

文章编号: 1000-5692(2007)04-0450-06

集约经营雷竹林土壤有机质的时空变化

蔡荣荣¹, 黄芳¹, 孙达¹, 秦华^{1,2}, 杨芳¹,
庄舜尧², 周国模^{1,2}, 曹志洪^{1,2}

(1. 浙江林学院 环境科技学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江林学院 中国科学院
南京土壤研究所森林土壤与环境联合实验室, 浙江 临安 311300)

摘要: 雷竹 *Phyllostachys praecox* 林强度集约经营是大量施用肥料和冬季地表覆盖增温, 使竹笋早出高产, 给竹农带来丰厚的经济收入的管理栽培技术。在雷竹主产区浙江临安三口镇, 采集种植时间分别为 1, 5, 10, 15 a 的雷竹林土壤以及水田土壤(该区雷竹林主要是在这些水田上改制发展的)作为雷竹林的起始土壤(0 a), 各 4 次重复, 旨在分析雷竹林土壤有机质随雷竹种植时间和土壤剖面深度空间的变化情况, 为雷竹林土壤的可持续利用提供一些依据。结果表明: 雷竹林土壤有机质质量分数随种植时间先略微下降, 再稳步上升。0, 1, 5, 10 和 15 a 的 0~10 cm 表层土壤有机质质量分数分别为 30.96, 25.55, 26.35, 33.07 和 79.24 g·kg⁻¹。10 a 的雷竹林土壤有机质已超过起始土壤, 15 a 雷竹林土壤有机质已达到起始土壤的 2.5 倍, 证明强度集约经营导致了雷竹林表层土壤有机质快速累积。雷竹林土壤有机质在土壤剖面空间的变化呈随深度加深而递减的规律, 以 10 a 为例, 表层(0~10 cm), 亚表层(10~20 cm)和底层(20~40 cm)的土壤有机质质量分数分别为 33.07, 27.64, 13.73 g·kg⁻¹, 表层土壤的有机质分别是亚表层和底层的 1.2 和 2.4 倍, 其他年限的也都有相同的趋势。不同年限雷竹林土壤剖面底层的有机质质量分数都表现为最初没有明显下降, 随种植时间的增长略增的趋势, 变动幅度很小, 相对平稳。可见强度集约经营措施主要对表层(0~10 cm)和亚表层(10~20 cm)即生产雷竹笋的主要土层有显著的作用。还讨论了土壤有机质快速累积对土壤肥力和环境质量的可能影响。图 1 表 2 参 20

关键词: 土壤学; 雷竹林; 集约经营; 土壤有机质; 时空变化; 固碳

中图分类号: S714 **文献标志码:** A

雷竹 *Phyllostachys praecox* 是优良的栽培笋用竹种, 主产于浙江临安、安吉、德清等县(市), 江苏、安徽、江西等省也有少量分布^[1]。1988 年临安市三口乡株坞村一教师从雷竹林地堆放杂草处发现竹笋能提早出土。此后, 在浙江林学院和临安市林业局科技人员的指导和帮助下, 经过多年试验, 成功地开发了大量施肥和冬季覆盖增温促进雷竹笋早出高产的技术^[2]。雷竹具有笋期早而长, 笋味鲜美, 笋产量高等特点^[3], 受到广大竹农的欢迎。迄今, 对雷竹林土壤养分的变化仅有零星报道^[4]。开

收稿日期: 2006-11-17; 修回日期: 2007-01-08

基金项目: 中国科学院南京土壤研究所所长特别基金资助项目(ISSASIP0601); 浙江林学院-中国科学院南京土壤研究所特别资助项目(2005FR002)

作者简介: 蔡荣荣, 硕士研究生, 从事森林土壤研究。E-mail: cairongrong2002@163.com. 通信作者: 曹志洪, 研究员, 浙江林学院特聘教授, 博士, 从事土壤与环境研究。E-mail: zhcao@issas.ac.cn

