

# 江苏省水库底栖动物调查及其综合评价\*

万成炎<sup>1</sup> 吴晓辉<sup>1</sup> 胡传林<sup>1</sup>  
于 涛<sup>2</sup> 郭和清<sup>2</sup> 朱德伦<sup>2</sup>

(1:水利部、中国科学院水库渔业研究所,武汉 430079; 2:江苏省水利厅,南京 210029)

**提 要** 于1998年5月-1999年5月对江苏省48座大中型水库底栖动物进行了调查。鉴定的底栖动物计75属种,优势种类为尾鳃蚓属(*Branichiura*)、水丝蚓属(*Limnodrilus*)、管水蚓属(*Aulodrilus*)、长足摇蚊属(*Pelopia*)、隐摇蚊(*Cryptochironomus*)等5属。底栖动物密度为288.4 ind./m<sup>2</sup>,变动范围43.2-928.2 ind./m<sup>2</sup>;生物量为8.753 g/m<sup>2</sup>,变动范围0.235-61.884 g/m<sup>2</sup>。北部、中部、南部水库各类底栖动物的季节变化呈现较大的差异。用Goodnight & Whitley生物指数和Wright寡毛类密度法评价水库水质,除少数水库有轻度污染外,水质状况总体良好。用能量估算法估算水库底栖动物的平均渔产潜力为5.8 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词** 底栖动物 调查 评价 江苏省水库

**分类号** Q958.8

江苏省有各类水库908座,其中大型水库6座,中型水库42座,小型水库860座。水库总库容33.6×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>,其中,防洪库容19.0×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>,兴利库容16.9×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>。设计灌溉面积35.5×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>,实际灌溉面积为30.5×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>。水库宜渔面积2.64×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>,实际养殖面积2.44×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>。48座大中型水库为江苏省水库资源的主体,1998年5月-1999年5月作者对江苏省48座大中型水库进行了水库环境和渔业资源综合调查,旨在为江苏省水库生态系统健康管理提供科学依据。现将底栖动物部分总结如下。

## 1 材料与方方法

1998年5月、8月、11月和1999年1月对江苏省48座大中型水库进行野外采集。一周年采样四次的水库有12座:小塔山、安峰山、崔贺庄、龙王山、月塘、金牛山、北山、方便、沙河、大溪、二圣桥、横山等水库,包括6座大型水库和6座中型水库,其采样分为上、中、下游3个断面;一周年采样二次的水库有36座,八条路、西双湖、贺庄、横沟、昌黎、房山、大石埠、石梁河、羽山、高塘、阿湖、庆安、云龙湖、化农、山洪、桂五、红旗、大河桥、大泉、河王坝、山湖、中山、卧龙山、老鸦坝、赭山头、姚家、赵村、龙墩河、句容、仑山、茅山、墓东、凌塘、前宋、塘马、茅东等水库,全部为中型水库,其采样分为上、下游2个断面。每个断面设若干采样点,相邻采样点的间距为500 m左右。

样品的采集与保存及定性、定量检测参照有关文献进行<sup>[1-4]</sup>。软体动物鉴定到种,水生昆虫、水栖寡毛类鉴定到属。每个采样点所得的底栖动物按不同种类计数并称量。软体动物用普通药物天平称重,水生昆虫和水栖寡毛类用扭力天平称重。最后换算成密度(ind./m<sup>2</sup>)和生

