

南亚热带演替群落的边缘效应及其对森林片断化恢复的意义

彭少麟

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510070)

摘要:通过对鼎湖山两个群落及其边缘群落的长期定位研究, 探讨南亚热带演替群落的边缘效应与森林片断化恢复。通过 16a 的定位研究, 从测度群落的物种结构、多样性、生物量与生产力等指标的比较表明, 马尾松林群落和混交林群落本身经过 16a 的演变, 虽然有所发展, 但变化不大, 群落性质没有改变; 边缘群落原非常接近马尾松林群落, 经过 16a 的演变, 已经发展成为混交林群落, 说明边缘效应的作用。边缘群落总体的边缘效应强度 E 值为 1.669, 其与各分量的边缘效应强度值均大于 1, 均为正效应。揭示了边缘效应在森林片断化的恢复过程的作用。在南亚热带优越的气候条件下, 由于边缘效应的作用, 自然植被的边缘扩张 100m 约需要 20 a 时间。

关键词:南亚热带; 演替群落; 边缘效应; 森林片断化; 恢复

Studies on edge effect of successional communities and restoration of forest fragmentation in low sub-tropics

PENG Shao-Lin (South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650, China)

Abstract: The dynamics of the ecotone of Pinus forest community and mixed forest community was studied with 16-years' permanent quadrat analysis and with comparing it to its adjacent communities. Species richness, diversity, organization level, leaf area index, biomass and productivity as well as comparative ordination and cluster techniques were used to analyze edge effect. The results showed that ecotonal community had developed into mixed forest, and it was near pine forest in the characteristics in 16 years ago. Its adjacent communities, pine forest and mixed forest had been their base states with some change in 16 years. The edge had moved over 100 m into pine forest. Time of edge affection lasted about 20 years in this type. The direction of edge effect was same as succession, and it speed up succession in ecotonal community more. It's a vary good case that edge effect is usefull for patch elimination after fragmentation.

Key words: edge effect; restoration; forest fragmentation; successional communities; low sub-tropics

文章编号: 1000-0933(2000)01-0001-08 中图分类号: Q145, S718.55 文献标识码: A

由于人类过度活动的结果, 片断化(破碎化, fragmentation)的森林代替了大面积的自然森林。森林片断化的结果形成了不同生态系统环境条件的斑块(patch), 斑块与斑块之间由边缘所分隔。边缘是连接两个生态系统(斑块)的特殊生态系统, 经受跨越它们边界两边的能流、养分和种类, 其结果生态系统靠近接触另一生态系统地方的种类成分、结构和生态学过程会有不同。因此, 边缘效应是两个相邻的生态系统相互作用的结果, 这种相互作用是生物的和非生物的综合作用过程。边缘效应对森林斑块的动态具有重要的影响, 尤其在消除森林片断化上的意义已被广泛接受并成了一般的概念^[1,2]。对边缘效应的过程、机理和一般规律的研究则成为生态学家关注的焦点之一。由于森林动态是一个漫长的过程, 对边缘效应的研究也需要长期地进行追踪观察。但迄今为止有关边缘效应的长期定位研究的报道很少见^[1~4], 这样很难完整地理解

基金项目: 国家自然科学基金重大项目(编号: 39899370), 广东省自然科学基金重大项目(编号: 980952), 中国科学院重大项目(编号: 980952)资助

收稿日期: 1999-08-20; 修订日期: 1999-11-15

边缘效应的作用,特别是其在森林片断化的恢复过程上的意义。

森林片断化现象在中国南方热带亚热带区域甚为严重^[5]。为了探讨森林边缘效应在森林的恢复与演替动态上的意义,1981年在鼎湖山自然保护区的马尾松林的边缘和中心处设点调查,16a(到1996年)后再次调查,以期对边缘效应在森林动态上的意义和在消除森林片断化过程上的作用有一个完整的了解。

