

文章编号: 1000-5692(2005)05-0486-04

不同经营类型毛竹林营养元素的空间分布

吴家森¹, 周国模¹, 钱新标¹, 杨芳¹, 吴学敏²

(1. 浙江林学院 林业与生物技术学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江省绍兴市第一园林公司, 浙江 绍兴 312000)

摘要: 对不同经营类型毛竹 *Phyllostachys pubescens* 氮、磷、钾、钙、镁等 5 种营养元素的质量分数和林地土壤的样品进行分析。结果表明: 氮、磷、钾、钙、镁等 5 种营养元素在不同经营类型毛竹的不同器官中质量分数大小均表现为叶>枝>秆; 在叶中各营养元素质量分数大小顺序为: 氮>钾>镁>钙>磷; 在枝中为: 钾>氮>镁>磷>钙; 在秆中为: 钾>氮>镁>钙>磷。毛竹叶、枝、秆中部分营养元素质量分数与土壤养分质量分数的相关性达显著或极显著水平。在集约经营下, 毛竹林地上部分 5 种营养元素贮藏总量为 519.60 kg·hm⁻², 粗放经营下为 422.44 kg·hm⁻²。表 4 参 13

关键词: 毛竹; 营养元素; 器官; 经营类型

中图分类号: Q946.91; S718.43 **文献标识码:** A

植物中营养元素的分布特征一方面反映了植物本身的特征, 是植物长期演化的结果, 另一方面, 受到生境的影响, 生境中的土壤肥力影响植物的生长发育以及元素分布^[1]。毛竹 *Phyllostachys pubescens* 是一种分布广、用途多、生长快和产量高的植物。有关毛竹栽培技术、病虫害防治等方面的研究报道较多^[2~3], 而对不同经营类型毛竹的营养元素质量分数和元素积累量的研究鲜见报道。本文对浙江省北部不同经营类型毛竹林进行采样分析, 探讨不同经营类型毛竹营养元素的空间分布规律。

1 材料与方法

1.1 样地概况

实验地位于浙江省临安市青山街道, 地理位置为 29°56'N, 118°51'E。该区属亚热带季风气候区, 年平均气温为 16.0 °C, 极端最高气温 41.7 °C, 极端最低气温 -13.3 °C, 年有效积温 5 774.0 °C, 年降水量 1 350~1 500 mm, 年日照时数 1 774 h, 无霜期 235 d。采样地属丘陵区, 海拔高度 100~300 m, 土壤为发育于花岗岩的红壤。

1.2 样地设置与样品采集

根据营林措施不同, 将毛竹林划分为集约经营和粗放经营 2 种类型。集约经营需要每年进行松土垦复, 5 月上中旬施肥 1 次, 肥料一般采用复合肥(N:P₂O₅:K₂O 为 15:15:15), 每年用量控制氮素 300~600 kg·hm⁻², 磷素 100~200 kg·hm⁻², 钾素 150~250 kg·hm⁻², 地表撒施肥料, 撒施后深翻 1 次,

收稿日期: 2005-03-18; 修回日期: 2005-05-23

基金项目: 浙江省科学技术攻关项目(2003C32029)

作者简介: 吴家森, 实验师, 从事植物生理生态学等研究。E-mail: jswu@zjfc.edu.cn。通讯作者: 周国模 教授, 从事森林经理学研究。E-mail: zhougmn@zjfc.edu.cn

翻耕深度约 15 cm。毛竹平均胸径为 10.1 cm, 密度 3 100 株 \cdot hm $^{-2}$ 。粗放经营则不进行劈山, 林下植被保存较好, 毛竹平均胸径为 9.6 cm, 密度 2 300 株 \cdot hm $^{-2}$ 。

于 2002 年 7 月设置 2 种类型毛竹林样地各 5 个。样地面积为 10 m \times 10 m。在每个样地内对不同年龄毛竹进行每木调查, 根据每木调查的结果, 计算出样地内各年龄毛竹的平均胸径, 分别选出各年龄的标准毛竹 1 株, 作生物量测定^[9], 并分别取竹叶、竹枝和竹秆分析样, 在 105 $^{\circ}$ C 杀青 30 min, 然后在 60~70 $^{\circ}$ C 下烘干, 供营养元素分析。

