

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 V II. 凋落量、现存凋落量和凋落物分解速率

陈章和* 张宏达 王伯荪
(中山大学生物系, 广州 510275)

摘 要

本文研究了黑石顶自然保护区南亚热带常绿阔叶林的凋落量及其季节动态, 并对现存凋落量和凋落物分解速率进行了初步测定。

小凋落物[叶、 $D(\text{直径}) < 1\text{cm}$ 枝、花果、杂物]总量为 $5.230\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ (2年平均), 其中叶 $3.550(68.22\%)$, 枝 $0.837(15.81\%)$, 花果 $0.582(10.97\%)$ 。凋落物的季节变化明显, 叶凋落量雨季较多, 干季较少, 一般以 4 月为凋落高峰, 花果凋落量则以秋冬季节较多。大枝 ($D \geq 1\text{cm}$) 凋落量为 $0.340\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ (2年平均), 年际变化较大。

现存凋落量为 $5.545\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$, 其中叶 $3.275(59.06\%)$, 枝 $1.618(29.18\%)$, 花果 $0.131(2.36\%)$ 。

叶凋落量约为叶生物量的 $1/4$, 叶现存凋落量约为叶生物量的 $1/5$ 。

凋落物分解至原重量一半约需 5 个月左右(雨季), 一年半后重量减至原重的 19%。

关键词: 黑石顶; 南亚热带常绿阔叶林; 凋落量; 现存凋落量; 凋落物分解

森林凋落物的研究对研究森林的物质循环有重要意义。自 50 年代, 特别是 60 年代以来, 国际上对森林凋落量已有大量研究^[12, 18]。在我国, 自 70 年代末开展对森林生物量及生产量研究, 接着也开展了对森林凋落物的研究工作^[5]。黑石顶森林凋落物的研究从 1989 年 8 月开始。本文报道自开始至 1991 年 8 月的测定结果。

研究方法

研究群落为低山常绿阔叶林, 海拔约 400m, 据优势种, 该群落可称为: 粘木 (*Ixonanthes chinensis*) + 小叶胭脂 (*Artocarpus styracifolius*) + 光叶红豆 (*Ormosia glaberrima*) + 生虫树 (*Crypto-*

* 华南师范大学生物系, 广州 510631
Dept. of Biol., South China Normal University, Guangzhou

carya concinna)—华南省藤(*Calamus rhabdocladius*)+金毛狗(*Cibotium barometz*)群落,在低山地带很常见^[3]。

一、凋落量

为收集小凋落物(叶、 $D < 1\text{cm}$ 枝,花果,杂物),在 $2\ 000\text{m}^2$ 永久样地安装 20 个收集器(每个 1m^2)。每个收集器规则地安装于每个 100m^2 小样方中间。收集器用约 70 目尼龙网及粗铁线制成。收集器四角用树桩支撑住,底部离地面约 30cm。

凋落物每月收集一次。分开叶、枝、花果及杂物,分别称风干重及烘干重(80°C 烘箱烘至恒重)。

对大枝($D \geq 1\text{cm}$)凋落量,另设 2 个 100m^2 样方,清除样方内的落枝后,每隔 2—3 个月收集样方内的落枝,称鲜重后取部分样品烘干称干重。

二、现存凋落量

现存凋落量采用样圆法取样。预先用粗铁线制成 0.5m^2 的圆,取样时,把圆内的凋落物全部收回,分开叶、枝、花果及杂物称重。共设置 15 个样圆,每个样圆位于收集器附近。

三、凋落物分解

用上述规格的尼龙网做成大小为 $25-28 \times 20-23(\text{cm})$ 的网袋,把收集器收得的(干季月份)凋落物按比例取叶、枝、花果等 30—40(干重)置于袋中,缝好,安放于林内地面。安放时,把地面的凋落物拨开,挖去少量泥土,使网袋上表面和地面凋落物相平。共安放 20 袋,分 5 个点,每点放 4 袋(4 袋相距很近)。每隔 3—5 个月,从每个点各收回一袋。用水小心洗净分解残余物,剔除砂粒等杂物,风干后烘干称重。

