

文章编号: 1001-1498(2000) 01-0044-07

贵州茂兰喀斯特山地顶部森林 群落种子库研究*

刘 济 明

(贵州大学林学系, 贵州贵阳 550025)

摘要: 在茂兰喀斯特森林山顶地段设置固定样地, 定期观察植物的开花结实、种子雨、种子库的结构、组成及其萌发。结果表明: 900 m² 样地内共有种子植物 36 种, 其中 21 种已进入繁殖阶段, 每年产生成熟种子 520.9 粒 · m⁻²。种子雨量大, 每年达 910.3 粒 · m⁻², 其中对群落有用的成熟有效种子 314.7 粒 · m⁻²。在天然萌发开始时的种子库中, 有大量现存植物的活力种子, 群落更新潜力很好。在天然情况下, 1 月上旬到 5 月中旬种子库中活力种子萌发。在天然萌发季节, 900 m² 样地内每年共萌发出 18 种苗(7 245 株), 当年存活幼苗 2 970 株, 群落更新良好。裸子植物华南五针松、短叶黄杉和翠柏在喀斯特山顶地段有良好的适应性, 能长期稳定存在。

关键词: 贵州茂兰; 喀斯特; 森林群落; 种子雨; 种子库; 有效种子

中图分类号: S718.54

文献标识码: A

种子库中贮藏了大量植物种子, 它与植物群落的更新演替及植被破坏后的再恢复密切相关。种子库是一个动态体系, 它应包括植物结实、种子雨、种子库的结构与组成、种子库的萌发等各个环节。本世纪 30 年代开始, 特别是 70 年代以来, 国外许多学者对其中某一环节进行过大量的单独研究^[1-7]。近年来国内也有学者对种子库的组成与静态结构进行过研究^[8-10]。这里主要从群落内植物的结实、种子雨、种子库的结构与组成及其萌发来讨论喀斯特山地顶部森林群落种子库的动态过程。关于喀斯特森林, 已有学者进行过一些研究^[11-18], 但有关喀斯特森林种子库的报道很少。喀斯特地区由于生态条件特殊, 其生态系统是一种非地带性的生物地理群落类型, 由于其基质的漏水性、土被不连续、土层浅薄、岩石裸露等原因, 植物生境条件严酷, 植被破坏后不易恢复。目前全世界广大的喀斯特地貌上, 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^[19]。恢复喀斯特森林植被, 保护现仅存的小面积喀斯特森林生态系统是十分重要的。喀斯特森林群落种子库的研究可为此提供重要的理论依据。

1 研究地概况

研究地点位于贵州省南部黔、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)。区内为典型的喀斯特峰丛地貌, 山峰海拔 860 ~ 1 010 m, 洼地海拔 450 ~ 600 m。成土母岩以中下石炭统白云岩及石灰岩为主。年均气温 15.3 °C, 7 月平均气温 26.4 °C, 1

