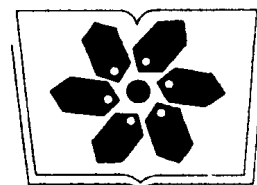


李文漪 著

中国第四纪植被与环境



科学出版社



中国科学院科学出版基金资助出版

中国第四纪植被与环境

李文漪 著

科学出版社

1998

内 容 简 介

本书是对中国第四纪植被与环境的孢粉学论述。分别从北方温带森林区,南方亚热带、热带森林区,北方温带草原区和荒漠区,以及青藏高原高寒植被区四个大区进行自上新世以来的花粉组合、植被及气候环境演变过程的叙述和讨论。为了阐述花粉对于植物的代表性问题,书中介绍了与第四纪花粉分析密切相关的花粉散布与沉积问题的研究成果。同时还讨论了与中国第四纪植被与环境有关的一些孢粉学问题,并对中国第四纪植被与环境发展中的特色进行了综述。

本书可供从事孢粉学、第四纪地质、地理、气候、生物、考古应用及环境等的科研及有关高等院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国第四纪植被与环境/李文漪著. - 北京:科学出版社,1998.7

ISBN 7-03-006565-4

I. 中… II. 李… III. ①植被-研究-中国-第四纪 ②古环境-研究-中国-第四纪 IV. Q914.663

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 04423 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1998 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1998 年 7 月第一次印刷 印张: 16 3/4

印数: 1—900 字数: 390 000

定价: 40.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(科印))

序 言

从 50 年代开始,在第四纪研究领域里发展得较快和影响较大的学科恐怕要算是第四纪孢粉学了。孢粉学(Palynology)是植物学和古植物学的一个分支。因为第四纪孢粉研究的对象是约 200 万年来这一地质时期的植被和环境,所以它也是第四纪研究的一个十分重要的组成部分。它是跨生物学和地质学这两大科学之间的一个学科。

为什么第四纪孢粉学发展和进步得较快呢?首先是社会和学科本身发展的需要,再一个原因是从事这门学科研究的科学家们努力的结果。

科学技术从建国以来有很大的发展,特别是与资源、环境关系密切的地质工作和地质科学的发展更是突飞猛进。这是因为国家对矿产资源的开发、水文和工程地质建设等工作都需要基础地质资料作为它的支柱,再加上自 50 年代初 ^{14}C 测年方法的出现,孢粉学本身也进入一个新的发展阶段,因而基础性的研究,如第四纪孢粉学得到了很好的发展。

最早将第四纪孢粉学介绍到我国来的是丁骥先生,但当时未及开展工作,后来丁先生在国外对孢粉学作出了新的贡献。徐仁先生是我国孢粉学的奠基人之一,他在 1952 年辞去了印度萨尼古植物研究所主持所长的职务回到祖国,先在南京地质古生物研究所任职,后到原地质部地质科学院工作。因为当时急需开展孢粉鉴定与研究工作,他在那里对一批新毕业的大学生进行了孢粉学培训并建立了实验室。本书作者李文漪同志就是徐仁先生培养的我国第一批孢粉学家。

中国的孢粉学研究,特别是第四纪孢粉学研究是在徐仁先生亲手培育下成长起来的。今天我为本书作序,看到当初的幼苗都已成材,孢粉学研究硕果累累,不能不想起徐仁先生当年创业的功绩和他为之而献身的一生。1952 年在南京时,我和徐先生有较多机会倾谈关于中国第四纪和孢粉学的发展问题。后来他到中国科学院植物研究所工作,一直互有来往。从学术上我是他的晚辈,平日和他在一起受益很多。他给我留下的最深刻的印象就是,他在同辈、晚辈间,是一位循循善诱的导师,这也是他一生深为人们尊敬和爱戴的缘故吧!徐先生培养了我国不止一代的孢粉学家、古植物学家和许多学术带头人。有这样一批生力军,经过 40 多年不断的努力,才使我国的孢粉学能够得到今天这样的规模和水平。现在我国已有十多个第四纪孢粉实验室和一批有一定水平的研究队伍。

我早就知道,李文漪同志从 50 年代就在地理研究所几位老科学家的指导下作了不少孢粉研究。这次读了她的著作,对她的工作有了更深刻的认识。通过她的这本专著,我看到了我国整整一代人,50 年代建国初期一批地球科学家成长的过程和他们的精神面貌与学者风范。

这一代人不仅从学校毕业出来的时候就怀着报效祖国的决心,毅然走上了可能是自己在校期间连听都没有听说过的专业和工作岗位。40 多年来他们艰辛地走遍了祖国的各个角落,无论是积雪缺氧的高原,还是潮湿多虫的丛林;不管是沙漠中干旱的酷暑,还是大草原上凛冽的寒风,都没有阻挡住他们去考察研究、去采集标本。他们默默地实践了地

学工作者遵循的一个信念,那就是要“读万卷书、行万里路”。从本书中可以看出他们曾为取得研究的第一手资料,在 40 多年中走过了何止万里路!

