

文章编号: 1000-5692(2006)03-0255-04

尖峰岭不同树种枯落物分解过程中微生物动态

王锐萍¹, 刘 强¹, 彭少麟², 林开豪¹, 文 艳¹, 薛 宁¹

(1. 海南师范学院 生物系, 海南 海口 571158; 2. 中山大学 生命科学学院, 广东 广州 510650)

摘要: 为探索微生物在森林枯落物分解中的作用及其在不同气温条件下的变化规律, 采用枯落物袋法, 研究海南岛尖峰岭热带常绿季雨林枯落物(青梅 *Vitica mangachapoi*, 木荷 *Schima superba* 和混合枯落物)中细菌、真菌和放线菌三大微生物数量的季节变化。结果表明: 混合枯落物和木荷枯落物中细菌数量最多, 放线菌次之, 真菌最少; 青梅枯落物中细菌数量最多, 真菌次之, 放线菌最少。3种枯落物中微生物总数是混合枯落物中最多, 木荷次之, 青梅最少。同一微生物类群在枯落物中的数量有明显的季节变化, 不同类群季节变化规律不尽相同, 但基本只有1个峰值。表2参9

关键词: 微生物学; 枯落物; 微生物数量; 季节动态; 尖峰岭

中图分类号: S718.8; Q935 **文献标识码:** A

森林枯落物(又称凋落物)是指森林生态系统内, 由生物组分产生的并归还到林表地面, 作为分解者的物质和能量的来源供以维持生态系统功能的所有有机物质总称^[1]。森林枯落物是森林生态系统的重要组成部分, 是森林内生态系统物质循环的重要环节, 它不仅对森林资源的保护和永续利用起着重大作用, 而且还对涵养水源和水土保持具有重要意义, 且它在土壤中的分解, 对于恢复和增加土壤肥力, 改善树木营养和提高森林生产力, 保持森林生态平衡, 有着极密切的关系。森林枯落物的分解90%以上为微生物提供了丰富的营养源^[2]。由于森林类型不同, 森林枯落物组成成分不同, 可使枯落物微生物种类和数量发生变化。以前国内外有关枯落物的研究主要集中于森林枯落物量及组成, 枯落量动态, 枯落物组成成分分析及养分动态和枯落物对土壤的影响等方面^[3,4]。由于枯落物的分解在森林生态系统物质循环和能量流动过程中起着重要作用, 而有关枯落物分解过程中起关键作用的微生物的研究资料尚缺乏, 为此, 研究尖峰岭热带常绿季雨林枯落物和土壤的细菌、放线菌和真菌三大微生物的种类数量及季节变化, 为揭示尖峰岭热带常绿季雨林生态系统枯落物微生物的数量和组成及动态, 评价不同林型的生产力, 全面认识尖峰岭生态系统及森林生态系统的循环, 提供重要的科学依据。

1 材料和方法

1.1 样地概况

尖峰岭位于海南岛西南部乐东和东方两县之间, 18°23'~18°50'N, 108°36'~109°05'E, 属热带季

收稿日期: 2005-09-21; 修回日期: 2005-12-26

基金项目: 国家自然科学基金重大项目(39899370); 广东省自然科学基金重大项目(980952)

作者简介: 王锐萍, 副教授, 从事应用微生物学研究。E-mail: wp@hainnu.edu.cn。通讯作者: 刘强, 教授, 博士, 从事恢复生态学等研究。E-mail: hnsylq@sohu.com

风气候。样地设在尖峰岭热带常绿季雨林中, 海拔为 340~360 m, 年平均气温 22.9 °C, 年平均降水量 1 749~2 000 mm, 80%以上集中在 5~10 月, 11 月至翌年 3 月为旱季, 土壤为砖红壤^[5,6]。

1.2 实验方法

枯落物分解采用枯落物袋法。于 2001 年 8~9 月在海南岛尖峰岭采样, 收集将落的和地面刚落的衰老叶片, 风干后装入枯落物袋中, 每袋 15 g (单种枯落物) 或 20 g (混合枯落物), 每类枯落物做 7 袋重复, 样袋为尼龙网袋, 大小为 15 cm×15 cm, 孔径为 0.03 mm。于 2001 年 12 月将枯落物袋分别置于尖峰岭的热带雨林下, 轻轻除去地表的枯落物层, 置于土壤表层, 让枯落物自然分解^[9]。每 3 个月回收 1 个枯落物样袋, 分析微生物数量。

