

广东东部植物区系 与植物群落研究

GUANGDONGDONGBU ZHIWUQUXI
YU ZHIWUQUNLUO YANJIU

曾宪锋 庄雪影 刘全儒 唐光大 邱贺媛 著



科学出版社

广东东部植物区系与 植物群落研究

曾宪锋 庄雪影 刘全儒 唐光大 邱贺媛 著

本书由韩山师范学院科学研究著作出版基金和国家水体污染控制
与治理科技重大专项课题(2008ZX07526-002-04)资助出版

科学出版社

北京

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303

内 容 简 介

本书作者综合利用现代植物区系学、植物群落学理论和方法,在广泛深入野外调查的基础上,对广东东部地区植物区系、植物群落进行了系统研究。本书内容涵盖了广东东部地区植物区系学研究的历史与现状,自然地理条件,地区总体、代表山地、群落组成植物区系的多样性和区系特征,与相关植物区系的比较分析,区系的演变和起源等。另外,对广东东部地区外来入侵植物和国家珍稀濒危植物也进行了统计分析,并提出了建议。

本书可供植物学、地理学、生态学、生物多样性、植物资源和环境保护等科研技术人员和高校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

广东东部植物区系与植物群落研究/曾宪锋等著. —北京:科学出版社, 2011. 8

ISBN 978-7-03-031962-3

I. 广… II. 曾… III. ①植物区系—研究—广东省②植物群落—研究—广东省
IV. Q948.526.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 154672 号

责任编辑:杨瑰玉 安 凌 / 责任校对:董艳辉

责任印制:彭 超 / 封面设计:苏 波

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>

武汉市首壹印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 8 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2011 年 8 月第一次印刷 印张:17 1/4 插页:4

印数:1—600 字数:327 000

定价:68.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

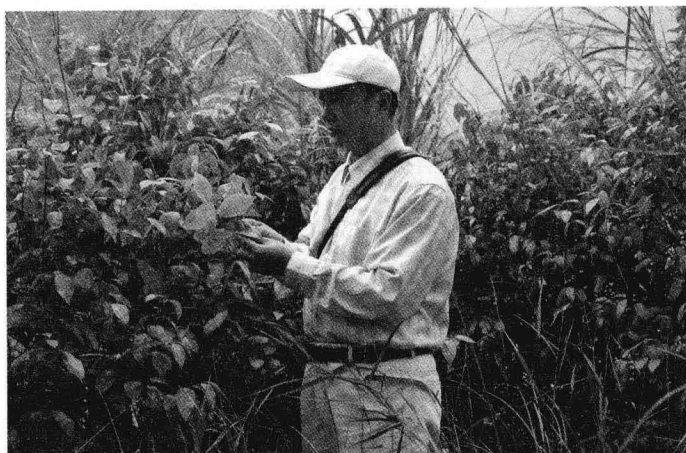
本书主要基于以下科研项目的研究成果

广东省自然科学基金项目
基于植物群落物种多样性特征的粤东植物区系研究
(9452104101003005)

中国科学院植物资源保护与可持续利用重点实验室开放课题
粤东重点地区常绿阔叶林植物群落及植物区系研究(2010-001)

国家科技重大专项
水体污染控制与治理(2008ZX07526-002-04)

上海市绿化管理局专项基金
中国外来入侵植物志(G1024011)



作者简介 曾宪锋,曾用名曾宪峰,汉族,河北昌黎人,1962 年出生。1985 年毕业于河北师范大学生物系,获理学学士学位;1997 年毕业于北京师范大学生物系,获理学硕士学位;2008 年毕业于华南农业大学林学院,获理学博士学位。多年来主要从事植物学教学,曾任教于河北科技师范学院、唐山师范学院、揭阳职业技术学院,现就职于韩山师范学院。一直从事植物区系学、植物分类学研究,在冀东、粤东地区亲自采集标本 12 000 余号,发现河北新记录植物 30 余种,新记录科(水马齿科)1 个;发现广东省野生植物新记录科 1 个,新记录植物 40 余种。在取得第一手资料的基础上,先后研究了秦皇岛植物区系和粤东植物区系。现主持广东省自然科学基金项目《基于植物群落物种多样性特征的粤东植物区系研究》(编号:9452104101003005,在研),主持中国科学院植物资源保护与可持续利用重点实验室开放课题《粤东重点地区常绿阔叶林植物群落及植物区系研究》(2010-01,在研),参加上海辰山植物园主持的《中国外来入侵植物志》编研课题,负责广东、福建两省的野外考察和标本统计工作,主持并完成广东省教育厅自然科学研究项目 1 项,主持韩山师范学院重点课题 3 项,参研国家自然科学基金及省、厅、院级项目多项。独立或第一作者发表本研究领域的论文 60 余篇,其中核心期刊论文 40 余篇,内容涉及植物区系、外来植物、国家濒危保护植物等方面;其中 1 篇发表在国际著名植物分类学刊物《TAXON》,其余多发表在国内重要植物期刊上;独立完成专著 2 部,参编 6 部,主编、参编教材多部。

