

昆明市建成区绿地群落对重金属吸收富集特性研究

奉 浠 婷, 廖 周 瑜, 骆 飞, 赵 伟

(西南林业大学 环境科学与工程学院, 云南 昆明 650224)

摘 要:选取昆明市建成区内代表性的绿地,结合绿地群落特征调查分析,对绿地群落吸收和富集重金属铜、铅和锌的能力和特点进行了比较研究。结果表明:各绿地群落对重金属的吸收和富集能力与其种类构成和配置情况关系更为密切;在通过绿地对城市土壤重金属污染的治理过程中,种类选择和配置是绿地建设的关键。

关键词:昆明建成区;绿地群落;重金属;吸收富集特性

中图分类号:S 731.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2012)08-0091-03

城市人口高度集中,人类活动频繁,与土壤直接或间接接触的机率很高,相比于自然土壤或农用土壤而言,城市土壤的重金属污染更容易对人体健康造成危害^[1-3]。土壤污染物可以通过扬尘和与土壤直接接触等途径而对人体产生危害。绿地是优化城市环境、保证城市生态系统整体稳定性的必要成分,它不仅可以覆盖城市土壤,减少土壤扬尘的机会,而且绿地植物可以从环境中对重金属进行吸收和富集,从而降低重金属对人类健康的危害。因此结合城市土壤的重金属污染特点有目的地选择绿地植物种类并进行合理配置,可以有效地治理城市土壤重金属污染,也是生态城市建设的重要课题。

随着城市化发展,大量污染企业搬出城区,但交通工具的数量急剧增加,汽车轮胎及排放的废气中含有铜、铅、锌等多种重金属元素^[4],进入周围的土壤环境,成为城市土壤重金属污染的主要来源之一,此外,雨水淋洗也会使市区内堆放的垃圾中的重金属以有效态形式^[5]渗漏释放到土壤中,使城市土壤局部重金属含量增加。现以目前昆明市建成区(二环内)代表性绿地为对象,在绿地植物群落结构的调查分析基础上,测试并比较分析了各绿地植物群落各层次植物对重金属(铜、铅、锌)的吸收和富集的能力,以期为昆明市绿地建设中种类选择及配置提供参考。

1 材料与方法

1.1 绿地的选取与群落调查

在昆明市建成城区(二环内)各选取 1 个代表性绿地,即席子营小游园、金碧公园、茶花公园、五华绿地和

圆通绿地作为研究对象,调查各层次(乔、灌、草)的种类及其特征,如高度、冠幅、覆盖度等。

1.2 测试样品的采集

各绿地分层次随机选取优势种类植株为样株,并做好标记,采集样株的健康叶片(均为下层叶片,叶片完整,无受害症状),同层叶片分别带回室内清洗风干后,干燥处保存备用。于 2010 年 11 月至 2011 年 3 月分 2 次进行采样,间隔 120 d。

1.3 样品处理与分析

将上述风干的乔、灌、草叶片样品,分次按层次分别粉碎混匀后,过 80 目尼龙筛后作为试样。称取试样 3 g 于瓷坩埚中,加盖,置于 450℃ 的高温电炉中,恒温 2 h。冷却,取出后加入 5 mL(1:1)盐酸溶解,过滤后置于 50 mL 容量瓶中,定容,参照火焰分光光度法测定进行铜、铅、锌含量的测定^[6-7]。3 次重复,各层取平均值为该层叶片的重金属含量。

1.4 数据处理方法

群落多样性指数:群落各层次采用 Shannon-wiener 指数(H'), $H' = -\sum P_i \ln P_i$ (式中, $P_i = N_i/N$, N_i 为某物种在该层次出现的数目, N 为该层次中观察到的所有个体总数);绿地群落总的多样性为各层次多样性指数的总和。盖度=某种植物的冠幅总和 $\times 100$ /样方面积,草本植物的盖度以覆盖度表示。重金属吸富能力:前、后 2 次所测定的各层样株叶片中重金属含量的差值总和,即是绿地在试验期内绿地对重金属的吸收和富集的量,可反映其吸富能力。数据均采用 Excel 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 各绿地群落基本特征

