

西双版纳石灰岩山建群树种——油朴的研究^{*}

李保贵 朱 华 王 洪 许再富

(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南勐腊 666303)

摘 要 油朴(*Celtis wightii*) 为榆科常绿大乔木, 是一种很有价值的油料植物。它在中国仅产于西双版纳, 并几乎只生长在石灰岩山森林群落中, 而常为该森林群落的建群树种。

根据野外调查及萌发栽培试验, 我们从生物学、生态学及种群等方面对它进行了分析研究。并且, 为了探讨油朴与石灰岩山钙基质的相关性, 我们在种子萌发及幼苗生长试验中, 均采用了不同土壤基质, 对它们进行了对比分析研究。在其种群的调查中, 对株高 5 m 以下的幼苗、幼树及株高 5 m 以上的成年大树均进行了样方调查及高度级统计分析。初步总结了这种植物种子萌发的特性; 幼苗生长的规律; 种在石灰岩山森林分布的一般规律及它们在各群落的种群结构状况等。通过本文, 基本上可了解油朴在西双版纳的生长、分布规律及生态、种群等方面的有关问题。

关键词 西双版纳; 石灰岩森林建群; 油朴; 植物学特征

A STUDY ON THE DOMINATION SPECIES OF LIMESTONE FOREST — CELTIS WIGHTII IN XISHUANGBANNA

Li Baogui Zhu Hua Wang Hong Xu Zaifu

(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Academia Sinica, Mengla Yunnan 666303)

Abstract *Celtis wightii* is big tree of evergreen, and is an important oil-bearing plant. It occurs only on the limestone hills of Xishuangbanna area in China. In the limestone forest it is a characteristic and dominant species.

According to field investigation and cultivation experiment, we analysed the ecological and biological characteristic, population composition, as well as seed germination and seedling establishment. The composition of seed germination and seedling growth in calciferous soil (limestone soil) and in non calciferous soil (nonlimestone soil) has been done.

Key words Xishuangbanna; dominant species of limestone forest; *Celtis wightii*; ecological character

1996-01-22 收稿

第一作者简介: 李保贵, 男, 1958 年出生, 实验师, 从事热带植物生态学蕨类植物研究。

^{*} 中国科学院特别支持费项目

西双版纳的石灰岩山森林类型在西双版纳森林植被中占有重要的地位,而生长在这种森林中的一些植物,由于长期受石灰岩山地形、地貌、气候及土壤等特殊的小环境因子的作用或影响,在其生长或分布上产生或形成了对这些特殊环境较强的适应性,甚至有些植物只生长或分布在这种石灰岩山森林中,根据我们过去调查掌握的资料分析,初步认为油朴 *Celtis wightii* 基本上就属于这类植物中的一种。为了解这种植物在西双版纳的生长、分布及它在森林群落中的种群状况等问题,近几年来我们从生物学特征、分布与生态习性、种群等方面对它展开了一定的调查研究。

油朴〔石头果树(傣族)、岩子果树(基诺族)〕属于榆科常绿大乔木,高可达 30 m,胸径可达 60 ~ 70 cm,是一种很有价值的油料植物,它的种仁含油量高达 68.11%,与美国的同属植物 *Celtis occidentalis* (含油量 43.1%) 及苏丹的同属植物 *Celtis integrifolia* (含油量 6.1%) 相比均高的多^[1]。当地老百姓常在油朴种子成熟季节,到森林中采收后,除自己食用外,还拿到集市上去卖。它在我国仅产于西双版纳,并几乎只生长在西双版纳的热带石灰岩山森林群落中;印尼、老挝、越南也有分布^[2]。中国科学院西双版纳热带植物园曾于七十年代,对它进行过引种栽培,结果未能成功。

在生物学方面,我们采用了野外调查、室内、外(野外)相同环境不同土壤基质和相同土壤基质不同环境的对比萌发实验及分别观测了它在各种试验条件下幼苗的生长情况等方法,对它进行了对比分析研究;在生态分布及种群方面,我们根据野外生态调查材料及种群样方调查材料,也对它进行了比较分析研究。

1 植物学特征

1.1 根

油朴苗期主根长,侧根稀少,随着植株的生长,主根和侧根分别产生稀少的细根。4~5 a 生实生苗或幼树根系(主根)较深,几乎与地上部分等长。高 66 cm,地径粗 1 cm 的幼树,主根长 100 cm,侧根长 55 cm,成年大树有明显的板根现象。其幼树根系分布状况见图 1。

1.2 茎和分枝

油朴一至二年生实生苗的茎多为单一主茎,直立,高达 15~20 cm,圆形,直径(地径)3~4 mm。正常的三年生实生植株,有从位于近顶端叶腋中的腋芽生长抽出后形成一分枝,个别长势特好的二年生实生苗会有分枝。五年生以下植株茎杆灰褐色,五年生以上幼树茎杆灰白色,成年大树树杆及主枝一般呈白色,小枝棕褐色,具有瘤状皮孔。

