

向速林,王逢武,聂发辉,等. 赣江下游水稻田地表径流氮磷流失分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(1):315-317.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.01.106

赣江下游水稻田地表径流氮磷流失分析

向速林^{1,2}, 王逢武¹, 陶术平¹, 王全金¹

(1. 华东交通大学环境工程系, 江西南昌 330013; 2. 南昌大学鄱阳湖环境与资源利用教育部重点实验室, 江西南昌 330047)

摘要:在赣江下游蒋巷镇水稻田示范基地设置径流监测点,研究常规施肥条件下水稻田生态系统地表径流中氮、磷养分的流失情况。结果表明,在连续多次监测期内,自然降雨条件下常规施肥水稻田地表径流中总氮、总磷平均含量为 3.09/0.29 mg/L,地表径流进入水体存在水体富营养化的风险。可溶性无机氮是水稻田地表径流中氮素流失的主要形态,尤其以硝酸盐形态的氮流失更显著;溶解态正磷酸盐是该区域水稻田土壤中磷流失的主要形态。地表径流中氮、磷的流失与降雨量呈极显著的正相关关系。可见,施肥条件和降雨量是影响地表径流氮、磷流失的主要因素,针对赣江下游稻田氮、磷流失的特点需制定相应的氮、磷流失的防治措施。

关键词:赣江下游;水稻田;地表径流;氮磷流失;防治措施

中图分类号:S158.3;X592 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)01-0315-03

农业地表径流中氮、磷等营养元素随降雨径流的迁移与流失而成为流域内水体富营养化的重要来源^[1],且氮、磷的流失过程除受区域坡长、坡度等地形地貌特征影响外^[2],还受区域内的降雨条件、农业作物类型、土壤质地与类型、种植模式以及肥料施用水平与施用方式等因素的影响^[3-6]。对农业生产而言,施肥是提高水稻等产量的重要措施之一,但其利用率较低^[7]。降雨径流过程是导致氮、磷流失的源动力,所以降雨强度与施肥是影响农业地表径流氮、磷流失的重要因素。赣江下游包括江西省南昌市辖区及南昌县和新建县地域^[8],属中亚热带湿润季风气候,气候温和湿润^[9],每年 4—6 月为该区域的汛期,降雨量集中且充沛,近年来该区域水质具有恶化趋势,而地表径流中养分流失是其水质恶化的重要原因之一。水稻田是赣江下游重要的土地利用方式,种植面积占全部耕地的 95% 以上^[8],是江西省重要的粮食生产基地,农业集约化程度高。该区域水稻田耕作时化学肥料施用量较大,表层土壤中氮、磷养分累积明显,且该区域与赣江相邻,肥料中的氮、磷等在降雨冲刷下易通过地表径流进入周边水体,最终进入赣江,对赣江水体富营养化造成直接影响^[10]。因此,探讨水稻田氮、磷流失特征及其对水体富营养化的贡献具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验地点

选择赣江下游蒋巷镇水稻田示范基地作为研究区,确定 2 条水稻田排水沟,以附近汇水河流为界,每条排水沟由近及远每隔 30 m 左右设置 1 个采样点,共 5 个,总共 10 个样点(样点编号 L1.1/L1.2/L1.3/L1.4/L1.5 与 I2.1/I2.2/I2.3、

I2.4/I2.5),其具体情况见图 1。分别于 2011 年 3 月 6 日、4 月 15 日、6 月 8 日及 8 月 19 日等 4 次典型降雨形成径流后(采样时间为本次降雨开始后第 3 天。4 次采样分别代表研究区降雨量变化较明显的不同时段,并用 A、B、C、D 表示)采集水稻田降雨时的地表径流水样。

1.2 试验方法

对于采集的水稻田地表径流水样进行氮、磷形态[包括总磷、磷酸盐(SRP)、总氮、硝态氮与铵态氮]含量的测定。测定方法按文献[11]规定的方法进行,其中总磷含量的测定采用过硫酸钾氧化-钼锑抗比色法,磷酸盐含量的测定采用钼锑抗比色法;总氮含量的测定采用过硫酸钾氧化-紫外分光光度法,铵态氮含量的测定采用纳氏试剂比色法,硝态氮含量的测定采用酚二磺酸比色法。

