

森林生态

Forest Ecology

研究与应用

Research and Application

管中天 著



四川出版集团·四川科学技术出版社

森林生态 Forest Ecology 研究与应用 Research and Application

管中天 著

Guan Zhong-tian



四川出版集团·四川科学技术出版社

Sichuan Publishing Group·Sichuan Publishing House of Science and Technology

图书在版编目(CIP)数据

森林生态研究与应用/管中天著. - 成都:四川科学技术出版社,2005.5

ISBN 7-5364-5718-9

I. 森... II. 管... III. 森林-生态系统-研究
IV. S718.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 030070 号

森林生态研究与应用

著 者 管中天
责任编辑 张 蓉
封面设计 云 岩
责任出版 周红君
出版发行 四川出版集团·四川科学技术出版社
成都盐道街3号 邮政编码 610012
成品尺寸 260mm×185mm
印张 55 字数 1300 千 插页 4
印 刷 四川新华印刷厂
版 次 2005 年 5 月成都第一版
印 次 2005 年 5 月成都第一次印刷
定 价 98.00 元
ISBN 7-5364-5718-9/S·889

■ 版权所有·翻印必究 ■

■ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

■ 如需购本书,请与本社邮购组联系。

地址/成都盐道街3号

邮政编码/610012

序 一

管中天先生是我国知名植物学家与林业生态专家,他长期深入中国西南林区调查研究,著作甚丰。我曾阅读或评审过他的著作,这些著述多有较高学术水平,在国内外有较大影响。

我国横断山区是世界裸子植物最丰富的地区,他所著《四川植物志》第二卷(裸子植物)与《四川松杉植物地理》对这一地区有深入的研究,对若干重大学术理论问题有颇多创见,这两部著作也受到国外学者的重视。由著名植物学家英国皇家植物园 Christopher N. Page 教授和牛津大学 Aljos Farjon 教授共同推荐,他被聘为世界自然保护联盟(IUCN)物种保护委员会(SSC)针叶树专家组成员,他是首届(1990-1994)成员中唯一的中国专家。

苏铁类是现存最古老的裸子植物,他较早就对这类植物有深入的研究,并认识到保护植物学的重要性,在《云南植物研究》(1985)上发表了金沙江河谷攀枝花苏铁群落研究,引起国内外学者的重视与兴趣,随后他又对该地区的化石、古植物群与地史进行了研究,得出本地起源的结论。第四届世界苏铁学术会议在四川攀枝花市召开时,他又在会上提交了由他主编的《中国苏铁植物》(1996),这是我国第一部关于苏铁植物的专著,受到与会者的重视与称赞,为我国学者赢得了荣誉。国外学术刊物还为此发表过专题书评。

我在审阅《四川森林》书稿时,注意到他写的部分文稿涉及较多群落学内容,曾建议他另文发表,现在我很高兴见到已编入他的专集,如《小凉山常绿阔叶林研究》等论文,内容丰富,研究深入,值得一读。

以上是我所知他的部分著作,知其底蕴深厚,厚积而薄发。现在又见到他的专集,洋洋百余万字,除森林植物多样性、森林植被和生态建设三个部分外,还有青藏高原区森林与针叶树的专著,更知其学识渊博,又能深入实际,多学科交融,故多有真知灼见。这是作者勤奋好学,至老不倦,刻苦钻研的丰富成果。他的专集出版,不仅对林学而且对植物学也有重要贡献,对林业生态建设更有实用价值,我为此甚感欣慰和赞赏。

欣然命笔,志其二三事代序。



中国科学院资深院士

2003年11月11日

序 二

上个世纪末叶,我国生态学理论应用于林业建设的伟大实践,是对人类社会可持续发展的成功探索,显示出生态学走出科学殿堂后强大的生命活力。生态学越来越广泛而有效地应用于社会经济多个领域,被喻为“科学与社会的桥梁”。这部即将出版的著作,是作者管中天先生用毕生的勤劳与智慧,将生态学与林学在科学实践中有机结合的丰硕成果。

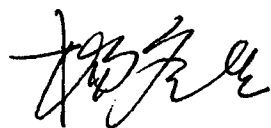
作者是一位优秀的林业工作者,也是一位造诣深厚的生态专家,早期师从著名植物生态学家曲仲湘先生,在长期的研究与实践工作中,以其丰富的专业知识,执著地参与推动我国尤其是四川的传统林业向现代林业的变革。自20世纪50年代以来,作者亲历了川西原始林区开发前后的调查研究、长江上游防护林研究以及其他林业科研项目,应用生态学原理做了大量实际工作,取得显著成效,其科学上的卓越成就令后辈不胜钦佩。他从实际出发,在科学的征途上走出了一条坚实的路。当前社会呼唤贴近实际,作者堪称典范。

