

大丰经济开发区河道农业面源污染负荷估算

刘锦平

(江苏省盐城市大丰区大中水利管理服务站, 江苏 盐城 224100)

摘要:针对大丰经济开发区河道的污染现状,利用输出系数模型对大丰经济开发区流域的农业面源污染负荷量进行了估算,得出了不同污染源类型(生活污染、种植业污染、禽畜养殖业污染)对大丰经济开发区河道的输出污染负荷量及不同污染源类型对面源污染的贡献率:COD、总氮、总磷和氨氮的负荷量分别为:277.280 t/a、86.089 t/a、10.715 t/a、56.383 t/a;经过对比分析发现,生活污染对河道造成的污染最为严重。

关键词:河道;农业面源污染;面源污染负荷估算;输出系统模型

中图分类号:TV93

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2019)06-0036-05

Estimation of agricultural non – point source pollution load in Dafeng economic development zone

LIU Jinping

(Dazhong Water Conservancy Management Service Station of Dafeng District, Yancheng 224100, Jiangsu)

Abstract: According to the pollution situation of the river course in Dafeng Economic Development Zone, the agricultural non – point source pollution load in the basin was estimated by using the export coefficient model. The results showed that the output pollution of the river course in Dafeng Economic Development Zone was negative for different pollution sources (living pollution, planting pollution, livestock breeding pollution). The contribution rates of COD, total nitrogen, total phosphorus and ammonia nitrogen were respectively 277.280t/a, 86.089t/a, 10.715t/a and 56.383t/a. After comparative analysis, it's found that the pollution caused by living pollution was the most serious.

Key words: river; agricultural non – point source pollution; non – point source pollution load estimation; output system model

0 引言

江苏大丰经济开发区地处江苏省中部,开发区东与市区毗连,西接沿海高速、新长铁路、204国道,区位优势明显,交通四通八达。目前,已开发面积达88 km²,下辖10个村居、2个社区,人口约5万人。流经大丰经济开发区的镇级河道有16条,均为重要的农业引水灌溉河,农作物以稻麦种植为主,都存在不同程度的富营养化、水质变差,通过对

16条镇级河道的水质监测分析,结果显示16条河流都属于水质较差的IV类、V类水,遭受了比较严重的污染。

通过现场考察,造成流经大丰经济开发区河道水环境污染的原因主要为农业面源污染和工业污染。这些污染源对环境的污染,尤其对水环境的污染影响最大。相较于工业污染造成的点源污染,农业面源污染的负荷估算和防治难度更大,据统计,农业面源污染占河流和湖泊富营养化问题的

收稿日期:2018-11-05

作者简介:刘锦平(1969—),男,工程师,主要从事农田水利工程施工管理工作。

55%~70%,为此,针对大丰经济开发区河道污染现状,对大丰经济开发区河道的农业面源污染展开研究探讨。

1 河道农业面源污染负荷估算方法

1.1 河道面源污染负荷估算方法选择

农业面源污染具有时间和空间上的双重不确定性,与点源污染集中排放相比,面源污染具有时空范围更广、成分来源更复杂、发生时间更随机、机理更加模糊、排放量及排放途径更加不确定、监测难度更大等特点,使得农业面源污染的研究、治理和控制难度更大,对农业面源污染负荷的计算和综合评估也一直是面源污染防治工作中的重点和难点。因缺乏系统、可靠的基础资料,我国对农业面源污染研究主要集中在部分流域或区域层面上^[1-4]。

面源污染负荷计算方法的研究始于20世纪60~70年代的美国^[5],通过在北美地区开展的一系列深入研究,研发了包括输出系数模型、机理模型等在内的一系列非点源污染负荷估算方法。我国的面源污染研究始于20世纪80年代^[6],目前常用的面源污染负荷计算方法大体可以归结为三大类:输出系数模型、实证模型和机理模型。输出系数模型简化了面源污染复杂的迁移、流动过程,可以使用统计数据对污染负荷进行计算,时间步长设定灵活,对数据的需求量相对较少,虽然没有机理模型的精度高,但是胜在简洁、方便、可操作性高、可移植性好,特别适用于数据不足的流域和区域中,对解决大丰经济开发区河道的面源污染负荷估算的问题优势明显。

