

太湖水质变化趋势及其保护对策

诸 敏

(无锡市环境科学研究所, 无锡 214023)

摘要 通过对1980~1994年太湖水质监测资料的分析,研究了太湖水质现状及其变化趋势,探讨了太湖水质污染原因及太湖富营养化的成因机制,提出了太湖水质保护及富营养化防治的对策、措施与建议。

关键词 太湖 富营养化 水质保护

1 太湖水质监测概况

监测按分区进行,分为五里湖区(7.2km^2)、梅梁湖区(120km^2)、湖体区(1700km^2)和湖岸区(640km^2)。其中,五里湖区是太湖连接无锡市区的一条水道,水深 $1.5\sim 2\text{m}$;梅梁湖区是太湖北部的一个大湖湾,南北长约 14km ,东西宽约 7km ,湖湾北临无锡市,是著名的风景旅游区,也是无锡市赖以生存的水源地,湖水平均深度约 2m 。湖岸区主要是指大的入湖河道或出湖河道所连接的湖区。湖体区一般指湖心周围所包围的湖区。

江苏省太湖水质监测中心站自1980年成立以来,对太湖水质已连续进行了15年的监测工作。80年代初期,按网格法设置监测垂线近50条,监测频次为丰、平、枯水期各一次,监测项目42项^[1]。1982年起在研究成果的基础上进行了垂线优化,监测按分区进行,在4个分区共布设监测点23个(图1)。1988年起,监测频率由原来的每年3次增加到每年6次,监测项目除规范要求的必测项目外,增加了叶绿素a等,监测项目共19项^[2],按照国家地面水监测技术规范实施例行化监测。

2 水环境质量现状分析

水质评价标准执行GB3838-88《地面水环境质量标准》,标准中未列的项目参照推荐评价标准,以1992~1994年例行监测资料分析水质现状(表1)。可以看出,太湖的主要污染物是氮、磷及耗氧有机物,基本无重金属污染。水质污染程度:五里湖区>梅梁湖区>湖岸区>湖体区。重污染区主要集中分布在大渲口、钱山口出水区、沙塘港、大浦口入湖口一带;中污染区分布在太湖北部的閭江口及湖南部的新塘港一带;主要湖体部分属轻度污染;胥口、沙墩港等出水区及泽山、乌龟山一带属尚清洁水体。虽然太湖水质的大部分指标均在3类水质标准以内,但富营养化问题已很突出,造成的后果相当严重。

收稿日期:1993-10-06;接受日期:1995-11-25。

作者简介:诸敏,男,1958年生,工程师。1982年毕业于南京农业大学土壤农化系,现主要从事环境监测及科研工作。

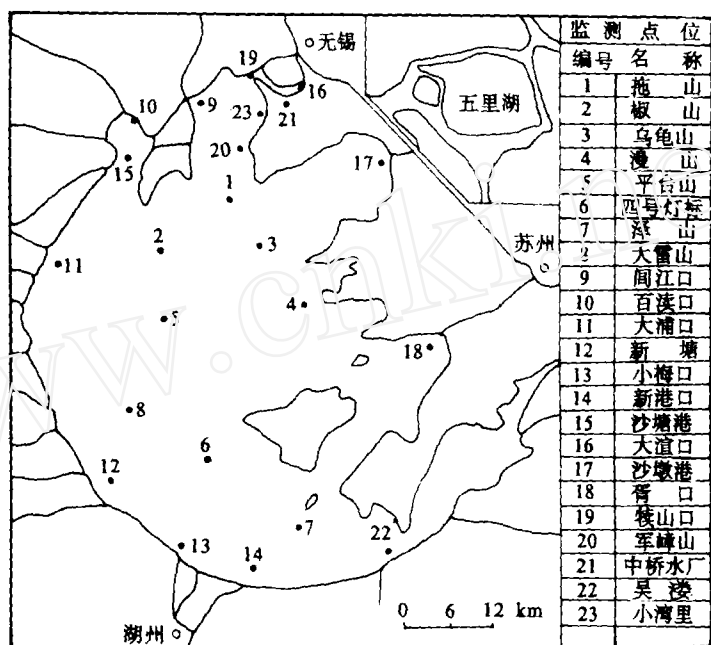


图 1 太湖水质监测点位置

Fig. 1 Locations of monitoring stations

各湖区富营养化程度与水质污染程度一样,仍然是五里湖区>梅梁湖区>湖岸区>湖体区(表 2)。全太湖水域平均营养程度已达中富~富营养。1994 年各湖区营养状态评分值均已超过 60 大关,超过中富营养程度。

