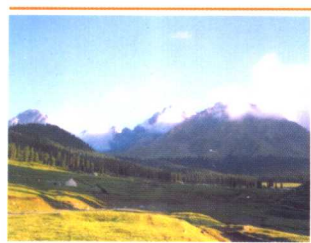




北京
學
地
理
科
學
從
書

□ 崔海亭 刘鸿雁 戴君虎 等 / 著

山地生态学与高山林线研究



科学出版社
www.sciencep.com

北京大学地理科学丛书

山地生态学与高山林线研究

崔海亭 刘鸿雁 戴君虎 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书对生态学的一个新分支——山地生态学作了简要的介绍,提出了山地生态学的理论框架及其研究内容和研究方法。全书共 11 章,内容涉及山地环境的基本特征、高山带的景观结构、高山林线的基本特征、林线过渡带的植被与生物多样性分布格局、树木年轮及其他代用资料所反映的林线动态变化,以及山地开发与保护等方面。

本书可供从事生态学、地理学、环境科学和资源科学的研究人员及高校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

山地生态学与高山林线研究/崔海亭等著. —北京:科学出版社,2005
(北京大学地理科学丛书)

ISBN 7-03-015243-3

I. 山… II. 崔… III. ①山地-植物生态学-研究②高山区-林线-研究
IV. Q948.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 039163 号

责任编辑:朱海燕 刘卓澄/责任校对:刘小梅

责任印制:钱玉芬/封面设计:高海英

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>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005 年 7 月第一次印刷 印张:11 插页:2

印数:1—2 000

字数:236 000

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《北京大学地理科学丛书》编委会

(按姓氏音序排列)

顾问编委：陈昌笃 陈静生 陈述彭 承继成 崔海亭

崔之久 侯仁之 胡兆量 刘昌明 陆大道

童庆禧 吴传钧 叶大年 郑 度

主 编：周一星

副 主 编：蔡运龙 方精云 陶 澍 周力平

编 委：陈秀万 冯长春 韩光辉 吕 斌 莫多闻

唐晓峰 王缉慈 王学军 王仰麟

学术秘书：曹广忠 李有利

《山地生态学与高山林线研究》各章节作者

第一章	崔海亭	戴君虎					
第二章	崔海亭	戴君虎					
第三章	戴君虎	崔海亭					
第四章	刘鸿雁	唐志尧	戴君虎	谷洪涛			
第五章	刘鸿雁	于澎涛	戴君虎				
第六章	戴君虎	崔海亭	曹艳丽				
第七章	刘鸿雁	戴君虎	曹艳丽	田 军	唐志尧	黄永梅	
第八章	刘鸿雁	戴君虎	唐志尧	田 军	于澎涛		
第九章	戴君虎						
第十章	刘鸿雁	于澎涛	崔海亭	王红亚			
第十一章	崔海亭	刘鸿雁					
参考文献	刘鸿雁整理						
附录一	曹艳丽整理						
附录二	戴君虎整理						
图版	崔海亭	戴君虎	刘鸿雁				
各章节由第一作者统稿,全书最后由崔海亭、刘鸿雁、戴君虎统稿							

《北京大学地理科学丛书》序

正如所有现象都在时间中存在而有其历史一样,所有现象也在空间中存在而有其地理,地理和历史是我们了解世界不可或缺的两个重要视角。以人类环境、人地关系和空间相互作用为主要研究对象的地理学,是一门包容自然科学、人文社会科学和工程技术科学的综合性学科,已建立了相当完整而独特的学科体系。钱学森院士倡导建立地理科学体系,认为地理科学是与自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、文艺理论、军事科学、行为科学相并列的科学部门,将地理学推向了一个新的境界。

地理学的研究与教学涉及从环境变化到社会矛盾的广阔领域,其价值源自地理学对地球表层特征、结构与演化的研究,对自然与人文现象在不同地方和区域空间相互作用的过程及其影响的研究。处理这些问题虽远远超出任何一门学科的能力与见识,但这些问题都包含着地理学的基本方面。

对认识和解决当今世界许多关键的问题,例如经济增长、环境退化、全球变化、城市和区域发展、民族矛盾、全球化与本土化、人类健康、全民教育等,地理学都作出了特殊的贡献。地理学对于科学发展观的树立,对于统筹人与自然、统筹城乡发展、统筹区域发展、统筹经济与社会发展、统筹全球化与中国特色思想的普及,起到了独特的作用。它在满足国家社会经济发展对科学技术的若干重大需求上,已经发挥并将继续发挥越来越重要的作用。

