

武汉东湖部分原生动物种类污染值的建立

姜建国

吴生桂 沈蕴芬

(华南理工大学生物工程学院, 广州 510641) (中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

摘要 利用对武汉东湖进行的为期 1 年的原生动物采集及鉴定结果以及同时进行的水质化学测试结果, 对所建立的原生动物生物指数进行了验证, 表明所得 CPV 与化学综合污染指数呈显著的相关, 说明建立的生物指数对淡水水系有广泛的实用性. 对汉江中没有观察到的某些原生动物建立了其种类污染值.

关键词 种类污染值, 群落污染值, 东湖, 水质, 原生动物.

Establishment of Some Peculiar Protozoans' Species Pollution Value from Donghu Lake

Jiang Jianguo¹ Wu Shengui² Shen Yunfen²

(1. Department of Bioengineering, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China;

2. Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, China)

Abstract The new protozoan biotic index established by author was applied and verified by the use of the protozoan date collected and identified from the Donghu Lake for one year and the chemical results of the water samples analyzed at the same time. The result showed that the community pollution value has a significant relationship with the comprehensive chemical index. This suggested that the biotic index has a extensive suitability to freshwater ecosystem. The species pollution values of some protozoan species in Donghu Lake, not observed in Hanjiang River were established.

Keywords species pollution value, community pollution value, Donghu Lake, water quality, Protozoan.

利用原生动物的分布和水污染的相关关系建立了一种新的生物指数, 种类污染值(species pollution value, SPV)和群落污染值(community pollution value, CPV), 并提出了 CPV 划分水质的范畴^[1, 2]. 为了验证其应用的可靠性, 对武汉东湖进行了为期 1 年的原生动物种类采集及鉴定工作. 此项调查与东湖生态监测站每月的水质化学监测同步进行, 目的是将东湖各采样站原生动物的 CPV 与水质监测的结果进行比较和相关分析.

1 研究方法

1.1 采样及镜检

在东湖共设 5 个采样站(图 1). 其中 I、II、III 站与东湖生态站同步. 为了获得更为广泛的数据, 另外在水果湖排污口附近设 0 站, 在汤

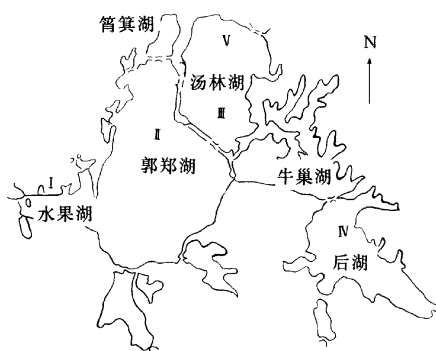


图 1 东湖采样站位置

林湖靠近东岸污染较轻的区域设 V 站. 采样及鉴定方法参见文献[3].

1.2 种类污染值和群落污染值^[1, 2]

* 作者简介: 姜建国(1964~), 男, 副教授
收稿日期: 1998-12-11

$$SPV = \frac{\sum_{i=1}^n \ln(Pb)_i}{N}$$

(1)

SPV: 种类污染值, Pb : 化学综合污染指数(详见文献[3]), n : 化学测试项目数, N : 采样站数.

$$CPV = \frac{\sum_{i=1}^n SPV_i}{n}$$

(2)

CPV: 群落污染值, n : 化学测试项目数.

2 结果

2.1 原生动物种类及其分布

从1993-08-01~1994-07-15作了为期1a、每月2次、共24次的调查,在东湖所设的5个采样站共观察到原生动物种类498种,其中植

鞭类67种,动鞭类47种,内足类135种,纤毛虫249种.将原生物种类在5个站总共98次样品中的分布情况输入计算机中制成表格,根据各站的化学分析结果,按(1)和(2)进行运算.

2.2 SPV及CPV在东湖的验证

东湖I、II、III站的同步水化学分析结果见表1.由于生态站是每月15日取水样,且没有对本实验所设0站和V站取样进行水质化学分析,因此,在进行相关验证时不考虑每月1日以及0站和V站的PFU样品,只考虑I、II、III站每月15日所取得的PFU原生物样品,又由于PFU有丢失情况,实际上I、II、III站每月15日共获得PFU样品30次.

