

南京城市土壤的特性及其分类的初步研究

卢 瑛^① 龚子同 张甘霖

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要 研究了南京城市土壤的 pH 和磷素特性,并对城市土壤的分类进行了初步探讨。结果表明,南京城市土壤趋向碱性并具有明显的富磷特征;建议增加城镇表层,在人为新成土下增加城镇人为新成土土类,下设浅层城镇人为新成土、粗骨城镇人为新成土、还原城镇人为新成土、紧实城镇人为新成土和普通城镇人为新成土亚类。

关键词 土城市壤; pH; 磷; 分类

城市土壤是指在城区和城郊区域、受强烈人为活动影响的土壤。随着城市化进程的不断加快,城市人口比重的不断增加,城市土壤和人类的相互作用显得越来越重要^[1]。由于城市土壤影响到城市生态环境和人类健康,正日益受到广泛关注,1998年在法国召开的16届国际土壤学大会上设立了城市及城郊土壤工作组,2000年第一届国际城市、工业、交通和矿区土壤学术研讨会在德国艾森召开。

近年来,国外有关城市土壤的理化特性、发生分类的调查制图、污染特性、城市土壤对树木生长的影响等有大量的研究报道^[2-10],而我国有关城市土壤的研究报道甚少^[11,12]。本文通过对南京城市土壤的 pH 和磷素特性及其分类进行初步研究,籍以了解城市土壤的特性,探讨城市土壤的分类方法,为城市土壤利用和管理、城市生态环境的保护和治理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 土壤样品

根据城市土壤主要分布区域和利用状况,采集南京市 20 个城市土壤剖面(剖面 1~20)的不同层次的样品(138 个),层次是根据土壤发生特性、埋、堆积和混合物质的特性来划分的。另外,选取南京市附近非城区自然土壤剖面 3 个(剖面 a、b、c),根据土壤发生层取样(15 个)。

1.2 土壤分析方法

pH 值,水土比 2.5:1,电位测定法;全磷, H₂SO₄-HClO₄ 混合酸溶,钼锑抗比色法; Olsen-P, 0.5mol/L NaHCO₃(pH 8.5)浸提,钼锑抗比色法^[13]。

2 结果与讨论

2.1 城市土壤 pH 特性

① 工作单位:华南农业大学资源环境学院(510642)

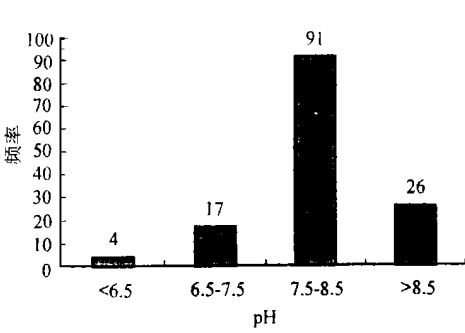


图 1 城市土壤 pH 的分布频率

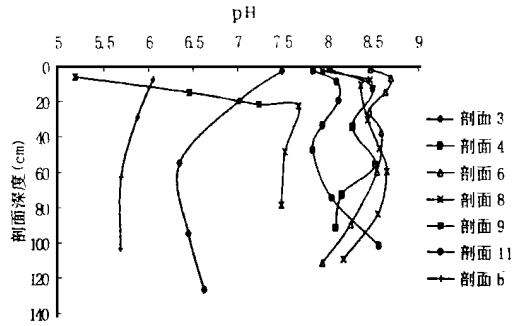


图 2 城市土壤 pH 的剖面分布

结果表明(图 1), 在南京城区的 20 个土壤剖面 138 个层次中, pH 小于 6.5 的占 2.90%; 6.5 ~7.5 的占 12.32%; 7.5 ~8.5 的占 65.94%; 大于 8.5 的占 18.84%。土壤 pH 的变幅为 5.19 ~9.15, 中值为 8.15, 土壤基本上呈碱性, 部分呈强碱性。南京附近自然土壤的 pH 变幅为 4.51 ~7.40, 土壤基本上呈酸性。城市土壤 pH 明显高于自然土壤, 土壤趋向碱性是城市土壤的显著特征, 且 pH 在土壤剖面呈无规律分布(图 2)。

