

江西大岗山常绿阔叶林土壤养分特征研究

王燕¹ 刘苑秋^{1*} 曾炳生² 郭浩³ 邓宗富²

(1. 江西农业大学 园林与艺术学院 江西 南昌 330045; 2. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究中心 江西 分宜 336600; 3. 国家林业局 森林生态系统定位研究网络中心 北京 100091)

摘要:对大岗山天然常绿阔叶次生林中 25 个样地 0~20 cm 和 20~40 cm 土层土壤养分进行了测定分析。结果显示:(1)大岗山常绿阔叶林土壤养分含量丰富,但钾素养分比较贫乏;(2)不同林分土壤有机质、全氮、全钾、有效磷含量差异不大,但对全磷及有效钾含量差异显著,均为针阔混交林>常绿阔叶林>常绿落叶阔叶混交林>毛竹林;(3)就同一林分类型而言,土壤有机质、全氮、速效磷及有效钾含量随着土壤深度的增加显著递减;全磷含量随着土壤深度的增加呈递减的趋势,但减小不明显;全钾含量在不同土层间变化规律不明显,半落叶阔叶林、针阔混交林全钾含量随土层深度的增加而增加,毛竹林土壤全钾含量随土层深度的增加明显降低。

关键词:植被类型;土壤养分;常绿阔叶林;大岗山

中图分类号:S714.5;S718.54 文献标识码:A 文章编号:1000-2286(2010)01-0096-05

A Study on Soil Nutrient Characteristics of Evergreen Broad-leaved Forests in Dagangshan Mountain

WANG Yan¹ LIU Yuan-qi^{1*} ZENG Bing-sheng² GUO Hao³ DENG Zong-fu²

(1. College of Landscape Architecture and Art JAU, Nanchang 330045, China; 2. Experimental Center of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fenyi 336600, China; 3. Center of Forestry Ecosystem Network, State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: The soil nutrients of 0-20 cm and 20-40 cm soil layers of 25 plots in Dagangshan natural evergreen broad-leaved forest were measured and analysed. The result shows that: (1) Dagangshan evergreen broad-leaved forest soil is rich in nutrients, but relatively poor in potassium nutrition. (2) In different forest types there are no significant differences in the soil organic matter, total nitrogen, total potassium, rapidly available phosphorus content, but there are significant differences in the total phosphorus and available potassium contents. The order of the soil total phosphorus contents of 4 kinds of forest types is: mixed conifer > evergreen broad-leaved forest > mixed forest of deciduous broad-leaved evergreen > phyllostachys pubescens. (3) Different soil depths in the same forest type have a significant impact on soil organic matter, total nitrogen, available phosphorus, available potassium content, which decrease with soil depths. However, there is no apparent changing regularity of total potassium content in different soil strata.

Key words: forest type; soil nutrient; evergreen broad-leaved forest; Dagangshan

植被和土壤是生态系统中相互影响、相互作用的重要组成部分。土壤不仅是植物生长繁育的基底,提供植物必需的水、肥、气、热等生活条件,同时也是物质循环和能量流动的三库之一(植物库-动物库

收稿日期:2009-08-31 修回日期:2009-12-04

基金项目:国家公益性行业专项(200904015)

作者简介:王燕(1972-),女,副教授,硕士,主要从事森林生态及农林业气象研究, E-mail:Wangyan312@163.com;

* 通讯作者:刘苑秋,教授,博士生导师。

-土壤库)是动植物残体分解和微生物生命活动的基础条件^[1]。森林植被是影响土壤理化性质的重要因素,充分了解植被与土壤性质之间的相互关系,是森林经营的基础。因此,笔者对江西大岗山省级自然保护区常绿阔叶林下不同林分类型的土壤养分状况进行了比较分析,旨在为今后科学营林、合理利用土壤资源及其森林生态系统的更新、恢复提供参考。

