

东莞林科园土壤养分状况分析

龚弘娟¹, 苏志尧¹, 朱剑云², 叶永昌²

(¹华南农业大学林学院, 广东广州 510642; ²东莞林业科学研究所, 广东东莞 511700)

摘要: 依据对东莞林科园 20 个土壤剖面的调查取样, 用电位法、碱解扩散法、氟化氨、盐酸浸提法、乙酸铵浸提、原子吸收法、重铬酸钾氧化—远红外加热法分别测定了土壤 pH、速效 N、速效 P、速效 K 和有机质。在分析土壤养分总体特征的基础上, 运用系统聚类的方法将东莞林科园土壤划分为 6 种养分类型: 类 I 为低肥力土壤; 类 II 为中氮土壤; 类 III 为高氮低磷土壤; 类 IV 为富有机质的缺氮缺磷土壤; 类 V 属富磷高氮土壤; 类 VI 属富氮土壤。其中, 前 3 类是林科园的主要土壤养分类型。所划分的养分类型能反映各网格单元的地形特征及土地利用方式。

关键词: 土壤养分; 土壤肥力; 养分分级; 聚类分析

中图分类号: S714 文献标识码: A 文章编号: 1001-411X(2006)02-0088-04

Soil Nutrient Status of Dongguan Forest Experimental Park

GONG Hong-juan¹, SU Zhi-yao¹, ZHU Jian-yun², YE Yong-chang²

(¹ College of Forestry, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China; ² Dongguan Research Institute of Forestry, Dongguan 511702, China)

Abstract: Soil samples were collected from 20 profiles in Dongguan Forest Experimental Park, Dongguan, Guangdong Province. Soil pH was determined using electrometric method, available N was determined using NaOH hydrolyzable method, available P was determined using Bray I (0.03 mol/L NH₄F-0.025 mol/L HCl extract) method, available K was determined using atomic absorption spectrophotometric method, and organic matter was determined using the dichromate oxidation (external heat applied) method. Six fertility types of the soils in Dongguan Forest Experimental Park were classified using cluster analysis, i. e., low fertility soil, medium N-content soil, high-N and low-P soil, which are the major fertility types of soil in Dongguan Forest Experimental Park, soil rich in organic matter but deficient in N and P, soil rich in N and P, and N-rich soil. The classification of nutrient status reflects the topographic characteristics and land-use patterns of the respective sampling sites.

Key words: soil nutrient; soil fertility; nutrient classification; cluster analysis

土壤养分是土壤肥力的核心部分,全面客观地评价土壤的实际养分水平是科学施肥的依据。随着数值化评价方法的提出和进一步应用,以及模糊数学方法和多元统计分析方法等现代研究方法的渗透和广泛应用,综合定量化研究已成为土壤养分评价的一个趋势^[1-4]。近年来,聚类分析在许多农业生产试验中广泛应用^[1]。由于聚类谱系图能直观地反映各取样点土壤养分水平的相似性和差异

性,所以与标准的分类方法相比,利用聚类分析的方法对土壤养分状况进行分类,更能尊重事实,把土壤养分状况相同或相似的单元归为一类^[5-6]。本文在对东莞林科园土壤养分总体状况进行分级的基础上,进一步通过系统聚类对其土壤养分水平进行分类,以客观全面地对东莞林科园的土壤养分状况进行评价,为科学施肥及林科园的合理规划利用提供依据。

收稿日期:2005-08-29

作者简介:龚弘娟(1980-),女,硕士研究生;通讯作者:苏志尧(1963-),男,教授,博士,E-mail: zysu@scau.edu.cn

基金项目:广东省科技计划项目(2002C20703)

1 研究区概况

东莞林科园位于广东东莞同沙森林公园范围内,占地 40 hm²,研究区内主要地形为低山、丘陵,地势西高东低,高差达 33.86 m^[7],土壤为赤红壤. 园内设有赏花园、品果园、园艺试验区、树木园、竹园、林业丰产试验区、生态林业示范区、药用植物区、引种繁殖圃、科技展览区等 16 个功能区,先后承担了十多个科研项目,是集科研、科普观光为一体的综合性园地.

