

文章编号: 1001-7380(2020)02-0040-04

## 扬州茱萸湾风景区森林土壤质量状况

万欣<sup>1,2</sup>, 李文斌<sup>3</sup>, 黄海涛<sup>4</sup>, 江浩<sup>1,2\*</sup>, 祝亚云<sup>1,2</sup>

(1. 江苏省林业科学研究院, 江苏 南京 211153; 2. 江苏扬州城市森林生态系统国家定位观测研究站, 江苏 扬州 225000; 3. 扬州市茱萸湾风景区管理处, 江苏 扬州 225000; 4. 扬州市志远绿化景观设计有限公司, 江苏 扬州 225100)

**摘要:**城市森林土壤是城市生态系统的重要组成部分, 土壤理化性质特征是衡量土壤是否健康的重要途径。该研究选取扬州市茱萸湾风景区内6种不同植被种类的城市森林土壤为研究对象, 通过测定不同植被种类下土壤pH、有机质、全氮、全磷、水解性氮、有效磷、速效钾等7个指标, 阐明该区域内6种森林的土壤质量状况。结果显示: 6种植被种类的森林土壤中, pH值在6.26与8.91之间, 其中3号山茱萸林的土壤pH值超过了标准最高值, 碱性偏大; 土壤有机碳含量均未达到标准的最低值; 有效磷的数值均偏低, 在标准均值以下。建议在今后的城市森林土壤的养护管理中, 应根据土壤理化性质的实际情况进行合理施用有机肥和磷肥。

**关键词:**城市森林; 土壤; 理化性质; 有机碳; 有效磷; 扬州

**中图分类号:** S153.1; S153.6; S718.51<sup>+</sup>6 **文献标志码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1001-7380.2020.02.008

## Soil quality of urban forest in different vegetation types in Zhuyuwan Scenic Spot, Yangzhou

Wan Xin<sup>1,2</sup>, Li Wenbin<sup>3</sup>, Huang Haitao<sup>4</sup>, Jiang Hao<sup>1,2\*</sup>, Zhu Yayun<sup>1,2</sup>

(1. Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China; 2. Yangzhou National Positioning Observation and Research Station of Urban Forest Ecosystem, Yangzhou 225000, China; 3. Yangzhou Zhuyuwan Scenic Area Management Office, Yangzhou 225000, China; 4. Yangzhou Zhiyuan Green Landscape Design Co., Ltd, Yangzhou 225100, China)

**Abstract:** Urban forest soil is an important part of urban ecosystem, and its physical and chemical properties are important to determine the health of soil. After selecting urban forest soil of six different vegetation types as the research object in Scenic Spot of Zhuyuwan, Yangzhou, by determination of seven indicators such as soil pH, organic matter, total nitrogen, total phosphorus, hydrolytic nitrogen, available phosphorus and potassium, the soil nutrient status in the area was defined. The results showed that the pH value of six forest soils ranged from 6.26 to 8.91, soil organic carbon content did not reach the minimum value of the standard, and the values of available phosphorus were below the standard mean. It is suggested that more attention should be paid to the conservation and management of soil in the future urban forest conservation, especially according to the actual situation of soil physical and chemical indicators, rational application of organic fertilizer and phosphate fertilizer should be committed.

**Key words:** Urban forest; Soil; Physical and chemical properties; Organic carbon; Available phosphorus; Yangzhou

城市森林土壤是城市生态系统的重要组成部分, 对维持可持续的城市生态环境具有重要作用<sup>[1]</sup>。随着我国城市绿化进程的快速发展及人们对城市生态环境质量要求的提高, 城市森林建设成

为城市建设和评价的重要内容。有报道指出, 土壤理化性质的退化是导致城市植物长势不佳的主因<sup>[2-3]</sup>。土壤理化性质不仅影响植物生长, 而且会影响城市地表径流、城市洪涝和雨洪利用效果, 从

