



东北师范大学

长白山野外综合性实习研究课题

长白山落叶阔叶林凋落物积累量及其分解速率研究

学 院：生命科学学院

指导教师：刘鞠善

小组成员：李鑫 张国宁

谭文玉 梁韵宁

李思宇 郭一冰

黄笑晨

日 期：2016年9月8日

长白山落叶阔叶林凋落物积累量及其分解速率研究

李鑫 张国宁 谭文玉 梁韵宁 李思宇 郭一冰 黄笑晨
(东北师范大学 生命科学学院, 长春 130024)

摘要: 森林凋落物作为生态系统养分归还的主要形式, 是物质循环和能量流动的重要“纽带”, 是生物地球化学循环的重要环节, 在某种程度上能够代表整个森林生态系统的初级生产力, 对于维持森林生态系统的结构和功能有重要作用。本研究选取长白山地区 2006、2007、2009 年撂荒参地以及原始落叶阔叶林, 比较研究人参撂荒地和落叶阔叶林凋落物的积累量和分解速率。枯落物积累量采用样方法和凋落物收集网法, 分解速率研究采用凋落物袋法。结果显示, 随着撂荒年份的增加凋落物积累量呈先下降后上升的趋势, 凋落物积累量的变化规律与森林植被群落类型的演替有关。人参撂荒地演替初期, 乔木物种的增加能够抑制草本植物生长, 不利于凋落物的积累; 而植物群落演替后期, 物种组成与落叶阔叶林相似, 其凋落物积累量逐渐增加。随着参地撂荒年份的增加, 凋落物分解速率逐渐升高, 并最终接近林地的分解速率。凋落物分解速率的变化规律受土壤微生物和凋落物的影响, 随着撂荒年份的增加微生物与凋落物的共生关系更加密切, 因此撂荒后期, 凋落物分解速率逐渐升高, 并最终达到落叶阔叶林分解速率。

关键词: 长白山、人参撂荒地、凋落物、积累量、分解速率

1. 前言:

凋落物作为森林生态系统生产力构成的一部分, 其分解是生物地球化学循环中的重要环节之一。凋落物分解速度还是森林地表层生物量和养分含量的决定性因素, 同时对土壤的理化性质有显著影响(周存宇 2003)。凋落物的积累量和分解速率决定森林生态系统中地表生物量的多少, 并对土壤物理、化学和生物性状产生影响。在物理性质方面, 凋落物能够改变土壤表明的光照强度、温度、含水量以及土壤团聚体等特性。在化学性质方面, 凋落物能够影响土壤碳氮磷以及微量元素的营养状况, 并且凋落物分泌的植物次生代谢物质能够影响植物生长。在生物性质方面, 凋落物是土壤微生物和动物等分解者的基质和栖息地, 并且能够通过改变土壤微环境和营养状况影响土壤微生物和动物的生长。因此, 研究森林凋落物的积累量及其分解速率, 对于理解凋落物在森林中

的作用，以及维持森林生态系统的结构功能具有重要意义。

人们对凋落物研究是从凋落物的积累量开始的，1964年新西兰学者 Bray 和美国学者 Gorham 在《世界森林凋落物量》一文中就对枯落物量进行过全面的总结和论述（Bray 1964）。森林凋落物量的研究中最常用的方法是收集器法（陈堆全 2001；杨细明 2002；陈永亮等 2004；林英华等 2006）。通常是 1 m × 1 m 大小的枯枝落叶收集框，随机放置于已打好的标准地内，定期进行回收、烘干和称重，一般以年为单位计算年凋落物量。在研究凋落物量的基础上人们开始探索影响凋落物量的因素并试图建立一个广泛适用的模型。凋落物分解的研究方法，凋落物分解的过程以及凋落物分解速率的影响因素，而且全球气候变化对凋落物分解的影响是人们研究更多的方向。王相娥在综述中总结到凋落物分解的研究方法有凋落物袋（Bocock 1957）小容器法，¹⁵N 和 ¹⁴C 法。粉碎、物理淋溶过程和有机物的分解代谢过程是凋落物分解的主要过程。凋落物分解速率的影响因素有气候因素中的温度和湿度，凋落物本身的性质以及土壤动物和微生物（Chen 2000；彭少麟 2002）。

