

DOI: 10.5846/stxb201404160742

万春红,陶楚,杨小波,龙文兴,冯丹丹,周文嵩,杨琦.森林群落物种组成对凋落物组成的影响.生态学报,2015,35(22): - .

Xiao B, Long W X, Feng D D, Zhou W S, Yang Q. Impact of forest community species composition on litter species composition. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(22): - .

森林群落物种组成对凋落物组成的影响

万春红^{1,2}, 陶 楚^{1,2}, 杨小波^{1,2,*}, 龙文兴^{1,2}, 冯丹丹^{1,2}, 周文嵩^{1,2}, 杨 琦^{1,2}

1 海南大学热带作物种质资源保护与开发利用教育部重点实验室, 海口 570228

2 海南大学园艺园林学院, 海口 570228

摘要:在海南铜鼓岭山麓灌木林和季雨矮林固定大样地的基础上,通过收集凋落物,比较两林型的凋落物数量及其器官组成、凋落叶物种组成,探讨森林群落物种组成与凋落物组成的关系。结果表明:(1)两林型的凋落物总量及其器官组成不同,山麓灌木林(6.227 t/hm^2)比季雨矮林的年凋落量大(5.636 t/hm^2);凋落叶是凋落物的主要组成部分,能反映凋落物的凋落情况。(2)山麓灌木林凋落物优势种和主要物种为贡甲、林仔竹、橄树等 15 个物种,凋落叶总量占 77.72%;季雨矮林的凋落物优势种和主要物种为方枝蒲桃、肖蒲桃、贡甲等 17 个物种,凋落叶总量占 71.84%;山麓灌木林中凋落物优势种和主要物种的叶凋落量与其组成物种的株数、总断面积、树冠面积显著正相关,而季雨矮林的凋落物优势种和主要物种的叶凋落量与其组成物种的株数极显著正相关。山麓灌木林中两者的 Jaccard 相似性系数为 20%,季雨矮林为 25.93%,两林型的群落物种组成与凋落叶物种组成不一致,热带森林群落优势种不一定是凋落物优势种。

关键词:凋落物器官组成;凋落叶物种组成;凋落物优势种和主要物种;群落物种组成;群落优势种和主要伴生种

Impact of forest community species composition on litter species composition

Wan Chunhong^{1,2}, Tao Chu^{1,2}, Yang Xiaobo^{1,2,*}, Long Wenxing^{1,2}, Feng Dandan^{1,2}, Zhou Wensong^{1,2}, Yangqi^{1,2}

1 Key Laboratory of Protection and Development Utilization of Tropical Crop Germplasm Resources, Hainan University, Ministry of Education, Haikou 570228, China

2 College of Horticulture and Landscapes, Hainan University, Haikou 570228, China

Abstract: Based on fixed sample plot data from the shrub and monsoon elfin forests in Tongguling on Hainan Island, we selected two permanent plots and set up litter traps to compare litter production, its organ composition, and leaf litter species compositions between the two forest types, as well as to assess the relationships between forest community and litter species composition. The results were as follows: (1) Some differences were noted between the two forest types in total litter and its organ composition. The annual litter amount obtained from shrub forest (6.227 t/hm^2) was larger than that from monsoon elfin forests (5.636 t/hm^2). Leaf litter was the main component of the litter in both the shrub and monsoon elfin forests, and it is reflective of the litter condition. (2) In the shrub forest, 15 dominant and main leaf litter species were noted, including *Acronychia oligophlebia*, *Oligostachyum nuspiculum*, and *Aporosa yunnanensis*; the leaf litter amount of these species accounted for 77.72% of the total litter. In the monsoon elfin forests, 17 dominant and main leaf litter species were noted, including *Syzygium tephrodes*, *S. acuminatissima*, and *A. oligophlebia*; these species accounted for 71.84% of the total litter. Thus, we showed that the dominant and main species of leaf litter greatly contribute to the total leaf litter in both forests. Relativity analysis of the leaf litter amount and stand characteristic indexes of the dominant and main species in the shrub forest showed significantly positive correlations between the leaf litter amount of both species and their individual

基金项目:国家自然科学基金(31460120);国家科技支撑计划(2012BAC18B04-3-1);海南大学中西部提升计划项目(研究生联合培养基地建设)

收稿日期:2014-04-16; **网络出版日期:**2015-04-20

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yanfengxb@163.com

numbers, total basal areas, and crown areas. However, in monsoon elfin forests, the leaf litter amount of the dominant and main species showed significant positive correlations with the number of individuals of the tree species. A comparison between community species composition and leaf litter composition showed that, in the shrub forest, the Jaccard similarity coefficient was 20 %, while that in the monsoon elfin forests was 25.93 %. The similarity coefficients of the two forest types were not high, suggesting that the species composition was not consistent between the community and leaf litter in either forest type. In other words, community species composition has little influence on the leaf litter species composition, showing that the dominant forest species may not be the same as the dominant litter species.

Key Words: litter organ composition; leaf litter species composition; dominant and main leaf litter species; community species composition; the dominant and the main associated species of forest community.

