

福建和溪亚热带雨林落叶的分解动态*

邵 成 郑文教 林 鹏 (厦门大学, 厦门 361005)

Dynamics of litter decomposition in Hexi subtropical rain forest of Fujian. Shao Cheng, Zheng Wenjiao and Lin Peng (Xiamen University, Xiamen 361005). -Chin. J. Appl. Ecol., 1996, 7(sup.): 133 ~ 135.

The decomposition rate of litters and their variations of energy and nutrient release in Hexi subtropical rain forest of Fujian are determined with litter bags. The results show that the dry matter loss is faster from 8 mm than from 2 mm mesh bages. The half-time of decomposition in 2mm and 8mm mesh bages is 4. 9 and 3. 7 months, respectively. During decomposition, the N and P contents of residual leaf are higher than those of original one. The loss rate of 5 elements from decomposing litter is in the order of $K > Mg > Ca > N > P$. Residuals have a decreased caloric value.

Key words Subtropical rain forest, Litter decomposition, Nutrient loss.

1 引 言

森林凋落物分解,是森林生态系统物质循环和能量流动重要环节,在不同类型森林已做了一些研究^[12, 14, 15, 17],亚热带雨林是南亚热带地带性典型植被类型,常称之为季风常绿阔叶林^[3]. 福建南靖县和溪亚热带雨林是目前我国南亚热带东段保护和发育较好的代表性植被. 该群落年凋落物中,落叶约占总凋落物量的70%,其分解对该系统物质循环和能量流动具有重要意义. 本文着重探讨落叶的分解速率及主要营养元素的释放以及能量的变化,为揭示南亚热带地带性森林类型林下的分解功能提供科学依据.

2 材料与方法

2.1 样地概况

实验样地位于福建东南部的南靖县和溪乡盆地(24°56'N, 117°14'E)上缘六斗山,海拔200 ~ 250 m的低丘坡地亚热带雨林. 年均气温20. 4℃,年霜日10 ~ 13 d,年降水量2001. 2 mm,年雨日175. 3 d,年平均相对湿度81. 4%,基本静风. 土壤为花岗岩发育成的弱灰化赤红壤. 森林优势成分以壳斗科、桃金娘科、樟科热带性种类为主,形成红栲(*Castanopsis hystrix*) + 乌来栲(*C. ura-*

iana) + 红鳞蒲桃(*Syzygium hancei*)-罗伞树(*Ardisia quinquegona*) + 九节木(*Psychotria rubra*)-单叶新月蕨(*Pronophrum simplex*)群落. 群落总盖度90 ~ 95%,建群层高22 ~ 28 m,种类丰富,结构复杂^[4, 5].

2.2 分析方法

分析试验采用尼龙网袋法^[9],试验分2种不同规格的网袋(网孔大小分别为2和8 mm)进行. 每个网袋大小为20 cm × 25 cm,各装入新近凋落的风干混合落叶15 g. 2组规格网袋各装14袋. 并各随机抽出2袋,将样品烘干至恒重以测其初始含水量. 用于林下分解试验的网袋于1987年1月15日放置于林下,平铺于地面,使其尽可能接近自然状态. 分解试验共进行10个月(至当年的11月份),每隔2个月各取回2袋,由于分解的结果后期残留量较少,最后2次取样时每种规格各取3袋以保证化学分析用量. 每次取回后先轻轻拨去粘附的污泥杂物,再用0. 5 mm筛漂洗泥土,之后于80℃下烘干、称重、磨粉,过60号筛,贮瓶待测.

灰分测定采用干灰化法; N测定采用钠氏试剂比色法^[2]; P测定采用钼蓝比色法; K、Ca、Mg测定采用原子吸收分光光度法^[1]; 热值测定采用

* 福建省自然科学基金资助项目.
1995年2月20日收到,8月2日改回.

GR-3500 型微电脑氧弹热量仪测定.

3 结果与讨论

3.1 落叶分解过程中重量的变化

2 种不同规格的网袋中落叶分解过程重量的变化见表 1. Olson^[14] 认为网袋中落叶的分解遵循指数模型: $W_t/W_o = e^{-Kt}$, 其中 W_o 、 W_t 分别为落叶的初始重量和 t 时刻的重量, K 为分解率. 按此公式, 对 2 mm 和 8 mm 网袋落叶分解进行对数回归分析表明, 落叶剩余重量百分率的对数(y)与时间(t) 相关极显著($P < 0.01$), 其回归方程分别为 2 mm 网袋: $y = \ln W_t/W_o = 0.158 - 0.172t$, $r = -0.9908$; 8mm 网袋: $y = \ln W_t/W_o = 0.163 - 0.231t$, $r = -0.999$.

