

利用底栖大型无脊椎动物对湘江 干流污染的生物学评价

杨 潼

胡德良

(中国科学院水生生物研究所)

(湖南省环境保护研究所)

摘 要

作者于1979年7月至1982年3月使用彼得生采泥器分别对湘江干流10个断面以及株洲至湘潭重点江段12个采样站采集底栖大型无脊椎动物5次。结果表明Shannon-Wiener多样性指数公式与Goodnight-Whitley生物指数公式均适用于作湘江干流污染的生物学评价。从采集的底栖大型无脊椎动物中发现一些可以作为湘江干流中度及轻度污染的指示生物种类。

湘江是湖南省最大的河流，也是长江的主要支流之一。从发源地至洞庭湖，它的干、支流遍及三十多个县、市。干流上有衡阳、株洲、湘潭和长沙等重要工业城市，每天接纳相当数量的各种污水。另外，湘江流域又是我国有色及稀有金属矿藏丰富的地区。从开采到冶炼均要产生大量的有害废水，这些废水也直接或间接地流入湘江。因此湘江的水质状况是个值得认真探讨的课题。

关于湘江的水质与水生生物的关系，过去缺乏全面的了解。为了给水源管理与建立水质标准提供科学依据，并为消除和缓和污染提供生物学资料，作者于1979年7月至1982年3月对湘江干流的底栖大型无脊椎动物进行了调查，利用两种生物指数法对湘江水质的污染进行了生物学评价。

一、方 法

从湘江上游的零陵至下游近河口的樟树港共设置10个断面(见图1)。每个断面设左右两采样站。为了更详细地了解株洲至湘潭这一重点江段的水质状况，又在枫溪港断面至昭山庙断面沿湘江右侧设置12个采样站(见图2)。以上各采样站离岸20—30米。1979年丰水期、枯水期以及1980年平水期对湘江干流进行了3次全面采样。又于1980年丰水期和1982年枯水期对重点江段进行了2次采样。采样用面积为1/16平方米的彼得生采泥器，在每个站上连续采集2次。将2次的样品混合后用40目的分样筛洗涤和筛选各类标本，然后带回室内鉴定和计数。一般软体动物、寡毛类和蛭类鉴定到种，水生昆虫及其幼虫鉴定到科或属。取得的数

据经换算成平方米的个体数，再用Shannon-Wiener多样性指数公式 $\bar{d} = - \sum_{i=1}^i (ni/n) \log_2 (ni/n)$ (Wilhm, 1970) 进行计算(式中 \bar{d} 是多样性指数的平均值， ni 是样品中第*i*种的个

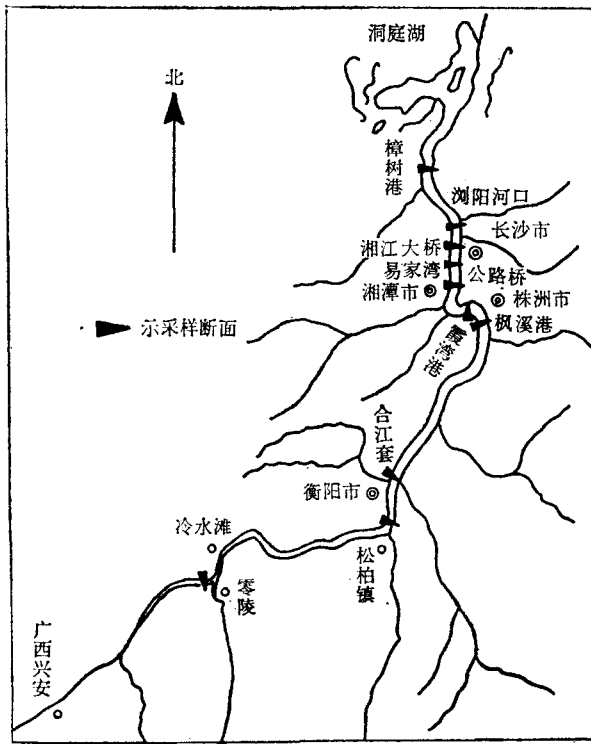


图1 湘江干流采样断面设置图
fig. 1 sampling stations along the whole mainstream of Xiang-jiang River

