

文章编号: 1000-0550(2008) 03-0479-08

西藏拉萨河现代河漫滩及一级阶地 沉积物植硅体组合特征

陈陵康¹ 郭建秋² 顾延生³

(1. 中国地质大学地球科学学院 武汉 430074 2. 中国地质大学计算机学院 武汉 430074 3. 中国地质大学环境学院 武汉 430074)

摘要 通过测制西藏拉萨桑达乡第四系剖面, 系统采集并分析了植硅体样品, 根据植硅体的形态分类及组合、温暖指数等特征, 划分为 5 个植硅体组合带: 组合带 iv 为齿型—平滑棒型、石屑型、网脊块状, 反映气温温凉; 组合带 ④ 为长方形—平滑棒型、多面体型, 显示气候转暖; 组合带 ⑤ 为长方形、齿型—平滑棒型组合带, 显示气候干旱的特点; 组合带 ⑥ 为长方形—亚铃型、齿型—平滑棒型、多面体型组合带, 反映此时气候温暖潮湿; 组合带 ⑦ 为齿型、帽型—平滑棒型、多面体型、石屑组合带, 显示气候寒冷的特点。最后在总结分析该区植硅体特征的基础上, 对拉萨桑达地区第四纪古植被、古环境进行了探讨。

关键词 西藏拉萨 植硅体 组合带 古环境

第一作者简介 陈陵康 男 1973 年出生 工程师 硕士 第四纪与环境 E-mail: xzck@126.com

中图分类号 Q914.2 P534.63 **文献标识码** A

植硅体, 英文名为 Phytolith, 其含义包括 Opal Phytolith 和 Silica Bodies, 为一门新兴边缘学科^[1], 自上个世纪 80 年代以后, 植硅体分析在古环境研究、考古学、地质学以及植物学、农学和医学等领域得到广泛的应用^[2,3], 特别是在我国第四纪及环境考古研究中取得了一系列成果^[4]。通过对植硅体的定量的分析, 在恢复古气候方面具有重大意义^[5]。拉萨地区系统的开展第四纪地质研究工作是 20 世纪 80 年代末期至 90 年代中期, 由西藏地矿局区域地质调查大队进行的 1: 20 万拉萨幅和曲水幅区域地质调查, 对拉萨地区的第四纪地形地貌、沉积物特征及成因类型给予了全面的调查与论述^[6,7], 但是对该地区古气候、古环境涉及较少; 之后有较多的学者利用孢粉研究古气候、古环境^[8,11], 但是利用植硅体形态组合研究在该区恢复古气候、古环境尚属空白。本文针对西藏拉萨市桑达乡第四系剖面, 采集样品定量分析了植硅体的特征, 通过植硅体的形态组合及温暖指数进行分类, 划分植硅体的组合带, 初步重建拉萨桑达地区第四纪古植被、古环境。

1 区域地质环境概况

1.1 地质概况

测区位于冈底斯念青唐古拉板片、冈底斯陆缘火山—岩浆弧的中东段, 南侧紧临雅鲁藏布江结合带。

研究区地处拉萨宽缓河谷地带, 主要分布第四系冲积堆积物, 此外还出露白垩系灰岩及古近纪侵入岩, 地质构造相对简单(图 1)。

1.2 气候及植被

西藏拉萨市桑达乡位于拉萨市南东方向, 拉萨河南岸。海拔约为 3 620 m 左右, 年平均气温 7.5℃左右, 全年降水量 300~450 mm, 每年的 2~4 月, 气候干燥少雨, 为风季; 5~10 月为雨季, 多为夜雨; 11 月至次年 1 月为冬季, 气候干燥、寒冷, 属于藏南较温暖和干燥的温带季风半干旱气候区。现今发育于河谷一带的高山草原和落叶灌丛植被, 在两边高山上则分布有沼泽草甸和高山草甸植被。

2 剖面描述

2.1 剖面概况

西藏拉萨市桑达乡位于拉萨市南东方向, 拉萨河东岸。剖面起点坐标为: E91°01'09", N29°33'10", H 3 618 m。剖面编号 P21, 有乡级公路与拉萨市相通, 交通极为便利。

2.2 剖面描述

桑达乡第四系按照成因类型划分为洪冲积, 地貌类型有河流 iv 级阶地及河漫滩, 阶地高出河漫滩 0.56 m, 眉峰清楚, 阶坡约 80°, 仅出露黄褐色粗砂层厚 0.56 m。露头上见砾石层出露, 在 iv 级阶地前缘

