

微山岛农业面源污染源解析与防控对策

张英鹏 李彦 孙明 刘兆辉 田叶

(山东省农业面源污染防治重点实验室 山东省农业科学院土壤肥料研究所 济南 250100)

【摘要】本研究通过对微山岛养殖业、种植业和居民生活等污染源的调查分析,发现养殖业是微山岛农业面源污染最主要的污染源,对微山岛地区 N、P 污染的贡献率分别达到 75.22% 和 74.94%;其次是居民的生活排污,对 N、P 污染的贡献率分别为 18.98% 和 20.29%;再次是种植业,对 N、P 污染的贡献率仅有 5.80% 和 4.76%。虽然目前微山岛农业面源污染现状严峻,但只要采用合理的防控措施,改善微山岛的污染现状,提高南四湖水质是完全可行的。

【关键词】微山岛;农业面源污染;贡献率;污染源;南四湖

中图分类号:X592 文献标识码:A 文章编号:1673-288X(2010)04-0051-05

农业面源污染是指农业生产中氮(N)和磷(P)等营养物质、农药及其他有机或无机污染物,通过农田地表径流和农田渗漏形成的水环境污染^[1]。中国水体污染严重的核心问题是水体的 N、P 富营养化^[3]。目前在中国水体污染严重的流域,农田、农村畜禽养殖和城乡结合部的生活排污是造成水体 N、P 富营养化的主要原因,其贡献率大大超过城市生活污水和工业的点源污染^[2]。

南水北调是国家为解决北方地区水资源短缺、改善生态环境的一项特大型跨流域调水工程,其中东线干线工程在济宁段的输水线路总长度约占山东省输水线路的一半,是东线工程建设的重点地区。南四湖总面积 1 266 km²,流域面积 3.17 万 km²,既是南水北调输水干线,又是重要的调蓄水库^[3]。如何保证南四湖的水质安全,确保南水北调工程的顺利实施,了解沿南四湖区域的农业面源污染现状就尤其重要。而微山岛位于微山湖中(南四湖之一),岛上居民的生活排污、种植及养殖废弃物的排放均直接或间接进入南四湖水体中,因此了解微山岛的污染源排放现状,对于从源头缓解南四湖水质污染问题具有积极意义。

1 研究方法

1.1 调查方法

(1)直接调查法:选择湖山岛上的 5~8 个自

然村落作为具体调查地点。用 GPS 进行位置定位,深入田间地头,通过对有经验的农民进行问卷调查,填写调查表。对于畜禽养殖和生活污染的调查,采用直接到养殖场和村庄进行实地调查的方法。

(2)查阅资料法:利用最新公开的统计年鉴检索数据和当地农业局提供的部分内部统计数据。

1.2 分析方法

(1)农作物:在作物种植中,N、P 污染量根据调查表所调查区域的平均施肥量,求出折合的纯 N、P 量,然后根据微山岛乡总的种植面积,求出整个微山岛乡纯 N、P 的总施用量,再根据文献资料中 N、P 施用量以及氮磷径流损失量计算出 N、P 的一般淋失系数^[4],淋失系数的大小一般为 TN 为 0.39%~8.8%,TP 为 0.04%~3.6%,根据微山岛乡的坡度大小,调整淋失系数为 N 8%,P 3%,求出微山岛乡可能产生的 N、P 总污染量。

(2)对于畜禽养殖,则是根据各种畜禽每只一年的粪便产量的多少,再结合微山岛乡的具体养殖数量,求出该种畜禽一年产粪便的总量,而后分别根据 N、P 的淋失系数求出其产生的 N、P 污染的总量。鸭和鹅的养殖由于白天大部分时间将鸭子放养于水中,因此按 30% 排泄物直接进入水体计算,其余家禽废弃物的 N、P 养分淋失率按

5%计算。

(3)对于人们生活所造成的污染,将老人和儿童折算成成年人,再根据成人粪尿的产生量及淋失系数计算N、P污染的总量。人粪尿按5%淋失进入水体计算。生活污水排放量计算公式=用水量×排放系数(0.8);生活污水中N、P含量按戴晓燕等^[5]的方法进行计算。

