

文章编号: 1001-3776 (2006) 05-0010-05

## 台风对天童地区常绿阔叶林干扰的一般特征

杨玲<sup>1</sup>, 黄晓兰<sup>2</sup>, 王希华<sup>1\*</sup>, 王良衍<sup>3</sup>, 姜良才<sup>1</sup>

(1. 华东师范大学环境科学系, 上海 200062; 2. 浙江省宁波市鄞州区气象局, 浙江 宁波 315040;

3. 天童国家森林公园, 浙江 宁波 315114)

**摘要:** 调查分析了天童国家森林公园常绿阔叶林受 2005 年“麦莎”和“卡努”两次强台风干扰后形成的倒木和林隙的现状特征, 结果表明, 在调查的 111 株倒木中共有 19 个物种, 其中以木荷和栲树所占的比例最大; 所有倒木中以掘根方式形成的倒木所占比例最大, 且主要发生在林道旁和林内沟谷边; 倒木径级多集中在 50 cm 以下, 以 10 ~ 30 cm 区间所占的比例最大, 高度的分布范围集中在 10 ~ 20 m; 在林内所形成的 10 个林隙中, 以小林隙型为主, 面积较大的林隙都集中在沟谷边。

**关键词:** 台风; 倒木; 林道; 自然干扰; 常绿阔叶林

**中图分类号:** S791.23

**文献标识码:** A

台风是干扰沿海森林生态系统的主要生态因子之一, 其对森林的破坏程度不但与其本身的特点有关, 还与当地复杂的地形条件及森林的类型和结构有关<sup>[1]</sup>。强台风过后造成的树木风倒、风折等可以形成林隙, 对当地植物群落的生物量、物种组成、物种多样性、林冠结构、森林更新等都会产生重要影响。因此, 了解群落受台风干扰的响应对了解森林生态系统的更新动态具有重要的作用<sup>[2-4]</sup>。David 曾从物种和立地两个水平对新英格兰中部森林受到台风影响后的情况做了相关研究, 结果表明: 在物种水平上不同物种之间受台风的影响程度与它们在林冠层中的位置有关; 从立地水平来看, 不同立地之间的受损程度与当地森林的年龄和高度存在明显的正线性相关, 而与树木密度存在明显的负相关关系<sup>[5]</sup>。Cathryn 等人也对台风过后对森林在物种、群落、景观等水平上产生的影响做了大量研究<sup>[1,6,7]</sup>。国内有关台风干扰方面的研究主要集中在对台风过后群落恢复方面<sup>[8-10]</sup>, 但是由于地形特征的不同, 从而导致台风过后倒木在形成方式、空间分布上差异情况的研究却鲜有报道<sup>[11]</sup>。

2005 年对浙江省造成严重影响的两次强台风“麦莎”和“卡努”, 历时长、持续久、分布范围广, 属历史罕见, 期间的降雨量和风速分别达 144、132.8 mm 和 20、19.2 m/s (数据引自宁波市鄞州区气象局资料)。它们虽然对天童地区的常绿阔叶林森林资源造成了一定的损害, 但同时也提供了研究台风干扰对森林生态系统的影响及其后的更新恢复机制的天然场所。本文旨在通过对台风干扰后倒木的形成方式、发生位置、物种组成结构及形成的林隙特征等方面的研究, 总结台风对天童地区常绿阔叶林干扰的一般特征, 以期对森林生态系统的养护管理提供理论上的依据。

### 1 研究区域概况及研究方法

#### 1.1 研究地概况

天童国家森林公园位于浙江省宁波市鄞州区东南部, 距宁波市 28 km, 地处 29° 48' N, 121° 47' E, 面积 349 hm<sup>2</sup>。主峰太白山海拔 653.3 m, 一般山峰海拔 300 m 左右, 坡度多在 10 ~ 30°。气候温暖湿润, 为典型的热带季风气候。年均温度为 16.2℃, 年均降水量 1 374.7 mm, 多集中在梅雨和台风季节, 年均相对湿度达 82%。

