

Soil Organic Carbon and Nitrogen Stock and Vertical Distribution Pattern of Typical Forest in Lushan

Qian Zhang, Fazhan Yu*, Zhongqi Zhang, Ling Li, Liangyuan Lei, Shaokun Zhang, Jun Chen

School of Geography, Geomatics, and Planning, Jiangsu Normal University, Xuzhou Jiangsu

Email: *15150087306@163.com, *yufazhan@126.com

Received: Jan. 16th, 2017; accepted: Feb. 1st, 2017; published: Feb. 4th, 2017

Abstract

Soil organic matter and nitrogen are important material of soil fertility. They also have important significance and function for soil productivity and sustainable utilization of land. Taking 5 kinds of typical forest soils in Lushan Mountain as research objects, we analyze the content and storage of the 5 kinds of typical forest soil through setting up the sample land and calculating the content of SOC and N from different kinds of forest soil. The results show that the distribution of the content of N in the forest soil is in accordance with SOC. The maximum measurement emerges from 0 to 10 cm soil and the record declines with the increase of the soil layer depth. SOC in the surface soil is apparently higher than deep soil. The difference is significant after comparing the stock of soil SOC from different kinds of soil. Moreover, the C/N of 5 kinds of typical forest soil expresses significant difference. The C/N of deciduous broad-leaf forest soil is higher than the other 4 kinds of forest.

Keywords

Forest Soil, Carbon and Nitrogen Stock, C/N, Distribution Pattern

庐山典型性森林土壤SOC、N贮量及垂直分布格局

张 茜, 于法展*, 张忠启, 李 玲, 雷良媛, 张少坤, 陈 俊

江苏师范大学地理测绘与城乡规划学院, 江苏 徐州

Email: *15150087306@163.com, *yufazhan@126.com

收稿日期: 2017年1月16日; 录用日期: 2017年2月1日; 发布日期: 2017年2月4日

*通讯作者。

文章引用: 张茜, 于法展, 张忠启, 李玲, 雷良媛, 张少坤, 陈俊. 庐山典型性森林土壤 SOC、N 贮量及垂直分布格局[J]. 自然科学, 2017, 5(1): 1-8. <https://doi.org/10.12677/ojns.2017.51001>

摘要

土壤有机质和氮素是土壤肥力的重要物质基础,对土壤生产力和土地可持续利用具有重要意义。以江西庐山5种典型森林土壤为研究对象,对5种不同森林土壤SOC、N贮量及垂直分布格局进行分析。结果表明,5种森林土壤全N含量和贮量同SOC分布格局一致,以0~10 cm最大,表现为随土层深度增加逐渐减小;表层土壤明显高于深层土壤,且不同土层的差异显著性不同;5种森林土壤C/N差异性极显著,其中落叶阔叶林地土壤C/N高于其它4种林地。

关键词

森林土壤, 碳氮贮量, 碳氮比, 分布格局

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

土壤有机碳(Soil Organic Carbon, SOC)和氮(Total Nitrogen, TN)的含量和分布直接关系到生态系统的生产力和规模,进而影响到温室气体的组成与含量,温室气体对全球气候变化的影响又反作用于土壤SOC和N的转化与迁移[1][2]。森林土壤SOC是土壤SOC的重要组成部分,在土壤有机碳库研究中有着重要作用;森林土壤N的转化与循环不仅是N生物地球化学循环的重要组成部分,也是森林生态系统N循环最活跃的过程[3][4]。土壤SOC和N含量及其动态变化直接影响到土壤肥力和林地生产力,森林生态系统中C循环和N循环紧密联系,表现出相互耦合作用[5]。国内外对林地利用方式下土壤SOC和N分布特征和空间变异研究较多,但以生态功能区域为单元对森林土壤SOC和N进行小尺度上的空间异质性研究甚少[6][7][8][9][10]。近年来,随着全球变化影响研究的加强,特别是对于人类活动及人地关系研究的深入,对于森林土壤SOC和N的贮量及分布特征的研究已经越来越受到关注。本文以江西庐山典型性森林土壤为研究对象,对其土壤物理性质、土壤SOC和N含量等测定分析,系统研究其森林土壤SOC、N贮量及分布格局。期望为庐山森林土壤SOC、N贮量形成机理研究以及估算我国东部亚热带山地森林土壤SOC、N库的储量提供科学参考。

