

秦岭太白山北坡五种林分凋落叶 分解状况初步研究^{*}

尚廉斌¹, 王得祥¹, 樊璐², 刘建军¹, 曹支敏¹, 陈增宏¹

(1 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100;

2 西安市植物园, 陕西 西安 710061)

[摘 要] 对秦岭太白山北坡锐齿栎、牛皮桦、太白红杉、大叶杜鹃和巴山冷杉5种林分凋落叶的分解状况进行了研究。结果表明, 受生物学特性、温度、湿度等因素的影响, 不同林分凋落叶叶失重率不同, 上述林分分别为38.20%, 32.12%, 16.23%, 20.76%和17.87%~18.29%; 其分解速率大小次序为锐齿栎>牛皮桦>大叶杜鹃>巴山冷杉>太白红杉。所测定的3种主要化学成分中, 单宁分解最快, 分布于海拔3000m的巴山冷杉和1430m的锐齿栎凋落叶中, 单宁残留量只有34.39%和32.05%; 粗脂肪分解速率次之, 阔叶树种较针叶树种分解快, 在凋落叶中的残留量为91.86%~99.14%; 粗纤维分解最慢, 与粗脂肪表现出相似的规律。林分凋落叶分解过程中能态的变化与分解速率高低基本保持一致, 总体趋势为阔叶树种减低幅度较大, 5种凋落叶能量降低率为12.54%~19.84%。

[关键词] 凋落叶; 分解速率; 化学成分; 能量

[中图分类号] S718.55+4.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)01-0064-05

在养分循环中, 凋落物是连接植物与土壤的“纽带”; 在维持土壤肥力、促进森林生态系统物质循环和养分平衡方面具有特别重要的作用。通过对凋落物及其森林中其他组份分解特征的研究, 可为揭示特定生态系统的物质循环状态及规律提供必要的依据, 因而该领域的研究日益受到国内外学者, 尤其是定位研究者的广泛重视。我国自20世纪60年代初开展了凋落物的研究, 80年代该领域研究有了较大发展, 目前已有针对林分凋落叶的分解速率、分解状况、物质组成以及能态等问题的研究^[1~11]; 国外则不仅对凋落叶, 而且将森林内枯死木、野生动物残骸及代谢产物、老龄林中的伐桩等纳入森林凋落物范畴, 对其凋落量、分解速率等问题进行较为系统的研究^[3~10]。由于研究方法、研究区域及林分的差异, 目前国内外所得研究结论尚缺乏系统性。

凋落物的积累与分解一直被认为是影响植被结构和生态系统功能的一个复杂而又重要的因素, 其研究也主要集中在凋落量(Litterfall)、凋落物分解速率(Decomposition rate)及其影响因素以及凋落物的生态作用等方面。由于森林凋落物分解受植被

类型、地形、温度、湿度、海拔等因素的影响, 随气候带、地理位置以及植被类型的不同而存在明显差异, 因而本研究选择秦岭太白山北坡典型的锐齿栎(*Quercus aliena* Bl var. *acuteserrata*)、牛皮桦(*Betula utilis*)、太白红杉(*Larix chinensis*)、大叶杜鹃(*Rhododendron purdianii*)和巴山冷杉(*Abies fargesii*)5种林分的凋落叶, 对其分解状况及分解过程中化学成分和能量的变化情况进行了研究, 以期为该区域森林生态系统物质循环研究积累基础资料。

1 研究区自然概况

太白山为秦岭山脉的最高峰, 顶峰海拔达3767m。这里群峰耸峙, 山体陡峻, 高差十分悬殊, 气象条件变化剧烈, 年均降雨量为850mm, 多集中于夏季, 植物生长季节较短。植被分布由山麓至山顶依次为: 侧柏林带, 分布于海拔700~1000m; 松栎林带, 分布于海拔1100~2200m, 以华山松和栎属植物为主, 随海拔升高而变化, 松栎林带由下至上又分为栓皮栎林带、锐齿栎林带、辽东栎林带; 桦木林带, 分布

^{*} [收稿日期] 2004-02-12

[基金项目] 教育部全国优秀博士学位论文获得者专项基金(200057); 国家林业局重点项目(2000-04)

