

贵州茂兰喀斯特森林中华蚊母树群落种子库及其萌发特征

刘济明

(贵州大学林学系, 贵阳 550025)

摘要:茂兰喀斯特森林中华蚊母树群落 900m² 的样地内共有种子植物 59 种, 其中 19 种主要植物已进入繁殖阶段, 每年产生成熟种子 238.8 粒/m²。种子雨量达 351.1 粒/m², 其中对群落更新有作用的成熟有效种子数为 150.8 粒/m²。萌发前种子库中有活力种子 41 种 2642.0 粒/m², 其中现存植物种子 19 种。萌发后种子库中有活力种子 28 种 2504.5 粒/m², 其中现存植物种子 6 种。萌发前后种子库的差异主要在于枯枝落叶层的种子含量。当年产生的种子大多数位于种子库的枯落叶层中, 随时间推移, 寿命较长的种子逐渐移到土壤层中。群落演替前期各阶段产生的种子全部位于土壤层里。萌发前种子库与现存群落的相似性大于萌发后种子库。群落内有 19 种主要植物繁殖产生种子, 并在萌发前的种子库中有活力种子存在, 群落更新潜力很好。群落遭受破坏的季节不同, 其恢复潜力也不一样。群落内平均每年萌发出苗 14 种 54.2 株/m², 当年存活 24.5 株/m², 群落更新较好。

关键词:喀斯特; 种子雨; 种子库; 现存群落

The seed bank and it's germinative characters of the *Distylium chinensis* community in Guizhou, Maolan Karst forest

LIU Ji-Ming (Dept. of Forestry, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: There are 59 kinds of spermatophyte in the 900m² sample plot of the *Distylium chinensis* community in Maolan Karst forest. Among them 19 critical species produce ripe seeds 238.8/m² · a. The seed rain is 351.1/m². The number of the germinative seeds in the seed rain which enable the community to regenerate is 150.8/m². Before the germination there are 41 kinds of germinative seeds with number 2642.0/m² and nineteen of them are produced by the present plants. After the germination, there are 28 kinds of germinative seed with number 2504.5/m² and six are produced by the present plants. The difference of the seed banks before and after the germination is the seeds in the litter. Most seeds produced in the present year are located in the litter of the seed bank. The long life span seeds are then moved to the soil gradually. The similarity between the seed bank and the present community before the germination is larger than that after the germination. Every year, fourteen kinds of seed germinate to form seedling with the number 54.2/m², and the number of survival seedling is 24.5/m². The forest regenerate well.

Key words: Karst; seed rain; seed bank; present community

文章编号: 1000-0933(2001)02-0197-07 中图分类号: Q948.1, S718.5 文献标识码: A

目前世界上广大的喀斯特地貌, 大多已失去森林植被覆盖。我国是世界上喀斯特面积最大的国家, 仅由碳酸盐类岩石出露发育的喀斯特面积就占全国总面积的七分之一^[1]。如何保护和恢复喀斯特森林生态系统, 具有十分重要的意义, 喀斯特森林群落繁殖与更新的研究, 可为此提供一定参考。关于喀斯特森林,

基金项目: 贵州省自然科学基金(93-3042)和贵州大学基金资助项目。

承蒙钟章成教授热心帮助, 张丛贵同志参加部分工作, 特此致谢。

收稿日期: 1998-10-10, 修订日期: 1999-07-13

作者简介: 刘济明(1963~), 男, 重庆市人, 硕士, 副研究员。主要从事植物生态学研究及教学等工作。

已作过一些工作。如喀斯特森林植被类型的研究^[2,3],喀斯特森林的群落学特点研究^[4~6],喀斯特部分树种的生理生态学特点研究^[7],喀斯特森林群落的更新研究^[8],喀斯特植被主要物种间的竞争以及土壤种子库的研究^[9,10]。但很少从群落种子繁殖的角度来研究喀斯特森林的更新。

种子库关系到植物群落的更新演替与发展,与植被动态密切相关。种子库的研究起源于 1859 年 Darwin 对池塘泥土中种子含量的观察^[11]。本世纪 70 年代开始了种子库的广泛研究,如 Harper J. L. 和 Hill M. O. 等对库中种子数量的统计分析^[12,13],Putz F. E., Hall J. B. 和 Williams-Linera G. 等对不同群落类型种子库特征的研究^[14~16],Lamont B. B. 和 Thompson K. 等对种子库动态变化的研究^[17,18],Denslow J. S. 和 Loiselle B. A. 等对种子雨输入种子库的研究^[19,20],Garwood N. C. 和 Whitmore T. C. 对种子库萌发的研究^[21,22],Michael Fenner 对种子雨、种子库及其萌发作过初步讨论^[11]。国内的杨允菲、安树青、熊利民等在种子库方面作过一些工作,但仅限于种子库的静态结构^[23~25]。以往研究森林群落的更新发展,往往是从群落更新层中幼苗幼树状况来讨论其更新演替动态,而忽视种子库中未发芽种子的作用。在这里从植物开花结实到种子库的萌发这一过程来讨论喀斯特森林群落的种子库,从而更深刻地揭示森林群落更新发展的潜力。

