

海南热带雨林国家公园极小种群野生植物坡垒适生群落特征研究

罗文¹,李艳朋^{2,3},许涵^{2,3},秦文豪^{2,3},刘大业¹,莫世琴¹

(1. 海南热带雨林国家公园管理局尖峰岭分局,海南乐东 572542; 2. 中国林业科学研究院热带林业研究所,广州 510520; 3. 海南尖峰岭森林生态系统国家野外科学观测研究站,广州 510520)

摘要:坡垒为国家Ⅰ级重点保护植物,亦属于极小种群野生植物,野外大树稀少且幼树存在增补限制,亟待开展保护研究。为了解坡垒适生群落特征,通过在海南尖峰岭的原始林和次生林中分别设置7个20 m×20 m样地,分析两种生境类型下坡垒群落在物种组成、物种多样性、重要值和生态位宽度等方面的共性和差异。结果表明:1)坡垒适生群落共记录到木本植物294种,隶属75科168属,单种科、寡种科和单种属、寡种属比例大,樟科、壳斗科、茜草科和山矾科为坡垒适生群落的优势科;2)原始林和次生林坡垒适生群落均无明显优势种,但坡垒种群在次生林的功能地位和作用相对较强;3)坡垒在原始林和次生林均表现为较宽的生态位,表明坡垒对资源具有较强的竞争力。坡垒在原始林的生态位宽度较次生林大,其对原始林群落的环境适应能力相对较强,对资源的利用相对较充分。研究为揭示坡垒适生群落的结构及发展趋势提供了基础资料,对极小种群的恢复与保护具有一定指导意义。

关键词:海南热带雨林国家公园;坡垒;数量特征;物种多样性;生态位宽度;演替类型

中图分类号:Q948.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-6622(2023)04-0098-09

DOI:10.13466/j.cnki.lyzygl.2023.04.012

Characteristics of Suitable Communities of *Hopea hainanensis*, a Wild Plant with Extremely Small Populations in National Park of Hainan Tropical Rainforest

LUO Wen¹, LI Yanpeng^{2,3}, XU Han^{2,3}, QIN Wenhao^{2,3}, LIU Daye¹, MO Shiqin¹

(1. Jianfengling Department of Hainan Tropical Rainforest National Park Administration, Ledong, Hainan 572542, China; 2. Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou 510520, China; 3. Jianfengling National Key Field Research Station for Tropical Forest Ecosystem in Hainan, Guangzhou 510520, China)

Abstract: *Hopea hainanensis* is a national level I key protected wild plant, and it also belongs to a wild plant with extremely small populations. It is urgent to conduct conservation research on *Hopea hainanensis* populations, because of the few adult trees in the wild and the severe recruitment limitation from seedling to sapling life stage. To understand the characteristics of suitable communities of *Hopea hainanensis*, 7 sample plots of 20 m × 20 m were set up in the primary forest and secondary forest in Jianfengling, Hainan. The similarities and differences in species composition, species diversity, importance value and

收稿日期:2023-05-30;修回日期:2023-06-27

基金项目:海南省自然科学基金项目资助“海南尖峰岭原生坡垒种群分布及伴生群落特征和保护对策研究”(421RC1108);国家自然科学基金委区域创新发展联合基金“基于生物多样性与生态系统功能的受损热带低地雨林的生态恢复机制”(U22A20449);国家科技基础资源调查项目“海南尖峰岭、广东南岭资源环境和生物多样性调查”(2019FY101600)

作者简介:罗文(1972-),男,海南三亚人,高级工程师,硕士,主要研究方向:森林生态。Email:1103031220@qq.com

通讯作者:许涵(1981-),男,福建莆田人,研究员,博士,主要研究方向:森林生态。Email:hanxu81@gmail.com

niche width of *Hopea hainanensis* communities under the two habitat types were analyzed. The results showed that: 1) A total of 294 species of woody plants belonging to 75 families and 168 genera were recorded in the suitable communities of *Hopea hainanensis*, with a large proportion of monotypic families, oligotypic families, monotypic genera and oligotypic genera. Lauraceae, Fagaceae, Rubiaceae and Symplocaceae are the dominant families in the *Hopea hainanensis* communities. 2) There was no obvious dominant species in both the primary forest and the secondary forest, but the functional status of *Hopea hainanensis* was much stronger in the secondary forest. 3) *Hopea hainanensis* showed a wide niche range in both primary forest and secondary forest, indicating that this species is more competitive for resources. In addition, the larger niche width in primary forest than that in secondary forest indicated that *Hopea hainanensis* is more adaptable to the environment of primary forest. Our results provide basic data for revealing the structure and development trend of the suitable community on *Hopea hainanensis*, which is of great significance for the restoration and protection of the wild plant with extremely small populations.

