太湖流域雪堰镇氮素流失规律及形态特性

孙金华1,陈成1,齐兵强2,秦飞3,朱乾德1

(1. 南京水利科学研究院水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210029; 2. 水利部水资源司, 北京 100053; 3. 黄河流域水资源保护局, 河南 郑州 450003)

摘要:以太湖流域雪堰镇为例,通过2009年3月~2010年2月连续12个月及两场次降雨事件的水质监测进行分析,研究不同河流、月份、区域、汛情、土地利用类型下氮素流失规律及形态特性,分析降雨过程中不同尺度3个流域(上涧村、龙泉河、雪堰镇)氮流失特征和不同河段氮流失规律。研究结果表明,雪堰镇氮素为劣V类,非汛期污染比汛期严重,变化幅度大,不稳定,氮以溶解态为主,溶解态氮以硝氮为主;镇区硝氮浓度较非镇区低,氮氮比非镇区高,坑塘水面氮流失最严重,有林地(乔木较多)氮流失最少,茶园硝氮占溶解态氮百分比最高,果园氨氮占溶解态氮百分比最高;降雨前期未产流前氮素流失稳定,产流后流失越来越大,不同河段氮沿程变化基本稳定。

关键词:平原水网区;氮素流失;太湖流域;雪堰镇

中图分类号: X524 文献标志码: A 文章编号: 1001-6791(2013)04-0529-08

太湖是中国第二大淡水湖,地处平原水网区,水流平缓,流向不定,水环境承载能力低,工业废水、生活污水、农田排水等直接排入河湖,致使水体恶化,富营养化加剧,蓝藻水华频发。有研究表明太湖氮素汇入总量 4.47 万 t/a,是影响太湖氮含量的关键因素之一^[1-2]。通过降雨-地表径流输入过多的氮素是引起太湖水体富营养化和水生态系统恶化的重要原因^[3-4],且受气候、降雨、地形、植被和施肥管理措施等多种因素影响^[5]。因此,积极开展太湖流域周边氮素流失规律与形态特性研究可为控制太湖氮污染、防治富营养化提供技术支撑。目前,有关氮素流失的研究多集中在农田氮素迁移规律上,如不同土地利用类型氮素流失负荷分析和流失特征比较^[6-7]、农田管理措施对氮素流失的影响^[8-10]、自然条件对农田氮素流失的影响^[11-12]等,为进一步加强太湖周边氮素外源污染的控制,对太湖周边小城镇氮素流失规律的研究很有必要。

选择平原水网区太湖流域雪堰镇作为研究区域,通过2009年3月~2010年2月连续12个月及两场次降雨事件水质监测,结合研究期间的降雨特征进行分析,研究雪堰镇各河流水系氮素流失特征,为控制太湖周边地表径流氮素流失,防治太湖水体富营养化提供科学依据。

1 研究区域概况

研究区域位于太湖一级保护区武进雪堰镇(现雪堰镇由原雪堰镇、潘家镇、漕桥镇于 2007 年 3 月合并而成,文中研究区为原雪堰镇),面积 35.16 km²,含17 个行政村,地处长江三角洲冲击平原太湖水网地区,境内有山地,平原宽广。平原平均高度 2 ~ 4 m,其整个地形由东向西呈阶梯形升级。地貌类型属高沙平原、山丘区,气候属北亚热带季风性湿润气候区,温和湿润,年平均气温 16.7℃,雨量充沛,日照充足。

雪堰镇境内河道纵横,池塘星列,主要有武进港、龙泉河、雅浦港3条主要河流,为水运、水产养殖提供了良好的自然条件,农作物组成为典型的小麦(油菜)—水稻轮作。雪堰镇土地利用类型按照《土地利用

收稿日期: 2012-06-27; 网络出版时间: 2013-04-10

网络出版地址: http://www.cnki.net/KCMS/detail/32.1309. P. 20130410.1725.009. html

基金项目:水利部公益性行业科研专项经费资助项目(200801028);中央级公益性科研院所科研专项基金(Y513001)

