

太湖流域典型平原河网区降雨径流氮磷流失特征分析

曾 远¹, 张永春¹, 范学平²

(1. 国家环保总局南京环境科学研究所, 江苏 南京 210042; 2. 南京交通职业技术学院, 江苏 南京 210032)

摘要 通过对研究区降雨径流中氮、磷浓度的野外实验和定点监测, 研究典型平原河网区的农田降雨径流氮磷流失特征及其输出规律。得出平原河网区内不同土地利用方式对土壤氮、磷流失的影响很大, 同时也得出在平原河网地区氮、磷的输出浓度与降雨时间、径流大小密切相关等结论, 为进一步相关研究提供资料积累。

关键词 非点源污染; 地表径流; 氮流失; 太湖流域; 平原河网区

中图分类号: X52 文献标识码: A 文章编号: 1004-693X(2007)01-0025-03

Characteristics of nitrogen and phosphorus loss of rainfall runoff in typical plain river-net area of Taihu Lake Basin

ZENG Yuan¹, ZHANG Yong-chun¹, FAN Xue-ping²

(1. Nanjing Institute of Environmental Sciences, State Environmental Protection Administration, Nanjing 210042, China; 2. Nanjing Communication Institute of Technology, Nanjing 210032, China)

Abstract The characteristics and output rules of nitrogen and phosphorus loss of rainfall runoff in farmland of typical plain river-net area were studied through the field survey and the fixed location monitoring of the concentration of nitrogen and phosphorus. Some important conclusions were drawn, i. e., the different land uses have great influences on the nitrogen and phosphorus loss; and the output concentration of nitrogen and phosphorus varies obviously with the duration of rainfall and the amount of runoff, which provide basic data for further study.

Key words non-point source pollution; surface runoff; nitrogen loss; Lake Taihu; plain river-net area

湖泊水库的富营养化与农业用地的营养物流失有着密切的关系。近年来,太湖水环境问题严重^[1-2],来自于农业生产、居民生活的非点源污染已成为这一问题的重要诱因之一。农业非点源污染物质的产生和输出决定于许多因素,流域内降雨—径流—产污是公认的污染物产生模式^[3-4]。

国外许多研究人员以流域为单元,研究流域土壤侵蚀和养分流失之间的规律和农业非点源产生的过程^[5-6]。但在我国,对具有多种土地利用类型的小流域氮磷营养盐输出规律的研究还不是很多,特别是在太湖流域的平原河网地区更是少见。本文着重对太湖流域平原河网地区的典型圩区在暴雨期间氮磷流失特征进行分析。

1 材料与方 法

1.1 自然概况

研究区位于东经 119°54'30", 北纬 31°17'30", 在

宜兴市东部的平原圩区内,东临太湖,地势平坦,地面高程在 2~4 m 之间,水网密布,河道宛转曲折,流速缓慢。该地区气候温和,雨量适中,降水量平均为 1280.48 mm,全年约 48.5% 的降水量集中在汛期的 6 月至 9 月。土壤区划属于太湖平原水稻土区和宜粟洞庭低山棕红土区,土壤以黄棕壤为主,有机质含量高。区域内的土地利用方式主要以农田、居民区、鱼塘为主,所占比例分别为 38.27%, 28.65%, 18.81%。监测期间农田的作物主要是水稻,每茬施氮肥 3~4 次,约 60 kg/hm²,施药 5 次。现场调查发现,多数农户房前屋后的小河几乎全部淤塞,并长满各种水生杂草,几乎沼泽化,而污水还在源源不断地排入,农业非点源污染十分严重。

1.2 水样的采集与分析

采样在野外自然降雨过程中进行,在 2004 年 7 月至 11 月期间采集不同土地利用的地表径流水样和典型农田的不同径流量的氮磷含量,其中农田降

雨径流与氮、磷关系研究的监测点主要在圩区的西边的大片农田,并选取具有规则形状和明显进出口的地块。对不同土地利用类型的采样时间一般 0.5 h 采样 1 次,对农田出流口的采样时间是每 2 分钟 1 次。降雨开始形成径流后,采样开始,直至降雨结束。每次分别取样 1000 mL 和 50 mL,试验期间的全年各单次降雨量过程采用附近的丁山气象站的资料。

