

大盘山自然保护区香果树种群结构与分布格局

康华靖¹, 陈子林², 刘 鹏^{1,*}, 郝朝运¹, 韦福民²

(1. 浙江师范大学植物学实验室, 金华 321004; 2. 大盘山国家级自然保护区管理局, 磐安 322300)

摘要 在大盘山自然保护区设置了 4 个有代表性的样地, 应用相邻格子法进行调查获得野外资料。对香果树种群进行统计, 绘制径级结构图和高度结构图、编制种群的特定时间生命表, 应用理论分布模型和聚集强度指数进行种群分布格局分析。结果表明: 香果树种群结构呈纺锤型, 幼苗严重不足, 种群有衰退的趋势; 其更新是以无性繁殖为主, 种群格局整体上呈集群分布, 但在不同发育阶段, 分布格局有所差异。幼树阶段一般为集群分布, 中树和大树向随机分布发展, 这种分布格局变化与其生物学和生态学特性密切相关, 其格局规模在介于 8S 和 32S 之间。分析认为, 香果树的种群结构和分布格局受到了多种因素的影响, 如群落区域小生境、香果树生物学特征以及人为干扰外等, 在以上各因素的综合作用下, 使得该种群形成典型的小种群。

关键词 香果树 种群结构 种群动态 分布格局

文章编号: 1000-0933 (2007) 01-0389-08 中图分类号: Q145, Q948.1 文献标识码: A

The population structure and distribution pattern of *Emmenopterys henryi* in Dapanshan Natural Reserve of Zhejiang Province

Kang Huajing¹, Chen Zilin², Liu Peng^{1,*}, Hao Chaoyun¹, Wei Fumin²

1 Key Laboratory of Botany, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China

2 The Administration Bureau of Dapanshan National Natural Reserve, Pan'an 322300, China

Acta Ecologica Sinica 2007, 27 (1): 389 ~ 396.

Abstract : *Emmenopterys henryi*, an endemic species in China, is one of the Chinese national second protective wild plants. This study was carried out in Dapan Mountain, a National Natural Reserve, Eastern China. To describe the structure and dynamics of population, 4 plots were established and field data were obtained by tally with contiguous grid quadrat method. The time-specific life table, size structure and height structure of *E. henryi* were analyzed. Finally, the population structure and distribution pattern of *E. henryi* were discussed on the basis of theoretical distributing model and assembling intensity index. The results showed that the population structure of *E. henryi* was a spindle type. The age structure of the population of *E. henryi* was declining due to lack of seedlings. There are two regeneration modes of *E. henryi* in forest: sexual and asexual reproduction, but the latter was the main mode. As to the distribution pattern of *E. henryi*, generally speaking, the *E. henryi* population was clump, but there are differences among various developmental stages: clump for saplings, random for adult trees and big trees. It was related to their biological and ecological characteristics. To increase accuracy, both methods of Greig-Smith and Kershaw were used to analyse the pattern scale of the population of *E. henryi*.

基金项目 浙江省自然科学基金资助项目 (399277); 金华市科技资助项目 (2005-1-318)

收稿日期 2005-11-08; 修订日期 2006-04-16

作者简介 康华靖 (1982 ~), 男, 湖北襄阳人, 硕士生, 主要从事植物生态研究. E-mail: kanghuajing@126.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: sky79@zjnu.cn

致谢 英国卡迪夫大学 (Cardiff University) 的 Y. S. Yang 教授对英文摘要润色, 特此致谢!

Foundation item The project was financially supported by Natural Science Foundation of Zhejiang Province (No. 399277); the science technology item of Jinhua (No. 2005-1-318)

Received date 2005-11-08; **Accepted date** 2006-04-16

Biography Kang Huajing, Master, mainly engaged in plant ecology. E-mail: kanghuajing@126.com

It was showed in the results that the pattern scale was between 8S and 32S. At last ,the analysis indicated that the spatial distribution pattern of *E. henryi* populations was decided mainly by the interaction among the biological ,ecological property and environmental factors and so on. Determined by the combined impact of these factors ,the populations of *E. henryi* become typical small ones.

Key Words : *Emmenopterys henryi* ; population structure ; population dynamics ; distribution pattern

种群是构成群落的基本单位 ,其结构不仅对群落结构有直接影响 ,并能客观体现群落的发展、演变趋势^[1] ,其大小结构能很好地反映种群动态变化^[2] ,因此一直是宏观生态研究的热点之一。分布格局能在很大程度上反映该种群与生境的关系及其在群落中的作用和地位^[3]。种群的空间分布格局不但因种而异 ,而且同一种在不同发育阶段、不同的生境条件也有明显的差别^[4]。研究种群分布格局的目的不仅是对种群的水平结构进行定量描述 ,更重要的是用以揭示格局的成因 ,阐述种群及群落的动态变化等 ,也可为保护措施的制定提供一定的科学依据^[5-6]。