这一代人差不多都参加过许多国家的重点建设工程项目,许多人都参加过国家的重大科学考察和重点科学研究项目。他们愉快地接受了任务,并完成了这些有时看起来还是辅助性的工作。当我们今天展望 40 多年来在国家建设中取得的辉煌成就时,读到李文漪同志的著作,使我们觉察到,他们在各项任务的协作中积累起来对中国各自然条件下植被在时间和空间中发展的资料和认识的珍贵和重要。我为作者完成了她所承担的任务,并把这些资料和认识著书出版而感到十分高兴。

本书作者在自己工作的基础上,综合了许多人的资料,把我国已发表的大量文献加以整理分析,提出自己的论点,在不断提高认识的基础上,有许多新的创见。她长期研究了花粉散布与沉积的理论与方法,取得不少新的进展,这对于更科学、更有效地去认识植被与环境是很重要的。作者系统地阐述了中国第四纪植被与环境在时间演变和空间分布的轮廓和规律,是可贵的。尤其和当前研究的热点“全球变化”中的一些问题都息息相关,也可以看出作者早在若干年前即已注意到这些问题的重要性,也可以说是全球变化中古环境研究的一个先驱性工作。作者强调“作为论据的基础,将尽可能展示实验结果而不仅强调结论”。对这样实事求是、严谨的学术思想和学风是应该提倡的。

在过去的几十年中,各个学科积累起来的科学资料是我国的一大笔财富。李文漪同志把多年来灌注了自己心血的工作和其他同志的工作成果综合起来,对我国第四纪植被与环境的研究作了一次较系统的总结,这是一件很有意义的事情。它将使我国第四纪孢粉学的研究更上一个新的台阶。



1997.3.12

前 言

中国科学院地理研究所的孢粉研究工作,是在黄秉维、施雅风等老一辈科学家的倡导下,于1955年筹备,并逐步开展起来的。当时,对于中国境内第四纪植被的历史还知道得很少。笔者在徐仁教授的指导下,怀着用孢粉学方法探索历史时期地理环境演变的浓厚兴趣,40年来,坚持不懈地将这一工作持续下来,并能有机会与地质、地理、气候、地貌、植被以及考古等多学科协作,工作涉及到全国各大区域,从多方面认识到我国各种自然条件下植被发展的历史过程、及其空间分布中特色的基本轮廓。实践表明,借助孢粉学方法,研究我国第四纪植被与环境的由来与发展能够取得令人满意的结果。本书就是在此基础上写成的。

在各种自然因素中,要算植物对于生存环境的反应最为敏锐了,所以,通过认识植物的发展历史,能够了解到自然环境的诸多变化,尤其是气候的变化。在与现代最为接近的第四纪时期,由于植物的个体与系统发育、分类与区系以及生态习性等,均与现生的植物最为近似,也不涉及已灭绝植物的问题,因而最有可能和最易于以现代的植物生态规律,去模拟与分析第四纪植物与环境的关系,重建植被及其环境的发展过程。这是第四纪植被研究与以前各地质时期古植物研究的一个不同点。另外,还由于在第四纪松散的沉积物中,植物的茎、叶、花、果实和种子化石,往往难以保存或不易被发现,幸有孢子和花粉能大量保存并易于获取,得以弥补某些大化石的不足。本世纪初化石花粉分析的兴起,就是从研究第四纪晚冰期和冰期后的植被与气候变化开始的。

建立在统计基础上的花粉分析,一直存在着花粉与植物的数量关系问题,这是孢粉学在理论上和应用中最基本也是最困难的问题,为此不断地进行研究与探索并将随着工作的进展和深化而逐渐地显示出理想的前景。笔者在各项研究中,为取得对化石孢粉组合的正确理解与更灵活的分析,坚持用表土取样以探索花粉的数量规律,对中国境内第四纪沉积中常见的植物个体和群体花粉数量规律和特点取得了新的认识。