(4)对于鱼类养殖产生的污染根据竹内俊郎法^[6]估算,根据从给饵料的营养成分中扣除蓄积在养殖生物体内的量,剩余即是环境负荷量,其计算公式为:鱼类:T-N=(C×Nf-Nb)×10;T-P=(C×Pf-Pb)×10。T-N、T-P为N、P负荷(kg·t⁻¹);C为饵料系数(鱼类为1.6);Nf、Pf为饵料中N、P的含量(%)(鱼类饵料一般N、P含量为5.3%和0.9%);Nb、Pb为养殖生物体内N、P的含量(%)(鱼类N、P含量一般为2.86%和0.63%)^[7];网箱养鱼产N 87.5 kg·t⁻¹,产P 24.74 kg·t⁻¹(根据^[8]取平均值)。

2 结果与分析

引起农业面源污染的物质有多种,主要有N、P、硝酸盐、杀虫剂、致病菌以及沉积物等^[9],但其中N、P是最重要的控制因素^[10]。湖泊流域N、P污染物来源主要是随地表径流和地下水的输入、化肥和农药施用量的增加、水土流失、集约化养殖、湖区周围生活污水输入、湖面降雨、水产养殖投料、大量使用农药化肥以及游船多在开动时搅动底泥释放N、P等^[11]。

通过调查,我们发现微山岛的N、P污染源主要来自种植业和畜禽养殖业、农民生活排污等几个方面,现根据不同的污染源做具体分析:

2.1 种植业污染源的统计分析

2.1.1 主要农作物种植

微山岛的轮作模式主要以玉米-小麦为主,以大豆-小麦为辅。经过调查和分析相关资料,发现小麦的耕种面积589.87hm²,占全部耕地的1/2

左右,其次是玉米也有298.93hm²,占总耕地面积的近30%,大豆的面积较少,约为耕地面积的14.4%(内部资料)。根据调查,微山岛的化肥投入量如下:小麦施用的N、P养分分别为341.25kg·hm⁻²和133.8 kg·hm⁻²;玉米施N量为191kg·hm⁻²,施P量为78kg·hm⁻²;大豆的施N量为60.75kg·hm⁻²,施P量为57.4kg·hm⁻²,这样每年三种不同作物需投入的纯N养分为26 7704kg,P为111 054kg。由于微山岛的居民因为种植业的效益远远抵不过养殖业,因此农作物生产管理上很粗放,一般为耕前一次施肥,因此其产量较低,并且肥料的损失严重。由于湖心岛为中西部偏高,最高处海拔92.6m,往其他方向均有明显的坡度,所以随径流淋失的风险很高。以农田施肥污染N的淋失系数为8%,P的淋失系数为3%计算,小麦的N淋失量为16 103.36kg和P淋失量为2 367.73kg;玉米的N淋失量为4 566.5kg和P淋失量为699.5kg;大豆的N淋失量为746kg和P的淋失量为264kg,合计种植业的N淋失量为21.416t,P的淋失量为3.33t。

2.1.2 林木和果树种植

有数据说明2005年,微山岛退耕还林面积373.33 hm²,其中经济林252.6 hm²,速生林120.73 hm²。林木的管理由于粗放,施肥也较少,一般N为75kg·hm⁻²;P为90 kg·hm⁻²,因此一般N、P损失的比例也较低。而果园面积达200 hm²,其中苹果园80 hm²,冬枣53.33 hm²,柿子20余hm²,石榴46.67 hm²。果树的平均施肥量为(N:375 kg·hm⁻²;P:195 kg·hm⁻²)由于微山岛上果业较少,仅占耕地面积的6.2%,另外果树的施肥一般集中在秋冬季和春季,雨水较少,N、P养分的淋失也较少。因此计算林木和果树的养分淋失时,设定淋失系数较低,N淋失系数为1.2%,P的淋失系数为0.8%计算,林木每年淋失的N、P养分分别为1.680t和0.269t,而果树的N、P养分淋失量分别为0.3t和0.103t,累计N、P

表1 种植业污染源的分析

作物名称	种植面积(hm ²)	N投入量(kg)	P投入量(kg)	N淋失量(kg)	P淋失量(kg)
小麦	589.87	201 292	78 924.16	16 103.36	2 367.73
玉米	298.93	57 081.32	23 316.8	4 566.5	699.5
大豆	153.6	9 331	8 813	746	264

表2 畜禽养殖造成的污染源分析

畜禽名称	数量(万只)	每只年排泄 N 量(kg)	每只年排泄 P 量(kg)	总排泄 N 量(t)	总排泄 P 量(t)	N 淋失量(t)	P 淋失量(t)
鸭子	28.56	0.341	0.173	97.39	49.41	29.22	14.82
鹅	1.44	0.383	0.156	5.52	2.25	1.66	0.68
鸡	13	0.268	0.107	34.84	13.91	1.742	0.70