2. 研究区域自然概况

庐山位于江西省北部,距九江市约13 km,东及东南临鄱阳湖,北濒长江,地理坐标29°28'N~30°53'N,115°50'E~116°10'E,总面积30,493 hm²,海拔跨度为40~1474 m,主峰大汉阳峰海拔1474 m。该地区地处亚热带东部季风区域,具有鲜明的季风气候特征;且面江临湖,山高谷深,与周围平原地区相比较,具有鲜明的山地气候特征。年平均温度11.4℃,1月均温-0.3℃,7月均温22.5℃,极端低温-16.8℃,极端高温32.8℃,年平均降水量1929.2 mm。降雨集中于4~7月,约占全年降水量的70%,年均相对湿度80%。庐山系块垒式山地,在新构造运动的影响下,仍在继续抬升,地层较复杂。该区计有维管束植物2400种,其中国家重点保护的珍贵、稀有、濒危植物44科57属93种(包括引种部分),被子植物有150科800属1900多种,主要科属为壳斗科5属23种、樟科23种,山茶科19种、木兰科12种。该地区森

林植被在海拔 700 m 以下主要为常绿阔叶林带, 海拔 700~1000 m 之间为常绿 - 落叶阔叶混交林带, 海拔 1000 m 以上为落叶阔叶林带。其中常绿阔叶林带由于人类活动的干扰、破坏比较严重, 仅存小片分布, 从灌草丛中首先恢复起来的是马尾松(*Pinus massoniana*)林, 在山麓中分布很广; 落叶阔叶林带破坏比较严重, 在海拔 800 m 以上主要为黄山松(*Pinus taiwanensis* Hayata)林。山上植被相对保存完好, 对水源的涵养、径流的调节有一定作用。该地区土壤从山麓到山顶依次分布着红壤和黄壤、山地黄壤、山地黄棕壤和山地棕壤。

3. 样地设置与研究方法

3.1. 样地设置

2014 年 8~9 月在庐山典型森林植被下设置 6 块测试样地(表 1 和图 1), 分别代表该区内不同的森林植被类型和土壤类型, 调查其上的主要植物种类及地形因子(坡向、坡度、坡形等); 每块样地设置 3 个重复, 样地面积根据森林类型而定, 阔叶林取为 40 m × 50 m, 针叶林取为 20 m × 25 m, 各样地的土壤剖面选在靠近测试样地的位置(样方为 1 m × 1 m), 这样既保证土壤调查的代表性, 又不破坏样地的完整性。每块样地内按对角线随机布点挖取一个土壤剖面, 调查其相应的土壤特性, 并按由下向上的顺序分层取环刀土样和采集混合样(按 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm 分层重复采样 3 次混均), 带回实验室分析。

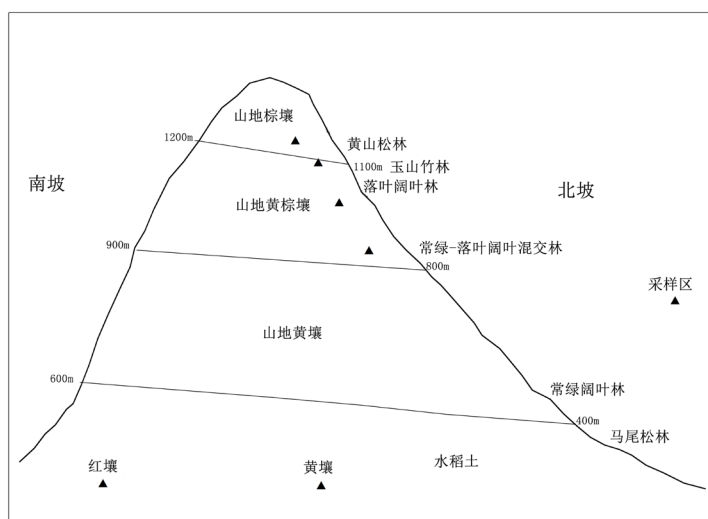


Figure 1. Distribution curve of six standard test plots in Lushan Mountain
图 1. 庐山 6 块标准测试样地分布示意图