绿地植物群落不同层次优势植物种类及其平均高度和盖度见表 1。由表 1 可知,乔木和灌木优势种类较多,但除了滇朴、桂花、女贞等植物出现在多个绿地中

第一作者简介:奉浠婷(1985-),女,在读硕士,现主要从事植物生态学的研究工作。E-mail:fengxiting2007@yahoo.com.cn。

基金项目:西南林业大学重点学科建设资助项目(XKX200902);昆明市科技局基金资助项目(08H130105)。

收稿日期:2012-02-24

外,其它绿地中优势植物种类均不相同;优势草本种类较少,而且在席子营小游园、五华绿地中未见人工种植物的草本植物;金碧公园、圆通绿地和茶花公园绿地的层次结构较完整,均具有乔、灌、草立体结构。

表1 绿地群落不同层次的优势种类及其特征

绿地名称	层次	优势种类	平均高度/m	盖度/%
金碧公园 (341 m ²)	乔木	桂花(<i>Osmanthus fragrans</i>)	4.50	86.82
	灌木	八角金盘(<i>Fatsia japonica</i> .)	1.20	22.20
		女贞(<i>Ligustrum lucidum</i> .)	1.10	39.50
	草本	早熟禾(<i>Poa annua</i>)	—	28.98
茶花公园 (184 m ²)	乔木	滇朴(<i>Celtis kummingensis</i>)	10.83	63.21
		法国梧桐(<i>Platanus orientalis</i>)	12.00	6.34
	灌木	山茶(<i>Camellia japonica</i> .)	1.50	23.43
		云南含笑(<i>Michelia yunnanensis</i>)	1.50	29.50
	草本	爬山虎(<i>Parthenocissus tricuspidata</i>)	—	1.81
圆通绿地 (164 m ²)	乔木	银杏(<i>Ginkgo biloba</i>)	12.50	9.83
		头状四照花(<i>Dendrobenthamia capitata</i>)	5.28	54.88
	灌木	软叶刺葵(<i>Phoenix roebelenii</i>)	1.40	6.63
		女贞(<i>L. lucidum</i>)	1.43	16.67
	草本	扁竹兰(<i>Iris confuse</i>)	0.62	32.76
五华绿地 (355 m ²)	乔木	化香(<i>Platycarya strobilacea</i>)	9.70	18.03
		香樟(<i>Cinnamomum camphora</i>)	6.00	1.13
	灌木	软叶刺葵(<i>P. roebelenii</i>)	2.80	27.72
		扶桑(<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>)	0.93	35.52
席子营小游园 (227 m ²)	乔木	滇朴(<i>C. kummingensis</i>)	11.34	39.98
		桂花(<i>O. fragrans</i> .)	4.63	24.47
	灌木	杜鹃(<i>Rhododendron simsii</i>)	0.59	53.83
		女贞(<i>L. lucidum</i>)	0.54	49.78

注:表中绿地名称后括弧中的数值表示该绿地的面积;席子营小游园和五华绿地中未见人工种植的草本植物,故未做相应调查。

由表2可知,乔木层多样性最高的是席子营小游园(2.89),最低的是金碧公园(0.00);灌木层中多样性指数最高的是五华绿地(2.36),最低的也是金碧公园(0.90);草本层中多样性指数最高的是圆通绿地(1.43),最低的是席子营小游园和五华绿地,均为0.00。各绿地总的多样性为圆通绿地(5.07) > 五华绿地(4.85) > 席子营小游园(4.66) > 茶花公园(3.34) > 金碧公园(1.47)。

表2 绿地群落的多样性

绿地名称	Shannon-wiener 多样性指数			
	乔木层	灌木层	草本层	总和
金碧公园	0.00	0.90	0.57	1.47
茶花公园	1.85	0.99	0.50	3.34
席子营小游园	2.89	1.77	0.00	4.66
圆通绿地	1.68	1.96	1.43	5.07
五华绿地	2.49	2.36	0.00	4.85

2.2 各绿地对重金属的吸富能力

所调查绿地植物叶片单位干重每天对重金属铜的吸富能力见图1。由图1可知,除圆通绿地外,各绿地灌木层植物的吸富能力均较乔木层和草本层的大,其中席子营小游园灌木层的吸富能力最大,达0.1047 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW(干重,下同);而圆通绿地灌木层吸富能力最弱,为0.0042 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW;乔木层中席子营小游园的乔木层吸富能力最弱,仅为0.0004 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW,而金碧公园的吸富能力最强,为

