

北京地区重要古树土壤物理性状分析

文璐¹, 刘晶岚¹, 习妍¹, 张振明¹, 王小平², 陈俊崎², 王春能²

(1. 北京林业大学 自然保护区学院, 北京 100083; 2. 北京市园林绿化国际项目合作管理办公室, 北京 100029)

摘要:以北京地区的代表性古树白皮松、侧柏、油松和国槐为研究对象,采用环刀法和烘干法对其土壤物理性质进行了测定,分析了不同类型古树土壤物理特性状况,为古树种的健康生长评价提供有效依据,并在一定程度上指导古树的复壮技术等。结果表明:(1)土壤含水量均值为 10.6%,4 种古树的土壤含水量均值表现为白皮松>油松>国槐>侧柏;(2)土壤容重均值为 1.20 g/cm³,4 种古树之间的差异不显著;(3)土壤的总孔隙度、毛管孔隙度和非毛管孔隙度的均值分别为 20.7%,11.8%,9.0%,4 种古树差异不显著,土壤通透性均不良。(4)土壤紧实度均值为 2.19 kg/m²,地域性差异显著。通过本文研究,可初步判断这 4 种古树的土壤物理条件并不是最适合植物生长的状态。

关键词:古树;土壤含水量;容重;孔隙度;土壤紧实度

中图分类号:S714.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)05-0175-04

Analysis on Soil Physical Properties of the Old Trees in Beijing

WEN Lu¹, LIU Jing-lan¹, XI Yan¹, ZHANG Zhen-ming¹, WANG Xiao-ping², CHEN Jun-qi², WANG Chun-neng²

(1. College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Beijing Forestry and Parks Department of International Cooperation, Beijing 100029, China)

Abstract: As the representative of old trees, *Pinus bungeana*, *Pinus tabulaeformis*, *Platycladus orientalis* and *Sophora Japonica* were selected as the examples. Adopting cutting ring method and drying method, their soil physical properties were determined and analyzed in order to provide an effective basis for evaluating health of old trees and direct the rejuvenation of old trees etc. The results show that: (1) average soil water content (SWC) was 10.6%, but the SWC of different tree species are not same, and it presented as *Pinus bungeana* > *Pinus tabulaeformis* > *Sophora japonica* > *Platycladus orientalis*; (2) the mean bulk density of soil samples was 1.20 g/cm³, and their differences were not significant; (3) the average total porosity, mean capillary porosity and medial non-capillary porosity of soil samples were 20.7%, 11.8%, 9.0%, respectively, and there were not obvious differences among these soils supporting these species, the soil permeability is not good; (4) mean soil compaction is 2.19 kg/m², and the regional differences are significant. In this study, we could initially determine that the soil physical conditions for the 4 tree species were not the suitable ones for plant growth.

Key words: old tree; soil water content; bulk density; soil porosity; soil compaction

古树名木是悠久历史的见证,也是社会文明程度的标志^[1],因此,保护古树具有重要的意义。与此同时,对古树进行健康评价是了解古树非常重要的环节之一。土壤作为植物根系生长发育的基质,不断供给植物正常生长所需的养分、水分等,协调这些物质之间的供应关系。而掌握土壤的各种物理特性正是发挥这种调节作用的前提,它影响土壤中植物营养元素

的有效性及其供给能力^[2]。土壤含水量、容重、孔隙度和紧实度是重要的土壤物理因子,其大小不仅影响着土壤的持水和溶解矿质元素的性能,而且影响着植物的扎根和根系的吸水性能,进而影响土壤肥力状况和植物的生长,因此,作为土壤健康重要指标的土壤物理性质,对研究古树生长健康有着极其重要的作用^[3]。

