

文章编号: 1000-5862(2018)06-0655-06

温度和降水对赣江流域土地利用方式与 河流氮磷营养盐相关性的影响

赵君^{1,2}, 王鹏^{1,2*}, 余小芳^{1,2}

(1. 江西师范大学鄱阳湖湿地与流域研究教育部重点实验室 江西 南昌 330022; 2. 江西师范大学地理与环境学院 江西 南昌 330022)

摘要: 针对赣江流域的10个子流域,研究温度和降水如何影响土地利用方式与河流氮磷营养盐浓度的相关性。土地利用类型划分为水田、旱地、林地、草地、水域和建设用地。氮磷指标为2014年每月对赣江7条支流测定的氨氮(NH_4^+-N)、硝酸盐氮(NO_3^--N)和总磷(TP)浓度,用相关分析得到土地利用方式与水体氮磷的相关性。结果表明:(i)不考虑温度和降水的影响,旱地与河流 NH_4^+-N 具有显著相关性,建设用地与河流 NO_3^--N 具有显著相关性;(ii)旱地、草地和林地在中温条件下与河流氮营养盐的相关性更高,在低温条件下与磷营养盐的相关性更高。水田和水域在高温条件下与河流氮营养盐的相关性更高,在中温条件下与磷营养盐的相关性更高;(iii)除林地外,其他土地利用方式在高降水量情况下与河流氮磷营养盐的相关性更高。

关键词: 赣江流域; 土地利用; 氮磷营养盐; 温度; 降水

中图分类号: X 143 文献标志码: A DOI: 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2018.06.19

0 引言

过量的氮磷输入是当前河流和湖泊面临的主要问题,由此造成的水体富营养化已成为近几十年来的研究热点^[1]。不同土地利用方式上产生的点源和面源污染差异使得土地利用方式与河流富营养化程度有密切联系^[2]。

多数研究认为人类活动强的土地利用方式(如建设用地)对河流营养盐起“源”的作用,自然景观(如林地)对河流营养盐起“汇”的作用^[3-5]。但土地利用方式对水质的影响存在季节性差异,如欧洋等^[6]研究密云水库上游流域发现土地利用方式在雨季对水质有更多的影响;L. Sliva等^[7]研究南安大略的3个流域发现土地利用方式在春秋季节对水质的影响比夏季更显著;Wang Xiaolong等^[8]研究太湖流域发现城市用地在旱季对运河水质的影响最大。上述研究表明,不同季节下的温度、降水量对土地利用和河流水质2者间的关系具有影响。

赣江流域属亚热带季风湿润气候,气候温和,雨量充足。赣江作为鄱阳湖第一大支流,是湖体氮磷元素的主要贡献者^[9-10],且已有研究查明流域内水田、林地、建设用地等土地利用方式对赣江氮磷浓度具有显著影响^[11-12]。但温度和降水对土地利用方式与水中氮磷相关性的影响还未查明。在此背景下,本次研究以赣江流域为研究对象,运用Spearman相关分析,探究温度和降水对土地利用方式与流域内河流氨氮(NH_4^+-N)、硝酸盐氮(NO_3^--N)和总磷(TP)相关性的影响,以期对赣江及鄱阳湖的环境保持提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 数据来源

本研究在赣江7条支流(章水、蜀水、孤江、泸江、乌江、袁河、锦河)下游设置10个采样点(各采样点用 M_1, M_2, \dots, M_{10} 表示)。基于鄱阳湖流域30 m精度的DEM数据,利用ArcGIS扩展模块SWAT,确定采样点的流域汇水范围(见图1)。采样时间为每

收稿日期: 2018-07-22

基金项目: 国家自然科学基金(41661017) 江西省自然科学基金(20151BAB213035)和江西省重大生态安全问题监控协同创新中心(JXS-EW-00)资助项目。

通信作者: 王鹏(1982-),男,山东济宁人,副教授,博士,博士生导师,主要从事流域水循环与水环境研究。E-mail: wang-pengjlu@jxnu.edu.cn

月上旬,测定指标包括水温(T)、氨氮(NH_4^+-N)、硝酸盐氮(NO_3^--N)和总磷(TP),各指标按国家标准方法进行测定^[13]。 NH_4^+-N 采用纳氏试剂分光光度法测定, NO_3^--N 采用酚二磺酸分光光度法测定,TP采用过硫酸钾氧化-钼锑抗分光光度法测定。