由文献[1]所列原生物SPV按(2)式在

表1 东湖各站化学特性及含量(mg/L)、化学综合污染指数(Pb)、 $\ln Pb$ 及CPV¹⁾

日期/年-月-日	站名	COD	TP	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	DO	Pb	$\ln Pb$	CPV
1993-08-15	I站	2.15	0.100	0.193	0.011	0.047	7.90	11.67	2.46	2.48
1993-09-15		4.67	0.110	0.713	0.049	0.074	8.94	38.23	3.64	2.34
1993-10-15		5.00	0.094	0.661	0.066	0.095	7.55	35.79	3.58	2.52
1993-11-15		6.12	0.074	0.947	0.086	0.518	8.14	50.15	3.92	2.32
1993-12-15		7.26	0.075	6.286	0.036	0.398	9.66	31.65	5.76	2.52
1994-01-15		4.95	0.140	30.475	0.034	0.224	7.33	1526.65	7.33	2.51
1994-02-15		5.46	0.084	20.245	0.031	0.374	10.24	1014.39	6.92	2.91
1994-03-15		4.30	0.091	9.074	0.031	0.391	9.10	455.91	6.12	2.89
1994-04-15		4.46	0.192	22.146	0.072	0.355	3.72	1111.89	7.01	2.59
1994-05-15		4.68	0.115	1.627	0.054	0.062	3.76	84.95	4.44	2.62
1994-06-15	II站	4.97	0.122	1.782	0.018	0.039	7.08	91.68	4.52	2.75
1994-07-15		4.91	0.125	1.458	0.036	0.031	5.81	75.87	4.33	2.34
1993-08-15		1.97	0.053	0.145	0.051	0.043	7.08	9.27	2.23	2.50
1993-09-15		4.31	0.064	0.145	0.019	0.059	10.55	8.94	2.19	2.29
1993-10-15		5.69	0.042	0.529	0.031	0.120	8.32	28.29	3.34	
1993-11-15		4.75	0.045	0.600	0.056	0.651	6.53	32.31	3.48	
1993-12-15		4.13	0.048	0.745	0.014	0.351	9.34	38.82	3.66	
1994-01-15		4.05	0.047	1.397	0.007	0.267	12.36	71.17	4.27	2.43
1994-02-15		3.88	0.050	1.034	0.009	0.416	10.44	53.16	3.97	
1994-03-15		3.43	0.050	0.238	0.013	0.421	10.22	13.39	2.59	2.35
1994-04-15	III站	4.62	0.124	5.054	0.024	0.406	8.49	255.24	5.54	
1994-05-15		4.57	0.044	0.238	0.062	0.183	7.16	14.12	2.65	2.60
1994-06-15		4.35	0.045	0.246	0.003	0.004	9.03	13.73	2.62	2.27
1994-07-15		4.74	0.103	0.594	0.019	0.052	4.42	32.60	3.48	2.25
1993-08-15		2.01	0.029	0.281	0.002	0.048	7.79	15.27	2.72	2.19
1993-09-15		3.82	0.019	0.068	0.003	0.038	10.05	4.48	1.51	2.23
1993-10-15		4.65	0.029	2.697	0.007	0.077	8.15	136.26	4.91	2.42
1993-11-15		4.87	0.011	0.242	0.011	0.207	8.91	13.34	2.59	
1993-12-15		3.66	0.044	0.166	0.010	0.263	10.83	9.66	2.27	2.05
1994-01-15		3.32	0.038	1.541	0.007	0.212	17.47	78.09	4.36	2.49
1994-02-15	站	3.40	0.040	2.447	0.013	0.301	10.16	123.73	4.82	1.99
1994-03-15		2.79	0.035	0.510	0.007	0.312	10.35	26.72	3.29	2.26
1994-04-15		2.39	0.094	3.226	0.008	0.353	8.49	163.22	5.10	2.14
1994-05-15		3.32	0.020	0.304		0.089	7.17	16.47	2.80	2.50
1994-06-15		3.40	0.026	0.227	0.011	0.004	8.60	12.64	2.54	2.10
1994-07-15		3.97	0.043	0.130		0.004	6.48	8.12	2.09	2.38

1) 数据由东湖生态站提供

计算机中算出 I、II、III 站每月 15 日各次 PFU 样品的 CPV 值(表 1), CPV 与各次采样时的水质化学综合污染指数 Pb 的相关分析结果为: $CPV = 2.141 + 0.0693 \ln Pb, r = 0.4996, n = 30, P < 0.008$, CPV 与 Pb 相关性极为显著.

