

广东黑石顶森林群落凋落叶的研究

方 炜 李鸣光 王伯荪 张宏达

(中山大学生物系, 广州510275)

摘 要

本文工作是以黑石顶自然保护区森林群落为对象, 在不同生长季节对凋落叶量与地被物现存量及其降解与营养回归进行了为期一年的研究。结果表明:

1、平均年凋落叶量为 $3.468 \pm 0.196 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, 占叶现存生物量的 20—22%。地被枯叶量为 $3.078 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。每季度的总凋落叶量和每个树种的凋落叶量在总凋落叶量中的比例随季节而波动。

2、凋落叶中灰分、有机 C、全 N、全 P 的年平均含量以绝对干物质计分别为 4.11%、47.78%、0.8216%、0.0476%, 含量最高值出现在雨季, 最低值在干季。全 K 年平均含量为 0.2653%, 但含量最高在干季、最低在雨季, 这是因为 K 很容易被淋溶。经过一年的降解, 有机 C、全 N、全 P、全 K 的含量分别降至 38.85%、0.5118%、0.0367% 和 0.2223%。

3、经推算, 全 P、全 K、全 N 在凋落叶中的含量分别是在生活叶中含量的 15.87—31.73%, 17.69—26.53%, 27.39—54.77%。这说明树叶中大部分的营养物质在凋落前已经通过某种途径发生了移动。

4、群落凋落叶半量降解时间平均约为 3 个月, 失重率在雨季后期(6月~ 9月)最高(50.75%), 干季(12月~ 3月)最低(6.28%)。在一年时间里, 凋落叶干物质的 64.32% 回归到土壤中, 即 $2.2269 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。地被落叶在一年内的失重率为 54.68%。

关键词: 凋落叶; 分解速率; 营养回归

在森林生态系统中, 地上植被的凋落物产量是净第一性生产量的一个主要组成^[1], 森林植物所获得有大量的能量和物质, 最终都会结合到死的有机物或有机碎屑中。而这些物质的分解和矿化作用, 对于陆地生态系统的永续生产起着决定性的作用^[2]。森林凋落物对地表物种多样性的建立和森林生态系统稳定性的建立具有重要意义^[7]。因此, 对于凋落物分解作用的研究, 有助于认识森林生态系统的功能和指导林业实践。

* 国家自然科学基金资助项目。部分实验在华南植物研究所生态室完成。

方炜现工作单位在华南植物研究所。

收稿日期: 1993-08-09; 修回日期: 1993-09-24

样地概况和方法

粤西黑石顶自然保护区位于北回归线上(东经 $111^{\circ}53'$, 北纬 $23^{\circ}27'$), 地形起伏大, 属低山山地地貌。一般海拔高度为150-700m, 大都为红壤。整个保护区占地4000ha, 其中1000ha为天然常绿阔叶林, 主要分布在海拔350m以上^[1]。保护区内植被十分丰富, 共有蕨类植物30科101种, 裸子植物5科6种, 被子植物155科1500种^[6]。

该区属亚热带湿润季风气候。根据附近七星区气象站(距保护区5km处)1971年至1975年的观测, 该区年平均气温 19.6°C , 最冷月(1月)均温为 10.6°C , 最热月(7月)均温为 28.4°C 。最低和最高气温分别为 -6.1 和 38.8°C 。无霜期297d。年降雨量为1743.8mm。有一个明显的干季。雨季一般是从4月到9月(占降雨量的79%)。年蒸发量为1329.8mm。大部分时间平均相对湿度超过80%^[6]。

本研究样地是该保护区中位于独田、面积为1700m²的低山常绿阔叶林永久试验地, 海拔约400m, 为低山地区常见的粘木(*Ixonanthes chinensis*) + 小叶胭脂(*Artocarpus styracifolius*) + 黄果厚壳桂(*Cryptocarya concinna*)群落。无论从其分布的地理位置还是从其群落结构来看, 该样地都可作为亚热带常绿阔叶林较典型的代表。

一、取样点的设置

本文在独田样地的山顶、山腰和山下各设立面积约36m²的试验小区进行落叶降解试验。

二、凋落物的收集与调查

1、在独田样地内均匀布设20个 $1 \times 1\text{m}^2$ 的凋落物尼龙收集网(约每100m²中心一个), 网底离地面30mm, 每月收集一次。

