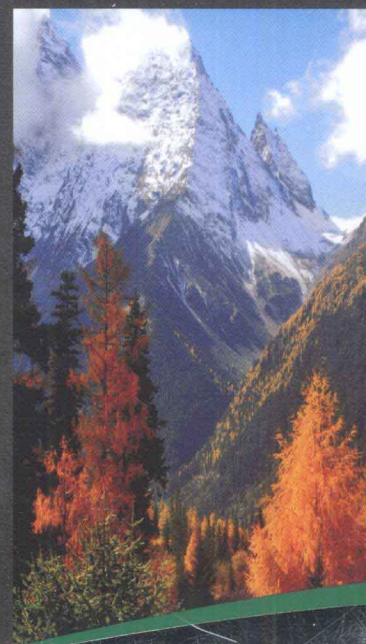


STUDY ON MONTANE FOREST ECOSYSTEMS SOUTHWEST CHINA

西南山地森林 生态系统研究

胡庭兴 等 著



科学出版社

西南山地森林 生态系统研究

胡庭兴 等 著

科学出版社

北 京

内 容 提 要

西南山地位于青藏高原东缘的华西雨屏区,充沛的降水和特殊的生境孕育了丰富生物,被誉为“重要的水塔”、“生物多样性核心区”和“全球变化的敏感区”,对其进行系统研究具有重要的理论和现实意义。本书在全面论述西南山地垂直带谱的基础上,从整体上阐明不同海拔垂直带上面临的主要问题和亟待解决的科学问题。主要对山地特殊的生境和生态系统,低山丘陵区的土壤生态过程,中山地段的群落格局,亚高山森林的动态、多效益评估和管理,山地森林对全球变化的响应等方面进行了系统研究。结果可为山地森林的持续管理提供理论基础和科学依据。

本书可供生态学、林学、恢复生态学、环境科学、可持续发展等领域的研究和管理人员及高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

西南山地森林生态系统研究 / 胡庭兴等著. —北京:
科学出版社, 2011.12
ISBN 978-7-03-032896-0

I. 西… II. ①胡… III. ①森林生态系统—研究—西南地区 IV. ① S718.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 244474 号

责任编辑: 杨 岭 冯 铂 / 封面设计: 陈思思

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码: 100717
<http://www.sciencep.com>

四川煤田地质制图印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年12月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2011年12月第一次印刷 印张: 26.75

字数: 550千字

定价: 88.00元

《西南山地森林生态系统研究》编委名单

胡庭兴 鲜骏仁 赵安玖
张远彬 龚 伟 赖家明 等 著

编 委（按姓氏笔划排列）：

万雪琴 王景燕 尹 丽 杨朝俊 李 伟 吴秀华
宋学贵 张远彬 陈 洪 赵安玖 胡红玲 胡庭兴
徐振锋 涂利华 黄从德 龚 伟 梁玉喜 赖长鸿
赖家明 鲜骏仁

序

森林是主要的陆地生态系统之一，对人类社会的发展和进步具有极其重要的意义和价值，全面认识森林生态系统的结构与功能一直是林学家和生态学家关注的焦点。特别是在全球变暖日益严重的背景下，如何将森林生态系统的健康及其保育、恢复、重建等管理工作与社会经济可持续发展有机的整合是当前几乎所有国家面临的主要难题之一。

垂直地带性是水平地带性同等重要的生态系统分布方式，因其在高差（或海拔）几千米范围内可以浓缩纬度上几千公里的景观，因此，山地生态系统的研究具有独特性与代表性。遗憾的是，在过去的研究中并未对垂直地带性予以足够的重视。

我国是一个多山国家，且位于青藏高原东坡的西南山地具有独特的完整森林生态系统垂直带谱，是我国山地森林的典型代表。然而，由于我国处于社会主义初级阶段，有限的财力和科研力量往往被配置于需要优先理解的区域和领域，迄今为止尚缺乏对这一亚热带最典型山地森林生态系统的完整研究和论述。

