

古田山国家级自然保护区甜槠林优势种群生态位

胡正华^{1,*}, 钱海源², 于明坚³

(1. 南京信息工程大学应用气象学院, 南京 210044; 2. 古田山国家级自然保护区管理站, 浙江开化 324300;
3. 浙江大学生命科学学院, 杭州 310028)

摘要:采用样方法进行不同资源位群落调查, 利用生态位宽度、生态位相似性比例和生态位重叠公式测试了古田山国家自然保护区甜槠林 14 个优势种群[甜槠(*Castanopsis eyrei*)、木荷(*Schima superba*)、马银花(*Rhododendron ovatum*)、榿木(*Loropetalum chinensis*)、鹿角杜鹃(*Rhododendron latoucheae*)、虎皮楠(*Daphniphyllum macropodum*)、马尾松(*Pinus massoniana*)、青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)、乌饭树(*Vaccinium bracteatum*)、石栎(*Lithocarpus glaber*)、赤楠(*Syzygium buxifolium*)、石楠(*Photinia serrulata*)、栲树(*Castanopsis fargesii*)、钩栗(*Castanopsis tibetana*)]的生态位。结果表明:甜槠和木荷的生态位宽度较大, 其 B_i 、 B_a 分别为 0.8703、0.8528 和 0.8446、0.7824; 而石楠、栲树和钩栗的生态位宽度较小, 其 B_i 、 B_a 分别为 0.2956、0.1359, 0.2953、0.1356 和 0.2684、0.1064。生态位宽度较大的物种之间的生态相似性比例较大, 如甜槠与木荷、甜槠与马银花、木荷与马银花的生态相似性比例分别为 0.7630、0.7252 和 0.6452; 对生境需求有较大相似性的生态位宽度不同的物种其生态位相似比例也会较高, 如木荷与马尾松生态位相似比为 0.6866。生态位宽度较大的树种间生态位重叠较大, 如甜槠、木荷、马银花等。甜槠林中生态位重叠值大于 0.1 的有 39 对, 仅占 21.4%, 生态位重叠值不大, 表明甜槠林中因利用相同的资源位而产生的种间竞争并不激烈, 是一个稳定的森林群落。

关键词:甜槠林(*Castanopsis eyrei*); 种群; 生态位; 古田山

文章编号:1000-0933(2009)07-3670-08 中图分类号:Q948 文献标识码:A

The niche of dominant species populations in *Castanopsis eyrei* forest in Gutian Mountain National Nature Reserve

HU Zheng-Hua^{1,*}, QIAN Hai-Yuan², YU Ming-Jian³

1 College of Applied Meteorological Science, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China

2 Gutian Mountain National Nature Reserve Administrative Bureau, Kaihua, Zhejiang 324300, China

3 College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310028, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(7): 3670 ~ 3677.

Abstract: A field plot sampling method was employed to investigate community niche of *Castanopsis eyrei* forest in Gutian Mountain National Nature Reserve. Parameters of niche breadth, niche similarity and niche overlap were calculated to show community characteristics of 14 dominant species, including *Castanopsis eyrei*, *Schima superba*, *Cyclobalanopsis glauca*, *Loropetalum chinensis*, *Daphniphyllum macropodum*, *Rhododendron ovatum*, *Lithocarpus glaber*, *Rhododendron latoucheae*, *Castanopsis fargesii*, *Photinia serrulata*, *Castanopsis tibetana*, *Pinus massoniana*, *Syzygium buxifolium* and *Vaccinium bracteatum*. The results showed that niche breadths of *Castanopsis eyrei* and *Schima superba* were larger than other species, with Levins (B_i) and Hurlbert's (B_a) values being 0.8703 and 0.8528, and 0.8446 and 0.7824, respectively. Smaller niche breadths were found for *Photinia serrulata*, *Castanopsis fargesii* and *Castanopsis tibetana* species, with B_i and B_a values being 0.2956 and 0.1359, 0.2953 and 0.1356, and 0.2684 and 0.1064, respectively. The niche similarity

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30200034)

收稿日期:2008-04-20; **修订日期:**2009-02-12

致谢:野外调查过程中得到温州大学丁炳扬教授、杭州师范大学金孝锋博士、古田山国家级自然保护区管理局方腾和陈声文工程师的帮助, 华南农业大学张璐博士对写作给予帮助, 特此致谢。

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: huzhenghua@sohu.com

between populations increased with niche breadth, as shown between *Castanopsis eyrei* and *Schima superba*, between *Castanopsis eyrei* and *Rhododendron ovatum*, or between *Schima superba* and *Rhododendron ovatum*, similarity values being 0.7630, 0.7252 and 0.6452, respectively. Despite of difference in niche breadth, in addition, large niche similarity existed between *Schima superba* and *Lithocarpus glaber* (0.6866) due to their similar habitat requirements. Niche overlap degree between populations increased with niche breadth, which was shown in *Castanopsis eyrei*, *Schima superba* and *Rhododendron ovatum*, etc. Only 39 sets of *Castanopsis eyrei* forest had niche overlap values greater than 0.1, accounting for 21.4% of the total. Therefore, small niche overlap degree found in this study suggests less fierce interspecies competition in the forest, representing a stable community of the *Castanopsis eyrei* forest of Gutian Mountain.

