

# 鼎湖山南亚热带常绿阔叶林凋落物的特征

屠梦照 姚文华 翁 轰 李志安

(中科院华南植物研究所, 510650)

## 摘 要

本文研究了鼎湖山自然保护区南亚热带常绿阔叶林的森林凋落物量及其年凋落节律、分解速率、化学成分,并对森林的建群树种凋落叶的有机组成和营养元素作了探讨。研究结果指出:鼎湖山森林凋落物的特征具有较多热带季雨林的特性;森林凋落物量及其营养元素的回归,在森林生态系统中占有十分重要的地位;建群树种和优势树种叶凋落量及营养元素的含量在凋落物总量中的比重,进一步说明它们在森林群落中起的重要作用,也是评价不同森林类型的依据之一。

**关键词** 凋落物,分解速率,营养元素

鼎湖山自然保护区属我国南亚热带季风区,年降雨量1900 mm左右,年平均温度21.0℃,干湿季明显,4—9月为雨季,10月至翌年3月为旱季<sup>[1]</sup>。鼎湖山南亚热带常绿阔叶林分布于海拔500m以下,植物种类繁多,以壳斗科、樟科、桃金娘科和茶科等植物为主,热带植物丰富,群落结构复杂,成层现象明显。乔木层一般有三个亚层,上层乔木树种高达20—22m,第二亚层的乔木亦高达13—14m,树冠多为伞形,相互毗连,林冠郁闭度很大。主要建群树种有:锥栗(*Castanopsis chinensis*)、厚壳桂(*Cryptocarya chinensis*)、黄果厚壳桂(*Cryptocarya concinna*)、荷木(*Schima superba*)和云南银柴(*Aporosa yunnanensis*)。此外,藤本植物和附生植物很多。无论从植物种类或外貌结构来看,鼎湖山南亚热带常绿阔叶林比较接近于热带森林<sup>[2]</sup>。

有关森林凋落物,特别是热带森林凋落物的研究,国外已有许多报道,但国内资料所见不多。作者于1981年着手森林凋落物量的测定工作<sup>[3]</sup>,并在此基础上进一步开展了关于凋落物的年凋落节律、分解速率、化学成分、建群树种凋落叶的有机组成及其营养元素的研究,现将1982—1986五年的观测结果探讨如下。

## 一、材料和方法

### (一) 实验方法

1. 凋落物量 在研究植被的2000m<sup>2</sup>面积的固定样方中,随机放置10个口为1m<sup>2</sup>的凋落物收集器<sup>[7]</sup>,收集器为尼龙网布制成的方口盘,每月收集1次,凋落物按叶、枝和杂物(包括花、果和其它杂物)三个组分分开,于80℃下烘干后分别称重。如果收集时凋落物十分潮湿,则先略加以烘干,然后进行组

分分组。

2. 凋落物分解速率 采用 105 筛孔的尼龙布, 缝制  $20 \times 30\text{cm}$  的布袋, 每袋装入 20g 测试样品, 每个样品重复 10 次。使袋内样品均匀平布于林地, 清除地面的枯枝落叶, 使袋接触表土, 再于袋上覆盖薄层枯枝落叶。放置试样时间是在 9 月, 测定的间隔时间, 分别为半年、1 年和 2 年。为避免土粒的影响, 测试样品的重量均以无灰干物质计算。

### (二) 样品采集和测定方法

1. 凋落物营养元素的供试样品 从收集器内多次选取完整、无腐烂现象的各凋落物组分, 按凋落物组分的比例混合后作供测养分的均一样品。

2. 各建群树种凋落叶营养元素的供试样品 在收集器中多次选取各树种的完好叶片, 各别混合成均一样品。

3. 营养元素测定方法 C 用  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  容量法; N 用半微量克氏法; P 用钒钼黄比色法; K、Na 火焰光度法; Ca、Mg、Fe、Mn 用原子吸收光谱法; 凋落叶物质化学组成用近似系统分析法<sup>1)</sup>。

