

# 毛竹纯林长期经营对林地土壤肥力的影响\*

楼一平 吴良如 邵大方 鄢振武

**摘要** 对竹木混交林和改为毛竹纯林后处于不同经营时期的林地土壤肥力变化进行了调查分析。研究表明, 竹木混交林土壤的自然肥力均高于相近地段上相同立地条件的毛竹纯林。毛竹纯林随经营期的延长, 其土壤的自然肥力呈下降趋势, 这是毛竹纯林的生长特性和经营方式决定的。在改为纯林经营后的第一个 10a 中, 林分土壤肥力指标下降十分显著, 下降速率高于第二个 10a, 在纯林经营的不同时期, 各肥力指标变化速率不一致。毛竹林鞭根系对竹林土壤孔隙度有明显的影响。

**关键词** 毛竹纯林 竹木混交林 长期经营 土壤肥力

毛竹(*Phyllostachys pubescens* Mazel ex H. de Lebaie) 是我国分布面积最大, 经济价值最高的笋用和材用竹种。近年来, 随着其经济价值的不断提高, 毛竹林集约经营的面积也迅速扩大。按现有一般的丰产林经营方式, 人工集约经营的毛竹林基本采用纯林方式经营。对低产的竹木混交林实施清除杂木、灌木等措施后以纯林方式经营, 短期内可以使竹林产量显著增加<sup>[1]</sup>。但生产实践和一些研究也表明<sup>[2]</sup>, 毛竹纯林较长期经营后会出现林分的新竹质量下降、产量下降、大径竹材比例减少, 甚至出现其粗度、竹高、叶面积指数、全林秆重、枝叶重、总重及每度新竹重都显著低于竹阔混交林的现象。并且有研究表明<sup>[3]</sup>, 随毛竹林集约经营程度的提高, 使林下植被越来越少, 对土壤肥力和竹子生长产生不利影响, 在毛竹林经营中, 由于每年从林中挖笋、伐竹运出林外, 并且竹箨、竹枝等也经常被充分利用, 林内有机物大量地人为消耗, 使归还的养分减少, 这种经营方式在多大程度上降低了林分的自肥能力, 是否会造成纯林的地力和林分的严重衰退, 如何采用人为措施进行控制和恢复, 是值得进行深入研究探讨的。本研究选择立地条件较为一致的相近地块的竹木混交林和处于不同经营期的毛竹纯林, 对其林地土壤自然肥力指标进行调查, 以初步研究其土壤肥力变化的趋势, 为人工合理集约经营毛竹林提供依据。

## 1 自然概况、林分状况和调查方法

### 1.1 自然概况

研究地点位于江西省分宜县上村林场, 地处 27°30' N, 114°30' E。该地处属武功山支脉大岗山主脊附近低山丘陵地段, 海拔 400 ~ 600 m; 该地区年降雨量约 1 700 mm, 雨季集中在 4 ~ 7 月; 平均相对湿度 80%, 全年总蒸发量 1 300 mm; 年均温 17.9℃, 绝对最高气温 39.9℃,

1995—10—30 收稿。

楼一平助理研究员, 吴良如(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400); 邵大方、鄢振武(浙江省林业厅)。

\* 本文系 1995 ~ 1999 年浙江省林业世行贷款 FRDPP 项目“持续丰产毛竹林地力保持技术研究”课题的研究内容之一。参加调查的有中国林业科学研究院亚热带林业实验中心李瑞成、张小文等。本文经萧江华研究员审阅。

无霜期约 270 d。土壤为山地黄壤,母岩为粉砂质板岩,成土母质为坡积砾质壤土,呈微酸性。该地区位于毛竹的中心分布区内。

试验地位于低山中、下部,土壤疏松、湿润,土层厚 1 m 以上。按林业部 1992 年颁布的《毛竹林丰产技术》标准的立地分级方法,该立地大致为 Ⅲ 类立地级。

## 1.2 林分概况

(1) 林分<sub>1</sub>,系一片约 30 hm<sup>2</sup> 的毛竹纯林,于 1974 年由竹木混交林改为毛竹纯林经营,在 1995 年作土壤肥力调查时,林分已经过连续约 20 a 的毛竹纯林经营。该林内于 1985 年设立 20 块固定标准地,观测其林分生长动态。1994~1995 年度毛竹林度产新竹产量(鲜重)为 20 t/hm<sup>2</sup>。