Key Words: *Castanopsis eyrei* forest; populations; niche; Gutian Mountain

生态位的理论与应用研究已成为国内外学者关注的热点,有关生态位理论^[1~5]、生态位测度^[6~10]以及生态位应用^[11~18]已做了大量的研究工作。生态位研究已成为评价种间和种内关系及种群在群落中所处地位的重要手段,在森林资源保护与利用、生物多样性及其形成机制、群落演替等方面有着广泛的应用前景^[13]。森林群落的生态位研究也越来越受重视^[19~23],但有关中亚热带常绿阔叶林生态位的研究仍不多见^[24]。古田山自然保护区地处浙西偏远山区,保存着大面积的常绿阔叶林,其植被性质在我国中亚热带东部常绿阔叶林中具有典型性和代表性^[25]。研究该区域的常绿阔叶林种群生态位特征对了解各主要种群的地位和作用具有重要意义。甜槠(*Castanopsis eyrei*)林是我国中亚热带常绿阔叶林典型的地带性植被,是浙江省最常见的常绿阔叶林类型,也是保护区最主要的常绿阔叶林类型之一,其种群和群落学特征在保护区植被具有一定的典型性和代表性。本文主要分析了古田山甜槠林优势种群的生态位特征,为古田山森林植被的经营管理以及我国中亚热带东部常绿阔叶林生物资源保护与可持续利用提供基础性资料。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

古田山自然保护区位于浙江省开化县境内西北部,与江西省婺源县、德兴市接壤,北纬 29°10′19.4″~29°17′41.4″,东经 118°03′49.7″~118°11′12.2″,面积 8 107 hm²。属南岭山系怀玉山脉的一部分,主峰青尖海拔 1 258 m。整个山峰呈东北—西南走向,山系水流注入鄱阳湖并汇于长江水系。古田山属我国亚热带季风气候区,受季风影响大,四季分明。年平均气温 15.3℃,生长期总积温 5 221.5℃,无霜期约 250 d,年均降雨量 1 963.7 mm,相对湿度为 92.4%。古田山母岩以花岗岩为主。土壤 pH 值在 5.5~6.5 之间,呈酸性。土壤主要类型有:红壤,分布于海拔 500~700 m 以下;黄红壤,分布于海拔 700~1 000 m;红黄壤,分布于海拔 1 000 m 以上;局部地区如古田庙(海拔 850 m)前有山地草甸土分布。

1.2 研究方法

在保护区内选取 8 种不同群落组成类型作为一维资源位(群落情况见表 1)。采用样方法进行调查,样方面积 20 m × 20 m,每个样方划分为 16 个 5 m × 5 m 的小样方。逐木调查,乔木层记录种名、胸径、高度、冠幅、长势等,灌木层记录种名、株数、高度、盖度。同时测定群落的生态条件,包括海拔、坡向、坡度、群落透光率、土壤水分、土壤 pH 值等。

依据公式 $IV = (\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对显著度})/3$ 计算物种重要值,在各物种重要值的基础上,确定 14 个种群作为群落的主要种群,其重要值见表 2。

1.3 计测方法

1.3.1 生态位宽度

(1) Levins 生态位宽度

$$B_i = - \sum_{j=1}^r P_{ij} \log P_{ij}$$

式中, B_i 是种 i 的生态位宽度, P_{ij} 是种 i 对第 j 个资源的利用占它对全部资源利用的频度, 即 $P_{ij} = \frac{n_{ij}}{N_i}$, 而 $N_i = \sum_{j=1}^r n_{ij}$, n_{ij} 为种 i 在资源 j 上的优势度 (本文即物种的重要值), r 为资源等级数。上述方程具有值域 $[0, \log r]$ ^[26]。

表 1 各样地基本概况
Table 1 General conditions of sampling plots

样地号 Plot No.	群落类型 Community type	海拔 (m) Elevation	坡度 (°) Slope	坡向 (°) Aspect	坡位 Topographic	郁闭度 Canopy closeness
1	甜槠-青冈林 CCF	650	57	SW70	上坡 upslope	0.85
2	甜槠-石栎林 CLF	610	40	SW30	上坡 upslope	0.95
3	甜槠-木荷林 CSF	750	55	SE30	上坡 upslope	0.90
4	甜槠-青冈林 CCF	500	45	SE60	下坡 downslope	0.90
5	甜槠-青冈林 CCF	450	50	NW10	中坡 middleslope	0.85
6	甜槠-木荷林 CSF	600	45	SE40	上坡 upslope	0.95
7	甜槠-木荷林 CSF	650	45	SW30	上坡 upslope	0.85
8	甜槠-木荷林 CSF	450	35	NW70	上坡 upslope	0.80

