

太湖表层沉积物中 OM、TN、TP 的现状与评价

隋 桂 荣

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

摘要 根据1990年8月至1993年10月,对太湖进行的14次调查442个表层沉积物中OM、TN、TP进行分析,其结果表明,三者均有明显的平面分布特点。近年来OM和TN增加速度较快,TP相对较慢。引用有机指数和有机氮评价太湖表层沉积物,仍处于较清洁至尚清洁状态。但东太湖底泥已遭受较严重的有机物污染。

关键词 太湖 表层沉积物 有机指数 有机氮 评价

1 目的与方法

近30多年来,随着太湖地区工农业生产的发展,污染湖泊的环境因素日益增多。为了研究太湖富营养化的发展趋势,自1990年8月至1993年10月,对太湖进行了14次调查,内容包括水质、底质和生物等。本文对442个表层沉积物中OM、TN和TP进行了分析和讨论。

取用蚌合式采样器采取表层沉积物样品,采样深度约0~10cm。泥样经风干粉碎,过筛后分析。OM为重铬酸钾法、TN为重铬酸钾-硫酸氧化-开氏法、TP为高氯酸硫酸酸溶-钼锑抗比色法。

2 结果与分析

2.1 OM、TN和TP的平面分布

OM含量在0.133%~14.328%间,均值为2.218%。全湖可分4个类型区:Ⅰ级区为湖心区;Ⅱ级区为西太湖沿岸包括梅梁湾;Ⅲ级区为五里湖和梅梁湾北部;Ⅳ级区为东太湖(图1a)。

TN含量在0.027%~0.430%间,均值为0.136%。全湖分4个区,其分布趋势与OM基本相同(图1b)。

TP含量在0.035%~0.132%间,均值为0.062%。全湖分3个类型区:Ⅰ级区为湖心区,含量较低;Ⅱ级区为太湖西北部交界处、西太湖沿岸及东太湖,含量居中;Ⅲ级区为五里湖高值区(表1)。

来稿日期:1994-04-14;接受日期:1996-02-09。

作者简介:隋桂荣,女,1937年生,高级实验师。主要从事土化分析研究工作,已发表论文10多篇。并参加《巢湖—富营养化研究》等3部专著的编写。

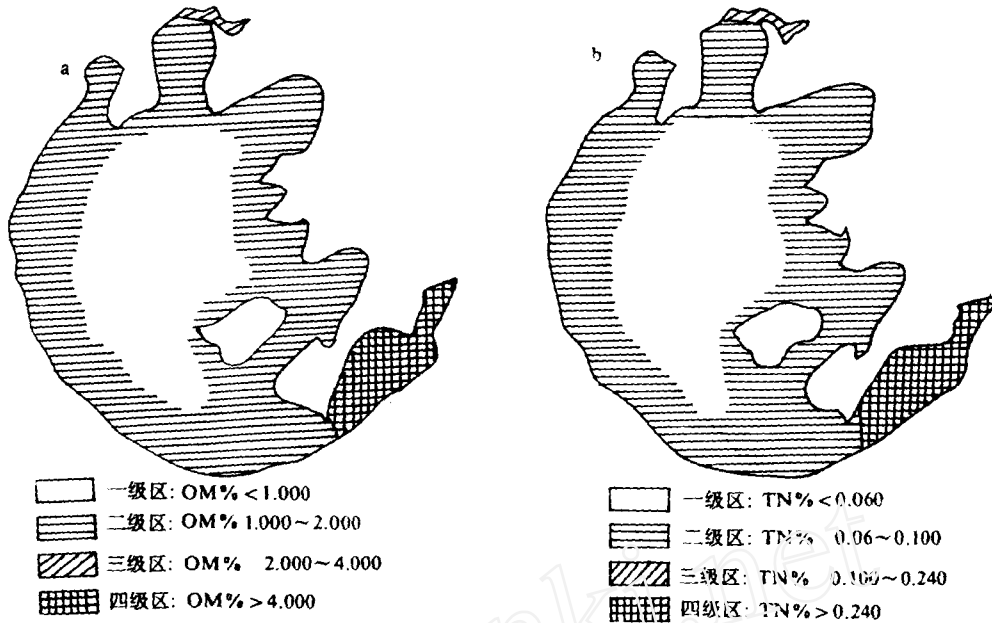


图1 表层沉积物中OM(a)、TN(b)的平面分布

Fig. 1 Plane distribution of organic matter and total nitrogen in surface layer sediments

