

# 浙江天童披针叶茴香群落种间联结性研究

曹永慧, 陈双林, 萧江华\*, 吴明, 李迎春

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

**摘要:** 通过基于  $2 \times 2$  列联表的种间联结分析和  $\chi^2$  检验, 对浙江天童保存较好的披针叶茴香 (*Illicium lanceolatum* A. C. Smith) 群落的种间联结性进行研究, 以揭示披针叶茴香在群落中的地位及种间联结与群落稳定性的关系。结果表明: (1) 群落内所有树种间总体呈显著正联结 [ $W(49.607) > \chi^2_{0.05, 32}(46.194)$ ]; 群落内所有物种间显著正联结的种对数比例高于显著负联结的种对数比例, 但无显著联结种对数的比例最大。这表明群落处于稳定共存的状态。(2) 披针叶茴香与石楠、尖萼毛柃、苦槠、四川山矾等 7 种呈显著正关联, 仅与枫香呈显著负联结, 与多数种间联结性不显著; 披针叶茴香与多数种的联结系数 ( $AC$ ) 值大于 0.5 (74.3%), 其中正联结种对数明显多于负联结种对数, 表明披针叶茴香在群落中处于优势地位, 与多数种群互利共存。此研究结果对制定该物种合适的就地保护措施、种群恢复以及人工规模栽培配置模式、生境的选择具有重要参考价值。

**关键词:** 披针叶茴香; 种间联结; 优势种; 浙江

中图分类号: Q948.122.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2008)06-0497-08

## Studies on the Interspecific Association of *Illicium lanceolatum* Community in Tiantong Region, Zhejiang Province

CAO Yong-hui, CHEN Shuang-lin, XIAO Jiang-hua\*, WU Ming, LI Ying-chun

(Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, China)

**Abstract:** *Illicium lanceolatum* A. C. Smith, an important and endangered medicinal plant of China, has declined rapidly in population size in recent years. Interspecific associations, which play an important role in ecosystem function, can reflect interspecific competition within community. The species association in *I. lanceolatum* community was studied based on  $2 \times 2$  contingency tables of species, including analysis of species association and  $\chi^2$  test. The results showed that the significant positive associations [ $W(49.607) > \chi^2_{0.05, 32}(46.194)$ ] were present among the tree species as a whole in the community. The percentage of species-pairs with significant positive association among them was higher than that with significant negative association, and the number of species-pair without significant association had the highest percentage, which implied that the community was stable. There were significant positive associations between *I. lanceolatum* and species, such as *Photinia serrulata*, *Eurya acutisepala*, *Castanopsis sclerophylla* and *Symplocos setchuensis* etc., and the significant negative association only occurred with *Liquidambar formosana*, but it had no relationship with most species. The association coefficients ( $AC$ ) between *I. lanceolatum* and most species are more than 0.5 (about 74.3%), with positive species-pairs more than negative, which implied a dominant status of *I. lanceolatum* in the community and a coexisting relation with other species. These results can provide a valuable reference for the population protection, *in situ*, rehabilitation and planting mode and habitat selection.

**Key words:** *Illicium lanceolatum*; Interspecific association; Dominant species; Zhejiang

植物群落内各物种间的相互作用关系较为复杂, 通常是由于群落生境的差异影响了物种的分布

而引起的<sup>[1-3]</sup>。种间联结性的研究在理论上有助于了解物种间的关系, 正确认识群落的结构特征, 探

讨环境差异对植物分布的影响,在实践上为植物物种多样性保护提供科学参考。因此,联结分析(association analysis)作为阐明物种之间可能存在的相互作用的一种诊断方法,一直为生态学家所青睐<sup>[4-9]</sup>,但用于珍稀植物尤其药用植物在群落中的地位研究报道较少<sup>[1,10]</sup>。

披针叶茴香(*Illicium lanceolatum* A. C. Smith)是八角科重要药用植物之一,是我国特有种,根、根皮有活血止痛、祛风除湿之效,可治跌打损伤、胸腹疼痛,风寒湿痹<sup>[11]</sup>。由于其对某些疾病诸如关节疼痛等的良好疗效,近年来引起国内外重视。目前,披针叶茴香野生种群规模较小,多处于零星分布状态,此外由于挖根式的采伐,使现有野生资源日益稀少。

浙江天童分布有以披针叶茴香为优势种的群落,目前对其群落结构特征及物种间关联尚未见报道。本文以披针叶茴香-南酸枣(*Choerospondias axillaris* (Roxb.) Burt et Hill)群落为对象,试图通过测定披针叶茴香与其它种类,特别是优势种类的联结性,分析披针叶茴香与其它种的关系,从而了解其在群落中的地位,以期为该重要药用物种的保护提供科学依据。