SW, 西偏南 southwest; SE, 东偏南 southeast; NW, 西偏北 northwest; CCF, *Castanopsis eyrei*-*Cyclobalanopsis glauca* forest; CLF, *Castanopsis eyrei*-*Lithocarpus glaber* forest; CSF, *Castanopsis eyrei*-*Schima superba* forest

表 2 甜槠林优势种群重要值
Table 2 The importance value of dominant populations in *Castanopsis eyrei* forest

样地号 Plot No.	重要值 Importance value													
	甜槠	木荷	马银花	青冈	虎皮楠	榿木	马尾松	麂角杜鹃	乌饭树	石栎	赤楠	钩栗	栲树	石楠
1	25.58	5.95	3.32	12.10	7.53	12.10	0	1.07	6.99	1.21	0	0	1.01	0
2	28.41	1.03	13.24	1.85	4.71	0	0	5.13	6.81	7.18	0	0.96	0	1.21
3	39.43	14.37	5.06	0	13.71	4.07	5.14	1.16	0	0	0	0	0	0
4	11.53	6.45	3.01	9.04	0	4.12	0	4.49	0	3.71	1.22	2.15	1.40	0
5	35.01	6.47	0	17.57	0	4.30	2.17	0	0	3.12	0	0	0	0
6	51.34	8.65	9.96	0	0.95	0	1.08	2.08	2.21	0	0.92	0	0	0
7	26.83	12.11	9.96	3.07	9.61	2.89	4.41	0	0	0	2.47	0	0	0
8	19.80	7.61	2.64	0	3.85	3.86	9.77	5.99	1.95	0	0	0	0	0.88
Σ	237.93	62.64	47.19	43.63	40.36	31.34	22.57	19.92	17.96	15.22	4.61	3.11	2.41	2.09

甜槠 *Castanopsis eyrei*, 木荷 *Schima superba*, 青冈 *Cyclobalanopsis glauca*, 榿木 *Loropetalum chinensis*, 虎皮楠 *Daphniphyllum macropodum*, 马银花 *Rhododendron ovatum*, 石栎 *Lithocarpus glaber*, 麂角杜鹃 *Rhododendron latoucheae*, 栲树 *Castanopsis fargesii*, 石楠 *Photinia serrulata*, 钩栗 *Castanopsis tibetana*, 马尾松 *Pinus massoniana*, 赤楠 *Syzygium buxifolium*, 乌饭树 *Vaccinium bracteatum*; 下同 the same below

(2) Hurlbert 生态位宽度

$$B_a = \frac{B_i - 1}{r - 1}$$

式中, $B_i = 1 / \sum_{j=1}^r P_{ij}^2$, B_a 为生态位宽度, P_{ij} 和 r 的含义同上式, 该方程的值域为 $[0, 1]$ ^[27]。

1.3.2 生态位相似性比例

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:

$$C_{ih} = 1 - 1/2 \sum_{j=1}^r |p_{ij} - p_{hj}|$$

式中, C_{ih} 表示物种 i 与物种 h 的相似程度, 且有 $C_{ih} = C_{hi}$, 具有域值 $[0, 1]$; p_{ij}, p_{hj} 分别为物种 i 和物种 h 在

资源位 j 上的重要值百分率^[11, 13]。

1.3.3 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,其计测公式:

$$L_{ih} = B_{(L)i} \sum_{j=1}^r p_{ij} \times p_{hj}$$

$$L_{hi} = B_{(L)h} \sum_{j=1}^r p_{ij} \times p_{hj}$$

$$\text{其中, } B_{(L)i} = 1 / (r \sum_{j=1}^r p_{ij}^2)$$

式中, L_{ih} 为物种 i 重叠物种 h 的生态位重叠指数; L_{hi} 为物种 h 重叠物种 i 的生态位重叠指数; $P_{ij} = \frac{n_{ij}}{N_i}$, 而

$N_i = \sum_{j=1}^r n_{ij}$, n_{ij} 为种 i 在资源 j 上的优势度(本文即物种的重要值); $B_{(L)}$ 为 Levins(1968) 的生态位宽度指数, $B_{(L)i}$ 和 $B_{(L)h}$ 具有域值 $[1/r, 1]$; L_{ih} 、 L_{hi} 具有域值 $[0, 1]$ ^[11, 13]。

