

日照市城区绿地土壤肥力质量评价

田绪庆¹, 陈为峰¹, 申宏伟²

(1. 山东农业大学 资源与环境学院, 山东 泰安 271018; 2. 日照市园林管理局, 山东 日照 276800)

摘要:以日照市城区绿地表层土壤为研究对象,在野外采样和室内分析的基础上,对其土壤肥力特征进行研究。结果表明:日照市城区绿地0—20 cm土层的土壤容重为1.347~1.504 g/cm³,绿地表层土壤pH为6.64~7.01,电导率为85.534~107.079 μS/cm。土壤有机质、碱解氮、速效钾含量普遍较低,有效磷含量丰富。日照市城区不同绿地类型的土壤肥力系数(P)依次为校园绿地(1.57)、市政单位绿地(1.49)、公园绿地(1.44)、广场绿地(1.43)、苗木生产区(1.42)、居住区绿地(1.40)、道路绿地(1.39),均处于土壤肥力等级三等(0.9<p<1.8)。不同绿地类型的土壤退化指数为0.00%~24.67%,没有退化的趋势。

关键词:城市绿地; 土壤理化性质; 土壤肥力; 土壤退化; 日照市

中图分类号: S731, S714

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)06-0138-06

Assessment on Quality of Soil Fertility of the Urban Green Space in Rizhao City

TIAN Xuqing¹, CHEN Weifeng¹, SHEN Hongwei²

(1. College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China; 2. Rizhao Garden Virescence Maintenance Center, Rizhao, Shandong 276800, China)

Abstract: Soil fertility characteristics of urban green spaces in Rizhao City were examined. The results demonstrated that soil bulk density ranged from 1.347 g/cm³ to 1.504 g/cm³ in 0—20 cm layer; pH was 6.64~7.01 and EC was 85.534~107.079 μS/cm in the topsoil. Contents of soil organic matter, available nitrogen and available potassium were low, but in contrast with these indices, available phosphorus is relative rich. Soil integrated fertility index (P) varied with locations: campus green space (1.57), municipal department green space (1.49), park green space (1.44), square green space (1.43), nursery stock production (1.42), residential green space (1.40), road green space (1.39), which are all at the third class of the soil fertility grade (0.9<p<1.8). Soil degradation indexes ranged from 0.00% to 24.67% for all the studied green space, indicating that no potential degeneration for all the green space soil was observed.

Keywords: urban green space; soil physical and chemical properties; soil fertility; soil degradation; Rizhao

随着人们生活质量的不断提高,城市生态环境受到普遍关注。城市园林绿化在改善城市生态环境、美化城市景观方面起着不可替代的作用。绿地土壤是绿色植物的生长介质和营养供给者,其养分状况对绿化质量和绿地系统生态功能的发挥起着重要作用。由于人类活动的影响,城市绿地土壤的理化特性大都发生了显著的改变,且障碍因素颇多,严重影响和制约了城市绿地质量和绿化效果。近年来,城市绿地土壤研究已成为热点问题,国内一些城市如济南、上海、重庆、徐州、许昌、杭州、哈尔滨等地均对当地各种类型绿地的土壤质量进行了综合评价和研究^[1-7],这些研究成果在当地的绿地建设中起到了重要的指导作

用。日照市在这一领域的研究还存在较大空白,笔者研究了日照市不同绿地肥力质量,以期对日照市绿地土壤的管理和改良提供理论依据,促进生态城市的可持续发展。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

日照市位于山东省南部黄海之滨(118°25′—119°39′E, 35°04′—36°04′N),属暖温带半湿润季风气候,年平均降水量868.5 mm,多年平均气温12.6℃,无霜期213 d,年平均日照2 520.2 h,日照率为57%。构成全市土壤主体的主要是棕壤土大类,土层厚度一

一般在 20—30 cm。

1.2 采样绿地功能区类型的划分

本试验采样绿地功能区类型有广场绿地、公园绿地、道路绿地、居住区绿地、市政单位绿地、校园绿地、苗木生产区七种类型;植被类型主要有草坪类、灌木类、乔木类三种类型;采样点的具体布设情况见表 1。

