

植物区系地理

科学出版社

王荷生 编著

植物区系地理

科学出版社

植物区系地理

王荷生 编著



北林图 A00079060

科学出版社

1992

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书是一部关于植物区系地理的著作。全书共11章,作者概述了植物区系地理学的发展历史、趋势及一些基本概念和研究方法,详述了植物科、属、种的分布区型,分布区形成的诸种学说,气候变迁和植物带/区的分布和发展,以及植物分布的生态学原理。对植物区系的起源和散布,着重介绍了热带起源学说;对岛屿植物区系的论述,着重于岛屿生物区系的平衡理论和种类循环;同时对新兴的植物染色体地理学也作了论述。本书还介绍了植物区系分区的原则和方法,比较了世界植物区系分区的各分区系统及世界植物区和地区的特征科属,并概述了中国植物区系地理的特点、特有性及各类区系成分的起源等。

本书内容丰富,结合实际,可供植物学、地理学、生态学、生物资源学工作者,高等院校有关专业及农、林、牧、药学等科研和教学人员参考。

植物区系地理

王荷生 编著

责任编辑 于拔 曾桂芳

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100707

北京市朝阳区东华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1992年6月第一版

开本:787×1092 1/16

1992年6月第一次印刷

印张:11 3/4

印数:1—1 700

字数:267 000

ISBN 7-03-002829-5/Q·377

定价:11.20 元

前 言

植物区系地理学是广义植物地理学的重要部分,是植物学和地理学的中间学科。最近二三十年来,由于相关学科新理论、新方法的迅速发展和应用,植物区系地理学也获得了新的发展。它的理论、方法和事实在植物系统、自然地理、古地理、植被地理、植物资源及环境保护等科学研究和生产实践中被广泛应用。近年来,它又被列为植物地理、自然地理及生态学等专业研究生和大学高年级学生的必修或选修课程。国内除吴征镒先生编写的《植物区系学大纲》(1959)和《植物区系地理教学大纲》(1985)¹⁾外,一直缺乏一本比较完整且系统的植物区系地理著作,有关内容分散在植物地理、生物地理、植物分类、古植物学以及古地理学等有关著作和文献中。在教学、科研及实际工作中很需要有关植物区系方面的基础理论和材料,往往需要到处寻找。因此很有必要编写出版一本系统的完整的植物区系地理学著作以供应用。

1983年冬,本人应兰州大学地理系卓正大教授之邀为攻读植物地理学和自然地理学的研究生讲授植物区系地理学时,曾编写了有关讲义²⁾。1985、1988年又为几所大学和研究所的研究生讲授该课,参加听课的还有植物学、生态学及药理学等专业的研究生和教师。根据每次讲授对象和要求的差别,以及不断吸取新的研究成果,本人对原讲义进行了许多补充,尤其是在植物区系地理理论和事实方面进行了大量补充,从而著成本书。

本书力图系统地介绍植物区系地理学的主要方面,既反映了过去的研究成就,又突出介绍了当代本学科的发展,还分析探讨了实际工作和学习中常常遇到的问题。尽量适合多方面的需要。

本书曾请吴征镒、武吉华、王文采和傅立国等教授审阅。他们提出了宝贵意见和补充了一些资料,在此表示衷心感谢。由于本人知识有限,本书必有不当之处,欢迎批评指正。

王荷生

1991年3月于北京

1) 吴征镒, 1959, 植物区系学大纲, 油印本; 1985, 植物区系地理教学大纲, 油印本。

2) 王荷生, 1983, 植物区系地理学, 油印本。

目 录

前 言

第一章 绪 论	1
一、植物区系地理学的含义、内容和一些基本概念.....	1
二、植物区系地理学的发展简史和趋势.....	3
三、植物区系地理的研究方法.....	9
第二章 植物科属的分布和分布型	18
一、科的分布和分布型.....	18
二、科的详细分布.....	25
三、属的分布和分布型.....	30
第三章 植物种的分布	41
一、植物种的数量分布.....	41
二、属内种的分布.....	43
三、种的分布中心及其意义.....	47
四、世界种和特有种的分布.....	48
五、替代种、假替代种、成对种及其分布.....	51
六、残遗种及其分布和年龄.....	54
第四章 植物分布的生态学原理	57
一、植物分布的特点和实质.....	57
二、植物分布的限制因子.....	57
三、环境梯度和环境的有序性.....	60
四、植物对环境因子的反应和忍耐力定律.....	61
第五章 植物分布区的形成	63
一、植物分布区形成的几种学说.....	63
二、海底扩张板块构造理论的植物地理意义.....	69
第六章 气候变迁和植物的分布与发展	75
一、中生代的气候条件和植物的分布与发展.....	76
二、第三纪的气候变化和植物带的形成与发展.....	78
三、第四纪气候及其对植物分布发展的影响.....	85
四、白令地区的植物地理历史.....	91
第七章 植物区系的起源和散布	94
一、单元起源说和多元起源说.....	94
二、起源的时期.....	97
三、植物区系的热带起源.....	99
四、植物的散布.....	102

• 1 •

第八章 岛屿植物区系	106
一、世界的岛屿.....	106
二、岛屿植物区系的特点和来源.....	107
三、岛屿生物地理学的平衡理论和种类循环.....	109
第九章 植物染色体地理学	114
一、植物染色体地理学的兴起和意义.....	114
二、单倍体世代和二倍体世代植物的分布区.....	115
三、多倍体的生态和地理分布.....	116
四、染色体核型和植物区系的起源.....	120
第十章 世界植物区系分区	125
一、植物区系分区的原则、方法和系统.....	125
二、世界植物区和植物地区.....	132
第十一章 中国植物区系地理	150
一、中国植物区系的基本特征.....	150
二、中国种子植物区系的特有性.....	162
三、中国植物区系的起源.....	171
参考文献	177

