

烧失量分析在湖泊沉积与环境变化研究中的应用

刘子亭^{1,2}, 余俊清², 张保华¹, 蔡伟², 张立莎²

(1. 聊城大学环境与规划学院, 山东 聊城 252059;
2. 中国科学院青海盐湖研究所西安二部, 陕西 西安 710043)

摘要: 烧失量分析是一种便捷的测定湖泊沉积物有机碳与碳酸盐含量的方法。由于沉积物烧失量主要受区域气温、有效降水等气候环境条件的控制, 因此烧失量反映湖泊气候环境特征, 成为指示区域气候环境变化的重要指标, 该项指标在环境变化研究中具有重要作用。

关键词: 烧失量; 湖泊沉积; 环境变化

中图分类号: O742 文献标识码: A 文章编号: 1008—858X(2006)02—0067—06

湖泊沉积作为一种具有高分辨率的地质档案, 记载着丰富的过去环境变化信息, 沉积物烧失量测定作为一种重要的研究方法, 被广泛应用于湖泊沉积物成分分析及气候环境变化研究中^[19]。为了探究烧失量用于湖泊沉积与环境变化研究的普遍适用性, 本文分析了环境条件对有机碳及碳酸盐形成的影响, 论述了烧失量的环境意义。

1 烧失量的概念

烧失量(Loss on nlgntion)是指在一定的高温条件下, 样品损失的部分占样品总质量的百分比。样品具有多种组成成分, 由于其中的某些成分在一定温度条件下会发生挥发、燃烧以及分解等物理、化学过程, 因此烧失量能够表示样品中某些组成成分的含量。

湖泊沉积物中的有机质和碳酸盐作为湖泊沉积物的重要组成部分, 是湖泊古生产力和气候环境特征的地质记录。其中的有机质是湖区生物过程被保存的部分, 它受植物生产力和湖

泊保存能力两因素的共同影响, 反映湖泊古生产力和气候环境特征。碳酸盐沉积受到湖区气候、水文、湖水化学性质以及生物活动等因素的影响。因此, 湖泊沉积物的烧失量与湖泊流域气候、水文、生物等环境之间存在密切的关系, 其变化过程间接指示湖泊环境的演变历史。烧失量方法在深海沉积和黄土—古土壤沉积研究中也受到众多科学工作者的重视。

湖泊沉积物烧失量方法在湖泊沉积与气候环境变化研究中得到广泛应用。Heiri^[5]对多个研究机构烧失量测定方法的对比研究表明, 在不同研究机构之间相同沉积物烧失量测定结果的差异很小。Christophe Luczak^[19], 采用元素分析仪方法和烧失量方法进行沉积物有机质含量的比较研究, 实验结果表明两种方法间存在很好的相关性, 烧失量测定是一种能够比较稳定而可靠地反映沉积物有机质和碳酸盐含量的研究方法, 同时, 烧失量测定方法具有简便、经济的特点。因此, 以湖泊沉积物以及海洋沉积物等的烧失量测定来反映其有机质和碳酸钙含量, 进而恢复特定时期区域初级生产力和气候

特征以及环境演变过程,成为环境变化研究的有效途径。

2 烧失量的环境意义

2.1 烧失量反映沉积物有机质和碳酸盐含量

长期以来,湖泊沉积物中有机质含量的研究一直被作为评价湖泊初始生产力,生物死亡与埋藏、分解和保存,重建湖泊古气候环境演变过程的主要依据之一^[11]。生物有机体在死亡后受到微生物的作用,生物残体发生分解、缩合、脱水和脱羟基等复杂的生物化学过程,碳元素不断积累而显著增多,氢、氧和氮的含量逐渐下降,因此,有机碳的含量可以代表有机质的含量。

关于烧失量与有机碳及有机质的关系,多位学者进行了研究。Cato^[12]认为在一定条件下可以用烧失量估算沉积物中有机碳的含量。太湖现代沉积物的研究^[13]表明,在生有芦苇等水生植物的水域有机质的含量高,烧失量也较高;在开阔水域和湖心区,有机质的含量低,烧失量亦低,烧失量与有机质含量之间存在密切的关系。Dean^[14]认为烧失量与有机碳含量的二倍大

