

文章编号: 1000-0615(2008)06-0906-09

淀山湖轮虫多样性及生物量时空变化

王丽卿, 程婧蕾, 郑小燕, 王 岩, 成永旭

(上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

摘要: 研究了 2004 年 1 月至 2006 年 12 月淀山湖轮虫种类组成、生物量的时空变化, 并分析了水温、叶绿素 a 与轮虫生物量的关系。结果表明: 3 年共检出轮虫 53 种(属), 平均生物量为 $2\,514\text{ ind}\cdot\text{L}^{-1}$ 或 $2.94\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 轮虫优势种为针簇多肢轮虫、角突臂尾轮虫、萼花臂尾轮虫、螺形龟甲轮虫、曲腿龟甲轮虫、长三肢轮虫、椎尾水轮虫等, 2004、2005、2006 年轮虫密度中优势种所占的比例分别为 82.2%、82.7% 和 78.8%。轮虫最高密度出现在 2005 年 3 月马兰港(St6), 达 $11\,700\text{ ind}\cdot\text{L}^{-1}$ 。3 年中轮虫生物量季节变化趋势一致: 春季($4\,862\text{ ind}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $5.45\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) > 秋季(2 300 和 3.45) > 夏季(1 773 和 1.88) > 冬季(940 和 0.45); 轮虫生物量水平分布表现为湖心(St4) > 金家庄和水上运动场附近(St2) > 马兰港(St6) > 淀峰(St1) > 急水港进水口(St5) > 千墩湾网围区(St3)。3 年轮虫平均多样性指数 H 为 2.27(变幅为 2.08~2.50), 2006 年轮虫 H 值显著低于 2004 年。淀山湖轮虫密度与水体叶绿素 a 含量呈显著相关。

关键词: 轮虫; 多样性; 生物量; 时空变化; 淀山湖

中图分类号: Q 178.1

文献标识码: A

轮虫是淡水浮游动物的重要组成部分, 通常占整个浮游动物生产量的 10%~40%^[1]; 轮虫不仅在淡水生态系统的结构功能、能量传递以及物质转换上具有重要意义^[2], 同时也可作为环境指示生物^[3]。有关轮虫生态学的研究已积累了较多的资料^[4-8], 但国内涉及轮虫生态学长期研究的湖泊仅限于武汉东湖^[9-12]。

淀山湖地跨上海青浦区和江苏昆山市, 属太湖水系, 湖泊面积约 63.7 km^2 (上海管辖部分为 47.5 km^2), 平均水深 2.0 m, 连通 59 条河流, 换水周期 29 d 左右。淀山湖不仅是上海市的水源保护地, 同时具备船运、水产养殖、旅游、农田排灌、调蓄洪涝等多种功能, 在上海市社会和经济发展中具重要地位。1959 年以来曾对淀山湖进行过多次水域环境生态学调查, 但关于轮虫研究资料零碎不全^[13-14]。2004-2006 年逐月对淀山湖水质状况、浮游生物、底栖生物进行了调查, 本文

报道了有关淀山湖轮虫多样性和生物量季节变动方面的内容, 以期对淀山湖湖泊水质管理提供基础资料。

1 调查方法

1.1 采样点设置

根据淀山湖形态、水文以及湖内渔业状况, 设立 6 个采样站点(图 1), 分别为: St1, 淀峰, 近拦路港, 为主要出水口; St2, 金家庄和水上运动场附近; St3, 千墩湾网围区, 属昆山辖区; St4, 湖心; St5, 急水港进水口; St6, 马兰港, 位于湖的南区。

1.2 采样时间和方法

2004 年 1 月至 2006 年 12 月逐月采集轮虫定性和定量分析样品。野外采样均在上午 9:00-11:00 完成。定性样品用 25 号浮游生物网在水表面下 0~0.5 m 水层横 8 字拖取。定量水样用 5 L 有机玻璃采水器在表层下 0.5 m 和 1.5 m 处

收稿日期: 2008-01-07

资助项目: 上海市四新计划; 上海市重点学科建设项目

作者简介: 王丽卿(1970-), 浙江东阳人, 在职博士, 主要从事水生生物生态学和生态环境生态修复的研究。E-mail: lqwang@shou.edu.cn

通讯作者: 成永旭, E-mail: yxcheng@shou.edu.cn

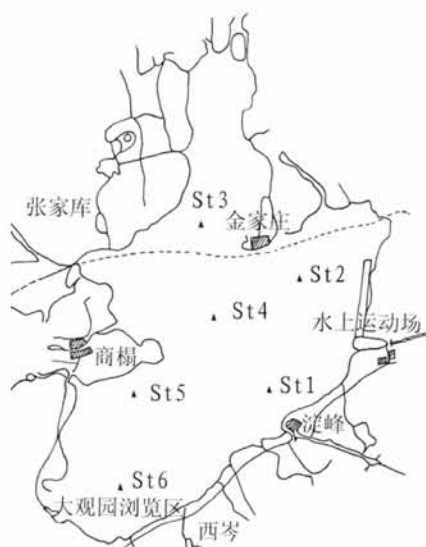


图1 淀山湖采样点

Fig. 1 Sampling sites in Dianshan Lake

采集,等量混合取1 L,浓缩至50 mL。轮虫定量方法是:移取1 mL 浓缩匀液至浮游动物计数框,在100倍显微镜下计数^[15-16],平行3~5次,取均值。

1.3 数据计算与统计分析

淀山湖轮虫多样性用 Shannon-Wiener 多样性指数(H)表示,公式为: $H = -\sum_{i=1}^S \frac{N_i}{N} \cdot \log_2 \left(\frac{N_i}{N} \right)$; 轮虫优势度(Y)计算公式为: $Y = \frac{N_i}{N} f_i$

