

文章编号 :1003-8701(2010)03-0035-02

# 底泥中磷分布特征的研究进展

陈婷婷,王宇,刘艇,李美兰,王聪,王继红\*

(吉林农业大学资源环境学院,长春 130118)

**摘要:** 水体富营养化是当今世界面临的最主要的水污染问题,本文通过对底泥磷的分布特征的研究进展进行概述,突显了底泥磷在水体污染方面的作用,为底泥磷在农业面源污染及水体富营养化的研究提供理论依据。

**关键词:** 底泥;磷;分布特征

中图分类号: X52

文献标识码: A

## Advance in Studies on Distribution Characteristics of Phosphorus in Sediment

CHEN Ting-ting, WANG Yu, LIU Ting, LI Mei-lan, WANG Cong, WANG Ji-hong\*

(College of Resource and Environment, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** Eutrophication was the world's most important water pollution problem. Studies on the distribution characteristics of phosphorus in sediment were reviewed in the paper, which highlighted the function of phosphorus in the water pollution and provide a theoretical basis for studies of phosphorus in the sediment as agricultural non-point source pollution and eutrophication of water bodies.

**Keywords:** Sediment; Phosphorus; Distribution characteristics

水体富营养化是当今世界面临的最主要水污染问题之一,我国在经济持续高速增长的同时,所带来的最大负效应就是环境污染日益严重,大江大河及湖库水环境质量日趋恶化。国际上近几十年来对富营养化问题的讨论很多,把治理水体富营养化作为控制水污染最迫切的问题之一<sup>[1]</sup>。

水体富营养化是指氮、磷等植物性营养物大量进入水体,引起藻类和其他水生植物大量繁殖,水体透明度和溶解氧下降,水质恶化,其他水生生物死亡,水体生态系统和水功能受到阻碍和破坏的现象<sup>[2]</sup>。水体富营养化会导致河流、湖泊功能丧失、生物多样性减少、生态系统结构变化等多种后果,严重制约了人类对湖泊资源的利用。

水体底泥,也称底质或沉积物,是水体营养物质的主要宿体,来自各种途径的营养物质,即各种

自然过程和人类经济活动下的产物,尤其是城市水底泥,经过一系列物理、化学及生物作用,其中一部分沉积于水体底部,日积月累形成水体营养盐的内负荷。底泥是水体的三大组成要素(水、沉积物与水生生物)之一,是水体营养物质的地球化学循环的重要环节<sup>[3]</sup>。

## 1 底泥及底泥磷研究进展

底泥是水体生态系统的重要组成部分,是大多数水生植物、动物及微生物的生长地和栖息地,是水环境治理中一个关键环节。同时,底泥也是水体营养物质的重要蓄积库,来自不同途径的各种营养物质,通过一系列物理、化学、生化等作用,其中一部分沉积到水体底部,在适当条件下,底泥中的污染物可能会释放出来成为二次污染源。因此,底泥是湖泊富营养化的内污染源<sup>[4-6]</sup>。

底泥中营养盐的循环在很大程度上影响着水体富营养化的进程。在一般的静水水体中,污染物被水体颗粒物吸附、络合、絮凝、沉降从而进入沉积物。沉积物通过接纳大量的污染物的方式缓解

收稿日期:2010-03-29

基金项目:吉林省科技厅项目(吉科2002668)

作者简介:陈婷婷(1984-),女,硕士,从事面源污染研究。

通讯作者:王继红 教授,博士 E-mail:tcwangjihong@yahoo.com.cn

富营养化的进程,所以,在一定程度上说,沉积物是污染汇,而不是污染源<sup>[7]</sup>。但是当环境条件改变时,湖泊沉积物作为营养物质积累的重要场所,又会发生间歇性的再生作用。被吸附在沉积物中的污染物通过解吸、溶解、生物分解等作用再次返回水体,形成湖泊营养盐的内源负荷。因此,在外部污染源减少或受控的情况下,沉积物内源释放将在相当长的时间内对水体的高营养浓度起主要作用,从而延迟或制约湖泊的恢复效果<sup>[8]</sup>。由于沉积物营养物质的内源释放成了水体富营养化的一个重要因子,因而沉积物在控制湖泊水库营养物质浓度中的重要性受到了关注。可见,在一定条件下,沉积物中的营养盐可能成为水体富营养化的主导因子<sup>[9]</sup>。

底泥是水体营养的内负荷,底泥中磷的释放是湖泊水体中磷的重要来源之一,对水体的营养水平有着不可忽视的影响,磷是造成水体富营养化的关键限制性因素之一<sup>[10]</sup>。底泥作为湖库营养物质的重要蓄积库,污水的排入、地表径流汇集以及水生生物残骸,导致底泥中磷元素逐步积累,易形成营养物质的内负荷。当外源排入湖库的磷营养元素负荷量减少后,沉积物中的营养元素会逐步释放,成为湖泊富营养化的主导因子<sup>[11]</sup>。