采集的水样应尽可能快地运送到试验基地低温保存或立刻分析处理。用于测定溶解性营养盐的水样用玻璃纤维过滤后保存,分析项目包括总氮、总磷、可溶性氮和可溶性磷,并采用自动间隔流动分析器进行分析测定。

2 结果与讨论

2.1 不同土地利用类型径流中氮流失特征

研究区内的土地利用类型多样,大致可以分为蔬菜用地、居民区用地、池塘用地、稻田用地、沟渠及道路用地等。为说明不同土地利用类型的氮流失情况,本文对不同用地类型所产生的径流进行了采样分析,探讨了不同土地利用类型下的氮输出浓度变化特征。具体氮浓度变化情况见表 1 和图 1。

表 1 各类土地利用方式径流中氮质量浓度监测结果

土地利用方式	样品数	mg/L			
		$\rho(\text{TN})$		$\rho(\text{可溶氮})$	
		平均	范围	平均	范围
菜地	12	17.837	10.009 ~ 31.326	13.635	8.250 ~ 18.562
农沟	12	25.307	13.132 ~ 32.548	14.232	8.623 ~ 18.982
居民区	11	8.741	1.865 ~ 15.690	8.470	1.591 ~ 14.113
农田	15	16.894	1.896 ~ 26.494	12.220	3.256 ~ 17.945
池塘	5	2.461	0.682 ~ 5.251	1.469	0.501 ~ 3.151
土路	4	1.213	0.865 ~ 3.652	0.472	0.215 ~ 2.876

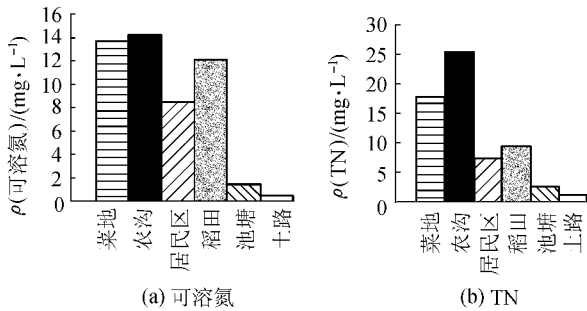


图 1 研究区典型地块径流中氮输出质量浓度

从表 1 和图 1 中可以看出,研究区内不同土地利用方式中总氮和可溶氮浓度变化趋势基本一致,池塘和居民区总氮质量浓度和可溶氮质量浓度相差甚小,而农沟、菜地、稻田和土路总氮质量浓度远远大于可溶氮质量浓度。由此可知,由于雨水冲刷农沟、菜地、稻田和土路,颗粒态氮含量增加。总体而言,径流总氮平均质量浓度在 1.213 ~ 25.307 mg/L

间,具体大小排序为:农沟 > 菜地 > 稻田 > 居民区 > 池塘 > 土路。可以看出,不同土地利用类型总氮质量浓度差别极大,其中最大的农沟总氮质量浓度是土路上总氮质量浓度的 20 多倍,可见不同的土地利用类型对氮的输出浓度影响很大。可溶氮的质量浓度变化范围为 0.472 ~ 14.232 mg/L,各种土地利用类型的可溶氮质量浓度大小排序与总氮的一致。

