

贺 坤, 曾阳青, 迟娇娇, 等. 上海市高架桥柱攀缘植物滞尘效应研究[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(9): 273–277.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.09.065

# 上海市高架桥柱攀缘植物滞尘效应研究

贺 坤<sup>1</sup>, 曾阳青<sup>1</sup>, 迟娇娇<sup>2</sup>, 李向茂<sup>2</sup>, 王延洋<sup>2</sup>

(1. 上海应用技术大学生态技术与工程学院, 上海 201418; 2. 上海市绿化管理指导站, 上海 200200)

**摘要:**为研究城市高架桥柱绿化植物的滞尘能力, 以上海市桥柱绿化常用的 8 种攀缘植物为对象, 对春、秋 2 季的植物叶片滞尘量进行系统分析, 结果表明: 攀缘植物的滞尘能力和叶面特征有着密切的联系, 滞尘能力较强的植物有薜荔、常春藤、五叶地锦、爬山虎, 较弱的有扶芳藤、南蛇藤、凌霄、油麻藤。同一植物的叶片滞尘量与周边环境关系密切, 同种类攀缘植物在市区环境条件下的滞尘量明显高于郊区条件环境下。大部分桥柱攀缘植物的滞尘量基本呈现秋季 > 春季的规律。研究结果可为上海市高架桥柱绿化植物的选择提供依据。

**关键词:**高架桥柱; 攀缘植物; 滞尘; 叶面特征

**中图分类号:**S718.56; TU985.14

**文献标志码:**A

**文章编号:**1002-1302(2018)09-0273-04

高架道路是城市快速交通的重要载体, 为城市交通的发展创造了良好条件, 但也占用了大量的城市空间, 加剧了城市“水泥森林”的现象, 给城市环境造成一定的负面影响。实施高架桥柱垂直绿化, 可以增加城市绿量、净化空气、增加空气湿度, 对全面提升城市景观品质有着积极的意义。近年来上海桥柱绿化发展迅速, 已有 2.5 万根高架桥柱实施了垂直绿化<sup>[1]</sup>。高架桥柱多位于道路隔离带中间, 长期受汽车尾气影响, 大气颗粒物污染相较于其他区域更严重, 因此研究城市桥柱绿化植物的滞尘效应, 对于研究桥柱绿化对城市环境的提升效应具有重要意义。

国内学者对绿化植物滞尘机理的研究多集中在城市行道树、绿地乔灌木和校园等环境中的乔灌木<sup>[2-4]</sup>, 刘璐等对 18 种广州市常见行道树叶片的滞尘能力进行了研究<sup>[5]</sup>, 陈雨萌等采用室内试验法定量比较了北京市 5 种典型植物叶片滞留颗粒物以及吸附水溶性离子的能力<sup>[6]</sup>。研究结果均表明植物叶片具有很强的滞尘能力, 可以降低空气中的粉尘颗粒物浓度。此外, 刘光立等对四川地区的 4 种垂直绿化植物滞尘效应进行了研究, 表明 4 种植物均具有较好的滞尘效果<sup>[7]</sup>。但目前国内对高架桥柱攀缘植物的研究较少。本研究以上海的高架桥柱绿化植物为例, 选择 8 种常用的攀缘植物作为研究对象, 测定不同植物的滞尘效应, 以及同一植物在不同环境和不同季节滞尘量的对比。希望通过本研究能够为高架桥柱绿化植物的生态效益评价提供新的思路, 为桥柱绿化植物的选择提供依据。

## 1 研究方法

### 1.1 样点选择

收稿日期: 2017-12-25

基金项目: 上海市科委“科技创新行动计划”资助项目(编号: 15DZ1203706); 上海市科委张江重点基金项目(编号: 201505-PD-JQ-A314-005)。

作者简介: 贺 坤(1982—), 男, 山东临朐人, 博士研究生, 副教授, 主要研究方向风景园林规划设计及生态修复工程。Tel: (021) 60873128; E-mail: hekun@sit.edu.cn。

上海市绿化管理指导站前期的桥柱绿化调研及统计结果表明, 上海市主要的桥柱绿化多集中在中心城区的内环高架、南北高架以及轨道交通三号线, 此外中环高架、奉贤 S4 高架等也有少量分布<sup>[1]</sup>。为保证试验结果可以代表上海市主要桥柱绿化的特点, 我们根据调研结果选取 8 个桥柱绿化群作为攀缘植物滞尘能力测定的样点, 其中 7 个桥柱群位于上海市核心城区, 分别是: a 漕溪路地铁站(轨交三号线), b 中山西路和延安西路路口(内环高架延安西路立交), c 中山北路和金沙江路(内环高架), d 真北路(中环高架), e 鲁迅公园(轨交三号线), f 延中绿地(延安高架)和中山南一路鲁班路路口(内环高架路交南北高架路); 另外在上海郊区选择了 1 个桥柱群, h 奉秀路(沪金高速)(图 1)。