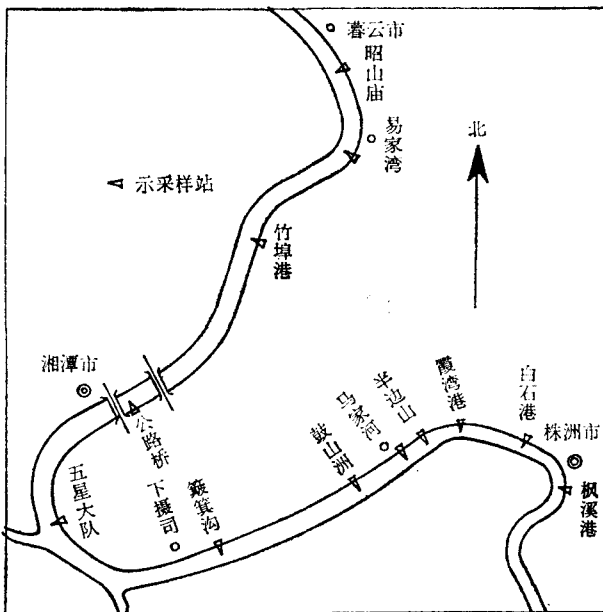


图2 湘江重点江段采样站设置图
fig. 2 sampling stations along the emphasized reach of Xiang-jiang River

体数， n 是样品中出现的动物总个体数， s 是样品中动物的种数)。将各站的结果平均，再按指数值在 1 以下至 0 时为严重污染；1 至 2 时为中度污染；2 以上至 3 时为轻度污染；3 以上时为清洁水体，进行水质评价。为了进一步反映有机污染状况，我们同时将有关数据用 Goodnight 和 Whitley 生物指数 = $\frac{\text{寡毛类个体数}}{\text{大型底栖动物个体数}} \times \%$ 公式进行计算，用各站出现的最高值评价有机污染。指数值在 60% 以下时为水质良好；在 60—80% 时为有机污染；在 80% 以上时为严重有机污染，没有寡毛类的站不作有机污染评价。

二、结果与评价

通过对湘江干流 3 次全江段和 2 次重点江段的采样，共得到蜉蝣目稚虫 2 科 3 属 3 种，毛翅目幼虫 3 科 3 属 3 种，双翅目幼虫 4 科数十种，蜻蜓目和鞘翅目稚虫或幼虫各 1 科 1 属 1 种，螺类 6 属 9 种，瓣鳃类 5 属 6 种，寡毛类 3 属 5 种，还有水蛭、水螅、水蜘蛛和钩虾等，它们在各采样站的分布和数量分别见表 1 和表 3，其指数值及评价结果分别见表 2 和表 4。

湘江上游的零陵断面位于其干流与潇水汇合口上半公里，江面狭窄，水流湍急，上游 50 公里无城镇、厂矿。该江段底质主要是卵石，用彼得生采泥器采样无法采到卵石表面的种类，因此指数值及评价等级均偏低。定性采样得到的种类多是蜉蝣目的小裳蜉科 (Leptophlebiidae)、扁蜉科 (Heptophlebiidae)、细蜉科 (Caenidae)、花鳃蜉科 (Potamanthidae)、鞘翅目的长角泥甲科 (Elimidae)。软体动物的耳形河螺、双龙骨河螺、仿雕石螺及德氏短沟蜷等清水种类，由此可见

