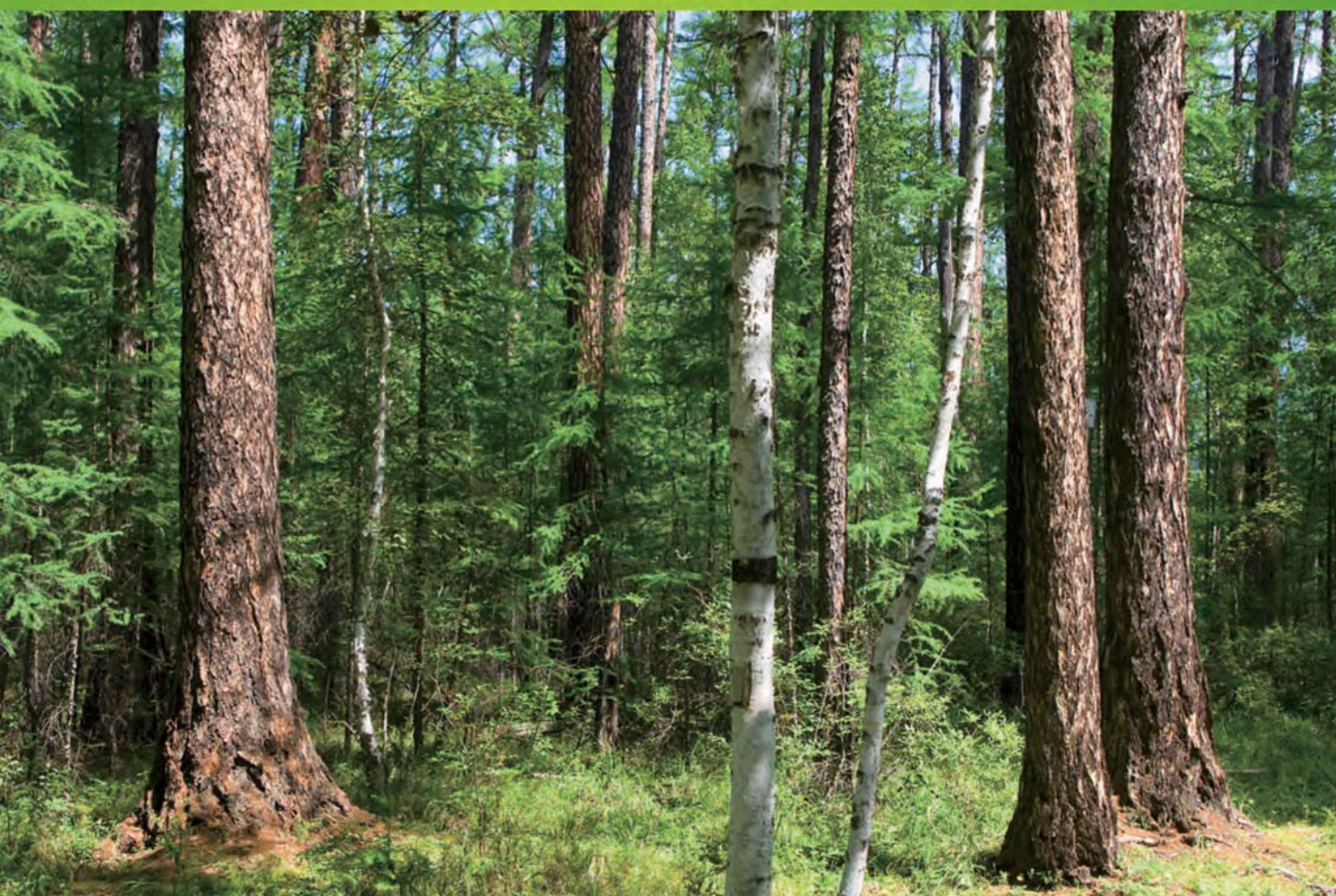


ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

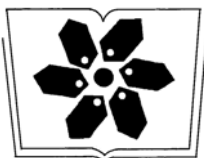
Acta Ecologica Sinica



第33卷 第23期 Vol.33 No.23 **2013**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 23 期 2013 年 12 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 基于树干液流技术的北京市刺槐冠层吸收臭氧特征研究..... 王 华, 欧阳志云, 任玉芬, 等 (7323)
- 三疣梭子蟹增殖过程对野生种群的遗传影响——以海州湾为例..... 董志国, 李晓英, 张庆起, 等 (7332)
- 土壤盐分对三角叶滨藜抗旱性能的影响..... 谭永芹, 柏新富, 侯玉平, 等 (7340)
- 南美斑潜蝇为害对黄瓜体内 4 种防御酶活性的影响..... 孙兴华, 周晓榕, 庞保平, 等 (7348)

个体与基础生态

- 模拟氮沉降对华西雨屏区苦竹林凋落物养分输入量的早期影响..... 肖银龙, 涂利华, 胡庭兴, 等 (7355)
- 茎瘤芥不同生长期植株营养特性及其与产量的关系..... 赵 欢, 李会合, 吕慧峰, 等 (7364)
- 雷竹覆盖物分解速率及其硅含量的变化..... 黄张婷, 张 艳, 宋照亮, 等 (7373)
- 渍水对油菜苗期生长及生理特性的影响..... 张树杰, 廖 星, 胡小加, 等 (7382)
- 广西扶绥黑叶猴的主要食源植物及其粗蛋白含量..... 李友邦, 丁 平, 黄乘明, 等 (7390)
- 氮素营养水平对膜下滴灌玉米穗位叶光合及氮代谢酶活性的影响..... 谷 岩, 胡文河, 徐百军, 等 (7399)
- PFOS 对斑马鱼胚胎及仔鱼的生态毒理效应 夏继刚, 牛翠娟, 孙麓垠 (7408)
- 浒苔干粉末提取物对东海原甲藻和中肋骨条藻的克生作用..... 韩秀荣, 高 嵩, 侯俊妮, 等 (7417)
- 基于柑橘木虱 CO I 基因的捕食性天敌捕食作用评估 孟 翔, 欧阳革成, Xia Yulu, 等 (7430)
- 健康和虫害的红松挥发物对赤松梢斑螟及其寄生蜂寄主选择行为的影响.....
..... 王 琪, 严善春, 严俊鑫, 等 (7437)