1 样地概况与研究方法

1.1 研究样地

鼎湖山是中国最早的自然保护区之一,是联合国教科文组织人与生物圈定位研究站,世界自然保护网络的成员,也是中国科学院森林生态系统定位研究站。保护区位于广东省中部,东经 $120^{\circ}30'39''\sim 112^{\circ}33'41''$,北纬 $23^{\circ}09'21''\sim 23^{\circ}11'30''$ 。基岩为泥盆系的厚层砂岩、砂页岩。最高海拔为1000.3m。气候属季风南亚热带湿润气候型,冬夏气流交替明显。全年总辐射 $3727.8\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{a}$ 年光合有效辐射量 $1799.8\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{a}$ 。年均气温为 19.2°C ;最热月是7月, 25.9°C ;最冷月是1月, 11.0°C 。日均气温 $>10^{\circ}\text{C}$ 的积温约 7200°C ,热量丰富。区内雨量充沛,年降水量1878.3mm,70%集中在4~8月,11月至翌年2月雨量较少。年蒸发量为 921.6mm ,远小于降水。因而比较湿润,仅冬季稍干。年均相对湿度为80%,最干的11月也达69%。该区的土壤类型主要有赤红壤和黄壤。取样地为赤红壤,是南亚热带的地带性土壤。

保护区面积约有 1200hm^2 ,分布着多种植被类型。主要自然植被除了由于特殊生境而形成的沟谷雨林、河岩林和较高海拔的常绿阔叶林外,历史上大面积分布的是地带性的季风常绿阔叶林。由于人类过度活动的影响,1955年调查时大部分自然林已遭破坏,保留的地带性植被季风常绿阔叶林斑块主要从庆云寺至三宝峰,森林片断化后形成多种次生植被与人工植被斑块^[6]。现分布最广的是以马尾松为主的针叶林和针阔叶混交林^[7]。

本研究的边缘群落位于马尾松针叶林和针阔叶混交林生态系统间。马尾松群落是最早在荒坡成林的,是广东省分布面积最广的人工林,在本地带具有典型代表性^[6,7]。针阔叶混交林马尾松-椎树-荷木群落是人工或自然的马尾松林,由阔叶树的自然入侵而形成,是演替系列中间阶段的典型代表类型。两群落均已于1980年建立了永久样地,其坡度均为 $25\sim 30^{\circ}$,坡向南 10° 西,海拔 $200\sim 300\text{m}$ 。母岩均为沙页岩,土壤为赤红壤,土层较薄,一般厚度为 30cm 。两个永久样地代表两个群落的内部生境,其中马尾松群落永久样地离取样的边缘群落约 500m ,而混交林群落的永久样地离边缘群落约 1000m 。

1.2 研究方法

1.2.1 研究的时间系列 1980年在马尾松针叶林和针阔叶混交林设立永久样地,1981年初分别对两群落进行样地调查,1996年底再次进行全面调查。1981年在两群落的边缘群落(交错区)进行样地调查,16a后在原地段进行第二次调查,进行时间系列的前后对比,并与相邻的群落中的永久样地进行比较研究。共6个样地如下:1981年混交林群落,简称M81;1996年混交林群落,简称M96;1981年马尾松林群落,简称P81;1996年马尾松林群落,简称P96;1981年边缘群落,简称E81;1996年边缘群落,简称E96。

1.2.2 植被调查 对马尾松针叶林、针阔叶混交林和这两个群落的边缘群落,均分别调查10个 $10\times 10\text{m}^2$ 样地,对样地中的乔木层、灌木层和草本层进行每木调查,立木层记录每木高度和胸径,灌木层和草本层记录每木的高度和盖度。木本植物按高度和胸径分为5个级别:Ⅰ级,高度 50cm 以下;Ⅱ级,高度 50cm 以上,胸径 2.5cm 以下;Ⅲ级,胸径 $2.5\sim 8\text{cm}$;Ⅳ级,胸径 $8\sim 25\text{cm}$;Ⅴ级,胸径 25cm 以上。

1.2.3 群落结构分析 依据样地调查数据,进行群落和垂直空间各层次种的丰富度(richness)分析。并统计样地中各个种多度、频度、优势度,基于此计算种的重要值百分率。

用Shannon-Wiener多样性指数(SWI)^[8]和彭少麟等构建成的群落均匀度指标(PWI)^[9,10]来测定群落的组成结构(organization structure)。

1.2.4 群落生物量与生产力分析 鼎湖山各主要群落的生物量和生产力已被很好地研究^[11~13],并建立了鼎湖山各类型种群的二维生长关系式 $W=a(D^2H)^b$ 。其中 W 为植物各相应部分的生物量, D 为胸高半径, H 为树高。将数据代入各种群相应的生长关系式,并进行累加,得各样地的生物量。将16a前、后样地生物量的差除以16,得各样地的平均增长量。

