

## 湖北省若干浅水湖泊沉积物有机质与富营养化的关系

陈芳<sup>1,2</sup> 夏卓英<sup>1,2</sup> 宋春雷<sup>1,2</sup> 李建秋<sup>1</sup> 周易勇<sup>1</sup>

(1. 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要:**分析了湖北省月湖、龙阳湖、后官湖、梁子湖、牛山湖、保安湖、鲁湖等 7 个湖泊表层沉积物有机质、总氮与总磷的含量,并考察了其在月湖、龙阳湖沉积物中的垂直分布及月湖、龙阳湖与保安湖表层沉积物的颗粒组成,结果表明:位于城市与城郊的月湖与龙阳湖表层沉积物有机质含量较高,且表现出沿岸带较丰富的空间分布特征。在垂直及水平方向上,有机质与总氮和总磷含量均显著相关,颗粒组成与有机质和总氮含量亦显著相关。有机质富集应是促进城市湖泊富营养化的重要因素。

**关键词:** 浅水湖泊; 沉积物; 有机质; 营养负荷; 富营养化

**中图分类号:** X144 **文献标识码:** A **文章编号:** 100-3027(2007)04-0467-06

严平川等对湖北省境内 29 个主要湖泊环境现状进行调查分析得出,城市内湖污染严重是全省湖泊污染的一大特点<sup>[1]</sup>。流经城市的河流则是有机污染物进入湖泊的主要途径<sup>[2]</sup>,而有机质的产生、沉降与淤积将导致湖泊富营养化<sup>[3]</sup>。因此,有机质的产生和输入与湖泊(尤其是城市湖泊)的富营养化密切相关。沉积物表层是湖泊中最易受外界环境影响的界面层。河水挟带的污染颗粒以及鱼类排泄物、残饵等有机物的沉积,造成了明显较高的氮、磷和有机物负荷<sup>[4]</sup>。沉积物间隙水与湖水中营养物含量在水土界面所形成的浓度差是决定其在好氧或厌氧条件下释放作用大小的主要原因之一<sup>[5]</sup>。

总之,有机质可能通过内源负荷的循环促进营养物质的再生,从而构成富营养化过程的初始驱动因素,而以多湖泊沉积物数据为基础研究有机质与富营养化关系的报道相对较少。本文探讨了湖北省 7 个城市与郊区湖泊沉积物中有机质、总氮、总磷含量与颗粒组成的关系,这一工作旨在初步揭示有机质对于内源负荷的贡献及其在湖泊富营养化过程中的重要作用。

### 1 材料与方法

#### 1.1 采样地点 本文被调查的梁子湖、牛山湖、保

安湖均属于湖北省鄂州市郊区湖泊,与武汉市紧邻,且在水资源、生物资源及地理位置上联系紧密。月湖、龙阳湖、后官湖位于武汉市汉阳地区,前两个湖泊地处市区,后官湖属郊区湖泊。鲁湖在武汉市江夏区,属郊区湖泊。

**1.2 样品采集与制备** 2002 年 9 月至 2004 年 3 月,对七个湖泊进行调查(被调查湖泊基本参数及采样点数和相应采样时间见表 1),采样点随机设置,表层样品 83 个,分层样品 70 个,共 153 个样点。每个样点在采样船上使用了 GPS 定位仪确定位点。表层泥用彼得森采泥器采集;柱状泥样用直径为 50mm 的有机玻璃采泥器采集。采样深度因湖泊泥深不同而不同(如 30cm 或 50cm),然后立即将泥样分层,每 10cm 一层。新鲜泥样用封口袋包好带回实验室,在自然状态下风干后用于分析沉积物的含水量、有机质、总氮、总磷及粒度。

**1.3 分析方法** 含水量测定用重量法。有机质测定采用重铬酸钾外加热法,总氮测定采用半微量凯氏定氮法,仪器用 KDN-08 型半自动定氮仪。总磷测定采用硫酸-高氯酸溶钼锑抗比色法,粒度分级采用国际制(ISSS),用移液管法测定颗粒组成。以上测定均参见《土壤农业化学常规分析方法》<sup>[6]</sup>。

#### 1.4 数据处理 数据用 sigma plot 8.0 统计软件分

收稿日期:2005-12-17;修订日期:2006-06-14

基金项目:中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-SW-12-IF-02-02);国家重点基础研究发展计划(2002CB412304);国家自然科学基金(20177033);国家“十五重大科技专项”(2002AA601021)资助