(2) 林分<sub>2</sub>,系一片约 5 hm<sup>2</sup> 的毛竹纯林,于 1984 年实施清除混交杂木改造为纯林经营至今。在 1995 年作土壤肥力调查时,林分已经过约 10 a 左右的纯林经营。该林内于 1985 年设立 20 块固定标准地进行林分生长观测。1994~1995 年度产竹材 34 t/hm<sup>2</sup>。

上述两林分改为纯林后,砍伐上留养 3 度竹,林分每年霉季劈山一次。

(3) 林分<sub>3</sub>,系一片与林分<sub>1</sub> 相邻的竹木混交林,主要混交树种为枫香(*Liquidamber formosana* Hance)、檫木(*Sasqfras trumu* Hamsl.) 等,比例约为 3 木 7 竹。该林分经营方式同林分<sub>1</sub>、<sub>2</sub>。

## 1.3 土壤调查

(1) 土壤样点选定 前两类林分中在固定标准地内设立样点;在混交林内采用临时样地。每种类型调查 4 块标地,每块标地内按 'S' 形设定 5 个样点。在野外测定物理性状;采 5 个样点混和样品分析其养分。采样时间为 8 月份。

(2) 物理性状测定 在样地内 'S' 形路线确定的样点上,用环刀法测定表土层容重。用吸湿法测定毛管孔隙度。

(3) 化学性质测定 在样点上采混合样,采样深度为 0~30 cm。据研究<sup>[3]</sup>,竹林土壤养分分析样在 0~30 cm 内最合适。全 N 用重铬酸钾-硫酸消化蒸馏测定,有机质用重铬酸钾法。

## 2 结果与分析

### 2.1 各类型毛竹林长期经营对土壤肥力的影响

竹木混交林和两片毛竹纯林林地土壤肥力指标分析测定的平均值(表 1)可知,经过 10 a 和 20 a 经营后的两片纯林与之相近地块的竹木混交林相比,土壤肥力总的呈下降趋势。

表 1 各类型毛竹林地主要土壤肥力指标

林种	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙度 (%)	毛管孔隙度 (%)	非毛管孔隙度 (%)	全氮 (%)	速磷 (mg/kg)	速钾 (mg/kg)	有机质 (%)	pH
林分 <sub>1</sub> (竹木混交林)	0.92	63.2	54.9	8.2	0.395 0	2.38	50.4	7.532	5.93
林分 <sub>2</sub> (10 a 后的纯林)	1.03	60.6	55.1	5.5	0.213 6	1.85	19.8	4.020	5.21
林分 <sub>3</sub> (20 a 后的纯林)	1.12	56.6	52.0	4.6	0.179 6	1.50	23.8	3.003	5.14

### 2.2 林分间土壤物理性状的比较分析

把各林分的每一个土壤肥力指标作为一个样本,用 *t* 检验法对林分间的各样本进行两两比较,以分析各林分类型下土壤性状差异的显著程度。两个小样本比较 *t* 检验的统计量为:

$$t_{1-2} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{S_{\bar{x}_{1-2}}}, \text{ 其中 } S_{\bar{x}_{1-2}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum x_1^2 - (\sum x_1)^2/n}{n(n-1)} + \frac{\sum x_2^2 - (\sum x_2)^2/n}{n(n-1)}}}{n(n-1)}$$

式中  $|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|$  为两样本均值差的绝对值;  $S_{\bar{x}_{1-2}}$  为两样本均值差的标准误。

2.2.1 表土层的土壤容重比较 由表 1 可知, 两纯林的表土层容重分别比混交林增加 12% 和 22%。各类型林分下样本两两之间比较的  $t$  检验结果如下: ①林分 和 林分 比较,  $t_{3-1} = 3.12, t_{0.05}^6 = 2.45, t_{3-1} > t_{0.05}^6$ , 表明两林分间土壤容重差异显著, 可见经过 20 a 经营后的纯林土壤容重显著高于竹木混交林下的土壤容重; ②林分 和 林分 比较,  $t_{3-2} = 1.94 < t_{0.05}^6 = 2.45$ 。可见经过 10 a 经营后的纯林, 虽然其容重平均增加 12%, 但未达  $t$  检验的显著差异, 即经过 10 a 经营后的纯林, 其土壤容重未显著增加; ③两纯林间土壤容重比较,  $t_{2-1} = 1.40 < t_{0.05}^6 = 2.45$ 。其间的差异未达到显著程度。

