

滇西北云南红豆杉群落物种生态位与种间联结

李帅锋, 刘万德, 苏建荣*, 郎学东, 张志钧

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 昆明 650224)

摘要: 在对滇西北云南红豆杉(*Taxus yunnanensis*)群落的野外调查基础上,采用生态位宽度、生态位重叠和基于 2×2 联列表的 χ^2 检验、联结系数(AC)的方法,分析了群落种群间的相互关系。结果表明:物种的重要值与相对应的生态位宽度存在着极显著正相关;云南红豆杉、丽江铁杉(*Tsuga forrestii*)与青莢叶(*Helwingia japonica*)的生态位宽度大于其它种群;在1225个种对中有48.16%的生态位重叠值为0,同时 χ^2 统计量中有4%为中性联结,说明群落中木本植物种群间资源利用性竞争较强。生态位宽度较大的种群间往往生态位重叠也较大;云南红豆杉与丽江铁杉之间的生态位重叠值要明显高于与其它种群的,Schoener指数为0.875。 χ^2 检验表明云南红豆杉与其它种群之间表现为无联结。联结系数中显著负联结的种对要多于显著正联结,群落物种受到较大的外来干扰。联结系数与生态位重叠值之间存在极显著正相关,并能用Cubic指数建立回归方程模型。

关键词: 云南红豆杉;生态位宽度;生态位重叠;种间联结;回归分析

中图分类号: Q948.1

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2012)06-0568-09

Niche and Interspecific Association of Species of *Taxus yunnanensis* Communities in Northwest Yunnan Province

LI Shuai-Feng, LIU Wan-De, SU Jian-Rong*, LANG Xue-Dong, ZHANG Zhi-Jun

(Research Institute of Resource Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, China)

Abstract: Field data collection was based on 3200 m² plots (including 8 subplots) in *Taxus yunnanensis* communities distributed in northwest Yunnan province. Methods including niche breadth, niche overlap, chi-square test, and association coefficient (AC) based on a 2×2 contingency table were used for analyzing the interaction between the species population. Results showed significant positive correlation ($p < 0.001$) between the importance value and corresponding niche breadth. The niche breadth of *Taxus yunnanensis*, *Tsuga forrestii*, and *Helwingia japonica* were larger than other populations. The niche overlap of 48.16% of species pairs was 0 in 1225 species pairs and 4% of species pairs showed neutral association in chi-square test, which indicated a stronger resource utilization competition on different populations. Simultaneously, niche breadth increased with niche overlap. The niche overlap of species pair of between *Taxus yunnanensis* and *Tsuga forrestii* was larger than species pairs between *Taxus yunnanensis* and other populations. The Schoener index was 0.875. Chi-square results showed that there was no association between *Taxus yunnanensis* and other populations. For AC, the proportion of negative association was more than positive association, which showed that the community had a larger external disturbance. There was a significant positive correlation between association coefficient and niche overlap and the model was Cubic index.

收稿日期: 2012-04-09, 修回日期: 2012-09-24。

基金项目: 国家林业局948项目(2011-4-03)的部分研究内容; 云南省科技厅人才培养资助项目(2011CI072)。

作者简介: 李帅锋(1982-), 男, 助理研究员, 主要从事群落生态学研究(E-mail: shuaifengli@163.com)。

* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: jianrongsu@vip.sina.com)。

Key words: *Taxus yunnanensis*; Niche breadth; Niche overlap; Interspecific association; Regression analysis

生态位与种间联结是种群生态研究的核心问题。生态位是物种对环境的影响和环境对物种的影响两方面的相互作用^[1],能够反映物种对资源的竞争^[2],物种之间稳定共存的关系需要竞争者在生态位之间的分化,从而使种群对群落的空间、时间和资源的利用方面趋于相互补充而不是直接竞争^[3]。种间联结也可以反映群落中各物种在不同生境中相互影响、相互作用所形成的有机关系^[4],有助于理解物种间的关系与环境差异对植物分布的影响^[5],对特定物种保护有比较重要的作用^[6]。近年来,珍稀濒危植物群落的种群生态位与种间联结研究日益受到重视,王祥福等通过对崖柏(*Thuja sutchuenensis*)群落生态位的研究发现,拯救崖柏种群需必要的人工干预措施^[1];李先琨等通过对南方红豆杉(*Taxus chinensis* var. *mairei*)群落优势树种种间联结的研究为南方红豆杉药用原料林的营造管理提供了理论依据^[7];张志勇等通过种间联结研究发现,五针白皮松(*Pinus squamata*)的濒危状况可能是长期植被演化过程中被阔叶树种排挤造成的^[8],这些研究为濒危种群的保护提供了重要的科学依据。