种群、群落和生态系统

- 小麦蚕豆间作对蚕豆根际微生物群落功能多样性的影响及其与蚕豆枯萎病发生的关系.....
..... 董 艳, 董 坤, 汤 利, 等 (7445)
- 喀斯特峰丛洼地不同生态系统的土壤肥力变化特征..... 于 扬, 杜 虎, 宋同清, 等 (7455)
- 黄土高原人工苜蓿草地固碳效应评估..... 李文静, 王 振, 韩清芳, 等 (7467)

景观、区域和全球生态

- 粉垄耕作对黄淮海北部土壤水分及其利用效率的影响..... 李轶冰, 逢焕成, 杨 雪, 等 (7478)
- 三峡库区典型农林流域景观格局对径流和泥沙输出的影响..... 黄志霖, 田耀武, 肖文发, 等 (7487)
- 基于 BP 神经网络与 ETM+ 遥感数据的盐城滨海自然湿地覆被分类..... 肖锦成, 欧维新, 符海月 (7496)
- 寒温带针叶林土壤 CH₄ 吸收对模拟大气氮沉降增加的初期响应..... 高文龙, 程淑兰, 方华军, 等 (7505)
- 寒温带针叶林土壤呼吸作用的时空特征..... 贾丙瑞, 周广胜, 蒋延玲, 等 (7516)

黄土高原小麦田土壤呼吸季节和年际变化..... 周小平,王效科,张红星,等 (7525)

不同排放源周边大气环境中 NH₃ 浓度动态..... 刘杰云,况福虹,唐傲寒,等 (7537)

施加秸秆和蚯蚓活动对麦田 N₂O 排放的影响 罗天相,胡 锋,李辉信 (7545)

资源与产业生态

基于水声学方法的天目湖鱼类资源捕捞与放流的生态监测..... 孙明波,谷孝鸿,曾庆飞,等 (7553)

应用支持向量机评价太湖富营养化状态..... 张成成,沈爱春,张晓晴,等 (7563)

研究简报

亚热带 4 种森林凋落物量及其动态特征 徐旺明,闫文德,李洁冰,等 (7570)

青蒿素对蔬菜种子发芽和幼苗生长的化感效应 白 祯,黄 玥,黄建国 (7576)

NO 参与 AM 真菌与烟草共生过程 王 玮,赵方贵,侯丽霞,等 (7583)

基于核密度估计的动物生境适宜度制图方法..... 张桂铭,朱阿兴,杨胜天,等 (7590)

施氮方式对转基因棉花 Bt 蛋白含量及产量的影响 马宗斌,刘桂珍,严根土,等 (7601)

学术信息与动态

未来地球——全球可持续性研究计划..... 刘源鑫,赵文武 (7610)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 292 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 33 * 2013-12



封面图说: 兴安落叶松林景观——中国的寒温带针叶林属于东西伯利亚森林向南的延伸部分,它是大兴安岭北部一带的地带性植被类型,一般可分为落叶针叶林和常绿针叶林两类。兴安落叶松林景观地下部分为棕色森林土,中上部为灰化棕色针叶林土,均呈酸性反应。随着全球气候持续变暖,寒温带针叶林生态系统潜在的巨大碳库将可能成为大气 CO₂ 的重要来源,研究表明,温度是寒温带针叶林生态系统土壤呼吸作用的主要调控因子,对温度的敏感性随纬度升高而增加,根系和凋落物与土壤呼吸作用表现出相似的空间变异性。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201102210194

徐旺明, 闫文德, 李洁冰, 赵晶, 王光军. 亚热带 4 种森林凋落物量及其动态特征. 生态学报, 2013, 33(23): 7570-7575.

Xu W M, Yan W D, Li J B, Zhao J, Wang G J. Amount and dynamic characteristics of litterfall in four forest types in subtropical China. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(23): 7570-7575.

亚热带 4 种森林凋落物量及其动态特征

徐旺明^{1,2}, 闫文德^{1,3,4,*}, 李洁冰^{1,3}, 赵晶^{1,4}, 王光军^{1,3}

(1. 中南林业科技大学, 长沙 410004; 2. 国家林业局, 北京 100714;

3. 南方林业生态应用技术国家工程实验室, 长沙 410004; 4. 城市森林生态湖南省重点实验室, 长沙 410004)