2 结果与分析

2.1 生态位宽度

生态位宽度是度量植物种群对环境资源利用状况的尺度,种群生态位宽度越大,则它对环境适应能力越强。由表 3 可见,Levins 和 Hurlbert 两种生态位宽度公式的测度结果基本一致。甜槠林优势种群的生态位宽度按 B_i 大小依次为甜槠、木荷、马银花、榿木、鹿角杜鹃、虎皮楠、马尾松、青冈、乌饭树、石栎、赤楠、石楠、栲树、钩栗;按 B_a 值的顺序依次为甜槠、木荷、马银花、鹿角杜鹃、榿木、虎皮楠、青冈、马尾松、乌饭树、石栎、赤楠、石楠、栲树、钩栗。从 B_i 和 B_a 值看,两种生态位宽度值的排列顺序虽稍有差异,但总体上是一致的:甜槠是甜槠林的优势种,在创造群落内部独特环境中起重要作用,数量多,分布广,生态幅度较大,对环境资源的利用能力较强。作为耐荫树种,在群落郁闭度较高的林冠下能进行幼苗的贮备与更新,故其生态位宽度最大。木荷虽是阳生性常绿乔木,但在荫蔽条件下木荷幼苗的适应能力较强,其生态位宽度虽没甜槠的大,但在每个资源位中都有分布,与甜槠形成共优种,在林内分布广,数量多,对资源的利用也较为充分,生态位宽度仅次于甜槠。处于主林层的阳生性树种马尾松在林内虽然已经没有幼苗和幼树,个体数量也少,但由于个体大、显著度高,所以仍具有一定的生态位宽度。灌木树种马银花在 7 个资源位中有分布,对资源利用较为充分,有较大的生态适应范围,所以 B_i 和 B_a 都较大。石楠、栲树、钩栗的生态位宽度较小,表明它们对环境资源的利用能力较弱,生态适应范围较窄,它们在许多资源位都没出现,在资源位中分布范围较小,分布不均匀,导致它们的生态位宽度较小。

表 3 甜槠林优势种群的生态位宽度

Table 3 The niche breadth of dominant populations in *Castanopsis eyrei* forest

序号 No.	物种 Species	B_i	B_a	序号 No.	物种 Species	B_i	B_a
1	甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	0.8703	0.8528	8	鹿角杜鹃 <i>Rhododendron latoucheae</i>	0.6971	0.4928
2	木荷 <i>Schima superba</i>	0.8446	0.7824	9	栲树 <i>Castanopsis fargesii</i>	0.2953	0.1356
3	青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	0.5945	0.3519	10	石楠 <i>Photinia serrulata</i>	0.2956	0.1359
4	榿木 <i>Loropetalum chinensis</i>	0.7164	0.4901	11	钩栗 <i>Castanopsis tibetana</i>	0.2684	0.1064
5	虎皮楠 <i>Daphniphyllum macropodum</i>	0.6883	0.4778	12	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	0.6033	0.3515
6	马银花 <i>Rhododendron ovatum</i>	0.7714	0.6033	13	赤楠 <i>Syzygium buxifolium</i>	0.4377	0.2170
7	石栎 <i>Lithocarpus glaber</i>	0.5319	0.2896	14	乌饭树 <i>Vaccinium bracteatum</i>	0.5359	0.3006

2.2 生态位相似性比例

生态位相似性比例(C_{ih})见表4, C_{ih} 在0.7以上的有2对,在0.5以上的有22对(占24.2%),在0.3以上的有58对(占63.7%)。表明甜槠林中各优势树种对资源的利用相似程度较大,这与亚热带常绿阔叶林生态位相似性比例较高相符合。其中,甜槠与木荷、甜槠与马银花、木荷与马尾松、青冈和榿木、甜槠与虎皮楠、木荷和虎皮楠、马银花与木荷等树种对的 C_{ih} 均在0.6以上。生态位宽度较大的甜槠、木荷、马银花之间的 C_{ih} 分别为0.7630、0.7252和0.6452,表明生态位宽度较高的物种,生态位相似比例往往较高。从表4中还可看出,木荷与阳生性的马尾松的生态位相似比例较高达0.6866,说明两树种对资源的需求有很大的相似性,这与种群生物生态学特性有关。而石楠与栲树、钩栗与马尾松对环境的需求有较大的差异,没在同一资源位中出现,它们的 C_{ih} 均是0。

表4 甜槠林优势种群的生态位相似性比例值
Table 4 The niche similarity of dominant populations in *Castanopsis eyrei* forest

