

环境调查

底栖动物在评价漓江水质污染中的作用*

石 大 康

(广西水产研究所)

底栖无脊椎动物具有对环境条件变化的敏感性或耐受性,大部份终生生活在水体里,比较固着,相对位移小,寿命长、形体易于辨认。近年来,国内外学者普遍重视应用底栖大型无脊椎动物监测水体污染,评价水质。

本文报道了 1981 年 5 月和 1982 年 5 月桂林漓江干流和市区支流底栖动物的种类分布:个体数量和群落结构,作了定量分析,对生物指数在评价水质污染中的作用作了一定的探讨。

一、采样点的设置及采样方法

(一) 采样点的设置

漓江干流共设 7 个站位,其中,漓江源头的苗儿山和湘漓交界处的灵渠定为未受或少受污染的站位,其余在桂林市区河段的解放桥、瓦窑、大圩各设置一个采样点,在阳朔和平乐也各设置了一个采样点。另外,为了进行对比,还在市辖区内的三条小支流弹子桥,雉山桥和南溪山等处增设了采样点,共 10 个站位。各采样点的水深、底质力求一致。

(二) 采样方法

采用面积为 0.0666m^2 改良彼得生采泥器进行采样,每点取泥两次;另增设人工基质采样器^[1],规格为 $\phi 20\text{cm}$,高 20cm 的圆柱形铁笼,笼底铺上一层 38.5 目尼龙筛绢,内装洗净的长为 6—12cm 的卵石,经 14 天后取出铁笼,按常规方法检出标本,计算种群密度(个·米⁻²),鉴定种属。

二、结 果

(一) 底栖动物群落结构的特点

1981 年和 1982 年两次调查,共采集到底栖动物标本 79 种,其中积翅目 3 种,蜉蝣目 12 种,蜻蜓目 8 种,毛翅目 4 种,双翅目 9 种,寡毛类 6 种,瓣鳃类 5 种,腹足类 16 种,甲壳类 4 种,蛭类 2 种,鞘翅目 4 种、半翅目 5 种和水蜘蛛 1 种。

漓江底栖动物中,水生昆虫和软体动物的种类较多,约占总种类数的 41.43%,中游河段的桂林市底栖动物的种类较少,市区所辖的弹子桥、雉山桥、南溪山三条小支流,底栖动物虽只有 14 种,但耐污染的寡毛类为该河段的优势种,个体数量占总数的 98.36%,在整个漓江中寡毛类占 88.46%,其余各点,除苗儿山和平乐未采到寡毛类外,均有少量分布。

漓江上游苗儿山和灵渠两点,以水生昆虫为主。1981 年 5 月苗儿山点采到 8 种,均为水生昆虫的稚虫和幼虫,出现了敏感性种的石蝇类和石蛾类;1982 年 5 月采到 10 种,除上述两类外,蜉蝣目、蜻蜓目和鞘翅目的昆虫相继出现。

灵渠点 1981 年 5 月底栖动物标本为 15 种,以水生昆虫和软体动物为主,寡毛类中仅出现尾鳃蚓一种;1982 年 5 月为 20 种,占漓

* 底栖动物标本鉴定得到中国科学院水生生物研究所王士达同志指导,特致谢意。

江种类数 14.81%, 居各采样点种类数的第二位。寡毛类中出现了霍甫水丝蚓和仙女虫, 约为该点 15%, 同时亦出现有扁蛭、扁蚌和花鳃蚌, 占 15%, 软体动物占 30%。本站底栖动物区系特点是: 种类多, 个体数量少。

漓江中游的解放桥、瓦窑、大圩三个采样点底栖动物有 29 种, 占漓江种类数 21.48%, 其中霍甫水丝蚓、尾鳃蚓、颤蚓和仙女虫等种类占 18.18%, 除此之外, 软体动物中的环棱螺、萝卜螺和扁螺等种类相继出现, 约占腹足类动物种类 58.33%, 个体数的 54.74%。甲壳类中的栉虾和石蛭亦在该江段出现。