表 1 湘江干流十个断面大型底栖
table 1 species and quantity of benthos in

种类及位置		断面及时间 (年·月)		零陵			松柏镇			合江套			枫溪港		
		1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10		
蜉蝣目	细蜉属 <i>Caenis</i>	左								10					
	蜉蝣属 <i>Ephemera</i>	右					20						40		
蜻蜓目	箭蜓属 <i>Gomphus</i>	左					16								
鞘翅目	长角泥甲科 <i>Elmidae</i>	右					8								
		左													
毛翅目	多距石蛾科 <i>Polycentropodidae</i>	左													
	管石蛾科 <i>Psychomyiidae</i>	右													
	小石蛾科 <i>Hydroptilidae</i>	左	16							10					
双翅目	大蚊科 <i>Tipulidae</i>	左													
		右													
	虻科 <i>Tabanidae</i>	左													
		右													
	蠓科 <i>Ceratopogonidae</i>	左											152		
		右						80					72	104	
	摇蚊属 <i>Tendipes</i>	左											32		
		右													
	五脉摇蚊属 <i>Pentaneura</i>	左						56						56	
		右											8		
	隐摇蚊属 <i>Cryptochironomus</i>	左						8					64	32	
		右							40		16	20	16		
	斑点摇蚊属 <i>Stictochironomus</i>	左		24				40							
		右													
	多足摇蚊属 <i>Polypedilum</i>	左		48	48		520							480	
		右			16		8			48					
长跗摇蚊属 <i>Tanytarsus</i>	左					16							112		
	右									10			32		
哈尼摇蚊属 <i>Harnischia</i>	左					64							48		
	右														
微摇蚊属 <i>Microtendipes</i>	左														
	右														
菱跗摇蚊属 <i>Clinotanypus</i>	左														
	右														
环足摇蚊属 <i>Cricotopus</i>	左														
	右														
雕翅摇蚊属 <i>Glyptotendipes</i>	左									20					
	右														
其他属摇蚊	左									32					
	右	48							24				8		
摇蚊蛹	左					24						8	8		
	右														

无脊椎动物的分布及数量

2) stations of the Xinag-jiang River

霞 湾 桥			公 路 桥			易 家 湾			湘 江 大 桥			浏 阳 河 口			樟 树 港		
1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10
		13	8			8											
			8								13						
				8											8		
				8													
		13															
	56	27	40			8			8								
						16			24	8							
			80														
			8	8		8		20	16		13	8					
			40										8				
		27	56	48	80	40			24		13						
			8			8									8		
							8										
								27									13
		120															13
		20															
				8										8			
								13									

续表 1

种类及位置	断面及时间 (年·月)	零陵			松柏镇			合江套			枫溪港		
		1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10
耳形河螺 <i>Rivularia auriculata</i>	左												
	右	136						8	50				
双龙骨河螺 <i>Rivularia bicarinata</i>	左		48										
梨形环棱螺 <i>Bellamya purificata</i>	右												
	左												
硬环棱螺 <i>Bellamya lapidea</i>	右		144										
	左	27					360						
大沼螺 <i>Parafossarulus eximius</i>	右								40				
	左												
曲螺 <i>Ancylus</i> sp.	右									10			
	左			1,144									
仿雕石螺属 <i>Lithoglyphopsis</i> sp.	右												
	左	392	224										
德氏短沟蠕 <i>Semisulcospira devidi</i>	右		40				16	24	190				
	左												
方格短沟蠕 <i>Semisulcospira cancellata</i>	右												
	左												
河蚬 <i>Corbicula fluminea</i>	右		8		48	140		16	1,180		24		
	左	48	32		32		40	1,356	240	24	48		
淡水壳菜 <i>Limnoperna lacustris</i>	右												
	左												
猪耳丽蚌 <i>Lamprotula rochehouarti</i>	右												
	左												
丽蚌属未定种 <i>Lamprotula</i> sp.	右												
	左												
苏氏尾鳃蚓 <i>Branchiura sowerbyi</i>	右		8	48		32		80					
	左	16							16				
霍雨水丝蚓 <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	右		8										
	左												
巨毛水丝蚓 <i>Limnodrilus silvani</i>	右												
	左												
夹杂带丝蚓 <i>Limnodrilus variegatum</i>	右												
	左												
中华颤蚓 <i>Tubifex sinicus</i>	右												
	左												
线虫 Nematoda	右												
	左												
宽身舌蛭 <i>Glossiphonia lata</i>	右							32					
	左												
水蜘蛛 Hydracarina	右												
	左												
钩虾 Gammaridae	右												
	左												