第一章 绪 论

一、植物区系地理学的含义、内容和一些基本概念

1. 植物区系地理学的含义和内容

植物区系地理学是研究世界或某一地区所有植物种类的组成、现代和过去的分布以及它们的起源和演化历史的科学。

因此,植物区系地理学的研究对象是植物区系。所谓植物区系(flora)是某一地区,或者是某一时期,某一分类群,某类植被等所有植物种类的总称。如世界植物区系,中国植物区系,东亚植物区系,第三纪植物区系,蕨类植物、有花植物区系,森林、草原和荒漠植物区系等等。植物志和古植物群也用“flora”一词。它来源于拉丁文“flos(花)”一字的复数,是一纯粹科学名词,然而实际上已扩大了它的含义和应用。

植物区系是自然形成物,它是植物界在一定自然地理环境,特别是自然历史条件综合作用下,长期发展演化的结果。它是生物圈的主要组成,生态系统中能量交换和物质循环的第一性生产者和最活跃积极的因素。它以种群方式存在,组成各地植被的实体,是自然地理环境的反映及环境变迁的鉴证或依据。

在农田、花园及果园中引种栽培的许多植物种类称为栽培植物区系。它们不能代表本地植物区系,只有经过长期驯化,适应栽培地区的环境条件才能在自然状况下正常生长发育,繁殖后代。已经驯化或又变成野生的外来植物称为归化或逸生植物,有时也可以包括在某地植物区系中,但它们不能代表两地植物区系的自然关系。例如向日葵、木薯、落花生和凤眼莲等原产美洲热带地区,现在中国已经归化或逸生,被列入中国植物区系,但是它们不能代表中国和美洲热带植物区系间的自然关系。

因此在研究植物区系时必须区别于本地野生的、栽培的或是外来的种类,通常是研究本地野生植物。

植物区系地理学的研究内容包括广义植物地理学中植物种属地理学、植物分布学和植物历史地理学三部分。有人称植物种属地理学为植物地理学(狭义的),植物区系地理学的概念与植物区系学也没有严格区别。

植物区系地理学是生物地理学的一个分支,是植物学和地理学的交叉学科。其目的是探究植物生命的起源、演化、时空分布规律及与地球历史变迁的关系。即一方面从地理学角度研究植物区系过去和现代的地理分布及与环境特别是环境变迁的关系;另一方面从植物学,主要是分类学和系统学角度研究植物区系的组成、起源和演化。这两个方面是密切联系,相辅相成的。因此,研究植物区系地理学应该以植物分类学、系统学、古植物学、自然地理和古地理学等为基础,以辩证唯物主义为指导思想。

植物区系地理学研究的基本单位是具体植物区系,或称基本植物区系,即以植物种为单位集合起来的许多个体或居群的实体。它的特点是:在一定有限区域内植物种类组成的统一性,并且与其他具体植物区系有明显区别;其表现面积一般至少为100平方公里

以上,或者至少包含一个特有种。

各个种类成分相近的具体植物区系联合为植物区系组,相似的区系组联合为区系县,如此依次联合为区系省、区系亚区和植物界,植物界是最高单位。就像植物分类学中的分类单位种—属—科—,以及群落学中的具体群落—群丛—群丛组—群系和植被型等分类单位一样。

2. 植物的分布区和分布型

分布是一个种系或任何分类单位(种、属、科等)在地表分布的区域。但以基本分类单位——种的分布区为基础。

植物种的许多个体在该种分布区范围内的分布不是在空间上布满整个分布区,而是居住在它们适宜的生境。各种植物在其分布区内的布满程度也不相同,这取决于适宜生境重复出现的频度,植物种的生态特性、形成集群及与其他植物种的竞争能力,以及历史因素等。分布区的形状、大小、类型、成因、年龄及变化历史等是植物分布学的研究内容。

植物分布区的类型称为分布型(distribution pattern)或地理分布型。“型”(或格局)的概念对于科学是很重要的,含有规则性、规律性和重复的意思。这种重复不是完全简单的重复,而是使其有预测的可能性。显然,“型”的含义比“类型”的一般概念更赋有科学性。当代著名生态学家E.P.Odum(1971)在研究生物群落中物种的分布时说:“生物在环境中的分布,它们与环境关系的结果所形成的结构称为‘型’”。这一定义同样适用于植物区系在地表的分布。各植物种的实际分布正是它们与环境相互影响及演化的结果,占据一定空间范围。较高级分类单位的分布区型则是其所含种的集合。实质上,分布型是植物区系的地理分类。

3. 植物区系成分

研究分布区时常常看出各个分布区的形状和大小是极不相同的,几乎没有任何两个分布区的边界完全吻合。但是有一些分布区的位置和轮廓比较一致,而另一些彼此没有关系,于是可以把某些基本特点相似的分布区加以归类。分布区或多或少重合的各植物种或其他分类单位就属于一定的区系成分。

根据不同原则和基本特点可以分为下面几类区系成分:

(1) 地理成分 这是根据植物种或其他分类单位的现代地理分布来划分的,可以归为若干分布型。世界及任一地区的植物区系都是含有多种地理成分,共同组成世界或某一地区植物区系的分布型结构或分布型谱,从全球来看,可以由之知道世界植物区系分布的地理规律及区域分异。就某地区而言,可以由之了解某地区植物区系的分布型结构及与其他地区植物区系的关系,是进一步研究植物区系和地理环境变化历史的始点。如著名植物学家吴征镒(1983)将已知的中国种子植物2980属作了地理成分分析,并归纳为15个分布型和31个变型,详见第十一章表11-3。

(2) 发生成分 是按植物种的起源来划分,可以反映植物区系的发生。波兰植物地理学家W.Szafer(1956)指出:“把植物区系分为一些发生学成分的主要目的,在于确定种(或者属和科)的原产地,而不考虑它们的现代地理分布。”例如间断分布于蒙新

荒漠东西两端的沙冬青属 (*Ammopiptanthus*) 是中亚地理成分, 但是在系统发生上, 它与中国-喜马拉雅成分的黄花木属 (*Piptanthus*) 有共同祖先, 或许与非洲南部的 *Podalyria* 属更相近。因此, 从发生上来划分, 沙冬青属为古南大陆或非洲南部的成分。划分发生成分是很困难的, 只有以一切亲缘种及其分布区的详细研究为根据, 包括化石资料, 才能确定它们的真正原产地。现在还没有完全查明世界植物区系的发生成分。

(3) 迁移成分 按植物种迁移到某一植物区系所在地所循的迁移路线来划分, 例如沿某江河流域、海岸线、山脉等, 如秦岭山脉是一些中国-喜马拉雅成分东西迁移的路线。确定这样成分通常也很困难, 因为一个种可能由几条路线进入某一植物区系区域内。但是建立迁移成分可为研究植物区系的历史提供有价值的线索。

(4) 历史成分 是根据植物种在某植物区系区域内出现的时间来确定。地球上某些区域在第三纪以前就为植被覆盖, 而另一些较年青区域则在最近地质时期才有植被, 如曾被第四纪冰盖覆盖过的北欧、西伯利亚, 随喜马拉雅造山运动形成的青藏高原, 以及一些珊瑚礁岛等。在较古老的和较年青的植物区系之间有各种不同的过渡。年轻植物区系区域内也有岛状分布的古老区系, 或者相反。例如在第四纪冰盖很厚的格陵兰和西伯利亚的内陆区域, 存在含有古老植物区系残遗的所谓“冰原岛峰”。青藏高原东部边缘的山谷中也存在古老植物区系的孑遗。所谓“古老”和“年轻”是相对而言, 代表植物区系的不同年龄。

要分析任何植物区系的历史成分, 看来是由古老的和年轻的地层构成的, 首先需要确定不同年龄的化石植物区系, 花粉分析具有极大意义。用各种方法研究植物区系的年龄, 常常可以指出个别植物种, 或者整个植物区系的历史和迁移路线, 是研究植物区系历史地理的主要根据。

(5) 生态成分 是按植物种的适宜生境而定。这类成分对于研究一个植物区系的历史及其所经历的气候变化具有极大意义。例如著名的活化石——水杉 (*Metasequoia*), 现代特产于中国四川东部、湖北西部和湖南西北部的局部温湿山地, 而在晚白垩世及第三纪地层中广泛分布于北半球。显然是由于第四纪冰期的侵袭, 而在适宜的生境保存下来。

每一植物区系区域都含有以上几种成分, 不过以地理成分、发生成分和历史成分三者最重要和常用。另一方面, 从不同原则同一植物种可能属于多重成分。再者“成分”一词用作多种意义, 有的学者主张只用于一种意义——地理成分或发生成分, 有的学者主张同时含有地理成分和发生成分的意义。大多数人认为地理因素是首要的, 区系成分一词常指地理成分。

二、植物区系地理学的发展简史和趋势

植物区系地理学是生物地理学的分支植物地理学的组成部分。因此, 它们的发展历史是分不开的。就它们发展的理论背景及与其他有关学科发展的关系而论可以分为下面几个发展时间和阶段:

1. 前达尔文时期

从远古时期延续到19世纪中叶, 是植物地理调查和发现时期, 可以分为萌芽和近代

植物区系地理学产生两个阶段。由于人类的生活需要和生产活动，很早就接触到植物的种类和分布问题，这就是关于植物区系地理的最初认识。在公元前几百年，古希腊已产生这方面的初步认识，可是当时希腊人的活动不超过现代的地中海区。直到亚历山大·马其顿东征印度时（公元前334—前327年），Theophrastus（公元前372—前297年）随军记述了沿途观察到的不同植被和植物，整理出《植物历史》和《关于植被的论文》，它们被认为是西方最早的植物地理著作。

中国具有比西方文化更悠久的历史，于公元前11世纪至几世纪的古代著作中，就有关于植物种类和分布的记述。如《诗经》中记载古代汾河下游，山（山地）有柞、栲、漆等树木，隰（低地）有榆、杻、栗等树木。秦岭山地多松树、竹类，还有桑、杞、栲、枸等。《水经》中记载今日罗布泊一带“多葭苇、怪柳、胡桐、白草”等。在《禹贡》、《管子·地员篇》及后来的《南方草木状》（晋代）和《本草纲目》（明代）等著作中也有所记述。但是所有这些，还没有形成科学的植物地理学，可称为植物地理学的萌芽。

18世纪西方资本主义发展初期，生产和交通有很大发展，积累了更多的植物地理资料 and 知识，促进了植物地理学的迅速发展，并建立了这门新学科。1792年德国人C. Willdenow首先发表了《草本植物学基础》，书中讨论了很多有关植物分布的问题，并指出植物地理学的三个主要方向：植物种类地理学、植物生态地理学和植物历史地理学（植物发生地理学）。第一、三者就是植物区系地理学的内容。

