

鼎湖山演替系列中代表性森林凋落物研究

张德强, 叶万辉, 余清发, 孔国辉, 张佑倡

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘要: 研究鼎湖山演替系列中代表性森林——季风常绿阔叶林(简称阔叶林)、针阔叶混交林(简称混交林)和针叶林(或马尾松林)的凋落物产量、组成特征和季节动态变化及其分解速率, 结果表明: 其年均凋落物量(t/hm^2)分别为 8.28(7.57~9.12)、8.50(7.85~9.26)和 3.31(2.45~3.74); 叶、枝和花果杂物的比例(%)分别为 61:17:22、67:16:17 和 78:4:18; 凋落物的凋落高峰出现在雨季初期和旱季前期, 凋落物的年均分解速率(%)分别为 49.16、40.85 和 36.94, 差异显著。不同森林凋落物分解速率差异显著的产生是在凋落物分解前期形成的。

关键词: 鼎湖山; 演替系列; 代表性森林; 凋落物。

The litter-fall of representative forests of successional series in Dinghushan

Zhang De-Qiang, Ye Wan-Hui, Yu Qing-Fa, Kong Guo-Hui, Zhang You-Chang (South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650, China)

Abstract: The productions, composition, seasonal dynamics and its decomposition rate of litter-fall of representative forests —— monsoon evergreen broad-leaved forest (B. F.) and needle broad-leaved mixed forest (M. F.) and coniferous forest (C. F.) of successional series in Dinghushan were studied. The results showed that the mean annual litter-fall productions ($t \cdot hm^{-2}$) were 8.28 and 8.50 and 3.31, respectively. The composition of litter-fall is leaves 61%, branches 17%, flowers and other mixed-matter 22% in B. F. that is 67%, 16%, 17% in M. F. and that is 78%, 4%, 18% in C. F., respectively. The litter-fall peak appeared at the rain season and earlier stage of dry season. The mean annual decomposition rates (%) were 49.15 and 40.84 and 36.94, respectively. The decomposition rates of litters were different significantly in the early stage of the process.

Key words: Dinghushan; successional series; representative forest; litter-fall

文章编号: 1000-0933(2000)06-0938-07 中图分类号: Q948.12 文献标识码: A

在森林生态系统功能的研究中, 森林凋落物历来受到重视^[1~5], 它是森林生态系统内物质循环的中心环节。本文是在前人工作基础上, 利用永久样地, 对鼎湖山不同演替阶段的森林凋落物进行研究, 探讨同一气候条件下不同森林凋落物产量、组成特征、季节动态变化及其分解速率的差异, 尤其是同一植物在不同森林群落中的作用与贡献, 它对林分改造和森林的优化经营有重要参考价值。

1 样地概况

研究样地在鼎湖山国家自然保护区, 东距广州 80 km, 居北纬 23°09'21"~23°11'30", 东经 112°30'39"~112°33'41", 属亚热带季风气候。年均气温 21℃, 年降雨量 1929 mm, 干湿季明显, 4~9 月为雨季, 11 月至翌年 1 月为旱季^[6]。土壤大部分是发育于砂页岩母质上的赤红壤, 土层厚度一般为 40~90 cm^[7], 试验地分别设于保护区内的季风常绿阔叶林(简称阔叶林)、针阔叶混交林(简称混交林)和针叶林(松林)的永

基金项目: 中国生态系统研究网络(CERN)和中国科学院“九五”院长特别支持资助项目(KZ95T-04-02-04)

收稿日期: 1998-08-26; 修订日期: 1999-03-11

作者简介: 张德强, 男, 广东省博罗县人, 助理研究员。主要从事污染生态学和森林生态系统养分循环等方面的研究。

远地带内。季风常绿阔叶林是该地带的顶极森林群落,结构复杂,其中乔木有 3 层,灌木一层及草本和苗木一层,另外林中还有较多的藤本植物;由上到下第 1 亚层乔木主要树种有锥栗(*Castanopsis chinensis*)、荷木(*Schima superba*)和厚壳桂(*Cryptocarya*),第 2 亚层有厚壳桂、黄果厚壳桂(*C. concinna*)和肖蒲桃(*Acmena acuminatissima*)等,第 3 亚层有云南地银柴(*Aporosa yunnanensis*)和厚壳桂等。混交林是演替中间阶段的森林群落,结构较阔叶林简单,乔木层主要树种有马尾松(*Pinus massoniana*)、荷木、锥栗和鹧鸪(*Castnopsis fissa*)等。针叶林是演替初级阶段的森林,乔木层只有马尾松一种,灌木草本层主要有桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)和芒萁(*Dicranopteris linearis* var. *dichotoma*)等。样地概况见表 1。