始冬季覆盖, 5 a 后雷竹林土壤总碳从 $8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 增加到 $11 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 增加的主要是活性有机碳形态^[5]。有学者认为冬季雷竹林土壤增温是由于覆盖材料在微生物作用下发酵分解产生了大量热量所致^[6], 而姜培坤等^[7]则认为主要是由于覆盖物隔绝, 保持土壤温度, 从而促进土壤内微生物活动的结果。另一方面, 强度集约经营虽然给竹农带来了经济效益, 但也可能对土壤造成危害, 如土壤有机态营养耗竭, 碳氮比失调及酶活性异常等^[8], 或者使竹笋硝酸盐含量增加^[9]。甚至, 覆盖残余物可随水流入附近水库, 造成水体富营养化, 水质变差, 影响到饮水的使用安全^[10]。冬季覆盖使微生物数量增加, 活动强度加大, 改变了土壤固有的生物学特性, 影响了雷竹地下部分的生长环境, 故在覆盖栽培后期应及时移出未腐烂的覆盖物, 加强土壤管理, 防止林地退化^[11]。综上所述, 迄今关于雷竹林土壤有机质的时空变化及其对土壤状况可能的影响之研究尚不多见。本文报道了土壤有机质随雷竹种植 1~15 a 和在剖面深度 0~40 cm 的时空变化规律, 初步讨论了与土壤状况的关系, 企图为雷竹产业的可持续发展和土壤资源的永续利用提供有关依据。

1 材料与方法

1.1 样区自然条件

三口镇地处浙江省临安市东南端, $30^{\circ}14'N$, $119^{\circ}42'E$, 与富阳市新登镇接壤, 是我国雷竹的主产区 and 最早栽培区之一。属中纬度北亚热带季风气候, 四季分明, 气候温和, 雨量充沛(年降水量为 1 420 mm), 多年平均气温为 15.8°C , 7 月最热, 1 月最冷。历年平均日照时数为 1 939 h, 无霜期 234 d。属低山丘陵地貌, 土壤为粉砂岩母质上发育的红壤性水稻土。雷竹栽种在缓坡梯田上, 改种雷竹前都是水田。

1.2 施肥、覆盖增温及其他栽培管理

该地竹农一般每年施 3 次肥, 每次将肥料撒施于竹林地表, 深翻入土。第 1 次在 5 月底到 6 月中旬, 撒施后深翻入土 10~20 cm, 促进竹鞭生长; 第 2 次为 9 月中旬, 雨后撒施, 浅翻入土, 或冲水浇施, 促进笋芽分化; 第 3 次为 11 月中旬到 12 月初, 冬季地表覆盖前施, 促进地下笋芽膨大生长, 提高竹笋产量。肥料主要以氮磷钾复合肥($16:16:16$)和尿素等化肥为主, 厩肥、圈肥、菜籽饼等有机肥为辅, 每年施入复合肥 $2.250 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 尿素 $1.125 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 每次施入的数量基本相等, 但每年第 1 次的施肥量可以较后 2 次稍微大些。三口镇大量的施肥和覆盖基本是从第 5 年开始的, 最初 5 a 虽然也施肥, 但用量较小, 冬季地表覆盖则为 1 年 1 次。

地表覆盖在每年的 12 月初进行。竹农直接在地表铺 15 cm 厚的稻草, 用量为 $40 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ (下层), 再在其上面铺 15 cm 厚的竹叶碎糜(上层), 用量为 $55 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。一直覆盖到翌次年的 3 月中下旬, 春季回暖, 及时移出没有腐烂的部分上层覆盖材料(竹叶碎糜)^[4], 而下层的稻草基本都腐烂入土了。

