

# 太平湖水库的底栖动物<sup>\*</sup>

刘保元 梁小民

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

**提要** 研究了太平湖水库底栖动物群落组成(1992—1993年), 定量样品中共出现26种(属), 主要是寡毛类和摇蚊科幼虫, 软体动物只有1种, 现存量有明显的季节差异。本次调查结果与1985—1986年的资料比较, 种类数减少, 现存量显著增加, 生物量由 $0.562\text{g}/\text{m}^2$ 增加到 $3.90\text{g}/\text{m}^2$ 。生物多样性指数偏低。底栖动物的参与与环境因素进行了相关分析, 寡毛类的密度和生物量与总氮、总磷正相关, 水生昆虫的密度和生物量与水深负相关显著。对底栖动物资源的渔业合理利用进行探讨。

**关键词** 底栖动物 生物多样性 环境因素 渔业利用 太平湖水库

太平湖水库( $117^{\circ}28' - 118^{\circ}21'E, 30^{\circ} - 30^{\circ}32'N$ )于1971年建成蓄水, 它具有发电、防洪、灌溉、航运、养殖以及旅游等多种功能, 座落在旅游胜地九华山和黄山之间, 自西向东北蜿蜒于山谷之中, 是非典型峡谷型水库, 上、中、下游均有较大的散水区, 其最大宽度为4000m。总库容 $24.75 \times 10^8 \text{m}^3$ , 流域面积 $2800\text{km}^2$ , 库长约80km, 最大水深达70m。库周森林茂密, 山清水秀, 库水清澈呈蓝绿色, 透明度高<sup>[1]</sup>。中国科学院水生生物研究所于“八五”期间, 在太平湖水库开展“水库渔业及其优化模式的研究”, 底栖动物的研究是其中内容之一。本文报导该水库底栖动物群落结构组成及其与环境因素的关系, 以及渔业合理利用底栖动物资源等研究成果。

## 1 研究方法

### 1.1 采样点

根据太平湖水库地理特点, 在上、中、下游散水区中心位置分别设置 $A_1$ (乌石)、 $A_2$ (陵山)、 $A_3$ (新华湾外)和 $A_4$ (麻川)等采样点(图1)。在有代表性的3个较大库湾区分别设置 $B_1$ (新华湾内)、 $B_2$ (共幸库湾)和 $B_3$ (观音寺)等采样点, 以调查散水区和库湾区底栖动物群落的变化情况。1992年11月至1993年8月在上述7个点上, 按季节采集底栖动物, 同步采集浮游生物、水和沉积物样品。

### 1.2 采样方法

用面积为 $1/16\text{m}^2$ 的彼得生采泥器, 每个采样点采底泥一次。泥样经40目铜筛筛洗, 剩余残渣放入塑料袋。在室内按常规方法检出底栖动物, 放入瓶内, 用5%—8%的福尔马林溶液固定保存标本。在显微镜和解剖镜下鉴定种类, 然后进行分类统计。

### 1.3 湿重测定法

把固定在瓶内的标本转移到器皿中, 按门类分开, 将标本放在吸水纸上, 待吸去大部分水

\* 中国科学院“八五”宏观生物学重点项目(KS-85-112)的研究内容之一。

收稿日期: 1996-04-29; 收到修改稿日期: 1997-03-25。

作者简介: 刘保元, 男, 1939年生, 1965年山东大学生物系毕业, 主要从事底栖动物生态学的研究, 已发表论文20多篇。

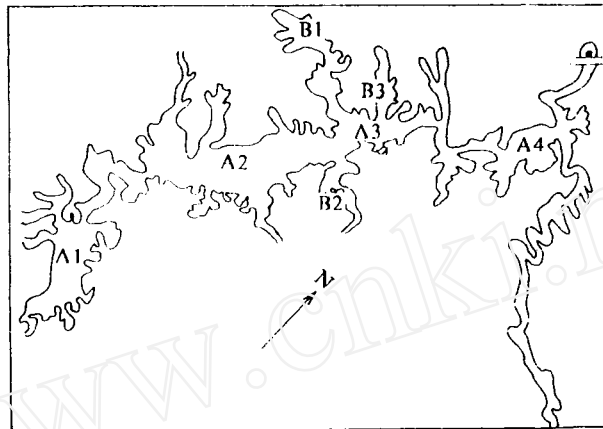


图 1 太平湖水库采样点

Fig. 1 Sampling stations in Taipinghu Reservoir

分后,再轻轻翻动标本,以吸去标本体外附着的水分.然后用扭力天平称其湿重<sup>[2]</sup>.获得的数据换算成种群密度(个/m<sup>2</sup>)和生物量(g/m<sup>2</sup>).使用国内外常用的生物多样性指数公式<sup>[3]</sup>,计算底栖动物多样性指数.对底栖动物的参数与环境因素进行相关分析.