其中, N_i 为第 i 种轮虫密度, N 为轮虫群落总密度, S 为群落总种类数, f_i 为第 i 种轮虫在一年中出现的月份频率。

当 $Y > 0.020$ 时,确定该种为优势种^[17]。

密度百分比表示为该种轮虫的密度占该年度轮虫总平均密度的百分比例。

用多元回归方法分析轮虫的生物量与水温、叶绿素 a 的关系,取 $P < 0.05$ 为差异显著性水平。

2 结果与分析

2.1 淀山湖轮虫种类组成及优势种

2004-2006 年在淀山湖采集观察到轮虫共 53 种(属),隶属 10 科 23 属。其中臂尾轮虫科 23 种,占 43.4%;椎轮科 11 种,占 20.8%;镜轮科 8 种,占 18.2%;晶囊轮科、疣毛轮科、鼠轮虫科分别为 3 种,占 5.7%;其余 4 科各 1 种,各占 1.9%。3 年中各季节平均出现的轮虫种类数为春季(3-5 月)30 种 > 秋季(9-11 月)28 种 > 夏季(6-8 月)25 种 > 冬季(12 月至翌年 2 月)19 种。

根据 3 年中每种轮虫的优势度值,获得轮虫优势种(确定优势度 $Y > 0.02$ 为优势种),并计算相应的轮虫密度百分比(表 1)。

从表 1 可以看出,淀山湖轮虫优势种主要由

表 1 淀山湖 2004-2006 年轮虫群落优势种的优势度和密度百分比组成

Tab. 1 The degree of the predominance rotifer and its percentage of total rotifer density during 2004-2006

轮虫优势种 dominant species	优势度(Y) degree				百分比(%) percentage			
	2004	2005	2006	均值	2004	2005	2006	均值
针簇多肢轮虫 <i>Polyarthra trigla</i>	0.466	0.270	0.573	0.437	46.6	29.7	57.3	44.6
长三肢轮虫 <i>Filinia longiseta</i>	0.077	0.083	0.052	0.071	7.7	10.1	5.7	7.9
曲腿龟甲轮虫 <i>Keratella valga</i>	0.081	0.032	N	0.042	8.1	3.6	—	3.9
角突臂尾轮虫 <i>Brachionus angularis</i>	0.056	0.083	0.035	0.058	5.6	9.1	3.5	6.1
萼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i>	0.056	0.081	0.033	0.057	5.6	12.7	3.6	7.3
螺形龟甲轮虫 <i>Keratella cochlearis</i>	0.032	0.033	N	0.026	3.2	4.6	—	2.6
椎尾水轮虫 <i>Epiphanes senta</i>	0.031	0.050	0.020	0.034	5.4	9.2	4.9	6.5
独角聚花轮虫 <i>Conochilus unicornis</i>	N	0.024	N	—	—	3.7	—	1.9
裂痕龟纹轮虫 <i>Anuraeopsis fissa</i>	N	N	0.025	—	—	—	3.8	3.8
合计 total	7 种	8 种	6 种	7 种	82.2	82.7	78.8	81.2

注: N 表示该种轮虫在该年度不是优势种; — 因不是优势种故未计百分比

Notes: N means it is not as the dominant species in this year. — means no percentage is given

针簇多肢轮虫(*Polyarthra trigla*)、长三肢轮虫(*Filinia longiseta*)、曲腿龟甲轮虫(*Keratella valga*)、角突臂尾轮虫(*Brachionus angularis*)、萼花臂尾轮虫(*Brachionus calyciflorus*)、螺形龟甲轮虫(*Keratella cochlearis*)、椎尾水轮虫(*Epiphanes senta*)等组成。其中针簇多肢轮虫占绝对优势,在3年中优势度分别达0.466、0.270、0.573,密度分别占当年轮虫平均总密度的46.6%、29.7%和57.3%。各年度轮虫优势种密度之和分别占总轮虫密度的82.2%、82.7%和78.8%。从轮虫出现的月份频率看,7种优势种中除椎尾水轮虫外,其余6种全年出现,属广布种;尾猪吻轮虫(*Dieranophorus eaudatus*)、狭甲轮虫(*Colurella* sp.)、腹足腹尾轮虫(*Gastropus hyptopus*)、盘状鞍甲轮虫(*Lepadella patella*)、梳状疣毛轮虫(*Synchaeta pectinata*)、囊形单趾

