

林苗芳, 叶文, 邓双文, 高常军, 蔡坚, 陈红锋. 广东优势群落甜槠林多样性研究[J]. 植物科学学报, 2019, 37(3): 348-355
Lin MF, Ye W, Deng SW, Gao CJ, Cai J, Chen HF. Research on biodiversity in dominant Guangdong-*Castanopsis eyrei* communities [J]. Plant Science Journal, 2019, 37(3): 348-355

广东优势群落甜槠林多样性研究

林苗芳^{1,2,3}, 叶文^{1,3}, 邓双文^{1,2,3}, 高常军⁴, 蔡坚⁴, 陈红锋^{1,3*}

(1. 中国科学院华南植物园, 中国科学院植物资源保护与可持续利用重点实验室, 广州 510650;

2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 广东省应用植物学重点实验室, 广州 510650; 4. 广东省林业科学研究院, 广州 510520)

摘要: 采用每木调查法, 对广东粤北石门台和粤中象头山地区甜槠(*Castanopsis eyrie* (Champ.) Tutch.) 林样方内胸径 ≥ 1 cm 的乔、灌木进行测量, 记录其种名、胸径、高度和在样方中的坐标位置等指标, 对群落的植物组成、区系成分、优势种及物种多样性进行分析。结果显示: 石门台样地有维管植物 112 种, 隶属 36 科 54 属; 象头山样地有维管植物 109 种, 隶属 36 科 59 属。两个群落均具有明显的热带向亚热带过渡的性质。其中, 石门台样地与华东、华中地区联系紧密; 象头山样地则与中国台湾、日本的岛屿联系更多。比较两个地区的群落特征发现, 他们的相似性较高, 物种多样性指数接近, 纬度并不是决定群落植物多样性高低的因素, 小环境、群落演替进程及人为因素对群落植物多样性的影响更大。

关键词: 亚热带常绿阔叶林; 甜槠群落; 植物多样性; 广东

中图分类号: Q948

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2019)03-0348-08

DOI: 10.11913/PSJ.2095-0837.2019.30348

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research on biodiversity in dominant Guangdong- *Castanopsis eyrei* communities

Lin Miao-Fang^{1,2,3}, Ye Wen^{1,3}, Deng Shuang-Wen^{1,2,3}, Gao Chang-Jun⁴,
Cai Jian⁴, Chen Hong-Feng^{1,3*}

(1. Key Laboratory of Plant Resources Conservation and Sustainable Utilization, South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;
3. Guangdong Provincial Key Laboratory of Applied Botany, Guangzhou 510650, China;
4. Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou 510520, China)

Abstract: For trees with $DBH \geq 1$ cm, we recorded species name, DBH , height, and location within *Castanopsis eyrie* (Champ.) Tutch. community plots in Shimentai Reserve in northern Guangdong and Xiangtoushan Reserve in central Guangdong. Plant composition, distribution pattern, dominant species, and species diversity of the communities were analyzed. Results showed that there were 112 species of vascular plants belonging to 36 families and 54 genera in the Shimentai plot, and 109 species of vascular plants belonging to 36 families and 59 genera in the Xiangtoushan plot. Both communities showed observable tropical to subtropical transition. The Shimentai plot was closely related to eastern and central China, whereas the Xiangtoushan plot had more connections to western Pacific islands, namely Taiwan and Japan. Comparative study of community characteristics in the two regions

收稿日期: 2018-11-03, 退修日期: 2018-12-12。

基金项目: 广东省国家级自然保护区生物多样性监测服务项目(1210-1741YDZB0401-1, 0877-16HXY01D060)。

This work was supported by grants from the Services Project of Plant Diversity Monitoring of Guangdong National Nature Reserves (1210-1741YDZB0401-1, 0877-16HXY01D060)。

作者简介: 林苗芳(1993-), 女, 硕士研究生, 研究方向为园林植物与观赏园艺(E-mail: 369631542@qq.com)。

* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: h.f.chen@scbg.ac.cn)。

showed a high similarity at the community level and similar plant diversity indices. However, latitude was not the determining factor of plant diversity. Microenvironment, community succession processes, and human factors had greater influences on plant diversity of the local communities.