本书是一部有特色的科学专著,是不同于来自“象牙之塔”的务实之作。既论生态,又重经营;既论森林,又见树木;既有理论创新,又有应用基础,体现出作者广阔的研究领域,科学系统的思维方法和面向生产实际的责任感。此书具有不同时代的特征,而作为自然科学与对自然规律的认识,本身就是一个知识积累与不断探索的过程。从历史的轨迹来看,作者历来所持理念与当前可持续发展思想是一致的,研究成果对当前林业生态建设仍不失借鉴作用,这反映出一位生态学家的卓识远见。经历了时间与实践的检验,其研究结果表现出的长足生命力,也是遵循自然规律的必然结果,更是可贵。我认为这部著作不论在科学研究上、历史考证上和实际应用上都有不可或缺的参考价值,这正是当代林业工作者继往开来、开拓创新所需要的。感谢作者奋斗一生,至老仍不惜呕心沥血,为我们留下科学的财富。

纵观当代世界林业发展理论,回归自然是时代大潮。德国的近自然林经营理论、法国的人工林天然化理论和美国的新林业经营理论等,都是在研究天然林的基础上提出的,以森林最佳生态平衡作为理想的经营模式。我国是以

天然林为主的林业大国,尤其是西南高山林区天然林的多样性和独特性,是其他国家不可比拟的,是研究天然林的关键地区。中天先生得天独厚,在长期不断探索过程中,为当代林业理论的创新做出了贡献。

管中天先生是我国有突出贡献的林业专家,长期拼搏在茫茫林海,更为四川林业作出过重大贡献。值此书付梓之际,先生已满头华发,仍壮心不已。我有幸先读佳著,先此受益,记感言为序。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '杨兴' (Yang Xing), written in a cursive style.

四川省林业厅厅长、教授

2004年11月1日

编者记

本书编入管中天先生历年来有关森林生态研究的论著,这是作者数十年积累的理论归纳与实践总结,是十分珍贵的知识财富。

本书编入论文共 52 篇,其中 31 篇是首次发表,森林类型与树木部分则是在原有研究的基础上拓展而成的。全书除概论外按内容分为 5 个部分。

第一、第二部分是理论基础研究,包括森林植物多样性与森林植被,是关于物种与群落的自然特征、特性及其与环境相关性的研究,论述了各自形成的理论与分布规律及其在实际中的应用;第三部分防护林建设,是关于长江上游多功能防护林营造技术的研究,报导了关键技术的研制原理与方法及其基础研究的系列成果;第四、第五部分是应用基础研究,包括青藏高原区的森林与针叶树,因为这一地区是一个完整的、独特的地理区域,前者着重林业经营的主要森林类型,针叶树部分除该区外还涵盖了川、滇、藏、青、陇 5 省区和重庆市,便于实际应用。因书中文稿、图件均成于不同时期,凡涉及四川地境均沿用原行政区划。

本书可供林业工作者在规划设计、森林经营、生态建设、自然保护与林木培育引种等工作中参考,也可供植物学、生态学与地理学等工作者在科研与教学中参考。

本书编辑工作得到四川省林业厅与四川省林业调查规划院的大力支持,有关单位与专家们也给了热情的帮助和鼓励,特别是四川大学唐亚教授在百忙中校订了部分文稿,张炎周工程师通校全稿,使编辑工作能顺利完成,均此致谢。

管中天先生求真务实,治学严谨,我们在先生的指导下工作多年,他言传身教,诲人不倦,我们受益匪浅。编辑本书是希望能将先生毕生著述较系统地整理出来,以体现他的学术思想与研究成果,以供林业科学研究与生态建设参考应用。由于编辑书稿经验不足,不妥与疏漏之处难免,敬请读者指正。

