

黄山濒危植物小花木兰生态位与年龄结构研究

王立龙¹, 王广林^{1,2}, 黄永杰¹, 李晶¹, 刘登义^{1,*}

(1. 安徽师范大学 重点生物资源保护与利用研究安徽省重点实验室, 生物多样性研究中心, 芜湖 241000; 2. 皖西学院生物系, 六安 237000)

摘要:基于对黄山风景区濒危植物小花木兰 (*Magnolia sieboldii*) 分布群落的样地调查, 采用定量分析的方法, 研究了小花木兰群落中主要种群的生态位宽度、生态位重叠和小花木兰种群的年龄结构, 结果表明: (1) 分别用 Levins 和 Shannon weiner 两指数测得的主要优势种群的生态位宽度结果基本一致; 重要值大的种群一般具有较宽的生态位。生态位重叠与生态位宽度有关, 具较宽生态位的种群一般与其他种群具有较高的生态位重叠, 另外, 具有相似生境要求和相似生物学特征的种群间也具有较大的生态位重叠, 如都是耐荫种的小花木兰与四照花 (*Dendrobenthamia japonica*) 的生态位重叠值较高。种群间生态位重叠程度较高, 物种间关系复杂, 对资源共享趋势明显。 (2) 小花木兰为星散间断分布, 在群落中处于伴生从属地位, 生存易受群落变化的影响。对生境要求相似的种群在同一生境下当资源充分时能形成良好的共生关系, 支持林恩祖等人的生态位重叠与竞争不成相关关系的学说。 (3) 通过对小花木兰年龄结构的统计发现, 小花木兰年龄结构不完整, 属于衰退型, 幼苗储备严重不足, 成为该种群更新的一大瓶颈。 (4) 它的高海拔分布显示了低温是它生存的一个重要保证; 水分也是影响小花木兰种群动态的重要因子。散花坞生境中小花木兰生长良好, 呈增长趋势, 而清凉台生境小花木兰则表现为年龄老化, 呈衰退趋势。散花坞和清凉台可视为重点保护生境, 其间生境差异导致的种群动态差异有待于进一步探讨。

关键词: 黄山风景区; 小花木兰; 生态位宽度; 生态位重叠; 年龄阶段; 旅游开发

文章编号: 1000-0933(2006)06-1862-10 **中图分类号:** Q948.1, S718 **文献标识码:** A

Age structure and niche of the endangered *Magnolia sieboldii* in Huangshan Mountain

WANG Li-Long¹, WANG Guang-Lin^{1,2}, HUANG Yong-Jie¹, LI Jing¹, LIU Deng-Yi^{1,*} (Provincial Key Laboratory of Conservation and Exploitation of Biological Resources in Anhui, Biodiversity Research Center, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China; 2. Department of Biology, West college of Anhui, Liuan 237000, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(6): 1862 ~ 1871.

Abstract: Based on the data collected from the plots investigation along with the implementation Levins, Shannon weiner and niche overlap formulas, this paper investigated the niche breadth values and niche overlap values of the main tree species were measured in the natural forestry of *Magnolia sieboldii* and the age structure of *Magnolia sieboldii*. The results showed that: The descending order of niche breadth value was to some extent in accordance with that of important values, but *Enkianthus chinensis* is different from others for its strong adaptability. The values of niche overlap were relevant to niche breadth in that the populations with wide niche breadths usually had high overlap values with the other populations. The niche overlap values among the populations with the same or similar environment requirements and similar biological properties were also higher. For example, *Magnolia sieboldii* and

基金项目: 国家重点基础研究发展计划“973”资助项目(2004CB418503); 国家自然科学基金资助项目(30470270); 国家人事部留学回国人员科研择优资助计划重点资助项目

收稿日期: 2005-05-14; **修订日期:** 2005-11-03

作者简介: 王立龙(1979~), 男, 安徽霍邱人, 硕士, 主要从事旅游生态学和环 境生态学研究. E-mail: wll1979@mail. ahnu. edu. cn

* 通讯作者 Corresponding author.

致谢: 本实验的野外作业得到了黄山风景区管委会叶要清、黄山树木园方德年和其他一些同志的大力支持与帮助, 在此一并感谢

Foundation item: The project was supported by the National Key Basic Research Plan of China (No. 973-2004CB418503), the National Natural Science Foundation of China (No. 30470270) and Grant from the National Ministry of Personnel

Received date: 2005-05-14; **Accepted date:** 2005-11-03

Biography: WANG Li-Long, Master, mainly engaged in recreation ecology and environment ecology. E-mail: wll1979@mail. ahnu. edu. cn

Enkianthus chinensis, with the same shade-tolerant characteristic, had high overlap value. Through this niche research it was shown that *Magnolia sieboldii*, is characterized by scattered distribution, poor regeneration and less competitive advantages with associated species in the community. Thus, *Magnolia sieboldii* was easily influenced by community variation. It was found that populations with the same ecological characteristics could form a fine relation in the same habitat when resources were sufficient. This finding provided further support for Lin's theory that the relationship between niche overlap and competition was not positively correlated. It was also found that the age structure of *Magnolia sieboldii* was not integrated as young trees were absent. Such inconsistencies threaten population development. Water condition, for example, was an ecological factor which affected the presence of *Magnolia sieboldii*, and its high altitude distribution showed its need for low temperature. *Magnolia Sieboldii* grew well in Sanhuawu, while, its age structure in Qinliangtai was older than those in other plots, Qinliangtai and Sanhuawu can be regarded as key conservation habitats and it can be noted that the dynamic differences brought about by the variance between the two habitats above would merit further exploration.

