

云南滇池沉积物中的重金属含量

戴 全 裕

(中国科学院南京地理研究所)

滇池又名昆明湖,位于昆明市西南部,海拔 1895m,是云南高原最大的断层陷落湖泊。为了查明滇池的污染状况,我们于 1981—1983 年对该湖沉积物中重金属状况进行了调查和采样分析,现将结果报告如下。

一、自然条件与工作方法

1. 自然条件

滇池湖盆似肾形,南北长 39Km,东西宽为 13.5Km,平均宽度为 8Km,面积为 297.5 Km²。平均水深 3.9m,最大水深 5.7m。整个湖体分为三个部分:即内草海、外草海和外海,其中外海面积最大。该区属高原性、季风性亚热带气候。滇池基本上属半封闭性淡水湖泊。滇池四周工厂较多,而且大多位于上游。每日排入的工业废水 62 万吨,生活污水 6 万吨,主要毒物有镉、汞、砷、铅、锌、铬、酚、氰化物、有机磷和其它有机化合物等。

2. 工作方法

根据滇池的湖盆形态及工业布局,全湖共布设了 30 个采样点(见采样点分布图)。沉积物用彼得森采泥器采集,样品混合均匀后装入土样袋内,风干,运回实验室。然后用玛

瑙研钵粉碎,过 200 目筛,装入瓶内备用。本次除测定铜、铅、锌、镉、汞、铬、镍、钴、锰、钒 10 个重金属元素外,还测定了钡、锶、钛 3 个元素。其中汞为汞蒸气冷原子吸收法,其余均为 ICP 光谱法测定,标准回收率为 90% 以上。

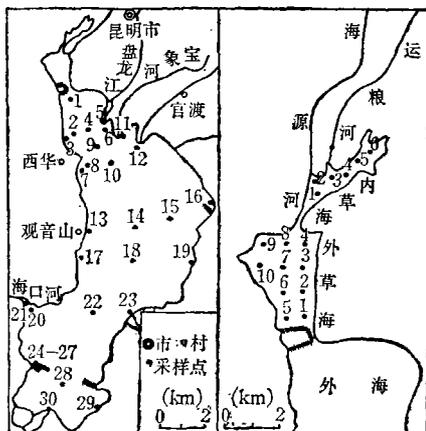


图 1 滇池沉积物重金属采样点分布图

二、分析结果与讨论

1. 滇池表层沉积物中金属元素的含量分析结果见表 1、表 2、表 3。

表 1 内草海表层沉积物中金属元素含量表 (ppm)

采样点	铜	铅	锌	镉	汞	铬	镍	钴
1	310	210.4	933	47.0	0.89	90.3	188.5	16.7
2	775	248.4	1127	77.0	0.22	288.8	136.6	24.3
3	333	172.0	679	36.0	0.56	92.8	126.5	20.6
4	172	50.0	170	6.3	0.13	112.8	72.0	25.3
5	371	114.8	661	31.0	0.70	78.4	112.5	23.4
6	219	122.8	507	15.0	0.60	69.1	105.5	25.8
平均值	363.3	153.1	679.5	35.4	0.52	122.0	112.0	22.7

表 2 外草海表层沉积物中金属元素含量表 (ppm)

采样点	铜	铅	锌	镉	汞	铬	镍	钴
1	49.5	29.3	55	0.39	0.34	45.6	22.9	11.3
2	98.8	40.3	107	1.60	0.11	53.8	43.0	15.4
3	180.0	75.5	230	4.20	0.20	83.8	63.0	22.1
4	196.0	146.0	359	7.00	0.17	79.4	63.0	15.0
5	145.3	60.8	144	3.40	0.10	83.4	53.0	11.3
6	211.0	54.8	177	4.00	0.97	141.9	58.0	30.8
7	136.5	65.8	133	2.70	0.54	86.9	58.0	16.1
8	159.0	8.9	170	50.00	0.11	95.3	53.0	15.4
9	137.5	106.3	42	0.28	0.26	90.0	46.5	30.4
10	187.0	20.3	389	12.00	0.41	48.8	197.5	19.0
平均值	150.1	60.8	180.6	8.6	0.32	80.9	65.8	18.7

