

杉木人工林 生态学

陈楚莹 廖利平 汪思龙 著



科学出版社

内 容 简 介

《杉木人工林生态学》一书是作者近 40 年长期从事杉木人工林生态学研究的成果。本书涵盖了杉木人工林群落结构特征及其生物生产力,杉木人工林生长发育与环境条件,杉木人工林生态系统养分循环和能量流动,杉木人工林连栽地力衰退成因及人工林的持续发展,杉木阔叶树混交林的结构和功能,酸雨对杉木人工林生态系统危害及其减缓危害的生物途径等内容。资料丰富,数据翔实,紧密结合当前生产和环境重大问题。

本书可供林学、生物学、生态学、环境科学等专业的师生、科研人员以及林业工作者参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

杉木人工林生态学/陈楚莹等著.-北京:科学出版社,2000.4

ISBN 7-03-007925-6

I. 杉… II. 陈… III. 杉木-人工林-植物生态学 IV. S791.27

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 62278 号

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

2000 年 4 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2000 年 4 月第一次印刷 印张:16 1/2

印数:1-1 500 字数:373 000

定价:34.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈北燕〉)

《杉木人工林生态学》编著人员

陈楚莹 廖利平 汪思龙 著

参编作者 (按姓氏笔画排列):

马越强 邓仕坚 冯宗炜 朱劲伟
李昌华 汪思龙 陈楚莹 张家武
周崇莲 姚贤清 高 洪 黄志群
廖利平

序

杉木是我国特有的优良速生针叶树种，分布面积广，大致相当于 $102^{\circ} \sim 122^{\circ}\text{E}$ 、 $22^{\circ} \sim 34^{\circ}\text{N}$ ，约 17 个省区，栽培历史悠久。杉木干形通直圆满，材质轻而韧，易加工，不变形，木材芳香，耐腐抗蛀，广为人们喜爱。

杉木人工林是人类在认识自然的基础上，通过人为的高度控制而形成的人工森林群落，现有人工林面积约占全国人工林面积的 24%。它在我国木材生产和生态环境保护中占有重要地位。

本书是我国第一部杉木人工林生态学专著。该书系统阐述了杉木人工林与环境相互关系，并以大量图、表展示了杉木人工林重要生态过程的时空变化；通过长期地定位研究揭示了纯林连栽林地环境质量衰退，生产力下降，分析了随连栽次数的增加地力衰退趋于严重的过程，并从凋落物、根系与土壤界面的生物化学关系揭示了杉木人工林地力衰退的原因；以大量的定位研究数据系统地论述了杉木阔叶混交林的经济和生态效益，深刻地揭示了杉木阔叶树混交林的地力恢复效应，有力地证明了杉木与地带性阔叶树种混交或轮栽是解决杉木纯林地力衰退的重要途径；系统地刻划了我国亚热带地区酸沉降污染引起杉木人工林地力衰退的生态过程，建立了多因子定量估算污染造成损失的方法，并成功地估算了酸沉降污染所造成的经济损失。

这些研究成果丰富和发展了人工林生态系统的理论，也在林业生产实际应用中产生了明显的生态、社会和经济效益，特别是随着天然林保护工程的启动，本书对推动我国人工林健康发展，具有深远的意义。研究成果也引起了国内外学术界的广泛关注。

本书的定位研究全部在中国科学院会同森林生态实验站进行。会同森林生态实验站成立于 1960 年，位于著名的广木之乡——湖南省会同县广坪林区。该站是开展森林生态学研究的良好实验基地，是培养优秀生态学人才的摇篮，许多生态学家就是从这里走出的。祝愿中国科学院会同森林生态实验站在 21 世纪出更多的成果和优秀人才。

王 荣

1999.3.24

目 录

序

第一章 杉木林群落结构特征及演替	(1)
第一节 杉木分布区主要植被类型	(1)
第二节 杉木林群落类型及外貌	(2)
第三节 杉木人工林群落的发育阶段和动态变化	(9)
第四节 杉木老龄林群落结构及演替	(14)
第二章 杉木人工林林型	(23)
第一节 杉木人工林林型分类原则	(23)
第二节 杉木人工林山脊林型组	(24)
第三节 杉木人工林山坡林型组	(26)
第四节 杉木人工林山洼林型组	(33)
第三章 杉木的生理生态特性	(40)
第一节 杉木叶的生理生态特征	(40)
第二节 杉木叶子的叶绿素含量	(43)
第三节 杉木的光合作用	(46)
第四节 杉木的蒸腾作用	(49)
第四章 杉木林小气候	(59)
第一节 杉木分布区的气候	(59)
第二节 光	(60)
第三节 温度	(74)
第四节 降水、相对湿度和蒸发	(76)
第五节 杉木定期生长与气候因子的相关分析	(78)
第五章 杉木人工林土壤	(83)
第一节 杉木林区土壤	(83)
第二节 杉木林土壤水分的季节变化	(86)
第三节 杉木林土壤养分的季节变化	(88)
第四节 土壤肥力与杉木生长	(96)
第五节 烧山对杉木林土壤肥力的影响	(101)
第六节 施肥对连栽土壤和杉木生长的影响	(103)
第六章 杉木林土壤微生物	(110)
第一节 杉木人工林土壤微生物学特性	(110)
第二节 杉木林土壤微生物季节动态	(115)
第三节 杉木菌根	(120)
第四节 烧山对土壤微生物的影响	(123)

