

广东南澳岛不同森林群落的林窗环境对移植树苗生长的影响

向言词^{1,3} 彭少麟¹ 周厚诚² 任海¹ 蔡锡安¹

(1. 中国科学院华南植物研究所, 广东广州 510650; 2. 广东省海洋资源发展研究中心, 广东广州 510070;
3. 苏州科技学院, 江苏苏州 215011)

摘要:在广东南澳岛四个森林群落内移植了大叶相思(*Acacia auriculaeformis*)、尾叶桉(*Eucalyptus urophylla*)和荷木(*Schima superba*)三种树苗,通过测定群落内林窗和非林窗生境中的叶面积指数、透光率和幼苗的生长高度,观察林窗环境对移植树苗生长的影响。结果表明:林窗的叶面积指数比非林窗的小;林窗的透光率大于非林窗;各群落的叶面积指数和透光率有季节性的变化,变化幅度各不同。三种幼苗在林窗内比非林窗的乔木层下生长快;大叶相思和尾叶桉幼苗在林窗内的高度增长量显著大于非林窗下的,荷木虽也存在差异,但不如前两者显著。这些结果反映了不同生态特性的树种对林窗的反应不同。

关键词:林窗;叶面积指数;透光率;幼苗生长;广东;大叶相思;尾叶桉;荷木

中图分类号: Q948.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3395 (2002) 04-0340-08

The Influences of Gaps in Different Forest Communities on the Growth of Transplanted Tree Seedlings on Nan'ao Island

XIANG Yan-ci^{1,3} PENG Shao-lin¹ ZHOU Hou-cheng² REN Hai¹ Cai Xi-an¹

(1. South China Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;

2. Guangdong Center for Marine Resource Research & Development, Guangzhou 510070, China;

3. Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215011, China)

Abstract: Seedlings of *Acacia auriculaeformis*, *Eucalyptus urophylla*, and *Schima superba* were transplanted in canopy gaps and under secondary broadleaved forest, *Pinus massoniana* forest, *Acacia auriculaeformis* forest, and *Eucalyptus robusta* forest on Nan'ao Island, Guangdong Province. Leaf area index (LAI), transmittance, and seedling height were measured. Results indicated that LAI was greater under forests than in gaps, and the transmittance was much higher in gaps. Both LAI and transmittance changed with the seasons. Seedlings of the three species grew faster in gaps than under forests. Seedling height of *Acacia* and *Eucalyptus* in gaps increased more obviously than that of *Schima*, showing ecological response of species to canopy gap condition.

收稿日期: 2002-01-09 接受日期: 2002-06-26

基金项目: 国家自然科学基金重大项目(39899370); 广东省自然科学基金项目和团队项目(970656, 003031); 中国科学院华南植物研究所所长青年基金资助。

Key words: Canopy gap; Leaf area index; Transmittance; Seedling growth; Guangdong; *Acacia auriculiformis*; *Eucalyptus urophylla*; *Schima superba*

森林动态学研究表明,干扰在森林群落的结构调节和动态变化中有重要的作用^[1,2]。在所有的森林群落中,都存在着干扰所驱动的森林生长循环^[3]。这种生长循环过程可分为三个阶段:林窗阶段、建立阶段和成熟阶段。可见林窗对群落的正常更新有重要的作用,是维持群落生物多样性的关键环境^[4]。林窗是森林中从林冠层下延到各个叶层、直到距地面平均2 m高的开口^[5]。当林窗形成后,林窗内的环境条件发生变化,不同的树种会产生不同的反应;林窗面积不断变化,林窗的透光率随之而变,林窗中幼苗生长也不断变化。

国外有关林窗的研究很多^[6-8],国内也作了一些相关研究^[9-13]。而在有关南亚热带海岛森林群落的研究中,有关林窗对幼苗影响的研究报道很少。相思类和桉树类多是引进的先锋树种,荷木是本地先锋树种,中性偏阴性,对它们在林窗和非林窗条件下生长进行对比研究较少。本文以广东南澳岛四个南亚热带常绿阔叶林群落为研究对象,探讨森林中林窗对移植的大叶相思(*Acacia auriculiformis*)、尾叶桉(*Eucalyptus urophylla*)和荷木(*Schima superba*)三种幼苗的影响,为森林的动态研究和管理提供依据。

