

粤西桉树人工林土壤养分含量变异分析^{*}

孔华清

(广东省森林资源管理总站, 广东 广州 510173)

摘要 在粤西选取分布于桉树林地的 7 个样点, 研究桉树人工林地土壤养分含量的变异性。研究结果表明, 粤西桉树人工林试验地的 7 个样点中的全氮、全磷、全钾和有机质均为中等变异性, 土壤养分水平差异性显著; 全氮养分水平处于中等偏低, 全磷养分水平为极缺, 全钾养分水平为中等, 有机质养分水平处于中等偏低; 全氮与有机质呈极显著正相关关系, 全磷与全钾呈极显著负相关关系。

关键词 土壤养分; 变异性; 桉树人工林; 粤西

中图分类号: S158.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-2053 (2018) 02-0085-05

The Variability Analysis of Forest Soil Nutrients in Eucalyptus Plantation in Western Guangdong

KONG Huaqing

(Forestry Resources Management Station of Guangdong Province, Guangzhou, Guangdong 510173 China)

Abstract Seven sampling points were collected from the eucalyptus forests in western Guangdong to study the variability of soil nutrient content in eucalyptus plantation. The results showed that the total nitrogen, total phosphorus, total potassium, and organic matter in the 7 sites of the eucalyptus plantation in western Guangdong were all moderately variable, and the soil nutrient levels were significantly different. The level of total nitrogen nutrients was in the middle low level, the level of total phosphorus nutrients was in a very low state, the total potassium nutrients were in a medium state, and the organic nutrient levels were at a low level. There was a very significant positive correlation between total nitrogen and organic matter, and there was a very significant negative correlation between the total phosphorus and total potassium.

Key words soil nutrients; variability; Eucalyptus plantation; western Guangdong

桉树 (*Eucalyptus*) 是桃金娘科 (Myrtaceae) 桉属树种的统称, 原产于澳大利亚、印度尼西亚和菲律宾, 因其品种多、生长快、抗逆性强、耐贫瘠和用途广泛而备受青睐^[1]。随着桉树人工林的大面积种植, 带来巨大经济效益的同时, 也对环境产生了负面影响。桉树人工林也由于桉树生长迅速, 吸收养分过快, 不仅造成土地养分贫瘠, 还影响其它植物的生长^[2-3]。龚珊珊和廖善刚^[2]用桉树人工林与天然林土壤养分进行分析比较, 得

出桉树人工林对全氮、全磷、全钾和有机质的需求和消耗量大。莫晓勇^[3]就桉树人工林的地力等问题进行探讨, 提出把桉树人工林以凋落物形式归还到林地。研究人员认为桉树人工林数代连作后, 会降低林地的土壤养分, 从而使林地生产力下降^[4-8]。

广东省地处我国大陆南端, 北回归线从广东省中部横穿而过, 地形、地貌复杂多样, 森林资源丰富。广东省云浮市郁南县全年雨量变化幅度

^{*} 作者简介: 孔华清 (1962—), 男, 工程师, 主要从事森林资源管理研究, E-mail: 771779378@qq.com。

较大，各地区温、光、热的差异性显著，山地、丘陵密布，土壤属性变异性高，是粤西地区重要的农林产区，盛产木材，蓄积量达 394 万 m³，是广东省用材林基地县之一。近年来随着精准林业要求不断提高，有效管理和监测森林土壤资源，探明全氮、全磷、全钾和有机质等大量元素在郁南县的分布特征与规律已成为亟待解决的问题。为此，本研究在云浮市郁南县选取了分布于桉树林地的 7 个样点，研究桉树人工林地土壤养分含量的变异性，以期为郁南县桉树高效经营管理以及林分质量精准提升提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于广东省西部的郁南县，该县地处西江中游南岸，县境东接云安县，南邻罗定市，西界广西壮族自治区苍梧县、岑溪市，北与封开、德庆两县隔江相望。地处 22°48′~23°19′N，111°21′~111°54′E 之间，属亚热带季风气候区，年均气温 26℃，年均降雨量 1 433 mm，节气明显，无霜期长。春季冷暖多变，阳光偏少，多低温阴雨；夏季高温多雨，初夏温暖，盛夏炎热，是台风的多发季节，雨量集中；立秋之后，气候逐渐干燥，且为台风持续频繁时段；冬季低温少雨，冷空气活动频繁，有霜冻出现。县境位于北回归线南侧，地面接受太阳辐射比较多，光照资源丰富，光照强度大。

