

## 珙桐群落种间关系的研究

朱利君<sup>1</sup>, 苏智先<sup>2\*</sup>, 胡进耀<sup>1</sup>, 苏瑞军<sup>1</sup>, 周 良<sup>1</sup>

(1. 四川省环境科学与生物多样性重点实验室 西华师范大学研究中心,

四川 南充 637002; 2. 绵阳师范学院, 四川 绵阳 621000)

**摘 要:** 用方差比率法(VR)和在  $2 \times 2$  联列表基础上应用 Jaccard 指数、Dice 指数和 Pearson 相关系数、Spearman 秩相关系数对卧龙自然保护区三江珙桐群落种间关系进行了分析, 结果表明: 珙桐群落中主要种群在总体上表现出正关联, 群落中种间联结的显著度较低, 仅有 7 对联结显著, 珙桐与总状山矾呈显著负联结, 与稠李呈极显著负联结。大多数种对间关联程度较低, 存在极大排斥性的种对较少, 暗示目前珙桐群落处于较成熟阶段。研究种间关系时, 种间关联性测定指标结合相关系数分析得出的结果较好, 最后对珙桐的保护提出了一些建议。

**关键词:** 珙桐群落; 种间关系; 相关系数

**中图分类号:** Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2006)01-0032-06

## Studies on the relationship of species in *Davidia involucrata* community

ZHU Li-jun<sup>1</sup>, SU Zhi-xian<sup>2\*</sup>, HU Jin-yao<sup>1</sup>,  
SU Rui-jun<sup>1</sup>, ZHOU Liang<sup>1</sup>

(1. Sichuan Provincial Key Laboratory of Environmental Science and Biodiversity Conservation,

Research Center of Biodiversity, China West Normal University, Nanchong 637002,

China; 2. Mianyang Teachers College, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** The relationship of species in *Davidia involucrata* community in Sanjiang, Wolong Nature Reserve were studied by using variance ratio(VR) and interspecific Jaccard, interspecific Dice for the  $2 \times 2$  contingency table and Pearson correlation coefficient, Spearman's rank correlation coefficient. The results indicated that there was positive correlation among main populations in general in *D. involucrata* community, but the interspecific association was at little significant level. Only seven pairs of species of interspecific association were significant. Correlation coefficient between *D. involucrata* and *Symplocos botryantha* Franch was negative significant, and highly negative significant between *D. involucrata* and *Prunus branchypoda*. There was a low association degree between most pairs of species. Meanwhile, few pairs of species were extremely exclusive to each other, which indicated that *D. involucrata* community was mature in present. Indicators of interspecific association adding to correlation coefficient was an effective method to study the relationship between species. Finally, the article proposed the protective measures for the rare and endangered plants.

**Key words:** *Davidia involucrata* community; relationship between species; correlation coefficient

珙桐(*Davidia involucrata*)属珙桐科(蓝果树科)珙桐属落叶乔木,是中国特有的珍稀孑遗植物(云南植被编写组,1987),被列为国家一级重点保护植物。由于树姿优美,花序奇特,好似白鸽展翅,故

收稿日期: 2004-09-13 修回日期: 2005-03-15

基金项目: 国家自然科学基金资助(39770134)[Supported by the National Natural Science Foundation of China(39770134)]。

作者简介: 朱利君(1980-),女,四川资中人,在读硕士,主要从事生物多样性研究, E-mail: <zhu lijun211@tom.com>。

\* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: <zxsu@mnu.edu.cn>。

有“中国鸽子树”之美称。近年来,由于人口的剧增和对自然资源的掠夺开发,珙桐赖以生存的环境条件受到严重破坏,使本来就具有残遗性的珙桐种群面临濒危状态,分布范围逐渐减少,目前仅在甘肃东南部的永江,陕西西南部的安康地区,湖北神龙架、长阳等 7 省 40 多个县市有零星分布。自 1869 年珙桐发现以来,有关珙桐研究的众多报道:珙桐群落学、地植物学(吴刚等,2000;杨心兵等,2000),人工繁殖技术及引种栽培(张家勋等,1995),种群生态学、生物学特性描述(苏智先等,1999),组织化学、细胞学和组织培养(Brooks 等,1977;Goldblaittp, 1978),形态、解剖学(黎明等,1999)等方面。而有关生理、生化、遗传、分子生物学(黎云祥等,2002;Li 等,2002a,b)等方面鲜有报道。对珙桐群落种间关系已有报道(胡理乐等,2003;焦健,1999;覃林等,1999),但都仅用了种间联结系数对种间关系进行分析。

