

引水和疏浚工程对杭州西湖轮虫群落结构的影响

李共国¹ 吴芝瑛² 虞左明³

(1. 浙江万里学院生物技术研究所, 宁波 315100; 2. 杭州西湖水域管理处, 杭州 310002; 3. 杭州市环境保护科学研究院, 杭州 310014)

摘要:1990 年、1995 年和 2003 年观察了引水和疏浚工程支配下浅水、富营养化杭州西湖(一、二、三站)浮游轮虫的群落变化, 研究内容包括种类组成和优势种演变、密度和生物量、以及生物多样性指数。西湖轮虫的第一优势种由引水前的螺形龟甲轮虫(*Keratella cochlearis*), 引水后演变为 1990 年的裂痕龟纹轮虫(*Anuraeopsis fissa*)和 1995 年的暗小异尾轮虫(*Trichocerca pusilla*), 疏浚工程后针簇多肢轮虫(*Polyarthra trigla*)上升为西湖轮虫第一优势种。不同采样站中, 引水促使了一站(进水口)轮虫优势种的演变和轮虫丰度的显著下降, 并使轮虫生物量与水体叶绿素 *a* 含量之间的相关性最强(相关系数达 0.7080, $p < 0.01$); 疏浚促使了三站(出水口)轮虫优势种的演变和抑制了轮虫丰度的快速增加, 并使轮虫生物量与水体高锰酸盐指数之间的相关性最强(相关系数 0.5440, $p < 0.25$)。二、三站轮虫生物量与水体综合营养状态指数之间均有显著的正相关性。随着引入西湖水量的显著减少、疏浚工程的实施和西湖自身富营养化的推进, 一站和二站轮虫的丰度急剧增加, 生物多样性持续下降, 三站轮虫丰度增加较缓。这预示着三站和二站水体的富营养化进程快于一站。

关键词: 引水; 疏浚; 轮虫群落; 杭州西湖

中图分类号: Q145 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2007)03-0386-07

杭州西湖(120°16'E, 30°15'N)是闻名中外的风景名胜旅游湖泊, 水面面积 5.66 km², 平均水深 1.56 m。长期以来, 西湖以富营养化和生态系统退化为主要特征的水生态问题一直是政府和社会各界关注的对象。自 20 世纪 80 年代, 对进入西湖的陆源污染采取了严格的控制, 如防止农田、园林污水径流入湖, 防止人群入湖洗涤, 截污(沿湖各单位排出的废水纳入总排污管道, 不再流入西湖), 打捞湖面垃圾, 改用直流电机游船等措施。1986 年疏通了由钱塘江引水冲污工程, 当时日引水量为 30 × 10⁴ m³, 连续引水一个月即可完成西湖一次水体交换。但引水冲污工程对西湖水质的改善仅局限于引水的进水口——西湖小南湖湖区, 对其他湖区水质改善并不明显。且近年来, 钱塘江受潮汐和自身污染的影响, 一年中能供西湖引水的时间越来越少, 西湖水质状况不容乐观^[1]。考虑西湖湖底沉积多年的淤泥和有机残体, 其营养盐含量比水体中要丰富得多, 疏浚富含营养盐的底泥可以削减大量的内源污染^[2]。同时, 湖泊深度加大后还有利于游船的航行。因此, 1999 年又

对西湖采取了大规模的全湖底泥疏浚工程, 平均挖泥深度 0.5 m。

轮虫是湖泊重要的浮游动物组成部分, 由于轮虫对环境的敏感性, 许多学者报道了湖泊轮虫的物种多样性与水体富营养化之间的关系, 并把轮虫群落的生态特征作为水质评价的依据^[3-5]。但用引水冲污和疏浚底泥工程同时治理一个小型、浅水湖泊的富营养化情形下, 轮虫群落结构变化的研究报道极少。为此, 作者阶段性地研究了西湖浮游轮虫的群落变化, 包括优势种变动、种类组成、密度和生物量的季节变化和生物多样性指数, 以期了解引水和疏浚工程条件下西湖轮虫群落结构的变化趋势。同时, 对轮虫群落结构指标与湖泊水质的关系进行初步探讨, 试图为杭州西湖富营养化的治理和水环境的评价提供基础资料 and 生物学依据。

1 研究方法

沿西湖引流路线小南湖(进水口)、湖中心和少

收稿日期: 2005-07-06; 修订日期: 2006-11-07

基金项目: 国家自然科学基金项目(39170169)资助

作者简介: 李共国(1964—), 男, 教授; 主要从事浮游动物生态研究。Tel: 0574-66831966, E-mail: ligongguo@tom.com