收稿日期: 1998-10-26

基金项目: 贵州省 1993 年自然科学基金课题“贵州省主要森林植被类型土壤种子库研究”(93-3042)的部分成果

* 承蒙周政贤教授对本研究的热情帮助, 张丛贵同志参加部分工作, 特此致谢。

作者简介: 刘济明(1963-), 男, 重庆市人, 副教授。

表 1 茂兰喀斯特山地顶部现存群落的组成

	物 种	相对多 度/%	相对优 势度/%	相对频 度/%	重要 值	平均 高/m
	荔波鹅耳枥 <i>Carpinus lipiensis</i> Y. K. Li	17.90	13.60	8.78	40.28	4.23
	清香木 <i>Pistacia weinmannifolia</i> Poiss. ex Franch.	12.44	13.14	8.79	34.37	3.53
	圆果化香 <i>Platycarya longipes</i> Wu	11.28	11.54	10.98	33.80	4.33
	翠柏 <i>Calocedrus macrolepis</i> Kurz	7.00	8.30	8.79	24.09	3.76
	青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i> (Thunb.) Oerst.	8.95	8.07	5.49	22.51	3.87
	短叶黄杉 <i>Pseudotsuga brevifolia</i> Cheng et L. K. Fu	5.84	10.37	5.49	21.70	6.20
	岭南石栎 <i>Lithocarpus brevicaudatus</i> Hayata	7.78	8.33	4.40	20.51	3.98
	贵州泡花树 <i>Meliosma henryi</i> Diels	4.67	3.56	7.69	15.92	3.71
乔	石山吴茱萸 <i>Evodia calcola</i> Chun ex Huang	5.06	4.05	6.59	15.70	3.81
	革叶卫矛 <i>Euonymus lecleri</i> Levl.	3.50	3.17	4.40	11.07	4.22
	朴树 <i>Celtis sinensis</i> Pers.	2.33	2.34	3.30	7.97	5.08
木	小漆树 <i>Toxicodendron delavayi</i> (Fr.) F. A. Bark.	2.33	1.75	3.30	7.38	4.08
	华南五针松 <i>Pinus kwangtungensis</i> Chun ex Tsiang	1.17	2.51	3.30	6.98	6.50
	冬青 <i>Ilex purpurea</i> Hassk.	1.56	1.10	3.30	5.96	3.63
层	石岩枫 <i>Mallotus repandus</i> (Wild.) Muell. Arg.	1.56	1.82	2.20	5.58	6.13
	乌岗栎 <i>Quercus phillyraeoides</i> A. Gray	1.56	1.97	1.10	4.63	3.75
	球核荚蒾 <i>Viburnum propinquum</i> Hemsl.	1.17	0.78	2.20	4.15	3.33
	圆叶乌桕 <i>Sapium rotundifolium</i> Hemsl.	0.78	0.85	2.20	3.83	8.50
	齿叶黄皮 <i>Clausena dunniana</i> Levl.	0.78	0.66	2.20	3.64	3.25
	黄梨子 <i>Boniiodendron minus</i> (Hemsl.) T. Chen	0.78	0.74	1.10	2.62	4.50
	梧桐 <i>Firmiana plantanifolia</i> (L. f.) Mars.	0.39	0.46	1.10	1.95	6.00
	角叶槭 <i>Acer sycopseoides</i> Chun	0.39	0.33	1.10	1.82	5.00
	粗糠柴 <i>Mallotus philippinensis</i> (Lam.) Muell. -Arg.	0.39	0.31	1.10	1.80	5.00
	光叶海桐 <i>Pittosporum glabratum</i> Lindl.	0.39	0.25	1.10	1.74	2.30
	贵州悬竹 <i>Ampelocalamus calcareus</i> C. D. Chu et C. S. Chao	6 030 株				0.80
	毛脉火焰花 <i>Phlogocanthus pubinervius</i> T. Anders.	878 株				0.70
	圆果化香	230 株				1.40
	球核荚蒾	200 株				2.20
	翠柏	180 株				1.60
灌	齿叶黄皮	160 株				0.70
	贵州泡花树	160 株				1.80
木	青冈	160 株				0.90
	臭辣树 <i>Evodia fargesii</i> Dode	90 株				2.50
层	岭南石栎	90 株				1.90
	卵果海桐 <i>Pittosporum ovoidium</i> Gowda	70 株				1.20
	革叶卫矛	70 株				1.20
	瘤枝密花树 <i>Rapanea verruculosa</i> C. Y. Wu	70 株				1.00
	清香木	50 株				0.80
	光叶海桐	20 株				2.20
	小叶石楠 <i>Photinia parvifolia</i> (Pritz.) Schneid.	20 株				0.90
	冷水花 <i>Pilea</i> sp.	多				0.45
草	惠兰 <i>Cymbidium faberi</i> Rolfe	较少				0.50
本	云南石仙桃 <i>Pholidota yunnanensis</i> Rolfe	较少				0.30
层	镰翅羊耳蒜 <i>Liparis bootanensis</i> Griff.	少				0.30
	齿瓣石豆兰 <i>Bulbophyllum psychoon</i> Rchb. f.	少				0.25
层外	短梗南蛇藤 <i>Celastrus rosthornianus</i> Loes.	34 株				0.90
植物	狭叶链珠藤 <i>Alyxia schlechteri</i> Levl.	230 株				0.80

