

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2017.02.004

## 不同林分类型对城市水岸土壤的改良效应

黎燕琼<sup>1</sup>, 罗晓聪<sup>2</sup>, 陈俊华<sup>1</sup>, 龚固堂<sup>1</sup>, 郑绍伟<sup>1</sup>, 谢天资<sup>1</sup>, 慕长龙<sup>\*</sup>

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 内江市市中区龚家林业工作站, 四川 内江 641000)

**摘要:** 本文通过对成都市沙河景观生态防护林带中6种典型林分土壤理化特征, 了解林分对城市土壤的改良效应, 指导城市土壤保育提供依据。选择了刺槐林, 女贞榆树混交林, 黄葛树女贞混交林、水杉林以及竹林、蒲葵林等6种典型林分类型为对象, 通过对林分土壤的机械组成、孔隙度和全氮、全磷、全钾等主要营养元素含量的对比, 开展不同林分类型对城市水岸土壤的改良效应研究。研究表明: ① 6种林分土壤中, 女贞榆树混交林土壤的黏粒和粉粒含量最高, 分别为  $7.79\% \pm 0.06\%$  和  $60.01\% \pm 0.15\%$ ; 黄葛树女贞混交林和刺槐林次之; 蒲葵林和散生竹林最低。② 土壤总孔隙度和毛管孔隙度表现为刺槐林最高, 分别为  $47.41\% \pm 0.79\%$  和  $44.22\% \pm 0.87\%$ ; 其次是女贞榆树混交林 > 黄葛树女贞混交林 > 竹林 > 水杉林 > 蒲葵林。③ 土壤全氮、全磷和全钾含量均以女贞榆树混交林最高; 土壤全氮和全钾的最低含量为水杉林含量, 土壤全磷的最低含量则为蒲葵林。综合土壤机械组成、孔隙度和全氮、全磷、全钾等主要营养元素含量的表现看, 女贞榆树混交林对城市土壤的改良效应最好。

**关键词:** 林分类型; 土壤改良; 土壤机械组成; 土壤孔隙度; 土壤养分含量

中图分类号: S714.6

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2017)03-0022-05

## Improvement Effects of Different Forest Types on Soil of the Urban Waterfront

LI Yan-qiong<sup>1</sup> LUO Xiao-cong<sup>2</sup> CHEN Jun-hua<sup>1</sup> GONG Gu-tang<sup>1</sup>

ZHENG Shao-wei<sup>1</sup> XIE Tian-zi<sup>1</sup> MU Chang-long<sup>1</sup>

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China;

2. Nei Jiang City Central District Gong jia Forestry Station, Nei jiang 641000, China)

**Abstract:** The urban soil was an important part of urban ecosystems. In this paper, six forest types were selected for the study in Shahe River landscape ecology shelterbelts. They were Locust forest, privet-elm forest, *Ficus virens*-privet forest which was multiple storied tree, shrub and grass and *Metasequoia* forest, bamboo forest and Palmetto forest which was multiple storied tree and grass. Comparative studies were conducted on the soil mechanical composition, porosity, and total nitrogen, total phosphorus, total potassium content of major nutrients. The results showed that ① privet-elm forest had the highest content of clay and silt in six forest types, being  $7.79\% \pm 0.06\%$  and  $60.01\% \pm 0.15\%$ ; and followed by *Ficus virens*-privet forest and locust forest second; and Palmetto and bamboo forests had the lowest content; ② Soil porosity and capillary porosity showed the highest in locust forest, being  $47.41\% \pm 0.79\%$  and  $44.22\% \pm 0.87\%$ ; Several other forests showed privet-elm forest > *Ficus virens*-privet forest > bamboo forest > *Metasequoia* forest > Palmetto forest in descending order. ③ Soil total nitrogen, total phosphorus and total

收稿日期: 2017-03-01

基金项目: 林业公益行业专项课题“美丽城镇森林景观的构建技术研究示范”(201404301)。

作者简介: 黎燕琼(1979-), 女, 重庆石柱县人, 硕士, 副研究员, 主要从事森林生态和森林城市等方面研究。

\* 通讯作者: 慕长龙(1964-) 男, 重庆江津人, 博士, 研究员, 主要从事森林生态和森林城市等方面研究, e-mail: mucl2006@aliyun.com

potassium content showed the highest in privet-elm forest; Soil total nitrogen and total potassium content showed the lowest in *Metasequoia* forest; Soil total phosphorus showed the lowest in Palmetto forest. ④ Considering the soil mechanical composition, porosity, and total nitrogen, total phosphorus, total potassium content of major nutrients, the privet-elm forest which was multiple storied tree, shrub and grass showed the best.

