

# 广东南部电白小良试验站 4 种森林群落结构的对比研究\*

曹洪麟 余作岳

(中国科学院华南植物研究所 广州 510650)

**摘要** 通过对小良试验站不同类型、不同林龄的 3 种人工林群落(群落 B:桉林;群落 C:松桉混交林;群落 D:阔叶混交林)与当地自然次生热带季雨林(乡土林)相比较,从群落结构的角度探讨人工恢复热带森林的可行性。结果表明:从桉林到松桉混交林到阔叶混交林,3 种人工林群落的组成结构和空间结构向着复杂性和稳定性方向发展,并逐渐向地带性自然次生林方向演替;群落的相似性研究也表明,阔叶混交林是 3 种人工林中与乡土林最为相似。因此,对于极度退化的热带丘陵台地区,在一定工程和生物措施基础上,用先锋绿化树种造林成功后,及时用多层多种的阔叶混交林改造原有先锋林,可以加速人工林向地带性植被类型演替。

**关键词** 小良试验站;群落结构;对比研究

中图法分类号 Q948.157(2654)

## COMPARATIVE STUDY ON THE COMMUNITY STRUCTURE OF FOUR DIFFERENT FORESTS IN XIAOLIANG EXPERIMENTAL STATION, DIANBAI COUNTY, SOUTH GUANGDONG

CAO Honglin & YU Zuoyue

(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650)

**Abstract** Three artificial forest communities (i. e. community B: eucalyptus forest; community C: pine and eucalyptus mixed forest; community D: broadleaved mixed forest) in the Xiaoliang Experimental Station were compared with a local secondary tropical evergreen monsoon forest to study the feasibility of forest restoration in the tropical areas. The results indicated the composition structure and spatial pattern of the three artificial forests became more complicated and stable from community B to community C and to community D, and developed gradually toward the local tropical monsoon forest. The studies on community similarity also indicated that community D was the most similar to the local tropical monsoon forest. Therefore, with some engineering and biological measures, after some pioneer trees are planted in extremely degraded tropical areas, the pioneer forest should be reformed by multilayer and multispecies broad leaved mixed forest in time, which could accelerate the development of artificial forest into local climax community.

**Key words** Xiaoliang Experimental Station; community structure; comparative study

在继续呼吁保护热带森林的同时,如何人工恢复热带森林植被已成为当今世界的重要研究课题<sup>[1,7]</sup>。广东电白小良热带人工林生态系统定位研究站,是由中国科学院华南植物研究所和电白小良水土保持站协作,于 1959 建立的,目的是通过工程措施和生物措施相结合并以生物措施为主的途径,在水土流失严重的热带沿海光裸台地上恢复各种类型的人工植物群落,以达到用植被改造自然的目的。30 多年的实验研究证明,只要措施得当,热带森林是可以人工恢复的<sup>[2~4]</sup>。但本站过去多偏重于植被恢复后各种效应的报道,在植物群落的

收稿日期:1997-08-18 修回日期:1998-03-26 接受日期:1998-06-23

\*国家重大、国家自然科学基金(No:39330040)、中国科学院重中之重(No:06-04)项目内容

外貌和结构方面的研究报道较少. 本文通过对试验站内 3 种具有代表性的人工植被, 与当地作为“风水林”保存下来的自然次生热带季雨林(简称乡土林, 下同)作比较, 从植物群落结构的角度探讨人工恢复热带森林的可行性.

## 1 试验区概况

试验区位于广东省电白县, (E)110°54'18", (N)21°27'49", 属热带北缘地区. 年平均气温 23℃, 极端最高、最低温分别为 36.5℃ 和 4.7℃, 年降雨量在 1 400 mm ~ 1 700 mm 之间, 但分布不均, 每年 5 ~ 9 月为雨季, 降雨量占全年的 75.8%, 且多为台风雨, 旱季长达半年或更久.

试验区属于滨海台地, 相对高差 15 ~ 20 m, 最高海拔只有 50 m. 地带性土壤类型为发育于花岗岩上的热带砖红壤, 由于地表无植被覆盖, 水土流失达百年历史, 平均每年冲刷表土约 1 cm, 大部分表土层遭严重侵蚀, 亚土层裸露, 地表遍布铁锰结核和石英砂砾, 有机质含量仅为 0.6%, 总氮量为 0.03%, 此外, 即使在雨季, 土层中 30 cm ~ 40 cm 处的土壤含水量仍低于萎蔫点.