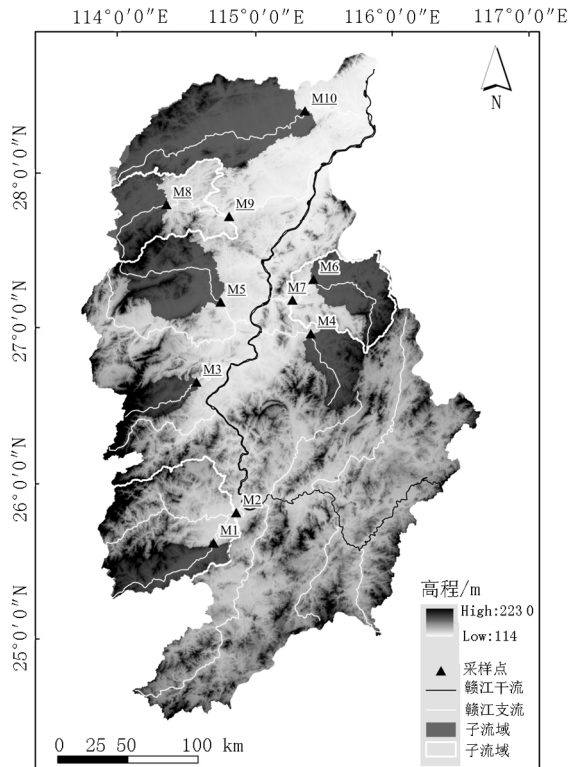


图1 赣江流域10处子流域与观测站点分布

赣江流域土地利用数据是2010年秋季得到的无云 Landsat 卫星遥感影像经几何校正,参照HJ/T 192—2015《生态环境状况评价技术规范》中土地分类方法,将研究区土地利用类型分为水田、旱地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地,基于 Arc Info Workstation,结合人工目视解译获得。该数据库经过内业校核和外业核对使精度达90%以上。由于未利用地面积不足研究区的0.2%(见图2),在进行后续分析时将不予考虑。

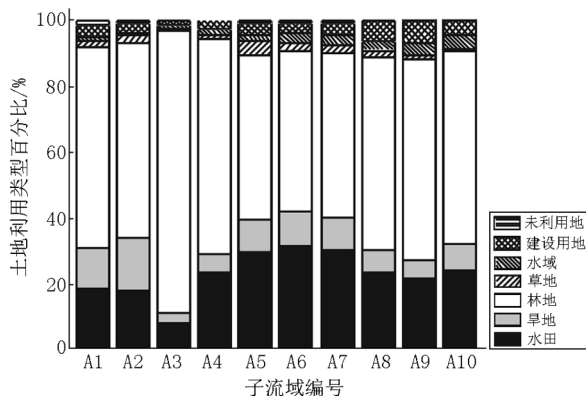


图2 研究区子流域土地利用百分比状况

降水数据来自气象网站(<http://data.cma.cn/forecast/index.html? t=58606>)的共享数据。选取采样子流域内或附近的气象站点(共7处),将采样3日和7日内日均降水量累计加和。其中3日内累积降水量记为 P_3 ,7日内累积降水量记为 P_7 (见图3)。

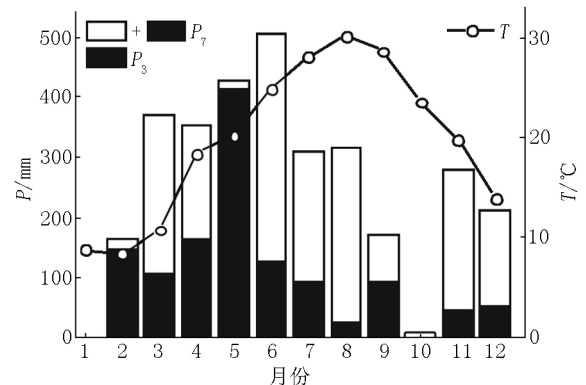


图3 温度与降水量在各月采样时间内的状况

1.2 数据分析

本研究将各采样点测定的氮磷数据汇总并计算均值与子流域土地利用类型百分比进行 Spearman 相关分析。由于采样水温和天气温度具有一致性,所以将采样水温 T 作为温度分组依据。将温度最高的4个月份分为一组记为高温组,最低的4个月份记为低温组,剩余4个月份记为中温组,从而了解不同温度下土地利用方式对河流氮磷浓度的影响。同理,将采样时间内累积降水量最高的4个月份分为一组记为高降水量组,累积降水量最低的4个月份记为低降水量组,剩余4个月份记为中降水量组,以此了解不同降水量下土地利用方式对河流氮磷浓度的影响。