注: 表中株数系指 900 m² 样地上的株数。

月平均气温 8.3℃, 10 月积温 5 727.9℃, 年均降水量 1 320.5 mm, 全年平均相对湿度 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 pH 7.5~8.0, 有机质和全 N 含量特别丰富。茂兰喀斯特自然保护区保存着世界上同纬度地区绝无仅有的集中连片的原生性较强的喀斯特森林, 森林主体是常绿落叶阔叶混交林, 在山顶和山脊处有大量针叶树^[19]。样地设在洞也山地顶部, 该地段海拔 810 m, 裸岩率 70%, 群落内无林窗, 群落组成见上页表 1(其中重要值为 5 个样地统计而得, 多度采用 Braun-Blanquet 多度级^[20])。

2 研究方法

选择具有代表性的地段设置 30 m × 30 m 的固定样地并进行群落生态学调查。从群落内第一株植物开花到所有植物种子散播完为止, 对已进入繁殖阶段的植物进行开花结实的定位观察。高 3 m 以下树木, 直接计数; 高 3 m 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 0.5 m × 0.5 m 的固定小样方观察计数, 5 d 观察 1 次。同时, 样地内均匀设置 20 个上口面积 1 m × 1 m、高 6 cm 的种子收集器收集种子雨, 于群落内种子天然萌发的高峰季节(3~5 月)用萌发试验(25~28℃恒温培养箱中进行)的方法统计其中未成熟种子(不发芽种子)、成熟有效种子(发芽种子)和成熟被害种子(形态成熟但受损, 不发芽)。现存群落种子成熟散播后种子库萌发开始时的 1 月上旬于每个种子收集器旁采集 40 cm × 25 cm 的枯枝落叶及其下 20 cm 深的土壤。将枯枝落叶及土壤样品带回室内置玻璃房中 24~28℃条件下进行萌发, 统计出苗的种类及数量, 并以此反映库中活力种子状况, 萌发试验持续至连续 3 周无出苗为止。在样地内每个种子收集器附近设置 1 个 1 m × 1 m 的小样方, 1~7 月隔天观察 1 次种子库的天然萌发情况, 记录幼苗种类及数量, 12 月初统计存活率。用样品含量推算样地含量, 为了消除大小年的影响, 1993~1996 年连续测定 3 a, 取平均值。

3 结果与分析

3.1 群落的繁殖

3.1.1 开花与结实 这里讨论的繁殖是指种子繁殖, 不考虑营养繁殖。样地内植物开花结实情况见表 2。由表 1 和表 2 可知, 山顶样地内共有种子植物 36 种, 其中木本植物 31 种, 草本植物 5 种。处于繁殖阶段的植物 21 种, 占群落种子植物总数的 58.33%, 其中木本植物 20 种, 草本植物 1 种。比较表 1 可知, 现存群落的主要组成植物均已繁殖产生种子(其中乔木层已繁殖植物的重要值为 272.97)。每年在 900 m² 样地内, 裸子植物华南五针松、短叶黄杉和翠柏的雌球花数共 3 900 个, 共产生成熟种子 1.40 万粒。被子植物产生雌花(包括两性花) 151.42 万朵, 共产生成熟种子 45.48 万粒。所有种类共产生成熟种子 46.88 万粒, 平均为 520.9 粒 · m⁻², 其中木本植物种子 325.5 粒 · m⁻², 草本植物种子 195.4 粒 · m⁻²。由此可知, 茂兰喀斯特山地顶部森林群落内主要组成植物均已繁殖产生种子, 并且种子数量多, 这样保证了群落更新的需要。