有关研究表明^[14], 南京城市附近主要成土母质发育的土壤, 除石灰岩发育的石灰土外, pH 均小于 7.0 (5.15 ~6.70), 呈酸性或中性。第二次土壤普查结果表明全南京市大多数农业土壤 pH 值在 6.0 ~7.5 之间, 属酸性或中性土壤。由于城市土壤中常常混有建筑废弃物、水泥、砖块和其它碱性混合物等, 其中的 Ca 向土壤中释放; 另外, 大量含碳酸盐的灰尘和沉降; 水泥风化向土壤中释放 Ca; 土壤中碳酸盐与碳酸反应形成重碳酸盐等因素^[3, 4, 7, 8, 9, 12]导致了城市土壤趋向碱性 pH 与自然土壤差异明显。本研究与许多城市土壤的研究结果完全一致^[3, 4, 7, 9, 12]。

2.2 城市土壤磷素特性

研究表明, 南京城市土壤中全磷的含量为 0.74 ~11.41g/kg, 平均值为 3.15g/kg。根据土壤表土全磷含量分级标准^①, 即 > 1.20g/kg 为 1 级, 1.20 ~1.00g/kg 为 2 级, 1.00 ~0.80g/kg 为 3 级, 0.80 ~0.60g/kg 为 4 级, 0.60 ~0.40 g/kg 为 5 级, <0.40g/kg 为 6 级。在所有 138 个剖面层次中, 全磷含量小于 1.2g/kg 仅占 6.52%, 94.48% 的城市土壤层次中的全磷含量达 1 级以上水平(图 3)。全磷在城市土壤剖面中的分布没有规律性, 各土层全磷含量都很高(图 4)。南京非城区的自然土壤全磷含量平均值为 1.36g/kg, 变幅为 0.21 ~2.73g/kg, 明显低于城市土壤全磷含量。资料表明^①, 南京市农业土壤全磷含量平均为 0.88 ± 0.28g/kg, 全磷含量最高的长江沿岸平原土壤中的全磷平均值在 1.11 ~1.24 g/kg 之间。因此, 南京城市土壤中全磷的含量远大于农业土壤, 与南京市农业土壤全磷平均值的上限值 1.24g/kg 相比较, 城市土壤剖面中各层次全磷含量基本超出, 最高的超出 8 倍以上。全磷的富集是南京城市土壤的显著特征。

① 南京市土壤普查办公室. 南京土壤志. 1987.

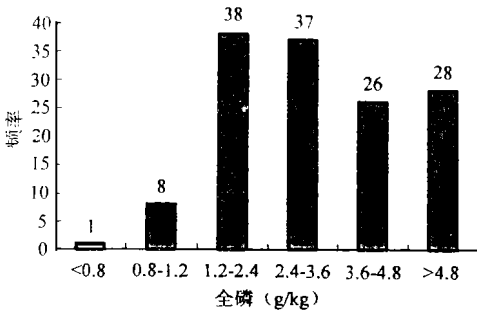


图3 城市土壤全磷含量分布频率

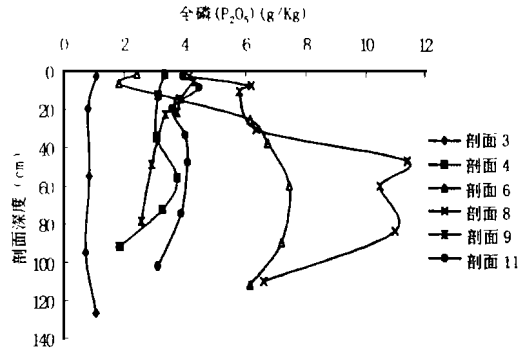


图4 城市土壤全磷的剖面分布

南京城市土壤中 Olsen-P(P) 的含量差异性很大, 变幅为 3.05~203.92mg/kg, 平均值为 57.21mg/kg。根据鲁如坤^[15] 的分级标准 (> 20mg/kg 为丰富, < 10mg/kg 为缺乏, < 5mg/kg 为严重缺乏), 南京市城市土壤中, Olsen-P 丰富的层次约占 85%; 缺乏的层次仅占 9.24%(图 5)。南京非城区自然土壤 Olsen-P 的含量只有 2.89~6.52mg/kg, 处于缺乏至严重缺乏水平, 与城市土壤比较有极显著的差别。在城市土壤的剖面中, Olsen-P 含量分布无规律性, 且同一剖面不同层次以及不同剖面之间 Olsen-P 的变异性大(图 6)。

由于城市的建设, 如建筑、修路等以及工业废弃物、生活垃圾等的排放, 城市土壤受到人为因素的严重改变, 土壤剖面经常受到人为扰动, 自然土壤发生层被破坏, 土壤层次有不同外源物质混入, 导致许多土壤剖面土层之间没有发生学上的联系^[4, 7]。从土壤形态学特征来看, 城市土壤具有土层排列凌乱、腐殖质层被剥离或被埋藏、其它土层破碎且没有统一的出现规律的特点^[16]。这是导致城市土壤中全磷、Olsen-P 在剖面中呈现没有规律性分布的原因。

