

城市化过程中森林 meta 种群结构及动态分析

郭 砾¹, 夏北成¹, 余世孝², 宋燕曦²

(1. 中山大学环境科学与工程学院, 广东 广州 510275; 2. 中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275)

摘要: 采用样地每木调查法, 通过丰富度、均匀度、多样性、层次结构复杂性和直径结构复杂性等指数进行分析比较, 研究了快速城市化过程中深圳市不同立地等级黄牛木 meta 种群结构。结果表明: 黄牛木群落以黄牛木 [*Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Blume] 和豹皮樟 [*Litsea rotundifolia* var. *oblongifolia* (Nees) Allen] 两物种紧密组合为基本特征, 立地等级越高, 物种竞争力越强。立地条件好的黄牛木群落物种丰富度、均匀度和多样性比立地条件差的分别高 1.58~1.85 倍、0.67~0.87 倍和 1.34~1.60 倍, 说明缀块生境变差将导致群落层次结构趋于简单, 群落不稳定。受城市化影响, 黄牛木 meta 种群在台湾相思 (*Acacia confusa* Merr.) 群落和梅叶冬青 [*Ilex asprella* (Hook. et Arn.) Champ. ex Benth.] 群落中明显占据优势种地位, 群落有逆向演变趋势。今后应着力保护群落上层乔木层物种, 改善群落缀块生境。

关键词: meta 种群; 逆向演替; 群落结构; 快速城市化

中图分类号: Q948.15 文献标识码: A 文章编号: 1004-0978(2006)01-0045-06

Analysis of forest meta-population structure and dynamics during the urbanization GUO Luo¹, XIA Bei-cheng¹, YU Shi-xiao², Song Yan-tun² (1. School of Environment & Engineering Science, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China; 2. School of Life Science, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2006, 15(1): 45-50

Abstract: Based on sample investigation and analysis of richness, evenness, diversity, structure complexity of forest community, the structures of *Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Blume population in different site classes were studied during the fast urbanization of Shenzhen City. The research results showed that *C. cochinchinense* and *Litsea rotundifolia* var. *oblongifolia* (Nees) Allen were closely relative species in *C. cochinchinense* population, and species competition trended stronger under better site condition. Richness, evenness and diversity of *C. cochinchinense* population in better site were 1.58-1.85, 0.67-0.87 and 1.34-1.60 times higher than those in poor site. It revealed that when patch habitat became poor, community structure would go forward simpleness and unstableness. In the process of urbanization, *C. cochinchinense* meta population became more dominant in *Acacia confusa* Merr. community and *Ilex asprella* (Hook. et Arn.) Champ. ex Benth. community, these would promote regressive succession process of forest communities. Enriching layer structure and improving patch habitat of forest communities are very important measures to control regressive succession process from subtropical evergreen broad-leaves forest to secondary shrub forest. The study of meta population structure could be used to guide conservation and utilization of forest resources.

Key words: meta-population; regressive succession; community structure; fast urbanization

Meta 种群为“经常局部性灭绝, 但又重新定居而再生的种群所组成的种群”, 最早由美国生态学家 Levins 于 1970 年提出。广义的理解认为, meta 种群是在空间上占据非连续生境斑块的种群集合体, 只要斑块之间存在个体或繁殖体的交流, 不论是否有局部种群的周转, 均称为 meta 种群^[1]。meta 种群理论为在局部种群之上的空间尺度上描述种群的生态学过程提供了一种途径。meta 种群也即复合

种群^[2-4], “复合”一词强调空间复合体特征, 不同的 meta 种群具有不同的结构特征, 表征其空间异质性、物种的复杂性、群落的稳定性和景观多样性^[5]。受快速城市化过程的影响, 城市森林各种 meta

收稿日期: 2005-05-26

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30370254)

作者简介: 郭 砾(1975-), 女, 山东济南人, 博士后, 研究方向为森林生态学与景观生态学。

种群无论在景观尺度上斑块生境之间,或在斑块水平上种群之间,均发生强烈和频繁的相互作用或交换,导致其结构和生态过程快速变化,这一生态演变过程可能对城市生态、景观生态、环境生态和城市生态安全格局构成难以预见的影响,亦可能更为隐蔽和严重^[6,7]。