[作者简介] 尚廉斌(1956-), 男, 陕西洛南人, 实验师, 主要从事森林生态学研究。

[通讯作者] 王得祥(1966-), 男, 青海乐都人, 副教授, 博士, 主要从事森林生态学研究。

于海拔2 200~2 700 m, 该植被带又可分为纸皮桦、牛皮桦2个亚带; 高山针叶林带, 分布于海拔2 700~3 200 m, 以冷杉和落叶松为主; 高山灌木林带, 分布于海拔3 200~3 500 m, 以矮枇杷和壳柳为主; 山顶局部岩石裸露, 只分布苔藓和地衣植物, 有些地方分布有高山草甸植物。随着气候、植被分布的变化, 土壤呈现出规律性的垂直变化, 由山麓至山顶依次为褐色土、棕壤土、灰化土、森林草甸土、高山草甸土及成土母质的岩石。由于受人为活动影响较小, 因而研究凋落物分解状况的理想场所。

2 研究方法

2.1 枯叶分解速率的测定

研究采用分解袋(litterbag)法^[2, 12, 13]。用网袋法研究凋落物分解的优点是简便易行, 在国际上较为流行, 但网眼的大小可能对分解结果有一定的影响。通常, 针叶林凋落物一般采用孔径为0.5 mm的分解袋, 阔叶林凋落物多采用孔径为1.5 mm的分解袋, 而草本植物凋落物选用2.0 mm分解袋。由于测定对象主要为叶片及针叶, 本研究采用孔径为1.0 mm的尼龙网袋。

于2002-09-20叶凋落高峰期收集锐齿栎、大叶杜鹃、牛皮桦、巴山冷杉和太白红杉落叶, 取部分凋落叶样品分别在80℃和105℃下烘干至恒重, 前者用来测定营养成分含量及能量, 后者用来计算含水

率。将其余凋落叶称重并装入孔径为1.0 mm的尼龙网袋中, 每袋约1 000 g, 3袋为一组(编号为树种-1, 树种-2, 树种-3等), 于10-05将测试叶平铺在相应的林地内让其自然分解, 至2003-05-20取样。用蒸馏水洗净凋落物样品表面泥沙, 80℃烘干至恒重并测定干重; 然后粉碎并过0.25 mm筛, 用以测定分解后的营养成分及能量变化。采用枯叶的失重率来表征分解速率, 如下式:

$$r = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

式中, r为分解速率(%); W₁为分解前的凋落叶重(g); W₂为分解后的凋落叶重(g)。

2.2 主要营养成分的测定

样品中单宁含量采用高锰酸钾氧化法测定, 粗纤维用粗纤维测定仪测定, 粗脂肪用粗脂肪测定仪测定, 热值采用GR-3500型氧弹式热量计测定。

3 结果与分析

3.1 凋落叶的分解速率

5种林分凋落叶的失重率见表1。受生物学特性、温度、湿度等的影响, 不同林分的凋落叶失重率差异较大, 其中锐齿栎为38.20%, 大叶杜鹃为20.76%, 牛皮桦为32.12%, 巴山冷杉为17.87%~18.29%, 太白红杉为16.23%。

表1 5种林分凋落叶在不同海拔处的失重率

Table 1 Weight loss rates of litters in 5 forest lands at different elevation

海拔/m Elevation	样品名称 Samples	初始重/g Initial weight	失重/g Weight loss	失重率/% Weight loss rates
1 430	锐齿栎-1 <i>Q. aliena</i> B1 var. <i>acuteserrata</i>	1 028.90	738.75	38.20
	大叶杜鹃-1 <i>Rh. purdanii</i>	656.66	136.32	
2 730	大叶杜鹃-3 <i>Rh. purdanii</i>	717.60	148.97	20.76
	大叶杜鹃-2 <i>Rh. purdanii</i>	682.01	141.59	
	牛皮桦-1 <i>B. utilis</i>	840.50	269.99	
2 830	牛皮桦-2 <i>B. utilis</i>	925.31	297.21	32.12
	牛皮桦-3 <i>B. utilis</i>	1 004.60	322.68	
	巴山冷杉-2 <i>A. fargesii</i>	408.08	74.64	
2 880	巴山冷杉-5 <i>A. fargesii</i>	562.10	102.81	18.29
	巴山冷杉-6 <i>A. fargesii</i>	476.10	87.08	
	巴山冷杉-1 <i>A. fargesii</i>	562.66	100.55	
3 000	巴山冷杉-3 <i>A. fargesii</i>	562.10	100.45	17.87
	巴山冷杉-4 <i>A. fargesii</i>	522.75	93.42	
	太白红杉-1 <i>L. chinensis</i>	960.75	155.93	
3 090	太白红杉-2 <i>L. chinensis</i>	636.91	103.37	16.23
	太白红杉-3 <i>L. chinensis</i>	779.98	126.59	

