

文章编号: 0529-6579 (2000) S2-0087-06

黑石顶自然保护区未受干扰与人为干扰 马尾松林物种多样性比较*

杨清培, 李鸣光, 张炜银, 叶伟南

(中山大学 生命科学学院, 广东 广州 510275)

摘 要: 研究了黑石顶自然保护区未受干扰的马尾松林与人为干扰马尾松林的物种多样性。结果表明, 正常未受干扰马尾松林的物种丰富度指数为 13.0, Shannon-wiener 指数为 4.6、Pielou 均匀度 0.7, Simpson 指数为 10.0; 干扰恢复马尾松林的各项物种多样性指数值比正常林高, 分别为 16.5, 5.3, 0.8 和 33.4, 其中亚冠层和灌木层所起作用较大。利用群落优势度衡量 2 个群落的稳定性, 表明正常林的群落优势度远高于人为干扰林。而受到干扰的马尾松林, 马尾松生长几乎停滞, 阔叶物种入侵后迅速抢占有利生态位, 争夺阳光和空间资源。在演替过程中, 物种多样性的增加可能是生态系统对外界轻度干扰的一种适应, 是生态系统恢复稳定的一种对策。

关键词: 黑石顶自然保护区; 物种多样性; 马尾松林

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A

黑石顶自然保护区位于广东省西部的封开县境内, 北纬 $23^{\circ}27'$, 东经 $111^{\circ}53'$, 北回归线横贯保护区中心。地质构造以泥盆纪花岗岩为主, 地形起伏较大, 一般海拔高度为 150 ~ 700 m, 最高峰黑石顶高 927 m, 属低山山地地貌^[1]。由于人类活动的干扰, 在保护区的北、西和东部边缘分布着较大范围成熟的马尾松林和马尾松 + 荷木针阔混交林^[2]。本研究以正常未受干扰的马尾松林与受人为干扰后正在恢复的马尾松林为对象, 探讨物种多样性的变化规律, 了解人类活动对生物多样性的影响, 以期为南亚热带的植被恢复和开发利用提供理论参考。

1 样地设置与研究方法

1.1 样地设置与调查

在保护区边缘的 10 a 前曾经割过松脂现处在恢复之中的马尾松林内, 设置一个实际面积为 1 000 m² 的干扰恢复马尾松林样方, 在与之相距约 150 m 的基本不受人为干扰的马尾松林内另设置一个相同面积的正常马尾松林样方 (两样地内马尾松年龄均在 40 a 左右), 然后将大样方再分割成 10 个 10 m × 10 m 的小样方, 对冠层高于 2.5 m 者进行每木调

* 基金项目: 国家自然科学基金重大项目资助 (39899370)

收稿日期: 2000-04-01; 作者简介: 杨清培 (1970~), 男, 博士; 通讯联系人: 李鸣光。

查,记录内容包括种名、株数、高度、胸径等,灌木层则记录每种灌木的种名、多度、盖度等,草本层样方面积为 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$,每个小样方内设 1~2 个,记录每种草本植物的种名、多度、盖度等,调查工作在 1999 年 10 月进行。

1.2 研究方法

1.2.1 物种重要值的计算 重要值 (I_V) 是常用来表示某一物种在某一考察对象(群落或层次)中的优势程度^[3]。

$$I_V = (\text{相对多度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度}) / 3 \quad (1)$$

1.2.2 物种多样性的计算 物种丰富度指数 (d_{GL})、Shannon-Wiener 指数 (I_{SW}) 和 Simpson 指数 (D) 是目前使用得较为广泛的几种反映一个地区(或地段)内物种数目多寡的 α -多样性指数, Pielou 均匀度 (J) 主要是用来反映该范围内物种多度的均匀程度。在研究样地范围内,如果物种丰富且种间个体数量分配均匀,则该群落的多样性指数就较高,反之,物种少,种间数量分配又不均匀,则多样性指数就越低^[4,5]。

(1) Gleason 丰富度指数 (d_{GL})^[4,6]

$$d_{GL} = (S - 1) / \ln A \quad (2)$$

式中, S 为物种数, A 为样地面积。

(2) Shannon-Wiener 指数 (I_{SW})^[4,5]

$$I_{SW} = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad (3)$$

式中 $P_i = n_i / N$, 代表第 i 个物种的相对多度, N 为所有的个体数之和, n_i 为第 i 个物种的个体数。

(3) Simpson 指数 (D)^[4,6]

$$D = N(N - 1) / \sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1) \quad (4)$$