收稿日期: 2020-01-18; 修回日期: 2020-02-23

**基金项目:**江苏省农业科技自主创新资金项目“江苏长江沿岸景观防护林构建与生态修复技术研究”[CX(19)1004];江苏省林业科技创新与推广项目“江苏长江沿岸造林绿化模式构建技术集成与示范”(LYKJ[2019]01);江苏省创新能力建设计划:“江苏省林业科学研究院自主科研项目”(BM2018022);江苏省林业科学研究院青年科技基金项目“城市森林土壤微生物群落结构及遗传多样性研究”(JAF-2016-03)

**作者简介:**万欣(1983-), 女, 山东济宁人, 高级工程师, 博士。主要从事森林生态学研究。

\* **通信作者:**江浩(1983-), 男, 江苏扬州人, 高级工程师, 博士。主要从事森林生态学研究。

而影响城市土壤生态功能的发挥<sup>[4-5]</sup>。

江苏省扬州市是长江下游平原水网型中等城市森林建设的典型代表。2015年国家林业和草原局正式批复了江苏扬州城市生态系统国家定位观测研究站,主站点选择在扬州市广陵区茱萸湾风景区,并选择6个不同植被种类的林地作为长期固定监测样地,开展该区域内城市森林的长期定位观测与研究。城市森林土壤是研究城市生态系统的重要内容,土壤理化性质是了解土壤质量状况的重要和唯一途径。本研究以这6个样地土壤为研究对象,通过测定其土壤pH、有机质、全氮、全磷、水解性氮、有效磷、速效钾等7个指标,分析土壤理化性质特征,阐明该区域内不同植被种类的土壤质量状况,以期为该区域今后的城市森林长期定位观测和研究以及该区域的土壤养护管理提供最基础的理

论依据和技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 样地概况

本研究地点设在江苏扬州市城市生态系统国家定位观测研究站的主站(茱萸湾风景区内),坐标为东经119°28'56",北纬32°26'24",属于长江下游平原地区,面积约50 hm<sup>2</sup>,该区域属于亚热带季风性湿润气候向温带季风气候的过渡区,平均海拔2 m,年均气温15.8℃,年均降水量864 mm。该区域的植被为地带性次生林植被,林分生长良好,在长江下游平原水网地区具有典型性和代表性。经实地调查取点,确定6个不同植被种类的城市森林样地作为本研究的样点,每个样点各设置样地1个。样地的具体位置和概况见图1,2和表1。



1号:长期竹林固定监测样地; 2号:长期水杉固定监测样地;  
3号:长期茱萸林固定监测样地; 4号:长期杂阔林固定监测样地;  
5号:长期雪松、水杉林固定监测样地; 6号:长期杂阔林固定监测样地

图1 研究样地的地理位置

表1 样地概况

样地号	样地大小/(m×m)	植被	林龄/a
1号	8×10	毛竹( <i>Phyllostachys pubescens</i> )等竹类植物	5
2号	15×15	水杉( <i>Metasequoia glyptostroboides</i> )	5
3号	10×5	山茱萸( <i>Cornus officinalis</i> )	10
4号	8×8	构树( <i>Broussonetia papyrifera</i> )、榉树( <i>Zelkova serrata</i> )等杂阔叶类植物	8
5号	10×8	雪松( <i>Cedrus deodara</i> )、水杉( <i>Metasequoia glyptostroboides</i> )等松柏类植物	8
6号	8×8	朴树( <i>Celtis sinensis</i> Pers.)、榉树( <i>Zelkova serrata</i> )等阔叶乔木	5