将从尖峰岭样地收集的枯落物分为 3 组: ① 青梅 *Vatica mangachapoi* 枯落物。② 木荷 *Schima superba* 枯落物。③ 混合枯落物, 将青梅, 木荷, 油丹 *Alseodaphne hainanensis*, 油楠 *Sindora glabra*, 野荔枝 *Litchi chinensis* var. *euspontanea*, 红柯 *Lithocarpus ferzelianus*, 橄榄 *Canarium album*, 海南紫荆木 *Madhuca hainanensis*, 白锥 *Castanopsis carlesii* var. *hainanica*, 大叶白颜 *Gironniera subaequalis* 共 10 种热带常绿季雨林乔木层主要树种的枯落物等量混合。

1.3 微生物数量分析

将每袋样品粉碎后分别称取 5 g 鲜质量样品, 置于 45 mL 无菌水中, 用摇床在室温下振荡 10 min, 然后在无菌条件下, 用移液器吸取 1 mL 菌液到 9 mL 无菌水中进行 10 倍稀释, 稀释成 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} 4 个梯度。取 10^{-4} 稀释倍数的菌液 0.1 mL 涂布于牛肉膏蛋白胨培养基(用于分离细菌), 培养 24 h; 取 10^{-3} 稀释倍数的菌液 0.1 mL 涂布于高氏 1 号固体培养基(用于分离放线菌), 培养 48 h; 取 10^{-3} 稀数倍数的菌液 0.1 mL 涂布于马丁氏固体培养基(用于分离真菌)培养 72 h。培养温度为 $(28 \pm 1) ^\circ\text{C}$, 培养后计算菌落数, 每个样品每种培养基各培养 3 皿, 取其平均值。用常规的平板稀释法计数。

1.4 样品含水量分析

称取一定量的枯落物, 烘干($105 ^\circ\text{C}$, 8 h)至恒量, 称干质量, 计算含水量^[7,8]。

2 结果与分析

2.1 样品含水量

样品含水量分析结果显示: 3 月份枯落物平均含水量为 20.44%, 6 月份为 23.31%, 9 月份为 57.18%, 12 月份为 19.88%。这与尖峰岭样地的气候状况相一致。

2.2 青梅枯落物中微生物动态

从表 1 可以看出, 在季节变化过程中青梅枯落物中细菌数量在 12 月份, 放线菌在 6 月份, 真菌在 9 月份达到峰值, 分别为 21.30×10^7 个 $\cdot\text{g}^{-1}$, 2.25×10^7 个 $\cdot\text{g}^{-1}$, 4.30×10^7 个 $\cdot\text{g}^{-1}$ 。从表 2 可以看出微生物总数季节性变化差异不显著。9 月份细菌数量均较 12 月和 6 月少, 6 月细菌数量是 9 月的 30 倍, 12 月是 9 月的 44 倍, 6 月与 9 月表现差异显著。9 月份放线菌数量较 12 月多, 但比 6 月少, 9 月较 6 月减少 49.3%, 12 月较 9 月减少

表 1 不同树种枯落物中微生物变化

Table 1 The numbers of microbes in different litters

不同树种 枯落物	采样时间	微生物数量/ ($\times 10^7$ 个 $\cdot\text{g}^{-1}$)			
		细菌	放线菌	真菌	总数
青梅枯落物	3 月	0.35	0.11	0.22	0.68
	6 月	14.20	2.25	2.60	19.05
	9 月	0.48	1.41	4.30	6.19
	12 月	21.30	0.13	0.61	21.92
木荷枯落物	3 月	10.00	0.09	0.09	10.18
	6 月	18.80	2.84	1.34	22.98
	9 月	3.15	2.12	1.92	7.19
	12 月	18.70	0.01	1.32	20.02
混合枯落物	3 月	0.18	0.11	0.03	0.32
	6 月	52.50	4.76	0.69	57.95
	9 月	1.63	1.18	3.86	6.67
	12 月	2.26	0.01	0.48	2.75