## 1 研究区自然概况

研究区域为浙江鄞县天童山区,位于 29°48'N、121°47'E。平均海拔 300 m 左右,最高峰太白山顶 653.3 m。该区属于典型亚热带气候,全年温暖湿润,年平均气温 16.2℃,最热月(7 月)平均气温 28.1℃,极端最高温 38.7℃。最冷月(1 月)平均气温 4.1℃,极端最低温 -8.5℃。全年无霜期 237.8 d,≥10℃ 的活动积温为 5 166.2℃,年平均降雨量 1 551 mm,年蒸发量 1 320.1 mm。由于多雨和邻近东海,年相对湿度高达 85%。土壤为黄红壤,厚薄不一,一般在 10 m 左右<sup>[12]</sup>。

本区地带性植被为常绿阔叶林,建群种或优势种主要有丝栗栲(*Castanopsis fargesii*)、木荷(*Schima superba*)、石栎(*Lithocarpus glabra*)等。群落高度为 15~20 m,分层明显,可分为乔木层、灌木层、草本层和藤本植物。披针叶茴香-南酸枣群落主要分布在海拔 270~330 m 的山沟中,生境较湿润,属山地黄棕壤。

## 2 研究方法

### 2.1 群落调查

在全面踏查的基础上,于天童酸枣坑选择具有

代表性地段,采用相邻格子法进行披针叶茴香-南酸枣群落调查。取样数依据统计学要求,以及根据天童保护区前有统计调查分析资料<sup>[12]</sup>以及披针叶茴香在该区域自然分布野生种群的规模较小、群落片段面积比较狭小的实际状况,在群落中设置 32 个 10 m × 10 m 的样方,统计小样方为 5 m × 10 m,共计 64 个,样地表现面积共为 3 200 m<sup>2</sup>。现有调查面积已基本涵盖了披针叶茴香自然分布区域。记录每样地海拔高度、坡向、坡度、坡位等,并逐个小样方进行每木调查,记录 DBH > 1.5 cm 的所有乔木、灌木种类、树高、胸径和株数以及所有草本物种名,并选取 2.5 m × 2.5 m 的小样方调查灌木地径、株数、盖度,选取 2 m × 2 m 小样方调查所有草本多度、盖度。样地海拔为 250~300 m,坡度 20°,坡向东偏北 30°。

### 2.2 数据处理

#### 2.2.1 多样性指数

多样性指数采用 Shannon-Wiener 指数<sup>[13]</sup>

$$D_{sw} = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

式中, $P_i$  为第  $i$  种的相对数量, $S$  是群落的物种数。

#### 2.2.2 多物种间总体联结性检验

根据 Schluter<sup>[4]</sup>提出的基于出现-不出现数据的方差比例,检验所有样方的多物种间总体联结性。计算公式为:

$$\delta_T^2 = \sum_{i=1}^S P_i(1 - P_i), P_i = n_i/N$$

$$S_T^2 = 1/N \sum_{j=1}^N (T_j - t)^2$$

$$VR = S_T^2 / \delta_T^2$$

其中  $VR$  为物种总体联结性指数,即种间联结指数(index of species association), $S$  为总的物种数, $N$  为总样方数, $T_j$  为样方  $j$  内出现的研究物种的总数, $n_i$  为物种  $i$  出现的样方数, $t$  为样方中种的平均数, $t = (T_1 + T_2 + \dots + T_N)/N$ 。

在独立性零假设条件下, $VR$  期望值为 1; $VR > 1$  表示物种间出现正的关联; $VR < 1$  表示物种间存在负关联。种间的正负关联可以互相抵消。采用统计量  $W(W = N \cdot VR)$  来检验  $VR$  值偏离 1 的程度(即显著性),若  $\chi_{0.95,N}^2 < W < \chi_{0.05,N}^2$ ,关联性不显著,否则关联性显著。

#### 2.2.3 联结系数 $AC$ <sup>[6]</sup>

若  $ad \geq bc$ ,则  $AC = (ad - bc) / [(a + b)(b + d)]$ ;

若  $ad < bc$ , 且  $d \geq a$ , 则  $AC = (ad - bc) / [(a + b)(a + c)]$ ;

若  $ad < bc$ , 且  $d < a$ , 则  $AC = (ad - bc) / [(c + d)(b + d)]$ ;

