

342-346

第19卷第3期
1999年5月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 19, No. 3
May, 1999

杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、 火力楠(*Michelia macclurei*)纯林及其 混交林细根分布、分解与养分归还*

廖利平 杨跃军[✓] 汪思龙 高 洪

(中国科学院沈阳应用生态研究所 沈阳 110015)

5791.270.2
5792.240.2

摘要 用土钻法研究了杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、火力楠(*Michelia macclurei*)纯林和混交林的细根分布,用分解袋法研究了杉木和火力楠细根的分解,计算了3个林分中细根分解的N、P、K、Ca、Mg的归还量。活细根的垂直分布以火力楠纯林层次性最强,混交林次之,杉木纯林最差。火力楠细根的营养含量比杉木细根高,而C/N比低。火力楠细根年分解率比杉木快,火力楠为57.7%,而杉木为32.78%。细根分解的养分归还量多少顺序依次为:火力楠纯林、杉木火力楠混交林和杉木纯林,混交林中,细根分解的N、P、K、Ca和Mg归还量分别为枯枝落叶的33.38%、5.82%、269.33%、34.12%和376.08%。细根在3个林分的物质循环和周转中起着不可忽视的作用。

关键词 细根、分布、分解、养分归还。

杉木 火力楠 纯林 混交林

DISTRIBUTION, DECOMPOSITION AND NUTRIENT RETURN OF THE FINE ROOT IN PURE *Cunninghamia lanceolata*, *Michelia macclurei* AND THE MIXED PLANTATIONS

LIAO Li-Ping YANG Yue-Jun WANG Si-Long GAO Hong

(Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang, 110015, China)

Abstract Soil corer was used to investigate the distribution of fine root and a traditional method of nylon litter bag to measure the decomposition in pure *Cunninghamia lanceolata* and *Michelia macclurei* var *Sublancea*, and the mixed plantations. Nutrient returns of N, P, K, Ca and Mg in the above three plantations were estimated based on the decomposition experiment. The vertical distribution of live fine-root for pure *M. macclurei* stand was the most superficial, the mixed stand was intermediate, pure *C. lanceolata* was the least. The fine-root of *M. macclurei* decomposed more quickly than that of *C. lanceolata* because of its higher original nutrient content and lower C:N ratio. Nutrient return from fine-root was largest in pure *M. macclurei*, the mixed stand intermediate, and pure *C. lanceolata* the least.

* 中国科学院重中之重项目“杉木人工混交林生态系统优化模式示范研究”的一部分和中国科学院“陆地生态系统痕量物质生态过程”开放实验室资助。

收稿日期:1997-02-18,修改稿收到日期:1997-08-23。

In the mixed stand, returns of N, P, K, Ca and Mg from fine-root decomposition were 33.38%, 5.82%, 269.33%, 34.12% and 376.08% of that from decomposition of leaf and twig litter respectively. It is suggested that fine-root plays an important role in nutrient cycling of the stands.

Key words fine-root, distribution, decomposition, nutrient return.

细根在森林生态系统物质循环与能量流动中起着至关重要的作用^[1~4]。对森林生态系统中细根动态的更好了解需要细根形态、分布、生长、周转以及分解和养分归还等方面的基本知识^[5]。

杉木、火力楠混交林是一种高生产力和生态协调的人工针阔混交林,目前对该类型林分的生物生产力、养分元素的生物循环、能量分布^[6~8]研究较多,对地下部分根系的生物生产力和根系分布^[9,10]开展过调查,但对细根的研究较少,只有廖利平等^[10]研究过细根的周转,还没有人对细根的分解和养分归还进行过系统研究。这部分工作的开展有利于人们更清楚地了解杉木火力楠混交林的生产力提高和产生良好生态效益的机制,对于人工混交林的营造有重要的理论和实践意义。

1 自然概况和研究方法

1.1 自然概况

本项研究在中国科学院湖南会同森林生态实验站(110°08'E, 27°09'N)进行。该地海拔200~500m,为低山丘陵地貌类型,气候属亚热带湿润气候,年均温度16.5℃,年均降雨量约1200mm,年平均相对湿度80%。土壤为山地红壤,受人为干扰和破坏原始常绿阔叶林植被早已为次生林和人工林所取代,目前主要是马尾松和杉木林。

研究对象为杉木纯林、火力楠纯林和杉木、火力楠混交林,皆为1983年实生苗造林,株行距为5m×5m,混交林组成8杉木—2火力楠。林下灌木、草本植物稀少,3个林分立地条件基本一致,抚育管理措施相同。