Key words: National Park of Hainan Tropical Rainforest, *Hopea hainanensis*, quantitative characteristics, species diversity, niche breadth, succession type

植物群落生态学是生态学研究的一个重要内容,其研究具有很强的地域性,不同地点的群落,生态学特性会有很大的差异^[1]。群落的物种组成及数量特征分析是群落物种多样性和生态位研究的前提基础,而群落多样性的研究是群落生态学研究乃至整个生态研究中十分重要的内容,它能更好地评价群落结构及其发展变化^[2]。生态位研究是评价种间和种内关系及种群在群落中所处地位的重要手段,在森林资源保护与利用、生物多样性及其形成机制、群落演替等方面有着广阔的应用前景^[3]。生态位研究也是生态学中最活跃的领域之一,被广泛应用于植物资源的保护与利用、生物多样性保护群落演替等研究中,已成为国内外学者热点关注的对象^[4]。

坡垒 (*Hopea hainanensis*) 属于龙脑香科 (Dipterocarpaceae) 坡垒属 (*Hopea*) 常绿乔木,为国家 I 级重点保护植物,在《全国极小种群野生植物拯救保护工程规划(2011—2015)》中列为极小种群野生植物。它集中分布于霸王岭和尖峰岭林区,是极为稀有的热带珍贵树种^[5-6],因其木材优质,曾被人们过度采伐利用,导致其数量急剧减少,仅存的少数野生坡垒种群现主要分布于海南的尖峰岭、霸王岭和黎母山等林区。目前,对坡垒的研究工作大多集中于种群生态学等方面^[7-9],关于其适生群落生态学方面的研究只见于对黎母

山的坡垒种群伴生群落特征研究^[10]。为了更深入地探讨坡垒适生群落特征,本研究在海南尖峰岭的原始林和次生林中分别设置 7 个 20 m × 20 m 样地,通过分析两种生境类型下坡垒群落在物种组成、物种多样性、重要值和生态位宽度等方面的共性和差异,探讨:1) 坡垒适生群落组成结构和数量特征如何;2) 原始林和次生林中坡垒适生群落特征存在哪些共性和差异;3) 坡垒对原始林和次生林群落的环境适应性和生态资源的利用能力如何。对以上问题的研究,有助于了解坡垒种群适生环境及其适生群落的保护状态,可为坡垒种群的野外回归及其适生群落和种群的合理保护提供理论依据,同时也对其他极小种群的保护与管理具有参考意义。

1 研究区概况

海南热带雨林国家公园尖峰岭片区,位于海南省西南部,地跨乐东和东方两县市,地理坐标为 18°38′—18°52′N, 108°45′—109°03′E, 总面积为 678.44 km², 其中核心保护区和一般控制区的面积分别为 505.06 km² 和 173.38 km²^[11]。该区地处热带北缘,属热带季风气候,四季不明显,年平均气温 24.5℃。干湿季明显,雨季为每年的 5—10 月,旱季为每年的 11 月至次年的 4 月。多年平均降水量达 2 449 mm,年平均气温为 19.8℃。尖峰岭地区自然条件独特,具

高度多样化的植被生态系统^[12]。从低海拔至高海拔的植被类型依次有:滨海有刺灌丛、稀树草原、热带半落叶季雨林、热带常绿季雨林、热带沟谷雨林、热带山地雨林和山顶苔藓矮林。其中,热带常绿季雨林为尖峰岭地区的地带性植被,而热带山地雨林是发育最完善、结构最复杂的类型^[13]。据1991年资源普查数据,尖峰岭片区的原始林面积仅存15 726 hm²,主要分布在热带山地雨林中,热带常绿季雨林、热带沟谷雨林和部分山地雨林经商业采伐沦为次生林^[14]。1993年,尖峰岭林区停止商业采伐,随后,这一区域开展了天然林保护工程。本研究主要对原始林和次生林中的坡垒适生群落进行了调查。

2 研究方法

2.1 群落样地设置及调查方法

在对极小种群坡垒的分布情况进行踏查的基础上,采用典型取样方法,根据坡垒母树分布数量和分布区面积情况,分别在海南热带雨林国家公园尖峰岭片区的五分区和天池周边区域的原始林和次生林中各布设7个20 m×20 m的样地,记录样地的海拔、坡向、坡度和郁闭度等基本概况(表1)。调查过程中,将每个样地划分16个5 m×5 m的样方,并记录样方内所有胸径≥1.0 cm木本植物的种名、胸径、冠幅和树高等。需要指出的是,次生林群落中的坡垒均为历史采伐遗留下来的个体,非人工栽培植株。

表1 样地基本概况

Tab. 1 Basic information of the sample plot

样地号	演替类型	海拔/m	坡向	坡度/(°)	郁闭度/%
P1	原始林	884	SW	10	92
P2	原始林	878	NW	5	88
P3	原始林	885	NE	30	90
P4	原始林	884	WS	5	88
P5	原始林	830	E	10	90
P6	原始林	888	ES	5	89
P7	原始林	898	SW	5	85
P8	次生林	425	S	25	65
P9	次生林	607	W	25	30
P10	次生林	282	E	10	75
P11	次生林	639	SE	8	45
P12	次生林	883	SE	15	70
P13	次生林	802	SW	25	85
P14	次生林	835	NE	35	65

2.2 数据分析方法

2.2.1 重要值的计算

重要值是物种相对多度、频度和显著度的综合,可以反映物种在群落中的相对重要程度^[15]。具体计算公式如式(1)一式(4)所示^[16]。

$$\text{相对频度: RF} = (s_i/S) \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{相对多度: RA} = (n_i/N) \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{相对显著度: RD} = (a_i/A) \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{重要值: IV} = (\text{RF} + \text{RA} + \text{RD})/3 \quad (4)$$

式中: s_i 为第*i*个种出现的样地数; S 为所调查的样地数之和; n_i 为第*i*个种的个体数; N 为全部种的个体数之和; a_i 为第*i*个种所有个体胸高断面积之和; A 为所有种的个体胸高断面积之和。

