

# 我国东北全新世花粉分布图及其分析<sup>\*</sup>

任国玉

(国家气候中心 北京 100081)

**提 要** 根据 65 个地点化石花粉分析资料, 编制了我国东北全新世每隔两千年时间片断的花粉百分比等值线图 and 花粉等时线图, 并进行了初步分析。花粉图展示了东北地区植被演化的主要特征。桦树在全新世初期遍布从三江平原到辽东半岛南端的东北东部地区, 在森林中占据绝对优势地位; 榆属和栎属等阔叶乔木在早中全新世的大部分时间内是东部森林中的主要种类; 在大约 5ka BP 以后, 松属在东北现在的森林地区开始增加, 云、冷杉属也表现出较明显扩大, 中北部地区的森林覆盖度可能比原来增大了。这些图还表明了单点花粉研究难以发现的植被时空演化规律, 如全新世森林-草原生态过渡带发生过东西向摆动, 但摆动幅度并不大; 中晚全新世东北南部和中南部地区森林覆盖度先后出现过明显下降, 而北部和中北部地区森林覆盖度保持稳定或略有增加。这种时空图式的分析有助于了解过去植被和环境演变的动态过程和原因。

**关键词** 花粉图 植被演化 森林覆盖 全新世 中国东北

化石花粉分布图是恢复过去植物群落和研究特定时间片段古植被和古环境空间图式的重要工具, 在国外有不少研究(Bernobo and Webb, 1977; Huntley, 1990; Webb, 1985)。花粉百分比等值线(isopolls)和等时线(isochrones)是化石花粉分布图的两种主要形式(Webb, 1985)。过去, 我国具有可靠年代控制的全新世花粉资料比较稀少, 因此长期以来一直无法进行这类工作。经过我国学者近 20 余年的辛勤工作和单点资料积累, 现在已经初步具备了从事化石花粉分布图研究的基础。作者根据公开发表的单点花粉分析资料, 编制了东北地区近 1 万年不同规定时间片段的花粉分布图。本文对这项工作介绍, 并对东北地区植被的演化历史进行初步分析。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料来源

资料主要取自国内公开发表的单点花粉分析成果, 个别来自学位论文。这些资料在样品的采集地点、沉积物性质、取样间隔、年代控制、分析技术和统计方法等诸方面均存在显著的差异, 可靠程度或质量亦不均一。在使用前须考虑这些问题和限制, 并予以妥善处理。

1.1.1 地貌部位特点 已经做的花粉分析工作分布在各种地貌单元区。作为化石花粉分布图的资料基础, 应尽可能选取那些受地势起伏和高度影响比较小的花粉分析点。必须在

收稿日期: 1998-03-16

<sup>\*</sup> 国家攀登计划 271 资助。

山区选用资料时,也要保证它们来自现代植被垂直带的基带内。

1.1.2 样品沉积物性质 对花粉古环境分析最理想的陆相沉积物是泥炭和封闭湖泊沉积(Birks and Birks, 1980)。不受洪水影响的沼泽地泥炭层中的花粉更有利于反映局地 and 区域性植被状况,因为它不存在湖泊中固有的沉积物和花粉的聚心作用与再沉积作用等问题(Jacobos and Bradshaw, 1981)。我国东北地区的花粉分析工作大部分是在沼泽相沉积物中进行的,这不仅使年代测定工作来得可靠,而且也使得花粉的古植被与古环境指示意义更易于解释。在一个地点同时存在多个剖面资料时,优先选取沼泽相沉积和湖相沉积剖面。在同一个剖面中,也主要取湖沼相部分花粉百分比数据。在资料缺乏地区,采用部分黄土、河漫滩相及沙丘埋藏土壤等沉积物中的花粉分析数据,作为参考。

表 I 东北地区全新世花粉分析地点

Fossil pollen sites of the Holocene period in Northeast China

编号	地点	省和县	测年数	作者	编号	地点	省和县	测年数	作者
1	孤山屯	吉林辉南	4	刘金陵, 1989	34	小南	吉林长春	1	汪佩芳等, 1988
2	大甸子	吉林辉南	4	孙湘君等, 1990	35	河屯	内蒙古奈曼	1	汪佩芳, 1991
3	三道庙	吉林长白山	3	袁绍敏等, 1990	36	蛇石沟	内蒙古奈曼	1	裘善文, 1991
4	哈尔巴	吉林敦化	1	沼泽室, 1983	37	巴尔虎	内蒙古	2	夏玉梅, 1993
5	凉水乡	吉林柳河	2	汪佩芳等, 1990	38	达来淖	内蒙古	4	李容全等, 1990
6	创业	黑龙江抚远	3	夏玉梅, 1988	39	普兰店	辽宁新金	4	陈承惠等, 1977
7	勤得利	黑龙江同江	5	夏玉梅, 1988	40	大孤山	辽宁东沟	3	陈承惠等, 1977
8	别拉洪	黑龙江	3	夏玉梅, 1988	41	前阳	辽宁东沟	2	陈承惠等, 1977
9	杨木乡	黑龙江密山	1	夏玉梅, 1988	42	前洼屯	辽宁庄河	2	陈承惠等, 1977
10	清河	黑龙江宝清	1	夏玉梅, 1988	43	泡崖	辽宁复县	11	赵郝, 1989
11	申家店	黑龙江桦川	3	夏玉梅, 1988	44	莲花山	辽宁复县	9	赵郝, 1989
12	加吉河	小兴安岭	2	尹怀宁, 1984	45	八叉沟	辽宁复县	1	陈承惠等, 1977
13	汤红岭	小兴安岭	3	尹怀宁, 1984	46	鄂温克	内蒙古	1	夏玉梅, 1993
14	前进	小兴安岭	1	尹怀宁, 1984	47	三县堡	吉林长岭	2	汪佩芳等, 1988
15	哈尔滨	黑龙江	2	刘淑秋, 1985	48	北山	内蒙古海拉尔	3	夏玉梅, 1993
16	农 853	黑龙江宝清	1	叶永英等, 1983	49	羊二庄	河北沧州	3	许清海等, 1993
17	老道庙	黑龙江海林	1	萧家仪等, 1987	50	毛河北	河北滦河	4	李文漪等, 1985
18	海浪乡	黑龙江宁安	1	萧家仪等, 1987	51	白洋淀	河北	3	许清海等, 1988
19	公河来	内蒙古后旗	3	夏玉梅, 1993	52	坟庄	北京房山	5	张子斌等, 1981
20	波拉户	吉林前旗	5	夏玉梅, 1993	53	辛力屯	北京海淀	1	张子斌等, 1981
21	麦里	内蒙古后旗	7	任国玉等, 1997	54	辛力 2	北京海淀	1	周昆叔, 1984
22	奢岭	吉林双阳	1	裘善文等, 1981	55	高里掌	北京海淀	2	张子斌等, 1981
23	周家 2	吉林榆树	1	汪佩芳等, 1988	56	桃山	北京怀柔	2	张子斌等, 1981
24	大柳树	内蒙古奈曼	6	韩广, 1992	57	大王庄	北京延庆	3	孔昭宸, 1982
25	周家	吉林榆树	3	孙建中等, 1985	58	五里营	北京延庆	3	孔昭宸, 1982
26	少郎河	内蒙古乌丹	1	武吉华等, 1992	59	达子营	河北滦河	2	李文漪等, 1985
27	翁根山	黑龙江泰赉	4	叶启晓等, 1989	60	南庄头	河北徐水	7	原思训等, 1989
28	热水塘	内蒙古赤峰	2	降廷梅, 1992	61	颐和园	北京	4	周新宇等, 1993
29	乌丹	内蒙古赤峰	1	降廷梅, 1992	62	孟村	河北沧州	2	许清海等, 1993
30	乌兰	内蒙古赤峰	2	武吉华等, 1992	63	东高村	北京平谷	1	王建军, 1991
31	大甸子	内蒙古敖汉	2	孔昭宸等, 1991	64	黄山	哈尔滨	3	汪佩芳等, 1988
32	宏升乡	黑龙江泰赉	2	裘善文等, 1992	65	江南	吉林永吉	1	孙建中等, 1985
33	开通	吉林通榆	1	裘善文等, 1992					

