

杉木生产力生态学

SHANMU SHENGCHANLI SHENGTAIXUE

刘世荣 温远光 等 / 著



气象出版社



HANMU SHENGCHUANLI SHENGTAI

ISBN 7-5029-3993-8



9 787502 939939 >

ISBN 7-5029-3993-8/S · 0452

定价：24.80 元

PDG

S791.2
L675

杉木生产力生态学

刘世荣 温远光 等著

气象出版社

PDG

内 容 简 介

本书以作者长期杉木生产力生态学研究实践的成果作为基本素材,从杉木人工林的现实生产力、光合生产力、气候生产力、能量生产力、物候与生产力、群落结构与生产力等方面揭示了我国杉木人工林的生产力生态学特点和规律;依据全球变暖的未来情景,探讨了全球气候变化对杉木地理分布和生产力的影响;详细论述了杉木生物量和生产力研究的原理、技术和方法;提出了杉木人工林长期生产力维持的对策和措施。

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

图书在版编目(CIP)数据

杉木生产力生态学/温远光等著. —北京:气象出版社, 2005.7

ISBN 7-5029-3993-8

I. 杉… II. 温… III. 杉木-生态学
IV. S791.27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 082513 号

气象出版社出版

(北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮编:100081)

总编室:010-68407112 发行部:010-62175925

网址:<http://cmp.cma.gov.cn> E-mail:qxcbs@263.net

责任编辑:王桂梅 终审:周诗健

封面设计:陈振博 责任技编:陈红 责任校对:石宝成

*

北京科信印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:9.75 字数:250 千字

2005 年 8 月第一版 2005 年 8 月第一次印刷

定价:24.80 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与
本社发行部联系调换

序(一)

生物生产力是所有有机体生命维持的能量和物质基础,它与当今人类面临的食物、能源、资源和环境问题有着非常密切的联系。研究森林生态系统中物质与能量的数量及其固定、消耗、分配、积累与转化的特点和规律,除涉及林业生产上最关心的木材(树干)外,还涉及树枝、树叶、树根、果实和种子等所有的植物器官。因此,森林生物量和生产力的研究有其不同于其他陆生植物群落的复杂性和特点。它的研究为合理开发利用森林资源和森林可持续经营提供重要的科学依据,同时也为较准确地估测产量提供优化的预测模型。

研究森林的生物量和生产力是以森林生态系统物质与能量流动规律为基础,以能量为指标,这就将若干不同学科背景之间、不同生态系统之间以及同一生态系统不同组分之间的研究以可资比较分析的方式联结在一起,为复杂系统各部件及过程的综合研究、系统分析及模型化提供了有力的手段。

近年来,全球气候变化引起了国际社会的普遍关注。森林是陆地生态系统的主体,是大气二氧化碳的一个储备库,它贮存了全球陆地生态系统 90% 以上的碳,成为全球气候变化的一个非常重要的调控器。而调控能力的大小直接与森林的物质生产有关。因为森林物质生产过程是绿色植物利用光能将水分解,放出氧气,并将二氧化碳还原为有机物的过程。保持和提高陆地生态系统,特别是森林生态系统的生产力是可持续发展的核心问题之一。因此,国际地圈-生物圈计划(IGBP)、全球变化与陆地生态系统(GCTE)和京都议定书(Kyoto Protocol)都把植被的生产力确定为核心内容。

本书作者刘世荣、温远光、肖文发研究员和其他著者,以长期杉木

生产力生态学研究实践的成果作为基本素材,从杉木人工林的现实生产力、光合生产力、气候生产力、能量生产力、物候与生产力、群落结构与生产力等方面揭示了我国杉木人工林的生产力生态学特点和规律;瞄准全球变暖的未来发展,探讨了全球气候变化对杉木地理分布和生产力的影响;详细论述了杉木生物量 and 生产力研究的原理、技术和方法。本书是我国第一部以研究杉木生产力生态学为主要内容的学术专著。借该著作出版之际,欣然作序为贺,并相信它必将促进我国森林生产力生态学学科的进一步发展。

中国科学院院士

蒋耐吾

2005年2月



序(二)

杉木是我国特有的优良速生用材树种,栽培历史悠久,因其易繁殖、生长快、材质优、产量高、好管理而深受产区人民的钟爱,栽培范围遍及我国整个亚热带多个省(区),现有人工林面积约占全国人工林面积的 $1/4$ 。它在我国林业生产和生态建设与环境保护中占有重要的地位。