作者简介:陈芳(1979—),女,江西安义人;硕士研究生;研究方向为酶学 E-mail:fangchen326@126.com

通讯作者:周易勇, E-mail:zhouyy@ihb.ac.cn

表 1 被调查湖泊基本参数及采样点数和采样时间

Tab. 1 The basic characters of the study sites

| 湖泊名称<br>Lakes  | 经纬度<br>Situation    | 样点数<br>Samples | 水深(m)<br>Depth | pH      | 透明度(m)<br>Diaphaneity | 面积(km <sup>2</sup> )<br>Acreage | 采样时间<br>Date |
|----------------|---------------------|----------------|----------------|---------|-----------------------|---------------------------------|--------------|
| 月湖 Yuehu       | 114°14' E, 30°33' N | 60             | 0.45—1.1       | 7.8—8.4 | 0.4—0.7               | 0.66                            | 2003.12      |
| 龙阳湖 Longyanghu | 114°10' E, 30°33' N | 49             | 0.3—1.3        | 7.4—8.1 | 0.2—0.65              | 2.67                            | 2004.03      |
| 后官湖 Houguanhu  | 114°06' E, 30°30' N | 8              | 2.5—3.3        | 7.6—8.0 | 0.9—1.2               | 66.67                           | 2002.10      |
| 梁子湖 Liangzihu  | 114°26' E, 30°03' N | 4              | 3.0—5.0        | 8.2—9.2 | 1.0—2.0               | 220.57                          | 2002.12      |
| 保安湖 Bao'anhu   | 114°23' E, 30°15' N | 17             | 2.0—3.0        | 8.0—9.0 | 1.0—2.0               | 39.98                           | 2002.10      |
| 牛山湖 Niushanhu  | 114°32' E, 30°19' N | 9              | 3.0—5.0        | 8.0—9.0 | > 2.0                 | 39.50                           | 2002.11      |
| 鲁湖 Luhuhu      | 114°09' E, 30°12' N | 6              | 2.0—2.5        | 7.5—7.9 | 0.7—1.4               | 40.20                           | 2002.12      |

析,图形采用 box and whisker plots (Fig. 2) 和 scatter plot (Fig. 5)表示,多湖泊间(两者以上)多样本平均数差异显著性检验采用方差分析。由于本次试验各个湖泊采样点不一致,故采用组内观测次数不等的方差分析。若方差分析差异达显著水平的数据( $p < 0.05$ ),继续进行多重比较,分析各两个湖泊间的差异显著性。本文中采用最小显著极差法(LSR即 Duncan 法)。湖泊内样点分布的离散程度通过求取变异系数(CV)获知。

2 结 果

2.1 沉积物有机质含量及颗粒组成分布

调查湖泊表层沉积物有机质含量分布如图 1A 所示。与鲁湖、后官湖和梁子湖相比,月湖、龙阳湖、保安湖、牛山湖等各湖内有机质含量的变化明显(变

异系数较大)。方差分析及多重比较的结果表明,湖泊间有机质含量的差异达显著水平( $p < 0.01$ )。月湖的含量明显高于其他各湖的相应值( $p < 0.01$ );鲁湖含量最低,与梁子湖(南北咀)的相应值之间无显著差异,与保安湖的相应值差异显著( $p < 0.05$ ),而与月湖、牛山湖、龙阳湖、后官湖相应值的差异极显著( $p < 0.01$ );牛山湖的含量仅次于月湖,且明显高于梁子湖的相应值( $p < 0.01$ );龙阳湖和后官湖的含量明显高于梁子湖的相应值( $p < 0.05$ );牛山湖、龙阳湖、后官湖、保安湖四湖以及保安湖与梁子湖两湖之间有机质含量的差异均不明显。

上述各湖 83 个表层样点分别位于沿岸带( $n = 38$ )与湖心区( $n = 45$ )。方差分析表明,前者的有机质含量明显较高( $p < 0.01$ )。