### 1.2 植物品种

调查结果显示, 目前上海市高架桥柱绿化植物品种较少, 因此本次研究以使用频度较高的 8 种攀缘植物作为研究对象, 分别是薜荔(*Ficus pumila* Linn)、常春藤[*Hedera nepalensis* var. *sinensis* (Tobl.) Rehd]、五叶地锦[*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch]、爬山虎[*Parthenocissus tricuspidata* (S. et Z.) Planch]、扶芳藤[*Euonymus fortunei* (Turcz.) Hand Mazz]、南蛇藤(*Celastrus orbiculatus* Thunb)、凌霄[*Campsis grandiflora* (Thunb) Schum]、油麻藤(*Mucuna sempervirens* Hemsl)为研究对象。

根据对上海市桥柱常用绿化植物的现状调研可知, 8 种攀缘植物都具有较好的覆盖能力, 且在桥柱周边较为恶劣的生境条件下也保持较好生长势, 具体性状见表 1。

### 1.3 样品采集

植物叶片是植物滞尘的主要部分<sup>[8]</sup>, 因此主要选取攀缘植物叶片进行滞尘能力分析。2015 年秋季和 2016 年春季开展攀缘植物叶片样品的采集工作, 所有样品采集均在 1 d 内完成。植物按照叶片大小对应的数量采集, 面积较大如爬山虎等每个桥柱采 30 张, 叶面积较小如薜荔、扶芳藤、凌霄等采 50 张, 中等大小如五叶地锦、常春藤、油麻藤采 40 张。采集过程中手尽量不触摸叶面以免沾上灰尘影响数据准确性。每种植物选择 5 根桥柱, 采样高度于桥柱高约 1.5 m 处, 桥柱 4