2.2.2 物种多样性的计算

采用以下4种指标进行物种多样性的计算^[17-18]:

Gleason(1992)物种丰富度指数:

$$G = S/\ln A \quad (5)$$

Simpson生态优势度指数:

$$D = \sum_i \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad (6)$$

Shannon-Wiener物种多样性指数:

$$H' = - \sum_i P_i \ln P_i \quad (7)$$

Pielou均匀度指数:

$$E = \frac{- \sum_i P_i \ln P_i}{\ln S} \quad (8)$$

式中: S 为样地中物种的种数; A 为样地的面积; n_i 为第*i*个种的个体数; N 为样地中所有物种的个体数之和; P_i 为第*i*个种的个体数 n_i 占所有物种个体数 N 的比率, $P_i = n_i/N$ 。

2.2.3 生态位宽度测算方法

对生态位的定量研究,大多是根据所研究种群利用的空间或资源来划分资源状态等级,然后采用不同的计测公式计算生态位的宽度^[19]。由于不同的资源位可视为不同资源状态的综合^[20],本研究以不同样地为一维的资源位,并以物种的重要值(因重要值能更好地反映物种在群落中的优势和地位)

为该种群利用资源状态的测算指标,进行生态位宽度测算分析。参照 Levins (1968)^[21],生态位宽度的计算公式如式(9)所示。

$$B_i = 1 / (r \sum_{j=1}^r P_{ij}^2) \quad (9)$$

式中: B_i 为第*i*个种的生态位宽度; P_{ij} 为第*i*个种利用第*j*资源占其利用全部资源的比例,即 $P_{ij} = n_{ij} / N_i, N_i = \sum_j n_{ij}, n_{ij}$ 为第*i*个种在第*j*资源位的重要值; N_i 为第*i*个种所利用全部资源位的重要值之和; r 为资源位数($j=1, 2, \dots, r$)。

3 结果分析

3.1 坡垒适生群落的组成结构和数量特征

3.1.1 坡垒适生群落的科属种组成情况

14个坡垒适生群落的样地调查结果表明,5 600 m²的样地中,共有木本植物 294 种,隶属 75 科 168 属,其中包括裸子植物 3 种,双子叶植物 287 种,单子叶植物 4 种(表 2)。其中,含单种的科有 36 科,占总科数的 48%;寡种科 2~5 种的有 27 科,占总科数的 36%,6~9 种的科有 6 科,占总科数的 8%,10 种以上的科有 6 科,占总科数的 8%。寡种科中含 10 种以上的 6 科分别为:樟科(Lauraceae)9 属 33 种、茜草科(Rubiaceae)18 属 28 种、壳斗科(Fagaceae)3 属 23 种、山矾科(Symplocaceae)2 属 14 种、桃金娘科(Myrtaceae)3 属 12 种和芸香科(Rutaceae)7 属 10 种(表 2),以上 6 科共含 42 属 120 种,分别占总属数和总

表 2 坡垒适生群落的科属种组成及科的重要值

Tab. 2 Composition of families, genera, species and important values of families in the community of *Hopea hainanensis*

