

交通岛绿地和侧绿带对绿地土壤重金属分布的影响

陈祥^{1,2}, 胡艳燕^{1,2}, 朱本国^{1,2}, 徐福银^{1,2}, 包兵^{1,2}

(1. 重庆市风景园林科学研究院, 重庆 401329; 2. 重庆市城市园林绿化工程技术研究中心, 重庆 401329)

摘要:以重庆市 4 个典型道路交通岛绿地和 3 个侧绿带为研究对象, 分别采集距离道路边沿一定梯度的表层土壤样品, 测定样品的 Pb、Cd、Cr、Mn、Hg、As、Cu、Zn、Fe 的含量, 研究 2 种道路绿地类型绿地土壤重金属含量分布的差异, 探索道路绿地的防护效应。结果表明: 随着距道路距离的增加, 绿地土壤重金属的综合污染指数总体呈下降趋势。按照线性方程估算, 交通岛型绿地距道路距离为 80 m、道路侧绿带为 50 m 时土壤重金属综合污染指数接近 1。调查区域交通岛绿地土壤重金属综合污染指数和距道路的距离呈中等相关性, 道路侧绿带土壤重金属综合污染指数和距道路的距离呈强相关性, 而 2 种绿地的土壤重金属综合污染指数和距道路的距离总体呈弱相关性, 这可能与 2 种绿地的防护效应存在差异有关。

关键词: 重金属污染; 道路绿地; 分布; 土壤

中图分类号: X 53 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2015)17-0153-04

道路交通的机动车尾气排放、轮胎和其它零部件老化和磨损、机油和燃油泄露、路面磨蚀和货物抛撒等会造成环境污染。随着城市机动车数量的增加, 道路交通成了城市主要的环境污染源之一^[1-2]。其中对道路及其附近环境的重金属污染是一个重要方面^[3-4]。在道路附近有限的空间内, 绿地是交通重金属污染最直接的屏障^[5-9]。大量研究表明, 道路绿地对交通重金属污染具有防护效应^[1,3-10]; 绿地对路旁土壤重金属污染的防护作用存在明显的有效范围, 随着距离的增加, 防护效应减弱^[4-5,8-10]; 路旁土壤重金属污染的宽度与绿地的结构类型、生长状况、管理方式等因素密切相关, 尤其是绿化林带的高度和密度对缩小重金属污染范围影响很

大^[1,5,8-10]。一方面, 大多数研究主要集中在 Pb、Cd、Cr 等少数重金属的范围, 对多种重金属方面的研究较少; 另一方面, 大多数研究主要针对高速公路, 或者单条道路进行研究, 分别对交通岛绿地和侧绿带进行研究的报道较少。该研究以重庆市 4 个典型道路交通岛绿地和 3 个侧绿带为研究对象, 分别采集距离道路边沿一定梯度的表层土壤样品, 测定样品 Pb、Cd、Cr、Mn、Hg、As、Cu、Zn、Fe 的含量, 研究 2 种道路绿地对土壤重金属含量分布的影响, 探索道路绿地的防护效应, 为道路绿化建设充分发挥绿地的功能提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

选择重庆市具有代表性的交通岛道路绿地 4 个: 内环快速路杨公桥立交绿地、五黄路江北区江州立交绿地(植物配置不同, 分为 2 段: 草坪配置段和乔草配置段)、龙腾大道大公馆立交绿地, 路旁侧绿带绿地 3 个: 天马路沙坪坝区府广场段绿地、南滨路融侨公园前绿地、火炬大道格力电器旁绿地。

第一作者简介: 陈祥(1984-), 男, 云南宣威人, 本科, 工程师, 现主要从事城市土壤质量等研究工作。E-mail: cqem@foxmail.com.

基金项目: 重庆市科技计划“科技平台与基地建设”资助项目(NO. cstc2011pt-gc80019); 重庆市建设科技计划资助项目(20111110)。

收稿日期: 2015-06-02

the middle age grave-covered field and the old grave-covered field. It was found by detection and analysis of the soil nutrient contents of different age grave-covered fields that there was a positive correlation between the ratio balances of the soil nutrients and the quality of the water-melon. Higher a soil total salt content was one of the causes which causing the decline of the water-melon quality. Also lower a soil effective nutrient content was one of the causes which causing the decline of the water-melon quality.