表 3 外海表层沉积物中金属元素含量表 (ppm)

采样点	铜	铅	锌	镉	汞	铬	镍	钴	锰	钒	钡	锶	钛
1	13.8	22.8	43.6	0.66	0.112	26.0	8.3	8.0	204	48	458	73.4	6245
2	65.2	40.8	77.3	1.58	0.344	58.6	35.1	21.2	324	144	266	313.0	4858
3	107.2	57.2	128.0	2.57	0.288	110.0	59.3	32.0	534	273	338	107.0	>10000
4	124.0	60.3	144.0	2.49	0.322	113.0	63.4	37.0	807	291	356	120.0	>10000
5	81.1	91.0	636.0	1.58	1.123	67.7	31.3	20.0	443	127	414	74.8	8354
6	69.6	72.0	820.0	1.28	0.860	60.1	28.7	20.6	441	109	407	66.8	6344
7	17.7	32.4	45.2	1.41	0.284	37.3	21.8	15.0	649	94	391	109.0	3223
8	44.5	53.1	85.6	1.99	0.423	77.8	43.8	22.0	882	180	540	111.0	5389
9	128.0	56.6	151.0	2.70	0.255	108.0	61.8	40.0	931	296	374	86.00	>10000
10	169.0	190.0	389.1	3.07	1.665	142.0	48.7	25.0	438	155	462	87.7	7732
11	142.0	41.0	151.0	2.41	0.235	108.0	69.1	46.0	844	331	259	50.2	>10000
12	59.1	21.5	81.0	1.66	0.151	67.0	31.4	28.0	668	191	201	47.8	4220
13	28.0	87.5	86.7	1.20	0.220	47.8	24.3	12.4	693	147	773	128.0	>10000
14	125.0	73.0	144.0	2.00	0.255	112.0	64.7	34.0	700	305	240	40.1	>10000
15	135.0	54.5	159.0	2.07	0.255	117.0	68.3	39.0	856	327	323	61.6	>10000
16	149.0	32.2	141.0	2.56	0.229	74.0	52.8	53.0	1278	382	328	68.9	>10000
17	117.0	62.3	165.0	2.66	0.232	124.0	69.4	42.0	1331	324	366	118.0	>10000
18	112.0	55.0	158.0	2.32	0.265	116.0	66.3	34.0	792	288	348	78.5	>10000
19	51.8	35.3	104.0	1.20	0.154	66.1	35.4	23.0	997	134	267	87.4	>10000
20	84.9	111.2	183.0	2.24	0.368	100.0	53.9	28.0	1032	203	426	170.0	>10000
21	102.0	124.0	234.0	2.82	0.883	105.0	55.6	29.0	866	235	474	166.0	>10000
22	24.3	29.7	68.8	1.72	0.342	30.7	18.5	27.4	823	71	233	69.4	2589
23	37.1	31.5	74.4	0.80	0.067	47.9	19.1	14.0	776	102	184	50.6	6957
24	554.0	258.4	1772	18.8	0.990	68.3	31.8	40.0	832	130	394	151.0	4247
25	100.0	150.3	327.0	3.69	0.241	95.9	49.9	25.0	1004	196	544	148.0	9151
26	93.0	154.0	269.0	3.24	0.322	109.0	54.6	26.0	809	230	497	125.0	7908
27	94.0	169.6	209.0	3.26	0.186	115.0	61.8	32.0	1173	258	554	149.0	8501
28	96.5	112.0	196.0	2.16	0.168	110.0	59.5	29.0	950	249	484	148.0	>10000
29	88.2	115.5	256.0	2.24	0.310	187.0	75.0	31.0	1078	292	393	117.0	8183
30	29.1	42.5	81.6	1.12	0.258	59.7	20.5	12.0	432	100	320	53.6	6061
平均值	101.4	81.2	246	2.65	0.395	88.7	46.1	28.2	786	207	387	106	>7999