太平湖水库的主要理化参数见表 1.

表 1 太平湖水库的主要理化参数(年均值)

Tab. 1 Status of physico-chemical parameters (annual average)

测 定 项 目	采 样 点						
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
水深 (m)	7.3	15.2	16.4	30.4	12.3	7.5	6.3
透明度 (cm)	178	408	308	343	285	199	109
DO <sub>g</sub> (mg/L)	10.5	9.9	9.8	9.3	9.8	10.9	10.8
DO <sub>底</sub> (mg/L)	7.7	8.3	7.7	7.7	7.1	9.6	5.8
TP (mg/kg)	267.2	330.5	225.4	573.5	205.1	277.5	453.6
TN (mg/kg)	853.0	1238.7	1275.4	2549.5	1174.2	1588.5	1771.3

## 2 研究结果

### 2.1 种类组成

太平湖水库底栖动物的种类,主要是寡毛类和摇蚊科幼虫,软体动物甚少,在定量样品中仅出现 1 种.采集的昆虫均系幼虫,故某些种类只鉴定到属.本次调查共出现 26 个种(属),隶于 8 科.其中寡毛类 2 科 5 属 9 种,水生昆虫 3 科 14 种(属),软体动物 1 科 1 种;另外,定性样品中出现铜锈环棱螺 *Bellamyia aeruginosa* 和椭圆萝卜螺 *Radix swinhoei*.其他无脊椎动物 2 科 2 种(表 2).这些都是水库中较常见的种类.而长足摇蚊 *Tanypus*、霍甫水丝蚓 *Linmodrilus hoffmeisteri* 分布广泛,出现率高.水库上游仍然保留着一定的河流条件,所以水生昆虫丰度较

大. 上游乌石水域以摇蚊幼虫为主, 个体数量占 90% 以上. 下游基本上是静水区, 水深(70m 以上)且冷. 在盛夏时气温 34.5℃, 底层水温仅 8℃, 并有大量淤泥沉积, 总氮、总磷的含量分别高达 2549.5mg/kg 和 573.5mg/kg, 适合于寡毛类生长繁殖. 因此, 在麻川寡毛类发展成相当大的群体, 个体数量占 97% 以上. 其中霍甫水丝蚓和克拉泊水丝蚓 *L. claparedianus* 是优势种, 而长足摇蚊和湖环蚬 *Sphaerium lacustre* 仅各出现 1 次. 至于水库中游和库湾区的寡毛类和昆虫之间的差别相对较少, 但仍以昆虫较占优势(图 2). 水库上游乌石出现的种类最多为 16 种, 下游麻川出现的种类最少仅有 5 种. 水库中游和库湾出现的种类是 11—14 种(表 2).

表 2 太平湖水库底栖动物种类组成(1992.11—1993.8)  
Tab. 2 Species composition in the Taipinghu Reservoir (1992.11—1993.8)

种 类		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
摇蚊科 Chironomidae								
长足摇蚊	<i>Tanytus</i>	+	+	+	+	+	+	+
前突摇蚊	<i>Procladius</i>	+	+	+		+	+	+
五脉摇蚊	<i>Pentameara</i>						+	
羽摇蚊	<i>Tendipes plumosus</i>	+	+	+		+	+	+
异腹腮摇蚊	<i>T. insolita</i>	+	+			+	+	+
调翅摇蚊	<i>Glyptotendipes</i>						+	
多足摇蚊	<i>polypedilum</i>	+	+	+		+	+	+
小突摇蚊	<i>Microcropsectra</i>	+	+	+		+		+
隐突蚊	<i>Cryptochironomus</i>		+	+		+		
直突摇蚊	<i>Orthocladius</i>	+					+	
环足摇蚊	<i>Cricotopus</i>	+						
大红德水摇蚊	<i>Tokunagayusurika akmusi</i>		+	+		+	+	+
寡毛类 Oligochaeta								
普通仙女虫	<i>Nais communis</i>			+			+	+
白雪尾盘虫	<i>Dero nivea</i>		+					
巨毛水线蚓	<i>Limnodrilus grandisetosus</i>	+	+	+		+	+	+
霍甫水线蚓	<i>L. hoffmeisteri</i>	+	+	+	+	+	+	+
克拉泊水丝蚓	<i>L. claparedianus</i>					+		
正颤蚓	<i>Tubifex tubifex</i>	+	+	+				
多毛管水蚓	<i>Aulodrilus plurisera</i>	+						
前囊管水蚓	<i>A. prothecatus</i>	+		+				
苏氏尾腮蚓	<i>Branchiura sowerbyi</i>	+		+	+	+	+	
其他动物 Others								
湖球蚬	<i>Sphaerium lacustre</i>				+			
须孺	<i>Palpomyia</i>	+						
幽蚊	<i>Chaoborus</i>							+
米虾	<i>Caridina</i>	+						
线虫	<i>Nematoda</i>						+	
种类数		16	12	13	5	11	14	11