序

曾宪锋在广东工作已逾十年,每年能见面一两次,打电话联系更多些。据我看,他已经比较熟悉华南植物,可以做一个合格的植物学教师。

曾宪锋在北京师范大学攻读硕士学位时,采集了不少标本,基本能自己鉴定;在广东这十年,他采集了一万余号标本,基本自己鉴定;2008年取得了博士学位,另外,做了一些植物学课题研究。他的确在扎实地学习和研究,我作为他的老师,感到高兴,能有机会在这本书中写些话上去,也是我所愿意的。

从书稿中不难看出,他们的工作是扎实的,植物种类收集是比较全面的,比如,他们采集到并鉴定出45种广东省新记录植物,还有他们在粤东地区调查出145种外来种,工作之仔细可见一斑。

此书出版的意义还在于,作者们的学术观点是正确的,是有所创新的。比如,种的区系成分分析很重要,也很难,但是他们做了;群落组成植物的区系分析很重要,工作量很大,他们做了;植物群落物种多样性与植物区系研究的结合上,他们做了初步探索,结果基本可信。另外,他们在研究手段和统计方法上也有新的尝试。

此书对植物区系学的研究,尤其是区域性区系研究,有一定的示范和参考价值,可供植物学、生态学、林学、农学等专业的科技人员参考。

感谢作者们的艰辛劳动。感谢科学出版社慧眼识珠,出版此书。希望作者们继续努力,在植物学研究中稳步前进。

北京师范大学教授

方宗英

2011年3月21日

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 粤东植物区系研究的科学背景	1
1.2 粤东主要植物群落物种多样性研究的背景	16
1.3 植物群落的区系分析	18
1.4 外来植物	18
1.5 珍稀濒危保护植物	19
1.6 本研究的意义	20
第 2 章 粤东自然地理及研究过程	21
2.1 研究地自然状况	21
2.2 植物区系研究过程及方法	25
2.3 森林群落研究的过程及方法	32
第 3 章 粤东蕨类植物区系	36
3.1 粤东蕨类植物科、属、种的组成	37
3.2 粤东地区蕨类植物的优势科、属的分析	39
3.3 粤东蕨类植物区系的特点	40
3.4 粤东蕨类植物地理成分分析	41
3.5 粤东蕨类植物的生态特点	46
第 4 章 粤东种子植物的区系分析	48
4.1 科的区系分析	48
4.2 属的区系成分分析	58
4.3 种的区系分析	68
4.4 不同生活型植物的区系分析	82
第 5 章 粤东代表山地最高峰——铜鼓嶂的植物组成成分	92
5.1 铜鼓嶂自然概况	92
5.2 铜鼓嶂种子植物科的分析	93
5.3 铜鼓嶂种子植物属的区系成分	95
5.4 铜鼓嶂种子植物种的分布区类型	96
第 6 章 粤东森林群落的组成分析	100
6.1 粤东森林群落研究	100

6.2 粤东森林群落的植物区系组成分析	117
第7章 粤东植物区系与其他植物区系的比较	125
7.1 铜鼓嶂植物区系与其他山地植物区系的比较	125
7.2 中国东部不同地区植物区系的比较分析	126
第8章 粤东植物区系的形成历史与发展过程	129
8.1 晚古生代粤东华夏植物区系发展阶段	129
8.2 中生代裸子植物发展阶段	130
8.3 新生代被子植物发展阶段	131
第9章 粤东外来植物的调查研究	135
9.1 粤东外来植物概况	135
9.2 外来植物在粤东生存发展的原因	141
9.3 外来植物的影响和危害	142
9.4 防治及管理措施	143
第10章 粤东珍稀濒危保护植物调查研究	144
10.1 粤东珍稀濒危植物种类组成及分布	144
10.2 野生植物种濒危的原因	148
10.3 粤东珍稀濒危植物的保护	150
第11章 粤东植物区系新资料	154
第12章 粤东植物区系与植物群落物种多样性的特征及相关讨论	168
12.1 特征	168
12.2 讨论	170
参考文献	174
附录 粤东维管植物名录	189
后记	256
粤东植物多样性彩图	257

