

文章编号: 1006-6616 (2002) 04-0354-07

# 中世纪暖期前后我国雷洲半岛地区的古气候变化

储国强<sup>1</sup>, 孙青<sup>2</sup>

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029;

2. 国家地质实验测试中心, 北京 100037.)

**摘要:** 本文对位于雷洲半岛湖光岩玛珥湖湖沉积物进行了年代学 ( $^{137}\text{Cs}$ 、AMS  $^{14}\text{C}$ ) 及总碳 (TC)、氮 (TN)、无机碳 (IC) 的分析。对于湖光岩玛珥湖这一热带地区封闭湖泊而言, 无机碳含量的变化可能受降水量-蒸发量控制。有机碳、氮的变化可能反映了湖泊生产率及营养状况的变化。在热带地区, 湖水温度变化不大, 温度可能不是藻类生长的主要控制因素, 降水量的增加及湖泊营养物质的变化可能是有机碳、氮含量增加的主要原因。碳酸盐含量的高值期对应于有机碳、氮的低值阶段。1400a 来碳酸盐含量有两个高值阶段, 分别为 AD880~1260 和 AD670~760。这两个高值阶段可能也是干早期。湖光岩玛珥湖地球化学指标所揭示的干早期与安徽龙感湖硅藻和孢粉的研究结果有较好的对应性, 可能表明我国南部地区中世纪暖期可能存在一个干早期。

**关键词:** 雷洲半岛; 湖光岩玛珥湖; 中世纪暖期

**中图分类号:** P532

**文献标识码:** A

## 0 引言

中世纪暖期 (The Medieval Warm Period) 为公元 900a~1300a 前后的温暖期<sup>[1]</sup>。欧洲的历史记录表明, 中世纪暖期的平均温度比公元 1900 年前后的温度高  $0.5^{\circ}\text{C} \sim 1.6^{\circ}\text{C}$ <sup>[1]</sup>。根据历史资料, 我国古气候学者认为 10 世纪初到 13 世纪末存在一个明显的气候温暖期<sup>[2-5]</sup>, 年平均气温比现在高  $1^{\circ}\text{C}$  左右<sup>[5]</sup>。最近, 各种自然档案也揭示出中世纪暖期的存在, 并指出中世纪暖期很可能是一次全球性事件<sup>[6-8]</sup>。

中世纪暖期的意义不仅在于它的历史距今仅 1ka, 而且在于当前的全球变暖可能是全新世千年尺度气候波动的一个阶段, 人类活动 (温室效应) 只不过叠加在其之上<sup>[9]</sup>。

本文通过对我国广东省湖光岩玛珥湖湖泊沉积物的研究, 探讨中世纪暖期前后我国南方地区的古气候、古环境变化。

收稿日期: 2002-07-25

基金项目: 国家自然科学基金项目 (编号: 40102016, 40171098)