$AC$  的取值范围为  $-1 \sim 1$ ,  $AC$  值越趋近于 1, 表明种间的正联结越强;  $AC$  值越趋近于  $-1$ , 表明种间的负联结越强;  $AC$  值为 0 时, 物种间相对独立。其中,  $a$  为两物种均出现的样方数,  $b$ 、 $c$  分别为物种 B 和物种 A 出现的样方数,  $d$  为两个物种均未出现的样方数。

### 2.2.4 $\chi^2$ 检测<sup>[14]</sup>

将各样方调查数据排成  $2 \times 2$  列联表, 计算关联测度。 $\chi^2$  检验采用 Yates 的连续校正公式计算:

$$\chi^2 = n[|ad - bc| - (n/2)]^2 / (a + b)(c + d)(a + c)(b + d)$$

其中,  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  代表同上,  $n$  为取样总数,  $2 \times 2$  列联表的自由度为 1, 其  $\chi_{0.05}^2 = 3.841$ ,  $\chi_{0.01}^2 = 6.635$ 。当  $\chi^2 < 3.841$  时, 说明种间无显著关联; 当  $3.841 < \chi^2 <$

$6.635$  时, 说明种间关联显著; 当  $\chi^2 > 6.635$  时, 说明种间关联极显著。由于  $\chi^2$  本身没有负值, 因此判定是否联结的方法是: 若  $ad > bc$ , 即为正联结, 反之则为负联结; 若  $ad = bc$ , 则表明两种间无关联性。

### 2.2.5 种间联结图

以  $AC$  值和  $\chi^2$  检测值作半矩阵图。

## 3 结果和分析

### 3.1 群落种类组成

经调查表明, 天童披针叶茴香群落共有维管束植物 32 科 49 属 64 种(含变种, 下同), 其中蕨类植物 4 科 5 属 5 种, 被子植物 28 科 44 属 59 种(包括双子叶植物 24 科 40 属 54 种, 单子叶植物 4 科 4 属 5 种)。样地用于联结系数测定的 36 种分属 16 科 25 属, 其中樟科(Lauraceae)、山茶科(Theaceae)、壳斗科(Fagaceae)和山矾科(Symplocaceae)为群落优势科, 其物种数占种间联结测定总种数的 63.9%(表 1)。

表 1 披针叶茴香群落种类组成

Table 1 The species composition of *Illicium lanceolatum* community

科 Family	群落 Community		样地 Plot		科 Family	群落 Community		样地 Plot	
	种数 Number of species	%	种数 Number of species	%		种数 Number of species	%	种数 Number of species	%
樟科 Lauraceae	7	10.9	7	19.4	槭树科 Aceraceae	1	1.6	1	2.8
山茶科 Theaceae	8	12.5	6	16.7	金缕梅科 Hamamelidaceae	2	3.1	1	2.8
壳斗科 Fagaceae	6	9.4	6	16.7	八角科 Illicaceae	1	1.6	1	2.8
山矾科 Symplocaceae	5	7.8	4	11.1	紫金牛科 Myrsinaceae	3	4.7	1	2.8
漆树科 Anacardiaceae	2	3.1	2	5.6	蔷薇科 Rosaceae	1	1.6	1	2.8
木犀科 Oleaceae	1	1.6	1	2.8	清风藤科 Sabiaceae	1	1.6	1	2.8
芸香科 Rutaceae	1	1.6	1	2.8	百合科 Liliaceae	2	1.6	1	2.8
野茉莉科 Styracaceae	1	1.6	1	2.8	榆科 Ulmaceae	3	4.7	1	2.8
豆科 Leguminosae	1	1.6	0	0	木通科 Lardizabalaceae	1	1.6	0	0
禾本科 Gramineae	1	1.6	0	0	夹竹桃科 Apocynaceae	1	1.6	0	0
大戟科 Euphorbiaceae	2	3.1	0	0	八角枫科 Alangiaceae	1	1.6	0	0
小檗科 Berberidaceae	1	1.6	0	0	卫矛科 Celastraceae	1	1.6	0	0
茜草科 Rubiaceae	2	3.1	0	0	里白科 Gleicheniaceae	2	3.1	0	0
荨麻科 Urticaceae	1	1.6	0	0	凤尾蕨科 Pteridaceae	1	1.6	0	0
美人蕉科 Cannaceae	1	1.6	0	0	水龙骨科 Polypodiaceae	1	1.6	0	0
莎草科 Cyperaceae	1	1.6	0	0	乌毛蕨科 Blechnaceae	1	1.6	0	0
合计 Total	64	100	36	100					