式中, N 和 n_i 同 (2) 式。

(4) Pielou 均匀度 (J)^[4]

$$J = I_{SW} / \log_2 S \quad (5)$$

式中, I_{SW} 同 (3) 式, S 同 (2) 式。

1.2.3 群落优势度 (C)^[6]

$$C = \sum_{i=1}^S (I_{Vi} / I_V)^2 \quad (6)$$

I_{Vi} 为第 i 个物种的重要值, I_V 为所有物种重要值之和。

2 结果与讨论

2.1 两种类型林地的物种及重要值

两种林地的主要植物种类及其重要值,如表 1 所示。

由表 1 可以看出,未受干扰马尾松林各层中各物种的重要值主要集中在少数物种,尤其在冠层,马尾松的重要值最大 63.0,并且重要值最大的前 5 种植物占 87.1%。而在干扰恢复林中,由于马尾松长期受到割脂干扰,生长能力减弱,新枝短小,叶子早落,与同龄

表 1 正常马尾松林和干扰马尾松林的主要植物种类及其重要值

层次及物种	重要值			
	正常林		干扰林	
冠层				
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	63.0	(1)	30.5	(1)
华润楠 <i>Machilus chinensis</i>	11.1	(2)	3.0	
木荷 <i>Schima superba</i>	5.2	(3)	19.5	(2)
白栎 <i>Canarium album</i>	4.4	(4)	0	
绒润楠 <i>Machilus velutina</i>	3.4	(5)	0	
吊皮椎 <i>Castanopsis kawakamii</i>	0		9.2	(4)
黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>	0		6.0	(5)
枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	0		13.1	(3)
其他	13.0		19.1	
前 5 种占的百分比/%	87.1		78.3	
亚冠层				
吊皮椎 <i>Castanopsis kawakamii</i>	9.0	(1)	6.3	(2)
鸭脚木 <i>Schefflera bodinieri</i>	7.1	(2)	4.0	
黄樟 <i>Cinnamomum porrectum</i>	6.4	(3)	4.2	
罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	5.1	(4)	6.6	(1)
绒润楠 <i>Machilus velutina</i>	5.0	(5)	3.7	
硬叶桐 <i>Lithocarpus loganoides</i>	0.8		5.4	(3)
烟斗桐 <i>Lithocarpus corneus</i>	4.9		4.9	(4)
绒楠 <i>Machilus velutina</i>	2.0		4.8	(5)
其他	59.7		60.0	
前 5 种占的百分比/%	32.6		28.2	
灌木层				
苦竹 <i>Pleiblastus amarus</i>	24.3	(1)	1.1	
三叉苦 <i>Evodia lepta</i>	6.8	(2)	3.1	
罗伞 <i>Ardisia quinquegona</i>	6.8	(3)	6.1	(3)
桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	5.8	(4)	2.9	
斑叶朱砂根 <i>Ardisia punctata</i>	4.4	(5)	5.7	(4)
罗浮栲 <i>Castanopsis fabri</i>	1.9		4.1	(5)
绒润楠 <i>Machilus velutina</i>	1.8		9.5	(1)
硬叶桐 <i>Lithocarpus loganoides</i>	1.8		7.3	(2)
其他	46.6		60.4	
前 5 种占的百分比/%	48.0		32.6	
草本层及层间藤本				
芒萁 <i>Dicranopteris dichotoma</i>	20.2	(1)	5.3	
铁线蕨 <i>Adiantum flabellulatum</i>	10.8	(2)	6.3	(4)
红叶藤 <i>Rourea microphylla</i>	9.8	(3)	2.8	
乌毛蕨 <i>Bledhnum orientale</i>	8.8	(4)	0	
黑莎草 <i>Gahnia tristis</i>	8.6	(5)	8.9	(1)
淡竹叶 <i>Lophatherum gracil</i>	1.3		7.0	(2)
虎舌红 <i>Ardisia mamillata</i>	4.4		6.1	(5)
鸡眼藤 <i>Cinnamomum porrectum</i>	1.2		6.7	(3)
其他	44.0		57.0	
前 5 种占的百分比/%	58.1		34.9	

括号里的数字表示某物种在该层的重要值排序

正常林相比冠幅明显要小,甚至少数马尾松还因被过度割脂而死亡,形成林窗,原已侵入的一些阳性阔叶树种得以迅速发展成为高大乔木而进入冠层,正如表1所示,马尾松的重要值由63.0明显下降到30.5,而木荷则由5.2上升为19.5,原只在亚冠层出现的吊皮椎等也挤进了冠层.重要值集中分布的现象在草本层中也同样出现,在正常未受干扰的马尾松林内芒萁占有绝对优势,其重要值为20.2,而在干扰恢复马尾松林里最为优势的黑莎草也只不过为8.9,且重要值最大的前5种植物也只占到34.9%,远不及未干扰林的58.1%.但可能是因为样地马尾松林已接近成熟,并正向针阔混交林过渡,其亚冠层和灌木层已出现较多阔叶树种,故重要值的集中分布现象有所减弱.