沉积物有机质含量的垂直变化趋势如图 3A、3D

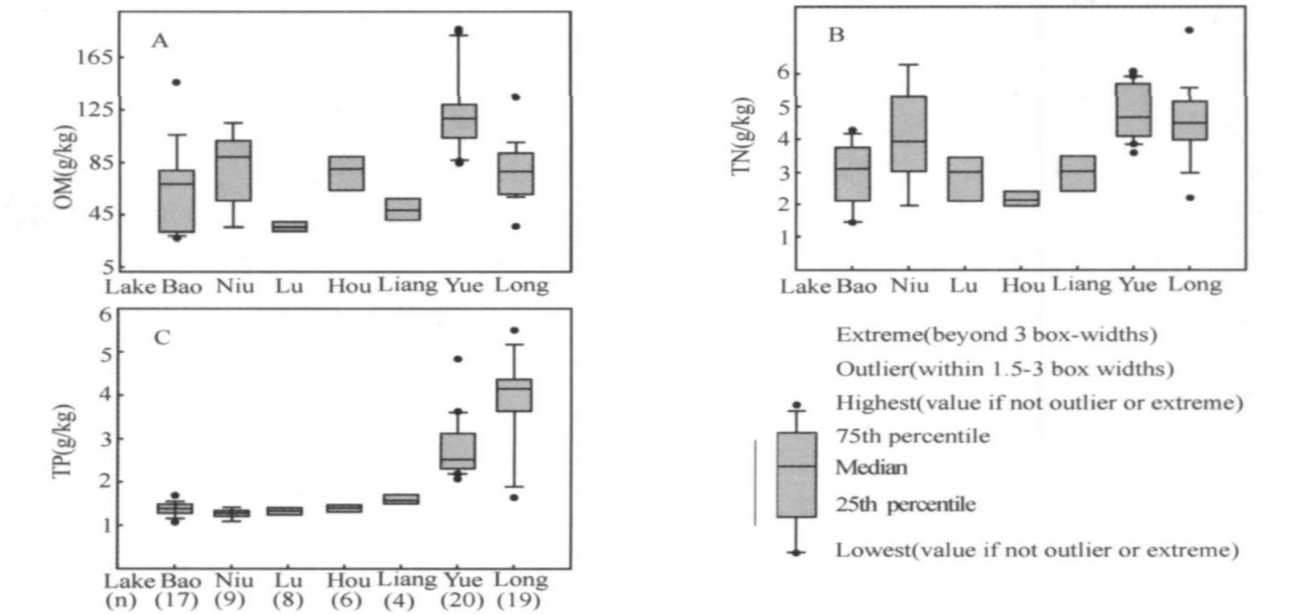


图 1 湖泊沉积物有机质(A)、总氮(B)、总磷(C)含量的水平分布

Fig. 1 Box and Whisker plots for the content of organic matter(A), total nitrogen(B), total phosphorus(C) in horizontal size in the sediment of lakes

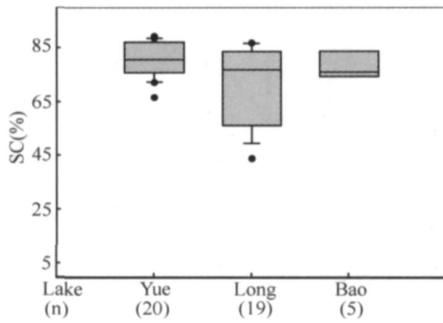


图2 调查湖泊沉积物颗粒含量及分布

Fig. 2 The content and distribution of silt and clay in the sediment of lakes

所示。月湖( $n = 20$ )的0—20cm与20—30cm差异显著( $p < 0.05$ ),前两层之间变化不明显。龙阳湖( $n = 6$ )上层(小于20cm)的变幅较大,而20cm以下诸层波动趋缓;方差分析表明其有机质随深度的变化并不明显。沉积物的颗粒组成可基本反映其粗细程度,粉粒(0.02—0.002mm)与黏粒( $< 0.002\text{mm}$ )含量之和(SC)大于70%者可被视为细沉积物,反之则为粗沉积物<sup>[7]</sup>。如图2所示,调查湖泊SC的平均值为77.03%(43.83%—92.85%),在47个取自月湖、龙阳湖与保安湖的表层样品中,SC > 70%的样点约占80%,即上述各湖以细颗粒为主。与湖心区相比,沿岸带( $n = 26$ )的颗粒略粗( $n = 21$ ),相应变异系数较大。

## 2.2 沉积物总氮、总磷含量及分布

从图1B、1C可知,与鲁湖、后官湖和梁子湖相比,月湖、龙阳湖、保安湖、牛山湖等各湖内总氮、总磷的变化明显(变异系数较大)。方差分析及多重比较的结果表明,调查湖泊表层沉积物总氮、总磷含量之间存在显著差异( $p < 0.01$ )。月湖和龙阳湖的含量明显高于其他各湖的相应值,其他五湖总氮、总磷含量的差异均不明显。此外,沿岸带在总氮、总磷含量上明显高于湖心区。