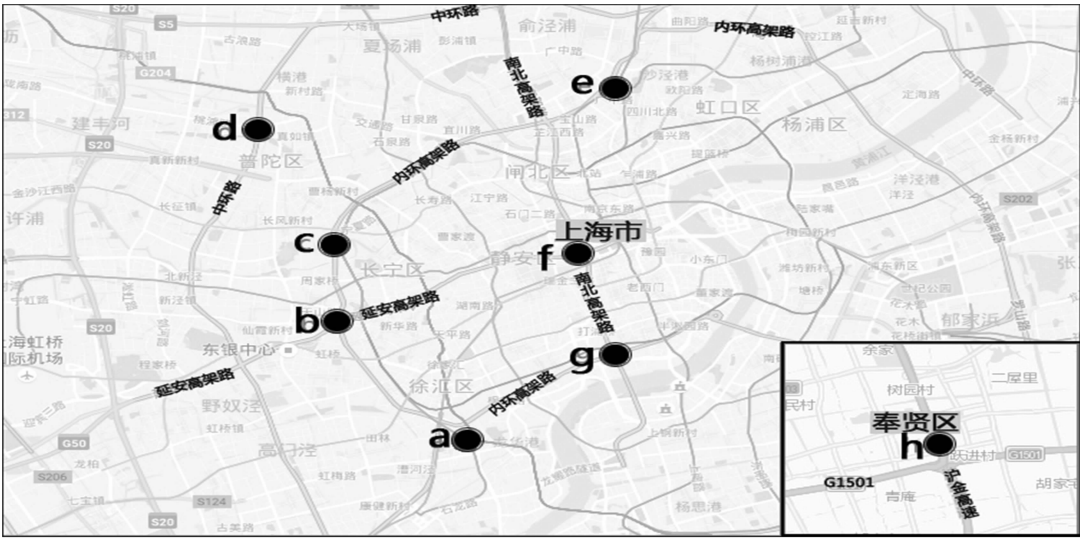


图1 桥柱绿化植物的样点选择

表 1 不同植物的生长势及覆盖效果分析

序号	植物	植株生长势	绿化覆盖效果
1	爬山虎	有广泛的适应性和较强的抗逆性,可在自然环境恶劣的地方生长繁衍,生长迅速	吸附攀缘能力强,生长快,绿化覆盖面积大,可达 30 ~ 50 m <sup>2</sup> ,但冬季落叶,会影响滞尘效应
2	五叶地锦	稍耐阴,耐寒,对土壤和气候适应性强;桥柱绿化中使用较多,生长十分迅速	蔓茎纵横,密布气根,翠叶遮盖如屏,覆盖面积较大,覆盖效果较好
3	常春藤	适应性强,较耐寒,略荫蔽环境下生长最好,对土壤及水分要求均不严格;桥柱绿化中使用较为广泛,生长健壮	茎蔓容易生根,应用较多的藤本绿化植物之一,四季常青,有较强的吸附能力
4	扶芳藤	较耐阴,在疏松、肥沃的沙壤土条件下生长健壮	攀缘能力强,生长旺盛,终年常绿,覆盖效果相对于爬山虎、薛荔等差
5	油麻藤	稍耐阴,抗性强,寿命长;在桥柱绿化中应用广泛,生长健壮	生长迅速、蔓茎粗壮,叶繁荫浓,生长速度快,绿化覆盖效果较好
6	南蛇藤	性喜阳,抗寒耐旱,对土壤要求不严,目前桥柱绿化中使用较少,长势较慢	枝浓叶茂、姿态优美,桥柱绿化中多通过搭架方式以利藤蔓生长
7	薛荔	耐贫瘠,抗干旱,幼株耐阴,日照充足时,营养器官迅速生长,茎干、枝条变粗	吸附能力最强,生长速度不如爬山虎,但叶片圆细,数量多,分枝密集,覆盖效果较好
8	凌霄	耐半阴,耐寒,耐旱,适应性较强;但目前在上海的桥柱绿化中使用还不多,生长强健	生长较快,有气生根,但侧枝少,附着力较差,遮光情况和对墙体的覆盖效果稍差

个面分别采集成熟健康叶片 6 ~ 10 张,在不抖动的情況放入密封塑料袋带回实验室。

1.4 测定方法

叶片带回实验室后,选取大小相近的等量叶片进行滞尘量测定,方法参照柴一新等的方法:用蒸馏水将叶片浸泡 2 h 以上,用干净毛刷清洗叶片上的粉尘,然后用镊子将叶片夹出。浸洗液用已作标记并烘干称量的滤纸( $m_1$ )过滤,将滤纸于 60 ℃ 下烘干 24 h,再以 1/1 000 天平称量( $m_2$ ),质量之差( $m_1 - m_2$ )即为叶片上所附着的降尘颗粒物的质量<sup>[9]</sup>。

叶片晾干后,采用手持叶面积扫描仪扫描,记录并算出总叶面积  $S$ , ( $m_1 - m_2$ )/ $S$  即为单位叶面积的叶片滞尘量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )。

1.5 数据分析

试验结果统计与分析采用 Excel 2010 和 SPSS 17.0 软件,采用 LSD 法检验各处理间的显著性差异。

2 结果与分析

2.1 高架桥柱攀缘植物的滞尘能力分析

将不同环境条件下攀缘植物叶片的滞尘量进行加和求平均值(表 2),结果表明 8 种攀缘植物的叶片单位滞尘能力排列顺序为:薛荔 > 常春藤 > 五叶地锦 > 爬山虎 > 扶芳藤 > 南蛇藤 > 凌霄 > 油麻藤。其中滞尘能力最强的薛荔,相对于滞尘能力最低的油麻藤,叶片单位面积滞尘量高出 7 倍多,说明不同攀缘植物之间的滞尘能力相差较大。造成这种显著差异的一个重要原因是不同个体叶表面特性的差异,叶面多皱、表面粗糙、叶面多绒毛、分泌物多,具有以上结构者则滞尘能力强<sup>[8]</sup>。薛荔、常春藤、五叶地锦、爬山虎叶片单位面积滞尘能力较强,与叶片表面的短毛或者网脉有较大的关系。

在植物叶片滞尘量的研究中,除了用单位叶面积滞尘量表达外,也有用单叶面积滞尘量来表述植物的滞尘量<sup>[10]</sup>。从单叶面积滞尘量分析,攀缘植物的单叶面积滞尘能力排列顺序依次为:爬山虎 > 常春藤 > 五叶地锦 > 薛荔 > 南蛇藤 > 扶芳藤 > 油麻藤 > 凌霄。造成单叶面积滞尘差异的主要原因之一是绿化植物叶片大小,当植物单个叶片面积较大时,其单叶面积滞尘量就占优势<sup>[11]</sup>。爬山虎、常春藤、五叶地锦单叶面积比较大,因此滞尘量也相对较高。虽然油麻藤和常春藤单

