

不同类型群落中濒危植物永瓣藤 (*Monimopetalum chinense*) 种群的空间分布格局

郝朝运, 张小平*, 李文良, 张 昱

(安徽师范大学安徽省重要生物资源保护与利用研究重点实验室, 芜湖 241000;

安徽师范大学生物环境与生态安全安徽省高校重点实验室, 芜湖 241000)

摘要:为揭示永瓣藤(*Monimopetalum chinense*)种群的分布格局特征及其成因,采用分形分析中的计盒维数对取自 4 个分布地的 13 个样方进行了研究。结果显示:(1)同一研究地不同群落中永瓣藤种群的分形特征差异明显,而不同研究地同一类型群落之间的差异不大,分析认为这与永瓣藤在群落中的生态地位及生境异质性有关。(2)永瓣藤种群计盒维数由高到低依次为杉木林(1.911 ± 0.025)、杂木林(1.806 ± 0.079)、马尾松林(1.692 ± 0.054)和毛竹林(1.629 ± 0.081),表明不同群落中其个体分布的非均匀性存在较大差异。(3)永瓣藤种群的拐点尺度由高到低依次为毛竹林($4.111 \text{ m} \pm 0.484 \text{ m}$)、马尾松林($3.778 \text{ m} \pm 0.222 \text{ m}$)、杂木林(2.857 m)、杉木林($2.013 \text{ m} \pm 0.117 \text{ m}$),次序与计盒维数相反。(4)分析认为,不同群落中永瓣藤无性繁殖能力的不同对其种群格局的计盒维数以及拐点尺度有重要影响。

关键词:永瓣藤(*Monimopetalum chinense*); 分布格局; 计盒维数; 拐点尺度; 格局规模

文章编号:1000-0933(2008)06-2900-09 中图分类号:Q145, Q948 文献标识码:A

Spatial Distribution of *Monimopetalum chinense* populations in different forest types

HAO Chao-Yun, ZHANG Xiao-Ping*, LI Wen-Liang, ZHANG Yu

The Key Laboratory of Conservation and Employment of Biological Resources of Anhui Normal University, Wuhu 241000, China

The Key Laboratory of Biotic Environment and Ecological Safety of College in Anhui Province, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(6): 2900 ~ 2908.

Abstract: *Monimopetalum chinense*, an endemic species in China, is a semi-evergreen woody liana species with a small geographic distribution. Now it has been listed as one of the Chinese national second protective wild plants. This study was carried out in Zongli County of Anhui Province, Guniujiang Nature Reserve of Anhui Province, Jing'an County of Jiangxi Province and Tongshan County of Hubei Province. To describe the distribution pattern and influence factors of its populations, 13 plots were investigated using the method of box-counting dimension. The results were as the following: (1) Fractal properties of *M. chinense* populations were significantly different among the different communities, and those in the same communities were also different, but not remarkable. The analysis showed that its ecological status in the forests and the habitat heterogeneity might be the main reasons. (2) The ranking order of spatial occupation degree was as the following: *Cunninghamia lanceolata* forest (1.911 ± 0.025) > Spinney forest (1.806 ± 0.079) > *Pinus massoniana*

基金项目:安徽省自然科学基金资助项目(050430501)

收稿日期:2007-04-14; 修订日期:2008-01-07

作者简介:郝朝运(1979~),男,山东菏泽人,博士生,主要从事保护生态学、分子生态学研究. E-mail: haochy79@163.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: pinghengxu@sina.com

Foundation item: The project was financially supported by Natural Science Foundation of Anhui Province (No. 050430501)

Received date: 2007-04-14; **Accepted date:** 2008-01-07

Biography: HAO Chao-Yun, Ph. D. candidate, mainly engaged in conservation ecology and molecular ecology. E-mail: haochy79@163.com

c、毛竹林 一般为人工种植的单一纯林,平均胸径在 12 cm 左右,偶尔有枫香、青冈等杂生,灌木有连蕊茶、映山红等,草本层稀疏,主要有过路黄 (*Lysimachia christinae*)、凤尾蕨 (*Pteris multifida*) 和山麦冬 (*Liriope spicata*) 等,人为干扰主要为挖笋及砍伐老龄毛竹。

d、杂木林 主要分布于低海拔的林缘、溪边及附近的上坡上,是人为干扰后发育而来次生林。林内乔木层种类混杂、优势种不明显,有山胡椒 (*Lindera glauca*)、石栎 (*Lithocarpus glabra*) 等,灌木层比较发达,有短柄枹 (*Quercus serrata*)、乌药 (*L. strychnifolia*) 等,草本层不发达。

e、青冈林 不是常有的永瓣藤分布类型,本次调查中仅在牯牛降保护区有发现,该林分布在低海拔靠近沟谷的湿润阴坡面,伴生树种主要有拟赤杨、野漆树 (*Rhus succedanea*) 等,灌木层主要为连蕊茶、柃木 (*Eurya japonica*) 等,草本层不发达。