沉积物总氮、总磷含量的垂直分布如图3所示,月湖(3B、3C)、龙阳湖(3E、3F)方差分析及多重比较的结果表明:总氮含量随深度递减,两湖表层(0—10cm)的含量显著高于10—20cm层的相应值( $p < 0.05$ ),20cm以下各层的含量差异不明显,且均极显著地低于表层的相应值( $p < 0.01$ );总磷含量亦有类似分布,表层(0—10cm)的含量虽与10—20cm的相应值无明显差异,却极显著地高于20cm以下各层的相应值,另外,龙阳湖10—20cm层在总磷含量上极显著高于20—30cm层( $p < 0.01$ ),并显著高于30cm以下各层( $p < 0.05$ ),而30cm以下各层含量的差异

均不明显。

## 2.3 有机质与总氮、总磷及颗粒组成之间的关系

在水平方向和垂直方向上,有机质与总氮、总磷均显著正相关,且与前者显示更高的相关系数(图4,  $n = 153$ )

图5描述了有机质、总氮、总磷含量与SC的关系,SC < 70%时,三者均随SC的增加明显上升,而SC > 70%时,其变化趋势均不明显。概言之,SC分别与有机质或总氮含量显著和极显著正相关,而与总磷含量之间无显著相关性。

## 3 讨论

### 3.1 沉积物中高营养盐含量是城市富营养化湖泊的重要特征

1993年湖北省30多个湖泊水质调查结果表明,污染程度较轻的湖泊多有面积较大,离城区较远,无明显污染源等特征<sup>[8]</sup>。月湖与龙阳湖分别位于城市与城郊,其沉积物的总氮、总磷含量明显高于其他各湖泊(包括同处汉阳地区之后官湖)的相应值,这一现象说明内源营养物质的富集是城市湖泊污染的重要形式之一。沉积物在垂直方向上表现出某种地层学特征,表层(<10cm)营养物质含量变化剧烈,深层趋缓,而含量多呈递减趋势<sup>[9]</sup>。龙阳湖表层沉积物总氮、总磷含量亦明显较高(图3E、3F)。此外,河流上游沉积物磷主要源于浮游植物的分解与沉积,而下游的磷主要由城市排污所致<sup>[10]</sup>。月湖与龙阳湖沉积物总氮、总磷的分布均具明显的空间异质性,沿岸带含量明显较高,这种模式在调查的范围内表现出一定程度的共性。因此,伴随城市化过程的外源排放是湖泊内负荷剧增的重要原因,加速了富营养化过程。

### 3.2 有机质是内负荷的重要来源

调查湖泊沉积物中的有机质、总氮、总磷在水平和垂直方向上(图1、图3)均表现出相同的变化趋势,因此,有机质是内负荷的重要来源。沉积物有机质具有热不稳定性,其中包含的氮、磷和微量元素将随分解过程而释放<sup>[11]</sup>。大量实验证实,有机质矿化速率与水体氮磷营养浓度相关。湖泊沉积物间隙水中溶解反应性磷浓度受沉积物有机质输入的影响<sup>[12]</sup>。此外,沉积物中铵态氮和可溶性磷的释放通量是沉积物有机质矿化速率的函数<sup>[13]</sup>。常年底层曝气,未能降低富营养化湖泊中磷的浓度,其原因在于沉积物富集的有机质的矿化<sup>[14]</sup>。有机质与氮、磷的相关性亦可从三者与颗粒组成的联系中得到进一步证实。实验证明,大部分湖泊沉积物以细颗粒物