3.1.2 种子雨 植物种子成熟后通常以种子雨的形式进入种子库, 在种子库中等待适宜的条件。从表 2 可知, 茂兰喀斯特森林山顶地带种子雨量大, 平均每年为 21 种共 910.3 粒 · m⁻²。其中未成熟种子 502.6 粒 · m⁻², 占种子雨总量的 55.21%; 成熟被害种子 93.0 粒 · m⁻², 占种

子雨总量的 10.22%; 对群落更新有用的成熟有效种子 314.7 粒 · m⁻², 占种子雨总量的 34.57%。成熟有效种子中, 3 种裸子植物的种子共 7.6 粒 · m⁻², 18 种被子植物种子共 307.1 粒 · m⁻², 木本植物种子 20 种共 223.4 粒 · m⁻², 草本植物种子 1 种 91.3 粒 · m⁻²。

表 2 茂兰喀斯特山地顶部森林群落的开花、结实及种子雨

物 种	个体数/ 株	繁殖个体 数/株	雌花(包括 两性花) 数/朵	成熟种子 数/粒	种 子 雨			
					未成熟种子/ (粒 · m ⁻²)	成熟被害种 子/(粒 · m ⁻²)	成熟有效种 子/(粒 · m ⁻²)	合计/ (粒 · m ⁻²)
华南五针松	3	3	576	4 464	2.8	1.7	3.0	7.5
短叶黄杉	15	6	792	3 456	3.1	0.8	1.9	5.8
翠 柏	198	7	2 532	6 076	1.8	1.4	2.7	5.9
荔波鹅耳枥	46	10	46 550	26 754	18.9	12.5	16.5	47.9
清 香 木	82	6	2 963	1 689	0.6	0.5	1.0	2.1
圆果化香	259	20	326 040	89 760	123.7	10.9	85.8	220.4
青 冈	183	11	64 152	21 580	25.7	10.8	11.2	47.7
岭南石栎	110	10	87 360	28 800	39.7	8.9	15.9	64.5
贵州泡花树	172	5	114 750	58 800	43.0	10.9	42.2	96.1
石山吴茱萸	13	7	26 600	13 608	9.1	1.1	12.1	22.3
革叶卫矛	79	3	8 687	4 083	2.6	0.6	3.5	6.7
朴 树	6	3	6 696	3 672	2.1	0.2	3.5	5.8
乌 岗 栎	4	2	10 497	3 531	4.7	1.1	1.9	7.7
球核荚蒾	203	2	2 238	1 828	0.9	0.1	1.4	2.4
圆叶乌桕	2	1	4 013	1 056	1.7	0.1	1.0	2.8
齿叶黄皮	162	2	6 080	2 799	2.1	0.2	2.5	4.8
角 叶 槭	1	1	881	1 370	0.3	0.1	1.2	1.6
卵果海桐	70	4	16 545	7 776	4.9	1.1	7.5	13.5
短梗南蛇藤	34	7	2 422	1 889	0.3	0.3	1.6	2.2
毛脉火焰花	878	28	23 217	9 983	5.8	3.6	7.0	16.4
冷 水 花			764 557	175 848	208.8	26.1	91.3	326.2
合 计				468 822	502.6	93.0	314.7	910.3

注: 个体数、繁殖个体数、雌花数和成熟种子数均为 900 m² 样地内的总数。

3.2 种子库的结构与组成

种子随种子雨进入种子库中保存起来, 如遇适宜条件则会萌发成幼苗。如果在库中时间较长, 也会由于动物采食、病虫害以及种子的自然衰老等原因造成种子损失。

由表 3 可知, 天然萌发开始时种子库中活力种子种类丰富, 共有 35 种, 其中木本植物种子 25 种, 草本植物种子 10 种。比较表 1 可知, 现存群落中所有已经繁殖的 21 种植物在种子库中均有活力种子。种子库中有 14 种活力种子在现存群落内没有对应植物, 它们可能是群落演替前期的植物产生的, 由于其寿命较长得以在种子库中长期保存。

