

# 不同坡位火力楠林土壤肥力变化特征

薛立<sup>1</sup>, 薛晔<sup>2</sup>, 吴敏<sup>1,3</sup>, 郭淑红<sup>1</sup>, 张柔<sup>1</sup>, 杨振意<sup>1</sup>

(1. 华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642; 2. 浙江工业大学, 浙江 杭州 310023; 3. 琉球大学 理学部, 日本 冲绳 903-0213)

**摘要:** 对不同坡位的火力楠林土壤肥力动态进行了研究。与 2004 年相比, 2007 年火力楠林上坡、中坡和下坡的土壤容重、毛管孔隙、非毛管孔隙、总孔隙变化不明显, 土壤含水量显著增加; 3 个坡位的土壤 pH 值均略有减少, 土壤有机质、全氮和全钾含量显著增加, 全磷含量减少; 3 个坡位的土壤碱解氮、速效磷及中坡和下坡的速效钾含量显著增加, 上坡的速效钾含量略增。2004 和 2007 年火力楠林的土壤物理性质无明显变化规律。2004 和 2007 年, 3 个坡位的 pH 值相近, 土壤有机质、全氮和全磷含量均表现为: 下坡 > 中坡 > 上坡。2004 和 2007 年, 土壤碱解 N 含量为中坡和下坡大于上坡, 3 个坡位的速效磷含量均相近。2004 年上坡和中坡的速效钾含量小于下坡, 2007 年速效钾含量则表现为: 下坡 > 中坡 > 上坡。

**关键词:** 火力楠; 坡位; 土壤物理性质; 土壤养分

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)06-0051-04

中图分类号: S714

## Changes of Soil Fertilities in *Michelia Macclurei* Stands with Different Slope Positions

XUE Li<sup>1</sup>, XUE Ye<sup>2</sup>, WU Min<sup>1,3</sup>, GUO Shi-hong<sup>1</sup>, ZHANG Rou<sup>1</sup>, YANG Zhen-yi<sup>1</sup>

(1. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China; 2. Zhejiang University of Technology, Hangzhou, Zhejiang 310023, China; 3. Faculty of Science, University of the Ryukyus, Okinawa 903-0213, Japan)

**Abstract:** The study on changes of soil fertilities was conducted in *Michelia macclurei* stands with different slope positions in 2004 and 2007. Compared with those in 2004, no significant changes in the soil density, capillary porosity, non-capillary porosity, total porosity and capillary moisture were observed in the upper-slope, middle-slope and lower-slope, whereas the natural water significantly increased in 2007. The pH value of the three positions decreased slightly, the contents of soil organic matter, total N and total K significantly increased, whereas total P content decreased in the three positions. The contents of soil hydrolyzable N and available P in the three positions and available K of the middle-slope and lower-slope significantly increased, and K of the upper-slope increased slightly. Soil physical properties changed with a non-regular pattern. The pH value and available P content of the three slopes were close to each other, the contents of soil organic matter, total N and total P were lower-slope > middle-slope > upper-slope in 2004 and 2007. The content of soil hydrolyzable N of middle-slope and lower-slope was greater than that of upper-slope, and available K content of the upper-slope, middle-slope was smaller than that of the lower-slope in 2004, whereas it was lower-slope > middle-slope > upper-slope in 2007.

**Keywords:** *Michelia macclurei*; slope position; soil physical properties; soil nutrient

土壤肥力是土壤最基本的特征,也是土壤在植物生活的过程中不断供给植物以最大量的有效养分及水分的能力。土壤物理性质影响林木根系的生长和土壤养分的有效性,土壤有机质是林木生长所需养分的来源<sup>[1]</sup>,土壤氮、磷、钾含量直接影响林木的生长<sup>[2]</sup>,因此,林地土壤肥力引起了研究者的广泛关注<sup>[3-8]</sup>。火力楠(*Michelia macclurei*)别名醉含笑,是南亚热带常绿阔叶树种,主要种植区是广西省南

部,广东省东南部、南部及越南北部,其生长快、适应性强、树干通直、木材结构细,可用作优良建筑用材;火力楠树形美观,也可用作园林风景和行道树;此外,火力楠林能有效阻隔地表火和树冠火的蔓延,还可用于生物工程防火<sup>[9]</sup>。近年来有关学者对火力楠林的土壤有较多的研究,如汪思龙等<sup>[10]</sup>研究了杉木和火力楠混交林的养分循环,薛立等<sup>[11-12]</sup>报道了火力楠纯林、火力楠和阴香混交林的土壤肥力状况,黄宇等<sup>[13]</sup>