1 研究地自然概况

江西大岗山自然保护区位于江西中偏西的分宜县内,试验地位于年珠林场,地理坐标为 $27^{\circ}30' \sim 27^{\circ}50'N$, $114^{\circ}30' \sim 114^{\circ}45'E$;温暖湿润,属亚热带季风湿润类型。太阳总辐射年平均为 486.9 kJ/cm^2 ;年平均气温 $15.8 \sim 17.7 \text{ }^{\circ}\text{C}$,1月平均最低气温为 $-5.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$,日最低气温为 $-5.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$;7月份平均最高气温为 $26.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$,日最高气温为 $39.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$;年平均降水量为 1591 mm ,降水主要集中在4~6月,年平均蒸发量为 1503 mm 。本区属地带性低山丘陵红壤、黄壤类型及其亚类的分布区,黄壤分布最广,分布海拔为 $300 \sim 700 \text{ m}$,红壤多分布于海拔 200 m 以下的低山丘陵。天然常绿阔叶林是中亚热带的地带性植被,也是本地区天然林演替系列的顶级群落。但由于长期严重的人为干扰,地带性植被已被破坏殆尽,现有的植被类型主要是:天然次生常绿阔叶林、落叶阔叶林、各类针阔混交林、毛竹林以及大面积杉木人工林^[2]。

2 调查分析方法

2.1 土样采集与处理

在对群落作全面踏勘的基础上,根据海拔变化、植被类型及分布选定25个具代表性样地。在每个样地内,按对角线方法选5个点(尽量选择远离树木根系的地方),分别挖取土壤剖面,每个土壤剖面按 $20 \sim 40 \text{ cm}$ (下层)、 $0 \sim 20 \text{ cm}$ (上层),分别采集约 1 kg 土壤,同一样地同一层次土样混合均匀后留取约 1 kg ,装于采集袋中,分出杂物,风干,磨碎,过 1 mm 筛,分别装广口瓶中,供室内测试。

2.2 土壤养分测试方法

有机质用 K_2CrO_7 氧化还原滴定外加加热法;全氮用凯氏半微量—扩散法;全磷用 NaOH 熔融—钼蓝比色法;全钾用 NaOH 熔融—火焰分光光度法;速效磷用 $0.5 \text{ mol/L NaHCO}_3$ 浸提—钼锑抗比色法;有效钾用冷的 2 mol/L HNO_3 浸提—火焰分光光度法。测定方法主要依照《土壤农化分析》^[3]。

2.3 数据统计分析

对25个样地,两个层次土壤的有机质及土壤养分含量,分别进行两因素方差分析及多重比较(LSD),以检验它们在不同植被类型、不同土壤层次的差异显著性。所有数据均通过Excel、SPSS软件进行统计分析。所有分析及假设均采用 $\alpha=0.05$ 为显著性水平进行检验。

3 结果与分析

3.1 土壤有机质含量

土壤有机质是土壤中各种营养元素,特别是N和P的重要来源,它能促进土壤疏松和形成团粒结构,从而改善土壤的物理性质。从图1可知,不同林分土壤有机质含量在地表 40 cm 的土层内,自上而下逐渐减小,不同土层间差异显著($P=0.007$)。常绿阔叶林变幅为 $52.03 \sim 33.87 \text{ g/kg}$,半落叶阔叶林 $49.43 \sim 25.19 \text{ g/kg}$,针阔混交林为 $40.34 \sim 25.48 \text{ g/kg}$,毛竹林为 $51.83 \sim 22.34 \text{ g/kg}$,不同林分间差异不甚显著。从不同土层深度来看,在 $0 \sim 20 \text{ cm}$ 土层内,针阔混交林土壤有机质含量最低,其它林分差异不大,在 $20 \sim 40 \text{ cm}$ 土层内,常绿阔叶林土壤有机质含量最高,其它林分差异不大。

3.2 土壤全N含量

全氮量是土壤氮素养分的储备指标,在一定程度上说明土壤氮的供应能力,较高的含氮量常标志着较高的氮素供应水平,森林土壤全氮量主要来自于土壤有机质中的含氮有机物的分解^[4]。从图2可知,土壤全N含量的变化规律与土壤有机质变化规律一致。不同林分土壤有机质含量在地表 40 cm 的土层内,自上而下逐渐减小。常绿阔叶林变幅为 $1.91 \sim 1.17 \text{ g/kg}$,半落叶阔叶林 $1.85 \sim 1.02 \text{ g/kg}$,针阔