然而，植物地理学的真正创始人应该认为是地理学的创造人 Alexander von Humboldt（德国人），他在1807年发表的《植物地理学概念》给予这门新学科以现代的名称。他写道：“植物地理学，在某种程度上能鉴别以前连接而以后变为彼此相隔的海岛，并发现非洲与南美洲的分离发生在生物发展以前。这门科学也指出东亚与墨西哥、加利福尼亚沿海地区有哪些相同的植物，是否有能生长在所有地带和海拔高度的植物。借助植物地理学，我们才能相当可靠地追溯到地球原始的自然状态，解决关于植物迁移那样的大问题。植物地理深入地球内部，在那里考察大自然在木化石及煤层中留下的化石状的遗留物，那些煤层就是地球早期植被的埋藏所”等等。因此，在此著作中可以找到植物地理学的三个主要方向，以及植物区系起源问题。

其后，主要代表著作有J. F. Schouw（丹麦人）的《普通植物地理学原理》（1822年），总结了各国研究家所搜集的资料，继续阐明这门新学科的原理，第一次明确叙述了植物地理学的三个基本方向。但是他把“植物地理学”与“植物历史学”之间作了机械的划分，后者只包含植物种，以及植物区系的历史和发生。瑞士植物学家Aug. P. de Candolle的著作《植物地理学初论》（1820年）一书中更详细地指出植物地理学的研究任务，他所理解的历史植物地理学不只限于确立植物分布的生境，而且要确定这样分布的原因。他指出植物赋有不同程度克服许多障碍的能力，而且有借助水流、大气流、动物和人类四种散布种子的方法。他的儿子Alphonse de Candolle研究总结了以前的知识理论，于1855年出版《植物地理学》著作，进一步阐明植物的分布规律。他指出：“植物地理学的主要目标应该是，对于植物的现在分布哪些可用现在气候条件来解释，哪些是过去气候条件影响的结果。”使人开始明白，现代的植物分布仅用现代气候条件来解释是不够的。他们为首创历史植物地理学这一分支学科做出贡献。

但是在此以前，还是神造万物和物种永恒不变的观点占统治地位，许多问题未能正

确认识。



2. 达尔文时期

这是植物地理学深入大发展的时期。1859年达尔文(C.R. Darwin)在其《物种起源》一书中解决了当时许多问题。正如恩格斯所说,达尔文的生物进化论是19世纪自然科学三大发现之一。物种形成或生物进化理论使生物学及植物地理学发生根本性的变化。这时期,有很多植物地理学大师,如J.D. Hooker、O. Drude、A. Engler和L. Diels等,都用进化的理论研究世界植物区系的分布和历史等问题,对植物区系地理学的发展做出重要贡献。

J.D. Hooker由于他的多次科学旅行考察,对许多国家的植物区系研究及对世界植被的深邃知识,他眼界广阔,提出了许多新问题,尤其是根据区系成分分布区的分析而确定各植物区系的起源。他在其主要著作《南极航行植物学》(1844, 1853, 1860, 三卷)中讨论了南极、新西兰和塔斯马尼亚的植物区系,得出极重要的结论:现在分布于南冰洋各岛上的植物,以前曾一度形成南极单独植物区系的一部分,其所占陆地范围大于南极洲。还认为植物的现在分布不能单以现存因素来解释,必须研究过去气候变化及干燥地区分布的变迁。在《印度植物志》第一卷(1855)中研究了印度植物区系发展史,对于认识现代热带植物区系的历史很重要。《北极植物分布纲要》(1862)和《岛屿植物区系的演讲》(1866)对于北极植物区系和岛屿植物区系的起源,其相互关系以及与大陆植物区系的关系等都是很重要的。

继J.D. Hooker以后,在植物地理学,尤其是历史植物地理学方面的一个突出成就是A. Engler在1879—1882年发表的《植物界发展史,特别是第三纪以来植物区系的研究》(Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, Insbesondere der Florengebiet seit der Tertiärperiode)。他所提出的原理和资料,适用于解释植物界个别分类单位的分布及全世界各植物区系的发展和相互关系。特别是发展了北极—第三纪植物区系起源的假说。这一假说以后长期统治着植物地理学,至今仍有人维护这个观点。他还利用植物种属的地理分布资料为各植物区系发展史做出结论,即把植物种属的地理分布区应用于分类学,以阐明种间亲缘关系。这一方法后来成为植物分类学中的可靠方法。

被称为俄国历史地理学之父的Ф. Рупрехт, 1866年发表《黑土的地植物学研究》,第一次确定了黑土的陆生起源。他详细研究了俄国各不同地带的植物区系和植被的组成,查明这些地带的不同年龄,并且把植物区系和植被的发生发展同地质历史和土壤的发生发展联系起来,这是他与前人不同之处,为后人开辟了新的途径。

美国植物学者Asa Gray于1846年首先提出著名的东亚和北美的洲际间断分布和这两个植物区系的关系,后来进行了更详细的研究。根据许多古植物资料,他认为第三纪北美植物区系与当时在格陵兰、斯匹次卑尔根及北欧发现的植物区系有密切联系,而且在很多方面属于同一个植物区系。他又指出,北美东部和亚洲东北部第三纪植物区系的种型交换,在白令海峡可能存在假定的陆桥。还有动物学家A.R. Wallace对于岛屿植物区系也有许多研究,提出著名的“华莱士线”作为东、西马来西亚生物区系的分界线,至今仍不失其真实价值。