Key words: Subtropical typical evergreen broadleaved forest; *Castanopsis eyrie* community; Plant diversity; Guangdong

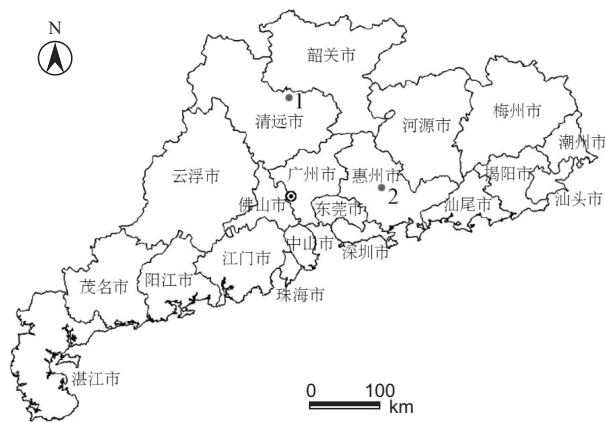
群落物种多样性的形成及演化机制一直是生态学家关注的焦点, 对此展开研究可以更好地认识群落的形成、现状和发展^[1-3]。广东省是我国物种多样性最高的地区之一, 而粤北地区的石门台国家级保护区及粤中地区的象头山国家级保护区是广东省保护较好的森林生态系统自然保护区, 以亚热带常绿阔叶林为地带性植被, 具有极高的研究价值。近年来, 针对上述保护区的森林群落已开展了许多研究^[4-7], 但他们更多地关注于珍稀濒危种群, 而缺少对典型群落的研究。甜槠 (*Castanopsis eyrei* (Champ.) Tutch.) 群落是广东省典型的亚热带常绿阔叶林优势群落, 研究其结构、类型、多样性的起源、演化与维持机制, 对于广东省亚热带森林的保护及可持续经营具有重要意义。

研究表明, 群落构建机制是由区域过程和局域过程共同决定的^[8, 9]。其中, 区域过程包括地质历史事件、物种形成、迁移扩散及灭绝等, 这些事件决定了现有区域物种库的数量, 同时会限制物种进入局域群落内。局域过程则包括生境过滤、种间相互作用、扩散限制等, 这些过程会影响局域群落内物种最终的组成^[9]。种群的扩散及其分布格局的形成除受物种本身的生物学特性影响外, 极大程度上由地理和环境因素决定^[10]。某一种群经过扩散, “定居”繁殖形成一个独特的群落。目前针对广东省森林群落的研究仅局限在某个保护区, 缺乏对局域内群落之间的研究, 且由于数据来源、研究尺度、调查方法和标准的不统一, 难以对各群落进行横向比较。本研究以广东粤北石门台和粤中象头山两个国家级自然保护区的甜槠群落为对象, 从地理及环境的角度探究影响局域内相同种群形成的不同群落间多样性差异产生的因素, 以为广东省典型群落的多样性形成及演化机制研究提供参考。

1 研究地概况

广东石门台国家级自然保护区 ($24^{\circ}23' \sim$

$24^{\circ}28' \text{ N}$, $113^{\circ}16' \sim 113^{\circ}20' \text{ E}$) 地处广东省中北部的英德市境内, 总面积 $33\,555 \text{ hm}^2$; 年均气温 20.8°C , 极端低温 -3.6°C , 极端高温 38.6°C ; 年均降水量 1883 mm ; 最高峰船底顶海拔 1586 m ^[11]。保护区地处南亚热带和中亚热带的过渡地带, 植被以天然常绿阔叶林占绝对优势, 此外还有部分针叶林和针阔叶混交林^[5]。广东象头山国家级自然保护区 ($23^{\circ}13' \sim 23^{\circ}19' \text{ N}$, $114^{\circ}19' \sim 114^{\circ}27' \text{ E}$) 地处广东省惠州市博罗县境内, 总面积 $10\,696.9 \text{ hm}^2$, 年均气温 21.7°C , 极端低温 -6.6°C , 极端高温 35.1°C ; 年均降水量 2262.5 mm ; 主峰蟹眼最高海拔 1024 m 。保护区地处南亚热带地区, 其中低山 (海拔 400 m 以下) 和沟谷为南亚热带常绿季雨林, 海拔 400 m 以上为亚热带常绿阔叶林^[12] (图 1)。



1: 石门台保护区; 2: 象头山保护区。
1: Shimentai Reserve; 2: Xiangtoushan Reserve.