国内关于 meta 种群的研究实例较少,仅为概念和模型介绍,如描述 meta 种群结构和遗传后果以及 meta 种群动态的耦合映象格子模型^[8,9]。国外对 meta 种群概念和理论的研究正在逐步深入,研究热点集中在 meta 种群动态和模型方向^[10]。动态的研究分别在亚种群、缀块或复合种群尺度和景观尺度 2 个空间尺度上展开;模型研究也由简单的空间显式复合种群模型发展为复杂的计算机模拟模型,如 Kajetan 研究了欧洲野牛 meta 种群的保护^[11]。目前对 meta 种群的野外研究才刚刚开始,这一理论对景观生态学和保育生物学均有重要意义^[12]。

黄牛木 [*Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Blume] 为小乔木,阳性树种,主产广东、广西和海南,在缅甸、马来西亚以及印尼均有分布,黄牛木属 (*Cratoxylum* Blume) 全部 6 种中,中国有 3 种,包括黄牛木、毛叶黄牛木 (*C. dasphyllum* Hand.-Mazz.) 和红芽木 [*C. formosum* subsp. *pruniflorum* (Kurz) Cogelin]。热带雨林和山地雨林因人为干扰等易形成偏干性次生灌木群落,其中黄牛木次生灌木群落极具代表性。深圳是快速城市化最为典型的城市,目前原生植被早已所剩无几,城市化之前所营建的各种人工针叶林、针阔混交林和常绿阔叶林虽然已构成了城市森林的主体,但已明显地呈现“衰退”状态^[13,14]。笔者以深圳市黄牛木 meta 种群为例,研究其结构特征及演变趋势,以期在城市化过程中森林生态恢复提供依据。

1 研究方法

1.1 自然概况

深圳市是中国南部沿海城市,东经 113°46' 至 114°37', 北纬 22°27' 至 22°52', 地处亚热带海洋气候,气候温和,雨量充沛。全境地势东南高,西北低,多为低山、平缓台地和阶地丘陵。土地覆盖格局变化表现为由特区内向特区外梯度转变的空间分异规律。地带性植被类型为常绿季雨林。

1.2 研究方法

选择深圳下围岭北坡、南坡和雷公坳北坡的黄牛木次生灌木群落分布地段,依据群落内光照强度和土壤干湿状况确定群落立地等级,按差、中等和好 3 级设置 10 m × 10 m 样方共 36 个。采用每木调查法测定高度在 1.5 m、胸径在 1 cm 以上的个体,统计物种多度,用对比分析法和层次分析法研究物种组成特征。通过重要值(重要值为相对频度、相对密度和相对显著度之和)排序比较丰富度、均匀度、多样性、层次结构复杂性和直径结构复杂性指数,分析不同立地等级黄牛木群落结构以及多样性和复杂性;以组成特征分析黄牛木在台湾相思 (*Acacia confusa* Merr.) 和梅叶冬青 [*Ilex asprella* (Hook. et Arn.) Champ. et Benth.] 群落中的地位 and 动态,以黄牛木 meta 种群在广东植被中的分布和生存空间为依据说明其形成机制。采用的计算公式^[15-17]如下:

1) Simpson 多样性指数:

$$D_{sp} = N(N-1) / \sum_{i=1}^s n_i(n_i-1)$$
, 式中: N 为总个体数; n_i 为某物种个体数; s 为物种数。

2) Shannon - Wiener 多样性指数:

$$D_{sw} = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$
, 式中: P_i 为某物种相对密度(%)。

3) Gleason 丰富度指数:

$$R_{gl} = S / \ln A$$
, 式中: A 为样地面积(m^2)。

4) Margalet 丰富度指数:

$$R_{mg} = (S-1) / \ln N$$
。

5) Simpson 均匀度指数:

$$E_{sp} = D_{sp} / \ln S$$
。

6) Shannon - Wiener 均匀度指数:

$$E_{sw} = D_{sw} / \ln S$$
。

7) Simpson 物种结构复杂性指数(物种层次或直径结构多样性):

$$H_{isp} = n_i(n-1) / \sum_{j=1}^k n_{ij}(n_{ij}-1)$$
, 式中: n_{ij} 为某物种层次或直径结构的个体数。

