

鼎湖山季风常绿阔叶林死木生物量及其特征*

魏平 温达志/黄忠良 张倩媚 孔国辉

(中国科学院华南植物研究所鼎湖山森林生态系统定位研究站,广东肇庆,526070)

A

摘要 采用永久样地生物多样性长期监测的方法,综合标准木树干解析和回归分析方法,研究了鼎湖山季风常绿阔叶林死木的生物量及其特征;并根据死木特征和样地资料分析了该群落的种群动态。据1 hm²面积样地每木调查,2a内死木的总株数为171株。这些死木隶属于32种,占样地每木调查植物种数(85种)的37.6%,死木中以乔木和乔木幼树占绝大多数,灌木只有8种。这些死木多位于乔木第3亚层和灌木、幼树层。死木的生物量年平均为2.193t/hm²·a,其中,干为1.362(62.08%),枝为0.242(11.04%),叶为0.109(4.97%),根为0.481(21.93%),胸径(DBH)≤10cm的死木株数约占样地死株总数的90%,但其生物量只占有10%;胸径>10cm的死木株数和生物量则相反,分别约占死木总数的10%和90%。

关键词:季风常绿阔叶林,死木,生物量,种群动态,鼎湖山。

THE BIOMASS AND CHARACTERISTIC OF THE DEAD TREES IN MOSOON EVERGREEN BROAD-LEAVED FOREST IN DINGHUSHAN

Wei Ping Wen Dazhi Huang Zhongliang Zhang Qianmei Kong Guohui

(Dinghushan Forest Ecosystem Research Station, China Institute of Botany, Academia

Sinica, Guangdong Zhaoqing, 526070, China)

Abstract 1. The biomass and characteristic of the dead trees in the permanent plot in monsoon evergreen broad-leaved forest in Dinghushan biosphere reserve were studied based on the method of long term monitoring of biodiversity, connected with the standard trees and regression analysis. 2. According to the statistics within 1 hectare area of the plot during 2 years period, the total number of the dead trees was 171. These dead trees belongs to 32 species. The number of species amount for 37.8% of the total number of the 85 species investigated in the plot. Most of the dead trees were arbor species or young arbors, however, 8 species were shrubs. 3. The average of biomass of the dead trees was 2.192t/hm²·a, among which the biomass of trunks was 1.362(62.08%), that of branches was 0.242(11.04%), leaves 0.109(4.97%) and roots 0.481(21.93%). 4. In the trees with

* 本项目得到国家自然科学基金(9390011)、中国科学院生态研究网络的资助。

参加野外工作的还有:黄玉佳、余清发、王俊浩、张佑倡等同志,特此致谢。

收稿日期:1995-12-18,修改稿收到日期:1996-06-10。

$DBH < 10\text{cm}$ the percentage the dead trees was 90%, and the percentage of the biomass of the dead trees was 10%. In contract, in the class of trees with $DBH > 10\text{cm}$, the percentage of former was 10% and that latter was 90%.

Key words: monsoon evergreen broad-leaved forest, dead trees, biomass, population dynamics, Dinghushan.

枯死木和风倒木统称为枯倒木。枯倒木生物量是森林群落第一性生产力研究的基本内容之一,也是物质循环及能量流动等研究的基础。但目前长期系统地对这方面的研究报道不多,只是粗略地根据不定期的两次样地调查资料进行估测^[1,2],对枯倒木的生物量,尤其枯倒木的特点和规律所知甚少。因此,深入系统地进行这方面的研究,不仅能客观地测定森林群落枯倒木的生物量及其分配,而且亦能了解群落的结构动态。考虑到1992~1994年间,台风等自然因素对样地内树木风倒作用不大,树木的死亡多由于自疏、老枯及虫害等原因,本文只对2年内因各种原因死亡的树木生物量及其特征进行研究。风倒但尚未死亡的树木不在此列。