磷是藻类细胞中的必需元素,是构成核酸、脂肪、蛋白质的重要成分,在能量代谢中起着重要的作用。因此藻类要大量繁殖,所需的营养性物质是很多的,但他们并非都是藻类生产力的主要指标和控制因子。限制藻类生产力的物质是磷、氮、碳。但作为藻类增殖的限制性物质,其中磷是上述三者中最主要的限制性因素。总磷自 40 年代以来含量不断增加,总氮、总有机碳含量增加开始于 70 年代末期,表明湖泊富营养化程度不断加重<sup>[12]</sup>。

磷是造成水体富营养化的关键限制性因素之一<sup>[13-14]</sup>。磷是浮游生物的主要营养要素,在生物活动中有重要作用,是生产力的主要限制因素之一。磷是水生生物赖以生存的基础营养盐之一,它的分布和含量直接影响着水体的初级生产力及浮游生物的种类、数量和分布。近年来,近海区域和内陆湖泊的富营养化带来了一系列的影响已引起人们的广泛关注。不合理的施肥制度使化肥中的氮、磷营养元素经地表径流和淋溶作用进入水体,导致藻类等水生生物大量繁殖,水中溶解氧急剧下降,鱼虾大量死亡,水质恶化。因此,研究磷对水环境及其生态系统的影响刻不容缓<sup>[15]</sup>。

磷在湖泊中的停留取决于悬浮态磷的沉积特

性,这些特性又决定于湖泊的地貌、水文学条件等因素。水文条件包括滞留时间、颗粒大小和密度等。磷的各种形态在沉积物中并不是固定不变的,它受到各种因素的影响,如湖泊或水库的地理位置、外部污染负荷、周边人类的生产、生活方式、流域土壤背景(母质来源),上覆水受污染的程度及其水化学性质(pH、氧化还原电位、温度等),沉积物的性质,如有机质含量、阳离子代换量、粒径组成以及沉积物化学组成等等,关于这方面的研究,国内外已作了大量的工作<sup>[16-17]</sup>。

国内外的不少学者曾对 pH 与底泥释磷的关系进行过详尽的分析,金相灿等<sup>[18]</sup>认为,当水中 pH 在中性到酸性范围内,磷释放量很小,而在碱性范围内,随着 pH 的升高,磷释放量也增大。王小蓉等<sup>[19]</sup>发现,当 pH 在 4-8 之间时,沉积物磷释放量很小,而当 pH<4 或 pH>8 时,则磷释放量明显增大。国内外还研究表明,温度、pH 值、水体水文和其他环境状况,对磷的释放与吸收也产生重要影响<sup>[20]</sup>。研究表明,在没有其它因素影响的情况下,湖水 pH 为 7.0 左右时底泥磷的释放最小,因为磷以  $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  形态存在,最易被吸收。降低 pH,磷酸盐以溶解为主,铝磷最先释放。升高 pH,以离子交换为主,即  $\text{OH}^-$  与被束缚的磷酸盐阴离子产生竞争<sup>[21]</sup>。

## 2 研究展望

近年来,人们对底泥的空间分布及其表面营养物的分布已有较多的调查和分析,但对底泥磷在底泥-水界面的分析和研究不多。望本文能为农业面源研究和水体富营养化的研究提供参考资料。

参考文献:

- [1] 彭立新,等.水质富营养化与防治[M].北京:中国环境科学出版社,1988.
- [2] 成小英,李世杰.长江中下游典型湖泊富营养化演变过程及其特征分析[J].科学通报,2006,51(7):848-855.
- [3] 玉坤宇,刘素美,张经,等.海洋沉积物-水界面营养盐交换过程的研究[J].环境化学,2001,20(5):425-431.
- [4] 徐俊.杭州西湖底泥磷分级分布.湖泊科学,2001,13(3):247-254.
- [5] 朱广伟,陈英旭,田光明.水体沉积物的污染控制技术研究进展[J].农业环境保护,2002,21(4):91-93.
- [6] Bostrom B, Jansson M, Forsberg C. Phosphorus Release from Lake Sediments [J]. Arch Hydrobiol Beih Ergebn Limnol, 1982 (18):5-59.
- [7] Bostrom B, Anderson J M, Fleischer S. Exchange of phosphorus across the sediment- water interface [J]. Hydrobiologia, 1988, 170:229-244.

