

长苞铁杉群落优势种群高度生态位研究

胡喜生¹, 洪伟¹, 吴承祯¹, 张琼¹, 吴继林², 黄承勇²

(1. 福建农林大学林学院, 福建南平 353001; 2. 福建永安市林业局, 福建永安 366000)

摘要: 基于天宝岩国家级自然保护区内长苞铁杉群落的调查数据, 以不同高度作为一维资源位状态, 以个体多度为生态位计测的资源状态指标, 对群落中的 12 个优势树种进行了生态位的计测和分析。结果表明, 长苞铁杉具有较大的生态位宽度值, 具有一定的稳定性; 各优势树种, 均表现出一定程度的对环境适应的相似性和生态位重叠。长苞铁杉与阳性树种柳杉、耐荫树种中偏阳性树种木荷之间的生态位相似性和生态位重叠值比与耐荫性树种深山含笑、细叶青冈之间的都要大。这些分析结果为珍稀濒危植物长苞铁杉的保护提供了科学依据。

关键词: 长苞铁杉; 高度生态位; 生态位宽度; 生态位重叠; 生态位相似性比例

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2004)04-0323-06

Height niche characteristics of dominant populations in the *Tsuga longibracteata* community

HU Xi-sheng¹, HONG Wei¹, WU Cheng-zhen¹,
ZHANG qiong¹, WU Ji-lin², HUANG Cheng-yong²

(1. *Fujian Agriculture and Forestry University*, Nanping 353001, China;

2. *Forestry Bureau of Yong'an*, Yong'an 366000, China)

Abstract: The community of the endangered and rare plant *Tsuga longibracteata* in Tianbaoyan National Nature Reserve, Fujian Province, were surveyed by setting six 20 m × 30 m quadrats. Based on these data, the niche characteristics of 12 dominant populations were described and analyzed, with height grade as the resource state and tree abundance as the resource state descriptor of niche. The results indicated that *Tsuga longibracteata* has higher niche breadth value and will sustain stability for a long time; all the dominant populations showed some adaptation to the community environment. *Tsuga longibracteata* has more similarity in niche overlap and niche similarity with shade-intolerant tree species, *Cryptomeria fortunei*, than with tolerant ones, *Michelia maudiae* and *Castanea mgrsinaefolia*. The results would offer scientific theories for reserving of the endangered and rare plant *Tsuga longibracteata*.

Key words: *Tsuga longibracteata*; height niche; niche breadth; niche overlap; niche similarity

自 Grinnell(1917)首次将“生态位”(niche)一词引入生态学研究领域以来, 生态位理论和方法得到不断的完善和发展。物种生态位的研究也就成为近代生态学理论上的一个重要内容, 对生态位的概念、

测度、计算方法及其结果的解释等方面的研究一直是国际生态学研究的热点(尚玉昌, 1988; 熊利民, 1988; Colwell 和 Futuyma, 1971; Petraitis, 1977; Hubert, 1978)。由于生态位理论研究在物种间关

收稿日期: 2003-09-24 修订日期: 2003-12-07

基金项目: 福建省教育厅科研基金项目(K02047); 福建省科技厅重大科研基金项目(2001F007); 中国博士后科研基金资助。

作者简介: 胡喜生(1979-), 男, 福建莆田人, 硕士研究生, 主要从事数量生态学研究。

系、生物多样性、群落结构及演替和种群进化等方面的广泛应用和取得的成果,使生态位理论成为我国近二十年来生态学研究领域中非常活跃的领域之一(史作明等,1999)。二十世纪80年代以来,国内学者陆续开展了这方面的探索(王刚,1984;钟章成,1992),对南、中亚热带常绿阔叶林优势种群生态位进行了一些研究(彭少麟等,1989,1990;余世孝,1985;吴承祯等,1996;刘金福等,1999)。森林生态系统内主要种群的高度生态位反映了不同树种资源单位内资源利用的互补情况,同时也是表征森林生态系统演替的趋势及其森林循环过程主要特征之一(闫淑君等,2002;吴刚等,1999)。