轮虫(*Monostyla bulla*)、圆形臂尾轮虫(*Brachionus rotundiformis*)、十趾平甲轮虫(*Platytias militaris*)等则只在1年中的1、2个月内出现,为偶见种。

2.2 淀山湖轮虫多样性

各站点3年期间轮虫的年均 H 值为2.27(变幅为2.08~2.50)。其中2004年为2.46(变幅2.35~2.75), $St5$ 最高, $St3$ 最低;2005年为2.26(变幅1.95~2.66),也是 $St5$ 最高,但最低在 $St1$;2006年为2.10(变幅1.82~2.41), $St6$ 最高, $St1$ 最低。轮虫多样性表现为进水口高、出水口低的特点(图2)。差异显著性分析表明,月均轮虫多样性指数(H)2004和2005年、2005和2006年差异不显著,而2004年和2006年差异显著($P < 0.05$),表明2006年比2004年轮虫多样性指数 H 显著下降。

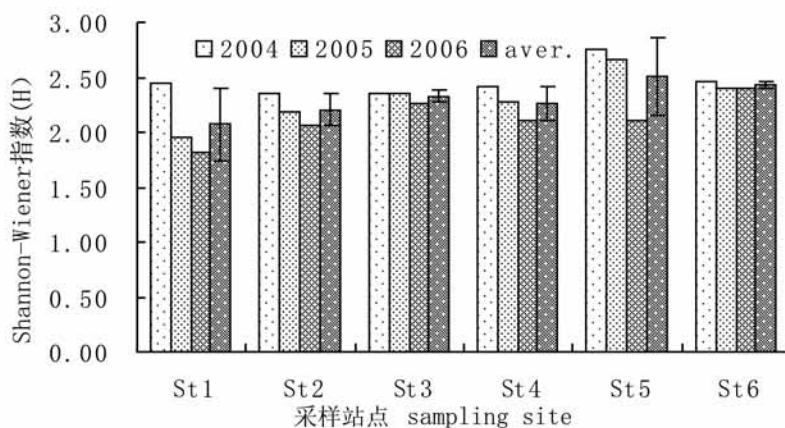


图2 2004-2006年各站点轮虫多样性指数(H)

Fig. 2 The Shannon-Wiener biodiversity index of each site during 2004-2005

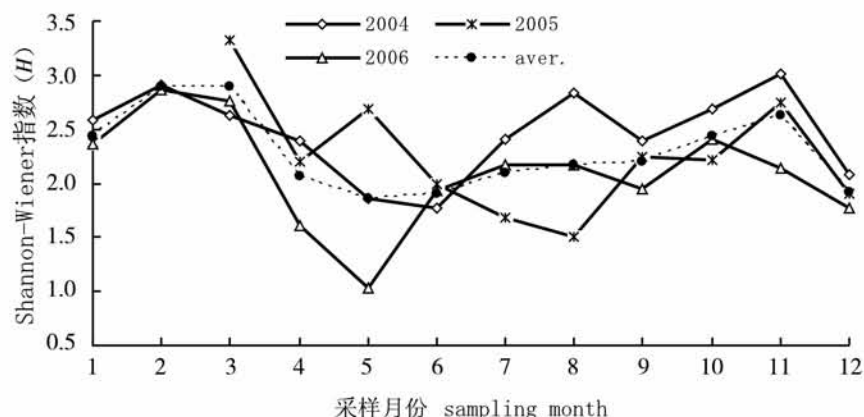
淀山湖轮虫多样性指数(H)月变化见图3。从图3可知,2004和2006年的 H 值月变化规律较为一致,变化趋势线象舒缓的M字母形,均在1、2、3月份和8、10、11月份指数较高,5、6月份较低。2005年在5、7、8月份变化趋势则与之相反。各年度 H 值月变幅为2004年1.78~3.01,2005年为1.51~3.32,2006年为1.03~2.87。3年平均月 H 值最高值出现在3月份为2.90,次高值出现在2月份,达2.89;最低值出现在5月份,次低值出现在6月份和12月份,分别为1.90和1.92。

2.3 淀山湖轮虫生物量动态

淀山湖轮虫生物量的时间变化 2004-2006年期间淀山湖轮虫平均量为 $2514 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$

和 $2.94 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。其中2004年为 $(2805 \pm 2295) \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $(3.70 \pm 3.59) \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$;2005年为 $(2314 \pm 2856) \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $(2.39 \pm 3.47) \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$;2006年为 $(2423 \pm 1984) \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $(2.72 \pm 3.63) \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。 t 检验分析表明,3年之间轮虫生物量差异均不显著。

淀山湖轮虫生物量时间变动基本呈现双驼峰的变化规律(图4),表现为每年的春末夏初和秋季出现高峰值,夏季和冬季出现低值,然而生物量峰值和最低值出现的月份各年不完全相同。从3年均值看,淀山湖轮虫生物量季节变动为春季($4862 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $5.45 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)>秋季($2300 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $3.45 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)>夏季($1773 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$ 和