香果树 (*Emmenopterys henryi*) 属茜草科 ,是第四纪冰川幸存子遗植物之一 ,为中国特有单种属植物 ,是研究茜草科系统发育、形态演化及中国植物地理区系的重要材料。由于香果树现存数量有限 ,濒临灭绝 ,故被列为国家Ⅱ级重点保护植物^[7]。目前国内外对香果树的研究很少 ,主要集中在种子生理特性、群落结构特征、育苗技术等方面^[8-10] ,关于自然群落中香果树的种群结构和分布格局方面未见报道。对香果树种群结构和空间分布格局的研究 ,有助于了解种群数量动态及发展趋势。这不仅为生境改变或由于人为影响而引起种群结构改变时进行调节提供理论基础 ,而且对于香果树种群濒危机制的探索、种群的合理保护和增殖具有重要的理论和现实意义 ,同时也为香果树群落生态学及生态系统生态学的进一步研究提供理论依据。

1 研究地概况

大盘山国家级自然保护区位于浙江省磐安县城安文镇东南 10 km 处 ,是浙江钱塘江、瓯江、灵江和曹娥江四大水系的发源地 ,其特定的地貌特征与地质活动还形成了火山湖和平板溪两大地质奇观。该保护区属亚热带季风区 ,温暖湿润 ,四季分明 ,雨量充沛 ,春季来迟而多雨 ,夏季短而易旱 ,冬季干燥而多霜雪。年均气温 16.1℃ ,高于 10℃ 的年均活动积温为 5030℃ ,最热月 (7 月份) 均温为 28.1℃ ,最冷月 (1 月份) 均温为 3.7℃ ,极端最高气温为 40.6℃ ,极端最低气温为 -15.20℃ ,无霜期 236d ,年均降水量 1573 mm ,降水以 3~6 月份最多^[11,12]。由于山势高峻 ,地形复杂 ,河谷深切 ,形成了多样性的小气候环境 ,为各类植物的分布和生长提供了优越的条件。大盘山的土壤主要为红壤和黄壤 ,前者分布于海拔 250~600 m ,后者分布于海拔 600 m 以上 ,此外还有潮土和水稻土。

香果树在大盘山自然保护区分布之集中、面积之大在全国实属罕见。香果树在群落中多居于乔木第一亚层 ,成纯林或与梧桐 (*Firmiana platanifolia*)、七子花 (*Heptacodium miconioides*) 构成混林。在混林中的香果树虽然也生长旺盛 ,为优势种 ,但几乎没有幼苗 ,其他优势种类如梧桐和盐肤木 (*Rhus chinensis*) 数量较大 ,具有生长快的特点 ,对香果树的更新有潜在的威胁。林内伴生种有红脉钓樟 (*Lindera rubronervia*)、臭椿 (*Ailanthus altissima*) 等 ,灌木层和草本层均不发达 ,灌木层主要有尖连蕊茶 (*Camellia cuspidata*)、英迷 (*Viburnum farreri*)、山榿 (*Lindera reflexa*)、伞形绣球 (*Hydrangea angustipetala*)、李叶绣线菊 (*Spiraea prunifolia*) 等 ,草本层主要有兔儿伞 (*Syneilesis aconitifolia*)、菝葜 (*Smilax china*)、黄精 (*Polygonatum sibiricum*)、中华常春藤 (*Hedera nepalensis*)、乌蕨 (*Stenoloma chusanum*) 等。

2 研究方法

2.1 样地调查

在实地考察了解保护区的基本情况后 ,选择了 4 个有代表性的样地 ,每个样地为 20m × 20 m ,共计 1600m² ,设置的样地分别编号为 1、2、3、4 ,记录各样地岩石裸露度、海拔高度、坡度等生境指标 (表 1)。

按照中国科学院生态系统调查表的要求^[3],对样方内所有植物种类进行每木调查,具体包括胸径、树高、冠幅等指标。同时以每个样方的两边为坐标轴,测定每株香果树的坐标(x,y)。每木调查时,以香果树基株为单位进行统计,一是种子萌发实生苗长成的植株,二是由根系或树桩萌孽生成的植株。如果一个树桩上有多个无性系分株,则以其中径级最大的一株进行记录。记录包括:(1)样方内胸径 ≥ 2 cm 的香果树的胸径、树高、冠幅、枝下高;(2)胸径 < 2 cm 的香果树记录株数和高度。

表 1 香果树取样种群的基本情况
Table 1 Locations of 4 populations of *E. henryi* 样方

样方 Plot	坡度 (°) Slope angle	岩石裸露度 (%) Exposure of rock	海拔 (m) Altitude	郁闭度 (%) Canopy coverage	群落类型 Type of community
Q ₁	30	80	860	85	香果树纯林 The pure stands of <i>E. henryi</i>
Q ₂	35	90	970	80	香果树 + 水杉 + 七子花林 The mixed stands of <i>E. henryi</i> , <i>Metasequoia glyptostroboides</i> and <i>H. miconioides</i>
Q ₃	45	20	730	40	香果树纯林 The pure stands of <i>E. henryi</i>
Q ₄	30	75	640	75	香果树 + 红脉钓樟林 The mixed stands of <i>E. henryi</i> and <i>L. rubronervia</i>