本书的第一章,首先展示了中国境内第四纪最常见的一些植物种类和植被类型,在散布与沉积过程中的数量特征及与母体植物间数量关系的实验研究结果。同时,用较多的篇幅阐述了 R 值的原理及应用,并以 R 值为基础,比较深入地探讨了花粉对于植物的代表性问题。笔者深信,花粉分析的潜力,在相当程度上即寓于对花粉数量的认识之中。

第二章是本书的中心内容。分区叙述中国境内第四纪各时期植被的演变历史与分布格局。共分四个大区叙述,即:温带森林区、亚热带和热带森林区、温带草原区和荒漠区及青藏高原高寒植被区。在时间序列上分为三个主要阶段,即:自晚第三纪末期至第四纪早期的气候变冷时期植物群的过渡形式;更新世冰期时期植被的响应和气候特点;全新世变暖以来的植被与气候波动的过程,阐述认识与观点。在叙述中,作为论据的基础,将尽可能展示实验的结果,而不仅强调结论。本书最初的编写计划是以笔者以往工作的积累为基础做主要内容的,其中多数已在有关的期刊上发表,也有一些工作为首次发表。后经编

辑及专家审阅和建议,又进一步补充了有关文献资料,以使内容更加全面和充实。但是由于考虑到全书的系统性,对于前人工作也只能选择有代表性的地点和剖面,有重点地适当加以扩充。

第三章是围绕第四纪植被与环境的若干专题,讨论和综述中国植被在时间和空间的变化和分布规律及其与北半球各区域的关系,并讨论了有关的地层问题以及由于人类活动对环境的影响等。

书中凡引用文献资料均已注明,余为笔者工作结果。

处于东亚重要地位的中国境内,第四纪植被与环境发展,除具有全球一致性变化外,明显存在着许多独有的区域性的和生态上的特点。以中国这样广大而又多样化的自然条件和复杂的环境演变历史而言,已有的孢粉植物研究工作仍是很不充足的,工作地点分布还很稀疏,并且在时间序列和空间分布两方面都是不平衡的,一般来说,以往对早更新世和全新世研究较多,中更新世的工作较少;在区域上,集中于东部地区,而西部地区相对较少,各方面深入程度也存在差别。因此目前的工作只能是认识的开始,中国第四纪植被与环境,将是长期的研究课题,目前认识所及是有限的,而且各种观点不无争议,工作正有待继续深入。

笔者深切感谢徐仁教授多年来的指导与帮助,从他那里得到的启发,将贯穿于本书的许多方面。在本书有幸出版之际,愿借此表达对他的深切怀念与尊敬之情。

此外,地貌研究室沈玉昌主任等的支持、孢粉实验室梁玉莲的合作,与国内、外同行的合作与交流以及指导研究生工作中的教学相长,都使笔者获益匪浅,并汇集成为本书的源泉。

本书出版过程中,得到施雅风、陈述彭、王乃梁各位师长的鼓励与支持,中国科学院科学出版基金和中国科学院地理研究所所长基金给予资助、及科学出版社三编室张汝玫编审的热情协助。特别是刘东生院士在百忙中为本书作序。笔者谨此表示衷心感谢。

谨以此书纪念 徐仁院士

目 录

序言	i
前言	iii
第一章 花粉的散布与沉积	1
第一节 花粉与植物间数量关系研究	1
一、松科植物花粉与植物间数量关系及散播效率	2
(一) 松属花粉与植物间数量关系	2
(二) 云杉属花粉散播效率	8
(三) 巴山冷杉的花粉雨	16
(四) 华南铁杉的花粉雨	19
(五) 松、云杉、冷杉和铁杉花粉雨行为之异同	21
二、阔叶树木花粉的数量分析	22
(一) 栎林中栎的花粉数量	22
(二) 水青冈花粉数量代表性不足	26
(三) 栲属花粉数量具适宜代表性	29
(四) 桦木属花粉数量问题	29
(五) 其它阔叶树的花粉数量	30
三、花粉散布与花粉数量问题	30
(一) 花粉散布与花粉取样	30
(二) 对于 R 值的讨论	31
(三) 花粉成分与植物成分	32
第二节 山地垂直地带花粉雨	34
一、能基本反映植被垂直分带的花粉谱	35
(一) 庐山表土花粉谱——能反映植被垂直分带的一个典型	35
(二) 山西中条山的花粉雨	38
(三) 广西苗儿山的花粉雨	39
二、由于山地上升气流携运花粉,不能准确反映植被垂直分带的花粉谱	41
第三节 中国北方半干旱、干旱区表土花粉分析	43
一、内蒙古锡林郭勒半干旱草原区	43
二、新疆干旱荒漠植被区	43
(一) 柴窝堡盆地地表土花粉分析	44
(二) 天山天池—东道海子表土花粉分析	47
(三) 新疆干旱区花粉谱的主要特征	48
三、中国北方半干旱、干旱区表土花粉谱的主要特征	48
第四节 主要结论	48
第二章 中国第四纪孢粉、植被与气候	50
第一节 绪 论	50