1.1.3 花粉取样密度 花粉分析的取样间隔大小对于资料精度有很大影响。密集采样的

剖面在通过内插方法确定某一时间水平花粉百分比数值时更为可靠。过去,我国大部分花粉研究取样间隔比较粗,不少花粉分析是配合资源调查、考古发掘和专项第四纪地质研究而展开的,对沉积物的均质性和采样密度未给予足够重视。本文只选取花粉采样密度达到每千年 1 个样品以上的研究剖面。在分析等值线时,更多地依靠细分分辨率的花粉资料。这个限制使一些时间跨度超过 1 万年的长序列粗分辨率资料被排斥在资料库之外。

1.1.4 年代控制问题 具有<sup>14</sup>C 年代测定是选用花粉分析资料的基本前提条件。所采用的每个剖面至少有 1 个<sup>14</sup>C 测年数据。年代测定工作越详尽,资料的可靠程度也越高。本文倾向于选用具有较多<sup>14</sup>C 测年数据的研究剖面。在仅有 1 个测年数据时,只选取最靠近测年水平的花粉统计值。另外,东北地区东部和北部有一些正在发育的泥炭地,在这种连续发育的泥炭剖面中,如果测年水平比较晚(< 4 000a BP),则可以通过假定泥炭堆积是相对匀速的,根据沉积速率确定晚全新世各个时间水平的位置。

在测年数据多于 4 个,同时沉积物相变不大的剖面,通过点绘深度与年代关系图确定平均沉积速率。但在相变明显的剖面,则主要依靠原始测年结果,根据相邻数据间沉积速率估计指定绘图时间水平。

1.1.5 终选资料及其分布 考虑到上述各种可靠性问题和限制条件,最后选用 65 个花粉分析点构成编图资料库(表 I)。其中资料覆盖较好的地区包括辽东半岛、长白山地、三江平原、松辽平原、小兴安岭和河北平原北部等,辽西山地、辽北、嫩江平原、大兴安岭和内蒙古高原等地资料较少(插图 1)。

1.2 编图方法

编图方法部分参考了 Webb(1985)的意见,但由于我国东北植被特点和化石花粉资料的具体情况,对若干方面做了改进。

1.2.1 花粉种类和时间水平 选择下列几类花粉作为绘制等值线图的对象:乔木、云杉和冷杉(以下简称云、冷杉)、松属、栎属、榆属、桦属、蒿属和藜科。乔木花粉占陆地植物花粉百分比对于反映森林和草原之间生态过渡带的移动及气候干湿变化具有指示意义,也有利于反映地带内部森林覆盖程度随时间的改变。其它几类均为我国东部温带地区的主要植物科属,并有较明确的环境指示意义。

编图时间水平规定在 10、8、6、4、2、0.8 和 0ka BP。这些时间片断分别代表了全新世早、中、晚及近现代不同阶段。其中 10ka BP 时间水平资料点相对较少,中、晚全新世的资料点较密集,0ka BP 即现代花粉还包括了一部分专门进行的表层花粉分析点。

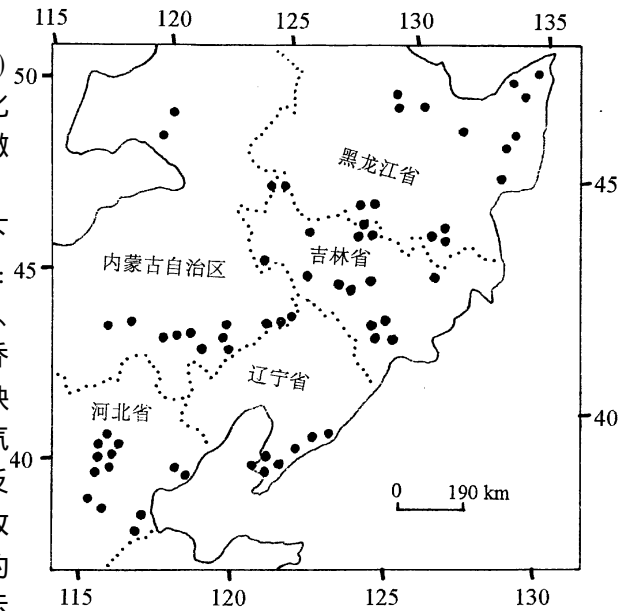


插图 1 东北地区全新世化石花粉资料点分布

Distribution of the Holocene pollen sites in Northeast China

1.2.2 数据提取方法 在发表的化石花粉分析报告中,如果有花粉统计表,就通过一定平滑和内插直接估计所需要时间水平的百分比数值。但这种情况很少,多数报告仅示出花粉百分比图式。因此,根据花粉图式提取数据成为主要手段。

1.2.3 数据的标准化处理 我国学者在计算花粉百分频率时未使用统一的标准。在发表的论文中,有的是采用全部孢子和花粉作为基数(sum),计算各个种类占全部孢子花粉的百分比;有的采用陆地孢子和花粉总数作为基数;有的使用乔木花粉和作为基数,计算各个科属花粉和孢子占此乔木总数的百分比例;还有的是采用乔木和草本植物花粉两个基数,分别统计乔木和草本植物科属花粉占各自总和的百分比。这种不一致使得不同剖面之间的花粉百分频率无法进行比较。显然,资料的均一性和可比性是绘制化石花粉分布图的基本前提条件。这要求对所有单点数据采用同一基数重新统计百分频率值。

新的统计基数确定为不包括莎草科花粉在内的陆生植物花粉总数,这样就把水生植物、湿生植物、陆生蕨类和水生藻类孢子从基数中剔除。水生植物和湿生植物通常为局地性隐域类型,其变化主要受非气候因子(如地形)控制。在把注意力放在区域性宏观植被和气候的变化上时,将这些花粉从基数中排除,可以避免各剖面花粉资料由于具有不同隐域类型数量而无法对比的问题,同时也避免了主要花粉类别百分比由于受到这些局地花粉随时间剧烈变化影响而产生的虚假波动。

1.2.4 等值线分析 绘制了两种等值线图:一种是花粉百分比等值线,另一种是特定百分比值的等时线。百分比等值线分析在 900 万分之一底图上进行。不同花粉种类的等值线间距为:乔木和蒿属 10%,云、冷杉、松属、栎属、榆属、桦属和藜科均为 5%。

等时线是指同时达到某一特定百分比值的那些点的连线,相当于某一特定百分比等值线在不同时间的位置。它可以通过把同一花粉种类不同制图时间水平的百分比等值线叠加在一起的办法来完成。对于那些已经绘制了百分比等值线图的花粉种类,也分别编绘了等时线图。对于不同种类,编制等时线所采用的固定百分比值是不相同的,其中乔木为 40%,蒿属为 30%,松属为 20%,桦属为 10%,其余均为 5%。等时线间距为 2 000a,但 2ka BP 以后还增加了 0.8ka BP 等时线。

## 2 现代花粉与植被

插图 2 表示现代(0ka BP)花粉百分比等值线分布。据此,可以对现代花粉分布与植被的关系进行初步分析。

乔木 乔木花粉百分比等值线大体沿 NE-SW 向延伸,高值区域出现在小兴安岭、长白山偏东部和三江平原北侧,均可达到 80% 以上。松辽平原乔木花粉一般小于 50%,而且越向西北越低,科尔沁沙地和吉林省西部只有 10% 左右。辽东半岛乔木花粉多在 40% 到 60%。

花粉等值线的走向和梯度与现代植被带的延伸方向和更替方向基本一致。现代东北中北部的植被分布大体上为由东、北部山地的森林向松辽平原过渡为森林-草原、再到西南的典型草原或干草原。花粉等值线的高值区域,特别是小兴安岭和长白山的高值区,也正是东北东部森林覆盖度高的地区。这说明,乔木花粉百分比等值线较好地表现了宏观地带植被