科	属	种	重要值 (IV)/%	科	属	种	重要值 (IV)/%	科	属	种	重要值 (IV)/%
樟科(Lauraceae)	9	33	13.32	蔷薇科(Rosaceae)	4	5	1.14	金丝桃科(Hypericaceae)	1	1	0.24
壳斗科(Fagaceae)	3	23	11.31	山榄科(Sapotaceae)	3	3	1.14	省沽油科(Staphyleaceae)	1	1	0.24
茜草科(Rubiaceae)	18	28	7.81	远志科(Polygalaceae)	1	1	1.06	核果木科(Putranjivaceae)	1	2	0.20
山矾科(Symplocaceae)	2	14	4.34	锦葵科(Malvaceae)	4	5	1.03	安息香科(Styracaceae)	1	1	0.18
龙脑香科(Dipterocarpaceae)	2	2	4.06	蕁树科(Altingiaceae)	1	1	1.01	椴树科(Tiliaceae)	1	1	0.13
桃金娘科(Myrtaceae)	3	12	3.39	五加科(Araliaceae)	1	1	1.00	大麻科(Cannabaceae)	1	1	0.13
木兰科(Magnoliaceae)	4	5	3.26	柿科(Ebenaceae)	1	6	0.84	杨柳科(Salicaceae)	2	2	0.12
榆科(Ulmaceae)	2	2	2.78	棕榈科(Arecaceae)	3	3	0.74	金莲木科(Ochnaceae)	1	1	0.12
木犀科(Oleaceae)	6	9	2.67	虎皮楠科(Daphniphyllaceae)	1	1	0.71	清风藤科(Sabiaceae)	1	1	0.12
大戟科(Euphorbiaceae)	7	8	2.49	杜英科(Elaeocarpaceae)	2	5	0.70	旋花科(Convolvulaceae)	1	1	0.12
山茶科(Theaceae)	4	5	2.36	藤黄科(Guttiferae)	1	1	0.70	紫金牛科(Myrsinaceae)	1	1	0.12
橄榄科(Burseraceae)	1	1	2.25	心翼果科(Cardiopteridaceae)	1	1	0.64	楝科(Meliaceae)	2	2	0.11
芸香科(Rutaceae)	7	10	2.21	山龙眼科(Proteaceae)	1	4	0.53	百合科(Liliaceae)	1	1	0.11
豆科(Fabaceae)	2	5	2.13	五味子科(Schisandraceae)	1	1	0.48	海桐科(Pittosporaceae)	1	2	0.10
无患子科(Sapindaceae)	3	4	2.01	槭树科(Aceraceae)	1	3	0.46	攀打科(Pandaceae)	1	1	0.10
报春花科(Primulaceae)	1	3	1.83	罗汉松科(Podocarpaceae)	3	3	0.44	使君子科(Combretaceae)	1	1	0.10
桑科(Moraceae)	4	9	1.67	瑞香科(Thymelaeaceae)	1	1	0.43	大风子科(Flacourtiaceae)	1	1	0.10
冬青科(Aquifoliaceae)	1	6	1.66	红树科(Rhizophoraceae)	1	1	0.40	桦木科(Betulaceae)	1	1	0.10
叶下珠科(Phyllanthaceae)	4	5	1.60	唇形科(Lamiaceae)	2	2	0.37	牛栓藤科(Connaraceae)	1	1	0.09
夹竹桃科(Apocynaceae)	2	3	1.58	五福花科(Adoxaceae)	1	1	0.35	马鞭草科(Verbenaceae)	1	1	0.06
胡桃科(Juglandaceae)	1	1	1.58	五列木科(Pentaphylacaceae)	2	4	0.32	忍冬科(Caprifoliaceae)	1	1	0.05
野牡丹科(Melastomataceae)	4	7	1.52	卫矛科(Celastraceae)	3	4	0.28	青皮木科(Schoepfiaceae)	1	1	0.05
番荔枝科(Annonaceae)	4	5	1.31	五桠果科(Dilleniaceae)	1	1	0.28	黏木科(Ixonanthaceae)	1	1	0.05
南鼠刺科(Escalloniaceae)	1	1	1.26	金缕梅科(Hamamelidaceae)	1	1	0.26	马钱科(Loganiaceae)	1	1	0.05
茶茱萸科(Icacinaeae)	3	3	1.18	漆树科(Anacardiaceae)	2	2	0.25	紫葳科(Bignoniaceae)	1	1	0.05

种数的 25% 和 41%。此外,含单种的属有 124 属,占总属数的 73.81%;寡种属 2~5 种的有 34 属,占 20.24%,6~9 种的属有 7 属,占 4.17%,10 种以上的属有 3 属,占 1.78%。寡种属中,含 10 种以上的 3 属分别为:山矾属(*Symplocos*) 13 种、柯属(*Lithocarpus*) 10 种和蒲桃属(*Syzygium*) 10 种,以上 3 属共计 33 种,占总种数的 11.22%。总体而言,单种科和寡种科以及单种属和寡种属比例较大,分别占总科数和总属数比例的 84% 和 94%。

就重要值而言,樟科的重要值最高,为 13.32%;其次为壳斗科,为 11.31%;其后依次为茜草科、山矾科、龙脑香科、桃金娘科和木兰科(*Magnoliaceae*)等(表 2)。综合科所含有的物种数量和重要值两方面信息,樟科、壳斗科、茜草科和山矾科为坡垒适生群落的优势科。

3.1.2 坡垒适生群落的主要物种数量特征

基于 14 个坡垒适生群落的调查数据,并将重要值居前 10 位的物种作为坡垒适生群落的主要物种,分别是白颜树(*Gironniera subaequalis*)、北油丹(*Alseodaphnopsis hainanensis*)、坡垒、毛叶榄(*Canarium subulatum*)、九节(*Psychotria asiatica*)、红柯(*Lithocarpus fenzelianus*)、尖峰岭锥(*Castanopsis jianfenglingensis*)、青梅(*Vatica mangachapoi*)、黄杞(*Engelhardia roxburghiana*)和厚壳桂(*Cryptocarya chinensis*),其重要值之和为 19.9%(表 3)。就群落的垂直结构而言,分布于群落林冠层的物种共 7 种,分别为白颜树、北油丹、坡垒、毛叶榄、红柯、尖峰岭锥和青梅;分布于群落中上层的物种共 2 种,分别为黄杞和厚壳桂;分布于灌木层的物种仅 1 种,即,九节。

表 3 坡垒适生群落的主要物种数量特征

Tab.3 Quantitative characteristics of main species in the community of *Hopea hainanensis*