作者简介: 孙金华(1962 -), 男, 江苏靖江人, 研究员, 博士, 主要从事水环境研究。E-mail: jhsun@ nhri. cn

通信作者: 朱乾德, E-mail: qdzhu@ nhri. cn

现状分类》(GB/T 21010—2007)划分为以下 7 类: 耕地水田(水稻)、林地有林地、园地茶园、园地果园、水域及水利设施用地坑塘水面(鱼塘)、林地其他林地(迹地)、城镇村及工矿用地村庄。土壤类型主要有黄泥土、白土、中层红黄土、薄层红黄土、灰斑黄泥土 5 种类型,见图 1。

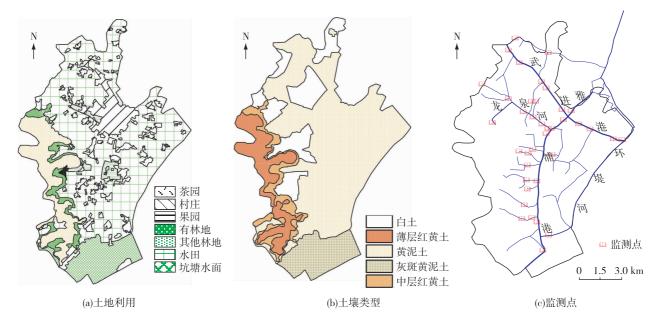


图 1 研究区土地利用、土壤类型及监测点分布

Fig. 1 Land use map, soil texture map and distribution of monitoring point

2 试验材料与方法

2009年3月~2010年2月对雪堰镇武进港、雅浦港、龙泉河3条河流及其支流布点监测,每月1次,1次3日,每次约25个点,共295个采样点,样品采集断面均设在雪堰镇桥上,监测位置和时间分别见图1、表1。选择雪堰镇3个不同尺度的流域(上涧村流域、龙泉河流域和雪堰镇流域),分别对其流域出口,即后凤河、龙泉河、雅浦港下游后凤桥、顺塘桥、雅浦桥断面于2009年6月29~30日和2009年7月27~28日两场降雨事件进行水质监测,研究降雨条件下雪堰镇3条主要河流氮素流失特征。次降雨过程水样采集频率为雨前采集1次,若降雨强度较大,则加密采样(一般0.5h采集1次),对低强度降雨,适当延长采样时间间隔;采样持续至降雨结束后若干小时,以流域出水口径流量基本恢复正常水平为准。每次取样1000 mL,取样后静置15 min 左右,测定上清液中的氮素浓度。

表 1 试验监测时间 Table 1 Monitor time

次序	1	2	3	4	5	6
监测时间	3月20~22日	4月15~17日	5月13~15日	6月25~27日	7月24~26日	8月28~30日
次序	7	8	9	10	11	12
监测时间	9月17~19日	10月28~30日	11月10~12日	12月27~29日	1月20~22日	2月26~28日

在雪堰镇雅浦村安装购自重庆华正水文仪器有限公司的 JDZ-1 型数字雨量计建立雨量监测点,自动计量降雨量。所有水样采集后,贮存在 4° C 冰箱中,于 48 h 内送回扬州大学环境科学与工程实验室进行分析。选取总氮(TN)、溶解性氮(用孔径为 0.45 μm 滤膜过滤后的水样,TDN)、硝氮(NO $_3^-$ -N)和氨氮(NH $_4^+$ -N)为分析指标,测定均按照国标方法进行。

3 结果与分析

3.1 降雨特征分析

根据数字雨量计监测数据分析,试验期间共有降雨事件 171 次(按日考虑),降雨量为 1 400.8 mm,主要集中在汛期 6、7月(合计 713.4 mm),占 50.9%。试验期间日降雨量最大为 97.0 mm(2009 年 7月 22日),占全年降雨量 6.92%。

