

阳宗海表层沉积物磷、氟、硫的分布与污染状况

张玉玺 孙继朝 王金翠 向小平 黄冠星 刘景涛 陈玺 崔海炜 张媛静
(中国地质科学院水文地质环境地质研究所 河北摇正定摇050803)

摘要 对阳宗海表层沉积物中磷、氟、硫的含量进行了调查,并用单指标标准指数法对污染水平进行了评价。结果表明,阳宗海表层沉积物磷、氟、硫含量的平均值依次为 1 041 mg/kg、1 075 mg/kg、2 743 mg/kg。生活、生产污水、工业废气,以及机动船只、网箱养鱼等活动是阳宗海表层沉积物中磷、氟、硫的主要来源。磷、氟、硫的标准指数平均值依次为 1.74、1.34、1.31,表明其在沉积物中的积累已经严重影响了阳宗海的环境质量,对高污染地区污染源的控制与沉积物的治理工作亟待实施。

关键词 磷 氟 硫 空间分布 沉积物 阳宗海

中图分类号 :X825 摇摇摇文献标识码 :B 摇摇摇文章编号 :1006-2009(2011)04-0037-04

Distribution and Pollution of Phosphorus , Fluorine and Sulfur in Surface Sediments from Lake Yangzonghai

ZHANG Yu-xi , SUN Ji-chao , WANG Jin-cui , XIANG Xiao-ping , HUANG Guan-xing ,
LIU Jing-tao , CHEN Xi , CUI Hai-wei , ZHANG Yuan-jing

(*Institute of Hydrogeology and Environmental Geology , CAGS , Zhengding , Hebei 050803 , China*)

Abstract : The content and characteristics of phosphorus , fluorine and sulfur were analyzed in surface sediments from lake Yangzonghai in Yunnan , China. Single standard index was used to assess the pollution. The results showed that the average concentrations of phosphorus , fluorine and sulfur in surface sediments of lake Yangzonghai were up to 1 041 mg/kg , 1 075 mg/kg and 2 743 mg/kg , respectively. It was considered that human activities , such as sanitary waste , production waste , process gas , powerboat , fish culture in net pen were the major polluting sources of phosphorus , fluorine and sulfur in lake Yangzonghai. The mean standard indexes of phosphorus , fluorine and sulfur were up to 1.74 , 1.34 and 1.31 respectively , which indicated that serious pollution of P , F and S in lake Yangzonghai. Control of pollutant sources and sediment treatment in the high level polluting regions of lake Yangzonghai should be implemented as early as possible.

Key words : Phosphorus ; Fluorine ; Sulfur ; Space distribution ; Sediment ; Lake Yangzonghai

摇摇沉积物是湖泊生态与环境系统中的重要组成部分,既能为湖泊中的生物提供营养物质,又是污染物质的贮藏库。储存于沉积物中的污染物,可通过一系列理化和生物过程释放出来,对湖泊环境和生态系统构成潜在的威胁^[1-3]。污染物进入湖泊后,在水体中的分布常毫无规律,但在沉积物中的分布却能呈现出明显的污染晕^[4]。掌握污染物在沉积物中分布,对于判断污染来源及湖泊的污染防治有重要的意义^[5]。

磷、氟、硫均是湖泊沉积物的重要环境因子。

磷是水体富营养化的重要指标,而沉积物中的磷是上覆水体中磷的重要补给源,是影响湖泊富营养化的重要因素之一^[6]。氟对许多生物具有毒性,且容易在生物体内富集,可通过水生动植物对人的健康产生潜在危害^[7]。硫不仅能影响水体酸化,还

收稿日期 2010-11-25;修订日期 2011-03-21

基金项目:中国地质科学院水文地质环境地质研究所基本科研业务费专项基金资助项目(SK200903)

作者简介:张玉玺(1982-),男,河北石家庄人,研究实习员,学士,从事水环境评价工作。

是控制沉积物中氧化还原体系的重要元素之一,进而影响重金属等其他污染物的迁移^[8-9]。

随着工业、矿业、渔业及旅游业的迅速发展,进入阳宗海的污染物不断增加,并在沉积物中聚积,成为上覆水体中的“二次污染源”。现通过对阳宗海表层沉积物中磷、氟、硫的调查分析,为污染治理和环境保护提供依据。

