

西双版纳野芭蕉先锋群落优势种群的生态位动态

张光明 唐建维 施济普 白坤甲

(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南勐腊 666303)

摘要: 运用 Levins(1968) 和 Pianka(1973) 提出的方法研究西双版纳小果野芭蕉(*Musa acuminata* Colla) 先锋群落优势种群的生态位动态特征。结果表明, 该群落中生态位宽度值列前五位的种群是: 小果野芭蕉(1.6157)、木奶果(*Baccaurea ramiflora* Lour., 1.5315)、榕树(*Ficus* spp., 1.2438)、接骨木(*Sambucus williamsii* Hance, 1.2290) 和 苕麻(*Boehmeria* spp., 0.9453); 小果野芭蕉的生态位宽度值随着演替进行逐渐增大; 群落中除小果野芭蕉与其余物种间生态位重叠值普遍较大外, 接骨木、木奶果、苕麻和榕树与它种植物之间具有较大幅度的生态位重叠; 在三个演替阶段, 小果野芭蕉同其余物种间生态位重叠值大小变化呈“V”字形规律。文章还描述了群落演替过程中的物种更替与种群大小变化及种间竞争概况并预测了群落演替方向。

关键词: 小果野芭蕉; 先锋群落; 优势种群; 生态位; 演替

中图分类号: Q948.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-0978(2000)01-0022-05

Niche dynamics of dominant populations of *Musa acuminata* Colla pioneer community in Xishuangbanna, SW. China ZHANG Guang-ming, TANG Jian-wei, SHI Ji-pu, BAI Kun-jia (Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, The Chinese Academy of Sciences, Mengla, Yunnan, 666303), *J. Plant Resour. & Environ.* 2000, 9(1): 22~ 26

Abstract: The niche characteristics and dynamics of *Musa acuminata* Colla pioneer community in Xishuangbanna were calculated by the methods of Levins' niche breadth (1968) and Pianka's niche overlap(1973). The results show, the first five populations according to their niche breadth value are *Musa acuminata* Colla (1.6157), *Baccaurea ramiflora* Lour. (1.5315), *Ficus* spp. (1.2438), *Sambucus williamsii* Hance (1.2290), *Boehmeria* spp. (0.9453). The niche value of *Musa acuminata* is increased with the successive process of the community. Besides *Musa acuminata*, *Sambucus williamsii*, *Baccaurea ramiflora*, *Boehmeria*, and *Ficus* have higher niche overlap with other species in the community. Along the three successive stage, there are a "V" curve to express niche overlap values of *Musa acuminata* Colla among with other species. The present paper also give a description about species rotation, population size dynamics, and interspecific competition following the successive process of the community, and in the mean time announce the successive orientation of *Musa acuminata* Colla pioneer community in advance.

Key words: *Musa acuminata* Colla; pioneer community; dominant population; niche; succession

1 引言

小果野芭蕉(*Musa acuminata* Colla) 是热带和亚热带地区一种常见的重要先锋植物, 普遍分布于山坡岭脊特别是沟谷溪流边。在刀耕火种砍伐迹地和森林林窗, 小果野芭蕉是最先侵入的植物种类之一, 在灌草丛群落, 小果野芭蕉也极易于其中安家落户, 并逐渐形成以其为优势的先锋植物群落。因此, 小果野芭蕉在森林更新与热带和亚热带山地的生态恢复等方面具有特殊重要的地位。然而, 迄今人们

对小果野芭蕉的生态学特性仍然所知甚少。我们从1998年开始, 对小果野芭蕉群落进行了调查研究, 优势种群生态位动态研究是全部工作的一个方面, 旨在运用近年来生态位理论研究所取得的结果^[1~4], 对该群落的组成、结构和动态加以数量化描述, 为进一步阐明此类群落的生态学特征, 为热

收稿日期: 1999-09-21

基金项目: 中国科学院重大项目(KZ951-A1-104)和云南省自然科学基金项目(98C009M)资助

作者简介: 张光明, 男, 1968年3月生, 硕士, 助理研究员, 主要从事生态演替、生态位理论、动植物相互作用与协同进化研究。

区生物多样性的有效管理和生物资源的合理开发提供理论依据。

本项研究的样地设置在西双版纳勐腊县关累镇芒果树(麻木树)村后山一片水源林内。此处地理坐标是 N 2° 42′ 20″、E 101° 17′ 16″, 海拔 710 m, 坡向 NE, 坡度平均 18°, 土壤为棕壤。与本文相关的野外工作于 1998 年 5~ 6 月完成。