淋失总量分别为 1.98t 和 0.372t。

2.2 养殖业污染源的现状分析

微山岛的养殖业主要包括鸭、鹅和鸡以及鱼类的养殖,其他牲畜的养殖量很少,暂不予计算在内。

2.2.1 鸭、鹅以及鸡的禽类养殖业

鸭子是微山岛上主要的养殖禽类,约放养 29 万只,其中肉鸭约 9.5 万只,蛋鸭约 20 万只。根据调查,岛上鸭子的养殖由于白天大部分时间将鸭子放养于水中,因此按 30% 排泄物直接进入水体计算。鹅主要以雁鹅为主,也是陆水两地养殖,白天的大部分时间也是放养于水中,因此其排泄物排放也按 30% 进入水体计算。鸡主要包括蛋鸡和肉食鸡两种,均为陆地圈养,多为集中养殖,少部分为农户散养;养殖的蛋鸡约 2 万只,肉食鸡为 11 万只,其排泄物排放排 5% 进入水体计算。由表 2 可知,微山岛的鸭子养殖业每年排入微山湖水体的 N、P 分别达到了 29.22t 和 14.82t,其次是鸡和鹅,两者相差不大,N、P 的入湖量分别为 1.742t、0.70t 和 1.66t、0.68t。

2.2.2 养鱼业

据调查,全微山岛乡渔业户 2 680 家,渔业人口 7 800 人,养殖面积 375hm²,其中池塘面积 153 hm²,湖泊面积 222hm²(网箱养鱼 20hm²)。鱼类总产量为 4 679t,每亩养鱼 0.832t,由于网箱养鱼年产 N 87.5kg·t⁻¹,产 P 24.74 kg·t⁻¹,因此微山湖网箱养鱼产生的 N、P 量分别为 21.84t 和 6.175t;而池塘和湖泊养鱼量为 4 430.4t,每年的 N、P 产生量分别为 248.99t 和 35.89t。由此可见,养鱼对水质的污染最为严重,合计每年输出 N、P 总计分别为 270.83t 和 42.065t。

2.3 农民生活污染源的调查与分析

2.3.1 生活污水

微山岛乡由 14 个行政村组成,共有农户数量 3 671 户,居民生活用水按 24m³·a⁻¹ 计算,岛上生活污水大都未经处理,直接排放,排放量约为

70 483.2 m³·a⁻¹,生活污水中含有 N、P 等养分,每年生活污水排放带走的总 N 为 72.355 t,带走的总 P 为 14.471t。

2.3.2 人粪尿排放情况

据统计,成年人每人每年的粪便排放量约 90kg,而人尿为 700kg;每 100kg 粪便中的 N 为 1kg,而 P 为 0.5kg;每 100kg 人尿中含 N 为 0.5kg,含 P (P₂O₅)0.13kg^[12]。则每人每年排放的 N、P 分别为 4.4kg 和 1.36kg。微山岛常驻人口为 16 456 人,由此可知,微山岛居民每年排泄的 N、P 损失为 3.62t 和 1.12t。由于微山岛同时也是旅游景点,每年大约接待游客 100 万人,因此也给南四湖带来了一定的环境污染。每年因人粪尿淋失到水体环境中的 N、P 分别为 0.603t 和 0.186t。由上可知,由于人粪尿排放每年带给南四湖 N、P 的负荷总计为 4.223t 和 1.306t。

3 分析与讨论

3.1 微山岛主要污染源的贡献率分析

通过对比不同污染源对南四湖水水质影响的贡献率大小发现,微山岛的养殖业是引进农业面源污染的最主要来源,其中水产养殖对南四湖水水质影响最为厉害,因为水产养殖中投放的饲料和鱼类产生的废弃物直接进入水体中,经过统计计算,鱼类养殖排入水体 N、P 量分别为 270.83t 和 42.065t;而畜禽养殖的污染则相对较小,N、P 淋失量也分别达到了 32.622t 和 16.2t。累计养殖业的 N、P 贡献量分别为 303.452t 和 58.265t。