图 1 研究区域
Fig. 1 Study area

2 研究方法

2.1 调查方法

在踏查的基础上, 根据相关物种多样性监测样地建立规范^[13], 并考虑生态功能区的分布范围, 在 2 个保护区分别选取以甜槠为建群种的群落, 设

置面积各为 1 hm² (100 m × 100 m) 的样地 1 个, 每个样地分成 400 个 5 m × 5 m 的样方。记录每个样地的 GPS 坐标、海拔、坡度、坡向、坡位、受人类干扰强度等信息。在每个样地内调查所有乔、灌木 (胸径 ≥ 1 cm) 的植株, 测量记录每株植物的坐标位置、物种名、树高、胸径、冠幅等信息。对野外不能定种的植物个体采集标本, 带回实验室鉴定。

2.2 数据处理

2.2.1 重要值计算

对每块样地分别计算乔木树种的重要值。计算公式为: 乔木层重要值 = (相对多度 + 相对频度 + 相对优势度) / 3。其中: 相对多度 (%) = 100 × 某个种的株数 / 所有种的总株数; 相对频度 (%) = 100 × 某个种在统计样方中出现的次数 / 所有种出现的总次数; 相对优势度 (%) = 100 × 某个种的胸高断面积 / 所有种的胸高断面积。

2.2.2 多样性测度方法

选取 Margalef 物种丰富度指数 (E)、Shannon-Wiener 多样性指数 (H)、Simpson 优势度指数 (D) 和 Pielou 均匀度指数 (J_{sw}) 进行群落 α 多样性的测定。选用 Jaccard 相似性系数对不同群落之间的相似程度进行测定。计算公式为^[13]:

Margalef 物种丰富度指数: $E = (S - 1) / \ln N$;

Shannon-Wiener 多样性指数: $H = -\sum P_i \ln P_i$;

Simpson 优势度指数: $D = 1 - \sum P_i^2$;

Pielou 均匀度指数: $J_{sw} = (-\sum P_i \ln P_i) / \ln S$;

Jaccard 相似性系数: $C_j = j / (a + b - j)$ 。

式中: S 为样方的植物种类总和, N 为样方所有物种的个体数之和; P_i 为种 i 的个体数占所有种个体数的比率; j 为两群落共有的类型数量, a 、 b 分别为两群落各自的类型数量。

3 结果与分析

3.1 群落物种组成分析

本研究对两个群落进行调查, 记录研究群落的基本特征, 将石门台样地群落命名为 1 号群落, 象头山样地群落命名为 2 号群落 (表 1)。样地调查结果显示, 1 号群落共有维管植物 112 种, 隶属 36 科 54 属, 裸子植物 1 科 1 属 1 种, 被子植物 35 科 53 属 111 种。其中樟科 (*Lauraceae*) (6 属 14 种)、山茶科 (*Theaceae*) (5 属 14 种)、壳斗科 (*Fagaceae*) (3 属 10 种)、冬青科 (*Aquifoliaceae*) (1 属 10 种)、山矾科 (*Smylocaceae*) (1 属 8 种)、杜鹃花科 (*Ericaceae*) (2 属 7 种)、杜英科 (*Elaeocarpaceae*) (2 属 5 种)、木兰科 (*Magnoliaceae*) (3 属 5 种)、蔷薇科 (*Rosaceae*) (3 属 5 种) 等科为优势科。仅含 1 属 1 种的有 20 科, 分别占科、属、种总数 55.56%、37.03% 和 17.86%。

2 号群落共有维管植物 109 种, 隶属 36 科 59 属, 裸子植物 2 科 2 属 2 种, 被子植物 34 科 57 属 107 种。其中壳斗科 (3 属 18 种)、樟科 (5 属 14 种)、山茶科 (5 属 10 种)、冬青科 (1 属 8 种)、茜草科 (*Rubiaceae*) (6 属 6 种)、山矾科 (1 属 5 种)、杜鹃花科 (*Ericaceae*) (3 属 5 种)、杜英科 (1 属 5 种) 等科为优势科。仅含 1 属 1 种的有 20 科, 分别占科、属、种总数的 55.56%、33.90% 和 18.35%。

由上分析可知, 两个群落共有的优势科相似性较高, 有壳斗科、樟科、山茶科、山矾科、冬青科、杜鹃花科、杜英科等。这些科均为亚热带常绿阔叶林中常见优势科。壳斗科和樟科植物是两个群落乔木层的主要建群种, 而山茶科、冬青科、山矾科等则多为林下小乔木或灌木, 是群落的重要组成部分。

表 1 两个群落分布的生境
Table 1 Habitat conditions of two communities

群落编号 Community No.	保护区 Nature reserve	海拔 (m) Altitude	经度 Longitude	纬度 Latitude	坡向 Position	坡度 Tilt	坡位 Aspect
1	石门台	738	113°7'3.02" E	24°27'43.99" N	南	缓	中坡
2	象头山	750	114°22'24.81" E	23°16'22.02" N	东南	缓	中上坡