森林生产力生态学在人工林的可持续经营中具有极重要的作用,研究它在于了解森林生态系统物质生产与能量流动的特点和规律,弄清楚系统的代谢过程、各个成分之间的相互关系及其调节控制的原理,从而掌握森林生态系统的结构、功能与生产力间的联系。有效地提高森林生产力,创造优质、高效、高产的人工林生态系统,保持森林生产力的持续发展,实现林业经济增长方式由粗放型向集约型转变。因此,林业的持续、健康发展离不开生产力生态学理论的指导。杉木在生产力方面虽然有不少研究,但森林生产力生态学方面的研究多有不足。本书许多内容丰富了杉木人工林生态学的研究,取得了不少可喜成果。

本书是我国第一部杉木生产力生态学专著,它系统阐述了我国杉木的现实生产力、光合生产力、气候生产力、能量生产力等的特点和规律;揭示了杉木生产力地带性的变化格局以及生产力与生态环境的相互关系;预测了全球变化对杉木地理分布和生产力的可能影响;分析了杉木人工林长期生产力维持中面临的关键问题,提出了杉木人工林长期生产力发展的科学发展观。这些研究成果是杉木人工林可持续经营的基础,对推动我国人工林健康而持续的发展具有深远的意义。

刘世荣、温远光、肖文发博士,是我国林业科技领域的后起之秀,学

术带头人,其中刘世荣和肖文发还是中国林业科学研究院森林生态学相关研究领域的首席专家,他们经过近 10 多年的长期努力,潜心研究,深入探索,写出了这部专著,在林业科学上是很有价值的。因此,我乐为之作序,并以此致贺。

盛炜彬

2005 年 2 月



前 言

本专著是作者及其研究团队经过 20 多年的不懈努力和不断探索所取得的阶段性研究成果。参加课题研究的主要人员有：刘世荣、温远光、肖文发、元昌安、郭泉水、梁宏温、黄承标、李治基、李信贤、邓世宗、温肇穆、汤成泳、明锦棣、黎向东、韦华明、林大新、朱宏光等；同时，还有原广西龙胜里骆林场生态定位站、广西宜州庆远林场生态定位站、广西岑溪七坪林场定位站、广西田林老山林场定位站的许多同仁参加了野外测定工作。由刘世荣、温远光进行系统归纳、总结、修改和定稿成书。全书共分 12 章，分别由下列人员撰写：

- | | |
|-----------------------|-------------|
| 1 森林生产力的概念及研究进展 | 温远光、刘世荣 |
| 2 森林生产力测定原理和技术 | 温远光、刘世荣 |
| 3 杉木生产力模型生态学 | 温远光、元昌安 |
| 4 杉木的现实生产力 | 温远光 |
| 5 杉木现实生产力分布及其与环境的关系 | 温远光、刘世荣 |
| 6 杉木的光合生产力 | 刘世荣、肖文发 |
| 7 杉木物候与生产力 | 温远光、刘世荣 |
| 8 杉木的气候生产力 | 温远光、刘世荣、元昌安 |
| 9 杉木能量生产力 | 温远光、刘世荣 |
| 10 气候变化对杉木生产力的影响及适应对策 | 刘世荣、康冰 |
| 11 杉木林群落与生产力 | 温远光 |
| 12 杉木人工林的长期生产力 | 温远光、刘世荣 |

在研究过程中，得到了国家自然科学基金青年基金项目——“杉木人工林光合生产力生态及其模拟研究”(39200097)、国家自然科学基金重大项目——“我国森林生态系统结构与功能研究”(9390011)和国家自然科学基金杰出青年基金项目(30125036)的资助，以及广西壮族自治区重大科技项目——“广西森林生态系统研究”和中国林业科学研究院基金项目——“杉木人工林生产力的地理分布格局”的资助。著名的生态学家、中国科学院院士蒋有绪研究员，著名林学家盛炜彤研究员为本书作序。对此特致以衷心的感谢！

由于水平有限，疏误不足之处在所难免，敬请批评、指正！

作者

2005 年 5 月



目 录

序(一)

序(二)