长白山是我国东北地区第一高山，最高峰白云峰海拔 2619 m，由于受海洋湿气团的影响，降雨量较丰富，气候湿润，适于植物生长，又加以植被垂直分布明显，植被类型呈现多样性，长白山已是目前地球上为数不多的保存完整自然生态系统之一。对长白山落叶阔叶林凋落物积累量和分解速率的探讨可用于对枯落物分解过程及其制约因素的研究。对研究长白山水文特征如植被截持降雨、拦蓄地表径流、土壤水份蒸发和增加土壤水份入渗等方面具有重要作用。对研究生态系统物质循环、能量流动以及凋落物对土壤环境及植被的作用具有重要意义，对于长白山植被次生演替的研究也具有启示作用。森林凋落物作为生态系统养分归还的主要形式，是植物与土壤之间物质循环和能量流动的重要“纽带”，是生物地球化学循环的重要环节，在某种程度上能够代表整个森林生态系统的初级生产力，对于维持森林生态系统的结构和功能有重要作用（赵鹏武等 2009）。

本实验选取长白山不同年份人参撂荒地与原始森林进行对比分析，试图找出参地退耕还林后随着撂荒年份的增加凋落物积累量和分解速率的变化情况，再将撂荒地与原森林对比，找出演替中的群落与顶级群落凋落物量和分解速

率的差异，从而指导长白山落叶阔叶林的保护，推断退耕还林的的演替阶段和演替时间。

2. 实验方法

2.1 工具与仪器

尼龙袋，信封（或布袋），钢卷尺，天平，镊子，手套，记号笔，托盘，塑料标签，剪刀，烘箱等。

2.2 方法与步骤

2.2.1 凋落物的收集

凋落物的收集采取了两种方法。第一种是纱网法，在所选的样地中随机放置 5 个凋落物收集器，收集器为用尼龙网支起的网兜（这样可以防止风将收集器中的凋落物刮出而影响实验结果）。进行实验的前一年已经在林地中布置好了五个纱网，我们只需要将纱网一年收集的凋落物装入袋中，分别编号，带回实验室烘干并称重，对每块样地 5 个收集器中的凋落物重量取平均值，即为该样地该时间段凋落物积累量；第二种是样方法，在林地中随机选取若干样方，将样方中的植物除去后（注意要用剪子剪去植物，若用力拔出，可能会带出许多凋落物而影响实验结果），将地表的凋落物装入袋中，分别编号，带部分凋落物回实验室烘干称重，并以烘干前后含水量之间的差值计算所有收集到的凋落物的积累量。

2.2.2 凋落物分解速率的测定

枯枝落叶分解速率的测定采用尼龙网袋法。将枯死的地上部植株剪成小段，装入尼龙袋内，每袋 20 g，随即放入 2006、2007、2009 年撂荒人参地和原始红松林地四个样地土壤表面，在每个样地标注红色油漆的大树周围放置 10 个左右的尼龙袋，使其尽量与自然条件下一致，每袋都需编号，并用 GPS 定位，以便于下一年取出。我们小组将去年的尼龙网袋收集后清除其表面的附着杂物，首先在太阳底下晾晒称量其重量，然后将部分尼龙网袋内的凋落物带回实验室用烘箱烘干称量其至恒重求其含水率，以此推算所有尼龙网袋内凋落物的干重，从而求得网袋内凋落物的分解速率（侯玲玲等 2012）。

2.2.3 数据处理及分析方法

凋落叶在分解过程中，其质量要发生损失。含水量：枯枝落叶经过一段

时间分解后，其鲜重与干重差值占鲜重的百分比。

$$g = (W_1 - W_2) / W_1 \times 100\% \text{ (陈金玲等 2010)}$$

式中：g 为含水量（%），W₁ 为枯枝落叶的鲜重，W₂ 为其干重。

凋落物分解速率主要采用 Olson（1963）指数方程进行计算：

$$x / x_0 = e^{-kt}$$

式中：x 为为分解 t 时间后残留质量，x₀ 为分解初始干重，K 为凋落物分解系数，t 为分解时间（d）。

3.实验结果

实验结果表明，2007 年人参撂荒地凋落物积累量显著低于 2009 年撂荒地和落叶阔叶林，而 2009 年和 2006 年人参撂荒地与落叶阔叶林无显著差异，从 2007 年撂荒地到落叶阔叶林，凋落物积累量逐渐增加。凋落物分解速率在不同年限人参撂荒地与落叶阔叶林之间无显著差异，但从 2009 年到 2006 年，凋落物分解速率随撂荒年限的增加而升高。

