

广东云勇林场林地表层土壤养分空间特征^{*}

何增丽 谭 莎 谭健彬 叶伯坚 严利章
李 超 李少荣 陆灿辉

(佛山市云勇林场, 广东 佛山 528518)

摘要 研究通过云勇林场林地土壤采样, 分析测试土壤性质及养分指标, 运用地统计分析等方法, 进而揭示林场土壤养分的空间格局特征。结果表明: 林场土壤 pH 值为 3.04~4.96, 整体呈现酸性, 空间上东南区域的酸性更强。土壤全氮含量 0.01%~0.17%, 处于中等偏上水平, 林场西部氮含量较低。全磷含量为 105~501 mg/kg, 为中等到较高水平, 在北部区域含量相对较低。土壤有机碳含量总体偏低, 且在空间分布上与全氮含量基本一致。

关键词 云勇林场; 土壤; 全氮; 有机碳

中图分类号: S714.8 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2022) 05-0139-05

Spatial Characteristics of Surface Soil Nutrients in Yunyong Forest Farm, Guangdong Province

HE Zengli TAN Sha TAN Jianbin YE Bojian
YAN Lizhang LI Chao LI Shaorong LU Canhui

(Foshan Yunyong Forest Farm, Foshan, Guangdong 528518, China)

Abstract In this study, soil properties and nutrient indexes were analyzed and tested through soil sampling in Yunyong Forest Farm, and geostatistical analysis was used to reveal the spatial pattern characteristics of soil nutrients in forest farm. The results showed that the pH value of the forest soil ranged from 3.04 to 4.96, and the acidity was stronger in the southeast region. Soil total nitrogen content ranged from 0.01% to 0.17%, which was above the level of equality. The total phosphorus content ranged from 105 mg/kg to 501 mg/kg, which was moderate to high, and was relatively low in the northern region. Soil organic carbon content was generally low, and its spatial distribution was similar to that of total nitrogen content.

Key words Yunyong Forest Farm; soil; total nitrogen; organic carbon

林地土壤是森林生态系统的重要基础, 其理化性质对森林的生长发育具有直接的影响作用^[1-2]。森林土壤养分含量是评估土壤质量的重要方面^[3]。包括土壤氮、磷、有机碳等指标, 其含量是决定土壤肥力、森林经营措施的重要依据^[4-5]。但同时, 由于土壤受到植被、地形、成土母质、土壤质地、林地经营管理策略等多个因素的影响, 土

壤养分含量在空间上往往存在差异^[6-12]。目前, 针对土壤养分空间变异的研究已有开展, 多数针对农业用地开展^[13-15]。而针对林地土壤养分含量的研究较为少见。

林地土壤养分空间格局的研究, 有助于在空间尺度上对土壤养分状况进行评估, 从而实现针对性的森林经营措施^[10, 16-18], 对于开展区域性的高

^{*} 基金项目: 广东省林业科技创新项目 (2020KJCX006), 专项资金“佛山市云勇林场林地土壤调查”。

第一作者: 何增丽 (1990—), 女, 工程师, 主要从事林业调查、规划等相关工作, E-mail: zengli365@foxmail.com。

效森林经营管理具有重要意义。广东佛山云勇林场是佛山市重要的森林分布区域,该林区的生态健康发展对于佛山市生态建设意义重大,对构建“珠三角国家森林城市群”具有重要价值。因此,本文通过对云勇林场林地表层土壤进行取样分析,从而揭示该区域的土壤养分空间格局。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

广东云勇林场位于佛山市高明区,地理位置东经 $112^{\circ}38'26''\sim 112^{\circ}42'35''$,北纬 $22^{\circ}41'54''\sim 22^{\circ}46'50''$ (图 1)。研究区为南亚热带湿润季风气候,光照充足、降水丰富,年均温 22°C ,年均降水量 $1\,800\sim 2\,000\text{ mm}$ ^[19]。林场地形以低山丘陵为主,林区内有低丘、山塘、水库等,林区地势偏

低,坡度一般为 $20^{\circ}\sim 35^{\circ}$,最高峰鸡笼山的海拔为 418.7 m 。云勇林场土壤主要由花岗岩、砂页岩风化而成的赤红壤为主。

1.2 土壤样品采集及分析

利用 DEM 数据、林地数据等综合选取采样点位置,2021 年 5 月在林场内按照 GPS 点位采集林地 $0\sim 30\text{ cm}$ 的土壤,全区累计选取 84 个样点(图 1)。样品采集后,进行风干、磨碎及过筛处理,分析全部土壤样品 pH、有机碳、全氮、全磷。pH 采用 pH 计测定,土壤有机碳采用油浴加热重铬酸钾容量法测定,全氮采用凯氏蒸馏法测定,全磷采用碱熔-钼锑抗分光光度法测定^[20]。按照全国第二次土壤普查养分划分标准对研究地 pH、有机碳、全氮、全磷进行定性分析(表 1)。