国内外对于土壤物理性状的研究较多,乌云对大

青山油松人工林的土壤物理特性及水分动态进行了深入的研究^[4];李启洪等对一、二代马尾松人工林的土壤物理性质进行比较分析^[5];刘晚苟等人通过对不同封育类型的植被特征和其对应的土壤理化性质测定,分析了其对植被生长的影响^[6];张志云等对土壤物理性质与林木生长关系进行了深入的探讨^[7];刘克锋等对北京一些名胜公园中的土壤性状进行了深入探讨^[8-9];Tran 等量化分析了锯木屑的应用对玉米产量和土壤物理化学性质的影响^[10];Figueiredo 等对三排种植的玉米和大豆的产量与根系分布和营养吸收相关的土壤物理性质之间的关系进行研究^[11]。综观以上研究,不难发现大部分研究主要集中在种群土壤物理性状的研究,而对于古树土壤物理性质研究较少。

北京是我国古树名木最多的城市^[12],据有关部门普查,北京有 300 年以上的一级保护古树近万棵,100 年以上的二级保护古树 4 万多棵,共约 5 万多棵。北京的古柏、名松、古槐、古枣树最具有历史文化特色^[13]。本文试图通过对北京地区的白皮松、侧柏、油松、国槐 4 种古树进行土壤物理性质分析,从而为古树土壤健康评价和古树复壮技术提供理论依据。

1 研究区概况

北京属暖温带半湿润气候区,四季分明,春秋短促,冬夏较长。年平均气温 13℃,年平均降雨量 507.7 mm^[14]。北京的古木很多,大部分分布在郊外的寺庙中,还有一些在市区内的公园古迹中。该研究根据古树分布的情况,研究区域集中在郊区的十三陵地区、西山林场以及市区内二环内北池子和南池子。

十三陵林场处于北京市西北郊昌平区境内,属燕山系低山丘陵区,山地海拔为 68.0~954.2 m。十三陵的古树群以油松、侧柏为主,其中油松 400 余株,占 11%,侧柏 3 800 余株,占 88%,其余白皮松、银杏、国槐占 1%^[15]。北京西山地区位于北京市西南郊,属太行山余脉,地形为低山丘陵,平均海拔高度为 300~400 m,最高海拔 800 m,坡度 15°~35°。西山卧佛寺林场与北京植物园、香山植物园和八大处公园相连,树木长势优良,生态环境良好,生态功能稳定^[16]。

2 研究方法

2.1 实地调查与样品采集

2010 年 7 月下旬至 10 月上旬,在北京地区十三陵庆王坟、西山林场、十三陵永陵、北京二环内四个区域,对古白皮松、古侧柏、古油松、古国槐的生长环境和立地条件以及形态特征等进行详细调查。在此基

础上,选取有代表性的位置按土层 0—10 cm 和 10—20 cm 进行采集后,将土样进行混合。

2.2 土壤物理性质指标测定分析

土壤含水量测定用烘干法,土壤容重测定采用环刀法,土壤总孔隙度依据土壤容重和土壤比重计算得出,毛管孔隙采用环刀浸水法,非毛管孔隙由总孔隙度和毛管孔隙计算得出。

所有数据采用 Excel 2007 和 SPSS 13.0 进行数据统计和分析。

3 结果与分析

3.1 不同树种土壤含水量比较

植物生长过程中绝大多数水分都是由土壤提供,养分必须溶于水后方能为植物所吸收,并且土壤酶和微生物只有在一定湿度环境条件下才维持其较高活性。因此,土壤含水率的高低直接影响植物生长状况^[19]。该研究的古树土壤含水量统计结果如表 1 所示,可以看出所有样品的平均含水量为 10.60%,变异系数 57.50%,数值较大,土壤的含水量波动比较大。

不同树种土壤含水量之间差异并不显著,4 种种土壤含水量白皮松>油松>国槐>侧柏,白皮松和油松的含水量平均值较大,分别为 12.80%和 12.50%,侧柏和国槐相对较小,分别为 9.50%和 10.10%。白皮松和油松的均值较大,说明这两种古树土壤蓄积水的功能较强,使得上层土壤保持较高的土壤水分,以维持植被根系利用^[20]。4 种古树的变异系数都比较大,白皮松的变异系数最大,为 72.70%,说明其含水量极其不均衡(表 1)。

