

# 馨香玉兰所在群落主要树种的种间联结性

柴勇, 孟广涛\*, 武力, 祁荣频, 李宁云

(云南省林业科学院, 云南昆明 650204)

**摘要:**采用  $2 \times 2$  列联表, 通过  $X^2$  检验和  $\omega$  检验, 并结合共同出现百分率(PC值)和联结系数(AC值), 分析了馨香玉兰所在群落 20 个主要树种的种间联结性。结果表明, 20 个主要树种在总体水平上表现为显著的正联结。190 对种对中, 只有少数种对存在显著的相关性, 大多数种对联结关系未达到显著水平, 种间相关性较弱。馨香玉兰种群与少数树种的种间联结性较强, 与大部分树种间联结性较弱, 体现了馨香玉兰较强的生态适应性。

**关键词:**馨香玉兰; 群落; 主要树种; 种间联结

中图分类号: S718.542

文献标识码: A

文章编号: 1001-7461(2009)05-0031-05

## Interspecific Associations of Main Tree Species in the Communities with *Magnolia odoratissima*

CHAI Yong, MENG Guang-tao\*, WU Li, QI Rong-pin, LI Ning-yun

(Yunnan Academy of Forestry, Kunming, Yunnan 650204, China)

**Abstract:** Based on  $2 \times 2$  contingency table and with  $X^2$  and  $\omega$ -tests, together with the percentage cooccurrence (PC) and the association coefficient (AC), the interspecific associations of 20 dominant tree species in the communities with *Magnolia odoratissima* were studied. The results showed that 20 dominant tree species exhibited significantly positive association in general. Among 190 species pairs, only a few species pairs reached significant association, and most of species pairs didn't reach significant level, indicating that a relatively weak correlation existed among these species pairs. Between *M. odoratissima* and other tree species, most of species pairs were not significant association and a few were comparatively remarkable, reflecting stronger ecological adaptability of *M. odoratissima*.

**Key words:** *Magnolia odoratissima*; community; main tree species; interspecific association

馨香玉兰 (*Magnolia odoratissima*) 是木兰科 (Magnoliaceae) 乔木树种, 国家二级重点保护野生植物, 按 IUCN 地方濒危等级标准评价属“极危种 (CR)”, 仅分布于云南省的广南、西畴等县, 为云南特有种<sup>[1]</sup>。目前有关馨香玉兰的研究资料较少, 多集中在其分类学及细胞学研究方面<sup>[2-7]</sup>, 对其种群生态学、群落生态学等方面的研究鲜见报道。种间联结是指不同物种在空间分布上的相互关联性, 它是植物群落重要的数量和结构特征之一, 是群落结构形成和演化的重要基础<sup>[8]</sup>。为此, 本文在关于馨香玉兰种群结构与群落物种多样性等研究的基础

上<sup>[9]</sup>, 进一步分析了馨香玉兰所在群落主要树种的种间联结性, 期望能揭示群落内物种间以及物种与环境之间的相互关系, 为保护和科学管理该珍稀濒危植物提供理论依据。

## 1 研究区概况

研究区位于云南省西畴县新马街乡和麻栗坡县大坪镇, 属滇东岩溶区的南端。研究区多为石灰岩山地, 地势沿山脊起伏变化不大, 相对高差较小。气候属亚热带季风气候, 年均气温 15.9℃, 年均降雨量 1 294 mm, 年均相对湿度为 82%。年日照时数