1 群落概况

鼎湖山生物圈保护区位于广东省中部,东经 $112^{\circ}30'39'' \sim 112^{\circ}33'41''$,北纬 $23^{\circ}09'21'' \sim 23^{\circ}11'30''$,属亚热带季风气候。年平均气温 21°C ,年降雨量 1929mm ,干湿季节明显,4~9月为雨季,10月至翌年3月为旱季^[3]。样地位于保护区核心区,三宝峰东北面的山腰,面积 1hm^2 ,坡度 $26^{\circ} \sim 30^{\circ}$,局部达 40° ,海拔 $270 \sim 330\text{m}$,土壤发育于砂岩母质的赤红壤。土层厚度 $60 \sim 90\text{cm}$,表层有机质含量 $2.94\% \sim 4.27\%$ ^[4]。植物种类以茜草科(Rubiaceae)、大戟科(Euphorbiaceae)、樟科(Lauraceae)、桃金娘科(Myrtaceae)的种类最多。上层乔木以樟科、壳斗科(Fagaceae)、茶科(Theaceae)、桃金娘科树种为优势。热带植物丰富,群落结构复杂,成层现象明显。群落垂直结构大致可分为5层。即乔木分为3亚层,幼树、灌木层,草本、幼苗层。此外,还有多种藤本植物和附生植物。从植物种类、群落结构和外貌特性看,鼎湖山季风常绿阔叶林接近于山地热带雨林^[5]。本研究的季风常绿阔叶林为锥栗(*Castanopsis chinensis*) + 黄果厚壳桂(*Cryptocarya concinna*) + 荷木(*Schima superba*) + 肖蒲桃(*Acmena acuminatissima*)群落,是亚热带地带性植被的重要代表类型^[6]。

2 研究方法

2.1 永久样地的建立与调查

为了长期追踪观测森林生物多样性及其群落动态,1982年已选取具有代表性林段建立永久样地。1992年参考美国史密斯森研究院 F. Dallmeier 博士在热带森林地区进行生物多样性长期监测研究的方法^[7],将原样地面积(2000m^2)扩大到 1hm^2 ,并分成25个($20 \times 20\text{m}^2$)样方,每个样方再分成16个($5 \times 5\text{m}^2$)小样方,以便于进行植物调查和树木定位。

1992-11,对 1hm^2 样地内凡胸径(DBH) $\geq 1\text{cm}$ 活的植株进行了每木调查,调查和记录内容包括:植物种名、胸径、树高、枝下高、冠幅、生长状况,树木在样方内的坐标位置等。并对每棵树编号及挂上不锈钢号码牌作永久标记,以便下次复查。

2.2 样地复查与标准木的确定

1994-11对样地进行了第一次复查。本次复查与本项研究有关的内容有:每木胸径、树高测量,生长状况调查与记录。在第一次调查时,生长状况记录分为:a. 活着站立(AS)、b. 活着倾斜(AL)、c. 活着倒地(AF)、d. 活着断梢(AB)。复查时,除上述4种情况外,在第一次调查的基础上,对于死木增加调查和记录如下几项内容:e. 死亡站立(DS)、f. 死亡断梢(DB)、g. 死亡倾斜(DL)、h. 死亡倒地(DF)。除此以外,对于新增加的植株($DBH \geq 1\text{cm}$)调查方法与第一次调查和记录内容相同。

根据两次样地调查资料,将 1cm^2 样地内的所有死木按径级进行统计(表1)。按每径级死木个体所占的

表1 样地内死木种类、株数及径级分配

Table 1 The species names, number of their individual and the allocation of the dead trees among different diameter classes in the forest