1.3 样品采集与分析方法

系统地采集栽种年限分别为 0 (未种雷竹的水田作为起始土壤), 1, 5, 10 和 15 a 的雷竹林土壤, 取样剖面为 0~10, 10~20 和 20~40 cm。各年份的竹林地都重复 4 次, 共 20 个剖面。基本分布在葱坑村林家头附近 10 km^2 区域内, 海拔为 150 m 左右的雷竹林梯地或水田。土壤样品取回实验室后风干 1 周左右, 并按《土壤农业化学分析法》^[12] 的要求处理后分别进行如下指标的测试: 有机质、全氮、全磷、有效磷、全钾和 pH 值。分析方法、步骤、实验数据的误差分析等都参照中国土壤学会编写的《土壤农业化学分析法》: 土壤有机质采用重铬酸钾外加热法; 土壤全氮采用凯氏法; 土壤全磷采用酸溶-钼锑抗比色法; 有效磷用 $\text{NH}_4\text{F}-\text{HCl}$ 浸提, 钼锑抗比色法; 全钾采用氢氟酸消煮-火焰光度法; pH 值用酸度计测定。数据统计和分析处理采用美国微软公司的 Microsoft Office-Excel 软件和 DPS 软件^[13]。

2 结果与讨论

2.1 样区土壤基本性质

所调查土壤表层的基本性质(以 0~10 cm 的表层为例)以 0, 1, 5, 10 和 15 a 为序的各项指标分别是 pH 5.47~4.30, 有机质质量分数为 31.0~79.2 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全氮为 2.02~4.61 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全磷为

0.50 ~ 2.00 g \cdot kg $^{-1}$, 有效磷 7.14 ~ 457.58 mg \cdot kg $^{-1}$, 全钾 11.11 ~ 11.03 g \cdot kg $^{-1}$ 。数据表明, 随着雷竹种植年限的增长, 土壤酸度逐渐增强, pH(水提液)从 5.5 下降到 4.3 左右, 而土壤有机质、全氮都是由开始的稍微下降到后来的较大上升。全磷和有效磷则稳步上升, 全钾是最初上升而后则大幅度下降和亏缺。上述结果是符合施肥、覆盖等的投入和雷竹笋产量和雷竹疏伐量等的产出, 以及由灌溉稻田改为旱地土壤后养分变化的一般规律的^[14]。

从土壤肥力质量而言, 土壤进一步酸化不利于可持续利用的目标。因为在酸性强化条件下, 各种阳离子养分如钾、钙、镁等更容易被土壤溶液从土壤胶体上代换下来进而被径流移出土体而流失^[14]。测定表明, 土壤全钾在 5 a 以后不断下降, 这既与产量大大提高、产品带出的钾素增加有关, 当然也与土壤酸化, 加速钾素流失有关。雷竹是需钾量较大的作物^[8], 缺钾不仅对其产量而且对雷竹笋的品质也会有严重影响。同时 H $^{+}$ 质子和铝、锰离子等对植物的毒害也将因为酸度增加而不断强化^[15], 对雷竹的正常生长是不利的。正如董林根等^[11]认为这是雷竹林土壤肥力退化的表现。虽然全氮、全磷、有效磷质量分数的增加对土壤肥力是有益的, 但就土壤环境质量而言则存在风险: 如此高的全氮, 不仅将向地表水体及地下水排放硝态氮和铵态氮, 还会向大气释放氮氧化物, 对水体和近地大气的环境形成干扰, 特别是非常高的有效磷, 更是对附近水体富营养化的严重威胁^[16]。