本次调查的主要群落类型中,除部分马尾松林为天然林外,其余均是人工林或自然残次林,受人为干扰比较明显。样地中的人为干扰可以分为大规模砍伐破坏及日常小强度影响。整体上看,本研究中的杂木林一般在 20 世纪中叶受到人为大规模皆伐,后期未人工还林并持续遭受伐薪等破坏,直到山林承包到户后破坏活动才得到一定程度控制,目前的群落为自然恢复而来的次生林;毛竹林为单一纯林,也是人为经营的结果,人为干扰主要为挖笋及砍伐老龄毛竹;杉木林一般是 20 世纪 60 年代后人为开荒种植的纯林,均有 15a 以上的发育期,每隔 30a 左右皆伐 1 次,非砍伐时期的人为干扰很少;棕里村和牯牛降的马尾松林为天然林,近代并未遭受过第一种类型的破坏,靖安的 JA2 样地为人工马尾松和杉木混交林,发育时间已超过 30a。从以上可见,大规模干扰常是一次性的,除了后期所构建的群落类型不同外,没有对群落造成其他影响。不同群落中日常的小规模破坏程度有一定差异,由于经济植物较少加上人工管护,马尾松林、杉木林中的日常干扰活动较少,而杂木林和毛竹林中则常常遭受伐薪、挖笋、采药等影响。同时,在不同分布地的同一群落类型中,第二种干扰的强度和频度也有所不同,如 ZL3、JA3 与 TS1 虽然均为人工毛竹林,但由于 JA3 位于林场附近,远离居民区,平时所受人干扰活动远低于另外两个种群,永瓣藤无性繁殖效率相对较高。但这种差异对永瓣藤种群所造成的影响远低于群落类型不同的影响。

3.3 永瓣藤种群格局的计盒维数与拐点尺度

植物群落的每个种群在生长发育过程中都需要利用一定的生态空间资源,但由于每个种群的发育程度、群落地位、适应力、竞争力以及群落所提供的生境质量均有所不同,其实际利用的生态空间也不同,这种能力在一定程度上可以通过计盒维数进行揭示。从永瓣藤分形特征的计算结果(表 2)可见,各样方永瓣藤种群计盒维数线性回归的相关系数均在 0.95 以上,相关性极显著 ($p < 0.01$),存在幂率关系。其中,牯牛降 3 个样方的计盒维数明显不同,但均在 1.67 以上,表明该地永瓣藤种群格局强度的尺度变化程度比较高,个体集群分布明显。棕里村所调查的 4 个样方中,ZL1 和 ZL4 的计盒维数较高,永瓣藤个体聚集分布的趋势明显,而 ZL2 和 ZL3 的计盒维数较低,其中 ZL3 的为 13 个样方的最低值。靖安县 JA1、JA2 和 JA4 样方的计盒维数均高于 1.85,以 JA3 的为最低。通山县样方的计盒维数大于 1.5,接近 2,表明种群聚集分布明显。以上分析显示,不同样方永瓣藤种群格局的计盒维数变异显著,个体分布的非均匀性程度存在较大差异。

图 2 显示了 JA1 样方中永瓣藤分布格局的拐点尺度,其它各样方拐点的出现情况与之类似,即拐点之前,计盒维数随尺度变化微弱,拐点之后,降低的趋势明显且呈显著的线性关系。拐点是永瓣藤种群格局出现突变的空间尺度,从结果看,不同样方永瓣藤种群的拐点尺度具有较大差异。其中,牯牛降保护区的 GN1 和 GN3 的拐点尺度均为 2.222 m,而 GN2 的拐点尺度相对较高。棕里村各样方拐点尺度的变化幅度最大,以 ZL2 的最高,达到 4.000m,ZL1 的最低,仅为 1.818m。靖安县 JA2 和 JA3 的拐点尺度均为 4.000m,JA1 的仅为 2.000。

3.4 不同群落中永瓣藤种群分形特征的比较

不同类型群落中永瓣藤种群的分形特征差异明显,各研究地一般以杉木林样方的计盒维数最高,杂木林的次之,马尾松林和毛竹林的最低;而对于拐点尺度而言,各研究地不同群落的高低次序均为马尾松林、毛竹

安徽祁门县棕里村地处安徽省南部山区,处于牯牛降保护区的外围,永瓣藤主要分布于山脚及山坡沟谷处,距离人口密集区较近,其种群经常遭受干扰破坏。在模式标本产地的潘坑坞,原记载有 70 hm² 的连续分布,但本次调查发现,其种群在经历多次毁林垦殖后被分割成许多零星分布的“岛屿”,分布面积已大大缩小。即使如此,该地永瓣藤的分布面积及资源量之大仍十分少见。祁门县牯牛降自然保护区位于安徽省西南部,是黄山山脉向西延伸的主体,保护区内永瓣藤主要分布于海拔 400 ~ 600 m 之间的山坡、沟谷、林缘地带,分布的群落主要有杉木人工林、马尾松 (*Pinus massoniana*) + 枫香林、青冈 (*Cyclobalanopsis glauca*) + 甜槠 (*Castanopsis eyrei*) 林等,由于位于保护区内,目前受人为干扰破坏的程度较轻。靖安县位于江西省西北部,永瓣藤分布区域主要位于大柘山林场及其附近地区,种群规模较大、密度较高,其分布的主要群落类型与棕里村的类似。通山县位于湖北省东南部,幕阜山脉的东北段,谢国文等^[20] 于 1998 年在该县的沙店乡发现了该植物,是湖北省种子植物区系新记录属(种)。该区永瓣藤分布的海拔位置较低,人为干扰明显,典型的分布群落主要有杉木林、毛竹林等。

