

川八角莲繁殖生态学初步研究*

马绍宾

(中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204)

摘要 对川八角莲(*Dysosma veitchii*) 3个种群进行的繁殖生态学研究结果表明: 川八角莲主要分布在常绿阔叶林下, 个体在种群内呈片丛状分布或为散生。川八角莲只进行有性生殖, 由种子萌发到性成熟约需要5~6年。性成熟植株的花芽在开放前一年8月上旬开始形成, 至11月上旬营养生长结束时花各部分已分化完全。川八角莲为自花受粉植物, 限制结实率与结籽率的主要因素是花的构造不利于授粉以及营养竞争。果实与种子的近距离散布主要通过重力和蚂蚁, 远距离散布主要通过鸟和啮齿类食用果实来进行。在自然条件下, 川八角莲不进行营养繁殖, 但在人工条件下, 可用根来进行营养繁殖。

关键词 川八角莲 繁殖生态学 进化

A CONTRIBUTION TO THE REPRODUCTIVE ECOLOGY OF *DYSOSMA VEITCHII*

MA Shao-Bin

(Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

Abstract *Dysosma veitchii* most commonly occurs in a randomly, or patchy pattern in ever-green broad-leaved forests of shaded mountain slopes. This study investigated the reproductive ecology of three populations of this species under natural conditions. Reproduction in *D. veitchii* is restricted to a sexual strategy and sexual maturity is reached about 5-6 years after germination. Flower initiation occurs in the early August of the year prior to blossoming. By November, when vegetative growth ends, the mature morphology of the flower has formed: flowers pass winter and early spring in a dormant bud stage. While *D. veitchii* is autogamous, most plants do not produce fruit due to improper pollination and nutrition competition. Both gravity and ants act as short distance dispersal agents, while birds and rodents are long distance dispersal agents. In its natural environment, *D. veitchii* cannot propagate vegetatively, though attempts at vegetative propagation under artificial condition from root sections have been successful.

Key Words *Dysosma veitchii*, Reproductive ecology, Evolution

川八角莲为小檗科多年生草本, 其所在的鬼臼亚科是一个系统位置尚有争议的类群(马绍宾等, 1997a), 对其进行繁殖生态学研究可为系统学研究积累一些基本资料。此外, 川八角莲亦是一种民间常用草药(包士英, 1997); 其根及根状茎中含有的鬼臼毒素既是治疗尖锐湿疣的优良药物, 亦是合成多种抗癌药物的前体(蒋子华等, 1989; 陈懿亨, 1979)。对其进行繁殖生态学研究可为引种驯化及人工栽培积累一些必要的基础生物学知识, 具有实际应用价值。

1 材料和方法

本研究自1994年起对3个川八角莲(*Dysosma*

veitchii) (Berberidaceae) 种群的有性繁殖过程进行了观察: 1) 种群特征; 2) 个体发育过程以及在该过程中繁殖器官形态及数量变异式样; 3) 传粉方式; 4) 自然种群的结实率与结籽率; 5) 果实与种子散布机制。为确定传粉方式, 在种群内选取10棵植株, 每棵植株选取3朵发育良好且发育期相对一致的花分别进行套袋、自花授粉和异花授粉试验(5朵同株异花授粉, 5朵异株异花授粉)。套袋试验用带小孔的硫酸纸袋进行; 利用栽培材料进行根萌繁殖, 栽培材料种植于云南大学生物系试验地。供研究的3个种群为: 种群: 位于云南禄劝县茂山乡哪拥办事处, 北纬25°45', 东经102°20', 海拔2000 m; 种群: 位于云南禄

* 收稿日期: 1998-12-21 修订日期: 1999-07-19

基金项目: 国家自然科学基金(3986022)及云南省科委应用基础研究基金(98C0020)

现工作单位: 云南大学生物系, 昆明 650091 Present address: Department of Biology, Yunnan University, Kunming 650091