Table 1. The basic situation of six standard test plots in Lushan Mountain

表 1. 庐山 6 块标准测试样地的基本概况

采样地点	森林类型	主要层优势植物	坡向/坡度/°	海拔/m	土壤类型
白鹿洞	马尾松林	马尾松	NW15~25	250	红壤
观音桥	常绿阔叶林	苦槠、大叶栲树	E15~20	500	黄壤
黄龙寺	常绿 - 落叶阔叶混交林	青岗栎、化香	SW30~40	900	山地黄壤
铁船峰	落叶阔叶林	茅栗、短柄枹	NE25~30	1000	山地黄棕壤
含鄱口	玉山竹林	玉山毛竹	SW35~40	1100	山地黄棕壤
五老峰	黄山松林	黄山松	NW20~25	1250	山地棕壤

3.2. 研究方法

将土样置于阴凉处自然风干, 去除枯枝落叶、石子等杂物后研磨粉碎, 过 100 目(<0.1 mm)筛备用, 测定 > 2 mm 的砾石含量。环刀法测定土壤容重; 105°C ± 2°C 烘干法测定土壤含水率; 土壤 SOC 采用浓硫酸 - 重铬酸钾容量法——稀释热法 - 硫酸亚铁滴定法测定, 土壤全 N 采用半微量凯氏法测定。具体测定方法参照《土壤农业化学分析方法》[11]。每个样品重复测定 3 次。根据土壤 SOC 和 N 含量、土壤容重以及土层厚度, 用公式(1)、(2)计算土壤 SOC 和全 N 贮量:

$$\text{SOCD} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^n \text{SOC}_i \times B_i \times G_i \times (1 - G_i) \quad (1)$$

$$\text{SND} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^n \text{TN}_i \times B_i \times G_i \times (1 - G_i) \quad (2)$$

式中 SOCD 为土壤 SOC 贮量(t·hm⁻²), SND 为土壤全 N 贮量(t·hm⁻²), n 为土壤剖面分割的层数, SOC_i、TN_i、B_i、H_i 和 G_i, 分别为第 i 层土壤 SOC 含量(g·kg⁻¹)、全 N(g·kg⁻¹)、土壤容重(g·cm⁻³)、土层厚度(cm)和砾石含量(%). 对庐山不同森林土壤以及不同土层的 SOC 和 N 含量、贮量采用 SPSS 软件比较其差异, 检验不同森林土壤 SOC、N 含量和贮量的相关性。

4. 结果与分析

4.1. 不同森林土壤的物理性质

反映土壤物理性质的指标有很多, 庐山森林土壤所涉及的物理指标主要有土壤容重、总孔隙度和自然含水率。土壤容重反映了土壤的疏松状况与通气性, 该值的大小可以说明土壤涵蓄水分以及供应树木生长所需水分的能力, 容重值越小, 说明土壤越疏松。而土壤孔隙状况则直接影响着土壤的通透性及根系穿插的难易程度, 对土壤中水、肥、气、热以及生物活性等发挥着不同的功能[3]。庐山不同森林土壤的物理性质见表 2。

Table 2. Physical characteristics of different types of forest soils in Lushan

表 2. 庐山不同森林土壤物理性质

森林植被类型	土层(cm)	容重(g·cm ⁻³)	总孔隙度(%)	自然含水率(%)
常绿 - 落叶 阔叶混交林	0~10	0.45 ± 0.06	65.86 ± 2.32	12.31 ± 2.83
	10~20	0.93 ± 0.12	56.76 ± 4.05	10.07 ± 2.13
	20~30	1.22 ± 0.14	52.23 ± 4.61	9.74 ± 1.53
针叶林	0~10	0.51 ± 0.22	62.65 ± 7.88	10.89 ± 2.35
	10~20	0.89 ± 0.15	57.96 ± 5.43	11.01 ± 1.32
	20~30	1.14 ± 0.17	54.57 ± 5.62	10.99 ± 0.84
落叶阔叶林	0~10	0.39 ± 0.17	69.02 ± 6.91	18.81 ± 4.67
	10~20	0.78 ± 0.12	59.18 ± 4.32	18.30 ± 4.24
	20~30	1.03 ± 0.14	56.77 ± 3.78	17.76 ± 2.08
常绿阔叶林	0~10	0.49 ± 0.17	63.62 ± 6.04	14.17 ± 3.72
	10~20	0.73 ± 0.07	60.46 ± 3.11	14.42 ± 4.46
	20~30	1.07 ± 0.04	55.43 ± 2.43	14.67 ± 4.34
玉山竹林	0~10	0.61 ± 0.23	61.21 ± 4.37	9.87 ± 3.78
	10~20	0.92 ± 0.16	56.97 ± 3.98	10.32 ± 4.01
	20~30	1.17 ± 0.18	53.99 ± 4.04	10.24 ± 3.97

