

27-33

昆明滇池水系的生物监测与环境评价

X524
X835

黄文成

(昆明市环境科学研究所, 昆明 650032)

徐廷志

(中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204)

提 要

生物监测具有长期性、累积性和综合性等特点。通过生物监测可以掌握昆明地区的环境质量, 但运用生物指标来评价环境质量有一定难度。本文介绍适合于昆明滇池水系受污染水体的评价方法。

环境评价

关键词 昆明滇池水系, 生物监测, 评价

滇池水系

水体污染

一、生物监测时期与地点

水质

根据昆明地区四季如春但旱季雨季明显的特点, 确定昆明地区常规生物监测按枯、丰、平三个水期进行, 时间上亦可覆盖全年气候状况。采样频率为每年三次。但入湖河流盘龙江是人工闸控河流, 加上着生生物采样周期长而又极易掉样的困难, 因此出湖河流螳螂川与入湖河流盘龙江相对应, 每年均为监测二次。

二、例行监测结果

1993年例行监测结果见以下各表。(接表)

表1为滇池生物监测结果表, 设采样点11个, 其中内湖草海3个, 外湖8个。枯水期全湖性优势种为卵囊藻、栅藻。浮游植物的生物密度年平均值草海为1797.3667万个/L, 外湖为1263.52万个/L, 全湖为1480.4436万个/L。丰水期外湖全水域优势种为链丝藻。全湖生物密度最低为断桥平水期11月10日, 最高生物密度为草海中心丰水期8月19日。不过断桥出现生物密度最低值显然是因为草海水葫芦疯长, 密布水面所致。底栖动物除枯水3月24日在三个监测点上采集到三个种的底栖动物外, 其余点位、时间采集到的底栖动物进一步减少仅是一、二种, 为多年来所少见。叶绿素a外湖均值为16.29mg/L, 草海的年均值为96.38mg/L, 全湖年均值为56.38mg/L。叶绿素a最低值为断桥平水期11月10日, 仅有5.38mg/L, 最高值为草海中心丰水期8月19日达282.2mg/L, 与浮游植物相对应。

表 1 滇池水质生物监测结果年度统计表

Tab. 1 Year statistical graph of water quality biology supervise result of Dianchi

采 样 名 称	日 期 (月)	水 温 (℃)	PH 值	溶 解 氧 (mg/L)	浮 游 植 物			底 栖 动 物			叶绿素 a 含量 均值 (mg/m ³)		
					种 类 数	生 物 密 度 (10 ² 个/L)	优 势 种 名 称 (中、拉)	优 势 种 占 总 数 百 分 比	种 类 数	生 物 密 度 (个/m ²)		优 势 种 名 称 (中、拉)	优 势 种 占 总 数 百 分 比
断 桥	3				24	14.2	卵囊藻 栅藻 Scenedesmus	57.0				30.43	
	8				28	4.14	裸藻 Euglena	40.8				38.4	
	11				17	9.63	微囊藻 Microcystis	71.3				5.38	
草 海 中 心	3	13.0	7.99	3.50	24	22.8	卵囊藻 栅藻 Scenedesmus	72.0	3	2650	羽摇蚊 Tendipes plumosus	80.0	样品损坏
	8	23.0	8.21	5.08	19	38.14	微囊藻 Microcystis	77.4				282.2	
	11	15.8	7.89	7.10	21	6.21	小环藻 Cyclotella	46.1				85.58	
海 岸 堤 岸	3	13.5	8.30	6.30	20	19.2	卵囊藻 栅藻 Scenedesmus	72.0	2	4300	羽摇蚊 Tendipes plumosus	95.3	样品损坏
	8	24.0	8.65	6.80	30	39.04	小环藻 Cyclotella	58.1	1	75	羽摇蚊 Tendipes plumosus	100.0	87.1
	11	15.6	8.46	8.20	26	8.37	微囊藻 Microcystis	37.2				73.89	
湾 东	3	13.5	8.69	8.00	27	19.32	卵囊藻 栅藻 Scenedesmus	65.0	3	1100	颤蚓 Tubifex sp.	79.5	8.21
	8	24.0	9.01	7.91	28	15.17	链丝藻 Hormidium	68.7	1	125	羽摇蚊 Tendipes plumosus	100.0	8.98
	11	16.1	8.65	6.90	18	3.87	囊丝藻 Aphanizomenon	36.6				15.61	
灰 湾 西	3	14.5	8.61	7.90	20	12.0	卵囊藻 Oocystis	85.0	2	200	苏氏尾鳃蚓 Branchiura sowerbyi	62.5	样品损坏
	8	24.0	9.14	9.61	31	254.5	链丝藻 Hormidium	49.8	2	1475	羽摇蚊 Tendipes plumosus 苏氏尾鳃蚓 Branchiura sowerbyi	51.0 49.0	8.98 样品损坏