收稿日期: 2008-11-16 修回日期: 2009-01-06

基金项目: 云南省科技厅基金项目 (2007C122M)。

作者简介: 柴勇, 男, 助理研究员, 主要从事植物种群及群落生态学方面的研究。

\* 通讯作者: 孟广涛。

1 500~1 600 h, 年均无霜期 340~360 d。土壤以发育在砂岩、砂页岩上的红壤或红褐壤为主。由于水热条件较好, 植被生长繁茂, 地带性植被为南亚热带常绿阔叶林。馨香玉兰所在群落可分为圆果化香树 (*Platycarya longipes*) 林、青冈 (*Cyclobalanopsis glauca*) 林、西畴润楠 (*Machilus sichouensis*) 林等几种类型。在各群落类型中, 成层现象明显, 可以分为乔木层、灌木层和草本层, 层间植物少, 地被层不发达。乔木层主要树种有圆果化香树、青冈、西畴润楠、红梗润楠 (*Machilus refipes*)、密花树 (*Rapanea neriiifolia*)、三股筋香 (*Lindera thomsoniimmunis*)、飞蛾槭 (*Acer oblongum*)、清香木 (*Pistacia weinmannifolia*)、小鹅耳枥 (*Carpinus parva*) 等。灌木层高 0.5~3.0 m, 层盖度 30%~60%, 主要种类有尖子木 (*Oxyspora paniculata*)、青茱萸 (*Helwingia japonica*)、臭荚蒾 (*Viburnum foetidum*)、金樱子 (*Rosa laevigata*)、细藤蓼木 (*Mycetia gracilis*)、云南九节 (*Psychotria yunnanensis*)、长节香竹 (*Chimonocalamus longiusculus*) 等。草本层分布不均, 常集中生长在群落的空旷地带, 高度一般为 5~50 cm, 无明显层次分化, 盖度一般为 20%~30% 或更高。

## 2 研究方法

### 2.1 样地设置

馨香玉兰多呈单株或丛生状, 散布在灌木林或常绿阔叶林疏林中。在全面访问和进行线路踏查的

基础上, 选择有馨香玉兰分布的典型地段, 共设置调查样地 8 个, 样地面积 20 m×20 m, 每样地再划分为 4 个 10 m×10 m 的小样方, 共计 32 个小样方。用相邻格子法进行调查, 记录胸径≥2 cm 乔木树种的种类、株数、胸径、树高、冠幅等。同时在各样地的四角设置 5 m×5 m 的小样方及 1 m×1 m 的小样方, 分别进行灌木层和草本层的调查, 记录灌木和草本植物的种类、多度、盖度和频度。同时记录样地地理位置、海拔高度、地形、坡度、土壤等。

### 2.2 数据处理

在 32 个 10 m×10 m 小样方中共记录到乔木层树种 69 种, 按公式“重要值=相对多度+相对频度+相对显著度”计算各树种的重要值 (表 1)。选取重要值≥1% 且至少出现于 5 个小样方中的乔木树种 (表 1) 进行种间联结性测定。其中采用方差比率法 (VR) 检验 20 个主要树种的总体关联性<sup>[10]</sup>, 检验统计量  $\omega = VR \times N$  ( $N$  为样方总数)。将成对物种的定性数据 (种的有/无) 列入 2×2 列联表, 进行  $X^2$  显著性检验, 并计算共同出现百分率 (PC) 和联结系数 (AC)<sup>[11]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 主要树种间的总体关联性

根据 20 个主要树种在 32 个 10 m×10 m 样方中的分布情况, 通过方差比率法计算 VR 值和统计量  $\omega$  值, 同时查表得出  $X^2$  值 (表 2)。

表 1 馨香玉兰所在群落 20 个主要树种的重要值

Table 1 Important values of 20 dominant tree species in the communities with *M. odoratissima*