Kruskal-Wallis 检验用于判断测定指标在各月之间的差异是否具有统计学意义以及判断测定指标在每处采样点之间的差异是否具有统计学意义。

2 结果

2.1 氮磷营养盐浓度分布特征

图4为研究区12个月内氮磷营养盐浓度分布图。 NH_4^+-N 年均值为 $0.28 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,变化范围为 $0.05 \sim 0.98 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。 NO_3^--N 年均值为 $0.95 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,变化范围为 $0.13 \sim 10.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。TP年均值为 $0.083 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,变化范围为 $0.014 \sim 0.198 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。 NH_4^+-N 和TP在时间上的变幅不大(变异系数 $< 10\%$), NO_3^--N 的变异系数为26.30%。Kruskal-Wallis 检验结果显示:氮磷营养盐浓度在各月之间的差异无统计学意义,而氮磷营养盐在10处采样点间的差异有统计学意义。各处氮磷营养盐浓度参照GB

3838—2002《地表水环境质量标准》,除采样子流域A₁在11月NO₃⁻-N浓度超出标准限值10 mg·L⁻¹

外,其余指标均符合规定的Ⅲ类以内水质标准,可见赣江支流的水质较好.

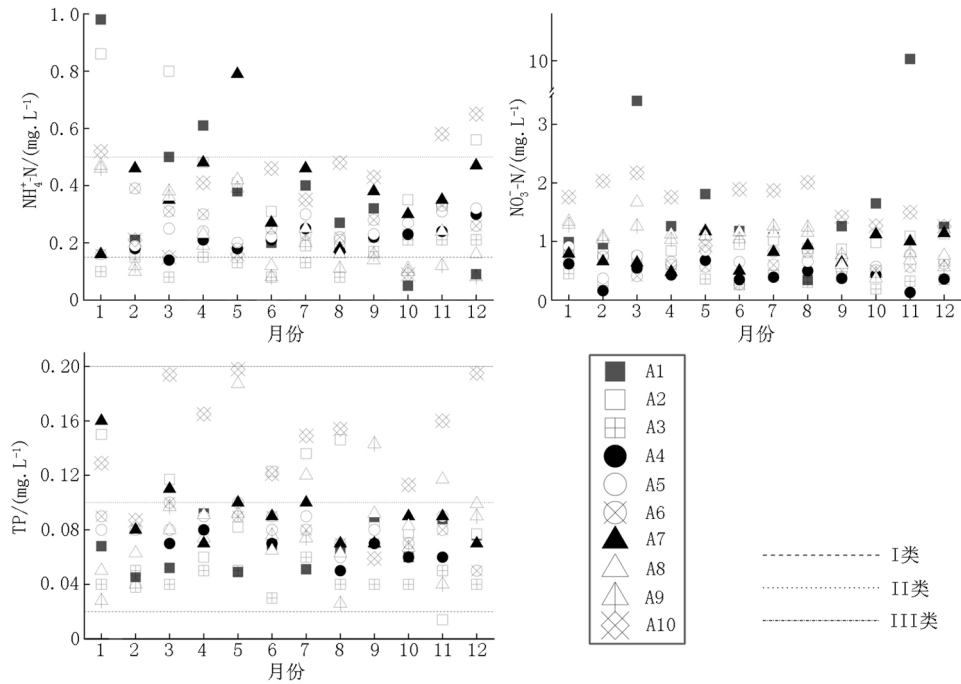


图4 研究区各采样点在各月的氮磷营养盐状况分布图

2.2 土地利用方式与氮磷营养盐相关性

土地利用方式与氮磷营养盐的相关性如表1所示.旱地、建设用地与氮磷营养盐均表现为正相关,其中旱地与NH₄⁺-N、建设用地与NO₃⁻-N分别达到显著水平.林地与氮磷营养盐均表现为负相关.水田、草地与NH₄⁺-N、TP正相关,与NO₃⁻-N表现为极弱负相关.水域与NO₃⁻-N、TP为正相关,与NH₄⁺-N表现为极弱负相关.可见在不考虑降水和温度条件下土地利用方式与氮磷营养盐的相关性较低.

