

白蚁等昆虫对枯倒木的分解作用

林少明 李耀泉 廖崇惠

(广东省昆虫研究所, 广州 510260)

摘要 在鼎湖山自然保护区的季风常绿阔叶林中, 利用铜网阻隔白蚁等大、中型土壤动物与枯倒木接触作对照的方法, 研究四种枯倒木的分解消耗率, 并研究有关的自然消耗的关系, 结果如下: (1) 枯倒木的自然消耗速度随树种的不同而异。本研究中, 消耗最快的是厚壳桂 (*Cryptocarya chinensis*), 年平均消耗率达 77.5%; 最慢的是锥树 (*Castanopsis chinensis*), 年平均消耗只有 16.3%。(2) 试验组与对照组之间的枯倒木的消耗速度差异显著。(3) 在枯倒木消耗过程中, 起主要作用的土壤动物是白蚁。大部分试验组的样木有白蚁啮食。另外, 发现甲虫(鞘翅目)等取食枯倒木。(4) 白蚁主要取食枯倒木的木质部, 而较少取食树皮。因此, 木质部的消耗远快于树皮。

关键词: 白蚁, 枯倒木, 分解消耗, 森林生态系统。

枯枝落叶和枯倒木的分解是森林生态系统中物质循环和能量流动的重要环节。研究枯倒木在自然环境条件下的分解消耗, 和与分解消耗有关的种种因子, 包括生物的和非生物的因子, 具有重大生态学意义, 并对林业生态, 营造人工林具有一定的指导意义。对森林生态系统中枯倒木的研究, 在国外已有相当多的报道, 而在国内, 除了朱检林等(1985)在鼎湖山自然保护区内研究过白蚁对木材的消耗转化率外^[1], 未见其他报道。本文拟就鼎湖山季风常绿阔叶林中几种树的枯倒木分解消耗及其与重要分解者, 某些昆虫类群的关系进行初步研究。

1 材料与方法

本研究自 1987 年 8 月至 1990 年 2 月, 在鼎湖山自然保护区内的季风常绿阔叶林中进行。试验地选在森林生态因子监测铁塔附近, 海拔约 300m, 植被类型为锥树 (*Castanopsis chinensis*)、荷树 (*Schima superba*) 和厚壳桂 (*Cryptocarya chinensis*) 群落^[2]。

1.1 枯倒木现存量及年枯倒木量

1987 年 8 月选取一块 10m×10m 的样地, 拾取全部枯倒木(直径 1cm 以上的), 称湿重, 再将枯倒木搬离样地, 选最具代表性的样木, 带回实验室, 称湿重, 并在 70℃ 下烘至恒重, 计算干湿比(分种, 按直径大小分级), 以估算全部枯倒木的干重(即枯倒木的现存量)。一年后, 拾取原样地中的枯倒木, 处理同前, 即可得年枯倒木量。在同一样地上连续测 2 年。

1.2 枯倒木消耗试验

1989 年 2 月从以上样地新落的枯倒木中, 选取较粗的, 较完整的锥树、荷树、厚壳桂树和黄果厚壳桂 (*Cryptocarya concinna*) 等倒木若干, 锯成小段, 每段长约 20cm, 分别称湿重(由干湿比估算干重), 编号。因样地中各种树的枯倒木数量不同, 各试验重复也不同。每一种的倒木段均分成对照组和试验组。将对照组的样木逐段装入铜网袋(36 目), 封口, 以阻碍大、中型土壤动物与样木接触, 再将两组的样木随机安放在样地附近的林地中, 让其自然分解, 一年后, 取

回各实验样木,在实验室中烘干,称量。然后对样木进行解剖,观察各类昆虫对样木的啮食情况。

2 试验结果

2.1 鼎湖山季风常绿阔叶林年枯倒木量

枯倒木现存量:1987年8月:544.9 g·m⁻²。年枯倒木量:1987年8月~1988年7月,1441 g·m⁻²·a⁻¹;1989年2月~1990年1月:253 g·m⁻²·a⁻¹。

2.2 枯倒木自然分解消耗率

四种树的枯倒木的自然分解消耗率,见表1,从表中看出,自然消耗速度最快的是厚壳桂,年平均消耗率达到77.6%;最慢的是锥树,只有16.3%。这四种树的自然分解消耗速度依次为:厚壳桂>黄果厚壳桂>荷树>锥树。把三种树(黄果厚壳桂除外,因对照组样木被白蚁侵入)的枯倒木年消耗率合起来进行 t 检验,试验组与对照组之间差异显著($df=13, t=2.4006, P<0.05$)。即各种枯(腐)食性的土壤动物自由啮食的试验组样木的消耗率明显快于受到限制的对照组。

表1 鼎湖山各种倒木的自然消耗试验(1989)