根据试验区所处的地理气候环境及附近自然次生热带季雨林现状植被的表现, 本试验区地带性植被类型为热带季雨林<sup>[5,6]</sup>, 以桃金娘科、樟科、大戟科、桑科、山龙眼科、山茶科、豆科和棕榈科等为主的一些种类所组成, 但由于长期的人为干扰破坏, 原生森林早已不复存在, 大面积为裸露的冲刷坡, 只在局部地方有稀疏而呈丛状分布的灌草丛, 常见的有鹧鸪草 (*Eriachne pallescens*)、华三芒 (*Aristida chinensis*) 和银丝草 (*Evolvulus alsinoides*) 等草本及了哥王 (*Wikstroemia indica*)、越南叶下珠 (*Phyllanthus cochinchinensis*)、鬼灯笼 (*Clerodendrum fortunatum*) 和陈氏山矾 (*Symplocos chunii*) 等灌木. 1959 年开始, 在工程措施的基础上, 用桉树和马尾松等极耐旱瘠的先锋树种, 在光裸地上营造人工林, 并获得成功. 1976 年, 在先锋群落的皆伐迹地上重建多层多种的阔叶混交林.

## 2 样地概况和取样方法

本文所研究的 4 种森林群落为: 乡土林(A)、桉林(B)、松桉混交林(C)和阔叶混交林(D).

桉林即窿缘桉 (*Eucalyptus exserta*) 林是 1960 年种植, 1976 年皆伐后的第 2 代萌生林. 松桉混交林为 1960 年营造的马尾松 (*Pinus massoniana*) 和窿缘桉块状混交林, 后又间种了少量的台湾相思 (*Acacia confusa*), 造林前本林地在整个试验区中属较好的, 原试验区仅有的灌草丛主要生长在此处. 阔叶混交林则是于 1976 年在 15 年生桉林皆伐迹地上重建而成的, 当时种植的主要种类有麻楝 (*Chukrasia tabularis*)、杪椴 (*Aphanamixis polystachya*)、和勐仑栲 (*Ailanthus triphysa*) 等, 后因麻楝和勐仑栲都未成活, 又陆续补种了大叶相思 (*Acacia auriculaeformis*)、油榄仁 (*Terminalia arjuna*) 和白木香 (*Aquilaria sinensis*) 等, 并在林下种植了山毛豆 (*Tephrosia candida*)、白藤 (*Calamus tetradactylus*) 和益智 (*Alpinia oxyphylla*) 等种类. 这 3 种林分都是于 1980 年开始建立样地并保护至今的.

鉴于上述林分均为小面积的试验林, 林内植物种类分布较均匀, 偶见种不多, 因此只在上述 3 种林分中分别调查 2 个 10 m × 10 m 的乔木样方, 4 个 5 m × 5 m 的灌木样方和 4 个 1 m × 1 m 的草本样方, 记录每株个体的高度、胸径和冠幅, 统计各样方的种数、总个体数、胸高断面积及盖度和频度等, 并计算各个种的重要值, 其中乔木层的优势度用各种胸高总断面积占样方总面积的比例、灌木和草本层的优势度用各种总冠幅占样方总面积的比例求得. 调查时间为 1994 年 11 月.

此外, 在附近的乡土林中调查了 2 个 20 m × 20 m 的乔木样方, 8 个 5 m × 5 m 的灌木样方和 8 个 1 m × 1 m 的草本样方作为 CK, 调查项目和时间与前 3 种林分相同.

## 3 结果与分析

### 3.1 4 种森林群落的概况

窿缘桉林群落结构最为简单. 群落可分乔、灌、草 3 层, 上层林木只有 1 种即窿缘桉, 林冠单层, 稀疏, 郁闭度约为 0.6, 林木分化较明显, 平均胸径为 9.5 cm, 最大为 25.3 cm, 树高一般 10 ~ 12 m, 最高约 15 m. 灌木层种类不多但株数较大, 盖度达 60%, 主要种类有重要值(以下简称 IV 值)为 121.22 的鬼灯笼, IV 值 51.95 的

山石榴 (*Randia spinosa*), IV 值 38.26 的桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa*) 和 IV 值 28.63 的越南叶下珠等。草本层盖度约为 40%, 主要以芒萁 (*Dicranopteris linearis* var. *dichotoma*)、纤毛鸭嘴草 (*Ischaemum indicum*)、凤尾蕨 (*Pteris nervosa*) 及一些灌木种类的小苗共同组成。藤本植物主要有玉叶金花 (*Mussaenda pubescens*)、百眼藤 (*Morinda parvifolia*) 和海金沙 (*Lygodium japonicum*) 等。

