

太湖流域非点源污染控制和治理的思考

陈荷生¹, 华瑶青²

(1. 太湖流域水资源保护局, 上海 200434 ;

2. 水利部太湖流域水文水资源勘测局, 江苏 无锡 214023)

摘要 太湖流域非点源污染主要来源于农田尾水、畜禽与水产养殖、城镇生活污水、水域底泥释放、水生生物腐败释放、农村固体垃圾和农业副产品污染等。针对非点源污染的特点, 提出以流域为单元, 建立非点源治理的方针和管理战略。在控源的前提下, 实施生态阻截及以生态措施为核心的综合治理, 推行有机农业和生态农业, 加快中小城镇污水处理厂建设, 建立农村环境管理体制等。

关键词 太湖流域; 非点源污染; 污染控制

中图分类号: X524

文献标识码: C

文章编号: 1004-693X(2004)01-0033-04

太湖流域位于我国东部长江流域下游的三角洲地区。近期以来, 太湖流域水环境污染日益严重, 已成为流域经济社会可持续发展的制约因子。国家对太湖流域的水污染问题十分重视, 将太湖治理列为国家“三江三湖”重点治理计划和“十五”计划。

1 非点源污染控制和治理问题的提出

1.1 太湖流域水污染形势依然严峻

a. 河流水质污染严重。据对流域内 1 208.2 km 长河流水质监测评价, 污染河流占评价河长的 72%。达标排放后, 河网水质总体上未见明显好转, 特别是中小河流。其特点为: 污染河长增加, 水体中污染物浓度增高, 难降解物质增加。

b. 太湖水质污染、富营养化依然严重。目前, 湖体处于富营养化程度。其特点是: 藻类暴发面积扩大, 并向湖心伸展; 藻类种属发生变化, 耐污类增加, 藻类发生时间延长, 春秋季节可以显现。

c. 流域省界河湖水质污染。据 2002 年 11 月省界水体监测结果: 省界河流断面 20 个, 有 85% 超标, 其中Ⅳ类占 30%, Ⅴ类占 15%, 劣于Ⅴ类占 40%。环太湖河流断面 36 个, 有 61% 超标, 其中Ⅳ类占 14%, Ⅴ类占 8%, 劣于Ⅴ类占 39%。太湖中 26 个监测点, 有 77% 受到污染, 其中Ⅳ类占 69%, 劣于Ⅴ类占 8%。太湖 23% 为中营养水平, 77% 为富营养水平。

1.2 国家对太湖水污染治理的决策

“十五”期间, 太湖水污染治理要实现四大转变:

①从工业点源污染控制向工业点源与农业面源污染控制相结合转变; ②从以城市污染控制为主向城市

与农村污染控制相结合转变; ③从以陆上污染控制为主向陆上与水体污染控制相结合转变; ④从以治理污染为主向防治污染和保护生态环境并重转变。

1.3 流域经济社会发展全局和战略的要求

21 世纪初期, 太湖流域在人口稳定低速增长的基础上, 经济社会将继续保持高速发展的态势, 提前实现现代化第三步发展战略。水是基础性自然资源和战略性经济资源, 也是流域经济发展和社会进步的生命之源, 流域水污染状况必须尽快得到根本改善, 真正实现以水资源可持续利用保障经济社会的可持续发展。

1.4 太湖流域水污染治理发展和实际的需要

“九五”期间以工业企业达标治理为核心的治理取得成效。工业污染达标排放率不断上升, 生活污水正在加大治理力度。污染负荷贡献率的构成发生变化, 非点源污染已成为太湖流域水污染的主体。从流域主要污染源类型分析可见: $\text{NH}_3\text{-N}$ 排放量中, 农业面源所占比例最高, 为 77%; 其次为城镇生活污水, 占 18%。TP 排放量中, 农业面源占 66%, 城镇生活污水占 27%, 工业污水占 7%。据嘉兴市 2000 年监测, COD 排放量 12 万多 t, 其中工业污染占 17%, 生活污染占 26%, 农业污染占 57%; 与 1995 年相比, 工业污染减少 32%, 生活污染增加 14%, 农业污染增加 18%。