2、分别于1992年3月、6月、9月、12月和1993年3月下旬, 每季抽查前一季两个月每一收集袋的凋落叶总量、种类、各类的重量, 并统计出占前十位的优势落叶树种及其落叶量之比。

3、分别于1992年4月5日和1993年3月29日在独田样地中从五个成对的1m²地面上取地被物(包括未降解的和部分降解的凋落物), 烘干并分类称重。

三、自然状况下落叶及其降解过程的模拟

1、根据上述二、2中的统计数据, 每季称取从收集网内获得的凋落叶65袋(每袋按比例装入数量最多的那十种落叶, 总风干重为10.0g), 其中5袋用于测定含水量及未降解落叶的元素含量。另60袋各自装入 $20 \times 20\text{cm}^2$ 、网眼大小为2mm的尼龙网袋中, 分别放到山顶、山腰、山下的小样地上(文中的数据均为这三个小样地的平均值), 每处20袋, 分四季取回, 每种处理5个重复。

样袋取回后, 将样袋在水中迅速漂洗, 冲去混入的泥土, 然后在 60°C 下烘干至恒重, 取出样袋称重。将同一处理的5个重复样混合、磨碎、称样测定其灰分含量, 以无灰干物质计算其分

解速率,计算方法为:

$$\text{失重率}(\%) = \frac{\text{取样时样烘干重} - \text{灰分重}}{\text{放样时样烘干重} - \text{灰分重}} \times 100\%$$

2、测定样品的有机 C、全 N、全 P、全 K 含量

植物样品经植物粉碎机磨碎,粗灰分的测定用干灰分法,有机碳的测定采用重铬酸钾法。其余采用高氯酸硫酸消化法预处理¹⁾,全 N 在全自动离子分析仪上测定,全 P 采用钼锑抗比色法,全 K 采用原子吸收光谱测定。

结果与分析

一、凋落物量

1992年1月—1993年1月凋落物中全年凋落叶量为 $3.305\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$,全年凋落枝量为 $1.108\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$,与前两年的凋落物量相比无显著变化。

凋落叶量在雨季(3—9月)出现高峰(以3、4月份为最高),在10月—1月出现低谷(以低温少雨的12月、1月为最低)。凋落物总量和落叶量的波动趋势与降雨、温度的变化趋势非常一致:雨季的凋落物较多,整个森林在其生长旺盛的季节里更新其大部分树叶。同一趋势在对海南霸王岭、广东鼎湖山、浙江建德亚热带常绿阔叶林的凋落物量调查中也得到了证实¹⁾,可以认为这是亚热带常绿阔叶林的特征。

对样地地被物的观测结果表明,地被物中的落叶总量从一年前(1992年3月)的 $3.02 \pm 0.88\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ 降至一年后(1993年3月)的 $2.55 \pm 0.52\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ 。树枝总量从 $0.406 \pm 0.264\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ 增至 $0.509 \pm 0.235\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ 。地被物数量的变动与前一年的凋落物量明显有关。

二、凋落叶降解

每季凋落叶的降解失重趋势如表1所示。在本样地中,凋落叶在放置后最初的3—6个月降解速度最快,前90天平均可降解至原重的一半(47.30%),其后降解速度下降,9个月之内平均仅降解剩余部分的五分之二(占整个原重的19.94%)。尽管不同试验小区、不同季节、不同落叶种类比例会造成明显的差异,但在落叶初期迅速降解的总趋势非常明显。

在不同季节内降解速度也呈现出明显差异。雨季后期(6—9月)降解速率最高,平均失重达50.75%;干季(12—3月)最低,平均为6.28%;雨季前期(3—6月)和雨季结束期(9—12月)的降解率分别为24.79%和29.90%。

降解速率随时间的变化呈下降趋势,这与Edwards^[10]的线性关系说法不符。在王凤友等^[2]对东北红松针阔叶混交林森林凋落物的研究中,采用了普遍接受的简单指数模型说明这一过程:

$$x_t = x_0 e^{-kt}$$

式中: x_t 和 x_0 为 t 时刻和初始时刻枯叶的重量; t 为分解时间; k 为分解常数(k 值的生态学意义是: k 值越大,枯叶的分解速度越快)。

1) 陈章和,博士论文(打印本),1991。

表1 降解过程实测残存率(%)