\* 2003-01-12 收稿,2003-11-03 收修改稿。万成炎,男,1964年生,副研究员。

表1 江苏省水库底栖动物名录及出现率\*

Tab.1 Taxa and frequencies of zoobenthos of reservoirs in Jiangsu Province

| 种类                           | (1) | (2)  | 种类                                     | (1) | (2)  |
|------------------------------|-----|------|--|-----|------|
| 寡毛纲 Oligochaeta              |     |      | 软体动物门 Mollusca                         |     |      |
| 尾鳃蚓属 <i>Branchiura</i>       | 48  | 100  | 铜锈环棱螺 <i>Bellamyia aeruginosa</i>      | 22  | 45.8 |
| 头鳃蚓属 <i>Branchiodrilus</i>   | 8   | 16.7 | 长角涵螺 <i>Alocinma longicornis</i>       | 14  | 29.2 |
| 拟仙女虫属 <i>Paramais</i>        | 1   | 2.1  | 方形环棱螺 <i>Bellamyia quadrata</i>        | 6   | 12.5 |
| 水丝蚓属 <i>Limnodrilus</i>      | 39  | 81.3 | 赤豆螺 <i>Bithynic fuchsiana</i>          | 2   | 4.2  |
| 管水蚓属 <i>Aulodrilus</i>       | 42  | 87.5 | 槲豆螺 <i>Bithynia misella</i>            | 7   | 14.6 |
| 嫩丝蚓属 <i>Teneridrilus</i>     | 2   | 4.2  | 河蚬 <i>Corbicula fluminea</i>           | 7   | 14.6 |
| 仙女虫属 <i>Nais</i>             | 10  | 20.8 | 刻纹蚬 <i>Corbicula largillierti</i>      | 3   | 6.3  |
| 单孔蚓属 <i>Monopylephorus</i>   | 3   | 6.3  | 河蚬属一种 <i>Corbicula</i> sp.             | 6   | 12.5 |
| 尾盘虫属 <i>Dero</i>             | 5   | 10.4 | 扁旋螺 <i>Gyraulus compressus</i>         | 2   | 4.2  |
| 颤蚓属 <i>Tubifex</i>           | 13  | 27.1 | 白旋螺 <i>Gyraulus albus</i>              | 1   | 2.1  |
| 河蚓属 <i>Rhyacodrilus</i>      | 11  | 22.9 | 纹沼螺 <i>Parafossarulus striatulus</i>   | 5   | 10.4 |
| 癞颤蚓属 <i>Spirosperma</i>      | 1   | 2.1  | 中华沼螺 <i>P. sinensis</i>                | 4   | 8.4  |
| 盘丝蚓属 <i>Bothrioneurum</i>    | 1   | 2.1  | 方格短沟蜷 <i>Semisulcospira cancellata</i> | 9   | 18.8 |
| 毛腹虫属 <i>Chaetogaster</i> sp. | 1   | 2.1  | 长萝卜螺 <i>Radix perger</i>               | 7   | 14.6 |
| 水生昆虫纲 Insecta                |     |      | 椭圆萝卜螺 <i>Tadix swinhoei</i>            | 2   | 4.2  |
| 长足摇蚊属 <i>Pelopia</i>         | 40  | 83.3 | 圆扁螺属一种 <i>Hippeutis</i> sp.            | 1   | 2.1  |
| 前突摇蚊属 <i>Procladius</i>      | 38  | 79.2 | 梨形环棱螺 <i>Bellamyia purificata</i>      | 6   | 12.5 |
| 细蜉属 <i>Caenis</i>            | 1   | 2.1  | 丽蚌属一种 <i>Lamprotula</i> sp.            | 1   | 2.1  |
| 毛突摇蚊属 <i>Chaetocladius</i>   | 5   | 10.4 | 圆顶珠蚌 <i>Unio douglasniae</i>           | 2   | 4.2  |
| 幽蚊属 <i>Chaoborus</i>         | 8   | 16.7 | 褶纹冠蚌 <i>Cristaria plicata</i>          | 2   | 4.2  |
| 摇蚊属 <i>Chironomus</i>        | 29  | 60.4 | 无齿蚬一种 <i>Anodonta</i> sp.              | 1   | 2.1  |
| 菱附摇蚊属 <i>Clinotanypus</i>    | 18  | 37.5 | 淡水壳菜 <i>Limnoperna lacustris</i>       | 1   | 2.1  |
| 环足摇蚊属 <i>Cricotopus</i>      | 6   | 12.5 | 光滑狭口螺一种 <i>Stenothyra</i> sp.          | 2   | 4.2  |
| 隐摇蚊属 <i>Cryptochironomus</i> | 39  | 81.3 | 卵萝卜螺 <i>Radix ovata</i>                | 3   | 6.3  |
| 异腹鳃摇蚊属 <i>Einfeldia</i>      | 24  | 50.0 | 狭萝卜螺 <i>Radix lagotis</i>              | 3   | 6.3  |
| 箭蜓属 <i>Gomphidae</i>         | 1   | 2.1  | 放逸短沟蜷一种 <i>Semisulcospira</i> sp.      | 1   | 2.1  |
| 小突摇蚊属 <i>Micropestra</i>     | 4   | 8.4  | 杜氏蚌 <i>Unio douglasiae</i>             | 1   | 2.1  |
| 直突摇蚊属 <i>Orthocladius</i>    | 25  | 52.1 | 双壳类幼体一种 <i>Lamellibranchia</i> sp.     | 3   | 6.3  |
| 内摇蚊属 <i>Endochironomus</i>   | 12  | 25.0 | 湖球蚬 <i>Sphaerium lacustre</i>          | 3   | 6.3  |
| 直摇蚊属 <i>Orthoclaudiinae</i>  | 1   | 2.1  | 其它动物                                   |     |      |
| 须螯属 <i>Palpomyia</i>         | 8   | 16.7 | 虾 Caridica                             | 2   | 4.2  |
| 多足摇蚊属 <i>Polypedilum</i>     | 11  | 22.9 | 钩虾 Amphipoda                           | 2   | 4.2  |
| 长附摇蚊属 <i>Tanytarsus</i>      | 13  | 27.1 | 端足类 Amphipoda                          | 2   | 2.1  |
| 五脉摇蚊属 <i>Pentaneura</i>      | 5   | 10.4 | 医蛭 Hirudo                              | 1   | 2.1  |
| 蜉蝣属 <i>Ephenera</i>          | 2   | 4.2  | 线虫 Nematoda                            | 4   | 8.4  |
| 流水附摇蚊属 <i>Calopsectra</i>    | 1   | 2.1  | 扁蛭科 Glossiphonidae                     | 4   | 8.4  |
| 鞘翅目幼虫 Coleoptera             | 1   | 2.1  | 石蛭科 Erpobdellidae                      | 1   | 2.1  |
| 石蚕 <i>Trichoptera</i>        | 1   | 2.1  | 等足类 Isopoda                            | 1   | 2.1  |
| 螯属 <i>Palpomyia</i>          | 8   | 16.7 |  |     |      |