图3 淀山湖轮虫多样性指数(H)月变化Fig. 6 Monthly variation of H of rotifer in Dianshan Lake during 2004-2006

$1.88 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) > 冬季 ($940 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $0.45 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)。从月变动看,2004年,轮虫生物量最高峰出现在5月,密度高达 $7835 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$,另一峰值出现在11月 ($3185 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$);低谷则出现在1-3月和7-9月,最低值出现在1月 ($814 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$),仅约占最高月份值的1/10;2005年,3月达最高峰 ($9356 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$),另一峰值出现在5月 ($5501 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$),另外在11月出现一个小高峰 ($2553 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$);低谷值出现在1月、12月和6-10月,8月最低 ($241 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$),约仅为最高值的1/40。2006年,也呈现两个高峰值,但是其最高峰出现在9月 ($7242 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$),次高峰为5月 ($4888 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$);低谷出现在1、2、11、12以及6-8月,11月最低值 ($285 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$) 仅为最高值的1/25。

淀山湖轮虫生物量水平分布 淀山湖轮虫3年平均生物量水平分布表现为 $\text{St4} > \text{St2} > \text{St6} > \text{St1} > \text{St5} > \text{St3}$ (图5),即湖心 St4 高、进水口 St5 和出水口 St1 较低、网围养殖附近 St3 最低的变化趋势,表明养殖鱼类的直接摄食对轮虫密度产生了一定的影响。 t 检验分析表明,不同站点之间轮虫生物量分布差异显著 ($P < 0.005$)。从各周年的轮虫生物量水平分布看,2005年普遍比2004年的要低,2006年除 St4 站点外也普遍比2004年的低。不同年份,各站点轮虫生物量水平分布稍有差别,但均呈现 St4 和 St2 较高、 St3 和 St5 较低的变化规律。

2.4 淀山湖轮虫生物量与水温、Chl. a 的关系

图6显示了淀山湖轮虫生物量和水温的关

系,水温在每年度的7-9月份呈现一个明显的高峰,而轮虫密度则在4-5月和10-11月出现2个高峰。2004、2006年轮虫密度最高峰均在春季和秋季的 $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 水温范围出现,同东湖的观察结果^[9];在水温接近 30°C 的夏季和低温的冬季 ($5 \sim 10^\circ\text{C}$),轮虫密度普遍较低。

淀山湖轮虫生物量与水体叶绿素 a 含量月变化呈现基本一致的趋势^[18-19]。回归分析表明,淀山湖轮虫密度和水体叶绿素 a 含量呈极显著相关,方程为:轮虫密度 ($\text{ind} \cdot \text{L}^{-1}$) = $521.6 + 64.11\text{Chl. a}$ ($r = 0.634$, $P < 0.001$)。

3 讨论

3.1 淀山湖轮虫种类(属)组成和多样性特点

2004-2006年淀山湖轮虫53种(隶属10科23属),少于东湖轮虫种类数69种(隶属19科29属)^[9],基本同于镜湖(55种,15科21属)^[7],并且主要以有附属肢、能进行主动运动的浮游种类为主。淀山湖历年调查资料表明,半个世纪以来,轮虫总属数有下降的趋势^[18-19]。1959年轮虫总属数为29属^[13],1987-1988年为12属^[14],2004、2005、2006年分别为23、22、19属。在1959年出现的鬼轮属、镜轮属、拟聚花轮属、棘管轮属、椎轮属、高跷轮属和簇轮属等主要营底栖生活且常出没于沉水植物之间的轮虫种属在2004-2006年没有观察到。淀山湖在1959年沉水植物几乎覆盖全湖,而目前覆盖度极低,水底荒漠化严重,轮虫种属的演变一定程度上指示了淀湖水环境状