种间联结或称种间联结性是不同物种在空间分布上的相互关联性,通常是由于群落生境的差异影响了物种的分布而引起的(Greis-Smith, 1983;郭志华等,1997)。森林群落中植物种之间的联结性是群落的重要数量和结构指标,是群落结构形成和演化的重要基础,在群落学中占有重要的地位。种间关联的研究在理论上有助于了解物种间的相互关系、种群动态,正确认识群落的结构特征;在实践上为物种多样性保护提供理论依据,本文阐述了卧龙自然保护区三江珙桐群落的种间关系,以期为更好地保护这一珍稀濒危物种提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地概况

四川卧龙自然保护区位于成都平原西缘,阿坝藏族自治州东南部汶川县境,岷江上游映秀之西侧,邛崃山脉之东南部,本区属青藏高原气候区的范围,西风急流南支和东南季风控制本区的主要天气过程。该地区气候凉爽,干湿季节明显,年平均降水量 861.10 mm,5~9 月降水量占 68.1%,年平均温度为 10.9℃,年平均湿度为 80%,年日照时数为 926.7 h,土壤为山地黄棕壤型,土壤 pH 在 5.8~6.5 之间,原生林内枯枝落叶层达 3~6 cm,研究样地三江白泥岗样地(简称白泥岗样地)位于 102°56'E,30°51'N 的一座山南坡。白泥岗样地珙桐分布

在海拔 1 400~2 200 m 之间,珙桐的垂直带谱中属亚热带山地常绿落叶林范围,在分布的下限常与常绿树种混交,上限则多与落叶阔叶树混交,以樟科、山矾科、胡桃科等植物为主,主要种类有白楠(*Phoebe neurantha*)、野核桃(*Juglans cathagensis*)、灯台树(*Cornus controversa*)、猫儿刺(*Ilex pernyi*)等,珙桐群落下草本以鳞毛蕨科、毛茛科、蓼科等植物为主。

### 1.2 野外调查

于 2003 年 4 月在白泥岗样地珙桐群落主要分布区内按不同海拔高度和坡向设置样方 13 个(10 m×40 m),每个样方划分为 4 个(10 m×10 m)相邻格子样方,分别在每个(10 m×10 m)样方内取 2 个(4 m×4 m)的灌木样方和 2 个(1 m×1 m)的草本样方,样方分布范围在 1 500 m~1 800 m 之间,调查样方中乔木、灌木、草本情况,1)乔木中的全部植株的种名、株数、胸高、冠幅,2)灌木中的全部植株的种名、株数、胸高、冠幅,3)草本中每一草本植物的种名、盖度。

## 2 分析方法

选取珙桐群落中的主要乔木物种进行研究分析(去掉群落中频度<5%的偶见物种),将各样方调查资料进行统计分析处理。

### 2.1 总体相关性测定(广西壮族自治区林业厅, 1993)

采用方差比率法(VR)检验若干个主要种群间的联结,首先作零假设,即主要种群间无显著关联:

$$VR = \frac{S_r^2}{O_r^2} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (T_j - t)^2}{\sum_{i=1}^S P_i (1 - P_i)} \quad (P_i = \frac{n_i}{N}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中, $N$  为总的样方数, $T_j$  为样方内出现的物种总数, $t$  为样方中种的平均数, $S$  为总的物种数, $n_i$  为物种出现的样方数,VR 充当全部物种关联指数,在独立性零假设条件下期望值为 1,当  $VR > 1$  表明种间表现净的正关联; $VR < 1$  表明种间表现净的负关联; $VR = 1$  即符合所有种间无关联的零假设。

采用统计量  $W = (VR)(N)$  来检验 VR 值偏离 1 的显著程度,如果种间无关联,则  $W$  落入由下面卡方分布给出的概率有 90%: $X_{0.95}^2(N) < W < X_{0.05}^2(N)$ 。

### 2.2 种间关联性测定

2.2.1 Jaccard 指数(共同出现百分率)(李先琨等,

1999)

$$JI = a / (a + b + c).$$

$JI$  用来测度物种间正联结程度,  $JI$  的值域为「0,1」, 其值越趋近 1, 则表示该种对的正联结越强。

### 2.2.2 Dice 指数(杜道林等, 1995)

$$DI = 2a / (2a + b + c).$$

$a > (a + b)(a + c) / N$  为正联结, 反之为负联结。 $DI$  值愈大, 种对间正联结愈强, 对于负联结,  $DI$  值愈小负联结愈强。

## 2.3 种间相关性测定

2.3.1 Pearson 相关分析 Pearson 相关分析是假定种群皆服从正态分布, 使用相关系数  $r$  如下:

$$r_p(i, j) = \frac{\sum_{k=1}^p (X_{ik} - \bar{X}_i)(X_{jk} - \bar{X}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^p (X_{ik} - \bar{X}_i)^2 \sum_{k=1}^p (X_{jk} - \bar{X}_j)^2}}$$