作者简介: 储国强 (1965-), 男, 助理研究员, 第四纪地质学专业。

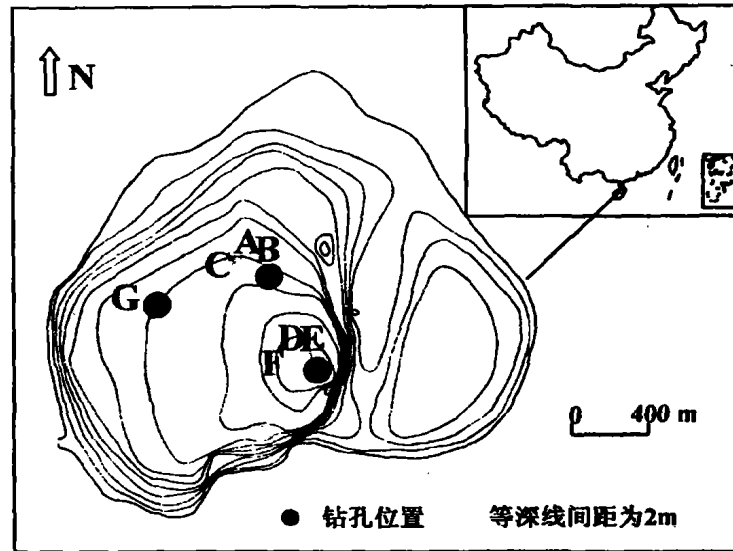


图 1 湖光岩玛珥湖及钻孔位置

Fig. 1 The location of Huguangyan Maar Lake and coring sites

## 1 自然地理背景

湖光岩玛珥湖 ( $110^{\circ}17'$ ,  $21^{\circ}9'N$ ) 位于雷州半岛北部的湛江市郊区 (图 1)。雷州半岛东临南海, 西濒北部湾, 南隔琼洲海峡与海南岛相望。湖光岩地区属热带季风气候, 终年受海洋气候调节, 年均温为  $22^{\circ}C \sim 23^{\circ}C$ , 7 月最高气温  $38.8^{\circ}C$ , 1 月最低气温  $-1.4^{\circ}C$ , 年均降雨量  $1567mm$ 。6~9 月为雨季, 降雨量占年降雨量的 83%, 11 月至次年 4 月为旱季, 过去每逢旱季, 人畜饮用水都十分困难, 是广东省历史性干旱地区之一。

湖光岩玛珥湖为火山爆发形成的封闭湖泊, 湖盆周围为相对高度  $10m \sim 20m$  的火山角砾岩、集块岩、凝灰岩组成的火山垣。湖水面积约  $2.3km^2$ , 汇水盆地面积  $3.5km^2$ , 最大水深  $22m$ 。该湖为分层湖,  $8m \sim 13m$  为温跃层。

## 2 样品与方法

1997 年我们用 Usinger 钻在水深  $14m$ 、 $20m$  处获得 7 支岩心, 岩心钻取后存于冷藏箱中。我们对岩心 A 进行了详细的研究,  $0 \sim 30cm$  的分样间距为  $0.5cm$ ,  $30cm \sim 200cm$  的分样间距为  $1cm$ 。样品冷冻干燥后用于  $^{137}Cs$  及地球化学指标的分析。 $^{137}Cs$  测量是在高纯锗井型多道分析系统 (GCW3522-7500SL 型, Canberra) 上进行的, 每个样品的测量时间为  $48h$ 。AMS  $^{14}C$  测年样品分别在德国 Kiel 和北京大学加速器质谱实验室分析进行,  $^{14}C$  数据均用 CALIB 4.0 进行校正<sup>[10]</sup>。

总碳 (TC)、氮 (TN) 用红外分光光度计 (IR-spectrometry, CN8 2000, Leco) 进行分析,

重复分析结果表明总碳和氮的精度分别为 5.4% 和 1.4%。无机碳 (IC) 分析用库仑计 (Coulometry Strolin), 重复分析结果表明分析精度在 0.17% ~ 0.42%。

### 3 结果与讨论

$^{137}\text{Cs}$  在 1945 年开始产生, 1954 年在北半球明显增加, 在 1960 年有一个低值, 1963 年达到最大值<sup>[11]</sup>。沉积物中 1954 年的  $^{137}\text{Cs}$  比活度较低, 经过 40 多年的衰变很难辨认; 1986 年切尔诺贝利核电站泄露的  $^{137}\text{Cs}$  通过大气传送在全球范围散落, 有可能在湖泊沉积物中蓄积, 因此该次级蓄积峰也被用来计年<sup>[12]</sup>。但湖光岩玛珥湖沉积物中未发现 1986 年  $^{137}\text{Cs}$  峰值。 $^{137}\text{Cs}$  最大蓄积处比活度为 19.98 (Bq/kg), 深度为 27.5cm (图 2), 该最大蓄积峰可能为 1963 年沉积。参照 1963 年的  $^{137}\text{Cs}$  峰值, A 孔上部的沉积速率约为 0.83cm/a。120cm 以下的沉积速率为线型, 平均速率为 0.103cm/a。我们用多项式回归的方法内插 27.5cm ~ 120cm 样品的年龄 (图 2)。