基于此，胡庭兴教授所带领的团队用十余年的时间，将研究区域从低山丘陵常绿阔叶林区逐步拓展到亚高山暗针叶林区。胡先生是我所认识的有较高学术造诣、踏实从事科学研究的学者之一。在过去的许多年间，他带领的团队，其研究范围几乎涉及所有的西南山地森林类型，取得了一系列很有价值的研究成果，并在新世纪第二个十年之初将这些成果从垂直带谱这一新颖的角度整理成辑。这十分必要。

我非常有幸得以先睹胡先生及其团队所著的《西南山地森林生态系统研究》。这是一本视角新颖、以原创性研究为主的专著。希望这本专著的付梓能推动我国山地森林生态学研究的进一步发展，也希望胡先生所带领的团队将来取得更大的成就！

中国工程院院士
北京林业大学教授



2011年8月8日

前 言

我国是一个多山国家,约三分之二以上人口的生存直接或间接地依赖山地,西南山地是其中最具代表性的山地类型。完整的西南山地位于四川西部的华西雨屏区,因青藏高原的隆起而形成了世界上独特的亚热带山地垂直带谱。丰沛的降水、特殊的地质,使该区域孕育了众多的生态系统与景观类型,历来都是林学家和生态学家研究的热点和重点。

位于西南地区的川西亚高山针叶林,是我国第二大林区的主体,20世纪50至60年代曾经为国民经济和社会发展提供了大量的木材,但因该区域人口密度较低,除了森工局的采伐和植树外,人为的影响相对较少。而低山丘陵区因人口密度过大,长期的过度索取致使区域内的原始常绿阔叶林几乎丧失殆尽,现仅有少量残存于离城镇较远的偏僻山区。中山地段则因地势陡峭,前些年阔叶树的价值较低而仅有部分被作为薪柴加以利用。

从“七五”期间对低山丘陵区的马尾松(*Pinus massoniana*)低效林改造开始,对西南山地人为影响最大的森林生态系统的研究也逐渐展开。而中山常绿阔叶林则因为位置偏远、地质灾害频繁、气候多变、环境恶劣、地势陡峭不易到达等原因而长期处于无人问津的尴尬境地。

实际上,广义的西南包括四川、重庆、云南、西藏等省(自治区、直辖市),但因这些区域的多数山地缺失部分垂直带谱或因横断山区的特殊地形地势而形成干热干旱河谷。因此,本书中的西南山地仅指位于华西雨屏区内、山体东面的山地。

在十余年的研究中,笔者引领的研究团队足迹遍布华西雨屏区山体东面的不同海拔的森林生态系统。随着研究的不断深入和成果的获得,撰写一部关于亚热带山地森林生态系统垂直特征的专著已经具备了较好的基础。于是在诸多学生的帮助下,将这些阶段性研究成果整理成辑,期望借此引起同行对西南山地森林生态系统的重视,促进对这一特殊区域生态系统的广泛深入研究。

本书共7章。第1章在综述山地及山地森林的基础上对本书所指的西南山地森林生态系统进行界定,并阐述了研究西南山地森林生态系统的重要性和必要性。第2章和第3章分别系统地介绍了西南山地森林的生态环境和森林类型。第4章介绍了低山丘陵区的森林土壤生态过程。第5章介绍了中山常绿阔叶林群落格局与过程。第6章在评估西南亚高山针叶林生态系统服务、理解针叶林

生态系统变迁和基于管理需要进行生态区划的基础上,提出了亚高山暗针叶林区生态系统管理对策。第7章通过控制实验对西南山地森林对全球变化(低山丘陵面临日益严重的N沉降、亚高山面临的CO₂浓度和温度升高)的响应进行了应对性研究。