由表1可知, 在海拔高度相近的条件下, 阔叶树种的凋落叶分解速率大于针叶树种, 前者为

20.76%~38.20%, 后者为16.23%~18.29%。就大叶杜鹃(2 730 m)和牛皮桦(2 830 m)而言, 尽管后

者海拔较高,但分解速率仍高出前者11.36%,其原因主要是由于二者的生物学特性不同造成的,即大叶杜鹃的凋落叶革质、较硬,而牛皮桦叶质地柔软、单薄,故后者分解较快。巴山冷杉(3 000 m)和太白红杉(3 090 m)表现出基本接近的分解速率,但明显低于所测试的阔叶树种。林分凋落叶的分解速率受生物学特性、特定的土壤动物和微生物区系及环境因子(温度、湿度)的综合作用。就5种林分凋落叶的分解速率而言,其大小次序为锐齿栎>牛皮桦>大叶杜鹃>巴山冷杉>太白红杉。

3.2 凋落叶分解过程中化学成分的变化

凋落叶分解过程是森林生态系统中营养元素循环的重要组成部分,凋落叶降解是随着有机物降解

开始的,各种营养元素逐渐被释放并归还土壤,供植物利用。因而,枯叶中营养元素总量随时间推移递减。

巴山冷杉、太白红杉、牛皮桦、大叶杜鹃及锐齿栎未分解凋落叶的几种主要化学成分含量见表2。由表2知,各种化学成分含量高低因树种不同而异,其中以巴山冷杉枯叶的粗脂肪含量最高,为93.3 g/kg;太白红杉的粗纤维含量最高,为255.3 g/kg;牛皮桦的单宁含量最高,为29.7 g/kg。测定数据还表明,针叶树种凋落叶中的粗纤维含量明显高于阔叶树种,阔叶树种凋落叶的单宁含量明显高于针叶树种。

表2 5种林分未分解枯叶的主要化学成分含量

Table 2 Contents of main chemical compositions of five stands initial litters

化学成分 Chemical composition	巴山冷杉 <i>A. fargesii</i>	太白红杉 <i>L. chinensis</i>	牛皮桦 <i>B. utilis</i>	大叶杜鹃 <i>Rh. purdomii</i>	锐齿栎 <i>Q. aliena</i> B I var. <i>acuteserrata</i>
粗脂肪 Raw fat	93.3	51.3	56.5	52.7	52.4
粗纤维 Raw cellulose	248.4	255.3	170.4	155.2	160.5
单宁 Tannin	18.9	8.6	29.7	22.1	25.9

随着凋落叶的分解,其化学成分含量也不断发生变化。单宁是凋落叶中的可溶性易分解物质^[2],由残留量占原总量的百分比来看(表3),海拔3 000 m的巴山冷杉和1 430 m处的锐齿栎凋落叶中,单宁含量只有34.39%和32.05%。5种林分粗脂肪的残留量为91.86%~99.14%,只有一小部分被分解,属难分解组份;对粗脂肪而言,阔叶树种比针叶树种降解快,如海拔接近的牛皮桦和巴山冷杉林分中,牛皮桦枯叶中的粗脂肪残留量为91.86%(海拔2 830 m),而巴山冷杉枯叶中的粗脂肪残留量则高达

97.96%(海拔2 880 m)。粗纤维也属难分解物质,与粗脂肪表现出相似的规律,通常于后期缓慢分解^[2]。与未分解枯叶中的成分含量比较(表2),牛皮桦、锐齿栎凋落叶中粗纤维的残留量出现增大现象,分别增大16.2 g/kg和59.2 g/kg,这种增大是由于枯叶的叶肉部分在初期首先腐烂,并被雨水淋溶到土壤中,粗纤维含量相对值增大所致。相应地,残留量占原总量百分比亦超过100%,分别达到109.51%和135.76%。

表3 5种林分分解过程中枯叶化学成分变化

Table 3 Changes of chemical compositions of five stands litters in the process of decomposition