对火力楠林的 N 贮量进行了研究,施清华<sup>[14]</sup>对马尾松火力楠混交林的土壤理化性质进行了研究,曹鹤等<sup>[15]</sup>研究了火力楠和木荷混交林地的土壤物理性质,谢腾芳等<sup>[16]</sup>对火力楠幼林的土壤肥力进行了研究,王莹等<sup>[17]</sup>对火力楠混交林的土壤微生物碳含量和土壤酶活性进行了研究,但不同坡位火力楠林土壤肥力动态的研究还鲜有报道。因此,通过对火力楠纯林土壤肥力动态进行研究,可为火力楠林的土壤管理提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于广东省佛山市高明区的云勇林场,位于东经 112°40',北纬 22°43',属亚热带季风气候,年平均温度为 22℃,年最高和最低气温分别为 34.5℃和 3.5℃,年平均降水量 2 000 mm,主要集中在 4—8 月份,夏天多吹东南风,冬天多吹西北风,台风多发生在 7—9 月。土壤为花岗岩发育的酸性赤红壤,土层深厚。试验地坡度 31°,坡向南偏西 25°,原有林分为 10 年生杉木林。2003 年 3 月皆伐杉木林后,采伐剩余物留在林地,2004 年 3 月种植 1 年生火力楠幼苗,密度为 1 649 株/hm<sup>2</sup>。

### 1.2 样地设置

2004 年 3 月栽植火力楠苗木后,在上、中、下坡各建立 3 个面积为 400 m<sup>2</sup> 的样地,3 个样地间相距 20 m。2007 年上、中、下坡火力楠幼林的地径和树高分别为 3.84,3.47,3.32 cm 和 2.36,2.57,2.51 m,林下植物以漫山秀竹、芒草、乌毛蕨为主。2004 年 3 月和 2007 年 3 月调查土壤理化性质。在样地内用 5 点

取样法取 0—40 cm 处的土样,将 5 个土样充分混合后带回实验室进行处理和测定。测定土壤的 pH 值,有机质,全氮,全磷,全钾,碱解氮,速效磷,速效钾含量。土壤含水量采用酒精燃烧法测定,土壤容重和其它土壤物理性质采用环刀法测定。将样品以 2.5:1 水土比混合后,用 pH 计测定土壤 pH 值;有机质采用重铬酸钾法,全氮采用半微量凯氏法,全磷采用钼蓝比色法,全钾采用火焰光度计法,碱解氮采用碱解扩散法,速效磷采用钼蓝比色法,速效钾采用火焰光度计法测定<sup>[18]</sup>。每个样品做 3 个重复,取平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤物理性质

2.1.1 土壤物理性质的时间变化 与 2004 年相比较,2007 年火力楠林上坡和中坡的土壤容重比分别增加了 4%和 9%,下坡几乎没有变化(图 1);上坡的土壤毛管孔隙减少了 2%,中坡和下坡分别增加了 8%和 4%;上坡和下坡的土壤非毛管孔隙有所增加,而中坡有所减少。上坡和中坡的总孔隙几乎没有变化,下坡略有增加;3 个坡位的土壤自然含水量比 2004 年均有显著增加( $p < 0.05$ )。

2.1.2 土壤物理性质的空间变化 2004 年中坡的土壤容重略小与上坡和下坡,2007 年 3 者相近;2004 和 2007 年,上、中和下坡 3 个坡位的土壤毛管孔隙和总孔隙相近;2004 年土壤非毛管孔隙由大到小依次为:中坡>下坡>上坡,2007 年则为:下坡>上坡>中坡。2007 年的上坡和中坡的毛管持水量与 2004 年相近,下坡有所增加。2004 和 2007 年,3 个坡位的土壤自然含水量均表现为:上坡<中坡<下坡。

