长江干流湿生植物群落分布格局及影响因素

袁赛波^{1,2} 刘学勤^{1*} 王洪铸¹ 袁国庆^{1,3}

1 中国科学院水生生物研究所 2 武汉生态环境设计研究院有限公司 3 大连海洋大学

DOI:10.12238/eep.v5i3.1572

[摘要] 自然水文节律是湿生植物进化的主要驱动力,植物因而逐步形成了与周期性水文过程相适应的形态特征、生活史对策和物候节律。本研究首先选择长江泛滥平原14个湖泊及长江干流17个江段开展现场调查,分析湿生植物的水文生态位和水文梯度分布。结果显示,在长江泛滥平原共记录湿生植物31科88属163种,其中湖泊有27科85属115种,干流有31科88属113种。不同水位波动型式的湖泊湿生植物群落特征存在较大差异。影响因素分析结果显示,水位波动、地形(高程)、底质类型、底质营养、土壤含水率和人为干扰度对湿生植物的群落特征均有影响,其中水位波动是最主要的影响因素。

[关键词] 长江流域; 湿生植物; 环境水流; 水位; 底质

中图分类号: Q89 文献标识码: A

Temporal and Spatial Distribution Pattern and Its Influencing Factors of Hygrophytic Plant Community in the Main Stream of the Yangtze River

Saibo Yuan^{1,2} Xueqin Liu^{1*} Hongzhu Wang¹ Guoqing Yuan^{1,3}

1 Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences

2 Wuhan Ecological Environment Design and Research Institute Co., Ltd 3 Dalian Ocean University

[Abstract] Natural hydrological rhythm is the main driving force for the evolution of hygrophites, so plants gradually form morphological characteristics, life history strategy and phenological rhythm which are suitable for periodic hydrological processes. In this study, firstly, 17 sections of the Yangtze mainstream were selected for field investigation, and the distribution of hydrological niche and hydrological gradient of hygrophites was analyzed. The results showed that 113 species of hygrophites belonging to 88 genera in 31 families were recorded. The analysis results of influencing factors show that water level fluctuation, topography (elevation), sediment types, sediment nutrition, soil water content and human disturbance all have influences on the community characteristics of hygrophites, among which water level fluctuation is the most important influencing factor.

[Key words] the Yangtze river basin; hygrophites; environmental flow; water level; sediment

前言

长江泛滥平原是世界上重要的淡水物种资源库。但是,由于流域经济的发展和人类活动的加剧,该区域正面临着水文情势改变、污染严重和生物资源过度利用等威胁(Wang et al., 2016),导致生态系统退化,物种多样性下降。例如,由于鄱阳湖枯水期水位持续偏低,湿生植被逐渐被耐干旱的中生性草甸所替代,近年已增加中生性草甸198 km²(胡振鹏等, 2015)。

探究环境因子与植被分布的关系是植被保护和恢复的重要前提。气候、地形、底质营养、土壤水分和人为干扰等环境因子都可能对泛滥平原湿生植物的分布产生影响(刘文治, 2008)。已有研究表明,水位波动是影响湿生植被主要的控制因子,水位波动对植物本身及其所需的底质营养、光照和水分等都有重要

影响(Webb et al., 2012; Zhang et al., 2014),但这些结论在长江干流是否适用还需进一步验证。目前,有关湿生植物及环境因子的分析多数针对土壤环境或水文情势单一方面的影响(Van Geest et al., 2005; 董磊等, 2014; Xu et al., 2015),在大尺度上探究湿生植物群落特征及多方面环境影响因子综合作用的研究少有报道。

鉴于此,本研究选择长江干流作为研究区域,综合分析了地形、水文参数、底质理化参数和人为干扰度等多方面环境因子与湿生植物群落特征的关系,试图找出影响长江泛滥平原湿生植物分布的主要环境因子,为该流域的湿生植被保护和恢复提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

