

武汉东湖营养物质氮、磷的主要来源*

张水元 刘衢霞 黄耀桐**

(中国科学院水生生物研究所)

东湖位于长江南岸的湖北省武汉市武昌东北郊,是长江中下游湖群中的一个中型浅水湖泊。

二十多年来,尤其近十年内,由于东湖汇水区域上居住的人口密度不断提高和工农业生产的迅速发展,大量生活污水、工业废水以及农田和其它地表径流等给东湖带入了大量的营养物质,导致浮游植物不仅在数量上成倍增长,而且在群落结构上也发生了明显的变化。蓝绿藻大量繁殖,在夏、秋季形成蓝藻“水华”现象^[1]。湖水变得混浊,透明度下降,藻类腐败分解时产生难闻的腥臭味,湖水质量显著下降,富营养化的程度日趋严重。

中国科学院水生生物研究所早在五十年代就从湖沼学角度对东湖水化学特征进行过研究^[2]。1973年以来,结合开展东湖渔业高产稳产及水体生物生产力的试验,进行了水质的理化环境调查。对东湖营养物质输入的主要来源与输出的研究还是近几年来才开始的。由于东湖营养物质的来源复杂(包括直接的和间接的、集中的和分散的、天然的和人为的等),精确测算十分困难,但对其主要来源和输出途径的测算和研究,宏观地了解东湖营养物质中氮、磷的收支平衡以及在东湖积累的情况,不仅为了解导致东湖营养水平的提高和造成富营养化的原因及其防治提供重要的科学资料,而且为研究东湖生态系统的结构、功能与生物生产力以及人类活动对东湖生态系统的影响也提供了重要的依据。

一、工作方法

东湖湖面面积按海拔20.5m水位计算为27.899km²,平均水深2.21m,最大深度4.75m,容量6200万m³。整个湖系(包括沙湖、戴家湖等)汇水面积187km²^[4](图1)。

东湖营养物质输入的主要来源为生活污水和工业废水、地表径流和湖面降雨等。由于排入东湖的生活污水和工业废水是混合于下水道后经污水口排入,我们共调查了杜家桥、水果湖、茶叶港、武汉大学、武汉水利电力学院、天鹅池、武汉邮电学院等十来个主要水口。污水量最大的为水果湖、茶叶港和杜家桥三个水口,约占排入东湖总污水量的百分之八十。我们对这三个主要污水口,每月用低速流速仪进行一次排入污水量的测定。测定选晴天时进行,并同时采集水样,分析氮、磷的含量。因1979年最初是按季度进行测定,因此在计算周年各月排入的污水量和营养物质的输入量时,1,4,7月份为1979年和1980年的平均值。1979年11月份因故未采样,在计算年输入量时按月平均值计算。经