表 2 不同植物叶片的叶面特征及滞尘量

植物	叶面特征	单叶面积 (m <sup>2</sup> )	单位面积滞尘能力		单叶面积滞尘能力	
			单位面积滞尘量(g/m <sup>2</sup> )	排序	单叶滞尘量(mg)	排序
爬山虎	叶无毛,背有白粉,叶脉有柔毛	0.010 7	0.89 ± 0.11c	4	9.7 ± 1.20a	1
五叶地锦	两面无毛或下面脉上微被疏柔毛	0.004 0	1.02 ± 0.45b	3	3.7 ± 0.68b	3
常春藤	表面光泽,下有疏生鳞片;侧脉和网脉明显	0.003 5	1.14 ± 0.28a	2	3.9 ± 0.11b	2
扶芳藤	叶薄革质,侧脉细微和小脉全不明显	0.001 1	0.83 ± 0.15c	5	0.9 ± 0.13d	6
油麻藤	叶革质,叶面平滑,无毛,全缘	0.003 7	0.13 ± 0.03e	8	0.5 ± 0.01e	7
南蛇藤	两面光滑无毛,背脉具稀疏短柔毛	0.001 7	0.74 ± 0.11d	6	1.3 ± 0.19c	5
薜荔	表面无毛,背短毛,网脉突起成蜂窝状	0.001 5	1.15 ± 0.11a	1	1.8 ± 0.18c	4
凌霄	两面无毛,边缘有粗锯齿	0.001 2	0.15 ± 0.05e	7	0.2 ± 0.06f	8

注:同列数据后标有不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),下表同。

表 3 不同采集点植物叶片的滞尘能力

桥柱位置	植物	单位面积滞尘量 (g/m <sup>2</sup> )	排序
b(中山西路和延安西路路口)	南蛇藤	0.66 ± 0.11b	5
	扶芳藤	0.74 ± 0.13b	4
	爬山虎	0.94 ± 0.11a	3
	五叶地锦	1.14 ± 0.36a	2
	常春藤	1.39 ± 0.33a	1
	油麻藤	0.16 ± 0.05c	6
e(鲁迅公园)	五叶地锦	1.08 ± 0.34a	1
	油麻藤	0.14 ± 0.08c	4
	南蛇藤	0.67 ± 0.13b	2
	凌霄	0.16 ± 0.04c	3
g(中山南一路鲁班路路口)	爬山虎	0.76 ± 0.13a	3
	五叶地锦	0.95 ± 0.26a	2
	常春藤	1.05 ± 0.21a	1
	南蛇藤	0.50 ± 0.08b	4
	油麻藤	0.14 ± 0.06c	5
h(奉秀路)	常春藤	0.68 ± 0.13a	1
	扶芳藤	0.36 ± 0.03b	4
	五叶地锦	0.50 ± 0.12a	2
	油麻藤	0.10 ± 0.02c	5
	爬山虎	0.42 ± 0.09b	3

叶面积相似,但单叶滞尘能力相差甚远,应该是由于两者的叶面特征不同造成的。

为了进一步验证不同攀缘植物叶片的单位滞尘能力,选取有类似绿化植物的 4 个点:b 中山西路和延安西路路口(内环高架交延安高架路)、e 轨交三号线鲁迅公园、g 中山南一路鲁班路路口(内环高架路交南北高架路)、h 奉贤区奉秀路(沪金高速)进行不同植物叶片的滞尘能力对比分析,由表 3 可知:b 点攀缘植物叶片的滞尘能力大小排序为:常春藤 > 五叶地锦 > 爬山虎 > 扶芳藤 > 南蛇藤 > 油麻藤;e 点攀缘植物叶片的滞尘能力大小排序为:五叶地锦 > 南蛇藤 > 凌霄 > 油麻藤;g 点攀缘植物叶片的滞尘能力大小排序为:常春藤 > 五叶地锦 > 爬山虎 > 南蛇藤 > 油麻藤;h 点集攀缘植物叶片的滞尘能力大小排序为常春藤 > 五叶地锦 > 爬山虎 > 扶芳藤 > 油麻藤(表 3)。以上结果与表 2 显示的结果基本一致,说明不同攀缘植物叶片单位滞尘能力虽然可能随着环境不同发生变化,但不同攀缘植物叶片的单位滞尘量的排序确实基本一致。