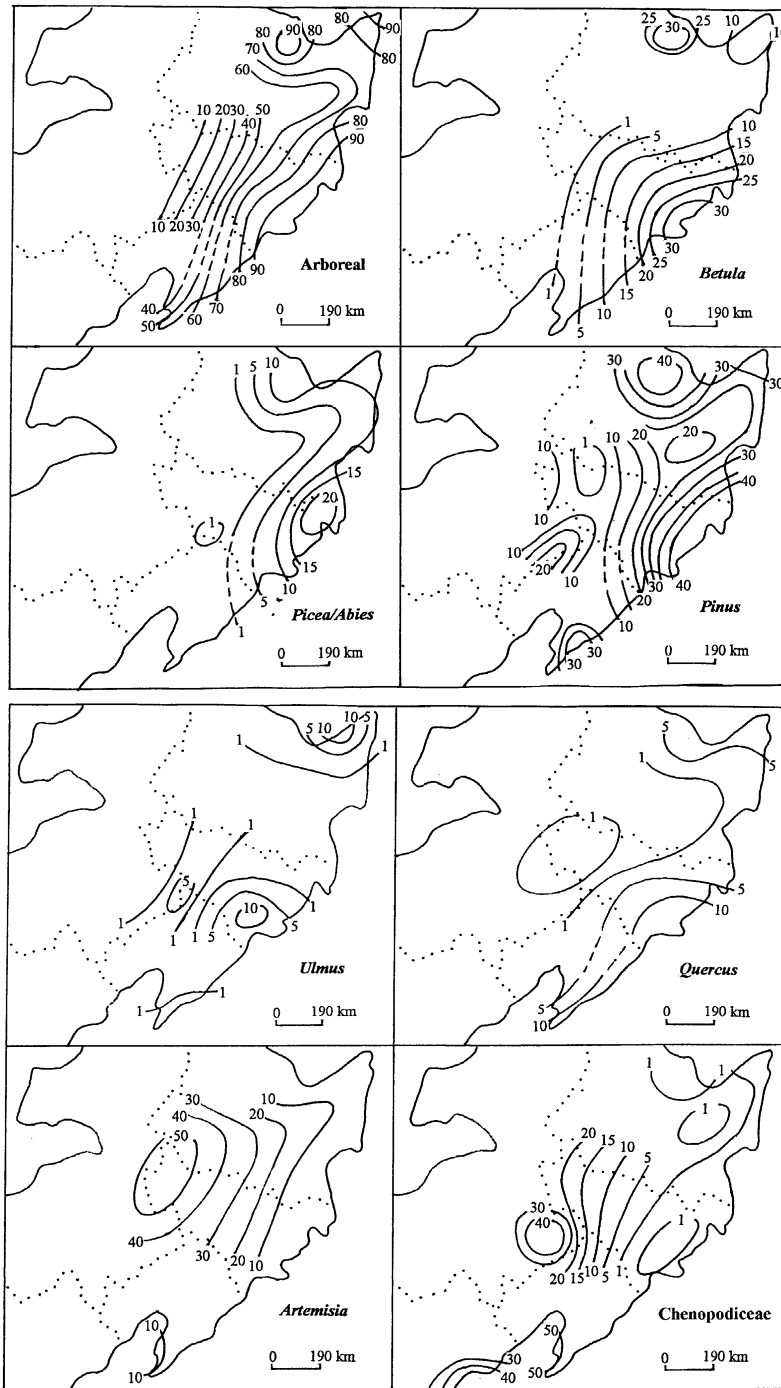


插图2 东北地区现代(0ka BP)花粉百分比等值线

Isopolls of the modern pollen percentages over Northeast China

的分布规律。

桦属 现代桦属花粉高值分布中心分别在小兴安岭和长白山地区。由这两个地区向外

花粉含量逐渐减少, 松辽平原的大部分地区不足 5%, 其中西部更低至 1% 以下。东部山地现代植被中桦属主要由枫桦(*B. costata*)、白桦(*B. platyphylla*)、岳桦(*B. ermannii*) 和黑桦(*B. nigra*) 等组成。岳桦林集中出现在长白山海拔 1 800m 以上的高山地带, 尤以白头山为最多。在小兴安岭, 岳桦矮曲林带出现在海拔 1 100m 以上, 1 100m 以下的云、冷杉林上部有乔木状的岳桦出现(吴征镒等, 1980)。其它桦属乔木多分散生长在针阔叶混交林带内, 如长白山由枫桦与红松组成的混合林, 但不形成自然纯林(《中国自然地理》编写组, 1984)。因此, 桦属花粉的分布同桦木林的分布也呈较好的对应关系。

云、冷杉属 云、冷杉属花粉的分布形势同样属大体上相似, 也在小兴安岭和长白山出现高值中心, 但长白山的最高值似乎出现在老爷岭地区, 而不是白头山附近。在小兴安岭和白头山地区, 云、冷杉属花粉一般在 10% 左右, 老爷岭附近则可达 15% 以上。东部现代云、冷杉主要分布在吉林东部和小兴安岭地区, 辽宁东北部山地海拔 1 100m 以上生长着臭冷杉(*Abies nephrolepis*) 和鱼鳞云杉(*Picea jaz oensis*), 但到辽南山地就见不到了(董厚德, 1987)。这样, 现代云、冷杉属花粉 1% 等值线已经勾划出了云杉和冷杉林目前的分布界限。

松属 松属花粉在东北各个地区都有较高的相对比例, 其中含量最多的地区包括长白山地、小兴安岭和辽东半岛。从这几个分布中心向外花粉百分比减少。在科尔沁沙地东南部, 存在一个次级高值区域, 最高含量也可以达到 20% 左右。松辽平原的中西部一般不超过 10%。

长白山和小兴安岭是我国东北红松的最主要分布区, 红松和阔叶落叶树构成混合林(《中国自然地理》编写组, 1984; 吴征镒等, 1980)。这两个地区松属花粉百分含量均在 20% 以上, 最高为 40% 以上, 当主要由红松(*Pinus koraiensis*) 花粉所贡献。辽东半岛的松属乔木是赤松(*Pinus densiflora* var. *liaotungensis*), 也有少量油松(*Pinus tabulaeformis*)。科尔沁沙地东南部的次高值花粉区可能反映了辽西山地油松林花粉的远距离运输, 但近 30 年辽宁彰武章古台地区沙丘上种植的樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica*) 林可能也提供了一部分花粉。三江平原上松属花粉含量也较高, 可达 20% 以上。那里有利的生境生长着红松和阔叶树组成的混合林, 周围山地丘陵红松生长更多。

因此, 松属花粉百分比等值线同样合理地反映了东北松属各主要种的分布范围。松林分布界线大体相当于 20% 花粉等值线位置。

榆属 榆属花粉分布相对高值区域是长白山南部、三江平原北侧和科尔沁沙地东部。这些地区可以达到 5% 以上, 最高在 10% 左右。榆属花粉资料点较稀, 现在还不能对这一分布特点作出评价, 但长白山南部和科尔沁沙地东部的榆树分布确是比较普遍的。榆属花粉的代表性低, 因此含量达到 1% 的地区可能已有榆树生长。

栎属 栎属花粉 5% 等值线出现在辽东半岛、长白山南部、三江平原北部和小兴安岭, 其中辽东半岛与长白山南部可以达到 10% 以上。松辽平原的大部分地区不足 1%, 但松辽分水岭东南部和科尔沁沙地东南边缘地区可达 2%—4%。

长白山及其以西和以北地区主要生长着蒙古栎(*Quercus mongolica*), 它在东部山地和三江平原是红松-阔叶混合林的主要组成成分之一。在原始林被破坏以后, 蒙古栎次生林更占重要地位。辽东半岛的栎属乔木由较多种构成, 如辽东栎(*Quercus liaotungensis*)、蒙古栎、槲树(*Quercus dentata*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、栓皮栎(*Quercus variabilis*) 和槲栎

