

研究简报

利用浮游动物评价滇池的污染状况*

黄海魁 赵家聪

(昆明市环境科学研究所, 昆明 650032)

摘要 应用 Sanders 氏稀疏曲线法及 Shannon-Wiener 多样性指数法对滇池不同水域浮游动物种类和数量进行分析, 结合指示种的分布情况分析结果表明, ① 滇池草海和外海的污染状况有明显的不同, 草海处于 α 中污染阶段, 外海处于 β 中污染阶段; ② 滇池污染的梯度变化: 新河 > 楼外楼 > 草海中 > 灰湾 > 大河尾 > 观音山中; ③ 草海正趋向于池沼泽化。

关键词 滇池, 浮游动物, 污染评价。

浮游动物是水生或水域生态系统的一个组成部分, 淡水浮游动物主要包括原生动物类、轮虫类、枝角类、桡足类。它们在水体中主要作为鱼类的饵料, 对它们的研究较多。然而利用浮游动物种类组成和数量变化以及污染指示种的分布情况评价水环境质量报道较少。近年来国外, 特别是日本在这方面做了许多工作。我国在河流方面做过一些生物学评价, 但湖泊方面报道不多。

滇池, 由于围湖造田、人口增长, 气候变暖等原因以及滇池特有的自然环境造成了现在滇池水位降低^[1], 污染严重的现象。本文试图从滇池浮游动物的角度来说明其水环境的污染情况。

一、调查与计数方法

(一) 样品采集

1988 年 9 月—1989 年 9 月, 每月两次, 在滇池的 7 个点位上采集浮游动物标本。采样点位置名称及顺序为: 楼外楼、新河、草海中、灰湾东、观音山中、大河尾、灰湾西(图 1)。

采样时, 在 0.5—1.0m 水深范围内用 25 号浮游生物网直接收集定性鲜活标本, 并用 1000ml 或 2500ml 采样器定量采集 10000ml 水于 25 号浮游生物网中过滤浓缩, 并现场固定样本。

(二) 计数



图 1 滇池浮游动物采样点

a. 楼外楼 b. 新河 c. 草海中 d. 灰湾东 e. 观音山中
f. 大河尾 g. 灰湾西

每次采集来的样品先进行定性分析, 然后用 0.1ml 和 1.0ml 计数框分别计数原生动物、轮虫、枝角类、桡足类的每个种类的数量, 其中 0.1ml 计数重复 3 次, 求其平均值。

* 本研究属“七·五”科技攻关项目。

二、结果分析

(一) 浮游动物种类及个体数量对滇池水质的指示作用

根据各次调查所得原生动物、轮虫、枝角类、桡足类的个体数量、种类数,应用 Sanders 氏稀疏曲线法绘制出各采样点的多样性曲线^[1],见图 2,应用 Shannon-Wiener 公式($H = -\sum P \cdot \log P$)计算出多样性指数^[2],并与 BOD、COD、DO 化学测定值相对照,结果见表 1。

通过图 2 和表 1 的比较,可以从中看出不同水域污染程度的变化,即在相同个体数量的情况下,种类越多其曲线越陡,污染程度越轻,反之则重。根据湖泊富营养化评价标准^[1],BOD 在 3—5 之间为中度富营养化;5—8 为富营养化;大于 8 为重度富营养化。Shannon-Wiener 多样性指数: $1 < H < 3$ 之间为中度富营养化^[3,4]。由此得出:

