

两种热带雨林土壤微生物生物量碳季节动态及其影响因素

吴艺雪^{1,2}, 杨效东^{1*}, 余广彬^{1,2}

1. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049

摘要: 2005 年通过样地调查法比较了西双版纳两种类型热带雨林(季节沟谷雨林和石灰山季雨林)的土壤微生物生物量碳季节变化及其与环境因子的关系。结果显示: 两林地土壤微生物生物量碳均呈现雨季高于干季, 其中石灰山季雨林具有明显的季节差异, 并在干、雨季都显著高于季节沟谷雨林。相关分析表明: 两林地土壤微生物生物量碳的变化与土壤温湿度、相同月凋落量变化没有显著的相关关系, 但与提前两个月的凋落量波动有正相关关系。说明雨林土壤微生物生物量碳的波动周期比凋落量滞后, 其季节变化受森林凋落量节律的影响。石灰山季雨林土壤微生物生物量碳较季节沟谷雨林高的主要原因可能与其具有较高的土壤有机碳、氮和 pH 值, 以及主要树种凋落物的 C/N 比较低有关, 但相关机制还需进一步研究。

关键词: 土壤微生物生物量碳; 季节动态; 环境因子; 热带雨林

中图分类号: S154.3

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2009) 02-0658-06

土壤微生物生物量碳是土壤有机质中最为活跃的部分, 一方面通过直接活动对土壤理化性质产生影响^[1], 另一方面土壤微生物自身也是土壤养分元素的活性库, 通过种群的消长与植物的养分吸收形成互补^[2], 从而维持和调节着生态系统的生物地球化学过程^[3]。在森林土壤中, 土壤微生物是联系凋落物分解、养分元素 C, N 等的矿化及土壤与大气 C, N 的交换等过程的关键, 其生长活性对森林生态过程具有重要的调控作用^[4]。

国内对土壤微生物生物量碳的研究主要集中在人工生态系统, 如评价耕作栽培, 施肥等措施对土壤微生物活性的影响, 而对自然生态系统的研究较少。西双版纳地处热带北缘, 热带季节沟谷雨林(tropical seasonal rain forest)、热带山地雨林(tropical montane rain forest)、常绿阔叶林(evergreen broad-leave forest)和石灰山季雨林(monsoon rainforest over limestone)是西双版纳热带地区的主要自然植被类型^[5], 其中热带季节沟谷雨林和石灰山季雨林是在不同土壤基质条件下发育起来的热带雨林类型^[6], 其养分循环过程和维持机制有显著不同^[7], 了解两林地土壤微生物生物量碳的变化特点与相关环境因素的关系对进一步研究热带雨林养分循环过程有重要意义。

1 研究地区和方法

1.1 样地概况

研究地位于西双版纳州勐腊县勐仑镇(21°56'N, 101°15'E), 海拔约为 580 m, 属北热带季风气候, 一年中干湿季分明, 有雾凉季(11月—

翌年2月)、干热季(3—4月)和雨季(5—10月)之分, 年平均气温 21.5 °C, ≥ 10 °C 积温 7 860 °C, 平均最低气温 7.5 °C, 年日照时数 1 828 h, 年降水量 1 557 mm, 年相对湿度 86%。

本研究选取当地两种热带雨林代表类型林地作为研究生境, 即酸性土壤的季节沟谷雨林(seasonal rain forest, SRF表示)和碱性土壤的石灰山季雨林(limestone rain forest, LSF表示)。季节沟谷雨林样地位于西双版纳州勐腊县勐仑国家级自然保护区内(勐昆公路 55 km 处), 海拔 756 m, 森林群落高 40 m 左右, 结构复杂, 分层现象明显, 主要树种有绒毛番龙眼 *Pometia tomentosa*, 千果榄仁 *Terminalia myriocarpa*, 云南玉蕊 *Barringtonia macrostachya*, 大叶白颜树 *Gironniera subaequalis* 等。石灰山季雨林样地位于西双版纳州勐腊县勐仑绿石林自然保护区, 海拔 600 m。群落高度 25 m 左右, 结构复杂, 林内土壤层浅薄, 80% 的地表裸露岩石^[8]。群落中的主要树种有, 尖叶闭花木 *Cleistanthus sumatranus*, 多花白头树 *Garuga floribunda*, 轮叶戟 *Lasiococca comberi* 等。

