

一步研究充实。

本文承张觉民副研究员审阅并提出宝贵意见,侯莲芳同志提出修改意见,富惠光同志协助生物指数的数理统计,荣秀敏、战培荣、陈会同志参加部分野外工作,并清绘图表,在此一并致谢。

### 参 考 文 献

- [1] 饶钦止等,湖泊调查基本知识,科学出版社,1959年.
- [2] 胡洪钧等,中国淡水藻类,上海科学技术出版社,1979年.
- [3] B. 福迪著,藻类学,上海科学技术出版社,1980年.
- [4] 王家楫,中国淡水轮虫志,科学出版社,1961年.
- [5] 中国医学科学院卫生研究所,水质分析法,人民卫生出版社,1972年.

## 平原水网地区城市水体的生态分类\*

赵 荫 薇 董 雅 文 尹 宇

(中国科学院南京地理研究所)

### 一、平原水网地区城市水体的特点

平原水网地区河湖分布及其水文条件与城市发展和市政建设有着较为密切的关系。平原水网地区的城市水体一般具有过境水的特点,从空间分布看,包括进水河道、市河(包括相沟通的湖泊及内塘)和出水河道三个组成部分。进水河道多位于城市市区的上游,水质较好,为城市给水的水源。出水河道一般位于市区的下游,起防洪和排污作用。市河则具有调节城市居民生活环境、美化景观的功能。但目前由于种种原因,不少河道成为纳污排污的场所。此外,市区外围的河道一般具有农业、渔业和交通运输等多种功能。城市水体受人为主因素影响比外围农作地区大,但又处在外围水域的包围之中,其水文和水利条件不能自成体系,主要由外围水系来调剂。由于人口增长以及某些工业布局不够合理,市河对生活污水和工业废水的负荷有逐年加重的趋势。因此,城市水体的状况比其它地区复杂得多。

城市水体是一个受自然因素和社会因素制约的半自然生态系统,其结果变得复杂,人的干预(主要指对人的使用)使其多种功能的

交叉更为频繁。如果沿用我国目前通常采用的水质评价方法,所得结果的应用范围可能仅仅局限于某一个方面。因此,我们建议,对于城市水体应视其特点把水质评价方法进一步发展为水体的生态分类或生态评价与预测。第一步先进行生态分类的工作,条件具备时再搞评价与预测。从生态方面研究城市水体质量,可为制定城市社会发展规划和市政建设,为水利、航运、环保等部门协调解决城市与小城镇,城市与外围农村水环境污染问题提供科学依据。目前,我国的水环境质量评价对象多是取一个流域或一条江河或河段,其指标是以毒物(有机、无机)评价和生物学评价居多。本项工作试图在上述方法基础上,把研究对象局限于城市,揭示其水体组成、性质及其与水生生物和人类活动的关系,确定地域差异和等级水平。

### 二、生态分类原则和方法

#### 1. 城市过境水功能的多样性

本研究的城市有三条进水河道,两条出水河道,两条进出不断的河道。三条进水河

\* 本工作承蒙苏州市防疫站与苏州环境学会同志参加,谨致谢意。

道功能各不相同。一是为农业排灌和内河航运服务；二是用于冲洗市河污水和航运；三是提供城市水源、排除洪涝和部分通航。出水河道既要承担排除洪涝，又要起到排污和污水养殖的作用，负担相当重。一水多用有时表现为不同河段承担的作用不同，有时是同一河段出现两个以上功能的交叉，发挥综合效益，合理利用和综合防治同步发展。根据水体功能的地域差异，多种功能在同一河段的相互关系，并考虑对生态分类的实际应用，我们认为对城市地区的水域应首先按城市水体各河段主导功能划出类型，分别评价。在本研究的地区大体可分饮用水水源河段、农业用水河段、环境冲污用水河段和景观用水河段四种功能水体，在地域分布上，市区外围多为多种功能水体，市区下游和市内即建成区则以单一功能的水体为主。