通讯作者: 虞左明

年宫湖区(出水口)设置 3 个浮游轮虫采样点,1990 年 1—12 月、1995 年 1—12 月和 2003 年 1—12 月逐月采样,采样点见图 1。定量样品采样和计数按《淡水浮游生物研究方法》^[6]进行,采样时测定水质的理化指标。定量样品用 1L 采水器分别在采样点的上、中、下三个水层各取 1L 水均匀混合最后取 1L 水样,当即用 2% 甲醛固定带回实验室,用锥形量筒沉淀法浓缩样品镜检计数。轮虫种类鉴定按《中国淡水轮虫志》^[7],优势度为单种轮虫密度与样品中轮虫总

密度之比,生物量按体积法^[8]统计,轮虫群落多样性指数按 Margalef (1958)^[9]计算公式 $d = (s - 1) / \ln N$,式中 s 为种类数, N 为密度。水体富营养化程度按综合营养状态指数法^[10] $TLI(\quad)$ 评价, $50 < TLI(\quad) < 60$ 为轻度富营养, $60 < TLI(\quad) < 70$ 为中度富营养, $TLI(\quad) > 70$ 为重富营养。1990 年、1995 年和 2003 年引入西湖的实际水量分别为 $2.16 \times 10^7 \text{ m}^3$ 、 $1.55 \times 10^7 \text{ m}^3$ 和 $6.18 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。鉴于 1995 年后引水水量的急剧减少,本文将 1990—1995 年作为引水对西湖轮虫群落影响的主要时期;而将 1995 年和 2003 年轮虫的群落变化作为疏浚工程影响其生态来考察。

2 结 果

2.1 引水和疏浚对西湖水质的影响

自 1986 年西湖向钱塘江引水后,由于引流对西湖水体的受益程度不同,以及整个西湖被苏堤和白堤隔离成几个连通性不太好的湖区,不同湖区之间的水体富营养化水平发生了明显的差异。根据水体透明度、高锰酸盐指数、总氮、总磷和叶绿素 a 含量综合营养状态指数 $TLI(\quad)$, 站水体的营养水平(轻度富营养)明显低于 - 站(中度富营养)(表 1)。以引水第一个五年后的 1990 年水体综合营养状态指数 $TLI(\quad)$ 最低,引水第二个五年后的 1995 年 $TLI(\quad)$ 值最高,疏浚后 2003 年 - 站水体的总氮、总磷和叶绿素 a 含量均有不同程度的下降,各站水体综合营养状态指

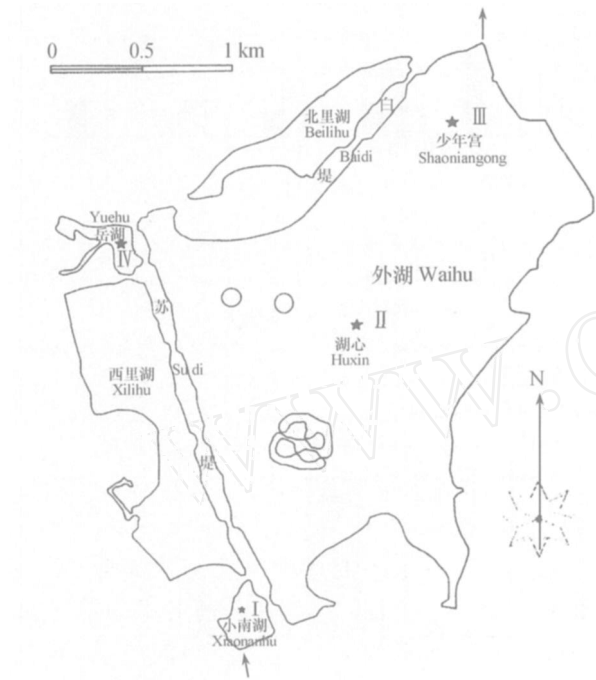


图 1 杭州西湖轮虫采样图
Fig.1 Map of the West Lake ,Hangzhou of sampling stations (-)