摘要: 2009 年 10 月—2010 年 9 月, 在湖南省森林植物园内利用凋落物收集器法对枫香林、樟树林、马尾松林、樟树-马尾松混交林 4 种森林生态系统凋落物的年凋落物量、组成及年凋落物量的月动态、不同组分的月动态进行研究。结果表明: 不同森林类型之间, 凋落物的年凋落量及其组成明显不同, 樟树-马尾松林的年凋落物量最大, 为 $4.30\text{g}/\text{m}^2$, 其次为枫香林、马尾松林和樟树林。各组分凋落物中, 凋落叶占绝对优势 (70% 以上), 表现为樟树-马尾松混交林 ($3.09\text{t}/\text{hm}^2$) > 枫香林 ($2.78\text{t}/\text{hm}^2$) > 马尾松林 ($2.46\text{t}/\text{hm}^2$) > 樟树林 ($2.32\text{t}/\text{hm}^2$); 凋落枝表现为樟树-马尾松混交林 ($0.73\text{t}/\text{hm}^2$) > 樟树林 ($0.53\text{t}/\text{hm}^2$) > 马尾松林 ($0.30\text{t}/\text{hm}^2$) > 枫香林 ($0.22\text{t}/\text{hm}^2$); 落果量所占比例以马尾松最大 (10.95%); 碎屑量以枫香林所占比例最大 (14.91%)。枫香和樟树林年凋落量的最大值分别在 10 月 ($1.22\text{t}/\text{hm}^2$) 和 8 月 ($0.58\text{t}/\text{hm}^2$), 而马尾松林和混交林年凋落量的最大值都在 11 月 (分别为 $0.77\text{t}/\text{hm}^2$ 和 $1.23\text{t}/\text{hm}^2$)。与多数森林不同, 研究中出现了落枝量所占比例还不及碎屑所占比例的情况, 它们的动态将直接影响着凋落总量变化格局。

关键词: 凋落物; 总凋落量; 各组分凋落量; 动态

Amount and dynamic characteristics of litterfall in four forest types in subtropical China

XU Wangming^{1,2}, YAN Wende^{1,3,4,*}, LI Jiebing^{1,3}, ZHAO Jing^{1,4}, WANG Guangjun^{1,3}

1 Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China

2 State Forestry Administration, Beijing 100714, China

3 National Engineering Laboratory for Applied Technology of Forestry & Ecology in South China, Changsha 410004, China

4 Key Laboratory of Urban Forest Ecology of Hunan Province, Changsha 410004, China

Abstract: By the method of litterfall trap, and from October 2009 to October 2010, an investigation was made on the amount, composition and dynamic characteristics of the litterfalls in four typical forests (*Liquidambar formosana*, *Cinnamomum camphora*, *Pinus massoniana*, and *Camphor-Pine* mixed forest) of Hunan Province, subtropical China. The results showed that the annual litterfall amount and the litter composition differed obviously among the four forest types. The *Camphora-Pinus* mixed forest had the largest annual litterfall amount (about $4.30\text{t}/\text{hm}^2$), followed by *Liquidambar* forest, *Pinus* forest and *Cinnamomum camphora* forest. In different plant components, the leaf litter had the largest annual litterfall amount (above 70%), Such as *Camphora-Pinus* mixed forest ($3.09\text{t}/\text{hm}^2$) > *Liquidambar* ($2.78\text{t}/\text{hm}^2$) > *Pinus* ($2.46\text{t}/\text{hm}^2$) > *Camphora* ($2.32\text{t}/\text{hm}^2$). Branch litter showed that *Camphora-Pinus* mixed forest ($0.73\text{t}/\text{hm}^2$) > *Camphora* ($0.53\text{t}/\text{hm}^2$) > *Pinus* ($0.30\text{t}/\text{hm}^2$) > *Liquidambar* ($0.22\text{t}/\text{hm}^2$). The *Pinus* forest had the largest annual fruit litter amount (about

基金项目: “十二五”科技支撑资助项目 (2011BAD38B0204); 林业公益性科研专项资助项目 (20080430); 湖南省教育厅项目 (12K070); 湖南省自然科学基金创新群体资助项目 (湘基金委字[2013]7 号)

收稿日期: 2011-02-21; **修订日期:** 2013-09-22

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: csfuywd@hotmail.com

10.95%). The *Liquidambar* forest had the largest annual miscellany amount (about 14.91%). In October, *Liquidambar* forest had the largest annual litterfall amount (1.22 t/hm²) and in August, *Camphora* had the largest annual litterfall amount (0.58 t/hm²), the *Pinus* and *Camphora-Pinus* mixed forest had the largest annual litterfall amount in November (0.77 t/hm² and 1.23 t/hm²). The research showed that the amount of branch litter was less than the amount miscellany. The litter production of the dominant species greatly influenced the dynamics of total litter production.

Key Words: Litter; litter production; component production; dynamics

森林凋落物在森林生态系统中发挥着重要的功能。它是森林生态系统功能过程的重要组成部分,是森林生态系统中物质循环和能量流动的一个主要环节^[1-4]。它对于维持土壤的肥力,促进森林生态系统中正常的物质循环和养分平衡有着重要的作用。早在 1876 年,德国的 Ebermayr 就开始研究凋落物在养分循环中的作用。此后国外许多学者对世界范围内凋落物量及养分释放进行了大量报道。有关森林生态系统凋落物的研究在中国直到 20 世纪 60 年代以后才逐渐有所报道。80 年代对凋落物分解的研究有了较大发展,研究主要包括:凋落物分解预测指标、养分释放机制、混合分解效应和 CO₂ 浓度升高对凋落物分解的影响等^[1-17]。

我国南方亚热带属典型的红壤丘陵区,由于历史上不合理的土地利用模式,以常绿阔叶林为主的地带性植被遭到大量破坏。自 20 世纪 80 年代初以后,各地通过植树造林恢复植被,出现了大量以马尾松、樟树、枫香为主的人工针叶林和针阔混交林^[5]。目前对上述森林类型的凋落物量及其动态研究尚不多见。本文选取亚热带几种常见的人工林类型:马尾松林、樟树林、枫香林、樟树-马尾松混交林为研究对象,研究其凋落物量及其动态特征,对认识人工林的生态功能具有重要意义,也为评价亚热带森林碳汇功能,区域生态环境建设和生态安全提供参考^[6-10]。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