1.3 土壤样品的采集处理与测定

草坪地被采集 0—20 cm 土壤,灌木类采集 0—

20,20—40 cm 土壤,乔木类采集 0—20,20—40,40—60 cm 土壤。布设城市绿地土壤采样点 46 个,1 个城郊农田采样点和 1 个自然植被土壤采样点,总计 48 个土壤采样点,如表 1 所示;2013 年 8 月采集混合土壤样品 101 份,每个土样均为多点混合样,土壤样品风干、研磨、过筛后,待测土壤质地、容重和养分等理化指标。于 2013 年 9 月 30 日前完成 101 份土壤样品理化指标的测定。

表 1 日照市城区绿地分类及土壤采样点布置

功能区编号	绿地类型	样地编号	样地情况	样地植被类型	采样点数	样品数
G _{CK}	自然植被土壤	1	肥家庄郊外的自然植被	—	1	3
G ₀	城郊农田土壤	2	殡葬管理所对面的农田	—	1	3
		3	灯塔广场	灌、乔	4	10
		4	水运基地万平口景区	草、灌、乔	5	9
G ₁	广场绿地	5	阳光海岸浴月广场	乔	3	9
		6	植物园园内	草、灌、乔	3	6
		7	银河公园园内	草	1	1
G ₂	公园绿地	8	海曲公园园内	草、乔	2	4
		9	碧海路	草、乔	2	4
		10	北京北路	草、灌	2	3
		11	青岛路与山东东路交叉路口附近	乔	1	3
		12	烟台路	灌	1	2
G ₃	道路绿地	13	青岛路与学苑路交叉路口附近	草、灌、乔	3	6
		14	海曲东路与迎宾路交叉路口附近	灌	1	2
		15	海曲西路(东升地毯厂门口)	乔	1	3
		16	山海天管委院内	草、灌	2	3
G ₄	市政单位绿地	17	市政府广场内	灌、乔	2	5
		18	东港区委院内	草、灌	2	3
		19	一佳学校院内	草、灌、乔	3	6
G ₅	校园绿地	20	曲阜师范院内	草、乔	2	4
		21	艺校院内	灌	1	2
G ₆	居住区绿地	22	碧海家园院内	草、灌、乔	3	6
G ₇	苗木生产区	23	大李家村苗圃	草、乔	2	4
总计					48	101

1.4 测定指标及方法

土壤肥力质量测定指标包含土壤容重、pH、电导率、有机质、碱解氮、有效磷和速效钾。土壤样品理化指标测定方法如下^[8]。

土壤容重:环刀法;pH:水土比 2.5 : 1,悬液电位法;电导率:水土比 5 : 1,浸提电导法;有机质:重铬酸氧化,外加热法;碱解氮:扩散法;有效磷:Olsen 法;速效钾:1 mol/L NH₄OAc 浸提,火焰光度法。

1.5 土壤质量评价方法

1.5.1 土壤单因素肥力评价方法与标准 本研究参照全国第二次土壤普查及有关标准(表 2)对日照市城区绿地土壤速效氮磷钾、有机质、pH、电导率及水溶性盐等分别进行评价。

1.5.2 土壤综合肥力质量评价方法 本研究采

用改进的内梅洛综合指数法^[5]对日照市城区绿地土壤肥力质量进行综合评价。

参照第二次土壤普查中的土壤各属性分级标准(表 3)对所选指标参数进行标准化以消除各参数之间的量纲差别,标准化处理的方法如下:当属性值属于差的一级,即 $C_i \leq X_a$ 时, $P_i = C_i / X_a (P_i \leq 1)$;

当属性值属于中等一级,即 $X_a < C_i \leq X_b$ 时, $P_i = 1 + (C_i - X_a) / (X_b - X_a) (1 < P_i \leq 2)$;

当属性值属于较好一级,即 $X_b < C_i \leq X_c$ 时, $P_i = 2 + (C_i - X_b) / (X_c - X_b) (2 < P_i < 3)$;