(*Quercus aliena*) 等分布均较普遍(董厚德, 1987)。这是东北栎属阔叶树分布最集中的地区。松辽分水岭东南部和科尔沁沙地东南边缘的栎属主要为蒙古栎, 它和大果榆(*Ulmus macrocarpa*)、春榆(*Ulmus pumila*)、元宝槭(*Acer truncatum*)、小叶朴(*Celtis bungeana*) 等共同组成阔叶落叶疏林。

栎属由辽南、辽东和长白山南部向西北方向减少, 现代花粉分布基本反映了这一趋势。但辽东半岛花粉百分比可能还未达到自然期望值。这应和人类活动的严重干扰有关。

蒿属 蒿属花粉是松辽平原地区比例最高的种类, 平原中西部可以达到 40% 以上, 东部和科尔沁沙地也在 30% - 40%。小兴安岭、三江平原东部和北部、长白山东北部和辽东半岛大部分在 10% 以下。值得注意的是, 长白山西南部蒿属花粉比期望值略多, 可达到 10% - 20%, 科尔沁沙地东南部蒿属花粉含量也相对偏高, 为 40% 左右。

蒿属花粉的代表性较高, 但它的多少表现了现代实际空间分布特征, 尽管人类土地利用可能已经普遍地提高了它的相对含量。长白山西南部海拔高度在 800m 以下地区得到较广泛开发, 这使蒿属比例略有上升。科尔沁沙地东南部固定沙丘的活化几乎全部伴随着蒿属和藜科草本和小灌木植物的增加。这些变化在现代花粉分布的异常上得到了反映。

藜科 松辽平原上藜科花粉一般在 5% - 20%, 且由东向西增加。科尔沁沙地东部出现较高含量。小兴安岭和长白山多不超过 1%。辽东半岛西岸出现异常高值。这些特征与蒿属花粉相类似, 也反映了藜科植物的实际分布情况。科尔沁沙地东部的反常高值可能为沙丘活化的表现, 而辽东半岛西岸高值异常可能与接近海岸线的位置有关。

从总体上看, 现代花粉分布特征较好地表现了植被的地域分异规律。花粉含量水平梯度同植物种群密度梯度是一致的, 花粉比例大、小值中心也与植物种群密度高、低值区域相互吻合。在东北中北部地区, 表层花粉基本上能够反映植被的空间变化。这为进一步依据化石花粉资料重建过去不同时间片段古植被和古气候提供了依据。

## 3 化石花粉图及其古植被重建

### 3.1 花粉等值线

早全新世 早全新世以 10ka BP 和 8ka BP 两个时间片段为代表(插图 3, 4)。在 10ka BP, 东北东部乔木花粉比例还比较低, 长白山地区约在 70% 左右, 森林郁闭度明显低于现在; 松辽分水岭地区乔木花粉为 10% - 40%, 科尔沁沙地不足 30%, 辽东半岛约为 40% - 60%。因此, 在东部山地和辽东半岛, 当时发育着一种相对开阔的森林, 而在松辽平原, 包括松辽分水岭东部, 主要为草原和稀树草原。绝对花粉资料证实, 长白山地区在 10ka BP 时花粉沉积率还很低, 说明林相比较疏朗(孙湘君、袁绍敏, 1990; 刘金陵, 1989), 林间发育着灌木和草本植物。

桦属花粉百分比在全新世初的乔木中占有绝对优势地位。三江平原桦属花粉达 30%, 长白山地区也占 25% - 30%, 辽东半岛约为 20% - 25%。云、冷杉属花粉在长白山可达 5% - 10%, 三江平原 1% - 5%, 辽东半岛 1% 左右。除大兴安岭南部分外, 松属花粉普遍很低, 不超过 15%。辽东半岛和长白山地松属花粉为 5% - 10%, 三江平原低于 5%, 科尔沁沙地在 5% 左右。落叶阔叶树中的榆属和栎属在 10ka BP 时一般还较低, 榆属在东部和南

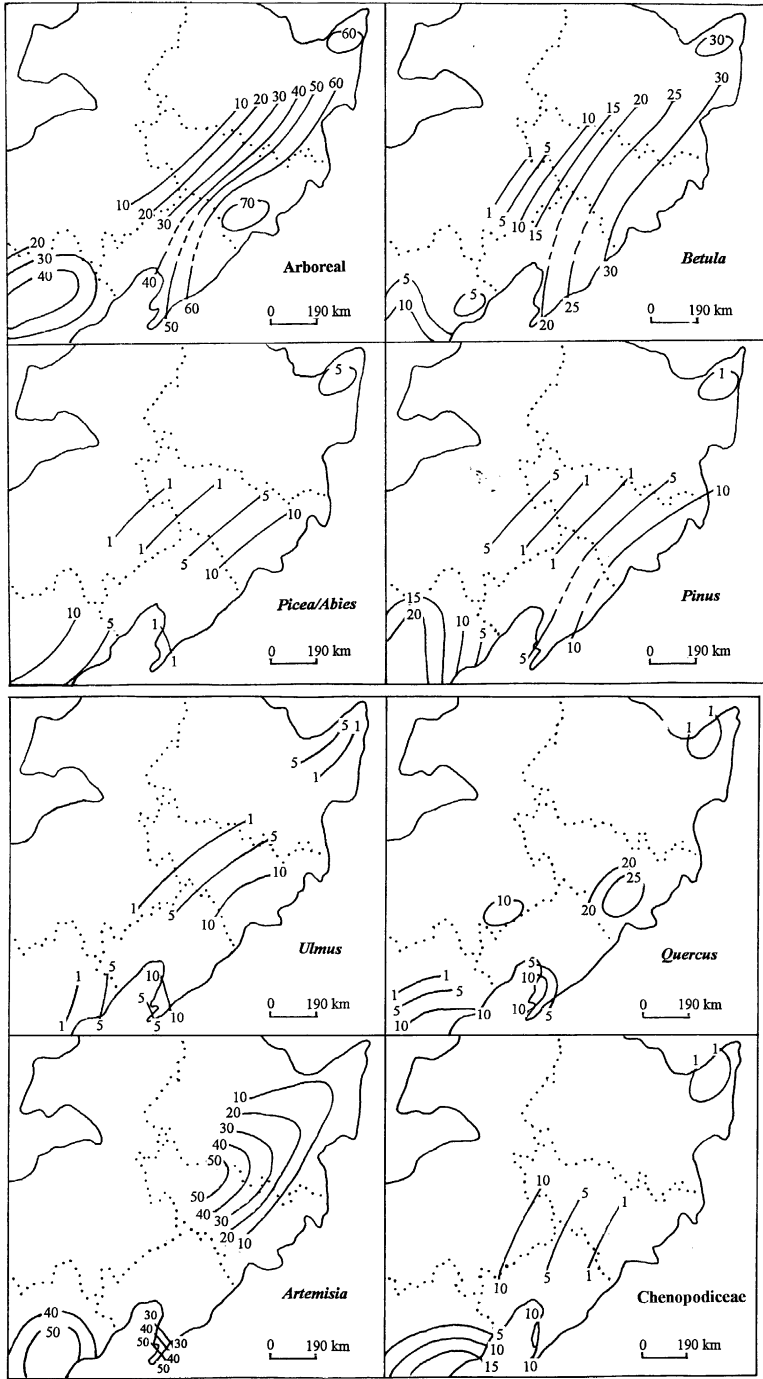


插图3 东北地区 10ka BP 花粉百分比等值线

Isopolls of the pollen percentages for 10 ka BP over Northeast China

部多在 10% 以下, 南北差别不明显; 栎属花粉在辽东半岛为 5% - 10%, 三江平原则低于 3%. 但长白山的大甸子却达到 30% 以上, 而其附近的孤山屯又较低, 仅有 7%, 造成这个不