长苞铁杉(*Tsuga longibracteata*)是我国特有珍稀古老植物,也是第四纪冰川遗留下来的树种(林金星等,1995),属松科铁杉属,主产于贵州东北部、湖南、广东和广西北部、江西南部、福建西部,生于海拔800~2000m中山地带。喜温暖湿润气候和酸性红壤、山地黄棕壤,对立地条件要求不严,在山脊陡坡可形成纯林;在山谷土壤深厚、肥沃的立地条件下可长成大树,且形成针阔混交林。现在资源甚少,列为国家三级保护植物,但在福建省天宝岩国家级自然保护区保存有一片较完整的以长苞铁杉为优势种的混交林,面积约186hm²,在国内实属罕见。鉴于此,前人对长苞铁杉展开了一系列的研究(吴承祯等,2000a,2000b,2001,2002;Brokaw,1985),但有关长苞铁杉群落优势种的生态位研究未见报道,本文以天宝岩国家级自然保护区长苞铁杉林为研究对象,探讨长苞铁杉群落优势种群的高度生态位,为长苞铁杉林的保护、群落演替动态预测以及致濒机制的探讨提供科学依据。

1 研究地概况

福建省天宝岩国家级自然保护区位于25°55'~25°58'N,117°31'~117°33.5'E,在永安市的东边,距离永安市25km,是戴云山余脉,为中低山地貌,海拔680~1604.8m。该区是多雨区,年降雨量为2032.9mm,保护区年平均气温23℃左右,相对湿度80%以上,温凉湿润是本区气候的显著特点。区内大部分面积为砾石和石灰砂所覆盖,土层较薄,自然生态条件比较脆弱,破坏后不易恢复,土壤垂直带谱大致是海拔800m以下为红壤,800~1350m为黄红壤,1350m以上为黄壤,山势陡,土壤呈酸性

反应。

保护区植被类型丰富,主要由常绿针叶林、常绿针阔混交林、落叶阔叶林、常绿阔叶林及竹林等森林类型,原生长苞铁杉林为保护区主要保护对象。植物种类繁多,古老珍稀植物丰富,其中属国家重点保护的珍稀树种有钟萼木(*Bretschneidera sinensis*)、长苞铁杉、穗花杉(*Amentotaxus argotaenia*)、香果树(*Emmenopterya henryi*)、福建柏(*Fokienia hodginsii*)、沉水樟(*Cinnamomum micranthum*)、乐东拟单性木兰(*Parakmeria lotungensis*)等14种。

2 研究方法

2.1 取样方法

在福建天宝岩国家自然保护区选择长苞铁杉为研究对象,在具代表性的分布地段设置6块600m²的样地,每一样地划分为24个5m×5m的小格子样方。对每一格子的长苞铁杉等物种进行每木检测,记录其种名、树高、胸径、冠幅等指标,并记录整个样方的生境条件、植被情况,每一样地挖3个土壤剖面取土样带回室内分析。择所调查的长苞铁杉林划分为11个高度级(资源单位),每个高度级为2m,分析群落主要优势种群的生态位宽度及各个种对间的生态位重叠特征。

2.2 计测方法

2.2.1 生态位宽度 生态位宽度是指物种对资源利用的程度,仅能利用一小部分资源的物种被称为狭生态位,而能利用其大部分资源的物种称为广生态位。生态位宽度可采用Shannon-Weiner多样性指标及Levins生态位宽度指数进行测定。

(1)Shannon-Weiner多样性指标的生态位宽度:

$$B_{(sw)i} = -1/\log S \times \sum_{j=1}^r P_{ij} \times \log P_{ij} \dots\dots\dots (1)$$

式中, P_{ij} 是物种*i*利用第*j*资源占它利用全部资源位的比例, S 为种群数; r 为资源位数。其中, $P_{ij} = n_{ij}/Y_i$, $Y_i = \sum_{j=1}^r n_{ij}$,式中, n_{ij} 为树种*i*在第*j*资源位的个体多度, Y_i 为树种*i*利用全部资源位的多度之和。生态位宽度具有域值[0,1],即物种利用一个资源位,其 $B_{(sw)}$ 为0,而利用了全部资源位,其值为1。

(2)Levins(1968)的生态位宽度指数 $B_{(L)i}$:

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

其中 r, P_{ij} 意义同上;生态位宽度 $B_{(L)}$ 具域值 $[1/r, 1]$ 。

2.2.2 生态位相似比例 生态位相似比例是指两个物种利用资源的相似程度,其计算公式为:

$$C_{ij} = 1 - 0.5 \sum_{j=1}^n |P_{ij} - P_{hj}| = \sum \min(P_{ij}, P_{hj}) \dots (3)$$

2.2.3 生态位重叠 生态位重叠是指一定资源序列上,两个物种利用同等级资源而相互重叠的情况。

其测式为: $L_{ij} = B_{(L)i} \sum_{j=1}^n P_{ij} \times P_{hj} \dots (4)$

$$L_{hi} = B_{(L)h} \sum_{j=1}^n P_{ij} \times P_{hj} \dots (5)$$

式中, L_{ij} 和 L_{hi} 分别表示物种 i 重叠物种 h 和物种 h 重叠物种 i 的生态位重叠指数, $B_{(L)i}$ 和 $B_{(L)h}$ 为分别利用式(2)计算的物种 i 和 h 的生态位宽度, L_{ij} 和 L_{hi} 具域值 $[0, 1]$ 。

3 结果与分析

3.1 生态位宽度

不同树种在相同的生境下,其生态位宽度值不同;同一树种在不同的生境下,其生态位宽度也不同(Brokaw, 1985)。生态位宽度 B_{sw} 值计算表明(表1),长苞铁杉群落中12个优势种的生态位宽度大小依次为木荷、青冈栎、甜槠、长苞铁杉、猴头杜鹃、香桂、罗浮栲、铁冬青、细叶青冈、深山含笑、溪畔杜鹃和柳杉,其中柳杉的 B_{sw} 值为0; B_L 值的顺序则为木荷、甜槠、青冈栎、猴头杜鹃、香桂、长苞铁杉、罗浮栲、铁冬青、细叶青冈、溪畔杜鹃、深山含笑和柳杉。从 B_{sw} 和 B_L 值看,生态位值的排列顺序虽稍有差异,但总体上是一致的,即木荷、青冈栎和甜槠等树种的生态位宽度值较高;长苞铁杉的 B_{sw} 值排第四、 B_L 值排第六;而深山含笑和溪畔杜鹃的高度生态位宽度值较小,柳杉的高度生态位宽度值最小。木荷为耐荫树种中偏阳性常绿乔木,其苗木能耐荫,适应性较强,青冈栎和甜槠等树种为典型的中亚热带地带性植被,也能在林冠下更新,它们在该群落中的各个高度级内的分布较均匀;柳杉是次生演替中的先锋树种,在森林演替至一定程度后,其幼苗不耐荫,无法在林冠下更新;长苞铁杉林是我国亚热带地区典型的常绿针阔混交林之一,其为阳性树种,林下更新困难,其之所以有较大的生态位宽度值,主要是因为其在林木层第一、二亚层中生长良好,在12 m以上的高度级内分布较均匀,且在局部林窗和林缘阳

光较充足的地方有少数分布,其中一些还可能成长起来,因此从群落整体情况来看,它还是属于具有一定阳性树种成分的常绿针阔混交林,仍处于演替之中,长苞铁杉作为该群落的优势种群,其地位仍能在比较长的时期内保持稳定。

表1 长苞铁杉群落优势种群的生态位宽度值
Table 1 Niche breath of dominant populations in *Tsuga longibracteata* community

种群 Population	B_{sw}	B_L
长苞铁杉 <i>Tsuga longibracteata</i>	0.65	0.37
猴头杜鹃 <i>Rhododendron simiarum</i>	0.61	0.39
青冈栎 <i>Cyclobalanopsis nubium</i>	0.76	0.55
木荷 <i>Schima superba</i>	0.79	0.65
甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	0.73	0.56
溪畔杜鹃 <i>Rhododendron rivulare</i>	0.32	0.21
柳杉 <i>Cryptomeria fortunei</i>	0	0.09
细叶青冈 <i>Castanea mgrsinaefolia</i>	0.53	0.30
罗浮栲 <i>Castanopsis fabri</i>	0.57	0.35
香桂 <i>Cinnamomum subavenium</i>	0.59	0.39
铁冬青 <i>Ilex rotunda</i>	0.57	0.30
深山含笑 <i>Michelia maudiae</i>	0.35	0.20