本研究于2013年-2017年,在长江干流选取宜昌、宜都、枝江、荆州、公安、黑瓦屋、监利、何王庙、岳阳、洪湖、嘉鱼、武汉、鄂州、黄石、武穴、湖口、安庆17个江段进行野外调查。

1.2 湿生植物采集与环境参数的测定

1.2.1 湿生植物调查与测算

本研究中所指的湿生植物指的是调查区域内洲滩所采集到的所有草本植物。

在2013-2017年期间选择在每年的3-5月和9-11月对湖滨带湿生植物开展调查。据植物分类鉴定参考书现场鉴定样方内每个物种种类,同时根据地上部分投影盖度占样方面积的百分比估算每个物种的盖度。现场调查结束后,剪取样方内所有植物的地上部分带回实验室用电子分析天平测量鲜重并计算地上生物量,江段植被总体盖度及河漫滩总面积测算借助Axio Version图像分析软件和Google earth进行。

1.2.2 水环境参数测定

现场测定每个样方区域的土壤含水率、人为干扰度、底质类型和相对水面高程。室内测定具体测定方法如下。土壤含水率:采用便携式土壤水分仪进行测定;人为干扰度:按干扰程度分为等级0(无干扰,几乎无人活动)、等级1(轻度干扰,人为活动少)、等级2(中度干扰,靠近码头或马路等)和等级3(重度干扰,有放牧或刈割)四个等级;底质类型:大致分为1(淤泥)、2(粘土)、3(壤土)、4(淤泥+细沙)、5(粘土+细沙)、6(壤土+细沙)、7(细沙)、8(粗沙)、9(卵石)九种类型;相对水面高程:即样方中心到水面的垂直距离,用直尺和卷尺结合进行测量。

关于底质样品,长江干流底质类型差异大,故在每个植物样方内随机设置底质采样点1个。每个底质采样点用土钻取土三次,混合均匀后带回实验室测定粒径、有机质、总氮和总磷含量。底质粒径的分析采用体积法,有机质采用低温外热重铬酸钾氧化-比色法,总氮用凯氏定氮仪测定,总磷用酸溶-钼锑抗比色法测定。

1.2.3 水文参数计算与数据来源

江段日水位数据查询于湖北省水文水资源局,具体水位参数计算方法如下:(1)水位差:计算时段内,水位最大值减去水位最小值;(2)年水位波幅:一个水文年内,水位最大值减去水位最小值;(3)水位变化速率:计算时段内,后一天水位与前一天水位的差值的绝对值的平均值,例如,2-4月水位变化速率即指2-4月内,后一天水位与前一天水位的差值的绝对值的平均值;(4)春季淹没持续时间:在春季,水位高于样方所在高程的总天数;(5)夏季淹没时机:夏季水位首次高于样方所在高程的那一天;(6)夏秋季淹没持续时间:夏季淹没时机后至秋季露滩时机前,水位高于样方所在高程的总天数;(7)秋季露滩时机:在秋季,水位首次低于样方所在高程的那一天;(8)平均相对水位:计算时段内,每一天水位减去所在年份第一天水位的差值的平均值。

1.3 数据分析与统计

使用Microsoft Excel 2010进行实验数据的统计计算和图表的绘制工作。在Arc GIS软件中采用反距离插值法(IDW)分析长江干流各江段湿生植物空间分布特征。在SPSS数据分析软件中采用Spearman相关分析法和回归分析法对湿生植物群落特征(种类数、生物量和盖度)与环境因素进行分析。

2 结果

2.1 湿生植物群落特征

2.1.1 种类组成

通过对长江干流17个江段的洲滩植物进行汛前(5月)和汛后(10-11月)两次野外调查,共发现湿生植物113种,隶属31科,88属。物种数较多的科与湖泊大致相同,禾本科、菊科和蓼科较多,分别为18种、16种和13种,分别占总种类数的15.9%、14.2%和11.5%,但莎草科物种较少,为8种。

根据长江干流17个江段汛前和汛后湿生植物种类数分布情况进行统计可知,汛前种类数整体高于汛后,且荆州以下江段湿生植物均较丰富,尤其是安庆江段,汛前湿生植物种类数高达41种。