编辑组^①

^① 周立江、骆建国、刘波、蔡凡隆、潘发明、徐刚、张立恭、许金华

目 录

概 论	1
第一部分 森林植物多样性	24
四川松杉类植物多样性及其分化、分布与起源	25
论四川地貌、气候与松杉植物分布的相关性	40
论青藏高原东坡松杉植物垂直分布与成因	46
四川冷杉林、云杉林垂直分布与水热条件的相关性分析	53
四川森林植物多样性与林业建设的关系	63
四川及其以东亚热带地区植物引种条件分析	69
中国苏铁植物分类与生物多样性研究	75
中国苏铁植物生态学多样性与环境及其演化途径	84
金沙江河谷苏铁植物群落与古今植物区系比较兼论起源	92
中国苏铁植物的发生、发展与现状及其保护意见	119
论第四纪冰期气候对中国森林植物的影响	133
中国西南部森林的演变与起源	139
第二部分 森林植被	151
中国暗针叶林的基本特征	152
川西亚高山岷江冷杉(<i>Abies faxoniana</i>)林群落研究	156
横断山区麦吊云杉(<i>Picea brachytyla</i>)类针阔混交林研究	172
油麦吊云杉(<i>Picea brachytyla</i> var. <i>camplanata</i>)的保护意义与发展潜力	178
峨眉冷杉(<i>Abies fabri</i>)天然群落特点与人工林合理经营	183
垂枝香柏(<i>Sabina pingii</i>)林林学特性及其保护利用意见	206
台湾地区红桧(<i>Chamaecyparis formosensis</i>)林及其保护与引种概况	212
金佛山银杉(<i>Cathaya argyrophylla</i>)混交林群落研究	216
小凉山山地常绿阔叶林群落研究	225
四川灌木林研究	256
大小金川植被基本特征兼论区系起源	279
大小金川森林类型与演替	292
大雪山西坡的森林植被	301
川西森林植被的基本特点及其分区与分类	321
川西林区生态环境评价与经营方向的探讨	336
金沙江白玉林区森林资源评价与合理经营	341



评演替顶极学说与林业实践·····	348
巴西林业发展概况与思考·····	354
论生态旅游及其资源开发·····	358
黄龙生态旅游纪实·····	361
建国前中外学者在四川考察森林植物简史注释·····	364
第三部分 防护林建设 ·····	374
关于建立长江防护林生态经济体系的思考·····	375
长江上游多功能防护林营造技术研究概要·····	382
多功能防护林林地分类与评价的基本原理·····	392
多功能防护林林地分类与评价的方法·····	399
四川盆地岩石-土壤-植被生态体系与防护林建设·····	414
四川盆地地貌条件与防护林建设·····	421
四川东部林地土壤抗蚀性与抗冲性分析及其评价研究·····	429
四川东部林地土壤渗透性能分析及其评价研究·····	441
四川东部林地土壤贮水功能分析及其评价研究·····	451
四川东部天然混交林典型林分结构分析·····	457
川中地区不同森林植被类型的水文效应观测及其评价·····	464
四川东部林地生态分区图研究·····	470
旺苍县多功能防护林林地类型图研究·····	485
金沙江干热河谷恢复植被的主要途径·····	495
四川干热河谷生态治理回顾与展望·····	499
第四部分 青藏高原区的森林 ·····	504
青藏高原区森林的基础地位·····	505
青藏高原区森林可持续经营·····	512
青藏高原区森林生态服务功能·····	516
青藏高原区森林的自然分类·····	521
云杉林的研究·····	525
冷杉林的研究·····	544
铁杉林的研究·····	568
松林的研究·····	573
落叶松林的研究·····	589
圆柏林的研究·····	606
柏木林的研究·····	621
山杨林的研究·····	625
桦木林的研究·····	633
高山栎类林的研究·····	650

第五部分 青藏高原区的针叶树(含四川、云南、西藏、青海、甘肃及重庆市)	661
树种目录	662
针叶树概述	667
松科(Pinaceae)	668
杉科(Taxodiaceae)	773
柏科(Cupressaceae)	790
罗汉松科(Podocarpaceae)	832
三尖杉科(Cephalotaxaceae)	844
红豆杉科(Taxaceae)	853

概 论

森林是植物发展到高级阶段的木本群落,具有丰富的生物多样性与强大的生态功能,是维护生态安全的主体。森林又是可更新的生物资源,可以持续地为人类社会提供生产、生活物质条件,森林秉性可以为经济社会持续发展作出贡献。所以,森林生态问题,历来和人类的生存与发展密切相关。

森林是经历漫长的地史时期形成的,森林是人类的摇篮。人类出现虽然只有约 200 万年的历史,但是自从人类走出森林后,其生活就对森林产生影响,随着人类的进化和社会的发展以及人口的不断增长,尤其近百年来工业化进程加快,森林面积不断缩小,森林的大量消失带来的生态环境问题,严重威胁人类社会的生存与发展。

上世纪后期是人类对环境认识觉醒的时代,以 1992 年 6 月召开的联合国环境与发展大会为标志,其包括中国在内的世界 150 多个国家共同签署了《里约环境与发展宣言》、《21 世纪议程》、《关于森林问题的原则声明》、《气候变化框架公约》和《生物多样性公约》等 5 个重要国际性公约。此后,又于 2002 年在联合国可持续发展世界首脑会议上,达成了《执行计划》和《政治宣言》。这些都作为绿色经典而载入史册。倡导走可持续发展道路,人与自然和谐相处,已成为时代的主旋律。中国站在新世纪的时代前沿,积极参与国际环境合作,富有创造性地走上了可持续发展道路,取得了举世瞩目的成就。