漓江下游的阳朔和平乐采样点底栖动物种类数达到 40 种, 占漓江总种类数 29.41%, 总个体数 5.21%, 可见该江段生物种类虽多, 但个体数量并不多, 石蛭类又在平乐出现。毛翅目有 4 种, 蚌类有 10 种, 特别是平乐采样点上游花鳃蚌大量出现, 成为该目中的优势种群, 个体数量达到本目中 55.40%, 寡毛类在平乐上游点未采到。阳朔上游点虽然有寡毛类个体出现, 但数量甚微, 仅为漓江段的 0.045%。市辖区的弹子桥、雉山桥、南溪山三条小支流, 以霍甫水丝蚓为代表的优势种群大量出现在该江段, 弹子桥达到每平方米 124050 条, 占漓江寡毛类个体总数 83.45%, 南溪山为 13.21%, 雉山桥最少为 0.036%, 同时出现有石蛭和扁蛭。该段特点是: 底栖动物组成简单, 三个点共采到 15 种, 占漓江各点种类数 11.03%, 而个体数量特别多, 高达 89.94%。

(二) 水生生物及其环境因子的残毒测定

1981—1982 年丰、平、枯水期总检测项次为 766 次, 其中虾肉 53 次、螺肉 9 次、鱼肉 537 次、水草 14 次、水样 99 次。检出率: 六六六为 100%, 滴滴涕为 97.26%, 汞为 84.54%, 铜为 100%, 铅为 75.47%, 镉为 90%, 挥发酚为 21.43%, 氰化物为 100%, 铬为 77.78%, 锌为 100%, 平均为 89.91%, 仅个别超标。

底栖动物中主要是利用虾、螺进行检测, 对河虾检测结果: 酚未检出, 氰、铬、砷检测的数据少, 其结果均不低于鱼内的平均值, 砷的含量接近于鱼的最高检测值, 而重金属含量, 铜的平均含量和鱼的平均值相似, 为 0.24 毫克/公斤, 铅低于鱼的均值, 镉的含量比鱼类的均值低, 而锌的含量却大大超过鱼的含量。虾对滴滴涕、六六六蓄集比鱼低。

螺肉中检测了酚、六六六、滴滴涕和汞, 其中酚的含量达 0.29 毫克/公斤, 大于鱼类含量的最高值近 3 倍。螺对六六六的蓄集和鱼类相似, 而对滴滴涕的蓄集和虾相同, 低于鱼的含量, $P < 0.05$ 差别显著。

对漓江鱼类血清胆碱酯酶活力测定结果: 1980 年 8~9 月河鱼血清胆碱酯酶活力平均值为 2.138 微克分子/毫升, 比塘鱼(取自桂林市水产研究所池塘养殖鱼类) 4.47 微克分子/毫升下降 52.17%, 作合并方差分析和 t 检验, $t = 4.326 > t_{0.01} = 3.707$, $P < 0.01$ 证明二者差别非常显著; 1981 年 5—6 月再次测定河鱼均值为 1.85 比塘鱼 4.87 下降 62.01%, $t = 3.220 > t_{0.05} = 2.571$, 如将底栖动物、鱼肉、水和底泥中的毒物含量进行对比, 以底泥含毒量(尤其是重金属)较高, 且主要在下流阳朔至平乐江段。

另对谷氨酸草酰乙酸转氨酶 (S-GOT) 测定结果亦表明 1981 年 5—6 月, 河鱼 S-GOT 活力为 388.67 活性单位, 比塘鱼 206.12 上升 78.86%, $t = 2.547 > t_{0.05} = 2.365$, $P < 0.05$, 差别显著。以上均表明漓江鱼类确有慢性中毒迹象。

(三) 底栖动物群落的生物指数^[4]