表 1 1990—2003 年西湖各采样站水体透明度(SD)、高锰酸盐(COD _{Mn})、总氮(TN)、总磷(TP)和叶绿素 a(Chl. a)含量的年平均值							
Tab.1 Annual mean values for transparency(SD), COD _{Mn} , total nitrogen (TN), total phosphorus (TP) and Chlorophyll- a (Chl. a) at three stations - (1990—2003)							
采样站 Stations	年份 Years	透明度 SD(m)	高锰酸盐 COD _{Mn} (mg/L)	总氮 TN (mg/L)	总磷 TP (mg/L)	叶绿素 a 含量 Chl. a (mg/L)	综合营养状态指数 TLI() (mg/L)
	1990	0.83	4.50	1.992	0.084	0.017	54.4
	1995	0.70	4.25	2.640	0.117	0.021	57.5
	2003	0.67	3.86	2.450	0.076	0.020	55.3
	1990	0.49	8.00	1.811	0.117	0.061	63.5
	1995	0.51	7.80	2.372	0.137	0.082	65.3
	2003	0.45	6.17	1.870	0.102	0.072	62.7
	1990	0.46	7.90	1.921	0.119	0.079	64.7
	1995	0.50	7.20	2.103	0.156	0.084	65.1
	2003	0.42	5.77	1.920	0.132	0.070	63.5

数有所回落,透明度也有所下降。

2.2 - 站轮虫优势种组成的变化

20 世纪 80 年代西湖引入钱塘江水冲污以来,螺形龟甲轮虫很快退出了第一优势种的地位,其他几种优势种的优势度也发生了变化。针簇多肢轮虫优势度有明显的增加,尤其在 站和 站; 、站暗小异尾轮虫在 1995 年优势度最大,均为第一优势种,2003 年优势度在 3 个采样站中均有所回落;裂痕龟纹轮虫(- 站)和角突臂尾轮虫(站)的优势度则明显下降(图 2)。

针簇多肢轮虫在引水前就为西湖轮虫优势种之一,自引水和疏浚工程以后种群一直稳步发展。1990—1995 年引水期间,其种群密度增加极其有限;但疏浚工程后,针簇多肢轮虫密度急剧增加,特别是 站和 站,分别增加了 3.7 倍和 2.5 倍。暗小异尾轮虫密度的增加则主要发生在 1990—1995 年引水期间 站和 站,1995 年 站和 站暗小异尾轮虫密度分别比 1990 年增加了 8.0 倍和 3.1 倍(图 3)。

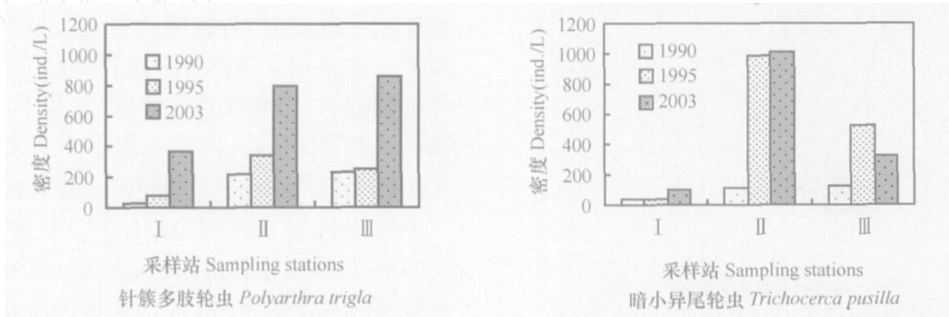


图 3 两种优势种轮虫(针簇多肢轮虫和暗小异尾轮虫)在 3 个采样站的丰度变化(1990—2003)
Fig. 3 Changes in abundance of two dominant species, *P. trigla* and *T. pusilla*, at Stations - during 1990—2003

2.3 - 站轮虫数量和生物量

在 2003 年调查期间,定量样品中共发现 24 种浮游轮虫,包括 1 种亚种(即无后棘刺螺形龟甲轮虫 *K. cochlearis f. tecta*),其中 站 14 种, 站和 站均为 17 种。 - 站轮虫的丰度分别为 799、3790 和 2341 个/升,平均 2310 个/升。以针簇多肢轮虫年平均密度为最高,其次为暗小异尾轮虫、细异尾轮虫、裂痕龟纹轮虫和三肢轮虫(表 2)。无后棘刺螺形龟甲轮虫占螺形龟甲轮虫的比例 (32.0 %) < (75.6 %) < (87.0 %)。