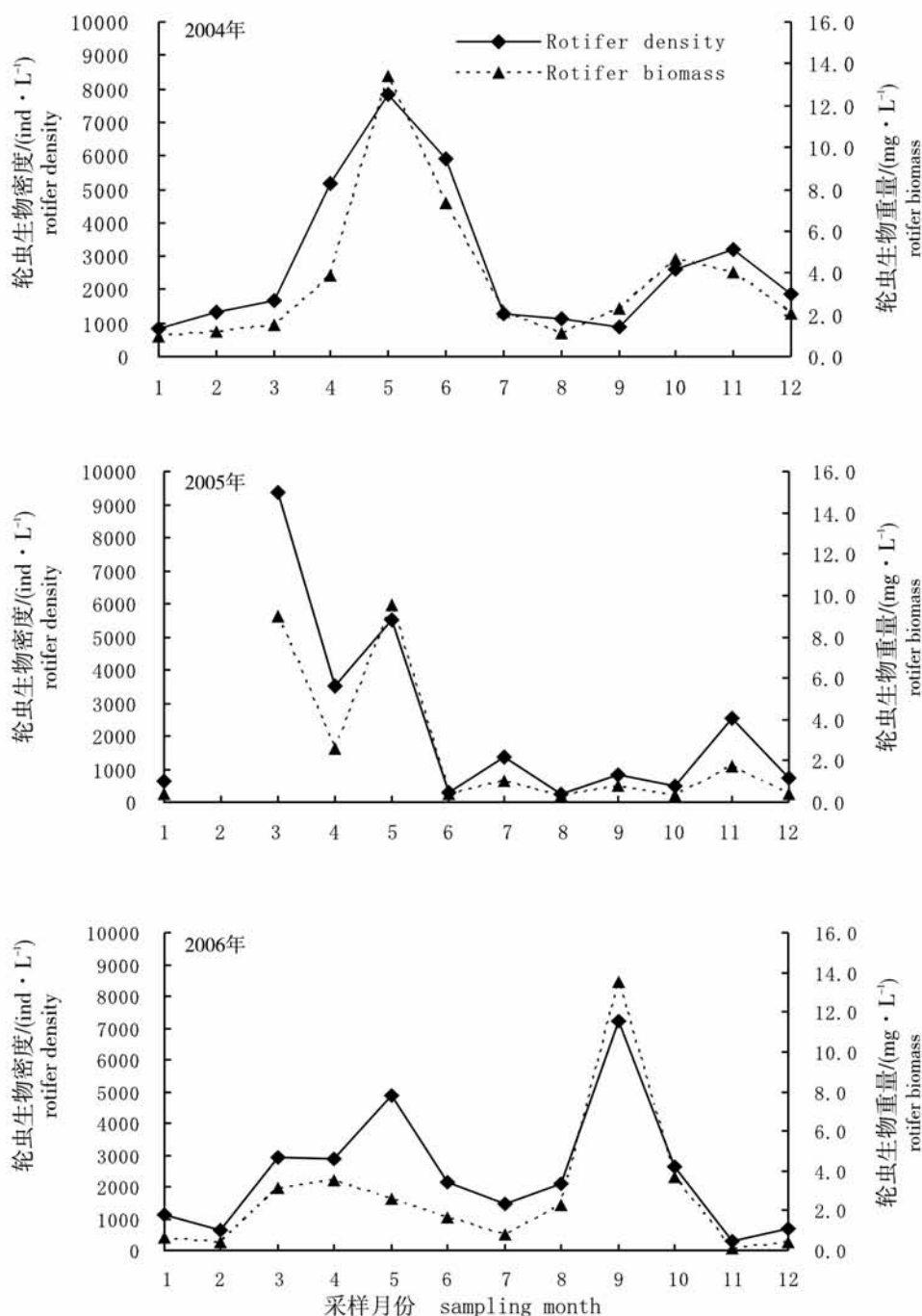


图4 2004-06 淀山湖轮虫生物量的月变动

Fig. 4 Monthly variation of rotifer density and biomass in 2004 - 2006 in Dianshan Lake

况的变化。淀山湖3年期间轮虫平均种类数的季节分布为春季>秋季>夏季>冬季,而武汉东湖、芜湖镜湖则夏秋季种类多,春、冬季种类少^[7,9]。从优势轮虫组成看,淀山湖1959年的优势轮虫有针簇多肢轮虫、长三肢轮虫、独角聚花轮虫、方形龟甲轮虫、前节晶囊轮虫等;2004-2006年的优势轮虫为针簇多肢轮虫、长三肢轮虫、角突臂尾轮

虫、萼花臂尾轮虫、椎尾水轮虫、裂痕龟纹轮虫、曲腿龟甲轮虫、独角聚花轮虫等,可见,50多年来,淀山水环境状况发生了很大的变化,但是优势种变化不大。Duggan^[20]认为针簇多肢轮虫和独角聚花轮虫等在低营养水体更适合生长,而萼花臂尾轮虫、长三肢轮虫等更喜在富营养水平的水体生存。