Keywords: age of grave-covered field; soil nutrients; quality of water-melon

内环快速路杨公桥立交段为城市快速路,是市区车流量最大的城市道路之一,通行车辆种类较多,以各类客车、货车为主,绿地植物配置以乔灌草混交林为主。五黄路江州立交段为城市主干道,通行车辆以客车、小货车为主,绿地植物配置有一段以乔木为主、一段以草坪为主。龙腾大道大公馆立交段为城市主干道,通行车辆以客车、小货车为主,绿地植物配置为灌木-乔灌草混交林。天马路沙坪坝区府广场段为城市主干道,通行车辆以客车、小货车为主,绿地植物配置以乔灌草混交林为主。火炬大道格力电器段为城市主干道,通行车辆以客车、小货车为主,有部分大中型货车,绿地植物配置以乔灌草混交林为主。南滨路融侨公园段为城市滨江干道,通行车辆以客车为主,车流量相对较少,绿地植物配置以乔灌草混交林为主。

1.2 试验材料

在一个样区内,设计距道路边沿 3、5、15、30、50、60、70、80、110、130 m 的水平梯度。50~130 m 范围内的梯度根据绿地的实际宽度、现场立地条件等,相应减少水平梯度的数量。在各梯度线上采集 0~20 cm 深的土壤样品,每个水平梯度线分别采集 2 个样品,2 个样品的间距 5~10 m,取 2 个样品测定值的平均值为最终值。单个样品按“四分法”充分混合,取 1 kg 装入塑料袋,统一

编号后带回实验室。

1.3 项目测定

土壤样品经自然风干,研磨后分别过 1.00、0.15 mm 尼龙筛后待测。用原子吸收分光光度法测定 Pb、Cd、Cr、Mn、Cu、Zn、Fe 含量,用原子荧光法测定 Hg、As 含量。用污染指数反映土壤重金属元素污染程度,污染指数越大,表示该土壤受重金属污染越严重,取综合污染指数 $P \leq 1$ 为污染风险可接受的程度, $1 < P \leq 2$ 为轻度污染。将 9 种重金属进行综合污染指数评价,计算公式: $P = \{[(C_i/C_o)_{max}^2 + (C_i/C_o)_{ave}^2]/2\}^{1/2}$ 。式中: P 表示土壤重金属综合污染指数; $(C_i/C_o)_{max}^2$ 表示单因子污染指数最大值; $(C_i/C_o)_{ave}^2$ 表示单因子污染指数平均值。

分别选择 5 个远离道路的公园绿地:南山植物园、江北嘴中央公园、石门公园、沙坪公园、重庆园博园,用同样方法避开公园内的道路,采集公园核心区乔灌草复层结构绿地的土壤样品,测定重金属含量,以平均值作为绿地土壤重金属含量的背景值(表 1)。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 软件进行分析。

表 1 绿地土壤重金属含量背景值

Table 1 Background concentrations of greenbelt soil heavy metals

重金属种类 Kinds of heavy metal	Pb	Cd	Cr	Mn	As	Hg	Cu	Zn	Fe
	/(mg · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(g · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(g · kg ⁻¹)
含量背景值 Background concentrations	25.9	0.296	33.0	0.493	5.30	0.114	53.5	70.6	26.3

2 结果与分析

2.1 道路交通岛绿地对交通重金属污染的防护效应

由图 1、2 可知,随着距道路距离的增加,4 个交通岛绿地的土壤重金属综合污染指数总体呈减小的趋势,距道路的距离和土壤重金属综合污染指数呈中等相关性。

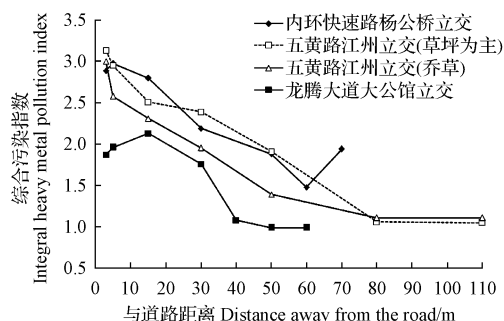


图 1 随着距道路距离的增加不同交通岛绿地土壤重金属综合污染指数变化

Fig. 1 The integral heavy metal pollution index of the traffic island greenbelts soil varied with the distance away from the road

