

## 人为干扰对鼎湖山马尾松林种群动态的影响

孔国辉 莫江明

(中国科学院华南植物研究所鼎湖山森林生态系统定位研究站, 广东 肇庆 526070)

**摘要:** 通过处理(根据当地居民习惯收割凋落物和林下层)和保护(停止人为干扰, 无任何人类活动)样地的比较, 在五年内(1990-1995年)研究了人为干扰对鼎湖山马尾松林植物种群动态的影响。结果表明, 保护样地的林下层和灌木层盖度逐年上升, 而处理样地相对较稳定。保护样地的草本层盖度略上升至1992年后, 呈显著下降的变化, 处理样地的变化则与保护样地的相反。保护样地的林下层植物种数逐年下降(从1990年的41种降至1995年的30种, 减少11种), 处理样地变化不大(从1990年的36种降至1995年的34种, 仅减少2种)。小径级( $\leq 13$  cm)的马尾松胸径增长速率保护样地高于处理样地, 且径级越小, 增长速率越大, 然而, 径级大于13 cm的植株, 则没有显示出这种规律性的变化。以上现象表明, 适度的人为干扰对稀疏马尾松林的自然更新及林下植物种类多样性具有一定的维持或促进作用, 但不利于马尾松的生长。同时对稀疏马尾松-灌木-草本群落在停止人为干扰后的演替途径作了预测和探讨。

**关键词:** 人为干扰; 鼎湖山; 马尾松; 种群动态

中图分类号: Q948.123

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2002)03-0193-08

## Population Dynamics of a Human-impacted Masson Pine Plantation in Dinghushan

KONG Guo-hui MO Jiang-ming

(Dinghushan Forest Ecosystem Research Station, South China Institute of  
Botany, the Chinese Academy of Sciences, Zhaoqing 526070, China)

**Abstract:** Plant population dynamics of a human-impacted masson pine (*Pinus massoniana*) plantation was studied in Dinghushan Biosphere Reserve in Guangdong for 5 years from 1990. Twenty paired plots with total area of 4 000 m<sup>2</sup> were investigated in plots of harvesting understory, ground cover, and litter as the local peasants did for fuel annually once or twice, and in undisturbed plots as control. The results indicated that understory coverage and the shrub coverage in undisturbed plots increased annually, but those in disturbed plots remained little changed. However, the coverage of herbs was slightly increased before 1992, and then decreased

收稿日期: 2001-06-27 接受日期: 2002-02-28

基金项目: 美国 MAB、中国科学院资环局合作项目; 中国科学院留学回国择优支持; 中国科学院华南植物研究所所长基金资助。

方运霆、张佑昌、刘莉、黄玉佳、魏平等同志参加部分野外工作。

markedly in undisturbed plots, while that in disturbed plots was on the contrary. The coverage of main shrub and herb species was also measured. Species number of understory plants decreased annually from 41 to 30 in undisturbed plots, but that in disturbed plots remained more or less stable, only 2 species lost. The result showed that appropriate disturbance in understory of masson pine plantation could maintain species abundance, and exhibited positive effect on natural regeneration of pine tree, but negative impact on pine growth. The possible succession of open masson pine forest toward pine-broadleaved mixed forest is discussed.