物种 Species	甜槠	木荷	青冈	榿木	虎皮楠	马银花	石栎	鹿角 杜鹃	栲树	石楠	钩栗	马尾松	赤楠	乌饭树
甜槠		0.7630	0.4159	0.5985	0.6095	0.7252	0.3945	0.4675	0.1560	0.2026	0.1679	0.5057	0.3608	0.4332
木荷			0.3881	0.6448	0.6531	0.6452	0.3022	0.4573	0.1980	0.1379	0.1194	0.6866	0.4344	0.3431
青冈				0.6164	0.2993	0.2469	0.5341	0.3033	0.4845	0.0424	0.2496	0.1665	0.2776	0.3197
榿木					0.5040	0.3895	0.3482	0.3666	0.5176	0.1232	0.1315	0.4414	0.2237	0.4947
虎皮楠						0.5848	0.1962	0.3476	0.1866	0.2121	0.1167	0.5421	0.2617	0.4222
马银花							0.4147	0.5936	0.1341	0.3365	0.3444	0.4064	0.4744	0.5299
石栎								0.5367	0.3233	0.4718	0.5524	0.0962	0.2438	0.4587
鹿角杜鹃									0.2791	0.5582	0.4829	0.4068	0.3298	0.5242
栲树										0.0000	0.5809	0.0000	0.2646	0.3892
石楠											0.3087	0.4211	0.0000	0.4878
钩栗												0.0000	0.2646	0.3087
马尾松													0.2432	0.1564
赤楠														0.1231
乌饭树														

2.3 生态位重叠分析

由表5可见,生态位宽度值排前3位的甜槠、木荷、马银花之间的生态位重叠值 L_{ih} 均在0.1以上, L_{hi} 基本都在0.1以上,说明生态位宽度较大的树种之间生态位重叠程度较大。生态位宽度小的树种与生态位宽度值较大的树种如甜槠等之间的 L_{hi} 值小,如钩栗与甜槠、栲树与甜槠的 L_{hi} 值分别为0.0175、0.0204,但它们的 L_{ih} 值却较大,分别为0.7005、0.0729,说明生态位宽度较大的树种与生态位宽度较小的树种之间的生态位重叠值可较高,反之,则较低。而石楠与栲树、马尾松与栲树、石楠与赤楠、钩栗与马尾松都没有在同一资源位出现,它们的生态位重叠则为0。甜槠与木荷生态位重叠值较高,两者存在利用性竞争,形成共优状态。马尾松对甜槠的重叠值 L_{ih} 仅为0.0595,反映了两物种生物生态学特性的异质性。阳生树种马尾松在荫蔽环境中因幼苗难以更新而被淘汰,与甜槠不能形成共优状态。甜槠林中生态位重叠值大于0.1的有39对(占总对数的21.4%),生态位重叠程度不大,说明演替到顶极群落的甜槠林中因利用相同的资源而产生的种间竞争并不激烈,也说明由于种群间长期的竞争和适应,有些物种生态位趋于特化。

3 讨论

(1) 生态位宽度反映了物种对资源的利用程度和对环境的适应情况,生态位宽度越大,对环境的适应能力越强。建群种对整个群落环境的构建具有重要作用,在群落中具有较强的生态适应能力和资源利用能力,因而生态位宽度往往较大^[28]。本研究结果表明,甜槠种群的生态位最大,在群落中占有明显优势地位,对资源的利用充分,甜槠林也由此得以维持其稳定性。其次是木荷,虽然是阳生性树种,但在荫蔽条件下,木荷幼

苗却有较强的适应能力,能够实现幼苗的贮备与更新,与甜槠形成共优状态。马银花、槲木、鹿角杜鹃等对资源的利用较为充分,有较强的生态适应能力,也有较大的生态位宽度。马尾松在资源位中的数量很少,野外调查甚至没有发现马尾松幼树和幼苗,由于群落较高的郁闭度而形成的潮湿阴暗环境,马尾松幼苗和幼树更新不良,但因其现存的数量不多的个体都是高大树木,在群落中的显著度大,有较高的重要值,因此也具有一定的生态位宽度。而石楠、栲树、钩栗等树种在资源位中出现的频率不高,生态位宽度较小,反映出它们在资源位中的生态适应范围较窄,对环境资源的利用能力较弱。

