

鼎湖山季风常绿阔叶林凋落物层
化学性质的研究

S7702+02

张德强 余清发[✓] 孔国辉 张佑倡

中国科学院华南植物研究所, 广州, 510650

摘要 研究了鼎湖山自然保护区内季风常绿阔叶林林下凋落物层现存量及其化学性质, 研究结果表明: 1) 林下凋落物现存量与年凋落物总量相当, 分别为8.74和8.84 $t \cdot hm^{-2}$, 系统养分循环速率参数为0.99, 循环强度强烈, 说明枯枝落叶分解快, 养分周转快; 2) 营养元素在凋落物层中的含量分布格局为: N, Ca, Mg, Mn 元素未分解层(L层) > 半分解层(F层) > 已分解层(Y层), P, K, Fe 则是 Y层 > F层 > L层; 3) 元素贮量($kg \cdot hm^{-2}$), N 102.08, P 4.33, K 48.94, Ca 17.38, Mg 10.43, Fe 54.87, Mn 1.80, 在各亚层中的分布有 L层 > F层 > Y层(N, P, Ca, Mg, Mn), Y层 > F层 > L层(K, Fe); 4) 有机物质含量和贮量均为 L层 > F层 > Y层; 5) 林下凋落物的分解过程是一个养分释放过程, 这一过程和营养元素及有机物质在各亚层的分布格局对林木生长极为有利, 体现了作为顶极群落的季风常绿阔叶林生态系统本身在养分循环和利用效率的优越性。

关键词: 鼎湖山自然保护区, 季风常绿阔叶林, 林下凋落物, 化学性质。

CHEMICAL PROPERTIES OF FOREST FLOOR LITTER
IN DINGHUSHAN MONSOON EVERGREEN
BROADLEAVED FOREST

Zhang Deqiang Yu Qingfa Kong Guohui Zhang Youchang

South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou, 510650, China

Abstract The standing pool and chemical properties of the forest floor litter in Dinghushan monsoon evergreen broadleaved forest were studied in this paper. Results show that the average standing pool was 8.74 $t \cdot hm^{-2}$, similar to the annual litter fall (8.84 $t \cdot hm^{-2}$), and the nutrient turnover rate parameter of the system was 0.99, indicating a high turnover rate of the forest litter. The elements contents can be ordered as follows: un-decomposed layer (Y layer) > semidecomposed layer (F layer) > decomposed layer (Y layer) for N, Ca, Mg, Mn and Y layer > F layer for P, K, Fe. The pool ($kg \cdot hm^{-2}$) of elements was 102.08 (N), 4.33 (P), 48.94 (K), 17.38 (Ca), 10.43 (Mg), 54.87 (Fe) and 1.80 (Mn), respectively. They can be ordered as follows: L layer > F layer > Y layer for N, P, Ca, Mn, and Y layer > F layer > L layer for K, Fe. The content and pool of the organic mat-

• 国家自然科学基金资助项目。

收稿日期: 1995-12-18, 修改稿收到日期: 1997-02-13。

ter can be ordered as follows: L layer > F layer > Y layer. The decomposition of forest floor was a process of nutrient release. The process and the allocation pattern in various layers provided an advantageous condition for vegetation growth.

Key words: Dinghushan biosphere reserve, monsoon evergreen broadleaved forest, forest floor litter, chemical properties.

凋落物作为森林生态系统物质循环过程中的一个重要物质库,贮存了大量的营养物质,是森林土壤自然肥力的重要来源之一。有关凋落物的研究国内外已有许多报道^[1-4],但绝大多数着重于凋落物量及其分解速率的研究,森林林下凋落物的研究则不多,尤其是亚热带代表性森林林下凋落物层结构和化学性质的研究更是少见,凋落物层中有机物质和矿质元素的性质直接关系到森林生态系统中物质循环和能量的转换,影响森林土壤肥力和林木的生长。开展森林凋落物层化学性质的研究,有助于深入了解森林生态系统中物质循环及能量转换的规律,为更好地利用凋落物这一天然肥源,促进养分周转,维持森林地力提供科学依据。无疑这对森林的经营和管理有重要的现实意义。

1 样品采集和分析方法

1.1 样地概况

鼎湖山自然保护区地处我国亚热带季风区,北纬23°08',东经113°35',是地球上同一纬度地区保持较好的绿区。保护区内年平均降雨量1900mm,年平均气温21.0℃,年均相对湿度80%,干湿季明显,4~9月为雨季,10月至次年3月为旱季^[5]。保护区内有多种类型的森林,而季风常绿阔叶林是最具代表性的森林群落,也是地带性的顶级森林群落,已有400多年的历史,是我国保持比较完整的亚热带季风常绿阔叶林。样品采集在永久样地内进行,样地建于1982年,面积为2000m²(现已扩展为1hm²),用铁丝网围起,以防外界的干扰。季风常绿阔叶林主要建群种有锥栗(*Castanopsis chinensis*)、荷木(*Schima superba*)、厚壳桂(*Cryptocarya chinensis*)、黄果厚壳桂(*C. concinna*)、云南银柴(*Aporosa yunnanensis*)等^[6]。样地的概况见表1。

