维普资讯 http://www.cqvip.com

(5)

第9卷 第2期
1997年6月

湖 泊 科 学
JOURNAL OF LAKE SCIENCES

Vol. 9, No. 2
Jun., 1997

187—191

阳澄湖若干水质资料的分析与评价*

潘红玺 吉 磊
(中国科学院南京地理与湖泊研究所,南京 210008)

X524
X824

提要 根据1994年5月于阳澄湖湖区7个采样点水质分析结果,表明湖水中矿化度较高,硬度较大,主要离子以HCO_3^-、Na^+为主,分别占阴阳离子摩尔总数的57.41%、63.9%. 湖水水型西湖、中湖为重碳酸盐钠组Ⅰ型,东湖为重碳酸盐钠组Ⅱ型水. 湖水中N、P营养元素丰富,NH_3-N、NO_2-N指标与70年代相比明显增高,表明水体已遭到不同程度地轻污染.

关键词 阳澄湖,矿化度,水质评价 湖泊 水质数据

阳澄湖是太湖平原上第三大淡水湖,面积119.0km²,平均水深1.43m,最大水深4.70m. 由阳澄东湖、中湖和西湖组成,其中以东湖面积最大,西湖最深. 阳澄湖共有进出河道92条. 进水港主要在西部和西北部,接纳西部和太湖来水. 东注水流部分经吴松江下泄或经澄湖、淀山湖进入黄浦江[1].

阳澄湖地处苏州与吴县、常熟、昆山之间. 周围地势平坦,岸堤较陡,湖岸湾曲,湾嘴较多,河港纵横,湖荡密布,水系发达,是我国经济最为发达的地区之一. 近年来,随着流域地区工农业的发展,特别是由于乡镇工业的发展引起的工业废水排放,苏州市区污水的流入,农用化肥、农药大量使用以及围堤养鱼促使的湖水营养物质富集,已造成阳澄湖水质的污染. 阳澄湖是苏州地区重要的综合水源,对于生活饮用、工业用水、农业灌溉和渔业资源等起着关键作用. 因此,阳澄湖水源的保护对于保障该地区人民生活质量和经济持续发展具有十分重要的意义.

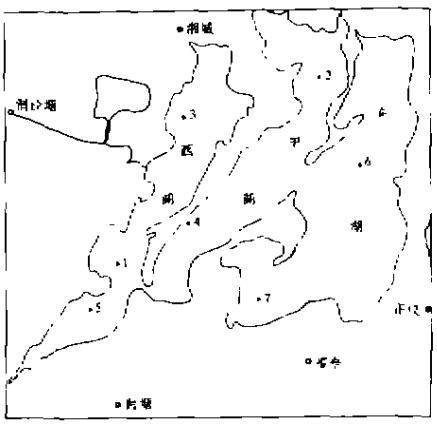

图1 阳澄湖水质采样点
Fig. 1 Map showing Yangcheng Lake and sampling locations

1 水质现状

1994年5月于阳澄湖湖区共设水质采样点7个,其中西湖3个,中湖2个,东湖2个(图1).

1.1 矿化度和水型

1.1.1 *矿化度* 阳澄湖地区属于亚热带向暖温

* 江苏省自然科学基金资助项目(BK93163301).
收稿日期:1995—02—16;收到修改稿日期:1996—05—17.
作者简介:潘红玺,男,1950年生,工程师,1994年函授于北京大学环境保护专业. 主要从事湖泊水化学研究. 已在国内刊物上发表论文20余篇.

维普资讯 http://www.cqvip.com

带过渡的地区，降雨量丰富，湖水补给量大于蒸发量，理应矿化度不高. 但是，根据这次水质检测结果(表1)，湖水中矿化度平均为423.49mg/L，与区域内湖泊相比较，矿化度含量已明显高出1—4倍左右(表2)，这可能是人为污染因素的影响，值得进一步探讨.