表 1 13 个永瓣藤样方的基本情况
Table 1 Locations for 13 plots of *Monimopetalum chinense*

研究地 Sample sites	样方代号 Plot code	群落类型 Forest types	海拔 (m) Altitude	经度 (E) Longitude	纬度 (N) Latitude	乔木层盖度 (%) Coverage of tree layer	永瓣藤平均 密度 (ind./hm ²) Population mean density
ZL	ZL1	杉木林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> forest	310	117°37'	29°39'	85%	7200
	ZL2	马尾松林 <i>Pinus massoniana</i> forest	540	117°37'	29°39'	95%	875
	ZL3	毛竹林 <i>Phyllostachys edulis</i> forest	270	117°37'	29°38'	80%	975
	ZL4	杂木林 Spinney forest	210	117°36'	29°38'	30%	2125
GN	GN1	杉木林 <i>C. lanceolata</i> forest	350	117°29'	30°02'	85%	6500
	GN2	马尾松 + 枫香林 <i>P. massoniana</i> + <i>Liquidambar formosana</i> forest	560	117°32'	30°03'	90%	1500
	GN3	青冈 + 甜槠林 <i>Cyclobalanopsis glauca</i> + <i>Castanopsis eyrei</i> forest	720	117°32'	30°03'	85%	3100
JA	JA1	杉木林 <i>C. lanceolata</i> forest	500	114°54'	29°06'	75%	6900
	JA2	马尾松 + 杉木林 <i>P. massoniana</i> + <i>C. lanceolata</i> forest	830	114°53'	29°06'	90%	2350
	JA3	毛竹林 <i>P. edulis</i> forest	480	114°54'	29°06'	65%	2225
	JA4	杂木林 Spinney forest	330	114°54'	29°07'	60%	925
TS	TS1	毛竹林 <i>P. edulis</i> forest	380	114°51'	29°32'	85%	800

2 研究方法

2.1 取样方法

以往的研究和调查显示,永瓣藤主要分布于 4 种类型的群落种群,其中大多数均为人工林或自然残次林,群落构成比较单一;永瓣藤对生境的需求较为严格,常分布于低海拔、中等光照强度的阴湿生境中,且其分布的地理跨度并不大。因此,不同分布地相同类型群落的生境条件、群落组成和性质等差异不大,相对于不同群落类型之间的差异明显偏小。作者从 2006 年 10 月底开始调查研究区内永瓣藤大致分布范围与资源量,采用典型样地法在每个有代表性的地段设置 20 m × 20 m 的样方,进行群落种群调查。记录各样方的经纬度、海拔高度、岩石裸露率、群落透光度等生境指标。在所调查的每个样方中,以 5 m 为间隔设置 16 个 5 m × 5 m 的乔木灌木小样方,记录每种乔木(或灌木)的个体数、胸径、高度、冠幅等指标;同时每个样方的对角线上选取 4 个 2 m × 2 m 的草本小样方,记录每种草本植物的种类株(丛)数、高度、盖度和频度等指标。以样方一角为原点,测定样方内每株永瓣藤(包括无性克隆分株)的水平坐标。

2.2 计算方法

计盒维数 (Box-counting dimension) 是对种群占据面积随尺度变化规律的反映,能揭示种群对生态空间的占据能力和程度^[23],在一定程度上也能体现群落的生境质量及环境容纳量,这对濒危植物的保护研究具有重要意义^[24]。将样方边长由 2 等分划分到 20 等分,共划分 19 次,依次对各样方永瓣藤分布点位图进行网格覆盖。在网格覆盖的过程中,统计每个划分尺度所对应的非空格子数,将非空格子数的对数值与对应的网格边长的对数值进行分段线性拟合,得到的拟合直线斜率的绝对值为计盒维数估计。

本研究中所涉及的统计分析在 Excel 中进行。

3 结果与分析

3.1 计盒维数的合理性及拐点尺度的生态学意义

不同样方中永瓣藤种群格局计盒维数的计算结果见图 1,图 2 和表 2。从结果看,各样方格子边长对数值与非空格子数对数值之间的线性关系明显,直线拟合的结果均达到显著水平,表明直线斜率很好地表征了永瓣藤种群格局的计盒维数。直线拟合图均出现了以拐点为界的两段不同的线性区域,且拐点尺度的大小不同。拐点的出现表明种群内的个体在拐点前后的两个尺度范围内存在不同的空间自相似性,分别占据不同大小的生态空间,这种占据水平空间的不同蕴含着种群格局的出现^[25]。根据以往的研究^[23, 26],大于拐点尺度的维数所反映的是种群对样方生态空间的占据特征,具有生态学意义,而小于拐点尺度的范围不属于种群格局研究的尺度。