表1 研究样地概况

Table 1 General situation of research site

地点 Site	海拔 Elevation(m)	坡向 Aspect	坡度 Slope	土壤类型 Soil type	林龄 Age(a)	郁闭度 Crown closure	主要优势种 Dominant species
二宝峰	320~350	N34°E	30°	水化赤红壤	>400	>0.95	锥栗,荷木,厚壳桂,黄果厚壳桂,云南银柴等

1.2 样品的采集

用厚1mm宽10cm的薄铁皮长条弯制成面积为0.1m²的四方形采样框,在样地内选取10个坡度比较均一的点,分层采集框内地表凋落物残留物样品,经105℃烘干称重测含水量,另取部分样品经60℃烘干,磨碎后过60目筛,四分法取样供室内分析。层次的划分根据凋落层的结构分为3层:未分解层(L层)、半分解层(F层)和已分解层(Y层)。同时在样地内设置10个凋落物收集器,收集器用尼龙网做成,口径为1.1m²,深10cm的网兜,用钢条支撑四角,固定于离地面20~30cm处,网兜内样品每月底收集一次,105℃烘干称量,最后求出森林的年凋落物量。

1.3 分析方法

(1)凋落物层干重用烘干法;(2)有机碳含量用K₂Cr₂O₇浓硫酸氧化法;(3)N及粗蛋白质含量用凯氏法;(4)粗脂肪用残余法;(5)粗纤维用酸-洗涤剂法;(6)粗灰分用灼烧法;(7)P用钼蓝比色法;(8)K用湿灰化-原子吸收分光光度法;(9)Ca、Mg、Fe、Mn用干灰化-原子吸收分光光度法测定^[7-9]。

2 结果与讨论

2.1 凋落物层结构和贮量

鼎湖山季风常绿阔叶林是典型的地带性植被,也是这一地带的顶极森林群落,从调查结果(表2)可以看出,林下凋落物层的结构不同于同地带的针叶林和混交林,没有明显的过渡层,而鼎湖山的针叶林和针阔叶混交林所处海拔高度与阔叶林相近,但林下凋落物层结构有明显的半分解的过渡层(F层)。林下凋落物现存量与森林年凋落物量相当,分别为 $8.74t \cdot hm^{-2}$ 和 $8.84t \cdot hm^{-2}$ 。森林经过长期(约400a)的演替,形成结构复杂、物种多样性丰富并且相对稳定的森林生态系统,系统的功能趋于完善。由于森林覆盖度高,林内形成特殊的高温高湿的生态环境,土壤动物和微生物生长异常活跃,促进了凋落物的分解,使林下凋落物积累很少,甚至负积累(表2)。用系统养分循环参数R值^[4](地表残留物总量与当年凋落物总量之比)更能说明不同森林生态系统之间生物循环的强弱,R值越大,系统营养元素循环强度就越迟缓甚至停滞,反之则越强烈。由表2可以得出,鼎湖山的季风常绿阔叶林、针阔叶混交林和针叶林3种森林生态系统养分循环速率参数分别为:0.99、2.90和3.04,根据Rodin等的计算结果,阔叶林系统养分循环强度强烈($R < 1.5$),混交林则属中等($R < 3.0$),而针叶林迟缓($R > 3.0$)。这表明季风常绿阔叶林林下凋落物层的分解明显优于同地带的针叶林和针阔叶混交林。

2.2 凋落物层营养元素

2.2.1 营养元素含量 对凋落物的样品分析结果(表3)表明,鼎湖山季风常绿阔叶林下凋落物层的营养元素含量相对其它类型森林并不丰富,大部分营养元素含量比同地区的鼎湖山针阔叶混交林低,亦比卧龙自然保护区(北纬 $30^{\circ}45'$ ~ $31^{\circ}23'$,东经 $102^{\circ}52'$ ~ $103^{\circ}24'$)的常绿阔叶林低^[12]。从营养元素在凋落物层中各亚层的分布规律来看,其营养元素的周转比较快,除K、Fe两元素在F层和Y层有较明显的积累外,大部分营养元素均随凋落物的分解而减少,即随凋落物的分解,雨水的淋溶进入土壤,为林木所利用,这与鼎湖山混交林以及华北针叶林^[11]枯枝落叶层的营养元素含量在F和Y两个亚层均有不同程度的积累有明显差异。由于鼎湖山地处热带北缘,阳光充足,雨量充沛,而且鼎湖山季风常绿阔叶林是这一地带的顶极森林群落,森林覆盖度高,物种多样性丰富,林下高温高湿的小气候环境非常适合土壤动物和微生物的生长发育,使林下凋落物层分解率高,养分周转快,Fe在绝大部分场合是极易富集的元素,在林下凋落物层中(F、Y层)也有大量积累,K在土壤中是易于迁移的元素,但在植物体内则是相对容易富集(或弱富集)^[12],另外,由于有机物分解快,凋落物灰分相对增加,因此灰分元素(K)在F层和Y层有相对积累,N元素随凋落物的分解而减少(尽管减少量很微5%),可能是凋落物中有机物大量而迅速分解导致N的减少,营养元素在枯枝落叶层各亚层的分布格局说明

