第 14 卷 第 1 期
2002 年 3 月

湖 泊 科 学
JOURNAL OF LAKE SCIENCES

Vol. 14, No. 1
Mar., 2002

湖北浮桥河水库底栖动物的群落结构及生物多样性*

彭建华[1,2] 刘家寿[1] 熊邦喜[2] 俞伏虎[1] 胡传林[1]

(1 水利部、中国科学院水库渔业研究所,武汉 430079 2 华中农业大学水产学院,武汉 430070)

提 要 1997 年 4 月至 1998 年 1 月,在浮桥河水库 14 个采样点调查底栖动物,共获 47 种.其优势种类为霍甫水丝蚓(*Limnodrilus hoffmeisteri*)、中国长足摇蚊(*Tanypus chinensis*)、前突摇蚊属(*Procladius* sp.)和摇蚊属(*Chironomus* sp.).水库底栖动物的 Shannon 指数和 Margalef 指数偏低,上游的指数值最高.从种类相似性来看,底栖动物的季节变化不明显;在水平分布上,上游与库汊的种类相似性最低,库汊与下游的种类相似性最高.浮桥河水库底栖动物的平均密度为 529.1 ind/m^2,平均生物量为 3534.1mg/m^2,均以水生昆虫占优,其时空变化主要受水生昆虫控制.能量估算法估算出浮桥河水库底栖动物的渔产潜力为 1.5×10^4kg/a.

关键词 底栖动物 群落结构 生物多样性 浮桥河水库

分类号 Q178.1

底栖动物主要由寡毛类、软体动物和水生昆虫三大类组成,是水体中青鱼、鲤鱼等杂食性鱼类的天然饵料.研究水体中底栖动物的群落结构及渔产潜力对渔业生产具有指导意义.

浮桥河水库(110°52′30″E、31′10″N),建成于 1960 年,具有防洪、灌溉、发电、养殖、航运及供水等综合功能.水库为丘陵型,集雨面积为 3.81×10^4hm^2,正常高水位(吴淞高程 67.55m)时,面积为 3.9×10^3hm^2,库容 3.2×10^{10}m^3,具多年调节功能.1976 年至 1985 年间水库平均水深为 5.6m.对浮桥河水库底栖动物的调查,曾于 1980 年 10 - 11 月间[1]和 1987 年 7 月①各进行过一次.本调查共进行 4 次野外采集,设 14 个采样点,其结果比较全面地反映了浮桥河水库底栖动物的现状,为浮桥河水库的渔业生产提供科学依据.

1 研究方法

1.1 采样时间和采样点的设置

1997 年 4 月、7 月、10 月和 1998 年 1 月共四次采样.采样点 14 个(图 1),1 点位于坝前,和 2、3、4 点组成水库下游区域采样点,5、6、7、8 点组成水库中游区域采样点,9、10、11、12、13 点组成上游区域采样点,14 点在封闭库汊内.

1.2 采样方法和室内工作

底栖动物野外采集及定性、定量参照有关文献进行[2-6].计算不同区域和不同季节之间种类相似性,采用 Czekanowsiki 系数(S_c)[7].生物多样性指数采用 Shannon 指数(H′)和 Mar-

* "九五"国家科技攻关专题"水库规模化养殖技术研究"(编号:96 - 008 - 02 - 04)内容之一.
收稿日期:2000 - 08 - 28 收到修改稿日期:2000 - 12 - 14.彭建华,男,1966 年生,副研究员.

①戴泽贵.浮桥河水库的饵料生物资源调查.水利部,中国科学院水库渔业研究所,1988(内部资料)

galef 指数(D)[8]. H′小于 1 为重污染,1 – 2 之间为中污染,2 – 3 之间为轻污染,大于 3 为清洁. D 值小于 1 为重污染,1 – 2 之间为中污染,2 – 3.5 之间为轻污染,3.5 – 5 之间为微污染,大于 5 为清洁.