云南红豆杉(*Taxus yunnanensis*)主要分布在我国的滇西、滇西北、滇西南、川西及藏东南等地,其树皮与叶中富含抗癌药物紫杉醇,于1986年、1993年、1999年分别被列为云南省二级保护植物、林业部二级保护植物和国家一级保护植物^[9]。该物种有极高的药用价值与经济价值,野生资源遭到大量破坏,且对生境要求特殊,目前野生云南红豆杉多分布在沟谷纵横、交通不便的山区,因而对云南红豆杉种群生态学的研究较少,已知的有对云南红豆杉的种群结构与生命表进行的研究^[10],而对其群落种群间生态位与种间联结的研究还未见报道。我们对滇西北云南红豆杉群落中物种的生态位与种间联结进行了研究分析,以期揭示云南红豆杉种群在群落中的功能地位、与其它种群的相互作用、生态适应性及各种群对资源的利用状况,从而为云南红豆杉的保护与资源合理利用提供参考。

1 研究地概况

研究区选择在云南省西北部怒江傈僳族自治州兰坪白族普米族自治县(26°06'~27°04' N, 98°58'~98°38' E)、迪庆藏族自治州的香格里拉县(26°52'~28°52' N, 99°21'~100°19' E)和丽江地区的宁蒗彝族自治县(26°35'~27°56' N, 100°21'~101°16' E)(见图1)。3个县皆位于滇西北金沙江流域,兰坪县气候属低纬度山地季风气候,地形较复杂,海拔高差较大,在1360~4435.4 m之间,形成了典型的垂直分布气候带,年平均气温13.7℃,年降水量1002.4 mm;在海拔2400 m以上属高原坝区暖湿气候,年平均气温11.2℃,年降水量在1002 mm,植被类型以寒温性针叶林为主。香格里拉县海拔在1503~5545 m之间,气候属山地寒温带季风气候,气温偏低,年平均气温6.3℃,≥10℃积温1529.8℃,年平均降水量618.4 mm,年平均蒸发量1643.6 mm,年日照时数2180.3 h;土壤以寒温性气候土壤类型为主,植被以山地寒温性针叶林为其区域性植被类型。宁蒗县海拔1370~4150 m之间,地处青藏高原东南缘的滇西北高原,山地面积占全县总面积的89%,属低纬度高原季风气候区暖温带季风气候,年平均气温8~12℃,≥10℃积温3782℃,年日照时数2300 h;年平均降水量923.3 mm,年平均蒸发量536 mm;土壤种类有红壤、黄棕壤、黄壤、暗黄壤等;植被以山地寒温性针叶林为主。

本研究中滇西北的云南红豆杉主要分布在温凉、潮湿、多雾的高山亚高山沟谷、溪流两岸以及阴坡、半阴坡立地,多在亚高山温凉性针叶林中散生或群状生长,集中分布在海拔2600~3300 m之间。群落常见的伴生树种有丽江铁杉(*Tsuga forrestii*)、红桦(*Betula albo-sinensis*)、川滇高山栎(*Quercus aquifolioides*)、云南箭竹(*Fargesia yunnanensis*)、西南花楸(*Sorbus rehderiana*)、亮叶杜鹃(*Rhododendron vernicosum*)、灰背杨(*Populus glauca*)、树八爪龙(*Sarcococca hookeriana*)、冰川茶藨子(*Ribes glaciale*)、三角槭(*Acer buergerianum*)