所调查群落单位总基部面积为 71.31 m<sup>2</sup> hm<sup>-2</sup>, 多样性指数(Shannon-Wiener index)为 4.479。群落为多种共优势类型,以披针叶茴香、南酸枣、薄叶润楠(*Machilus leptophylla*)、红楠(*M. thunbergii*)以及橄榄槭(*Acer olivaceum*)为优势种。其中,披针叶茴香个体数最多,达 563 株(样地内)。披针叶茴香最大胸径和平均胸径分别为 11.0 cm 和 1.7 ± 0.1 cm, 平均树高 2.6 ± 0.6 m。

### 3.2 群落总体关联性、种间联结

群落乔木层、灌木层总体联结性指数测定结果表明,披针叶茴香群落的物种总体联结性指数  $VR > 1$  ( $VR = 1.711$ ), 统计检验量  $W(49.607)$  大于  $\chi^2_{0.05, 32}(46.194)$ , 群落树种间总体联结性呈显著正相关。选取在样地群落中出现频率较高或生长占优势的 36 种主要乔木层、灌木层物种, 进行种间联结性分析。群落

中呈正联结和负联结的种对数占总种对数的比例分别为 18.4% 和 54.5%, 负联结种对数明显多于正联结种对数; 而无联结的种对数占总种对数的比例则为 27.1%。种间联结显著性检验结果表明, 群落样地中显著正联结种对数占正联结种对数的 10.3%, 负联结达显著水平的种对数占负联结种对数的 8.8% (图 1, 2)。

由  $\chi^2$  检验可知, 仅有 8 种与披针叶茴香存在极显著关联( $\chi^2 \geq 6.635$ ), 有 27 种与其不存在联结性( $\chi^2 < 3.841$ ) (表 2, 图 2)。其中显著正联结的是石楠、尖萼毛柃、苦槠、四川山矾、杜茎山、细叶青冈及笔罗子 7 种; 呈显著负联结的仅有枫香 1 种。披针叶茴香与优势种南酸枣、华东楠、红楠、橄榄槭等不存在显著的关联性, 总体说明披针叶茴香在其为优势种的群落环境中表现出一定的独立性。

表 2 披针叶茴香与样地内 35 种植物间的关联测度值

Table 2 The values of  $\chi^2$  and AC between *Illicium lanceolatum* and 35 species in plots

序号 Order	物种 Species	AC	$\chi^2$	序号 Order	物种 Species	AC	$\chi^2$
1	披针叶茴香 <i>Illicium lanceolatum</i>	-	-	19	盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	0.606	1.756
2	▲南酸枣 <i>Choerospondias axillaris</i>	0.680	0.779	20	拟赤杨 <i>Alniphyllum fortunei</i>	0.653	2.997
3	▲华东楠 <i>Machilus leptophylla</i>	-1.000	0.032	21	枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	-0.518	6.741**
4	连蕊茶 <i>Camellia fraterna</i>	0.012	0.000	22	木荷 <i>Schima superba</i>	-0.440	0.174
5	杭州榆 <i>Ulmus changii</i>	-0.439	0.032	23	▲橄榄槭 <i>Acer olivaceum</i>	0.603	0.779
6	▲红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	1.000	0.064	24	紫楠 <i>Phoebe sheareri</i>	0.694	1.142
7	石楠 <i>Photinia serrulata</i>	0.650	6.741**	25	山茶 <i>Camellia japonica</i>	0.701	0.260
8	青冈 <i>Castanopsis glauca</i>	0.600	1.756	26	椿叶花椒 <i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	0.612	1.142
9	隔药柃 <i>Eurya muricata</i>	0.691	2.997	27	刨花楠 <i>Machilus pauhoi</i>	0.640	2.997
10	米槠 <i>Castanopsis carlesii</i>	0.630	2.997	28	苦槠 <i>Castanopsis sclerophylla</i>	0.647	6.741**
11	舟山新木姜子 <i>Neolitsea sericea</i>	0.702	0.260	29	山矾 <i>Symplocos sumuntia</i>	0.700	0.064
12	黑山山矾 <i>Symplocos heishanensis</i>	0.622	2.997	30	光叶山矾 <i>S. lancifolia</i>	-0.472	2.997
13	细枝柃 <i>Eurya lpquiana</i>	0.710	2.997	31	四川山矾 <i>S. setchuensis</i>	0.682	6.741**
14	尖萼毛柃 <i>E. acutisepala</i>	0.731	6.741**	32	杜茎山 <i>Maesa japonica</i>	0.604	6.741**
15	栲树 <i>Castanopsis fargesii</i>	0.709	0.542	33	土茯苓 <i>Smilax glabra</i>	0.711	1.756
16	石栎 <i>Lithocarpus glabra</i>	-0.478	0.542	34	细叶青冈 <i>Cyclobalanopsis myrsinaefolia</i>	0.648	6.741**
17	黄丹木姜子 <i>Lindera elongate</i>	-0.560	0.001	35	笔罗子 <i>Meliosma rigida</i>	0.707	6.741**
18	浙江新木姜子 <i>Neolitsea aurata</i>	0.914	0.032	36	华东木樨 <i>Osmanthus cooperi</i>	-0.504	0.378