2　结果

2.1　种类组成及分布

2.1.1　**组成及优势种类**　四次采样共发现底栖动物 47 种,其中寡毛类 12 种,占总种类数的 25.5%,软体动物 7 种,占总种类数的 14.9%,水生昆虫 23 种、属,占总种类数的 48.9%,其他门类 5 种,占总种类数的 10.6%. 将全库分布、全年出现率在 35.7% 以上且密度占所属类群 3.9%(表 1)的种类定为优势种类,则浮桥河水库底栖动物的优势种类为霍甫水丝蚓(*Limnodrilus hoffmeisteri*)、中国长足摇蚊(*Tanypus chinensis*)、前突摇蚊属(*Procladius* sp.)和摇蚊属(*Chironomus* sp.).

2.1.2　**水平分布**　浮桥河水库底栖动物的种类数以上游最多. 从上游、中游、下游到库汊底栖动物种类数依次减少,分别为 39 种、19 种、16 种和 10 种,很多种类如印西头鳃虫(*Branchiodrilus hortensis*)、铜锈环棱螺(*Bellamaya aeruginosa*)、幽蚊(*Chaoborus* sp.)、隐摇蚊(*Cryptochironomus* sp.)等种类只在水库上游出现. 上游种类与中游种类相似性为 0.55,高于其与下游的相似性(0.47)及其与库汊的相似性(0.33);中游与下游的相似性为 0.74,高于其与库汊的相似性(0.55);库汊与下游的相似性最大,为 0.62,高于其上游和中游的相似性.

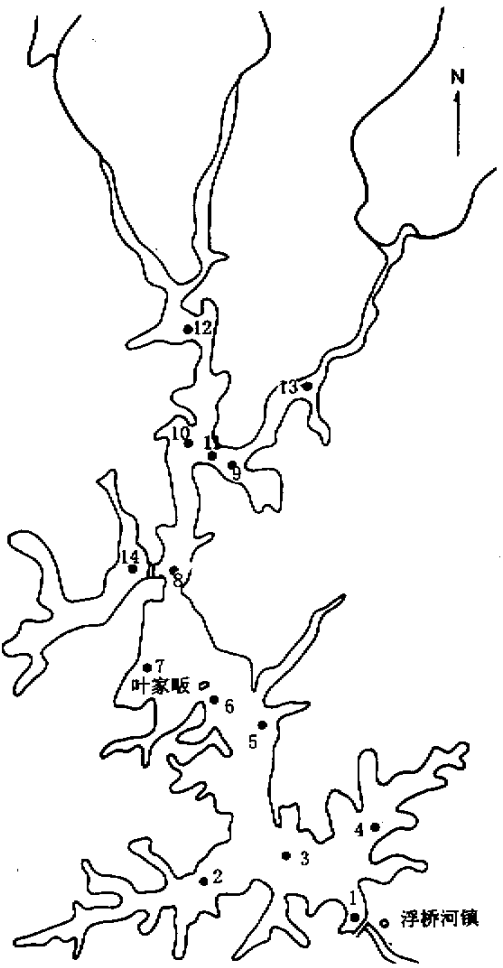

图 1　浮桥河水库底栖动物采样点分布示意图

Fig. 1　Sampling sites of zoobenthos in Fuqiaohe Reservoir

2.1.3　**季节变化**　浮桥河水库 1 月、4 月、7 月、10 月底栖动物种类数分别为 19、25、21、22 种. 4 月分别和 7 月、10 月、1 月同时出现的种类分别为 14、14、11 种,相似性分别为 0.64、0.62、0.52;7 月与 10 月、1 月同时出现的种类分布为 12 种和 11 种,相似性为 0.56、0.55;10 月和 1 月有 11 个相同种类,相似性为 0.54. 每两个季节之间底栖动物的相似性均在 0.50 以上,说明这些相似种类全库出现或是优势种类,不同的种类基本上是稀少种类.

2.2　现存量组成及分布

2.2.1　**组成**　浮桥河水库底栖动物平均密度为 529.1 ind/m^2,平均生物量为 3534.1mg/m^2.