续表 1 滇池水质生物监测结果年度统计表

Tab.1 Year statistical graph of water quality biology sup. visc result of Dianchi

采 库 名 称	日 期 (月)	水 温 (C)	PH 值	溶 解 氧 (mg/l)	浮游植物			底栖动物			叶绿素 a 含量 均值 (mg/m ³)		
					种 类 数	生 物 密 度 (10 ⁶ 个/L)	优 势 种 名 称 (中、拉)	优 势 种 占 总 数 百 分 比	种 类 数	生 物 密 度 (个/m ²)		优 势 种 名 称 (中、拉)	优 势 种 占 总 数 百 分 比
灰 湾 西	11	16.8	8.92	7.90	28	5.43	微囊藻 Microcystis	41.4				31.39	
	3	13.7	8.50	7.00	21	16.6	卵囊藻 栅藻 Oocystis Scenedesmus	65.0	3	225	苏氏尾鳃蚓 Tubifex sp.	44.5 44.5	样品损坏
观 山 音 中	8	25.0	8.91	8.08	26	16.29	链丝藻 Hormidium	64.4	2	1025	苏氏尾鳃蚓 Branchiura sowerbyi	71.0	10.2
	11	16.8	8.89	7.90	21	4.855	囊丝藻 Aphanizomenon	51.7					17.45
观 音 山 中	3	14.0	8.53	7.40	15	15.9	卵囊藻 栅藻 Oocystis Scenedesmus	76.0	1	225	苏氏尾鳃蚓 Branchiura sowerbyi	100.0	9.41
	8	24.0	9.01	6.86	26	19.5	链丝藻 Hormidium	60.2	2	625	羽摇蚊 苏氏尾鳃蚓 Tendipes plumosus Branchiura sowerbyi	56.0 44.0	6.1
观 音 山 西	11	15.5	8.78	8.30	22	6.83	兰隐藻 Chroomonas	40.8					23.54
	3	14.3	8.20	8.10	21	14.3	卵囊藻 栅藻 Oocystis Scenedesmus	70.0	2	175	羽摇蚊 苏氏尾鳃蚓 Tendipes plumosus Branchiura sowerbyi	57.0 43.0	6.1
白 鱼 口	8	24.0	9.13	9.59	31	21.22	链丝藻 Hormidium	16.3	2	400	苏氏尾鳃蚓 Branchiura sowerbyi	75.0	16.3
	11	16.0	9.34	8.00	24	4.395	微囊藻 Mirocystis	32.2					16.31
海 口 西	3	14.4	8.70	8.40	22	16.4	卵囊藻 栅藻 Oocystis Scenedesmus	62.0					7.63
	8	25.0	9.06	7.80	28	14.5	链丝藻 Hormidium	46.7					21.8
海 口 西	11	16.5	8.90	7.90	21	5.615	兰隐藻 Chroomonas	37.2					13.01
	3	14.5	8.77	8.40	22	135	卵囊藻 盘星藻 Oocystis Pediastrum	78.0	2	350	羽摇蚊 Tendipes plumosus	93.0	8.939

续表 1

采 库 名 称	日 期 (月)	水 温 (°C)	PH 值	溶 解 氧 (mg/L)	浮 游 植 物				底 栖 动 物				叶 绿 素 a 含 量 均 值 (mg/m ³)
					种 类 数	生 物 密 度 (10 ⁶ 个/L)	优 势 种 名 称 (中、拉)	优 势 种 占 总 数 百 分 比	种 类 数	生 物 密 度 (个/m ²)	优 势 种 名 称 (中、拉)	优 势 种 占 总 数 百 分 比	
海 口 西	8	25.0	8.80	8.46	26	14.97	链 丝 藻 Hormidium	50.5	2	1225	羽 扇 螺 Tendipes plumosus	61.0	7.02
	11	16.2	8.57	7.30	22	6.93	兰 隐 藻 Cercomonas	46.8					14.22
海 口 东	8	23.0	8.80	6.02	23	12.16	链 丝 藻 Hormidium	36.6					18.9
	11	16.0	8.96	8.60	22	7.55	囊 丝 藻 Aphanizomenon	56.8					43.77