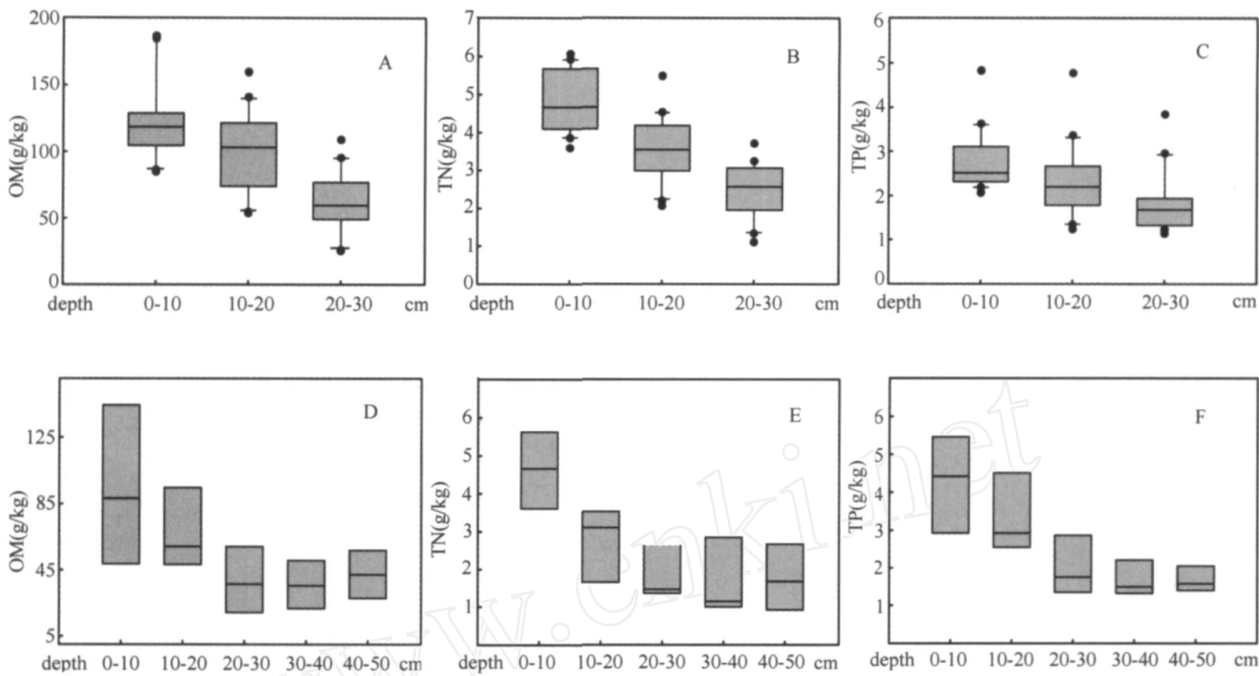


图3 月湖(A、B、C)、龙阳湖(D、E、F) 沉积物有机质、总氮、总磷的垂直分布

Fig. 3 Box and Whisker plots for the content of organic matter , total nitrogen ,total phosphorus in vertical size in the sediment of Yuehu and Longyanghu Lake

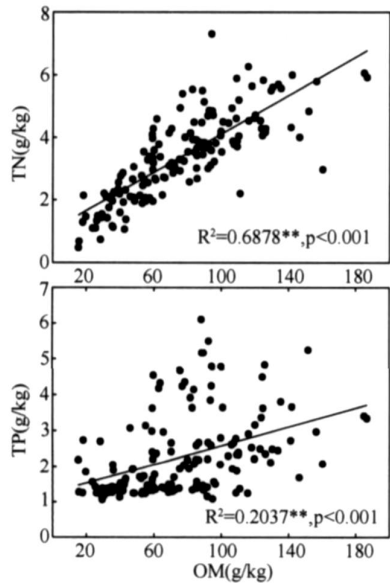


图4 沉积物有机质与总氮、总磷营养的关系

Fig. 4 The relationship between organic matter (OM) and total nitrogen (TN), total phosphorus (TP) in the sediment of lakes

质为主<sup>[15]</sup>。湖泊有机质的分布与沉积物黏土含量有着密切关系,黏土矿物通过水时能够吸附溶解在水中的有机质,从而直接增加了其在沉积物颗粒中的含量<sup>[16]</sup>。就总氮而言,与有机质、细颗粒显著相关,这可能是由于细颗粒孔隙较小的氧含量低,氮和有机质难以氧化分解,易被保存下来<sup>[17]</sup>。这些事实