第1章 绪 论

地球上曾经生存和现有的生物种类也许永远无法准确估测,即使是被定名的现有物种数目也不十分清楚,一种说法为 140 万种(Wilson,1988),另一种说法为 170 万种(Tangley,1986)。有人认为地球上现存生物约有 200 万种,地史上绝灭的约有 1500 万种(陈阅增,1997)。地球大约在 46 亿年前形成,在漫长的地史时期,随着地壳运动、冰期作用、气候变迁,生物也从无到有、从水生到陆生、由简单到复杂、由低等到高等逐步演化。38 亿年前甚至 39 亿年前就可能产生了生命,有直接证据证明,最晚 34 亿年前生命在地球上已经存在。生命一经产生,地球的面貌就快速地改变,生物与其生存的环境组成生态系统,生物的生存、繁衍、进化改变了环境,环境的改变促进生物的进化。地球生物圈的进化是整个地球生态系统的进化。

现代社会人口膨胀、工业化及城市化,导致森林被大量砍伐,大气污染、“温室效应”加剧及生物多样性急剧减少。根据 F. D. M. Smith 和 R. M. May 的资料,自 1600 年以来地球上有记录的动植物灭绝数目分别为 491 种和 599 种(《中国生物多样性国情研究报告》编写组,1998)。50%的哺乳动物、鸟类和爬行动物将在未来 300~400 年内灭绝,物种灭绝速率最高可达每小时 3 种(Magurran,2001)。我国目前受到威胁的生物物种估计占区系成分的 15%~20%,高于世界水平 10%~15%。以我国的被子植物为例,处于濒危或受威胁状态的物种估计为 4000~5000 种,占总物种数的 15%~20%,估计 200 种植物会在近期内灭绝(钱迎倩,1998)。

因此,以现代植物分布研究为主,结合地带性植物群落物种多样性研究,参考地质时期植物区系的起源与发展,探讨植物区系的特征与性质及对当地植物区系、植物多样性的研究有重要意义。同时,对珍稀濒危保护植物、外来植物与重要资源植物的研究,对生物多样性保护、植物资源保护与开发、促进当地经济可持续发展也有重要意义。

1.1 粤东植物区系研究的科学背景

1.1.1 植物区系的概念和研究对象

植物区系是指一定区域所有植物类群(种、属、科)的总和,它是植物界在一定

的自然地理条件以及历史条件综合作用下发展演化的结果。植物区系的地理分化,是现代生态地理与古代地理历史因素综合作用的结果(王荷生,1992)。植物区系的形成是种系长期分化、繁衍和发展的结果,并与区域性自然地理条件、古地质、古气候等方面的变化和变迁密切相关。因此,植物区系的研究必须以植物分类学、系统学、古植物学、自然地理学和古地理学为基础。

一个植物区系研究的对象通常是某一自然区域的一类或几类植物的总和。要想反映某一地区植物区系的演化发展历史,应该对这一地区分布的所有植物自然类群加以统计分析,同时结合其地质发展历史,才有可能较好地揭示其区系特征。

植物区系的区域选定目前仍无统一的标准。按地域划分,大到一个洲、一个国家,小到一个山地,都可以作为一个植物区系来研究;按类群划分,常见的有苔藓植物区系、蕨类植物区系、维管植物区系、种子植物区系、专科、专属的植物区系等。

关于植物区系的面积,至今仍无定论。阿略兴等曾在《植物地理学》提出,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和居群的实体。即在一定有限区域内植物种类组成具有一致性,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 km^2 以上;或至少包含一个特有种(阿略兴,1957)。在我国,这一方法很有参考价值。

1.1.2 植物区系研究的内容

植物区系地理学是生物地理学的一个分支,其研究内容包括植物科、属地理学,植物分布学和植物历史地理学三个部分。研究一个区域植物区系的内容至少应该包括以下方面:区系性质,特有现象,地理联系,替代现象,在植物区系区划中的位置,以古地理、古环境为背景的该区系的起源与演化。