**Key words:** Human disturbance; Dinghushan; *Pinus massoniana*; Population dynamics

由于人口、资源和环境问题,人类干扰对森林结构和功能的影响已引起国际社会的日益关注。近年来,人类活动对生物多样性的影响已成为全球变化研究的重要组成部分。但我国在这方面的研究报道甚少<sup>[1,2]</sup>。马尾松(*Pinus massoniana*)是我国松属植物分布最广的一种,也是我国亚热带东部湿润地区典型的针叶乡土树种,全国总面积  $3.27 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ,其中广东有  $3.16 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 。马尾松多生长在海拔 200–800 m 的低山、丘陵地区<sup>[3,4]</sup>,适应性强,耐瘠土,生长迅速,如在丰产林的栽培条件下,2.5 年生植株平均高达 1.8 m。天然和人工更新均容易,是亚热带退化生态系统恢复中的优良先锋树种。马尾松木材广泛用于建筑、坑木、枕木、桥梁等,它还是产脂的主要树种之一。正是由于马尾松的用途广,经济价值高,生长适应性强,种植容易,成本低等原因,广东省已计划于 2010 年建成大面积的马尾松种源基地和商品林基地<sup>[5]</sup>。由于疏于抚育管理,或因农村燃料的缺乏而对松林过度的修枝和收取林下层枯枝落叶或割去林下层地被物等人为干扰活动,这些马尾松林未能发挥其应有的作用<sup>[1,6]</sup>。本文研究了人类活动(收割凋落物和林下层)对鼎湖山马尾松林生长、林下层种类组成的影响,为进一步了解人为干扰与生物多样性关系,并为马尾松的管理和持续利用提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 样地概况

本研究在鼎湖山自然保护区进行。保护区位于广东省中部,东经  $112^{\circ}33'$ ,北纬  $23^{\circ}10'$ ,属亚热带季风气候,年平均降雨量 2 209.9 mm,其中 83.8%–84.5%的降雨集中在春夏两季,年平均气温  $21^{\circ}\text{C}$ 。保护区总面积  $1\,133 \text{ hm}^2$ ,森林覆盖率 80%,森林主要有三种类型:常绿阔叶林、针叶阔叶混交林和马尾松林<sup>[7,8]</sup>。

试验地位于保护区过渡带的马尾松林里。此林由政府林场于 1930–1950 年营造,当地农民可以砍小树及收割林下层作薪柴。植被为稀疏的马尾松林,马尾松种群密度为  $320\text{--}1\,070 \text{ 株 hm}^{-2}$ ,平均  $700 \text{ 株 hm}^{-2}$ ,胸径 4.2–32.0 cm,平均 13.7 cm;树高 3.2–10.7 m,平均 7.0 m。林龄约为 66 年。此外,还有少量的桉树(*Eucalyptus robusta*),是林场所种植的残存树种。林下层为以桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、岗松(*Baeckea frutescens*)、鹧鸪草(*Eriachne pallescens*)、纤毛鸭嘴草(*Ischaemum ciliare*)为主的灌木、草本群落,局部以芒萁(*Dicranopteris pedata*)为优势。样地母岩为沙岩。土壤为砖红壤性红壤,pH 值 4.5–

5.0, 有机质  $38.4 \text{ kg hm}^{-2}$ , 有机碳 1.66%。土层较浅, 一般不超过  $30 \text{ cm}^{[1,6,8]}$ 。

## 1.2 方法

研究始于 1990 年 5 月。试验采用对比样方设计, 共有 20 对样方, 每对样方由处理样方和保护样方组成。处理样方按照当地村民收割林下层和扒收地被物的习惯处理(每年 1-2 次), 保护样方停止原有干扰, 无任何收割活动。每个样方面积为  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ , 20 对样方分散于海拔 50-200 m、面积约  $4 \text{ hm}^2$  的山坡上<sup>[1,6]</sup>。

1990 年在 20 对样方中选择 10 对小样方(灌木层面积  $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ , 草本层  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ ) 调查林下层总盖度、分层(灌木层和草本层)盖度、种类及其个体数。灌木样方和草本样方分别调查总盖度、各个主要种的盖度及计算其相对盖度、灌木种的相对密度。然后, 每年复查一次, 直至 1995 年。

松树的生长状况及年生长量测定于 1990 年 5 月, 测量 20 对样方内的每株松树个体的胸径、株高, 并每株挂牌、编号, 1995 年 12 月再次测定, 比较植株生长状况。

