

331-336

太湖诱变剂污染调查分析

X524

吴庆龙¹ 范成新¹ 陈开宁¹ 孔志明²

(1:中国科学院南京地理与湖泊研究所,南京 210008; 2:南京大学环境科学与工程系,南京 210093)

摘要 应用蚕豆根尖细胞微核试验监测太湖水污染,结果表明太湖受诱变剂污染轻,分布面积小,限于西北湖区,污染分布及程度受水位状况影响较大,微核指标和其他理化水质指标互补,被用于评价太湖水质,并就太湖水源保护及污染控制提出了若干建议。

关键词 太湖, 微核试验, 诱变剂污染

湖泊, 水质污染

太湖是我国五大淡水湖泊之一,流域经济发达,但环境污染较严重.已有的太湖水污染研究工作多限于富营养化和常规水质分析,而诱变剂污染并未引起人们的普遍关注.现代医学资料证明,即便在很低浓度下,该类污染物也可对人体产生远期影响.太湖不仅是无锡、苏州和上海等大中城市及沿湖乡镇的重要饮用水源,也是一个主要渔业生产基地,同时又是国家级旅游风景区.因此,加强太湖的诱变剂污染调查研究十分必要,对保障人民健康意义重大.

蚕豆根尖细胞微核技术已成为我国环境监测的规范化方法之一^[1,2].本文应用这一技术就太湖水污染进行了初步监测与研究.

1 材料与方 法

1.1 试验材料

除滋青皮豆 *Vicia faba*; 由华中师范大学生命科学学院提供.

1.2 试验方法

1.2.1 采样点的布置和水样的采集 在太湖 Fig. 1 Distribution of sampling sites in Taihu Lake 和主要入湖河口选择有代表性采样点 39 个 (图 1), 采样三次, 根据水位, 采样时间分别在平水期 (1994 年 10 月 17 日至 23 日); 枯水期 (1995 年 2 月 10 日至 14 日) 和丰水期 (1995 年 8 月 12 日至 16 日). 每样点采集水样 500—1000ml 于洗净塑料瓶内, 放置 4℃ 冰箱内避光保存, 并尽快分析.

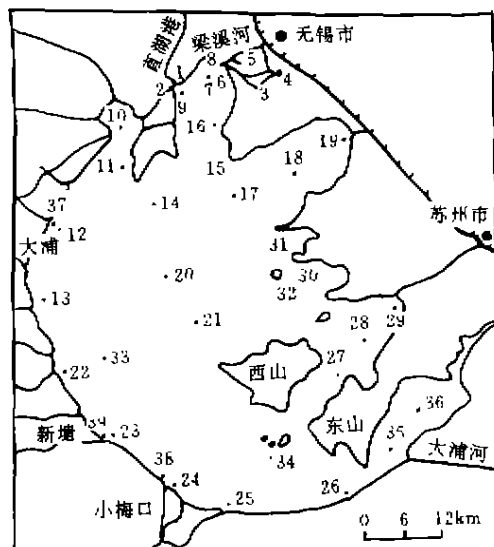


图 1 太湖采样点分布

Fig. 1 Distribution of sampling sites in Taihu Lake

· 收稿日期: 1996-12-31; 收到修改稿日期: 1997-06-28.

作者简介: 吴庆龙, 男, 1967 年生, 硕士, 主要从事湖泊渔业资源利用和生态环境保护方面的研究工作, 已发表有关论文 20 余篇.

1.2.2 蚕豆根尖微核试验 将松滋青皮豆放入盛有水样的烧杯内(另设自来水阴性对照),置 25℃温箱中,浸泡 48h,其间每天换水不少于 2 次,待种子吸涨后,选择发育良好种子用纱布包裹于 25℃温箱内继续催芽,在根长 1.5—2.5cm 时,按常规方法固定处理,孚尔根染色,压片观察,每个样点镜检三个根尖,测定其微核千分率(MCN‰)和污染指数(PI),并进行统计学处理^[1],微核千分率依下式计算:

$$MCN(\text{‰}) = \frac{\text{有微核细胞数}}{\text{观察的细胞总数}} \times 1000\text{‰}$$

污染指数依下式计算:

$$PI = \frac{\text{样品的 MCN‰(平均数)}}{\text{阴性对照的 MCN‰(平均数)}}$$

2 结果与分析

2.1 污染现状分析

各样点 MCN‰及 PI 见表 1,对平、枯、丰水期各点水样与对照组 MCN‰进行了 F 检验(表 2),结果表明差异显著。

太湖诱变剂污染可分为重污、中污、轻污及无污 4 种类型,平水期(图 2a),中污染区包括直湖港、梁溪河等入湖河口区及五里湖;轻污染区包括梅梁湖和太湖西岸的几个入湖河口区;其余的湖区可认为未受诱变剂污染,枯水期(图 2b)重污染区主要在直湖港的入湖河口处;中污染区包括梁溪河入湖河口区和五里湖;轻污区包括梅梁湖和太湖西岸几个入湖河口区;其它湖区未受污染,丰水期(图 2c)中污染区包括太湖西北岸的大浦河、太湖运河和直湖港的入湖河口区;轻污区包括梅梁湖、五里湖和苕溪与新塘港的入湖河口区;其它湖区未受污染。

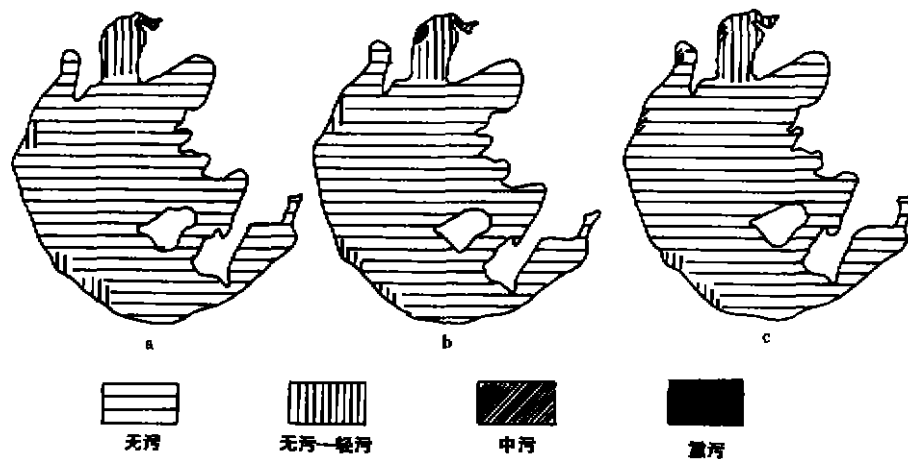


图 2 太湖诱变剂污染区划(a:平水期;b:枯水期;c:丰水期)

Fig. 2 Diagram of the mutagen pollution of Taihu Lake

(a: average water level stage; b: lower water level stage; c: higher water level stage)

表1 太湖不同水位期的蚕豆根尖细胞微核千分率和污染指数
Tab. 1 The MCN‰ and PI of each sampling site at different water level stage