结果与分析

一、小凋落物量

小凋落物量 2 年分别为 4.748 和 $5.711\ \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}\text{a}^{-1}$,其中叶最多(71.92%和 64.52%),其次是枝(13.83%和 17.79%)。凋落物的年际变化不大(较多的年份与较少年份的比值为 1.2),这和其他研究结果相似^[12,15,16]。但枝和花果的年际变化较大,比值为 1.6(表 1)。

表 1 小凋落物量测定结果

Table 1 Amount of small litterfall($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}\text{a}^{-1}$)

	Branch	Leaf	Reproductive organs	Trash	Total
Aug. 1989—	0.657	3.415	0.443	0.234	4.748
Aug. 1990(a)	(13.83)	(71.92)	(9.33)	(4.93)	
Aug. 1990—	1.016	3.685	0.720	0.291	5.711
Aug. 1991(b)	(17.79)	(64.52)	(12.61)	(5.09)	
b/a	1.6	1.1	1.6		1.2

* 括号内数字为%。

Values in the parentheses are %.

凋落量的季节变化十分显著(图 1)。3 月至 9 月凋落量较多,其中以 4 月份为凋落高峰。但不同的年份,季节格局差异较大。叶的凋落高峰在 4 月,秋冬季节叶的凋落较少,表

明森林的大部分叶在生长季更新,而不是在秋冬季,反映了南亚热带常绿森林的特点。花果的凋落终年都有,但以秋冬季较多。事实上,尽管森林花果期终年不断,但果实成熟在秋季较集中,尤其是较大的果实,如壳斗科的果实。

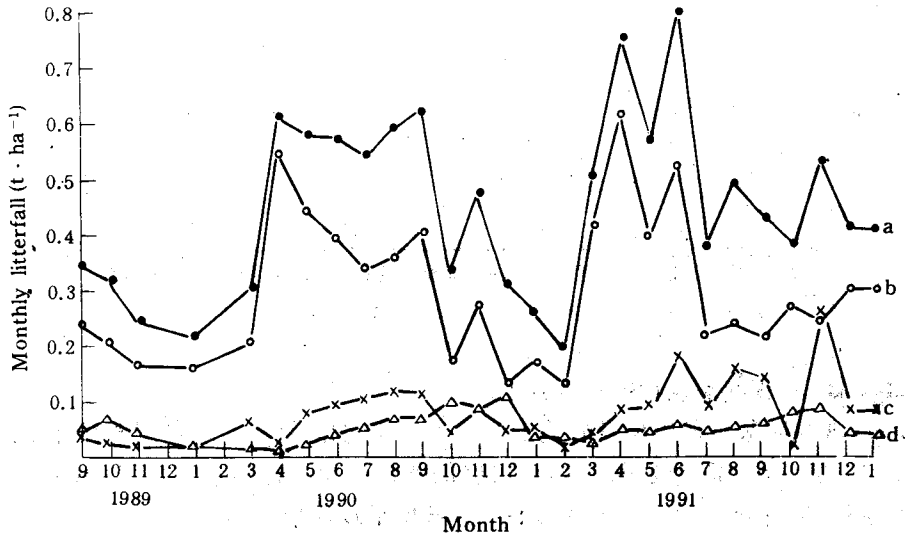


图1 凋落量的月变化

Fig. 1 Monthly variation of the litterfall

- a. 总量 Total litterfall; b. 叶凋落量 Leaf litterfall;
c. 枝凋落量 Branch litterfall; d. 花果凋落量 Reproductive organs litterfall

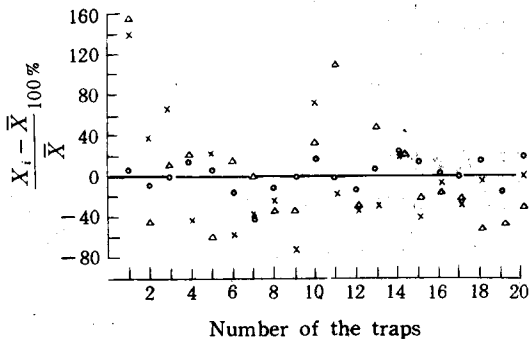


图2 不同器官凋落量的空间差异

Fig. 2 Spatial variation of different organs in the litterfall

- x: 枝 branch; o: 叶 leaf; Δ: 花果 reproductive organs.