用光量子计于晴朗天气在 20 对样方林下的灌木上层(离地 2 m 处)及灌木、草本的下层(离地面 10 cm 处, 目的是比较保护样地和处理样地环境的差异, 前者不利于阳性植物的幼苗生长)测定该层的光合有效辐射强度(每个样方的测点在中心点和 4 角处)。将上层松树无遮挡所测得的光合有效辐射强度视为全光照(100%), 林下灌木、草本植物上层及下层的光强则按占上层的百分数来计算。

## 2 结果和分析

### 2.1 林下光强的比较

保护样地和处理样地灌木、草本植物上层光强分别为全光照的 60.16%和 62.93%, 下层(离地面 10 cm 处)则分别为全光照的 6.2%和 11.3%。可见, 保护样地的光强弱于处理样地, 尤其是靠近地面的地方。

### 2.2 群落的种类组成和结构

根据 20 对样方的调查结果, 处理和保护样地上层乔木均主要由马尾松及个别桉树植株所组成。乔木层单层结构, 林冠郁闭度 0.2-0.4。林下层为灌木草本植物群落, 高 0.2-0.5 m, 覆盖度 74%-84%。植物种类共有 58 种, 其中乔木 5 种、灌木 20 种、草本 20 种、蕨类 8 种和藤本 5 种。

### 2.3 林下层群落种群动态

**群落盖度变化** 两种样地林下层群落总覆盖度在试验开始时均为 80%左右, 随着时间的推移, 保护样地的盖度逐年上升, 处理样地则变化不大(图 1), 表明了林下层在试验前每年所受的人为干扰程度基本一致以及保护(停止干扰)条件下有利于林下植物的生长。灌木层盖度的变化与林下层总盖度的变化相类似, 然而, 保护样地草本层的盖度变化幅度较灌木层大, 1992 年前略上升之后呈明显下降, 处理样地下降至 1992 年后则上升。这表明, 草本层植物受环境的影响比灌木层植物更敏感。在保护条件下林下层总盖度增加主

要是由于灌木层盖度增加所至,同时由于灌木层植物空间优势较强,其盖度增加到一定水平后(1992年后)抑制了草本层植物的生长。

**主要种类相对盖度变化** 不同植物种类的相对盖度的变化反映了植物种间对环境反应的差异。桃金娘是南亚热带荒山草坡上分布最广的代表性灌木种类,除了野牡丹在1993年和岗松在1990-1992年的相对盖度较高外,无论在保护样地还是处理样地,其相对盖度在各年中均较高(19%-37%,图2),可见桃金娘在灌木层中起着最重要的作用。在保护样地里,变叶榕(*Ficus variolosa*)、鬼灯笼(*Cleridendrun fortunatum*),以及其他21种灌木层植物的相对盖度均有增加的趋势,说明在保护条件下有利于它们的生长。然而,另外一些种类,如了哥王(*Wikstroemia indica*)、山芝麻(*Helicteres angustifolia*)、岗松等阳性的旱生种类在保护样地的相对盖度比观察初

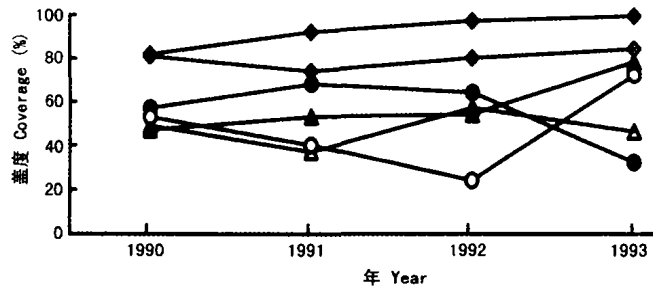


图 1 马尾松林林下层(灌木和草本)、灌木及草本植物盖度的动态变化  
Fig. 1 Dynamics of coverage of understorey, shrubs and herbs in disturbed and undisturbed *Pinus massoniana* plantation

◆ 林下层保护 Understorey undisturbed; ▲ 灌木保护 Shrubs undisturbed; ● 草本保护 Herbs undisturbed; ◇ 林下层处理 Understorey disturbed; △ 灌木处理 Shrubs disturbed; ○ 草本处理 Herbs disturbed.