1.3 叶

油朴叶革质,幼苗第一对真叶对生,后均为互生,单叶,长圆形,长 12~16 cm,宽 6~8 cm,先端突尖,基部楔形,略不对称,叶

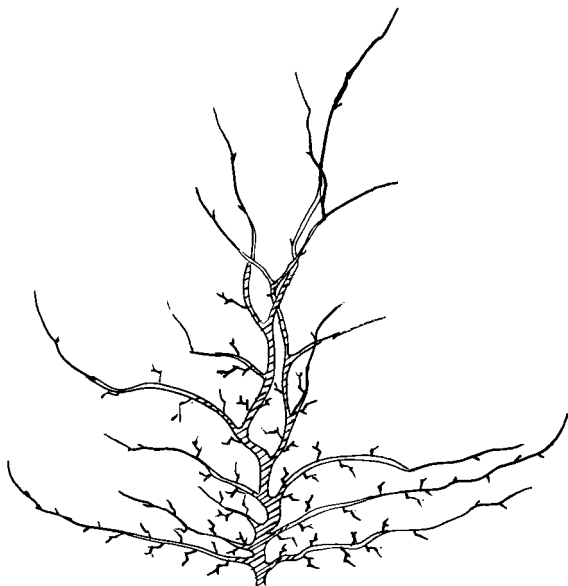


图 1 油朴幼树根系

Fig. 1 Root system of young tree of *Celtis wightii*

缘具锯齿,上面无毛,具乳突状小突起,下面不显著,基出脉 3,上面凹陷,侧脉多对,在近边缘处网结,细脉近横出,叶柄长 1~2 cm。

1. 4 花

油朴的花为聚伞花序,长 4~5 cm,无毛,花小,无花被,杂性同株,雄花簇生,雌花单生,萼片 4~5 裂,雄蕊 4~5,子房一室,有倒垂的胚珠一颗。花期 5~7 月。

1. 5 果

油朴的果为肉质核果,成熟黑色。椭圆形,长约 1.5 cm,径约 1.2 cm,鲜果果皮绿色,干时棕褐色,种仁可食用,有类似核仁的香味,但不宜多吃,否则引起头晕,甚至呕吐。果期 8~12 月。

2 生物学特征

2. 1 种子生物学特征

油朴种子长卵形,长约 1.2 cm,直径约 1 cm,色白,表面粗糙,呈不规则凹陷。果实采集后,室内放置 2~3 d,待果皮腐烂时,除去果皮洗净便可获取种子。种子千粒重约 860 g,1 kg 约 1 100 粒种子。种壳坚硬,富含钙质(通过野外调查中,我们发现油朴种子的种壳富含钙质——表现为大量被动物吃去种仁残留下的种壳有钙化现象)。种子含油量高,失水或置于湿润土中发芽率明显下降或丧失,适当凉干后混沙埋藏于无直射光处可适当延长种子一定的生命力。

由于油朴在西双版纳几乎仅生长于石灰岩山森林,为了探讨其种子萌发与土壤基质的关系,我们将同一批采集的种子分别置于河沙、石灰岩山森林林下钙质(取自勐仑石灰山)及非钙质的湿性季节性雨林林下酸性土(取自勐仑植物园迁地保护区)等 3 种不同基质进行了播种(盆播)

表 1 油朴不同环境、土壤基质播种发芽情况统计表¹⁾

Table 1 Statistic table of sowing and germination in different condition and soil
采种时期: 1993-01-07 播种日期: 1993-01-10

环境及土壤基质	播种地点	播种方法	播种数量 (粒)	发芽数 (粒)	发芽率 (%)	至 120 d 时 有苗株数 (株)	发芽势 (%)	备 注
屋檐下盆播 (无直射光,但 散射光较强)	河砂	植物园西区	稍覆砂或种子 露出 1/3	50	48	96.0	39	83.1
	非钙质土	植物园西区	稍覆土或种子 露出 1/3	50	23	46.0	2	8.7
	钙质土	植物园西区	稍覆土或种子 露出 1/3	50	45	90.0	41	91.1
自然林下播 森 林	湿性季节 性雨林林 下阴湿 石灰岩	植物园濒危 植物区	播于枯枝 落叶层	50	3	6.0	0	0
	钙质土	勐仑小腊公 路 67 公里	播于枯枝 落叶层	50	34	68.0	16	47.1

1) 播后 65 d(最快的 2 月 21 日开始萌发,到 3 月 15 日止)统计发芽粒数,发芽后 120 d 统计发芽势。

萌发试验。在石山钙质土中仿照石灰山自然林下岩石裸露的现象,我们采用了稍大的盆,并在盆中及土表放置了一些取自石山林下大小不等形状不规则的石灰岩石,播种时均稍覆土,使种子露出 1/3。试验结果统计整理见表 1。

