

珠江三角洲四种森林类型土壤 CO₂ 通量特征研究

陈进, 肖以华, 陈步峰*, 潘勇军, 史欣, 黄姗姗, 任静

中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520

摘要: 采用开路式土壤 CO₂ 通量测量系统 Li-8100&Li-8150 对珠江三角洲地区尾叶桉(*Eucalyptus urophylla*)人工林、乡土树种恢复林、针阔叶混交林和常绿阔叶林 4 种林型的土壤 CO₂ 通量进行了观测。结果表明: 4 种森林类型年均土壤 CO₂ 通量为尾叶桉人工林(3.35 μmol·m⁻²·s⁻¹)>针阔叶混交林(2.66 μmol·m⁻²·s⁻¹)>乡土树种恢复林(2.09 μmol·m⁻²·s⁻¹)>常绿阔叶林(1.86 μmol·m⁻²·s⁻¹); 旱季土壤 CO₂ 通量明显小于雨季。前 3 种森林类型凋落物呼吸处理表明, 旱季对照组土壤 CO₂ 通量均小于相应的去除凋落物组、雨季则相反, 全年的对比结果显示, 3 种森林类型的凋落物呼吸贡献分别达到 1.3%、7.1%和 10.8%。土壤 CO₂ 通量与 10 cm 土壤温度呈显著指数相关, 且土壤 CO₂ 通量温度敏感指数表现为针阔叶混交林 Q₁₀ 最大(3.49), 尾叶桉人工林 Q₁₀ 最小(1.95)。

关键词: 珠三角 4 种森林类型; 土壤 CO₂ 通量; 凋落物呼吸; 温度; 敏感指数 Q₁₀

中图分类号: S714; X14

文献标志码: A

文章编号: 1674-5906 (2011) 05-0860-05

森林生态系统作为陆地生物圈的主体, 其碳储量约为 1 500 Pg (以 C 计) (1 Pg=10⁹ t) [1], 而森林土壤及其有机层贮存了森林生态系统 39%的碳[2]。土壤碳库的微小变化足以引起大气 CO₂ 浓度的显著变化, 从而对全球气候产生较大影响[1,3]。土壤呼吸作为土壤碳库的主要输出途径和大气 CO₂ 的重要来源, 其精确测定已成为全球变化研究中的关键问题之一。土壤呼吸是一个受生物和非生物因素控制的非常复杂的过程, 具有很大的空间和时间变异性[4-6]。土壤呼吸包括根际呼吸(根和根际微生物呼吸)和异养呼吸(包括土壤微生物呼吸和土壤动物呼吸)[7], 其中凋落物分解产生的 CO₂ 占了相当大一部分[8]。有人[9]估算全球土壤呼吸释放 CO₂ 约为 68 Pg·a⁻¹(以 C 计), 其中 50 Pg·a⁻¹(以 C 计)来自于凋落物和土壤有机质分解。凋落物分解在很大程度上影响着土壤有机质的形成和对植物的养分供应, 以及土壤碳通量[10]。

珠江三角洲地区位于亚热带的南缘, 具有独特的气候条件, 孕育着大面积的森林群落, 其中天然次生的季风常绿阔叶林、针阔叶混交林以及人工营造的桉树林、乡土树种恢复林占较大的资源优势; 因此本研究选取这 4 种森林类型, 对其进行土壤 CO₂ 通量季节变化、土壤 CO₂ 通量与土壤温度关系以及凋落物对土壤 CO₂ 通量的影响 3 方面的研究。目前关于亚热带土壤 CO₂ 通量的研究还仅见于鼎湖山自然保护区, 本研究旨在为我国亚热带土壤 CO₂ 通量的研究提供科学参考依据。