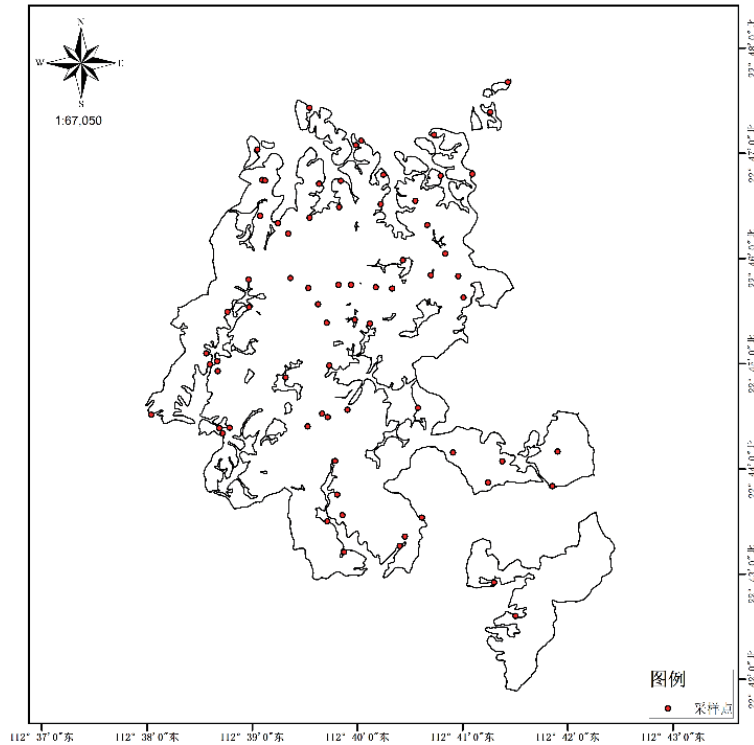


图 1 云勇林场土壤采样点

Figure 1 Soil samples in Yunyong Forest Farm

表 1 土壤属性及元素分级标准

Table 1 Classification standard of soil properties and elements

pH 值 pH value	等级 Grade	全氮 / % Total nitrogen	全磷 / (mg/kg) Total phosphorus	有机碳 / % Organic carbon	等级 Grade
<6.5	酸性	<0.05	<100	<1.0	缺乏
6.5~7.5	中性	0.05~0.10	100~300	1~1.5	中等
>7.5	碱性	0.10~0.15	300~500	1.5~2.0	较高
		>0.15	>500	>2.0	丰富

1.3 数据分析

通过 Excel 对土壤养分含量进行描述性统计，包括均值、极值、标准差等。通过土壤养分分级表对林地表层土壤养分进行分级评价。本研究运用 ArcGIS 10.3 软件对土壤养分进行空间克里格插值 (Kriging)，进而分析云勇林场的土壤养分空间分布特征。

2 结果与分析

2.1 云勇林场表层土壤养分含量统计分析

调查统计结果表明 (表 2)，云勇林场林地表层土壤中全氮含量为 0.01%~0.17%，平均含量为 0.09%；全磷含量为 105~501 mg/kg，平均含量为 266.19 mg/kg；有机碳含量为 0.15%~2.5%，均值为 0.99%；pH 变化范围是 3.04~4.96，平均值为 4.10。统计结果表明，全磷含量在整个区域的变异较大，而其他指标的变异较小，其中全氮含量在林场的含量变异程度最小。

表 2 云勇林场土壤属性和元素统计值

Table 2 Soil properties and elements in Yunyong Forest Farm

统计量 Statistics	pH 值 pH value	全氮 /% Total nitrogen	全磷 / (mg/kg) Total phosphorus	有机碳 /% Organic carbon
最小值 Min	3.04	0.01	105.00	0.15
最大值 Max	4.96	0.17	510.00	2.50
均值 Mean	4.10	0.09	266.19	0.99
标准差 Standard deviation	0.28	0.03	88.60	0.44
偏度 Skewness	-0.52	0.07	0.66	0.61
峰度 Kurtosis	2.45	0.00	0.19	1.34