2 研究方法

2.1 野外采样

首先将研究区域的地形图数字化,并在该区域内覆盖 150 m × 150 m 的网格,共形成 20 个网格作为取样单位. 在每个网格内都要采集混合土样和剖面土样. 混合土样的采集^{[8]1-2}:依据均匀性和代表性原则,在网格内的 7 个样点进行采样,这 7 个样点呈“S”形均匀分布,采样深度为 30 cm,将采来的土样混合均匀,用“四分法”弃去多余土壤,得到 1 kg 的混合土样. 剖面土样的采集^{[8]2-3}:依据实际情况,在网格的中心或接近中心的位置挖剖面,由下至上分 40~60、20~40、0~20 cm 3 个层次分别采集剖面土样. 同时用 GPS 定位,记录海拔、经纬度;用坡度计测量坡度、坡向;记录采样网格内的主要乔木树种和林下植被.

2.2 样品分析

将采得的土壤风干后,做研磨过筛处理,用于各项指标的分析测定. 土壤 pH,用电位法测定^{[8]171-173}. 土壤速效 N,用碱解扩散法测定^[9]. 土壤速效 P,采用 0.03 mol/L 氟化铵 - 0.025 mol/L 盐酸浸提法测定^{[8]157-158}. 土壤速效 K,用 1 mol/L 乙酸铵浸提 - 原子吸收法测定^{[8]164}. 土壤有机质,采用重铬酸钾氧化-远红外加热,硫酸亚铁滴定法测定^{[8]166-167}.

3 结果与分析

3.1 土壤养分总体状况分析

对 20 个网格 0~60 cm 土壤的养分测定值进行统计分析,得东莞林科园 0~60 cm 土壤养分总体特征值(表 1). 参照《全国第二次土壤普查暂行技术规程》^[10],由各养分含量的平均值对东莞林科园土壤养分分级,结果显示:速效 N 和有机质为 3 级,处于中等偏上水平;速效 P 为 4 级,处于中等偏下水平;速效 K 为 6 级,含量极低. 因此,东莞林科园土壤养分总体水平为中等,属缺 K 型土壤.

利用 0~30 cm 混合土样的养分测定值,分析 0~30 cm 土壤的养分总体特征,分析结果见表 1. 其分级结果与 0~60 cm 土壤有很大不同,除速效 N 含

表 1 东莞林科园土壤养分总体统计特征

Tab. 1 Descriptive statistics of soil nutrient content in Dongguan Forest Experimental Park

指标 ¹⁾ index	0~60 cm		0~30 cm	
	$\bar{x} \pm SE$	CV/%	$\bar{x} \pm SE$	CV/%
pH	4.39 ± 0.24	5.4	4.60 ± 0.57	12.5
w(N)	119.36 ± 47.39	39.7	97.28 ± 39.86	41.0
w(P)	7.01 ± 11.93	170.1	17.03 ± 19.25	113.1
w(K)	24.80 ± 6.56	26.4	50.32 ± 44.39	88.2
w(有机质 or ganic matter)/ (g · kg ⁻¹)	20.87 ± 17.03	81.6	14.43 ± 7.09	49.2

1) N、P、K 均为速效养分, w/(mg · kg⁻¹)

量水平不变外,速效 P 为 3 级,含量水平略有上升,速效 K 为 4 级,含量水平大幅度上升,有机质为 4 级,含量水平略微下降. 但总体肥力仍表现为中等水平. 东莞林科园研究区内主要土地利用方式是果园、人工林和苗圃,土壤长期处于强的人为干扰状态下,特别是表层土壤受人为干扰强度更大,因此 0~30 cm 土壤速效 P 和速效 K 含量高于总体含量水平可能与人为施肥措施有关.

对 0~60 及 0~30 cm 养分总体状况的统计结果都有一个共同的特点,就是除 pH 变异系数较小外,其他养分指标变异系数都较大. 因土样是依据网格采集,这说明东莞林科园土壤养分含量存在较大的空间变异.

3.2 土壤养分的剖面变化特征

将林科园不同层次土壤养分含量平均,比较各养分指标在不同层次的含量变化. 由图 1a、1b 可直观地看到随着深度的增加,速效 N、速效 P、速效 K 和有机质的含量是逐渐降低的,速效 N 二、三层的变化不明显,相差仅 0.37 mg/kg,但仍呈下降趋势. 由图 1c 可知 pH 的垂直变化与其他养分截然相反,随深度增加是逐渐上升的,这与李志安等^[11]的研究结果相一致.

