

不同土地利用类型降雨径流氮磷特征分析

——以赣江下游地区为例

向速林^{1,2}, 陶水平¹, 王逢武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:为研究赣江下游不同土地利用类型条件下农业面源污染的特征,分析了自然降雨条件下,不同土地利用类型(林地、蔬菜地、水田)的产流规律和降雨径流中氮、磷分布特点。结果表明,不同土地利用类型间地表径流产生量存在明显的差异,其大小依次为林地、蔬菜地、水田;降雨径流中氮、磷的浓度在降雨初期较高,短暂升高后,开始出现显著下降趋势,具有明显的初期冲刷效应;蔬菜地降雨径流中氮、磷浓度最高,其次为水田,而林地最低。研究结果可为防治赣江下游不同土地利用类型降雨径流中氮、磷流失提供参考依据。

关键词:土地利用类型;降雨径流;面源污染;赣江下游

中图法分类号:TV121

文献标志码:A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.16.019

降雨径流是造成流域水土流失及面源污染的重要原因,而降雨产生的径流量及其污染特征则因土地利用类型不同而异。降雨产生的地表径流量与土地利用类型密切相关^[1-2],土地利用方式对土壤、植被、径流及物质输入与输出等均有重要影响^[3],从而使不同土地利用类型条件下降雨径流的产流量及氮、磷含量具有一定的差异。因此,研究自然降雨条件下不同土地利用类型的产流特征及其携带的氮、磷等污染物负荷,对于改善流域的水土流失状况、防治水体富营养化具有重要意义。本次研究结合赣江下游地区的土地利用状况,选取水田、蔬菜地、林地等区域设置径流小区,监测不同土地利用类型下自然降雨径流的产流量及其氮磷分布特征。

1 材料与方法

1.1 样品采集

赣江下游包括南昌市辖区及南昌县和新建县^[4],属中亚热带湿润季风区气候温和湿润^[5],每年4~6月

为该区域的汛期,降雨量集中且充沛,是南昌市重要的水稻与蔬菜生产基地。选取赣江下游的扬子州、蒋巷、南新等区域的水田、蔬菜地、林地3种不同的土地利用类型,设置降雨径流采集点,在2010年6月7日强降雨结束后采集了降雨径流水样,并进行了径流量计算。同时,遇历时较长且降雨量较大的降雨时段(2010年6月17日开始,至6月20日基本结束,该时段是一次高度集中的强降雨过程,累积降雨量达到约166 mm)每隔约8~10 h采集一次水田径流水样,共9次,探讨径流水体中不同形态氮、磷含量的动态变化。

1.2 实验方法

对于采集的径流水样,测定其总磷(TP)、磷酸盐(SRP)、总氮(TN)、硝态氮(NO_3-N)及铵态氮(NH_4-N)等不同形态的氮、磷含量。测定方法按《水和废水监测分析方法》(第四版)的规定进行^[6],其中,总磷采用过硫酸钾氧化-钼锑抗比色法,磷酸盐采用钼锑抗比色法;总氮采用过硫酸钾氧化-紫外分光光度法,铵态氮采用纳氏试剂比色法,硝态氮采用酚二磺酸比

色法。

2 结果与讨论

2.1 不同土地利用类型的产流特征

植被类型、降雨量等是影响降雨径流产流量的关键因素^[7-8],而地表径流量与土地利用类型密切相关,不同土地利用类型的渗透面积对地表径流深度具有明显的影响,并随渗透面积增加呈现明显的下降趋势^[9-10]。赣江下游不同土地利用类型条件下降雨径流的产流量大小依次为林地、蔬菜地、水田,此次降雨产流量分别为 35,28 mm 与 19 mm。林地由于其地表植被结构简单,覆盖度小,缺乏相应的入参与滞留效应,且地表紧密坚实并裸露,故而其产流量较蔬菜地和水田大。蔬菜地的耕作较为频繁,土壤经常受到扰动,其降雨的产流量也相对较大。水田基本被农作物完全覆盖,这些农作物对降雨径流具有较高的截留作用,并能减缓土壤表层水体的汇聚,故而其降雨的产流量较小,比林地具有更好的水土保持功能。