试验地位于湖南省森林植物园(113°02′—03′ E, 28°06′—07′ N)。该地气候属于典型的亚热带湿润季风气候,年平均气温约为 17.2℃,1 月份最冷,平均 4.7℃,极端最低温度-11.3℃;7 月份最热,平均 29.4℃,极端最高气温 40.6℃;全年无霜期为 270—300d,年均日照时数为 1 677.1h;雨量充沛,年平均降水量约为 1422mm。地层主要是第四纪更新世的冲积性网纹红土和砂砾,属于典型红壤丘陵区。该地区植被属亚热带常绿阔叶林带,但原生植被已破坏殆尽,最主要为人工林或草、灌丛生植被,主要树种有马尾松(*Pinus massoniana*)、樟树(*Cinnamomum camphora*)、枫香(*Liquidambar formosana*)等。本试验中马尾松林、樟树林、枫香林、樟树-马尾松混交林 4 块样地均位于海拔为 50—100m 高的丘陵坡地上,为 20 世纪 80 年代初所造人工林,坡度在 12°—21°,林下植被主要有青冈(*Cyclobalnopsis glauca*)、大青(*Clerodendrum cwtophyllum*)、白栎(*Quercus fabri*)、山矾(*Symplocos caudate*)等;草本植物有淡竹叶(*Lophatherum sinense*)、鸡矢藤(*Paederia scandens*)、酢浆草(*Oxalis. Comiculata*)、商陆(*Phytolacca acinosa*)和肾蕨(*Nephrolepis auriculata*)等。样地概况见表 1

表 1 各林分样地情况

Table 1 Site situation of the investigated forest types

树种 Species	平均树高 Average height/m	平均胸径 Average DBH/cm	林分密度 Density/(株/hm ²)	林龄 Age/a
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	12.3	15.2	1600	20
樟树 <i>Cinnamomum camphora</i>	12.5	14.9	1600	20
枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	14.8	16.8	1600	20
樟树+马尾松 <i>C.camphora</i> + <i>P. massoniana</i>	12.7	16.7	1600	22

1.2 研究方法

在试验区内,设置 4 种森林类型林地作为标准样地,分别为落叶阔叶林(枫香林)、常绿阔叶林(樟树林)、

针叶林(马尾松林)、针阔混交林(樟树-马尾松混交林)。在每个标准地随机设置 12 个凋落物收集器,收集器尺寸为 3m×4m,离地约 40cm 高度。试验从 2009 年 9 月开始,一直持续到 2010 年 9 月,每月月底采集 1 次凋落物,共采集 12 次。将收回的凋落物按枝、叶、果、碎屑进行分类并称出鲜重,然后置 80℃ 下烘干至恒重,称重,计算凋落物干量、各组分凋落物占总凋落量的百分比、月凋落量与年凋落量。最后换算成单位面积凋落量。

1.3 数据统计

利用 Excel 2003 和 SPSS 13.0 统计软件对结果进行分析,采用单因素方差分析方法(One-Way ANOVA)比较不同森林类型间凋落量的差异性,显著性水平为 0.05。

2 结果与分析

2.1 年凋落物总量和组成

从表 2 可以看出,不同森林类型之间,凋落物的年凋落量及其组成明显不同。樟树-马尾松林的年凋落物量最大,约为 4.30 g/m²,其次为枫香林、马尾松林和樟树林。混交林的凋落量明显大于各纯林的凋落量,马尾松林的凋落量小于枫香林的凋落量,但是大于樟树林的凋落量。显然,森林凋落物的总量与森林类型密切相关。

4 种森林类型凋落物表现为以落叶为主,均占到总凋落量的 70% 以上。枫香林落叶量所占比例最高(75.84%),明显高于其它 3 种林分。落枝量所占比例以混交林最大(16.89%),其次是樟树林(16.26%),均是其它两种林分的 1 倍左右。落果量所占比例以马尾松最大(10.95%)。碎屑量以枫香林所占比例最大(14.91%),其次是樟树林(10.04%),马尾松及樟树-马尾松混交林的碎屑量所占比例相当。

表 2 不同森林类型年凋落量及各组分产量(t/hm²)

Table 2 Litterfall production and composition proportion in different forest types

森林类型 Forest type	落叶 Foliage	落枝 Branch	落果 Fruit	碎屑 Miscellany	年总凋落量 Annual litterfall
枫香 <i>L. formosana</i>	2.78±0.12	0.22±0.03	0.12±0.01	0.55±0.04	3.66±0.15
樟树 <i>C. camphora</i>	2.32±0.07	0.53±0.08	0.09±0.02	0.33±0.03	3.26±0.17
马尾松 <i>P. massoniana</i>	2.46±0.17	0.30±0.04	0.37±0.08	0.27±0.03	3.41±0.25
樟树+马尾松 <i>C. camphora</i> + <i>P. massoniana</i>	3.09±0.19	0.73±0.07	0.17±0.02	0.31±0.02	4.30±0.22

* 平均值±标准差

2.2 不同森林类型年凋落量的月动态

图 1 是 4 种亚热带森林类型凋落物量的月动态变化。结果显示,4 种森林类型的月凋落量具有明显的季节变化规律。枫香林全年凋落物总量较大,平均凋落量达 0.36 t/hm²。其中 10—12 月份的枫香凋落量高于全年凋落量的平均值,占到了全年总凋落物量的 72% 左右,其峰值出现在 10 月份,达到了 1.22 t/hm²。之后,有一个明显的大幅度下降过程。翌年 1 月份至 6 月份凋落物量一直维持较低水平,且标准误差较小,最小值出现在 2 月份,为 0.01 t/hm²。而后的 7、8、9 月份,凋落物量有所回升,但幅度不大。