种序号	树种学名	相对多度/%	相对频度/%	相对显著度/%	重要值/%
1	圆果化香树 ( <i>Platycarya longipes</i> )	11.87	6.61	22.91	41.40
2	青冈 ( <i>Cyclobalanopsis glauca</i> )	9.11	4.28	23.97	37.36
3	馨香玉兰 ( <i>Magnolia odoratissima</i> )	12.23	8.17	4.00	24.41
4	红梗润楠 ( <i>Machilus refipes</i> )	11.39	4.67	6.65	22.71
5	西畴润楠 ( <i>Machilus sichouensis</i> )	7.07	5.06	4.33	16.47
6	密花树 ( <i>Rapanea neriiifolia</i> )	2.76	4.67	1.72	9.15
7	小鹅耳枥 ( <i>Carpinus parva</i> )	2.16	4.67	2.31	9.13
8	三股筋香 ( <i>Lindera thomsoniimmunis</i> )	3.12	3.50	1.42	8.04
9	滇鼠刺 ( <i>Itea yunnanensis</i> )	1.92	2.72	3.00	7.64
10	紫药女贞 ( <i>Ligustrum delavayanum</i> )	3.12	2.72	1.65	7.50
11	清香木 ( <i>Pistacia weinmannifolia</i> )	2.40	2.72	2.10	7.22
12	椭圆叶石楠 ( <i>Photinia beckii</i> )	0.60	1.95	3.46	6.00
13	飞蛾槭 ( <i>Acer oblongum</i> )	1.44	2.33	1.06	4.83
14	粗糠柴 ( <i>Mallotus philippensis</i> )	1.20	2.72	0.81	4.73
15	针齿铁仔 ( <i>Myrsine semiserrata</i> )	0.96	3.11	0.19	4.26
16	黄连木 ( <i>Pistacia chinensis</i> )	0.48	1.17	0.48	2.13
17	薄叶鼠李 ( <i>Rhamnus leptophylla</i> )	0.36	0.78	0.36	1.50
18	华南吴茱萸 ( <i>Euodia austrosinensis</i> )	0.36	0.78	0.19	1.33
19	伊桐 ( <i>Itoa orientalis</i> )	0.36	0.78	0.09	1.23
20	野漆 ( <i>Toxicodendron succedaneum</i> )	0.24	0.78	0.03	1.05

注: 另有 49 个树种重要值<1% 或出现频率低于 5 个样方。

表 2 馨香玉兰所在群落中主要树种间的总体关联性

Table 2 Interspecific association among dominant tree species in the communities with *M. odoratissima* in general

抽样面积/m <sup>2</sup>	样方数	VR	$\omega$	X <sup>2</sup> 值	测定结果
10×10	32	2.097	67.116	X <sub>0.05</sub> <sup>2</sup> (32)=46.19 X <sub>0.05</sub> <sup>2</sup> (32)=20.07	显著正关联

由表 2 可见,馨香玉兰所在群落 20 个主要树种间的 VR 值大于 1,  $\omega$  值落在  $X_{0.05}^2(32) < \omega < X_{0.05}^2(32)$  之外,即 VR 偏离 1 显著,说明它们在总体上表现为显著的正联结关系。

3.2 主要树种种间联结的 X<sup>2</sup> 检验

种间联结的 X<sup>2</sup> 检验能比较准确地反映出种间联结的显著程度,提供了判断种间联结显著性的定量指标。从图 1 可知,在 20 个主要树种组成的 190

个种对中,呈极显著正联结关系的有 10 对,呈显著正联结关系的有 9 对,呈极显著负联结关系的有 4 对,呈显著负联结关系的仅 1 对,其余 166 对种对间的联结性没有达到显著水平。其中红梗润楠-紫药女贞、密花树-三股筋香、针齿铁仔-华南吴茱萸等种对间正联结关系极显著,圆果化香树-红梗润楠、圆果化香树-紫药女贞、西畴润楠-密花树、西畴润楠-清香木等种对间负联结关系极显著。

