

邯郸市农业面污染源调查与分析估算

张梦婕¹, 邢威州²

(1. 河海大学 水文水资源学院, 南京 210098; 2. 河北省邯郸水文水资源勘测局, 河北 邯郸 056001)

摘要: 农业面污染包括三方面的内容, 即对降雨径流对城市地表的冲刷所带来的污染物造成的面源污染; 化肥、农药不合理使用所导致的面源污染; 农业固体废弃物的污染, 在较大的降雨径流冲刷下的水土流失污染。以 2005 年为基准年对邯郸市农业面源污染进行调查和分析计算, 结果表明, 全区化肥流失量占农业污染物的 90.91%, 是农业面源污染的主要来源。在总磷、总氮、氨氮和 COD 4 项污染物中, 总氮占污染物总量的 63.58%, 总磷占总污染物的 27.22%。研究结果为该区面污染源治理提供了科学依据。

关键词: 农业面污染; 主要污染物; 污染物入河量; 邯郸市

中图分类号: X524 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-1683(2013)04-0072-03

Investigation and Analysis of Agricultural Non-point Source Pollution in Handan City

ZHANG Mengjie¹, XING Weizhou²

(1. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. Handan Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Hebei Province, Handan 056001, China)

Abstract: Agricultural non-point source pollution includes three aspects: non-point source pollution of pollutants caused by rainfall runoff washing the urban ground surface, non-point source pollution of unreasonable usage of fertilizers and pesticides, and agricultural solid waste pollution and water loss and soil erosion pollution caused by rainfall runoff. In this paper, the agricultural non-point source pollution was investigated based on the data of year 2005 in Handan city. The results indicated that the fertilizer loss, as the main source of agricultural non-point source pollution, accounted for 90.91% of total agricultural pollutants. Among the four pollutants of total phosphorus, total nitrogen, ammonia nitrogen, and COD, total nitrogen and total phosphorus accounted for 63.58% and 27.22% of the total amount of pollutants, respectively. The results can provide scientific basis for remediation of non-point source pollution.

Key words: agricultural non-point pollution; main pollutants; river pollution load; Handan city

环境污染分为点源污染与面源污染, 点源污染指有固定排放点的污染源, 如企业; 面源污染则没有固定污染排放点, 如没有排污管网的生活污水的排放^[1-3]和农业活动造成的污染。面源污染已成为世界范围内地表水和地下水污染的主要来源, 而面源污染的主要来源是农业, 农业造成的污染往往跟土地利用的活动方式有关。

农业面源污染是指在农业生产活动中, 农田中的泥沙、营养盐、农药及其它污染物, 在降水或灌溉过程中, 通过农田地表径流、壤中流、农田排水和地下渗漏, 进入水体而形成的面源污染。这些污染物主要来源于农田施肥、农药、畜禽及水产养殖和农村居民。土壤中未被作物吸收或土壤固定的氮和磷通过人为或自然途径进入水体还会引起水体污染^[4]。目前不同土地利用方式所导致的面源污染过程和状况成为

水文和农业环境等学科关注的焦点问题。邯郸市是华北地区重要的农业生产单元, 农业生产基地建设与农业面污染源矛盾较为突出, 通过面源污染分析估算, 明确污染状况, 可以为该区面污染源防控提供科学依据。

1 邯郸市农业面污染源分项计算

1.1 化肥、农药施用量及流失量

面污染源的组成包括很多方面, 但主要有流域面上的水土流失、农药及化肥施用等。化肥从农田流失到水域中的途径有径流、农田排水和渗漏淋洗等^[5]。天然降水和不适当的灌溉方式形成的地表径流, 将农田氮素转移带入到地表水体中, 造成氮素的大量损失, 包括通过水土流失和农田径流所带走的养分^[6]。由于起伏的地形、植被状况及不当的农业生

收稿日期: 2013-03-18 修回日期: 2013-07-17 网络出版时间: 2013-07-28

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20130728.1311.043.html>

作者简介: 张梦婕(1990-), 女, 河北石家庄人, 硕士研究生, 主要从事水文计算、水资源保护等方面的研究。E-mail: zmj_1990@qq.com

产措施,养分流失量也会很大^[6]。作物吸收、土壤残留和环境损失是农田生态系统中化肥营养元素的3个去向^[7]。

氮肥流失系数的计算:一般农作物对氮肥的吸收利用率为35%左右,65%通过挥发、淋失、渗漏而损失。有氮肥流失研究成果的地区按当地的流失系数进行估算,无研究成果的地区,按最低随水流失量20%进行测算。总氮计算公式为:

$$\text{总氮} = (\text{氮肥} + \text{复合肥} \times 0.3 + \text{磷肥} \times 0.185) \times 20\% \quad (1)$$