收稿日期: 2006-07-10; 修回日期: 2006-08-08

作者简介: 杨玲 (1981-), 女, 山东淄博人, 从事植被生态学和恢复生态学研究。\*通讯作者

公园内土壤主要为山地黄红壤, 地带性植被为常绿阔叶林。该区森林植被保存良好, 以栲树 (*Castanopsis fargesii*)、米槠 (*Ca. carlesii*) 和木荷 (*Schima superba*) 为群落优势种。

## 1.2 研究方法

2005 年 10 月对天童国家森林公园受台风“麦莎”、“卡努”干扰后形成的倒木和林隙的现状进行了调查。采用样线调查方法<sup>[12]</sup>, 在林内随机选取 8 条样线, 以山坡下部林缘作为样线的起点, 沿山坡向上垂直直到山脊线, 共计穿行 4 800 m, 同时选取天童国家森林公园内的两条林道, 林道总长度为 3 000 m。调查过程中只选取由两次台风作用发生的倒木作为调查对象, 按倒木的形成方式分掘根、干基折干、干中折干、折枝、折冠 5 类记载。记载每株倒木的种类、数量、直径、树高、倒木形成方式、立地特征, 及倒木所形成林隙的大小和性状。

对台风影响下形成的林隙, 采用椭圆面积公式计算其面积<sup>[13]</sup>:

$$A = 3.14 LW/4$$

式中:  $A$  为林隙面积,  $L$  为长轴长,  $W$  为短轴长。

## 2 结果与分析

### 2.1 倒木的形成方式及空间分布特征

本次调查到的倒木数共计 111 株, 分属于 19 个物种, 倒木的形成方式有 5 种表现形式, 即掘根、干基折干、干中折干、折枝和折冠。掘根指树木倒下后连根拔起, 形成树倒坑和树倒丘, 从而在林地中形成较为明显的微地形变化。干基折干是指树木自树干基部附近断裂倒伏, 从而形成一定的残基。干中折干是指树木在离开干基一定高度处折断, 留下站立段干桩的高度较大<sup>[14]</sup>。虽然有上述规定, 但在野外很难将干基折干和干中折干分开, 为便于野外工作, 将残留站立树干高度  $H \leq 1\text{m}$  的规定为干基折干, 而将残留树干高度  $H > 1\text{m}$  的规定为干中折干。与前 3 种形成方式相比, 折枝和折冠对植物个体本身的损害较小。根据上述定义和规定, 以所调查的 111 株倒木为基础, 统计出不同形成方式的倒木所占的比例及发生位置的差异, 统计结果见表 1。

在所有倒木中发生在林内的有 26 株, 林道两旁出现的倒木有 85 株, 林道两旁的倒木又以林道上侧居多, 有 67 株, 占林道两旁总倒木数量的 78.82%。

就倒木的形成方式来说, 台风干扰后在天童常绿阔叶林地区形成的倒木的最主要方式是掘根, 占总数的 71.17%。但是将林内和林道两种不同的生境条件分开来看, 在林道两旁占主导地位的倒木方式以掘根为主, 占林道总倒木数量的 80%, 并且这部分倒木大都发生在林道上侧, 发生在林道下侧的倒木多是由于塌方造成的。在林内, 掘根、干基折干、干中折干这 3 种方式所占的比例相差不大, 但是在发生位置上却存在一定差异, 其中掘根方式形成的倒木多集中在沟谷和山脊旁边。同时通过对林内这 3 种倒木形成方式的径级和高度级的统计发现, 干基折干的平均胸径和平均高度都是最大的, 分别是 30.3 cm 和 14.5 m。造成这种现象的原因可能是因为干基折干的树木多接近于其生理寿命, 因而开始衰弱, 木材干基的强度大大减弱, 遇到一定大小的风吹, 加上其自身的重量, 使树木自干基部附近断裂而倒下。