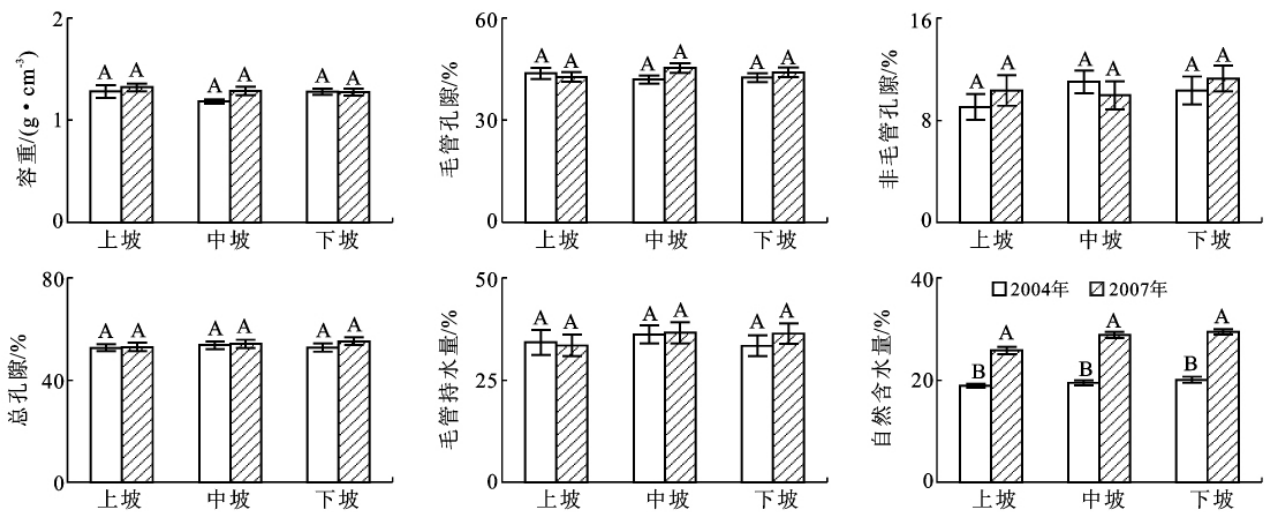


图 1 2004 和 2007 年火力楠林不同坡位的土壤物理性质

注:采用邓肯氏新复极差检验法(DMRT法)进行多重比较,不同字母表示差异显著,检验的显著性水平为 $p=0.05$ 。下同。

## 2.2 土壤化学性质

2.2.1 土壤化学性质的时间变化 与 2004 年相比, 2007 年上坡、中坡和下坡的土壤 pH 值均略有减少, 各坡位的土壤有机质、全氮和全钾含量均有显著增加 ( $p < 0.05$ ), 上坡、中坡和下坡的土壤有机质含量分别增加了 36%, 23% 和 13%, 全氮含量分别增加了 46%、27% 和 39%, 全钾含量分别增加了 24%、16% 和 14%; 而上坡的全磷含量略减 2%, 中坡和下坡显著减少了 18% 和 11% (图 2)。2007 年上坡、中坡和下坡的碱解氮分别显著增加了 46%、44% 和 50%, 速效磷含量分别显著增加了 37%、41% 和 39%; 上坡的

速效钾含量增加了 5%, 中坡和下坡显著增加了 50% 和 59%。

2.2.2 土壤化学性质的空间变化 2004 和 2007 年, 上坡、中坡和下坡的 pH 值相近, 土壤有机质、全氮和全磷含量均表现为: 下坡 > 中坡 > 上坡。2004 年上坡的全钾含量小于中坡和下坡的, 后二者相近, 2007 年 3 个坡位的全钾含量相近。2004 年土壤碱解氮含量表现为: 中坡 > 下坡 > 上坡, 2007 年则表现为: 下坡 > 中坡 > 上坡。2004 和 2007 年 3 个坡位的速效磷含量均相近。2004 年上坡和中坡速效钾含量相近, 均小于下坡, 2007 年则表现为: 下坡 > 中坡 > 上坡。