从表1、2、3看出,内草海表层沉积物中铜、铅、锌、镉、汞、铬、镍的含量均比外草海和外海高得多,其中铜含量要比外海高 2.6 倍,铅高 0.89 倍,锌高 1.76 倍,镉高 0.4 倍,镍高 1.4 倍,而镉达 35.4ppm,比外海高 12.4 倍,外草海表层沉积物中铜 (150.1ppm)、镉 (8.56 ppm),也比外海沉积物中高得多. 这说明滇池沉积物中重金属污染程度内草海 > 外草海 > 外海.

2. 滇池沉积物中金属元素含量与其它地区湖泊比较

根据国内外已报道的有关湖泊沉积物资料^[2-4],滇池沉积物中金属元素的含量,一般要比其它湖泊沉积物高得多. 就拿重金属污染较轻的外海而言,铜含量要比瑞典湖泊高 2.5 倍,比太湖高 4.4 倍,比鄱阳湖高 6 倍;铅含量要比瑞典湖泊高 1.32 倍,比太湖高 3.39 倍,比鄱阳湖高 2.31 倍;锌含量比瑞典湖泊高

表 4 滇池表层沉积物中金属元素平均含量与其它地区湖泊比较 (ppm)

湖泊 元素	内草海	外草海	外海	对 比				
	n = 6	n = 10	n = 30	洱海	太湖 ^[2]	鄱阳湖 ^[3]	瑞典湖泊*	长江三角洲全新世沉积物 ^[4]
铜	363.3	150.1	101.4	107	18.87	13.0	28.7	26.9
铅	153.1	60.8	81.2	54.8	18.5	24.6	34.9	19.6
锌	679.5	180.6	246	185	59.15	51.4	110.6	92
镉	35.4	8.6	2.65	1.81	0.17	1.48	0.58	—
汞	0.52	0.32	0.395	0.48	0.109	0.05	0.120	—
铬	122	80.9	88.7	159	79.3	34.0	48.7	95.2
镍	112.8	65.8	46.1	86.7	19.45	—	49.7	39
钴	22.7	18.7	28.2	35.2	16.5	—	18.5	17
锰	—	—	786	1387	—	—	86.0	660
钒	—	—	207	217	—	—	≤150	77.3
钡	—	—	387	476	—	—	—	884
锶	—	—	106	122	—	—	—	—
钛	—	—	>7999	>7576	—	—	—	—

注: n = 样品数 * «Water Reseach», 14, 975-1001(1980).

表 5 滇池沿湖主要入污河道表层沉积物中金属元素含量表 (ppm)

元素 采样点	铜	铅	锌	镉	汞	铬	镍	钴	锰	钒	钡	锶	钛
运粮河内 500 米	9780	>10000	10780	717	19.238	138	552	43.0	476	273	359	64.6	>10000
运粮河口	2290	813.7	3088	251	1.431	146	329	35.0	598	221	367	89.2	>10000
大观河(公园门)	142.0	173.1	1760	2.37	0.790	141	43.4	29.0	627	172	401	97.7	7609
大观河(大观楼)	148.0	88.9	769	3.08	0.533	188	59.7	32.0	613	211	328	83.5	9830
大观河口	102.0	69.3	650	2.80	0.425	145	50.0	22.0	554	138	341	88.0	6306
船房河内 600 米	178.0	110.1	312	7.85	0.419	122	61.7	32.0	731	194	312	102.0	8026
船房河内 300 米	105.0	43.8	175	1.96	0.412	110	55.7	36.0	949	226	370	68.0	9956
船房河口	161.0	66.9	279	3.83	0.398	133	60.6	31.0	580	217	358	95.3	9616
大青河口	137.0	156.2	2738	1.78	1.249	111	44.7	25.2	430	151	445	89.5	8371
磷肥厂排污口	554.0	258.4	1722	18.8	0.990	68.3	31.8	40.0	832	130	394	151.0	4247
化肥厂排污口	88.2	115.5	256	2.24	0.310	1187.0	75.0	31.0	1078	292	393	117.0	8183
昆阳河内 500 米	31.2	37.6	78.2	1.20	0.168	59.5	18.5	14.0	619	96.2	295	87.0	5024
昆阳河口	29.1	42.5	81.6	1.12	0.258	59.7	20.5	12.0	432	100.0	320	53.6	6061