从表 2 可知, 各森林植被类型下土壤容重的差异性不明显, 但是随土层深度而增加的幅度较明显, 不同森林土壤容重平均值排序为玉山竹林($0.90 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) > 常绿-落叶阔叶混交林($0.87 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) > 针叶林($0.85 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) > 常绿阔叶林($0.76 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) > 落叶阔叶林($0.73 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$)。这说明落叶阔叶林下土壤较疏松、通气性能好, 具有较高的水源涵养和水土保持功能。0~30 cm 土壤平均自然含水率的排序为落叶阔叶林(18.29%) > 常绿阔叶林(14.42%) > 针叶林(10.96%) > 常绿-落叶阔叶混交林(10.71%) > 玉山竹林(10.14%), 即落叶阔叶林下土壤自然含水率明显高于其他森林植被类型。0~30 cm 不同森林土壤总孔隙度平均值大小排序为落叶阔叶林(61.66%) > 常绿阔叶林(59.83%) > 针叶林(58.39%) > 常绿-落叶阔叶混交林(58.28%) > 玉山竹林(57.39%)。通过 SPSS 软件对不同土层的测试样地土壤分析结果显示, 不同森林植被类型下土壤容重随土层深度的变化达到显著水平, 而土壤孔隙度随土层深度的变化也达到显著水平。即不同森林植被类型下土壤均表现出土壤容重随土层深度增加而逐渐增大, 土壤孔隙度随土层深度增加而逐渐减小的规律。

4.2. 不同森林土壤各土层 SOC 和 N 含量及垂直分布格局

不同森林土壤各土层 SOC 含量及垂直分布由图 2 可知: 不同森林土壤各土层 SOC 含量变化较大, 随土层深度增加而逐渐降低, 这是由于森林枯落物腐解以及林木根系、动植物残体及土壤微生物对土壤 SOC 作用的结果所致。庐山不同森林土壤表层(0~10 cm) SOC 较高, 且高于平均值[12], 这是因为地表的凋落物和植物根系分解产生的 SOC 首先进入土壤表层, 从而使得表层 SOC 明显高于深层土壤。但不同森林土壤各土层 SOC 差异显著性不同, 不同森林的植物根系分布、凋落物以及利用方式不同, 其同一土层不同森林土壤 SOC 含量也不同。不同森林土壤 SOC 含量存在差异, 其中落叶阔叶林地土壤 SOC 含量最高, 其次是针叶林、常绿阔叶林和常绿-落叶阔叶混交林, 最后是玉山竹林。森林土壤表层主要受地表凋落物影响最大, 造成这种差异是由于落叶阔叶林内有较多的枯落物, 其地表凋落物分解程度较高, 且林内形成的微环境有利于微生物的活动, 能够较容易将动植物残体腐蚀分解进而大量进入土体, 使土壤碳素得以及时补给, 因此其土壤 SOC 含量也相应较高。在 10~20 cm 土层, 不同森林土壤 SOC 含量差异不显著。其中针叶林地土壤 SOC 含量最高, 林木根系分布对土壤 SOC 影响较大, 针叶林下根系分布较深, 对深层土壤的结构起到很好的改良作用, 也有利于微生物的活动, 动、植物以及微生物的遗体和分泌物成为重要的碳源。在 20~30 cm 土层, 针叶林地土壤 SOC 含量最高, 不同森林土壤 SOC 含量差异呈弱显著性, 主要与母质层矿化作用有关。不同土层的土壤 SOC 含量由于不同森林类型的树种组成、起源、林龄以及地表植物种类丰富度不同, 导致其地表凋落物不同, 进而影响了森林土壤 SOC 含量的差异。

