

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2019.01.005

城市不同功能分区草坪绿地土壤有机碳与碱解氮垂直分布特征

刘 骞,曾文津,赵 宇,贾蕊萌,李 越
(长春大学园林学院,吉林 长春 130000)

摘要:为了解城市草坪绿地土壤有机碳与碱解氮垂直分布特征,以长春市为例,选取不同功能分区(公园、道路、居住区、校园)草坪土壤为研究对象,分析了土壤pH值、有机碳(SOC)、碱解氮(AN)的垂直分布特征及相关性。结果表明:草坪绿地类型与土壤剖面对土壤pH值、有机碳(SOC)、碱解氮(AN)含量影响显著($P < 0.05$)。其中,不同功能区0~30 cm土壤pH值为:校园绿地>道路绿地>居住区绿地>公园绿地;不同功能区0~30 cm土壤SOC含量为:公园绿地>居住区绿地>校园绿地>道路绿地;不同功能区0~30 cm土壤AN含量为:公园绿地>居住区绿地>校园绿地>道路绿地。相关性分析表明:土壤SOC与AN呈正相关,而绿地土壤的pH值与SOC含量呈负相关。由此结论我们可以通过增加土壤中碱解氮含量,调节土壤pH值,来使土壤得到优化,增加固碳能力,减弱温室效应,改善生态环境。

关键词:城市绿地;有机碳;碱解氮;pH值;垂直分布特征

中图分类号:S151.9 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2019)01-0025-05

Vertical Distribution Characteristics of Soil Carbon and Alkaline Nitrogen in Different Types of Urban Lawn Soil

LIU Qian ZENG Wen-jin ZHAO Yu JIA Rui-meng LI Yue
(Changchun University, Changchun 130000, China)

Abstract: In order to evaluate characters of soil carbon and alkaline nitrogen in urban green lands, investigations were made on soil organic carbon, alkaline nitrogen and their vertical distribution characteristics and correlation in urban green lands (park, road, residential land and campus) in Changchun City. The results showed that soil physical and chemical properties, organic carbon (SOC) and alkalinity nitrogen (AN) content were significantly influenced by green space type and soil profile ($P < 0.05$). The mean values of soil pH in 0~30 cm soil depth under different green lands were: campus > road > residential land > park; The mean values of soil SOC in 0~30 cm soil depth under different green lands were: park > road > residential land > campus; The mean values of soil AN in 0~30 cm soil depth under different green lands were: park > residential land > campus > road; Correlation analysis showed that soil SOC was positively correlated with AN, while green soil pH was negatively correlated with SOC content. This led to the conclusion that the alkalinity nitrogen content should be increased in the soil, and the soil pH should be adjusted to optimize the soil, increase the carbon sequestration, weaken the greenhouse effect and im-

收稿日期:2018-09-14

基金项目:长春大学国家自然科学基金培育项目(Z20160915)

作者简介:刘 骞(1982-),女,讲师,在读博士,研究方向为土壤养分资源利用,e-mail:52605501@qq.com。

prove the ecological environment.

Key words: Urban green land, Organic carbon, Available nitrogen, pH value, Vertical distribution characteristics

在城市生态系统中,城市绿地作为其重要的组成部分,具有很大的生态效益,在城市景观提升方面发挥着重要的作用,此外,对于推进人类的生活条件和城市的区域发展起着良好的作用^[1]。但近些年来,城市化进程的愈来愈烈,频繁而持续的人为活动对区域乃至全球土壤碳氮储量及碳氮循环途径等均产生影响,严重破坏了城市的生态系统,城市环境面临着严峻的考验^[2-3]。本研究调查吉林省长春市不同功能分区(公园、道路、居住区、校园)绿地土壤垂直分布特征,并探讨土壤有机碳含量与 pH 值、碱解氮养分含量的相关性,旨在为人们对土壤碳汇功能及土壤养分状况的评价提供科学依据,从而提高土壤的固碳功能,减少二氧化碳的排放量,为改善生态环境做出突出贡献。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况

