

· 环境地球化学 ·

青海湖沉积物介形虫 Li/Ca 和 Mg/Li 比值研究 ——古温度指示剂?

朱正杰^{1,2,3}, 李航^{2,3}, 任世聪^{2,3}, 陈敬安¹

1. 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, 贵阳 550002;
2. 外生成矿与矿山环境重庆市重点实验室, 重庆地质矿产研究院, 重庆 400042;
3. 煤炭资源与安全开采国家重点实验室 重庆研究中心, 重庆 400042

近几十年来, 湖泊沉积物介形虫壳体碳、氧同位素组成和微量元素比值被广泛运用于古环境研究, 并且已经取得了众多可喜的成果。其中, Mg/Ca 和 Sr/Ca 比值是最常用的微量元素指标。Li/Ca 比值是近几年兴起的一种古气候代用指标, 广泛应用于海洋学的研究中, 而在湖泊沉积学的研究还未见有详细报道。在海洋学研究中 Li/Ca 比值之所以被认为是一种潜在的古温度指示剂, 主要有两方面的原因: (1) 有研究表明锂 (Li) 通常伴随碳酸盐沉淀而进入碳酸盐矿物晶体, 碳酸盐沉淀过程中锂优先进入方解石的 0001 晶面(Titiloye *et al.*, 1993), 而方解石的 0001 晶面与其它晶面相比在形成过程中是放热的, 因此低温更有利于该晶面的生长(Parker *et al.*, 1993)。由此可以认为在碳酸盐沉淀过程中, 锂在低温时更易于进入碳酸盐晶体, 碳酸盐 Li/Ca 比值可能是水体温度的良好代用指标, 同时, Li 的寄宿时间 (1Ma) 较长, 短时间内很难发生变化; (2) 实验和野外结果表明碳酸盐 Li/Ca 比值主要受温度控制(Marriott *et al.*, 2004a, 2004b; Montagna *et al.*, 2006)。为了进一步明确碳酸盐 Li/Ca 比值的主要影响因素, Marriott 等人首次通过实验室碳酸钙沉淀模拟实验研究了碳酸盐 Li/Ca 比值与温度的相关性(Marriott *et al.*, 2004a)。实验结果表明, 碳酸盐 Li/Ca 比值与水体温度呈现出良好的负相关变化, 相关系数达-0.98, 温度每升高 1℃, 碳酸盐 Li/Ca 比值减小约 0.4×10^{-7} g/g。与此同时, Marriott 等人在对阿拉伯海湾温度跨度 14℃ 海域的底栖有孔虫单一种

Uvigerina 的研究发现, *Uvigerina* 壳体的 Li/Ca 比值与水温亦呈现出良好的负相关变化(Marriott *et al.*, 2004b), 相关系数达-0.99。

为了揭示湖泊沉积物 Li/Ca 比值的古环境指示意义, 本文选择了青海沉积物柱芯为研究对象, 挑选单一介形虫种属大小相差不大的胖真星介 (*Eucypris inflata*) (可以避免种间效应和生产速率的影响), 利用 ICP-MS 测定其 Li/Ca 比值和 Mg/Li 比值组成, 通过与气象数据和利用邻近地区树轮宽度指数建立其的温度变化序列进行对比, 揭示了介形虫壳体 Li/Ca 比值和 Mg/Li 比值可能是一种潜在的古温度指示剂。青海湖沉积物介形虫壳体 Li/Ca 比值与气象记录获得的 1973 年以来湖水温度呈显著相关变化 ($r = -0.97$, $n = 5$, $p < 0.01$), 而与降雨量无相关性变化。将青海湖沉积物介形虫 Li/Ca 比值曲线与邻近地区的都兰、祁连山树轮宽度指数所恢复的古温度变化序列进行对比, 发现它们之间具有很好的一致性, 即温度高时, 介形虫 Li/Ca 比值低; 温度低时, 介形虫 Li/Ca 比值高。最近的研究结果也显示 Mg/Li 比值比 Mg/Ca 比值更适合作为古温度指示剂, 可以用来校正常用的 Mg/Ca 比值古温度计, 本文也测试了湖泊沉积物介形虫壳体 Mg/Li 比值。相关性结果发现, Li/Ca 比值和 Mg/Li 呈显著负相关变化 ($r = -0.68$, $n = 59$, $p < 0.01$), 表明 Mg/Li 比值和 Li/Ca 比值一样, 可能是一种潜在的古温度指示剂, 在未来的全球气候变化研究中将发挥重要作用, 值得在更多湖泊开展研究。

基金项目: 国家自然科学基金 (41073097, 40773066)