Table 1 The residue percentage of decomposition(%)

Placing time	Retrieving time			
	Jun. 1992	Sep. 1992	Dec. 1992	Mar. 1993
Mar. 1992	75.21	41.18	27.16	26.89
Regression analysis	Formula I	$y=0.2224e^{0.1152t}$		$r=0.8685$
	Formula II	$y=0.2029\sqrt{T/5-0.1897}$		$r=0.9542$
Jun. 1992		32.54	28.49	27.75
Regression analysis	Formula I	$y=0.6571e^{0.01143t}$		$r=0.9272$
	Formula II	$y=0.02737\sqrt{T/5-0.6114}$		$r=0.9542$
Sept 1992			28.38	29.59
Dec. 1992				74.68

* 方程一中的 y 为残存率, t 以月计; 方程二中的 y 为失重率, T 以天计。

In formula I, y = the residue percentage, t is measured by the month;

In formula II, y = the weight-losing percentage, T is measured by the day.

王凤友等对红松及五种阔叶树枝叶的分解参数进行了估测, 估测结果与实测结果相吻合。但在本研究中, 该方程的应用却不太适宜。首先是不能得出 $x_t = x_0 e^{kt}$ 的形式, 只能以 $x_t = ae^{bt}$ 来代替 ($a \neq x_0$)。李志安等^[7] 在对鹤山的大叶相思和马占相思人工林凋落物的研究中也遇到同样问题。原因可能是在华南地区温湿条件好, 土壤与微生物活动频繁, 分解过程比东北要复杂一些。其次, 在对混合落叶降解过程进行指数回归时, 虽然相关系数达到 0.85 以上, 但由于自由度小(取点少), 检验结果不具显著意义, 即 $P > 0.05$ 。这一问题在王凤友和李志安对单种落叶的降解回归中没有发现。可能是由于多优群落混合枯叶降解过程中的不可控因素多于单优林。对于这一问题的进一步研究须通过缩小取样时间间隔, 加大样本数来进行。

Van Cleve^[13] 对凋落分解失重率还提出了另一预测公式

$$y = a\sqrt{T/5 + b}$$

其中 T 为分解的天数, y 为 T 天后的失重率。从表 1 中可以看出, 该方程模拟结果在本实验条件下比上述指数方程更适合表达凋落叶的分解过程。

三、凋落叶营养含量及其回归

每季凋落叶降解前后的灰分、有机 C、全 N、全 P、全 K 的百分含量可见表 2。

1. 灰分含量

灰分即植物中矿物元素的总和, 不同的植物及不同的生长发育期, 其灰分含量差别很大, 不同的组织部位含量也不同^[9]。本样地凋落物灰分含量及其与凋落叶贮量比的季节变化可见表 2。

表2 凋落叶灰分含量、比例及矿物元素的回归量

Table 2 The content and ratio of ash and the amount of mineral turnback of litter leaf

	Collecting time					
	Oct. & Nov.	Mar. & Apr.	Jun. & Jul.	Oct & Nov.	Dec. & Jan.	Jan. 1992-Jan. 1993
	1991	1992	1992	1992	1992	Total
Ash content(%)	3.76	4.42	4.95	3.50	2.67	4.11
The ratio of ash to litter leaf	1: 26.1	1: 22.6	1: 20.2	1: 28.6	1: 37.5	1: 24.3
Mineral turnback kg·ha ⁻¹ ·quarter ⁻¹	29.46	47.59	50.91	22.36	14.98	135.84

样地每年由落叶回归到土壤中的矿物元素总量可达 0.1358t·ha⁻¹。凋落物灰分含量的季节性变化与凋落物的凋落节律一致,雨季落叶量大,落叶灰分含量也高;干冷冬季落叶量少,灰分含量也少。

