

小良热带人工混交林的凋落物及其生态效益研究*

任海 彭少麟 刘鸿先 余作岳 (中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)
方代有 (广东茂名市小良水土保持试验推广站, 茂名 525446)

【摘要】 对小良热带人工混交林 10 年凋落量及其季节和年际动态研究表明, 小凋落物总量年均 $5.539\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$; 凋落量的季节变化明显, 一般以湿季的 7 月为凋落高峰; 随着人工林的发育, 其凋落物量的年际变化逐渐稳定; 森林枯枝落叶层贮量为 $4.9\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 少于其年均凋落量, 处于分解大于积聚的周转过程中; 森林枯枝落叶层的存在可降低温度, 提高湿度, 显著减少径流量和泥沙流失量, 并可提高土壤肥力和增加土壤动物的多样性。

关键词 小良 热带人工混交林 凋落物 生态效益

Litterfall and its ecological effects at Xiaoliang tropical artificial mixed plantation. Ren Hai, Peng Shaolin, Liu Hongxian, Yu Zuoyue (*South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650*). - *Chin. J. Appl. Ecol.*, 1998, 9(5): 458 ~ 462.

Ten-years studies on litterfall amount and its seasonal and annual dynamics at Xiaoliang tropical artificial mixed plantation show that the annual average amount of small litterfall was $5.539\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$. Its seasonal variation occurred obviously, with a peak in wet July. As the development of the plantation, the annual amount of litterfall was getting stable gradually. The storage of litterfall layer was $4.9\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$, less than the annual litterfall, indicating that the decomposition rate was greater than accumulation rate. The existence of forest litterfall could lower temperature, raise relative humidity, reduce runoff and soil erosion, improve soil fertility, and increase biodiversity of soil animals.

Key words Xiaoliang, Tropical artificial mixed plantation, Litterfall, Ecological effects.

1 引言

凋落物是森林生态系统的重要结构和功能单元之一, 其种类、贮量和数量上的消长反映着森林生态系统间的差别和动态特征。早在 1876 年, 德国的 E. Ebermayer 就开始研究凋落物在养分循环中的作用, 至本世纪 60 年代, 国际上已有大量报道。我国 70 年代末开展本工作, 目前已报道了许多研究结果。但至今为止, 大部分研究偏重于天然林凋落物及其在物质循环中的作用^[3~5,7]。本文报道自 1984 年以来小良水土保持试验站 1 个热带人工混交林凋落物

量的波动情况, 并结合该人工林的小气候、水文和土壤动物等因子, 分析其森林枯枝落叶层的生态效益。

2 自然概况与研究方法

2.1 概况

研究地点位于广东电白县的沿海台地上 ($110^{\circ}54'18''\text{E}, 21^{\circ}27'49''\text{N}$), 属热带北缘地区。小良水土保持站年均温约 23°C , 最高温度 36.5°C , 最低温度 4.7°C 。年降雨量约 1600mm, 干湿季分明, 其中干季(10~4月)雨量占全年的 28%, 湿季

* 国家自然科学基金重点资助项目(39330040)和中国科学院重中之重 06 项目。

1996 - 01 - 09 收稿, 1996 - 11 - 08 接受。

(5~9月)的占72%。其地带性土壤为砖红壤,地带性植被是热带季雨林。由于不断增长的人类活动的影响,原生森林破坏殆尽,水土流失严重。

本研究的样地位于小良水保站内1974~1976年先后栽种的多层混交林,上层树种沙撈(Aphanamixis phlystachya)、麻楝(Chukrasia tabularis)、大叶相思(Acacia auriculaeformis)、白木香(Ayuilaria sinensis)、铁刀木(Cassia siamea)和黑格(Albizzia odoratissima)等;林下灌木有黄栀子(Gardenia jasminoides)和藤本植物鸡藤(Calamus bonianus)等。经过20年的生长,目前该人工林平均高1216m,林冠郁闭度0.9以上,部分种植的树种已死亡,林上林下均有地带性植物出现,基本形成了多层郁闭的、类似季雨林的结构。对照点裸地和桉树林位于混交林附近,其中裸地土壤表层已不存在,基本上没有植物生长;而桉树林为1960年种植的纯窿缘桉(Eucalyptus exserta),1976年砍伐后萌生的,其林冠郁闭度0.7左右,林下枯枝落叶全被当地居民取走,林地基本无任何地被物(含林下植物)。