表 1 试验地概况
Table 1 General situation of study sites

林型 Forest type	样地面积(hm ²) Area of sites	坡向 Slope	土壤类型 Soil type	有机质含量(%) Organic mater	优势植物 Dominant
阔叶林 B. F.	1	N34°E	水化赤红壤	4.50~1.50* *	锥栗、荷木黄果厚壳桂厚壳桂、云南银柴、肖蒲桃
混交林 M. F	0.2	E40°S	厚薄赤红壤	3.30~1.35	马尾松、鹧鸪荷木、锥栗
针叶林 C. F.	1	S20°E	薄中赤红壤	1.80~0.70	马尾松

* B. F. —— Monsoom evergreen broad-leaved forest M. F. —— Needle broad-leaved mixed forest C. F. —— Coniferous forest(the same below) * * 0~60 cm

2 研究方法

2.1 凋落物收集

在阔叶林、混交林和松林样地内分别按一定的距离间隔随机放置 10~15 个 1×1×0.25 m³ 的凋落物收集器,收集器用孔径为 1 mm 的尼龙网做成,放置于离地面 50 cm 高处每月底收集凋落物 1 次,将凋落物分成叶、枝和花果杂物等组分,于 80℃ 烘干后分别称重。

2.2 凋落物分解速率测定

凋落物分解速率用网袋法测定。网袋用孔径为 0.5 mm 和 2.0 mm 的尼龙网做成(底面为 0.5 mm,上面为 2.0 mm),规格为 20cm×15 cm。每袋装入 10~15 g 测试样品。放样时,先清除地面枯枝落叶,使网袋平铺,紧贴地表,再于网袋上覆盖薄层枯枝落叶。放置时间是 1995 年 12 月底,测定时间间隔分别为 3 个月、6 个月、1a 和 2a,每年测定重复 8 次。测定时,取回网袋后放入清水中快速漂洗,以除掉粘附的泥土,凉干后在 80℃ 条件下烘至恒重,测失重率。

3 结果与分析

3.1 凋落物量、组成特征和节律

3.1.1 凋落物量 凋落物收集从 1994 年开始 3 个林型同时进行(混交林从 1993 年开始),从统计结果来看,阔叶林、混交林和松林的年凋落物量(t/hm²)分别介于 7.57~9.21、7.85~9.26 和 2.45~3.91 之间,年均凋落量分别为 8.28、8.50 和 3.31(表 2)。

表 2 鼎湖山森林年凋落物量(t/hm²)
Table 2 Annual litter production in Dinghushan forests

林型 Forest type	年份 Years					平均 Average	标准差 S. D.	变异系数 C. V. %
	1993	1994	1995	1996	1997			
阔叶林 B. F.	—	9.12	7.75	7.57	8.68	8.28	0.64	7.8
混交林 M. F.	9.26	7.85	9.21	7.93	8.25	8.50	0.62	7.2
针叶林 C. F.	—	2.45	3.14	3.74	3.90	3.31	0.57	17.3

影响凋落物量因素主要是气候和林型。Bray 等人将森林年凋落物按气候条件分为 4 个带:极冷高山带、凉温带、暖温带和赤道两侧(热带、亚热带),其年凋落物量分别为 0.9、3.1、4.9、7.9t/a^[2],鼎湖山地处热