### 2.2 台风干扰下倒木的特征

倒木的特征是指台风干扰下倒木的组成结构、径级结构和高度结构。

2.2.1 倒木的组成结构 倒木的组成结构是指倒木的树种组成及其比例。所调查到的 111 株倒木的组成结构的统计结果见表 2。

从表 2 中可以看出, 各物种所占比例在林内和林道两旁基本上是一致的。两者都是以木荷、栲树形成的倒木所占比例最大, 分别占林道和林内总倒木数量的 56.47% 和 53.85%。其次是米槠、檫木 (*Sassafras tzumu*)、南酸枣 (*Choerospondias axillaris*)、苦槠 (*Ca. sclerophsis*)、青栲 (*Cyclobalanopsis myrsinaefolia*), 而其它

表 1 倒木的发生位置与形成方式

形成方式	林道 (株数)			林内 (株数)			$\Sigma$
	上侧	下侧	$\Sigma$	沟谷	山脊	其它	
掘根	55	13	68	4	2	5	11
干基折干	1	0	1	1	0	5	6
干中折干	6	1	7	2	0	5	7
折冠	2	0	2	0	0	1	1
折枝	3	4	7	0	0	1	1
$\Sigma$	67	18	85	7	2	17	26

树种所占的比例较小, 这种比例基本上与各树种在主林层所占的比例相对应。

2.2.2 倒木的径级结构 倒木的径级结构是指在台风干扰下倒木各树种在不同径级上的株数分配比例。在此以10cm 作为一个径级单位(上限排外法), 统计各径级内的分布情况, 各树种在不同径级内的株数统计见表3。

**表2 倒木的种类组成**

树种	林道		林内		Σ	
	株数/株	百分比/%	株数/株	百分比/%	株数/株	百分比/%
木荷 <i>Schima superba</i>	33	38.82	6	23.08	39	35.14
栲树 <i>Castanopsis fargesii</i>	15	17.65	8	30.77	23	20.72
米槠 <i>Ca. carlesii</i>	8	9.41	1	3.85	9	8.11
檫木 <i>Sassafras tzumu</i>	5	5.88	2	7.69	7	6.31
南酸枣 <i>Choerospondias axillaris</i>	4	4.71	2	7.69	6	5.41
苦槠 <i>Ca. sclerophsis</i>	4	4.71	1	3.85	5	4.50
青栲 <i>Cyclobalanopsis myrsinaefolia</i>	4	4.71	1	3.85	5	4.50
其它	12	14.12	5	19.23	17	15.32
合计	85	100.00	26	100.00	111	100.00

注: 其它物种包括: 雷公鹅耳枥 (*Carpinus viminea*)、红叶树 (*Helicia cochinchinensis*)、石栎 (*Lithocarpus glaber*)、梧桐 (*Firmiana platanifolia*)、长叶石栎 (*L. harlandii*)、杜英 (*Elaeocarpus decipiens*)、构树 (*Broussonetia papyrifera*)、黄丹木姜子 (*Litsea elongata*)、交让木 (*Daphniphyllum macropodum*)、樟树 (*Melia azedarach*)、披针叶茴香 (*Illicium lanceolatum*)、浙江新木姜子 (*Neolitsea aurata* var. *chekiangensis*)。

从表3可以看出, 各树种在不同径级中的株数分配比例不同, 但是不管在林道两旁还是林内都以50cm以下为多, 且大多集中在10~30cm范围内。而50cm以上倒木所占比例很小, 这是由于50cm以上径级的树木在天童常绿阔叶林内个体相对较少, 故形成大径级倒木的可能性较小。统计中还发现小于10cm径级的倒木在总数中也占有一定的比例, 其中林道旁有10株, 在这10株倒木中掘根的占8株。出现在林内的有3株, 只有1株是以掘根方式形成, 另2株分别是由折干和折冠形成。