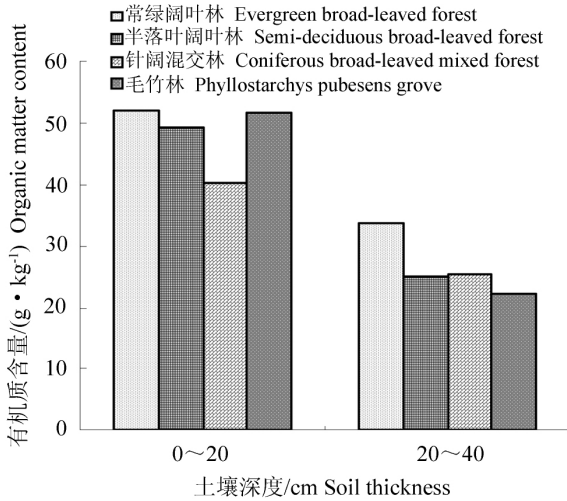


图 1 4 种林分不同土层有机质含量的变化

Fig. 1 Changes of organic matter content in different soil layers of four stands

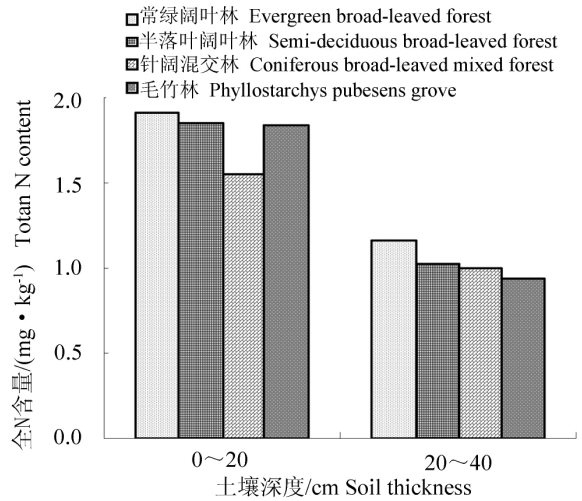


图 2 4 种林分不同土层全 N 含量的变化

Fig. 2 Changes of total N content in different soil layers of four stands

混交林为 1.55 ~ 1.00 g/kg,毛竹林为 1.84 ~ 0.94 g/kg,不同林分间差异不显著。从不同土层深度来看,在 0 ~ 20 cm 土层内,针阔混交林有机质含量显著低于其它林分,在 20 ~ 40 cm 土层内,常绿阔叶林显著高于其它 3 类林分。

3.3 土壤磷含量

从图 3 可看出,不同林分土壤全磷含量随着土壤深度的增加呈递减的趋势,但在半落叶阔叶林中不甚明显,不同土层间全磷含量差异不明显 ($P = 0.102$)。针阔混交林土壤全磷含量最高,常绿阔叶林高于半落叶阔叶林,毛竹林最低,不同林分间差异显著 ($P = 0.033$)。从图 4 可看出,不同林分中土壤速效磷含量随着土壤深度的增加而减小,不同土层间差异明显 ($P = 0.004$)。方差分析结果显示,不同林分间土壤速效磷含量差异不甚明显。