表 5 甜槠林优势种群的生态位重叠

Table 5 The niche overlap of dominant populations in *Castanopsis eyrei* forest

物种 Species	L_{ih}													
	甜槠	木荷	青冈	槲木	虎皮楠	马银花	石栎	鹿角杜鹃	栲树	石楠	钩栗	马尾松	赤楠	乌饭树
甜槠		0.1315	0.1116	0.1098	0.1296	0.1353	0.1064	0.1042	0.0729	0.1037	0.0701	0.1198	0.1158	0.1222
木荷	0.1222		0.0958	0.1175	0.1466	0.1103	0.0570	0.0896	0.0922	0.0561	0.0706	0.1473	0.1466	0.0679
青冈	0.0555	0.0512		0.0958	0.0363	0.0294	0.0866	0.0359	0.1171	0.0122	0.0773	0.0260	0.0458	0.0614
槲木	0.0698	0.0804	0.1241		0.0946	0.0480	0.0575	0.0601	0.1508	0.0328	0.0575	0.0722	0.0533	0.1036
虎皮楠	0.0808	0.0983	0.0456	0.0930		0.0887	0.0434	0.0565	0.0485	0.0669	0.2236	0.1032	0.0821	0.0808
马银花	0.1014	0.0890	0.0444	0.0566	0.1066		0.1145	0.1011	0.0497	0.1388	0.0975	0.0746	0.1284	0.1237
石栎	0.0462	0.0266	0.0757	0.0393	0.0302	0.0664		0.0782	0.0757	0.1181	0.1359	0.0085	0.0279	0.0908
鹿角杜鹃	0.0665	0.0616	0.0461	0.0604	0.0579	0.0862	0.1149		0.0976	0.1753	0.1496	0.0944	0.0512	0.1043
栲树	0.0204	0.0277	0.0659	0.0663	0.0218	0.0185	0.0487	0.0427		0	0.1118	0	0.0428	0.0454
石楠	0.0290	0.0169	0.0068	0.0145	0.0300	0.0519	0.0761	0.0769	0		0.0498	0.0508	0	0.0739
钩栗	0.0175	0.0190	0.0390	0.0226	0.0090	0.0326	0.0783	0.0587	0.1001	0.0445		0	0.0456	0.0292
马尾松	0.0595	0.0787	0.0259	0.0564	0.0822	0.0494	0.0097	0.0734	0	0.0901	0		0.0565	0.0262
赤楠	0.0419	0.0570	0.0333	0.0303	0.0476	0.0619	0.0232	0.0290	0.0553	0	0.0659	0.0411		0.0088
乌饭树	0.0544	0.0325	0.0550	0.0726	0.0577	0.0735	0.0930	0.0727	0.0723	0.1176	0.0519	0.0235	0.0109	

(2) 古田山甜槠林是中亚热带典型常绿阔叶林地带性稳定群落,甜槠等耐荫树种因自身的生物学特性能够实现高郁闭度林下环境中的幼苗更新,具有较大的生态位宽度。而部分阳生性树种虽耐荫性差,但因与中生阔叶树种共处于同一群落中,物种间却表现出一定程度的对环境适应的相似性^[13],因此,各优势种群间的生态位相似性比例较大。由于各种群生态位宽度的差异,产生了不同程度的生态位相似性比例。那些生态位宽度较大的物种往往生态相似性比例比较大,如甜槠、木荷和马银花。同时,生态位宽度较大的物种与生态位宽度较小的物种也能有高的生态位相似性比例,如木荷与生态位宽度并不是很高的马尾松的生态位相似比例也较高,二者均是阳生性树种,说明在不同资源位上对生境的需求有较大相似性的物种间可能有高的生态位相似性比例。

(3) 当两个或多个物种共同利用同一资源或共同占有某一资源因素(如食物、营养成分、空间等)时,就会出现生态位重叠现象^[29]。生态位宽度较大的树种之间的生态位重叠机会较大,如甜槠、木荷、马银花之间的生态位重叠值 L_{ih} 均在 0.1 以上, L_{hi} 基本也都在 0.1 以上。生态位宽度较大的树种与生态位宽度较小的树种之间也可能有较高的生态位重叠,如甜槠与石楠。这与刘金福和洪伟^[11]、史作民等^[30]的研究结果相一致。生态位重叠值越大,表明两个树种利用资源的能力越相似;生态位重叠值越小,表明两个树种利用资源的能力差异越大。甜槠对其他种群的生态位重叠值高于其他种群对甜槠种群的生态位重叠值,表明了甜槠种群较强的适应环境能力和竞争能力。另外,生态位较窄的物种间也可能有较高的生态位重叠,如栲树与钩栗,其原因可能是两树种对环境的需求近似或者互补而造成了生态位重叠较高^[30],也说明了它们在较小的生态位宽度内对资源的共享性。

(4) 地带性顶极群落处于动态的稳定状态,物种间达到一种相对平衡,虽然多数树种的生态位宽度较大,

但反映种间竞争程度的生态位重叠程度却较小,群落内因利用相同资源或占有同一资源而产生的种间竞争并不激烈。而处于演替过程中其他演替阶段的群落生态位重叠情况可能与顶极群落不同,如正处于演替过程中的粤北始兴县罗坝自然保护区常绿阔叶林,生态位重叠值高,所调查的两个群落的生态位重叠值大于 0.2 的分别有 68 对和 69 对,比例达到 51.5% 和 52.3%^[13]。另外,与古田山位于同一地带上的浙江省十六田自然保护区常绿阔叶林也正处于演替中期,尚未演替至地带性稳定群落,其优势树种的生态位重叠值较大,重叠值大于 0.2 的有 60 对,比例达到 44.1%^[24]。较高的生态位重叠意味着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。群落在向顶极群落演替的过程中许多物种由于利用同一资源或对资源有相似需求,生态位重叠大,种间竞争激烈,部分物种在演替过程中被淘汰,群落结构和性质不稳定,推动群落演替的进行。而演替到地带性顶极群落后,群落处于相对稳定状态,物种间生态位重叠值降低,群落结构和性质较稳定。张继义等对沙地植被恢复过程中生态位变化的研究也发现,当群落演替至地带性稳定群落时,生态位重叠值下降^[14]。古田山森林植被演替过程是马尾松林→针阔叶混交林→阳生性常绿阔叶林→甜槠林^[31],甜槠林是古田山地带性顶极群落,生态位重叠值较小,群落结构相对稳定。