样点	平水期		枯水期		丰水期	
	MCN‰±SE	PI	MCN‰±SE	PI	MCN‰±SE	PI
1	9.65±2.19	2.70	16.41±2.83	4.82	10.31±1.41	3.22
2	12.25±2.67	3.42	8.17±0.94	2.44	9.43±0.52	2.96
3	4.96±1.97	1.34	6.94±1.02	2.07	3.97±0.83	1.24
4	8.75±1.55	2.72	8.88±1.07	2.65	4.64±0.56	1.45
5	5.62±1.50	1.60	5.10±0.37	1.52	3.78±0.10	1.18
6	8.02±0.55	2.24	9.33±1.44	2.79	4.54±0.47	1.42
7	6.30±0.49	1.76	5.5±0.41	1.64	4.54±0.42	1.42
8	8.97±0.97	2.51	8.08±0.84	2.41	5.01±0.92	1.57
9	10.42±1.74	2.91	15.38±0.85	4.59	5.70±0.46	1.78
10	3.36±1.08	1.02	3.88±0.99	1.16	6.36±0.55	2.01
11	3.74±1.08	1.05	4.78±1.05	1.43	3.16±0.71	0.99
12	4.76±1.08	1.33	3.70±0.93	1.10	9.46±2.42	2.96
13	3.74±0.98	1.05	5.78±1.05	1.73	3.74±0.39	1.17
14	5.32±0.28	1.49	3.96±0.09	1.18	3.49±0.56	1.09
15	4.05±2.28	1.13	3.42±0.46	1.02	5.45±0.60	1.70
16	6.96±0.05	1.94	6.20±1.06	1.85	4.33±0.25	1.35
17	3.60±2.80	1.29	5.13±0.76	1.53	4.71±0.97	1.47
18	4.43±1.77	1.24	3.61±1.71	1.08	3.00±0.42	0.95
19	5.25±1.314	1.47	6.09±0.82	1.82	3.46±1.32	1.08
20	4.13±1.44	1.15	3.50±1.60	1.04	3.27±0.54	1.02
21	4.46±1.28	1.25	3.38±0.62	1.01	3.37±1.15	1.05
22	3.64±0.60	1.02	4.26±0.87	1.27	4.67±1.49	1.46
23	3.52±0.63	0.99	3.43±0.64	1.02	5.23±0.34	1.63
24	4.32±0.56	1.21	4.02±1.07	1.20	6.18±1.56	1.93
25	3.87±2.34	1.08	4.15±2.01	1.24	3.74±0.84	1.17
26	3.72±1.92	1.04	4.37±0.32	1.30	3.20±1.13	1.00
27	3.62±1.98	1.01	6.44±2.16	1.92	3.50±0.73	1.00
28	4.78±1.01	1.34	4.99±0.47	1.49	3.44±0.49	1.08
29	3.99±1.99	1.11	4.33±0.97	1.29	3.56±0.66	1.11
30	3.53±1.17	0.99	3.81±1.83	1.14	3.61±0.25	1.13
31	3.67±1.51	1.03	4.36±0.32	1.30	3.11±0.24	0.98
32	4.19±1.34	1.17	3.77±0.76	1.13	3.77±0.43	1.18
33	3.82±0.79	1.07	3.39±0.29	1.01	3.35±0.56	1.05
34	3.85±1.36	1.07			3.05±0.25	0.96
35	4.23±0.97	1.18	3.33±1.12	1.00	3.23±0.61	1.10
36	3.50±0.90	0.98	3.28±0.79	0.98	3.41±0.84	1.07
37	5.26±0.83	1.47	4.05±0.91	1.21		
38	5.14±1.10	1.44	4.99±0.57	1.49	5.24±1.21	1.61
39	5.67±2.21	1.58	4.58±0.99	1.37	5.58±0.56	1.74
阳性对照	3.58±1.19		3.35±0.48		3.20±0.30	

2.2 污染源分析

根据上述的污染分析,污染区主要集中在太湖西、北岸的一些入湖河口区和五里湖区等,从总体来看,诱变污染物来自直湖港、梁溪河以及丰水期时的大浦河和太湖运河,直湖港的污染源有两方面,即大运河和直湖港沿岸乡镇工业,大运河有机毒物含量较多,遗传毒物出现频率较高^[4],水质属六级;直湖港两岸星罗棋般分布着乡镇工业污染源,其中以胡埭、杨市、洛社和雪堰等地较多,尤其有许多小化工企业等,且在迅速发展,据调查,所产生污染物几乎不经任何处理而直接或间接排入该河道,梁溪河接纳的是无锡市生活污水和一些工业废水^[4],河道内

表2 各样点MCN₅₀的F检验Tab. 2 F test to the MCN₅₀ at different water level stage

时间	变异	df	SS	MS	F	F _{0.05}	F
平水期	处理间	53	523.39	13.57	4.40	1.54	1.81
	误差	86	241.22	3.02			
	总变异	111	770.61				
枯水期	处理间	58	1025.10	26.98	87.03	1.56	1.85
	误差	78	34.26	0.31			
	总变异	116	1049.36				
丰水期	处理间	38	345.37	9.09	9.57	1.56	1.88
	误差	72	68.44	0.95			
	总变异	110	413.81				

溶解氧极低,底层溶解氧几乎为零,大型底栖无脊椎动物、鱼和虾绝迹.陈军建等研究也表明城市生活污水有较高诱变能力^[1].大浦河和太湖运河接纳毒物较少,只在平水期因地表径流增加时而显得较为严重,其来源有宜兴市内城镇、两河沿岸工业废水和农田径流,尤其是农药的大量使用.