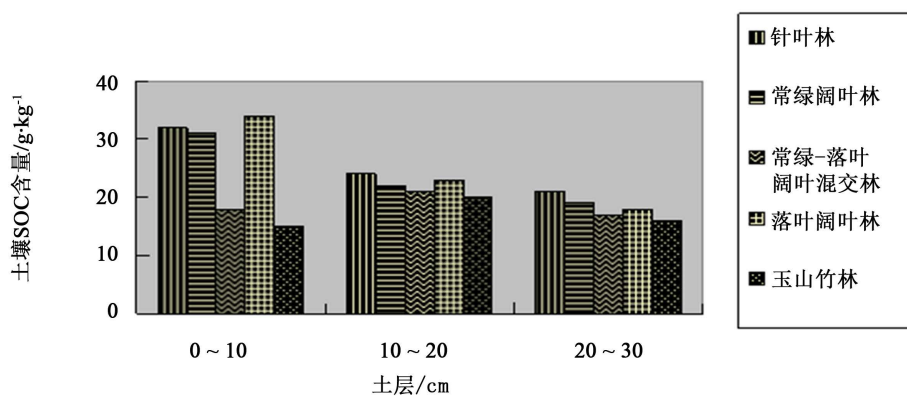


Figure 2. SOC content and vertical distribution in different types of forest soils

图 2. 不同森林土壤各土层 SOC 含量及垂直分布

不同森林土壤各土层 N 含量及垂直分布由图 3 可知, 不同森林土壤各土层 N 含量与 SOC 分布趋势一致, 随土层深度增加而逐渐减小。原因是森林地表枯落物层较厚, 随着时间的推移, 由表层逐渐向下分解、转化、累积, 最终形成上层的腐殖质均大于下层, 上层的 N 含量也都大于下层。另外, 不同森林土壤 N 含量有一定差异, 其中落叶阔叶林地土壤 N 含量最高, 其它 4 种林分 N 含量差异不太明显。这主要是由于落叶阔叶林地枯落物量大, 分解速度较快, 归还土壤的养分含量最多。

4.3. 不同森林土壤各土层 SOC 和 N 贮量及垂直分布格局

根据土壤 SOC 和 N 含量、土壤容重以及土层厚度, 用公式(1)、(2)分别计算不同森林土壤各土层 SOC 和 N 贮量。不同森林土壤各土层 SOC 贮量及垂直分布由图 4 可知: 在 0~30 cm 土层, 针叶林、落叶阔叶林、常绿阔叶林、常绿-落叶阔叶混交林和玉山竹林地土壤 SOC 贮量总值分别为 64.31、68.04、58.86、55.37、54.04 t·hm⁻², 针叶林、落叶阔叶林、常绿阔叶林、常绿-落叶阔叶混交林和玉山竹林地土壤 SOC 贮量在 0~10 cm 土层分别占 0~30 cm 土层总量的 40.63%、48.15%、45.50%、32.62%、32.25%。另外, 5 种森林土壤 0~10 cm 土层 SOC 贮量差异显著, 其他两个土层的差异不明显。

不同森林土壤各土层 N 贮量及垂直分布由图 5 可知: 不同森林土壤 0~10 cm 土层 N 贮量最大, 其中落叶阔叶林地土壤 N 贮量最高(3.09 t·hm⁻²), 玉山竹林地土壤 N 贮量最低(1.73 t·hm⁻²)。由于落叶阔叶林地枯落物含量高, 所含土壤养分量较多, 而玉山竹林地地表凋落物分解程度较低。同一森林土壤各土层间 N 贮量比较可知, 落叶阔叶林地土壤 N 贮量差异明显, 针叶林、常绿阔叶林、常绿-落叶阔叶混交林和玉山竹林差异不太明显。同一土层, 不同森林土壤 N 贮量在 0~10 cm 土层差异显著明显, 在 10~20 cm 土层差异比较明显, 在 20~30 cm 土层差异不太明显。

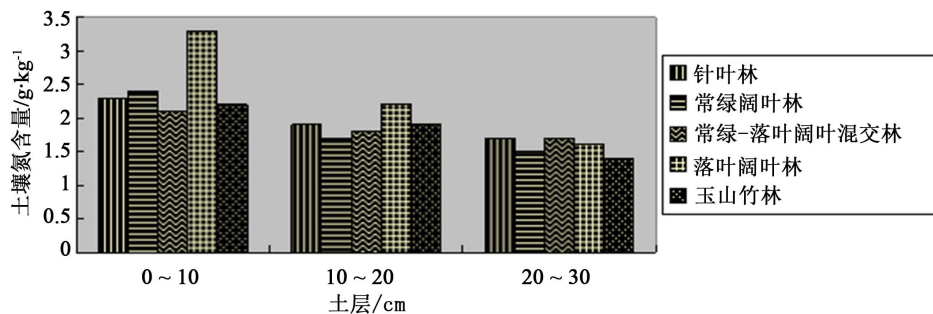


Figure 3. SOC content and N stock and vertical distribution pattern in different types of forest soils
图 3. 不同森林土壤各土层 SOC 和 N 贮量及垂直分布格局

