

文章编号: 1000-5692(2006)03-0248-07

# 不同毛竹林土壤碳氮养分的季节变化特征

高志勤<sup>1,2</sup>, 傅懋毅<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400;

2. 宁波城市职业技术学院 环境学院, 浙江 奉化 315502)

**摘要:** 应用定位研究法探明位于浙江省富阳市春建乡不同结构毛竹 *Phyllostachys pubescens* 林土壤 0~10, 10~30 和 30~50 cm 等 3 个层次有机碳和全氮质量分数的季节变化特征。结果表明, 垦复毛竹纯林土壤有机碳质量分数的季节变化(12.9~38.9 g°kg<sup>-1</sup>)秋冬高于春夏, 而未垦复毛竹纯林却与之相反, 即春夏高于秋冬季节, 变幅为 7.5~31.2 g°kg<sup>-1</sup>; 毛竹与木荷 *Schima superba* 混交林土壤有机碳质量分数(7.5~40.2 g°kg<sup>-1</sup>)冬季最高春季最低, 表现出与毛竹纯林不同的变化特征。垦复毛竹纯林土壤全氮质量分数(0.8~2.4 g°kg<sup>-1</sup>)夏季最高春季最低, 未垦复毛竹纯林却是春季最高秋季最低, 土壤全氮质量分数变幅为 1.3~3.0 g°kg<sup>-1</sup>; 而毛竹木荷混交林是夏季最高秋季最低, 土壤全氮质量分数变幅为(0.9~3.2 g°kg<sup>-1</sup>)。垦复毛竹纯林土壤有机质碳氮比(C/N)范围为 8.49~46.03, 未垦复毛竹纯林 C/N 比范围为 5.84~11.99; 毛竹木荷混交林 C/N 比范围为 3.43~15.02。方差分析表明, 土壤全氮质量分数不同毛竹林分之间差异不显著, 春季和夏季之间差异显著。秋季和冬季之间差异不显著, 0~10 与 30~50 cm 层次之间全氮质量分数差异极显著, 而 0~10 cm 与 10~30 cm 层次之间差异显著。土壤有机碳质量分数不同季节或林分之间差异不显著, 3 类林分的 0~10, 10~30 和 30~50 cm 等 3 个层次之间的平均有机碳质量分数差异极显著。因此, 不同结构和经营状态毛竹林土壤碳氮养分在季节序列和土壤层次上存在较大变异。表 4 参 16

**关键词:** 土壤学; 毛竹林; 土壤全氮; 土壤有机碳; 季节动态

**中图分类号:** S158; S714.8      **文献标识码:** A

碳是土壤有机质的组分<sup>[1]</sup> (占有机质总量的 55%~60%), 有机质分解矿化后提供碳源和能量。土壤全氮量是反映土壤供氮潜在能力的指标, 由硝态氮、铵态氮和有机氮等 3 部分组成<sup>[2~4]</sup>。它的消长与土壤温度、湿度和微生物的活动状况密切相关<sup>[5]</sup>。土壤有机质中碳与氮比例状况影响有机质的分解速度。据研究证实, 当碳氮比(C/N)在 15~25 时, 有机质不仅分解快, 而且有多余的有机氮转化为 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 和 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 离子供植物吸收, 供肥状况比较优越<sup>[6~8]</sup>。因此, 有机质 C/N 比值是衡量土壤培肥与供肥能力的参考。高志勤等<sup>[9]</sup> 曾研究宁镇丘陵区杉木 *Cunninghamia lanceolata*, 栎类 *Quercus* spp. 和火炬松 *Pinus taeda* 林表土层(0~15 cm) 土壤有机碳和全氮质量分数的季节变化, 指出在 4~9 月, 杉木林土壤 C/N 比变幅为 13.02~21.08, 栎林土壤为 10.65~17.05, 火炬松林为 11.83~15.57, 3 类

收稿日期: 2005-07-08; 修回日期: 2005-11-14

基金项目: 2001—2005 年国际林业研究中心(CIFOR)合作项目(200085401)