凋落物的空间分布如图2。枝和花果凋落量的空间差异十分显著,叶凋落量的空间差异则小得多。因此,为不同目的而收集不同的组分,收集器的数目应有差异。

二、大枝凋落量

大枝凋落量2年分别为0.433和0.247 t · ha⁻¹ · a⁻¹,凋落较多的是5—9月。年际变化显著。

三、现存凋落量

现存凋落量为5.545 t · ha⁻¹ (1991. 7. 15测),其中叶3.275 (59.06%),枝1.618 (29.18%),花果0.131 (2.36%) (表2)。和凋落量相比,枝现存凋落量百分比较高,而叶则较低。从平均值95%置信区间看,以叶的空间变化最小,其次为枝,花果的较大。

表 2 现存凋落量测定结果

Table 2 Litter standing crop of the forest

	Branch	Leaf	Reproductive organs*	Trash	Total
In 15 plots(g)	1213.395	2456.204	98.223	390.682	4158.504
X, 95% confidence limits	80.893± 26.575	163.747± 18.585	6.548±3.416		
t. ha ⁻¹	1.618	3.275	0.131	0.521	5.545
%	29.18	59.06	2.36	9.40	

* 花果%可能较真实值低,因为一些半分解的或很细小的花果难以辨认出而作杂物处理。

Values were lower than exact ones because of difficult distinction of some from the trash.

四、凋落量、现存凋落量和生物量的关系

凋落量、现存凋落量和生物量的关系列于表 3。叶凋落量和叶现存凋落量分别约为叶生物量的 1/4 和 1/5。总凋落量的分解恒量(凋落量与现存凋落量之比 K)为 1.03,叶的分解恒量为 1.13,这意味着叶的分解较快。分解恒量较热带雨林低^[10,13,16]。

表 3 凋落量、现存凋落量和生物量的关系

Table 3 Relations between litterfall(LF),litter standing crop(SL),and biomass

Leaf LF/ leaf biom. *	SL of leaf/ leaf biom.	Leaf LF/ SL of leaf	Total LF/ total SL(k)
0.238	0.210	1.125	1.030

* 不包括草本层的叶生物量。

Excluding the leaf biomass of herbaceous layer in this item, biom=biomass.

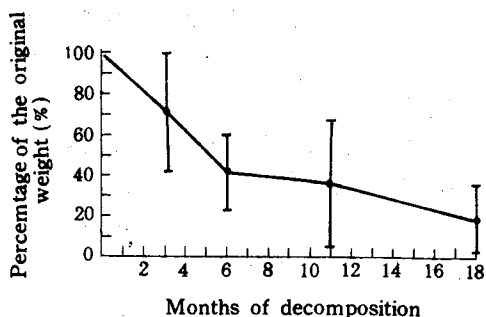


图 3 凋落物的分解进程(竖线表示平均值的 95%置信区间)

Fig. 3 Decomposition course of the litterfall (the bars indicate 95% confidence limits of the mean values)

五、凋落物的分解

凋落物的分解过程如图 3。凋落物重量减少一半所需时间约为 5 个月,半年减至原重量的 40%,一年半后,减至 19%。结果显示,平均值 95%置信区间较大,表明分解的空间差异较大。

讨 论

凋落物对森林生态系统的物质循环十分重要。目前已对不同森林的凋落量进行了大量

的测定。和其他热带、亚热带森林相比,本文的测值较低^[2,5,12,18]。*

收集器的数目在凋落物研究中是一重要问题,有人建议采用 10—20 个(全个 0.5—1m²)^[7,8]或样地面积的 1%^[7]。Medwecka-Kornias 建议合适的精度是 95%置信区间均值的 5%^[9]。Chapman 认为在大多数情况下,每个样地 20 个收集器是适合的^[9]。但实际上,不同研究者采用收集器的数目差异很大,从 1 至 35 个,甚至更多,面积从不到 1m² 到 20m² (多为 10m²),这就影响了结果的精度及可比性。

本文结果显示,对于总凋落量及叶凋落量,收集器的数目不应少于 10 个(10m²),最好多于 12 个(图 4)。这和在马来西亚的研究结果相同^[6]。Puig 等也认为,12 个收集器有一个有意义的平均值^[13]。