表1 土地利用类型与氮磷营养盐浓度的相关性

参数	水田	旱地	林地	草地	水域	建设用地
NH ₄ ⁺ -N	0.29	0.86**	-0.59	0.44	-0.02	0.03
NO ₃ ⁻ -N	-0.04	0.41	-0.03	-0.07	0.26	0.66*
TP	0.47	0.31	-0.56	0.22	0.36	0.41

注: **表示在0.01水平(双侧)上显著相关,*表示在0.05水平(双侧)上显著相关,下同.

2.3 温度分组下的土地利用方式与氮磷营养盐相关性

温度分组下的土地利用方式与氮磷营养盐相关性如表2所示.与未分组情况(见表1)相比,有植被覆盖的土地利用方式(包括旱地、林地和草地)在中温组与氮营养盐有更高的相关性;在低温组与磷营养盐有更高的相关性.含水体的土地利用方式上(包括水田和水域)在高温组与氮营养盐有更高的相关性,其中水田与NH₄⁺-N相关性较高,水域与NO₃⁻-N相关性较高;在中温组与磷营养盐有更高的相关性.建设用地与NO₃⁻-N的相关性高,尤其在高温和低温组中表现出差异具有统计学意义.

表2 温度分组下的土地利用方式与各组氮磷营养盐相关性

组别	参数	水田	旱地	林地	草地	水域	建设用地
高温组	NH ₄ ⁺ -N	0.58	0.62	-0.54	0.21	0.33	0.15
	NO ₃ ⁻ -N	0.03	0.21	-0.09	-0.14	0.49	0.89**
	TP	0.23	0.36	-0.49	0.23	0.31	0.49
中温组	NH ₄ ⁺ -N	0.32	0.87**	-0.56	0.50	-0.03	0.03
	NO ₃ ⁻ -N	-0.04	0.64*	-0.16	0.08	0.13	0.43
	TP	0.77*	0.06	-0.47	0.13	0.61	0.57
低温组	NH ₄ ⁺ -N	0.06	0.86**	-0.38	0.24	0.02	0.16
	NO ₃ ⁻ -N	0.01	0.36	-0.07	-0.12	0.35	0.70*
	TP	0.60	0.44	-0.70*	0.29	0.43	0.26

2.4 降水量分组下的土地利用方式与氮磷营养盐的相关性

采样 3 日和 7 日内累积降水量分组下的土地利用方式与氮磷营养盐相关性如表 3 所示. 3 日内降水的影响要比 7 日内规律更明显, 因此后续分析主要针对采样 3 日内的降水进行探究. 虽然水田与 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 相关性低, 但降水明显增加了相关性(相关性从 0.09 增至 0.30); 与 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 的相关性始终很低(相关系数 $< |0.1|$); 与 TP 在高降水时表现出显著相关性. 草地虽然与 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 相关性弱, 但随降水量增加表现出规律性: 随降水增加由正相关转为负

相关. 水域与 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 的相关性始终很低(相关系数 $< |0.1|$), 而与 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 、TP 的相关性表现为随降水的增加而增加(相关性从 0.30 增至 0.35, 0.22 增至 0.55). 旱地与 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 、建设用地与 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 的显著水平随降水量增加而增加(相关性从 0.79 增至 0.84, 0.55 增至 0.80), 与其他营养盐相关性的规律不明显. 林地与氮磷的相关性未在高降水量时增加. 降水对林地的影响无论 3 日还是 7 日内均未表现出规律性. 可见高降水量条件下土地利用方式与氮磷营养盐的关联性更高.

