

全新世东北平原森林-草原生态过渡带的迁移

任国玉

(国家气候中心, 北京, 100081)

摘要 根据先前完成的化石花粉分布图, 对我国东北松辽平原过去1万a森林-草原生态过渡带的摆动历史进行了重建。这项研究表明, 在没有人类活动干扰的条件下, 松辽平原森林-草原生态过渡带最偏西的时间既不在早全新世, 也不在中全新世, 而是在晚全新世; 在过去的1万a内, 森林-草原生态过渡带的最大摆动幅度不超过150km, 其最偏西时的位置距离现代位置约为100km。因此, 东北松辽平原的主体部分在全新世中始终是草原, 没有发育过森林。

关键词: 东北平原, 全新世, 古植被, 生态过渡带。

MIGRATION OF THE FORESTS-STEPPE ECOTONE DURING THE HOLOCENE PERIOD IN NORTHEAST CHINA

Ren Guoyu

(National Climate Center, Beijing, 100081, China)

Abstract On the basis of mapped summary of pollen data by the present author, an attempt is made to reconstruct the positions of the forest-steppe ecotone in the Northeast China Plain for the different times of the Holocene. By correlating the modern tree pollen percentages with the present vegetation distribution, it seems reasonable to consider 40% isopoll for arboreal as an indicator for the position of the forest-steppe ecotone. This isopoll thus could be used to reconstruct the evolution history of the ecotone. On the thousand-year time scale, the most western positions of the ecotone, about 80~100 km west of the today's, were in about 4000 yr BP and 800 yr BP. The maximum displacement of the ecotone may have been no more than 150 km for the last ten thousand years. It is therefore evident that the vast western and central parts of the Northeast China Plain were never covered by any types of forests during the Holocene.

Key words: forest-steppe ecotone, Holocene, Northeast China

生态过渡带 (Ecotone) 迁移的研究在国内外都受到重视^[1-4]。生态过渡带对气候变化和人类活动影响反应比较敏感, 是重建过去环境和监测未来环境趋势的理想区域。在消除人为因素影响以后, 生态过渡带的水平迁移较好地指示了过去气候变化的性质或规律。

* 国家攀登计划27-1课题资助项目。

收稿日期: 1996-02-25, 修改稿收到日期: 1997-02-08。

根据化石花粉分布图重建过去森林-草原生态过渡带的位置是行之有效的方法^[4]。在一般情况下,当从全部孢粉中排除了孢子、水生和湿生植物花粉以后,根据统一花粉基数计算得到的乔木或草本植物花粉百分比,更明确地表达了区域森林与草原的对比关系,可以直接用来作为重建过去森林-草原生态过渡带位置的指标。但是,在从事这种分析之前,还必须对现代森林-草原生态过渡带及其相关概念和它们与表层花粉之间的关系进行适当界定。

1 现代森林-草原生态过渡带位置

森林-草原生态过渡带是森林和草原两种地带性植物群落之间的交接区域。在这个区域内,两种植被类型呈散乱混杂或镶嵌组合方式分布^[5]。通过森林-草原生态过渡带中间位置的连线可以作为森林-草原之间的界线,它把森林-草原生态过渡带一分为二,其中偏于森林方向一侧的部分有较多的乔木和较少的草本植物,而另一侧则相反。为了讨论的方便,这里把这个生态过渡带偏向森林一侧的那部分称为疏林草原,而把偏于草原一侧的那部分称为稀树草原。

在东北平原东部,现代森林-草原界线大体通过哈尔滨稍东-长春-四平一线附近^[6,7],实际上还可进一步沿辽河平原东缘向南延伸到熊岳附近。这条界线同干燥度指数1.2等值线相当一致^[8],也同年降水量600mm等值线比较接近。但长春以南它偏于这条降水量等值线以西,这是由于热量和潜在蒸散能力自北向南逐渐增加的缘故。上述森林-草原界线从松辽平原东部黑土带中间穿过,而黑土是森林-草原生态过渡带下发育的地带性土壤(图1)。