1.2 样地抽样方法

2015 年 11 月至 2016 年 1 月，根据桉树人工林的分布特点，分别把样点设在广东省云浮市郁南县宝珠镇、历洞镇和南江口镇等地，所选树种均为尾巨桉 (*Eucalyptus urophylla* × *E. grandis*)，其种植密度为 40 cm × 40 cm × 30 cm^[9]。通过资料收集及野外调查，采用随机布点的方法进行抽样并采集土壤样品，样点数为 7 个。其中样点的土壤环境因子见表 1。

1.3 土壤样品采集及处理

土壤采样和处理严格按照《森林土壤样品的采集与制备》(LY/T1210—1999)^[10]进行采集，在每个样点中按 S 形路线采集一份 0~20 cm 土壤层次的混合土样约 1 kg，同时挖取 1 m 深的土壤剖面，由下至上分层采集 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm、60~80 cm 和 80~100 cm 的剖面样品 5 袋、10 个环刀样品和 10 个小铝盒样品。采回的土壤样品及时带回实验室，让其自然风干，去除植物根系、落叶和石块等侵入体，研磨后使用 2 mm 孔径筛过筛后，依据国家行业标准对土壤中的全氮、全磷、全钾和有机质进行测定^[11-14]。

1.4 数据分析

本文采用 SPSS19.0 进行基本统计分析和 Microsoft excel 2007 进行土壤养分含量描述统计。

2 结果与分析

2.1 桉树人工林土壤养分含量分析

对试验点内 7 个样点的养分数据进行常规计算统计分析，结果如表 2 所示，从养分含量范围来看，桉树人工林土壤全氮含量介于 0.72~3.69 g/kg 之间；全磷含量介于 0.15~0.52 g/kg 之间；全钾含量介于 2.96~27.40 g/kg 之间；有机质含量介于 12.40~76.70 g/kg 之间。从土壤养分的含量来看，全氮、全磷、全钾和有机质在 7 个样点中的均值分别为 1.55，0.29，13.94，30.02 g/kg。变异系数为标准差与均值的比，是衡量样本中各观测值变异程度的另一个统计量，是土壤内在性质的反射，体现不同土壤养分对外部条件的灵敏度^[14]。其中变异系数小于 10% 为弱变异性；介于 10%~100% 为中等变异性；大于 100% 为强变异。对桉树人工林土壤养分含量进行描述性统计分析，可知桉树人工林土壤的 4 种元素的变异系数范围值均介于 35%~60%，为中等变异性，变异性由大到小依次是有机质、全氮、全钾和全磷。这说明在不考虑空间位置，只从养分指标的随机分布来考虑，空

表 1 粤西桉树人工林土壤取样环境因子
Tab.1 Soil sampling environmental factors of eucalyptus plantations in western Guangdong

环境因子 Environmental Factors	样点 Sample point						
	1	2	3	4	5	6	7
海拔 Altitude/m	172	274	94	151	473	74	556
坡度 /° Slope	38	50	28	21	23	30	80
坡向 Aspect	中坡	上坡	下坡	中坡	中坡	中坡	上坡

间分布的4个养分指标总体为散状分布，水平方向差异较大^[15]。

2.2 桉树人工林土壤养分等级分布

根据全国第二次土壤普查的土壤养分分级标准（表3），以极高、高、中、低、极缺表示土壤养分丰缺程度^[16-17]。由图1可知，桉树人工林土壤全氮养分等级分布较为分散，养分等级分别分布于一级、二级、三级和四级，其中样点1、4分布于四级，样点2、7分布于一级，样点3、5分布于三级，即土壤全氮养分水平处于中等偏高的状态；另外样点1、4的土壤全氮养分含量在 $0.75\sim 1.0\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 范围内，养分等级为四级，即土壤全氮养分水平处于中等偏低。