▲: 优势种 Dominant species; \*\*: 极显著性关联 Significant associations.

表 3 披针叶茴香与 35 种植物的种间联结性统计

Table 3 Statistics of interspecific association between *Illicium lanceolatum* and 35 species in plots

	联结系数 AC	物种数 Number of species	%
正联结 Positive association	> 0.5	26	74.3
	0.499 ~ 0.300	0	0
	0.299 ~ 0.100	0	0
	< 0.100	1	2.9
负联结 Negative association	< -0.5	4	11.4
	-0.499 ~ -0.300	4	11.4
	-0.299 ~ -0.100	0	0
	> -0.100	0	0

表 4 天童披针叶茴香群落正、负联结系数最大的 5 个种对

Table 4 The top five species-pairs ranked by positive association (POA) and negative association (NEA) in *Illicium lanceolatum* community in Tiantong

	种对 Species-pairs	种间联结系数 AC
正关联 Positive association	披针叶茴香-红楠 <i>Illicium lanceolatum</i> - <i>Machilus thunbergii</i>	1.000
	披针叶茴香-浙江新木姜子 <i>Illicium lanceolatum</i> - <i>Neolitsea aurata</i>	0.914
	木荷-红楠 <i>Schima superba</i> - <i>Machilus thunbergii</i>	0.747
	红楠-舟山新木姜子 <i>Machilus thunbergii</i> - <i>Neolitsea sericea</i>	0.895
	橄榄槭-刨花楠 <i>Acer olivaceum</i> - <i>Machilus pauhoi</i>	0.732
负关联 Negative association	披针叶茴香-华东楠 <i>Illicium lanceolatum</i> - <i>Machilus leptophylla</i>	-1.000
	石楠-杭州榆 <i>Photinia serrulata</i> - <i>Ulmus changii</i>	-0.797
	华东楠-苦槠 <i>Machilus leptophylla</i> - <i>Castanopsis sclerophylla</i>	-0.974
	浙江新木姜子-苦槠 <i>Neolitsea aurata</i> - <i>Castanopsis sclerophylla</i>	-0.807
	青冈-四川山矾 <i>Castanopsis glauca</i> - <i>Symplocos setchuensis</i>	-1.000

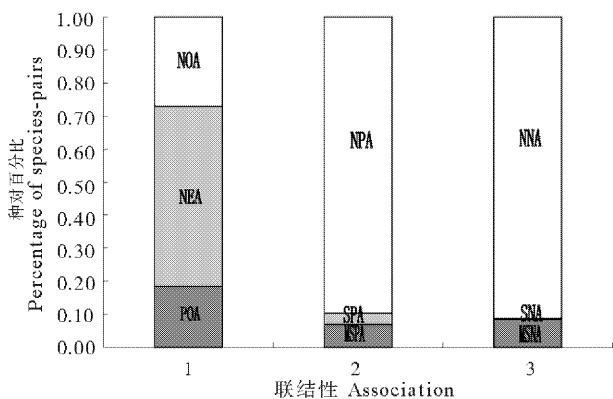


图 1 披针叶茴香群落树种各种联结的比例

Fig. 1 The proportions of different association of tree species-pairs in *Illicium lanceolatum* community

POA: 正联结 Positive association; NEA: 负联结 Negative association; NOA: 无联结 Null association; MSPA: 极显著正联结 Markedly significant positive association; MSNA: 极显著负联结 Markedly significant negative association; SPA: 显著正联结 Significant positive association; SNA: 显著负联结 Significant negative association; NPA: 不显著正联结 No significant positive association; NNA: 不显著负联结 No significant negative association.

