

滇池现代沉积物氨氮及磁化率研究

骆少勇, 刘星, 仵春英

(昆明理工大学 国土资源工程学院, 云南 昆明 650093)

摘要: 现代沉积物是湖泊营养盐和污染物的重要储藏库, 在一定条件下, 这些内源污染负荷可能成为水体富营养化的主导因子. 研究通过对滇池 (外海) 现代沉积物中的氨氮、磁化率指标进行测试分析, 研究表明: 滇池现代沉积物中氨氮的高值区主要分布在北部海埂附近, 中部略有增高, 南部则最低, 表层沉积物的氨氮含量低于下层; 滇池现代沉积物的磁化率大小由滨岸带向湖心依次递减, 在垂向上, 磁化率随着深度的增加而增大. 研究结果可为滇池污染治理提供了依据.

关键词: 湖泊沉积物; 氨氮; 滇池; 磁性矿物

中图分类号: P512 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2005)05-0001-05

Study on the Distribution Features of Ammoniac Nitrogen and Magnetic Susceptibility in Modern Sediment of Dianchi Lake

LUO Shao-yong LIU Xing QI Chun-ying

(Faculty of Land Resource Engineering Kunming University of Science and Technology Kunming 650093, China)

Abstract The modern sediment is an important storehouse of the nutrient salt and pollutant in Lakes. Under proper conditions, these internal contamination load sources can cause the eutrophication of lakes. Based on the study on the distribution features of the ammoniac nitrogen and magnetic susceptibility in modern sediment of Dianchi Lake, it is concluded that the high value area of ammoniac and nitrogen distributes in the northern part nearly Haigeng district, the value of ammoniac and nitrogen increases slightly from the northern part to the middle part and the most lower value is near the southern part. The ammoniac nitrogen of the surface sediment is lower than the below layers, and the magnetic susceptibility of modern sediment decreases gradually from the edge to the middle of the Dianchi lake, increases along with the degree of depth. Help is given for bringing the polluted water of Dianchi Lake under control.

Key words lake sediments, ammoniac nitrogen, Dianchi Lake, magnetic mineral

0 引言

现代沉积物是湖泊营养盐和污染物的重要储藏库, 来自各种途径的营养盐通过一系列的物理、化学及生物化学作用, 其中相当一部分或绝大部分沉积到底泥中, 导致湖泊水质澄清. 对于浅水湖泊来说, 底泥又会释放氮、磷等营养盐, 导致水体富营养化^[1]. 为此, 只有查明湖泊富营养化的现状及机理, 才能提出对湖泊污染及富营养化防治的合理对策^[2].

近 30 年来, 滇池的富营养化程度一直呈上升趋势, 虽采取了种种治理措施, 但水质的改善仍不明显, 每 10 年约增加 1 个富营养化级别^[3]. 加上滇池水体较浅 (最深 9.2m, 平均水深 4.4m), 在季节性的水动力作用下, 有利于底泥中氮、磷的释放, 为已污染水体提供了补充的污染物.

沉积物作为湖泊营养物质的内负荷源, 其物理、化学以及生物化学性质都对湖泊富营养化进程产生着

收稿日期: 2004-11-10 基金项目: 中国科学院重点基金资助项目 (项目编号: 005301).

第一作者简介: 骆少勇 (1976.11~), 男, 在读硕士研究生. 主要研究方向: 成因矿物学. E-mail: lshao-yong@sinacn.cn

cn. cn

重要的影响^[4]。鉴于沉积物对滇池富营养化有着重要反馈影响,文中对滇池现代沉积物中的氨氮、磁化率等物理和化学指标进行研究,预期查明氨氮在滇池水盆地中的分布规律,同时进行滇池底泥的磁化率测试,间接查明磁性物(包括沉积碎屑磁性物和自生磁性物)在滇池水盆地的分布规律,为今后的滇池治理提供底泥的基础数据资料。