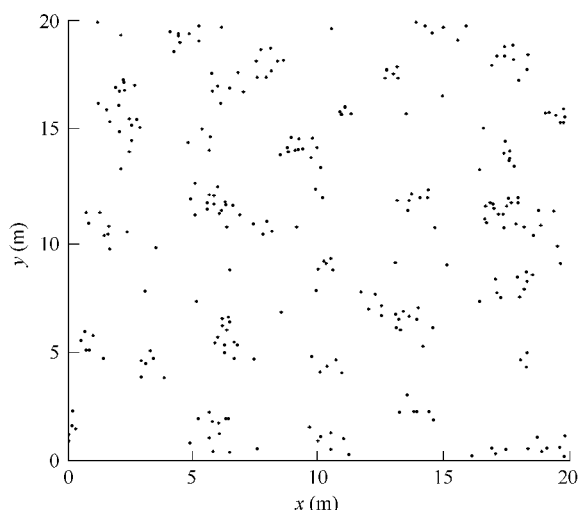


图 1 靖安 JA1 样方中永瓣藤分布的点位图

Fig. 1 Individual distribution map of *M. chinense* population in JA1 plot

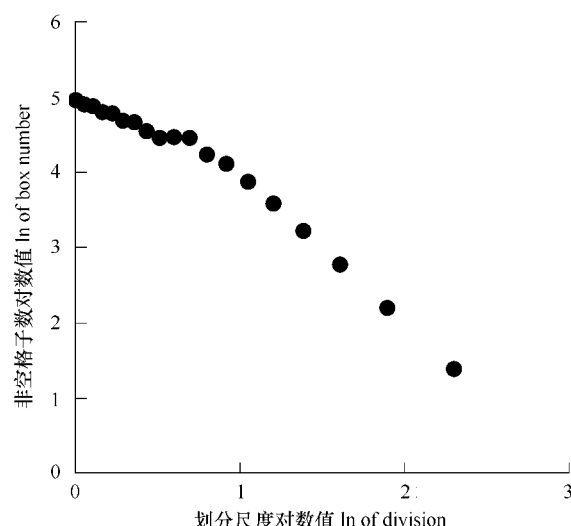


图 2 靖安 JA1 样方永瓣藤种群的计盒维数

Fig. 2 Box-counting dimension of *M. chinense* population in JA1 plot

3.2 群落特征与人为干扰

本次野外调查及以往研究均显示,以乔木层主要优势种作为划分标准,永瓣藤分布的群落主要有以下几种类型。

a、杉木林 一般在海拔 500 m 以下谷坡或缓坡,基本都是人工纯林,由于发育时间不同,杉木平均胸径介于 10 ~ 18 cm,灌木层有少量的连蕊茶 (*Camellia fraterna*)、映山红 (*Rhododendron simsii*)、檫木 (*Loropetalum chinense*) 等,草本层有海金沙 (*Lygodium japonicum*)、翠云草 (*Selaginella uncinata*) 和苔草 (*Carex* spp.) 等,除砍伐期外,群落中人为日常破坏活动较少。

b、马尾松林 常位于海拔 400 ~ 800 m 之间,乔木层林木高大,马尾松为主要优势种,平均胸径均在 30 cm 以上,伴生种有枫香、山槐 (*Albizia kalkora*)、拟赤杨 (*Alniphyllum fortunei*) 等,灌木主要有檫木、映山红、马银花 (*Rhododendron ovatum*)、连蕊茶等。

forest (1.692 ± 0.054) > *Phyllostachys edulis* forest (1.629 ± 0.081). High density of infant seeding caused high box-counting dimension, otherwise box-counting dimension would be low. (3) The ranking order of scale of inflexion point was as the following: *P. edulis* forest ($4.111 \text{ m} \pm 0.484 \text{ m}$) > *P. massoniana* forest ($3.778 \text{ m} \pm 0.222 \text{ m}$) > Spinney forest (2.857 m) > *C. lanceolata* forest ($2.013 \text{ m} \pm 0.117 \text{ m}$), which was quite different to that of box-counting dimensions. There was no close correlation between the scale of inflexion point and mean crown width of tree layer by the linear regression analysis, and population regeneration conditions, mean crown width of tree layer and habitat heterogeneity were all factors of the scale of inflexion point. (4) The analysis above showed that vegetative propagation of *M. chinense* had an important influence on box-counting dimension and scale of inflexion, in which clone propagation played a key role.

Key Words: *Monimopetalum chinense*; distribution pattern; box-counting dimension; scale of inflexion point; distribution scale

植物种群空间分布格局是植物种群生态学的重要内容,是研究种群特征、种群间相互作用以及种群与环境关系的重要手段。不同的格局类型可以反映种群利用环境资源的状况、揭示种群生殖生物学内涵,是其在群落中地位与综合生存能力的外在表现^[1~4]。濒危植物种群分布格局的研究能为揭示其内在濒危机制提供重要参考,目前关于种群分布格局的研究方法较多,但几乎都存在严重依赖尺度的问题,不同观测尺度所得的结果可能截然不同^[5,6]。近年来,生态学家又提出了一些新的种群格局分析方法,分形分析 (Fractal analysis) 是其中运用较多的一种,它可以揭示不同观测尺度种群空间分布的变化规律,是解决尺度依赖问题的有力工具^[7~9]。20 世纪 90 年代,马克明^[10]、叶万辉^[11]、祖元刚^[12]等将该理论引进我国,并逐渐被其他研究者接受和认可^[13~15]。