Beck 指数 $B \cdot I = 2n_1 + n_{II}$

Goodnight 指数

$$G \cdot I = \frac{\text{颤蚓类个体数}}{\text{底栖动物个体数}} \times 100$$

$$\text{敏感种生物指数} = \frac{\text{蚌类} + \text{石蛭类}}{\text{底栖动物个体数}} \times 100$$

Gleason 指数

$$G \cdot I = \frac{S}{\log_e N}$$

Shannon 多样性指数

$$S \cdot I = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

式中, $S \cdot n_i \cdot n_{ii}$ 为群落中的种类数, N 为个体数, n_i 为第 i 种 ($i = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots S$) 的个体数。

表 1 显示了漓江各点生物指数变化。

Beck 生物指数值示 1—6 为中等有机污

染; 10—40 为清洁水; 0 为重污染。我们将 1—3 定为中重污染; 4—6 为中中污染; 7—9 为中轻度污染; 10 以上为清洁水, 计算结果, 漓江段包括市区支流在内, 还未发现有严重污染情况。弹子桥、雉山桥、南溪山为 2—4, 以及市区中解放桥达到 8, 为中重至中中污染, 上游灵渠和市区下游大圩点为 10—9, 属轻度污染, 其余阳朔、平乐两点生物指数值均超过 10 以上, 应属清洁水。

Goodnight 生物指数值示 80% 以上为严

表 1 漓江各采样点生物指数及水质评价

采样点	Beck		Goodnight		Shannon		Gleason		敏感种		综合评价	总评价	
	生物指数	级别	生物指数	级别	多样性指数	级别	多样性指数	级别	生物指数	级别		干流	市区支流
苗儿山	12	洁净	0	洁净	3.24	洁净	1.64	洁净	57.59	洁净	洁净水		
灵渠	10	洁净	10.53	轻污	3.98	洁净	2.82	洁净	15.79	中污	轻污染		
解放桥	8	中污	37.50	中污	3.27	洁净	2.02	洁净	6.26	重污	中污染		
弹子桥	2	中污	99.62	严重污	0.13	重污	0.85	污染	0	重污	重污染	轻度	重度
雉山桥	4	中污	69.23	重污	1.56	中污	1.05	洁净	0	重污	中污—重污	污	染
南溪山	3	中污	92.28	严重污	0.74	重污	0.50	污染	0	重污	重污染		
瓦窑	7	中污	24.53	中污	3.06	洁净	1.60	洁净	8.49	重污	中污染		
大圩	9	中污	31.96	中污	3.46	洁净	2.24	洁净	22.73	中污	中污—轻污		
阳朔	18	洁净	3.54	轻污	3.28	洁净	2.35	洁净	66.38	洁净	洁净水		
平乐	33	洁净	0	洁净	3.21	洁净	2.39	洁净	78.22	洁净	洁净水		

重污染; 60—80% 为中污染; 60% 以下为轻污染。同前者比较, 基本情况相同, 亦是市区支流的弹子桥、南溪山点最高为 90% 以上, 超过了 80% 应属重污染, 其余各点均在 0—37% 之间, 应属正常值。

Shannon 多样性指数值示大于 3 为清洁水; 2—3 为轻污染; 1—2 为中污染; 小于 1 为重污染; 0 为严重污染。也同样反映出类似情况, 即弹子桥、南溪山为 0.13—0.74, 小于 1 应属重污染, 雉山桥为 1.56 属中污染, 其余为 3.06—3.98 属清洁水。

Gleason 指数值示大于 1 为清洁水; 小于 1 为污染水。从各采样点的底栖动物群落结构所计算出的生物指数值来看, 仍然是弹子桥点和南溪山点示污染水, 余者均大于 1, 示清洁水。

敏感种生物指数划分水质污染等级, 指定 60% 以上为正常值; 10—60% 为中污染; 10% 以下为重污染。结果亦是弹子桥、雉山桥、南溪山三个采样点生物指数值最低为 0, 应属重污染, 漓江中游解放桥、瓦窑、大圩三个点生物指数值为 6.26—22.73% 属重污染至中污染, 上游灵渠点为 15.79%, 主要是由于石蛾类个体数缺, 降低生物指数值, 阳朔和平乐点均达到或超过 60% 以上, 为清洁水。

