

## 湘中丘陵区毛竹林土壤易氧化态 碳动态及其影响因素

漆良华<sup>1</sup>, 艾文胜<sup>2</sup>, 范少辉<sup>1\*</sup>, 杨明<sup>2</sup>, 孟勇<sup>2</sup>, 杜满义<sup>1</sup>, 毛超<sup>1</sup>

(1. 国际竹藤中心, 北京 100102; 2. 湖南省林业科学院, 湖南长沙 410004)

**摘要:**研究了湘中丘陵区毛竹笋用林(Ⅰ)、笋材兼用林(Ⅱ)、材用林(Ⅲ)3种不同经营类型林分土壤易氧化态碳(ROC)含量、储量的垂直剖面分布、季节动态及其与土壤总有机碳(SOC)、土壤温度和湿度、土壤养分状况的关系。结果表明:笋用林、笋材兼用林和材用林土壤平均ROC含量分别为 $2.77 \sim 5.15 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $2.55 \sim 3.67 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $3.21 \sim 5.36 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , ROC储量分别为 $17.19 \sim 32.52 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $17.29 \sim 24.60 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 $19.04 \sim 31.85 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ;在垂直分布上,不同类型毛竹林ROC含量、储量随土壤深度增加而下降,0~20 cm土层是ROC的主要分布区;在季节动态上,4月ROC含量、储量均明显低于其它季节;ROC与土壤温度、湿度负相关不显著;ROC与SOC、有机质、全氮和速效钾之间具有显著正相关性。

**关键词:**毛竹;土壤易氧化态碳;垂直分布;季节动态

中图分类号:S795.7

文献标识码:A

### Dynamics and Influencing Factors of Soil Readily Oxidizable Carbon of *Phyllostachy edulis* Stands under Different Management Patterns in the Hilly Region of Central Hu'nan, China

QI Liang-hua<sup>1</sup>, AI Wen-sheng<sup>2</sup>, FAN Shao-hui<sup>1</sup>, YANG Ming<sup>2</sup>, MENG Yong<sup>2</sup>, DU Man-yi<sup>1</sup>, MAO Chao<sup>1</sup>

(1. International Center for Bamboo and Rattan, Beijing 100102, China; 2. Hu'nan Academy of Forestry, Changsha 410004, Hunan, China)

**Abstract:** Based on plot data of shoot utilizing (Ⅰ), shoot and timber utilizing (Ⅱ) and timber utilizing (Ⅲ) stands of *Phyllostachy edulis* located at the hilly region in central Hu'nan Province, a research was carried out on the vertical distribution and seasonal dynamics of soil readily oxidizable carbon (ROC) and its relationship with soil total organic carbon (SOC), soil temperature, soil humidity and soil nutrients under the three types of management pattern. The results showed that the average ROC concentrations of type I, II and III were  $2.77 - 5.15 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $2.55 - 3.67 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  and  $3.21 - 5.36 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , and the ROC storages were  $17.19 - 32.52 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,  $17.29 - 24.60 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$  and  $19.04 - 31.85 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$  respectively. The vertical distribution showed that the ROC concentrations and storages decreased with the increase of soil depth in the three stands. Moreover, the soil layer of 0 - 20 cm was the main distribution layer of SOC. For seasonal dynamics, the ROC concentrations and storages in April were obvious lower than that in other seasons. The ROC was negatively related with the soil temperature and humidity slightly that showed ROC decomposition and mineralization accelerating. The ROC was significantly positively related with the SOC, the organic matter, the total N and the available K.

**Key words:** *Phyllostachy edulis*; soil readily oxidizable carbon; vertical distribution; seasonal dynamics

收稿日期: 2012-09-03

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD23B04); 国际竹藤中心基本科研业务费专项资金重点项目(1632008005)

作者简介: 漆良华(1976—), 男, 湖北潜江人, 博士, 副研究员, 主要从事竹藤资源培育与生态学研究。

\* 通讯作者: 研究员, 主要从事竹藤资源培育研究. E-mail: fansh@icbr.ac.cn.