永瓣藤 (*Monimopetalum chinense*) 是卫矛科 (Celastraceae) 的单属植物,我国特有,目前被列为国家二级重点保护对象^[16]。该植物叶绿色纸质,部分叶冬天变成深红色而不脱落,第二年春天又逐渐转绿,待新叶长成才落去;花瓣呈匙形,浅绿色,随子房发育至果实成熟变成浅红色宿存,故名永瓣藤^[17]。永瓣藤为半常绿木质藤本,常攀附于杉木 (*Cunninghamia lanceolata*)、枫香 (*Liquidambar formosana*) 等高大乔木上,在低矮林内则可发育成灌木状。我国植物学家秦仁昌于 1925 年在安徽祁门县棕里村首次发现该植物,目前仅少量残存在安徽南部、江西北部海拔 200 ~ 900 m 的山坡或山谷水沟边等生境中^[18~20],最近在湖北有新发现^[21],其研究对揭示卫矛科植物的起源进化、系统关系,以及阐明华东植物区系的起源等方面均具有一定意义。从 20 世纪 80 年代开始,学者们从地理分布、群落学和林学特征、解剖结构等方面开展了一定的基础性工作^[18],但目前有关其种群生态学方面的研究还较少^[21],种群分布格局方面的研究更未见报道。以往的研究和调查显示,永瓣藤分布的片断化现象比较严重,即使在每个分布地也常呈岛屿状,形成不同类型的群落种群,由于不同群落生境因子差异较大,势必对永瓣藤种群产生影响。本研究应用分形分析中的计盒维数对 4 个分布地不同类型群落中的永瓣藤种群进行研究,以避免单一尺度取样易造成的结果偏差,旨在揭示不同群落中永瓣藤种群分布特征及动态的差异,为以后的深入研究及保护措施的制定 (尤其是优先保护群落的确定) 提供指导。

1 研究地概况

永瓣藤的分布范围非常狭窄,仅零星分布于我国的赣西北及鄂东南的九岭、幕阜山林区和赣东北与皖南交界的山区,因鄱阳湖水域使其东西间断分布。该区域地层古老,地貌呈中山、低山、丘陵,山间盆地和狭窄的河谷相交织的特征。气候属北亚热带湿润气候,年平均气温 15 ~ 17.3 °C,10 °C 以上年积温介于 5200 ~ 5400 °C,无霜期 230 ~ 250 d,年平均降水量 1700 ~ 2000 mm^[22]。永瓣藤一般生长于土层较深、腐殖质含量丰富、排水良好的偏酸性土壤环境,在湿润的沟谷、土层浅薄、岩石裸露的地方也能生存。本研究以安徽的祁门县棕里村和牯牛降国家自然保护区、江西靖安县、湖北通山县共 4 个永瓣藤分布地作为调查对象,采用典型样方法对各研究地不同类型群落中的永瓣藤种群进行取样分析 (表 1)。

林、杂木林、杉木林。而不同研究地同一类型群落中永瓣藤种群的分形特征差异不大。分析认为,这可能与永瓣藤在群落中的生态地位及生境异质性有关。由于永瓣藤为木质藤本植物,主要攀附于高大乔木植株上,在群落中处于从属位置,所以其分布特征更多地受到建群种或优势种及其参与构建的生境条件的影响;同时,不同研究地同一类型群落中的生境异质性低,主要生境特征(如坡向、海拔等)基本一致。所以不同分布地同一类型群落中永瓣藤的分布特征差别不大。

为揭示不同类型群落中永瓣藤种群分布特征的差异性,本文分别计算同一类型群落永瓣藤种群的计盒维数和拐点尺度的平均值,并进行比较分析。由于青冈林仅见 GN2 样方,故未将其列入进行比较。从结果可见(图 3 和图 4),不同类型群落中永瓣藤种群的计盒维数以杉木林的最高,达到 1.911 ± 0.025 ,杂木林的次之(1.806 ± 0.079),马尾松林和毛竹林的最低,分别仅为 1.692 ± 0.054 、 1.629 ± 0.081 ;永瓣藤种群格局的拐点尺度由高到低依次为毛竹林($4.111 \text{ m} \pm 0.484 \text{ m}$)、马尾松林($3.778 \text{ m} \pm 0.222 \text{ m}$)、杂木林(2.857 m)、杉木林($2.013 \text{ m} \pm 0.117 \text{ m}$),与上述的计盒维数的高低次序正好相反。

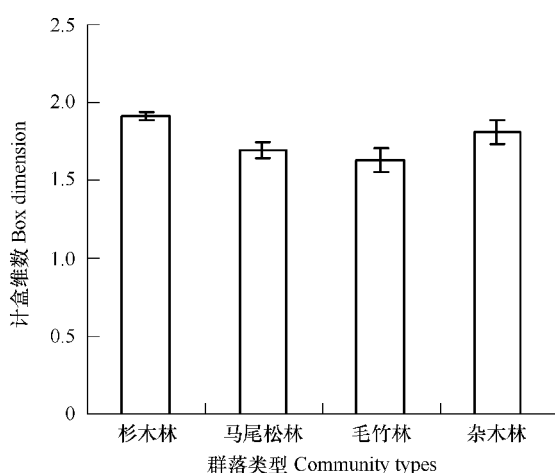


图 3 不同群落类型永瓣藤种群的计盒维数

Fig. 3 Box-counting dimension of *M. chinense* populations in different forest types