霞湾港			公路桥			易家湾			湘江大桥			浏阳河口			樟树港		
1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10	1979.7	1979.11	1980.10
														20			53
												16	160	160	16	506	40
											40					8	
												112			24	88	
													64			8	
		266		24	40		96	80	16	24	13	32	48	40			80
							80	67		24	60		136	20		96	40
				8												8	27
								13									13
								13									
			16				64			56		8		20	24		40
			8				160	40				40	48	220	144	32	13
				20		8			8		13	8		16			27
		20	64		57		488	40			140	184	48	340	96		40
											67						
											60			280			
							64										
				16													
														20			
											13						
															16		

该江段的水质较好。松柏断面位于衡阳地区松柏镇下游2公里,上游有水口山铅锌矿和柏坊铜矿,镇内有铅、锌、砷等的冶炼厂。在该断面采得的种类以对污染不敏感的河蚌和摇蚊幼虫为主。左右两采样站的多样性指数值均示中度污染等级,这说明该地厂、矿排出的废水对湘江有一定的影响。合江套断面位于衡阳市的下游,江面宽阔,左岸有水口山二厂等铅、锌冶炼厂,其上游2公里处还有蒸水将城市生活污水注入湘江,右岸有江东干渠排水注入湘江。左站采到大量的河蚌、苏氏尾鳃蚓和一些摇蚊科幼虫,其多样性指数值示为严重污染等级,存在有机污染(1979年7月生物指数为71.40%),说明左岸工厂排出的废水及城市生活污水对湘江水质的影响严重。右站除采到大量的河蚌和少数摇蚊科幼虫外,还有耳形河螺、大沼螺、德氏短沟蜷等清水种类,其多样性指数值示为中度污染等级,有机污染不明显(1979年11月生物指数为1.09%),说明该江段右侧受到的污染影响较左侧轻。枫溪港断面位于株洲市上游枫溪港以上200米处,附近皆为农村,无严重污染源,仅在上游20公里处有石灰厂等小型工厂。从该断面上除采到大量的河蚌、淡水壳菜、双翅目蠓科幼虫和摇蚊科幼虫外,还有耳形河螺、德氏短沟蜷、蚊沼螺、钩虾等清水种类,其多样性指数值右站示为轻度污染等级,左站示为中度污染等级,说明该江段受到的污染影响较轻。霞湾港断面位于株洲市下游霞湾港排污口以下半公里。右岸是株洲市清水塘工业区,有冶炼厂、氮肥厂、化工厂、农药厂等,污水中含有大量的有机物、铬和酚氰等。右站江水浑浊,含有油污的矿渣悬浮物大量沉积江底,使底栖动物难以生存,其多样性指数值接近于0,示为严重污染等级。在5次采样中,仅有1次采到少量的摇蚊幼虫和霍甫水丝蚓。左站也只采到少量的河蚌,双翅目蠓科的幼虫、虻科幼虫以及摇蚊科幼虫,多样性指数亦为严重污染等级。公路桥断面位于湘潭市中心区公路桥下游150米,右岸上游3公里有包括钢铁、机电、发电等厂的岳塘工业区。从该断面两个站主要采到河蚌、双翅目蠓科幼虫、摇蚊科幼虫、苏氏尾鳃蚓、霍甫水丝蚓、巨毛水丝蚓等对污染不敏感的种类。其多样性指数值均示为中度污染等级,而右站存在较严重的有机污染(1979年和1980年生物指数分别为83.33%和100%),这说明湘潭市市区及其对岸的岳塘工业区排出的废水对该江段水质有一定的影响。易家湾断面位于湘潭市下游20公里,上游右岸是湘潭市的化工区,有硫酸、有机化工、印染等厂。从该断面左右两站采到的底栖动物与公路桥断面很相近,主要是一些对污染不敏感的种类,多样性指数值均示为中度污染等级,右站存在有机污染(1979年11月生物指数为81.82%),说明上游化工区排出的废水对该江段水质有一定的影响。湘江大桥断面位于长沙市中心区湘江大桥下游150米处,上游两岸均有工厂废水和生活污水排入江中。从该断面两站采得的底栖动物主要是一些对污染不敏感的种类,多样性指数值示为中度污染等级,而且两站均存在有机污染。浏阳河口断面位于长沙市浏阳河口以下200米,上游右岸有长沙化工厂磷肥车间等,上游左岸有造纸、化工及冶炼等工厂。右站除采到对污染敏感的耳形河螺、硬环梭螺、德氏短沟蜷和方格短沟蜷外,还有苏氏尾鳃蚓、霍甫水丝蚓、巨毛水丝蚓和河蚌,多样性指数值示为轻度污染等级,但1979年和1980年有机污染均明显。左站主要采得河蚌,多样性指数值为严重污染等级。樟树港断面位于湘江下游近河口的樟树港渡口,两站除采到对污染敏感的耳形河螺、硬环梭螺和端足类钩虾科的种类外,还有对污染不敏感的河蚌、淡水壳菜、苏氏尾鳃蚓、霍甫水丝蚓和巨毛水丝蚓等。多样性指数值左站示为轻度污染等级,右站示为中度污染等级,右站有机污染明显。总的来看,在湘江干流全江段10个断面中除合江套断面左站、霞湾港断面左右两站