在全球陆地生态系统中,森林碳库巨大,其微小变化将对全球碳平衡产生重要影响。土壤有机碳库作为森林碳库的主要部分,在全球碳循环中发挥着关键作用<sup>[1]</sup>。毛竹(*Phyllostachy edulis* (Carr.) H. de Lehaie)林是我国南方亚热带地区重要的森林资源类型,合理经营不仅可获得较高的经济收益,同时由于生长迅速、繁殖更新快而在固持 CO<sub>2</sub>、减排增汇、维持大气平衡中发挥着特殊作用。毛竹林分布广,面积大,经营干扰频繁,相对于其它森林或土地利用类型,其土壤有机碳库管理与准确估算更易受人类活动方式的影响<sup>[2-3]</sup>。一些学者开展了毛竹林固碳能力、碳储量分配与变化及影响因子等方面的研究<sup>[4-6]</sup>,而关于其土壤有机碳时空动态及其影响机制的研究则相对较少,由于土壤碳库的不确定性也导致相关研究结果缺乏比较性<sup>[7-8]</sup>。

在土壤有机碳库中,土壤易氧化碳主要包括土壤中结构相对简单而易氧化、易分解、活性较强的有机化合物,它是土壤养分的潜在来源,也是土壤微生物活动的重要能源和有机营养物。土壤有机碳库容量变化主要发生在易氧化碳库里,因而易氧化碳可作为土壤活性有机碳库变化的指示因子<sup>[9]</sup>。研究表明,土壤易氧化碳与土壤总有机碳相关性显著,与土壤温度、湿度以及土壤全氮、水解氮、速效钾等养分因子之间关系密切,且其含量与分布受不同植被类型和经营方式的影响<sup>[10-11]</sup>。湘中丘陵区是我国毛竹林集中分布的中心区域之一,对于该区域毛竹林土壤碳库的研究报道较少。因此,本文以湘中丘陵

区笋用林、笋材兼用林、材用林3种不同经营类型林分为研究对象,揭示其土壤易氧化态碳含量、储量的垂直分布、季节动态特征及其影响因素,旨在为该区域毛竹林土壤有机碳库积累、调控及可持续经营提供基础数据。

## 1 研究区概况

研究地点位于湖南省益阳市赫山区泥江口镇、新市渡镇(112°30′~112°43′ E, 28°16′~28°29′ N),属于雪峰山余脉,丘陵地貌,海拔高度300 m,坡度5~35°。中亚热带季风湿润气候,气候温和,雨量充沛,年均气温16.9℃,全年最热月7月,月平均气温29.2℃;最冷月1月,月平均气温4.4℃;全年无霜期274 d,年平均日照时数1 643 h;年降水量1 460 mm,降水季节5—8月,年平均相对湿度81%,年平均干燥度0.71。研究区母岩主要以板岩为主,土壤多为红壤,属于我国毛竹林集中分布的中心区域之一。

## 2 研究方法

### 2.1 样地设置与调查

根据竹林经营类型的差异,在研究区内分别选择有代表性的毛竹笋用林(I)、笋材兼用林(II)、材用林(III),每一类型林分各设置固定样地3个,共9个,样地面积为600 m<sup>2</sup>。调查样地所处立地条件,样地内进行每竹检尺,详细记录立竹胸径、全高、冠幅、枝下高、立竹年龄、立竹密度等因子(表1)。

表1 样地基本情况

类型	坡位	坡向	坡度/°	海拔高度/ m	郁闭度	立竹密度/ (株·hm <sup>-2</sup> )	立竹平均 胸径/cm	总盖度/ %	乔层盖度/ %	灌层盖度/ %	草层盖度/ %
I	下坡	西北	20	153	0.65	1 900	9.95	85	65	70	40
I	中坡	西	20	162	0.80	3 383	9.87	90	80	50	10
I	下坡	东	24	160	0.60	2 150	8.16	70	60	80	10
II	下坡	南	10	140	0.50	2 450	8.98	75	50	5	30
II	下坡	东	25	126	0.80	2 650	9.16	95	80	60	10
II	下坡	西	25	182	0.75	2 683	8.82	95	80	60	10
III	下坡	西北	30	175	0.70	1 983	8.76	85	70	65	35
III	中坡	东南	25	135	0.80	3 067	9.61	85	80	15	5
III	中坡	东北	35	150	0.60	2 150	8.72	80	60	60	10