表 1 太湖水质主要污染物 1992~1994 年度统计

Tab. 1 Statistics of main pollutants in Taiku Lake from 1992 to 1994

湖 区	年 份	COD _{Mn} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	TN(mg/L)	TP(mg/L)	Chl-a(mg/L)	水质类别
五里湖区	1992	5.6	5.6	5.23	0.13	0.025	4~5
	1993	6.5	5.0	5.57	0.21	0.027	4~5
	1994	5.2	4.6	3.91	0.12	0.020	4~5
梅梁湖区	1992	4.4	4.2	3.24	0.10	0.011	4
	1993	4.9	2.9	3.37	0.14	0.018	4
	1994	4.6	3.3	2.57	0.13	0.017	4
湖岸区	1992	3.8	3.6	3.24	0.10	0.010	3~4
	1993	4.2	2.1	2.16	0.07	0.009	3~4
	1994	4.2	2.4	1.56	0.14	0.012	3~4
湖体区	1992	2.8	2.2	2.00	0.05	0.009	3
	1993	3.3	1.6	1.61	0.04	0.005	3
	1994	3.4	1.7	1.21	0.11	0.013	3~4
全太湖	1992	3.7	3.3	2.87	0.08	0.012	3~4
	1993	4.3	2.5	2.62	0.09	0.012	3~4
	1994	4.1	2.5	1.73	0.13	0.013	3~4

表 2 近 3 年(1992~1994 年)太湖营养状态评分值及营养程度
Tab. 2 Mark of nutritive state and nutritional degree of Taihu Lake from 1992 to 1994

湖区	1992 年		1993 年		1994 年	
	营养状态评分	营养程度	营养状态评分	营养程度	营养状态评分	营养程度
五里湖区	65.7	富	69.1	富	64.4	富
梅梁湖区	61.2	中富~富	62.9	富	65.9	富
湖岸区	61.2	中富~富	57.4	中富	62.9	富
湖体区	58.1	中富	54.7	中~中富	61.8	中富~富
全湖平均	58.9	中富	55.4	中~中富	62.1	中富~富

3 水质变化趋势及营养程度发展趋势分析

为了定量污染变化趋势,采用 Daniel 的趋势检验技术,使用 Spearman 秩相关系数^①。统计检验用的秩相关系数按下式计算:

$$T_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^N d_i^2}{N^3 - N}; \quad d_i = X_i - Y_i$$

式中, d_i 为变量 X_i 和变量 Y_i 的差值; X_i 为周期 I 到周期 N 按浓度值从小到大排列的序号; Y_i 为按时间排列的序号。

将秩相关系数 T_s 的绝对值同 Spearman 秩相关系数统计表中的临界值 W_p 进行比较。如果 $T_s > W_p$ 则表明变化趋势有显著意义。

不同湖区主要污染物的年际变化情况见图 2。太湖水质(监测点均值),用秩相关系数检验,1987~1994 年间叶绿素 a、TP、TN、BOD₅、COD_{Mn}均有显著增加趋势。1993 年与 1989 年相比,叶绿素 a 增加了 50%,超过中营养水平;TP 增加了 26.8%,是湖泊 3 类水质标准的 1.8 倍;TN 增加了 35.6%,是 3 类水质凯氏氮标准的 2.6 倍;BOD₅ 增加了 23.3%,但未超过 3 类水质标准;COD_{Mn}增加了 10.5%,是 3 类水的 1.08 倍。说明 1993 年的太湖水质污染比 1989 年要严重,水质变差。