作者简介: 高志勤, 博士, 从事竹类生态学等研究。E-mail: gaozhiqin2004@21cn.com

林分土壤 C/N 比季节变化特征基本一致。毛竹 *Phyllostachys pubescens* 作为亚热带山区有发展潜力的经济生态型竹种, 目前的经营状态离可持续发展的目标还有一定差距, 毛竹林土壤肥力或生产力的维持与提高一直是学术界关注的热点。土壤碳氮养分状况是表征毛竹林土壤肥力水平的基本因素, 因此, 开展毛竹林土壤碳氮养分研究具有现实意义。该试验以浙江省富阳市毛竹纯林和毛竹木荷 *Schima superba* 混交林为研究对象, 开展不同结构和经营方式毛竹林土壤碳氮质量分数相对变化的比较研究, 旨在为评价不同毛竹林土壤肥力水平提供基本信息。

## 1 材料与方 法

### 1.1 研究地区概况及样地选择

试验标准地选设在浙江省富阳市春建乡毛竹林区, 位于天目山系浅丘地貌区。试验样地海拔为 186~280 m, 年平均气温 21.5 °C, 极端最高气温 41.5 °C, 极端最低气温 -8.5 °C,  $\geq 10$  °C 年积温 3 526 °C, 无霜期 245~280 d, 年均降水量 1 226~1 380 mm。土壤类型为发育于砂岩上的中厚层侵蚀性黄红壤, pH 5.2~6.5, 呈微酸性至酸性, 土壤层厚度 1 m 以上。试验林分(表 1)为垦复毛竹纯林(编号: No. 1), 未垦复毛竹纯林(编号: No. 2)和毛竹木荷混交林(编号: No. 3)。试验标准地面积均为 20 m×20 m, 林分空间距离为 300~500 m。

### 1.2 试验林分经营措施和基本特征

2003 年为毛竹生长小年, 毛竹纯林垦复时间在 2002 年 10 月中旬, 2002 年 11 月测得各林分土壤养分状况参见表 2。毛竹纯林土壤 pH 为 4.54~4.84, 而毛竹木荷混交林土壤 pH 4.98~5.18。垦复毛竹纯林土壤有机质质量分数为 38.7~44.5 g·kg<sup>-1</sup>, 高出未垦复毛竹纯林(5.7~21.9 g·kg<sup>-1</sup>); 毛竹木荷混交林土壤有机质质量分数为 24.5~45.3 g·kg<sup>-1</sup>。未垦复毛竹纯林土壤全氮质量分数为 1.46~2.39

表 1 试验林分的基本特征

Table 1 Basic properties of experimental stands

样地 编号	林分 类型	坡向/ (°)	坡度/ (°)	海拔 /m	母岩	林龄/ a	树种 组分	郁闭度	密度/ (株·hm <sup>-2</sup> )	平均胸 径/cm	平均高 度/m
No. 1	垦复毛竹纯林	SE15	10	205	砂岩	2	10 竹	0.85	3 440	11.94	12.92
No. 2	未垦复毛竹纯林	ES10	12	134	砂岩	2	10 竹	0.85	2 724	9.80	11.30
No. 3	毛竹木荷混交林	WS15	18	197	页岩	3	6 竹 4 阔	0.90	2 040	9.60	12.80

表 2 试验林分的土壤理化性质

Table 2 The phy-chemical properties of soils in experimental stands

样地及土层/cm	土壤 pH	土壤质地	有机质/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全氮/ (g·kg <sup>-1</sup> )	速效磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效钾/ (mg·kg <sup>-1</sup> )
No. 1 (垦复毛竹纯林)						
0~10	4.84	沙质壤土	44.50	1.50	3.33	118.42
10~30	4.69	沙质壤土	41.20	1.70	2.17	98.72
30~50	4.60	沙质壤土	38.70	0.83	4.46	103.65
No. 2 (未垦复毛竹纯林)						
0~10	4.59	沙质壤土	38.80	2.39	4.98	76.97
10~30	4.61	沙质壤土	30.90	1.80	1.84	61.70
30~50	4.54	沙质壤土	16.80	1.46	2.59	51.28
No. 3 (毛竹木荷混交林)						
0~10	4.98	沙质壤土	45.30	2.34	8.19	104.87
10~30	5.03	沙质壤土	36.70	2.36	4.08	63.72
30~50	5.18	沙质壤土	24.50	1.98	4.83	57.56