* 本文在撰写过程中,得到章宗涉副研究员、梁彦龄、胡传林和林婉莲等同志的热情帮助和指导;郑英同志协助绘图,谨此一并致谢。

** 黄耀桐同志已于1980年2月调往广州中山大学工作。

收稿日期: 1982年10月4日。

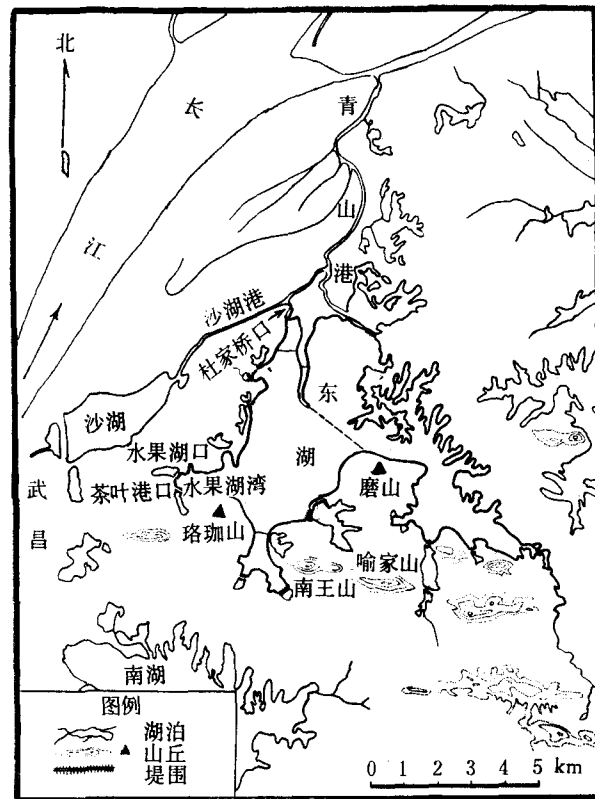


图1 武汉东湖位置简图

调查,杜家桥水口每年旱季时有三个月,主要是在8,9和10月份三个月不往东湖排入污水。地表径流以农田(主要为菜地)、居民街道和山岗、果园三种不同的地表类型选择三个代表点,在降雨时进行采样分析。采样点设在和平公社九女墩大队、水果湖街和珞珈山坡。

在营养物质的输出方面,调查了沿湖八个自来水管厂的供水量和工、农业用水量,计算所移出的氮和磷的量。另外还分析测定从东湖收获的商品鱼和水生高等植物的氮和磷的含量,计算输出量。

采集的各种水样须预先进行处理。分析测定的项目包括总溶解氮(TDN)、硝酸盐氮($\text{NO}_3\text{-N}$)、亚硝酸盐氮($\text{NO}_2\text{-N}$)、氨氮($\text{NH}_4\text{-N}$);总溶解磷(TDP)、和正磷酸盐(PO_4^{3-})。分析方法采用《水质分析法》、《水和废水标准检验法》等的标准法^[1,3,6]。

二、结 果

(一) 氮和磷输入的主要来源

1. 生活污水和工业废水

居住在东、沙湖汇水区域上的居民,五十年代大约仅几万人。三十年来,固定居民人口成倍增长,据武昌区卫生防疫站1976年的统计资料,蛇山以北有六个半行政街,固定人

口为 228,555 人,有各种类型工厂 34 家,每天有大量生活污水和工业废水混合于下水道后排入沙湖或沙湖港,然后经杜家桥水口排入东湖的筲箕斗湖湾区,这是间接排入东湖的生活污水和工业废水。东湖沿岸有三个行政街,固定人口为 145,614 人;沿湖周围有各种类型工厂 32 家,每年有大量生活污水和工业废水直接排入东湖的水果湖和庙湖等湖湾区。

杜家桥、水果湖和茶叶港三个污水口于 1979—1980 年排入东湖的污水量为 $13.83 \times 10^4 \text{t/day}$ 和 $4279.01 \times 10^4 \text{t/a}$ 。其它水口按占总排入污水量的百分之二十计算为 $3.46 \times 10^4 \text{t/day}$ 和 $1069.75 \times 10^4 \text{t/a}$, 因此经过污水口排入东湖的生活污水和工业废水的总污水量为 $17.29 \times 10^4 \text{t/day}$ 和 $5348.76 \times 10^4 \text{t/a}$ (见表 1)。