天然萌发开始时, 种子库中活力种子较多, 有 1 245.5 粒 · m⁻², 其中现存植物种子 114.0 粒 · m⁻², 演替前期植物种子 1 135.5 粒 · m⁻², 这些活力种子中, 木本植物种子 436.5 粒 · m⁻², 草本植物种子 809.0 粒 · m⁻²。由此可知, 库中活力种子数量以演替前期植物种子为主。

就种子在种子库中的分布来看, 种子库的枯枝落叶层中有活力种子 21 种共 85.5 粒 · m⁻², 占种类和数量的 60.00% 和 6.86%, 且全为现存植物种子。土壤层中有 23 种共 1 160.0 粒 · m⁻², 占种类和数量的 65.71% 和 93.14%。土壤层中现存植物种子 9 种共 25.8 粒 · m⁻², 演替前期植物种子 14 种 1 131.5 粒 · m⁻²。可见土壤层中以演替前期植物的活力种子占多数。

表 3 天然萌发开始时种子库中活力种子种类

物 种	活力种子数/(粒·m ⁻²)		物 种	活力种子数/(粒·m ⁻²)	
	枯枝落叶层	土壤层		枯枝落叶层	土壤层
华南五针松	2.5		短梗南蛇藤	1.5	1.0
短叶黄杉	1.5		毛脉火焰花	5.5	1.0
翠 柏	2.0		冷水花	20.0	5.0
荔波鹅耳枥	10.0	1.5	山莓 <i>Rubus corchorifolius</i> L. f.		187.0
清 香 木	0.5		悬钩子 <i>Rubus</i> sp.		129.5
圆果化香	13.0	11.0	杭子梢 <i>Campyloptropis</i> sp.		8.0
青 冈	2.0		金丝梅 <i>Hypericum patulum</i> Thunb. Ex Murray		9.5
岭南石栎	1.5		地瓜 <i>Ficus tikoua</i> Bur.		13.5
贵州泡花树	11.0	3.0	鸡眼草 <i>Kummerowia striata</i> (Thunb.) Schindl.		37.5
石山吴茱萸	3.5	2.0	狗尾草 <i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.		15.5
革叶卫矛	2.0		白酒草 <i>Coryza japonica</i> Less.		228.0
朴 树	1.5	3.0	鬼针草 <i>Bidens bipinnata</i> L.		162.0
乌岗栎	1.0		野古草 <i>Arundinella hirta</i> (Thunb.) Tanaka		7.0
球核荚蒾	1.0	1.0	葎草 <i>Arthraxon hispidus</i> (Thunb.) Makino		10.5
圆叶乌桕	0.5		积雪草 <i>Centella asiatica</i> (L.) Urban		2.5
齿叶黄皮	2.0		酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i> L.		62.5
角 叶 槭	1.0		湖北苔草 <i>Carex henrvi</i> Clarke		258.5
卵果海桐	2.0		合 计	85.5	1 160.0

3.3 种子库的天然萌发

茂兰喀斯特森林山顶群落内,种子库在天然条件下,从1月上旬开始萌发,萌发过程一直持续到5月中旬。从表4可知,在天然情况下,该群落种子库中有18种植物的种子萌发,且均为现存植物的种子,占群落中已繁殖种类的85.71%,其中木本植物17种,草本植物1种。演替前期的植物种子在天然条件下不萌发,这说明现存群落内的环境条件不适于演替前期植物种子的萌发。在天然条件下,900 m²样地内共出苗7 245株(8株·m⁻²),其中3种裸子植物幼苗855株,占11.80%。当年存活幼苗2 970株(3株·m⁻²),当年总存活率41%。在存活幼苗中,3种裸子植物幼苗315株,占10.61%。