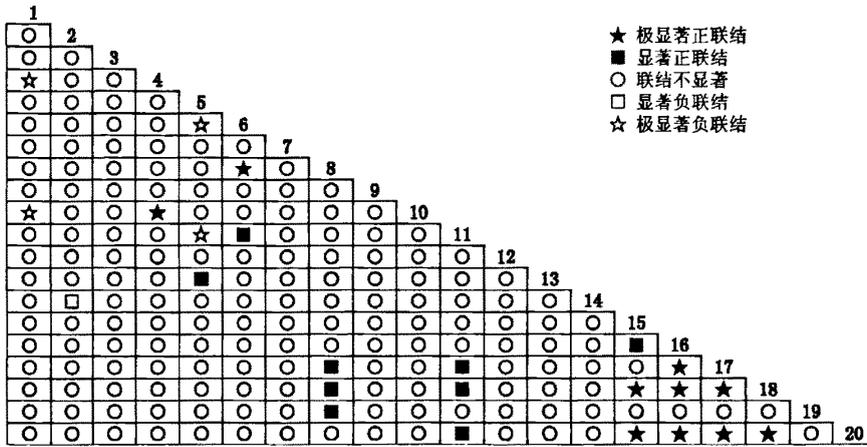


图 1 馨香玉兰所在群落主要树种种间联结的 X<sup>2</sup> 检验半矩阵图(种序号同表 1)

Fig. 1 Semi-matrix diagram about X<sup>2</sup>-test of dominant tree species in the communities with *M. odoratissima* (species numbers are as table 1)

3.3 主要树种种间联结的共同出现百分率(PC)和联结系数(AC)

种间联结的 X<sup>2</sup> 检验只能反映种间联结关系较强的种对,对于那些经 X<sup>2</sup> 检验结果联结不显著的

种群,则需结合共同出现百分率 PC、联结系数 AC 作进一步的分析。馨香玉兰所处群落 20 个主要树种 190 个种对间的共同出现百分率和联结系数测定(图 2、图 3)。

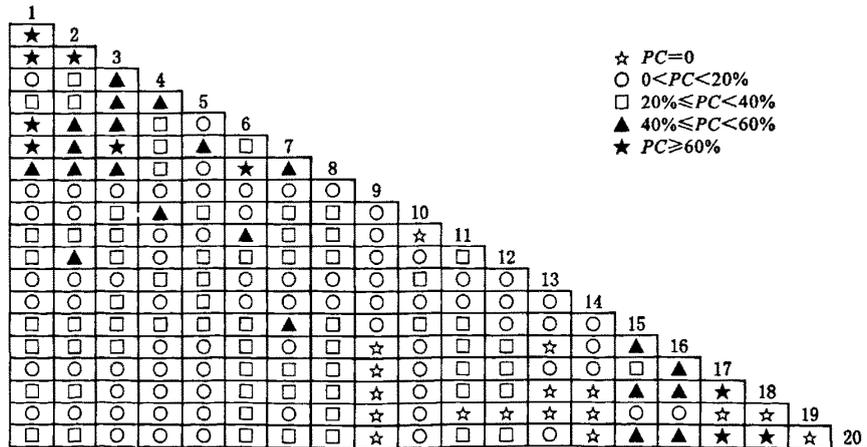


图 2 馨香玉兰所在群落主要树种种间联结的 PC 值半矩阵图(种序号同表 1)

Fig. 2 Semi-matrix diagram of the percentage of cooccurrence of dominant tree species in the communities with *M. odoratissima* (species numbers are as table 1)

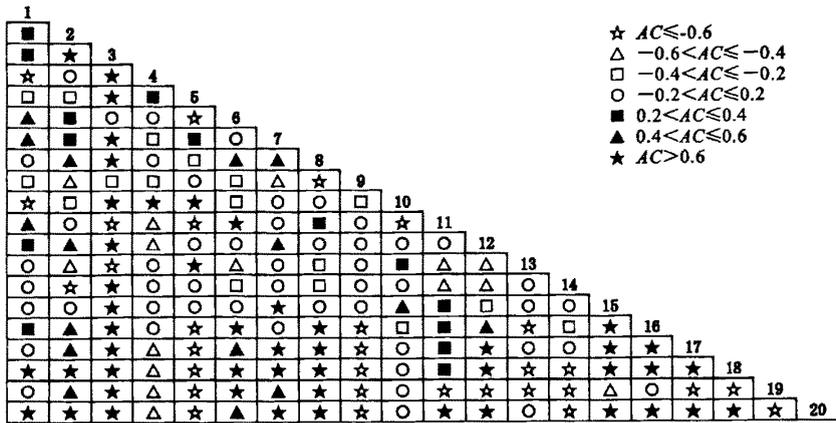


图3 馨香玉兰所在群落主要树种间联结的 AC 值半矩阵图(种序号同表 1)