从图 3 可以看到,各湖区以叶绿素 a、TP、TN、COD_{Mn}四项参数评分均值计算得到的营养指数从 1988 年开始已超过 50 大关,呈上升趋势,其中五里湖区 1994 年比 1987 年增加 10.35%,梅梁湖区增加 15.25%,湖岸区增加 15%,湖体区增加 19.2%。以上表明,约 1700km² 的湖体区水质营养指数上升比湖岸区近 640km² 的水体营养指数上升更快,说明太湖富营养化程度有加重趋势。

整个太湖(23 个测点平均)的营养指数在 1980~1994 年的 15 年间呈明显的上升趋势(图 4),从 47.6 上升到 63.1,增长幅度达 32.56%,营养程度从贫中~中营养上升到中富~富营养。

4 太湖藻类的空间分布特征分析

太湖从 80 年代中期起富营养化进程大大加快,藻类“水华”现象在太湖北部的梅梁湖、

① 环境质量技术书编写技术规定,国家环境保护局,1991:62~66

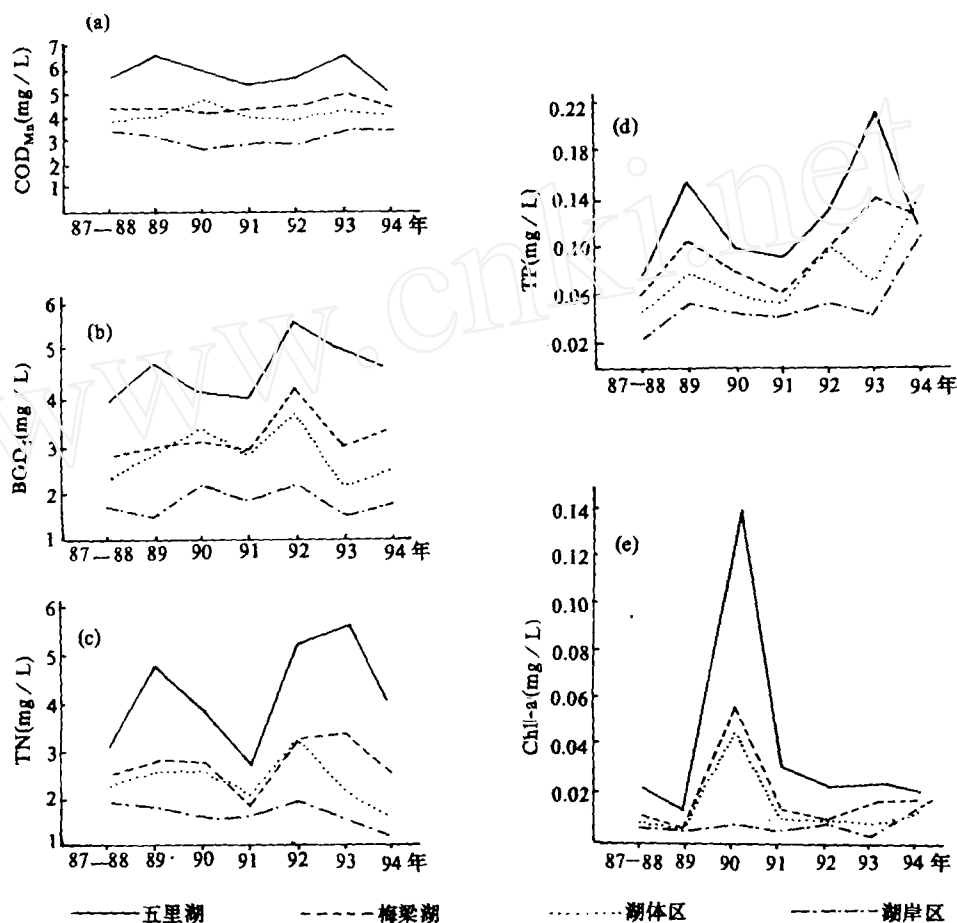


图 2 不同湖区 COD_{MN} (a)、 BOD_5 (b)、TN(c)、TP(d)和 Chl-a(e)的年际变化

Fig. 2 Yearly variations of COD_{MN} (a), BOD_5 (b), TN(c), TP(d) and Chl-a(e) in different districts