按照全国第二次土壤普查养分划分标准 (表 1)，云勇林场的土壤整体呈现酸性，且酸性较强。有 8 个样点的全氮含量处于缺乏水平，占总样本数的 9.53%。处于中等水平的 44 个，占总数的 52.38%。处于较高水平的有 29 个，占总数的 34.52%。丰富的点仅有 5 个，占总数的 5.95%。磷含量差异较大，绝大多数的样点磷含量处于中等到较高水平，共计有 83 个点，占总数的 98.81%。有机碳含量属于缺乏水平的有 45 个，占总数的 53.57%；中等水平的有 31 个，占总数的 36.90%；

较高水平的有 6 个点，占总数的 7.14%；丰富水平的点仅有 2 个。

2.2 云勇林场表层土壤养分空间分布特征

根据土壤性质及养分的调查结果，运用空间插值进行空间格局分析，结果显示如下图。

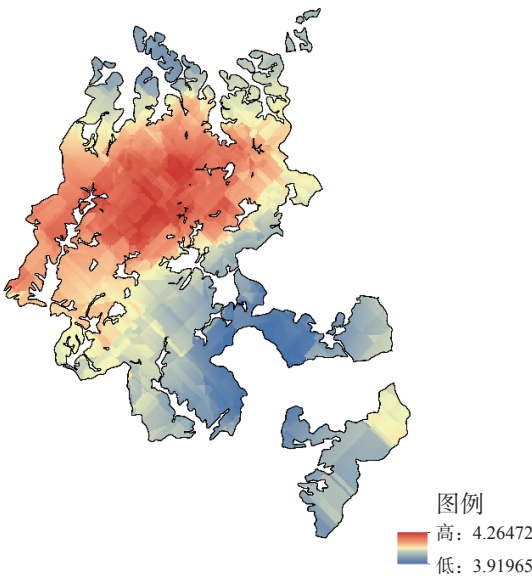


图 2 云勇林场土壤 pH 值空间分布
Figure 2 Spatial distribution of pH value of soil in Yunyong Forest Farm

结果显示 (图 2)，pH 值存在明显的空间分异，林场东南侧的土壤明显酸性更强，且林场最北端也呈现出相似的状况。中北部区域相对酸性较弱，且中部地区的 pH 值最高。

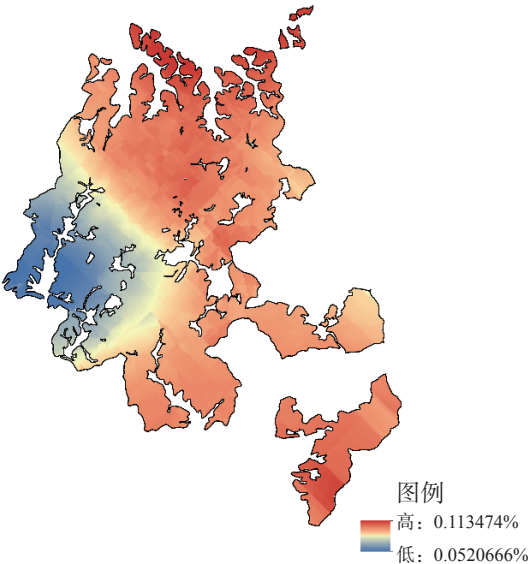


图 3 云勇林场土壤全氮含量空间分布
Figure 3 Spatial distribution of total nitrogen content of soil in Yunyong Forest Farm

结果显示(图3),全氮含量在云勇林场的绝大部分区域为中等到较高水平,且东南区的含量最高。在林场西部表现出全氮含量较低的情况,且分布较为集中。

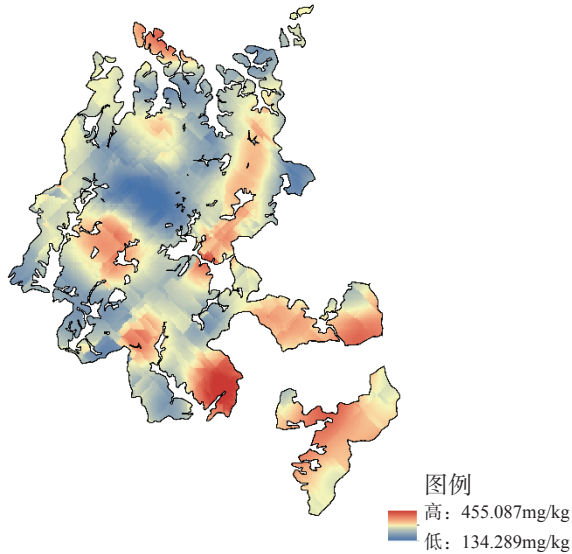


图4 云勇林场土壤全磷含量空间分布

Figure 4 Spatial distribution of total phosphorus content of soil in Yunyong Forest Farm