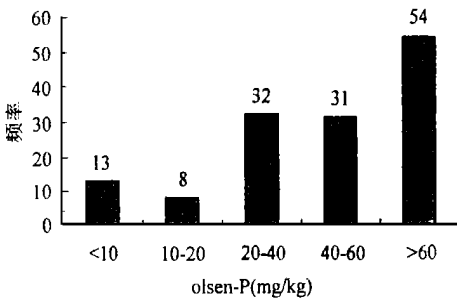


图5 城市土壤 Olsen-P 含量分布频率

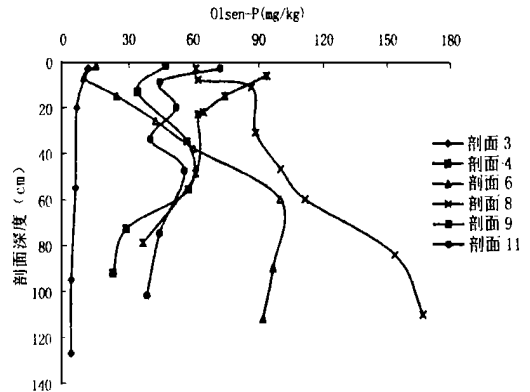


图6 城市土壤 Olsen-P 的剖面分布

在城市的周围常常分布的是菜园地, 磷素的高度积累是菜园土的显著特征^[17]。城市的发展占用了周围大面积的菜园地, 城市土壤保留着原菜园土中的磷素, 加上大量含磷的废水和垃圾的混入, 使得土壤中全磷、Olsen-P 的含量明显高于农业土壤。不同地点人为作用的强度不同, 这导致土壤中磷素变异性大。有关研究表明, 城市土壤与自然土壤相比较, 磷

具有明显的富集特征,有效磷的含量超过植物的需求,磷素的供给达到很高水平,与本研究结果一致^[7];而香港和广州的部分城市公园、行道树土壤磷含量仍然很低,没有明显富集特征^[11, 12]。

2.3 城市土壤分类的初步探讨

由于城市土壤不是分类学上的概念,有必要明确其在我国土壤系统分类中的地位。对于受到人为作用影响很小,仍具有明显自然土壤剖面特征的城市土壤,可根据诊断层和诊断特征进行系统分类。其它的城市土壤由于频繁地受到人为作用的强烈影响,土壤发育、形成的时间较短,归属新成土土纲、人为新成土亚纲比较合理。但根据中国土壤系统分类中人为新成土的规定^[18],它并不适用城市土壤分类,因而有必要扩充其内涵。

建议设立一个新的诊断表层,称为城镇表层(Urbic epipedon),定义为:具有人为的、非农业作用形成的,由于土地的混合、填埋、堆积或污染而形成厚度 $\geq 50\text{cm}$ 的表土层。建议将人为新成土定义表述为:新成土中在矿质表土下有厚度 $\geq 50\text{cm}$ 的人为扰动层次或人为淤积物质,或具有城镇表层。在人为成土下增设城镇人为新成土土类,定义为:凡具有城镇表层的土壤。在城镇人为新成土下设浅层城镇人为新成土、粗骨城镇人为新成土、还原城镇人为新成土、紧实城镇人为新成土、普通城镇人为新成土亚类。分别检索如下:

在城镇表层内有不透水层(如过去水泥、沥青路面等)。

浅层城镇人为新成土

在城镇表层内至少有一厚度 $\geq 15\text{cm}$ 的层次中 $\geq 2\text{mm}$ 粗骨物质(石块、砖块、煤渣、石砾等) $\geq 35\%$ (按体积计)。

粗骨城镇人为新成土

在城镇表层内有机固体物质 $\geq 30\%$ (按体积计)。

还原城镇人为新成土

在城镇表层内至少有一厚度 $\geq 15\text{cm}$ 的层次土壤容重大于 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 。

紧实城镇人为新成土

其它城镇人为新成土。

普通城镇人为新成土

3 结论

南京城市土壤 pH 明显高于非城区自然土壤,土壤具有趋向碱性化的特点,土壤全磷、Olsen-P 含量显著大于非城区的自然土壤,具有明显的富磷特征。

建议增加城镇表层,扩充人为新成土亚纲的内涵,在人为新成土亚纲下增设城镇人为新成土土类,下设浅层城镇人为新成土、粗骨城镇人为新成土、还原城镇人为新成土、紧实城镇人为新成土和普通城镇人为新成土亚类。