一、中国地形、气候和植被的基本轮廓	50
二、中国第四纪植物地理发展的历史背景	54
第二节 温带森林区	55
一、晚第三纪到第四纪早期植被对气候变冷的响应	56
(一) 东北三江平原晚第三纪—第四纪早期植被与气候	56
(二) 由亚热带向温带过渡中的黄骅花粉组合	57
(三) 河北平原上新世—更新世植被与气候	60
(四) 早期泥河湾沉积时期的植被与气候	62
(五) 榆社盆地上新世至早更新世植被与环境	63
(六) 运城盆地上新世花粉组合	66
(七) 渭河盆地晚第三纪—第四纪早期植被与气候变化	67
(八) 上新世向更新世过渡时期植物地理和气候变化的讨论	73
二、北方更新世冰期的植被与气候变化	77
(一) 东北区东部更新世植被特征	77
(二) 河北平原东部更新世植被与气候	78
(三) 北京地区更新世植被与气候	83
(四) 山西高原更新世植被与气候	84
(五) 渭河盆地更新世植被与气候	85
(六) 北方更新世植被与气候变化特点	86
三、全新世气候变暖时期植被与气候变化	89
(一) 东北区全新世植被与环境变化	89
(二) 滦河平原的温暖期	91
(三) 黄淮海地区的全新世植被变化	95
(四) 全新世植被与气候的讨论	99
第三节 亚热带、热带森林区	99
一、晚第三纪—第四纪早期植物与气候变化	100
(一) 江苏北部	100
(二) 浙江沿海	102
(三) 安徽北部	102
(四) 湖南北部汨罗组花粉组合	103
(五) 贵州施秉下翁哨组花粉组合	104
(六) 云南松华晚第三纪—第四纪早期植被与环境	107
(七) 广东沿海中新世晚期—上新世植被	115
二、更新世冰期的植被与气候变化	116
(一) 上海更新世植被与气候变化	116
(二) 安徽和县与江西赣江中游中更新世植被与气候变化	117
(三) 江汉平原晚冰期植被及冷杉的分布	117
(四) 资阳人生活时期的植被与气候	121
(五) 云南中、西部末次冰期以来植被与气候	126
(六) 雷州半岛南部中、晚更新世植被与气候	130
(七) 台湾中更新世植被与气候	131
三、全新世植被与气候	132
(一) 江浙地区	132
(二) 湖北西部山区与平原全新世植被与气候变化	133

(三) 四川螺髻山	141
(四) 广西桂林地区温暖期以来植被历史与环境变迁	141
(五) 广东汕头地区	154
四、中国热带、亚热带森林区第四纪植被与环境发展特点	155
第四节 温带草原区和荒漠区	157
一、温带草原区	157
(一) 草原化随第四纪气候变冷展开	157
(二) 更新世草原广泛分布	159
(三) 晚更新世以来草原植被持续发展	164
(四) 第四纪草原植被发展特点	168
二、温带荒漠区	168
(一) 干旱植被形成于晚第三纪	169
(二) 更新世柴窝堡的荒漠植被	169
(三) 全新世柴窝堡植被与气候的发展	175
(四) 荒漠区第四纪植被与环境	180
第五节 青藏高原高寒植被区	183
一、青藏高原第四纪植被发展的自然地理背景	183
二、晚第三纪植被与环境变化	185
(一) 希夏邦马与南木林的植物化石与花粉组合	185
(二) 聂聂雄拉达涕组沉积时期的植被与环境	186
(三) 吉隆沃马组沉积时期的植被	191
(四) 札达盆地植被的发展	192
(五) 喜马拉雅山区晚第三纪植被与环境讨论	199
三、第四纪高原植被与环境	201
(一) 珠穆朗玛峰地区	201
(二) 昆仑山口地区	202
(三) 曼冬错区	210
(四) 高原隆起与第四纪植被	214
第三章 中国第四纪孢粉学若干问题的讨论	215
第一节 中国第四纪植被的特点	215
一、从晚第三纪进入第四纪时期中国植被特点	216
二、第四纪下限中的孢粉学问题	217
(一) 欧洲的第四纪下限研究	217
(二) 中国北方第四纪下限中的孢粉学问题	219
(三) 第四纪下限孢粉学问题的讨论	222
三、中国第四纪冷期植被与环境特点	223
第二节 全新世花粉分析与气候变化	226
一、全新世的花粉分带	226
二、中国全新世植被与环境的几个问题	229
第三节 人类活动与中国第四纪植被	231
一、第四纪人类改变植被景观	231
二、人类活动与中国第四纪植被	231