西湖自引流钱塘江水后,3 个采样点轮虫的丰度与其水体营养状况密切相关(图 4)。1990—2003 年, - 站轮虫 3 个观察年份的年平均密度

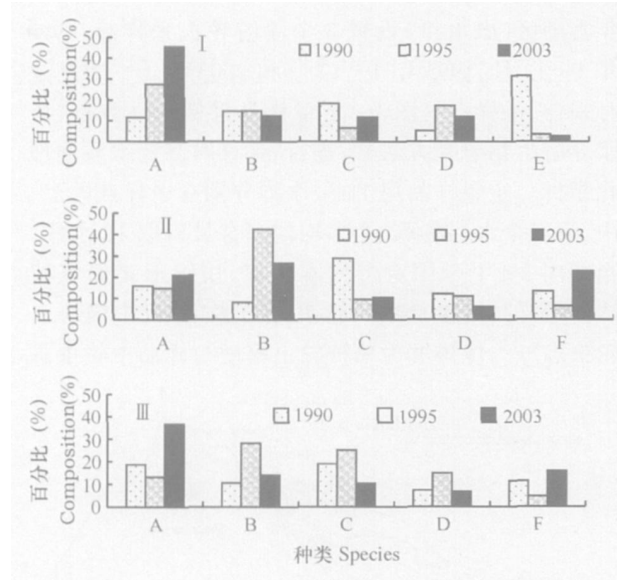


图 2 - 站轮虫优势种类的百分组成(1990,1995 和 2003 年)
Fig. 2 Percentage composition by density of dominant rotifer species in 1990, 1995 and 2003 at Stations -

A: 针簇多肢轮虫 *Polyarthra trigla* B: 暗小异尾轮虫 *Trichocerca pusilla*
C: 裂痕龟纹轮虫 *Anuraeopsis fissa* D: 三肢轮虫 *Filinia* spp.
E: 角突臂尾轮虫 *Branchionus angularis* F: 细异尾轮虫 *T. gracilis*

分别为 437, 2484 和 1814 个/升。每年通常有 1—2 个密度高峰,最高密度出现在 7、8 月份。 站轮虫 1990 年和 1995 年的密度较低,密度高峰不明显,仅在 2003 年 8 月份出现 1 个明显的密度高峰; 站和 站轮虫出现密度高峰一致或相差 1 个月,但 站 2003 年 8 月份出现的密度高峰(达 14365 个/升)要远高于 站。

- 站轮虫 3 个观察年份的年平均生物量分别为 0.240、0.769 和 0.679mg/L,密度与生物量季节动态变化曲线的差异主要由个体大的晶囊轮虫多少引起。 站除 2003 年生物量明显增大外,前 2 个观察年份变化不大, 站和 站轮虫生物量周年动态值有逐渐增大的趋势,且 站增大的幅度比 站大。

表 2 2003 年西湖 - 站各种轮虫年平均密度(个/升)

Tab.2 Average density (ind./L) of all rotifers at Stations - in the West Lake (2003)

采样站 Stations				平均 Mean
轮虫 <i>Rotaria</i> sp.	0.8			0.3
半圆鞍甲轮虫 <i>Lepadella apside</i> (Harring)	0.4	0.4		0.3
角突臂尾轮虫 <i>Branchionus angularis</i> (Gosse)	20.8	41.3	63.0	41.7
萼花臂尾轮虫 <i>B. calyciflorus</i> (Pallas)	4.2	29.6	27.5	20.4
剪形臂尾轮虫 <i>B. foficula</i> (Wierzejski)			4.2	1.4
裂足臂尾轮虫 <i>B. diversicornis</i> (Daday)	44.2	66.7	102.5	71.1
裂痕龟纹轮虫 <i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse)	93.8	395.8	241.3	243.6
螺形龟甲轮虫 <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	2.5	37.1	34.2	24.6
曲腿龟甲轮虫 <i>K. valga</i> (Ehrenberg)		4.2		1.4
矩形龟甲轮虫 <i>K. quadrata</i> (O. F. M.)			0.8	0.3
真胫腔轮虫 <i>Lecane eutarsa</i> (Harring & Myers)		0.4		0.1
史氏单趾轮虫 <i>Monostyla stenroosi</i> (Meissner)	2.1			0.7
尖趾单趾轮虫 <i>M. clostercerca</i> Schmarda			4.2	1.4
晶囊轮虫 <i>Asplanchna</i> spp.	20.0	12.9	20.4	17.8
小巨头轮虫 <i>Cephalodella exigna</i> (Gosse)	0.4			0.1
细异尾轮虫 <i>Trichocerca gracilis</i> (Tessin)	49.2	866.7	370.8	428.9
暗小异尾轮虫 <i>T. pusilla</i> (Lauterborn)	100.0	1006.7	330.0	478.9
等刺异尾轮虫 <i>T. similis</i> (Wierzejski)		6.7		2.2
针簇多肢轮虫 <i>Polyantra trigla</i> (Ehrenberg)	364.2	795.0	857.5	672.2
颤动疣毛轮虫 <i>Synchaeta tremula</i> (O. F. Muller)		49.2	9.2	19.5
长圆疣毛轮虫 <i>S. oblonga</i> (Ehrenberg)		240.0	115.4	118.5
迈氏三肢轮虫 <i>Filinia maior</i> (Colditz)		21.3		7.1
跃进三肢轮虫 <i>F. passa</i> (O. F. Muller)	96.7	211.7	157.5	155.3
敞水胶轮虫 <i>Collotheca pelagica</i> (Hudson)		4.2	2.5	2.2
合计 Total annual density	799.3	3789.5	2341.4	2310.1
种类数 Species numbers	14	17	17	

