

文章编号: 1001-1498(2008)03-0346-07

南亚热带 6种人工林凋落物的初步研究

卢立华¹, 贾宏炎¹, 何日明¹, 李吉良¹, 覃书源²

(1. 中国林业科学研究院热带林业实验中心, 广西 凭祥 532600; 2. 广西乐业县林业局, 广西 乐业 533200)

摘要: 2006年 5月至 2007年 4月在广西凭祥市中国林科院热带林业实验中心伏波实验场, 采用塑料网框收集法对米老排、西南桦、红椎、火力楠、马尾松、杉木 6种人工林分凋落物的凋落量及凋落节律进行了研究, 结果表明: 不同树种林分凋落物的动态变化规律不同, 凋落量也各异。在 6种林分中, 叶、杂物的凋落量以米老排最高, 分别达 4 748. 23、1 881. 07 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 西南桦最低, 分别为 2 641. 32、153. 88 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$; 枝凋落量以马尾松最高, 达 902. 94 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 杉木最低, 仅 149. 93 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。林分的年总凋落量也以米老排最高, 达 7 095. 76 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 西南桦最低, 仅 3 309. 05 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 米老排林分的年总凋落量是西南桦的 2. 14倍, 而红椎、杉木、马尾松、火力楠 4种林分的年总凋落量比较相近, 为 5 555. 61 ~ 5 864. 87 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 相差不足 6%。6种林分年总凋落量的差异极显著, 多重比较显示, 米老排与另外 5个树种比较都达到了极显著差异, 红椎和杉木与西南桦、火力楠、马尾松比较达极显著差异; 火力楠、马尾松与西南桦比较达极显著差异。

关键词: 南亚热带; 人工林; 凋落物量; 凋落节律

中图分类号: S718. 55

文献标识码: A

A Preliminary Study on Litter Falls of Six Kinds of Plantations in the Tropical South Asia

LU Li-hua¹, JIA Hong-yan¹, HE Ri-ming¹, LI Ji-liang¹, QIN Shu-yuan²

(1. Experimental Center of Tropical Forestry, CAF, Pingxiang 532600, Guangxi, China;

2. Forestry Bureau of Leye County, Guangxi, Leye 533200, Guangxi, China)

Abstract: The amount and rhythm of litter falls in *Mytilaria laosensis*, *Betula alnoides*, *Castanopsis hystrix*, *Michelia macclurei*, *Pinus massoniana*, and *Cunninghamia lanceolata* plantations located at Experimental Center of Tropical Forestry, CAF, were studied. The results showed that there existed different dynamic change and litter fall amount for different tree plantation. Among 6 stands, *Mytilaria laosensis* had the most leaf and miscellaneous litter falls, which were 4 748. 23 and 1 881. 07 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, and *Betula alnoides* had the lowest, which were 2 641. 32 and 153. 88 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$. *Pinus massoniana* had the most leaf litter fall, which was 902. 94 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, while *Cunninghamia lanceolata* the lowest, which were 149. 93 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$. For annual total litter fall amount, *Mytilaria laosensis* was the highest (7 095. 76 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) and *Betula alnoides* the lowest (3 309. 05 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$). The annual total litter fall amounts of *Castanopsis hystrix*, *Michelia macclurei*, *Pinus massoniana*, and *Cunninghamia lanceolata* were similar, ranged between 5 555. 61 - 5 864. 87 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$. The ANOVA results of the annual total litter fall amount showed that there existed extremely significant differences among tree species. By multiple comparisons, it was showed that there existed extremely significant difference in annual total litter fall

收稿日期: 2007-08-01

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目“林业生态工程构建技术研究与示范(2001BA510B06)”及中国森林生态网络体系建设凭祥试验点的研究(2002BA516A17-04)

作者简介: 卢立华(1963—),男,广西玉林人,高级工程师,主要从事森林培育、森林生态等研究。

amount between *Mytilaria laosensis* and the other 5 species, between *Castanopsis hystrix*, *Cunninghamia lanceolata* and *Betula alnoides* and *Michelia macclurei* and *Pinus massoniana*, and between *Michelia macclurei*, *Pinus massoniana* and *Betula alnoides*

Key words: tropical South Asia; plantation; litter fall amount; litter falling rhythm