1. 草海和外海均受到污染,且整个滇池湖泊富营养化程度正处于中度富营养化阶段与重度富营养化阶段范围。

2. 草海明显较外海污染严重,两水域指标有明显区别。

3. 各采样点污染程度由重到轻的顺序为:新河 > 楼外楼 > 草海中 > 灰湾西 > 灰湾东 > 大河尾 > 观音山中。

(二) 浮游动物指示种对滇池水质的指示作用

根据对各个时期滇池浮游动物进行定性定

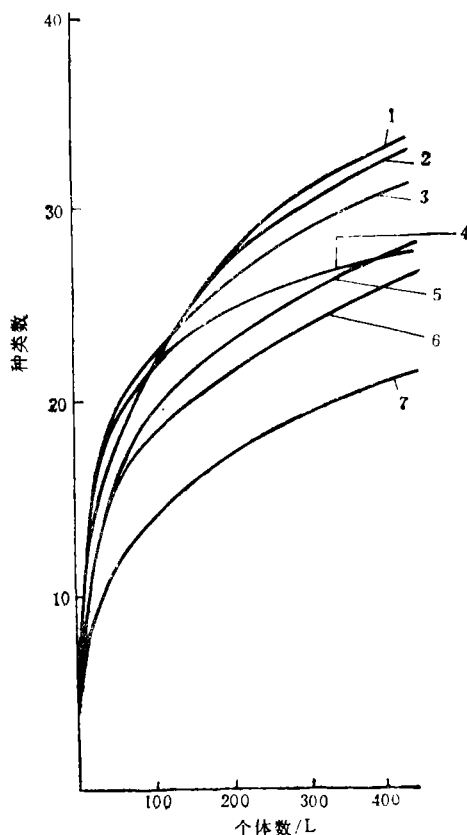


图 2 滇池浮游动物 Sanders 氏稀疏曲线

1. 观音山中 2. 大河尾 3. 灰湾东 4. 灰湾西
5. 草海中 6. 楼外楼 7. 新河

量分析、总结归纳,并根据不同污染阶段的指示种进行划分,列出滇池浮游动物指示种分布如表 2。由表 2 可以看出:

1. 草海中浮游动物优势种为: 广布中剑水蚤 (*Mesocyclop leuckarti*)、角突臂尾轮虫 (*Brachionus angularis*)、萼花臂尾轮虫 (*Bra-*

表 1 Shannon-Wiener 多样性指数 H 及 BOD、COD、DO 值对照

项目 \ 测点	草 海			外 海			
	新河	楼外楼	草海中	灰湾西	灰湾东	大河尾	观音山中
H	2.11	2.38	2.49	2.74	2.70	2.64	2.72
BOD (mg/L)	11.07	18.00	13.72	4.86	0.25	4.58	2.77
COD (mg/L)	20.15	19.49	15.95	7.29	6.35	7.06	6.78
DO (mg/L)	3.03	2.11	6.38	8.07	7.17	7.83	7.36