当属性值属于好的一级,即 $C_i > X_c$ 时, $P_i = 3$ 。

上述各式中, P_i 为属性分系数, C_i 为该属性测定值, X_a, X_b, X_c 为分级指标。

根据调查测试情况,本研究采用的评价指标有电

导率、有机质、碱解氮、有效磷、速效钾。

通过标准化后,同一级别的各属性分肥力系数比较接近,便于对比分析,当某属性测定值超过好的标准(即 $C_i > X_c$) 时,肥力系数也不再提高,反映植物生长对某属性的要求并不是越高越好,这与生产实践是相符的。最后采用修正的内梅罗公式计算综合肥

力系数:

$$P = \sqrt{\frac{(\bar{P}_i)^2 + (P_{i_{\min}})^2}{2}} \cdot \left(\frac{n-1}{n}\right)$$

式中: P ——土壤综合肥力系数; \bar{P}_i ——土壤各属性分肥力系数的平均值; $P_{i_{\min}}$ ——土壤各属性分肥力系数的最小值; n ——参与评价的土壤属性个数。

表 2 土壤养分含量分级标准

级别	有机质/(g·kg ⁻¹)	碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	有效磷/(mg·kg ⁻¹)	速效钾/(mg·kg ⁻¹)
1 很丰富	>40	>150	>40	>200
2 丰富	30~40	120~150	20~40	150~200
3 适中	20~30	90~120	10~20	100~150
4 缺乏	10~20	60~90	5~10	50~100
5 很缺乏	6~10	30~60	3~5	30~50
6 极缺乏	<6	<30	<3	<30

表 3 土壤各属性分级标准

土壤属性	X_a	X_b	X_c
有机质/(g·kg ⁻¹)	10	20	30
碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	80	150	200
有效磷/(mg·kg ⁻¹)	5	10	15
速效钾/(mg·kg ⁻¹)	50	100	150
电导率/(μ S·cm ⁻¹)	1500	900	300

表 4 土壤综合肥力系数分级标准

项目	肥力等级			
	一	二	三	四
肥力系数范围	>2.7	1.8~2.7	0.9~1.8	<0.9
肥力评语	很肥沃	肥沃	一般	贫瘠

1.5.3 土壤质量退化评价方法 本研究采用土壤质量退化指数法^[9]对日照市城区绿地土壤质量退化进行评价。土壤退化指数的计算可依据 Adejuwon 提出的计算公式^[10],公式如下:

$$DI = \sum_{i=1}^n ((x_i - \bar{x}_i) / \bar{x}_i) \times 100\% / n$$

式中:DI——土壤质量退化指数; x_i ——土壤质量指示的物理和化学因子; \bar{x}_i ——自然林状态下土壤物理化学因子的基准值,即基准土壤类型各土壤属性值。

本研究以城郊农田土壤为基准,采用的指标有容重、有机质、碱解氮、有效磷、速效钾、电导率。需要说明的是,由于土壤容重值增高通常表明土壤有退化的趋势^[11],因此实际计算中采用容重差值的相反数。

计算出的土壤退化指数可反映出土壤从基准状况下变化的幅度,定量的体现了土壤退化和改善的程度,即正直表示土壤质量有所改善,而负值表示土壤有退化的趋势^[12-13]。如果 DI 值大于 -5%,表明土壤没有退化,在 -5%~-10%表明了土壤有了轻微的退化,在 -10%~-20%表明了有了中度的退化,如

果小于 -20%则表明有了严重的退化^[14]。

1.6 数据统计分析

试验数据采用 Excel 及 SAS 软件进行数据处理、相关性分析及显著性分析。

2 结果与分析

2.1 城市绿地土壤理化性质分析

(1) 土壤容重。图 1 数据分析表明,日照市城区绿地表层土壤容重变幅为 1.347~1.504 g/cm³,平均值为 1.435 g/cm³,大于自然植被土壤(1.380 g/cm³)和城郊农田土壤(1.340 g/cm³)。不同功能区绿地中,道路绿地(G_3)表层土壤的容重最大,其次是广场绿地(G_1)>校园绿地(G_5)>市政单位绿地(G_4)>居住区绿地(G_6)>公园绿地(G_2)>苗木生产区(G_7)。

