

兆赖之 著

育林学

中国环境科学出版社



S753
Z288

育林学

兆赖之 著

中国环境科学出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

育林学 / 兆赖之编著. —北京: 中国环境科学出版社, 2004. 8

ISBN 7-80163-871-9

I. 育... II. 兆... III. 森林抚育 IV. S753

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 062303 号

责任编辑: 周 煜

出版发行: 中国环境科学出版社

(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)

网 址: <http://www.cesp.cn>

电子信箱: BJzhouyu@126.com

印 刷: 北京市联华印刷厂

经 销: 各地新华书店经销

版 次: 2005 年 1 月第一版

印 次: 2005 年 1 月第一次印刷

印 数: 3000

开 本: 880 × 1230mm 1/32

印 张: 5.625

字 数: 165 千字

定 价: 30.00 元

序

故友兆赖之先生是一位很有特色的育林学家。他一方面系统研究和熟悉育林事业,尤其对我国南方用材林培育事业有深刻理解;另一方面他又刻苦钻研生态学科,尤其着重于对生态系统学说最新进展的关注。他长期致力于建立一个新的育林学体系,把育林学扎实地建立在生态学的基础之上,把各项育林活动与森林生态系统的分布、结构、功能、发生和演替等各项规律紧密地联系起来。我认为:他做出了成功的尝试,取得了值得赞扬的成绩。本书是他在浙江林学院用他自己建立的新系统和观点多年讲授育林学的教材版本,相信从事育林学的教学、科研和实际工作者都能从中得到很大教益。

我称兆赖之同志为先生,不仅因为他确实大我几岁,而且因为在与他长期同事的过程中,他在多方面曾给过我指导和帮助。例如,关于林木密度控制的理论,就是在60年代,我首先从他那里学来的;我也经常能从他那里学到一些对问题的独特而深刻的见解。文革后,我们在不同单位从事同样性质的教学和科研工作,我从侧面了解到他在育林学教学中不断取得优异成绩而为之高兴。今日有幸拜读他的凝结了生前多年心血的育林学文稿,内心升起了对他为育林界后人留下一笔珍贵遗产的感激之情,并欣然从命,为之作序。

沈国舫

中国工程院副院长院士

2004年2月4日

绪 论

森林和其他绿色植物一样,执行着把太阳能转化为化学能,并且在养分循环中担当着从无生命环境中集中养分的作用。据推测,地球上现存植物总量约为 18 000 亿 t 纯生物量,其中主要是森林生态系统的生物量。森林的主要产品是木材,其成分的一半是木质纤维素。全球森林每年大约可生产 370 亿 t 木质纤维素,是最多的可再生资源。森林生态系统的枯落物,由森林生态系统的分解者分解,矿质养分被释放到森林生态系统的养分循环系统中,使森林生态系统具有自我施肥的功能。

森林是陆地上最高大的植物群体,具有明显的层次结构,其生物多样性和生态多样性是其他陆地生态系统无法比拟的。森林生态系统与环境相互作用,有自动维持和自动调节生态系统平衡的功能。这种现象被称作自动平衡。它表明森林生态系统具有一种能抵御环境变化的趋势,能使环境维持在一定的平衡状态之中。因此,森林生态系统是陆地上最具有保护作用的生命支持系统,是人类社会永恒生存和可持续发展的重要环境。

森林是一种自然过程,是某一地区的一种自然现象,是地区植被演替过程的木本植被阶段。

地区的大气候,决定着森林的大分布,形成不同的地区森林带。地区森林带内的地形、植被演替的起始状态和演替进程等因素的不同,构成不同的森林生境,形成不同的顶极森林。天然的森林生境,其

地上植被和埋藏在土壤中的种子,保持着植被演替过程的重叠结构,即具有先锋、过渡和顶极三个演替阶段的种子和苗木(树木)。因此,具有保持和恢复生物多样性和生态多样性的功能。

森林演替过程,分为先锋树种、过渡树种和顶极树种 3 个阶段。森林生态系统中存在的小演替序列,是森林生态系统能够再现各个演替阶段实现森林自我更新(自我播种)的机制。人们可以利用森林自我更新的机制培育天然林,这种天然林不仅具有生物多样性和生态多样性的特点,还具有抵御环境变化的能力。人们也可以利用林木种子和苗木培育人工林。