1 研究地概况

研究地点位于贵州省南部荔波县黔、桂交界处的茂兰国家级自然保护区(25°09'~25°20'N,107°52'~108°05'E)。地貌为典型的喀斯特峰丛地貌,山峰海拔 860~1010m,洼地海拔 450~600m。成土母岩以中下石炭系白云岩为主。年均温 15.3℃,7 月均温 26.4℃,1 月均温 8.3℃,≥10℃积温 5727.9℃,年均降雨量 1320.5mm,年平均相对湿度 83%。土壤以黑色石灰土为主,土层浅薄,地面岩石裸露,土被不连续,土壤 pH7.8~8.0,有机质和全氮含量特别丰富。区内喀斯特常绿落叶阔叶混交林集中连片,原生性强,是一种稳定的土壤地形顶极群落^[1]。

样地设在洞也山坡中部,此处为南坡 33°,海拔 670m,岩石裸露率 60%,森林植被保存完好,没有林窗。样地群落组成如表 1 所示,其中重要值为 5 个样地统计而得(样地面积 900m²,每样地分为 10 个 90m² 的样方),多度采用 Braun-Blanquet 多度级。

样地所在群落为喀斯特常绿落叶阔叶混交林群落,郁闭度 0.95,其生活型谱构成中,高位芽植物占绝对优势,达 91.79%,地上芽植物、地面芽植物、地下芽植物和 1 年生植物分别占 3.49%,2.05%,1.44%和 1.23%^[5]。群落优势种不明显,重要值分散,垂直结构比较复杂,层次界线不明显。群落水平结构复杂,主要表现在植株的成丛性明显,群落内的植株通常是成丛生长于石沟石缝之中,植丛的大小、丛间距离及其分布极不规则。

2 研究方法

选择具有代表性的地段设置 30m×30m 的固定样地,对样地进行群落生态学调查。对已进入繁殖阶段的植物进行开花结实的定位观察。高 3m 以下树木,直接计数;高 3m 以上个体,在树冠结实部分分上下部位,每部位在坡的上下左右 4 个相互垂直的方向各选 1 标准枝,上树进行观察计数;草本植物设 20 个 0.5m×0.5m 的固定小样方观察计数。每 2d 观察 1 次。样地内均匀设置 20 个上口面积 1m×1m、高 6cm 的种子收集器收集种子雨,收集时间为从群落内第 1 种植物开花到所有植物种子散播完为止。于群落内种子天然萌发季节(3~5 月份)用萌发试验(25~28℃恒温培养箱中进行)的方法统计种子雨中未成熟种子(萌发试验不发芽者)、成熟有效种子(萌发试验发芽者)和成熟被害种子(形态成熟但受损,萌发试验不发芽者)。种子成熟散播后种子库中种子天然萌发前的 1 月上旬和库中种子天然萌发结束后的 5 月下旬在种子收集器旁采集面积 40cm×25cm 的枯枝落叶及其下 20cm 深的土壤,各枯枝落叶和土壤样品置玻璃房内 25~28℃条件下进行萌发,连续观察 1a,统计出苗的种类及数量,并以此反映库中活力种子情况。在每个种子收集器附近设置一个 1m×1m 的小样方,观察天然出苗情况,12 月初统计存活率。为了消除大小年的影响,连续研究 3a 后取平均值。