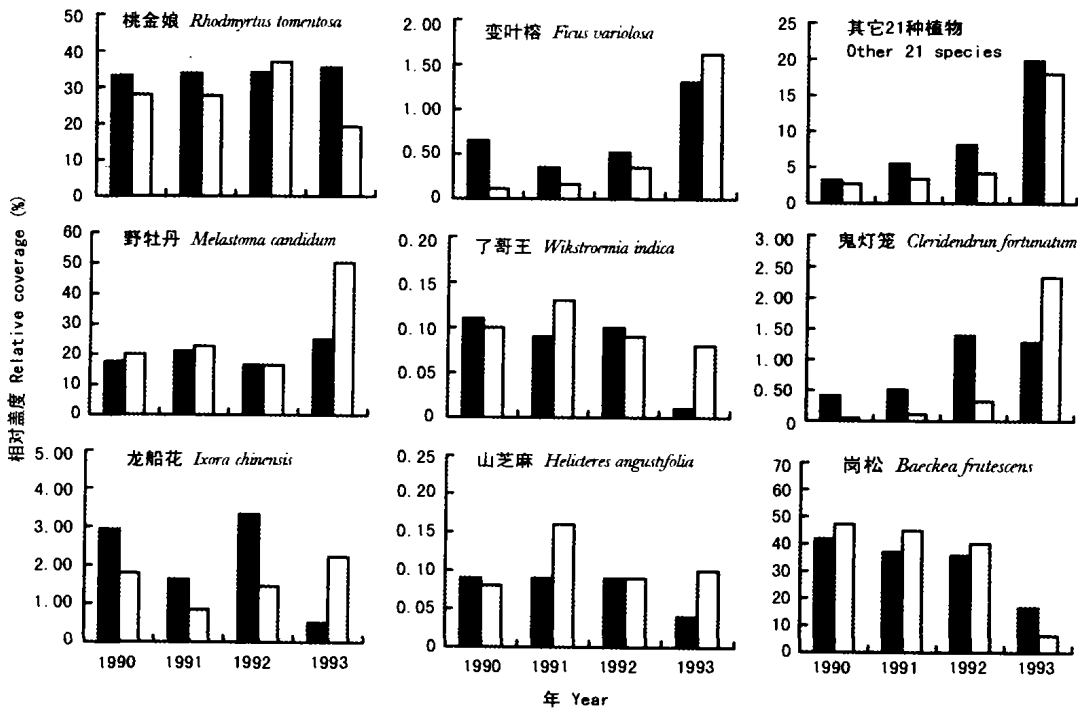


图 2 林下层灌木主要种类在保护(■)和处理(□)样地中相对盖度动态变化

Fig. 2 Changes in relative coverage of the main shrub species in disturbed (□) and undisturbed (■) *P. massoniana* plantation

期明显降低。野牡丹(*Melastoma candidum*)相对稳定,而龙船花(*Ixora chinensis*)有很大的波动性。在处理样地里,由于每年收割林下植物,光照较强,一些阳性植物如龙船花、山芝麻、了哥王和岗松等占一定的优势,但在 1993 年了哥王和岗松则明显下降,而变叶榕、野牡丹、鬼灯笼和其它 21 种植物相对盖度在上升(图 2)。

草本植物主要种类的相对盖度亦有明显变化。蕨类植物中的芒萁在保护样地由 16.11%增至 34.38%,处理样地相对较稳定(6.94%–7.46%,图 3)。其它相对盖度较高的草本植物种类,如五节芒(*Miscanthus floridulus*)、野古草(*Arundinella hirta*)、宿根画眉草(*Eragrotis perennans*)、黑莎草(*Gahnia tristis*)等 15 种草本层植物,其相对盖度在保护样地由 37% 升至 58%,而在处理样地则由 45%降至 26%。其余种类的相对盖度在保护样地则明显下降。山菅兰(*Dianella ensifolia*)、纤毛鸭咀草(*Ischaemum ciliare*)在保护样地的相对盖度下降相对较慢,典型的阳性旱生种类如蜈蚣草(*Eremochloa ciliaris*)、鹧鸪草至 1993 年其个体全部死亡(图 3)。在处理样地,蜈蚣草和鹧鸪草的相对盖度也下降,山菅兰和纤毛鸭咀草的相对盖度则上升(图 3)。