在各样地有代表性地段设置土壤剖面, 挖掘剖面并采集 0~20 cm 和 20~40 cm 土层土壤样品, 测定土壤理化性质。

1.3 分析方法

土壤样品分析全部用常规法^[7]。植物样品用 H₂SO₄ 和 H₂O₂ 消化后, 氮用凯氏定氮蒸馏法, 磷用钼锑抗比色法, 钾用火焰光度法, 钙和镁用日本岛津 AA6650 原子吸收仪测定^[7]。

2 结果与分析

2.1 不同经营类型毛竹林土壤养分质量分数

如表 1 所示, 不同经营类型毛竹林土壤中的养分质量分数表现出较大的差异。0~20 cm 及 20~40 cm 土层中有机质、全氮、水解氮、有效磷和速效钾质量分数均表现为集约经营>粗放经营。这主要是因为松土垦复及施肥等措施均有利于土壤枯枝落叶的分解和有效养分的释放, 具有培肥林地土壤的作用^[8]。

2.2 不同经营类型毛竹各器官营养元素的质量分数

植物生长过程中各器官所起的作用各不相同, 因而对营养元素的需要量也很不相同, 使得各器官营养元素的质量分数存在着明显的差异^[9]。毛竹不

表 1 不同经营类型毛竹林土壤养分质量分数

Table 1 Nutrient contents in soil under different managements

| 经营类型 | 土层厚度/cm | 有机质/ (g \cdot kg $^{-1}$) | 全氮/ (g \cdot kg $^{-1}$) | 水解氮/ (mg \cdot kg $^{-1}$) | 有效磷/ (mg \cdot kg $^{-1}$) | 速效钾/ (mg \cdot kg $^{-1}$) |
|------|---------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 集约经营 | 0~20 | 15.59 | 1.69 | 202.67 | 25.34 | 48.43 |
| | 20~40 | 7.73 | 0.79 | 103.94 | 7.01 | 26.96 |
| 粗放经营 | 0~20 | 13.98 | 1.32 | 137.94 | 13.40 | 44.76 |
| | 20~40 | 6.98 | 0.76 | 89.42 | 6.02 | 30.27 |

同器官的营养元素质量分数也存在着明显差异(表 2)。2 种经营类型毛竹不同器官氮、磷、钾、钙、镁等 5 种元素质量分数均表现为叶>枝>秆。竹叶是光合作用的重要营养器官, 生命活动量最为活跃, 因而这些营养元素在叶中的质量分数明显的高于其他部位。在不同经营类型毛竹林分中, 毛竹不同器官营养元素质量分数差异并不显著, 表现出较高的稳定性, 体现了植物体系的营养元素质量分数主要决定于植物的种类和品质^[10]。毛竹叶、枝、秆中氮和磷质量分数与苦竹 *Pleiolastus amarus*^[11] 相似, 而钾质量分数却远远低于苦竹。在毛竹叶中, 各营养元素质量分数大小顺序为: 氮>钾>镁>钙>磷; 在枝中为: 钾>氮>镁>磷>钙; 在秆中为钾>氮>镁>钙>磷。毛竹叶中氮>钾, 枝、秆中钾>氮, 这与雷竹 *Phyllostachys praecox*^[12] 相似。

表 2 不同经营类型毛竹各器官营养元素质量分数

Table 2 Nutrient contents in different organs under different managements

| 经营类型 | 营养元素质量分数/(g \cdot kg $^{-1}$) | | | | | | | | | | | | | | |
|------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 叶 | | | | | 枝 | | | | | 秆 | | | | |
| | 氮 | 磷 | 钾 | 钙 | 镁 | 氮 | 磷 | 钾 | 钙 | 镁 | 氮 | 磷 | 钾 | 钙 | 镁 |
| 集约经营 | 19.85 | 0.94 | 7.92 | 1.29 | 1.32 | 5.14 | 0.33 | 6.66 | 0.24 | 0.55 | 3.68 | 0.18 | 6.60 | 0.23 | 0.40 |
| 粗放经营 | 20.75 | 1.03 | 9.21 | 1.03 | 1.22 | 5.18 | 0.36 | 7.77 | 0.25 | 0.47 | 2.58 | 0.27 | 5.82 | 0.20 | 0.49 |