表 1 土壤含水量统计 %

树种	平均值±标准差	最大值	最小值	变异系数
白皮松	12.80±9.30	27.60	5.10	72.70
侧柏	9.50±4.90	20.00	4.30	51.60
国槐	10.10±4.10	15.70	5.00	40.60
油松	12.50±7.40	23.40	4.00	59.20
均值	10.60±6.10	27.60	4.00	57.50

3.2 不同树种土壤容重比较

土壤容重可以反映土壤的孔隙状况、松紧程度和土壤肥力等状况,是土壤物理性质的一项重要指标^[21]。疏松多孔、富含有机质的土壤容重低,而坚实致密、有机质含量少的土壤容重较高。因此,容重对土壤疏松度和通气性有直接影响,并影响植物根系生长和生物量的积累,进而影响土壤的渗透性和保水能力^[22]。由此看来,土壤容重在古树土壤健康评价中有重要的作用。该研究古树土壤容重均值为 1.20 g/cm³,变异系数为 22.80%。

4 种古树土壤容重分析如表 2 所示,土壤容重均值大小表现为油松>侧柏>国槐>白皮松,但数值差别不大,在总均值 1.20 g/cm³ 附近。说明这 4 种古树的土壤疏松度总体情况差别不大,土壤容重的平均值越小,土壤越疏松、通气性能越好,具有较高的水源涵养和水土保持能力^[23]。侧柏和油松的变异系数相对较大,国槐的比较小,为 13.80%,说明国槐的土壤疏松度相对比较均衡。

表 2 不同树种的土壤容重统计

树种	平均值±标准差/(g·cm ⁻³)	最大值/(g·cm ⁻³)	最小值/(g·cm ⁻³)	变异系数/%
白皮松	1.13±0.203	1.34	0.71	18.00
侧柏	1.21±0.314	1.69	0.54	26.10
国槐	1.20±0.165	1.38	0.85	13.80
油松	1.24±0.311	1.60	0.79	25.10
均值	1.20±0.273	1.69	0.54	22.80

3.3 不同树种土壤孔隙度比较

总孔隙主要包括毛管和非毛管孔隙,二者所起的作用不同。土壤孔隙直接影响到土壤中水、热、气、肥的分配,与土壤质地,有机质含量、结构、容重等密切相关,可以说它是土壤各因子的综合反映^[7]。影响土壤孔隙状况的因素有很多,除了自然因素外,营林生产过程中的人为干扰,也能显著地改变土壤的孔隙状况^[15]。一般认为,土壤中大小孔隙同时存在,若总孔隙度在 50%左右,其中非毛管孔隙占 20%~40%时,土壤透水性、通气性和持水能力比较协调^[24]。4 种古树土壤总孔隙度、毛管孔隙度和非毛管孔隙度的均值分别为 20.72%,11.77%和 8.96%,说明土壤的通气透水能力并不理想,总体以小孔隙为主,但差别不显著,土壤相对紧实。

从表 3 中可以看出,油松的非毛管孔隙度均值最小,通气透水能力最差。而白皮松和国槐的变异系数相对都比较小,土壤的通透性比较均衡。从表 4 中可知,侧柏的毛管孔隙度均值最小,为 10.72%,其他 3 种不存在显著差异。表 5 表明,4 种古树的总孔隙度均值为 20.22%~21.57%,差别很小,且它们的最大值都在 35%左右,远小于 50%,说明这 4 种古树的土壤通气透水性能不良,不利于植被的生长和植被水土保持。

表 3 不同树种的非毛管孔隙度

树种	平均值±标准差	最大值	最小值	变异系数
白皮松	8.52±1.63	11.50	6.60	19.20
侧柏	9.50±4.25	20.10	2.60	44.70
国槐	9.25±1.51	12.00	7.20	16.30
油松	7.37±3.34	12.90	3.60	45.40
均值	8.96±3.48	20.10	2.30	38.60