松桉混交林位于本试验区立地条件最好的区域, 而且具有针阔混交林的混交效应, 所以群落结构稍微复杂, 群落基本可分 4 层, 其中乔木 2 层, 灌、草各 1 层。上层乔木高度为 10~14 m, 主要由人工种植的马尾松和窿缘桉组成, 其重要值分别为 65.41 和 39.84; 下层乔木高度主要集中在 4~7 m, 由 IV 值 11.04 的台湾相思、IV 值 33.69 的假轮叶厚皮香 (*Ternstroemia pseudoverticillata*)、IV 值 11.70 的陈氏山矾、IV 值 15.18 的红车 (*Syzygium hancei*) 和 IV 值 12.72 的鸭脚木 (*Schefflera octophylla*) 等组成。灌木层种类较多, 数量丰富, 盖度约 50%, 主要种类有 IV 值 74.70 的假轮叶厚皮香、IV 值 30.37 的红车、IV 值 27.79 的春花 (*Rhaphiolepis indica*)、IV 值 23.72 的鬼灯笼和 IV 值 21.39 的桃金娘等 21 种。草本植物只有凤尾蕨 (IV 值 13.88) 一种, 构成草本层植物的主要为乔灌木的小苗, 如 IV 值 43.75 的红车、IV 值 30.58 的九节 (*Psychotria rubra*)、IV 值 33.99 的土密树 (*Rapanea linearis*)、IV 值 28.28 的鬼灯笼、IV 值 26.83 的假轮叶厚皮香和 IV 值 26.90 的山石榴等。本群落层间植物极为丰富, 主要有百眼藤、玉叶金花、鸡血藤 (*Millettia reticulata*)、酸藤子 (*Embelia laeta*) 等, 常缠绕于下层乔木的树冠, 使人难以通行。

阔叶混交林虽然林龄最短, 但在 3 种人工林中其群落结构最为复杂。群落冠层参差不齐, 层次结构不甚分明, 突出于林冠之上的仍以人工种植的大叶相思和油榄仁等为主, 它们的重要值分别为 17.73 和 16.82, 次层乔木主要以人工种植的 IV 值 41.92 的杪椏和自然入侵的 IV 值 49.29 的鸭脚木、IV 值 39.22 的陈氏山矾、IV 值 25.78 的竹节树 (*Carallia brachiata*)、IV 值 7.78 的棘叶吴茱萸 (*Evodia meliaefolia*) 等为主, 这些自然入侵的种类在林分中所占的比例已远远超过人工种植的种类。本群落第三层乔木主要由一些地带性自然林中常见种类的小树所组成, 如白车 (*Syzygium levinei*)、红车、厚壳桂 (*Cryptocarya chinensis*)、樟树 (*Cinnamomum camphora*)、白木香、鸭脚木等, 树高一般 4~6 m, 这些种类的入侵, 说明本群落林内小气候环境条件较优良, 具有一定的温湿效应, 随着林分的进一步演替发展, 这些种类将逐渐取代上两层乔木树种而成为群落的建群种。本群落的层间植物不算丰富, 但以大型藤本植物如紫玉盘 (*Uvaria microcarpa*)、白背瓜馥木 (*Fissistigma glaucescens*)、锡叶藤 (*Tetracera asiatica*)、山橙 (*Melodinus suaveolens*) 及棕榈科藤本植物白藤等为主, 这些阴生性较强的大型藤本植物也是地带性自然林中的常见种类。

乡土林位于试验区的东北面, 距试验区约 2 km, 海拔高度与试验区相似, 为村边“风水林”, 群落面积不大, 但种类较为丰富, 800 m<sup>2</sup> 内有乔木 51 种 754 株, 乔木基本可分三层, 上层以樟树、假苹婆 (*Sterculia lanceolata*)、红车、白车、白木香、厚壳桂等为主, 树高一般 19~22 m, 平均胸径为 25 cm; 次层以白车、樟树、白木香、鸭脚木、香蒲桃 (*Syzygium odoratum*)、白树 (*Suregada glomerulata*) 等为主, 树高一般 10~18 m, 平均胸径 15~20 cm; 下层乔木主要有尾叶山茶 (*Camellia caudata*)、陈氏山矾、云南银柴 (*Aporosa ynuuanensis*)、火灰木 (*Symplocos dung*)、异株木犀榄 (*Olea dioica*)、柄果木 (*Mischocarpus pentapetalus*)、腺叶野樱 (*Prunus phaeosticta*) 等, 树高主要集中于 4~6 m, 胸径一般 4~8 cm。灌木层盖度约为 50%, 主要种类有九节、棱果谷木 (*Melastoma octocostatum*)、罗伞树 (*Ardisia quinquegona*)、龙船花 (*Ixora chinensis*)、山石榴等和乔木幼苗如樟树、云南银柴、厚壳桂、假苹婆等。草本植物只有沿阶草 (*Ophiopogon stenophyllus*) 及少数蕨类, 该层植物主要由乔灌木小苗组成, 如鸭脚木、九节、龙船花、短柄月月红 (*Ardisia faberi*)、山杜英 (*Elaeocarpus sylvestris*) 等, 草本层盖度只有 30%。主要藤本植物有牛眼马钱 (*Strychnos angustiflora*)、紫玉盘、白背瓜馥木、刺果藤 (*Buettneria aspera*) 和锡叶藤等。