Key words: Huangshan scenic spot; *Magnolia sieboldii*; niche breadth; niche overlap; age structure; tour exploitation

生态位概念自 Grinnell^[1]提出以来,其定义日渐完善,现已经成为生态学领域研究的热点之一,是评价种内种间关系及种群在群落中地位的重要手段^[2]。就其本质来说,生态位是物种在特定尺度下特定环境中的功能单位,包括物种对环境的要求和环境对物种的影响两个方面及其规律,是物种属性的特征表现^[3],它定量地反映物种与生境的相互作用关系^[4,5]。濒危植物的生态位研究是近年来出现的新课题,现已经取得了一些初步成果^[6~9]。目前对于木兰科植物种群生态位及其测度方法的研究还是个空白,把生态位结合种群年龄结构的研究也未见报道。

小花木兰(*Magnolia sieboldii*)又名天女木兰、天女花、山牡丹,属木兰科木兰属植物,落叶小乔木,高达 10m。花形淡雅高洁、秀丽端庄(图 1a),被称为最珍贵的木本花卉,也是我国东北地区唯一的木兰属植物^[10],主要分布于我国东北和华东地区等地,日本、朝鲜半岛也偶有分布,为第三纪植物区系残遗的珍稀名贵木本花卉,既有很高的观赏价值,又是重要的种质资源。由于森林砍伐、生境被破坏以及天然更新能力较弱等原因,分布区域日益缩小,植株越来越少,现为国家三级保护渐危种^[11]。

作为一种濒危植物,目前对它的研究,除了区系、外部形态描述外,只有王志杰等人^[12]对它的繁殖培育、生长习性做了一些探索,而对它的包括生态位方面的其他系统研究均未见报道。本研究试图通过对小花木兰的生态位研究并结合对其年龄结构的分析,揭示其种群动态,了解其对周围资源的利用状况及其与其他种群的竞争情况,为进一步探索小花木兰所在的群落稳定性、演替、空间分布格局提供理论基础,也为这一物种的保护提供基础资料。

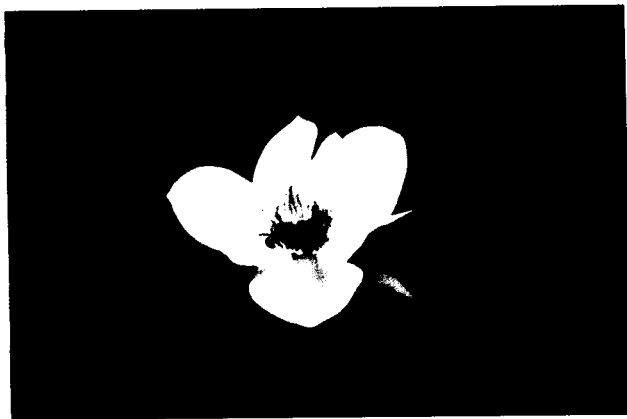
1 研究地概况与研究方法

1.1 研究地自然概况

黄山风景区是世界文化与自然双重遗产地,植物种质资源丰富。据调查,该区现知维管植物 1600 余种,其中包含不少国家重点保护的珍稀濒危植物。景区中心位于东经 118°11',北纬 30°10',面积 154km²,最高峰莲花峰海拔 1873m,相对高差可达 1700m。该区属亚热带湿润季风气候,年平均气温 15.5~7.8℃(山麓-山顶,下同),最冷月(1 月份)平均气温 2.9~-3.1℃,最热月(7 月份)平均气温 27.6~17.7℃,年平均降水量 1540.0~2394.5mm。地带性土壤为黄红壤,山地土壤主要类型有山地黄壤、山地黄棕壤和山地草甸土。地带性植被为常绿阔叶林,山地植被的垂直分布为:海拔 500~600m 以下为人工垦植栽培植被和次生自然林;海拔 500~1000m 为常绿阔叶林;海拔 900~1250m 为落叶-常绿阔叶混交林;海拔 1200~1500m 为落叶阔叶林;海拔 1450~1650m 为山地矮林和山地灌丛;海拔 1600~1840m 山顶局部为山地草甸。此外,海拔 800m 以上坦阔山脊和山顶坡地常嵌有较大面积黄山松纯林^[13]。

1.2 研究方法

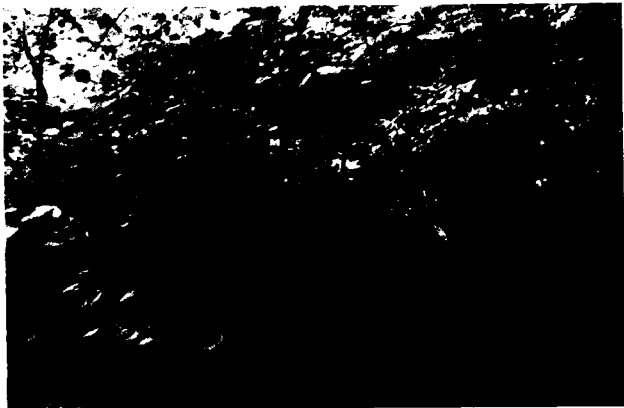
1.2.1 取样方法



a



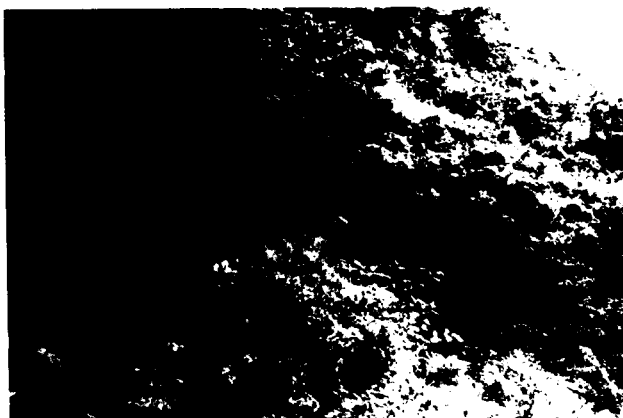
b



c



d



e

- a 自然状态下盛开的花(上有蜜蜂)
Blooming flower
- b 自然状态下的叶片平展争取阳光
Leaves open up striving for sunlight in natural habitat
- c 自然状态下的树干呈匍匐状
Stem is creepy in natural habitat
- d 白鹅岭索道站人工栽培种
Cultivated plants in Baie Ling
- e 天海景区小花木兰生境水质受到严重污染(水质污浊)
Water is polluted severely in Tianhai

图 1 不同环境下的小花木兰形态特征

Fig.1 *Magnolia sieboldii* shape characteristics in different habitat

(1)在对风景区内小花木兰生长的不同生境全面调查的基础上,按照地形、人为因子等因子^[2]设置白鹅岭、散花坞、清凉台、天海、西海5个样地,由于小花木兰多分布在沟谷山涧地带,考虑各种群沿环境梯度分布的特点和拉样方的不便^[14],在五地采用群落学调查方法各设置5个4m×25m的样带^[15]共2500m²,参考郑元润等人的方法^[16,17],调查样带中所有木本植株的种类,并记录其胸径、地径及数量等。