$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 高出垦复毛竹纯林(0.63~1.56  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )。毛竹木荷混交林土壤全氮质量分数高出未垦复毛竹纯林(0.41~1.88  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )。毛竹木荷混交林土壤速效磷质量分数为4.08~8.19  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 高出毛竹纯林(2.24~3.21  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )。垦复毛竹纯林3层土壤速效钾平均质量分数为106.93  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 毛竹木荷混交林为75.38  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 而未垦复毛竹纯林为63.32  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

2002—2003年冬季各林分割灌除杂(劈山), 其余经营措施一致。2002年12月上旬在毛竹林地中择伐2~3度竹, 垦复毛竹纯林择伐强度为675株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ , 折合生物量为15862.5  $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ; 未垦复毛竹纯林择伐强度为780株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ , 折合生物量为16720.0  $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ; 毛竹木荷混交林择伐强度为645株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ , 折合生物量为16447.5  $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。2003年挖笋量垦复毛竹纯林为802.5  $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 未垦复毛竹纯林为672.0  $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 毛竹木荷混交林为699.0  $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

### 1.3 土壤样品的采集、处理及分析

2003年累计采样12次, 每一季节按月采样3次, 春季采样时间在3月、4月下旬和5月上旬, 夏季采样时间在6月、7月和8月下旬, 秋季采样时间在9月、10月下旬和11月上旬, 冬季采样时间在11月下旬、12月和2004年1月下旬。每一标准地中按照“S”形随机布置6点, 由下往上用土钻分3层(0~10, 10~30, 30~50 cm)采集新鲜土壤, 分层混合样品质量0.5~1.0 kg, 取出10 g左右鲜样, 用铝盒装好盖严, 携带回实验室及时测定土壤自然含水率(105 $^{\circ}\text{C}$ 烘干6 h), 采样后按照原来状态覆盖好枯枝落叶, 每一次取样在相同位置。样品风干碾碎并通过孔径2 mm筛子, 然后多点分取20~30 g已过筛的土样进一步研磨, 使其全部通过0.25 mm筛子为止<sup>[4,7]</sup>, 装入信封, 记录样品采集地点、深度和采样日期等。

土壤全氮质量分数测定采用凯氏定氮法, 土壤有机碳测定采用重铬酸钾氧化-外加热法。在Excel中建立数据库, 运用DPS统计软件开展数据分析, 取每一季节3个测定数的平均值作为季节对应值。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤有机碳和全氮质量分数的季节变化

2.1.1 土壤有机碳质量分数的季节和层次变异 从表3可知, 垦复毛竹纯林和未垦复毛竹纯林0~10 cm层次土壤有机碳质量分数随季节呈现先降后升的趋势, 春夏季节有所下降, 这可能与该时期竹子生长旺盛而吸收较多土壤养分有关。因为碳氮养分库是土壤养分的主要来源之一, 经过矿质化和腐殖化过程而释放速效养分供竹子生长所需, 故碳素养分消耗较多; 秋冬时节有机碳质量分数, 可能与夏季枯落物的旺盛分解释放养分较多, 冬季消耗养分较少有关。毛竹木荷混交林土壤有机碳质量分数从春季至冬季虽逐渐升高但增幅不大, 冬季达到最高, 这与混交竹林枯落物中养分储量多且持续分解释

表3 不同林分土壤碳氮质量分数的季节和土壤层次变化

Table 3 Dynamics of carbon and nitrogen contents of different seasons and soil layers in various stands

