

江苏省农业非点源污染地区差异评价与控制对策

叶 飞^{1,2}, 卞新民¹, 胡大伟¹, 李思米¹

(1. 南京农业大学农学院, 江苏 南京 210095; 2. 农业部环境保护科研监测所, 天津 300191)

摘要 对江苏省 13 个市的水环境农业非点源污染进行了分类调查, 并采用等标污染负荷的评价方法对各类污染源进行了评价。结果表明, 南京、无锡、镇江、常州以生活污染为主, 徐州、宿迁、泰州、盐城、连云港、淮安、南通以化肥污染为主, 苏州、扬州两地畜禽粪便污染、生活污染、化肥污染和精养鱼塘污染均占一定的比例。针对不同地区提出了控制农业非点源污染的对策。

关键词 农业非点源污染; 等标污染负荷; 污染评价

中图分类号 X824 **文献标识码** A **文章编号** 1004-693X(2006)06-0086-03

Regional difference and countermeasures of agricultural non-point source pollution in Jiangsu Province

YE Fei^{1,2}, BIAN Xin-min¹, HU Da-wei¹, LI Si-mi¹

(1. College of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Agro-Environmental Protection Institute, MOA, Tianjin 300191, China)

Abstract An integrated investigation and evaluation by equal standard pollution loading method on agricultural non-point source pollution was conducted of water environment of thirteen counties in Jiangsu Province. The results indicated that water environment in Nanjing, Wuxi, Zhenjiang and Changzhou were polluted mainly by domestic pollution, that water environment in Xuzhou, Suqian, Taizhou, Yancheng, Lianyungang, Huai'an and Nantong were polluted mainly by fertilizer, and that in Suzhou and Yangzhou, animals' feces pollution, domestic pollution, fertilizer pollution, and fish breeding pond pollution were all existing. Some countermeasures to control the agricultural non-point source pollution were proposed for different regions.

Key words agricultural non-point source pollution; equal standard pollution loading; pollution evaluation

农业非点源污染是江苏省各个地区普遍存在的环境问题。随着经济的发展, 江苏省水环境有恶化的趋势, 农业非点源污染在水环境污染中所占的比重逐渐增大, 直接制约着各个地区社会和经济的可持续发展。江苏省苏南、苏中、苏北经济发展不均衡, 不同地区非点源污染各有特点, 因此, 了解各地区水环境农业非点源污染的现状和特点, 对控制该地区农业非点源污染、改善生态环境和实现该地区经济和环境协调发展具有重要的理论和现实意义。

1 评价方法

1.1 评价方法及计算公式

等标污染负荷是污染源评价中的一个经常使用

的评价指标, 它主要反映污染源本身潜在的污染水平, 采用等标污染负荷法对污染源进行评价, 把污染源污染物的排放量转化为“把污染物全部稀释到评价标准所需的介质量”, 使同一污染源所排放污染物之间、不同污染源之间在对环境的潜在影响上进行比较成为可能, 这大大增强了污染源评价的科学性, 也给污染源科学管理带来很大方便^[1-3]。采用此方法对各种污染源的污染负荷进行评价, 评价因子为 COD_{Cr} 、TN 和 TP。

污染物 i 的等标排放量为

$$P_i = \frac{C_i}{C_0} \times 10^{-6}$$

式中: C_i 为污染物 i 排放量, t/a; C_0 为污染物按 III

基金项目: 江苏省环保科技计划资助项目(2004019)

作者简介: 叶飞(1979—), 男, 山东潍坊人, 硕士研究生, 研究方向为农业环境保护。E-mail: yeflyfly@sohu.com

类标准系列(GB3838—2002)的阈浓度, $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 为 20 mg/L, $\rho(\text{TN})$ 为 1 mg/L, $\rho(\text{TP})$ 为 0.2 mg/L。