在本书的研究和成书过程中,得到四川省科技攻关项目“四川省天然林保护工程区森林在碳交换机制建设中的价值分析”(05SGO23-009)、国家自然科学基金重点项目“青藏高原东缘高山树线区复合群落地段碳库动态与气候变暖”(90511008)、上海市城市化生态过程与生态恢复重点实验室开放基金(KLURE-2010-02)、国家“十五”重大科技攻关项目“四川低山丘陵区水土流失综合治理技术试验与示范”(2001BA606A-06)、国家“十一五”科技支撑计划“长江中上游西南山区退化生态系统综合整治技术与模式研究”(2006BAC01A11)、国家自然科学基金“缺苞箭竹的光合和克隆生长对气候变化的响应”(30871999)等项目的资助。感谢王开运教授、张健教授给予的持续支持和关心!感谢尹伟伦院士在百忙中审阅本书并作序!书中参阅了大量参考文献,在此一并表示衷心感谢!

对西南山地森林生态系统的相关研究需要长期的过程和多学科的积淀。由于本书编写时间仓促、积累资料有限,难免出现缺点和不足,恳请读者予以批评指正!

胡庭兴
2011年9月

目录

第1章 绪论	(1)
1.1 山地概述	(1)
1.1.1 山地及其划分	(1)
1.1.2 山地生态系统及其重要性	(2)
1.2 西南山地森林	(3)
1.2.1 西南山地森林	(3)
1.2.2 西南山地森林研究面临的机遇与挑战	(6)
1.3 小结	(8)
参考文献	(8)
第2章 西南山地自然生态环境	(10)
2.1 西南山地自然地理、地貌概况	(10)
2.2 西南山地气候特征	(10)
2.3 西南山地森林土壤	(11)
2.3.1 常绿阔叶林下的土壤	(12)
2.3.2 山地常绿落叶阔叶林下的土壤	(12)
2.3.3 暗针叶林下的土壤	(13)
2.3.4 林线以上的土壤	(13)
2.4 西南山地的生态环境问题	(13)
2.4.1 森林资源减少	(14)
2.4.2 生物多样性减少	(14)
2.4.3 水土流失加剧	(14)
2.4.4 环境污染突出	(14)

2.4.5 自然灾害严重	(15)
参考文献	(15)
第 3 章 西南山地主要森林类型	(16)
3.1 西南山地森林植被的特点	(16)
3.1.1 垂直带谱完整	(16)
3.1.2 森林类型多样	(17)
3.1.3 物种多样性丰富	(19)
3.2 低山丘陵区常绿阔叶林	(21)
3.2.1 栲树林	(22)
3.2.2 楠木林	(22)
3.3 中山常绿落叶阔叶林	(24)
3.3.1 水青冈林	(24)
3.3.2 野核桃/湖北枫杨/化香次生林	(25)
3.4 亚高山针叶林	(26)
3.4.1 麦吊云杉林	(26)
3.4.2 岷江冷杉林	(28)
3.4.3 峨眉冷杉林	(29)
3.4.4 四川红杉林	(30)
3.4.5 桦木林	(30)
参考文献	(31)
第 4 章 低山丘陵区森林土壤生态过程	(33)
4.1 森林土壤生态过程概述	(33)
4.1.1 土壤养分变化	(33)
4.1.2 土壤氮的矿化和硝化	(35)
4.1.3 土壤碳	(36)
4.1.4 土壤微生物	(41)
4.1.5 土壤酶	(42)
4.1.6 土壤物理性质	(42)
4.1.7 水土保持作用	(43)
4.1.8 枯落物	(44)
4.2 低山丘陵区 4 种森林的土壤生态特性	(46)
4.2.1 低山丘陵区的概况——以沐川县国有林场为例	(46)
4.2.2 枯落物层研究	(47)
4.2.3 土壤水源涵养功能	(53)
4.2.4 土壤养分含量季节动态	(59)