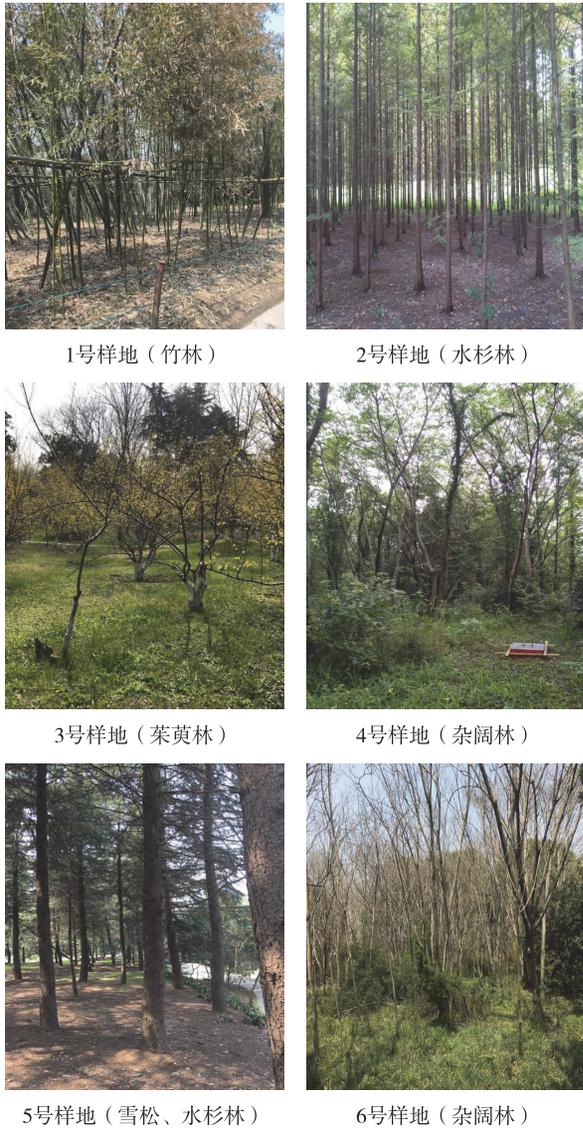


图2 1—6号固定样地照片

表2 6种植被种类森林土壤理化性质

样地号	pH	OC/ (g/kg)	TN/ (g/kg)	TP/ (g/kg)	HN/(mg/kg)	AP/(mg/kg)	AK/ (mg/kg)
1	8.26±0.37 <sup>b</sup>	6.80±0.32 <sup>b</sup>	0.57±0.05 <sup>a</sup>	0.64±0.01 <sup>a</sup>	70.67±0.02 <sup>a</sup>	27.72±0.01 <sup>a</sup>	188.17±0.02 <sup>a</sup>
2	8.11±0.08 <sup>a</sup>	7.51±0.99	0.60±0.11 <sup>a</sup>	0.41±0.04 <sup>a</sup>	91.32±0.02 <sup>a</sup>	10.11±0.01 <sup>a</sup>	151.00±0.01 <sup>a</sup>
3	8.91±0.29 <sup>b</sup>	3.37±0.37 <sup>b</sup>	0.24±0.01 <sup>a</sup>	0.67±0.02 <sup>a</sup>	29.96±0.01 <sup>a</sup>	15.00±0.01 <sup>a</sup>	182.36±0.03 <sup>a</sup>
4	7.14±0.07 <sup>a</sup>	6.19±0.94 <sup>c</sup>	0.62±0.36 <sup>b</sup>	0.64±0.07 <sup>a</sup>	81.10±0.06 <sup>a</sup>	13.39±0.01 <sup>a</sup>	237.68±0.02 <sup>a</sup>
5	6.26±0.30 <sup>b</sup>	5.96±0.75 <sup>b</sup>	0.51±0.17 <sup>a</sup>	0.53±0.06 <sup>a</sup>	76.22±0.05 <sup>a</sup>	16.38±0.01 <sup>a</sup>	221.90±0.01 <sup>a</sup>
6	6.68±0.16 <sup>a</sup>	13.74±0.50 <sup>b</sup>	0.85±0.19 <sup>a</sup>	0.52±0.12 <sup>a</sup>	46.00±0.08 <sup>a</sup>	21.52±0.01 <sup>a</sup>	222.80±0.04 <sup>a</sup>

注:数据为平均值±标准误差;同列数据右上角不同小写字母代表显著性差异( $P<0.05$ )。

氮(TN)含量最高;其他指标如全磷(TP)、水解氮(HN)、有效磷(AP)、有效钾(AK)均无显著差异。

采用 Pearson 法对 6 种植被种类的森林土壤理化性质指标进行相关分析,结果如表 3 所示。从表 3 可以看出,土壤 pH 值与土壤有效钾(AK)呈极显著负相关( $P<0.01$ ),与土壤总氮(TN)和水解氮