劝县云龙乡龙潭箐, 北纬25°46', 东经103°07', 海拔2200 m; 种群₁: 位于云南嵩明县阿子营乡果栋村, 北纬25°25', 东经103°08', 海拔1900 m。

2 结果

2.1 种群及其生境

在所观察的3个种群中, 川八角莲生活的环境都十分相似, 均在常绿阔叶林下, 红壤, 母质为紫色沙岩(种群₁及种群₂)或为玄武岩(种群₃), 土层深厚, 酸性, pH 值为4.5~6。个体在各个种群内的分布状况、年龄结构及开花结实状况可总结为表1。

种群₁生活于林缘或次生林下。群落上层树种为一些小乔木, 主要种类有滇石栎(*Lithocarpus dealbatus*)、化香(*Platycarya strobilacea*)、头状四照花(*Cornus capitata*)、尼泊尔桤木(*Alnus nepalensis*)等, 盖度在10%~90%之间; 灌木层很发达, 盖度在20%~70%之间, 主要种类有细齿叶柃(*Eurya nitida*)、山茶(*Camellia pitardii* var. *yunnanica*)、老鸦炮(*Vaccinium fragile*)、炮仗花杜鹃(*Rhododendron spinuliferum*)、厚皮香(*Ternstroemia gymnanthera*)等; 草本层主要是一些荫生种类, 兼有一些阳生种类, 盖度在0~50%之间,

常见种类有鳞毛蕨(*Dryopteris* sp.)、凤尾蕨(*Pteris* sp.)、毛蕨菜(*Pteridium excelsum*)、粉背蕨(*Aleuritopteris* sp.)、川续断(*Dipsacus asper*)、龙芽草(*Agrimonia nepalensis*)、天名精(*Carpesium abrotanoides*)、车前草(*Plantago major*)、紫花地丁(*Viola philippica*)、冷水花(*Pilea* sp.)等。川八角莲个体在种群内呈片丛状分布, 各片丛结构见表1。在该种群内, 性成熟植株占总个体数的15.01%; 结实个体占开花个体数的20.59%, 占总个体数的3.22%。

种群₂所在群落为成熟常绿阔叶林。乔木层主要有元江栲(*Castanopsis orthacantha*)、帽斗石栎(*Lithocarpus mairei*)、滇青冈(*Cyclobalanopsis glaucooides*), 盖度为50%~90%; 灌木层很少, 常见种类有野八角(*Illicium verum*)、清香桂(*Sarcococca ruscifolia*)、大黄连(*Mahonia mairei*), 盖度低于20%; 草本层主要是一些耐荫种类, 如小叶(*Galium asperifolium*)、冷水花、鳞毛蕨、粉蕊黄杨(*Pachysandra axillaris*)等, 盖度在30%~60%。