2.2 雷竹林土壤有机质质量分数随雷竹种植时间的变化

土壤有机质是土壤肥力最基本和最重要的因素。一般来说, 有机质质量分数高的土壤肥力也高, 在一定的范围内土壤有机质与很多作物的产量和品质呈正相关关系。因为有机质是土壤微生物的能量和土壤养分的仓库; 有机质质量分数高不仅矿化后释放的养分多, 而且有机质是土壤胶体的主要组分, 其吸附保持的无机养分也丰富。土壤有机质更是土壤水分的储存库, 土壤有机质质量分数高则保水蓄水的能力强, 土壤供水和抗旱的能力也强。因此, 土壤有机质质量分数和组分的变化是土壤状况演变的重要指标^[17]。研究在强度集约经营条件下雷竹林土壤有机质的变化对表征雷竹林土壤状况演变具有重要意义。表 1 是雷竹林土壤有机质质量分数随种植时间而变化的测定结果。以 0 ~ 10 cm 土层为例, 种植雷竹前的稻田土壤的有机质质量分数为 30.96 g \cdot kg $^{-1}$, 而种植雷竹 1 a 之后, 虽然对雷竹园土壤也进行了较大的施肥, 但是有机质质量分数不仅没有上升, 反而下降为 25.55 g \cdot kg $^{-1}$, 减少了 17.5%。这是由于改种雷竹后, 土壤从水田的厌氧环境变成雷竹园旱地的好氧条件, 使土壤有机质矿化分解加速。土壤学上业已证明, 水田改为旱地, 土壤有机质会有所下降。同时, 从我国耕地土壤有机质的一般规律看, 同一地区, 相似地形部位的水田土壤有机质质量分数一般都高于旱地。例如, 有机质为 10.0 ~ 30.0 g \cdot kg $^{-1}$ 的水田约占总面积的 67.4%, 而旱地仅约占总面积的 51.4%。我国江南旱地土壤有机质质量分数为 15.7 g \cdot kg $^{-1}$, 茶园、橘园为 1.83 g \cdot kg $^{-1}$, 而临近的水田则为 24.6 g \cdot kg $^{-1}$ ^[18]。

当然, 雷竹建园后最初的 1 ~ 3 a 的立竹密度比较稀疏, 竹笋也都用来留养母竹, 施肥量也不大^[9]。结果表明 1 ~ 5 a 雷竹林土壤有机质质量分数比起始的水田土略低并渐次接近, 说明最初几年有机质积累的速率低于分解的速率。随着种植时间的增加, 有机质积累的速率逐渐大于分解的速率, 总量下降趋势不断缓和, 加上施肥量的不断提高, 5 a 与 1 a 的土壤有机质质量分数比较已略微上升。至此, 雷竹旱地环境也已基本稳定。5 a 后有机质的累积速率超过了分解速率, 并开始了冬季地表覆盖, 施肥量也不断增加, 土壤有机质急剧上升。到 10 a

表 1 雷竹林土壤有机质质量分数随种植时间的变化

Table 1 Temporal variation of soil organic matter with the plantation year of *Phyllostachys praecox* stands

种植时间/a	不同层次土壤中有有机质/(g \cdot kg $^{-1}$)		
	0 ~ 10 cm	10 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm
0	30.96 b	22.43 b	7.91 b
1	25.55 b	22.67 b	11.40 b
5	26.35 b	25.66 b	13.20 b
10	33.07 b	27.64 b	13.73 b
15	79.24 a	47.85 a	18.14 a

说明: 同列中平均数后小写字母不同表示在 0.05 水平上达显著差异。

时, 有机质质量分数达到 33.07 g \cdot kg $^{-1}$, 比 5 a 时增加了 25.5%。10 ~ 15 a 的 5 a 内, 土壤有机质继续净增了 46.17 g \cdot kg $^{-1}$, 增加量之大是惊人的, 可能与雷竹强大的生物合成能力有关^[9]。雷竹建园第 10 年开始已进入雷竹的盛产期, 15 a 的土壤有机质质量分数是本次调查的最大值。15 a 以后土壤有机

质的变化趋势如何? 是达到平衡的顶点逐渐下降还是继续上升? 尚需要进一步研究。

雷竹林土壤表层、中层和底层的有机质都有随栽培时间增加而提高的趋势, 尤以表层(0~10 cm)和亚表层(10~20 cm)的变化更为显著(表 1)。20~40 cm 的底层土壤有机质仅呈缓和递增态势, 幅度很小。可见底层土壤受大量施肥、地表覆盖物及人为翻耕等影响已经很少, 有机质虽然也可能部分地从表层土壤向下移动和淋洗, 但在下层土体紧实的雷竹林土壤里淋洗下移数量有限。

2.3 雷竹林土壤有机质质量分数随土层深度的空间变化

如上所述, 雷竹林土壤有机质在同一剖面的不同深度上质量分数是不同的, 其变化幅度也不相同。从表 1 可见, 种植雷竹 1, 5, 10 和 15 a 的土壤, 随着土层深度的增加土壤有机质质量分数逐渐降低, 下降趋势是递增的。