2.2 研究方法

2.2.1 凋落量 在该混交林的固定样地内随机安置29个规格为1m×1m×0.25m的木质方框收集器,框口距地面0.6m,每月末收集小凋落物(叶、小枝、花、果等)1次,将收集回来的凋落物放于80℃的烘箱中烘至恒定质量后立即称量。观测日期为1984年1月至1994年12月,其中1990年因故中断,其余各年仅有极少部分数据因部分收集箱损坏而缺失^[1]。

2.2.2 森林枯枝落叶层贮量 在样地内随机选取10个点,将0.5m×0.5m的铁框内的全部凋落物

称量,并取部分回来于80℃的烘箱中烘至恒重,计算含水量后折算森林枯枝落叶层贮量^[4]。

2.2.3 小气候 气象因子采用常规气象观测方法进行,其中气温和相对湿度为距地面150cm处,地表温度为0cm处;水文数据采用小集水区径流场的方法观测^[2]。

3 结果与分析

3.1 凋落量的季节动态

凋落物的季节变化比较明显,其中湿季的5~9月凋落量较大,7月达到高峰,而干季的10~4月相对少些,1月最少(图1)。不同年份内,凋落量的季节动态差异也比较大(表1)。西双版纳湿性季雨林(101°25'E,21°41'N)小凋落物在3~4月间出现明显凋落高峰,原因是当时的干热气候导致植物大量落叶^[3];而鼎湖山南亚热带季风常绿阔叶林(112°35'E,23°08'N)在4~5月和9月出现两个凋落高峰,其中第一个高峰是由于雨季之初气温回升,降水又多,群落中许多植物集中换叶;第二个高峰是由于受台风影响而造成大量的非生理性落枝落叶^[5]。由此可见,小良人工混交林的凋落物季节节律明显不同于地带性的天然林,也不同于南亚热带的季雨林。

据同期进行的主要建群植物的物候观察可知(图2),这些植物均为常绿植物,换叶无明显季相,一年四季均有落叶,仅有黑格和铁刀木在旱季中后期或雨季之初落

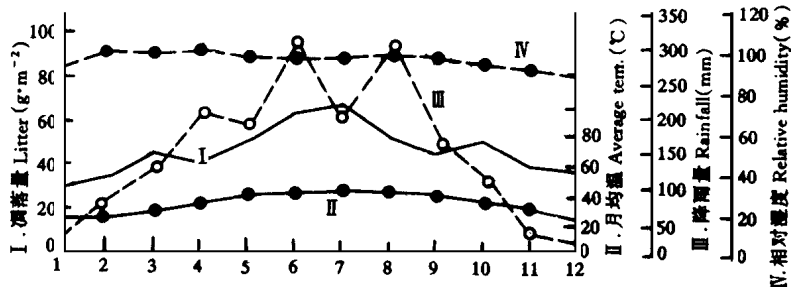


图1 混交林凋落物量和气象要素的月变化(1984~1994年平均)

Fig.1 Monthly litterfall and variation of climatic elements in mixed plantation in Xiaoliang, Guangdong (Jan. 1984 ~ Dec. 1994).

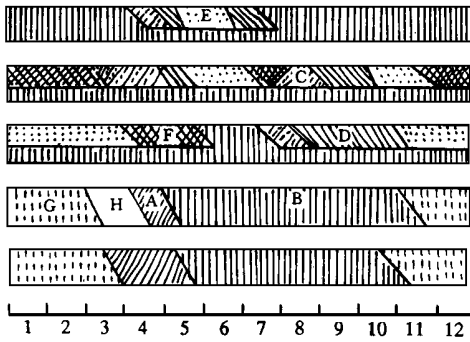


图2 小良热带人工林主要建群种 1984 ~ 1985 的物候图谱

Fig. 2 Phenological diagram of main constructive species of tropical artificial mixed plantation in Xiaoliang (1984 ~ 1985).