1.2.5 群落相互关系及动态的测定 采用相似性百分率(percentage of similarity)^[14]测定样地的距离:

$$PS = 1 - 0.5 \sum |a - b| = \sum \min(a, b)$$

式中的参数 a 是样地或群落 A 的某一定量的值, b 是样地或群落 B 的某一定量的值, $0.5 \sum |a - b|$ 是样地的相异性百分率(percentage of different, 简称 PD), $\sum \min(a, b)$ 是样地或群落 A, B 间的某一定量的相对低值的总和。

进一步采用排序(ordination)和聚类分析(cluster analysis)^[8,14]测度各样地中相互关系与动态。

1.2.6 边缘效应强度的测定 应用彭少麟组建的公式^[15]来测度群落的边缘效应强度 E :

$$E = (1/X) \sum_{h=1}^x \left[m(Y_h - Y_h') / \sum_{i=1}^m (y_{hi} - y_{hi}') \right]$$

式中 m 为与边缘相邻的群落数; x 为用于测度强度的指标数; Y_h 为交错区里 t_1 时第 h 个指标 ($h=1, 2, \dots, x$), Y_h' 为 t_0 时的值; y_{hi} 为相邻的 i 个群落 t_1 时第 h 指标 ($i=1, 2, \dots, m$), y_{hi}' 为 t_0 时的值。该指数大于 1 说明具有正边缘效应, 小于 1 说明具有负效应; 高的值指示高的效应强度。

群落的综合边缘效应强度采用 6 个分量 ($x=6$)。各分量分别是种丰富度、个体多度、生物量增量、叶面积指数、群落物种多样性和群落均匀度。同时测定各分量的单因子边缘效应。

2 研究结果与分析

2.1 两个群落及其边缘群落的种类组成与结构变化

对两个群落及其边缘群落相隔 16a 的两次调查数据总结于表 1。从表 1 可以清晰地看到, 经过 16a 的演变, 混交林、马尾松林和边缘群落样地的丰富度均不断增加。乔木个体数中, 原马尾松群落增加 3 个个体, 混交林群落增加 108 个个体, 而边缘群落增加 125 个个体。马尾松群落中立木个体增加少的原因在于马尾松种群个体的不断减少, 其它种的个体发展很慢。边缘群落中立木个体增加少的原因在于马尾松种群个体的不断减少, 其它种的个体发展很慢。边缘群落中立木个体增幅最大(表 2)。在各群落的立木结构中, 最重要的特征是马尾松种群的重要值百分率的减少和其它优势种类的出现或发展(图 1)。群落的优势种增加, 朝着多优的常绿阔叶林这一地带性的顶极群落类型发展。

事实上, 立木结构变化的基本原因在于群落种类结构的变化。16a 的定点研究表明, 混交林、马尾松林和边缘群落样地的种类变化趋势是乔木种类不断增加, 而灌木和草本层的种类不断减少(表 3)。在森林群落中, 每年新进入种子库的种子是很多的, 其中只有一部分萌发, 而能生存发展的个体就更少了。上层林冠的发展使许多个体缺少必要的阳光不能生存, 许多种会消退。在乔木各层中, 由于马尾松种群的衰亡, 新种群能否发展是影响个体数的主要因素。在马尾松群落的样地中, 16a 新增加 3 个种, 总个体数增加很少; 混交林和边缘群落的样地中分别增加了 8、9 个种, 总个体数增加均超过 100。尤其是边缘群落, 种数和个体数均增加最大, 边缘效应很明显。

用群落的物种多样性指数、均匀度指标测定 16a 前后的群落组成结构(表 4)表明, 随着演替的进展, 各群落的物种多样性均不断增加, 均匀度指数也不断增加, 表明群落结构不断优化。群落的组成结构趋于多层次、复杂化和均匀化。其中发展速度以边缘群落为最快, 从对多样性指数和均匀度指数的排列中可以看出, 其指数值已高于 1981 年的混交林群落, 已很接近于现有的混交林, 说明原边缘群落的组成结构现已演变为混交林群落了。