前言

1	森林生产力的概念及研究进展	(1)
1.1	森林生产力的概念及其意义	(1)
1.2	森林生产力研究的历史及现状	(2)
1.3	森林生产力研究的发展趋势	(4)
	参考文献	(5)
2	森林生产力测定原理和技术	(9)
2.1	生物量和生产力测定的基本原理	(9)
2.2	生物量和生产力测定技术	(10)
	参考文献	(17)
3	杉木生产力模型	(18)
3.1	模型概述	(18)
3.2	生物量估测模型	(19)
3.3	生长量估测模型	(26)
	参考文献	(32)
4	杉木的现实生产力	(33)
4.1	杉木生物量及其分配	(33)
4.2	杉木净初级生产力及其分配	(41)
4.3	杉木凋落物产量	(43)
	参考文献	(45)
5	杉木现实生产力分布及其与环境的关系	(47)
5.1	广西杉木生产力的地理变化	(47)
5.2	中国杉木现实生产力的地理变化	(50)
5.3	杉木林现实生产力与生态环境的关系	(51)
5.4	杉木人工林的凋落物产量及其时空变化	(58)
	参考文献	(61)
6	杉木的光合生产力	(63)
6.1	光合生产力的概念	(63)
6.2	杉木人工林的光分布特点	(63)
6.3	杉木光合生产力的时空特征	(65)
6.4	杉木光合生产力的影响因子	(68)
	参考文献	(79)
7	杉木物候与生产力	(81)

7.1	资料的收集与整理	(81)
7.2	杉木物候期	(81)
7.3	杉木物候的地理模式及变化	(86)
7.4	杉木生长	(88)
7.5	杉木生长期长度与生产力的关系	(92)
	参考文献	(94)
8	杉木的气候生产力	(95)
8.1	植物气候生产力的概念及研究进展	(95)
8.2	广西杉木的气候生产力	(96)
8.3	中国杉木的气候生产力	(100)
8.4	杉木气候生产力模型与 Lieth 模型的比较	(103)
	参考文献	(105)
9	杉木能量生产力	(106)
9.1	能量生产力的概念及研究进展	(106)
9.2	杉木各器官和组分的热值及其变化	(107)
9.3	杉木林的能量现存量及分配	(109)
9.4	杉木林的能量净生产量及分配	(114)
9.5	杉木林净初级生产力形成过程中的能量特征	(116)
	参考文献	(118)
10	气候变化对杉木生产力的影响及适应对策	(119)
10.1	气候变化对森林影响的研究概况	(119)
10.2	气候变化对杉木地理分布的影响	(121)
10.3	气候变化对杉木生产力的可能影响	(123)
10.4	适应全球气候变化的杉木经营适应对策	(125)
	参考文献	(126)
11	杉木林群落与生产力	(128)
11.1	群落类型与生产力	(128)
11.2	群落结构与生产力	(128)
	参考文献	(133)
12	杉木人工林的长期生产力	(134)
12.1	杉木长期生产力所面临的问题	(134)
12.2	杉木人工林地力退化的原因	(135)
12.3	杉木人工林长期生产力的维持与发展	(140)
	参考文献	(143)

1 森林生产力的概念及研究进展

1.1 森林生产力的概念及其意义

1.1.1 生物量和生产力的概念

生物量和生产力是生态学上两个重要的概念,二者既有紧密的联系,也有明显的区别。在生态学上,生物量(Biomass)是指一种或几种生物活体,或者一个群落内所有种类生产的有机物质的总量。林木的生物量是指林木根、茎、叶、花、果实、种子及枯死凋落物的总重量(西北林学院主编,1982;苏智先,1989)。一个生态系统中一定时期内单位面积上所有有机体的生物量则称为现存量(Standing crop)(西北林学院主编,1982)。通常以干物质的量表示生物量,有时也用无灰分干重表示。尽管生物量和现存量在概念上存在明显区别,但通常仍把二者看成是同义词(苏智先,1989;东北林学院主编,1981;潘维涛等,1981)。

在农林业生产上,生物产量的传统概念仅限于植物器官中有经济用途的那部分的收获量,因此又常把这部分称为经济产量。

生产力是一个有广泛意义的概念,生态学上所称的生产力(Productivity)系指生物有机体在单位面积和单位时间内所生产有机物质或固定能量的速率(潘维涛等,1981)。一般用有机物质的干重或能量单位来表示。在许多文献中把生产量(Production)和生物生产力(Bioproductivity)作为生产力的同义词。