3.3 聚类分析

养分总体特征分析结果表明,东莞林科园土壤存在较大的空间变异,因此总体评价定级结果不能代表每个网格的实际养分状况,为此,本文进一步对东莞林科园的养分状况进行了聚类分析. 因 pH 变异很小,所以选取速效 N、速效 P、速效 K 和有机质 4 个养分指标,利用 Statistica 5.5,采用欧氏距离组平均法对其进行聚类,聚类谱系图如图 2 所示.

3.3.1 不同土壤养分类群的划分 根据图 2 和土壤养分分级状况,将东莞林科园的 20 个网格划分为 6 类:类 I 包括网格 1、2、3;类 II 包括网格 5、6、14、15;类 III 包括网格 7、9、11、16、17、19、8、12、10、13;类 IV 包括网格 4;类 V 包括网格 20;类 VI 包括网格 18.

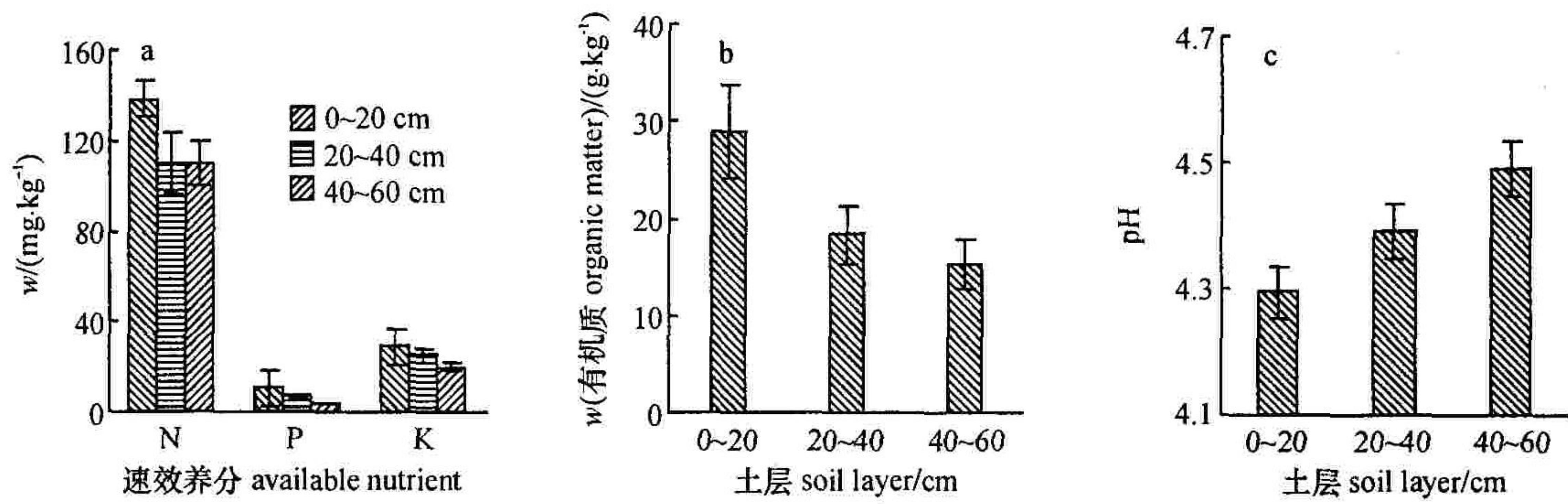