1.2 取样方法与数据分析

在所选两林地分别随机设置 4 块 2 m×3 m 的试验样方(plot)作为重复, 并在每个样方附近随机布置 5 个凋落框, 用于收集森林凋落量, 收集时把 5 个筐内凋落物混合, 带回实验室, 65 °C 烘干至恒质量。2004 年 12 月开始第 1 次收集, 以后每月收集一次。

土壤样品第 1 次采集于 2005 年 2 月, 以后每 2 个

基金项目: 国家自然科学基金项目(40671103)

作者简介: 吴艺雪(1983年生), 女, 硕士研究生, 主要从事土壤生态学和动植物关系方面的研究。E-mail: xuefui007@163.com

*通讯作者: 杨效东

收稿日期: 2008-12-26

月采集一次。在所设试验样方用土壤环刀对矿质土取样，深度0~10 cm，将取好的土样用自封袋装好，带回实验室进行处理。首先，用手拣法仔细除去新鲜土样中肉眼可见的动植物残体，然后用孔径2 mm的分样筛将土样过筛，彻底混匀。采用烘干法测定土壤水分含量，土壤微生物量碳采用氯仿熏蒸培养法测定^[9]，电位法测定土壤pH值。野外取样时用自计温度计测量土壤温度。风干矿质土样品交中国科学院西双版纳热带植物园生物地球化学实验室进行理化分析。样品经浓H₂SO₄消煮，用凯式定氮法测定氮元素含量；经HClO₄-HF消煮后，用等离子体原子发射光谱仪（ICP-AES）（IRIS Advantage-ER，Thermo Jarrell Ash Corporation，USA）测定P，K，Ca含量，C含量采用K₂Cr₂O₇-H₂SO₄氧化法测定。

数据采用 SPSS 13.0 软件进行方差分析，并采用 LSD 多重比较进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 两林地土壤理化性质

两林地土壤理化性质结果显示，除K元素外，土壤pH值，C、N、P和Ca元素质量分数均以石灰山季雨林显著高于季节沟谷雨林（表1）。

2.2 两林地土壤微生物生物量碳比较

两林地土壤微生物生物量碳的季节变化均表现为干热季（2月）最低，以后随着土壤湿度的增加呈现升高的趋势，并在6月份达到最高，以后又逐步降低，其中石灰山季雨林的变化幅度显著大于季节沟谷雨林（图1）。季节沟谷雨林不同月份土壤微生物生物量碳无显著差异（ $F=0.581$ ， $P=0.714$ ），而石灰山季雨林各月份间的差异较大，最高月是最低月的8.4倍（分别为 $1.94\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\pm0.64$ 和 $0.23\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\pm0.08$ ）。

石灰山季雨林土壤微生物生物量碳不仅在总体上高于季节沟谷雨林（ $F=20.73$ ， $P=0.00$ ），不同季节（干热季2月和雨季8月除外）也显著高于季节沟谷雨林，虽然2月以季节沟谷雨林的微生物生物量碳较高，但林地间差异不显著（图1，成对 t 检验： $P<0.05$ ）。