2 结果与分析

2.1 赣江下游水稻田降雨径流中的氮磷流失情况

水稻田是农业生产时土地的主要利用方式,其中氮、磷的流失是导致河流湖泊等水体产生富营养化的主要原因之一,其带来的环境问题已引起高度关注。赣江下游水稻田降雨径流沟渠水样中不同形态的氮磷含量情况见图 2。由图 2 可知,A 时段各样品中总氮含量变化范围为 0.61~2.58 mg/L,平均含量为 1.35 mg/L;铵态氮含量变化范围为 0.007 7~0.280 0 mg/L,平均含量为 0.078 0 mg/L,可见铵态氮含量处于较低的水平,且波动幅度也相对较大;硝态氮含量的变化范围为 0.14~1.03 mg/L,平均含量为 0.52 mg/L,可见硝态氮含量显著高于铵态氮含量;总磷含量的变化范围为 0.023~0.061 mg/L,平均含量为 0.042 mg/L;SRP 含量的变化范围为 0.011~0.054 mg/L,平均含量为 0.029 mg/L,可见总磷与 SRP 的含量变化相对较小。B 时段各样品中总氮含量的变化范围为 0.97~12.14 mg/L,平均含量为 5.61 mg/L;铵态氮含量的变化范围为 0.041~5.01 mg/L,平均含量为 1.39 mg/L;硝态氮含量的变化范围为 0.24~4.43 mg/L,平均含量为 1.58 mg/L,总氮与硝态氮含量波动幅度均较明显;总磷含量

收稿日期:2014-02-08

基金项目:江西省自然科学基金(编号:20114BAB213020);南昌大学鄱阳湖环境与资源利用教育部重点实验室开放基金。

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

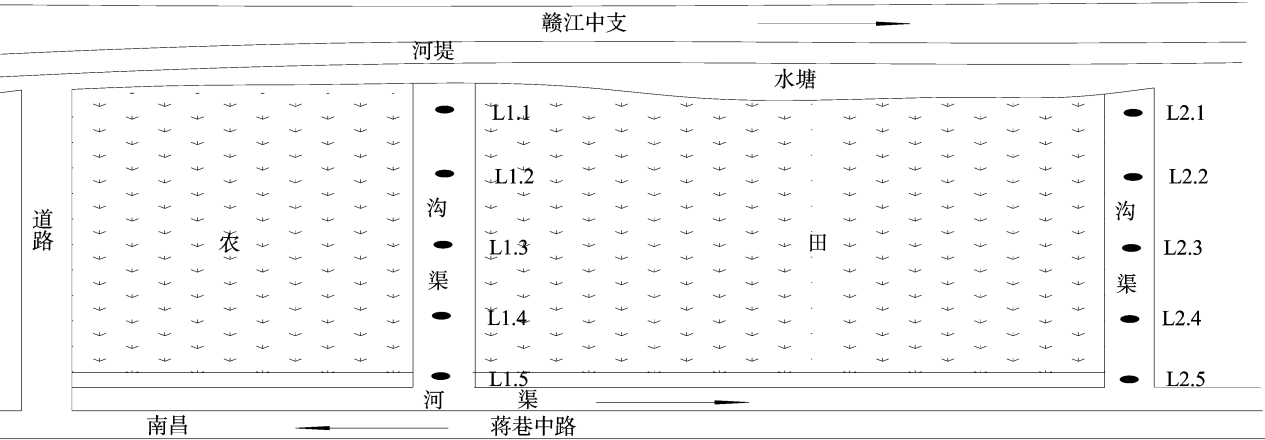


图1 蒋巷镇水稻田沟渠径流水样采集站点分布情况

的变化范围为 0.16 ~ 0.99 mg/L, 平均含量 0.44 mg/L; SRP 含量的变化范围为 0.11 ~ 0.84 mg/L, 平均含量为 0.32 mg/L。C 时段各样品中总氮含量的变化范围为 1.30 ~ 8.33 mg/L, 平均含量为 4.02 mg/L; 铵态氮含量的变化范围为 0.22 ~ 4.22 mg/L, 平均含量为 1.54 mg/L; 硝态氮含量的变化范围为 0.21 ~ 2.75 mg/L, 平均含量为 1.34 mg/L, 该时段总氮、铵态氮、硝态氮含量变化均相对较明显; 总磷含量的变化范围为 0.29 ~ 0.78 mg/L, 平均含量为 0.46 mg/L; SRP 含量的变化范围为