3.2 群落植物的区系成分分析

3.2.1 群落植物属的区系成分分析

根据吴征镒等^[14]对中国种子植物属分布区类型的划分方法，本研究将两个群落内的种子植物属划分为13个分布区类型。结果显示(表2)，两个群落植物属的区系成分共同特点均以热带地区成分为主，但没有出现典型的热带性质的科属，如龙脑香科(Dipterocarpaceae)、肉豆蔻科(Myristicaceae)、猪笼草科(Nepenthaceae)等植物，同时温带成分占有一定的比例，表现出明显的过渡性质。这与两个群落位于亚热带向热带过渡区域有关。

表2 两个群落植物属的分布区类型
Table 2 Distribution patterns of genera in two communities

分布区类型 Distribution pattern	属数 No. of genera		占非世界属数的百分比 Percentage of all genera (%)	
	1	2	1	2
1. 世界广布	0	1		
2. 泛热带	9	10	16.67	17.24
3. 东亚(热带、亚热带)及热带南美间断	8	11	14.81	18.97
4. 旧世界热带	3	6	5.56	10.34
5. 热带亚洲至热带大洋洲	4	4	7.41	6.90
6. 热带亚洲至热带非洲	2	2	3.70	3.45
7. 热带亚洲(印度-马来西亚)	14	14	25.93	24.14
8. 北温带	5	5	9.26	8.62
9. 东亚和北美间断	6	5	11.11	8.62
10. 旧世界温带	1	0	1.85	0
11. 地中海区、西亚至中亚	1	0	1.85	0
12. 东亚	0	1	0	1.72
13. 中国特有	1	0	1.85	0
合 计	54	59	100	100

3.2.2 群落植物种的区系分析

研究表明，对一定区域内植物属的区系分析能反映该区系的特点及其与气候的联系；而种层次上的区系分析则是属区系分析的可靠依据^[15]。本研究参考《种子植物分布区类型及其起源和分化》^[14]、《中国植物志》^[16]和 *Flora of China*^[17]，对2个群落植物种的分布区类型进行分析(表3)，结果显示，总体上1号群落热带亚洲分布占更多比例。结合中国特有种的地区分布发现，该群落与华东、华中地区联系紧密，物种交流更多。而2号群落的中国特有种占有更大比例，同时华南特有种和

表3 两个群落植物种的分布区类型
Table 3 Distribution patterns of plant species in two communities

分布区类型 Distribution pattern	种数 No. of species		所占比例(%) Percentage of all species	
	1	2	1	2
1. 热带亚洲分布	51	46	45.54	42.20
2. 中国特有	53	58	47.32	53.21
2-1. 中国广布	2	1	1.79	0.92
2-2. 华南特有	1	5	0.89	4.59
2-3. 广东特有	0	2	0	1.83
2-4. 华南-华东-华中-西南	27	25	24.11	24.77
2-5. 华南-华东	9	14	8.04	12.84
2-6. 华南-华东-华中	11	6	9.82	5.50
2-7. 华南-华东-西南	1	2	0.89	1.83
2-8. 华南-华中-西南	2	2	1.79	1.83
2-9. 华南-华中	0	1	0	0.92
3. 东亚	8	5	7.14	4.59
合 计	112	109	100	100

广东特有种比例更高，说明生境条件特异，外围可能存在更多地理障碍；且该群落相对靠海，其植物与中国台湾、日本等岛屿的联系更多。

甜槠是1号、2号群落的优势种，属于中国特有种，分布于华南、西南、华东地区，是中亚热带典型常绿阔叶林中常见的建群种。疏齿木荷(*Schima remotiserrata* H. T. Chang)是1号群落另一优势种，属于中国特有种，只分布于华南地区；而2号群落优势种木荷(*Schima superba* Gardn. et Champ.)的分布区更广，属于热带亚洲分布种，东至日本琉球岛，在国内分布于华南、华东、华中地区。红花荷(*Rhodoleia championii* Hook.)是2号群落的另一优势种，只分布在我国广东省的中部和西部^[18]。金缕梅科(Hamamelidaceae)是一群古老而处于孑遗状态的植物，种系稳定，而红花荷属(*Rhodoleia*)的中心可能在华南，种系得到新的分化，成为活动性的孑遗植物^[19]。研究结果说明了象头山保护区植物区系的古老性。

3.3 群落优势种分析

重要值指标能表征树种在群落中的地位和作用，同时可以量化分析群落所处的演替阶段，并预测群落发展为顶级群落的时间距离^[20]。本研究通过计算重要值来反映群落的优势种情况，结果显示(表4、表5)：1号群落位于石门台保护区联山村旁，海拔738 m，该群落中甜槠的重要值为19.95，