带亚热带地区,阔叶林和混交林的年凋落物量接近于海南热带山地雨林(7.7~9.7 t/a)^[3],马来西亚热带林(7.5~10.2 t/a)^[4]和非洲等地的湿润山地热带林(平均 9 t/a)和低地热带林(平均 10 t/a)^[5]而大大高于温带的山地林(3.8 t/a)^[8]。鼎湖山的针叶林的年凋落物量也明显高于长白山温带针叶林(1.7~2.4 t/a)^[9]。可见,鼎湖山阔叶林和混交林的凋落物与热带森林比较相似,而混交林作为演替中间阶段的森林^[10],更趋向于阔叶林。

森林凋落物量年变化与气候环境因子(台风、暴雨等)密切相关。如 1997 年 8 月因两次强台风,使阔叶林当月的凋落枯枝就达 1.3 t/hm²,可见台风对凋落物量影响之大。Kling 等人^[5]对热带森林作了统计,其凋落物量的年变幅也很大,在 6~15 t/hm² 之间。看来地处南亚热带的鼎湖山阔叶林和混交林凋落物量年变化不大(C. V. <8%),相对比较稳定(表 2)。

另外,根据翁轰等人^[11]和本研究的统计资料,鼎湖山阔叶林和混交林凋落物量有“大小年”现象,即森林没有连续几年均维持有较高(或较低)的凋落物量,这种波动性变化可能是森林维持稳定生产力的一种自我调节形式。

3.1.2 凋落物组成 从表 3 的统计资料可看出,叶在凋落物中占有最大的比例,阔叶林、混交林和松林的凋落叶占凋落物总量分别是 60%、67%和 78%,而且年变幅较小;凋落物中枝的比例最小,分别为 18%、16%和 4%,而年变幅却最大,这主要与台风影响有关;杂物所占比例分别为 22%、17%和 18%,因其受花果、树皮和虫类等复杂成分年变量的影响,年变幅也较大。

鼎湖山阔叶林和混交林凋落物组分与其它森林相比,叶的比例低于马来西亚巴索森林(72%)和海南岛山地雨林(70%);枝的比例接近于巴索林(17%)而低于海南山地雨林(21%);杂物的比例远高于巴索林(11%)和海南山地雨林(8%)。可见,不同类型森林凋落物组分比例不同,但叶总是占有最大的比例。

对叶组分作进一步分析可看出,建群植物或优势种占有最大的比例,其中阔叶林优势种凋落叶占总凋落叶的 77.8%,混交林的占 87.7%,松林的占 91.5%(表 4),而且年变幅很小。

表 3 鼎湖山森林凋落物组成特征

Table 3 Composition of the litter-fall in Dinghushan forests

年份 Years	阔叶林 B. F.			混交林 M. F.			针叶林 C. F.		
	Leaves	Twig	Raffle	Leaves	Twig	Raffle	Leaves	Twig	Raffle
1993				5.71	2.02	1.53			
1994	5.24	1.81	2.07	5.84	0.85	1.16	2.02	0.10	0.33
1995	4.56	1.43	1.76	5.87	1.64	1.70	2.26	0.13	0.74
1996	5.27	1.06	1.24	5.75	0.80	1.38	2.98	0.15	0.61
1997	4.75	1.81	2.12	5.30	1.51	1.44	3.06	0.19	0.66
平均 Av.	4.95	1.53	1.80	5.69	1.36	1.44	2.58	0.14	0.59
占总量%	59.8	18.5	21.7	67.0	16.0	17.0	78.0	4.2	17.8
S. D.	0.31	0.31	0.35	0.21	0.47	0.18	0.45	0.03	0.15
C. V. %	6.2	20.4	19.4	3.6	34.5	12.3	17.4	22.9	26.4

从马尾松林近几年凋落物统计资料可发现,松针占凋落叶的比例逐年减少,其它阔叶则逐年增加,这是松林逐步向混交林演变之故。从 1991 年起对松林样地进行了圈地保护,有效地阻止了人为的干扰,使得林下层植物种类逐渐丰富,现已有 3~4 m 高的阔叶树种的幼树。