1 样地概况和研究方法

1.1 研究样地

南澳岛在广东省东部靠近大陆,于北纬23°23'33"-23°29'11",东经116°56'24"-117°08'59"。岛上的原始植被为南亚热带常绿阔叶林。由于长期的人为活动干扰,其原生植被多已不存在,仅有村边或庙旁作为“风水林”保存下来的小面积次生林。现有面积较大的马尾松林、桉林、相思林及其混交林,都是人工林。

本研究在南澳岛黄花山林场的四个不同森林群落中进行(表1)。

表1 四个群落的基本概况
Table 1 General conditions of experiment sites

群落类型 Communities	海拔(m) Elevation	坡向 Slope	群落高度、分层 Height, layer	土壤 Soils	群落主要物种 Dominant species
次生林群落 Secondary forest	320	东南 SE 坡度 15°	9 m 乔木层、灌木层、草本层 乔木层有两层 结构复杂、郁闭度大	赤红壤	鸭脚木 <i>Schefflera octophylla</i> 珊瑚树 <i>Viburnum odoratissimum</i> 九节 <i>Psychotria rubra</i> 乌蕨 <i>Stenoloma chusana</i>
马尾松林群落 <i>Pinus massoniana</i>	248	西南 SW 坡度 12°	4 m 乔木层、灌木层、草本层 结构简单、郁闭度小	红壤	马尾松 <i>Pinus massoniana</i> 桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> 芒萁 <i>Dicranopteris linearis</i> var. <i>dichitoma</i>
大叶相思林群落 <i>Acacia auriculiformis</i>	241	西北 NW 坡度 3°	7 m 乔木层、灌木层、草本层 结构较复杂、郁闭度较大	红壤	大叶相思 <i>Acacia auriculiformis</i> 梅叶冬青 <i>Ilex asprella</i> 短叶黍 <i>Panicum brevifolium</i>
桉林群落 <i>Eucalyptus robusta</i>	212	西北 NW 坡度 9°	7 m 乔木层、灌木层、草本层 结构较简单、郁闭度小	红壤	大叶桉 <i>Eucalyptus robusta</i> 梅叶冬青 <i>Ilex asprella</i> 芒萁 <i>Dicranopteris linearis</i> var. <i>dichitoma</i>

1.2 研究方法

林窗的选择和样地设定 在每个群落中选三个面积相近的近似椭圆形的林窗,林窗年龄(根据腐烂状况和当地工作人员经验推断林窗形成年龄)基本一致,约为 10 年,林窗面积按椭圆面积公式计算^[14]。在每个群落林窗周围的林下选三个样地(与林窗相距约 30 m),面积与林窗内样地相等。为了有利于移植幼苗的成活,在林窗和林下样地中,除去灌木和杂草,而林下样地上方的乔木层则保留。在次生林、马尾松林、大叶相思林和桉林四个群落中,林窗的面积分别约为 120 m²、86 m²、65 m² 和 80 m²。在次生林群落中,林下和林窗内的样地面积都设为 12 m × 10 m,再分成 3 块 4 m × 10 m 小样方;在马尾松林和桉林两个群落中,林下和林窗内的样地面积都设为 10 m × 8 m,再分成 3 块 3.3 m × 8 m 的小样方,在大叶相思林群落中,林下和林窗内的样地面积都设为 9 m × 7 m,再分成 3 块 3 m × 7 m 的小样方。

幼苗栽培和生长测定 1998 年 12 月上旬,在温室中用 6 个塑料盆装上沙子,在盆中播上大叶相思(大叶相思种子在播种前用 70°C 温水浸泡,水凉后继续泡 24 h 左右)、尾叶桉和荷木种子,每种各种 2 盆,定期浇水。在 1999 年 3 月上旬把幼苗移栽到各样地,幼苗刚种下时,为了有利于幼苗成活,给幼苗均浇水两次(相隔 10 d)。在每个群落每块样地的 3 个小样方里分别种上荷木、大叶相思和尾叶桉幼苗,幼苗的株行距相同,为 50 cm × 50 cm;在大叶相思群落中的每块样地上,3 种幼苗各有 84 株,次生林群落各有 160 株,马尾松林群落各有 96 株,桉林群落各有 96 株。从 1999 年 4 月到 2000 年 10 月,每个季度测定一次幼苗高度(1999 年 12 月 15 日测定的幼苗高度数据遗失,通过内插法估算),第一次测定时(1999 年 4 月 3 日),把测定了高度的幼苗挂上有标号的小塑料牌,在此之后,每次只测这些挂牌的幼苗,如挂牌幼苗死亡,就重新补测相同数目的未挂牌的幼苗,并同时挂上标了新号码的牌;在每个群落的每类样地中(林窗内和林下样地),每种幼苗各测 60 株(随机选定),分析幼苗高度变化时,每次随机选 20 株。林窗与非林窗环境中幼苗高度增长量的比较是用单因素方差分析进行。