1 实验步骤和结果

1.1 样品的采集

主要选取4条剖面进行系统采样研究,4条剖面均选自滇池外海,东西向有3条,其中北部(小倒石煤厂至矣六乡)、中部(大坟头乡至大渔乡)、南部(海口古城至新街乡)各1条;南北向(海埂至三多新村)1条。采样时间为2002年6~8月,采样点均由GPS定位,平均约1 km²一个采样点,共48个柱状样,柱状样的长度为40 cm。柱状样的采集是采用无磁性PVC塑管的重力采样器(德国产)。采集上来的柱状沉积物的上层用水用虹吸法抽去,柱状样沉积物在野外现场分割为5层,表层的10 cm(0~10 cm)分为两层,间隔为5 cm;下部的30 cm(11~40 cm)分为3层,间隔为10 cm分割后,同一层的样品混合均匀,作为该层的沉积物样品,装入塑料袋。表层的20 cm沉积物样品分为两份,一份样品迅速运回实验室进行氮、磷等分析,另一份样品则储放在冰柜中。其余层位的样品让其自然风干,以备实验分析用。

1.2 氨氮的测定

1.2.1 方法原理

测定氨氮的方法是凯氏蒸馏法^[4],其基本原理是用2 mol/L氯化钾溶液浸提样品,把在样品上的吸附态NH₄⁺及水溶性NH₄⁺浸提出来。取一份浸出液在凯氏定氮蒸馏瓶中,加10%的NaOH溶液10 mL进行蒸馏(不用MgO,因为MgO容易从定氮蒸馏瓶中喷出来,堵塞蒸馏瓶),蒸出的NH₃用硼酸吸收,再用标准酸溶液滴定,计算样品中氨氮的含量。

1.2.2 试剂

文中所用到的主要试剂有:甲基红-溴甲酚绿混合指示剂;2%硼酸-指示剂溶液;0.005 N硫酸标准溶液;2 mol/L KCl 10% (W/V) NaOH 溶液。

1.2.3 操作步骤

称取新鲜沉积物样品10.00 g放入100 mL的三角瓶中,加2 mol/L KCl溶液50.0 mL,用橡皮塞塞紧,振荡30 min立即过滤到100 mL的三角瓶中。吸取滤液25.0 mL(含NH₄⁺-N 25 μg以上)放入半微量定氮蒸馏器中,并用少量蒸馏水冲洗,先把盛有5 mL 2%硼酸-指示剂溶液的三角瓶放在冷凝管下,管口插入至距硼酸液2~3 cm处。然后再加10% MgO液5 mL于蒸馏室中,立即关闭蒸馏室。以8 mL/分速度进行蒸汽蒸馏,待馏出液达30~40 mL时,停止蒸馏。用少量蒸馏水冲洗冷凝管,取下三角瓶,用0.005 N H₂SO₄标准溶液滴定至紫红色。同时进行空白试验,校正试剂和滴定误差。