表 1 三个水口排入东湖的污水量

检测日期	水果湖水口		茶叶港水口		杜家桥水口	
	流速 (m/s)	污水量 (t/day)	流速 (m/s)	污水量 (t/day)	流速 (m/s)	污水量 (t/day)
1979.10.24	0.2141	29,298.2	0.0288	24,321.6	—	—
1979.12.17	0.0845	23,246.5	0.0223	19,681.9	0.0381	53,455.7
1980.1.8	0.1013	22,311.8	0.0249	21,530.9	0.0535	77,293.5
1980.2.7	0.2044	30,229.3	0.0354	32,849.3	0.0647	91,514.9
1980.3.17	0.0375	24,192.0	0.0400	34,335.4	0.0539	81,483.8
1980.4.25	0.2111	28,365.1	0.0342	27,946.1	0.0518	79,829.3
1980.5.13	0.0965	33,848.5	0.0372	34,490.9	0.0561	82,909.4
1980.6.11	0.0894	36,481.1	0.0312	28,080.0	0.0699	105,580.8
1980.7.10	0.0775	33,082.6	0.0309	28,058.4	0.0547	84,378.2
1980.8.6	0.0809	32,702.5	0.0298	28,347.8	—	—
1980.9.24	0.0738	20,593.7	0.0280	24,019.2	—	—
平均	0.1155	28,577.8	0.0312	27,605.6	0.0553	82,055.6
全年共计 (t)	10,328,416.0		10,074,435.2		22,387,333.1	

三个污水口共输入总氮和无机氮分别为 253.8t/a 和 165.4t/a (见表 2)。其它水口总氮和无机氮的输入量分别为 63.5t/a 和 41.4t/a (按占污水口总输入量的百分之二十计算),则来自生活污水和工业废水输入东湖的总氮量为 317.3t/a 无机氮输入量为 206.8t/a, 占总氮输入量的 65.2%。

三个主要污水口总磷输入量为 52.5t/a, 正磷酸盐的输入量为 24.9t/a (见表 3)。其它污水口总磷的输入量为 13.1t/a, 正磷酸盐输入量为 6.2t/a。则生活污水和工业废水输入东湖的总磷量为 65.6t/a, 正磷酸盐的输入量为 31.1t/a, 占总磷量的 47.4%。

2. 地表径流和湖面降雨

1979—1981 年间共收集测定了十次雨水和各种类型地表径流的氮和磷的含量, 计算

表 2 三个污水口总氮和无机氮的输入量

检测日期	水果湖污水口				茶叶港污水口				杜家桥污水口			
	总氮		无机氮		总氮		无机氮		总氮		无机氮	
	浓度 (mg/l)	输入量 (kg/day)	浓度 (mg/l)	输入量 (kg/day)	浓度 (mg/l)	输入量 (kg/day)	浓度 (mg/l)	输入量 (kg/day)	浓度 (mg/l)	输入量 (kg/day)	浓度 (mg/l)	输入量 (kg/day)
1979.10.24	11.34	332.2	8.931	261.7	10.89	264.9	9.567	232.7	—	—	—	—
1979.12.17	11.14	259.0	9.489	220.6	11.79	232.0	10.574	208.1	5.49	293.5	3.326	177.8
1980.1.8	7.88	175.8	5.942	132.6	5.67	122.1	5.331	114.8	4.81	371.8	4.302	332.5
1980.2.7	12.04	364.0	9.859	298.0	10.19	334.7	9.433	309.9	4.50	411.8	3.160	289.2
1980.3.17	10.28	248.7	9.348	226.1	8.32	285.7	8.161	280.2	5.15	419.6	3.806	310.1
1980.4.25	9.90	280.8	5.221	148.1	9.86	275.5	6.625	185.1	1.56	124.5	1.271	101.5
1980.5.13	10.25	346.9	8.342	282.4	11.82	407.7	8.796	303.4	4.87	403.8	2.256	187.0
1980.6.11	5.35	195.2	0.560	20.4	6.16	173.0	0.703	19.7	3.95	417.0	0.400	42.2
1980.7.10	3.89	128.7	2.143	70.9	4.68	131.3	3.805	106.8	3.36	283.5	0.298	25.1
1980.8.6	1.98	64.8	0.545	17.8	2.54	72.0	0.637	18.1	—	—	—	—
1980.9.24	3.01	62.0	0.699	19.7	4.64	111.4	0.842	20.2	—	—	—	—
平 均	7.92	211.8	5.553	154.4	7.87	219.1	5.861	163.6	4.24	340.7	2.352	183.2
全年共计 (kg)	80,917.4		55,844.3		79,807.6		59,577.9		93,034.9		49,972.1	