1 研究方法

1.1 研究区概况

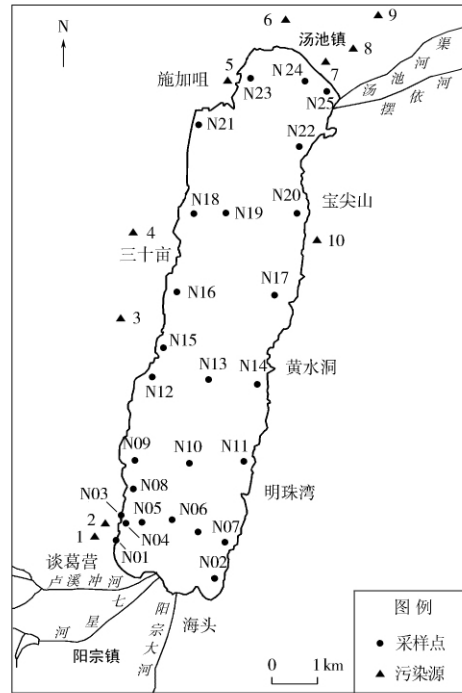
阳宗海位于 102°59'E—103°02'E、24°51'N—24°58'N。湖面呈纺锤形,东西宽 2.5 km,南北长 12.7 km,湖岸线长 32.3 km。湖面面积 31.9 km² (水位 1 770 m 时),平均水深 20 m,最深处为 29.7 m,蓄水量 6.04 亿 m³,换水周期 13 年^[10-11]。

1.2 样品采集与分析

2009 年的 4 月 2 日—4 月 4 日,利用抓斗式采泥器采集阳宗海表层 0 cm~5 cm 沉积物样品,共采样 25 组。

将采集的泥样置阴凉处晾干,去除植物根系与石块,经粉碎机粉碎后,过 200 目筛,然后置烘箱内于 105 °C 烘 8 h,取出后放入干燥皿冷却。

称量 4.0 g 土样,放入模具内拨平,用低压聚乙烯镶边垫底,在 3.5 × 10⁴ kg 压力下,压制成直径 32 mm,镶边外径 40 mm 的圆片试样,采用荷兰帕纳科公司 Axios PW4400 型 X 射线荧光光谱仪测定磷、氟、硫含量。采样点分布见图 1。



1—硫酸厂;2—耐火厂;3—铝厂;4—粉煤灰堆场;5—温泉;6—磷肥厂;7—火电厂;8—粉煤灰堆场;9—煤矿;10—高尔夫球场。

图 1 阳宗海采样点分布

Fig. 1 Sampling sites in lake Yangzonghai

2 结果与讨论

2.1 磷、氟、硫监测结果

阳宗海沉积物中磷的测定值为 592 mg/kg ~ 2 021 mg/kg,平均值 1 041 mg/kg。多数样品的磷测定值 < 1 000 mg/kg。最小值位于西南岸的 N09 点,最大值位于汤池镇南岸的 N22 点,见图 2。