表 1 浮桥河水库底栖动物优势种类现存量在所属类别中所占百分比(密度百分比/生物量百分比)

Tab.1 Percentages of standing crops of the dominant zoobenthos species in Fuqiaohe Reservoir (percentages of density/percentages of biomass)

	霍甫水丝蚓	长足摇蚊	前突摇蚊	摇蚊属
4 月	23.0/16.5	10.9/10.8	29.9/18.2	15.7/45.6
7 月	35.6/42.9	49.5/32.1	19.0/4.6	22.8/45.7
10 月	71.2/35.8	16.9/4.6	3.9/0.7	62.3/85.4
1 月	30.6/26.2	6.2/3.3	29.6/7.4	50.4/84.8
平均	46.4/24.6	12.1/5.0	19.8/5.2	50.7/81.8

平均密度以水生昆虫最大,为 450.5 ind/m^2,占总密度的 85.1% ;寡毛类次之,为 73.2 ind/m^2,占总密度的 13.8% ;软体动物最小,只有 0.9 ind/m^2,占总密度的 0.2%.平均生物量以水生昆虫为最大,为 1989.9mg/m^2,占总生物量的 56.3% ;软体动物和其它种类(以虾类、蛭类为主)次之,分别为 842.8mg/m^2 和 577.6mg/m^2,占总生物量的 23.8%和 16.4% ;寡毛类最少,只有 123.8mg/m^2,占总生物量的 3.5%.

现存量占优势的水生昆虫,其平均密度和平均生物量均以摇蚊亚科为最高,其次为粗腹摇蚊亚科,再次是直突摇蚊亚科,其它种类很少.

2.2.2 季节变化 底栖动物密度季节变化主要受水生昆虫的影响.四次调查中,底栖动物密度和水生昆虫的密度均是 1 月最高(968.3 ind/m^2、906.3 ind/m^2),7 月(112.6ind/m^2、60.0ind/m^2)最少.寡毛类密度以 10 月(118.9ind/m^2)最高,7 月(48.0ind/m^2)最低;其它种类密度低(小于 10ind/m^2)(图 2a).

底栖动物生物量季节变化曲线的走向和其它种类生物量季节变化曲线的走向基本一致(图 2b).底栖动物生物量以 10 月(5033.6mg/m^2)最大,1 月(4218.4mg/m^2)次之,7 月(2924.7mg/m^2)和 4 月(1959.7mg/m^2)的生物量均比 10 月和 1 月低.

2.2.3 水平分布 由于水生昆虫的平均密度占底栖动物平均密度的 85.1%(表 1),因此底栖动物平均密度水平分布曲线的走向完全受水生昆虫平均密度水平分布曲线走向的控制(图 2c).底栖动物平均密度和水生昆虫的平均密度从上游(760.4ind/m^2、594.0ind/m^2)、中游(455.0ind/m^2、432.0ind/m^2)到下游(329.0ind/m^2、290.0ind/m^2)依次递减,库汊的密度(468.0ind/m^2、448.0ind/m^2)小于上游,大于中、下游.水库上游寡毛类的平均密度(158.4ind/m^2)远远大于中游(22.0ind/m^2)和下游(32.0ind/m^2)及库汊的平均密度(16.0ind/m^2).其它种类的平均密度在各区域很小(4.0-7.0ind/m^2).

由于水生昆虫生物量占总生物量的比例高(表 1),底栖动物平均生物量水平分布曲线的走向受水生昆虫平均生物量水平分布曲线走向的控制(图 2d),同时受上游区域软体动物(2360.0mg/m^2)的影响,使得浮桥河水库底栖动物的平均生物量从上游(6179.8mg/m^2)、中游(2234.5mg/m^2)到下游(1162.3mg/m^2)依次递减.库汊的平均生物量(4991.6mg/m^2)大于中、下游,小于上游.

2.2.4 优势种类的现存量 优势种类中,霍甫水丝蚓的现存量在寡毛类中占有优势(表 1),但相对底栖动物整体来说,其所占比例还是比较低的.底栖动物中占优势的是水生昆虫,不论

是密度还是生物量,所占比例均很高.