1 研究地概况与研究方法

1.1 研究地概况

针阔叶混交林及乡土树种恢复林试验观测区位于珠江三角洲中部的顺德大良镇(22°40' N、113°11' E), 属南亚热带季风气候, 水热资源丰富, 年均气温 21.9 °C, 年均降雨量 1 626.8 mm、多集中于 4—9 月, 年均空气相对湿度 81.0%; 土壤为花岗岩母质的赤红壤。针阔叶混交林群落上层木为 38a 生马尾松(*Pinus massoniana*); 下层主要为黄牛木(*Cratogeomys cochinchinense*)、潺槁(*Litsea glutinosa*)、山竹子(*Garcinia mangostana*)等, 林分平均胸径 26.3 cm、平均树高 16.6 m, 郁闭度 0.87。乡土树种恢复林群落以 8 a 生木荷(*Schima superba*)为主, 间有部分米老排(*Mytilaria laosensis*)和红锥(*Castanopsis hystrix*), 林分平均胸径 10.6 cm、平均树高 6.9 m, 郁闭度 0.78。

尾叶桉人工林及常绿阔叶林位于广州市太和镇(23°19' N、113°22' E), 属南亚热带季风气候, 光照充足、雨量充沛, 年均气温 22.0 °C, 年均降雨量 1 600.0 mm, 其中 4—9 月的雨季雨量占 81%, 年均空气相对湿度 76.0%; 土壤为花岗岩母质的红壤。8 a 生尾叶桉(*Eucalyptus urophylla*)纯林, 平均胸径 26.8 cm、平均树高 21.8 m, 郁闭度 0.80。常绿阔叶林群落以黄樟(*Cinnamomum porrectum*)、短序润楠(*Machilus breviflora*)、中华椎(*Gomphostemma chinense*)、罗浮柿(*Diospyros morrisiana*)、算盘子(*Glochidion puberum*)、鬲蒴(*Castanopsis fissa*)和枫

基金项目: 科技部林业公益性行业科研专项(200704005/wb04); 国家林业局 948 引进项目(2006-4-18); 珠江三角洲城市森林定位站研究内容

作者简介: 陈进(1987年生), 男, 硕士研究生, 生态学专业。E-mail: greenchenjin@126.com

*通信作者: 陈步峰。E-mail: zsjcsdwcbf@126.com

收稿日期: 2011-04-08

香(*Liquidambar formosana*)为主;林分平均胸径为 22.6 cm、平均树高 16.8 m、郁闭度 0.86。

1.2 研究方法

1.2.1 土壤呼吸及温度测定

尾叶桉人工林、乡土树种恢复林和针阔叶混交林土壤呼吸及温度测定:

每种森林类型选取一块规格为 30 m×30 m 的样地。每个样地对角线上设置 3 个测定区,每个测定区设置 6 个 PVC 环(内径为 20.0 cm,高为 11.5 cm),将环打入土壤,露出 5.0 cm 于土壤外。其中,3 个 PVC 环所在区域做去除凋落物处理,另外 3 个 PVC 环所在区域不做处理作为对照。凋落物清除处理方法:在每个 PVC 环上搭设一金属架(50.00 cm 长×50.00 cm 宽×50.00 cm 高),将架内林地上的凋落物清除干净,架子顶部用尼龙网遮住(网眼 1.00 mm×1.00 mm),形成网兜状。为减小 PVC 环安放对土壤的扰动,保证第一次测量在 PVC 环安置至少 72 h 后进行,之后保持 PVC 环位置不变,进行连续测量。利用 Li-8100-102(Li-COR, USA)土壤碳通量测量系统测定土壤呼吸,并用其配备的 Li-8100-202(Li-COR, USA)土壤温度探头同步进行 10 cm 土壤温度的测定。2010 年 4 个季度,每季度选取 9 个典型天气,每天 8:00—18:00 每隔 2 h 测一次,选其中 2 d 做昼夜连续观测。

常绿阔叶林土壤呼吸及温度测定:

设置 30 m×40 m 的林区样地,按立地设置阳坡、阴坡和坡脊 3 个测定区,每个测定区设置 6 个测定预测点进行预测之后,统计遴选出 1 个代表测定点为长期测定点,采用 Li-8100-103&Li-8150(Li-COR, USA)多通道土壤 CO₂ 通量系统及 Li-8150-202、203(Li-COR, USA)土壤温度测定系统,在遴选的 3 个代表测点上进行土壤 CO₂ 通量(多通道)及温度的 2010 年全年间隔 1 h 的连续观测。