2.2 不同土地利用类型径流氮磷含量特征

土地利用类型决定着农业生产方式,不同的土地利用类型其地表覆盖不同,从而影响着降雨径流的产流过程及其特点,并使降雨径流水体中携带的氮、磷含量也有差别。赣江下游不同土地利用类型条件下降雨径流中氮、磷的含量具有一定的差异,见图 1,2。不同土地利用类型降雨径流中氮、磷含量的变异系数为 77.3%~88.5%,其中,不同形态氮的最高浓度是最低的近 8.7 倍,而磷的最大最小浓度相差近 6.3 倍。总体来看,降雨径流中氮含量的差异略高于磷,其中以氨氮的变异性最大,达 88.5%。

从图 1 可知,径流水体中总磷与磷酸盐的浓度均表现为蔬菜地大于水田,水田大于林地,其中,蔬菜地的总磷与磷酸盐的浓度分别是水田的 2.2 倍与 2.9 倍,是林地 5.4 倍与 6.3 倍,主要是因为蔬菜地的耕作、施肥频次高,施肥量也较高,因此径流中总磷与磷酸盐的含量是 3 种土地利用类型中最大的。林地的产流量大,对磷含量起到稀释作用,且很少受到人为干扰,没有过多的外部养分输入,故而其径流水中磷含量相对较低。研究显示,水田和林地的土壤属性具有较大差异^[11-12],也可能是其径流水体中磷含量差异较大的原因。此外,蔬菜地径流中总磷浓度远远超过了国家地表水环境质量标准(GB3838-2002)中关于总磷的 V 类水质标准,水田径流中总磷含量也已达地表水环境质量标准(GB3838-2002)的 IV 类水质标准,说明蔬菜地及水田降雨径流携带的磷对周边地表水体的富

营养化具有重要贡献。

从图 2 可知,不同土地利用类型条件下降雨径流中总氮、氨氮与硝态氮的浓度亦表现为蔬菜地大于水田,水田大于林地,蔬菜地径流中总氮、氨氮与硝态氮浓度分别是水田的 1.9,2.2 倍与 1.5 倍,是林地的 5.9,8.7 倍与 4.4 倍,林地由于受到人类活动的影响最小,故而降雨径流中总氮、氨氮与硝态氮的浓度也最低,而蔬菜地因为农业生产时施用了过量的氮肥等肥料,且其地表覆盖度较高,植被的作用改变了土壤的物理结构,使富含养分的细颗粒团聚体集聚地表,致使其随降雨径流流失的氮浓度也较高。蔬菜地大量施用氮肥还导致土壤的总硝化速率增加^[11-12],加速了土壤的氮循环过程,从而使随降雨径流流失的氮浓度较高。与地表水环境质量标准(GB3838-2002)相比,蔬菜地和水田径流中总氮与氨氮浓度均远超国家 V 类水质标准,说明蔬菜地及水田降雨径流的氮流失可能对周边水体产生潜在的富营养化威胁。综上说明,土地利用类型是导致赣江下游地区降雨径流水体中不同形态氮、磷含量差异的重要因素。

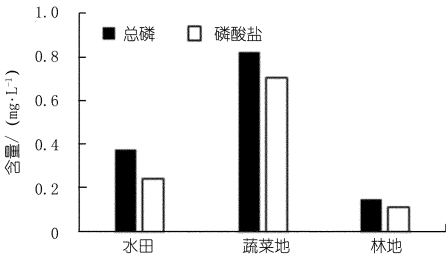


图 1 不同土地利用类型径流水体中磷含量

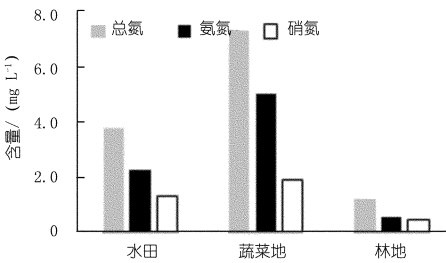


图 2 不同土地利用类型径流水体中氮含量

2.3 单场降雨径流中氮磷的动态变化

选择赣江下游的蔬菜地为试验点,依据 2010 年 6 月 17 日单场强降雨径流中氮、磷浓度随降雨历时的变化来分析降雨径流水体氮、磷含量的动态变化规律。分析结果见图 3 与图 4。

从图 3 与图 4 可以看出,在降雨径流形成初期,水体中不同形态氮、磷含量均较高,并在短期内有明显升高的趋势,而后开始出现整体下降,并在降雨的后期,径流水体中氮、磷含量下降到极低水平,相比产流开始时有显著下降。在降雨初期,径流水体冲刷了蔬菜地

