

# 深圳马峦山及其邻近山地苏铁蕨群落特征分析

徐晓晖<sup>1</sup>, 王小清<sup>2</sup>, 孙延军<sup>1</sup>, 赖燕玲<sup>1</sup>, 咎启杰<sup>1</sup>, 廖文波<sup>2,①</sup>

(1. 深圳市城市管理局, 广东 深圳 518049; 2. 中山大学生命科学学院 有害生物控制与资源利用国家重点实验室, 广东 广州 510275)

**摘要:** 对深圳马峦山郊野公园、田头山自然保护区和排牙山自然保护区中苏铁蕨 [*Brainea insignis* (Hook.) J. Sm.] 群落的组成、种群垂直结构和年龄结构进行了调查分析, 并对 3 个群落物种的频度、多样性和均匀度进行了比较。根据群落中优势种的重要值与乔、灌木的分层, 马峦山郊野公园、田头山自然保护区和排牙山自然保护区的苏铁蕨群落可分别命名为鸭脚木-豺皮樟-苏铁蕨群落、山乌柏-毛棉杜鹃-苏铁蕨群落和红鳞蒲桃+鸭脚木-豺皮樟-苏铁蕨群落。3 个群落中, 中低层(高度小于 10 m)的个体数均占群落个体总数的 90% 以上, 随高度增加个体数量急剧减少。以胸径反映优势种群的年龄结构, 除苏铁蕨种群外, 3 个群落的优势种群大都含有一定比例的 I 级 (DBH < 2.5 cm) 幼树、II 级 (2.5 cm ≤ DBH < 7.5 cm) 小树和 III 级 (7.5 cm ≤ DBH < 22.5 cm) 壮树, 而 IV 级 (DBH ≥ 22.5 cm) 大树较少, 显示 3 个群落具有不断更新的趋势。马峦山郊野公园、田头山自然保护区和排牙山自然保护区苏铁蕨群落中频度级 (FR) 为 A 级 (0% ≤ FR < 20%) 的种类均占绝对优势, 比例分别为 57.50%、63.16% 和 61.70%, E 级 (80% ≤ FR ≤ 100%) 种类所占比例均较小, 但马峦山郊野公园苏铁蕨群落 E 级种类比例大于 D 级 (60% ≤ FR < 80%) 种类, 符合 Raunkiaer 群落频度分布定律。3 个群落中, 田头山自然保护区苏铁蕨群落的 Simpson 和 Shannon-Wiener 多样性指数和均匀度指数均最高, 马峦山郊野公园苏铁蕨群落均最低。研究结果表明, 3 个苏铁蕨群落都处于演替中期, 尚未达到顶极、亚顶极状态。

**关键词:** 苏铁蕨群落; 深圳马峦山; 频度级; 多样性指数; 均匀度指数; 重要值

中图分类号: Q948.15<sup>+</sup>7 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2010)04-0063-07

**Analysis on community characteristics of *Brainea insignis* in Maluanshan and its adjacent mountains of Shenzhen** XU Xiao-hui<sup>1</sup>, WANG Xiao-qing<sup>2</sup>, SUN Yan-jun<sup>1</sup>, LAI Yan-ling<sup>1</sup>, ZAN Qi-jie<sup>1</sup>, LIAO Wen-bo<sup>2,①</sup> (1. The Urban Administration Bureau of Shenzhen, Shenzhen 518049, China; 2. State Key Laboratory of Biocontrol, School of Life Sciences, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2010, 19(4): 63-69

**Abstract:** The composition, population vertical structure and population age structure of three communities of *Brainea insignis* (Hook.) J. Sm. in Maluanshan Country Park, Tiantou Mountain Nature Reserve and Paiyashan Mountain Nature Reserve in Shenzhen were investigated and analyzed, and frequency, diversity and evenness of species in three communities were compared. According to important value of dominant species and layer of arbor and shrub, *B. insignis* community in three regions above mentioned are named on Comm. *Schefflera octophylla-Litsea rotundifolia* var. *oblongifolia*-*B. insignis*, Comm. *Sapium discolor-Rhododendron moulmainense*-*B. insignis* and Comm. *Syzygium hancei* + *S. octophylla*-*L. rotundifolia* var. *oblongifolia*-*B. insignis*, respectively. Among the three communities, individual number in middle-low layer (height less than 10 m) is more than 90% of total individual number of communities, and with increasing of height, individual number decreases sharply. Taking DBH to reflect age structure of dominant population, except *B. insignis* population, dominant populations of three communities almost have a certain proportion of I class (DBH < 2.5 cm) saplings, II class (2.5 cm ≤ DBH < 7.5 cm) arborets and III class (7.5 cm ≤ DBH < 22.5 cm) adult trees, and a small proportion of IV class (DBH ≥ 22.5 cm) big trees, showing that three communities have a trend of