1) “+”代表种类出现.

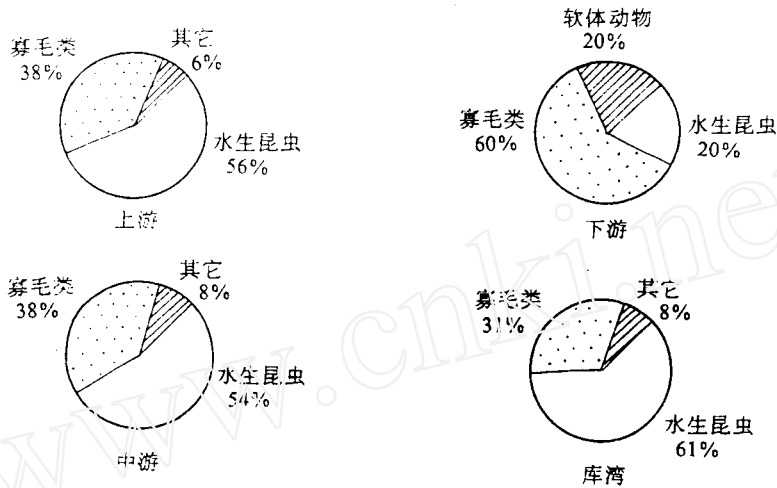


图 2 不同水域底栖动物群落组成

Fig. 2 Community composition of zoobenthos in different waters

## 2.2 底栖动物现存量的变化

**2.2.1 现存量的季节差异** 水库中各采样点,由于环境条件各不相同,底栖动物各类群的分布也不同.可以看出(表 3),底栖动物的密度和生物量的季节变动明显,现存量在春、夏季较低,而在秋、冬季较高.这与底栖动物的生殖季节及其发育越冬过程有较密切的关系.不同种类的底栖动物所出现的世代次数亦不相同.温度无疑是重要的环境因子.摇蚊以幼虫越冬,故冬季的现存量最高.到次年春、夏季摇蚊幼虫逐步羽化离开水体,而新的世代又刚开始补充,因而夏季的现存量最低.

表 3 底栖动物密度 (个/m<sup>2</sup>)与生物量 (g/m<sup>2</sup>)的季节变化 (1992. 11—1993. 8)Tab. 3 Seasonal changes of density (ind./m<sup>2</sup>) and biomass (g/m<sup>2</sup>) of zoobenthos (1992. 11—1993. 8)

采样点	春季		夏季		秋季		冬季	
	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
上游	224	0.54	224	0.93	3548	5.89	4916	10.86
中游	664	1.98	584	2.26	536	1.22	1864	4.08
下游	2560	11.23	2896	13.50	4304	10.60	560	2.98
库湾	2201	5.84	619	2.48	1739	3.95	2611	5.44
平均	1412	4.89	1081	4.79	2532	5.42	2973	5.84

**2.2.2 现存量的年度变动** 从表 4 中可看出,底栖动物的生物量,在水库下游较高为 1.74g/m<sup>2</sup>,中游较低为 0.103g/m<sup>2</sup>.各区域的生物量平均为 0.562g/m<sup>2</sup><sup>①</sup>.而 1992—1993 年的底栖动物密度和生物量明显增加(表 3).说明水库的营养水平逐年增高.生物量还是以下游最高,达到 11.23g/m<sup>2</sup>,中游最低,为 2.77g/m<sup>2</sup>.