Fig. 3 Semi-matrix diagram of the interspecific association coefficient of dominant tree species in the communities with *M. odoratissima*(species numbers are as table. 1)

从图 2 可见,  $PC \geq 60\%$  的有 10 对,  $40\% \leq PC < 60\%$  的有 21 对,  $20\% \leq PC < 40\%$  的有 66 对,  $PC < 20\%$  的有 93 对。其中种对馨香玉兰-圆果化香树和馨香玉兰-小鹅耳枥的共同出现百分率分别为 74.19% 和 70%, 关联程度最高。馨香玉兰-青冈、圆果化香树-小鹅耳枥、三股筋香-密花树等种对共同出现百分率也较高。而紫药女贞-清香木、粗糠柴-华南吴茱萸、粗糠柴-野漆等种对以及滇鼠刺与黄连木、薄叶鼠李、伊桐等种对的共同出现百分率为 0, 这些种对在 32 个样方中从未同时出现过。

从图 3 可见,  $AC > 0.6$  的有 48 对,  $0.4 < AC \leq 0.6$  的有 16 对,  $0.2 < AC \leq 0.4$  的有 14 对,  $-0.2 < AC \leq 0.2$  的有 50 对,  $-0.4 < AC \leq -0.2$  的有 17 对,  $-0.6 < AC \leq -0.4$  的有 15 对,  $AC \leq -0.6$  的有 30 对。其中馨香玉兰-青冈、馨香玉兰-西畴润

楠、馨香玉兰-三股筋香、青冈-华南吴茱萸、小鹅耳枥-薄叶鼠李等种对的联结系数为 1, 表明这些种对间的正联结性很强, 它们共同出现或共同不出现的可能性很大; 而馨香玉兰-清香木、粗糠柴-华南吴茱萸、粗糠柴-伊桐、清香木-伊桐等种对的联结系数为 -1, 表明这些种对间的负联结性很强, 种对间单独出现的可能性很大。其余多数种对的联结程度较低, 但是没有出现种对间完全独立的现象, 即联结系数均不为 0。

以上结果表明, 馨香玉兰所在群落主要树种的联结关系中, 只有少数种对存在显著的相关性, 大多数种对联结关系未达到显著水平, 种对间相关性较弱。

3.4 馨香玉兰与其他树种的种间联结性

馨香玉兰与其他 19 个主要树种的  $X^2$  检验、联结系数(AC)及共同出现百分率(PC)统计见表 3。

表 3 馨香玉兰与其他主要树种间的种间联结系数

Table 3 Interspecific association coefficient among *M. odoratissima* and other main tree species

种对	$X^2$	AC	PC/%	种对	$X^2$	AC	PC/%
馨香玉兰-圆果化香树	0.000 0	0.333 3	74.193 5	馨香玉兰-椭圆叶石楠	0.083 1	1.000 0	36.666 7
馨香玉兰-青冈	1.280 0	1.000 0	66.666 7	馨香玉兰-飞蛾槭	2.844 4*	-1.000 0	18.750 0
馨香玉兰-红梗润楠	0.142 2	1.000 0	40.000 0	馨香玉兰-粗糠柴	0.012 2	1.000 0	23.333 3
馨香玉兰-西畴润楠	0.533 3	1.000 0	53.333 3	馨香玉兰-针齿铁仔	0.083 1	1.000 0	36.666 7
馨香玉兰-密花树	0.304 8	0.111 1	54.838 7	馨香玉兰-黄连木	0.054 7	1.000 0	20.000 0
馨香玉兰-小鹅耳枥	1.560 8	1.000 0	70.000 0	馨香玉兰-薄叶鼠李	0.142 2	1.000 0	16.666 7
馨香玉兰-三股筋香	0.409 9	1.000 0	50.000 0	馨香玉兰-华南吴茱萸	0.142 2	1.000 0	16.667 0
馨香玉兰-滇鼠刺	0.012 2*	-0.360 0	19.354 8	馨香玉兰-伊桐	0.142 2	1.000 0	16.667 0
馨香玉兰-紫药女贞	0.012 2	1.000 0	23.333 3	馨香玉兰-野漆	0.142 2	1.000 0	16.667 0
馨香玉兰-清香木	1.900 6*	-1.000 0	25.000 0				