1.2.2 数据处理

首先将测得的数据用配套软件 Li-8100 File

Viewer 2.0.0 预处理后导出可用数据,然后采用 Excel 和 SPSS17.0 软件对数据进行统计分析,采用方差分析对差异性进行显著性检验。土壤呼吸与温度之间关系采用如下指数模型^[11-12]: $y=ae^{bt}$ 式中, y 为土壤呼吸速率; t 为土壤温度; a 是温度为 0 °C 时的土壤呼吸, b 为温度反应系数。土壤呼吸对温度的敏感性常用 Q_{10} 值表示, Q_{10} 值通过下式确定^[13]: $Q_{10}=e^{10b}$,式中 b 为温度反应系数。

2 结果分析

2.1 4 种森林类型土壤 CO₂ 通量的季节特征

季节性土壤温湿环境差异对土壤呼吸活性的影响,致使土壤 CO₂ 通量的季节性差异是极其显著的,图 1 是尾叶桉人工林、乡土树种恢复林、针阔叶混交林及常绿阔叶林群落土壤 CO₂ 通量早雨季及全年观测统计结果。结果表明:旱季 4 种林型土壤 CO₂ 通量均明显小于雨季,尾叶桉人工林、乡土树种恢复林、针阔叶混交林及常绿阔叶林群落旱季土壤 CO₂ 通量分别是相应雨季的 64.7%、46.9%、25.3% 和 40.9%。旱季土壤 CO₂ 通量大小顺序为:尾叶桉人工林>乡土树种恢复林>常绿阔叶林>针阔叶混交林;雨季则为:尾叶桉人工林>针阔叶混交林>乡土树种恢复林>常绿阔叶林。

4 种森林类型土壤 CO₂ 通量全年均值顺序为:尾叶桉人工林($3.35 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)>针阔叶混交林($2.66 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)>乡土树种恢复林($2.11 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)>常绿阔叶林($1.86 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)。常绿阔叶林全年土壤 CO₂ 通量在 4 种森林类型中最小,尾叶桉人工林、针阔叶混交林和乡土树种恢复林分别比常绿阔叶林高 1.49、0.80 和 0.25 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

2.2 凋落物 CO₂ 通量季节差异及其呼吸贡献

森林群落的凋落物呼吸对土壤呼吸具有显著影响和贡献,图 2 是尾叶桉人工林、乡土树种恢复林及针阔叶混交林群落土壤 CO₂ 通量的在有凋落物情况下的试验结果,具体表现为:凋落物旱季抑制土壤呼吸,雨季促进土壤呼吸,全年综合表现为