① 梁彦龄等.太平湖水库渔业生态及合理开发研究.中国科学院水生生物研究所,1990. 69—72

由于 1992—1993 年采集点的多寡与该库区的面积不成比例,在估算整个水库的生物量时,进行加权平均的结果为  $3.90\text{g}/\text{m}^2$ ,比 1985—1986 年的生物量增加近 6 倍.太平湖水库养殖水面按  $6700\text{hm}^2$  计算,则全库底栖动物的年蕴藏量为  $260000\text{kg}$ .

表 4 太平湖水库底栖动物的密度 ( $\text{个}/\text{m}^2$ )和生物量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )(1985.11—1986.7)  
Tab.4 Zoobenthos standing corps in the Taipinghu Reservoir (1985.11--1986.7)

类别	上游		中游		下游		库湾	
	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
寡毛类	13.2	0.022	18.3	0.041	727.6	1.732	38.5	0.051
摇蚊类	146.9	0.15	33.1	0.062	26.7	0.02	67.4	0.167
其他	1.8	0.004	/	/	/	/	10.7	0.011
合计	161.9	0.177	51.4	0.103	754.32	1.743	116.6	0.229

### 2.3 生物多样性指数

通过一周年四个季度的调查,看出太平湖水库底栖动物的种类较少,生物多样性偏低.使用反映生物群落结构特征的 Margalef 氏多样性指数( $D$ )和 Shannon 氏生物多样性指数( $H'$ )的公式<sup>[3]</sup>计算出底栖动物的多样性指数(表 5).可以看出这两个指数的高低趋势是一致的.水库上游乌石的生物多样性指数最高,达  $1.50-1.95$ ,下游麻川最低,仅  $0.33-0.67$ .中游和库湾的生物多样性指数为 1 左右.水库底栖动物的多样性指数偏低表明水质由中营养型向中富营养型过渡.

表 5 太平湖水库底栖动物的多样性指数  
Tab.5 Diversity index of zoobenthos in the Taipinghu Reservoir

多样性指数	采 样 点						
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
$H'$	1.95	1.63	1.55	0.67	1.02	1.76	1.48
$D$	1.5	1.35	0.72	0.33	1.07	1.17	1.14

### 2.4 底栖动物参数与环境因素的相关分析

太平湖水库底栖动物的参数与沉积物中营养元素含量的年平均值以及水深的相关分析结果(表 6)表明,寡毛类密度与总氮呈显著正相关(回归方程  $y=1190.69+0.53x$ );与总磷正相关,但不显著.寡毛类生物量与总氮呈显著正相关(回归方程  $y=1247+142.16x$ );与总磷呈显著正相关(回归方程  $y=278.76+31.50x$ ).上述结果表明寡毛类的密度和生物量均依赖于沉积物中总氮和总磷的含量.水生昆虫的密度和生物量与总氮、总磷呈负相关却不显著.但其密度与水深呈显著负相关(回归方程  $y=24.21-0.0094x$ ),其生物量与水深亦呈显著负相关(回归方程  $y=25.17-4.37x$ ).水生昆虫的现存量显示出随水深而递减.

## 3 合理渔业利用底栖动物资源

众所周知,底栖动物是杂食性鱼类的优良天然饵料,具备转化为一定数量鱼产品的潜力,渔业利用底栖动物资源的基本原则是在不破坏现有资源量的前提下,合理利用其生产量,输出

表 6 底栖动物的参数和环境因素的相关分析 ( $n=7$ )  
 Tab. 6 Correlations between standing crops of zoobenthos and environmental factors

因 子	寡 毛 类		水 生 昆 虫		总 数	
	密 度	生 物 量	密 度	生 物 量	密 度	生 物 量
TN (mg/kg)	0.8456 <sup>1)</sup>	0.8621 <sup>1)</sup>	-0.6383	-0.6849	-0.3658	0.7531
TP (mg/kg)	0.7429	0.7846 <sup>1)</sup>	-0.5093	-0.5373	0.3625	0.7153
水深 (m)	0.8179 <sup>1)</sup>	0.8582 <sup>1)</sup>	-0.8415 <sup>1)</sup>	-0.8513 <sup>1)</sup>	0.1462	0.6383

1) 表示相关显著 ( $0.05 > P > 0.01$ ).

鱼产品,梁彦龄提出<sup>[4]</sup>从理论上可以认为,动物可利用的资源量( $R$ )是其生产量 $P$ (一般以年计)与其现存生物量 $B$ 的差额(即 $R=P-B$ ),乘以其对鱼的转化效率 $C$ 即得鱼产量 $F$ ,底栖动物的年生产量参数视不同种类而有差别,目前一般均使用近似生命周期的种类的 $P/B$ 系数进行粗略估算.