2.3 CPV 对东湖各站污染的评价

全年观察到的 498 种原生动物中, 共有 348 种能在文献[1]中查到 SPV. 计算 5 个站的年平均 CPV, 结果见表 2. 可以看出, 东湖各站的污染程度从 0 站到 V 站依次减弱, 这和实际情况是相符的. 根据 CPV 对水体质量的划分^[2] ($CPV < 2.45$, 清洁水; $2.45 \sim 2.59$, 轻度污染水; $2.59 \sim 2.67$, 中等污染水; $2.67 \sim 2.73$, 重污染水; > 3.73 , 极重污染水), CPV 对各站全年污染状况的总体评价见表 2. 这一对东湖各站的水质评价结果与李植生^[4]同年对各站的水质化学测试的评价结果十分吻合.

表 2 各站年平均 CPV 及污染程度评价

采样站	CPV	污染级别
0	2.88	极严重污染水体
I	2.72	严重污染水体
II	2.59	轻污染~中污染水体
III	2.49	轻污染水体
V	2.40	较清洁水体

表 3 东湖特有原生动物种类及其污染值 (SPV)

种 类	SPV	种 类	SPV
<i>Acanthamoeba astronyxis</i>	3.08	<i>Heliophrys erharsi</i>	4.92
<i>Acanthamoeba radicans</i>	3.63	<i>Heliophrys punctata</i>	4.94
<i>Acanthamoeba vorax</i>	5.23	<i>Holosticha viridis</i>	4.75
<i>Ampelomyces tracheloides</i>	3.93	<i>Lacrymaria vermicularis</i>	4.65
<i>Arcella gibbosa mitriformis</i>	4.94	<i>Lagynophrys mucicola</i>	3.01
<i>Arcella muscorum</i>	6.25	<i>Lagynophrys retractilis</i>	3.63
<i>Astylosoma faurei</i>	6.25	<i>Leprotintinnus fluvialis</i>	3.35
<i>Centropyx acrophila</i>	2.38	<i>Mastigamoeba limax</i>	2.75
<i>Centropyx constricta</i>	4.56	<i>Mastigamoeba reptans</i>	2.52
<i>Centropyx discoides</i>	4.29	<i>Mastigella vitrea</i>	5.31
<i>Centropyx orbicularis</i>	2.87	<i>Metachaos diminutiva</i>	7.30
<i>Chaos carolinense</i>	4.21	<i>Microthorax costatus</i>	4.62
<i>Cochliopodium fulva</i>	5.20	<i>Nadinella tenella</i>	4.65
<i>Codonella cratera</i>	5.20	<i>Ophryoglena atra</i>	3.30
<i>Coleps bicuspidis</i>	3.01	<i>Orbopercularia berberina</i>	6.05
<i>Colpoda patella</i>	6.41	<i>Oxytricha chlorelligera</i>	3.12
<i>Cucarbitella mespiliformis</i>	6.41	<i>Paradileptus conicus</i>	3.39
<i>Cyclidium granulosum</i>	3.93	<i>Phascolodon vorticella</i>	6.06

从上述分析可以看出, 原地动物的 SPV 和 CPV 在东湖验证以及 CPV 对东湖的污染评价的结果是令人满意的, 因此本文将东湖观察到而文献[2,3]中没有的 88 个种类, 按(1)式得到它们的 SPV 值列于表 3, 表 3 中原生动物的 SPV 是对文献[2,3]的补充. 东湖还有些特有种, 由于没有相应的水化学数据, 无法计算其 SPV, 因此没有列入.

3 讨论

本文用对汉江进行的广泛的原生动物调查和水质化学监测所获得的数据, 建立了这一新的生物指数, 在东湖验证表明与水质化学综合污染指数显著相关, 对东湖全年各采样站的污染评价也与化学评价的结果一致. 汉江属于流水水体, 而东湖属于静水水体, 本文的分析结果初步说明, 所建立的生物指数对监测和评价淡水水体的水质状况具有广泛的实用性.