3 结果与分析

3.1 群落植物的繁殖

3.1.1 群落植物的开花与结实 1993~1996 年连续 3a 定位观察样地内植物开花结实情况,其结果如表

表 1 现存群落样地的组成

Table 1 The composition of the present community sample

物种 Species	相对多度 Relative abundance	相对优势度 Relative dominance	相对频度 Relative frequency	重要值 Important value	平均高 Mean height (m)	物种 Species	相对多度 Relative abundance	相对优势度 Relative dominance	相对频度 Relative frequency	重要值 Important value	平均高 Mean height (m)		
乔木层 ^①						毛脉火焰花 ^⑩	36.66	31.14	10.00	77.80	1.00		
中华蚊母树 ^②	18.97	10.78	4.40	34.35	5.39	小叶柿 ^⑪	8.40	9.49	12.00	29.89	1.40		
青冈栎 ^③	7.70	10.52	6.58	24.80	11.96	枝翅珠子木 ^⑫	7.20	6.04	8.00	21.24	0.60		
朴树 ^④	7.10	8.43	7.68	23.21	13.30	黄棉木 ^⑬	4.80	4.72	10.00	19.52	2.00		
云贵鹅耳枥 ^⑤	7.10	9.50	4.40	21.00	11.60	羊蹄甲 ^⑭	10.21	3.86	4.00	18.07	0.50		
圆果化香 ^⑥	4.38	6.49	4.40	15.27	14.33	皱叶海桐 ^⑮	3.60	8.07	4.00	15.67	1.90		
黄梨木 ^⑦	5.11	4.47	4.40	13.93	8.33	铁榄 ^⑯	3.60	7.61	4.00	15.21	1.80		
山漆树 ^⑧	3.92	4.17	4.40	12.49	12.00	青冈栎 ^⑰	3.60	5.28	4.00	12.88	2.00		
多脉榆 ^⑨	3.65	5.26	3.30	12.21	13.60	贵州悬竹 ^⑱	3.20	5.48	4.00	12.68	1.30		
腺柄山矾 ^⑩	2.92	3.97	4.40	11.29	12.13	九里香 ^⑲	3.01	1.52	6.00	10.53	0.70		
柿树 ^⑪	3.65	3.01	4.40	11.06	9.80	清香木姜子 ^⑳	3.01	2.99	4.00	10.00	1.30		
圆叶乌柏 ^⑫	3.92	2.52	4.40	10.84	11.60	密花树 ^㉑	1.81	3.45	4.00	9.26	1.30		
密花树 ^⑬	3.92	1.72	4.40	10.04	6.25	合欢 ^㉒	1.81	0.66	4.00	6.47	1.10		
黄连木 ^⑭	1.46	3.95	2.20	7.61	18.50	中华蚊母树 ^㉓	2.40	2.03	2.00	6.43	0.70		
青皮木 ^⑮	3.19	2.00	3.30	7.49	8.83	赤楠 ^㉔	0.61	1.27	2.00	3.88	2.50		
小叶九里香 ^⑯	2.19	1.91	3.30	7.40	8.17	榕树 ^㉕	0.61	1.27	2.00	3.88	1.80		
掌叶木 ^⑰	1.46	2.18	2.20	5.84	13.00	多脉榆 ^㉖	1.20	0.66	2.00	3.86	0.70		
小叶柿 ^⑱	2.19	1.37	2.20	5.76	8.67	樟叶槭 ^㉗	0.61	1.01	2.00	3.62	2.50		
岭南石栎 ^⑲	1.46	1.83	2.20	5.49	10.25	光皮树 ^㉘	0.61	0.76	2.00	3.37	2.50		
三峡槭 ^⑳	1.46	1.64	2.20	5.30	12.75	黄连木 ^㉙	0.61	0.71	2.00	3.32	1.80		
石山瘤果茶 ^㉑	1.46	1.31	2.20	4.97	8.90	石岩枫 ^㉚	0.61	0.71	2.00	3.32	0.80		
齿叶黄皮 ^㉒	1.46	1.24	2.20	4.90	8.00	光叶海桐 ^㉛	0.61	0.61	2.00	3.22	0.90		
猴樟 ^㉓	1.46	1.15	2.20	4.81	7.00	贵州琼楠 ^㉜	0.61	0.41	2.00	3.02	0.50		
杨梅叶蚊母树 ^㉔	1.46	0.93	2.20	4.59	8.25	枸棘 ^㉝	0.61	0.25	2.00	2.86	0.50		
石岩枫 ^㉕	1.46	0.91	2.20	4.57	7.50	物种 Species						多度 Abundance	平均高(m) Mean height
槭树 ^㉖	1.46	1.37	1.10	3.93	12.50	草本层 Herb layer							
菱叶海桐 ^㉗	1.46	0.99	1.10	3.55	5.00	庐山楼梯草 <i>Elatostema stewardii</i>						多	0.40
荔波鹅耳枥 ^㉘	0.73	0.90	1.10	2.73	13.00	苔藓 Bryophyta						较多	0.05
卫矛 ^㉙	0.73	0.81	1.10	2.64	8.00	翠云草 <i>Selaginella uncinata</i>						较多	0.30
樟叶槭 ^㉚	0.73	0.66	1.10	2.49	10.50	石韦 <i>Pyrrosia lingua</i>						较少	0.30
直角美迷 ^㉛	0.73	0.63	1.10	2.46	5.50	蕙兰 <i>Cymbidium faberi</i>						较少	0.45
山杜英 ^㉜	0.73	0.63	1.10	2.46	9.00	苔草 <i>Carex</i> sp.						较少	0.40
毛山矾 ^㉝	0.73	0.60	1.10	2.43	10.00	镰翅羊耳蒜 <i>Liparis bootanensis</i>						少	0.35
小叶女贞 ^㉞	0.73	0.52	1.10	2.35	6.00	天门冬 <i>Asparagus cochinchinensis</i>						少	0.40
百日青 ^㉟	0.73	0.42	1.10	2.25	7.50	柳叶蕨 <i>Cyrtogonellum fraxinellum</i>						少	0.45
黄檀 ^㊱	0.73	0.42	1.10	2.25	6.00	层外植物 Out layer							
贵州泡花树 ^㊲	0.73	0.30	1.10	2.13	6.50	鞘柄菝葜 <i>Smilax stans</i>						较多	2.20
巴东美迷 ^㊳	0.73	0.29	1.10	2.12	4.00								
灌木层 ^㊴													