**Key words:** Forest types, Soil improved, Soil mechanical composition, Soil porosity, Soil nutrient content

土壤是动植物生长的介质和养分的供应者。城市土壤是城市生态系统的基础。在城市化进程中,由于受到人类活动的强烈影响和自然环境的共同作用,造成了城市土壤的压实和板结<sup>[2]</sup>,土壤通气性下降<sup>[1]</sup>,土壤营养元素降低,土壤污染程度加剧、土壤水分含量降低等系列土壤生态环境恶化的过程和现象,导致土壤调节功能衰退,土壤生产力下降,也严重影响了城市动植物的生长与分布<sup>[3]</sup>。如何保护和恢复城市土壤生态系统的功能,促进土壤生物的正常生长,是目前我国城市绿化土壤保育研究中关注的焦点。王成等<sup>[4~5]</sup>就提出通过地表覆盖有机物恢复土壤。本研究以成都沙河景观生态防护林带土壤为对象,分析了河岸防护林中不同类型林分下土壤机械组成、孔隙度及土壤全氮、全磷和全钾等主要养分的差异,了解不同林分类型对城市土壤的改良作用,为指导城市绿化土壤的保育,恢复土壤生态系统功能提出建议。

## 1 研究区域概况

成都沙河是属岷江水系,是蓉城的“生命河”,北起成都市北郊洞子口,在市区东南下河心村归流府河,全长 22.22 km,河宽 18.58 m~55 m,水深 2.5 m~6.7 m。沙河区域年平均气温 16.2℃,年平均降雨量 947 mm;夏季闷热,冬天阴冷,四季分明。河岸土壤主要为黄壤,少有斑块状或成片分布的紫色土。根据 2000 年~2001 年对河岸本底调查结果显示,区域原为河岸荒地,带宽 6 m~50 m,附近有部分居民在这片区域从事步行、健身、河边垂钓等活动,区域内植被盖度较低。植物主要以自然生长的菎草(*Humulus japonicus*)、空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.)等草本植物为主;灌木呈零星小块状分布,主要为自然生长的构树(*Broussonetia papyrifera*)。为推进成都市景观绿化廊道建设,2001 年~2004 年,开展了沙河绿化整治工程,在河道两侧建设了 50 m~200 m 带宽的绿化景观带,涉及改造面积 4.63 km<sup>2</sup>,河道总长度 22.22 km。其

中,驷马桥以上为水源保护区,两岸 200m 宽的生态绿化带,进行“人水分离”,避免河水污染,同时也减少河流生态系统的人为干扰。其中位于驷马桥生态绿化带中的绿化景观林建成后采用近自然方式经营;即一是,林内不设置游憩道路,禁止人员进入林内;二是不对林分进行人工土壤养分补充;三是不清除林内枯落物等养分来源物质。

## 2 研究方法

### 2.1 样地选择与取样

本研究选择建设于 2002 年~2003 年,位于洞子口自来水取水口以下至洗瓦堰以上景观林带中 40 m~100 m 带宽的刺槐林、黄葛树(*Ficus virens* var.)女贞混交林,女贞榆树(*Ulmus pumila* L.)混交林、蒲葵林(*Trachycarpus fortunei*)、竹林和水杉林(表 1)6 种林分为对象进行了研究。对照则选择了沙河景观生态绿化带建设前,研究区土壤背景调查资料。于 2013 年 5 月 15 日~6 月 15 日期间,在 6 种采样林分内,沿河岸方向以 40m 等距离分布采样带;每个采样带内按垂直河岸的方向,以 10 m 等距设定取样点,每个取样点挖掘 1 个土壤剖面,按照 0 cm~20 cm、20 cm~40 cm 分层次取样;先以环刀取样,备土壤孔隙度等测定;再以土样袋取样,备测定土壤养分元素、土壤机械组成,其中土壤袋取样后将每个样带内土样分层均匀混合后取约 1 kg 土壤样品。将 39 个取样点,78 份土壤带回试验室进行分析。