0.051 ~ 0.11 mg/L, 平均含量为 0.081 mg/L。D 时段各样品中总氮含量的变化范围为 0.81 ~ 1.96 mg/L, 平均含量为 1.39 mg/L; 铵态氮含量的变化范围为 0.14 ~ 0.49 mg/L, 平均含量 0.25 mg/L; 硝态氮含量的变化范围为 0.091 ~ 0.79 mg/L, 平均含量为 0.41 mg/L, 该时段径流水样中总氮、铵态氮、硝态氮含量变化均较小; 总磷含量变化范围为 0.13 ~ 0.29 mg/L, 平均含量为 0.22 mg/L; SRP 含量的变化范围为 0.036 ~ 0.11 mg/L, 平均含量为 0.052 mg/L。

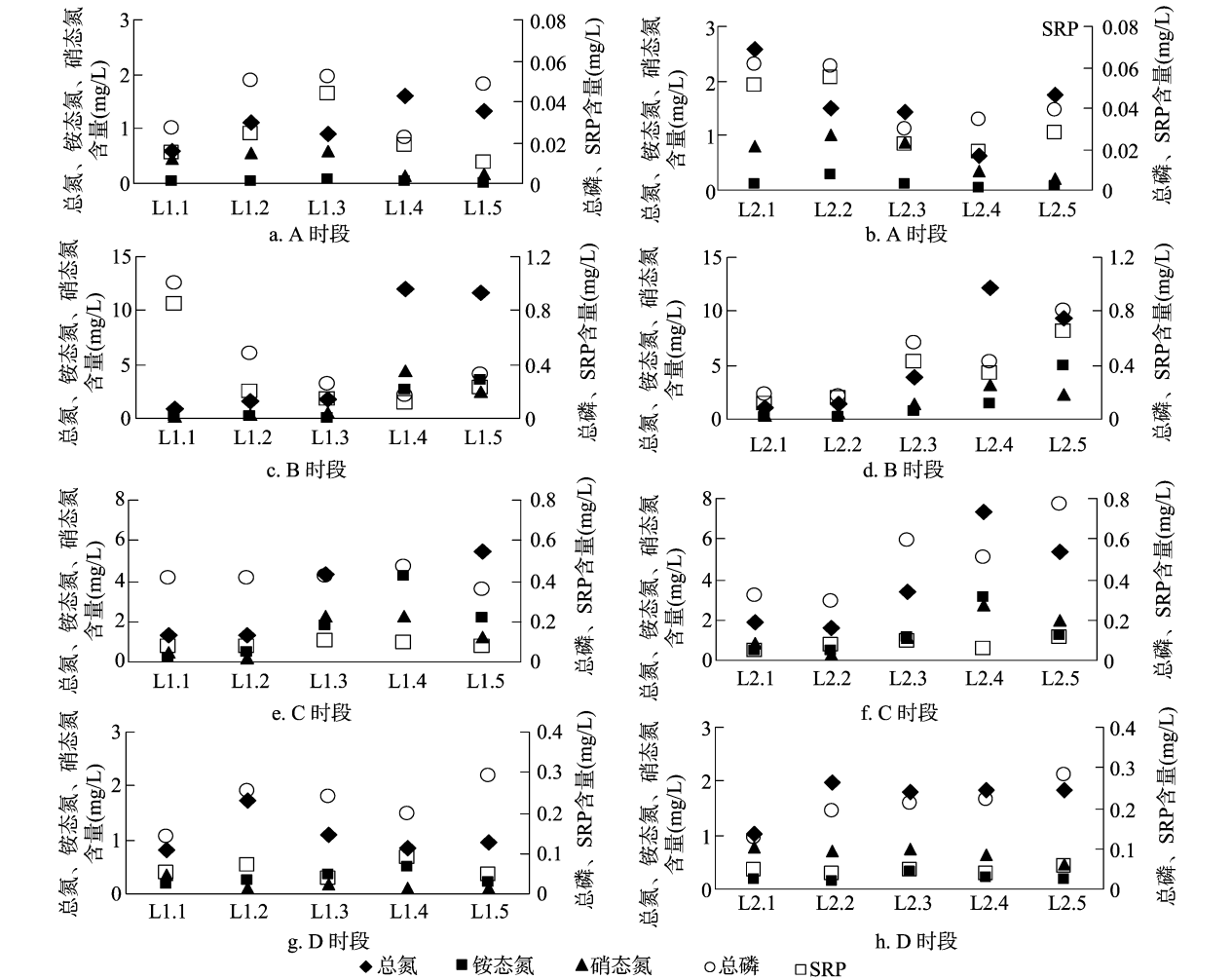


图2 水稻田降雨径流不同形态氮磷的含量

2.2 赣江下游水稻田氮磷流失的影响因素分析

农业径流氮、磷流失过程受降雨过程、蔬菜种植类型与方式、地形条件、施肥量及施肥方式等因素的综合影响,而降雨强度则对径流中氮、磷流失具有极显著影响^[12]。降雨造成的地表径流会带走土壤中的颗粒态和水溶态氮磷养分,从而降低肥料的利用效率和土壤肥力。

从图 3 可知,径流水样中总氮及不同形态氮含量均表现为 B、C 时段显著高于 A、D 时段,各时段总氮的平均含量分别为 1.35、5.61、4.02、1.39 mg/L,其中以 B 时段最高,这可能与 B 时段水稻田开始耕作且大面积施肥有关,C 时段处于水稻生长旺季,所以该时段的施肥量也比较高。