## 二、结果和讨论

### (一) 凋落物量

1. 凋落物总量 1982—1986 五年的测定结果, 鼎湖山森林的年凋落量为 7—11 t/ha (表 1), 平均年凋落量 9.2 t/ha, 年变幅较大, 显然, 这与各别年分生物气候环境因子的差异有关, 例如, 1983 和 1985 年 9 月受台风影响而使该月凋落量明显增长。鼎湖山森林凋落物量与海南热带山地雨林 (7.7—9.7 t/ha)<sup>[4]</sup> 和马来西亚巴索 (Pasoh) 热带林 (7.5—10.2 t/ha) 相近<sup>[5]</sup>。扎伊尔、加纳、哥伦比亚和象牙海岸等地的综合资料所示, 湿润山地热带森林凋落量的平均值为 9 t/ha, 而低地热带森林则为 10 t/ha, 且凋落物量的年变幅很大, 在 6—15 t/ha 之间<sup>[6]</sup>。可见, 鼎湖山森林凋落量与热带森林相似, 而与温带山地森林—长白山红松阔叶林的年凋落量 (3.8 t/ha) 形成明显的差异<sup>[5]</sup>。

表 1 1982—1986 鼎湖山森林凋落物量 (t/ha)  
Table 1 Litter production in Dinghu Mountain (t/ha)

年份 Year	月份 Month												年总量
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1982	0.3	0.4	0.6	0.9	0.7	0.6	0.6	0.8	0.7	0.8	0.4	0.3	7.1
1983	0.3	0.5	0.8	1.2	1.5	0.6	0.7	0.7	2.6 <sup>1)</sup>	1.4	0.4	0.4	11.1
1984	0.4	0.5	0.7	1.1	2.3	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.3	0.3	9.3
1985	0.4	0.4	0.3	0.7	2.2	0.9	0.4	0.7	3.2 <sup>1)</sup>	0.6	0.3	0.2	10.3
1986	0.4	0.5	0.9	1.2	1.1	0.4	0.7	0.8	0.8	0.5	0.3	0.4	8.0

1) 台风。

2. 凋落物组分 从表 2 可以看到, 凋落物中叶的比重最大, 占凋落物总量的 50% 以上, 其年变幅相对稳定。枝凋落量在正常年分也是相对稳定的, 约在 14% 左右, 1983 和

1) 文启孝等编著, 1984: 土壤有机物质研究法, 农业出版社。

表 2 1982—1986 鼎湖山森林凋落物组分量 (t/ha)

Table 2 Production of litter fraction in Dinghu Mountain during 1982—1986

年 份 Year	组 分 Fraction		
	叶 Leaf	枝 Twig	杂物 Miscellany
1982	4.7(66%) <sup>1)</sup>	1.0(14%)	1.4(20%)
1983	6.0(55%)	3.0(27%)	2.0(18%)
1984	4.9(53%)	1.2(13%)	3.1(34%)
1985	4.3(42%)	3.4(33%)	2.6(25%)
1986	4.7(59%)	1.2(15%)	2.1(26%)

1) 括号内值占凋落物总量的百分数。

1985 年枝的凋落量高达 27—33%，是受台风影响所致。杂物凋落量的年变较大，因其受虫粪、花果等年变量的影响。鼎湖山森林凋落物组分量中叶的比例低于巴索森林(72%)和海南岛山地雨林(70%)，枝的比例与巴索森林相接近(17%)，而低于海南山地雨林(21%)。杂物所占比例则远远高于巴索森林(11%)和海南山地雨林(8%)。看来，不同森林类型的凋落物组分量有其一定的比值，而叶组分量在各类森林的凋落物总量中占有最大的比例(50%以上)。

我们从叶凋落量中进一步分析主要建群树种的叶量时(表 3)，可清楚地看到，5 种建群树种的叶凋落量占叶凋落总量的比例高达 75% (其它树种叶的各别凋落量比例不到 1%)，同时看到，上层优势树种锥栗叶的凋落量占绝对优势，除个别年份外，均达叶凋落总量的 40% 以上，由此可见，建群树种和优势树种在森林群落中的重要地位，以及它们在森林生态系统中的重要作用，森林凋落量的分析研究为此提供了新的论据。

表 3 主要建群树种凋落叶占叶凋落总量的百分率

Table 3 The percentages of leaf fall of main edificators in total litter

年分 Year	树 种 Species				
	锥栗 Castanopsis chinensis	厚壳桂 Cryptocarya chinensis	荷木 Schima superba	黄果厚壳桂 Cryptocarya concinna	云南银柴 Aporosa yunnanensis
1982	30	13	13	8	2
1983	42	13	7	17	2
1984	41	10	10	8	4
1985	44	5	9	8	5
1986	49	—	11	—	4