### 2.2 样品处理与分析

土壤孔隙度采用环刀法测定;土壤的机械组成,采用吸管法;全氮浓硫酸消解,开氏定氮法测定;全磷、全钾, HClO<sub>4</sub>-HF 消解, IPC-AES 测定。所有指标均由中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所土壤分析实验室测定。

### 2.3 数据处理

所有指标均以平均值进行比较分析。数据处理采用 spss17.0 和 excel 处理。

表 1 不同林分样地概况

编号	林分名称	从上到下主要植物种类	取样点个数 (个)	乔木密度 (株·hm <sup>-2</sup> )	郁闭度 (%)	灌木 Shrub		草本 Herb	
						平均高 (m)	盖度 (%)	平均高 (cm)	盖度 (%)
I	刺槐林	刺槐林+六角金盘、大叶黄杨+麦冬	5	548	85	1.5	25	10	15
II	黄葛树女贞混交林	黄葛树、女贞+迎春、十大功劳+麦冬、粉条菜	6	97	40	1.2	15	12	65
III	女贞榆树混交林	女贞、榆树+樱花、紫薇+粉条菜、鸢尾	6	142	75	2.8	45	25	85
IV	蒲葵林	蒲葵林	5	368	80			8	5
V	竹林	白夹竹、凤尾竹等	6	11250	90			8	10
VI	水杉林	水杉+粉条菜	6	2000	90			25	95
CK	荒地	构树+禾草	5			1.4	8	15	25

### 3 研究结果

#### 3.1 不同林分土壤机械组成

森林对土壤的影响首先表现在土壤物理性质上。从表 2 可知,林分改变了土壤机械组成,不同林分中土壤的黏粒与粉粒的含量表现出显著差异。黏粒含量,在 0 cm ~ 20 cm 土层中以总体表现为乔灌草植被配置模式林分中含量最高,其中刺槐林和女贞榆树混交林分别为 9.74% ± 0.09% 和 9.62% ± 0.07%,是对照的 2.6 倍;黄葛树女贞混交林次之;单层林蒲葵林和竹林含量最低。20 cm ~ 40 cm 土层中,则以乔灌草植被配置模式下的女贞、榆树林黏粒含量最高,为 5.96% ± 0.06%,是对照的 2.1 倍;蒲葵林和竹林最低。粉粒含量在不同林分内 0 cm

~ 20 cm 土层中的含量大小排序和黏粒大致相同,以女贞、榆树林含量最高,达到 62.02% ± 0.15%;蒲葵林和竹林最低,为 42.04% ± 0.16%。土壤黏粒、粉粒是土壤机械组成中一个重要成分,尤其是土壤黏粒作为土壤的活动中心,对土壤的物理、化学和生物特性具有决定性的作用。林分增加了土壤机械组成中黏粒与粉粒含量,这是因为林分中,这一方面,随着地面植株根系的生长,加剧了土壤岩石(或母质)的崩裂破碎等机械作用,导致土壤机械组成、孔隙度等物理性质也逐渐发生变化。另一方面,随着地面林分内植株枯落物、死亡植株及其根系等分解,会逐渐增加土壤中动物、微生物等数量,增加土壤土壤酶活性和土壤生物的新陈代谢,加剧了土壤中的化学风化作用,也会促进土壤机械组成的改变。

表 2 不同林分土壤机械组成含量及在土层上的分配

编号 No.	黏粒 SCP( < 2.000 μm)			粉粒 SSP(2.00 μm ~ 20.00 μm)		
	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	ave(0 ~ 40 cm)	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	ave(0 ~ 40 cm)
I	9.74 ± 0.09 (a)	4.48 ± 0.09 (b)	7.01 ± 0.09 (ab)	54.61 ± 0.1 (ab)	45.75 ± 0.08 (b)	50.18 ± 0.09 (b)
II	7.46 ± 0.07 (b)	4.35 ± 0.06 (b)	5.91 ± 0.07 (ab)	55.37 ± 0.12 (ab)	54.06 ± 0.11 (ab)	54.72 ± 0.11 (b)
III	9.62 ± 0.07 (a)	5.96 ± 0.06 (a)	7.79 ± 0.06 (a)	62.02 ± 0.15 (a)	58 ± 0.16 (a)	60.01 ± 0.15 (a)
IV	5.96 ± 0.21 (c)	3.83 ± 0.08 (c)	4.89 ± 0.07 (c)	42.04 ± 0.16 (bc)	33.79 ± 0.27 (bc)	37.92 ± 0.21 (c)
V	5.71 ± 0.04 (c)	3.5 ± 0.04 (c)	4.62 ± 0.04 (c)	47.26 ± 0.23 (b)	44.71 ± 0.23 (ab)	45.98 ± 0.23 (bc)
VI	6.63 ± 0.05 (bc)	4.58 ± 0.05 (b)	5.6 ± 0.05 (b)	56.04 ± 0.06 (ab)	41.51 ± 0.05 (b)	48.78 ± 0.01 (b)
CK	3.72 ± 0.23 (d)	2.8 ± 0.12 (d)	3.26 ± 0.1 (d)	39.76 ± 0.02 (c)	22.22 ± 0.22 (c)	30.99 ± 0.09 (d)