这一结果与卢俊培等^[9]在对尖峰岭的山地雨林及半落叶季雨林落叶所得结果正好相反。他们认为这可能与树种不同有关。可是在本研究中,尽管树种的不同会对结果有较大影响,但季节的作用则更明显。雨季由于降雨和风对林冠的冲击,致使大量树叶落下,这种落叶是生理作用和物理因素的综合效应,因此树叶的矿物元素转移(内循环)并不充分,仍保留有较高灰分;而冬季则主要由于生理原因而导致落叶,树叶在衰老凋落之前养分有较长一段时间得以转移,本身所含灰分在凋落时自然低得多。这一规律在落叶中全 C、全 N、全 P 含量的季节性变化中也得到了体现。

从灰分总量与凋落物干物质的比值来看,独田样地(1:24)与尖峰岭的山地雨林(1:27)比较接近,但小于尖峰岭的半落叶季雨林(1:15)而大于有关报道中的纯栎林(1:41)^[9],因此独田样地的南亚热带常绿阔叶林矿物元素归还潜力处于中等水平。

2、有机 C、全 N、全 P 和全 K

有机 C、全 N 和全 P 在落叶中的百分含量年平均分别为 47.78%、0.8216%、0.0476%,随季节变化的节律与灰分含量的变化节律一致,即:伴随雨季的到来落叶量的增加而同时增加,在雨季初、中期含量最高,干冷冬季的含量最低。落叶中有机 C、全 N、全 P 含量的下降趋势也与凋落叶的总降解趋势一致,但略快于凋落叶失重速度(表 3)。

全 K 在落叶中的百分含量年平均为 0.2653%。随季节变动的节律与前三者刚好相反,最高峰出现在冬季,1992 年 12 月、1993 年 1 月样品中全 K 含量为 0.4840%;最低值出现在雨季初期,1992 年 3、4 月样品中全 K 含量为 0.1219%,只有最高值的约 1/4。这显示出凋落叶中的全 K 极易被淋溶的特点。这一特点在降解过程中,全 K 含量的变动也得以充分体现。在四批不同时期放置的模拟落叶的降解中,有三批在第一个季度的全 K 百分含量迅速下降。整个过程全 K 百分含量的数值变动很大,但可以看出,它们都极易在 0.15-0.20% 的浓度左右浮动。就每季刚凋落的叶中全 K 的绝对值而言,比起 C、N、P 的含量以其本身百分含量的波

表4 凋落叶营养元素每季回归量代算

Table 4 Amount of nutrient turnback of litter leaf in each quarter

	Decomposition span								Total turnback (g·m ⁻² ·a)
	Mar.1992-Mar.1993		Jun.1992-Mar.1993		Sep.1992-Mar.1993		Dec.1992-Mar.1993		
	initial	turnback	initial	turnback	initial	turnback	initial	turnback	
weight (%)	100	73.11	100	72.25	100	70.41	100	25.32	64.32
weight (g·m ⁻²)	78.43	57.24	107.67	81.02	102.85	72.42	63.89	16.18	226.89
Org C(%)	44.47	77.26	54.50	82.91	42.77	71.16	44.12	30.80	69.73
Org C(g·m ⁻²)	34.84	26.92	58.68	48.65	43.99	31.30	28.19	8.68	115.55
N _T (%)	0.811	83.28	1.039	85.76	0.778	82.58	0.577	33.24	77.91
N _T (g·m ⁻²)	0.6353	0.5291	1.187	1.0180	0.8002	0.6608	0.3686	0.1225	0.3304
P _T (P ₂ O ₅ %)	0.03721	68.67	0.04837	74.30	0.05521	76.80	0.03594	49.08	70.57
P _T (g·m ⁻²)	0.02915	0.02002	0.05208	0.03870	0.05678	0.04361	0.02296	0.01127	0.11360
K _T (%)	0.5398	86.32	0.1219	42.81	0.2311	75.63	0.3699	51.16	67.66
K _T (g·m ⁻²)	0.2819	0.2433	0.1312	0.05617	0.2377	0.1798	0.2363	0.1209	0.6002