3.2 河流水系氮素随时间变化总体规律

利用 origin 8.0 软件对监测数据进行统计分析,见图 2。雪堰镇河流水系氮素为劣 V 类,雪堰镇生活污水、畜禽粪尿、化肥等流失严重。非汛期氮素污染较为严重,2 月最差,变化幅度较大、不稳定,汛期污染相对较轻,8 月最好,比 6、7 月延迟一个月,汛期氮素浓度变化幅度小、稳定,说明汛期水质受到外界干扰较少。为研究雪堰镇水系氮素主要形态,分析各月氮素形态特性,计算各形态氮素,见表 2。总氮以溶解态为主,溶解态氮以硝氮为主,汛期形态相对稳定,6 月溶解氮比例最低,达 73.8%,硝氮比例最高,达到72.6%,因为 6 月降雨量较大,由于降雨侵蚀力的作用,水体中颗粒态氮比例上升。6 月正值水稻种植开始施基肥的时候,大量氮肥的施入增大了硝氮的浓度。氨氮变化较为稳定,氨氮主要来源于人畜粪尿和有机肥等点源污染,与时间没有明显的相关性。

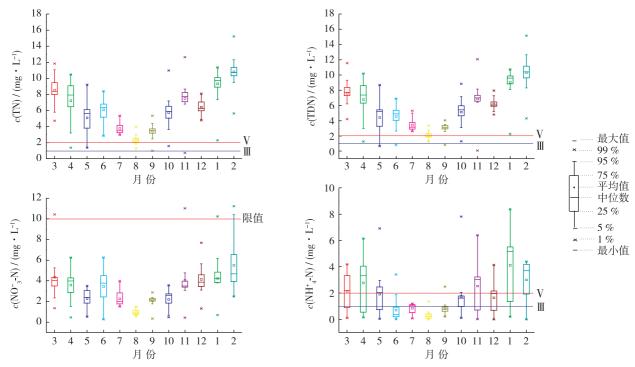


图 2 雪堰镇水系各月氮素浓度变化

Fig. 2 Nitrogen concentration changes each month in Xueyan

表 2 雪堰镇水系各月氮素形态特性变化

Table 2 Nitrogen form changes each month in Xueyan

氮素形态比	3 月	4 月	5 月	6月	7月	8月	9月	10 月	11 月	12 月	1月	2 月
c(TDN):c(TN)	0. 902	0. 934	0.858	0.738	0.912	0. 908	0.884	0.887	0.883	0. 964	0. 970	0. 952
$c(NO_3^N):c(TDN)$	0.571	0.551	0.556	0.726	0.648	0.447	0.685	0.445	0.582	0.670	0.467	0.526
$c(NH_4^+-N):c(TDN)$	0. 280	0.375	0.390	0.170	0. 272	0. 140	0. 269	0. 299	0.369	0. 266	0.435	0. 285

氮素浓度从 3~8 月逐步下降,9 月至次年 2 月逐步升高,除降雨外还与施肥有关,3 月为冬小麦施加追青肥氮肥时期,但降雨较少,农田氮肥进入水体量低,6 月是施加水稻基肥时期,氮素浓度理应上升,但正

值雨季汛期,大量的降水稀释了氮素浓度,8月施加追肥,降雨量逐步开始减少,氮素浓度逐步上升。

3.3 各河流水系氮素浓度及其变化和形态特性比较分析

对雪堰镇武进港、雅浦港、龙泉河、雅浦港支流、静脉河道 5 条主要河流进行比较分析。各河流监测点划入所属区位河流,监测浓度与形态比例分别取平均值进行处理,研究各河流氮素各月流失变化规律,见图 3。各河流总氮、溶解态氮均为劣 V 类,除了氨氮外均呈先降低后升高的变化规律,雅浦港支流氨氮随时间无明显变化,其他 4 条河流氨氮呈先降低后升高的变化规律,7~9 月达到 III 类。雅浦港支流周边居民生活区畜禽养殖等较少,受纳生活污水、人畜粪尿等氨氮浓度较高点源污染有限,因此雅浦港支流氨氮含量较低且稳定,其他河流横穿镇区或村庄,受含氨氮浓度高的点源污染较严重,因此其他 4 条河流氨氮浓度较高。