样地及土层/cm	容重/ ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	非毛管 孔隙/%	有机碳质量分数/( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )				全氮质量分数/( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )				碳氮比(C/N)			
			春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
No. 1 (垦复毛竹纯林)														
0~10	0.78	24.76	37.5	32.2	32.8	38.9	1.5	2.0	2.0	1.7	46.03	11.91	10.34	11.62
10~30	0.95	16.66	18.0	21.7	26.4	22.0	0.8	1.7	1.6	1.7	46.03	11.91	10.34	11.62
30~50	1.16	21.32	13.3	20.0	19.2	12.9	0.8	2.4	1.8	1.6	45.08	10.68	9.54	8.49
No. 2 (未垦复毛竹纯林)														
0~10	0.96	25.26	29.3	26.1	27.9	31.2	3.0	2.9	2.3	2.9	9.88	8.95	11.99	10.86
10~30	1.12	15.82	22.2	16.3	17.4	17.8	2.7	2.0	1.7	1.9	8.18	7.94	10.15	9.25
30~50	1.19	10.14	14.0	7.5	10.7	13.8	1.6	1.3	1.3	1.7	8.99	5.84	8.47	7.95
No. 3 (毛竹木荷混交林)														
0~10	0.76	19.96	24.9	27.3	33.2	40.2	2.6	3.2	2.5	2.8	9.48	8.43	13.56	14.60
10~30	0.87	23.32	15.0	19.0	18.1	20.9	1.3	2.8	1.2	1.5	11.87	3.43	15.02	13.87
30~50	1.12	16.90	7.5	7.9	13.7	14.7	0.9	1.1	1.2	1.6	8.42	7.52	11.35	9.33

放有关。从养分数值来看, 垦复毛竹纯林高于未垦复毛竹纯林, 由于春夏时期的木荷生长处于高峰, 吸收较多养分, 故毛竹木荷混交林土壤有机碳质量分数低于毛竹纯林, 秋冬季高于未垦复毛竹纯林, 而与垦复毛竹纯林接近。

从表 3 不难看出, 垦复毛竹纯林 10~30 cm 层次有机碳质量分数从春季升高至秋季达到最高, 尔后开始下降, 未垦复毛竹纯林土壤有机碳质量分数夏季降至最低后逐步上升, 毛竹木荷混交林 0~10 cm 和 10~30 cm 层次土壤有机碳质量分数总体上从春季到冬季逐步升高。

由表 3 看出, 垦复毛竹纯林 30~50 cm 层次土壤有机碳质量分数从春季至夏季升高至最大值之后则下降, 出现这一结果与林地垦复后土壤结构变得疏松, 通气状况改善, 致使养分释放能力增强有关, 故夏季土壤有机碳增高。

未垦复毛竹纯林的季节和层次变化特征恰与垦复毛竹纯林相反, 从春季至夏季降低至最低值后又回升, 未垦复毛竹纯林以春季最高, 夏季最低。垦复毛竹纯林 0~10 cm 层次土壤有机碳质量分数冬季最高而夏季最低, 毛竹木荷混交林 3 个土壤层次土壤有机碳质量分数均以冬季最高, 春季最低, 并且均随深度增加而逐步下降。

方差分析结果显示, 不同毛竹林或土壤层之间有机碳质量分数差异极显著, 毛竹林土壤有机碳质量分数季节之间虽存在差异但不显著, 说明毛竹林土壤有机碳质量分数虽受枯落物分解释放而变化但季节变化相对稳定。从有机碳数值来看, 毛竹木荷混交林最高 ( $23.1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), 垦复毛竹纯林次之 ( $21.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), 而未垦复毛竹纯林最低 ( $19.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )。毛竹木荷混交林土壤有机碳平均质量分数是未垦复毛竹纯林的 1.16 倍, 垦复毛竹纯林与未垦复毛竹纯林相差不大。各林分土壤有机碳质量分数的季节变化表现为冬季 > 夏季 > 秋季 > 春季。春季由于发笋长竹消耗养分多, 夏季虽然毛竹生长快需要养分较多, 但高温湿润条件下林地枯落物分解释放养分也较多, 所以夏季土壤有机碳质量分数反而高于春季, 秋季是孕笋季节也同样消耗营养而冬季竹子处于休眠阶段, 呈现冬季土壤有机碳质量分数最高而春季最低的季节格局。