收稿日期: 2010-03-30

基金项目: 国家理科基地人才基金项目 (J0730638); 深圳市城市管理局科研基金资助项目 (2007—2008 年度)

作者简介: 徐晓晖 (1980—), 男, 广东深圳人, 本科, 园林工程师, 主要从事自然保护和管理研究。

①通信作者 E-mail: lsslbw@mail.sysu.edu.cn

constant renewing. Species with frequency rank (FR) A ( $0\% \leq FR < 20\%$ ) take an dominating advantage in the three communities above mentioned with a percentage of 57.50%, 63.16% and 61.70%, respectively, but species with frequency rank E ( $80\% \leq FR \leq 100\%$ ) take a lower percentage. While the percentage of frequency rank E species is higher than that of frequency rank D ( $60\% \leq FR < 80\%$ ) species in *B. insignis* community in Maluanshan Country Park, it is accorded with Raunkiaer's law. Simpson's and Shannon-Wiener's diversity indexes and evenness index are all the highest in *B. insignis* community of Tiantou Mountain Nature Reserve in the three communities, while those are the lowest in Maluanshan Country Park. It is suggested that three *B. insignis* communities all are in the middle stage of succession and don't up to status of climax or sub-climax communities.

**Key words:** *Brainea insignis* (Hook.) J. Sm. community; Maluanshan in Shenzhen; frequency rank; diversity index; evenness index; important value

苏铁蕨 [*Brainea insignis* (Hook.) J. Sm.] 为乌毛蕨科 (Blechnaceae) 苏铁蕨属 (*Brainea* J. Sm.) 常绿植物, 是古生代泥盆纪时期的孑遗植物, 也是地球经过了数亿年变迁而幸存下来的珍稀濒危植物和活化石。现代苏铁蕨主要分布于中国的华南、西南和台湾等地<sup>[1]</sup>。由于对生境的要求比较严格以及自身具有特殊的生物学特性等原因, 苏铁蕨在自然界的分布及数量稀少, 面临濒危的境地, 已被列为国家二级野生重点保护植物<sup>[2]</sup>。目前, 国外尚无苏铁蕨的相关研究报道, 国内对苏铁蕨的研究主要集中在个体繁育和引种观赏等方面<sup>[3-5]</sup>, 对野生居群和群落特征的研究较少<sup>[6]</sup>。因此, 研究苏铁蕨居群及其群落特征, 揭示其居群生存能力、群落环境状况和多样性特征, 对进一步探讨苏铁蕨适宜的生态环境、实现就地保护和迁地保育等具有重要意义。

## 1 研究区概况和研究方法

### 1.1 研究区域概况

供调查的 3 个典型苏铁蕨群落分别位于深圳东部的马峦山郊野公园、田头山自然保护区和排牙山自然保护区。马峦山郊野公园南临大鹏湾, 包括盐田区东北面的马峦山以及盐田区的大部分山地, 地质特征主要以燕山期的肉红色中粗粒黑云母花岗岩为主。区域内植被发育良好、水源充足, 主要植被类型有南亚热带针叶林、南亚热带针-阔叶混交林、南亚热带沟谷常绿阔叶林、南亚热带低地常绿阔叶林、南亚热带灌丛和草地等。蕨类植物在本区域的植被中起着重要作用, 常构成林下草本层的主体<sup>[7]</sup>。

田头山自然保护区位于龙岗区坪山街道, 是坪山镇与葵冲镇、惠阳淡水镇的分界山系; 主峰田心山海拔 683 m, 东与惠阳区淡水镇相邻, 南到罗屋田水库;

属南亚热带季风气候, 年均温 22.4 °C, 年平均降雨量 1 948.6 mm, 主导风向为东南风; 土壤类型为赤红壤。目前, 田头山仍有保存完好的大面积天然常绿阔叶林, 且谷溪众多、水资源较丰富, 散布有较多古老且具有热带属性的珍稀濒危植物, 如黑桫欏 (*Alsophila podophylla* Hook.)、苏铁蕨和白木香 [*Aquilaria sinensis* (Lour.) Spreng.] 等, 其中部分种类为中国特有种<sup>[8]</sup>。

排牙山自然保护区位于大鹏半岛, 南临大亚湾和西涌湾, 北接惠州地区, 地跨龙岗区的葵涌街道办、大鹏街道办及南澳街道办, 保护区规划面积为 103.65 km<sup>2</sup>。该区生物区系成分复杂, 共有野生维管植物 1 352 种, 其中不乏古老或系统进化地位特殊的代表类群, 如罗汉松科 (Podocarpaceae)、红豆杉科 (Taxaceae)、木兰科 (Magnoliaceae)、金缕梅科 (Hamamelidaceae)、木通科 (Lardizabalaceae)、大血藤科 (Sargentodoxaceae) 及山茶科 (Theaceae) 等<sup>[9]</sup>。