表 2 河 流 生 物 监 测 结 果 年 度 统 计 表

Tab.2 Year statistical graph of river Biology Supervise result

河 流	采 样 点	日 期	水 温 (°C)	PH 值	溶 解 氧 (mg/L)	着 生 物 (着 生 藻 类)			
						种 类 数	生 物 密 度 (个/cm ²)	优 势 种 名 称 (中、拉)	优 势 种 占 总 数 百 分 比
盘 龙 江	德 胜 桥	3 月	12	7.77	0.97	7	245.3	小 环 藻 Cyclotella	48.9
		8 月	21	7.50	0.47	13	4186.7	小 环 藻 Cyclotella	49.36
南 坝	南 坝	3 月	12	8.67	7.13	9	84.6	针 杆 藻 Synedra	27.9
		8 月	22	7.72	1.69				
螳 螂 川	富 民	3 月	18	8.00	9.12	8	10944	卵 形 藻 Cocconeis 针 杆 藻 Synedra	47.0 40.0
		8 月	25	7.90	6.34	12	767.4	针 杆 藻 Synedra 异 极 藻 Gomphonema	46.72 38.61

备 注: 南 坝 河 段 三 月 份 遇 抽 水 农 灌, 大 量 杂 物 覆 盖 河 面, 故 着 生 蓝 藻 偏 少, 八 月 份 河 流 几 乎 断 水, 不 能 挂 样。

表 2 为河流生物监测结果统计表, 目前河流监测的生物项目只有着生生物。1993 年河流的主要优势种群为针杆藻, 只有德胜桥不同是小环藻。生物密度最低值为 84.6 个/cm², 最高值为 10944 个/cm², 盘龙江生物密度平均为 1505.53 个/cm², 螻螂川生物密度平均值为 5855.7 个/cm², 远高于盘龙江。

表 3 水源水细菌学监测年统计表

Tab.3 Year statistical graph of waterhead water bacteriology supervise.

水源名称	断面名称	项目 指标	PH	大肠菌群数 (个/L)	细菌总数 (个/ml)
松华坝 水库	坝口	II类标准	6.5-8.5	10000	-
		样品数	12	12	12
		极大值	8.73	2300	1300
		极小值	8.25	23	6
		平均值	8.47	427	217
		超标率	-	0	-
滇 池	罗家营	III类标准	6.5-8.5	10000	-
		样品数	12	12	12
		极大值	9.04	2300	1500
		极小值	8.37	230	60
		平均值	8.65	1033	406
		超标率	0	0	-
池	龙门村	III类标准	6.5-8.5	10000	-
		样品数	10	9	9
		极大值	9.52	23800	18700
		极小值	7.54	230	101
		平均值	8.61	6847	3195
		超标率	-	22.2	-

表 3 为饮用水源水生物监测结果统计表, 进行的项目为细菌学监测, 指标有两项: 细菌总数和大肠菌群数。全年逐月监测共 12 次, 个别月份大肠菌群数超标, 而年均值不超标。松华坝水源水为寡污带, 而三、五水厂水源水属 β -中污带。

三、水质生物学评价与讨论

1. 评价

根据滇池水体的区域特点, 并考虑到其内外湖功能的区别, 将滇池分为草海(内湖)及外湖两个部分来评价, 以适合实际情况和便于运用。

针对昆明地区生物种群现状并综合各因素特点, 选用与之相应的评价方法和标准。注意使不同项目采用尽可能相近的评价手段, 以利于全面综合评价。各监测项目分述于后。

浮游植物采用欧州国家习惯采用的污生指数 SI 来评价。该方法既考虑到生物种群的种类、数量等参数,也考虑到其耐污各不相同的特点,标出 SI 值。SI=0.1-0.5 为轻污染,1.5-2.5 为中污染,2.5-3.5 为重污染,3.5-4.0 为严重污染。根据 1993 年监测基本数据,进一步分析各种藻类的耐污等级并使之数据化,结果求得草海的污生指数 SI 为 2.7,属重污染水域;外湖的 SI 为 2.4,列为中污染范围。

叶绿素 a 则采用卡尔森 (Car/son) 营养状态指数来评价。它根据湖水透明度、浮游植物现存量(以叶绿素 a 值代表)、湖水总磷浓度间存在的相关关系,以透明度作基准,求出营养状态指数 TSI,用以划分水体的富营养化程度。TSI 值可单独采用,也可用几个单项 TSI 值求总值 TSI。TSI (chl) 值 < 37 者为贫营养型,在 38-53 间为中营养型,大于 54 则属富营养型。按此法计算,草海的营养状态指数 TSI 达到 70.94,大大高于 54 的水平,说明草海富营养化程度相当高了。外海的 TSI 值 56.68,也进入了富营养型水体了。

