

火溪河底栖动物现状及水质评价

彭建华 刘家寿 朱爱民

(水利部 水库渔业研究所, 武汉 430079)
中国科学院

摘要: 1996 年 8 月、11 月各一次调查火溪河的底栖动物。共采集到底栖动物 39 种, 其数量为 $87.3 \text{ ind}/\text{m}^2$, 生物量为 $0.9504 \text{ mg}/\text{m}^2$ 。优势种类为方巢石蚕、四节蜉、小蜉、光石蝇和溪大蚊五种。火溪河底栖动物具有明显的山地型、流水型特点, 时空分布一致。应用 BMWP 记分系统、BBI/FBI 生物指数和 Shannon 多样性指数对火溪河水质进行评价, 表明水质清洁。作者建议以方巢石蚕 $70.0 \text{ ind.}/\text{m}^2$ 作为火溪河水质清洁与轻污的一个界定值。

关键词: 底栖动物; 生物评价; 火溪河

中图分类号: S917.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2000)04-0340-07

大型河流的底栖动物调查及其应用于水质评价的工作, 国内在 80 年代就已广泛开展, 如湘江(干流)^[1]、珠江(广州段)^[2]、金沙江(渡口市段)^[3]等都进行过底栖动物的调查及水质

生物学评价。而对海拔高、流速大的小型河流至今国内还做得不多, 已知仅海拔 700m 的安徽省九华河进行过水生昆虫调查及水质评价工作^[4]。

火溪河位于四川省平武县境内, 是涪江上游左岸的最大支流, 水能蕴藏量丰富。为利用火溪河丰富的水能资源, 有关部门已规划了火溪河“一库四级”的梯级开发方案。为作出开发工程对火溪河水生生物影响的预测评价, 作者于 1996 年 8 月和 11 月各一次调查了该河的水生生物。本文报道火溪河底栖动物现状, 并据此对该河水质作出评价。

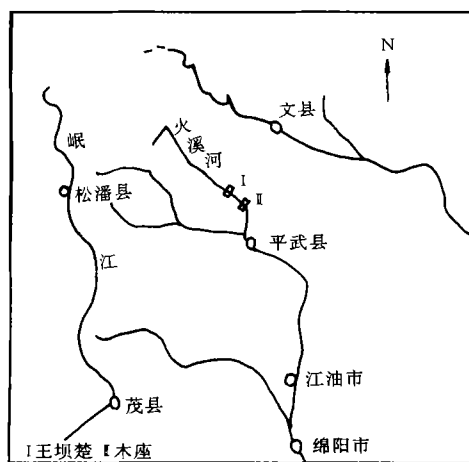


图 1 火溪河底栖动物采样点示意图

Fig.1 Sampling stations of zoobenthos in
Huoxihe River

1 工作方法

1.1 采样时间和采样点 采样时间为 1996 年 8 月丰水期和 1996 年 11 月枯水期。底栖动物

收稿日期: 1998-03-20; 修订日期: 2000-01-27

基金项目: 电力部基金

作者简介: 彭建华(1966—), 男, 湖南邵阳人, 学士, 助理研究员, 主要从事水库渔业生态学和增殖学研究。

调查设王坝楚断面和木座断面(图1),每个断面又各设二个采样点,即断面左岸点和断面右岸点。

1.2 采样方法 底栖动物定性样品的采集有三种方式,一是在上游搅动石块,下游用D形抄网取样;二是在河滩及浅水处用刷石法取样;三是随机检查水中各种基质。所有样品均带回室内分检。定量样品的采集是将一定面积内的石块和粗砂等连同底栖动物一并挖出,将石块仔细冲洗,连同水和粗砂等物带回室内分检。软体动物用75%酒精固定保存;水生昆虫先用5%酒精固定,然后移入75%酒精中保存;水生寡毛类先用4%甲醛溶液固定,再移入75%酒精中保存。

1.3 整理与分析 底栖动物种类鉴定主要参照Morse等^[5]和Wiederholm^[6]的方法,然后分门类计数、称重,换算成个体数量(ind./m²)和生物量(g/m²)。

生物指数采用BMWP记分系统^[7]和BBI/FBI指数^[8]两种方法。BMWP记分系统中TS值在0~25之间为水质严重污染,26~50为重污染,51~100为中污染,101~150为轻污染,大于150为无污染。BBI/FBI指数值在0~2之间为水质严重污染,3~4之间为重污染,5~6为中污染,7~8轻污染,9~10之间为轻污染或无污染。