1.3 磁化率的测定

磁化率环境磁学指标是指物质放于外磁场中获得的磁化强度与磁场强度的比值,磁化率粗略地反映

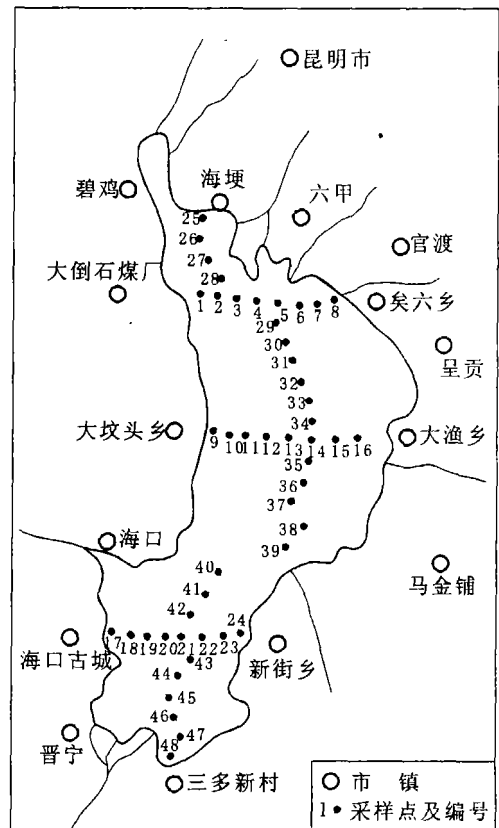


图1 滇池采样点示意图

Fig.1 Samples distribution in Dianchi Lake

沉积物中磁性矿物的数量^[5]. 对碎屑沉积物来说主要取决于磁性矿物的种类、含量与磁颗粒粒度的组分.

样品自然风干磨碎后, 均匀混合, 装入直径为 2.4 cm, 高为 2.2 cm 的圆柱形无磁塑料盒中, 压紧, 即可测量.

测定使用的磁化率仪是 KT-6 型磁化率仪 (捷克共和国生产, 测量范围从 -999 到 9999×10^{-3} SI), 对每个沉积物样品进行了 5 次重复测试, 求其平均值作为这个样品的磁化率值 (单位为 10^{-5} SI).

2 结果与讨论

2.1 实验结果

实验所得数据如图 2~ 13 所示, 图中 ◆点线为氨氮含量, 单位为 $\times 5 \text{ mg/kg}$ ■点线为磁化率, 单位为 10^{-5} SI

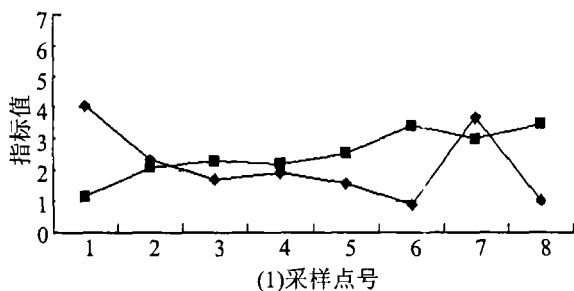


图2 1~8号样0~5 cm氨氮含量及磁化率
Fig.2 Value of ammoniacal nitrogen and magnetic susceptibility of No.1~8(0~5 cm)

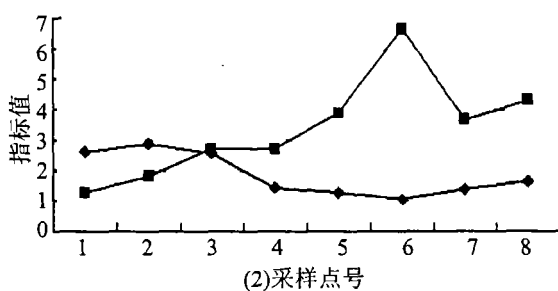


图3 1~8号样6~10 cm氨氮含量及磁化率
Fig.3 Value of ammoniacal nitrogen and magnetic susceptibility of No.1~8(6~10 cm)

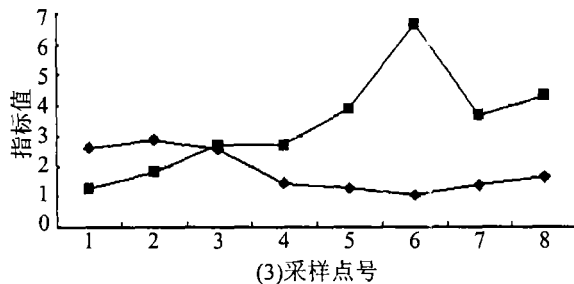


图4 1~8号样11~20 cm氨氮含量及磁化率
Fig.4 Value of ammoniacal nitrogen and magnetic susceptibility of No.1~8(11~20 cm)