的表层土壤,溶解了大量的颗粒态与溶解态的氮、磷,因此,氮、磷的含量相对较高。随着降雨的继续进行,表层疏松的土壤基本被冲刷完成,土壤中残存的氮、磷量越来越小,流失量也不断减少,并且水体的稀释作用开始占主导地位,从而导致后期降雨径流水体中不同形态的氮、磷浓度均呈下降趋势。其中,降雨径流水体中总氮的初始浓度为 6.22 mg/L,降雨径流形成后约 24 h,达到最大值,为 10.93 mg/L,而后开始出现转折,并呈现出明显的下降趋势,至整个监测过程结束时,总氮的浓度已降至 1.02 mg/L。与径流初期的浓度相比,降雨结束后,不同形态氮含量均有显著下降,其中,总氮浓度下降比例达 83.5%,氨氮及硝态氮浓度下降比例分别为 84.2%与 86.0%。总磷的初始浓度为 0.53 mg/L,径流形成后约 24 h,总磷的浓度出现峰值,为 0.97 mg/L,之后开始呈现明显的下降趋势,至整个监测过程结束时,已降至 0.12 mg/L,相比于径流形成初期,其浓度下降比例达 77.0%,磷酸盐的浓度下降达 75.7%。综上说明,次降雨径流中不同形态氮、磷含量随降雨历时的变化规律表现为径流初期溶解冲刷过程占主导作用,氮、磷浓度均较高,并在短期内有上升趋势,而后稀释作用占主导,其浓度开始显著下降。

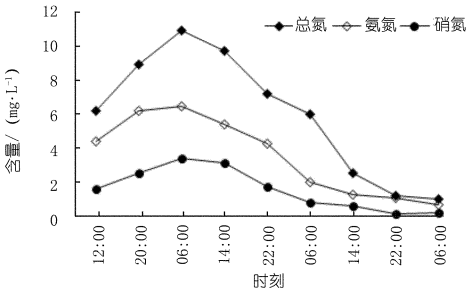


图 3 降雨径流水体中氮的动态变化

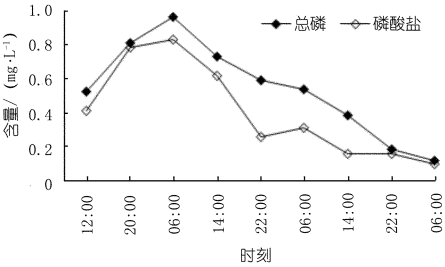


图 4 降雨径流水体中磷的动态变化

3 结 论

赣江下游不同土地利用类型条件下降雨径流的产流量大小依次为林地,蔬菜地,水田。林地由于植被结构较为简单,土壤表层的覆盖度较小,并缺乏相应的入渗与滞留效应,且林地表面紧密坚实并裸露,故其产流量较蔬菜地和水田大。

不同土地利用类型条件下降雨径流中总氮、氨氮与硝态氮的浓度亦表现为蔬菜地大于水体,水体大于林地,蔬菜地降雨径流水体中总氮、氨氮与硝态氮浓度分别是水田的 1.9,2.2 倍与 1.5 倍,是林地的 5.9,8.7 倍与 4.4 倍。总磷与磷酸盐的浓度均表现为蔬菜地大于水田,水田大于林地,其中,蔬菜地的总磷与磷酸盐的浓度分别是水田的 2.2 倍与 2.9 倍,是林地 5.4 倍与 6.3 倍,主要是因为蔬菜地的人类活动频次较高,且生产过程中施磷肥的频次与施肥量均较高,因此,降雨径流水体中总磷与磷酸盐的含量是 3 种土地利用类型中最大的。

在降雨形成初期,径流冲刷了蔬菜地表层疏松的土壤,溶解了大量的颗粒态与溶解态的氮、磷,从而使径流水体中氮、磷含量在初期相对较高。随着降雨的继续进行,径流水体中的氮、磷流失量不断减少,水体的稀释作用逐渐占主导地位,从而导致后期径流水体中氮、磷浓度明显下降。

参考文献:

[1] Lenhant T, Eckhardt K, Fohrer N, et al. Comparison of two different approaches of sensitivity analysis [J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2002, (27):645-654.

[2] Nie W, Yuan Yongping, Kepner W, et al. Assessing impacts of land use and land cover changes on hydrology for the upper San Pedro watershed[J]. Journal of Hydrology, 2011,(407):105-114.

[3] Phene C J, Davis K R, Hutmacher R B. Advantages of subsurface irrigation for processing tomatoes [J]. Acta Horticulturae, 1987, (200):101-104.