第七章 杉木人工林生态系统的生物生产力	(126)
第一节 生物生产力测定方法	(126)
第二节 杉木人工林生产力	(132)
第三节 不同自然地帶杉木林的生产力	(135)
第四节 杉木人工林生物生产力与经营管理措施	(138)
第五节 杉木人工林球果现存量	(143)
第六节 杉木人工林与其他树种林分生物生产力的比较	(146)
第八章 杉木林营养元素积累、分配和循环	(151)
第一节 杉木人工林营养元素积累、分配与环境条件	(151)
第二节 杉木人工林不同发育阶段营养元素积累和分配	(156)
第三节 杉木人工林营养元素的积累、分配和循环	(159)
第四节 杉木林与其他林分营养元素积累和分配的比较	(167)
第九章 杉木幼林阶段混农群落结构和功能	(171)
第一节 杉木混农群落结构	(171)
第二节 杉木混农群落的生产力	(174)
第三节 杉木混农群落的生物小气候	(177)
第四节 杉木混农群落营养元素吸收、存留和分配	(180)
第五节 杉木混农群落土壤微生物区系	(182)
第六节 用 ³² P 研究杉木与间作物的营养关系	(186)
第七节 杉木幼林阶段混农的生态工程技术	(187)
第十章 杉木连栽与地力衰退	(189)
第一节 杉木纯林与地力衰退	(189)
第二节 杉木纯林连栽与地力衰退	(191)
第三节 杉木连栽土壤对植物的影响	(194)
第四节 连栽土壤中的毒性物质	(200)
第十一章 杉木阔叶树混交林的结构和功能	(208)
第一节 杉木火力楠混交林养分积累、分配和循环	(208)
第二节 杉木火力楠混交林对林地土壤的影响	(216)
第三节 杉木火力楠混交林土壤微生物学特性	(220)
第四节 杉木火力楠混交林的生物生产力	(222)
第五节 杉木火力楠混交林间伐	(228)
第十二章 酸雨对杉木人工林生态系统的影响	(231)
第一节 酸雨对杉木叶子的伤害	(231)
第二节 酸雨对杉木林地土壤的影响	(233)
第三节 酸雨对杉木林生产力的影响	(238)
第四节 酸雨对杉木林危害的经济损失分析	(243)
第五节 保护林地凋落物, 减缓土壤酸化	(247)
后记	(252)

Ecology of Chinese fir plantation

Contents

Preface

Chapter 1	Structure and succession of Chinese fir plantation	(1)
1.1	Main vegetation types within the distribution zone of Chinese fir	(1)
1.2	Type and phase of Chinese fir plantation community	(2)
1.3	Development and dynamics of Chinese fir plantation community	(9)
1.4	Structure and succession of Chinese fir old growth	(14)
Chapter 2	Forest type of Chinese fir plantation	(23)
2.1	Classification principles	(23)
2.2	Forest type group on the upper slope	(24)
2.3	Forest type group on the middle slope	(26)
2.4	Forest type group on the lower slope	(33)
Chapter 3	Physio-ecological characteristics of Chinese fir	(40)
3.1	Physio-ecological characteristics of Chinese fir needles	(40)
3.2	Chlorophyll content of Chinese fir needles	(43)
3.3	Photosynthesis of Chinese fir	(46)
3.4	Transpiration of Chinese fir	(49)
Chapter 4	Microclimate in Chinese fir plantation	(59)
4.1	Climate within the distribution zone	(59)
4.2	Light	(60)
4.3	Temperature	(74)
4.4	Precipitation, relative humidity and evaporation	(76)
4.5	Relationship of periodical growth of Chinese fir and climate factors	(78)
Chapter 5	Soils under Chinese fir plantation	(83)
5.1	Soil within the distribution zone	(83)
5.2	Seasonal variation of Chinese fir plantation soil moisture	(86)
5.3	Seasonal change of soil nutrients	(88)
5.4	Soil fertility and Chinese fir growth	(96)
5.5	Effect of slash burning on soil fertility	(101)
5.6	Effect of fertilization on soil of continuous cropping and growth of Chinese fir	(103)
Chapter 6	Soil microbes of Chinese fir plantation	(110)
6.1	Soil microbiological characters of Chinese fir plantation	(110)