4.2.5	土壤微生物	(69)
4.2.6	土壤酶活性	(78)
4.2.7	土壤团粒结构的分形特征	(85)
4.2.8	土壤微团聚体分形特征	(92)
参考文献		(97)
第 5 章	中山常绿落叶阔叶林群落格局	(112)
5.1	森林群落格局概述	(112)
5.2	森林群落格局理论及相关的几个概念	(113)
5.2.1	空间格局的概念	(114)
5.2.2	空间过程	(117)
5.2.3	尺度	(118)
5.2.4	空间异质性	(118)
5.2.5	空间格局研究方法和数学模型	(120)
5.3	研究案例——以中山常绿落叶阔叶林为例	(124)
5.3.1	研究区概况	(125)
5.3.2	中山常绿落叶阔叶林林分结构特征	(125)
5.3.3	中山常绿落叶阔叶林空间点格局特征	(134)
5.3.4	中山常绿落叶阔叶林木生长的空间异质性	(142)
5.3.5	中山常绿落叶阔叶林光环境的空间异质性	(149)
5.3.6	中山常绿落叶阔叶林乔木树种多样性的空间随机模型	(165)
5.3.7	中山常绿落叶阔叶林群落空间结构的多尺度特征	(171)
参考文献		(180)
第 6 章	亚高山森林生态系统管理	(194)
6.1	引言	(194)
6.1.1	生态系统管理的产生背景	(194)
6.1.2	研究的主要方法	(196)
6.2	王朗国家级自然保护区概况	(198)
6.2.1	地理位置	(198)
6.2.2	地质地貌	(198)
6.2.3	气候特点	(199)
6.2.4	土壤和植被分布	(199)
6.2.5	生物资源	(200)
6.3	王朗自然保护区森林生态系统多重效益评估	(200)
6.3.1	森林多重效益概述	(200)
6.3.2	西南山地森林多重效益特点及研究概况	(211)

6.3.3	王朗自然保护区生态系统多重效益评估	(216)
6.4	王朗自然保护区森林群落动态与更新	(235)
6.4.1	森林群落动态与更新概述	(235)
6.4.2	研究案例一——采伐迹地的自然恢复过程	(239)
6.4.3	王朗自然保护区原始森林更新	(255)
6.4.4	王朗生态系统变迁的驱动机制	(263)
6.5	王朗自然保护区生态功能区划	(267)
6.5.1	生态功能区划概述	(267)
6.5.2	王朗自然保护区生态功能区划	(273)
6.6	王朗自然保护区森林生态系统管理	(278)
6.6.1	森林经营与生态系统管理	(278)
6.6.2	森林生态系统管理对策	(283)
	参考文献	(295)
第7章	全球变化与西南山地森林	(304)
7.1	引言	(304)
7.2	大气 N 沉降对低山丘陵常绿阔叶林影响	(305)
7.2.1	全球大气 N 沉降对森林的影响概述	(305)
7.2.2	材料与方法	(307)
7.2.3	结果与分析	(310)
7.2.4	讨论	(317)
7.3	全球变暖对林线主要植物的影响	(325)
7.3.1	全球变暖对森林的影响概述	(325)
7.3.2	材料与方法	(327)
7.3.3	结果与分析	(331)
7.3.4	讨论	(340)
7.4	CO ₂ 浓度升高对红桦幼苗生理与生长的影响	(346)
7.4.1	全球大气 CO ₂ 浓度升高对森林影响概述	(346)
7.4.2	材料与方法	(349)
7.4.3	材料选取与试验设计	(355)
7.4.4	研究方法	(356)
7.4.5	数据分析	(359)
7.4.6	结果与分析	(360)
7.4.7	讨论与结论	(382)
	参考文献	(397)

第 1 章 绪 论

1.1 山地概述

1.1.1 山地及其划分

山地是地球陆地表面高高突起、明显不同于平原或平缓地段的现象。尽管对山地的描述可以远溯到 2500 年前的战国时期《山海经》中对山地记载(王明业等, 1998), 但对山地的概念仍然有不同的定义和争议。如钟祥浩(2000)将山地定义为拥有显著起伏度和坡度的三维地貌体, 由不同高度、不同形态、不同规模和不同排列组合的山体个体或山链组成。左建(2001)认为山地等同于山脉, 是指高于周围平地, 而又具有一定高差的连绵起伏的地形, 通常把这一词局限于带状延伸的山地, 当山地起伏小于 200 m 时, 称为丘陵。郭建钢等(2002)将山地定义为高度 500 m 以上的山体的总称。程根伟等(2004)认为山地是一组具有较大起伏的高地类型, 是许多高度大、坡度陡的高坡地的总称。其特点是具有较大的绝对高度和相对高度, 受到河流的强烈切割而形成的岭谷交错地形。王锡魁和王德(2009)认为山地是指大陆上绝对高度(海拔)大于 500 m, 相对高度(切割深度)大于 200 m 的凸起高地。