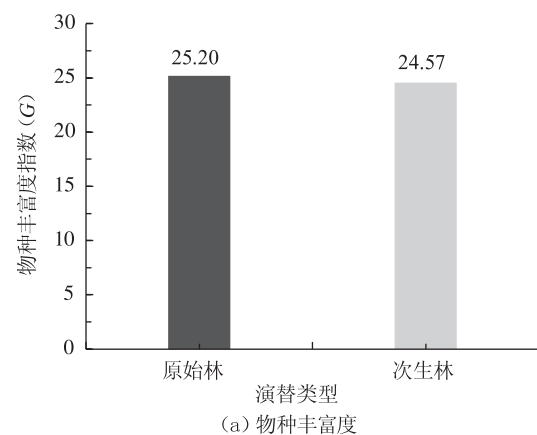
物种	多度	相对频度(RF)/%	相对多度(RD)/%	相对显著度(RP)/%	重要值(IV)/%
白颜树(<i>Gironniera subaequalis</i>)	61	1.08	2.18	4.85	2.70
北油丹(<i>Alseodaphnopsis hainanensis</i>)	22	0.98	0.79	5.85	2.54
坡垒(<i>Hopea hainanensis</i>)	21	1.52	0.75	5.05	2.44
毛叶榄(<i>Canarium subulatum</i>)	40	1.30	1.43	4.02	2.25
九节(<i>Psychotria asiatica</i>)	104	1.19	3.71	0.71	1.87
红柯(<i>Lithocarpus fenzelianus</i>)	13	0.87	0.46	3.90	1.74
尖峰岭锥(<i>Castanopsis jianfenglingensis</i>)	54	0.76	1.93	2.19	1.63
青梅(<i>Vatica mangachapoi</i>)	69	0.33	2.46	2.07	1.62
黄杞(<i>Engelhardia roxburghiana</i>)	24	1.19	0.86	2.69	1.58
厚壳桂(<i>Cryptocarya chinensis</i>)	67	0.98	2.39	1.23	1.53

3.2 原始林和次生林中坡垒的适生群落特征

3.2.1 原始林和次生林中坡垒适生群落的物种多样性比较

图 1 显示的是坡垒在不同演替阶段的物种丰富度、生态优势度、物种多样性和均匀度指数值。总体上,原始林和次生林的各项指数之间虽有差异,但差异较小。图 1(a)的物种丰富度指数是原始林稍微大于次生林;图 1(b)的次生林的生态优势度大于原始林;图 1(c)的次生林物种多样性大于原始林;图 1(d)的次生林均匀度指数大于原始林。分析表明,次生林受到一定采伐干扰后,经过几十年的无人干扰发展,其物种丰富度虽低于原始林,但在

物种多样性方面高于原始林。



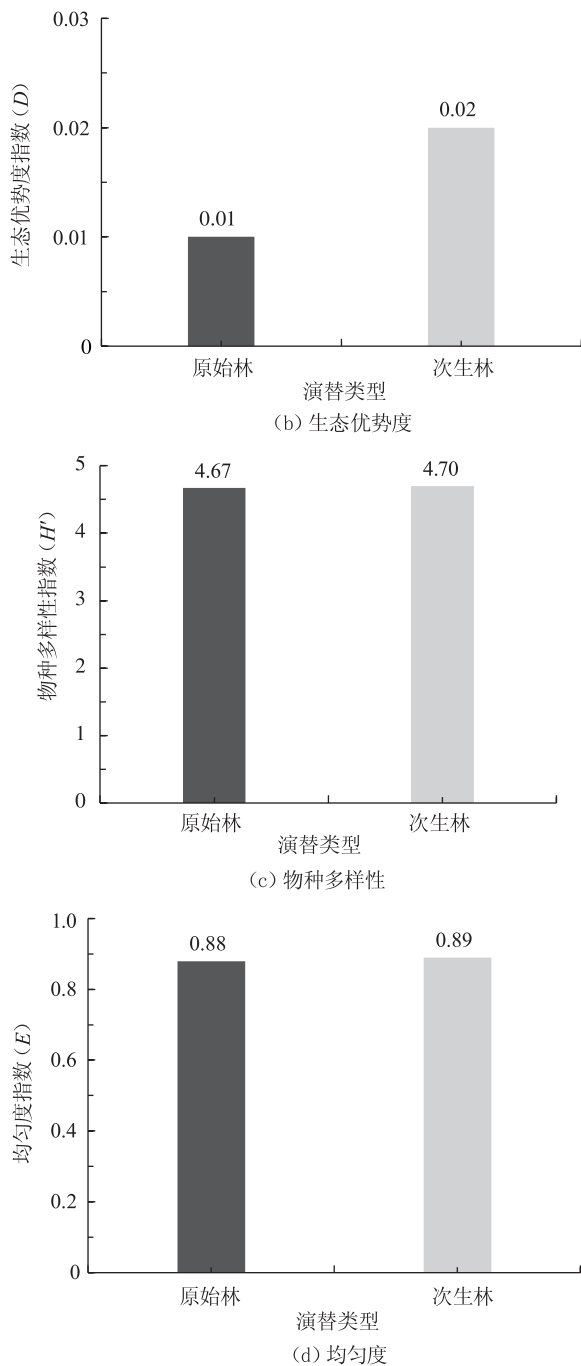


图1 原始林和次生林中坡垒群落的物种多样性

Fig.1 Species diversity of *Hopea hainanensis* communities in primary forest and secondary forest

3.2.2 原始林和次生林中坡垒适生群落主要物种的重要值比较

原始林中,坡垒群落重要值居前10位的物种分别为:北油丹、白颜树、毛叶榄、尖峰岭锥、红柯、厚壳

桂、乐东拟单性木兰(*Parakmeria lotungensis*)、南山花(*Prismatomeris tetrandra*)、多香木(*Polyosma cambodiana*)和海南韶子(*Nephelium topengii*),其重要值之和为21.97%(表4),变异系数为0.24。次生林中坡垒群落重要值居前10位的物种分别为:青梅、坡垒、公孙锥(*Castanopsis tonkinensis*)、黧蒴锥(*Castanopsis fissa*)、九节、白颜树、毛叶榄、黄杞、琼榄(*Gonocaryum lobbianum*)和疏齿木荷(*Schima remotiserrata*),次生林重要值之和为25.58%(表4),变异系数为0.38。由此可知,原始林和次生林中坡垒适生群落主要树种仅有白颜树和毛叶榄两个物种为共同种。此外,对于坡垒而言,其重要值在次生林中为4.30%,位居第2位,高于原始林中的1.44%(表4)。总体而言,两种生境类型下坡垒适生群落均无明显优势种,但在主要组成物种方面存在显著差异。