表 2 群落植物的开花、结实及群落种子雨
Table 2 The flower and seed of the community species and the seed rain of the community

物种 Species	IN	RE	FE	RI	种子雨 Seed rain			
					UN	DA	CE	TO
青冈栎 ^①	146	5	32.4	25.2	8.7	10.9	11.7	31.3
云贵鹅耳枥 ^②	10	4	29.6	17.0	10.8	7.1	9.4	27.3
圆果化香 ^③	49	3	54.3	15.0	28.8	2.1	12.3	43.2
朴树 ^④	10	4	9.9	5.4	2.7	1.5	3.5	7.7
樟叶槭 ^⑤	24	1	16.6	9.3	3.6	2.1	6.5	12.2
圆叶乌桕 ^⑥	4	3	22.3	40.1	10.6	9.9	25.2	45.7
中华蚊母树 ^⑦	117	11	18.5	6.2	6.2	1.1	4.3	11.6
掌叶木 ^⑧	2	2	7.4	1.8	2.3	0.7	1.0	4.0
黄连木 ^⑨	25	2	68.7	43.9	12.4	12.5	28.3	53.2
多脉榆 ^⑩	47	3	6.4	3.5	1.4	1.3	2.0	4.7
小叶柿 ^⑪	318	2	0.8	1.8	0.2	0.4	1.0	2.6
羊蹄甲 ^⑫	383	13	1.4	2.0	0.3	0.6	1.3	1.2
枝翅翅子木 ^⑬	270	11	4.9	3.1	0.9	0.9	1.9	3.7
黄棉木 ^⑭	180	7	2.1	1.4	0.2	0.5	0.8	1.5
铁榄 ^⑮	135	5	2.3	1.3	0.5	0.4	0.7	1.6
木贼火焰花 ^⑯	1373	36	36.9	15.8	8.3	4.2	11.0	23.5
鞘柄菝葜 ^⑰	68	5	1.5	1.3	0.2	0.2	1.0	1.4
庐山楼梯草 ^⑱			77.7	24.1	20.2	9.0	11.2	40.4
苔草 ^⑲			49.0	20.6	14.2	2.4	17.7	34.3
合计 ^⑳			442.7	238.8	132.5	67.8	150.8	351.1

① *Cyclobalanopsis glauca*; ② *Carpinus pubescens*; ③ *Platycarya longipes*; ④ *Celtis tetrandra* ssp. *sinensis*; ⑤ *Acer cinnamomifolium*; ⑥ *Sapium rotundifolium*; ⑦ *Distylium chinensis*; ⑧ *Handeliodendron bodinieri*; ⑨ *Pistacia chinensis*; ⑩ *Ulmus multinervis*; ⑪ *Diospyros dumetorum*; ⑫ *Bauhinia variegata*; ⑬ *Phyllanthodendron dunnianum*; ⑭ *Adina polycephala*; ⑮ *Sinosideroxylon wightianum*; ⑯ *Phlogacanthus pubinervius*; ⑰ *Smilax stans*; ⑱ *Elatostema stewardii*; ⑲ *Carex sp.*; ⑳ *Total*. IN: 个体数 number of individual; RE: 繁殖个体数 number of reproductive individual; FE: 雌(两性)花数 number of female or bisexual flower/m²; RI: 成熟种子数 number of ripe seed/m²; UN: 未成熟种子数 number of unripe seed/m²; DA: 成熟被害种子数 number of damaged ripe seed/m²; GE: 有效种子数 number of germinative seed/m²; TO: 成熟种子数+成熟被害种子数+有效种子数 UN+DA+GE

从活力种子数量来看,萌发前种子库多于萌发后种子库。萌发前种子库中共有活力种子 2642.0 粒/m²,而萌发后种子库中有活力种子 2504.5 粒/m²。由于经过一个萌发季节后种子库中有些活力种子已经萌发成幼苗,有些种子被动物及病虫所损害,有些种子又因自然衰老而丧失活力,故萌发后种子库中的活力种子少于萌发前种子库。萌发前后种子库在种子数量上的差异主要在于枯枝落叶层,前者枯枝落叶层中种子含量为 135.0 粒/m²,而后者仅为 20.0 粒/m²。

从活力种子种类来看,萌发前种子库中有 41 种植物种子,其中 19 种(46.34%)在现存群落中有对应植物,而其余 22 种种子在现存群落中没有对应植物,在样地附近也没有其对应植物,这些现存群落中没有对应植物的种子可能是群落演替前期各阶段留下来的,它们的寿命较长得以在种子库中长期保存。19 种现存植物种子总量 504.0 粒/m²,占库中种子数量的 19.08%,其中木本植物种子 17 种 112.0 粒/m²;草本植物种子 2 种 392.0 粒/m²。41 种种子中,木本植物种子 24 种 648.5 粒/m²,分别占种类和数量的 58.54%和 24.55%;草本植物种子 17 种 1993.5 粒/m²。