三、人类需要保护植被与环境	233
主要参考文献	235
植物名称对照表	244
(一)中名-拉丁名对照表	244
(二)拉丁名-中名对照表	249

第一章 花粉的散布与沉积

利用化石孢子、花粉追踪过去时期的植被,并进而推论其生存环境,已经证实是一种可靠的方法,也是灵活的方法。然而,由于孢粉—植物—环境之间的关系是复杂的,所以分析的精确程度还要依赖于对花粉与植物和植物与环境这两个环节理解的程度。

花粉分析^①,是统计每一取样沉积层中的花粉并分解为不同种类或类型的花粉谱,形象地表示在根据花粉谱所绘制的花粉图中,从中分析植被动态变化的图景。这就是说,应用花粉去追踪过去时期的植被及其变化过程时,需要进一步认识和解释。而重建植被生活时期的自然条件,是基于植被以某种方式反映其生存环境的原理,解释依赖于对植物学知识的积累和对生态学持有的观点。

因此,在花粉产生、散布与沉积过程中所形成的一定沉积物中花粉与母体植物之间的数量关系问题,就成为花粉分析在理论上和应用中的最基本也是最重要的问题。

第一节 花粉与植物间数量关系研究

人们从沉积物中获取花粉,并统计其数量。但是,花粉的数量并不等于植物的数量,也不与植物的数量呈简单线性关系。首先,不同植物的花粉产量差别很大,不同植物一朵花上花粉的数量就有数百倍之差,因此,在一个花粉组合中的各成分之间,其表现率(Proportional representation)是很不相同的。

由于花粉的使命是携带遗传信息进行授粉,所以花粉具有散布的特性,这使人们能在植物分布区的范围以外获取植物信息。然而,不同植物花粉的散布行为不同,并在很大程度上受到环境条件的制约,尤其是风媒植物,诸如气流活动状况、地形组合状况、气温变化、降水及水分活动状况以及各种生物因素等。千变万化的自然条件结构所造成的花粉散布环境复杂多变,而所有这些都会集中体现在花粉组合及其数量中。因此,研究花粉与植物间的数量关系,不仅是必需的,也是正确运用花粉方法推断植被的一种捷径。

从花粉分析方法诞生以来,专业工作者们始终意识到花粉数量问题的重要性,并进行着持续的实验研究。但赋予每种花粉一个固定的花粉对植物数量的校正值是困难的,多数情况下几乎不可能。然而,通过实验研究,建立在一定条件下的不同植物与其花粉间的数量关系的特征值或近似均值,则是可以实行的。这就需要在各种不同区域环境条件下进行花粉散布数量规律的实验研究。

以下分三方面叙述笔者所进行过的花粉雨研究。

① 由于新生代晚期,尤其第四纪孢粉分析中,重点是在组合中出现最多,也是对环境反应更为敏锐的种子植物的花粉,所以孢粉分析也称之为花粉分析(Pollen analysis),孢粉组合称之为花粉组合(Pollen assemblage),孢粉谱称之为花粉谱(Pollen spectra),孢粉带称之为花粉带(Pollen zone),孢粉图称之为花粉图(Pollen diagram)。