6.2	Seasonal change of soil microbes	(115)
6.3	Chinese fir mycorrhiza	(120)
6.4	Effect of slash burning on soil microbes	(123)
Chapter 7	Bio-productivity of Chinese fir plantation ecosystem	(126)
7.1	Methodology of bio-productivity	(126)
7.2	Productivity of Chinese fir plantation	(132)
7.3	Productivity of Chinese fir plantation in different sub-climate zone	(135)
7.4	Chinese fir productivity and management approaches	(138)
7.5	Standing crop of cones in Chinese fir plantations	(143)
7.6	Comparison of Chinese fir plantation productivity with other forests	(146)
Chapter 8	Accumulation, distribution and cycling of nutrient elements in Chinese fir plantation	(151)
8.1	Relationship of accumulation and distribution and environmental factors.....	(151)
8.2	Nutrient accumulation and distribution in Chinese fir plantation of different development stages	(156)
8.3	Accumulation, distribution and cycling of nutrient elements in Chinese fir plantation	(159)
8.4	Comparison of Chinese fir plantation nutrient accumulation and distribution with that of other forests	(167)
Chapter 9	Structure and function of young inter-cropping Chinese fir plantation	(171)
9.1	Structure of the community	(171)
9.2	Productivity of the community	(174)
9.3	Microclimate of the community	(177)
9.4	Nutrient absorption, accumulation and distribution	(180)
9.5	Soil micro-biota	(182)
9.6	Nutritional relationship of Chinese fir with crops by using ^{32}P	(186)
9.7	Ecological engineering technology for inter-cropping Chinese fir plantation.....	(187)
Chapter 10	Continuous cropping of Chinese fir and soil degradation	(189)
10.1	Pure Chinese fir plantation and soil degradation	(189)
10.2	Continuous cropping of pure Chinese fir plantation and soil degradation	(191)
10.3	Effect of continuous cropping soil on plant	(194)
10.4	Toxicants in soil of continuous cropping	(200)
Chapter 11	Structure and function of mixed Chinese fir-broad-leaved plantation	(208)
11.1	Nutrient accumulation and cycling of mixed plantation of Chinese fir and <i>M. macclurei</i>	(208)
11.2	Improving effects of the mixed plantation on soil	(216)
11.3	Improving effects on soil microbes	(220)
11.4	Bio-production of the mixed plantation	(222)

11.5	Thinning of mixed Chinese fir plantation	(228)
Chapter 12	Effect of acid precipitation on Chinese fir plantation ecosystems	(231)
12.1	Damaging effect on Chinese fir needles	(231)
12.2	Effect of acid precipitation on soils	(233)
12.3	Effect of acid precipitation on productivity	(238)
12.4	Estimation on the economic loss of Chinese fir plantation ecosystems affected by acid precipitation	(243)
12.5	Effects of preserving litter on the mitigation of soil acidification	(247)
Postscript		(252)

第一章 杉木林群落结构特征及演替

杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 人工林不同于天然林, 它受到人类活动的积极干扰, 因此, 杉木人工林群落结构特征及演替规律有别于天然林。了解和掌握杉木人工林群落内种与种、层与层的关系, 以及群落的演替规律, 从而有效地经营利用和调控群落, 具有重要的理论价值与实践意义。

第一节 杉木分布区主要植被类型

杉木是我国特有的优良、速生用材树种, 它的栽培区域遍及整个亚热带, 约相当于 $102^{\circ} \sim 122^{\circ} \text{E}$ 和 $22^{\circ} \sim 34^{\circ} \text{N}$ 之间, 一般可分为 3 个自然地带: 北带、中带和南带, 由于各地带自然条件的差异, 反映在森林植物群落和群落演替等方面均有不同。

北带 (约相当于北亚热带): 为 31° (32°) N 以北到暖温带界线之间的地区, 包括秦岭、淮河以南广大丘陵山区, 如秦巴山区、桐柏山区及大别山区等。地带性森林类型为常绿、落叶阔叶混交林, 它是落叶阔叶林与常绿阔叶林之间的过渡类型。以壳斗科占优势, 主要树种有麻栎 (*Quercus acutissima*)、栓皮栎 (*Q. variabilis*)、短柄栎 (*Q. glandulifera*)、巴东栎 (*Q. engleriana*)、小叶栎 (*Q. chenii*)、白栎 (*Q. fabri*)、苦槠 (*Castanopsis sclerophylla*)、宜昌楠 (*Machilus ichangensis*)、黑壳楠 (*Lindera megaphylla*)、枫香 (*Liquidambar formosana*) 等。