第 j 个污染源有 n 个污染物, 其源内的等标污染负荷

$$P_j = \sum_{i=1}^n P_{ij}$$

某地区有 m 个污染源, 则该地区等标污染负荷

$$P = \sum_{j=1}^m P_j = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n P_{ij}$$

该地区第 j 个污染源的污染负荷率

$$K_j = \sum_{i=1}^n P_{ij} / P \times 100\%$$

该地区污染物 i 的污染负荷率

$$K_i = \sum_{j=1}^m P_{ij} / P \times 100\%$$

K_j 中最大值表示该地区内主要污染源, 其值从大到小, 可确定重点污染源; K_i 中最大值表示该地区内主要污染物。

各污染源的排污量计算公式:

畜禽粪尿排污量 = 排污系数 × 饲养量

生活污染排污量 = 排污系数 × 城乡人口数

化肥污染排放量 = 排污系数 × 化肥施用量

精养鱼塘排污量 = 排污系数 × 鱼塘面积

1.2 各污染源的排污数量

根据文献 [4~7], 确定了各污染源的排污量和流失率, 见表 1~3。施入农田的化肥经过地表径流、渗透等方式进入水体造成水体的富营养化。据研究报告^[8-9], 氮肥、磷肥流失量分别占当年施肥量的 11% 和 1.28%。

表 1 畜禽粪尿的年排污量和流失率

污染物	排污量 (kg·头 ⁻¹)			流失率 / %		
	COD	TN	TP	COD	TN	TP
牛粪	226.3	31.90	8.61	6.16	5.68	5.5
牛尿	21.9	29.20	1.46	50.00	50.00	50.0
羊粪	4.4	2.28	0.45	5.50	5.20	5.3
猪粪	20.7	2.34	1.36	6.50	5.76	3.4
猪尿	5.9	2.17	0.34	50.00	50.00	50.0
家禽粪	1.165	0.275	0.115	6.20	5.60	5.1

表 2 生活污染及精养鱼塘的年排污量

评价因子	生活污水 (kg·人 ⁻¹)			精养鱼塘排污量 (kg·hm ⁻²)
	农村	城镇	粪尿	
COD	5.84	7.30	19.80	74.5
TN	0.584	0.73	3.06	101.0
TP	0.146	0.183	0.524	11.0

表 3 污染物流失率 %

生活污水		粪尿	
农村	城镇	农村	城镇
85	15	10	90

2 调查范围和内容

调查范围覆盖江苏省 13 个市: 南京、无锡、徐州、常州、苏州、南通、连云港、淮安、盐城、扬州、镇江、泰州和宿迁。调查的内容包括农村和城镇人口、化肥的施用量、畜禽养殖量、精养鱼塘面积、耕地面积及各污染源排放污染物的量, 调查数据以 2002 年为基准年。

3 评价结果

3.1 COD, TN 和 TP 的排放情况

2002 年因各农业非点源污染排入水体的污染物数量相当可观, COD、TN 和 TP 的排污量分别高达 97 万 t、44 万 t 和 4.7 万 t, 污染负荷率分别为 66.47%、30.29% 和 3.24%; 总的等标排放量 COD 约为 4.8 万 m³、TN 为 44 万 m³ 和 TP 为 23.7 万 m³, 污染负荷率分别为 6.67%、60.78% 和 32.55%。

3.2 各个非点源污染源的综合评价

从表 4 可以看出, 诸污染源中, 以化肥污染的贡献最大, 污染负荷率达 38.91%, 江苏省耕地平均化肥施用量为 683 kg/hm², 远远高于全国平均水平 28 kg/hm²。精养鱼塘的贡献最小, 污染负荷率只有 5.12%。化肥污染、生活污染、畜禽粪便污染是制约江苏省农业和环境可持续发展的三大关键污染源。