A. 发芽展叶期 Bud bursting period, B. 生长期 Growing period, C. 花蕾期 Flower bud period, D. 开花期 Flowering period, E. 结果期 Fruiting period, F. 果熟期 Fruit maturing period, G. 落叶期 Leaf falling period, H. 无叶期 No leaf period.

叶,由此可认为雨季出现凋落高峰与树种遗传因素虽关,但不是主要因素;通过对各月降雨量、林内平均湿度、气温与凋落量的相关统计显示,凋落量与降雨、温度存在相关性,其相关系数分别为 0.783 和 0.808,而与相对湿度相关性不大,相关系数仅 0.203,这说明高气温可能会超出植物的适

表1 小良站阔叶混交林 10 年凋落物量

Table 1 Amount of small litterfall in mixed plantation in Xiaoliang ($g \cdot m^{-2}$)

年份 Years	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	总计 Total
1984	14.5	13.2	14.5	26.7	35.9	39.4	42.8	40.1	32.3	47.3	36.9	15.7	366.5
1985	22.9	9.9	14.5	15.7	53.6	42.1	46.6	77.7	60.5	20.6	18.4	24.2	406.7
1986	13.3	21.9	30.5	14.1	18.9	15.4	27.4	20.7	37.6	25.7	10.7	13.0	247.8
1987	46.5	53.5	60.4	33.2	67.3	79.5	52.6	75.7	47.9	75.1	83.6	68.8	753.2
1988	37.3	40.4	38.9	65.2	61.8	69.8	73.9	42.3	63.9	104.8	31.3	35.8	665.2
1989	25.1	53.5	59.3	55.9	60.5	66.5	101.2	46.8	45.8	45.4	37.6	51.0	648.6
1991	30.4	37.3	64.0	51.2	56.6	65.8	75.0	55.4	68.8	48.9	46.4	42.2	645.0
1992	18.5	29.2	57.7	51.4	60.4	60.6	118.7	41.8	25.8	53.1	46.8	72.1	636.1
1993	14.6	41.0	52.0	46.4	43.7	97.0	42.4	107.2	42.7	36.9	26.2	22.6	572.7
1994	64.6	38.2	54.8	43.2	41.6	89.7	84.6	72.6	35.0	51.7	61.7	27.4	665.1
平均 Average	28.8	33.8	44.7	40.3	50.0	62.6	66.5	53.0	46.0	50.9	40.0	37.3	553.9

对该林 1984 ~ 1990 年降雨量、年均气温、年均湿度与凋落量相关分析发现,总凋落量与年均相对湿度相关性不明显;1984 ~ 1986 年降雨量高,而凋落量少,1987 年后降雨稳定,凋落物也稳定;凋落量年波动

宜生长,引起不正常凋落,再加上此地 6 ~ 8 月台风雨的频繁活动,一年影响本生态系统 6 次左右,强风和大雨使活枝叶风折,因而可认为小良混交林雨季出现高峰的主要原因是受台风雨影响造成大量的非生理性落枝落叶而形成.这与国外研究者报道的几个低地雨林在雨季出现凋落高峰的现象基本一致^[7~9].

3.2 凋落量的年际动态

混交林的小凋落物量 10 年平均 $5.539 t \cdot hm^{-2}$,其年际变化趋势是 1987 年前波动幅度较大,以后趋于稳定(表 1).这种格局与该人工林日趋成熟相一致.这 10 年中,1986 年最少,仅 $2.478 t \cdot hm^{-2}$,1987 年最高,达 $7.532 t \cdot hm^{-2}$,凋落物较多年份与较少年份之比为 3.04.小良混交林的年均值低于西双版纳湿性季雨林 ($11.3 t \cdot hm^{-2}$)和鼎湖山季风常绿阔叶林 ($9.1 t \cdot hm^{-2}$),而与暖温带落叶阔叶林 ($5.5 t \cdot hm^{-2}$)相接近,该林这种年际变化与天然林总量差异可能主要与其树种组成、年龄和气候不同有关^[3,5].