森林凋落物是指森林生态系统内,生物组分产生并归还到林地表面,作为分解者的物质和能量的来源,借以维持森林生态系统功能的总称^[1]。它作为森林生态系统中独特的结构层次,在维持土壤肥力、促进森林生态系统正常的物质循环和养分循环方面起着重要作用^[2],凋落物的生产和分解是森林碳循环的一个重要过程。国内外对于凋落物的数量及其组成有大量研究^[3-8],但对凋落物组成的分类较为粗放,并不能准确反映森林凋落物的组分特征^[9]。目前,也有部分涉及到不同物种凋落物数量方面的研究,主要探讨了森林群落优势种凋落物的基本情况^[9,10-16],但从凋落叶物种组成角度开展的研究较少,其中,王樟华^[17]对不同地区的常绿阔叶林中 19 个主要树种的落叶规律进行了研究。

目前,无论是在森林群落组成复杂的热带地区还是亚热带区域^[17],基本上都还没有开展凋落叶物种组成方面的研究。海南岛由于其特殊的地形、气候、土壤等条件,形成了丰富多样的热带森林植被类型^[18],热带森林具有地球上最丰富的植物多样性^[19],其群落结构和物种组成复杂,优势种并不十分明显,凋落叶更难辨认,因此很难在一个森林群落内开展全面的凋落叶物种组成分析及森林物种对凋落叶的影响研究。本研究在海南铜鼓岭固定大样地每木调查及定位的基础上,在山麓灌木林和季雨矮林分别鉴定出 60 个和 78 个物种的凋落叶,以有效研究凋落叶的组成特点及森林物种对凋落叶的影响。

1 研究区概况

铜鼓岭国家级自然保护区位于海南省文昌市,西连内陆,东濒南海,其陆域位置为 19°36'54"—19°41'21" N, 110°58'30"—111°03'00" E。铜鼓岭为海南岛东北部最高峰,属热带海洋性气候,全年无霜冻、四季常青。全年日照时数 2 137 h,年平均气温在 23—24 °C 之间,年均降水量为 1 721.6 mm,年均蒸发量为 1 872.7 mm;云雾多,风速大,年平均风速 2.8 m/s。其主要土壤类型为砖红壤,土层浅薄,土壤发育程度较低。山麓灌木林和热带常绿季雨矮林为铜鼓岭主要的植被类型,其中热带常绿季雨矮林为顶级植被群落。

本次研究对象为 2.56 hm²山麓灌木林固定样地和 2.56 hm²季雨矮林固定样地。其中,山麓灌木林样地位于铜鼓岭大澳港侧面山坡,海拔高度在 39—108 m 之间,该样地灌木物种占 70 % 以上,是原生的常绿季雨林遭到破坏后所出现的次生灌丛,现有向常绿季雨矮林演替的趋势^[20-21]。其优势种为贡甲 (*Maclurodendron oligophlebium*)、海南大风子 (*Hydnocarpus hainanensis*)、柄果木 (*Mischocarpus pussundaicus*)、猪肚木 (*Canthium horridum*) 等;样地中落叶树种占到 15 %,如猪肚木 (*C. horridum*)、无患子 (*Sapindus saponaria*)、黄牛木 (*Cratoxylum cochinchinense*)、美叶菜豆树 (*Radermachera frondosa*) 等^[21]。

季雨矮林固定样地位于主峰山顶的军事区雷达站下方,海拔范围为 250—314 m,样地内物种丰富,群落结构复杂,以低矮的乔木物种为主,优势种主要有假苹婆 (*Sterculia lanceolata*)、方枝蒲桃 (*Syzygium tephrodes*)、鸭脚木 (*Schefflera heptaphylla*)、云南木犀榄 (*Olea tsoongii*) 等;样地中主要为常绿树种,落叶树种较少,主要有猪肚木 (*C. horridum*)、鸭脚木 (*S. octophylla*)、毛茶 (*Antirhea chinensis*)、无患子 (*S. saponaria*) 等。

表 1 样地概况
Table 1 Survey of the sample plots

林型 Forest type	林分因子 Stand Factors	平均树高/ m Mean height	平均胸径/ cm Mean DBH	林分密度/(株/m ²) Stand density	郁闭度 Crown density
山麓灌木林 The shrub		3.3	4.33	0.72	0.92
季雨矮林 Monsoon elfin forest		4.5	5.95	0.55	0.95

2 研究方法

2.1 样地建设及凋落物收集器设置

2011 年,依据 BCI 大样地建设的技术规范^[22]和中国科学院森林生物多样性监测规范和方法(1998)建成 160 m×160 m 山麓灌木林固定样地和 160 m×160 m 热带常绿季雨矮林固定样地,将两样地细分为 64 个 20 m×20 m 小样方。并于 2011 年在固定样地中对样方内胸径≥1.5 cm 的植物进行调查,记录其名称、胸径、树高、坐标等信息并建立数据库。

2012 年 12 月,在两样地中分别均匀放置(图 1)25 个大小为 1 m×1 m,孔径为 0.03 mm 的凋落物收集器,其四个角用高度为 0.75 m 的 PVC 管支撑固定,网底距地面约 0.5 m(图 2)。