8) Shannon - Wiener 物种结构复杂性指数(物种层次或直径结构多样性):

$$H_{isw} = - \sum_{j=1}^k P_{ij} \ln P_{ij}$$
, ($k=1, 2, 3, 4$), 式中: P_{ij} 为某物种层次或直径结构相对密度(%)。

9) Simpson 群落均匀度指数：

$$H_{sp} = \sum_{j=1}^s P_i H_{isp} \circ$$

10) Shannon - Wiener 群落均匀度指数：

$$H_{sw} = \sum_{j=1}^s P_i H_{isw} \circ$$

2 结果和分析

2.1 黄牛木群落结构特征与多样性

2.1.1 组成结构与特征 不同立地等级黄牛木群落特征和优势种重要值见表 1 和表 2。黄牛木 meta 种群属亚热带常绿灌木状次生植被，群落外貌呈浅绿色，季相变化十分明显；平均高度 4~5 m，最大株高为 12.4 m；黄牛木占绝对优势地位，重要值最大，其次为豹皮樟。较为常见的种类有银柴〔*Aporosa*

chinensis (Champ.) Merr.]、降真香〔*Acronychia pedunculata* (Linn.) Miq.]、荚蒾〔*Viburnum dilatatum* Thunb.)、木腊树〔*Toxicodendron sylvestri* (Sieb. et Zucc.) Kuntze]、马缨丹〔*Lantana camara* Linn.)、九节〔*Psychotria rubra* (Lour.) Poir.]、潺槁木姜子〔*Litsea glutinosa* (Lour.) C. B. Rob.]、梅叶冬青等。黄牛木处于群落上层，期间有零星分布的栎楠〔*Phoebe zhenan* S. Lee et F. N. Wei]、佛手榕〔*Ficus hirta* Vahl.]、台湾相思、土沉香〔*Aquilaria sinensis* (Lour.) Gilg] 等。草本层主要有芒箕〔*Dicranopteris dichotoma* (Thb.) Bernh.]、类芦〔*Neyraudia reynaudiana* (Kunth) Keng]、乌毛蕨〔*Blechnum orientale* L.) 等。藤本植物有羊角拗〔*Strophanthus divaricatus* (Lour.) Hook. et Arn.]、蔓九节〔*Psychotria serpens* Linn.) 等。

表 1 不同立地等级的黄牛木群落特征(取样面积 600 m²)

Table 1 Characteristics of *Cratogeomys cochinchinense* (Lour.) Blume community in different site classes (area 600 m²)

取样地点 Sample zone	立地等级 Site class	平均株高/m Height	总密度/株·hm ⁻² Total density	密度/株·hm ⁻² Density	相对密度/% Relative density	CL ¹⁾
下围岭南坡 South slope of Xiaweiling	较差 Poor	4.1	4 617	2 767	59.9	78.1
雷公坳北坡 North slope of Leigongli	中等 Middling	4.7	7 483	4 067	54.3	64.3
围岭东南坡 Southeast slope of Weiling	较好 Better	5.0	11 510	4 217	36.6	50.8

¹⁾ CL: 黄牛木与豹皮樟相对密度(%) Relative density of *C. cochinchinense* and *Litsea rotundifolia* var. *oblongifolia* (Nees) Allen.

表 2 不同立地等级黄牛木群落优势种的重要值

Table 2 Important value of dominant species of *Cratogeomys cochinchinense* (Lour.) Blume community in different site classes