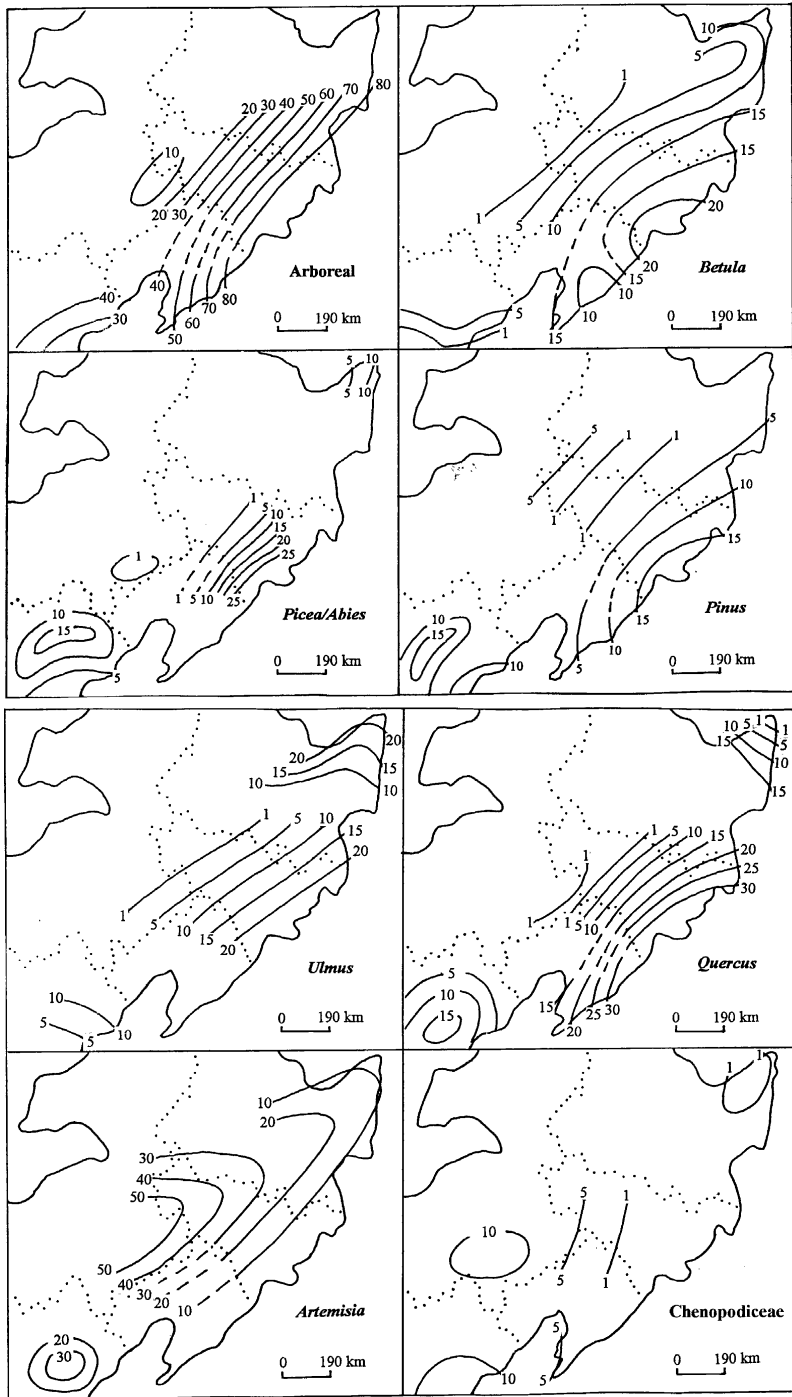


插图 4 东北地区 8ka BP 花粉百分比等值线

Isopolls of the pollen percentages for 8 ka BP over Northeast China

一致的原因还不清楚。

蒿属花粉含量很高, 松辽平原大部分在 30% 以上, 最高达 50% 以上, 辽东半岛西南部也

在 30% 以上, 长白山地区约为 10% 左右。藜科花粉一般较少, 但科尔沁沙地中西部 and 辽东半岛西岸可达 10% 以上。

因此, 在全新世初, 东部山地丘陵地区的开阔森林主要由桦属、云、冷杉属、榆和栎属及零星的松属等针阔叶乔木组成, 其中云、冷杉大体由北向南减少, 而榆和栎属等阔叶树则由北向南增多。松辽平原地区当时是以蒿属和藜科等草本植物占绝对优势的草原, 在有利的生境内生长着桦和榆属乔灌木。“渤海平原”当时的植被和松辽平原中西部可能相近, 蒿属和藜科等草本植物广泛发育, 这在辽东半岛西南沿岸的花粉资料中得到较好反映(赵邦, 1989), 渤海湾西岸的若干研究工作也说明了这一点(许清海等, 1988, 1993)。

在 8ka BP, 乔木花粉比例在东部地区较 10ka BP 均有明显增高(插图 4), 三江平原此时为 60% - 70%, 长白山地区和辽东半岛分别达 70% - 85% 和 40% - 70%。在乔木花粉中, 桦属百分比普遍下降, 三江平原只有 5% - 10%, 长白山地为 15% - 20%, 辽东半岛约 10% - 15%; 云、冷杉属花粉在三江平原似略有增加, 为 5% - 10%, 辽东半岛没有变化, 长白山较低地点显示略有减少; 松属花粉在长白山地区稍有增加, 约为 10% - 15%, 三江平原仍低于 5%, 辽东半岛未见改变; 阔叶栎属和榆属花粉较 10ka BP 有显著增长, 三江平原和长白山榆属花粉已上升到 15% - 20%, 辽东半岛仍低于 5%; 栎属花粉在长白山和辽东半岛达到 20% - 30%, 三江平原则从几乎无到有, 增至 10% 左右。

蒿属花粉含量仍较高, 三江平原为 10% - 20%, 较原来略有增加; 长白山地区在 10% 左右, 松辽平原大部分地区还高于 30%, 其中科尔沁沙地中北部可达 50% 以上; 辽东半岛西部蒿属花粉比例仍不少, 在 30% 以上。藜科花粉百分比未见明显变化。

此时, 东部山地和辽东半岛森林覆盖度较原来有所增加, 森林中桦属乔灌木普遍减少, 而阔叶的栎属和榆属等乔木显著地增加, 云、冷杉属在三江平原仍有少量生长, 但在长白山可能已上升到海拔 800m 以上地带。因此, 东部地带性森林中针叶树比例已经下降, 阔叶树占主导地位。松辽平原仍为以蒿属和藜科等草本植物占优势的草原, 其中科尔沁地区蒿属花粉可能较原来有所上升, 而松辽平原东北部则可能比原来减少了。当时辽东半岛目前海岸线以西仍有大片陆地出露, 其自然景观是以蒿属和藜科等构成的草原为基调, 同松辽平原及河北平原较相似。

中全新世 这个阶段以 6ka BP 和 4ka BP 两个时间片段为代表(插图 5, 6)。东北地区的植被面貌同早全新世比较发生了重大变化, 阔叶落叶林的大发展, 草原面积的萎缩、针阔叶混交林的再度出现, 以及南部乔木花粉的明显下降等事件都发生在这个阶段内。

在 6ka BP, 各个地区乔木花粉比例均达到自全新世初以来的最高值。长白山地区、辽东半岛乔木花粉分别在 70% - 95% 和 60% - 90%, 森林覆盖度比过去更高了; 小兴安岭乔木花粉在 70% - 80% 左右, 三江平原 50% - 70%, 松辽平原的东部地区约为 30% - 60%, 而其西部为低于 20% 的小值区。乔木中桦属花粉与 8ka BP 比较变化不多, 小兴安岭桦属花粉达 30% 以上, 三江平原和辽东半岛在 10% - 15%, 长白山地区似有增多迹象; 云、冷杉属花粉在三江平原和长白山地区均有减少, 一般低于 5%; 松属花粉仍维持在原来水平上, 但南部的辽东半岛有些增加, 可达 10% - 15%, 与长白山和小兴安岭等地区相近; 阔叶树榆和栎属花粉进一步上升, 三江平原北部榆属已达到 15% 以上, 栎属在 5% - 10%, 长白山地区榆和栎则分别达到 20% 左右, 辽东半岛栎属花粉远远高于榆属花粉, 分别在 20% - 40%。