注:I、II、III分别表示毛竹笋用林、笋材兼用林、材用林。下同。

### 2.2 土样采集与分析

样地内剖面中分层(0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm)采集分析样品,每个样地分上、中、下部3

个取样点,并在每个取样点不同位置取3个点的混合样,分层混合采集土壤样品1 kg左右,供室内分析测定土壤各种养分含量及土壤酶活性;同时采用

环刀法取原状土,测定土壤密度等物理指标;采集新鲜土样,置于 4℃ 冰箱中保存,供分析土壤微生物特性。于 2009 年 10 月和 2010 年 1 月、4 月、7 月分季度采集土壤样品,供测定土壤总有机碳和易氧化态碳含量,同时用土壤温湿度仪测定记载温度、湿度等土壤环境因子。重铬酸钾氧化-分光光度法测定土壤总有机碳(SOC)含量<sup>[12]</sup>,KMnO<sub>4</sub> 氧化法测定易氧化态碳(ROC)含量<sup>[13]</sup>。土壤易氧化态碳储量的计算方法为:土壤易氧化态碳储量 = 土壤密度 × 采样深度 × 土壤易氧化态碳含量 × 面积<sup>[4]</sup>。土壤养分含量测定结果见作者的相关研究文献<sup>[14]</sup>。

2.3 统计分析

方差齐性检验、方差分析(ANOVA)、LSD 多重比较以及土壤易氧化态碳与总有机碳、土壤温湿度、土壤养分之间的 Pearson 相关性分析均应用 SPSS 19.0、Excel 2003 中的相关程序进行计算和分析。其中,ROC 与土壤养分的相关性分析数据源为 2009 年 10 月取样测定数据。

3 结果与分析

3.1 土壤易氧化态碳含量动态

不同经营类型毛竹林 0~60 cm 土层土壤易氧化态碳(ROC)含量不同季节间变化范围为 0.93~9.58 g·kg<sup>-1</sup>(表 2),笋用林、笋材兼用林和材用林土壤平均 ROC 含量分别为 2.77~5.15 g·kg<sup>-1</sup>、2.55~3.67 g·kg<sup>-1</sup>和 3.21~5.36 g·kg<sup>-1</sup>,且 4 月土壤平均 ROC 含量低于其它季节(图 1),这可能与 4 月土壤温度刚开始回升,易氧化、分解的土壤有机质组分含量偏低有关<sup>[15]</sup>。毛竹笋用林土壤 ROC 含量的季节差异随土层深度增加而减小,0~20 cm、20~40 cm 土层 ROC 含量季节间差异分别达到极显著( $P = 0.000\ 04 < 0.01$ )和显著水平( $P = 0.071\ 3 < 0.1$ ),40~60 cm 土层异不显著。材用林、笋材兼用林土壤 ROC 含量的季节差异较小,仅材用林 20~40 cm 土层 ROC 含量季节间差异达较显著水平( $P = 0.045\ 6 < 0.05$ )。

表 2 毛竹林土壤易氧化态碳含量、方差分析与多重比较

土层/cm	林分类型	易氧化态碳含量/(g·kg <sup>-1</sup> )				F	P
		1 月	4 月	7 月	10 月		
0~20	I	9.58aA	5.51aD	7.24aC	8.76aB	40.266 1	0.000 04***
	II	3.99aA	3.89bA	5.44aA	6.18aA	0.695 0	0.580 6
	III	7.82aA	5.38aA	6.17aA	6.10aA	0.299 8	0.824 8
	F	1.613 9	3.587 8	1.249 7	1.746 4		
	P	0.274 9	0.094 4*	0.351 8	0.252 5		
20~40	I	3.63bA	1.87aB	4.64aA	3.47aA	3.458 7	0.071 3*
	II	2.88bA	2.27aA	2.68aA	2.99aA	0.630 4	0.615 6
	III	5.59aA	2.78aB	4.37aA	3.56aB	4.231 5	0.045 6**
	F	4.616 5	1.145 9	3.077 1	0.488 1		
	P	0.061 1*	0.378 9	0.120 3	0.636 2		
40~60	I	2.04aA	0.93aA	3.56aA	2.02aA	1.661 1	0.251 5
	II	2.57aA	1.49aA	2.34aA	1.83aA	0.675 5	0.590 9
	III	2.66aA	1.47aA	2.25aA	1.68aA	1.056 0	0.419 7
	F	0.150 8	2.697 2	0.706 9	0.118 4		
	P	0.863 2	0.146 0	0.530 1	0.890 4		