长春市(北纬 43°05′~45°15′,东经 124°18′~124°05′)是吉林省的省会,位于中国东北平原腹地松辽平原,居北半球中纬度北温带。长春市地域辽阔,土地资源较丰富。土质主要是 34% 的黑土、

29% 的草甸土和 15% 的黑钙土等,土质肥沃,一般黑土层厚达 0.6 m~1.0 m。长春市的地势比较平坦,气候介于东部山地湿润与西部平原半干旱区之间的过渡带,属温带大陆性湿润气候类型。东部和南部虽距海洋不远,但由于长白山地的阻挡,削弱了夏季风的作用;西部和北部为地势平坦的松辽平原,西伯利亚极地大陆气团畅通无阻,故气候总的特点是春季干旱多风,夏季温暖短促,秋季晴朗温差大,冬季严寒漫长。年平均气温 4.6℃,历史上最高气温 40℃,最低气温零下 39℃。年降水量 600 mm~700 mm,全年无霜期为 140 d~150 d,全年冰冻期为 5 个月。

1.2 土壤样品采集及处理

选取研究区内的公园、居民区、道路两侧、校园(代表城市土地不同功能分区的 4 种类型)近 5 年来未受强烈人为活动干扰(如挖掘和填埋等)的草坪作为采样区,每个区域按照 S 型布设 9 个采样点,共确定了 36 个土壤采样点,分别采集 0~10 cm、10 cm~20 cm、20 cm~30 cm 3 个不同剖面的土壤,总计采集样品 108 个,具体分布情况见表 1,其主要理化性质见表 2。

表 1 不同功能区及土壤采样地点

Tab. 1 Different function regions and soil sample sites

绿地功能区类型 Function area	采样地点 Sample site	经纬度 Longitude and latitude	植被类型 Plant type	采样数量 Sample amount
公园绿化绿地	长春公园	北纬 N43°53′32.78", 东经 E125°16′11.48"	草坪	36
道路绿化绿地	人民大街	北纬 N43°53′4.34", 东经 E125°19′5.55"	草坪	36
居住区绿化绿地	大禹城邦	北纬 N43°50′1.27", 东经 E125°17′30.01"	草坪	36
校园绿化绿地	长春大学	北纬 N43°49′46.80", 东经 E125°17′34.60"	草坪	36

1.3 土壤样品的处理与分析

样本处理:土壤样品在经过自然风干后,去掉植物残余,石头以及其他杂物,研磨后于 1 mm、0.25 mm 孔径的筛子过滤,室温下干燥储存。

测定方法:土壤容重的测定采用环刀法,土壤电导率采用 DDS-37 型电导率仪测定,土壤 pH 值用土水比 1:2.5 电位法测定,土壤有机碳含量的测定采用高温外加热重铬酸钾氧化-容量法,土壤碱解氮含量的测定采用碱解扩散法。

数据处理与分析:数据统计分析包括线性相关、

回归分析等均由 Microsoft Excel 软件和 SPSS24.0 软件完成。One-way ANOVA 进行方差分析,LSD 多重比较法进行差异显著性分析($P < 0.05$),Pearson 检验法分析土壤有机碳与 pH 值、碱解氮的相关性。