2 流域非点源污染主要来源和特点

按照美国联邦水污染控制法的解释, 非点源污染有 3 个不确定性: 在不确定的时间内, 通过不确定

的途径排放不确定数量的污染物质。

太湖流域非点源污染主要来源是：

a. 农业化肥农药过量和不合理施用。太湖流域是我国农业发达地区之一。农业集约化程度较高,是高投入、高产地区,如江苏苏南,全区面积仅占全国的0.4%,而化肥使用量占全国的1.3%,粮食产量占全国的3%。据统计,流域内耕地平均化肥施用量(折纯量)从1979年的244.5 kg/hm²增至目前的667.5 kg/hm²。而发达国家为防止化肥对水体污染,规定平均化肥施用量不得超过225 kg/hm²的安全上限。江苏省农学和环境科学家建议:为控制农业非点源污染,单季晚稻施氮肥量135~180 kg/hm²。中国科学院朱兆良院士等研究了苏南太湖流域稻、麦的适宜施用量:单季晚稻102~195 kg/hm²,小麦为120 kg/hm²。可见,目前流域内平均施肥水平已超过专家建议的适宜施肥量。流域内化肥利用率平均为30%~35%,化肥流失量中,约13%~16%进入水体,既浪费了资源,又造成了水污染。

b. 流域西部山地丘陵区地表侵蚀引起的水土流失和径流携带污染物。污染物输出强度与山区地形条件、植被覆盖率、林草地结构和人类活动有关。据统计,太湖流域水土流失面积是1472 km²,大部分集中在天目山区和宜溧山区,也是太湖流域主要水源形成区。由于流域内植被覆盖率较高,这部分量不是很大,但据监测资料,苕溪水体中TP浓度高于其他入湖河流,可能与山区下垫面条件和岩性有关。

c. 养殖污染。20世纪80年代,随着人民生活水平的提高和农村产业结构调整,各级政府实施了“菜篮子工程”,畜禽饲养量逐年增加,至90年代末上海拥有规模畜禽基地1000余个,存栏生猪300多万头,牛4万多头,出栏肉禽8000余万只。这些畜禽牧场每天要产生2万多t粪便,全年粪便尿液的排放量达740万t。目前,流域内畜禽总数达3.47亿头(只),其中大牲畜(猪、牛、羊)约2800万头,小牲畜3.2亿只。其现状和潜在污染排放量不容忽视。

d. 洗涤剂的大量使用。我国目前洗衣粉的配方中,大多含有17%左右的三聚磷酸钠(含磷量约为4%)。洗涤废水随生活污水排入河湖,造成一定的营养(P)负荷,成为太湖水体富营养化进程加快的原因之一。据对流域内中等生活水平地区典型抽样调查,城市区人年均洗衣粉用量3.94 kg,洗涤后的水经管网排入水体;农村区人年均洗衣粉用量4.3 kg,其中50%进入水体。计算分析结果表明,太湖及其上游沿岸地区年含P排水量为1万t,实际入湖0.19万t,P的入湖率平均为18.2%。

e. 农业生产残留物和农村生活垃圾。农村中

基本没有建立生活垃圾清运制度,生活垃圾一般就地堆埋和随意堆放。不少农村小河道成为垃圾场,正在或已经被各种废弃物填埋。仅上海城镇及农村产生垃圾就达500万t。流域内汛期初水质甚差,其原因之一是垃圾污染冲淋入水体所致。农业秸秆等副产品,本是一种宝贵的可利用资源,由于生活水平提高,煤气化的普及,秸秆成为废弃物,既不作有机肥还田,又不作饲料,大多要么焚烧,污染大气,要么废弃于河湖之中,形成又一污染。

f. 乡镇企业污染。太湖流域乡镇企业发展模式不同于其他地区,不是人口向城市聚集,而是技术和产业转向农村。20世纪70年代末至90年代中期,流域内乡镇企业迅速发展,对地方经济起到了巨大推动作用。但乡镇企业规模小,布局分散,技术水平低,生产方向不定,往往都是利用城市大中型企业淘汰的陈旧设备,或承接污染严重的产品,搞皮革、印染、电镀、化工等初级加工。乡镇企业的产值在流域国民经济产值中已占半壁江山,其污染程度和性质应引起各级政府的高度重视。