表 4 非点源污染源的等标排放量 万 m³

地区	畜禽粪便	生活污染	化肥污染	精养鱼塘
南京	1.140	2.844	1.511	0.299
无锡	0.820	1.450	1.042	0.203
徐州	2.213	2.345	4.710	0.240
常州	0.622	1.057	0.857	0.259
苏州	0.992	2.008	1.321	0.596
南通	2.222	1.741	2.304	0.170
连云港	1.580	1.212	2.354	0.241
淮安	2.236	1.301	2.601	0.314
盐城	3.735	1.935	4.744	0.463
扬州	1.178	1.335	1.297	0.474
镇江	0.416	0.857	0.726	0.152
泰州	1.313	1.255	2.118	0.141
宿迁	1.835	1.033	2.691	0.239
合计	20.304	20.374	28.277	3.720
污染负荷率 / %	27.94	28.03	38.91	5.12

3.3 江苏省农业非点源污染的地区差异性比较

对表 4 的数据进行聚类分析, 利用 cophenet 相关系数最大 (0.8953) 的标准化欧氏距离和平均距离法对数据进行聚类, 分析结果列于表 5。从表 5 可知江苏省农业非点源污染的地区差异性很大, 可分为三种类型:

a. 生活污染型。包括南京、无锡、镇江、常州 4 个地区, 多在苏南经济较发达地区, 生活污染的污染负荷率平均达到 42.15%, 这与这些地区城镇化水平

表 5 非点源污染源的污染负荷率 %

地区	畜禽粪便	生活污染	化肥污染	精养鱼塘
南京	19.92	49.67	26.40	4.01
无锡	23.34	41.26	29.64	5.77
镇江	19.32	39.84	33.77	7.06
常州	22.27	37.83	30.65	9.26
平均	21.21	42.15	30.11	6.52
徐州	23.27	24.67	49.54	2.52
宿迁	31.65	17.82	46.42	4.12
泰州	27.21	25.99	43.88	2.91
连云港	29.34	22.49	43.70	4.48
盐城	34.34	17.79	43.61	4.26
淮安	34.65	20.17	40.31	4.87
南通	34.52	27.05	35.79	2.63
平均	30.71	22.28	43.32	3.69
苏州	20.17	40.84	26.87	12.12
扬州	27.50	31.17	30.28	11.06
平均	23.83	36.01	28.57	11.59

高、人口密集有直接关系。南京、无锡、镇江、常州四地区的城镇人口比例分别为 59.70%、34.82%、33.80%和 31.55% 均在江苏省前 5 名之列；

b. 化肥污染型。包括徐州、宿迁、泰州、连云港、盐城、淮安、南通 7 个地区，多在苏北经济欠发达地区，化肥污染的污染负荷率平均为 43.32%。这 7 个地区农业从业人员比例较高，种植业发达，畜牧业也占一定比例。化肥施用量为 739 kg/hm²，高于全省平均水平，是这些地区的主要非点源污染源；

c. 综合污染型。包括苏州和扬州，分别为苏南和苏中历史悠久的发达地区，随着经济的发展，城镇化水平均较高，但传统的种植业和养殖业也较发达，这两个地区畜禽粪便污染、生活污染、化肥污染和精养鱼塘污染均占有一定的比例。类型分布见图 1。