(2)由于风景区环境因子复杂多变,采取相对稳定的土壤作为样地对照。2004年5月20日在5样地中用常规方法各取5个样点的混合土样,0~20cm的表层土,装入无菌袋中。

1.2.2 生态位测度方法 针对小花木兰的实际,参考郑景明等人的方法^[6,18-21]进行测定。

(1)重要值测定:

$$IV \text{ 重要值} = (\text{相对密度} + \text{相对优势度} + \text{相对频度})/3 \quad (1)$$

(2)生态位宽度:对于森林群落树木种群生态位的研究,关键在于如何选择适当的资源轴,确定资源位^[22]。由于黄山风景区内地形复杂,资源位的选取依照5个分布样地为资源位^[23-26],克服了不同群落间和同一群落内种间(内)生态位不能比较的缺陷^[27],本研究采用 levins 指数和 Shannon weiner 指数研究主要种群的生态位宽度^[7,28,29]。

Levins 生态位宽度计测:

$$B_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^r r(P_{ij})^2} \quad (2)$$

式中, B_i 为种群 i 的生态位宽度,具有值域^[17,1], P_{ij} 为种群 i 利用资源状态 j 的数量(本文以种群 i 在第 j 样方的重要值表示)占它利用资源总数的比例, r 为资源位数也即样地数。

Shannon weiner 生态位宽度计测:

$$B(sw)i = \frac{-1}{\log S} \sum_{j=1}^r P_{ij} \times \log p_{ij} \quad (3)$$

式中, $B(sw)i$ 为种群 i 的生态位宽度,各符号同上,具有值域 $[0,1]$

(3)生态位重叠 生态位重叠($N.O$)为种间生态学相似的标度,采用相似百分率^[30]公式:

$$N.O.ik = 1 - 0.5 \sum_{j=1}^r |P_{ij} - P_{kj}| \quad (4)$$

式中, $N.O.ik$ 为种群 i 和种群 k 之间的生态位重叠,具值域 $[0,1]$,其它同上, P_{kj} 为种群 k 在资源位 j 上的重要值比例。

(4)径级年龄结构 由于小花木兰为小乔木,年龄调查受到方法上的限制,野外调查年轮木芯难于钻取,至今没有小花木兰胸径与树龄关系的资料,考虑到小花木兰实际,结合高贤明等人^[31]的方法,本研究采用径级测定法,众多的研究表明:木本植物的径级系列可视为年龄的一种等级系列,二者具有同等的连续性含义^[32,33]。将小花木兰胸径(SC)划分幼树阶段: $SC < 3\text{cm}$, 中龄阶段: $3\text{cm} \leq SC < 12\text{cm}$, 老龄阶段: $SC \geq 12\text{cm}$, 为了更清楚地表达,再将其胸径数值划分为6个级别相对应6个年龄阶段,分别为: $I < 3\text{cm} \leq II < 6\text{cm} \leq III < 9\text{cm} \leq IV < 12\text{cm} \leq V < 15\text{cm} \leq VI$ 。分别统计各样地统计到的小花木兰年龄结构和整个风景区内全面调查平均取样统计到的小花木兰的年龄结构。

(5)土壤各种指标 从各袋中取出100g土壤采用直接常规烘干法^[34],测各样地土壤的含水量。其它土样在室内自然风干研磨、过筛,测土样的pH值和EC值^[35];用关松荫的方法^[36]测蔗糖酶、过氧化氢酶和脲酶活性。蔗糖酶:0.1mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定法,以1g土壤培养24h后消耗0.1mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的毫升数表示;过氧化氢酶:0.1mol/L KMnO_4 容量法测定,以20min后10g土壤消耗的0.1mol/L KMnO_4 的毫升数表示;脲酶:苯酚纳比色法测定,以24h内100g土壤中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的毫克数表示,测量重复3次。

2 结果与讨论

2.1 生态位宽度

调查中发现:在该区小花木兰主要分布在海拔在 1500m 以上,海拔升高引起的气候差异是影响小花木兰分布的一个重要因素,随着海拔升高,温度降低。适度低温是小花木兰生长的重要保证,也是小花木兰间断性分布的一个原因。

表 1 不同样地小花木兰及其伴生种的重要值

Table 1 Important value of *Magnolia sieboldii* and its associated species in different plots

物种序号 No.	白鹅岭 Bailing	散花坞 Sanhuawu	清凉台 Qingliangtai	天海 Tianhai	西海 Xihai	总和(Σ) Total (Σ)
1	0.3348	0.2869	0.2296	0.3106	0.2534	1.4153
2	0.2291	0.1964	0.1968	0.1813	0.1897	0.9933
3	0.189	0.1098	0.1586	0.1164	0.1024	0.6762
4	0.0981	0.1396	0.1384	0.091	0.0246	0.4917
5	0.1324	0.0737	0.0751	0.0912	0.1147	0.4871
6	0.0321	0.0316	0.0986	0.1387	0.0563	0.3573
7	0.0411	0.0867	0.1025	0.0319	0.0334	0.2956
8	0.0631	0.0642	0.0257	0.0463	0.0458	0.2451
9	0.0297	0.1248	0	0.0311	0	0.1856
10	0	0.0134	0.0134	0.0349	0.0964	0.1581
11	0	0.0239	0.0561	0.0653	0	0.1453
12	0.0251	0.0537	0.0129	0	0	0.0917
13	0.0146	0.0123	0.0149	0.0342	0.0134	0.0894

* 以下各表的物种序号不变 species sequence number not change in thereafter; 1. 黄山栎 *Quercus stewardii*; 2. 华东椴 *Tilia japonica*; 3. 灯台树 *Cornus controversa*; 4. 四照花 *Dendrobenthamia japonica*; 5. 黄山杜鹃 *Rhododendron anhweiense*; 6. 三桠乌药 *Lindera obtusiloba*; 7. 小花木兰 *Magnolia Sieboldii*; 8. 黄山松 *Pinus taiwanensis*; 9. 皱叶鼠李 *Rhamnus rugulosa*; 10. 五角枫 *Acer mono*; 11. 水马桑 *Weigela japonica* var. *sinica*; 12. 白檀 *Symplocos paniculata*; 13. 灯笼树 *Enkianthus chinensis*