表 3 降水分组下的土地利用方式与各组氮磷营养盐相关性

	参数	水田	旱地	林地	草地	水域	建设用地
高降水量组	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	0.30/0.07	0.84 ^{**} /0.78 ^{**}	-0.48/-0.37	0.43/0.35	0.04/0.01	0.13/0.25
	$\text{NO}_3^- \text{-N}$	0.01/-0.12	0.36/0.32	-0.07/-0.06	-0.12/-0.10	0.35/0.19	0.80 [*] /0.65 ^{**}
	TP	0.74 [*] /0.47	0.09/0.33	-0.59/-0.59	0.20/0.21	0.55/0.43	0.52/0.49
中降水量组	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	0.26/0.39	0.82 ^{**} /0.62	-0.60/-0.55	0.46/0.31	-0.07/0.07	0.02/0.02
	$\text{NO}_3^- \text{-N}$	-0.09/-0.09	0.39/0.62	-0.02/-0.15	-0.08/0.07	0.22/0.09	0.65 [*] /0.42
	TP	0.20/0.33	0.24/0.47	-0.41/-0.47	0.06/0.25	0.48/0.18	0.61/0.42
低降水量组	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	0.09/0.13	0.76 [*] /0.93 ^{**}	-0.38/-0.50	0.27/0.43	-0.08/-0.07	0.16/0.09
	$\text{NO}_3^- \text{-N}$	0.07/-0.07	0.52/0.42	-0.14/-0.08	0.04/-0.115	0.30/0.32	0.55/0.64 [*]
	TP	0.48/0.63	0.53/0.46	-0.60/-0.73 [*]	0.29/0.41	0.22/0.33	0.19/0.15

注 “/”前数值为采样 3 日内累积降水量分组得出的相关系数, “/”后数值为采样 7 日内累积降水量分组得出的相关系数.

3 讨论

本次研究发现:

1) 不考虑温度和降水的影响只有旱地与 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 、建设用地与 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 具有显著相关性(见表 1). 根据已有结论^[3,14-15], 旱地、水田、林地与氮磷营养盐均应存在显著相关性, 但本次研究在未进行温度和降水分组情况下未得出更多的显著性, 主要由于全年整体数据取平均将土地利用方式与水质的相关性掩盖. 其中研究仅发现旱地与 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 显著相关的结论, 这与多数文章^[16-18]发现旱地与 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 相关的结论不同. 土壤对 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 吸附能力强, 一般是以 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 形式流失, 但在硝化作用弱的条件下, $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 浓度高并超过土壤吸附能力时可淋洗进入地下水或通过地表径流失而成为河流氮污染的主要形态^[19-20]. 建设用地与 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 显著相关的结论与已有的建设与 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 显著相关^[12]结论不同, 这可能与研究区农村建设用地居多有关——在建设用地的二级分类中, 农村建设用地为 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 主要来源^[11].

2) 植被覆盖的土地利用方式(包括旱地、林地和草地)在中温条件下与氮营养盐有更高的相关

性. 在低温条件下与磷营养盐有更高的相关性; 水体覆盖的土地利用方式(包括水田和水域)在高温条件下与氮营养盐有更高的相关性, 在中温条件下与磷营养盐有更高的相关性(见表 2). 夏季(高温组)植物光合作用强, 植物对氮磷需求大且高密度的植被覆盖可有效拦截氮磷流失^[21]. 冬季(低温组)氮矿化作用弱, 使得由面上径流产生的氮盐减少. 低温植物对磷的吸收利用少, 且此时低密度的植被覆盖使得降水极易造成土壤侵蚀进而加速磷流失^[22]. 因此中温条件下旱地、林地、草地这类直接植被覆盖的土地利用方式与氮营养盐相关性更高, 低温条件下旱地、林地、草地与磷营养盐相关性更高. 罗璇等^[3]同样发现随天气转暖微生物促进氮转化时, 旱地与河流氮盐的相关性增加. 随温度升高(高温组), 氮矿化作用加强, 水田因有水体覆盖导致硝化作用弱, 因此高温时水田与 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 相关性更高. 陆地植物往往表现为磷限制^[23], 水田因在高温对磷吸收增加, 在低温转为旱地对河流水域营养盐贡献减少, 所以在中温水田与磷营养盐相关性更高. 综上, 温度可通过影响植物新陈代谢进而影响氮磷营养盐的滞留和释放情况.

3) 除林地外, 其他土地利用方式在高降水条件

下与氮磷营养盐的相关性更高(见表3)。高降水量加剧土壤侵蚀使得土地利用方式与河流水质的相关性更高,这与多数研究结果一致^[7 24-26]。Li Siyue等^[25]、项颂等^[26]均发现林地与营养盐的相关性在雨季增加,但本文与Tu Jun^[27]、Ding Jiao等^[28]均未得出高降水条件下林地与氮磷相关性更高。这可能由于除土地利用方式对水质造成影响外,地形坡度^[7]、土壤性质^[29]、植被类型^[29]等均可成为影响因素。王鹏等^[12]发现赣江流域林地二级分类中的园林可对水质产生负效应。同时林地较多的植被覆盖可有效减少雨水冲刷的能量进而减少土壤侵蚀与地面径流^[30],使得林地与河流营养盐的相关性降低。