表1 表层沉积物中TP的平面分布

单位: %

Tab. 1 Plane distribution of total phosphate in surface layer sediments (unit: %)

含量	湖心区	西太湖沿岸带	东太湖	五里湖	全湖
变化范围	0.038~0.077	0.035~0.106	0.042~0.093	0.066~0.132	0.035~0.132
平均值	0.052	0.061	0.061	0.095	0.062

2.2 OM、TN 和 TP 的多年变化与年际变化

多年变化:OM、TN 和 TP 的全湖均值 1980 年^[3]分别为 1.365%、0.075%和 0.055%，1993 年分别为 2.360%、0.158%和 0.063%，三者均有明显的增加。OM 平均每年增加 0.08%、TN 平均每年增加 0.006%、TP 平均每年增加 0.001%。

年际变化:从 1990~1993 年全湖年均值比较可以看出,OM、TN 呈逐年上升趋势;TP 变化则不明显(表 2)。

2.3 C/N 值

有关资料^[1]表明,湖泊中水生高等植物 C/N 值为 14~23,底栖动物则为 2.8~3.4,而浮游动植物平均值约为 6.0~6.3。太湖及各湖区 1990~1993 年,年平均 C/N 值(表 3)。从表 3 看出,全湖及各湖区 C/N 值,年际间变化较明显。东太湖 4 年均值为 11.6,远高于浮游动植物的比值,较接近水生高等植物,有机物质外源应以其为主;湖心区为 8.3,西太湖沿岸与西北部交界处为 8.7,略高于浮游动植物的 C/N 值。表明二湖区有一定外源物质补给。

表 2 表层沉积物中 OM、ON 和 TP 的年际变化 单位:%
 Tab. 2 Yearly change of organic matter, total nitrogen and total phosphate in surface layer sediments (unit:%)

项目	年份	全湖		湖心		五里湖		东太湖		西太湖沿岸及太湖西北部交界处	
		含量	年增长率 (%)	含量	年增长率 (%)	含量	年增长率 (%)	含量	年增长率 (%)	含量	年增长率 (%)
OM	1990	1.428		0.647		2.328				1.055	
	1991	2.039	0.61	0.889	0.24	2.717	0.39	3.454		1.201	0.15
	1992	2.075	0.04	0.755	-0.13	3.128	0.41	5.348	1.89	1.132	-0.07
	1993	2.360	0.29	0.935	0.18	3.774	0.65	5.760	0.41	1.468	0.34
TN	1990	0.109		0.059		0.167				0.088	
	1991	0.120	0.01	0.062	0.003	0.176	0.009	0.200		0.075	-0.013
	1992	0.114	-0.01	0.052	-0.01	0.181	0.005	0.243	0.043	0.077	0.002
	1993	0.158	0.04	0.055	0.003	0.295	0.114	0.279	0.036	0.084	0.007
TP	1990	0.058		0.050		0.089		0.057		0.061	
	1991	0.056	-0.002	0.050	0	0.081	-0.008	0.054	-0.003	0.057	-0.004
	1992	0.059	0.003	0.047	-0.003	0.104	0.023	0.058	0.004	0.060	0.003
	1993	0.063	0.004	0.056	0.009	0.085	-0.019	0.063	0.005	0.062	0.002

表 3 全湖及各湖区表层沉积物中 C/N 值
 Tab. 3 C/N values of surface layer sediments in whole lake and each part

年 份	全湖平均	东太湖	太湖北部	湖心区	西太湖沿岸及太湖西北部交界处
1990	7.6		8.1	6.4	7.0
1991	9.9	10.0	9.0	8.3	9.3
1992	10.6	12.8	10.1	8.4	8.5
1993	8.7	12.0	7.4	9.9	10.1
4 年平均	9.2	11.6	8.7	8.3	8.7