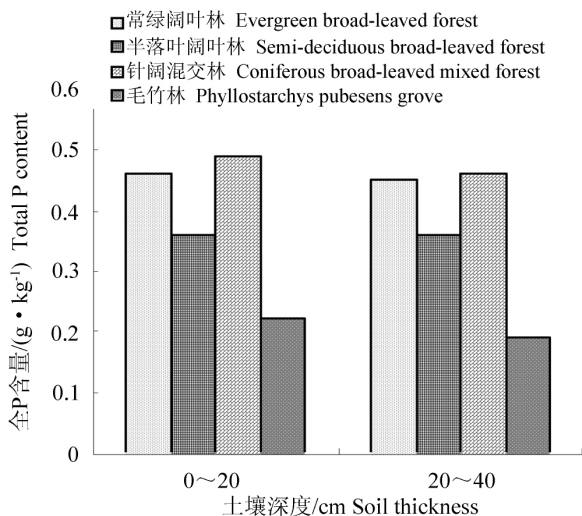


图 3 4 种林分不同土层全 P 含量的变化

Fig. 3 Changes of total P content in different soil layers of four stands

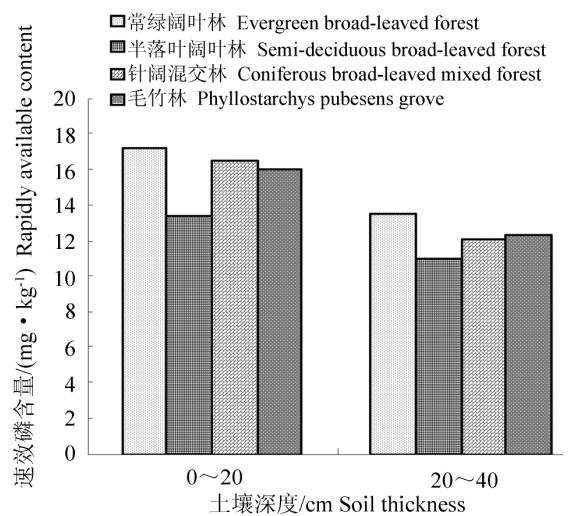


图 4 4 种林型不同土层速效 P 含量的变化

Fig. 4 Changes of rapidly available P content in different soil layers of four stands

3.4 土壤钾含量

从图 5 可以看出,不同林分土壤全钾含量随着土层深度的变化规律不明显,半落叶阔叶林、针阔混交林全钾含量随土层深度的增加而增加,毛竹林土壤全钾含量随土层深度的增加明显降低,而常绿阔叶林中土壤全钾含量在不同土层中则变化不大 (15.24 ~ 14.92 g/kg)。不同林分之间全钾含量差异不明显。

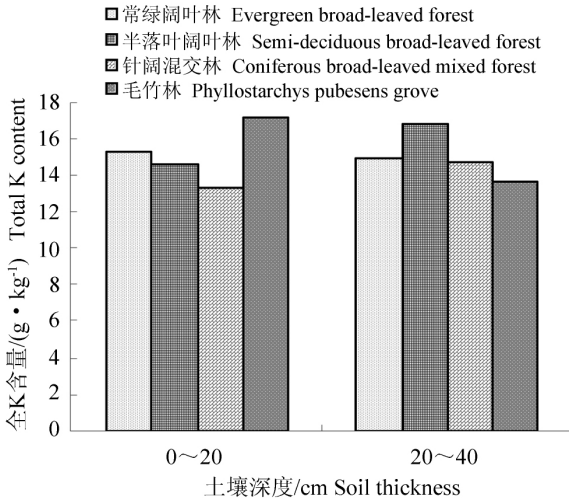


图 5 4 种林型不同土层全 K 含量的变化

Fig. 5 Changes of total K content in different soil layers of four stands

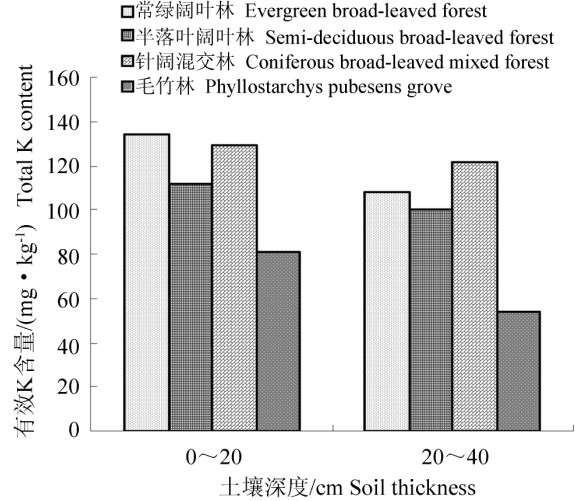


图 6 4 种林型不同土层有效 K 含量的变化

Fig. 6 Changes of available K content in different soil layers of four stands

从图 6 可以看出,不同林分中土壤有效钾含量随着土壤深度的增加而减小,不同土层间差异显著 ($P = 0.036$)。方差分析结果显示,不同林分间土壤有效钾含量差异较明显,其中常绿阔叶林和针阔混交林含量较高,半落叶阔叶林其次,毛竹林含量最低。