进入 21 世纪人们更加关心森林生态问题,将森林的重要性提到更高层次来认识,“绿色 GDP”^①的概念^[1],作为经济社会发展的重要评价指标,一经提出即引起广泛反响,这是因为实现人与自然和谐相处,必须统筹兼顾,走协调持续发展的道路,别无选择。

新的认识对森林的作用有了客观的评价,森林作为陆地生态系统的主体,承担着太阳能转换的主要任务,成为地球生命系统的能量库,被称为“碳储库”,森林是调节生物圈、大气圈、地圈动态平衡的支柱,具有防止水土流失、改良土壤、涵养水源、净化水质、防风固沙、调节气候、美化环境,以及保护生物多样等多种功能,为第一、第二、第三产业建设提供生态绿色屏障,对维护国土安全、环境安全与生物安全起着决定性作用,森林生态的重要意义已得到当今国际社会的普遍共识。

经济社会可持续发展的大趋势迫切需要我国林业有一个大转变,林业不仅需要满足社会对木材等林产品的需求,更要满足改善生态状况、保障国土生态安全的需要,生态需求已成为社会对林业的第一需求。我国在贯彻可持续发展战略中,“赋予林业以重要地位,在生态建设中,赋予林业以首要地位,在西部大开发中,赋予林业以基础地位。”这充分体现了我国在走可持续发展道路中赋予林业的重大历史使命和重大任务。

① 即绿色国内生产总值,泛指在一国或地区的经济领土范围内,由所有常驻机构单位在一定时期生产的、考虑了资源与环境因素之后的最终成果——引自参考文献[1]。



确立以生态建设为主的林业可持续发展道路,建立以森林植被为主体的国土安全体系,建设山川秀美的生态文明社会,是中国林业建设新时期的总体战略方针,这是对中国传统林业的历史性变革。温家宝总理在《中国可持续发展林业战略研究》一书的序言中指出^[2]:“林业建设是一项‘生物工程’、‘生命工程’,林木生长发育和森林生态群落演化都有其固有的规律,进行林业建设,要遵循两个基本的自然科学规律。一是生态适应性规律,即在一定的生态环境条件下,有着特定的生物种类与数量,而各种生物又都需要有其特定的适宜生存的环境,我们的任务就是促使生物与环境的和谐统一。二是地域分布规律,地球上不同空间的自然、经济、人文、社会等方面环境是有差别的,因而生物的分布与适应性也是不同的”。同时,他又从我国森林资源总量严重不足,森林生态系统的整体功能非常脆弱的实际情况出发,指出“有限的森林资源总量和不断恶化的生态环境越来越难以支撑高速增长的经济”,要求林业科技工作者通过深入科学研究,理论概括和实践总结,揭示出一些带全局性、根本性和关键性的科学规律,为林业发展和生态建设提供科学依据。本书的编写目的期望能为此提供参考。

现将本书各部分研究要点概述如下。

1 森林植物多样性

联合国环境发展大会的重要成果之一,就是1992年5月在内罗毕通过的《生物多样性公约》,公约的核心内容就是要求缔约国采取一切可能的措施遏制日益严峻的生物多样性状况,保护生物多样性,中国是签约国之一。中国在国际上率先履行承诺,采取一系列重要措施,加强生物多样性保护。根据《中国可持续发展林业战略研究(2003)》统计,中国生物多样性与自然保护区(按世界保护联盟(IUCN)划分的管理I—V保护区)数量为407个,面积5984万公顷,占国土面积的6.2%,另有生物圈保护区面积264.5万公顷。中国国家级自然保护区截至2001年底已达171个,占国土面积的14.44%。实践表明,自然保护区对保护生物多样性有着重要意义,拯救了濒危物种,保护了典型的生态系统,生物多样性及其生态环境都得到有效的保护。例如我国从南到北一些典型的森林生态系统以及珍稀动植物的分布区都建立了保护区,林业系统建立自然保护区909处,其中国家级155处,占国土面积的10.63%^①,林业承担起生物多样性保护的主要任务。

森林多样性是生物多样性重要组成部分,是陆地生物多样性的主要支柱,许多动植物与微生物都是依赖森林生存与发育的,森林的消失就意味着众多生物资源的丧失,还会带来一系列的严重后果,如病虫害滋生、鼠害猖獗、水土流失、地力衰退、生产力下降以及其他生物资源、景观资源和人文景观的变化。

1.1 生物多样性的概念与形成理论

1.1.1 生物多样性的概念 学者认为,生物多样性是指一切生物及其与环境形成的生态复合体,以及与此相关联的各种生态过程的多样性的总体^[3],也就是说生物多样性包括所有植物、动物、微生物以及所有的生态系统及其生态过程^[4]。