2.2 龄级结构分析

径级结构的分级标准:I 级幼苗高 $h < 0.33$ m;II 级幼树 $h > 0.33$ m,胸径 $DBH < 2.5$ cm;III 级小树 DBH 为 $2.5 \sim 7.5$ cm;IV 级中树 DBH 为 $7.5 \sim 22.5$ cm;V 级大树 $DBH > 22.5$ cm,高度结构的分级标准为 I 级高 1.3 m 以下,II 级 $1.3 \sim 2$ m,2 m 以上每隔 2 m 为一个高度级(如图 2 所示)。

2.3 种群分布格局

2.3.1 不同种群的分布格局分析

把各样地划分成 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的小样方,应用相邻格子法记录样地内的数据资料,用以种群空间分布格局的拟合。离散分布理论拟合采用方差/均值的 t 检验等方法,聚集强度指标采用负二项式分布 K 、Lloyd 平均拥挤度指数 m^* 和聚块指数 $C^{[4]}$ 。

2.3.2 不同发育阶段种群分布格局分析

将香果树按幼树(胸径小于 7.5 cm)、中树(胸径 7.5 ~ 22.5 cm)、大树(胸径大于 22.5 cm)的划分标准进行处理,然后按照 2.3.1 方法进行分析。

2.3.3 格局规模分析

采用 Greig-Smith 法^[5]和 Kershaw^[6]法分别在 1S、2S、4S、8S、16S、32S 和 64S 等尺度下对香果树种群的格局规模进行分析。

3 结果与分析

3.1 种群结构研究

3.1.1 种群的径级结构

年龄结构是种群的重要特征之一。种群年龄结构的分析是探索种群动态的有效方法。由于乔木种群其个体年龄难于确定,所以本文采用以立木胸径代替年龄对乔木种群的年龄结构进行分析(图 1)。

从图 1 可以看出,这 4 个样方内香果树种群的年龄结构相似,均为纺锤型。以 III 级小树和 IV 级中树的数量为多,而缺乏幼苗,幼树数量也不多,在样 4 中没有发现幼苗,样 2 中只发现了一株幼苗。香果树种群年龄结构呈纺锤型,成年香果树所占比例大,幼苗严重缺乏,这表明香果树种群有衰退的趋势。