说明细颗粒与有机质、总氮的相关具有一致性,故有机质是内负荷的主要来源。而与总氮相比,总磷与有机质、颗粒组成之间的关系均相对较弱,这种现象已有先例<sup>[18]</sup>,并能从磷的形态与结合方式上得到部分解释<sup>[19]</sup>。灌水初期,池塘细颗粒沉积物中总磷含量明显增加,5周后不再增加;而有机质含量则无明显变化<sup>[20]</sup>。希腊 Volvi (沃尔维湖,位于希腊萨洛尼卡湾西北 11.5 公里处)湖沉积物氢氧化钠提取磷十分活跃,铁化合物与有机质在调节这种易变磷的过程中可能具有关键作用;Koronia (科洛尼亚湖,位于希腊萨洛尼卡湾西北 11.5 公里处)湖中的氯化铵提取磷较为活跃,这主要是受到了吸附在细颗粒上的磷沉积的影响<sup>[21]</sup>。Carman 指出,沉积物中绝大多数的氮有机地与碳结合,而磷可能以无机形式与之结合。在水平和垂直方向上有机的 C/N 均极为稳定,因此,有机质始终以一定的碳氮比进行分解;而有机的 C/P 偏离理论值,其原因可能是易水解的有机磷分子的瞬时释放<sup>[22]</sup>。总之,源于有机质的磷具有易变性,从而构成促进富营养化的活跃因素。

3.3 有机质富集是城市湖泊富营养化的重要促进因素

城市湖泊(月湖与龙阳湖)沉积物有机质含量明显高于远离城市湖泊的相应值。沉积物中有机质分别来自内源和外源。前者包括水中微生物、浮游生物以及其他动植物残体等,后者系由外部输入的溶解与

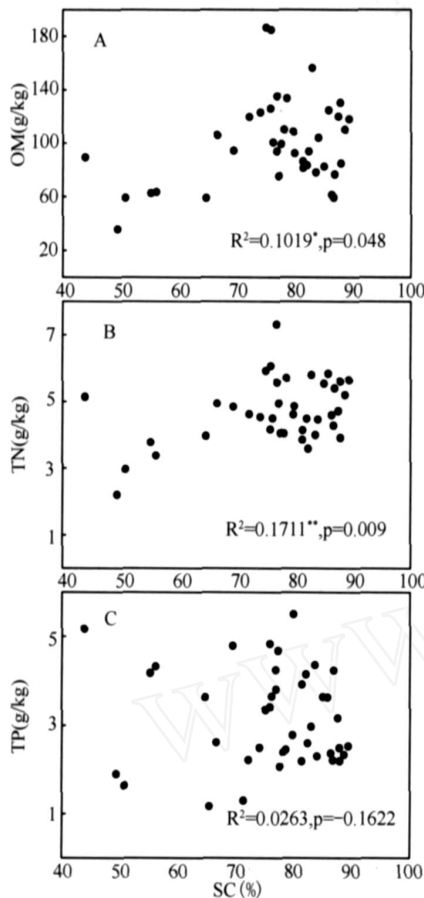


图5 沉积物颗粒与有机质、总氮、总磷的关系

Fig. 5 Scatter plots for relationship between silt and clay (SC) and organic matter (OM), total nitrogen (TN), total phosphorus (TP) concentrations in sediment

颗粒态有机质等<sup>[23]</sup>。天然湖泊沉积物中有机质大部分(大于90%)来自内源<sup>[24]</sup>。月湖、龙阳湖沉积物有机质的分布具有两个特征,即表层及沿岸带含量明显较高(图3),故有机质仍来自内源沉积;除此之外,外源排放加速了城市湖泊有机质的富集。Hudson(哈德温水库,美国纽约州东部的河流)河口附近多为森林,但其沉积物有机质却并非主要来自林地,而是源于周围占地面积相对较小的城市、郊区和田田<sup>[25]</sup>。此外,与农村河流相比,城市河水中的总有机碳与总有机氮,与总有机磷比率均较高,且大部分颗粒态营养沉积在河流入口处<sup>[26]</sup>。来自陆地的有机质在河岸的沉积导致相应较高的总氮、总磷含量<sup>[27]</sup>。大量有机质的累积使沉积物更加肥沃,进而极大地影响植物的生长<sup>[28]</sup>。总之,有机质的富集是城市湖泊富营养化的重要促进因素。