重要值(Important value)是物种的综合数量指标,表征物种在群落中的地位和作用^[37],反映物种在群落中的优势程度。黄山栎(*Quercus stewardii*)、华东椴(*Tilia japonica*)种群在群落中占绝对优势,它们占据乔木层的上层,是群落的建群种。由表 1 可以看出,它们在各样地中的重要值明显高于其它种群,灯台树(*Cornus controversa*)、四照花(*Dendrobenthamia japonica*)、三桠乌药(*Lindera obtusiloba*)、五角枫(*Acer mono*)占据群落中间层,是乔木层的主要优势种,白檀(*Symplocos paniculata*)、水马桑(*Weigela japonica* var. *sinica*)、皱叶鼠李(*Rhamnus rugulosa*)、小花木兰(*Magnolia Sieboldii*)、灯笼树(*Enkianthus chinensis*)、黄山杜鹃(*Rhododendron anhweiense*)位于群落的下层。这里要指出的是黄山松(*Pinus taiwanensis*)在黄山海拔 700m 以上也是群落中的主要优势种,甚至形成纯林^[11],但是由表 1 可以看出它的重要值并不高,这主要是因为小花木兰的生境中黄山松并不多见,我们可以初步推断小花木兰与黄山松两种群生境有一定差异。而黄山杜鹃则相反,它是灌木,位于林下层,可它的重要值排在第 5 位,这是因为黄山杜鹃在该群落中为灌木层的优势种。小花木兰重要值位居第 7 位,它在群落中优势程度不明显,属于从属伴生地位。林下草本有无人草(*Comanthosphace japonica*)、三脉马兰(*Aster ageratoides*)、鳞毛蕨(*Dryopteris spp*)、珍稀植物黄山梅(*Kirengeshoma palmate*),名贵中药材白术(*Atractylodes lancea*)等。

生态位宽度(niche breadth)是度量种群对环境资源利用能力的尺度^[19,38]、种群动态的一个间接测度和种群在群落中的地位和作用的数量表达,能够较好地解释群落演替过程中种群的环境适应性和资源利用能力^[39]。由表 2 可以看出:levins 生态位宽度指数大小顺序为华东椴、黄山栎、黄山杜鹃、灯台树、黄山松、四照花、灯笼树、小花木兰、三桠乌药、水马桑、五角枫、白檀、皱叶鼠李。Shannon wiener 指数值大小顺序为黄山栎、华东椴、灯台树、黄山杜鹃、灯笼树、四照花、小花木兰、三桠乌药、五角枫、水马桑、白檀、皱叶鼠李。可见两指数计测结果基本一致,重要值大的种群具有较宽的生态位,相反,重要值小的种群生态位往往较窄。小花木兰在 levins 和 Shannon wiener 两指数中数值大小分别为第 7 位和第 6 位,说明它利用资源状况一般,它的两生态位宽度值均与三桠乌药、四照花、水马桑接近,说明它们对环境的利用能力相似。另外,灯笼树这种植物在每个样地中重要值并不高,在群落中总的重要值为 0.0894,排在第 13 位,但它的生态位宽度值却很大,levins 指

数为 0.825, Shannon wiener 指数为 0.592, 分别排第 7 和第 6 位。从表 1 可以看出灯笼树在各地中重要值差别不大, 也就是说它在各地分布比较平均, 对资源利用能力相对较强, 对环境要求不严格, 因此生态位相对较宽。

表 2 小花木兰与主要伴生树种的生态位宽度值

Table 2 Niche breadth of *Magnolia sieboldii* and its associated species

No.	P_{i1}^*	P_{i2}	P_{i3}	P_{i4}	P_{i5}	B_i	$B(sw)_i$
1	0.236	0.202	0.162	0.219	0.179	0.982	0.623
2	0.230	0.197	0.198	0.182	0.190	0.993	0.626
3	0.279	0.162	0.234	0.172	0.151	0.943	0.616
4	0.199	0.283	0.281	0.185	0.050	0.846	0.584
5	0.271	0.151	0.154	0.187	0.235	0.947	0.616
6	0.089	0.088	0.275	0.388	0.157	0.747	0.563
7	0.139	0.293	0.346	0.107	0.112	0.799	0.580
8	0.257	0.261	0.104	0.188	0.186	0.923	0.610
9	0.160	0.672	0	0.167	0	0.395	0.335
10	0	0.084	0.084	0.220	0.609	0.459	0.410
11	0	0.164	0.386	0.449	0	0.528	0.399
12	0.273	0.585	0.140	0	0	0.456	0.368
13	0.163	0.137	0.166	0.382	0.149	0.825	0.592

P_{i1}^* 中 1 表示样地白鹅岭, 其它 2、3、4、5 分别为散花坞、清凉台、天海、西海 In P_{i1}^* , 1 Baieling, 2 Sanhuawu, 3 Qingliangtai, 4 Tianhai, 5 Xihai

2.2 生态位重叠

生态位重叠(niche overlap)是两个种群在生态因子联系上具有相似性, 当两个种群利用同一资源或者共同占有同一资源时就会出现生态位重叠现象^[40]。由表 3 和图 2 可知, 群落中各种群生态位重叠程度较大, 各物种间关系复杂, 对资源共享趋势明显, 各物种对资源利用情况相似。重要值大生态位宽的种群与其它种群的生态位重叠程度较大, 相反, 重要值小生态位窄的种群与其它种群生态位重叠程度较小, 小花木兰与生态位较宽的黄山栎、华东椴重叠程度较高, 分别为 0.725 和 0.756, 与四照花、灯笼树重叠程度更大, 分别为 0.862 和 0.793, 这可以从它们相似的生境要求得到解释, 调查中发现, 这几个种群总是相伴而生, 它们都是耐荫植物, 主要生活在荫湿的水沟溪流环境中。