一、松科植物花粉与植物间数量关系及散播效率

(一) 松属花粉与植物间数量关系

新生代以来,尤其第四纪,松属(*Pinus*)花粉经常普遍地以相当大的数量出现在各地区孢粉组合中。

对于松花粉的产量、散布和沉积问题,以往国外已有报道,其中多是欧洲赤松(*Pinus sylvestris*)的材料。Pohl 在 1937 年所公布的松粉产量表(Erdtman, 1943)中,一朵花产花粉 157 600 粒,50 年树龄的一株树产花粉 3.22×10^8 粒,Birks(1980)估计每年每公顷可产花粉 10—80kg。Erdtman(1969)计算松与水青冈(*Fagus*)花粉的相对产量指数为 15.8:1,可见松属花粉产量之大。

松花粉在空气中的下沉速率接近于 3—5cm/s(Erdtman, 1969),因此,多数花粉产出后,将散落于母体周围,但产于不同空间高度的花粉,由于受气流运动的支配,会飘运一段距离,对此,Гричук 和 Заклинская(1948)曾指出,松树花粉在 600—1000m 以外,含量迅速减少,但是在 1200km 处仍可找到。Birks 还记述了 1949 年夏季在距挪威西部海岸以外 450km 处的松粉含量为 5.5 粒/cm²(Birks et al., 1980)。

但是,松的种类和生态条件存在区域性特点所以还需要在我国境内进行松粉散布问题的试验研究。笔者在我国北部、中部和西藏的一些地点,对松花粉与植物间数量关系进行了研究,样品取自表土。

在花粉统计中,由于考虑到生长低矮的小灌木和草本植物的花粉总是占有一定比例,以及百分比统计中,补偿递减率往往影响准确表达林中松粉的数量,因此,在统计森林中的松粉数量时,是以乔木花粉为总数计算的。

以下分别就松林内、松林外和含松混交林中松粉的含量进行分析。

1. 松林内

湖北神农架山地分布有三种松林,即巴山松(*Pinus henryi*)林、华山松(*Pinus armandii*)林和马尾松(*Pinus massoniana*)林。

巴山松林中取样地点在神农架山区海拔 1680m 的红坪。林中除巴山松外,有少量阔叶落叶乔木;华山松林中取样地点在大岩屋,海拔 1980m 林中华山松为优势,伴生有锐齿槲栎(*Quercus aliena* var. *acuteserrata*)、米心水青冈(*Fagus engleriana*)、红桦(*Betula, alba-sinensis*)和漆树(*Rhus*)等的幼树,但数量少,约占 10%;马尾松林中取样地点在宋洛山下,海拔 1200m,为次生的马尾松纯林,林中其它乔木甚少。

样品选取苔藓或腐殖层和枯枝落叶层,于 10m² 样方面积内,按梅花点状分布取 5 个样品,每一林中取 3 个样方(图 1-1-1)。实验室处理时,每块样品充分混合后,按 1/4 比例,依次分样至 20g,以保证样品具有平均代表性。在统计中,每块样品统计乔木花粉 400 粒以上,以争取有效地保证松粉含量的准确性。

为了校正花粉数量的代表性,首先进行了松属花粉 *R* 值的计算。对于花粉的代表性问题,早年 Iversen 和 Faegri(1964)曾将几种欧洲植物花粉表现植物的数值关系分为三类:

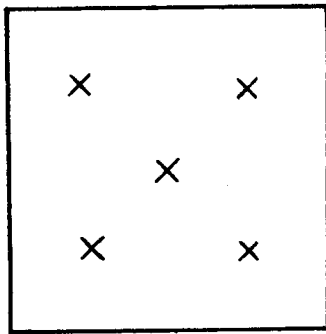


图 1-1-1 10m² 样方中
表土样品分布

①超表现(Over represented),花粉数量大于植物丰度,如桦木(*Betula*)、桤木(*Alnus*)、榛(*Corylus*)和松,用除以“4”消除误差;②相当表现(Equally represented),花粉数量与植物丰度大致相当,有云杉(*Picea*)、栎(*Quercus*)、白蜡树(*Fraxinus*)及水青冈;③低表现(Under represented),花粉数量小于植物丰度,例如椴(*Tilia*)和常春藤(*Hedera*),用乘以“4”消除误差。