4 结论

1) 不考虑温度和降水的影响,研究区只存在旱地与河流 NH_4^+-N 的显著相关,以及建设用地与河流 NO_3^--N 的显著相关。

2) 研究区旱地、草地、林地在中温条件下与河流氮营养盐有更高的相关性,在低温条件下与磷营养盐有更高的相关性。水田、水域在高温条件下与氮营养盐有更高的相关性,在中温条件下与磷营养盐有更高的相关性。

3) 研究区内多种土地利用方式在高降雨量条件下与河流氮磷营养盐的相关性更高,但林地与河流氮磷营养盐的相关性几乎不受降雨量的影响。

5 参考文献

- [1] National Research Council ,Committee Staff On Resto. Restoration of aquatic ecosystems: science ,technology , and public policy [M]. Washington D C: National Academies Press ,1992.
- [2] Peterjohn W T ,Correll D L. Nutrient dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of a riparian forest [J]. Ecology ,1984 ,65(5) : 1466-1475.
- [3] 罗璇 史志华 尹炜 等. 小流域土地利用结构对氮素输出的影响 [J]. 环境科学 2010 ,31(1) : 58-62.
- [4] 周文 刘茂松 徐驰 等. 太湖流域河流水质状况对景观背景的响应 [J]. 生态学报 2012 ,32(16) : 5043-5053.
- [5] Bu Hongmei ,Meng Wei ,Zhang Yuan ,et al. Relationships between land use patterns and water quality in the Taizi River basin ,China [J]. Ecological Indicators ,2014 ,41(3) : 187-197.
- [6] 欧洋 王晓燕 耿润哲. 密云水库上游流域不同尺度景观特征对水质的 [J]. 环境科学学报 ,2012 ,32(5) : 1219-1226.
- [7] Sliva L ,Williams D D. Buffer zone versus whole catchment approaches to studying land use impact on river water quality [J]. Water Research 2001 ,35(14) : 3462-3472.
- [8] Wang Xiaolong ,Han Jingyi ,Xu Ligang ,et al. Spatial and seasonal variations of the contamination within water body of the Grand Canal ,China [J]. Environmental Pollution , 2010 ,158(5) : 1513-1520.
- [9] 王毛兰 周文斌. 鄱阳湖水体无机氮时空分布特征研究 [J]. 人民长江 2010 ,41(1) : 88-91.
- [10] 罗定贵 吴学文 李述 等. 基于水、盐均衡的鄱阳湖 TP 负荷探究 [J]. 北京大学学报: 自然科学版 ,2011 ,47(2) : 337-343.
- [11] 王鹏 齐述华 袁瑞强. 赣江流域土地利用方式对无机氮的影响 [J]. 环境科学学报 2015 ,35(3) : 826-835.
- [12] 王鹏 齐述华 陈波. 赣江流域土地利用方式对河流水质的影响 [J]. 生态学报 2015 ,35(13) : 4326-4337.
- [13] 国家环境保护总局. 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.
- [14] 黄金良 李青生 洪华生 等. 九龙江流域土地利用/景观格局-水质的初步关联分析 [J]. 环境科学 2011 ,32(1) : 64-72.
- [15] 李艳利 徐宗学 李艳粉. 浑太河流域多尺度土地利用/景观格局与水质响应关系初步分析 [J]. 地球与环境 , 2012 ,40(4) : 573-583.
- [16] 马东 杜志勇 吴娟 等. 崂山水库流域不同土地利用类型地表径流的氮磷流失特征 [J]. 水土保持学报 , 2011 ,25(6) : 31-39.
- [17] 李恒鹏 杨桂山 黄文钰 等. 不同尺度流域地表径流氮、磷浓度比较 [J]. 湖泊科学 2006 ,18(4) : 377-386.
- [18] 邢光熹 曹亚澄 施书莲 等. 太湖地区水体氮的污染源和反硝化 [J]. 中国科学 2001 ,31(2) : 130-137.
- [19] 於梦秋 蔡颖 刘华 等. 太湖流域入湖河流土地利用类型对水质的影响: 以乌溪港、武进港为例 [J]. 农业环境科学学报 2014 ,33(5) : 1024-1032.
- [20] 司友斌 王慎强 陈怀满. 农田氮、磷的流失与水体富营养化 [J]. 土壤 2000 ,32(4) : 188-193.
- [21] 杨鑫芳 李欣欣 李晋超 等. 农业土地利用中磷流失研究进展 [J]. 山西农业大学学报: 自然科学版 2013 ,33(3) : 255-261.
- [22] Miguntanna N P ,Liu An ,Egodawatta P ,et al. Characterising nutrients wash-off for effective urban stormwater treatment design [J]. Journal of Environmental Management , 2013 ,120: 61-67.
- [23] Sharpley A N ,Chapra S C ,Wedepohl R ,et al. Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: issues and options [J]. Journal of Environmental Quality , 1994 ,23(3) : 437-451.
- [24] Ngoye E ,Machiwa J F. The influence of land-use patterns