3. 凋落节律 从图 1 可以看到，鼎湖山森林凋落物有着明显的年凋落节律，一年中出现两个凋落高峰期，第 1 个峰期出现在雨季始(5 月或 4 月)，第 2 个峰期在雨季末(9 月或 8 月)，凋落高峰期月份的前后摆动，不难理解，同开花、结果等植物物候期的提前或推迟一样，在不同年份中受当年气候条件影响，落叶期完全可能提前或推迟，但年凋落节律的趋势仍是明显的。旱季的凋落量最小，1 月、2 月、11 月和 12 月不仅凋落量低，而且年变幅不大。

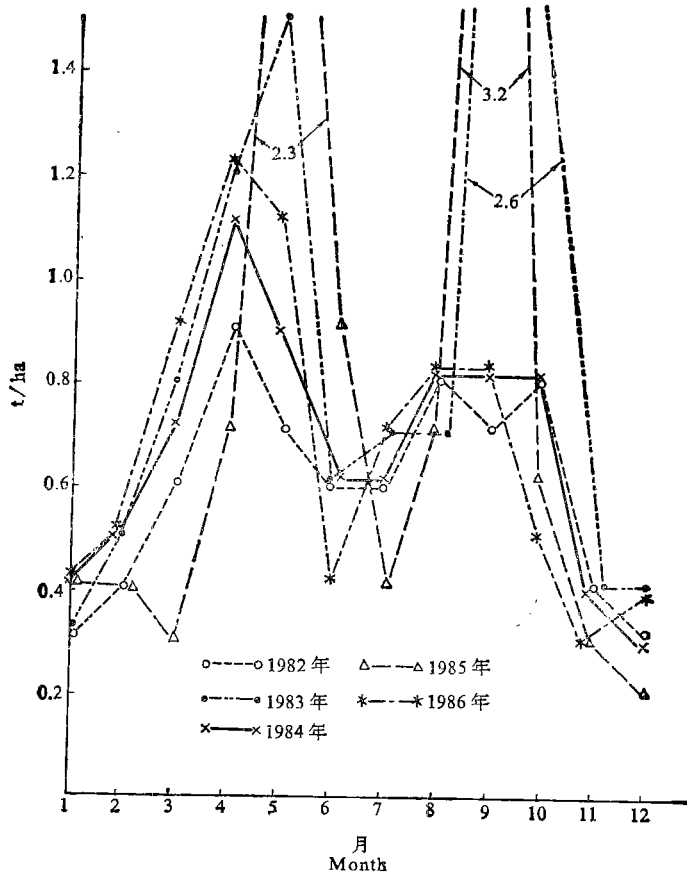


图1 1982—1986年凋落物量节律

Fig. 1 Variation of total litter production in 1982—1986

凋落物组分中,叶的凋落节律比较明显(图2),而且与凋落物总量的节律趋于一致,第1个高峰期出现在5月或4月,仅个别年份出现在3月,第2个高峰期则明显出现9月,仅1984年推迟至10月。同样1月、2月、11月和12月也是叶凋落量最低的月份,年变幅比凋落物总量更小。枝和杂物则无任何节律可见。对枝的凋落量来说,可能与作者所采用的小面积凋落物收集器的方法有一定的影响,这也是研究森林凋落物量尚待进一步探讨的问题<sup>[6]</sup>。

从凋落节律来看,鼎湖山森林与某些季节性热带森林比较,既有相似、又有不同之处:有明显的凋落节律;峰期出现的季节不同或季节相同而月份不同。如:海南热带山地雨林凋落峰均出现在雨季,与鼎湖山森林相似,但月份有所不同;马来西亚巴索林峰期也有两个,但均在旱季;东亚马逊河卡托热带季雨林的峰期仅在雨季末。而热带雨林则无凋落季节性,月凋落量较稳定<sup>[10]</sup>。我们认为,从森林凋落物凋落量和凋落节律的特征来看,鼎湖山森林则具有较多热带季雨林的性质,我国植物生态学家曾将这类森林称为亚热带季雨林,从命名的内涵来说是确切的。