叶面积指数和透光率的测定 用美国产 LI-188B 辐射仪测定辐射。测定项目包括全林下总辐射、乔木层下总辐射、林窗总辐射和林冠上层总辐射。观测从 1999 年 12 月 26 日到 2000 年 10 月 30 日,每季度晴天和阴天各测 1 d。并计算全林、乔木层和林窗的透光率和叶面积指数。在林窗内随机布 10 个点,用木桩固定,桩顶距地面 50 cm,测定时把探头放在木桩上。测定林冠上辐射时,随机选 10 个点,用木桩固定,用长竹杆把探头伸到林冠处测定。测定乔木层下辐射时,随机选 10 个点,用木桩固定,探头放置高度为 1.6 m。测定全林下辐射时,在长方形样地的四个角上用木桩(高 70 cm)固定,在木桩之间拉上铁线,对角线也用铁线连接,铁线在桩上距地面 50 cm 处固定,每条铁线均大致保持水平,将探头沿铁线水平移动,以减少林下光斑及阴影不均匀而引起的误差^[15]。计算公式为:透光率(%)= Q_i/Q_0 (Q_i 代表全林下辐射、乔木层下辐射或林窗辐射之一, Q_0 林冠上层总辐射)。

叶面积指数用消光系数法测定^[15]。计算公式: $LAI = \frac{1}{K} \ln(Q_0/Q_i)$ (LAI 为叶面积指数, K 为决定于植物特定种类的经验消光系数。本次实验测得次生林、马尾松林、混交林和桉林的 K 值分别为 0.378、0.423、0.392、0.387)

2 结果和分析

2.1 群落叶面积指数的变化

从图1可以看出,在次生林群落中,全林、乔木层和林窗的叶面积指数都呈现出随着冬季、春季、夏季到秋季的变化而增加,全林、乔木层和林窗的最大叶面积指数分别为7.94、4.54和2.43。在马尾松林群落中,叶面积指数呈现随时间而增高的趋势,但是在第二年夏秋交替之际,林窗和乔木层的叶面积指数分别从1.50、2.55下降到1.33、2.41,全林、乔木层和林窗的最大叶面积指数分别为3.92、2.55和1.68。在大叶相思林群落中,全林、乔木层和林窗的最大叶面积指数分别为5.01、4.37和2.61;在第一年和第二年夏秋之交,全林叶面积指数分别从5.01、4.10降到4.67、3.44,而乔木层则在第二年夏秋交替之际叶面积指数从4.37降到3.25。在校林群落中,全林、乔木层和林窗最大叶面积指数为5.47、4.15和2.57。从时间上看,四个群落的林窗叶面积指数都呈增加的势头,这可能是由于林窗周围的树木侧枝不断向林窗内延伸,林窗不断缩小。