1.2 研究方法

1.2.1 细根调查 方法见参考文献[10]。

1.2.2 分解试验 4月份采集杉木、火力楠的细根,洗净,自然风干后修剪成5cm段,按树种装入20×20cm²、网眼为0.5mm的尼龙网袋内,每袋10g左右,用标签做好标记,然后同时放入杉木林地内,由于细根集中在0~20cm的土壤内,因此分解袋摆放在这一层次之中,以后定期取样,每次取5袋,用于失重率计算和养分分析。

1.2.3 化学分析 样品取回实验室后,清除泥土等杂物,在70℃下烘干,粉碎,过1mm筛,备用。N用凯氏定氮法测定,C用浓H₂SO₄-K₂Cr₂O₇法测定,P、K、Ca、Mg经湿消化后,用原子吸收光谱仪分析。

1.2.4 养分归还计算 根据下列式子计算细根分解的养分归还量

$$\text{养分归还量} = (\text{死细根生物量} \times \text{最初养分元素含量}) - (\text{分解残留量} \times \text{残留物养分元素含量})$$

2 结果与分析

2.1 细根的分布

从图1可以看出,火力楠纯林的活细根分布层次最明显,而且表层性最强,其次为杉木火力楠混交林,最差为杉木纯林。火力楠纯林中,表层0~10cm的分布量占57.1%,混交林占38.9%,而杉木纯林占30.0%(图1a)。说明杉木和火力楠两个树种利用营养的空间差异性。杉木以利用较深的营养空间为主,而火力楠以利用较浅的营养空间为主,从某种程度上也可以说明这两个树种在混交林中搭配的合理性。死细根的分布仍以火力楠纯林的层次性最强,其次为杉木纯林,而混交林的死细根分布层次最差,30~45cm的死细根生物量反而比20~30cm这一层多(图1b)。混交林中死细根的分布与活细根分布的不一致现象,还有待于进一步观察。

2.2 细根的分解

影响森林凋落物分解的因素有很多,其中相对比较重要的影响因子为温度、湿度和凋落物本身的质

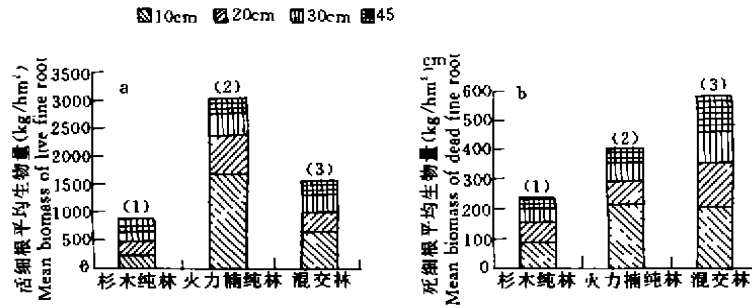


图1 细根在3个林分中的垂直分布

Fig. 1 Vertical distribution of fine root in three stands

地^[11]。森林凋落物的质地又由凋落物的 C/N 比、养分含量的富寡(其中最主要的是 N 的含量)、难分解物质如纤维素、木质素含量等因素决定的^[11,12]。

本文研究了杉木、火力楠细根的 C/N 比。从图2可知,杉木细根的初始 C/N 比较火力楠高51.9%,而且在一年的分解试验过程中,杉木细根的 C/N 比始终明显高于火力楠细根。正是杉木和火力楠细根的 C/N 比差异,决定了它们分解的速率快慢。从图3可以看出,火力楠细根分解重量残留百分率明显低于杉木细根 ($p < 0.05$),说明火力楠细根分解速度明显快于杉木细根。杉木细根一年的分解率为32.78%,而火力楠为57.70%(图3)。而在同一林分条件下用尼龙网袋做分解实验得到的杉木和火力楠枯枝落叶的一年分解速率分别为25.8%和25.6%,这样看来杉木和火力楠细根分解速度要比其枯枝落叶快得多。

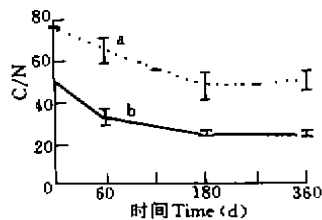


图2 杉木(a)火力楠(b)细根分解过程中 C/N 比变化

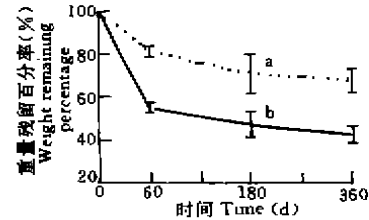
Fig. 2 Variation of C/N ratio of decomposing fine root of *C. lanceolata* (a) and *M. macclurei* (b)