注:同列不同小写字母表示不同土层差异达显著水平,同行不同大写字母表示不同季节差异达显著水平。\*, $P < 0.1$ ; \*\*, $P < 0.05$ ; \*\*\*, $P < 0.01$ 。下同。

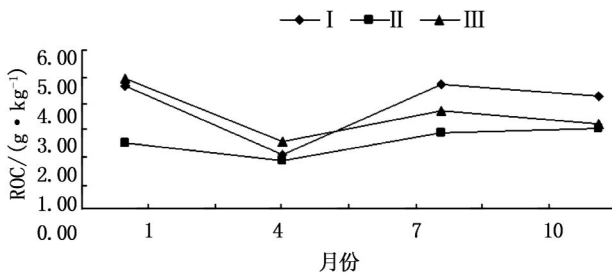


图 1 土壤平均易氧化态碳含量的季节变化

毛竹笋用林、笋材兼用林和材用林土壤 ROC 含量随土壤深度增加而下降。这主要是因为土壤易氧化态碳含量在很大程度上取决于土壤总有机碳(SOC)含量,随着土层的加深,土壤总有机碳减少,同时,下层土壤受生物影响少,土壤有机碳驻留时间长,有效性也随之降低<sup>[10]</sup>。0~20 cm、20~40 cm 和 40~60 cm 土层 ROC 含量分别为 3.89~9.58 g·kg<sup>-1</sup>、1.87~5.59 g·kg<sup>-1</sup>和 0.93~3.56 g·kg<sup>-1</sup>。但不同土层下,笋用林、笋材兼用林和材用林

土壤 ROC 含量差异不显著,仅 1 月 20~40 cm 土层、4 月 0~20 cm 土层达到显著水平( $P < 0.01$ ),显著性概率分别为 0.061 1 和 0.094 4。毛竹笋用林 0~60 cm 土层土壤年均 ROC 含量( $4.44 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )略高于材用林( $4.15 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )以及笋材兼用林( $3.21 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ),这可能是由于采伐等人为干扰活动对表层土壤影响较大,有机碳库稳定性较差。

### 3.2 土壤易氧化态碳储量动态

毛竹笋用林、笋材兼用林和材用林土壤易氧化态碳(ROC)储量的季节变化范围分别为 17.19~

$32.52 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $17.29 \sim 24.60 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和  $19.04 \sim 31.85 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ (表 3)。与土壤平均 ROC 含量相似,4 月 ROC 储量明显低于其它季节。笋用林、笋材兼用林和材用林 0~60 cm 土层年均 ROC 储量分别为  $27.75 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $21.83 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和  $24.67 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,排序为 I > III > II。ROC 储量也随土层深度增加而下降,表明表土层是 ROC 的主要贮存区,笋用林、笋材兼用林和材用林 0~20 cm 土层 ROC 储量所占比例分别为 45.27%~65.15%、37.55%~51.42%和 46.96%~54.57%。