式中,  $r_p$  代表种  $i$  和  $k$  之间的相关系数,  $X_{ik}$  和  $X_{jk}$  分别为种  $i$  和种  $j$  在样方  $k$  中的盖度值,  $\bar{X}_i$  和  $\bar{X}_j$  分别为种  $i$  和  $j$  在所有样方中的盖度值的平均。

2.3.2 Spearman 秩相关分析 Spearman 秩相关分析属于非参数检验, 不要求知道物种的分布类型, 因而对研究种间联结更为合理。Spearman 秩相关分析首先将多度数据秩化, 将多度向量变换为秩化向量, 然后将秩化向量代入相关系数公式, 得到的值  $r$

称为秩相关系数( $r_s$ )(Legendre 等, 1983)。

## 3 结果与分析

### 3.1 群落特征

珙桐群落可分为乔木、灌木、草本三层。乔木层和草本层盖度大, 平均盖度分别为 80%、85%; 灌木层植株稀少, 平均盖度仅为 10%。珙桐群落的乔木层可分为三个亚层: 第一亚层树高在 25 m 以上, 胸径在 50 cm 以上, 主要由珙桐、野核桃组成, 树冠近球形且彼此连续; 第二亚层主要以珙桐, 灯台树为优势, 树高为 15~20 m, 胸径 30~40 cm。树冠彼此不连续; 第三亚层除上述树种的中小个体外, 主要是总状山矾、白楠、川钓樟、猫儿刺、异叶梁王茶等, 树高 5~15 m, 胸径 5~25 cm。珙桐群落垂直结构复杂, 灌木层主要分布珙桐、白楠、悬钩子(*Rubus palmatatus*)、总状山矾、猫儿刺、五裂槭; 草本层中常见的物种有山酢浆草(*Oxalis griffithii*)、对马耳蕨(*Polystichum tsus-simense*)、沿阶草(*Ophiopogon bodinieri*)、菝葜(*Smilax china*)等。最常见的藤本为常春藤(*Hedera nepalensis*)。珙桐群落复杂的垂直结构与其所在生境湿润多雨、阳光充足的气候条件是分不开的。

表 1 总体相关性检验

Table 1 Correlation among main tree populations in general

| 面积 Area (m <sup>2</sup> ) | VR     | W      | X <sup>2</sup> 值 X <sup>2</sup> Value      | X <sup>2</sup> 值 X <sup>2</sup> Value      |
|---------------------------|--------|--------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 2000                      | 1.2126 | 24.252 | X <sub>0.05(20)</sub> <sup>2</sup> = 31.41 | X <sub>0.95(20)</sub> <sup>2</sup> = 10.85 |
| 3000                      | 1.3049 | 39.147 | X <sub>0.05(30)</sub> <sup>2</sup> = 43.77 | X <sub>0.95(30)</sub> <sup>2</sup> = 18.49 |
| 4000                      | 1.3203 | 52.812 | X <sub>0.05(40)</sub> <sup>2</sup> = 55.76 | X <sub>0.95(40)</sub> <sup>2</sup> = 26.51 |
| 5000                      | 1.3358 | 66.790 | X <sub>0.05(50)</sub> <sup>2</sup> = 67.05 | X <sub>0.95(50)</sub> <sup>2</sup> = 34.76 |

### 3.2 总体相关性

根据珙桐群落中 11 个主要种群在不同取样面积的分布情况, 通过公式(1)可以得出面积不同时的总体相关性统计结果(表 1)。

从表 1 知, 4 种取样面积结果的 VR 都大于 1, 表明珙桐群落中 11 个主要种群在总体上表现出正关联, 但 W 的值都落入卡方给出的概率范围, 表明珙桐群落中 11 个主要种群在总体上存在不显著的正关联。

### 3.3 种间关联性

以种间关联测定指标计算值作半矩阵图, 共同出现百分率(图 1)联结指数 Dice(图 2)。由图 1、2 知, 珙桐群落种间主要物种联结性较低, 呈正关联的

有 47 对, 呈负关联的有 18 对, 有 3 个种对间的  $JI = 0$ , 分别是异叶梁王茶与川钓樟, 五裂槭与蛮青岗, 猫儿刺与稠李。种间联结可反映种群在空间分布上的相互关联性, 反映种群对群落生境微环境适应性的差异, 反映生态位的相关性(胡里乐等, 2003), 这 3 个种对分别位于乔木的不同层次, 分别占据各自的生态位。 $JI$  值  $> 0.4$  的占总对数的 16%, 仅珙桐与白楠, 珙桐与灯台树的  $JI$  值  $> 0.7$ 。比较图 1、2 种对间显正联结的  $DI$  值较明显的大于  $JI$  值, 如珙桐与五裂槭的  $DI = 0.769$ ,  $JI = 0.382$ , 与灯台树的  $DI = 0.769$ ,  $JI = 0.692$ , 因为在珙桐群落中种对间共同出现的几率较小,  $a$  值较小,  $DI$  值夸大了  $a$  值的作用。图 2 显示珙桐与群落中其它所有物种都为正