2.3 两林地土壤温、湿度比较

季节沟谷雨林和石灰山季雨林土壤温度的季节变化趋势较为相近，均表现为6、8和10月较高，

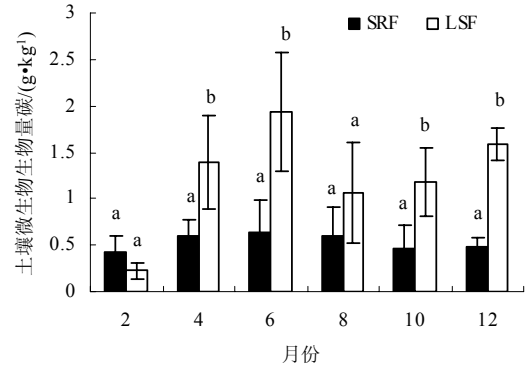


图1 两林地土壤微生物生物量碳季节动态(平均数±标准误)

Fig. 1 Seasonal variation of soil microbial biomass carbon in seasonal rainforest and limestone rainforest (Mean±SE)

不同字母表示相同月份、不同林地间差异显著（成对 t 检验， $P<0.05$ ）

而12月份最低（图2）。此外，不同月份的土壤温度呈现为石灰山季雨林高于季节沟谷雨林。两林地土壤湿度在变化趋势上也表现一致，但变化幅度上有显著差异。8月份是降雨量最高的时期，季节沟谷雨林和石灰山季雨林土壤湿度分别达到38.72%和39.78%，且无显著差异。雨季后期之后（9月后），石灰山季雨林土壤湿度迅速下降，并在10月达到相对较低的水平，而季节沟谷雨林土壤湿度下降较缓；在雾凉季12月，石灰山季雨林土壤湿度因雾水等的作用又有所升高，但季节沟谷雨林变化不大。直至干热季的2月和4月，季节沟谷雨林和石

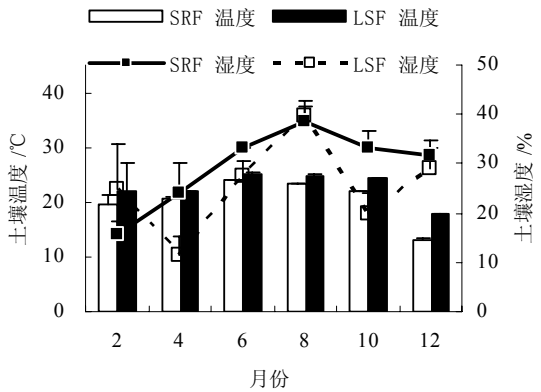


图2 两林地土壤温湿度季节变化(平均数±标准误)

Fig. 2 Seasonal variation of soil temperature and moisture in seasonal rainforest and limestone rainforest (Mean±SE)

表1 热带季节沟谷雨林和石灰山季雨林的土壤(0~10 cm)理化性质(平均数±标准误)¹⁾

Table 1 Physical and chemical properties of soil in seasonal rainforest and limestone rainforest (Mean ± SE)

林地类型	pH	w _C /%	w _N /%	w _P /%	w _K /%	w _{Ca} /%
SRF	4.50±0.8a	3.67±0.98a	0.19±0.02a	0.05±0.04a	1.31±0.34a	0.09±0.09a
LSF	6.85±0.3b	5.95±0.89b	0.34±0.03b	0.07±0.01b	0.86±0.30a	0.56±0.09b

注：¹⁾ 同一列内不同字母表示林地间差异显著（ $P<0.05$ ， $n=5$ ）。

灰山季雨林土壤湿度分别降为最低(图2)。总体而言,季节沟谷雨林土壤湿度比石灰山季雨林高且季节变化较为平缓,在4、6和10月其土壤湿度显著高于石灰山季雨林($P=0.023, 0.048, 0.044$)。

2.4 两林地凋落量季节变化

由图3可看出,两林地森林凋落量的季节变化具有相同格局,凋落量高峰期出现在干热季的2、3和4月,雨季来临后则迅速降低并维持较低水平至次年2月。季节沟谷雨林全年总凋落量为 $947.65 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$,叶、枝条和花果的凋落量分别占57.8%、17.7%和10.1%,高峰期的凋落量约占全年总量的45.8%,而石灰山季雨林全年总凋落量为 $854.60 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$,叶、枝条和果实的凋落量分别占57.6%、19.6%和6%,高峰期的凋落量约占全年凋落物总量的42.6%。此外,石灰山季雨林凋落高峰要比季节沟谷雨林提前一个月。