在生态系统中,生产量一般分为初级生产量和第二性生产量。初级生产量(Primary production)是指生态系统中由植物(自养生物)的光合作用所合成的有机物质的产量,而由异养生物(必须摄取现存的有机营养物质用以生活的生物)所转化的有机物质产量称为第二性生产量(Secondary production)。在初级生产量中又可分为总初级生产量(Gross primary production)和净初级生产量(Net primary production)。总初级生产量是绿色植物在单位面积和单位时间内生产的有机物质的总量,而净初级生产量则是植物光合作用生产的有机物质总量减去呼吸作用过程中消耗所剩余的产量。

1.1.2 森林生产力研究的意义

森林净生产量为所有有机体生命提供了能量和物质基础,它与当今人类面临的食物、能源、资源和环境问题有着非常密切的联系。由于环境污染和生态灾难的不断发生,以及世界人口激增和生产发展带来的资源严重不足的困惑,迫使人们必须全面地、综合地利用现有森林的各种产物,因而以木材为主要产品的传统林业生产活动已远远不能适应这种发展的需要。随着森林开发的战略性转变,重视森林多资源开发利用已成为衡量国家文明与发展程度的一个重要标志,木质资源的开发利用已由原来单一的原木生产转向深加工及林区剩余物的综合利用。这就要求对森林的主体——林木各组分产量有全面的研究、计算和预报,如木片、木丝、纤维板

的生产,需要计算林木枝丫的产量;松针蛋白的提取和松针叶粉的生产需要计算叶量;八角、肉桂、柠檬桉等植物的蒸油也需计算叶量;能源部门预测薪柴时,需要计算小枝量和树根量;栲胶、桂皮和黄柏生产等也需了解树皮产量等等。而应用立木材积表,只能计算不同径阶的立木材积和单位面积上的蓄积量,而且以传统的测树方法用体积来计算树枝、树叶以及树根的产量,显然难度很大。生物量和生产力的研究以有机物的重量为指标,研究森林生态系统中物质与能量的数量及其固定、消耗、分配、积累与转化的特点和规律,它除研究林业生产上最关心的木材(树干)外,还涉及树枝、树叶、树根、果实和种子等所有的植物器官。因此,森林生物量和生产力的研究可为合理开发利用森林资源提供重要的科学依据,同时也为较准确地估测产量提供优化的预测模型。

研究森林的生物量和生产力不仅是合理开发利用森林资源的需要,而且也是研究森林生态系统物质与能量流动规律的重要基础(物质循环和能量流动是森林生态系统的两个主要功能)。不清楚森林生态系统物质生产与能量流动的特点和规律,就无法明白森林生态系统的结构、功能与生产力间的联系。没有弄清系统的代谢过程、各个成分之间的相互关系及其调节控制的原理,要有效地提高森林生产力,创造优质、高效、高产的人工林生态系统,保持森林生产力的持续发展,实现林业经济增长方式由粗放型向集约型转变也就没有理论依据。因此,林业的持续、健康发展离不开生产力生态学理论的指导。

生物量和生产力研究的又一重要特点在于,生产力研究是以重量或能量为指标,这就将若干不同学科背景之间、不同生态系统之间以及同一生态系统不同组分之间以重量或能量的方式连结在一起,为复杂系统各部件及过程的综合研究、系统分析及模型化提供了有力的手段,并奠定了坚实的科学基础。

近年来,全球气候变化引起了国际社会的普遍关注。森林是陆地生态系统的主体,是大气二氧化碳的一个储备库,它贮存了全球陆地生态系统 90% 以上的碳,成为全球气候变化的一个非常重要的调控器。而调控能力的大小直接与森林的物质生产有关。因为森林物质生产过程是绿色植物利用光能将水分解,放出氧气,并将二氧化碳还原为有机物的过程。保持和提高陆地生态系统特别是森林生态系统的生产力是可持续发展的核心问题之一。因此,国际地圈—生物圈计划(IGBP)、全球变化与陆地生态系统(GCTE)和京都协定(Kyoto Protocol)都把植被的生产力确定为核心内容。

1.2 森林生产力研究的历史及现状

人类对森林物质生产的认识已有一个多世纪的历史。早在 1840 年,Liebig 就开始了干物质生产和营养物供给之间关系的研究,提出了著名的最小量定律;1882 年,德国林学家 Ebermayer 提出了森林的第一个干物质生产力的数字(里思等,1985);1900 年,E. A. Mitscherlich 提出了收获量定律,对建立生产力模式进行了首次尝试(里思等,1985);20 多年后,Boyson、Jensen、Burger 和 Harper 等对森林叶量与干材生产量的关系进行了研究(里思等,1985);二次大战后,日本亦开始了这方面的研究(佐藤大七郎等,1986)。然而,这些都是局部、小规模的研究。