表 2 湘江干流全江各站生物指数及其水质等级
table 2 biological index and evaluation of 20 stations in the Xiang-jiang River

站名及位置	水质等级与时间(年·月)	Shannon-Wiener 多样性指数				Goodnight和Whitley指数(%)				
		1979.7	1979.11	1980.10	平均	水质等级	1979.7	1979.11	1980.10	水质等级
零陵	左		1.80	1.50	1.65	中度		2.38		良好
	右	2.14		1.05	1.59	中度	5.56			良好
松柏镇	左		2.09	0.44	1.27	中度		3.85		良好
	右		1.38	1.66	1.52	中度				
合江套	左	0.86	0	0.12	0.33	严重	71.40			污染
	右	1.25	0.59	2.19	1.31	中度		1.09		良好
枫溪港	左	1.74	1.91		1.83	中度				
	右	1.92	2.23		2.08	轻度				
霞湾港	左		0	1.22	0.61	严重				
	右	0	0	0.99	0.33	严重				
公路桥	左	2.18	1.90	1.09	1.72	中度	12.50		14.28	良好
	右	1.89	1.42	0.58	1.30	中度	5.26	83.33	100	污染
易家湾	左	1.96	1.20	0.72	1.30	中度		38.09		良好
	右	0	1.52	2.48	1.33	中度		81.82	37.70	污染
湘江大桥	左	2.46	0.88	2.39	1.91	中度	8.33	70.00		污染
	右		0.81	1.39	1.10	中度		25.00	83.30	污染
浏阳河口	左	0	1.06	1.25	0.77	严重		25.00		良好
	右	2.06	2.22	2.30	2.19	轻度	56.00	27.00	77.80	污染
樟树港	左	2.23		2.78	2.51	轻度	45.45			良好
	右	2.00	1.14	1.80	1.65	中度	66.60	4.88		污染

以及浏阳河口断面左站为严重污染外，其余各站均为轻度至中度污染（见图 3）。

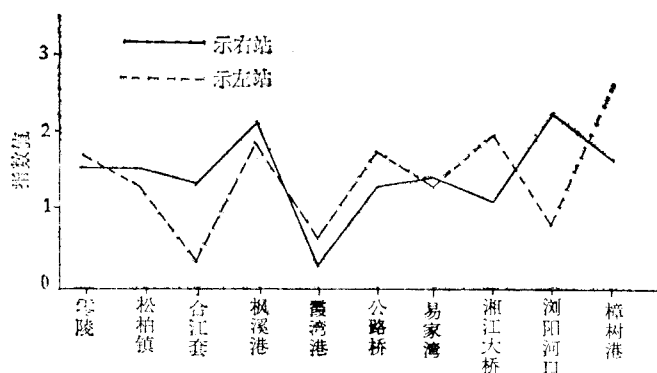


图 3 湘江干流 10 个断面 Shannon-Wiener 指数的比较
fig. 3 Shannon-Wiener index at 10 stations along the whole mainstream of Xiang-jiang River