3.1.3 凋落节律 凋落物的凋落节律与森林类型和气候条件有关。鼎湖山不同的森林其凋落物有不同的凋落节律。但共同点是,凋落高峰都出现在雨季(图 1),不同年份稍有不同,大部分在 8 月,迟的可在 9 月,甚至 10 月,旱季凋落物均较少。另外,在这一地区,8、9 月是台风比较集中的季节,对凋落物的凋落量影响很大。鼎湖山森林凋落物高峰出现在雨季,这时高温多雨对凋落物的分解和营养元素循环十分有利。

从图 1 可看出,阔叶林除了 8 月份有凋落高峰外,在雨季初的 4 月前后还有一凋落高峰,这与阔叶林绝大部分树种为落叶阔叶树相吻合的^[11],这是典型的生理性落叶,枝条和杂物很少(图 1)。另外,旱季后的第一场大雨(常在 3 月或 4 月)对凋落物量也有影响。鼎湖山常绿阔叶林的凋落节律与海南半落叶季雨林^[3]和浙

江亚热带常绿阔叶林^[12]很相似,凋落高峰出现的时间很接近,而与第二凋落高峰不明显的海南山地雨林略有不同,但与云南热带湿润季雨林只有 3、4 月份的一个凋落高峰相比^[13],差别较大。

表 4 鼎湖山森林优势种植物凋落物量

Table 4 Leaves litter production of dominant species in Dinghushan forests

林型 Type of forest	种类 Species	1993	1994	1995	1996	1997	平均 Av.	占总叶 (%)	占总量 (%)	标准差 <i>S. D.</i>
								Make up of total leaves	Make up of total litter	
阔叶林 Broad- leaved forest	锥栗 <i>Ca. c.</i>		2.07	2.12	2.31	1.50	2.00	40.3	24.1	0.30
	荷木 <i>Sc. s.</i>		0.68	0.51	0.57	0.64	0.60	12.1	72	0.07
	厚壳桂 <i>Cr.</i>		0.14	0.06	0.11	0.12	0.11	2.2	1.3	0.03
	黄果厚壳桂 <i>C. c.</i>		0.70	0.51	0.53	0.66	0.60	12.1	7.2	0.08
	云南银柴 <i>A. y.</i>		0.32	0.30	0.31	0.28	0.30	6.0	3.6	0.01
	肖蒲桃 <i>A. a.</i>		0.28	0.26	0.27	0.17	0.25	5.0	3.0	0.04
	总和 Total		4.19	3.76	4.10	3.37	3.86	77.8	46.6	0.32
混交林 Mixed forest	马尾松 <i>P. m.</i>	1.72	1.81	1.72	1.83	1.56	1.73	30.4	20.4	0.09
	黧蒴 <i>Ca. f.</i>	1.98	1.92	1.88	1.65	1.57	1.80	31.6	21.2	0.16
	荷木 <i>Sc. s.</i>	0.55	0.40	0.40	0.71	0.76	0.56	9.8	6.6	0.15
	锥栗 <i>Ca. c.</i>	0.83	1.00	0.97	0.92	0.82	0.91	16.0	10.7	0.07
	总和 Total	5.08	5.13	4.91	5.11	4.71	4.99	87.7	58.7	0.16
针叶林 C.F.	马尾松 <i>P. m.</i>		1.97	2.16	2.71	2.62	2.36	91.5	71.3	0.31

鼎湖山混交林的凋落物节律比较特别,全年没有明显的凋落高峰,但在整个雨季均具有较高的凋落量,这与它的林分结构有关,同时也说明混交林作为演替中间阶段的森林群落所具有的不稳定性。整个雨季维持较高的凋落物量,这对养分归还,林下土壤理化性状的改善和林木生长极为有利。

马尾松林的凋落节律与其林分结构较单一的特性相符,亦与马尾松的物候期相符。

从图 1 还可看出,叶的凋落节律与总量完全一致。枝的情况亦大致相似,只是花果等杂物稍有不同,体现了不同的森林群落其林分结构、物候期及花果期的差异。

3.2 凋落物的分解

3.2.1 凋落物分解速率 测定凋落物在不同分解时间的残余重量,可以得到凋落物在不同分解时间的残留率用 $x/x_0=e^{-kt}$ 模型^[14]进行回归分析可得到不同凋落物残留率(x/x_0)与时间 $t(a)$ 关系的指数方程。但在分析中发现,如果将原来的模型修改成 $x/x_0=ae^{-kt}$ 的形式,那么得到的指数方程将具有更准确的预测性。表 5 所列是不同凋落物分解残留率 $y(\%)$ 与时间 $t(a)$ 的指数回归方程。

