,也不可能来源于金龙顶子火山约 1600 aBP 那次喷发。此次在西大甸子泥炭

沉积中发现的火山喷发物与龙岗金龙顶子火山喷发物化学成分上有些相似,显示它们应来源于相同的玄武岩浆源,并且具有贫 SiO_2 , 富碱,且 Na_2O 比 K_2O 高的特点,更符合龙岗山火山岩的特点^[11],极有可能是龙岗火山群早于金龙顶子火山约 1600 aBP 喷发的另一次喷发产物。据该火山喷发物 ^{14}C 年龄 2002 ~ 1976 aBP,推知龙岗火山群这次喷发的可能年代为 15BC ~ 26AD(校正年龄)。

致谢:中国科学院地球化学研究所王三学、刘世荣在镜下鉴定工作中给予了帮助,王明再在电子探针工作中给予了帮助,国家地震局地质研究所刘若新教授多次给予建议,在此特表谢意。

参 考 文 献

- [1] Horn S, Schmincke H-L. Volatile emission during the eruption of Bantoushan Volcano(China/North Korea) ca. 969 AD[J]. *Bull. Volcano.*, 2000, 61: 537 ~ 555.
- [2] Rose W I, Chesner C A. Dispersal of ash in the great Toba eruption 75 ka[J]. *Geology*, 1987, 15: 913 ~ 917
- [3] 戴枫年,宋锦熙,王远平,等. 南极乔治王岛柯林斯冰帽小冰穹冰芯中火山喷出物的首次鉴定[J]. *南极研究(中文版)*, 1993, 5(3): 75 ~ 77.
- [4] Jihong Cole-Dau, Ellen Mosley-Thompson, 秦大河,等. 皮纳图博火山喷发物在两极点雪层的记录及其意义[J]. *科学通报*, 1999, 44(2): 200 ~ 204

- [5] 王慧中,赵泉鸿,前立中,等. 晚第四纪西北太平洋风沙记录与冰期旋回的比较[J]. 中国科学(D辑),1998,28(1):7~12.
- [6] 周厚云,郭国章,郑拱汉. 山东半岛黄土堆积中的火山玻璃[J]. 海洋地质与第四纪地质,2000,20(4):99~102.
- [7] Hong Y.T., Jiang H.B. and Liu T.S., et al. Response of climate to solar forcing recorded in a 6000-year $\delta^{18}\text{O}$ time-series of Chinese peat cellulose[J]. *The Holocene*, 2000, 10(1):1~7.
- [8] Hong Y.T., Wang, Z.G. and Jiang H.B., et al. A 6000-year record of changes in drought and precipitation in northeastern China based on a $\delta^{13}\text{C}$ time series from peat cellulose[J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2001, 185:111~119.
- [9] 孙湘君,袁绍敏. 据花粉资料推断吉林省辽川地区最近1万年的植被演化[A]. 刘东生,黄土·第四纪地质·全球变化(第二集), [M] 北京:科学出版社,1990:46~57.
- [10] 刘嘉麒, Neundank J.F.W., 王文远,等. 中国玛珥湖的时空分布与地质特征[J]. 第四纪研究,2000,20(1):78~86.
- [11] 刘若新. 中国的活火山[M]. 北京:地质出版社,2000:11~75.
- [12] Faeco R.J., Palas J.M. and Gertson M.S., et al. Characteristics and possible source of a 1479AD volcanic ash layer in a Greenland ice core[J]. *Quaternary Research*, 1993, 29: 267~273.
- [13] Faeco R.J., Thomason J. and Gertson M.S., et al. Atmospheric aerosol loading and transport due to the 1783-84 Laki eruption in Iceland, interpreted from ash particles and acidity in the GISP2 ice core[J]. *Quaternary Research*, 1994, 42: 231~240.
- [14] 刘若新,仇上华,蔡连彩,等. 长白山天池火山最近一次大喷发年代研究及其意义[J]. 中国科学(D辑),1997,27(5):437~441.
- [15] 刘若新,魏海泉,冯吉,等. 长白山天池火山研究进展[J]. 地震地磁观察与研究,1996,17(3):1~8.
- [16] 樊祺诚,刘若新,魏海泉,等. 龙岗金瓦顶子近代活动火山的岩石学与地球化学[J]. 岩石学报,1999,15(4):584~589.
- [17] 刘若新. 长白山天池火山近代喷发[M]. 北京:科学出版社,1998.

DISCOVERY OF VOLCANIC EXPLOSION-DERIVED MATERIALS IN JINCHUAN PEAT AND ITS SIGNIFICANCE

Mao Xutong Hong Yetang Zhu Yongxuan Wang Hua

(State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002)

Abstract: It is the first time that volcanic glass has been found in Jinchuan peat of Xidadianzi dry maar, suggesting that the volcanic materials deposited in-situ following the eruption of a near-source volcano. The volcanic materials are impossible to come from the Tianchi volcano at Changbaishan, which erupted 5000 a. B. P. and 800 a. B. P. known, nor from the Junlongdingzi volcano which erupted at about 1600 years ago. Because of their main chemical compositions and depletion in SiO_2 , enrichment in alkalis, the volcanic materials are similar to those of the Longgang volcano group and probably come from the Longgang volcano group. According to the age of the peat in which volcanic sediments are contained, it is considered that the age of this possible earlier eruption of the Longgang volcano group is 15BC~26AD.

Key words: Xidadianzi; dry maar; Jinchuan peat; volcanic glass; Longgang volcano group