从表 1 的试验结果看,油朴种子不仅在石灰山土壤中发芽率、发芽势(成苗率)相当高(发芽率达 90.0%,发芽势达 91.1%)外,在各种矿质元素含量较少的河沙基质中发芽率、发芽势也均很高,甚至发芽率(96.0%)比石山基质还高。但在非钙质的酸性红壤土基质中,不仅发芽率低(才 46%),其发芽势也只是 8.7%。

另外,我们也把同一批采集的种子分别置于湿性季节性雨林(勐仑热带植物园迁地保护区,海拔 550 m)和石灰岩山森林(勐仑小腊公路 67 km,石灰山,海拔 600 m)林下进行播种萌发试验(播于自然林下的种子均采用铁砂窗网遮盖,以防动物吃去种子),种子均播于地表的枯枝落叶层。试验结果统计见表 1。从这一试验看出,油朴种子的确在阴湿的季节性雨林中发芽率相当之低,仅为 6%,而且发芽势为 0。

再从表 1 的酸性红壤土盆播与酸性红壤土自然林下播种萌发试验结果看,阴湿的环境油朴种子发芽明显降低,这也许是由于这一林下阴湿,土壤潮湿,使这一高含油的油朴种子产生酸败?导致播下的绝大多数种子丧失萌发力。

我们在进行油朴种子湿性季节性雨林土壤自然林下播种试验时,发现在播下的 50 粒种子中,有 15 粒已萌发的种子,待胚根生长到 0.5~1.0 cm 时,均被一种小黄蚂蚁围住每粒种子筑巢而致死,这一现象在同一地点挖回的土壤进行盆播种萌发试验中也可见到,从这些试验看,播种前对播种基质进行消毒,有可能提高种子的发芽成苗率。

油朴果实及其种、苗见图 2、3。

2. 2 生长发育特征

油朴种子播下约 30 d,坚硬的种壳因种子吸水膨胀后裂开,种子开始萌发。待胚根生长到约 1.5 cm 时,子叶带内种皮露出地面;此后约生长 5 d,即下胚轴长至 4 cm 时,子叶所带种皮脱落;种皮脱落后 1 d,即当下胚轴长到 5~6 cm 时,子叶展开,幼嫩的真叶开始出现。幼苗为子叶出土萌发型,子叶 2 片,肥厚,长卵形,上面稍凹下,下面近圆形,长 1.0~1.3 cm,宽 0.4~0.5 cm,上面绿色,下面色稍淡。当幼苗生长到 30 d,即胚根(主根)长 15 cm,地面高 10.5 cm(其中下胚轴 7.5 cm,上胚轴 3 cm),真叶 2 片时,子叶脱落,子叶脱落时,幼茎淡绿色,真叶 4 片,宽 1.7

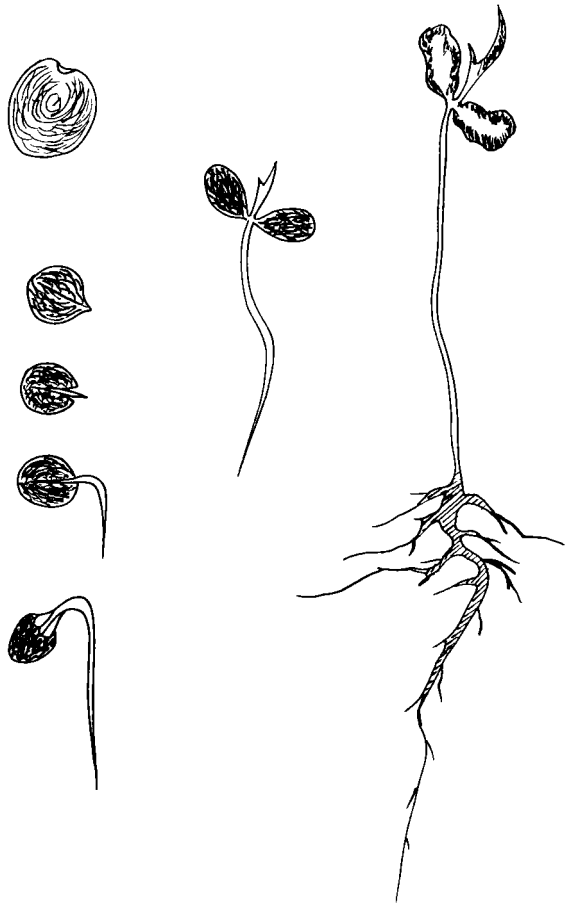


图 2 油朴种、苗

Fig. 2 Different stage of seed and seedling

- 1. 果实 2. 种子 3. 种子萌发 4. 胚根入土 5. 种壳脱落
- 6. 子叶展开 7. 真叶出现
- 1. Fruit 2. Seed 3. Germination 4. Radicle stretching
- 5. Seed coat falling 6. Cotyledon growing
- 7. Leaves appearing