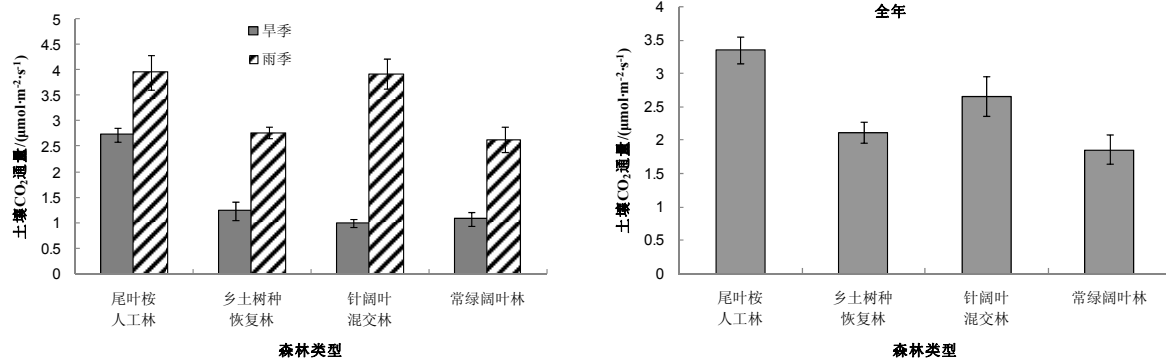


图 1 不同森林类型土壤 CO₂ 通量的比较

Fig.1 Comparison of soil CO₂ flux of different kinds of forest type

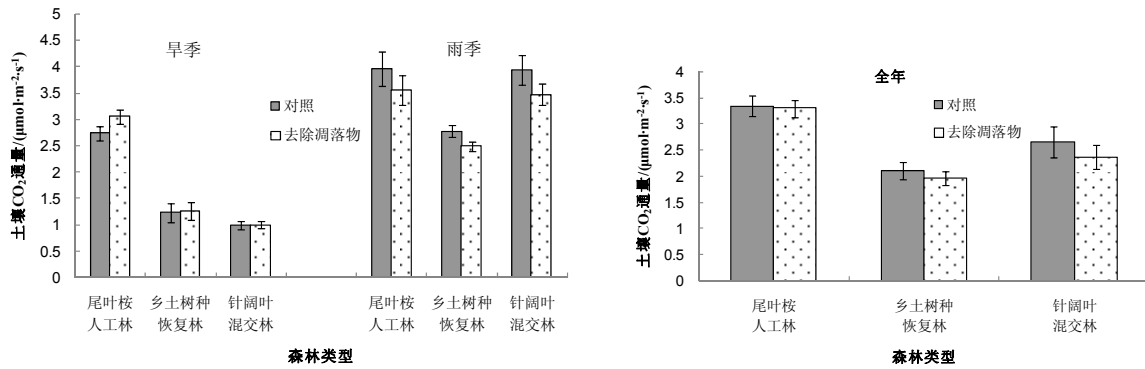


图 2 凋落物对土壤 CO₂ 通量的影响
Fig.2 Influence of litter on soil CO₂ flux

促进土壤呼吸。

旱季尾叶桉人工林、乡土树种恢复林和针阔叶混交林去除凋落物后土壤 CO₂ 通量分别为 3.05、1.27 和 1.01 μmol·m⁻²·s⁻¹，与对照相比，土壤 CO₂ 通量分别增加了 11.5%、2.3%和 1.1%；雨季去除凋落物后土壤 CO₂ 通量则分别较少了 10.2%、10.4%和 11.8%。分析全年去除凋落物和对照土壤 CO₂ 通量发现，凋落物的对呼吸的贡献分别为 1.3%、7.1%和 10.8%。由此可见，尾叶桉人工林土壤 CO₂ 通量受凋落物影响最小，针阔叶混交林土壤 CO₂ 通量受凋落物影响最大，乡土树种恢复林居中。

2.3 土壤 CO₂ 通量与土壤温度关系

土壤 CO₂ 通量与土壤温度具有显著的相关关系。土壤呼吸的 Q_{10} 值通常被用来表征土壤呼吸速率对温度的敏感程度，即温度每升高 10 °C 土壤呼吸速率增加的倍数。表 1 是 3 种森林类型对照和去除凋落物处理的土壤 CO₂ 通量与 10 cm 土壤温度相关关系及土壤 CO₂ 通量温度敏感指数 Q_{10} 的统计结果。

结果表明，各森林类型对照和去除凋落物处理的土壤 CO₂ 通量均与 10 cm 土壤温度呈显著指数相关 ($P < 0.01$)，其中针阔叶混交林、常绿阔叶林的回归方程决定系数 R^2 相对较大，乡土树种恢复林与尾叶桉人工林则相对较小。不难发现，土壤呼吸与去除凋落物后的 10 cm 土壤温度相关性较好于对照，

表 1 森林土壤 CO₂ 通量与土壤温度(10 cm)关系及温度敏感指数
Table 1 The correlation between soil CO₂ flux and soil temperature (10 cm) and the Q_{10} of forest CO₂ flux

森林类型	拟合方程	决定系数 R^2	温度敏感指数 (Q_{10})
尾叶桉人工林对照	$y = 0.870e^{0.067x}$	0.736	1.95
尾叶桉人工林去除凋落物	$y = 1.487e^{0.047x}$	0.742	1.59
乡土树种恢复林对照	$y = 0.297e^{0.092x}$	0.734	2.51
乡土树种恢复林去除凋落物	$y = 0.337e^{0.082x}$	0.779	2.27
针阔叶混交林对照	$y = 0.163e^{0.125x}$	0.787	3.49
针阔叶混交林去除凋落物	$y = 0.176e^{0.119x}$	0.859	3.29
常绿阔叶林	$y = 0.216e^{0.1025x}$	0.77	2.79