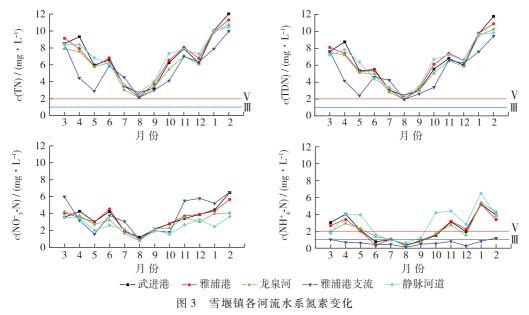


Fig. 3 Nitrogen changes in various rivers in Xueyan

据表 3 可知,雪堰镇各河流氮素基本为劣 V 类,硝态氮远远低于限值 10 mg/L,氨氮除雅浦港支流为 0.646 mg/L,达到 \mathbb{II} 类外,其他均为劣 V 类,雅浦港支流硝氮占绝对优势,达 77.2%,比其他 4 条河流比例 高得多,因为雅浦港支流周边偏重农业,大部分硝氮来源于农田氮肥,氨氮比例相对较小。其他 4 条河流周 边基本为居民区、工业区,且有多处或大或小的养殖场,排放了大量未经处理的粪尿,导致氨氮浓度较高。静脉河道中硝氮与氨氮比例接近 1:1,静脉河道处在污染源头输移至主要河流的过渡带,不仅需要接纳来自农田尾水排放的硝氮,还要容纳农村生活污水中的氨氮,因此,静脉河道氮素包含相当的硝氮和氨氮。

表 3 各河流水系氮素浓度及形态特性

Table 3 Concentration and form of nitrogen loss in various rivers

河流	$c(TN)/(mg \cdot L^{-1})$	$c(\text{TDN})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$c(\mathrm{NO_3}^-\mathrm{-N})/(\mathrm{mg}\cdot\mathrm{L}^{-1})$	$c(NH_4^+-N)/(mg \cdot L^{-1})$	c(TDN): $c(TN)$	$c(NO_3^N)$: $c(TDN)$	c(NH ₄ + -N): c(TDN)
武进港	7. 140	6. 540	3. 519	2. 481	0. 913	0. 554	0. 352
雅浦港	6. 907	6. 343	3. 404	2. 246	0. 911	0. 554	0. 329
龙泉河	6. 359	5. 910	3.013	2. 245	0. 923	0. 530	0. 349
雅浦港支流	5. 637	5. 120	3. 826	0. 646	0. 884	0.772	0. 138
静脉河道	6. 952	6. 263	2. 550	2. 951	0. 901	0. 441	0. 432

3.4 汛期与非汛期氮素流失浓度及其形态特性

将水质监测数据按汛情进行分类处理,5~10月划分为汛期,11~4月划分为非汛期,对汛期与非汛期氮素流失浓度及其形态特性进行比较分析,见表4。汛期、非汛期氮均为劣V类,非汛期氦氮平均值为2.525 mg/L,仍为劣V类,而汛期氦氮平均值为0.980 mg/L,水质可达Ⅲ类。汛期硝氮占溶解态氮比例比非汛期高,说明农业非点源污染较为严重。汛期降雨较为丰富,农田施肥随着径流流失较为严重,而氮肥中硝氮含量较高。

表 4 汛期与非汛期氮素流失浓度及形态特性

Table 4 Concentration and form of nitrogen loss in flood season and non-flood season

汛情	c(TN)/(mg·L ⁻¹)	$c(TDN)/(mg \cdot L^{-1})$	$c(NO_3^N)/(mg \cdot L^{-1})$	$c(NH_4^+-N)/(mg \cdot L^{-1})$	c(TDN): $c(TN)$	$c(NO_3^N)$: $c(TDN)$	c(NH ₄ +-N): c(TDN)
汛期	4. 270	3. 603	2. 262	0. 980	0. 855	0. 614	0. 255
非汛期	7. 948	7. 412	4. 041	2. 525	0. 926	0. 583	0.326