其次贡献率较大的是岛上居民的生活排污造成的污染。首先是生活污水,尽管生活污水的 N、P 含量不高,但由于每年 70 000 多 m³ 的生活污水排放量直接进入微山湖,对水质的影响也不容忽视。经统计分析,发现每年岛上居民的生活污水排放的 N、P 分别达到 72.355t 和 14.471t,而人粪尿的排放带走的 N、P 也分别为 4.223t 和 1.306t,因此岛上居民生活排污进入微山湖的 N、

P 分别达到了 76.578t 和 15.777t。

再次是种植业施肥后的肥料损失造成的面源污染。从主要的粮食作物(小麦,玉米和大豆)来看,N、P 的总淋失量分别为 21.416t 和 3.33t;而对于林木和果树来讲,由于施肥量低,施肥时期雨量较低的原因,N、P 的淋失较低,每年 N、P 的淋失量分别为 1.98t 和 0.372t,因此微山岛主要种植业的 N、P 年损失量合计约为 23.396t 和 3.702t。

因此,综上所述,对微山湖水质影响最大的污染源是养鱼业,其次是鸭、鸡和鹅等畜禽养殖业,再次是居民的生活排污,同时主要农作物的肥料损失也不容忽视,污染最少的是林木和果业的肥料面源污染。

3.2 微山岛农业面源污染的防控措施

根据不同污染源对南四湖水水质污染贡献率大小,重点治理水产养殖业,加强畜禽养殖业的污染控制,改善微山岛居民的生活环境,提高种植业肥料精准施用技术。主要措施如下:

3.2.1 提高水产养殖技术的科技含量

综合利用藻类、微生物、不同食性鱼类、家畜及水生、陆生植物等互利特点,建立有机健康养殖模式;限制养殖密度,推荐混合养殖;投入有机饲料,禁止使用化学合成物质或抗生素;同时加强水产养殖过程中残饵、粪便、排泄物等养殖废物的沉积处理研究,实现底泥的资源化利用,最大程度上减少 N、P 污染。

3.2.2 改变传统的畜禽养殖和饲喂方式

沿湖鸭离湖养殖及定时饲喂、定时放养的技术研究,使其排泄物便于集中收集,减少废弃物排入水体;同时通过网上垫料平养+运动场+大水池,网上平养+喷淋,网上平养+深水槽,网上平养(旱养)等不同饲养方式,对比不同方式的废弃物产生量及可能的入湖量,从而减少 N、P 的入湖量。

3.2.3 建设沼气工程和污水处理设施

建立和指导一批户用沼气池,通过利用农作物秸秆、畜禽粪便、人粪尿、餐厨垃圾等有机废弃物生产沼气,通过添加秸秆分解和低温产沼气双功能复合菌剂,保障微山岛的沼气工程在冬季也可以持续有效地产气,大大提高有机废弃物的利

用率,降低了排放;通过建立 700m² 的大型砂生物滤池,集中处理 1 100 人口排放的生活污水和村附近的养殖废水,污水经砂滤后出水达一级排放标准;另外也建设单户砂生物滤池多处,通过对典型农户的生活污水经小型砂生物处理系统净化后达到一级排放标准再排放,从源头上保证了水质安全。

3.2.4 不同种植模式下的减量施肥技术

通过选择湖心岛小麦-玉米轮作区、沿湖区典型小麦-玉米轮作区、小麦-水稻轮作区、大蒜-玉米轮作通过减量施用控释 N 肥、优化施肥、降低 20% N 用量或降低 N 肥 30% 的基础上增施鸭粪的处理以及在优化施肥基础上增加小麦秸秆还田等措施都在一定程度上可提高作物产量,同时降低了养分的淋失。

因此,微山岛目前的农业面源污染情况很严峻。作为南四湖旅游的一个重要景区,微山岛的面源污染现状已经限制了旅游产业的发展。尽管污染形势严峻,但只要采取合理的污染防治措施,改善微山岛的污染现状,提高南四湖水水质仍是完全可行的。