2.1.2 盖度和生物量

根据长江干流15个江段(宜都和荆州数据异常,未纳入分析)汛前和汛后湿生植物盖度分布情况和湿生植物生物量分布情况进行统计可知,汛前盖度、生物量均高于汛后,且黑瓦屋至安庆江段湿生植物分布较多,黑瓦屋-黄石江段湿生植物生物量较高。其中武穴和湖口汛前生物量显著高于其他江段可能与采样年份不同有关。

2.2 湿生植物的空间分布

根据长江干流典型江段汛前和汛后湿生植物生物量空间分布特征进行统计可知,在人为干扰较小的情况下,主航道生物量常常低于另一侧生物量,洲头生物量低于洲尾生物量。

3 结果与讨论

我们对长江干流11个有水文数据的江段的湿生植物汛前、汛后种类数、盖度和生物量进行了分析。结果显示,湿生植物汛前种类数、生物量或盖度与年水位波幅、高水位脉冲频率、春季淹没持续时间及2-4月水位变化有显著相关关系;汛后种类数、生物量或盖度与年水位波幅、露滩时机、全年淹没持续时间和8-10月水位变化有显著相关关系;此外,样方生物量或盖度与相对水面高程、底质类型(中值粒径)、有机质、TN、TP及人为干扰度有显著相关关系。从上述结果可以看出:影响长江干流湿生植物群落特征的主要因素也是水位波动。因此,本文先从生活史的角度分析水位波动要素对湿生植物群落的影响,再分析TP、底质类型等其他因素的影响。

各水位波动要素和环境因素对干流湿生植物的影响分述如下:

3.1 影响春季萌发生长水位波动要素

水位波动幅度影响湿生植物种类数。波幅较大的湖泊栖息地稳定性低、环境恶劣,且涨水时易消除不能忍受持久淹没的物种,苔草等耐淹种占绝对优势,所以湿生植物种类数与波幅呈负

相关关系。此外,水位波动幅度也影响湿生植物生物量。波幅较大的湖泊湖滨带面积常较大,可为湿生植物提供广阔的栖息地,所以生物量与波幅呈正相关关系。

春季正是湿生植物的萌发期,淹没持续时间过长可能对湿生植物造成淹没胁迫,因此春季淹没持续时间越短越好。长江干流2月水位较低且稳定,3-4月水位逐渐上涨,但因干流湿生植物分布高程较高(2月份相对水面高程最高可达9.63m),所以4月份水位一般未上涨至植物适宜分布区,因而不会对植物造成淹没胁迫。此外,水位上涨可提高较高高程区土壤含水率,为湿生植物提供一定的水分,使植物避免遭受干旱胁迫。因此,2-4月水位上涨利于湿生植物萌发生长,湿生植物分布与2-4月水位变化呈正相关关系。

高水位脉冲在湖泊中不常见,但在长江干流却常发生,且一般发生在4-5月。该时期是湿生植物的快速生长期,此时水位还未上涨至植物适宜分布区,适宜的脉冲不仅可为湿生植物提供一定的水分,而且可能刺激部分植物茎节伸长,但是过高的脉冲频率可能对植物造成淹没胁迫,因此湿生植物分布与高水位脉冲发生频率呈负相关关系。

3.2 影响秋季萌发的主要水位波动要素

长江干流水位一般7月最高,8月开始快速下降,9-10月逐渐下降(张晓可,2013)。因此,8-10月水位下降的快慢决定了湿生植物栖息地的露滩时机。分析结果显示,干流湿生植物栖息地的最佳露滩时机为8月,且8月水位差和8月水位变化率与湿生植物汛后盖度有显著负相关关系。8月水位下降一方面决定露滩时机,另一方面还决定土壤含水率。若水位下降太快,不仅可能导致植物种子和地下茎不能萌发,还可能造成植物幼苗缺水死亡,这一结果与Rood等对河岸带植物的研究结果相似(Mahoney and Rood, 1998; Rood et al., 2005)。9-10月水位差与湿生植物汛后盖度有显著正相关关系,可能是9-10月水位下降比8月慢,缓慢的水位下降不会对湿生植物造成干旱胁迫。但该结论仅根据现有调查数据推测所得,还需进一步证实。