1.22 倍,比太湖高 3.16 倍,比鄱阳湖高 3.78 倍;镉含量比瑞典湖泊高 3.57 倍,比太湖高 14.1 倍,比鄱阳湖高 0.79 倍等,由此可知,滇池沉积物中金属元素含量是比较高的(见表 4)。

3. 工业废水污染对滇池沉积物中金属元素含量的影响

根据沿湖主要入湖河道调查,除外海昆阳河未受到重金属污染外,其余各条河均遭到了不同程度的污染,甚至严重污染。如运粮河口、外海的磷肥厂污水排出口等都遭到相当严重的重金属污染。这说明滇池沉积物中重金属污染主要来自各入湖河道(见表 5)。

三、结 语

通过对滇池沉积物中重金属的采样分析,得出下列几点认识:

1. 滇池沉积物中重金属含量水平与洱海相近,但是要比其它地区湖泊沉积物中重金

属含量高得多,这说明滇池是重金属元素的高背景区。

2. 滇池沉积物中重金属含量较高的原因一是与其地质有关;二是由于工业污染所造成。其污染程度是内草海>外草海>外海。

3. 滇池沉积物中镉的污染最为突出,其次是铜、铅、锌和汞等。

4. 滇池是属于半封闭性湖泊,湖水对污染物的稀释能力较差,因此必须严格控制不合排放标准的重金属废水进入湖内。对于已被严重污染的河流及湖区应采取积极的治理措施,必要时应适当地调整其上游的工业布局,以确保人体健康和生态平衡。

参 考 文 献

- [1] 滇池污染与水生生物研究协作组,滇池污染与水生生物,1—5 页,云南人民出版社,1983 年。
- [2] 太湖环境质量调查组,太湖环境质量研究(专辑),上海师范学院学报,99—107 页(1983)。
- [3] 何纪力等,环境科学丛刊,6(7),47(1985)。
- [4] 孙顺才,海洋学报,3(1),97(1981)。

太湖流域水环境硝态氮和亚硝态氮污染的研究

马 立 珊

(中国科学院南京土壤研究所)

钱 敏 仁

(苏州市环境保护局)

随着工农业生产的发展,氮素已成为日益增长的环境污染物质。本世纪七十年代以来,对于水体氮素污染问题的研究,已在国际上引起广泛重视,相继召开氮素水污染会议和第 38 届诺贝尔关于氮的学术讨论会^[2-3],推动本项研究的发展。我国在此领域尚处于起步阶段。

环境氮素污染对于人畜健康的危害性,已引起有关方面的关注。胃癌可能与饮水和蔬菜硝酸盐增高有关^[4-6];启东县饮水中硝酸盐和亚硝酸盐含量与当地肝癌死亡率呈正相关;林县井水硝酸盐和亚硝酸盐含量与食管

上皮重度增生和食管癌患病率呈正相关^[9]。这是因为硝酸盐和亚硝酸盐在饮食品中含量高,有利于致癌物质 N-亚硝胺的体内外合成之故。水体和土壤氮素含量高则是导致饮食品硝酸盐和亚硝酸盐含量高的直接原因。所以环境尤其是水环境的氮素污染是与人畜健康攸关的问题。

太湖流域是我国重要的工农业生产基地,人口稠密、生产集约。近年来本区工业尤其是乡镇企业发展极为迅速,排污量与日俱增。本区农业集约化程度高,化学氮肥施用量逐年递增,已达到发达国家的水平,因未