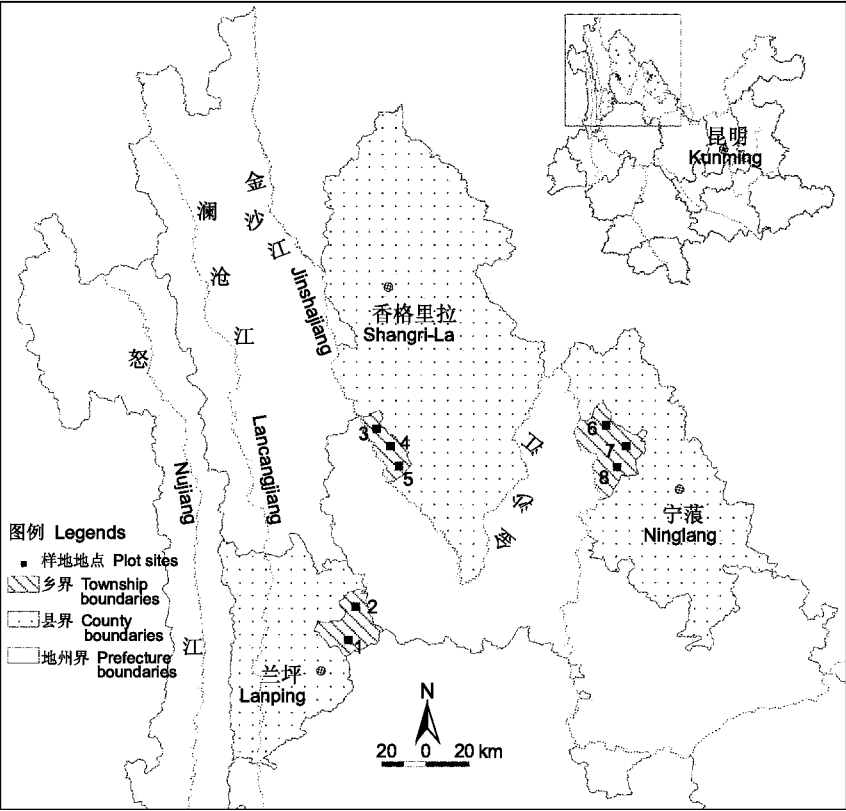


图 1 研究区位置示意图
Fig. 1 Schematic diagram of study area

等;林下常见的草本植物有淡黄香薷 (*Elsholtzia luteola*)、异叶楼梯草 (*Elatostema monandrum*)、云南兔儿风 (*Ainsliaea yunnanensis*)、多叶虎耳草 (*Saxifraga pallida*)、合果景天 (*Sedum conearpum*)、粘冠草 (*Myriactis wallichii*)等;林中出现的藤本植物有金银忍冬 (*Lonicera maackii*)、甘川铁线莲 (*Clematis akebioides*)、叉蕊薯蓣 (*Dioscorea collettii*)、五叶瓜藤 (*Holboellia fargesii*)、峨眉蔷薇 (*Rosa omeiensis*)等。

2 研究方法

2.1 样地设置

野外调查选择在云南红豆杉分布的集中区域。采用典型取样法设置样地,每个样地面积为 20 m × 20 m,共设 8 个样地,每个样地设置 4 个 10 m × 10 m 的小样方,对所有树高(H) > 1.3 m 的植物进行每株调查,记录乔木、灌木与竹类物种的名称、高度、胸径。群落内的竹类植物为丛生植物,记录每丛竹类的平均胸径与株数,同时记录每个样地的乔木

层盖度、灌木层盖度、草本层盖度、海拔、坡度、坡向、土壤厚度、凋落物厚度等环境因子(见表 1)。

2.2 数据处理

根据野外调查的原始资料,建立以“样方-种类”组成的二维数据库。以 8 个面积 400 m² 的样方作为群落综合环境梯度,用于生态位和种间联结分析^[11]。

2.2.1 重要值

重要值是以综合数值来表示群落中的不同植物的相对重要性,本研究将群落中高度大于 1.3 m 的乔木、灌木与竹类植物合并一起计算重要值,其计算公式为^[12,13]:

重要值(IV) = (相对多度 + 相对优势度 + 相对频度)/3。

2.2.2 生态位测度方法

本研究采用 Levins 指数和 Shannon-Wiener 指数来测定种群的生态位宽度^[12,14],采用 Schoener 指数与 Pianka 指数测度优势种群间的生态位重叠^[12,15,16]。

Levins 生态位宽度($B_{(Li)}$):

表 1 云南红豆杉群落样地环境因子
Table 1 Environmental factors of the plots in *Taxus yunnanensis* communities

样地 Plot	地点 Location	海拔(m) Altitude	坡度(°) Slope angle	坡向 Aspect	凋落物厚度(cm) Litter thickness	土壤厚度(cm) Soil thickness	群落类型 Community type
1	兰坪县通甸乡 Tongdian town, Lanping county	2900	32	北 North	2	100	丽江铁杉、玉山竹林 <i>Tsuga forrestii</i> , <i>Yushania</i> sp. forest
2	兰坪县通甸乡 Tongdian town, Lanping county	2860	15	西 West	2	80	丽江铁杉、云南红豆杉、玉山竹林 <i>Tsuga forrestii</i> , <i>Taxus yunnanensis</i> , <i>Yushania</i> sp. forest
3	香格里拉县上江乡 Shangjiang town, Shangri-La county	2830	35	北 North	3	50	丽江铁杉、云南箭竹林 <i>Tsuga forrestii</i> , <i>Fargesia yunnanensis</i> forest
4	香格里拉县上江乡 Shangjiang town, Shangri-La county	2815	12	北 North	4	60	云南红豆杉、云南箭竹林 <i>Taxus yunnanensis</i> , <i>Fargesia yunnanensis</i> forest
5	香格里拉县上江乡 Shangjiang town, Shangri-La county	2840	18	北 North	6	40	丽江铁杉、云南箭竹林 <i>Tsuga forrestii</i> , <i>Fargesia yunnanensis</i> forest
6	宁蒗县翠玉乡 Cuiyu town, Ninglang county	2960	35	西 West	8	70	丽江铁杉、云南红豆杉林 <i>Tsuga forrestii</i> , <i>Taxus yunnanensis</i> forest
7	宁蒗县翠玉乡 Cuiyu town, Ninglang county	2970	38	东 East	7	80	丽江铁杉、云南红豆杉林 <i>Tsuga forrestii</i> , <i>Taxus yunnanensis</i> forest
8	宁蒗县翠玉乡 Cuiyu town, Ninglang county	3010	41	西 West	7	70	丽江铁杉、云南红豆杉林 <i>Tsuga forrestii</i> , <i>Taxus yunnanensis</i> forest

$$B_{(L)i} = \frac{1}{r \sum_{j=1}^r P_{ij}^2} ;$$

Shannon-Wiener 指数 ($B_{(SW)i}$):

$$B_{(SW)i} = - \sum_{j=1}^r P_{ij} \log P_{ij} ;$$

Schoener 指数 (O_{ik}):

$$O_{ik} = 1 - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^r |P_{ij} - P_{kj}| ;$$