中带 (约相当于中亚热带): 位于 $23^{\circ} \sim 31^{\circ}$ (32°) N 之间, 包括江苏、浙江、湖南、安徽、江西、福建、云南、贵州、广西、四川和广东等省 (自治区) 的全部或部分地区。地带性森林类型为常绿阔叶林, 主要由壳斗科的青冈属、栲属、石栎属; 樟科的楠木属、樟属、山胡椒属、木姜子属; 山茶科的茶属、木荷属、桫欏属; 以及金缕梅科和木兰科等有关科属组成。如栲树 (*Castanopsis fargesii*)、罗浮栲 (*C. fabri*)、甜槠 (*C. eyrei*)、小红栲 (*C. carlesii*)、钩栲 (*C. tibetana*)、红栲 (*C. hystrix*)、南岭青冈 (*Cyclobalanopsis chungii*)、青冈 (*C. glauca*)、石栎 (*Lithocarpus glaber*)、长叶石栎 (*L. henryi*)、香樟 (*Cinnamomum camphora*) 等。

南带 (约相当于南亚热带): 本带包括云南、广西、广东的南部以及福建东南部和台湾的中南部。地带性森林类型为偏湿性的季风常绿阔叶林, 它是亚热带向热带过渡的森林类型。以占优势的壳斗科、樟科、金缕梅科、山茶科为主, 如厚壳桂 (*Cryptocarya chinensis*)、桂林栲 (*Castanopsis chinensis*)、南岭栲 (*C. fordii*)、红车 (*Syzygium rehderianum*)、木荷 (*Schima superba*)、云南银柴 (*Aporosa yunnanensis*) 等。

地带性的森林类型已不多见, 仅残存于交通偏僻的山区, 如湘西的大庸和桑植、江西龙南的九连山、桂东北的猫儿山等。地带性森林类型破坏后因水热条件的不同, 逆演替成不同的森林类型。若再进一步遭受破坏将逆演替成灌丛和草本植物群落; 若停止人为破

坏，实行封山育林，则可逐渐顺演替，经过数十年乃至百年，演替成地带性森林类型（图 1-1）。

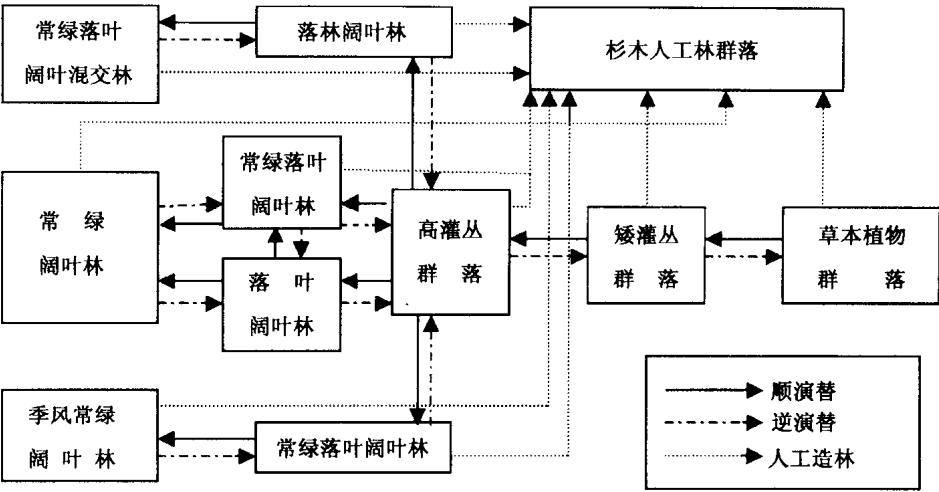


图 1-1 亚热带地带性森林类型演替示意图

第二节 杉木林群落类型及外貌

一、杉木人工林群落类型的划分

杉木人工林群落类型的划分是以地貌立地条件即山洼（包括山坡下部）、山坡、山脊（山坡上部）为基础，采用群落频度相关系数方法，对杉木人工林群落的组成进行定量分析。群落频度相关系数的计算方法为：

$$\text{群落频度相关系数} = \frac{c/2}{c/2 + a + b} \times 100$$

式中：c：两群落共有种的频度和；

a：甲群落特有种频度和；

b：乙群落特有种频度和。

群落频度相关系数比之于群落共同系数要全面，因为群落共同系数仅反映出群落间区系成分上的相似性和相异性，而群落频度相关系数除反映了相似性和相异性外，还反映了群落组成种类数量分布特征。

根据上述原则和方法，杉木中心产区——湖南省会同县广坪林区可划分 3 个杉木人工林群落，山洼杉木-悬钩子-蕨类群落；山坡杉木-杜茎山-狗脊群落；山脊杉木-芒萁-芒草群落（图 1-2）。