2.2 凋落物收集及处理

2012 年 12 月至 2013 年 12 月进行凋落物收集,每 70 d 收集 1 次。收集过程中,按枝、叶、繁殖器官,其他杂物(主要为无法分辨的植物碎屑,动物代谢产物及残骸等)分别收集于封口袋内,于 80 ℃ 的烘箱内烘干至恒重,称重;然后将凋落叶按物种类型进行分类并称重。

2.3 数据统计分析

2.3.1 凋落叶的组成物种对凋落叶组成的影响

统计凋落物优势种和主要物种的叶凋落量,其组成物种在大样地内的株数、总断面积、树冠面积,采用 SPSS19.0 软件作相关分析和回归分析。

2.3.2 群落物种重要值计算及优势种确定

物种进行鉴定和分类依据《海南植物名录》^[23],重要值计算参照《植物群落学》^[24]及《植物群落学实验手册》^[25],再以重要值的降序排列来确定物种的优势程度

度,根据凋落物优势种和主要物种的个数确定群落优势种和主要伴生种的个数。重要值计算方法为:

相对密度(Relative Density, $RD\%$)= 某种群的密度(Density, D)/所有种群的密度之和×100;

相对频度(Relative Frequency, $RF\%$)= 某种群频度(Frequency, F)/所有种群的频度之和×100(按 5 m×5 m 计算);

相对显著度(Relative Prominence, $RP\%$)= 某种群显著度(Prominence, P)/所有种群的显著度之和×100;

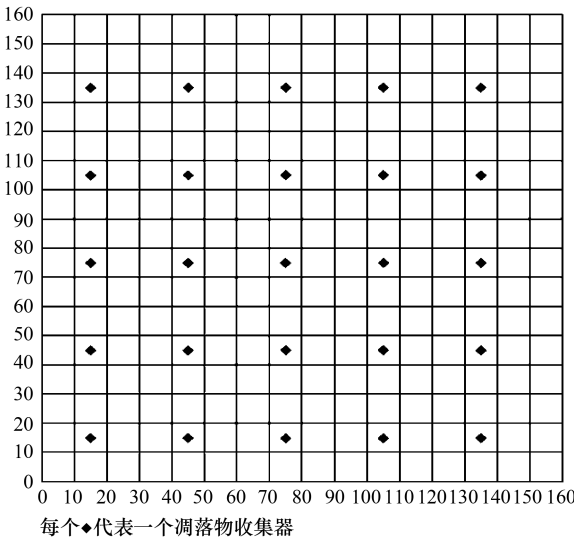


图 1 铜鼓岭样地凋落物收集器布设
Fig. 1 Location of litter traps in Tongguling
注:每个◆代表一个凋落物收集器



图 2 凋落物收集器
Fig. 2 Litter traps

重要值(Importance Value, $IV\%$) = $(RD\% + RF\% + RP\%) / 3$ 。

2.3.3 凋落物优势种和主要物种与群落优势种和主要伴生种的相似性计算

参照群落相似性的计算方法分析凋落物优势种和主要物种与群落优势种和主要伴生种的相似性程度。Jaccard 相似系数是最简单且应用最广的指数之一,它在群落调查中只考虑了某个物种的存在(记为 1)或不存在(记为 0),而忽略其个体数目。其计算公式为^[26]:

$$IS_j = \frac{c}{a + b - c} \times 100, \text{ 其中, } IS_j \text{ 为 Jaccard 相似性系数; } a \text{ 为样方内凋落物优势种和主要物种种数; } b \text{ 为样方内群落优势种和主要伴生种种数; } c \text{ 为样方内两者的共有种数。}$$

3 结果与分析

3.1 不同林型凋落物数量及其器官组成

一年的定位研究发现,山麓灌木林凋落物的总量为 6.227 t/hm^2 ,季雨矮林略小,为 5.636 t/hm^2 。在两林型中,凋落叶均是凋落物主要组成部分,占凋落物总量的比例分别为 60.93% 和 68.16% 。山麓灌木林枝凋落量较大,但其比例仅为 18.31% ,而季雨矮林为 19.31% ;繁殖器官所占比例分别为 17.18% 和 7.84% 。由此可见,不同林型的凋落物总量及其器官组成不同;但同一林型凋落物的不同器官组成中,凋落叶均是凋落物的主要贡献者,说明凋落叶在物质循环中的作用比其他器官更大,可通过凋落叶大致反映凋落物的凋落情况。

表 2 不同林型凋落物数量及其器官组成 (t/hm^2)

Table 2 Litter production and composition proportion in different forest types

林型 Forest type	凋落叶 Leaf litter		凋落枝 Branch litter		凋落的繁殖器官 Fruit litter		其他 Others		总量 / (t/hm^2) Total litter
	凋落量/ (t/hm^2) Litter production	百分比 / % Percentage	凋落量/ (t/hm^2) Litter production	百分比 / % Percentage	凋落量/ (t/hm^2) Litter production	百分比 / % Percentage	凋落量/ (t/hm^2) Litter production	百分比 / % Percentage	
山麓灌木林 The shrub	3.794	60.93	1.140	18.31	1.070	17.18	0.223	3.58	6.227
季雨矮林 Monsoon elfin forest	3.841	68.16	1.089	19.31	0.442	7.84	0.264	4.68	5.636