\* (1)出现水库数量 ; (2)占调查水库总数百分比(%)。

物量( $\text{g}/\text{m}^2$ ).

## 2 主要结果

### 2.1 种类组成及分布特点

此次调查鉴定的底栖动物计 75 属种(表 1). 其中软体动物 29 种, 占总种类数的 38.7%; 水生昆虫 24 属, 占总种类数的 32.0%; 寡毛类 14 属, 占总种类数的 18.7%; 其余为甲壳动物、扁形动物及其它门类, 共占总种类数的 10.7%.

从种类组成看, 江苏省水库底栖动物中寡毛类和水生昆虫的多数种类为淡水水体中的常见种类. 此外, 寡毛类中还有一些分布范围窄, 一般水体少见的种类, 如嫩丝蚓属; 水生昆虫中还有一些能适应流水环境的种类, 如流水附摇蚊等. 软体动物的种类有 16 种之多, 是其他水库调查中较少见的<sup>[5-7]</sup>. 根据底栖动物在各水库样品中的出现频率, 可将江苏省底栖动物分为优势种类、普通种类和稀有种类三大类. 将出现频率在 80% 以上的种类定为优势种类, 有尾鳃蚓属、水丝蚓属、管水蚓属、长足摇蚊属、隐摇蚊等 5 属; 将出现频率在 10%—80% 之间的种类定为普通种类, 有尾盘虫属、河蚓属、前突摇蚊属、菱附摇蚊属、铜锈环棱螺、长角涵螺、方格短沟蜷等 29 属种; 将出现频率小于 10% 的种类定为稀有种类, 有头鳃蚓属、毛腹虫属、细蜉属、雕翅摇蚊属、淡水壳菜、湖球蚬、大沼螺等 41 属种.

从北至南, 底栖动物的种类分布为: 北部水库(16 座) 57 属种, 中部水库(16 座) 53 属种, 南部水库(16 座) 53 属种. 北部水库与中部、南部水库之间的相同种类数分别为 34 属种、38 属种, 占总种类数的 41.5%、46.4%; 中部水库与南部水库之间相同种类有 34 属种, 占总种类数的 41.5%. 北部、中部、南部水库之间底栖动物相似种类中包括优势种类和大部分普通种类, 不相同种类绝大部分为稀少种类.

底栖动物种类数在 10 属种以下的水库有: 八条路水库、阿湖水水库、山洪水库、桂五水库、大泉水库、山湖水库、卧龙山水库、仑山水库和茅山水库等 9 座, 以茅山水库和卧龙山水库的种类数最少; 种类数在 10—20 之间的水库有: 小塔山水库、安峰山水库、石梁河水库、金牛山水库、北山水库、二圣桥水库、沙河水库、横山水库等 36 座; 种类数在 20 种以上的水库有安峰山水库、龙王山水库、大溪水库等 3 座, 以大溪水库种类数最多, 达 25 种.

