

# 赣江尾间区农田沟渠径流中氮磷负荷与迁移特征

向速林<sup>1,2</sup>, 王全金<sup>1</sup>, 徐刘凯<sup>1</sup>, 聂发辉<sup>1</sup>

(1. 华东交通大学 环境工程系, 江西 南昌 330013;

2. 南昌大学 教育部鄱阳湖湖泊生态与生物资源利用重点实验室, 江西 南昌 330047)

**摘要:** 为定量研究农田径流中氮磷负荷, 通过野外采样和室内分析相结合的方法, 研究了赣江尾间区休耕期农田沟渠径流中氮、磷含量水平及其迁移特征。结果表明, 农田沟渠径流中总氮(TN)、总磷(TP)含量均值分别为 1.177 mg/L、0.044 mg/L, 与同时期下游河渠水体中氮、磷含量(TN 为 0.936 mg/L, TP 为 0.032 mg/L)相比, 农田沟渠径流中氮、磷含量较高, 对河渠水体中氮、磷含量水平具有重要贡献; 在沿程变化上, 其含量虽然有起伏变化, 但总的趋势为沿程下降。农田沟渠系统对氮磷均有一定的截留去除效果。

**关键词:** 赣江尾间区; 农田地表径流; 氮磷负荷; 迁移特征

**中图分类号:** X52      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2012)03-0072-03

## Nitrogen & Phosphorus Loading and Migration of Farmland Ditch Runoff in Ganjiang River

XIANG Su-lin<sup>1,2</sup>, WANG Quan-jin<sup>1</sup>, XU Liu-kai<sup>1</sup>, NIE Fa-hui<sup>1</sup>

(1. Department of Environment Engineering, East China Jiao Tong University, Nanchang 330013, China;

2. Ministry of Education Key Laboratory of Poyang Lake Ecology and Bioresource Utilization, Nanchang University, Nanchang 330047, China)

**Abstract:** The nitrogen & phosphorus concentration levels and migration of farmland ditch runoff in Ganjiang river were investigated based on field sampling and experimental analysis. Results showed that the mean values of total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP) were 1.177 mg/L and 0.044 mg/L, respectively. In comparison with rivers (TN=0.936 mg/L, TP=0.032 mg/L), the nitrogen & phosphorus contents of farmland ditch runoff were higher, which could contribute greatly to river nitrogen & phosphorus. In spatial distribution of nitrogen & phosphorus concentration, the changes of their contents fluctuated, but the general trend was decreasing gradually. The farm ditch system had a good interception and removal efficiency of nitrogen and phosphorus.

**Key words:** Ganjiang river; farmland ditch runoff; nitrogen & phosphorus loading; migration

赣江尾间区是江西省重要的商品粮基地之一, 为实现该区域的粮食增产, 农业生产过程中过量施用了氮、磷肥料, 从而形成了农业非点源氮、磷污染问题<sup>[1-2]</sup>。农业非点源氮、磷污染对地表水环境的恶化具有显著的影响, 而农田沟渠径流是农田养分和肥料流失的主要途径, 其中的氮磷是引起地表水体环境质量恶化与湖泊富营养化的重要因素<sup>[3-4]</sup>, 并且严重制约了区域经济可持续发展。农田排水沟渠是农业生

态系统的重要组成部分, 既是农业非点源污染物的最初汇聚地, 亦是河流、湖泊等地表水体中营养盐的重要输入源<sup>[5-6]</sup>, 在降雨条件下, 农田系统中氮、磷等营养盐随径流进入地表水体, 成为地表水体富营养化的重要污染源<sup>[7-8]</sup>。因此, 研究农田沟渠径流氮、磷负荷及其在农田沟渠中的迁移, 对于正确评估农田沟渠径流对地表水环境的污染和影响具有重要作用, 同时对制定科学合理的水肥管理制度、提高粮食作物产