2.1.2 土壤全氮质量分数的季节和层次变异 从表 3 发现, 0~10 cm 层次各林分土壤全氮质量分数季节变幅为  $1.5 \sim 3.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 春季和冬季全氮质量分数以未垦复毛竹纯林最高, 毛竹木荷混交林次之, 垦复毛竹纯林最低; 夏秋两季以毛竹木荷混交林最高, 未垦复毛竹纯林次之, 依然是垦复毛竹纯林最低。林地垦复之后土壤变得疏松, 非毛管孔隙度增大, 加之氮素养分易随径流和渗漏水而淋失, 由于夏秋两季长竹孕笋消耗较多养分, 使得土壤全氮质量分数下降最多, 因而林地表层土壤全氮质量分数以垦复毛竹纯林最低。

分析表 3 数据得出, 10~30 cm 层次土壤全氮质量分数季节变幅为  $0.8 \sim 2.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 与 0~10 cm 层次相比较, 全氮降低  $12.5\% \sim 46.67\%$ 。秋季和冬季土壤全氮质量分数均以未垦复毛竹纯林最高, 垦复毛竹纯林次之, 毛竹木荷混交林最低。春季以未垦复毛竹纯林最高, 毛竹木荷混交林次之, 垦复毛竹纯林最低。夏季却以毛竹木荷混交林最高, 未垦复毛竹纯林次之, 垦复毛竹纯林最低。春季和冬季土壤全氮质量分数均以未垦复毛竹纯林最高, 夏季以毛竹木荷混交林最高, 垦复毛竹纯林最低, 说明夏季混交竹林枯落物氮素养分释放补充较多, 在春季由于木荷和林下灌木抽梢发叶生长以及毛竹发笋所需养分较多, 所以毛竹木荷混交林全氮质量分数较低。

分析表 3 数据, 30~50 cm 层次土壤全氮质量分数季节变幅为  $0.8 \sim 2.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 与 0~10 cm 层次相比较, 全氮降低  $25.0\% \sim 46.7\%$ , 较 10~30 cm 层次降低  $0.1\% \sim 14.3\%$ 。春季和冬季土壤全氮质量分数未垦复毛竹纯林高于毛竹木荷混交林和垦复毛竹纯林接近, 出现这一结果与混交竹林中阔叶树根系吸收养分较多有关, 而且林地垦复之后土壤疏松, 有利于毛竹鞭根生长致使消耗氮素养分增多。夏秋季节土壤全氮质量分数以垦复毛竹纯林最高, 未垦复毛竹纯林次之, 毛竹木荷混交林最低, 这可能是夏季林地高温湿润, 微生物活动旺盛, 有助于枯落物的分解培肥, 为该时期毛竹及木荷等树种生长也吸收较多的土壤氮素养分, 因而表现出毛竹木荷混交林土壤氮素养分居各林地最低水平。

总体而言, 0~10 cm 和 10~30 cm 土壤层次碳氮养分季节变化特征相似, 而 30~50 cm 层次由于鞭根分布的影响, 碳氮养分的季节变化特征与前者有所不同。春季和冬季有机碳和全氮质量分数以未

垦复毛竹纯林最高,毛竹木荷混交林次之,垦复毛竹纯林最低;而夏秋季节则以垦复毛竹纯林最高,未垦复毛竹纯林次之,毛竹木荷混交林最低。方差分析结果表明,林分之间土壤全氮质量分数差异不显著,0~10 cm和10~30 cm层次全氮质量分数差异显著,0~10 cm和30~50 cm层次全氮质量分数差异极显著。出现上述现象的原因可从林地垦复之后土壤结构变得疏松透气,土壤温度和湿度状况得到改善,枯落物分解释放补充表层养分增多得到解释;又由于毛竹鞭根主要集中分布在10~50 cm层次,该层次养分消耗较多,10~30 cm和30~50 cm层之间差异不显著。

春季和夏季土壤全氮质量分数差异显著,其余季节间差异不显著,因为春季毛竹发笋较多,夏季又是毛竹生长的高峰阶段,该时期是土壤养分消耗较多的时期,秋季孕笋期虽有养分消耗但较少,季节之间差异相对变小。