由结果可知,叶片单位面积滞尘量与单叶面积滞尘量及

干重滞尘量并不一致。因为叶表面积是影响植物滞尘量的一个最重要的直接因素,因此单位面积滞尘量通常是反映不同树种滞尘能力最合理的指标<sup>[5]</sup>。由于绿化植物全部覆盖桥柱 4 面,叶片单位滞尘能力指标可以更好地反映整个绿化桥柱对污染物的吸附作用。对于桥柱绿化植物的选择,如果仅仅是从对空气环境优化角度来看,薜荔、常春藤、五叶地锦和爬山虎相对其他植物更为合适。

2.2 不同环境攀缘植物叶片滞尘量分析

城市空气污染程度对植物滞尘总量产生很大影响,而且同种类植物在封闭环境条件下叶片滞尘量明显低于开敞环境条件的滞尘量<sup>[8]</sup>。选取 b(中山西路和延安西路路口)、g(中山南一路鲁班路路口)、h(奉秀路)3 个点的 4 种同类植物(爬山虎、五叶地锦、常春藤、油麻藤)进行不同环境条件下叶片滞尘能力的分析(表 4)。以爬山虎为例,由表 4 结果可知,叶片单位面积滞尘量最高的区域是 b(中山西路和延安西路路口),其次是 g(中山南一路鲁班路路口),均比 h(奉秀路)高出 0.8 ~ 1.4 倍。同样,b、g 这 2 个点的五叶地锦、常春藤、油麻藤叶片单位滞尘量也均明显高于 h。究其原因在于 b(中山西路和延安西路路口)位于上海市中心地带,属城市中心的交通要道,车流量大,汽车尾气的排放、来回车辆的扬尘都是造成桥柱植物滞尘量高的原因<sup>[12-13]</sup>。g(中山南一路鲁班路路口)和 b(中山西路和延安西路路口)车辆流动数量相似,但 g 点桥柱群所在地建有交通绿岛,周边区域的灌木地被可以吸收部分粉尘,分担了桥柱攀缘植物的滞尘压力。h 点(奉秀路)位于奉贤区,属于上海郊区地带,桥柱周边区域车辆行人较少,周边区域没有高层建筑遮挡,空气流动相对活跃,大气中粉尘多往周边绿化带扩散,减轻了攀缘植物的滞尘压力。

2.3 不同季节攀缘植物叶片滞尘量分析

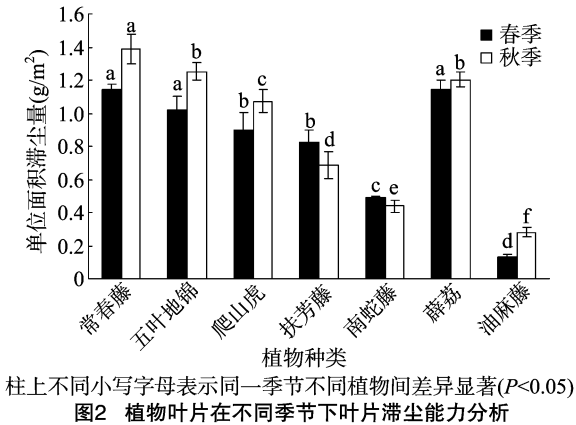
郭伟等的研究表明,城市绿地滞尘作用还与季节长短等因素有很大关系,不同季节植物滞尘作用会有较大区别<sup>[14]</sup>。对不同季节同一攀缘植物叶片单位滞尘量进行分析比较,结果如图 2 所示,常春藤,五叶地锦,爬山虎,薜荔,油麻藤叶片单位面积滞尘量均为秋季 > 春季,这与孙晓丹等的研究结果<sup>[15]</sup>一致。而扶芳藤、南蛇藤的叶片单位面积滞尘量的季节变化表现为:春季 > 秋季(凌霄叶片秋季未采得)。

分春秋两季,分别对 7 种植物的滞尘量进行单因素方差分析,采用 LSD 对同一季节下不同植物叶片滞尘量进行多重比较,结果表明不同物种间存在着显著性差异。就秋季叶片滞尘能力而言,常春藤与五叶地锦、爬山虎、扶芳藤、南蛇藤、