网孔的大小能控制进入网袋内及参与分解的啃食动物类型, 因而对分解速度有重要的影响. 对 2 mm 和 8 mm 的网袋分解速率进行检验表明, 8 mm 网袋比 2 mm 网袋的分解速率要明显加快($P < 0.01$). 由 2 mm 和 8 mm 网袋分解过程的上述回归方程可推算出 12 个月后 2 mm 和 8 mm 网袋的落叶年失重率分别为 85.13% 和 92.64%, 高于 Tanager^[17] 和 Edwards^[12] 的研究结果, 表明低海拔的和溪亚热带雨林(海拔 200 ~ 250m) 比高海拔山地雨林分解为快. 由上述回归方程还可以求出该群落落叶分解 50% 及 95% 所需时间, 即 $\ln 0.5 = 0.158 - 0.172t$, $\ln 0.5 = 0.163 - 0.231t$; $\ln 0.05 = 0.158 - 0.172t$, $\ln 0.05 = 0.163 - 0.231t$, 由此求得 2 mm 和 8 mm 网袋落

叶分解 50% (半分解期) 所需时间分别为 4.9 和 3.7 个月, 分解 95% 分别需要 18.4 和 13.7 个月, 即 8 mm 网袋快于 2 mm 网袋. 与温带地区相比, 北京地区刺槐叶、山杏叶、元宝槭及黄栌叶分解 95 % 各需要 15、13、9 和 11 a^[6], 表明亚热带雨林与温带落叶分解速率相差甚大, 亚热带雨林落叶分解速度快.

落叶分解过程是由渗滤、代谢和破碎作用来完成^[15]. 渗滤是由于水的活动把可溶性物质从分解物质中移走的非生物过程; 代谢则是由腐生生物活动引起的生物过程; 而破碎作用则是分解物质体积减少的物理过程, 这一过程主要由腐食动物的啃食完成. 此外, 非生物因素如干湿季交替也会使物质破碎. 这些作用都导致分解物质重量的减少. 但一定条件下, 这些作用的程度不同, 在不同规格的网袋中其作用也不一样. 在 2 mm 网袋中渗滤和微生物的代谢作用是重量丢失的主要因素, 而破碎作用只有发生在 8 mm 网袋中. 因此, 可以认为 2 mm 与 8 mm 网袋在分解速率上的差异可能主要由破碎作用所引起. 粗细网袋内微气候的差异也会对分解产生影响^[17].

3.2 落叶分解过程中主要营养元素的变化

从分解过程中主要营养元素 N、P、K、Ca、Mg 的含量(表 1) 变化看, 残留物 N、P 含量各分解期都比起始含量高, K 含量明显降低, Mg 含量总趋势也在降低, Ca 含量则在分解 2 ~ 8 个月期间有所提高. N、P 含量提高的原因可能在于 N、P 的丢失慢于干物质的丢失, 因为分解过程中碳水化合

表 1 和溪亚热带雨林落叶分解过程中干物质重、元素含量及热值的变化(1987.1 ~ 11)

Table 1 Changes in the amount of dry matter, element contents and caloric values during leaf litter decomposition

网袋规格 Aperture of mesh bag (mm)	分解时间 Decomposition time (month)	干物质重 Dry matter weight (g)	元素含量 Element content (% dw)					热 值 Caloric value	
			N	P	K	Ca	Mg	$\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ dw	$\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ AFdw ¹⁾
2	0	13.09	1.17	0.047	0.487	0.395	0.210	21.37	22.42
2	2	11.36	1.22	0.050	0.313	0.461	0.201	21.24	22.38
2	4	6.85	1.53	0.055	0.192	0.495	0.213	21.19	22.40
2	6	5.96	1.72	0.076	0.149	0.501	0.233	20.15	22.73
2	8	3.90	1.61	0.075	0.136	0.525	0.214	18.67	22.12
2	10	2.70	1.35	0.074	0.131	0.325	0.146	17.34	21.85
8	0	13.51	1.29	0.059	0.474	0.713	0.295	20.90	22.58
8	2	10.18	1.52	0.063	0.356	0.822	0.281	20.41	22.25
8	4	5.98	2.02	0.073	0.113	1.192	0.227	19.79	21.96
8	6	4.20	1.52	0.075	0.148	1.441	0.231	18.20	21.90
8	8	2.47	1.42	0.072	0.115	1.103	0.197	18.14	21.83
8	10	1.57	1.31	0.072	0.109	0.295	0.102	16.23	21.11

1) 去灰分热值 Ash-free caloric value.