### 2. 城市生活质量与水质卫生的一致性

平原水网地区城市生活质量的基本组成是水、人是主体，水是客体。人对水的需求，一方面是水量，另一方面是水质，后者是指生产用水与生活用水(卫生要求)两种，城市生活用水质量主要指生活用水卫生。水质评价

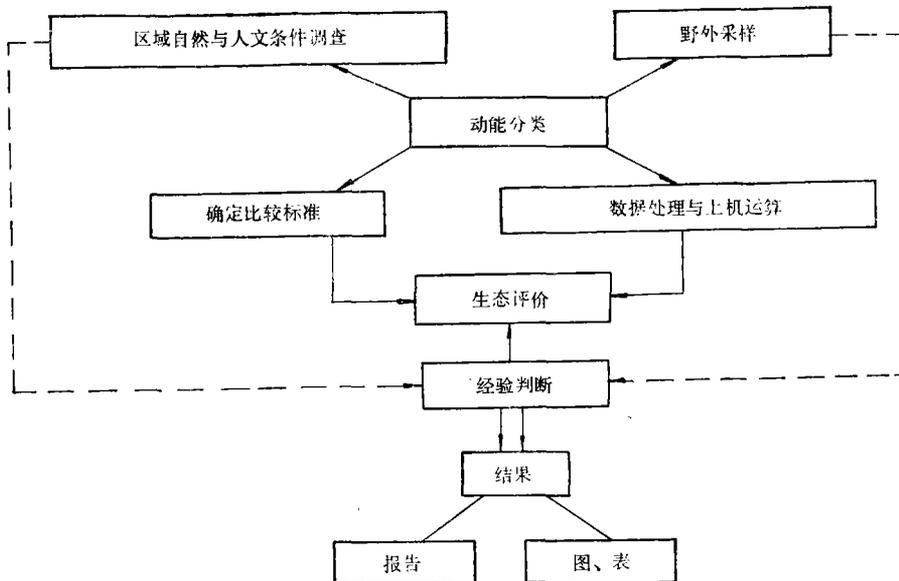
我国已有不少成熟的经验。但是城市对水有多种需要，而水的多种功能相互交叉，单纯运用毒物评价与生物学评价就不够了。这也就是我们试图建立一个能把毒物指标、生物指标(藻类、菌类、浮游动物、底栖生物)及与其生长繁殖有密切关系的氧情、水深、水温、水色、透明度等包括在内、紧密联系在一起看作一个整体的几个组成部分，通过揭示它们之间的关系来确定其对城市生活质量的利与弊。城市是人口集聚的地方，生活污水排放对城市居民的身体健康有很大影响，因此用异氧菌、真菌、大肠菌群、沙门氏菌群等卫生指标是能部分地表征城市水体与人群的关系的。

### 3. 方法的特点

首先按上述原则把水体分成类型，绘在一定比例尺的工作底图上，对所选的化学指标、生物指标、物理指标进行数据处理，按水体功能选定比较的标准，利用主成分分析(雅可比法)，通过 TQ-16 电算机计算，对其结果，进行经验判别，最后得出对每一功能水体的生态分类。这种分类具有一定的等级水平，因此也可以把它称为生态评价(见框图)。

关于对所选取的物理、化学、生物等多种

生态分类程序



指标的比较标准,对单一功能水体,如农业、渔业用水,采用我国(1979)渔业用水标准(试用)并参考日本(1971)农业用水人口处标准。对两种以上功能的水体,则取其主导功能,按主导功能定标准。如一条河段兼有水源、农业、环境冲污用水三种功能,考虑本研究的城市解放以来人口翻了一番,工业增长幅度大以及今后城市的发展方向等特点,则选取水源水体为主导功能,可选用我国《地面水环境质量标准》(1983)中的二、三级与轻污染水质标准,并参照日本(1971)水源给水标准。在此项工作中所选用的指标共计24个,其中国内已定或暂定标准的有物理化学各项指标,生物指标除细菌、大肠菌群有卫生标准外,其它尚无标准。因此,除采集必要的对照样品外,还适当地参照了国外的有关标准。