联结, 白楠与群落中仅 2 个物种为正联结, 而白楠与珙桐的  $DI=0.916$ , 主要原因是: 在我们调查的样方中, 每个样方都有珙桐的分布, 珙桐与其它物种构成  $2 \times 2$  列表时, 其  $d=0$ 。也是本文未采用其它测定种间联结指标的原因。

### 3.4 种间相关性

以 Pearson 相关系数与 Spearman 秩相关系数计算值作半矩阵图, Pearson 相关系数 (图 3) Spearman 秩相关系数 (图 4)。

Pearson 相关与 Spearman 秩相关是检验两物

|    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 1  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| 2  | 0.846 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| 3  | 0.769 | 0.692 |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| 4  | 0.462 | 0.417 | 0.250 |       |       |       |       |       |       |       |  |
| 5  | 0.231 | 0.167 | 0.222 | 0.286 |       |       |       |       |       |       |  |
| 6  | 0.302 | 0.250 | 0.300 | 0.222 | 0.167 |       |       |       |       |       |  |
| 7  | 0.462 | 0.308 | 0.154 | 0.250 | 0.125 | 0.444 |       |       |       |       |  |
| 8  | 0.382 | 0.333 | 0.400 | 0     | 0.143 | 0.500 | 0.222 |       |       |       |  |
| 9  | 0.152 | 0.083 | 0.182 | 0.250 | 0.250 | 0     | 0.333 | 0.375 |       |       |  |
| 10 | 0.382 | 0.333 | 0.273 | 0.100 | 0     | 0.286 | 0.429 | 0.600 | 0.121 |       |  |
| 11 | 0.302 | 0.364 | 0.444 | 0.111 | 0.132 | 0.143 | 0.111 | 0.286 | 0.173 | 0.286 |  |

图 1 共同出现百分率的半矩阵图

Fig. 1 Half-matrix diagram of interspecific JI connection in *Davidia involucrata* community

1. 珙桐 (*D. involucrata*); 2. 白楠 (*Phoebe neurantha*); 3. 灯台树 (*Cornus controversa*); 4. 川钓樟 (*Lindira pulcherrima* var. *hemsleyana*); 5. 蛮青岗 (*Cyclobalanopsis oxyodon*); 6. 猫儿刺 (*Ilex pernyi*); 7. 总状山矾 (*Symplocos botryantha*); 8. 异叶梁王茶 (*Nothopanax davidii*); 9. 稠李 (*Prunus branchypoda*); 10. 五裂槭 (*Acer oliverianum*); 11. 少花荚蒾 (*Viburnum oliganthum*) (下同)。

|    |       |        |        |        |        |        |        |       |       |       |  |
|----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--|
| 1  |       |        |        |        |        |        |        |       |       |       |  |
| 2  | 0.916 |        |        |        |        |        |        |       |       |       |  |
| 3  | 0.818 | 0.900  |        |        |        |        |        |       |       |       |  |
| 4  | 0.700 | -0.588 | 0.400  |        |        |        |        |       |       |       |  |
| 5  | 0.182 | -0.286 | 0.364  | 0.444  |        |        |        |       |       |       |  |
| 6  | 0.471 | -0.400 | 0.462  | -0.364 | 0.286  |        |        |       |       |       |  |
| 7  | 0.632 | -0.471 | 0.267  | 0.400  | -0.222 | 0.200  |        |       |       |       |  |
| 8  | 0.556 | -0.500 | 0.572  | 0.132  | -0.250 | 0.667  | -0.364 |       |       |       |  |
| 9  | 0.267 | -0.154 | -0.308 | 0.400  | 0.400  | 0      | 0.500  | 0.315 |       |       |  |
| 10 | 0.769 | -0.500 | -0.429 | -0.182 | 0.213  | -0.444 | 0.600  | 0.750 | 0.237 |       |  |
| 11 | 0.475 | 0.533  | 0.615  | -0.200 | 0      | -0.250 | -0.100 | 0.444 | 0.312 | 0.444 |  |

图 2 Dice 指数的半矩阵图

Fig. 2 Half-matrix diagram of interspecific Dice connection in *D. involucrata* community