2.2 不同土地利用类型径流中磷流失特征

为说明不同土地利用类型的磷流失情况,本文对不同土地利用类型所产生的径流进行了采样分析,探讨了不同土地利用类型下的磷输出的质量浓度,如表 2 和图 2 所示。

表 2 各类土地利用方式径流中磷质量浓度监测结果

土地利用方式	样品数	mg/L			
		$\rho(\text{TP})$		$\rho(\text{可溶磷})$	
		平均	范围	平均	范围
菜地	12	0.507	0.313 ~ 0.636	0.381	0.148 ~ 0.980
农沟	12	0.511	0.380 ~ 0.648	0.349	0.260 ~ 0.549
居民区	11	0.901	0.288 ~ 1.854	0.542	0.155 ~ 0.957
稻田	15	0.683	0.298 ~ 1.851	0.424	0.125 ~ 0.880
池塘	5	0.254	0.181 ~ 0.308	0.087	0.042 ~ 0.157
土路	4	0.952	0.725 ~ 1.106	0.723	0.281 ~ 1.317

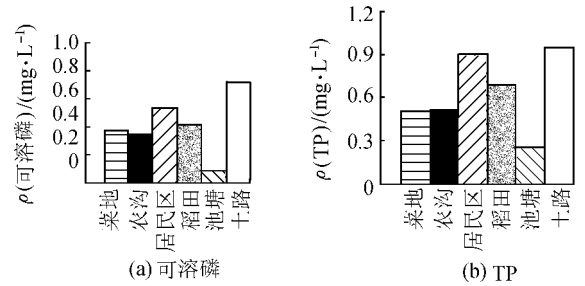


图 2 研究区典型地块径流中磷输出质量浓度

从表 2 和图 2 中可以发现,研究区内各种土地利用方式中总磷和可溶磷质量浓度变化趋势一致,除池塘外可溶磷质量浓度占总磷质量浓度的比例都超过 50% 以上。总体而言,径流总磷平均质量浓度为 0.254 ~ 0.952 mg/L,平均质量浓度排序与总氮的有所区别,为土路 > 居民区 > 稻田 > 农沟 > 菜地 > 池塘。可以看出,土地利用类型对磷输出质量浓度影响较大,土路、居民区最高,池塘最少。土路上多有农家的牲畜粪便,所以磷浓度偏高。乡村土路及居民区非点源污染不可忽视。

2.3 农田径流中氮、磷浓度随时间变化特征

在研究区内,农田是其主要的土地利用方式,同时农田也是主要的农业非点源污染物质的产生源头。探讨暴雨期间农田氮、磷输出浓度随时间和径流量的变化特征是非常必要的。8 月 11 日在一场大强度暴雨时对农田出流的流量和氮、磷浓度进行了监测,暴雨持续 40 min 左右,降雨量为 27.4 mm,降

雨强度高达 41 mm/h。采样从径流产生开始,每分钟采 1 次,直到最后径流结束。径流量是一个从逐渐增大到逐渐减少的过程。农田中氮、磷输出浓度随时间变化情况见图 3,图 4。