区系性质的分析可以通过统计植物区系的地理成分、优势科和优势属的数目来反映。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,再按照科、属大小的递减顺序排列,从而推断该植物区系的分类学组成和科属的优势程度,并推断该植物区系的性质。一般在统计时必须区别本地野生种与栽培种及外来的种类,通常研究的只是野生种类,因为栽培种及外来种的存在无法反映两地植物区系的自然联系和本地植物区系的性质。

特有科、属、种的研究对于了解一个特定地区植物区系的发展、演变过程及现状,具有十分重要的意义。“特有”或特有植物一词的含义不是绝对的,而是与广布相对而言的。一般来说,分类学单位愈大,特有现象的概念或地理范围就愈广。一个地区特有现象的研究为获得有关该地区植物居群的起源及年龄提供依据,它不



仅使我们了解曾经发生的转变,也提供我们评价这些转变的程度及大致出现时期的方法,以及让我们认识这些对植物区系和植被发展所产生的影响。

在研究特定植物区系时,将其与相关或相邻地区的区系加以比较,有助于揭示这一区系的性质和特点。通常的做法是采用属和种的相似性系数来比较甲、乙两地植物区系的亲缘关系,即甲、乙两地共有属种数(不包括世界广布的属、种)与甲地总属、种数(不包括世界属、种)的百分比。这一公式在植物区系的研究中运用较为普遍,它来自波兰学者 Szylnkiewicz(1934-38)的属相似性指数。但是,当两地面积相差很大时,最好采用 Sorneesn 植物区系相似性系数,即两地共有的属或种数与甲、乙两地总属数或总种数的百分比。这样求得的结果能部分消除面积差异所带来的影响,亦能较好地反映两地区系间的亲缘关系。两地的共有属数越多,其相似性就越大或者关系越亲近。属、种相似性指标不仅可以用来表示任意两地植物区系的关系,对于植物区系分区和研究过渡地区植物区系的地理属性也具有重大意义。同样,科的相似性系数计算公式与属、种的相同(沙菲尔,1958)。

一个属的不同种或同一种内各亚种具有相互排斥、各自独立的分布区,有时候稍微交叉重叠,在空间上相互替代,这种现象称为地理替代现象。如果按照替代的方向划分,可以分为水平替代现象和垂直替代现象。当前,植物区系的研究对替代现象涉及较少,这是以后研究中应加强的部分。

植物区系的研究主要是对植物科、属、种的统计和分析,但由于某一地区植物区系是自然历史条件综合作用下长期演化发展的结果,因此,要深入探讨植物区系的起源和演化,就必须结合该区系的古植物、古地理、古气候等资料,将地质历史发展与植物区系的演化有机结合起来进行统计与分析。

1.1.3 植物区系研究的意义

植物区系学的目的就是研究一个区域、一个地带或一块大陆植物区系的组成特征和性质、分布特点、起源演化与发展等问题(张宏达,1980)。大量的研究证明,人们如果不去保护地球上的生物多样性,尤其是其中多种多样的分类类群成分,要保护地球的生态系统(生物圈)和每一单独的生态系统是不可能的。由于植物区系地理学积累了有关遗传材料地理分布的资料,所以它成了保护这些资料的理论依据。实际上,植物区系研究的作用不仅仅如此,它不仅在理论上能够揭示和解决植物系统学和植物地理学的一些疑难问题,如被子植物起源的时间和地点、环境条件对植物区系地理成分的影响等。另一个重要的方面是,为一个区域内生物资源的开发利用和保护、生态恢复、林业和农业生产等提供十分有价值的第一手资料。尤其是在关于生态工程建设、植被恢复、植物资源的可持续利用等方面具有十分重要