## 1.2 土壤样品采集和处理

在每个样地内的四角与中心选取采样点 5 个,将表面的腐殖质层移除后,用土钻采集土壤深度 0—20 cm 的土层,挑出凋落物、细根和小石块等杂物(以减少异质性带来的影响)后充分混合。土壤样品过 2 mm 尼龙筛放入自封袋密封,以备测定土壤理化性质。

## 1.3 土壤理化性质的测定<sup>[6]</sup>

土壤 pH 值的测定采用 pH 酸度计法;土壤有机质(OC)测定采用重铬酸钾容量法;土壤全氮(TN)的测定采用全自动凯氏定氮法;土壤全磷(TP)的测定采用钼锑抗比色法;土壤水解氮(HN)的测定采用碱解蒸馏法;土壤有效磷(AP)的测定采用双酸浸提法;土壤速效钾(AK)的测定采用火焰光度计法。

## 1.4 数据处理与统计分析

土壤理化的数据采用 SPSS17.0 软件进行统计分析。数据处理过程中,先对全部的数据进行方差同质性和正态分布检验,如发现其中有非正态分布数据,则需要开方转换。然后通过单因素方差分析方法,对全部的数据进行分析,确定不同林型间所有变量的差异。

## 2 结果与分析

6 种植被种类的土壤理化性质测定结果如表 2 所示。在各植被类型中,土壤 pH 值存在显著性差异,除了 5 号松柏林和 6 号杂阔林的土壤偏酸性( $pH<7$ )值之外,其他类型土壤都偏碱性,3 号茱萸林土壤碱性最大;土壤有机碳(OC)和全氮(TN)存在差异性显著,6 号杂阔林的土壤有机碳(OC)和全

(HN)呈显著相关( $P<0.05$ )。土壤有机碳含量(OC)与全氮量和水解氮(HN)呈极显著正相关( $P<0.01$ ),与有效钾(AK)呈显著正相关( $P<0.05$ )。土壤全氮(TN)与水解氮(HN)和有效钾(AK)呈极显著正相关( $P<0.01$ )。

表3 土壤理化指标的相关系数

	pH 值	OC	TN	TP	HN	AP	AK
pH 值	1	-0.438	-0.503 *	0.257	-0.485 *	0.037	-0.768 **
OC	-0.438	1	0.904 **	-0.409	0.832 **	0.007	-0.491 *
TN	-0.503 *	0.904 **	1	-0.369	0.890 **	-0.122	0.622 **
TP	0.257	-0.409	-0.369	1	-0.242	0.324	-0.205
HN	-0.485 *	0.832 **	0.890 **	-0.242	1	-0.218	0.390
AP	0.037	0.007	-0.122	0.324	-0.218	1	0.196
AK	-0.768 **	0.491 *	0.622 **	-0.205	0.390	0.196	1

注: \* 表示显著相关( $P < 0.05$ ), \*\* 表示极显著相关( $P < 0.01$ )。

### 3 结论与讨论

在2016年中华人民共和国住房和城乡建设部颁布的标准《绿化种植土壤》<sup>[7]</sup>中,针对绿化种植土壤肥力的技术要求制定了相应标准,即土壤pH值应在5.0和8.3之间,土壤有机碳(OC)含量应在20—80 g/kg范围内,有效磷(AP)含量应在5—60 mg/kg范围内,有效钾(AK)应在60—300 mg/kg范围内。将此标准与本研究的6种植被种类的森林土壤理化指标(见表2)进行比对,可得出这6种林型城市森林土壤均有不同程度的营养匮乏和不达标情况。具体如下:

(1)pH值。比较6种林型的土壤pH值,6种植被种类的森林土壤pH值在6.26与8.91之间,其中3号山茱萸林的土壤pH值超过了标准最高值,碱性程度偏大,分析原因,可能是山茱萸的种植年限较长,没有定期翻土从而导致土壤表层盐分累积造成的。因此,针对3号山茱萸林的碱性土壤,应进行深耕深翻,使分布在表土层的盐翻到耕层下边,把下层含盐较少的土壤翻到表面。同时翻耕能疏松耕层,切断土壤毛细管,减弱土壤水分蒸发,可有效地控制土壤返盐<sup>[8-10]</sup>。此外,还应定期增施有机肥。偏碱性的土壤一般有低温、结构差的特点,有机肥经微生物分解、转化形成腐殖质,能提高土壤的缓冲能力,并可和碳酸钠作用形成腐殖酸钠,从而降低土壤碱性<sup>[11-12]</sup>。