0.0175 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW;草本层中茶花公园的吸富能力较强,为0.0072 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW。各绿地对铜总的吸富能力为席子营小游园(0.1051 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW) > 金碧公园(0.0416 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW) > 五华绿地(0.0273 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW) > 茶花公园(0.025 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW) > 圆通绿地(0.0114 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW)。

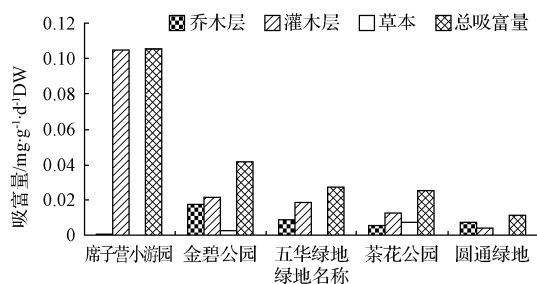


图1 各绿地植物群落对重金属铜的吸富能力

由图2可知,金碧公园和圆通绿地中乔木层对重金属铅的吸富能力明显高于其它层次,其它绿地则是灌木层的吸富能力明显高于其它层次。乔木层中,圆通绿地的吸富能力最强,为0.2591 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW,而席子营小游园的最弱,为0.0216 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW;灌木层中,五华绿地的灌木层吸富能力最强,为0.3269 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW,茶花公园的最弱,为0.0601 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW,但其草本层的吸富能力却最强,为0.0790。各绿地对铅总的吸富能力为五华绿地(0.4829 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW) > 金碧公园(0.3864 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW) > 圆通绿地(0.3379 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW) > 席子营小游园(0.1999 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW) > 茶花公园(0.1669 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW)。

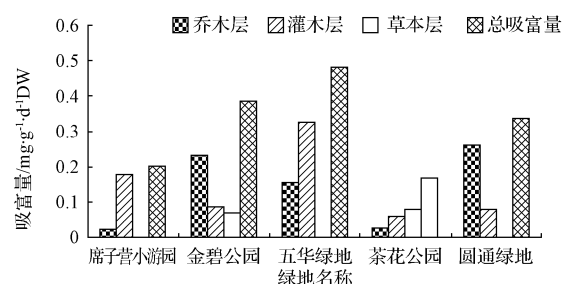


图2 各绿地植物群落对铅的吸富能力

由图3可知,除圆通绿地外,各绿地对重金属锌的吸富情况均表现为灌木层高于乔木层。乔木层中,圆通绿地的吸富能力最强,为0.8404 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW,而席子营小游园的最弱,为0.0508 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW;灌木层中,茶花公园的吸富能力最强,为0.4074 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW,而席子营小游园的最弱,为0.0649 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW;金碧公园草本层的吸富能力较强,为0.2406 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW。各绿地对锌总的吸收能力为圆通绿地(1.1061 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW) > 茶花公园(0.8647 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW) > 金碧公园(0.5305 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW) > 五华公园(0.3324 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW) > 席子营游园(0.1157 mg · g⁻¹ · d⁻¹DW)。

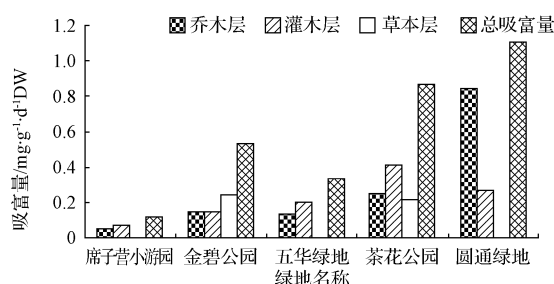


图3 各绿地不同层次植物叶片对重金属锌的吸富能力

该试验中,圆通绿地的草本植物叶片内各重金属含量低,均未被检测出。由图1~3可知,同一绿地中,不同层次植物对重金属的吸富特性存在明显差异,圆通绿地乔木层对各重金属的吸富能力均较其它层次的强,其它绿地均表现出灌木层对各重金属的吸富能力较强;金碧公园草本层植物对锌、茶花公园草本植物对铅的吸富能力均高于相应乔木和灌木层。对各重金属的总吸富能力强弱与各绿地植物群落结构层次的完整性、多样性未表现出明显的一致性,如席子营小游园层次结构中缺乏草本层,但其对铜的总吸富能力均表现出最强(表1、图1);金碧公园的多样性较低,但其对锌、铜的总吸富能力却均较多样性高的五华绿地的强(表2、图1、图3)。这些情况说明绿地植物的种类和配置情况是影响其对重金属吸富能力的主要因素。