的科学价值和现实意义,同时也是保护生物多样性的理论基础,是人们开发利用自然植物资源的理论依据。

1.1.4 植物区系的研究历史

1. 世界植物区系研究的历史和现状

由于人类生活和生产活动的需要,人类很早就需要解决植物的种类及其分布问题,这就是关于植物区系地理的最初认识。最早的植物区系地理著作是《植物历史》和《关于植被的论文》,它们是公元前 334~前 327 年,马其顿国王 Alexander 东征印度时,Theophrastus 随军记述了沿途观察到的不同植被和植物种类,后整理成书。1753 年,C. Linnaeus 发表的《植物种志 (Species Plantarum)》标志着对植物系统、科学研究的开始。植物区系地理学的真正创始人一般被认为是地理学的创造者德国的 A. von Humbolt,他在 1807 年发表的《植物地理学的概念》给予这门新的学科以现代科学的名称。丹麦植物学家 J. E. Schouw 总结了各国学者所搜集的资料,第一次明确叙述了植物区系地理学的三个基本方向,在他 1823 年问世的《普通植物地理学概要》一书中将世界的植物区系划分为 25 个“域”,同时将其其中的一些域划分为“省”。这些术语在现代植物区系地理学上仍被广泛采用,现代植物区系区划的概念在很大程度上接近于 Schouw 当时所确定的原则。瑞士植物学家 P. de Candolle 和他的儿子 A. de Candolle 分别在其著作《植物地理学初论》(1820)和《植物地理学》(1855)中,详细说明植物地理学研究任务,并进一步阐明植物的分布规律。1859 年,达尔文的《物种起源》出版后,以进化的观点指导植物区系地理的研究,有力地推动了植物区系地理学的发展,有很多植物区系地理学大师,如 J. D. Hooker, O. Drude, A. Engler 和 L. Diels 等,都采用了达尔文生物进化学说来研究世界植物区系的分布和区系历史演变等一系列问题,取得了重大成就。

Hooker 成功地进行了多次科学旅行考察,通过对许多国家植物区系的研究,获得了对世界植被的独特见解,他根据植物区系成分分布区的分析而确定植物区系的起源理论备受各国学者的赞同。他的主要著作有《南极航行植物学》(1844, 1853, 1860),《北极植物分布纲要》(1861)和《岛屿植物区系的演讲》(1866)等。

Engler 在 1879~1882 年发表了《植物界发展史,特别是第三纪以来植物区系研究》,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球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。这一假说现在逐渐被人们冷落,但在植物区系地理学史上曾有着重要影响。Engler 用植物种属的地理分布区系应用于分类学,以阐明种间亲缘关系,这一方



法后来被认为是植物分类学中的可靠方法之一。美国植物学者 A. Gray 于 1846 年首先提出著名的东亚和北美的洲际间断分布现象和这两个区系分布的关系,随后还进行了更详细的研究。

20 世纪 20 年代以来,由于与植物区系地理相关学科的快速发展,植物区系的研究进一步深入,孕育着现代植物区系地理学的产生。奥地利地球物理学家 A. L. Wegener 于 1912 年提出了著名的大陆漂移学说,1915 年出版的《海陆的起源》一书,全面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学说和植物区系北极第三起源学说中。E. Imrscher 首先将此学说应用于植物分布的研究,于 1922 年出版了《大陆的植物分布和发育》。

前苏联著名学者 E. V. Vulf(1943,1944)的《历史植物地理学引论》和《历史植物地理学》是植物区系地理学的全面总结,被认为是世界历史植物地理学的杰出成果。前苏联著名的植物学家 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两个方面论述了世界有花植物的热带起源和起源中心问题。

20 世纪 30 年代以来,由基因学说和自然选择理论相结合产生了新达尔文主义,Good(1947,1953,1964,1974)的共四版《有花植物地理学》为标志性成果。20 世纪 50 年代以来,由于分子生物学和细胞生物学等学科和现代生物技术的发展,使植物学家面临重新考虑和阐明植物种系发生的新课题,尤其是关于被子植物起源和演化的问题,如 Darlington(1963)的《染色体的植物学和栽培植物的起源》,Raven(1975)的《细胞学和被子植物系统学基础》等。另一方面,由于古地磁学的发展及各种新学科、新技术的发明应用,如放射性同位素测年法、遥感、古生物学研究,促成了以海底扩张—板块构造为中心的全球构造理论。这是 20 世纪 20 年代 A. L. Wegener 大陆漂移说的再现和发展,使植物分布区域的形成、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《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, 1981)和《板块构造和被子植物分布》(Thome, 1978)。20 世纪 70 年代至今,现代植物区系地理发展到一个崭新的阶段,而今正继续向宏观和微观两个方向发展,成为地学和植物学间一门高度综合而深化的学科。

19 世纪以来,植物地理学家 A. Von Humboldt(1807)首先注意到植物分布到分区的问题。随后,德国学者 Diels(1930)在《植物地理学》一书中,把全球的植物区系划分为 6 大区,称为区系界。Engler(1936)按照植物区系发生学的原则,即首先查明各分类学单位(科、属、种)的分布区,确定各地特有的成分;同时考虑各地的地质历史及相应的气候变化,植物区系的起源、发展及与其他地区的发展史,而不论分区面积的大小。划分低级分区单位,主要根据特征种,更多考虑和依据现代的