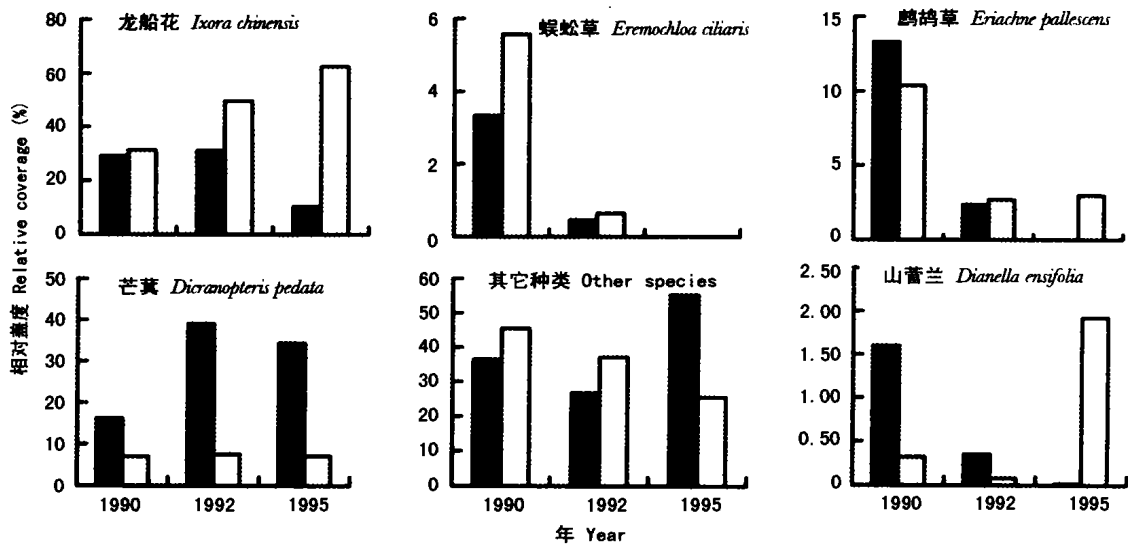


图 3 林下层草本植物主要种在保护(■)和处理(□)样地中的相对盖度动态变化

Fig. 3 Changes in relative coverage of main herb species in disturbed (□) and undisturbed (■) *P. massoniana* plantation

**灌木层主要种类相对密度动态** 灌木层主要种类相对密度的变化与相对盖度的变化相类似。在保护样地,桃金娘、变叶榕、鬼灯笼、山芝麻、龙船花和其它 21 种灌木层植物的相对密度增加了,而一些阳性的旱生种类如了哥王、岗松,相对密度明显减少,前者由 0.76%降至 0.13%,后者由 43.89%降至 21.00%(图 4)。在处理样地,除了桃金娘的相对密度维持较稳定以及岗松的相对密度下降外,其余种类的相对密度均增加(图 4)。

**林下层植物种的丰富度动态** 植物多样性的研究通常用单位面积的物种数来测定物种的丰富程度<sup>[9,10]</sup>。保护样地林下层植物种数(所有样地植物种数之和)在调查期间

逐年下降,共减少 11 种(1990 年,1991 年,1992 年和 1995 年植物种数分别为 41,38,34 和 30)。而处理样地植物种数变化则无规律,种数较稳定,仅减少 2 种(1990 年,1991 年,1992 年和 1995 年植物种数分别为 36,38,41 和 34)。可见,适度的人为干扰有利于维护林下层植物种的多样性。