1.2 输出系数模型

输出系数模型是在20世纪70年代美国发展起来的^[7],国内对输出系统法的研究,大多基于Johnes^[8]在总结以往输出系统法研究成果的基础上发表的规范输出系数模型:

$$L_j = \sum_{i=1}^m E_{ij} A_i \quad (1)$$

式中, L_j 为污染物 j 在流域的总负荷量($\text{kg}/\text{hm}^2/\text{a}$); i 为流域中的土地利用类型,共 m 种; E_{ij} 为污染物 j 在第 i 种土地利用类型中的输出系数(kg/hm^2)或第 i 种牲畜每头排泄系数(kg/a)或人口每人输出系数(kg/a); A_i 为流域中第 i 种土地利用类型的面积(hm^2)或第 i 种牲畜数量(头)或人口数量(人)。

2 不同污染源类型污染负荷估算

通过调查可知,大丰经济开发区河道遭受的不同种类的污染源主要有:生活污染、种植业污染、禽畜养殖业污染。生活污染主要包括生活用煤、生活废水以及生活垃圾等污染源。开发区内采用稻麦轮作的方式耕种,耕种过程中磷、氮化肥的过量使用,导致土壤中的养分偏高,随着降雨进入河流之后,会使河中的藻类获得丰富的营养而急剧增长,形成富营养化,耕种过程中农药过量使用,导致农药残留土壤中,随降雨进入河流后,恶化水质,同时有可能导致水生动植物大面积死亡;秸秆堆积侵占河坡、河道情况较多,影响水体流通。另外,大丰经济开发区河道沿岸存在数量众多的大大小的禽畜养殖场,虽然养殖场会固定收集处理动物所产生的尿液、粪便,但养殖场建立在河岸边,仍有不少污染物(废水、畜禽尸体)未经处理进入河道,导致河道水环境污染。针对大丰经济开发区河道农业面源污染的状况,采用输出系数模型对不同污染源类型造成的面源污染负荷量进行估算。

2.1 生活污染负荷估算

大丰经济开发区的生活污染主要指人们在日常生活中排入环境中的污水,也包括河道沿线居民点向河道倾倒的生活、生产垃圾。输出系数选定为排污系数,来估算生活污染排放量,即:

$$L_{ri} = U_{ce} \times E_i \times 10^{-3} \quad (2)$$

式中, L_{ri} 为生活污染年排放量(t); U_{ce} 为常住人口(人); E_i 为人均生活排污系数($\text{kg}/\text{a} \cdot \text{人}$)。

大丰经济开发区常住人口约有5万人。生活污水人均排污当量系数与当地居民的生活习惯密切相关,借鉴环境保护部南京环境科学研究所提供的确定大丰经济开发区生活排污系数,详见表1。

表1 大丰经济开发区生活排污系数

单位:($\text{kg}/\text{a} \cdot \text{人}$)

研究区域	COD	总氮	总磷	氨氮
大丰经济开发区	4.15	1.17	0.105	0.97

将大丰经济开发区常住人口数、生活排污系数带入公式(2),计算得出大丰经济开发区生活污染年排放量,详见表2。

2.2 种植业污染负荷估算

大丰经济开发区种植业的地表径流和灌溉排水形式比较复杂,并且不同村庄、社区之间的施肥方

表 2 大丰经济开发区生活污染年排放量表

单位:t/a				
类别	COD	总氮	总磷/t	氨氮
生活污染年排放量	207.5	58.5	5.25	48.5

式和施肥结构存在差异,一般采用系数估算法来确定种植业的污染排放量,即:

$$L_{pj} = E_{zj} \times \frac{A_{zi}}{R_j \times 100\%} \quad (3)$$

式中, L_{pj} 为种植业营养物流失量(t); A_{zi} 为各类种植业土地利用面积(khm²); E_{zj} 为种植业污染流失强度系数(t/a·khm²); R_j 为各土地利用类型的复种指数,稻田、旱地、露天蔬菜地、设施蔬菜地、桑茶果园分别为 2、2、4、5、1。