cm, 具短柄, 基部楔形, 先端短尖头, 边缘具锯齿, 色绿, 叶脉明显可见。

在不同环境条件下, 油朴幼苗的生长有一定差异。我们观测了分别播种于不同土壤基质及不同环境条件下萌发后的幼苗生长情况, 结果统计整理见表 2。

从表 2 看出, 在相同光照的 3 种不同土壤基质中, 以石灰山钙质土壤基质幼苗的生长最快, 长势也最佳, 生长不到 1 a, 仅 240 d 就可长到高 28 cm, 地径 5 mm, 并有一次分枝, 这是相当于油朴在自然林下生长了 3 a 左右的苗势。再从表 2 的同一土壤基质(石灰山钙质土), 不同生境(这里主要指光照和水分, 表中的光照和水分强弱依次为盆播→自然林林窗→自然林林下)幼苗的生长看, 它在幼苗期的生长与光照和水分的强弱成正相关关系, 即在一定光照强度范围内, 增加光照及保持足够的水分, 幼苗的生长越快, 苗势越好。由此看来, 石灰山土壤的水分及林下光照是导致油朴幼苗生长缓慢或幼苗休眠期长的主要因素, 所以自然森林中, 适当的林窗有助于油朴幼苗的生长。另外, 由于石灰岩山土壤孔隙度大, 透水性好, 保水性差, 土壤水位一般较低, 致使在石灰山自然林下生长的油朴幼苗, 即油朴苗期, 根系虽有主根和侧根之分, 但主根较长, 侧根短稀少, 其地下部分(根)的长甚至都超过地上部分的高。油朴在西双版纳石山森林中, 一般为群落乔木 B 层(局部地带少数可达到乔木 A 层)树种, 不仅幼苗在林下生长缓慢, 而且林下幼树的生长也较缓慢, 但总的看来, 幼苗及幼树的生长较成年大树快。油朴成年大树干季有落叶现象, 生长季一般在雨季和大雾季(1~2 月)。林下幼苗, 在较干燥的环境地带, 干季休眠期长; 但在光照及水湿条件较好的地带, 休眠期短, 一年中