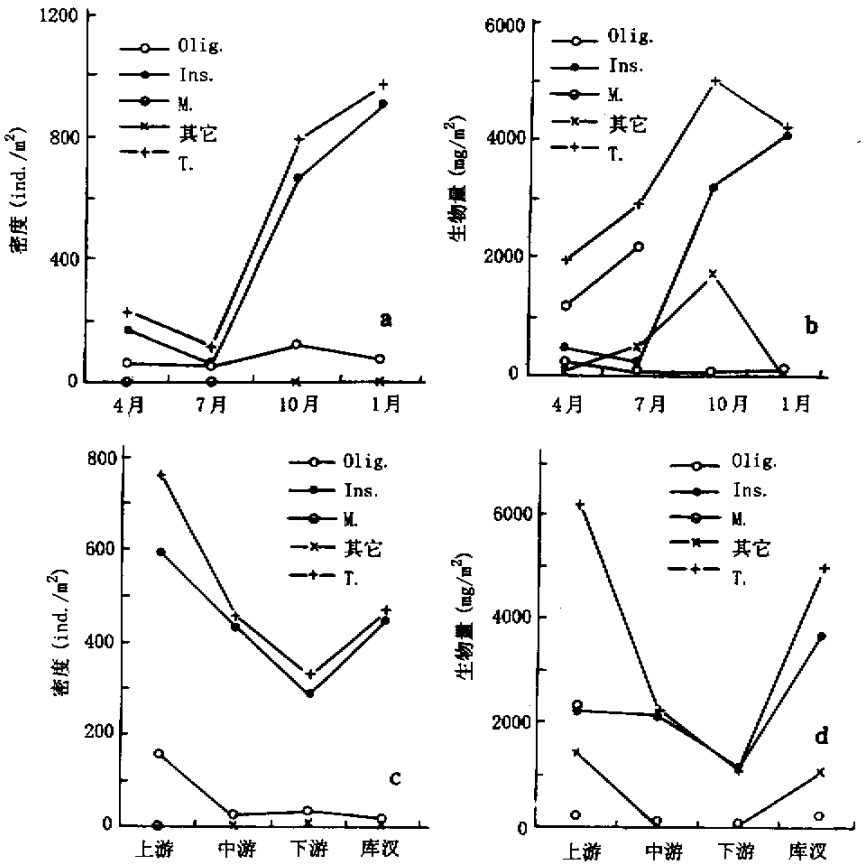

图 2　浮桥河水库底栖动物的时空变化

Fig. 2　Spatio-temporal changes of zoobenthos in Fuqiaohe Reservoir

Olig 寡毛类 Oligochaeta;Ins 昆虫 Insecta;M 软体动物 Mollusca;T 底栖动物年平均现存量

2.3　生物多样性指数

生物多样性指数是把群落结构的某些信息通过公式处理后用综合指数予以表达,是对群落结构的一种简化的反映. Shannon 生物多样性指数[8]和 Margalef 氏生物多样性指数[8]一是可以反映群落中种类数的多寡,二是反映群落中各类生物个体数的均匀情况[9]. 本文采用这两种生物多样性指数来计算底栖动物的多样性. 从表 2 中可以看出:(1)浮桥河水库底栖动物的生物多样性指数偏低,特别是 D 值,这表明该水库底栖动物的种类少;(2)两种生物多样性指数值的高低趋势是一致的;(3)水库上游(9 – 13 点)的生物多样性指数值大于中游(5 – 8 点)、下游(1 – 4 点),库汉(14 点)的生物多样性指数值和中下游差不多,这表明了水库上游底栖动物的均匀度大于中下游.