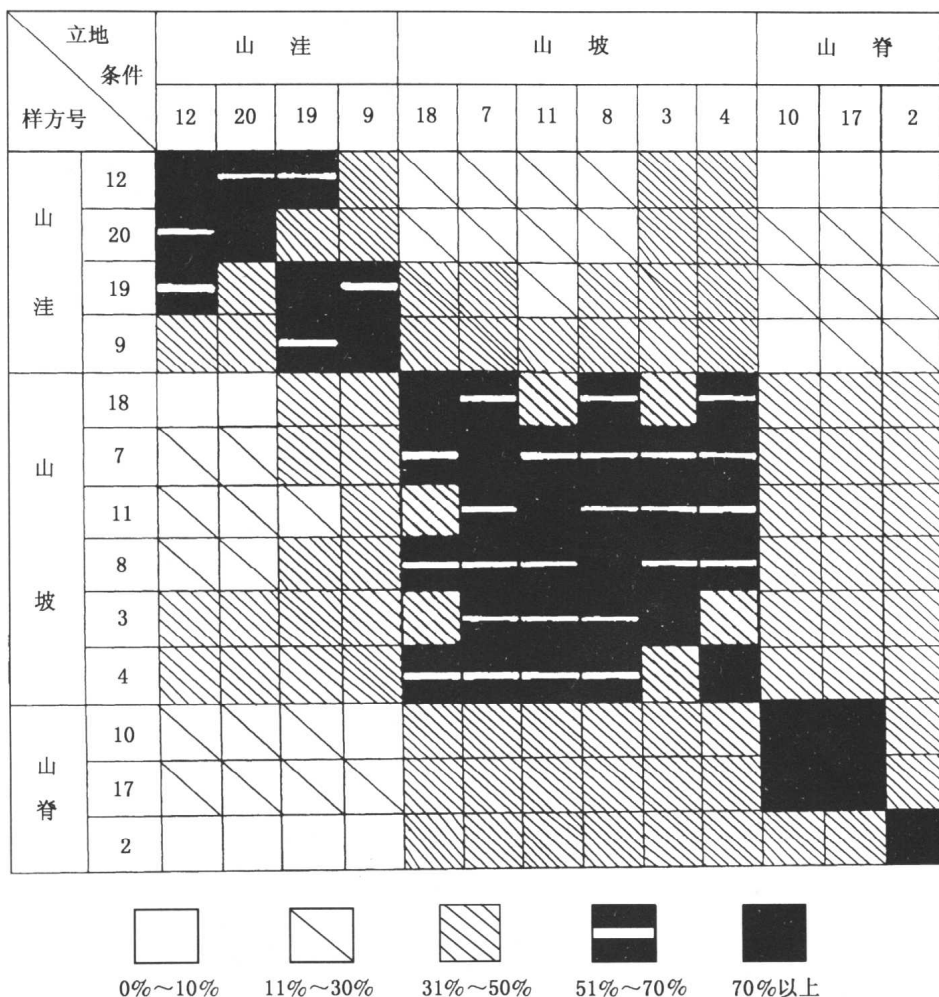


图 1-2 会同林区杉木人工林群落频度相关图

二、杉木人工林群落类型的组成及其成层结构

群落的组成和成层结构是识别与鉴定群落的重要特征，是群落中植物与植物之间，植物与环境之间相互关系的可见标志。

1. 山洼杉木-悬钩子-蕨类群落

山洼杉木-悬钩子-蕨类群落位于山洼和山坡底部的小地形上，风力小，光照时间较短，蒸发小，湿度大，土层深厚，比较肥沃。这类地形在杉木林区虽占少数，但生产力高。

现以湖南省会同县广坪林区 22 年生山洼杉木-悬钩子-蕨类群落为例，该群落种类较丰富，共有 44 种，其中乔木占 9.2%、灌木占 11.3%、草本占 34.1%、藤类占 18.1%和