收集时间间隔也是影响精度的因素之一。许多研究者每 2 周或每月收集一次。在热带和南亚热带湿润森林,一个月的间隔似乎太长,尤其在雨季。本文未对间隔期重量的损失作校正,可能会使结果偏低。

收集器一般安装在离开树干一定的距离,以便较好地收集枝、叶等凋落物,但这也也许影响了对树皮的收集,因为树皮一般落在树干周围,尤其树干较低部分的树皮是如此。

凋落量的季节变化与森林类型及气候条件有关。气候季节性变化小,则凋落量的变化可能也小。凋落高峰的时间也有不同,有的森林凋落高峰在雨季^[12],有的则在旱季^[4,14,15,17],也有的是一年 2 个高峰^[11,16]。图 5 显示了我国热带亚热带几个森林凋落量的季节变化。它们都有相似的季节格局。叶的凋落高峰通常都在 3—4 月,此后,凋落量减少。至 10—11 月,有的出现第二次高峰。南亚热带常绿阔叶林(c,d)及云南热带湿性季雨林(b)第二次高峰不明显或没有。海南山地雨林的凋落量季节变化较接近于南亚热带常绿阔叶林,显示出它们具有较接近的生态适应性;而海南热带半落叶季雨林和亚热带常绿阔叶林较相似,它们第二个叶凋落高峰较明显。半落叶季雨林第二个高峰可能是对干旱的适应,而亚热带常绿阔叶林则可能是对冬季低温的适应。

南亚热带常绿阔叶林的凋落高峰在雨季,这时高温多雨,对凋落物的分解及营养元素的循环十分有利。

不同研究者的结果都表明,凋落量年际变化不大,但本文也显示,不同的年份,季节格

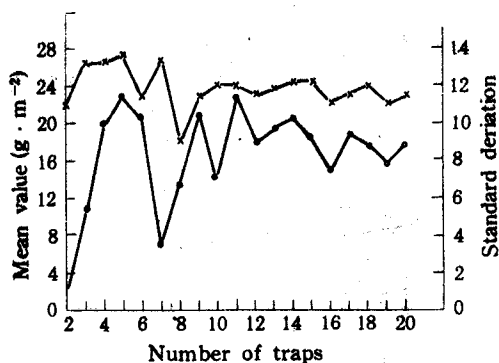


图 4 平均值和标准差随收集器数目的变化
Fig. 4 Mean value and standard deviation varied with the numbers of traps
a. 平均值 Mean value;
b. 标准差 Standard deviation

* 陈启, 1988, 亚热带青冈栎常绿阔叶林生态系统生物生产力研究, 东北林业大学博士生毕业论文(摘要)p83—87.