大丰经济开发区的种植面积约有 2.33 khm²,其中稻田约 1.47 khm²,旱地 0.26 khm²,露天蔬菜地 0.13 khm²,设施蔬菜地 0.21 khm²,桑茶果园 0.26 khm²。借鉴江苏省农业科学院提供的相关流失参数,确定研究区域内种植业污染流失强度系数,详见表 3。

表 3 种植业污染流失强度系数表

单位:t/a·khm ²				
类别	COD	总氮	总磷	氨氮
稻田	20.75	19.40	1.22	3.47
旱地	16.02	12.66	4.05	1.12
露天蔬菜地	40.58	31.95	7.32	5.12
设施蔬菜地	11.71	9.94	0.84	1.59
桑茶果园	29.48	11.68	2.86	3.4

将大丰经济开发区的种植面积及种植业污染流失强度系数带入式(3),计算得出大丰经济开发区种植业污染年排放量,详见表 4。

表 4 大丰经济开发区种植业污染年排放量表

单位:t/a				
类别	COD	总氮	总磷	氨氮
稻田	15.252	14.259	0.897	2.551
旱地	2.083	1.646	0.527	0.146
露天蔬菜地	1.319	1.039	0.238	0.167
设施蔬菜地	0.492	0.417	0.035	0.067
桑茶果园	7.665	3.037	0.744	0.884
总量	25.492	19.359	2.441	3.815

2.3 禽畜养殖业污染负荷估算

按照大丰经济开发区区域畜禽养殖业污染物的产生及排放水平估算区域内禽畜养殖业污染物的排放量。禽畜养殖污染负荷具体计算公式如下:

$$W_{pf} = \sum_{i=1}^n (\delta_{i1} \times \alpha_{i1} + \delta_{i2} \times \alpha_{i2}) \times N_i \times (1 - \beta_i) \quad (4)$$

式中, W_{pf} 表示禽畜养殖业排污总量; δ_{i1} 、 δ_{i2} 分别为各类禽畜个体年产粪量和年产尿量(t/a); α_{i1} 、 α_{i2} 分别为禽畜粪、尿中污染物平均含量(kg/t); N_i 为各类禽畜饲养总量(万头、万只); β_i 为各类禽畜粪、尿中污染物处理率,根据董红敏等人对畜禽养殖排污系数的研究并结合大丰经济开发区实际禽畜污染物处理水平,将猪、牛、羊的污染处理率设定为 70%~85%,取 80%,家禽污染处理率设定在 90%左右。

大丰经济开发区的各类禽畜约有 27.2 万只,其中约有牛 0.05 万头,猪 1.6 万头,羊 1.4 万头,禽类 24.15 万只。各类禽畜养殖的粪尿排泄系数、污染物平均含量主要参考《江苏省太湖流域污染源调查报告》《农业技术经济手册》和《畜禽养殖业污染物排放标准》(GB18596-2001)来确定。具体参数取值详见表 5、表 6。

表 5 禽畜粪尿排泄系数

单位:t/a				
类别	牛	猪	禽类	羊
粪	7.3	0.3	0.006	0.1
尿	3.65	0.495	—	—

表 6 禽畜粪便中污染物平均含量

单位:kg/t						
类别	牛		猪		禽类	
	粪	尿	粪	尿	粪	粪
COD _{cr}	31.0	6.0	52.0	9.0	45.0	25.2
总氮	4.4	8.0	5.9	3.3	9.8	1.3
总磷	1.2	0.4	3.4	0.5	5.4	2.58
氨氮	1.7	3.5	3.1	1.4	4.8	3.2

将大丰经济开发区的禽畜养殖数量及禽畜粪尿排泄系数、禽畜粪便中污染物平均含量带入式(4),计算得出大丰经济开发区禽畜养殖业污染年排放量,详见表 7。

表 7 大丰经济开发区禽畜养殖业污染年排放量 单位:t/a

类别	牛	猪	禽类	羊	总量
COD _{cr}	9.928	25.670	5.868	2.822	44.288
总氮	2.453	4.356	1.278	0.146	8.230
总磷	0.409	1.622	0.704	0.289	3.024
氨氮	1.007	2.077	0.626	0.358	4.068