从表 3 列出的原生动物及其 SPV 可以看出, 原生动物之间对污染的耐受力有极大的差别, 即使是同一属的种类, 其 SPV 值也有很大差异. 例如, 倪氏似铃壳虫(*Tintinnopsis niei*)和棕色中华似铃壳虫(*Tintinnopsis sinensis*)

续表 3

种 类	SPV	种 类	SPV
<i>Cyclidium heptatrichum</i>	3. 13	<i>Polychaos timidium</i>	3. 49
<i>Cyclidium pellucidum</i>	1. 80	<i>Pyxidicula operculata</i>	4. 54
<i>Cyclopyxis arcelloides</i>	3. 90	<i>Rhabdostyla cyclopiis</i>	4. 94
<i>Cyclopyxis defandrei</i>	4. 62	<i>Rhabdostyla pyriformis</i>	3. 57
<i>Cyclopyxis eurostoma</i>	2. 72	<i>Saccamoeba luceus</i>	1. 80
<i>Diffugia bacillifera</i>	1. 80	<i>Sathropihilus ovatus</i>	2. 75
<i>Diffugia corona</i>	3. 50	<i>Spasmostoma viride</i> Kahl	4. 94
<i>Diffugiahydrostatica lithoph</i>	2. 88	<i>Sphaeoderia lenta</i>	4. 94
<i>Diffugia limnetic</i>	2. 38	<i>Stichotricha cornuta</i>	2. 75
<i>Diffugia linearis</i>	2. 52	<i>Stichotricha sapropelia</i>	3. 98
<i>Diffugia mammillaris</i>	4. 94	<i>Subulamoeba saphirina</i>	4. 73
<i>Diffugia oblonga bryophila</i>	2. 88	<i>Theamoeba quadrilineata</i>	2. 38
<i>Diffugia oblonga claviformis</i>	2. 88	<i>Tintinnidium pusillum</i>	2. 88
<i>Diffugia oblonga oblonga</i>	3. 70	<i>Tintinnopsis conus</i>	4. 61
<i>Diffugia oblonga venusta</i>	3. 63	<i>Tintinnopsis entzii</i>	4. 66
<i>Diffugia palex</i>	2. 88	<i>Tintinnopsis leidyi</i>	5. 49
<i>Diffugia tricornis</i>	2. 91	<i>Tintinnopsis longus</i>	4. 21
<i>Diffugia urceolata</i>	3. 76	<i>Tintinnopsis niei</i>	1. 80
<i>Diffugia urceolata lagenifera</i>	1. 80	<i>Tintinnopsis sinensis fulva</i>	6. 23
<i>Dileptus alpinus</i>	3. 01	<i>Tintinnopsis subpissillum</i>	6. 05
<i>Enchelys pupa</i>	2. 88	<i>Tintinnopsis tubiformis</i>	4. 54
<i>Epiclontes</i> sp.	2. 38	<i>Trichophrya epistlidis</i>	6. 23
<i>Epistylis rotans</i>	3. 57	<i>Trochilia palustris</i>	7. 21
<i>Euglypha acanthophora</i>	2. 63	<i>Urosoma cienkowski</i>	2. 52
<i>Filamoeba nolandii</i>	6. 05	<i>Urostyla viridis</i>	2. 09
<i>Frontonia atra</i>	2. 94	<i>Vorticella</i> sp.	3. 82

fulva) 同为一属, 但耐污能力差别极大, 前者的 SPV 为 1. 80, 说明主要为清水种类, 而后者为 6. 23, 说明主要为污水种类. 因此, 有时只根据属来指示污染可能会导致不正确的结论, 同时也说明了生物监测中正确鉴定种类的必要性和重要性.

一般来讲 SPV 值越高, 表明该种的耐污程度越强, 但不能单纯用 SPV 来衡量种类之间的耐污能力的高低, 因为每个种类对污染都有一个耐受范围, SPV 只是这个耐受范围的均值. 而种类之间对污染的耐受范围和幅度是有很大差异的. 传统意义上的指示生物就是那些对污染的耐受范围和幅度均较窄种类. 而 CPV 是群落中所有原生动物共同起作用的, 既包括狭域

种类, 也包括广域种类, 因此 SPV 是种类对污染作出反应的某种属性.

参 考 文 献

1 Jiang Jianguo, Feng Weisong et al. Establishment of Protozoan Pollution Value in Hanjiang River. In: Chen Yiyu (ed.) FEBL, Annual Report of State Key Laboratory for Freshwater Ecology and Biotechnology of China. Beijing: International Academic Publishers, 1995, 45~64

2 姜建国, 沈韞芬. 一种建立原生动物生物指数的新方法. 华南理工大学学报, 1998, 26(2) 42~47

3 沈韞芬, 冯伟松, 顾曼如等. 河流的污染监测. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995. 13~14

4 李植生. 东湖的富营养化评价. 东湖生态学研究(二). 北京: 科学出版社, 1996. 10~19