当前人类面临的许多重大问题还没有得到根本解决,这与我们认识上的缺陷有很大关系,其中包括地理认识的缺陷。无论在世界尺度、国家尺度、区域尺度,还是地方尺度和个体尺度,对许多问题的决策过程尚不能充分驾驭地理复杂性,存在一些“地理空白”,这使得在达到经济繁荣和环境可持续的双重目标方面,乃至在个人健康发展方面,都可能要付出高昂的代价。

因此,加强地理研究和教育,提高地理学者自身、决策者以至广大民众的地理学认识和能力,是摆在地理学界面前的一项崇高职责,任重道远。北京大学的地理学工作群体也义不容辞。

北京大学的地理学可以追溯到 19 世纪末京师大学堂设立的地理教学计划,可惜由于诸多原因,这个计划未能实施。1929 年清华大学成立地理学系,后因增加地质学研究而改名为地学系。抗日战争期间,北大、清华、南开三校合称西南联合大学,北大地质学系与清华地学系合并,并增设气象学研究,称地质地理气象学系。抗日战争胜利后,恢复了北京大学、清华大

学、南开大学。并在清华大学设地学系、气象学系,地学系下设地质组和地理组。1952年全国院系调整,由清华大学地学系地理组和燕京大学部分教员联合成立北京大学地质地理系。先设自然地理学专业,1955年、1956年、1994年、1997年相继设立地貌学、经济地理学、环境学、地图学与地理信息系统专业,成为国内地理专业和方向、硕士点、博士点和重点学科最多的地理系。1978年国家改革开放之始,北京大学撤销地质地理学系,分别成立地质学系和地理学系。1984年北京大学以地理系遥感教研室为基础成立了遥感技术与应用研究所(1994年易名遥感与地理信息系统研究所),1988年地理系为了充分体现为国家社会发展服务的工作实质和适应招生的需要,采用双名法,在国内称“城市与环境学系”,在国际上称 Department of Geography,并逐步形成了人文地理(人文地理、历史地理、城市规划、区域经济)—自然地理(综合自然地理、环境地学、地貌与第四纪)—地理信息科学“三足鼎立”的格局,发展欣欣向荣。

“北大是常为新的”,北大的地理学也是常为新的。顺应科学发展和社会需要,北大地理学在不同历史时期相继率先开拓出综合自然地理、城市规划、环境保护、遥感等重要方向。进入21世纪,北京大学进行院系调整,原地理系主体进入了环境学院,形成资源与环境地理学系、城市与区域规划系、生态学系、历史地理研究所四个研究和教学实体,遥感和地理信息系统进入了地球与空间科学学院。北大地理学科在新的组织框架下,以地理科学研究中心为纽带,继续高举地理学大旗,促进北京大学地理科学整体水平的提高,推动北大地理学与国内外同仁的学术交流与合作,为建成一流的地理学教学与科研基地而努力。

作为实现上述目标的一种途径,我们与科学出版社合作推出《北京大学地理科学丛书》,至今已陆续出版了多部著作,并且一再重印,表明它确实符合学界和社会的需求,并逐步形成了自己的品牌。我们将继续把这件很有意义的事情做得更大,做得更好。兼收并蓄是北大的传统,我们欢迎国内外同仁也能加盟。

北京大学地理科学研究中心

2004年6月5日

序

山地约占全球陆地表面的 1/4, 这里居住着全球 12% 的人口, 它拥有人类所需的绝大部分资源, 而一半的人口直接或间接地依赖于山地资源。可以毫不夸张地说, 未来人类的安危系于山地。但是, 山区的经济比较脆弱, 居民相对比较贫困。全世界山区人口(约 7.2 亿人)90% 生活在发展中国家, 其中我国占 1/3, 亚太地区占 50%。约有 7000 万居民(他们几乎全部生活在海拔 2500m 以上)生活于贫困和食物安全的危急境地。因此, 加强住在高海拔地区的居民和低海拔地区的居民之间的联系, 促进上下游经济的可持续发展已成为十分重要的议题。