地理条件,如地貌、气候、土壤等因素,Engler 进一步把地球植物区系分为 5 个带,41 个区,102 个省。Good(1974)在 Diels 和 Engler 的区系区划的基础上,更具体地将全球植物区系分为 6 界,37 区,127 省。Takhtajan(1978)在他的世界区系区划一书中,沿用了 Good 的区划原则,把全球植物区系分为相同的 6 界,分 34 区,148 省。至此,有关全球植物区系区划已经近乎完整。

植物区系的比较分析是区系分区研究的重要方法,如采用科、属、种的相似性系数或相似性程度的大小来表示各个区域的亲缘关系,据此来确定植物区系分区。目前多采用各种数学统计方法,但也不是被所有学者赞成。正如 Schmithusen(1961)所指出的:“在划分植物区系的界限时,分类单位成分的质量差异比数量统计法更为重要。”因此,植物区系分区的是基于各分类单位的分类学、系统学和地理学的详细资料。

目前,植物区系分区从上到下的基本单位主要是:植物区—地区—省—县。在植物区、地区和省级单位内可分“亚级”,植物县以下可以再分“小区”。“植物区”这一等级适用于明显具有较高等级的特有分类类群。对于一个区来说,特有科、亚科和族表现突出,当然还有大量的特有属,有时还根据科、目来确定。就“地区”来说,其特点是要有一定数量占优势的科,同时主要科之间的数量关系相对稳定。“省”比起“地区”来说,特有属不甚突出,同时即使有特有属,通常也是单种属或寡种属。特有种明显,但显然没有地区那么多。植物区系系统较低的等级是“县”,其主要特点是特有亚种,特有种不明显或缺。在某些情况下,“县”可拥有单种的特有属。

Takhtajan(1969)的《世界植物区系区划》一书是世界范围内经典植物区系分区的重要专著。他以丰富的植物科、属、种资料为基础,将世界植物区系划分为 6 个植物区,8 个亚区、34 个地区和 148 个植物省。对各单元的区系特征,尤其是特有科、属,甚至一些特有种都有列述,并分析了一些区系的形成原因和发展历史等。

中国著名学者张宏达教授根据植物系统发育及植物与环境条件的相互关系进行区系分区,提出了《地球植物区系分区提纲》(1994)。在该区系分区中,取消了古热带植物界和开普植物界,建立了华夏植物界;把全球植物区系分成 7 个界,即劳亚植物界、华夏植物界、澳大利亚植物界、非洲植物界、南美植物界、南极植物界、热带红树植物界;确立了华夏植物区系的完整地位,在其下设 3 个区,即东亚区,马来西亚区和印度—喜马拉雅区。

太古代、元古代生物结构简单,种类稀少。自古生代及以后的中生代和新生代起,生物逐渐繁荣,结构复杂,种类繁多。下面参考前人的研究成果(宋朝枢等,1989)从古生代起,对地球的古地理和古生物作一简要概括:

(1) 古生代鱼类与蕨类植物最繁盛。寒武纪(5 亿年前),全球气候均匀、温暖,蕨类可能发生;海藻繁盛;海产动物为三叶虫与腕足类。奥陶纪(4.1 亿年前),



继续温暖气候,裸子植物可能发生;蕨类可能增加;海藻仍为主要植物;珊瑚虫、苔虫类、头足类、腕足类繁多;硬壳鱼出现。志留纪(3.5亿年前),气候温暖,某些地区半干燥,蕨类和裸子植物可能有增加;蝎与多足类出现;肺鱼出现。泥盆纪(3.2亿年前),气候温暖,稍干燥;蕨类与裸子植物增加甚速;两栖类出现;鱼类繁盛;陆生植物化石初次形成。下石炭纪(2.8亿年前);气候温暖,海凉;高山气候如冬季;裸子植物发达接近最高点;鲨鱼与野百合繁多;两栖类增加。上石炭纪(2.55亿年前);温暖湿润,蕨类开始退化,裸子植物发达至极;爬行类与两栖类繁多;大量蕨类和少量裸子植物形成煤炭。二叠纪(2.1亿年前)为干燥冰期气候,尤以南半球为甚;裸子植物与蕨类继续退化,但仍繁盛;特化动物死亡甚多,大量盐矿形成。