SCP:soil clay particle;SSP:soil silt particle;“+”后面的数值为变异系数;

同列括号内不同字母表示 LSD 检验差异显著(P ≤ 0.05),括号内相同字母表示差异不显著(P ≥ 0.05);以下表示相同。

#### 3.2 不同林分土壤孔隙度

土壤的孔隙度一方面关系到土壤的通气状况,特别是氧气的含量,对土壤微生物活动及土壤腐殖质腐熟等土壤结构改善等具有重要作用;另一方面,土壤孔隙度也关系到土壤中水分的运动,对植物生长具有重要意义。表 3 为土壤孔隙度含量状况表,可以看出,非毛管孔隙度,以女贞榆树混交林含量最高,0 cm ~ 20 cm 和 20 cm ~ 40 cm 土层分别为

4.64% ± 0.1% 和 3.55% ± 0.17%,显著性高于其余林分类型;其次是刺槐林;竹林和蒲葵林的非毛管孔隙度含量最低,分别为 1.41% ± 0.41%、1.18% ± 0.11% 和 1.49% ± 0.15%、2.04% ± 0.22%。毛管孔隙度总体表现为刺槐林最高,达到 44.22% ± 0.87%;蒲葵林最低,为 36.68% ± 0.27%。土壤的总孔隙度则总体表现为刺槐林最高,达 47.41% ± 0.79%;其次是女贞香樟混交林 > 黄葛树女贞混交

林 > 水杉林 > 竹林; 蒲葵林最低, 为  $37.97\% \pm 0.21\%$ 。在土层上, 水杉林和对照 20 cm ~ 40 cm 土层的土壤总孔隙度高于 0 cm ~ 20 cm, 其余林分和对照均表现为 0 ~ 20 cm 土层的土壤总孔隙度含量高于 20 cm ~ 40 cm。

表 3 不同林分土壤孔隙度含量及分配

编号 No.	非毛管孔隙度 NCP(%)			毛管孔隙度 CP(%)			总孔隙度 TPO(%)		
	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	Ave (0 ~ 40 cm)	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	Ave (0 ~ 40 cm)	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	Ave (0 ~ 40 cm)
I	$4.2 \pm 0.11$ (b)	$2.18 \pm 0.3$ (bc)	$3.19 \pm 0.03$ (b)	$52.37 \pm 0.73$ (a)	$36.06 \pm 1.06$ (b)	$44.22 \pm 0.87$ (a)	$56.57 \pm 0.76$ (a)	$38.24 \pm 0.83$ (b)	$47.41 \pm 0.79$ (a)
II	$2.5 \pm 0.18$ (c)	$2.42 \pm 0.03$ (b)	$2.46 \pm 0.08$ (bc)	$46.07 \pm 0.15$ (b)	$40.68 \pm 0.01$ (a)	$43.37 \pm 0.08$ (a)	$48.57 \pm 0.05$ (b)	$43.11 \pm 0.01$ (a)	$45.84 \pm 0.3$ (ab)
III	$4.64 \pm 0.1$ (a)	$3.55 \pm 0.17$ (a)	$4.1 \pm 0.13$ (a)	$44.15 \pm 0.05$ (bc)	$38.45 \pm 0.1$ (ab)	$41.30 \pm 0.02$ (ab)	$48.79 \pm 0.14$ (b)	$43.01 \pm 0.05$ (a)	$45.90 \pm 0.1$ (ab)
IV	$1.41 \pm 0.41$ (d)	$1.18 \pm 0.11$ (c)	$1.29 \pm 0.17$ (cd)	$41.27 \pm 0$ (c)	$32.08 \pm 0.71$ (c)	$36.68 \pm 0.27$ (c)	$42.68 \pm 0.11$ (bc)	$33.26 \pm 0.72$ (c)	$37.97 \pm 0.21$ (c)
V	$1.49 \pm 0.15$ (d)	$2.04 \pm 0.22$ (bc)	$1.77 \pm 0.06$ (c)	$45.62 \pm 0.06$ (b)	$36.22 \pm 0.12$ (b)	$40.92 \pm 0.02$ (b)	$47.11 \pm 0.11$ (b)	$38.26 \pm 0.24$ (b)	$42.69 \pm 0.05$ (b)
VI	$2.72 \pm 0.08$ (c)	$3.13 \pm 0.27$ (ab)	$2.92 \pm 0.11$ (b)	$40.16 \pm 0.33$ (c)	$37.99 \pm 0.23$ (ab)	$39.08 \pm 0.28$ (b)	$42.88 \pm 0.36$ (bc)	$41.12 \pm 0.04$ (a)	$42.00 \pm 0.19$ (b)
CK	$1.83 \pm 0.2$ (cd)	$1.14 \pm 0.33$ (c)	$1.49 \pm 0.01$ (cd)	$24.12 \pm 1.12$ (d)	$30.09 \pm 0.17$ (c)	$32.10 \pm 0.31$ (d)	$25.95 \pm 0.9$ (d)	$31.23 \pm 0.07$ (c)	$28.59 \pm 0.3$ (d)