山地由山顶、山坡、山麓三个基本要素组成。山顶是山地的最高部分, 其形状有尖山顶、平山顶和圆山顶等。线状延伸的山顶称山脊, 山脊上高凸部分称山峰, 山峰间相对低凹部分称垭口或山鞍。有关山地的术语有多种, 如山、山区、山地、山脉、高地、山块、山链和山岳等, 在此基础上进一步延伸又出现山链带、山脉带、山岳带和山系等。这些基于不同学科立场的术语都表达了一个共同的意思: 即突出于平地之上的高地, 同时也表达了山地现象的复杂性(钟祥浩, 2000)。王明业等(1998)把山地定义为具有一定海拔和坡度的地面。广义的山地包括高原、盆地和丘陵, 狭义的山地仅指山脉及其分支。实际上, 山地是突起在地平面上的岩石和松散堆积物, 在高原和盆地的边缘、沙漠、平原都能见到。

同样地, 对山地的划分也因学科差异而有不同的标准和方式。比较直观的

能反映山地高、中、低的是相对高度,即从山脚到山顶的高度,但划分标准仍然存在争议。目前大多倾向于以海拔并结合相对高度来进行划分,因各省山地条件不同,划分指标也各异,参见表 1-1,也有划分时考虑坡度因素(彭淑清,2007)。此外,也有学者按基岩种类、山地距平原或盆地边缘村镇的远近及山体大小划分(石清峰,2008)。前者可划分为黄土山地(由黄土母质形成的山地)、土石山地(在黄土山地的内部及其周围,有些山地其下层由各类母岩形成,其上层有不同厚度的黄土覆盖,其山脊沟谷有基岩裸露)和石质山地(由各类母岩形成的山地);后者可划分为浅山区(距村镇较近,多为低山丘陵区)、深山区(距平原或盆地村镇较远,人口较少的山区,山体较大,多为中高山区)两类。

表 1-1 四川、云南山地的划分标准

山地 类型	四川山地划分 (四川植被协作组,1980)		四川山地划分 (王明业等,1998)		云南山地划分 (高昆谊等,2008)	
	海 拔 /m	相对高度 /m	海 拔 /m	相对高度 /m	海 拔 /m	相对高度 /m
丘陵				<250		
低山	500—1000	200—500	<1000	250—500	500—1000	200—800
中山	1000—3500	500—1000	1000—3500	500—1000	1000—3500	500—1000
高山	3500—5000	>1000	>3500	>1000	3500—5000	>1000
极高山	>5000	>1000	>雪线	>5000	>1000	

1.1.2 山地生态系统及其重要性

山地的高度和走向对当地的气候、土壤和植被都有着十分重要的影响,山体愈高大,这种影响也愈明显,尤其是那些常年风向交错的山地,山体两侧常出现截然不同的自然景观。在我国的山地,一般海拔每上升 100 m,空气温度下降 0.5~0.9 °C(即空气温度垂直递减率约 $1^{\circ}\text{C} \cdot (180\text{m})^{-1}$,相当于向北极增加纬度 1° 或距离 110 km),降水量也出现相应的变化。但山体所处的地理位置和坡向也对气温、降水、辐射、风等气象因子产生明显的影响。这些气象因素的差异显著地影响生态系统类型(图 1-1)、植被的分布、农作物及其种植制度。如位于四川盆地西缘的二郎山,东坡拥有中亚热带完整的森林垂直带谱,西坡则为大渡河谷干旱灌丛;喜马拉雅山脉东段南坡气候湿润,且有明显的垂直地带分布带,北坡则属于高寒草原和灌丛草原景观,无森林分布,仅在河谷和山麓洪积扇边缘有小片灌丛,南、北坡作物及种植制度也差异巨大。但这种影响在不同的地方并不完全一致,如喜马拉雅山的云冷杉分布上限在北坡可达 4300 m,南坡 4400 m;比欧洲落叶松林(*Larix decidua*)的分布上限高 400~800 m;