三、讨 论

生物与其生活环境是互相影响, 互相制约的, 当生物生活的环境发生变化, 例如受到污染时, 则生物的生长、繁殖和生理活动等必受到影响, 并表现为种类和数量的变化。

自 Kolkweitz & Marsson (1902—1908)

首次提出污水生物系统来评价河流污染以来,国内外学者围绕着特定的指示生物进行研究,借以找出能反映自然水体污染状况。^[1,2]

本次调查从生物量看,水生昆虫多,示水域为 β 中腐水性。从生物指数来看,漓江上游为清洁水至寡污带,中游市区为 β 中污带,下游为寡污带,市区支流所受污染程度大于干流,特别是弹子桥和南溪山两点,前者有芳香厂废水和煤渣排入,后者为南溪山医院排污口处,两点既有生活污水,也有毒污和隐污存在,水栖寡毛类明显地增多,高达每平方米125100条和72986条。Wright(1955)提出以颤蚓类个体数评价水质的指标:在底质为淤泥的条件下,每平方米少于100条颤蚓类,有100条以上的扁蜉幼虫,即为不污染;每平方米有100—999条颤蚓为轻度污染;每平方米有1000—5000条颤蚓类为中度污染;而每平方米超过5000条以上即为严重污染。Ganfex & Tarzwell (1956)指出霍甫水丝蚓是高度污染水中的种类。Brinkhurst 等认为不同污染条件下的优势种,虽然由于各水体的具体条件不同而有些区别,但大体上可以看出霍甫水丝蚓和正颤蚓是最严重污染区的优势种。可见桂林市辖区内的三个采样点水质所受的有机污染是严重的。

雉山桥点在桃花江下游,五种生物指数值除一种表明为重污染,余者均示中污染。1980年该点水栖寡毛类每平方米有2663条,1981年有2655条,1982年下降到每平方米有540条,COD 4.27毫克/升,BOD 3.02毫克/升,虽然接近于渔业水质用水标准,但作为生活用水不适宜。

漓江干流7个点的五种生物指数值基本上较一致,除苗儿山点由于采集样品少,影响多样性指数值降低。酸性环境地区动物种类少,群落结构受显著影响^[4],是否该点pH值(6.35)呈酸性有关。清水性敏感生物指示种积翅目中的石蝇个体数量却成了优势种,1981年每平方米达256个,次为毛翅目的石

蛾,每平方米个体数量也达到了128个,1982年该点采集的样品全部为水生昆虫的稚虫,包括有蜉蝣目、蜻蜓目和鞘翅目的昆虫。石蝇类在平乐点上游(仍属于漓江段)出现过一种外,其余各点未采到过该种类标本。

灵渠点生物指数值表明属轻污染,而多样性指数值示清洁水,我们认为这是由于灵渠开辟为风景游览区后,加上四周农田村舍施放农药与生活污水影响,多少会对该处水质起到不同程度的损害,使其敏感性种类相对地减少,耐有机污染的水栖寡毛类相对地增多,从而导致生物指数值下降。综合其它几项指标,灵渠点仍应属于正常水质。

解放桥、瓦窑、大圩点属于桂林市区,生活污染水、工业毒物和煤渣、泥沙隐污直接影响到该河段水质,敏感性生物指数值较低为6.28—8.49属重污染,其它生物指数均示为轻污染,分析其群落结构,寡毛类、蛭类三点均有分布,愈近市区中段解放桥,生物指数值愈低,污染愈严重,但总的来看,仍应为中污染。