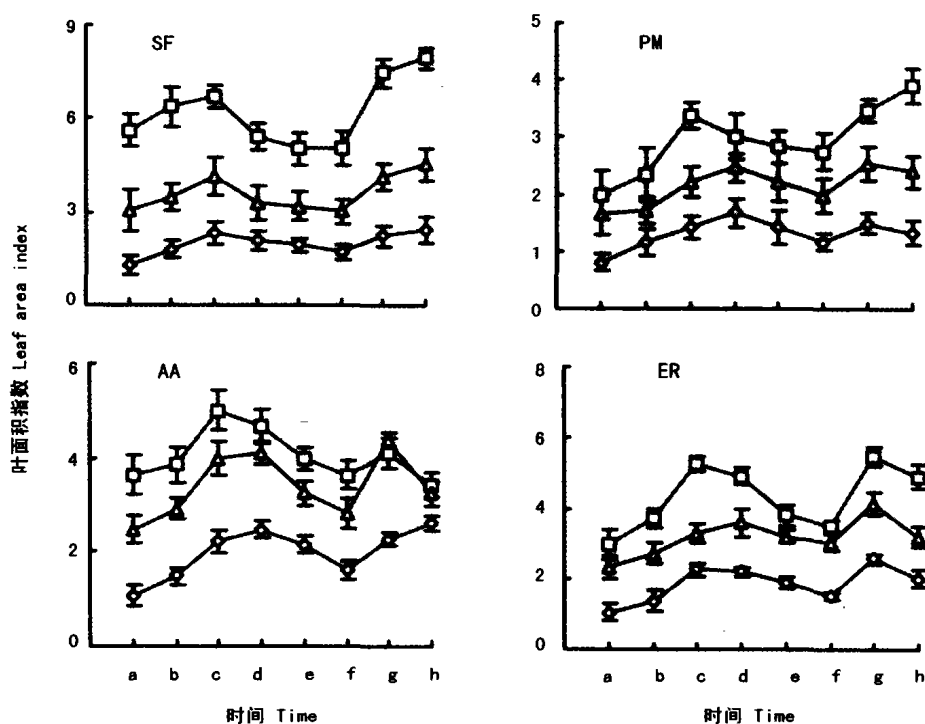


图1 叶面积指数的变化

Fig. 1 Changes in leaf area index (n=14)

◇林窗 Gap; △乔木层 Under canopy layer; □全林 Forest floor; SF: 次生林群落 Secondary forest community; PM: 马尾松林群落 *Pinus massoniana* community; AA: 大叶相思林群落 *Acacia auriculaeformis* community; ER: 桉林群落 *Eucalyptus robusta* community; a: 1999-01-26; b: 1999-04-03; c: 1999-07-10; d: 1999-09-22; e: 1999-12-15; f: 2000-04-21; g: 2000-07-15; h: 2000-10-30

2.2 群落透光率的变化

从图 2 中可以看出在次生林群落里, 全林、乔木层和林窗的透光率在冬末春初达到最大, 最大透光率分别为 0.15、0.32、0.62, 在第二年秋季达到最小, 各为 0.05、0.18、0.40; 在马尾松林群落中, 全林、乔木层和林窗的最大透光率分别为 0.43、0.50、0.71, 全林、乔木层和林窗的最小透光率各为 0.19、0.34、0.49; 在大叶相思林群落中, 全林、乔木层和林窗的最大透光率分别为 0.24、0.38、0.66, 林窗的透光率在第二年秋季最小, 为 0.36, 而全林和乔木层则分别在第一年和第二年夏季达到最小, 各为 0.14、0.18; 在桉林群落中, 全林、乔木层和林窗的最大透光率分别为 0.32、0.41、0.67, 最小透光率分别为 0.12、0.20、0.37。从图 2 中可以看出, 在四个群落中, 全林、乔木层和林窗内的透光率呈现出随时间变化而下降的趋势。

