

长江中下游浅水湖泊水体磷形态的组成和分布特征

李 军, 刘丛强, 周志华, 朱兆洲

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

关键词: 冬季; 夏季; 浅水湖泊; 水体; 磷形态

长江中下游是我国浅水湖泊分布比较集中的地区,也是富营养化湖泊分布的主要地区。这些湖泊有供水、渔业、航运、防洪、娱乐等重要功能,对于社会稳定和经济发展有重要的作用。20世纪80年代以来,随着经济的巨大发展,湖泊水体的环境日趋恶化,富营养化的形势日益严峻,已经严重制约了地方经济的可持续发展。

磷是淡水湖泊体系中限制湖泊富营养化的重要因素^[1]。水体中不同形态磷的分布和转化及其循环对富营养化机制的研究有重要意义。通过对不同营养类型湖泊不同时间段的对比研究,有助于揭示水体的富营养化特征,为污染治理提供可靠的理论依据。

太湖是一个大型草藻结合型浅水湖泊,面积约2338 km²,平均水深1.9 m,最大水深3.4 m。周围有无锡、苏州、常州、湖州等城市,工农业发达,受人为活动影响较大,水体富营养化严重。巢湖是一个典型藻型浅水湖泊,面积约760 km²,平均水深3.2 m,最大水深6.8 m。周围有巢湖、合肥、肥东、肥西、庐江等城市,工农业较发达,受人为活动影响显著,是长江中下游地区典型的富营养化湖泊。龙感湖位于安徽和湖北交界的宿松与黄梅境内,是典型草型浅水湖泊,面积约316 km²,最大水深3.5 m,平均水深1.7 m。工农业发展相对缓慢,受人为活动影响较小,水体有富营养化的趋势。

分别在太湖、巢湖、龙感湖各选取6、4、2个代表性采样点,先后于2003年1月(冬季)和2003年7月(夏季)利用全球定位系统(GPS)在三个湖的表层和底层采集水样,样品加数滴氯化亚汞后保存

(4℃)。一部分水样直接用于测定总磷(TP),另一部分经0.45 μm醋酸纤维滤膜过滤后测定可溶性反应磷(SRP)和溶解性总磷(TDP)等。

冬季三个湖的各采样点TP都是以PP为主(25%~85%)。太湖水体中TP的分布趋势与人类活动影响的程度与太湖营养类型的分布一致。巢湖水体较浅,水动力较强,湖底表层沉积物的再悬浮作用显著,故PP含量较高。龙感湖虽是典型的草型湖泊,但采样时风浪搅动明显,水体PP的含量也较高。夏季太湖各点TP都以PP(55%~85%)为主,变化趋势与冬季一致,而巢湖和龙感湖以TDP(35%~80%)为主。由于入湖径流的侵蚀,太湖夏季TP和PP的含量较冬季高,反映了侵蚀作用的影响。巢湖和龙感湖与太湖相反,这可能与采样时的气候因素有关。另外,夏季藻类的大量繁殖生长与死亡,有机残体的分解可释放大量有机磷,也会导致TP以TDP为主。龙感湖较高的TDP可能就是由水生植物的降解所致。

值得注意的是各湖DOP和SRP的变化。冬季DOP较夏季高出许多,而夏季SRP较冬季高出许多。除太湖T1-T3点外,各湖夏季DTP较冬季高,可能是由于污染所致外,其余各点冬季和夏季相差不大,由此可以排除污染因素。那么,是什么原因导致冬季和夏季各湖DOP和SRP发生如此巨大的变化呢?据周易勇等^[2]、谢丽强等^[3]在武汉东湖的研究证实,在藻类繁茂时,藻类不仅可以促进其他形态的磷向可溶性反应磷转化,而且会促进沉积物中磷向水体的释放:1)藻类的新陈代谢作用可以释放大

收稿日期:2006-04-19 收到

基金项目:中国科学院知识创新工程资助项目(KZCX1-SW-12, KZCX2-105)

第一作者简介:李军(1971-),男,博士,副研究员,研究方向:环境地球化学。

量的碱性磷酸酶,促使其他形态的磷向可溶性反应磷的转化;2)藻类强烈的光合作用导致水体的 pH 值升高,促使金属化合物胶体沉淀,由此被胶体所吸附的磷便被释放出来;3)藻类旺盛的新陈代谢可吸收大量的氮(磷的吸收较少),使磷的含量相对增加。太湖、巢湖、东湖都为长江中下游的浅水湖泊,东湖还是城市湖泊,所以其他类似的湖泊中也会发生,东湖的藻类促使沉积物中磷释放和磷转化现象。夏季采样时太湖和巢湖藻类繁茂,已有严重的“水华”现象,藻类的爆发可能是水体中 SRP 含量增高的主要原因。夏季也是藻类生物量较大的季节,造成大量有机质的积累,而有机质降解会促使有机磷的降解释放。另外,大量有机质的降解会消耗大量氧气,促使水体由好氧转化为厌氧,降低了氧化还原电位,导致铁结合态磷(P_{Fe})的还原释放^[4]。在风平浪静的条件下,太湖全湖水—沉积物界面氧化还原电位值平均为 189 mV,处于弱还原状态,而表层沉积物迅速降为-200 mV,处于强还原状态,这些条件都有利于 P_{Fe} 的还原释放。 P_{Fe} 是太湖沉积物中磷形态的主要组成部分,夏季太湖有机质大量的积累和降解,可能会引起 P_{Fe} 的还原释放,从而可能对水体的营养状态有重要的影响^[5]。而且,夏季湖水温度升高,生

物作用旺盛,底栖生物的扰动作用、微生物的新陈代谢作用及其产生的气体释放作用等,都可能对沉积物中磷的内源释放有一定的影响。

参考文献:

- [1] Vollenweider R A. Scientific Fundamentals of the Eutrophication of Lake and Flowing Waters, with Particular Reference to Nitrogen and Phosphorus as Factors in Eutrophication [R]. Paris, France, 1968.
- [2] Zhou Y Y, Li J Q, Zhang M. Temporal and spatial variations in kinetics of alkaline phosphatase in sediments of a shallow Chinese eutrophic lake (Lake Donghu) [J]. *Wat. Res.*, 2002, 36(8): 2084—2090.
- [3] Xie L Q, Xie P, Tang H J. Enhanced of dissolved phosphorus release from sediment to lake water by *Microcystis* blooms—an enclosure experiment in a hyper-eutrophic, subtropical Chinese lake [J]. *Environ. Pollut.*, 2003, 122: 391—399.
- [4] Ellen L P, Joselito M A. Evaluation of iron-phosphate as a source of internal lake phosphorus loadings [J]. *The Science of the Total Environment*, 2001, 266: 87—93.
- [5] 李军,刘丛强,王仕禄,朱兆洲,周志华,肖化云. 太湖五里湖表层沉积物中不同形态磷的分布特征 [J]. *矿物学报*, 2004, 24(4): 405—410.