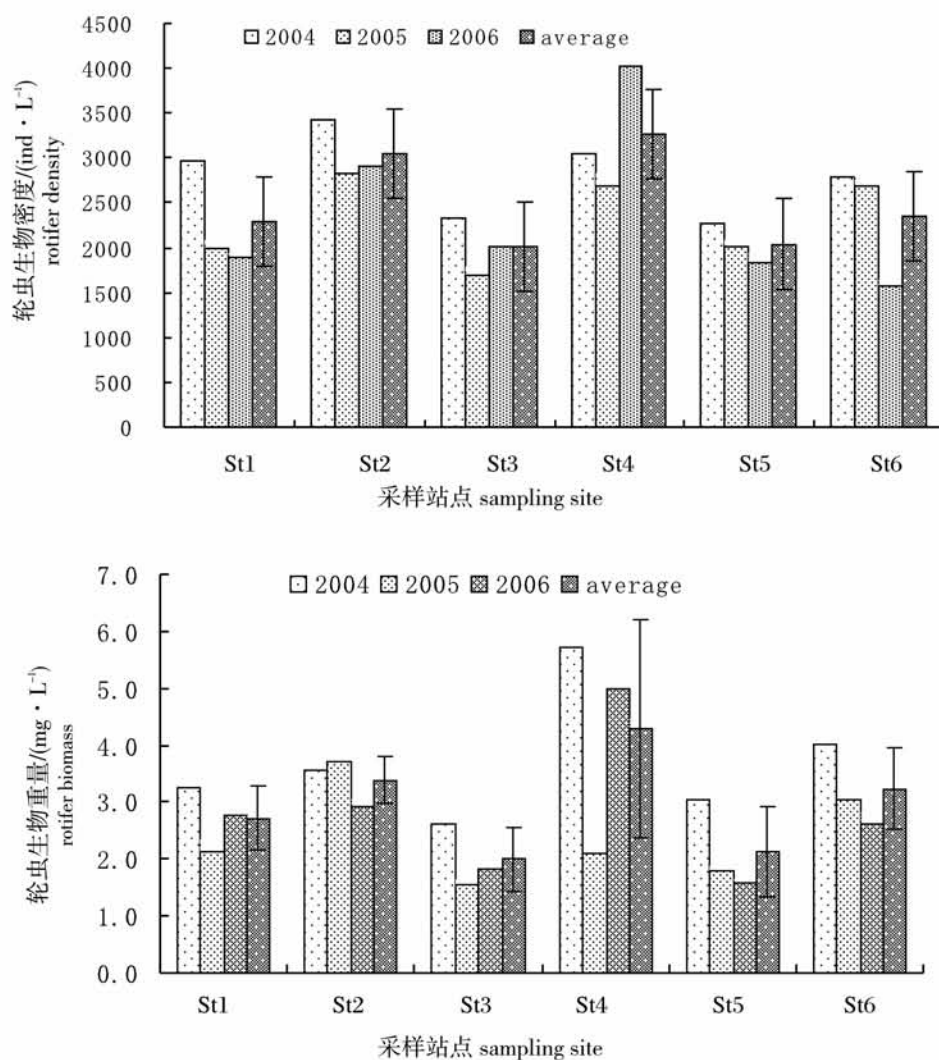


图5 淀山湖轮虫生物量水平分布

Fig. 5 Horizontal distribution of rotifer density and biomass in Dianshan lake during 2004–2006