3.2 凋落叶的物种组成

在山麓灌木林样地的 25 个凋落物收集器中共收集到 60 个物种的凋落叶,占样地内胸径 $\geq 1.5\text{cm}$ 物种的 46.5% ;季雨矮林样地中收集到 78 个物种的凋落叶,占 43.8% 。现将每个物种的叶凋落量占凋落叶总量的比例从大到小排序,取叶凋落量比例较大的物种统计其叶凋落量及其占凋落叶的百分比。

山麓灌木林取叶凋落量比例较大的前 15 个物种(表 3),其中贡甲的叶凋落量最大(1266.88 kg/hm^2),占凋落叶总量的 36.15% ;林仔竹和橄树次之,分别占 9.85% 和 9.56% ;其它物种的比例都在 3.5% 以下。所以,称贡甲、林仔竹、橄树三个优势度较高的物种为山麓灌木林的凋落物优势种,其它为凋落物主要物种。这 15 个物种的叶凋落量共 2723.44 kg/hm^2 ,占凋落叶总量的 77.72% ,可见凋落物优势种和主要物种对凋落叶的贡献很大。

季雨矮林凋落物优势种和主要物种取前 17 个物种(表 4),其中,方枝蒲桃的叶凋落量最大(714.12 kg/hm^2),占凋落叶总量的 19.01% ;肖蒲桃和贡甲次之,分别占 8.02% 和 7.10% 。这 17 个物种的叶凋落量共 2698.80 kg/hm^2 ,占凋落叶总量的 71.84% ,可见森林凋落叶总量主要由这 17 个物种影响。

比较发现,不同林型不同物种的凋落物凋落量存在差异,山麓灌木林 3 种凋落物优势种占凋落叶总量占 55.56% ,而季雨矮林占 34.13% 。可见山麓灌木林凋落物优势种比季雨矮林凋落物优势种的叶凋落量更大,优势度更加明显。

表 3 山麓灌木林凋落物优势种和主要物种 *

Table 3 The dominant and major litter species in the shrub

编号 Number	物种 Species	叶凋落量/ (kg/ hm ²) Leaf litter amount	占凋落叶总量的比例/ % Proportion of the total leaf litter
1	贡甲 <i>Maclurodendron oligophlebium</i>	1266.88	36.15
2	林仔竹 <i>Oligostachyum nuspiculum</i>	345.00	9.85
3	橄树 <i>Aporosa yunnanensis</i>	335.12	9.56
4	猪肚木 <i>Canthium horridum</i>	118.12	3.37
5	紫玉盘 <i>Uvaria macrophylla</i>	117.64	3.36
6	白树 <i>Suregada glomerulata</i>	92.72	2.65
7	无患子 <i>Sapindus saponaria</i>	73.04	2.08
8	阴香 <i>Cinnamomum burmanni</i>	57.92	1.65
9	柄果木 <i>Mischocarpus sundaicus</i>	54.64	1.56
10	滨木患 <i>Arytera littoralis</i>	49.84	1.42
11	琼刺榄 <i>Xantolis longispinosa</i>	45.96	1.31
12	破布叶 <i>Microcos paniculata</i>	43.68	1.25
13	伞序臭黄荆 <i>Premna serratifolia</i>	43.28	1.24
14	瓜馥木 <i>Fissistigma oldhamii</i>	41.96	1.20
15	潺槁木姜 <i>Litsea glutinosa</i>	37.64	1.07
	总计 Total	2723.44	77.72

* 占凋落叶总量的比例 < 1.07 % 的还有 45 个种,在此不予列出

表 4 季雨矮林凋落物优势种及主要物种 *

Table 4 The dominant and major litter species in monsoon elfin forest

编号 Number	物种 Species	叶凋落量/ (kg/hm ²) Leaf litter amount	占凋落叶总量的比例/ % Proportion of the total leaf litter
1	方枝蒲桃 <i>Syzygium tephrodes</i>	714.12	19.01
2	肖蒲桃 <i>Syzygium acuminatissimum</i>	301.20	8.02
3	贡甲 <i>Maclurodendron oligophlebium</i>	266.80	7.10
4	大花五桠果 <i>Dillenia turbinata</i>	188.00	5.00
5	猪肚木 <i>Canthium horridum</i>	186.20	4.96
6	黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>	135.08	3.60
7	阴香 <i>Cinnamomum burmanni</i>	130.04	3.46
8	琼刺榄 <i>Xantolis longispinosa</i>	109.04	2.90
9	橄树 <i>Aporosa yunnanensis</i>	105.44	2.81
10	赤楠蒲桃 <i>Syzygium buxifolium</i>	94.24	2.51
11	丛花山矾 <i>Symplocos poilanei</i>	93.76	2.50
12	山杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i>	80.52	2.14
13	烟斗柯 <i>Lithocarpus corneus</i>	76.20	2.03
14	鸭脚木 <i>Schefflera heptaphylla</i>	59.84	1.59
15	白茶 <i>Koilocarpus hainanense</i>	56.36	1.50
16	禾串树 <i>Bridelia balansae</i>	51.44	1.37
17	滨木患 <i>Arytera littoralis</i>	50.52	1.34
	总计 Total	2698.80	71.84