图3 杉木(a)火力楠(b)细根分解的失重率变化

Fig. 3 Weight loss of fine root decomposition of *C. lanceolata* (a) and *M. macclurei* (b)

凋落物的初始养分含量高低也是决定该凋落物分解快慢的因素之一^[11,13]。从图4可以看出,火力楠细根的养分含量比杉木细根丰富得多。除 Ca 以外,火力楠细根的 N, P, K, Mg 的初始含量分别比杉木细根高53.0%,131.0%,595.9%和447.5%。这也是杉木、火力楠细根分解快慢的重要影响因素。

杉木、火力楠细根分解过程中养分含量的动态变化是研究其养分归还所必需的。N 的含量在整个实验阶段,两个树种都表现为富集,这与细根中的 C/N 比仍较高有关。一般认为, C/N 比降至25以下, N 的释放才加快^[12]。细根分解过程中 Ca 的含量变化,两个树种表现出相似的趋势,即在分解的初期有所升高,随后逐渐下降。Mg 的含量变化两个树种的趋势则有所不同,杉木细根分解初期有所增高,随之逐渐下降;而火力楠细根在分解初期有一个急剧下降的过程,在60d 之后才缓慢下降。对于 K, P 的含量,两个树种所表现的趋势基本相似,即在一年的分解过程中不断下降,但火力楠细根 K 含量的下降幅度要比杉木急剧得多(图4a, b)。这些现象与许多地上凋落物的研究结果基本一致^[14]。

据报道,两种或两种以上地上凋落物复合分解时,其中某一种凋落物的分解速度会受到另一凋落物的促进而加快^[14-16]。曾假设在混交林中各树种的根系凋落物在分解过程中也可能产生类似的作用。表1中杉木与火力楠细根复合分解的观测值是杉木与火力楠细根按50%的比例充分混和在一起分解所得到的结果,而预测值是根据杉木与火力楠根单独分解的值,是按下式计算而来:^[14-16]

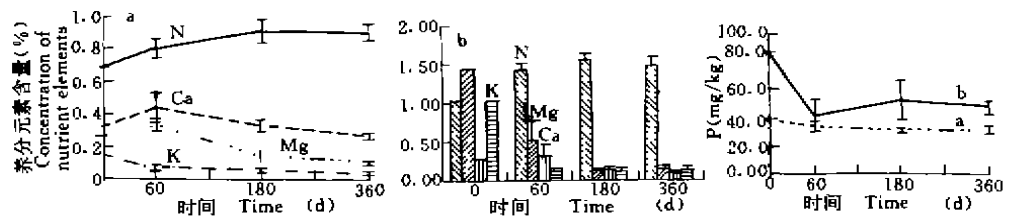


图4 杉木(a)火力楠(b)细根分解的养分元素含量变化

Fig. 4 Variation of nutrient elements of decomposing fine root

a. *C. lanceolata* b. *M. macclurei*

杉木与火力楠复合分解的预测值=(杉木单独分解的值+火力楠单独分解的值)/2

从表1可以看出,观测值与预测值接近,既不存在促进作用,也无抑制影响。对这种现象的可能解释是,根系分解的地下环境条件不象地上凋落物分解那样所处的环境条件有利于凋落物之间形成供物质流动的菌丝桥。据观察,当两种分解速度不同的叶凋落物混合在一起进行分解时,往往有菌丝生成跨于这两种叶凋落物间,作者推测是分解慢的叶凋落物中的养分源源不断地通过菌丝桥输送到分解相对较快的叶凋落物这一端。这样易分解的凋落物便会促进难分解的凋落物的分解。

2.3 养分归还

从表2可以看出,细根分解的当年,N,P,K,Ca,Mg的归还量以火力楠纯林最大,杉木火力楠混交林次之,杉木纯林最小。与地上凋落物枯枝落叶的养分归还相比,在混交林中,细根分解的N,P,Ca的归还量分别为枯枝落叶归还量的33.38%,5.82%和34.12%,而K,Mg的归还量比枯枝落叶高得多,分别为2.69和3.76倍(表2)。这说明细根在混交林的物质周转与循环中占有不可忽视的地位。而杉木纯林细根的养分归还量比火力楠纯林和混交林相对较小,这主要与杉木细根的养分丰富度比火力楠细根较低有关。

3 结论

3.1 3个林分活细根分布的表层性以火力楠纯林最强,杉木火力楠混交林次之,杉木纯林最差;而死细根分布的表层性强弱依次为火力楠纯林,杉木纯林和混交林。

3.2 火力楠细根的矿质养分含量高,且C/N比低;而杉木细根的矿质养分含量低,且C/N比高。因此火力楠细根分解速率比杉木细根快得多,火力楠细根年分解率为57.70%,而杉木为32.78%。