磷肥流失系数的计算:一般作物对磷肥的当季吸收利用率为20%左右,约15%随水流失。有磷肥流失研究成果的地区按当地的流失系数进行估算,无研究成果的地区,按15%进行估算。总磷计算公式为:

$$\text{总磷} = (\text{磷肥} + \text{复合肥} \times 0.3) \times 15\% \quad (2)$$

$\text{NH}_3\text{-N}$ 流失量的估算: $\text{NH}_3\text{-N}$ 是地表水水质的主要超标项目, $\text{NH}_3\text{-N}$ 流失量按照TN流失量的10%估算。氨氮计算公式为:

$$\text{氨氮} = (\text{氮肥} + \text{复合肥} \times 0.3 + \text{磷肥} \times 0.185) \times 20\% \times 10\% \quad (3)$$

根据农村经济统计年鉴及相关控制站点监测调查,2005年邯郸市农药使用量7 752 t,农用化肥使用量(折纯)448 380 t,其中氮肥216 230 t、磷肥117 155 t、钾肥38 188 t、复合肥76 834 t。利用公式(1)、(2)、(3),可以计算出邯郸市2005年化肥农药污染物入河量,见表1。

表1 邯郸市2005年化肥农药污染物入河量计算统计

Table 1 Statistics of loadings of chemical fertilizer pollutants into the river in Handan City in 2005

污染物(源)	总氮	总磷	氨氮	农药	合计
农药化肥污染物入河量/t	52 185.38	21 030.78	5 218.54	3 023.28	81 458.04

化肥、农药施用量采用实际调查的折纯量。农药的流失量占农药各项有效成分的39%。化肥、农药的各项入河量占各项流失量的60%。

1.2 农作物秸秆废弃物污染物入河量

作物秸秆量计算。据有关资料介绍,每公斤玉米籽实产秸量为1.87 kg,2000年资料统计,全国每吨粮食产秸量为1.3 t。根据河北省玉米种植的实际情况,秸秆产量系数选用1.5,以此来计算相应种植面积的秸秆产量。小麦秸秆的单位面积产量直接测定比较困难,故多采用小麦秸秆系数法进行估测。根据北京市顺义区测定结果^[8,9],全株小麦的秸秆系数为1.339,机械收割的秸秆系数为1.039。表2为邯郸市2005年粮食产量统计表,主要农作物秸秆总量为500.41万t。

表2 邯郸市2005年主要农作物粮食产量及秸秆生产量统计

Table 2 Statistics of the main crop grain yield and straw yield in Handan City in 2005

作物种类	籽实产量/t	秸秆生产量/t	主要农作物秸秆总量/万t
小麦	2 080 062	3 120 099	500.41
玉米	1 813 285	1 884 003	

农作物秸秆中,含有氮、磷、钾等物质,利用秸秆还田,可以增加农田庄稼所需的营养物质。据专家测定,玉米秸秆含氮量为0.61%,含磷量为0.27%,含钾量为2.28%。小麦秸

秆含氮量0.88%,含磷量0.72%,含钾量1.32%。秸秆还田后,污染物分布在土壤中,一部分被作物吸收,一部分随雨水进入水体,其污染过程复杂,目前很少有这方面的实验资料。秸秆污染物入河量计算,采用河北省经验系数,考虑当地的具体情况而定。

邯郸市农业秸秆污染物入河量值考虑冬小麦和玉米两种情况,可分别计算出小麦和玉米秸秆的氮、磷污染物含量。秸秆的利用率一般达90%左右,入河流失量按10%计算。计算结果见表3。从表3可以看出,全区2005年农作物秸秆污染物入河量中,总氮污染物入河量为3 894.9 t,总磷污染物入河量为2 755.2 t。其中,冬小麦秸秆总氮入河量和总磷入河量分别为2 745.7 t和2 246.5 t,玉米秸秆污染物总氮入河量和总磷入河量分别为1 149.2 t和508.7 t。

表3 邯郸市2005年秸秆污染物入河量计算结果

Table 3 Calculation results of loadings of straw pollutants into the river in Handan City in 2005