蕨类占 27.3%（表 1-1）。

表 1-1 山洼杉木-悬钩子-蕨类群落种类组成

植物类型	乔 木	灌 木	草 本	藤 本	蕨 类
植物种数	4	5	15	8	12
各种类所占的百分数	9.2	11.3	34.1	18.1	27.3

乔木层为纯杉木,平均树高 17.5m,最高 19.3m,最低 13.0m,变幅 6.3m,胸径从 8cm 起至 22cm 各径级均有分布(图 1-3)。

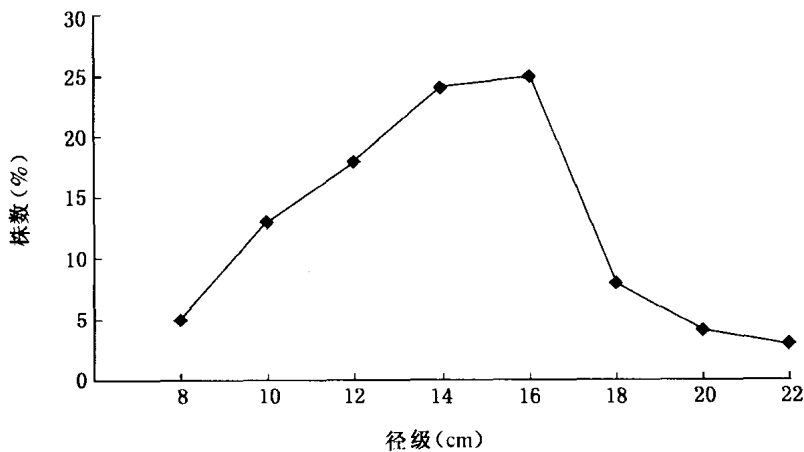


图 1-3 山洼杉木-悬钩子-蕨类群落乔木胸径分布

灌木层不明显,种类不多,有杜茎山 (*Maesa japonica*)、格药铃 (*Eurya muricata*)、空心泡 (*Rubus rosaefolius*)、菝葜 (*Smilax china*) 等。

草本植物和蕨类植物种类繁多,草本植物以多年生草本为主,由于林分郁闭度较高,林内阳光稀少,大部分呈匍匐状。蕨类植物在微地形上成小群聚分布,生长繁茂（表 1-2）。

表 1-2 山洼杉木-悬钩子-蕨类群落主要草本植物

植 物 名 称	平 均 高 (cm)	多 度	生 活 力	盖 度 (%)
山 莓 <i>Rubus corchorifolius</i>	20	cop ¹	3	20
苎 草 <i>Arthraxon hispidus</i>	10	cop ¹	3	10
泥 化 草 <i>Lindernia antipoda</i>	5	sp	2~3	
鱼 腥 草 <i>Houttuynia cordata</i>	5	sp	3	
寒 莓 <i>Rubus buergeri</i>	5	sp	2	
金 毛 耳 草 <i>Hedyotis chrysotricha</i>	5	sp	2	
华 南 毛 蕨 <i>Cyelosorus parasiticus</i>	20	sp	2~3	

续表

植物名称	平均高 (cm)	多度	生活力	盖度 (%)
稀羽鳞毛蕨 <i>Dryopteris sparsa</i>	30	sp	3	10
可爱汝蕨 <i>Rumohra amabilis</i>	10	sp	2	
金星蕨 <i>Parathelypteris glanduligera</i>	20	sp	2~3	
半边旗 <i>Pteris semipinnata</i>	30	sp	2	
疏羽金星蕨 <i>Thelypteris laxa</i>	20	sp	2~3	
耳蕨 <i>Polystichum calcaratum</i>	20	sp	3	
虎克鳞盖蕨 <i>Microlepia hookeriana</i>	20	sol	2	20
华东蹄盖蕨 <i>Athyrium niponicum</i>	40	sp	3	

层外植物种类较多,生长旺盛,尤以多年生木质藤本为多,如粤蛇葡萄 (*Ampelopsis cantoniensis*)、乌菰莓 (*Cayratia japonica*) 等,其次像鸡矢藤 (*Paederia scandens*)、蛇莓 (*Duchesnea indica*)、中华猕猴桃 (*Actinidia chinensis*)、野葛藤 (*Pueraria lobata*) 等分布极为普遍。

2. 山坡杉木-杜茎山-狗脊群落

山坡杉木-杜茎山-狗脊群落位山坡中部,坡度一般为 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$,排水良好,土层厚度中等,表土层厚度约为 20cm 左右,光照较多,相对湿度较大。该群落分布最广,林相较整齐,形成明显的乔、灌、草三层结构,生产力中等。

会同县广坪林区 22 年生山坡杉木-杜茎山-狗脊群落,有植物种类 31 种。乔木 7 种,除杉木外,林下还有天然更新的常绿和落叶树种的幼树,如:红栲 (*Castanopsis hystrix*)、冬青 (*Ilex purpurea*)、山合欢 (*Albizia kalkora*)、黄牛奶树 (*Symplocos laurina*) 等占 22.4%,灌木占 13.0%,草本占 22.5%,藤本占 19.7%,蕨类占 22.4%(表 1-3)。

表 1-3 山坡杉木-杜茎山-狗脊群落种类组成

植物类型	乔木	灌木	草本	藤木	蕨类
植物种数	7	4	7	6	7
各种类所占百分比	22.4	13.0	22.5	19.7	22.4

第一层为杉木层,杉木虽呈现不同程度的分化,但生长较为均匀,树高为 11.9m,最高为 13.1m,最低为 9.0m,变幅为 4.1m,胸径分布一般从 6cm 到 16cm 各径级都有分布,但绝大部分集中在 8~14cm 径级内(图 1-4)。