川八角莲个体在种群内散生或为片丛状分布。在该种群中, 开花个体占总个体的27.30%, 结实个体占开花个体的15.22%, 占总个体数的4.15%(见表1)。

表1 川八角莲3个种群中不同片丛的年龄结构状况

Table 1 The age structure of patches in three *Diosma veitchii* populations

| 种群 Population | 片丛 号 No. | 盖度 Coverage (%) | 统计总 个体数 TNS | 二年生个体及 所占比例 ¹⁾ (%) | 三年生个体及 所占比例 ²⁾ (%) | 四年生个体及 所占比例 ³⁾ (%) | 五年生个体及 所占比例 ⁴⁾ (%) | 性成熟个体及 所占比例(%) SM | 结果植株在开 花植株中所占 比例 FN(%) |
|------------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| | 1 | 80 | 53 | 18(33.96) | 12(22.64) | 10(18.87) | 10(18.87) | 3(5.66) | 0(0.00) |
| | 2 | 90 | 54 | 15(27.78) | 14(25.93) | 13(24.07) | 6(11.11) | 6(11.11) | 1(16.67) |
| | 3 | 70 | 143 | 50(34.96) | 40(27.97) | 30(20.98) | 15(10.49) | 8(5.60) | 2(25.00) |
| | 4 | 70 | 45 | 4(8.89) | 10(22.22) | 7(15.56) | 5(11.11) | 19(42.22) | 4(21.05) |
| | 5 | 40 | 38 | 2(5.26) | 10(26.32) | 7(18.42) | 4(10.53) | 15(39.47) | 4(26.67) |
| | 6 | 60 | 13 | 4(30.77) | 2(15.38) | 2(15.38) | 3(23.08) | 2(15.38) | 0(0.00) |
| | 7 | 80 | 27 | 2(7.41) | 6(22.22) | 10(37.04) | 6(22.22) | 3(11.11) | 1(33.33) |
| | 合计 In all | | 373 | 95(25.47) | 94(25.20) | 79(21.18) | 49(13.14) | 56(15.01) | 12(20.59) |
| | 8 | 90 | 76 | 10(13.15) | 13(17.11) | 7(9.21) | 7(9.21) | 39(51.32) | 8(20.51) |
| | 9 | 90 | 57 | 10(17.54) | 6(10.53) | 12(21.05) | 8(14.04) | 21(36.84) | 2(9.52) |
| | 10 | 50 | 204 | 54(26.47) | 53(25.98) | 41(20.10) | 24(11.76) | 32(15.69) | 4(12.50) |
| | 合计 In all | | 337 | 74(21.96) | 72(21.37) | 60(17.80) | 39(11.57) | 92(27.30) | 14(15.22) |
| | 11 | 95 | 127 | 13(10.24) | 34(26.77) | 51(40.16) | 19(14.96) | 10(7.87) | 4(40.00) |
| | 12 | 85 | 84 | 12(14.29) | 25(29.76) | 30(35.71) | 12(14.29) | 5(5.95) | 0(0.00) |
| | | | 211 | 25(11.85) | 59(27.96) | 81(38.39) | 31(14.69) | 15(7.11) | 4(26.67) |
| | 总计 Total | | 921 | 194(21.06) | 225(24.43) | 220(23.89) | 119(12.92) | 163(17.70) | 30(18.41) |

TNS: Total plant number SM: Number and percentage of sex mature plants FN: Number and percentage of plants with fruit 1)

Number and percentage of two-year old individuals 2) Number and percentage of three-year old individuals 3) Number and percentage

of four-year old individuals 4) Number and percentage of five-year old individuals

种群 所在群落为成熟常绿阔叶林。乔木层主要有帽斗石栎、头状四照花、滇青冈、厚朴 (*Magnolia officinalis*) 等, 盖度在90% 以上; 灌木层不发达, 常见种类有清香桂、梁王茶 (*Nothopanax delavayi*) 和箭竹 (*Sinarundinaria nitida*) 等, 盖度在20% 左右; 草本层较发达, 盖度在60% 左右, 常见种类有鳞毛蕨、凤尾蕨、粉蕊黄杨、星毛繁缕 (*Stellaria vestita*) 和冷水花等。川八角莲个体在种群内为散生; 该种群由于离村庄较近, 被人挖采, 因而开花植株较少, 但各级幼苗较多。在该种群中, 开花个体占总个体数的7.11%, 结实个体占开花个体的26.67%, 占总个体数的2.00%。

在3个种群中, 川八角莲有性生殖良好, 常可观察到处于各发育阶段的幼苗。种群更新和环境有密切的关系, 环境条件越稳定, 受干扰程度越小, 种群更新越慢, 性成熟植株所占比例大, 反之亦然。不同个体在3个种群内的分布状况见表1。

2.2 花的发育

在自然条件下, 川八角莲只进行有性生殖, 从种子萌发到首次开花约需5~6年。植株首次开花时间与其生活的环境以及植株是否受到损害有密切关系, 生活在优良环境中的植株开花较早, 植株受到病虫害或机械损伤后将延迟开花。川八角莲为一种短日照植物, 性成熟植株的花在植株开花前一年夏秋交接之际7月底8月初就已开始分化, 形成花原基, 此时, 营养生长尚在进行, 果实还未成熟。至11月中上旬营养生长结束时花的各部分在形态上已分化完全, 但大小孢子尚未进行减数分裂。进入冬天, 川八角莲地上部分枯萎, 地下的