表 2 浮桥河水库底栖动物生物多样性指数

Tab.2 Biodiversity index of zoobenthos in Fuqiaohe Reservoir

		1 点	2 点	3 点	4 点	5 点	6 点	7 点	8 点	9 点	10 点	11 点	12 点	13 点	14 点
4 月	H′值	0.80	2.09	0.40	0.37	2.09	1.13	2.86	2.19	2.72	2.39	2.66	2.49	3.06	1.59
	D 值	0.46	0.87	0.23	0.18	0.82	0.36	1.16	0.83	1.18	1.22	1.16	1.41	1.59	0.52
7 月	H′值	1.00	0	／	0.40	0	0.90	1.13	0	／	1.53	1.73	2.66	1.73	1.93
	D 值	0.29	0	／	0.68	0	0.51	0.94	0	0.21	0.48	1.08	0.93	0.99	0.66
10 月	H′值	1.00	1.63	1.46	0.90	1.23	0.90	1.49	1.23	0.83	0.86	1.86	1.49	2.49	0.60
	D 值	0.24	0.86	0.55	0.22	0.76	0.44	0.55	0.60	0.78	0.39	0	0.68	1.03	0.72
1 月	H′值	0.70	1.10	1.25	1.15	1.58	1.59	0.63	0.83	1.39	1.76	1.29	1.73	2.53	1.96
	D 值	0.43	0.50	0.58	0.91	0.47	0.45	0.31	0.39	1.58	0.77	0.50	1.10	0.74	0.62

3 分析与讨论

3.1 与同类型其它水库比较

浮桥河水库底栖动物与同类型其它水库比较(表 3),从种类方面看,种类数相差不大,只是软体动物种类较多,有 7 种,而其它水库只有太平湖水库发现 1 种.从生态特点来看,这 7 种软体动物全是普通的广布性种类[4],在其它水库也可能存在,只是采集时没有采集到.优势种类方面也差不多,霍甫水丝蚓、摇蚊属等种类都是这些水库的优势种类.从现存量方面来看,浮桥河水库的数量和生物量均比其它水库低,这和底质有关.陈其羽等[10]认为在腐植质比较多的地区,底栖动物数量就大,浮桥河水库为泥沙底质,腐植质含量相对较低,因而其数量少,生物量也低.

表 3 浮桥河水库底栖动物同其它水库的比较

Tab.3 Comparison of zoobenthos between Fuqiaohe Reservoir and other reservoirs

水库名称	类型	底质	种类	优势种类	数量 (ind／m²)	生物量 (g／m²)	资料来源
四川黑龙滩水库	大型	淤泥	35	霍甫水丝蚓 前突摇蚊 羽摇蚊等	1763	6.55	杨汉运等[11]
安徽太平湖水库	大型	淤泥	26 (软体动物 1 种)	霍甫水丝蚓 克拉泊水丝蚓	1999.5	5.24	刘保元等[12]
辽宁大伙房水库	巨型	淤泥	34	水丝蚓属	897－3335	未知	史玉强[13]
湖北浮桥河水库	大型	泥沙	47 (软体动物 7 种)	霍甫水丝蚓 前突摇蚊 长足摇蚊 摇蚊属	529.1	3.53	本文

3.2 营养类型指标探讨

底栖动物作为一类对环境比较敏感的动物,它不仅在水质生物学评价方面[14],而且在湖泊营养类型划分标准上得到广泛应用. György Dévai 等[15]研究 Balaton 湖泊底栖动物组成与

沿湖水平轴营养梯度时得出：前突摇蚊是寡营养或寡－中营养类型的指示种，前突摇蚊和摇蚊属是中营养类型指示种，羽摇蚊是富营养类型指示种．但是底栖动物作为水库营养类型划分标准尚研究不够，在该方面有待更进一步的研究．

3.3　渔业资源利用

底栖动物作为杂食性鱼类鲤、鲫、鲂等的优质饵料，在渔业生产中具有一定的地位．通过对底栖动物所提供的渔产潜力的估算，对拟定渔业生产方案，达到增产增效具有一定的意义．本文用梁彦龄提供的能量估算法[18]来估算浮桥河水库大型底栖动物的渔产潜力．公式为：

$$F = 0.032B_M + 0.183B_I + 0.235B_0$$

其中，F 为底栖动物所提供的渔产潜力，B_M 为软体动物的生物量，B_I 为水生昆虫的生物量，B_0 为寡毛类的生物量．

夏、秋季水温较高，鱼类新陈代谢相对旺盛，所需食粮也大，杂食性鱼类对底栖动物的消耗也大，剩余量相对就少，因此可利用浮桥河水库 7 月、10 月底栖动物生物量来计算其渔产潜力．底栖动物中有关虾、蛏类等的渔产潜力计算未见报道，本文将其计入水生昆虫中一并计算，则浮桥河水库大型底栖动物可提供的渔产潜力为 1.5×10^4kg．鲤、鲫、鲂等杂食性鱼类在利用大型底栖动物的同时，还能利用水体丰富的碎屑资源和水库周丛生物等，因此其渔产潜力还可提高．