致相当。Juanl. Santisteban 等^[14]的研究表明烧失量与有机质和碳酸盐含量间存在很好的相关性。Beaudoin^[9],比较了重铬酸钾方法和烧失量方法之后,认为烧失量与有机质含量间存在紧密相关性,烧失量方法是一种可靠的沉积物的有机质含量研究方法。现代土壤学理论一般认为,土壤有机质与有机碳含量之间存在着 1.724 的比例关系。美国明尼苏达湖沉积物中有机质含量与烧失量分析也反映二者间存在密切的关系(见表 1)。对瑞典梅拉伦湖中的韦斯特雷斯湾、孔塞拉湾以及格尔费尔恩湾等三区的表层沉积物的数据的研究^[15]表明,沉积物的有机碳含量(OC)与烧失量(LOI)之间的相关性可以建立回归方程:

$$OC=0.48\times LOI-0.73$$

同时,该研究也认为只有在烧失量大于 10%时才可以用烧失量的二分之一粗略计算有机碳含量,在烧失量值很小的时候这一计算方法可能是很不准确的。

对西湖沉积物的分析^[16]表明,西湖沉积物有机质(OG)和烧失量(IG)二者之间相关性显著,可以建立关系式:

$$OG=-1.5262+0.4954IG$$

其中, $r=0.9500(a=99\%,n=9)$

表 1 美国明尼苏达湖沉积物中有机质含量与烧失量^[17]

Table 1 Contents of organic matter and weight loss on ignition of the sediment In the Minnesota lake, USA

	贫有机质	富有机质	过渡	富 CO ₃ ²⁻ 盐	贫 CO ₃ ²⁻ 盐富有机质
有机碳	7.59	21.00	9.20	9.85	6.1
烧失量	17.91	41.92	18.19	19.84	12.40

关于烧失量与碳酸盐之间的数值关系,多位学者也进行了研究。Bengtsson 等^[3]以及 Heiri 等^[3]认为沉积物中碳酸盐含量与烧失量的 1.36 倍相当。采用其他的方法测定湖泊沉积物碳酸盐含量所得到的结果与烧失量方法结果存在很好的相关性^[11]。

2.2 烧失量反映湖区气候环境特征

由于湖泊沉积物的烧失量与沉积物的有机质和碳酸盐含量之间存在着紧密的相关性,而有机质和碳酸盐的生成和沉积过程在很大程度

上受到气候环境条件的影响,因此,烧失量不仅指示着有机质和碳酸盐的沉积过程,而且间接地反映着湖泊初始生产力和碳酸盐的形成及其发生环境,成为第四纪环境演变研究的重要方法^[4,18-21]。

湖泊沉积物的有机质与生物的生长环境和保存条件有关^[22],主要取决于湖泊的有机质生产力和湖泊的有机质保存条件两个因素。因此,沉积物中由生物埋藏于沉积物内经过生物化学分解或成岩作用后遗留下来的有机碳含量的多少,既反映湖泊的初始生产力和沉积物中

有机质输入的多少, 又反映沉积物的保存能力^[23]; 烧失量的大小不仅反映了陆源有机质输入量和湖泊自身的初始生产力, 而且在一定程度上还反映了有机质沉积后的保存能力^[24]。湖泊沉积物中的有机质由湖泊中的水生生物生产的有机质和被入湖径流挟带而来的陆源有机质两部分构成, 前者主要受水热条件和由入湖径流带入的矿物质营养的影响, 后者取决于流域的温度和降水等气候条件控制下的生产力以及入湖径流的挟带能力。湖泊对有机质的保存能力取决于湖底的溶解氧含量、湖泊水温、沉积物质地、湖水的化学性质以及微生物的分解作用。