表 3 三个污水口总磷和正磷酸盐的输入量

检测日期	水果湖水口				茶叶港水口				杜家桥水口			
	总磷		正磷酸盐		总磷		正磷酸盐		总磷		正磷酸盐	
	浓度 (mg/l)	输入量 (kg/day)	浓度 (mg/l)	输入量 (kg/day)	浓度 (mg/l)	输入量 (kg/day)	浓度 (mg/l)	输入量 (kg/day)	浓度 (mg/l)	输入量 (kg/day)	浓度 (mg/l)	输入量 (kg/day)
1979.10.24	1.550	45.4	1.410	41.3	1.165	28.3	0.890	21.2	—	—	—	—
1979.12.17	2.390	55.6	1.765	41.0	2.000	39.4	1.680	33.1	0.546	29.1	0.376	20.1
1980.1.8	2.050	45.7	1.425	31.8	1.135	24.9	0.890	19.4	0.395	30.4	0.175	13.4
1980.2.7	1.890	57.1	1.320	39.9	1.550	50.9	1.030	33.8	0.524	48.0	0.348	31.8
1980.3.17	2.150	52.0	0.775	18.7	1.050	36.1	0.710	24.4	1.050	85.6	0.098	8.0
1980.4.25	2.235	63.7	0.975	27.7	1.975	57.0	0.525	14.7	0.638	51.2	0.134	10.7
1980.5.13	2.780	94.1	1.110	37.6	2.670	92.1	0.830	28.6	0.668	55.4	0.294	24.4
1980.6.11	1.720	62.8	0.860	31.4	1.950	54.8	1.000	28.1	1.390	146.8	0.560	59.1
1980.7.10	1.970	62.0	0.662	22.2	1.359	41.4	0.373	11.2	0.474	40.0	0.235	19.8
1980.8.6	0.780	25.5	0.564	18.4	0.670	19.0	0.247	7.0	—	—	—	—
1980.9.24	2.030	41.8	0.830	17.1	1.250	30.0	0.417	10.0	—	—	—	—
平 均	1.959	55.1	1.063	29.7	1.525	43.1	0.781	21.0	0.711	60.8	0.278	23.4
全年共计 (kg)	20,109.9		10,847.2		15,767.3		7,657.3		16,580.5		6,352.3	

表 4 地表径流和湖面降雨输入东湖的氮、磷量

地表类型*	总水量** (10 ⁴ t/a)	营养物质含量 (mg/l)***				输入量 (t/a)				面积负荷量 (g/m ² ·a)	
		总氮	无机氮	总磷	正磷酸盐	总氮	无机氮	总磷	正磷酸盐	总氮	总磷
农田	2805.0	3.45	1.056	0.408	0.349	96.8	29.6	11.4	9.8	3.47	0.41
山岗、果园	2952.7	1.82	0.630	0.098	0.056	53.7	18.6	2.9	1.7	1.92	0.10
居民点	2198.1	1.46	0.609	0.313	0.265	32.1	13.4	6.9	5.8	1.15	0.25
湖面降雨	3268.9	1.11	0.585	0.032	0.014	36.4	19.1	1.0	0.5	1.30	0.04
合计						219.0	80.7	22.2	17.8		

* 地表类型面积 (农田 34.2km²、山岗果园 36km²、居民点 26.8km²) 由武汉市城市规划办公室胡乘泽同志提供。

** 武汉地区降雨量 (1171.7mm/a) 是根据湖北省水文站 1979—1981 年的年平均值, 径流系数按 0.7 计算。

*** 数次测定平均值。

其输入量, 结果见表 4。由表 4 可见, 经地表径流和湖面降雨输入总氮量为 219t/a, 无机氮为 80.7t/a; 总磷输入量为 22.2t/a, 正磷酸盐输入量为 17.8t/a。