* 占凋落叶总量的比例 < 1.34 % 的还有 51 个种,在此不予列出

3.3 凋落叶的组成物种对凋落叶组成的影响

凋落叶的组成物种不同,其凋落量必定存在差异。山麓灌木林凋落物优势种和主要物种共 15 种,现将其 12 种进行分析(林仔竹在调查中未统计株数而排除,紫玉盘和瓜馥木为藤本,无法统计其树冠面积)。将这 12 种物种的叶凋落量与其组成物种的林分特征指标(表 5)作相关性分析,结果显示:山麓灌木林凋落物优势种和主要物种的叶凋落量与其组成物种的株数极显著正相关($P < 0.01$, $n = 12$);与总断面积极显著正相关

($P < 0.01$, $n = 12$); 与树冠面积显著正相关 ($P < 0.01$, $n = 12$)。进一步进行多元逐步回归, 结果显示: $z = 17.568 + 298.814x - 0.264y$, R^2 , 其中, z 为凋落物优势种和主要物种的叶凋落量 (kg/hm^2), x 为凋落物优势种和主要物种的总断面积 (m^2), y 为凋落物优势种和主要物种的树冠面积 (m^2)。

表 5 山麓灌木林凋落物优势种和主要物种的林分特征

Table 5 The stand characteristics of the dominant and major litter species in the shrub

编号 Number	物种 Species	叶凋落量/ (kg/hm^2) Leaf litter amount	株数/ (株) Number of plant	总断面积/ m^2 Total basal area	树冠面积/ m^2 Tree crown area
1	贡甲 <i>Maclurodendron oligophlebium</i>	1266.88	3859	14.56	11761.39
2	橄树 <i>Aporosa yunnanensis</i>	335.12	911	2.74	2173.68
3	猪肚木 <i>Canthium horridum</i>	118.12	1099	0.86	1011.348
4	白树 <i>Suregada glomerata</i>	92.72	244	0.37	243.98
5	无患子 <i>Sapindus saponaria</i>	73.04	374	1.73	1562.84
6	阴香 <i>Cinnamomum burmanni</i>	57.92	68	0.16	160.79
7	柄果木 <i>Mischocarpus sundaicus</i>	54.64	2358	3.23	3356.712
8	滨木患 <i>Arytera littoralis</i>	49.84	666	0.86	890.04
9	琼刺榄 <i>Xantolis longispinosa</i>	45.96	820	1.47	1261.52
10	破布叶 <i>Microcos paniculata</i>	43.68	278	0.31	351.53
11	伞序臭黄荆 <i>Premna serratifolia</i>	43.28	149	0.84	556.6601
12	瓜馥木 <i>Fissistigma oldhamii</i>	37.64	384	0.91	770.96
	总计 Total	951.96	11210	28.04	24101.45

季雨矮林凋落物优势种和主要物种共有 17 种, 其叶凋落量与其组成物种林分特征指标 (表 6) 的相关性结果显示: 凋落物优势种和主要物种的叶凋落量与其组成物种的株数极显著正相关 ($P < 0.01$, $n = 17$)。回归分析结果显示: $y = 72.214 + 0.189x$, $R^2 = 0.368$, 其中, y 为凋落物优势种和主要物种的叶凋落量 (kg/hm^2), x 为凋落物优势种和主要物种的株数 (株)。充分说明凋落叶的组成物种对叶凋落量有显著影响。

表 6 季雨矮林凋落物优势种和主要物种的林分特征

Table 6 The stand characteristics of the dominant and major litter species in monsoon elfin forest

编号 Number	物种 Species	叶凋落量/ (kg/hm^2) Leaf litter amount	株数/ (株) Number of plant	总断面积/ m^2 Total basal area	树冠面积/ m^2 Tree crown area
1	方枝蒲桃 <i>Syzygium tephrodes</i>	714.12	1953	2.81	3135.18
2	肖蒲桃 <i>Syzygium acuminatissimum</i>	301.2	284	2.28	1433.18
3	贡甲 <i>Maclurodendron oligophlebium</i>	266.8	512	6.07	3954.14
4	大花五桠果 <i>Dillenia turbinata</i>	188	244	1.23	1041.58
5	猪肚木 <i>Canthium horridum</i>	186.2	31	0.01	23.88
6	黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>	135.08	143	0.80	578.37
7	阴香 <i>Cinnamomum burmanni</i>	130.04	138	0.66	547.20
8	琼刺榄 <i>Xantolis longispinosa</i>	109.04	1028	2.05	2667.93
9	橄树 <i>Aporosa yunnanensis</i>	105.44	173	1.39	921.81
10	赤楠蒲桃 <i>Syzygium buxifolium</i>	94.24	391	2.94	2275.30
11	丛花山矾 <i>Symplocos poilanei</i>	93.76	111	1.30	772.19
12	山杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i>	80.52	53	1.29	681.50
13	烟斗柯 <i>Lithocarpus corneus</i>	76.2	195	0.99	758.47
14	鸭脚木 <i>Schefflera heptaphylla</i>	59.84	535	14.24	5413.92
15	白茶 <i>Koelodapas hainanense</i>	56.36	1253	1.14	1894.63
16	禾串树 <i>Bridelia balansae</i>	51.44	95	0.82	531.14
17	滨木患 <i>Arytera littoralis</i>	50.52	650	1.41	1650.07
	总计 Total	2698.80	7789	41.43	28280.49