2 研究方法

2.1 野外工作方法

采用样方法与相邻格子样方法获取小果野芭蕉群落样地数据。在该群落分布的典型地段设置 6 块 25m × 20m 样方, 其中 1~ 4 号样方植株密度较大, 继续划分成 5m × 5m 基准的相邻格子样方, 而 5 号和 6 号样方是以马唐 [*Digitaria ciliaris* (Rdtz.) Pers.] 等草本植物为主的小果野芭蕉-马唐群落, 未加进一步划分。对群落内高度在 2 m 以上的小果野芭蕉和所有乔木树种进行每木检测, 包括株高、胸径和基径, 在每一个相邻格子小样方的左上角和在大样方的四角与中心设置 1m × 1m 小样方, 调查草本植物的种类、株数和盖度, 并记录了样方的每层盖度、土壤、坡度等综合情况。

2.2 理论计算方法

应用 Shannon-Winner 指数计测生态位宽度 (niche breadth)^[5, 6]:

$$B_i = - \sum_{k=1}^r p_{ik} \ln p_{ik} \quad (\text{Levins, 1968}) \quad (1)$$

应用 Pianka(1973) 公式计算生态位重叠 (niche overlap)^[2, 7]:

$$O_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^r (p_{ik} \cdot p_{jk})}{\sqrt{\left(\sum_{k=1}^r p_{ik}^2\right) \cdot \left(\sum_{k=1}^r p_{jk}^2\right)}} \quad (2)$$

公式(1)、(2)中, B_i 表示种群 i 在 r 个资源位下的生态位宽度, O_{ij} 表示种群 i 和种群 j 在 r 个资源位下的生态位重叠。其中, $P_{ik} = n_{ik}/N_i$, $P_{jk} = n_{jk}/N_j$,

$$N_i = \sum_{k=1}^r n_{ik}, \quad N_j = \sum_{k=1}^r n_{jk}$$

本文将调查的每个样方视作资源位, 以各种群在不同样方中的存在分布状态(这里取胸面积和)为指标进行测定, 属于综合的多维生态位指标^[5, 8]。

3 结果与分析

根据踏察和样方调查初步结果, 把 6 块 25m × 20m 样方划分为三类(依据一, 访问当地老乡了解群落历史; 依据二, 根据重要值和优势度所作的优势成分分析), 视作三个群落演替阶段的代表: (一) 5 号样方和 6 号样方, 小果野芭蕉入侵阶段; (二) 3 号样方和 4 号样方, 小果野芭蕉定居阶段; (三) 1 号样方和 2 号样方, 小果野芭蕉扩展阶段。本文即以此为基础借助(1)式和(2)式对三个演替阶段群落和整个群落(包括全部 6 个样方, 下同)进行生态位理论数量化分析, 以探讨其群落组成、结构和动态特征。

3.1 生态位宽度测度结果与分析

应用(1)式分别计测三个演替阶段群落和整个群落的优势种群生态位宽度值, 结果见表 1。

表 1 小果野芭蕉群落及各群落演替阶段优势种群的生态位宽度值
Table 1 Niche breadth values of dominant populations in *Musa acuminata* pioneer community and its three successive stage communities

种名 Species	入侵阶段 Invasive stage	定居阶段 Colonizing stage	扩展阶段 Enlarging stage	整个群落 Whole community
小果野芭蕉 <i>Musa acuminata</i> Colla	0.672 1	0.681 8	0.691 7	1.615 7
苕麻 <i>Boehmeria</i> spp.	0.000 0	0.361 1	0.632 9	0.945 3
接骨木 <i>Sambucus williamsii</i> Hance	0.000 0	0.470 2	0.678 2	1.229 0
榕树 <i>Ficus</i> spp.	0.000 0	0.000 0	0.674 7	1.243 8
木奶果 <i>Baccaurea ramiflora</i> Lour.	0.000 0	0.598 1	0.662 6	1.531 5
鸡血藤 <i>Millettia</i> sp.	0.000 0	0.136 8	0.00 0	0.537 5
微毛布荆 <i>Vitex quinata</i> (Lour.) Will. var. <i>puberula</i> (Lam.) Moldenke	0.000 0	0.000 0	0.345 1	0.836 2
中平树 桐类 <i>Macaranga denticulata</i> (Bl.) Muell.-Arg., <i>M. indica</i> Wight & Mallotus.	0.000 0	0.693 0	0.000 0	0.907 7
其他 Other species	0.609 7	0.690 5	0.427 6	1.653 6