种类 Species	立地等级 Site class	多度 Abundance	相对频度 Relative frequency	相对密度 Relative density	相对显著度 Relative prominence	重要值 Value
黄牛木 <i>Cratogeomys cochinchinense</i>	较差 Poor	166	15.0	59.3	74.3	148.6
豹皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i> var. <i>oblongifolia</i>		52	15.0	18.8	7.5	41.3
荚蒾 <i>Viburnum dilatatum</i>		18	12.5	6.5	4.8	23.8
潺槁木姜子 <i>Litsea glutinosa</i>		11	12.5	4.0	1.7	18.2
木腊树 <i>Toxicodendron sylvestri</i>		10	10.0	3.6	3.8	17.4
银柴 <i>Aporosa chinensis</i>		8	10.0	2.9	2.3	15.2
黄牛木 <i>Cratogeomys cochinchinense</i>	中等 Middling	244	10.0	54.3	62.9	127.2
豹皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i> var. <i>oblongifolia</i>		45	10.0	10.0	5.6	25.6
梅叶冬青 <i>Ilex asprella</i>		33	10.0	7.4	5.8	23.2
木腊树 <i>Toxicodendron sylvestri</i>		30	8.3	6.7	6.5	21.5
荚蒾 <i>Viburnum dilatatum</i>		20	10.0	4.5	6.9	21.4
梔子花 <i>Gardenia jasminoides</i>		15	8.3	3.3	0.7	12.4
黄牛木 <i>Cratogeomys cochinchinense</i>	较好 Better	253	5.4	36.5	47.3	89.2
豹皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i> var. <i>oblongifolia</i>		99	5.4	14.3	4.8	24.5
木腊树 <i>Toxicodendron sylvestri</i>		39	5.4	5.6	6.8	17.8
潺槁木姜子 <i>Litsea glutinosa</i>		11	4.5	1.6	8.2	14.3
海南破布叶 <i>Microcos chungii</i>		26	5.4	3.8	3.7	12.9
马缨丹 <i>Lantana camara</i>		29	4.5	4.2	1.4	10.1

立地等级显著影响群落组成结构,尤其是总密度的变化最明显。处于立地等级较差的北坡的样地,物种数明显地低于立地等级较好的东南坡向样地。群落中优势种较集中,以黄牛木和豹皮樟两物种紧密组合为基本特征。随立地等级的提高,黄牛木与豹皮樟的相对密度、相对显著度和重要值均呈减少趋势,表明立地条件越好各物种竞争力越强。黄牛木的主要竞争伙伴为豹皮樟,主要竞争对象为荚蒾、潺槁木姜子、梅叶冬青、马樱丹、木腊树和银柴等。

对研究样地相对密度、相对显著度、重要值和个体平均显著度进行排序,涉及18个物种,其中黄牛木、豹皮樟、荚蒾、潺槁木姜子、银柴、降真香、木腊树7个物种为群落主要组成种,是黄牛木 meta 种群的优势种或伴生种。而大叶相思 (*Acacia auriculaeformis* A. Cunn. ex Benth.)、马占相思 (*Acacia mangium* Willb)、余甘子 (*Phyllanthus emblica* Linn.)、桢楠、土沉香的相对显著度和重要值小,但由于个体显著且居于群落上层,多为单个体或双个

体显著种,个体显著种多为原生植被退化过程中的残留种。

受群落不同缀块生境的制约,黄牛木 meta 种群至少包括4个主要亚种群(或重要群):黄牛木+豹皮樟+潺槁木姜子+木腊树;黄牛木+豹皮樟+木腊树+银柴;黄牛木+豹皮樟+梅叶冬青+木腊树;黄牛木+豹皮樟+木腊树+马樱丹。

2.1.2 多样性与复杂性特征 不同立地等级黄牛木群落物种多样性与结构复杂性指数见表3。立地条件好的群落物种丰富度要比立地条件差的高1.58~1.85倍、均匀度高0.67~0.87倍,多样性高1.34~1.60倍,说明缀块生境的差异直接影响物种丰富度、均匀度和多样性。结果表明,当群落缀块生境向差的方向变化时,群落物种丰富度、均匀度和多样性均下降;某些物种个体数减少,甚至可能消失,群落的稳定性降低;导致群落层次结构趋于简单和直径结构复杂,个体数在垂直空间上集中分布,群落直径结构也更复杂;个体径级分布的破碎,使群落的不稳定性增加。

表3 不同立地等级黄牛木群落物种多样性与结构复杂性指数¹⁾

Table 3 Species diversity and structure complexity indices of *Cratogeomys cochinchinense* (Lour.) Blume community in different site classes¹⁾