### 1.2 研究方法

在上述 3 个区域中选择苏铁蕨占优势的植物群落进行样地调查。样地设置采用相邻格子法, 样地面积 1 200 m<sup>2</sup>, 分为 12 个 10 m×10 m 的样方。用每木记账调查法记录样方中高度大于或等于 1.5 m 的所有树种及所有苏铁蕨植株的胸径 (DBH) 和高度; 在每个样方中再设置 1 个面积 2 m×2 m 的小样方, 调查并记录小样方中所有下层灌木和草本植物的种类、高度、株数及盖度等; 同时, 记录样地的土壤类型、海拔、坡向和坡度等生境数据。根据调查结果分析群落的组成、外貌、结构以及相关动态演替特征等; 参照文献<sup>[10]</sup>的方法计算群落中各种类的重要值、种群年龄结构和垂直结构以及物种频度和多样性。

重要值 = 相对多度 + 相对显著度 + 相对频度。种群年龄结构采用 IV 级立木划分标准<sup>[11]</sup>, 因本研究中起测高度为 1.5 m, 故将 I 级和 II 级合并为 I 级, 具

体分级标准为:Ⅰ级,  $DBH < 2.5$  cm; Ⅱ级,  $2.5$  cm  $\leq$   $DBH < 7.5$  cm; Ⅲ级,  $7.5$  cm  $\leq$   $DBH < 22.5$  cm; Ⅳ级,  $DBH \geq 22.5$  cm。种群垂直结构根据植株高度(H)分为5级,具体分级标准为:A级,  $H < 5$  m; B级,  $5$  m  $\leq$   $H < 10$  m; C级,  $10$  m  $\leq$   $H < 15$  m; D级,  $15$  m  $\leq$   $H < 20$  m; E级,  $H \geq 20$  m。种群频度级(FR)划分为5级,具体分级标准为:A级,  $0\% \leq FR < 20\%$ ; B级,  $20\% \leq FR < 40\%$ ; C级,  $40\% \leq FR < 60\%$ ; D级,  $60\% \leq FR < 80\%$ ; E级,  $80\% \leq FR \leq 100\%$ 。

Simpson 多样性指数(*SP*)、Shannon-Wiener 多样性指数(*SW*)以及根据 *SP* 和 *SW* 分别计算得出的群落均匀度指数 *E* 和 *E'* 的具体计算公式和相关解释见文献[10]。

## 2 结果和分析

### 2.1 马峦山及其邻近山地苏铁蕨群落的组成和结构特征

2.1.1 马峦山郊野公园苏铁蕨群落的组成和结构特征 根据群落中优势种的重要值与乔木、灌木的分层,马峦山郊野公园苏铁蕨群落可命名为鸭脚木 [*Schefflera octophylla* (Lour.) Harms] - 豺皮樟 [*Litsea rotundifolia* Hemsl. var. *oblongifolia* (Nees) Allen] - 苏铁蕨群落。该群落郁闭度约为 0.8, 群落分层明显, 林冠层不甚整齐并略有起伏, 外貌终年常绿。乔木层高 5 ~ 11 m, 主要有鸭脚木、岭南山竹子 (*Garcinia oblongifolia* Champ. ex Benth.)、软荚红豆 (*Ormosia semicastrata* Hance)、降真香 [*Acronychia pedunculata* (L.) Miq.] 和罗浮柿 (*Diospyros morrisiana* Hance) 等 5 种。灌木层高 1.5 ~ 5 m, 豺皮樟占绝对优势, 鸭脚木和岭南山竹子的幼树也较多, 另外还有黄牛木 [*Cratogeomys cochinchinense* (Lour.) Bl.]、簕欌花椒 [*Zanthoxylum avicennae* (Lam.) DC.]、九节 [*Psychotria rubra* (Lour.) Poir.] 和粗叶榕 (*Ficus hirta* Vahl) 等。草本层高在 1.5 m 以下, 蕨类植物较丰富, 主要有苏铁蕨、乌毛蕨 (*Blechnum orientale* L.)、黑莎草 (*Gahnia tristis* Nees)、草珊瑚 [*Sarcandra glabra* (Thunb.) Nakai] 和上层立木的幼苗等。藤本植物种类较多, 有罗浮买麻藤 (*Gnetum lofuense* C. Y. Cheng)、蔓九节 (*Psychotria serpens* L.)、藤黄檀 (*Dalbergia hancei* Benth.)、小叶红叶藤 [*Rourea microphylla* (Hook. et Arn.) Planch.]、链珠藤 (*Alyxia*

*sinensis* Champ. ex Benth.)、山鸡血藤 (*Millettia dielsiana* Harms) 和菝葜 (*Smilax china* L.) 等。该群落中株高在 1.5 m 以上的种类共有 40 种。