树种单一和针叶化严重是我国人工林经营较突出的问题,尤其在南方,马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.)、杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 占人工林面积 80% 以上,导致人工林生物多样性锐减,病虫害频发,地力衰退,水土流失严重,生产力下降^[1-2];而许多乡土阔叶树种不仅材质优,效益高,生长快^[3-4],且林分凋落物量大,凋落物内含营养元素高,分解和腐殖化进程比针叶树快^[5],并在涵养水源、保持水土、防风固沙、维护生物多样性等方面比针叶林具有更重要作用;但我国对乡土阔叶树种的研究较晚,到 20 世纪 70 年代末才陆续开展一些小规模育苗、造林、混交等试验^[6-15],对其凋落物的动态变化研究也仅偶见报道^[9],而森林凋落物是森林生态系统功能过程的重要组成部分,它维持土壤养分库、影响初级生产力、调节生态系统能量流动与养分循环^[16],其转化形成的土壤腐殖质可大幅提高土壤阳离子交换量^[17],使碳从生物库向土壤库转移,土壤成了最大的碳库,是大气碳库的 2 倍多,植被碳库的 4 倍^[18]。此外,凋落物在维持土壤碳库平衡方面起关键作用^[19],故世界各国都在研究森林凋落物的特征^[20],我国也较为重视,但在人工

林中主要以针叶树种居多^[21-25]。本文所研究的 6 种人工林中,既有针叶林也有阔叶林,通过对其凋落物的研究,了解其动态变化规律,为人工林的林地养管理、树种布局 and 合理配置混交林提供依据。

1 试验地概况

试验地设在广西壮族自治区凭祥市中国林业科学研究院热带林业实验中心伏波实验场,位于 21° 57' 47" ~ 22° 19' 27" N, 106° 39' 50" ~ 106° 59' 30" E, 属南亚热带季风型半湿润—湿润气候,太阳总辐射 439.614 kJ·cm⁻²·a⁻¹,年日照时数 1 218 ~ 1 620 h,年平均气温 20.5 ~ 21.7 °C, 10 活 动 积 温 6 000 ~ 7 600 °C, 年 均 降 水 量 1 200 ~ 1 500 mm。干湿季节明显,4—9 月为雨季,10 月至翌年 3 月为旱季,雨热同季的气候特点对植物生长十分有利。土壤为花岗岩发育的山地红壤。因气候对凋落量有较大影响,故从当地气象局获取了试验期间(2006 年 5 月至 2007 年 4 月)的相关气象资料(表 1)。该气象局的气象观测站距试验区不足 20 km,基本能反映试验区的气候情况。

表 1 2006 年和 2007 年试验期间各月份气候因子情况

项目	2006 年								2007 年			
	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
降水量 /mm	203.2	121.6	290.5	304.3	23.0	2.6	33.3	1.4	7.4	32.9	92.2	90.5
均温 / °C	25.7	27.8	27.9	26.7	25.7	25.8	21.2	14.9	13.2	20.6	19.2	21.8
风速 / (m·s ⁻¹)	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	1.0	0.9	1.1

2 材料与方法

各林分的初植密度都为 2 m × 2 m。由于林龄不同,林分保留密度差异大,这对林分凋落量会产生一定影响,但凋落量与林分生长更紧密相关^[22],本研究都选择生长良好的林分设置样地,故不同林分之间的凋落量仍具可比性。参试树种及其林分情况见表 2。

在试验地的东南坡下坡部、海拔 550 ~ 600 m 处,选择生长良好,郁闭度 0.85 ~ 0.90 的林分设置样地,每种林分设置 3 个样地,样地面积 20 m × 30 m;

表 2 试验树种及林分的基本情况

树种	林龄 / 平均树高 /		平均胸径 /	保留密度 /
	a	m	cm	(株·hm ⁻²)
杉木	18	13.68	14.16	1 200
马尾松	18	17.38	15.60	900
米老排	24	17.17	16.08	450
红椎	24	19.71	23.61	450
火力楠	24	19.17	24.08	450
西南桦	9	11.17	12.08	1 200

注:米老排 (*Mytilaria laosensis* Lec.), 红椎 (*Castanopsis hystrix* A. DC.), 火力楠 (*Michelia macclurei* Dandy), 西南桦 (*Betula alnoides* Buch - Ham. ex D. Don.)