3.5 镇区与非镇区氮素流失浓度及其形态特性

将水质监测数据按地区进行分类处理,镇区与非镇区所辖区域监测点分别归类,对氮素流失浓度及形态特性进行比较分析,见表 5。镇区与非镇区总氮、溶解态氮浓度相当,均为劣 V类,镇区硝氮浓度较非镇区低,氨氮浓度比非镇区高,镇区氨氮为 2.547 mg/L,劣 V类,而非镇区水质为 1.544 mg/L,接近 IV类。镇区硝氮所占比例较小,氮素形态变化范围也较小,而非镇区氮素形态变化范围较大,说明镇区以生活污水点源污染为主,氨氮含量较多,氮素流失规律稳定,而非镇区以农业非点源污染为主,硝氮含量较多,非镇区氮素流失主要受降雨径流影响,不确定因素多且复杂。在不同土地利用类型上,人为活动干扰强度越强则氮素流失浓度越高,变化范围也越宽[13],镇区土地利用方式单一,基本为建筑用地,氮素浓度变化范围较小,而非镇区土地利用复杂,有建筑、农田、茶园、果园、麦地、鱼塘等,受人为活动干扰大,氮素浓度变化范围大。

表 5 镇区与非镇区氮素浓度及形态特性

Table 5 Concentration changes and form of nitrogen in township and non-township

地区	$c(TN)/(mg \cdot L^{-1})$	$c(\text{TDN})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$c(NO_3^N)/(mg\cdot L^{-1})$	c(NH ₄ + -N)/(mg • L - 1)	c(TDN): $c(TN)$	$c(NO_3^N)$: $c(TDN)$	$c(NH_4^+-N): c(TDN)$
镇区	6. 821	6. 194	2. 896	2. 547	0. 900	0. 491	0. 379
非镇区	6. 294	5. 735	3. 586	1. 544	0.898	0. 655	0. 247

3.6 不同土地利用类型氮素流失浓度及其形态特性

将水质监测数据按不同土地利用类型进行分类处理,因林地其他林地(迹地)未采集到有效水样,按照水田、有林地、茶园、果园、坑塘水面、村庄6类土地利用类型分别对氮素流失浓度及其形态特性进行比较分析,见图4。坑塘水面的氮流失最为严重,有林地(乔木较多)的氮流失最少。雪堰镇坑塘水面大部分为鱼塘,过量投放饵料导致水体中氮肥较多,林地植被覆盖度较高,有效削减了降雨侵蚀力,可有效减少氮流失,而且林地无施肥活动,氮肥本底值较小,氮素流失更小。茶园硝氮占溶解态氮比例最高,果园氨氮占溶解态氮比例最高。茶园种植需要施加大量的氮肥,氮肥大部分变成了硝态氮,硝态氮带有与土壤胶体相同的负电荷,不能被土壤吸附而容易流失,而果园的种植需要施加大量的有

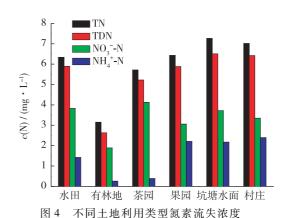


Fig. 4 Concentration of nitrogen loss in different land use types

机肥、农家肥等,尤其是水蜜桃的种植需要施加大量的猪粪、鸡粪等,未吸收的氮大部分以氨氮形式流失。

3.7 次降雨事件下河流氮素流失浓度分析

3.7.1 河流氮素浓度流失随时间变化规律分析

2009 年 6 月 29 ~ 30 日, 7 月 27 ~ 28 日两次降雨事件降雨量分别为 133.9 mm, 38.6 mm, 监测历时 2 日, 结合次降雨过程数据分析氮素流失特征,见图 5、图 6。降雨后水量虽增大,氮素得到稀释,但仍为劣 V 类,总氮仍以溶解态为主,可溶性氮以硝氮为主。

2009年6月29~30日次降雨事件,氮素流失在降雨前期较为稳定,因6月29日降雨前几天较为干燥,况且降雨前期强度较小,地面尚未产流,但随着降雨历时的延长和强度的增大,地面形成明显径流后地面大量污染物汇入河流,氮素流失浓度逐步变大。上涧村流域出口发现氮素浓度变幅相对较大,上涧村流域虽然植被覆盖度高,但流域面积小,缓冲调节能力较差。