2.2 两种类型林地的物种多样性

2.2.1 未受干扰马尾松林的物种多样性 从表2可以看出,1 000 m²未受干扰林的样地中,有89种植物,共1 201株(丛),样方内所有植物的物种丰富度指数 d_{GL} 为12.9, I_{SW} 为4.6, D 为10.0, J 为0.7.但如果进一步进行分层分析,就植物种数而言,亚冠层种数最多49种,占55.1%,冠层最少为9种只占10.1%.但就个体数而言,灌木层的个体数最多达500余株占总数的41.6%,冠层为45株(其中马尾松32株),可见冠层不但种数少而且个体数也少,所以物种多样性指数及均匀度都低,其 D 为2.0, I_{SW} 为1.7, J 为0.6,亚冠层虽然个体数不及灌木层,但其种类最多且种间个体数分布较其他层次均匀,故其多样性指数和均匀度都最高, D 为25.3, I_{SW} 为4.9, J 为0.8,灌木层和草本层尽管个体数最多但优势种明显,个体种间分布极不平横个体,所以 I_{SW} 和 J 值都较低,分别为2.4,2.7和0.5,0.6.

表2 未受干扰马尾松林与干扰马尾松林物种多样性比较(1 000 m²)

层 次	各物种多样性指数					
	物种数	个体数	d_{GL}	I_{SW}	J	D
未受干扰林						
冠层	9	45	1.2	1.7	0.6	2.0
亚冠层	49	220	7.1	4.9	0.9	25.3
灌木层	20	500	4.9	2.4	0.5	2.9
草本层	20	436	2.8	2.7	0.6	3.8
所有植物	89	1201	12.9	4.6	0.7	10.0
干扰恢复林						
冠层	13	54	1.8	2.9	0.8	6.0
亚冠层	50	406	7.2	5.0	0.9	28.3
灌木层	57	297	8.2	4.9	0.8	18.8
草本层	24	318	3.4	3.6	0.8	16.0
所有植物	113	1075	16.5	5.3	0.8	33.4

2.2.2 人为干扰马尾松林的物种多样性 从表2同样可以看出,干扰恢复林1 000 m²样地内植物种数有113种,为未受干扰林的127%,个体总数1 075株,为正常林的88.7%.由于物种数目增加,干扰林内所有植物的 d_{GL} 为16.5, I_{SW} 为5.3, J 为0.8, D 为33.4,均比未受干扰林高,其 I_{SW} 接近南亚热带常绿阔叶林(5.4)^[6],分层分析,其冠层、亚冠层、灌木层和草本层也均比未受干扰的正常林高,尤其是灌木层更是如此,因为部分马尾

松被过度割脂死亡而形成林窗, 部分小乔木也被砍来搭割松脂的架子, 现在这些地方都被多种灌木和草本植物入侵。从这些现象来看, 一定程度的人为干扰可以增加群落物种多样性和生态系统复杂性, 加速群落正向演替^[7,8]。

2.2.3 物种多样性的相对值 分别求出未受干扰的正常马尾松林和人为干扰的马尾松林的冠层, 亚冠层, 灌木层和草本及层间藤本的物种多样性指数占各层物种多样性指数总和的百分比 (图 1)。

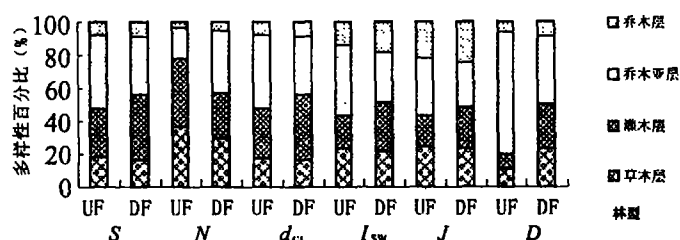


图 1 物种多样性在不同马尾松林各层的分配

UF: 未受干扰林; DF: 人为干扰林

从图 1 中可以看出, 尽管未受干扰的马尾松林与人为干扰的马尾松林各层的各种物种多样性所占比例相差都较大, 即亚冠层和灌木层要明显大于冠层和草本层, 但未受干扰马尾松林的层间差别比人为干扰林要显著得多。最明显的是 Simpson 指数, 亚冠层高达 74.7% 而冠层却只有 5.7%, 前者是后者的 13.2 倍。其次, 种数 (S) 的差距也相当明显, 亚冠层占 41.8%, 比例最少的冠层却只有 3.8%, 二者相差 11.2 倍。Simpson 指数相对值在人为干扰马尾松林中最大的亚冠层 40.9% 与最小的冠层 8.8% 相差却只有 4.6 倍, S 最大的灌木层 39.6% 与最小的冠层相差也只有 4.4 倍, 远远小于未受干扰马尾松林的层间多样性指数分配差异。多样性指数的集中分布, 说明群落各层间物种数量和种间的个体数分布不平衡。人为干扰后正处在恢复阶段的马尾松林这种集中分布现象得到缓和, 表明物种在各层间物种的分布较为均匀, 没有明显的优势物种, 这与前人文献研究相吻合^[8,9]。