20 世纪 60 年代,特别是在国际生物学计划(IBP)和人与生物圈计划(MAB)实施的推动下,生产量研究作为生态学的一个新分支——产量生态学(Production ecology)而迅速地发展

起来,并成为生态系统研究的重要分支领域。从此,森林生产力研究开始走向全球化、系统化、全面化和规范化。比利时的 Virelles 计划,英国的 Heathop 木材计划、西德的 Solling 计划及瑞典的针叶林计划相继开展(王凤友,1991),这些大规模的综合研究,取得了大量的生产量测定数据,范围从冻原到热带,包括北美和南美、欧洲和非洲、苏联和小亚细亚以及东亚和东南亚。有关生物生产力的研究论文大量发表,出版了《陆地植物群落的生产量测定法》(日)、《陆地植物群落的物质生产》(日)、《生物圈的第一性生产力》(美)及《森林生态系统的动态特征》(美)等专著(里思等,1985;佐藤大七郎等,1986;木村允,1981;Reichle,1981),极大地丰富和发展了生态研究的内涵,推动了生态系统研究由定性描述转向定量化和模型化的进程,森林生产力也从临时性的单项研究向系统综合的定位研究发展。

由于森林生产力的测定费时、费钱、费力,使测定工作受到极大的限制。于是,世界上一些学者试图利用森林生产量与气候因子之间的相关关系建立数学模型,以此估算世界各地森林植被的生产力,并取得了可喜的成果,其中迈阿密模型、桑斯威特模型和筑后模型已被广泛应用(里思等,1985;贺庆棠等,1986;高素华等,1986;陈国南,1987),极大地推动了森林生产力研究成果的转化和应用。

与国外相比,我国森林生物量和生产量的研究起步较晚,在许多方面还与国际先进水平存在一定的差距。20 世纪 70 年代初,李文华、陈昌笃等人率先把国外有关生物量和生产力模型、产量法等最新研究成果介绍到中国。20 世纪 70 年代末,潘维涛、朱守谦、冯宗炜、俞新妥等先后开始了杉木林生物量及生产力的研究(温远光,1987),其后,不少林学和生态学工作者相继在全国各地开展了这一工作,使我国森林生产力研究出现高潮,正在迅速缩短与国外的差距。我国迄今已在 200 多个地区,对上百个树种开展了此项研究,研究对象涉及热带雨林(黄全等,1991;李意德等,1992)、常绿阔叶林(张祝平等,1989;邱学忠等,1984;卢琦等,1990;杜国坚等,1987;黎向东等,1984;陈章和等,1996;陈启常,1992;管东生,1989)、松类林(张祝平等,1989;管东生,1989;陈存根,1984;冯林等,1985;刘世荣等,1991;马钦彦,1989;沈国舫等,1985;汪企明,1990;肖瑜,1990,1992;张家贤等,1988;彭少麟等,1989;陈林芝等,1984;田大伦等,1986;姜志林等,1992)、桉类林(王铸豪等,1990;彭少麟等,1993;陈北光等,1995;温远光等,2000a, 2000b)、混交林(姚廷涛,1989;苏治平等,1994;徐英宝等,1993;庄孟能等,1994;陈楚莹等,1993;陈际伸等,1993)、栓皮栎林(鲍显诚等,1984)、银杉林(王战等,1983)、麻栎林(李相敢,1987)、侧柏林(陈林芝等,1986)、西藏暗针叶林(李文华,1982)、东北天然次生林(陈大珂等,1982)、白桦次生林(赵惠勋,1991;李飞,1984;张成林,周晓峰,1991;李文华等,1981;罗菊春,1984)、杨类林(陈章水,方奇,1988;赵体顺,1989)、红杉林(周世强等,1991)、沿海红树林(林鹏等,1985;廖宝文等,1991;温远光,1999)、亮叶水青冈林(Wen Yuanguang,1992)、云杉林(江洪,1986a,1986b;穆天民,1989;陈炳浩等,1990)、樟子松林(邵永礼等,1983;焦树仁,1985)、水杉林(高智慧等,1992)、柳杉林(黄道存,1986)等。而杉木生产力的研究尤为突出(潘维涛等,1978;朱守谦等,1978;冯宗炜等,1980,1984;俞新妥等,1979;孔秀荣,1983;叶镜中,姜志林,1983;叶镜中等,1984;温远光等,1986,1988,1989,1993a,1993b,1995a,1995b;1997a;韦峰等,1991;林卫江,1991;惠刚盈等,1989;姚茂和等,1991;古炎坤等,1987;邓士坚等,1988;聂道平,1993;梁宏温等,1995;吴祖映等,1983;惠刚盈等,1988;方海波等,1999),成为我国森林生物量和生产力研究最广泛、最深入的树种。