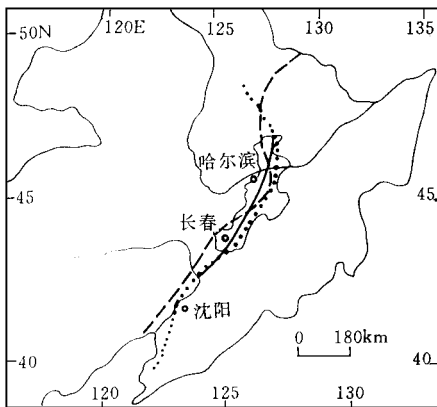


图1 东北平原东部现代森林-草原边界位置
Fig. 1 Modern position of the forest-steppe ecotone on the Northeast China Plain, represented by the solid line

的千年数,下同)起开始向西迁移,到6ka BP时达到最西侧。此后,这条等值线向东偏转,偏转幅度愈往南愈大。到4ka BP时乔木花粉40%等值线已比6ka BP明显偏东,2ka BP时这个趋势进一步发展。到0.8ka BP,辽东半岛乔木花粉几乎均低于40%了。

北部地区的变化以长白山至松辽分水岭一带为代表,乔木花粉40%等值线在10ka BP最靠东,以后不断向西北迁移,至4ka BP时达到最西,其后出现东退,但变化幅度很小。在0.8ka BP等值线再次西进,位置比4ka BP还略偏西。从0.8ka BP至今,乔木花粉40%等值线发生了异常迅速的东退,现在的位置已与8ka BP时相近。

辽南地区乔木花粉40%等值线的弯转可能和人类活动干扰有关^[9,10]。松辽分水岭地区等时线的变化可能基本代表了森林-草原边界的自然摆动过程。它表明,东北平原东部森林-草原边界自10ka BP到4ka BP不断从东向西迁移,由张广才岭-吉林哈达岭西麓移动到农安-双辽-甘旗卡一线附近,迁移距离约为

2 现代森林-草原边界与表层乔木花粉分布的关系

为了能利用化石花粉分布资料恢复过去森林-草原边界的位置,首先需要知道表层花粉分布与上述现代森林-草原边界位置之间的关系。作者曾经编制了东北全新世每隔两千年的花粉百分比等值线分布图^[9,10],包括现代或表层花粉百分比等值线分布。比较现代森林-草原边界位置与表层乔木花粉百分比等值线分布可以发现,它和乔木花粉40%等值线十分吻合。乔木花粉40%等值线也从哈尔滨-长春-四平-铁岭-沈阳通过,并向南达到熊岳稍东。因此,可以采用乔木花粉40%等值线代表森林-草原之间的边界。这条花粉等值线过去在水平方向上的摆动客观地记录了森林-草原边界或森林-草原生态过渡带的迁移历史。

3 全新世森林-草原边界的变动

图2是过去一万年内40%乔木花粉等值线的位置变动情况^[9,10]。乔木花粉40%等值线的变化可以铁岭市为界分南、北两种类型。南部从10ka BP(过去距离现在的

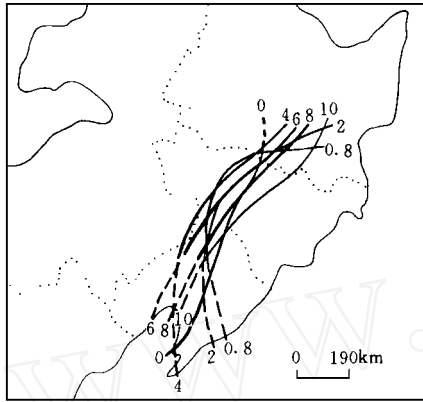


图2 东北平原全新世乔木花粉40%等值线的位置
这条等值线代表了森林-草原之间的边界。
图中数字代表距现在的千年数(kaBP)