表 2 滇池浮游动物污染指示种分布情况

种 类	种 名	楼 外 楼	新 河	草 海 中	灰 湾 东	灰 湾 西	大 河 尾	观 音 山 中	出 现 率	污 染 阶 段
桡足类	广布中剑水蚤 <i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus								0.99	α 中污染阶段
	英勇剑水蚤 <i>Cyclops strenuus</i> Fischer	.....		.....					0.01	
枝角类	直额裸腹蚤 <i>Moina rectirostris</i> Leydig	.....							0.11	
轮虫类	角突臂尾轮虫 <i>Brachionus angularis</i> Gosse	.....							0.09	
	萼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas								0.12	β 中污染阶段
	浦达臂尾轮虫 <i>Brachionus budapestiensis</i> Dady	.....							0.07	
	曲腿龟甲轮虫 <i>Keratella cochlearis</i> Gosse	.....							0.04	
	前节晶囊轮虫 <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	.....							0.03	
	奇异巨腕轮虫 <i>Pedalia mira</i> Hudson	.....							0.01	
	长三枝轮虫 <i>Filinia longiseta</i> Ehrenberg			.....					.0001	
	红眼旋轮虫 <i>Rhodina erythrophthalma</i> Ehrenberg	.....							.0008	
轮虫类	剪形臂尾轮虫 <i>Brachionus forficula</i> Wierzejski								.006	β 中污染阶段
	壶状臂尾轮虫 <i>Brachionus urceus</i> Limaeus	.....							0.05	
	四角平甲轮虫 <i>Platyias quadricornis</i> Ehrenberg	.....							.0001	
	螺形龟甲轮虫 <i>Keratella cochlearis</i> Ehrenberg	.....							0.09	
	月形腔轮虫 <i>Lecane luna</i> Muller				.....				.0002	
	凸背巨头轮虫 <i>Cephalodella gibba</i> Ehernberg				.....				0.0003	
	高桥轮虫 <i>Scaridium longicaudum</i> O. F. Muller								.0005	
	针簇多枝轮虫 <i>Polyarthra trigla</i> Ehernberg	.....							.1433	
枝角类	沟痕泡轮虫 <i>Pompholyx sulcata</i> Hudson								.0309	β 中污染阶段
	迈氏三枝轮虫 <i>Filinia maior</i> Colditz	.....							.0626	
	短尾秀体蚤 <i>Diaphanosoma brachyurum</i> Lieveen					.....			0.0091	
	蚤状蚤 <i>Daphnia (Daphnia) pulex</i> (Leydig)				.....				.196	
枝角类	长额象鼻蚤 <i>Bosmina longirostris</i> O. F. Muller								.574	β 中污染阶段
	方形尖额蚤 <i>Alona quadrangularis</i> O. F. Muller				.....				.0496	
	裂足轮虫 <i>Schizocerca diversicornis</i> Daday	.....							.0049	
	大肚须足轮虫 <i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg	.....							.0066	
轮虫类	对棘同尾轮虫 <i>Diurella stylata</i> Gosse								.0276	β 中污染阶段
	截头皱甲轮虫 <i>Ploesoma truncatum</i> Levander	.....							.0085	
	郝氏皱甲轮虫 <i>Ploesoma hudsoni</i> Imhof	.....							.0007	
	扁平泡轮虫 <i>Pompholyx complanata</i> Gosse	.....							.0007	

——优势种 偶见种 - - - 常见种 空白 未检出

表中各点位每个种的比较在定性定量基础上进行。先对定性样本进行初步鉴定,再对定量样本进行每个种的数量统计。从而得出优势种、常见种、偶见种。

chionus calyciflorus)、蚤状蚤 (*Daphnia pulex*) 均为污染指示种,且主要为 α 中污染指示种。外海中浮游动物优势种为:螺形龟甲轮虫 (*Kerateratel lacochlearis*)、针簇多枝轮虫 (*Polyarthra trigla*)、浦达臂尾轮虫 (*Brachionus budapestiestis*)、长额象鼻蚤 (*Bosmina*

longirostris), 主要为 β 中污染指示种。

2. 草海污染指示种与外海污染指示种的组成有所不同。特别是优势种和一些常见种在两个水域中有明显的变化。草海中优势种在外海均为常见种,而外海优势种在草海几乎全为稀有种。

三、讨 论

1. 浮游动物的监测结果分析表明, 整个滇池正处于中度富营养化阶段, 其中草海污染程度较重, 属于 α 中污染阶段范畴, 外海偏轻属于 β 中污染阶段范畴。但据 N、C、P、BOD、COD、DO 等化学数据以及藻量、叶绿素 α 等资料进行综合评价结果表明, 草海处于重度富营养化状态, 外海处于富营养化状态^[1]。两处所得出的结论有所出入。其原因是: ① 对湖泊富营养化阶段划分方法不同。化学法是通过各项数据指标按 5 个不同层次划分, 最后综合打分得出结论; 而生物法则是根据污水生物体系理论划分方法得出^[5]。两者在概念上不尽相同。② 对湖泊富营养化表达的程度不完全一致, 生物法是站在生物群落生态学的基础上, 根据物种多样性指标进行评价, 所反映的是环境质量优劣对生物的影响程度, 而化学法则是在各单项指标基础上进行综合评价得出的结果, 其反映的仅是环境质量本身。