物丢失较快, 同时又因微生物大量繁殖, N、P 被束缚在微生物组织中^[10], N 含量的提高还与微生物固 N、降水及菌根的吸收等作用有关, 与有些研究的结果一致^[10, 11, 13]。K 属高运动性元素, 以可溶性盐基形式存在于植物体内, 易于渗滤释放, 因而分解过程中, 残留物 K 含量明显降低。与 K 相比 Ca、Mg 元素相对不易运动, 二者均不易渗滤, 而 Ca 作为细胞壁的构成成分, 其运动性又比 Mg 差, Ca 早期含量比起始提高, 也可能在于其丢失比干重丢失慢的缘故。Swift^[16]在研究次生雨林落叶分解时, 也发现 Ca 在早期绝对量增加, 认为这是菌根吸收的结果。

落叶分解过程中, 不仅元素含量发生变化, 由于残留物重量的不断减少, 其养分总量也在发生变化。从分解 10 个月中总的趋势看, 在 2 种不同规格的网袋中, 元素释放的快慢依次为 $K > Mg > Ca > N > P$, 这一顺序与林地残留物分解中元素的释放顺序(另文讨论)一致。与 Anderson 等^[7]所指出的落叶分解的元素释放顺序相似。从以上规律看, K 的分解释放速率最快, 在 2 种规格网袋中, 在 4 个月的时间内, 分别释放出总量的 80% 和 90%, 而在此后 6 个月中分别释放剩余的 20% 和 10%。表明 K 的释放发生在分解的初期阶段。

3.3 落叶分解过程中的热值变化

由表 1 可见, 随着落叶分解的进行, 残留物热值含量一般呈下降趋势, 且干重热值降低速率明显快于去灰分热值, 如 2 mm 分解网袋干重热值和去灰分热值从初始的 $21.31 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1} \text{ dw}$ 和 $22.42 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1} \text{ AFdw}$ 到 10 个月后代达 $17.34 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1} \text{ dw}$ 和 $21.85 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1} \text{ AFdw}$ 。虽然在 2 mm 网袋中发现去灰分热值在个别时期残留物热值含量略有升高, 但总的来看是下降的。Attiwill^[8]认为在分解的早期阶段, 由于含能较低的有机物质和 C 的损失导致了热值升高, 但这种变化较小。从本试验看, 不仅残留物热值含量呈降低趋势, 且由于残留物重量的减少, 总能量也随之不断减少, 其中 8 mm 网袋减少快于 2 mm 网袋, 如分解 10 个月后 8 mm 和 2 mm 网袋每袋的总能量分别各为初始总能量的 9.02% 和 16.74%。

参考文献

- 1 中国科学院南京土壤研究所. 1978. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 357 ~ 367.
- 2 华南热带作物研究院生理生化组. 1974. 用比色法测定橡胶叶片的氮含量. 热带作物科技通讯, (5): 12 ~ 13.
- 3 吴征镒等. 1980. 中国植被. 北京: 科学出版社, 868 ~ 869.
- 4 林 鹏、丘喜昭. 1987. 福建南靖县和溪的亚热带雨林. 植物生态学与地植物学学报, 11(3): 161 ~ 170.
- 5 林 鹏等. 1990. 福建植被. 福州: 福建科学技术出版社, 57 ~ 65.
- 6 胡肄慧、陈灵芝等. 1987. 几种树木枯叶分解速率的试验研究. 植物生态学与地植物学学报, 11(2): 124 ~ 132.
- 7 Anderson, J. M. et al. 1983. Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. Decomposition processes and nutrient losses from leaf litter. *J. Ecol.*, 71: 503 ~ 527.
- 8 Attiwill, P. W. 1968. Loss of elements from decomposing litter. *Ecology*, 49: 142 ~ 145.
- 9 Bock, K. L. and Gilbert, O. J. B. 1957. The disappearance of leaf litter under different woodland conditions. *Pl. Soil*, 9: 179 ~ 185.
- 10 Bock, K. L. 1964. Changes in the amounts of dry matter, nitrogen, carbon and energy in decomposing woodland leaf litter in relation to the activities of the soil fauna. *J. Ecol.*, 52: 273 ~ 284.
- 11 de la Cruz, A. A. and Gabriel, B. C. 1974. Caloric, elemental and nutritive changes in decomposing *Juncus roemerianus* leaves. *Ecology*, 55: 882 ~ 886.
- 12 Edwards, P. J. 1977. Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea. The production and disappearance of litter. *J. Ecol.*, 65: 971 ~ 992.
- 13 Gosz, J. R. et al. 1973. Nutrient release from decomposing leaf and branch litter in the Hubbard Brook forest, New Hampshire. *Ecol. Monogr.*, 43: 173 ~ 191.
- 14 Olsson, J. S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, 44: 322 ~ 331.
- 15 Swift, M. J. et al. 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 8 ~ 322.
- 16 Swift, M. J. et al. 1981. Decomposition and mineral-nutrient dynamics of plant litter in regenerating bush-fallow in sub-humid tropical Nigeria. *J. Ecol.*, 69: 981 ~ 995.
- 17 Tanner, E. V. J. 1981. The decomposition of leaf litter in Jamaica montane rain forests. *J. Ecol.*, 69: 263 ~ 275.