第二层为灌木层,杜茎山与格药铃为丛状分布,盖度较大,约为 60% 左右,在林下触目皆是。此外还有常绿灌木鼠刺 (*Itea glutinosa*)、菝葜等。

第三层为草本层,种类繁多,优势种明显,平均盖度达 70% 左右。蕨类生长繁茂,高度达 0.5m 以上,狗脊 (*Woodwardia japonica*)、中华里白 (*Diplazium chinensis*) 等在局部地段上出现小群集分布(表 1-4)。

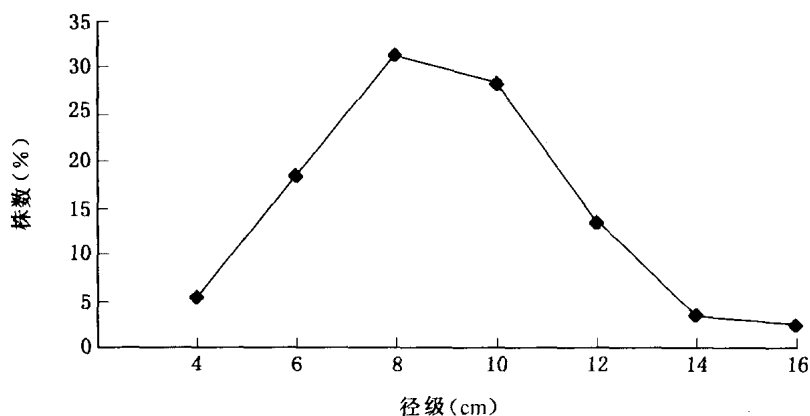


图 1-4 山坡杉木-杜茎山-狗脊群落乔木胸径分布

表 1-4 山坡杉木-杜茎山-狗脊群落主要草本植物

植物名称	平均高 (cm)	多度	生活力	盖度 (%)
狗脊 <i>Woodwardia japonica</i>	70	cop ¹	3	20
中华里白 <i>Diplazium chinensis</i>	80	sp-cop ¹	3	20
华南毛蕨 <i>Cyrtosorus parasiticus</i>	70	sp	3	
芒萁 <i>Dicranopteris dichotoma</i>	30	sp	2~3	10
乌韭 <i>Stenoloma chusanum</i>	20	sp	2~3	
泥花草 <i>Limnophila antipoda</i>	5	cop ¹	3	
金毛耳草 <i>Hedyotis chrysotricha</i>	5	cop ¹	3	
铺地锦 <i>Melastoma dodecandrum</i>	5	cop ¹	3	
芒草 <i>Miscanthus sinensis</i>	60	sp	2	
苔草属 <i>Carex</i> sp.	15	sp	2~3	
蔺草 <i>Arthraxon hispidus</i>	10	sp - cop ¹	2	

层外植物种类不多，生长一般，常见有鸡矢藤、猕猴桃、粤蛇葡萄等，高度超不过灌木层。

3. 山脊杉木-芒萁-芒草群落

山脊杉木-芒萁-芒草群落常见于山坡上部和山脊等地方，林内阳光充足，湿度条件较差，土壤比较瘠薄，水土流失明显，林木生长发育不良，生产力低。

22 年生的山脊杉木-芒萁-芒草群落有植物种类 44 种，乔木树种占 23.8%，林下天然更新的乔木树种多达 9 个，生长着不同龄级的马尾松 (*Pinus massoniana*) 幼树和幼苗，生长发育良好，此外还有：狭叶钓樟 (*Lindera angustifolia*)、白栎。灌木种类也较多，占 31.0%、草本占 21.4%、蕨类和藤本分别占 14.3% 和 9.5% (表 1-5)。

表 1-5 山脊杉木-芒萁-芒草群落种类组成

植物类型	乔木	灌木	草本	藤本	蕨类
植物种数	10	13	9	4	6
各种类所占百分数	23.8%	31.0%	21.4%	9.5%	14.3%

乔木层平均高为 7.2m, 最高为 8.5m, 最低为 6.3m, 高生长变幅小; 胸径分布在 4~16cm 范围内, 但大多数集中在 8~10cm 之间 (图 1-5)。