花芽则停止分化进入休眠状态。休眠芽由3~4个肉质白色或稍带紫色的苞片包被着。休眠芽常为1个, 有时为2个, 1个花芽和1个营养芽, 花芽较大, 营养芽较小。营养芽在一般条件下不活动, 只有在花芽受到破坏死亡后才恢复活动, 形成一营养植株。次年春天(在海拔1900 m处, 时间为4月初), 当气温回升到一定阈值时休眠芽开始恢复活动。在花芽萌动并露出地面2~4 cm时, 小孢子开始进行减数分裂, 在花露出花瓣时花粉已发育成熟。从小孢子母细胞减数分裂开始到雄配子体发育成熟, 需6~7 d。休眠芽在出土之后, 首先露出花蕾, 幼叶则下垂, 包在茎上, 两枚白色的苞片在花芽出土后变为红棕色, 位于茎基部, 顶端约有1~5 cm露出地面。叶在刚出土时为紫色(荫蔽生境下)或为褐色(开旷生境下)。芽在露出地面之后, 植株靠茎基的居间生长进一步长高, 此后, 叶片迅速开展, 花蕾亦迅速伸长。当花发育成熟时, 花萼脱落。川八角莲花各部分数量及形态变异状况参见表2。

聚伞花序无花序柄, 花2~9朵簇生于两叶柄交叉处。同一花序内的花在发育程度上差异很大, 先发育的花常能正常发育, 而后发育的花由于营养竞争常在发育中期死亡, 但当先发育的花受到损害时, 后发育的花则能正常发育。有关内容参见表3。

2.3 传粉方式

野外观察、套袋试验及人工授粉实验证明川八角莲为一种自花授粉植物。对种群开花植株进行的连续4 d野外观察表明, 从未有传粉媒介来拜访过川八角莲的花。在进行套袋及人工授粉的10棵植

表2 川八角莲花各部分数量及形态变异状况

Table 2 The variation pattern of flower morphology of *Dysosma veitchii*

| 观测项 Observation items | 观测数 No. | 最小值 Minimum | 最大值 Maximum | 变异范围 Range | 平均值 Mean | 标准离差 Standard deviation | 变异系数 Coefficient variation |
|---|------------|----------------|----------------|---------------|-------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 外轮萼片长 Length of exo-sepal | 34 | 6.21 | 19.24 | 13.03 | 14.30 | 3.134 | 21.910 |
| 外轮萼片宽 Width of exo-sepal | 34 | 3.25 | 9.20 | 5.95 | 6.41 | 1.430 | 22.292 |
| 内轮萼片长 Length of inner-sepal | 37 | 6.31 | 36.78 | 30.47 | 25.16 | 7.934 | 31.538 |
| 内轮萼片宽 Width of inner-sepal | 41 | 5.40 | 20.30 | 14.90 | 9.86 | 2.732 | 27.712 |
| 花瓣长 Length of sepal | 41 | 3.52 | 91.54 | 88.02 | 40.59 | 22.034 | 54.283 |
| 花瓣宽 Width of sepal | 41 | 3.54 | 15.68 | 12.14 | 9.51 | 2.777 | 29.209 |
| 雄蕊长 Length of stamen | 41 | 5.80 | 36.00 | 30.20 | 22.77 | 8.161 | 35.839 |
| 雌蕊长 Length of pistil | 41 | 3.00 | 17.82 | 14.82 | 11.45 | 3.699 | 32.316 |
| 雄蕊/雌蕊 Length of stamen / length of pistil | 41 | 1.55 | 2.47 | 0.92 | 1.97 | 0.210 | 10.640 |
| 单花胚珠数 Ovule number per flower | 41 | 29.00 | 159.00 | 130.00 | 86.93 | 35.030 | 40.300 |
| 每植株胚珠数 Ovule number per individual | 44 | 80.00 | 912.00 | 832.00 | 411.29 | 253.700 | 61.680 |