2.2 两个群落及其边缘群落的生物量与生产力的变化

在演替进程中, 随着森林的发展, 各森林群落的生物量不断积累增大(表 5), 各群落的平均生产力也不断地增加, 其中的增幅以边缘群落为最大。马尾松林群落中由于马尾松的不断衰亡, 而其它种群发展很慢, 只增加 3 个种, 生物量在 16a 中只增加了 $1.209\text{kg}/\text{m}^2$, 现群落生物量为原群落的 118.28%; 混交林群落增加了 $9.846\text{kg}/\text{m}^2$, 为原群落的 160.53%; 而边缘群落却增加了 $9.652\text{kg}/\text{m}^2$, 为原群落的 238.58%, 体现明显的边缘效应。在生物量和生产力的增加过程中, 叶面积指数^[13]是影响变化的一个主要因素(图 2)。

表 1 马尾松林、针阔叶混交林和两边缘群落 16a 前后的样地数据

Table 1 Quadrat data of ecotone and its adjacent communities. Pinus forest and mixed forest (tree richness, $DBH > 2.5$ cm)

树种 Species	混交林 Mixed forest				马尾松林 Pinus forest				边缘群落 Ecotonal community			
	1981		1996		1981		1996		1981		1996	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
马尾松 ^①	63	30.47	30	24.93	79	74.02	48	61.49	87	77.08	52	26.53
荷木 ^②	42	17.99	33	13.06	1	8.05	34	26.19	1	3.05	46	16.98
红车 ^③	2	1.22	3	2.00							16	8.25
锥栗 ^④	21	11.77	32	12.01					3	8.00	26	13.06
黄果厚壳桂 ^⑤	8	6.97	50	11.00							24	9.96
藜蒴 ^⑥	2	1.22	25	6.65							22	8.22
鼎湖钓樟 ^⑦			2	1.00								
豺皮樟 ^⑧	5	4.09	40	5.81							1	1.02
罗伞树 ^⑨	3	1.48	20	1.00							2	1.40
柳叶空心花 ^⑩			6	3.06							7	2.21
黄牛木 ^⑪			1	0.05								
网脉山龙眼 ^⑬	7	3.93	5	1.10							7	2.07
降真香 ^⑭	11	7.06	23	5.46			3	3.83	9	7.64	7	3623
三叉苦 ^⑮			2	0.84	3	8.96	2	3.35				
九节 ^⑯			3	1.70							2	1.05
柬埔寨新木姜 ^⑰	3	1.48										
桃金娘 ^⑱	6	3.60							4	4.23		
毛稔 ^⑲	1	1.00										
多花山竹子 ^⑳	13	5.50									6	1.66
谷木 ^㉑			2	2.02								
橄榄 ^㉒			1	1.06								
云南银柴 ^㉓			3	1.71			1	1.73			3	1.11
罗浮柿 ^㉔	2	1.22	2	1.11			1	1.68				
岭南山竹子 ^㉕			11	2.43	4	9.00						
华润南 ^㉖			1	0.05								
鸭脚木 ^㉗	1	1.00										
光叶山矾 ^㉘							1	1.73				
硬叶楠 ^㉙											1	0.089
斑叶珠砂根 ^㉚											8	2.36
总计 Total	190	100	298	100	87	100	90	100	104	100	229	100

① *Pinus massoniana* ② *Schima superba* ③ *Syzygium rehderianum* ④ *Castanopsis chinensis* ⑤ *Cryptocarya concinna* ⑥ *Castanopsis fissa* ⑦ *Lindera chunii* ⑧ *Litsea rotundifolia* ⑨ *Ardisia quinquegona* ⑩ *Maesa sancifolia* ⑪ *Craetoxylon ligustrifolium* ⑬ *Helicia reticulata* ⑭ *Acronychia pedunculata* ⑮ *Evodia lepta* ⑯ *Pæychotria rubra* ⑰ *Neolitsea cambodiana* ⑱ *Rhodomyrtus tomentosa* ⑲ *Melastoma sanguineum* ⑳ *Garcinia multiflora* ㉑ *Memecylon ligustrifolium* ㉒ *Canarium album* ㉓ *Aporosa yunnanensis* ㉔ *Biospyros morrisiana* ㉕ *Garcinia oblongifolia* ㉖ *Machilus chinensis* ㉗ *Schefflera octophylla* ㉘ *Symplocos lanciifolia* ㉙ *Machilus phonicis* ㉚ *Ardisia punctata*

* A 为个体数, B 为重要值百分率. A means individuals; B means IV percentage.