3.5 不同地区土壤养分的比较

从表 1 可以看出,江西大岗山常绿阔叶林土壤有机质含量及全氮含量比福建明溪甜槠林低,但比福建武夷山常绿阔叶林、江西德兴常绿阔叶林、浙江安吉天然栎林等高 0.26 ~ 3.4 倍;土壤全磷含量略低于浙江安吉,比江西德兴常绿阔叶林、福建武夷山常绿阔叶林高 0.85 ~ 2.2 倍;全钾含量低于其它地区(比浙江安吉低 15%,比福建明溪低 37%);速效磷、有效钾含量显著高于其它地区,有利于土壤自肥。总的来看,大岗山常绿阔叶林土壤养分较丰富,但钾素养分比较贫乏。

表 1 不同地区常绿阔叶林土壤养分比较

Tab. 1 Comparison of evergreen broad-leaved forest soil nutrient in different regions

群落类型 community type	取样地点 Sample station	O. M/ ($g \cdot kg^{-1}$)	N/ ($g \cdot kg^{-1}$)	P/ ($g \cdot kg^{-1}$)	K/ ($g \cdot kg^{-1}$)	R. A. P/ ($mg \cdot kg^{-1}$)	A. K/ ($mg \cdot kg^{-1}$)
常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest	江西大岗山	40.45	1.48	0.52	14.70	13.61	112.22
天然栎林 Natural Quercus forests	浙江安吉	21.78	1.18	0.53	17.39	4.65	
常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest	江西德兴	22.40	0.98	0.28		2.63	49.75
常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest	福建武夷山	13.74	0.34	0.17		2.46	45.21
甜槠林 Castanopsis eyeri forest	福建明溪	72.87	3.64		23.35	1.27	98.45

(1) 表中土壤养分均为 0 ~ 20 cm 和 20 ~ 40 cm 土层的加权平均值; (2) 表中浙江安吉天然栎林、江西德兴常绿阔叶林、福建武夷山常绿阔叶林、福建明溪甜槠林等土壤养分数据分别来源于参考文献 [5 - 8]; (3) O. M: 有机质 Organic matter, R. A. P: 速效性磷 Rapidly available phosphorous, A. K: 有效性钾 Available potassium.

4 结论与讨论

该研究所调查的林分均为天然次生林,由该地区的地带性植被——常绿阔叶林经采伐破坏后恢复

形成的。研究结果表明:

(1) 尽管成土母质基本相同,但不同林分土壤养分含量存在一定差异,特别是土壤全磷和有效钾含量,不同林分差异显著。针阔混交林全磷含量最高,毛竹林最低;而土壤有效钾含量则是常绿阔叶林最高,毛竹林最低。这主要是由于土壤受不同森林类型及环境因子的影响所致。土壤全磷含量的高低受土壤母质和成土作用的影响很大,也与土壤质地和有机质含量有关(土壤中的磷素是有机质的重要组成部分)^[9],而森林土壤中的有机质主要来源于枯枝落叶及动物、微生物的分解^[10],凋落物的分解是森林土壤养分(尤其是有效养分)的重要来源^[11],不同林分类型凋落物的化学组成及分解速度有较大差异。大岗山地处中亚热带,水热条件优越,土壤分化强烈,不同林分因树种组成不同,对磷、钾的利用及循环周转相异,从而导致了不同林分土壤磷、钾的状况差异显著。另外,环境因子对土壤养分也有着重要影响,主要环境因子包括海拔、坡向、坡度、坡位等。调查林分所处的立地条件差异不大,但由于不同林分树种组成不同,形成的林分结构就不同,这样会导致不同的森林微环境,包括不同林分土壤温度、水分等的差异,间接地引发了土壤微生物等的变化。在这些因素的综合影响下,土壤养分元素的主要生物地球化学过程受到影响,最终导致土壤养分状况不同。充分了解植被—土壤—环境之间的作用规律,可为常绿阔叶林生态系统的恢复与重建提供参考依据。