比非洲的乞力马扎罗山温带分布上限高 1400 m。总体而言,我国林线分布从东到西、从南向北有逐渐升高的趋势,如纬度相近的天山林线为 2700 m,而长白山为 2100 m。

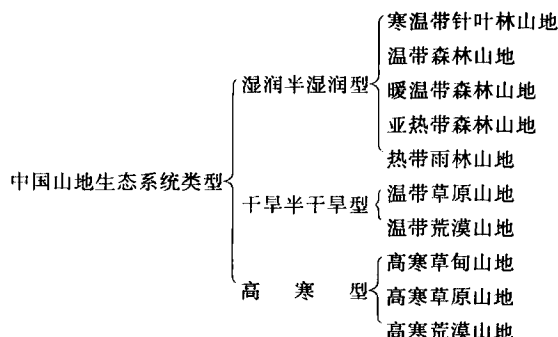


图 1-1 中国山地生态系统类型(引自王明业等, 1998)

山地是地球生命支撑体系的重要组成部分,对人类生存与发展以及改善与提高人类生存环境的质量起着非常重要的作用。世界上山区面积占陆地表面的 1/4,有约 50%的人口依靠山地资源而生存;我国是一个多山的国家,山地面积约占陆地表面的 67%,有约 56%的人口居住在山地/区(石清峰, 2008)。山地拥有丰富的自然资源:提供世界一半以上人口所需的淡水资源,是目前地球上生物多样性保存最好的地域,拥有多姿多彩的自然与人文景观,包容了世界上最多的民族种类,拥有非常丰富的人类传统文化习俗和社会文化遗产(王明业等, 1998)。随着人口的增加、社会经济的发展以及人类社会文明的进步,山地资源的合理开发利用以及山地生态环境的有效保护和改善必将成为 21 世纪全球关注的热点(钟祥浩, 2000)。

1.2 西南山地森林

1.2.1 西南山地森林

本书中所指的西南山地森林并不涉及概念的梳理、界定,而是特指位于青藏高原东缘、四川盆地西缘、华西雨屏区内,以岷山、邛崃山、龙门山和凉山等山脉为主体的山地东部的亚热带典型的、完整的垂直地带性分布的森林(在四川省境内)。因此,西南山地森林是因青藏高原隆起导致一系列的土壤、气候、植被完全不同于世界同纬度地区的独特森林类型;尽管在这些山脉的山地西部山地,还分布有西南地区特有的干旱、干热河谷地带的森林,但因其不是典型

的森林,故本书中并未涉及。虽然广义上的西南山地还包括云南、贵州、重庆和西藏的山地,但因这些地区的山地气候差异不同于华西雨屏区(降水量远远不足)或分布上不完整(如重庆、贵州的山地多缺失亚高山、高山森林类型,云南和西藏则基本没有低山丘陵区的亚热带常绿阔叶林)。因此,西南山地森林具有以下显著特征。

1. 脆弱的自然环境

西南山地森林位于青藏高原东部第一级地形阶梯向第二级阶梯过渡地带,是土壤环境变化最剧烈的区域,导致该区域环境极其脆弱。展现了亚高山、中山、丘陵至平原的急剧变化,其相对高差一般为 2000 m 以上,最高可达 5000 m。该区域地质破碎,河流众多且切割强烈;亦是地震频发地段,近 40 年来已经发生两次特大地震(1976 年松潘—平武大地震,2008 年汶川大地震);加之人为活动频繁(垦殖、采矿、伐木、樵采等),使脆弱的环境条件更加脆弱。