2 结果与分析

2.1 不同功能绿地土壤 pH 值垂直分布特征

由图 1 可知,分析城市各功能区绿地土壤 pH 值,0~10 cm 与 10 cm~20 cm 绿地土壤之间的 pH

表 2 研究区基本理化性质

Tab. 2 Basic physical and chemical properties of the study sites

绿地类型 Green lands	土层 (cm) Soil layer	电导率 ($\text{us} \cdot \text{cm}^{-1}$) Electronic conductivity	容重 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) Bulk density	含水率 (%) Moisture content
公园	0~10	129.93 ± 10.56	1.08 ± 0.22	26.51 ± 3.02
	10~20	128.51 ± 9.06	1.04 ± 0.21	26.15 ± 2.64
	20~30	136.11 ± 5.78	1.07 ± 0.20	25.23 ± 2.65
道路	0~10	108.02 ± 16.33	1.16 ± 0.17	21.07 ± 3.12
	10~20	122.37 ± 14.68	1.14 ± 0.15	22.62 ± 1.15
	20~30	126.44 ± 13.69	1.12 ± 0.13	21.49 ± 2.90
居住区	0~10	168.73 ± 10.56	1.05 ± 0.18	22.58 ± 3.23
	10~20	176.08 ± 9.85	1.02 ± 0.16	23.05 ± 3.61
	20~30	189.45 ± 9.63	1.04 ± 0.15	22.26 ± 3.25
校园	0~10	133.24 ± 7.85	1.10 ± 0.14	24.28 ± 4.51
	10~20	122.39 ± 7.48	1.09 ± 0.12	23.56 ± 4.21
	20~30	133.34 ± 5.65	1.02 ± 0.07	24.39 ± 4.02

值无显著性差异 ($P > 0.05$), 10 cm ~ 20 cm 与 20 cm ~ 30 cm 土壤之间的 pH 值无显著性差异 ($P > 0.05$), 0 ~ 10 cm 与 20 cm ~ 30 cm 土壤之间的 pH 值差异显著 ($P < 0.05$)。由图 2 可知, 从整体上看长春市城市草坪绿地土壤 pH 值在 5.5 ~ 6.2 之间, 公园绿地土壤 pH 值其变化范围是 5.2 ~ 5.9, 居住区绿地为 5.6 ~ 5.9, 道路绿地为 5.5 ~ 6.1, 校园绿地为 5.4 ~ 6.2, 受人为影响呈无规律分布。除公园绿地土壤 pH 值随土层深度的增加逐渐减小外, 其余绿地土壤 pH 值均随土层深度的增加逐渐增大。长春市不同功能分区城市草坪绿地土壤 pH 值大小为: 校园绿地 > 道路绿地 > 居住区绿地 > 公园绿地, 造成这种结果的主要原因有: 长春市属于我国北方, 冬季下雪量比较多, 频繁地使用融雪剂融化道路上的积雪, 而融雪剂中含有大量的氯化钙或其他种类的盐。冰雪熔化后, 这些盐随着雪水积累在土壤之中^[4~5]。除此之外, 城市建筑废弃物以及石灰、水泥等的沉降也会对城市绿地土壤的 pH 值大小产生影响^[6~8]。

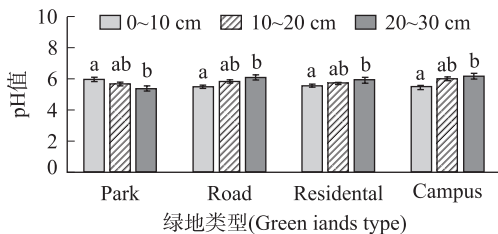


图 1 不同功能绿地土壤 pH 值差异分析

Fig. 1 Analysis of pH difference of soil in different functional green areas

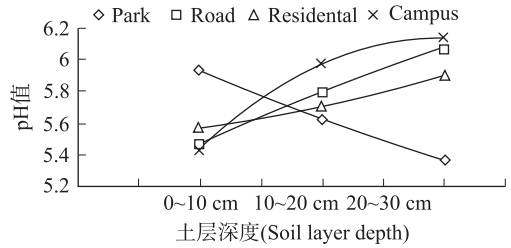


图 2 不同功能区绿地土壤 pH 值垂直分布对比

Fig. 2 Comparison of the vertical distribution of soil pH in different functional areas