海拔/m Elevation	植物名称 Trees	粗脂肪 Raw fat		粗纤维 Raw cellulose		单宁 Tannin	
		A/(g·kg ⁻¹)	B/%	A/(g·kg ⁻¹)	B/%	A/(g·kg ⁻¹)	B/%
2 880	巴山冷杉 <i>A. fargesii</i>	91.4	97.96	246.9	99.40	8.7	46.03
3 000	巴山冷杉 <i>A. fargesii</i>	92.5	99.14	247.4	99.60	6.5	34.39
3 090	太白红杉 <i>L. chinensis</i>	48.8	95.13	253.6	99.33	4.6	53.49
2 830	牛皮桦 <i>B. utilis</i>	51.9	91.86	186.6	109.51	20.5	69.02
2 470	大叶杜鹃 <i>Rh. purdomii</i>	50.1	95.07	152.1	98.00	14.6	66.06
2 735	大叶杜鹃 <i>Rh. purdomii</i>	51.6	97.91	153.2	98.71	13.7	61.99
1 430	锐齿栎 <i>Q. aliena</i> B I var. <i>acuteserrata</i>	49.1	93.70	219.7	135.76	8.3	32.05

注: A. 残留量; B. 残留量占原总量百分比。

Note: A. Weight remaining; B. Amount remaining as percent of initial amount

3.3 凋落叶分解过程中的能态变化

由表4知,林分凋落叶分解过程中能态的变化与分解速率高低基本保持一致,但由于每一种凋落

叶中不同化学成分的变化幅度不同,能量变化快慢各异,总的趋势为阔叶树种降低幅度较大,但大叶杜鹃降低幅度小,与其分解速率较高不相一致,这可能

与本研究未涉及到的其他物质组分有关^[14]; 巴山冷杉和太白红杉降低幅度较小的原因除了分解速率较小外, 也与粗脂肪和粗纤维含量较高有关。5 种凋落叶能量降低率在 12.54%~19.84%。

表4 5 种林分凋落叶分解过程中的能量变化

Table 4 Changes of energy storage of five stands litters in the process of decomposition

分解状态 The situation of decomposition	总干重热值/(J·g ⁻¹) Caloric value				
	巴山冷杉 <i>A. fargesii</i>	太白红杉 <i>L. chinensis</i>	牛皮桦 <i>B. utilis</i>	大叶杜鹃 <i>Rh. purodan ii</i>	锐齿栎 <i>Q. aliena B1</i> var. <i>acutesorrata</i>
分解前 Before decomposition	22 440.5	18 785.2	18 499.0	23 590.3	18 791.4
分解后 After decomposition	19 587.0	16 163.7	15 302.2	20 631.2	15 063.3
变化率/% Energy loss rate	12.72	13.96	17.28	12.54	19.84

4 讨 论

在海拔 2 470 m 处, 部分锐齿栎和大叶杜鹃样袋丢失, 使分解速率计算和比较受到影响。与物质循环一样, 能量流动是生态系统的又一基本功能。在研究凋落物分解时应将能量变化作为重要方面予以关注。与前人的研究相比, 本研究虽然涉及了凋落物分解过程中的能态变化, 但毕竟是以总的能量储存作为衡量指标, 至于能量变化和化学成分变化间的相互关系, 例如某些凋落叶分解速率

高但能量降低幅度小的原因未能涉及, 这还有待于进一步研究。由于研究既包括阔叶树种, 又包含针叶树种, 因此网袋的孔径采用折衷方案, 即 1.0 mm。枯叶在分解过程中化学成分的变化是明显的, 在初始阶段粗脂肪、单宁等首先散失, 而纤维素属难分解的物质, 一般于后期缓慢分解。毫无疑问, 伴随着分解, 枯叶中的营养物质将不断地输送给土壤, 从而能有力地说明枯叶的分解效应对提高森林土壤肥力的作用。

致谢: 本研究得到本校黄土高原林木培育实验室史清华实验师和太白山自然保护区戴栓发科长的帮助, 在此表示感谢!

[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- 89

[2] 希尔 O W. 有机物的分解原理与研究方法[A]. 森林生态系统[M]. 北京: 中国林业出版社, 1983. 286- 288

[3] 黄建辉, 陈灵芝, 韩兴国. 森林生态系统凋落物分解研究进展[A]. 李承森. 植物科学进展[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998. 218- 236

[4] 屠梦照, 姚文华, 翁 轰, 等. 鼎湖山南亚热带常绿阔叶林凋落物的特征[J]. 土壤学报, 1993, 30(2): 34- 41

[5] 马祥庆, 刘爱琴, 何智英, 等. 杉木幼林生态系统凋落物及其分解作用研究[J]. 植物生态学报, 1997, 21(6): 564- 570

[6] 林 波, 刘 庆, 吴 彦, 等. 森林凋落物研究进展[J]. 生态学杂志, 2004, 23(1): 60- 64

[7] Olson J S. Energy storage and the balance of producers and decomposition in ecological system s[J]. Ecology, 1963, 44: 332- 337.