421400

• 5 •

总之,这个时期在达尔文主义的影响下,植物地理学获得深入广泛的发展,尤其是历史植物地理学。但是于19—20世纪交替时期,产生了生态学和遗传学二个植物学分支,尤其是生态学在植物地理学界受到更多的关注。当时主要代表著作是E. Warming (1909)的《植物生态学》和A. Schimper (1892)的《以生理学为基础的植物地理学》(Plant Geography upon a Physiological Basis)。这时可称为植物地理学发展中的生态学时期,使植物地理学向生态地理学分支方向发展,植物区系地理学则显得黯然失色。不过,植物生态学的发展,对认识植物区系,尤其是关于它们分布的原因有所帮助。

3. 现代植物区系地理学的兴起和发展时期

本世纪20年代以来,主要由于与植物地理学有关学科新理论的发展,植物区系地理学获得比前一世纪更重要的变革和更进步的发展,可以说产生了现代植物区系地理学。对它影响最大的是A. L. Wegener的大陆漂移说和孟德尔、摩尔根学派的新达尔文主义。

奥地利地球物理学家A. L. Wegener综合了当时的气候学、地质学、地球物理学、古生物学和古气候学等证据,于1912年提出著名的大陆漂移说,1915年出版《海陆的起源》,1920年及1922年又连续修改再版,全面系统地阐述和论证他的学说,冲击了地质学中长久盛行的海陆固定论,并反映在植物地理学中的陆桥说和植物区系北极第三纪起源说。E. Irmscher首先将此学说应用于植物分布的研究,1922、1929年出版《大陆的植物分布和发育》。E. B. Вульф非常推崇A. L. Wegener的学说,他的著作《历史植物地理学引论》(1943年)和《历史植物地理学(世界植物区系历史)》(1944年)是植物区系地理学的全面总结,是历史植物地理学的杰出成果。书中详尽论述了世界14个区域的历史植物地理,有力地驳斥了植物区系的北极起源说和迁移论,而认为泛古大陆的存在、分裂和漂移为世界植物区系的热带统一起源提供了地质根据。A. Takhtajan (1969)的《有花植物的起源和散布》是植物地理和进化生物学相结合的代表成就,他从植物的系统发育和地理分布论述了世界有花植物的热带起源和起源中心。

新达尔文主义(或现代达尔文主义)是在30年代由基因学说(遗传学说)和自然选择理论相结合而产生的,它的一个基本理论是:遗传变异的基本原因是由于染色质的突变,最后可以导致形成亚种和新种以适应新的环境。这说明植物种系发生和多样性的根本原因。这期间,R. Good不断对植物区系地理进行系统的总结并发展了关于植物分布忍耐力的理论,先后出版四版《有花植物地理学》(1947, 1953, 1964, 1974)是本学科的现代权威著作。

从50年代以来,许多学科和技术获得很大而且新颖的发展。特别是从1953年发现了DNA(脱氧核糖核酸)的双螺旋结构,并证明它是基因密码的物质基础以后,分子生物学迅速发展,冲击到生物学,或者是生命科学的各个领域,于是生物学又发生一次革命,使人们能够从细胞学和分子生物学的水平,更深刻地洞察植物种的形成和变异的内在本质与机理,正在形成分子进化生物学。基因和染色体的研究也已与分类学和分布学结合起来,即根据已经积累的各类植物染色体的数目、多倍性和染色体组型(核型)等大量材料,植物学家重新考虑和阐明植物的种系发生,尤其是关于被子植物的起源和演化的问题。例如C. D. Darlington (1963)的《染色体的植物学和栽培植物的起源》,

G.L.Stebbins(1971)的《高等植物染色体的演化》,R.H.Raven(1975)的《细胞学和被子植物系统学基础》,F.Ehrendofer(1976)的《裸子植物和原始被子植物中染色体分化式样的进化意义》等都是重要论著。他们不仅把染色体的特征、机能应用于植物的起源和演化,而且与生态环境的关系和地理分布联系起来,虽然存在争论,但是他们提出一些精辟的观点和可靠的例证。于是基因和染色体地理学应运而生(E.C.Pielou, 1979)。

与此同时,植物分类学已发展到系统植物学,它是生物系统学的一部分。达尔文以后,进化论的成就渗入到生物学的各个部门,从而形成了进化生物学。此外还有现代生态学和生态系统的广泛研究,这些有关学科融会形成生物地理学,主要研究生物种的形成、分化、发展历史和时空分布的格局与规律。70年代以来,出版了不少生物地理学著作,虽然各有不同侧重点,但是一般都是从进化生物学和生态系统的角度,或者说是以动态和综合的观点论述生物地理学,包括植物区系学的各种问题。这是植物区系学当前发展的主要趋势。

另一方面,从50年代开始,由于古地磁学的发展及各种新学科新技术的发明应用,如深海洋底钻探技术、放射性同位素测年法、人造卫星的发射和遥感遥测以及微古生物学研究等,促成了以海底扩张-板块构造为中心的全球构造新理论。1968年正式宣布这个理论,并提出这是一次“地学革命”。这是20年代A.L.Wegener大陆漂移说的再现和发展,大大推动了植物区系地理学的发展,对于植物分布区的形成、历史及植物区系的起源、演化等中心问题又得到新的认识和证明。如在《海底扩张和生态系统的关系》(D.I. Axelrod, 1972)、《板块构造和被子植物的分布》(R.F.Thorne, 1977)、《板块构造及其对被子植物的地理起源和传播的关系》(R.M.Schuster, 1976)等著作中都有详细论述。这时期,古地理学,尤其是对第三纪和第四纪冰期的环境变迁有更详细的研究成果,也有助于植物区系地理上述诸中心问题的研究,而且古地理学与植物区系地理的发展也是相辅相成的。