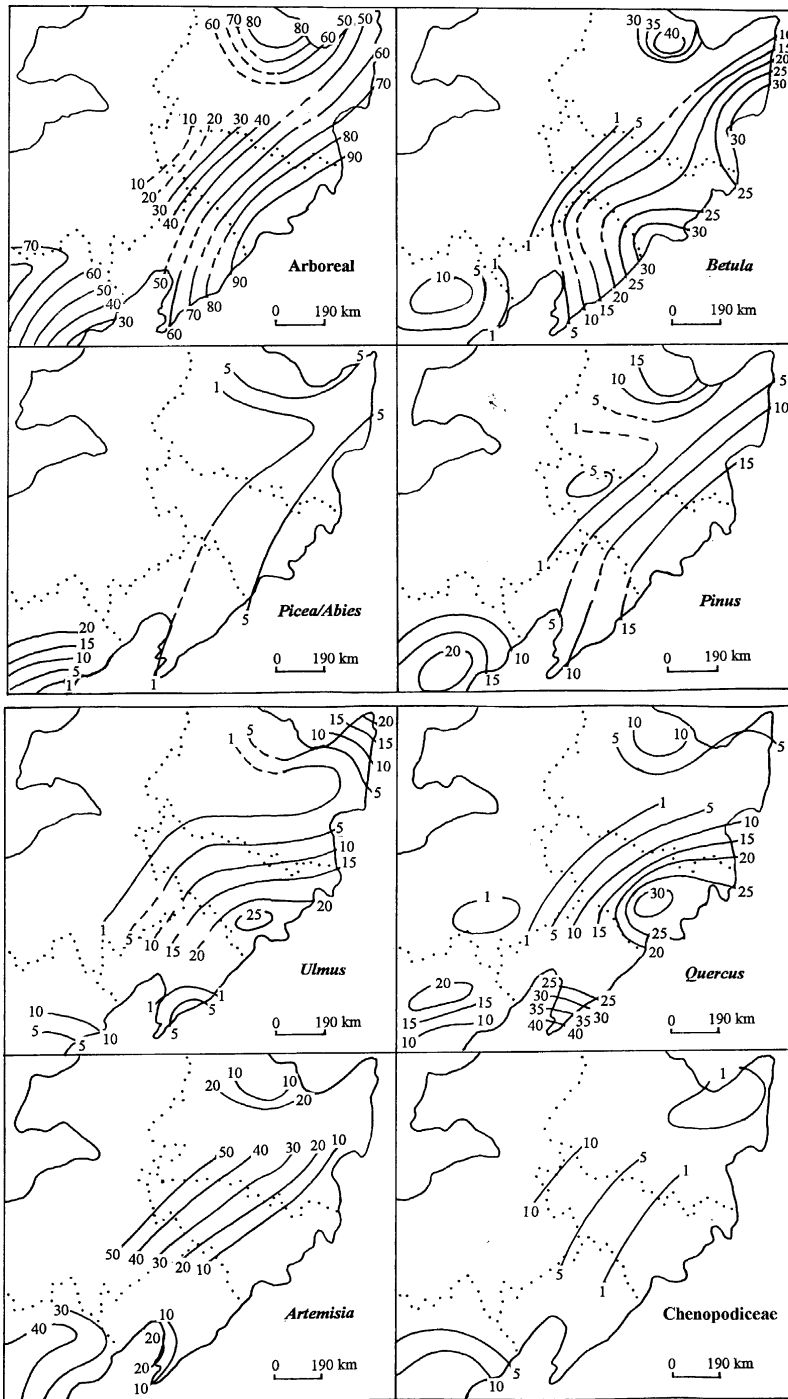


插图 5 东北地区 6ka BP 花粉百分比等值线

Isopolls of the pollen percentages for 6 ka BP over Northeast China

和 1%– 5%。在科尔沁沙地, 榆属花粉一般在 5% 左右, 而栎属花粉只在其东南部边缘达到 5%。

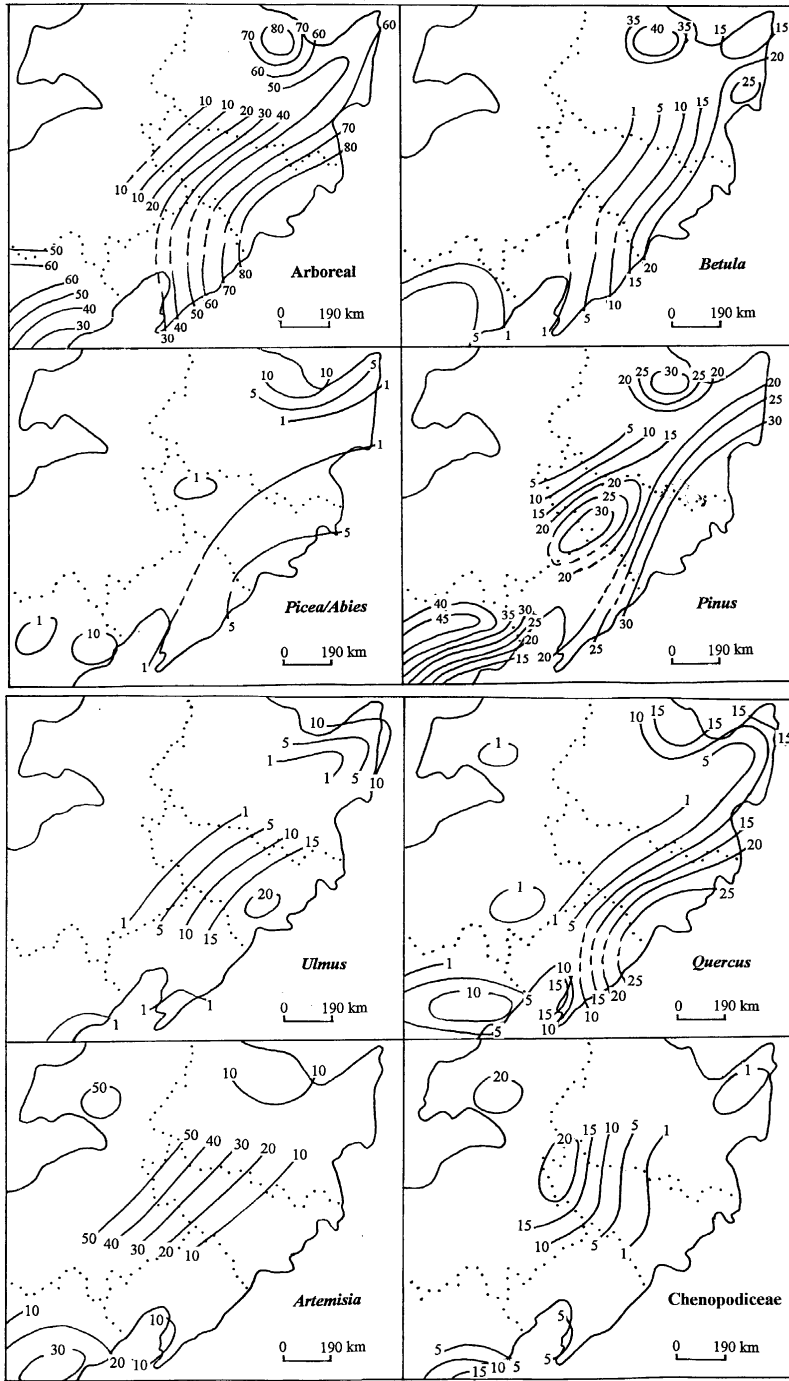


插图 6 东北地区 4ka BP 花粉百分比等值线

Isopolls of the pollen percentages for 4 ka BP over Northeast China

草本植物花粉较原来有明显减少。长白山地区蒿属花粉已低于 8%，三江平原不超过 15%，松辽平原一般为 30% - 50%，西部最高是 60% 左右，辽东半岛西岸仍有较多的蒿属花