农作物类型	秸秆总量	污染物含量		污染物入河量	
		总氮	总磷	总氮	总磷
小麦	3 120 099	27 457	22 465	2 745.7	2 246.5
玉米	1 884 003	11 492	5 087	1 149.2	508.7
合计	5 004 102	38 949	27 552	3 894.9	2 755.2

1.3 水土流失污染物及入河量

水土及污染物流失的时空分布不均,复杂多变,监测、计算难度较大。一般采用经验法^[10]。水土流失计算公式为:

$$W = \sum W_i \times A_i \times ER_i \times C_i \times 10^6 \quad (4)$$

式中: W 为流域(区域)随泥沙运移输出的污染物(t); W_i 为某一种土地利用类型单位面积泥沙流失量(t/km^2); A_i 为某一种土地利用类型面积(km^2); ER_i 为污染物富集系数; C_i 为土壤中总氮、总磷平均含量(mg/kg)。

许多污染物在生物体内的浓度远远大于其在环境中的浓度,并且只要环境中这种污染物继续存在,生物体内污染物的浓度就会随着生长发育时间的延长而增加^[11]。富集系数是生物组织(干重)中化合物的浓度和溶解在水中的浓度之比^[12]。对于农作物而言,富集现象表现为农作物秸秆中的污染物远大于土壤中的污染物含量。总磷的富集比约2.0;总氮的富集比约2.0~4.0(本次采用3.0)。

另外,按照河北省土壤普查办公室编制的《河北土壤》中介绍的河北省土壤中总氮、总磷的平均含量为0.074%、0.02%~0.08%(本次采用0.05%)。水土流失单位面积负荷采用表4。

表4 水土流失单位面积负荷

Table 4 Soil erosion load per unit area

土地利用类型	农田	森林	村庄	荒地	矿山
悬浮物/ $(\text{t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$	30~5 100	100	50~55	950	100 000

森林地包括有林地和灌林地;荒地包括疏林地、草地和未利用土地。氨氮的流失量按总氮流失量的10%计算。水土中污染物入河系数为1.0。

按照水土流失单位面积负荷经验值,农田土壤流失量按150 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 计算,林地按100 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 计算,居民

点及工矿按 $50 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 计算。然后根据土壤中总氮、总磷含量, 计算出邯郸市水土流失污染物流失量, 计算结果见表 5。

表 5 邯郸市水土流失污染物流失量

Table 5 Loadings of soil erosion pollutants in Handan city

污染源类型	面积 km^2	总氮量/t	总磷量/t
农田污染	6 725.38	746.52	504.40
林地污染	1 309.16	96.88	65.46
居民点及工矿污染	1 289.07	47.70	32.23

邯郸市水土流失污染物按照农田流失量、林地污染物流

失量、居民点和工矿污染物流失量等, 经分析计算, 总氮流失量为 891.1 t, 总磷流失量为 602.09 t。

2 面源污染综合分析

通过上述对农业固体废弃物、化肥流失、水土流失等各项面源污染情况进行分析估算, 得到农业面污染物入河量, 见表 6。可以看出, 邯郸市农业面污染总量达 89 601.27 t。从所考察的 4 种污染物质比重来看, 总氮 > 总磷 > 氨氮 > COD, 总氮占污染物总量的 63.58%, 总磷占总污染物的 27.22%。氮磷化肥流失量占农业污染物的比重为 90.91%, 是农业面污染的主要污染源。

表 6 邯郸市农业面源污染总量入河量统计

Table 6 Statistics of loadings of agricultural non point source pollution into the river in Handan City

面源种类	面源污染物/ $(\text{t} \cdot \text{a}^{-1})$				合计 $/(\text{t} \cdot \text{a}^{-1})$	面污染类型比 重(%)
	COD	氨氮	总氮	总磷		
农业固体废弃物	0	0	3 894.9	2 755.2	6 650.1	7.42
化肥流失	3 023.28	5 218.54	52 185.38	21 030.78	81 457.98	90.91
水土流失	0	0	891.1	602.09	1 493.19	1.67
总计	3 023.28	5 218.54	56 971.38	24 388.07	89 601.27	100.00
污染物质比重(%)	3.37	5.82	63.58	27.22	100.00	

