

徐少君, 类淑桐, 刘 晶, 等. 城市河岸带草本植物小飞蓬和泽漆根系的向水性[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(13): 101–103.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.13.028

城市河岸带草本植物小飞蓬和泽漆根系的向水性

徐少君¹, 类淑桐², 刘 晶¹, 程美璐¹

(1. 河南科技大学林学院, 河南洛阳 471003; 2. 临沂大学/山东省水土保持与环境保育重点实验室, 山东临沂 276005)

摘要: 草本植物是河岸带植被系统的重要组成部分, 对水陆生态系统间的物质、能量和信息流动发挥着无可替代的重要作用, 由于处于水分梯度变化较为明显的特殊环境中, 其根系可能表现出较强的向水性特征。选取河南省洛阳市城市河岸带典型的 2 种优势草本植物小飞蓬 [*Conyza canadensis* (L.) Cronq.] 和泽漆 (*Euphorbia helioscopia* L.) 为目标物种, 根据离水源地不同的距离, 设置近水处、中距离和远水处 3 个水分梯度样地, 分别获取目标物种的根系特征, 试图了解这 2 个物种的根系是否具有明显的向水性特征及其根系的向水性特征如何。结果显示, 在近水处小飞蓬根系向水侧生物量显著高于背水侧, 泽漆根系向水侧生物量及 2 个物种向水侧根系表面积均显著高于其背水侧; 中距离处, 泽漆根系向水侧的根系生物量和根系表面积分别极显著和显著高于其背水侧; 而远水处 2 个物种向水侧和背水侧的根系生物量、根系表面积则无显著差异; 泽漆近水处的向水侧根系生物量所占比重显著高于中距离和远水处, 近水处和中距离处小飞蓬的向水侧根系生物量所占比重显著高于远水处; 2 个物种的根质量比在 3 个水分梯度上无显著差异。结果表明, 城市河岸带草本植物的根系具有明显的向水性, 其向水性特征随着植株生长距水源的距离变化而产生变化, 在靠近水源处的向水性比远离水源处明显。

关键词: 城市河岸带; 草本植物; 根质量比; 根系向水性; 小飞蓬; 泽漆; 向水侧; 背水侧; 生物量

中图分类号: Q945.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)13-0101-03

城市河岸带是城市中水陆相互作用的地区^[1-2], 其对城市发展、稳定河岸、调节微气候、美化环境和提高城市人们生活质量具有重要的意义, 因此被形象地称为城市的“生态绿廊”^[3-7]。近年来随着人口的激增、河流及其周边资源开发强度的不断扩大、外来物种的入侵、城市化、水利工程建设^[8-10]等原因, 城市河岸带结构发生改变, 功能退化, 生态环境恶化, 因而受到了广大研究者的重视^[11-14]。

草本植物是生态系统的先锋植物, 也是退化生态系统的保留植物, 是城市河岸带植被的重要组成部分, 由于其生活史短暂, 且能及时调整以应对不同时期生活环境的变化, 因而能及时对环境的微小变化产生适应性响应^[11,15]。根系是植物与土壤环境进行物质和能量交换的主要器官, 其分布特征反映了植物对土壤资源的利用情况和对环境的适应性^[16-18]。大量研究表明, 土壤水分是制约植物根系生长的主要因子, 而许多植物的根系都具有向潮湿区域生长的习性, 即向水性^[19], 是陆生植物对土壤水分分布不均时的一种适应, 是植被适应环境的重要生理特性, 对植物避免干旱和有效利用水资源具有重要的作用^[20-23]。因此, 研究草本植物根系对土壤水分梯度的响应——根系的向水性, 对于揭示根系的生态功能和城市河岸带的植被构建与绿化有着重要的积极作用。本试验以河南省洛阳市伊河河岸带典型的草本植物小飞蓬 [*Conyza canadensis* (L.) Cronq.]^[24] 和泽漆 (*Euphorbia*

helioscopia L.) 为目标物种, 选取距离水源地不同的样地, 通过测量其根系特征, 明确根系的向水性特征, 为进一步了解和研究河岸带植被生理特征提供参考。