2.3 马尾松林的群落优势度 (C)

群落优势度是群落水平的综合数值, 与每个种的重要值有关, 其数值的大小可以反映群落内各层结构的复杂性。分别对两种马尾松林的群落优势度加以统计, 结果如表 3 所示。

表 3 两种马尾松林的群落优势度

层次	未受干扰林			干扰恢复林		
	I_{sw}	J	C	I_{sw}	J	C
冠 层	1.67	0.55	0.42	2.97	0.80	0.17
亚冠层	4.94	0.88	0.04	5.05	0.89	0.03
灌木层	2.40	0.48	0.08	4.946	0.85	0.04
草本层	2.72	0.63	0.09	3.59	0.78	0.05

通过对比看出, 正常未受干扰的马尾松林的群落优势度比人为干扰后正在恢复的马尾松林的群落优势度要高, 这与正常林各层中优势物种优势明显有关。人为干扰后马尾松受到抑制, 阔叶树种在各层得到迅速发展, 势必打破原有的一种或少数几种占绝对优势的形

势, 出现多优势种共存或优势种不明显的激烈竞争局面, 从而大大地增加了群落的复杂性. 并且还可以看出, 多样性指数越小, 均匀度指数越低的层次群落优势度就越高. 群落优势度 C 在未受干扰的马尾松林冠层最高为 0.42, 在干扰恢复林的亚冠层最低只有 0.03. 因此, 我们认为群落优势度降低, 群落物种多样性增加是生态系统对外界干扰的一种良性反应, 可能是对环境变化的一种策略^[10]. 当然, 如果外界干扰超过系统自身的调节能力, 那么群落就会发生逆行演替而难以恢复.

参考文献:

- [1] 王伯荪, 刘雄恩. 黑石顶自然保护区的植被特点. 生态科学, 1987 (1, 2): 1~18.
- [2] 刘雄恩, 王伯荪. 黑石顶自然保护区植被分类系统和主要类型及分布. 生态科学, 1987 (1, 2): 19~34.
- [3] 王伯荪. 植物群落学. 北京: 高等教育出版社, 1987. 28.
- [4] 马克平. 生物多样性的测度方法. 见: 钱迎倩, 马克平主编. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994. 141~165.
- [5] BAZZA F A. Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern illinois. Ecology, 1975, 56: 485~488.
- [6] 马克平, 黄建辉, 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. 生态学报, 1995, 15 (3): 268~277.
- [7] 黄建辉. 生态系统内的物种多样性对稳定性的影响. 见: 钱迎倩, 马克平主编. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994. 178~191.
- [8] 陈章和. 几个森林群落的结构分析. 见: 中国科学院华南植物研究所集刊, 1992. 58~71.
- [9] 贺金生, 陈伟烈, 等. 中国中亚热带东部常绿阔叶林主要类型的群落多样性特征. 植物生态学, 1998, 22 (4): 303~311.
- [10] ODUM E P. The strategy of ecosystem development. Science, 1969, 164: 262~270.

Studies on the Species Diversity of the Undisturbed Stable and the Disturbed *Pinus massoniana* Forests in Heishiding Natural Reserve

YANG Qing-pei^{*}, LI Ming-guang, ZHANG Wei-yin, YE Wei-nan

Abstract: The species diversities of the undisturbed forest and the disturbed forest of *Pinus massoniana* were studied. The results showed that the species richness index, Shannon-wiener index, Pielou evenness and Simpson index of the undisturbed forest were 13.0, 4.6, 0.7 and 10.0, and the indices of the disturbed forest were 16.5, 5.3, 0.8 and 33.4 respectively, higher than those of the undisturbed forest, especially in the second canopy and shrub layer. Compared the stability of two forests with community dominance index, it was clear that community dominance index of the undisturbed forest was higher than that of the disturbed one. It is proposed that the increase of species diversity is a adapting manner for ecosystem against disturbance, and is a strategy of disturbed ecosystem to recover balance.

Keywords: Heishiding natural reserve; species diversity; *Pinus massoniana* forest

^{*} School of Life Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China