就群落种子库的天然萌发来看,萌发幼苗的种类和数量都比较丰富,说明现存群落的更新良好。比较表3和表4可知,荔波鹅耳枥、圆果化香和角叶槭在萌发开始时种子库

表 4 山顶样地种子库的天然萌发

物 种	萌发出苗数/ 株	存活幼苗数/ 株	存活率/ %
华南五针松	270	90	33
短叶黄杉	180	45	25
翠 柏	405	180	44
清 香 木	135	90	67
青 冈	1 350	720	53
岭南石栎	810	450	56
贵州泡花树	900	405	45
石山吴茱萸	270	90	33
革叶卫矛	225	135	60
朴 树	180	0	0
乌岗栎	225	0	0
球核荚蒾	90	45	50
圆叶乌桕	225	0	0
齿叶黄皮	90	45	50
卵果海桐	135	45	33
短梗南蛇藤	45	0	0
毛脉火焰花	450	180	40
冷 水 花	1 260	450	36
合 计	7 245	2 970	41

注:萌发出苗数和存活幼苗数均为900 m²样地内的总数。

中均有活力种子, 但萌发季节内不见其幼苗出现。虽然有朴树、乌岗栎、圆叶乌桕和短梗南蛇藤等幼苗, 但幼苗当年存活率为零。这可能与它们的萌发更新特点有关。种子植物的萌发更新方式多种多样, 有的植物种子成熟入土后很快在林下萌发成幼苗, 而有的植物种子在林窗处才能萌发; 有的幼苗在林下能存活, 而有的幼苗在林窗处才能存活。在样地附近的林窗处, 可见各种已繁殖植物的幼苗。

4 讨 论

种子库是森林群落更新演替的主要环节之一, 关于森林群落的更新, 以往多从群落更新层的角度来进行研究, 根据更新层中幼苗幼树状况来推测群落的更新演替动态, 它忽视了群落内未萌发的活力种子的作用, 特别是当群落郁闭好、没有林窗或林窗很少时容易导致错误结论。种子库是一个动态体系, 它包括植物结实及种子雨(种子库的种子输入)、种子库的结构与组成、种子库的萌发(种子库中种子输出的一个方面。种子库的种子输出还有动物采食、病菌危害引起霉烂、自然衰老等造成的活力种子减少)。从 30 年代开始, 国外学者对种子库的各个环节做了大量工作^[1-7], 但将各个环节综合研究的报道很少。国内学者也对森林群落种子库作过一些研究^[8-10], 但很少涉及种子库的动态过程。以群落为整体, 从植物结实到种子库的萌发及萌发幼苗的生长这一完整过程来讨论森林群落的种子库, 这将更准确地反映森林群落更新演替的实际情况。

我国喀斯特面积占国土总面积的 1/7。茂兰喀斯特森林集中连片, 是保存完好的原生性喀斯特森林植被, 在世界同纬度地区也是绝无仅有的^[19]。它是喀斯特森林生态系统的典型代表, 对其种子库的研究, 能为保护和恢复喀斯特森林生态系统提供重要参考。

茂兰喀斯特山地顶部森林群落大多数树种(乔木层合计重要值 272.97) 已繁殖产生种子, 并且种子雨量大, 为群落的天然更新和稳定存在提供了基础。

种子库天然萌发之前, 现已繁殖的所有植物在库中均有活力种子。在 1~5 月的萌发季节中, 现存植物种子大量萌发出苗, 说明现存群落更新良好。有的树种种子在萌发季节内没有萌发, 有的萌发幼苗没有存活, 这可能与它们的更新对策有关, 只要老树死亡等原因形成林窗, 幼体所需条件得到改善时就会实现更新。

裸子植物华南五针松、短叶黄杉和翠柏在现存群落中占有较为重要的地位, 在天然情况下, 能正常开花结实, 其种子萌发形成幼苗也较多, 说明它们在茂兰喀斯特山顶地带的适应性较强, 能在此地段上长期存在。

参考文献:

- [1] Denslow J S. Seed rain to tree-fall gaps in a Neotropical rain forest[J]. Can J For Res, 1990, 20: 642 ~ 648.
- [2] Loiselle B A, Ribbens E, Vargas O. Spatial and temporal variation of seed rain in a tropical lowland wet forest[J]. Biotropica, 1996, 28(1): 82 ~ 95.
- [3] Bigwood D W, Inouye D W. Spatial pattern analysis of seed bank: an improved method and optimized sampling [J]. Ecol, 1988, 69: 497 ~ 507.
- [4] Garwood N C. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study[J]. Ecol Monogr, 1983, 53: 159 ~ 181.
- [5] Whitmore T C. Secondary succession from seed in tropical rain forests[J]. Forestry Abstracts, 1983, 44: 767 ~ 769.