气候是影响有机质生产力和湖泊有机质保存能力的主要因素。在寒冷干燥的条件下, 寒冷带来低温期的延长、适宜植物旺盛生长的时期的缩短以及积温的减少, 湖泊在冬季的湖面冰封时间的延长, 降水的不足引起土壤干旱和空气湿度下降, 入湖水量减少, 湖泊面积缩小和水位下降, 水生生物的生长区域萎缩, 以及入湖径流带入的陆源有机质和营养矿物质降低, 造成陆生植物和水生植物光合速度降低、光合产量降低及有机质生产力下降。反之, 温暖湿润的气候既有利于陆生和水生植物形成较高的生物量, 同时, 较大入湖径流可带给湖泊丰富的陆源有机质和营养物质, 因而湖泊的有机生产力提高。气候条件对湖泊沉积物中的有机质分解过程也起着一定的作用。对于湖泊的有机质保存能力而言, 气候条件也具有重要的影响。干燥少雨的气候条件使入湖水量减少, 导致湖水咸化、硫酸盐含量升高及其还原作用加强, 湖泊有机质大多在硫酸盐还原反应中被降解, 因而不利于有机质的保存; 而当气候湿润时, 入湖径流量增加, 湖水淡化, 水位升高, 在缺氧的条件下有机质的降解主要为效率较低的发酵作用, 大部分有机质被保存下来。根据青海湖岩芯中有机碳含量与岩芯中孢粉组合和介形虫壳体氧同位素等资料的对比研究^[25]认为, 在干冷半干冷地区有机碳含量变化是古气候变化的重要依据之一, 在湿润气候条件下生物的繁盛发育导致有机质增加; 冷干气候为主时, 生物发育贫乏, 造成有机质丰度降低。前人在研究 Biwa 湖

岩芯有机碳含量变化与古气候的关系时, 得出在间冰期入湖有机质为冰期的 9 倍以上。巴里坤湖的研究^[26]表明, 在不同的气候条件下, 有机质的积累表现出明显的差异, 在高温时期, 植被生长旺盛, 残体积累增多, 有机质含量增大; 低温条件不利于植物生长, 造成有机质下降。呼伦湖的研究^[27]认为, 在内陆干旱、半干旱地区的封闭湖泊中, 湿润条件对应有机质的高值。在察尔汗盐湖的古气候演变过程中, 有机碳的高值代表温湿气候, 低值对应干冷条件^[28]。张佳华^[29]认为湿润的环境是有机质富积的最重要的条件, 而高温和寒冷都有利于有机物的积累。

碳酸盐沉积过程主要受湖区的气候条件、湖泊水化学性质以及 CO_2 浓度状况的控制。一般地, 水体中碳酸盐和二氧化碳的溶解度随温度的升高而降低, 反之亦反。因此, 温暖时期湖水中的碳酸盐容易达到饱和状态而沉淀出来, 寒冷时期由于碳酸盐的溶解度相对较高而形成较低的碳酸盐沉积。湿润气候下的降水增多可导致水量增大, 湖泊水位上升, 湖水盐度下降, 不利于碳酸盐的沉积; 干燥条件使得湖水水量减少, 湖泊水位下降, 湖水盐度上升, 有利于碳酸盐的沉积。比较而言, 温度的上升引起的碳酸盐过饱和浓度的变化幅度相对较小, 而 CO_2 浓度的下降是湖泊碳酸盐沉积的更为显著。生物诱发的碳酸盐沉积过程, 一方面是水生植物吸收并转化水中的 CO_2 进行光合作用, 造成碳酸盐沉积, 这一过程在温度较高、光和作用较强的夏半年尤其明显; 另一方面, 一部分浮生生物能够直接利用 HCO_3^- 进行光合作用, 也会减少水中 CO_2 的量, 引起 CaCO_3 的沉积, 因此, 越是生产力高的湖泊, 碳酸盐沉淀的就越多。浮游植物的光合作用对 CO_2 的消耗是非常快的, 在高度富营养湖中, 每天消耗 CO_2 的量可达 1 g/m^2 , 可使湖水的 pH 值上升到 9.0 以上, 造成湖水中的 CO_2 含量下降, 引发碳酸盐沉淀出来^[30]。同时, CaCO_3 的无机沉积过程在理论上只要水中 CaCO_3 达到过饱和状态便能够发生, 事实上需要超过饱和度数倍才开始沉淀, 因此, CaCO_3 沉积与否的关键是植物光合作用消耗 CO_2 过程与呼吸作用和腐烂分解过程生产 CO_2