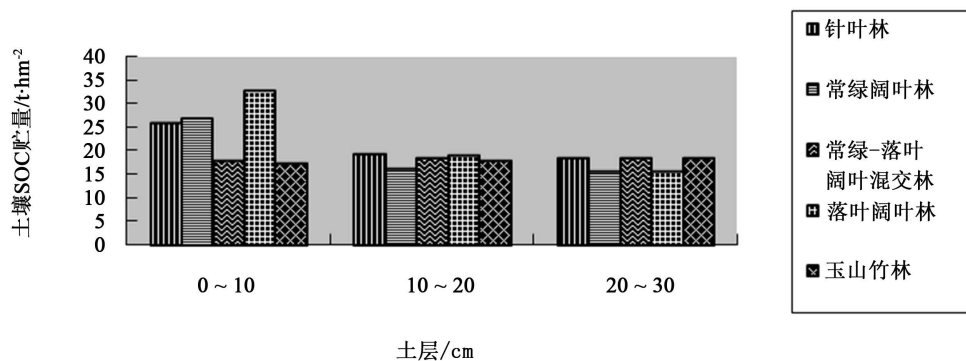


Figure 4. SOC storage and vertical distribution in different forest soil layers
图 4. 不同森林土壤各土层 SOC 贮量及垂直分布

4.4. 不同森林土壤碳氮比的相关性

土壤碳氮比(C/N)是衡量土壤 C、N 营养平衡状况的一个重要指标,它可以暗示土壤生物分解过程中 C、N 转化作用之间的一种密切关系,土壤 N 含量水平在一定程度上影响土壤 SOC 含量[13]。另外, C/N 可以影响有机质矿化分解的速度,研究表明,获得平衡营养的土壤 C/N 在 7.8~24.7 之间,有利于有机质矿化过程中养分的释放[14]。不同森林土壤 SOC、TN 含量及其 C/N 之间的相关性见表 3。

由表 3 可知:5 种森林土壤 C/N 差异性极显著,其中落叶阔叶林地土壤 C/N 高于其它 4 种林地,这说明落叶阔叶林地土壤微生物的分解能力较强,林地肥力较好。同时,5 种森林土壤 SOC、全 N 含量及 C/N 间的关系表明,土壤 SOC 含量与土壤 N 含量存在极显著相关,进而说明土壤中 N 主要以有机 N 的形式存在于土壤 SOC 中。

5. 结论与讨论

1) 5 种森林土壤 0~30 cm 平均自然含水率的排序为落叶阔叶林 > 常绿阔叶林 > 针叶林 > 常绿-落叶阔叶混交林 > 玉山竹林;土壤容重平均值排序为玉山竹林 > 常绿-落叶阔叶混交林 > 针叶林 > 常绿阔叶林 > 落叶阔叶林,而土壤孔隙度则相反。不同森林土壤容重随土层深度增加而逐渐增大,土壤孔隙度随土层深度增加而逐渐减小。

2) 5 种森林土壤对 SOC 与 N 含量影响极显著,不同土层的影响也极显著,两者交互作用显著。同一森林土壤不同土层 SOC 含量及贮量均以 0~10 cm 最大,随土壤深度增加而逐渐递减,表明土壤 SOC 主要集中在土壤表层。其森林土壤表层(0~10 cm)SOC 较高,且高于平均值,其表层土壤 SOC 明显高于深层土壤,但不同土层 SOC 差异显著性不同。

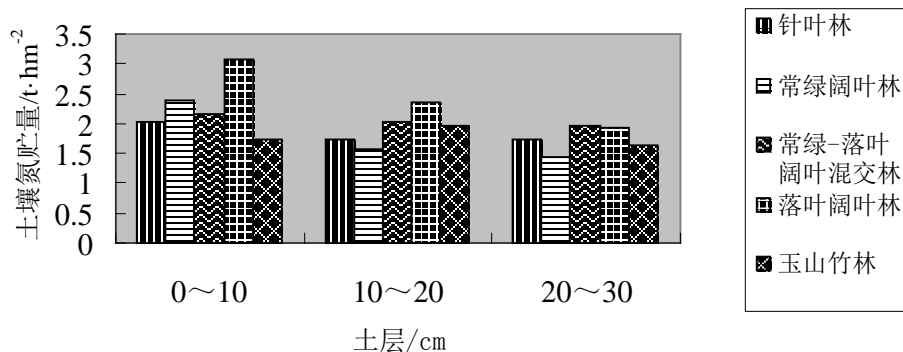


Figure 5. N storage and vertical distribution in different forest soil layers

图 5. 不同森林土壤各土层 N 贮量及垂直分布

Table 3. Correlation among SOC concentration, soil total N concentration and C/N in different forests soils