- [29] 卫龙宝, 卢光明. 农业专业合作组织实施农产品质量控制的运作机制探析——以浙江省部分农业专业合作组织为例[J]. 中国农村经济, 2004(7): 36-40.
- [30] 胡定寰, Fred Gale, Thomas Reardon. 试论“超市+农产品加工企业+农户”新模式[J]. 农业经济问题, 2006(1): 36-39.
- [31] 周洁红. 农户蔬菜质量安全控制行为及其影响因素分析——基于浙江省396户菜农的实证分析[J]. 中国农村经济, 2006(11): 26-34.
- [32] 单吉堃. 认证制度的建构与有机农业发展[J]. 学习与探索, 2004(4): 81-86.
- [33] 林学贵. 食品安全标签——日本有机农产品认证和标示制度及其意义[J]. 国际贸易, 2005(2): 41-44.
- [34] 严可仕. 台湾有机农产品的发展及启示[J]. 台湾农业探索, 2008(3): 2-4.
- [35] 向敏. 实施 HACCP 认证应对蔬菜产品出口绿色壁垒[J]. 中国蔬菜, 2003(3): 1-3.
- [36] 顾黄辉, 等. 农产品质量安全溯源机制建设的探索[J]. 农业环境与发展, 2007(4): 55-57.
- [37] 周应恒, 张蕾. 溯源系统在全球食品安全管理中的运用[J]. 农业质量标准, 2008(1): 39-43.
- [38] 修文彦, 任爱胜. 国外农产品质量安全追溯制度的发展与启示[J]. 农业经济问题, 2008(S1): 206-210.
- [39] 陈红华, 田志宏. 谈如何有效发挥零售商在我国农产品可追溯系统中的作用[J]. 经济师, 2008(7): 9-10.
- [40] 屈晓晖, 等. 蔬果农产品可追溯物流实现技术研究[J]. 中国物流与采购, 2008(12): 70-71.

(上接第 17 页)

- [6] 石德成, 赵可夫. NaCl、NaCO<sub>3</sub> 胁迫下星星草根际 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup> 的生理行为[J]. 应用与环境生物学报, 1997, 3(2): 112-118.
- [7] 石德成. 磷酸中和缓解 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 对星星草的胁迫作用[J]. 草业学报, 1995, 4(4): 34-38.
- [8] 石德成, 殷立娟. 盐(NaCl)与碱(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)对星星草胁迫作用的差异[J]. 植物学报, 1993, 35(2): 144-149.
- [9] Bi C L, Shen Y Z, Huang Z J, et al. Molecular Biological Identification of Wheat Salt-Tolerant Lines[J]. Hereditas, 1999, 21(6): 32-36.
- [10] 王宏英, 张萃, 黄占景, 等. 用卫星标记定位小麦耐盐突变体的耐盐相关基因[J]. 作物学报, 2004, 30(7): 697-699.
- [11] 张海燕. 大豆耐盐基因定位及耐盐相关基因分子标记的开发[D]. 硕士学位论文, 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2005.
- [12] Michelmore R W, Paran Z, Kesseli R V. Identification of markers linked to disease resistance genes by bulked segregation populations[J]. Proc Nat Acad Sci USA, 1991, 88: 9828-9832.

(上接第 36 页)

- [8] Ryding S O, Forsberg C. Sediments as a nutrient source in shallow polluted lakes[A]. The Hague: Dr. Junk Publ., 1977.
- [9] 由文辉. 沉积物中磷负荷及其释放对水质的影响[J]. 上海环境科学, 1997, 16(12): 23-25.
- [10] 彭近新, 陈慧君. 水质富营养化与防治[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1988: 45-62.
- [11] 安琪, 李发荣. 滇池草海底泥疏挖对水体水质及底泥影响分析研究[J]. 云南地理环境研究, 2002, 14(2): 65-69.
- [12] 刘恩峰, 沈吉, 朱育新, 等. 太湖沉积物重金属及营养盐污染研究[J]. 沉积学报, 2004, 22(3): 507-512.
- [13] David L C. The role of phosphorus in the eutrophication of receiving water: review[J]. J Environ Qual, 1998(27): 261-266.
- [14] 彭近新, 陈慧君. 水质富营养化与防治[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1988: 45-62, 94-112.
- [15] 邓焕广, 陈振楼, 张兴正. 沉积物中磷的研究进展[J]. 广州环境科学, 2004, 19(1): 1-4.
- [16] Williams J D H, et al. Forms of phosphorus in surgical sediments of Lake Erie[J]. J Fish Res Board Can, 1976, 33: 413-429.
- [17] 刘敏, 侯立军, 许世远, 等. 长江河口潮滩表层沉积物对磷酸盐的吸附特征[J]. 地理学报, 2002, 57(4): 397-406.
- [18] 金相灿. 沉积物污染化学[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1992.
- [19] 王小蓉, 华兆哲, 徐菱, 等. 环境条件变化对太湖沉积物磷释放的影响[J]. 环境化学, 1996, 15(1): 15-19.
- [20] Perkins R.G., Underwood G.J.C. The potential for phosphorus release across the sediment-water interface in an entropic reservoir dosed with ferric soleplate [J]. Wat.Res.2001, 35(6): 1399-1406.
- [21] Andersen J.M. Influence of pH on release of phosphorus from lake sediment [J]. Arch.Hydrobiol, 1975, 76(4): 411-419.