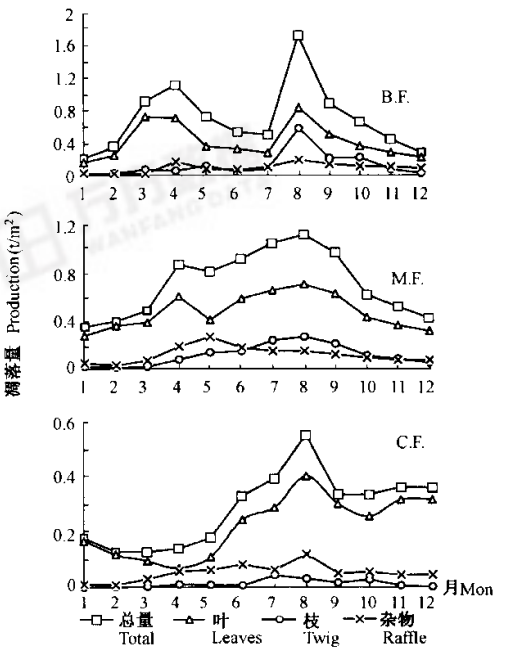


图 1 鼎湖山森林凋落物凋落节律

Fig.1 Seasonal rhythm of litter-fall in Dinghushan forests

表 5 凋落物随时间的分解残留率(%)及其指数回归方程
Table 5 Litter decomposition remains in different times and it's equations

林型 Type of forest	凋落物种类 Litter type	回归方程 Equation	相关系数 R^2	残留率(%)Remains			
				92(d)	187(d)	365(d)	730(d)
				实测/估计 Measured/estimated			
阔叶林 Broad-leaved forest	锥栗 <i>Ca. c.</i>	$y=115.33e^{-1.081t}$	0.996 **	93.2/87.8	62.9/66.3	38.2/39.1	17.5/13.3
	荷木 <i>Sc. s.</i>	$y=104.57e^{-0.8834t}$	0.988 **	91.6/83.7	60.5/67.5	42.5/43.2	18.3/17.9
	厚壳桂 <i>Cr.</i>	$y=111.90e^{-0.7747t}$	0.986 **	97.4/92.8	77.3/76.4	48.0/53.1	26.3/25.2
	黄果厚壳桂 <i>C. c.</i>	$y=124.79e^{-1.1956t}$	0.994 **	89.5/92.3	65.5/67.7	42.0/37.8	11.0/11.4
	云南银柴 <i>A. y.</i>	$y=05.30e^{-0.2882t}$	0.962 **	93.1/88.6	80.3/82.2	68.8/71.4	55.4/53.6
	肖蒲桃 <i>A. a.</i>	$y=104.28e^{-1.2919t}$	0.982 **	85.5/75.3	52.5/53.8	23.8/28.7	8.6/7.9
	混合 M. litter	$y=104.64e^{-0.7217t}$	0.986 **	93.5/87.2	70.3/72.3	46.9/50.8	25.7/24.7
	枝 Twig	$y=108.77e^{-0.5374t}$	0.988 **	98.6/95.0	82.8/82.6	59.4/63.5	38.2/37.1
混交林 Mixed forest	花果杂类 Ra.	$y=89.31e^{-0.7750t}$	0.869	90.9/73.8	57.5/50.1	30.2/41.1	21.8/20.0
	锥栗 <i>Ca. c.</i>	$y=114.96e^{-0.9159t}$	0.999 **	93.9/91.3	69.9/71.9	45.6/46.0	18.6/18.4
	荷木 <i>Sc. s.</i>	$y=120.44e^{-1.3980t}$	0.998 **	88.1/84.7	55.2/58.9	30.6/29.8	7.3/7.4
	黧蒴 <i>Ca. f.</i>	$y=109.84e^{-0.8247t}$	0.996 **	93.0/85.6	70.8/61.6	45.9/47.1	21.6/21.1
	马尾松 <i>P. m.</i>	$y=104.69e^{-0.7990t}$	0.962 *	96.0/89.6	68.9/69.5	39.9/47.1	22.8/21.2
	混合 M. litter	$y=103.07e^{-0.5552t}$	0.982 **	99.2/103	72.7/77.6	57.8/59.2	34.6/34.0
	枝 Twig	$y=115.04e^{-0.4113t}$	0.970 *	94.3/89.9	93.1/93.2	82.5/76.3	48.9/50.5
	花果杂类 Ra.	$y=112.38e^{-0.8856t}$	0.996 **	90.5/86.7	68.8/71.4	45.1/46.3	19.5/19.1
针叶林 Coniferous forest	马尾松 <i>P. m.</i>	$y=97.61e^{-0.4685t}$	0.990 **	90.5/86.7	73.1/76.8	61.0/61.1	38.6/38.2
	桃金娘 <i>Rh. t.</i>	$y=99.62e^{-0.3801t}$	0.947 *	98.0/90.5	78.3/82.0	63.6/68.1	48.3/46.7
	混合 M. litter	$y=118.35e^{-0.6296t}$	0.999 **	96.2/96.1	82.2/81.6	59.0/60.0	32.1/32.0
	枝 Twig	$y=105.12e^{-0.3693t}$	0.908 **	99.1/95.8	91.5/87.1	63.9/72.7	52.9/50.3
	花果杂类 Ra.	$y=104.70e^{-0.4649t}$	0.996 **	95.4/93.1	80.9/82.5	64.9/65.8	41.7/41.3