NCP: Non-cap porosity; CP: Capillary porosity; TPO: Total porosity

### 3.3 不同林分土壤主要营养元素含量

在土壤各种化学元素中, 氮、磷、钾对植物的生长发育影响最为显著。土壤中氮、磷、钾元素的供应水平直接影响着植物的生长、发育与繁殖策略。从林分土壤营养元素含量状况表(表 4)可以看出, 全氮、全磷和全钾的含量在不同林分中表现出较大差异。全氮含量在林分以女贞榆树混交林最高, 0 cm ~ 20 cm 和 20 cm ~ 40 cm 土层分别为  $0.196\% \pm 0.004\%$  和  $0.103\% \pm 0.004\%$ , 是对照的 1.4 ~ 27 倍, 并显著性高于其余林分; 其次是黄葛树女贞混交林 > 刺槐林 > 竹林 > 蒲葵林; 水杉林含量最低, 并低

于对照。全磷含量也以女贞榆树混交林最高, 0 cm ~ 20 cm 和 20 cm ~ 40 cm 土层分别为  $0.362 \pm 0.036 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  和  $0.349 \pm 0.051 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 并显著性高于其余林分; 蒲葵林含量最低, 分别为  $0.195 \pm 0.157 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  和  $0.176 \pm 0.039 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。全钾含量也表现为女贞榆树混交林含量最高, 0 cm ~ 20 cm 和 20 cm ~ 40 cm 土层分别为  $23.48 \pm 0.08 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  和  $21.53 \pm 0.06 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; 其次是黄葛树女贞混交林 > 蒲葵林 > 刺槐林 > 竹林; 水杉林最低, 分别为  $17.82 \pm 0.08 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  和  $16.91 \pm 0.08 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