### 3.2 群落的组成结构对比

根据物种多样性指数  $SW$  (Shannon-Wiener 指数)、生态优势度  $SN$  (Simpson 指数) 和群落均匀度  $PW$  等 3 种指标的测定<sup>[7,10]</sup>, 测定结果见表 1。从表 1 可看出 B、C、D 3 个人工林群落的物种多样性和群落均匀度逐渐增大, 生态优势度逐渐减小, 说明 3 个人工林群落的组成结构向着复杂化方向发展, 并逐渐向地带性植被类型演变。

表1 4种森林群落(FC)各层次的物种多样性\*

Table 1 The species diversity of each layer of the four FC

FC		A	B	C	D
SW	AL	4.64	1.51	3.61	3.67
	SL	4.33	1.68	3.30	3.64
	HL	4.02	2.02	3.53	3.44
SN	AL	0.07	0.48	0.12	0.11
	SL	0.08	0.47	0.14	0.10
	HL	0.08	0.36	0.09	0.11
PW	AL	0.77	0.51	0.79	0.79
	SL	0.84	0.53	0.75	0.89
	HL	0.86	0.67	0.89	0.86

\* 1 表中 FC:森林群落 (Forest communities); A:乡土林 (Local secondary tropical evergreen monsoon forest); B:桉林 (Eucalyptus forest); C:松桉混交林 (Pine and Eucalyptus mixed forest); D:阔叶混交林 (Broadleaved mixed forest). 下同 (The same below)

2 SW:物种多样性指数 (Shannon-Winner Index); SN:生态优势度 (Simpson ecological dominance); PW:群落均匀度 (Community evenness). 下同 (The same below).

3 AL:乔木层 Arbor layer; SL:灌木层 Shrub layer; HL:草本层 Herb layer. 下同 (The same below)

3.3.2 水平结构 林分的水平结构状态可以从林分的密度和盖度得到初步的反映. 本文所研究的四种森林群落乔、灌、草三层的密度和总盖度分别呈正、倒金字塔型 (表3), 说明这4种林分的水平空间结构都较合理, 能充分利用空间资源, 其中尤以乡土林和阔叶混交林为优, 主要表现在乔木层的密度较适中, 灌木层和草本层的盖度较小, 确保群落将大部分资源用于乔木层的发展. 而桉林乔木层的密度太小, 松桉混交林乔木层的密度则太大, 均不利于林木对光能的利用.

表2 四种森林群落(FC)的高度级分布

Table 2 Height class distribution of the four FC

h/m	1.5~4	4~8	8~12	12~16	16~20	20	合计 Total
A	526	92	36	50	43	7	754
B	42	1	14	62	7	0	127
C	235	30	12	18	0	0	295
D	114	90	19	2	0	0	225

### 3.3 群落的空间结构对比

3.3.1 垂直结构 4种森林群落乔木层立木个体的高度级分布 (表2) 表明, 除桉林的结构呈亚铃状外, 其它3种林分的乔木层结构基本呈正金字塔型, 其中阔叶混交林和乡土林的塔型最为规则, 说明这些林分都能较合理地利用空间, 为较稳定的处于正向演替状态的林分. 而桉林由于林分结构简单, 林分上层以桉树为主, 中下层植株极少, 是一种不稳定的状态. 松桉混交林的中层林木虽有一定比例, 但这是因为大部分马尾松和少数桉树的小树占据着这一层所形成的, 而大部分的外来种仍处于下层, 因此, 从整体上说, 松桉混交林还是不稳定的, 因为桉树和马尾松终究要被地带性种类所代替.

