

# 巢湖流域农业非点源污染现状及控制策略

程红<sup>1</sup>, 汪家权<sup>1</sup>, 肖 蕾<sup>2</sup>, 郑志侠<sup>2\*</sup>

(1. 合肥工业大学资源与环境工程学院, 安徽合肥 230009; 2. 安徽省环境科学研究院, 安徽省污水处理技术重点实验室, 安徽合肥 230061)

**摘要** 农业非点源污染已成为目前巢湖水体富营养化的一大主要威胁, 对巢湖流域农业非点源污染结构和现状进行了系统的分析, 并针对性地提出了控制农业非点源污染的措施和策略。

**关键词** 巢湖流域; 农业非点源污染; 控制策略

**中图分类号** X524 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)29-14341-02

## Status and Control Strategies of Agricultural Non-point Source Pollution in Chaohu Basin

CHENG Hong et al (School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009)

**Abstract** Agricultural non-point source pollution has been one main threaten of water eutrophication in Chaohu Basin. The structure and situation of agricultural non-point source pollutants in Chaohu Basin were systemically analyzed. Accordingly, some control measures and strategies of agricultural non-point source pollution were proposed.

**Key words** Chaohu Basin; Agricultural non-point source pollution; Control strategies

巢湖位于安徽省中部, 是我国著名的五大淡水湖泊之一。全湖面积 760 km<sup>2</sup>, 流域面积为 13 486 km<sup>2</sup>。20 世纪 50 年代初, 巢湖生态环境良好, 巢湖流域被誉为安徽省的鱼米之乡。20 世纪 70 年代以来, 随着沿湖地区工农业生产的发展和人口的快速增长, 大量生产和生活污水入湖, 巢湖水体富营养化程度日趋严重, 已直接影响到区域经济的可持续发展。有关研究表明, 非点源污染是巢湖氮磷负荷的主要来源<sup>[1-3]</sup>。由于农业活动的广泛性和普遍性, 农业非点源污染已成为目前水质恶化的主要威胁, 是造成水体环境恶化的最主要的面源污染形式。因此, 要加强对农业非点源污染的主要来源、形成机制及其控制措施的研究, 为农业非点源污染的控制提供有效的方法措施, 从而彻底地解决巢湖流域环境问题, 为实现区域社会、经济的持续发展奠定基础。笔者将对巢湖流域农业非点源污染的特征、现状及发展趋势进行分析, 并提出控制巢湖流域农业非点源污染的管理措施和建议。

## 1 农业非点源污染现状

巢湖流域是我国较早的农业开发区之一, 区内人口密集, 土地利用集约度高, 农业经济水平较高。水稻为汇水区的主要农作物, 沿湖区域, 农田栽培措施以小麦—水稻或油菜—水稻轮种模式为主。由于缺乏科学的施肥指导和有效的田间管理措施, 化肥、农药的不合理使用, 不仅使化肥的边际效应不断下降, 造成了资源的浪费, 还对区域环境质量构成了严重威胁, 同时也造成了 N、P 大量流失, 引起了水体富营养化。农村生活污水未经处理的直接排放, 农村生活垃圾的随意堆放以及畜禽养殖废弃物的污染, 也是巢湖水环境恶化或富营养化加剧的主要原因之一。

**1.1 化肥施用状况** 巢湖流域农用化肥主要包括氮肥、磷肥、钾肥、复合肥以及少量复混肥等。1986 年巢湖全流域化

肥使用量为 20.92 万 t (以折纯量计, 下同), 农田单位面积使用量为 290.0 kg/hm<sup>2</sup>。1999 年全流域化肥使用量为 33.78 万 t, 农田单位面积化肥使用量为 492.8 kg/hm<sup>2</sup>。2004 年比 1986 年化肥使用量及单位面积使用量均有较大增加, 增长率分别为 61.20% 和 143.40%。其中, 氮、磷、钾和复合肥分别增加了 11.10%、4.80%、73.00% 和 370.00%, 复合肥增加的绝对量和百分比最大(表 1)。

表 1 巢湖流域耕地化肥施用量变化

Table 1 The application amount changes of chemical fertilizers in cultivated land of Chaohu Basin

化肥用量 Amount of chemical fertilizers	1986 年	1999 年	2004 年
总量//万 t	20.92	33.78	33.72
单位面积施用量//kg/hm <sup>2</sup>	290.00	492.30	706.03
氮肥//万 t	11.98	16.51	13.31
磷肥//万 t	4.20	4.63	4.40
钾肥//万 t	2.11	2.95	3.65
复合肥//万 t	2.63	9.69	12.36

注: 化肥用量以折纯量计。

Note: The amount of chemical fertilizers is calculated according to the converted amount.