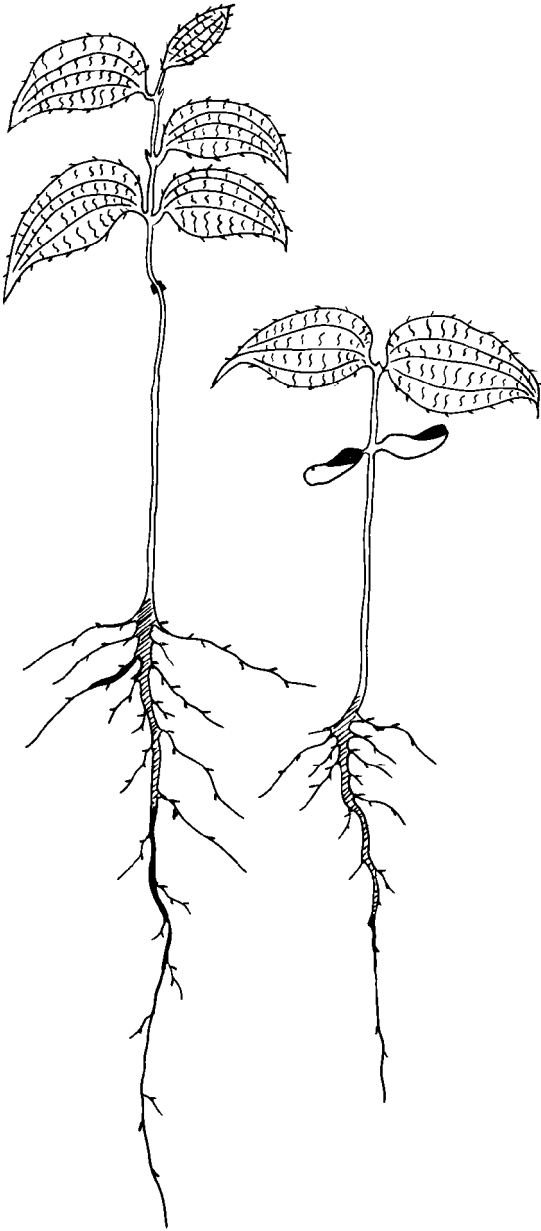


图 3 油朴幼苗

Fig. 3 Seedlings of *Celtis wightii*

1. 真叶展开 2. 子叶脱落, 幼苗形成

1. Leaves growing 2. Cotyledon falling and seedling establishing

生长多次。在石山森林中, 生长 30 a 的树, 胸径才约 20 cm, 要生长 30 a 的树才开始结果。成年母

树一般 3 a 开花结果一次, 结果年份, 结果量大, 果实累累。

表 2 油朴不同环境、土壤基质下幼苗生长情况统计表¹⁾

Table 2		Observation of seedling growth in different condition and soil							
环境及 土壤基质		高 度 (cm)	地 径 (mm)	叶片数 (片)	叶片大小 (长×宽) (cm)	分枝次数 (次)	根 深 (cm)	备 注	
屋檐下盆播 (无直射光, 但散射光较 强)	河砂	20	2.1	6	18× 6	无	18.5	仅有 2 株开 始有分枝	
	非钙质土	10	1.0	4	8× 2.8	无	9		
	钙质土	28	5.0	10	20× 7	1	20.5		
石灰岩山 森林林下 播种苗	林下	钙质土	12.5	1.8	4	10× 3	无	13	
	林窗	钙质土	18	2.2	5	17× 4.5	无	19	

1) 统计资料均为种子萌发后, 生长 240 d 的苗, 并且每一情况观测 5 株取平均值。

3 生态习性与分布

油朴在西双版纳生长地的气候为东南亚热带北缘气候, 年均温 17.5 ~ 22.0 ℃, 极端低温 0.5 ~ 5.7 ℃, 年降雨量约 1540 mm。

在西双版纳的石山森林, 从海拔 500 m 的近山脚到海拔 1 300 m 的山坡均有油朴分布。凡有油朴生长地的生境特点, 主要表现为石骨林立, 岩石裸露几乎都达 50% 以上, 高出地面一般在 0.5 ~ 2 m 间不等, 个别地带石茅可高达 3 m 以上, 具有显著的石灰岩岩溶特征, 形成上有森林下有石林为特征的景观。油朴生长地的土壤为石灰岩钙质土, 但只见于石穴、石缝中, 在局部平坦和低洼处积土稍多。土壤发育不完全, 土层浅薄, 在淀积层下直接为母岩层, 土体通常干燥, 团粒结构, 比较疏松, 表层腐殖质丰富。

油朴在西双版纳, 特别是在石灰岩山的阴坡山坡或阴坡的近山顶石头多, 土壤少, 林下阴、干生境的地带, 植株较多, 尤其是大树多, 从表 4 的调查统计看, 在 1 hm² 面积里, 高 5 m 以上的树有 124 株; 随着往下坡, 岩石露头少, 土层稍厚, 地势稍平坦的地方分布的种群反而减少, 甚至在山脚没有大树。在石山凡岩石裸露多的地方, 一般土壤很少, 仅见于岩石之间, 而油朴正生长于这样的环境, 在这种情况下生长的油朴, 根系延伸的面较广, 常形成板状或网状的根, 即根系紧贴于或抱住岩石, 生长成为网状支柱根, 根系在岩石边缘往下延伸, 达到下面的土壤后, 逐渐粗大, 有的甚至穿过岩石的孔隙伸达土壤。由此看来, 油朴一般习生于山坡岩石露头多的阴坡及林下阴而干的生态环境中。

油朴不仅在西双版纳几乎只分布于石灰岩山森林中, 而且在印尼、老挝、越南等国家几乎也都生于石灰岩土地区。

4 种群结构

在西双版纳石山森林群落中, 油朴一般出现在乔木 B 层, 仅在少数地段有出现在乔木 A 层的情况(如在巴卡银厂石山)。它在勐仑石山森林群落中的主要伴生树种 A 层有四数木 (*Tetrameles nudiflora*)、多花白头树 (*Garuga floribunda* var. *gamblei*)、黄果朴 (*Celtis bodinieri*)、一担柴

(*Colona floribunda*)、羽叶白头树(*Garuga pinnata*)等, B 层有轮叶戟(*Lasiococca comberi* var. *pseudoverticillata*)、尖叶闭花木(*Cleistanthus sumatranus*)、巴巴叶(*Sumbaviopsis albicans*)、大苞藤黄(*Garcinia bracteata*)等, C 层有石山树火麻(*Laportea arentissima*)、白背桐(*Mallotus paniculata*)、菱果九里香(*Murraya koenigii*)、常绿榆(*Ulmus lanceaefolia*)、石山暗罗(*Polyalthia calcicola*)、碧绿米仔兰(*Aglaia viridis*)等。

它在勐醒回凹电站石山森林群落中的主要伴生树种 A 层有四数木、番龙眼(*Pometia tomentosa*)、毛紫薇(*Lagerstroemia tomentosa*)等, B 层有山蕉(*Miophora maingayi*)、巴巴叶、棕(*Caryota urens*)等, C 层有二室棒柄花(*Cleidion spicoflorum*)、大叶藤黄(*Garcinia xanthochymus*)、垂叶榕(*Ficus berjamina*)、锈毛山小桔(*Glycosmis ferruginea*)、歪叶榕(*Ficus cyrtophylla*)、黑毛柿(*Diospyros atrotricha*)、滇南风吹楠(*Horsfieldia tetratapa*)等。