收稿日期: 2011-11-02

基金项目: 国家自然科学基金项目(51148006); 江西省科技支撑重点项目(2010BNA09600); 江西省自然科学基金项目(2009GZH0023); 华东交通大学铁路环境振动与噪声教育部工程研究中心资助项目(09TM11)

作者简介: 向速林(1978-), 男, 江西东乡人, 讲师, 博士, 主要从事水资源与环境研究。E-mail: slxiang2001@163.com

量、改善区域生态环境具有重要的理论和现实意义。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究区概况

赣江是江西省第一大河流,发源于石城县石寨崇,主河长约819 km,纵贯江西南北,流域面积82 809 km<sup>2</sup>,占鄱阳湖流域面积的51%,占全省土地面积约为50%。赣江尾间区一般指南昌市以下至入湖口区域,南与抚河尾间平原相接,西北与修、潦河尾间平原毗邻,北及东北为鄱阳湖水域。地属亚热带湿润季风气候区,气候温和,雨量充沛,多年平均降水量约为1 580.8 mm,且年内变化明显,多年平均径流深400 mm。地势为西、南高,东、北低,除主支西岸有部分丘陵外,全为圩区、洲滩和水域。人口约为52.79万,耕地面积约为20.1万 hm<sup>2</sup>,是重要的商品粮基地之一。

### 1.2 样品采集

农田降雨地表径流水样采集点位于赣江下游尾间区——蒋巷镇东北方向的农田生产区域,选择一条沟渠,沿着沟渠水流方向采集5个站点L1、L2、L3、L4、L5的径流水样,获取的降雨径流水样经0.45 μm尼龙膜过滤后装入聚乙烯塑料瓶,加入饱和HgCl<sub>2</sub>固定,在4℃下保存,用于测定径流水样中氮、磷含量;并在沟渠下游汇入河口区域取河流水样,测定不同形态氮、磷含量。

### 1.3 分析方法

测定的氮、磷形态分别为总磷(TP)、总氮(TN)、硝酸盐氮(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)与铵氮(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)。测定方法均按参考文献[9]中规定的标准分析方法进行,其中,TN采用过硫酸钾氧化—紫外分光光度法,NH<sub>4</sub><sup>+</sup>采用纳氏试剂比色法,NO<sub>3</sub><sup>-</sup>采用酚二磺酸比色法,TP采用过硫酸钾氧化—钼锑抗比色法。

## 2 结果与分析

### 2.1 农田沟渠径流中氮磷的负荷

测定结果表明,研究区各站点农田径流水样中TN含量为0.438~2.580 mg/L,平均值为1.177 mg/L;NH<sub>4</sub><sup>+</sup>含量0.049~0.280 mg/L,平均0.117 mg/L;NO<sub>3</sub><sup>-</sup>含量0.206~1.027 mg/L,平均为0.650 mg/L。此外,TP含量为0.030~0.061 mg/L,其均值为0.044 mg/L。结果显示,农田沟渠径流各监测断面氮、磷含量水平均不高,其原因可能是水样采集时农田生产已经过了一个长时间的休耕期,农田中已长时间没有肥料施用,且农田残留的氮、磷已经过长时间的流失,从而使得农田中氮、磷含量本身已较低,故在降雨下进入到农田沟渠系统的氮、磷含量也较少,可

见农田施肥对农田沟渠系统中氮、磷含量可能具有一定的影响,会成为农田径流中氮、磷污染的主要来源。同时,农田中杂草生长对氮、磷也具有一定吸收作用,使农田滞留的氮、磷含量进一步降低,从而导致汇集到该沟渠系统中的氮、磷负荷也较低,并且该沟渠具有较大坡度,雨水在该沟渠系统中停留时间相对较短,故而加速了沟渠中氮、磷的流失。在以上因素共同作用下,该沟渠系统中氮、磷负荷量相对较低。此外,在同期采集的河流水样中,测得TN与TP平均含量为0.936 mg/L与0.032 mg/L。相比而言,农田沟渠径流中氮、磷含量较高,反映了农田沟渠径流的氮、磷含量对河渠水体中氮、磷含量具有重要影响,亦是农业非点源污染的重要来源。