2.1.2 田头山自然保护区苏铁蕨群落的组成和结构特征 根据群落中优势种的重要值与乔木、灌木的分层,田头山自然保护区苏铁蕨群落命名为山乌柏 [*Sapium discolor* (Champ. ex Benth.) Muell. Arg.] - 毛棉杜鹃 (*Rhododendron moullmainense* Hook. f.) - 苏铁蕨群落。该群落郁闭度约为 0.5, 群落分层不明显, 林冠层平缓而略有起伏, 林相深绿色。乔木层高 6 ~ 12 m, 以山乌柏、鼠刺 (*Itea chinensis* Hook. et Arn.) 和白背算盘子 (*Glochidion wrightii* Benth.) 占优势, 还有降真香、黄牛木、厚叶山矾 (*Symplocos crassilimba* Merr.) 和山鸡椒 [*Litsea cubeba* (Lour.) Pers.] 等。灌木层的层高集中在 5 m 以下, 以毛棉杜鹃占绝对优势, 优势种还有白背算盘子、苏铁蕨、山乌柏、三桠苦 [*Evodia lepta* (Spreng.) Merr.]、九节、变叶榕 (*Ficus variolosa* Lindl. ex Benth.) 和映山红 (*Rhododendron simsii* Planch.) 等。草本层的层高在 1.5 m 以下, 以芒萁 [*Dicranopteris dichotoma* (Thunb.) Bernh.] 占绝对优势, 覆盖率达到 95%; 其他种类有乌毛蕨、垂穗石松 [*Palhinhaea cernua* (L.) Vasc. et Franco]、扇叶铁线蕨 (*Adiantum flabellulatum* L.)、芒 (*Miscanthus sinensis* Anderss.) 和上层立木的少量幼树等。藤本植物种类较少, 主要有寄生藤 [*Dendrotrophe frutescens* (Champ. ex Benth.) Danser]、白花酸藤果 (*Embelia ribes* Burm. f.)、广东玉叶金花 (*Mussaenda kwangtungensis* Li) 和菝葜等。该群落中株高 1.5 m 以上的种类共有 38 种。

2.1.3 排牙山自然保护区苏铁蕨群落的组成和结构特征 根据群落中优势种的重要值与乔木、灌木的分层,排牙山自然保护区苏铁蕨群落可命名为红鳞蒲桃 (*Syzygium hancei* Merr. et Perry) + 鸭脚木 - 豺皮樟 - 苏铁蕨群落。该群落郁闭度为 0.7, 林冠层不甚整齐, 整体外貌呈深绿色。乔木层高 5 ~ 12 m, 主要种类有红鳞蒲桃、大头茶 [*Gordonia axillaris* (Roxb.) Dietr.] 和枫香树 (*Liquidambar formosana* Hance), 此外还有浙江润楠 (*Machilus chekiangensis* S. Lee)、假苹婆 (*Sterculia lanceolata* Cav.) 和多花山竹子 (*Garcinia multiflora* Champ. ex Benth.) 等。灌木层高 2 ~ 5 m, 以豺皮樟占绝对优势, 其他种类有簕欌花椒、常绿荚蒾 (*Viburnum sempervirens* K. Koch)、九节、毛冬青 (*Ilex pubescens* Hook. et Arn.) 和水团花 [*Adina*

*pilulifera* (Lam.) Franch. ex Drake] 等。草本层主要由乔木层种类的幼苗以及香港大沙叶 (*Pavetta hongkongensis* Bremek.)、苏铁蕨、淡竹叶 (*Lophatherum gracile* Brongn.) 和黑莎草等构成。藤本植物主要有锡叶藤 [*Tetracera asiatica* (Lour.) Hoogland]、粉背菝葜 (*Smilax hypoglauca* Benth.)、小叶买麻藤 [*Gnetum parvifolium* (Warb.) C. Y. Cheng ex Chun] 和山鸡血藤等。该群落中株高 1.5 m 以上的种类共有 47 种。

## 2.2 马峦山及其邻近山地苏铁蕨群落的垂直结构

马峦山郊野公园、田头山自然保护区和排牙山自

然保护区苏铁蕨群落中不同高度级个体数量的百分率见表 1。由表 1 可以看出, 3 个苏铁蕨群落中, 中低层(高度小于 10 m)立木个体的数量占绝对优势, 均占苏铁蕨群落植株个体总数的 90% 以上; 高度大于 10 m 的立木个体的数量均急剧减少, 所占比例很小。上述结果说明, 在 3 个苏铁蕨群落中, 各层次潜在种类的数量相对比较丰富, 植被处于旺盛发展时期, 随着时间的推移, 它们在生长发育过程中得到更替, 森林的动态平衡得以维持, 进一步的发展将促进常绿阔叶林达到演替的顶极或亚顶极状态。

表 1 马峦山及其邻近山地苏铁蕨群落中不同高度级(H)植株个体数量的百分率

Table 1 Percentage of individual number at different height grades (H) of *Brainea insignis* (Hook.) J. Sm. community in Maluanshan and its adjacent mountains

样地 Plot	不同高度级个体的百分率/% <sup>1)</sup> Percentage of individual in different height grades <sup>1)</sup>				
	A	B	C	D	E
马峦山郊野公园 Maluanshan Country Park	77.09	22.14	0.15	0.00	0.62
田头山自然保护区 Tiantou Mountain Nature Reserve	73.35	26.24	0.41	0.00	0.00
排牙山自然保护区 Paiyashan Mountain Nature Reserve	76.68	20.97	2.35	0.00	0.00

<sup>1)</sup> A: H<5 m; B: 5 m≤H<10 m; C: 10 m≤H<15 m; D: 15 m≤H<20 m; E: H≥20 m.

