

安徽毛竹林生产力与土壤养分关系分析

王 雷, 赵 阳, 周佳佳, 徐小牛*

(安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036)

摘 要: 采用常规的样地调查法, 对安徽 6 个主产地的毛竹林土壤养分与生产力关系进行调查分析。结果表明, 不同产地毛竹林生长及其生产力水平差异明显, 林分平均密度为 2 298~3 496 株·hm⁻², 平均胸径 9.0~10.8 cm, 平均立竹度 0.21~0.34, 林分生物量 54.7~94.6 t·hm⁻²; 土壤容重多数在 1.20 g·cm⁻³ 以上, 有机质含量 25.6~40.2 g·kg⁻¹, 全氮 1.62~4.56 g·kg⁻¹, 全磷 0.61~0.92 g·kg⁻¹, 有效氮 56.5~78.8 mg·kg⁻¹。相关分析显示毛竹林生物量与土壤有机质、全氮、全磷和全钾呈显著正相关, 立竹度与土壤有机质、土壤全磷和全钾呈显著正相关。改善土壤物理性、提高土壤肥力特别是有机质含量是促进毛竹林优质丰产的重要措施。

关键词: 毛竹; 土壤肥力; 生物量; 林分生产力; 相关分析

中图分类号: S795.7

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2013)01-0011-04

Relationship between productivity and soil nutrient of *Phyllostachys pubescens* forest in Anhui

WANG Lei, ZHAO Yang, ZHOU Jia-jia, XU Xiao-niu

(School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

Abstract: The productivity of *Phyllostachys pubescens* stands and their soil nutrients at the six main distribution areas in Anhui were studied using the conventional plot survey method. The result showed that there existed significant difference in growth and productivity of *Phyllostachys pubescens* stands amongst the different main areas. The mean densities were from 2 298 to 3 496 culms·hm⁻² with the mean DBH from 9.0 cm to 10.8 cm. The mean stand density indices were ranged from 0.21 to 0.34. The stand biomass averaged from 54.7 to 94.6 t·hm⁻². The properties of soils under the *Phyllostachys pubescens* stands differed significantly at different sites. The mean bulk densities for most soils were over 1.20 g·cm⁻³. The mean concentrations of soil organic matter ranged from 25.6 to 40.2 g·kg⁻¹, and the total N from 1.62 to 4.56 g·kg⁻¹, total P from 0.61 to 0.92 g·kg⁻¹, available N from 56.5 to 78.8 mg·kg⁻¹. Results from the regression analysis showed that the biomass of *Phyllostachys pubescens* stand was significantly and positively correlated with soil organic matter, total N, total P and total K ($p < 0.05$). The stand density index was significantly and positively correlated with soil organic matter, total P and total K ($p < 0.05$). This suggests that to decrease soil bulk density and to increase organic matter content are the important measures for promotion of the high-quality and productivity of *Phyllostachys pubescens* stands.

Key words: *Phyllostachys pubescens*; soil fertility; biomass; forest productivity; regression analysis

毛竹原产我国, 是经济价值高的优良竹种, 其分布范围广, 海拔 200~800 m 的丘陵山地最适生长^[1]。全国现有毛竹林面积达 300 多万 hm², 年伐量超过 1 000 万 t, 年生产商品材 50 万 m³、竹笋 200 多万 t, 竹业年产值已突破 1 000 亿元, 年出口创汇 10 余亿美元, 竹业已成为我国林业领域崭露头角的一大新兴产业和农民脱贫致富的经济增长点, 在我

国农业生产和国民经济中占有重要地位。除此之外, 毛竹在调节气候、保持水土、美化环境等生态维护方面, 亦发挥着重要的作用。

竹林科学经营是建立在对林分生长与土壤养分关系深入认识的基础上, 了解林地土壤养分的空间特征及其与生产力的关系, 可为建立毛竹林合理经营特别是竹林土壤养分管理体系提供科学依据和理