由联结系数(AC)可知(表 2, 3),与披针叶茴香的 AC 值在 -0.3 ~ 0.3 的仅有连蕊茶的 1 种;没有 0.3 ~ 0.5 的种;大于 0.5 的有南酸枣、红楠、石楠等 26 种,占 74.3%;在 -0.3 ~ -0.5 的有杭州榆、石栎、光叶山矾等 4 种,小于 -0.5 的有华东楠、黄丹木姜子等 4 种。其中正联结的有 27 个种对,明显多于负联结种对。仅连蕊茶与披针叶茴香的正联结不显著,与其余 26 种,如南酸枣、红楠、石楠、橄榄槭等呈显著正联结;仅华东楠与披针叶茴香呈显著负联结,与  $\chi^2$  检验结果不完全一致。

在披针叶茴香群落中,正联结系数最大的 5 个种对中,1 个为优势种与优势种种对,为披针叶茴香-红楠种对,4 个为优势种与伴生种种对,分别是披针叶茴香-浙江新木姜子、木荷-红楠、红楠-舟山新木姜子和橄榄槭-刨花楠种对;负联结系数最大的 5 个种对中,1 个为优势种与优势种种对,为披针叶茴香-华东楠种对,1 个为优势种与伴生种种对,为华东楠-苦槠种对,3 个为伴生种与伴生种种对,分别是石楠-杭州榆、浙江新木姜子-苦槠和青冈-四川山矾(表 4)。