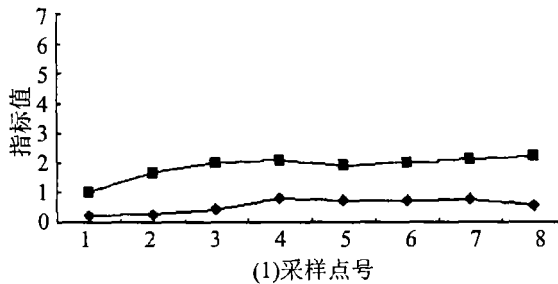


图5 9~16号样5~5 cm氨氮含量及磁化率
Fig.5 Value of ammoniacal nitrogen and magnetic susceptibility of No.9~16(0~5 cm)

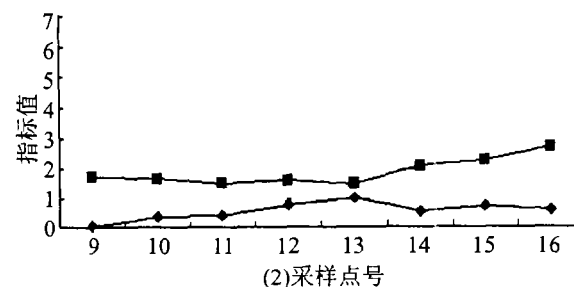


图6 9~16号样6~10 cm氨氮含量及磁化率
Fig.6 Value of ammoniacal nitrogen and magnetic susceptibility of No.9~16(6~10 cm)

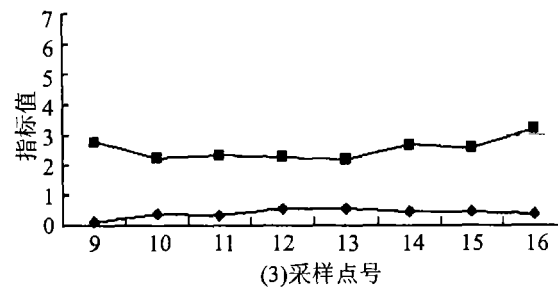


图7 9~16号样11~20 cm氨氮含量及磁化率
Fig.7 Value of ammoniacal nitrogen and magnetic susceptibility of No.9~16(11~20 cm)

2.2 讨论

2.2.1 氨氮

从以上数据图可以看出: 1~ 8号样氨氮含量, 总体上呈现出在同一层含量不稳定, 随沉积物厚度的增加含量递减. 9~ 16号样, 各层氨氮含量都较 1~ 6号样低. 9~ 16号样, 从西向东含量相对稳定, 17~ 24号样, 从西向东逐步增加, 都呈现出随沉积物的厚度增加含量递减.

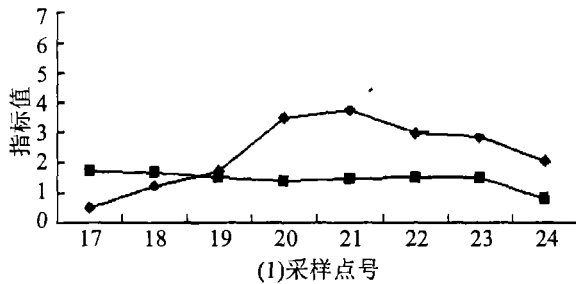


图8 17~24号样0~5 cm氨氮含量及磁化率
Fig.6 Value of ammoniacal nitrogen and magnetic susceptibility of No.17~24(0~5 cm)

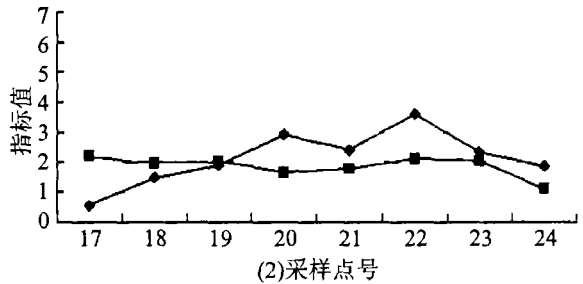


图9 17~24号样6~10 cm氨氮含量及磁化率
Fig.9 Value of ammoniacal nitrogen and magnetic susceptibility of No.17~24(6~10 cm)