2.3 二个群落及其边缘群落的相互关系与动态分析

以群落物种丰富度为指标,测定各样地的相似性百分率 PS 。结果如群落相似性和相异性半矩阵。矩阵中的混交林群落与原典型的马尾松林群落的相异性值均为 60,表明这两个群落的结构有很大差异。

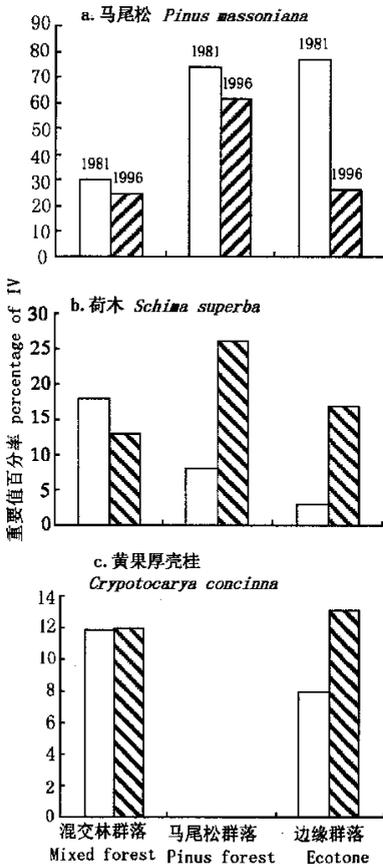


图 1 两个群落与其相邻的边缘群落优势种的重要值百分率 16a 的变化

Fig. 1 The change of percentage of important values of dominant species in ecotone and its adjacent communities in 16 years

表 2 两个群落与其相邻的边缘群落乔木层 16a 来的变化
Table 2 Change of tree richness in ecotone and its adjacent communities in 16 years

群落	年份	乔木径级 Tree DBH			计
		Ⅲ	Ⅳ *	Ⅴ *	
马尾松群落 ^①	1981	18	57	12	87
	1996	35	46	9	90
边缘群落 ^②	1981	28	53	13	104
	1996	131	79	29	229
混交林群落 ^③	1981	73	82	35	190
	1996	172	93	33	298

* 乔木径级 Tree DBH, ① Pinus community, ② Ecotone community, ③ Mixed community

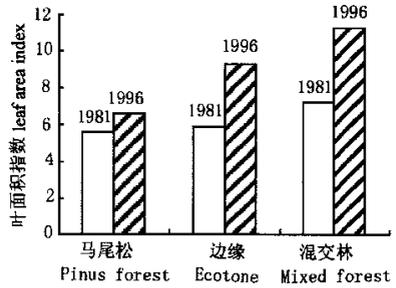


图 2 两个群落与其相邻的边缘群落叶面积指数 16a 的变化

Fig. 2 The change of leaf area indexes of ecotone and its adjacent communities in 16 years

群落相似性半矩阵

在群落相似性半矩阵的基础上进行聚类分析, 其结果如图 3 所示。在相异性百分率为 27.04 点上, M96、M81 和 E96 三个样地聚合成为一组; 在相异性百分率为 29.37 点上, P96、P81 和 P81 三个样地聚合成为一个组, 这说明这两个组的组内样地的性质是非

表 3 两个群落与其相邻的边缘群落种数的变化

Table 3 The change of species number in ecotone and its adjacent communities in 16 years

群落 Community	年份 Year	径级 DBH class					
		草、苗 Grass & Nursery	灌木 Shrub			乔木 Tree	
			I	II	III	IV	V
马尾松群落 <i>Pinus</i> community	1981	48	24	3	3	1	4
	1996	18	17	3	4	2	7
边缘群落 Ecotone community	1981	43	27	4	4	1	5
	1996	29	33	16	7	4	16
混交林群落 Mixed community	1981	41	47	14	9	3	13
	1996	22	25	16	9	4	21

表 4 两个群落与其相邻的边缘群落组织结构 16a 的变化

Table 4 The change of organization level in ecotone and its adjacent communities in 16 years(Tree layer)