态位宽度,而且随着演替阶段的进展,它在群落中的生态位宽度值是逐渐增大的^[9]。在小果野芭蕉的入侵阶段,除小果野芭蕉生态位宽度较大外,群落演替后期占优势较大的木奶果、榕树和接骨木等的生态位宽度值等于零,它们在群落中只有数量有限的一些幼苗存在。而在此阶段于群落中生态位宽度值较大的是在群落演替后期生态位相对较小的重阳木(*Bischofia javanica* Bl.)、光叶桑(*Morus macroura* Miq.)及披针叶莲座蕨(*Angiopteris caudatifolmis* Hieron.)、山姜(*Alpinia* sp.)等一些草本植物。随着演替的继续,群落进入小果野芭蕉的定居阶段,一些具有喜光性、生长迅速、适应性强的热带雨林早期先锋树种如中平树、白背桐〔*Mallotus paniculatus* (Reinur. ex Bl.) Hassk.〕、野桐(*Mallotus tenuifolius* Pax)、印度血桐(*Macaranga indica* Wight)、鸡血藤和木奶果等进入群落,由于它们继而很快地占据群落中的优势地位,群落中草本植物的生态位便急剧下降,使群落由草本植物占优势发展为大叶速生的木本植物占优势。其后,演替深入发展,作为热带雨林重要伴生成分的木奶果生态位宽度进一步扩大,榕树〔特别是金毛榕 *Ficus chrysocarpa* Reinw ex Bl.、木瓜榕 *F. auriculata* Lour.、笔管榕 *F. superba* Miq. var. *japonica* Miq.、苹果榕 *F. oligodon* Miq. 和歪叶榕 *F. cyrtophylla* (Wall ex Miq.) Miq.〕、接骨木和苎麻等热带季雨林乔木下层及下木层的常见种类出现于群落,并逐渐占据较大宽度的生态位。而小果野芭蕉则凭借其种子传播能力强^[10]、无性系繁殖旺盛和生长迅速的优势特性使自身生态位宽度值上升为第一位,从而成为群落的主要优势种。

就整个群落而言,种群生态位宽度从小到大顺序是:小果野芭蕉、木奶果、榕树、接骨木、苎麻、中平树和桐类、布荆、鸡血藤。尽管小果野芭蕉 2 m 以上植株的平均株高(4.71 m)位居第二(占第一位的是中平树和桐类,6.33 m),但其株数(511 株)和平均胸面积和(80.80 cm²)却以绝对的优势遥遥领先于所有其他树种(株数居第二的是苎麻,117 株;平均胸面积和居第二的是中平树和桐类,49.91 cm²)。小果野芭蕉凭借其巨大的优势度(80.25%)和生长迅速、更新及时、绿色光合同化组织生物量大等特有优越的生物生态学属性构成了群落最主要的外貌景观和充当着群落单优种的角色。而榕树、中平树和

桐类、木奶果则是群落的次优势种。野外调查表明,次优势种的出现与分布在某种程度上体现着优先占领原则,形形色色的热带雨林先锋植物种类在群落中的状况从总体上反映了其喜阳速生特性的同时又表现出一定的种类组成与空间格局的不确定性。