与年均气温有一定相关性.凋落量的年际和季节动态与气温相关表明人工林在较热的气候下受台风雨影响后凋落量将增加.

3.3 森林枯枝落叶层的生态效益

森林枯枝落叶层是由覆盖在矿质土壤

表 2 裸地、桉树林和混交林的生态因子对比

Table 2 Comparison of bare land, Eucalyptus plantation and mixed plantation

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	平均 Average
裸地 Bare land								
降雨量 Rainfall(mm)	1962	2369	1402	1348	1289	1255	-	1589
地表径流量 Runoff($m^3 \cdot hm^{-2}$)	6023	5921	2908	2946	2567	2593	-	3789
相对湿度 Relative humidity(%)	82	83	82	83	83	83	85	83
气温 Temperature()	22.4	22.5	22.8	23.6	22.8	22.9	23.1	22.8
地表温度 Temperature of soil surface()	25.4	25.4	25.4	26.9	26.3	26.5	26.4	26.1
泥沙流失量 Erosion volume($t \cdot hm^{-2}$)	44.3	66.2	58.9	71.0	46.2	50.2	-	52.3
有机质 Organic matter($g \cdot kg^{-1}$)	-	4.7	-	-	-	4.5	-	-
全磷 Total P($g \cdot kg^{-1}$)	-	0.04	-	-	-	0.07	-	-
全氮 Total N($g \cdot kg^{-1}$)	-	0.19	-	-	-	0.28	-	-
桉树林 Eucalyptus plantation								
降雨量 Rainfall(mm)	2013	2415	1394	1352	1285	1280	-	1629
地表径流量 Runoff($m^3 \cdot hm^{-2}$)	10042	12809	6621	6375	1914	5273	-	7043
泥沙流失量 Erosion volume($t \cdot hm^{-2}$)	12.4	21.2	12.0	11.3	4.3	8.0	-	10.8
混交林 Mixed plantation								
降雨量 Rainfall(mm)	2040	2431	1400	1368	1313	1257	-	1615
地表径流量 Runoff($m^3 \cdot hm^{-2}$)	43.3	-	3.16	5.80	4.51	2.18	-	11.8
相对湿度 Relative humidity(%)	86	88	88	88	88	88	89	88
气温 Temperature()	22.4	22.4	22.7	23.4	22.6	22.6	22.6	22.6
地表温度 Temperature of soil surface()	23.4	23.2	23.5	24.6	23.8	24.0	24.2	24.0
泥沙流失量 Erosion volume($t \cdot hm^{-2}$)	0.98	0.29	0	0	0	0	-	0.18
有机质 Organic matter($g \cdot kg^{-1}$)	-	13.0	-	-	-	14.7	-	-
全磷 Total P($g \cdot kg^{-1}$)	-	0.18	-	-	-	0.17	-	-
全氮 Total N($g \cdot kg^{-1}$)	-	0.24	-	-	-	0.70	-	-

表面的未分解、半分解和已分解的有机物层组成,森林特征(组成、年龄、密度、林况)和环境因子(温度、湿度和通气状况等)影响到森林枯枝落叶的质与量,也影响到林内枯枝落叶层的形成与分解的环境。据1994年测定,该混交林中森林枯枝落叶层贮量为 $4.9t \cdot hm^{-2}$,少于其年均凋落量,说明枯枝落叶层始终处于分解大于积聚的周转过程中。

从表2可见,裸地气温高于混交林的,其地表温度更是高于混交林的,而裸地年均相对湿度则小于混交林,这一方面与森林覆盖有关,另一方面也与枯枝落叶层有关。这是因为混交林枯枝落叶可部分阻挡太阳直射到地表土壤,并防止地面蒸发,使地表温、湿度变化趋于和缓所致^[2]。