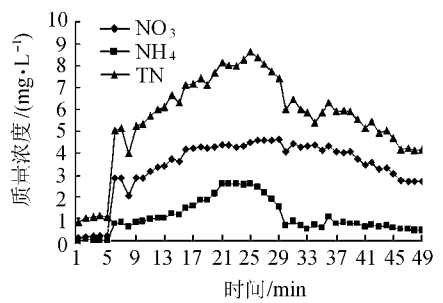


图 3 降雨径流中氮质量浓度随时间变化趋势

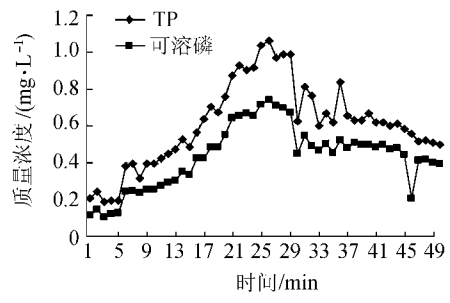


图 4 降雨径流中磷质量浓度随时间变化趋势

3 结 语

- a. 在大强度降雨时,农田里产生的径流随降雨时间逐渐增加,直至达到一峰值,再随降雨的减小而逐渐减少。TN, NH₄-N, NO₃-N 及 TP, PO₄ 的质量浓度随降雨时间逐渐增加,直至达到一峰值再随时间逐渐递减。径流量的大小对氮、磷输出质量浓度的大小影响非常大。由此可以得出结论:在太湖流域平原河网地区降雨强度越大,历时越长,农田的氮、磷流失浓度和流失量就越大,与前人在丘陵地区得出的降雨强度与氮、磷流失量相关研究的结论一致^[7-8]。
- b. 可溶氮和可溶磷占总氮、总磷的绝大部分比例,只有当两者达到峰值时可溶氮和可溶磷占总氮和总磷的比例才有所下降,说明平原河网地区的农田在暴雨期间氮、磷流失以溶解态为主。只有径流量达到一定大的值,农田冲刷严重时颗粒态的氮、磷才有所增加。
- c. 总氮、可溶氮的浓度远远大于总磷、可溶磷的,同时总氮、可溶氮的浓度随时间的变化幅度没有总磷、可溶磷大,主要原因是该地区农田施用氮肥过高。

参考文献:

[1] 张振克. 太湖流域水环境问题、成因与对策[J]. 长江流

域资源与环境,1992,8(1):81-87.
 [2] 陈荷生. 太湖生态修复治理工程[J]. 长江流域资源与环境,2001,10(2):173-178.
 [3] 周俊,朱红,蔡俊. 合肥近郊旱地土肥流失与降雨强度的关系[J]. 水土保持学报,2000,14(3):92-85.
 [4] 张兴昌,邵明安. 植被覆盖度对流域有机质和氮素径流流失的影响[J]. 草地学报,2000,8(3):198-203.
 [5] HELLIWELL R C, FERRIER R C, KERNAN M R. Interaction of nitrogen deposition and land use on soil and water quality in Scotland: issues of spatial variability and scale[J]. The Science of the Total Environment 2001,29(1):51-63.
 [6] PUTTHACHAROEN S, HOWELER R H, JANTAWAT S, et al. Nutrient uptake and soil erosion losses in cassava and six other crops in a Psamment in eastern Thailand[J]. Field Crops Research, 1998, 57(1):113-126.
 [7] 陈欣,姜曙千,张克中,等. 红壤坡地磷素流失规律及其影响因素[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999(3):38-41.
 [8] 李佩武. 降雨径流过程中氮磷输出趋势分析[J]. 天津农业科学,1994,12(1):1-10.

(收稿日期 2005-09-07 编辑:傅伟群)

· 简讯 ·

山东投资近 6 亿元建设南四湖湿地

有北方第一大淡水湖之称的山东省南四湖,总面积 1 266 km²,是南水北调东线的输水干线,也是重要的调蓄水库。山东省“十一五”规划投资近 6 亿元在南四湖建成 2 万 hm² 人工湿地,来改善湖水水质,使之达到地面水Ⅲ类水质标准。

2005 年初,山东在南四湖流域新薛河入湖口开始建设人工湿地试验工程。目前已经建成 200 hm² 湿地,其中包括人工种植芦竹、芦苇等湿地植物 70 hm²,自然恢复保护当地湖苇、香蒲、藻类等水生植物 150 hm²,构建起一个具有生物多样性、强水质净化能力和优美景观效果的人工湿地生态系统。芦竹等挺水植物生长高度最高达到 5 m,茂密的湿地植物吸引了大量水鸟在此筑巢产卵,呈现出“莲叶接天、荷花映日、游鱼戏水、岸柳成行”的和谐美景。

“十一五”期间,山东省将陆续在南四湖流域再建 10 处人工湿地生态群落缓冲净化区,总面积达 2 hm²,净化水质、改善生态以保障南水北调工程顺利进行。山东既是南水北调工程的受惠省,又是长江水北上天津的重要枢纽。所以南四湖人工湿地生态群落缓冲净化区的建设不仅是南水北调工程的整体要求,也是山东“两湖一河”碧水行动的奋斗目标,更是社会经济可持续发展的需要和群众的生产生活需要。

(本刊编辑部供稿)