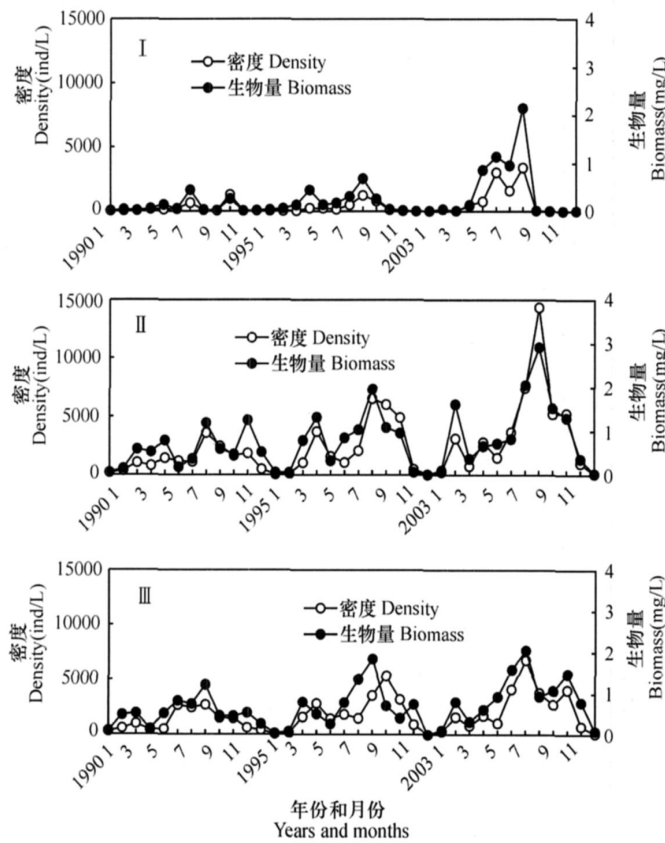


图 4 西湖 3 采样站轮虫密度和生物量的季节变化(1990—2003)

Fig.4 Seasonal changes in density and biomass of rotifers at three stations of the West Lake (1990—2003)

从图 4 中还可看出,疏浚工程使 站和 站轮虫的密度和生物量显著增加了,而 站增加仍较缓慢。

2.4 - 站轮虫种类数和群落多样性变化

定量样品中,1990 年共观察到西湖轮虫 25 种,1995 年下降到 19 种,疏浚后的 2003 年西湖轮虫又增加到了 24 种。不同采样站中, 站轮虫种类数下降了, 站轮虫种类数保持不变,而 站轮虫种类数

经历了下降后又增加的变化(图 5)。西湖浮游轮虫群落多样性指数在 1990 年最高;随着引水水量的减少,1995 年轮虫群落多样性指数显著下降,特别是 站和 站;疏浚后 站和 站多样性指数持续下降, 站则略有上升。可见,引水量减少和疏浚工程实施对 站轮虫多样性影响最大, 站多样性指数下降较缓, 站轮虫群落多样性下降主要由引水量减少引起(图 5)。