参　考　文　献

1　湖北渔业调查队．湖北省水库渔业性能调查之一：黄冈地区 15 座水库的调查及渔业利用意见．水库渔业，1982，(4)：10－21

2　戴泽贵等．中华人民共和国水利部标准，水库渔业资源调查规范．北京：标准出版社，1996

3　陈　义．中国动物图谱：环节动物．北京：科学出版社，1959

4　刘月英．中国经济动物志——淡水软体动物．北京：科学出版社，1979

5　John C Morse，Yang Lianfang，Tian Lixin．Aquatic insects of China useful for monitoring water quality．Nanjing：Hohai University Press，1994

6　Torgny Wiederholm．Chirnomidae of the Holarctic region：Keys and Diagnoses．Borgströms Tryckeri AB，Motala，1993

7　伊腾嘉昭等．动物生态学研究方法．北京：科学出版社．1986．516－520

8　颜京松等．应用水生生物群落评价水质的一些生物数学公式．见：环境污染与生态学文集．南京：江苏科技出版社，1981．42－48

9　黄玉瑶等．应用大型无脊柱动物群落结构特征及多样性指数监测蓟运河污染．动物学报，1982，**2**(2)：133－146

10　陈其羽，吴天惠．底栖动物．见：东湖生态学研究(一)．北京：科学出版社，1990．129－152

11　杨汉运等．黑龙滩水库的底栖动物．水利渔业，1995，(4)：28－30

12　刘保元，梁小民．太平湖水库的底栖动物．湖泊科学，1997，**9**(3)：237－243

13　史玉强．辽宁大伙房水库底栖动物演替与水质生物学评价．大连水产学院院报，1998，**13**(1)：47－53

14　国家环保局《水生生物监测手册》编委会．水生生物监测手册．南京：东南大学出版社，1993．157－206

15　György Dévai，et al．An attempt to trace eutrophication in a shallow lake (Balaton，Hungary) using chironomias．*Hydrobiologia*，1983，**103**：169－175

16　戴泽贵，曹克驹．全国水库渔业资源数据的初步统计分析．湖泊科学，1999，**11**(1)：45－51

17　戴泽贵，曹克驹．水库渔业营养类型划分标准研究——1．指标层次的确定．湖泊科学，1999，**11**(3)：251－259

18　梁彦龄，刘伙泉．草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理．北京：科学出版社，1995．178－193

Preliminary Studies on Community Structure and Biodiversity of Zoobenthos in Fuqiaohe Reservoir, Hubei Province

PENG Jianhua[1] LIU Jiashou[1] XIONG Bangxi[2] YU Fuhu[1] XU Chuanlin[1]

(1: *Institute of Reservoir Fisheries, Ministry of Water Resources and Chinese Academy of Sciences, Wuhan* 430079, *P. R. China*;
2: *Fisheries College of Huazhong Agriculture University, Wuhan* 430070, *P. R. China*)

Abstract

During the investigation from Apr. 1997 to Jan. 1998, a total of 47 species of zoobenthos were recorded at 14 sampling stations in Fuqiaohe Reservoir, Hubei Province, of which *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Tanypus chinensis*, *Procladius* sp. and *Chironomus* sp. were dominant species. The Shannon index and the Margalef index were lower with the peak in the upper reaches. Changes of zoobenthos similarity coefficients in different seasons were not significant. In horizontal distribution, the similarity coefficient between the upper reaches and the cove was the lowest and the highest between the lower reaches and the cove. The density and biomass of zoobenthos in the reservoir were 529.1 ind./m^2 and 3534.1mg/m^2, respectively, and both dominated by Insecta. The spatiotemporal change of the zoobenthos standing crops was mainly related to Insecta. It was calculated that the fish production potential from zoobenthos was 1.5×10^4kg/a. It is suggested studies on zoobenthos as an indicator for trophic classification in reservoirs should be conducted.

Key Words Zoobenthos, community structure, biodiversity, Fuqiaohe Reservoir