3.2 生态位重叠测度结果及分析

三个演替阶段群落和整个群落优势种群的生态位重叠值由(2)式求得,结果如表2和表3。

分析各演替阶段群落的生态位重叠值不难发现,在群落演替的早期即入侵阶段,小果野芭蕉同其他物种之间的生态位重叠值普遍较大。这表明,小果野芭蕉最初进入灌草丛群落时,因迅速长高,故与那里生长的木本植物发生比较激烈的生存竞争。并且,小果野芭蕉从到新环境安家落户时起,就显示出具有大型叶、利用光资源能力强的特性,因为它与中平树和桐类大型叶物种间生态位重叠值相对较大,两者之间为争夺光资源竞争明显。这也反映了生物生态学特性相似的种群在群落中生态位重叠较大的规律^[7]。同时,当小果野芭蕉出现在群落中后,迫于其生长快、适应性强、极大迅速地改变了群落环境特征和资源分配渠道和比例之形势,其它物种之间在群落中被小果野芭蕉占用掉剩下的第二层次的空间和水分、养分等资源位上发生的竞争尤剧,体现在它们彼此之间具有非常高的生态位重叠(如微毛布荆和中平树、桐类、榕树和其他种、木奶果和鸡血藤、木奶果和微毛布荆,其生态位重叠值于本阶段分别列第一、第三、第五、第六位)。这一点再次证明,生态位重叠与利用性竞争关系密切,种间利用性竞争越激烈,生态位重叠越大^[8]。同时也说明,象小果野芭蕉这样具有特殊形态和生长性能的物种向某一群落侵入后,会明显地影响和改变群落的组成、结构和演替方向^[11,12]。

小果野芭蕉进入定居阶段后,与群落中木本植物之间的竞争趋于缓和,仅与大型叶类的中平树和桐类共存着较大的生态位重叠。苎麻、接骨木、榕树、木奶果和鸡血藤等木本植物之间不再普遍存在竞争,但局部地段有时却十分严重。例如榕树和鸡血藤,它们的生态位重叠值在本阶段高居首位(0.999 5),从而预示此种对为争夺有限资源和争夺将来的优势地位而竞争突出,以后会出现某一个种凭借其某一方面的优势因素或借助随即因子的作用占据比另一物种更显优势地位的现象。

表 2 小果野芭蕉入侵阶段和定居阶段群落优势种群生态位重叠值¹⁾
Table 2 Niche overlap value of dominant populations in *Musa acuminata*'s invasive stage and colonizing stage communities¹⁾

物种号 Species number	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
①	1.000 0	0.000 0	0.000 0	0.834 4	0.443 3	0.000 0	0.551 1	0.551 1	0.983 6
②	0.875 7	1.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
③	0.912 7	0.996 5	1.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
④	0.593 8	0.134 5	0.213 3	1.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.920 0
⑤	0.967 5	0.969 3	0.986 4	0.371 1	1.000 0	0.000 0	0.804 3	0.804 3	0.315 1
⑥	0.618 9	0.162 7	0.244 0	0.999 5	0.400 2	1.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
⑦	0.804 6	0.991 3	0.977 0	0.000 0	0.928 6	0.031 5	1.000 0	0.999 0	0.391 8
⑧	0.985 8	0.782 3	0.831 3	0.720 3	0.911 4	0.741 8	0.693 7	1.000 0	0.391 8
⑨	0.997 0	0.835 8	0.878 5	0.654 2	0.945 1	0.677 7	0.756 3	0.995 8	1.000 0

¹⁾表中对角线的右上方为入侵阶段群落优势种群生态位重叠值,左下方为定居阶段群落优势种群生态位重叠值。物种代号:①小果野芭蕉,②苎麻,③接骨木,④榕树,⑤木奶果,⑥鸡血藤,⑦微毛布荆,⑧中平树 桐类,⑨其他。Numbers in up-right part of the diagonal line of the table are niche overlap values of dominant populations in *Musa acuminata*'s invasive stage communities; and numbers in low-left part of the diagonal line of the table are niche overlap values of dominant populations in *Musa acuminata*'s colonizing stage communities. Species numbers: ① *Musa acuminata* Colla, ② *Boehmeria* spp., ③ *Sambucus williamsii* Hance, ④ *Ficus* spp., ⑤ *Baccaurea ramiflora* Lour., ⑥ *Millettia* sp., ⑦ *Vitex quinata* (Lour.) Will. var. *puberula* (Lam.) Moldenke, ⑧ *Macaranga denticulata* (Bl.) Muell.-Arg., *M. indica* Wight & Malbotus, ⑨ Other species.