它在巴卡银厂石山森林群落中的主要伴生树种 A 层是多花白头树, B 层有轮叶戟、石密(*Alphonsea mollis*)、四瓣木楝(*Amoora tetrapetala*)等, C 层有白背桐、割舌树(*alsura robusta*)、小林乌口树(*Tarenna sylvestris*)、二室棒柄花等。

油朴在西双版纳石山森林各群落中所处的位置见图 4、5。从图中看出, 它在石山森林各群落乔木层中均占有优势的地位及有较大的种群。

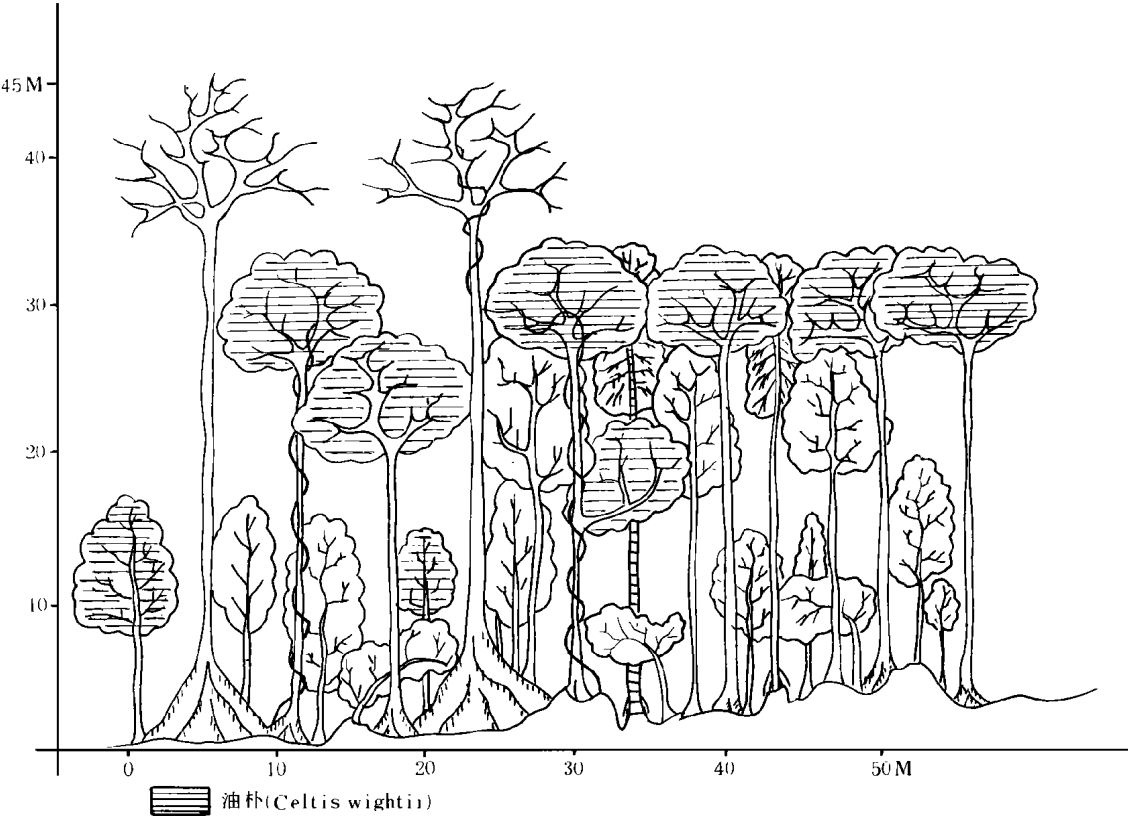


图 4 油朴在石山季节雨林(油朴—轮叶戟群落)中的位置(1)
(勐醒回凹电站石山森林)

Fig. 4 The profile of community with *Celtis wightii* as domination species (1)

据调查,油朴结果年份,大量落到地面的种子,虽有相当部分被动物食去,但仍有不少未被动物所食而幸存下来,这些种子一般发芽率均很高。而且,油朴的天然更新虽有随生境

不同有所差异,但在森林中,凡有油朴生长的地方,林冠下天然更新一般都较好,单位面积上的个体数较多,且林冠下各龄级苗木及幼树均有,甚至在一些林窗处有高 1.5 m 以下幼树成片集生现象,不过成年油朴或油朴的大树均呈星散分布。

我们在勐醒回凹电站四数木、油朴、轮叶戟,勐仑小腊公路 67 km 的四数木、尖叶闭花木、轮叶戟及基诺巴卡银厂羽叶白头树、油朴、轮叶戟等群落中,分别对株高 5 m 以下幼树、幼苗及株高 5 m 以上成年大树进行了种群调查。株高 5 m 以下幼树及幼苗采取在群落中随机做 5 个 4 m × 4 m 小样方(其中回凹电站四数木、油朴、轮叶戟群落的林窗及非林窗处也分别做了 5 个 4 m × 4 m 小样方),结果各取 5 个小样方的平均值,并按高度级统计整理见表 3。株高 5 m 以上成年大树的调查,据各群落所处地形等的不同,分别做了 800、1 500 及 2 500 m² 调查,结果统计整理表 4。