生物多样性采用Shannon-Wiener指数^[9]:

$$H = - \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

式中 n_i ——样品中第*i*种生物的个体数

n ——样品中生物总个体数

指数值H在0~1之间为重污染,1~3之间为中污染,大于3为清洁。

2 结果与分析

2.1 种类

两次采样共获得底栖动物39种、其中扁形动物(Platyhelminthes)、环节动物(Annelida)、软体动物(Mollusca)各1种,占底栖动物种类总数的2.6%,甲壳动物(Crustacea)2种,占种类总数的5.1%,水生昆虫(Aquatic insecta)33种,占种类总数的84.6%,水螨(Acari)1种,占种类总数的2.6%。水生昆虫中以双翅目(Diptera)种类最多,占水生昆虫种类数的30.3%,其次是毛翅目(Trichoptera),占水生昆虫种类数的27.3%,最少是半翅目(Hemiptera)和广翅目(Megaloptera),只占3.0%。

除甲壳动物在8月出现过一次外,占种类总数的水生昆虫各种类在8月及11月的两断面均出现过。总的来说,火溪河底栖动物的分布是均匀的。

火溪河底栖动物的优势种类为方巢石蚕(*Branchycentrus* sp.)、小蜉(*Ephemerella* sp.)、光石蝇(*Togoperrla* sp.)、溪大蚊(*Antocha* sp.)等。

2.2 现存量

2.2.1 现存量组成 火溪河底栖动物数量为87.3个ind./m²,生物量为0.9504g/m²(表1)。底栖动物中数量最高的是水生昆虫,达82.4ind./m²,占总数量的94.4%,扁形动物数量为3.7ind./m²,占总数量的4.2%,软体动物和环节动物数量均为0.5ind./m²,占总数量的0.6%,甲壳动物的数量最低,只有0.3ind./m²,占总数量的0.3%。火溪河底栖动物生物

表 1 火溪河底栖动物现存量(单位: 数量 - ind. /m², 生物量 - g/m²)

Tab.1 Standing crop of zoobenthos in The Huoxihe River (Number-ind. /m², biomass-g/m²)

断面	时间	岸 点		扁形动物	环节动物	软体动物	甲壳动物	水生昆虫	合计
Section	Time	Bank ponts		Platyhel	Annelida	Mollusca	Crustacea	Hexopoda	Total
-minthes									
王坝楚	8月	左岸	数量Number	6.0				67.0	73.0
Wangbachu	August	Left bank	生物量Biomass	0.1870				0.4725	0.6595
		右岸	数量Number	10.0		4.0		41.0	55.0
		Right bank	生物量Biomass	0.2156		0.7280		0.3634	1.3070
		11月	左岸	数量Number				85.0	85.0
November		Left bank	生物量Biomass					0.6021	0.6021
		右岸	数量Number					104.0	104.0
		Right bank	生物量Biomass					0.8253	0.8253
		木座	8月	左岸	数量Number	5.0			131.0
Muzuo	August	Left bank	生物量Biomass	0.1627				0.8617	1.0244
		右岸	数量Number	8.0			2.0	79.0	89.0
		Right bank	生物量Biomass	0.2254			1.3671	0.5587	2.1512
		11月	左岸	数量Number				60.0	60.0
November		Left bank	生物量Biomass					0.4836	0.4836
		右岸	数量Number		4.0			92.0	96.0
		Right bank	生物量Biomass		0.0136			0.5364	0.5500

量最高的是水生昆虫, 达 0.5880g / m², 占总生物量的 61.9%, 其次是甲壳动物, 为 0.1709g/m², 占总生物量的 18.0%, 再次是扁形动物和软体动物, 分别为 0.0989g/m²和 0.0910g/m², 占总生物量的 10.4% 和 9.6%, 最低的是环节动物, 只有 0.0017g/m², 占总生物量的 0.2%。

2.2.2 现存量的时空分布 从表 2 中可见, 火溪河上游王坝楚断面底栖动物的平均数量为 79.3ind. /m², 生物量为 0.8485g/m², 没有发现环节动物和甲壳动物, 出现了扁形动物和软体动物, 现存量以水生昆虫为主, 其数量和生物量分别为总数量和总生物量的 93.7% 和 66.7%; 下游木座断面底栖动物数量为 95.3ind. /m², 生物量为 1.0523g/m², 没有发现软体动物, 现存量以水生昆虫为主, 其数量和生物量分别占 95.0% 和 58.0%。上、下游底栖动物生物量的差别是木座断面在丰水期发现了甲壳动物, 且下游水生昆虫的数量多, 从而使得下游生物量大于上游。丰水期(8月)底栖动物数量为 88.3 ind. /m², 生物量为 1.2856g/m²; 平水期(11月)底栖动物数量为 86.3 ind. /m², 生物量为 0.6153g/m²。丰水期除环节动物没有出现外, 其它各类底栖动物均出现, 而平水期只发现环节动物和水生昆虫。