References:

- [1] Grinnell J. The niche-relationship of the California Thrasher. *Auk*, 1917, 34: 427—433.
- [2] Smith E P. Niche breadth, resource availability, and inference. *Ecology*, 1982, 63(6): 1675—1681.
- [3] Mueller L D, Altenberg L. Statistical inference on measures of niche overlap. *Ecology*, 1985, 66(4): 1204—1210.
- [4] Shang Y C. Niche theory in modern ecology. *Advancements in Ecology*, 1988, 5(2): 77—84.
- [5] Westman W E. Measuring realized niche spaces: climatic response of chaparral and coastal sage scrub. *Ecology*, 1991, 72(5): 1678—1684.
- [6] Schoener T. Non-synchronous spatial overlap of Lizards in patchy habitats. *Ecology*, 1970, 51: 408—418.
- [7] Wang G. On the measurement of niche overlap in plant communities. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1984, 8(4): 329—335.
- [8] Wang G, Zhao S L, Zhang P Y. Discussion of niche definition and study on progress of niche overlap formula. *Acta Ecologica Sinica*, 1984, 4(4): 119—127.
- [9] Wang Y Y, Zuo J J, Liu J G. Study on regeneration niche metrics based on ecostate-ecorole theory. *Scientia Silvae Sinicae*, 2005, 41(4): 20—24.
- [10] Li D Z, Shi Q, Zang R G, *et al.* Models for niche breadth and niche overlap of species or populations theory. *Scientia Silvae Sinicae*, 2006, 42(7): 95—103.
- [11] Liu J F, Hong W. A study on the community ecology of *Castanopsis kawakamii*-study on the niche of the main tree population in *Castanopsis kawakamii* community. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(3): 347—352.
- [12] McKane R B, Johnson L C, Shaver G R, *et al.* Resource-based niches provide a basis for plant species diversity and dominance in arctic tundra. *Nature*, 2002, 415: 68—71.
- [13] Su Z R, Wu D R, Chen B G. Niche characteristics of dominant populations in natural forest in North Guangdong. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(1): 25—29.
- [14] Zhang J Y, Zhao H L, Zhang T H, *et al.* Niche dynamics of main populations of plants communities in the restoring succession process in Horqin Sandy Land. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(12): 2741—2746.
- [15] Tuomisto H. Edaphic niche differentiation among *Polybotrya* ferns in western Amazonia: implications for coexistence and speciation. *Ecography*, 2006, 29: 273—284.
- [16] Paoli G D, Curran L M, Zak D R. Soil nutrients and beta diversity in the Bornean Dipterocarpaceae: evidence for niche partitioning by tropical rain forest trees. *Journal of Ecology*, 2006, 94: 157—170.
- [17] Yang Z H, Fang E T, Liu H J, *et al.* Effect of water table to niche of plant population at Minqin oasis fringe. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(11): 4900—4906.
- [18] Han X Z, Zhang Y Y. Dynamical analysis of niche construction in *n*-population metapopulation. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(7): 3271—3276.
- [19] Kang B, Liu S R, Shi Z M, *et al.* Understory vegetation composition and main woody population niche of artificial masson pine forest in south subtropical area. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(9): 1786—1790.
- [20] Kang Y X, Kang B W, Yue J W, *et al.* The classification of *Quercus liaotungensis* communities and their niche in Loess Plateau of North Shaanxi.

Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(10): 4096—4105.

- [21] Zhang L, Su Z Y, Chen B G, *et al.* Variations in niche breadth of dominant plant populations along an altitudinal gradient in Shikengkong of Guangdong Province. *Forest Research*, 2007, 20(5): 598—603.
- [22] Feng L, Hong W, Wu C Z, *et al.* Niche characteristic of dominant populations in *Pinus taiwanensis* forest in Wuyi Mountain. *Journal of Mountain Science*, 2008, 26(3): 308—316.
- [23] Wang X F, Guo Q S, Bahar G L, *et al.* Niche of dominant arbor populations in *Thuja sutchuenensis* community. *Scientia Silvae Sinicae*, 2008, 44(4): 6—13.
- [24] Chen Z L, Zhang Z X, Liu P, *et al.* Niche of dominant species in evergreen broadleaved forest in Liushitian mini nature reserve of Zhejiang Province. *Journal of Central South University of Forestry & Technology*, 2007, 27(6): 77—82.
- [25] Yu M J, Hu Z H, Yu J P, *et al.* Forest vegetation types in Gutianshan Natural Reserve in Zhejiang. *Journal of Zhejiang University (Agric. & Life Sci.)*, 2001, 27(4): 375—380.
- [26] Levins R. *Evolution in changing environments: some theoretical explorations*. Princeton: Princeton University Press, 1968.
- [27] Hurlbert S H. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, 1978, 59(1): 67—77.
- [28] Chen B, Zhou X M. Analyses of niche breadths and overlaps of several plant species in three *Kobresia* communities of an Alpine meadow. *Acta Phytocologica Sinica*, 1995, 19(2): 158—169.
- [29] Wang B S, Li M G, Peng S L. *Plant population ecology*. Guangzhou: Guangdong Higher Education Press, 1995. 132—148.
- [30] Shi Z M, Cheng R M, Liu S R. Niche characteristics of plant populations in deciduous broad-leaved forest in Baotianman. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, 10(3): 265—269.
- [31] Hu Z H, Yu M J. Species diversity in four successional communities of evergreen broad-leaved forest in Gutian Mountain, Zhejiang Province. *Chinese Journal of Ecology*, 2006, 25(6): 603—606.