2. 楼外楼、新河为两条纳污河, 且新河上段工厂污染源较多。草海中为上段污染水汇入的地段, 且水流较为缓慢, 由于沉降作用及生物自净、化学降解作用导致草海中污染程度相对减轻的现象; 外海灰湾东有大清河出口的污染水流入; 灰湾西为草海出口的流入水域, 又由于滇池的主导风为西南风, 造成了此处污染相对较重的现象。大河尾附近为磷矿等污染源, 因此其污染较观音山中为重。观音山中相对较清洁,

也与其他湖泊边缘部分污染严重, 中心地带轻的现象相一致^[6]。故与整个滇池污染梯度变化: 新河>楼外楼>草海中>灰湾西>灰湾东>大河尾>观音山中的结果是相符的。

3. 草海面积 8.15km², 平均水深 1.44m, 现有大量水花生 (*Lternanthera philoxeroides*) 及凤眼莲(*Eichornia crassipes*) 群落滋生, 形成大块状浮于水面上, 且轮虫类占全部浮游动物每升总数量的 92.8%, pH 在 7.7~8.3 之间, 属于 α 中污染阶段。根据池沼性是指介于小水量水体和湖水性水体之间的水体的总称, 有 90% 以上的浮游性轮虫生活在这种水体, 其污染阶段在中心带通常是 β 中污染, 在沿岸带多半是 α 中污染^[6]。故可以说草海正处于池沼化过程。

4. Sanders 氏稀疏曲线法与 Shannon-Wiener 多样性指数法的结果在外海部分有些出入。这主要是两种方法的误差造成的。即多样性指数需要在样本是随机均匀分布的前提下才能成立, 而稀疏曲线法则不受此条件的限制。

参 考 文 献

- 1 张静芳. 云南高原“四海”的生态问题与生态后果. 昆明: 云南科技出版社, 1987: 21—71
- 2 约瑟·斯迪思; 杞桑译. 水污染生态系统调查手册. 北京: 海洋出版社, 1986: 71—78
- 3 黄玉瑶等. 动物学集刊. 第 2 集, 北京: 科学出版社, 1982: 133
- 4 Wilhm J L; Dorris TC. *Bioscience*. 1968, 18:477
- 5 浦田松苗; 卢全章译. 环境和指示生物. 北京: 中国环境科学出版社, 1987: 3—12
- 6 铃木实; 卢全章译. 同上, 1987: 113—124

南极成为受保护的大陆

根据 1991 年 10 月 4 日在马德里签署的一项条约, 南极成为受保护的大陆。按照该条约, 至少在 2041 年以前禁止开采石油和矿物, 即便到 2041 年, 可能也需要所有 26 个签约国中三分之二多数同意, 才可解除这一禁令。这项条约除了规定保护野生动物和控制废物处置与海洋污染外, 还规定对南极进行监测。1991 年 6 月, 当美国反对一项要求全体表决来解除石

油和矿物开采禁令的规定时, 该条约几乎要折。改为要求三分之二多数, 消除了美国的反对态度。迄今已有 26 个国家签署了南极条约; 24 个国家签署了这项修正案, 日本和南朝鲜将在完成国内法律程序之后签署。

小康 译自 *ES&T*, 1991, 25(12): 1951

lake in summer was $1.02 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{d}$. The total phosphorus release capacity from the sediments was estimated to be 1.346 t/y which is equivalent to 36.4% of the average annual external phosphorus loading. Sediment release of phosphorus is a major contributory factor for the eutrophication of the lake.

Key words: sediments, phosphorus, eutrophication.