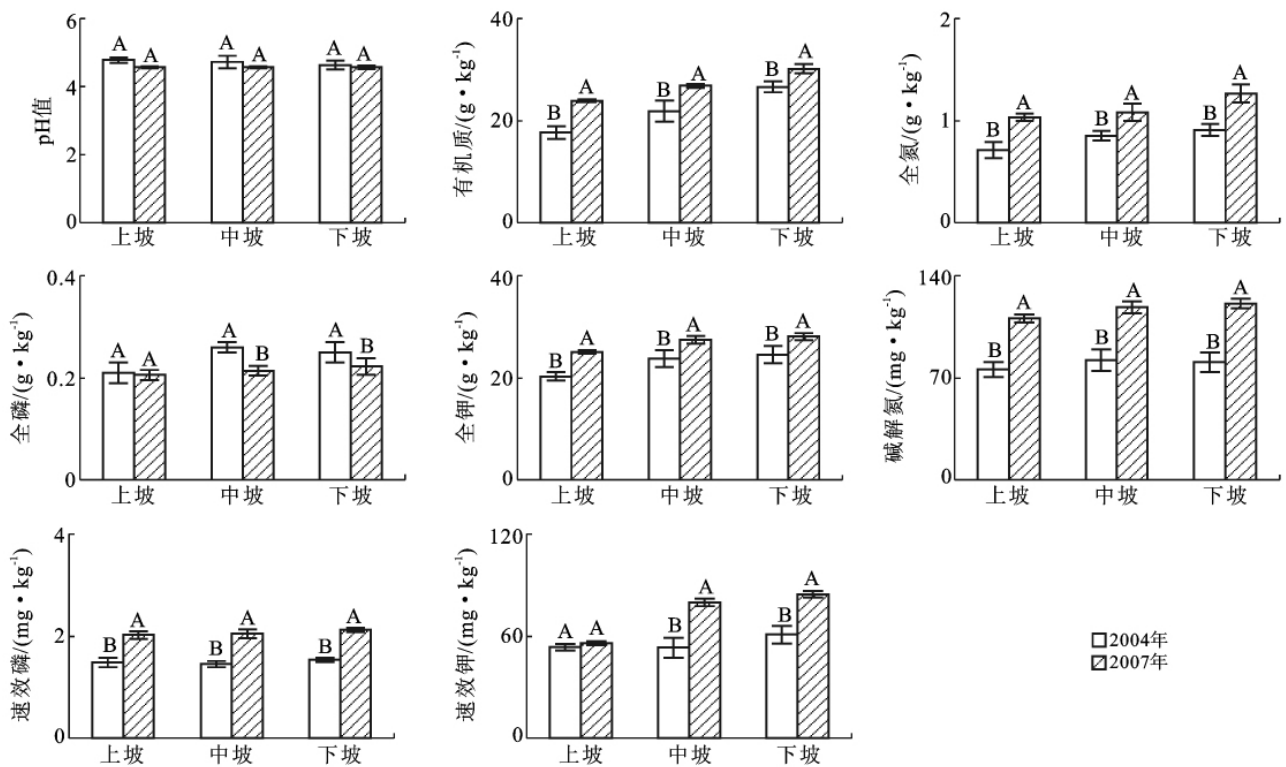


图 2 2004 和 2007 年火力楠林不同坡位的土壤化学性质

## 3 结论

森林对土壤物理性质的改良是一个复杂而长期的过程。采伐残余物和森林凋落物的分解有利于土壤变得疏松, 但是幼林的根生物量小, 根系的穿插能力弱, 改良土壤物理性质的作用有限<sup>[19]</sup>。幼林林地光照充足, 地表温度升高<sup>[8]</sup>, 促进采伐时留在林地的残余物加速分解, 产生大量酸性物质, 使得土壤 pH 值降低<sup>[6]</sup>。土壤有机质、速效氮、磷和钾含量显著增加与幼林的林下植物生长茂盛, 死亡后形成大量的凋落物分不开<sup>[20-21]</sup>。大量的林下植物枯死后归还土壤<sup>[22]</sup>, 加上采伐残余物和伐木残根的逐渐腐烂<sup>[7]</sup>, 致使土壤有机质增加<sup>[23]</sup>。林地的采伐残余物和林下植

物残体的分解, 加强了地表积累的凋落物的腐殖化作用以及淋淀作用, 促进了土壤中腐殖质的形成, 加快了矿化速率<sup>[24]</sup>, 有利于全氮含量增加<sup>[5]</sup>, 也提高了土壤全钾含量。红壤缺磷, 而阔叶幼树的生长可能消耗较多的磷, 会造成土壤全磷含量下降<sup>[25]</sup>。

造林整地时翻耕土壤和幼林地光照强, 有利于土壤风化和有机质的矿化作用, 使土壤有效养分的释放量增加。火力楠幼林的生长量较小, 养分需求量小, 从而造成土壤速效氮、磷、钾的积累。林下多为草本植物, 对碱解氮的吸收比林木少, 有利于氮的积累<sup>[6]</sup>。土壤表层的有机质腐烂, 有利于  $P_2O_5$  含量的增加<sup>[26]</sup>。云勇林场的土壤母岩钾长石含量较高, 风化后可以增加钾的数量<sup>[23]</sup>。