来自地表径流总氮和总磷的输入量分别为 182.6t/a 和 21.2t/a。地表径流氮和磷的输入主要来自农田的污水, 总氮和总磷的输入量分别为 96.8t/a 和 11.4t/a, 各占地表径流的 53.0% 和 53.8%。

湖面降雨总氮和总磷的输入量分别为 36.4t/a 和 1.0t/a。

(二) 氮和磷的输出

1. 生活用水和农业、工业用水

东湖沿湖有青山、珞珈山等八个自来水厂, 供应近百万人口的生活用水, 日抽水量为 35×10⁴t。东湖沿湖有十三个农用抽水泵站, 抽水量为 1512×10⁴t/a¹⁾。东湖湖水总氮和总磷的含量按 1973—1979 年的平均值计算, 即各种用水所带走的氮和磷的量见表 5。

表 5 东湖各种用水所移出的氮、磷量

类别	总水量 (10 ⁴ t/a)	氮、磷含量		氮、磷输出量	
		总氮 (mg/l)	总磷 (mg/l)	总氮 (t/a)	总磷 (t/a)
生活用水	12,775	1.355	0.073	173.1	9.3
农业用水	1512	1.355	0.073	20.5	1.1
合计				193.6	10.4

2. 收获商品鱼和水生高等植物

1975—1980 年由东湖养殖场管理的水面, 鱼产量平均 606.0t/a, 如加上庙湖、牛巢湖等湖湾区集体社队的产量, 每年从东湖收获的商品鱼大约 800.0t。据调查访问有关渔

1) 据湖北省东湖环境质量评价协作组 1980 年资料。

农,每天大约平均捞出 500kg 水草作饲料和肥料,每年捞出水草 180.0t。我们对东湖主要商品鱼花鲢和白鲢,取样 60 尾,测定其各主要组织所占的比例及氮和磷的含量,并对水生高等植物(主要是菹草、苦草和聚草等)也进行了氮和磷的分析测定(总氮的测定采用微量克氏定氮法,总磷测定采用硫酸-高氯酸消解钼蓝比色法)。收获商品鱼和水生高等植物所输出的氮(N)和磷(PO_4^{3-})的量见表 6

表 6 东湖收获商品鱼和水生高等植物所取出的氮、磷量

组织名称	收获量 (t/a)	占比例(%)	氮、磷含量*		氮、磷输出量	
			氮(%)	磷(%)	氮 (kg/a)	磷 (kg/a)
内 脏	85.0	10.6	1.40	0.254	1190.0	215.9
鱼 鳃	24.0	3.0	1.46	0.331	350.4	559.5
鳞 片	11.0	1.4	4.10	3.555	451.0	391.1
骨 骼	80.0	10.0	2.57	8.522	2056.0	6817.6
肌 肉	600.0	75.0	2.49	0.265	14,940.0	1590.0
水生高等植物	180.0		0.30	0.054	504.0	97.2
合 计					19,527.4	9671.3

* 含量均以湿重计算。

表 7 东湖氮、磷的总输入量与输出量

营养物	输 入											
	生活污水和工业废水			地表径流			湖面降雨			总 计		
	输入量 (t/a)	面积负荷 (g/m ² ·a)	占比例 (%)	输入量 (t/a)	面积负荷 (g/m ² ·a)	占比例 (%)	输入量 (t/a)	面积负荷 (g/m ² ·a)	占比例 (%)	输入量 (t/a)	面积负荷 (g/m ² ·a)	占比例 (%)
氮	317.3	11.37	59.2	182.6	6.55	34.0	36.4	1.30	6.8	536.3	19.22	100
磷	65.6	2.35	74.7	21.2	0.76	24.2	1.0	0.04	1.1	87.8	3.15	100
营养物	输 出											
	生活用水		农业用水		收获商品鱼		收获水生高等植物		总 计			
	输出量 (t/a)	占比例 (%)	输出量 (t/a)	占比例 (%)	输出量 (t/a)	占比例 (%)	输出量 (t/a)	占比例 (%)	输出量 (t/a)	占比例 (%)		
氮	173.1	81.2	20.5	9.6	19.0	8.9	0.5	0.3	213.1	100		
磷	9.3	46.2	1.1	5.5	9.6	47.8	0.1	0.5	20.1	100		