这反映出了凋落物对土壤呼吸的影响。去除凋落物后的温度敏感指数 Q_{10} 大于对照；4 种林型的 Q_{10} 大小顺序为：针阔叶混交林(3.49) > 常绿阔叶林(2.79) > 乡土树种恢复林(2.51) > 尾叶桉人工林(1.95)，由此推论，针阔叶混交林土壤呼吸对温度变化最敏感，尾叶桉人工林土壤呼吸对温度增加响应较迟钝。

3 结论与讨论

(1) 在南亚热带气候地区，尾叶桉人工林、乡土树种恢复林、针阔叶混交林和常绿阔叶林的土壤 CO₂ 通量均表现出雨季明显大于旱季的特征，这与其他人的研究一致^[14-16]。土壤呼吸是一个受生物和非生物因素共同作用的生理过程，而季节性的变化会导致各种因素也随之发生明显变化，进一步使土壤呼吸出现明显季节性差异。

(2) 很多研究表明，阔叶林土壤 CO₂ 通量大于针叶林土壤 CO₂ 通量^[17-18]。有研究表明土壤动物和微生物更容易侵蚀阔叶树的叶片^[19]，针叶树凋落物分解后形成的酸性环境会抑制细菌活动^[20]，从而较大程度上影响土壤微生物呼吸。而本研究从全年来看，土壤 CO₂ 通量为尾叶桉人工林 > 针阔叶混交林 > 乡土树种恢复林 > 常绿阔叶林。这可能是由于本研究针阔叶混交林凋落物厚度大、雨季高温高湿呼吸排放效应相对较高的缘故，具体原因有待进一步研究。

(3) 植物凋落物分解是土壤呼吸的一个重要组成部分^[21]。在森林生态系统，去除和添加凋落物处理可以通过改变有机碳的供应而影响土壤呼吸。有研究^[7]表明，土壤呼吸随着凋落物的增加而增加，除去土壤表层的凋落物或有机质层会使土壤表层的呼吸减弱而影响土壤呼吸总量。本研究仅做了去除凋落物这一处理，研究结果从雨季和全年来看与之前研究一致，但旱季的结果则正好相反，凋落物对土壤呼吸的影响季节性差异显著，这可能是由于旱季地表温度和湿度低、凋落物的呼吸活性极小（微

生物新陈代谢弱等原因), 且凋落物覆盖在土壤表面反而阻滞土壤呼吸 CO₂ 向上排放, 因此凋落物 CO₂ 通量表现为负值。雨季地表温度和湿度高、凋落物的呼吸活性大(微生物新陈代谢旺盛等原因), 因此凋落物 CO₂ 通量表现为正值。

(4) 土壤温度是影响土壤呼吸的重要因子, 土壤呼吸与土壤温度具有良好的相关性, 土壤温度升高对植物根系呼吸作用、土壤微生物活动以及土壤有机质分解都有促进和加速作用, 土壤呼吸速率因此会随着温度升高而增强^[22]。本研究选取 10 cm 土壤温度与土壤 CO₂ 通量进行指数回归, 不管是对照还是去除凋落物处理都显著指数相关($P < 0.01$)。不同研究显示土壤 CO₂ 通量与不同深度土壤温度的相关性不同, 而具体情况又与实际研究地状况有关。本研究目前只进行了 10 cm 土壤温度的测定, 以后要进一步研究土壤 CO₂ 通量与不同深度土壤温度的关系。

(5) 陆地生态系统土壤呼吸 Q_{10} 值变化在 1.3~5.6 之间, 一般在高纬度地区 Q_{10} 值比较大, 在低纬度地区 Q_{10} 值比较小^[1,23]。本研究 4 种林型中, 尾叶桉人工林的 Q_{10} 最小, 仅为 1.95, 这可能是由于桉树是适应南方的速生树种, 常年保持较快的增长速率, 对温度的响应比较迟钝。Boone 等^[24]在哈佛森林土壤呼吸的温度敏感性 Q_{10} 对凋落物处理的响应中, 去除和添加凋落物的 Q_{10} 值分别为 3.1 和 3.4, 比对照点 3.5 小。而王光军等^[14]研究显示枫香和樟树群落去除凋落物的土壤呼吸 Q_{10} 值为 3.02 和 4.37, 添加凋落物的为 3.01 和 3.29, 均比对照点 Q_{10} 值 2.62 和 3.26 高。本研究 3 种林型去除凋落物后的 Q_{10} 均大于对照。