从表 1 还可以看出, 1, 5, 10 a 的递减趋势基本相似, 而 15 a 的下降程度特别大。因为每年 5~6 月的第 1 次施肥后, 结合中耕深度达 25 cm 左右; 而第 2 次施肥深度为 15 cm 左右; 第 3 次施肥深度则仅在浅表层, 所以施肥对 0~40 cm 的底层土壤影响不大。

化肥的使用也能增加土壤有机质的质量分数^[16], 但有机肥和地表的有机覆盖物(稻草、竹叶和蓉糠)作为有机质来源进入土壤后能更快速增加土壤有机质的质量分数^[19]。有机肥和覆盖物都施在土壤表面, 其能影响的土壤深度也主要集中在表层和亚表层。笔者的研究结果与土壤有机质空间分异和分配的一般规律相符合^[20]。

2.4 雷竹林表层土壤有机质和全氮质量分数的相关关系及比值

鲁如坤^[18]在 1995 年曾对我国 2 335 个标本的有机质和全氮的相关关系做过统计分析, 结果认为, 有机质质量分数与全氮质量分数有极显著的相关性。直线回归方程为: $y=0.0221+0.0447x$, $R^2=0.989^{**}$ 。我们对雷竹林表层土壤的有机质和全氮也做了类似的分析, 虽然数据量是有限的, 但结果发现, 尽管雷竹林的氮肥用量很大, 覆盖的有机物数量惊人, 但表层土壤(0~10 cm 层)有机质质量分数与全氮间的相关性依然呈极显著的线性相关(图 1), 其回归方程为: $y=0.3700+0.0534x$, $R^2=0.9957^{**}$, 其中: y 为土壤全氮质量分数($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), x 为土壤有机质质量分数($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), R^2 为相关系数。

2 项研究的结果非常吻合。不过笔者的研究的直线回归方程的截距较大, 相关系数更高。说明在强度集约化管理模式下, 雷竹林土壤有机质与全氮的关系仍符合一般土壤的特征, 从有机质与氮的比值来看, 对雷竹植株的生长发育和土壤微生物的正常活动没有影响。

表 2 是雷竹林表层土壤有机质、全氮及其比值。从表 2 可见, 从 0 到 15 a 所有表层土壤的比值除了 1 a 的稍低($13.73 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$)外, 都为 $15.00\sim 17.00 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。1 a 是从稻田转变成雷竹林旱地的第 1 年, 有机质的氧化和矿化比较强盛, 有机物覆盖增温的措施尚未开始, 因此有机质下降; 而土壤氮素的矿化释放增加, 还有肥料氮的施入, 雷竹园还没有成林, 故被吸收的氮素很少, 因此造成土壤有机质减少而土壤全氮较高的情况, 使其比值较小。其他如 5 a 的比值与 0 a 持平, 表明土壤有机质从 5 a 已开始上升, 10 和 15 a 时土壤有机质质量分数则已大大提高, 虽然土壤氮素也有上升, 但有机质增加快, 故两者比值相应地也有提高。

姜培坤等^[3]认为, 雷竹林土壤地表覆盖物使土壤总碳、土壤活性有机碳和水溶性有机碳都有相应的提高, 但覆盖物腐烂后主要补充的是水溶性有机碳。因此, 随着雷竹林栽培年限增加, 土壤有机质与土壤氮的比值增加是否反映了有机质状况的变化? 雷竹林土壤有机质的组分、结构随种植时间和土壤剖面空间的变化规律及其与土壤状况的关系是值得进一步研究。

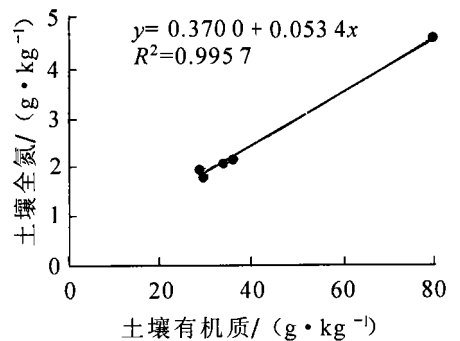


图 1 雷竹林表层土壤(0~10 cm)有机质与全氮质量分数的相关性

Figure 1 Correlation between soil organic matter and total nitrogen of 0-10 cm surface layer in *Phyllostachys praecox* stands