2.3 水位对污染的影响

比较平水、枯水及丰水期的污染指数(表1和表3),可见枯水期的污染最为严重,其次是平水期,污染程度最轻是在丰水期.湖水深和水量大,对诱变剂污染起到一定的稀释作用,因而对蚕豆根尖细胞的诱变能力随之下降.水位变化对诱变物污染分布也有一定影响,丰水期湖水位高时,湖水经梁溪河出太湖,该河口区的污染程度明显较轻,而在平水及枯水期,由于该河是接纳无锡市生活污水等的入湖通道,因而,河口区污染较为严重.

表3 MCN₅₀及PI与水化学指标的比较Tab. 3 Comparison between water chemical factors and MCN₅₀, PI

时期	湖区	MCN ₅₀	PI	COD _{Mn}	BOD ₅	pH	DO	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N
平水期	I	0.84	2.75	7.80	3.15	7.83	4.54	3.19	0.59	0.118
	II	5.66	1.58	5.57	4.08	8.45	9.03	2.06	0.59	0.100
	III	3.81	1.07	4.25	1.97	8.78	9.58	0.19	0.23	0.017
	平均	5.07	1.42	5.63	2.63	8.57	6.71	1.14	0.57	0.05
枯水期	I	15.90	4.75	6.98	2.96	8.45	4.90	5.53	0.37	0.032
	II	8.28	2.48	5.65	4.73	9.50	10.01	4.63	0.59	0.032
	III	5.75	1.72	4.35	2.44	8.49	11.42	1.37	0.41	0.01
	平均	3.95	1.18	3.74	1.97	8.52	11.60	0.32	0.38	0.01
丰水期	I	5.44	1.93	4.37	3.41	8.51	11.21	1.12	0.53	0.01
	II	8.90	2.79	8.56	4.92	8.14	4.82	0.38	0.23	0.01
	III	5.59	1.76	5.35	2.83	8.65	7.59	0.26	0.62	0.01
	平均	3.69	1.16	4.96	2.38	8.84	8.69	0.32	0.51	0.01
平均	4.35	1.42	5.24	2.60	8.75	7.97	0.31	0.51	0.01	

2.4 微核指标和常规化学指标的比较分析

在应用蚕豆根尖细胞微核监测太湖水污染的同时,进行了水化学的调查和分析,结果见表3和表4.由此可见无论是在平水期,还是在枯水期或丰水期,在诱变剂污染严重的水域,COD_{Mn}和NH₄⁺-N的浓度明显高,DO显著降低.例如,平水期I类湖区COD_{Mn}和NH₄⁺-N分

别为 7.8 和 4.19mg/L,明显高于 I 类的 5.57 和 2.06mg/L, II 类又高于 III 类湖区的 1.26 和 0.19mg/L;DO 浓度则相反,在 I 类湖区的 DO 仅 4.54mg/L,而在 II、III 类湖区分别为 9.05 和 9.5mg/L,经 MCN% 与 COD_{Mn} 、 NH_4^+-N 及 DO 的相关分析,表明 COD_{Mn} 、 NH_4^+-N 与 MCN% 显著正相关,DO 与 MCN% 显著负相关,其他水质指标也表明受诱变剂污染严重的水域水质差,因此,蚕豆根尖细胞微核试验结果和常规水质指标可互为补充,用于评价太湖水质。

表 4 $\text{MCN}\%$ 和 COD_{Mn} 、 NH_4^+-N 及 DO 的相关分析Tab. 4 Correlative analysis between $\text{MCN}\%$ and COD_{Mn} 、 NH_4^+-N 、DO