山地具有独特的地质地貌和地理环境, 在长期的进化过程中形成并孕育了丰富的物种和多种的生态系统。山地的生态系统不仅是生命的支持系统和资源的宝库, 而且能提供重要的生态服务功能。山地由于地形分割和气候屏障作用导致的景观异质性, 因而是民族-文化多样性的策源地和多种生物的避难所; 由于山地生命系统本身适应性的限制, 加之三维的地形和土壤的特点, 在自然条件发生变化和遭到人为的干扰时, 表现出极大的脆弱性。

山地具有极为明显的生态梯度和生态过渡带(ecotone), 其中, 尤以森林与灌丛草甸、高山草甸交界处的高山林线带最为突出。在这里, 气候等多种因素与生物之间相互作用、相互影响, 使得生物与生物间和生物与环境间的适应、和谐、共存与竞争以及协同进化在这一严酷而敏感的高山交界带表现得如此明显, 以致任何一个指标的变动都会在生态系统的生存与分布上打上明显的烙印。正因如此, 高山林线的研究越来越引起人们的重视, 高山林线的变化已成为近 20 年来全球变化研究的风向标和公认的关键地带。高山带的气候、高山植物的生理生态、高山林线对全球变化的响应等正在成为新的研究热点。与此同时, 高山林线的研究也促进了山地生态学的迅速发展, 并成为生态学的又一个新的分支领域。

我国是一个多山的国家, 山地占国土面积的 2/3 以上。我国约有 1/3 的人口和 1/5 的耕地分布在山区。山区的生态安全、社会经济的可持续发展, 关系到全国社会的和谐与稳定。我国政府一贯重视山区的生态保护与社会经济的发展。建立自然保护区, 保护生物多样性, 实施重大生态工程, 进行生态建设, 改善山区的生态状况是我国的基本国策, 也是山地生态学面临的巨大挑战。

国外对林线的研究可追溯到 19 世纪末期。如果说在 20 世纪 40 年代以前, 林线研究侧重于对这一过渡带内植物区系的组成和群落结构与分布格局

描述的话,那么在 20 世纪中叶主要研究则是以高山林线植被与环境的相互关系为研究重点。近半个世纪以来,高山林线的研究则逐渐与全球变化相联系,并取得显著的进展。

我国是世界上高山最多的国家之一,从北至南几乎都可以发现高山林线的存在,这就为从事林线研究提供了极为有利的条件。然而,山地林线带的环境严酷,交通不便,生态研究的台站很少,使得观测资料的获取相对困难。我国有关林线的研究开始较晚,许多地区尚属空白。早在 20 世纪 70 年代,在进行青藏高原科学考察的过程中,我对此就深有感触并萌生过进行高山林线研究的念头。虽然也曾利用有限的资料对林线的气候指标进行模拟,然而由于条件的限制,深知所得结果的初步性。其后,我专门到奥地利访问高山生态研究站,并与当时任高山森林研究所主任的 Tranquillini 教授讨论和交流了有关进行高山林线研究的问题;回国后,与廖俊国同志将其《高山林线的生理生态》一书翻译成中文出版。其后,石培礼博士在其博士论文中也曾对长白山和卧龙自然保护区的林线进行过一些调查。但是由于时间和工作的关系,这方面的工作没有能继续进行下去,对我来说可能是终生的遗憾了。

难能可贵的是,我国一些生态学者不放弃在这方面的努力,他们在艰苦的条件下甘于寂寞,默默而辛勤地进行着探索。北京大学生态学系以崔海亭教授为首的师生们在这方面的的工作就是一个很好的证明。他们经历近十年的艰苦努力,对太白山、五台山、小五台山和关帝山进行了实地调查,取得了大量第一手资料,在此基础上,编著了《山地生态学与高山林线研究》一书。该书中提出了山地生态学的理论框架,总结了我国暖温带山地林线过渡带的环境特征与景观结构,高山带的植被分布、植物多样性的宏观格局,高山林线对气候变化的响应等重要的生态问题,对此我感到由衷的高兴。但另一方面,我们又必须看到,山地生态,特别是高山林线的研究仍然处在初始阶段,在我国不同地区,有大量的山地和不同类型的林线正等待我们去发现,去更加深入地研究。然而,不积跬步,无以至千里;不积小流,无以成江海,我相信本书的出版,一定对山地生态学在我国的发展,对高山林线的进一步研究起到促进作用。在此为序,一方面是表达我对从事山地生态学和林线研究的科学家们的敬意和祝贺;另一方面也是表达一种希望,愿有志之士踏着前人的足迹,不断攀登,在高山和林线这一独特的生态研究领域取得更大的成就。