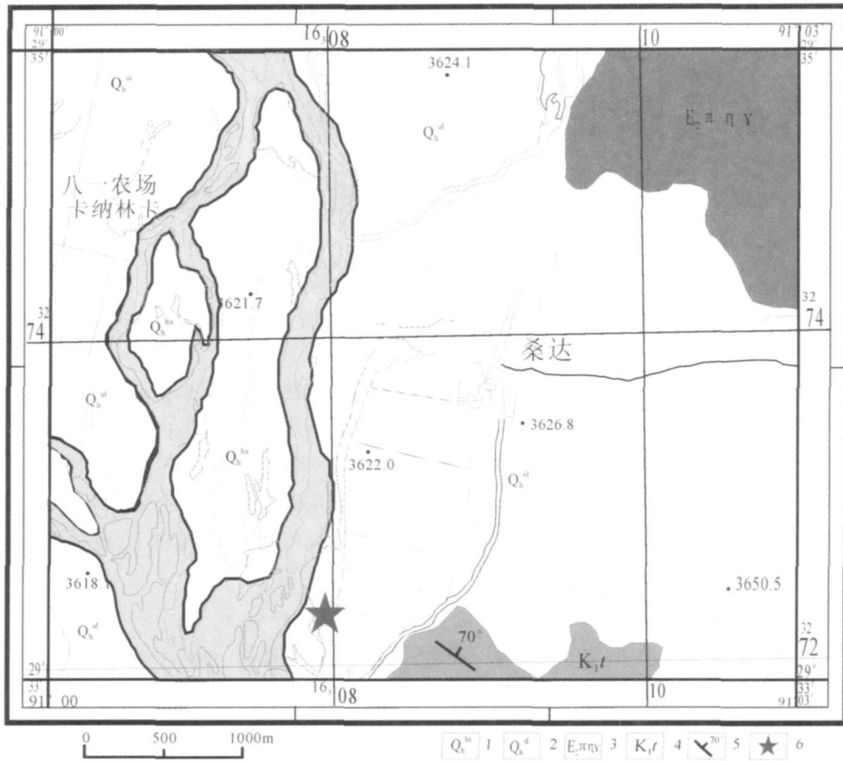


图 1 西藏拉萨桑达地区地质图(据赵守仁等, 2006 有改动)

1 河心滩冲积砂、砾石 2 洪冲积砂砾石、亚沙土层 3 中粗粒斑状黑云二长花岗岩 4 塔克那组灰岩 5. 地层产状 6 剖面位置

Fig 1 The Geogym ap of Sangda Region in Lhasa Tibet

1 The alluvial-sand and gravel in the river center sands 2 The sand-gravel and sub-sandsoil in the diluvim-alluvial 3. To w feldspar granite of speckle biotite w ith center-b ig granularit y. 4. The micro lite limestone in the group of Takena 5 Output configuration of stratum; 6. The location of section(after Zhao Shouren et al ., 2006)

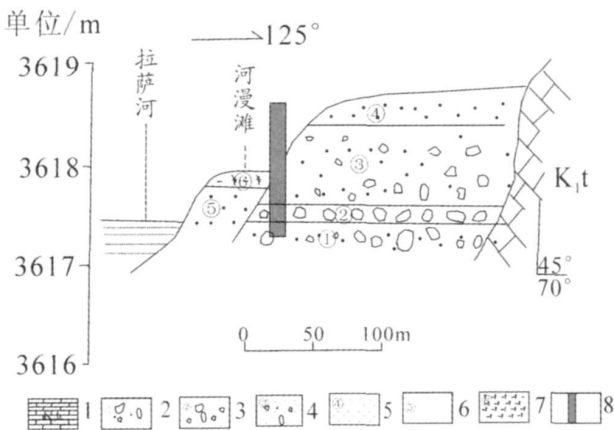


图 2 西藏拉萨市桑达乡第四系剖面图

Fig 2 The section of Quaternary in Sangda Village of Lhasa Tibet

1 塔克那组灰岩 2 粗砂砾石层 3 粗砾石层 4 含中砾石细砂层 5 粉砂层 6. 细砂层 7 腐殖土(表土) 8 采样位置
1 Limestone in the group of Takena 2 Big-sand gravel stratum; 3. Big gravel stratum; 4 Silver sand stratum with center gravel 5 Mealy sand stratum; 6 Silver sand stratum; 7 Humous(surface soil); 8. sam pling location

与河漫滩相交处,挖一竖井,深约 0.64 m。见水后不再向下挖,该竖井井口长 1.5m,宽约 1m,自下而上,岩性如下(图 2):

① 褐黄色中层状粗砂质细卵石—粗砾石层 厚 0.4m(未见底)

砾石成分一般为硅质岩、花岗岩、石英岩和细砂岩,少量火山岩(凝灰岩),砾径一般为 2 cm × 4 cm,大者 5 cm × 12 cm,小者 0.21 cm × 1 cm,砾石多呈椭圆状,个别为次圆状,分选较好,向上具正向递变。充填物主要为粗砂—细砾石,约占总量 20%左右,具颗粒支撑结构、孔隙式胶结,呈弱固结状态,基本无风化。砂质多为褐黄色粗砂,粒径多在 1~2 mm 之间。

④ 褐黄色中层状粗砾石层 厚 0.2m

砾石成分主要为流纹岩、石英岩、硅质岩、花岗岩等,砾径一般为 1 cm × 3 cm ~ 2 cm × 4 cm,砾石约占 85%,砾石呈圆状—高滚圆状,分选较好,具正向递变和叠瓦状构造,产状 22° / 20°。充填物为褐黄色中砂,占 15% ~ 20%,粒径 < 1 mm。具颗粒支撑结构、