种间线形关系的重要指标, 二者相关分析结果表明: 珙桐群落种间联结的显著程度较低, Spearman 秩相关分析: 有显著相关的种对数为 7 对, 其中极显著正负关联的各 1 对, 分别是蛮青岗与川钓樟, 珙桐与稠李; 显著负关联的 3 对, 分别是珙桐与总状山矾, 灯台树与蛮青岗, 总状山矾与异叶梁王茶; 显著正关联的 2 对, 分别是白楠与猫儿刺, 川钓樟与猫儿刺。通常种间的联结性被认为是下列几个原因: (1) 相似 (正联结) 与不相似 (负联结) 的环境需要; (2) 一个种为另一种创造了定居条件或者前者对后者施加了压力造成了正联结; (3) 两者在竞争资源中互相排斥造成负联结; (4) 两者在根系中通过物理的或化学的因素互相影响也可造成正联结或负联结 (Grieg-

Smith, 1983; Kershaw 等, 1985)。珙桐与稠李  $r_{sp} = -0.819$  且达到极显著程度, 表明珙桐与稠李存在极大的排斥性, 稠李可看作群落中的一个亚优势种, 在阳光充足可长成高大乔木, 珙桐在群落中占绝对优势, 对稠李产生极大排斥。图 3 的 Pearson 相关仅检验出 2 对显著相关种对, 表明 Spearman 检验得出的具显著相关的种对数要比 Pearson 相关多, Spearman 检验的灵敏性要高于 Pearson 相关, 可能因为 Pearson 相关分析的假设所造成, 其假定为双变种群需正态分布, 而植物群落数据往往难以满足这一假定, 因而在研究植物种间关联程度大小时, 使用 Spearman 秩相关分析结果会更好 (王伯荪, 1989; 张峰等, 2000)。

由图 4 知,正关联有 28 对,负关联有 35 对,其中有两对物种的  $r_{sp}=0$ ,分别是稠李与五裂槭,稠李与灯台树,灯台树与稠李分别处于乔木的不同亚层,占据不同的生态位,相互竞争资源少。 $-0.2 < r_{sp} < 0.2$  的种对占比例最大, $r_{sp} < -0.4$  的种对较少,说明珙桐群落中多数物种间关联度较低,存在极大排斥的物种较少。珙桐与群落中其它物种的正关联都较小,

$r_{sp}$  最大为 0.500,与总状山矾和稠李都达到显著负关联,因为珙桐在群落中为优势种,在乔木的每一个亚层都占绝对优势地位,对资源环境的竞争较多。珙桐与白楠的  $r_{sp}=0.038$  而  $DI=0.916$ ,在实际调查的 13 个样方中,珙桐共 153 棵,白楠 129 棵,导致  $r$  很小的原因是白楠主要分布于乔木的第三亚层,在群落中占据各自的生态位,相互之间对环境资源的竞争少。

|    |          |        |        |        |        |       |        |       |       |        |
|----|----------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|
| 1  |          |        |        |        |        |       |        |       |       |        |
| 2  | 0.06     | 2      |        |        |        |       |        |       |       |        |
| 3  | 0.005    | -0.128 | 3      |        |        |       |        |       |       |        |
| 4  | 0.279    | -0.043 | -0.500 | 4      |        |       |        |       |       |        |
| 5  | -0.235   | -0.655 | -0.253 | 0.633  | 5      |       |        |       |       |        |
| 6  | 0.134    | 0.956  | -0.822 | 0.425  | 0.120  | 6     |        |       |       |        |
| 7  | -0.902 * | -0.097 | -0.302 | 0.120  | 0.056  | 0.033 | 7      |       |       |        |
| 8  | 0.346    | 0.029  | 0.566  | -0.421 | -0.137 | 0.513 | -0.335 | 8     |       |        |
| 9  | -0.945 * | 0.219  | 0      | -0.134 | -0.321 | 0.775 | 0.413  | 0.011 | 9     |        |
| 10 | 0.387    | 0.731  | -0.300 | 0.721  | 0.256  | 0.237 | 0.257  | 0.778 | 0     | 10     |
| 11 | -0.682   | -0.04  | 0.073  | -0.113 | -0.091 | 0.313 | 0.113  | 0.764 | 0.175 | -0.219 |

图 3 Pearson 相关系数半矩阵图

Fig. 3 Half-matrix diagram of Pearson correlation coefficients between species in *D. involucrata* community

“\*\*\*”极显著相关( $P < 0.01$ ); “\*”显著相关( $P < 0.05$ ); 下同。

“\*\*\*”correlation is significant at 0.01 level (2-tailed); “\*”correlation is significant at 0.05 level (2-tailed).