植物种类 Species name	径级(cm)及株数(株/hm ²) Diameter class(cm) and number of individuals/hm ²						合 计 Total	生活型 Life form
	<5	<10	<15	<20	<25	<30		
柏拉木(<i>Blastus cochinchinensis</i>)	39						39(449)	S
云南银柴(<i>Aporosa yunnanensis</i>)	24	6					30(1204)	T, Ty
黄果厚壳桂(<i>Cryptocarya concinna</i>)	11	1	5	5	4		26(309)	T, Ty
鼎湖钓樟(<i>Lindera chunii</i>)	10	2					12(78)	T, Ty
九 节(<i>Psychotria rubra</i>)	10						10(234)	S
厚壳桂(<i>Cryptocarya chinensis</i>)	4	2	2			1	9(31)	T, Ty
罗伞(<i>Ardisia quinquegona</i>)	6	1					7(108)	S
光叶红豆(<i>Ormosia glaberrima</i>)	6						6(150)	Ty
肖蒲桃(<i>Acmena acuminatissima</i>)	4		1				5(133)	T, Ty
荷 木(<i>Schima superba</i>)		1			1		2(37)	T
白背叶(<i>Mallotus apelta</i>)	2						2(3)	S
红 车(<i>Syzygium rehderianum</i>)	2						2(137)	Ty
水石梓(<i>Sarcosperma laurinum</i>)	2						2(74)	Ty
毛 糙(<i>Melastoma sanguineum</i>)	1						1(6)	S
亮叶蕨耳环(<i>Pithecollobium lucidum</i>)	1						1(4)	Ty
椎 栗(<i>Castanopsis chinensis</i>)	1						1(15)	Ty
黄叶树(<i>Xanthophyllum hainanense</i>)	1						1(62)	Ty
薄叶胡桐(<i>Calophyllum membranaceum</i>)	1						1(14)	S
轮叶木姜子(<i>Litsea verticillata</i>)	1						1(7)	S
华润楠(<i>Machilus chinensis</i>)		1					1(12)	T
三叉苦(<i>Evodia lepta</i>)	1						1(14)	S
白 楸(<i>Mallotus paniculatus</i>)	1						1(6)	Ty
笔罗子(<i>Meliosma rigida</i>)	1						1(39)	Ty
降真香(<i>Acronychia pedunculata</i>)	1						1(28)	Ty
窄叶半风荷(<i>Pterospermum lanceaefolium</i>)	1						1(77)	Ty
毛柱秀花(<i>Eustigma balansae</i>)		1					1(2)	T
天料木(<i>Homalium cochinchinense</i>)	1						1(2)	Ty
鱼骨木(<i>Canthium dicoccum</i>)	1						1(24)	Ty
乌 材(<i>Diospyros eriantha</i>)	1						1(27)	Ty
红皮紫铃(<i>Craibiodendron kwangtungense</i>)	1						1(26)	Ty
土沉香(<i>Aquilaria sinensis</i>)	1						1(23)	Ty
黄毛榕(<i>Ficus fulva</i>)	1						1(8)	Ty
合 计 Total	137	15	8	5	5	1	171	

* 括号内的数字为1992年调查时,样地内该树种所有的个体数。

The figures in the parentheses were number of the species in the plot in 1992. 乔木 Tree(T); 乔木幼树 Young tree(Ty); 灌木 Shrub(S)。

百分比确定标准木的百分比^[4](表2)。

2.3 标准木的收获及生长关系式的确定

标准木选择时强调优势种,并尽可能包括多的种类。根据标准木确定原则,按“全收获法”共收获标准木27株,19种。全部标准木均在永久样地附近的山坡砍伐,其自然条件,群落类型及特征与永久样地相似。标准木砍伐后,分茎(树干)、枝条、根、叶等器官分别称重。选取一定量的茎圆盘、枝、根、叶的样品置80℃的烘箱中,烘干至恒重后称重,并计算各器官的干重比。

根据标准木胸径和各器官干重的数据,利用生长关系式 $W=aD^{b[9]}$,建立了死木单株各器官干重的回归方程(表3)。其相关系数在0.7569~0.9689之间,有较大的可信度。

表2 死木及标准木的径级分布

Table 2 The allocation of different diameter classes of the dead trees and standard trees

径级(cm)	死木百分数(%)	标准木百分数
Diameter class	Dead trees	Standard trees(%)
<5	80.12	62.70
<10	8.77	18.52
<15	4.68	7.41
<20	2.92	3.70
<25	2.92	3.70
<30	0.58	3.70

注:标准木总数为27。

Total number of the standard trees 27.