岛屿生物地理学是生物地理学的一个特殊分支,60年代,F.W.Preston (1962)、R.H.MacArthur和E.O.Wilson (1963)提出岛屿生物地理的平衡理论,表示岛屿生物区系动态平衡的模型。此后,又有许多研究论著修改R.H.MacArthur等的模型。于是前一时期的岛屿植物区系的研究提高到定量的水平,使对生物种的兴衰或生灭有预测的可能性。

由于50年代以来一些新理论、新技术的产生和应用,至70年代,现代植物区系地理发展到一个崭新的阶段。而今正继续向纵深,或者是宏观(全球构造和历史)和微观(细胞、染色体和基因结构)两个方向发展,成为地学和植物学间一门高度综合而深化的学科。在方法上,也从野外调查、采集、传统的统计分析,进步到数理统计、栽培试验、定位和实验室研究观测,以及电子计算机和遥感技术的应用等。E.C.Pielou (1979)的《生物地理学》著作综合了现代生物地理学的最新成就。

从以上所述植物区系地理学的发展历史,可以看出它与生物学和地学有关学科的密切关系。它们的发展也是彼此相辅相成的。就现代对植物地理学的另一主要部门植物群落学而言,后者也加强了植物群落中的区系分析。如1982年第26届国际植被学术讨论会的中心议题就是“植物群落中的区系分布现象”。内容有不同植被类型的植物区系分布

型谱,不同群落间的区系相似性,以及应用区系分布学研究生态系统的结构与功能的问题等。这些研究使植物地理学的这两个主要部门更密切地结合起来,推向更高的生态系统的水平。

4. 中国近代和现代植物区系地理学的发展

中国近代和现代植物区系地理学的发展比较迟缓,早期,一些外国植物学家对于中国植物区系的不同方面和地区做了些研究,如Asa Gray(1859)、W.B.Hemsley(1896)、L.Diels(1901,1913,1929)、H.Handel-Mazzetti(1920,1931)、F.K.Ward(1935)、J.Roi(1941)、В.Л.Комаров(1908)、М.Г.Попов(1931)及以后的Е.В.Вульф(1944)、Е.М.Лавренко(1950,1962,1970)、М.М.Ильин(1958)、Ан.Н.Федоров(1959,1964)和В.И.Грубов(1963,1964)等。他们分别发表了有关中国植物地区的分区、区系的起源或历史、与北美或中亚等植物区系的关系以及中国一些地区,尤其是东南部森林区和西北部干旱区的植物区系成分和特征的著作。

中国最早的近代植物地理学家,首推胡先骕、刘慎谔和李惠林三人。胡先骕于1926—1936年最早研究中国东南森林植物区系和全国植物区系的性质与成分,继A.Gray之后,比较研究中国和北美东部木本植物区系的关系等。刘慎谔于1934—1936年第一次提出中国植物地理分区,先后发表对于华西北、西南及东北植物区系的看法。李惠林于1944年特别根据五加科的分布提出中国植物地理分区,以后对中国、东亚及东亚-北美植物区系做过不少研究报道。以上中、外学者的工作,为中国植物区系地理研究奠定了一定基础。

直到1957年以后,才陆续发表较多有关中国植物专科属、地区性或全国植物区系地理的论著。其中如钱崇澍等(1956)的《中国植被区划草案》、陈嵘(1962)的《中国森林植物地理》、吴征镒(1965)的《中国植物区系的热带亲缘》等。吴征镒于1964年北京国际科学讨论会上提出该报告,首次从全球的观点,划分中国种子植物属(约2980个)为15个分布区类型和35个变型,根据这些分布类型或地理成分的统计比较和种系发生学上的关系,提出中国植物区系热带起源的重要观点,并指出:“居于北纬20°至40°之间的中国南部与西南部和印度支那的广大地区,是最富于特有的古老的科和属,这些从第三纪古热带区系传下来的成分可能是东亚区系的核心,而这一地区正是这一区系的摇篮。更广泛地说,它也许甚至是北美和欧洲植物区系的出生地”。1979年在全国植物学会上他又做了“论中国植物区系的分区问题”的报告(吴征镒,1979),提出具有中国特色的植物区系分区系统,即把青藏高原、中国-日本和中国-喜马拉雅作为与亚洲荒漠、欧亚草原并列的植物亚区。全国分为2个植物区、7个植物亚区和22个植物地区。吴征镒与作者合著的《中国自然地理:植物地理》(上册)(1983)一书,总结了有关中国植物区系的已有工作,利用植物分类学、地理学的新资料,统计、比较分析的研究方法,按照植物系统发生和板块构造-海底扩张新理论,重新论述了上述观点,比较详细地阐述了中国种子植物属各分布区类型(15个)和变型(31个)的区系特征、起源和各类型间的联系,对已知全国种子植物科属进行了比较全面的统计分析,并概括提出中国植物区系地理的5点总特征等。这部著作是中国现代植物区系地理学的一个开端。