[8] Guo L B, Smis R E H. Litter production and nutrient return in New Zealand eucalypt short rotation forests: implications for land management[J]. Agric Ecosyst Environ, 1999, 73(1): 93- 100

[9] Heal Q W, Later P M, How son G. A study of the rates of decomposition of organic matter[J]. Ecological Studies, 1978, 27(1): 136- 159

[10] 陈灵芝. 英国 Hampshire 蕨菜草地生态系统中枯叶分解作用的研究[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1982, 6(4): 302- 313

[11] 郝占庆, 吕 航. 木质物残体在森林生态系统中的功能评述[J]. 生态学进展, 1989, 6(3): 179- 183

[12] 郭继勋, 祝廷成. 羊草草原枯落叶分解的研究[J]. 生态学报, 1993, 13(3): 214- 219

[13] 胡肄慧, 陈灵芝, 孔繁志, 等. 两种中国特有树种的枯叶分解速率[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1986, 10(1): 35- 43

[14] 王得祥, 雷瑞德, 尚廉斌, 等. 秦岭林区主要乔灌木种类能量背景值测定分析[J]. 西北林学院学报, 1999, 14(1): 54- 58

A prelim inary study on the leaf decomposition of five stands on North-facing slope of the TaibaiM ountains

SHANG L ian-b i¹, WANG D e-x iang¹, FAN L u², L IU J ian-jun¹, CAO Zh i-m in¹, CHEN Zeng-hong¹
(1 College of Forestry, Northw est A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2 X i'an Botanical Garden, X i'an, Shaanxi 710061, China)

Abstract: This paper studies the decomposition situation of litters of five stands on the North-facing

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

slope, namely *Quercus aliena* B I var. *acuteserrata*, *Betula utilis*, *Larix chinensis*, *Rhododendron purdum* ii, *Abies fargesii*. The results show that the decomposition rate of litter leaves varies with biological characteristics, temperature, humidity and so on; the weight losing rate of *Q. aliena*, *B. utilis*, *L. chinensis*, *R. purdum* ii, *A. fargesii* are respectively 38.20%, 32.12%, 16.23%, 20.76%, and 17.87%-18.29%. Among the tested three main chemical compositions, tannin decomposes fastest, of which *A. fargesii* and *Q. aliena* are 34.39% and 32.05% respectively at the height of 3 000 m and 1 430 m; the next is raw fat, the decrease of broadleaf is faster than that of conifer, the remaining content of raw fat in the litters is between 91.86% and 99.14%; the last is raw fiber, which has the similar tendency with raw fat. During the decomposition of litters, the change of energy is consistent with the decomposition rate, the general trend is that the diminution extent of broadleaf is larger than that of others, and the energy diminution rate of five litters are between 12.54% and 19.84%.

Key words: litters; decomposition rates; chemical composition; energy

(上接第63页)

Abstract ID: 1671-9387(2005)01-0059-EA

Study on the media and methods of selecting antimicrobial actinomycetes

GAO Peng, XUE Quan-hong, CHANG Xian-bo, FENG Ye

(College of Resources Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Antimicrobial experiment on fifty strains on antimicrobial actinomycete against bacteria and fungi was carried out, and the results showed that: ① Actinomycete grew better on the media of soybean farina agar and cornmeal agar than that of PDA and gauze No. 1 (GA). Both media of soybean farina agar and cornmeal agar were used to select antimicrobial actinomycetes. ② Laying the agar block on the medium reversedly was a kind of effective and dependable way to select antimicrobial actinomycetes. ③ The control time of cultivation of actinomycetes was usually within 8-12 days as we prepare for agar to select antimicrobial actinomycetes. Too long time would reduce antimicrobial effect of actinomycete against bacteria and fungi. ④ There were 27, 26, 33, 36, 35, 29, 35 and 20 strains of actinomycetes antimicrobial against *Phytophthora capsici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *F. f. sp. vasinfectum*, *F. f. sp. niveum*, *Penicillium* sp., *Candida tropicalis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, respectively, in fifty strains of actinomycete, which were isolated from the soil of artificial vegetation of Loess Plateau.

Key words: actinomycetes; medium; selecting of antimicrobial actinomycete; antimicrobial experiment