^① 中国自然保护区网,2004,03-27。

生物多样性是生命现象,属于生命系统的范畴,学者认为^[5]生物多样性一词有3个方面的含义,即生物学的、生态学的、地理学的,如生命的多样性^[21]、分类学多样性^[6]和生物多样性^[22];生态学多样性主要是指群落、生态系统甚至景观在组成、结构、功能及动态与生境等方面的特征及其生态过程的差异^[5]。生物地理多样性主要是指不同分类群或其组合的分布特征或差异,当然也包括有关的生态过程及其生境的差异性,如植物区系多样性^[23]等。

如上所述,生物多样性是一个内涵十分广泛的概念,包括不同生物学科及多个层次或水平。根据联合国环境与发展大会报告,生物多样性可在三个概念层次进行讨论,即基因、物种和生态系统多样性,后来增加了景观多样性,共分为4个层次^{[3][5][25]}。

遗传多样性是指种内基因的变化,是物种以上各层次的多样性的重要来源。

物种多样性是指一个地区内物种的多样性,主要是从分类学、系统学和生物地理学角度对一定区域内物种的状况进行研究,如物种的濒危状况、灭绝速率及其原因,如生物区系的特征特性及其形成与演化过程,从而探索如何采取科学措施对物种进行有效保护与持续利用等。

生态系统多样性是指生物群落和生态过程及其生境的差异,主要是指群落的组成、结构和动态(包括演替与波动)方面的内容。

景观多样性由 Noss R. F. 于 1983 年提出^[25],是指一个大尺度的宏观系统,由相互作用的景观要素组成,具有高度空间异质性的区域^[10]。或指不同生态系统构成的空间单元,而不同于地理学上的景观概念^[3]。

生物多样性尽管从概念上划分为不同层次,但各层次之间都是紧密联系,不可分割的。如群落生态学试图揭示物种在群落功能方面的作用,而忽视对遗传变异的研究;而生态系统学则更注重对生态功能的研究,而忽视对物种多样性的研究^[5]。最近有学者提出生物多样性是群落学的概念,而生态系统是一个功能单位(不是分类单位),研究能量流动、物质循环与信息传递三大功能,两者不能混用^[8]。关于生物群落多样性的研究已有较长的历史,自 1943 年 Fisher^[24] 提出用物种多样性概念来研究群落的多样性以来,已作了大量研究工作,发表了不少著述。生态系统一词则是植物生态学家 Tansley^[26] 于 1953 年提出来的,他是在 Clements, F. E. (1916)^[31] 和他的《实用植物生态学》^[32] (1923) 研究的基础上的形成的概念。两者概念近似但各有偏重,把生物多样性作为生命系统特性来研究,归于群落学的概念更为自然。但近期有学者认为^[9],可以预测以物种共存理论为基础的生物多样性—生态系统功能关系的研究将使群落生态学和生态系统生态学真正地融为一体。

值得注意的是生物地理学家在宏观研究方面早已关注这一领域,运用已有的知识作了大量研究工作^{[27][28][29]},而物种分布区的研究备受重视,成为生物多样性科学的一个基本概念与研究对象。学者在研究生物多样性时也论及到不同空间尺度上的物种多样性,最初是针对局部,而忽视区域,研究结果表明^[30]在更大的空间尺度上,物种多样性的功能意义可能更重要,应该有更多的研究工作来评价不同空间尺度上的物种多样性^[9]。目前的研究表明,物种分布区的研究与保护生物多样性关系密切,认为近 10 年来,分布区已成为宏观生态学的一个重要概念。分布区不仅与物种绝灭、生态入侵、生态位幅度密度有关,而且还与种群密度以及物种多样性的纬度梯度有关,强调如何从理论上解释地理分布与地方种群的关系,以及物种多样性的纬度梯度的关系,都是目前生物地理学对生物多样性研究的焦点^[10],当然也应该包括经度梯度与垂直梯度,更应该考虑时间上的历史形成与演化过程。不论那



个层面的多样性现状,都是在一定的时间与空间形成的产物,从漫长的生命历史长河来看,生物多样性的演变与更替过程都与重大地史事件有关。白垩纪晚期与第四纪是生物界发生重要变化的时期,尤其是第四纪冰期对现代生物多样性形成的影响至关重要。

1.1.2 生物多样性形成理论 生物多样性形成理论的讨论已引起学术界的关注,如“区系起源论”、“历史地理论”、“经度纬度论”、“环境资源论”、“生态平衡论”、“中间水平论”等等。学者指出^[3],“我国幅员广阔,动植物区系复杂,历史悠久,环境资源的高度异质性,包括青藏高原隆起的地史变迁与冰期变迁的历史大进程、大事件,与地球其他地区相比,我国都有极其丰富的研究内容,完全可以对国际生物多样性形成理论作出贡献”。