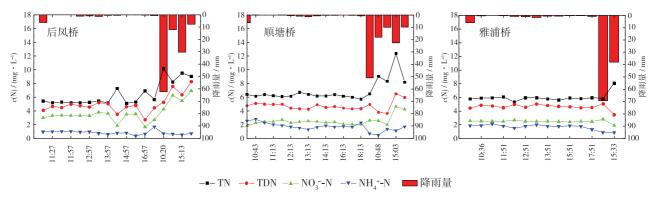


图 5 次降雨条件下雪堰镇河流氮素变化

Fig. 5 Nitrogen changes in rainfall event in Xueyan

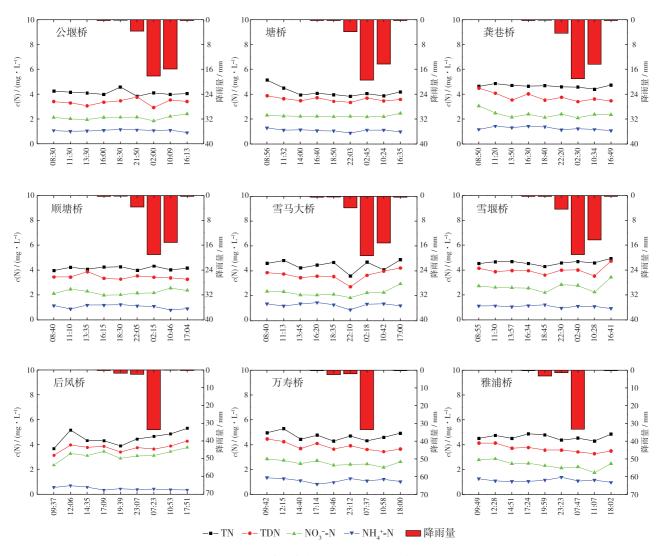


图 6 次降雨条件下雪堰镇河流氮素变化

Fig. 6 Nitrogen changes in rainfall event in Xueyan

2009年7月27~28日次降雨事件,除后凤桥外,其他断面氮素变化规律一致,后凤桥氨氮低于其他断面,为0.452 mg/L,硝氮高于其他断面,为3.153 mg/L,后凤桥断面上游为农业小流域,氮素来源以硝态

氮为主,氨氮比例较低。其他断面位于雪堰镇主要河流,氮素来源复杂,汛期水量较大,具有较强的缓冲能力,因此,次降雨事件氮素浓度无明显变化。

3.7.2 不同河段氮素浓度沿程流失特征分析

选择雪堰镇典型河流雅浦港沿程布设雪堰桥(进镇区)、雪马大桥(出镇区)、万寿桥(附近有小工业区及太湖湾污水处理厂)、雅浦桥(雪堰镇流域出口)4个监测断面,对2009年7月27~28日降雨事件进行监测(图略)。不同河段氮浓度沿程变化基本稳定,万寿桥断面较高,雪马大桥较低。汛期水量较大,缓冲调节能力强,且由于防汛需要,下游雅浦港闸门打开泄洪,导致雅浦港河流流速较快,万寿桥断面流速最高达3m/s,致氮素浓度变化过于迅速,很难短时间内监测捕捉,之后氮素趋于稳定无明显变化。万寿桥断面附近有工业区,点源污染严重,降雨时企业偷排现象严重,附近太湖湾污水处理厂氮素虽执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 A 标准,但氮素排放仍较大,万寿桥断面氮素浓度高,镇区生活污水一部分汇到雅浦港人竺山湖,一部分汇到武进港入梅梁湾,雪马大桥断面氮素浓度低。雅浦港上游水田较多居民少,而经镇区的雪马大桥断面周边水田少居民多,因此,雪马大桥硝氮低而氨氮较高,上游雪堰桥硝氮高而氨氮低。