表3 川八角莲开花与结果状况

Table 3 The flowering and fructification condition in *Dysosma veitchii*

| 观测项 Observation items | 观测数 No. | 最小值 Minimum | 最大值 Maximum | 变异范围 Range | 平均值 Mean | 标准差 Standard deviation | 变异系数 Coefficient variation |
|---|------------|----------------|----------------|---------------|-------------|---------------------------|-------------------------------|
| 总花数 Fl. number per individual (FLN) | 70 | 2.00 | 9.00 | 7.00 | 4.86 | 1.53 | 31.41 |
| 迟开花数 Number of postpone dev. Fl. (NPDF) | 67 | 0.00 | 3.00 | 3.00 | 1.73 | 0.91 | 52.80 |
| 败育花数 Number of abortive Fl. (NAF) | 66 | 0.00 | 4.00 | 4.00 | 0.86 | 0.89 | 103.34 |
| 果实数 Fruit number of individual (FRN) | 70 | 1.00 | 5.00 | 4.00 | 2.17 | 1.20 | 55.43 |
| 结实率 Fruit set ratio ($R_1 = FRN/FLN$) | 70 | 0.17 | 1.00 | 0.83 | 0.44 | 0.20 | 44.94 |
| 迟开花率 Postpone dev. ratio ($R_2 = NPDF/FLN$) | 67 | 0.00 | 0.75 | 0.75 | 0.38 | 0.21 | 54.93 |
| 败育率 Abortive ratio ($R_3 = NAF/FLN$) | 66 | 0.00 | 0.50 | 0.50 | 0.17 | 0.17 | 98.45 |
| 单果种子数 Seed number of a fruit | 50 | 1.00 | 70.00 | 69.00 | 9.70 | 14.92 | 153.82 |
| 单株种子数 Seed number of an individual | 53 | 1.00 | 183.00 | 182.00 | 20.74 | 36.67 | 176.79 |
| 鲜果重 Weight of fresh fruit(g) | 50 | 3.50 | 30.48 | 26.98 | 11.14 | 8.75 | 78.59 |

Fl.: Flower dev.: Development

株中,除1株被牛践踏死亡外,其余9株的试验结果可总结为表4。从表中可看出,川八角莲自交可育,套袋植株与自然种群结实率相近,人工授粉可显著地提高结实率与结籽率。这些事实说明,在所观察的种群内,川八角莲是一种自花授粉植物。

表4 在种群内进行的传粉试验及其结果

Table 4 Pollination experiments and the results in population I

| | 套袋 Covered with bag | 自花授粉 Self pollin- ation | 同株异花 授粉 Intra- individual cross | 异株异花 授粉 Inter- individual cross |
|------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---|---|
| 花数 Flower number | 10 (9) | 10 (9) | 5 (5) | 5 (4) |
| 果实数 Fruit number | 2 | 8 | 4 | 4 |
| 结实率 Fruit set ratio(%) | 22.22 | 88.89 | 80.00 | 100.00 |
| 平均种子数 Average seed number | 14(7, 21) | 27 | 25 | 32 |

与其它一些自花授粉植物具有较高结实率不同,川八角莲在自然条件下结实率很低且不稳定。在3个种群中,不同种群、同一种群内不同片丛间结实率差异较大(表1),这主要是由于川八角莲花的构造没有与传粉方式相适应:1)内轮花萼和花瓣很长,在花开以后,其先端仍交织在一起,传粉者无法进入花内为其传粉;2)花药较雌蕊长,且在前端有一不育的长尖头(由药隔延伸而成),尖头在花开放时向雌蕊方向弯曲并交叉于柱头前方,进一步阻碍传粉者进入花内为其传粉。川八角莲花的构造强迫其进行自花授粉。而另一方面,川八角莲没有形成与自花授粉相适应的形态结构与机制:其花下垂,花药与柱头间存在一定的间隔,散落的