2. 特殊的气候条件

与我国西南相邻和相似区域的生态系统比较起来,西南山地林区气候具有以下特点:(1)垂直变化剧烈:本区是青藏高原东部第一级地形阶梯向第二级阶梯过渡变化最剧烈的区域,海拔差异超过 5000 m。(2)降水量丰沛:本区西部和西北部有一系列高山阻挡,使西部、西北部干燥气流不易入侵,而利于截迎东南暖湿气流,从而成为我国内陆地区降水最丰沛的区域。一般在山麓区多年平均降水量在 1200 mm 以上,其中心区(如雅安与峨眉山)年降水日数多达 263.5 d,年降水量达 1700 mm,而中高山区年降水量可进一步达到 2000~2400 mm。(3)日照时数短:本区常年日照时数一般仅为 900~1200 h,比我国境内同纬度地区少 600 h 以上。如峨眉山的中高山区日照时数仅 551.4~934.6 h·a⁻¹,而雾日可达 300 d 以上,居全国之冠(钟永熙,1984;庄平等,2002)。

3. 重要的生态作用

西南山地森林位于四川乃至全国有名的强降雨区,年降水量充沛。森林植被对该区域水源涵养和水土保持具有重要的作用,是长江上游生态屏障的重要组成部分;同时持续大量的降水也为长江提供了足够的水源补给,是长江流域淡水资源持续供给的重要保证,具有明显的“水塔”功能。该区域垂直分布完整的森林为大量的动植物、特别是珍稀动植物提供了重要的栖息场所。此外,该区域是我国西南少数民族(如藏族、羌族、彝族)的重要聚居地之一,具有丰富的传统文化习俗和社会文化遗产。完整的森林生态系统也孕育了众多的宗教圣地(如青城山、峨眉山),这些宗教圣地的发展与森林生态系统的保护相得益彰。相对高度超过 5000 m 的极端海拔变化,使西南山地森林区形成了众多的独特景观。长期以来,西南山地森林为区域社会经济提供了大量的木材等原材料和其他林产品。

4. 典型的垂直地带

本书所指的西南山地森林因热量条件差异,各地的森林垂直带谱分布和物种并不完全一致,总体表现为越向南,同类森林分布的海拔越高。以位于该区域中央的二郎山为例说明天然林的垂直分布(四川植被协作组,1980)。

海拔 1800 m 以下,为基带植被,代表类型为常绿阔叶林。低海拔(下文称低山丘陵常绿阔叶林区,简称低山丘陵区)以青冈属(*Cyclobalanopsis*)、栲属(*Castanopsis*)、樟属(*Cinnamomum*)和楠属(*Phoebe*)等为主,目前大多已损失殆尽。高海拔(下文称山地常绿阔叶林区,简称中山区)以峨眉栲(*Castanopsis platycantha*)、华木荷(*Schima sinensis*)、包石栎(*Lithocarpus cleistocarpus*)、曼青冈(*Cyclobalanopsis oxyodon*)等为主。

海拔 1800~2200 m,代表类型为常绿和落叶阔叶混交林。常绿阔叶树以峨眉栲、包石栎、曼青冈、青冈为主。落叶阔叶树以珙桐(*Davidia involucrata*)、连香树(*Cercidiphyllum japonicum*)、水青树(*Tetracentron sinense*)、多种槭树(*Acer* spp.)、腊瓣花(*Corylopsis* spp.)等为主。

海拔 2200~3200 m,代表类型为亚高山针叶林。上部以冷杉(*Abies fabri*)林为主,有岷江冷杉(*Abies faxoniana*)、麦吊云杉(*Picea brachytyla*)、铁杉(*Tsuga chinensis*)等分布。其组合有以箭竹(*Fargesia* spp.)等为主的亚高山灌丛;槭(*Acer* spp.)、桦(*Betula* spp.)、杨(*Populus* spp.)等为主的落叶阔叶林。下部有槭树、桦木等分布。