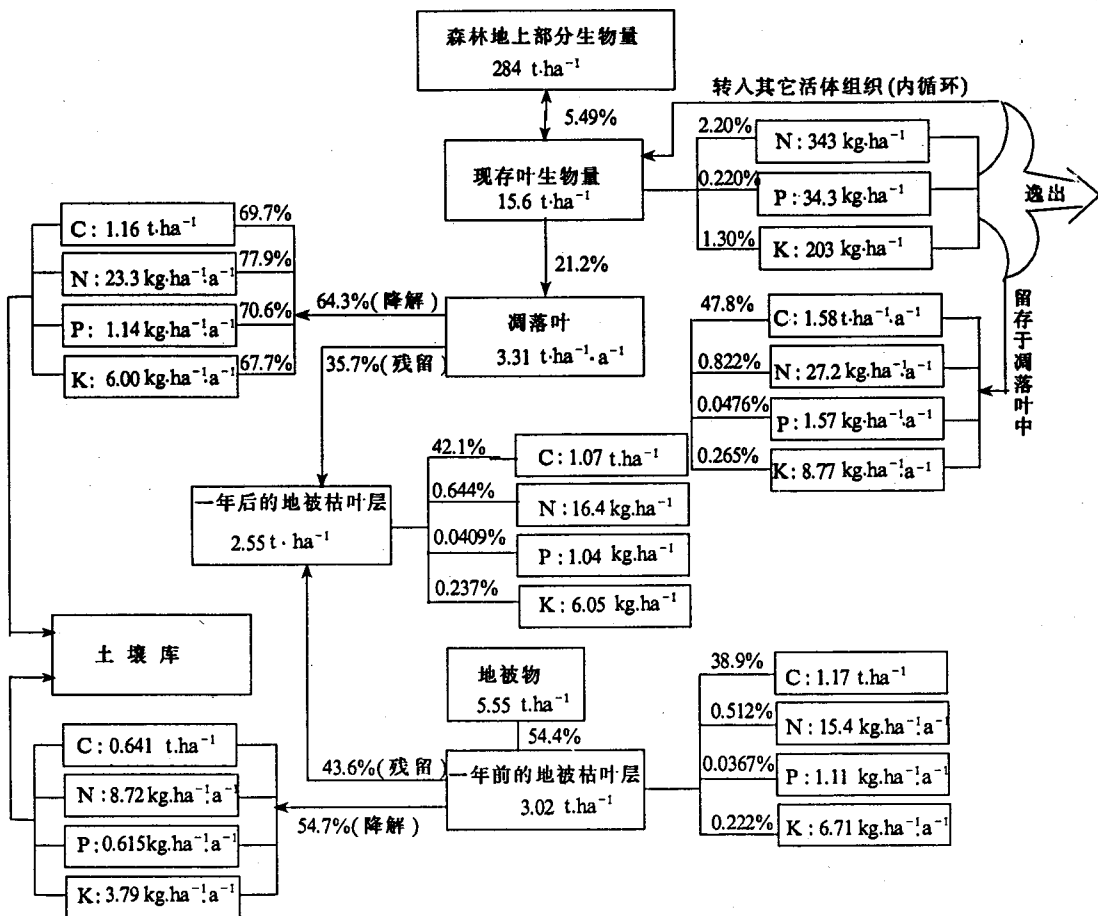
31.7%—15.87% 和 26.53%—17.69%和54.77%—27.39%。也就是说,这些落叶在凋落之前大部分养分已通过某种途径发生了转移,其中部分转移到其它活体组织中去了。这一结果为内循环的存在及其定量研究提供了依据。

整个群落凋落叶营养物质流动过程可见示意图。

讨 论

1、有关森林凋落物的研究,国外已有许多报道,但国内资料所见不多。多数工作侧重于森林凋落物量的测定,以及单种树叶的分解速率及其营养元素的测定。本文对黑石顶森林凋落物的研究是从种群测定到群落水平的综合,将森林凋落物量的测定具体到了每个树种,从而对各树种,尤其是较优势的数十种树叶的凋落节律有了一定的了解。在此基础上,按自然状况下的比例定量称取各种树叶,从而避免了在林地中随机取混和凋落物进行降解时各种不可控因素所造成的误差,对群落地被物中落叶部分的成分及其降解有了一个较综合、较接近自然状况的了解。这是针对亚热带常绿阔叶林树种繁多、优势树种不明显、多种树叶混合在一起进行降解这一实际情况所作出的方法学上的尝试。