Pianka 重叠指数 (NO):

$$NO = \frac{\sum_{j=1}^r P_{ij} P_{kj}}{\sqrt{(\sum_{j=1}^r P_{ij})^2 (\sum_{j=1}^r P_{kj})^2}} .$$

式中, $B_{(L)i}$ 为种群 i 的生态位宽度, P_{ij} 为种群 i 利用资源状态 j 的数量占它利用资源总数的比例, r 为资源位数, 即样地数; $B_{(SW)i}$ 表示种 i 在 r 个资源下的生态位宽度; O_{ik} 为 Schoener 指数, 表示物种 i 与物种 k 的相似程度; NO 为 Pianka 指数, P_{ij} 和 P_{kj} 分别表示种 i 和种 k 对第 j 个资源的利用占全体种群对第 j 个资源利用的频度。Schoener 指数与 Pianka 指数的值都介于 0 和 1 之间。

2.2.3 χ^2 检验

由于取样为非连续性取样, 原始数据为时间存

在与否的二元数据, 因此非连续性数据的 χ^2 值用 Yates 的连续性校正公式计算^[15]:

$$\chi^2 = \frac{N(|ad - bc| - \frac{1}{2}N)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)} .$$

种间联结强弱由 χ^2 决定, 若 $\chi^2 \geq 3.841$ ($0.01 < p \leq 0.05$), 表示种间联结显著; $\chi^2 \geq 6.635$ ($p < 0.01$), 表示种间联结极显著; $\chi^2 < 3.841$ ($p > 0.05$) 时, 认为两个种独立分布, 即中性联结。当 $ad > bc$ 时为正联结, $ad < bc$ 则为负联结。

2.2.4 联结系数

联结系数 (AC) 的测定, 通常把取样数据排成 2×2 连列表^[17]:

$$AC = (ad - bc) / (a + b)(b + d), ad \geq bc ;$$
$$AC = (ad - bc) / (a + b)(a + c), bc > ad, d \geq a ;$$
$$AC = (ad - bc) / (d + b)(d + c), bc > ad, d < a .$$

AC 值域为 $[-1, 1]$, AC 越接近 1 物种间正关联越强, 反之, 越接近 -1 物种间负关联越强, AC 为 0 表明物种间完全独立。

2.2.5 数据分析

将群落中物种的联结系数与生态位重叠进行相

关分析,并得出回归分析。文中数据处理在 Excel 2007 和 SPSS17.0 中完成,显著度水平为 $p < 0.05$ 。

3 结果与分析

3.1 重要值及其生态位宽度

云南红豆杉群落样地中树高大于 1.3 m 的乔木与灌木共有 48 种,其主要种群重要值计算结果见表 2,生态位宽度特征的计算结果见表 3。丽江铁杉、云南箭竹与云南红豆杉的重要值分别为 15.94%、10.99% 和 9.62%,丽江铁杉是群落中优势物种与建群物种,云南红豆杉种群群落为亚高山针叶林。云南红豆杉是群落中生态位宽度最大的物种,Levins 指数与 Shannon-Wiener 指数分别为 8 与 2.0794,其次是丽江铁杉、西南花楸与青莢叶 (*Helwingia japonica*)。Levins 指数与 Shannon-Wiener 指数的生态位宽度的排列顺序是一致的。群落中物种的重要值与生态位宽度之间存在极显著正相关($p < 0.001, R = 0.573$)。

3.2 生态位重叠

当两个物种利用同一资源或共同占有某一资源因素(如营养成分、空间等)时就会出现生态位重叠现象,生态位重叠值较大的物种常常就有相

近的生态习性或有互补性要求。Schoener 指数与 Pianaka 指数两个生态位重叠值为 0 的种对占总种对数的 48.16%(表 4)。生态位宽度较大的物种与其它种群间的生态位重叠也较大,群落中 Schoener 指数大于 0.8 的种对有 29 个,如灰背杨-玉山竹(*Yushania sp.*);但也不意味着生态位宽度较小的物种之间生态位重叠就一定小,群落中 Pianaka 指数大于 0.8 的有 17 个,如红果树(*Stranvaesia davidiana*)-风吹萧(*Leycesteria formosa*)、川滇小檗(*Berberis jamesiana*)-风吹萧等、风吹萧-丽江铃(*Eurya handel-mazzettii*)、银木荷(*Schima argentea*)-白背叶楸木(*Aralia chinensis var. nuda*)与银木荷-猫儿屎(*Decaisnea fargesii*)。云南红豆杉与其它物种的 Schoener 指数在 0.125~0.875 之间,云南红豆杉-丽江铁杉的 Schoener 指数为 0.875;Pianaka 指数在 0.6~0.8 之间没有种对。