1 试验材料与方法

1.1 试验物种及生长区概况

洛阳城市河岸带有数十公里, 主要包括伊河和洛河流域流经洛阳城市区所形成的城市河岸带, 大部分区域已经进行了景观改造和人工绿化。本研究的取样地点设置在洛阳市龙门石窟景区西南约 1 km 处的伊河东岸, 几乎没有人工扰动, 样地中以草本植物为主, 主要物种有小飞蓬、泽漆、芦苇 [*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud]、牛筋草 [*Eleusine indica* (L.) Gaertn.] 等多种植物, 其中小飞蓬和泽漆的分布比例较占优势, 因而作为根系向水性研究的目标物种。

小飞蓬为菊科蒿属越年生或 1 年生草本植物, 茎直立, 多为直根系, 根纤细, 多分布于水分充足的环境中。泽漆为大戟科大戟属 1 年生草本植物, 茎直立, 根纤细, 根长 7~10 cm。

1.2 试验方法

1.2.1 向水性梯度设置 设置采样区域以河岸带水陆交界处为起点, 向河岸边水平延伸, 每垂直距离约 50 cm、水平距离约 1 m 划分采样区域, 共设 3 个向水性梯度, 分别为近水处 (水平距离 1 m)、中距离 (水平距离 2 m) 和远水处 (水平距离 3 m)。然后在这 3 个水分梯度的采样区内采挖目标物种, 挖取深度不低于 30 cm, 以保证获取植株的完整根系, 每个采样区域内采 5 株目标植物, 并标记好根系的向水侧和背水侧。

1.2.2 处理方法 将采回的目标植株用清水冲洗, 去除根系表面的泥土, 用纸巾吸去根系表面的水分, 分别测量向水侧和背水侧的根直径、长度和数量。然后剪取根系的向水侧和背

收稿日期: 2016-04-18

基金项目: 国家自然科学基金 (编号: 31500371); 河南科技大学博士科研基金 (编号: 09001685)。

作者简介: 徐少君 (1975—), 男, 河南洛阳人, 博士, 讲师, 主要从事植物生态研究。E-mail: xushaojun@126.com。

水侧及植株的地上部分,分别装入干净的牛皮纸信封,在 80 ℃ 烘箱中烘 48 h 至恒质量,用电子天平分别称取其生物量。

1.2.3 根系特征和分析方法 利用测得的根系直径、长度和生物量等数据,通过公式计算出 2 物种的根质量比、向水侧根系生物量所占比例、向水侧表面积比、根表面积等;计算公式分别为:

根质量比 = 根系干质量/整株干质量;

向水侧根系生物量所占比例 = 向水侧根系干质量/根干质量;

向水侧根系表面积比 = 向水侧根系表面积/根系总表面积;

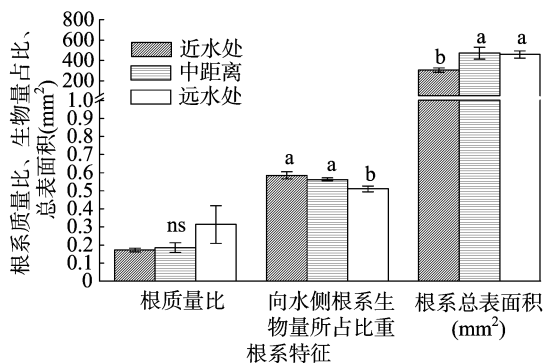
根系表面积 = $\sum \pi \times \text{不同径级根系直径} \times \text{根系长度}$ 。

统计分析工具为 SPSS 软件,分析方法主要为单因素方差分析和成对数据 *t* 检测,并用 Origin 软件对统计结果进行作图。

2 结果与分析

2.1 小飞蓬根系的向水性特征

2.1.1 不同水分梯度上的根系向水性特征 结果(图 1)显示,不同水分梯度上的小飞蓬根质量比差异不显著,但由近水处至远水处,根质量比有增加的趋势,数值分别为 0.175、0.185、0.313。向水侧根系生物量所占比例在近水处与中距离差异不显著,分别达到了 0.585、0.563,但两者与远水处相比差异显著,在远水处向水侧的根系生物量所占比例约为 0.510,向水侧根系生物量所占比值随着与水源水平距离的增加有降低的趋势;对于根系总表面积来说,近水处的根系总表面积较小,为 304.07 mm²,显著低于中距离和远水处,约为中距离和远水处的 2/3,中距离与远水处差异不显著。