2005 年 2 月 9 日

前 言

我国古代就有考察名山大川的文化传统。但是,真正科学探险意义上的山地研究应首推明代的徐霞客(1587~1641),他的《徐霞客游记》以其精详的考察和真实的科学记载著称于世,至今仍是重要的地理学文献。西方最早的山地研究著作是 Gessner 的《山地片断的描述》(Descriptio Montis Fracti)一书。他于 1554 年攀登了瑞士卢塞恩附近的 Pilatus 峰,书中描述了植被随海拔的变化,并绘制了许多精美的插图,这些至今仍有科学价值(Grabherr, 1997)。探索自然界的奥秘,寻找有用的自然资源,追求美学的真谛,引导着人类对山地不断进行探索。

在高山带,气候、地貌等非生物因子的梯度变化强烈地影响着生物的生长,严酷的环境与短距离内“浓缩”的自然奇观,一直吸引着各国的科学家。虽然早期有山地生态研究的先驱 A. von Humboldt 等人的经典著作,但第二次世界大战以前,高山植物生态研究主要限于欧洲的温带高山地区。20 世纪后半叶,欧美、苏俄学者继续在欧洲、北美的温带高山进行广泛的生态学研究。热带、亚热带高山研究主要集中在南美安第斯山脉、非洲高山带、新几内亚和喜马拉雅山区。

高山林线(alpine timberline)是高山带一个非常独特的研究实体。高山林线的乔木处于高寒、严酷气候胁迫的临界状态,对于全球性和区域性气候变化的反应敏感。同时,由于山地垂直梯度大,对气候变化反应的灵敏度也比水平过渡带高。在全球气候变化研究普遍受到重视的今天,高山林线因其对气候因子的敏感性和自身结构的不稳定性而被视为气候变化的“监视器”。这也是本课题组将其作为研究重点的初衷。近年来,关于高山林线的研究日益增多,不但论文数量增加,而且学术界出版了一些专门研究高山带植被生态和高山林线的专著,如 Tranquillini(1979)、Körner(1999)和 Holtmeier(2003)等人的著作。

中国多山,并且高山相对集中,纵横交错,涵盖了热带、亚热带和温带各个气候类型的高山,是研究高山植被生态与高山林线的理想地区。但是,国内这一方面的研究尚处于起步阶段。我们选择温带的典型山地,试图做些基础性研究工作,以便与国内外同类研究进行对比。上述构想得到了国家自然科学基金委员会的全力支持,为我们的研究工作提供了最基本的保证。

本书系自然科学基金项目“太白山、五台山高山林线对气候变化响应的研究”(1999~2001)(项目编号:49871088)的总结。研究地区主要包括太白山、五台山、小五台山和关帝山 4 座山地,同时兼顾温带的其他山地。几年来,课题组的师生不畏艰险、勇于攀登,进行了长时间的野外考察,取得了大量第一手资料,发表了一系列论文,在此基础上,本书参考国内外相关研究成果,从植被生态学、全球生态学和景观生态学的角度对山地生态学的有关问题进行总结,并着重对我国东部暖温带山地的生态特征、山地生物多样性、山地与气候变化的关系,以及山地开发与可持续发展等问题进行探讨,力求反映国内外山地研究的

最新进展,并尝试提出山地生态学的理论框架。本书的出版旨在抛砖引玉,如能对我国山地生态学研究有所贡献,将是作者最大的心愿。

山地生态研究存在许多困难,尤其是缺少定位实验研究,许多研究资料的时间序列较短,因此,本书的一些结论只是初步的,缺点和纰漏在所难免,敬请学界同仁批评指正。

除后文列出的本书各章节作者之外,参加本项课题野外调查和部分研究工作的还有张玲、谷洪涛、唐元新、陈安平、王育东、李浩川、田育红、施治、徐丽宏、邢秋茹和纪中奎等。

写作本书过程中,得到了中国科学院地理科学与资源研究所李文华院士、北京大学地理科学研究中心周一星教授的鼓励,北京大学地理科学研究中心以及北京大学光彩出版基金提供出版经费支持,作者在此一并表示衷心的感谢。