在我国森林生产力测定数据还不很丰富的情况下,国内不少学者应用国外的生产力模型

对国内的森林植被生产力进行了预测,收到了一定的效果(贺庆棠等,1986;高素华等,1986;陈国南,1987;宛志沪等,1989;候光良等,1990),但也存在不适合性。1994年刘世荣等根据全国森林生产力数据建立了中国森林净第一性生产力模型,并对全国的森林生产力进行了模拟(刘世荣等,1994)。同年,温远光等根据广西10多年来杉木林生产力测定资料,建立了广西杉木林气候生产力模型(温远光等,1994),随后于1995年又建立了中国杉木林的气候生产力模型(温远光等,1995c)。用这些模型来计算杉木林的生物量和生产力要比用Lieth模型等国外模型的计算结果更为精确、可靠。由于生物生产力在全球变化和可持续发展中的重要性及空间遥感技术、计算机技术和信息技术的蓬勃发展,多种植被生产力模型(温远光等,1997b;罗天祥,温远光,1996;方精云等,1996;刘世荣等,1998;周广胜,张新时,1995;周广胜等,1998)相继被提出。

1.3 森林生产力研究的发展趋势

森林生产力研究的发展动力来自人类对森林资源的需要和现代科学理论与技术进步在该研究领域的广泛渗透。伴随着人口增长、资源短缺、环境退化等,人类对森林资源需求量和关注对环境改善的关注日益高涨。现代科学理论和现代计算机科学、自动化技术及其他新技术的不断发展和广泛应用,为现代森林生产力的研究提供了崭新的理论依据和研究手段,推动森林生产力研究从静态向动态、从一般性描述向定量化和模型化、从一个点一个树种或林分的小尺度向多树种或全国尺度的规律性研究、从以收获物生产量为对象转变为物质生产过程、从临时性的单项研究向定位综合全面深化、从单纯自然和技术学科拓展到涉及资源与环境等社会经济学领域等诸多方面的发展。总之,森林生产力的未来发展趋势是向宏观和微观、纵深和综合、量化与模型化的多层次发展,具体表现在如下几个方面:

(1)系统生产力生态学:应用系统生态学的理论和方法,以森林—大气—土壤连续体作为一个统一的功能系统,从系统的结构、库与流、物质循环与能量代谢、各层次的交互作用等方面揭示森林生态系统物质生产过程的变化机制和调节控制原理,并以系统理论、系统分析及模拟手段来提高森林生态系统的生产力,创造高产、优质、高效、持续、稳定的优化森林生态系统。

(2)长期生产力研究:随着全球人口、经济的快速增长和天然森林的急剧减少,采取集约方式、定向培育、速生高产、短周期经营等措施成为全球人工林发展的普遍模式。在短周期人工林急剧膨胀的同时,人工林的生产力出现了一代不如一代的趋向。人工林长期生产力的维持已成为当今世界各国,特别是林业工作者关注的焦点。

运用退化生态系统恢复生态学的理论和方法,从区域环境、树种特性、栽培制度、栽培措施及后备土地资源等方面着手,研究退化生态系统的结构、功能特征和物质生产过程,揭示人工林生态系统地力退化、生产力下降的原因及调节、控制原理和技术,为人工林的长期生产力维持和发展提供理论和技术体系。

(3)生产力模型生态学:森林生产力的研究不仅要重视野外生产力数据的收集,还应重视对研究数据系统的分析。而对系统进行分析的目的在于建立模型。由于数学、控制论、计算机技术和“3S”技术等学科广泛渗透于森林生产力的研究,从而产生了生产力模型生态学。建立生产力数学模型有助于将森林物质生产这一复杂的现象和过程进行概念化、数字化、系统化,了解一个系统的现状,评价其优劣,模拟预测森林生产力的分布、变化规律和未来发展。