3.2 生态位相似比例

生态位相似比例值在0.5以上有27对,占35.1%,表明群落中各优势树种对高度资源的利用相似程度较大(表2)。其中猴头杜鹃和青冈栎、细叶青冈、罗浮栲、铁冬青、深山含笑,青冈栎和细叶青冈,细叶青冈和铁冬青、深山含笑,铁冬青和深山含笑等树种对的高度生态位相似比例均在0.7以上。生态位宽度值较大的两个种类,其相似比例值一般也较高,但有的种对也较小,如长苞铁杉与猴头杜鹃(0.26);生态位宽度值较小的种对有时会比生态位宽度值大的种对相似性比例还要高,如深山含笑与铁冬青(0.73),也就是说两者都有可能高也有可能低,关键是种间对高度资源位的利用相似情况。细叶青冈与铁冬青的生态位相似性比例为0.84,说明这些树种在不同高度资源位上对生境的需求有较大的相似性;而长苞铁杉、柳杉等阳性树种与耐荫树种深山含笑、细叶青冈等树种之间的高度生态位相似比例大部分在0.5以下,说明这两种树种对环境的需求有较大的差异。

3.3 生态位重叠

当两个物种利用同一资源或共同占有一资源因素(食物、营养成分、空间等)时,就会出现生态位重叠现象。生态位重叠较大的物种要么有相近的生态

特性,要么对环境因子有互补性的要求,即生态位重叠是两个种在其与生态因子联系上的相似性(史作明等,1999)。长苞铁杉群落中高度生态位重叠值大于0.03的有84对,占54.5%,表明各种群对资源共享的趋势较明显(表3)。溪畔杜鹃与猴头杜鹃的生态位重叠值最大(0.21),长苞铁杉与柳杉、青冈栎与细叶青冈、猴头杜鹃与深山含笑之间也具有较大的生态位重叠,其值分别为0.172、0.120和0.125。实际上,上述各种对具有相似的生物学特征,对生境的要求比较相近,即个体在各高度级上有较高的重

叠。长苞铁杉与木荷、柳杉的生态位重叠值 L_n 和 L_{ni} 均大于0.04,但与其它树种的生态位重叠值 L_n 和 L_{ni} 均小于0.04,说明长苞铁杉与阳性树种柳杉、耐荫树种中偏阳性树种木荷之间对资源的利用上具有较大的相似性,而与耐荫树种深山含笑、细叶青冈等树种之间对资源的利用上具有较小的相似性。种群株数在各高度级上的分布情况不同对生态位重叠具有直接关系,例如柳杉种群的个体多度主要是在18 m以上的高度级,它与耐荫树种之间的生态位重叠也存在于18 m以上高度级对环境的利用相似性

表2 长苞铁杉群落优势种群的生态位相似性比例值

Table 2 Niche similarity of dominant populations in *Tsuga longibracteata* community

种群 Population	长苞铁杉 <i>Tsuga longibracteata</i>	猴头杜鹃 <i>Rhododendron simiarum</i>	青冈栎 <i>Cyclobalanopsis nubium</i>	木荷 <i>Schima superba</i>	甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	溪畔杜鹃 <i>Rhododendron rivulare</i>	柳杉 <i>Cryptomeria fortunei</i>	细叶青冈 <i>Castanea mgrsinaefolia</i>	罗浮栲 <i>Castanopsis fabri</i>	香桂 <i>Cinnamomum subavenium</i>	铁冬青 <i>Ilex rotunda</i>
猴头杜鹃 <i>Rhododendron simiarum</i>	0.13										
青冈栎 <i>Cyclobalanopsis nubium</i>	0.29	0.73									
木荷 <i>Schima superba</i>	0.59	0.26	0.47								
甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	0.38	0.47	0.68	0.57							
溪畔杜鹃 <i>Rhododendron rivulare</i>	0.05	0.64	0.39	0.21	0.19						
柳杉 <i>Cryptomeria fortunei</i>	0.46	0	0.01	0.14	0	0					
细叶青冈 <i>Castanea mgrsinaefolia</i>	0.10	0.77	0.70	0.23	0.40	0.11	0				
罗浮栲 <i>Castanopsis fabri</i>	0.14	0.74	0.63	0.32	0.50	0.67	0	0.53			
香桂 <i>Cinnamomum subavenium</i>	0.14	0.54	0.63	0.36	0.65	0.21	0	0.52	0.55		
铁冬青 <i>Ilex rotunda</i>	0.14	0.70	0.64	0.32	0.43	0.59	0	0.84	0.55	0.45	
深山含笑 <i>Michelia maudiae</i>	0.06	0.70	0.52	0.23	0.32	0.67	0	0.75	0.52	0.35	0.73