3.4 群落物种组成对凋落叶物种组成的影响

山麓灌木林凋落物优势种和主要物种共 15 种,现取重要值排名(由大到小)前 15 的物种为群落优势种和主要伴生种(表 7)。比较表 3 和表 7,发现凋落叶优势度排序与群落优势度排序中,有贡甲、猪肚木、紫玉盘、柄果木、琼刺榄 5 种共有种,其中仅贡甲和猪肚木在凋落叶物种组成和群落物种组成中的排名一致;计算发现,山麓灌木林凋落叶优势度排序与群落优势度排序的 Jaccard 相似性系数为 20%,两者的相似性不高。显然,山麓灌木林的群落物种组成对凋落叶物种组成的影响不大。

表 7 山麓灌木林优势种和主要伴生种的主要特征值 *

Table 7 The characteristics of dominant and the main associated species in the shrub

编号 Number	物种 Species	个体数/株 Individual Number	相对密度/% Relative Density	相对频度/% Relative Frequency	相对显著度/% Relative Prominence	重要值 Importance Value
1	贡甲 <i>Maclurodendron oligophlebium</i>	3865	14.30	62.40	25.59	34.10
2	海南大风子 <i>Hydnocarpus hainanensis</i>	4075	15.08	63.28	11.90	30.09
3	柄果木 <i>Mischocarpus sundaicus</i>	2386	8.83	60.35	5.71	24.96
4	猪肚木 <i>Canthium horridum</i>	1104	4.08	36.04	1.52	13.88
5	粗脉紫金牛 <i>Ardisia crassinervosa</i>	1408	5.21	31.54	1.76	12.84
6	琼刺榄 <i>Xantolis longispinosa</i>	819	3.03	25.49	2.58	10.37
7	紫玉盘 <i>Uvaria macrophylla</i>	649	2.40	21.00	0.46	7.95
8	膜叶嘉赐树 <i>Casearia membranacea</i>	312	1.15	19.34	0.71	7.07
9	广州山柑 <i>Capparis cantoniensis</i>	275	1.02	12.99	0.26	4.76
10	光滑黄皮 <i>Clausena lenis</i>	135	0.50	11.43	0.21	4.05
11	伞花冬青 <i>Ilex godajam</i>	174	0.64	8.89	1.76	3.76
12	羽叶金合欢 <i>Acacia pennata</i>	130	0.48	8.30	0.30	3.03
13	疏刺花椒 <i>Zanthoxylum nitidum</i>	129	0.48	8.11	0.09	2.89
14	假赤楠 <i>Syzygium buxifolioides</i>	158	0.58	6.84	1.24	2.89
15	假桂乌口树 <i>Tarenna attenuata</i>	140	0.52	7.91	0.22	2.88

* 重要值<2.88 还有 114 种,在此没有列出。

季雨矮林凋落物优势种和主要物种有 17 种(表 4),那么群落优势种和主要伴生种也取 17 种进行研究。将表 4 与表 8 中物种进行比较,发现季雨矮林凋落叶优势度排序与群落优势度排序中,有方枝蒲桃、贡甲、琼刺榄、赤楠蒲桃、鸭脚木、白茶、滨木患 7 个共有种;经计算,季雨矮林凋落叶优势度排序与群落优势度排序的 Jaccard 相似性系数为 25.93%,两者的相似性不高。说明在季雨矮林中,群落物种组成对凋落叶物种组成有一定影响,但影响不大。

表 8 季雨矮林群落优势种和主要伴生种的主要特征值 *

Table 8 The characteristics of the dominant and the main associated species in monsoon elfin forest

编号 Number	树种 Species	个体数/株 Individual Number	相对密度/% Relative Density	相对频度/% Relative Frequency	相对显著度/% Relative Prominence	重要值 Importance Value
1	鸭脚木 <i>Schefflera heptaphylla</i>	557	2.83	2.92	17.45	7.74
2	方枝蒲桃 <i>Syzygium tephrodes</i>	2105	10.71	4.62	3.49	6.27
3	异株木樨榄 <i>Olea tsoongii</i>	1350	6.87	3.68	7.43	5.99
4	贡甲 <i>Maclurodendron oligophlebium</i>	538	2.74	2.55	7.39	4.23
5	琼刺榄 <i>Xantolis longispinosa</i>	1074	5.46	4.57	2.44	4.16
6	白茶 <i>Koelodepas hainanense</i>	1255	6.39	4.40	1.32	4.04
7	滨木患 <i>Arytera littoralis</i>	660	3.36	4.19	1.68	3.07
8	假赤楠 <i>Syzygium buxifolioides</i>	381	1.94	2.04	5.15	3.04