参考文献:

- RAICH J W, SCHLESINGER W H. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation [J]. *Tellus*, 1992, 44: 81-99.
- DIXON R K, BROWN S, HOUGHTON R A, et al. Carbon pools and flux of global forest ecosystems [J]. *Science*, 1994, 263: 185-190.
- SCHLESINGER W H, ANDREWS J A. Soil respiration and the global carbon cycle [J]. *Biogeochemistry*, 2000, 48: 7-20.
- FANG C, MONCRIEFF J B, GHOLZ H L, et al. Soil CO₂ efflux and its spatial variation in a Florida slash pine plantation [J]. *Plant Soil*, 1998, 205: 135-146.
- BUCHMANN N. Biotic and abiotic factors controlling soil respiration rates in *Picea abies* stands [J]. *Soil Biology & Biochemistry*, 2000, 32: 1625-1635.
- XU M, YE Q. Spatial and seasonal variations of Q_{10} determined by soil respiration measurements at a Sierra Nevada forest [J]. *Global Biogeochemical*, 2001, 15: 687-696.
- TANG J W, BADOCCI D D, XU L K. Tree photosynthesis modulates soil respiration on a diurnal time scale [J]. *Global Change Ecology*, 2005, 11: 1298-1304.
- OLSON J S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems [J]. *Ecology*, 1963, 44: 322-331.
- RAICH J W, SCHLESINGER W H. The global carbon dioxide efflux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate [J]. *Tellus*, 1992, 44(B): 81-99.
- PRESCOTT C E. Do rates of litter decomposition tell us anything we really need to know? [J]. *Forest Ecology and Management*, 2005, 220:66-74.
- LUO Y Q, WAN S Q, HUI D F, et al. Acclimatization of soil respiration to warming in a tall grass prairie [J]. *Nature*, 2001, 413: 622-625.
- RAICH J W, POTTER C S. Global patterns of carbon dioxide emissions from soils [J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 1995, 9: 23-36.
- XU M, QI Y. Spatial and seasonal variations of Q_{10} determined by soil respiration measurements at a Sierra Nevada forest [J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 2001, 15: 687-696.
- 王光军, 田大伦, 闫文德, 等. 去除和添加凋落物对枫香和樟树林土壤呼吸的影响 [J]. *生态学报*, 2009, 29(2): 643-652. WANG Guangjun, TIAN Dalun, YAN Wende, et al. Impact of litter addition and exclusion on soil respiration in a Liquidambar formosana forest and a nearby Cinnamomum camphora forest of central southern China [J]. *Aata Ecological Sinica*, 2009, 29(2): 643-652.
- 王国兵, 唐燕飞, 阮宏华, 等. 次生栎林与火炬松人工林土壤呼吸的季节变异及其主要影响因子 [J]. *生态学报*, 2009, 29(2): 966-975. WANG Guobing, TANG Yanfei, RUAN Honghua, et al. Seasonal variation of soil respiration and its main regulating factors in a secondary oak forest and a pine plantation in north-subtropical area in China [J]. *Aata Ecological Sinica*, 2009, 29(2): 966-975.
- 刘颖, 韩士杰, 胡艳玲, 等. 土壤温度和湿度对长白松林土壤呼吸速率的影响 [J]. *应用生态学报*, 2005, 16(9): 1581-1585. LIU Ying, HAN Shijie, HU Yanling, et al. Effects of soil temperature and humidity on soil respiration rate under *Pinus sylvestris* forest [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(9): 1581-1585.
- 杨金艳, 王传宽. 东北东部森林生态系统土壤碳贮量和碳通量 [J]. *生态学报*, 2005, 25(11): 2875-2882. YANG Jinyan, WANG Chuankuan. Soil carbon storage and flux of temperate forest ecosystems in northeastern China [J]. *Aata Ecological Sinica*, 2005, 25 (11): 2875-2882.
- RAICH J W, TUFEKCI OGLU A. Vegetation and soil respiration: correlations and controls [J]. *Biogeochemistry*, 2000, 48: 71-90.
- 林雯, 曾涛, 杨彪, 等. 九寨沟不同类型森林群落凋落物分解的研究 [J]. *四川大学学报*, 2006, 43(5): 1121-1126. LIN Wen, ZENG Tao, YANG Biao, et al. A Study of Litter Decomposition of Various Forest Communities at the Jiuzhaigou Valley [J]. *Journal of Sichuan University: Natural Science Edition*, 2006, 43(5): 1121-1126.
- 李志安, 邹碧, 丁永祯, 等. 森林凋落物分解重要影响因子及其研究进展 [J]. *生态学杂志*, 2004, 23(6): 77-83. LI Zhian, ZOU Bi, DING Yongzhen, et al. Key factors of forest litter decomposition and research progress [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2004, 23(6): 77-83.
- SULZMAN EW, BRANT J B, BOWDEN R D, et al. Contribution of aboveground litter, belowground litter, and rhizosphere respiration to total soil CO₂ efflux in an old growth coniferous forest [J]. *Biogeochemistry*, 2005, 73: 231-256.
- 史广松, 刘艳红, 康峰峰. 暖温带森林土壤呼吸随林分类型及其微生境因子的变异规律 [J]. *江西农业大学学报*, 2009, 31(3): 408-415. SHI Guangsong, LIU Yanhong, KANG Fengfeng. Variation of Soil Respiration Rates in Warm Temperate Forests with Forest Types [J]. *Acta Agriculture Universitatis Jiangxiensis*, 2009, 31(3): 408-415.