用4的倍数消除误差以及 Iversen 等列出的种类,可能在北欧的一些地点是可行的,但是难以推广到其他区域,对中国明显不尽适用。

1963 年 Davis 发表的用 R 值调整误差的讨论,即,当在任一植被中有某种植物时,则该种植物的 R 值可表为:

$$R = \frac{P(\text{植物花粉的百分比})}{V(\text{植物在植被中的百分比})}$$

可见,当一种植物花粉的数量为超表现时,则 $R > 1$;低表现,则 $R < 1$ 。如测定历史时期一种植物的丰度 V_f 时,就可用该种植物的 R 值和历史时期该种植物花粉的百分含量 P_f 取得,即:

$$V_f = \frac{P_f}{R}$$

R 值亦会因百分比计算中的减少补偿关系引起不准确,但当一种植物的 R 值为 1 时,可使其余种类更便于对比分析,即这时的 R 值可为比值 R_{rel} 值,也就是相对 R 值。由于相对 R 值比较稳定,所以更有利于判断花粉所表现的植物丰度关系。

由于 R 值是根据花粉产地的植物丰度推算的,也就是说, R 值与该种植物在植被及其自然地理条件中的表象有关。因此,其在表现为区域特征的函数时,应用中应该还是比较可靠的。

在林中表土花粉组合中计算 R 值是有利的,这是由于可以假定林中花粉主要产自本地,在此条件下,植物与花粉之间可能发生变化的各种因素较易消除,尤其是在纯松林中。表 1-1-1 示三种松林花粉雨的表土取样统计结果。

表 1-1-1 神农架松林表土中松花粉数量

树 种	植物在植被中的百分含量(%)		花 粉		
	基面积	盖 度	粒 数	含量(%)	R 值
巴山松	97		1598	98.2	1.01
华山松	—	90	428	95.7	1.06
马尾松	—	98	723	98.4	1.0

从表 1-1-1 中可以看到:① 松花粉总数占 90% 以上;② R 值为 1 或略大于 1,表明花粉与植物的百分含量相差不大。

2. 在松林外

由于松属在我国分布十分普遍,花粉来源复杂,因而要寻找合适的取样地段,测定松粉在不同距离散布的数量,有一定困难。但是,在各种没有松树生长的植被表土中,经常有松粉出现,它们也能反映一些松粉传布问题,表 1-1-2 是在湖北神农架、江西庐山和西藏高原,各不含松树的植被中,表土花粉组合中所见松粉的百分含量。

表 1-1-2 无松植被表土中松粉含量

地点	植被类型	高度(m)	松粉含量(%)	与松林距离(D),或高差(H)
神农架主峰	巴山冷杉林	3000	18—21.7	5km(D), 300m(H)
神农架道窝坑	阔叶落叶林	1850	55.5	300—500m(D)
庐山竹林窝	阔叶常绿林	600	15.2	200m(H)
庐山黄龙寺	阔叶常绿和落叶林	900	34.3	300m(H)
西藏曲松	山地荒漠	4000	24—34 ^①	200km(D), 1000m(H)

① 按全部花粉总数计算

表中列出的各种无松生长植被中,松粉的含量均较高,从 15.2%—55.5%。但在不同条件下,其花粉的来源各异。

在神农架,巴山冷杉林生长于 2800m 以上的山地,此高度松树已不能生长,冷杉林中的松花粉是由上升气流从 2500m 高度以下携运而来的。说明花粉能随气流向上转运达千米以上的垂直高度。位于西藏西部的曲松,处于 4000m 以上的高山地带,附近植被以山地荒漠为主,没有松树生长。该区在 3000m 高度以下才有乔松(*Pinus griffithii*)分布。在荒漠植被的表土中,却出现了含量高达总数占 34% 的松粉。这些松粉很可能是来自本区西部的孔雀河下游的谷地里,为盛行的西南风转运而来,其间至少也有 200km 的距离,相对高差有 1000 多米。神农架道窝坑阔叶落叶林是一片保存较好的原始林木,其中缺少松树,但在这个群落边界以外相距 200m 的不同坡向上有松树分布,以致松粉含量高达 55.5%。

此外,在锡林浩特草原一带亦无松树分布,从大兴安岭西坡向西 100km 范围内的表土中,松粉不均匀地时有出现,其最高含量可达 30%。图 1-1-2 示出在东北—西南向的地表取样剖面线上松粉的出现状况,可以清楚地看到其数量及与地形的关系。由于当地在