|    |            |         |          |           |        |       |          |       |        |        |
|----|------------|---------|----------|-----------|--------|-------|----------|-------|--------|--------|
| 1  |            |         |          |           |        |       |          |       |        |        |
| 2  | 0.038      | 2       |          |           |        |       |          |       |        |        |
| 3  | -0.059     | -0.076  | 3        |           |        |       |          |       |        |        |
| 4  | 0.431      | -0.128  | -0.500   | 4         |        |       |          |       |        |        |
| 5  | -0.500     | -0.500  | -0.615 * | 0.675 * * | 5      |       |          |       |        |        |
| 6  | 0.500      | 0.949 * | -0.866   | 0.815 *   | 0.021  | 6     |          |       |        |        |
| 7  | -0.886 *   | -0.029  | -0.372   | 0.213     | 0.013  | 0.062 | 7        |       |        |        |
| 8  | 0.363      | -0.181  | -0.544   | -0.673 *  | -0.167 | 0.021 | -0.479 * | 8     |        |        |
| 9  | -0.819 * * | 0.303   | 0        | -0.461    | -0.205 | 0.673 | 0.232    | 0.032 | 9      |        |
| 10 | 0.294      | 0.583   | -0.400   | 0.500     | -0.356 | 0.333 | 0.200    | 0.378 | 0      | 10     |
| 11 | -0.949     | 0.030   | 0.200    | -0.182    | -0.102 | 0.232 | -0.017   | 0.816 | -0.382 | -0.208 |

图 4 Spearman 秩相关系数半矩阵图

Fig. 4 Half-matrix diagram of interspecific Spearman rank correlation coefficients between species in *D. involucrata* community

### 3.5 种间关联性和相关性

比较图 1、2 和图 3、4, Dice 指数和相关系数反映的种间相关情况不尽相同, Dice 指数显示正关联的有 45 对, 负关联 18 对, 2 对  $DI=0$ ; Pearson 检验: 正关联 41 对, 负关联 22 对, 2 对无法检验; Spearman 秩检验: 正关联 37 对, 负关联 28 对, 例如白楠与灯台树与其它种间关联性在各图中表现出明显的差异。白楠与异叶梁王茶  $JI=0.333$ ,  $DI=-0.500$ , 而  $r_p=0.029$ ,  $r_s=-0.181$ , 相关系数大于 0, 表明两物种间呈正联结, 而秩相关系数和  $DI$  值都小于 0, 说明两物种间呈负联结。灯台树与异叶梁王茶  $JI=0.400$ ,  $DI=$

0.572, 而  $r_p=0.566$ ,  $r_s=-0.544$ 。  $DI$  值和相关系数都大于 0, 表明两物种间呈正联结, 而秩相关系数小于 0, 说明两物种间呈负联结。 Dice 指数只对种间关联性给出一个概括性的结论, 并不能体现种间关联性的 大小, 一方面忽视  $d$  值的影响, 就夸大了在联结性测定中的作用; 另一方面依据的  $2 \times 2$  联表的数据是定性数据, 用 1 和 0 表示在样方中存在与否, 在数量数据转化为二元数据过程中必然会损失一定的信息量; 而相关系数依据的是定量数据, 减少了信息量的损失, 其反映的是种间线性关系的密切程度, 一些在指数呈显著关联的种对, 相关系数表现为不相

关或呈现出负相关,如白楠与灯台树  $DI=0.900$ ,表明两物种间呈正相关,而  $r_p=-0.128$ ,  $r_{sp}=-0.076$ ,说明两物种间呈负相关。珙桐与心叶茱萸  $DI=0.471$ ,而  $r_p=-0.682$ ,  $r_{sp}=0.949$ ,  $DI$  指数和秩相关系数表明两物种间呈正相关,而相关系数说明两物种间呈负相关。两种方法测定结果的差异在生态学上的意义及解释尚存在分歧。一般认为检验指数等种间联结性指标只能说明种间是否关联,而相关系数能够描述一个种的数量指标对另一种数量指标的线性关系是否显著,从而能够获得较为准确的测定结果(张显玉,2000;李博,2000)。

## 4 结论

种对的关联分析仅能了解两个物种是否同时存在或不存在,而无法了解随着某个种的数量指标(多度、重要值、盖度等)的变化,另一个种的数量指标是如何变化的,相关系数和秩相关系数两种检验方法恰可弥补不足(张峰等,2000),因而本文采用方差比率法和基于  $2 \times 2$  列表的 Jaccard 指数(共同出现的百分率)、Dice 指数和基于数量数据的以 Pearson 相关系数和 Spearman 秩相关系数分析了珙桐群落中主要物种的种间关系,取得较好的效果。

杜道林(1995)认为:群落成熟度愈高,物种间应存在较强的正关联,以求多物种稳定的共存。珙桐群落中 11 种物种之间显正关联性的有 47 对,显负关联的有 18 对,暗示三江珙桐群落处于较成熟的阶段,珙桐群落中大多数种对间的关联程度较低,存在极大排斥的种对很少,与胡里乐等(2003)的研究结果一致。种间关联性只能解释表面现象,揭示的是种间竞争的结果或群落的现状,难以深入阐明群落种间关系的内在原因,如果将环境因子与种间关联测定指标结合起来,可对种间关系找到更合理的解释,所以要切实保护这一珍稀濒危物种,全面了解该物种的稀有濒危的内在机制,迫切需要深入研究该物种的生理生态知识。