结果显示(图4),全磷含量在空间分布上有较大的差异,高值区域主要分布在林场的东南、中西部区域,还有部分零散区域。中北部区域的全磷含量最低。

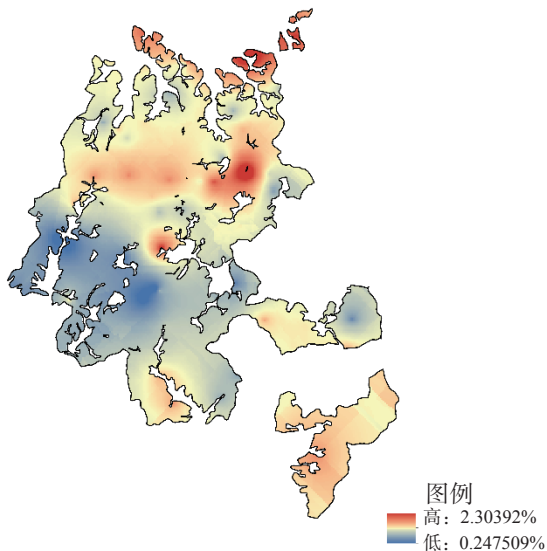


图5 云勇林场土壤有机碳含量空间分布

Figure 5 Spatial distribution of organic carbon content of soil in Yunyong Forest Farm

结果显示(图5),有机碳含量的高值区域出现在林场的东北区,其次是北部和东南部。而林场西南部区域的土壤有机碳含量明显较低。

3 讨论与结论

酸碱性与土壤类型、土壤质地等密切相关,同时可能影响到土壤养分的有效性^[21]。云勇林场的土壤pH整体偏低,属于酸性土壤,这一结果与云勇林场其他相关研究结果一致^[22]。同时,研究区地处赤红壤区,赤红壤是酸性土壤^[23]。在植物生长所必需的营养元素中,氮素是植物生长和产量形成的首要因素。土壤全氮含量是反映土壤肥力高低的重要指标^[24]。研究区土壤氮含量整体处于中等偏上水平,说明林场土壤氮含量较为丰富,短期内对氮的需求量较低。磷元素是植物光合作用、生长发育的重要元素之一^[25-26]。云勇林场土壤表层磷含量均在中等到较高水平,表面林场土壤当前大量元素的含量可以满足当前林分的生长需求^[27]。关于有机碳的研究结果显示,林场土壤有机碳的含量是缺乏的。可能是由于土壤酸性导致的微生物多样性较低,减弱了土壤有机质的分解作用^[28],也可能与林场林分改造时间较短,大多为中幼林有关。

土壤养分空间格局分析结果表明,局部区域内土壤元素含量具有显著的差异性。这种空间差异可能是由于地形、水文等差异所导致的^[29]。林场东南区域的pH明显更低,但该区域的全氮、全磷含量却显著高于其他区域,说明土壤酸碱度对于土壤营养成分具有影响作用。全氮与有机碳的空间分布格局基本一致,均表现为西部区域的低值现象,这可能是由于碳氮耦合作用形成的^[30-31]。养分空间格局的分析,有助于针对性的开展林地抚育工作,尤其是在肥料施用方面,能有效提高使用率^[32]。

综上所述,云勇林场土壤整体呈酸性,且存在空间差异。土壤全氮、全磷处于中等至较高水平,土壤有机碳含量整体处于缺乏状态。总体来看,土壤全氮、有机碳在林场西部含量较低,土壤全磷在林场北部区域较低。