参考文献:

- [4] 尚玉昌. 现代生态学中的生态位理论. *生态学进展*, 1988, 5(2): 77~84.
- [7] 王刚. 植物群落学中生态位重叠的计测. *植物生态学与地植物学丛刊*, 1984, 8(4): 329~335.
- [8] 王刚, 赵松岭, 张鹏云. 关于生态位定义的探讨及生态位重叠计测公式改进的研究. *生态学报*, 1984b, 4(4): 119~127.
- [9] 王莹莹, 左金淼, 刘家冈. 以态势理论为基础的更新生态位测度研究. *林业科学*, 2005, 41(4): 20~24.
- [10] 李德志, 石强, 臧润国, 等. 物种或种群生态位宽度与生态位重叠的计测模型. *林业科学*, 2006, 42(7): 95~103.
- [11] 刘金福, 洪伟. 格氏栲群落生态学研究-格氏栲林主要种群生态位的研究. *生态学报*, 1999, 19(3): 347~352.
- [13] 苏志尧, 吴大荣, 陈北光. 粤北天然林优势种群生态位研究. *应用生态学报*, 2003, 14(1): 25~29.
- [14] 张继义, 赵哈林, 张铜会, 等. 科尔沁沙地植物群落恢复演替系列种群生态位动态特征. *生态学报*, 2003, 23(12): 2741~2746.
- [17] 杨自辉, 方峨天, 刘虎俊, 等. 民勤绿洲边缘地下水位变化对植物种群生态位的影响. *生态学报*, 2007, 27(11): 4900~4906.
- [18] 韩晓卓, 张彦宇. 基于生态位构建的 n-种群集合种群动态分析. *生态学报*, 2008, 28(7): 3271~3276.
- [19] 康冰, 刘世荣, 史作民, 等. 南亚热带人工马尾松林下植物组成特征及主要木本种群生态位研究. *应用生态学报*, 2005, 16(9): 1786~1790.
- [20] 康永祥, 康博文, 岳军伟, 等. 陕北黄土高原辽东栎 (*Quercus liaotungensis*) 群落类型划分及其生态位特征. *生态学报*, 2007, 27(10): 4096~4105.
- [21] 张璐, 苏志尧, 陈北光, 等. 广东石坑崆森林群落优势种群生态位宽度沿海拔梯度的变化. *林业科学研究*, 2007, 20(5): 598~603.
- [22] 封磊, 洪伟, 吴承祯, 等. 武夷山黄山松林主要种群生态位特征. *山地学报*, 2008, 26(3): 308~316.
- [23] 王祥福, 郭泉水, 巴哈尔古丽, 等. 崖柏群落优势乔木种群生态位. *林业科学*, 2008, 44(4): 6~13.
- [24] 陈子林, 张志祥, 刘鹏, 等. 浙江六十田常绿阔叶林主要乔木种生态位研究. *中南林业科技大学学报*, 2007, 27(6): 77~82.
- [25] 于明坚, 胡正华, 余建平, 等. 浙江古田山自然保护区森林植被类型. *浙江大学学报(农业与生命科学版)*, 2001, 27(4): 375~380.
- [28] 陈波, 周兴民. 三种蒿草群落中若干植物种的生态位宽度与重叠分析. *植物生态学报*, 1995, 19(2): 158~169.
- [29] 王伯荪, 李鸣光, 彭少麟. *植物种群学*. 广州: 广东高等教育出版社. 1995, 261~264.
- [30] 史作民, 程瑞梅, 刘世荣. 宝天曼落叶阔叶林种群生态位特征. *应用生态学报*, 1999, 10(3): 265~269.
- [31] 胡正华, 于明坚. 浙江古田山常绿阔叶林演替序列研究: 群落物种多样性. *生态学杂志*, 2006, 25(6): 603~606.