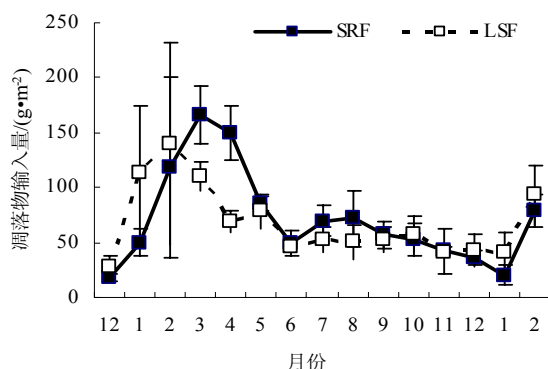
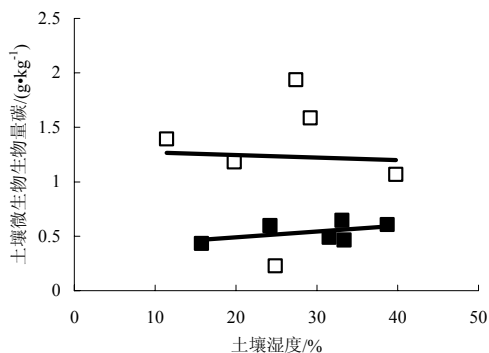


图3 两林地凋落物输入量的季节动态(平均数±标准误)

Fig. 3 Seasonal variation of litter fall input in seasonal rainforest and limestone rainforest (mean±SE)

2.5 土壤微生物量碳与土壤温湿度及凋落量的关系

■ SRF: $y = 0.0053x + 0.3835; r^2 = 0.2429, p = 0.433$
 □ LSF: $y = -0.0023x + 1.2912; r^2 = 0.0014, p = 0.943$



对土壤微生物生物量碳与相关环境因素进行相关分析(图4),结果表明:两林地土壤微生物生物量碳的季节变化与土壤温、湿度的变化无显著的相关关系(SRF: $P=0.433$, LSF: $P=0.943$),与提前两个月的凋落量波动有一定的正相关关系(SRF: $P=0.088$ 和LSF: $P=0.085$),而与滞后1个月、2个月的凋落量变化的相关关系不显著($P>0.05$)。并且,石灰山季雨林土壤微生物生物量碳季节变化与相同月的凋落量季节变化呈显著负相关($P=0.043$)。

3 讨论

土壤微生物生物量碳季节变化受土壤温度、湿度和土壤基质的影响^[9-10]。我们的调查研究显示,季节沟谷雨林土壤微生物生物量碳的季节差异不显著,而石灰山季雨林各个月份之间则表现出较大的差异,这可能与季节沟谷雨林土壤湿度的季节变化差异较小、而石灰山季雨林较大有关。较多的研究发现,土壤水分含量的改变是显著影响土壤微生物生物量碳变化的因素^[11-12]。在季节温湿度变化明显地区,微生物生物量碳和土壤湿度存在明显的相关关系^[13-14],在热带湿性森林的研究发现,真菌生物量变化与提前两周降雨量同步^[15]。然而,在印度热带干旱森林的研究报道土壤微生物生物量碳与土壤湿度呈负相关^[16-17]。Ruan等在波多黎各的研究未发现土壤微生物生物量碳与土壤湿度变化的相关性^[18],可能因其研究地区属海洋性气候,干、雨季的降雨量差异相对较小有关^[19]。本研究选取的两种热带雨林类型虽处于同一地区,但林地的地貌差异较大,季节沟谷雨林分布在海拔低于600~900 m的潮湿沟谷中,生境水热系数较高,而石灰山季雨林分布在坡地,且属于喀斯特地貌,土壤层浅薄,保水性差,因而与季节沟谷雨林相比,石灰山季雨林土壤湿度的季节差异较