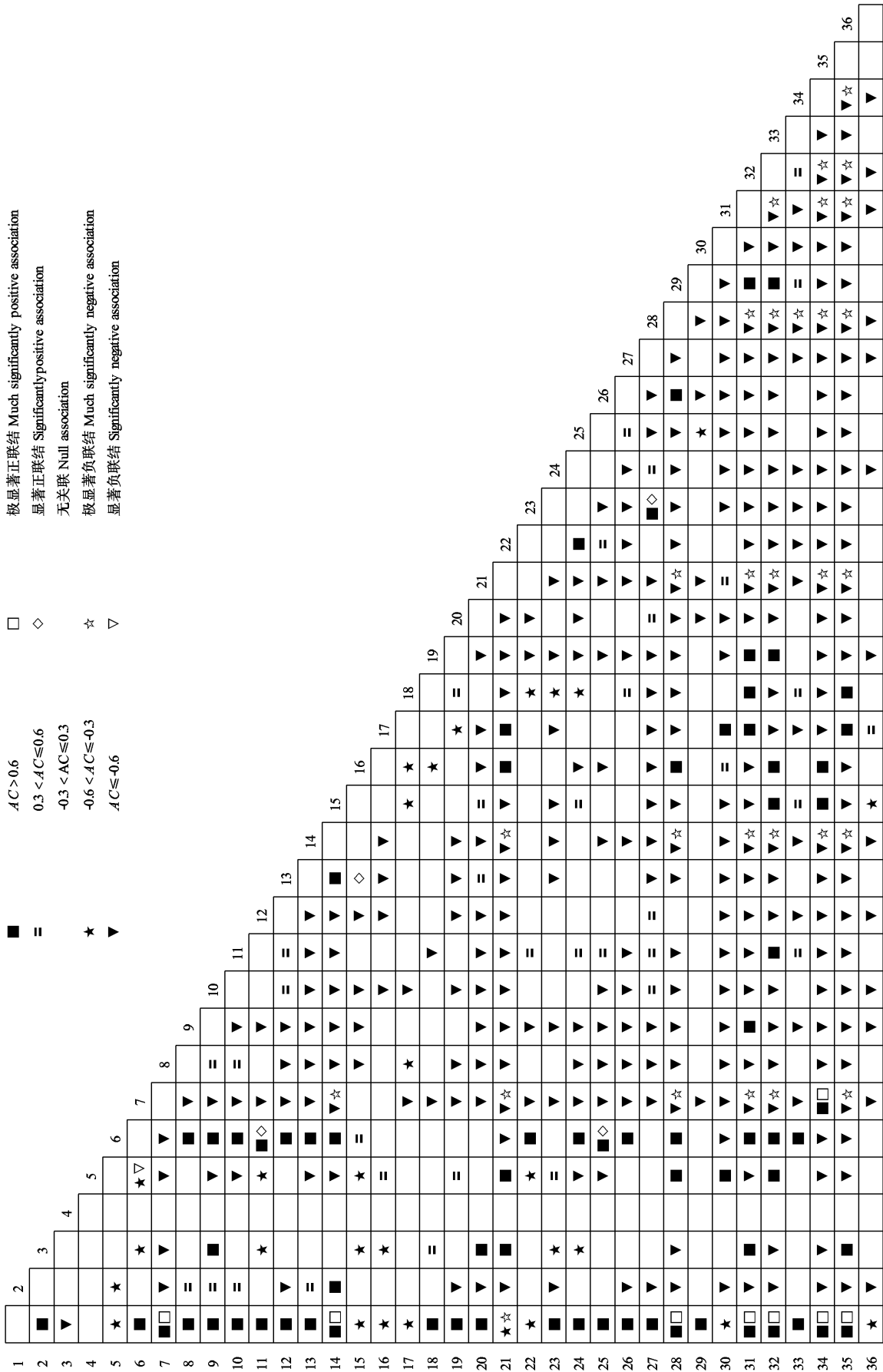


图 2 披针叶茴香群落的物种联结系数(AC)、χ² 半矩阵图

Fig. 2 Half-matrix diagram of interspecific association and  $\chi^2$ -test of *Ilicium lanceolatum* community in Tiantong 1 ~ 36 见表 2. 1 ~ 36 see Table 2.

## 4 讨论

种间联结表示不同物种在空间分布上的相互关联性,是对一定时期内植物群落组成物种之间相互关系的静态描述,这种关系不仅包括空间分布关系,也包含着物种之间的功能关系。种间联结揭示了群落中种对竞争的结果或群落的现状,能反映出群落内种间的关系以及种在群落中的地位<sup>[15]</sup>。本文种间联结分析的  $\chi^2$  检验结果表明,与披针叶茴香呈显著正联结的是石楠、尖萼毛柃、苦槠、四川山矾、杜茎山、细叶青冈及笔罗子7种,表明披针叶茴香与这些种对综合环境条件有着相似的反应,表现出显著的正相关;在以这些种为优势的小群落中,披针叶茴香能够正常生长发育,容易成为群落的优势物种而更新保存下来。不同物种表现出不同的关联性可能是不同的适宜微环境条件以及竞争的结果;群体之间的正关联可能是因为具有相似的环境条件,同时,它们之间的竞争又比较弱<sup>[16]</sup>。与披针叶茴香正联结的种对数明显多于负联结种对数,恰恰表明披针叶茴香与群落内较多物种在对环境条件的反应上有较多的相似,这对于披针叶茴香群落稳定以及自身优势地位的维持具有一定意义。

群落调查中发现,阳性落叶阔叶树种南酸枣虽作为群落优势种处于主林冠层,但与处于林冠层之下的披针叶茴香正关联不显著,可能与调查样地内南酸枣多为残留的大树、株数甚少有关;同样  $\chi^2$  检验显示披针叶茴香与优势种华东楠、红楠、橄榄槭等不存在显著的关联性,可能说明披针叶茴香对环境有特殊要求,一般披针叶茴香幼树喜阴湿环境,多自然分布于低海拔沟溪边。披针叶茴香与优势种红楠正联结系数最大,但  $\chi^2$  检验显示二者无显著联结;事实上,在天童常绿阔叶林群落中,红楠一般分布在生境相对偏湿的地段,披针叶茴香与其有相似的环境适应性;在披针叶茴香分布的群落内,红楠均作为主要伴生树种出现,且样方同时出现频率较高。数量较多的浙江新木姜子作为中国东部常绿阔叶林典型的林下伴生种,长期生活在林下,具有很强的耐荫性<sup>[17]</sup>。其与披针叶茴香呈较大的正联结,是构成群落的基础,有披针叶茴香出现的生境,浙江新木姜子也会出现,但二者联结不显著。究其伴生机理,还有待模拟野外环境条件进行二者的对照试验,研究相关种在光、温、水及养分方面的竞争机理,进而探讨二者与特殊环境的关系和适应性<sup>[12]</sup>。

$\chi^2$  检验表明,披针叶茴香与其他种的种间联结性两极分化明显,虽有联结极显著的种,但多数种与之联结性不显著,这说明在以披针叶茴香为优势的群落中,它与其他多数物种联结关系较为松散,群落内物种的分布包括披针叶茴香有一定的相对独立性,它们对光照等环境资源的竞争较小。这说明披针叶茴香对环境的适应有一定的范围,只要光、热、水等环境资源能基本满足它生存所需就行。群落中呈负联结的种对数虽明显大于正联结的种对数,多数种间对环境资源特别是光照有一定的竞争性利用,但所有物种之间正、负联结的比例都比较高,导致群落物种总体联结性为显著的正关联,因此,披针叶茴香群落总体上将处于一种互利共存的较为稳定的状态。群落复杂结构、较高的郁闭度以及较为荫蔽、湿润的生境,为幼苗及幼树期较喜阴喜湿的披针叶茴香的天然更新创造了条件,从而实现披针叶茴香野生种群的保护。本研究对我们认识披针叶茴香群落生态学特性具有重要意义,为该种的保护和种群恢复及其为人工栽培配置模式的选择和生境创造提供了重要的科学数据。