从化肥施用结构来看, 1986 年巢湖流域化肥消费量中氮、磷、钾肥的比例为 1:0.35:0.18, 1999 年为 1:0.28:0.18, 2004 年为 1:0.33:0.27, 与世界平均化肥结构 1:0.59:0.49 相比, 磷和钾的比例明显偏低。施肥结构的不平衡不但在一定程度上限制了作物对营养元素的吸收, 影响了肥效的发挥, 造成了氮肥的浪费, 而且不利于作物产量的提高, 影响了农产品的口感和质量。

2004 年巢湖流域化肥施用量 33.72 万 t, 平均耕地施用 706.03 kg/hm<sup>2</sup>, 明显高于发达国家公认的安全水平指标 (225 kg/hm<sup>2</sup>), 其中 7 个县区化肥施用量高于全国平均水平 390 kg/hm<sup>2</sup>, 最高的达到 951 kg/hm<sup>2</sup>, 是全国平均水平的 2.4 倍。

**1.2 农药使用状况** 农药使用已成为现代农业生产的重要组成部分, 近年来, 各地的农药施用量呈明显的上升趋势。农药在保障农作物高产、稳产的同时, 也对环境和人体健康

**基金项目** 国家科技部国际科技合作项目 (2008DFA91310&2009DFA9-3030); 国家水体污染控制与治理专项 (2008ZX07103-002-005); 安徽省优秀青年科技基金项目 (08040106832) 资助。

**作者简介** 程红 (1985 - ), 女, 安徽安庆人, 硕士研究生, 研究方向: 农业面源污染。\* 通讯作者, E-mail: zhengzhixia@yahoo.com.cn。

**收稿日期** 2009-06-22

造成了严重的威胁。

1986、1999和2004年巢湖流域农药施用量及单位面积施用量如表2所示。从表2可以看出,流域使用农药的面积比例由1986年的81.0%增长到了1999年的94.2%、2004年的95.3%。

表2 巢湖流域的农药施用状况  
Table 2 The application of pesticides in Chaohu Basin

年份 Year	施药面积占耕地总面积比例//% Proportion of application area in total area of cultivated land	年份 Year	农药施用量//t Application amount of pesticides	年份 Year	单位面积施用量//kg/hm <sup>2</sup> Application amount unit area
1986	81.0	1986	5 967.6	1986	10.3
1999	94.2	1999	9 529.7	1999	14.8
2004	95.3	2004	9 699.0	2004	16.7

目前,巢湖流域使用农药的主要类型有甲胺磷、杀虫双、叶蝉散、乐果、三唑磷、菊酯类等,生物农药的使用量近年来也在逐渐增加。2004年巢湖流域农药使用量中,杀虫剂占70.9%,杀菌剂占15.1%,除草剂及杀鼠剂等占9.9%,生物农药占4.1%。

**1.3 农村生活污水和生活垃圾污染** 农村基础设施落后,普遍缺乏基本的排水和垃圾清运处理系统,随着农村经济的快速发展,农村生活所产生的废水和垃圾量日益增多。与此同时,随着农村生活水平的逐步提高,传统农业生产中固体废弃物的再利用方式在逐步弱化,大量蔬菜、秸秆等生产垃圾与生活垃圾随意堆放,在雨水的冲刷作用下,这些垃圾的大量渗滤液排入水体,致使地下水与江河湖泊水受到污染。另外,由于中国农村和村镇有沿河、沿湖岸堆放垃圾的习惯,这些垃圾在暴雨时会被直接冲入河道,从而形成了更直接、危害更大的非点源污染。

据调查统计,2005年,巢湖流域农村人粪尿产生总量504万t,经过无害化处理107万t,仅占21.2%;产生生活垃圾150多万t,经无害化处理的仅占11.1%,其余大部分随雨水和地表径流进入水体,形成生活污染源<sup>[4]</sup>。同时,农村厕所卫生状况也不尽人意,流域内农村卫生厕所总数为264 377个,受益人口仅占农村总人口的16%。

2005年,巢湖流域农作物秸秆的产生量约470多万t,其中露天堆放和焚烧两项合计达183万t,占全部秸秆产量的38.5%。

**1.4 畜禽养殖污染** 对非点源污染影响最大的为养猪场、养牛场,这些养殖场无论规模大小,都通常采用水冲式清粪方式,排放的流质粪便体积庞大而养分含量低,既难以直接销售或加工后作为商品有机肥利用,又难以长距离运输。

由于缺少场地,一些小型的家庭养殖场将畜禽场清出粪便随便堆放。有机肥施用受作物生长季节的限制,在有机肥使用淡季时,贮粪池常溢满外泻。降雨时,堆放和外泻的粪便冲入河沟,易形成大量氮、磷径流,危害水中生物生长。