90.8%; 6 月与 9 月、12 月, 9 月与 12 月均差异显著。真菌的季节性变化不显著。

2.3 木荷枯落物中微生物动态

木荷枯落物中, 微生物总数季节变化是: 3 月为 10.17×10^7 个 $\cdot g^{-1}$, 6 月为 22.98×10^7 个 $\cdot g^{-1}$, 9 月为 7.19×10^7 个 $\cdot g^{-1}$, 12 月为 20.02×10^7 个 $\cdot g^{-1}$ 。其中, 木荷枯落物细菌和放线菌在 6 月份数量最多, 分别为 18.18×10^7 个 $\cdot g^{-1}$ 和 2.84×10^7 个 $\cdot g^{-1}$, 真菌在 9 月最多, 为 1.92×10^7 个 $\cdot g^{-1}$ 。9 月细菌数量较 12 月和 6 月少。6 月和 12 月细菌数量为 9 月的 6 倍。3 月与 6 月, 6 月与 9 月, 9 月与 12 月有显著差异。9 月放线菌数量较 12 月多, 但比 6 月少。3 月与 6 月、9 月, 6 月与 12 月, 9 月与 12 月有显著差异。真菌的 3 月与 6 月, 9 月有显著差异。

2.4 混合枯落物中微生物动态

混合枯落物中细菌和放线菌数量的最高峰均出现在 6 月, 细菌为 52.50×10^7 个 $\cdot g^{-1}$, 放线菌为 4.74×10^7 个 $\cdot g^{-1}$ 。真菌数量高峰在 9 月, 为 3.86×10^7 个 $\cdot g^{-1}$ 。9 月细菌数量较 12 月和 6 月少, 9 月相对与 6 月减少了 96.9%, 12 月比 9 月增加了 38.7%。9 月放线菌数量较 12 月多, 但比 6 月少, 9 月放线菌数量是 6 月的 24.8%, 是 12 月的 118%; 3 月与 12 月差异显著。这是由于冬季干燥, 气温较低, 不利于放线菌的生长。9 月真菌

表 2 微生物数量季节变化比较

Table 2 Comparison of microbes' number of different seasons

不同树种 枯落物	微生物	时间	差异性		
			6 月	9 月	12 月
青梅枯落物	细菌	3 月	0.083 3	0.563 7	0.064 1
		6 月		0.049 5 *	0.288 8
		9 月			0.077 1
	放线菌	3 月	0.083 3	0.083 3	0.060 3
		6 月		0.049 5 *	0.032 3 *
		9 月			0.032 3 *
	真菌	3 月	0.083 3	0.083 3	0.643 4
		6 月		0.275 2	0.157 3
		9 月			0.077 1
	总数	3 月	0.109 0	0.109 0	0.285 0
		6 月		1	1
		9 月			1
木荷枯落物	细菌	3 月	0.049 5 *	0.512 7	0.512 7
		6 月		0.049 5 *	0.275 2
		9 月			0.512 7
	放线菌	3 月	0.049 5 *	0.049 5 *	0.246 3
		6 月		0.126 6	0.046 3 *
		9 月			0.046 3 *
	真菌	3 月	0.046 3 *	0.046 3 *	0.268 3
		6 月		0.512 7	0.275 2
		9 月			0.275 2
	总数	3 月	0.109 0	0.285 0	0.285 0
		6 月		0.109 0	0.109 0
		9 月			1
混合枯落物	细菌	3 月	0.075 6	0.512 7	0.512 7
		6 月		0.083 3	0.248 2
		9 月			0.275 2
	放线菌	3 月	0.248 2	0.126 6	0.049 5 *
		6 月		0.563 7	0.083 3
		9 月			0.126 6
	真菌	3 月	0.083 3	0.827 3	0.512 7
		6 月		0.563 7	0.083 3
		9 月			0.126 6
	总数	3 月	0.109	0.109 0	1
		6 月		0.593 0	0.109 0
		9 月			0.593 0

的数量在 3 种枯落物中均达到最高峰, 这可能是真菌生长的环境相对较潮湿, 而 9 月是全年降水量最多的季节, 适合真菌生长。另外, 随着枯落物分解程度的加深, 难溶成分比例增加, 真菌的分解功能上升为主要作用, 数量相对增多, 而细菌相对则较少。

在 3 种枯落物中, 都是 9 月份放线菌数量较 12 月多, 但比 6 月少, 这是因为放线菌生长的条件相对含水量较低, 而 9 月是全年降水量最多的季节, 3 月和 12 月气温又较低, 不利于放线菌的繁殖, 所以以 6 月放线菌数量最多。