3 结论

邯郸市农业面污染包括农业固体废弃物、化肥流失、水土流失等分项面污染类型, 农业面污染物入河量总量达 89 601.27 t。4 种污染物质比重中, 总氮 > 总磷 > 氨氮 > 化学需氧量, 总氮占污染物总量的 63.58%, 总磷占总污染物的 27.22%。化肥流失量是农业面污染的主要污染源, 占农业污染物的比重为 90.91%。因此, 当地有必要发展农业清洁生产, 消减、控制农业面污染。

参考文献(References):

[1] 尹澄清. 城市面源污染的控制原理和技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009. (YIN Chengqing, Urban Non point Source Pollution Control Principle and Technique[M]. Beijing: China Building Industry Press, 2009. (in Chinese))

[2] 金苗, 任泽, 史建鹏, 等. 太湖水体富营养化中农业面污染源的影响研究[J]. 环境科学与技术, 2010, (10): 106-109. (JIN Miaoyao, REN Ze, SHI Jianpeng, et al. Impact of Agricultural Non point Source Pollution in Eutrophic Water Body of Taihu Lake[J]. Environmental Science and Technology, 2010, (10): 106-109. (in Chinese))

[3] 漆辉, 伍均, 田晓刚, 等. 沱江流域资阳段面源污染现状及防治对策[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(3): 1679-1682. (QI Hui, WU Jun, TIAN Xiaogang, et al. Non point Source Pollution Status And Control Measures in ZiYang Section of Tuojiang Watershed[J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2011, 39(3): 1679-1682. (in Chinese))

[4] 龚正, 何文源, 魏兴耀, 等. 面源污染模型浅析[J]. 西南给排水, 2012, (6): 56-66. (GONG Zheng, HE Wen yuan, WEI Xing yao, et al. Non point Source Pollution Model Makes Analysis [J]. Journal of Southwest Water Supply and Drainage, 2012, (6): 56-66. (in Chinese))

[5] 王春泽, 乔光建. 河北水文基础知识与应用[M]. 北京: 中国水

利水电出版社, 2012. (WANG Chunze, QIAO Guangjian. He bei Hydrology Basic Knowledge and Application[M]. Beijing: China Water Power Press, 2012. (in Chinese))

[6] 张国梁, 章申. 农田氮素淋失研究进展[J]. 土壤, 1998, (6): 291-297. (ZHANG Guoliang, ZHANG Shen. Research Progress on Nitrogen Leaching Loss in Farmland[J]. Soil, 1998, (6): 291-297. (in Chinese))

[7] 司友斌, 王慎强, 陈怀满. 农田氮、磷的流失与水体富营养化[J]. 土壤, 2004, (4): 188-192. (SI Youbin, WANG Shengqiang, CHEN Huaiman. Research on Nitrogen, Phosphorus loss and Water Eutrophication in Farmland[J]. Soil, 2004, (4): 188-192. (in Chinese))

[8] 李冰, 侯纲, 常亚芳. 浅议秸秆的综合利用[J]. 环境卫生工程, 2004, 12(4): 235-237. (LI Bing, HOU Gang, CHANG Yafang. Extraction of Straw Comprehensive Utilization[J]. Environmental Sanitation Engineering, 2004, 12(4): 235-237. (in Chinese))

[9] 史青山, 杨国俊, 诸化斌. 发展食用菌产业 推动秸秆循环利用[J]. 上海农业科技, 2004, (5): 17-18. (SHI Qingshan, YANG Guojun, ZHU Hua bin. Developing Edible Fungus Industry Promote the Straw Recycling[J]. Journal of Shanghai Agricultural Science and Technology, 2004, (5): 17-18. (in Chinese))

[10] 闫文彤, 张秉政. 小麦秸秆系数的测定[J]. 当代畜牧, 1999, (2): 35. (YAN Wentong, ZHANG Bingzheng. Determination of the Coefficient of Wheat Straw[J]. Modern Animal Husbandry, 1999, (2): 35. (in Chinese))

[11] 王春泽, 乔光建. 水文知识读本[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2011. (WANG Chunze, QIAO Guangjian. Hydrological Knowledge Chrestomathy [M]. Beijing: China Water Power Press, 2011. (in Chinese))

[12] 李可芳, 黄霞. 磷肥的使用与农业面源污染[J]. 环境科学与技术, 2004, (S1): 189-190. LI Kefang, HANG Xia. Research on Application of Phosphate Fertilizer and Agricultural Non point Source Pollution[J]. Environmental Science and Technology, 2004, (Supp. 1): 189-190. (in Chinese))