在每个样地中随机布设 5 个 1 m × 1 m、深度 15 cm 的塑料纱网收集框,用木桩将收集框固定于离地面约 30 cm 处,3 次重复。按月定期收集林分的凋落物,并按叶、枝、杂分类后分别称质量,枝、杂各取 100 g,叶取 50 g 测定含水量,计算干物质质量。试验于 2006 年 5 月开始,2007 年 4 月结束。

3 结果与分析

不同林分叶、枝、杂各月的凋落量及叶、枝、杂年凋落量占林分年总凋落量的比例见表 3,不同林分叶、枝、杂凋落量及总凋落量的月动态变化见图 1~4。

3.1 不同林分叶凋落量的月动态变化

从图 1 可见:米老排、红椎、杉木的叶凋落量都为双峰型,西南桦的为单峰型,而火力楠和马尾松为不规则型,这与森林月凋落量具有明显的季节变化规律,其季节动态模式可以是单峰型、双峰型或不规则类型^[26]的结论一致。米老排双峰出现在 4、9 月,红椎双峰出现在 3、9 月,杉木双峰出现在 2、11 月,

西南桦单峰出现在 7 月。从表 3 可知:米老排 9 月的叶凋落量最多,达 $639.71 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,3 月最低,仅 $179.31 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,最高月比最低月高 2.57 倍;红椎 3 月的叶凋落量最高 $583.80 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,1 月最低 $43.72 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,相差 12.35 倍;火力楠 4 月的叶凋落量最高 $586.76 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,7 月最低 $169.16 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,相差 2.47 倍;西南桦 7 月的叶凋落量最高 $537.67 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,1 月最低 $41.32 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,相差 12.01 倍;马尾松 11 月的叶凋落量最高 $681.51 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,4 月最低 $143.35 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,相差 3.75 倍;杉木 2 月的叶凋落量最高 $1380 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,9 月最低 $25.94 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,相差 52.20 倍。导致叶凋落量差异悬殊的原因:一方面是树种特点的差异,另一方面与森林凋落物时序性除受树种生物钟的控制外,也受约于气候^[22],不同树种对气候的敏感程度不同,旱季和雨季对林分月凋落量节律变化有明显影响,少雨干旱可加速树叶的枯黄^[27],而大风大雨会导致叶、枝、杂的非正常凋落。