表 4 植物叶片在不同环境条件下滞尘量

植物	位置	单位面积滞尘量 (g/m <sup>2</sup> )	排序
爬山虎	b(中山西路和延安西路路口)	0.94 ± 0.11a	1
	g(中山南一路和鲁班路路口)	0.76 ± 0.13a	2
	h(奉秀路)	0.42 ± 0.09b	3
五叶地锦	b(中山西路和延安西路路口)	1.14 ± 0.36a	1
	g(中山南一路和鲁班路路口)	0.95 ± 0.26a	2
	h(奉秀路)	0.50 ± 0.12b	3
常春藤	b(中山西路和延安西路路口)	1.39 ± 0.33a	1
	g(中山南一路和鲁班路路口)	1.05 ± 0.21a	2
	h(奉秀路)	0.68 ± 0.13b	3
油麻藤	b(中山西路和延安西路路口)	0.16 ± 0.05c	1
	g(中山南一路和鲁班路路口)	0.14 ± 0.06a	2
	h(奉秀路)	0.10 ± 0.02b	3

薜荔以及油麻藤之间均存在显著性差异,五叶地锦与常春藤、爬山虎、扶芳藤、南蛇藤以及油麻藤之间都存在显著性差异,爬山虎与常春藤、五叶地锦、扶芳藤、薜荔、南蛇藤以及油麻藤之间也存在显著差异。



柱上不同小写字母表示同一季节不同植物间差异显著(P<0.05)  
图2 植物叶片在不同季节下叶片滞尘能力分析

3 讨论

3.1 桥柱绿化植物叶片滞尘规律与叶片结构的关系

植物叶片滞尘能力与其叶面形态结构特征有密切联系, Little 和 Wedding 等的研究都表明叶表面的粗糙程度、绒毛密度、分泌物等是造成滞尘能力差异的主要原因<sup>[16-17]</sup>。粗糙叶面有利于空气中粉尘颗粒的滞留,薜荔、常春藤叶面上有细小网脉的凸起,使其形成蜂窝状粗糙面,颗粒物与其叶表面接触时,会卡在网脉中<sup>[18]</sup>;五叶地锦和爬山虎叶片密生柔毛,颗粒物与叶面接触时卡在绒毛之间,从而有利于颗粒物滞留。油麻藤叶面光滑油亮,表面没有绒毛和网脉,不利于粉尘等颗粒附着,其次也较易受风速影响,所以不宜滞尘。不同植物的树体结构和枝叶密度也有所差异,而这些差异也会影响植物的滞尘量大小<sup>[2]</sup>,例如薜荔枝条数量多且枝上密生柔毛,利于空气中粉尘的拦截,而凌霄、油麻藤枝条相对较为稀疏,阻挡粉尘能力较弱<sup>[10]</sup>。本研究结果也表明薜荔、常春藤、五叶地锦和爬山虎有较强的滞尘能力,而凌霄、油麻藤滞尘能力较弱。

3.2 周边环境条件对攀缘植物叶片滞尘量的影响

同种树木在重度污染区的滞尘量最大,轻度污染区的滞

尘量最小<sup>[19]</sup>,周边有无建筑物、是否开敞、车流量大小等都会影响植物滞尘量<sup>[5,20]</sup>。中心城区车流量密集区域,大量机动车尾气排放,加剧了空气粉尘颗粒污染程度。而位于郊区的城市快速路高架桥柱周边空气质量较好,绿化覆盖率也相对较高,车流量也小,所以同种植物在市区环境下叶片滞尘量明显要高于郊区的。而同处市区内的桥柱植物,如果附近有大型公园、街头绿地或其他绿地,其中的乔灌木也能吸附粉尘颗粒,改善空气质量,从而降低桥柱植物的滞尘压力。本研究结果表明中心城区的桥柱攀缘植物滞尘量高于郊区,周边有其他绿化植物的桥柱攀缘植物的单叶面积滞尘量低于缺乏绿化植物的桥柱攀缘植物单叶面积滞尘量。相关研究表明即使在同一环境中植物不同部位叶片的单位滞尘量也存在较大差异<sup>[15]</sup>,因为桥柱高度普遍较高,处于不同高度的攀缘植物叶片也应该有不同的滞尘能力,这种差异还需要进一步研究。

3.3 不同季节攀缘植物叶片滞尘量的差异

空气中尘埃量越大,植物叶片滞尘量越高<sup>[14]</sup>,环境中粉尘含量在一定程度上影响着植物叶片滞尘量大小,叶片滞尘量随环境中粉尘含量的增多而增大,具有一定的线性回归关系<sup>[20]</sup>。就上海而言,春季暖热湿润,平均降水量大,降水对空气中污染物有清除和冲刷的作用,从而减少了空气中的粉尘,降低叶片滞尘量。从气象监测数据得出,上海春季风速平均值明显高于秋季,大气对流活动旺盛,有利于空气中粉尘的扩散,从而造成近地面粉尘颗粒增多,增加桥柱攀缘植物叶片滞尘压力,但同时也降低了叶片上粉尘颗粒物的停滞。因此,多数攀缘植物在春秋两季中叶片的单位面积滞尘量大致上呈现出秋季>春季的规律。据了解上海市可吸入颗粒物的季节分布情况正是秋冬季明显高于春季。扶芳藤、南蛇藤表现出相反的趋势,则可能与植物生长的阶段或者生长旺盛期对植物的滞尘能力影响有关<sup>[14]</sup>,还需要下一步进行深入研究。