二者的比较,即生物诱发的碳酸盐沉积作用。沉积物中有机质的氧化作用使得 pH 值降低,也会造成溶解碳酸盐的环境,碳酸盐颗粒在到达湖底后仍然可能发生溶解过程,因此,湖泊生产力高既可以促使碳酸盐的生成,又可能导致它的溶解。就美国明尼苏达州中部湖泊的比较看来,深水沉积中有机质含量高于 39% 的情况下不含碳酸盐,有机质含量低的状况下就含有碳酸盐。目前普遍认为,浮游生物光合作用引起的二氧化碳的这一同化作用是湖泊自生碳酸盐沉积的重要因素之一。还有一些动植物能够通过其自身作用,造成碳酸盐的沉积,如轮藻茎外的包壳及其钙化的生殖机构都能供给碳酸盐。湖岸基岩露头风化或汇水区内风化产生的碎屑碳酸盐颗粒,被入湖水流挟带,可堆积在湖泊边缘区或被浊流搬运到湖盆区。在湖盆地区,碳酸盐基大多来自湖泊自身,外来的碎屑碳酸盐一般沉积在滨岸带,只有极少量的悬浮状细微颗粒可以到达这一区域。在既有碎屑物质又有碳酸盐沉积的滨岸地区,由于湖水的日温差和年温差都比较大,所以 CaCO_3 沉淀的速率也高,水生植物光合作用对 CO_2 的吸收作用也使得在这一地带生物诱发的碳酸盐沉积作用更强。对青海湖深水区的岩芯碳酸盐含量研究^[31]表明,在冰后期青海湖沉积岩芯碳酸盐含量低值对应于气候湿润阶段,而气候干旱、湖面下降和自生碳酸盐的增多导致碳酸盐急剧增长,最近 3~4 ka 的碳酸盐高值对应于湖面收缩的暖期,低值对应于湖面上升的冷期。青海湖深水区湖底岩芯的研究^[32, 33]表明,末次冰消期晚期自生碳酸盐的低值对应于气候干冷和降水增多的时期,高值对应于蒸发强、干旱化的气候环境条件。青海湖海心山西北部短柱状样研究^[34]也表明,青海湖暖期偏干、湖面下降、碳酸盐含量增多,冷期时碳酸盐含量降低。

2.3 烧失量反映气候的突变

气候的突变指气候从一种稳定状态跳跃式地转变到另一稳定状态的现象。气候的跳跃式变化可以发生在季节、年际、十年、百年甚至更长的时间尺度内,表现出明显的非线性规律,强调周期性变化中的非周期性。目前,在深海沉

积、极地岩芯沉积、黄土沉积以及湖泊沉积等的研究中已经发现了地质历史时期曾经发生过多次气候快速突变事件的地质记录,末次冰期期间存在数次短期变暖事件,比如格陵兰冰芯记录所反映的 D-O 颤动,北大西洋沉积物记录的 Heinrich 事件,以及从冰期到间冰期的转换过程中发生的温度在数百年内强变冷的新仙女木事件。尽管这些事件的发生机制尚不十分清楚,但此类事件的存在至少说明了某些变化过程非常迅速,对这些气候突变事件的深入研究,为认识全球气候快速变化的原因、发生机制以及生物界对变化的响应提供了线索,也为未来气候变化趋势的预测提供帮助,因而受到普遍的关注。

气候的快速变化可以造成有机质沉积环境和沉积过程的突然改变,烧失量表现为剧烈的升降波动。在温暖湿润的气候环境中,植物生长繁茂,形成较高的生物量和较多的有机质,干冷条件下植物适宜生长期短,导致生物量和湖泊有机质较低。温度的上升使得一年中的低温期缩短、高温期增长,为植物的旺盛生长和形成高的生产量提供了有利的条件,也增大了区域蒸发量,可能导致空气和土壤湿度的降低;反之,温度的急剧下降使高温期缩短和低温期增长,大部分植物生长速度减慢,生物量减少,可能导致空气相对湿度一定程度上有所上升。降水量发生由小到大的转变时,土壤的含水量增多,有利于陆生植物的快速生长,水生植物的生物量也因水位上升、湖面增大而增大;降水量的减少可能使陆生植物因土壤缺水和空气干燥造成减产,湖泊水位下降、湖面面积萎缩以及湖水的咸化造成水生植物生产力的下降。因此,水热条件的不同配置对植物的生长具有不同的意义。暖湿气候对陆生植物和水生植物的生长都有利,生产力也较高,湖泊有机质含量也大;暖干气候条件下的蒸发量大,对陆生植物的制约作用明显,短期内不会对水生植物产生明显的影响;冷湿气候的低温条件限制了喜温植物的旺盛生长,对于水生植物而言,由于水温降幅和降温速度明显小于土壤,因而影响程度相对较小,但冬季湖面的冰封时间的加长这一不利因素的效应非常明显;冷干条件的低温、干燥既降