表 3 土壤易氧化态碳储量及其季节动态

林分类型	土层/cm	1月		4月		7月		10月		平均 ROC 储量/ ( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ )
		ROC 储量/ ( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	比例/ %	ROC 储量/ ( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	比例/ %	ROC 储量/ ( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	比例/ %	ROC 储量/ ( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	比例/ %	
I	0~20	19.47	61.50	11.20	65.15	14.72	45.27	17.80	60.09	15.79
	20~40	7.43	23.47	3.83	22.28	9.50	29.21	7.11	24.01	6.98
	40~60	4.76	15.03	2.16	12.57	8.30	25.52	4.71	15.90	4.98
	合计	31.66	100	17.19	100	32.52	100	29.62	100	27.75
II	0~20	8.17	37.55	7.97	46.10	11.14	47.10	12.65	51.42	9.98
	20~40	6.95	31.94	5.48	31.69	6.47	27.36	7.22	29.35	6.54
	40~60	6.64	30.51	3.84	22.21	6.04	25.54	4.73	19.23	5.31
	合计	21.76	100	17.29	100	23.65	100	24.60	100	21.83
III	0~20	15.12	47.47	10.39	54.57	11.92	46.96	11.79	52.61	12.30
	20~40	10.93	34.32	5.44	28.57	8.55	33.69	6.95	31.01	7.97
	40~60	5.80	18.21	3.21	16.86	4.91	19.35	3.67	16.38	4.40
	合计	31.85	100	19.04	100	25.38	100	22.41	100	24.67

### 3.3 土壤易氧化态碳与土壤环境因子的关系

土壤易氧化态碳(ROC)与总有机碳(SOC)的 Pearson 相关系数  $R$  值为 0.505 3,经显著性检验,两者之间的正相关性达极显著水平( $P < 0.01$ )(图 2)。这说明了土壤易氧化态碳含量、储量很大程度上依赖土壤总有机碳的含量与稳定性。土壤易氧化态碳与土壤温度、湿度都呈弱负相关,相关系数  $R$  值分别为  $-0.070 7$  和  $-0.276 2$ ,但相关性未达显著水平( $P > 0.1$ )(图 3)。这表明当土壤温度上升、湿度增加时,由于土壤微生物活性增强,可能有利于促

进易氧化态碳的分解和矿化,向有机碳或其它形式活性有机碳转化<sup>[16]</sup>。

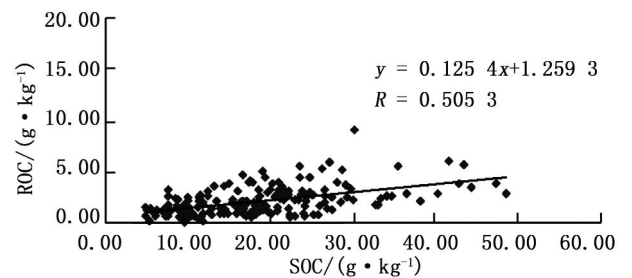


图 2 土壤易氧化态碳与总有机碳的关系

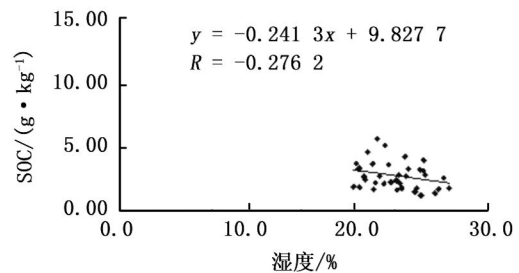
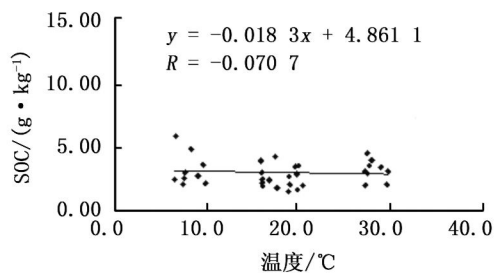


图 3 土壤易氧化态碳与土壤温度、湿度的关系

不同类型毛竹林土壤易氧化态碳与土壤有机质、全氮、水解氮、全磷、有效磷、全钾及速效钾均为正相关(表4),且ROC与有机质、全氮之间呈极显著正相关( $P < 0.01$ ),相关系数 $R$ 值分别为0.546 2和0.554 7,显著性概率 $P$ 值分别为0.003 2和