* $p=0.05$ ** $p=0.01$

从表中的方程可推算出鼎湖山凋落物分解 95%所需的时间绝大部分是 2~8 a,只有云南银柴凋落叶需 10a 多的时间,其原因有待进一步探讨。我国暖温带常见树种凋落叶 95%被分解所需的时间为 8~17 a^[15,16],水热环境等因素的差异是导致凋落物分解速率不同的主要原因。鼎湖山地处亚热带季风区,高温高湿,非常适合土壤微生物的生长,对凋落物的分解极为有利,使得这一地区的森林凋落物分解速率远远高于温带的森林。

3.2.2 不同森林凋落物分解速率的比较 C.B. 佐恩等人认为,凋落物灰分元素可能归还土壤的根本差异决定于生物地理群落的类型^[17]。因为森林群落在结构、盖度等方面的差异,可能导致林下小气候的根本不同,影响土壤动物和微生物的生长发育,从而影响凋落物的分解。

为了比较不同森林群落凋落物分解速率的差异,以时间 720 d 为期限,90 d 为步长对混合凋落物的分解残留率作方差分析^[18],这样可得到一个 3×8 的数据表,分析结果见表 6。

从表 6 可知,样品的总体差异是极其显著的,时间对凋落物分解影响显著是无疑的,而森林群落类型对凋落物分解的影响同样极其显著,阔叶林分解最快(49.65%),混交林次之(40.39%),针叶林最慢(36.40%),表明不同森林群落间林下小气候等环境因子确实存在较大差异,表 7 的数据也证实了这一点。

表 6 森林凋落物分解速率方差分析
Table 6 Variance analysis of decomposition rate of litter-fall in Dinghushan forests

方差来源	自由度	平方和	均方差	F	$Pr>F$
Source	DF	S. S.	M. S.		
总体 Model	9	9636.40	1070.71	280.60	0.0001
林型 Type	2	472.16	236.08	61.87	0.0001
时间 Time	7	9164.24	1309.18	343.09	0.0001
误差 Error	14	53.42			
总和 Total	23	9689.82			