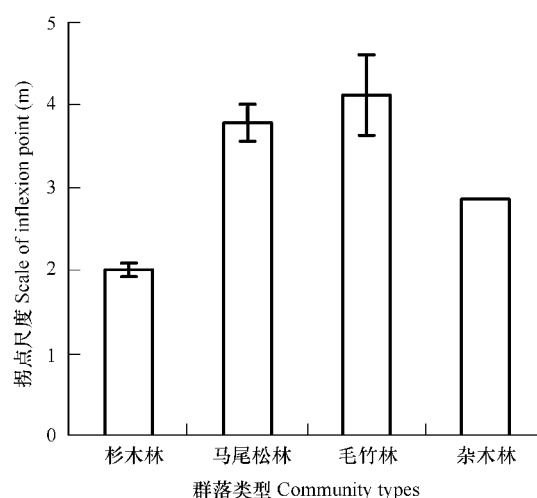


图 4 不同群落类型永瓣藤种群的拐点尺度

Fig. 4 Inflexion point of *M. chinense* populations in different forest types

4 讨论

不同类型群落中永瓣藤的计盒维数差异明显,由高到低依次为杉木林、马尾松林、杂木林、毛竹林,表明不同类型群落中永瓣藤占据生态空间的能力不同,个体分布的非均匀性存在较大差异。不同类型群落中拐点尺度的平均值介于 $2.013 \sim 4.111 \text{ m}$ 之间,变动幅度较大,揭示出格局规模的差异性。谢国文等^[27]曾对永瓣藤种群的分布格局进行过初步研究,研究者采用相邻格子法对取自不同分布地的 4 个样方进行统计分析,结果显示各种群均呈集群分布。本研究对 4 个分布地不同类型群落中的永瓣藤种群进行研究,由于各种群的主要影响因子不同,分析结果也有一定差异,这对于分析不同因素对分布特征的影响具有意义。同时,采用单一尺度取样来研究植物种群分布格局容易造成分析结果的偏差,本研究所采用的分形分析方法可以有效避免上述不足,并能确认永瓣藤种群的格局规模。

计盒维数可在一定程度上揭示了种群更新状况的差异。通常,如果种群内更新幼苗较多,个体分布不均匀,会导致计盒维数较高;反之个体呈散分布,格局强度较低,则计盒维数较低^[23]。本文结果与以往研究一致。由于有性繁殖障碍:胚珠败育、种子萌发困难、种子生活力低等^[28],永瓣藤的有性繁殖效率极低,其种群更新主要依靠匍匐茎和根系萌芽产生新植株。本研究中,杉木林永瓣藤种群格局的计盒维数最高,其拐点尺度较小,说明种群占据生态空间的能力较强、个体集群分布明显。该林基本都是林龄超过 15a 的人工林,杉木株间距较大,群落内土壤腐殖质丰富、落叶层较厚、林内透光率高等,为永瓣藤提供了良好的生存场所,一些大

型个体的匍匐茎及根系常萌发出很多无性系幼苗,林内永瓣藤植株的平均密度高达 $(7331 \pm 786) \text{ ind./hm}^2$ 。杂木林中的计盒维数为4种群落中的第二高值。从生境条件看,基本均是人为砍伐破坏后发育而来的次生林,林内植物种类比较复杂,优势种不明显,林下荫蔽度较高,不利于永瓣藤的生存。但林内土壤湿度大、腐殖质含量高等生境条件仍为永瓣藤的无性繁殖提供了一定的空间。马尾松林和毛竹林中永瓣藤种群格局的计盒维数平均值基本一致,大体介于1.65左右,说明种群占据生态空间的能力稍弱,个体分布非均匀性程度不高。马尾松林内乔木层透光率非常低,限制了永瓣藤的生存,仅在林内零星分布。至于拐点尺度基本等于马尾松的平均冠幅的原因,分析认为,这与马尾松林内常出现的林窗有关。一些马尾松的倒伏或枯死等会在林内形成林窗,一旦出现这种林内“裸地”,永瓣藤就能获得所需的生境条件而快速发育繁殖,形成一定程度的聚集。毛竹林的林冠比较稀疏,加之草本层和灌木层植物较少,林内透光率比较高,但是林内土壤类型为质地紧密、腐殖质含量低、持水能力差的红壤,加之当地居民年复一年的挖笋及砍伐毛竹,不利于其无性繁殖,导致种群的聚集强度很低。可见,永瓣藤的无性繁殖与林分郁闭度、土壤性状等密切相关^[28],只有在林分郁闭度适中、水分条件良好、土壤疏松肥沃处才进行高效的营养繁殖。

表2 不同样方永瓣藤种群分布格局的计盒维数

Table 2 Box-counting dimensions of *M. chinense* population distribution patterns in different plots

样方代号 Sample code	拟合方程 Equation	计盒维数 Box-counting dimension	相关系数 Correlation coefficient	<i>p</i>	拐点尺度(m) Inflection point	平均冠幅(m) Mean crown width
ZL1	$Y = 5.748 - 1.867x$	1.867	0.998	<0.01	1.818	3.773
ZL2	$Y = 5.023 - 1.609x$	1.609	0.957	<0.01	4.000	4.17
ZL3	$Y = 4.940 - 1.502x$	1.502	0.975	<0.01	3.333	2.42
ZL4	$Y = 5.449 - 1.726x$	1.726	0.980	<0.01	2.857	3.30
GN1	$Y = 5.909 - 1.954x$	1.954	0.999	<0.01	2.222	3.59
GN2	$Y = 5.298 - 1.675x$	1.675	0.994	<0.01	3.333	4.68
GN3	$Y = 5.512 - 1.754x$	1.754	0.995	<0.01	2.222	3.78
JA1	$Y = 5.834 - 1.912x$	1.912	0.998	<0.01	2.000	3.67
JA2	$Y = 5.786 - 1.910x$	1.793	0.995	<0.01	4.000	3.95
JA3	$Y = 5.155 - 1.607x$	1.607	0.978	<0.01	4.000	2.53
JA4	$Y = 5.765 - 1.885x$	1.885	0.997	<0.01	2.857	2.89
TS1	$Y = 5.436 - 1.779x$	1.779	0.975	<0.01	5.000	2.81