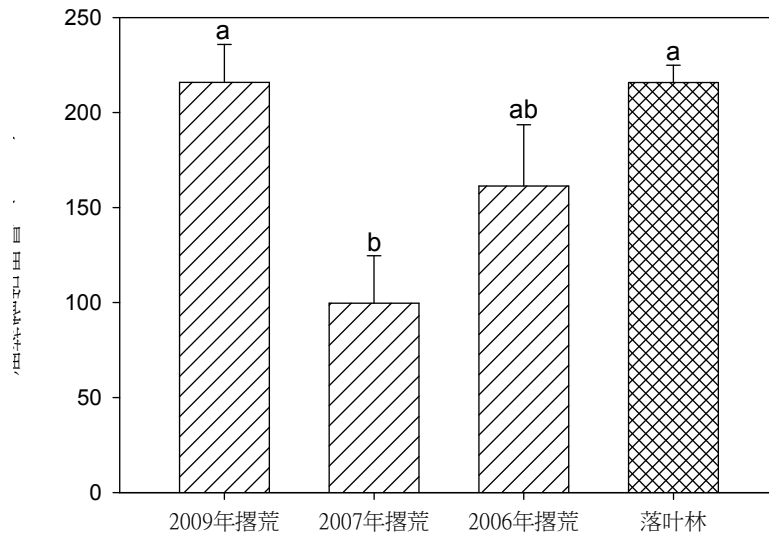


图 1 人参撂荒地和落叶阔叶林的凋落物积累量

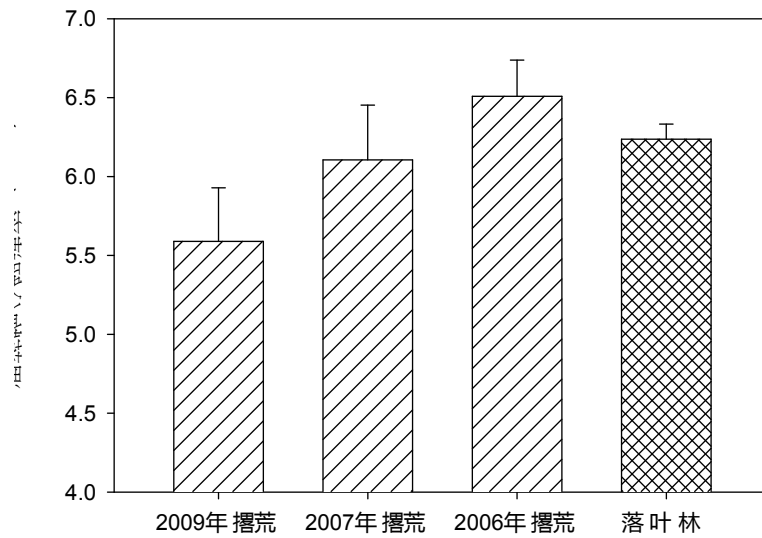


图2 人参撂荒地和落叶阔叶林的凋落物分解速率

4.讨论

凋落物积累量随撂荒年份增加呈先下降后上升的趋势，是由于参地开始撂荒时地表植被的优势种是低矮的草本植物，在调查中撂荒地中的凋落物积累量采用收集样方中凋落物的方法，收集到的主要是草本植物地上部分枯死的茎和叶，还有部分乔木的枯枝和落叶。2009年撂荒地中草本植物繁茂，高大乔木对阳光的竞争力相对较弱，因此一年生草本植物繁茂，凋落物积累量多。2007年和2006年撂荒的参地由于撂荒时间长植物群落演替逐渐接近林地，大的乔木逐渐成为优势种，对阳光的竞争更为激烈，使得照射到地面上的阳光减少，这样的环境已经不适宜草本植物的生长，草本植物减少，因此2007年撂荒地凋落物积累量达到最少，2006年撂荒的参地已经十分接近演替的终点，凋落物积累主要来自落叶乔木的落叶，因此2006年凋落物积累量多于2007年而接近林地。

影响凋落物分解速率的因素有很多除了光照、湿度、温度等环境因子外，凋落物自身的性质以及凋落物和土壤微生物的共生关系也是影响凋落物分解速率的重要因素（赵谷风 2006）。人参荒地要演替成红松落叶阔叶林不仅植被发生变化，土壤微生物的种类和数量也要发生变化。随着撂荒年份的增加凋落物分解速率逐渐增加，试验中采样地处于同一气候区，环境因素如温度、湿度等大致相同，因此环境因素不是分解速率产生差异的主要原因，虽然光照影响分解速率但也不是最主要的因素。随着撂荒地植被的演替，土壤微生物也有一个