表 4 1 号群落主要物种特征值(重要值前 10 名)
Table 4 Importance values of primary species in community 1 (top ten)

物种 Species	相对多度(%) Relative abundance	相对频度(%) Relative frequency	相对显著度(%) Relative prominence	重要值(%) Importance value
甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i> (Champ.) Tutch.	16.60	3.96	39.29	19.95
疏齿木荷 <i>Schima remotiserrata</i> H. T. Chang	6.20	2.85	13.95	7.67
尖叶毛柃 <i>Eurya acuminatissima</i> Merr. et Chun	9.48	3.48	2.36	5.11
广东杜鹃 <i>Rhododendron kwangtungense</i> Merr. et Chun	8.48	3.48	1.67	4.54
光叶山矾 <i>Symplocos lancifolia</i> Sieb. et Zucc.	7.84	2.53	1.08	3.82
马尾松 <i>Pinus massoniana</i> Lamb.	2.24	3.01	4.86	3.37
黧蒴 <i>Castanopsis fissa</i> (Champ. ex Benth.) Rehd. et Wils.	4.76	2.37	2.54	3.23
木荷 <i>Schima superba</i> Gardn. et Champ.	2.56	1.74	5.01	3.10
虎皮楠 <i>Daphniphyllum oldhamii</i> (Hemsl.) Rosenth.	2.24	3.48	3.01	2.91
罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i> Hance	2.60	3.48	0.93	2.34

表 5 2 号群落主要物种特征值(重要值前 10 名)
Table 5 Importance values of primary species in community 2 (top ten)

物种 Species	相对多度(%) Relative abundance	相对频度(%) Relative frequency	相对显著度(%) Relative prominence	重要值(%) Importance value
甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i> (Champ.) Tutch.	6.68	2.87	25.49	11.68
红花荷 <i>Rhodoleia championii</i> Hook.	8.21	2.99	11.25	7.48
木荷 <i>Schima superba</i> Gardn. et Champ.	6.99	2.63	11.56	7.06
卷毛山矾 <i>Symplocos ulotricha</i> Ling	13.71	2.99	2.24	6.31
密花树 <i>Rapanea neriifolia</i> (Sieb. et Zucc.) Mez	8.85	2.75	2.21	4.60
柯 <i>Lithocarpus glabra</i> (Thunb.) Nakai	2.76	2.87	4.55	3.39
柃叶连蕊茶 <i>Camellia euryoides</i> Lindl.	5.58	2.51	1.42	3.17
罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i> Hance	4.73	2.99	1.19	2.97
光叶山矾 <i>Symplocos lancifolia</i> Sieb. et Zucc.	3.55	2.99	2.02	2.85
罗浮栲 <i>Castanopsis fabri</i> Hance	1.31	1.32	5.56	2.73

在群落中占有较为明显的优势；其次为疏齿木荷，重要值为 7.67；再次为尖叶毛柃 (*Eurya acuminatissima* Merr. et Chun) (5.11)、广东杜鹃 (*Rhododendron kwangtungense* Merr. et Chun) (4.54)、光叶山矾 (*Symplocos lancifolia* Sieb. et Zucc.) (3.82)，其他种类的重要值相对较低，因此 1 号群落可命名为甜槠-疏齿木荷群落。群落主要由常绿种类组成，属于典型常绿阔叶林，群落外貌没有明显的季相变化。该群落壳斗科、山茶科等占据优势，其中甜槠占绝对优势，其他伴生种重要值远不及他，群落较为稳定。2 号群落位于象头山保护区二级电站旁，海拔 750 m。该群落中甜槠的重要值为 11.68，在群落种占有较为明显的优势，其次为红花荷，重要值为 7.48，再次为木荷 (7.06)、卷毛山矾 (*Symplocos ulotricha* Ling) (6.31)、密花树 (*Rapanea neriifolia* (Sieb. et

Zucc.) Mez) (4.60)，其他种类的重要值相对较低，因此 2 号群落可命名为甜槠-红花荷+木荷群落。群落主要由常绿种类组成，属于典型常绿阔叶林，群落外貌没有明显的季相变化。该群落中甜槠占据优势，而伴生种红花荷、木荷及卷毛山矾的重要值大致相当。

3.5 群落 α 多样性差异分析

研究表明，不同群落往往受到环境、地理因素以及人为因素的影响，其多样性常表现出一定的差异，而多样性指数经过合理计算，能较好地反映群落多样性特征^[21]。Margalef 指数可以反映群落的物种丰富程度，本研究中 1 号群落的物种丰富度更高。Simpson 指数可以反映群落优势种的集中程度，研究显示，两个群落的该指数极为接近，结合群落的重要值分析，说明两个群落优势种的优势地位均极为明确。