2.2 不同功能绿地土壤有机碳垂直分布特征

通过对城市各功能区草坪绿地土壤有机碳含量进行剖面分析, 由图 3 可知, 公园绿地、校园绿地 0 ~ 10 cm 与 10 cm ~ 20 cm、10 cm ~ 20 cm 与 20 cm ~ 30 cm 土壤之间草坪绿地土壤之间的有机碳含量无显著性差异 ($P > 0.05$), 而 0 ~ 10 cm 与 20 cm ~ 30 cm 土壤之间的有机碳含量差异显著 ($P < 0.05$); 道路绿地土壤各土层之间的有机碳含量无显著差异 ($P > 0.05$); 居住区绿地 0 ~ 10 cm 与 10 cm ~ 20 cm、20 cm ~ 30 cm 土壤之间的有机碳含量存在显著性差异 ($P < 0.05$)。由图 4 可知, 从总体上看, 长春市草坪绿地土壤有机碳含量主要在 $20.00 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以下, 且随着土层深度的增加, 有机碳含量呈现逐渐减少的趋势, 说明大多数城市草坪绿地土壤有机碳含量相对较低。不同功能区草坪绿地土壤有机碳含量为公园绿地 > 居住区绿地 > 校园绿地 > 道路绿地。其中, 公园绿地有机碳含量最大, 其原因是公园绿地有专业的养护及管理人员对公园进行定期的养护, 尽管有人为活动, 但是各项规定既保证了公园的清洁, 又防止了公园绿地土壤被破坏; 而且公园内树木有大量的枯枝落叶, 这些枯枝落叶经过微生物分解养分能够作为肥料回流给土壤, 从而使得公园绿地土壤有机碳含量较高^[9]。相比较而言, 居住区和校园的有机碳含量较低, 因为居住区和校园的凋落物多数被人为地清扫掉, 土壤有机碳因此不能得到有效的补充是土壤有机碳含量相对较低的重要原因^[10]。道路地有机碳含量最低, 原因是道路绿地过往车辆较多, 受人为活动影响比较大, 汽车排放的尾气、废弃物等均会对道路绿地土壤造成影响。且与其他功能区的绿地相比, 道路绿地没有施肥等养护措施, 养护水平也比较低, 因此有机碳含量也比较低^[11]。

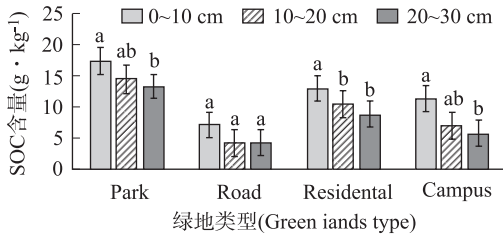


图3 不同功能绿地土壤有机碳含量差异分析

Fig. 3 Analysis on the difference of soil organic carbon content in different functional green areas

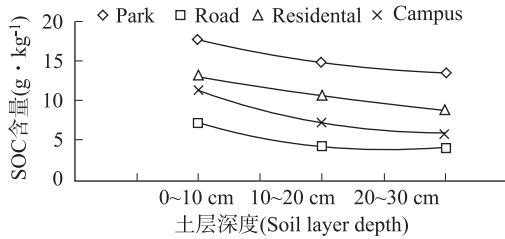


图4 不同功能区绿地土壤有机碳含量垂直分布对比

Fig. 4 Comparison of vertical distribution of organic carbon content in green soil in different functional areas

2.3 不同功能绿地土壤碱解氮垂直分布特征

由图5可知,城市草坪绿地类型对土壤碱解氮含量影响水平不大,其中公园绿地、道路绿地0~30 cm土壤之间的碱解氮含量无显著性差异($P > 0.05$);居住区绿地0~10 cm与20 cm~30 cm土壤之间的碱解氮含量差异显著($P < 0.05$);校园绿地0~10 cm、10 cm~20 cm与20~30 cm土壤之间的碱解氮含量差异显著($P < 0.05$)。由图6可知,长春市草坪绿地土壤碱解氮含量在 $92 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \sim 132 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 之间,土层深度对土壤碱解氮影响较大,公园绿地、居住区绿地土壤碱解氮含量随土层加深而逐渐变少,而道路绿地、校园绿地土壤碱解氮含量随土层加深而逐渐变多。长春市不同功能区草坪绿地土壤碱解氮含量大小表现为:公园绿地 > 居住区绿地 > 校区绿地 > 道路绿地,其原因是草坪土壤碱解氮的含量与土壤有机质含量有关,公园枯枝落叶多,土壤中有有机质含量高,这些枯枝落叶经过微生物的分解与合成后,使得氮素重新回到土壤中^[12];校园和居住区内碱解氮含量低也与此有关,经常有工人对残枝落叶及时进行清扫,对树木进行修剪和整形,这样就导致了氮素不能重新回到土壤中,而氮素又是植物生长不可缺少的元素,树木根系不断的从土壤中吸收氮素,也使得氮素严重流失。因此如果