续表

编号 Number	树种 Species	个体数/株 Individual Number	相对密度/% Relative Density	相对频度/% Relative Frequency	相对显著度/% Relative Prominence	重要值 Importance Value
9	海南大风子 <i>Hydnocarpus hainanensis</i>	821	4.18	3.30	1.25	2.91
10	赤楠蒲桃 <i>Syzygium buxifolium</i>	404	2.06	2.34	3.42	2.61
11	子凌蒲桃 <i>Syzygium championii</i>	411	2.09	2.46	3.24	2.60
12	粗毛野桐 <i>Hancea hookeriana</i>	793	4.03	2.27	1.13	2.48
13	轮叶木姜子 <i>Litsea verticillata</i>	560	2.85	2.90	0.56	2.10
14	假苹婆 <i>Sterculia lanceolata</i>	281	1.43	1.87	2.73	2.01
15	九节 <i>Psychotria asiatica</i>	446	2.27	2.95	0.59	1.94
16	黄椿木姜子 <i>Litsea variabilis</i>	340	1.73	2.27	1.72	1.91
17	拱网核果木 <i>Drypetes arcuatineria</i>	381	1.94	2.31	1.08	1.78

* 重要值<1.78 还有 144 种,在此没有列出

4 讨论

4.1 不同林型凋落物数量及其器官组成

本研究发现,热带沿海地区不同林型的凋落物总量及其器官组成不同。山麓灌木林是原生的季雨矮林遭到破坏后出现的次生灌丛,现有向季雨矮林演替的趋势^[20-21],而山麓灌木林的凋落物总量比季雨矮林大,说明在铜鼓岭自然保护区内,凋落物总量随着演替进程呈现出降低的趋势,这与王敏英^[27]的研究结果一致。

在铜鼓岭同一林型凋落物的不同器官组成中,凋落叶均是凋落物的主要组成部分,说明凋落叶在森林生态系统物质循环中起到重要作用,能大致反映凋落物的凋落情况。

4.2 凋落叶的物种组成

树种组成是影响凋落物凋落量的一个重要因素^[28],目前已有较多关于森林群落优势种凋落物方面的研究^[9,11-13,15-16],但鲜有凋落叶的物种组成方面的研究。其中,滇西北高原纳帕海湿地^[15]、磨盘山天然次生林^[16]等研究中指出,不同树种的凋落量有较大差异。王樟华^[17]在天童山常绿阔叶林研究中将树种的叶凋落量占凋落叶总量 1 % 以上的树种称为优势树种,其 19 个凋落物优势种占凋落叶总量的 72.81 %,其中南酸枣在凋落叶中比例最高,占 18.24 %;而本研究根据铜鼓岭两林型的具体情况,将叶凋落量占凋落叶总量的比例从大到小排序,取优势度明显比其它物种大的物种作为凋落物优势种和主要物种,结果发现,铜鼓岭山麓灌木林 15 个物种占凋落叶总量的 77.72 %,其中贡甲占 36.15 %;季雨矮林 17 个物种占凋落叶总量的 71.84 %,方枝蒲桃占 19.01 %;三者比较发现,铜鼓岭山麓灌木林的凋落叶在物种组成上更为集中分布,凋落物优势种的优势度更加明显,而其它两种林型较为相似。

4.3 凋落叶的组成物种对凋落叶组成的影响

凋落叶组成物种对叶凋落量有一定影响,原作强^[9]和范春楠^[16]研究发现,胸高断面积极越大,叶凋落量越大,本研究也得出类似结果:在山麓灌木林中,凋落物优势种和主要物种叶凋落量与总断面积显著正相关。此外,其叶凋落量与组成物种的株数和树冠面积也为极显著正相关;而季雨矮林凋落物优势种和主要物种的叶凋落量仅与其组成物种的株数极显著正相关。

4.4 群落物种组成对凋落叶物种组成的影响

长白山阔叶红松林收集到的 35 个树种的凋落叶基本包括了该样地主林层和次林层的优势树种^[9],鼎湖山演替系列中代表性森林的建群植物或优势种占凋落叶的最大比例^[10]。而本研究发现,在山麓灌木林中,凋落叶优势度排序与森林群落优势度排序的 Jaccard 相似性系数 20 %,而季雨矮林有 25.93 %,表明在铜鼓岭森林中,凋落叶优势度排序与森林群落优势度排序不一致,即森林群落优势种并不是凋落叶的优势种,此时群落优势种的凋落叶不能代表该林型叶凋落的真实情况。因此,如果我们只通过研究森林优势种的凋落叶来推测