收稿日期: 2012-06-04

基金项目: 中科院战略性先导科技专项 (XDA0505020401-1) 资助。

作者简介: 王 雷, 男, 硕士研究生。E-mail: 175824224@qq.com

* 通信作者: 徐小牛, 男, 博士, 教授, 博士生导师。E-mail: xnzu61@yahoo.com.cn

论基础。有关毛竹林土壤养分动态及空间变异^[2-5]和施肥效益^[6-7]等方面研究已有较多报道。安徽是全国毛竹主产区之一,拥有毛竹林面积达28万 hm^2 ,年产竹材9000万根,在地方产业和经济建设中发挥着极其重要的作用,已成为山区经济建设的支柱性产业^[8]。为了深入了解毛竹林生产力与生长环境的关系,对安徽境内毛竹林现实生产力及其立地养分条件进行了调查分析,旨在为竹产业规划和资源培育提供依据和可行措施。

1 材料与方法

1.1 调查区概况

本研究选择安徽大别山区和皖南山区(图1)。大别山区以毛竹盛产地霍山诸佛庵为研究对象。地理位置 $31^{\circ}25'26''\text{N}$ 、 $116^{\circ}07'08''\text{E}$,处于亚热带湿润季风气候和温带半湿润季风气候的过度地带,季风显著,气候湿润,四季分明,光、热、水条件较为优越。年平均气温为 15.6°C ,平均无霜期为220d,年平均降雨量为1400mm,平均降雨日为141d。海拔高度450m,土壤主要为山地黄棕壤,一般土层厚度为50~90cm,呈酸性。

皖南山区主要以贵池肖坑($31^{\circ}25'26''\text{N}$ 、 $116^{\circ}07'08''\text{E}$)、铜陵叶山($30^{\circ}57'27''\text{N}$ 、 $118^{\circ}01'13''\text{E}$)、太平焦村($30^{\circ}11'32''\text{N}$ 、 $118^{\circ}05'49''\text{E}$)、泾县蔡村($30^{\circ}42'54''\text{N}$ 、 $118^{\circ}33'39''\text{E}$)和广德柏垫($30^{\circ}46'35''\text{N}$ 、 $119^{\circ}11'38''\text{E}$)等地为研究对象。本区属于亚热带湿润季风气候,雨量充沛,年降水量达1100~2500mm,年平均气温为 $15.8\sim 16.5^{\circ}\text{C}$ 之间,无霜期长达230~250d。土壤以红黄壤为主,呈酸性,土层较厚。

1.2 样地调查方法

按照立地条件相似性,每个调查区设置面积为 $20\text{m}\times 20\text{m}$ 的标准地8个,进行每木检测,实测其胸径、竹高。在标准地内以S型随机布置5个点,去除枯枝落叶层,采集0~30cm的矿质土壤,带回实验室进行土壤理化分析。

1.3 化学分析与数据处理

土壤理化性质测定按常规分析方法进行。土壤容重采用环刀法测定;土壤pH值按1:2.5的水土比充分混合、摇匀后,用Extech II pH计测定。土壤全N经过浓硫酸的消煮,由全自动凯氏定氮仪测定;速效P、铵态氮、硝态氮用 $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KCl}$ 溶液浸提,FIAStar 5000流动注射分析仪测定;用3:1的浓硝酸和浓硫酸消煮土样,原子吸收分光光度计测定土壤的全K、流动注射分析仪测定土壤中全磷,重铬酸

钾法测定有机质。

林分生物量估算,大别山区利用霍山毛竹林生物量模型^[9],皖南山区则采用肖坑毛竹林生物量模型^[10]。用Excel和SPSS数据分析软件进行统计计算和相关分析。