3.3 3个林分的细根分解养分归还量多少顺序依次为:火力楠纯林>杉木火力楠混交林>杉木纯林。与杉木纯林和火力楠纯林相比,混交林中细根的养分归还量占地上枯枝落叶的养分归还量比重相对较大,尤以K,Mg的归还量最突出。

表1 杉木、火力楠细根复合分解时第1年分解速率的观测值与预测值

Table 1 Observed and expected decomposition rate of root mixture of *C. lanceolata* and *M. macclurei*

根系凋落物类型	观测值	预测值
Root litter type	Observed	Expected
杉木 <i>C. lanceolata</i>	32.78±3.88	
火力楠 <i>M. macclurei</i>	57.70±5.37	
杉木与火力楠	44.82±0.88	44.76±2.62

表2 杉木、火力楠纯林及混交林细根分解过程中的养分归还(kg/hm²·a)

Table 2 Nutrient return through fine root decomposition in pure and mixed stands

林分类型	凋落物类型	P	Mg	Ca	K	N
Stand type	Litter type					
杉木纯林	细根 ^①	0.007	0.83	0.58	0.52	0.32
Pure <i>C. lanceolata</i>	枯枝落叶 ^②	0.51	0.78	3.93	0.78	4.05
火力楠纯林	细根	0.056	1.36	1.91	8.03	3.16
Pure <i>M. macclurei</i>	枯枝落叶	1.72	6.14	11.39	6.78	19.62
混交林	细根	0.046	7.86	1.87	6.06	2.59
Mixed	枯枝落叶	0.79	2.09	5.48	2.25	7.76

①: Fine root; ②: Twig and leaf

3.4 细根在3个林分的物质循环与周转中起着不可忽视的作用,在混交林中显得更为重要。

参 考 文 献

- 1 Fahey T J & Hughes J W. Fine root dynamics in a northern hardwood forest ecosystem. Hubbard Brook Experimental Forest, NH. *Journal of Ecology*, 1994, **82**: 533~548
- 2 Gerier C C, et al. Biomass distribution and above-and below-ground production in young and mature *Abies amabilis* zone ecosystem of the Washington Cascade. *Can. J. For. Res.*, 1981, **11**: 155~167
- 3 Gholz H L, et al. Organic matter dynamics of fine roots in plantations of slash pine (*Pinus elliottii*) in north Florida. *Can. J. For. Res.*, 1986, **16**: 529~538
- 4 McLaugherty C A, et al. The role of fine roots in the organic matter and nitrogen budgets of two forested ecosystems. *Ecology*, 1982, **63**: 1481~1490
- 5 冯宗炜,等. 一种高生产力和生态协调的亚热带针阔混交林——杉木、火力楠混交林的研究. 植物生态学与地植物学学报, 1988, **12**(3): 165~180
- 6 张家武,等. 杉木和火力楠树种及其林分热量的研究. 生态学杂志, 1988, **7**: 26~29
- 7 陈楚莹,等. 杉木、火力楠混交林生态系统中营养元素的积累、分配和循环的研究. 生态学杂志, 1988, **7**(4): 7~13
- 8 陈楚莹,等. 改善杉木人工林林地质量和提高生产力的研究. 应用生态学报, 1990, **1**(2): 97~106
- 9 李振问,等. 杉木、火力楠混交林根系的研究. 生态学杂志, 1993, **12**(1): 20~24
- 10 廖利平,等. 杉木、火力楠纯林及混交林细根周转的研究. 应用生态学报, 1995, **6**(1): 7~10
- 11 Swift M J, et al (eds). Decomposition in terrestrial ecosystems. *Studies in Ecology*, 1979, **5**: 118~256
- 12 Killham K & Foster R (eds). *Soil Ecology*. Cambridge: University Press, 1991
- 13 O'Connell A M. Effect of legume understorey on decomposition and nutrient content of eucalypt forest litter. *Plant and Soil*, 1986, **92**: 235~248
- 14 廖利平,等. 森林凋落物复合分解的研究 I. 缩微实验. 应用生态学报, 1997, **8**(5): 459~464
- 15 Chapman K, et al. Metabolic and faunal activity in litters of three mixtures compared with pure stands. *Agric. Ecosys. Env.*, 24: 33~40
- 16 Ineson P & McTiernan K. Decomposition of foliar litter mixtures: a microcosm experiment. In: Teller A et al. (eds). *Response of Forest Ecosystems to Environmental Changes*. Barking: Elsevier Applied Science, 703~706