通过 1980 年和 1982 年对株洲至湘潭这一重点江段的 2 次采样，可以得知位于株洲市中段白石港排水口下游 200 米的白石港站底栖动物种类与数量均较多，多样性指数值示为轻度污染等级，有机污染亦明显，说明白石港排水口主要是城市生活污水。在霞湾港排污口以下 3 公里的半边山站采到底栖动物极少，多样性指数值为 0，示严重污染。说明霞湾港排污一直影响到半边山江段。霞湾港排污口以下 6 公里

的马家河站底栖动物种类明显增加，主要是对污染不敏感的河蚬和摇蚊科幼虫，多样性指数

表 3 湘江重点江段12个采样站大型
table 3 species and quantity of benthos in

种类	数量 (个/米 ²)	站名及时间 (年·月)		枫溪港		白石港		霞湾港		半边山	
		1980.8	1982.3	1980.8	1982.3	1980.8	1982.3	1980.8	1982.3		
蜉蝣目	蜉蝣属 <i>Ephemera</i>		8								
	细蜉属 <i>Caenis</i>										
	花鳉蜉属 <i>Potamanthus</i>				8						
毛翅目	管石蛾科 <i>Psychomyiidae</i>				8						
	小石蛾科 <i>Hydroptilidae</i>		16								
双翅目	蠓科幼虫 <i>Ceratopogonidae</i>	64									
	隐摇蚊属 <i>Cryptochironomus</i>		8								
	五脉摇蚊属 <i>Pentaneura</i>	8	56	40							
	多足摇蚊属 <i>Polypedilum</i>		8								
	长跗摇蚊属 <i>Tanytarsus</i>	104									
	哈尼摇蚊属 <i>Harnischia</i>	16		8							
	菱跗摇蚊属 <i>Clinotanypus</i>			24							
耳形河螺 <i>Rivularia auriculata</i>		400									
德氏短沟螺 <i>Semisulcospira devidi</i>		56	56								
方格短沟螺 <i>Semisulcospira cancellata</i>					24						
纹沼螺 <i>Parafossarulus eximius</i>		56	8								
河蚌 <i>Corbicula fluminea</i>	424	160	304	88	184			816			
湖球蚌 <i>Sphaerium lacustre</i>	16	24									
淡水壳菜 <i>Limnoperna lacustris</i>		128		8							
杜氏蚌 <i>Unio douglasiae</i>				24							
丽蚌(未定种) <i>Lamprotula sp.</i>		24									
苏氏尾鳃蚓 <i>Branchiura sowerbyi</i>		8	72								
霍甫水丝蚓 <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	16	16	528								
巨毛水丝蚓 <i>Limnodrilus silvani</i>			184	32							
中华颤蚓 <i>Tubifex sinicus</i>			8								
长角尼甲科 <i>Elmidae</i>		8									
箭蜒属 <i>Gomphus</i>				8							
钩虾 <i>Gammaridae</i>		64									
宽身舌蛭 <i>Glossiphonia lata</i>		24									
水螅 <i>Hydra sp.</i>		8									

底栖无脊椎动物的分布及数量

12 stations of the emphasized reach

马 家 河		鼓 山 洲		箬 箕 沟		五星大队		公 路 桥		竹 埠 港		易 家 港		昭 山 庙	
1980.8	1982.3	1980.8	1982.3	1980.8	1982.3	1980.8	1982.3	1980.8	1982.3	1980.8	1982.3	1980.8	1982.3	1980.8	1982.3
					16			8							
32					64			8							
16		8								24		8		8	8
16		24								8		8		8	
16		8		24				32		8		8		16	
		24													
		16													
272		136		112					8			120	24		88
		32			56			40				64	72	32	80
		56			16								144	8	128
					72			8				40			
					16										

表 4 湘江重点江段各站生物指数及水质等级
table 4 biological index and evaluation of 10 stations in emphasized reach of the Xiang-jiang River