- in the Ruvu river watershed on water quality in the river system [J]. *Physics and Chemistry of the Earth Parts A/B/C* 2004 29(15/16/17/18) : 1161-1166.
- [25] Li Siyue ,Xia Xiaolong ,Tan Xiang ,et al. Effects of catchment and riparian landscape setting on water chemistry and seasonal evolution of water quality in the upper Han River Basin ,China [J]. *Plos One* 2013 8(1) : e53163.
- [26] 项颂 庞燕 龚嘉顺 等. 不同时空尺度下土地利用对洱海入湖河流水质的影响 [J]. *生态学报* 2018 38(3) : 1-10.
- [27] Tu Jun. Spatial variations in the relationships between land use and water quality across an urbanization gradient in the watersheds of Northern Georgia ,USA [J]. *Environmental Management* 2013 51(1) : 1-17.
- [28] Ding Jiao ,Jiang Yuan ,Fu Lan ,et al. Impacts of land use on surface water quality in a subtropical River Basin: a case study of the Dongjiang River Basin ,Southeastern China [J]. *Water* 2015 7(8) : 4427-4445.
- [29] Pratt B ,Chang Heejun. Effects of land cover ,topography , and built structure on seasonal water quality at multiple spatial scales [J]. *J Hazard Mater* 2012 209/210(4) : 48-58.
- [30] 吕婷 廖敏 叶照金 等. 长兴县合溪水库集水区不同土地利用方式下径流氮流失特征研究 [J]. *农业环境科学学报* 2017 36(7) : 1369-1377.

The Effect of Land Use Patterns on Stream Water Nitrogen and Phosphorus Nutrients under the Variations of Temperature and Precipitation in Ganjiang River Basin

ZHAO Jun^{1 2} ,WANG Peng^{1 2*} ,YU Xiaofang^{1 2}

(1. Key Laboratory of Poyang Lake Wetland and Watershed Research ,Ministry of Education ,Jiangxi Normal University ,Nanchang Jiangxi 330022 ,China; 2. College of Geography and Environment ,Jiangxi Normal University ,Nanchang Jiangxi 330022 ,China)

Abstract: Ten sub-basins in the Ganjiang River Basin are used to study the effects of temperature and precipitation on the correlation between land use patterns and concentrations of nitrogen and phosphorus nutrients in river water. The land use patterns are categorized to paddy ,dry land ,forest ,grassland ,waters and construction land. Ammoniacal nitrogen($\text{NH}_4^+ \text{-N}$) ,nitrate nitrogen($\text{NO}_3^- \text{-N}$) and total phosphorus(TP) are tested monthly at seven tributaries of the Ganjiang River in 2014. Correlation analysis is used to identify the correlation between land use patterns and water nutrients in rivers. It is found that dry land is significantly related with concentration of $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ and construction land is significantly related with concentration of $\text{NO}_3^- \text{-N}$,when the effect of temperature and precipitation is not considered. Dry land ,grassland and forest have higher correlation with river nitrogen nutrition under moderate temperature conditions and higher correlation with phosphorus nutrient under low temperature conditions. Paddy and waters have higher correlation with nitrogen nutrition under high temperature conditions and higher correlation with phosphorus nutrient under moderate temperature conditions. Except forest ,other land use patterns (including dry land ,paddy ,grassland ,waters and construction land) have higher correlation with nitrogen and phosphorus nutrients under heavy precipitation conditions.

Key words: the Ganjiang River Basin; land use; nitrogen and phosphorus nutrients; temperature; precipitation

(责任编辑: 曾剑锋)