立地等级 Site class	丰富度 Richness		均匀度 Evenness		多样性 Diversity		层次结构复杂性 Layer structure complexity		直径结构复杂性 Diameter structure complexity	
	R_{Gl}	R_{mg}	E_{sp}	E_{sw}	D_{sp}	D_{sw}	H_{sp}	H_{sw}	H_{sp}	H_{sw}
较差 Poor	2.19	2.31	0.95	0.52	2.50	1.37	2.27	0.87	6.08	1.74
中等 Middling	3.44	3.44	1.01	0.57	3.13	1.77	2.41	0.88	4.95	1.57
较好 Better	6.25	5.96	1.59	0.97	5.86	3.57	2.53	0.90	4.21	1.46

¹⁾ R_{Gl} : Gleason 丰富度指数 Gleason richness index; R_{mg} : Margalet 丰富度指数 Margalet richness index; E_{sp} : Simpson 均匀度指数 Simpson evenness index; E_{sw} : Shannon-Wiener 均匀度指数 Shannon-Wiener evenness index; D_{sp} : Simpson 多样性指数 Simpson diversity index; D_{sw} : Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener diversity index; H_{sp} : Simpson 群落均匀度指数 Simpson community evenness index; H_{sw} : Shannon-Wiener 群落均匀度指数 Shannon-Wiener community evenness index.

2.2 黄牛木 meta 种群在台湾相思和梅叶冬青群落中的地位和动态

2.2.1 黄牛木在台湾相思群落中的地位 台湾相思群落平均高12 m,外貌呈深绿色;林分较为成熟,林相差。乔木层以重要值最大的台湾相思为主,另有广东木姜子、马占相思分布;灌木层主要有黄牛木、豹皮樟、梅叶冬青等,群落重要值如表4。从物种重要值排序前10位看,无论是多度、相对密度、相对显著度和重要值,黄牛木均排在第2位,豹皮樟排在第3位,并形成与黄牛木紧密组合的格局,且重要值前10位的物种有8个为黄牛木群落中的常见种。

2.2.2 黄牛木在台湾相思群落中的动态 台湾相思群落中,乔木层较为稀疏,上层透光性强。由于黄牛木为阳性树种,生长速度较其他常绿阔叶树种快,且喜光耐旱,在台湾相思庇荫条件下很容易形成灌木层优势,顺序演替形成乔木层的第二或第三层次,与台湾相思、马占相思等混生。当人为破坏或强烈干扰主林层生长时,逆向演替很快形成黄牛木常绿灌木状林。主林层的疏伐若形成台湾相思纯林结构,将有利于黄牛木幼树和灌木组成层次,在立地好的条件下有利于快速生长并归入乔林层,在立地条件差的区域将以灌木状占居下层空间。

台湾相思群落已处于由南亚热带人工常绿阔叶林向次生常绿灌木林演变的过程中, 缀块生境也相应地由湿润向半湿润或半干旱改变, 引起群落组成变化, 一些次生植被也相应地向半湿性或干性类型演变, 台湾相思自然竞争力很难维持, 一旦遭受强烈干扰, 易被次生、耐干燥生境的黄牛木群落替代。保护台湾相思优势种在主林层的地位, 控制强度疏伐, 维持台湾相思的优势, 可减缓逆向演替过程。

2.2.3 黄牛木在梅叶冬青次生常绿灌木群落中的地位 梅叶冬青群落主要物种重要值见表5。梅叶冬青群落平均高7 m, 外貌呈浅绿色, 季相变化明显, 以黄牛木的重要值最大, 梅叶冬青次之。群落中散

生柠檬桉 (*Eucalyptus citriodora* Hook. f.), 马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 等乔木, 已构不成乔木层次。薇甘菊覆盖率达30%, 危害较为严重; 藤本植物丰富。重要值前10位的物种中有5个为黄牛木群落常见种, 黄牛木与豹皮樟合计相对密度达33.1%, 种间表现为与梅叶冬青的剧烈竞争, 梅叶冬青群落将演变为黄牛木群落, 并形成黄牛木+豹皮樟+梅叶冬青、黄牛木+豹皮樟+布渣叶、黄牛木+豹皮樟+木腊树等亚种群。在梅叶冬青群落中, 黄牛木相对显著度优势十分明显。今后应着力保护乔木种类的生长, 尤其要保护个体显著种如柠檬桉、马尾松等。