作 者

2004年11月于燕园

目 录

《北京大学地理科学丛书》序

序

前言

第一章 绪论	1
第二章 山地生态学的基本概念	7
第一节 山地生态研究的历史	7
一、古代山地生态学思想的萌芽	7
二、近代山地生态学的发端	7
三、山地生态学的近代发展	8
四、山地生态学的诞生	10
五、全球变化对山地生态学的挑战	11
第二节 山地系统与山地生态学	12
一、山地生态学的学科性质	12
二、山地系统的生态学特征	13
第三节 山地生态学的研究内容	15
一、山地环境研究	15
二、山地生物地理研究	16
三、高山植物生理生态学研究	16
四、山地景观生态学研究	17
五、山地人类生态学研究	17
第三章 山地环境的基本特征	19
第一节 山地气候特性	19
一、山地主要气候要素特征	20
二、其他气候要素和山地小气候	25
三、山地地形与气候关系研究的空间尺度	26
第二节 山地地貌与土壤条件	26
一、地貌条件	26
二、土壤条件	28
第三节 高山环境的主要特点	29
一、太阳辐射	29
二、风	30
三、土壤状况	30
第四节 中国东部暖温带高海拔山地的环境特征	30
一、地貌和土壤环境简述	31

二、气候条件	32
第四章 高山树木的生理生态特征	37
第一节 高山树木生理生态基本特征与林线形成的生理机制	37
一、高山树木生理生态的基本特征	37
二、高山林线形成的生理机制	39
第二节 中国东部暖温带高山林线乔木光合作用与环境因子的关系	40
一、观测和分析方法	40
二、净光合速率及其影响因素	41
三、生境条件与高山林线乔木光合作用	42
第三节 五台山、太白山高山林线乔木的更新状况	43
一、五台山阴坡林线附近乔木的更新	43
二、太白山树岛和孤立木分布的生境条件	44
第五章 山地垂直带植被-气候关系	45
第一节 气候指标与高山林线	45
第二节 中国东部暖温带气候与植被的垂直分布	47
一、气候条件的垂直分布	47
二、植被垂直分布规律	48
第三节 高山林线树种组成与气候条件的关系	50
一、世界高山林线的树种组成与气候条件的关系	50
二、中国东部暖温带落叶松林线形成的气候条件	51
第四节 小五台山气候梯度与物种分布	51
第六章 高山林线的景观生态学特征	56
第一节 山地景观生态研究	56
第二节 高山带景观	57
一、景观带划分	57
二、高山林线类型	58
第三节 中国暖温带高山林线的结构	59
一、林线位置	59
二、中国东部暖温带林线的结构	60
第四节 太白山、五台山高山景观的遥感分析	61
一、太白山高山带的景观	61
二、五台山高山带的景观	63
第七章 高山带植物区系与植物群落	66
第一节 全球高山带植物区系和植物群落的一般特征	66
一、高山植物区系	66
二、高山植被	68
第二节 中国东部暖温带高山植物区系	69
一、五台山高山植物区系分析	69

目 录

二、太白山高山植物区系分析	73
三、太白山和五台山的比较分析	76
四、中国东部暖温带高山植物区系的若干特点	77
第三节 中国东部暖温带林线附近的植物群落	78
一、研究方法	78
二、太白山高山林线附近的植物群落	78
三、五台山高山林线附近的植物群落	83
四、关帝山高海拔地区的植物群落	88
五、小五台山高山林线附近的草本植物群落	91
六、中国东部暖温带高山、亚高山草本植物群落的特点	91
第八章 高山林线生物多样性的空间格局	93
第一节 高山林线植物多样性空间格局的一般规律	93
第二节 中国东部暖温带高山林线生物多样性的空间格局	94
一、物种多样性指数分析	94
二、太白山	94
三、五台山	95
四、关帝山	96
五、小五台山	96
六、中国东部暖温带高山林线生物多样性的空间分布规律	98
第九章 高山林线树木年轮气候学研究	99
第一节 太白山、五台山高山带树木年轮资料统计特征	99
一、树轮气候学简介	99
二、采样标准及采样点的基本情况	100
三、太白山树木年轮资料处理	101
第二节 太白山树轮宽度指数与生态气候要素的关系	103
第三节 太白山过去近 300 年生态气候要素的重建	104
第四节 五台山树木年轮宽度指数与环境因子的关系	106
一、树轮年表的建立	106
二、树轮宽度指数与环境因子的关系研究	107
三、20 世纪 7 月降水的重建	108
第五节 对比与讨论	108
一、对比	108
二、讨论	109
第十章 高山林线对气候变化的响应	110
第一节 气候变化与林线响应	110
一、气候变化的证据	110
二、林线响应的证据	110
三、未来气候变暖与林线的响应	111
第二节 小五台山北台北坡植被垂直带的表土花粉分析	112