## (二) 凋落物分解速率

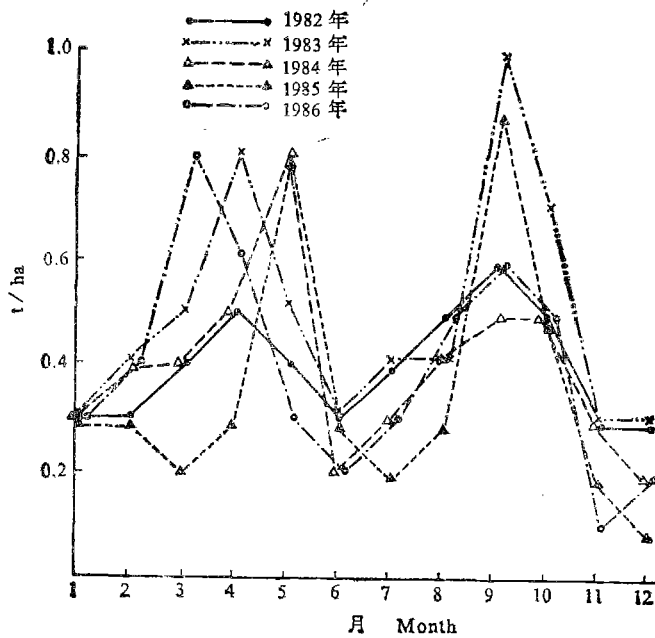


图2 1982—1986年叶凋落节律

Fig. 2 Variation of leaf fraction in 1982—1986

我们按凋落物组分——叶、枝和杂物各别测定它们的分解速率外,同时对5种建群树种——锥栗、厚壳桂、黄果厚壳桂、荷木和云南银柴的凋落叶进行了比较测定。测定结果(表4)表明,叶的分解速率明显高于枝和杂物。从建群树种叶的分解情况来看,各种树叶的分解速率不同:锥栗叶的分解速率最高(57%),厚壳桂叶最低(42%),黄果厚壳桂和荷木则介于两者之间(54%),而云南银柴叶的分解情况比较特殊,是否叶内含有某种抗腐成分,尚不清楚。总的来说,前半年的分解量占全年分解量的70%—80%,半年后的分解速度即开始缓慢。

凋落物分解速率的差异与凋落物的物质组成有着密切的关系,表5所示,分解速率高

表4 凋落物分解速率(占无灰干物重%)

Table 4 The rate of litter decomposition (%)

凋落物类型 Leaffall type	年 数 Year		
	半 年	1 年	2 年
混合凋落物	39	49	57
枝	28	40	46
花、果、杂物	37	43	51
锥栗叶	45	57	72
荷木叶	48	54	63
厚壳桂叶	31	42	57
黄果厚壳桂叶	41	54	61
云南银柴叶	11	11	—

表 5 主要建群树种凋落叶物质化学组成(占无灰干物%)

Table 5 Chemical composition of litter of main edificatros

树种 Species	C (%)	N (%)	C/N	苯溶性物 Benzene soluble substance	水溶性物 Water soluble substance	半纤维素 Semicel- lulose	纤维素 Cellulose	木质素 Lignin	粗蛋白 Crude protein
锥栗	49.7	1.43	34.7	12.0	14.8	12.0	19.3	22.3	8.1
荷木	49.9	1.46	34.2	15.1	18.1	12.3	15.6	23.1	8.1
厚壳桂	56.0	1.23	45.5	20.7	12.7	9.5	18.4	30.3	6.9
黄果厚壳桂	53.4	1.64	32.6	20.7	8.5	11.4	12.7	30.2	9.0
云南银柴	38.3	1.81	21.2	8.4	11.6	12.7	17.3	18.2	10.1
凋落枝	48.5	0.83	56.4	4.6	7.8	13.9	21.7	36.2	4.8

的锥栗叶,其木质素的组分最低,同时含有较高的粗蛋白。相反,厚壳桂的叶含木质素的组分最高,而粗蛋白组分最低,其分解速率最低,凋落枝的组成亦然。而黄果厚壳桂的叶尽管含有较高的木质素,但其粗蛋白的组分亦高,且纤维素含量最低。可见,凋落物分解速率的差异,与其组成中难、易分解组分的含量有关。再者,从凋落物的碳氮比值来看,厚壳桂叶和凋落枝的碳氮比明显高于其它树种,也反映了上述分解速率差异所致的一致性。此外,从表 5 资料看到,组成中易分解物质(可溶性物、半纤维素和蛋白质)的含量均达 40% 以上,很可能前半年的分解速度与此有关。