站名	水质等级 与时间 (年·月)	Shannon-Wiener 指数				Goodnight-Whitley 指数(%)		
		1980.8	1982.3	平均	水质等级	1980.8	1982.3	水质等级
枫溪港		1.50	3.08	2.29	轻度	1.14	2.24	良好
白石港		2.33	2.24	2.28	轻度	63.87	16	污染
霞湾港		0	0	0	严重			
半边山		0	0	0	严重			
马家河		1.41		1.41	中度	6.45		良好
鼓山洲		2.58		2.58	轻度	28.95		良好
簸箕沟		0.67	2.36	1.52	中度		60	良好
五星大队		0	0	0	严重			
公路桥		1.95	1.59	1.77	中度	50		良好
竹埠港		1.69	0	0.85	严重	50		良好
易家湾		1.98	1.76	1.87	中度	40.63	81.82	污染
昭山庙		1.68	1.55	1.62	中度	40.45	70.27	污染

值为中度污染等级,说明霞湾港排污对该江段的影响减小。在霞湾港排污口以下9公里的鼓山洲站采集到的底栖动物种类较多并出现了污染敏感的耳形河螺和德氏短沟蜷,其多样性指数值示为轻度污染等级,说明霞湾港排污对该江段的影响继续减小。簸箕沟站在鼓山洲站以下6公里,多样性指数值示为中度污染等级,说明该站上游的石灰、电石和水泥等工厂排污对湘江水质有一定影响。五星大队站在湘潭市岳塘工业区上游湘潭钢铁厂两个主要排污口的下方,有焦化厂等废水注入江中。该站水质浑浊,含有油污的矿渣悬浮物大量沉积江底,两年均未采到底栖动物。多样性指数值为0,示严重污染等级。竹埠港站在湘潭市以下12公里,右岸是湘潭市的化工区,有硫酸、化肥和织布等厂。该站仅在1980年采到少量的摇蚊科幼虫,多样性指数值示为严重污染等级,说明受到湘潭市污染的江水尚未净化又受到上

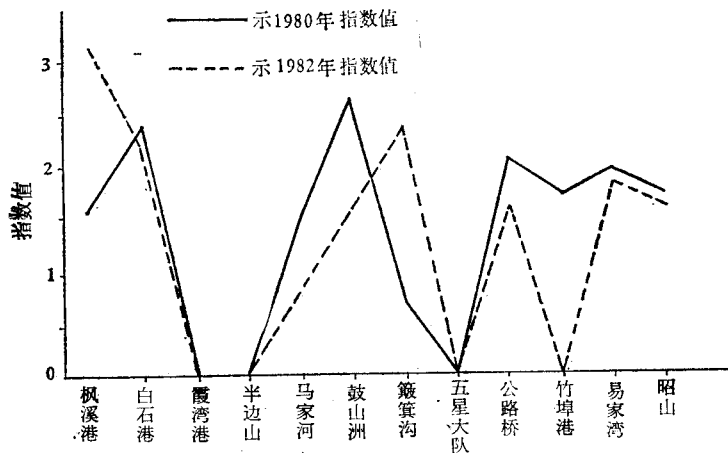


图 4 湘江重点江段12站Shannon-Wiener指数的比较
fig. 4 Shannon-Wiener index at 12 stations along the emphasized reach of Xiang-jiang River

述工厂排污的严重影响。昭山庙站位于易家湾站下游 2 公里, 右岸有湖南省农药厂。在该站采到的主要是河蚬、苏氏尾鳃蚓和霍甫水丝蚓等对污染不敏感的种类, 多样性指数值为中度污染等级, 1982 年有机污染明显。总之, 重点江段的调查结果表明仅仅进行全江段 10 个断面的采样是不够的, 因为在两个断面之间往往还有一些不同程度的污染源 (见图 4)。

三、结 论

1. 调查结果表明在泥砂底质的湘江中, 下游应用彼得生采泥器采集底栖大型无脊椎动物是可行的。

2. 调查结果表明在湘江中、下港可以根据底栖大型无脊椎动物的群落结构 (种类和数量) 的变化来评价污染的局部影响。从各站的采样和计算结果来看, Shannon-Wiener 和 Goodnight-Whitley 两种指数值对评价湘江水质和底质是适用的。