一、研究方法	112
二、垂直带花粉谱特征	112
三、垂直带上表土花粉与植被的关系	114
四、具有生态气候指示意义的植物与其花粉的数量关系	115
五、温带山地垂直带表土花粉分布的一般规律	117
第三节 太白山全新世气候变化与植被的响应	117
一、取样与分析	117
二、表土花粉组合	117
三、剖面特征与气候代用指标	118
四、孢粉证据与植被演化	119
五、东佛爷池剖面揭示的气候变化过程和林线的响应	121
第十一章 山地开发与生态保护	125
第一节 山地旅游开发	125
一、山地丰富的旅游资源	125
二、山地生态系统的脆弱性	126
三、旅游活动对北京东灵山亚高山草甸影响的实例研究	126
四、山地旅游规划与管理的生态学思考	128
第二节 工程建设对山地生态的影响	129
一、城市化对山区的影响	129
二、交通建设的影响	129
三、矿业开发的影响	130
四、大型水电工程建设的影响	130
第三节 山地的自然保护区建设	131
一、人为干扰对自然保护区植被的影响评价	131
二、保护动物的栖息地评价	133
三、自然保护区可持续发展的对策研究	133
第四节 山区开发与可持续发展	136
一、生态可持续性山区社会经济发展的前提	136
二、加强可持续发展的能力建设	138
三、开发与保护结合,实现山区可持续发展	138
参考文献	140
附录一 五台山高海拔地区植物名录	149
附录二 太白山高海拔地区植物名录	155
图版	

第一章 绪 论

1. 山地释义

山地一般指高差较大、具有一定坡度,连绵延伸、显著突出于周围地域之上的正地貌形态(左大康,1990)。山地一般由山峰、山脊和沟谷组成,它的山文学特征是形成单独或复合的山脉。山地大约占据陆地面积的四分之一左右(27%的陆地表面海拔超过1000m)(Messerli, 1999)(图1-1)。《中国1:1 000 000地貌图图例说明》规定:最高点一般不在边缘(相对高差一般大于30m),有一定坡度(一般大于 7°)或最高点在边缘,但有较大坡度(一般大于 10°)的地貌形态称为丘陵和山地。按相对高度: $<100\text{m}$ 者为低丘陵,100~200m者一般为高丘陵, $>200\text{m}$ 者一般为山地。按起伏高度山地分为: $<500\text{m}$ 者为小起伏山地,500~1000m者为中起伏山地,1000~2500m者为大起伏山地, $>2500\text{m}$ 者为极大起伏山地。山地按海拔高度划分为: $<1000\text{m}$ 者为低山,1000~3500m者为中山,3500~5000m者为高山, $>5000\text{m}$ 者为极高山(中国科学院地理研究所,1987)。《中国自然地理·总论》(中国科学院《中国自然地理》编辑委员会,1985)和《1:4 000 000中国地貌图图例说明书》(李炳元等,1994)采用了大体相同的划分指标。