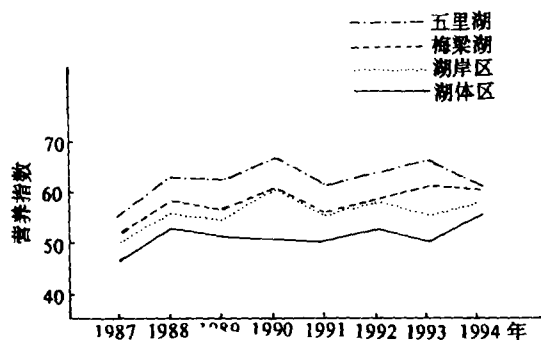


图 3 不同湖区营养指数的年际变化

Fig. 3 Nutritional index and yearly variation in different lake districts

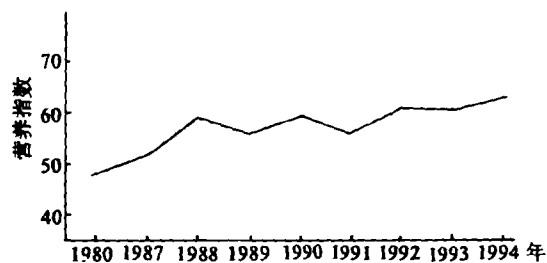


图 4 太湖营养评分值年际变化趋势

Fig. 4 Mark of nutritive states and yearly variational trend

竺山湖、西太湖湖岸区频繁发生^[3],到了 90 年代,在太湖南部和东部也开始有较明显的藻类水华现象。总体上太湖藻类水华呈东南轻、西北重,湖心轻、沿岸水域重的分布格局,说明太湖藻类主要分布在湖体上游水域,凡携带污染物入湖水系附近均有分布,在 N/P 适宜和一定污染程度内,污染越重,蓝藻越多,梅梁湖是太湖蓝藻最多的水域。藻类分布从高到低依次为梅梁湖>竺山湖>贡湖>胥口>泽山>湖心。藻类以蓝藻和绿藻为优势种,蓝藻占总生物量 60% 以上,其中微囊藻又占优势,绿藻中以栅列藻占优势^[4]。

5 太湖水体污染成因及富营养化成因机制分析

太湖的富营养化主要是水体中 N、P 等营养元素增多所致。纵观近 20 多年,太湖地区人口增长,经济迅猛发展,人民生活水平提高,化肥、农药用量大量增多,洗衣机的普及,含磷合成洗衣粉用量大量增加,化粪池的普遍使用,家禽牲畜业的发展,旅游业的兴起,鬲河泥传统的丢失,养鱼池及投饵的增加,大量河浜的填埋消失等多种变化,最终造成湖泊水体及底泥中 N、P 等营养物质逐渐富积,足以维持湖泊中藻类大量繁殖的营养需要。

太湖平原为碟形洼地,地面污水基本上汇入太湖中^[4],所以近 20 多年来由于入湖河道中污径比增加,入湖污染物浓度也随之增加,加之受吸螺船、捞水草、围拦养鱼、围湖造田等影响,入湖的污染物质超过了水体的自净能力。污染物、营养物质在湖泊积累,出现了水中营养元素主要由藻类生长繁殖来利用的不利生态循环途径,因为水华使饮用水带有异味,蓝藻的微囊藻属可产生藻毒素^[5],加之水底的还原条件,使 Fe、Mn 析出,使水体有色、有味、浑浊,影响生活用水处理净化过程,还可造成死鱼,降低景观价值,损害旅游场所等严重不良后果。1993、1994 年夏季的水华爆发,就曾造成的巨大的经济损失^[3]。