参 考 文 献

- 1 De Kimpfe, C. R., and Jean-Louis Morel. Soil Sci. 2000 165(1):31~40
- 2 卢瑛, 龚子同. 城市土壤分类概述. 土壤通报. 1999 30(专辑):60~64
- 3 Burghardt, W. Z. Pflanzenernahr Bodenk. 1994 157:205~214
- 4 Crau, P. J. Arboricultural Journal. 1994 18:275~287

- 5 Effland W. R. and Richard V. Pouyat. *Urban Ecosystems*. 1997, 1:217~228
- 6 Marhus J. A., and A. B. McBrantney. *Aust. J. Soil Res.*, 1996, 34, 453~465
- 7 Stroganova M. N., et al. *Soils of Moscow and urban environment*. Moscow. 1998, 1~177
- 8 Bullock P. and P. Gregory, eds. *Soils in the urban environment* Blackwell Scientific Publications. Oxford. Great Britain. 1999, 1~170
- 9 Ware. G. *Journal of Arboriculture*. 1990, 16(2):35~38
- 10 Wilcke. W, S. Müller., N. Kanchanakool, et al. *Geoderma*. 1998, 86:211~228
- 11 管东生, 何坤志, 陈玉娟. 广州市绿地土壤特征及其树木生长的影响. *环境科学研究*. 1998, 11(4):51~54
- 12 Jim, C. Y. *Urban Ecosystems*. 1998, 2:171~181
- 13 中国科学院南京土壤研究所. *土壤理化分析*. 上海:上海科学技术出版社. 1978, 96~150
- 14 史学正, 张金带. 南京附近不同母质发育的土壤的某些地球化学特征. 见:龚子同著, *土壤地球化学的进展和应用*. 北京:科学出版社. 1985, 182~191
- 15 鲁如坤等. *土壤-植物营养学原理和施肥*. 北京:化学工业出版社. 1998, 49~52
- 16 张甘霖, 骆国保, 龚子同. 城市土壤特性与城市土壤研究的兴起和进展. 见:冯光, 张昌全, 史学正等编. *土地资源持续利用与技术*. 北京:中国大地出版社, 1998, 33~37
- 17 沈汉. 京郊菜园土壤元素积累与转化特征. *土壤学报*. 1990, 27(1):104~112
- 18 龚子同主编. *中国土壤系统分类——理论·方法·实践*. 北京:科学出版社. 1999, 39~805



(上接第21页)

- 2 中国土壤系统分类课题研究协作组著. *中国土壤系统分类(修订方案)*. 北京:中国农业科技出版社, 1995
- 3 杜国华, 张甘霖, 赵文君. 土系的基本特点与划分. *土壤通报*, 1999, 30(专辑): 10~12
- 4 张甘霖, 龚子同. 中国土壤系统分类中的基层分类与制图表达. *土壤*, 1999, 31(2): 64~69
- 5 张洪山. 山东省高唐县土壤基层分类及应用研究探讨. *土壤*, 1999, 31(2): 77~83
- 6 张凤荣, 马步洲, 李连捷. *土壤发生与分类学*. 北京:北京大学出版社, 1992
- 7 李连捷等译. *土壤系统分类概念的理论基础*. 北京:北京农业大学出版社, 1988
- 8 杜国华, 张甘霖, 骆国保. 淮北平原样区的土系划分. *土壤*, 1999, 31(2): 70~76
- 9 李福兴, 齐善忠, 赵飞虎等. 河西走廊临泽样区土壤基层分类及土地持续利用. *土壤通报*, 1999, 30(专辑): 13~19
- 10 张效朴, 詹其厚, 杜国华. 淮北平原样区主要土系的性状及其改良利用. *土壤通报*, 1999, 30(专辑): 20~23
- 11 武继承, 龚子同, 杜国华. 豫东平原土壤系统分类单元的初步划分. *土壤通报*, 1999, 30(专辑): 24~28
- 12 李保国. 土壤变化及其过程的定量化. *土壤学进展*, 1995, 23(2): 33~42
- 13 李进法, 王希恩, 高广瑞等. 河北平原不同土体构型水分分布和运行规律及灌水模式. *干旱地区农业研究*, 1996, 14(1): 3~9
- 14 叶文华. 华北平原农田土体构型与作物生产关系的研究. *地理学报*, 1985, 40(3): 37~49
- 15 袁剑舫, 周月华. 粘土夹层对地下水上升运行的影响. *土壤学报*, 1980, 17(1): 94~100