此外,在我们实际的调查中发现,在保护区内仍存在人为干扰破坏因素,如当地农民采药、放牧等,特别是牲畜的啃食使珙桐群落中处于灌木层的珙桐稀少,在调查的 13 个样方中仅有 29 棵小珙桐,本就难以存活的珙桐幼苗更为稀少,这对珙桐群落的发展演替极为不利。因此,加强珙桐的自然保护也是必需的。

## 参考文献:

- 广西壮族自治区林业厅. 1993. 广西自然保护区[M]. 北京: 中国林业出版社, 52—55.
- 云南植被编写组. 1987. 云南植被[M]. 北京: 科学出版社, 330—334.
- 王伯荪. 1989. 植物种群学[M]. 广州: 中山大学出版社, 115—120.
- 李 博. 2000. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 122—124.
- Brooks RR, Mcclleave JA, Schofield DK. 1977. Cobalt and Nickel UP take by the Nyssaceae[J]. *Taxon*, 26(2—3): 197—201.
- Du DL(杜道林), Liu YC(刘玉成), Li R(李 睿). 1995. Studies on the interspecific association of dominant species of subtropical *Castanopsis fargesii* forest in Jinyun Mountain (缙云山亚热带栲树林优势种群间联结性研究)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报), 19(2): 148—157.
- Goldblaittp. 1978. A contribution to cytology in cornales[J]. *Ann MO Bot Gard*, 65(2): 650—655.
- Grieg-Smith P. 1983. Quantitive Plant Ecology[M]. 3rd ed. Oxford: Black Well Science Publication, 105—112.
- Guo ZH(郭志华), Zhuo ZD(卓正大), Chen J(陈 洁), et al. 1997. Intespecific association of trees in mixed evergreen and deciduous broadleaved forest in Lushan Mountain(庐山常绿阔叶、落叶阔叶混交林乔木种群种间联结性研究)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报), 21(5): 424—432.
- Hu LL(胡里乐), Li X(李 新), Jiang MX(江明喜), et al. 2003. Studies on the interspecific association of canopy in *Davidia involucrata* community of Mt Seven-sister in Western Hubei(宣恩七姊妹山珙桐群落种间联结分析)[J]. *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究), 21(3): 203—208.
- Jiao J(焦 健). 1999. Studies on interspecific association of *Davidia involucrata* community's dominant species in Wen County of Gansu(甘肃文县珙桐群落优势种的种间联结性测定)[J]. *J Gansu Agric Univ*(甘肃农业大学学报), 34(1): 61—64.
- Kershaw KA, Looey JH. 1985. Quantitative and Dynamic Plant Ecology[M]. 3rd Edition London: Edward Arnod Limited, 78—94.
- Li M(黎 明), Su JL(苏金乐), Yang FR(杨芳绒), et al. 1999. Anatomical studies on vegetative organs of *Davidia involucrata* Bail(珙桐营养器官解剖学研究)[J]. *Acta Agric Univ Henan*(河南农业大学学报), 33(4): 357—359.
- Li YX(黎云祥), Chen F(陈 放). 2002. Isolation of total RNA from dry seed of *Davidia involucrata*(一种改进的珙桐干种子总 R-NA 提取方法)[J]. *J Sichuan Univ*(Nat Sci Edition)(四川大学学报)(自), 39(5): 968—970.
- Li YX, Su ZX, Chen L. 2002a. Rapid extraction of gnomnic DNA from leaves and bracts of Dove Tree(*Davidia involucrata*)[J]. *Plant Molecular Biology Reporter*, 20(2): 185a—185e.
- Li YX, Chen L, Jian L, et al. 2002b. Suppression subtractive hybridization cloning of cDNAs of differentially expressed genes (下转第 4 页 Continue on page 4)

Indonesia, Java, Blume 1234 (holotype, L).

分布于马来西亚、印度尼西亚等国。

多年生藤本。成长枝、叶和花序均无毛。花白色,高脚碟状,长 12~15 cm;萼片阔椭圆形,顶端钝。种子密生灰褐色长绵毛。

本种群的花是夜间开放的,(1974)《海南植物志》以我国新记录形式收载它后,(1979)《中国植物志》亦认同。现再报道其凭证标本,其中张海道 3835 号嫩枝、叶均无毛;黄志 33933 号和张海道 989 号这 2 号标本,各有长约 3 cm 的新枝,其嫩枝、叶具疏生灰色、长约 0.5 mm 的毛;这 2 号标本成长枝、叶均无毛。

据 Van Oostetroom 发表的 *I. aculeatea* Bl. var. *mollissima* (Java, holotype Zollinger 671), 原始描述:“Differs from var. *aculeatea* in being wholly or partly pubescent or short-tomentose”。

此变种的特征与本文列举的海南标本的形态彼此有别,故不认同(1995)《Flora of China》16:312 将海南的标本视为夜花薯藤(*I. aculeatea* Bl. var. *mollissima* (Zoll.) Hall. f. ex Ooststr.), 现作错误鉴定处理。

9. 草牵牛(海南)变叶立牵牛(台湾植物志)、羽叶薯(中国植物志)

*Ipomoea polymerpha* Roem. et Schult., Syst.