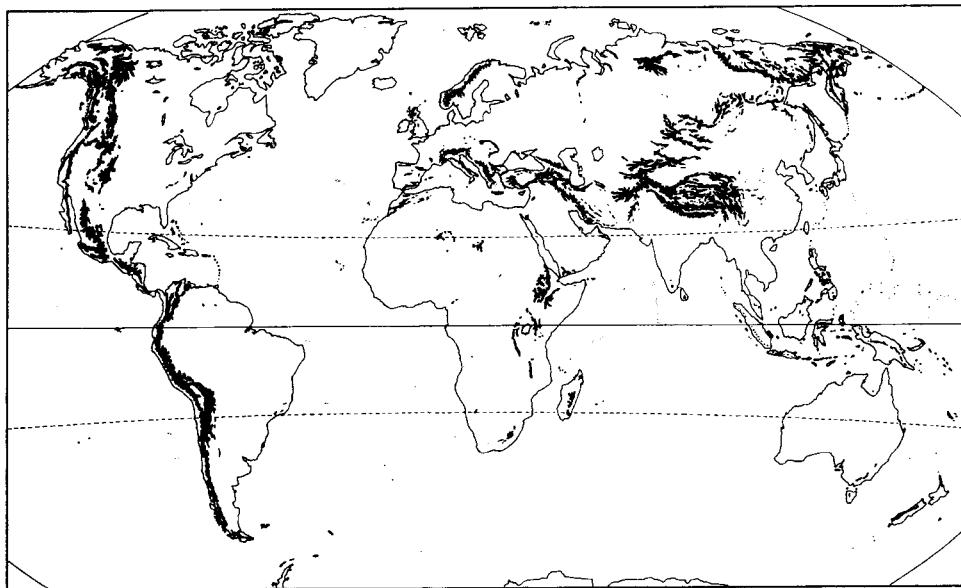


图1-1 世界高山生命带分布图(引自 Körner,1999)

国外,Kapos 等(2000)基于海拔高度并结合坡度将世界山地分为7个等级:①海拔 $>4500\text{m}$;②海拔 $3500\sim4500\text{m}$;③海拔 $2500\sim3500\text{m}$;④海拔 $1500\sim2500\text{m}$,坡度 $\geq 2^{\circ}$;⑤海拔 $1000\sim1500\text{m}$,坡度 $\geq 5^{\circ}$ 或在7km辐射范围内海拔 $>300\text{m}$;⑥海拔 $300\sim1000\text{m}$ 和

在 7km 辐射范围内海拔 $>300\text{m}$ (23°N 至 19°S 之外);⑦被周围山地包围的、小于 25km^2 的盆地和高原。最近,联合国环境署世界自然保护监测中心(UNEP-WCMC, 2002)对山地的划分作了较为具体的规定:①海拔在 $300\sim 1000\text{m}$ 之间,但相对高度在 300m 以上的区域;②海拔在 $1000\sim 1500\text{m}$ 之间,但坡度在 5° 以上或相对高度在 300m 以上的区域;③海拔在 $1500\sim 2500\text{m}$ 之间,但坡度在 2° 以上的区域;④海拔大于 2500m 的所有地区(UNEP-WCMC, 2002)。显然,这一方案包括了起伏较小而地势坦荡的高原,因此,这一方案用于我国还需要进行修正。

山地不仅是一种地貌类型,而且是由许多生态系统组成的景观。山地是“陡坡”与“高地”并列的单独或串连的景观单元,是人类利用和适应的边际性地区(Messerli and Ives, 1997)。

2. 高山林线

本书重点讨论的高山(alpine),不是单纯按高度划分的,它纯属生态学的概念。我们理解的高山带(alpine zone)是指气候上的山地郁闭森林上限与永久冰雪带之间的生态过渡带(ecotone)。其中,郁闭林上限与无林的高山植被带之间被称为高山林线(alpine timberline)或林线生态过渡带(timberline ecotone)(Holtmeier, 2003),它的景观学标志是有郁闭林上限(upper limit of closed forest)、树线(tree line)和树种线(tree species line)三条界线(图 1-2)。



图 1-2 森林上限、树线和树种线示意图(根据 Holtmeier, 2003)

高山林线的突出特征是这里具有非常有限的植物初级生产,难以完全发育成熟的植物器官,不稳定的气候条件,这些都会阻挡植物沿海拔高度的爬升,并最终导致在一定海拔高度乔木树种的完全消失。

长期以来,对高山森林上限附近植被界线的称谓很多,定义也不尽相同,例如,Pott 等(1995)认为高山林线的范围是:郁闭森林的上限与树线之间。此外,不同研究人员对于树线的最小树高的规定也存在差异,大多数都认为不超过 2m (Holtmeier, 2003)。

传统意义上的高山带(alpine zone)、亚高山带(sub-alpine zone),是按照植物群落学标志划分的:高山带的群落学标志是分布在林线以上的高山草甸(或高山灌丛草甸)和高山稀疏植被,亚高山带的群落学标志是亚高山针叶林和华丽的亚高山草甸交错分布。

3. 山地与人类

山地是人类起源的重要场所,无论是晚期猿人(直立人),如东非猿人、蓝田猿人、元谋猿人、北京猿人等,还是早期智人和晚期智人,如尼昂德特人、大荔人、许家窑人、山顶洞人等都生活于山地、高原或山地与平原的过渡地带(吴新智, 2002)。因为山地不仅能够为他