4 个时段的铵态氮平均含量分别为 0.078、1.39、1.54、0.25 mg/L,硝态氮平均含量为 0.52、1.58、1.34、0.41 mg/L。历年水文资料显示,赣江流域的雨季一般出现在 4—6 月,B、C 时段正好在该区域的雨季,且以 C 时段更明显,6 月降雨强度大、持续时间长,其中 B 时段实测的降雨量为 65 mm(该值为累积 3 d 的降雨量,下同),C 时段降雨量实测值为 160 mm。A 时段与 D 时段为研究区的平水期,其降雨量实测值分别为 46、32 mm。结果显示,与 B、C 时段相比,A、D 时段的降雨量和降雨历时均显著下降,其径流水样中总氮、铵态氮与硝态氮的含量显著低于 B、C 时段,总氮、铵态氮与硝态氮平均含量与降雨量的相关系数分别为 $r=0.240\ 2$, $r=0.598\ 8$, $r=0.381\ 0$,均与降雨量呈较明显的正相关关系,这说明降雨量和降雨强度均会影响地表径流中的氮含量。此外,水稻田地表径流水样中总磷及 SRP 的含量也表现为 B、C 时段高于 A、D 时段,各时段总磷的平均值分别为 0.043、0.44、0.46、0.22 mg/L,而 SRP 平均含量为 0.029、0.32、0.081、0.052 mg/L。总磷平均含量与降雨量的相关系数为 $r=0.458\ 2$,具有较明显的正相关关系,而 SRP 与降雨量的相关性不明显,其 $r=0.000\ 1$,说明降雨量和降雨强度会影响地表径流中总磷的流失,而对 SRP 的影响则极小。