分类的等级水平是一个单系列的等级单位系统,即从上到下,上面为最高级,下面为最低级。各等级的命名以能反映水体内各项指标相互关系的协调程度为准。我们试用稳定与相对稳定或趋于稳定等术语,同时力求所划分的类型等级与我国现行的环境质量评价的结果能够比较或彼此呼应,便于各种不同生产部门广泛应用。

### 三、实 例

对所研究地区选配17个因子。计算得出结果,首先是筛选出各功能水体的主要成分及其贡献率(见表1),一般选取贡献率在70%以上的几个成分就对分类和评价有很大的说明作用了。四种水体的主成分中,除DO一项是共有的外,其余项目其组合关系均有明显差异,自然由它们得出的综合得分值也不会很接近。景观用水综合得分值在四种水体中最大( $>1 \times 10^6$ ),次之为饮用水源,而环境冲污最小( $<2.0$ )。这是因为用于分类评价的某个主成分的初始变量(监测)数值大,如大肠菌在市河中监测值要比用于

冲污的外河高出3—4个数量级。

按监测河道水面(约30平方公里)估算,各类水体分布不均。第I类生态稳定型占20%,第II类恢复型与第III类不稳定型各占40%。其中第III类较集中在内城河景观水体中,此类水体已没有第I类,可见生态系统受到破坏程度大,靠自身恢复潜力不大。环境水体中第II类较集中,第I、III类均属少数。I类出现在近湖口处,III类出现在外围水系,接纳小城镇系污水后进入城区的。农用水体中各属I、II类,说明该地区农用水生态条件尚可。饮用水源水体中I、II、III类各占1/3,从而揭示出该市新、老自来水厂取水口的不同生态水平。

为检验以上结果,我们把同步调查的底栖动物评价(应用模糊聚类分析法)结果进行了比较(见表2,表3)。

通过对某市的应用实例和底栖动物评价的对比来看,结果基本一致,约有10%的差异,可能由于这部分水体功能交叉而致。

### 四、结 束 语

生态分类与环境质量评价是认识水质状态互为联系互为补充的两种手段,各自侧重点有所不同,各有利弊,由于生态分类或即将开拓与发展起来的生态评价是立足于对人与水的生态关系的分析,所以牵涉面广,因子多,监测手段复杂,综合性强。目前用于分类的数学模式如主成分分析,模糊聚类应用较广泛,其优点是无需事先知道分类对象的分类结构,而需一组未知其分类归属的观测资料,不受分类对象现有研究程度的限制,用于生态分类可以比较地与客观地描述分类对象之间的差异与联系。但是数学语言不能揭示机制,因此必须配合其他手段,本项研究是在探索水域生态评价的可能性作为其前期工作而进行的,在方法上还有许多不足之处。如:指标的选取、数据的处理,对对照样点的选取等还不够成熟,特别是四种水体、各个等级不能

