

紫金山不同海拔高度土壤的碳氮分布特征

朱红霞^{1,2} 王艳玲^{1,2} 张耀鸿^{1,2} 周晓冬^{1,2}

摘要

有机碳氮是影响陆地生态系统的重要因素,保持并提高土壤碳氮储量,是稳定生态系统生产力的关键.以南京紫金山土壤为研究对象,依照海拔高度进行采样,对比分析了土壤有机碳氮的变化规律.研究表明:紫金山土壤有机碳氮受地表植被的影响比较大,混交林>林地>草地,土壤有机碳氮总量随海拔的升高呈现上升趋势,土壤碳氮比高达34~45,且随海拔升高呈下降趋势.相关分析表明,紫金山土壤有机碳与全氮质量分数呈显著正相关关系,由此说明氮素主要以有机氮的形式存在于有机质中.

关键词

紫金山;不同海拔高度;土壤;有机质;全氮

中图分类号 S158

文献标志码 A

0 引言

土壤是陆地生态系统中最大的碳库,其碳储量占整个陆地生态系统碳库的2/3^[1],土壤中有有机质的含量与周转速率直接影响陆地生态系统乃至全球的碳循环.氮素在地球大多数地方都是陆地植物生长的主要限制因子^[2-3],土壤氮含量的改变将通过改变土壤碳氮比而改变微生物呼吸,进而影响土壤CO₂的释放^[4].有机质和氮素是土壤中重要的组成成分,目前已成为国际全球变化问题研究的核心内容之一^[5].

南京的紫金山是著名的风景名胜区,由于其靠近市区,旅游人数众多,加之欠合理的开发和利用,其土壤养分受到环境破坏的影响越来越明显.现阶段对于紫金山地区最关注的是对其植被的研究,但对土壤的相关研究很少.本文选取不同海拔高度采集土壤样品,主要是通过对采样点土壤中有有机质及全氮的测定,研究土壤养分的变化状况与不同海拔高度和植被类型的关系和变异状况,提出一些针对性的土壤保护措施,为南京紫金山风景名胜区的生态环境保护提供科学依据.

1 材料与方法

1.1 研究地区概况

紫金山风景区位于江苏省南京市东郊,属北亚热带季风性气候,平均气温15.7℃以上,无霜期237 d.其东西长7.11 km,南北宽6.17 km,周长21 km,总面积为3 008.8 hm²,海拔448.9 m.景区内森林覆盖率达67.3%,共有植物600余种,主要为马尾松、黑松、国外松、栎类、枫香类和黄连木等树种及部分竹林.土壤为黄棕壤和黄褐土.

1.2 土壤样品的采集与制备

土壤样品采于2008年12月6日,根据紫金山的实际海拔高度分2条路线进行采集.

路线1.从紫金山脚下白马公园出发到山顶头陀岭景区后沿中山陵与灵谷寺之间的小路下山,土壤利用方式有竹林、小片女贞林、混交林及草地,共采集19个样点,57个土壤样品.

路线2.从灵谷寺后上山到山腰然后从明孝陵后小山下山,土壤利用方式主要为混交林及部分草地与人工林地,全程采集14个点,42个土样.

收稿日期 2011-09-01

资助项目 江苏省农业气象重点实验室开放基金(JKLAM201203);国家自然科学基金(40901146)

作者简介

朱红霞,女,博士,讲师,从事水土资源利用与管理方面的研究. yqzhx@nuist.edu.cn

1 南京信息工程大学 江苏省农业气象重点实验室,南京,210044

2 南京信息工程大学 应用气象学院,南京,210044

土壤样品均采自林下表层土壤(0~15 cm),每个采样点在2 m×2 m的样方内,采用蛇形采样法采集8~10点,混合均匀后,用四分法,每个采样点取约0.5 kg土壤带回室内,风干、磨细、过筛备用。

1.3 测定项目与方法

土壤有机碳采用高温外热重铬酸钾氧化容量法测定,全氮采用半微量开氏消煮法^[6]测定。

2 结果与分析

2.1 紫金山不同海拔高度的土壤有机碳氮分布

土壤最易受气候条件的影响^[7]。从图1和图2可以看出:土壤有机碳氮总量随海拔高度的提高均呈上升趋势,但平均海拔高度在160 m与320 m时有机碳氮总量均出现降低现象。其原因是在平均海拔高度160 m时,林地包括人工种植的小片女贞林,导致腐殖质的量较少,所以出现了有机质与全氮质量分数偏低的结果,而在平均海拔高度320 m时,由于采集点比较靠近道路,受到人为的影响较大,导致了二者的质量分数偏低。