我国是一个生物多样性大国,已知的哺乳动物种数约占世界哺乳动物种数的12.5%,鸟类占13.1%,鱼类占12.1%,藻类占16.3%,苔藓类占13.3%,蕨类占26%,裸子植物占37.8%,被子植物占11.4%,我们应当珍惜和重视这一天赋优势。学者认为^[3]一个生物多样性贫乏的国家,可能成为微观生物科学的一流国家,但它永远不可能以生物多样性为优势在生物科学领域作出的巨大成就和对人类作出巨大贡献。

青藏高原区东南部及邻近山区是研究中国生物多样性的关键地区,对研究中国生物多样性形成理论有重要意义分述如下。

(1) 我国西南山区是北半球物种主要保存中心 地史研究表明,以从未被古地中海淹没的康滇古陆为核心,包括邻近的秦岭古陆,是植物界重要起源地之一。海水退却与高原隆起以及第四纪冰期气候变化导致大部分第三纪古老植物消失,但新的特殊的地理环境,有利于物种的保存。在横断山脉地区,其北有横亘东西的昆仑山脉——秦岭山脉等巨大屏障阻挡西风带寒流,而并列的巨大河谷又为植物迁移提供通道,部分古老物种得以保存下来,如阔叶树中的珙桐、连香树、领春木、喜树,针叶树中的水杉、柳杉、杉木、水松、银杉、金钱松等著名孑遗树种。又如全球松杉植物中18个单种属中的6个属都集中在川东地区,该区是全球针叶树的残遗中心(1982)^①。金沙江河谷大面积野生苏铁林的出现表明,苏铁类植物在植物演化史上从来没有退出这一地区,中国植物发展史应该从这里写起(1983、1986、1995、1996)。

(2) 中国西南山区是北半球物种的主要分化中心 本区生物多样性与地处亚洲板块、印度板块和太平洋洋壳挤压的交汇带有关,主要表现在第四纪急骤抬升过程中导致生物界在经历时空的急剧变化,冰期气候的迭变与“三维”地带的形成赋予植物的影响不仅是纯粹的迁移,更重要的是激发新的种类形成与新的群落组建。在以温度变化为特征的纬度地带性、以湿度变化为特征的经度地带性,以及两者叠加的垂直地带性的作用下,本区不同尺度的地理景观都发生高度异质性变化,第四纪寒冷气候是促使物种演化的动力,导致物种分化强烈,在不同历史条件与地理生态条件下近缘种、替代种等应运而生,因此植物类群表现出科、属少而种系多的年轻区系特征。

(3) 中国西南山区是北半球植物种的主要传播中心 青藏高原的隆起是生物史上的一个重大的事件,由于改变和加强了东亚季风环流形势,使中国长江中下游本应与北非和阿拉伯地区相似的极端干旱气候变得雨量充沛,发育为世界面积最大的常绿阔叶林带。另一方面高原抬升加强了其以北地区的干旱,使之融入我国另一地理单元西北干旱地区,并加深了

① 除1982指《四川松杉植物地理》外,余均指著者论文发表或写作时期(下同)。

以远而至北极植物区系的联系,因而形成了第四纪冰后期的北半球植物传播中心。

中国西南山区生物多样性的形成理论已备受重视,需要多学科的配合深入研究,相信随着今后研究的深入,一定将取得重大成果。

(4) 中国是世界针叶林多样性最丰富的地区 我国森林多样性丰富,从热带至寒带的森林类型齐全,组成树种多样,其中又以针叶林、针叶树而闻名于世,我们应特别重视和珍惜。根据国际自然保护联盟(IUCN)针叶树专家组提出的《全球针叶树多样性与威胁的评估》^[31],全球共划分为13个针叶树主要分布区,中国地区(Sin)^①以拥有30个属而位居首位,占全部属数的53%,同样,中国地区又以拥有占世界针叶树特有属(endemic conifer genera)的25%而居首位。这些具体数据表明,中国地区远较世界其他地区具有更丰富的针叶树多样性。中国地区的针叶树以我国西南地区最为集中,其中四川及重庆市不论属、种数都居首位,堪称“针叶树王国”,这在下文将有论述。