萌发后种子库中有 28 种植物种子,其中,现存植物种子 6 种 397.5 粒/m²,分别占库中种子种类和数量的 21.43%和 15.87%;演替前期植物种子 22 种 2107.0 粒/m²,占库中种子种类和数量的 78.57%和 84.13%。这 28 种植物种子中,木本植物种子 12 种 553.0 粒/m²,占种子种类和数量的 42.86%和 22.08%;草本植物种子 16 种 1951.5 粒/m²。由此可见,萌发前后种子库中种子种类的差异(13 种)主要在于现存植物种子,前者有 19 种,而后者仅 6 种。

就库中种子分布来看,萌发前种子库的枯枝落叶层中有活力种子 19 种 135.0 粒/m²,占库中种类和数

子总数的 81.28%,2 种草本植物产生成熟种子 44.7 粒/m²,占成熟种子总数的 18.72%。由此可见,群落内许多主要树种已繁殖产生种子,并且产生的种子丰富。

3.1.2 群落种子雨 群落内种子成熟后以种子雨的形式进入种子库。同时,由于各种原因终止发育而没有成熟的种子最终也将掉落以种子雨形式进入种子库。因而种子雨中包括成熟种子和各种没有成熟的种子,用种子收集器在地面收集种子雨,其组成情况见表 2。

从表 2 可知,群落种子雨丰富,共有种子 19 种 351.1 粒/m²,其中木本植物种子 17 种 276.4 粒/m²,草本植物种子 2 种 74.7 粒/m²。种子雨中包括 3 类种子,未成熟种子 132.5 粒/m²,占种子雨的 37.74%;成熟被害种子 67.8 粒/m²,占种子雨的 19.31%;成熟有效种子 150.8 粒/m²,占种子雨的 42.95%。对群落更新发展有用的只是这 42.95%的成熟有效种子,其中木本植物种子 17 种 121.9 粒/m²,草本植物种子 2 种 28.9 粒/m²。

3.2 种子库

种子在种子库中等待适宜的萌发条件。如果遇到适宜条件库中种子就会萌发成幼苗,如果种子在库中时间较长,也会由于动物采食、病虫危害以及种子的自然衰老等原因而丧失活力。因此,在不同时间,种子库中种子的数量和组成就会有一定差异(见表 3)。

表 3 群落种子库

Table 3 The seed bank of the community				
物种 Species	活力种子数 No. viable seed/m ²			
	萌发前		萌发后	
	Before germination		After germination	
	枯枝落叶层	土壤层	枯枝落叶层	土壤层
	Litter	Soil	Litter	Soil
青冈栎 ^①	11.0			
云贵鹅耳枥 ^②	8.5	0.5	1.0	0.5
圆果化香 ^③	12.5	3.5	5.5	3.5
朴树 ^④	3.5	0.5	2.0	0.5
樟叶槭 ^⑤	6.0			
圆叶乌桕 ^⑥	21.0			
中华蚊母树 ^⑦	4.0			
掌叶木 ^⑧	0.5			
黄连木 ^⑨	20.5			
多脉榆 ^⑩	1.5			
小叶柿 ^⑪	0.5			
羊蹄甲 ^⑫	1.0	0.5	0.5	0.5
枝翅珠子木 ^⑬	1.5			
黄棉木 ^⑭	0.5			
铁榄 ^⑮	0.5			
毛脉火焰花 ^⑯	12.0	1.5	6.0	1.5
鞘柄菝葜 ^⑰	0.5			
庐山楼梯草 ^⑱	11.0			
苔草 ^⑲	18.5	362.5	5.0	371.0
山莓 ^⑳		147.5		147.5
黄泡子 ^㉑		201.0		198.5
悬钩子 ^㉒		176.5		174.5
铁仔 ^㉓		3.0		3.0
金丝梅 ^㉔		1.5		1.5
地瓜 ^㉕		5.0		5.0
杭子梢 ^㉖		2.0		1.5
尽草 ^㉗		155.0		155.0
野古草 ^㉘		147.5		145.5
鬼针草 ^㉙		184.5		179.0
白酒草 ^㉚		373.5		371.0
马兰 ^㉛		14.0		12.0
蛇莓 ^㉜		19.5		19.0
鸡眼草 ^㉝		24.0		20.5
积雪草 ^㉞		7.0		7.0
长萼堇菜 ^㉟		16.5		16.0
剪刀草 ^㊱		157.0		157.5
地海椒 ^㊲		25.0		25.0
粗叶耳草 ^㊳		33.5		33.0
紫背金盘 ^㊴		61.0		62.0
酢浆草 ^㊵		131.5		128.0
湖北苔草 ^㊶		252.0		245.0
合计 ^㊷	135.0	2507.0	20.0	2484.5