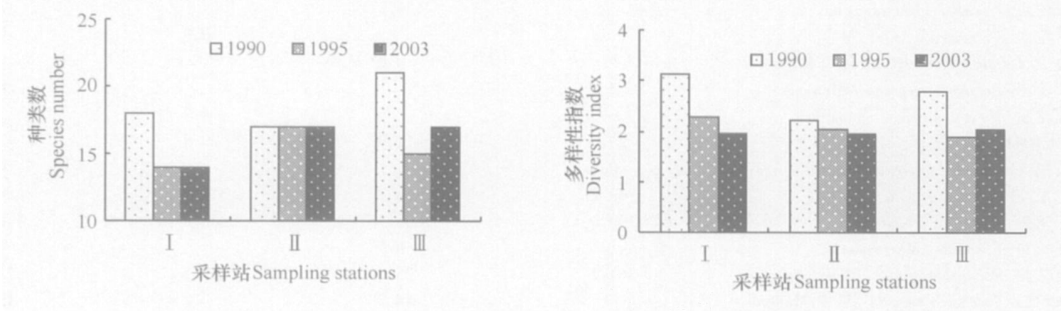


图 5 西湖 - 站轮虫种类数和群落多样性指数变化(1990—2003)

Fig. 5 Changes in species number and diversity index of rotifers at three stations of the West Lake (1990—2003)

3 讨 论

3.1 西湖轮虫优势种的演变

在长期观察杭州西湖浮游轮虫群落的生态过程中,用浮游生物网捞取上层水体的定性水样中,经常能看见针簇多肢轮虫,裂痕龟纹轮虫和暗小异尾轮虫仅能偶尔见到;而用采水器采得不同水层混合水样的定量样品中,上述 3 种轮虫的数量均很多。可见,针簇多肢轮虫在上、中、下层水体中均有分布,而裂痕龟纹轮虫和暗小异尾轮虫则主要生活中、下层水体。引水前的 1980 年,西湖轮虫的第一优势种为螺形龟甲轮虫^[11]。引

水后,1990 年、1995 年的西湖轮虫的第一优势种分别被生活中、下层水体的裂痕龟纹轮虫和暗小异尾轮虫所代替;疏浚后的 2003 年,西湖轮虫第一优势种为针簇多肢轮虫(表 3)。从表 3 还可看出,引水促进了西湖进水口(站)轮虫的第一优势种的演变,而疏浚促使了出水口(站)轮虫第一优势种的演变。并且,引水期间西湖 站和 站轮虫的第一优势种均生活于水体的中、下层,疏浚后 3 个采样站中仅 站轮虫的第一优势种生活于中、下层水体。由此可见,引水有利于中、下层水体轮虫优势种的发展;而疏浚则有利于水体中均匀分布的轮虫优势种发展。

表 3 引水和疏浚后 1990、1995 和 2003 年西湖及各采样站轮虫的第一优势种

Tab. 3 The first dominant species of each station and the West Lake, Hangzhou of rotifers after drawing water and dredging (1990, 1995 and 2003)

年份 Years	采样站 Sampling stations			西湖 The West Lake
1990	角突臂尾轮虫	裂痕龟纹轮虫	裂痕龟纹轮虫	裂痕龟纹轮虫
1995	针簇多肢轮虫	暗小异尾轮虫	暗小异尾轮虫	暗小异尾轮虫
2003	针簇多肢轮虫	暗小异尾轮虫	针簇多肢轮虫	针簇多肢轮虫

3.2 西湖轮虫群落特征的变化

1995 年李共国等^[12]曾观察到引水冲污工程仅对西湖进水口小南湖水体和西湖其余湖区的水体浮游轮虫有明显的稀释作用,但对生活于西湖中、下层水体(除 站)轮虫的影响甚微。因此,引水工程仅对 站整个水体和 - 站的上层水体中的

轮虫群落产生影响,抑制其迅速繁殖。随着引水水量的急剧下降,抑制 站整个水体和 - 站上层水体轮虫繁殖的因子也随之消失,这可能是导致 - 站轮虫密度和生物量快速增加的原因之一;另一方面,疏浚工程使底泥中营养物进入了水体,由于湖泊浅,水体中长期存在的有机悬浮物质提供了浮游轮

虫充足的营养^[13],也有利于轮虫群落进一步发展。关于这一点,在2003年轮虫的定量样品中观察到大量的有机碎屑便是有力的证据。出水口站轮虫群落增长缓慢,可能是因为引水量减少对其影响最弱,而疏浚工程又能使出水口排除更多的有机悬浮物质,2003年站的高锰酸盐指数低于站。与此同时,西湖轮虫种类数和多样性指数随引水水量的减少而下降,仅站轮虫种类数和多样性指数在疏浚后有增加。由此可见,西湖站轮虫群落受引水工程引水量多少的影响最敏感,而站轮虫群落则是得到疏浚工程生态效益最明显的湖区。