Veg. 4:254. 1819; Van Ooststroom in Steenis ed. Fl. Malesiana ser. I, 4(4):464, f. 38. 1953, et in Blumea 12:40. 1963; E. G. Lu in Quart. Journ. Chin. Forest. 6:139. 1972; C. E. Chang in Fl. Taiwan 4:373, pl. 1045. 1978; R. C. Fang et S. H. Huang in C. Y. Wu ed., Fl. Reip. Popul. Sin. 64(1):85, pl. 19:1—3. 1979; H. X. Qiu in T. L. Wu et al. eds., Fl. Guangdong 4:350. 2000. ———*Dimorodiscus fallax* Gagnep. in Not. Syst. 14(1):25. 1950 (Vietnam, holotype Harmand 650, P).

**Hainan** (海南): Ye Xian (崖县), Sanya, seashore, sandy, grassland, alt. 5m, Sept. 14, 1972, Y. Tsoong 60052 (fl. et fr. IBSC). **Taiwan** (台湾): A. Henry 1112 (K, photo.).

Japan: Ryu Kyu Isls, Mieirkv, 1887, O. Warburg (SYS, herb num. 105322).

分布于东南亚各国;澳大利亚北部;非洲东部。

一年生小草本,高约 20 cm (海南标本)。叶形多样,全缘、具粗齿至 3~5 浅裂或深裂。花紫红色,长 1.2 cm。种子褐色,被短柔毛。

1972 年钟义首次采到海南标本,据野外记录,本种较稀有,当地居民用作消肿草药。

(上接第 37 页 Continue from page 37)

- in dove tree (*Davidia involucrata*) bracts [J]. *Plant Molecular Biology Reporter*, 20(3):231—238.
- Li XK (李先琨), Huang YQ (黄玉清), Su ZM (苏宗明). 1999. Preliminary studies on interconnections among the main tree of *Taxus chinensis* var. *mairei* community (南方红豆杉群落主要树木种群间联结关系初步研究) [J]. *Chin J Ecol* (生态学杂志), 18(3):10—14.
- Legendre L, Legendre P. 1983. Numerical Ecology Amsterdam [M]. Elsevier Scientific Publishing Company, 205—207.
- Su ZX (苏智先), Zhang SL (张素兰). 1999. The reproductive phenology and the influencing factors of *Davidia involucrata* population (珙桐种群生殖物候及其影响因子的研究) [J]. *J Sichuan Teachers Coll (Nat Sci)* (四川师范学院学报(自)), 20(4):313—318.
- Tan L (覃林), Ai XR (艾训儒). 1999. Studies on interspecific association between *Davidia involucrata* population and main trees in *Davidia involucrata* community (珙桐群落中珙桐种群与主要共生树木种群间联结关系的研究) [J]. *For Sci Sin* (林业科学), 24(5):16—17.
- Wu G (吴刚), Xiao H (肖寒), Li J (李静), et al. 2000. Relationship between human activities and survival of rare and endangered species *Davidia involucrata* (珍稀濒危植物珙桐的生存与人为活动的关系) [J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 11(4):493—496.
- Yang XB (杨心兵), Liu SX (刘胜祥), Yang FS (杨福生). 2000. Study on the structure of *Davidia involucrata* var. *vilmoriniana* population in Houhe, Hubei Province (湖北省后河自然保护区光叶珙桐种群结构的研究) [J]. *Chin J Ecol* (生物学杂志), 17(1):15—17.
- Zhang JX (张家勋), Li JQ (李俊清), Zhou BS (周宝顺), et al. 1995. Studies on the Chinese dove tree propagation and cultivation techniques (珙桐繁殖和栽培技术研究) [J]. *J Beijing For Univ* (北京林业大学学报), 17(3):24—29.
- Zhang F (张峰), Shangguan TL (上官铁梁). 2000. Numerical analysis of interspecific relationship in *elaagnus mollis* community in Shanxi (山西翅果油树群落种间关系的数量分析) [J]. *Acta Phytocool Sin* (植物生态学报), 24(3):351—355.
- Zhang SY (张思玉). 2000. Interspecific association of main tree populations in *Alsophila spinulosa* community (桫欏群落内主要乔木种群的种间关联性) [J]. *Chin J Appl Environ Bio* (应用与环境生物学学报), 7(4):355—359.