不及时对土壤进行补充氮素,植被就会因为缺氮而引起生长不良或病虫害^[13]。

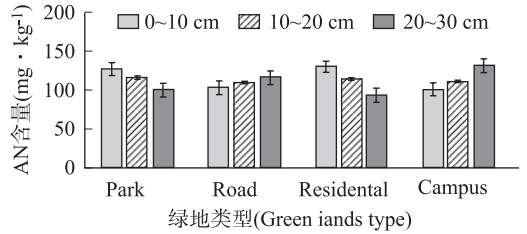


图5 不同功能绿地土壤碱解氮含量差异分析

Fig. 5 Analysis of difference of alkaline nitrogen content of soil in different functional green areas

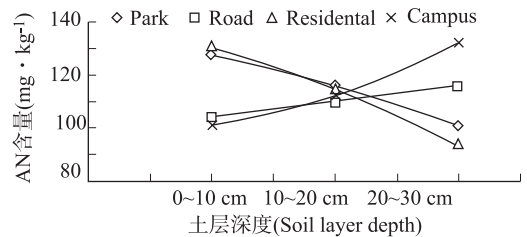


图6 不同功能区绿地土壤碱解氮含量垂直分布对比

Fig. 6 Comparison of vertical distribution of alkaline nitrogen content of soil in different functional areas

2.4 不同功能区绿地土壤有机碳含量与pH值之间的相关性

不同功能区草坪绿地土壤有机碳含量与pH值之间的相关分析表明(见图7),公园绿地土壤有机碳与pH值呈正相关($P < 0.05$),即随着土壤pH值的升高,有机碳的含量呈线性增加,但 R^2 值均较小。

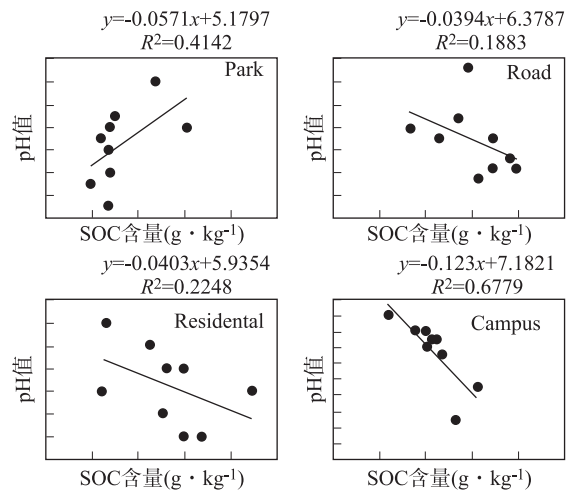


图7 不同功能绿地土壤有机碳与pH值的相关性

Fig. 7 Correlation between soil organic carbon and pH in different functional green areas

道路绿地、居住区绿地、校园绿地土壤有机碳与 pH 值呈极显著负相关($P < 0.01$),即随着土壤 pH 值的升高,有机碳的含量呈线性减少。

2.5 不同功能区绿地土壤有机碳含量与碱解氮之间的相关性

由图 8 可知,不同功能草坪绿地土壤中公园绿地、校园绿地土壤有机碳与碱解氮呈极显著正相关($P < 0.01$),即随着土壤碱解氮含量的增高,有机碳的含量呈线性增高;道路绿地土壤有机碳与碱解氮亦是呈正相关关系,即随着土壤碱解氮含量的增高,有机碳的含量呈线性增高;而居住区绿地土壤有机碳与碱解氮呈极显著负相关($P < 0.05$),即随着土壤碱解氮含量的增高,有机碳的含量逐渐减少。