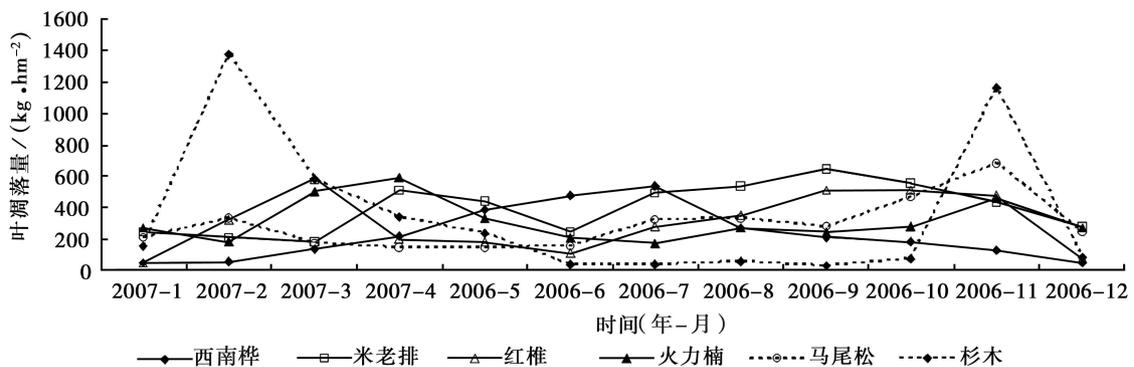


图 1 2006 年和 2007 年不同林分叶凋落量的月动态变化

3.2 不同林分枝凋落量的月动态变化

从图 2、表 3 可见,枝的凋落较集中,米老排、红椎、西南桦、杉木、马尾松枝的凋落最高峰都在 7 月,分别达 344.8 、 238.33 、 209.73 、 71.80 、 $281.73 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,分别占枝年凋落量的 73.92%、29.83%、40.82%、47.89%、31.20%,次高峰分别在 4、4、6、5、4 月;而火力楠枝的凋落最高峰在 5 月,达 $85.67 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,占枝年凋落量的 26.95%,次高峰在 7 月。这 6 个树种,在 2 个枝凋落高峰月的枝凋落量都占了枝年总凋落量的 50% 以上,其它月都较低,尤其是米老排在 1、2、9、11、12 月,杉木在 2、9~12 月都为零。这除与树种特点有关外,也与气候有关。因枝的凋落需较大外力,7 月高温多雨,树木生长及物

质与能量代谢旺盛,加之风雨的影响,使大量枯枝凋落,经 1 次大凋落后,树上枯枝量已很少,而枝从枯黄到凋落一般需经历数月以上,导致枝在经历一个凋落高峰月后,在随后一段较长的时间内,枝的凋落量都维持在较低水平,故枝凋落量曲线峰特别明显。

3.3 不同林分杂物凋落量的月动态变化

从图 3 可见:除西南桦的曲线变幅较小外,其它树种都有多个明显的曲线峰,这是因为杂物主要由花、果、种及果壳组成,因此,落花、落果、落种、落壳都会导致杂物量的增加;而西南桦的花、果、种都很小,且易随风四散,故其杂物量受花、果、种的影响不大,其杂物年凋落量最少,仅 $153.88 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,凋落最多的月份为 6 月也仅有 $24.53 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。米老排

的杂物量则最多, 达 $1\ 881.07\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 是西南桦的 12 倍多, 其凋落最多的 7 月就达 $397.53\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 超过了西南桦杂物总年凋落量的 1 倍多; 红椎、火力楠的杂物凋落量都以 12 月最高, 它们的杂物凋落量分别达 391.67 、 $319.67\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$; 马尾松、杉木都以 3 月最高, 分别为 224.13 、 $303.4\ \text{kg} \cdot$

hm^{-2} 。从图 3 还可看到: 不同树种及同一树种在不同月份的杂物凋落量都差异较大, 这主要受林分的花、果、种、果壳数量及凋落特点的影响, 花果量大的树种杂物量大, 种子成熟及果壳凋落的月份杂物量会较多, 期间如遇大风、大雨会更多, 而无花、无果、无种、无果壳月杂物量会明显减少。