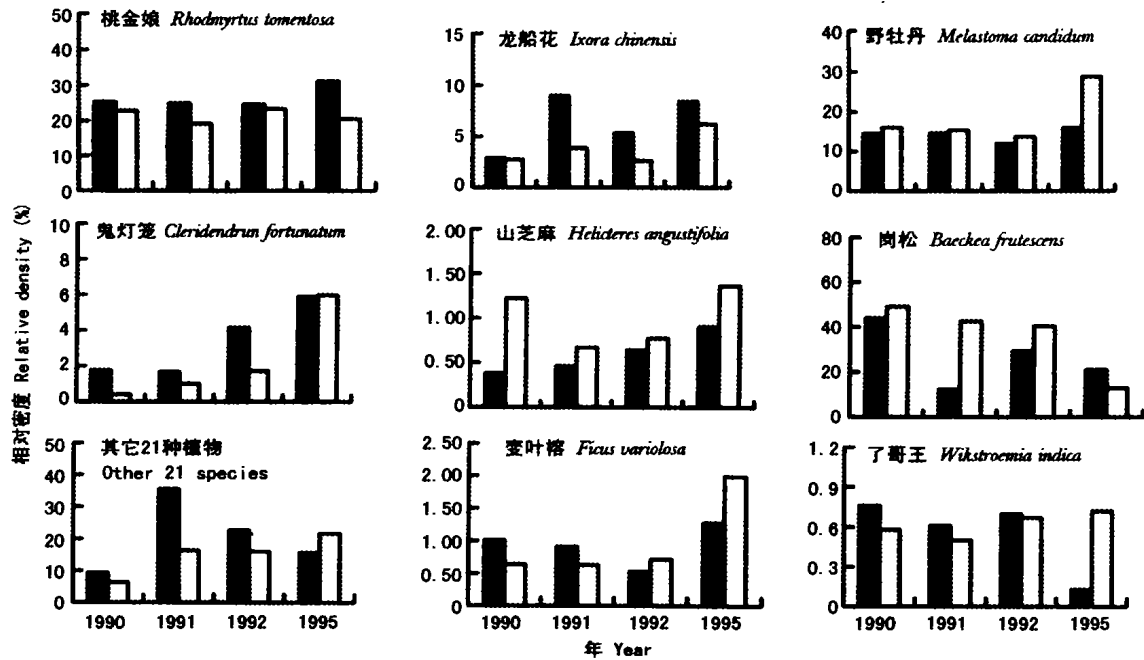


图 4 灌木层主要种类在保护(■)和处理(□)样地中相对密度动态变化

Fig. 4 Changes in relative density of main shrub species in disturbed (□) and undisturbed (■) *P. massoniana* plantation

## 2.4 干扰对马尾松生长的影响

经过 5 年试验之后,对保护和处理样地内的马尾松各级立木胸径(dbh)增长状况作了对比调查(表 1)。人为干扰仅对小径级的马尾松生长产生影响。小径级的松树增值速率在保护样地高于处理样地,且径级越小,增值比率越高,然而,径级大于 13 cm 的植株,则没有显示出这种规律性的变化。以上现象表明,马尾松在无干扰的保护样地由于生存环境(如土壤肥力及结构)的改善,幼树的生长比老龄树更明显。

## 3 讨论

### 3.1 停止人为干扰后马尾松群落的演替

稀疏马尾松 - 灌木 - 草本群落在保护条件下所进行的是进展演替,而在人为干扰条件下的则是逆行演替,两者处在同一演替系列中的不同阶段。保护条件下的演替过程从阳性的旱生先锋种类,如蜈蚣草、鹧鸪草、岗松等所形成的群落开始。首先是草本植物群落发生了明显的变化。蕨类植物芒萁迅速发展,局部看呈单优群落。在其下层的草本植