3 结果与讨论

3.1 大丰经济开发区面源污染负荷总量

利用输出系数模型计算了大丰经济开发区不同污染源类型(包括生活污染、种植业污染、禽畜养殖业污染)产生的农业面源污染物 COD、总氮、总磷和氨氮的负荷量,农业面源污染导致的 COD、总氮、总磷和氨氮的污染输出负荷总量见表 8。

染>种植业污染;不同污染源对总氮负荷贡献率其大小顺序为:生活污染>种植业污染>禽畜养殖业污染;不同污染源对总磷负荷贡献率其大小顺序为:生活污染>禽畜养殖业污染>种植业污染;不同污染源对氨氮负荷贡献率其大小顺序为:生活污染>禽畜养殖业污染>种植业污染。分析表明,大丰经济开发区居民生活污染对面源污染物的输出负荷总量贡献最大。因此,为减少环境污染,大丰

表 8 面源污染负荷总量表 单位:t/a

污染源	COD	总氮	总磷	氨氮	合计
生活污染	207.5	58.5	5.25	48.5	319.75
种植业污染	25.492	19.359	2.441	3.815	51.107
禽畜养殖业污染	44.288	8.230	3.024	4.068	59.61
合计	277.280	86.089	10.715	56.383	430.467

从表中可以看出,大丰经济开发区河道农业面源污染导致的污染输出负荷总量为 430.467 t/a, COD、总氮、总磷和氨氮的负荷量分别为: 277.280 t/a、86.089 t/a、10.715 t/a、56.383 t/a。生活污染对河道造成的面源污染最为严重,占面源污染负荷总量的 74.28%,种植业污染和禽畜业污染对河道造成的面源污染负荷总量相当。全区总氮负荷量是总磷负荷量的 8.3 倍,以往研究中总氮与总磷污染输出比在 5~10 之间^[9-11],本结果与以往研究相似。

3.2 不同污染源类型对面源污染的贡献率

通过农业面源污染物 COD、总氮、总磷和氨氮的负荷量,对比分析不同污染源类型对面源污染的贡献率。农业面源污染导致的 COD、总氮、总磷和氨氮的污染输出负荷占各自负荷总量的贡献率见图 1。

从图 1 可以看出,不同污染源产生的 COD 负荷量的贡献率大小顺序为:生活污染>禽畜养殖业污

经济开发区的生活污水和生活垃圾的日常处理显得非常重要。除此之外,种植业和禽畜养殖业对河道水环境质量的不利影响也应引起足够的重视。

4 总结

(1)农业面源是造成大丰经济开发区河道水环境污染严重的主要因素之一,利用输出系数模型法,参考已有输出系数的研究结果,估算了大丰经济开发区不同污染源类型造成的农业面源污染物 COD、总氮、总磷和氨氮的负荷量。大丰经济开发区河道农业面源污染导致的 COD、总氮、总磷和氨氮的负荷量分别为: 277.280 t/a、86.089 t/a、10.715 t/a、56.383 t/a。

(2)不同的污染源类型对大丰经济开发区河道水环境造成的影响不同:不同污染源产生的 COD 负荷量的贡献率大小顺序为:生活污染>禽畜养殖业污染>种植业污染;对总氮负荷贡献率其大小顺序为:生活污染>种植业污染>禽畜养殖业污染;对