根据图1可知，桉树人工林土壤全磷养分等级分布较为集中，养分等级分别分布于四级、五级和六级，其中样点1、6的土壤全磷的养分含量在 $0.4\sim 0.6\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 范围内，土壤养分等级为四级，即土壤全磷养分水平处于中等偏低；样点5、7的土壤全磷的养分含量在 $0.2\sim 0.4\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 范围内，土壤养分等级为五级，即土壤全磷养分水平处于缺乏状态；另有样点2、3、4的土壤全磷的养分含量均低于 $0.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，土壤养分等级为六级，即土壤全磷养分水平处于极缺状态。

桉树人工林土壤全钾养分等级分布在3种元素中最为分散，样点中养分等级由大到小分别

为：样点6、样点2、样点1、样点7、样点5、样点3、样点4，均匀分布于各等级中，即土壤全钾养分含量处于中等状态。

而样点中的桉树人工林土壤有机质养分等级分布较为分散，其中样点2、样点6和样点7，养分等级分别分布于一级和二级，即土壤有机质养分水平处于中等偏高的状态；另有样点1、样点3、样点4和5的土壤有机质养分含量在 $10.0\sim 30.0\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 范围内，养分等级为三级和四级，即土壤有机质养分水平处于中等偏低。

由此可得，该试验区域缺素主要为土壤全磷，其含量一般在 $0.17\sim 0.48\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 之间，说明桉树人工林土壤养分水平较低，且全氮和有机质的土壤养分水平也偏低，故在今后桉树人工林的培育和土壤养分改良等经营措施中，应注意全磷、全钾和有机质元素的配比、补充和追肥^[18]。

2.3 桉树人工林土壤养分含量相关分析

对郁南县桉树人工林土壤养分指标进行相关性分析可知（表4），大量元素全磷与全氮呈负相关，与其他土壤养分皆为正相关；全钾与其他土壤养分皆为正相关；有机质与全磷呈负相关，与其他土壤养分皆为正相关；全氮与有机质呈极显著正相关关系。相关系数为负数表示养分之间存在拮抗作用，正值则表示存在促进作用^[18-19]。本研究结果证明土壤养分的积累和分解相互之间

表2 粤西桉树人工林土壤养分含量描述性统计分析

Tab.2 Descriptive statistics of soil nutrients content in eucalyptus plantation in western Guangdong

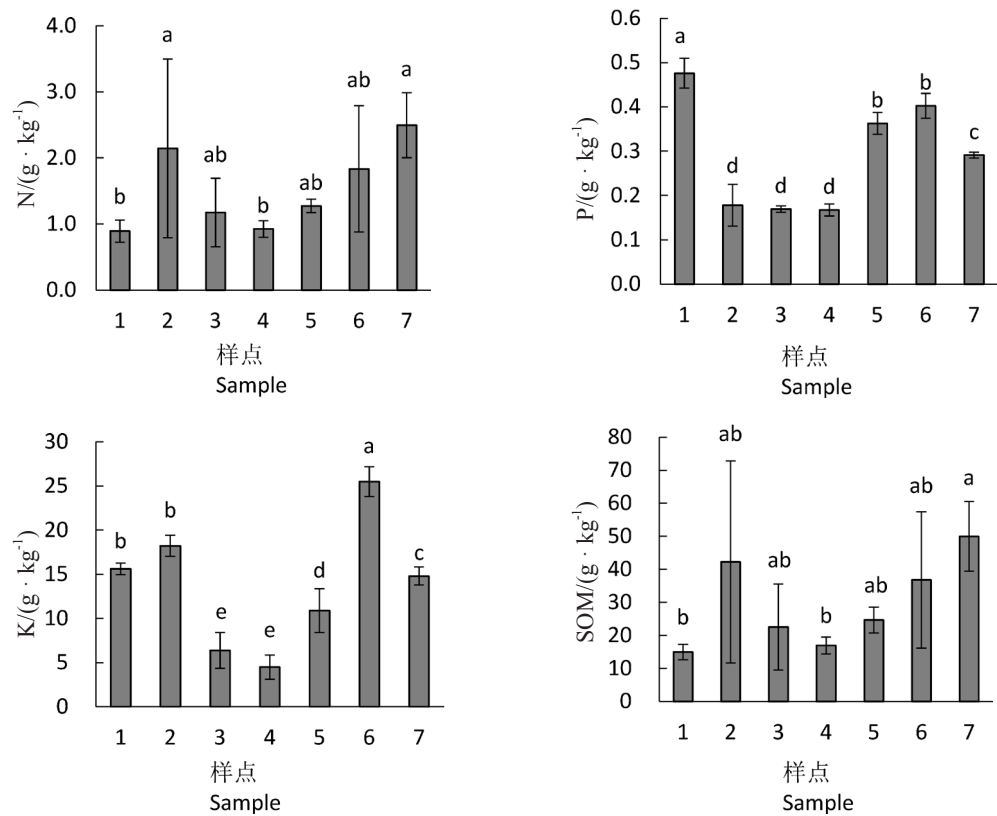
指标 Index	平均值 Mean	标准差 SD	变异系数 CV/%	最小值 Min	最大值 Max
全氮 / ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	1.55	0.78	50.51	0.72	3.69
全磷 / ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	0.29	0.12	39.51	0.15	0.52
全钾 / ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	13.94	6.68	47.90	2.96	27.40
有机质 / ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	30.02	17.14	57.12	12.40	76.70