表3 死木生物量计算所用的回归方程

Table 3 The regression equations used in biomass estimation of dead trees

项目	回归方程	相关系数 r	胸径幅度
Item	Regression equation	Correlation coefficient of DBH(cm)	The range
树干	$W_T=0.0742D^{2.567}$	0.9689	1~30
树枝	$W_B=0.0189D^{2.440}$	0.8681	1~30
树叶	$W_L=0.0231D^{2.082}$	0.7569	1~30
树根	$W_R=0.0281D^{2.542}$	0.9327	1~30

注:D:胸径,diameter at breast height,cm.

生物量(kg)all the biomasses are in kg.

树干 Trunk,树枝 Branch,树叶 Leaf,树根 Root.

3 结果与分析

3.1 死木的生物量

据1 hm²永久样地两次调查死木的资料,由相应的回归方程可求出该群落2a内死木各器官的生物量和总的生物量。群落中2a内死木总生物量为4.385t/hm²,平均每年死木的生物量为2.193t/hm²(表4)。据张祝平等的研究结果,该群落的净第一性生产力为25.99t/hm²·a^[10]。据此计算,死木的年生物量是净第一性生产力的8.43%,即群落每年干物质产量中有8.43%回归到森林环境中。再加上年平均地上部分凋落物量9.21 t/hm²·a^[11],则每年平均约有11.30t/hm²·a的干物质返回到林地。可见,死木与地上部分凋落物在森林生态系统物质循环中共同起着重要的作用。

3.2 死木生物量的分配

死木生物量按径级分配如表4。10cm以下径级的死木株数所占的百分比约为90%,但其生物量只占10%;10cm以上径级死木的株数百分比和生物量百分比与10cm以下径级刚好相反,分别约为10%和90%。这表明该群落死木的生物量主要集中在较大径级植株,这是符合森林群落的天然自疏规律的。除自然因素(如台风、病虫害等)外,较大径级植株死亡的数量是有限的,这在一定程度上保证了群落结构的稳定性。

3.3 死木的特征

从死木个体来看(表1),2a内死木总数为171株,约占1hm²样地内每木调查(DBH≥1cm)植株总数(4145株)的4.13%;它们隶属于32种,占总种数(85种)的37.65%。死木中以乔木幼树和乔木占绝大多数,但其最大胸径不超过30cm。这些树种多居于乔木第3亚层和幼树、灌木层。这两层的特点是:密度大,由于光照、个体竞争等原因,自疏强度大,从而导致死木数量较大;只有耐阴性强的树种如:黄果厚壳桂、厚壳桂(

表4 2a内死木生物量(t/hm^2)的径级分配

Table 4 The allocation of the dead trees in different diameter class

径级(cm)	平均胸径	株/ hm^2	树干	枝	叶	根	合计	死木总生物量(λ_0)
Diam.	Average						Total	Percentage of the total
Class	DBH(cm)	Inds./ hm^2	Trunk	Branch	Leaf	Root	biomass	of the dead trees
<5	2.2	137	0.077	0.018	0.016	0.029	0.140	3.20
<10	7.13	15	0.172	0.034	0.021	0.062	0.289	6.59
<15	13.0	8	0.430	0.079	0.038	0.153	0.700	15.96
<20	17.76	5	0.598	0.106	0.046	0.211	0.961	21.92
<25	22.0	5	1.036	0.178	0.072	0.363	1.649	37.61
<30	28.7	1	0.410	0.068	0.025	0.143	1.646	14.73
合计 Total		171	2.723	0.483	0.218	0.961	4.385	
占死木总生物量(%)								
% of the total biom.								
of the dead trees			62.08	11.04	4.97	21.93		100

Diam. =Diameter, Inds. =Individuals.

