

用 PFU 原生动物群落监测与评价南淝河水质*

汪 金 陵

(安徽省环境监测中心站)

美国弗吉尼亚工程学院及州立大学环境研究中心所长 Cairns 教授等于 1969 年^[1]创建了用聚氨酯泡沫塑料块 (Polyurethane Foam Unit, 简称 PFU) 为人工基质采集微型生物群落的方法。Cairns 认为原生动物在 PFU 上的群集过程符合 MacArthur-Wilson 的岛屿生物地理平衡模型。沈韞芬等 (1985)^[2]把 PFU 法应用到生物监测中, 根据 PFU 上微型生物群落结构与功能的变化可以监测水质, 具有经济、快速, 正确的优点。

作者于 1983 年 11 月、1985 年 11 月两次用 PFU 法对南淝河及其上游董铺水库进行水质监测与评价, 经中国科学院水生生物研究所沈韞芬研究员的指导, 取得了一些初步结果。

一、河流概况及采样站的设置

南淝河发源于肥西县境内的将军岭, 在合肥市西部经董铺水库节流进入合肥市区, 向东南流入巢湖。是流经市区的一条主要河流。全市的工业废水和生活污水有 90% 直接、间接地排进南淝河汇入巢湖, 因此它是巢湖的主要污染河道之一。主要污染物质为需氧有机物, 悬浮物以及酚、氰等有毒物质。南淝河的水源主要依靠天然降雨及沿途排放的废(污)水的补给, 水量小、流速慢, 水体稀释自净能力较低。

根据污染源的分布情况、污染的类型与程度的不同分别在董铺水库、屯溪路桥、化工厂下游及钢厂下游设置采样站 (见图 1, 表

1)。

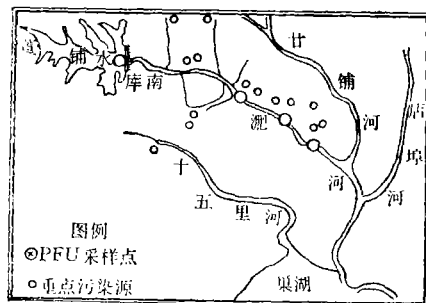


图 1 南淝河 PFU 采样站分布

二、工作方法

将体积为 $5 \times 6.5 \times 7.5$ 厘米的 PFU 悬挂在水中, 深度视水的深浅而定。按群集速度间隔时间, 每次取两块平行样品, 挤出水样在显微镜下观察。

三、结果与分析

(一) 两次采样共观察到原生动物 152 种, 其中植鞭毛虫 39 种, 动鞭毛虫 27 种, 纤毛虫 70 种, 肉足虫 16 种。各站原生动物的分布及群集过程见表 2, 图 2, 图 3。

(二) 根据原生动物群落的功能参数来评价水质

南淝河上游董铺水库位于市郊, 基本无污染源, 是市区的饮用水水源。在该站观察原生动物群集过程, 开始种数低于其余各站,

* 本文承沈韞芬研究员审阅; 王慈忠同志协助数据处理; 陈紫星、金庆海、刘志秀、刘圣保同志协助采样, 在此一并致谢。

表 1 各站主要污染源及化学监测综合污染指数

站号	地名	主要污染源	有机综合污染指数值	水质等级	酚、氰综合污染指数值	水质等级
1	董铺水库	无	0.4	尚清洁, 水质好	0	清洁, 水质良好
2	屯溪路桥	城市生活污水、工业废水的排水口	2.8	严重污染, 水质差	0.2	尚清洁, 水质好
3	化工厂	化工厂、针织厂、印染厂	3.4	严重污染, 水质差	1.2	重污染, 水质较差
4	钢厂	钢厂、造纸厂	3.9	严重污染, 水质差	3.8	严重污染, 水质差

表 2 各站原生动物的种类数

采样站	董铺水库	屯溪路桥	化工厂	钢厂
种数				
类群				
鞭毛虫	31	42	16	33
纤毛虫	40	41	5	20
肉足虫	8	9	2	5
总数	79	92	23	58

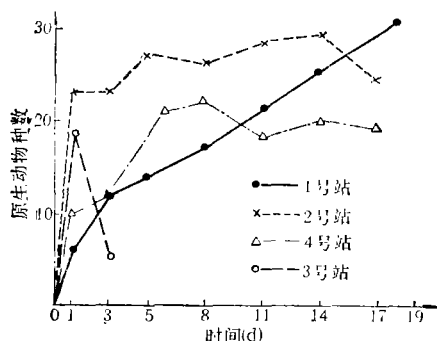
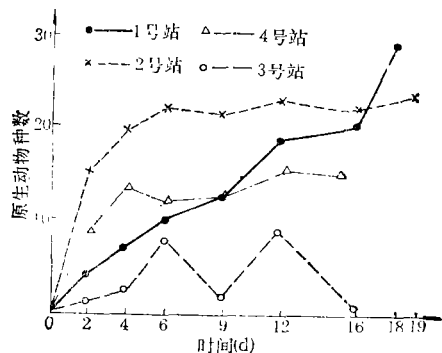