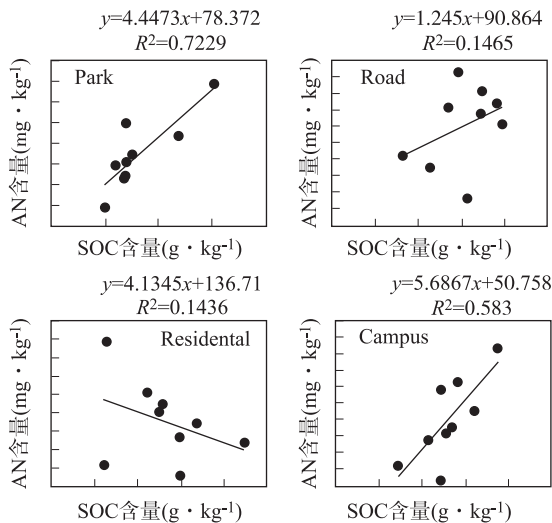


图 8 不同功能绿地土壤有机碳与碱解氮的相关性

Fig. 8 Correlation between soil organic carbon and alkalinity nitrogen degradation in different functional green areas

3 结论

本文以长春市为例分析城市不同功能分区(公园、道路、居住区、校园)草坪绿地土壤 pH 值、有机碳(SOC)、碱解氮(AN)垂直分布特征及相关性。研究结果表明:

(1)长春市不同功能草坪绿地中,公园草坪绿地土壤综合性状相对较好。公园草坪绿地土壤呈微酸性,有机碳含量丰富,土壤中氮元素充足;道路草坪绿地土壤呈酸性,有机碳含量低,碱解氮含量也较低;居住区草坪绿地土壤呈酸性,有机碳含量低,但碱解氮含量相对富集;校园草坪绿地土壤呈微酸性,有机碳含量偏低,碱解氮含量高。

(2)长春市草坪绿地土壤有机碳的含量与碱解氮含量呈正相关,有机碳含量高的土壤碱解氮含量也相对较高,有机碳含量较低,碱解氮含量也较低;而土壤的 pH 值与有机碳的含量呈负相关。

参考文献:

- [1] 吴人韦. 国外城市绿地的发展历程[M]. 城市规划, 1992: 39 ~ 43.
- [2] 王保忠, 王彩霞. 城市绿地研究综述[J]. 城市规划汇刊 2004, 12(5): 62 ~ 67.
- [3] Watson R T, Verardo D J. Land-use change and forestry[M]. Cambridge University Press, 2000. 12 ~ 14.
- [4] 周涛, 史培军. 土地利用变化对中国土壤碳储量变化的间接影响[J]. 地球科学进展, 2006, 21(2): 138 ~ 143.
- [5] 毛子龙. 1890 - 2029 年白城地区土地利用覆被变化与土壤碳库研究[D]. 吉林大学博士学位论文, 2010; 5.
- [6] Tateno M, Chapin III FS. The logic of carbon and nitrogen interactions in terrestrial ecosystems[J]. The American Naturalist, 1997, 149(4): 723 ~ 744.
- [7] 王绍强, 周成虎. 中国陆地土壤有机碳库的估算[J]. 地理研究, 1999, 18(4): 349 ~ 356.
- [8] 王国光, 乌力更, 李绍良. 内蒙古土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 16 ~ 26.
- [9] 刘玲, 王海燕, 戴伟. 长白山东部 4 种林分类型土壤有机碳及养分特征研究[J]. 水土保持通报, 2013, 33(3): 79 ~ 71.
- [10] Bockheim J G. Nature and properties highly disturbed urban soils [M] Philadelphia, Pennsylvania, 1974. 131 ~ 133.
- [11] Craul P J A description of urban soil and their desired characteristics [J]. Journal of Arboriculture, 1984, 23(3): 56 ~ 59.
- [12] 陈庆强, 沈承德, 易惟熙. 土壤碳循环研究进展[J]. 地球科学进展, 1998, 13(6): 555 ~ 563.
- [13] 汪业勤, 赵士洞, 牛栋. 陆地土壤碳循环的研究动态[J]. 生态学杂志, 1999, 18(5): 29 ~ 35.