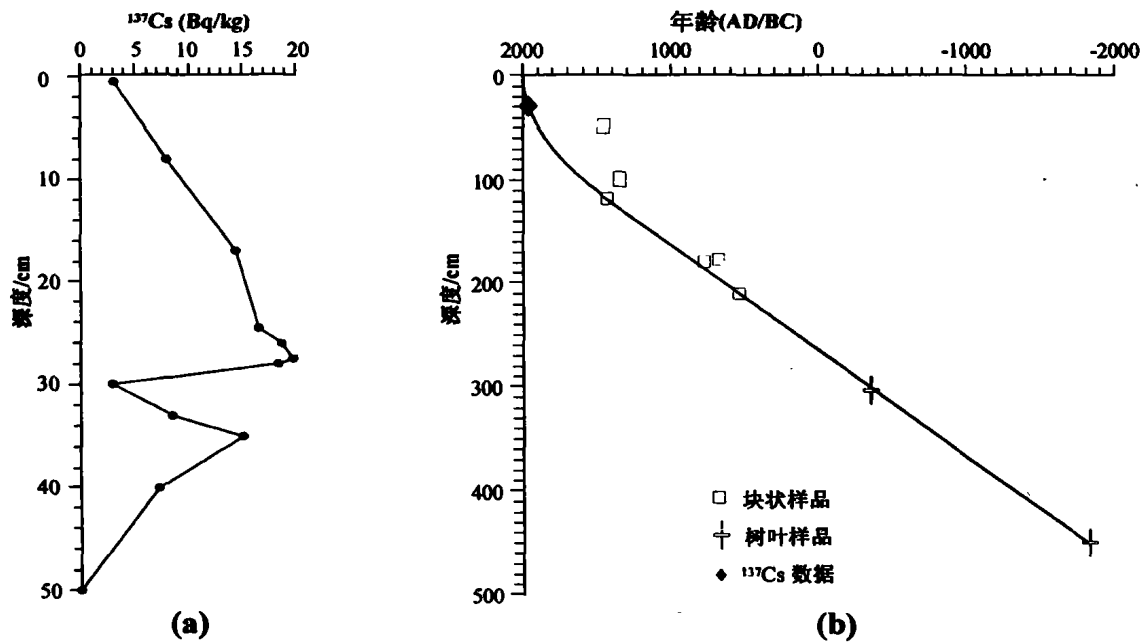


图 2 (a) 湖光岩玛珥湖 A 孔  $^{137}\text{Cs}$  剖面 (b) 湖光岩玛珥湖 A 孔年龄

Fig.2 (a)  $^{137}\text{Cs}$  activity versus depth in core A (b) Depth versus age in core A

多项式为  $(Y = -0.0399 \times X^2 - 0.1397 \times X + 1997, X: \text{深度}/\text{cm},$

$Y: \text{年龄}/\text{AD}$ , 该多项式用来内插深度 27.5cm ~ 120cm 的年龄

湖光岩玛珥湖沉积物有机碳 (TOC)、氮 (TN) 和 TOC/TN 的高值期为 AD 760 ~ 880 与 AD 1340 ~ 1720 (图 3)。湖光岩玛珥湖沉积物 TOC/TN 比值较低, 平均值为 10, 这可能说明沉积物中的有机质大部分来源于浮游生物<sup>[13-15]</sup>。一般认为, 气温高及降水携带的营养有利