在有一定坡度土地上,当降水量大于土壤渗透量、降水冲刷力大于土壤固结力时,就会产生地表径流。通过对裸地和混交林径流量观测可知(表2),裸地和桉树林

多年平均径流量分别为 3789 和 $7043m^3 \cdot hm^{-2}$,而混交林仅 $11.8m^3 \cdot hm^{-2}$ 。混交林如此之少是由于该林林冠截留和枯枝落叶层的保持作用引起的。混交林枯枝落叶层处于松软状态,具有很大的孔隙度和持水力,吸收和渗透降水很快,按 $1t$ 的枯枝落叶吸收 $3t$ 的水分计,这些枯枝落叶足可吸收 $14.7t$ 的降水,再加上土壤层吸水,约可截留 $11mm$ 的降水,因而其产生径流就少,而裸地则无任何阻截作用,桉树林虽有林冠阻挡但无枯枝落叶层保护,因而它们的径流量大。

雨滴击溅和径流冲力两种能量会引起土壤水蚀。在暴雨雨滴击溅和浸润下,裸地裸露土壤结构破坏,抗蚀力急剧降低,为水分所饱和的表层土壤很快呈稀泥状态堵塞土壤空隙,影响降水渗透,流水将其携带,形成固体径流。据测定,裸地年泥沙流失量为 $52.3t \cdot hm^{-2}$,桉树林地年泥沙流失量为 $10.8t \cdot hm^{-2}$,而混交林则不同,由于林冠

和枯枝落叶层防止了雨滴直接击溅土壤,枯枝落叶层又对径流固体物有过滤沉降作用,因而自1986年后再也没有发生土壤侵蚀。

据测定,裸地土壤有机质、全P、全N含量分别为4.5~4.7、0.04~0.07和0.19~0.28g·kg⁻¹,而混交林内的分别为13.0~14.7、0.18~0.19和0.24~0.70g·kg⁻¹。出现这种差异是由于森林枯枝落叶层作为森林生态系统物质循环过程中的一个有机物质库,储存着各种矿质元素,并通过土壤原生动物及微生物的分解,释放养分,随着枯枝落叶层渗滤水淋到土壤中,供植物生长用。

枯枝落叶层的存在还可丰富土壤动物群落。据廖崇惠^[6]研究,小良裸地土壤动物主要为线虫和鞘翅目昆虫幼虫,多样性指数为0.99,总生物量为0.33g·kg⁻¹;桉树林土壤动物主要有蚯蚓、线虫和等翅目昆虫,多样性指数为1.29,总生物量为1.57g·kg⁻¹;而混交林土壤动物有蚯蚓、线虫、同翅目和鳞翅目昆虫幼虫,多样性指数为1.80,总生物量为18.0g·kg⁻¹。这些数据表明,造林改变了土壤环境,增加了土

壤动物的种类和数量,而枯枝落叶层可丰富林中的土壤动物。

总之,枯枝落叶层能拦截涵蓄降水、减少地表径流以调节森林生态系统的水量平衡,保护和固持土壤、增加土壤肥力以改善土壤结构,提高林内湿度、降低温度以改变森林小气候,并能通过生物、化学和物理的作用对动物群落的分布、扩散和生长发育有一定制约,从而影响动物群落的演替。

参考文献

- 1 李志安等. 1990. 华南2种人工丰产林凋落物之研究. 热带亚热带森林生态系统研究, (7):69~77.
- 2 余作岳. 1984. 广东热带沿海侵蚀地的植被恢复生态学研究. 广州:科学普及出版社广州分社, 1~80.
- 3 郑征等. 1990. 西双版纳湿性季节雨林凋落物和叶虫食量研究. 植物学报, 32(7):551~557.
- 4 周长瑞. 1985. 论枯枝落叶层在山地森林水文作用中的重要性. 森林生态系统研究, (5):239~243.
- 5 翁轰等. 1993. 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, 17(4):299~304.
- 6 廖崇惠. 1990. 热带人工林生态系统的土壤动物. 热带亚热带森林生态系统研究, (7):141~147.
- 7 Bray, J. R. et al. 1964. Litter production in forest of the world. *Adv. Ecol. Res.*, 2:101~157.
- 8 Jordan, C. F. 1985. Nutrient cycling in tropical forest ecosystems. John Wiley & Sons, 10~14.
- 9 Tanner, E. V. J. 1980. Litter fall in montane rain forests of Jamaica and its relation to climate. *J. Ecol.*, 68(3):833~848.