[4] 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(2/3):256-260.

[5] 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.

[6] 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(第4版)[M].北京:中国环境科学出版社,2002.

[7] 彭娜,谢小立,王开峰,等.红壤坡地降雨入渗、产流及土壤水分分配规律研究[J].水土保持学报,2006,20(3):17-20.

[8] 胡实,谢小立,王凯荣.红壤坡地不同土地利用类型地表产流特征[J].生态与农村环境学报,2007,23(4):24-28.

[9] 史培军,袁艺,陈晋.深圳市土地利用变化对流域径流的影响[J].生态学报,2001,21(7):1041-1050.

[10] 陈晓燕,张娜,吴芳芳.降雨和土地利用对地表径流的影响——以北京北护城河周边区域为例[J].自然资源学报,2014,29(8):1391-1402.

[11] 欧阳威,蔡冠清,黄浩波,等.小流域农业面源氮污染时空特征及与土壤呼吸硝化关系分析[J].环境科学,2014,35(6):2411-2418.

能存在的问题,发现问题后能够及时预警报警并能根据事件严重程度指导救援处理。水库管理一体化信息系统有效建立了水库信息化管理安全体系,实现了各功能模块的联合互动,为水库大坝的安全运行提供了有效依据。

参考文献:

[1] 杨明化,潘建波,章赢. 监测自动化系统在花凉亭水库除险加固中的应用[J]. 人民长江,2011,(6).

[2] 帅移海,李俊辉,高红民. 湖北省水库大坝安全监测现状及对策[J]. 水电能源科学,2010,(8).

[3] 陈剑,葛从兵. 水库智能巡检系统中物联网技术研究[C]//北京: 2014(第二届中国水利信息化与数字水利技术论坛,2014.

[4] 方卫华,范连志. 水库大坝安全监测调查研究[J]. 工程建设与管理,2013,(10).

[5] 储华平,章薛栋,李东. 基于网络技术的宜兴油车水库综合自动化系统建设及基础方案[J]. 江苏水利,2014,(7).

(编辑:胡旭东)

Design and implementation of engineering safety management system
in reservoir management informatization

ZHANG Yubing^{1,2}, ZHOU Qi^{1,2}, HE Xiangyang^{1,2}

(1. National Dam safety Research Center, Wuhan 430010, China; 2. Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

Abstract: Aiming at the safety condition of partial middle and small reservoirs in China, a new reservoir safety management system is proposed, which integrates the safety monitoring, overrun warning, perambulation inspection and emergency response. On the basis of analyzing the existing problems of reservoir management, the construction principle, system frame and construction content are introduced, as well as the technical problems involved in construction process such as safety monitoring technology, data compilation and analysis, computer network and software. The completion and application of this system can provide effective protection for dam safety operation.

Key words: reservoir management; informatization; safety system; computer technique



(上接第 82 页)

[12] 柳云龙,施振香,卢小遮,等. 上海城郊大棚蔬菜地土壤总硝化与反硝化作用研究[J]. 长江流域资源与环境,2011,20(5):592 -

596.

(编辑:常汉生)

Characteristics of nitrogen and phosphorus in rainfall runoff under
different land – use types: case of estuary area of Ganjiang River

XIANG Sulin^{1,2}, TAO Shuping¹, WANG Fengwu¹

(1. Department of Environment Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China; 2. Key Laboratory of Poyang Lake Environment and Resource Utilization of MOE, Nanchang University, Nanchang 330047, China)

Abstract: To analyze the agricultural non – point pollution characteristics under different land – use types in estuary area of Ganjiang River, the typical agricultural lands (forest land, vegetable land, paddy land) are selected and the nitrogen and phosphorus distribution characteristics of the runoff are analyzed. The analysis results show that the surface runoffs from different land – use type in estuary area of Ganjiang River are different, following a downward order of forest land, vegetable land and paddy land, so the land – use type is the main influential factor on runoff yield; the nitrogen and phosphorus content in runoff is higher in the initial period of precipitation, which rises sharply in a short time and then decrease, and the initial scouring effect is obvious; the nitrogen and phosphorus content in the runoff from vegetable land is the highest, followed by paddy land and forest land. The research result can provide important theoretical basis for preventing the nitrogen and phosphorus loss in rainfall runoff under different land – use types in estuary area of Ganjiang River.

Key words: land – use type; rainfall runoff; non – point pollution; estuary area of Ganjiang River