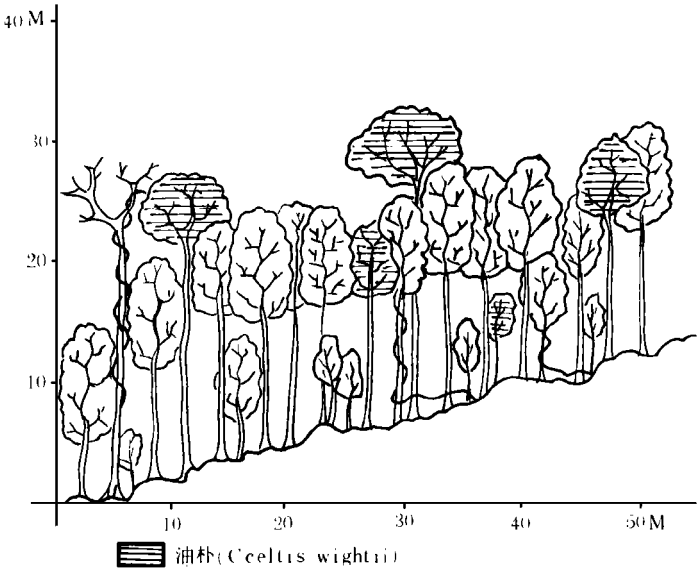


图 5 油朴在石山季节雨林(油朴—轮叶戟群落)中的位置(2)
(基诺巴卡银厂石山森林)

Fig. 5 The profile of community with *Celtis wightii* as
domination species (2)

表 3 油朴西双版纳生长地幼树及幼苗调查统计表

Table 3 Survey table of seedling and sapplings in the limestone forest

面积: 16 m²

调查 地点 日期 (年,月)			海 拔 (m)	群 落	生 境	每公顷各龄级(按高度级)实生苗或幼树株数 ¹⁾								备 注
						10 cm 以下	11 ~ 30	31 ~ 50	51 ~ 100	101 ~ 150	151 ~ 200	201 ~ 500	合 计	
						(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)		
勐醒回 凹电站	1998.2	740		四数木、油 朴、轮叶戟	石灰岩山, 阴坡山坡, 地面岩石露头面积 70%, 林下阴、干	12 999	8 099	3 799	1 900	400	200	200	27 597	非林窗
					目前, 仅光照比前强, 湿度不如前大	9 299	6 499	4 400	2 500	700	400	300	24 098	林窗
勐仑 67 公里	1998.10	580		四数木、尖叶 闭花木、轮叶 戟	石灰岩山, 阴坡山脚, 缓坡, 地面岩石露头 面积 50%, 林下阴、干	8 299	5 699	3 100	1 500	500	300	200	19 598	非林窗
巴卡 银厂	1998.12	1100		多花白头树、 油朴、轮叶戟	石灰岩山, 阴坡山坡, 地面岩石露头面积 60%, 林下阴、干	27 773	10 907	6 965	1 900	725	6 698	1 733	56 701	非林窗

1) 根据 16 m²样方推算出来的株数。

表 3 显示, 在海拔 740 m 的阴坡山坡, 岩石露头 70%, 林下阴、干生境的四数木、油朴、轮叶戟群落中, 林窗处 30 cm 以下幼苗个体比非林窗处少, 但 31 至 500 cm 各龄级的幼树, 却林窗处的个体均多于非林窗处。总的来看, 林窗及非林窗处各龄级个体均有, 并都有随着幼苗或幼树的生长, 个体逐渐被淘汰。在勐仑海拔 580 m 半阴坡, 岩石露约 50%, 林下阴、干的四数木、尖叶闭花木、轮叶戟群落中, 几乎也有前面类似的情况。而在巴卡银厂海拔 1100 m 的阳坡, 林下阴、干的多花白头树、油朴、轮叶戟群落中, 油朴各龄级的个体数均远高于回凹和勐仑两地。从不同地点、不同海拔及不同生境的 3 个群落中油朴种群调查看, 各个群落有巨大个体的当年生实生苗, 但他们中的 30%~60% 几乎都当年及第二年被淘汰。

表 4 油朴西双版纳生长地成年大树调查统计表
Table 4 Survey table of mature trees in the limestone forest

地 点	调查日期 (年, 月)	海拔 (m)	群 落	生 境	样地面积 (hm ²)	林层 (乔木)	郁闭度	样地内共有植物株数	样 地 内 的 油 朴													备 注																																																																																																																																																																																																																																																																										
									株数	占该层植物株数 (%)	树 高 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)		平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅 (m)	平均最高最低平均最大最小冠幅