孔隙式胶结。

(四)黄褐色中层状含中砾石细砂层 厚 0.4 m。

砾石含量约 5% ~ 10%, 砾径 1 cm × 2 cm, 个别为 2 cm × 3 cm, 呈圆状—高滚圆状, 分选较好, 较均匀的分布于砂层中。砂层较新鲜, 细砂质粒径 < 3 mm。

¼ 褐黄色粉砂层 厚 0.2 m。

该层不含砾石, 粒径一般 < 1 mm, 表层受到淋滤作用后, 有厚约为 0.5 cm 的泥质粉砂层, 其上少有植被生长。

½ 黄褐色细沙层 厚 0.6 m

该层中砾石含量小于 5%, 砾石成分复杂, 有硅质岩、花岗岩、石英岩和细砂岩及火山岩等, 砾径约为 3 cm × 5 cm 居多, 较大可以达到 7 cm × 10 cm, 砾石多呈椭圆形, 个别为次圆状, 分选较好, 向上具正向递变。砂粒径 < 3 mm, 砂纹层理不发育。

¾ 褐黄色腐殖土(表土) 厚 0.1 m

主要由亚砂土、亚粘土等组成, 其中含有较多的有机质成分, 其上有少量草本覆盖。

2.3 沉积环境分析

从上述剖面沉积物组合分析: 桑达地区 iv 级阶地沉积物底部主要以砾石层为特征, 砾石多呈椭圆状, 个别为次圆状, 分选较好, 向上具正向递变。上部以粗砂、细砂、粉砂为主, 砂纹层理不发育, 反映水动力相对较弱的特点。总体反映, 研究区 iv 级阶地沉积物属于低能曲流河沉积。在全新世晚期在拉萨河及其支流中, 沿现代河谷, 形成河漫滩堆积; 在一些陡峭的山坡、山麓地带形成洪坡积物和泥石流堆积, 并在峡谷段发育了不同规模的滑坡、滑塌、崩塌等重力堆积。剖面 ½ ~ ¾ 层从地貌形态分析可以与 iv 级阶地完全区分, 其底部沉积物为含砾细砂层, 上部为亚砂土、亚粘土等, 属于现代河漫滩相堆积。

3 样品分析及处理

3.1 样品处理

本剖面共采集植硅体分析样品 86 块, 送与湖北省地球表层开放室进行处理, 具体步骤如下: ①取风干样品 10 g 于 500 ml 大烧杯中; ②加入 10% 稀盐酸, 加热, 脱钙去铁质; ③加入 30% 双氧水, 加热, 去除有机质; ④用沉降法去除样品中的黏土颗粒; ⑤用 2.30 重液浮选, 置于 50 ml 小烧杯中, 加入蒸馏水及冰乙酸, 去除重液; ⑥制片于 Olympus 生物显微镜下观察, 一般统计达 200 粒以上。

3.2 分析结果

P21ZGS 剖面(河漫滩) 8 块样品、P21IZGS 剖面(iv 级阶地) 9 块样品中植硅体含量较高, 植硅体形态较丰富, 从植硅体出现的主要形态看主要来源于禾本科植物, 少数为菊科, 另外还见蕨类、裸子植物和阔叶类植硅体, 其中草本类植硅体主要形态有方型、长方形、扇型、十字型、哑铃型、多铃型、短鞍型、齿型、平滑棒型、短尖型、长尖型、突起棒型、刺状棒型等(图版 iv)。在整个第四系剖面中(包括 iv 级阶地及河漫滩, 下同)从底到顶, 平滑棒型为 4.18, 其次为齿型和长方形, 分别为 2.31 和 1.79, 方型及帽型分别为 0.79 和 0.81(图 3)。蕨类植物植硅体形态可见三棱柱型、穴状棒型(图版 iv), 总体在剖面中含量较少; 裸子植物植硅体形态主要有四面体、扁棒型、石屑(图版 iv); 阔叶类植硅体主要有薄板型、球形、网脊块状型、导管型等。此外可见沉积物中的硅藻、海绵骨针、炭屑、燃烧植硅体等反映人类活动信息的记录。