表1 阳澄湖水质监测结果(1994年5月)

Tab.1 Monitoring data of the water quality in Yangcheng Lake

采样点	1	2	3	4	5	6	7	平均
pH	7.63	7.50	7.63	7.67	7.77	9.45	9.84	8.21
COD_{Mn}(mg/L)	4.22	4.44	5.11	5.00	5.78	5.22	5.89	5.09
TOC(mg/L)	6.1	7.2	8.3	8.0	5.6	5.1	4.5	6.4
NO_3^--N(mg/L)	1.693	1.287	2.140	1.741	1.615	0.737	0.586	1.399
NO_2^--N(mg/L)	0.486	0.567	0.330	0.156	0.318	0.003	0.004	0.266
NH_3-N(mg/L)	0.886	1.310	0.819	0.506	1.290	0.118	0.110	0.720
$PO_4^{3-}-P$(mg/L)	0.007	0.005	0.010	0.006	0.008	—	—	0.005
TN(mg/L)	3.268	3.430	3.570	2.610	3.805	1.124	0.838	2.664
TP(mg/L)	0.028	0.006	0.045	0.048	0.068	0.016	0.013	0.040
TFe(mg/L)	0.023	0	0.052	0.033	0.013	0	0	0.017
SiO_2(mg/L)	12.03	11.92	9.07	3.80	4.68	0.73	1.06	6.18
K^+(mg/L)	8.09	8.37	7.55	7.55	7.04	5.98	6.49	7.30
Na^+(mg/L)	71.42	79.53	73.05	68.98	63.27	56.81	50.32	66.20
Ca^{2+}(mg/L)	43.85	48.16	46.37	42.22	41.66	26.03	22.76	38.72
Mg^{2+}(mg/L)	10.71	12.74	11.60	11.90	12.24	10.86	9.98	11.43
Cl^-(mg/L)	64.70	73.74	67.18	63.03	60.02	52.29	46.26	61.03
SO_4^{2-}(mg/L)	45.05	46.20	48.75	48.75	51.68	43.31	46.21	46.99
HCO_3^-(mg/L)	217.60	243.29	226.87	210.58	196.30	123.62	96.11	187.77
CO_3^{2-}(mg/L)	0	0	0	0	0	14.19	14.19	4.05
矿化度(mg/L)	461.42	512.03	481.37	453.01	432.21	332.09	292.32	423.49
总硬度	8.6	9.7	9.2	8.7	8.7	6.1	5.5	8.1

表2 阳澄湖与其它湖泊矿化度含量比较

Tab.2 Comporision of mineralized degree in Yangcheng Lake and other lakes

湖 名	阳澄湖	太 湖	淀山湖	洪泽湖	巢 湖	女山湖	瓦埠湖	固城湖
时间(年月)	1994.5	1987—1988	1987—1988	1989.9	1987—1988	1994.4	1994.7	1991—1992
矿化度	423.49	172.65	269.47	214.00	166.50	230.06	126.01	110.78
水型	C_I^{Na}	C_I^{Ca}	C_I^{Ca}	C_I^{Ca}	C_I^{Ca}	C_I^{Ca}	C_I^{Ca}	C_I^{Na}

平面分布上矿化度差异较大，在292.32—512.03mg/L之间. 东湖含量较低，在292.32—332.09mg/L之间；中湖在453.01—512.03mg/L之间，西湖在432.21—481.37mg/L之间. 湖水中矿化度含量偏高，说明阳澄湖水质受到一定程度的污染，尤其是苏州市区金属和化工厂的污水中含有多量溶解的无机质进入湖区，使西湖和中湖湖水中矿化度增高，在湖水的稀释、自净作用下，湖的东部矿化度含量为全湖最低.

维普资讯 http://www.cqvip.com

1.1.2 水型　湖水中主要离子组成中，阴离子以 HCO_3^- 为主，阳离子以 Na^+ 为主，分别占阴、阳离子摩尔总数的 57.4%、63.9%. 按照 O. A. 阿列金类法，阳澄湖属重碳酸盐钠组 I 型[1].

在平面分布上，东湖属重碳酸盐钠组 II 型水，其余湖区均属重碳酸盐钠组 I 型水.

1.2 pH 值、高锰酸盐指数(COD_{Mn})及营养物质

1.2.1 pH 值　湖水中 pH 值平均为 8.21，平面分布上东湖偏高(9.45—9.84)，其余湖区均在 7.5—7.77 之间.

1.2.2 COD_{Mn}　湖水中 COD_{Mn} 平均为 5.09mg/L，达地表水 III 类标准.

1.2.3 营养物质　湖水中营养元素氮、磷丰富. 总氮全湖平均为 2.644mg/L. 水中无机氮以硝态氮为主，平均 1.399mg/L；氨态氮次之，平均为 0.72mg/L；亚硝态氮平均为 0.266mg/L. 值得注意的是西湖和中湖亚硝态氮的含量很高，在 0.156－0.567mg/L 之间，湖的东部含量很低，仅为 0.003mg/L 左右. 亚硝酸盐是水体中氮的内循环中的中间产物，极不稳定，在好气条件下可以很快转化为硝酸盐，天然水中其含量极少，通常在 0－0.01mg/L 之间，而西湖和中湖亚硝态氮的含量在 0.156－0.567mg/L 之间，说明水体已受到外源污染. 另外，该湖的入湖河流主要分布在西部和西北部，出水口在东部，在湖水的稀释扩散以及湖水的自净作用下，显示出西高东低的分布特点.