内环快速路杨公桥立交绿地为典型的高速路型交通岛绿地。杨公桥立交道路为典型的快速干道+主干道的复杂立交型,绿地周围均为道路,主要道路为内环快速路,另一侧主要是城市主干道。受另一侧城市主干道的影响,距内环快速路距离 70 m 处的土壤重金属含量反而比距离 60 m 处的要高。

对比五黄路江州立交以草坪为主的绿地和乔草配置的绿地土壤重金属综合污染指数可知,乔草配置的绿地土壤重金属综合污染指数总体低于以草坪为主的绿地,而且其污染等级达到轻度污染时距道路的距离比以草坪为主的绿地要短。绿地乔草混交林能降低绿地土壤主要重金属污染物的浓度和缩短绿地土壤主要重金属污染物的扩散距离。

由图 1 还可知,龙腾大道大公馆立交绿地的植物配置对绿地土壤重金属污染的防护效应较明显。距道路 3~30 m 的绿地土壤重金属综合污染指数范围为 1.83~2.13,该区域的植物配置模式为灌木;距道路 40~60 m 的绿地土壤重金属综合污染指数范围为 0.99~1.08,该区域的植物配置模式为乔灌草的复层结构。在同一路内,乔灌草的复层结构对交通重金属污染的防护效应

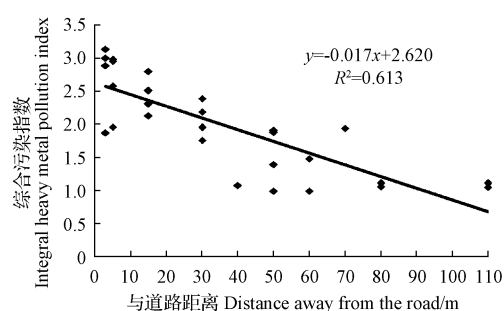


图2 交通岛绿地土壤重金属综合污染指数与距道路距离的相关性

Fig. 2 The integral heavy metal pollution index of the traffic island greenbelts soil correlation with the distance away from the road

明显增强。

在交通岛绿地中,土壤重金属综合污染指数最高的道路绿地为内环快速路杨公桥立交绿地,其次为五黄路江州立交草坪为主的绿地,再次为五黄路江州立交乔草绿地,最后是龙腾大道大公馆立交绿地。内环快速路车流量较大,为双向8车道城市快速路,原为内环高速公路,通行车辆种类较多,其中大型车量通行量在6条道路中最大。所以,交通岛绿地土壤重金属污染情况受道路的车流量、通行车辆类型等影响密切。

2.2 道路侧绿带对交通重金属污染的防护效应

由图3可知,随着距道路距离的增加,3条道路侧绿带的土壤重金属综合污染指数总体呈减小的趋势,距道路的距离和土壤重金属综合污染指数呈强相关性。道路绿地中的绿带环境状况一般比交通岛要简单,绿带的一侧主要为道路,另一侧主要是城市建筑等。天马路区府广场绿地为道路旁的广场绿地,火炬大道格力电器旁为路旁带状绿地,南滨路融侨公园前绿地为滨江道路附属带状绿地。由图4可知,道路侧绿带土壤重金属的综合污染指数总体比交通岛的污染指数要低,这可能是与所选道路车流量较低、通行的大型车辆相对较少密切相关。

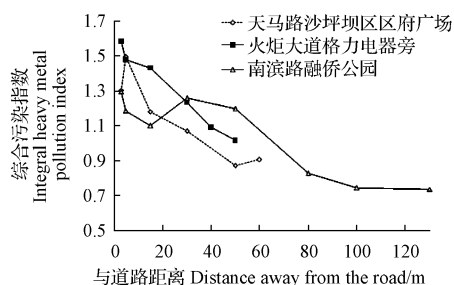


图3 随着距道路距离的增加不同绿带土壤重金属综合污染指数变化

Fig. 3 The integral heavy metal pollution index of the one-side greenbelts soil varied with the distance away from the road