表 3 群落中各种群间的生态位重叠值

Table 3 Niche overlap value among populations in community

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	0.952	0.885	0.718	0.908	0.718	0.725	0.912	0.530	0.568	0.546	0.580	0.832
2		1	0.915	0.825	0.910	0.717	0.756	0.903	0.525	0.543	0.545	0.569	0.800
3			1	0.819	0.490	0.736	0.757	0.848	0.490	0.493	0.569	0.577	0.790
4				1	0.740	0.689	0.862	0.801	0.611	0.405	0.631	0.624	0.703
5					1	0.677	0.665	0.888	0.479	0.592	0.493	0.564	0.793
6						1	0.675	0.630	0.346	0.548	0.753	0.319	0.877
7							1	0.727	0.540	0.390	0.619	0.573	0.664
8								1	0.590	0.545	0.458	0.624	0.745
9									1	0.252	0.332	0.746	0.465
10										1	0.390	0.170	0.252
11											1	0.305	0.687
12												1	0.665
13													1

从物种竞争角度看, 生态位重叠越大表明物种竞争之间竞争越剧烈, 但经过长期的自然选择, 它们能够彼此互存, 以十分相似的方式利用资源而彼此不相损害, 形成相互稳定相互影响的生态系统, 从不同角度、侧面利用生境资源^[2, 19, 37], Silvertown 也通过实验得出“植物随着一系列资源位隔离开是由于共存的需要”的结论^[41]。调查中发现小花木兰虽然是木本, 但除了白鹅岭索道站的人工栽培种树干(图 1b)是直立生长外, 自然

生境中它很少有直立的树干,大部分树干呈匍匐状(图 1c),叶片在枝条上平展(图 1d),常在伴生植物四照花、灯台树等林隙下生长,这种形态构件的改变^[42-44]是它耐荫性的一个表现,也是它适应环境与其它种群形成共存关系的基础。目前,生态位重叠和竞争的关系有 3 种理论^[45]: I 正相关, II 负相关, III 不呈相关关系。通过小花木兰的生活环境的调查和在各样地伴生种类的稳定及具有相似生境要求的种群重叠值较大,作者认为生境要求相似的种群在同一生境下资源充分时能形成一定的共存关系,支持林思祖等人的生态位重叠与竞争不成相关关系的学说^[45]。生物学特征类似的种群能在群落中形成共优种^[46],这与赵永华^[2]等人的研究结果也一致,如调查中发现小花木兰的生境大都在阴坡和湿润的山谷中,与它相伴生的木本和草本大多都是耐荫种,这在一方面也反映了水分因子的重要作用^[47]。

2.3 小花木兰的年龄结构

研究种群的年龄结构可以反映种群的稳定性^[48]、种群的数量动态^[3]、种群与环境的相互关系及其在群落中的地位 and 作用^[33]。黄山风景区小花木兰年龄结构不完整,由图 3 可见小花木兰幼龄不足,天然更新不良,严重影响种群发展、增长,从中龄至老龄阶段植株数目陡然下降。据此可推测:一方面是由于在种群竞争中群落的演替导致小花木兰在群落中因非优势种群被淘汰,另一方面,环境变化造成的生存压力,生境破坏的结果导致小花木兰进一步濒危。在各样地中小花木兰的年龄结构又有所差别,其中散花坞生境中小花木兰幼龄体较多,生长状况相对良好,而清凉台则表现出老龄化严重,幼株较少,呈退化趋势。

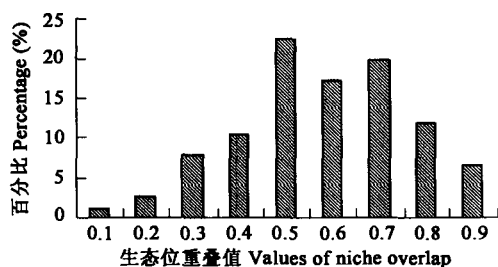


图 2 种群间生态位重叠值分配情况

Fig. 2 Distribution characteristics of values of niche overlap among populations

0.1 表示生态位重叠值在 0.1~0.2, 不包括 0.2, 其他类推 Means
overlap value is 0.1~0.2 not including 0.2, others analogy

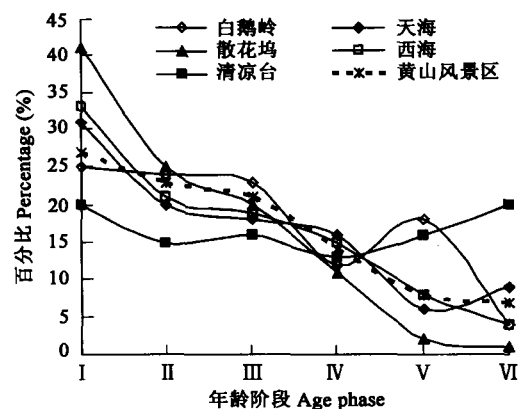


图 3 黄山风景区整体和各样地小花木兰的年龄结构

Fig. 3 The age structure characteristics of *Magnolia sieboldii* in whole Huangshan scenic spot and five plots

生态因子的限制是造成种群散断分布的一个重要原因^[49,50],黄山风景区地形复杂气候多变,土壤作为相对稳定的生态因子对小花木兰种群的建成具有决定性的意义。由表 4 可知,小花木兰主要生活在 pH5.0 左右的酸性土壤环境和水沟溪旁。天海的土壤 pH 值和 EC 值相对较高,分别为 (5.89 ± 0.40) 、 (101 ± 3) ,这主要是近年来天海景区开发较快游人较多,建有大型污水处理工程,排放的水引起周围土壤理化性质改变,土壤 pH 值比^[51],中记录略有升高,小花木兰生长的天海样地周围溪流中的水质较差(图 1e),建议有关部门加大管理力度,防止黄山风景区生态环境遭受破坏,进而影响到生物生存的环境。由表 1 可知,小花木兰在清凉台、散花坞两地重要值相对其它样地稍大,再由图 3 可知两地的小花木兰年龄结构差别很大,由表 4 知,两地生境土壤状况有一定差别,3 个重要酶的活性散花坞相对清凉台均表现出较大值,可见散花坞生境中土壤状况良好。散花坞的土壤含水量为 (0.19 ± 0.003) ,清凉台为 (0.15 ± 0.004) ,这又说明了水分因子是限制小花木兰种群发展的重要因子,调查中发现,清凉台土壤沙石化较多,土壤持水量较小,清凉台的环境状况很大部分是由于旅游开发引起的环境恶化所致,清凉台至松谷庵有一条山路伴有水流,原来游人较多,由于路途长现又开通了索道,如今已少有人迹。散花坞地处峡谷地带,没有游玩路线,受影响较小。据记载清凉台十多年前小花木兰长势良好,现已很难在林下找到它的幼苗,植株老龄化严重,呈退化趋势,而散花坞种群则呈现出增长趋势。濒