0.002 7。ROC与土壤速效钾之间的正相关性也达显著水平( $P = 0.036 0 < 0.05$ ),相关系数 $R$ 值为0.405 3。这一方面是由于土壤有机质是不同形态有机碳的最终来源,另一方面也表明土壤养分增加,尤其是全氮和速效钾能促进土壤ROC的积累<sup>[17]</sup>。

表4 土壤养分因子与土壤易氧化态碳的 Pearson 相关系数

项目	有机质	全氮	水解氮	全磷	有效磷	全钾	速效钾
Pearson 相关系数 $R$	0.546 2***	0.554 7***	0.212 7	0.138 2	0.059 5	0.201 3	0.405 3**
显著性概率 $P$	0.003 2	0.002 7	0.286 8	0.491 8	0.768 3	0.314 0	0.036 0

## 4 结论与讨论

森林凋落物通过腐殖化过程形成土壤有机质,以及植物生长过程中由活根向根际土壤释放有机碳,是土壤有机碳的主要输入途径。不同类型林分及干扰方式可以通过改变碳输入特征和环境因子而影响土壤有机碳库<sup>[18-19]</sup>。湘中丘陵区毛竹林土壤易氧化态碳(ROC)含量、储量动态变化因经营类型的差异以及土壤环境因素的影响和调控也存在差异。

毛竹笋用林土壤年均ROC含量、年均ROC储量均高于毛竹材用林和笋材兼用林,且不同土层土壤ROC的季节差异也以笋用林最高。这表明采伐等人为干扰活动对土壤碳库稳定性影响较大,笋用林经营有利于土壤ROC的积累。

在垂直分布上,0~20 cm土层是不同经营类型毛竹林土壤ROC的主要分布区,ROC含量、储量都随土壤深度增加而递减;在季节动态上,4月ROC含量、储量均明显低于其它季节。土壤ROC在剖面上的垂直变化特征与姜培坤<sup>[10]</sup>、周国模等<sup>[17]</sup>、徐欢欢等<sup>[20]</sup>研究结果一致,这是由于毛竹林枯枝落叶层不仅为土壤层提供大量有机碳,而且可改善表层土壤的养分及水分条件,有利于植物细根向表土层聚集,而枯落物和根系分泌物经微生物的分解,成为土壤活性有机碳的重要来源。

毛竹林土壤ROC与有机质、全氮之间呈极显著正相关,与土壤速效钾的正相关性也达显著水平。这与姜培坤<sup>[10]</sup>、向成华等<sup>[11]</sup>的研究结果相似。土壤ROC与土壤全氮的显著正相关,可能是因为土壤有机质中氮的含量会影响到微生物对其分解和利用速度,含氮量高的有机质易被微生物分解,迁移、转化速度快,从而对土壤易氧化态碳含量产生影响。

## 参考文献:

- [1] David J, Griggs, Maria N. Climate change 2001: The scientific basis. Contribution of working group I to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [J]. Weather, 2002, 57(8): 267-269
- [2] 陈先刚, 张一平, 张小全, 等. 过去50年中国竹林碳储量变化[J]. 生态学报, 2008, 28(11): 5218-5227
- [3] 李正才, 杨校生, 蔡晓郡, 等. 竹林培育对生态系统碳储量的影响[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2010, 34(1): 24-28
- [4] 漆良华, 刘广路, 范少辉, 等. 不同抚育措施对闽西毛竹林碳密度、碳储量与碳格局的影响[J]. 生态学杂志, 2009, 28(8): 1482-1488
- [5] 周国模, 姜培坤. 毛竹林的碳密度和碳储量及其空间分布[J]. 林业科学, 2004, 40(6): 20-24
- [6] Wen G S, Zhang L Y, Zhang R M, et al. Temporal and spatial dynamics of carbon fixation by moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) in subtropical China [J]. Botanical Review, 2011, 77(3): 271-277
- [7] Smernik R, Skjemstad J. Mechanisms of organic matter stabilization and destabilization in soils and sediments: Conference introduction [J]. Biogeochemistry, 2009, 92(1-2): 3-8
- [8] 周国模, 徐建明, 吴家森, 等. 毛竹林集约经营过程中土壤活性有机碳库的演变[J]. 林业科学, 2006, 42(6): 124-128
- [9] 朱志建, 姜培坤, 徐秋芳. 不同森林植被下土壤微生物量碳和易氧化成碳的比较[J]. 林业科学研究, 2006, 19(4): 523-526
- [10] 姜培坤. 不同林分下土壤活性有机碳库研究[J]. 林业科学, 2005, 41(1): 10-13
- [11] 向成华, 栾军伟, 骆宗诗, 等. 川西沿海海拔梯度典型植被类型土壤活性有机碳分布[J]. 生态学报, 2010, 30(4): 1025-1034
- [12] 中国土壤学会. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 146-226
- [13] 国家林业局. 中华人民共和国林业行业标准 LY/T 1210-1275-1999 森林土壤分析方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1999
- [14] 漆良华, 孟勇, 岳祥华, 等. 湘中丘陵区不同经营目标对毛竹林土壤养分库的影响[J]. 华中农业大学学报, 2012, 31