低了陆生植物生产力, 也不利于水生植物的生长, 湖泊有机质下降。气候在暖湿、暖干、冷湿、冷干状态间的快速变化使湖泊陆生植物和水生植物的生物量和保存能力发生明显的起伏变化, 因此湖泊沉积物烧失量的剧烈升降指示有机质含量的变化, 灵敏地反映着气候条件的突然变化。对北京地区东甘池剖面的研究^[3]表明, 烧失量变化不仅反映沉积物中有机质的含量变化, 指示气候变化和环境特征, 也可显示气候异常和突变性气候事件。

3 结 语

环境条件控制着湖区的温度、蒸发和降水、湖泊的水位、湖面面积、湖泊水化学性质、生物生产力以及湖泊对有机质的保存能力, 进而影响湖泊有机质和碳酸盐的沉积过程以及烧失量的变化, 因此湖泊沉积物烧失量反映着诸多过程, 间接指示着有机质和碳酸盐沉积形成的区域气候和环境条件。以烧失量作为重要的环境代用指标, 分析其变化并结合其他指标, 可以恢复沉积物中的有机质和碳酸盐含量及其形成的环境条件, 重建湖区的气候环境演变过程, 为区域环境的演变过程的研究提供重要证据。

参考文献:

[1] Dean, W. E. Jr. Detemination of carborate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: Comparison with other methods[J] . J. Sed. Petrol., 1974, 44: 242—248.

[2] Bengtsson L, Enell. Chemical analysis[A] . In Berglund, B. E. Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. Chichester; John Wiley & Sons Ltd., 1986. 423—451.

[3] Korsman T, Nilsson M B, Landgren K et al. Spatial variability in surface sediment composition characterised by near-infrared (NIR) reflectance spectroscopy[J] . J. Paleolim., 1999, 21: 61—71.

[4] Dodson J R. and Ramrath A. An Upper Pliocene lacustrine environmental record from south-western Australia: preliminary results[J] . Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., 2001, 167: 309—320.

[5] Heiri, André F. Lotter and Gerny Lemcke. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results[J] . J. Paleolim., 2001, 25: 101—110, 2001.

[6] Boyle J F. Inorganic geochemical methods in palaeolimnology [A] . In: Last W. M. and Smol J. P. Tracking Environmental Changes Using Lake Sediments vol. 2, Physical and Geochemical Methods. Developments in Paleoenviromental Research [J] . Dordrecht; Kluwer Academic Publishers 2001, 83—141.

[7] Boyle J F. A comparison of two methods for estimating the organic matter content of sediments[J] . J. Paleolim., 2004, 31: 125—127.

[8] Bendel-H- Young L I, Thomas Ch A and Stecko J R P. Contrasting the geochemistry of oxic sediments across ecosystems: a synthesis[J] . Appl. Geochem. 2002, 17: 1563—1582.

[9] Beaudoin A. A comparison of two methods for estimating the organic matter content of sediments[J] . J. Paleolim., 2003, 29: 387—390.

[10] Christophe Luczak, Marie-André e Janquin and Alain Kupka. Simple standard procedure for the routine detemination of organic matter in marine sediment[J] . Hydrobiologia, 1997, 345: 87—94.

[11] Pederson T F. Increased productivity in the eastern equatorial Pacific during the last glacial maximum[J] . Geology, 1983, 11 (3): 16—19.

[12] Coto I. Recent sedimentological and geochemical conditions and pollution problems in two marine areas in south western Sweden[J] . Striae Univ Uppsala, 1977, 6: 1—158.

[13] 袁旭音, 陈 骏, 季峻峰, 陶于样, 崔文川. 太湖现代沉积物的物质组成和形成条件分析[J] . 南京大学学报. 2002, 38(6): 756—765

[14] Juan I. Santisteban. Loss On ignition: a qualitative or quantitative method for organic matter and carbonate mineral content in sediment[J] . J. Paleolim., 2004, 32: 287—299.

[15] 霍坎松. 湖泊沉积学原理. 北京: 科学出版社, 1992: 63.

[16] 李震宇, 朱荫溥, 王进. 杭州西湖沉积物的若干物理和化学性状[J] . 湖泊科学, 1998, 10(1): 79—84.

[17] 莱尔曼. 湖泊的化学地质学和物理学[M] . 北京: 地质出版社, 1989.