表4 台湾相思群落主要物种重要值

Table 4 Important value of dominant species of *Acacia confusa* Merr. community

种类 Species	多度 Abundance	频度 Frequency	相对频度 Relative frequency	相对密度 Relative density	相对显著度 Relative prominence	重要值 Important value
台湾相思 <i>Acacia confusa</i>	125	7	7.22	26.40	65.60	99.22
黄牛木 <i>Cratoxylum cochinchinense</i>	76	7	7.22	16.10	6.92	30.20
豹皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i> var. <i>oblongifolia</i>	30	5	5.15	6.34	0.87	12.36
马占相思 <i>Acacia mangium</i>	16	3	3.09	3.38	5.15	11.62
九节 <i>Psychotria rubra</i>	21	5	5.15	4.44	0.89	10.49
木腊树 <i>Toxicodendron sylvestri</i>	16	5	5.15	3.38	1.87	10.40
银柴 <i>Aporosa chinensis</i>	12	5	5.15	2.54	0.58	8.27
梅叶冬青 <i>Ilex asprella</i>	16	3	3.09	3.38	0.50	6.98
海南破布叶 <i>Microcos chungii</i>	14	5	5.15	2.96	1.79	9.91
桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	11	5	5.15	2.33	0.22	7.70

表5 梅叶冬青群落主要物种重要值

Table 5 Important value of dominant species of *Ilex asprella* (Hook. et Arn.) Champ. ex Benth. community

种类 Species	多度 Abundance	频度 Frequency	相对频度 Relative frequency	相对密度 Relative density	相对显著度 Relative prominence	重要值 Important value
黄牛木 <i>Cratoxylum cochinchinense</i>	97	5	6.67	23.1	29.85	59.62
梅叶冬青 <i>Ilex asprella</i>	109	5	6.67	25.95	7.49	40.12
海南破布叶 <i>Microcos chungii</i>	41	6	8.00	9.76	13.05	30.81
柠檬桉 <i>Eucalyptus citriodora</i>	4	1	1.33	0.95	21.82	24.11
豹皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i> var. <i>oblongifolia</i>	42	6	8.00	10.00	4.48	22.48
木腊树 <i>Toxicodendron sylvestri</i>	23	5	6.67	5.48	8.39	20.53
佛手榕 <i>Ficus hirta</i>	13	5	6.67	3.10	0.49	10.25
雀梅藤 <i>Sageretia thea</i>	9	4	5.33	2.14	0.32	7.79
天料木 <i>Homalium cochinchinense</i>	12	1	1.33	2.86	2.59	6.78
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	2	2	2.67	0.48	3.61	6.75

2.3 黄牛木 meta 种群生存空间和形成机制

2.3.1 黄牛木 meta 种群生存空间 黄牛木在海南岛和雷州半岛一带的台地、丘陵地、低平地中生性热带草地上为灌丛群落的常见种; 在低丘台地亚热带

常绿季雨林中也有灌木状呈零星分布; 研究区的亚热带针叶林群落灌木层中可见到黄牛木和豹皮樟同时零星分布, 可见黄牛木主要生存在灌木层中。在海南岛沟谷地带海南松纯林林下, 黄牛木的侵入常

形成幼树和灌木组成的层片或与残留的海南松构成块状的阔叶混交林;在森林群落乔木层受到破坏或极度稀疏情况下,或低丘陵或台地上,可见到偏干性的以黄牛木为主的次生灌木群落。

2.3.2 黄牛木 meta 种群形成机制 黄牛木在有稀疏乔木层群落的适度庇荫条件下生长良好,表现为小乔木特征,且处于竞争优势地位,并可与耐阴的高大的乔木树种混生。当上层庇荫条件不存在时,黄牛木由小乔木特征转变为灌木状特征,并形成黄牛木次生灌木群落。黄牛木 meta 种群的形成决定于乔木层稀疏状态和群落内立地条件干旱的程度。人为强度干扰和火灾自然灾害的破坏,是黄牛木 meta 种群形成的主要机制。受深圳快速城市化影响,研究区下围岭和雷公坳的黄牛木 meta 种群的形成与人为强度干扰相关。