Shannon-Wiener 指数和 Pielou 指数在一定程度上可以反映群落物种集中和分散的程度，两个群落的这两个值均较高且同样极为接近，说明群落物种数量较多且分布较为均匀。综合分析可见，甜槠群落均已发展得相当成熟，相比之下，1 号群落更为稳定(表 6)。

表 6 两个群落 α 多样性指数
Table 6 α diversity index of two communities

群落编号 Community No.	Margalef index E	Simpson index D	Shannon-Wiener index H	Pielou index J_{sw}
1	14.1885	0.9373	3.4439	0.7299
2	12.8175	0.9446	3.4049	0.7258

3.6 群落间相似性分析

群落间物种组成的差异往往受到生境的影响， β 多样性指数则能比较不同生境下群落的物种组成区别，而且与 α 多样性指数一同反映群落或生态系统总多样性或一定地段的生物异质性^[22]。本研究采用科、属、种 Jaccard 相似性系数来衡量群落间的相似程度，发现 1 号与 2 号群落相同的植物科、属、种分别有 25、38、42 种，Jaccard 相似性系数分别为 0.53、0.51、0.23。从 Jaccard 系数可以看出，两个群落科、属的相似性高于种的相似度，究其原因主要是两个保护区属于华南区域，物种源自相同的区域种库，但受地理位置、地形、小气候等影响，两个群落物种的组成结构会产生较大差异。

4 讨论

4.1 地理位置对植物多样性的影响

本研究选取的两个保护区属于华南地区，物种源自相同的区域种库，因此物种组成相似性高，但不同的地理位置仍极大地影响了局域群落内植物的种类组成。从所处位置上来看，1 号群落位于南岭山脉，拥有大量古老、孑遗、原始和特有的华夏植物区系成分；同时 1 号群落较 2 号群落位置更偏向于内陆，与华东、华中地区的联系更紧密；而 2 号群落地理上更靠海，与邻近岛屿的交流更多。不仅群落植物组成受到地理位置的影响，群落植物多样性也会受到其所处地区纬度的影响。多样性的纬度梯度学说认为，从高纬度地区到低纬度地区，物种

多样性逐步升高^[23]。然而本研究通过计算多样性指数发现，1 号群落虽处于相对高纬度，他的群落多样性指数却高于 2 号群落。原因可能是 1 号群落处于气候交错带，环境异质性高，从而打破了纬度梯度下植物多样性在同一气候带所呈现的规律，使其具有更高的生物多样性^[24]。因此，对于这两个群落而言，纬度可能不是主要影响因素，而小环境对群落多样性的影响更大，如海拔、地形、下垫面状况等。

4.2 群落演替动态与植物 α 多样性的关系

群落的植物多样性在时间上会随着群落的演替进程发生变化。本研究中，1 号群落中甜槠占据绝对优势，已完全取代疏齿木荷、木荷等阳性阔叶树种，处于演替后期；2 号群落中甜槠占据优势，群落乔木层以壳斗科的中生性植物为主，同样处于演替后期。处于演替后期群落的物种多样性趋向于稳定。本研究发现，两个群落的几个 α 多样性指数极为接近。两个群落虽分别位于粤北、粤中，其物种组成及区系成分存在一定差异，但群落相似性较高，因此推测：同种群落随着演替进程趋向稳定成熟，其物种 α 多样性指数所趋向的稳定值相当接近。

4.3 人为因素对植物多样性的影响

群落的植物多样性除了受环境因素、演替进程等的影响，也受人为因素的极大影响。过于频繁的人类活动往往导致生物多样性的丧失。石门台保护区经过大炼钢铁、包山到户以及近些年的开垦种果，原始森林遭到严重破坏^[25]。象头山保护区曾是国有林场，因大规模阔叶林被砍伐而种植杉木林，使其生物多样性急剧下降。为保护珍贵的森林资源，学者们对这两个保护区展开了研究，但他们往往更多关注于珍稀濒危种群。而地带性优势群落作为森林的构建主体，研究其物种多样性的形成及演化规律更具有普遍价值。随着生态保护意识的加强，政府相关部门已积极采取措施加强对森林群落生物多样性的保护，如广东省已开展全省林业自然保护区的植物多样性监测体系建设，这些举措对植物多样性的保护具有重要意义。