Table 1 The test of natural consumption of woody litter in Dinghushan

		编号	原重 (g)	失重 (g)	年消耗率(%)	年平均消 耗率(%)	昆虫部分的 估计(%)
黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>	对照组 C	1	148.3	43.3	29.20	29.2**	
	处理组 T	7	156.8	40.8	26.00		
			8	100.3	68.2	68.10	
厚壳桂* <i>Cryptocarya chi- nensis</i>	对照组 C	2	166.6	16.1	9.66	9.66	
	处理组 T	10	183.3	134.4	73.10		
			11	165.8	148.3	89.40	53.97 44.31***
			12	172.2	120.8	70.20	
锥树* <i>Castanopsis chi- nensis</i>	对照组 C	3	448.8	16.8	3.7	3.10	
	处理组 T	14	436.2	97.7	22.40		
			15	449.6	34.6	7.70	16.30 13.2
			16	424.3	79.8	18.80	
荷树* <i>Schima superba</i>	对照组 C	5	175.2	14.2	8.1	6.10	
	处理组 T	6	166.3	6.8	4.10		
			17	164.6	20.6	12.50	28.90 22.8
			18	170.3	26.8	15.70	
			19	227.4	46.4	20.40	
		20	210.3	141.0	67.00		

* 去除黄果厚壳桂组数据的检验:

$df=13, t=2.4006 > t_{0.05}=2.16, P < 0.05$ 处理组与对照组之间差异显著。

厚壳桂组: $df=2, t=4.953 > t_{0.05}=4.303, P < 0.05$ 差异显著。

锥树组: $df=3, t=1.94 < t_{0.05}=3.182, P > 0.05$ 差异不显著。

荷树组: $df=4, t=1.187 < t_{0.05}=2.776, P > 0.05$ 差异不显著。

** 此对照组样本由于有白蚁等侵入,故除去。

有白蚁取食的处理组样本为:7,8,9,10,11,12,16,18,19,20号。

有甲虫取食的处理组样本为:14,15,17,18,19号。

另外,7号样本有蜗牛出现。

*** 因对照组亦有白蚁入侵,故借用近似种厚壳桂的对照组数据。

从表 2 看出,用变异分析,四种枯倒木的自然分解消耗率之间差异显著($F=5.9404 > F_{0.05}$)。即森林中枯倒木的自然消耗速度随树种的不同而异。再从每两组之间的 Q 值中得知,厚壳桂与荷树($Q=4.4529 > Q_{0.05}$),厚壳桂与锥树($Q=5.6057 > Q_{0.05}$)之间存在显著差异。而其余各组间均差异不显著。

表 2 试验组四种倒木的自然消耗的变异分析

Table 2 Variation analysis from natural consumption of woody litter of treated group

倒木种名	年平均消耗率
黄果厚壳桂(I)	0.5397
<i>Cryptocarya concinna</i>	
厚壳桂(II)	0.7757
<i>Cryptocarya chinensis</i>	
锥树(III)	0.1630
<i>Castanopsis chinensis</i>	
荷树(IV)	0.2890
<i>Schima superba</i>	
自由度 df	$n=3, n=9$
F 测检	5.9404

$F > F_{0.05} = 3.86$, 差异显著。

$Q_{I-N} = 4.4529 > Q_{0.05} = 3.95$, 即厚壳桂与荷树间差异显著。

$Q_{I-II} = 5.6057 > Q_{0.05} = 4.41$, 即厚壳桂与锥树间差异显著。

2.3 主要分解枯倒木的昆虫类群

对各组的样木,逐一进行详细的解剖,观察,比较。发现试验组的 13 个样木(试验开始时为 14,取回时 13 号锥树样木丢失),有 10 个被白蚁取食,占总数的 77%。但白蚁对不同种的枯倒木的取食有所偏好,多取食厚壳桂和黄果厚壳桂,有 2/3 样木的木质部被白蚁吃光,而只剩下一层树皮。因此,这两种树的枯倒木的消耗速度最快,而锥树则是被白蚁啃食较少的树种,只有 1/3 样木被啃食过,且程度相当轻。

解剖时,还发现甲虫类(鞘翅目)昆虫同样啃食枯倒木。试验组的样木中约 38% 曾被甲虫啃食过。但作用远小于白蚁。在黄果厚壳桂内部的中空小洞中,发现少数蜗牛,但蜗牛是否啃食枯倒木或只是在此窝居,则待进一步研究。

2.4 白蚁等对不同树种枯倒木的啃食

通过观察比较各试验组的样木,除发现白蚁对各种枯倒木有所偏好之外,还发现白蚁对枯倒木的取食部位也因树种不同而异。对厚壳桂和黄果厚壳桂,白蚁一般只取食木质部,而较少取食树皮。啃食一般始于木质部与树皮交界处的木质部。而对于荷树,白蚁则不仅取食木质部,也取食树皮,啃食开始于样木的两端,逐渐向中间靠拢。