3 结论

雷竹林在强度集约经营条件下, 土壤有机质随种植时间延长而逐渐提高, 主要是由于大量施用复合肥、尿素等无机肥料和采取冬季地表覆盖增温的栽培技术所致。土壤有机质质量分数受影响最大, 提高最多的是表层(0~10 cm)及亚表层(10~20 cm), 而底层(20~40 cm)土壤的影响已经不大, 所以有机质的增加呈随剖面深度增加而递减的趋势。0~10 cm 雷竹林土壤有机质质量分数与土壤氮质量分

数呈极显著的直线相关, 两者的比值随着雷竹林栽培时间的增加而提高。土壤作为陆地生态系统中重要的碳库之一, 有机质越高, 说明固定的有机碳越多。强度集约化经营技术大幅度提高雷竹林土壤有机质的质量分数, 说明雷竹林土壤固持大气二氧化碳的能力可以进一步提高(笔者曾多次反复测到一块15 a 雷竹林土壤的表层有机质高达 $135.00 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), 在南方的红壤荒地上扩大和增加雷林的栽培面积还有较大的潜力。这将对控制全球气候变化, 执行《京都议定书》承担减排二氧化碳义务有重要的现实意义。

致谢: 在采样、测定和结果的分析等方面得到姜培坤、徐秋芳、张妙仙、钱新标、吴家森、黄文荣、林天、盛卫星、邬奇峰、王纪洁、谈晔等老师和同学的指点和帮助。谨致谢意!

参考文献:

- [1] 方伟, 何均潮, 卢学可, 等. 雷竹早产高效栽培技术[J]. 浙江林学院学报, 1994, 11(2): 121-128.
- [2] 汪祖潭, 方伟, 何钧潮, 等. 雷竹笋用林高产高效栽培技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995: 5-30.
- [3] 萧江华. 我国竹业发展现状与对策[J]. 竹子研究汇刊, 2000, 19(1): 1-5.
- [4] 杨芳, 徐秋芳. 不同栽培历史雷竹林土壤养分与重金属含量的变化[J]. 浙江林学院学报, 2003, 20(2): 111-114.
- [5] 姜培坤, 周国模, 徐秋芳. 雷竹高效栽培措施对土壤碳库的影响[J]. 林业科学, 2002, 38(6): 6-11.
- [6] 胡超宗, 金爱武, 郦章顺, 等. 早竹保护地栽培覆盖材料的研究[J]. 浙江林学院学报, 1996, 13(1): 5-9.
- [7] 姜培坤, 徐秋芳, 钱新标. 雷竹林地覆盖增温过程中土壤酶活性的动态变化[J]. 林业科学研究, 1999, 12(5): 548-551.
- [8] 姜培坤, 俞益武, 张立钦, 等. 雷竹林地土壤酶活性研究[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(2): 132-136.
- [9] 姜培坤, 徐秋芳. 雷竹笋硝酸盐含量及其与施肥的关系[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21(1): 10-14.
- [10] 徐绍清, 陈旭君, 吕兆田. 慈溪市库区覆盖雷竹园的无公害经营技术[J]. 浙江林业科技, 2003, 23(6): 47-48.
- [11] 董林根, 姜小娟, 方茂盛. 雷竹覆盖栽培林地土壤微生物的初步研究[J]. 浙江林学院学报, 1998, 15(3): 236-239.
- [12] 鲁如坤. 土壤农业化学分析法[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 1999: 146-226.
- [13] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及计算机处理平台[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 15-70.
- [14] 曹志洪. 继承传统土壤学的成果, 促进现代土壤学的研究[J]. 中国基础科学, 2000(10): 11-16.
- [15] JIANG X, ZHOU J M, ZHU M X. Change characteristics of clay colloid surface with overlapping electric double layers [J]. *Soil Sci*, 2001, 166: 249-254.
- [16] 曹志洪. 化肥与环境[M] // 林葆. 化肥与无公害农业. 北京: 中国农业出版社, 2003: 58-101.
- [17] 曹志洪. 解译土壤质量演变规律, 确保土壤资源持续利用[J]. 世界科技研究与发展, 2001, 23(3): 28-32.
- [18] 鲁如坤. 土壤-植物营养学原理和施肥[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998: 45-46.
- [19] 沈宏, 曹志洪, 徐志红. 施肥对土壤不同碳形态及碳库管理指数的影响[J]. 土壤学报, 2000, 37(2): 166-