## 2.3 马峦山及其邻近山地苏铁蕨群落中优势种群的年龄结构

种群的年龄结构主要指种群内不同年龄个体的分布或组成状况, 不仅能反映种群动态及发展趋势, 还能在一定程度上反映种群与环境间的相互关系及种群在群落中的作用和地位<sup>[12]</sup>。本研究根据植株的胸径(DBH)划分群落中不同种群的年龄结构, 马峦山郊野公园、田头山自然保护区和排牙山自然保护区苏铁蕨群落中重要值排前 5 位的种群年龄结构分别见表 2~表 4。

2.3.1 马峦山郊野公园苏铁蕨群落中优势种群的年龄结构 从表 2 可以看出, 马峦山郊野公园苏铁蕨群落中重要值排前 5 位的优势种群为豺皮樟、鸭脚木、

降真香、苏铁蕨和岭南山竹子, 均以 II 级(2.5 cm≤DBH<7.5 cm)小树或 III 级(7.5 cm≤DBH<22.5 cm)壮树为主, 但都缺乏 IV 级(DBH≥22.5 cm)大树。豺皮樟种群以 II 级小树为主, 占该种群的 75.17%; I 级(DBH<2.5 cm)幼树也占有一定比例, 占该种群的 20.07%, 处于稳定发展状态。鸭脚木、岭南山竹子和降真香种群均以 III 级壮树为主, 并有一定比例的 II 级小树, 但缺乏 IV 级大树, 说明这 3 个种群发展比较稳定, 长期发展还有进一步增加优势度的可能性。而苏铁蕨种群中 III 级壮树占 93.33%, 在该种群中具有绝对优势, 但缺乏 II 级小树, 没有 I 级幼树, 表明该种群有逐渐衰退的可能性。

表 2 马峦山郊野公园苏铁蕨群落中各优势种的种群年龄结构

Table 2 Population age structure of different dominant species of *Brainea insignis* (Hook.) J. Sm. community in Maluanshan Country Park

优势种 Dominant species	各径级个体的百分率/% <sup>1)</sup> Percentage of individual in different DBH classes <sup>1)</sup>			
	I	II	III	IV
豺皮樟 <i>Lisea rotundifolia</i> var. <i>oblongifolia</i>	20.07	75.17	4.76	0.00
鸭脚木 <i>Schefflera octophylla</i>	6.45	25.81	67.74	0.00
降真香 <i>Acronychia pedunculata</i>	11.11	33.33	55.56	0.00
苏铁蕨 <i>Brainea insignis</i>	0.00	6.67	93.33	0.00
岭南山竹子 <i>Garcinia oblongifolia</i>	7.69	23.08	69.23	0.00

<sup>1)</sup> I: DBH<2.5 cm; II: 2.5 cm≤DBH<7.5 cm; III: 7.5 cm≤DBH<22.5 cm; IV: DBH≥22.5 cm.

表3 田头山自然保护区苏铁蕨群落中各优势种的种群年龄结构

Table 3 Population age structure of different dominant species of *Brainea insignis* (Hook.) J. Sm. community in Tiantou Mountain Nature Reserve

优势种 Dominant species	各径级个体的百分率/% <sup>1)</sup> Percentage of individual in different DBH classes <sup>1)</sup>			
	I	II	III	IV
毛棉杜鹃 <i>Rhododendron moulmainense</i>	8.06	73.93	18.01	0.00
山乌柏 <i>Sapium discolor</i>	8.14	30.23	60.47	1.16
苏铁蕨 <i>Brainea insignis</i>	0.00	0.00	94.59	5.41
鼠刺 <i>Itea chinensis</i>	3.57	64.29	32.14	0.00
降真香 <i>Acronychia pedunculata</i>	0.00	47.22	52.78	0.00

<sup>1)</sup> I: DBH<2.5 cm; II: 2.5 cm≤DBH<7.5 cm; III: 7.5 cm≤DBH<22.5 cm; IV: DBH≥22.5 cm.