4 结 论

- (1) 不同时间和污染物对氮素流失及形态特性影响明显。雪堰镇河流氮全年为劣 V 类,非汛期污染比汛期严重,且变化幅度较大、不稳定。6 月溶解氮比例最低,达 73.8%,硝氮比例最高,达 72.6%。各河流除氨氮外先降低再升高,雅浦港支流氨氮稳定,为 0.646 mg/L,达到Ⅲ类,其他均为劣 V 类,雅浦港支流硝氮比例最大,达 77.2%。
- (2) 不同汛情、地区、土地利用类型对氮素流失及形态特性影响明显。汛期、非汛期、镇区、非镇区 氮均为劣 V 类,非汛期氨氮为 2.525 mg/L,而汛期氨氮为 0.760 mg/L,水质可达Ⅲ类。汛期、非镇区硝氮 占溶解态氮比例分别比非汛期、镇区高,镇区氨氮高于非镇区。坑塘水面氮流失最为严重,有林地(乔木较多)氮流失最少。茶园硝氮占溶解态氮比例最高,果园氨氮占溶解态氮比例最高。
- (3)降雨条件下产汇流、不同土地利用和河段对氮素流失及形态特性影响明显。降雨事件下,氮素流失为劣 V 类,降雨前期未产流前氮素流失稳定,地表产流后氮素流失越来越大,位于农业流域后风桥断面氨氮为 0.452 mg/L,低于其他断面,硝氮为 3.153 mg/L,高于其他断面。不同河段氮浓度沿程变化稳定,万寿桥断面氮素浓度较高,雪马大桥较低。雪马大桥硝氮低而氨氮较高,上游雪堰桥硝氮高而氨氮低。

参考文献:

- [1] 胡开明, 逄勇, 王华. 太湖湖体总氮平衡及水质可控目标[J]. 水科学进展, 2012, 23(4): 555-562. (HU Kaiming, PANG Yong, WANG Hua. On the total nitrogen balance and water quality controllable target in Taihu Lake[J]. Advances in Water Science, 2012, 23(4): 555-562. (in Chinese))
- [2] 王冼民, 逄勇, 胡开明, 等. 太湖人湖河流总氮质量浓度限值计算[J]. 北京工业大学学报, 2011, 37(12): 1848-1855. (WANG Xianmin, PANG Yong, HU Kaiming, et al. Calculation of the limitations of the total nitrogen concentration for inflow rivers of Taihu Lake[J]. Journal of Beijing University of Technology, 2011, 37(12): 1848-1855. (in Chinese))
- [3] GILES J. Nitrogen study fertilizes fears of pollution [J]. Nature, 2005, 433: 791.
- [4] 陆海明, 尹澄清, 王夏晖, 等. 华北半干旱区 2 个农业流域地表氮素流失特征的对比研究[J]. 环境科学, 2008, 29(10): 2689-2695. (LU Haiming, YIN Chengqing, WANG Xiahui, et al. Comparison of nitrogen loss via surface runoff from two agricultural catchments in Semi-arid North China[J]. Chinese Journal of Environmental Science, 2008, 29(10): 2689-2695. (in Chinese))
- [5] 王鹏, 高超, 姚琪, 等. 太湖丘陵地区农田氮素迁移的时空分布特征[J]. 环境科学, 2006, 27(8):1671-1675. (WANG Peng, GAO Chao, YAO Qi, et al. Temporal and spatial distribution characteristics of nitrogen losses in hilly area of Taihu Lake[J]. Chinese Journal of Environmental Science, 2006, 27(8): 1671-1675. (in Chinese))
- [6] 韩莹,李恒鹏,聂小飞,等. 太湖上游低山丘陵地区不同用地类型氮、磷收支平衡特征[J]. 湖泊科学, 2012, 24(6): 829-837. (HAN Ying, LI Hengpeng, NIE Xiaofei, et al. Nitrogen and phosphorus budget of different land use types in hilly area of Lake Taihu upper-river basin[J]. Journal of Lake Sciences, 2012, 24(6): 829-837. (in Chinese))