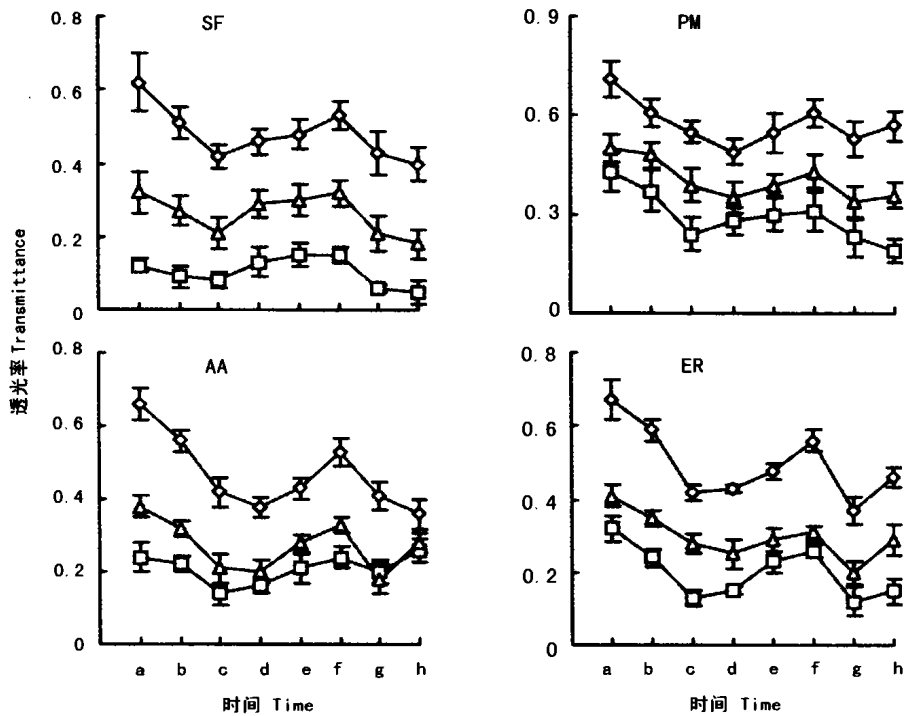


图 2 透光率的变化

Fig. 2 Changes in the transmittance (n=14)

◇, △, □, SF, PM, AA, ER, a-h 同图 1. See Fig. 1

2.3 幼苗高度的变化

从图 3 可以看出, 大叶相思、尾叶桉和荷木幼苗在四个群落的林窗内比在非林窗的乔木层下生长快。从图 4 可以看出, 在一年半时间里, 四个群落的林窗内, 先锋种尾叶桉和大叶相思幼苗的高度增长量大于非先锋种荷木的。在次生、马尾松林和大叶相思林三个群落林窗内, 尾叶桉和大叶相思幼苗高度增长量同乔木层下相比, 差异都极显著 ($P < 0.01$), 荷木幼

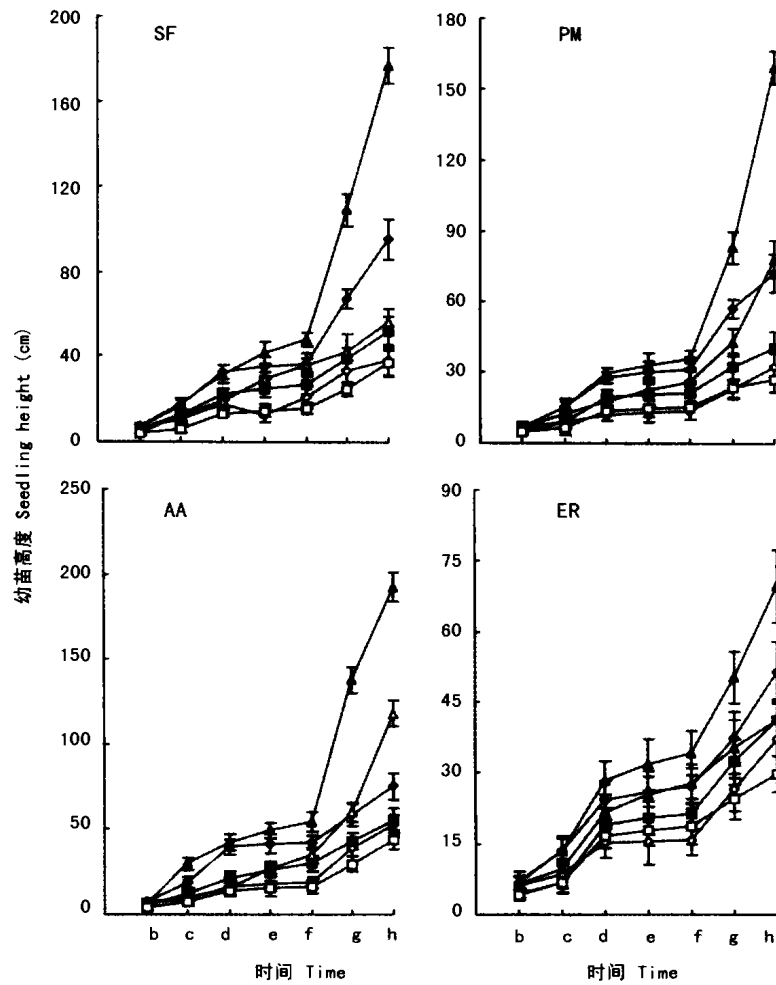


图 3 四个群落中幼苗高度的变化

Fig. 3 Changes in seedling height in 4 communities (n=20)