- [6] Willson M F. Plant reproductive ecology[M]. New York: Willey, 1983. 177 ~ 244.
- [7] Michael F. Seed ecology[M]. New York: Chapman and Hall, 1985. 57 ~ 116.
- [8] 杨允菲, 祝玲. 松嫩平原盐碱植物群落种子库的比较分析[J]. 植物生态学报, 1995, 19(2): 144 ~ 148.
- [9] 安树青, 林向阳, 洪必恭. 宝华山主植被类型土壤种子库初探[J]. 植物生态学报, 1996, 20(1): 41 ~ 50.
- [10] 熊利民, 钟章成, 李旭光. 亚热带常绿阔叶林不同演替阶段土壤种子库的初步研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1992, 16(3): 249 ~ 257.
- [11] 刘玉成, 许鸿翔, 缪世利. 重庆石灰岩植被的初步研究[J]. 西南师范学院学报(自然科学版, 四川植被专辑), 1982, 6(2): 123 ~ 130.
- [12] 苏宗明. 广西弄岗石灰岩山森林类型的分类问题[J]. 广西植物, 1981, 1(2): 7 ~ 10.
- [13] 王献溥. 广西石灰岩地区常绿落叶阔叶混交林的群落学特点[J]. 东北林学院学报, 1981, 9(3): 30 ~ 47.
- [14] 胡舜士. 广西石灰岩地区季节性雨林的群落学特点[J]. 东北林学院学报, 1980, 8(4): 11 ~ 26.
- [15] 王献溥. 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[J]. 植物研究, 1990, 10(1): 111 ~ 117.
- [16] 刘济明, 雷基祥. 黔中喀斯特植被几种树种种群竞争[J]. 贵州农学院学报, 1996, 15(3): 11 ~ 16.
- [17] 朱守谦. 喀斯特森林生态研究() [M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1993. 1 ~ 11.
- [18] 朱守谦. 喀斯特森林生态研究() [M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1997. 9 ~ 181.
- [19] 周政贤. 茂兰喀斯特森林科学考察集[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1987. 1 ~ 224.
- [20] 王伯荪. 植物群落学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1988. 16 ~ 17.

The Seed Bank of the Forest Community at the Pinnacles of Maolan Karst Hilly Area in Guizhou

LIU Ji-ming

(Department of Forestry, Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China)

Abstract: At the pinnacles of Maolan Karst hilly area, there are 36 spermatophyte species in the 900 m² sample plot among which 21 have being reproductived and produce ripe seeds by 520.9 seeds per square meter annually. The seed rain of the community is 910.3 seeds per square meter. The number of the germinative seeds in the seed rain which enable the community to regenerate is 314.7 seeds per square meter. The regenerative potential of the community is good because there are lots of germinative seeds of many existed plants in the seed bank at the beginning of the germination of the seed bank. In the natural environment, the germinative seeds in the seed bank germinate from the first ten days of Jan. to the second ten days of May. In the germination season, 18 kinds of the germinative seeds in the 900 m² sample plot germinate to form seedling with the number 7 245. And the number of the survival seedling is 2 970. The community regenerate well. The gymnospermae, *Pinus kwangtungensis*, *Pseudotsuga brevifolia* and *Calocedrus macrolepis*, adapt themselves well to the pinnacles of Maolan Karst hilly area, and will exist for long time.

Key words: Guizhou Maolan; Karst; forest community; seed rain; seed bank; germinative seed