与此同时,张宏达发表了《华夏植物区系的起源和发展》(1980)。他根据古植物、地质历史,特别是被子植物的系统发育和大陆漂移、板块学说,论述华夏植物区系与被

子植物起源的地点与时期。他称“华夏植物区系是指中生代初期在华南地台孕育滋长起来的被子植物区系”，“是从当地起源的前被子植物发展出来的”。“前被子植物出现在三叠纪”，“到早侏罗世晚期转化为真正的被子植物”。并认为“华夏植物区系最有可能是被子植物的发源地”，即提出了关于被子植物起源中心问题的新见解。

另外，近年来随着中国及地方植物志工作的进展和开展系统学的研究，取得许多专科属和地区性区系地理研究成果，如关于毛茛科、樟科、胡桃科、蔷薇科、唇形科、杜鹃属、人参属和天南星属等的系统发育和地理分布，中国特有属，青藏高原、湖南等地，中国荒漠植物区系的研究报道及四川松杉植物地理等。古植物学家徐仁、孙湘君、李星学等对于中国古植物区系的分布、演化和分区进行了详细研究。中国植物染色体核型变化及与植物演化的关系，也开始有所研究，查清一些属种以下分类单位的演化及与它们分布型的关系。再者，于植被地理、自然地理、环境保护以及生物资源的调查研究中，也日益加强植物区系的研究内容。因此，植物区系地理学在中国也正向着新的方向发展，并且愈渐广泛。

三、植物区系地理的研究方法

本节主要介绍研究某一地区，或者一分类群现代植物区系地理的各种基本方法，目的在于阐明它们的种类、数量和空间分布。主要是数量统计、分析和制图的方法。

1. 分类学的统计和分析

(1) 科属的数目和大小 上面指出植物区系是一定地区所有植物种类的总和。因此，当研究一个地区的植物区系时，首先必须具备研究地区的全部植物名录，进行科、属、种的统计分析，统计它们的数目和科属的大小（含有的属数和种数），再按照科、属大小的递减顺序排列。由此可以知道该地区植物区系的分类学组成和哪些科属占优势。不同地区科属的数目和大小顺序是不同的。R. Good (1974) 对世界被子植物科属的数目和大小进行了统计和排列，笔者 (1979, 1983) 对中国种子植物科属的数目和大小进行了统计排列，并与世界做了比较，得知中国植物区系在世界植物区系中的重要地位。

(2) 生活型和生活型谱 生活型是植物在其发展历史过程中，对于一定生活环境长期适应所形成的各种基本形式。各种生活型具有适应其生活环境的形态外貌、内部结构和生理特点。它是生态学的分类单位，不同植物分类单位可能属于同一生活型，如仙人掌状生活型是叶变成刺的肉质无叶植物，包括分布于美洲及世界其他干热区域的仙人掌科和大戟科的一些属种。常绿乔木和藤本是热带潮湿区域代表的生活型，包括许多植物种类。多年生草本植物在温带植物区系中占优势，包括禾本科、菊科、毛茛科等等许多属种。半灌木和小半灌木生活型在温带荒漠地区占优势，包括藜科、菊科和柽柳科等一些属种。在地中海气候区，以有许多短命和类短命植物生活型为特征。因此，植物的生活型可以反映一定地区的气候等自然条件。

分析植物区系生活型的意义，一方面生活型是植物区系本身的生态学分类，同时，生活型可以反映一定地区的自然环境，这对于研究一定地区植物区系的分布和形成是很

必要的。尤其残遗植物的生活型，是研究植物区系历史和环境变迁的依据和证明。如在中亚东部荒漠地区，间断分布二种沙冬青 (*Ammopiptanthus*)，它是豆科常绿灌木，与荒漠环境不协调，并与分布于川、滇-喜马拉雅和秦岭的黄花木属 (*Piptanthus*) 有密切亲缘，因此可以证明沙冬青属是古地中海岸的残遗植物。

生活型谱是某一地区植物区系中各类生活型的百分率组成。生活型百分率的计算公式是：

$$\text{某一生活型百分率} = \frac{\text{某一生活型植物种数}}{\text{植物区系种数}} \times 100$$

把计算统计的结果列成表，或制成柱状或扇形图解，即构成某地区植物区系的生活型谱，与分析植物群落的生活型谱相同。关于植物生活型的分类，可以用Raunkiaer的生活型系统，或者其他系统。

(3) 分布多度和等种线 分布多度指某地区或单位面积内分布的植物种属数。表示某植物属种在不同地区分布或出现的数目，也称为分布频度。可以用统计表或制图的方法以表示属种分布的数量变化及地区差异。如图11-2是中国种子植物特有属在各省区的分布多度图，将各省区分布的属数分为若干多度级，再以不同图例表示在地图上，可以明显看出中国种子植物特有属在各省区的分布数量和差异。

等种线是同一属内种数相等的地方联成一线，制成等种线图，如同气候的等温线，地形的等高线一样。构制等种线图可以采取种分布图叠置的方法，其重叠的部分就是该重叠地区出现的种数。或者用网格法，即在地图上按一定比例绘出方格网，在每一网格内记载所研究属的种数，连接种数相等的界线就是等种线。如G.T.Prance (1979) 用等级网格法作了南美洲 *Hirtella* 等属的分布图 (图1-1)。

在同一属的等种线图上总有一条线围绕着整个属的分布区，在边缘往往只有一个种，在内部有一个或几个集中区。种的集中程度最大区，就是该属中种系最复杂多样的地方，形成它的密集中心或多样化中心。至于是否该属的起源中心或演化中心，还必须结合等特征线，或研究种间的亲缘关系来确定。