3.1.2 种群的高度结构

林木的高度结构是指林分中各组成树种在不同高度级内的株数分布比例,它可以作为龄级估测的一个参数^[7]。4 个样地的香果树高度分布如图 2 所示。

从图 2 中可以看出,种群的高度结构也反映了幼苗数量的严重不足,在 4 个样地中,高度在 1.3 m 以下的

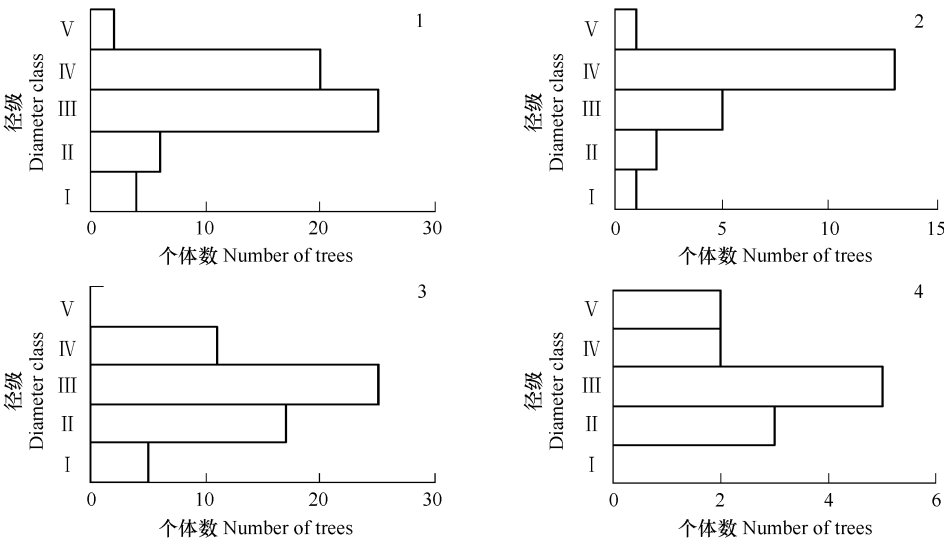


图1 香果树的径级结构
Fig. 1 The size class structure of *E. henryi*

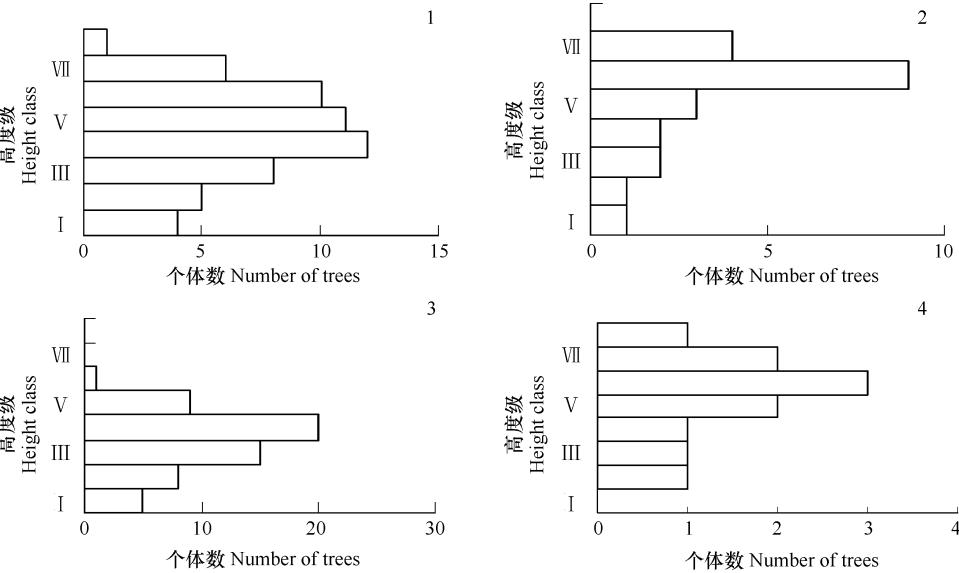


图2 香果树的高度级结构
Fig. 2 The height structure of *E. henryi*

幼苗一共只有 10 株 绝大部分香果树都集中分布在 4 m 以上的高度范围内。这将严重影响香果树种群的更新。

3.1.3 种群动态

Silvertown 指出 对于长生命期的多年生植物 (主要是乔木和灌木)可应用静态生命表来分析种群的动态^[18]。以 4 个样地的综合资料编制出香果树种群的静态生命表如表 2 所示。从表 2 可见 ,香果树种群现存在个体中幼苗仅占 6.8% ,Ⅲ级和Ⅳ级中树现存个体数量多 ,分别占 39.8%和 29.7% ,明显多于Ⅴ级立木株数 因而在短时期内较为稳定 ,但这种稳定状态只是暂时的。从它的动态演化趋势来看 ,该种群已明显处于衰退的早期阶段。

3.2 种群分布格局研究

3.2.1 不同种群的分布格局研究

种群的分布格局是在种群本身生物学特性、生境条件以及两者之间的相互作用所决定的,对种群个体在水平空间上配置和分布状态做出的定量描述^[9 20]。不同样方种群格局的测定结果见表3。研究表明^[16],当个体平均密度极低或极高时, χ^2 检验的可靠性有所下降,而 K 值检验则不受样方内个体密度的影响,故本文主要依据 K 值进行分布格局的判定。

从表3来看,不同样地的分布格局有所差异: Q_3 为随机分布,其余样方均为集群分布。分析认为这主要是由于 Q_3 中大树被砍伐较为严重,萌生苗较多,并且长势很好,大的可以达到12 cm,故其优势度极为显著;另外一个重要的原因是乔木层和灌木层均不发达,这就使得种子有更多的萌发机会,也使得幼苗和幼树可以得到充足的光照,有利于其快速的生长,从而使得该样方种群呈随机分布;其余样方内由于裸岩、林木天然死亡、被砍伐和沟溪而形成许多大小不等的林窗,香果树个体大多在林窗内和林窗边缘形成群聚,以寻求光照,导致了香果树种群的集群分布。从 m^* 值看, Q_1 和 Q_3 样地的平均拥挤度明显高于另外两个样地,这与样地内香果树的数量较多而其他树种较少有关。从 C 值看,人为干扰少的 Q_4 聚块指数比其它样地的要高。这是因为在这些样方内,香果树比较难与其它乔木层树种竞争,不得不退守到立木条件较差的生境中或林窗内,所以香果树种群表现为集群分布, C 值较大。

表2 香果树种群的静态生命表

Table 2 Static life table of <i>E. henryi</i> population		
立木级 Tree class (DBH. cm)	现存个体数 Trees of survival	百分比 Percentage (%)
I	10	6.8
II	30	20.3
III	59	39.8
IV	45	30.4
V	4	2.7
合计 Total	148	100.0