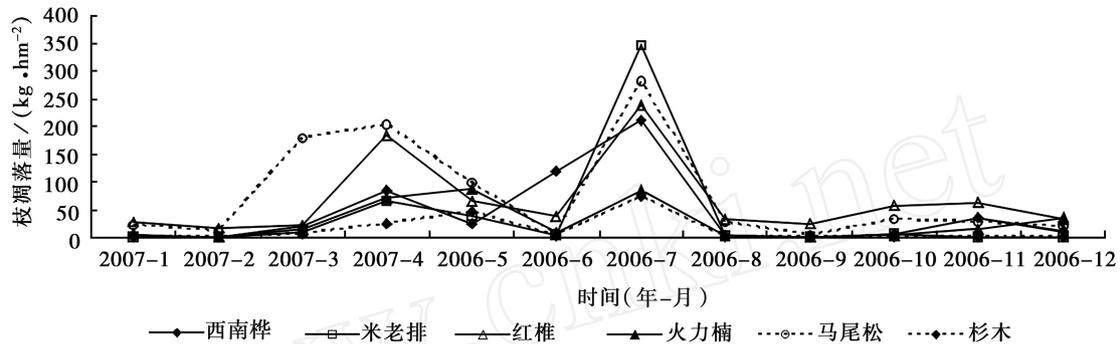


图 2 2006 年和 2007 年不同林分枝凋落量的月动态变化

3.4 不同林分总凋落量的月动态变化

森林凋落物以叶为主, 叶凋落量占林分年凋落量的 60% 以上, 有些树种甚至达 93.7%^[9,23,28]。从表 3 可见: 本研究的 6 种林分, 它们叶的年凋落量占林分年总凋落量的 60% 以上, 杂物占 30% 以下, 枝占 20% 以下。从图 4 可见: 不同林分凋落总量的月变化趋势与叶凋落量的月变化趋势较为相似, 尤其是西南桦、杉木的叶年凋落量占林分年总凋落量的 70% 以上, 故更为相似, 峰值出现的月份相同, 整体变化趋势也基本一致; 米老排、红椎、火力楠、马尾松的枝和杂物量较多, 但它们的整体变化趋势亦与其叶的基本一致, 只是 2 个较明显峰值出现的月份会有所不同。在叶凋落量曲线中, 米老排的 2 个峰值分别在 4、9 月, 红椎分别在 3、9 月, 火力楠分别在 4、11 月, 马尾松分别在 2、9 月; 而在林分总凋落量曲线中 2 个峰值, 米老排在 4、7 月, 红椎在 3、11 月, 火力楠在 4、12 月, 马尾松在 3、11 月。可见, 林分月总凋落量曲线因受枝、杂物在某一月份大量凋落的影响, 其动态变化曲线与叶凋落量的动态变化曲线相比较, 会发生峰值提前或延后的变化。

3.5 不同林分叶、枝、杂年凋落量及林分的年总凋落量

从表 3 可见: 叶、杂年凋落量及年总凋落量都

以米老排最高, 分别达 $4\ 748.23$ 、 $1\ 881.07$ 、 $7\ 095.76\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 西南桦最低, 分别为 $2\ 641.32$ 、 153.88 、 $3\ 309.05\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 分别是米老排的 55.63%、8.18%、46.63%; 其它林分的叶年凋落量为杉木 > 火力楠 > 红椎 > 马尾松, 杂年凋落量为火力楠 > 红椎 > 杉木 > 马尾松, 年总凋落量为红椎 > 杉木 > 马尾松 > 火力楠, 枝的年凋落量为马尾松 > 红椎 > 西南桦 > 米老排 > 火力楠, 其中, 马尾松最高, 达 $902.94\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 杉木最低, 仅 $149.93\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 不足马尾松的 1/4。不同林分叶、枝、杂年凋落量占林分年总凋落量的比例, 叶以西南桦最高, 占 79.82%; 红椎最低, 占 61.40%; 其它顺次为: 杉木、火力楠、米老排、马尾松。枝以马尾松最高, 占 16.18%; 杉木最低, 仅占 2.60%; 其它顺次为: 西南桦、红椎、米老排、火力楠。杂物以火力楠最高, 达 26.67%; 西南桦最低, 仅 4.65%; 其它顺次为: 米老排、杉木、红椎、马尾松。

可见, 由于树种不同及树种特点的差异, 各树种的叶、枝、杂年凋落量不同, 其在凋落物中所占的比例也有较大的差异。对表 3 中 6 种林分的年凋落总量进行方差分析, 结果见表 4。