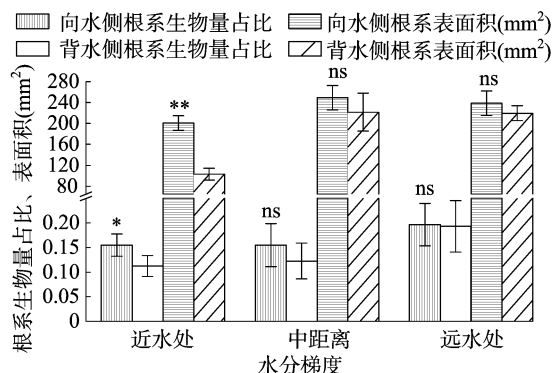
ns 表示差异不显著,不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著,假设测验为单因素方差分析,多重比较采用 Duncan's 检验。图3同

图1 不同水分梯度上小飞蓬的根系特征

2.1.2 每一梯度上向水侧和背水侧根系特征 由图 2 可以看出,在近水处小飞蓬的向水侧根系生物量与背水侧生物量差异显著,向水侧生物量为 0.155 g,约为背水侧生物量的 1.4 倍;同样地,向水侧根系表面积与背水侧根系表面积差异极显著,向水侧根系表面积约是背水侧根系表面积的 2 倍,达到了 200.89 mm²。在中距离和远水处,向水侧根系生物量、表面积均与背水侧无显著差异。

2.2 泽漆根系的向水性特征

2.2.1 不同水分梯度上的根系向水性特征 由图 3 可知,在近水处、中距离和远水处 3 个水分梯度上,泽漆的根质量比无



* 表示在 0.05 水平差异显著; ** 表示在 0.01 水平差异极显著; ns 表示差异不显著。假设测验方式为成对数据 *t* 测验。图 4 同

图2 不同水分梯度上小飞蓬向水侧和背水侧的根系特征

显著差异,但有逐渐增加的趋势,比值分别为 0.107 5、0.146 0、0.176 7;根总表面积在 3 个水分梯度上,也无显著差异;但向水侧的根系生物量在近水处占到了总根系的 0.625,显著高于中距离和远水处。

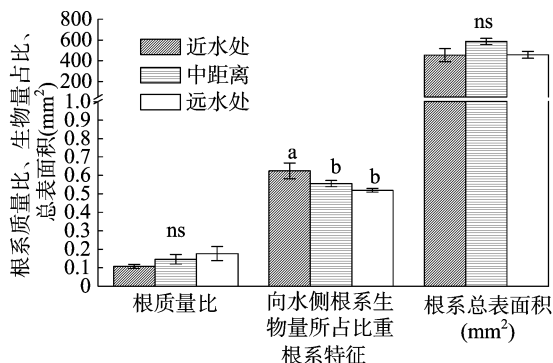


图3 不同水分梯度上泽漆的根系特征

2.2.2 每一梯度上向水侧和背水侧根系特征 由图 4 可以看出,在近水处,泽漆向水侧根系生物量占比与背水侧差异极显著,向水侧约是背水侧的 2 倍,数值达到了 0.12;向水侧根系表面积与背水侧根系表面积差异极显著,向水侧是背水侧的 2.35 倍,数值为 317.86 mm²。中距离处,向水侧根系生物量占比与背水侧差异极显著,向水侧为背水侧的 1.24 倍;向水侧根系表面积与背水侧根系表面积差异显著,向水侧是背水侧的 1.40 倍。在远水处,向水侧根系生物量与背水侧根系生物量占比差异不显著,数值分别为 0.133、0.123,向水侧根系表面积与背水侧根系表面积也没有显著差异。