樟树林全年凋落物总量较低,8—10 月凋落物量处于高峰值,从 10 月份到翌年 2 月份处于一个缓慢下降趋势,直至 2 月份达到 1 个最低值 0.03 t/hm²,而从 3 月份到 7 月份呈波动性上升趋势,波动幅度较大。8 月份凋落量达到 1 个峰值,为 0.58 t/hm²。

马尾松林全年凋落物总量相对樟树林偏高,凋落物量在 10、11 月份较高,且在 11 月份出现第 1 个峰值,为 0.77 t/hm²。12 月份凋落物量出现大幅度下降后在次年的 1 月份回升,到达第 2 个峰值 0.37 t/hm²,而后的 2 月份至 7 月份凋落物量保持低水平,平均月凋落物量仅为 0.14 t/hm²。8 月份凋落物量明显增大,达到了第 3 个峰值 0.62 t/hm²。

混交林的凋落物总量在以上 4 种亚热带森林类型中为最大,达到了 4.30 t/hm²。凋落物量主要集中在

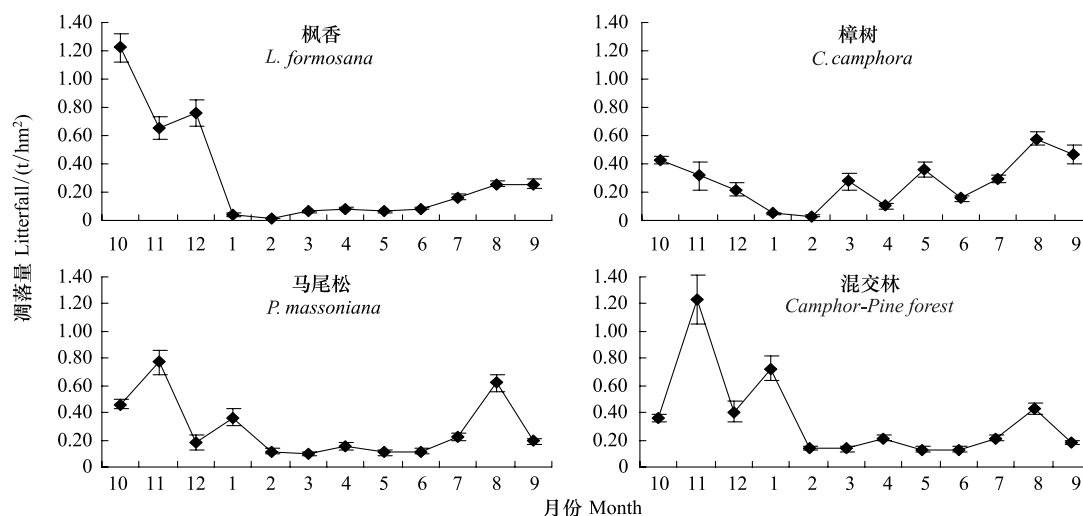


图 1 4 种森林类型凋落物量月动态

Fig.1 Monthly litter fall of four forests

10、11、12、1 月份和 8 月份。11 月份达到了第 1 个峰值 1.23 t/hm^2 , 是全年凋落物总量的最高峰值。1 月份凋落量达到第 2 个峰值 0.72 t/hm^2 , 之后凋落物量出现了急剧下降趋势, 直至 7 月份凋落物量都很少。8 月份凋落物量达第 3 个峰值 0.43 t/hm^2 。

总观 4 种亚热带森林类型, 其季节变化幅度(1 年中最大凋落物量与最小凋落物量之差除以月均凋落物量)存在明显差异, 其中枫香林、马尾松林和混交林的凋落物量主要集中在 10 月份至翌年 1 月份, 而 2 月份至 7 月份凋落物的量偏小, 8 月份凋落物量普遍回升。樟树林全年凋落物量处于波动状态且量较少。

通过对 4 种森林类型凋落量的单因素方差分析, 得出樟树-马尾松混交林与枫香之间也存在显著差异 ($P < 0.05$), 与樟树林之间存在极显著差异 ($P < 0.01$), 与马尾松林之间也存在极显著差异 ($P < 0.01$)。

2.3 不同组分凋落量的月动态

凋落叶一般在凋落物中占大多数。从图 2 中可以看出, 枫香林凋落叶的峰值出现在 10 月份, 达到了 1174 kg/hm^2 , 全年呈单峰型增长模式, 10—12 月凋落叶量高于全年平均值。樟树林凋落叶也是单峰型, 峰值