限制稳定生态系统增长的因素,称作环境阻力。森林生态系统的环境阻力,包含两组因素:①随着林分密度的增加(个体数的增加和生物量的增加)而成比例地影响林分的因素,称作密度制约因素;②与林分密度无关的因素,称作非密度制约因素。通常非密度制约因素的作用小于密度制约因素的作用。如果没有足够的环境阻力,多数林分会由于较高的增长潜力而超越群落应有的稳定水平,超过其最大生物量密度(最大容纳量),造成林分崩溃。一般情况下,当林分达到最适生物量密度时,密度制约因素的作用就会表现出来,在不是最大压力的程度情况下,林分增长下降到一定水平以后又开始恢复增长。森林生态系统这种自稳功能被称作森林的自然稀疏(自我稀疏),它是克服密度制约因素的影响,维持森林生态系统稳定的机制。人们对森林进行抚育的技术,就是人为地利用这种林分自稳的自然稀疏机制的手段。

森林生态系统中林分的分布,呈现的构成种组合的时间——空间变化就是森林演替,是森林生态系统的自组织过程。森林把太阳能转化为化学能的过程,就是在林分这种时间——空间结构变化的过程中实现的。森林如同其他生命系统一样,像一个组织非常好的工厂,一方面他们是多重化学变化的场所。另一方面,他们提供了一个空间——时间结构,功能与结构紧紧相连,生物化学物质的分布极不均匀。因此,光合作用器官——叶和非光合作用器官——枝、干构成的空间——时间结构被称为林分的生产构造。调控林分生产构造的空间——时间变化,便可以实现调控林木的多项育林指标。比如木材的

年轮宽度和原木的形状等等。

上面的叙述说明育林之道,在于顺应森林生态系统的自然机制,有目的地利用这些机制的功能满足人类对森林的生态、经济和社会的需求。

随着石油、煤炭和天然气等自然资源越来越难以廉价开采,在不远的将来,人们将不得不改变工业、动力和运输的技术政策,寻找可再生的有机原料——植物碳水化合物。因此,人们把未来的能源、饲料、粮食和部分工业原料寄托于生物量。森林在生物量生产中具有重要地位,通过以下4点可以看出它的特殊意义:

(1) 与其他生物量相比,木材的含水量低,有用成分呈浓缩状态。例如:乌岗栎群落的生物量浓度可达 $2.0 \sim 15.0 \text{ kg/m}^3$,一般森林的生物量浓度至少在 1.0 kg/m^3 以上。草本植物群落的生物量浓度,只有 $0.5 \sim 0.2 \text{ kg/m}^3$;

(2) 多年生的林木,每年的生长量作为木材蓄积起来,变为一种“库存物资”,不需要另建仓库贮存,其采伐时期有相当的选择余地,这是其他栽培作物所不能比拟的;

(3) 陆地空气密度低,陆地植物需要有坚韧的支持组织支撑。这样的支撑组织,对于以收获种子为目的的农作物来说,是付出的一笔代价。然而,对于以收获木材为目的的森林来说,正是它的收获对象。因为森林与农作物有这样的差异,所以单位面积森林的叶面积指数,可以达到 $8 \text{ hm}^2/\text{hm}^2$,高出单位面积农作物的叶面积指数 ($4 \text{ hm}^2/\text{hm}^2$) 一倍。这个事实意味着森林更适合于陆地环境,具有较大的光合作用能力;

(4) 林业生产,特别是以天然更新方式生产的林业,明显地不同于农业,它不是在专业化的生境从事生产,而是在自然生境从事生产。因此,它避免了对自然生境的破坏而导致自然生境的丧失,保存了恢复生物多样性和生态多样性的功能。

一些经济发达国家,为了把森林生物量转变成各种有用的产品,开始在林业领域引进包括生物技术,碳纤维素新材料技术等尖端技术。新近出现生物量林业,将是引进高科技的一种全新的林业。

目 录

第一篇 森林的生境、分类与管理	1
第一章 制约森林树种大分布的生态气候	2
一、植被类型与温度气候带和湿度气候带的相对关系	2
二、利用吉良的双重笼罩方法区划的浙江省森林生态气候区	5
三、中国主要造林树种的生态幅度	8
第二章 制约湿润常绿阔叶林带树种小分布的生境类型	10
一、山顶现象	11
二、中山带水青冈林生境类型	12
三、湿润常绿阔叶林带的生境类型	12
四、河岸生境类型	13
五、海岸生境类型	13
第三章 生境的顶极间隔度和树种的顶极度	15
一、生境和群落的相互关系	15
二、林业用地的生境顶极间隔度	17
三、树种的顶极度	18
四、适地适树	19
第二篇 林木生长的调控	21
第四章 林木生长的调控	22
一、从育林学的角度看林木的生长	22
二、林分的叶量	23
三、林分中林木生产物质的分配	26