(4)光合生产力研究:森林生产量是绿色植物光合作用的产物,要揭示森林物质生产过程

的生理机制,必须重视光合生产力研究。光合生产力研究要广泛采用先进的自动化技术和计算机技术,开展多层次(个体、种群、群落和生态系统)的光合生产力研究,改善林分结构,提高森林的光能利用率和转化率,以获得最大的森林生产力。

(5)干扰生产力生态学:干扰普遍存在于森林的物质生产过程,研究各种自然干扰(火灾、冰雹、洪水、干旱、飓风、病害、虫灾等)和人类活动(采伐、火烧、大气污染、土壤酸化等)对森林物质生产过程的影响机制,为受干扰森林生态系统的生产力恢复、管理和提高提供科学依据。

(6)营养生产力研究:森林生产力的高低在很大程度上受到植物营养的制约,地力退化和生产力下降大都与营养管理紧密相关。运用物质循环的理论和方法,研究不同营养条件下森林的生长效应、生理效应、生物量积累、养分动态、养分积累和养分分布规律,根据养分平衡原理进行营养诊断,建立一整套森林营养诊断和科学配方施肥理论与技术体系,为森林生产力的提高提供科学理论和应用技术。

(7)森林生产力与全球气候变化研究:研究森林物质生产对全球变化特别是大气成分和气候的调节机制,以便更深入了解气候变化对森林生态系统生产力和人类等方面的影响,寻找更准确的方法计算气候变化带来的风险。

参考文献

- 鲍显诚等. 1984. 栓皮栎林的生物量. 植物生态学与地植物学丛刊, 8(4): 313~320
- 陈北光等. 1995. 两种桉树人工林地上部分生物量和生产力. 见: 曾天勋主著. 雷州短轮伐期桉树生态系统研究. 北京: 中国林业出版社, 58~65
- 陈炳浩等. 1990. 沙地红皮云杉森林生物量和生产力的初步研究. 林业科学, 16(4): 1~14
- 陈楚莹等. 1993. 杉木火力楠混交林的研究. 见: 王宏志主编. 中国南方混交林研究. 北京: 中国林业出版社, 127~138
- 陈存根. 1984. 秦岭华山松林生产力的研究, 华山松林乔木层的生物产量. 西北林学院学报, 5(1): 1~18
- 陈大珂等. 1982. 天然次生林四个类型的结构、功能及演替. 东北林学院学报, (2): 1~19
- 陈国南. 1987. 用迈阿密模型测算我国生物生产量的尝试. 自然资源学报, 2(3): 270~278
- 陈际伸等. 1993. 杉木黄山松混交林的调查研究. 见: 王宏志主编. 中国南方混交林研究. 北京: 中国林业出版社, 139~146
- 陈灵芝等. 1984. 北京西山人工油松林群落学特征及生物量研究. 植物生态学与地植物学丛刊, 8(3): 173~181
- 陈灵芝等. 1986. 北京山区的侧柏林及其生物量研究. 植物生态学与地植物学学报, 10(1): 17~25
- 陈启常. 1992. 青冈林生产力研究. 杭州: 杭州大学出版社
- 陈章和等. 1996. 南亚热带常绿阔叶林的生产力. 广州: 广东高等教育出版社
- 陈章水, 方奇. 1988. 新疆杨元素含量与生物量研究. 林业科学研究, (5): 35~40
- 邓士坚等. 1988. 杉木老龄人工林生物产量和营养元素含量的分布. 生态学杂志, 7(1): 10~13
- 东北林学院主编. 1981. 森林生态学. 北京: 中国林业出版社, 160~167
- 杜国坚等. 1987. 浙江西北部次生常绿阔叶林主要群落类型地上部分生物量的测定和分析. 浙江林业科技, 7(5): 5~12
- 方海波等. 1999. 间伐后杉木人工林生态系统生物产量的动态变化. 中南林学院学报, 19(1): 16~19
- 方精云等. 1996. 我国森林植被的生物量和净生产量. 生态学报, 16: 497~508
- 冯林等. 1985. 兴安落叶松原始林三种林型生物产量的研究. 林业科学, 21(1): 86~91