## 参考文献

- [1] Hu L L(胡理乐), Jiang M X(江明喜), Dang H S(党海山), et al. Community studies on the status of the endangered plant, *Berchemiella wilsonii* var. *pubipetiolata* using interspecific association analysis [J]. Acta Phytocol Sin (植物生态学报), 2005, 29 (2): 258-265. (in Chinese)
- [2] Wang B S(王伯荪), Li M G(李鸣光), Peng S L(彭少麟). Phytotopology [M]. Guangzhou: Guangdong Higher Education Press, 1995: 79-87. (in Chinese)
- [3] Wang W J(王文进), Zhang M(张明), Liu F D(刘福德), et al. Species association in tropical montane rain forest at two successional stages in Diaoluo Mountain of Hainan Island [J]. Biodiv Sci (生物多样性), 2007, 15(3): 257-263. (in Chinese)
- [4] Schluter D. A variance test for detecting species association with some example application [J]. Ecology, 1984, 65: 998-1005.
- [5] Myster R W, Pickett S T A. Dynamics of associations between plants in ten old fields during 31 years of succession [J]. J Ecol, 1992, 80: 291-302.
- [6] Peng S L(彭少麟), Zhou H C(周厚诚), Guo S C(郭少聪), et al. Studies on the changes in interspecific association of zonal vegetation in Dinghushan [J]. Acta Bot Sin (植物学报), 1999, 41(11): 1239-1244. (in Chinese)
- [7] Zhou X Y(周先叶), Wang B S(王伯荪), Li M G(李鸣光), et al. An analysis of interspecific associations in secondary succession forest communities in Heishiding Natural Reserve, Guangdong Province [J]. Acta Phytocol Sin (植物生态学报), 2000, 24 (3): 332-339. (in Chinese)

- [8] Du D L(杜道林), Liu Y C(刘玉成), Li R(李睿). Studies on the interspecific association of dominant species in a subtropical *Catanopsis fargesii* forest of Jinyun Mountain, China [J]. Acta Phytoecol Sin(植物生态学报), 1995, 19(2): 149–157.(in Chinese)
- [9] Guo Z H(郭志华), Zhuo Z D(卓正大), Chen J(陈洁), et al. Interspecific association of trees in mixed evergreen and deciduous broadleaved forest in Lushan Mountain [J]. Acta Phytoecol Sin(植物生态学报), 1997, 21(5): 424–432.(in Chinese)
- [10] Zhu S C(朱圣潮). Community characteristics and interspecific association of the Songyang population of *Isoetes sinensis* [J]. Biodiv Sci(生物多样性), 2006, 14(3): 258–264.(in Chinese)
- [11] Lin Q(林祁). Medicinal plant resources of *Illicium* L. [J]. Chin Trad Herb Drug(中草药), 2002, 33(7): 654–657.(in Chinese)
- [12] Song Y C(宋永昌), Wang X R(王祥荣). Vegetation and Flora of Tiantong National Forest Park, Zhejiang Province [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Document Press, 1995: 1–64.(in Chinese)
- [13] Ohsawa M, Wildpret W, Acro M D. A comparative study on evergreen broad-leaved forests and trees of the Canary Islands and Japan [M]. Chiba: Laboratory of Ecology, Chiba University, 1999: 67–87.
- [14] Song Y C(宋永昌). Vegetation Ecology [M]. Shanghai: East China Normal University Press, 2001: 35–54.(in Chinese)
- [15] Zhao Z H(赵则海), Zu Y G(祖元刚), Yang F J(杨逢建), et al. Study on the sampling technique of interspecific association of ligneous plant in *Quercus liaotungensis* forest in Dongling Mountain [J]. Acta Photoecol Sin(植物生态学报), 2003, 27(3): 396–403.(in Chinese)
- [16] Yang Y C(杨永川), Da L J(达良俊), Chen B(陈波). Population structure and spatial patterns for the main tree species in *Castanopsis carlesii-Schima superba* community in Tiantong, Zhejiang Province, China [J]. Acta Ecol Sin(生态学报), 2006, 26(9): 2927–2938.
- [17] Da L J(达良俊), Yang Y C(杨永川), Song Y C(宋永昌). Study on the population structure and regeneration types of main species of evergreen broadleaved forest in Tiantong National Forest Park, Zhejiang Province, eastern China [J]. Acta Photoecol Sin(植物生态学报), 2004, 28(2): 376–3841.(in Chinese)