### 2.2 现存量及动态

江苏省水库底栖动物密度和生物量测定结果表明, 水库底栖动物的密度为  $288.40 \text{ ind}/\text{m}^2$ , 变动范围  $43.2\text{--}928.20 \text{ ind.}/\text{m}^2$ , 其中水生昆虫为  $178.60 \text{ ind.}/\text{m}^2$ , 占总数的 61.9%; 寡毛类为  $83.70 \text{ ind.}/\text{m}^2$ , 占 28.8%; 软体动物为  $8.00 \text{ ind.}/\text{m}^2$ , 占 2.8%; 多毛类为  $18.40 \text{ ind.}/\text{m}^2$ , 占 6.4%. 底栖动物的生物量为  $8.753 \text{ g}/\text{m}^2$ , 变动范围  $0.235\text{--}61.884 \text{ g}/\text{m}^2$ , 其中水生昆虫  $0.762 \text{ g}/\text{m}^2$ , 占 8.71%; 寡毛类  $0.758 \text{ g}/\text{m}^2$ , 占 8.66%; 软体动物  $7.090 \text{ g}/\text{m}^2$ , 占 81%; 多毛类  $0.136 \text{ g}/\text{m}^2$ , 占 1.55%; 其它  $0.008 \text{ g}/\text{m}^2$ , 占 0.09%.

以江苏省北部的安峰山水库、中部的金牛山水库、南部的二圣桥水库为代表比较不同季节各类底栖动物密度和生物量的变化(图 1). 可以看出, 密度变化主要表现在水生昆虫的变化上, 安峰山水库春、冬季较高, 夏、秋季较低; 金牛山水库秋季最高, 冬季次之; 而二圣桥水库夏季较高. 生物量变化: 安峰山水库主要表现在水栖寡毛类的变化上, 秋季最高, 春季次之; 金牛山水库主要表现在水生昆虫的变化上, 夏季最高, 冬季次之; 而二圣桥水库主要表现在

软体动物的变化上,春、秋季较高,夏、冬季较低。

### 3 综合评价

#### 3.1 底栖动物丰度评价

此次调查共检出底栖动物 75 属种。其中软体动物 29 种,水生昆虫 24 属,环节动物 14 属,其它 8 类。其种类多样性显著高于山东省水库(14 种)和福建省水库(49 种)。江苏省底栖动物平均密度 288.40 ind./m<sup>2</sup>, 低于湖北(684.70 ind./m<sup>2</sup>)和福建(352.00 ind./m<sup>2</sup>), 高于山东(192.30 ind./m<sup>2</sup>)和广东(134.30 ind./m<sup>2</sup>)。平均生物量 8.753 g/m<sup>2</sup>, 显著高于所比较的其他省份<sup>[5-7]</sup>, 主要是由于江苏省部分水库有软体动物分布所致。江苏省不同地区水库底栖动物现存量也存在一定差异。底栖动物密度: 南部水库显著高于中部水库和北部水库, 而中部水库和北部水库比较接近; 底栖动物生物量: 北部水库显著高于南部水库和中部水库, 南部水库高于中部水库。北部水库密度较低, 但软体动物占的比例大, 生物量反而较高。