营养物质的输入常常超过输出^[7]。东湖氮和磷的总输入量远远超过总输出量(见表 7)。东湖氮的总输入量为 536.3t/a, 单位面积总负荷量为 19.22g/m²·a; 磷的总输入量

为 87.8t/a, 单位面积总负荷量为 $3.15\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$ 。东湖氮和磷输入的主要来源是生活污水和工业废水。来自生活污水和工业废水总氮输入量为 317.3t/a, 占东湖总输入量的 59.2%, 而三个主要污水口输入量占总输入量的 47.3%。来自生活污水和工业废水总磷的输入量为 65.6t/a, 占东湖总输入量的 74.7%, 而三个主要污水口输入量占总输入量的 59.8%。东湖氮和磷的总输出量分别为 213.1t/a 和 20.1t/a。输入与输出之间的差数, 总氮为 323.2t/a, 总磷为 67.7t/a, 分别占总输入量的 60.3% 和 77.1%, 它们被积累于东湖湖体中。

三、讨 论

1. 造成东湖富营养化的主要原因

关于天然水体中养分的问题, 目前多数研究者认为氮或磷是藻类数量和种群的限制性养分, 而磷限制的情况最为普遍^[8-11]。氮和磷是天然水体中主要的营养物质。由于东湖氮和磷的输入大大超过输出, 每年有 323.2t 氮和 67.7t 磷被积累于湖体中, 导致湖水中氮和磷浓度的增高, 特别是 1975 年后逐年都有明显地增加(见图 2, 3)。从图 2, 3 中可以看出东湖中心站湖水中, 5—10 月份总氮、正磷酸盐平均含量逐年增加的趋势, 造成近几年来每年夏、秋季蓝绿藻大量繁殖, 形成蓝藻“水华”现象, 加速东湖富营养化的发展。

造成水体富营养化的原因, 大致可以分为自然的过程和人类活动的影响。自然的过程是十分缓慢的, 主要受湖泊形态、地理、地质和气候条件的影响。人类活动的影响可以大大加速富营养化的发展过程, 是造成东湖富营养化的主要原因。但人类活动的方式是多种多样的, 人口的增长和工农业生产的发展, 农业施肥量的增加, 特别是含磷量很高的