其对森林群落物质循环的影响可能会出现误差。在热带多优的森林群落中,需具体情况具体分析。

不同林型的群落结构不同,物种组成丰富多变,凋落叶也较难鉴定,全面开展凋落叶的物种组成的研究工作一直较难进行,但大样地的建设、每木调查和定位使较全面鉴定森林凋落叶的组成成分成为可能,此将促进森林物质循环和养分循环等的研究进展。

参考文献 (References):

- [1] 王凤友. 森林凋落量研究综述. 生态学进展, 1989, 6(2): 82-89.
- [2] Waring R H, Schlesinger W H. Forest Ecosystems: Concepts and Management. New York: Academic Press, 1985: 115-160.
- [3] 俞国松, 王世杰, 容丽, 冉景丞. 茂兰喀斯特森林主要演替群落的凋落物动态. 植物生态学报, 2011, 35(10): 1019-1028.
- [4] Celentano D, Zahawi R A, Finegan B, Ostertag R, Cole R J, Holl K D. Litterfall dynamics under different tropical forest restoration strategies in Costa Rica. Biotropica, 2011, 43(3): 279-287.
- [5] 徐文铎, 陈玮, 何兴元, 徐胜, 张粤, 闻华. 沈阳城市森林凋落物数量及动态. 应用生态学报, 2012, 23(11): 2931-2939.
- [6] Infante Mata D, Moreno-Casasola P, Madero-Vega C. Litterfall of tropical forested wetlands of Veracruz in the coastal floodplains of the Gulf of Mexico. Aquatic Botany, 2012, 98(1): 1-11.
- [7] 熊红福, 王世杰, 容丽, 倪健, 刘秀明. 普定喀斯特地区不同演替阶段植物群落凋落物动态. 生态学杂志, 2013, 32(4): 802-806.
- [8] Zhang H C, Yuan W P, Dong W J, Liu S G. Seasonal patterns of litterfall in forest ecosystem worldwide. Ecological Complexity, 2014, doi: 10.1016/j.ecocom.2014.01.003.
- [9] 原作强, 李步杭, 白雪娇, 蔺菲, 师帅, 叶吉, 王绪高, 郝占庆. 长白山阔叶红松林凋落物组成及其季节动态. 应用生态学报, 2010, 21(9): 2171-2178.
- [10] 张德强, 叶万辉, 余清发, 孔国辉, 张佑倡. 鼎湖山演替系列中代表性森林凋落物研究. 生态学报, 2000, 20(6): 938-944.
- [11] 魏鲁明, 余登利, 陈正仁. 茂兰喀斯特森林凋落物量的动态研究. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2009, 33(3): 31-34.
- [12] 王陆军. 安徽肖坑常绿阔叶林优势种凋落物量及养分季节动态的研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2010.
- [13] 张磊, 王晓荷, 米湘成, 陈健华, 于明坚. 古田山常绿阔叶林凋落量时间动态及冰雪灾害的影响. 生物多样性, 2011, 19(2): 206-214.
- [14] González E. Seasonal patterns of litterfall in the floodplain forest of a large Mediterranean river. Limnetica, 2012, 31(1): 173-186.
- [15] 郭绪虎, 肖德荣, 田昆, 余红忠. 滇西北高原纳帕海湿地湖滨带优势植物生物量及其凋落物分解. 生态学报, 2013, 33(5): 1425-1432.
- [16] 范春楠, 郭忠玲, 郑金萍, 李兵, 杨保国, 岳龙, 于洪波. 磨盘山天然次生林凋落物数量及动态. 生态学报, 2014, 34(3): 633-641.
- [17] 王樟华. 浙江天童常绿阔叶林凋落物量的时空分布特征[D]. 上海: 华东师范大学, 2013.
- [18] 李意德. 海南岛热带森林的变迁及生物多样性的保护对策. 林业科学研究, 1995, 8(4): 455-461.
- [19] 项华均, 安树青, 王中生, 郑建伟, 冷欣, 卓元午. 热带森林植物多样性及其维持机制. 生物多样性, 2004, 12(2): 290-300.
- [20] 钟义, 杨小波, 符气浩, 杨庆咸, 林英. 海南岛铜鼓岭自然保护区的植被与植物资源. 海南大学学报: 自然科学版, 1991, 9(1): 1-10.
- [21] 周威, 龙成, 杨小波, 龙文兴, 李东海, 卜广发. 海南铜鼓岭灌木林稀疏规律. 生态学报, 2013, 33(20): 6569-6576.
- [22] Condit R. Tropical Forest Census Plots: Methods and Results from Barro Colorado Island, Panama and a Comparison with Other Plots. Berlin: Springer, 1998.
- [23] 杨小波. 海南植物名录. 北京: 科学出版社, 2013.
- [24] 王伯荪. 植物群落学. 北京: 高等教育出版社. 1987.
- [25] 王伯荪, 余世孝, 彭少麟. 植物群落学实验手册. 广州: 广东高等教育出版社, 1996.
- [26] 曲仲湘. 植物生态学(第二版). 北京: 高等教育出版社, 1983.
- [27] 王敏英. 海南岛中部丘陵地区4种植物群落凋落物动态及土壤碳氮含量的变化[D]. 海口: 海南师范大学, 2008.