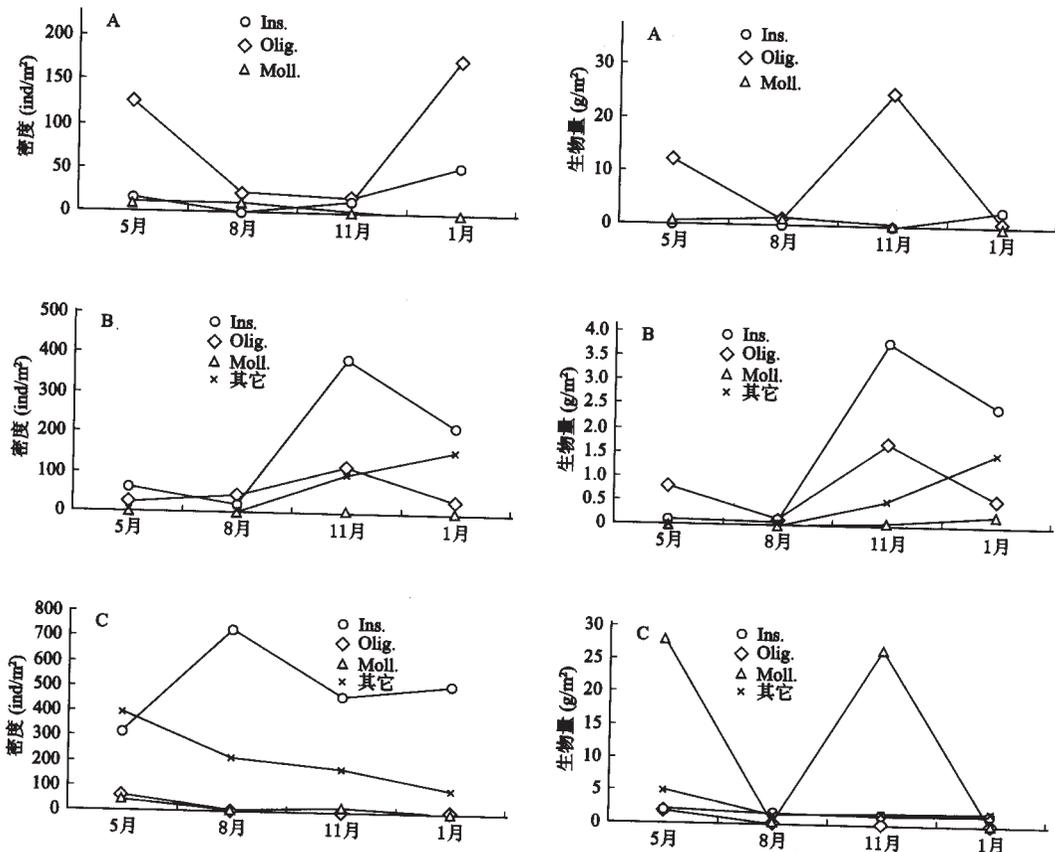


图 1 江苏省水库底栖动物密度和生物量的季节变化

A: 安峰山水库(北部); B: 金牛山水库(中部) C: 二圣桥水库(南部)

Fig.1 Seasonal variations of densities and biomass of zoobenthos of typical reservoirs, Jiangsu Province

### 3.2 水质状况评价

底栖生物中包括敏感种和耐污种,可用颤蚓科寡毛类作为水质有机污染的指示生物。Goodnight & Whitley 生物指数认为:水体中寡毛类个数与大型底栖动物个数之比小于 0.6 为水质良好,比值在 0.6-0.8 之间为有机污染,比值大于 0.8 为严重污染<sup>[8]</sup>。江苏省水库中寡毛类个数与大型底栖动物个数之比为 0.29,说明全省水库水质状况总体良好。分别对 48 座水库进行计算,有 7 座水库(龙墩河、老鸦坝、前宋、墓东、仑山、凌塘、高塘等水库)属于有机污染,这些水库多分布于江苏南部。Wright 认为寡毛类密度在 100 ind./m<sup>2</sup> 以下时为无污染;100-999 ind./m<sup>2</sup> 时为轻微污染;1000-5000 ind./m<sup>2</sup> 时为中度污染<sup>[9]</sup>。调查表明,江苏省水库中寡毛类平均密度在 100 ind./m<sup>2</sup> 以下的水库有 36 座,无污染;介于 100-999 ind./m<sup>2</sup> 的水库有 12 座,包括龙墩河、老鸦坝、前宋、墓东、云龙湖、崔贺庄、大河桥、姚家、河王坝、月塘、石梁河、赭山头等水库,属轻微污染,无中度污染或严重污染的水库。两种评价方法都采用了寡毛类个数,但前还考虑了寡毛类个数占大型底栖动物的比例,是造成评价结果差别的主要原因。两种评价方法都能较好的反映水库水质的污染状况,所列的 15 座水库中龙墩河、云龙湖、凌塘等为富营养型,其他为中-富营养型。有污染的水库主要由于有生活污水排入或在水库中进行了施肥养鱼。