图1 土壤养分及pH的垂直变化
Fig. 1 Vertical variability of soil nutrients and pH

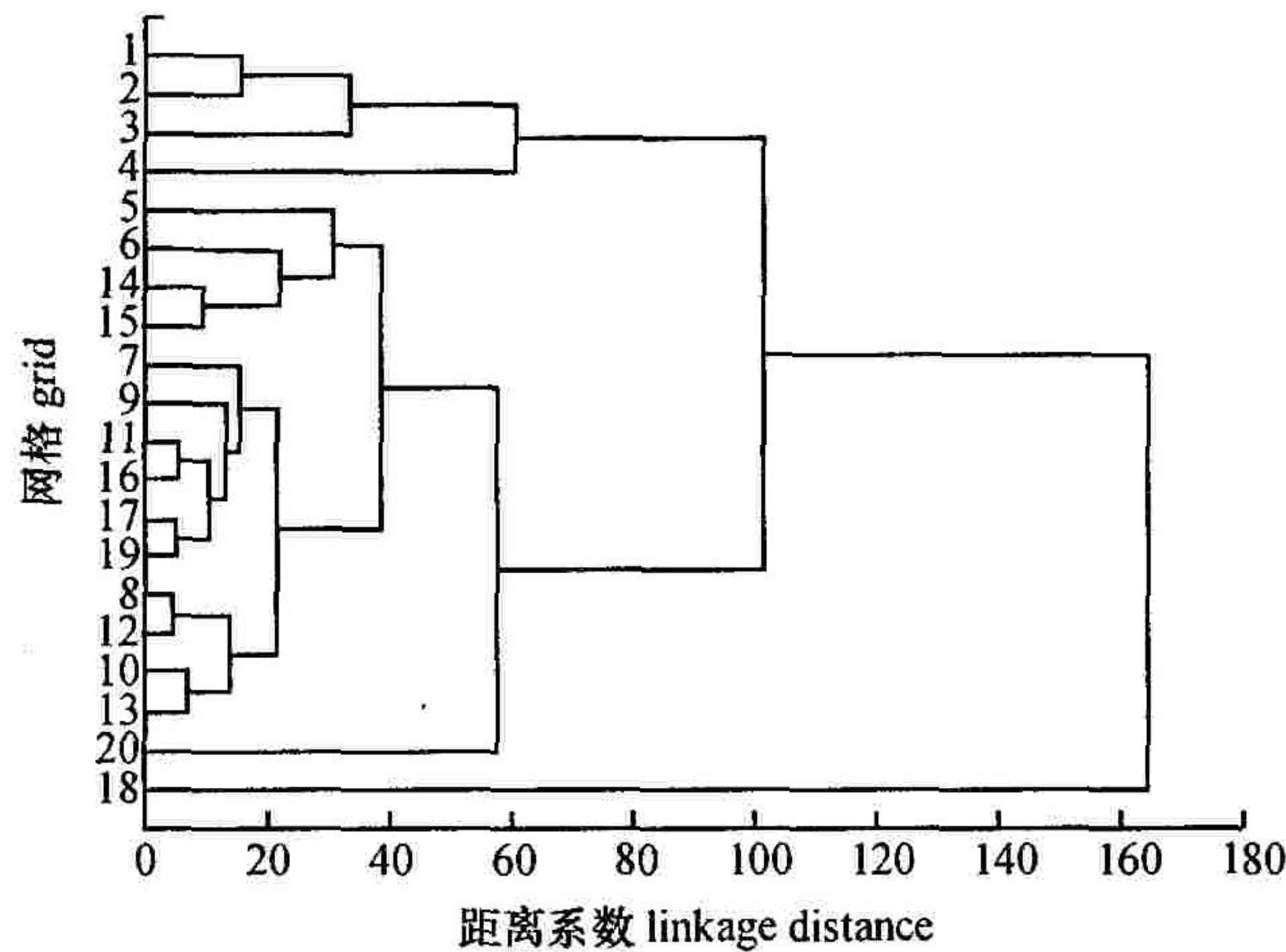


图2 土壤养分状况系统聚类图
Fig. 2 Dendrogram produced by cluster analysis showing site groupings with similar nutrient status

3.3.2 各土壤类群的养分状况分析 根据各土壤类群中各土样的养分指标值归纳出各土壤类群的数量特征如表2所示。参照文献[10]中的土壤养分含量分级标准,由表2可知:东莞林科园土壤速效K含量总体水平很低,仅类Ⅳ(网格4)含量稍高;有机质含量多处于中低水平,仅类Ⅳ含量极高,达到1级水平;不同类别的区别主要表现为速效N、速效P这2个养分指标含量水平的变化。