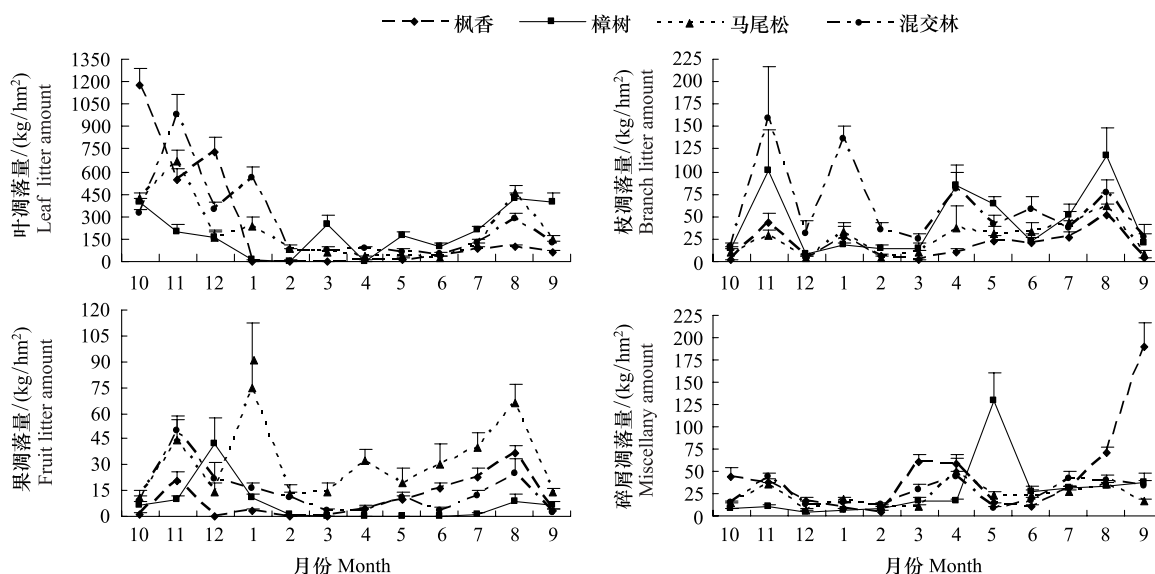


图 2 不同森林类型各组分凋落量的月变化

Fig.2 Monthly dynamics of litterfall components in different forests

出现在8月份,为418 kg/hm²。而马尾松林凋落叶呈双峰型增长模式,第1个峰值在11月份663 kg/hm²,第3个峰值出现在8月份455 kg/hm²。樟树-马尾松混交林,全年呈单峰型增长模式,11—1月凋落叶最多,11月达到峰值978 kg/hm²。

凋落枝的月变化中,枫香林出现了两个峰值,是11月份43 kg/hm²和8月份51 kg/hm²。樟树林有3个峰值,分别是11月、4月和8月。而马尾松林4—8月的凋落枝量最大,最高峰在8月份。混交林的最高峰在11月159 kg/hm²。

凋落果的月变化中,枫香林的凋落果量较少,成双峰型,在11月及翌年的8月出现两个峰值,分别是21 kg/hm²和36 kg/hm²。樟树林的落果量最少,为单峰型,12月为其最大值(42 kg/hm²),翌年3—6月份樟树林没有落果。而马尾松林的落果量最大,为不规则型,最大值在翌年1月份(75 kg/hm²)。樟树-马尾松混交林落果的月变化为双峰型,最大值在11月份(50 kg/hm²),且全年的落果中以马尾松的落果为主,占绝大多数。

而其它组分中,枫香林的月变化呈双峰型,翌年9月份出现最大值(190 kg/hm²)。樟树林全年只有1个峰值,出现在翌年5月(129 kg/hm²),其余月份的凋落量较少。马尾松林和樟树-马尾松混交林的月变化都呈现不规则型,其最大值分别在4月(51 kg/hm²)和11月(43 kg/hm²)。

3 讨论

森林凋落量定义为单位时间单位面积林地凋落物总质量。4种亚热带森林的一个基本特点是类型不同,林龄相同森林的凋落物量差异不大,只是樟树-马尾松混交林要明显高于其它类型。4种森林的年凋落量为3.26—4.30 t/hm²。与其它地带的年凋落量相比,远远小于海南山地雨林的年凋落量(8.7 t/hm²)及马来西亚巴索热带林的(8.85 t/hm²)^[11],而大于温带及寒温带的针叶林或落叶阔叶林(2.34—3.13 t/hm²)^[12]。但是,与温带及寒温带的针阔混交林(4.15 t/hm²)^[12]、高原温带的云山林(3.84 t/hm²)^[13]以及长白山温带山地森林(3.84 t/hm²)^[14]的年凋落量相接近。而与亚热带的不同地域相比,小于浙江中亚热带常绿阔叶林(5.55 t/hm²)^[15],大于广东南亚热带针叶林(2.70 t/hm²)^[16]。

森林植物器官凋落的时间和数量,主要依赖于林分组成树种的生物学特性和气候条件,针叶林与阔叶林叶、落叶林与常绿森林的凋落量存在很大的差异。其季节动态模式可以是单峰型、双峰型或不规则类型。王凤友^[1]认为多数森林,特别是常绿森林,其月凋落量的季节动态模式是双峰型,而一些阔叶落叶林,其动态模式则是单峰型。4种亚热带森林类型凋落物的月动态表现有双峰的,也有不规则类型。其中枫香林的峰值在10月份,主要是由于枫香林的生物学特性影响,10月是枫香林的落叶期。4种林分均在8月份出现了峰值,则可能是由于外界温度的影响,8月植物处于生长旺盛期,新陈代谢的速率较快。

凋落物主要由枝、叶和花果碎屑等杂物组成,由于各器官形成及发育特性的不同,导致了不同时期其各组分凋落量的差异。一般情况下,凋落物各组分中,凋落叶和凋落枝所占比例最大。叶的凋落量在这四种森林类型中所占的比例为71%—76%,有高于其它地带的森林类型凋落叶所占比例。而凋落枝的百分比是枫香林和马尾松林的比例最低6%—9%,明显低于其它两个林型的比例16%—17%。但在本研究中,出现了落枝量所占比例还不及碎屑所占比例的情况。可能是森林中的木质凋落物如树枝凋落的随机性比较大,枝的凋落通常与物候没有直接的联系,每月收集到的凋落枝很可能是以前枯死于树上的死枝^[17]。枝的凋落受气候因素的影响很大,大风、大雨都很有可能把以前一段时间枯死的枝一起刮落到地面,这种随机性可以造成凋落枝在不同时间变化极大。

References:

- [1] Wang F Y. Review on the study of forest litter productions. *Advances in Ecology*, 1989, 6(2): 82-89.
- [2] Maguire D A. Branch mortality and potential litterfall from Douglas-fir trees in stands of varying density. *Forest Ecology and Management*, 1994, 70 (1/3): 41-53.
- [3] Witkamp M. Microbial populations of leaf litter in relation to environmental conditions and decomposition. *Ecology*, 1963, 44(2): 370-377.
- [4] Liu C J, Ilvesniemi H, Berg B, Kutsch W, Yang Y S, Ma X Q, Westman C J. Aboveground litterfall in Eurasian forests. *Journal of Forestry*

Research, 2003, 14(1): 27-34.