2.1.3 土壤有机质碳氮比(C/N)的季节和层次变异 有机碳是微生物活动的能源,氮是构成微生物细胞的要素,二者比率大小影响微生物的繁殖和活动,从而影响有机质矿化分解速度。一般而言,当C/N比在15~25范围,有机质供肥状况优越,而C/N比较小时,微生物分解活动能力增强而使土壤有效养分增加<sup>[2,9]</sup>。方差分析表明,不同毛竹林或土壤层次之间有机质C/N比差异极显著。因此,不同林分之间或土壤层次之间供肥能力变异较大。垦复毛竹纯林有机质C/N比春季最高,其余季节之间相差不大。毛竹木荷混交林土壤有机质C/N比秋冬季最大,春季次之,夏季最小,除了春季和秋季外,表层土壤C/N比高于下层。出现上述现象与鞭根集中生长在0~30 cm层次,春季长笋,秋季笋芽萌发等生长过程需要消耗较多氮素养分有关。未垦复毛竹纯林有机质C/N比季节或层次之间差异不显著,未垦复毛竹纯林与毛竹木荷混交林有机质C/N比差异不显著。

## 2.2 土壤有机碳和全氮质量分数的变异分析

由表4不难看出,3种林分土壤平均有机碳和全氮质量分数在0~10,10~30,30~50 cm等3个土壤层次之间差异极显著,而全氮质量分数在0~10和30~50 cm层次之间差异极显著,0~10与10~30 cm差异显著,说明土壤有机碳质量分数的层次变

表4 土壤有机碳和全氮质量分数层次变化方差分析

Table 4 ANOVA results of changes for organic carbon or total nitrogen contents of soil layers in different stands

差异水平	有机碳			全氮		
	0~10	10~30	30~50	0~10	10~30	30~50 cm
5%显著水平	a	b	c	b	a	a
1%极显著水平	A	B	C	B	AB	A

异幅度大于全氮质量分数的变幅,全氮质量分数随土壤加深而逐渐减小,而有机碳质量分数随土壤层次加深而减小的幅度高于全氮质量分数的变幅。

## 3 小结与讨论

土壤有机碳和全氮质量分数是衡量土壤肥力水平的重要指标,土壤碳氮资源的总量和可获得性较低,特别是氮已经成为制约森林第一性生产力提高的主要限制因子。竹林土壤碳和氮素的存在状况是影响生态系统平衡和林地生产力提高的关键因素之一。毛竹纯林和毛竹木荷混交林是竹产区典型的毛竹林分类型,开展其土壤碳氮质量分数的变化特征研究,对揭示毛竹林土壤肥力现状、演变和科学经营竹林具有重要意义。

徐秋芳等<sup>[10]</sup>研究指出,竹林土壤全氮质量分数以5月最低,水解性氮质量分数在5~8月处于低谷,8月之后有所回升。由于毛竹林鞭根主要分布在0~50 cm土壤层次,尤其集中分布在10~30 cm层次,所以土壤碳氮营养的研究以0~10,10~30和30~50 cm为深度范围,考虑毛竹林生长具有明显的季节性,春季发笋长竹,夏季茎秆快速生长,秋季孕笋等特征,必然影响其养分吸收状况,又由于毛竹叶凋落高峰期主要发生在大春(4~5月)和晚秋(11月),林地枯落物分解矿化释放而补充土壤养分存在季节变化。另外,挖笋翻耕可能造成有机质矿化加剧而导致氮的下降。因此,按照不同季节实际测定了土壤碳氮养状况。

结果表明,3种经营状态的毛竹林土壤碳和氮养分存在差异,毛竹纯林土壤有机碳质量分数分别

以秋季和夏季最高, 0~10, 10~30 和 30~50 cm 3 个层次土壤有机碳质量分数差异极显著。土壤全氮质量分数 0~10 cm 和 30~50 cm 层次之间差异极显著, 其余层次之间差异不显著。春季或冬季土壤全氮质量分数以未垦复毛竹纯林最高, 毛竹木荷混交林次之, 垦复毛竹纯林最低, 而秋季仍以未垦复毛竹纯林最高, 垦复毛竹纯林次之, 毛竹木荷混交林最低, 夏季与之截然相反, 毛竹木荷混交林最高, 未垦复毛竹纯林次之, 垦复毛竹纯林最低, 表明不同毛竹林土壤全氮质量分数季节变化较大。