3 结论与讨论

根系的分布受到诸多因素的影响,因为根系是植株直接接触土壤水分的器官,也是植株吸收土壤水分与养分的主要器官,所以根系的生长分布对土壤水环境十分敏感^[23-27]。研究表明,土壤含水量对植株根系生长的正效应显著^[21-22],其空间分布与水量分布状况极为一致,随着土壤水量的增加,根系指标生长量也增加^[17],即水量较多的地方分布的根系也较多,并且根系周围的湿度梯度较大时,根系的向水性反应更强烈,而土壤水分的含量对地上部分生物量则无明显的控制作用^[22]。

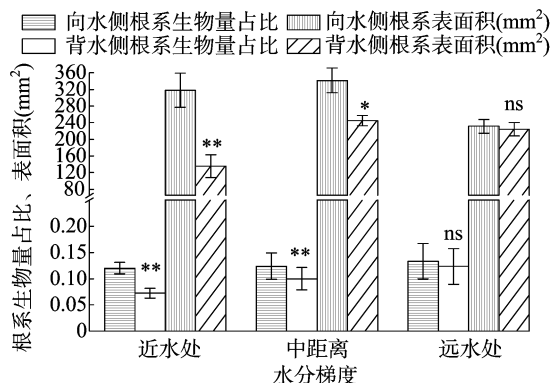


图4 不同水分梯度上泽漆向水侧和背水侧的根系特征

在本研究中,小飞蓬在近水处向水侧的根系生物量所占的比例显著高于背水侧,根系表面积显著高于背水侧。而泽漆表现得更为明显,在近水处向水侧根系的生物量所占的比例和根系表面积均极显著高于背水侧;在中距离处,也有相似的特点,即根系的生物量较多地分配到了向水侧。很显然,在近水处和中距离处土壤水分梯度较为明显,而较大的水分梯度能促进根系的向水性生长^[28],因此,2个物种在近水处和中距离处向水侧分配了更多的生物量和根系表面积,是对水分梯度的适应性反应。根系的生物量和根系表面积越大,意味着吸收水分的潜能和效率越大,接近水源的向水侧根系生物量和表面积占优,利于有效地吸收水分。

在不同的水分梯度上,小飞蓬和泽漆2种草本植物的根系生物量所占植株生物量的质量比并没有表现出显著性差异,即随着2个物种离开水源距离的增加,根系生物量所占植株的比重仅有增加的均势,并没有显著的增加。在本研究中设置的水分梯度分别距离水源1、2、3 m,对于2种草本植物而言,土壤水分比较充足,不应该是限制因子,因而与前人研究的水分胁迫会增加根系生物量的结果^[22]不一致。即在本研究中水分不是这2种植物生长的限制因子,因而没有表现出随着水分梯度上的变化植株生物量较多地分配到根系上这一特征,而是体现在根系的生物量较多地分配到了向水侧。

综上所述,城市河岸带的草本植物有明显的向水性,在靠近水源处向水性表现得更为明显。根系的向水性特征主要表现在向水侧根系生物量比背水侧大,向水侧根系的表面积也比背水侧表面积大,这样的根系分布特征有利于城市河岸带的植物更好地适应近水的生长环境,反映植物根系对有水分梯度的环境适应。因此,在城市河岸带绿化选择植物栽种时,须要考虑植物种类根系的向水性特征。

参考文献:

[1] Tabacchi E, Lambs L, Guillo H, et al. Impacts of riparian vegetation on hydrological processes[J]. *Hydrological Processes*, 2000, 14 (16/17): 2959–2976.

[2] Nilsson C, Berggren K. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation[J]. *Bioscience*, 2000, 50(9): 783–793.

[3] 韩路, 王海珍, 于军. 河岸带生态学研究进展与展望[J]. *生态环境学报*, 2013, 22(5): 879–886.

[4] 王家生, 孔丽娜, 林木松, 等. 河岸带特征和功能研究综述[J]. *长江科学院院报*, 2011, 28(11): 28–35.

[5] 郭二辉, 孙然好, 陈利顶. 河岸植被缓冲带主要生态服务功能研究的现状与展望[J]. *生态学杂志*, 2011, 30(8): 1830–1837.