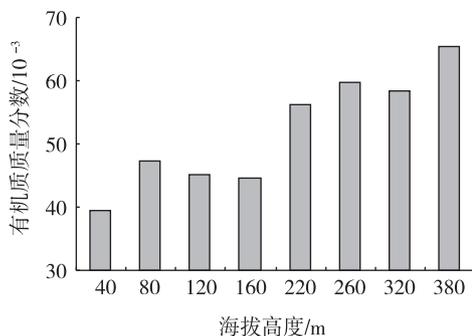


图1 紫金山表层土壤有机质质量分数随海拔高度的变化

Fig. 1 Variation of soil organic matter in the surface soil with the change of altitude of Purple Mountain

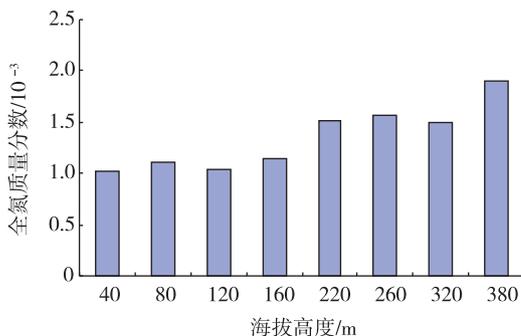


图2 紫金山表层土壤全氮质量分数随海拔高度的变化

Fig. 2 Variation of soil total nitrogen in the surface soil with the change of altitude of Purple Mountain

土壤中有机质和氮素质量分数决定于有机物质及氮素的输入和输出量的相对大小^[8]。有机质的输入量主要依赖于有机残体归还量的多少及有机残体的腐殖化系数^[9],而氮素的输入量则主要依赖于植物残体的归还量及生物固氮,也有少部分来源于大气沉降^[10],两者的输出量则主要包括分解和侵蚀损失。据调查,紫金山低海拔处的次生林由于受到人类干扰,林型单一,地表枯落物输入少,加之低海拔相对高温干燥的气候环境,利于微生物的活动,所以低输入率和高分解率的共同作用使其有机质和全氮的质量分数较低。

2.2 紫金山不同植被对土壤有机碳氮分布的影响

选取同一海拔(80 m)不同植被条件下的土壤样本比较有机质及全氮质量分数,结果如图3、4所示。

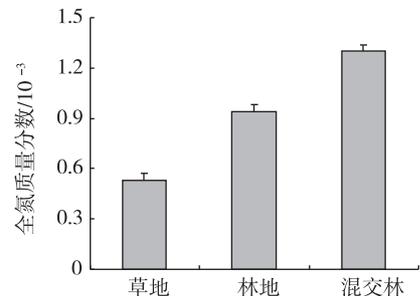


图3 紫金山同一海拔不同植被全氮量变化

Fig. 3 Total nitrogen content of different vegetations in the same altitude

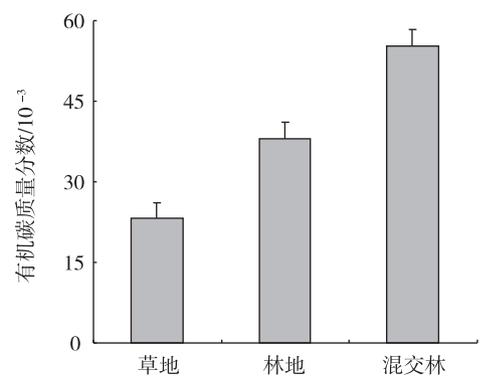


图4 紫金山同一海拔不同植被有机质变化

Fig. 4 Total organic matter content of different vegetations in the same altitude

由图3、4可看出同一海拔不同植被条件下,林地全氮及有机质的质量分数要远高于草地。这说明林地有机质及全氮的积累要大于草地,其原因是因为林地每年有落叶,腐殖质积累比草地要快,所以林

地全氮及有机质质量分数要高于草地的。

2.3 紫金山土壤 C:N 组成特征

一般认为微生物每分解25~30份碳大约需要一份氮,而进入土壤中的有机质组成的碳氮比通常都大于25~30。土壤氮素含量不足,不仅造成有机质分解缓慢,还会引起微生物与植物争气,不利于作物对氮素的吸收,必须增施氮肥调节碳氮比。据报道,我国耕种土壤的碳氮比范围在7~13,而自然土壤中的红、黄壤可高达20^[11]。