深圳下围岭以台湾相思群落为代表的南亚热带人工常绿阔叶林主林层群落密度将逐渐减小,缀块生境改变,群落内光照条件的改变使物种组成结构发生变化,从而加速逆向演替的过程,黄牛木和豹皮樟组合的 meta 种群缀块逐渐演替为次生灌木。这种群落若任其发展,密度将快速增加,密度竞争效应显著,种间、种内以及种群大小的周期性波动加剧,各竞争物种适应性反应和种群的自我调节作用使群落多样性降低,林相相对杂乱。在种群生态上表现为物种减少;在群落生态上表征为复合性特征;在生态系统上表现为功能衰退;在景观生态上表现为缀块破碎化,最终形成 meta 种群结构。

3 讨 论

黄牛木 meta 种群结构特征与缀块生境的立地条件紧密相关。群落主要物种组成集中且以黄牛木与豹皮樟两物种紧密结合为基本特征,群落中主要竞争物种为莨苳、潺槁木姜子、梅叶冬青、马樱丹、木腊树和银柴等。受缀块生境的制约,立地条件越差,黄牛木与豹皮樟组成结合特征越明显。

黄牛木 meta 种群物种多样性、群落复杂性和稳定性与缀块生境的立地条件紧密相关,立地条件的差异导致多样性指数和复杂性指数差异较大。立地条件越差,物种多样性越小,群落层次结构趋于简单,直径级上个体数分布更不均衡,群落不稳定。城市森林植被受快速城市化影响,易加剧阔叶林群落

向次生灌木状群落逆向演替进程。黄牛木 meta 种群在台湾相思和木腊树群落中已占居优势种地位,人为强度干扰使乔木层急剧退化,形成黄牛木 meta 种群。为防止逆向演替进一步加剧,应着力保护现实群落上层乔木层物种,改善群落缀块生境条件,深入研究群落结构复杂性特征和物种竞争机制。

参考文献:

- [1] Ricklefs R E. Ecology [M]. New York: W H Freeman and Company, 1990.
- [2] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [3] Johansson A, Sumpter D J T. From local interactions to population dynamics in site-based models of ecology [J]. *Theoretical Population Biology*, 2003, 64(4): 497-517.
- [4] Bryan G, John H. Meta population dynamics of infectious diseases [J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 1997, 12(10): 395-399.
- [5] Lindenmayer D B. Factors at multiple scales affecting distribution patterns and their implications for animal conservation——Leadbeater's possum as a case study [J]. *Biodiversity and Conservation*, 2000, 9: 15-35.
- [6] Clifford R J. Strategic planning for sustainable rural development [J]. *Landscape and Urban Planning*, 1993, 27(4): 253-258.
- [7] 袁志, 史培军, 刘颖慧, 等. 快速城市化过程中土地覆盖格局研究 [J]. *生态学报*, 2003, 23(9): 1832-1840.
- [8] 陈小勇. Meta-种群结构及其遗传后果 [J]. *生态学杂志*, 2000, 19(5): 71-75.
- [9] 李镇清. 描述 meta-种群动态的耦合映象格子模型 [J]. *植物生态学报*, 1998, 22(5): 448-454.
- [10] Ramit M. Modeling and analysis of the meta-population dynamics of lymphocyte repertoires [J]. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 2005, 184: 223-241.
- [11] Kajetan P, Wanda O, Ihor K. Constraints for re-establishing a meta-population of the European bison in Ukraine [J]. *Biological Conservation*, 2004, 12(3): 345-353.
- [12] Hiroshi H, Yoh I. Extinction risk of a meta-population: aggregation approach [J]. *Journal of Theoretical Biology*, 2005, 2(2): 203-216.
- [13] 广东省植物研究所. 广东植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1976.
- [14] 中国科学院华南植物研究所. 广东植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1957.
- [15] Pielou E C. Ecological Diversity [M]. New York: John Wiley and Sons, 1975.
- [16] Simpson E H. Measurement of diversity [J]. *Nature*, 1949, 163: 688.
- [17] Shannon C E, Weaver W. The Mathematical Theory of Communication [M]. Urbana: University of Illinois Press, 1949.