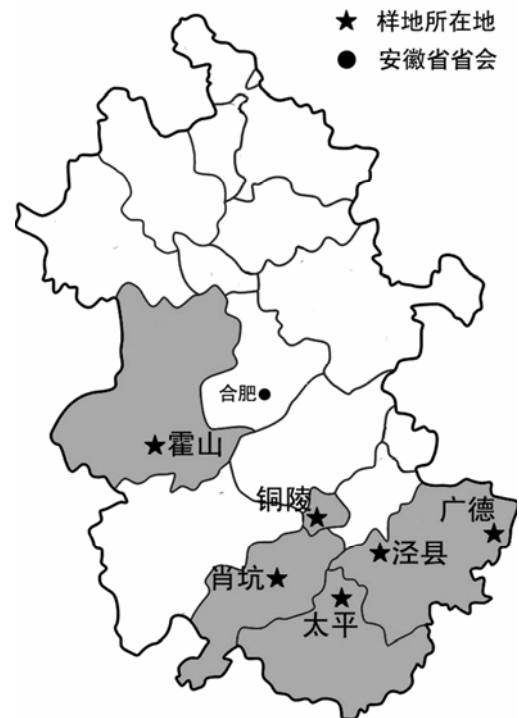


图1 研究区域及其分布

Figure 1 Locations of the studied sites

2 结果与分析

2.1 毛竹林生长状况

胸径和立竹度是衡量毛竹生产力最重要的2个指标。在一定经营管理条件下,毛竹林林分的生产力取决于竹林结构^[10]。由表1可知,不同地区毛竹林生长存在一定差异,特别是立竹度差异显著,这与林分的经营水平有关;焦村、肖坑和蔡村毛竹林的集约水平要高于其他地区,其立竹度都在0.3以上。根据温太辉的研究,平均胸径大于9cm、立竹度在0.8以上的毛竹林为高产林分^[11]。尽管所调查林分的平均胸径都在9.0cm以上,但是立竹度都偏低,因此焦村、肖坑和蔡村三地的毛竹林属中产林分,其余三地的毛竹林属低产林分。可见,安徽主产区毛竹林的经营管理较为粗放,过度采伐导致低密度是立竹度低的主要原因。

从表2可以看出,不同地区林分生物量差异明显,其大小依次为太平($94.6\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$)>泾县(78.2)>广德(73.8)>肖坑(70.8)=叶山(70.8)>霍山(54.7)。从生物量分配来看,竹叶约占5%~6%,

不同地区差异不明显。竹枝生物量所占比例, 不同地区差异显著, 肖坑和诸佛庵两地分别为 13.8% 和 14.6%; 而其他地区在 3.8%~5.8% 之间, 主要原因是钩梢过度所致。竹根生物量分配占 6.4%~7.2%, 而贵池肖坑则高达 11.7%。竹竿部分生物量分配所

占比例最高, 达 69.4%~83.3%。霍山诸佛庵和贵池肖坑两地的毛竹林生物量各组分生物量大小依次为: 竹竿>竹枝>竹根>竹叶; 而其他地区为: 叶山是竹竿>竹根>竹叶>竹枝。

表 1 不同地区毛竹林生长概况

Table 1 The growth regimes of *Phyllostachys pubescens* stands at the sampling sites

调查地点 Sampling site	密度/ Culms·hm ⁻² Density	平均高度/m Mean height	平均胸径/cm Mean DBH	立竹度 Stand density index
霍山诸佛庵 Zhufuan, Huoshan	2 298	14.45	9.09	0.21
贵池肖坑 Xiaokeng, Guichi	2 815	13.20	10.52	0.31
铜陵叶山 Yeshan, Tongling	2 394	10.04	9.53	0.24
太平焦村 Jiaocun, Taiping	3 486	10.11	10.81	0.34
泾县蔡村 Caicun, Jiangxian	3 259	9.60	9.91	0.30
广德柏垫 Baidian, Guangde	2 669	11.18	9.04	0.27

表 2 不同地区毛竹林生物量及其分配

Table 2 Biomass and its partition of the *Phyllostachys pubescens* stand at different sites

调查地点 Sampling site	竹叶/t·hm ⁻² Foliage	竹枝/t·hm ⁻² Branches	竹竿/t·hm ⁻² Culms	竹根*/t·hm ⁻² Root	总生物量/t·hm ⁻² Total
霍山诸佛庵 Zhufuan, Huoshan	2.95	8.00	40.06	3.69	54.70
贵池肖坑 Xiaokeng, Guichi	3.57	9.79	49.16	8.31	70.84
铜陵叶山 Yeshan, Tongling	4.08	3.04	58.60	5.09	70.81
太平焦村 Jiaocun, Taiping	5.77	3.61	78.88	6.39	94.64
泾县蔡村 Caicun, Jiangxian	4.49	3.17	65.06	5.48	78.19
广德柏垫 Baidian, Guangde	3.61	2.77	53.42	4.70	73.75

注:* 竹根不包括竹鞭及其鞭根。Note: In this table, Rhizome and rhizome system are not included in the bamboo roots.