▲ △尾叶桉 *Eucalyptus urophylla*; ◆ ◇大叶相思 *Acacia auriculaeformis*; ■ □荷木 *Schima superba*; 实心符号表示林窗 Filled symbols for gaps; 空心符号表示乔木层下 Open symbols for condition under canopy layer; SF, PM, AA, ER, b-h 同图 1. See Fig. 1

苗高度增长量差异显著 ($P < 0.05$)。在桉林群落中,尾叶桉在林窗中的高度增长量与乔木层下相比,差异极显著 ($P < 0.01$),大叶相思差异显著 ($P < 0.05$),而荷木在这两种生境中的差异不显著 ($P > 0.05$) (图 4)。

3 结论和讨论

由于林窗处于动态变化中,林窗的大小和结构不断变化,造成林窗内资源(如光照、温度和湿度等)出现动态变化。从对南澳岛四个群落的研究来看,全林的叶面积指数最大,其

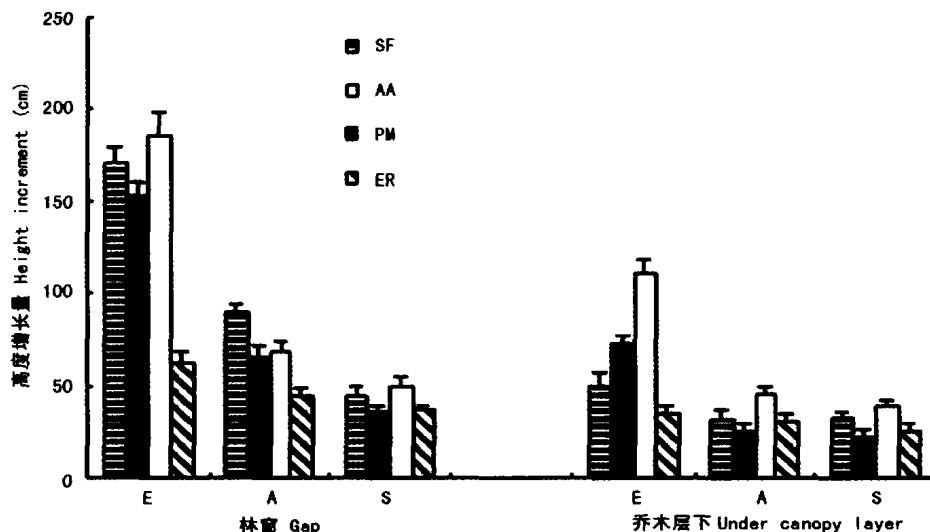


图 4 四个群落中幼苗高度增长量

Fig. 4 Height increment of seedlings in 4 communities (n=20)

E: 尾叶桉 *Eucalyptus urophylla*; A: 大叶相思 *Acacia auriculæformis*;
S: 荷木 *Schima superba*; SF, PM, AA, ER 同图 1. See Fig. 1

次是乔木层,而林窗最小。林窗的透光率最大,乔木层其次,全林最小。群落叶面积指数有季节性变化,引起群落透光率出现季节性的波动,但各群落的变化幅度有差异。造成这种差异的原因有以下几个方面:(1)各群落的物种组成不同,在林窗中,不同物种的枝叶侧向生长速度不同,而且这种侧向生长有季节性变化^[16,17]。(2)各群落的地形不同,每个群落受到的日照长度、风的干扰等有差异^[18];(3)各群落土壤肥力等条件不同^[19];(4)林窗与林下的温度、湿度、光照强度等有差异^[20]。

次生林中全林最大叶面积指数为 7.94,马尾松林则为 3.92,大叶相思林则为 5.01,桉林则为 5.47,次生林最高。与同地带的顶极群落 - 鼎湖山季风常绿阔叶林(叶面积指数为 17.76)相比,该次生林的叶面积指数要小得多^[21]。而且从图 1 可看出该次生林的叶面积指数有增加趋势,反映出南澳岛的次生林还未达到顶极群落阶段。