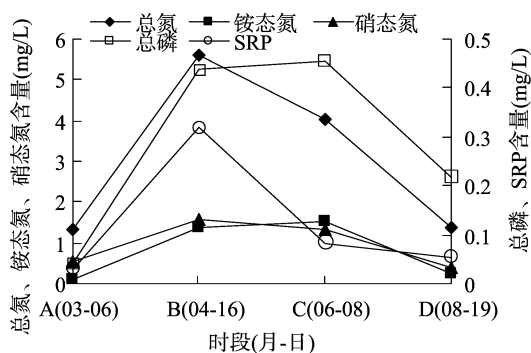


图3 2011年不同季节水稻田降雨径流中不同形态氮磷含量

在 B、C 时段,稻田径流中总氮平均含量均高于《地表水环境质量标准》Ⅴ类标准限值(2 mg/L),说明在雨季水稻田中的总氮流失非常严重,与氮肥施用量较多、降雨量大有关,水稻田的施肥量较大,而利用率却低。降雨径流中铵态氮与硝态氮的含量差别不大,说明水稻田降雨径流氮的流失以铵态氮与硝态氮为主。此外,B、C 时段降雨径流中总磷平均含量均略高于《地表水环境质量标准》Ⅴ类标准限值(0.4 mg/L),说明水稻田降雨径流中总磷流失也较为严重,

且降雨径流中 SRP 的含量占总磷含量的比例较大,可见水稻田降雨径流磷的流失主要以 SRP 为主。

相比其他农业生产而言,水稻田的施肥强度较大,而利用率却较低,造成土壤养分流失量也更大。不同时段水稻田施用肥料的种类及方式也会影响地表径流中氮磷的流失量,调查结果显示,研究区肥料的施用主要是常规的无机氮、无机磷肥料,从而导致研究区降雨径流中氮磷养分的流失极多。因此,为了减少水稻田降雨径流中的氮磷养分的流失,应尽可能多施用有机肥料,减少对无机肥料的依赖。

3 结论

赣江下游水稻田降雨径流中氮、磷流失量均较高,尤其在雨季更为明显,氮的流失以铵态氮与硝态氮为主要形式,磷的流失则以溶解性正磷酸盐为主。除溶解性正磷酸盐外,赣江下游水稻田地表径流中其他形态氮、磷的流失与降雨强度呈较明显的正相关关系,说明降雨强度是影响水稻田中氮、磷流失的主要因素。此外,施肥量也是影响氮、磷流失的重要因素。

参考文献:

- [1] Boesch D F, Brinsfield R B, Magnien R E. Chesapeake Bay eutrophication: scientific understanding, ecosystem restoration, and challenges for agriculture[J]. Journal of Environmental Quality, 2000, 30(2): 303–320.
- [2] 余进祥, 赵小敏, 吕 珩, 等. 鄱阳湖流域不同农业利用方式下的氮磷输出特征[J]. 江西农业大学学报, 2010, 32(2): 394–402.
- [3] Shigaki F, Sharpley A, Prochnow L I. Rainfall intensity and phosphorus source effects on phosphorus transport in surface runoff from soil trays[J]. Science of the Total Environment, 2007, 373(1): 334–343.
- [4] 张 鑫, 安景文, 邹晓锦, 等. 不同氮肥条件对水稻田面水不同形态氮素动态变化和氮素利用率的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(3): 48–50.
- [5] 曾立雄, 黄志霖, 肖文发, 等. 三峡库区不同土地利用类型氮磷流失特征及其对环境因子的响应[J]. 环境科学, 2012, 33(10): 3390–3396.
- [6] 黄仁军, 潘明安, 袁项成, 等. 2种耕作方式下施肥对水稻品质及稻田氮磷含量的影响[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(5): 77–79.
- [7] 吴建富, 潘晓华, 石庆华. 施氮量对免耕抛栽稻产量及氮素吸收利用的影响[J]. 江西农业大学学报, 2011, 33(6): 1031–1036.
- [8] 苏保林, 袁军营, 李 卉, 等. 赣江下游平原圩区农村生活污染入河系数研究[J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2013, 49(2): 256–260.
- [9] 向速林, 王全金, 徐刘凯, 等. 赣江尾闾区农田沟渠径流中氮磷负荷与迁移特征[J]. 河南农业科学, 2012, 41(3): 72–74.
- [10] 向速林. 赣江尾闾区农业非点源氮磷污染负荷估算[J]. 人民长江, 2012, 43(20): 78–81.
- [11] 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.
- [12] 杨丽霞, 杨桂山, 苑韶峰, 等. 不同雨强条件下太湖流域典型蔬菜地土壤磷素的径流特征[J]. 环境科学, 2007, 28(8): 1763–1769.