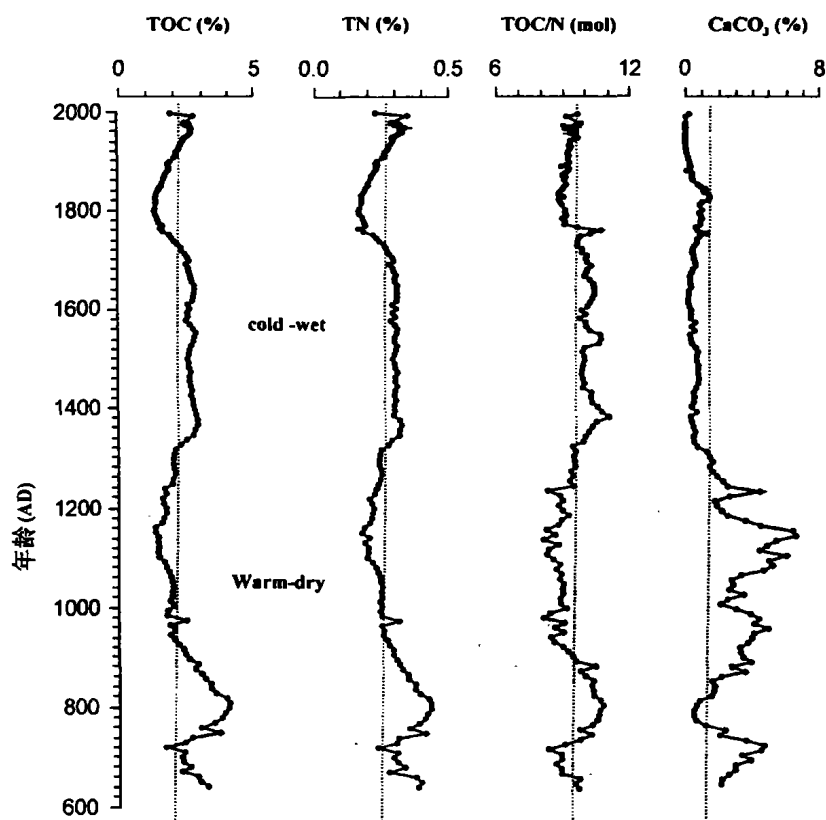


图 3 湖光岩玛珥湖有机碳 (TOC)、氮 (TN)、TOC/TN 及  $\text{CaCO}_3$  含量变化

Fig.3 Variations of TOC, TN, TOC/TN and  $\text{CaCO}_3$  in Huguangyan Maar lake

点线为平均值, 阴影区为暖干期

于藻类的繁盛, TOC 与 TN 的变化可能反映了温度与降水的变化<sup>[16-18]</sup>。但湖光岩玛珥湖位于热带地区, 湖水温度波动不大, 因此, 温度可能不是主要控制藻类生长的因素。所以, 我们认为降水量的变化可能是 TOC、TN、TOC/TN 波动的主要原因。碳酸盐含量的变化也证实了降水量的变化可能是湖泊沉积物中有机碳、氮波动的重要原因。

碳酸盐含量的变化与 TON、TN、TOC/TN 的变化相反。镜下观察发现碳酸盐呈凝胶及聚集体状, 小于  $20\mu\text{m}$ , 为自生成因。湖泊汇水盆地内无碳酸盐岩, 湖泊沉积物中碳酸盐含量的变化主要有两种解释: (1) 碳酸盐含量的变化反映了温度的变化<sup>[19]</sup>, 较冷的夏季温度会导致湖水温度分层的延迟, 从而使碳酸盐沉积减少<sup>[20,21]</sup>; (2) 碳酸盐含量的变化受降水量-蒸发量控制<sup>[22]</sup>。我们认为湖光岩玛珥湖沉积物碳酸盐含量的变化可能主要反映了降水量的变化, 因为该湖为热带地区的永久分层湖 (一般地, 热带地区深水湖泊的表层水温不会低于  $4^\circ\text{C}$ )。湖光岩玛珥湖沉积物碳酸盐含量的两个高值期分别为 AD 880 ~ 1260 和 AD 670 ~ 760。

湖光岩玛珥湖地球化学指标所揭示的干旱期与安徽龙感湖有较好的对应性<sup>[23]</sup>, 童国榜等人根据硅藻和孢粉资料重建了安徽龙感湖地区 3000a 来降水量的变化, 降水量变化表明

AD 660 ~ 780, AD 840 ~ 1000 和 AD 1100 ~ 1300 为明显的干旱期<sup>[23]</sup> (图 4)。同样, 中国东部地区湿润指数 (moisture index)<sup>[24]</sup> 也表明中世纪时期为一干旱期。