Cryptocarya chinensis)等少数几个种在群落各个亚层中均有死木存在,荷木、华润楠(*Machilus chinensis*)、锥栗这些阳性较强的树种它们虽占居乔木的第1亚层,但其种子和幼苗在林下更新困难,故个体少,在小径级的死木中没有或者数量极少,这从另一个方面也说明了该群落种群结构的特征。

死木中,灌木只有8种。其中一些阳性种类如:毛稔(*Melastoma sanguineum*)、三叉苦(*Evodia lepta*)、白背叶(*Mallotus apelta*)等常见于光照条件较好的林缘、灌丛或疏林的种类,在季风常绿阔叶林中,由于枯倒木所留下的空间,这些阳性树种能在林下生长,但随着个体的成长,林窗逐渐减少,因生长条件得不到满足,会慢慢枯死而被淘汰。另外,如柏拉木(*Blastus cochinchinensis*)、云南银柴(*Aporosa yunnanensis*)等耐阴的种类,在林下生长好,密度大、死木数量亦相应较多。

3.4 群落种群动态

森林群落的演替过程是以各优势种群的动态为其表现特征的,而各优势种群的数量增长和消亡又是种群动态的直接表现方式。从该群落的死木特征,结合样地资料分析,1 hm^2 样地内 $DBH \geq 60cm$ 的大树个体共有17株,其中锥栗和荷木等阳性先锋树种占了14株。虽然这些大树个体已处于生长衰退阶段,但在自然演替情况下,其个体的消亡仍需要一定的时间,它们仍将占居乔木的第1亚层。另一方面,由于群落结构复杂,盖幕作用大,透光率小,锥栗、荷木这类阳性树种在林下更新困难,但相比较而言,荷木利用林窗更新的能力比锥栗要强,这从荷木在乔木各亚层中均有分布及荷木死木的径级分配可看出。该群落乔木第2亚层的优势种群为黄果厚壳桂、厚壳桂和肖蒲桃,从2a内死木的情况分析,黄果厚壳桂、厚壳桂的死亡数量和速率较大,分别为:26株(13株/a)和9株(4.5株/a),但群落中黄果厚壳桂的绝对个体数量远大于厚壳桂,分别为:309株和31株。厚壳桂由于受病虫害的危害以及台风等自然因子的影响,断梢而死亡较其他树种严重,所以,厚壳桂在该群落中的地位不稳定。而该亚层的另外一个优势种肖蒲桃,不仅群落中的绝对个体数量多(133株),而且2a内死木数量也少(5株),已逐步取代厚壳桂的优势地位。肖蒲桃与黄果厚壳桂将共同成为该亚层的优势种群。至于乔木第3亚层和幼树、灌木层的优势种群云南银柴和柏拉木,分别属于小乔木和灌木树种,耐阴并且在林下更新良好,所以,一方面演替成为第2亚层优势种群的可能性不大,另一方面,由于其个体数量占绝对优势(1204株和449株),虽然因生存竞争而导致个体死亡数量和死亡率较大,分别为:30株(15.5株/a)和39株(19.5株/a),但不会影响云南银柴和柏拉木在各自层次中的优势种群地位。

4 小 结

4.1 用永久样地固定植株定位观测和标准木分析方法研究死木的生物量是比较可靠的方法。此法不仅可以测定死木的生物量及其分配,而且还可以准确地了解森林群落中树木死亡的动态变化及其规律。

4.2 鼎湖山季风常绿阔叶林年平均死木的生物量为 $2.193t/hm^2 \cdot a$,为净第一性生产力($25.99t/hm^2 \cdot a^{[10]}$)