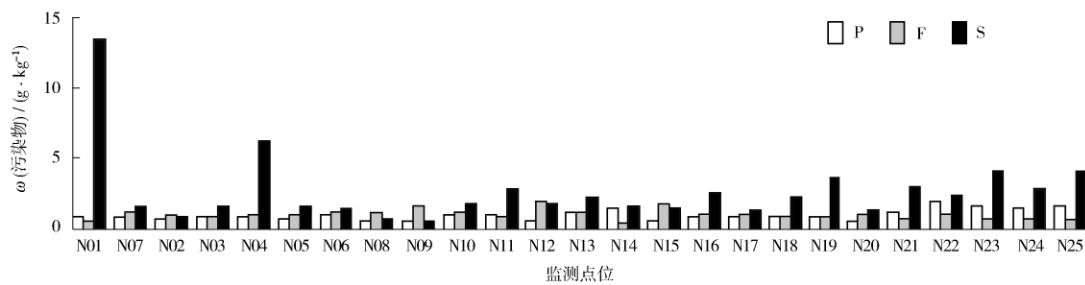


图 2 阳宗海沉积物磷、氟、硫监测结果

Fig. 2 Concentrations of P, F and S in sediment from lake Yangzonghai

阳宗海样品氟测定值为 471 mg/kg ~ 1 980 mg/kg,平均值 1 075 mg/kg,集中区间为 750 mg/kg ~ 1 500 mg/kg。除东岸黄水洞附近的 N14 点最小外,其他样品的氟测定值均超过了云南

省土壤环境背景值 525 mg/kg^[12],最大值为西岸三十亩地区南的 N12 点。硫的测定值范围为 564 mg/kg ~ 13 530 mg/kg,平均值 2 743 mg/kg,其中 23 个样品高于世界土壤背景的平均值

700 mg/kg^[13]。最小值位于西南岸的 N09 点, 最大值位于南岸谈葛营附近的 N01 点。

3 种元素测定值的变异系数 (Coefficient of Variance) 均比较大, 依次为 37%、32%、94%, 反映了空间的分布差异性, 其中硫的分布差异最为明显。

2.2 空间分布与来源浅析

磷、氟、硫在阳宗海沉积物中的空间分布均呈现出明显的污染晕, 见图 3。

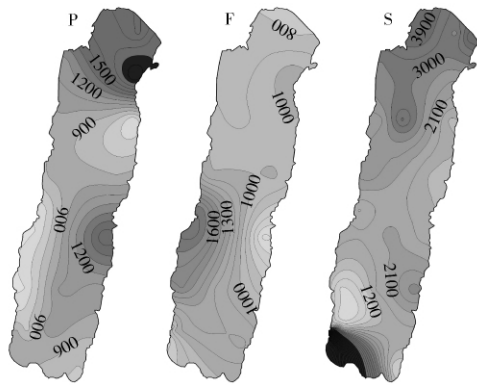


图 3 阳宗海沉积物磷、氟、硫的分布
Fig. 3 Spatial variation of P, F and S in sediment from lake Yangzonghai

磷测定值高的区域主要集中在阳宗海的北部和东部黄水洞附近, 西岸和南岸附近的测定值相对偏低。北部汤池镇主要为工业区火电厂、煤矿和磷肥厂, 还有多家温泉度假村。生产废水、生活污水的排放, 是沉积物中磷的主要来源。此外, 机动船只、网箱养鱼, 以及开发过程中产生的水土流失也对沉积物中磷的蓄积有所贡献^[14-15]。

氟测定值高的区域主要集中在西岸三十亩地区南, 其他区域的差异不大, 东岸黄水洞附近测定值最低, 表现出污染源单一的特征。高氟区附近仅有的工业为铝厂, 而氟化物和含氟粉尘是电解铝所产生的主要污染物^[16]。通过大气沉降、污水排放等方式进入阳宗海的氟, 被记录和反映在厂区附近的湖水沉积物中, 污染晕较清晰。

硫测定值高的区域主要位于南北两岸, 受人类活动影响明显。南岸谈葛营附近工业为硫酸厂和耐火厂, 含硫废气和废水的排放导致该区出现了极高的硫积累。北岸硫的富集区与火电厂的燃煤及其他工业和生活排污有密切关系。此外, 网箱养鱼同样是硫的来源^[17]。

沉积物中的磷、氟、硫一部分来源于自然环境, 一部分来自人类活动。样品结果的较大差异和明显的污染晕特征反映了人类活动造成的污染, 在阳宗海表层沉积物中磷、氟、硫的积累过程起了主要关键作用。

2.3 污染评价

为了解阳宗海沉积物磷、氟、硫的污染程度, 采用单指标标准指数法进行污染评价, 单项污染因子 i 的标准指数有如下关系式:

$$S_i = C_i / C_s$$

式中: C_i 为评价因子 i 的实测值, C_s 为评价因子 i 的评价标准值, S_i 为单项标准指数; S_i 值 > 1 则表示存在污染, S_i 越大表明污染越严重。