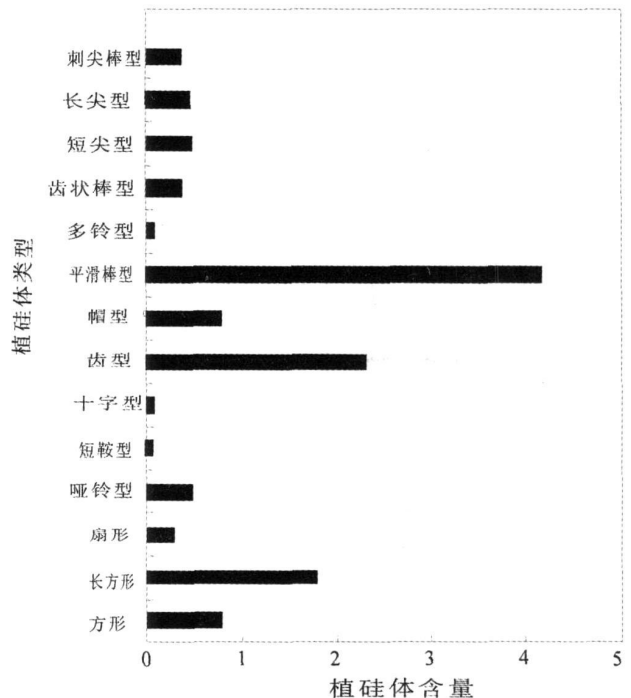


图 3 禾本科植硅体含量柱状图

Fig. 3 The Histogram of Gramineae Phytolith contents

4 植硅体组合带划分与古气候、古环境

为了定量研究该剖面包含的拉萨桑达地区全新世以来的植被和古气候变化, 本文利用植硅体信息进行了相关研究, 因为不同形态的植硅体指示不同的环

境 (表 1), 植硅体颗粒含量的多少可以计算当时沉积环境草本地表植被所反映的气候的温暖程度, 即温暖指数 $I_w = (\text{示暖型植硅体总和}) / (\text{示暖型植硅体总和} + \text{示冷型植硅体总和})$ 从而反映沉积时期的温度变化^[12] (图 4)。

组合带 iv: 为齿型—平滑棒型、屑型、网脊块状组合带, 对应样号 P21 ZGS1-4。本带主要示冷型植硅体为主, 其次为示暖型植硅体及裸子植物和阔叶类植硅体, 其中方型含量为 6% ~ 11%, 长方形 9% ~

表 1 不同植硅体形态所对应的气候环境^[1 13]

Table 1 Climate environment of different phytolith fom

植硅体形态	气候指示
哑铃形、竹节形、长鞍形、圆粒形	温暖湿润
扇形、方形、长方形	比较温暖
鞍形、短鞍形	温暖, 干旱少雨
帽形、齿形	较寒冷
棒形、刺状棒形、尖形	寒冷干旱
皱纹形、团粒形	极端干旱寒冷
不规则形	多属寒冷型