参考文献

- [1] 郭敏,韩鹏飞. 农业面源污染的成因及控制对策[J]. 河北农业科学, 2009, 13(4): 93~96.
- [2] 张维理,武淑霞,冀宏杰,等. 中国农业面源污染形势估计及控制对策 I. 21 世纪初期中国农业面源污染的形势估计[J]. 中国农业科学, 2004, 37(7): 1008~1017.
- [3] 李辉,姚丽萍. 南水北调东线工程济宁段农业面源污染现状及控制对策[J]. 山东水利, 2007, 10: 35~37.
- [4] 段永惠,张乃明,张玉娟. 施肥对农田氮磷污染物径流输出的影响研究[J]. 土壤, 2005, 37(1): 48~51.
- [5] 戴晓燕,过仲阳,石纯,等. 空间聚类在农业非点源污染研究中的应用[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2005, 3: 59~64.
- [6] 辛玉婷,陈卫,孙敏,等. 淡水养殖污染负荷估算方法刍议[J]. 水资源保护, 2007, 23(6): 19~22, 74.
- [7] 仓萍萍,杨德利. 淡水养殖环境成本核算中氮磷污染估算[J]. 全国商情(经济理论研究), 2008, 12: 139~140, 111.
- [8] 陈丁,郑爱榕. 网箱养殖的氮、磷和有机的污染及估算[J]. 福建农业学报(增刊), 2005, 20: 57~62.
- [9] 李其林,魏朝富,王显军,等. 农业面源污染发生条件与污染机理[J]. 土壤通报, 2008, 39(1): 169~176.
- [10] 张维理,徐爱国,冀宏杰,等. 中国农业面源污染形势估

区域用海规划面积合理性分析方法初探

李亚娟^{1,2} 王楠²

(1. 天津科技大学 天津 300457;

2. 交通部天津水运工程科学研究所 水路交通环境保护技术实验室 天津 300456)

【摘要】区域规划项目用海本身就是一个新领域,而区域规划用海面积和理性分析也是一个新难点。用地控制指标法是以《城市用地分类与规划建设用地标准》为标准,通过累加规划范围内每种土地类型的具体用地指标,分析整个区域用海面积的合理性。本文以曹妃甸综合服务工程区项目为例,对区域规划项目在海域使用论证工作中用海面积合理性分析方法——用地控制指标法进行了初步的探讨。以期不断改进区域用海规划面积合理性分析的技术方法。

【关键词】区域用海规划;面积;合理性

中图分类号: X55/TB21 文献标识码: A 文章编号: 1673-288X(2010)04-0055-04

海域使用是指在中华人民共和国内水、领海持续使用特定海域三个月以上的排他性用海活动^[1]。海域使用论证是指通过科学的调查、调研、计算、分析、预测,对开发海域进行用海可行性分析并给出相应的书面材料,以达到科学用海、规范管理和可持续用海的目的。海域使用论证必须由具备海洋科学知识的持证上岗人员承担,运用高、精、尖的仪器设备,获取海洋水文、海洋地质、海洋化学、海洋生物等环境资料和海洋资源开发利用现状信息,在充分掌握上述自然特征的基础上,对用海者提出的使用方案进行科学分析、评价、预测,为审批决策部门提供依据^[2]。

1 国内区域用海规划论证的现状

由于海域使用论证是我国一项新近建立起来

的制度,仅有十余年历史,真正较为规范的海域使用论证工作也是自2002年《海域使用管理法》颁布实施后进行的。经国家主管部门努力的推进,虽然制定并颁布实施了《海域使用论证技术导则》、《海域使用论证报告书编写大纲》和《海域使用论证资质管理规定》等文件,但整项工作仍处于摸索阶段,在理论体系和方法上亟待完善^[3]。2008年12月,国家海洋局以“国海发[2008]29号”颁布了《国家海洋局关于为扩大内需促进经济平稳较快发展做好服务保障工作的通知》文件,明确提出了“强化专项用海规划及其项目管理”,因此区域建设用海规划的海域使用论证工作更是一个新的研究领域,这项工作不但包含项目海域使用论证内容,也涵盖了海洋环境影响评价及环境影响评价的内容。如何依据现有的导则、

计及控制对策 III. 中国农业面源污染控制中存在问题分析[J]. 中国农业科学, 2004, 37(7): 1026-1033.

[11] 赵同科, 张强. 农业非点源污染现状、成因及防治对策[C]. 全国农业面源污染与综合防治学术研讨会论文集. 2004, 14-17; 95.

[12] 刘光启. 农业速查速算手册(上), 农业常用技术资料、土壤和肥料、农业设施卷[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008: 112-119.

基金项目: 国家“十一五”科技支撑项目(2007BAD87B-05)

作者简介: 张英鹏(1977.6—), 男, 山东烟台人, 副研究员, 博士, 主要从事作物营养与施肥管理、农业生态环境保护等方面的研究。