### 2.2 农田沟渠径流中氮磷的迁移特征

掌握氮、磷在农田沟渠径流中的沿程迁移特征对揭示氮、磷的迁移转化规律具有重要作用,并有助于提出农田地表径流中氮、磷流失的防控措施。图1—3为TN、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>与NO<sub>3</sub><sup>-</sup>沿农田沟渠水流方向的变化情况。从图1—图3可知,TN含量在L1至L3断面下

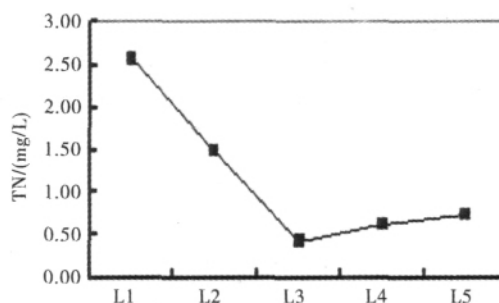


图1 农田沟渠径流中TN的迁移过程

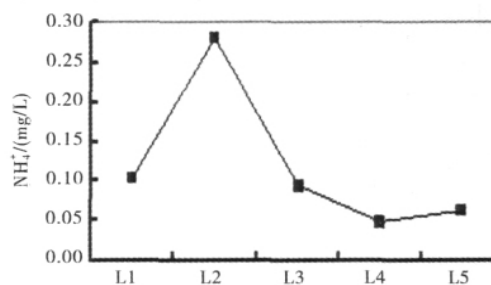


图2 农田沟渠径流中NH<sub>4</sub><sup>+</sup>的迁移过程

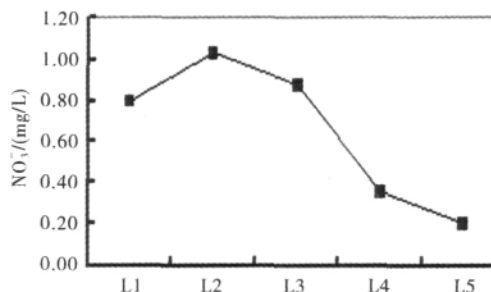


图3 农田沟渠径流中NO<sub>3</sub><sup>-</sup>的迁移过程

降较明显,而从 L3 至 L5 断面略有小幅上升趋势;而  $\text{NH}_4^+$  与  $\text{NO}_3^-$  含量则在 L2 断面出现峰值后,整体下降趋势明显。此外,对本研究区农田沟渠径流中进出口测点(L1 与 L5)氮含量比较分析发现,TN 的含量在断面 L1 约为断面 L5 的 3.5 倍,可知农田沟渠系统对 TN 的截留率约为 70%; $\text{NH}_4^+$  的含量在断面 L1 约为 L5 的 1.7 倍,农田沟渠对  $\text{NH}_4^+$  的截留率约为 40%;而  $\text{NO}_3^-$  的含量在断面 L1 约为 L5 的 3.8 倍,农田沟渠对  $\text{NO}_3^-$  的截留率则高达 75%。农田沟渠径流中不同形态氮的截留与沟渠系统中的杂草等水生植物的生长情况以及沟渠底部土壤的特性有关,本研究进行水样采集时,沟渠中水生植物相对较多,开始进入快速生长期,对径流水体中氮等营养元素的吸收也较大,从而导致沿程径流水体中氮含量下降;沟渠底部土壤颗粒的大小对径流中氮含量也有一定影响,本研究中沟渠底部土壤颗粒基本为粒径较小的黏土颗粒,能更多地吸附径流水体中的氮,也使径流水体中氮含量沿程下降。相比而言,径流水体中  $\text{NH}_4^+$  含量在沟渠系统沿流程方向的变化相对较小,主要是因为  $\text{NH}_4^+$  可有效地吸附于土壤颗粒中,随径流迁移性较差,从而使沟渠径流对其携带能力较弱。综上可知,农田沟渠系统在降雨条件下对径流中氮均具有一定截留作用,并以  $\text{NO}_3^-$  截留率最高,TN 次之,而  $\text{NH}_4^+$  截留率最低。