(2) 中生代爬行类与裸子植物最繁盛。三叠纪(1.7亿年前)为温暖、半干燥气候,温暖浅海与礁湖,裸子植物与蕨类植物开始衰退,但尚繁盛;双子叶植物可能已经起源;恐龙开始兴盛;哺乳动物出现;陆地扩大。侏罗纪(1.45亿年前)气温渐升,两极极冷,暖海广布,双子叶植物增加,原始鸟类出现。下白垩纪(1.2亿年)为热带气候,陆地下沉,海洋侵入,水杉与被子植物森林出现,包括杨柳科、桑科、樟科、木兰科,棕榈与禾草类出现;恐龙发达至霸主地位。上白垩纪(1亿年前)气候变化多,近代森林增加;恐龙灭绝;哺乳类增加,由大量裸子植物和少量蕨类植物形成煤层。

(3) 新生代哺乳动物与被子植物最繁盛。始新世气候凉爽半干,后变为温暖而湿润,森林扩展至北极地带,古代哺乳动物衰退,海产哺乳类与灵长类出现。渐新世气候温暖而湿润,森林发达之极,高等哺乳动物与鸟类增加。中新世气温微降,某些地方变为干旱森林面积缩小;禾草增加哺乳类极盛,喜马拉雅山上升。鲜新世气温稍降更干燥,森林更加衰退,人类出现;洪积或冰河世(第四纪)冰帽与冰河扩展至温带,多种大型哺乳动物死亡,草本植物存在。人类文明开始。近世或冰退期,距今2万年,北极冰帽后退,气温略有增加,气温分带,森林衰退,草本植物与人类最繁盛。

地壳一直在运动中,分为水平运动和垂直运动,运动的结果是产生陆地山脉和湖海。经水平运动即造山运动产生陆台(地台),前寒武纪,中国陆台产生,发育很不规则,距今17亿年前的元古代近似镰刀形,距今6亿年前为斧形,由华北、东北、华南—华东三大陆块组成,周围被海槽围绕(周廷儒等,1984)。粤东在大地构造上属华南陆块,其地质发展史一直可以追溯到8亿~14亿年前的元古代。根据地层发育特征,本区地质发展史经历了以下三个主要阶段(广东省地质矿产局,1988):元古代—志留纪地槽发展阶段,泥盆纪—中三叠世相对稳定的准地台发展阶段以及中生代、新生代大陆边缘活动带发展阶段。在元古代—志留纪漫长的演化过程中,植物界主要是藻类植物演化阶段;志留纪末期,席卷华南的加里东运动

导致本区元古代和早古生代地层褶皱回返上升成山系,陆地面积随之大量增加,这为陆生植物区系的形成与演化创造了条件;早泥盆世开始,广东西部遭受来自广西的海侵,在滨海地带开始生长裸蕨类和石松类植物。从此,广东陆生植物区系形成,然后大致经历了晚古生代华夏植物区系发展阶段、中生代裸子植物发展阶段和新生代被子植物发展阶段这三个主要阶段。

地质时期植物区系的形成和演变与地球变迁和古环境变化有必然联系,张宏达认为,现代华夏植物区系与晚古生代华夏植物区系在演化上有着深刻的渊源关系,它们是一脉相承的(张宏达等,2004)。粤东现代植物区系的形成可以追溯到本区晚古生代华夏植物群的发展。早、中泥盆世,粤东在经历了加里东造山运动后,陆地面积不断增加,首先在一些海滨地带发育了最早的裸蕨纲植物。晚泥盆世至二叠纪,粤东植物区系的发展具明显的纵向演替。晚泥盆世晚期,大致反映了全球一致的拟鳞木植物群的性质;早石炭世早期,一方面继承了晚泥盆世晚期植物群的性质,但同时已开始分异;早石炭世中期,则已初具华夏植物群的色彩。二叠纪,粤东植物区系已发展为典型的华夏植物区系的性质,是晚古生代华夏植物区系的重要组成部分。