表 3 小果野芭蕉扩展阶段和整个群落优势种群生态位重叠值¹⁾
Table 3 Niche overlap value of dominant populations in *Musa acuminata*'s enlarging and developing stage and the whole community¹⁾

物种号 Species number	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
①	1.000 0	0.926 7	0.993 2	0.970 5	0.956 7	0.744 4	0.820 2	0.744 4	0.789 3
②	0.847 0	1.000 0	0.876 8	0.990 0	0.996 0	0.438 9	0.545 1	0.438 9	0.962 2
③	0.960 0	0.837 4	1.000 0	0.935 9	0.916 4	0.817 0	0.881 1	0.817 0	0.712 6
④	0.852 8	0.799 2	0.727 2	1.000 0	0.998 7	0.561 3	0.658 0	0.561 3	0.914 1
⑤	0.912 2	0.782 7	0.871 8	0.707 8	1.000 0	0.517 8	0.618 1	0.517 8	0.933 9
⑥	0.409 2	0.100 0	0.238 6	0.655 6	0.328 0	1.000 0	0.992 6	0.999 0	0.117 5
⑦	0.520 1	0.232 7	0.570 0	0.094 3	0.722 5	0.061 5	1.000 0	0.992 6	0.296 1
⑧	0.524 9	0.142 2	0.429 3	0.452 6	0.638 8	0.740 8	0.685 5	1.000 0	0.177 5
⑨	0.795 1	0.614 9	0.641 9	0.724 5	0.861 2	0.500 9	0.588 2	0.729 8	1.000 0

¹⁾表中对角线的右上方为扩展阶段群落优势种群生态位重叠值,左下方为“整个群落”优势种群生态位重叠值。物种代号:①小果野芭蕉,②苎麻,③接骨木,④榕树,⑤木奶果,⑥鸡血藤,⑦微毛布荆,⑧中平树 桐类,⑨其他。Numbers in up-right part of the diagonal line of the table are niche overlap values of dominant populations in *Musa acuminata*'s enlarging and developing stage communities; and numbers in low-left part of the diagonal line of the table are niche overlap values of dominant populations in the whole *Musa acuminata*'s communities. Species numbers: ① *Musa acuminata* Colla, ② *Boehmeria* spp., ③ *Sambucus williamsii* Hance, ④ *Ficus* spp., ⑤ *Baccaurea ramiflora* Lour., ⑥ *Millettia* sp., ⑦ *Vitex quinata* (Lour.) Will. var. *puberula* (Lam.) Moldenke, ⑧ *Macaranga denticulata* (Bl.) Muell.-Arg., *M. indica* Wight & Malbotus, ⑨ Other species.

当群落进入小果野芭蕉的扩展阶段时,种群间生态位重叠格局又发生一定变化。已形成优势种群的小果野芭蕉再度同一些木本植物产生显著生态位重叠,如灌木接骨木(0.9932)、乔木树种榕树(0.9705)。小果野芭蕉因为生活史短,必须不断更新换代方才具有主群落之优势,所以,它不但在群落上层同乔木树种激烈竞争,在群落下层也和灌木种类势不相让竞争空间和水养等资源,从而形成小果野芭蕉自幼苗幼株到成年植株始终与其他树种竞争激烈的局面。值得一提的是,小果野芭蕉由于其无性系生长发达,便很快地成为群落上层优势种,此后

借助其硕大叶型强烈地改变群落的内部环境特别是光环境,进而使群落下木层的资源更加有限,加大了下木层物种之间的生存竞争,象苎麻、接骨木等,它们之间以及与其他物种之间的生态位重叠在此阶段都比较高。作为两类热带次生林重要优势成分代表的鸡血藤和中平树及桐类开始竞相争夺生态位,它们之间重叠值相当大(0.9990),该结果表明,小果野芭蕉先锋群落在现阶段在特定地段只能是小果野芭蕉同一种类型的热带次生林优势种共同生存;而在未来的阶段中,小果野芭蕉先锋群落有可能被竞争取胜的物种为主要优势种的次生林群落所替代。

值得注意的是, 热带雨林常见重要伴生种木奶果在这一阶段里也显示出与一些种群明显较大的生态位重叠(如: 与榕树 0.998 7、与苎麻 0.996 0、与小果野芭蕉 0.956 7, 分别列本阶段群落内种群间生态位重叠值大小顺序的第二位、第三位和第九位), 标志着部分热带雨林成分是在群落演替早期就已开始向立地渗透的, 这些顶极成分在先锋阶段群落中同先锋优势成分展开顽强竞争, 便构成了群落演替的连续性联系体系因子, 为群落的下一步演替打下基础。