注: \* 表示  $X^2$  检验为负联结。

由表 3 可知, 由  $X^2$  检验测得的联结性有 16 对为正联结, 有 3 对为负联结, 均没有达到显著水平 ( $X^2 < 3.841$ ), 但在联结系数上, 馨香玉兰与 14 个树种间的 AC 值为 1, 呈极显著的正联结关系, 与 2 个树种间的 AC 值为 -1, 呈极显著的负联结关系。以上 2 种检验方法得出的结论差异较大, 不能真实

的反映馨香玉兰种群与其他树种间的联结关系。从共同出现百分率来看, 馨香玉兰与圆果化香树、小鹅耳枥的 PC 值最高, 与青冈、西畴润楠、密花树等的 PC 值也均在 50% 以上, 可见尽管经  $X^2$  检验没有达到显著水平, 馨香玉兰种群与这些树种间仍有较强的正联结关系。馨香玉兰与其余 14 树种的 PC 值

都在50%以下,对于这些种对,则需结合 $X^2$ 检验来判定联结的正负性,如馨香玉兰与紫药女贞、针齿铁仔、黄连木等11个树种间经 $X^2$ 检验为正联结,表明馨香玉兰与此11个树种间呈较弱的正联结关系。馨香玉兰与滇鼠刺、清香木、飞蛾槭等树种间经 $X^2$ 检验为负联结,表明馨香玉兰与此3个树种间呈较弱的负联结关系。

#### 4 结论与讨论

在对群落中所有种对的联结性进行测定时,共同出现百分率(PC值)和联结系数(AC值)仅对具正联结关系种对的测定结果较一致。如用共同百分率测定为显著正联结关系(PC值 $\geq 40\%$ )的31对种对中,有23对的AC值在0.4以上,有6对的AC值介于 $0.2 < AC \leq 0.4$ 之间,另2对的AC值亦在0.1以上。但二者对具负联结关系种对的测定结果有较大差异。如用联结系数测定为显著负联结关系( $AC \leq -0.6$ )的30对种对中,有17对由于 $a=0$ ,其PC值为0,显示种间相互独立,另13对的PC值在20%以下。可见共同出现百分率仅能反映种对间的正联结程度,联结系数则能更准确的检测出那些关联度较高但用共同出现百分率检测为关联不显著的种对,但在计算时AC值常会偏高<sup>[12]</sup>。因此,以 $X^2$ 检验为基础,结合共同出现百分率PC和联结系数AC来测定种间联结性,能够得出比较全面、准确的结论。

但在测定研究对象馨香玉兰与其他树种的联结性时,则不宜采用联结系数(AC)。这是因为样地是按研究对象的分布来设置的,几乎所有样方中都有馨香玉兰的分布,这就人为的导致该树种的出现频率几乎达到100%。这时易出现2种情况: $b=0$ (即只有另一树种而没有馨香玉兰的样方数为0),或 $d=0$ (即2个树种都不出现的样方数为0)。根据联结系数AC值的计算公式,当 $b=0$ 时, $AC=(ad-bc)/(a+b)(b+d)=ad/ad=1$ ,即种对间呈极显著的正联结关系;当 $d=0$ 时, $AC=(ad-bc)/(b+d)(c+d)=-bc/bc=-1$ ,即种对间呈极显著的负联结关系。也就是说,不论另一树种的出现频率如何,它都与馨香玉兰有极显著的联结关系(正或负),这显然与实际不太相符。采用共同出现百分率并结合 $X^2$ 检验的方法,由于消除了 $d$ 值的影响而能更好的反映馨香玉兰与其他树种间的联结关系。