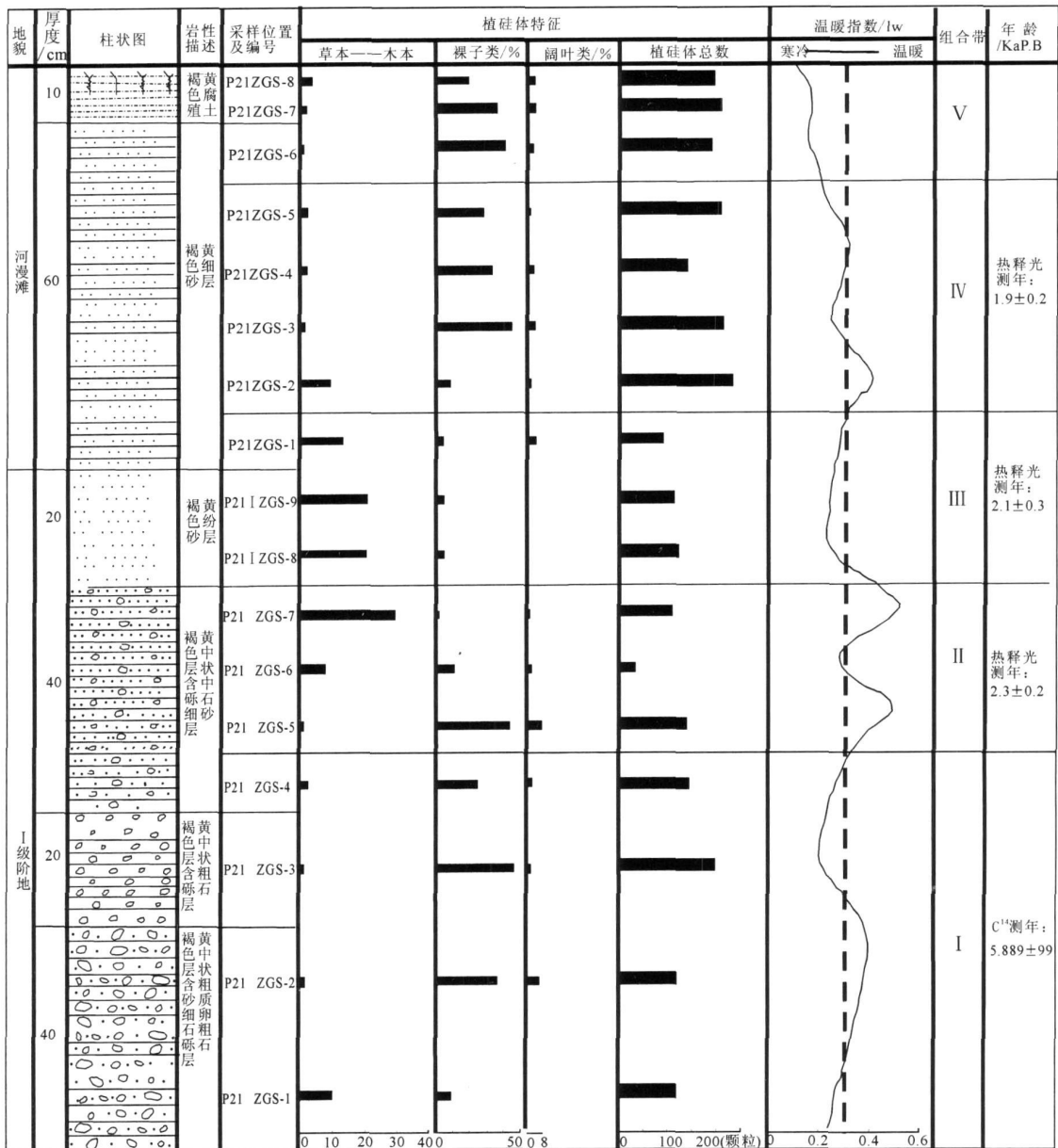


图 4 西藏拉萨桑达乡第四区剖面植硅体组合柱状图

Fig 4 Histogram of the phytolith combination in the Section of Quaternary at Sangda Village of Lhasa, Tibet

14%, 齿型 5% ~ 15%, 平滑棒型 23% ~ 43%; 裸子类 9% ~ 46%, 阔叶类 0 ~ 6%, 植硅体颗粒产量 100 ~ 200 粒 /g 温暖指数 0.21 ~ 0.36 草本类覆盖指数为 0.57 ~ 7.18 植硅体组合所反映的植被景观为森林—草原景观, 气候温凉, 木本类覆盖指数较高, 说明木本类植物覆盖面积较大, 裸子类较发育, 说明高山针叶林较发育。全新世早期 (MIS1 冰后期), 青藏高原气候温暖湿润, 在纳木错等湖区再次出现蒿 (*Artemisia*)—松 (*Pinus*)—桦 (*Betula*) 为主而且针叶林、落叶阔叶林、灌木、草本植物混生的植被景观,^[17] 由此推断, 在全新世中期, 拉萨河流域可能延续出现针叶林, 反映此时气候温凉的事实。通过 C^{14} 测年^[14], 其年龄约为 5889 ± 99 a BP, 为全新世中期 (9400 ~ 2400 cal aBP), 这是一个温暖湿润阶段, 年均温比现在高 $2 \sim 3$ °C, 降水量比现在高 150 ~ 250 mm^[15], 拉萨地区主要覆盖着针叶林。

组合带 ㊸ 为长方形—平滑棒型、多面体型组合带, 对应样号 P21ZGS5-7。本带主要以示暖型植硅体为主, 其次为示冷型植硅体及裸子植物和阔叶类植硅体, 其中方型含量为 2% ~ 10%, 长方形 9% ~ 31%, 齿型 1% ~ 9%, 平滑棒型 6% ~ 37%; 裸子类 2% ~ 44%, 阔叶类 1% ~ 6%, 植硅体颗粒产量 50 ~ 100 粒 /g 温暖指数 0.29 ~ 0.5 草本类覆盖指数为 0.53 ~ 16.86 植硅体组合所反映的植被景观为草原或森林—草原景观, 木本类覆盖指数较低, 草本类植物覆盖面积较大, 裸子类呈逐步减少现象, 说明气候变冷影响高山针叶林发育。通过热释光测年, 其年龄约为 2.3 ± 0.2 kaBP, 为全新世中后期, 气候出现冷暖波动的现象, 但是波动幅度不大, 总体趋势气候逐渐转冷。

组合带 ㊹ 为长方形、齿型—平滑棒型组合带, 对应样号 P21ZGS8-9 P21ZGS-1。本带主要示冷型植硅体为主, 其次为示暖型植硅体及裸子植物和阔叶类植硅体, 其中方型含量为 6% ~ 9%, 长方形 7% ~ 12%, 齿型 6% ~ 19%, 平滑棒型 20% ~ 51%; 裸子类 3% ~ 5%, 阔叶类 0 ~ 3%, 草本类覆盖指数为 8.83 ~ 10.638 植硅体颗粒产量 100 ~ 150 粒 /g 温暖指数 0.24 ~ 0.27 植硅体组合所反映的植被景观为草原景观, 气候较寒冷, 草本类覆盖指数较高, 说明草本类植物覆盖面积较大, 木本类不发育, 气候干旱, 这也与同时期孢粉记录的环境变化一致。^[16-18] 通过热释光测年, 其年龄约为 2.1 ± 0.3 kaBP, 气候逐渐转冷, 这与中国 2 kaBP 前后气候的变化相吻合。^[19]

组合带 M: 为长方形—亚铃型、齿型—平滑棒型、多面体型组合带, 对应样号 P21ZGS2-5。本带主要以示暖型植硅体为主, 其次为示冷型植硅体及裸子植物和阔叶类植硅体, 其中亚铃型含量为 1% ~ 19%, 长方形 5% ~ 8%, 齿型 10% ~ 24%, 平滑棒型 10% ~ 20%; 裸子类 9% ~ 44%, 阔叶类 0 ~ 4%, 植硅体颗粒产量 150 ~ 200 粒 /g 温暖指数 0.24 ~ 0.4 草本类覆盖指数为 0.56 ~ 4.84 植硅体组合所反映的植被景观为森林—草原景观, 气候温暖潮湿, 木本类覆盖指数较高, 木本类植物以裸子类覆盖面积较大, 呈逐步减少现象, 说明气候变暖影响高山针叶林发育。通过热释光测年, 该段年龄约为 1.9 ± 0.2 kaBP, 属于全新世后期, 结合剖面分析: 该带为第四系河漫滩相, 受河流侵蚀作用的影响, 从植硅体形态组合分析, 该带的哑铃型可能属于黍亚科植物, 反映该时期拉萨河流域气候较为温暖, 农业生产种植具有一定的规模。而针茅哑铃型 (图版 iv-22) 在黍亚科植物中较为常见, 该类植物主要生长在温暖地带, 沉积物中炭屑、燃烧植硅体等, 反映人类活动的信息。进而表明人类在农业种植方面的改造。通过植硅体的组合带分析, 在全新世后期至近代气候有变暖趋势^[20]。