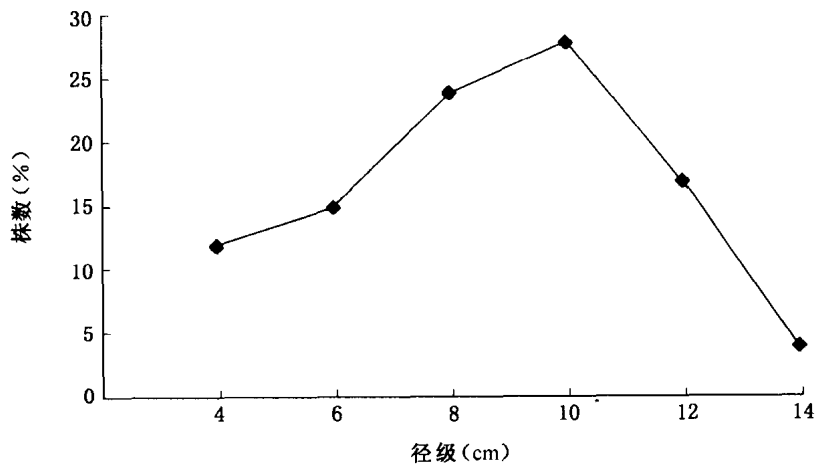


图 1-5 山脊杉木-芒萁-芒草群落乔木胸径分布

灌木层不明显, 树种虽多, 但数量很少, 此层多为更新的幼树占领。草本层以芒萁占绝对优势, 在部分地段上成片出现, 草本植物平均盖度为 70% 左右 (表 1-6)。群落的外植物稀少, 常见的有鸡矢藤, 小果野葡萄 (*Vitis balanseana*) 等。

表 1-6 山脊杉木-芒萁-芒草群落主要草本植物

植物名称	平均高 (cm)	多度	生活力	盖度 (%)
芒 萁 <i>Dicranopteris linearis</i>	40	cop ²	3	60
中华里白 <i>Diplazium Chinesis</i>	40	sp	2	
灯笼草 <i>Lycopodium cernuum</i>	10	sp-cop ¹	3	
狗 脊 <i>Woodwardia japonica</i>	30	sp	2	
蕨 <i>Pteridium aquilinum</i>	40	sp	3	
紫 萁 <i>Osmunda japonica</i>	20	sp	2	
芒 草 <i>Miscanthus sinensis</i>	50	sp	3	
十字台 <i>Carex cruciata</i>	40	sp	2	
铺地锦 <i>Melastoma dodecandrum</i>	20	sp	2	
艾纳香属 <i>Blumea</i> sp.	10	sp	2	

三、杉木人工林群落的外貌特征

森林群落的外貌特征是各种植物对环境条件适应而形成的生活形态，这种形态上的适应称为植物的生活型。生活型划分的方法目前应用最广的为丹麦植物学家璫基耶尔 (Raunkiaer 1934) 的方法，他是以植物体的萌生器官及其防御不良环境条件的能力作为分类基础，按越冬芽和所在位置，将植物分为几个主要的生活型，即：

高位芽植物——芽或顶端枝梢位于离地面较高处的枝条上；

地上芽植物——芽或顶端枝梢位于地表或接近地表的枝条；

地面芽植物——有生命的芽位于地表；

地下芽植物——芽或枝梢位于土表以下或水中；

一年生植物——以种子的形式度过不良季节。

按照以上的生活型系统，计算群落中每种植物各属于什么生活型，计算公式如下：

$$\text{某一生活型的百分率} = \frac{\text{群落中某一生活型植物种数}}{\text{群落中全部植物种数}} \times 100$$

把统计结果列成表（或可制成柱状图解），即为群落的生活型谱。

生活型谱除了反映不同气候区的不同森林群落外貌外，就是在一个地区也存在着不同生活型的相对差别。湖南省会同县广坪林区杉木人工林 3 个群落类型，生活型谱比较接近，特别是地面芽植物的百分率均在 20% 左右，高位芽植物都在 40% ~ 57% 之间，说明 3 个杉木人工群落的生活型谱基本上属于一个类型，它反映了亚热带气候类型的特点。这一结果与璫基耶尔从世界各地植物中取样，估计的亚热带地区的正规生活型谱系相近似（表 1-7）。

表 1-7 不同杉木人工群落类型生活型谱比较

群落类型	高位芽植物 (Ph)	地上芽植物 (Ch)	地面芽植物 (H)	地下芽植物 (Cr)	一年生植物 (Th)
山洼杉木-悬钩 子-蕨类群落	40.0%	13.0%	18.0%	4.0%	25.0%
山坡杉木-杜茎山 -狗脊群落	44.8%	7.0%	24.1%	10.3%	13.8%
山脊杉木-芒萁 -芒草群落	57.0%	5.5%	22.5%	7.5%	7.5%
正规谱系	46.0%	9.0%	26.0%	6.0%	13.0%

除用芽或枝梢受到保护的方式和程度来划分生活型外，还可根据叶的大小进行生活型分类，璫基耶尔的叶型分类系数是以叶面积 25mm 为最低界限，由此而上，每一级都比前一级大 9 倍，共分 6 级：