花粉不能很好地落在柱头上,从而使许多花不能正常受粉,造成败育,这是造成川八角莲结实率和结籽率低下的主要原因。营养竞争也是降低结实率的原因之一。

川八角莲在形态上具有许多与自花授粉相适应的特征,如花无蜜腺、雄蕊较雌蕊长、花期短、花粉粒大而光滑,花萼、花瓣及雄蕊在花开放过程中一直交织在一起,传粉媒介不能进入花内为其传粉等。但有趣的是它同时亦具有许多与异花授粉相适应的特征,如花大而艳丽,花下垂、先花后叶、具根状茎。这些自相矛盾的特征组合在一起,说明川八角莲的祖先可能是异花授粉,在适应目前生境过程中逐渐向自花授粉方向进化,这个过程发生的时间可能不太长,以致于它还未能很好地适应于目前传粉方式。

2.4 果实、种子及其散布机制

发育迟缓的花在植株开花早期就已衰败脱落,而有一部分花则在最先开放的花发育到一定程度时才脱落,只有最先发育的花能得到良好发育。发育良好的花在受精后不久花瓣及雄蕊脱落,子房膨大发育为果实。尚未成熟的果实,果皮为绿色,有时具红色斑纹。果实经5至5个半月生长后发育成熟。果为浆果,长椭圆形或卵圆形,在外果皮上常有疣状凸起。成熟时胎座及种皮白色,外果皮紫红色。40%以上的植株只有一个果实,少数植株可有多果。每个果实中所含种子数及每株植株产种子数都变异很大(表3)。

大部分果实成熟后果皮腐烂,露出种子,种子靠重力散布在母株附近,从而形成种群内个体呈片丛状分布。亦有少量种子因果实被动物取食后得到远距离散布:川八角莲果实成熟时颜色艳丽,较大,胎座发达且富含糖份,吸引鸟及啮齿类动物来取食并为其传播

种子。啮齿类动物主要是赤腹松鼠 (*Callosciurus erythraeus*), 而鸟类主要是红嘴蓝鹊 (*Cissa erythrorhyncha*)。红腹松鼠在采食果实时, 先在果柄处开一个小孔并将果实自母株上切落, 然后在地面上继续食用果实。红腹松鼠主要取食胎座和部分种子, 余下的部分种子保留在空瘪的果皮内。鸟类在取食川八角莲果实时, 一般从果实中部开孔, 取食果实内的胎座和种子, 但不会将整个果实从母株上切落。被鸟和啮齿类遗漏的种子因其表面覆盖有一层含糖份的胎座, 从而会被蚂蚁在短距离内移动。

川八角莲果实鲜量(单位: g)和果实内种子数间的相关系数为0.936, 接近1, 说明两者之间具有非常明显的相关性, 如果用 y 表示果实内种子数量, 用 x 来表示果实鲜重, 则在两者间满足下列一元回归方程:

$$y = -9.45 + 2.41x$$

此公式可用于估计川八角莲果实内的种子数。在鬼臼类植物中, 川八角莲种子具有最大重量, 有关川八角莲种子大小、变异状况及其生物学意义等相关内容笔者已另文发表(马绍宾等, 1999)。

2.5 营养繁殖

与鬼臼亚科其它大多数成员不同(马绍宾等, 1997b; Ying *et al.*, 1984; Sohn, 1977), 川八角莲不能通过根状茎来进行营养繁殖, 每棵植株只有1个个体。生活在较差生境中的植株无论大小都无根状茎, 但生活在良好生境中的性成熟植株, 其花芽在形成时每年可向前移动, 从而形成节状根状茎。由于川八角莲每年只形成一个花芽, 因此, 根状茎亦每年只形成1节, 据此可大致判断具根状茎植株进行有性繁殖的年限。但与其近缘种类如南方山荷叶 (*Diphyllia sinensis*)、足叶草 (*Podophyllum peltatum*)、桃儿七