危物种的保护重点首先该是避免原始生境下的濒危种进一步遭到破坏^[52],散花坞和清凉台可作为重点保护生境,它们生境的差异导致的种群动态差异有待于进一步探讨。

表 4 不同样地生境情况

Table 4 Habitat characteristics of different plots

样地 Plots	土壤状况 Characteristics of soil						样地生境 Habitat of plots
	pH 值 pH value	EC 值 EC value	蔗糖酶* Sucrase	脲酶* Urease	过氧化氢酶* Catalase	含水量 Soil moisture	
白鹅岭 BaieLing	5.11 ± 0.40	95 ± 2	7.2 ± 0.2	24.5 ± 0.2	1.45 ± 0.5	0.17 ± 0.002	地势平缓溪流少 Gentle terra, few rivulets
散花坞 Sanhuawu	4.85 ± 0.20	84 ± 1	8.5 ± 0.3	30.1 ± 0.2	1.58 ± 0.2	0.19 ± 0.003	清水常流人迹少 Glide constant, pathless
清凉台 Qingliangtai	4.96 ± 0.40	89 ± 2	7.3 ± 0.3	25.0 ± 0.5	1.47 ± 0.3	0.15 ± 0.004	地势陡、人迹少 Steep terra, pathless
天海 Taihai	5.89 ± 0.40	101 ± 3	7.1 ± 0.4	23.3 ± 0.3	1.42 ± 0.2	0.16 ± 0.001	溪流多有轻污染 Many rivulet, light pollute
西海 Xihai	5.27 ± 0.30	88 ± 2	8.1 ± 0.1	28.3 ± 0.4	1.52 ± 0.1	0.16 ± 0.002	大峡谷、溪流多 Grand cany, many rivulets

* 表示相应酶的活性 means the activity of relevant enzymes

4 结论

(1)研究表明具有相似生境要求的种群在资源充足情况下能形成良好的共生关系,支持了林思祖等的生态位重叠和竞争不成相关关系的学说。

(2)生态因子的调查显示:低温是小花木兰生存的一个重要保证,水分也是影响小花木兰种群动态的重要因子。

(3)散花坞生境中小花木兰生长良好,呈增长趋势,而清凉台生境小花木兰则表现为年龄老化,呈衰退趋势。这两地可视为重点保护生境,它们生境的差异导致的种群动态差异有待于进一步探讨。

References:

- [1] Grinnell J. The niche-relationship of the California Tnasher. Auk, 1917, 34: 427 ~ 433.
- [2] Zhao Y H, Lei R D, He X Y, et al. Niche characteristics of plant population in *Quercus aliena* var. *acuteserrata* stands in Qinling Mountain. Chinese Journal of Applied Ecology, 2004, 15(60): 913 ~ 918.
- [3] Hurlbert S H. The measurement of niche overlap and some relatives. Ecology, 1978, 59 (1): 67 ~ 77.
- [4] Leibold, MA. The niche concept revisited mechanistic models and community context. Ecology, 1995, 76 (5): 1371 ~ 1382.
- [5] Aplet G H, Vitosek P M. An age-altitude matrix analysis of Hawaiian Rain-forest succession. Journal of Ecology, 1994, 82 (1): 137 ~ 147.
- [6] Wang L, Zhang J D. The niche characteristics of endangered plant *Paeonia suffruticosa* var. *spontanea*. Chinese Journal of Ecology, 2001, 20 (4): 65 ~ 69.
- [7] 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.
- [8] Bi R C, Yi W B, Wang Y N. Study on niche of population of *Ulmus lamellose* in the south area of Shanghai Province, Acta Bot. Boreal-Occident. Sin., 2003, 23(7): 1266 ~ 1271.
- [9] Zhang F, Shangguan T L. Niche characteristics of dominant populations in *Elaeagnus mollis* communities, Shangxi. Acta Bot. Boreal-Occident. Sin., 2004, 24 (1): 70 ~ 74.
- [10] Li Z Y. *Magnolia sieboldii*. Forest and Humankind, 2002, (4): 30.
- [11] Hu J Q, Liang S W. Plants of Huangshan Mountain. Shanghai: Fudan University Press, 1996.
- [12] Wang Z J, Fan Y S, Cai D Y, et al. Effects of gibberellins and PP333 on growth of replanted seedlings of *Magnolia sieboldii*. Hebei Journal of Forestry and Orchard Research, 2000, 15(4): 349 ~ 352.
- [13] Sun Y G. Floristic analysis of the rare and endangered plant in Huangshan Mountains. Journal of Anhui Normal University, 1998, 21 (1): 59 ~ 63.
- [14] Zhou D, Yang G T. Study on niche overlap of dominant population of *Quercus monaolia* forest. Forestry and Technolog, 1999, 24 (1): 20 ~ 22.
- [15] Zhang G M, Tang J W, Shi J P, et al. Niche dynamics of dominant populations of *Musa acuminata* Colla pioneer community in Xishuangbanna, SW. China. Journal of Plant Resources and Environment, 2000, 9 (1): 22 ~ 26.
- [16] Zheng Y R. Main woody species niche of plant community in Daqinggou. Acta Phytocologica Sinica, 1999, 23(5): 475 ~ 479.