类Ⅰ包括3个网格,速效N含量水平5级,速效P含量极低,处于6级水平,属低肥力土壤。然而,由

于其有机质含量为3级,处于中等水平,而土壤有机质是土壤中多种营养元素特别是N、P的重要来源^[12],因此类Ⅰ的土壤具有一定的潜在肥力。类Ⅱ的速效N含量水平为3级,速效P水平为4级,属中氮土壤。类Ⅲ包括10个网格,占了整个东莞林科园1/2,是主要的土壤养分类群,其速效N含量很高,达到2级水平,速效P含量则较低仅为4级水平,属于高氮低磷土壤。其余的3类均只包含1个网格,因其中一个养分指标含量极高或极低而自成一类。类Ⅳ,速效N和速效P含量极低均为6级水平,有机质含量却极高,达1级水平,属富有机质缺氮缺磷土壤,具有较高的潜在肥力。形成这种养分状况主要和土壤有机质的矿化速度有关,矿化速度慢则有利于有机质的保存,同时释放的氮和磷减少。影响矿化速度的因素很多,包括有机质的分子结构、土壤微生物和酶、土壤质地、土壤水热条件等。在这里可能是受土壤质地粘重的影响,具体是何原因仍需要进一步的分析。类Ⅴ,速效N含量很高,达2级水平,速效P含量极高,达1级水平,属富磷高氮土壤。类Ⅵ,速效N含量极高,处于1级水平,速效P含量中等,处于4级水平,属富氮土壤。

3.3.3 各土壤类群与土地利用类型和地形部位的关系 各个网格单元的土壤类群与其土地利用方式和所处地形部位有关。类Ⅰ(低肥力土壤)所包含的

表2 各土壤养分类群的数量特征
Tab. 2 Numerical values of the six soil nutrients types

土壤类群 soil types	w(速效N available N)/ (mg·kg ⁻¹)	w(速效P available P)/ (mg·kg ⁻¹)	w(速效K available K)/ (mg·kg ⁻¹)	w(有机质 organic matter)/ (g·kg ⁻¹)
类Ⅰ type I	49.35 ± 8.66	2.87 ± 0.68	23.25 ± 2.01	21.22 ± 18.57
类Ⅱ type II	105.51 ± 12.30	6.39 ± 2.92	25.30 ± 10.25	17.36 ± 6.02
类Ⅲ type III	139.95 ± 8.76	3.76 ± 1.03	23.97 ± 5.68	18.31 ± 5.88
类Ⅳ type IV	43.40	2.60	37.48	84.00
类Ⅴ type V	129.50	56.85	27.63	8.25
类Ⅵ type VI	245.02	9.04	20.38	8.96

网格2、3均为处于山顶的人工林,而山顶是养分流失最为严重的部位,因此其土壤各养分含量均很低。

网格1内土地利用较差,建有道路和房屋,中心部位为灌木林,虽然处于谷底,土壤养分状况仍较差。类Ⅱ所含网格的土地利用类型包括果园、果林、和人工林,其中人工林所占比重较大,但是网格所处的地形部位多为中坡和上坡,因此与类Ⅰ相比养分状况较好,网格5所处地形部位为山顶,但其利用类型为马尾松幼林,受人为抚育施肥的影响养分状况较好。类Ⅲ包含的10个网格主要的土地利用类型是果园和果林,占了该类网格总数的80%,各网格所处地形部位多为中坡和上坡,仅网格8处于山顶。类Ⅳ是具备高潜在肥力的土壤,类Ⅴ和类Ⅵ属于高肥力土壤,这3类包含的网格所处地形部位均较低,为谷底和下坡,正是土壤养分累积的部位。