表3 倒木的径级结构

树种	径级/cm																
	<10		10~20		20~30		30~40		40~50		50~60		60~70		≥70		
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	
木荷	3	1	14	3	14	1	1			1						1	
栲树	1		2	2	6	3	3	3	3								
米槠	2	1	3		1		1		1								
檫木			1	1	2	1	2										
南酸枣			1		2	2			1								
苦槠	1		2		1	1	1										
青栲		1	1		1				1				1				
其它	3		6	3	1		2	1		1							
合计	10	3	30	9	27	8	10	4	6	2			1			1	

注: a. 林道, b. 林内, 下表同。

2.2.3 倒木的高度结构 倒木的高度结构是指倒木的各树种在不同高度级内的株数分布情况。将所调查的111株倒木作为总体, 以5cm作为一个径级单位(上限排外法), 统计各树种在各高度级内的株数, 其结果见表4。

表4 倒木的高度级结构

树种	高度级/m											
	<5		5~10		10~15		15~20		20~25		≥25	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
木荷			3	1	23	5	7					
栲树			1	1	10	3	4	4				
米槠			3	1	5							
檫木					5	2						
南酸枣			1		2	1	1	1				
苦槠	1		1		1	1	1					
青栲				1	2		2					
其它	1		3	1	6	3	2			1		
合计	2		12	5	54	15	17	5		1		

与径级结构相似, 各高度级内倒木数量在林道和林内搭配比例基本一致, 大多数倒木的高度级在10~20m, 在林道两旁和林内所占的比例分别为83.53%、76.92%, 而高度级在20m以上的倒木出现的概率很小。对于高度级小于10m的倒木的统计看出, 在这部分倒木中林道两旁有14株, 其中11株是掘根方式形成的, 林内只有5株, 其中掘根的只占一株, 其它4株分别以折干和折冠方式形成。

一般情况下树木个体只有进入到林冠层后才能受到台风的直接影响形成倒木, 但是结合前面径级结构所得

的结论可以看出, 本次调查中出现了部分径级较小、高度较低的个体。对于发生在林内的以折干和折冠形成的个体, 主要是受台风直接影响的主林层树木倒下时的间接受害者, 但是对于林道旁以掘根方式形成的小径级和高度级的个体却是台风影响的直接受害者, 但它们的形成原因与其在群落垂直结构中所处的位置没有关系, 而主要是因为它们处在林道旁, 土壤对根系的支持力较弱, 并且本身个体小根系不发达, 加上风力和流水的冲刷作用使其容易发生掘根风倒。

### 2.3 台风形成的林隙特征

台风过后对森林产生的最直接最明显的影响是生物量的损失和林隙 (Gap) 的形成, 台风干扰后形成的林隙斑块对未来林分的结构和动态具有重要的影响, 能为其它树种的共存和多样性的维持提供必要的条件, 同时也影响着整个森林景观的格局和过程<sup>[14]</sup>。林隙的大小是林隙的重要特征, 直接影响林隙内光照和其它小气候因子的状况, 进而对树种生长与更新发生作用, 同时还能直接反映台风对森林产生的干扰程度。林隙可分为两类, 即冠林隙 (Canopy gap) 和扩展林隙 (Expanded gap)。

在本文中只采用用冠林隙作为计算林隙大小的标准, 以  $20 \text{ m}^2$  为级别, 采用上限排外法统计各级内出现的林隙数和相对百分比, 以及各级面积总和所占比例。虽然发生在林道两旁的倒木数量大, 但由于林道的存在, 这部分倒木形成的林内空隙不能算作真正的林隙, 因此统计中只包括了林内倒木形成的林隙, 其统计结果见表 5。

表 5 天童常绿阔叶林台风干扰后冠林隙大小结构

面积等级 /m <sup>2</sup>	林隙数 /个	林隙面积 /m <sup>2</sup>	林隙数百分 比/%	面积百分 比/%
<20	4	40.00	51.81	16.14
20~40	4	40.00	109.90	34.23
40~60				
60~80	1	10.00	65.94	20.54
≥80	1	10.00	93.42	29.10
Σ	10	100.00	321.07	100.00