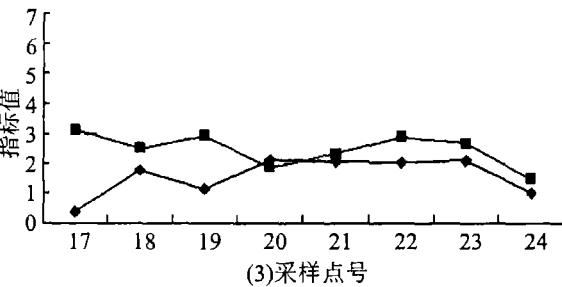


图10 17~24号样11~20 cm氨氮含量及磁化率
Fig.6 Value of ammoniacal nitrogen and magnetic susceptibility of No.17~24(11~20 cm)

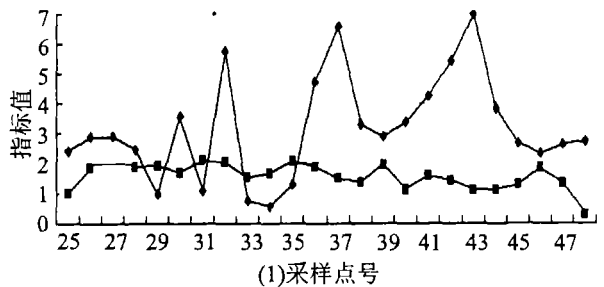


图11 25~48号样0~5 cm氨氮含量及磁化率
Fig.11 Value of ammoniacal nitrogen and magnetic susceptibility of No.25~48(0~5 cm)

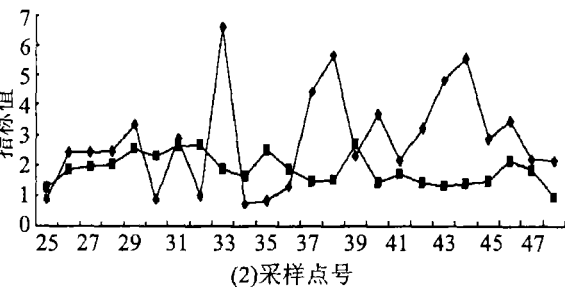


图12 25~48号样6~10 cm氨氮含量及磁化率
Fig.12 Value of ammoniacal nitrogen and magnetic susceptibility of No.25~48(6~10 cm)

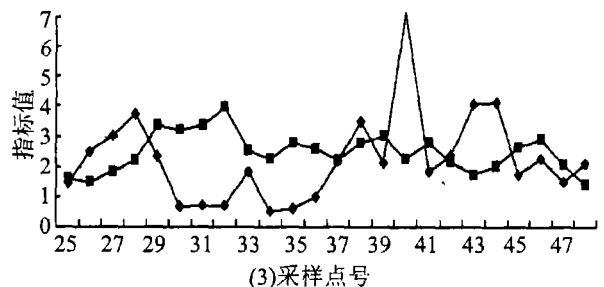


图13 25~48号样11~20 cm氨氮含量及磁化率
Fig.13 Value of ammoniacal nitrogen and magnetic susceptibility of No.25~48(11~20 cm)

这是因为 1~ 8号样距昆明市城区较近, 来自城区的生活污水、工业废水中的氨氮经大观河、盘龙江、宝象河、船舫河等江河直接流入海埂附近, 致使海埂附近的氨氮含量较其它部分要明显偏高, 这进一步反映在南北剖面上的 26~ 29号点上. 东边含量比西边高, 是因为滇池东边分布得有大量农田, 农用污水未经任何处理就直接排放入滇池, 致使滇池东边的氨氮含量比西边含量要高.