水期	r	y	相关式	n	相关系数(r)
平水期	COD_{Mn}	$\text{MCN}\%$	$y=1.03x-0.25$	37	0.81
	NH_4^+-N	$\text{MCN}\%$	$y=0.09x+7.95$	37	0.80
	DO	$\text{MCN}\%$	$y=-1.1x-14.9$	37	-0.76
枯水期	COD_{Mn}	$\text{MCN}\%$	$y=3.59x+10.17$	36	0.74
	NH_4^+-N	$\text{MCN}\%$	$y=0.51x+7.46$	36	0.48
	DO	$\text{MCN}\%$	$y=-1.66x-24.21$	36	-0.72
枯水期	COD_{Mn}	$\text{MCN}\%$	$y=1.29x-2.93$	36	0.30
	NH_4^+-N	$\text{MCN}\%$	$y=20.78x-1.58$	36	0.72
	DO	$\text{MCN}\%$	$y=-4.25x+39.43$	36	-0.40

1) ** 表示相关性极显著; * 表示相关性显著。

3 结语

(1) 从总体来说,太湖受诱变剂的污染较轻,污染范围限于西北湖区及沿岸河口区,污染程度受水位等水文因素影响,诱变污染物来自乡镇工农业废水和城镇生活污水。

(2) 诱变作用与致癌密切相关^[6-7],尽管目前太湖的诱变物的污染程度很轻,范围有限,但太湖是我国的重要水资源,水环境的综合整治和管理亟待加强。

(3) 诱变污染物的两个重要来源是直湖港和梁溪河,进行整治可结合环太湖水利工程和富营养化治理工程,在梁溪河建节制闸可防止河水入湖,直湖港污水在胥江口被截流,经适当处理,可引入太湖湖湾再利用湖湾内水生植物进行净化,保护好梅梁湖湾这一重要水源地,但最根本途径还是加强环境管理,有效控制污染物排放。

致谢 样品采集得到李江等帮助,部分水样由南京大学环境科学与工程系徐旭分析,特此致谢。

参 考 文 献

- 1 国家环保局. 环境监测技术规范(水环境分册). 北京: 中国环境科学出版社, 1986
- 2 陈光荣等. 利用蚕豆(*Vicia fabae*)根尖细胞微核技术监测青山湖污染的研究. 中国环境科学, 1985, 5(4): 1-7
- 3 童一中. 生物统计法. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1986
- 4 崔玉英. 无锡市环境水中有机物污染的研究. 环境科学丛刊, 1987, 8(4): 1-30
- 5 陈军建等. 城镇污水诱发青蛙蝌蚪红细胞微核及其在环境监测中的应用. 水生生物学报, 1992, 16(4): 204-211
- 6 Degraffi F, et al. Micronucleus test in *vicia faba* root tips to detect mutagen damage in freshwater pollution. Mutation Research, 1982, 97: 19-35
- 7 黄辛彦等. 环境化学物致突变、致畸、致癌试验方法. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1985

A PRELIMINARY INVESTIGATION ON MUTAGEN POLLUTION OF TAIHU LAKE

Wu Qinglong¹ Fang Chenxing¹ Chen Kauning¹ Kong Zhiming²

¹*Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008*

²*Department of Environmental Science and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093*

Abstract

Micronucleus test is conducted by using *Vicia faba* root tips to detect the mutagen pollution in Taihu Lake. The results show that some water areas of the lake have been slightly polluted by mutagens. The pollution areas are Wuli Bay and some river mouth areas along northwest bank or coast. The pollution level is varied with the water level of the lake. During the lower water level stage the pollution is more serious than that in higher water level stage. Also the pollution areas will change with the water level fluctuation. In Liangxi River mouth area, the pollution during higher water level stage is slighter than that during lower water level stage as the water inters from lake into the Liangxi River where the water is polluted seriously by the domestic wastewater of Wuxi City. Correlative analyzation between water quality parameters and micronucleus index show that micronucleus index is closely related with physio-chemical parameters to assess water quality. Some measurements are proposed for the conservation and pollution control of Taihu Lake.

Key Words Taihu Lake, micronucleus test, mutagen pollution