据有关资料^[2],湖泊表层沉积物中 C/N 值一般在 10.0 左右,巢湖为 9.5、洪泽湖为 10.8。日本諏访湖沿岸在 10~11 之间、湖心区在 8~9 之间。太湖除东太湖 C/N 值接近于諏访湖和洪泽湖外;其它湖区均接近于巢湖。

2.4 表层沉积物的营养程度

表层沉积物中 OM、TN 和 TP 的含量,可直接反映其营养程度。现将太湖与其它 4 个湖泊进行比较(表 4)。

可以看出,太湖的 OM 低于洪泽湖、鄱阳湖,略高于巢湖、洞庭湖;TN 低于洪泽湖、洞庭湖,高于巢湖、鄱阳湖;TP 低于洞庭湖,与洪泽湖接近,高于鄱阳湖和巢湖。由此可见,太湖表层沉积物的营养程度在五大淡水湖中居中等程度。

表4 表层沉积物中营养物含量与其它湖泊比较

Tab. 4 Comparisons of nutrients in surface layer sediments in Taihu Lake and in other lakes

项 目	太 湖 (1990年)	巢 湖 (1987年)	洪泽湖 (1989年)	鄱阳湖 (1986年)	洞庭湖 (1985年)
OM(%)	1.428	1.129	2.420	1.826	1.260
TN(%)	0.109	0.067	0.126	0.075	0.110
TP(%)	0.058	0.022	0.054	0.052	0.083

3 评价

3.1 评价方法和标准的确定

目前国内外对水域沉积物环境尚缺乏统一的评价方法和标准,考虑到近年来太湖表层沉积物中OM和TN含量增加速度较快的特点,参考以前所用的评价方法^[3,4],进行评价。

3.1.1 有机指数评价方法和标准 有机指数通常用作水域沉积物环境状况的指标,计算方法如下:

$$\text{有机指数} = \text{有机碳}(\%) \times \text{有机氮}(\%)$$

式中,有机碳% = 有机质(%) / 1.724, 有机氮(%) = 总氮% × 0.95。

评价标准是参照国外有关资料,结合太湖实际情况而制定(表5)。

表5 水体沉积物有机指数评价标准

Tab. 5 Assessmental standards of organic index in sediments

有机指数	<0.05	≥0.05 ~ <0.20	≥0.20 ~ <0.50	≥0.50
类型	清洁	较清洁	尚清洁	有机氮污染
等级	I	II	III	IV

3.1.2 有机氮评价方法和标准 ON(TN × 95%)是常用来衡量湖泊表层沉积物有否遭受N污染的重要指标。现参照国内有关标准^[4],结合实际情况,制定了评价标准(表6)。

表6 沉积物中有机氮评价标准^[4]

Tab. 6 Assessmental standards of organic nitrogen in sediments

类型与等级	<0.033%	0.033% ~ 0.066%	0.066% ~ 0.133%	>0.133%
类型	清洁	较清洁	尚清洁	有机氮污染
等级	I	II	III	IV

3.2 评价结果

根据有机指数和有机氮评价方法和标准,对太湖及各湖区(1990~1993年)4年表层沉积物中OM和TN含量的平均值进行分类统计(表7)。用表5、表6的标准,对照表7的含量,可得如下结果:

(1) 东太湖沉积物为软泥,淤积厚度达0.5~1m,由于人工养殖带入的残饵、排泄物、湖体内动植物残体的聚积和沿岸带环境对其影响,有机指数已达0.80,有机氮含量为

0.248%。该湖区已受到较严重的有机污染,属Ⅳ级的标准。

(2) 太湖北部因长期接纳无锡市排放的生活及工业废水,有机指数已达 0.45,有机氮含量为 0.226%。该湖区受到一定程度的有机污染,而有机氮的污染较严重,接近Ⅳ级标准。

(3) 其它湖区有机指数在 0.02~0.17 间,有机氮含量在 0.051%~0.129%间。为较清洁至尚清洁,属Ⅰ~Ⅲ级标准。

表 7 全湖及各湖区表层沉积物中有机指数及有机氮含量
Tab. 7 Organic index and content of organic nitrogen in surface layer
sediments in Taihu Lake and each part