以上分析可知,原始林和次生林的主要物种重要值之和分别为21.97%和25.58%,重要值最大值分别为3.33%和4.47%,原始林和次生林均无明显优势种,这一点与上述整体坡垒适生群落无明显优势种分析一致,但次生林主要物种重要值之间的差异较原始林明显。原始林和次生林因光照等环境因子的差异,导致主要物种种类和数量存在差异,而且主要物种的数量特征排序和种类结构也发生了不同的变化,次生林的主要物种中不乏喜光的先锋树种,如,公孙锥、黧蒴锥、黄杞和疏齿木荷等符合次生林特征的种类,而原始林主要物种中,更多的是耐阴树种,两者的共同种只有白颜树和毛叶榄两种。

3.3 原始林和次生林坡垒种群的生态位宽度

将不同样地按原始林、次生林水平维度的资源位,计算坡垒的生态位宽度。结果表明,原始林和次生林中坡垒的生态位宽度值分别为0.85和0.76,即表现为原始林大于次生林(图2)。生态位宽度值均在0.5以上,说明坡垒对原始林和次生林的环境因子的适应幅度均较大,对生态资源均能充分利用。由于不同演替阶段的群落类型在群落结构、种类组成、海拔高度、环境因子等之间存在的差异性,坡垒对不同水平维度的群落的资源利用能力及环境的适应能力不同,其坡垒在原始林的生态位宽度值较次生林的大,坡垒在原始林的环境适应能力和生态资源利用能力相对较强。

表4 原始林和次生林中坡垒适生群落的主要物种数量特征

生境类型	物种	多度	相对频度(RF)/%	相对多度(RD)/%	相对显著度(RP)/%	重要值(IV)/%
原始林	北油丹(<i>Alseodaphnopsis hainanensis</i>)	19	1.19	1.09	7.72	3.33
	白颜树(<i>Gironniera subaequalis</i>)	45	1.19	2.58	5.12	2.96
	毛叶榄(<i>Canarium subulatum</i>)	12	1.02	0.69	5.24	2.32
	尖峰岭锥(<i>Castanopsis jianfenglingensis</i>)	49	0.85	2.81	3.06	2.24
	红柯(<i>Lithocarpus fenzelianus</i>)	10	1.02	0.57	4.64	2.08
	厚壳桂(<i>Cryptocarya chinensis</i>)	57	1.19	3.26	1.76	2.07
	乐东拟单性木兰(<i>Parakmeria lotungensis</i>)	4	0.51	0.23	5.07	1.94
	南山花(<i>Prismatomeris tetrandra</i>)	73	1.02	4.18	0.18	1.79
	多香木(<i>Polyosma cambodiana</i>)	36	1.19	2.06	1.61	1.62
	海南韶子(<i>Nephelium topengii</i>)	33	1.19	1.89	1.77	1.62
	∴	∴	∴	∴	∴	∴
次生林	坡垒* (<i>Hopea hainanensis</i>)	9	1.19	0.52	2.60	1.44
	青梅(<i>Vatica mangachapoi</i>)	69	0.88	6.50	6.02	4.47
	坡垒(<i>Hopea hainanensis</i>)	12	2.06	1.13	9.71	4.30
	公孙锥(<i>Castanopsis tonkinensis</i>)	9	0.59	0.85	6.47	2.64
	黧蒴锥(<i>Castanopsis fissa</i>)	31	0.59	2.92	3.85	2.45
	九节(<i>Psychotria asiatica</i>)	57	1.48	5.37	0.41	2.42
	白颜树(<i>Gironniera subaequalis</i>)	16	0.89	1.51	4.32	2.24
	毛叶榄(<i>Canarium subulatum</i>)	28	1.77	2.64	1.69	2.03
	黄杞(<i>Engelhardia roxburghiana</i>)	12	1.18	1.13	2.95	1.75
	琼榄(<i>Gonocaryum lobbianum</i>)	33	0.89	3.11	1.17	1.72
	疏齿木荷(<i>Schima remotiserrata</i>)	4	0.59	0.38	3.72	1.56

注：“*”表示坡垒在原始林群落的物种重要值排序中位居第16位。

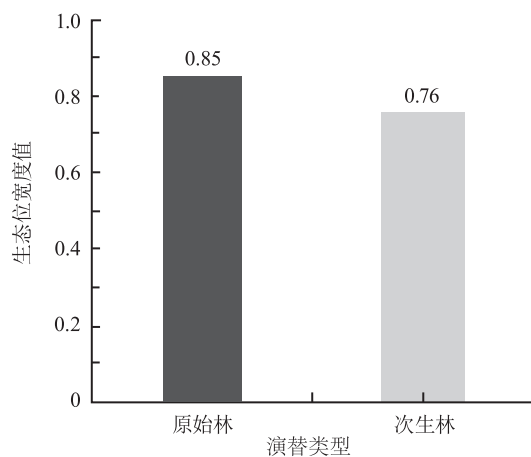


图2 原始林和次生林中坡垒的生态位宽度

Fig.2 Niche breadth of *Hopea hainanensis* in primary forest and secondary forest