3.3 其他影响因素

底质TN和TP含量反映的是底质的营养状况,对湿生植物种类数和生物量均有影响。人为干扰主要表现在动物牧食、采砂和工程建设三个方面。牛羊等对植物的牧食直接导致其生物量下降,采砂和工程建设则通过破坏栖息地导致湿生植物种类数减少和生物量下降。底质类型很大程度上决定了底质的含水率和有机质含量。长江泛滥平原湖泊多属冲积型湖泊,底质以壤土为主,干流则有所不同,研究江段底质类型差异较大。不同的底质类型,对水分和营养的保持能力存在差异,壤土富含沉积物碎屑,保水能力强,营养含量高(赵伟华,2010),利于湿生植物生长。以细沙或卵石为主的底质保水性差,营养含量低,土壤含水率低,不利于湿生植物生长。研究江段从上游至下游主要底质类型呈现卵石-细沙-壤土的变化趋势,湿生植物对底质类型的变化响应明显,盖度和生物量从上游至下游均逐渐增多。

4 结论

对长江干流湿生植物的群落特征及其影响因素进行了分析,群落特征分析结果表明长江干流湿生植物汛前种类数、盖度和生物量均高于汛后,且监利及以下江段湿生植物较丰富。影响因素相关分析结果表明,水位波动、地形(高程)、底质类型、底质营养、土壤含水率和人为干扰度均对湿生植物的群落特征均有一定的影响,其中水位波动是主要的影响因素。

[参考文献]

- [1]董磊,徐力刚,许加星,等.鄱阳湖典型洲滩湿地土壤环境因子对植被分布影响研究[J].土壤学报,2014,51(3):618-626.
- [2]胡振鹏,葛刚,刘成林.鄱阳湖湿地植被退化原因分析及预警[J].长江流域资源与环境,2015,24(3):381-386.
- [3]刘文治.丹江口库区湿地植被的动态预测及其在面源污染治理中的作用[D].博士学位论文,中国科学院武汉植物园,武汉,2008.
- [4]赵伟华.中国河流底栖动物宏观格局及黄河下游生态需水研究[D].博士学位论文,中国科学院水生生物研究所,武汉,2010.
- [5]Van Geest G J, Wolters H, Roozen F C J M, et al. Water-level fluctuations affect macrophyte richness in floodplain lakes [J]. Hydrobiologia, 2005, 539(1): 239-248.
- [6]Wang H Z, Liu X Q, Wang H J. The Yangtze River floodplain: threats and rehabilitation [J]. American fisheries society symposium, 2016, (84): 263-291.
- [7]Webb J A, Wallis E M, Stewardson M J. A systematic review of published evidence linking wetland plants to water regime components [J]. Aquatic Botany, 2012, 103: 1-14.
- [8]Xu X L, Zhang Q, Tan Z Q, et al. Effects of water-table depth and soil moisture on plant biomass, diversity, and distribution at a seasonally flooded wetland of Poyang Lake, China [J]. Chinese Geographical Science, 2015, 25(6): 739-756.
- [9]Zhang X K, Liu X Q, Wang H Z. Developing water level regulation strategies for macrophytes restoration of a large river-disconnected lake, China [J]. Ecological Engineering, 2014, (68): 25-31.

作者简介:

袁赛波(1990--),女,汉族,湖南长沙人,博士,工程师,研究方向:水生生物生态学。

王洪铸(1967--),男,汉族,湖北南漳人,博士,研究员,研究方向:河流-泛滥平原生态学。

袁国庆(1998--),男,汉族,湖南长沙人,在读硕士,研究方向:原生动植物生态学。

通讯作者:

刘学勤(1979--),男,汉族,四川安岳人,博士,副研究员,研究方向:水文生态学。