2005年,巢湖流域规模化畜禽养殖量为286.3万头,污水排放量为4 179.59万t,年畜禽养殖产生粪便达到1 257万t,其中经过无害化处理的仅占粪便总量的8.6%。化学需氧量、氨氮和总磷排放量分别为10 448.98、1 567.35和177.63 t。目前,此流域畜禽养殖业仍保持增长的势头,流域猪存栏量平均年递增2%,禽存栏量平均年递增7.5%。

2004年巢湖流域农药施用量为9 699.0 t,农田单位面积施用量为16.7 kg/hm<sup>2</sup>,高于安徽全省平均水平,农药施用量和单位耕地面积施用量比1986年的5 967.6 t和10.3 kg/hm<sup>2</sup>分别增加了62.5%和62.1%。

## 2 农业非点源污染的研究重点与控制策略

农业非点源难以有效控制,加大了巢湖流域水环境改善的难度。目前,巢湖流域内化肥施用量高于全国平均水平,农业种植结构调整以及农田退水、畜禽和水产养殖造成的水污染短期内难以全面有效解决,导致巢湖氮、磷等污染有加重的趋势。对农业非点源污染的控制管理主要包括2个方面的内容:一是对污染源的控制,目标是将非点源污染物的产生控制在最低限度;二是对污染物扩散途径的控制,也就是通过研究非点源污染的扩散机理,采取适当的措施,减少污染物排入地下或地表水体的数量<sup>[5-10]</sup>。针对巢湖流域农业非点源污染现状及发展趋势,提出以下控制策略。

(1) 加快调整农产品种植结构,发展生态、有机农业。各级地方政府加强政策引导,给予农民必要的技术支持,积极引导和鼓励农民使用测土配方施肥、生物防治和精准施药等科学技术,科学合理施用化肥农药,力争2012年前实施精准施肥,精准施药技术的耕地面积占75%。“十一五”期间,巢湖全流域的化肥、农药施用量力争要逐年下降2%以上,湖泊周围3 km以内不得种植蔬菜、花卉等高耗肥作物。

(2) 因地制宜开展农村生活污水、垃圾治理。村庄生活污水不得直接排入河道和湖库,在有条件的村庄,逐步建设小型集中式污水处理设施,2012年前实现村镇生活污水及固体废弃物集中处理率达到20%。村庄生活垃圾不得排入水体,禁止工业固体废物、危险废物和城镇垃圾向农村转移。

(3) 全面治理畜禽养殖污染,严格控制畜禽养殖规模,鼓励养殖方式由散养向规模化养殖转化。湖泊周围要划定畜禽禁养区,禁养区内不得新建畜禽养殖场,已建的畜禽养殖场要限期搬迁或关闭。科学规划畜禽饲养区域,鼓励建设生态养殖场和养殖小区,对规模化畜禽养殖场进行治污改造,加强综合利用,确保实现达标排放。

(4) 完善垃圾及粪便的无害化处理,提高生活垃圾无害化处理率。配套建设垃圾渗滤液处理站,防止垃圾渗滤液对水环境的污染。建立粪便无害化处理场,实现资源再利用,减少入湖污染负荷。

(5) 调整渔业养殖结构,改进养殖模式,巢湖全流域禁止网箱养殖和投饵养殖。根据湖泊实际情况,实施湿地保护和恢复工程,禁止围湖养殖。“推行退田退房退鱼塘、还林还湖还湿地”试点工程。

续表 4

品种 Varieties	单项污染指数 Single pollution index					综合污染指数 Comprehensive pollution index	污染程度 Pollution degree
	Pb	Cu	Cd	Cr	Zn		
苹果	0.38	0.04	0.70	0.08	0.83	0.653 4	安全
辣椒	0.29	0.07	0.38	0.08	0.10	0.298 5	安全
豇豆	0.32	0.09	0.42	0.10	0.06	0.328 3	安全
葡萄	0.17	0.10	0.70	0.13	0.97	0.745 8	警戒值
花菜	0.22	0.04	0.46	0.12	0.09	0.350 9	安全
大白菜	0.33	0.10	0.54	0.71	0.23	0.570 1	安全
梨	0.22	0.08	0.83	0.11	0.70	0.647 9	安全
香蕉	0.09	0.07	0.37	0.07	0.56	0.428 6	安全
柑橘	0.13	0.08	0.43	0.05	0.78	0.589 4	安全
番茄	0.15	0.05	0.40	0.07	0.06	0.301 1	安全

### 3 结论与讨论

与周围地区如新乡、济南、郑州的相关调查结果相比<sup>[3-5]</sup>,徐州市蔬菜、水果中重金属的浓度和超标率都较低,说明徐州市蔬菜、水果质量较好,受重金属污染较轻。尽管如此,徐州市蔬菜、水果中的 Cd、Zn 的含量仍然超标,超标率最高分别达到了 33.3%、30.0%,其他 3 种重金属均未有超标的品种。从污染指数来看,重金属污染程度依次是: Cd > Zn > Pb > Cr > Cu。因此, Cd 的污染需要引起有关部门的重视,提早防范环境污染对于农业的潜在威胁。