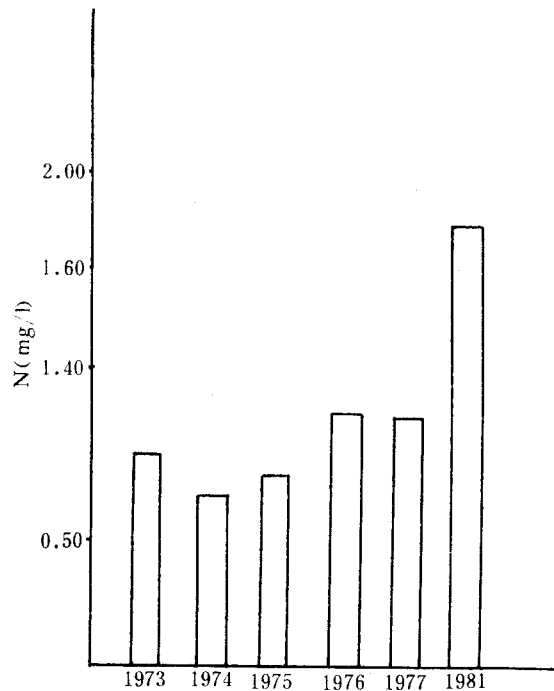


图 2 湖中心站总氮在 5—10 月份平均含量逐年变化比较

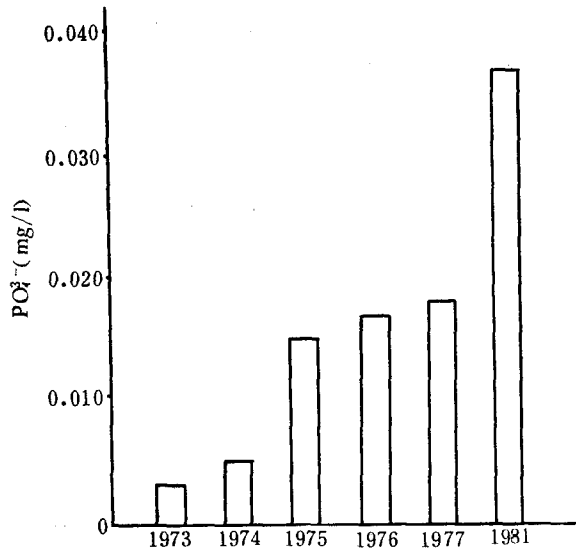


图3 湖中心站磷酸盐在5—10月份平均含量逐年变化比较

合成洗涤剂的使用,大大地提高了氮和磷的输入量。我们的研究表明,大量的生活污水和工业废水排入东湖,是东湖氮和磷输入的主要来源,氮占总输入量的59.2%,而磷占总输入量的74.7%,这是造成东湖富营养化的主要原因。

2. 对防治东湖富营养化的一些看法

近十多年来,防治富营养化已成为国际间控制水污染中的迫切问题之一。随着我国工农业生产的发展和人民生活水平的提高,湖泊,特别是城市郊区湖泊的富营养化将会日益严重。目前已有不少城市郊区湖泊出现了严重的富营养化现象,必须引起足够的重视。但应根据我国的具体情况,综合利用,化害为利,把水体中营养物质充分转化为有用的产品。

防治东湖富营养化,应从东湖多种用途的角度出发,控制或逆转富营养化的发展过程,使水的质量不致继续下降,关键问题是控制三个污水口,即水果湖、茶叶港和杜家桥水口的生活污水和工业废水的排入。经这三个污水口输入东湖的总氮量为253.8t/a,占东湖氮总输入量的47.3%;总磷的输入量为52.5t/a,占东湖磷总输入量的59.8%。因此,如能控制这三个水口污水的排入,就基本上可以保持东湖氮和磷输入与输出的平衡,这对限制或扭转东湖富营养化的发展具有决定性的作用。为此,应当通过整修下水道或修建污水处理装置,把污水经处理后排入东湖或引向它处,以限制氮和磷,特别是磷的输入,这是防治东湖富营养化的关键性措施。同时,还应注意分散的非点源的营养物质的输入,控制流域面积上农田的施肥量并防止肥料流失。虽然目前东湖来自农田和山岗、果园的氮和磷的输入量占总输入量的比例还不小(分别占28.1%和16.3%),但今后仍应引起重视和注意。

其次应当同时采取生物防治等综合性防治措施。有些学者认为某些养殖鱼类对防治水体富营养化是有效的。而加拿大 Bull 等计算了富营养化的 Wood 湖中鱼产量最高的

年份,通过收获鱼产品所能去除的氮和磷的量,不到该湖氮、磷年负荷量的1%,因而不能有效地减缓或逆转湖泊的富营养化过程^[1]。但是,我国淡水养鱼经验丰富,单位面积产量要比国外湖泊高几十倍到上百倍,从鱼产品中所移出的氮、特别是磷的量是相当可观的。武汉东湖渔业按年产800.0t计算,从鱼产品取出的氮占东湖年总输入量的3.5%,而取出的磷则占总输入量的11.0%。同时还应不断改进在渔业生产过程中的一些技术,如种青饲料培育大规格鱼种;在肥水的湖湾区利用天然饵料,采用网箱培育大规格鱼种,以减少在养鱼过程中,由于施肥投饵给水体增加的营养。其它的措施如恢复水生高等植物、调整鱼类放养比例、扩大吃浮游植物,特别是吃蓝藻的鱼类品种,大力开展综合利用,化害为利,回收水体中的营养物质,转化为可利用的产品。