(*Sinopodophyllum hexandrum*)和八角莲相比, 川八角莲的根状茎在整个地下部分中所占比例较小。由于鬼臼毒素主要含在根及根状茎中, 因此川八角莲较低的鬼臼毒素含量可能和其根状茎不发达有关(陈懿亨, 1979)。在地上营养体遭破坏后, 地下残留的根或根状茎可萌发形成幼苗。在栽培材料中, 将川八角莲的根切成5~10 cm的小段, 用来根插繁殖, 可有50%左右的成活率, 这种繁殖方式可有20~100左右的繁殖系数。用根插繁殖形成的幼苗在4~5年后达到性成熟。

3 结论

本文进一步确认了前人(庄平等, 1993; 应俊生, 1979)关于川八角莲是一个适应于亚热带常绿阔叶林下典型荫生物种的结论。从研究结果可看出, 川八角莲虽为自花授粉植物, 但结实率与结籽率都不高, 且又不能进行无性繁殖, 因此其繁殖力在该类植物中比较低, 其生活史对策为K对策。这与其近缘种类不同, 在其近缘种中, 桃儿七、足叶草以及南方山荷叶具有较高的有性繁殖能力和发达的无性繁殖方式(徐正尧等, 1997; 马绍宾等, 1997b; Ying *et al.*, 1984; Sohn, 1977; Swanson & Sohier, 1976); 但与近缘种相比, 川八角莲具有最大种子(马绍宾等, 1999), 在稳定和荫蔽度较高生境条件下, 较大种子能在幼苗形成早期提供更多养分, 使幼苗更具竞争力。川八角莲生活于常绿阔叶林中, 生境较为稳定, 但种间竞争较激烈, 从而迫使川八角莲必须采取K适应对策, 以增加竞争能力。川八角莲整个有性生殖过程可总结如图1。

川八角莲在自然条件下不能通过根状茎形成无性系分株(Ram et), 这一点与其近缘种类足叶草、桃

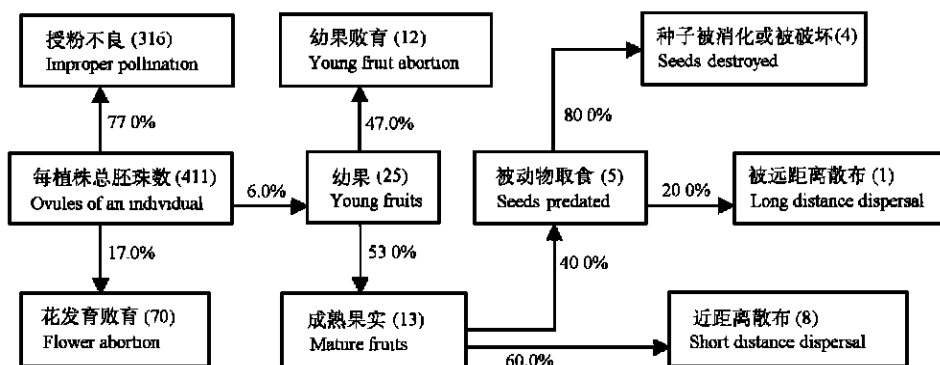


图1 川八角莲有性生殖过程

儿七、南方山荷叶及八角莲不同,这几个种都能通过根状茎进行营养繁殖从而形成无性系植株(马绍宾等, 1997b; Ying *et al.*, 1984; Sohn, 1977),这可能与川八角莲高度自花授粉有关。无性繁殖在进化上的主要作用是建立当前适合度,在自花授粉植物中,当前适合度已通过授粉机制建立起来,无须再通过无性繁殖来建立(Stebbins, 1950)。川八角莲常呈片丛状分布,片丛中的个体一方面来源于相同的祖先,另一方面其祖先由于自花授粉而使后代具有相同或相近的遗传组成。因此,川八角莲的片丛与其近缘种的无性系在进化上具有相似的地位,一个片丛相当于一个无性系。