第五章 制约林分中林木质量和产量的学说	29
一、成熟材和未成熟材,树干材和树冠材	30
二、林木的形状比	32
三、林分的生产结构	37
四、树形管状模型学说	42
五、森林叶簇模型	44
六、林分生产结构形成的时期及其动态变化与主要育林决策	47
第六章 林分的自然稀疏与培育树干材的机制	50
一、林木之间的相互作用	50
二、自然稀疏的幂函数式(最大密度曲线)	54
三、纯林的密度效果	57
四、林木特定部分的密度效果	61
第三篇 培育森林的方式、方法	67
第七章 育林方式、经营类型、育林技术体系	67
一、育林方式	67
二、林业的经营类型	70
三、育林技术体系的编制	73
第八章 森林的天然更新	76
一、森林天然更新的机制	76
二、埋土种子与地上植被的关系	77
三、森林天然更新的作业种类	79
四、皆伐天然下种更新	81
五、渐伐天然下种更新	83
六、典型常绿阔叶林顶极树种的天然更新	85
七、择伐天然下种更新	87
第九章 萌芽方式培育森林	87
一、萌芽更新的意义	87
二、薪炭林	89
三、影响萌蘖的因子	91
四、提高薪炭林质量和产量的途径	92

五、萌芽方式的其他用途	93
第十章 人工造林	93
一、播种造林	95
二、栽植造林	96
三、分殖造林	99
四、造林季节	99
五、初植密度	101
六、造林地的准备	103
第十一章 竹林的培育	106
一、竹林的生长特点	106
二、留笋育竹	107
三、竹林的立木密度和年龄结构	108
四、竹林的抚育	108
五、竹林的采伐收获	109
六、地下茎栽植竹林	109
第十二章 混交林、复层林的培育	110
一、培育混交林、复层林的意义	110
二、典型复层林和非典型复层林	112
三、复层林的组合与生产量	113
四、混合群落的密度效果	114
五、解析混合群落密度效果的纯林换算法	115
第十三章 育种中利用根瘤和菌根	120
一、利用根瘤、菌根的意义	120
二、固氮生物	122
三、共生固氮生物	123
四、根瘤树木提高林地肥力的机制	126
五、菌根	127
六、形成菌根的树木	127
七、形成菌根的真菌	128
八、菌根菌的生态习性	128

九、菌根的形成	129
十、菌根的作用	129
第四篇 森林抚育	133
第十四章 林分的生长阶段和抚育作业	135
一、单株状态生长阶段的抚育作业	135
二、幼林开始郁闭阶段的抚育作业	138
三、林分自然稀疏(干材生长)阶段的抚育作业	139
第十五章 实现林分管理目标的手段——间伐和修枝	140
一、生长模式	140
二、林分的管理目标	142
三、林分密度管理图	143
四、林分密度管理图的作用	147
五、间伐的开始时期、间伐率、间伐间隔期	148
六、根据树型级的间伐方法	148
七、根据收获表(生长过程表)的间伐法	150
八、择伐式(摘茄子式)间伐法	152
九、修枝	153
第十六章 增进林地地力的方法	155
一、灌溉、排水、耕耘	155
二、林粮间作	156
三、林地施肥	156
结束语	161
主要参考文献	163
后 记	165

第一篇

森林的生境、分类与管理

森林生境,是指在森林树种天然分布或引种的栖居地上,对树种起作用的全部环境。森林生境多数是自然生境,其地上植被群落包含有植被演替各个阶段的植物种,其土壤中包含有植被演替各个阶段的埋土种子。只有少数森林生境为专业化的生境。

杰尼(Jenny, 1958)和梅焦耳(Major, 1951)归纳克莱门茨(Clements, 1905)以来的植被演替学说,提出决定森林树种大分布和小分布的状态决定因子观点。他们认为,对植物群落在内的生态系统性质和状态起决定作用为环境因子,是由生态系统外部,不受植物群落对环境反作用和环境因子之间相互作用的影响,对生态系统决定作用的5个状态决定因子(State factors)所决定。这5个状态决定因子分别是:

- (1)大气候:是指在植物群落之上测到的地区大气候;
- (2)生物区系:是指迁移到该地区,或者可能散布在该地区的所有物种,大致相当于该地区的植物区系和动物区系;
- (3)地形:是指地史决定的大地形和伴随大地形所决定的地下水位等;
- (4)演替起始状态:如果是由裸地开始的原生演替,初期的状态决定因子是土壤母质。次生演替初期状态决定因子则根据现存优势树种的顶极度而不同;