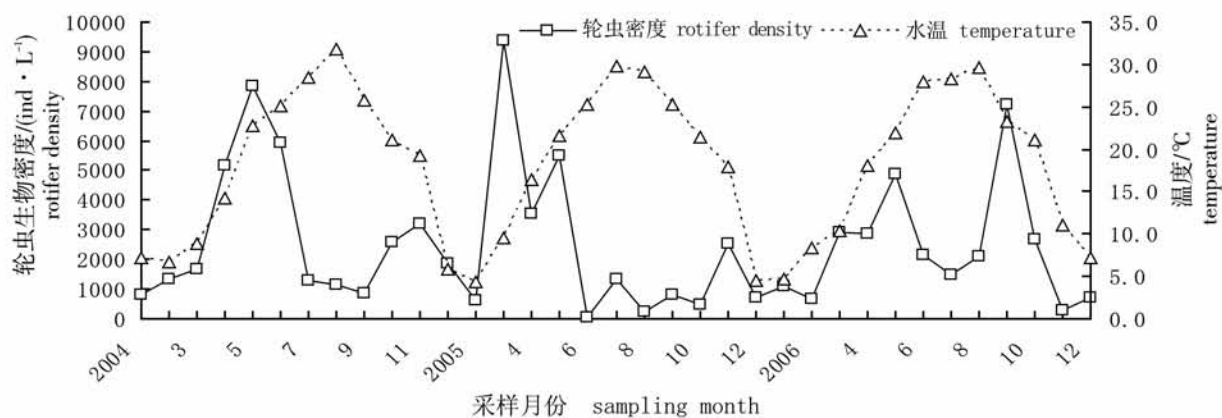


图6 轮虫密度和水温的关系

Fig. 6 The relationship between rotifer density and water temperature

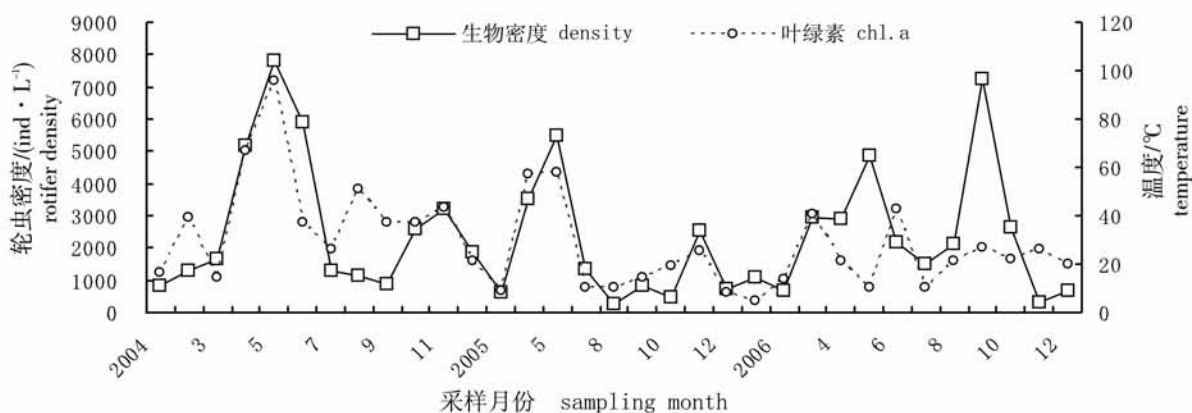


图7 轮虫密度和叶绿素 a 的关系

Fig. 7 The relationship between rotifer density and Chl. a

3.2 水温和浮游植物在淀山湖轮虫种群变动中的作用

轮虫是一类发育时间快、生命周期短的浮游动物,雌性轮虫的寿命一般只有 10 d 左右,它们数量的消长主要受温度和食物所控制。水温、溶氧和 pH 值是影响轮虫密度的主要非生物因素^[21]。淀山湖溶氧平均达 $8.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,可见不会因为溶氧的不足而影响轮虫密度;pH 为 7.9,并且基本维持稳定;因此可以认为该两因子对轮虫密度影响不大,而水温则是影响淀山湖轮虫密度的主要非生物因子。3 周年各月轮虫密度和水温、叶绿素多元逐步回归表明,轮虫密度和叶绿素含量呈显著正相关,而与水温没有显著相关。春夏秋冬四季轮虫密度和水温分别回归分析表明,轮虫密度和水温在春季(水温变幅 $8.8 \sim 22.7^\circ\text{C}$)呈显著正相关($P < 0.05$),夏季(水温 $25.1 \sim 31.8^\circ\text{C}$)呈显著负相关($P < 0.05$),秋($11.0 \sim 25.8^\circ\text{C}$)、冬季($4.6 \sim 7.2^\circ\text{C}$)不呈显著相关。淀山湖轮虫密度和水温的这种关系不同于温利新^[7]、周淑禅^[8]的研究结果,这主要与淀山湖轮虫优势种的组成有关,淀山湖绝对优势轮虫针簇多肢轮虫的数量变动也基本表现为每年的 3—5 月呈指数增长,而 6—9 月呈逐渐下降的趋势。典型的浮游轮虫主要以水体中的藻类、碎屑和细菌作为食物,本研究结果表明,淀山湖轮虫和叶绿素 a 之间成显著正相关,这与 Linda^[22]和温利新^[7]等取得的结果一致。淀山湖浮游植物生物量在春、夏季有两个高峰值,最高峰在夏季,而轮虫生物量最高峰出现在春季。淀山湖浮游植物和轮虫的群落数量动态并不完全一致,表明轮虫对食物有一定的选择性,冬春季生长的浮游植物如隐藻、

绿藻以及前一年水生生物死亡后形成的有机碎屑是轮虫喜食的食物,并在合适的水温条件下,大量繁殖形成峰值;而对夏季大量繁殖的蓝藻并不喜食或适口,加之水温较高,使得轮虫生物量在 7—9 月份,基本呈下降趋势。

3.3 轮虫多样性指数和种群数量对淀山湖水质的指示作用

淀山湖 3 年年均轮虫 Shannon-Wiener 多样性指数 H 值为 2.27,与镜湖近似($H = 2.33$)^[7],高于香溪水库湾($H = 1.41$)^[8]。根据饶小珍等^[23]提出, $H > 3$ 为轻污染或无污染, $3 \sim 2$ 为 β 中污, $2 \sim 1$ 为 α 污染, < 1 为严重污染;则淀山湖水体总体呈现 β 中污染程度。根据 t 检验表明,2006 年 H 值显著低于 2004 年,可能指示淀山湖水质污染加重。

淀山湖位于浙江、江苏和上海两省一市的交界处,昆山和青浦靠淀山湖渔业为生的渔民,湖内网箱养殖和湖周的面源、点源污染使得淀山湖水体已经进入富营养化状态^[24]。据报道,在气候温暖地区,营养化程度较高的水体中,轮虫的数量最高值可达到 10^4 。Pennak 指出,在没有污染的水体中轮虫的最高数量可达 $5800 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$;在污染或富营养型水体中可高达 $23900 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$ ^[24]。淀山湖 2004 年 5 月在 St5、St6,2005 年 3 月在 St4、St5、St6,2006 年 9 月在 St1、St4 均超过 $10^4 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$,表明淀山湖也已进入富营养化状态。

参考文献:

- [1] Herzig A. The analysis of planktonic rotifer populations: A plea for long-term investigations [J]. Hydrobiologia, 1987, 147: 163—180.
- [2] 刘建康. 高级水生生物学[M]. 北京: 科学出版社,