表 4 不同树种的毛管孔隙度统计

树种	平均值±标准差	最大值	最小值	变异系数
白皮松	13.05±7.658	25.79	5.82	58.70
侧柏	10.72±4.871	22.91	5.19	45.40
国槐	12.14±5.612	21.76	6.20	46.20
油松	13.53±4.814	20.40	6.21	35.60
均值	11.77±5.419	25.79	5.19	46.00

表 5 不同树种的总孔隙度统计

树种	平均值±标准差	最大值	最小值	变异系数
白皮松	21.57±8.676	37.29	13.52	40.20
侧柏	20.22±6.937	36.01	10.28	34.30
国槐	21.39±6.771	33.76	13.40	31.70
油松	20.90±7.426	33.00	13.01	35.50
均值	20.72±7.044	37.29	10.28	34.00

3.4 不同树种土壤紧实度比较

土壤紧实度越大,土壤硬度也越大,植物根系在土壤中的穿插所受到的机械压力也就越大。土壤紧实度对植物生长和作物产量的影响是全球关注的问题。人为因素以及土壤干旱等自然因素都会使土壤紧实度产生变化,从而影响植物赖以生存的土壤环境中水、肥、气、热的状况,影响植物的生长^[6,25]。

由表 6 可以看出,在土层深度 30 cm 内,4 种古树的土壤紧实度均值表现出国槐>油松>白皮松>侧柏,国槐土壤紧实度与油松、白皮松、侧柏均表现为显著性差异。国槐变异系数仅为 1.67 kg/m²,而其余 3 个树种变异系数均大于 75%。这可能是因为国槐位于城市道路两侧,受人为干扰较大,从而使得国槐紧实度表现出了一定的均质性。

表 6 不同树种的土壤紧实度统计

树种	平均值±标准差/(kg·m ⁻²)	最大值/(kg·m ⁻²)	最小值/(kg·m ⁻²)	变异系数/%
白皮松	2.76±2.39a	5.45	0.53	80.80
侧柏	1.36±1.66a	5.40	0.20	>100
国槐	5.60±0.0935b	5.75	5.50	1.67
油松	2.80±2.35a	5.45	0.63	83.93
均值	2.19±2.23	5.75	0.20	>100

4 结论

白皮松、侧柏、油松和国槐 4 种古树土壤平均含水量为 10.60%,平均容重为 1.20 g/cm³,总孔隙度、毛管孔隙度和非毛管孔隙度的均值分别为 20.72%,11.77%和 8.96%,土壤紧实度均值为 2.19 kg/m²。其中 4 种古树的土壤含水量、土壤容重和孔隙度的差异均不显著,土壤较为紧实,土壤通透性都不良,土壤紧实度地域性差异显著。研究结果在一定程度上可

指导部分古树复壮和土壤改良技术^[26]。

土壤物理特性除了受土壤本身特性影响以外,气候条件和人为干扰都是影响其变化的主要因素。近年来北京气候干旱,贮水下降,可能会对土壤物理性质造成一定的影响;另一方面,调查区域附近受人为干扰严重,从而也可能会改变土壤的物理性质;再者,由于采取的土壤样品数量不一致,样品采集时间不同也可能会对实验结果造成一定的影响。

土壤物理特性的变化直接影响植物的生长状况^[19,27-28]。通过本文研究,可初步判断这4种古树的土壤物理条件并不是最适合植物生长的状态。因此,以后的研究重点应对古树生长状况与土壤理化性质进行深入研究。

参考文献:

- [1] 胡坚强,夏有根,梅艳,等. 古树名木研究概述[J]. 福建林业科技,2004,31(3):151.
- [2] 王夏晖,王益权,Kuznetsov M S. 黄土高原几种主要土壤的物理性质研究[J]. 水土保持学报,2000,14(4):99-103.
- [3] 刘伟钦,陈步峰,尹光天,等. 顺德地区不同森林改造区土壤水分—物理特性研究[J]. 林业科学研究,2003,16(4):495-500.
- [4] 乌云. 大青山油松人工林土壤物理特性及水分动态研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2008.
- [5] 李启洪,何佩云. 一、二代马尾松人工林土壤物理性质的比较:以贵州龙里为例[J]. 贵州师范大学学报:自然科学版,2010,28(2):13-16.
- [6] 刘晚苟,山仑,邓西平. 植物对土壤紧实度的反应[J]. 植物生理学通讯,2001,37(3):254-260.
- [7] 张志云,蔡学林,黎祖尧,等. 土壤物理性与林木生长关系的研究[J]. 江西农业大学学报,1991,13(1):28-32.
- [8] 刘克锋,龚学,袁跃云,等. 天坛公园土壤研究:Ⅲ. 古树生长区围栏效果分析[J]. 北京农学院学报,1994,9(1):15-21.
- [9] 刘克锋,王静,王衍庆,等. 北京市十大公园土壤性状及其改良利用的研究[J]. 北京农学院学报,1994,9(2):25-44.
- [10] Tran Huong Mai. Quantifying the effects of sawdust application on soil chemical and physical properties and corn yield[D]. Knoxville Tennessee, US: The University of Tennessee,2005.
- [11] Figueiredo Matosinho de Souza. The relationship of certain soil physical properties to root distribution, nutrient absorption, and yield of corn and soy beans planted in three row arrangements [D]. Knoxville Tennessee, US: The University of Tennessee,1975.
- [12] Richard P,刘凤红. 寻找北京古树[J]. 生命世界,2009(1):66-71.
- [13] 张宝贵. 北京的古树名木[J]. 北京规划建设,2000(3):60-62.
- [14] 郭中领,付素华,王向亮,等. 北京地区表层土壤分形特征研究[J]. 水土保持通报,2010,30(2):154-158.
- [15] 郑晓飞. 十三陵景区古松柏树衰弱原因及养护复壮措施综述[J]. 北京园林,2010,26(91):54-57.
- [16] 卢欣艳,牛树奎,任云卯. 北京西山林场可燃物含水量与气象要素关系[J]. 林业资源管理,2010(3):79-86.
- [17] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社,1978.
- [18] 孙艳红,张洪江,程金花,等. 缙云山不同林地类型土壤特性及其水源涵养功能[J]. 水土保持学报,2006,20(2):106-109.
- [19] 李梅,杨万勤,肖艳,等. 干扰对毕棚沟生态旅游区土壤物理性质的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(14):303-307.
- [20] 马维伟. 兰州北山侧柏人工林地土壤水分物理特征研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2008.
- [21] 龚元石,廖超子,李保国. 土壤含水量和容重的空间变异及其分形特征[J]. 土壤学报,1998,35(1):10-15.
- [22] 林培松,谢细香,罗锦红. 梅江区不同森林类型土壤物理性质研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(31):13739-13740.
- [23] 刘尧让,于法展,李淑芬,等. 苏北山丘区森林群落次生演替中土壤物理性质及其持水性能研究[J]. 水土保持研究,2010,17(3):135-139.
- [24] 田大伦,陈书军. 樟树人工林土壤水文—物理性质特征分析[J]. 中南林学院学报,2005,25(2):1-6.
- [25] 焦彩强,王益权,刘军,等. 关中地区耕作方法与土壤紧实度时空变异及其效应分析[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(3):7-12.
- [26] 聂立水,王登芝,王保国. 北京戒台寺古油松生长衰退与土壤条件关系初步研究[J]. 北京林业大学学报,2005,27(5):32-36.
- [27] 刘秀琴. 兰州市古树名木调查及保护研究[D]. 兰州:兰州大学,2009.
- [28] 张瑞平. 北京古树衰弱原因分析[J]. 建设科技,2009(5):98-99.