粉,藜科花粉在长白山和三江平原均极低,不超过1%,松辽平原为5%–10%,但辽东半岛西南岸却比原来有急剧上升,达到20%以上,可能和海平面上升到目前高度附近有关。

可见,在6ka BP,东北东部阔叶树有进一步发展,地带性植被仍为阔叶林,其中南北部的的主要差别表现在种类的组成上,北部三江平原以榆属为主,南部的辽东半岛则以栎属占优势,中部的长白山地区栎属和榆属大体相当。松属乔木均未发生实质性变化,仅辽东半岛略有增长。小兴安岭山地生长着以桦属兼有云、冷杉、松属和少量阔叶树组成的森林。在松辽平原东部,全新世初的稀树草原此时已发展成疏林草原或开阔林地,乔木由榆属和栎属等阔叶树组成。科尔沁沙地东南部边缘地区同松辽平原东部相近,为疏林草原景观,而中西部则发育着榆树稀树草原。松辽平原的西部仍属典型的草原,个别相对有利的生境散生着榆树或栎树。在沿海地带,由于海平面的上升,淹没了原来“渤海平原”和“黄海平原”靠近现代海岸的部分,在沿岸低地形成以藜科和蒿属植物为主的滨岸草甸或草原。

到4ka BP,东北的植被演化方向和性质发生了重大变化。在乔木花粉百分比等值线图(插图6),辽东半岛的等值线走向显著地向东偏转,这表明辽南地区乔木花粉比例较原来明显地下降了,一般降低约10–15个百分点。但在东北的中北部地区,乔木花粉不仅未见减少,大部分地区甚至还表现出略有增加,长白山此时已达80–95%,三江平原为60%–75%,小兴安岭高于70%,松辽平原东部在30%以上。这些地区的增加一般均达到5个百分点,个别地方超过10个百分点。

桦属花粉在辽东半岛呈现下降,此时已不超过10%,长白山和松辽分水岭地区略有下降,但三江平原和小兴安岭则有所增长,最高分别可达25%和50%。云、冷杉属花粉在东部森林地带除辽南外均呈现轻度上升。乔木花粉中最富戏剧性的变化当属松属花粉的突然广泛增长,大部分地区增长了10–15个百分点左右。这使长白山地区、辽东半岛、三江平原南部、小兴安岭和松辽平原东部地区松属花粉比例首次达到20%以上,部分地区更超过30%,说明松林已经开始在东北东部稳定地出现了。榆属花粉在东部大部分地区比原来减少,长白山此时为15%–20%,辽东半岛不超过5%,三江平原多低于10%。栎属花粉在长白山地区未见明显增减,三江平原可能增多了,而辽东半岛则表现出显著的下降。

蒿属花粉在东部山地和三江平原没有明显改变,科尔沁沙地南部有所减少,辽东半岛西岸也减少了。藜科花粉在松辽平原西部似有上升趋势,而东部不见增减,辽东半岛西岸则开始明显下降了,不高于5%。

因此,从6ka BP到4ka BP,东北东部森林又从落叶阔叶林演化成松树与落叶阔叶树共生的针阔叶混合林,这已经十分相似今天的地带性植被类型。其中,辽东半岛的松属可能主要由赤松和油松组成,而长白山地区及其以北的松属则以红松占绝对优势。在阔叶树中,榆属和栎属多表现出减少,长白山及其以北的减少可能部分和红松花粉急剧增加造成的相对比例变化有关,而辽南的减少还和人类活动的干扰有联系。在草原地区,草本植物种类组成与原来相同。松辽平原东部,包括科尔沁沙地东南侧,乔木比原来进一步增多,辽东半岛西岸旱生和盐生蒿属与藜科植物减少了,但辽东半岛大部分地区此时主要乔木出现明显的下降,草本植物相对增加,表明森林变得比原来稀疏了。

晚全新世 4ka BP以后进入晚全新世。到2ka BP(插图7),乔木花粉比例在辽东半岛继续减少,仅有30%–50%。科尔沁沙地东南部乔木花粉也开始下降,花粉等值线向东偏