#### 致谢:

底栖生物生态与分类学科组、刘兵钦、彭亮同学参与了采样工作,谨此致谢。

#### 参考文献:

- [1] Yan P C, Huang R H, Peng X S, Wang J. The environmental actuality and measures to control pollution in lakes of Hubei province [J]. *China Water Resources*, 2004, 3: 33—34 [严平川, 黄荣华, 彭小思, 王俊. 湖北省湖泊环境现状及污染控制措施. 水资源管理, 2004, 3: 33—34]
- [2] Lopez L, Mbgollon J L, Aponte A, Bifano C. Identification of anthropogenic organic contamination associated with the sediments of a hypereutrophic tropical lake, Venezuela [J]. *Environmental Geochemistry and Health*, 2000, 22(1): 55—74
- [3] Lu B, Zhang F S, Huang S J, Li G X. Surface sediment properties and their influence on sea water culture in Daya Bay [J]. *Journal of Oceanography in Taiwan Strait*, 2002, 21(4): 489—496 [卢博, 张福生, 黄韶健, 李赶先. 大亚湾表层沉积物性质及其对海水养殖的影响. 台湾海峡, 2002, 21(4): 489—496]
- [4] Fan C X. Physiochemical characteristics of sediments in Gehu Lake and simulation of its phosphorus release [J]. *Journal of Lake Science*, 1995, 7(4): 341—350 [范成新. 湖沉积物理化特征及磷释放模拟. 湖泊科学, 1995, 7(4): 341—350]
- [5] Fan C X, Morihiro A. Effects of aerobic and anaerobic conditions on exchange of nitrogen and phosphorus across sediment-water interface in lake kasumigaura [J]. *Journal of Lake Science*, 1997, 9(4): 337—342 [范成新, 相崎守弘. 好氧和厌氧条件对霞浦湖沉积物—水界面氮磷交换的影响. 湖泊科学, 1997, 9(4): 337—342]
- [6] Li Y K, et al. The normal analysis methods for soil and agricultural chemistry [M]. Beijing: the Sciences Press. 1989 [李西开, 等. 土壤农业化学常规分析方法. 北京: 科学出版社. 1989]
- [7] Johannes S, Angela M. Spatial hydrogeomorphological influences on sediment and nutrient deposition in riparian zones: observations from the Garonne River, France [J]. *Geomorphology*, 2002, 49: 1—23
- [8] Yang H D, Du Y, Cai S M. The characteristics of water environmental chemistry of the lakes in Hubei province and its relationship with the activities of human being [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Valley*, 1995, 4(1): 323—328 [杨汉东, 杜耘, 蔡述明. 湖北省湖泊水环境化学特征及其与人类活动的关系. 长江流域资源与环境, 1995, 4(1): 323—328]
- [9] Lehtoranta J, Pitkaenen H, Sandman O. Sediment accumulation of nutrients (N, P) in the eastern Gulf of Finland (Baltic Sea) [J]. *Water Air Soil Pollute*, 1997, 99(1—4): 477—486
- [10] Zutic V, Legovic T. Eutrophication processes in the Krka Estuary (Adriatic Sea) UNEP Mediterranean Action Plan, Athens (Greece) [J]. *Athens. Map. Tech. Rep. Ser.*, 1994, 7: 53—73
- [11] Angeler D G, Sanchez-Carrillo S, Garcia G, Alvarez-Cobelas M. The influence of *Procambarus clarkii* (Cambaridae, Decapoda) on water quality and sediment characteristics in a Spanish floodplain wetland [J]. *Hydrobiologia*, 2001, 464(1—3): 89—98
- [12] Eckerrot A, Pettersson K. Pore water phosphorus and iron concentrations in a shallow, eutrophic lake—indications of bacterial regulation [J]. *Hydrobiologia*, 1993, 263(1—3): 165—177
- [13] D'Angelo E M, Reddy K R. Diagenesis of organic matter in a wetland receiving hypereutrophic lake water: I. Distribution of dissolved nu-