■ SRF: $y = 0.0015x + 0.4402; r^2 = 0.562, p = 0.088$
 □ LSF: $y = 0.0219x - 0.0059; r^2 = 0.568, p = 0.085$

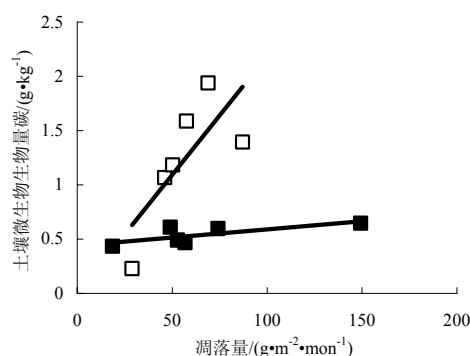


图4 两林地土壤微生物生物量碳与土壤湿度及前两个月凋落量变化的相关关系

Fig. 4 Correlation between soil microbial carbon and soil moisture, litter fall of the proceeding two-month in seasonal rainforest and limestone rainforest

大, 土壤微生物生物量碳的季节波动受土壤水分变化的影响也比季节沟谷雨林更大。虽然如此, 两林地土壤微生物生物量碳的高峰值均出现在6月, 且雨季高于干季, 这与在巴西和中国其它热带森林的研究结果一致^[20-21], 表现出土壤微生物生物量碳的变化受土壤湿度干湿季变化的影响。6月是该地区干季和雨季的交替时期, 期间因土壤含水量增加将提高微生物生物量的周转^[22-24], 从而使得两林地土壤微生物生物量碳在6月份出现激增, 而这种种群数量的干湿季节变动可促使对地上凋落物养分的脉冲式释放, 为植物在雨季的生长提供丰富的养分^[25]。同时, 微生物生物量碳在雨季处于较高水平表明雨季时其活性较高, 有利于凋落物的分解, 这与凋落物的分解进程相一致^[26]。

森林凋落物输入量的季节变化可能是驱动土壤微生物生物量碳变动的重要因素^[27], 有机质输入量越大, 微生物生物量越高^[28-29]。王国冰等的研究发现, 清除地表凋落物会显著减少土壤微生物生物量碳^[30]。Ruan 等在波多黎各热带湿性雨林的研究也显示出二者季节动态的一致性, 但表现出土壤微生物生物量碳的季节波动比凋落量提前一个月, 其主要原因在于营养的移位以及植物和微生物的营养竞争关系^[18]。本研究结果显示, 土壤微生物生物量碳的季节波动与相同月凋落量的波动无显著相关性, 但与提前二个月的凋落量波动有正相关关系, 土壤微生物生物量碳的波动周期比凋落量滞后两个月(图4), 表明两林地土壤微生物生物量碳的季节波动受森林凋落量节律的影响。

土壤C、N、P元素通常被认为是土壤微生物量生长的驱动因素^[27,31-32], 随着土壤中有效碳(available carbon)含量的减少, 土壤微生物数量降低, 微生物群落结构发生变化^[33], 而土壤中的N元素则被微生物吸收利用后, 在体内用于合成具有重要生理作用的蛋白质、核苷酸等生物大分子。因此, 土壤中C、N元素成为限制土壤微生物群落正常生长和活性重要因子^[34]。我们的研究发现, 季节沟谷雨林的有机质碳和氮均低于石灰山季雨林, 这可能是石灰山季雨林土壤微生物量碳较高的一重要原因。需要指出, 输入土壤有机物质(凋落物)的C/N比高低也是影响土壤生物群落多样性及活性的一个重要因素, C/N比的高低与土壤微生物活性呈反比趋势^[35]。本研究中季节沟谷雨林优势树种凋落物C/N比几乎是石灰山季雨林的2倍(番龙眼为65, 尖叶闭花木为25)。因此石灰山季雨林的低C/N凋落物促进了土壤微生物活性, 导致该林地土壤微生物生物量碳高于季节沟谷雨林。