目前, 对沉积物中磷、氟、硫的评价中, 尚无统一标准。文章中磷的标准采用加拿大安大略省环境和能源部 (1992) 发布的指南中能引起最低级别生态毒性效应的磷 (600×10^{-6}) 标准进行污染状况评价^[18], 氟的标准选自我国地氟病发病区土壤氟的平均值 (800×10^{-6}) 标准进行评价^[19], 硫的标准采用世界土壤背景平均值的 3 倍 (2100 mg/kg) 进行评价。阳宗海沉积物中磷、氟、硫的标准指数结果见表 1。

表 1 阳宗海沉积物中磷、氟、硫的标准指数

Table 1 Standard indexes of P, F and S in sediment from Lake Yangzonghai

编号	磷	氟	硫	编号	磷	氟	硫
N01	1.61	0.82	6.44	N14	2.65	0.59	0.80
N02	1.32	1.34	0.46	N15	1.08	2.35	0.69
N03	1.43	1.07	0.79	N16	1.55	1.27	1.23
N04	1.51	1.28	2.98	N17	1.52	1.27	0.67
N05	1.28	1.43	0.82	N18	1.64	1.14	1.07
N06	1.78	1.54	0.73	N19	1.54	1.10	1.76
N07	1.44	1.53	0.79	N20	1.00	1.25	0.68
N08	1.11	1.55	0.33	N21	1.94	1.02	1.43
N09	0.99	2.01	0.27	N22	3.37	1.36	1.18
N10	1.87	1.44	0.89	N23	2.81	1.03	1.98
N11	1.72	1.13	1.36	N24	2.45	0.99	1.37
N12	0.99	2.47	0.89	N25	2.86	1.01	1.98
N13	1.92	1.61	1.06				

阳宗海表层沉积物中磷的标准指数为 0.99 ~ 3.37, 平均值 1.74。其中 22 个样品标准指数超过 1, 表明环境受磷的影响严重。阳宗海曾于 1997 年蓝藻暴发, 虽然当前水质已经恢复, 磷积累沉积物

中的问题依旧存在。氟的标准指数范围为0.59~2.47,平均值为1.34,同样22个样品标准指数>1,表明存在严重的氟污染。硫的标准指数为0.27~6.44,平均值1.31,12个样品标准指数>1,污染程度较磷、氟略低。但在谈葛营附近的N01点,硫的标准指数高达6.44,污染严重。

依据MAPGIS软件的计算,阳宗海受到磷污染的沉积物面积占99.1%,其中严重污染(标准指数>2)的区域占26.4%,主要集中在阳宗海的北岸,此处为磷肥厂、火电厂、煤矿等工业的分布区。

阳宗海受到氟污染的区域占93.4%,严重污染的区域占6.7%,集中在铝厂附近。硫污染的范围占阳宗海的52.8%,其中大部分位于阳宗海北部,反映了火电厂的影响。严重污染的区域占4.1%,集中在南岸硫酸厂附近。

可见,标准指数的分布同岸边的污染源存在明显的对应关系。磷、氟、硫的标准指数分布见图4。

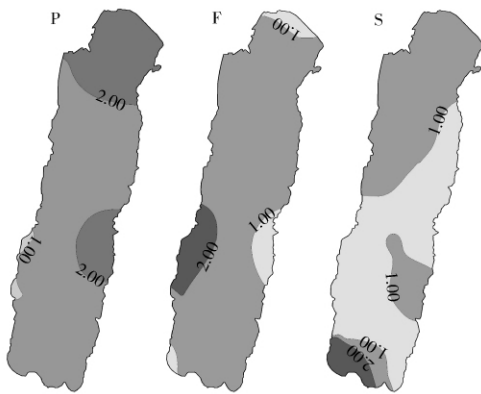


图4 阳宗海沉积物磷、氟、硫标准指数分布

Fig. 4 Spatial variation of standard indexes of P, F and S in sediment from lake Yangzonghai