3.3 种群联结分析

经 χ^2 统计量矩阵分析(图 2:A),群落 1225 个种对中,中性联结的种对有 49 个,占总种对的 4%;显著负联结的种对有 541 个,占总种对数的 44.16%,显著正联结的种对有 635 个,占总种对数的 51.84%,群落显示较多的正联结。云南红豆杉与其它种群的种间联结值都为中性联结。

表 2 云南红豆杉群落主要种群重要值
Table 2 Importance value of dominant species population in *T. yunnanensis* communities

种群编号 No. population	样地号 No. plot							
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
1	9	26.28	11.21	26.19	7.41	18.82	33.01	20.12
2	32.3	0.56	3.26	0	40.38	25.65	17.73	47.14
3	0	0	31.28	24.64	29.42	0	0	0
4	1.01	2.37	0.12	19.66	0	0	0	0
5	0	0	6.1	7.62	2.13	0	0	0
6	5.3	11.22	0	0	0	0	0	0
7	0	3.47	0	0.78	2.36	7.26	1.41	0
8	25.11	29.48	0	0	0	0	0	0
9	0	0	5.88	4.79	0	4.77	5.1	1.39
10	0	14.88	0	0	0	0	0	0
11	0	2.98	30.04	1.14	0	0	0	0
12	0	0	0.12	0	0	0	0	8.66
13	0	0	0	0	31.5	0	2.91	0
14	0	0	0	0	0	17.65	0	0

注(Notes): 1. 云南红豆杉(*Taxus yunnanensis*); 2. 丽江铁杉(*Tsuga forrestii*); 3. 云南箭竹(*Fargesia yunnanensis*); 4. 三角槭(*Acer buergerianum*); 5. 亮叶杜鹃(*Rhododendron vernicosum*); 6. 灰背杨(*Populus glauca*); 7. 西南花楸(*Sorbus rehderiana*); 8. 玉山竹(*Yushania sp.*); 9. 青莢叶(*Helwingia japonica*); 10. 云南杜鹃(*Rhododendron yunnanense*); 11. 川滇高山栎(*Quercus aquifolioides*); 12. 红花高盆樱桃(*Cerasus cerasoides var. rubea*); 13. 红桦(*Betula albo-sinensis*); 14. 灰叶花楸(*Sorbus pallescens*)。

表 3 云南红豆杉群落主要物种生态位宽度
Table 3 Niche breadth of main species in
T. yunnanensis communities

物种名 Species name	Levins 指数 Levins index	Shannon- Wiener 指数 Shannon- Wiener index
云南红豆杉 <i>Taxus yunnanensis</i>	8	2.0794
丽江铁杉 <i>Tsuga forrestii</i>	7	1.9459
西南花楸 <i>Sorbus rehderiana</i>	6	1.7918
青莢叶 <i>Helwingia japonica</i>	6	1.7918
白叶莓 <i>Rubus innominatus</i>	4	1.3863
球花荚蒾 <i>Viburnum glomeratum</i>	4	1.3863
三角槭 <i>Acer buergerianum</i>	4	1.3863
铁仔 <i>Myrsine africana</i>	4	1.3863
冰川茶藨子 <i>Ribes glaciale</i>	4	1.3863
野丁香 <i>Leptodermis potanini</i>	4	1.3863
川杨 <i>Populus szechuanica</i>	3	1.0986
红泡刺藤 <i>Rubus niveus</i>	3	1.0986
华山松 <i>Pinus armandi</i>	3	1.0986
红花高盆樱桃 <i>Cerasus cerasoides</i> var. <i>rubea</i>	3	1.0986
红桦 <i>Betula albo-sinensis</i>	3	1.0986
川滇高山栎 <i>Quercus aquifolioides</i>	3	1.0986
泡花树 <i>Meliosma cuneifolia</i>	3	1.0986
云南箭竹 <i>Fargesia yunnanensis</i>	3	1.0986
紫萼山梅花 <i>Philadelphus purpurascens</i>	3	1.0986
亮叶杜鹃 <i>Rhododendron vernicosum</i>	3	1.0986
乌荻莓叶五加 <i>Acanthopanax cissifolius</i>	3	1.0986
杜鹃 <i>Rhododendron</i> sp.	3	1.0986
玉山竹 <i>Yushania</i> sp.	2	0.6931
灰背杨 <i>Populus glauca</i>	2	0.6931

χ^2 统计量可以比较客观准确地判断种对联结的显著性,联结系数(AC)则可以体现检验不显著种对的联结性以及大小^[18]。经过 AC 值分析可以

看出(图 2: B),群落中正联结分别是 491 对(40.08%),相应的负联结为 643 对(52.49%),无联结的种对有 91 对,正负联结系数种对的比率分别为 0.76,表现为较强的负联结。极显著正联结的种对占总数的8.57%,如丽江铁杉-川杨(*Populus szechuanica*)、西南花楸-灰背杨等;极显著负联结的种对占总数的 45.88%,如丽江铁杉-球花荚蒾(*Viburnum glomeratum*)、丽江铁杉-川滇高山栎等;群落中无联结或少联结($-0.2 < AC < 0.2$)的种对占总数的 21.31%。云南红豆杉与其它种群之间都为无联结,与 χ^2 检验一致。