此外, 土壤pH值也是影响土壤微生物生物量碳

的主要因素。Joergensen等^[36]在德国中部地区森林进行的土壤酸度梯度实验(pH: 3.5~8.3)发现, 当pH值小于5后, 土壤中微生物的生长繁殖会受到抑制, 土壤微生物量明显减小。Aciego Pietri J C和Brookes P C^[37]对不同pH梯度的试验表明土壤微生物量碳与pH值存在极显著的相关性, pH值在5以上有个平稳段, pH值为7时土壤微生物生物量碳可达到最大。本研究中的石灰山季雨林pH值均显著高于季节沟谷雨林, 这也成为石灰山季雨林微生物量碳显著高于季节沟谷雨林的另一个重要原因。

4 结论

(1) 西双版纳两种热带雨林土壤微生物生物量碳均具有干湿季差异, 其中季节沟谷雨林土壤微生物生物量碳的季节差异不显著, 而石灰山季雨林各个月份之间则表现出较大的差异。这与林地土壤含水量的季节差异密切相关, 同时雨林凋落量的变化节律是驱动土壤微生物生物量碳季节动态的因子。

(2) 石灰山季雨林土壤微生物量碳较季节沟谷雨林高, 其主要原因是地上凋落物输入的质量(C/N)和土壤基质状况(如有机质含量、土壤pH值), 但相关机制需要进一步深入研究。

参考文献:

- [1] KENNDAY A C. Microbial characteristics of soil quality[J]. Soil Water Conversion, 1995, 50: 243-248.
- [2] WU J, BROOKES P C, JENKINSON D S. Formation and destruction of microbial biomass during the decomposition of glucose and ryegrass in soil[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1993, 25: 1435-1441.
- [3] 陈文新. 土壤和环境微生物学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1989: 18-21.
CHEN Wenxin. Soil and Environment Microbiology[M]. Beijing: BeiJing Agricultural University Press, 1989: 18-21.
- [4] CHAPIN F S, MATSON P A, MOONEY H A. Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology[M]. New York: Springer-verlag Berlin Heidelberg, 2002: 202-210.
- [5] CAO Min, ZHANG Jianhou. Tree species diversity of tropical forest vegetation in Xishuangbanna, SW China[J]. Biodiversity and Conservation, 1997, 6: 995-1006.
- [6] ZHU Hua. Ecology and Biogeography of the Limestone Vegetation in Southern Yunnan, SW China[M]. Yunnan: Yunnan Science and Technology Press, 2002: 5-21.
- [7] 黄黎英, 曹建华, 周莉, 等. 不同地质背景下土壤溶解有机碳含量的季节动态及其影响因子[J]. 生态环境, 2007, 16(4): 1282-1288.
HUANG Liying, CAO Jianhua, ZHOU Li, et al. Seasonal change and the influence factors of soil dissolved organic carbon at different geological background[J]. Ecology and Environment, 2007, 16(4): 1282-1288.
- [8] 余广彬. 西双版纳热带森林蚯蚓对土壤微生物生长活性的影响[D]. 云南: 中科院西双版纳热带植物园, 2007: 12-13.
YU Guangbin. Effects of earthworm on soil microbial growth activity in tropical forests in Xishuangbanna, Yunnan, SW China[D]. Yunnan:

- Xishuangbanna Tropic Botanical Garden, CAS, 2007: 12-13.
- [9] JENKINSON D S, POWLSON D S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil-V: A method for measuring soil biomass[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 1976, 8: 209-213.
- [10] SARATHCHANDRA S U, PERROTT K W, LITTLER R A. Soil microbial biomass: influence of simulated temperature changes on size, activity and nutrient-content[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 1989, 21: 987-993.
- [11] BOTTLNER P. Response of microbial biomass to alternate moist and dry conditions in a soil incubated with ^{14}C - and ^{15}N -labelled plant material[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 1985, 17: 329-337.
- [12] SCHNÜRER J, CLARHOLM M, BOSTRÖM S, et al. Effects of moisture on soil microorganisms and nematodes: a field experiment[J]. *Microbial Ecology*, 1986, 12: 217-230.
- [13] VAN GESTEL M, LADD J N, AMATO M. Microbial biomass responses to seasonal change and imposed drying regimes at increasing depths of undisturbed topsoil profiles[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 1992, 24: 103-111.
- [14] ARNOLD S S, FERNANDEZ I J, RUSTAD L E, et al. Microbial response of an acid forest soil to experimental soil warming[J]. *Biology and Fertility of Soils*, 1999, 30: 239-244.
- [15] LODGE D J, MCDOWELL W H, MCSWINEY C P. The importance of nutrient pulses in tropical forests[J]. *Trends in Ecology and Evolution*, 1994, 9: 384-387.
- [16] RAGHUBANSHI A S. Dynamics of soil biomass C, N, and P in a dry tropical forest in India[J]. *Biology and Fertility of Soils*, 1991, 12:55-59.
- [17] SINGH J S, RAGHUBANSHI A S, SINGH R S, et al. Microbial biomass acts as a source of plant nutrient in dry tropical forest and savanna[J]. *Nature*, 1989, 339: 499-500.
- [18] RUAN Honghua, ZOU Xiaoming, SCATENA F N, et al. Asynchronous fluctuation of soil microbial biomass and plant litterfall in a tropical wet forest[J]. *Plant and Soil*, 2004, 260: 147-154.
- [19] SCATENA F N. Ecological fluctuation and the management of humid tropic forest: Examples from the Caribbean National Forest, Puerto Rico[J]. *Forest Ecology Management*, 2001, 135: 1-12.
- [20] LUIZÃO F J, PROCTOR J, THOMPSON J, et al. Rain forest on Maracá Island, Roraima, Brazil: Soil and litter process response to artificial gaps[J]. *Forest Ecology and Management*, 1998, 102: 291-303.
- [21] YANG Jiacheng, INSAM H. Microbial biomass and relative contributions of bacteria and fungi in beneath tropical rain forest, Hainan Island, China[J]. *Journal of Tropical Ecology*, 1991, 7: 385-395.
- [22] ROSS D J. Soil microbial biomass estimated by the fumigation-incubation procedure: seasonal fluctuations and influence of soil moisture content[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 1987, 19:397-404.
- [23] WARDLE D A, PARKINSON D. Interactions between microclimatic variables and the soil microbial biomass[J]. *Biology and Fertility of Soils*, 1990, 9: 273-280.
- [24] VAN GESTEL M, MERCKX R, VLASSAK K. Soil drying and rewetting and the turnover of ^{14}C -labelled plant residues: first order decay rates of biomass and non-biomass ^{14}C [J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 1993, 25: 125-134.
- [25] RAGHUBANSHI A S, SRIVASTAVA S C, SINGH R S, et al. Nutrient release in leaf litter[J]. *Nature*, 1990, 346: 227.
- [26] 杨效东, 邹晓明. 西双版纳热带季节沟谷雨林凋落叶分解与土壤动物群落: 两种网孔分解袋的分解实验比较[J]. *植物生态学报*, 2006, 30(5): 791-801.
- YANG Xiaodong, ZOU Xiaoming. Soil fauna and leaf litter decomposition in tropical rain forest in Xishuangbanna, SW China: effects of mesh size of litterbags[J]. *Journal of Plant Ecology*, 2006, 30(5):791-801.
- [27] WARDLE D A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil[J]. *Biological Reviews*, 1992, 67: 321-358.
- [28] FLIEBBACH A, MÄDER P. Microbial biomass and size-density fractions differ between soils of organic and conventional agricultural systems[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2000, 32: 757-768.
- [29] PEACOCK A D, MULLEN M D, RINGELBERG D B, et al. Soil microbial community responses to dairy manure or ammonium nitrate applications[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2001, 33: 1011-1019.
- [30] 王国兵, 阮宏华, 唐燕飞, 等. 北亚热带次生栎林与火炬松人工林土壤微生物生物量碳的季节动态[J]. *应用生态学报*, 2008, 9(1):37-42.
- WANG Guobing, RUAN Honghua, TANG Yanfei, et al. Seasonal fluctuation of soil microbial biomass carbon in secondary oak forest and Pinus taeda plantation in north subtropical area of China[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2008, 9(1): 37-42.
- [31] HASSINK J. Effect of soil texture on the size of the microbial biomass and on the amount of C and N mineralized per unit of microbial biomass in Dutch grassland soils[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 1994, 26: 1573-1581.
- [32] VAN VEEN J A, LADD J N, FRISSEL M J. Modeling C and N turnover through the microbial biomass in soil[J]. *Plant and Soil*, 1984, 76:257-274.
- [33] FIERER N, SCHIMEL J P, HOLDEN P A. Variations in microbial community composition through two soil depth profiles[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2003, 35: 167-176.
- [34] 胡亚林, 汪思龙, 颜绍疆. 影响土壤微生物活性与群落结构因素研究进展[J]. *土壤通报*, 2006, 37(1): 170-176.
- HU Yalin, WANG Silong, YAN Shaokui. Research advances on the factors influencing the activity and community structure of soil micro-organism[J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 2006, 37(1): 170-176.
- [35] BENDING G D, TURNER M K, JONES J E. Interactions between crop residue and soil organic matter quality and the functional diversity of soil microbial communities[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2002, 34: 1073-1082.
- [36] JOERGENSEN R G, ANDERSON T H, WOLTERS V. Carbon and nitrogen relationships in the microbial biomass of soils in beech (*Fagus sylvatica* L.) forests[J]. *Biology and Fertility of Soils*, 1995, 19:141-147.
- [37] ACIEGO PIETRI J C, BROOKES P C. Relationships between soil pH and microbial properties in a UK arable soil[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2008, 40: 1856-1861.