组合带 V: 为齿型、帽型—平滑棒型、多面体型、石屑组合带, 对应样号 P21ZGS6-8。本带主要示冷型植硅体为主, 其次为示暖型植硅体及裸子植物植硅体, 其中长方形 2% ~ 8%, 齿型 12% ~ 31%, 帽型 5% ~ 13%, 平滑棒型 9% ~ 23%, 多面体型 13% ~ 17%, 石屑型 5% ~ 26%; 裸子类 9% ~ 46%, 阔叶类 2% ~ 4%, 植硅体颗粒产量 100 ~ 200 粒 /g 温暖指数 0.15 ~ 0.18 草本类覆盖指数为 0.68 ~ 1.98 植硅体组合所反映的植被景观为森林—草原景观, 气候寒冷, 木本类覆盖指数较高, 说明木本裸子类植物覆盖面积较大, 高山针叶林较发育。

在全新世中后期, 气候出现冷暖波动的现象, 但是波动幅度不大, 自 3.7 kaBP 至今, 气温有缓慢下降趋势, 表现温偏凉半湿润环境^[21]。

5 结论

(1) 西藏拉萨桑达地区第四纪植硅体类型主要以草本类植物为主, 其次为木本类裸子植物及阔叶类, 蕨类和菊科相对较少。

(2) 示暖型植硅体主要有哑铃型, 其次为方型、长方形、扇形和短鞍型。在整个第四系剖面中, 长方形植硅体含量较高, 达到 1.79 方型为 0.79 扇形和

哑铃型相对较少。示冷型植硅体形态较多,除了草本类植物外,还有裸子植物、阔叶类,蕨类及菊科较少。草本类示冷型植硅体主要有平滑棒型,在剖面中富集可以达到 4 18,齿型为 2 31,帽型为 0 81。木本科裸子植物以多面体型居多,达 2 32,显示气温寒冷的特点,而蕨类和阔叶类相对较少。

(3) 通过植硅体形态组合特征,将桑达剖面划分为 5 个植硅体组合带,从底到顶,显示拉萨桑达地区五千多年以来气候从温凉—温暖—寒冷—温暖—寒冷的变化趋势。植被类型亦从森林—草原景观向草原景观逐渐发展,印证了第四纪全新世以来气候冷暖波动变化的特点^[22]。

(4) 文章首次在拉萨地区采用植硅体组合特征进行古气候、古植被的恢复重建,具有重要的意义。但是,由于对禾本科植硅体的分类,不同学者采用的规则不同,故造成分类不统一的问题;同一种植物可以发育不同形态的植硅体,不同植物可以发育形态相同的植硅体,故仅依据植硅体来重建古气候、古环境,还需进一步深入的探讨。

参考文献 (References)