g. 大气的干湿沉降。据监测分析,降水入湖污染负荷排放量COD_{Cr}为23595 t/a, TN为2760 t/a, TP为60 t/a, 地区降尘污染物TN为421 t/a, TP为33 t/a。

h. 农村生活污水未处理和非达标排放向非点源转化。小城镇污水处理设施严重不足,流域内仅个别镇建设了污水处理厂,已建的污水处理厂或运行不正常,或管网配套严重滞后于城镇发展,造成大量未经处理的乡镇生活污水直接排入河湖之中。

i. 水域底泥淤积物的缓慢释放。长年以来的河湖淤积,特别是20世纪80年代水污染后的沉积物,富含各类污染物质。水域底泥中污染物的释放已成为非点源污染的重要构成。以太湖为例,太湖底泥是湖体各类营养物质的载体,底泥中TN质量分数为0.022%~0.45%,平均0.094%;TP质量分数为0.039%~0.237%,平均0.058%;有机质质量分数为0.31%~9.04%,平均1.70%。底泥是造成太湖富营养化和藻类暴发的内源污染源之一。据有关资料分析,内源污染TN可占34.7%,TP占23.7%,即使将外部入湖污染全部控制,仅湖内底泥在动力作用下的再悬浮、溶出,也可能引起藻类的发生和发展。中小河道淤积严重,类毛细血管的中小河道淤积底泥已构成非点源污染。据上海调查资料,仅乡镇村三级河道的淤积量就达7000万m³。不合理灌溉和暴雨侵蚀造成农田水蚀,也是造成河道淤积的重要原因。

j. 航运污染。航运污染是指船舶废油、船尾固体垃圾和生活废水直接排入水体产生的污染。太湖流域河道通航量每年约20万艘,60%为挂浆机,各

类船舶往来其间,大量生活污水、粪便直接排入河湖,机运船只废油和溢漏造成油污染(每条船产生油污5kg)全流域挂浆机船油污总产生量1000t左右,每年固体垃圾入河(每条船年生产垃圾200kg)约4万t。

k. 河湖水生植物疯长蔓延和就地腐烂引起的生物污染。20世纪80年代中后期,水体污染加重后,水生植物得益于有机污染供给而疯长蔓延,不少小河道几乎全部为水生植物占据。苏州河2000年的大量浮萍事件和2001年的大量水葫芦事件已引起政府和人们关注。整个东太湖90%面积生长水生植物,年生长量达112万t左右。20世纪90年代以前,约一半被用作围垦区池塘养鱼的饲料,相当于带走P负荷总量的60%。而今,由于过度地围网养殖,几乎包围了整个湖面,无法收割水草,加之部分养殖户滥种菱草,大量水生植物就地生长就地腐烂,形成“菱黄水”污染,加速了湖泊的生物淤积和沼泽化过程。

l. 公共基础设施(高速公路和硬质路面)的建设和运行管理不善造成的污染。流域高速公路(沪宁、沪杭、沪嘉及在建中的苏嘉线)及各种等级的公路网络发达。由于管理不善,交通运营中产生的固体颗粒物、残留的重金属、车辆漏泄油污等污染物在降雨时随水流进入河湖。

3 非点源污染控制和治理的思考

太湖水污染治理达标排放、水体变清行动后,水体恶化趋势得到遏制,但并未能从整体上得到缓解:治理规划偏重于技术工程,忽略制度的建设和完善;偏重于末端治理,忽略了通过优化社会经济发展模式达到减污目的的巨大潜力;偏重于政府的作用,忽略了市场和社会的参与,特别是民众的参与;偏重于陆域、城域治理,忽略了水资源生态系统综合治理;偏重于行业、单一目标,忽略了流域宏观布局和统一管理;偏重于工业点源和大城镇生活污水治理,忽略了非点源污染的控制和治理。这“五偏重、五忽略”是当前太湖流域水污染治理不尽如人意的根本原因。

非点源污染不是新问题,而是由于不确定时间、不确定途径、不确定污染物质,其监测和管理信息获取成本过高,研究和控制对象复杂,涉及经济、社会各个方面,治理难度较大。我国非点源研究始于20世纪80年代,也已有一定的科技成果。但是传统环境治理体制不适应新的形势。传统的环境管理体制本质上是为了应对工业点源和城市污染治理的,环境管理上提出的“三同时”、“达标排放”、“一控双达标”等,是在工业点源污染防治管理框架下的制度安排。当工业污染得到初步遏制,非点源问题上升为对环境的重要威胁后,应提出新形势下非点源污染