经历了晚古生代华夏植物群的演化,粤东植物区系在中生代得到了很大的发展,三叠纪植物区系与晚古生代相比,区系成分已发生了很大的变化,裸子植物大量繁盛,植物群的发展进入到了裸子植物发展阶段。侏罗纪时裸子植物进一步得到发展,达到其发展的鼎盛时期,而真蕨类植物退居其次,种子蕨类植物更是趋于绝灭。白垩纪开始,裸子植物开始衰退,而被子植物逐渐繁盛起来。粤东中生代植物区系总体上是在本区晚古生代华夏植物区系的基础上演化而来的。晚古生代和中生代植物区系的发展为粤东现代植物区系的形成奠定了基础,但对现代粤东植物区系的形成有直接影响的则是本区新生代植物区系的发展。从第三纪开始,粤东植物区系成分变得更加复杂多样,被子植物大量发展,取代了裸子植物占据统治地位。与全国的总体情况相似,到了晚第三纪粤东植物区系逐渐接近于现代(金建华等,2006)。

自从被子植物北极起源的学说被否定之后,热带起源学说便取而代之,概括起来有 Takhtajan 和 Smith 为代表的东冈瓦纳古陆起源和以 Raven 和 Axelrod 为代表的西冈瓦纳古陆起源两大学派。

Takhtajan 和 Smith 都是基于分析现存原始被子植物分布式为出发点,推断被子植物的起源地。Smith(1970)认为被子植物的起源中心在马来西亚地区。Takhtajan(1969)则认为从阿萨姆到斐济地区是被子植物的“摇篮”。Raven 和 Axelrod(1966)不同意东南亚至新西兰和斐济之间是被子植物起源中心,认为南美洲—非洲联合古陆的内部可能有大面积严酷的沙漠,而其半干旱的过渡地带是植



物进化的重要中心。Bande 和 Prakas(1986)根据印度—马来西亚中南半岛第二纪化石研究结果,也不同意东南亚是被子植物起源中心。我国学者张宏达(1980)提出华夏植物区系所覆盖地区是被子植物的起源地,华夏古陆是被子植物的发源地之一。但谢永泉(1993)则与张宏达的观点相异,认为就全国范围而言,从大地构造、地层、地史及古地理诸学科考虑,均不可能统属于一个华夏古陆。另外,还有一种观点认为东南亚地区是第三纪植物的避难所,但并非是起源中心。

多数学者认为,温带植物区系的起源与被子植物起源密切相关。据 Axelrod (1966)研究,认为无论北温带的落叶阔叶林区系还是南温带的常绿阔叶林区系,都起源于热带地区。Takhtajan(1957)认为我国云南及邻近地区的亚热带区域,存在着许多在系统上的原始类群,这些类群是后来发展成为北温带植物区系的一个古老核心。吴征镒(1965)也得到同样结论,居于北纬 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 的中国南部与西南部和中南半岛的广袤地区,最富于特有的古老科、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,而这一地区则是这一区系的摇篮,更广泛地说,它也许是北美和欧洲植物区系的出生地。

综上所述,目前人们对植物起源的观点仍存在诸多争论,但以中国为主的东亚和东南亚地区现在分布着众多的原始类群被子植物的事实无法否认,无论中国植物区系是否包含被子植物的起源中心或是北温带植物区系的起源核心,抑或被认为第三纪植物的避难所,有一点可以肯定,那就是中国植物区系在世界植物区系中所处的重要地位毋庸置疑。按 Smith(1970)的观点,现存的原始被子植物有 60 科,其中中国就有 39 科,约占 $2/3$,还有一大批特有科和特征科。

2. 中国植物区系研究的历史、现状和趋势

中国植物区系的研究始于外国学者,如 Gray, Hemsley, Diels(1911, 1913, 1929)和 Handel-Mazzetti(1936, 1937)等。他们就我国植物区系的不同地区或某些方面做了一些调查,发表了有关中国植物区系分区、区系起源或历史、与北美或中亚等植物区系的关系探讨以及一些地区植物区系成分和特征的论著。

中国学者的中国植物区系的研究始于 20 世纪 20 年代。胡先骕、刘慎谔和李惠林等 3 人可视为最早系统研究我国植物区系地理的杰出代表。胡先骕于 1926~1948 年系统研究中国东部森林植物区系和全国植物区系的性质、成分和中国植物区系分区的问题,并继 Gray 之后比较研究了中国和北美东部木本植物区系的关系等。刘慎谔于 1934~1944 年首次提出我国植物地理分区,先后发表对西北、西南及东北植物区系的看法,将我国植物区系分为 8 个区(刘慎谔, 1985)。李惠林于 1944~1957 年首先以五加科为材料研究了中国植物地理的分区问题,接着对东亚与北美植物区系的亲缘、东亚木本植物区系的重要性、台湾与菲律宾之间的植物区