上,而耐荫树种之间由于个体多度在各个高度级均有分布,生态位重叠体现了这些树种在不同层次上利用资源的相似性。

4 讨论

本研究以树种个体多度为种群表现特征,以不同的高度级作为一维资源位状态指标来反映各优势种种群的生态位宽度值以及各树种之间生态位相似性和生态位重叠,其结果表明大部分能在林下进行幼苗贮备和更新的树种具有较大的高度生态位宽度值,如木荷和青冈栎等;而先锋树种柳杉则表现为较

小的高度生态位宽度值。该群落的建群种长苞铁杉虽然具有最大的重要值,但其生态位宽度值却不是最大,说明生态位宽度和重要值两个测定指标各有其侧重,重要值主要表征种群在群落中的优势程度,而生态位宽度值主要体现种群对资源的利用能力。从长苞铁杉的高度生态位宽度值的大小可以看出,其个体在林木上层各个高度级内的分布较为均匀,表明它虽然不是中亚热带常绿阔叶林的地带性植物,但其优势地位仍然可以在一定的较长时期内保持稳定,这与前人的研究相符(吴承祯等,2001),同时为珍稀濒危植物长苞铁杉的保护提供科学依据。

由于共处于一个群落中,各优势树种,无论是耐

荫种类抑或是阳性种类,均表现出一定程度的对环境适应的相似性。如生态位相似比例值在 0.5 以上有 27 对,占 35.1%;也表现出一定程度的生态位重叠,如生态位重叠值大于 0.03 的有 84 对,占

54.5%。虽然不同树种通过对环境适应的相似性共同生存和构成同一个群落,但同一群落中各树种由于各资源位上分布不一致,其生态位宽度值存在差异,也产生了不同程度的相似比例和生态位重叠。

表 3 长苞铁杉群落优势种群的生态位重叠

Table 3 Niche overlap of dominant populations in *Tsuga longibracteata* community

种群 Population	L_{ij}												
	长苞铁杉 <i>Tsuga longibracteata</i>	猴头杜鹃 <i>Rhododendron simiarum</i>	青冈栎 <i>Cyclobalanopsis nubium</i>	木荷 <i>Schima superba</i>	甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	溪畔杜鹃 <i>Rhododendron rivulare</i>	柳杉 <i>Cryptomeria fortunei</i>	细叶青冈 <i>Castanea mgrsinaefolia</i>	罗浮栲 <i>Castanopsis fabri</i>	香桂 <i>Cinnamomum subavenium</i>	铁冬青 <i>Ilex rotunda</i>	深山含笑 <i>Michelia maudiae</i>	
长苞铁杉 <i>Tsuga longibracteata</i>		0.008	0.018	0.050	0.022	0.005	0.172	0.009	0.007	0.017	0.009	0.008	
猴头杜鹃 <i>Rhododendron simiarum</i>	0.008		0.075	0.030	0.047	0.118	0	0.105	0.090	0.065	0.101	0.125	
青冈栎 <i>Cyclobalanopsis nubium</i>	0.027	0.106		0.048	0.080	0.098	0.008	0.120	0.086	0.099	0.111	0.131	
木荷 <i>Schima superba</i>	0.088	0.050	0.057		0.072	0.057	0.089	0.054	0.046	0.043	0.064	0.069	
甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	0.034	0.067	0.082	0.062		0.045	0	0.075	0.055	0.092	0.079	0.075	
溪畔杜鹃 <i>Rhododendron rivulare</i>	0.003	0.210	0.037	0.019	0.017		0	0.060	0.067	0.020	0.064	0.084	
柳杉 <i>Cryptomeria fortunei</i>	0.046	0	0.001	0.014	0	0		0	0	0	0	0	
细叶青冈 <i>Castanea mgrsinaefolia</i>	0.007	0.081	0.066	0.025	0.040	0.085	0		0.055	0.057	0.095	0.117	
罗浮栲 <i>Castanopsis fabri</i>	0.006	0.081	0.055	0.024	0.034	0.111	0	0.064		0.043	0.061	0.080	
香桂 <i>Cinnamomum subavenium</i>	0.018	0.065	0.070	0.026	0.064	0.036	0	0.074	0.048		0.064	0.065	
铁冬青 <i>Ilex rotunda</i>	0.007	0.077	0.060	0.029	0.043	0.091	0	0.095	0.052	0.050		0.118	
深山含笑 <i>Michelia maudiae</i>	0.004	0.064	0.048	0.021	0.027	0.080	0	0.078	0.045	0.033	0.079		