### (三) 凋落物的营养元素

众所周知,凋落物在森林生态系统的物质、能量转化中占有十分重要的地位,它起着调节和保养森林自身的作用。凋落物归还土壤营养元素的问题,早为研究工作者所重视,从我们分析的结果(表 6)看到,鼎湖山森林凋落物除含有较高的 N 素外(1.41%), K、Ca 的含量亦较高,其次是 Mg,而 P、Na、Fe 和 Mn 的含量甚低。各元素的含量顺序为: N > K > Ca > Mg > P > Mn > Fe > Na, 与马来西亚巴索林比较,凋落物营养元素的含量无论在差异的趋势上或是在数量级上,均与鼎湖山森林十分相似,只是 K 和 P 的含量,鼎湖山林高于巴索林,而 Ca、Mg 的含量则低于巴索林。

表 6 凋落物营养元素含量(%)

Table 6 Contents of nutrient elements in litter

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn
鼎湖山林 Dinghu	1.41	0.065	0.47	0.34	0.14	0.02	0.026	0.040
巴索林 Pason	1.10	0.031	0.35	0.70	0.21	—	—	—

如果我们按鼎湖山森林凋落物的年平均量(9.2t/ha)计算,则每年随凋落物返回林地的营养元素量(t/ha)应为: N—129.7, P—6.0, K—43.2, Na—1.8, Ca—31.3, Mg—12.9, Fe—2.4, Mn—3.7。而根据华南植物研究所生态研究室彭少麟等关于鼎湖山季风常绿阔叶林生产力的研究,采用气体交换法和收割法(解析木分析法)

进行分层(乔、灌、草)测定,该森林每年从土壤吸收的主要营养元素量(t/ha)为: N—130.87, P—5.39, K—93.58, Ca—55.11, Mg—13.78<sup>1)</sup>, 可见森林凋落物归还营养元素的具体概念及其在生物循环中的重要地位。

此外,我们从建群树种凋落叶的营养元素分析(表7)来看,各元素的含量与上述凋落物元素的含量趋势一致,除云南银柴叶中 Ca 和 Mn 的含量较高外,未见特殊差异的树种。按各树种叶凋落量的年平均百分数(表3),计算出它们归还森地的营养元素含量(表8),可以看到,5种建群树种凋落叶营养元素的含量分别占凋落物元素总量的1/3—1/2,而上层优势树种锥栗叶 N、P、K 的含量就占5种树叶元素总量的50%以上。在此,同样反映了建群树种和优势树种在森林群落中的主导作用。

表7 主要建群树种凋落叶的营养元素含量(%)

Table 7 Contents of nutrient elements in leaf fall of main edificators (%)

树种 Species	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn
锥栗	1.43	0.058	0.34	痕迹	0.20	0.14	0.015	0.058
荷木	1.16	0.052	0.40	0.01	0.36	0.16	0.016	0.058
厚壳木	1.23	0.034	0.38	0.02	0.31	0.13	0.018	0.003
黄果厚壳桂	1.64	0.043	0.39	0.13	0.34	0.18	0.015	0.076
云南银柴	1.81	0.052	0.32	痕迹	0.72	0.16	0.013	0.122

表8 随凋落叶归还营养元素的量(kg/ha·year)

Table 8 The quantity of nutrient elements returned to soil by litter (kg/ha·year)

树种 Species	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn
锥栗	39.3	1.2	1.7	—	4.2	2.9	0.03	1.2
荷木	7.3	0.3	2.0	0.1	1.8	0.8	0.08	0.3
厚壳桂	6.2	0.2	1.9	0.1	1.6	0.7	0.09	0.2
黄果厚壳桂	8.2	0.2	0.2	0.7	1.7	0.9	0.08	0.4
云南银柴	3.6	0.1	0.6	—	1.4	0.3	0.06	0.2