土壤碳氮比通常被认为是土壤氮素矿化能力的标志,碳氮比低则利于微生物的分解,氮的矿化速率就高^[12]。研究表明对于微生物分解而言,碳氮比最佳值介于25~30之间^[13-14]。图5结果显示,紫金山平均海拔高度 ≤ 120 m时土壤C:N为39~44, ≥ 160 m时土壤C:N为34~39,表明紫金山表层土壤碳氮比值较高。呈现这一结果的原因可能与不同海拔高度林下调落物种类与数量以及林下湿度、温度有关。低海拔处凋落物和土壤的碳氮比高,且温度高湿度大,底物和环境条件都不利于微生物活动,所以低海拔处微生物活动受到抑制,土壤有机质和氮素累积速率大于分解速率;相反,在高海拔处底物碳氮比值小,温度低,湿度小,底物和环境条件都利于微生物的分解活动,所以高海拔处微生物活动强烈,不利于有机质的积累,氮的矿化作用强烈。

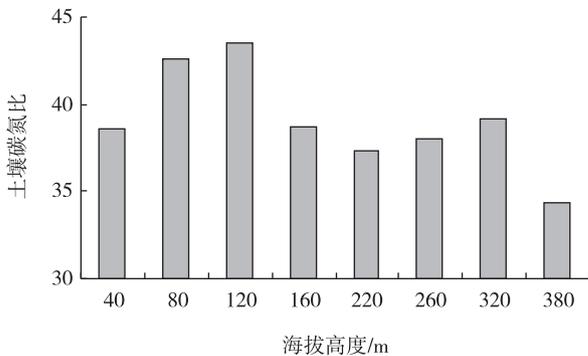


图5 紫金山表层土壤碳氮比

Fig. 5 Variation of carbon to nitrogen ratio in surface soil of Purple Mountain

2.4 紫金山土壤有机质与全氮的关系

土壤中的有机质一般通过测定土壤中的有机碳量,再乘以常数1.724得到,但此法存在局限性,只适用于精度要求不高的情况。紫金山作为国家自然保护区需要精确测定其有机质质量分数,因此需要寻找一种更加精确的测定方法。

分析本文实验数据可知,紫金山土壤中的有机质和全氮质量分数之间有明显的线性相关关系(图6),其方程为 $y = 34.125x + 7.4086$, $R^2 = 0.9482$ 。可以看出,紫金山地区土壤中有机质与全氮质量分数达到极显著相关,因此可以通过测定全氮质量分数,利用本实验所得的回归方程推测出紫金山地区土壤的有机质质量分数。

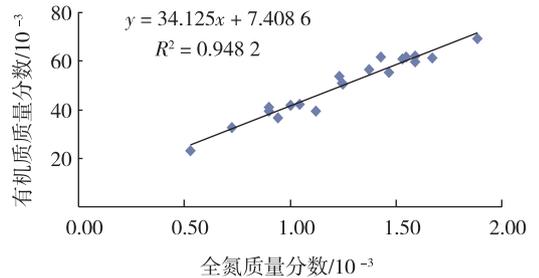


图6 全氮与有机质质量分数的线性关系

Fig. 6 Linear relationship between soil organic matter and total nitrogen

3 结论

通过本研究可知紫金山表层土壤全氮及有机质含量与植被覆盖度高密切相关,为混交林>林地>草地;紫金山土壤碳氮比介于34~45之间,且随海拔升高呈下降趋势。今后可根据实际情况对紫金山进行土壤养分管理和枯枝落叶的清理,为植被的生长提供良好的生态环境。

参考文献

References

- [1] Schlesinger W H. Evidence from chronosequence studies for a low carbon-storage potential of soil [J]. *Nature*, 1990, 348 (15): 232-234
- [2] Vitousek P M, Aber J D, Howarth R W, et al. Human alteration of the global nitrogen cycle: Sources and consequences [J]. *Ecological Applications*, 1997, 7 (3): 737-750
- [3] Matson P, Lohse K A, Hall S J. The globalization of nitrogen deposition: Consequences for terrestrial ecosystems [J]. *Ambio*, 2002, 31 (2): 113-119
- [4] 彭少麟,李跃林,任海,等. 全球变化条件下的土壤呼吸效应[J]. *地球科学进展*, 2002, 17 (5): 705-713
PENG Shaolin, LI Yuelin, REN Hai, et al. Progress in research on soil respiration under the global change [J]. *Advance in Earth Sciences*, 2002, 17 (5): 705-713
- [5] 王其兵,李凌浩,刘先华,等. 内蒙古锡林河流域草原土壤有机碳及氮素的空间异质性分析[J]. *植物生态学报*, 1998, 22 (5): 409-414
WANG Qibing, LI Linghao, LIU Xianhua, et al. Spatial