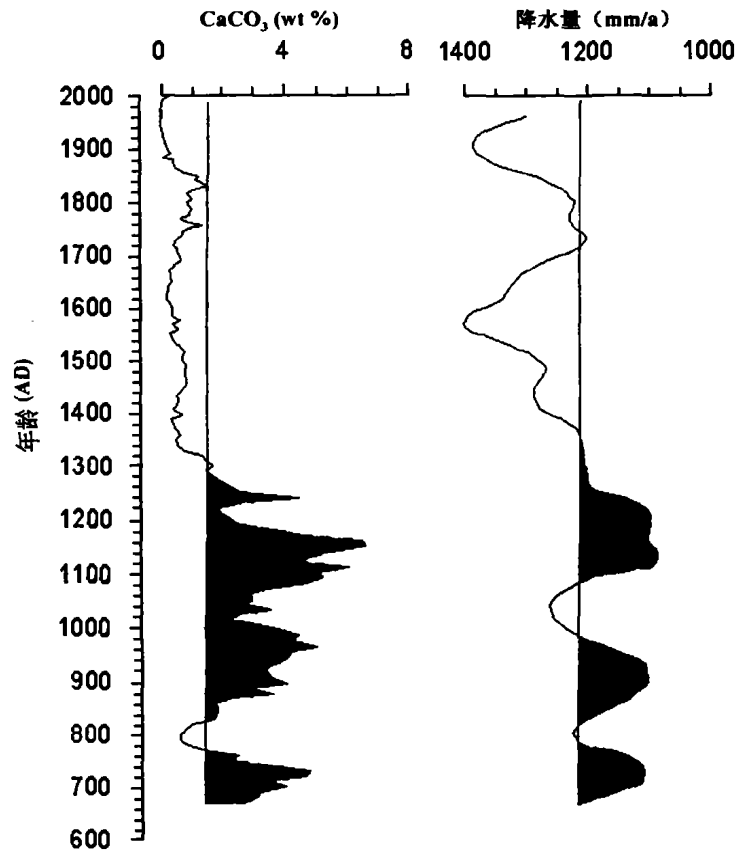


图 4 湖光岩玛珥湖  $\text{CaCO}_3$  含量变化与安徽龙感湖降水量波动<sup>[23]</sup> 的对比

Fig.4 Comparative diagram of changes of  $\text{CaCO}_3$  in Huguangyan Maar lake and rainfall variation in Longgan lake, Anhui province

(a) 湖光岩玛珥湖  $\text{CaCO}_3$  含量变化; (b) 安徽龙感湖降水量的变化<sup>[23]</sup>

我国中世纪时期南部地区的干旱可能与太平洋海表水温度的变化相关, Shukla 认为热带地区的降水量变化与海表水温度密切相关<sup>[25]</sup>。大气环流模型 (General Circulation Models GCMs) 模拟结果表明, 当暖水在西太平洋暖池集聚时, 从印度-菲律宾群岛的对流活动增强, 这样导致西太平洋副热带高压向北移动, 东亚夏季风降水减少<sup>[26]</sup>。中世纪暖期的气候背景可能与当前或未来的全球变暖相似, 因此, 在全球变暖的背景下, 我国南部地区的降水量可能会减少。