以往研究一般将植物种群的拐点尺度与该植物的平均冠幅进行比较,以揭示种群的更新状况^[6, 15]。这些研究所选的目标种以能在群落内起重要或者关键性作用为特征,也就是群落的优势种或建群种。永瓣藤为藤本植物,在群落中所占据的生态位宽度不大,群落内其他物种(尤其是乔木层树种)的竞争压力对其造成了重要影响,与以往研究的植物有所不同。本文将永瓣藤种群的计盒维数与乔木层的平均冠幅进行了比较,结果显示,在马尾松林中,种群格局的拐点尺度大小接近乔木层树种的平均冠幅,杉木林和杂木林中拐点尺度小于平均冠幅,而毛竹林中种群的拐点尺度比平均冠幅大。线性回归分析(Linear regression analysis)的结果显示,两者的相关性不显著,说明其拐点尺度受到了其他因素的影响。总体而言,各种群拐点尺度的大小与乔木层树种的平均冠幅、种群更新状况、林内生境异质性等均有一定的关系。

目前,很多永瓣藤的相关研究和保护工作仍未得到开展。曾有文献称在棕里村已设有永瓣藤保护点,但在调查时并未发现该地的种群有受到人为保护的迹象,当地居民对该种植物及其保护价值知之甚少,人为干扰破坏现象时有发生。虽然牯牛降保护区内永瓣藤种群的保护状态较好,人为干扰程度低,但这也仅仅受惠于其分布于保护区内。从研究结果看,不同群落类型中以杉木林内永瓣藤种群的更新状况最好、种群密度最高,说明该类型群落适合永瓣藤的生长发育。但是,由于永瓣藤分布的群落类型大部分都是人工林或自然残次林,消除人为影响后将由于发生群落演替更新而难以保持长期的稳定性,因此在确定优先保护群落时还

需慎重。今后还需要开展永瓣藤种群的遗传多样性、系统繁育、生理生化等多方面的研究,相信对于永瓣藤的保护将具有重要意义,同时也可对其他一些濒危藤本植物的保护提供借鉴。

References:

- [1] Zhou J L, Zheng S Z, Yang C. Plant Ecology. Beijing: Publishing House of Higher Education, 1992. 75 — 123.
- [2] Dale M R T. Spatial Patterns Analysis in Plant Ecology. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- [3] Hong W, Liu J, Wu C Z. A study on structure and spatial distribution pattern of *Castanopsis hystrix* population. Scientia Silvae Sinicae, 2001, 37 (sp1): 6 — 10.
- [4] Zhang J T, Meng D P. Spatial pattern analysis of individuals in different age-calss of *Larix principis-rupprechtii* in Luya Mountain Reserve, Shanxi, China. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(1): 35 — 40.
- [5] Diaz S, Mercado C, Alvarez-Cardenas S. Structure and population dynamics of *Pinus lagunae* M. -F. Passini. Forest Ecology and Management, 2000, 134: 249 — 256.
- [6] Ma K M, Zu Y G. Fractal properties of the spatial pattern of *Larix gmelini* population: Information dimension. Acta Ecologica Sinica, 2000, 20 (2): 187 — 192.
- [7] Harte J, Kinzig A, Green J. Self-similarity in the distribution and abundance of species. Science, 1999, 284(9): 334 — 336.
- [8] Wu C Z, Hong W. Study on fractal features of soil aggregate structure under different management patterns. Acta Pedologica Sinica, 1999, 36(2): 162 — 167.
- [9] Alados C L, Pueyo Y, Navas D, et al. Fractal analysis of plant spatial patterns: a monitoring tool for vegetation transition shifts. Biodiversity and Conservation, 2005, 14(6): 1453 — 1468.
- [10] Ma K M, Zhang X J, Chen J H, et al. Fractal Theory and Application. In: Xin H W, ed. Studies of fractal theory of community patterns in *Aneurolepidium chinense* grassland in Northeast of China. Beijing: China Science and Technology University Press, 1993.
- [11] Ye W H, Ma K M, Chen H H. The formation of theory of fractal geometry and its developments and application. Journal of Northeast Forestry University, 1993, 21(6): 84 — 88.
- [12] Zu Y G, Ma K M. Symposium on Modern Ecology. In: By Li B ed. Fractal theory and ecology. Beijing: Science Press, 1995.
- [13] Liang S C, Wang B S. Fractal characteristics of the height structure of *Bruguiera gymnorhiza* population. Acta Phytocologica Sinica, 2002, 26 (4): 408 — 412.
- [14] Tian Y Q, Li X, Jiang M X. Fractal properties of the spatial pattern of rare and endangered plant populations in Houhe Nature Reserve in Hubei: Box-counting dimension. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(5): 681 — 684.
- [15] Song P, Hong W, Wu C Z, et al. Fractal characteristics of pattern of Natural *Pinus taiwanensis* population - Box-counting dimension and information dimension. Journal of Wuhan Botanical Research, 2004, 22(5): 400 — 405.
- [16] Fu L G. Plant Red Data Book — Rare Threatened Plant: No. 1. Beijing: Science Press, 1992.
- [17] Rehder A. *Monimopetalum*, a new genus of Celastraceae. Journal of the Arnold Arboretum, 1926, 7(4): 233 — 234.
- [18] Ren X F, Cai F. A study on the pollen Morphology of *Monimopetalum chinense* Rehd. endemic species. Journal of Anhui Normal University, 1992, 3: 35 — 38.
- [19] Chen L Z. Status and Strategies for Biodiversity Conservation in China. Beijing: Science Press, 1993.
- [20] Xie G W, Ding B Z, Wang S Y. A study on the floristics of Mt. Yunjushan in north Jiangxi. Acta Botanica Yunnanica, 1991, 13(4): 391 — 401.
- [21] Xie G W, Tan C M. On the population existing state and conservation of *Monimopetalum* Rehd. of a new recorded genus in Hubei. Journal of Plant Resources and Environment, 1998, 7(4): 38 — 42.
- [22] Xie G W, Wen L. Distribution status and conservation of *Monimopetalum chinense*. Chinese Biodiversity, 1999, 7(1): 15 — 19.
- [23] Ma K M, Zu Y G. Fractal properties of the spatial pattern of *Larix gmelini* population: Box-counting dimension. Bulletin of Botanical Research, 2000, 20(1): 104 — 111.
- [24] Zhang W H, Zu Y G, Ma K M. Analysis on the fractal characteristics of distribution patterns of *Adenophora lobophylla* and *A. potaninii*. Acta Phytocologica Sinica, 1999, 23(1): 31 — 39.
- [25] Sugihara G, May R M. Application of fractals in ecological. Tree, 1990, 5(3): 79 — 86.
- [26] Zhou G F. Fractal analysis on spatial distribution pattern of *Picea asperate* communities in Changdu, Tibet. Central South Forest Inventory and Planning, 2002, 21(3): 62 — 64.
- [27] Xie G W, Zhang Z Y. The geographical distribution and population spatial pattern of *Monimopetalum chinense*. Ecologic Science, 1999, 18(1): 7