演替的过程（杨玉盛 2002）。这种演替向着使凋落物更快分解的方向进行，植物群落处于演替之中，微生物也随之变化，微生物与凋落物的关系更加协调，分解速率也随之加快，当植被演替接近顶级群落时，凋落物的分解速率就接近落叶林的凋落速率。

参考文献

- [1]姜志林. 森林生态学（五）森林生态系统蓄水保土的功能. 生态学杂志, 1984, 3（6）：124~132.
- [2]陈堆全. 木荷凋落物分解及对土壤作用规律的研究. 福建林业科技, 2001, 28（2）：35~38.
- [3]杨细明. 马尾松人工林凋落物分解及养分释放规律. 福建林学院学报, 2002, 22（1）：86~89.
- [4]陈永亮, 李淑兰, 胡桃楸. 落叶松纯林及其混交林下叶凋落物分解与养分归还的比较研究. 林业科技, 2004, 29（5）：9~13.
- [5]林英华, 杨德付, 张夫道. 栎林凋落层土壤动物群落结构及其在凋落物分解中的变化. 林业科学研究, 2006, 19（3）：331~336.
- [6]Bray J.R, Gorham E. Litter production in forest of the world J. Adv Ecol Res, 1964, 2：101~157.
- [7]Hulson H.J. Fungalsaprophytism (Znded.) . UK : Edward Arnold, 1950. 22 ~ 22.
- [8]Chen H, Harmon ME, Griffiths RP et al. Effects of temperature and moisture on C respired from decomposing woody roots. Forest Ecology and Management, 2000, 138: 51~64.
- [9]Bocock K.L, Gilbert O.J.W. The disappearance of leaf litter under different woodland conditions . Plant and Soil, 1957, 9: 179~185.
- [10]周存宇. 凋落物在森林生态系统中的作用及其研究进展. 湖北农学院学报, 2003, 02: 140~145.
- [11]赵鹏武, 宋彩玲, 苏日娜, 海龙, 周梅, 魏江生, 王树森. 森林生态系统凋落物研究综述[J]. 内蒙古农业大学学报（自然科学版）, 2009, 02: 292~299.
- [12]王相娥, 薛立, 谢腾芳. 凋落物分解研究综述. 土壤通报, 2009, 06: 1473~1478.
- [13]彭少麟, 刘强. 森林凋落物动态及其对全球变暖的响应. 生态学报, 2002, 09: 1534~1544.
- [14]杨玉盛, 陈光水, 郭剑芬, 等. 杉木观光木混交林凋落物分解及养分释放的研究. 植物生态学报, 2002, 26（3）：275~282
- [15]赵谷风, 蔡延, 罗媛媛等. 青冈常绿阔叶林凋落物分解过程中营养元素动态. 生态学报, 2006, 20（10）：3286~3295
- [16]陈金玲, 金光泽, 赵凤霞. 小兴安岭典型阔叶红松林不同演替阶段凋落物分解及养分变化. 应用. 生态学报, 2010, 21（9）：2209~2216.
- [17]侯玲玲. 小兴安岭主要森林群落类型凋落物量及其分解动态研究. 东北林业大学. 2012.

附表 1: 凋落物积累量原始数据

样点	样方	鲜重	干重
红松落叶林	林 2-1	235.69	193.04
	林 2-2	256.16	209.81
	林 2-3	283.70	232.37
	林 2-4	278.55	228.15
	林 2-5	173.17	141.84
人参撈荒地	2006 年-1	94.72	91.73
	2006 年-2	208.95	202.34
	2006 年-3	127.00	122.98
	2006 年-4	235.76	228.31
	2007 年-1	108.27	104.85
	2007 年-2	55.73	53.97
	2007 年-3	144.70	140.13
	2009 年-1	203.30	196.87
	2009 年-2	191.35	185.30
	2009 年-3	283.18	274.23
	2009 年-4	213.83	207.07

附表 2: 凋落物分解速率原始数据

样方	重复	鲜重	干重	样方	重复	鲜重	干重
2006 年-1	1	14.39	13.63	红松落叶林 1-1	1	14.86	14.07
	2	16.32	15.45		2	12.71	12.03
	3	14.35	13.59		3	15.33	14.52
	4	14.58	13.81		4	15.58	14.75
	5	15.11	14.31		5	14.96	14.17
	6	14.26	13.50		6	12.94	12.25
	7	15.78	14.94		7	17.84	16.89
	8	15.16	14.35		8	12.12	11.48