2.3 水质评价

应用 BMWP 记分系统和 BBI/FBI生物指数及 Shannon-Wiener多样性指数对火溪河水质进行评价(表 2), 其结果表明火溪河水质是清洁的。这和火溪河水质的理化(表 3)结果一致。

表 2 各断面生物指数值及其水质评价

Tab.2 Assessment of water quality in two sampling stations by different biotic indices

时间 Time	断 面 Section	BMWP		BBI/FBI		Shannon-Wiener		水质综 合评价 Comprehensive assessment
		指数值 Indices	水 质 Water- quality	指数值 Indices	水 质 Water- quality	指数值 Indices	水 质 Water- quality	
8月	王坝楚	158	清 洁	9	轻 污	3.5	清 洁	清洁-轻污
August	Wangbachu							
	木 座	128	轻 污	9	轻 污	3.1	清 洁	轻污-清洁
11月	Muzuo							
	王坝楚	182	很清洁	10	清 洁	4.0	很清洁	很清洁
November	Wangbachu							
	木 座	163	清 洁	10	清 洁	3.8	清 洁	清 洁
	Muzuo							

表3 火溪河水质理化指标(1996年8月、11月)

Tab.3 Some data on the water quality characteristics in The Huoxihe River

监测项目 Items	王坝楚 Wangbachu		木 座 Muzuo	
	8月 Aug	11月 Nov	8月 Aug	11月 Nov
pH	8.18	8.03	8.17	8.08
溶解氧 (mg/l) Dissolved oxygen	9.0	10.1	8.0	9.7
生化需氧量 BOD (mg/l)	0.2	0.2	0.4	0.1
硫酸盐 Sulfite (mg/ l)	18.3	25.5	12.3	25.2
大肠菌群 Bacillus (ind./L)	90	2300	2300	95
非离子氨 Non-ion NH ₃ (mg/l)	0.002	0.001	0.003	0.003
硝酸盐氮 NO ₂ ⁻ -N (mg/l)	0.51	0.43	0.56	0.37
亚硝酸盐氮 NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	0.006	0.032	0.061	0.036
铁 (mg/l) Iron	0.905	0.05	0.814	0.05

3 讨论

3.1 火溪河底栖动物的特点

除涡虫、钩虾、华溪蟹等广布性种类外,占火溪河底栖动物总数 84.6% 的水生昆虫能适应流水^[5]。这和火溪河的特点是分不开的,火溪河比降达到 21.0%,流速在 1.0m/s 以上,底质为块石、卵石和粗沙,因此,底栖动物以栖息于石缝中或筑巢方式等适应于流水中生

存的种类为主。同时,火溪河底栖动物具有山地型特点。和九华河(海拔 700m 以上)的底栖动物^[4]比较,两地主要种类均是蜉蝣目、毛翅目和广翅目;和武陵山地区(海拔一般 1000m)的底栖动物^[9,10]比较,火溪河中有 27 种(占总种类数的 69.2%)是武陵山地区具有的,而同低海拔的武汉东湖^[11]相比较,火溪河仅有 3 个相同种。可见,火溪河的底栖动物属于山地型、流水型。环足摇蚊、直突摇蚊和真开氏摇蚊一般栖息在流水或微流水中^[5,6],小土蜗一般栖息在静水、泥沙底质中^[12],而在火溪河这种流速急、底质为块石粗沙的环境中也发现了,尚属罕见。

3.2 火溪河底栖动物的时空分布

在自然环境条件下,底栖动物群落结构时空分布明显^[4,13,14]。而在火溪河的两 次采样中,底栖动物的时空分布趋于一致。火溪河两次野外采样季节差别明显,分为丰水期(8 月)和枯水期(11 月),且空间差异较大,两采样断面高差达 830m(表 4)。虽然甲壳动物(丰水期木座断面样品中出现)和软体动物(丰水期王坝楚断面样品中出现)(表 1)表现出一定的时空差异,但从占种类总数 84.6% 的水生昆虫来看,底栖动物的时空分布是趋于一致的。两采样断面和两次采样的样品中底栖动物种类的差异分别只有 2 种和 3 种,而且从表 1 可以推算出王坝楚断面和木座断面的个体密度分别为 74.3 ind/m²和 90.5 ind/m²,生物量为 0.5659g/m²和 0.6101g/m²,丰水期和枯水期的个体密度分别为 79.5ind/m²和 85.2ind/m²,生物量为 0.56g/m²和 0.61g/m²,均相差不大。因此,火溪河底栖动物的时空分布没有明显的差别,这也是火溪河上下游断面的生态环境(表 4)的反映,它表明了火溪河流域生态系统稳定。

表 4 火溪河底栖动物野外调查采样点环境特征
Tab.4 Environmental characteristics in the sampling stations of The Huoxihe River