表 3 不同地区毛竹林表层土壤(0~30 cm)养分平均含量

Table 3 Mean concentrations of soil nutrient (0-30 cm layer) under *Phyllostachys pubescens* stands at different sites

调查地点 Sampling site	平均容重 /g·cm ⁻³ Bulk density	pH	全氮 /g·kg ⁻¹ Total N	全磷 /g·kg ⁻¹ Total P	全钾 /g·kg ⁻¹ Total K	有机质 /g·kg ⁻¹ Organic matter	有效氮 /mg·kg ⁻¹ Available N
霍山诸佛庵 Zhufuan, Huoshan	1.17 ^a	5.14 ^a	1.62 ^a	0.61 ^a	1.18 ^a	25.64 ^a	60.71 ^a
贵池肖坑 Xiaokeng, Guichi	1.24 ^{ab}	4.42 ^b	2.56 ^b	0.79 ^b	2.21 ^b	36.25 ^b	75.02 ^b
铜陵叶山 Yeshan, Tongling	1.29 ^b	4.73 ^c	2.84 ^b	0.73 ^b	2.09 ^b	31.94 ^c	69.29 ^c
太平焦村 Jiaocun, Taiping	1.30 ^b	4.48 ^b	4.56 ^c	0.92 ^c	2.58 ^c	40.18 ^d	78.82 ^b
泾县蔡村 Caicun, Jiangxian	1.14 ^{ac}	4.95 ^{ac}	2.79 ^b	0.78 ^b	1.83 ^d	35.02 ^b	56.55 ^a
广德柏垫 Baidian, Guangde	1.38 ^d	4.89 ^c	3.01 ^b	0.62 ^a	1.76 ^d	32.16 ^c	62.53 ^{ac}

注: 同一列中数字后字母不同表示显著差异。Means with different letters within columns are statistically different at $P<0.05$.

表 4 毛竹林生长指标与 0~30 cm 表层土壤养分的相关性

Table 4 Regression coefficients between growth index and soil nutrients in 0-30 cm layer in *Phyllostachys pubescens* stands

	全氮 Total N	全磷 Total P	全钾 Total K	有机质 Organic matter	有效氮 Available N
平均胸径 Mean DBH	0.646	0.953 ^{**}	0.839 [*]	0.882 [*]	0.744
生物量 Biomass	0.970 ^{**}	0.836 [*]	0.851 [*]	0.922 ^{**}	0.516
立竹度 Stand density index	0.780	0.853 [*]	0.820 [*]	0.969 ^{**}	0.545

* $P<0.05$, ** $P<0.01$.

2.2 毛竹林土壤养分

土壤是植物生长的基础,其肥力状况对林分生产力有着重要影响。由调查结果(表3)可知,各调查地区毛竹林土壤紧实,容重多数在 $1.20\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以上,表明其物理性较差。同时,也说明林地土壤保育工作不够。从表层土壤养分状况来看,地处大别山腹地的诸佛庵毛竹林土壤肥力相对较差,养分指标普遍较低,特别是有机质、全氮和全磷分别低于肥力条件较好的太平焦村土壤相应指标的56.7%、181.5%和50.8%。这与两地毛竹林的地形地质条件有关,诸佛庵毛竹林地坡度较大,土壤系片麻岩母质发育起来,沙性重,养分易流失。而焦村毛竹林地平缓,土壤粘性重,保水保肥力较强。其他地区毛竹林土壤养分状况差异并非十分显著。

2.3 土壤养分对毛竹林生长的影响

生物量是森林生产力的重要指标。根据相关分析结果,毛竹林生物量与土壤有机质、土壤全氮、全磷及全钾含量呈显著正相关(表4)。立竹度是反映毛竹林生产力水平的另一个关键指标,是表征毛竹林密度的合理性程度的重要指标,受竹林结构、经营程度以及环境因子等影响^[12-14]。从表4可以看出,立竹度与土壤全磷和全钾含量呈显著正相关,与土壤有机质含量呈极显著正相关。