3.4 生态位重叠与联结系数回归分析

滇西北云南红豆杉群落物种联结系数与对应的生态位重叠值均具有极显著的正相关性,并且可以用回归分析 Cubic 指数表达(见图 3)。其中,联结系数 AC 与 Schoener 指数为($A: R^2 = 0.759, n = 1224, p < 0.001$): $y = 0.3041 + 0.4657x + 0.0106x^2 - 0.1652x^3$);联结系数 AC 与 Pianka 指数为($B: R^2 = 0.697, n = 1224, p < 0.001$): $y = 0.1563 + 0.4241x + 0.0604x^2 - 0.2113x^3$ 。

4 讨论

生态位宽度是衡量植物种群对资源环境利用状况的尺度^[1],一般来说,生态位宽度越大表明物种对环境的适应能力越强,对各种资源的利用越充分^[15],同时也表明该物种的特化程度越小,倾向于泛化种,而且这些物种在群落中往往处于优势地位^[16],反之,则为竞争力明显较弱的特化种^[18]。丽江铁杉为群落中的优势种,该群落是当地山地垂直分布的重要植被类型,数量较多且多为分布乔木上层的高大乔木,具有较强的生态适应性,因而生态位

表 4 云南红豆杉群落生态位重叠值
Table 4 Niche overlap values in *T. yunnanensis* communities

指数类型 Index types	数量及比例 Number and proportion	生态位重叠值范围 Range of niche overlap value					
		0	0 < NO ≤ 0.2	0.2 < NO ≤ 0.4	0.4 < NO ≤ 0.6	0.6 < NO ≤ 0.8	0.8 < NO ≤ 1
Schoener 指数	种对数 No. species-pairs	541	70	342	182	61	29
Schoener index	比例 Proportion(%)	48.16	5.71	27.92	14.86	4.98	2.37
Pianaka 指数	种对数 No. species-pairs	541	371	225	71	0	17
Pianaka index	比例 Proportion(%)	48.16	30.29	18.37	5.8	0	1.39

注: NO,生态位重叠值。
Note: NO, Niche overlap value.

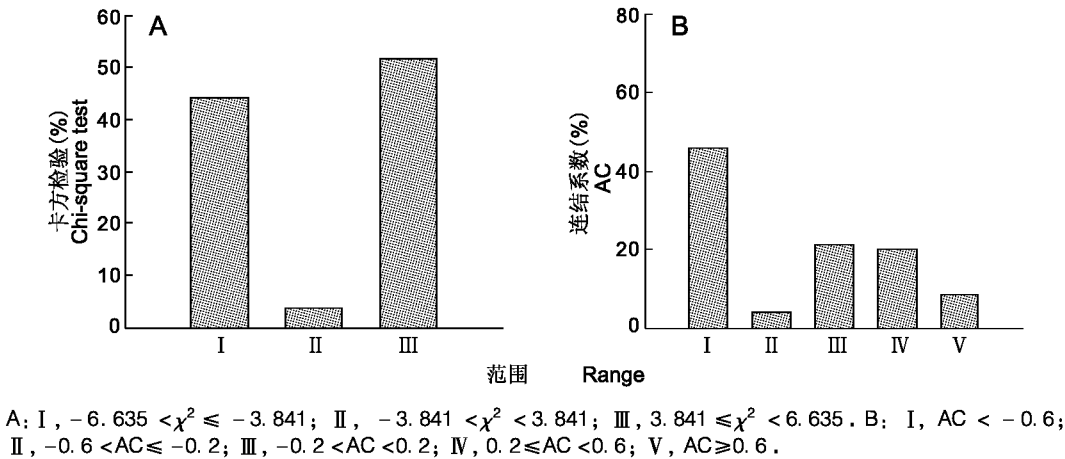


图 2 云南红豆杉群落种间联结 χ^2 检验与联结系数
Fig.2 Chi-square test and interspecific association in *T. yunnanensis* communities

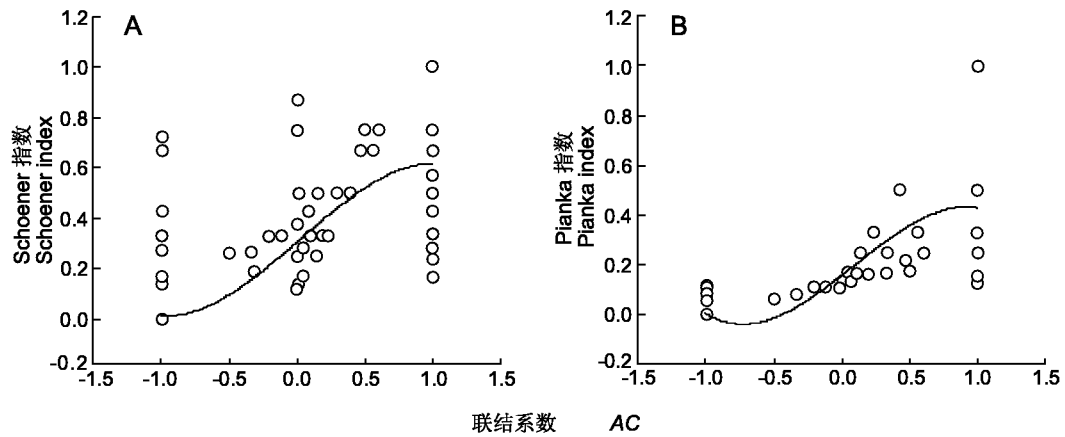


图 3 云南红豆杉群落种间联结与生态位重叠回归分析
Fig.3 Regression analysis between interspecific association and niche overlap in *T. yunnanensis* communities