表 3 2006 年和 2007 年不同林分叶、枝、杂的月凋落量及其在总凋落量中所占比例

树种	2006 年												累计	叶、枝、杂占总凋落量的比例/%	
	2007 年														
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月			
西南桦	叶	41.32	50.57	129.91	212.38	383.73	474.87	537.67	264.00	202.67	176.13	125.27	42.80	2 641.32	79.82
	枝	3.60	0.00	18.00	82.55	25.17	118.20	209.73	2.20	1.33	6.67	35.73	10.67	513.85	15.53
	杂	1.93	2.47	16.67	0.00	23.83	24.53	21.33	15.73	8.60	16.93	11.93	9.93	153.88	4.65
	合计	46.85	53.04	164.58	294.93	432.73	617.60	768.73	281.93	212.60	199.73	172.93	63.40	3 309.05	100.00
米老排	叶	241.50	207.03	179.31	512.53	435.69	241.48	489.32	535.29	639.71	557.50	429.54	279.33	4 748.23	66.92
	枝	0.00	0.00	7.93	64.00	38.87	3.33	344.80	2.00	0.00	5.53	0.00	0.00	466.46	6.57
	杂	96.00	76.67	103.80	295.67	31.07	49.67	397.53	44.60	30.33	130.20	324.93	300.60	1 881.07	26.51
	合计	337.50	283.70	291.04	872.20	505.63	294.48	1 231.65	581.89	670.04	693.23	754.47	579.93	7 095.76	100.00
红椎	叶	43.72	320.53	583.80	192.76	176.30	106.67	274.86	344.56	510.65	508.10	470.87	68.29	3 601.11	61.40
	枝	25.80	14.93	22.73	183.33	65.90	38.87	238.33	32.87	24.33	56.40	63.10	32.33	798.92	13.62
	杂	207.47	71.60	83.33	41.07	37.80	28.53	35.27	61.60	65.07	94.53	346.90	391.67	1 464.84	24.98
	合计	276.99	407.06	689.86	417.16	280.00	174.07	548.46	439.03	600.05	659.03	880.87	492.29	5 864.87	100.00
火力楠	叶	270.79	183.17	504.05	586.76	332.13	203.90	169.16	265.69	238.11	274.66	454.93	272.45	3 755.80	67.61
	枝	4.40	0.00	14.33	69.60	85.67	7.93	83.27	3.33	0.47	1.47	13.47	34.00	317.94	5.72
	杂	311.67	70.87	164.13	172.6	35.00	70.47	65.20	37.73	32.73	48.53	153.27	319.67	1 481.87	26.67
	合计	586.86	254.04	682.51	828.96	452.80	282.30	317.63	306.75	271.31	324.66	621.67	626.12	5 556.61	100.00
马尾松	叶	209.43	329.76	165.56	143.35	144.33	154.10	318.26	333.96	277.95	467.09	681.51	244.96	3 470.26	62.19
	枝	20.60	10.47	178.07	203.20	96.67	4.67	281.73	26.13	2.00	33.67	27.80	17.93	902.94	16.18
	杂	51.07	125.00	224.13	184.47	118.47	92.93	121.47	26.00	33.20	58.20	112.53	59.40	1 206.87	21.63
	合计	281.10	465.23	567.76	531.02	359.47	251.70	721.46	386.09	313.15	558.96	821.84	322.29	5 580.07	100.00
杉木	叶	155.87	1 380.00	583.69	343.36	233.91	31.89	33.72	55.77	25.94	71.31	1 165.31	79.65	4 160.42	72.13
	枝	1.33	0.00	5.13	24.33	45.87	1.47	71.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	149.93	2.60
	杂	52.40	285.93	303.40	175.67	189.87	45.60	57.33	40.73	24.60	31.20	204.67	46.07	1 457.47	25.27
	合计	209.60	1 665.93	892.22	543.36	469.65	78.96	162.85	96.50	50.54	102.51	1 369.98	125.72	5 767.82	100.00