参考文献

- [1] 黄志宏, 田大伦, 周光益, 等. 广东南岭不同林分类型土壤养分状况比较分析[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(9): 63-67.
- [2] 袁勇, 李小英. 森林类型自然保护区土壤养分综述[J]. 中国农学通报, 2016, 32(5): 75-82.
- [3] 邵国栋, 艾娟娟, 孙启武, 等. 昆崙山不同林分类型土壤质量状况及评价[J]. 林业科学研究, 2018, 31(6): 175-184.
- [4] 胡明, 韩晨, 杨秀英, 等. 潼关县土壤养分含量及分布特征[J]. 河南农业科学, 2016, 45(1): 61-64.
- [5] 张兆永, 李菊英, 祖皮艳木·买买提, 等. 艾比湖流域小尺度农田土壤养分的空间分布和盐渍化风险评价[J]. 生态学报, 2017, 37(3): 819-828.
- [6] 薛立, 吴敏, 徐燕, 等. 几个典型华南人工林土壤的养分状况和微生物特性研究[J]. 土壤学报, 2005, 42(6): 1017-1023.
- [7] 吴昊. 秦岭山地松栎混交林土壤养分空间变异及其与地形因子的关系[J]. 自然资源学报, 2015, 30(5): 858-869.
- [8] 于元赫, 吕建树, 王亚梦. 黄河下游典型区域土壤重金属来源解析及空间分布[J]. 环境科学, 2018, 39(6): 2865-2874.
- [9] HE Y J, QIN L, LI Z Y, et al. Carbon storage capacity of monoculture and mixed-species plantations in subtropical China[J]. Forest Ecology & Management, 2013, 295: 193-198.
- [10] HAN L L, LU Y C, MA W, et al. Spatial patterns of soil organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium in a subtropical forest and its implication for forest management[J]. Journal of Resources and Ecology, 2022, 13(3): 417-427.
- [11] 张中瑞, 赵志明, 邓智文, 等. 梅州市林地土壤有机碳储量及空间分布特征[J]. 林业与环境科学, 2022, 38(2): 153-158.
- [12] 郑妍, 江瑶, 孙冬晓, 等. 华南沿海地区林地土壤养分空间异质性研究[J]. 林业与环境科学, 2020, 36(6): 110-114.
- [13] 赵越, 杨良波, 裴佳晨, 等. 江西省广昌县莲田土壤属性和大量元素空间变异特征及评价[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(22): 47-50; 81.
- [14] 陈强, 杨劲松, 姚荣江, 等. 河套平原典型县域耕地土壤养分空间变异特征研究[J]. 中国农学通报, 2020, 36(10): 102-108.
- [15] 赵业婷. 基于GIS的陕西省关中地区耕地土壤养分空间特征及其变化研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015.
- [16] 温远光, 周晓果, 朱宏光, 等. 桉树生态营林的理论探索与实践[J]. 广西科学, 2019, 26(2): 159-175; 252.
- [17] 张志坚, 刘苑秋, 吴春生, 等. 基于地统计学和GIS的江西省森林土壤养分空间分布特征[J]. 水土保持研究, 2018, 25(1): 38-46.
- [18] 邵英男, 刘延坤, 李云红, 等. 不同林分密度长白落叶松人工林土壤养分特征[J]. 中南林业科技大学学报, 2017, 37(9): 27-31.
- [19] 佟富春, 陈丽丽, 李建能, 等. 佛山云勇林场两栖纲动物资源调查[J]. 福建林业科技, 2017, 44(2): 90-94.
- [20] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 146-195.
- [21] 宋娟丽. 黄土高原草地土壤质量特征及评价研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010.
- [22] 冼干标, 薛立, 梁丽丽, 等. 佛山云勇林场3种人工幼林的生长和土壤养分特征[J]. 华南农业大学学报, 2007, 28(4): 119-121.
- [23] 盘李军, 王明怀, 冼干标, 等. 云勇生态公益林树种选择及配置研究初报[J]. 广东林业科技, 2013, 29(5): 1-6.
- [24] 康日峰, 任意, 吴会军, 等. 26年来东北黑土区土壤养分演变特征[J]. 中国农业科学, 2016, 49(11): 2113-2125.
- [25] 张翠萍, 孟平, 李建中, 等. 磷元素和土壤酸化交互作用对核桃幼苗光合特性的影响[J]. 植物生态学报, 2014, 38(12): 1345-1355.
- [26] 薛英龙, 李春越, 王苾蓉, 等. 丛枝菌根真菌促进植物摄取土壤磷的作用机制[J]. 水土保持学报, 2019, 33(6): 10-20.
- [27] 刘海, 邹冬生, 吴金水, 等. 亚热带稻田土壤有效磷饱和度和容量及氮磷淋失[J]. 湖南生态科学学报, 2017, 4(2): 1-8.
- [28] 戴万宏, 黄耀, 武丽, 等. 中国地带性土壤有机质含量与酸碱度的关系[J]. 土壤学报, 2009, 46(5): 851-860.
- [29] 林建平, 邓爱珍, 赵小敏, 等. 南方典型丘陵山区不同高程耕地土壤养分变化特征分析[J]. 农业机械学报, 2019, 50(5): 300-309.
- [30] 项文化, 黄志宏, 闫文德, 等. 森林生态系统碳氮循环功能耦合研究综述[J]. 生态学报, 2006(7): 2365-2372.
- [31] 于贵瑞, 高扬, 王秋凤, 等. 陆地生态系统碳氮水循环的关键耦合过程及其生物调控机制探讨[J]. 中国生态农业学报, 2013, 21(1): 1-13.
- [32] 刘延惠, 丁访军, 崔迎春, 等. 林地抚育对黔中地区杉木人工幼林生态系统碳储量的影响[J]. 北京林业大学学报, 2017, 39(1): 27-33.