Effect of Proper Ventilation on Improving Indoor Air Quality and Dweller's Health. Qiu Shicong, Chen Guifu (Wannan Medical College, Wuhu, Anhui): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, pp. 29—32

An investigation on the natural ventilation in 417 rural dwellinghouses with children living in was carried out in south China from December 1988 to April 1989. Meanwhile, a follow-up observation of respiratory health conditions for the dwelling children was performed. An experimental model was also established to explore the possible improving measures. The results revealed that in 85% of the dwellinghouses, the times of air changes per hour (ACH) ranged from 0.5 to 1.0, and ACH was negatively correlated to the rate of respiratory symptoms (RRS) in the children ($P < 0.01$); when ACH was less than 0.5, the children's RRS was 3.52/100pw, which is much higher than that of other groups with larger ACH; when room doors and windows were open, the ACH was 4 times as much as that when they were closed; moreover, closing doors and windows increased the indoor air concentrations of CO_2 , HCHO, and ^{222}Rn by 1—3 times; when the indoor air flow velocity was below 0.05 m/s the ventilation efficiency decreased to below 1.0, accordingly, the pollutants gradually accumulated and would finally impair the health of the residents. This study suggested that the proper arrangement of the ventilation in the light of the convection theory may effectively improve the air quality and thereby the health conditions of the residents.

Key words: ventilation in dwelling-house, indoor air quality, health efficiency.

Evaluation of the Pollution in Lake Dianchi with Zooplankton as Indicator. Huang haikui, Zhao Jia-chong (Kunming Municipal Institute of Environment Science): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, pp. 33—36

Analysis of the species and mass population of zooplankton was carried out by means of Sander's sparse curve and Shannon-Wiener's diversity index on different regions of lake Dianchi. Integrated with the output of the analysis of zooplankton indicator distribution, the following results were obtained: (1) the extent of pollution is obviously different in the inflake from the outlake i. e. the inflake is in α stage of pollution and the outlake is in β stage. (2) the gravity of pollution in different regions of lake Dianchi are: the exit of river Xinhe > the exit of river Daguang > the center of inflake > Huiwan > Darhewei > the middle of Guanyinshan. (3) the inflake is in the process of swamping.

Key words: lake Dianchi, zooplankton, pollution indicator, Sander's Sparse curve, Shannon-Wiener's diversity index.

Catalyst for Removing Carbon Monoxide at Room Temperature. Li Chunhua, Xu Hongbing and An Lidun (Lanzhou Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, PP. 37—39

Activated carbon compound carrier supported noble metal catalysts for the catalytical oxidation of CO were investigated in the following aspects: selection and preparation of supports and precursors of active components as well as preparation conditions of the catalysts. Results show that CO-20-2 catalyst made in this work can remove CO completely at room temperature. Both of its activity and stability are better than the catalysts available now.

Key words: palladium and platinum catalysts, carbon monoxide oxidation, activated carbon complex support.

Study on Pollution Contributions from Traffic in Beijing City. Han Zhixiong, Xing Yulan, Quan Baoling (Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, pp. 40—42

This paper clearly defines the conceptions for both road and regional pollution contributions and gives a set of methods for the calculation of regional pollution contribution. As an example, the pollution contributions of CO, NO_x , and THC, which are major pollutants from vehicles, were studied for a central area of 158 km^2 of Beijing city. The study shows that the regional pollution contributions for CO, NO_x and THC reached 14.3%, 32.2% and 86.6% in winter and 58.4%, 68.7%, and 86.6% in fall, respectively. While, the road pollution contributions for CO, NO_x and THC reached 65.7%, 71.6%, and 37.6% in winter and 58.8%, 75.5% and 67.5% in fall, respectively.

Key words: air pollution, traffic pollution.

Assessment of the Maximum Removal Rate of Pulp-making Waste Water with Flocculation Treatment by UF Technology. Cheng Yanjun (Environmental Protection Institute, Ministry of Light Industry): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, pp. 43—44

Relative molecular weight fractions of COD in the waste water were determined by UF technology, so as to estimate the maximum removal rate of COD with flocculation-treatment. It has been found that most of the COD in the water is associated with the fractions having molecular weight greater than 10000 or smaller than 3000; the maximum removal rate of COD is 71.3%.

Key words: UF, Flocculation, Pulp-making waste water, COD.

A Study on Denitrification of Coke-plant Wastewater through a Biological Process Wen Yibo