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。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^[15]。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。适合植物生长的土壤容重范围一般为 1.10~1.40 g/cm³,当土壤容重大于 1.60 g/cm³ 时^[16],已接近植物根系穿插的临界值,严重阻碍根系生长。日照市城区绿地土壤容重偏大,蓄水和通透性差,不但不利于植物生长发育,且影响降水、灌溉水的入渗和在土壤中的再分布,不利于土壤水贮存,导致土壤容易干旱,增加抗旱压力,还导致地表水容易形成地表径流,增加城市防洪压力。

(2) 绿地土壤 pH 特性。一般较适宜植物生长的 pH 值范围是:6.5~7.5,显中性^[17]。图 2 数据分

析表明,日照市城区绿地表层土壤 pH 变幅为 6.64~7.01,均值为 6.85,根据 pH 的分级标准,属于中性土壤,较适宜作物生长。不同功能区绿地表层土壤的 pH 差异不大,且与自然植被土壤(7.03)和城郊农田土壤(6.89)的 pH 差异不大。

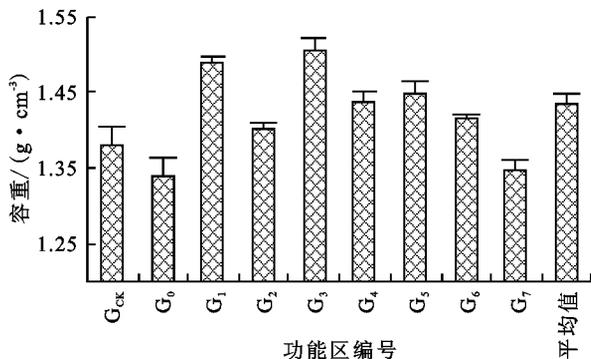


图 1 日照市城区不同功能区绿地表层土壤容重

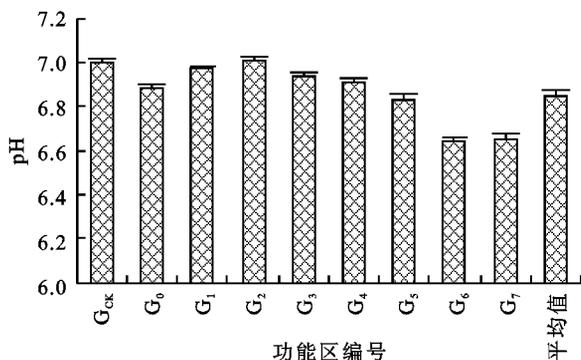


图 2 日照市城区不同功能区绿地表层土壤 pH

(3) 土壤电导率特性。图 3 数据分析表明,日照市城区绿地表层土壤电导率的变幅为 85.534~107.079 μS/cm 均值为 95.142 μS/cm,大于自然植被土壤(56.656 μS/cm)和城郊农田土壤(72.078 μS/cm)。电导率大小顺序依次为:市政单位绿地>广场绿地>校园绿地>道路绿地>居住区绿地>公园绿地>苗木生产区,不同功能区绿地表层土壤的电导率差异不显著。

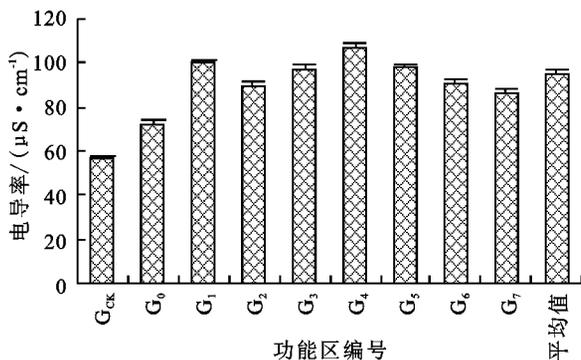


图 3 日照市城区不同功能区绿地表层土壤电导率

(4) 土壤有机质含量。图 4 数据分析表明,日照市城区绿地表层土壤有机质含量的变幅为 11.64~20.65 g/kg,均值为 15.96 g/kg,高于自然植被土

(9.80 g/kg)和城郊农田土壤(14.44 g/kg),总体上处于缺乏水平。不同功能区绿地表层土壤有机质含量的大小顺序依次为:苗木生产区(G₇)>校园绿地(G₅)>广场绿地(G₁)>市政单位绿地(G₄)>道路绿地(G₃)>公园绿地(G₂)>居住区绿地(G₆),其中居住区绿地表层土壤含量最低,为 11.64 g/kg,处于很缺乏水平,不同绿地类型差异不大。