本研究结果,运用现有的一些数学模型加以概括,吻合度不够理想,因而对于许多数字的变动现象只进行了定性的推测和分析。要想对亚热带常绿阔叶林中庞杂的凋落物在降解过程中的规律有一个全面而有深度的理解,还需同时对各树种落叶的独立分解速率、化学成分进行测定。工作的连续性、持久性则是使各项原始资料充分发挥作用的关键。本研究所采取的凋落叶降解研究方法,直接取得了一年中营养元素分流的具体数据,以期揭示季节性凋落物数量



及其降解的动态趋势,这方面尚未见类似报道。如果坚持下去,还可观察到年际之间的动态。

2. 枯叶的分解是一个十分复杂的生态学问题,它是生物因子和非生物因子共同作用的结果。分解过程大致有三:一是淋溶过程,即枯物中可溶性物质由于水的作用而被淋洗掉;二是自然粉碎过程,如土壤的干湿交替、冻融交替及土壤动物的粉碎等;三是代谢过程,即由复杂的有机化合物转变为简单的盐类分子和植物易于吸收的物质。这三个过程在分解中交互发生,同时进行。

黑石顶冬季(11月-3月)寒冷干燥,一切活动降至低谷;而雨季(3月-10月)降水充足,气温逐渐回升,不仅益于枯叶的淋溶与机械粉碎过程,同时土壤和地被物温湿度的增加也为各种微生物和土壤动物的滋生、繁衍提供了良好的环境。对于从事物理降解的土壤动物,如白蚁、蚯蚓,在7月到10月之间的地表活动达到高潮。观察表明,9月和12月从样地中取回的样袋被土壤动物(尤其是白蚁)噬咬的面积明显大于其它季节,7、8月份在土壤表层甚至树干上活动的白蚁明显地多。这也是造成部分季节推导出的降解率为负值的原因。而12月到3月之间,从取土样时挖到的白蚁洞穴情况可以看到,白蚁钻入地下洞穴取暖,地表鲜见踪迹。

对于枯叶降解后期的主要分解者——土壤微生物的测定结果表明,6月和9月的含量达一年中的最高峰,12月为最低,3月份由于雨季初临,土壤温湿度变化差异大,微生物大量矿化,故现存生活的微生物量仅高于12月。

了解了这些生物与非生物因子的季节性变化,我们就不难理解各季枯叶降解率之间的差异:雨季后期(6月-9月)降解速率最高,平均失重率达50.75%,它是一年中温湿条件最好,土壤动物与微生物活动也最旺盛的季节;冬季(12月-3月)是非生物因子与分解者活动都处于最低谷的日子,降解率自然也最低,平均为6.28%;雨季前期(3月-6月)和雨季结束期(9月-12月)的降解率虽然数值相当(分别为24.79%和29.90%),其高于冬季的原因却可能大相径庭:前者得益于非生物因子(降雨的增加与温度的回升),后者则是地表生物因子积极作用的结果。

结 论

1、凋落叶量的消长与降雨、气温的变化趋势非常吻合。在雨季(3月-9月)出现高峰(以3、4月份为最高),在干冷季节(10月-1月)出现低谷(以低温少雨的12月、1月为甚),此为南亚热带常绿阔叶林的特征。

2、凋落叶在刚凋落的三个月降解最快,平均约降至原重的一半,继之降解速率呈下降趋势。在不同季节内落叶降解速率差异显著。

对于降解过程采用现有数学公式拟合,结果不甚理想,原因是:群落中不同质地、结构的落叶混合在一起降解,不可控成分较多,很难使用简单模型加以概括。

3、灰分、有机C、全N、全P在凋落叶中百分含量的季节变化与凋落物的凋落节律一致,雨季含量最高,干冷冬季含量最低。这是由于不同季节落叶的生理机制不同所致。

在枯叶的降解过程中,全K的含量围绕着一个相对平衡值(约在0.15-0.20%之间)上下波动,这些都充分表现出枯叶的全K极易被淋溶,又易与周围环境达成平衡局面的特点。