### 3.3 渔业利用评价

底栖动物是杂食性鱼类的优质饵料,充分利用这部分饵料资源能提高水库鱼产量。用能量估算法<sup>[10]</sup>估算江苏省水库底栖动物的平均渔产潜力( $F=0.032B_M + 0.183B_I + 0.235B_O$ ,式中, $F$ 为底栖动物提供的渔产潜力, $B_M$ 为软体动物的生物量, $B_I$ 为水生昆虫的生物量, $B_O$ 为寡毛类的生物量),结果  $F=0.58 \text{ g/m}^2$ ,即  $5.8 \text{ kg/hm}^2$ 。分别对 48 座水库进行计算,渔产潜力在 10000 kg 以上的水库有 2 座,为石梁河、安峰山水库;渔产潜力在 5000-10000 kg 的水库有 6 座,为金牛山、化农、云龙湖、高塘、西双湖、贺庄水库;渔产潜力在 3000-5000 kg 的水库有 7 座,为二圣桥、大溪等水库;渔产潜力在 1000-3000 kg 的水库有 9 座,为沙河、方便等水库;渔产潜力在 1000 kg 以下的水库有 24 座,如北山、横山等水库。

致谢 参加野外采集工作的还有本所朱爱民、蒋杰、邹卫华、江苏省沙河水库的姚杏珍、中山水库的蔡维群等同志;中国科学院水生生物研究所吴天惠先生在标本鉴定方面给予大力帮助;江苏省各级水利管理部门在野外采集过程中提供大量帮助,特此一并致谢。

## 参 考 文 献

- 1 中华人民共和国水利部. 水库渔业资源调查规范. 北京:中国标准出版社,1996
- 2 张觉民等. 内陆水域渔业自然资源调查手册. 北京:农业出版社,1991
- 3 刘月英. 中国经济动物志-淡水软体动物. 北京:科学出版社,1959
- 4 陈 义. 中国动物图谱:环节动物. 北京:科学出版社,1959
- 5 黄道明等. 福建省水库底栖动物及渔业利用前景. 湖泊科学,1995,7(2):164-172
- 6 彭建华等. 湖北浮桥河水库底栖动物的群落结构及生物多样性. 湖泊科学,2002,14(1):90-96
- 7 山东省水利厅编. 山东省水库渔业资源调查资料汇编. 水利渔业,1990
- 8 Goodnight C J & Whitley L S. Oligochaetes as indicators of pollution. Proceedings of 15th Annual Water Conference Purdue University,Lafayette,1960,160:13-142
- 9 刘建康. 高级水生生物学. 北京:科学出版社,1999

10 梁彦龄、刘伙泉. 草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理(一). 北京: 科学出版社, 1995

## Investigation and Comprehensive Assessment of Zoobenthos of Reservoirs in Jiangsu Province

WAN Chengyan<sup>1</sup>, WU Xiaohui<sup>1</sup>, HU Chuanlin<sup>1</sup>, YU Tao<sup>2</sup>, GUO Heqing<sup>2</sup> & ZHU Delun<sup>2</sup>

(1: Institute of Reservoir Fisheries, Ministry of Water Resources and Chinese Academy of Sciences,

Wuhan 430079, P.R. China;

2: Bureau of Water Resources of Jiangsu Province, Nanjing 210029, P.R. China)

### Abstract

The investigation of zoobenthos was conducted in 48 reservoirs of Jiangsu Province from May 1998 to Jan. 1999. A total of 75 taxa of zoobenthos were recorded, of which *Branchiura*, *Limnodrilus*, *Aulodrilus*, *Pelopia*, *Cryptochironomus* were dominant. The density and biomass of zoobenthos were 288.4 ind./m<sup>2</sup> (43.2–928.2) ind./m<sup>2</sup> and 8.753 g/m<sup>2</sup> (0.235–61.884 g/m<sup>2</sup>) respectively. The density of zoobenthos in southern reservoirs was higher than that of central and northern reservoirs, while the biomass of zoobenthos in northern reservoirs was greater than that of central and southern reservoirs. The seasonal change of standing crops of different groups of zoobenthos were significant. The Goodnight biotic index of zoobenthos as indicator of water quality show that there was no pollution in most reservoirs. It was calculated that the potential fishery production capacity from zoobenthos was 5.8kg/hm<sup>2</sup>.

**Keywords :** Zoobenthos ; investigation; assessment; reservoirs; Jiangsu Province

### 《湖泊科学》2003 年增刊——《气候变化与长江洪水》出版

《湖泊科学》2003 年增刊《气候变化与长江洪水》已经出版, 增刊共刊文 36 篇, 编辑部决定免费赠送, 有需要者, 请与编辑部联系:

地址: 南京市北京东路 73 号《湖泊科学》编辑部 邮编 210008.

电话 025-86882040 E-mail: jlakes@niglas.ac.cn.