表3 土壤养分分级标准

Tab.3 Standards of soil nutrients grading

指标 Index	一级 Level 1	二级 Level 2	三级 Level 3	四级 Level 4	五级 Level 5	六级 Level 6
全氮 / ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	>2.00	1.50~2.00	1.00~1.50	0.75~1.00	0.50~0.75	<0.50
全磷 / ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	>1.00	0.80~1.00	0.60~0.80	0.40~0.60	0.20~0.40	<0.20
全钾 / ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	>25.0	20.0~25.0	15.0~20.0	10.0~15.0	5.0~10.0	<5.0
有机质 / ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	>40.0	30.0~40.0	20.0~30.0	10.0~20.0	6.0~10.0	<6.0

注：资料来源为广东第二次土壤普查报告《广东土壤》。Note: Source: *Guangdong Soil*, the second soil census report in Guangdong province.



注：图中数据为平均值 ± 标准差，不同柱子上凡有相同小写字母表示 α=0.05 水平差异不显著。Note: The data in the column chart is average ± standard deviation, the same lower case letters on different pillars indicate that there was no significant difference at α = 0.05 level.

图 1 粤西桉树人工林土壤养分含量变异分析
Fig.1 Mutation analysis of soil nutrients content in eucalyptus plantation in western Guangdong

表 4 粤西桉树人工林土壤养分含量相关性分析
Tab.4 Correlation analysis of soil nutrient content in eucalyptus plantation in western Guangdong

养分类型	全氮	全磷	全钾	有机质
全氮				
全磷	-0.033			
全钾	0.334	0.532**		
有机质	0.995**	-0.035	0.313	

注：“*”表示相关性显著，“**”表示相关性极显著。
Note: * indicates significant correlation, ** indicates extremely significant correlation.

的促进作用比拮抗突出。且大量元素全钾与全磷，有机质与全氮均表现出显著正相关，与杨建峰等^[20]在小范围土壤养分分析试验中得到的结果一致。

3 结论与讨论

通过对粤西地区桉树人工林土壤 7 个样点中的全氮、全磷、全钾和有机质调查和分析，可知桉树人工林土壤养分含量中，全氮含量介于 0.72~3.69 g·kg⁻¹ 之间；全磷含量介于 0.15~0.52

g·kg⁻¹ 之间；全钾含量介于 2.96~27.40 g·kg⁻¹ 之间；有机质含量介于 12.40~76.70 g·kg⁻¹ 之间；全氮、全磷、全钾和有机质的均值分别为 1.55, 0.29, 13.94 和 30.02 g·kg⁻¹。全氮、全磷、全钾和有机质变异系数范围为 35%~60%，均为中等变异性，变异性由大到小依次是有机质、全氮、全钾和全磷。