总磷全湖在 0.013－0.068mg/L 之间，平均为 0.04mg/L. 溶解性无机磷含量平均为 0.005mg/L.

1.3 有毒物质和重金属

据苏州市环境监测站 1989 年对阳澄湖水体中有毒物质和重金属检出情况可知[5]，重金属中铜、毒性物质中酚和砷有检出，但含量很低，属痕量，对水质影响很小.

2 水质评价

基于阳澄湖水质现状，根据 1994 年 5 月阳澄湖现场及室内水质监测项目，考虑到阳澄湖水污染的特点，选择 pH、COD_{Mn} 等 11 个项目作为水质评价参数，以 GB3838—88 作为评价标准. 单参数水质评价，采用分类评价法，用实测值对照标准确定其功能类别. 综合评价，以评价参数中最低功能类别作为该水域的综合功能类别. 此外，参数总有机碳，国家没有明确规定标准，则参照太湖水质评价标准[1]. 评价结果表明阳澄湖已受到轻污染(表 3). 按单项评价，水体中非离子氨、亚硝态氮，平均含量属轻污染 IV 类水，高锰酸盐指数、总磷、全湖属 III 类水.

3 水污染发展趋势

阳澄湖近年来由于湖区周围人口密度的增加和工农业发展，排放入湖的工业废水、生活污水迅速增加，加上湖面养殖规模扩大和投饵量增大等，使湖水化学成分发生一系列变化. 湖水中无机盐含量在江苏及长江中下游的湖泊中已名列榜首. 一些化学指标与 70 年代相比呈明显上升趋势(表 4). 氨氮与亚硝态氮的含量 70 年代分别为 0.031mg/L 和 0.012mg/L，现已上升为 0.72mg/L 和 0.266mg/L. 此外，据苏州市环境监测站 1974 年、1988 年[3]监测结果分析：有机污染综合指标 COD 浓度，由 1974 年 3.4mg/L 上升至 1994 年的 5.09mg/L，水质从 I 类降为 III 类. 湖水中总氮 1984 年为 1.45mg/L，1989 年上升为 2.32mg/L，1994 年则上升为 2.664mg/L. 这些数据都反映了阳澄湖已受到污染，并呈明显上升趋势.

维普资讯 http://www.cqvip.com

表3 阳澄湖水质现状评价(1994年5月)

Tab. 3 The assessment of water quality of Yangcheng Lake(May, 1994)

样点	pH	COD_{Mn}	NH_3	NO_2-N	NO_3-N	凯氏氮	TP	TOC	Fe^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	综合
1	7.63/Ⅰ	4.22/Ⅱ	0.02/Ⅱ	0.486/Ⅳ	1.695/Ⅰ	1.089/Ⅳ	0.028/Ⅱ	6.1/Ⅰ	0.023/Ⅰ	64.7/Ⅰ	45.05/Ⅰ	Ⅳ
2	7.50/Ⅰ	4.44/Ⅱ	0.02/Ⅱ	0.567/Ⅳ	1.287/Ⅰ	1.576/Ⅳ	0.06/Ⅳ	7.2/Ⅱ	0/Ⅰ	73.74/Ⅰ	46.2/Ⅰ	Ⅳ
3	7.63/Ⅰ	5.11/Ⅱ	0.02/Ⅱ	0.33/Ⅳ	2.14/Ⅰ	1.10/Ⅳ	0.045/Ⅱ	8.3/Ⅱ	0.052/Ⅰ	67.18/Ⅰ	48.75/Ⅰ	Ⅳ
4	7.67/Ⅰ	5.00/Ⅱ	0.012/Ⅰ	0.156/Ⅳ	1.741/Ⅰ	0.713/Ⅱ	0.048/Ⅱ	8.0/Ⅱ	0.033/Ⅰ	63.03/Ⅰ	48.75/Ⅰ	Ⅳ
5	7.77/Ⅰ	5.78/Ⅱ	0.04/Ⅳ	0.318/Ⅳ	1.615/Ⅰ	1.872/Ⅳ	0.068/Ⅳ	5.6/Ⅰ	0.013/Ⅰ	60.02/Ⅰ	51.68/Ⅰ	Ⅳ
6	9.45/Ⅴ	5.22/Ⅱ	0.07/Ⅳ	0.003/Ⅰ	0.737/Ⅰ	0.384/Ⅱ	0.016/Ⅰ	5.1/Ⅰ	0/Ⅰ	52.29/Ⅰ	42.31/Ⅰ	Ⅴ
7	9.84/Ⅴ	5.89/Ⅱ	0.10/Ⅳ	0.004/Ⅰ	0.586/Ⅰ	0.248/Ⅱ	0.013/Ⅰ	4.5/Ⅰ	0/Ⅰ	46.26/Ⅰ	46.21/Ⅰ	Ⅴ
平均	8.21/Ⅱ	5.09/Ⅱ	0.04/Ⅳ	0.266/Ⅳ	1.399/Ⅰ	0.999/Ⅱ	0.04/Ⅱ	6.4/Ⅱ	0.017/Ⅰ	61.03/Ⅰ	46.99/Ⅰ	Ⅳ