2.3 毛竹各器官营养元素与土壤养分相关分析

分别将各样地上各器官营养元素的分析结果平均,再和土壤养分进行相关分析(表3)。结果显示,竹叶氮质量分数和土壤有机质、全氮、水解氮和速效钾均有显著相关性,相关系数分别为0.807^{**}, 0.625^{**}, 0.617^{*}和0.735^{**}。竹叶磷质量分数与土壤有机质及水解氮质量分数的相关性达到了极显著水平,相关系数分别为0.694^{**}和0.671^{**}。毛竹枝条中钾元素质量分数与土壤有机质、全氮和水解氮质量分数表现出显著的负相关,相关系数分别为-0.663^{**}, -0.606^{**}和-0.651^{**}。毛竹秆中只有氮质量分数与土壤有机质、全氮和速效钾质量分数相关性达显著水平,相关系数分别为0.537^{*}, 0.767^{**}和0.553^{*}。

表3 毛竹各器官营养元素与土壤养分的相关系数

Table 3 Correlation coefficients between nutrient contents in different organs and soil fertility

| 土壤养分 | 叶 | | | | | 枝 | | | | | 秆 | | | | |
|------|---------------------|---------------------|-------|--------|--------|--------|--------|----------------------|--------|--------|---------------------|--------|--------|-------|--------|
| | 氮 | 磷 | 钾 | 钙 | 镁 | 氮 | 磷 | 钾 | 钙 | 镁 | 氮 | 磷 | 钾 | 钙 | 镁 |
| 有机质 | 0.807 ^{**} | 0.694 ^{**} | 0.516 | 0.002 | 0.402 | 0.248 | -0.382 | 0.663 ^{**} | -0.467 | 0.31 | 0.537 [*] | -0.053 | -0.274 | 0.37 | 0.304 |
| 全氮 | 0.625 ^{**} | 0.265 | 0.178 | 0.472 | 0.481 | 0.219 | -0.359 | -0.606 ^{**} | -0.303 | 0.457 | 0.767 ^{**} | -0.245 | -0.326 | 0.261 | 0.457 |
| 水解氮 | 0.617 [*] | 0.671 ^{**} | 0.494 | -0.466 | -0.329 | 0.036 | -0.380 | -0.651 ^{**} | 0.473 | -0.014 | 0.475 | -0.079 | -0.197 | 0.455 | -0.486 |
| 有效磷 | -0.377 | -0.000 | 0.286 | -0.472 | -0.527 | -0.187 | 0.002 | 0.246 | 0.511 | 0.455 | -0.135 | -0.479 | -0.254 | 0.465 | 0.479 |
| 速效钾 | 0.735 ^{**} | 0.492 | 0.523 | 0.330 | -0.03 | 0.441 | -0.231 | -0.373 | 0.521 | 0.423 | 0.553 [*] | 0.089 | -0.103 | 0.222 | 0.463 |

说明: $r_{0.01}=0.661$; $r_{0.05}=0.532$

2.4 毛竹林营养元素的贮存量及分配

不同经营类型毛竹林地上部分(叶、枝、秆)5种营养元素贮藏总量如表4所示。从不同营养元素的总贮存来看,钾的贮存量最高,其次是氮。2种不同经营类型毛竹林中5种营养元素贮存总量大小为集约经营>粗放经营,集约经营为519.60 kg[°]hm⁻²,粗放经营为422.44 kg[°]hm⁻²。但毛竹林地上部分营养元素贮藏量低于12年生杉木 *Cunninghamia lanceolata* 林(756.66 kg[°]hm⁻²)^[13]。

表4 不同经营类型下毛竹林营养元素的贮藏量

Table 4 Nutrient storages of *Phyllostachys pubescens* grove under different managements

| 经营类型 | 器官 | 生物量/ (kg [°] hm ⁻²) | 营养元素贮量/(kg [°] hm ⁻²) | | | | | 合计 |
|------|----|---|--|-------|--------|-------|-------|--------|
| | | | 氮 | 磷 | 钾 | 钙 | 镁 | |
| 集约 | 叶 | 3 346.00 | 66.42 | 3.15 | 26.50 | 4.32 | 4.42 | 104.80 |
| | 枝 | 4 326.10 | 22.24 | 1.42 | 28.81 | 1.04 | 2.38 | 55.89 |
| 经营 | 秆 | 32 363.40 | 119.09 | 5.83 | 213.60 | 7.44 | 12.95 | 358.91 |
| | 合计 | 40 035.50 | 207.75 | 10.40 | 268.91 | 12.80 | 19.74 | 519.60 |
| 粗放 | 叶 | 2 861.50 | 59.38 | 2.95 | 26.35 | 2.95 | 3.49 | 95.12 |
| | 枝 | 3 699.70 | 19.16 | 1.33 | 28.75 | 0.92 | 1.74 | 51.91 |
| 经营 | 秆 | 29 424.20 | 75.91 | 7.94 | 171.25 | 5.88 | 14.42 | 275.41 |
| | 合计 | 35 985.40 | 154.45 | 12.22 | 226.35 | 9.75 | 19.65 | 422.44 |