- 王永吉,吕厚远. 植物硅酸体研究及应用 [M]. 北京: 海洋出版社, 1993: 1-228 [Wang Yongji, Lv Houyuan. Phytolith Study and Its Application [M]. Beijing: Ocean Press, 1993: 1-228]
- Piperno D R. Phytolith Analysis: An Archaeological and Geological Perspective [M]. San Diego: Academic Press, 1988: 280
- Rapp G Jr, Mulholland S C. Phytolith Systematics: Advances in Archaeological and Museum Science [M]. New York and London: Plenum Press, 1992: 349
- 吕厚远,贾继伟,王伟铭,等. “植硅体”含义和禾本科植硅体的分类 [J]. 微体古生物学报, 2002, 19 (4): 389-396 [Lv Houyuan, Jia Jiwei, Wang Weiming, et al. On the meaning of phytolith and its classification in gramineae [J]. Acta Micropaleontologica Sinica, 19 (4): 389-396]
- Houyuan Lv, Naiqin Wu, Kanbu Liu, et al. Phytoliths as quantitative indicators for the reconstruction of past environmental conditions in China: paleoenvironmental reconstruction in the Loess Plateau [J]. Quaternary Science Reviews, 2006, 10 (006): 1-8
- 李定洪,等. 1: 20万拉萨幅区域地质调查报告 [R]. 西藏地质矿产局, 1990: 78-79 [Li Dinghong, et al. Report on 1: 200000 regional geological survey of Lhasa amplitude [R]. Survey of Geology and Mineral Resources in Tibet, 1990: 8-79]
- 罗丰才,等. 1: 20万曲水幅区域地质调查报告 [R]. 西藏地质矿产局, 1993: 81-84 [Luo Fengcai, et al. Report on 1: 200000 regional geological survey of Qu Shui amplitude [R]. Survey of Geology and Mineral Resources in Tibet, 1993: 81-84]
- 郑绵平,袁鹤然,赵希涛,等. 青藏高原第四纪泛湖期与古气候 [J]. 地质学报, 2006, 80 (2): 169-178 [Zhen Jingping, Yuan Heran, Zhao Xiaoyi, et al. The Quaternary pan-lake (Overflow) period and paleoclimate on the Qinghai-Tibet Plateau [J]. Acta Geologica Sinica, 2006, 80 (2): 169-178]
- 李建国. 西藏新生代秋乌组孢粉化石的发现及其初步研究 [J]. 微体古生物学报, 2004, 6 (2): 216-221 [Li Jianguo. Discovery and preliminary study on palynofossils from the Cenozoic Qiwu Formation of Xizang (Tibet) [J]. Acta Micropaleontologica Sinica, 2004, 6 (2): 216-221]
- 赵守仁,等. 1: 5万拉萨幅等区域地质调查报告 [R]. 西藏地质调查院, 2006: 82-84 [Zhao Shouren, et al. Report on 1: 50000 regional geological survey of Lhasa amplitude [R]. Tibet Geological Survey, 2006: 82-84]
- Rovner I. Macro and micro ecological reconstruction using plant opal phytolith data from archaeological sediments [J]. Geoarchaeology, 1986, (3): 155-163
- 王伟铭,刘金陵,周晓丹,等. 南京直立人洞学沉积的植硅体气候指数研究 [J]. 科学通报, 2003, 48 (11): 1205-1208 [Wang Weiming, Liu Jinling, Zhou Xiaodan, et al. Study on phytolith climatic index in Nanjing man's cave sedimentary [J]. Chinese Science Bulletin, 2003, 48 (11): 1205-1208]
- 吴乃琴,吕厚远,聂高众,等. C3, C4植物及其硅酸体研究的古生态意义 [J]. 第四纪研究, 1992, 15 (3): 241-251 [Wu Naiqin, Lv Houyuan, Nie Gaozhong, et al. Study on C3, C4 Plant and its phytolith of paleoecological significance [J]. Quaternary Science, 1992, 15 (3): 241-251]
- 李云贵,等. 拉萨幅、错那幅区域水文地质普查报告 [R]. 地质矿产部九一五水文地质工程地质大队, 1990: 12: 35-36 [Li Yungui, et al. Report on general survey Region Hydrogeology of Lhasa and Cuona amplitude [R]. Group of 915 Hydrogeology and Engineering Geology of Ministry of Geology and Mineral Resources, 1990: 12: 35-36]
- 吴珍汉,吴中海,叶培盛,等. 青藏高原晚新生代孢粉组合与古环境演化 [J]. 中国地质, 2006, 33 (5): 973-974 [Wu Zhenhan, Wu Zhonghai, Ye Peisheng, et al. Late Cenozoic environmental evolution of the Qinghai-Tibet Plateau as indicated by the evolution of sporopollen assemblages [J]. Geology in China, 2006, 33 (5): 973-974]
- 唐领余,沈才明,廖淦标,等. 末次盛冰期以来西藏东南部的气候变化——西藏东南部的花粉记录 [J]. 中国科学, 2004, 34 (5): 436-442 [Tang Lingyu, Shen Cairong, Liao Ganbiao, et al. The climate change since the last glacial maximum in southeast Tibet-pollen records from southeast Tibet [J]. Science in China, 2004, 34 (5): 436-442]
- 孙湘君,杜乃秋,陈因硕,等. 西藏色林错湖泊沉积物的花粉分析 [J]. 植物学报, 1993, 35 (12): 943-950 [Sun Xiangujun, Dou Naiqiu, Chen Yinshuo, et al. Pollen analysis on sedimentary of Selingcuo Lake, Tibet [J]. Acta Vegetation Sinica, 35 (12): 943-950]
- Thompson L G, Mosley-Thompson E, Davis M E, et al. Holocene- to Pleistocene climatic ice core records from Qinghai-Tibetan Plateau [J]. Science, 1989, 246: 474-477
- 王顺兵,葛全胜,郑景云. 中国 2kaBP 前后的气候及其影响 [J].

- 海洋地质与第四纪地质, 2006, 26(2): 123-127 [Wang Shunbing, Ge Quansheng, Zheng Jingyun. Climate and its effects around 2kaBP in China [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2006, 26(2): 123-127]
- 20 Yao Tandong, Lonnie G, Thompson JK, *et al*. Climatic warming as recorded in Tibetan cryosphere [J]. *Annals of Glaciology*, 1995, 21: 323-329
- 21 张美良, 袁道先, 林玉石, 等. 云南宣威 4.6 万年以来洞穴石笋古气候变化记录 [J]. *沉积学报*, 2002, 20(1): 124-128 [Zhang Meiliang, Yuan Daoxian, Lin Yushi, *et al*. The record of climatic change from stalagmite in Xianshibing cave of Xuanwei city Since 46ka [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2002, 20(1): 124-128]
- 23 金玮, 王成善, 崔杰. 全球气候变化综述 [J]. *沉积与特提斯地质*, 2006, 3(26): 108-109 [Jin Wei, Wang Chengshan, Cui Jie. Summary of global climatic change [J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 2006, 3(26): 108-109]