据 Edmondson 和 Winerg 的资料,水生大型无脊椎动物的 $P/B$ 系数一年生者为 3.25—5.25;二、三年生者为 1.58—3.52;一年多世代者为 3.19—6.69,其中如摇蚊虫为 5<sup>[6,7]</sup>.鉴于太平湖水体的底栖动物主要是一年生者或一年多世代者,故其 $P/B$ 系数不应小于 3.鱼类觅食是随机的,并不分新生幼虫还是老熟幼虫,若对幼龄个体捕食率较高则势必压低其正常周年生产量.故宁可采取 $P/B=2$ 这一最低值,以保证正常的资源量水准.因此,可获得的鱼产量即简化为: $F=B \times C$ .式中转化效率 $C$ 按一般资料为 $1/6$ <sup>[5]</sup>.已知太平湖水体底栖动物(主要是寡毛类和摇蚊幼虫)的 $B$ 每年为 $26 \times 10^4 \text{kg}$ ,得太平湖水体渔业潜力为 43 333kg,即底栖动物每年可转化约 43t 鱼产品.

底栖动物作为杂食性鱼类的优质饲料,在渔业利用中具有一定的经济价值.太平湖水体中自然繁殖生长的鲤、鲫、鲂类和鳊类等是利用底栖动物的主要经济优质鱼类.它们不仅利用底栖动物,还能利用水体中丰富的碎屑资源和周丛生物等,具有较好的增产效果.对养殖水面 6700hm<sup>2</sup>的太平湖水体来说,这个潜力(折合 0.65kg/hm<sup>2</sup>)并不算大.为了达到增产的目的,可以不需人工投放杂食性鱼类鱼种.应采取天然鱼类种类的繁殖保护扩大和补充更多种群的措施为宜.在鱼类生长和繁殖期(每年 4—8 月)禁止捕捞.让鱼类充分有效的利用底栖动物资源,实现底栖动物对渔产品的转化.

致谢 李植生、陈旭东二位先生提供沉积物中总氮、总磷的数据,谨此一并致谢.

### 参 考 文 献

- 1 况琪军、夏宜琮.太平湖水体的浮游藻类与营养型评价.应用生态学报,1992,3(2):165—168
- 2 陈其羽、吴天惠.底栖动物.见:刘建康主编.东湖生态学研究(一).北京:科学出版社,1990.129—151
- 3 颜京松.应用水生生物群落评价水质的一些数学公式.见:环境污染与生态学文集.南京:江苏科学技术出版社,1981.42—48
- 4 梁彦龄等.武陵山地区水系大型无脊椎动物的现存量和资源评价.见:西南武陵山地区资源和评价.北京:科学出版社,1994.62—84
- 5 陈其羽等.武汉东湖底栖动物群落结构和动态的研究.水生生物学集刊,1986,7(1),41—56

- 6 Edmondson W T and G G Winberg. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh water. IBP Handbook, No 17, Table 2. 52 (*Viviparus viviparus*). Oxford: Blackwell. 1977
- 7 Winbeg G G. Methods for the estimation of production of aquatic animals. Table 6. 3 (Gastropods). London: Academic Press, 1971

## ZOOBENTHOS IN TAIPINGHU RESERVOIR, ANHUI PROVINCE

Liu Baoyuan, Liang Xiaoming

(*Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072*)

### Abstract

The present paper deals with the community of zoobenthos in the Taipinghu reservoir, Anhui Province. In quantitative samples, 26 species or genera of zoobenthos were observed during 1992—1993. Most of them are Oligochaeta and Chironomidae larvae, only one species of Mollusca was present. The standing crop exhibits a seasonal variation. The species number has decreased, but the standing crop increased from 0.56g/m<sup>2</sup> wet weight to 3.90g/m<sup>2</sup> as compared with the data obtained in 1985—1986, however, the index of biological diversity is relatively lower. The analyses of correlation between the parameters of zoobenthos and the environmental factors demonstrate that there is a significant positive correlation between the biomass of Oligochaeta and the total nitrogen and total phosphorus of the sediment, and a significant negative correlation between those of aquatic insects and water depth ( $P < 0.05$ ). Finally, the strategies of the rational, high-efficiency exploitation of zoobenthos are also discussed for the development of fishery in the reservoir.

**Key Words** Zoobenthos, biodiversity, environmental factors, fishery utilities, Taipinghu Reservoir