3.3 西湖水体营养状态变化趋势

轮虫丰度对应于一定的水体营养状态这已被许多研究者观察并得到证实,因为随着水体富营养化进程,轮虫的有效食物增加了^[14]。但西湖各站轮虫的食物链似乎随着引水和疏浚工程的实施发生了变化,引水使站轮虫生物量与水体叶绿素a含量之间的相关关系(相关系数达0.7080, $p < 0.01$)大于站(0.6379, $p < 0.05$)和站(0.6510, $p < 0.05$);而疏浚后,轮虫生物量与水体高锰酸盐指数之间的相关系数

站(0.5440, $p < 0.25$)大于站(0.4997)和站(0.3610)。可见,引水使进水口轮虫的牧食链加强了,而疏浚使出水口轮虫的腐食链加强了。研究期间,富营养化较重的站轮虫密度和生物量明显高于富营养化较轻的站,2003年站轮虫生物量与水体综合营养状态指数之间有极显著的正相关关系(图6)。因此,在一定的营养范围内,轮虫群落的生物量大小可衡量同一水体中不同区域的富营养化程度。1986年西湖引流钱塘江水后,轮虫平均密度从1980年^[11]的1660个/升下降到1990年的966个/升,引水的进水口站轮虫丰度下降显著,1990年西湖各站水体综合营养状态指数达到了最低值。可见,引水第一个五年(1986—1990年)间对西湖富营养化改善起到了积极的作用。随着引入西湖水量的显著减少,以及西湖本身富营养化的发展,轮虫群落的丰度又得到了迅速的增加,西湖各站水体综合营养状态指数也达到了最高值。疏浚工程后,尽管西湖各站水体化学指标有所改善,导致综合营养状态指数有所回落。但是,水体透明度的下降和轮虫群落丰度的增加,预示着西湖水体富营养化改善的暂时性和加剧的必然性。

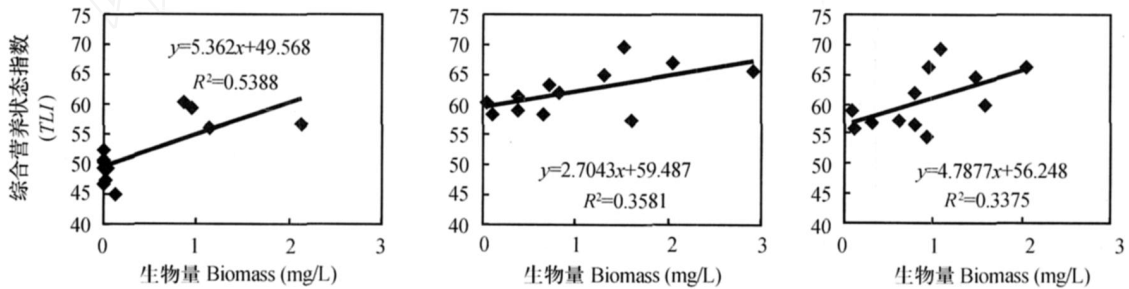


图6 2003年站轮虫生物量与水体综合营养状态指数之间的相关关系

Fig. 6 Correlation coefficients of each sampling station rotifers biomass and the water body TLII in 2003

参考文献:

- [1] Ma J L. Water quality analysis of the West Lake after drawing current from Qiantang River [J]. *Environmental Pollution & Control*, 1996, **18**(5): 31—33 [马玖兰. 西湖引流钱塘江水9年后的水质分析. 环境污染与防治, 1996, **18**(5): 31—33]
- [2] Pei H P, Wang W W, He J T, et al. A phosphorus circulation dynamics model in the ecosystem for the West Lake after drawing, Hangzhou [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1998, **18**(6): 648—653 [裴洪平, 王维维, 何金土, 等. 杭州西湖引水后生态系统中磷循环模型. 生态学报, 1998, **18**(6): 648—653]
- [3] Vladimir S. Rotifers as indicators of water quality [J]. *Hydrobiologia*, 1983, **100**: 169—201
- [4] Xie P, Zhu Ge Y, Dai M. Impacts of eutrophication on biodiversity of plankton community [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1996, **20**(supplement): 30—37 [谢平, 诸葛燕, 戴莽. 水体富营养化对生物群落多样性的影响. 水生生物学报, 1996, **20**(supplement): 30—37]
- [5] Shao Z J, Xie P, Zhuge Y. Long-term changes of planktonic rotifers in a subtropical Chinese lake dominated by filter-feeding fishes [J]. *Freshwater Biology*, 2001, **46**: 973—986
- [6] Zhang Z S, Huang X F. Method for the study of freshwater plankton [M]. Beijing: Academia Press, 1991, 358—362 [章宗涉, 黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法. 北京: 科学出版社, 1991, 358—362]
- [7] Wang J J. Fauna Sinica of Chinese Freshwater Rotifera [M]. Beijing: Academia Press, 1961 [王家楫. 中国淡水轮虫志. 北京: 科学出版社, 1961]
- [8] Huang X F. Application of the simplified method of weight determination to various species of planktonic rotifers in lake Donghu, Wuhan [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1981, **7**(3): 409—416 [黄祥飞. 简易测重法在武汉东湖轮虫常见种中的应用. 水生生物学集刊, 1981, **7**(3): 409—416]
- [9] Margalef D R. Information theory in ecology [J]. *Cen System.*, 1958, **3**: 36—71