表3 香果树种群分布格局

Table 3 Distribution pattern of <i>E. henryi</i> population								
样地 Plot	均值 Mean	方差 Variance	方差/均值 V/M	t 值 t value	负二项指数 Negative binomial distribution K	平均拥挤度指数 Mean crowding m^*	聚块性指数 Index of patchiness C	结果 Result
Q_1	3.800	6.263	1.648	1.775	5.864	4.448	1.171	C
Q_2	1.467	2.250	1.534	1.463	2.746	2.001	1.364	C
Q_3	3.867	3.050	0.789	-0.578	-18.307	3.655	0.945	P
Q_4	0.733	1.829	2.494	4.092	0.491	2.228	3.038	C

P、C 分别表示随机和集群分布;下同 The P, C represent random and clump distribution, respectively; the same below

3.2.2 不同发育阶段种群分布格局研究

植物种群在不同的年龄段会表现出不同的空间分布格局,这种格局的变化反映了新生个体的产生、成年个体的死亡和人为干扰等。为进一步分析香果树种群分布格局,采用空间差异替代时间变化来研究香果树种群分布格局动态(表4)。

从表4可以看出,幼树除样3是随机分布以外,其它样地均是集群分布;大树(除样3外)均为随机分布,故从幼树→大树的时间序列上看,香果树分布格局是从集群→随机,显示出扩散的趋势。

3.2.3 不同尺度分布格局研究

同一种群在不同尺度下格局强度不同,甚至会出现完全不同的格局,在小的尺度下为集群分布的种群,在大的尺度下可能呈随机分布,反之亦然。样方大小不同,取样得到的不同样本之间差异程度也不同,特别是在异质性高的生境,样方大小的影响更加明显^[20]。为了比较准确地测定特定地域内某种群的分布格局,本文将各样地划分为1、2、4、8、16、32、64等7个区组,采用Greig-Smith方法和Kershaw方法,对香果树群空间分布格局进行分析(表5)。

Greig-Smith法的分析结果表明,各样地种群在1S和2S区组时的值均较大,但总体上呈减小的趋势,一般到4S或8S时降到最低,随后在8S或32S又出现一个峰值。Kershaw法的分析结果与上述结果有较大的一致性。样地内Greig-Smith和Kershaw在8S或32S区组尺度上出现一个较小的峰值,表明香果树的聚块规模大

体介于两者之间。

表 4 香果树种群空间分布格局动态

Table 4 Dynamics of distribution pattern of <i>E. henryi</i> population									
样地 Plot	大小级 Class	方差 Variance	方差/均值 V/Mean	<i>t</i> 值 <i>t</i> value	结果 Result	负二项式指数 Negative binomial distribution <i>K</i>	平均拥挤度 Mean crowding <i>m</i> *	聚块性指数 Index of patchiness <i>C</i>	结果 Result
Q1	幼树 S	2.429	0.895	-0.067	P	1.011	4.211	1.990	C
	中树 M	1.267	0.950	-0.044	P	-10.256	1.283	0.903	P
	大树 B	0.125	0.938	-0.177	P	-8.258	0.071	0.879	P
Q2	幼树 S	0.533	0.733	-0.366	P	0.925	1.909	2.081	C
	中树 M	1.363	1.572	0.490	C	0.680	1.439	2.472	C
	大树 B	0.063	0.938	-0.250	P	-8.258	0.004	0.879	P
Q3	幼树 S	1.129	0.165	-0.786	P	-1.427	3.414	0.299	P
	中树 M	0.896	1.222	0.234	C	2.031	0.955	1.492	C
	大树 B	N	N	N	N	N	N	N	N
Q4	幼树 S	0.800	1.467	0.584	C	0.200	2.182	5.995	C
	中树 M	0.117	0.875	-1.071	P	-4.267	0.008	0.766	P
	大树 B	0.063	0.938	-1.000	P	-8.258	0.004	0.879	P

N 为样地中缺少该类型 there is not this type in this plot ;S means Small trees ;M means Medium trees ;B means Big trees

表 5 空间部分格局分析结果

Table 5 Result of spatial pattern analysis of <i>E. henryi</i> population								
样地号 No. of plot	测定方法 Method	样地面积 Area of plot						
		1S	2S	4S	8S	16S	32S	64S
Q1	Greig-Smith	0.183	0.113	0.153	0.225	0.173	0.223	0.145
	Kershaw	1.679	1.213	1.033	0.919	1.061	1.225	0.866
Q2	Greig-Smith	0.070	0.070	0.040	0.060	0.080	0.085	0.020
	Kershaw	1.638	1.158	0.819	0.733	0.778	0.786	0.772
Q3	Greig-Smith	0.170	0.153	0.108	0.170	0.108	0.113	0.043
	Kershaw	1.577	1.137	0.854	0.906	0.892	1.275	2.077
Q4	Greig-Smith	0.038	0.033	0.043	0.018	0.023	0.113	0.043
	Kershaw	1.000	1.308	1.000	3.857	5.000	1.000	4.294