- 1999:p205.
- [3] Sládeček V. Rotifers as indicators of water quality [J]. *Hydrobiologia*, 1983,100:169-201.
- [4] 黄祥飞,陈雪梅,伍焯田,等. 武汉东湖浮游动物数量和生物量变动的研究[J]. *水生生物学报*, 1984,8(3):346-358.
- [5] 胡春英. 保安湖浮游轮虫的动态研究[J]. *水生生物学报*, 2000,24(5):426-429.
- [6] 邵国生. 洞庭湖轮虫生态分布的研究[J]. *海洋湖沼通报*, 1992,4:41-49.
- [7] 温新利,席贻龙,张雷等. 芜湖市镜湖轮虫群落结构分析及水质的生态学评价[J]. *水生生物学报*, 2006,30(2):152-158.
- [8] 周淑婵,黄祥飞,唐涛,等. 香溪河库湾轮虫现状及水质评价初探[J]. *水生生物学报*, 2006,30(1):52-157.
- [9] 黄祥飞,胡春英,伍焯田. 武汉东湖的轮虫[J]. *水生生物学报*, 1985, 9(2):129-143.
- [10] 黄祥飞,胡春英. 武汉东湖针簇多肢轮虫的种群变动和生产量[J]. *水生生物学报*, 1989,13(1):15-23.
- [11] 诸葛燕,黄祥飞. 武汉东湖轮虫种类组成及其分类讨论[J]. *水生生物学报*, 1993,17(4):347-356.
- [12] 刘建康. 东湖生态学研究(二)[M]. 北京:科学出版社,1990:440-458.
- [13] 淀山湖渔业资源的初步调查报告[J]. *上海水产学院学报*, 1960,1:3-99.
- [14] 宋永昌. 淀山湖富营养化及其防治研究[M]. 上海:华东师范大学出版社,1992:P95-99.
- [15] Koste W. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas [M]. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1978:673.
- [16] 章宗涉,黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京:科学出版社,1991:358-388.
- [17] 徐兆礼,陈亚瞿. 东黄海秋季浮游动物优势种聚集强度与鲈鲶渔场的关系[J]. *生态学报*, 1989,8(4):13-15.
- [18] 王旭晨,王丽卿,彭自然. 灰色聚类法评价淀山湖水水质状况[J]. *上海水产大学学报*, 2006, 15(4):497-502.
- [19] 王丽卿,张军毅,王旭晨,等. 淀山湖水体叶绿素 a 与水质因子的多元分析[J]. *上海水产大学学报*, 2008,17(1):58-64.
- [20] Duggan I C, Green J D, Shiel R J. Distribution of rotifers in North Island, New Zealand and their potential use as bioindicators of lake trophic state [J]. *Hydrobiologia*, 2001, 446/447: 155-164.
- [21] Hofmann W. The influence of abiotic environmental factors on population dynamics in planktonic rotifers [J]. *Arch Hydrobiol Beih Ergebn Limnol*, 1977,8:77-83.
- [22] Linda M, Jonathan A. B. Bass. A study of rotifers in the river Thames, England, April-October,1996 [J]. *Hydrobiologia*, 1998, 387/399:251-257.
- [23] 饶小珍,许友勤,陈寅山. 福州内河的轮虫与水质污染评价[J]. *福建师范大学学报(自然科学版)*, 2000, (1):71-75.
- [24] Pennak R W. Freshwater invertebrates of the United States [M]. New York: Ranald Press, 1953: 769.

Diversity and seasonal dynamics of rotifer in Dianshan Lake

WANG Li-qing, CHENG Jing-lei, ZHENG Xiao-yan, WANG Yan, CHENG Yong-xu

(College of Fisheries and Life, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306)

Abstract: The dynamics of rotifer community structure in Dianshan Lake, Shanghai, was studied from 2004 to 2006. Species composition, temporal and spatial distribution, biodiversity index of Rotifer and the relationship between rotifer density and water temperature, Chl. a were analyzed. A total of 53 species were identified, with *Polyarthra trigla*, *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus*, *Keratella cochlearis*, *Keratella valga*, *Filinia longiseta* and *Epiphanes senta* being dominant species. The total density of dominant species accounted for 82.2%, 82.7% and 78.8% of the total rotifer density of the corresponding year. The mean rotifer density and biomass, averaged over 2004–2006 were 2 514 ind·L⁻¹ and 2.94 mg·L⁻¹, respectively. The highest density of 11 700 ind·L⁻¹ appeared in St6, March, 2005. Seasonal distribution of rotifer density and biomass were consistent among the studied years, that is, spring (4 862 ind·L⁻¹ and 5.45 mg·L⁻¹) > autumn (2 300 ind·L⁻¹ and 3.45 mg·L⁻¹) > summer (1 773 ind·L⁻¹ and 1.88 mg·L⁻¹) > winter (940 ind·L⁻¹ and 0.45 mg·L⁻¹). Spatial distribution of the rotifer density and biomass tends to be higher in the Lake centre site than that at inflow or outflow sites, and lowest at St3 close to the cage culture area. The mean Shannon-Wiener diversity index (*H*), averaged over year, and among sampling sites was 2.27 (ranged 2.08 to 2.50). The rotifer density was positively correlated with Chl. a concentration and the regressive equation is: Rotifer density (ind·L⁻¹) = 521.6 + 64.11 chl. a (μg·L⁻¹) (*r* = 0.634, *P* < 0.001).

Key words: rotifer; biodiversity index; biomass; community dynamics; Dianshan Lake