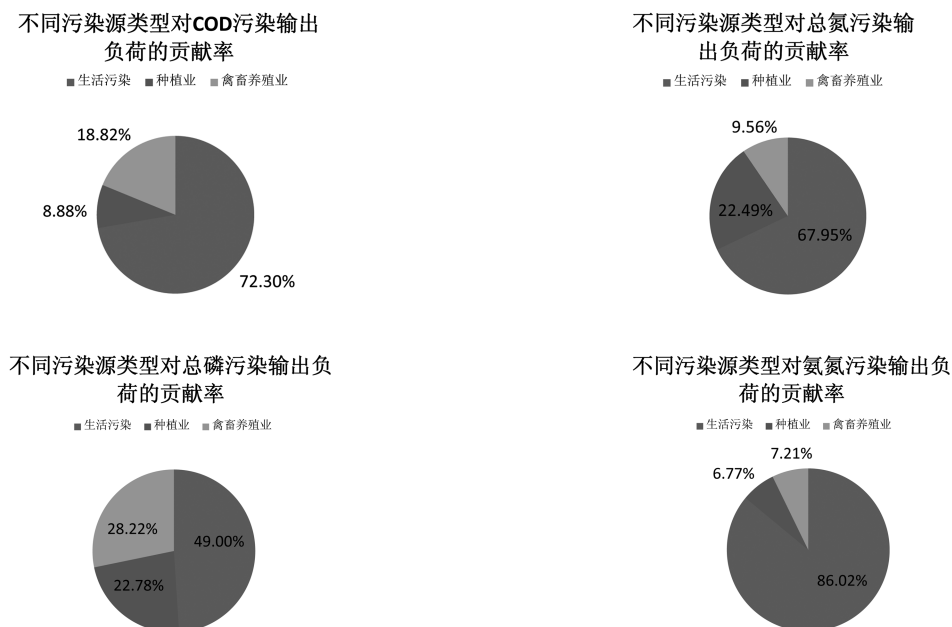


图1 不同污染源类型对面源污染的贡献率

总磷负荷贡献率其大小顺序为:生活污染 > 禽畜养殖业污染 > 种植业污染;对氨氮负荷贡献率其大小顺序为:生活污染 > 禽畜养殖业污染 > 种植业污染。生活污染对河道水环境的污染最为显著。

(3)研究结果为大丰经济开发区河道水环境的综合整治和农业产业结构优化提供了科学的决策依据。综合治理农村生活污水及废弃物的排放、绿色种植和科学养殖是大幅度降低大丰经济开发区河道水环境面源污染的关键。

参考文献:

- [1] 闫丽珍,石敏俊,王磊.太湖流域农业面源污染及控制研究进展[J].中国人口·资源与环境,2010,20(1):99-107.
- [2] 李卉,苏保林.平原河网地区农业非点源污染负荷估算方法综述[J].北京师范大学学报(自然科学版),2009,45(6):662-666.
- [3] 王丽婧,郑丙辉,李子成.三峡库区及上游流域面源污染特征与防治策略[J].长江流域资源与环境,2009,18(8):783-788.
- [4] 李庆康,吴雷,等.我国集约化畜禽养殖场粪便处理利用现状及展望[J].农业环境保护,2000,19(4):251-254.
- [5] ONGLEY E D, ZHANG X L, YU T. Current status of agricultural and rural non-point source pollution assessment in China[J]. Environmental Pollution, 2010(158):1159-1168.
- [6] 夏青.城市径流污染系统分析[J].环境科学学报,1982,2(4):271-278.
- [7] UTTORMARK P D, CHAPIN J D, GREEN K M. Estimating nutrient loadings of lakes from non-point sources[R]. Washington DC:US Government Printing Office, 1974.
- [8] JOHNES P J. Evaluation and management of the impact of land use change on the nitrogen and phosphorus load delivered to surfacewaters:The export coefficient modeling approach[J]. Journal of Hydrology, 1996(183):323-349.
- [9] 杜鹃,李怀恩,李家科.基于实测资料的输出系数分析与陕西沔河流域非点源污染负荷来源探讨[J].农业环境科学学报,2013,32(4):827-837.
- [10] 杨彦兰,申丽娟,谢德体,等.基于输出系数模型的三峡库区(重庆段)农业面源污染负荷估算[J].西南大学学报:自然科学版,2015,37(3):112-119.
- [11] 柯敏,敖天其,周理,等.基于输出系数模型的西充河流域(西充县境内)面源污染综合评价[J].中国农村水利水电,2014(3):20-24.