2.2.2 表土层土壤总孔隙度比较 ①林分 和 林分 比较,  $t_{3-1} = 2.39 < t_{0.05}^6$ ; ②林分 和 林分 比较,  $t_{3-2} = 0.87 < t_{0.05}^6$ ; ③林分 和 林分 比较,  $t_{2-1} = 1.38 < t_{0.05}^6$ 。由表 1 直观比较和上述  $t$  检验比较分析可知, 毛竹林改为纯林经营后, 其总孔隙度下降, 但下降幅度未达到显著程度。

2.2.3 表土层土壤毛管孔隙度比较 ①林分 和 林分 比较,  $t_{3-1} = 0.75 < t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ②林分 和 林分 比较,  $t_{3-2} = 0.05 < t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ③林分 和 林分 比较,  $t_{2-1} = 1.07 < t_{0.05}^6 = 2.45$ 。可见, 三种林分中土壤的毛管孔隙度差异不显著。

2.2.4 表土层非毛管孔隙度比较 ①林分 和 林分 比较,  $t_{3-1} = 1.92 < t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ②林分 和 林分 比较,  $t_{3-2} = 1.34 < t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ③林分 和 林分 比较,  $t_{2-1} = 0.87 < t_{0.05}^6 = 2.45$ 。可见, 三林分间土壤的非毛管孔隙度差异也不显著。综合表 1 数据和上述对土壤孔隙度的分析可知, 毛竹混交林改为纯林经营后, 随纯林经营期的延长, 其孔隙度下降, 但其下降幅度并不十分显著。由此可见, 虽然土壤容重增加显著, 但土壤孔隙度仍未显著减少, 这可能与竹林有十分发达的鞭根系统有关。

### 2.3 林分间土壤化学性状的比较分析

2.3.1 全 N 差异比较 ①林分 和 林分 比较,  $t_{3-1} = 7.49 > t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ②林分 和 林分 比较,  $t_{3-2} = 3.55 > t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ③林分 和 林分 比较,  $t_{2-1} = 0.64 < t_{0.05}^6 = 2.45$ 。由表 1 可知, 两片纯林内全氮含量比混交林分别低 46% 和 54%。上述两林分间土壤全 N 含量比较表明, 混交林内全氮含量显著高于纯林, 因此纯林经营在消耗氮素量上极为显著。而两纯林间差异不显著, 表明在前 10 a 的纯林经营中, 由于林分生长和挖笋、伐竹的消耗量大, 导致 N 素显著消耗下降; 而在后 10 a 的纯林经营中, 由于竹林生长量下降, 采伐量也会相应下降, 其土壤内 N 素返还和消耗的差额相对较小, 所以呈较缓慢的下降趋势, 未达到显著差异。

2.3.2 速效 P 比较 ①林分 和 林分 比较,  $t_{3-1} = 3.27 > t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ②林分 和 林分 比较,  $t_{3-2} = 1.65 < t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ③林分 和 林分 比较,  $t_{3-1} = 1.73 < t_{0.05}^6 = 2.45$ 。比较分析表明, 经过 20 a 经营后的竹林土壤的速效 P 含量显著低于混交林, 其它林分间差异不显著。由此表明, 改为纯林经营后的林分土壤在短期内 P 肥不会大量消耗而导致严重缺 P 肥现象。

2.2.3 速效 K 比较 ①林分 和 林分 比较,  $t_{3-1} = 1.37 < t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ②林分 和 林分 比较,  $t_{3-2} = 1.58 < t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ③林分 和 林分 比较,  $t_{2-1} = 0.87 < t_{0.05}^6 = 2.45$ 。对速效 K 含量比较分析表明, 各林分之间差异不显著。由此表明该立地条件下的土壤的供 K 量能满足林分

生长需要, K 素营养循环处于较为稳定的平衡状态。

2.2.4 土壤有机质含量比较分析 ①林分 和 林分 比较,  $t_{3-1} = 3.80 > t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ②林分 和 林分 比较,  $t_{3-2} = 2.62 > t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ③林分 和 林分 比较,  $t_{2-1} = 0.81 < t_{0.05}^6 = 2.45$ 。分析表明, 两片纯林的表土层有机质含量极显著低于混交林。可见纯林经营中土壤有机质的返还和消耗差额较大。而两片纯林之间的土壤有机质差异不显著。