表4 排牙山自然保护区苏铁蕨群落中各优势种的种群年龄结构

Table 4 Population age structure of different dominant species of *Brainea insignis* (Hook.) J. Sm. community in Paiyashan Mountain Nature Reserve

优势种 Dominant species	各径级个体的百分率/% <sup>1)</sup> Percentage of individual in different DBH classes <sup>1)</sup>			
	I	II	III	IV
豺皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i> var. <i>oblongifolia</i>	6.64	86.72	6.64	0.00
苏铁蕨 <i>Brainea insignis</i>	7.14	19.05	69.05	4.76
鼠刺 <i>Itea chinensis</i>	7.69	36.54	55.77	0.00
鸭脚木 <i>Schefflera octophylla</i>	6.25	25.00	62.50	6.25
红鳞蒲桃 <i>Syzygium hancei</i>	82.76	10.34	0.00	6.90

<sup>1)</sup> I: DBH<2.5 cm; II: 2.5 cm≤DBH<7.5 cm; III: 7.5 cm≤DBH<22.5 cm; IV: DBH≥22.5 cm.

2.3.2 田头山自然保护区苏铁蕨群落中优势种群的年龄结构 田头山自然保护区苏铁蕨群落中优势种群为毛棉杜鹃、山乌柏、苏铁蕨、鼠刺和降真香种群(表3)。毛棉杜鹃、山乌柏和鼠刺种群中Ⅱ级(2.5 cm≤DBH<7.5 cm)小树和Ⅲ级(7.5 cm≤DBH<22.5 cm)壮树均占较大比例,Ⅰ级(DBH<2.5 cm)幼树和Ⅳ级(DBH≥22.5 cm)大树比例很小,说明这3个种群的发展状态已接近中期,即稳定期。降真香种群只有Ⅱ级小树和Ⅲ级壮树,分别占该种群的47.22%和52.78%,没有Ⅰ级幼树和Ⅳ级大树,说明随着时间的推移,由于没有林下层补充,该种群将逐渐衰退。苏铁蕨种群以Ⅲ级壮树为主,占该种群的94.59%,仅有少量Ⅳ级大树,因此,该种群也处于衰退期。

2.3.3 排牙山自然保护区苏铁蕨群落中优势种群的年龄结构 排牙山自然保护区苏铁蕨群落中优势种群为豺皮樟、苏铁蕨、鼠刺、鸭脚木和红鳞蒲桃种群(表4)。豺皮樟种群以Ⅱ级(2.5 cm≤DBH<7.5 cm)小树为主,有少量Ⅰ级(DBH<2.5 cm)幼树和Ⅲ级(7.5 cm≤DBH<22.5 cm)壮树,种群发展处于上升阶段;鼠刺、鸭脚木和苏铁蕨种群中Ⅰ级幼树、Ⅱ级小树和Ⅲ级壮树均占一定比例,以Ⅱ级小树和Ⅲ级壮树所占比例较大,3个种群在一定时期内发展较稳定;红鳞

蒲桃种群中Ⅰ级幼树占80%以上,说明该种群为发展型种群,经长时间演替后,该种群可能成为排牙山自然保护区苏铁蕨群落乔木层的优势种、建群种。

## 2.4 马峦山及其邻近山地苏铁蕨群落的频度分析

频度表示某个种群在群落中水平分布的均匀程度,可暗示群落的稳定性以及受干扰程度等<sup>[11-12]</sup>。马峦山郊野公园、田头山自然保护区和排牙山自然保护区苏铁蕨群落中不同频度级(FR)种类所占的比例见表5。这3个苏铁蕨群落中A级(0%≤FR<20%)种类占绝对优势,所占比例分别为57.50%、63.16%和61.70%。马峦山郊野公园苏铁蕨群落中各频度级种类所占比例由高至低依次为A级、B级(20%≤FR<40%)、C级(40%≤FR<60%)、E级(80%≤FR≤100%)、D级(60%≤FR<80%),符合Raunkiaer频度分布定律。田头山自然保护区苏铁蕨群落中各频度级种类所占比例由高至低依次为A级、B级、E级、D级、C级,排牙山自然保护区苏铁蕨群落中各频度级种类所占比例由高至低依次为A级、C级、B级、D级、E级,其中,前者的C级种类比例最小,后者的D级和E级种类比例最低且相等,这2个群落中各频度级种类的分布规律与Raunkiaer频度分布定律略有不同。

表 5 马峦山及其邻近山地苏铁蕨群落中各频度级 (FR) 种类的比例

Table 5 Percentage of species in different frequency ranks (FR) of *Brainea insignis* (Hook.) J. Sm. community in Maluanshan and its adjacent mountains

样地 Plot	各频度级种类的比例/% <sup>1)</sup> Percentage of species in different frequency ranks <sup>1)</sup>				
	A	B	C	D	E
马峦山郊野公园 Maluanshan Country Park	57.50	25.00	10.00	2.50	5.00
田头山自然保护区 Tiantou Mountain Nature Reserve	63.16	13.16	5.26	7.89	10.53
排牙山自然保护区 Paiyashan Mountain Nature Reserve	61.70	10.64	19.15	4.26	4.26

<sup>1)</sup> A: 0% ≤ FR < 20%; B: 20% ≤ FR < 40%; C: 40% ≤ FR < 60%; D: 60% ≤ FR < 80%; E: 80% ≤ FR ≤ 100%.