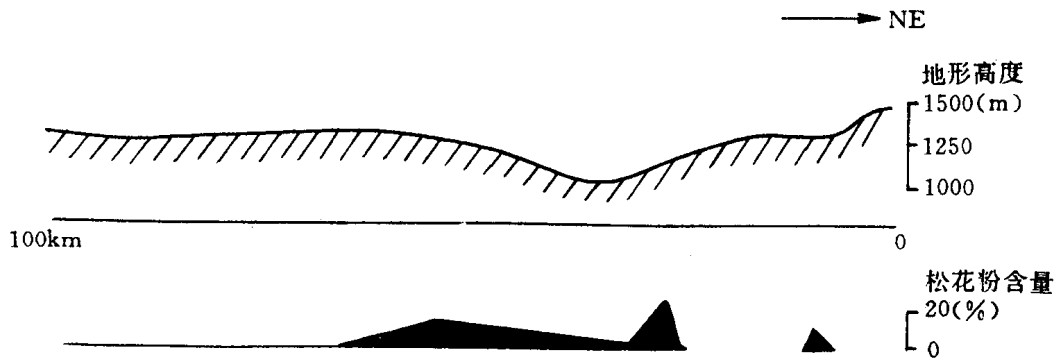


图 1-1-2 锡林浩特草原无松地段松粉数量及与地形的关系

松的开花季节(4—6月),多西北风,松粉的高值出现在地形底凹或迎风坡面上,可见其数量与风向和地形的关系是密切的。

3. 含松的混交林

在松不为优势但有松树生长的植被中,其花粉的数量规律多变。林型的组成和结构及各种共生乔木的花粉雨特点,对于松粉的统计效果影响很大。神农架山区几个含松的混交林表土中松粉含量见表 1-1-3。

表 1-1-3 含松林中松粉数量

地 点	林 型	松树盖度 (%)	松花粉		
			粒数	含量(%)	R 值
百草坪	米心水青冈	5	288	53.4	10.68
温水河	锐齿槲栎	30	149	82.3	2.74
水龙潭上	红 桦	3	55	4.5	1.5
天门垭	华山松,红桦	60	265	89.0	1.48

这四个地点所在高度均在松的分布范围内。松在米心水青冈林中,盖度为 5%时,其花粉可达 50%以上,这是因为优势树木水青冈及其它阔叶树锐齿槲栎、漆树、槭(*Acer*)、鹅耳枥(*Carpinus*)等花粉出现的数量均较小,而形成了松的高百分含量。在锐齿槲栎林中,松占 30%时,其花粉为 82%,相对来看,阔叶树花粉数量有增加。各种林型对比,反映出水青冈和栎花粉的 R 值相差较大。

松与红桦混交时,松在植被中占 3%,花粉仅占 4.5%,此时松粉的比例偏小,这主要是由于红桦亦有高花粉产量。而且,当松在松与红桦混交林中为 60%时,其花粉占 89%。松在这两个林中的 R 值均接近 1.5,说明松在与红桦混交林中,松粉的含量是比较稳定的。

因此,松粉在上述三种情况下的散布特点可归结为:①在松林内,松粉占 90%以上;②在松林外,松粉最大含量可达 30%以上;③在含松的混交林中,松粉占 90%以下,其含量还取决于松树的丰度、植被的组成和结构,以及共生乔木种类的花粉雨行为特点。

将在湖北神农架和江西庐山所统计的表土中松粉数值,用一元幂回归计算。以 V 代表松在林中所占百分比, P 代表松粉占乔木花粉总数的百分比,将 P 表示为 V 的幂函数形式,即 $P(V) = P_0 + AV^B$ 。其中, P_0 为无松林中松粉的平均含量, A 、 B 为回归系数。

根据表 1-1-1 至表 1-1-3 所列数据,回归结果为: $P(V) = 23.50 + 14.90V^{0.359}$ 绘出的拟合曲线见图 1-1-3a。拟合曲线提供了在相似条件下,松粉含量与植物含量之间的数量关系。当已知花粉组合中的松粉含量时,可据此推测松在植被中的数量,作为对化石孢粉图解释中的参考。

山西省中条山处于暖温带地区,山地松树分布更普遍,有油松(*Pinus tabulaeformis*)、白皮松(*Pinus bungeana*)和华山松,呈纯林或混交林分布于 1100—1800m 的各种高度。姚祖驹(1989)对林中表土进行的研究中,共取得 21 个松的 P 和 V 关系数组,其拟合曲线如图 1-1-3b。

图 1-1-3a 和图 1-1-3b 表现出如下共同特征:(1)曲线均表现为指数 < 1 、系数 > 0