1.2 本部分研究内容

本部分编入12篇论文,按研究对象可分为3类:①松杉类植物多样性与分布;②苏铁类植物多样性与分布;③综述森林植物演化与起源。松杉植物是研究区域组成森林的主要物种类群,是区域生物多样性的关键物种;苏铁类则是最古老的种子植物,是生物多样性重点保护的物种,并对研究生物多样性形成理论有重要价值;综述类研究了地史时期重大历史事件(第四纪冰期)对我国植物多样性分布格局的影响,以及西南地区各类森林的演化与起源。这三类研究都涉及到对我国生物多样性形成理论的探索,为结合实际,还讨论了有关在林业建设中的应用问题。现将各部分研究要点概述如下。

1.2.1 松杉类植物

(1) 内容概述 松杉类植物通称为针叶树,有关此类研究论文共有6篇。

首先论述了四川(含现重庆市,下同)松杉植物多样性及其分化、分布与起源,进而论述森林分布与地貌、气候的相关性;研究了川西的青藏高原东坡松杉植物垂直分布的成因,并与北半球纬度分布作比较;还研究了云冷杉林垂直分布与水、热条件的相关性。为了与应用相结合,在此理论研究的基础上提出了《四川森林植物多样性与林业建设的关系》与《四川及其以东亚热带地区植物引种条件分析》二文。

(2) 主要论点

- 四川松杉类植物基本特征为:一多(类群)、二中心(残遗与变异)、三替代(垂直的、水平的、生态的)(1981,1982)。这一论点可用于对青藏高原包括横断山区植物多样性形成的解释。

- 四川省松杉类植物属、种之多居全国之首,也是世界上松杉植物最丰富的地区之一,堪称松杉类植物王国或称“针叶树王国”(1981,1982)。

- 四川东部属多(18)而种少(29),西部属少(13)而种多(59),这是四川松杉植物属种分布的基本格局;残遗中心与变异中心并存,古老类型与进化类型兼备是松杉植物的基本特征(1981,1982)。

① 含喜马拉雅及邻近部分地区。



• 将松杉植物分布区划分为三个类型,即:具有残遗分布区的属(银杉属、金钱松属、水杉属、水松属、福建柏属都是单种属,还有少种属崖柏属);具间断分布区的属(油杉属、柳杉属、杉木属、侧柏属);具连续分布区的属(松属、冷杉属、云杉属、落叶松属、圆柏属等)。分布区特征可以反映出物种的生存状况、发展趋势及其保护评估(1981,1982)。

• 川东地区是我国也是全世界松杉植物的残遗中心区,拥有全球 18 个单种属中的 6 个属,居世界各区首位(1981)。

横断山区是一个巨大的变异(分化)中心,在这个大的中心里又依历史成因和生态地理条件的不同形成各个类群的变异中心。这些类群遵循遗传变异规律,在形态结构、生态习性、生物学特性甚至植物的群落学特性方面都发生了分化的过程,以致经常出现新的类型、新的替代种,并通常又组成新的群落。这里所看到的不仅是松杉类植物生长发育上的欣欣向荣和变异上的千姿百态,更重要的是演化链条上的各个环节,并非传统所认为的裸子植物发展已日渐式微(1981,1982),这一论点已被多数学者所认同。

• 三江峡谷区(怒江、澜沧江、金沙江)是冷杉属变异(分化)中心区,这一地区宽不到 100km,拥有 9 个种。与此相对照,在大洋彼岸同纬度的墨西哥地区也有一个冷杉属分化中心(19 种)(1981)。

• 康定地区(康定至茂汶)是云杉属变异(分化)中心区,这一地区直线距离不到 200km,拥有 11 种云杉(1981)。

• 松潘地区是圆柏属的变异(分化)中心区,这一地区拥有全国 10 个种中的 8 个种(1981)。

• 植物的现代分布是在一定历史的与地理的条件下形成的结果;植物的残遗中心是古老植物在历史条件下迁移与保存的汇合;植物的变异(分化)中心是植物在进化上的环节;植物的替代现象则是植物分化过程中在空间的展现;植物形态的差异是植物对环境适应性的表征(1982)。

• 四川东部地区长期而稳定的温和气候和潮湿生境,导致植物保守性大于变异性,不易产生新的类型,因而缺乏杂交的可能性,故种系发育迟缓,有的濒于灭绝。西部地区则由于地壳不断抬升和多次的冰川进退,气候变迁频繁,因而植物易于分化,杂交现象亦普遍,故植物不断发展创新(1981,1982)。

• 种的替代分布是指同一始生种由于地理的、生态的或历史的原因,分化为不同的近缘种,亦即植物的替代种。替代现象主要有地理的(水平的)替代、垂直的替代和生态的替代,但以前者为常见(1981)。