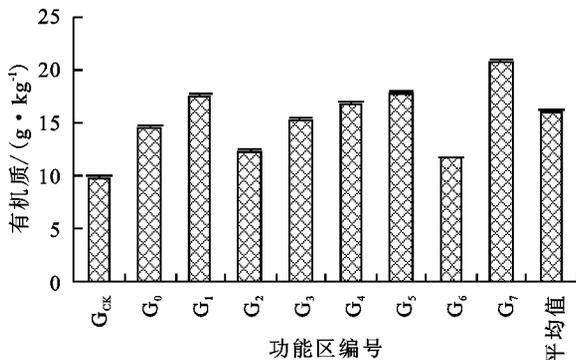


图 4 日照市城区不同功能区绿地表层土壤有机质

(5) 土壤碱解氮含量。图 5 数据分析表明,日照市城区绿地表层土壤碱解氮含量的变幅为 12.28~55.21 mg/kg,均值为 40.30 mg/kg,低于自然植被土壤(48.44 mg/kg)和城郊农田土壤(54.44 mg/kg),总体上处于很缺乏水平。碱解氮含量大小顺序依次为:校园绿地(G₅)>居住区绿地(G₆)>公园绿地(G₂)>市政单位绿地(G₄)>广场绿地(G₁)>道路绿地(G₃)>苗木生产区(G₇),不同功能区绿地差异较大,与其植物的枯枝落叶的返还几率及管理强度存在一定关系。其中,苗木生产区表层土壤碱解氮含量最低,只有 12.28 mg/kg,可能是因为土壤表面掉落的枝叶往往被及时地干净扫除,几乎没有营养元素的回流,土壤长此以往,养分物质会越来越匮乏,因此对道路类绿地应重视对氮素的及时补充。

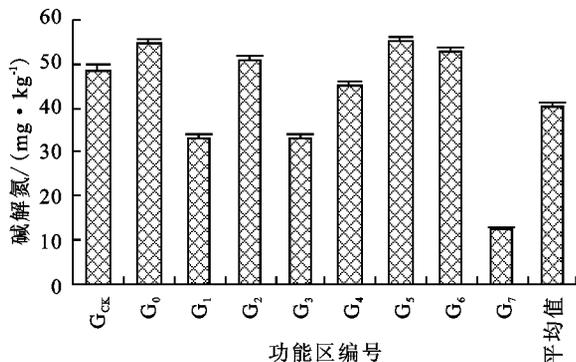


图 5 日照市城区不同功能区绿地表层土壤碱解氮

(6) 土壤有效磷含量。图 6 数据分析表明,日照市城区绿地表层土壤有效磷含量的变幅为 18.44~34.43 mg/kg,均值为 23.35 mg/kg,低于自然植被土壤(28.90 mg/kg)和城郊农田土壤(30.70 mg/kg),总体上处于丰富水平,说明日照市城区绿地土

壤基本不缺磷。有效磷含量大小顺序依次为:苗木生产区(G_7)>校园绿地(G_5)>广场绿地(G_1)>居住区绿地(G_6)>公园绿地(G_2)>市政单位绿地(G_4)>道路绿地(G_3),不同功能区绿地差异不大。