川八角莲对环境的要求较为苛刻,近年来常绿阔叶林由于人类的砍伐而面积大量减少,使适合其分布的生境逐年减少,现有种群受到不同程度的干扰和破坏,许多种群被孤立和片段化。另一方面,川八角莲为一种民间常用药,产地群众常采集(性成熟植株由于具有较大生物量和被认为疗效更好而更易被采集)。由于川八角莲繁殖力不高,繁殖周期长,生境的破坏和过度的挖采使野生资源越来越少,使其成为渐危种,有必要对其进行保护。

参 考 文 献

Bao, S. Y. (包士英). 1997. Flora of Yunnan. Vol. 7 (Berberidaceae). Beijing: Science Press. 1~12. (in Chinese)

Chen, Y. H. (陈懿亨). 1979. A study on the resources of Chinese podophyllin plants. Acta Pharmaceutica Sinica (药学报), **17**: 101~107. (in Chinese)

Jiang, Z. H. (蒋子华) & S. Y. Chen (陈泗英). 1989. Chemical components of *Dysosma veitchii*. Acta Botanica Yunnanica(云南植物研究), **11**: 479~481. (in Chinese)

Ma, S. B. (马绍宾) & Z. H. Hu(胡志浩). 1997a. A contribution to the geographical distribution and phylogeny of Podophylloideae (Berberidaceae). Acta Botanica Yunnanica(云南植物研究), **19**: 48~56. (in Chinese)

Ma, S. B. (马绍宾), Z. Y. Xu(徐正尧) & Z. H. Hu(胡志浩). 1997b. A contribution to the reproductive biology of *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) Ying (Berberidaceae). Acta Botanica Boreali-orientalia Sinica(西北植物学报), **17**: 49~55. (in Chinese)

Ma, S. B. (马绍宾) & H. Q. Jiang(姜汉侨). 1999. Study on the seed weight and seed size variation pattern and their biological significance in Podophylloideae (Berberidaceae). Acta Botanica Boreali-orientalia Sinica(西北植物学报), **19**: 715~724. (in Chinese)

Sohn, J. J. 1977. The cost of reproduction in the mayapple *Podophyllum peltatum* (Berberidaceae). Ecology, **58**: 1366~1374.

Stebbins, G. L. 1950. Variation and evolution in plants. New York: Columbia University Press.

Swanson, S. D. & S. H. Sohmer. 1976. The biology of *Podophyllum peltatum* L. (Berberidaceae), the mayapple. II. The transfer of pollen and success of sexual reproduction. Bulletin of the Torrey Botanical Club, **103**: 223~226.

Xu, Z. Y. (徐正尧), S. B. Ma(马绍宾), C. P. Hu(胡昌平), C. Y. Yang(杨彩云) & Z. H. Hu(胡志浩). 1997. The floral biology and its evolutionary significance of *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) Ying (Berberidaceae). Journal of Wuhan Botanical Research(武汉植物学研究), **15**: 223~227. (in Chinese)

Ying, J. S. (应俊生). 1979. On *Dysosma* Woodson and *Sinopodophyllum* Ying Gen. Nov. of the Berberidaceae. Acta Phytotaxonomica Sinica(植物分类学报), **17**: 17~23. (in Chinese)

Ying, J. S., S. Terabayashi & D. E. Baufford. 1984. A monograph of *Diphylleia* (Berberidaceae). Journal of the Arnold Arboretum, **55**: 57~94.

Zhuang, P. (庄平), H. Wu(吴荭), J. L. Wu(邬家林), K. H. Liang(梁开和) & F. M. Zhou(周凤鸣). 1993. The study on ecological and biologic characters of the genus *Dysosma* in Mountain Emei. Journal of Wuhan Botanical Research(武汉植物学研究), **11**: 41~46. (in Chinese)

责任编辑: 孙冬花