[23] 陈华, Mark E Harmon, 田汉勤. 全球变化对陆地生态系统枯落物分解的影响[J]. 生态学报, 2001, 21: 1549-1563.
CHEN Hua, HARMON M E, TIAN Hanqin. Effects of global change on litter decomposition in terrestrial ecosystems [J]. Acta Ecologica

Sinica, 2001, 21: 1549-1563.

[24] BOONE R D, NADELHOFFER K J, CANARY J D, et al. Roots exert a strong influence on the temperature sensitivity of soil respiration [J]. Nature, 1998, 396: 570-572.

The study of soil CO₂ flux of four forest types in Pearl River Delta

CHEN Jin, XIAO Yihua, CHEN Bufeng*, PAN Yongjun, SHI Xin, HUANG Shanshan, REN Jing

Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou 510520, China

Abstract: Li-8100&Li-8150 was used to observe soil CO₂ fluxes of *Eucalyptus urophylla* forest (EUF), native tree forest (NTF), coniferous and broad-leaved mixed forest (CBMF) and evergreen broad-leaved forest (EBF) in Pearl River Delta. Results showed that annual soil CO₂ fluxes of four forest types can be represented by the following order: EUF (3.35 μmol·m⁻²·s⁻¹) > CBMF (2.66 μmol·m⁻²·s⁻¹) > NTF (2.09 μmol·m⁻²·s⁻¹) > EBF (1.86 μmol·m⁻²·s⁻¹). Soil CO₂ fluxes of 4 forest types were lower in the dry season than that in the rainy season. In the former three forest types (EUF, NTF, CBMF), we found that soil CO₂ fluxes of contrast groups were lower than that of litter exclusion groups in the dry season, correspondingly, and that showed opposite patterns in the rainy season. The respiration contribution percentages of the former three forest types (EUF, NTF, CBMF) were 1.3%, 7.1% and 10.8%, respectively. Soil CO₂ flux had a significantly exponential correlation with soil temperature at 10 cm depth. The Q_{10} value was highest in CBMF (3.49) and lowest in EUF (1.95).

Key words: 4 forest types in Pearl River Delta; soil CO₂ flux; litter respiration; temperature; Q_{10}