表 4 不同林分土壤主要营养元素含量及分配

编号 No.	全氮 TN(%)			全磷 TP( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )			全钾 TK( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )		
	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	Ave (0 ~ 40 cm)	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	Ave (0 ~ 40 cm)	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	Ave (0 ~ 40 cm)
I	$0.118 \pm 0.005$ (bc)	$0.069 \pm 0.003$ (c)	$0.094 \pm 0.004$ (b)	$0.279 \pm 0.033$ (b)	$0.276 \pm 0.106$ (b)	$0.277 \pm 0.061$ (b)	$19.10 \pm 0.07$ (b)	$18.19 \pm 0.05$ (b)	$18.64 \pm 0.07$ (b)
II	$0.131 \pm 0.005$ (b)	$0.072 \pm 0.004$ (c)	$0.102 \pm 0.004$ (b)	$0.249 \pm 0.017$ (b)	$0.257 \pm 0.051$ (bc)	$0.253 \pm 0.082$ (b)	$22.98 \pm 0.09$ (a)	$21.14 \pm 0.06$ (a)	$22.06 \pm 0.08$ (a)
III	$0.196 \pm 0.004$ (a)	$0.103 \pm 0.004$ (a)	$0.149 \pm 0.004$ (a)	$0.362 \pm 0.036$ (a)	$0.349 \pm 0.051$ (a)	$0.356 \pm 0.048$ (a)	$23.48 \pm 0.08$ (a)	$21.53 \pm 0.06$ (a)	$22.51 \pm 0.08$ (a)
IV	$0.103 \pm 0.004$ (bc)	$0.062 \pm 0.004$ (c)	$0.82 \pm 0.004$ (b)	$0.176 \pm 0.039$ (c)	$0.195 \pm 0.157$ (cd)	$0.186 \pm 0.084$ (d)	$20.23 \pm 0.07$ (ab)	$19.08 \pm 0.08$ (ab)	$19.65 \pm 0.07$ (ab)
V	$0.102 \pm 0.005$ (bc)	$0.079 \pm 0.003$ (b)	$0.091 \pm 0.004$ (b)	$0.318 \pm 0.048$ (ab)	$0.217 \pm 0.068$ (c)	$0.268 \pm 0.059$ (b)	$19.37 \pm 0.08$ (b)	$18.27 \pm 0.05$ (b)	$18.82 \pm 0.08$ (b)
VI	$0.074 \pm 0.019$ (c)	$0.058 \pm 0.006$ (d)	$0.066 \pm 0.013$ (c)	$0.284 \pm 0.047$ (b)	$0.171 \pm 0.246$ (cd)	$0.228 \pm 0.08$ (c)	$18.82 \pm 0.13$ (b)	$16.24 \pm 0.07$ (bc)	$17.53 \pm 0.09$ (bc)
CK	$0.095 \pm 0.011$ (bc)	$0.051 \pm 0.003$ (d)	$0.073 \pm 0.007$ (bc)	$0.282 \pm 0.042$ (b)	$0.155 \pm 0.097$ (d)	$0.218 \pm 0.046$ (c)	$17.82 \pm 0.08$ (bc)	$16.91 \pm 0.08$ (bc)	$17.36 \pm 0.08$ (bc)

## 4 结论与讨论

林分对土壤性质的影响首先表现在土壤物理性

质上。土壤机械组成、土壤孔隙度等是土壤物理性质的主要因素。从本研究表明: 河岸林带 6 种类型的林分中, 土壤的黏粒、粉粒含量以及土壤孔隙度均显著性高于对照, 表明土壤物理性质的改良可以通

过建设林分来实现。张学权<sup>[6-9]</sup>等也研究表明林分能改变其林下土壤结构和物理性质。从6种林分内土壤黏粒和粉粒含量看,乔灌木配置模式下的女贞、榆树混交林,黄葛树、女贞混交林和刺槐纯林最高,乔草复层林配置模式下的水杉林在次之,单层林竹林和蒲葵林最低。这种差异一方面是在城市景观防护林带中,乔灌木配置模式,降低了林内的可达性。林内灌木植被盖度越大,人们进入林分的机率越低,减少了对林下土壤的踩踏。其次是林分中植物配置模式的差异,影响林分内根系生物量和土壤动物、微生物数量,从而导致对土壤机械组成和孔隙度的差异。另外,在蒲葵林和竹林中,因缺乏灌木层和草本层,雨水主要以较大雨滴的林冠雨和树干径流的形式直接进入林内,会形成较大的径流和壤中流,不仅造成更多细小径粒土壤的流失,导致其土壤的黏粒、粉粒含量相对降低,也会降低土壤孔隙度。

林分对土壤的影响不仅表现在土壤物理性质上,也表现在土壤的化学性质上。从本文研究中表明,6种植被配置模式林内,土壤全氮、全磷、全钾含量都相对于对照均有所增加,并表现0 cm~20 cm土层中全氮、全磷、全钾含量高于20 cm~40 cm土层,这与梁剑<sup>[10]</sup>和陈奇伯<sup>[11]</sup>等研究结论一致。土壤全氮、全磷、全钾含量在6种配置模式林分中呈显著性差异,并表现为女贞、刺槐林和黄葛树、女贞林最高,刺槐林、蒲葵林和竹林次之,水杉林最低。这是因为一方面植被生长本身对土壤中各种营养物质需求消耗量有差异。竹林和水杉林均为速生树种,对养分消耗量较大。其次,不同树种混交与种植单一树种相比可极大地增强土壤肥力<sup>[12]</sup>,故蒲葵林、竹林和水杉林土壤的全氮、全磷、全钾含量较低。另外,地面植物的差异,会影响其林分内凋落量、贮量、养分归还量,及凋落物分解速率,对林下土壤肥力状况的影响也不尽相同<sup>[13-17]</sup>;加之林分内植被配置模式的差异,造成的径流、壤中流的大小差异,从而影响土壤营养元素的流失量;这也导致在乔灌木配置模式下的刺槐林,黄葛树、女贞林和女贞、榆树林3种林内土壤全氮、全磷、全钾含量的差异。