3 结论

阳宗海表层沉积物磷、氟和硫的空间分布呈现出明显的污染晕,3种污染物的积累与周边地区的经济发展和径流排污等密切相关。生活污水和生产废水、工业废气,以及机动船只、网箱养鱼等与生产和生活密切相关的活动是阳宗海污染的主要来源。磷、氟、硫在沉积物中的积累已严重影响了阳宗海的环境质量,磷平均污染程度最高,氟的污染范围较广,硫除在南岸出现小范围污染严重外,其余地区污染程度较磷、氟低。

阳宗海沉积物中积累的磷、氟、硫可向水体中

释放,存在潜在的环境风险。因此,对高污染地区污染源的控制、沉积物的治理工作亟待实施。

[参考文献]

- [1] 摇白晓慧,杨万东,陈华林,等. 城市内河沉积物对水体污染修复的影响研究[J]. 环境科学学报,2002,22(5):562-565.
- [2] 摇李莲芳,曾希柏,李国学,等. 北京市温榆河沉积物的重金属污染风险评价[J]. 环境科学学报,2007,27(2):289-297.
- [3] 摇杨清伟,蓝崇钰,束文圣,等. 武江(乐昌段)水体底泥重金属污染调查[J]. 环境监测管理与技术,2008,20(2):18-21.
- [4] 摇陈静生. 沉积物金属污染研究中的若干问题[J]. 环境污染治理技术与设备,1983,4(8):1-2.
- [5] 摇马宏瑞,任静华,季峻峰,等. 长江南京段近岸沉积物和土壤中重金属分布特征分析[J]. 环境监测管理与技术,2010,22(2):32-36.
- [6] 摇丰茂武,吴云海,龚春生. 玄武湖沉积物中磷的形态分布特征[J]. 环境监测管理与技术,2007,19(2):19-22.
- [7] 摇王兴峰. 某铝厂周围土壤氟污染现状调查与防治措施研究[J]. 甘肃冶金,2008,30(5):62-65.
- [8] 摇罗莎莎,万国江. 湖泊沉积物中硫的地球化学循环机制研究[J]. 四川环境,2000,19(3):1-3.
- [9] 摇文湘华,HEBERT E A. 乐安江沉积物酸可挥发硫化物含量及溶解氧对重金属释放特性的影响[J]. 环境科学,1997,18(4):32-34.
- [10] 摇李振宇,孙治. 阳宗海水体特征分析及控制对策初探[J]. 云南环境科学,2005,24(S1):108-111.
- [11] 摇王红梅. 阳宗海水质现状及变化趋势分析[J]. 云南环境科学,2003,22(S1):170-171.
- [12] 摇中国环境监测总站. 中国土壤元素背景值[M]. 北京:中国环境科学出版社,1990.
- [13] 摇林慧娜,傅娇艳,吴浩,等. 中国主要红树林湿地沉积物中硫的分布特征及影响因素[J]. 研究报告,2009,3(12):79-82.
- [14] 摇杨常亮,陈建中,贺彬,等. 阳宗海总磷环境容量与总磷超标的原因分析[J]. 环境科学导刊,2008,27(1):44-46.
- [15] 摇杨麟,孙健. 五里湖—梅梁湖磷污染调查[J]. 环境监测管理与技术,2001,13(6):18-20.
- [16] 摇王兴峰. 某铝厂周围土壤氟污染现状调查与防治措施研究[J]. 甘肃冶金,2008,30(5):62-65.
- [17] 摇蔡清海,杜琦,卢振彬,等. 福建省主要港湾沉积物中硫化物的分布[J]. 台湾海峡,2004,23(1):24-32.
- [18] 摇黄小平,郭芳,黄良民. 大鹏澳养殖区柱状沉积物中氮、磷的分布特征及污染状况研究[J]. 热带海洋学报,2010,29(1):91-97.
- [19] 摇李静,谢正苗,徐建明,等. 我国氟的土壤健康质量指标及评价方法的初步探讨[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2005,31(5):593-597.