图 2 南淝河原动物在 PFU 上的群集过程曲线(1983)

图 3 南淝河原动物在 PFU 上的群集过程曲线(1985)
群集过程中种数增加很快(见图 2、图 3)。根据 MacArthur-Wilson 的岛屿生物地理平衡

模型理论公式 $S_t = Seq(1 - e^{-Gt})$ (其中 S_t 是 t 时的种数, Seq 是平衡时的种数, G 是群集曲线的斜率), 通过计算机计算^[3] 得出的参数, 董铺水库原生动物群集过程达动态平衡时的种数 (Seq) 多于其余各站, 达到 90% 平衡种数所需要的时间远比其他站长 (见表 3)。上述情况表明董铺水库的原生动物种类多、数量低, 多样性指数高, 水质清洁。

屯溪路桥的 Seq 分别为 26.72、22.60 种, 只需 1.21、4.35 天即可达到 90% 平衡种数, 说明此处有机污染重。全市三分之二的生活污水及部分工业废水排入该河段, 水面船只密集, 漂浮着大量油污, 据 1983 年 5 月监测, 该站溶解氧仅 0.88 mg/L。严重的有机污染直接增加了原生动物异养性种类的丰度, 丰度愈高, 原生动物群集 PFU 的机率也愈高。在群集过程早期, 该站原生动物种数高, 2—4 天后种数增加变慢, 达到 90% 平衡种数所需时间 $T_{90\%}$ 较短 (见图 2、图 3)。

钢厂排入南淝河的挥发性酚为 0.866 吨/年, 氰为 3.639 吨/年, 该河段挥发性酚显著超标, 氨氮含量较高, 水体缺氧。化学监测表明该站有机污染、毒物污染均严重 (见表 1)。有机污染与毒物污染的综合作用抑制了一些原生动物的生长, 不耐污的种类消失, 耐污的种类因失去竞争的对象和被掠食的威胁而得以大量孳生繁衍形成较高的丰度。因此该站的 Seq 少, $T_{90\%}$ 也较短。

表 3 各站原生动物群集模型参数

参数 采样站	Seq		G		T90% (天)		LOF ($P>0.05$)
	1983 年	1985 年	1983 年	1985 年	1983 年	1985 年	
董铺水库	33.21	73.37	0.11	0.02	21.04	99.34	符 合
屯溪路桥	26.72	22.60	1.91	0.53	1.21	4.35	符 合
钢 厂	20.48	14.32	0.49	0.47	4.72	4.92	符 合
化 工 厂		8.64		0.095		24.25	不符合

化工厂站的原生动物种数最少,群集过程曲线上波动,起伏较大。此处水质不利于原生动物生长。我们把在董铺水库悬挂了 16 天、上面已经群集了 22 种原生动物的 PFU 从水库里取出后立即悬挂到化工厂下游,3 天后取样镜检,原生动物种数从 22 种下降到 4 种。上述结果表明原生动物群落对环境污染相当敏感,环境发生变化时原生动物的群落结构也产生相应的变化。

(三) 根据原生动物的群落结构评价水质状况

董铺水库原生动物的种类以纤毛虫为主,占该站原生动物种数的 50%,优势种不明显,耐污性的种类少见。

在屯溪路桥、化工厂、钢厂的原生动物种类中,鞭毛虫占多数,分别为各站原生动物种数的 46%、70%、56%。有机污染使屯溪路桥、合钢二厂的原生动物群落结构发生变化,耐污力低的种类消失,而适于生长在有机物丰富生境中的种类大量生长形成优势。这两站均以膨胀六前鞭虫* (*Hexamita inflata* Dujardin) 和多污性的种类弯豆形虫 (*Colpidium campylum*)、活泼锥滴虫 (*Trepomonas agilis*)、尾草履虫 (*Paramecium caudatum*) 为优势,并多次出现适于淡水或粪便中生活的长尾尾滴虫** (*Cercomonas longicauda* Dujardin) 及多污性的种类天蓝喇叭虫 (*Stentor coeruleus*)、跳侧滴虫 (*Pleuromonas jaculans*)。屯溪路桥优势种的个体数量多于钢厂。尾草履虫在屯溪路桥有时每个视野可达 40 只。在 1983 年的监测中,屯溪路桥的弯豆形虫有时