2.2.2 磁化率

1~ 8号样点的磁化率在 0~ 5 cm, 6~ 10 cm以及 11~ 20 cm 3层中均呈现出从西向东逐步增加的趋

势, 其中 6 号样的磁化率出现峰值, 之后的 7, 8 号样的磁化率均低于此值; 9~16 号样和 17~24 号样的磁化率在各层中均较稳定. 在纵向上, 3 条剖面都呈现出磁化率随沉积物厚度的增加而增加, 这种现象在南北向的 25~48 号样上得到了印证.

在平面上, 外海沉积物中磁化率的变幅比较大, 磁化率从滨岸带向中心依次降低. 这主要是因为: 一方面湖滨岸带的湖浪作用较大与岸上沉积物交换作用较大, 而且滇池四周出露的玄武岩中的磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿中的铁含量丰富, 一些含铁的氧化物在含有二氧化碳的降水淋溶下易形成 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ 溶于水中, 增加了湖水中铁离子的含量, 进而使得沉积物中铁含量的增加; 另一方面是因为滇池中重矿物的分布很不均匀, 主要集中在离岸线 2 km 的以内的滨岸带和近岸开阔湖区. 湖心多为细粒 (粒径 0.02mm) 的悬浮沉积, 碎屑矿物缺失或含量很低, 因此滇池碎屑矿物分布呈环带状.

沉积物中南部和北部的磁化率较小, 东部滨岸带磁化率较西部高, 这是由于滇池的南部和北部铁含量较低, 东部滨岸带含铁量较高, 向湖心逐渐减少^[6].

在垂向上, 磁化率随着深度的增加而增大, 下层沉积物的磁化率明显大于表层沉积物, 这主要是因为滇池表层沉积物中大量有机质和植物残体的存在冲淡了铁磁性矿物的含量, 而水生植物的繁衍和长期的滞水还原环境又可能使铁磁性矿物转化为弱磁性矿物^[7], 因而导致表层沉积物中的磁化率较低, 随着深度的加深, 还原条件逐渐向氧化条件改变, 弱磁性矿物逐渐向强磁性矿物转变, 磁性也逐渐变大, 因此磁化率也就随之变大.

3 结 论

滇池现代沉积物中的氮氮含量高值区主要分布在北部海埂附近, 中部相对较低, 东部比西部较高, 南部最低, 由北向南依次递减; 在垂向上: 表层沉积物中氮氮的含量要高于下层沉积物, 滨岸带沉积物中氮氮的含量高, 直接反映了氮氮的物源方向性, 这种物源方向性在大渔乡附近表现得尤为突出, 而滨岸带沉积物细颗粒性质更有利于氮氮的富集.

滇池现代沉积物的磁化率变化反映了沉积物中磁性矿物的变化, 与现代人类工程经济活动干扰相一致. 磁化率大小由滨岸带向湖心依次递减, 在垂向上, 随着沉积物厚度的增加而增大.

参考文献:

- [1] 金相灿, 徐南妮, 张雨田, 等. 沉积物污染化学 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1992. 300~326
- [2] Strotzker P B M. Management of Contaminated Sediment: an Overview [J]. European Water Pollution Control, 1995, 5(5): 8~15
- [3] 柘元蒙. 滇池富营养化现状、趋势及其综合防治对策 [J]. 云南环境科学, 2002, 21(1): 35~38
- [4] 国家环保局, 水和废水监测分析方法. 水和废水监测分析方法 (第三版) [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1989. 76~81
- [5] 卢升高. 土壤频率磁化率与矿物粒度的关系及其环境意义 [J]. 基础与工程科学学报, 2000, 8(1): 9~15
- [6] 中国科学院. 云南断陷湖泊环境与沉积 (第一版) [M]. 北京: 科学出版社, 1989. 231~232
- [7] Lihong Yu, Orlfield E, Wu Yushu, et al. Paleoenvironmental Implications of Magnetic Measurements on Sediment Core from Kunming Basin Southwest China [J]. Jour. of Paleolimnology, 1990, (3): 95~111