表2 雷竹林表层土壤(0~10 cm)的有机质和全氮质量分数及其比例

Table 2 Ratio of soil organic matter and total nitrogen in 0-10 cm surface layer in *Phyllostachys praecox* stands

种植时间/a	有机质/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	全氮/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有机质/ 全氮
0	30.96	2.02	15.35
1	25.55	1.86	13.73
5	26.35	1.71	15.42
10	33.07	2.07	15.98
15	79.24	4.61	17.19

173.

[20] 沈善敏. 中国土壤肥力[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 33—136.

Temporal and spatial variation of soil organic matters in *Phyllostachys praecox* stands with intensive cultivation management

CAI Rong-rong¹, HUANG Fang¹, SUN Da¹, QIN Hua^{1,2}, YANG Fang¹,
ZHUANG Shun-yao², ZHOU Guo-mo^{1,2}, CAO Zhi-hong^{1,2}

(1. School of Environmental Sciences and Technology, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang China; 2. Institute of Soil Science, Chinese Academy of Science and Zhejiang Forestry College Joint Laboratory of Forest, Soil and Environment, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: *Phyllostachys praecox* is a favourite bamboo species with higher economic value for its bamboo shoot as a delicious vegetable. The practice of intensive management by over fertilizing of complex fertilizer (16 :16 :16, 2.25 t · hm⁻²) and urea (1.125 t · hm⁻²) per year plus heavier winter mulching (40 t · hm⁻² of rice straw and 55 t · hm⁻² of grounded bamboo leaves) every two years starting at 5 years for the higher yield of bamboo shoot and earlier marketing at the Chinese Spring Festival season to gain better price and incomes in Southeast China, especially in Zhejiang Province. The objective of this study is to analyse the temporal and spatial variation of soil organic matters (SOM) in *Phyllostachys praecox* stands during last 15 years with very intensive cultivation management in Lin'an. Total of 20 soil profiles were sampled in main cultivation region of Sankou Town, choosing 1, 5, 10, 15 and 0 years (paddy fields nearby as the beginning soil *Phyllostachys praecox* stands as a check) plantation of bamboo stands and each by 4 replications. Results indicated that with the increase of plantation year, SOM dropped a little in the beginning (1 year), and then rose up steadily. SOM content in surface layer of 0—10 cm were gradually increased from 1, to 5 years, then 10 and 15 years, and were 30.96, 25.55, 26.35, 33.07 and 79.24 g · kg⁻¹ respectively. Very high SOM content in 10 years and 15 years soils were resulted from over fertilization and heavy winter mulching of biomass. SOM spatial distribution in soil profiles showed that it was decreased with the soil depth increase in the layers of surface (0—10 cm) and subsurface (10—20 cm), but not in the bottom layer (20—40 cm), it neither dropped at 1 years clearly and nor increased later on, showed a relative steady situation. It indicated that intensive cultivation management had vigorously effect on SOM content in 0—10 cm surface and 10—20 cm subsurface layers where the bamboo shoot produced, but could not affect the deep layer of soil. The effect of high content of SOM in *Phyllostachys praecox* stands on soil quality and its sustainable use, the significance of carbon sequestration of such high SOM accumulation by this intensive management practices were also discussed. [Ch, 1 fig. 2 tab. 20 ref.]

Key words: pedology; *Phyllostachys praecox* stand; intensive cultivation management; soil organic matter; temporal and spatial variation; carbon sequestration