综观整个小果野芭蕉群落, 其种类组成相对单调, 结构比较简单。群落上层主要由小果野芭蕉和榕属植物、中平树等桐类植物组成, 局部地段有微毛布荆、八角枫、重阳木、山乌桕、云南肉豆蔻、山香圆、印度栲、箭毒木等植株突兀而立, 伸进或拔出林冠。群落的灌木层主要有苎麻、接骨木、木奶果、鸡血藤及上层种群的幼株组成, 加上小果野芭蕉巨叶摇曳, 间或有藤本植物点缀其间, 使群落在本层次中显得较为茂密。而草本层则相对稀疏, 约呈团块状分布; 只有在群落演替早期的小果野芭蕉入侵阶段, 草本植物繁茂生长, 几成垫状, 占据着比较大的生态位(本文未加测度)。概言之, 小果野芭蕉表现出与其他物种较大的生态位重叠, 而从演替阶段系列上来看则显现出“V”字形规律。在以小果野芭蕉为优势种群的特殊群落环境中, 榕树、苎麻、接骨木、木奶果等下木层种群之间的竞争始终十分激烈。与上述种群不同的是, 鸡血藤从总体上表现出与多个种群相对较低的生态位重叠, 尽管它在局部生境在一定时期内也有可能展示出相反的情形。这一现象或许预示着群落今后演替可能会朝着非鸡血藤为优势的次生林群落类型(例如中平树优势群落)方向进行。

4 结论与讨论

(1) 在西双版纳小果野芭蕉先锋群落中, 小果野芭蕉始终占据着较大的生态位宽度。在小果野芭蕉的入侵阶段、定居阶段和扩展阶段, 其生态位宽度值分别为 0.672 1、0.681 8 和 0.691 7, 反映了随着群落演替的进行小果野芭蕉生态位宽度值渐次增大的趋势。

(2) 小果野芭蕉先锋群落中, 优势种小果野芭蕉表现出与其他物种较大的生态位重叠, 而从三个

演替阶段系列上看则显现出“V”字形规律。

(3) 无性系生长(或称克隆生长)发达, 生长迅速, 具有特大型叶的小果野芭蕉侵入群落后, 极大地改变了群落的内部生境特别是光环境, 使得群落内其他种群之间的竞争更为激烈, 并有可能从某种程度上改变群落演替方向, 使那些在截获光资源上具有优势的物种在竞争中获胜, 逐渐扩展成为群落的优势种。

(4) 在小果野芭蕉群落中, 作为热带雨林常见伴生种类的榕树和木奶果占有较大的生态位宽度和与其他物种之间具有较大的生态位重叠, 这表明西双版纳小果野芭蕉先锋群落的演替具有一定程度的同期发生演替特征。

参 考 文 献

- [1] R·M·梅等著(孙儒泳等译). 理论生态学[M]. 北京: 科学出版社, 58~ 65, 116~ 143.
- [2] 尚玉昌. 现代生态学中的生态位理论[J]. 生态学进展, 1988, 5(2): 77~ 84.
- [3] Leibold M A. The niche concept revisited: mechanistic models and community context[J]. Ecology, 1995, 76(5): 1371~ 1382.
- [4] 王 刚. 植物群落中生态位重迭的计测[J]. 植物生态学与植物学丛刊, 1984, 8(4): 329~ 334.
- [5] 余世孝. 鼎湖山厚壳桂群落优势种生态位宽度与重迭之研究. 热带亚热带森林生态系统研究(第3集)[M]. 北京: 科学出版社, 1985. 32~ 41.
- [6] 余世孝, L·奥罗西. 物种多维生态位宽度测度[J]. 生态学报, 1994, 14(1): 32~ 39.
- [7] 丛沛桐, 颜廷芬, 周福军, 等. 东北羊草群落种群生态位重叠关系研究[J]. 植物研究, 1999, 19(2): 213~ 219.
- [8] 彭少麟, 王伯荪. 鼎湖山森林群落优势种群生态位重叠研究. 热带亚热带森林生态系统研究(第6集)[M]. 北京: 科学出版社, 1990. 19~ 27.
- [9] 杜道林, 苏杰, 刘玉成. 栲树种群生态位动态研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8(2): 113~ 118.
- [10] Thompson K, Gaston K J, Band S R. Range size, dispersal and niche breadth in the herbaceous flora of central England[J]. J Ecology, 1999, 87: 150~ 155.
- [11] Shugart H H. Terrestrial ecosystems in changing environments [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 103~ 143.
- [12] Robinson J V, Dickerson J E Jr. Does invasion sequence affect community structure? [J] Ecology, 1987, 68(3): 587~ 595.

(责任编辑: 许定发)