- [17] Hao Z Q, Guo S L, Ye J. Canonical correspondence analysis on relationship of woody plants with their environments on the northern slope of Changbai Mountain. *Acta Phytocologica Sinica*, 2003, 27(6): 733 ~ 741.
- [18] Zheng J M, Luo J C. Structural diversity of broadleaved-Korean pine forest in Changbai Mountain. *Biodiversity Science*, 2003, 11(4): 295 ~ 302.
- [19] Li S, Chen C J, Cao Y H, *et al.* A study on the niche of the dominant herb species in the natural forest of *Manglietia yuyuanensis* community. *Acta Agriculture Universitatis Jiangxiensis*, 2003, 25 (3): 374 ~ 378.
- [20] Wu D R. A study on the niche of dominant species in *Phoebe bournei* forests in Luoboyan Nature Reserve of Fujian. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21 (5): 851 ~ 855.
- [21] Wu C Z, Hong W, Lan B, *et al.* A study on the niche of the dominant herb species in the subtropical evergreen broad-leaved woodland in the natural reserve of Wanmulin. *Acta Agriculture Universitatis Jiangxiensis*, 1996, 18 (3): 292 ~ 298.
- [22] Guo Z L, Xu Z X, Song Q M. Composition and Niche feature of tree population in broad-leaved forest. *Journal of Jinlin Forestry University*, 1998, 14 (3): 145 ~ 149.
- [23] Hong W, H X S, Wu C Z, *et al.* Comparison study on community features of the mixed forest of *Phyllostachys pubescences* in Fujian Province. *Journal of Resources and Environment*, 2004, 13 (1): 37 ~ 42.
- [24] Ren Q S. Study on niche structure of dominant population in natural second forest. *Journal of Northeast Forestry University*, 1998, 26 (2): 5 ~ 10.
- [25] 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.
- [26] Zheng R. Study on Niche of *Masson pine* community in northern Fujian. *Journal of Fujian College of Forestry*, 1996, 16 (4): 319 ~ 323.
- [27] Du D L, Su J, Liu Y C. Study on the niche of *Gordonia acuminata* population in Jinyun Mountain. *Journal of Guangxi Plant*, 1999, 19 (4): 315 ~ 322.
- [28] 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.
- [29] Huang Y Z. Mathematical methods in niche theory study. *Chinese Journal of applied ecology*, 1994, 5 (3): 331 ~ 337.
- [30] Wang B S. Plant community ecology. Beijing: Higher Education Press, 1987. 30 ~ 37.
- [31] Gao X M, Wang W, Du X J, *et al.* Size structure, ecological significance and population origin of *Quercus wutaishanica* forest in Beijing mountainous area. *Acta Phytocologica Sinica*, 2001, 25(6): 673 ~ 678.
- [32] Xu X H, Yu M J, Hu Z H, *et al.* The structure and dynamic of *Castanopsis eyrei* population in Gutian Mountain Nature Reserve in Zhejiang, East China. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(3): 645 ~ 653.
- [33] Zhang G F. Studies on age structure and Spatial pattern of dominant populations from Tiantong shrub community in Zhejiang Province. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 2001, 19 (3): 233 ~ 240.
- [34] Wu W Y, Wei Y P. Psychomotor method of quick-measuring soil moisture content. *Shanxi Hydromechanics*, 2004, 11(4): 20 ~ 22.
- [35] Nanjing Agriculture College. Agricultural and chemical analysis of soil. Shanghai: Science and Technology Press, 1983.
- [36] Guan S Y. Soil enzymology and its research methods. Beijing: Agriculture Press, 1987. 1 ~ 46, 274 ~ 340.
- [37] Yan S J, Hong W, Wu C Z, *et al.* Height niche of main tree species of gaps in mid-subtropical evergreen broad-leaved forest in Wanmulin of Fujian. *Chin J Appl Environ Biol*, 2002, 8 (6): 578 ~ 582.
- [38] Weider, L J. Niche breadth and life history variation in a hybrid *Daphnia* complex. *Ecology*, 1993, 74 (3): 935 ~ 943.
- [39] 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*, 2004, 23(12): 2741 ~ 2746.
- [40] Wu S F. Niche and interspecies competition between *Chinese fir* and its main associated species in altitude resource space in the natural mixed stand. *Acta Agriculture Universitatis Jiangxiensis*, 2003, 25 (3): 269 ~ 373.
- [41] Silvertown J. Plant coexistence and the niche. *Trends in Ecology and Evolution*, 2004, 19(11): 605 ~ 611.
- [42] Ding Y, Li X G, Xiong H Q, *et al.* The study on niche of dominant populations of evergreen broad-leaved forest at Shiziguan in the western Hubei. *Journal of Southwest China Normal University (natural science)*, 2002, 27 (2): 215 ~ 218.
- [43] Thompson K, Gaston K J, Band, S R. Range size, dispersal and niche breadth in the herbaceous Flora of central England. *Ecology*, 1999, 87: 150 ~ 155.
- [44] Ye W H. The morphological and ecological significance of plant modular construction. *Chinese Bulletin Botany*, 1997, 14: 31 ~ 35.
- [45] Lin S Z, Huang S G, Hong W, *et al.* The characteristics of multi-dimension niche of dominant populations in *Chinese fir* and broad-leaved mixed forest. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22 (6): 962 ~ 968.
- [46] Su Z Y, Chen B G, Gu Y K. Studies on the niche breadth and overlap of dominant populations in the forest communities of Babaoshan, Guangdong. *J. South China Agr. Univ.*, 1996, 17 (1): 47 ~ 52.
- [47] Wu X P, Wang Z H, Cui H T, *et al.* Community structures and species composition of *Oak* forests in mountainous area of Beijing. *Biodiversity Science*, 2004, 12(1): 155 ~ 163.
- [48] Frost I, Rydn H. Spatial pattern and size distribution of the animal-dispersed *Quercus rubur* in two spruce-dominated forest. *Eco-science*, 2002, 7: 38 ~ 44.
- [49] Hardy O J, Sonke B. Spatial pattern analysis of tree species distribution in a tropical rain forest of Cameroon: assessing the role of limited dispersal and niche differentiation, 2004, 197: 191 ~ 202

- [50] Condit R, Pitman N, Leigh E G, *et al.* Beta-diversity in tropical forest trees. *Science*, 2002, 295: 666 ~ 669.
- [51] Editorial Committee of Huangshan Soil. *Huangshan Soil*. Hefei: China University of Science and Technology Press, 1998.
- [52] Pan Y Z, Liang H X, Gong X. Studies on reproductive biology and endangerment mechanism of the endangered plant *Manglietia aromatica*. *Acta Botanica Sinica*, 2003, 45(3): 311 ~ 316.