- [7] 徐爱国, 冀宏杰, 张认连, 等. 太湖水网地区原位模拟降雨条件下不同农田类型氮素流失特征研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(4): 809-816. (XU Aiguo, JI Hongjie, ZHANG Renlian, et al. Nitrogen losses under simulated rainfall conditions in different cropping lands of Taihu Lake region[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2010, 16(4): 809-816. (in Chinese))
- [8] 赵冬,颜廷梅,乔俊,等. 太湖地区稻田氮素损失特征及环境效应分析[J]. 生态环境学报, 2012, 21(6): 1149-1154. (ZHAO Dong, YAN Tingmei, QIAO Jun, et al. Characteristics of N loss and environmental effect of paddy field in Taihu area[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2012, 21(6): 1149-1154. (in Chinese))
- [9] 夏小江,胡清宇,朱利群,等. 太湖地区稻田田面水氮磷动态特征及径流流失研究[J].水土保持学报,2011,25(4):21-25. (XIA Xiaojiang, HU Qingyu, ZHU Liqun, et al. Study on dynamic changes of nitrogen and phosphorus in surface water of paddy field and runoff loss in Taihu region[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2011, 25(4):21-25. (in Chinese))
- [10] 王春梅, 蒋治国, 赵言文. 太湖流域典型蔬菜地地表径流氮磷流失[J]. 水土保持学报, 2011, 25(4): 36-40. (WANG Chunmei, JIANG Zhiguo, ZHAO Yanwen. Nitrogen and phosphorus runoff in the typical vegetable fields in Taihu Lake basin[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2011, 25(4): 36-40. (in Chinese))
- [11] 张继宗, 张维理, 雷秋良, 等. 太湖平原农田区域地表水特征及对氮磷流失的影响[J]. 生态环境学报, 2009, 18(4): 1497-1503. (ZHANG Jizong, ZHANG Weili, LEI Qiuliang, et al. Surface water characteristics of farmlands area and the impact of nitrogen and phosphorus losses from farmland in Taihu Lake region[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2009, 18(4): 1497-1503. (in Chinese))
- [12] 李瑞玲, 张永春, 曾远, 等. 太湖流域丘陵地区暴雨条件下农田氮素随地表径流迁移特征[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28 (6): 1185-1190. (LI Ruiling, ZHANG Yongchun, ZENG Yuan, et al. Effects of rainstorm on the export of farmland nitrogen with surface runoff in hilly area of Tai Lake basin[J]. Journal of Argo-environment Science, 2009, 28(6): 1185-1190. (in Chinese))
- [13] 梁涛,王红萍,张秀梅,等. 官厅水库周边不同土地利用方式下氮、磷非点源污染模拟研究[J]. 环境科学学报,2005,25 (4):483-490. (LIANG Tao, WANG Hongping, ZHANG Xiumei, et al. Simulation study of non-point source pollution under different landuse in Guanting Reservoir watershed[J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2005, 25(4):483-490. (in Chinese))

Regularity and characteristic form of nitrogen losses in the Xueyan town of Taihu Lake basin*

SUN Jinhua¹, CHEN Cheng¹, QI Bingqiang², QIN Fei³, ZHU Qiande¹

- (1. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering Science, Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China; 2. Ministry of Water Resources of the PRC, Beijing 100053, China
 - 3. Yellow River Basin Water Resources Protection Bureau, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: The water quality in the Xueyan town of the Taihu Lake basin was continuously monitored for 12 consecutive months from March 2009 to February 2010 during which two typical rainfall events were encountered. Accordingly, a study on the regularity and characteristic form of nitrogen losses was conducted in the context of different river systems, months, regions, flooding and land-use types. In addition, three studying sites (Shangjian village, Longquan River, Xueyan town) with different spatial scales were selected for analyzing these pollution characteristics during the two rainfall events. The result shows that nitrogen in Xueyan town water is even worse than Category V, and the nitrogen's most common form is found in the liquid state of nitrate nitrogen. Compared to flooding seasons, the level of nitrogen pollution will be higher over non-flooding seasons. The pollutant load is highly variable and unstable. More specifically, the nitrate nitrogen concentration the townships are lower than that in non-townships. However, the opposite is true for the ammonia nitrogen concentration. Most nitrogen losses are found in ponds, and woodlands (arbor more) had the lowest nitrogen loss. In tea gardens, the nitrate nitrogen has the highest percentage of dissolved nitrogen; while the ammonia nitrogen is the predominant compound in dissolved nitrogen in orchard gardens. Before runoff being generated during a rainfall event, the nitrogen loss is stable. With the increase of runoff, the loss will increase. The increase rate is along different sections of a river.

Key words: water net plain; nitrogen loss; Taihu Lake basin; Xueyan town

^{*} The study is financially supported by the National Non-Profit Research Program of China (No. 200801028).