4 讨论

在天然林中,香果树有 2 种更新方式:一是种子更新,二是萌条更新。香果树始花期长达 20a,有隔年开花现象,通常每 2a 或 4a 开花结果 1 次^[21],且母树在光照不足条件下难以开花结实。种子寿命仅 1a 且有休眠的特性,属典型的光敏感性种子,在黑暗条件下,无论恒温或变温均完全不能萌发^[8]。其群落中石块较多,如不作处理,自然条件下,香果树通过种子更新非常困难;在此情况下,萌条更新则成为香果树的主要更新方式。虽然香果树萌生力较强,但萌条多见于倒木、树桩、根际等。在群落中,香果树多呈集群分布状态,说明香果树以萌条更新为主,来维持种群的生存。这也是许多植物维持种群生存的一种机制,如贺金生^[22-23]等人研究表明,米心水青冈(*Fagus engleriana*)自然状态下结实率极低,但它可以通过萌枝形成较为稳定的幼苗库。由于米心水青冈的耐荫性,通过萌枝形成的幼苗可以在林下存在较长时间,一旦有干扰形成林窗,便可以逐步生长进入林冠层,Ohkubo^[24]的研究表明日本水青冈(*Fagus japonica*)也有同样的特性;王希华^[25]等对天童国家森林公园的几种常绿阔叶林优势种在砍伐后萌枝更新进行了初步研究,研究表明:木荷(*Schima superba*)、石栎(*Lithocarpus glaber*)、苦槠(*Castanopsis sclerophylla*)在被砍伐后具有极强的萌枝能力且根桩保持较长时间的存活力为萌枝输送足够的养分。但通过萌枝更新是很难扩大其分布区,这也正是香果树形成典型小种群的一个重要原因。

大盘山自然保护区具有较为适宜的气候环境,比较有利于香果树的生长,但由于香果树更新比较困难,使得样方中均缺乏幼苗和幼树。所以无论从年龄结构来看,还是从高度结构来看,该种群已明显处于衰退的早

期阶段。另外人工砍伐,也是香果树种群的衰退的一个主要原因。同时,香果树种群结构显示,香果树在由中树向大树生长过程中,有一道强烈的环境筛,个体很难通过而大量死亡。

香果树种群的分布格局动态,从幼树→大树总体上是从集群→随机,显示出扩散的趋势。这与香果树自身的生物学、生态学特性以及样地生境都有一定的关系,由于根系萌蘖和种子的散布的特点,香果树幼苗基本上聚集在中树或大树周围,所以低树龄阶段多呈集群分布。集群分布能更好地改变微气候和小生境(如根系分泌物的影响,或利于其生长发育的小气候),其种群对不良环境比单独个体有较大的抗性^[26],因此,集群分布对香果树幼苗的生长是有利的。随着植株个体的发育,其对外界环境的条件需求增加,个体间竞争加剧,具体表现为资源竞争、土壤、气候、立地条件等因素,会造成种群数量减少,其结果是产生随机扩散,逐步形成随机分布。这反映了香果树种群分布格局在时空上的规律性变化:从幼苗斑块状群聚,向空间扩大逐步形成大株分散的种群格局,以满足随着个体增大,对空间和营养不断增长的需要,从而使种群更合理占有和利用资源,维持其生存和发展。这种变化是种内和种间竞争以及种群与生境相互作用的结果,反映了种群的一种适应机制^[27]。如戚继忠^[28]等研究各类生境中的榛子(*Corylus heterophylla*)种群幼年期均趋于集群分布,随着年龄的增加聚集程度逐渐减弱,最后过渡到随机分布型;张文辉等^[29]研究的小于10a生栓皮栎(*Quercus variabilis*)种群聚集度较高,随着年龄的增加呈扩散趋势,大于20a的种群则聚集程度进一步降低。宋萍^[26]等对珍稀濒危植物桫欏(*Cyathea Spinulosa*)种群结构与动态研究表明,在桫欏种群生长过程中,分布格局从集群型向随机型转变。至于样地3随机分布情况的出现,认为主要与生境条件和人为破坏有很大的关系,样地3岩石裸露少、郁闭度低、无高大乔木遮蔽等,有利于香果树的生长,再加上人为的砍伐,使得大量萌枝产生。

运用 Greig-Smith 和 Kershaw 两种方法对格局规模进行分析,不同生境样地的种群聚块规模大体上都介于 8S 和 32S 之间。对于两种方法在 1S 和 2S 出现高峰值的原因,分析认为,这与香果树群落的特性和植株的调查统计方法有一定的关系。研究样地内香果树的环境生态位较宽,对其附近其他植株有一定的排异性,调查时,对属于同一无性系、聚集在一起的群丛,只记录胸径最大的一株,所以在小尺度范围内,随着区组面积的增加香果树植株数量增加不明显,导致出现了香果树格局大小好像为 1S 的假象。随着区组面积的不断增加,区组内香果树植株数量增加的机会和幅度增大,导致两种方法测度值逐渐降低,直到区组面积达到香果树聚块规模为止。

从上述分析可见,香果树的种群结构和分布格局受到了多种因素的影响,如群落区域小生境、香果树生物学特征以及人为干扰等,在以上各因素的综合作用下,使得香果树种群形成典型的小种群。

References :

[1] Wu X P, Zheng Y, Ma K P. Population distribution and dynamics of *Quercus liaotungensis*, *Fraxinus rhynchophylla* and *Acer mono* in Dongling Mountain, Beijing. *Acta Bot Sin*, 2002, 44 (2) : 212—223.