(5)演替进程:是指距离开始演替的时间,生态学用距离达到顶极状态的生态间隔度来表示演替进程,有利于育林工作为选择森林树种

和选择森林更新方法的依据。

在上述5个状态决定因子中,大气候和生物区系对森林群落的大分布起决定性影响,形成地区生态气候区,构成地区森林带。在大致相同的大气候和生物区系中,地形、演替起始状态和演替进程的区域性变化,对森林群落的小分布具有重要意义,形成地区森林带内的不同森林顶极和不同的森林生境。

现有的植被区划和气候区划成果,都可以用来区划某一地区的森林带和森林生境类型。但是,一些地区原始植被大多数已遭受破坏,现存植被往往不是原生植被,直接利用现存植被作为区划资料信息量小。因此,不得不另外选择获取资料方便、信息量大的方法来区划地区森林带和森林的生境类型。在各种方法中,以收集气象资料进行生态气候区划,查出地区原生植被类型,因而可以获得植被演替各阶段的信息。

本篇针对这些不能直接利用已有植被区划和气候区划成果的地方,探讨区划林业生境的理论和方法。

第一章 制约森林树种大分布的生态气候

划分植被带和气候带方法很多,其中吉良(1978)的温度指数与湿度指数交汇划分生态气候区的方法,可以取得与各地区自然植被,即未遭受人为破坏以前的植被分布相一致的结果。在欠发达的地区,植被资料和气候资料往往是缺少的或者不完全的。在这种情况下,气象资料容易收集,即使欠缺,也可以用推算的方法来弥补。由于吉良的方法用温度指数和湿度指数交汇可以得出与各地区自然植被相一致的效果。由于查原始植被的类型,便可以找出该植被类型各演替阶段的树种信息和生境信息,特别适合于原始植被遭受破坏的地区使用。

一、植被类型与温度气候带和湿度气候带的相对关系

吉良认为,全世界都处于两种不同性质的气候带,即温度气候带

和湿度气候带双重笼罩之下,所有的生态气候区都产生在这两种气候带交会的地方,并且与各地区其自然植被,即,未遭受人为破坏以前的植被分布相一致(吉良,1978)。用温暖指数作纵轴,用湿度指数作横轴排列植物群系的大分布时(图1-1),其等指数线与欧亚大陆东部沿海从寒带的冻土带植被开始,连接亚寒带针叶林→寒温带常绿林→暖温带常绿阔叶林(照叶林)→亚热带季雨林→热带雨林的群系界限

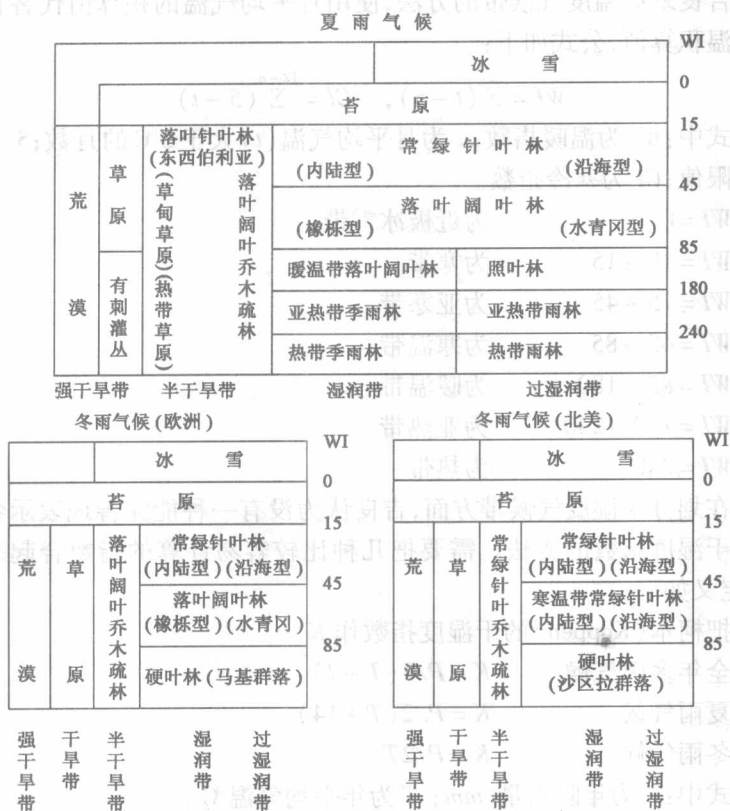


图1-1 北半球植被类型的分布与温度气候带及干湿度气候带的相对关系
(吉良龙夫,1975)