3. 由于湘江干流江面宽阔, 同一断面上两个采样站的生态环境与污染状况往往不同, 因此必须对各站分别进行评价, 然后再作比较。全江段 10 个断面中多样性指数值表明合江套左站、霞湾港左右两站以及浏阳河口左站为严重污染等级, 枫溪港右站、浏阳河口右站和樟树港左站为轻度污染等级, 其余各站均为中度污染等级。合江套左站、公路桥右站、易家湾右站、湘江大桥左右两站, 浏阳河口右站以及樟树港右站有机污染均明显。

4. 重点江段的调查结果表明, 霞湾港排污对湘江的影响一直延伸至马家河采样站。霞湾港站与公路桥站之间还有多样性指数值为中度污染等级的簸箕沟站和严重污染等级的五星大队站。公路桥站与易家湾站之间又有严重污染等级的竹埠港站。易家湾站以下的昭山庙站多样性指数值为中度污染等级, 有机污染明显。

5. 从湘江干流底栖大型无脊椎动物群落种类的组成、分布及数量可以得知, 双翅目蠓科、虻科、摇蚊科的幼虫, 河蚬以及颤蚓科的苏氏尾鳃蚓、霍甫水丝蚓和巨毛水丝蚓广泛地分布于中、下游中度污染的采样站, 它们可以作为湘江干流中度污染的指示生物。螺类的耳形河螺、双龙骨河螺、硬环棱螺、仿雕石螺属、德氏短沟蜷和方格短沟蜷以及端足类的钩虾科广泛分布在轻度污染的采样站, 它们可以作为湘江干流轻度污染的指示生物。

参 考 文 献

- 刘保元、王士达等 1984 以底栖动物评价湘江污染的研究. 水生生物集刊 8 (2): 225—236.
 杞桑、林美心等 1982 用大型底栖动物对珠江广州河段进行污染评价. 环境科学学报 2 (3): 181—189.
 津田松苗 1962 水生昆虫学. Hokunyu-Kan Co., Ltd., Tokyo.
 Godfrey, P.J. 1978 Diversity as a measure of benthic macroinvertebrate community response to water pollution. *Hydrobiologia* 57 (2): 111—115.
 Goodnight, C.J. 1973 The use of aquatic macroinvertebrates as indicators of stream pollution. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, 92 (1): 1—3.
 Higler, L.W.G. 1974 The biological assessment of bodies of water by means of the macrofauna. *Hydrobiol. Bull.* 8 (3): 285—287.
 Hawkes, H.A. 1979 Biological monitoring of water quality. pp. 2—45, John Wiley and Sons.
 Pennak, R.W. 1953 Fresh-water invertebrates of the United States. The Ronald Press Company, New York. pp. 488—666.
 Черновский, А.А. 1949 Определитель Личинок Комаров Семейства Теңдиреidae Издательство Академии Наук Ссср.

AN EVALUATION OF BENTHIC MACROINVERTEBRATES TO THE WATER POLLUTION IN MAINSTREAM OF XIANG JIANG RIVER

Yang Tong

(*Institute of Hydrobiology, Academia Sinica*)

Hu Deliang

(*Environmental Science Institute, Hunan Province*)

Xiang Jiang River is the largest one in Hunan Province and runs some industrial cities and mine, mills. The factories, especially the smelteries in these cities discharge wastes into the river. So the aquatic environments are polluted in varying degrees. This paper deals with the investigation of benthic macroinvertebrates and the evaluation of water qualities in Xiang Jiang River from July, 1979 to March, 1982. The Peterson grab was used in the whole mainstream and the emphasized reach. According to the results of the investigation, we have computed Shannon-Wiener diversity index and Goodnight-Whitley biological index and applied them to evaluate the water quality of each sampling station.

The results of the investigation are summarized as follows: (1) Six sampling stations were heavily polluted. (2) Three sampling stations were lightly polluted. (3) The others were middling polluted. (4) Nine sampling stations were organically polluted. (5) Chironomidae larvae, Ceratopogonidae larvae, Corbiculidae, Tubificidae can be used as indicators of middling polluted stations in the river. (6) *Rivularia*, *Bellamyia*, *Lithoglyphopsis*, *Semisulcopira* and Gammaridae can be used as indicators of lightly polluted stations in the river.