宽度较大;西南花楸与青莢叶是群落的重要伴生物种,为群落中的泛化种,较大的生态位宽度显示出其对环境较强的适应能力;云南红豆杉种群的特化程度较大,对生境地的要求较为严格,分布相对狭窄^[9],常常在山谷溪边两侧的温凉性针叶林下,在整个植被类型背景下生态幅较小,而在群落中数量较多,因而在云南红豆杉聚集分布的样地中常常有较大的生态位宽度。研究表明,大多数耐荫树种具有较大的生态位宽度^[19],生态位宽度前 2 位的物种云南红豆杉和丽江铁杉常常是群落中的耐荫树种,具有较大的生态位宽度;白叶莓(*Rubus innominatus*)、三角槭、川杨和冰川茶藨子等落叶树种在群落中也具有较大的生态位宽度,这些物种喜光且速生,竞争力强,在受破坏的森林林窗易迅速生长。凉生栎木(*Cornus alsophila*)、水红木(*Viburnum cylindri-*

cum)、灰叶花楸(*Sorbus pallescens*)和银木荷等物种在群落中较少出现,分布过于集中,具有较小的生态位宽度,反映出它们在资源中的生态适应范围较窄,对环境资源的利用能力较弱。

生态位重叠被认为是群落物种多样性与群落结构的决定因素之一^[18],生态位宽度能较好地反映出植物种群的竞争重叠状况。群落中大多数种群间的生态位重叠较小,有 48.09% 的种对之间不存在生态位重叠,说明群落保持着一定的稳定性。较高的生态位重叠表明种群间对环境资源具有相似的生态需求,就有可能产生资源利用性竞争,种间竞争激烈^[20],如灰背杨-玉山竹种对与云南箭竹-冰川茶藨子种对;Pianaka 指数显示出生态位宽度较小的物种之间也可能有较大生态位重叠值,这与生态位较小的种群对环境的适应力与资源需求存在较大差别

及立地条件有关^[18],本研究群落内部有较多的岩石裸露,坡度较大,地形较为复杂,造成物种分布的斑块性与环境资源较高的空间异质性,常常使物种有较高的聚集度,导致有较小生态位宽度的物种出现生态位重叠较高的现象^[21]。云南红豆杉与群落中其他物种的生态位重叠值相对较低,反映出云南红豆杉在群落中与其它物种之间存在较小资源利用性竞争,在群落中保持一定的稳定性,其中与丽江铁杉的生态位重叠值最大,其次是云南箭竹,前者由于是群落乔木层的优势物种,后者则为灌木层的优势物种,生态位宽度与物种间生态位重叠具有密切关系^[20],生态位宽度较大的树种之间生态位重叠机会也较大。

群落中正值的联结系数反映出两个物种对环境差异有相似的反应,负值则反映物种间对所需的环境条件不同或是一个种存在对另一个种不利而产生排斥。成熟群落中物种间应存在较强的正关联,而物种间可以稳定共存^[5],而群落中负联结的种对要多于正联结的种对,这主要是由于生境地遭到一定的破坏,群落中出现了许多喜光物种,从而与群落中的优势种产生资源性竞争,在异质环境中,负的联结可以反映不同种群对环境条件不同部分的适应和反映^[16]。云南红豆杉与其它种群之间表现出无联结,说明其天然种群与其它植物种群之间存在较小的资源利用竞争,这与生态位重叠的研究结果较为相似。种间联结性分析与生态位分析结果基本一致,生态位重叠值较大的物种之间有较高的正联结,群落主要种群之间的联结系数与之对应的生态位重叠有显著的正相关,总体表现为种间正联结越强,其生态位重叠越大,种间负联结性越强,其生态位重叠值越小,这一观点在其它研究中也得到论证^[6,22,23]。

本研究针对云南红豆杉群落物种的生态位与种间联结进行研究,结果表明,两种方法的研究结论有较大的相似性,同时互为补充,在实践中可以采取以下措施对云南红豆杉野生资源进行保护与管理,抑制其种群的衰退趋势。首先,在加强对云南红豆杉个体保护的同时,对群落及其生境的保护同样重要,尤其是群落中的优势物种,群落生境受到人为干扰或其它干扰时,容易改变群落内的水热条件,从而使群落结构与物种组成发生变化,改变物种之间的相