1) 表中分子表示测定结果(mg/L, pH 项除外), 分母表示功能类别.

表4 阳澄湖湖水中化学指标记录 单位: mg/L

Tab. 4 Change of the chemical index of the lake water in Yangcheng Lake

项 目	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	矿化度	总硬度
1977年8月[4]	1.97	15.83	23.78	6.0	17.21	21.77	84.25	3.3	174.81	4.7
1994年5月	7.3	66.20	38.72	11.43	61.03	46.99	187.77	4.05	423.49	8.05
变化幅度	5.33	50.37	14.94	5.43	43.82	25.22	103.52	0.75	248.68	3.35

5 结语

阳澄湖是一个浅水湖泊. 由于沿江闸坝等水利设施控制了阳澄湖低洼地区的水位, 使阳澄湖水源成为污水的通道; 沿湖乡镇企业直接或间接地向湖内排污. 将阳澄湖水源变成纳污水体, 湖滨周围农田大量使用化肥、农药, 经雨水淋溶进入水体; 湖区被分割网围养鱼, 影响了水体正常交换, 加上每年投放大量的饵料, 使湖水中污染物蓄积, 导致湖水中矿化度增高, pH 值偏高, 氮、磷营养盐丰富, 水体已遭到不同程度地轻污染, 鉴于上述状况提出如下建议:

(1) 提高人们的环保意识, 加强工业点污染源及城乡面源污染的控制.

(2) 采取措施, 避免湖滨农田过量的养分进入水体, 加强土地栽培利用, 减少养分从农田流出, 在水体附近植树造林吸收流入湖水的养分;

(3) 规划和控制网围养鱼面积, 在沿岸带种植水生高等植物, 吸收湖水的养分.

致谢 参加野外调查的还有吴瑞金、薛滨和胡春华, 苏州市太平乡政府和唯亭乡政府提供大力帮助, 在此一并致谢.

维普资讯 http://www.cqvip.com

参 考 文 献

1 孙顺才,黄漪平.太湖.北京:海洋出版社,1993
2 O A 阿列金 水文化学原理.北京:地质出版社,1960
3 方奥强.从阳澄湖的水污染发展谈水源保护协调管理的重要性.河海大学学报(海洋湖沼专集 5),1993

WATER QUALITY ANALYSIS AND ESTIMATION IN YANGCHENG LAKE

Pan Hongxi　　Ji Lei
(*Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing* 210008)

Abstract

The water quality analysis of Yangcheng Lake demonstrates higher mineralized degree and hardness of the lake water. The pH value of the lake shows weak alkaline in the eastern part and neutral in the western and central parts. The major ions of the lake water are HCO_3^- and Na^+, making up 57.4% and 63.9% of the ions. The water type C_I^{Na} in the western and central pare and C_I^{Na} in the eastern part.

The water mass is contaminated to a certain degree and contains abundant nutrient elements such as nitrogen and phosphorus. The index of ammonia-N and used for assessment of water quality are much higher, as compared to those in the 1970. The non-ionic ammonia index has fallen into weakly polluted Ⅳ type water. The nitrite-N index belongs to weakly type Ⅳ type water in the western and central parts, except the type Ⅰ water in the eastern part. The measure to control the pollution development of Yangcheng Lake must be taken effectively, for this lake is an important water source for drinking fishery and irrigation.

Key Words　Yangcheng Lake, mineralized degree, estimation of water quality