的8.43%、死木与凋落物在森林生态系统物质循环过程中共同起着重要的作用。

4.3 $DBH \leq 10\text{cm}$ 的死木株数占样地死木总株数的90%,但其生物量只占总数的10%,而 $DBH > 10\text{cm}$ 的死木株数与生物量刚好相反。小径级死木株数多,说明群落中树木死亡主要由于森林的自然稀疏、病虫害等原因造成的。

4.4 在研究森林群落生物量增量时,其中地上部分凋落物量与死木生物量有一部分是重叠的,即地上部分凋落物量应减去死木叶和小枝的生物量,才是地上部分实际的凋落物量。这一点往往因缺乏实际数据而被忽略。

4.5 对于该群落的种群动态及其演替方向,彭少麟等曾作过研究^[11,12],但从2a内死木特征及样地资料分析,对该群落的种群动态及演替方向可作如下的预测:①群落由以锥栗、荷木这类阳性先锋树种为优势的群落逐渐向以黄果厚壳桂、肖蒲桃、厚壳桂等中生性树种为优势的中生群落演替,这是该群落的演替方向。但目前锥栗、荷木这类阳性树种仍将占居乔木的第1亚层并维持一定的时间。②厚壳桂在乔木第2亚层的地位不稳定,能否按演替方向演替成为第1亚层的优势种群,尚无法定论;而肖蒲桃则是第2亚层不可忽视的优势种群。③该群落中的最大树木锥栗和荷木,虽然个体数量有限,但其林冠的阴蔽面积和所占的垂直空间较大,一旦枯倒死亡,将留下较大的林窗,这是否会被锥栗、荷木等阳性树种利用并迅速更新,从而改变群落的结构和动态,值得进一步观察和研究。④该群落仍是一个不稳定的群落。

4.6 据已有文献资料报道,枯倒木生物量中,风倒木生物量占有较高的比例^[1]。在本文2a的研究中,自然因素(台风等)对该群落的影响不大,风倒但尚未死亡树木的株数不多,对其生物量亦未作讨论。风倒木生物量与死木生物量两者的数量关系有待进一步研究。

参 考 文 献

- 1 陈章和等. 黑石顶自然保护区南亚热带常绿阔叶林生物量与生产量研究——生物量增量及第一性生产量, 生态学报, 1992, 12(4): 377~386
- 2 周世强、黄金燕. 四川红杉人工林分生产量和生产力的研究. 植物生态学与地植物学学报, 1991, 15(1): 9~16
- 3 黄展帆、范征广. 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
- 4 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
- 5 王铸豪等. 鼎湖山自然保护区的植被. 热带亚热带森林生态系统研究, 1982, 第1集: 77~78
- 6 彭少麟、张祝平. 鼎湖山地带性植被生产量、生产力和光能利用效率. 中国科学(B辑), 1994, 24(5): 497~502
- 7 F. Dallmeier(Ed), *Long-Term Monitoring of Biological Diversity in Tropical Forest Areas: Methods for Establishment and Inventory of Permanent Plots*, MAB Digest 11. UNESCO, Paris. 11~46
- 8 木村允(姜恕等译). 陆地植物群落的生产量测定法. 北京: 科学出版社, 1981. 62~118
- 9 Madgwick, H. A. I. (李文华等译). 植物生态译丛(第一集), 北京: 科学出版社, 1974. 19~76
- 10 张祝平等. 鼎湖山森林群落植物量和第一性生产力的初步研究. 热带亚热带森林生态系统研究, 1989, 第5集: 37~44
- 11 屠梦照等. 鼎湖山南亚热带季风常绿阔叶林凋落物特征. 土壤学报, 1993, 30(1): 34~42
- 12 彭少麟, 方 炜. 鼎湖山植被演替过程中锥栗和荷木种群的动态. 植物生态学报, 1995, 19(4): 311~318
- 13 余作岳, 彭少麟. 热带亚热带退化生态系统的植被恢复及其效应. 生态学报, 1995, 15(增刊A辑): 1~16