(2)土壤有机碳(OC)。土壤有机碳是影响土壤理化性质、改善土壤结构和提高土壤肥力的关键因子。由表2所示,这6种林型的土壤有机碳含量均未达到标准的最低值20 g/kg,说明该区域内土壤最基本的营养物质有机质极度匮乏,可能是近年来该地区绿化养护和施肥管理水平欠缺导致的。因

此,建议及时施用有机肥。施用有机肥不仅可增加土壤有机质含量,促进团粒结构的形成,改善土壤的物理性状,还能提高土壤的蓄水保水能力和改善其温度状况,从而提高土壤蓄积和调节养分的能力<sup>[13]</sup>。

(3)土壤有效磷(AP)和有效钾(AK)。在标准《绿化种植土壤》<sup>[7]</sup>中,有效磷(AP)含量应在5—60 mg/kg范围内。虽然6种不同植被种类的森林土壤有效磷和有效钾的含量均在标准范围内,但其中有效磷的数值均偏低,在10.11—27.72 mg/kg之间,均在标准均值以下。土壤有效磷是检验土壤肥力的重要标志,而且与土壤微生物的活性和土壤磷矿化过程密切相关<sup>[14-15]</sup>。针对有效磷含量偏低的现状,应对其合理施用磷肥。通常将磷肥划分为水溶性磷肥、弱酸溶性磷肥和难溶性磷肥3大类。土壤酸碱度对不同品种磷肥的作用不同,弱酸溶性磷肥和难溶性磷肥应施在酸性土壤上,而水溶性磷肥则应施在中性及石灰性土壤上。因此,1号竹林、2号水杉林、3号茱萸林和4号杂阔林土壤偏碱性,需要施用水溶性磷肥;5号松柏林和6号杂阔林土壤呈酸性,需要施用弱酸性磷肥。

由扬州茱萸湾风景区内6种植被种类的森林土壤理化性质分析指标可知,pH值在6.26与8.91之间,其中3号山茱萸林的土壤pH值超过了标准最高值,碱性程度偏大;土壤有机碳含量均未达到标准的最低值;有效磷的数值均偏低,在标准均值以下。由此可见,土壤偏碱、土壤有机质的缺乏及有效磷含量偏低是限制该区域森林土壤健康发展的重要因子。建议在今后的城市森林养护中,应更加重视土壤的养护管理,根据土壤理化指标的实际情况进行合理施用有机肥和磷肥。

(下转第47页)

## 4 结语

在对各类生活型植物固碳量数据进行统计的过程中,存在各种植物的数据量不同,部分植物数据为单一值(此种情况在草本花卉中尤为明显),同种植物重复研究多个成果数据还存在最大值和最小值差距很大的情况,并发现对同种植物固碳量数据的测定条件和方法有差异,所以通过取多数据平均值来排序,可以减少各种因素对排序结果的影响。另外,已有的研究仅为单层植物的固碳能力研究,文中数据也只是针对单个植物的测定,而对于植物群落复合结构中处于中下层的植物,其固碳能力如何,目前尚未见相应研究成果报道,而且现有相同气候带条件下可供应用参考的种类数量还非常有限。园林植物固碳效应的进一步深入系统研究,可为低碳型植物景观应用提供更多和更有价值的科学指导,从而在消减温室气体,应对全球气候变暖方面发挥园林行业应有的作用。

### 参考文献:

- [1] 冀媛媛,罗杰威,王 婷.建立城市绿地植物固碳量计算系统对于营造低碳景观的意义[J].中国园林,2016,32(8):31-35.  
[2] 高贤明,陈灵芝.植物生活型分类系统的修订及中国暖温带森

林植物生活型谱分析[J].植物学报,1998,40(6):553-559.