林木在适当海拔范围内,坡位是影响土壤养分状况的关键因子,它直接影响着水肥的再分配。一般来说,上坡位是水土流失区,水分由于重力作用迅速排出,伴随土壤侵蚀,导致含水率降低和表土的流失,土壤有机质和养分含量下降。从上坡到下坡,土壤逐渐由剥蚀过渡为堆积,有机质和养分增加<sup>[3-4]</sup>,所以土壤有机质、氮、磷和钾含量呈现:下坡>中坡>上坡,这与范志强等<sup>[27]</sup>对水曲柳幼林适生立地条件的研究结果一致。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 陆耀东,薛立,曹鹤,等. 去除地面枯落物对加勒比松林土壤特性的影响[J]. 生态学报, 2008, 28(7): 3205-3211.
- [2] Sullivan D M, Bary A I, Thomas D R, et al. Food waste compost effects on fertilizer nitrogen efficiency, available nitrogen, and tall fescue yield[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 2002, 66:154-161.
- [3] 薛立,赖日石,陈红跃,等. 不同坡位造林地酶活性与土壤养分的关系[J]. 土壤通报, 2002, 32(4):278-280.
- [4] 薛立,赖日石,陈红跃,等. 深圳宝安区生态风景林典型造林地土壤养分、微生物和酶活性的研究[J]. 林业科学研究, 2002, 15(2):242-246.
- [5] 薛敬意,唐建维,沙丽清,等. 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.
- [6] 周莉,代力民,谷会岩,等. 长白山阔叶红松林采伐迹地土壤养分含量动态研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10):1771-1775.
- [7] 薛立,向文静,何跃君,等. 不同林地清理方式对杉木林土壤肥力的影响[J]. 应用生态学报, 2005, 16(8):1417-1421.
- [8] 谷加存,王政权,韩有志,等. 采伐干扰对帽儿山地区天然次生林土壤表层温度空间异质性的影响[J]. 应用生态学报, 2006, 17(12):2248-2254.
- [9] 李振问. 火力楠林带的防火效果研究[J]. 厦门大学学报:自然科学版, 2002, 41(5):596-599.
- [10] 汪思龙,廖利平,邓仕坚,等. 杉楠混交与人工杉木林自养机制的恢复[J]. 应用生态学报, 2000, 11(1):33-36.
- [11] 薛立,陈红跃,徐英宝,等. 混交林的土壤物理性质与微生物数量及酶活性的研究[J]. 土壤通报, 2004, 34(2):154-158.
- [12] 薛立,李燕,屈明,等. 火力楠、荷木和黎蒴林的土壤特性及水源涵养的研究[J]. 应用生态学报, 2005, 16(9): 1623-1627.
- [13] 黄宇,冯宗炜,汪思龙,等. 杉木、火力楠纯林及其混交林生态系统 C、N 贮量[J]. 生态学报, 2005, 25(12): 3146-3154.
- [14] 施清华. 马尾松火力楠混交林生长量和土壤理化性质研究[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(14):144-7145.
- [15] 曹鹤,薛立,谢腾芳,等. 华南 8 种人工林的土壤物理性质研究[J]. 生态学杂志, 2009, 28(4):620-625.
- [16] 谢腾芳,薛立,王相娥,等. 火力楠和红苞木幼林的土壤肥力研究[J]. 水土保持通报, 2009, 29(6):84-86, 116.
- [17] 王莹,王彦梅,陈龙池. 湖南会同地区森林植被转变对土壤微生物生物量碳和酶活性的影响[J]. 生态学杂志, 2010, 29(5):905-909.
- [18] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社, 2000:30-106.
- [19] 曾小梨,薛立,刘斌,等. 不同密度红苞木幼林的土壤肥力研究[J]. 水土保持通报, 2010, 30(5):43-45, 95.
- [20] Wang H, Huang Y, Huang H, et al. Soil properties under young Chinese fir-based agroforestry system in mid-subtropical China[J]. Agrofor. Syst., 2005, 64:131-141.
- [21] Ma X, Heal K V, Liu A, et al. Nutrient cycling and distribution in different-aged plantations of Chinese fir in southern China[J]. For. Ecol. Manage., 2007, 243:61-74.
- [22] 史振华,何宗明,谢建闽,等. 5—7 年生杉木幼林凋落物数量与月动态[J]. 福建农林大学学报:自然科学版, 2006, 35(3):278-282.
- [23] 薛立,薛晔,李燕,等. 皆伐对杉木林土壤养分的短期影响[J]. 水土保持通报, 2009, 29(5):73-75, 89.
- [24] 陈凤霞,许松葵,薛立,等. 冰雪灾害对杉木林土壤特性的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(20):5466-5474.
- [25] 彭耀强,薛立,陈红跃,等. 东江流域阔叶混交幼林土壤养分变化分析[J]. 广东林业科技, 2003, 19(2): 5-8.
- [26] 李燕,薛立,曹鹤,等. 杉木林皆伐后土壤养分的变化[J]. 土壤通报, 2009, 40(5):1076-1080.
- [27] 范志强,沈海龙,王庆成,等. 水曲柳幼林适生立地条件研究[J]. 林业科学, 2002, 8(2):38-43.