① *Cyclobalanopsis glauca*; ② *Carpinus pubescens*; ③ *Platycarya longipes*; ④ *Celtis tetrandra* ssp. *sinensis*; ⑤ *Acer cinnamomifolium*; ⑥ *Sapium rotundifolium*; ⑦ *Distylium chinensis*; ⑧ *Handeliodendron bodinieri*; ⑨ *Pistacia chinensis*; ⑩ *Ulmus multinervis*; ⑪ *Diospyros dumetorum*; ⑫ *Bauhinia variegata*; ⑬ *Phyllanthodendron dunnianum*; ⑭ *Adina polycephala*; ⑮ *Sinosideroxylon wightianum*; ⑯ *Phlogacanthus pubinervis*; ⑰ *Smilax stans*; ⑱ *Elatostema stewardii*; ⑲ *Carex* sp.; ⑳ *Rubus corchorifolius*; ㉑ *Rubus ichangensis*; ㉒ *Rubus* sp.; ㉓ *Myrsine africana*; ㉔ *Hypericum patulum*; ㉕ *Ficus tikoua*; ㉖ *Campylotropis* sp.; ㉗ *Arthraxon hispidus*; ㉘ *Arundinella hirta*; ㉙ *Bidens bipinnata*; ㉚ *Conyza japonica*; ㉛ *Kalimeris indica*; ㉜ *Duchesnea indica*; ㉝ *Kummerowia striata*; ㉞ *Centella asiatica*; ㉟ *Viola inconspicua*; ㊱ *Clinopodium gracile*; ㊲ *Archiphysalis sinensis*; ㊳ *Hedyotis hispida*; ㊴ *Ajuga nipponensis*; ㊵ *Oxalis corniculata*; ㊶ *Carex henryi*; ㊷ Total

万方数据

量的 46.34%和 5.11%,这 19 种种子在现存群落中均有其对应植物,并且当年均繁殖产生种子;土壤层中有活力种子 28 种 2507.0 粒/m²,分别占库中种子种类和数量的 68.29%和 94.89%,其中 6 种在现存群落中有对应植物,并且当年产生种子,另外 22 种在现存群落中没有对应植物,属于演替前期物种。在萌发后的种子库中,枯枝落叶层有活力种子 6 种 20.0 粒/m²,占库中种子种类和数量的 21.43%和 0.80%;土壤层中有活力种子 28 种 2484.5 粒/m²,分别占库中种子种类和数量的 100%和 99.2%。

比较萌发前后种子库可知,二者土壤层中种子的种类和数量都很相似,但枯枝落叶层的差异较大。同时也说明萌发前种子库枯枝落叶层中的种子绝大多数是现存植物当年产生的,而土壤层中现存植物种子可能是一年以前产生的。并表明云贵鹅耳枥、圆果化香、朴树、羊蹄甲、毛脉火焰花和苔草这几种现存植物的种子在种子库中能保持活力一个萌发季节以上,而其它已经繁殖的现存植物的种子在种子库中由于各种原因在一个萌发季节之内就丧失活力。

种子库中的种子来自于其上的植物群落,二者都随时间的发展而不断变化,但其变化的格局不一样。因此种子库与现存群落之间既有联系,又有差异。从物种数来看,现存群落最多,在种子库中,萌发前后种子库的土壤层相同,都有 28 种,而枯枝落叶层差异较大,萌发前种子库枯枝落叶层多于萌发后种子库,因为枯枝落叶层中几乎均是现存植物产生的种子,经过一个萌发季节后,许多现存植物种子已经萌发成幼苗,或者因各种原因而丧失活力,从而造成萌发季节后种子种类减少。从种子库与现存群落的相似性(Jaccard 系数)来看(表 4),萌发前种子库大于萌发后种子库,同一种子库中枯枝落叶层又大于土壤层,这是因为萌发前种子库中有许多现存植物的种子,同一种子库的枯枝落叶层中全为现存植物的种子,而土壤层中只有少数种类的现存植物种子。

表 4 种子库与现存群落间的 Jaccard 系数

Table 4 The Jaccard indexes between present community and the seed bank

种子库 Seed bank	Jaccard 系数 Jaccard index
萌发前 Before germination	0.2346
枯枝落叶 Litter	0.3220
土壤 Soil	0.0741
萌发后 After germination	0.0741
枯枝落叶 Litter	0.1017
土壤 Soil	0.0741

3.3 种子库的天然萌发

当外界条件适宜时,种子库中的活力种子就会萌发形成幼苗补充进现存群落中去。由于各种植物的更新对策不同,再加上种子库中有各个时期产生的多种多样的种子,现存群落的生境条件对这些种子来说并不都是适宜的,因而种子库中的活力种子并非全部萌发,萌发的种子其萌发及幼苗成活状况也有差异。据野外观察,茂兰喀斯特森林种子库中的活力种子在天然情况下,1月中旬开始萌发出苗,萌发过程一直持续到5月上旬,其具体萌发出苗情况见表5。