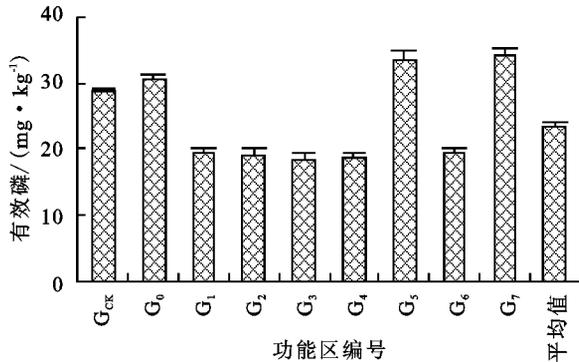


图6 日照市城区不同功能区绿地表层土壤有效磷

(7) 土壤速效钾含量。图7数据分析表明,日照市城区绿地表层土壤速效钾含量的变幅为27.85~39.06 mg/kg,均值为33.04 mg/kg,低于自然植被土壤(12.15 mg/kg)和城郊农田土壤(19.85 mg/kg),总体上处于很缺乏水平。有效钾含量大小顺序依次为:苗木生产区(G_7)>校园绿地(G_5)>广场绿地(G_1)>居住区绿地(G_6)>公园绿地(G_2)>市政单位绿地(G_4)>道路绿地(G_3),不同功能区绿地差异不大。

2.2 城市绿地土壤肥力综合评价

采用改进的内梅洛综合指数法对日照市城区绿地土壤肥力质量进行综合评价的结果见表5。

表5 土壤综合肥力系数

功能区	P_i					\bar{P}_i	P
	有机质	碱解氮	有效磷	速效钾	电导率		
广场绿地	1.76	0.41	2.96	0.56	3.00	1.74	1.43
公园绿地	1.22	0.63	2.92	0.66	3.00	1.69	1.44
道路绿地	1.52	0.41	2.84	0.68	3.00	1.69	1.39
市政单位绿地	1.67	0.56	2.87	0.78	3.00	1.78	1.49
校园绿地	1.78	0.69	3.00	0.74	3.00	1.84	1.57
居住区绿地	1.16	0.66	2.93	0.56	3.00	1.66	1.40
苗木生产区	2.07	0.15	3.00	0.64	3.00	1.77	1.42

表6 土壤属性差异及退化指数

功能区	有机质	碱解氮	有效磷	速效钾	电导率	容重	DI/%
广场绿地	0.22	-0.39	-0.36	0.42	0.38	-0.11	2.67
公园绿地	-0.15	-0.07	-0.38	0.67	0.24	-0.05	4.33
道路绿地	0.05	-0.39	-0.40	0.71	0.34	-0.12	3.17
市政单位绿地	0.16	-0.18	-0.39	0.97	0.49	-0.07	16.33
校园绿地	0.23	0.01	0.10	0.87	0.35	-0.08	24.67
居住区绿地	-0.19	-0.03	-0.37	0.40	0.25	-0.06	0.00
苗木生产区	0.43	-0.77	0.12	0.61	0.19	-0.01	9.50

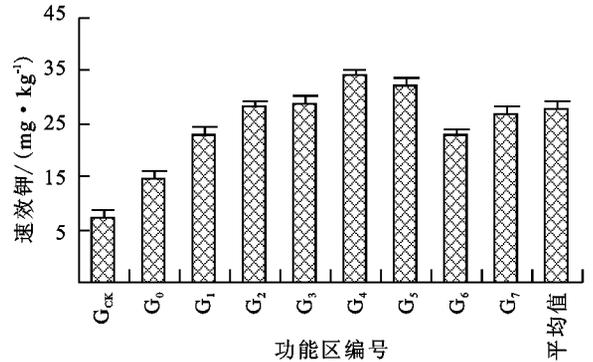


图7 日照市城区不同功能区绿地表层土壤速效钾

由表5数据分析表明,日照市城区绿地土壤综合肥力系数(P)大小依次为校园绿地(1.57)、市政单位绿地(1.49)、公园绿地(1.44)、广场绿地(1.43)、苗木生产区(1.42)、居住区绿地(1.40)、道路绿地(1.39)。各个绿地类型的土壤肥力等级均处于三等($0.9 < P < 1.8$),肥力状况一般。主要是因为城市绿地表层土壤一般为质量较差的客土,碱解氮和速效钾含量较低,使土壤综合肥力状况较差,不同功能区绿地表层土壤综合肥力状况差异较小。

2.3 城市绿地土壤质量退化评价

采用土壤质量退化指数法对日照市城区绿地土壤质量退化进行评价的结果见表6。

本研究是以日照市城郊农田土壤为基准进行的评价。由表6的数据分析表明,日照市城区绿地土壤退化指数(DI)的变幅为0.00%~24.67%,没有退化的趋势,均有不同程度的改善,变异程度适中。