	9	15.42	14.60		9	13.37	12.66
2006 年-2	1	15.33	14.52	红松落叶林 1-2	1	14.64	13.86
	2	14.29	13.53		2	15.15	14.34
	3	16.20	15.34		3	14.28	13.52
	4	16.74	15.85		4	14.69	13.91
	5	10.81	10.24		5	15.56	14.73
	6	17.12	16.21		6	13.40	12.69
	7	16.84	15.95		7	14.40	13.63
	8	15.22	14.41		8	15.52	14.70
	9	17.08	16.17		9	15.15	14.34
	10	15.00	14.20		10	13.38	12.67
2006 年-3	1	14.63	13.85	红松落叶林 2-1	1	14.75	13.97
	2	13.78	13.05		2	13.89	13.15
	3	12.09	11.45		3	13.63	12.91
	4	13.11	12.41		4	16.05	15.20
	5	13.70	12.97		5	14.67	13.89
	6	11.72	11.10		6	14.53	13.76
	7	13.60	12.88		7	15.38	14.56
	8	12.95	12.26		8	12.03	11.39
	9	12.64	11.97		9	14.89	14.10
	10	13.70	12.97	红松落叶林 2-2	1	16.44	15.57
	11	12.40	11.74		2	13.79	13.06
2006 年-4	1	13.61	12.89		3	14.56	13.79
	2	12.64	11.97		4	12.12	11.48
	3	12.85	12.17		5	14.98	14.18
	4	14.91	14.12		6	10.98	10.40
	5	11.96	11.32		7	14.30	13.54
	6	14.89	14.10		8	15.47	14.65
	7	14.14	13.39		9	14.49	13.72

	8	12.93	12.24		10	14.67	13.89
	9	13.62	12.90	红松落叶林 3-1	1	15.33	14.52
	10	14.08	13.33		2	14.48	13.71
2007 年-1	1	13.20	12.50		3	12.66	11.99
	2	14.31	13.55		4	15.09	14.29
	3	13.37	12.66		5	13.93	13.19
	4	13.33	12.62		6	14.08	13.33
	5	13.50	12.78		7	14.50	13.73
	6	12.65	11.98		8	15.09	14.29
	7	20.08	19.01		9	13.65	12.92
2007 年-2	1	11.33	10.73		10	13.84	13.10
	2	15.92	15.07	红松落叶林 3-2	1	16.56	15.68
	3	15.93	15.08		2	13.98	13.24
	4	11.68	11.06		3	13.96	13.22
	5	10.48	9.92		4	14.45	13.68
	6	15.21	14.40		5	15.38	14.56
	7	14.61	13.83		6	14.44	13.67
2007 年-3	1	16.12	15.26		7	13.71	12.98
	2	15.89	15.05		8	14.60	13.82
	3	16.89	15.99		9	14.97	14.17
	4	14.44	13.67	红松落叶林 4-1	1	13.45	12.74
	5	16.53	15.65		2	14.81	14.02
	6	14.32	13.56		3	14.44	13.67
	7	15.45	14.63		4	17.42	16.49
	8	15.21	14.40		5	13.32	12.61
	9	14.76	13.98		6	15.57	14.74
2007 年-4	1	13.86	13.12		7	15.70	14.87
	2	14.14	13.39		8	16.52	15.64
	3	15.93	15.08		9	16.56	15.68

	4	15.70	14.87		10	14.61	13.83
	5	11.87	11.24		11	15.17	14.36
	6	15.78	14.94		12	13.79	13.06
	7	17.75	16.81		13	15.02	14.22
2009 年-1	1	15.59	14.76	红松落叶林 4-2	1	15.43	14.61
	2	14.84	14.05		2	15.58	14.75
	3	13.56	12.84		3	13.63	12.91
	4	14.59	13.81		4	15.72	14.88
	5	15.11	14.31		5	14.94	14.15
	6	17.70	16.76		6	15.13	14.33
	7	17.15	16.24		7	14.29	13.53
	8	18.96	17.95		8	15.68	14.85
2009 年-2	1	13.73	13.00		9	15.75	14.91
	2	13.77	13.04				
	3	15.93	15.08				
	4	14.43	13.66				
	5	13.70	12.97				
	6	15.28	14.47				
	7	13.68	12.95				
	8	14.87	14.08				
	9	14.64	13.86				
	10	16.44	15.57				