不同树种对林窗有不同的反应。根据树种对林窗反应的差异,可将树种归为两个基本的生态组(Ecological groups of species),即先锋树种(Pioneer species)和顶极树种(Climax species)或非先锋树种(Non-pioneer species),先锋树种和顶极树种具有不同的生态学表现^[3,22]。大叶相思、尾叶桉和荷木幼苗在四个群落的林窗内比在非林窗的乔木层下生长快。尾叶桉和大叶相思幼苗在次生林、马尾松林和大叶相思林三个群落林窗内的高度增长量同非林窗的乔木层下相比,其差异都极显著,而荷木的差异不如前两者显著,在桉林群落的林窗和乔木层下,尾叶桉的这种差异极显著,大叶相思显著,而荷木不显著。尾叶桉和大叶相思幼苗在四个群落的林窗内生长比荷木幼苗快。这些结果反映了不同生态特性的物种对林窗的反应不一样。

参考文献:

- [1] 彭少麟. 南亚热带森林群落动态学 [M]. 北京: 科学出版社, 1996. 354-355.
- [2] 臧润国. 林隙更新动态研究进展 [J]. 生态学杂志, 1998, 17: 50-58.
- [3] Whitmore T C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees [J]. *Ecol*, 1989, 20: 536-538.
- [4] 臧润国. 南亚热带常绿阔叶林不同大小和发育阶段林隙的树种多样性研究 [J]. *应用生态学报*, 2000, 11: 485-488.
- [5] Brokaw N V L. The definition of treefall gap and its effect on measures of forest dynamics [J]. *Biotropica*, 1982, 14: 158-160.
- [6] Denslow J S, Ellison A M, Sanford R E. Treefall gap size effects on above- and below-ground processes in a tropical wet forest [J]. *J Ecol*, 1998, 86: 597-609.
- [7] Webb C O, Peart D R. Habitat associations of trees and seedlings in a Bornean rain forest [J]. *J Ecol*, 2000, 88: 464-478.
- [8] Kneeshaw D D, Bergeron Y. Canopy gap characteristics and tree replacement in the southeastern boreal forest [J]. *Ecol*, 1998, 79: 783-794.
- [9] 臧润国, 徐化成. 林隙干扰研究进展 [J]. *林业科学*, 1998, 34: 90-98.
- [10] 臧润国, 刘涛, 郭忠凌, 等. 长白山自然保护区阔叶红松林林隙干扰状况的研究 [J]. *植物生态学报*, 1998, 22: 135-142.
- [11] 臧润国, 郭忠凌, 高文韬. 长白山自然保护区阔叶红松林林隙更新的研究 [J]. *应用生态学报*, 1998, 9(4): 349-353.
- [12] 臧润国, 杨彦承, 刘静艳, 等. 海南岛热带山地雨林林隙及其自然干扰特征 [J]. *林业科学*, 1999, 35(1): 2-8.
- [13] 刘静艳, 王伯荪, 臧润国. 南亚热带常绿阔叶林林隙形成方式及其特征的研究 [J]. *应用生态学报*, 1999, 10(4): 385-388.
- [14] Runkle J R. Pattern of disturbance in some old-growth mesic forests of eastern North America [J]. *Ecol*, 1982, 63: 1533-1546.
- [15] 任海, 彭少麟. 鼎湖山森林群落的几种叶面积指数测定方法的比较 [J]. *生态学报*, 1997, 17(2): 220-223.
- [16] Hibbs D E. Gap dynamics in a hemlock-hardwood forest [J]. *Can J For Res*, 1982, 12: 522-527.
- [17] Runkle J R. Disturbance regimes in temperate forests [A]. In: Pickett S T A, White P S. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics* [M]. New York: Academic Press, 1985. 17-33.
- [18] 李意德, 周光益, 林明献. 台风对热带森林群落机械损伤的研究 [J]. *生态学杂志*, 1998, 17(增刊1): 9-14.
- [19] 周厚诚, 任海, 向言词, 等. 南澳岛植被恢复过程中不同阶段土壤变化 [J]. *热带地理*, 2001, 21(2): 6-10.
- [20] 刘文杰, 李庆军, 张光明, 等. 西双版纳望天树林干热季不同林窗间的小气候差异 [J]. *生态学报*, 2000, 20(6): 932-937.
- [21] 彭少麟. 南亚热带森林群落动态学 [M]. 北京: 科学出版社, 1996. 210.
- [22] Swaine M D, Whitmore T C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests [J]. *Vegetation*, 1988, 75(1): 81-86.