管理新思路、政策、方针和对策。

a. 加强对非点源污染控制和治理的长期性、复杂性、艰巨性、困难性和紧迫性的认识。非点源污染存在来源的多样性、复杂性,形成机理的复杂性,监测信息获取的困难性,以及形成前的潜伏性和形成后的难治理性等特点。因此,需要更加努力,才能奏效。

b. 太湖流域的非点源污染控制和治理要立足于长江三角洲进行,充分利用北靠长江,南依杭州湾和东临东海的优势。以系统论和控制论的方法探索非点源的形成、输送和动态过程,立足流域及三角洲大系统上制定有效控制和治理的机制、体制和政策。

c. 流域非点源污染控制和治理,在对策上,应做到工程技术的科学性、可靠性和可操作性,社会及经济的协调性,管理上的实效性,公众的可参与性。真正做到社会、经济、环境多赢。治理措施中,无论是工程技术措施还是非工程措施,一定要以人为本,以生态为核心,讲求经济效益,贯穿公众参与原则。对污染发生源要减量化,无公害化,对已发生的污染要在陆域上采用生态阻截性控制和治理,最大限度地减少入水体量,对水体污染实施生态修复和治理。

d. 推行有机农业和生态农业。其核心是:在满足现代社会高产出、高效益的基础上,强化复合生态系统的内循环,即加强人与土地利用相互循环,辅以必要的催化增强物质(如:化肥、农药等),尽量减少产出后向环境的排放。实现“三个转变”,即要从产量农业向质量农业转变,以生产优质绿色无公害产品为主;从产品农业向服务农业转变,使农村从仅提供农产品转变为向城市提供生态服务、景观服务和居住休闲服务;从传统农业“资源—农产品—废物排放”的生产过程转变为“资源—农产品—再资源化”的生产过程。根据目前太湖流域经济、文化水平和面临的发展形势,环境改善需求是可以提前落实的。做到以下两点:①研制、开发和推广节氮控磷减农药技术。化肥减量措施主要是:调整种植制度和种植结构,推行水稻—小麦、水稻—绿肥、水稻—油菜轮作,集约化精细养分综合管理,控制基肥中的化肥用量;从施肥量上,使投入农田的养分释放与作物需求峰值吻合,探索优化施肥技术,作物轮作留茬,增加农田糙率,促使养分最大限度地农田系统内循环,减少农田径流和消减农田径流中的养分含量;研究新型缓释肥,等等。严格控制高残留农药的使用,研制新型低毒低残留环保农药;推广生物防治和物理防治技术,改进耕作制度控制病虫害等。②对秸秆等农业副产品,抓紧研制工厂化变废为宝的综合再利用。如生产饲料、制作沼气和有机堆肥、编制工艺品及生产生活用具、供给农业工程或水利工程的护

岸基质材料等。各级地方政府要给予必要的技术、政策的导向和协助。

e. 河湖底泥的生态疏浚。河湖淤积物是河湖营养盐的储存库,其形成分布一般都符合河流湖泊动力学、泥沙运动学和化学物质沉积原理。实施底泥的疏浚,其目的在于清除高营养盐含量的表层沉积物,它有别于一般的工程疏浚。依据营养盐在底泥中的垂直分布,一般疏浚深度 40~60 cm 不等,需因地制宜监测分析后慎重确定。

f. 加快中小城镇污水处理厂建设。村镇生活污水处理必须坚持生态型、高稳定性、较低投入、少维护的绿色环保工艺。对分散农户可推广合并净化槽,或采用生态型处理,即氧化塘、土壤渗滤和生物处理。对集中的小型村落,推广二级加生物加强技术,国内有关环保产业部门应加强中小城镇污水处理成套设备的研制推广工作。