致谢: 作者感谢刘嘉麒教授, J F W Negendank 教授, Jens Mingram 博士, G Schettler 博士。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] Lamb H H. Climate: Present, Past and Future. Vol. 2: Climatic History and the Future [M]. London: Methuen, 1977. 835 ~ 836.
- [ 2 ] Zhang D. Evidence for the existence of the Medieval Warm Period in China [J]. Climatic Change, 1994, 26: 287 ~ 297.
- [ 3 ] 吴宏歧, 党安荣. 隋唐时期气候冷暖特征与气候波动 [J]. 第四纪研究, 1998, 1: 31 ~ 38.
- [ 4 ] 王绍武, 茆道溢. 全新世几个特征时期的中国气温 [J]. 自然科学进展, 2000, 10: 325 ~ 332.
- [ 5 ] 满志敏. 关于唐代气候冷暖问题的讨论 [J]. 第四纪研究, 1998, 1: 20 ~ 30.
- [ 6 ] Huang S P, Pollack H N, Shen P Y. Temperature trends over the past five centuries reconstructed from borehole temperature [J]. Nature, 2000, 403: 756 ~ 758.
- [ 7 ] Keigwin L D. The Little Ice Age and Medieval Warm Period in the Sargasso Sea [J]. Science, 1996, 274: 1504 ~ 1507.
- [ 8 ] Laird K R, Frits S C, Maasch K A, et al. Greater drought intensity and frequency before AD 1200 in the Northern Great Plains, USA [J]. Nature, 1996, 384: 552 ~ 554.
- [ 9 ] Brorcker W S. Was the Medieval Warm Periods Global? [J]. Science, 2000, 291: 1497 ~ 1499.
- [ 10 ] Stuiver M, Reimer P J, Bard E, et al. INTCAL98 radiocarbon age calibration, 24000 ~ 0 cal BP [J]. Radiocarbon, 1998, 40: 1041 ~ 1083.
- [ 11 ] Pennington W. The recent sediments of Windermere [J]. Freshwat. Biol., 1973, 3: 363 ~ 382.
- [ 12 ] Wieland E, Santschi P H, Hhener P, et al. Scavenging of chernobyl  $^{137}\text{Cs}$  and natural  $^{210}\text{Pb}$  in lake Sempach, Switzerland [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1993, 57: 2959 ~ 2979.
- [ 13 ] Tyson R V. Sedimentary organic matter: organic facies and palynofacies [M]. London: Chapman & Hall, 1995. 223 ~ 287.
- [ 14 ] Dean W E, Gorham E. Magnitude and significance of carbon burial in lakes, reservoirs, and peatlands [J]. Geology, 1998, 26: 535 ~ 538.
- [ 15 ] Talbot M R, Laerdal T. The late Pleistocene-Holocene paleolimnology of lake Victoria, East Africa, based upon elemental and isotopic analyses of sedimentary organic matter [J]. Journal of Paleolimnology, 2000, 23: 141 ~ 164.
- [ 16 ] Brenner M, Dorsey K, Song X L, et al. Paleolimnology of Qilu Hu, Yunnan Province, China [J]. Hydrobiologia, 1991, 214: 333 ~ 340.
- [ 17 ] Rein B, Negendank J F W. Organic carbon contents of sediments from Lake Schalkenmehrener Maar: A palaeoclimate indicator [A]. Paleolimnology of European Maar Lakes [C], Berlin: Springer-Verlag, 1993. 163 ~ 172.
- [ 18 ] Sifeddine P, Bertrand E, Lallier-Verges, et al. Lacustrine organic fluxes and palaeoclimatic variations during the Last 15ka: Lac du Bouchet (Massif central, France) [J]. Quaternary Science Reviews, 1996, 15: 203 ~ 212.
- [ 19 ] Mullins H T. Environmental change controls of lacustrine carbonate Cayuga lake, New York [J]. Geology, 1998, 26: 443 ~ 446.
- [ 20 ] Hodell D A, Schelske C L, Fahnenstiel G L, et al. Biologically induced calcite precipitation and its isotopic composition in lake Ontario [J]. Limnology and Oceanography, 1998, 43: 187 ~ 199.
- [ 21 ] Thompson J B, Schultze-Lam S, Beveridge T J, et al. Whiting events: Biogenic origin due to the photosynthetic activity of cyanobacterial picoplankton [J]. Limnology and Oceanography, 1997, 42: 133 ~ 141.
- [ 22 ] Beierle B, Smith D G. Severe drought in the early Holocene (10000 ~ 6800aBP) interpreted from lake sediment cores, southern Alberta, Canada [J]. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, 1998, 140: 75 ~ 83.
- [ 23 ] 童国榜, 石英, 吴瑞金, 羊向东, 翟文川. 龙感湖地区近 3000 年来的植被及其气候定量重建 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1997, 17: 53 ~ 60.
- [ 24 ] Gong G, Hameed S. The variation of moisture conditions in China during the last 2000 years [J]. International Journal of Climatology, 1991, 11: 271 ~ 283.
- [ 25 ] Shukla J. Predictability in the midst of chaos: A scientific basis for climate forecasting [J]. Science, 1998, 282: 728 ~ 731.
- [ 26 ] Huang R H, Sun F Y. Impact of the tropical western Pacific on the east Asian summer monsoon [J]. Journal of Meteorological Society of Japan, 1992, 70: 243 ~ 256.

## PALEOCLIMATIC CHANGES AROUND MEDIEVAL WARM PERIOD IN LEIZHOU PENINSULA, CHINA

CHU Guo-qiang<sup>1</sup>, SUN Qing<sup>2</sup>

(1. *Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Science, Beijing 100029, China;*

2. *The Geological Analysis Center, Beijing 100037, China.*)

**Abstract:** Huguangyan Maar Lake is located in Leizhou Peninsula, Guangdong Province. The Chronology of its lake sediments is determined by the methods of <sup>137</sup>Cs, AMS and <sup>14</sup>C, and Organic carbon (TOC), nitrogen (TN) and inorganic carbon (TIC) are analyzed. In this hydrologically closed lake, TIC variations may reflect changes in the precipitation/evaporation ratio. TOC and TN in the sediments are proxy indicators of lake productivity and nutrient input. In this tropical area, where surface water temperatures are high year-round, temperature is probably a less important factor controlling algal productivity. Therefore, increased rainfall may be responsible for the observed increase in TOC, TN and TOC/TN.

High TIC content correlates with low concentrations of TOC and TN, and indicates two drought episodes dated to AD 670 ~ 760 and AD 880 ~ 1260 in the sediments of lake Huguangyan. The drought Medieval Warm Period indicted by geochemical proxy in Huguangyan Maar Lake is temporally correlated with the drought period from diatom and pollen data in Longgan Lake, Anhui Province. They may imply that there is a drought in Medieval Warm Period in south China.

**Key words:** Leizhou Peninsula; Huguangyan maar lake; The Medieval Warm Period