物,大多已死亡。原居灌木层优势的岗松,让位于桃金娘,而屈居其下层。此外,原有的一些小乔木很快地成长起来,如在一个100 m<sup>2</sup>样方中的三叉苦 (*Evodia lepta*) 在1990年至1995年期间,株数从8株增至11株,总盖度从5%增至70%,平均株高从0.6 m增至3.0 m;野漆 (*Rhus succedanea*) 1株,总盖度从1%增至6%,高度从0.8 m增至2.0 m;山苍子 (*Litsea cubeba*) 亦较普遍,从约平均50 cm增高至2-3.5 m。

根据几年的观察,由稀疏马尾松-灌木-草本群落发展为马尾松、阔叶树混交林的途径估测如下:

第一阶段:稀疏马尾松-阳性、旱生灌

木-阳性、旱生草本群落

稀疏马尾松-(岗松、桃金娘)-(蜈蚣草、鹧鸪草)群落

第二阶段:稀疏马尾松-阳性、中生常绿阔叶树-阳性、中生灌木-阳性、中生草本群落

稀疏马尾松-(三叉苦、山苍子、桃金娘、野牡丹)-(芒萁、纤毛鸭嘴草)群落

第三阶段:稀疏马尾松-耐荫、中生常绿阔叶树-耐荫、中生灌木-耐荫草本群落

稀疏马尾松-(鸭脚木、九节 *Psychotria rubra*)-(乌毛蕨 *Blechnum orientale* 等)群落

影响以上植物群落演替的原因有几方面:(1)林地土壤养分条件的改善。在保护样地,凋落物及林下层使系统内每年积累贮存大量的养分(78.52-127.82 kg hm<sup>-2</sup>,根据最大生物量及养分浓度换算)<sup>[1]</sup>。前期研究结果表明,当停止人为干扰后,保护样地马尾松活针叶的N浓度随时间明显增加<sup>[1]</sup>,林分凋落物产量及其养分归还量相对于继续受干扰的林分趋向逐年提高<sup>[11]</sup>。本研究结果表明,保护样地马尾松的生长速率(尤其是马尾松幼树)相对于继续受干扰的处理样地明显增加。林地土壤条件的改善,促进了蕨类植物芒萁、叶层较高的禾本科草本、需土壤养分较高的灌木如桃金娘、野牡丹等的良好生长。而在处理样地,由于凋落物及林下层被取走,相当于每年从系统中取走养分97.80-162.27 kg hm<sup>-2</sup>,土壤肥力逐渐下降<sup>[1]</sup>,从而使本来已退化的林地继续退化,降低了马尾松林凋落物的分解及其养分释放速率<sup>[12]</sup>。此外,这种人为活动还改变了土壤的物理和化学性质,增加了土壤有效养分的流失量<sup>[1,8,13]</sup>。(2)林地的生态条件。保护样地林下层植物的迅速增长,形成了靠近地面处光照较弱的环境(仅为全光照的6.2%,图1)。光照的减弱是促使先锋阳性旱生种类死亡或生势变弱的直接原因。(3)植物尤其是乔木树种种源及其传播。5年来在40个100 m<sup>2</sup>样方中发现只新增加一个种(鸭脚木 *Schefflera octophylla*),且仅有1株小苗。而附近另外一些丘陵地上普遍分布的土生树种,如荷木 (*Schima superba*)、藜蒴

表1 1990-1995年马尾松林各级立木胸径(dbh)增长值  
Table 1 Diameter at breast height (dbh) increment of *Pinus masoniana* trees during 1990-1995

径级(cm) dbh	增长值 dbh increment (cm)		增长比 Increment ratio*
	保护 Control	处理 In treated plots	
5-7	2.65±0.50	1.05±0.26	2.52
7-9	2.07±0.39	1.51±0.19	1.37
9-11	3.01±0.41	2.54±0.39	1.19
11-13	2.04±0.53	1.91±0.32	1.07
13-15	2.25±0.45	2.62±0.32	0.86
15-17	2.08±0.37	2.78±0.37	0.75
19-21	1.73±0.31	2.70±0.62	0.64
21-23	2.13±0.71	3.00±0.15	0.71
23-25	2.21±0.43	2.22±1.12	1
25-29	1.21±0.43	2.60±0.72	0.47

\* 指马尾松在保护样地与处理样地的胸径增长值之比  
dbh increment ratio of trees in undisturbed plots to trees in disturbed plots.