S. S. =sum of square;M. S. =mean of square

表 7 1996 年度不同森林群落的林下小气候
Table 7 The climate under different forest in 1996

林型 Type of forest	月份* Month	气温(℃) Temperature	地表温度(℃) Earth's surface temp.		相对湿度(%) Relative humidity	
		平均 Average	最高/最低 max. /min.	平均 Average		
针叶林 Coniferous forest	1~3	11.57	19.3/8.2	14.06	30.3/11.2	83.73
	4~9	25.51	31.9/19.8	27.71	52.7/20.4	84.67
	10~12	20.50	26.3/15.2	22.45	47.3/14.3	68.60
混交林 Mixed forest	1~3	11.6	14.5/8.2	12.99	15.7/8.2	90.81
	4~9	24.95	29.4/21.4	23.57	34.8/19.9	86.06
	10~12	19.93	26.2/15.2	19.09	24.2/14.2	66.81
阔叶林 Broad-leaved forest	1~3	12.59	15.0/10.6	12.54	13.9/9.9	86.85
	4~9	23.45	26.2/20.8	22.83	24.0/19.9	92.02
	10~12	18.87	21.2/16.7	17.57	18.8/15.7	71.33

* 1~3 月份是旱季,4~9 月份,10~12 月份为雨季。

表 7 所列是 1996 年的森林小气候资料^①,1~3 月份和 10~12 月份低温干燥,土壤微生物活性低,有机物分解慢;4~9 月份高温多雨,土壤微生物活性强,促进了有机物的分解,凋落物在这时期的分解也是最快的。从表 7 还可看出,在 4~9 月份的整个雨季,阔叶林下的小气候环境最适合微生物的活动:湿度适中,气温和地表温度差异小,变化也不大,气温和地表温度最高和最低仅相差 5.4℃和 4.1℃,在针叶林却相差 12.1℃和 32.3℃,这样大的温差变化对土壤微生物的活性是有一定抑制作用的。可见,森林结构的不同,导致林下小气候的差异,进而影响凋落物的分解。

从凋落物分解残留率曲线(图 2)来看,分解速率快慢的差异是在分解前期产生的。不同森林凋落物在分解前期,残留率曲线的斜率是有差别的,在中后期已趋于一致甚至达到平行状态(图 2)。

3. 2. 3 同种植物凋落叶在不同森林中的分解速率

相同植物在不同的生境中可能表现出不同的生态习性,如形态结构、物候等,其凋落物的分解也可能不同。

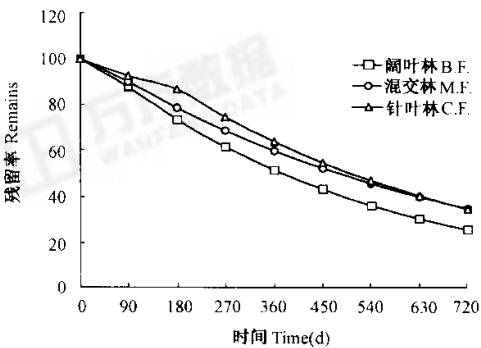


图 2 凋落物分解残留率曲线

Fig. 2 Remains curves of decomposition of litter-fall in Dinghushan forests

——— 万方数据 ———
^① 小气候资料由黄忠良先生提供,谨致谢意。

同样以时间 720 d 为期限,90 d 为步长,对生长在阔叶林和混交林的锥栗、荷木以及生长在混交林和松林的马尾松的凋落叶分解残留率(%理论值)作方差分析,可得到与表 6 相同的结果。同种植物凋落叶在不同森林群落中的分解速率的差异是极其显著的,差异的产生是在分解前期形成的(图 3)。从图 3 还可看出,荷木凋落叶的分解前期在混交林比在阔叶林分解更快,前者年分解速率为 70.2%,后者只有 56.8%。从养分循环角度看,荷木在混交林的环境中生长,其作用似乎更大。

4 结论与讨论

鼎湖山地带性森林群落——季风常绿阔叶林和演替中间阶段的针阔混交林年凋落物量($t \cdot hm^{-2}$)分别为 8.28 和 8.50,与热带林相似;针叶林为 3.31,高于暖温带同类型的森林。

鼎湖山不同演替阶段的森林,其凋落物的凋落节律也不同,但其同地,凋落高峰均出现在高温高湿的雨季,有利于凋落物的分解和养分归还。

鼎湖山不同演替阶段的森林,其凋落物的分解速率差异显著,表现为:越高级的森林群落,其分解速率越快,而其分解速率显著差异的产生是在分解前期。在分解后期,凋落物分解速率趋于一致。

荷木凋落叶在针阔叶混交林中有很高的分解速率(年分解速率为 70.2%),在进行针叶林的分改造时,把它作为建群种是合适的。

参考文献

[1] 翁 轰,等.鼎湖山森林凋落物量及营养元素含量研究.植物生态学与地植物学学报,1993,17(4):299~304.