从不同蔬菜、水果重金属污染程度的比较可以看出,不同种类蔬菜水果对重金属的富集规律表现为:叶菜类蔬菜对重金属的吸收较高,其次是瓜果类和根菜类。这与众多蔬菜

重金属污染状况的研究结论是一致的<sup>[6]</sup>。

### 参考文献

- [1] 王小骊,张永志,王钢军. 温州市场蔬菜、水果重金属元素污染调查研究[J]. 浙江农业学报,2005,17(6):384-387.
- [2] 白红娟. 太原市蔬菜中铅、铬和镉含量分析及安全性评价[J]. 中国安全科学学报,2004,14(12):13-15.
- [3] 王学锋,冯颖俊,林海,等. 新乡市部分市售蔬菜中重金属污染状况与质量评价[J]. 河南师范大学学报:自然科学版,2006,34(3):120-123.
- [4] 李海华,胡习英,李昕,等. 郑州市郊部分蔬菜基地重金属污染分析[J]. 河南农业大学学报,2006,40(5):490-492.
- [5] 王淑娥,冷家峰,刘仙娜,等. 济南市蔬菜中硝酸盐及重金属污染[J]. 环境与健康杂志,2004,21(5):312-313.
- [6] 朱兰保,高升平,盛蒂,等. 蚌埠市蔬菜重金属污染研究[J]. 安徽农业科学,2006,34(12):2772-2773,2846.

(上接第 14342 页)

(6) 加强流域农业非点源污染控制技术研究,研究和开发适用于农村非点源污染控制的关键技术和实用技术,重点包括巢湖流域农业地区土壤科学施肥施药的调控方法、定量估算非点源发生负荷以及农业非点源污染物的流域生态行为研究,从机理上掌握此类污染物的生态控制技术。

(7) 加强对农业非点源污染的监督和管理,针对农村非点源污染管理存在的没“法”管、没“钱”管和没“人”管的问题,建立农村非点源污染控制的管理模式,即政府管制、市场化运作和村民自我管理“三结合”的管理模式,在管理模式的框架下,还须建立针对农村特点的“镇、村、户、民”4 级政策体系,即建立起国家层面的非点源污染控制法规,用以指导地方和部门非点源污染控制法规的制定;建立、健全相关行业、部门法规中有关非点源污染控制的条款,制定流域非点源污染控制条例;搭建村级农村非点源污染控制的民主管理平台,探索一套适合农村非点源污染控制的生态文化建设方法;建立农村非点源污染控制的村级村规民约、家庭考核指标体系及村民守则等约束性法规体系。通过这些管理体制、管理模式的建立以及管理办法的实施,农村非点源污染的管理将走上一个新的台阶,对农村非点源污染的控制将会起到极大的推动作用。

### 3 结论

农业非点源污染是造成巢湖富营养化的主要原因之一,

非点源问题得不到解决,巢湖的富营养化就不可能真正得到控制。研究结果表明,农田、农村生活排污和农村畜禽养殖是造成巢湖水质恶化的主要成因。在农业非点源污染治理上主要通过源头控制,对农田肥药、农村生活、畜禽养殖等非点源进行分类控制,最终实现减轻巢湖污染负荷的目的。

### 参考文献

- [1] 屠清瑛,顾丁锡,尹澄清,等. 巢湖富营养化研究[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,1990.
- [2] CARPENTER S R, CARACO N F, CORRELL D L, et al. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen[J]. Ecological Applications,1998,8(3):559-568.
- [3] HECKRATH G, BROOKES P C, POULTON P R, et al. Phosphorus leaching from soils containing different phosphorus concentrations in the Broadbalk Experiment[J]. Journal of Environmental Quality,1995,24:904-910.
- [4] 安徽省农业生态环境总站. 巢湖流域农业面源污染调查报告[R]. 2005.
- [5] 殷福才,张之源. 巢湖富营养化研究进展[J]. 湖泊科学,2003,15(4):377-384.
- [6] 崔健,马友华,赵艳萍,等. 农业面源污染的特性及防治对策[J]. 中国农学通报,2006,22(1):335-340.
- [7] 史龙新,李向阳,王宁. 太湖地区农村面源污染控制技术与对策[J]. 中国水利,2006(17):11-14.
- [8] 夏立志,杨林章. 太湖流域非点源污染研究与控制[J]. 长江流域资源与环境,2003(1):45-49.
- [9] 李廷友,林振山,谢标. 农业面源污染现状与治理对策探讨[J]. 安徽农业科学,2009,37(6):2707.
- [10] 环境保护部. 巢湖流域水污染防治规划(2006-2010年)[Z]. 2008.