表2 不同森林地表残留贮量和年凋落物量

Table 2 Redidua mass of floor litter and annual litter fall in 3 forests ($dw t \cdot hm^{-2}$)

森林 Forests	枯枝落叶 层构型 Structure type	残留物 贮量 Redidua mass	年凋落 物量 Annual litterfall	积累量 Accumu- lation
常绿阔叶林 Every green broad leaved forest	L-F-Y	8.74 (1993-10)	8.84 ^[5] (1982~1993)	-0.10
混交林 ^[1] Mixed forest	L-F-Y	25.79 (1993-10)	8.84 (1992-06~ 1995-10)	16.91
针叶林 ^[1] Pine forest	L-F-Y	8.80 (1993-10)	2.89 (1993-01 ~1995-10)	5.91

注:括号内数据为调查时间。Numbers in brackets are sampling date.

[1] 数据来源于作者与本研究同时进行调查所得的结果(另文发表)

表3 凋落物层营养元素含量(占干重%)

Table 3 Content of nutrient elements in litter layer ($dw \%$)

层次 Layer	元素 Elements						
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
L	1.191	0.047	0.253	0.249	0.123	0.173	0.027
F	1.164	0.051	0.570	0.209	0.115	0.796	0.020
Y	1.136	0.052	1.031	0.110	0.114	1.170	0.011

南亚热带森林(鼎湖山)在养分循环方面中亚热带(卧龙),也体现了顶极森林群落(季风常绿阔叶林)在养分循环和能量转换方面的优于其它森林群落(混交林)。

2.2.2 营养元素贮量 鼎湖山季风常绿阔叶林林下凋落物层贮存了大量的营养元素(表4),每公顷林下凋落物层干重有营养元素(单位:kg):N 102.08,P 4.33,K 48.94,Ca 17.38,Mg 10.43,Fe 54.87,Mn 1.80,其中N含量最丰富,其次分别是Fe、K、Ca、Mg、P、Mn,与其它森林相比并不丰富,接近于福建和溪亚热带雨林下凋落物层营养元素贮量(N 87.4,P 3.28,K 40.8,Ca 28.8,Mg 15.3)^[11],但比卧龙自然保护区常绿阔叶林(N 145.3,P 7.4,K 15.8,Ca

310.4,Mg 35.6)^[10]要低些,而比起北方的一些针叶林(落叶松:N 360.1,P 31.7,K 173.3,Ca 336.4,Mg 69.5)^[12]更低得多,说明由于森林所处地理位置不同,水热条件各异,林下小气候环境千差万别,林下枯枝落叶层分解快慢不一,显然,南亚热带的森林由于地处热带北缘,在气候条件上比中亚热带或暖温带地区更适合土壤动物和微生物的生长和发育,因此,林下枯枝落叶层分解较快,凋落物残留物积累就不多,枯枝落叶层元素储量也不大,这恰恰反映了鼎湖山阔叶林在养分周转方面的优势。由表3还可以看出,营养元素贮量在凋落物各亚层的分布格局,除K和Fe外,其它元素均为L层>F层>Y层,Fe和K两元素在各亚层的分布格局有别于其它元素,是由其特殊性决定的,这一结果与赵其国等^[12]的结论是一致的。总体看,随着凋落物分解的间断进行,大部分营养元素亦在逐渐释放。这种分布格局和过程对林木生长是非常有利的。

2.3 凋落物层的有机物质

2.3.1 有机物质含量 从凋落物层有机物质含量(表5)来看,有机碳、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维和无氮浸出物在各亚层的分布格局均为L层>F层>Y层,即随凋落物的分解而减少。尤其是脂肪,分解最快,由2.66%降至0.77%,减少达70%。有机物质占凋落物的绝大部分,它们的分解状况直接影响凋落物的分解速率。从总体上来看,鼎湖山季风常绿阔叶林林下凋落物的分解过程是一个养分释放过程。