• 古老而残遗植物分布地区植物的替代现象较少发生,主要见于属间替代,反映其分化较早,形态差异较大,但其生境彼此多有相似,这应该主要归于历史成因;年轻而变异植物分布地区替代现象普遍,多见于种或变种间的替代,其生境多有不同,这应该主要归于现行的生态成因。但古老的替代种其生境又多有相似,表现出仍保留遗传习性,其历史成因大于生态成因(1981,1982)。

• 古老的属多局限于特殊的生境,常形成狭窄的和孤立的分布区,多要求暖热气候,在水平分布上多限于长江以南的亚热带地区,在垂直分布上则多限于较低海拔。较进化的属则相反,具有广泛的连续分布区,能适应寒冷和干旱气候,在水平(纬向)分布上向北分布很远,在垂直分布上向上分布很高。由此可知植物的古老性多与暖热湿润气候相联系,植物的

进化性则多与寒冷和干旱气候相联系。可以认为:气候变冷是植物进化的动力,冷与干旱相结合则促进了演化的进程(1982)。

- 冷杉属(三江峡谷区)、云杉属(康定汶川地区)和圆柏属(松潘地区^①)在横断山区形成三个变异中心,自南向北依次出现,反映生态条件地理系列,也符合纬度地带性与垂直地带性规律(1981,1982)。

- 种间替代多发生于西部地区,分布区多彼此相嵌,而属间替代多发生于东部地区,分布区常间断隔离,其成因缘于两地区自然历史条件与生态条件的差异。替代种(或变种、变型)多属于年轻类型,其生境多有不同,而替代属则多属于古老类型,其生境多有相似(1981,1982)。

- 冷杉属近缘种的替代规律(1981,1982):将冷杉属分为四个种群^②。

秦岭冷杉(*A. chensiensis*)、黄果冷杉(*Abies ernestii*)、紫果冷杉(*A. recurvata*)、云南黄果冷杉(*A. ernestii* var. *salouenensis*)是一个自然的种群,自北向南依次出现,显示各个种的替代分布仍受制于地理因素。

苍山冷杉(*A. delavayi*)、川滇冷杉(*A. forrestii*)、峨眉冷杉(*A. fabri*)分布于西藏高原东南部的多雨的边缘地带,各个种在此地带的分布自南向北出现地理替代。此外浙江的百山祖冷杉(*Abies beshanzuensis*)、贵州的梵净山冷杉(*A. fanjingshanensis*)、广西的元宝山冷杉(*A. yuanbaoshanensis*)和湘桂交界处的资源冷杉(*A. ziyuanensis*)亦属于这一种群,向东形成间断的地理替代。

长苞冷杉(*A. georgei*)及其变种急尖长苞冷杉(*A. georgei* var. *smithii*)是横断山区的主要冷杉种类,多认为与川滇冷杉或苍山冷杉近缘或将后者作为它们的替代种,但生态习性更耐寒,分布偏北,垂直分布也较高,上限达海拔4500m,与鳞皮冷杉相当。这是上一种群向高寒生态的替代。

巴山冷杉(*A. fargesii*)与岷江冷杉(*A. faxoniana*)近缘,为四川省冷杉属分布最低的种类,向北则为秦岭冷杉,共同形成我国亚热带北缘的主要冷杉林。

- 云杉属近缘种的替代规律(1981,1982):云杉属植物分属于3组:鱼鳞云杉组(Sect. *Omorica*)喜温暖湿润气候,主产盆地边缘山区;丽江云杉组(Sect. *Casicta*)较耐干凉,主产西部高山;云杉组(Sect. *Picea*)耐旱喜光,局限于西北部山区。前两组形成南北向分布区,与滇、藏关系密切,后一组则种类多为甘、青所共有,与我国北部和西北部的成分相关联。

鱼鳞云杉组的麦吊云杉(*Picea brachytyla*)与油麦吊云杉(*P. brachytyla* var. *complanata*)自秦岭、巴山沿盆地西缘至滇北、藏南,前者分布区偏北而后者分布区偏南形成替代,这一种群向西还有近缘种西藏云杉(*Picea spinulosa*)以及间断出现于巴尔干半岛的著名残遗植物 *Picea omorika*,与它接近的种类亦见于欧洲及亚洲的第三纪沉积中。

云杉组有4种,即云杉(*Picea asperata*)、鳞皮云杉(*P. retroflexa*)、白皮云杉(*P. aurantiaca*)、青杆(*P. wilsonii*),但后者与大果青杆(*P. neoveitchii*)关系密切。这一组的种类都是属于中国北方的种系,其分布区的南缘是四川省的雅江、康定一带。鳞皮云杉与白皮云杉两者形态近似,是云杉向南分布的地理替代种。美国费城的栽培实验表明,其形态变异具有遗传

① 泛指川西北部。

② 指物种群(species group),不同于生态学上的种群(population),下同。