1) 根据样方推算出来的株数。

从表 4 看, 3 个群落中, 油朴在乔木 C 或 D 层的个体数一般较少, B 或 A 层个体数较多, 最多的 在 1 hm²面积里 A 层可有 25~26 m 的个体 25 株, 占该层乔木总株数的 50%以上; 另外, 在海拔较高, 岩石露头面积 70%的多花白头树、油朴、轮叶戟和四数木、油朴、轮叶戟群落中, 油朴成年大树个体均比海拔稍低、岩石露头面积 50%, 林下阴、干生境的四数木、尖叶闭花木、轮叶戟群落中的多, 在 1 hm²面积的多花白头树、油朴、轮叶戟群落中, 油朴株高 5 m 以上的个体可达到 38 株, 而在四数木、油朴、轮叶戟群落中, 甚至达到 124 株。结合表 3 及表 4 看, 在所做样方的 3 个群落中, 油朴均有较大天然更新的实生苗及相当个体的预备种群, 我们认为: 油朴在西双版纳石灰岩山森林群落中具有较稳定的种群结构。

4 结论与讨论

通过对油朴生物学特征、分布与生态习性及其种群的调查研究,初步看出了:(1)油朴种子壳硬实,萌发期稍长,种子属于子叶出土萌发型;(2)种子在石灰岩土壤基质和河沙中均有较高的萌发率,且成功率也相当高,但它在非钙质的酸性土壤基质中不仅发芽率低,成苗率也很低,特别是在阴湿生境的酸性土壤上的幼苗几乎都将死去;(3)幼苗的生长与土壤基质有较大的相关性,尤其以钙质土上的幼苗生长最快,长势最好;(4)在一定范围内增加光照和保持足够的水分有利于幼苗的生长,森林适当的小林窗有助于油朴的天然更新、生长及种群的扩大。(5)它虽在西双版纳石灰岩山森林普遍分布,但更多见生于(或只见于)岩石露头多、土壤少的山坡及缓坡的近山顶处,山脚少见,山顶几乎不见;(6)凡有它生长的地带,均有较大的天然更新苗及一定的预备种群,故它在西双版纳石灰岩山森林群落中具有较稳定的种群级结构。

我们仅对油朴采用了一般的方法,进行了短时间的调查、分析、研究,为此,研究的结果是阶段性的,仅供参考。

关于石灰岩山植物的生长,分布与钙基质的相关性,国内,外曾作过大量的研究^[3~12],但至今仍然存在不同的观点。我们认为:钙基质对一些石山专有种或喜钙植物的生长、分布有较大的影响或在某种程度上能起到一定的制约作用?但至于在这些植物生长发育的哪个阶段起作用,我们目前做的工作不多,不能在这方面得出结论。

对于油朴与土壤钙基质的相关性,我们初步认为:土壤基质虽对油朴种子的萌发影响不大,但对苗期及苗期后油朴的生长、发育有一定的影响。也许油朴是一种喜钙植物?值得进一步深入研究。

参 考 文 献

- 1 许再富,禹平华,邹寿青等.滇南热带野生植物在栽培条件下生长及适应性探讨.热带植物研究,总第21期:21
- 2 西南林学院,云南省林业厅.云南树木图志.昆明:云南科技出版社,1990.652
- 3 侯学煜.中国境内酸性土、钙质土和盐碱土的指示植物.中国科学院,1954年.
- 4 柴锡周,叶仲节.浙江省石灰性土类型及其适地适树试验研究.森林与土壤论文集,北京:科学出版社,1981,161~168
- 5 许兆然.中国南部和西南部石灰岩植物区系的研究.广西植物,1993,增刊四:5~54
- 6 文和群,许兆然等.中国南部和西南部石灰岩珍稀濒危植物的初步研究.广西植物,1993,增刊四:55~90
- 7 李保贵,朱华,王洪等.西双版纳石灰山建群树种——轮叶戟的调查.热带植物研究,总第36期:17~26
- 8 李保贵,朱华,王洪.滇南石灰岩山森林建群树种尖叶闭花木的研究.热带植物研究论文报告集.昆明:云南大学出版社,第四集:82~90
- 9 张祝平,何道泉,敖惠修等.粤北石灰岩山地主要造林树种的生理生态学特性.植物生态学与地植物学学报,1993,17(2):133~142
- 10 Clarkson D T. Calcium uptake by calcicole and calcifuge species in the genus *Agrastis* L. *The Journal of Ecology*, 1965, 53(2): 427~435
- 11 Ronison I H. Some experimental aspects of the calcicole——calcifuge problem I. ——the effects of competition and mineral nutrition upon seedling growth in the field. *The Journal of Ecology*, 1960, 48(3): 585~599
- 12 Clymo R. S. An experimental approach to part of the calcicole problem. *The Journal of Ecology*, 1962, 50(3): 707~731