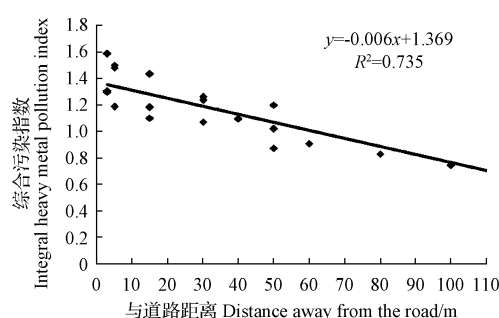


图4 道路侧绿带土壤重金属综合污染指数与距道路距离的相关性

Fig. 4 The integral heavy metal pollution index of the one-side greenbelts soil correlation with the distance away from the road

2.3 2种绿地土壤重金属综合污染分布

由图5可知,随着距道路距离的增加,道路绿地的土壤重金属综合污染指数总体呈减小的趋势,但是7处道路绿地土壤重金属综合污染指数和绿地距道路的距离呈弱相关性,这可能与各种道路绿地的类型和绿地的防护效应存在差异有关。

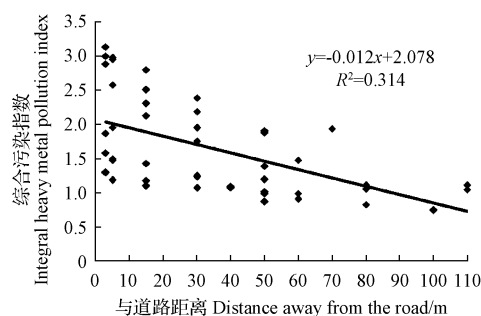


图5 2种道路绿地土壤重金属综合污染指数与距道路的距离的相关性

Fig. 5 The integral heavy metal pollution index of two greenbelts soil correlation with the distance away from the road

3 结论与讨论

随着距道路距离的增加,绿地土壤的重金属综合污染指数总体呈下降趋势,但是土壤重金属综合污染指数总体和距道路的距离呈弱相关性。2种绿地的土壤重金属呈不同的分布特征,这可能与2种道路的特征不同、绿地类型不同导致的绿地防护效应差异有关。调查区域交通岛道路土壤重金属综合污染指数和距道路的距离呈中等相关性,道路侧绿带土壤重金属综合污染指数和距道路的距离呈强相关性。交通岛绿地大多为圆形或椭圆形绿地,四周均为道路,是车流量最集中的一段绿地,土壤受交通污染的程度相对较高。调查区域的交通岛内环快速路杨公桥立交、五黄路江州立交、龙腾大

道大公馆立交均为城市主干道中车流量较高的路段,而且通行的车辆中货车、大型客车的比重较大,在几条道路中内环快速路杨公桥立交车流量最大、通行的大型车比重也最大;而道路侧绿带天马路沙坪坝区府广场段、火炬大道格力电器段、南滨路融侨公园段,车流量总体比交通岛路段小,通行的车辆中,大型车辆的比重也较小。

按照线性方程估算,当交通岛型绿地距道路的距离为 80 m、道路侧绿带为 50 m 时,绿地土壤重金属综合污染指数接近 1。土壤重金属综合污染指数的分布变化,除与距道路的距离有关外,还与道路绿地的植物配置密切相关。交通重金属污染的主要来源是大气颗粒物,大气颗粒物是大气中组成最复杂的污染物之一,其移动扩散也较复杂^[11-14]。绿地内植物对大气颗粒物具有阻挡作用,植物的阻挡可使风速减小、而且可直接阻挡空气中的粗颗粒,细颗粒或被枝叶截留,或为枝叶和树枝吸附^[14-16]。大气颗粒物中的重金属一部分被植物吸收,另一部分大气中的重金属可通过自然沉降和雨水淋溶作用进入土壤中。大量研究表明,绿地植物可阻挡交通降尘的扩散^[16-17],五黄路江州立交草坪为主的绿地土壤重金属综合污染指数总体比以乔木为主的绿地高,这也可说明乔木的防护效应较草本植物强,所以道路绿地土壤重金属的分布特征与绿地的配置结构也是密切相关的。

参考文献

- [1] 王成,鄧光发,杨颖,等. 高速路林带对车辆尾气重金属污染的屏障作用[J]. 林业科学,2007,43(3):1-7.
- [2] 曹秀春,孟庆繁. 城市绿化带对大气污染的防护效能[J]. 东北林业

大学学报,2007,35(10):20-21,36.