表 1 某市及其外围地区水体生态分类

水体类型 生态 分类	饮用水水源			农业用水			环境冲污水			景观用水		
	I类	II类	III类	I类	II类	III类	I类	II类	III类	I类	II类	III类
主成份	COD、DO、总N、氯化物			DO、油度、生物、总N			DO、生物			DO、COD、生物		
主成份贡献率	70.5%			73.5%			71.8%			73%		
综合得分值*	<1×10 <sup>3</sup>	<5×10 <sup>3</sup>	>5×10 <sup>3</sup>	<4.0	5.0—6.0	>6.0	<2.0	<3.0	>3.5	<5×10 <sup>4</sup>	<1×10 <sup>6</sup>	>1×10 <sup>6</sup>
监测样品中超过对照标准的百分数	10—40	50—70	75以上	10—40	50—70	75以上	10—40	50—70	75以上	10—40	50—70	75以上
经验判别	<p>实例 1. 某市饮用水源 25 号样点,综合得分值归入 II 类,但超标百分数高达 82%,野外调查发现死鱼,鱼色鱼味均有异常,应归入第 III 类。</p> <p>实例 2. 某市农业用水 6 号与 35 号样点,综合得分值归入 III 类与 II 类,但野外调研情况正相反,6 号水域鱼虾产量虽不稳定,却仍然正常生存,酚超标不多,最大主导因子符合标准,说明功能属不稳定,应归入 II 类为宜;35 号水域无鱼虾生存,汞酚均超标,最大主导因子 DO&lt;1.0ppm,说明功能已受危害,应归入 III 类为宜。</p>											
综合判断	问题不 大,对功能 无影响	有问题, 功能不稳 定	有严重问 题,一种或 多种功能 到危害	问题不 大,对功能 无影响	有问题, 功能不稳 定	有严重问 题,一种或 多种功能 到危害	问题不 大,对功能 无影响	有问题, 功能不稳 定	有严重问 题,一种或 多种功能 到危害	问题不 大,对功能 无影响	有问题, 功能不稳 定	有严重问 题,一种或 多种功能 到危害

\* 在同一种功能中综合得分值越小,生态状况越好。

表 2 1982—1983 年某市外城河水体生态分类和底栖动物评价结果的比较

水域功能	采样点	主成分贡献率	综合*得分值	监测样品超对照标准	经验判别	生态分类	底栖动物评价
饮用水源	26号 (水厂新取水口)	70.5%	102715	29%	水域营养元素丰富微型生物数量较大	I	轻污染
	25号 (水厂原取水口)	70.5%	599450	82%	工业污染,不适于生物生存	III	极严重污染
	7号 (太湖水系)	70.5%	90010	<10%	水量丰富,二岸为农田区	I	轻污染
	9号 (水厂备用泵)	70.5%	114824	53%	主要是某市污水影响	II	中度污染
环境用水	1号 (运河过境水上游)	71.8%	2.19	<60%		II	轻污染
	5号 (运河支流)	71.8%	2.39	71%		II	中度污染
	18号 (运河支流进城市口)	71.8%	3.63	93%		III	严重污染
	12号 (太湖水系进城市口)	71.8%	3.89	86%		III	严重污染
农业用水	37号 (太湖水系)	73.5%	4.82	<10%		I	轻污染
	36号 (运河过境水下游)	73.5%	3.29	<40%		I	中度污染
	35号 (城市水进入运河)	73.5%	4.43	<60%	接纳城市工业污水	II	较重污染
	6号 (小城镇)	73.5%	6.83	75%	水量丰富,主要接纳小城镇生活污水,生物能生存.	II (综合得分值为III)	中污染 (指示性生物为重污)

\* 同表 1.

表 3 1982—1983 年某市内城河水体生态分类和底栖动物评价结果的比较

水域功能	采样点	主成分贡献率	综合*得分值	监测样品超对照标准	经验判别	生态分类	底栖动物评价
景观性用水	42号	73%	2033082	93%	排污沟	III	极严重污染
	43号	73%	10372637	86%	排污沟	III	极严重污染
(有价值)	47号	73%	2550825	93%	排污沟	III	极严重污染
	49号	73%	1488520	86%	排污沟	III	极严重污染
	32号 (内城河出口与运河水交会)	73%	642786	53%	由于运河水量大,使来自内城河污水稀释	II	极严重污染

互比也是很大缺陷。但考虑其对城市建设,制定城市规划与社会发展计划,城市供水、环境保护、卫生、航运等部门的协调发展以及维持城市及区域水体的生态平衡可能会有一定的作用,期望在进一步工作中不断完善与补充。

## 参 考 文 献

- [1] 董雅文 赵荫薇 钱君龙, 中国环境科学, 6, 48 (1983).
- [2] Yasuhik Tejuka, Yoshito Watanabe 等, 生态学杂志(日), 24(1), 43(1974).
- [3] 董雅文等, 地理科学, 1, (1981).