2.2.5 pH 值比较分析 ①林分 和 林分 比较,  $t_{3-1} = 1.93 < t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ②林分 和 林分 比较,  $t_{3-2} = 1.72 < t_{0.05}^6 = 2.45$ ; ③林分 和 林分 比较,  $t_{2-1} = 0.48 < t_{0.05}^6 = 2.45$ 。对土壤 pH 值的分析表明, 各林分土壤间 pH 值差异不显著, 毛竹林地不会因为较长期地以纯林方式经营而出现严重土壤酸化现象。

### 3 结论和讨论

通过上述对混交林和改造成纯林分别经过 10 a 和 20 a 经营的纯林土壤自然肥力指标的对比分析, 可得出如下结论:

(1) 与混交林相比, 较长期毛竹纯林经营中, 土壤肥力的主要指标总的呈下降趋势。这种现象是毛竹纯林的生长特性和经营特点决定的。毛竹林中每年挖笋、伐竹, 从林内移走大量有机物质, 使林地每年得到的自然返还养分明显减少, 加之毛竹纯林返还养分的单一, 如果没有合理的人工经营技术措施, 很可能导致土壤肥力下降和林分生产力下降。因此, 必须充分研究养分的消耗返还规律, 通过控制群落结构和施行合理的经营技术措施来调控和提高土壤的保肥、供肥能力和林分的养分平衡能力, 在必要时辅以施肥等措施, 使竹林实现持续丰产经营。

(2) 竹林混交林改为纯林后的第一个 10 a 中, 由于林分空间比较充裕, 土壤养分仍比较丰富, 使竹林产生较大的年生长量, 由此土壤养分在此间消耗十分显著。在第二个 10 a 间, 由于前 10 a 中养分的大量消耗, 使林分生长量下降, 从而也导致了养分消耗速率的下降。因此, 后 10 a 中的养分消耗下降量低于前 10 a。由于竹林对不同养分的需求不同和土壤矿化和枯落物返还量不一, 使各养分元素在纯林经营不同时期的消耗、下降速率不一致。

(3) 随纯林经营期增加, 土壤容重也增加, 但由于竹林鞭根系十分发达这一生长特征, 使土壤孔隙度下降不十分显著。

### 参 考 文 献

- 1 罗复兴. 低产毛竹林改造技术. 竹类研究, 1984, 1(3): 65~69.
- 2 黄衍串, 曾宪玮. 毛竹天然混交林经营及效益. 竹子研究汇刊, 1993, 12(4): 16~23.
- 3 江业根, 江顺山. 毛竹林林下植被对土壤氮素、有机质含量影响的调查研究. 竹类研究, 1987, (2): 21~25.
- 4 洪顺山, 胡炳堂. 毛竹林土壤肥力与竹子粗生长的关系. 亚热带林业科技, 1987, 15(1): 40~45.
- 5 黄茂提. 几种竹木混交树种对毛竹生长影响的初步探讨. 竹类研究, 1988, 7(1): 42~44.
- 6 何黎明, 叶伸节. 多元分析方法在毛竹林土壤研究中的应用. 竹子研究汇刊, 1987, 6(4): 28~35.
- 7 方奇. 杉木连栽对土壤肥力及其林木生长的影响. 林业科学, 1987, 23(4): 389~397.
- 8 中国林学会森林生态学学会编著. 人工林地力衰退研究. 北京: 中国科技出版社, 1992.
- 9 张万儒, 许本彤. 森林土壤定位研究方法. 北京: 中国林业出版社, 1986.
- 10 中国科学院南京土壤研究所. 土壤物理性质测定法. 北京: 科学出版社, 1978.

## Effect of Long-term Management of Pure *Phyllostachys pubescens* Stands on Soil Fertility

Lou Yiping Wu Liangru Shao Dafang Yan Zhenwu

**Abstract** Soil fertility analyses in a mixed bamboo forest and two pure bamboo forests transformed at different growth stages from mixed stands at various times had been done and the results showed the natural soil fertility in a mixed bamboo stand was better than those in pure bamboo stands in the neighbouring sites after a longterm management. As the management term of pure bamboo stands prolonged the natural soil fertility declined, which resulted from the growth characteristics of pure bamboo forest and the management methods. The soil fertility in pure bamboo stands declined faster in the first 10 years than that in the second 10 years after they were transformed from mixed forest with trees. The fertility index varied at different rate during the period. The rhizomes and root of bamboo affect the soil porosity obviously.

**Key words** pure bamboo stand mixed bamboo stand long-term management soil fertility

---

Lou Yiping, Assistant Professor, Wu Liangru (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Shao Dafang, Yan Zhenwu (Zhejiang Forestry Department).