[18] Ramrath A, Zolitschka B, Wulf S et al. Late Pleistocene climate variations as recorded in two Italian maar lakes (Lago di Mezzano, Lago Grande di Monticchio) [J] . Quat. Sci. Rev., 1999, 18: 977—992.

[19] Brauer A, Mingham J, Frank U et al. Abrupt environmental oscillations during the Early Weichselian recorded at Lago Grande di Monticchio, southern Italy[J] . Quat. Int., 2000, 73: (74): 79—90.

[20] Valero-Garcé, s B, L. G. González, J. Sampedro, P. Delgado-Huertas A et al. Late glacial and Late Holocene environmental and vegetational change in Salada Mediana, central Ebro Basin, Spain [J] . Quat. Int., 2000, 73: (74): 29—46.

[21] Battarbee R W, Grytnes J A, Thompson R et al. Comparing palaeolimnological and instrumental evidence of climate change for remote mountain lakes over the last 200 years[J] . J. Pale-

- olim, 2002, 28: 161—179.
- [22] 王苏民, 吴瑞金, 等. 岱海[M] . 北京: 中国科学技术大学出版社, 1990: 145.
- [23] 王苏民, 吉磊, 等. 呼伦湖[M] . 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1995: 87—91.
- [24] Kelts K. Environments of deposition of lacustrine petroleum source rocks; an introduction[J] . Lacustrine Petroleum Source Rocks, 1988, (40): 3—26.
- [25] 黄麒. 湖泊地球化学与气候变化[A] . 见: 欧阳自远主编. 世纪之交矿物学岩石学地球化学的回顾与展望[C] . 北京: 原子能出版社, 1998. 334—338.
- [26] 韩淑媛, 李志中. 论新疆巴里坤湖沉积地球化学指标的累积规律[J] . 海洋与湖沼, 1994, 25(4): 429—437.
- [27] 薛滨, 王苏民, 沈吉, 羊向东, 马燕. 呼伦湖东露天矿剖面有机碳的总量及其稳定碳同位素和古环境演化[J] . 湖泊科学, 1994, 6(4): 308—316.
- [28] 黄麒. 柴达木盆地察尔汗湖区气候波动模式的初步研究[J] . 中国科学(B 辑), 1990, 652—663.
- [29] 张佳华. 烧矢量数值波动对北京地区过去气候和环境
- 的特征响应[J] . 生态学报, 1998, 18(4): 343—347.
- [30] 王国忠, 汪品先. 湖相碳酸盐的环境信息[A] . 见: 汪品先等主编. 含油盆地古湖泊学研究方法[M] . 北京: 海洋出版社, 1993. 78—95.
- [31] Lister G S, Kelts K, Chen K Z et al. Lake Qinghai, China: Closed—Basin lake levels and the oxygen isotopic record for ostracoda since the last Pleistocene[J] . Palaeogeogr, Palaeoclim, Palaeoecol, 1991, 84: 141—162.
- [32] Yu J Q, Kelts K. Abrupt changes in climatic conditions across the late-glacial/ Holocene transition On the N. E. Tibet—Qinghai Plateau: evidence from Lake Qinghai, China[J] . J. Paleolim, 2002, 28: 195—206.
- [33] 余俊清, Kelts K. 末次冰消期晚期青藏高原东北部气候变化[J] . 第四纪研究, 2002, 22(5): 413—423.
- [34] 王云飞. 青海湖、岱海的湖泊碳酸盐化学沉积与气候变化[J] . 海洋与湖沼, 1993, 24(1): 31—36.
- [35] 张佳华, 孔昭宸, 杜乃秋. 北京房山 16000—7000 年以来的植被与环境变迁[J] . 微体古生物学报, 1999, 16(4): 421—430.

Application of Loss on Ignition to the Study of Lake Sediments and Environmental Changes

LIU Zi-ting^{1,2}, YU Jun-qing², ZHANG Bao-hua¹, CAI Wei², ZHANG Li-sha²

(1. *Environment and Planning School, Liaocheng University, Liaocheng 252059, Shandong Province, China;*
2. *Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710043, China*)

Abstract: Loss on ignition (LOI) is a simple, inexpensive method widely used to measure contents of organic and inorganic carbon in lake sediments. Since LOI was chiefly determined by climate, loss on ignition analysis of lake sediments provides an important means as a significant index to investigate environmental changes.

Key words: Loss on ignition; Lakes sediments; Environmental changes