5. 多样的生物种类

西南山地森林特殊的环境条件使其形成了其他类似地方所不具有的完整森林垂直带谱,丰富的生态系统类型孕育了众多的生物,甚至超过许多生物多样性核心区(庄平等,2002)。据初步估计,区内有高等植物 4500~5000 种,已发现国家级(第一、二批)珍稀保护植物 78 种、四川省级建议保护植物 207 种。拥有陆生脊椎动物约 600 种,兽类、鸟类以及鱼类具有十分突出的多样性地位;已发现国家重点保护动物 80 种、四川省重点保护陆生动物 23 种(庄平和高贤明,2002)。此外,还有羊肚菌(*Morehella esculenta*)、松茸(*Tricholoma matsutake*)等重要的资源菌类。珍稀动植物种类繁多,如珙桐(*Davidia involucrata*)、圆叶玉兰(*Magnolia sinensis*)、峨眉山莓草(*Sibbaldia omeiensis*)、大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)和麝鹿(*Elaphodus davidianus*)等。

6. 理想的研究场所

完整的垂直带谱使西南山地森林成为我国乃至世界上研究亚热带垂直地带性最理想的场所。此外,该区域对许多的学科而言都具有独特的研究价值:如拥有众多的生物资源和丰富的矿藏,长江流域的“水塔”;长江上游重要的生态屏障及植被快速恢复区,存在大量的低效益森林等;典型的少数民族聚居地,

具有丰富的文化习俗和社会文化遗产,多种宗教分布其中,多元文化交汇;海拔上几公里的范围内浓缩了纬度尺度上几千公里的景观,形成亚热带完整的垂直景观类型、复杂的生态水文过程和种间关系,使得该森林生态系统及相关生态过程对全球变化极度敏感;从低山丘陵区到亚高山,基本体现了农业的发展历程;龙门山断裂带亦位于其间,地震活动频繁。因此,西南山地森林区是多学科交叉研究的天然实验场所和理想平台。

1.2.2 西南山地森林研究面临的机遇与挑战

1.2.2.1 机遇与挑战

森林作为陆地生态系统的主体,为人类社会提供了不可估量的产品和服务,在国民经济和社会发展中扮演着极为重要的角色。但长期以来的过度索取和掠夺开发,使大量的森林被毁坏,生态服务功能几乎损失殆尽,加之全球变化影响的日益强烈,如何恢复和经营森林生态系统已引起林学家、生态学家和世界各国政府与人民的空前关注。国际著名期刊《Science》于2008年发表专刊讨论了森林生态系统的恢复与管理。因此,国民经济和社会发展对森林的强烈需求,学科的发展急需对森林生态系统的相关生态过程进行科学的解释,这些客观因素都为森林生态系统的理解和管理提供了良好的研究机遇。

西南山地森林是世界上亚热带地区最完整的垂直森林生态系统类型,具备良好的研究条件,但同时也面临巨大的挑战。

1. 环境条件恶劣

西南山地气候垂直变化极大,有“一山有四季,十里不同天”之说;没有明显的旱季,雨热同步,也是全国著名的暴雨区,植物的生长季节同时也是暴雨等灾害性天气集中的时间;暴雨常带来泥石流、滑坡等次生灾害,这都会给研究工作带来极其不利的条件和影响。西南山地属于典型的高山峡谷区、沟谷纵横、河谷深切,公路等基础建设较差,使到达研究区域极其困难。研究目标一般离农户居住地较远,几乎没有用电的可能。

2. 研究基础薄弱

西南林区是我国的第二大林区,也是物种丰富的生物多样性核心区,历来是林学、生态学和地学等相关领域科学家关注的重点,其研究可以追溯到上世纪20年代初的标本采集。近一个世纪以来,大量的研究在这里展开,但多集中于高山亚高山的针叶林;从“七五”防护林建设和低效林改造开始,低山丘陵区的生态整治工作也陆续展开,而中山区则没有受到应有的重视。因此,从亚热带森林的垂直带谱来看,对西南山地森林的研究尚未完全开展,尽管该区域众多自然保护区的科学考察已经完成,但缺乏对整个区域最基础的考察和调查。