2.3.2 有机物质贮量 林下凋落物是森林本身养分循环的主要中转站和养分库。然而,不同森林林下凋落物其养分含量和贮量却千差万别,这与森林的结构和功能以及所处的地理位置、气候环境密切相关。从鼎湖山季风常绿阔叶林林下凋落物的调查结果可以看出,其贮量并不高,凋落物层中的有机物质贮量亦不丰富,但其年平均分解率却高达43.72%(表6),这与屠梦照等人^[2,13]用网袋法研究凋落物分解速率的结果相接近,而大大高于华北地区针叶林林下凋落物层的平均分解速率(21.9%~29.1%)^[12]。凋落物层中的有机物质贮量均随凋落物的分解而减少,即有机物质贮量均是L层>F层>Y层。这种格局符合作为地带性顶极森林群落的鼎湖山季风常绿阔叶林所处地理位置的特殊性、结构和功能的完善性以及其养分周转的优越性。

表5 凋落物层有机物质含量(占干重%)

Table 5 Content of organic matter in litter of various layers(dw%)

层次 Layer	有机碳 Organic carbon	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪* Crude fat	粗纤维 Crude cellulose	粗灰分 Ash	水分 Moisture	无氮浸出物 Free-N extract
L	50.19	7.44	2.66	53.82	6.42	7.45	22.31
F	42.44	7.27	1.30	46.67	17.84	7.09	19.83
Y	35.11	7.10	0.77	37.48	33.14	6.94	14.55

* 用石油醚提取 Extracted by petrol ether.

表6 地表凋落物层有机物质贮量($t \cdot hm^{-2}$)

Table 6 Pool of organic matter in floor litter of various layers

层次 Layer	残留物贮量 Pool of residue	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	粗纤维 Crude cellulose	无氮浸出物 Free-N extract	平均分解率 Aver. decom. rate(%) $L/(L+F+Y)$
L	3.521	0.284	0.102	2.056	0.852	
F	2.483	0.181	0.032	1.159	0.492	
Y	2.436	0.173	0.019	0.913	0.354	
L+F+Y	8.740	0.638	0.151	4.128	1.645	43.72

3 结语

3.1 鼎湖山季风常绿阔叶林林下凋落物没有明显的积累,其贮量与年凋落物量相当,分别为8.74和8.81 $t \cdot hm^{-2}$,即凋落物分解速率与凋落物掉落速率相当。

3.2 鼎湖山季风常绿阔叶林凋落物的分解过程是一个养分释放过程,营养元素在各亚层没有明显的累积,这与针叶林和针阔叶混交林,甚至北方的一些阔叶林有一定的差别。

3.3 鼎湖山季风常绿阔叶林林下凋落物的营养元素的含量和贮量并不丰富,但由于分解速率高,周转比较快,系统养分循环速率参数达0.99,循环强度强烈。

3.4 鼎湖山季风常绿阔叶林林下凋落物贮量不多,有机物质贮量亦非丰富,但由于森林地处亚热带,结构复杂,物种多样性丰富,林下小气候条件特殊,为土壤动物和微生物创造了良好的生活环境,促进了凋落物的分解。由于凋落物分解快,营养物质的循环和周转就快,从而弥补了含量低的不足,这符合作为顶极群落所具有结构的合理性和功能的完善。

参 考 文 献

- 屠梦照. 鼎湖山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). 广州: 科学普及出版社广州分社, 1984. 18~23
- 屠梦照等. 鼎湖山亚热带常绿阔叶林凋落物的特征. 土壤学报, 1993, 30(1): 34~41
- 翁袞等. 鼎湖山森林凋落物及营养元素含量研究. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(4): 299~303
- 谢吟秋等. 广东南昆山下不同森林群落凋落物、腐殖质和土壤性质的调查研究. 热带林业科技, 1984, (1): 1~7
- 黄展帆等. 鼎湖山自然保护区之气候. 热带亚热带森林生态系统定位研究(第1集). 广州: 科学普及出版社广州分社, 1982. 11~16
- 王铸豪等. 鼎湖山自然保护区植被. 热带亚热带森林生态系统定位研究(第1集). 广州: 科学普及出版社广州分社, 1982. 79~86
- 李西开主编. 土壤农业化学常规分析方法. 北京: 科学出版社, 1984
- 文启孝著. 土壤有机质研究法. 北京: 农业出版社, 1984
- 聂道平. 森林生态系统营养元素生物循环. 林业科学研究, 1991, 4(4): 435~439
- 张万儒等. 山地森林土壤枯落物层结构和功能的研究. 土壤学报, 1990, 27(2): 121~130
- 金小麟. 华北地区针叶林下凋落物层化学性质的研究. 生态学杂志, 1991, 10(1): 24~29
- 赵其同等. 我国亚热带森林凋落物及其对土壤的影响. 土壤, 1991, 23(1): 8~15
- 郑文教等. 福建和溪亚热带雨林凋落物营养元素动态. 热带亚热带植物学报, 1995, 3(3): 38~43