3 讨论与结论

城市的土壤环境质量与人类健康息息相关,城市土壤重金属污染是城市化后亟待解决的一个重要问题^[8]。随着人们环境意识的提高,环境保护设施的完善以及汽车尾气排放的控制和能源结构的调整,交通及其它产生的废弃物所带来的污染将逐步得到控制,而土壤扬尘将成为城市重金属污染的主要因素。因此,减少城市土壤暴露面积,增加绿地面积,并合理构建绿地系统,是城市生态建设的重要措施。

该研究中所调查绿地均处于昆明市建成区二环内,均为交通密集繁忙地段,所受的污染情况应大致相当,而各绿地所表现出对重金属吸富能力却表现出明显的差异,进一步说明绿地的吸富能力与其组成种类的关系更为密切。因此,对城市土壤重金属污染的生物修复治理过程中,绿地群落的种类选择和配置是关键。该研究结果表明,以桂花为主构成的乔木层次对铜的吸富能力较强,而以银杏、头状四照花为主构成的乔木层对铅和锌的吸富能力较强;灌木层中,以杜鹃、女贞为主构成的层次对铜的吸富能力较强,以软叶刺葵、女贞为主构成的层次对铅的吸富能力较强,以山茶、云南含笑为主构成的层次对锌的吸富能力较强;草本层中,爬山虎对铜和铅、早熟禾对锌的吸富能力较强。在绿地建设实践时,可参考这些植物的吸富特性,并结合当地污染特点,因地制宜地进行种类选择和构建绿地,为昆明市生态的可持续发展奠定基础。

参考文献

- [1] 张磊,宋凤斌,王晓波. 中国城市土壤重金属污染研究现状及对策[J]. 生态环境,2004,13(2):258-260.
- [2] 莫昌琨. 城市土壤重金属污染及治理对策[J]. 北方环境,2011,23(5):127-128.
- [3] Manta D S, Angelone M, Bellanca A, et al. Heavy metal in urban soil: a case study from the city of Palermo(Sicily), Italy [J]. The Science of the Total Environment, 2002, 300:229-243.
- [4] Falahi-Ardakani A. Contamination of environment with heavy metals emitted from automobiles [J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 1984, 8:152-161.
- [5] 张辉,马东升. 城市生活垃圾向土壤释放重金属研究[J]. 环境化学, 2001,20(1):43-47.
- [6] 陈伟彬,黄俊生,池泳浩,等. 火焰原子吸收法测定 Pb、Cd、Cu、Zn 含量[J]. 广东微量元素科学,2004,11(7):48-51.
- [7] 任乃林,陈伟彬,黄俊生,等. 用植物叶片中重金属元素含量指示大气污染的研究[J]. 广东微量元素科学,2004,11(10):41-45.
- [8] 孙英君,丁宁,蔡菲,等. 空间统计学模拟方法在城市重金属污染分析中的应用[J]. 生态环境,2008,17(6):1898-1902.

Absorption and Accumulation Characteristics of Greenbelt Plant Community to Heavy Metal in Kunming Built-up Area

FENG Xi-ting, LIAO Zhou-yu, LUO Fei, ZHAO Wei

(College of Environmental Science and Engineering, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224)

Abstract: On researching the typical greenbelts in Kunming built-up area, the greenbelt plant community characteristics were surveyed and analysed, and the absorption and accumulation capabilities and features of the greenbelt plant community to heavy metal including Cu, Pb and Zn were comparative researched. The results showed that the absorption and accumulation capabilities of the greenbelt plant community to heavy metal was more closely related to their species constitution and allocation situation. Therefore, in the process of governing urban soil's heavy metal pollution through greenbelt, the key points were species selection and allocation for the construction of greenbelt.

Key words: Kunming built-up area; greenbelt plant community; heavy metal; absorption and accumulation characteristics