4 结论

薜荔、常春藤、五叶地锦和爬山虎等攀缘植物的滞尘能力相对较高,而凌霄、油麻藤滞尘能力较小。不同植物滞尘效益的差异主要是由于叶面形态结构特征的不同引起的,叶表面粗糙程度越大和绒毛密度越高或者分泌物越多等都可以提高植物叶片的相对滞尘能力。

攀缘植物滞尘量与周边环境有较大关联,同一植物在中心城区的滞尘量一般较郊区高。如果周边区域有绿地或者车流量较低,也可以降低攀缘植物的滞尘压力。在中心城区的高架桥柱,特别是周边缺乏其他绿化植物的桥柱种植攀缘植物意义更大。

攀缘植物的滞尘量有季节性差异,多数植物叶片的单位面积滞尘量表现为秋季>春季的规律,与上海地区的气象变化有明显的一致性。

参考文献:

[1]王 瑛,王延洋,陈嫣嫣,等. 延安路高架桥柱绿化的实践与探索[J]. 上海建设科技,2017(3):66-68.  
[2]姚旭阳,胡耀升,刘艳红,等. 北京市 8 种常见绿化树种滞尘效应[J]. 西北林学院学报,2014,29(3):92-95.  
[3]朱凤荣,周丽. 二十种园林绿化树木滞尘量比较[J]. 北方园

王 科,柳小兰,高晓宇,等. 碳酸盐岩地区开垦年限对农田土壤理化性质的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(9):277-280.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.09.066

# 碳酸盐岩地区开垦年限对农田土壤理化性质的影响

王 科<sup>1</sup>, 柳小兰<sup>2</sup>, 高晓宇<sup>1</sup>, 王道平<sup>2</sup>, 崔明阳<sup>1</sup>, 林昌虎<sup>1,2,3</sup>, 张清海<sup>3</sup>, 林绍霞<sup>4</sup>, 何腾兵<sup>1</sup>

(1. 贵州大学, 贵州贵阳 550025; 2. 贵州省中国科学院天然产物化学重点实验室, 贵州贵阳 550002;

3. 贵州医科大学, 贵州贵阳 550001; 4. 贵州省理化测试分析研究中心, 贵州贵阳 550002)

**摘要:**以空间代时间的方法,于2016年4月选择位于贵州省中部开阳县南江乡屯上组的林地和邻近的4个不同开垦年限的农田样地(开垦年限为3、8、35、55年)为研究对象分析其土壤理化性质。结果表明:随着开垦年限的增加,吸湿水含量呈先降低后升高趋势,在开垦年限为8年时达到最低值;容重呈先升高后降低趋势,在开垦年限为8年时达到最高值;pH值呈升高趋势;有机质和全磷含量均呈先降低后升高趋势,在开垦年限为8年时达到最低值。不同开垦年限土壤中粗粉沙(0.01~0.05 mm)的含量都是最高的,随开垦年限增加,土壤中粗沙及中沙(0.25~2 mm)、细沙(0.05~0.25 mm)和细粉沙(0.001~0.005 mm)的含量在增加,而粗粉沙(0.01~0.05 mm)、中粉沙(0.005~0.01 mm)和黏粒(<0.001 mm)的含量在降低。碳酸盐岩地区农田土壤理化性质随开垦年限变化受耕作施肥和土壤颗粒组成的影响越来越明显,开垦之后用地与养地相结合显得尤为重要。

**关键词:**开垦年限;农用土壤理化性质;碳酸盐岩地区;吸湿水含量;容重

**中图分类号:**S158 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)09-0277-04

贵州省碳酸盐岩广泛分布,岩溶发育强烈,境内出露的碳酸盐岩面积达 $1.25 \times 10^5 \text{ km}^2$ ,占全省土地总面积的71.3%<sup>[1]</sup>。碳酸盐岩地区的土壤受喀斯特强烈发育的自然环境和人为活动干扰的影响,造成该地区土壤严重侵蚀,基岩裸露,生产力下降,是我国最大的生态脆弱区。随着人为活动越来越频繁,大面积土地被开垦为农田,但是由于碳酸盐岩地