表3 4种森林群落(FC)的密度和总盖度

Table 3 The density and coverage of the four FC

FC	A	B	C	D
密度	AL 94	64	148	113
Density	SL 194	234	184	86
(n/100 m <sup>2</sup> )	HL 2063	2175	1300	1400
总盖度	AL 41.83	34.83	52.00	41.16
Coverage	SL 20.00	33.37	46.79	14.59
(m <sup>2</sup> /100 m <sup>2</sup> )	HL 3.40	6.04	11.11	3.03

### 3.4 4种森林群落相似性研究

为了测定不同群落间植物种类组成的相似程度, 用群落系数 ( $C_c$ ) 和相似度系数 ( $C_s$ ) 加以测定<sup>[12]</sup>, 结果表明: 本文所研究的4个森林群落中, 相似程度最大的是松桉混交林和阔叶混交林, 其次是桉林和松桉混交林, 而在3种人工林中, 与乡土林最为相似的是阔叶混交林, 而且尤以乔木层的相似性最高. 说明虽然人工林群落与自然群落还有一定差距, 但人工构建复杂多层的阔叶混交林有利于群落向自然林演替 (见表4).

表4 4种森林群落间的群落系数 ( $C_c$ ) 和相似度系数 ( $C_s$ )

Table 4 The community coefficient and the community similarity coefficient of the four communities

	$C_c$				$C_s$				
	A	B	C	D	A	B	C	D	
AL	A	1.00	0.10	0.24	0.32	1.00	0.13	0.33	0.44
	B		1.00	0.44	0.24		1.00	0.60	0.11
	C			1.00	0.49			1.00	0.52
	D				1.00				1.00
SL	A	1.00	0.14	0.15	0.21	1.00	0.21	0.20	0.24
	B		1.00	0.33	0.23		1.00	0.51	0.40
	C			1.00	0.74			1.00	0.66
	D				1.00				1.00
HL	A	1.00	0.12	0.24	0.29	1.00	0.13	0.15	0.36
	B		1.00	0.33	0.08		1.00	0.36	0.04
	C			1.00	0.38			1.00	0.37
	D				1.00				1.00

## 4 小结

热带雨林是稳定的但又是极其脆弱的森林类型, 大部分学者认为它遭破坏后是不可恢复的<sup>[7,11]</sup>. 本文所研究的试验区位于热带北缘, 地带性植物群落为热带季雨林, 是热带森林顶极群落类型的一种. 从本文的研究结果表明, 经过一定人工措施的启动, 在极度退化的土地上恢复热带森林是完全可能的. 但由先锋树种营造的纯桉林和松桉混交林, 虽然总的趋势也向着地带性森林群落演替, 但其速度将很慢. 在先锋林的迹地上, 用

地带性顶极群落中的主要种类,重建的多层次多树种的阔叶混交林将大大加速人工森林群落向顶极群落演替的进程。如本文研究的阔叶混交林无论从物种组成结构还是空间结构都与乡土林较为相似,形成了一种相对稳定的森林类型。

鸣谢 参加野外调查的有鹤山站全体工作人员。

#### 参考文献

- 1 康乐. 生态系统的恢复与重建. 马世骏主编, 现代生态学透视. 北京: 科学出版社, 1990. 300 ~ 308
- 2 何绍颐, 余作岳. 广东热带沿海侵蚀地的植被重建. 热带亚热带森林生态系统研究. 1984, 1: 87 ~ 90
- 3 余作岳, 皮永丰. 广东热带沿海侵蚀地的植被恢复途径及其效应. 热带亚热带森林生态系统研究. 1985, 3: 97 ~ 108
- 4 彭少麟, 方炜. 热带人工林生态系统重建过程物种多样性的发展. 生态学报. 1995, 15(Supp. A): 18 ~ 29
- 5 广东植物研究所. 广东植被. 北京: 科学出版社, 1976. 71 ~ 97
- 6 中国植被编委会. 中国植被. 北京: 科学出版社, 1980. 889 ~ 896
- 7 彭少麟, 余作岳, 张文其等. 鹤山亚热带丘陵人工林群落分析. 植物生态学与地植物学学报. 1992, 16(1): 1 ~ 10
- 8 蒋有绪, 卢俊培等. 中国海南岛尖峰岭热带林生态系统. 北京: 科学出版社, 1991. 256 ~ 288
- 9 Parham W. Improving degraded lands: promising experience from south China. Honolulu: Bishop Museum Press, 1993
- 10 Odum EP. *Fundamentals of ecology*. Philadelphia: Saunders, 1971. 574
- 11 Caufield C. In: *The Rainforest*. London: Picador Press, 1985
- 12 Magurran AE. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, 1988