每个视野也达到 30—40 只。据报道,弯豆形虫是典型的多污性纤毛虫,在有机物比较多的水体,尤其是被人畜粪便污染了的水体中最为常见^[5]。大量生活污水的排入是使屯溪路桥弯豆形虫成为优势的主要原因。钢厂的囊裸藻属 (*Trachelomonas*) 和耐污的眼虫属 (*Euglena*) 较多。化工厂的优势种是多污性的种类活泼锥滴虫和弯豆形虫。

四、小 结

(一) 综上所述,1983 年和 1985 年两次监测的结果基本一致。董铺水库属于清洁水体;屯溪路桥河段有机污染严重;化工厂、钢厂下游河段有机污染、毒物污染均严重。

(二) PFU 法的采样方法具有其独特的优越性,它群集了代表食物链上几个营养级的微型生物,可以模拟天然微型生物群落,在最高级群落级上作出对环境污染的反应。并且能在同一块 PFU 上得到几种参数,可避免误差提高准确性。

(三) PFU 法能够直观地反映水质状况,可以区别污染的类型及其污染程度。比较本实验中屯溪路桥与化工厂、钢厂的结果,发现了有机污染河段的 Seq、G 比毒物污染的 Seq、G 高。清洁水体董铺水库的 Seq 高、G 低、T 90% 长。

(四) 本实验原始数据经计算机处理,除化工厂站外,其余各站原生动物均符合 Mac-Arthur-Wilson 的岛屿生物地理平衡模型理

*,** 均为暂定中文名。

论。化工厂站不符合的原因是多种多样的,其主要原因可能是与该站位于化工厂下游、离排污口较近,水体污染最严重有关。

参 考 文 献

[1] Cairns, J. Jr., Dahlberg, et al. *Amer. Nat.*,

103, 439—454(1969).

[2] 沈韞芬等,水生生物学报, 9(4), 299—308(1985).

[3] 王继忠等,水生生物学报, 9(4), 343—350(1985).

[4] 湖北省水生生物研究所,《废水处理微型动物图志》,中国建筑出版社, 1976.

兰州市降水中的氡含量

高平印 董 峰

(甘肃省工业卫生实验所)

王 平

(中国科学院兰州冰川冻土研究所)

环境中氡主要来自宇宙成因,近三十年来的热核爆炸以及核工业排放物。氡主要以 HTO 的形式参与水的循环。尽管氡是一低能 β 核素 ($E_{\max} = 18 \text{ keV}$)。由于同人类及环境关系密切,愈来愈为人们所重视和关切。

兰州市位于我国中部地区,青藏高原与黄土高原交汇处,东经 $103^{\circ}53'$,北纬 $36^{\circ}03'$,四周环山,著名的黄河流经市区,海拔 1517 m,年降雨量在 189—550 mm 之间,平均为 328 mm/a.

一、装置和方法

用不锈钢盘(面积为 0.25 m^2)在五楼平台上收集降水,然后用加热法进行一次蒸馏,制备成待测样品。

用液体闪烁法测定水样中氡含量,装置是自行研制的低本底液体闪烁计数器^[1],其性能指标是:当使用乳化闪烁液测量时,对 20 ml 含水量为 35% 的样品,氡计数效率为 15.5%,本底为 2.7 ± 0.1 计数/min,所用闪烁液配方是:甲苯: triton-x-100 = 2.5: 1. PPO 6 g/l. POPOP 0.6 g/l. 本底水为天津“增 3”井水。

二、结果讨论

(一) 降水中氡含量与降水成因的关系

表 1 给出了自 1981 年 1 月 7 日—1985 年 5 月 31 日间降水中的氡含量值。由表 1 可明显看出,每次降水中氡含量各不相同,不仅随年、季、月变化,而且在同一天不同时间的降水中氡含量也不一样,甚至相差甚大。由于每次降水都是在特定的气象条件下形成的,成因各不相同,这是造成每次降水中氡含量不同的主要原因。

造成兰州降水的外部水汽源多,除太平洋暖气流,印度洋暖气流,北冰洋水汽外,还有青藏高原的大量固体冰川和内陆湖泊。兰州地区的降水都是上述各水汽源在当时特定气象因素作用下的综合结果。由于各水汽抵达兰州的路线、时间各不相同,途中与当地及高空中氡交换的机会也不相同,从而造成每次降水中氡含量的差异。一般来讲,路程、时间长,又途经氡含量高的地区的水汽团在兰州形成降水时,氡含量就偏高,反之降水中氡含量就偏低。尤其是在形成大面积系统降水时更是这样。例如,由西伯利亚强寒流和太平洋及孟家拉湾暖气团在兰州地区形成系统