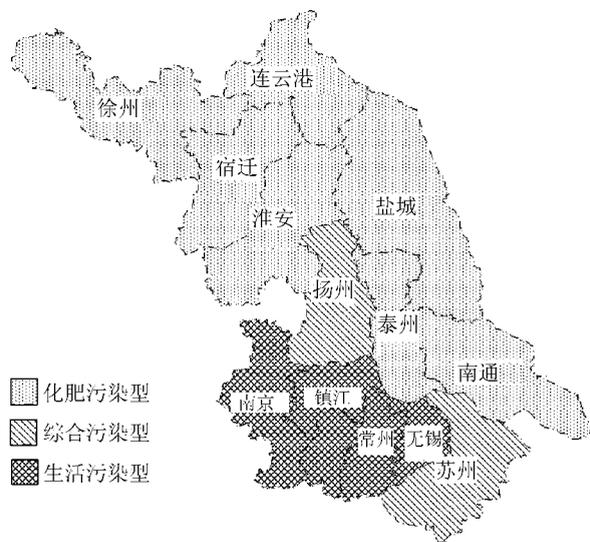


图 1 江苏省农业非点源污染类型分布

4 农业非点源污染控制对策

a. 加快污水处理厂建设，提高污水处理率和处理深度。生活污染型的各地区因地制宜加快兴建各种规模的污水处理厂，逐步提高污水处理率。大中城

市应以建设大型污水处理厂为主，其他小城市、城镇以建设中型污水处理厂为主，在农村可推广无动力污水处理系统或土地处理系统。同时，将污水的处理深度由目前的二级逐步过渡到三级，加强污水的脱磷、脱氮处理，以减缓本区地表水环境的富营养化进程^[10]。

b. 减少化肥施用量，提倡施用有机肥和复合肥。在化肥污染型的广大苏北地区逐步推广测土配方施肥、氮调控法、计算机推荐施肥等较好的计量施肥方法。在施肥量上，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在农田系统内循环，减少农田径流和消减农田径流中的养分含量^[11]。通过减少税收、提高农产品收购价格等优惠政策，鼓励农民种植以施用有机肥和复合肥为主的绿色经济作物，使本区农业逐步由“高投入、高产出”的无机农业模式过渡到可持续发展的生态农业模式。

c. 发展生态农业，实施农业的清洁生产。在综合污染型的苏州、扬州两地，大力发展现代生态农业，把种养殖业的污染防治和农村环境综合整治结合起来。加大政府投资力度，建设“清洁家园、清洁水源、清洁田园”。利用循环经济理论，实现污染物资源化利用或集中处理、达标排放，加强“一池三改”，促进生产方式、生活方式的转变，使种植业和养殖业的废弃物、人粪尿、畜禽粪便等各非电源污染物循环利用起来，实现农业的清洁生产。

参考文献：

- [1] 刘鹏飞, 于文海. 对污染源等标污染负荷及其计算的几点看法[J]. 东北水利水电, 1995(5): 37-39.
- [2] 张大第, 张晓红, 陈佩青. 淀山湖区(上海部分)水质污染源调查评价[J]. 上海农学院学报, 1998, 16(2): 92-97.
- [3] 徐成汉. 等标污染负荷法在污染源评价中的应用[J]. 长江工程职业技术学院学报, 2004, 21(3): 23-24.
- [4] 张大第, 张晓红, 章家骥, 等. 上海市郊区非点源污染综合调查评价[J]. 上海农业学报, 1997, 13(1): 31-36.
- [5] 刘培芳, 陈振楼, 许世远, 等. 长江三角洲城郊畜禽粪便的污染负荷及其防治对策[J]. 长江流域资源与环境, 2002, 11(5): 456-460.
- [6] 黄沈发, 陈长虹, 贺军峰. 黄浦江上游汇水区禽畜业污染及其防治对策[J]. 上海环境科学, 1994, 13(5): 40-45.
- [7] 李荣刚, 夏源陵, 吴安之. 江苏太湖地区水污染物及其向水体的排放量[J]. 湖泊科学, 2000, 12(2): 147-153.
- [8] 周根娣, 章家骥, 卢善玲. 上海市郊氮肥流失及去向研究[J]. 上海环境科学, 1996, 15(4): 37-39.
- [9] 张焕朝, 张红爱, 曹志洪. 太湖地区水稻土磷素径流流失及其 Olsen 磷的“突变点”[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2004(5): 6-10.
- [10] 陈振楼, 许世远, 徐启新, 等. 长江三角洲地表水环境污染规律及调控对策[J]. 长江流域资源与环境, 2001, 10(4): 353-359.
- [11] 陈荷生, 华瑶青. 太湖流域非点源污染控制和治理的思索[J]. 水资源保护, 2004(1): 33-36.

(收稿日期: 2005-03-27 编辑: 舒建)