互关系。其次,为促进云南红豆杉天然更新,应对群落进行适度干扰。前期研究表明,云南红豆杉幼苗幼树阶段喜湿喜光,在光照充足的林窗或林缘生长良好^[9],要想维持其种群数量,对云南红豆杉有负面作用的物种需给予适当人为干扰^[10]。如云南箭竹是群落下层的主要灌木物种,常呈聚集状成片在群落中生长,造成林下光照不足,与云南红豆杉有较大的生态位重叠;有此类现象的物种还有冰川茶藨子、玉山竹和红泡刺藤等,尤其是红泡刺藤在群落遭受一定干扰后在林窗内成片生长,占据大量空间,易与云南红豆杉存在共同资源利用性竞争,这些物种常常阻碍云南红豆杉的天然更新。

参考文献:

- [1] 王祥福,郭泉水,巴哈尔古丽,刘正宇,任明波. 崖柏群落优势乔木种群生态位[J]. 林业科学, 2008, 44(4): 6-13.
- [2] Parrish J A D, Bazzaz F A. Competitive interactions in plant communities of different successional ages[J]. *Ecology*, 1982, 63(2): 314-320.
- [3] Levine J M, HilleRisLambers J. The importance of niches for the maintenance of species diversity[J]. *Nature*, 2009, 461(10): 254-258.
- [4] 郭泉水,包奋强,王祥福,池秀莲,马超. 三尖杉所属群落优势乔木树种间关系[J]. 林业科学研究, 2008, 21(5): 662-668.
- [5] 胡理乐,李新,江明喜,黄汉东,满金山,苏长江. 宣恩七姊妹山珙桐群落种间联结分析[J]. 武汉植物学研究, 2003, 21(3): 203-208.
- [6] 史作民,刘世荣,程瑞梅,蒋有绪. 宝天曼落叶阔叶林种间联结性研究[J]. 林业科学, 2001, 37(2): 29-35.
- [7] 李先琨,黄玉清,苏宗明. 南方红豆杉群落主要树木种群间联结关系初步研究[J]. 生态学杂志, 1999, 18(3): 10-14.
- [8] 张志勇,陶德定,李德珠. 五针白皮松在群落演替过程中的种间联结性分析[J]. 生物多样性, 2003, 11(2): 125-131.
- [9] 苏建荣,张志钧,邓疆,李国松. 云南红豆杉的地理分布与气候关系[J]. 林业科学研究, 2005, 18(5): 510-515.
- [10] 苏建荣,张志钧,邓疆,陈智勇. 云南红豆杉种群结构与生命表分析[J]. 林业科学研究, 2005, 18(6): 651-656.

- [11] 赵则海,祖元刚,杨逢建,丛沛桐. 东灵山辽东栎林木本植物种间联结取样技术的研究[J]. 植物生态学报, 2003, 27(3): 396-403.
- [12] 铁军,张晶,彭林鹏,杨林森,胡德夫,张志祥. 神农架川金丝猴栖息地优势树种生态位及食源植物[J]. 植物生态学报, 2009, 33(3): 482-491.
- [13] 刘春生,刘鹏,张志祥,李成惠,黄帮文,罗建峰,金婷婷. 九龙山濒危植物南方铁杉的生态位研究[J]. 武汉植物学研究, 2009, 27(1): 55-61.
- [14] Feinsinger P, Spears E E, Poole R W. A simple measure of niche breadth[J]. *Ecology*, 1981, 62(1): 27-32.
- [15] 张金屯,数量生态学方法[M]. 北京: 科学出版社, 1995.
- [16] 康冰,刘世荣,温远光,张跃进,姜在民,常建国. 广西大青山亚热带次生林演替过程的种群动态[J]. 植物生态学报, 2006, 30(6): 931-940.
- [17] 王乃江,张文辉,陆元昌,范少辉,王勇. 陕西子午岭森林植物群落种间联结性[J]. 生态学报, 2010, 30(1): 67-78.
- [18] 李菁,骆有庆,石娟,马凌云,陈超. 阿尔山地区兴安落叶松林下植物种群生态位[J]. 林业科学研究, 2011, 24(5): 651-658.
- [19] 苏志尧,吴大荣,陈北光. 粤北天然林优势种群生态位研究[J]. 应用生态学报, 2003, 24(1): 25-29.
- [20] 胡正华,钱海源,于明坚. 古田山国家级自然保护区甜槠林优势种群生态位[J]. 生态学报, 2009, 29(7): 3670-3677.
- [21] 高俊香,鲁小珍,马力,胡绍庆,周丽飞,马毅. 凤阳山常绿阔叶林乔木层优势种群生态位分析[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2010, 34(4): 157-160.
- [22] 李帅锋,刘万德,苏建荣,张志钧. 季风常绿阔叶林不同恢复阶段乔木优势种群生态位和种间联结[J]. 生态学杂志, 2011, 30(3): 508-515.
- [23] 史作民,程瑞梅,刘世荣. 宝天曼落叶阔叶林种群生态位特征[J]. 应用生态学报, 1999, 10(3): 265-269.

(责任编辑: 王豫鄂)