- trients in the soil and water column [J]. *Environ. Qual.*, 1994, **23** (5) : 928—936
- [14] Garg J, Garg H K. Nutrient loading and its consequences in a lake ecosystem [J]. *Tropical Ecology*, 2002, **43**(2) : 355—358
- [15] Alcalá H J A, García R B, Machain C M L, *et al.* Stable isotopes of oxygen and carbon in carbonates and of carbon in the organic matter of a sedimentary sequence of the Lake of the Texcoco [J]. *Rev. Soc. Mex. Hist.*, 1998, **48**: 137—146
- [16] Cizkova H, Strand J A, Lukavska J. Factors associated with reed decline in a eutrophic fishpond, Roznberk (south Bohemia, Czech Republic) [J]. *Folia Geobotanica Phytotaxonomica*, 1996, **31**(1) : 73—84
- [17] Patro S K. Nature of biogenic elements in the surface sediments of the eastern continental shelf of India [J]. *Environment Pollute*, 2001, **8** (4) : 385—389
- [18] Lin F B, Dai L, Xiao Y, *et al.* The influence of sediment in Yanghe reservoir on eutrophication [J]. *Protect for Water Resource* 2003, **3** : 31—34 [李凤彬, 代礼, 肖勇, 等. 洋河水库底泥对富营养化影响的研究, 水资源保护, 2003, **3** : 31—34]
- [19] Andrieux-Loyer F, Aminot A. Phosphorus forms related to sediment grain size and geochemical characteristics in French coastal areas [J]. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 2001, **52**(5) : 617—629
- [20] Diaz-Espejo A, Serrano L, Toja J. Changes in sediment phosphate composition of seasonal ponds during filling [J]. *Hydrobiologia*, 1999, **392**(1) : 21—28
- [21] Kaiserli A, Voutsas D, Samara C. Phosphorus fractionation in lake sediments—lakes Volvi and Koronia, N. Greece [J]. *Chemosphere*, 2002, **46**(8) : 1147—1155
- [22] Carman R. Burial pattern of carbon, nitrogen and phosphorus in the soft bottom sediments of the Baltic Sea [J]. *Vie Milieu*, 1998, **48** (4) : 229—241
- [23] Zhu G W, Chen Y X. A review of geochemical behaviors and environmental effects of organic matter in sediments [J]. *Journal of Lake Science*, 2001, **13**(3) : 272—279 [朱广伟, 陈英旭. 沉积物中有机质的环境行为研究进展. 湖泊科学, 2001, **13**(3) : 272—279]
- [24] Chen W X. The soil and environmental microbiology [M]. Beijing: Beijing agriculture of university press. 1990, 75—78 [陈文新. 土壤和环境微生物学. 北京: 北京农业大学出版社. 1990, 75—78]
- [25] Howarth R W, Fruci J R, Sherman D. Inputs of sediment and carbon to an estuarine ecosystem: influence of land use [J]. *Biological Applications*, 1991, **1**(1) : 27—39
- [26] Ebise S, Inoue T. Change in C: N: P ratios during passage of water areas from rivers to a lake [J]. *Water Research*, 1991, **25**(1) : 95—100
- [27] Selig U, Schlunbaum G. Longitudinal patterns of phosphorus and phosphorus binding in sediment of a lowland lake-river system [J]. *Hydrobiologia*, 2002, **472**: 67—76
- [28] Goltzman H L. Deposition of river silts in the Rhine and Meuse Delta [J]. *Freshwater Biology*, 1973, **3**(3) : 267—281

## RELATIONSHIPS BETWEEN ORGANIC MATTER IN SEDIMENTS AND INTERNAL NUTRIENT LOADINGS IN SHALLOW LAKES IN HUBEI PROVINCE OF CHINA

CHEN Fang<sup>1,2</sup>, XIA Zhuo-Ying<sup>1,2</sup>, SONG Chun-Lei<sup>1,2</sup>, LI Jian-Qiu<sup>1</sup> and ZHOU Yi-Yong<sup>1</sup>

(1. Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072;

2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

**Abstract :** Eutrophication of Lake is attributable to the burgeoning human population in its watershed. In this study, comparative investigations have been conducted to study the nutrient distribution pattern, physical and chemical properties of sediments in different areal lakes. Sediment samples have been collected during the period from 2002 to 2004 in seven shallow lakes (Lake Yuehu, Longyanghu, Huguanghu, Liangzihu, Niushanhu, Baoanhu and Luhu) in Hubei Province for analysis of organic matter (OM), total nitrogen (TN), total phosphorus (TP) in surface sediments. The grain size of sediment in Lake Yuehu, Longyanghu and Baoanhu was also determined. In addition, Vertical profiles of OM, TN and TP in sediments were described in Lake Yuehu and Lake Longyanghu. For organic matter in surface sediments, urban lakes like Yuehu and Longyanghu showed not only significantly higher contents, but also a spatial heterogeneity with littoral zones being more abundant. Thus external discharge was its main source and accelerated the process of eutrophication. Furthermore, OM significantly related with TN and TP vertically and spatially, but the relationship between OM and TN was better than the relationship between OM and TP. As in the case of carbon, a dominant proportion of the nitrogen found in the sediments is organically bound. For phosphorus, on the other hand, a dominant proportion is inorganically bound. Grain size was also closely connected with OM and TN, respectively. But there was no correlation between TP and grain size. It may be interpreted by the diversity of Phosphorus forms. In short, OM may act as an important factor accelerating the process of eutrophication in urban lakes.

**Key words :** Shallow lake; Organic matter; Sediment; Internal loading; Urbanization; Eutrophication