由表5可知,在天然情况下,该群落种子库中有14种植物种子萌发,且均是现存植物种子,900m²共出苗19504株,按裸岩率60%扣出计算,平均每平方米土壤上有54.2株。其中木本植物幼苗10539株(29.3株/m²),草本植物幼苗8965株(24.9株/m²)。群落内幼苗当年总存活率45.27%,当年共存活幼苗8829株(24.5株/m²),其中木本植物幼苗4690株(13.0株/m²),草本植物幼苗3939株(11.5株/m²)。由此可知,在天然情况下,现存群落中已进入繁殖阶段的大多数主要组成物种均有幼苗产生,并且幼苗数量丰富,群落更新较好。

4 结论与讨论

比较表1和表2可知,茂兰喀斯特森林中华蚊母树群落900m²样地内共有种子植物59种,其中19种主要组成植物已繁殖产生种子,并向种子库中输入种子。群落每年向种子库中输入种子351.1粒/m²,其中132.5粒/m²是由于发育受阻而未成熟的种子,没有发芽能力;67.8粒/m²是发育成熟但受到动物损害,种子结构不完整,没有发芽能力;150.8粒/m²是成熟并且有发芽能力的种子。在输入的种子中,只有这150.8粒/m²的成熟有效种子才能萌发参与群落的更新过程,这些种子才能构成种子库的活力种子。

种子库中种子天然萌发前后,库中活力种子的数量、种类及分布均有差异,这种差异主要在于枯枝落叶层中的现存植物种子。现存植物产生的种子大多数位于枯枝落叶层,演替前期各阶段的植物产生的种子全部位于土壤层里。萌发前种子库与现存群落的相似性大于萌发后种子库。

从种子库的结构及其与现存群落的联系来看,群落遭受破坏的季节不同,其恢复潜力也会有差异。群落如在现存植物种子成熟散播后种子库天然萌发前遭受破坏,恢复现状群落比较容易,因为此时种子库与现存群落的相似性大,种子库中有许多现存群落主要物种的活力种子;如在种子库天然萌发后现存植物种子成熟散播前遭受破坏,则不易恢复现状群落。

茂兰喀斯特森林中华蚊母树群落的大多数主要种类已繁殖产生种子,并向种子库输入活力种子,萌发前的种子库中也有其活力种子存在。同时,在天然情况下,已繁殖的大多数主要种类均有幼苗产生,并且幼苗数量丰富。这说明现存群落繁殖更新较好。在天然萌发中,有4种植物幼苗没有存活,另有5种现存植物种子没有萌发,这可能与其更新对策有关,在没有林窗的群落内,有些植物的种子不能萌发,有些植物的幼苗不能存活,而在林窗处则能很好更新。在实际研究中也发现,样地附近的林窗处这些植物均有幼苗幼树存在。

贵州茂兰喀斯特森林是世界同纬度地区绝无仅有的原生性喀斯特森林生态系统,已发表和待发表的植物新种40种以上,贵州及全国动植物分布新纪录160种以上,也是一个十分罕见的生物资源基因库^[1],

表5 种子库的天然萌发
Table 5 The natural germination of the seed bank in 900m² sample

物种 Species	萌发出苗期 No. germinated seedling	存活幼苗数 No. survival seedling	存活率 Survival rate(%)
青冈栎 ^①	3084	1652	53.57
云贵鹅耳枥 ^②	605	0	0
朴树 ^③	112	0	0
圆叶乌柏 ^④	295	0	0
中华蚊母树 ^⑤	1328	786	59.19
多脉榆 ^⑥	640	241	37.66
小叶栎 ^⑦	415	185	44.59
羊蹄甲 ^⑧	254	106	41.73
枝翅珠子木 ^⑨	773	474	61.32
铁榄 ^⑩	424	247	58.25
毛脉火焰花 ^⑪	2394	1199	50.08
鞘柄蕨 ^⑫	215	0	0
庐山楼梯草 ^⑬	5443	2617	47.99
苔草 ^⑭	3512	1322	37.64
合计 ^⑮	19504	8829	45.27

①Cyclobalanopsis glauca;②Carpinus pubescens;③Celtis tetrandra ssp. sinensis;④Sapium rotundifolium;⑤Distylium chinensis;⑥Ulmus multinervis;⑦Diospyros dumetorum;⑧Bauhinia variegata;⑨Phyllanthodendron dunnianum;⑩Sinosideroxylon wightianum;⑪Phlogacanthus pubinervius;⑫Smilax stans;⑬Elatostema stewardii;⑭Carex sp.;⑮Total