[2] Bray J R and Gorham E,Litter production in forest of the world. *Adv. Ecol. Res.*, 1964,2:101~157.

[3] 卢俊培,等.海南岛尖峰岭热带林凋落物研究初报.植物生态学与地植物学学报,1988,12(2):105~107.

[4] Lim M T. Litterfall and mineral content of litter in Pasoh forest. *The Malayan Nature Journal*, 30:376~378.

[5] Klinge H. Litter production in tropical ecosystems. *The Malayan Nature Journal*, 30:417~420.

[6] 黄展帆,等.鼎湖山的气候.热带亚热带森林生态系统研究.1982,第1集,11~13.

[7] 何金海,等.鼎湖山自然保护区之土壤,热带亚热带森林生态系统研究.1982,第1集,25~37.

[8] 程伯容,等.长白山红松阔叶林的生物养分循环.土壤学报,1987,24(2):7~8

[9] 程伯容,等.长白山北坡针叶林和阔叶红松林的凋落物和生物循环强度,森林生态系统研究(第六卷).北京:中国林业出版社,1992.200~203.

[10] 方 炜,彭少麟.鼎湖山马尾松群落演替过程物种变化之研究.热带亚热带植物学报,1995,3(4):30~37.

[11] 李明佳,等.鼎湖山常见植物的物候.热带亚热带森林生态系统研究,第2集,1984.1~11.

[12] 宋永昌,等.浙江省常绿阔叶林的基本特征(一).上海师范大学学报,1990,3:59~76.

[13] 郑 征,等.西双版纳湿润季雨林凋落物和叶虫食量的研究.植物学报,1990,32(7):551~557.

[14] Olson J S. Energy storage and the balance of producers and decomposition in ecological systems. *Ecology*. 1963. 44: 322~331.

[15] 胡肄慧,等.油松和栓皮栎枯叶分解作用的研究,植物学报,1986,28(1):102~110.

[16] 胡肄慧,等.几种树木枯叶分解速率的试验研究,植物生态学与地植物学学报,1987,11(2):124~131.

[17] 佐恩 C B,李庆逵.两种热带生物地理群落类型的枯枝落叶的分解动态及其灰分组成的季节变化.向锦泉译,植物学译丛(1):1985.39~448.

[18] 董大钧主编,SAS 统计分析软件应用指南,北京:电子工业出版社,1993.114~122.

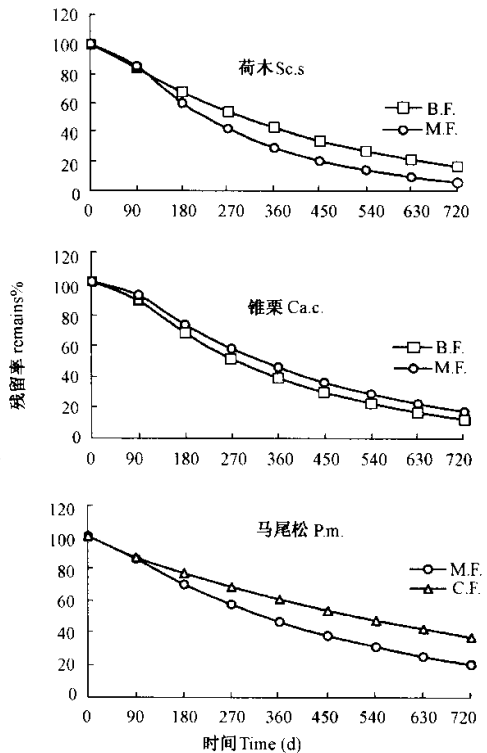


图 3 同一凋落叶在不同森林的分解残留率曲线

Fig.3 Remains curves of the same leaves litter in different forests