种间总体关联性反映了群落的稳定性<sup>[13]</sup>。一般来说,随着植被群落演替的进展,群落结构及其种类组成将逐渐趋于完善和稳定,种间关系也将逐渐趋向于正相关,以求得物种间的稳定共存<sup>[14]</sup>。馨香玉兰所在群落主要树种间在总体上表现出显著的正联结关系,反映了它们目前在资源分配上的良好关系,群落处于较稳定的阶段。

群落中馨香玉兰种群仅与圆果化香树、青冈、西畴润楠等树种之间有较强的正联结关系,而与其他

多数树种间的联结性较弱。这种联结关系体现了馨香玉兰种群较强的生态适应性,对其在群落中的演化发展有重要作用。一方面,圆果化香树、青冈、西畴润楠等树种数量多、分布广,常是当地常绿阔叶林中的主要优势树种,往往处于群落的上层,对环境资源的利用能力较强,是群落内部小环境的创造者和捍卫者。馨香玉兰与这些树种间保持较强的正联结关系,可以得到良好的栖息空间和庇护所,对满足其生境需求及适应不利环境较有利。实际上馨香玉兰种群在群落中多处于下层,这种对环境资源利用的空间分化,在一定程度上也缓解了这些树种的竞争威胁。另一方面,馨香玉兰种群与其他大部分树种间的联结性不强,保持一定的独立性,可以降低和减弱与其他树种的相互依赖和相互竞争,各物种都能占据有利位置,有利于各树种在群落中的和谐共处。

对馨香玉兰实施保护,不仅要保护其植株个体,还要保护其所在群落及生境。因为馨香玉兰对所在群落优势树种如圆果化香树、青冈、西畴润楠等的依赖性较强,一旦群落受到人为或其他因素破坏,其优势树种的组成和结构易发生巨大变化,导致群落内光照和水分等的变化及种间关系的改变,进而抑制馨香玉兰及其他种群的发展,最终导致馨香玉兰种群的萎缩。

#### 参考文献:

- [1] 李玉媛. 云南国家重点保护野生植物[M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 2005: 18-26, 211-212.
- [2] 张茂钦. 云南珍稀濒危树种生态生物学研究[M]. 昆明: 云南大学出版社, 1998: 253-264.
- [3] 刘玉莹. 中国木兰[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 2004: 82-83.
- [4] 司马永康, 余鸿. 木兰属一新命名[J]. 云南林业科技, 2003, 32(1): 39.
- [5] 李捷. 中国木兰科植物修订[J]. 云南植物研究, 1997, 19(2): 131-138.
- [6] 王亚玲, 张寿洲, 李勇, 等. 木兰科13个分类群和12个杂交组合的染色体数目[J]. 植物分类学报, 2005, 43(6): 545-551.
- [7] 夏念和, 邓云飞. 木兰科植物订正[J]. 热带亚热带植物学报, 2002, 10(2): 128-132.
- [8] 王伯荪, 彭少麟. 鼎湖山森林群落分析II. 物种联结性[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 1983, 2(4): 27-35.
- [9] 柴勇, 孟广涛, 武力, 等. 馨香玉兰所处植物群落的物种多样性及其种群结构特征研究[J]. 西部林业科学, 2008, 37(3): 46-50.
- [10] J. A. 拉德维格, J. F. 蓝诺兹. 统计生态学(李育中译)[M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1990: 80-93.
- [11] 王伯荪, 彭少麟. 南亚热带常绿阔叶林种间联结测定技术研究I—一种间联结测式的探讨与修正[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1985, 9(4): 274-285.
- [12] 张思玉. 桫欏群落内主要乔木种群的种间联结性[J]. 应用与环境生物学报, 2001, 7(4): 335-339.
- [13] 周先叶, 王伯荪. 广东黑石顶自然保护区森林次生演替过程中种群的种间分析[J]. 植物生态学报, 2000, 24(3): 332-339.
- [14] 杜道林, 刘玉成. 缙云山亚热带栲栢树林优势种群间联结性研究[J]. 植物生态学报, 1995, 19(2): 149-157.