Characteristics of Phytolith Assemblages from Sediments of Modern River Floodplain and First Terraces in Lhasa River, Tibet

CHEN Ling-kang¹ GUO Jian-qiu² GU Yan-sheng³

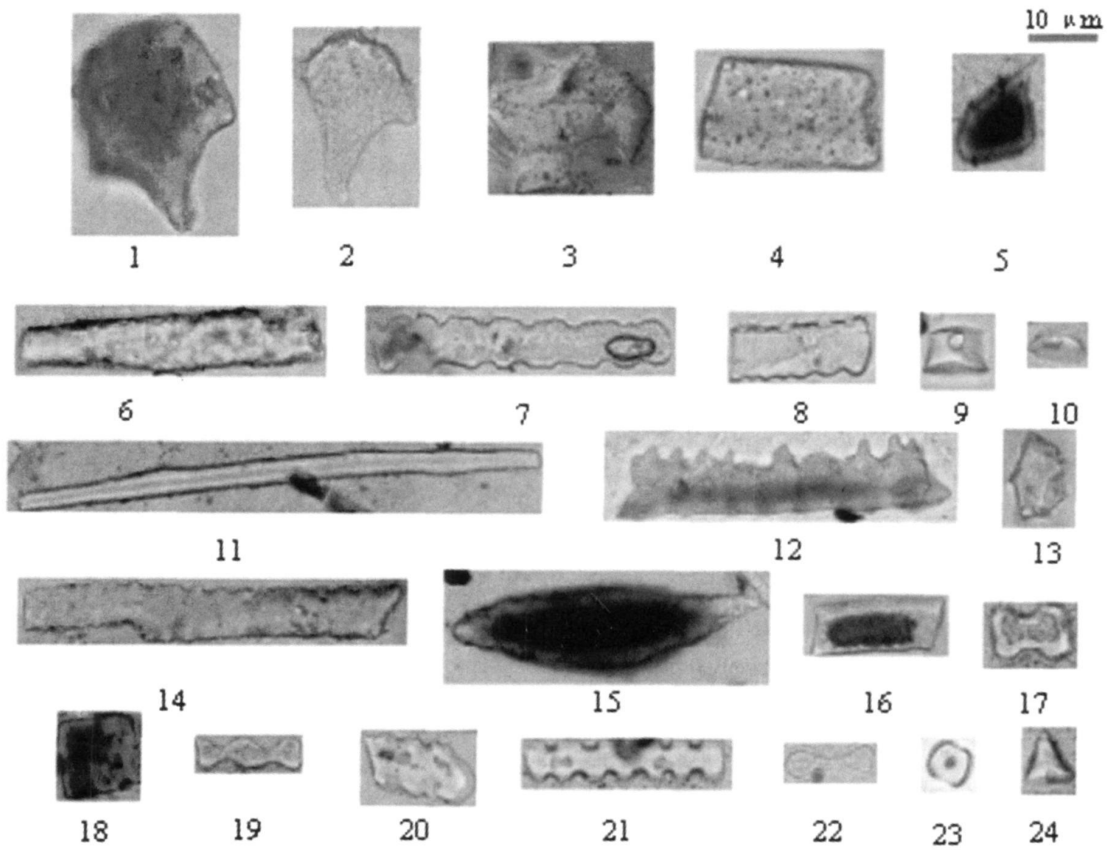
(1. Faculty of Earth Science, China University of Geosciences, Wuhan 430074;

2. School of Computer, China University of Geosciences, Wuhan 430074;

3. College of Environment, China University of Geosciences, Wuhan 430074)

Abstract Through systematic analysis of phytolith characteristics on the Quaternary section at Sangda Village in Lhasa, Tibet, such as morphological classification, combination character, warmth index, five assemblage zones can be distinguished as follows: the first combination of tooth model+smooth bar model, chip model, muri block, reflecting a warm-cool climate; the second, rectangular model+smooth bar model and polyhedron model, reflecting the warmer climate; the third, rectangular model, tooth model+smooth and bar model, reflecting a drought climate; the fourth, rectangular model+dumbbell model, tooth model+smooth bar model and polyhedron model, indicating warm and damp climate; and the fifth, tooth model, cap model+smooth bar model, polyhedron model and chip model, indicating a colder climate. The study of morphological classification and combination could be applied for probing into palaeoenvironment and paleo-vegetations of Quaternary in the Sangda village, Lhasa area.

Key words Lhasa, Tibet, phytolith assemblage zone, palaeoenvironment



图版 I 说明 1~2 扇型; 3 薄板型; 4 16 长方形; 5. 短尖型; 6. 平滑棒型; 7, 8 20~ 21. 齿型; 9~ 10 帽型; 11 海绵骨针; 12 14 刺状棒型; 13. 多面体型; 15 长尖型; 17, 22 亚铃型; 18 方型; 19 多铃型; 23. 短鞍型; 24. 塔型