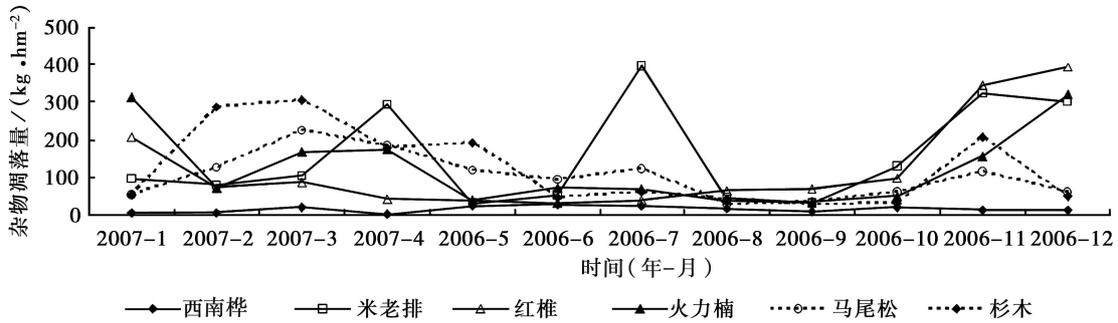


图 3 2006 年和 2007 年不同林分杂物凋落量的月动态变化

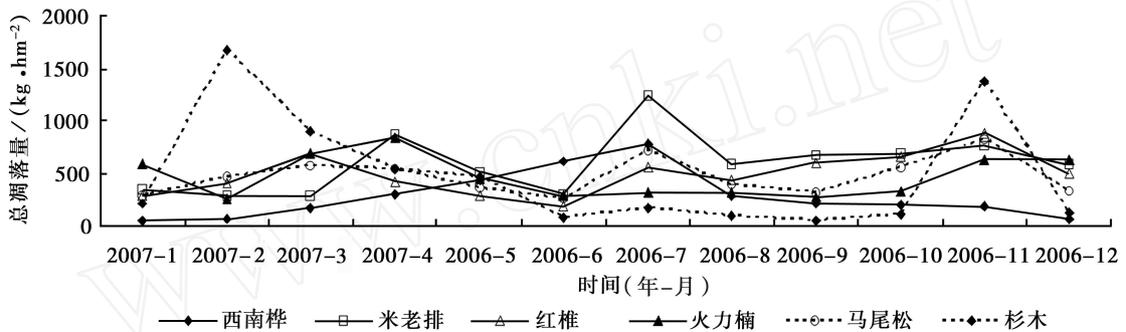


图 4 2006 年和 2007 年不同林分总凋落量的月动态变化

表 4 6 种人工林分年总凋落量方差分析

误差来源	自由度	平方和	均方差	F 值	$F_{(5,10)}$
区组	2	9.362×10^3	4.681×10^3	1.00	$F_{(0.05)} = 3.33$
树种间	5	2.267×10^7	4.535×10^6	965.28**	$F_{(0.01)} = 5.64$
误差	10	4.697×10^4	4.697×10^3		
合计	17	2.272×10^7			

从表 4 可见: 树种间的年总凋落量达极显著差异, 多重比较显示, 米老排与其它树种比较都达到了极显著的差异; 红椎、杉木与西南桦、火力楠、马尾松比较亦达极显著差异; 火力楠、马尾松与西南桦比较同样达极显著差异。在 6 种林分中, 米老排的年总凋落量最大, 主要与其枝繁叶茂、生长快、结果多、果壳量大等有关, 而西南桦年总凋落量少, 除其树龄较小外, 最主要是枝、叶稀疏, 花、果、种都小, 尤其是它的花与种都会因风吹而四散所致。

4 小结与讨论

(1) 本研究的 6 种林分, 因树种特点的差异及对气候变化的敏感程度不同, 导致它们的叶、枝、杂凋落量随月份动态变化的不同; 年凋落总量差异明显, 叶、枝、杂的年凋落量占林分年总凋落量的比例也有较大差异。

(2) 6 种林分的叶、枝、杂都有相对的凋落高峰期, 尤其是枝的凋落最为集中, 2 个凋落高峰月的凋

落量占枝年总凋落量的 50% 以上, 这除与枝的凋落特点有关外, 也与降雨及风有关; 杂物的凋落也较为集中, 主要受花、果及果壳等的影响较大, 因此, 花期, 尤其是果熟期及果壳的脱落期杂物的凋落量会较高; 叶的凋落同样有相对的高峰期, 主要受树种的生理节律及风、雨的影响, 但叶凋落的高峰期与非高峰期差异相对较小, 主要由于叶的凋落量与林木自身的生态特性关系密切, 而林木的生长是一个渐进的过程, 因此, 对常绿树种, 除特殊的雨、热、旱会导致某些月份落叶量大增外, 正常月份变化相对较小;

(3) 在本研究的 6 种人工林中, 年凋落总量最高的是米老排林, 达 $7.095.76 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 最低是西南桦, 仅 $3.309.05 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。对 6 种林分的年凋落总量进行方差分析表明: 树种之间达到了极显著差异。多重比较显示, 米老排的年总凋落量与另外 5 个树种的比较都达到了极显著差异; 米老排、红椎、杉木、马尾松林分的年总凋落量与西南桦的比较都达到了极显著的差异。

参考文献:

- [1] 盛炜彤. 杉木人工林地力衰退研究 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993: 10 - 37
- [2] 俞新妥. 论杉木人工林的回归—从杉木林地力衰退的因果谈杉木林的可持续经营 [J]. 世界林业研究, 1999, 12(5): 15 - 19
- [3] 刘芳. 杉木光皮桦纯林及混交林生物量 [J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(2): 143 - 147
- [4] 卢立华, 蔡道雄, 何日明, 等. 桂西南不同树种人工林评价研究 [J]. 林业科学研究, 2006, 19(2): 145 - 150
- [5] 吴志东, 彭福泉, 车玉萍, 等. 我国南亚热带几种人工林的生物循环特点及其对土壤影响 [J]. 土壤学报, 1990, 27(3): 251 - 259
- [6] 姚丰平, 吴军寿, 姚理武, 等. 庆元林场阔叶林主要类型生物量测定及其评价 [J]. 浙江林业科技, 2003, 27(3): 74 - 78
- [7] 李建民, 陈存及, 潘标志, 等. 南方林区速生乡土阔叶树种的评价与筛选 [J]. 林业科学研究, 2003, 16(6): 777 - 782
- [8] 薛立, 赖日石, 陈红跃, 等. 不同阔叶树种的生长及其对赤红壤肥力的影响 [J]. 土壤学报, 2003, 40(5): 795 - 799
- [9] 邹碧, 李志安, 丁永祯, 等. 南亚热带 4 种人工林凋落物动态特征 [J]. 生态学报, 2006, 26(3): 715 - 721
- [10] 李志安, 林永标, 彭少麟. 华南五种人工林凋落物养分及其转移 [J]. 应用生态学报, 2000, 11(3): 321 - 326
- [11] 张华, 肖水清, 曹展波, 等. 25 种优良阔叶树种育苗技术研究 [J]. 江西林业科技, 2000(6): 1 - 3
- [12] 刘光正, 曹展波, 肖水清, 等. 江西 9 个优良阔叶树种栽培试验 [J]. 林业科技开发, 2000(4): 17 - 20
- [13] 李夷荔, 林文莲. 杉木米老排混交林水源涵养功能的研究 [J]. 福建水土保持, 2001, 13(4): 43 - 46
- [14] 廖利平, 马越强, 汪思龙, 等. 杉木与主要阔叶造林树种叶凋落物的混合分解 [J]. 植物生态学报, 2000, 24(1): 27 - 33
- [15] 李丽红. 杉木观光木混交林生物产量结构特征 [J]. 福建林学院学报, 2003, 23(4): 297 - 300
- [16] Waring R H, Schlesinger W H. Forest ecosystems: concepts and management [M]. New York: Academic Press, 1985: 181 - 210
- [17] Jordan C F. The nutrient balance of an Amazonia rain forest [J]. Ecology, 1982, 61: 14 - 18
- [18] Janzen H H. Carbon cycling in earth systems—a soil science perspective [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2004, 104: 399 - 417
- [19] Quideau S A, Chadwick O A, Benesi A, *et al*. A direct link between forest vegetation type and soil organic matter composition [J]. Geoderma, 2001, 104: 41 - 60
- [20] Arunachalam A, Arunachalam K M, Pandey H N, *et al*. Fine litterfall and nutrient dynamics during forest regrowth in the humid subtropics of north-eastern India [J]. Forest Ecol Manag, 1998, 110: 209 - 219
- [21] 张清海, 叶功富, 林益明. 海岸沙地木麻黄人工林凋落物归还量及其热值动态研究 [J]. 林业科学研究, 2006, 19(5): 600 - 605
- [22] 温远光, 韦盛章, 秦武明. 杉木人工林凋落物动态及其与气候因素的相关分析 [J]. 生态学报, 1990, 10(4): 367 - 372
- [23] 方晰, 田大伦, 项文化. 杉木人工林凋落物量及其分解过程中碳的释放率 [J]. 中南林学院学报, 2005, 25(6): 12 - 16
- [24] 史振华, 何宗明, 谢建闽, 等. 5~7 年生杉木幼林凋落物数量与月动态 [J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2006, 35(3): 278 - 282
- [25] 姚瑞玲, 丁贵杰, 王胤. 不同密度马尾松人工林凋落物及养分归还量的年变化特征 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2006, 30(5): 83 - 86
- [26] 林波, 刘庆, 吴彦, 等. 森林凋落物研究进展 [J]. 生态学杂志, 2004, 23(1): 60 - 64
- [27] 温远光, 黄承标, 梁宏温. 里骆林区杉木生态物候学的初步研究 [J]. 生态学杂志, 1987, 6(6): 10 - 16
- [28] Arunachalam A, Arunachalam K M, Pandey H N, *et al*. Fine litterfall and nutrient dynamics during forest regrowth in the humid subtropics of north-eastern India [J]. Forest Ecol Manag, 1998, 110: 209 - 219