3 结论

毛竹不同器官的营养元素质量分数存在着明显的差异,但毛竹各器官营养元素质量分数在不同经营类型毛竹林分中差异并不显著,表现出较高的稳定性。

竹叶氮质量分数和土壤有机质、全氮、水解氮和速效钾质量分数均有显著相关性,竹叶磷质量分数与土壤有机质及水解氮质量分数的相关性达到了极显著水平。毛竹枝条中钾元素质量分数与土壤有机质、全氮和水解氮质量分数表现出显著的负相关。毛竹秆中只有氮质量分数与土壤有机质、全氮和

速效钾质量分数达显著相关水平。

集约经营毛竹林土壤中营养元素质量分数高于粗放经营。可以看出, 通过松土、垦复和施肥等经营措施, 可以提高毛竹林地上部分生物量, 增加地上部分营养元素的贮存量。

参考文献:

- [1] 姜培坤, 俞益武. 雷竹叶营养元素含量与土壤养分的关系[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(4): 360—363.
- [2] 金爱武, 傅秋华, 方伟, 等. 毛竹笋用林高效益经营技术及其传播效果分析[J]. 浙江林学院学报, 2003, 20(3): 254—258.
- [3] 卢义山, 朱志祥, 钱建华, 等. 毛竹笋材两用林配方施肥效应研究[J]. 江苏林业科技, 2001, 28(2): 9—12, 17.
- [4] 张艳璇, 林贤贞, 季洁, 等. 竹刺瘿螨危害毛竹及其生态学的初步研究[J]. 林业科学, 2001, 37(1): 145—148.
- [5] 徐秋芳, 徐建明, 刘力, 等. 安吉县港口乡低产毛竹林地肥力分析[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(3): 280—284.
- [6] 李振基, 林鹏, 丘喜昭. 闽南毛竹林的生物量和生产力[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 1993, 32(6): 762—767.
- [7] 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.
- [8] 陈乾富. 毛竹不同经营措施对林地土壤肥力的影响[J]. 竹子研究汇刊, 1999, 18(3): 19—24.
- [9] 黄建辉, 陈灵芝. 北京百花山附近杂灌丛的化学元素含量特征[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1991, 15(3): 224—233.
- [10] 史瑞和. 植物营养原理[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1989. 217—398.
- [11] 刘力, 林新春, 金爱武, 等. 苦竹各器官营养元素分析[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21(2): 172—175.
- [12] 吴家森, 吴夏华, 叶飞. 雷竹林营养元素分配与积累[J]. 竹子研究汇刊, 2005, 24(1): 29—31.
- [13] 项文化, 田大伦, 闫文德, 等. 第 2 代杉木林速生阶段营养元素的空间分布特征和生物循环[J]. 林业科学, 2002, 38(2): 2—8.

Distribution of nutrient elements in different organs of *Phyllostachys pubescens* under different managements

WU Jia-sen¹, ZHOU Guo-mo¹, QIAN Xin-biao¹, YANG Fang¹, WU Xue-min²

(1. School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Shaoxing's First Landscape Company, Shaoxing 312000, Zhejiang, China)

Abstract: The contents of N, P, K, Ca and Mg in different organs of *Phyllostachys pubescens* and soil nutrients under different managements were analyzed in July 2002. The results showed that the contents of five nutrient elements in leaf is more than those in branch, and those in stem is lowest. And the content order of nutrient elements from high to low is N, K, Mg, Ca, P in leaf, K, N, Mg, P, Ca in branch, K, N, Mg, Ca, P in stem. Some nutrient elements in *Ph. pubescens* have a good relation to soil nutrients. Total storage of five nutrient elements in above-ground *Ph. pubescens* woods was 519.60 kg·hm⁻² under intensive management, and 422.44 kg·hm⁻² under extensive management. [Ch, 4 tab. 13 ref.]

Key words: *Phyllostachys pubescens*; nutrient element; organs; management type