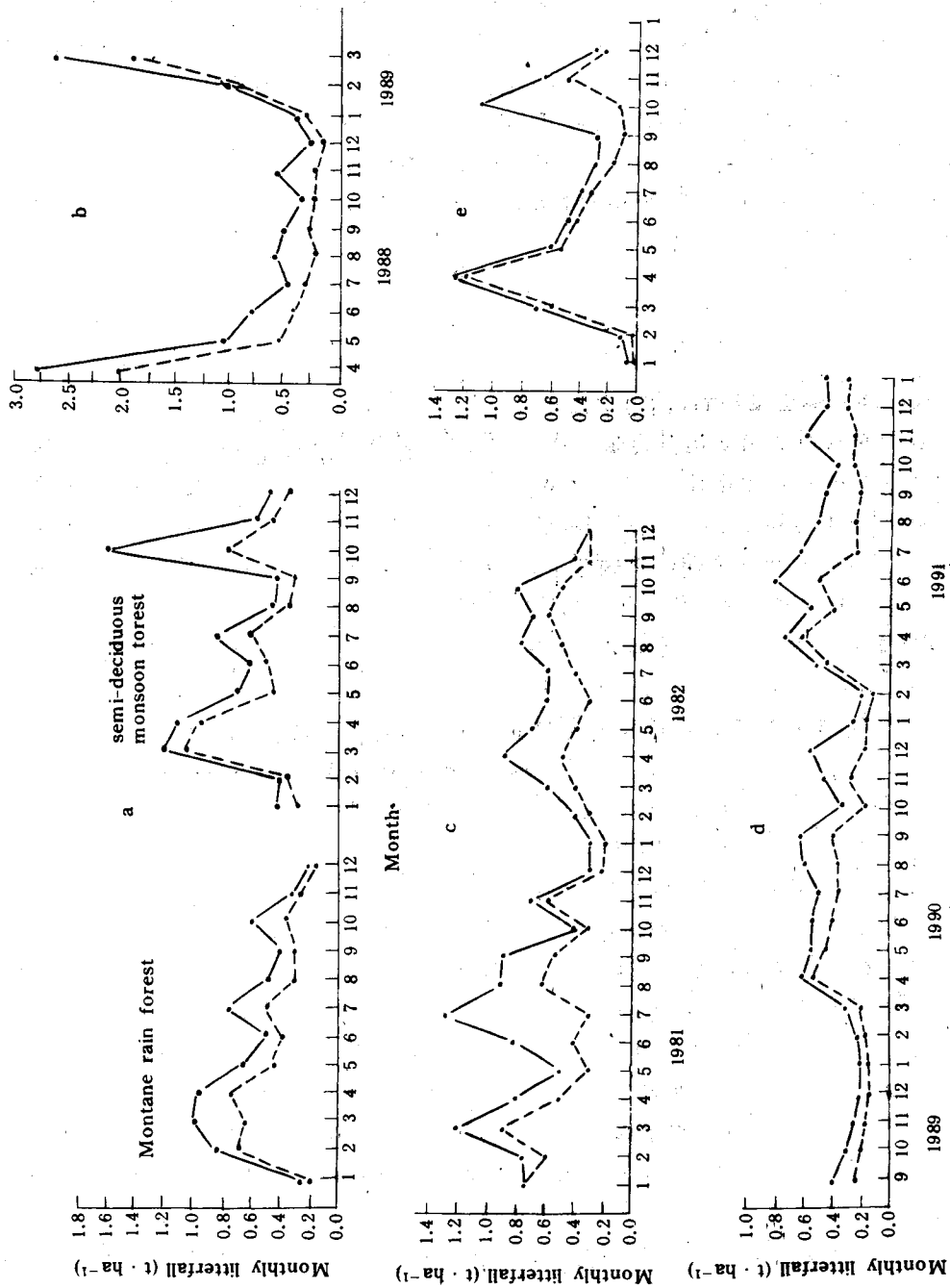


图 5 我国热带亚热带几个森林凋落量的季节变化(a. 海南; b. 云南西双版纳; c. 广东鼎湖山; d. 广东黑石顶; e. 浙江建德)

Fig 5 Monthly Variation of Litterfall of Several tropical and subtropical forests in China (a. Hainan Island; b. Xishuangbanna, Yunnan; c. Dinghushan, Guangdong; d. Heishiding, Guangdong; e. Jiande, Zhejiang)

— 总量 Total litterfall; --- 叶凋落量 Leaf litterfall

局仍有明显差异,所以凋落量的测定,最好应连续几年。大枝凋落量的年变化很显著,要取得其凋落量的可靠数据,看来测定的时间比小凋落物量的测定更应长些。凋落物的分解表现出较大的空间异质性,本文每次回收 5 个重复,看来是偏少了。