生物指数的优点是运用数字来指示污染程度,比较简单而又直观,能概括地反映出污染轻重程度。缺点是对究竟属于哪种污染,较难判断。例如弹子桥采到一种背角无齿蚌(*Anodonta Woodiana*),生物指数推算该处应属重污染,该种的生态环境以及对污染的耐性,如能进一步了解,就能对该处属何污染类型作出进一步的判断。但从现有资料来看,无齿蚌可用于监测重金属污染(Salanki等1976),静水椎实螺对有机化合物敏感性相当高(Canton等1977),我们在调查中发现很多椎实螺都是空壳,说明该点曾有过有机化合物污染,而无齿蚌对此有耐性。

以上表明运用底栖动物群落结构的生物指数来反映漓江水质污染状况,基本上是可行的,能够大体上表现出漓江水质污染的概貌,但其缺点是还不够完善。

本次调查漓江各采样点的情况,虽然基

本上相同,但干流各点多样性指数值偏高,在 3.0 以上,与用同一样品所求得生物指数值比较起来有出入。例如苗儿山和平乐两点距桂林市污染源较远,前者约为 96 公里,该点水质可以说仍处于原始自然状态,没有受到人为的干扰和破坏,溪水清澈见底,底栖动物群落结构中,均为水生昆虫,积翅目石蝇类是该点代表种, COD 1.59 毫克/升, BOD 0.32 毫克/升,电导率 5.3 微姆欧/厘米,而后的平乐点距桂林市为 118 公里,沿江城镇工矿废水有毒物质排入漓江,通过水体自然净化,使平乐点水质变为洁净, COD 达到 2.14 毫克/升; BOD 为 0.98 毫克/升,但电导率上升到 193 微姆欧/厘米,江水中金属离子比源头(苗儿山)高出近 3 倍以上,说明漓江下游确实有金属毒物的污染存在。以上两者多样性指数为 3.40 和 3.21,而位于桂林市漓江中段的解放桥点 Shannon 多样性指数值也为 3.27,三者非常接近,能否表明三者水质一致,属于

洁净水,显然不对。与 Beck 指数比较,解放桥点为 6 属中度污染,敏感性生物指数为 6.26 属重污染。几种生物指数不相一致的矛盾,笔者认为这些生物指数本身还不能精确地反映水质被污染的情况。因此,以底栖动物群落结构的生物指数来评价桂林漓江水质污染,应以几种生物指数来比较,最好是将群落生态学与个体生态学相结合,并考虑到环境因子,综合权衡,方可得出比较符合实际的结论。

参 考 文 献

- [1] 王士达等,环境污染与生态学文集,58—65 页,江苏科学技术出版社,1981。
- [2] 黄玉瑶等,环境污染与生态学文集,141—148 页,江苏科学技术出版社,1981。
- [3] 刘保元等,环境污染与生态学文集,194—198 页,江苏科学技术出版社,1981。
- [4] 颜京松,环境污染与生态学文集,42—48 页,江苏科学技术出版社,1981。
- [5] 刘保元等,环境科学学报,1(4), 338—347 页(1981)。

松花江哈尔滨—通河江段冰封期污染程度与浮游生物的生长状况

芦 晏 生

(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所)

随着工业生产的发展,大量污染物质排入松花江,松花江污染对渔业资源的影响,日益加剧。因此,我所进行了松花江污染对鱼类和水生生物影响的研究。一九八一年二月至三月对冰封期浮游生物进行了调查。

一、哈尔滨—通河江段的自然概况

松花江哈尔滨—通河江段全长近二百三十公里,据二十年的水文资料,年平均迳流量哈尔滨断面为 419.7 亿米³,通河断面为 473.1 亿米³,最大洪峰流量哈尔滨断面为 9100 米³/

秒,通河断面为 11600 米³/秒。明水期*江水流速较大,污染较轻,冬季流量小,污染较严重。

本江段冰封期从十一月中旬至翌年四月上旬,约一百四十天,冰厚 1.0 米左右,冰下水温 0.2—0.5℃,枯水期为冰封季节。松花江干流承纳第二松花江和嫩江排放的废水汇同哈尔滨市废水总计约为 500 万吨/日,其中哈尔滨总排水量约 60 万吨/日,工业废水

* 明水期即不结冰期