- 冯宗炜等. 1980. 我国亚热带湖南桃源杉木人工林生态系统生物量的研究. 杉木人工林生态学研究论文集. 中国科学院林业土壤研究所, 173~180
- 冯宗炜等. 1984. 不同自然地带杉木林的生物生产力. 植物生态学与地植物学丛刊, 8(2): 93~100
- 高素华等. 1986. 海南岛农业气候生产力的估算. 热带气象, 2(4): 327~334
- 高智慧等. 1992. 浙北平原水杉人工林生物量的研究. 植物生态学与地植物学学报, 16(1): 64~71
- 古炎坤等. 1987. 广东西江地区杉木人工林地上部分生物量和生产力的研究. 华南农业大学学报, 8(1): 41~50
- 管东生. 1989. 流溪水库森林生态系统养分的研究. 见: 中国科学院鼎湖山森林生态系统定位研究站编. 热带亚热带森林生态系统研究(第5集). 北京: 科学出版社, 123~134
- 贺庆棠等. 1986. 中国植物的可能生产力——农业和林业的气候产量. 北京林业大学学报, (2): 84~97
- 侯光良等. 1990. 用筑后模型估算我国植物气候生产力. 自然资源学报, 5(1): 60~65
- 黄道存. 1986. 柳杉人工林生物量的测定. 西南林学院学报, (1): 22~25
- 黄全等. 1991. 黎母山热带山地雨林生物量研究. 植物生态学与地植物学学报, 15(3): 197~206
- 惠刚盈等. 1988. 杉木造林密度试验研究 I——密度对幼林生物量的影响. 林业科学研究, 1(4): 413~416
- 惠刚盈等. 1989. 江西大岗山丘陵区杉木人工林生产力的研究. 林业科学, (6): 566~569
- 江洪. 1986a. 云杉天然林分生物量和生产力的研究. 四川林业科技, 7(5): 5~13
- 江洪. 1986b. 紫果云杉天然中龄林分生物量和生产力的研究. 植物生态学与地植物学学报, 10(2): 146~152
- 姜志林等. 1992. 火炬松人工林生物量的研究. 见: 姜志林等主编. 下蜀森林生态系统定位研究论文集. 北京: 中国林业出版社, 10~15
- 焦树仁. 1985. 辽宁章古台樟子松人工林的生物量与营养元素分布的初步研究. 植物生态学与地植物学丛刊, 9(4): 257~265
- 孔秀荣等. 1983. 杉木人工林乔木层的生物量和生产力的研究. 广西农学院学报, (2): 29~40
- 黎向东等. 1984. 不同立地火力楠人工林的生物量和营养元素分配的初步研究. 广西农学院学报, (2): 88~100
- 李飞. 1984. 红松阔叶及次生杨桦林的生物生产力研究. 生态学杂志, (2): 8~12
- 李文华. 1982. 西藏暗针叶林概论. 自然资源, (2): 1~16
- 李文华等. 1981. 长白山主要生态系统生物量和产量的研究. 见: 中国科学院长白山森林生态系统定位研究站编. 森林生态系统研究. 34~50
- 李相敢. 1987. 崂山麻栎林种群特征及生物量测定. 植物生态学与地植物学学报, 11(1): 21~31
- 李意德等. 1992. 尖峰岭热带山地雨林生物量的初步研究. 植物生态学与地植物学学报, 16(4): 293~299
- 梁宏温等. 1995. 广西林朵林场杉木大径材林分生物生产力的研究. 广西科学, 2(4): 54~58
- 廖宝文等. 1991. 木榄林生物量和生产力的研究. 林业科学研究, 4(1): 22~29
- 林鹏等. 1985. 九江口红树林研究 I——秋茄群落的生物量和生产力. 厦门大学学报(自然版), 4(4): 508~514
- 林卫江. 1991. 田林老山中山杉木人工林生产力及营养元素循环的研究. 广西农学院学报, (4): 27~39
- 刘世荣等. 1998. 中国森林生产力对气候变化响应的预测研究. 生态学报, 18: 478~483
- 刘世荣等. 1991. 落叶松人工林生态系统净初级生产力的格局与过程. 见: 周晓峰主编. 森林生态系统定位研究(第1集). 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 419~427
- 刘世荣等. 1994. 气候变化对中国森林生产力的影响 II——中国森林第一性生产力的模拟. 林业科学研究, 7(4): 425~430
- 卢琦等. 1990. 栲树林生物生产力模型. 广西农学院学报, 9(3): 55~64
- 罗菊春. 1984. 北京百花山白桦次生林的结构与生产力. 北京林学院学报, (4): 8~19