Seasonal fluctuation of soil microbial biomass carbon and its influence factors in two types of tropical rainforests

Wu Yixue^{1,2}, Yang Xiaodong¹, Yu Guangbin^{1,2}

1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences. Kunming 650223, China;

2. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences. Beijing 100049, China

Abstract: This study compares the seasonal variation of soil microbial biomass carbon and its relationship with soil temperature, moisture, and aboveground litterfall in seasonal rainforest and limestone rainforest in Xishuangbanna, Yunnan. Results showed that soil microbial biomass carbon was higher in the rainy season than in the dry season in both forests, and there were significant seasonal dynamics in the limestone rainforest. In both seasons, the soil microbial biomass carbon was higher in limestone rainforest than in seasonal rainforest. Changes in soil microbial biomass carbon did not correlate with fluctuation of soil temperature, moisture or aboveground litterfall input in the same month, but there was a synchronized fluctuation between plant litter fall and soil microbial biomass carbon and from the previous two months. Our results suggest that fluctuation in soil microbial biomass carbon was driven by forest litter fall phenology. The peak of microbial biomass occurs two months behind the peak for plant litter fall. The reasons why soil microbial biomass carbon was higher in limestone rainforest than in seasonal rainforest may be higher organic carbon, nitrogen and pH value, and lower C/N of dominant leaf litter in Limestone rainforest. Further studies are necessary to clearly determine the mechanisms which drive microbial biomass carbon pool size.

Key words: soil microbial biomass carbon; seasonal fluctuation; influence factors; tropical rain forest