3 小结与讨论

根据对安徽省6个主产地毛竹林的调查结果,不同地区毛竹林分生产力水平差异明显,林分平均密度为 $2\ 298\sim 3\ 496\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、平均胸径 $9.0\sim 10.8\text{ cm}$ 、平均立竹度 $0.21\sim 0.34$ 、林分生物量(不含竹鞭) $54.7\sim 94.6\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$;总体来看,尽管林分平均胸径较大,但密度低,致使林分生产力水平偏低,这与经营粗放,特别是过度采伐利用有关。因此,需要加强毛竹林抚育管理,提高经营强度,通过合理利用,提高立竹密度,以充分发挥其生产潜力。

土壤是决定毛竹林生长和生产力水平的重要制约因素,不同地区土壤肥力条件差异显著。根据相关分析结果,毛竹林生物量与土壤有机质和土壤全氮呈极显著正相关、与全磷和全钾呈显著正相关;立竹度与土壤有机质含量呈极显著正相关、与土壤全磷和全钾呈显著正相关。可见,在毛竹林经营中,

需要培肥土壤,特别是提高土壤有机质含量是促进竹林丰产的主要措施。在安徽大别山区,山地坡度大、土壤多沙性较重,养分易流失,毛竹林土壤养分水平偏低,可通过增施有机肥,并做好水土保持措施来改善土壤肥力条件。然而,在皖南山区,大多数竹林土壤粘重、紧实,在经营管理中应从土壤物理性改良入手,通过深抚、增施有机肥来改善土壤物理性,促进毛竹林优质丰产。

参考文献:

- [1] 周根土. 安徽主要用材树种造林与经营[M]. 北京: 中国林业出版社, 2011: 256-268.
- [2] 吴家森, 周国模, 钱新标, 等. 不同经营类型毛竹林营养元素的空间分布[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(5): 486-489.
- [3] 吴家森, 周国模, 徐秋芳, 等. 不同年份毛竹营养元素的空间分布及与土壤养分的关系[J]. 林业科学, 2005, 141(13): 171-173.
- [4] 徐秋芳, 姜培坤, 董敦, 等. 毛竹林地土壤养分动态研究[J]. 竹子研究汇刊, 2000, 19(4): 46-49.
- [5] 郭晓敏, 牛德奎, 郭熙, 等. 奉新毛竹林土壤养分空间变异性研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(3): 420-425.
- [6] 郭晓敏, 牛德奎, 杜天真, 等. 毛竹林平衡施肥持续效应研究初报[J]. 江西农业大学学报, 2002, 24(6): 786-790.
- [7] 胡东南, 陈立新, 李发凯, 等. 配方施肥对毛竹笋林的影响[J]. 江西农业大学学报, 2004, 26(2): 196-199.
- [8] 程鹏, 汤坚. 安徽林业发展区划研究[M]. 合肥: 合肥工业大学出版社, 2009: 47-58.
- [9] 丁正亮, 王雷, 刘西军, 等. 安徽霍山毛竹林生产力及其土壤养分特点的研究[J]. 经济林研究, 2011, 29(1): 72-76.
- [10] 孙刚, 邓文鑫, 王陆军, 等. 安徽肖坑天然毛竹林生产力及其土壤养分特点[J]. 经济林研究, 2009, 27(3): 28-32.
- [11] 温太辉. 竹林生产力因子的评价[J]. 竹子研究汇刊, 1990, 9(2): 1-10.
- [12] 汪阳东, 韦德煌. 气象因素对毛竹秆形生长变异的影响[J]. 竹子研究汇刊, 2002, 21(1): 46-52.
- [13] 陈双林, 杨清平, 郭子武. 主要环境因素对小佛肚竹出笋、成竹及畸形秆率的影响[J]. 四川农业大学学报, 2003, 26(1): 117-120.
- [14] 汪阳东. 人工经营对毛竹秆形结构变异的影响研究[J]. 林业科学研究, 2001, 14(3): 245-250.