- [10] Wang M C, Liu X Q, Zhang J H. Evaluate method and classification standard on lake eutrophication [J]. *Environmental Monitoring in China*, 2002, **18**(5): 47—49 [王明翠, 刘雪芹, 张建辉. 湖泊富营养化评价方法及分级标准. 中国环境监测, 2002, **18**(5): 47—49]
- [11] Wei C D, Yu D W. Studies on zooplankton in the West Lake, Hangzhou [J]. *Journal of Hangzhou University, Natural Science Edition*, 1983, **10**(supplement): 1—17 [魏崇德, 俞大维. 杭州西湖浮游动物的研究. 杭州大学学报, 自然科学版, 1983, **10**(增刊): 1—17]
- [12] Li G G, Wei C D, Pei H P. Effect of drawing water on the rotifer community in the West Lake, Hangzhou [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 1998, **33**(5): 1—4 [李共国, 魏崇德, 裴洪平. 引水对杭州西湖轮虫群落结构的影响. 动物学杂志, 1998, **33**(5): 1—4]
- [13] Pu P M, Wang G X, Hu C H, et al. Can we control eutrophication by dredging [J]? *Journal of Lake Sciences*, 2000, **12**(3): 269—279 [濮培民, 王国祥, 胡春华, 等. 底泥疏浚能控制湖泊富营养化吗? 湖泊科学, 2000, **12**(3): 269—279]
- [14] Balvay G, Laurent M. Long-term quantitative evolution of rotifers during the eutrophication in Lake Geneva [J]. *Aquatic Science*, 1990, **150**: 162—175

EFFECTS OF DRAWING WATER AND DREDGING ON ROTIFERA COMMUNITY IN THE WEST LAKE, HANGZHOU

LI Gong-Guo¹, WU Zhi-Ying² and YU Zuo-Ming³

(1. Institute of Biotechnology, Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100; 2. Management of water area of the West Lake, Hangzhou 310002;

3. Institute of Environmental Protection Science, Hangzhou 310014)

Abstract : Effects of drawing water and dredging on Rotifera community, including species composition, density, biomass and diversity index were studied at three sampling stations (-) of the West Lake, Hangzhou, a shallow eutrophic lake in 1990, 1995 and 2003. The first dominant species of rotifers was from *Keratella cochlearis* in 1980 before drawing Qiantang River, became *Anuraeopsis fissa* in 1990 and *Trichocerca pusilla* in 1995 after drawing water, *Polyarthra trigla* rose the first dominant species of rotifers in the West Lake, Hangzhou in 2003 after dredging. At different sampling stations, dominant species of rotifers changed, abundance decreased remarkably and had a strong relationship between rotifers biomass and Chlorophyll-a content ($r = 0.7080$, $p < 0.01$) at Station (import water region) after drawing water. Dominant species of rotifers changed, abundance increased slowly and had a strong relationship between rotifers biomass and COD_{Mn} ($r = 0.5440$, $p < 0.25$) at Station (discharge water region) after dredging. There are significant positive correlation coefficients of each sampling station rotifers biomass and the water body *TLI*. Rotifers abundance rose sharply and diversity index continual declined at Station and Station with drawing water quantity which into the lake decreased sharply, dredging engineering and eutrophication advance of the West Lake, Hangzhou, however, rotifers abundance increased slowly at Station. This indicated that eutrophication advance were faster at Station and Station than that at Station.

Key words : Eutrophication; Drawing water; Dredging; Rotifer community; The West Lake; Hangzhou