太湖水华达到目前如此严重的地步,主要是太湖环湖地区的水污染造成的。另外,太湖水深较浅(1.9m),也为蓝藻大量繁殖创造了有利条件。随着逐年藻类死亡后沉入湖底,使底泥中 N、P 含量增加,而底泥中的有效 N、P 在适宜的环境条件下又不断释放进入水体;水体中相应物质残留量的逐渐增加,反过来又促使藻类大量生长,形成了恶性循环。

6 对策与建议

水质型缺水将会给太湖地区的经济发展和人民生活带来极为严重的后果。要缓解、治理太湖的富营养化问题,就得解决太湖流域的污染防治问题,努力使之恢复到 70 年代初、中期水质 1~2 级水平。

对太湖大部分水域来说主要是要做好预防工作,对西北、北部、西南等水域则需要相应投资,做好水体的恢复工作。为此,提出如下对策、措施与建议,供有关决策部门参考。

(1) 从速健全太湖的水质保护机构。太湖流域有关省市共同协作,从各有关部门抽调精兵强将,组建太湖水资源保护委员会,组织、协调太湖水源保护工作^[2],1996 年完成。

(2) 建立完善的太湖保护法规体系。要制定有关法律、法规、制定出总体规划以及可分解性的规划和具有可操作性的实施计划,确立经济—社会—环境的协调发展战略,以合理的资源开发及再利用和多种形态的人工生态系统来维护太湖自然生态系统的良性循环^[2]。

(3) 建立一支专门的执法队伍和监测网络。经国家环保局批准,在 1995 年 11 月已成立了太湖流域水环境监测网,这将更有利于高效能地开展太湖流域水环境质量和污染源监测,

为及时、准确、完整地掌握太湖水环境质量及污染源时空变化规律奠定了基础。建议在监测网成员单位抽调人员,建立一支专门的水源保护执法队伍,由国家环保局直接领导,来监督和行使保护职责。

(4) 加大环境保护投入,建立太湖保护基金。沿湖各省市要把保护太湖列入车民经济计划,每年拿出国民生产总值的5%作为保护太湖专项基金,其中3%由当地用于水污染防治上,其余2%由水质保护管理机构统一使用,用于跨地区、流域的水污染防治大工程上,从1997年开始实施。

(5) 加快湖区城市污水处理厂建设。加快太湖周围城市、集镇污水处理厂建设,污水通过截流后进行局地集中处理,包括脱氮、脱磷处理,未经处理的污水不准进入入湖河道或湖泊,在2000年前后实施。

(6) 推广使用无磷洗涤剂。应尽快在太湖地区推广使用无磷洗涤剂,禁止使用含磷洗涤剂,在“九五”期间实施。

(7) 研究并实施太湖水环境综合治理工程。要尽快研究出面源控制与点源治理相结合,湖外控制与湖内治理相结合的投资省、见效快,技术上先进可行的太湖水环境综合治理工程的实施方案,并在2000年之前实施。

参 考 文 献

- 1 陶大钧等. 水质污染状况的评价. 上海师范学院学报(自然科学版),1983(环境保护专辑):34~49
- 2 Zhu Min. Preliminary study on water quality protection in Lake Taihu. In: Harsf Sund & Yu Xiaogan, eds. Environmental protection and lake ecosystem. Beijing: China Science and Technology Press, 1994. 269~279
- 3 李旭文等. 太湖藻类的卫星遥感监测. 湖泊科学,1995,7(1):65~68
- 4 孙顺才等. 太湖. 北京:海洋出版社,1993. 196~250
- 5 张成武. 淡水蓝藻毒素研究概况. 湖泊科学,1992,4(3):87~92

VARIATIONAL TREND AND PROTECTION STEPS OF WATER QUALITY IN TAIHU LAKE

Zhu Min

(Wuxi Institute of Environmental Science, Wuxi 214023)

Abstract

By analysing the current situation, the trend of variation, and the spatial distribution features of algae based on the monitoring data of water quality in Taihu Lake from 1980 to 1994, this paper probes into the causes of water pollution and the formation of eutrophication in Taihu Lake, and puts forward some strategies to protect water quality and prevent the lake from being polluted.

Key Words Taihu Lake, eutrophication, water quality protection