表 3. 不同森林土壤 SOC、TN 含量及其 C/N 之间的相关性

项目	针叶林			落叶阔叶林			常绿阔叶林			常绿-落叶阔叶混交林			玉山竹林		
	SOC	TN	C/N	SOC	TN	C/N	SOC	TN	C/N	SOC	TN	C/N	SOC	TN	C/N
SOC	1.000	-	-	1.000	-	-	1.000	-	-	1.000	-	-	1.000	-	-
TN	0.926**	1.000	-	0.941**	1.000	-	0.785**	1.000	-	0.565**	1.000	-	0.513**	1.000	-
C/N	0.897**	0.703**	1.000	0.695**	0.384*	1.000	0.157	0.003	1.000	0.707**	0.034	1.000	0.278*	0.013	1.000

注: *相关性显著, **相关性极其显著。

3) 5种森林土壤全N含量及贮量同SOC分布格局一致,表现为随土层深度增加而逐渐减小。5种森林土壤0~10 cm SOC贮量差异显著,其他两个土层的差异不明显;N贮量0~10 cm最大,其中落叶阔叶林地N贮量最高,而且N贮量差异显著明显,在10~20 cm土层差异比较明显,在20~30 cm土层差异不太明显。另外,5种森林土壤C/N差异性极显著,其中落叶阔叶林地土壤C/N高于其它4种林地,主要与落叶阔叶林地枯落物量大且容易分解,归还土壤的养分含量高,即落叶阔叶林地土壤N含量及贮量最高有关。

资助信息

江苏省大学生创新训练项目(编号:201510320082Y); 国家自然科学基金资助项目(41201213)。

参考文献 (References)

- [1] 王琳, 欧阳华, 周才平, 等. 贡嘎山东坡土壤有机质及氮素分布特征[J]. 地理学报, 2004, 59(6): 1014-1021.
- [2] 王春阳. 黄土高原生态重建中植物凋落物碳氮在土壤中转化特性研究[D]: [博士学位论文]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2011.
- [3] 杨万勤, 张健, 胡庭兴, 等. 森林土壤生态学[M]. 成都: 四川科学出版社, 2006.
- [4] 路翔. 中亚热带4种森林凋落物及土壤碳氮贮量与分布特征[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2012.
- [5] 黄宇, 冯宗炜, 汪思龙, 等. 杉木、火力楠纯木及其混交林生态系统C、N贮量[J]. 生态学报, 2005, 25(12): 3146-3154.
- [6] 周才平, 欧阳华, 裴志永, 等. 中国森林生态系统的土壤净N矿化研究[J]. 植物生态学报, 2003, 27(2): 170-176.
- [7] 王淑平. 土壤有机碳和氮的分布对其气候变化的响应[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国科学院研究生院(植物研究所), 2003.
- [8] 杨丽韞, 罗天祥, 吴松涛. 长白山原始阔叶红松林不同演替阶段地下生物量与碳、氮贮量的比较[J]. 应用生态学报, 2005, 16(7): 1195-1199.
- [9] 杨秀清, 韩有志. 关帝山森林土壤有机碳和氮素的空间变异特征[J]. 林业科学研究, 2011, 24(2): 223-229.
- [10] 郑路, 卢立华. 我国森林地表凋落物现存量及养分特征[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(1): 63-69.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析(第三版) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [12] 杜有新, 宋祖祥, 何春林, 等. 江西九江地区森林土壤有机碳含量及其影响因素[J]. 土壤通报, 2013, 44(3): 575-579.
- [13] 缪琦, 史学正, 于东升, 等. 气候因子对森林土壤有机碳影响的幅度效应研究[J]. 土壤学报, 2010, 47(2): 270-278.
- [14] 王绍强, 周成虎, 李克让, 等. 中国土壤有机碳库及空间分布特征分析[J]. 地理学报, 2000, 55(5): 533-544.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ojs@hanspub.org