(4) 等特征线 这是地理-形态学的一种研究方法。首先分析属内有关种系形态特征的数目，然后在划有方格网地图上的每一方格里记出特征的数目，把特征数目相等的地点用线条连结起来，就获得等特征线，如图1-2表示羽衣草属 (*Alchemilla*) *Calycanthum* 群的等特征线和等种线。在特征数目最集中的地方称为特征中心，表明在这里该属的发展能力特别强，可认为是该属的发育中心。

一般情况是种数和特征数目最多的地区，可视为初生发育中心或原始发源中心。种数多而特征数目少的地区，表示次生性的发展，开始产生许多新种，是次生发源中心和发展中心。反之，如果种数少而特征数目多，这里可能存在不同起源的残遗植物，是子遗植物区。

(5) 属的相似性指标和模型 这是用不同地区“属”的相似性系数来比较其植物区系的相似程度。这一概念是波兰植物地理学家 D.Szymkiewicz 深入研究的重要结果。他认为被比较地区植物区系的相似程度，用这两个地区共有属的数目来表示 (不包括世界广布属)。他第一次 (1934年) 应用属相似性系数研究了地中海区国家的植物区系，并且同世界其他国家比较。他计算相似性系数的公式是：

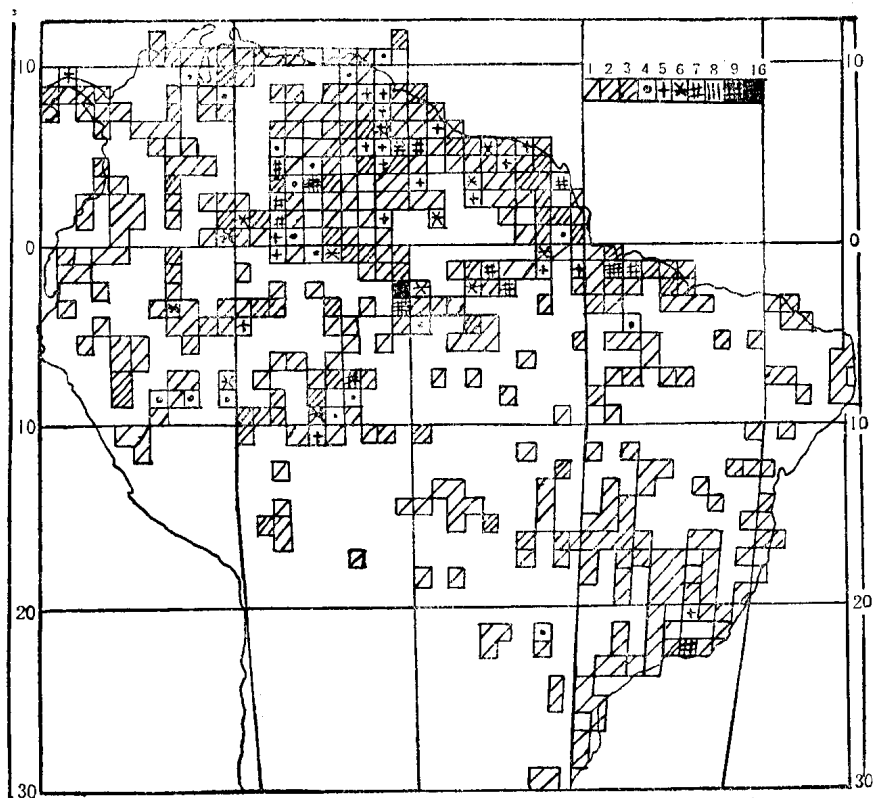


图 1-1 用等级网格法表示 *Hirtella* (Chrysobalanaceae) 的分布 (方格表示种数级)
(引自 G. Prance, 1979)

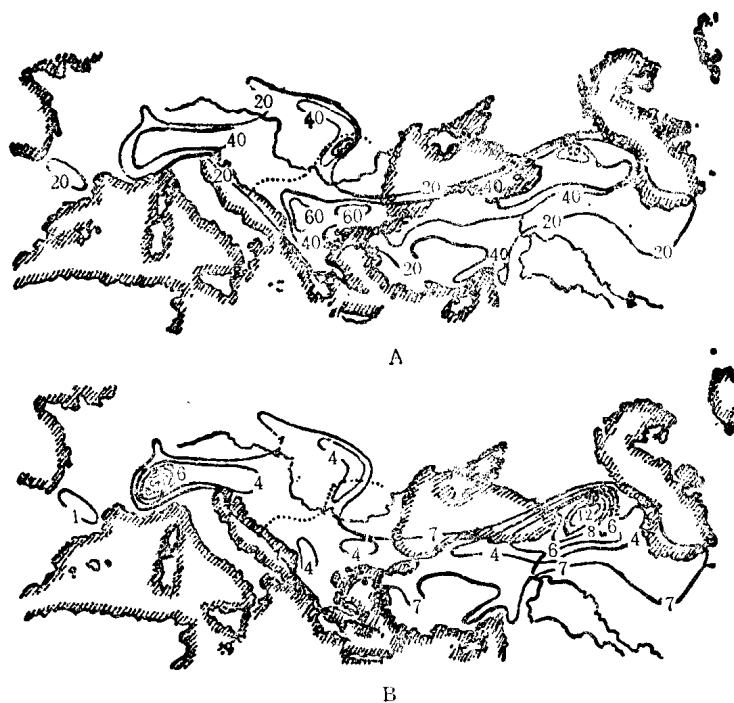


图 1-2 羽衣草属 (*Alchemilla*) *Calycanthum* 群的等特征线 (A) 和等种线 (B)
(引自 W. Rothmaler, 1955)