应加强保护。从现存群落的种子库来看,许多主要植物已繁殖产生种子,并且在萌发前的种子库中也有活力种子存在,说明群落更新潜力很好。但在没有林窗的群落内种子库萌发时,有的植物种子没有萌发,有的幼苗不能存活,而在林窗处这些物种更新很好,说明有些物种的更新在郁闭的群落内受到一定限制。因此林窗的形成有利于保持现存群落的稳定,有利于保护生物多样性,在长期没有林窗形成的群落内,应人工促进林窗的形成。基于此,人们对原生性森林群落,在加强保护的同时可以进行开发利用,但应注意利用时间,从不同时期的种子库来看,应在种子成熟散播后,而在种子库萌发后至种子成熟散播前这段时间不宜利用,并且在利用时尽量少破坏种子库,这样才不至于破坏群落的恢复能力。

参考文献

- [1] 周政贤主编. 茂兰喀斯特森林科学考察集. 贵阳:贵州人民出版社,1987. 1~224.
- [2] 刘玉成,许鸿鹄,缪世利. 重庆石灰岩植被的初步研究. 西南师范学院学报(自然科学版,四川植被专辑),1982,7(2):123~130.
- [3] 苏宗明. 广西弄岗石灰岩山森林类型的分类问题. 广西植物,1981,1(2):7~10.
- [4] 王献溥,胡舜士. 广西石灰岩地区常绿落叶阔叶混交林的群落学特点. 东北林学院学报,1981,9(3):30~47.
- [5] 朱守谦,魏鲁明. 茂兰喀斯特森林的群落学特点. 见:朱守谦主编. 喀斯特森林生态研究(I). 贵阳:贵州科技出版社,1993. 1~11.
- [6] 胡舜士,王献溥. 广西石灰岩地区季节性雨林的群落学特点. 东北林学院学报,1980,8(4):11~26.
- [7] 何纪星,朱守谦,祝小科. 喀斯特森林树种水分生态初步研究. 见:朱守谦主编. 喀斯特森林生态研究(I). 贵阳:贵州科技出版社,1993. 63~73.
- [8] 王献溥,孙成永. 从种群结构和生态学特点谈广西石灰岩季节性雨林的更新和管理问题. 植物研究,1990,10(1):111~117.
- [9] 刘济明,雷基祥. 黔中喀斯特植被几种树种种群竞争. 贵州农学院学报,1996,15(3):11~16.
- [10] 刘济明. 黔中喀斯特植被土壤种子库初步研究. 见:朱守谦主编. 喀斯特森林生态研究(I). 贵阳:贵州科技出版社,1997. 128~136.
- [11] Michael F. *Seed Ecology*, New York: Chapman and Hall, 1985. 57~116.
- [12] Harper J L. *Population Biology of Plants*. London and New York: Academic Press, 1977. 33~151.
- [13] Hill M O, Steven P A. The density of viable seed in soils of forest plantation in uplands Britain. *J. Ecol.*, 1981, **69**: 693~709.
- [14] Putz F E, Appanah S. Buried seeds, newly dispersed seeds, and the dynamics of a lowland forest in Malaysia. *Biotropica*, 1987, **19**: 326~333.
- [15] Hall J B, Swaine M D. Seed stocks in Ghanaian forest soils. *Biotropica*, 1980, **12**: 256~268.
- [16] Williams-Linera G. Soil seed banks in four lower montane forests of Mexico. *J. Trop. Ecol.*, 1993, **9**: 321~337.
- [17] Lamont B B. Seed bank and population dynamics of *Banksia cuneata*; the role of time, fire and moisture. *Botanical Gazette*, 1991, **152**(1): 114~122.
- [18] Thompson K, Grime J P. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitat. *J. Ecol.*, 1979, **67**: 893~921.
- [19] Denslow J S. Seed rain to tree-fall gaps in a Neotropical rain forest. *Can. J. For. Res.*, 1990, **20**: 642~648.
- [20] Loiselle B A, Ribbens E, Vargas O. Spatial and temporal variation of seed rain in a tropical lowland wet forest. *Biotropica*, 1996, **28**(1): 82~95.
- [21] Garwood N C. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study. *Ecol. Monogr.*, 1983, **53**: 159~181.
- [22] Whitmore T C. Secondary succession from seed in tropical rain forests. *Forestry Abstracts*, 1983, **44**: 767~79.
- [23] 杨允菲, 祝玲. 松嫩平原盐碱植物群落种子库的比较分析. 植物生态学报, 1995, **19**(2): 144~148.
- [24] 安树青, 林向阳, 洪必恭. 宝华山主要植被类型土壤种子库初探. 植物生态学报, 1996, **20**(1): 41~50.
- [25] 熊利民, 种厚敏, 李旭光, 等. 亚热带常绿阔叶林不同演替阶段土壤种子库的初步研究. 植物生态学与地植物学学报, 1992, **16**(3): 249~257.