### 三、结 论

1. 鼎湖山南亚热带常绿阔叶林的年凋落量为7—11t/ha, 平均年凋落量9.2t/ha, 年变幅大。凋落物组分中,叶占42—66%,平均55%;枝占13—33%,平均20%;花果及杂物占18—34%,平均25%。

2. 鼎湖山森林凋落物有明显的年凋落节律,一年中出现两个凋落高峰期,第1个峰期在雨季始,第2个峰期在雨季末,旱季凋落量最低,且年变幅也小。凋落物组分中,叶的凋落节律明显,相应有两个高峰期,而枝和杂物则无节律。

3. 凋落物的分解速率为0.5,叶、枝和杂物的分解速率分别为0.5、0.4和0.4。分解速

1) 引自彭少麟等,鼎湖山季风常绿阔叶林的生产力研究。(待刊稿)

率与凋落物的化学组成和 C/N 值有密切关系。

4. 鼎湖山森林凋落物营养元素含量的顺序为:  $N > K > Ca > Mg > P > Mn > Fe > Na$ 。随凋落物归还林地营养元素的量,反映了凋落物在森林生态系统中的重要作用。

5. 与热带森林比较,鼎湖山森林凋落物具有较多热带季雨林的特征。森林凋落物特征的研究,对确定森林群落的类型有其重要的参考价值。

6. 通过建群树种和优势树种叶凋落量及其营养元素含量的研究,进一步阐明它们在森林群落中所起的作用,也是评价各种森林类型的依据之一。

### 参 考 文 献

1. 黄展帆、范征广, 1982: 鼎湖山的气候。热带亚热带森林生态系统研究,第1集,11—13页。
2. 王铸豪等, 1982: 鼎湖山自然保护区的植被。热带亚热带森林生态系统研究,第1集,77—86页。
3. 屠梦照等, 1984: 鼎湖山南亚热带常绿阔叶林凋落物量。热带亚热带森林生态系统研究,第2集,18—20页。
4. 卢俊培、刘其汉, 1988: 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,第12卷2期,105—107页。
5. 程伯容等, 1987: 长白山红松阔叶林的生物养分循环。土壤学报,第24卷2期,162页。
6. 屠梦照, 1988: 森林凋落物量测定方法的实践和体会。热带亚热带森林生态系统研究,第5集,7—8页。
7. Bullock J. A., 1978: A contribution to the estimation of litter production and tree loss in Pasoh forest reserve. The Malayan Nature Journal, Vol. 30, 362—365.
8. Lim M. T., 1978: Litterfall and mineral content of litter in Pasoh forest. The Malayan Nature Journal, Vol. 30, 376—378.
9. Klinge H., 1978: Litter production in tropical ecosystems. The Malayan Nature Journal, Vol. 30, 417—420.
10. Bray J.R., and Gorham E., 1964: Litter production in forests of the world. Adv. Ecol. Res., 2.



## CHARACTERISTICS OF LITTER IN EVERGREEN BROAD-LEAVED FOREST OF THE DINGHU MOUNTAIN

Tu Mengzhao, Yao Wenhua, Weng Hong and Li Zhian

(*South China Institute of Botany, Academia Sinica, 510650*)

### Summary

The present paper deals with the production, variation rhythm, decomposition rate and mineral contents of litter in the subtropical monsoon evergreen broad-leaved forest in the Dinghu Mountain. The organic matter and the nutrient elements in the leaf fall of the main edificators in this forest were also studied.

The 5-year observation results show that the annual litter ranges from 7t/ha to 11t/ha, with an average of 9.2 t/ha. The variation rhythm of the litter is remarkable; there are 2 peaks in each year: one occurs at the beginning of the rainy season (April or May), the other appears at the end of the rainy season (September or October). But in dry season the litter production is low and has little annual variation. In the total litter, the rhythm is conspicuous in the leaf fraction, while it is imperceptible in twig and miscellany fractions.

The rate of litter decomposition is 0.5, which is closely related to its chemical composition and C/N ratio. The sequence of the mineral contents in the litter is  $N > K > Ca > Mg > P > Mn > Fe > Na$ .

The litter in the forest of the Dinghu Mountain possesses more characteristic of tropical monsoon forest.

The study provides further evidence which can help classify the forest types.

**Key words** Litter, Rate of decomposition, Nutrient elements