— 11.

- [28] Xie G W. Causes of threat to species *Monimopetalum chinense* Rehd. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 1998, 6(1): 52—56.

参考文献:

- [1] 周纪伦, 郑师章, 杨持. 植物生态学. 北京: 高等教育出版社, 1992. 75~123.
- [3] 洪伟, 柳江, 吴承祯. 红锥种群结构和空间分布格局的研究. *林业科学*, 2001, 37(sp1): 6~10.
- [4] 张金屯, 孟东平. 芦芽山华北落叶松林不同龄级立木的点格局分析. *生态学报*, 2004, 24(1): 35~40.
- [6] 马克明, 祖元刚. 兴安落叶松种群格局的分形特征——信息维数. *生态学报*, 2000, 20(2): 187~192.
- [8] 吴承祯, 洪伟. 不同经营模式土壤团粒结构的分形特征研究. *土壤学报*, 1999, 36(2): 162~167.
- [10] 马克明, 张喜军, 陈继红, 等. 东北羊草草原群落格局的分数维(Fractal)理论研究 I. 见: 分数维理论及其应用(辛厚文主编). 北京: 中国科技大学出版社, 1993.
- [11] 叶万辉, 马克明, 陈华豪. Fractal 几何的理论形成及应用发展. *东北林业大学学报*, 1993, 21(6): 84~88.
- [12] 祖元刚, 马克明. 分形理论与生态学. 见: 李博主编. 现代生态学讲座. 北京: 科学出版社, 1995.
- [13] 梁士楚, 王伯荪. 红树植物木榄种群高度结构的分形特征. *植物生态学报*, 2002, 26(4): 408~412.
- [14] 田玉强, 李新, 江明喜. 后河自然保护区珍稀濒危植物种群分布格局的分形特征: 计盒维数. *应用生态学报*, 2003, 14(5): 681~684.
- [15] 宋萍, 洪伟, 吴承祯, 等. 天然黄山松种群格局的分形特征——计盒维数与信息维数. *武汉植物学研究*, 2004, 22(5): 400~405.
- [16] 傅立国. 中国植物红皮书—稀有植物(第一册). 北京: 科学出版社, 1992.
- [18] 任秀芳, 蔡飞. 我国特有植物——永瓣藤花粉形态的研究. *安徽师范大学学报*, 1992, 3: 35~38.
- [19] 陈灵芝. 中国的生物多样性现状及其保护对策. 北京: 科学出版社, 1993.
- [20] 谢国文, 丁宝章, 王遂义. 赣北云居山植物区系地理探讨. *云南植物研究*, 1991, 13(4): 391~401.
- [21] 谢国文, 谭策铭. 湖北新记录属植物永瓣藤种群现状及其保护. *植物资源与环境*, 1998, 7(4): 38~42.
- [22] 谢国文, 文林. 永瓣藤的分布现状及其保护. *生物多样性*, 1999, 7(1): 15~19.
- [23] 马克明, 祖元刚. 兴安落叶松种群格局的分形特征: 计盒维数. *植物研究*, 2000, 20(1): 104~111.
- [24] 张文辉, 祖元刚, 马克明. 裂叶沙参与泡叶沙参种群分布格局分形特征的分析. *植物生态学报*, 1999, 23(1): 31~39.
- [26] 周国芳. 西藏昌都地区云杉群落空间分布格局的分形分析. *中南林业调查规划*, 2002, 21(3): 62~64.
- [27] 谢国文, 张志勇. 永瓣藤的地理分布及其种群空间格局. *生态科学*, 1999, 18(1): 7~11.
- [28] 谢国文. 永瓣藤濒危因素探讨. *热带亚热带植物学报*, 1998, 6(1): 52~56.