参考文献：

[1] 沈泽昊. 中国西南干旱河谷的植物多样性：区系和群落结构

- 的空间分异与成因[J]. 生物多样性, 2016, 24(4): 363–366.
- Shen ZH. Plant diversity in the dry valleys of Southwest China: spatial deviation and determinants for flora and plant communities [J]. *Biodiversity Science*, 2016, 24(4): 363–366.
- [2] 王世雄, 赵亮, 李娜, 郭华, 王孝安, 段仁燕. 稀有种和常见种对植物群落物种丰富度格局的相对贡献[J]. 生物多样性, 2016, 24(6): 658–664.
- Wang SX, Zhao L, Li N, Guo H, Wang XA, Duan RY. The relative contributions of rare and common species to the patterns of species richness in plant communities [J]. *Biodiversity Science*, 2016, 24(6): 658–664.
- [3] 徐翔, 张化永, 谢婷, 孙青青, 田永兰. 西双版纳种子植物物种多样性的垂直格局及机制[J]. 生物多样性, 2018, 26(7): 678–689.
- Xu X, Zhang HY, Xie T, Sun QQ, Tian YL. Elevational pattern of seed plant diversity in Xishuangbanna and its mechanisms [J]. *Biodiversity Science*, 2018, 26(7): 678–689.
- [4] 陈红锋, 严岳鸿, 邢福武, 王宏中, 谢国忠, 黄林生. 广东石门台自然保护区粘木-甜锥群落特征研究[J]. 广西植物, 2003, 23(6): 488–494.
- Chen HF, Yan YH, Xing FW, Wang HZ, Xie GZ, Huang LS. A study on characteristics of *Ixonanthes chinensis*-*Castanopsis eyrei* community in Shimentai Nature Reserve, Guangdong [J]. *Guihaia*, 2003, 23(6): 488–494.
- [5] 苏志尧, 陈北光, 吴大荣. 广东英德石门台自然保护区的植被类型和群落结构[J]. 华南农业大学学报, 2002, 23(1): 58–62.
- Su ZY, Chen BG, Wu DR. Vegetation types and community structure of Shimentai Nature Reserve, Yingde, Guangdong [J]. *Journal of South China Agricultural University*, 2002, 23(1): 58–62.
- [6] 王厚麟, 黄林生, 缪绅裕, 陈健辉, 薛锡塔, 金建华. 广东石门台保护区猴头杜鹃群落特征[J]. 广西植物, 2008, 28(1): 73–77.
- Wang HL, Huang LS, Liao SY, Chen JH, Xue XT, Jin JH. Community characteristics of *Rhododendron simiarum* in Shimentai Nature Reserve, Guangdong [J]. *Guihaia*, 2008, 28(1): 73–77.
- [7] 黄川腾, 庄雪影, 姜斌, 刘兆祥, 李荣喜, 张粤. 广东象头山吊皮锥种群及其群落结构研究[J]. 广东林业科技, 2010, 26(1): 71–76.
- Huang CT, Zhuang XY, Jiang B, Liu ZX, Li RX, Zhang Y. Population of *Castanopsis kawakamii* and its community on Xiangtoushan, Guangdong province [J]. *Forestry and Environmental Science*, 2010, 26(1): 71–76.
- [8] Cavender-Bares J, Ackerly DD, Hobbie SE, Townsend PA. Evolutionary legacy effects on ecosystems: biogeographic origins, plant traits, and implications for management in the era of global change [J]. *Annu Rev Ecol Evol Syst*, 2016, 47: 433–462.
- [9] 刘杰, 罗亚皇, 李德铎, 高连明. 青藏高原及毗邻区植物多样性演化与维持机制: 进展及展望[J]. 生物多样性, 2017, 25(2): 163–174.
- Liu J, Luo YH, Li DZ, Gao LM. Evolution and maintenance mechanisms of plant diversity in the Qinghai-Tibet Plateau and adjacent regions: retrospect and prospect [J]. *Biodiversity Science*, 2017, 25(2): 163–174.
- [10] 蒙洋, 邱月, 张亮, 王翠玲, 臧振华, 等. 地理距离、海拔和气候差异对独龙江流域维管植物群落物种空间异性的影响[J]. 生物多样性, 2017, 25(12): 1313–1320.
- Meng Y, Qiu Y, Zhang L, Wang CL, Zang ZH, et al. Effects of geographical distance and differences in climate and altitude on species dissimilarity of vascular plant communities in the Dulongjiang River Watershed Area [J]. *Biodiversity Science*, 2017, 25(12): 1313–1320.
- [11] 解丹丹, 苏志尧. 广东石门台亚热带典型常绿阔叶林和亚热带山顶矮林群落特征[J]. 植物科学学报, 2014, 32(4): 355–361.
- Xie DD, Su ZY. Species composition and community structure of typical subtropical evergreen broad-leaved forest and subtropical montane elfin forest in Shimentai National Nature Reserve in south China [J]. *Plant Science Journal*, 2014, 32(4): 355–361.
- [12] 吴章文, 陈就和, 吴楚材. 广东象头山国家级自然保护区科学考察集[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003.
- [13] 邹发生, 何克军. 林业系统自然保护区生态因子和生物多样性监测手册[M]. 北京: 中国林业出版社, 2018.
- [14] 吴征镒, 周浙昆, 孙航, 李德铎, 彭华. 种子植物分布区类型及其起源和分化[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2006.
- [15] 施建敏, 杨光耀, 裘利洪, 刘仁林. 马头山自然保护区种子植物区系研究: III. 种的区系分析[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(5): 705–707.
- Shi JM, Yang GY, Qiu LH, Liu RL. A study on the flora of the seed plant in Matou Mountain Nature Reserve: III. Analysis of species flora [J]. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 2005, 27(5): 705–707.
- [16] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 1–80 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1959–2004.
- [17] Flora of China 编委会. Flora of China [DB/OL]. [2019-05-07]. <http://foc.iplant.cn/>.
- [18] 徐斌, 朱报著, 张方秋, 潘文王, 裕霞. 红花荷天然群落的遗传多样性分析[J]. 植物研究, 2014, 34(4): 479–484.
- Xu B, Zhu BZ, Zhang FQ, Pan WW, Yu X. Genetic diver-