项目 Items	王坝楚 Wangbachu		木座 Muzuo	
时间 Time	八月 Aug	十一月 Sept	八月 Aug	十一月 Sept
海拔高度(m) Height above sea level	2080	2080	1250	1250
pH	8.10	8.05	8.17	8.08
溶氧 (mg/L) Dissolvedoxygen	9.0	10.1	8.0	9.7
水温 (℃) Temperature	12.0℃	5.8℃	11.5℃	8.0℃
透明度 Transparency	见底	见底	30cm	见底
河宽 (m) Riverwidth	13	13	15	15
流速 (m/ s) Flowrate	> 1	> 1	> 1	> 1
底质	卵石、砾石	卵石、砾石	卵石、块石、粗沙	卵石、块石、粗沙

3.3 水质评价方法

BMWP 记分系统和 BBI/FBI生物指数是分别在 Chandler 记分法和 Trent 生物指数的

基础上发展起来的,前者比后者具有更高的准确性和更广的适应性。在欧洲这两种方法现已广泛应用^[8]。作者应用 BMWP 记分系统和 FBI/BBI 生物指数对火溪河水质进行评价,其结果与应用 Shannon-Wiener 多样性指数的评价结果以及火溪河水的理化结果基本一致^[8]。因此,在采样比较全面的情况下,可以应用 BMWP 记分系统和 FBI/BBI 生物指数来评价小型溪流的水质。

3.4 水质监测指标

从两次采样的结果看,8 月上、下游方巢石蚕数量分别为 87.0ind./m²和 121.5ind./m²。11 月上、下游方巢石蚕数量分别为 105.0ind./m²和 72.5ind./m²。因此作者建议以方巢石蚕 70.0ind./m²作为火溪河水质清洁与轻污的一个界定值。

参考文献:

- [1] 王士达等. 官厅水库主要污染物质对底栖动物的影响 [J]. 环境污染与生态学文集, 1981, 58—65
- [2] 纪桑等. 用大型底栖动物对珠江广州河段进行污染评价 [J]. 环境科学学报, 1982, 2(3): 191—189
- [3] 孙超白等. 应用大型底栖无脊椎动物评价金沙江(渡口市段)枯水期的水质 [J]. 1985, 21(3): 525—536
- [4] 杨莲芳等. 九华河水生昆虫群落结构和水质生物评价 [J]. 生态学报, 1992, 12(1): 8—15
- [5] Morse J. C. et al. Aquatic insects of China useful for monitoring water quality[M]. Nanjing: Hohai University Press, 1994. 5
- [6] Wiederholm T. Chironomidae of the Holarctic region, Keys and Diagnoses. Motala[M]: Borgströms Tryckeri, 1983
- [7] ISO, ISO/TC 147/SC5/WG6 N40, 1984, 8—14
- [8] 国家环保局《水生生物监测手册》编委会. 水生生物监测手册 [M]. 南京: 东南大学出版社, 1993, 157—173
- [9] 宋大祥主编. 西南武陵山地区动物资源和评价 [M]. 北京: 科学出版社, 1994
- [10] 宋大祥主编. 西南武陵山地区无脊椎动物 [M]. 北京: 科学出版社, 1997
- [11] 王士达. 武汉东湖底栖动物的多样性及其与富营养化的关系 [J]. 水生生物学报, 1996, 12(增刊), 75—89
- [12] 刘月英等. 中国经济动物志—淡水软体动物 [M]. 北京: 科学出版社, 1979
- [13] 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, 1980, 7(1), 41—55
- [14] William G. Kimmel et al. Macroinvertebrate community structure and detritus processing rates in two southwestern pennsylvania streams acidified by atomspheric deposition. *Hydrobiologia*, 1985, 124, 97—102

THE ZOOBENTHOS STATUS AND THEIR USE IN WATER QUALITY ASSESSMENT IN THE HUOXIHE RIVER

PENG Jian-hua, LIU Jia-shou and ZHU Ai-min

(*Institute of Reservoir Fisheries, The Chinese Ministry of Water Resources and The Chinese
Academy of Sciences, Wuhan 430079*)

Abstract: The benthos in the Huoxihe River were investigated in August and November of 1996. 39 species of benthos were found with the density of 87.3 individuals / m² or 0.9504mg / m². The dominant species included *Branchycentrus* sp., *Bactis* sp., *Ephemerella* sp., *Togoperla* sp. and *Antocha* sp. The benthos in The Huoxihe River were typical species in the lotic water of mountain areas and their time and space distribution was in agreement. The water quality was demonstrated to be clean by the BMWP system, BBI / FBI index and Shannon diversity index. It is suggested that the density of 70.0 individuals/m² in *Branchycentrus* sp. be the critical point for the clean water and the lightly-polluted water in The Huoxihe River.

Key words: Zoobenthos; Water quality assessment; Huoxihe River