由表 5 可以看出, 林内 4 800 m 调查线路上共出现 10 个林隙, 林隙的线密度为 2.08 (个/km), 林隙面积以小于  $40 \text{ m}^2$  的居多, 共 8 个, 占总林隙数量的 80.00%。在 10 个林隙中有 5 个发生在沟谷和山脊线旁边, 它们的面积分别为 18.84、25.12、39.25、65.94、93.42  $\text{m}^2$ , 即都是面积相对较大的林隙。在能形成林隙的 14 株倒木中这 5 个林隙就占了 9 株, 其中以掘根方式形成的有 5 株, 还有 2 株是上层掘根个体风倒时砸压作用的受害者。

## 3 讨论

### 3.1 倒木形成方式与立地条件的关系

台风干扰后在天童常绿阔叶林地区形成的最主要的倒木方式是掘根, 共有 79 株, 占总倒木数量的 71.17%, 并且这部分倒木的分布范围是有一定规律性的, 大都集中在林道上侧和林内沟谷、山脊旁边。这可能是由于以下几个方面造成的: 首先, 这些地方的林冠层不连贯, 空间相对比较开阔, 因此台风来临时受到的风力作用也比较强; 其次, 林道和林内沟谷旁土壤对植物根系的支持能力较弱, 林道上侧主要是因为林道修建时对土层产生的破坏作用减弱了土壤对周围植物根系的支持能力, 而沟谷旁边本身就土层较薄、石块较多; 再次, 这两次台风期间降雨量特别大, 大量的降水增加了土壤的含水量, 从而进一步减弱了土壤对根系的支持能力。

### 3.2 台风干扰下倒木物种组成的差异

在所调查的所有倒木中, 以栲树和木荷所占比例最大, 其次为米槠、檫木、南酸枣、苦槠、青栲。由此可以看出倒木的物种组成与其在当地森林群落中的优势度有很大的相关性, 木荷和栲树都是在天童地区常绿阔叶林广泛分布的优势种。檫木、南酸枣在天童分布并不是很多, 但在本次调查中这两个物种的倒木数量却占有一定比例, 分别排在第 4 位和第 5 位。从数据的统计情况还可以看出, 这两个树种的风倒方式不是以掘根为主, 而是以折干和折枝这两种形成方式为主。这种现象的发生可能与物种本身的生物学特性有关, 檫木、南酸枣都是高大的落叶乔木, 与这些常绿树种相比它们有生长快、能很快进入到林冠层且材质相对疏松的特点, 并且两者都属于深根系树种<sup>[15]</sup>, 因此与具有致密而坚实的木质结构的常绿树种相比更容易受到台风影响发生折干、折枝现象。

### 3.3 台风干扰下的林隙特征

本次台风干扰后在林内形成的 10 个林隙中有 50% 发生在沟谷和山脊附近, 且倒木的形成方式以掘根为主。

形成的冠林隙的面积集中在  $40\text{ m}^2$  以下, 多为小林隙型, 但林隙的线密度  $2.08$  (个/km) 却远小于先前在该地区林隙研究中所得出的  $17.08$  (个/km) 的结论, 这充分说明了在天童地区常绿阔叶林林隙的形成方式中虽然风灾是一种重要的方式, 但其他的干扰方式如树木的枯死、人为的择伐等因素亦作用重大。

综上所述, 台风对天童常绿阔叶林林内产生的破坏强度并不严重, 在 111 株倒木中只有 26 株出现在林内, 大部分倒木是在林道两旁形成的, 也就是说, 由于人为的修建林道的原因扩大了这两次台风的破坏作用。这提醒人们在以后的森林管理中, 应避免大林道的修建, 同时还要注重对林道两旁树木的保护, 从而防止不必要灾害的发生。