sity analysis on *Rhodoleia championii* wild populations[J]. *Bulletin of Botanical Research*, 2014, 34(4): 479-484.

[19] 廖文波, 张宏达. 广东亚热带植物区系表征科的区系地理学分析[J]. *生态科学*, 1994(1): 47-55.

Liao WB, Zhang HD. The floristic phytogeography analysis of some typical families of the subtropic flora from Guangdong province[J]. *Ecological Science*, 1994(1): 47-55.

[20] 张福生, 王宏, 金继华, 周建宇. 利用重要值评价森林生态系统稳定性[J]. *吉林林业科技*, 2003, 32(3): 15-17.

Zhang FS, Wang H, Jin JH, Zhou JY. Appraising stability of a forest ecosystem with significant values [J]. *Jilin Forestry Science and Technology*, 2003, 32(3): 15-17.

[21] 项小燕, 吴甘霖, 王志高, 张中信, 段仁燕, 等. 大别山五针松群落物种多样性及区系分析[J]. *植物科学学报*, 2017, 35(2): 243-251.

Xiang XY, Wu GL, Wang ZG, Zhang ZX, Duan RY, et al. Species diversity and floristic analysis of the *Pinus dabeshanensis* community[J]. *Plant Science Journal*, 2017, 35(2): 243-251.

[22] 潘文杰, 李钢铁, 刘银. 松树山地区油松天然林群落结构和植物多样性研究[J]. *内蒙古林业科技*, 2007, 31(2): 297-305.

Pan WJ, Li GT, Liu Y. Community structure and species diversity of *Pinus tabulaeformis* natural forest in Songshushan district[J]. *Journal of Inner Mongolia Forestry Science & Technology*, 2007, 31(2): 297-305.

[23] 周红章, 于晓东, 罗天宏, 何君舰. 物种多样性变化格局与时空尺度[J]. *生物多样性*, 2000, 8(3): 325-336.

Zhou HZ, Yu XD, Luo TH, He JJ. How does species diversity change? Spatio-temporal patterns and scales[J]. *Biodiversity Science*, 2000, 8(3): 325-336.

[24] 程华标. 生态交错带植物物种多样性研究进展[J]. *安徽师大学报(自然科学版)*, 2014, 37(5): 469-474.

Chen HB. Research progress of plant diversity in ecotone [J]. *Journal of Anhui Normal University (Natural Science Edition)*, 2014, 37(5): 469-474.

[25] 严岳鸿, 何祖霞, 陈红锋, 秦新生, 邢福武. 广东石门台自然保护区珍稀濒危植物及其保护[J]. *广西植物*, 2004, 24(1): 1-6.

Yan YH, He ZX, Chen HF, Qin XS, Xing FW. The survey and conservation on the rare and endangered plants in Shimentai Nature Reserve, Guangdong [J]. *Guihaia*, 2004, 24(1): 1-6.

(责任编辑: 周 媛)