其中从桉树人工林土壤 7 个样点中采集到的土壤样品中，全磷含量缺乏，且全氮和有机质的土壤养分水平也偏低。并且试验区土壤全氮、全

磷、全钾和有机质 4 个养分指标的总体为散点状, 水平方向差异较大, 因研究结果显示部分样点的土壤养分水平差异性显著, 故还需考虑样点间的土壤养分水平的差异性, 进行平衡施肥, 因此, 郁南县桉树人工林的施肥方案应以提高磷素含量为主, 同时兼顾提高土壤全钾和有机质的养分含量, 建议补充磷钾肥并适当施用有机肥。

桉树人工林土壤养分间既存在促进作用, 也存在拮抗作用, 由此可见, 土壤养分的动态变化与养分的形成、运转、积累和消解等过程均有密切关系^[18]。因此, 在桉树人工林的施肥中, 应遵循因地制宜的原则, 并根据郁南县桉树人工林的土壤养分含量特征配制相应的肥料配方, 适当增施土壤缺少的养分, 提高土壤对其他养分的积累。

参考文献

- [1] 李爱英. 广东省不同土壤条件对桉树林生长的影响分析[J]. 中南林业调查规划, 2008, 27(4): 21-24.
- [2] 龚珊珊, 廖善刚. 桉树人工林与天然林土壤养分的对比研究[J]. 江苏林业科技, 2009, 36(3): 1-4.
- [3] 莫晓勇. 桉树速生丰产林的生态问题与解决途径[C]//中国林学会. 2005年中国科协学术年会26分会场论文集(1), 北京: 中国林学会, 2005.
- [4] 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.
- [5] 钟继洪, 李淑仪, 蓝佩玲, 等. 雷州半岛桉树人工林土壤肥力特征及其成因[J]. 水土保持通报, 2005, 25(3): 44-48.
- [6] 卢春英. 闽西尾巨桉造林及其生长效果分析[J]. 福建林业科技, 2005, 32(2): 21-26.
- [7] 黄玉梅. 桉树人工林地力衰退及其成因评述[J]. 西部林业科学, 2004, 33(4): 21-26.
- [8] 薛立, 邝立刚, 陈红跃, 等. 不同林分土壤养分、微生物与酶活性的研究[J]. 土壤学报, 2003, 40(2): 280-285.
- [9] 李国新, 黎颖锋, 邓炳权, 等. 广东郁南尾巨桉人工林密度效应[J]. 林业与环境科学, 2017, 33(4): 9-13.
- [10] 中国林业科学研究院林业研究所. 森林土壤样品的采集与制备: LY/T1210—1999[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999.
- [11] 中国国家标准化管理委员会. 森林土壤全氮的测定: LY/T1228—1999[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [12] 中国国家标准化管理委员会. 森林土壤全磷的测定: LY/T1223—1999[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [13] 中国国家标准化管理委员会. 森林土壤全钾的测定: LY/T1234—1999[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [14] 中国国家标准化管理委员会. 森林土壤有机质的测定: LY/T1237—1999[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [15] 陈利娜. 森林土壤养分空间变异性研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [16] 解懿妮, 叶龙华, 李小川, 等. 云浮市油茶适生地区土壤重金属含量变异分析及污染评价[J]. 林业与环境科学, 2017, 33(6): 84-90.
- [17] 陈利娜, 张春花, 李小川, 等. 云浮市油茶适生地区土壤养分含量变异性分析[J]. 林业与环境科学, 2017, 33(6): 91-97.
- [18] 余婉丽, 韦杰宏, 黄晓路. 广西桉树人工林土壤养分现状及其变异性、相关性分析[J]. 大众科技, 2013, 15(2): 68-71.
- [19] 曾美玲, 张中瑞, 李小川, 等. 云浮市油茶适生区土壤中微量元素分析[J]. 林业与环境科学, 2017, 33(6): 98-103.
- [20] 杨建峰, 邢谷, 孙燕, 等. 海南典型胡椒园土壤化学肥力现状分析与评价[J]. 热带作物学报, 2009, 30(9): 1291-1294.