图 4 为 TP 沿农田沟渠水流方向的变化情况。从图 4 可知,径流水样中 TP 含量沿程也具有起伏变化,但总体上表现下降的趋势,其中在 L4 测点出现了小幅上升的现象。对测点(L1 与 L5)磷含量比较分析发现,TP 含量在断面 L1 约为断面 L5 的 2 倍,可知农田沟渠系统对 TP 的截留率接近 50%,反映农田沟渠系统在降雨条件下对径流中的磷也具有较高的截留作用。农田沟渠径流水体中 TP 含量

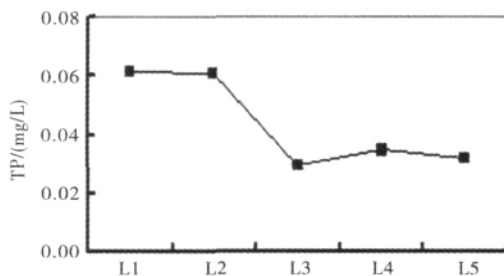


图 4 农田沟渠径流中 TP 的迁移过程

沿程下降现象也与沟渠系统中的杂草等水生植物的生长情况以及沟渠底部土壤的特性有关。

### 3 结论与讨论

赣江尾闾区的研究区域内农田沟渠径流中氮、磷的含量均不高,其 TN 含量均值为 1.177 mg/L, $\text{NH}_4^+$  的含量均值为 0.117 mg/L,而  $\text{NO}_3^-$  的含量均值为 0.650 mg/L,TP 的含量均值为 0.044 mg/L。相比同期监测的河渠水体中氮、磷含量,研究区内农田沟渠径流中氮、磷对河渠水体中氮、磷含量具有重要影响。

沿农田沟渠水流方向,氮、磷含量在不同监测点虽然有变化起伏,但总的变化趋势是沿程下降,究其原因主要与沟渠系统中的杂草等水生植物的生长情况以及沟渠底部土壤的特性有关。农田沟渠径流中氮、磷含量的沿程下降特征也反映了农田沟渠系统在降雨条件下对水体中氮、磷具有一定的截留作用。

### 参考文献:

- [1] 徐红灯,王京刚,席北斗,等.降雨径流时农田沟渠水体中氮、磷迁移转化规律研究[J].环境污染与防治,2007,29(1):18-21.
- [2] 徐爱兰,王鹏.太湖流域典型圩区农田磷素随地表径流迁移特征[J].农业环境科学学报,2008,27(3):1106-1111.
- [3] 杨占平,杨稚娟,薛毅芳,等.原状土柱模拟不同降水年型条件下冬小麦、夏谷子耗水量研究[J].河南农业科学,2011,40(9):58-61.
- [4] 解文艳,周怀平,关春林,等.山西省主要农田土壤速效养分状况与分布[J].山西农业科学,2011,39(10):1083-1087.
- [5] 姜翠玲,范晓秋,章亦兵.农田沟渠挺水植物对 N、P 的吸收及二次污染防治[J].中国环境科学,2004,24(6):702-706.
- [6] 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.
- [7] 李瑞玲,张永春,刘庄,等.太湖缓坡丘陵地区雨强对农业非点源污染物随地表径流迁移的影响[J].农业环境科学学报,2010,31(5):1221-1226.
- [8] 潘敏.复合治理模式对农田径流中氮磷的调控[J].现代农业科技,2010(11):276-278.
- [9] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会.水和废水监测分析方法[M].4版.北京:中国环境科学出版社,2002.