- [3] 董 谦,李 艳,李佳琦,等.保定 10 种野生地被植物的生态效益研究[J].西部林业科学,2016,45(5):108-112.  
[4] 王彦宏.10 种大庆地区野生草本地被植物生态效益评价[J].园艺与种苗,2016(11):50-52.  
[5] 郝鑫杰,李素英,王继伟,等.呼和浩特市 13 种绿化植物固碳释氧效率的比较研究[J].西北植物学报,2017,37(6):1196-1204.  
[6] 陈少鹏,庄倩倩,郭太君,等.长春市园林树木固碳释氧与增湿降温效应研究[J].湖北农业科学,2012,51(4):750-756.  
[7] 卓春丽.基于生态效益的成都市中心城区立体绿化形式与配置模式研究[D].雅安:四川农业大学,2011.  
[8] 林 萌,郭太君,代新竹.9 种园林树木固碳释氧生态功能评价[J].东北林业大学学报,2013,41(6):29-32.  
[9] 吴金山,王亚沉,徐诗涛,等.3 种木棉光合特性及碳汇能力研究[J].华中师范大学学报(自然科学版),2017,51(1):72-78.  
[10] 陈少鹏.长春市 30 种主要园林树木物候相及生态功能研究[D].长春:吉林农业大学,2011.  
[11] 贾婷婷.吉林省 7 种常见室内植物固碳释氧、释水吸热能力研究[D].吉林:北华大学,2017.  
[12] 徐冬云,周 媛,童 俊,等.42 种攀援植物固碳释氧和降温增湿效应研究初探[J].江西农业学报,2015,27(4):62-65.  
[13] 赵 莹,李海梅.11 种地被植物固碳释氧与降温增湿效益研究[J].江西农业学报,2009,21(1):44-47.  
[14] 曲 鹏,邢亚娟,王庆贵.植物经济谱研究进展[J].中国农学通报,2018,34(10):88-94.

(上接第 43 页)

### 参考文献:

- [1] 卢 瑛,甘海华,史正军.深圳城市绿地土壤肥力质量评价及管理对策[J].水土保持学报,2005,19(1):153-156.  
[2] 项建光,方海兰,杨 意.上海典型新建绿地的土壤质量评价[J].土壤,2004,36(4):424-429.  
[3] JIM C Y. Physical and chemical properties of a Hong Kong roadside soil in relation to urban tree growth [J]. Urban Ecosystems, 1998, 2(2):171-181.  
[4] GILL S E, HANDLEY J F, ENNOS A R, et al. Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure [J]. Built Environment, 2007, 33(1):115-133.  
[5] 伍海兵,方海兰.绿地土壤入渗及其对城市生态安全的重要性[J].生态学杂志,2015,34(3):894-900.  
[6] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000.  
[7] 中华人民共和国住房和城乡建设部.绿化种植土壤: CJ/T 340-

2016[S].北京:中国标准出版社,2016.

- [8] 韩继红,李传省,黄秋萍.城市土壤对园林植物生长的影响及其改善措施[J].中国园林,2014,19(7):74-76.  
[9] 乔红霞,蒋 媛,付子斌,等.滨湖城市典型公园化河口岸带土壤理化性状研究[J].土壤,2019,51(3):507-516.  
[10] 李 凯.硅酸钙与生物有机肥配施对盐碱土改良效果研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2018.  
[11] 王子腾,耿元波,梁 涛,等.减施化肥和配施有机肥对茶园土壤养分及茶叶产量和品质的影响[J].生态环境学报,2018,27(12):2243-2251.  
[12] 邱传明.土壤有机质提升技术[J].土壤与肥料,2019(5):69-71.  
[13] 伍海兵.上海中心城区典型绿地土壤物理性质特征研究[J].土壤,2018,50(1):155-161.  
[14] 李 聪.不同林型对林下土壤理化性质与土壤细菌多样性的影响[D].哈尔滨:东北林业大学,2013.  
[15] 邹 莉,于 洋,孙婷婷,等.原始红松林土壤微生物量动态及其与土壤理化性质的关系[J].草业科学,2014,31(1):15-21.