- heterogeneity of soil organic carbon and total nitrogen in an Xilin river basin grassland, Inner Mongolia [J]. *Acta Phytoecologica Sinica*, 1998, 22(5): 409-414
- [6] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 107-108, 147-148
LU Rukun. Soil agricultural chemical analysis [M]. Beijing: China Agricultural Science Technology Press, 2000: 107-108, 147-148
- [7] Jobbagy E G, Jackson R B. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation [J]. *Ecological Applications*, 2000, 10(2): 423-436
- [8] Trumbore S E, Chadwick O A, Amundson R. Rapid exchange between soil carbon and atmospheric carbon dioxide driven by temperature change [J]. *Science*, 1996, 272(5260): 393-396
- [9] 李忠佩, 王效举. 小区域水平土壤有机质动态变化的评价与分析 [J]. *地理科学*, 2000, 20(2): 182-187
LI Zhongpei, WANG Xiaojun. Analysis and evaluation of soil organic matter dynamics at a litter region scale [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2000, 20(2): 182-187
- [10] 张金屯. 全球气候变化对自然土壤碳氮循环的影响 [J]. *地理科学*, 1998, 18(5): 463-471
ZHANG Jintun. Effects of global climate change on C and N circulation in natural soils [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 1998, 18(5): 463-471
- [11] Stevenson F J. 土壤腐殖质化学 [M]. 夏荣基, 译. 北京: 北京农业大学出版社, 1994: 12-37
Stevenson F J. Humus chemistry: genesis, composition, and reactions [M]. Danvers, MA: John Wiley & Sons, Inc, 1994
- [12] Paul E A, Clark F E. Soil microbiology and biochemistry [M]. San Diego: Academic Press, 1989
- [13] Prescott C E, Chappell N H, Vesterdal L. Nitrogen turnover in forest floors of coastal Douglas-fir at sites differing in soil nitrogen capital [J]. *Ecology*, 2000, 81(7): 1878-1886
- [14] Bonito G M, Coleman D C, Haines B L, et al. Can nitrogen budgets explain differences in soil nitrogen mineralization rates of forest stands along an elevation gradient [J]. *Forest Ecology and Management*, 2003, 176(1/2/3): 563-574
- [15] 王艳杰, 付桦. 雾灵山地区土壤有机质全氮及碱解氮的关系 [J]. *农业环境科学学报*, 2005, 24(增刊1): 85-90
WANG Yanjie, FU Hua. The relationships among organic matter, total nitrogen and alkaline nitrogen of soil in Wuling Mountain [J]. *Journal of Agro-environmental Science*, 2005, 24(sup1): 85-90

Distribution characteristics of soil carbon and nitrogen in different altitude of Purple Mountain

ZHU Hongxia^{1,2} WANG Yanling^{1,2} ZHANG Yaohong^{1,2} ZHOU Xiaodong^{1,2}

1 Jiangsu Key Laboratory of Agricultural Meteorology, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

2 School of Applied Meteorology, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

Abstract As important factors affecting terrestrial ecosystems, organic carbon and nitrogen can maintain and enhance soil carbon and nitrogen reserves, which is the key to ecosystem productivity. Soil samples were taken in different altitudes in Purple Mountain, and organic carbon and total nitrogen content were determined using routine analytical methods. The results show that the soil organic carbon and nitrogen contents vary with covering vegetation, which is largest in mingled forest and smallest in meadow. The soil organic carbon and nitrogen increase with altitude, while the ratio of carbon to nitrogen decreases with altitude. Significant linear relationship exists between organic carbon and total nitrogen, which suggests that the nitrogen is mainly existed in soil organic matter in organic form. The study is hoped to provide scientific references for ecological and environmental protection in Purple Mountain.

Key words Purple Mountain; different altitude; soil; organic matter; total nitrogen