Raunkiaer 定律基本上适合于稳定性较高而种类分布比较均匀的群落,群落的均匀性与 A 级和 E 级种类所占比例成正比, B 级、C 级和 D 级种类所占的比例增高,说明群落中种类分布不均匀<sup>[12]</sup>,表明田头山自然保护区和排牙山自然保护区的苏铁蕨群落有继续演变的趋势。马峦山郊野公园苏铁蕨群落频度符合 Raunkiaer 定律,但 E 级种类所占比例较小,因此,马峦山郊野公园苏铁蕨群落具有一定的特殊性,未达到顶极的稳定、均匀状态。

## 2.5 马峦山及其邻近山地苏铁蕨群落的物种多样性和均匀度分析

物种多样性指数和均匀度指数在一定程度上反映了群落的特征,体现了群落的结构类型、组织水平、发展阶段和稳定程度等。物种多样性指数与均匀度

指数基本上呈线性关系,不同类型的群落,其多样性指数和均匀度指数明显不同<sup>[13]</sup>。马峦山及其邻近山地 3 个苏铁蕨群落的多样性指数和均匀度指数见表 6。3 个苏铁蕨群落中,田头山自然保护区苏铁蕨群落的多样性指数和均匀度指数均最高,马峦山郊野公园苏铁蕨群落的多样性指数和均匀度指数均最低,但这并不意味着田头山自然保护区苏铁蕨群落的发展演替阶段高于其他 2 个群落,因为物种多样性是将物种数和均匀度综合分析的统计量,某个群落中如果有许多物种且多度非常均匀,则该群落就具有较高的多样性。田头山自然保护区苏铁蕨群落中的物种数和个体总数都小于另 2 个群落,因其物种分布比较均匀,才导致物种多样性和均匀度较高。

表 6 马峦山及其邻近山地苏铁蕨群落的物种多样性与均匀度分析<sup>1)</sup>Table 6 Analyses of diversity and evenness of species of *Brainea insignis* (Hook.) J. Sm. community in Maluanshan and its adjacent mountains<sup>1)</sup>

样地 Plot	S/m <sup>2</sup>	N <sub>s</sub>	N <sub>T</sub>	SP	SW	E	E'
马峦山郊野公园 Maluanshan Country Park	1 200	40	647	4.42	3.45	0.10	0.65
田头山自然保护区 Tiantou Mountain Nature Reserve	1 200	34	558	8.52	3.83	0.24	0.75
排牙山自然保护区 Paiyashan Mountain Nature Reserve	1 200	44	598	6.03	3.76	0.13	0.69

<sup>1)</sup> S: 样地面积 Plot area; N<sub>s</sub>: 物种数 Species number; N<sub>T</sub>: 个体总数 Total number of individual; SP: Simpson 多样性指数 Simpson's diversity index; SW: Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener's diversity index; E: 基于 Simpson 多样性指数的群落均匀度指数 Evenness index of community based on Simpson's diversity index; E': 基于 Shannon-Wiener 多样性指数的群落均匀度指数 Evenness index of community based on Shannon-Wiener's diversity index.

## 3 讨论和结论

### 3.1 马峦山及其邻近山地苏铁蕨群落的演替分析

由深圳马峦山郊野公园、田头山自然保护区和排牙山自然保护区 3 个苏铁蕨群落的组成、结构及特征的研究结果可以看出,3 个群落总体上位于演替中期,处于旺盛发展阶段,主要特点如下:

1) 3 个苏铁蕨群落中个体高度与数量的关系表

明,中低层立木在群落中占绝大多数,且随着立木高度的增加个体数量减少,这种特征常见于热带、亚热带雨林<sup>[14]</sup>; 3 个苏铁蕨群落中潜在的各层次种类数量相对比较丰富,说明下层立木会不断发展壮大,随着时间推移,群落将不断演替更新。

2) 从 3 个苏铁蕨群落优势种群的年龄结构上看,除苏铁蕨种群外,3 个群落中主要优势种群大都有一定比例幼树,Ⅱ级(2.5 cm ≤ DBH < 7.5 cm) 小树和Ⅲ级(7.5 cm ≤ DBH < 22.5 cm) 壮树所占比例也较大,但

IV级( $DBH \geq 22.5$  cm)大树较少,说明3个苏铁蕨群落均处于旺盛发展时期,并且随植被发展演替,优势种或建群种可能出现更替,群落的结构、物种组成和多样性有进一步变化的趋势。