总之,为了有效地防治东湖富营养化的继续发展,首先应逐步控制外源性营养物质的输入,同时开展多途径的综合治理的试验研究。

参 考 文 献

- [1] 中国医学科学院卫生研究所,1974。水质分析法。人民卫生出版社,112—251页。
- [2] 丘昌强、卢奋英、邓冠强等,1964。中国海洋湖沼学会1963年学术年会论文摘要汇编。科学出版社,46—47页。
- [3] 美国公共卫生协会、美国自来水协会、水污染控制联合会,1978。水和废水标准检验法,第13版(张曾惠等译)。中国建筑工业出版社,318—378页。
- [4] 龚伦杰、官子和、黄耀桐等,1965。武昌东湖底质的类型及其分布。海洋与湖沼 7(2): 181—194。
- [5] 饶钦止、章宗涉,1980。武汉东湖浮游植物的演变(1956—1975年)和富营养化问题。水生生物集刊 7(1): 1—17。
- [6] Golterman, H. L., 1971. Methods for Chemical Analysis of Fresh Waters (IBP Handbook NO. 8). Blackwell Scientific publications Oxford and Edinburgh, PP. 76—78.
- [7] ————, 1975. Physiological Limnology. New York, PP. 357—402.
- [8] Mori, S. and G. Yamamoto, 1975. Productivity of Communities in Japanese Inland Waters. Japan, Univ. of Tokyo Press, PP. 51—103.
- [9] Андроникова, И. Н., 1980. Эвтрофирование мезотрофного Озера. Изд. "Наука". Стр. 6—58.
- [10] Россолимо, Л. Л., 1977. Изменение Лимнических Экосистем под Воздействием Антропогенного Фактора. Изд. "Наука". Стр. 18—44.
- [11] Шилькрот, Г.С., 1979. Типологические Изменения Режима озер в Условиях Культурных Ландшафтов. Изд. "Наука". Стр. 12—24.

THE MAIN SOURCES OF NITROGEN AND PHOSPHORUS IN LAKE DONGHU, WUHAN

Zhang Shuiyuan, Liu Quxia and Huang Yaotong

(*Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuchang*)

ABSTRACT

The annual input of the total dissolved nitrogen (N) was 536.3 t, corresponding to an average loading per unit area of $19.22 \text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$. The annual input of total dissolved phosphate (PO_4^{3-}) was 87.8 t, corresponding to an average loading per unit area of $3.15 \text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$. Of the nitrogen loading, 59.2% was derived from domestic sewage and industrial wastewater, 34.0% from terrestrial run-off and 6.8% from precipitation. Of the phosphorus loading, 74.7% come from domestic sewage and industrial wastewater, 24.2% from terrestrial run-off and only 1.1% from precipitation.

The total outputs of nitrogen and phosphorus were 213.1 and 20.1 t/a respectively. 90.8% of the nitrogen and 51.7% of the phosphorus were removed through water supply, while 9.2% of the nitrogen and 48.3% of the phosphorus were removed through fish yielding and macrophyte harvesting.

The differences between the influx and efflux of the nutrients were 323.2 t N/a and 67.7 t P/a, so that 60.3% N and 77.1% P of the total annual inputs were presumed to have been accumulated in the lake.

Based on the results, important factors causing eutrophication in Lake Donghu is given. Suggestions of measures to control lake eutrophication are presented as well.