4 讨论

4.1 坡垒适生群落组成结构和数量特征

科属种分析表明,坡垒适生群落的科属种组成较为丰富,但单种科、寡种科(2~5种)和单种属、寡

种属(2~5种)比例较大,这种科属内种系较为贫乏的现象,体现了海南岛的海洋岛屿特征^[22],在很大程度上反映了坡垒生境群落的植物区系组成的复杂性和多样性。这与黄世能等^[23]对尖峰岭地区种子植物区系组成及地理成分研究结果相似。从含种数的丰富度来看,坡垒适生群落具有明显的优势科,优势属不明显。结合科的重要值和含种数来看,樟科、壳斗科、茜草科和山矾科为坡垒适生群落的优势科。

组成群落的不同物种在群落中所处的优势地位是不同的,坡垒适生群落中主要物种的重要值大小依次为:白颜树>北油丹>坡垒>毛叶榄>九节>红柯>尖峰岭锥>青梅>黄杞>厚壳桂,其重要值之间的差异较小,重要值的总和为19.9%,主要物种的优势并不明显。从垂直结构的分布来看:群落林冠层的有7种占70%,群落中上林层的有两种占20%,灌木层的有1种占10%。

4.2 原始林和次生林主要物种及坡垒的数量特征比较

由于原始林和次生林环境因子的差异性,其主

要物种的构成亦存在差异,在重要值前10个物种中,共同树种只有两种,分别为白颜树和毛叶榄。同一物种在原始林和次生林的重要值大小不同,其重要性位置排序亦不同,如,白颜树和毛叶榄的重要值在原始林排序分别为第2和第3,在次生林分别为第6和第7。次生林主要物种以阳性树种为主,原始林则以阴性树种为主。总体而言,原始林和次生林坡垒适生群落的共性表现为均无明显的优势种。坡垒种群在原始林和次生林的相对重要性不同,导致它们在原始林和次生林的重要值的大小排序不同,坡垒在次生林的重要值居第2位,为4.3%,在原始林居第16位,为1.44%,表明坡垒在次生林群落中的功能地位和作用较强。

4.3 原始林和次生林群落的物种多样性

坡垒所在原始林和次生林群落的丰富度、生态优势度、物种多样性和均匀度指数值虽有差异,但差异不大。分析表明,原始林群落的物种丰富度较次生林高,但均匀度和物种多样性指数较次生林低,由于均匀度与物种数目无关而与物种个体数目或生物量等指标在群落中分布的均匀度有关^[24],由此可知,群落的物种丰富度高,其均匀度不一定高,表明次生林较原始林的物种个体数在群落中分布均匀。同时,由于物种多样性指数是描述群落中物种丰富度和个体均匀度的一个结构指标^[25-26],因此,物种多样性是群落中物种丰富度和均匀度的综合反映,群落的物种丰富度高,其物种多样性不一定高,次生林群落的物种多样性表现高于原始林,可能是次生林原来的冠层乔木被采伐后,光照等生态因子发生了较大变化,使林冠下层生长受到限制的幼树、幼苗得到了相对较多的生存空间^[27-28],有利于物种个体数均匀分布。同时,次生林的资源比率发生了重大变化,并提供了有利于物种多样性增加的环境条件^[29-30]。生态优势度值越大则群落中一个或几个种的优势度就越高^[31],次生林的优势种较原始林明显,为此,其生态优势度大于原始林。

4.4 原始林和次生林的坡垒种群生态位特征

以原始林和次生林为基础来研究坡垒的生态位宽度,主要是了解坡垒对原始林和次生林的环境适应能力和资源利用能力。由于不同资源位的环境因子、可利用的生态资源不同,坡垒在原始林和

次生林的生态位宽度不同,其中,坡垒对原始林的环境适应能力相对较强,对资源的利用相对较充分。若生态位宽度越宽,说明它对环境的适应能力越强,对资源的利用越充分,能在严酷的生境中生存,有利于广泛分布;若生态位宽度越窄,则在资源竞争中处于劣势^[32-33]。坡垒在原始林和次生林的生态位宽度均大于0.5,可认为生态幅大的树种^[34],生态位宽度大的坡垒对原始林和次生林的生态资源能充分利用,在竞争中处于优势地位,其生境的适应范围也较大,有利于广泛分布。

5 结论

以上调查结果研究表明,坡垒适生群落的乔木层物种组成结构复杂、种类丰富、物种多样性较高,次生林的坡垒群落较高的物种多样性表现反映其更新恢复良好及保护是有成效的。坡垒在次生林群落的优势地位和作用较强,对原始林的群落环境适应和资源利用能力较强,坡垒在原始林和次生林均为生态位宽度大的树种,其竞争能力较强,适应的生境范围较大。调查发现,尖峰岭的坡垒在海拔280 m的常绿季雨林至海拔963 m的山地雨林均有分布,表明坡垒适应的生境范围较广。导致坡垒濒危及成为极小种群的因素是复杂多样的,其中破坏性的人为干扰是主要因素之一。因此,在无破坏性人为干扰的情况下,坡垒种群在其生境群落的竞争能力较强,能较好生长。

参考文献:

- [1] 杜宁,王琦,郭卫华,等. 昆崙山典型植物群落生态学特性[J]. 生态学杂志,2007,26(2):151-158.
- [2] 张锦春,王继和,赵明,等. 库姆塔格沙漠南缘荒漠植物群落多样性分析[J]. 植物生态学报,2006,30(3):375-382.
- [3] 彭逸生,郑明轩,莫罗坚,等. 珠海市陆生天然次生林优势种的生态位[J]. 生态学杂志,2007,26(4):483-488.
- [4] 张德魁,王继和,马全林,等. 古浪县北部荒漠植被主要植物种的生态位特征[J]. 生态学杂志,2007,26(4):471-475.
- [5] 胡玉佳. 海南岛龙脑香森林的群落特征及其类型[J]. 生态科学,1983(2):16-24.
- [6] 许涵,王旭,孙冰,等. 热带亚热带森林生态系统监测与研究[M]. 北京:中国林业出版社,2022:33-35.
- [7] 陈彧,方燕山,方发之,等. 海南霸王岭坡垒分布格局初步研究[J]. 热带林业,2016,44(3):40-42.

- [8] 张丽,杨小波,农寿千,等.两种不同保护模式下坡垒种群发育特征[J].生态学报,2019,39(10):3740-3748.
- [9] 罗文,许涵,李艳朋,等.极小种群野生植物坡垒的种群结构与数量动态研究[J].林业科学研究,2023,36(2):169-177.
- [10] 符明期,方燕山,桂慧颖,等.海南黎母山坡垒种群结构及伴生群落特征研究[J].热带林业,2019,47(3):9-13.
- [11] 颜文博,莫燕妮,曾治高,等.海南尖峰岭中华穿山甲的分布与保护现状[J].生物多样性,2022,30(6):84-91.
- [12] 曾庆波,李意德,陈步峰,等著.热带森林生态系统研究与管理[M].北京:中国林业出版社,1997:14-16.
- [13] 李意德.海南岛尖峰岭热带山地雨林的群落结构特征[J].热带亚热带植物学报,1997,5(1):18-26.
- [14] 李意德,许涵,骆土寿,等.中国生态系统定位观测与研究数据集森林生态系统卷·海南尖峰岭[M].中国农业出版社,2012:1-6.
- [15] 吴鑫磊,龙婷,徐超,等.东北红豆杉不同生境群落种间关联性[J].植物科学学报,2022,40(1):31-38.
- [16] 肖丽芳,罗敏贤,陈绪辉,等.福建极小种群植物白果蒲桃生境群落特征和物种多样性[J].东北林业大学学报,2022,50(5):6-31.
- [17] 于顺利,马克平,徐存宝,等.环境梯度下蒙古栎群落的物种多样性特征[J].生态学报,2004,24(12):2932-2939.
- [18] 梁英明,王德荣,蒋勇,等.亚高山3种森林群落的结构特征与物种多样性[J].四川林业科技,2009,30(4):23-27.
- [19] 罗文,钟育飞,薛少亮,等.尖峰岭不同群落的卵叶桂与优势种群的生态位研究[J].林业资源管理,2021(5):160-167.
- [20] 雷利平,王孝安,郭华,等.子午岭地区辽东栎和油松林建群种的更新生态位宽度分析[J].西北植物学报,2007,27(7):1446-1453.
- [21] Levins R. Evolution in changing environments: Some theoretical explorations[M]. USA: Princeton University Press, 1968.
- [22] 陈昌笃.中国生物多样性国情研究报告[M].北京:中国环境出版社,1997:63-67.
- [23] 黄世能,张宏达,王伯荪.海南岛尖峰岭地区种子植物区系组成及地理成分研究[J].广西植物,2000,20(2):97-106.
- [24] 马克平,黄建辉,于顺利,等.北京东灵山地区植物群落多样性的研究,II丰富度、均匀度和物种多样性指数[J].生态学报,1995,15(3):268-277.
- [25] 彭少麟.南亚热带森林群落动态学[M].北京:科学出版社,1996:98-99.
- [26] 宋永昌.植被生态学[M].上海:华东师范大学出版社,2001:45-51.
- [27] Canham C D, Marks P L. The response of wood plants to disturbance patterns of establishment and growth//pickett S T A, White P. The ecology of natural disturbance and patch dynamics[M]. London: Academic press, 1985:197-216.
- [28] Collins S L, Glenn S M, Gibson D J. Experiment analysis of intermediate disturbance and initial floristic composition: Decoupling cause and effect[J]. Ecology, 1995, 76(2):48-492.
- [29] 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.
- [30] 许涵,李意德,骆土寿,等.尖峰岭热带山地雨林不同更新林的群落特征[J].林业科学,2009,45(1):14-20.
- [31] 杨旭.凤阳山自然保护区白豆杉种群生态学的研究[D].杭州:浙江大学,2005:38-40.
- [32] Putman R J, Wratten S D. 生态学原理[M].王昱生,译.长春:吉林科学技术出版社,1994:133-164.
- [33] 谭芮,李伟,杨宇明,等.不同干扰条件下纳帕海湿地植物群落优势种群的生态位[J].湖泊科学,2013,25(5):681-687.
- [34] 臧润国,杨彦承,蒋有绪.海南岛霸王岭热带山地雨林群落结构及树种多样性特征的研究[J].植物生态学报,2001,25(3):270-275.