区的土层发育较浅、地形切割深,加之强烈的淋溶、风蚀作用,引起耕地质量下降,开垦的农业用地处于“开垦-退化-弃耕”之间,不仅造成土壤资源的浪费,而且易引起石漠化现象<sup>[2]</sup>。土壤是复杂的自然综合体,随外界环境的变化而变化。已有研究表明,开垦和耕作方式等导致土壤肥力差异性较大,进而影响土壤养分形态组分和变迁<sup>[3]</sup>。不同开垦方式和开垦年限可以通过改变土壤的水热条件等影响土壤养分的流动与转化,合理利用耕地资源可以有效提高土壤质量,增强其对外界环境变化的抵抗力<sup>[3-5]</sup>。而在碳酸盐岩地区,农田土壤理化性质与开垦年限之间的关系研究较少,而农业发展不断面临着新的挑战,亟须了解该地区农田土壤理化性质对开垦年限的响应。本研究以贵州开阳县为例,通过探讨不同

收稿日期:2016-11-28

基金项目:国家自然科学基金(编号:41561075)。

作者简介:王 科(1991—),男,山西晋城人,硕士研究生,主要从事土壤肥力与作物生产研究。E-mail:18735429683@163.com。

通信作者:林昌虎,研究员,主要从事土壤学与环境科学研究。E-mail:linchanghu79@sina.com。

艺,2013(12):48-50.

[4]周蕴薇,田忠平,苏 欣. 哈尔滨市常见绿化树种叶表面形态与滞尘能力的关系[J]. 西北林学院学报,2017,32(1):287-292.

[5]刘 璐,管东生,陈永勤. 广州市常见行道树种叶片表面形态与滞尘能力[J]. 生态学报,2013,33(8):2604-2614.

[6]程雨萌,王云琦,王玉杰,等. 北京市5种典型植物滞尘特征及影响因素[J]. 环境化学,2016,35(8):1690-1697.

[7]刘光立,陈其兵. 四种垂直绿化植物杀菌滞尘效应的研究[J]. 四川林业科技,2004,25(3):53-55.

[8]高金辉,王冬梅,赵 亮,等. 植物叶片滞尘规律研究——以北京市为例[J]. 北京林业大学学报,2007,29(2):94-99.

[9]柴一新,祝 宁,韩焕金. 城市绿化树种的滞尘效应——以哈尔滨市为例[J]. 应用生态学报,2002,13(9):1121-1126.

[10]俞学如. 南京市主要绿化树种叶面滞尘特征及其与叶面结构的关系[D]. 南京:南京林业大学,2008:20-21.

[11]陈 芳,周志翔,肖荣波,等. 城市工业区绿地生态服务功能的计量评价——以武汉钢铁公司厂区绿地为例[J]. 生态学报,2006,26(7):2229-2236.

[12]陈 玮,何兴元,张 粤,等. 东北地区城市针叶树冬季滞尘效应研究[J]. 应用生态学报,2003,14(12):2113-2116.

[13]夏 冰,马 晓. 郑州市绿化植物滞尘效应及其生理特征响应[J]. 江苏农业科学,2017,45(6):127-131.

[14]郭 伟,申屠雅瑾,郑述强,等. 城市绿地滞尘作用机理和规律的研究进展[J]. 生态环境学报,2010,26(6):1465-1470.

[15]孙晓丹,李海梅,孙 丽,等. 8种灌木滞尘能力及叶表面结构研究[J]. 环境化学,2016,35(9):1815-1822.

[16]Litter P. Deposition of 2.75, 5.0 and 8.5  $\mu\text{m}$  particles to plant and soil surfaces[J]. Environment Pollution, 1977, 12(4):293-305.

[17]Wedding J B, Carlson R W, Stukel J J, et al. Aerosol deposition on plant leaves[J]. Water Air and Soil Pollution, 1977, 7(4):545-550.

[18]李寒娥,王志云,谭家德,等. 佛山市主要城市园林植物滞尘效益分析[J]. 生态科学,2006,25(5):395-399.

[19]程政红,吴际友,刘云国,等. 岳阳市主要绿化树种滞尘效应研究[J]. 中国城市林业,2004,2(2):37-40.

[20]刘 霞,李海梅. 园林植物滞尘效应的研究[J]. 北方园艺,2007(8):73-76.