生态位宽度值大的两个物种间的生态位相似性和重叠程度一般较大,如青冈栎和甜槠,这是因为生态位宽度值较大的物种由于对资源利用的能力较强、分布较广而与其它种群间的生态位相似性和生态位重叠较大,但有时也较小,如长苞铁杉和猴头杜鹃,这是因为长苞铁杉个体高大,在林木层第一、二亚层生长良好,即在 12 m 以上高度级分布较均匀,但林下更新困难,尽管有些地方幼苗不少,但幼树不多,只

在局部林窗和林缘阳光较充足的地方有少数分布,而猴头杜鹃大部分个体在 12 m 以下的高度级内较均匀地分布,使得两个种群高度生态位分离较大,在利用资源方式和能力上差异较大,相互竞争较弱,它们可以在不同空间的资源利用上达到互补,从而能够保持长苞铁杉和猴头杜鹃长期而稳定的共存,这与现实情况不谋而合;生态位宽度值较小的两个物种间的生态位相似性和重叠程度也可较大,如溪畔

杜鹃和深山含笑,也就是说生态位宽度值较大的物种之间和生态位宽度值较小的物种之间,它们的生态位相似性和重叠程度可能大也可能小,关键是种群之间生物学特性和生态学特性的相似情况。阳性树种长苞铁杉其与阳性树种柳杉、耐荫树种中偏阳性树种木荷之间的高度生态位相似性和生态位重叠值均比其与耐荫性树种深山含笑、细叶青冈之间的要大。说明在群落中由于长苞铁杉与木荷、柳杉在资源利用上的相似性,使得它们之间的关系比较密切。这种关系可能是正关系,也可能是负关系,其间的结果需要进一步的深入分析。

森林生态系统内树种的高度生态位反映了不同树种在各个高度资源单位内的资源占有量,且由于物种对阳光的利用情况的不同,使得阳性树种与阴性树种间具有较小的生态相似性,但前人(吴承祯等,1996)在以样地作为一维资源状态位的研究中表明生态相似性在阳性树种与阴性树种之间值较大。彭少麟等(1990)在研究鼎湖山森林群落优势种群生态位重叠时指出,两物种在水平空间维度上可以是重叠的,但在垂直空间维度上的分割,使其对光能的利用具有互补作用而无竞争意义。说明两者并不矛盾,同时也说明了本研究从一个侧面反映了森林生态系统演替趋势,从而为珍稀濒危植物长苞铁杉林的保护、群落结构与动态预测等提供科学依据。

参考文献:

- 余世孝. 1985. 鼎湖山厚壳桂群落优势种生态位宽度与重叠之研究[A]. 热带亚热带森林生态系统研究(第3集)[C]. 北京: 科学出版社, 32-41.
- 钟章成. 1992. 常绿阔叶林生态学研究[M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 333-364.
- 彭少麟, 王伯荪. 1990. 鼎湖山森林群落植物优势种群生态位重叠研究[A]. 热带亚热带森林生态系统研究(第6集)[C]. 北京: 科学出版社, 19-27.
- Brokaw NVL. 1985. Gap phase regeneration in tropical forest[J]. *Ecology*, **66**(3): 682-687.
- Colwell RK, Futuyama DJ. 1971. On the measurement of the niche breadth and overlap[J]. *Ecology*, **52**(4): 567-676.
- Hubert SH. 1978. The measurement of niche overlap and some relations[J]. *Ecology*, **59**(1): 66-77.
- Liu JF(刘金福), Hong W(洪伟). 1999. A study on the community ecology of *Castanopsis kawakamii*-study on the niche of the main tree population in *Castanopsis kawakamii* community(格氏栲群落生态学研究Ⅱ. 格氏栲主要种群生态位的研究[J]. *Ecologica Sinica*(生态学报), **19**(3): 347-352.
- Lin JX(林金星), Hu YX(胡玉熹), Wang XP(王献溥), et al. 1995. The biology and conservation of *Tsuga longibracteata*(中国特有植物长苞铁杉的生物学特性及其保护)[J]. *Chinese Biodiversity*(生物多样性), **3**(3): 147-152.
- Peng SL(彭少麟), Wang BS(王伯荪). 1989. Study on the niche breadth of dominant species in the Dinghu Mountain forest communities(鼎湖山森林群落植物优势种群生态位宽度的研究)[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis*(中山大学学报), (3): 16-24.
- Petraitis PS. 1977. Likelihood measures of breadth and overlap[J]. *Ecology*, **60**(4): 703-710.
- Shang YC(尚玉昌). 1983. Niche theory in modern ecology(现代生态学中的生态位理论)[J]. *Advancements in Ecology*(生态学进展), **5**(2): 77-84.
- Shi ZM(史作明), Cheng RM(程瑞梅), Liu SR(刘世荣). 1999. Niche characteristics of plant populations in deciduous broad-leaved forest in Baotianman(宝天曼落叶阔叶林种群生态位特征)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), **10**(3): 265-269.
- Wu CZ(吴承祯), Hong W(洪伟). 2002. A proposed multidimensional time series model of individual age and diameter in *Tsuga longibracteata*(长苞铁杉种群个体年龄与胸径的多维时间序列模型研究)[J]. *Acta Phytoecologica Sinica*(植物生态学报), **26**(4): 403-407.
- Wu CZ(吴承祯), Hong W(洪伟), Chen H(陈辉), et al. 1996. A study on the niche of the dominant herb species in the subtropical evergreen broad leaved woodland in the natural reserve of Wan Muling(万木林中亚热带常绿阔叶林主要种群生态位研究)[J]. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*(江西农业大学学报), **18**(3): 292-298.
- Wu CZ(吴承祯), Hong W(洪伟), Wu JL(吴继林), et al. 2000. Spatial distribution pattern of the endangered and rare plant *Tsuga longibracteata* Cheng(珍稀濒危植物长苞铁杉的分布格局)[J]. *J Plant Resour & Environ*(植物资源与环境学报), **9**(1): 31-34.
- Wu CZ(吴承祯), Hong W(洪伟), Wu JL(吴继林), et al. 2001. A study on the interspecies competition in *Tsuga longibracteata* forest(长苞铁杉群落种间竞争的研究)[J]. *Acta Bot Boreal Occident*(西北植物学报), **21**(1): 154-158.
- Wu CZ(吴承祯), Hong W(洪伟), Xie JS(谢金寿), et al. 2000a. Life table analysis of *Tsuga longibracteata* population(珍稀濒危植物长苞铁杉种群生命表分析)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), **11**(3): 333-336.

带成分在30%左右,桂中区系热带亚热带成分二者相近,接近50%,桂北区系与十万大山、桂南区系相反,热带成分35%,亚热带成分64%。因此可以认为广西蕨类植物区系是热带向亚热带过渡的区系,其南部具有热带性质,北部具有亚热带性质,而中部是热带—亚热带的过渡区。

参考文献:

- 中国科学院中国植物志编辑委员会. 2001. 中国植物志(第五卷,二分册)[M]. 北京: 科学出版社.
- 中国科学院热带植物研究所. 1984. 西双版纳植物名录[M]. 昆明: 云南民族出版社.
- 王培善. 2001. 贵州蕨类植物志[M]. 贵阳: 贵州科学出版社.
- 朱维明. 1999. 怒江自然保护区[M]. 昆明: 云南美术出版社.
- 吴征镒, 王荷生. 1983. 中国自然地理(植物地理上册)[M]. 北京: 科学出版社.
- 陈邦杰, 徐寅声, 裘佩熹, 等. 1965. 黄山植物的研究[M]. 上海: 上海科技出版社.
- 陈焕镛, 张肇騫, 陈封怀. 1964. 海南植物志(第一卷)[M]. 北京: 科学出版社.
- 周厚高, 黎 桦, 黄玉源, 等. 2000. 广西蕨类植物概览[M]. 北京: 气象出版社, 51—133.
- Kong XX(孔宪需). 1984. The geographical characteristics of pteridophyte flora from Sichuan Province(四川蕨类植物地理特点兼论耳蕨—鳞毛蕨类植物区系)[J]. *Acta Botanica Yunnanica*(云南植物研究), 6(1): 27—38.
- Liao WB(廖文波), Zhang HD(张宏达). 1994. The characteristics of Guangdong pteridophyte flora(广东蕨类植物区系特点)[J]. *Acta of Tropical and Subtropical Plant*(热带亚热带植物学报), 2(3): 1—11.
- Zhao SL(赵善伦). 1995. The pteridophyte flora of Shandong Province(山东蕨类植物区系)[J]. *Journal of Shandong Normal University*(山东师范大学学报), 10(1): 45—49.
- Zhou HG(周厚高), Li H(黎 桦). 1992. The study on pteridophyte flora of Daming Mountain, Guangxi(广西大明山蕨类植物区系研究)[J]. *Acta of Guangxi Agricultural College*(广西农学院学报), 11(2): 13—19.
- Zhou HG(周厚高), Li H(黎 桦). 1997. The study on pteridophyte flora of southern Guangxi(广西南部蕨类植物区系研究)[J]. *Acta of Guangxi Agricultural University*(广西农业大学学报), 16(4): 325—334.
- Zhou HG(周厚高), Li H(黎 桦), Huang YY(黄玉源), et al. 1999a. The pteridophyte flora from limestone area of Guangxi, China(广西石灰岩地区蕨类植物的区系组成与分类研究)[J]. *Journal of Guangxi Agricultural and Biological Science*(广西农业生物科学), 18: 82—128.
- Zhou HG(周厚高), Xie YL(谢义林), Huang YY(黄玉源), et al. 1999b. The numerical study on characteristics of pteridophyte flora and vertical distribution of Napo and neighbor area, Guangxi(广西那坡及附近地区蕨类植物区系特征与垂直分布研究)[J]. *Journal of Guangxi Agricultural and Biological Science*(广西农业生物科学), 18: 142—147.
- Zhou HG(周厚高). 2000. The numerical study on characteristics of pteridophyte flora and vertical distribution of Shiwandashan Mountain, Guangxi(广西十万大山蕨类植物区系特征及垂直分布的数量研究)[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*(西北植物学报), 20(1): 114—122.
- Zuo JF(左家喙). 1993. The integrative expression of parameter on the fundamental characteristics of flora(植物区系基本特征的参数综合表达)[J]. *Acta Botanica Wuhanica*(武汉植物研究), 11(4): 300—306.

(上接第328页 Continue from page 328)

- Wang G(王 刚). 1984. On the measurement of niche overlap in plant communities(植物群落学中生态位重叠的计测)[J]. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*(植物生态学与地植物学丛刊), 8(4): 329—335.
- Wu G(吴 刚), Hao ZQ(郝占庆), Yin RB(尹若波), et al. 1999. Height niche of some tree species in the Korean pine-broad-leaved forest on Changbai Mountain(长白山红松阔叶林主要树种高度生态位的研究)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 10(3): 262—264.
- Xiong LM(熊利民). 1988. Preliminary study on the niche of evergreen broad-leaved forest in Jinyun Mountain(缙云山常绿阔叶林建群种生态位的初步研究)[J]. *Journal of Northwest Teachers University*(西南师范大学学报), 13(增刊)(1): 101—106.
- Yan SJ(闫淑君), Hong W(洪 伟), Wu CZ(吴承祯), et al. 2002. Height niche of main tree species of gaps in mid-subtropical evergreen broad-leaved forest in Wanmulin of Fujian(万木林中亚热带常绿阔叶林林隙主要树种的高度生态位)[J]. *Appl Environ Biol*(应用与环境生物学报), 8(6): 578—582.