	混交林群落		马尾松林群落		边缘群落	
	<i>Pinus</i> community		Ecotone community		Mixed community	
	1981	1995	1981	1995	1981	1995
种数 Species	13	21	4	7	5	16
总个体数 Total individuals	190	298	87	90	104	229
多样性指数 Diversity index	3.003	3.774	0.572	1.512	0.910	3.242
均匀度指数 Evenness index	0.812	0.944	0.286	0.540	0.394	0.899

表 5 两个群落与其相邻的边缘群落生物量 16a 的变化

Table 5 The change of biomass (kg/m²) of three communities in 16 years

	年 Year	叶 Leaf	干 Truck	枝 Branch	根 Root	总计 Total
马尾松群落	1981	0.678	3.402	0.688	1.844	6.613
<i>Pinus</i> community	1995	0.802	4.024	0.814	2.181	7.822
边缘群落	1981	0.715	3.583	0.725	1.942	6.965
Ecotone community	1995	1.130	8.052	2.023	5.412	16.617
混交林群落	1981	1.123	7.866	1.984	5.294	16.267
Mixed community	1995	1.754	12.698	3.169	8.492	26.113

* 灌木和草本层的枝合于茎项。The truck contents the branch of shrub and herb.

两个群落与其相邻的边缘群落的相似性和相异性半矩阵如下:

群落相异性半矩阵						
混交林 95	28.15	54.97	63.75	20.67	58.56	
71.85	混交林 81	46.49	61.48	25.93	47.82	
45 * 2	53.51	马尾松林 95	27.11	52.15	31.63	
36.25	38.52	72.89	马尾松林 81	65.42	22.93	
79.33	74.07	47.85	34.58	边缘群落 95	59.19	
41.44	52.18	68.37	77.07	40.81	边缘群落 81	

群落相似性半矩阵

常接近的。而这两个组却需在相异性百分率为 55.16 才能聚合在一起,说明这两组的组间的性质很不一致。

图 4 是 6 个样地的极点排序图。图 4 的结果与图 3 相同,并进一步说明了 6 个样地的相互关系与动态。从图 4 可以看出 P96、P81 和 E81 集中在图的左上角,可以视这三个样地为性质一样的,如果以 P81 的样地代表典型的马尾松林群落,以其为原点测得与 P96 和 E81 的群落的排序距为 25.96、19.19,表明这三个群落的理论距离很小,基本属于马尾松林类型,马尾松林群落本身经过 16a 的演变,虽然有所发展,但变化不大,群落性质没有改变;但 P81 与 M96、M81、E96 的排序距分别为 83.37、83.47 和 88.82,可以视为性质不同的另一组群落。M96、M81、E96 三个样地集中在图的右下角,可以看成是性质一样的另一群落,如果以 M81 的样地代表典型的混交林群落,以其为原点测得与 M96 和 E96 的排序距为 5.78 和 9.07,表明这三个群落的理论距离更小,基本属于混交林类型,或者说边缘群落原非常接近马尾松林群落,经过 16a 的演变,已经发展成为混交林群落;而

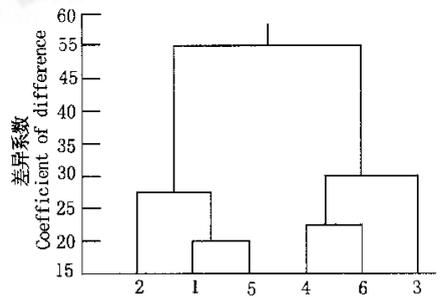


图 3 两个群落与其相邻的边缘群落 16a 动态聚类分析图

Fig. 3 The cluster of dynamics of ecotone and its adjacent communities in 16 years

混交林群落本身经过 16a 的演变, 虽然有所发展, 但变化不大, 群落性质没有改变。集中在图的左上角的三个样地与集中在图的右下角的三个样地相隔甚远, M81 与 P81、P96 和 E81 的排序距为 83.47、57.51 和 64.76, 这说明这二组群落的性质非常不同。边缘群落的动态, 非常清楚地说明了边缘效应的结果。