毛竹纯林土壤有机质 C/N 比的季节变幅为 5.84~46.03, 毛竹木荷混交林为 3.43~15.02。垦复毛竹纯林土壤 C/N 比除春季显著高于其他季节, 其余 3 个季节之间差异不显著, 未垦复毛竹纯林土壤 C/N 比季节之间或层次之间差异均不显著, 毛竹木荷混交林土壤 C/N 比秋冬季最大, 春季次之, 夏季最小, 表明不同毛竹林分养分的供应能力季节之间存在差异, 毛竹木荷混交林土壤供氮能力似乎高于毛竹纯林。

从 C/N 比值着眼, 毛竹木荷混交林土壤有机质供肥状况最优, 垦复毛竹纯林次之, 未垦复毛竹纯林相对较差。因此, 毛竹林经营应注意混交方式的推广, 适当垦复可以改善土壤碳氮营养状况。需要指出的是, 该项研究是以毛竹小年的测定数据来比较碳氮养分的相对变异的, 因此, 开展长期深入研究十分必要。

### 参考文献:

- [1] 北京林学院. 土壤学: 上册[M]. 北京: 中国林业出版社, 1982: 98-224.
- [2] 文启孝, 杜丽娟, 张晓华, 等. 土壤有机质研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1984: 256-271.
- [3] 罗汝英. 土壤学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992: 48-127.
- [4] World Meteorological Organization, United Nations Environmental Program. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Scientific Assessment of Climate Change[M]. New York: Cambridge University Press, 1980: 81.
- [5] ESWARAN H, Van DEN BERG E, REICH P. Organic carbon in soils of the world[J]. *Soil Sci Soc Am J*, 1993, 57: 192-194.
- [6] 高志勤. 北亚热带几种林分类型对土壤养分状况的影响[D]. 南京: 南京林业大学, 1993.
- [7] 俞元春. 苏南丘陵不同林分类型土壤养分的动态特性[J]. 浙江林学院学报, 1998, 15(1): 32-36.
- [8] 陈庆强, 沈承德. 土壤碳循环研究进展[J]. 地球科学进展, 1998, 13(6): 555-563.
- [9] MAZZARINO M J, BERFILLER M B, SAIN C, et al. Soil nitrogen dynamics in northeastern Patagonia steppe under different precipitation regimes[J]. *Plant and Soil*, 1998, 202: 125-131.
- [10] 徐秋芳, 姜培坤. 毛竹林地土壤养分动态研究[J]. 竹子研究汇刊, 2000, 19(4): 46-50.
- [11] RODRIGUEZ-MURILLO J C. Organic carbon content under different types of land use and soil in peninsular Spain[J]. *Biol Fertil Soils*, 2001, 33: 53-61.
- [12] 金峰, 杨浩, 蔡祖聪, 等. 土壤有机碳密度及储量的统计研究[J]. 土壤学报, 2001, 38(4): 522-528.
- [13] 杨万勤, 钟章成. 缙云山森林土壤速效氮磷和钾时空特征研究[J]. 生态学报, 2001, 21(8): 56-61.
- [14] 赵其国. 发展与创新现代土壤科学[J]. 土壤学报, 2003, 40(3): 321-327.
- [15] 史作民, 刘世荣. 内蒙古鄂尔多斯地区 4 个植物群落类型的土壤碳氮特征[J]. 林业科学, 2004, 40(2): 21-27.
- [16] 李正才, 傅懋毅, 周本智, 等. 浙西北地区几种不同土地利用: 覆盖类型碳储量研究[J]. 林业科学研究, 2004, 17(增刊): 57-63.