3 结论

(1) 城市绿地土壤理化性质分析. 日照市城区绿地 0—20 cm 土层的土壤容重变幅为 1.347~1.504 g/cm³, 均值为 1.435 g/cm³, 总体上偏大, 对城市绿地植物生长有一定影响。日照城市绿地表层土壤 pH 的变幅为 6.64~7.01, 均值为 6.85, 表明日照市城区绿地表层土壤总体上呈中性, 较适宜作物生长。日照市城区绿地表层土壤电导率的变幅为 85.534~107.079 μS/cm, 均值为 95.142 μS/cm, 不同功能区绿地表层土壤的电导率差异不显著。养分分析结果表明, 日照市城区绿地表层土壤有机质、碱解氮、速效钾含量普遍偏低, 可能会限制园林植物的生长; 土壤有效磷富集, 能满足植物对磷的需求。

(2) 城市绿地土壤肥力综合评价. 日照市城区绿地土壤综合肥力系数的变幅为 1.39~1.57, 土壤肥力综合指数(*P*)大小依次为校园绿地(1.57)、市政单位绿地(1.49)、公园绿地(1.44)、广场绿地(1.43)、苗木生产区(1.42)、居住区绿地(1.40)、道路绿地(1.39), 土壤肥力等级均处于三等(0.9<*P*<1.8), 肥力状况一般。

(3) 城市绿地土壤质量退化评价. 日照市城区绿地土壤退化指数变幅为 0.00%~24.67%, 没有退化的趋势, 变异程度适中。

参考文献:

[1] 韩冰, 刘毓, 赵凤莲, 等. 济南市公园绿地土壤肥力特征及综合评价[J]. 园林科技, 2012(1): 18-22.

[2] 郝瑞军. 上海城市绿地土壤肥力特征分析与评价[J]. 上海农业学报, 2014, 30(1): 79-84.

[3] 陈洪. 重庆市主城区城市绿地土壤质量评价研究[D]. 重庆: 西南大学, 2013.

[4] 司志国, 彭志宏, 俞元春, 等. 徐州城市绿地土壤肥力质量评价[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2013, 37

(3): 60-64.

- [5] 孙艳丽. 许昌市休闲绿地土壤肥力特征研究[J]. 河南农业科学, 2013, 42(5): 89-91, 96.
- [6] 陈旭彤. 杭州城市绿地土壤肥力质量评价[J]. 贵州农业科学, 2013, 40(11): 148-150.
- [7] 胡海辉, 陈旭, 徐苏宁. 哈尔滨城市绿地土壤营养分析与植物种植对策[J]. 水土保持研究, 2013, 20(4): 110-114.
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [9] Xinyu Z, Liding C. The progress and prospect of soil quality indicators and evaluation methods[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2006, 13(3): 30-33.
- [10] Adejuwon J O, Ekanade O. A comparison of soil properties under different landuse types in a part of the Nigerian cocoa belt[J]. Catena, 1988, 15(3): 319-331.
- [11] Lowery B, Swan J, Schumacher T, et al. Physical properties of selected soils by erosion class[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1995, 50(3): 306-311.
- [12] Li X Y, Tang H P, Zhao Y L, et al. Effects of land use on soil quality in Huailai Basin, Hebei Province [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2004, 18(6): 103-107.
- [13] Wang H, Huang Y, Yang B S, et al. Paddy soil quality assessment under rice-ryegrass rotation system in red soil region of mid-subtropics [J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(12): 3271-3281.
- [14] 刘世梁, 傅伯杰, 陈利顶, 等. 两种土壤质量变化的定量评价方法比较[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(5): 422-426.
- [15] 文璐, 刘晶岚, 习妍, 等. 北京地区重要古树土壤物理性状分析[J]. 水土保持研究, 2011, 18(5): 175-178.
- [16] Jim C Y. Physical and chemical properties of a Hong Kong roadside soil in relation to urban tree growth[J]. Urban Ecosystems, 1998, 2(2/3): 171-181.
- [17] 王志刚, 赵永存, 廖启林, 等. 近 20 年来江苏省土壤 pH 值时空变化及其驱动力[J]. 生态学报, 2008, 28(2): 720-727.