3.4 边缘效应强度

应用彭少麟组建的公式^[15]测定群落综合的边缘效应强度, 及其各分量的边缘效应强度, 结果表明各值均大于 1, 均为正效应。

群落的综合边缘效应强度为 1.669。但各分量的边缘效应强度不同。种丰富度分量的边缘效应强度为 2.00, 个体多度为 2.25, 生物量增量(生产力)为 1.746, 叶面积指数为 1.346, 群落物种多样性为 1.363, 群落均匀度为 1.308。可以看出各分量中以种的丰富度和个体数的效应为最大, 生物量(生产力)效应次之, 群落的组成结构效应强度相对较小。

4 讨论

4.1 边缘效应与森林片断化恢复速率

生态学家对森林边缘的理解基本是一致的, 认为“边缘”既是一种状态, 也是经历片断化的森林“岛屿”向外边扩张的前沿, 或者说是森林具有扩张效应的地方。森林边缘效应在消除森林片断化上的作用也已被绝大多数学者广泛肯定并成为一般的概念^[2]。然而边缘效应对消除森林片断化的过程和功能机理并未得到很好地揭示, 这是因为这一过程较漫长, 而现在的研究实例没多少是探索边缘动态时间效应的。边缘是动态的, 但是, 边缘效应所持续的时间, 即所“标志”的边缘植被上的边缘效应并不是永久不变的。然而, 对边缘效应变化的过程、方向以及机理的完整了解, 需要长期的定点观察, 这方面的研究是非常缺乏的。

本研究经过 16a 的定位研究表明, 原马尾松林和混交林的交错区群落, 经过 16a 演变, 已发展为混交林群落, 这一点已经由种的丰富度、种多样性结构、群落的组织结构、生物量与生产力的分析, 以及群落间的聚类分析和排序分析所证实。而经过 1996 的调查, 马尾松林和混交林的边缘区群落已向马尾松林群落移动 100 多米。考虑到原标定的边缘群落的种类构成的原因, 可以说这两种群落的边缘区的持续时间约为 20a 左右。虽然不同类型的边缘产生的边缘效应压力的持续时间不同, 但在南亚热带优越的气候条件下, 由于边缘效应的作用, 自然植被的边缘扩张 100m 约需要 20a 时间。

4.2 边缘效应与森林群落的演替

边缘效应与森林群落的演替均为森林生态系统的动态过程^[16~18]。群落的边缘演替过程, 由于边缘效应而显得复杂, 具有特殊性^[19, 20]。

马尾松林和混交林的边缘区群落的边缘效应, 是马尾松林群落和混交林群落相互作用的表达, 其结果是边缘区逐渐向马尾松林移动, 原边缘区逐渐消失; 反过来也说明混交林群落的不断扩张。这种边缘效应的方向与鼎湖山乃至整个地带的植被演替方向是一致的。

在中国南亚热带植被的主要演替途径是经过先锋的针叶林→针阔叶混交林→季风常绿阔叶林的发展过程^[21, 22]。这种动态是受本地带的生态综合作用过程所决定的。马尾松或其它松属在荒地具有高的生活力并生长很快, 但成林后结构简单, 盖幕作用小, 透光率大, 高温低湿, 日夜温差较大。但其生长为阳生性树种, 诸如椎粟、荷木等提供较好的环境, 这些阳生性树种入侵马尾松针叶林并生长良好, 林内盖幕作用和阴蔽条件增加。结果, 马尾松种群不能自然更新而消亡, 但中生性树种, 诸如厚壳桂和黄果厚壳桂等却有了合适的生境而成为优势种群, 群落更为复杂, 阳生性树种也渐渐消亡, 群落趋于以中生性树种为优势的接近气候顶极的顶极群落。这就是这个区域中的群落演替机理^[21, 22]。基于此可以知道, 混交林群落也是演替发展中

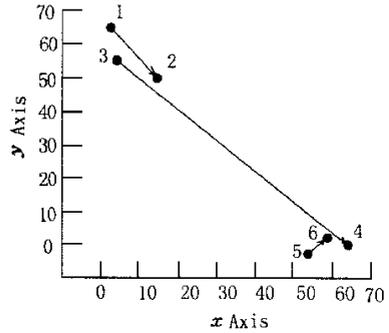


图 4 两个群落与其相邻的边缘群落 16a 动态极点排序图

Fig. 4 Polar ordination of dynamics of ecotone and its adjacent communities in 16 years