(*Castanopsis fissa*)、黄果厚壳桂(*Cryptocarya concinna*)等,在 40 个样方中未见任何幼苗。这可能与附近的母树及在松林中鸟类活动少有关。

### 3.2 适当的林下层收割,有利于稀疏马尾松林的自然更新及维持林下层植物种的多样性

本研究结果还表明,适当的人为干扰有利于林下层植物种的多样性的维持。这主要是由于收获活动降低了植物种间和种内对生存环境资源的竞争。此外,人为干扰改变了林地的生态以及种子萌发条件。在处理样地,不断收获林下层和凋落物的活动使林下层覆盖度低,不但增加了林地的光照条件,有利于植物生长,而且还有利于植物种子与土壤的接触,从而提高种子的萌发率。因而,有利于植物尤其是阳性植物多样性的维持。例如,马尾松是耐旱耐土壤瘠薄的阳性先锋树种。种子自然飞播在水土流失的土面、石缝等恶劣生境均较易发芽、生长,只要其与泥土接触,光照充足,便可以自然更新。处理样地高 30 cm 以下的松苗个体数明显高于保护样地(根据观察,处理样地每 100 m<sup>2</sup> 平均有松苗 94 株,保护样地仅有 16 株)。因此,如在松苗成长的前期 1-3 年内注意在保留松树幼苗的情况下收割林下层,给予幼苗适当的抚育,有利于马尾松林的自然更新。

#### 参考文献:

- [1] Mo J M, Brown S, Lenart M, et al. Nutrient dynamics of a human-impacted pine forest in a MAB reserve of subtropical China [J]. *Biotropica*, 1995, 27(3):290-304.
- [2] 杨利民,韩梅,李建东. 中国东北样带草地群落放牧干扰植物多样性的变化 [J]. *植物生态学报*, 2001, 25(1): 110-114.
- [3] 古炎坤. 从森林生态学观点浅谈广东营造马尾松林及其林分改造问题 [J]. *广东林业科技*, 1995, 11(3):1-5.
- [4] 林业部林业区划办公室杉木、马尾松树种区域研究协作组. 主要树种种子区划研究 [M]. 北京:中国林业出版社, 1988. 163-224.
- [5] 建林. 建立马尾松商品基地 [J]. *广东林业信息*, 1994, (2):1-4.
- [6] Brown S, Lenart M, Mo J M, et al. Structure and organic matter dynamics of a human-impacted pine forest in a MAB reserve of subtropical China [J]. *Biotropica*, 1995, 27(3):276-289.
- [7] Kong G H, Liang C, Huang Z L, et al. Dinghushan Biosphere Reserve [M]. Beijing: Science Press, 1993.
- [8] 莫江明,方运霆,冯肇年,等. 鼎湖山人为干扰下马尾松林水文生态功能 [J]. *热带亚热带植物学报*, 2002, 10(2):99-104.
- [9] 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究的原理与方法 [M]. 北京:中国科技出版社, 1994. 142-143.
- [10] 李永宏. 内蒙古典型草原地带退化草原的恢复动态 [J]. *生物多样性*, 1995, 3(3):125-130.
- [11] 莫江明,孔国辉, Brown S, 等. 鼎湖山马尾松林凋落物及其对人类干扰的响应研究 [J]. *植物生态学报*, 2001, 25(6):656-664.
- [12] 莫江明, Brown S, 孔国辉, 等. 鼎湖山生物圈保护区马尾松林凋落物的分解及其营养动态研究 [J]. *植物生态学报*, 1996, 20(6):534-542.
- [13] 莫江明,孔国辉, Brown S, 等. 凋落物和林下层收割对鼎湖山生物圈保护区马尾松林土壤有效氮的影响 [J]. *生态学报*, 1997, 17(1):109-112.