[2] Arista M. The structure and dynamics of an *Abies pinsapo* forest in southern Spain. *For Ecol Manag*, 1995, 74 : 81—89.

[3] Zheng Y R. The applicability of various methods in analysis of *Picea mongolica* population spatial distribution pattern. *Acta Phyt Sin*, 1997, 21 (5) : 480—484.

[4] Jiang H. Ecology of *Picea morrisonicola* population. Beijing : China Forestry Publishing House, 1992. 7—139.

[5] Greig-Smith P. The use of random and contiguous quadrats in the study of the structure of plant communities. *Ann Bot N S*, 1952, 16 : 293—316.

[6] Zhou J L, Zheng S Z, Yang C. Plant ecology. Beijing : Higher Education Press, 1992. 75—123.

[7] Yu Y F. The milestone of the work of protecting wild plant of China — The list of Chinese National Protected Wild Plant (1th). *Plants*, 1999, 5 : 3—11.

[8] Li T H, Zhou Y X, Duan X P, et al. Physiological characteristics of the dormancy and light-sensitive germination of *Emmenopterys henryi* seeds. *J Cen South For Univ*, 2004, 24 (2) : 82—84.

[9] Xu X Y, Yao C H, Pan J. Studies on structure features of *Emmenopterys henryi* community in the Jiugongshan Nature Reserve. *J Southwest For Col*, 2002, 22 (1) : 5—8.

[10] Xie Y F, Pan L, Yang Y F, et al. The technology of grow seedlings of *Emmenopterys henryi*. *J Jiangsu For & Techn*, 2004, 31 (2) : 39—40.

[11] Wang X B, Jiang G M. The relationship between Dapanshan Reserve and traditional Chinese medicine 's home in Pan 'an County, Zhejiang Province. *J Plant Res Environ*, 2002, 11 (4) : 51—53.

[12] Hao C Y, Liu P, Xu G D. Studies on the pteridoflora of Pan 'an region in Zhejiang Province. *J Zhejiang Nor Univ (Nat Sci)*, 2004, 27 (3) : 283—287.

[13] Xie Z Q ,Chen W L. Spatial distribution pattern of *Cathaya argyrophlla* population. *Acta Bot Sin* ,1999 41 (1) :95 — 101.

[14] Liu J Q. Spatial pattern of *Picea crassifolia* population in Qilianshan Nature Conservation. *J Northwest For Univ* ,2004 ,19 (2) :152 — 155.

[15] Gittins R. Canonncical analysis , a review with applications in ecology. Berlin :Sprinter Verlag ,1985.

[16] Kershaw K A ,Looney J H. Quantitative and dynamic plant ecology (Third edition). London :Edward Arnold ,1985. 50 — 127.

[17] Lieberman M ,Lieberman D. Age-size relationships and growth behavior of the palm *Welfia georgii*. *Biotropica* ,1988 ,20 (4) :270 — 273.

[18] Silver town J W. Introduction to plant population ecology. London :Longman Press ,1982.

[19] Hoshino D ,Nishimura N ,Yamamoto S. Age ,Size structure and spatial pattern of major tree species in an old-growth *Chamaecypar* is obtuse forest , Central Japan. *Forest Ecol Mang* ,2001 ,152 :31 — 34.

[20] Yan S J ,Hong W ,Wu C Z ,*et al.* The structure and distribution pattern of dominant populations in *Castanopsis carlesii* community. *J Trop Sub Bot* ,2002 ,10 (1) :15 — 21.

[21] Liu J. Conservation and utilization of *Emmenopterys henryi* , a grade II Chinese National Protected Wild Plant. *Gansu Sci Techn* ,2003 ,19 (10) : 151 — 152.

[22] He J S ,Chen W L ,Liu F. Study on the sprouting process of *Fagus engleriana* in Shennongjia Mountains. *Acta Phyt Sin* ,1998 ,22 (5) :385 — 391.

[23] He J S ,Liu F ,Chen W L ,*et al.* History of disturbance and regeneration strategies of *Fagus engleriana* and *Quercus aliena* var. *acuteserrata* forests in Shennongjia ,Hubei Province *Acta Bot Sin* ,1999 ,41 (8) 87 — 89.