(2) 土壤有机质、全氮、全磷、速效磷、有效钾含量均随土壤深度增加而降低,全钾含量随土壤深度变化不明显。土壤有机质是土壤中各种营养元素,特别是氮和磷的重要来源。森林土壤中的有机质主要来源于枯枝落叶及动物、微生物的分解。由于地表凋落物堆积、腐解,导致上层常常含有丰富的有机酸、糖类及各种有机物质,因而所测有机质含量高,下层虽然可以发生淋溶,但随土壤深度增加,淋溶作用逐渐减小,而且随着土壤微生物的不断分解,能够停留在下层的有机质也会逐渐减少,所以土壤有机质含量随深度增加而降低。土壤中的全钾主要来源于成土母质,土壤剖面从上至下,植物根系分布由多到少,植物吸收利用的钾也依次减少,造成土壤全钾含量下层高于上层。

通过对江西大岗山自然保护区常绿阔叶林中不同林分土壤养分的调查分析,可得出如下结论:

(1) 不同林分土壤有机质、全氮、全钾、有效磷含量差异不大,但不同林分土壤全磷、有效钾含量差异显著,均为针阔混交林 > 常绿阔叶林 > 常绿落叶阔叶混交林 > 毛竹林。

(2) 土壤有机质、全氮、速效磷、有效钾含量随着土壤深度的增加显著递减;全磷含量随着土壤深度的增加呈递减的趋势,但减小不明显;全钾含量在不同土层间变化规律不明显,半落叶阔叶林、针阔混交林全钾含量随土层深度的增加而增加,毛竹林土壤全钾含量随土层深度的增加明显降低。

(3) 大岗山常绿阔叶林土壤养分含量丰富,但钾素养分比较贫乏。

致谢:本项目研究得到中国林科院亚热带林业研究中心、大岗山国家级森林生态站的资助,在野外调查中得到裘利洪、俞社保、李冬、张林平、揭正平等老师以及林学 2005 级全体同学的大力协助,在此一并感谢。

参考文献:

- [1] 熊顺贵. 基础土壤学 [M]. 北京:中国农业大学出版社, 2001:3-10.
- [2] 王兵, 李海静. 江西大岗山森林生物多样性研究 [M]. 北京:中国林业出版社, 2005.
- [3] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京:中国农业出版社, 2000:3.
- [4] 罗汝英. 森林土壤学 [M]. 北京:科学出版社, 1983:222-240.
- [5] 蒋文伟, 周国模, 余树全, 等. 安吉山地主要森林类型土壤养分状况的研究 [J]. 水土保持学报, 2004, 18(4):73-76.
- [6] 敖向阳, 詹有生, 林飞, 等. 江西常绿阔叶林主要土壤类型及养分的初步分析 [J]. 江西林业科技, 1999(4):4-6.
- [7] 游秀花, 蒋尔可. 不同森林类型土壤化学性质的比较研究 [J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(3):357-360.
- [8] 陈金林, 俞元春. 杉木、马尾松、甜槠等林分下土壤养分状况研究 [J]. 林业科学研究, 1998, 11(6):586-591.
- [9] 黄昌勇. 土壤学 [M]. 北京:中国农业出版社, 2000:199-203.
- [10] 庞学勇, 刘世全, 刘庆. 川西亚高山云杉人工林地有机物和养分库的退化与调控 [J]. 土壤学报, 2004, 41(1):126-133.
- [11] 薛敬意, 唐建维, 沙丽清. 西双版纳望天树林土壤养分含量及其季节变化 [J]. 植物生态学报, 2003, 27(3):373-379.