#### 参考文献:

- [1] Cathryn H, Henry W. Forest disturbance in hurricane related downbursts in the Appalachian mountains of North Carolina[J]. For Ecol Manage, 1998 (104): 179-191.
- [2] Elliott K J, Hitchcock S L, Krueger L. Vegetation response to large scale disturbance in a southern Appalachian forest: Hurricane Opal and salvage logging[J]. Torrey Bot Soc, 2002, 129 (1): 48-59.
- [3] Bellingham P J, Kohyama T, Aiba S. The effects of a typhoon on Japanese warm temperate rainforest[J]. Ecol Res, 1996 (11): 229-247.
- [4] 玉勤, 徐小牛, 平田永二. 日本冲绳岛琉球松林台风干扰后的群落特点[J]. 安徽农业大学学报, 2003, 30(4): 400-406.
- [5] Forster D R. Species and stand response to catastrophic wind in central new England, USA[J]. J Ecol, 1988 (76): 135-151.
- [6] Lorimer C G. Age structure and disturbance history of a southern Appalachina virgin forest[J]. Ecology, 1980, 61 (5): 1169-1184.
- [7] Busing P. Mortality trends in a southern Appalachian red spruce population[J]. For Ecol Manage, 1994 (64): 41-45.
- [8] 赵晓飞, 牛丽君, 陈庆红, 等. 长白山自然保护区风灾干扰区生态系统的恢复与重建[J]. 东北林业大学学报, 2004, 32 (4): 38-40.
- [9] 石胜友, 尚进, 田海燕, 等. 缙云山风灾迹地常绿阔叶林生态恢复过程中优势种群分布格局和动态[J]. 武汉植物学研究, 2003, 21 (4): 321-326.
- [10] 石胜友, 杨季冬, 王周平, 等. 缙云山风灾迹地人工混交林生态恢复过程中物种多样性研究[J]. 生物多样性, 2002, 10 (3): 274-279.
- [11] Henry W M, Cathryn H, Greenberg E C et. al. Landscape distribution and characteristics of large hurricane-related canopy gaps in a southern Appalachian watershed[J]. For Ecol Manage, 2004 (196): 435-447.
- [12] Runkle J R. Pattern of disturbance in some old growth medic forests of eastern North America[J]. Ecology, 1982 (63): 533-546.
- [13] Kneeshaw D D. Canopy gap characteristics and tree replacement in the southeastern boreal forest[J]. Ecology, 1998, 79 (3): 789-794.
- [14] 藏润国, 杨彦承, 刘静艳, 等. 海南岛热带山地雨林林隙及其自然干扰特征[J]. 林业科学, 1991, 35 (1): 2-8.
- [15] 朱慧, 洪伟, 吴承祯, 等. 天然更新的椴木林根系生物量的研究[J]. 植物资源与环境学报, 2003, 12 (3): 31-35.

## Characteristics of Typhoon Disturbance on Evergreen Broad-leaf Forest at Tiantong National Forest Park

YANG Ling<sup>1</sup>, HUANG Xiao-lan<sup>2</sup>, WANG Xi-hua<sup>1</sup>, WANG Liang-yan<sup>3</sup>, JIANG Liang-cai<sup>1</sup>

(1. East China Normal University Faculty of Environmental Science, Shanghai 200062, China;

2. Yinzhou Weather Bureau of Ningbo, Ningbo 315040, China; 3. Zhejiang Tiantong National Forest Park, Ningbo 315114, China)

**Abstract:** Investigation and analysis on characteristics of windthrows and gap damaged by two typhoons in 2005 in evergreen broad-leaf forest at Tiantong National Forest Park demonstrated that *Castanopsis fargesii* and *Schima superba* took the most part of the 111 windthrows belonging to 19 species, and uprooting occupied the most part of them by the path and gully in the park. Most windthrows had D.B.H of 10~30cm, and height of 10~20m. Small gaps were dominant after disturbance among the 10 gaps in the forest, the larger ones concentrated by the gully.

**Key words:** Typhoon; windthrow; natural disturbance; evergreen broad-leaf forest