在 3 种枯落物中细菌的数量均最多, 这是由于细菌繁殖速度最快的缘故。虽然细菌数量最多, 但在枯落物分解的过程中是否起最重要的作用, 还有待进一步研究。

从微生物总数来看, 不同的树种枯落物中微生物数量存在着一定差异, 混合枯落物 > 木荷 > 青梅。这说明在同一条件下木荷比青梅能提供更多的微生物营养资源, 而在同一立地条件下, 树种增加, 改变了枯落物成分, 增加了微生物营养来源。而从微生物类型分析, 在混合枯落物中的细菌、放

线菌总数都大于青梅和木荷枯落物, 青梅枯落物中的真菌都大于混合枯落物和木荷枯落物。

3 讨论

森林土壤微生物生长活动所需的碳源有 79%~92%是来自枯落物^[10], 枯落物是土壤微生物摄取营养和能量的来源。尖峰岭热带常绿季雨林区具有明显的干湿交替气候特征, 主要微生物数量均有明显的季节变化, 一年中基本上各有 1 个峰值。这与营养的丰度和环境因子(温度、湿度)的季节变化以及不同微生物的生态要求有关, 也与不同层次感受因子的迟早有关系。

在同立地条件下, 青梅、木荷和混合树种的枯落物之间, 微生物种群数量、季节动态变化都具显著差异。不同植物种类枯落物的基质质量是有差别的, 混合枯落物分解速率显著大于单种枯落物^[5], 说明混合枯落物有利于微生物的活动, 反映了微生物在森林枯落物分解还原中的重要作用。

不同的微生物类群数量的主要影响因素各不相同, 枯落物种类和土壤的理化特性决定着微生物的环境特性, 环境特性影响着微生物种群和数量的分布。混合枯落物比青梅、木荷枯落物对微生物生长更有利, 特别能增加细菌和放线菌的数量, 有利于林下土壤物质循环, 增加土壤肥力。枯落物微生物明显的季节变化, 反映了生态系统环境因子和功能的季节动态。

参考文献:

- [1] 王凤友. 森林凋落量研究综述[J]. 生态学进展, 1989, 6(2): 82-98.
- [2] 肖育贵. 不同林型凋落物土壤微生物数量动态的研究[J]. 林业科技通讯, 1996(9): 28-29.
- [3] 吴承祯, 洪伟, 姜志林, 等. 我国森林凋落物研究进展[J]. 江西农业大学学报, 2000, 22(3): 405-410.
- [4] 彭少麟, 刘强. 森林凋落物动态及其对全球变暖的响应[J]. 生态学报, 2002, 22(9): 1534-1544.
- [5] 刘强, 彭少麟, 毕华, 等. 热带亚热带森林凋落物交互分解的研究[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2004, 43(4): 86-89.
- [6] 蒋有绪, 卢俊培. 中国海南岛尖峰岭热带林生态系统[M]. 北京: 科学出版社, 1991.
- [7] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [8] 沈萍. 微生物学实验[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [9] 蚁伟民, 傅声雷, 周存宇, 等. 鹤山人工林和鼎湖山自然林土壤微生物生物量的研究[J]. 生态学报, 1995, 15(增刊A): 141-146.

Dynamics of microorganisms in litters of different tree species at Jianfengling

WANG Rui-ping¹, LIU Qiang¹, PENG Shao-lin², LIN Kai-hao¹, WEN Yan¹, XUE Ning¹

(1. Department of Biology, Hainan Normal University, Haikou 571158 Hainan, China; 2. School of Life Sciences Zhongshan University, Guangzhou 510275 Guangdong, China)

Abstract: The purpose is to explore the function of microbes in the litter decompose and its change in different air temperatures. The seasonal dynamics of quantity of bacteria, fungi and actinomycetes from different litters (*Vatica mangachapoi*, *Schima superba* and the mixed) of tropical evergreen seasonal rain forest of Jianfengling were studied by litter bag. The results showed that in the mixed and *Schima superba* leaf litters, the quantity of bacteria was the most, the quantities of actinomycetes and fungi were less. In *Vatica mangachapoi* leaf litter, the number of bacteria is the most, fungi is the next, and actinomycetes is the smallest. The total microbial amount of the mixed was the most, the next in order was *Schima superba* and *Vatica mangachapoi*. There was distinctive seasonal change in quantity of each microbial group. [Ch, 2 tab, 9 ref.]

Key words: microbiology; litter; quantity of microbes; seasonal dynamics; Jianfengling