- [5] Li W H, Li F. Research of Forest Resources in China. Beijing: China Forestry Publishing House, 1996.
- [6] Han X Y, Zhao F X, Li W Y. A review of researches on forest litterfall. Forestry Science and Technology Information, 2007, 39(3): 12-13.
- [7] Wu C Z, Hong W, Jiang Z L, Zheng F H. Advances in research of forest litter-fall in China. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2000, 22(3): 405-410.
- [8] Janzen H H. Carbon cycling in earth systems-a soil science perspective. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2004, 104(3): 399-417.
- [9] Quideau S A, Chadwick O A, Benesi A, Graham R C, Anderson M A. A direct link between forest vegetation type and soil organic matter composition. Geoderma, 2001, 104(1/2): 41-60.
- [10] Yang Y S. Research on Sustainable Management of Chinese Fir Plantation. Beijing: Chinese Forestry Publishing Company, 1998: 56-59.
- [11] Yu M J, Chen Q C, Li M H, Chang J, Pan X D, Chen Z H, Shao J B. Litterfall in the evergreen broadleaved forests dominated by *Cyclobalanopsis Glauca* in Zhejiang, se China. Acta Phytocologica Sinica, 1996, 20(2): 144-150.
- [12] Zhang X P, Wang X P, Zhu B, Zong Z J, Peng C H, Fang J Y. Litter fall production in relation to environmental factors in northeast China's forests. Journal of Plant Ecology, 2008, 32(5): 1031-1040.
- [13] Wang J L, Tao L, Lu Z W. Study on the characteristic of litterfall of *picea likiangensis* var. *linzhiensis* forest in Tibet. Acta Phytocologica Sinica, 1998, 22(6): 566-570.
- [14] Cheng B R, Ding G F, Xu G S, Zhang Y H. The nutrient cycling in the Korean pinebroadleaved forest of the Changbai mountains. Acta Pedologica Sinica, 1987, 24(2): 160-169.
- [15] Tu M Z, Yao W H, Weng H, Li Z A. Characteristics of litter in evergreen broadleaved forest of the Dinghu mountain. Acta Pedologica Sinica, 1993, 30(1): 34-42.
- [16] Weng H, Li Z A, Tu M Z, Yao W H. The production and nutrient contents of litter in forests of Dinghushan mountain. Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica, 1993, 17(4): 299-304.
- [17] Gosz J R, Likens G E, Bormann F H. Nutrient content of litter fall on the Hubbard Brook experimental forest, New Hampshire. Ecology, 1972, 53(5): 769-784.

参考文献:

- [1] 王凤友. 森林凋落量研究综述. 生态学进展, 1989, 6(2): 82-89.
- [5] 李文华, 李飞. 中国森林资源研究. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [6] 韩学勇, 赵凤霞, 李文友. 森林凋落物研究综述. 林业科技情报, 2007, 39(3): 12-13.
- [7] 吴承祯, 洪伟, 姜志林, 郑发辉. 我国森林凋落物研究进展. 江西农业大学学报, 2000, 22(3): 405-410.
- [10] 杨玉盛. 杉木林可持续经营的研究. 北京: 中国林业出版社, 1998: 56-59.
- [11] 于明坚, 陈启瑞, 李铭红, 常杰, 潘晓东, 陈增鸿, 邵剑波. 浙江建德青冈常绿阔叶林凋落量研究. 植物生态学报, 1996, 20(2): 144-150.
- [12] 张新平, 王襄平, 朱彪, 宗占江, 彭长辉, 方精云. 我国东北主要森林类型的凋落物产量及其影响因素. 植物生态学报, 2008, 32(5): 1031-1040.
- [13] 王建林, 陶澜, 吕振武. 西藏林芝云杉林凋落物的特征研究. 植物生态学报, 1998, 22(6): 566-570.
- [14] 程伯容, 丁桂芳, 许广山, 张玉华. 长白山红松阔叶林的生物养分循环. 土壤学报, 1987, 24(2): 160-169.
- [15] 屠梦照, 姚文华, 翁轰, 李志安. 鼎湖山亚热带常绿阔叶林凋落物的特征. 土壤学报, 1993, 30(1): 34-42.
- [16] 翁轰, 李志安, 屠梦照, 姚文华. 鼎湖山森林凋落物量及营养元素含量研究. 植物生态学报, 1993, 17(4): 299-304.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33, No.23 Dec., 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Ozone uptake at the canopy level in *Robinia pseudoacacia* in Beijing based on sap flow measurements WANG Hua, OUYANG Zhiyun, REN Yufen, et al (7323)
- Genetic impact of swimming crab *Portunus trituberculatus* farming on wild genetic resources in Haizhou Bay DONG Zhiguo, LI Xiaoying, ZHANG Qingqi, et al (7332)
- The effect of soil salinity to improve the drought tolerance of arrowleaf saltbush TAN Yongqin, BAI Xinfu, HOU Yuping, et al (7340)
- Effects of *Liriomyza huidobrensis* infestation on the activities of four defensive enzymes in the leaves of cucumber plants SUN Xinghua, ZHOU Xiaorong, PANG Baoping, et al (7348)