参 考 文 献

- [1] 田大伦、赵 坤,杉木人工林生态系统凋落物的研究 I. 凋落物的数量、组成及动态变化。中南林学院学报(增刊),1989,(9):38—44。
- [2] 卢俊培、刘绍汉,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,1988,12(2):104—112。
- [3] 陈章和、张宏达、王伯荪,黑石顶自然保护区森林生物量与生产力定位研究 I. 样地群落概况。生态科学,1990,(2):14—22。
- [4] 郑 征、刘伦辉等,西双版纳湿性季雨林凋落物及叶虫食量研究。植物学报,1990,32(7):551—557。
- [5] 屠梦照,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,1984,(2):18—23。
- [6] 屠梦照,森林凋落物量测定方法的实试体会和看法。热带亚热带森林生态系统研究,1989,(5):7—10。
- [7] 木村允(姜恕等译),陆地植物群落的生产量测定法(1976)。科学出版社,1981,75—78。
- [8] 佐藤大七郎、堤利夫(聂绍基等译),陆地植物群落的物质生产(1977)。科学出版社,1981,32—33。
- [9] 查普曼 S. B. 等(阳含熙等译),植物生态学的方法(1976)。科学出版社,1981,124—130。
- [10] Anderson, J. M., J. Proctor & H. W. Vallack, Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak III. decomposition process and nutrient losses from leaf litter. *J. of Ecol.*, 1983, 71:503—527.
- [11] Kihachiro Kikuzawa et al., Leaf-litter production in a plantation of *Alnus inokumae*. *J. of Ecol.*, 1984, 72: 993—999.
- [12] Proctor, J. et al., Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak II. litterfall, litter standing crop and preliminary observation on herbivory. *J. of Ecol.* 1983. 71: 261—283.
- [13] Puig, H. et al., Production de litiere, necromasse, apports mineraux au sol par la litiere en forêt guyanaise. *Rev. Ecol. (Terre vie)*, 1988, 43: 3—22.
- [14] Rai, S. N. and J. Proctor, Ecological studies on four rainforests in Karnataka, India I. litterfall. *J. Of Ecol.*, 1986, 94 (2): 455—464.
- [15] Sharma, E. and R. S. Ambasht, Litterfall, decomposition and nutrient release in an age sequence of *Alnus nepalensis* plantation stands in the Eastern Himalaya. *J. of Ecol.*, 1987, 75 (4):997—1010.
- [16] Spain, H. V. Litterfall and standing crop of litter in three tropical Australian rainforests. *J. of Ecol.*, 1984, 72 (3): 947—961.
- [17] Tanner, E. V. J., Litterfall in montane rain forests of Jamaica and its relation to climate. *J. of Ecol.*, 1980, 68: 833—848.
- [18] Vitousek, P. M., Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. *Ecology*, 1984, 65 (1): 285—298.

STUDIES ON BIOMASS AND PRODUCTION OF THE
LOWER SUBTROPICAL EVERGREEN BROAD-LEAVED
FOREST IN HEISHIDING NATURAL RESERVE
VII. LITTERFALL, LITTER STANDING CROP
AND LITTER DECOMPOSITION RATE

Chen Zhanghe, Zhang Hongta and Wang Bosun
(Zhongshan University Guang Zhou 510275)

Abstract

Litterfall and its monthly variation, litter standing crop, and the litter decomposition rate in the lower subtropical evergreen broad-leaved forest of Heishiding Natural Reserve, Province Guangdong, were studied from Aug. 1989 to Aug. 1991. The forest is at 400 m above sea level, which was dominated by *Ixonanthes chinensis*, *Artocarpus staracifolius*, *Ormosia glaberrima*, *Cryptocarya concinna*, *Calamus rhabdocladus*, *Cibotium*, *barometz*, etc. As measured, amount of small litterfall including leaves, branches less than one centimeter in diameter, flowers and fruits, and trash was $5.230 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ per year (mean for 2 yrs.) among which leaves, branches, and flowers and fruits were $3.550(68.22\%)$, $0.837(15.81\%)$, and $0.582(10.97\%)$ respectively. It was obvious that the litterfall varied monthly. Greater leaf litterfall occurred in the wet season, with a peak in April, while flower and fruit litterfall was more in Autumn and Winter. Big branch (diameter over 1 cm) litterfall was $0.34 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ per year (mean for 2 yrs.), with significant yearly variation. Litter standing crop amounted to $5.545 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, among which leaves, branches, and flowers and fruits were $3.275(59.06\%)$, $1.618(29.18\%)$, and $0.131(2.36\%)$ respectively. Leaf litterfall and standing crop of leaf litter were about $1/4$ and $1/5$ of the leaf biomass respectively. It took about 5 months for the litter to lose half of its weight in wet season. The litter decreased to 19% of the original weight in 18 months.

Key words: Heishiding; The lower subtropical evergreen broad-leaved forest; Litterfall; Litter standing crop; Decomposition of litter