3)从群落物种频度级(FR)上看,3个苏铁蕨群落的均匀性与A级( $0\% \leq FR < 20\%$ )和E级( $80\% \leq FR \leq 100\%$ )种类所占比例成正比,但3个群落A级种类的比例都较高,而E级种类的比例远远小于Raunkiaer频度定律的比例(16%)。Raunkiaer频度定律显示:E级种类所占比例越高,群落的均匀性越大。本研究中3个苏铁蕨群落的E级种类比例均较小,说明群落中优势种不明显、种类分布不均匀,暗示群落内物种组成还会不断变化,有进一步向顶级群落演替的趋势。

4)从物种多样性上看,将本研究中涉及的3个苏铁蕨群落与香港地区黄桐(*Endospermum chinense* Benth.)林群落<sup>[15]</sup>相比,苏铁蕨群落多样性指数和均匀度指数均低于黄桐林群落,而黄桐林群落为典型的南亚热带常绿阔叶林原生群落类型,相比较而言,3个苏铁蕨群落的物种多样性和均匀度都处于上升阶段,不具备亚顶极群落的特征。

### 3.2 苏铁蕨群落的保护建议

1)目前已报道的苏铁蕨群落主要以阳生性群落为主,如:香港岛苏铁蕨灌木林群落<sup>[16]</sup>以及粤北以杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa* (Alt.) Hassk.)、苏铁蕨和芒萁为各层优势种的次生林群落<sup>[17]</sup>,大致反映出苏铁蕨在次生林中生长较好的特点。在本研究涉及的3个苏铁蕨群落中,排牙山自然保护区苏铁蕨群落状况最为稳定,是适宜苏铁蕨种群正常生长的典型群落。

对苏铁蕨种群和群落特征进行细致的研究,可以为苏铁蕨的保护提供理论依据,也能为构建适宜苏铁蕨生长的环境提供基础数据。当然,不适当的人为干扰也会影响群落的自然演替,在实际操作中应当在全面调查和研究的基础上慎重进行。

2)在苏铁蕨种群占一定优势度的群落中,群落的演替还处于正向发展阶段,优势种群的组成、群落的结构和多样性等还不稳定,在这种情况下,环境条件

的变化将明显影响苏铁蕨种群的稳定发展。林业主管部门应组织专业技术人员定期巡护,及时发现问题,以维护苏铁蕨种群的天然更新与繁殖,增加其种群数量;同时,强化苏铁蕨繁育技术的研究,提高苏铁蕨的繁殖及培育能力;增强对苏铁蕨的保护意识,充分认识苏铁蕨的重要价值与意义,减少对其生境及其种群的人为破坏。

### 参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第四卷第二分册[M]. 北京:科学出版社,1999:196-197.
- [2] 彭少麟,陈万成. 广东珍稀濒危植物[M]. 北京:科学出版社,2003:17.
- [3] 郭建瑞,吴鸿,陈霞,等. 苏铁蕨配子体发育的研究[J]. 热带亚热带植物学报,2008,16(2):160-164.
- [4] 黄宝琼. 石门山的苏铁蕨群落[J]. 植物杂志,2001(4):5.
- [5] 黄宝琼. 苏铁蕨引种盆栽实验[J]. 广东园林,1992(2):37-38.
- [6] 谭观朱,冯志坚,何仲坚,等. 东莞市银瓶嘴自然保护区苏铁蕨群落特征[J]. 华南农业大学学报,2006,27(1):121-123.
- [7] 廖文波,叶常镜,王晓明,等. 深圳马峦山郊野公园生物多样性及其生态可持续发展[M]. 北京:科学出版社,2007:189-199.
- [8] 廖文波,王英永,庄平弟,等. 深圳市田头山自然保护区生物多样性综合考察报告[R]. 2008:3-4.
- [9] 常弘,廖文波,庄平弟,等. 深圳市排牙山自然保护区生物多样性综合考察报告[R]. 2008:7.
- [10] 王伯荪,李鸣光,彭少麟. 植物群落学实验手册[M]. 广州:广东高等教育出版社,1996:85-131.
- [11] 郭微,沈如江,吴金火,等. 江西三清山东黄杉群落的组成及结构分析[J]. 植物资源与环境学报,2007,16(3):46-52.
- [12] 李博. 生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2000:127.
- [13] 彭少麟,王伯荪. 鼎湖山森林群落分析I. 物种多样性[J]. 生态科学,1983(1):11-17.
- [14] 胡玉佳,李玉杏. 海南岛热带雨林[M]. 广州:广东高等教育出版社,1992:127-128.
- [15] 张宏达. 香港植被[J]. 中山大学学报,1989,8(增刊):129-135.
- [16] 曾绮微,李海生,陈桂珠,等. 香港灌丛植被的数量分类与环境关系分析[J]. 环境科学研究,2007,20(5):45-49.
- [17] 缪绅裕,王厚麟,黄金玲,等. 粤北和粤东北若干珍稀濒危野生植物的种群特征[J]. 热带亚热带植物学报,2008,16(5):397-406.