Autecology & Fundamentals

- Early effects of simulated nitrogen deposition on annual nutrient input from litterfall in a *Pleioblastus amarus* plantation in Rainy Area of West China XIAO Yinlong, TU Lihua, HU Tingxing, et al (7355)
- Relationship between nutrient characteristics and yields of tumorous stem mustard at different growth stage ZHAO Huan, LI Huihe, LÜ Huifeng, et al (7364)
- Decomposition rate and silicon dynamic of mulching residue under *Phyllostachys praecox* stands HUANG Zhangting, ZHANG Yan, SONG Zhaoliang, et al (7373)
- Effects of waterlogging on the growth and physiological properties of juvenile oilseed rape ZHANG Shujie, LIAO Xing, HU Xiaojia, et al (7382)
- The crude protein content of main food plants of François' langur (*Trachypithecus francoisi*) in Fusui, Guangxi, China LI Youbang, DING Ping, HUANG Chengming, et al (7390)
- Effects of nitrogen on photosynthetic characteristics and enzyme activity of nitrogen metabolism in maize under-mulch-drip irrigation GU Yan, HU Wenhe, XU Baijun, et al (7399)
- Ecotoxicological effects of exposure to PFOS on embryo and larva of zebrafish *Danio rerio* XIA Jigang, NIU Cuijuan, SUN Luyin (7408)
- Allelopathic effects of extracts from *Ulva prolifera* powders on the growth of *Prorocentrum donghaiense* and *Skeletonema costatum* HAN Xiurong, GAO Song, HOU Junni, et al (7417)
- Predation evaluation of *Diaphorina citri*'s (Homoptera: Pemphigidae) natural enemies using the CO I marker gene MENG Xiang, OUYANG Gecheng, XIA Yulu, et al (7430)
- Effect of volatiles from healthy or worm bored Korean pine on host selective behavior of *Dioryctria sylvestrella* and its parasitoid *Macrocentrus* sp. WANG Qi, YAN Shanchun, YAN Junxin, et al (7437)

Population, Community and Ecosystem

- Relationship between rhizosphere microbial community functional diversity and faba bean fusarium wilt occurrence in wheat and faba bean intercropping system DONG Yan, DONG Kun, TANG Li, et al (7445)
- Characteristics of soil fertility in different ecosystems in depressions between karst hills YU Yang, DU Hu, SONG Tongqing, et al (7455)
- Evaluation on carbon sequestration effects of artificial alfalfa pastures in the Loess Plateau area LI Wenjing, WANG Zhen, HAN Qingfang, et al (7467)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Effects of deep vertically rotary tillage on soil water and water use efficiency in northern China's Huang-huai-hai Region LI Yibing, PANG Huancheng, YANG Xue, et al (7478)

- Effects of landscape patterns on runoff and sediment export from typical agroforestry watersheds in the Three Gorges Reservoir area, China HUANG Zhilin, TIAN Yaowu, XIAO Wenfa, et al (7487)
- Land cover classification of Yancheng Coastal Natural Wetlands based on BP neural network and ETM+ remote sensing data XIAO Jincheng, OU Weixin, FU Haiyue (7496)
- Early responses of soil CH₄ uptake to increased atmospheric nitrogen deposition in a cold-temperate coniferous forest GAO Wenlong, CHENG Shulan, FANG Huajun, et al (7505)
- Temporal-spatial characteristics of soil respiration in Chinese boreal forest ecosystem JIA Bingrui, ZHOU Guangsheng, JIANG Yanling, et al (7516)
- Seasonal and interannual variability in soil respiration in wheat field of the Loess Plateau, China ZHOU Xiaoping, WANG Xiaoke, ZHANG Hongxing, et al (7525)
- Dynamics of atmospheric ammonia concentrations near different emission sources LIU Jieyun, KUANG Fuhong, TANG Aohan, et al (7537)
- Influence of residues and earthworms application on N₂O emissions of winter wheat ... LUO Tianxiang, HU Feng, LI Huixin (7545)
- Resource and Industrial Ecology**
- Ecological monitoring of the fish resources catching and stocking in Lake Tianmu basing on the hydroacoustic method SUN Mingbo, GU Xiaohong, ZENG Qingfei, et al (7553)
- Application of support vector machine to evaluate the eutrophication status of Taihu Lake ZHANG Chengcheng, SHEN Aichun, ZHANG Xiaoqing, et al (7563)
- Research Notes**
- Amount and dynamic characteristics of litterfall in four forest types in subtropical China XU Wangming, YAN Wende, LI Jiebing, et al (7570)
- Allelopathic effects of artemisinin on seed germination and seedling growth of vegetables BAI Zhen, HUANG Yue, HUANG Jianguo (7576)
- Nitric oxide participates symbiosis between am fungi and tobacco plants WANG Wei, ZHAO Fanggui, HOU Lixia, et al (7583)
- Mapping wildlife habitat suitability using kernel density estimation ZHANG Guiming, ZHU A'xing, YANG Shengtian, et al (7590)
- Effects of nitrogen fertilizer methods on the content of *Bacillus thuringiensis* insecticidal protein and yield of transgenic cotton MA Zongbin, LIU Guizhen, YAN Gentu, et al (7601)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 王德利

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 23 期 (2013 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 23 (December, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@ cspg. net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@ cspg. net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元