1 = P81, 2 = P96, 3 = E81, 4 = E96, 5 = M81, 6 = M96

的群落,最终也将发展成为地带性的季风常绿阔叶林群落。这可以从该群落经 16a 的发展,中生性的种类如黄果厚壳桂、九节等的发展得到证明(表 1)。由图 4 可以看出,16a 前的边缘群落和马尾松林群落性质非常接近,图中的箭头指示它们都是朝着混交林的方向发展,但边缘群落的演变要快得多,可以说边缘效应大大地加速了群落演替的进程。图 4 也说明,16a 间混交林 M81 演变为 M96,其理论距离为 5.78,指示了混交林自身的群落演替也是相对较慢的;而 16a 间马尾松林 P81 演变为 P96,其理论距离为 25.96,变化比混交林大;而 16a 间边缘群落 E81 演变为 E96,其理论距离高达 70.59,演替的速度极大。从历史上考证^[6,7],无论马尾松林群落还是混交林群落均为次生,原生植被为季风常绿阔叶林,由于人类活动的过度干扰,原生群落被破坏而形成现在的群落斑块。边缘效应的结果将加速群落的恢复演替。

参考文献

- [1] Raejmanek M, Richardson D M. What attributes make some plant species more invasive? *Ecology*, 1996, **77**(6): 1655~1661.
- [2] Carolina Murcia. Edge effect in fragmentation forests. *Conservation Biology*, 1995, **9**(3):661~668.
- [3] Depietri D E. Alien shrubs in a national park: Can they help in the recovery of national degraded forest? *Bio. Conserv.*, 1992, **62**:127~130.
- [4] Green D G. Connectivity and complexity in landscapes and ecosystems. *Pacific Conservation Biology*, 1994, **1**(3):194~200.
- [5] Fang W & Peng S. Development of species diversity in the restoration process of establishing a tropical man-made forest ecosystem in China. *Forest Ecology and Management*, 1997, **99**:185~196.
- [6] 王伯荪, 马曼杰. 鼎湖山自然保护区森林群落的演变. 热带亚热带森林生态系统研究. 1982, **1**:142~156.
- [7] 王铸豪, 等. 鼎湖山自然保护区的植被. 热带亚热带森林生态系统研究. 1982, **1**:77~141.
- [8] Cox G W. 蒋有绪译. 普通生态学实验手册. 北京: 科学出版社, 1979.
- [9] 彭少麟. 广东亚热带森林群落的生态优势度. 生态学报, 1987, **7**(1):36~42.
- [10] 彭少麟, 周厚诚, 陈天杏, 郭少聪. 广东森林群落的组成结构数量特征. 植物生态学与地植物学学报, 1989, **13**(1): 10~17.
- [11] Peng Shaolin & Zhang Zhuping, Biomass, Productivity and energy use efficiency of climax vegetation on Dinghushan, Guangdong, China. *Science in China (Series B)*, 1995, **38**(1):67~73.
- [12] 彭少麟, 张祝平. 鼎湖山针阔叶混交林的第一性生产力研究. 生态学报, 1994, **14**(3):300~305.
- [13] 任海, 彭少麟. 鼎湖山森林群落的几种叶面积指数测定方法的比较. 生态学报, 1997, **17**(2):220~223.
- [14] Kershaw A & Looney H. *Quantitative and dynamic plant ecology*. Thomson Litho Ltd, Scotland. 1985.
- [15] 彭少麟. 森林群落边缘效应之研究. 中国科协首届青年学术年会论文集. 北京: 中国科学出版社. 1992, 420~425.
- [16] Knapp R. *et al.* 1977. 宋永昌, 等译. 植被动态. 北京: 科学出版社, 1984.
- [17] Miles J. *Vegetation Dynamics*. Halsted Press, N. Y., 1979.
- [18] Shugart H H. *A theory of forest dynamics*. Springer-Verlag, ToKyo. 1984.
- [19] Odum E P. The strategy of ecosystem development. *Science*, 1969, **164**:262~270.
- [20] West D C, *et al.* *Forest Succession*. Springer-Verlag, N. Y., 1981.
- [21] Peng Shaolin & Fang Wei. Studies on dynamic of dominant populations in Dinghushan forest in succession. *Biodiversity*, 1995, **3**:1~11.
- [22] Peng Shaolin & Wang Bosun. Forest succession at Dinghushan. Guangdong, China. *Chinese J. Bot.*, 1995, **7**(1):75~80.