滇池底栖动物种类很少,在所有采样点里全年监测结果只获 3 种底栖动物。绝大部分采样点只有一、二种物种,由于种类太少,用数学公式评价不能获得满意结果,可按 Trent 生物指数评价,比较适合滇池的情况。这种评价方法按七类关键性底栖动物因污染程度增加而逐渐从水体中消失,以及底栖动物的总数给予等级划分。根据此标准滇池种类数在 2-5 这一级,只有颤蚓或羽摇蚊幼虫,则 TBI 标准为 I-II 级,属重污染。

与湖泊相协调,河流生物监测评价指标也采用污生指数 SI 来评价,求得盘龙江的 SI 为 3.1,属重污染区,螳螂川富民河段的污生指数为 2.8,也同样属重污染了。可见昆明地区河流的污染状况是严重的,河流自净能力大大降低。

2. 讨论

滇池一年三个水期生物种群、数量均有规律性变化,就浮游植物而言,丰水期处于八月份,气温较高,藻类数量为同年中最高时期,枯水期处于三月份,气温与平水期相近,但略低于平水期的十一月份,不过光照比平水期充足,故藻类数量仍然较高,而平水期藻类数量是最低的,在水体营养元素基本相似条件下,气温(也就意味着水温)、光照是影响藻类数量的主导因素。就水域而论,草海的数量下降明显,按比例,以 1991 年为 100,1992 年仅为 73.96,而 1993 年进一步减至 46.72。意味着草海水质近年略有好转。大观河截污,各厂矿加强排污管理,外湖自来水厂投厂取水促进草海湖水外排等都是多方面原因。从 1992 年开始,已有单一耐污型沉水植物篦齿眼子菜(*Potamogeton pectinatus*) 在草海局部小范围水域中出现并自然恢复,便是草海水质逐步向好转趋势发展的证明。原因是多方面的:草海水面有盖度 100%,占草海面积 2/3 以上,覆盖时间达 4 个月以上的水葫芦的净化作用;草海水向外流动的转移速度较五水厂建厂前加快等各方面原因有关。外湖 1993 年藻类数量停止了继续增加的趋势,并下降了 35%。但从底栖动物上看,1993 年种类进一步减少(1991 年监测有 6 种,1992 年监测有 5 种,1993 年只有 3 种),可见外湖水水质不断恶化的趋势所产生的影响和后果是深远的,不可能很快就可以被抑制住,并通过食物链,在不同等级的生物层次上逐步反应出来。在丰水期外湖出现了从未有过的全湖性的优势种链丝藻,应该看作是前几年草海水水质严重恶化对外湖产生的后续影响,也是水质恶化的一个明显信号。链丝藻往往出现在污水与较清洁水相混的区域,例

在盘龙江下段南坝河段 1992 年 11 月份曾以优势种出现过。不过,总的说来,草海无论在富营养化和受污染的程度上都仍高于外湖,但从藻类数量来看,外湖已经发展到较接近内湖草海的程度了;1993 年草海年均值为 1697.36 万个/L,外湖为 1263.52 万个/L,这是不容忽视的动向。

河流的状况是普遍受到重污染,而且已经持续多年,并无多大改观。凡流经市区的河流,最终都变成了污水河,水色发黑发臭,河中藻类数量偏少,而且波动大,不时伴有极耐污种类出现。随着城市的发展,这种状态更加突出。流经城区的河流成了接纳生活污水、工业废水的场所。现这一情况仍未得到控制。河流受重污染,结果必然转移并加重对滇池及其下游的危害。因此尽快截住污水河,并引入污水厂处理,减少污染负荷后再作为水资源排放入滇池,是最急迫和最见效的整治滇池的工程措施了。

参 考 文 献

- [1] 沈祖芬等著, 微型生物监测新技术, 中国建筑工业出版社, 1990年7月。
- [2] 黄文成、徐廷志, 试论沉水植物在治理滇池草海中的作用, 广西植物, 14(4): 334-337 1994。
- [3] 国家环保局, 环境监测技术规范, 1986年, 环监字第405号。

STUDY ON BIOLOGY SUPERVISE OF ECOLOGY ENVIRONMENT IN RIVER SYSTEM OF THE DIANCHI OF KUNMING

Huang Wencheng

(Kunming Institute of Environment Science.)

Hsu Tingzhi

(Kunming Institute of Botany, Academia Sinica.)

Key Word River System of Dianchi; Biology Supervise; Appraise

Abstract

Biology supervise feature is long-term, accumulate and synthetical. We can grasp environment quality of Kunming region use biology supervise, but it is extremely difficult for use living being target. This paper introduce a method of suiting to Kunming local conditions.