相当一致(吉良,1945)。就是说,不论当地现实植被状况如何,利用这种方法,都可以推断出它的原性植被类型来。这种方法不仅适合于东亚,也适合于全世界(今西、吉良,1953;Yim & Kira 1975;吉良,1976)。如果用气温的平均垂直递减率也可以把它应用于考察植被垂直分布带(吉良,1978)和各树种的温度分布范围(吉良、吉野,1967),所以它是生态学上确定温湿度分布范围的最有效的指数之一。

吉良划分温度气候带的方法,使用月平均气温的积算值代替日平均气温积算值,公式如下:

$$WI = \sum^n (t - 5), \quad CI = \sum^{12-n} (5 - t)$$

式中:WI为温暖指数; n 为月平均气温(t)大于 5°C 的月数;5为经验界限值;CI为寒冷指数。

WI = 0 为近极冰雪带

WI = 10 ~ 15 为寒带

WI = 15 ~ 45 为亚寒带

WI = 45 ~ 85 为寒温带

WI = 85 ~ 180 为暖温带

WI = 180 ~ 240 为亚热带

WI = 240 为热带

在划分干湿度气候带方面,吉良认为没有一种能完善地表示各气候带干湿度指数的方法。需要把几种比较容易计算的指数合起来使用,定义如下:

把柯本(Koppen)的干湿度指数作 K

全年多雨气候 $K = P/2(T + 7)$

夏雨气候 $K = P/2(T + 14)$

冬雨气候 $K = P/2T$

式中: P 为年降水量,mm; T 为年平均气温 $^{\circ}\text{C}$ 。

把桑斯维持(Thornthwatil)的年降水量一年蒸发量指数作 PEI 。

把爱斯特隆(Angstrom)的湿度系数12个月的积算值作 CIH 时,干湿度气候带的标准如下:

$K < 5$, $PEI < 16$, $CIH < 80$, 为强干旱带

$K 5 \sim 10$, $PEI 16 \sim 32$, $CIH 80 \sim 160$, 为干旱带

$K 10 \sim 18$, $PEI 32 \sim 64$, $CIH 160 \sim 240$, 为半干旱带

$K > 18$, $PEI > 64$, $CIH 240 \sim 360$, 为湿润带

$K > 28$, $CIH > 360$, 为过湿带

根据上述各种标准,吉良(1975)绘制出北半球植被类型分布与温度带和湿度带的相对关系图如下(图 1-1)

二、利用吉良的双重笼罩方法区划的浙江省森林生态气候区

河姆渡考古发掘证明,浙江省先民早在 7 000 多年前已经开始农耕生产,浙江省的人口密度又比较大,原生的自然植被大多数遭受严重破坏。现在植被和现实的森林生境的信息量非常有限,不能直接满足育林工作的需要。因此,需要利用吉良区划生态气候的方法,推导浙江省境内未遭受人为破坏以前各种生态气候区的原生顶极植被类型。得到的结果与利用苏黎世—蒙特利尔学派植被调查方法的成果完全一致。与《中国植被》区划相符,与浙江省各自然保护区现存(残存)的植被类型完全相符。

进行植被生态气候区划采取的公式为:吉良的温暖指数计算公式和寒冷指数公式,柯本的夏雨型干湿度指数公式,以及 0.56°C 气温垂直上升平均递减率。推算出浙江省的植被生态气候区(图 1-2, 1-3),所得结果与浙江各类地带现存的顶极群落类型完全相符。据此,可以将浙江域内划分为以下的各种生态气候区:

I: 浙江大陆中山带湿润水青冈林生态气候区

浙江省境内,自北向南,海拔高度由 1 100m 递增至 1 270m 以上的山地。温暖指数(WI) $50 \sim 85$,干湿度指数(K)大于 23,属大陆湿润中山带。自然植被的顶极群落为水青冈林。由于第四纪以来浙江未遭受严重的冰川影响,所以这一生态气候区还保存有柳杉和百山祖冷杉子遗树种。

II: 浙江大陆低山丘陵带湿润冬温常绿阔叶林生态气候区

浙江省境内,雁荡山、洞宫山以南以东地区,由于天台山、仙霞岭、括苍山和雁荡山阻挡了冬季来自北方的寒潮。这一生态气候区的温