4 讨论与结论

本文对东莞林科园的土壤养分总体状况、剖面变化特征进行了分析,并进一步运用聚类分析的方法对土壤养分进行分类,更为全面客观地反映了东莞林科园的土壤养分的分布特征。研究结果表明:(1)东莞林科园0~60 cm土壤养分含量总体处于中等水平,速效K含量极低,属缺钾型土壤,这与其土壤类型有关,发育于热带亚热带的红黄壤在强烈的淋溶作用下土壤中的钾素大量淋失,因此,我国南方土壤普遍缺钾。0~30 cm土壤养分含量总体状况亦为中等水平,但速效K为4级,与总体相比含量升高了,这可能与人为的施肥活动有关;(2)速效N、速效P、速效K和有机质4个养分指标在剖面上的垂直变化,表现为随深度增加而下降,而pH值变化趋势与之相反,随着深度增加pH值升高,这与淋溶作用有关,处于下层的土壤风化程度较低阳离子含量高,因此,pH值较高;(3)通过系统聚类的方法,东莞林科园土壤可划分为6种养分类型:类Ⅰ为低肥力土壤;类Ⅱ为中氮土壤;类Ⅲ为高氮低磷土壤,是林科园的主要土壤养分类型;类Ⅳ为富有机质的缺氮缺磷土壤;类Ⅴ属富磷高氮土壤;类Ⅵ属富氮土壤。各网格所属的土壤类群与土地利用类型及所处地形部位有关。

由分析结果来看,根据因缺补缺的原则,林科园在整体范围内应增施钾肥。类Ⅰ、类Ⅳ所包含的网格内氮、磷、钾肥均应施用,但类Ⅰ要提高肥力就要注意有机肥与化肥配合施用,以达到改土效果;类Ⅱ、类Ⅲ包含的网格内,除增施钾肥外,还应注意磷肥施用;类Ⅴ、类Ⅵ所包含的网格肥力较高,只需注意增施钾肥,使土壤中各养分达到平衡。从分类结果还可

看出,除类Ⅴ、类Ⅵ以外,其余4类均为缺磷或低磷土壤。而这4类包含的网格占了总数的90%,因此东莞林科园土壤养分总体状况,除缺钾外,磷也相对缺乏,这从总体特征分析中是看不出的,同时,更说明了利用聚类分析的方法对土壤养分状况进行分类,更能尊重事实,反映实际的养分状况。但是分类中还需凭借经验,多方面综合考虑,比较确定最合理的分类,笔者因经验所限做出的分类结果不一定是最优的,根据需要还可进一步细分。此外,借助GIS技术可将聚类结果反映在各网格上,形成聚类养分分布图,可以更精确合理地进行施肥管理。这在农作物和一些经济作物的种植中已有尝试。目前在林业上提倡测土施肥,在森林的经营管理上也应进行这方面的尝试。

参考文献:

- [1] 林毅,梁颂杰,朱其清,等. 福建烟区植烟土壤养分分类的研究[J]. 中国烟草科学, 2003, 1: 46-48
- [2] CURT T, BOUCHAUD M, AGRECH G. Predicting site index of Douglas-Fir plantations from ecological variables in the Massif Central area of France[J]. Forest Ecology and Management, 2001, 149 (1-3): 61-74
- [3] WILSON S M, PYATT D G, MALCOLM D C. The use of ground vegetation and humus type as indicators of soil nutrient regime for an ecological site classification of British forests[J]. Forest Ecology and Management, 2001, 140 (2/3): 101-116.
- [4] RAHMAN S. Environmental impacts of modern agricultural technology diffusion in Bangladesh: an analysis of farmers' perceptions and their determinants[J]. Journal of Environmental Management, 2003, 68 (2): 183-191.
- [5] 肖秋生, 聂俊华, 陈红艳. 系统聚类分析在区域性土壤养分管理中的应用[J]. 山东科技大学学报: 自然科学版, 2003, 22(3): 109-111.
- [6] 肖秋生, 聂俊华, 陈红艳, 等. 麦田土壤区域化养分管理研究[J]. 云南大学学报, 2004, 19(4): 413-416.
- [7] 邓诗泉, 彭星元. 东莞林科园现代园林花圃规划发展新模式[J]. 林业建设, 2003(4): 14-16.
- [8] 刘光崧. 土壤理化分析与剖面描述[M]. 北京: 中国标准出版社出版, 1996.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 56-57.
- [10] 北京林业大学. 土壤学[M]. 北京: 中国林业大学出版社, 1982: 236.
- [11] 李志安, 周碧, 曹裕松, 等. 南方典型丘陵退化荒坡地土壤养分特征分析[J]. 生态学报, 2003, 23(8): 1 648-1 656.
- [12] 党银侠, 王增信, 梁理民, 等. 泾惠灌区土壤养分状况研究[J]. 西北农业大学学报, 2000, 28(6): 83-88.

【责任编辑 李晓卉】