- [3] 刘坤,李光德,张中文,等. 城市道路土壤重金属污染及潜在生态危害评价[J]. 环境科学与技术,2008,31(2):124-127.
- [4] 李吉峰. 关中公路土壤重金属污染及潜在生态危害分析[J]. 土壤通报,2013,44(3):744-747.
- [5] 徐永荣,冯宗炜,王春夏,等. 绿带对公路两侧土壤重金属含量的影响研究[J]. 湖北农业科学,2002(5):75-77.
- [6] ZHUANG P, LI Z A, ZOU B, et al. Heavy metal contamination in soil and soybean near the Dabaoshan Mine, South China[J]. Pedosphere, 2013, 23(3):298-304.
- [7] 张慧峰,钱枫,宋洋,等. 城市交通对道路周边土壤重金属污染影响的研究[J]. 河北科技大学学报,2010,31(1):57-61.
- [8] 王利,陈振楼,许世远,等. 上海市延安高架道路沿线绿地土壤中重金属的分布与评价[J]. 土壤通报,2007,38(1):203-205.
- [9] 马建华,李剑,宋博. 郑汴路不同运营路段路旁土壤重金属分布及污染分析[J]. 环境科学学报,2007,27(10):1734-1743.
- [10] 杜振宇,邢尚军,宋玉民,等. 山东省高速公路两侧土壤的铅污染及绿化带的防护作用[J]. 水土保持学报,2007,21(5):175-179.
- [11] 金振星,李百战,郑洁. 重庆市交通尾气污染的影响因素及污染防治[J]. 重庆建筑大学学报,2006,28(2):103-106,114.
- [12] 陈学泽,谢耀坚,彭重华. 城市植物叶片金属元素含量与大气污染的关系[J]. 城市环境与城市生态,1997,10(1):45-47.
- [13] 张建强,白石清,渡边泉. 城市道路粉尘、土壤及行道树的重金属污染特征[J]. 西南交通大学学报,2006,41(1):68-73.
- [14] 庞博,张银龙,王丹. 城市不同功能区内叶面尘与地表灰尘的粒径和重金属特征[J]. 生态环境学报,2009,18(4):1312-1317.
- [15] 向丽,李迎霞,史江红,等. 北京城区道路灰尘重金属和多环芳烃污染状况探析[J]. 环境科学,2010,31(1):159-167.
- [16] 殷杉,蔡静萍,陈丽萍,等. 交通绿化带植物配置对空气颗粒物的净化效益[J]. 生态学报,2007,27(11):4590-4595.
- [17] 赵勇,李树人,严志平. 城市绿地的滞尘效应及评价方法[J]. 华中农业大学学报,2002,21(6):582-586.

Impact of Traffic Island Greenbelts and One-side Greenbelts on Distribution of Heavy Metals in the Greenbelt Soil

CHEN Xiang^{1,2}, HU Yanyan^{1,2}, ZHU Benguo^{1,2}, XU Fuyin^{1,2}, BAO Bing^{1,2}

(1. Chongqing Institute of Landscape Gardening, Chongqing, 401329; 2. Chongqing Urban Landscape Engineering Technology Research Center, Chongqing 401329)

Abstract: Greenbelts of 4 typical traffic island greenbelts and 3 one-side greenbelts in Chongqing were researched, with topsoil sampled from certain gradients away from the road for determining the contents of such heavy metals as Pb, Cd, Cr, Mn, Hg, As, Cu, Zn and Fe, so as to know impact of the two types of road greenbelts on heavy metal contents of greenbelt soil and to explore the protective effect of road greenbelts. The results showed that with the distance from the road increasing, the integral heavy metal pollution index of the greenbelt soil generally decreased. According to estimation based on linear equations, if a traffic island greenbelt was 80 m away from the road boundary, the integral heavy metal pollution index of soil at 50 m road-side greenbelt approaches 1. Within the researched area, the integral heavy metal pollution index of soil at the traffic island greenbelts has moderate correlation to the distance away from the road, that of soil at the road-side greenbelts has strong correlation to the distance away from the road, and that of soil at the road greenbelts generally has weak correlation to the distance away from the road, possibly due to different protective effects of the two types of greenbelts.

Keywords: heavy metals pollution; road green spaces; distribution; soil