[6] 杨胜天, 王雪蕾, 刘昌明, 等. 岸边带生态系统研究进展[J]. *环境科学学报*, 2007, 27(6): 894–905.

[7] 赵广琦, 崔心红, 张群, 等. 河岸带植被重建的生态修复技术及应用[J]. *水土保持研究*, 2010, 17(1): 252–258.

[8] 陈利顶, 齐鑫, 李芬, 等. 城市化过程对河道系统的干扰与生态修复原则和方法[J]. *生态学杂志*, 2010, 29(4): 805–811.

[9] 郭屹立, 丁圣彦, 苏思, 等. 伊洛河流域外来草本植物分布格局[J]. *生态学报*, 2013, 33(17): 5438–5447.

[10] 邵波, 方文, 王海洋. 国内外河岸带研究现状与城市河岸带生态重建[J]. *西南农业大学学报(社会科学版)*, 2007, 5(6): 43–46.

[11] 郭屹立, 卢训令, 丁圣彦. 伊洛河河岸带生态系统草本植物功能群划分[J]. *生态学报*, 2012, 32(14): 4434–4442.

[12] 张建新, 彭补拙. 河岸带研究及其退化生态系统的恢复与重建[J]. *生态学报*, 2003, 23(1): 56–63.

[13] 陈吉泉. 河岸植被特征及其在生态系统和景观中的作用[J]. *应用生态学报*, 1996, 7(4): 439–448.

[14] Selby P. From cropland to wetland to classroom[J]. *Land and Water*, 2000, 44(5): 55–57.

[15] 上官铁梁, 贾志力, 张红, 等. 汾河河漫滩三种草本植物群落的生物量研究[J]. *草业科学*, 2000, 17(6): 39–45.

[16] 孙强, 韩建国, 刘帅, 等. 草地早熟禾草坪土壤水分动态与根系生长分布[J]. *生态学报*, 2005, 25(6): 1306–1311.

[17] 冯广龙, 刘昌明. 人工控制土壤水分剖面调控根系分布的研究[J]. *地理学报*, 1997, 52(5): 461–469.

[18] 郭京衡, 李尝君, 曾凡江, 等. 2种荒漠植物根系生物量分布与土壤水分、养分的关系[J]. *干旱区研究*, 2016, 33(1): 166–171.

[19] 严晓丹. 向水性研究进展[J]. *现代农业科学*, 2008, 15(3): 1–2, 5.

[20] 金明现, 王天铎. 玉米根系生长及向水性的模拟[J]. *植物学报*, 1996, 38(5): 384–390.

[21] 胡田田, 牛晓丽, 漆臻良, 等. 玉米初生根向水性诱导优化试验研究[J]. *生态学报*, 2015, 35(6): 1829–1836.

[22] 杨再强, 邱译萱, 刘朝霞, 等. 土壤水分胁迫对设施番茄根系及地上部生长的影响[J]. *生态学报*, 2016, 36(3): 748–757.

[23] 李鲁华, 李世清, 翟军海, 等. 小麦根系与土壤水分胁迫关系的研究进展[J]. *西北植物学报*, 2001, 21(1): 1–7.

[24] 张海燕, 张敏, 祁珊珊, 等. 入侵植物小飞蓬化感作用及有效成分分析[J]. *杂草科学*, 2015, 33(4): 5–9.

[25] 魏飒, 任树梅, 杨培岭, 等. 围场地区紫花苜蓿土壤水分动态变化与根系分布状况研究[J]. *中国农学通报*, 2006, 22(5): 448–451.

[26] 尹宝重, 马燕会, 郭丽果, 等. 冬小麦不同行距配置对麦田温度、根系分布和产量的影响[J]. *江苏农业科学*, 2015, 43(2): 82–86.

[27] 冯广龙, 刘昌明, 王立. 土壤水分对作物根系生长及分布的调控作用[J]. *生态农业研究*, 1996, 4(3): 5–9.

[28] Takahashi H. Hydrotropism: the current state of our knowledge[J]. *Journal of Plant Research*, 1997, 110: 163–169.