[24] Ohkubo T. Structure and dynamics of Japanese beech (*Fagus japonica* Maxim.) stools and sprouts in the regeneration of the natural forests. *Vegetatio* ,1992 ,101 :65 — 80.

[25] Wang X H ,Yan X ,Yan E R ,*et al.* Primary study on sprout regeneration of several dominant species of evergreen broad Leaved forest after logging in Tiantong. *J Wuhan Bot Res* ,2004 22 (1) 52 — 57.

[26] Song P ,Hong W ,Wu C Z ,*et al.* Population structure and its dynamics of rare and endangered plant *Alsophila spinulosa*. *Chin. J. Applied Ecol.* , 2005 ,16 (3) :413 — 418.

[27] Hong W ,Liu J ,Wu C Z. A study on structure and spatial distribution pattern of *Castanopsis hystrix* population. *Sci Sil Sin* ,2001 ,37 (Sp1.) :6 — 10.

[28] Qi J Z ,He Y F ,Li K Y ,*et al.* A study on the dispersion pattern and its dynamics of *Corylus heterophylla* population. *J Jilin For Univ* ,1996 ,12 (2) 99 — 103.

[29] Zhang W H ,Lu Z J ,Li J X ,*et al.* A comparative study on spatial distribution pattern and its dynamics of *Quercus variabilis* populations among different forest areas in Shaanxi Province ,China. *Acta Bot. Boreal. - Occident Sin* ,2002 ,22 (3) :476 — 483.

参考文献：

[3] 郑元润. 不同方法在沙地云杉种群分布格局分析中的适用性研究. *植物生态学报* ,1997 ,21 (5) :480 ~484.

[4] 江洪. 云杉种群生态学. 北京 :中国林业出版社 ,1992. 7 ~ 139.

[6] 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.

[7] 于永福. 中国野生植物保护工作的里程碑——国家重点保护野生植物名录 (第一批)出台. *植物杂志* ,1999. 5 :3 ~ 11.

[8] 李铁华 ,周佑勋 ,段小平 ,等. 香果树种子休眠和萌发的生理特性. *中南林学院学报* ,2004 ,24 (2) :82 ~ 84.

[9] 徐小玉 ,姚崇怀 ,潘俊. 湖北九宫山香果树群落结构特征研究. *西南林学院学报* ,2002 ,22 (1) :5 ~ 8.

[10] 谢玉芳 ,潘林 ,杨玉芳 ,等. 香果树育苗技术. *江苏林业科技* ,2004 ,31 (2) :39 ~ 40.

[11] 王献溥 ,蒋高明. 浙江磐安大盘山保护区与药材之乡的关系. *植物资源与环境学报* ,2002 ,11 (4) :51 ~ 53.

[12] 郝朝运 ,刘鹏 ,徐根娣. 浙江磐安蕨类植物区系的研究. *浙江师范大学学报 (自然科学版)* ,2004 ,27 (3) :283 ~ 287.

[13] 谢宗强 ,陈伟烈. 银杉种群的空间分布格局. *植物学报* ,1999 41 (1) :95 ~ 101.

[14] 刘建泉. 祁连山保护区青海云杉种群分布格局的研究. *西南林学院学报* ,2004 ,19 (2) :152 ~ 155.

[20] 闫淑君 ,洪伟 ,吴承祯 ,等. 武夷山天然米槠林优势种群结构与分布格局. *热带亚热带植物学报* ,2002 ,10 (1) :15 ~ 21.

[21] 刘军. 国家 II 级重点保护植物香果树的保护与利用. *甘肃科技*. 2003 ,19 (10) :151 ~ 152.

[22] 贺金生 ,刘峰 ,陈伟烈. 神农架地区米心水青冈萌枝过程的研究. *植物生态学报* ,1998 ,22 (5) :385 ~ 391.

[23] 贺金生 ,刘峰 ,陈伟烈 ,等. 神农架地区米心水青冈林和锐齿槲栎林群落干扰历史及更新策略. *植物学报* ,1999 ,41 (8) :87 ~ 89.

[25] 王希华 ,严晓 ,闫恩荣 ,等. 天童几种常绿阔叶林优势种在砍伐后萌枝更新的初步研究. *武汉植物学研究* ,2004 ,22 (1) :52 ~ 57.

[26] 宋萍 ,洪伟 ,吴承祯 ,等. 珍稀濒危植物桫欏种群结构与动态研究. *应用生态学报* ,2005 ,16 (3) :413 ~ 418.

[27] 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 (专刊 1) :6 ~ 10.

[28] 戚继忠 赫永福 李克元 ,等. 榛子种群空间格局及其动态的研究. *吉林林学院学报* ,1996 ,12 (2) 99 ~ 103.

[29] 张文辉 ,卢志军 李景侠 ,等. 陕西不同林区栓皮栎种群空间分布格局及动态的比较研究. *西北植物学报* ,2002 22 (3) :476 ~ 483.