g. 建立农村环境管理体系,强化政府宏观指导管理,制定行之有效的法规、制度和标准。非点源污染控制和治理应强化政府的宏观管理和政策指导。尽快通过产业结构调整,改变粗放的经济增长方式。结合城镇化建设,逐步建立农村环境管理体系,近期以垃圾集运分拣、农业生产性废弃物利用和规范畜禽养殖为重点。生活垃圾集中分拣,有机物作有机肥,加强废弃物管理的目标责任制,宣传教育推广科学种田、有机农业和文明生活。集中式畜禽养殖的污水,重在资源化再利用和将养殖业纳入区域农业生态系统运行,实现市场企业化生产。建立相关村规民约,强化行政管理措施、教育培训措施和经济杠杆措施,使农村污染源得到有效控制。

h. 非点源污染控制和治理实行市场化运作,辅以经济政策调节的杠杆作用。要利用税收调节杠杆作用,将农业过量使用化肥从源头上控制起来,同时补贴有机农业户。建议逐步征收磷、氮税,实施以税代费。要以民营资本为基础,包括建立环保资本的生成机制、组合机制、竞争机制和增值机制,建立环保持续发展战略投资体系。这是非点源污染治理和控制的资金筹措方向。

i. 加强全社会的环保意识教育和公众参与。非点源污染事关千家万户,要使流域内每一位公民都清楚地认识到:自己既是污染的贡献者,又是污染的受害者、治理的责任人、决策的监督人,更是治理纳税的付费人。

j. 过去在对太湖流域水污染状况监测和治理中积累了不少资料,但对非点源污染形成、运动、富集和控制机理研究不足。为此,要在充分汲取国内外已有研究成果的基础上,加强非点源污染形成机理、物理输移变化动力学过程和控制应用基础的研究工作。

参考文献:

- [1] 吕耀. 苏南太湖流域非点源污染及农业持续发展战略[J]. 环境科学动态, 1998(2): 1~4.
- [2] 国家环境保护局. 中国生态问题报告[R]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999.
- [3] 高锡芸, 陆用海. 关于水体富营养化与洗涤剂禁(限)磷的思考[J]. 环境保护, 1997(9): 43~46.
- [4] 李庆逵, 朱兆良, 于天仁. 中国农业持续发展中的肥料问题[M]. 南昌: 江西科技出版社, 1998.
- [5] 王德建. 基塘系统的物质循环与能量传递[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998. 118~139.
- [6] 陈荷生, 江溢, 宋祥甫, 等. 太湖湖内综合治理技术[J]. 水利水电技术, 2002(12): 46~49.

(收稿日期 2002-05-13 编辑 徐娟)

(上接第 32 页)

4 结 语

a. 合成洗涤剂对二龙湖富营养化发生起了重要作用,因此,在流域内开展禁磷、限磷工作将对二龙湖富营养化治理起到不可忽视的作用,是减少磷排放,降低水体中 TP 浓度成本最低、方法最简单的措施。太湖流域上游江苏省部分地区推广无磷洗涤剂后,可减少磷的入湖量 600 t/a。

b. 为了减轻农业面源的 N、P 污染对二龙湖水体富营养化的贡献,应在入湖河流区域内大力建设生态农业,推广使用绿肥,改进施肥比例和方式,改善土壤结构,减少水土流失,从而最大限度地减少营养物质的流失,削减入库的营养盐量。

c. 进行科学的水库管理。大力加强流域内居民环境教育,提高全民环境意识。通过政府管理和完善法律法规,切实做到清洁生产,减少排污量。

参考文献:

- [1] 王大全. 精细化工词典[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998. 711.
- [2] 欧阳艳. 合成洗涤剂与表面活性剂[J]. 伊犁师范学院学报, 2000(2): 89~92.
- [3] 陈冠晕, 陈远, 时钧, 等. 化工百科全书[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998. 719.
- [4] 刘鸿志, 任隆江, 胡明. 我国湖泊的限、禁磷现状及其对策[J]. 环境保护, 1997(8): 27~28.
- [5] 杨扬, 熊丽, 刘明, 等. 洗涤剂禁(限)磷对流域水质影响预测[J]. 湖泊科学, 2001(3): 361~365.
- [6] 刘培桐. 环境科学概论[M]. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 1995. 92.
- [7] 国家环境保护局. 水和废水监测分析方法编写组. 水和废水监测分析方法[M]. 第4版. 北京: 中国环境科学出版社, 1998. 285~432. (收稿日期 2003-01-14 编辑 胡新宇)