湖 区	有机质%	有机碳%	总氮%	有机氮%	有机指数
全湖	2.218	1.287	0.136	0.129	0.17
东太湖	5.554	3.222	0.261	0.248	0.80
太湖北部	3.451	2.002	0.238	0.226	0.45
太湖西北部交界处 及西太湖沿岸	1.300	0.754	0.081	0.077	0.06
湖心区	0.845	0.490	0.054	0.051	0.02

4 结果与讨论

(1) 太湖表层沉积物中 OM、TN 和 TP 均具有明显的平面分布特征:OM、TN 含量以东太湖最高、太湖北部次之、湖心区最低;TP 含量以五里湖最高、湖心区最低,其它湖区居中,接近于全湖平均值。

(2) OM、TN 与 TP 近 10 余年有增加趋势,其中 OM、TN 增加速度较快,且年际间变化明显,TP 变化规律不明显。

(3) C/N 值表明太湖除太湖北部、西太湖沿岸受一定外源物质影响外,表层沉积物以内源物质为主。

(4) 采用有机指数和有机氮评价沉积物环境质量,总体上属较清洁至尚清洁。即湖心区、西太湖沿岸与太湖西北部,属较清洁、尚清洁;五里湖较差;东太湖遭受有机污染较严重。

(5) 表层沉积物特征与湖区所处位置,决定了 OM、TN 和 TP 的含量与分布。湖心为敞水区,由于风浪侵蚀环流离心作用,使沉积厚度很小,且硬底为多数,由于基质为坚硬的黄土物质组成,其理化性质与下蜀黄土相似,OM、TN 和 TP 含量低;西太湖沿岸与太湖西北部交界处受入湖河流补给及五里湖影响,OM、TN 和 TP 含量略高于湖心区;五里湖临近无锡市,常年纳入生活污水、工业废水、废渣等,增加了沉积物中 OM、TN 和 TP 的含量,环境质量相对较差;东太湖是太湖的主要出水通道,沉积物厚度已达 0.5~1m,水生植物茂盛,年产水草约 36×10^4 t,占全湖产量的 80.2%,沿岸携入的泥沙与水生植物残体增加了沉积物中 OM 与 TN 的含量。另外,近十余年大水面网围养鱼所产生的残饵和鱼排泄物等也增加了 OM 和 TN 的含量,致使有机污染物增加。因此,加强治理太湖的重点应放在五里湖与东太湖。五里湖主要是控制无锡市污水、废水入湖,东太湖则应适当控制网围养鱼面积,积极推广挖湖泥肥田和捞草喂鱼,以减轻沉积物的营养负荷。

参 考 文 献

- 1 朱松泉、窦鸿身等. 洪泽湖. 合肥:中国科学技术大学出版社,1993,95
- 2 屠清瑛、顾丁锡等. 巢湖. 合肥:中国科学技术大学出版社.1990,56~61
- 3 隋桂荣. 太湖底质中有机物污染状况研究. 上海师范学院学报(自然科学版).1983,120~123
- 4 孙顺才、黄漪平. 太湖. 北京:海洋出版社,1993,224~228

**STATEMENT AND EVALUATION OF ORGANIC MATTER,
TOTAL NITROGEN AND TOTAL PHOSPHATE IN
SURFACE LAYER SEDIMENTS IN TAIHU LAKE**

Sui Guirong

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Abstract

During three years from Aug. 1990 to Oct. 1993, 14-time investigation were carried out to take 442 samples of organic matter, total nitrogen and total phosphate in the surface layer sediments. The analytical results show that they are characterized by plane distribution. In recent years, the organic matter and total nitrogen increased rapidly, but by no means of total phosphate. By evaluating the surface layer sediments with organic index and organic nitrogen it is showed that the lake is in the state of clear and less clear except East Taihu Lake which has been contaminated heavily by organic matter.

Key Words Taihu Lake, surface layer sediment, organic index, organic nitrogen evaluate