## Characteristics of seasonal changes in soil carbon and nitrogen nutrients of different *Phyllostachys pubescens* stands

GAO Zhi-qin<sup>1,2</sup>, FU Mao-yi<sup>1</sup>

(1. The Research Institute of Subtropical Forestry, The Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400 Zhejiang China; 2. School of Environment, Ningbo City College of Vocational Technology, Fenghua 315502, Zhejiang China)

**Abstract:** The characteristics of seasonal changes in the mass fractions of organic carbon and total nitrogen at three

different layers of soil in different *Phyllostachys pubescens* stands were studied by the orientation research method. The results showed that the mass fractions of soil organic carbon ( $12.9\text{--}38.9\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) in the reclaimed pure *Phyllostachys pubescens* stands in autumn and winter were higher than in spring and summer. The mass fractions of soil organic carbon ( $7.5\text{--}31.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) in the non-reclaimed pure *Phyllostachys pubescens* stands in spring and summer were higher than in autumn and winter. The mass fraction of soil organic carbon ( $7.5\text{--}40.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) in the *Schima superba* stands was highest in winter and lowest in spring, which was different from that in the pure *Phyllostachys pubescens* stands. The mass fraction of soil total nitrogen ( $0.8\text{--}2.4\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) in reclaimed pure *Phyllostachys pubescens* stands was highest in summer and lowest in spring, that ( $1.3\text{--}3.0\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) in the non-reclaimed pure *Phyllostachys pubescens* stands was highest in spring and lowest in autumn and that ( $0.9\text{--}3.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) in *Schima superba* stands was highest in summer and lowest in autumn. The C/N ratio in the reclaimed pure *Phyllostachys pubescens* stands was between 8.49–46.03, that in the non-reclaimed pure *Phyllostachys pubescens* stands was between 5.84–11.99, that in the *Schima superba* stands was between 3.43–15.02. The results of variance analysis showed that the mass fractions of soil total nitrogen were not significantly different in different stands, significantly different between spring and autumn, not significantly different between autumn and winter, much significantly different between the layers of 0–10 cm and 30–50 cm, significantly different between the layers of 0–10 cm and 10–30 cm. The mass fractions of soil organic carbon were not significantly different in different seasons and different stands, much significantly different among the layers of 0–10 cm, 10–30 cm and 30–50 cm. Therefore, the mass fractions of soil carbon and nitrogen in different stands were comparatively different in different seasons and different soil layers. [Ch, 4 tab. 16 ref.]

**Key words:** pedology; *Phyllostachys pubescens* stands; soil total nitrogen; soil organic carbon; seasonal dynamics

## 《山核桃品质、产量遗传基础及优化控制》项目通过验收

2006年2月24日下午,浙江林学院主持的浙江省自然科学基金重大项目《山核桃品质、产量遗传基础及优化控制》顺利通过由浙江省自然科学基金委员会办公室组织的验收。

山核桃投入低,产出高,产品供不应求。近年来,种植面积虽然不断扩大,但是由于一直处于野生半野生状态,山核桃产业的快速发展与研究的滞后已逐渐显现出来。为培育山核桃良种,矮化树体,缩短童期,达到高效栽培,浙江省自然科学基金委员会专门设立了研究项目,由浙江林学院负责开展山核桃品质、产量遗传基础及优化控制研究。

从2003年开始,项目组围绕严重制约山核桃产业发展的关键问题,开展技术攻关,取得了阶段性成果:通过山核桃遗传基础的研究进一步了解了山核桃的遗传背景,为山核桃良种培育打下理论基础;同时,通过优化控制技术的研究,实现山核桃的优质高产。研究成果为山核桃的优质高产提供了理论基础与创新技术,对促进山区经济发展起到了积极的作用。

在该项目的研究过程中,研究专家们先后建立了 $38\text{ hm}^2$ 嫁接苗试验基地, $10\text{ hm}^2$ 种质资源收集圃, $6\text{ hm}^2$ 苗木繁育基地,繁殖山核桃嫁接苗10万株,建立了省级科技创新服务中心和国家科技成果转化中心。同时,项目组专家还开展了大量的技术培训和科技服务工作,举办培训班128期,直接培训1.2万人次,提高了果农的山核桃经营水平,有效地促进了农民增产增收,为山核桃产区加快社会主义新农村步伐作出了积极的贡献。

(天衣)