- (5): 584 - 588
- [15] 杜满义, 范少辉, 漆良华, 等. 不同类型毛竹林土壤碳、氮特征及其耦合关系[J]. 水土保持学报, 2010, 24(4): 198 - 202
- [16] Kuzyakov Y, Schneckenberger K. Review of estimation of plant rhizodeposition and their contribution to soil organic matter formation [J]. Archives of Agronomy and Soil Science, 2004, 50(1): 115 - 132
- [17] 周国模, 姜培坤, 徐秋芳. 竹林生态系统中碳的固定与转化 [M]. 北京: 科学出版社, 2010
- [18] Podwojewski P, Poulenard J, Nguyet M L, *et al.* Climate and vegetation determine soil organic matter status in an alpine inner-tropical soil catena in the Fan Si Pan Mountain, Vietnam [J]. Catena, 2011, 87(2): 226 - 239
- [19] Liu J, Jiang P K, Wang H L, *et al.* Seasonal soil CO<sub>2</sub> efflux dynamics after land use change from a natural forest to Moso bamboo plantations in subtropical China [J]. Forest Ecology and Management, 2011, 262(6): 1131 - 1137
- [20] 徐欢欢, 曾从盛, 王维奇, 等. 艾比湖湿地土壤有机碳垂直分布特征及其影响因子分析 [J]. 福建师范大学学报: 自然科学版, 2010, 26(5): 86 - 91

## 《南京林业大学学报(自然科学版)》征订启事

《南京林业大学学报(自然科学版)》创刊于 1958 年,是江苏省教育厅主管、国内外公开发行的全国性林学与林业工程为主的学术期刊。本刊拥有以南京林业大学、中国林业科学研究院、国内一些综合性重点大学、农林院校、理工院校以及国外有关科研机构 and 大学等单位的研究人员为主体的作者队伍。

本刊是中文核心期刊、中国自然科学核心期刊、科技部“中国科技论文统计源期刊”和中国科学院“中国科学引文数据库统计源期刊”,曾连续多次荣获中国高校科技期刊优秀期刊等多项全国性优秀期刊奖。连续收录《南京林业大学学报》的著名检索期刊和数据库有:美国《化学文摘》(CA)、美国剑桥科学文摘、日本科学技术文献速报(JST)、英国“国际农业与生物科学研究中心”数据库(CABI)、英国《动物学记录》(ZR)、哥白尼文摘(CI)、中国科技论文引文数据库(CSTPCD)、中国科学引文数据库(CSCD)、《中国学术期刊文摘》、《中国生物学文摘》、中国林业科技文献数据库等。

《南京林业大学学报》为双月刊,大 16 开本,150 页左右,单月月底出版。每期定价 20 元。国外由中国国际图书贸易总公司(北京 399 信箱)发行,国内由江苏省报刊发行局总发行,全国各地邮局收订。如当地邮局订阅不便或错过征订时间,也可直接向本刊编辑部汇款订阅。

地址:210037 南京市龙蟠路 159 号《南京林业大学学报(自然科学版)》编辑部

发行电话:025 - 85427076 发行电子信箱:xuebao\_3@njfu.edu.cn