转。长白山个别地点乔木也表现出减少,但三江平原和小兴安岭见不到这种下降趋势。

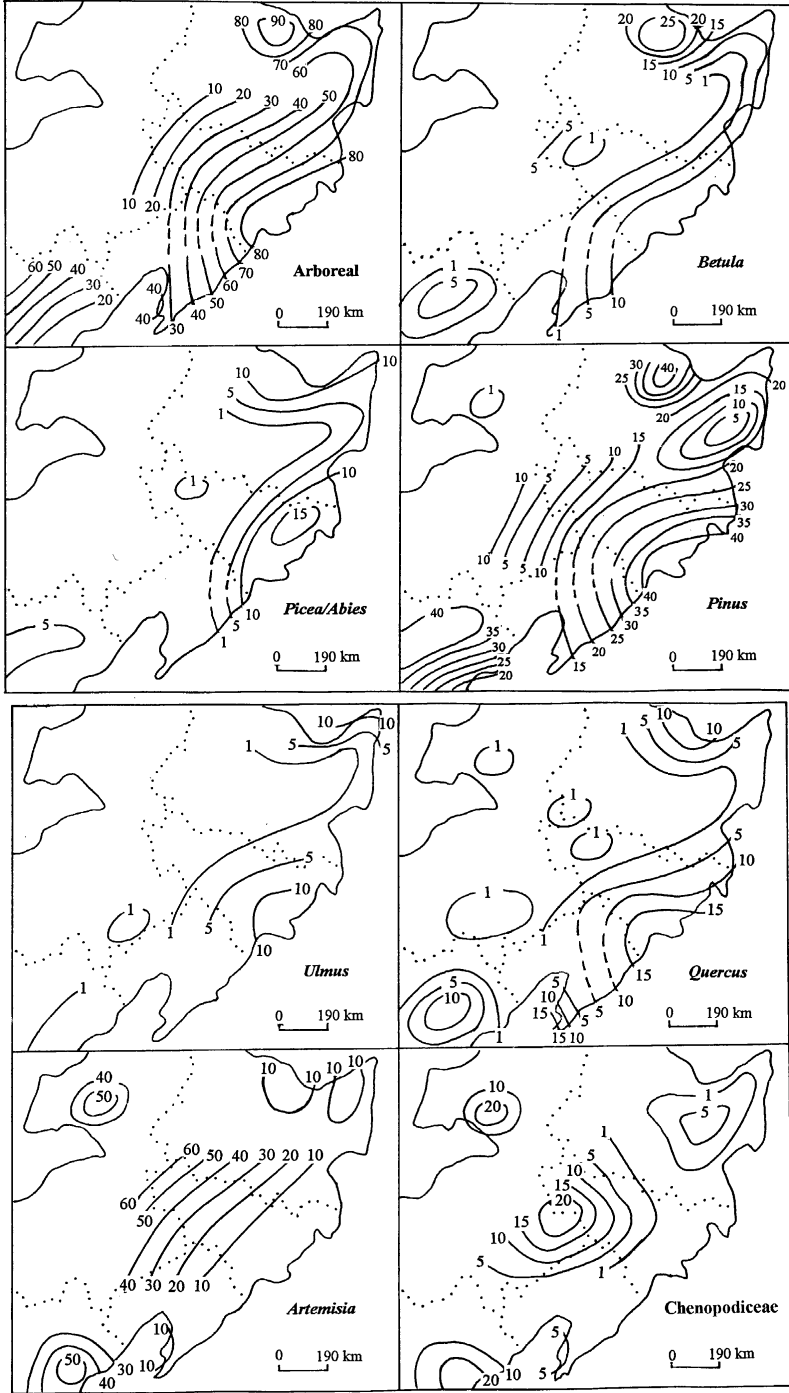


插图7 东北地区 2ka BP 花粉百分比等值线

Isopolls of the pollen percentages for 2 ka BP over Northeast China

长白山及其以南桦属花粉同原来比较变化不多,但小兴安岭和三江平原南部有明显下

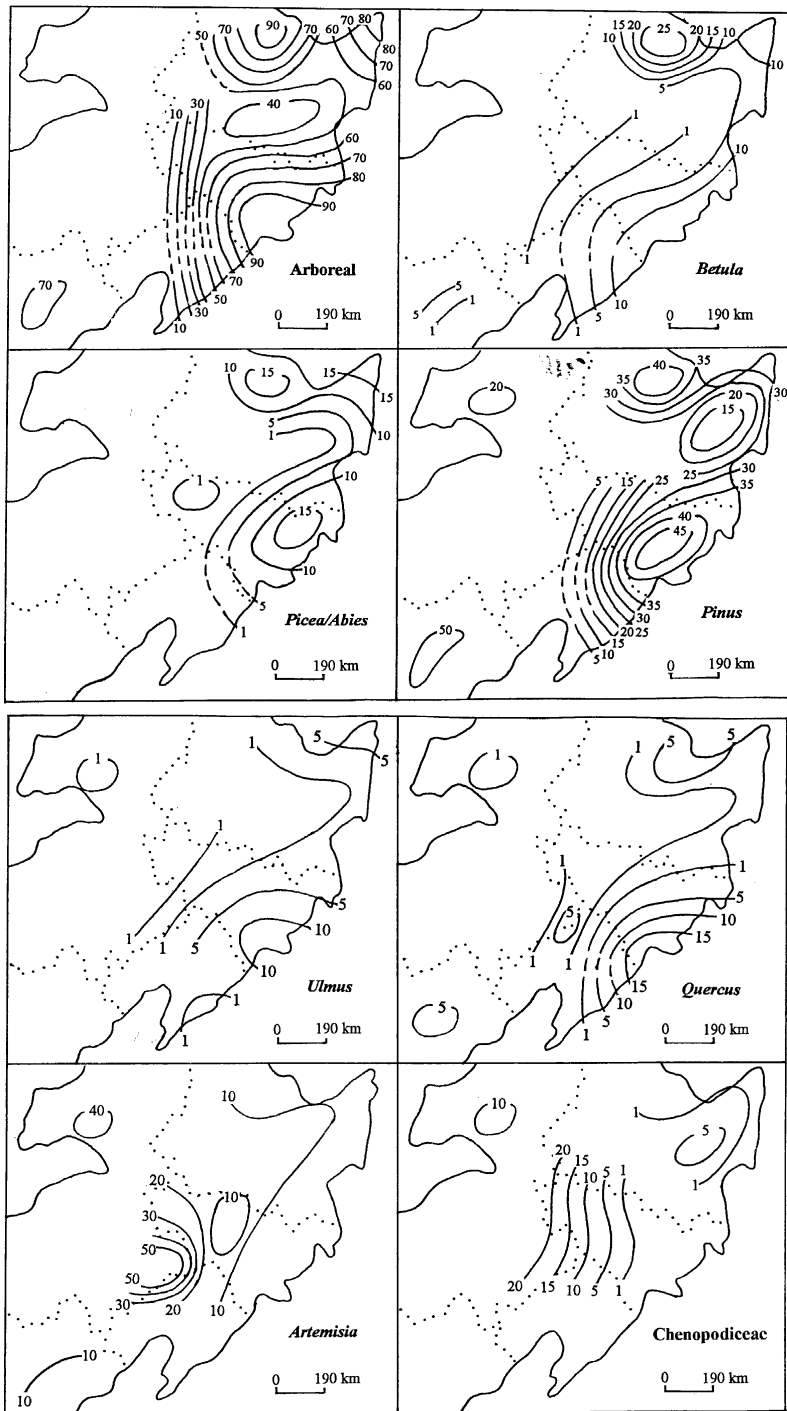


插图 8 东北地区 0.8ka BP 花粉百分比等值线

Isopolls of the pollen percentages for 0.8 ka BP over Northeast China

降。云、冷杉属花粉在长白山地区呈现上升趋势, 达到 5% - 15%, 其它地区变化不明显。

松属花粉在原来基础上进一步增加, 长白山地区达到 25% - 40%, 小兴安岭为 20% - 40%。

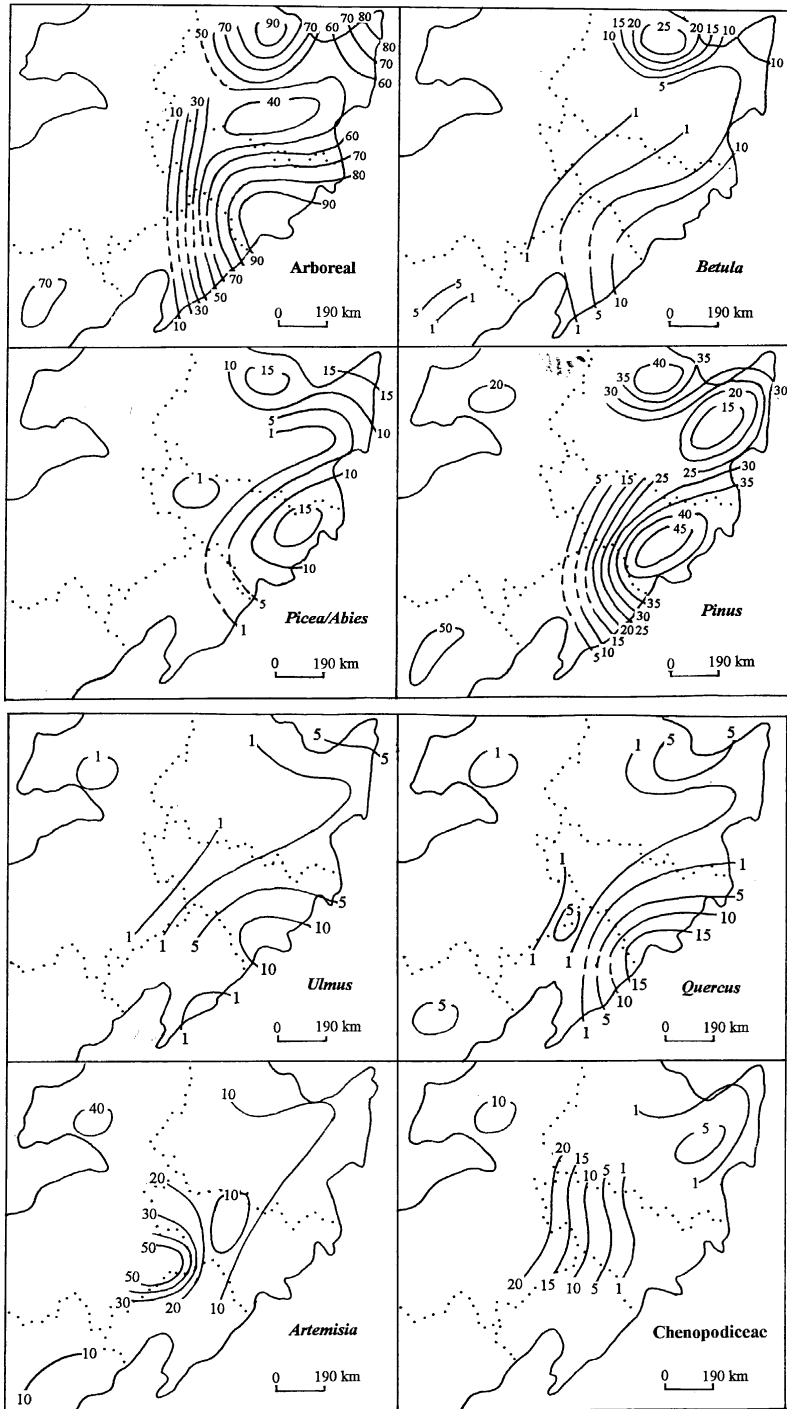


插图 8 东北地区 0.8ka BP 花粉百分比等值线

Isopolls of the pollen percentages for 0.8 ka BP over Northeast China

降。云、冷杉属花粉在长白山地区呈现上升趋势, 达到 5% - 15%, 其它地区变化不明显。

松属花粉在原来基础上进一步增加, 长白山地区达到 25% - 40%, 小兴安岭为 20% - 40%。