参考文献:

- [2] 赵永华, 雷瑞德, 何兴元, 等. 秦岭锐齿栎林种群生态位特征研究. *应用生态学报*, 2004, 15(60): 913 ~ 918.
- [6] 王琳, 张金屯. 濒危植物矮牡丹的生态位研究. *生态学杂志*, 2001, 20(4): 65 ~ 69.
- [7] 刘金福, 洪伟. 格氏栲群落生态学研究. *生态学报*, 1999, 19(3): 347 ~ 352.
- [8] 毕润成, 尹文兵, 王艳妮. 山西南部脱皮榆种群生态位的研究. *西北植物学报*, 2003, 23(7): 1266 ~ 1271.
- [9] 张峰, 上官铁梁. 翅果油树群落优势种群生态位分析. *西北植物学报*, 2004, 24(1): 70 ~ 74.
- [10] 李中岳. 天女花. *森林与人类*, 2002, (4): 30.
- [11] 胡佳琪, 梁师文. *黄山植物志*. 上海: 复旦大学出版社, 1996.
- [12] 王志杰, 樊屹松, 蔡德义, 等. 赤霉素和多效唑对天女花移植苗生长的影响. *河北林果研究*, 2000, 15(4): 349 ~ 352.
- [13] 孙叶根. 黄山珍稀濒危植物区系分析. *安徽师范大学学报*, 1998, 21(1): 59 ~ 63.
- [14] 周丹, 杨国亭. 蒙古栎林优势种生态位重叠的研究. *林业科技*, 1999, 24(1): 20 ~ 22.
- [15] 张光明, 唐建维, 施济普, 等. 西双版纳野芭蕉先锋群落优势种群的生态位动态. *植物资源与环境学报*, 2000, 9(1): 22 ~ 26.
- [16] 郑元润. 大青沟森林植物群落主要木本植物生态位研究. *植物生态学报*, 1999, 23(5): 475 ~ 479.
- [17] 郝站庆, 郭水良, 叶吉. 长白山北坡木本植物分布与环境关系的典范对应分析. *植物生态学报*, 2003, 27(6): 733 ~ 741.
- [18] 郑景明, 罗菊春. 长白山阔叶红松林结构多样性的初步研究. *生物多样性*, 2003, 11(4): 295 ~ 302.
- [19] 李生, 陈存及, 曹永慧, 等. 乳源木莲天然林主要种群生态位的研究. *江西农业大学学报*, 2003, 25(3): 374 ~ 378.
- [20] 吴大荣. 福建罗卜岩闽楠 (*Phoebebournei*) 林中优势树种生态位研究. *生态学报*, 2001, 21(5): 851 ~ 855.
- [21] 吴承祯, 洪伟, 蓝斌, 等. 万木林群落生态学研究. *江西农业大学学报*, 1996, 18(3): 292 ~ 298.
- [22] 郭忠玲, 许忠学, 宋全民. 阔叶林树木种群组成及其生态位特征的研究. *吉林林学院学报*, 1998, 14(3): 145 ~ 149.
- [23] 洪伟, 胡喜生, 吴承祯, 等. 福建省毛竹混交林群落结构特征的比较. *植物资源与环境学报*, 2004, 13(1): 37 ~ 42.
- [24] 任青山. 天然次生林主要种群生态位结构的研究. *东北林业大学学报*, 1998, 26(2): 5 ~ 10.
- [25] 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.
- [26] 郑蓉. 福建北部马尾松群落生态位研究. *福建林学院学报*, 1996, 16(4): 319 ~ 323.
- [27] 杜道林, 苏杰, 刘玉成. 缙云山大头茶 (*Gordonia acuminata*) 生态位研究. *广西植物*, 1999, 19(4): 315 ~ 322.
- [28] 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.
- [29] 黄英姿. 生态位理论研究中的数学方法. *应用生态学报*, 1994, 5(3): 331 ~ 337.
- [30] 王伯荪. *植物群落生态学*. 北京: 高等教育出版社, 1987. 30 ~ 37.
- [31] 高贤明, 王巍, 杜晓军, 等. 北京山区辽东栎林的径级结构、种群起源及生态学意义. *植物生态学报*, 2001, 25(6): 673 ~ 678.
- [32] 徐学红, 于明坚, 胡正华, 等. 浙江古田山自然保护区甜槠种群结构与动态. *生态学报*, 2005, 25(3): 645 ~ 653.
- [33] 张光富. 浙江天童灌丛群落中优势种群的年龄结构和分布格局. *武汉植物研究*, 2001, 19(3): 233 ~ 240.
- [34] 吴文义, 尉水平. 瓶筒法快速测定土壤含水量. *山西水利科技*, 2004, 11(4): 20 ~ 22.
- [35] 南京农学院. *土壤农化分析*. 上海: 科学技术出版社, 1983.
- [36] 关松荫. *土壤酶及其研究方法*. 北京: 农业出版社, 1983.
- [37] 闫淑君, 洪伟, 吴承祯, 等. 万木林中亚热带常绿阔叶林林隙主要树种的高度生态位. *应用与环境生物学报*, 2002, 8(6): 578 ~ 582.
- [39] 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*, 2004, 23(12): 2741 ~ 2746.
- [40] 吴淑芳. 海拔资源空间天然杉木与主要伴生树种的生态位及种间竞争. *江西农业大学学报*, 2003, 25(3): 269 ~ 373.
- [42] 丁易, 李旭光, 熊好琴, 等. 鄂西狮子关常绿阔叶林优势种群生态位研究. *西南师范大学学报*, 2002, 27(2): 215 ~ 218.
- [44] 叶万辉. 植物体的组件结构及其形态学和生态学意义. *植物学通报*, 1997, 14(增刊): 31 ~ 35.
- [45] 林思祖, 黄世国, 洪伟, 等. 杉阔混交林主要种群多维生态位特征. *生态学报*, 2002, 22(6): 962 ~ 968.
- [46] 苏智尧, 陈北光, 古炎坤. 广东八宝山森林群落优势种群的生态位研究. *华南农业大学学报*, 1996, 17(1): 47 ~ 52.
- [47] 吴晓蕾, 王志恒, 崔海亭, 等. 北京山区栎林的群落结构与物种组成. *生物多样性*, 2004, 12(1): 155 ~ 163.
- [51] 《黄山土壤》编委会. *黄山土壤*. 合肥: 中国科技大学出版社, 1998.
- [52] 潘跃芝, 梁汉兴, 龚洵. 香木莲有性生殖特性与其濒危机制的研究. *植物学报*, 2003, 45(3): 311 ~ 316.