从土壤的黏粒、粉粒含量,孔隙度等物理性质看,6种类型林分均表现为对土壤的物理性质具有显著的改变作用。在土壤养分,即全氮、全磷、全钾含量上,乔灌木配置模式下的女贞+香樟林、银杏+刺槐林和黄葛树、女贞林改良效果较好,而乔草配置

模式下的水杉林和单层林竹林、蒲葵林改良效果不明显。从土壤中黏粒、粉粒含量,土壤孔隙度和全氮、全磷、全钾含量等几个方面综合表现看,乔灌木复层林配置模式较好,并以女贞、香樟混交林改良效果最好。因此,城市对土壤物理性质、结构和养分状况的改良中,宜建立乔灌木配置模式的复层林,加大林下灌木覆盖度,降低林内可达性,减少人为干扰。

#### 参考文献:

- [1] 杨金玲,张甘霖,赵玉国,等. 土壤压实指标在城市土壤中的应用与比较[J]. 农业工程学报,2005,21(5):51~55.
- [2] JIM C Y. Physical and chemical properties of a Hong Kong roadside soil in relation to urban tree growth[J]. Urban Ecosystems, 1998,2:171~181.
- [3] LOCK P, BULLOCK P, GREGORY P. Soils in the urban environment Blackwell Scientific Publications[M]. Great Britain: Oxford, 1991.
- [4] 王成,鄧光发,彭镇华. 有机地表覆盖物在城市林业建设中的应用价值[J]. 应用生态学报,2005,16(11):2213~2217.
- [5] 陈玉娟,王成,鄧光发,等. 有机覆盖物对城市绿地土壤水分和温度的影响[J]. 城市林业,2009,7(3):52~54,57.
- [6] 张学权,胡庭兴. 林(竹)草不同植被恢复模式下的土壤物理特性. 长江流域资源与环境,2008,17(4):263~267.
- [7] 何京亮,郭建英. 砒砂岩地区沙棘根系改良土壤作用[J]. 国际沙棘研究与开发,2008,6(2):26~32.
- [8] 刘鸿雁,黄建国. 缙云山森林群落次生演替中土壤理化性质的动态变化[J]. 应用生态学报,2005,16(11):2041~2046.
- [9] 韩路,王海珍,彭杰,等. 塔里木荒漠河岸林植物群落演替下的土壤理化性质研究[J]. 生态环境学报,2010,19(12):2808~2814.
- [10] 梁剑. 四川洪雅几种退耕还林模式土壤改良效果的研[D]. 四川农业大学,2005.
- [11] 陈奇伯,王克勤,李艳梅,等. 金沙江干热河谷不同类型植被改良土壤效应研究[J]. 水土保持学报,2003,17(2):67~70.
- [12] 余雕,朱盼盼,程苗苗,等. 太白山不同林分土壤肥力状况比较研究. 西北林学院学报,2011,26(4):7~12.
- [13] 费鹏飞. 森林凋落物对林地土壤肥力的影响[J]. 安徽农学通报,2009,15(13):55~56.
- [14] 林波,刘庆,吴彦. 森林凋落物研究进展[J]. 生态学杂志,2004,23(1):60~64.
- [15] 林波,刘庆,吴彦,等. 川西亚高山针叶林凋落物对土壤理化性质的影响[J]. 应用与环境生物学报. 2003,9(4):346~351.
- [16] 解余雕,朱盼盼,程苗苗,等. 太白山不同林分土壤肥力状况比较研究[J]. 西北林学院学报,2011,26(4):7~12.
- [17] 邹诚,徐福利,闫亚丹. 黄土高原丘陵沟壑区不同土地利用模式对土壤机械组成和速效养分影响分析[J]. 中国农学通报,2008,24(12):424~427.