4、树叶凋落时P、K、N的平均百分含量分别约为正常生长情况下的15.87%-31.73%,17.69%-26.53%和27.39-54.77%,落叶在凋落之前已将大部分养分通过某种途径转移了。

参 考 文 献

- [1] 马曼杰, 封开县黑石顶自然保护区的森林群落. 生态科学, 1982, (1):45-58.
- [2] 王凤友、王业谦, 红松针阔叶混交林森林凋落物的生态学研究.(I-IV)四个群落类型林地凋落物的现存量. 森林生态系统定位研究, 1991, (1):245-256.
- [3] 中国科学院南京植物研究所, 土壤理化分析, 上海科学技术出版社, 1978.
- [4] H. H. 巴齐列维奇, 苏联若干土壤-植物地带内灰分元素和N素循环的特点. 生物地球化学省与植物-土壤元素交换, 科学出版社, 1977, 115-150.
- [5] 卢俊培、刘其汉, 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):104-111.

- [6] 刘雄恩、王伯荪, 黑石顶自然保护区植被分类系统和主要类型及分布. 生态科学 1987, (1, 2):19-34.
- [7] 李志安、翁轰、余作岳, 华南二种人工丰产林凋落物之研究. 热带亚热带森林生态系统研究, 1990, 第7集: 69-71.
- [8] 施苏华, 广东省封开县黑石顶植物区系的研究. 生态科学 1987, (1,2):44-66.
- [9] Chapman, S. B. (1976), 阳含熙译, 植物生态学的方法. 科学出版社, 1980.
- [10] Edwards, P. J., Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea. 5. Rates of cycling in throughfall and litterfall. *Journal of Ecology*, 1982, 70:807-827.
- [11] Pay Drechsel, Wolfgang Zech, Foliar nutrient levels of broad-leaved tropical trees: A tabular review. *Plant and Soil*, 1991, 131:29-46.
- [12] Van Cleve K., Energy and weight loss functions for decomposing foliage in birch and aspen forests in interior Alaska. *Ecology*, 1971, 52:720-723.

A RESEARCH OF LITTER LEAF IN THE FOREST COMMUNITY OF HEISHIDING IN GUANGDONG

Fang Wei Li Mingguang Wang Bosun Zhang Hongda

(Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Abstract

Litterfall, standing litter, and decomposition of litter leaf of Heishiding subtropical forest were studied for one year. Field samples were taken every three months. The seasonal dynamics of the nutrient return of litter leaf was analysed, and a frame of nutrient flux from litter leaf to the soil was founded quantitatively in south subtropical evergreen broad-leaved forest in Heishiding.

The main results were as follow.

1. The standing litter leaf was about $3.078t \cdot ha^{-1}$, the average production of litter leaf was $3.468 \pm 0.196t \cdot ha^{-1} \cdot yr^{-1}$, amounting to 20-22% of the standing biomass of living leaf.

2. The amount of total litter leaf of each species in each season was influenced by the climate. The contribution of each species for litter production was varied.

3. The half-decomposition time is about three months in this community. The highest rate of decomposition (50.75%) was in the later period of rainy (June-September), and the lowest (6.25%) in winter (December-March).

4. The average content of ash, organic C, total N and total P in the litter leaf were 4.11%, 47.78%, 0.8216% and 9.0476%, respectively. Among four seasons, their highest contents appeared in the beginning of rainy season and the lowest contents were in winter. The average

content of total K in the litter leaf was 0.2653%. Contrary to the four mentioned above, the highest content of K was in winter and the lowest in the beginning of rainy season, because K was readily to be washed away. After one year's decomposition, the content of organic C, total N, total P and total K were 38.85%, 0.5118%, 0.0367% and 0.2223%, respectively.

5. The calculated percentages of the average content of total P, total K and total N in the litter leaf of those in the living leaf were 15.87–31.73%, 17.69–26.53% and 27.29–54.77%, respectively. This data revealed that most nutrient was transferred out of the leaves before littering.

6. Within one year, the nutrient of litter leaf returning to the soil was about 64.32% of the litter leaf dried weight, equaling to $2.2269\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$. The lost weight of the standing litter leaf constituted 54.68% within a year.

Key words: Litter leaf; Decomposition rate; Nutrient return