虽然甲虫也同样取食枯倒木,但其形式不同于白蚁,主要是沿着树皮下的木质部成沟状啃食,也有在样木两端钻孔啃食的,但不会像白蚁一样,有泥线留下,仅可见有碎木屑。

3 讨论

森林的凋落物,除了枯枝落叶外,还应包括大量的枯倒木(本文中,直径 $> 1\text{cm}$ 的为枯倒木, $< 1\text{cm}$ 的为枯枝)。然而,对于森林凋落物量的研究,过去一般只集中于研究不同森林类型的枯枝落叶量,少涉及枯倒木量的研究。在成熟的自然林中,枯死的树干和枝条较多,在凋落物中所占比例颇大。因而,有必要进行多方面的探讨。在本研究中,鼎湖山季风常绿阔叶林的试验样地中枯倒木现存量略相当于同一地点的枯枝落叶(不含枯倒木)现存量 ($530\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)^[3]。可见,枯倒木是森林凋落物的一个重要组成部分,其在森林生态系统的物质循环中的地位 and 作用是不容忽视的。

本研究中四种枯倒木的年自然分解消耗率平均为 44.2%,与同一地点 1988 年的枯枝落叶的年平均分解消耗率 ($36\% \pm 1.16\%$)^[3]相比,虽然还不能认为枯倒木的消耗速度快于枯枝落叶,但亦可知,枯倒木的消耗速度不会远慢于枯枝落叶,甚至要快些。这与 D. T. Abbott 等 1982 年研究沼生栎 (*Quercus prinus*) 的枯倒木与落叶的分解消耗速度结果明显不同。他的发现,落叶的分解速度是枯倒木的 2.5 倍^[4]。这些结果的差异,我们认为,与白蚁等大、中型土壤动物参与分解枯倒木有关。

由枯(腐)食性的土壤动物自由取食的样木消耗速度明显快于非自由取食的对照,特别是厚壳桂,试验组样木的消耗速度与对照之间存在显著性差异。对样木解剖观察得知,取食枯倒木的土壤动物主要为白蚁,次为甲虫类。白蚁对植物纤维具有强的分解消化作用,能啃食消耗大量的枯倒木^[5]。对照组的铜网作用可阻隔食木昆虫的入侵,而对微生物基本无作用,因此,试验组的失重量减去对照组的失重量可以作为对昆虫入侵的估计。那么四种枯倒木主要由白蚁啃食的年平均消耗率为 37.06%。这个估计数字远远超过澳大利亚 Adelaide 森林中白蚁能消耗凋落枝干 16%^[5]的数字。

一般枯倒木的木质部较树皮容易分解,Fogel 和 Cromack 认为是由于树皮具有较大的抗腐性(refractory),按 Abbott 等的研究认为,起主要作用的是螨类及弹尾目昆虫等小土壤动物,而在我们的研究中,树皮分解较慢的现象出现于黄果厚壳桂及厚壳桂,且起主要分解作用的是白蚁(有 77%的样木被白蚁啃食过),其次为甲虫。

白蚁对枯倒木的蛀食是有选择的。然而,本试验与朱检林等 1984 年在鼎湖山另一地点所得结果极不相同^[1]。本试验分解消耗最快的是两种厚壳桂,而非荷树。这里可能存在两个造成差异的因素,其一为试验地点不同,入侵的白蚁种类不同。可惜两个试验均没研究入侵的是哪种白蚁;其二为朱等的试验材料为新鲜的,大概由于两种厚壳桂的皮层甚至木质部也含有不同程度的“抗腐性”物质,致使白蚁不喜欢蛀食,然而,当树木枯死,这些物质逐渐分解消失后,如我们试验的枯倒木,白蚁即喜欢蛀食。这些问题均有待进一步研究。

参 考 文 献

- 1 朱检林,马兴国,肖维良. 鼎湖山白蚁对几种主要木材转化试验. 热带亚热带森林生态系统研究,1985,(3): 81~93
- 2 王铸豪,何道泉,宋绍敦,陈树培,陈定如,屠梦照. 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,(1):77~141
- 3 廖崇惠,林少明,李耀泉. 鼎湖山森林土壤动物研究 II. 某些类群数量与枯枝落叶消耗的关系. 热带亚热带森林生态系统研究,1990,(6):41~46

- 4 D. T. Abbott and D. A. Crossley, Jr. Woody litter decomposition following clear-cutting. *Ecology*, 1982, 63 (1), 35~42
- 5 K. E. Lee and T. G. Wood. *Termites and soils*. Academic Press, London and New York, 1971, 135~138

The Consumption of Woody Litter by Termites and Other Insects

Lin Shaoming Li Yaoquan Liao Chonghui

(Guangdong Institute of Entomology, Guangzhou 510260)

ABSTRACT The consumption rate of woody litter and relationship between some insect groups and woody litter consumption were researched in monsoon evergreen broad-leaved forest in Dinghushan. The results of treated group and control group were compared. Termites and other soil animals were separated from woody litter in the control group by copper net. Natural consumption rate of *Cryptocarya chinensis* was the highest, annual consumption rate was 77.5%, that of *Castanopsis chinensis* was the lowest (16.3%). The consumption rate of woody litter was significantly different between treated group and control group. Termites were the major soil animal play important role in woody litter consumption. Termites made inroads mainly on the xylem of woody litter, so the consumption of xylem was much faster than that of the bark.

Key word Termites, Woody litter, Consumption, Forest ecosystem.