Fig 2 Isochrones for 40% tree pollen for northeast the China Plain, showing the past positions of forest-steppe ecotone
The numbers in the figure give the radio carbonages (ka BP or thousand years before present)

4 关于全新世森林最大西进时间问题

东北平原东部地区森林最大西进时间在千年时间尺度上发生在4ka BP左右,而在晚全新世世纪时间尺度上,0.8ka BP时森林-草原边界甚至还向西摆动超过4ka BP时位置。2ka BP时森林西界同4ka BP相差无几。考虑到近2000a来可能仍然存在着人类活动的影响^[9],把4ka BP作为千年时间尺度上自然条件下森林最大西侵时间可能是不合适的。实际的情形是,自从全新世初开始,森林西界向西迁移,到了4ka BP以后,在自然条件下它基本上呈稳定状态,或者甚至稍有西进。

为了检验这一结论,选取了6个典型花粉剖面资料加密提取乔木花粉百分比值,时间间隔是1000a,统计方法与绘制花粉分布图相同^[10]。图3表示这6个剖面乔木花粉百分比值的变化。可以看到,这些地点乔木花粉比例在6ka BP及其以前均比较低,以后一般都显著提高了。其中创业、勤得力、大甸子、孤山屯和波拉户等剖面这一变化规律尤为明显。公河来剖面4ka BP以后乔木花粉比例下降,可能是由于科尔沁沙地东南部地区人类活动显著干扰时间较早的缘故^[9]。这在乔木花粉百分比等值线图上也反映得很清楚,由4ka BP到2ka BP,科尔沁沙地东南边缘和辽南地区一样,乔木花粉百分比等值线向东偏转。

另外,在远离人为活动干扰的地区,如三江平原北部和长白山大甸子等地区,乔木花粉百分比自5ka BP以来存在着持续缓慢增加趋势,这种情况也发生在松花江平原的波拉户地区。因此,即使在千年时间尺度上,4ka BP也不是全新世乔木花粉比例最高时间。近1000年的乔木花粉百分比是近1万a来最高的。这表明,6ka BP以后,自然状态下的森林西界可能是持续缓慢地向西扩张的,直到近1000年前后达到最西位置。

在一个特定的地区,乔木花粉的这种长期增加必然伴随着森林覆盖程度或森林与草原面积相对比例关系的改变。在长白山和三江平原地区,森林的覆盖度从6ka BP至1ka BP是不断增加的;在松辽分水岭的东侧,原来一部分疏林草原将成为郁闭林,而在其西侧和科尔沁沙地东南部,疏林草原可能已经代替了早全新世的稀树草原或草原景观。

乔木花粉比例上升和森林-草原边界西移的一个直接原因是6ka BP以后松属和云冷杉属种群的扩大,尤以前者为突出。红松林的迅速发展是在主要阔叶树种群并未急剧减少的情况下发生的,这必然会使乔木花粉比例显著上升。当然,也不能否认,由于松属花粉的代表性问题,红松种群扩大可能在某种程度上夸大了森林覆盖度实际增加的幅度或森林-草原边界实际西移的距离。现在还没有适当办法去评价这后一问题。

130km。在10ka BP,这条界线处于目前位置以东约50km,8ka BP时即已同现在接近,6ka BP时又进一步向西移动了30km。以后,到2ka BP,森林-草原界线向东回摆,但幅度极小,几乎与4ka BP时位置相当,在0.8ka BP时这条边界再次出现显著西移,达到整个全新世时期的最西位置,比4ka BP时约偏西20km。

从0.8ka BP至今,北部森林-草原边界发生了急速的东退,这种快速迁移在多大程度上是由人类活动干扰造成的,又在多大程度上是气候与植被自然演变的结果,现在还难以评价。但据历史记载,在19世纪初以前,松辽分水岭地区和科尔沁沙地东南部人口一直很少^[11],近200a来人口才迅速增加,大面积土地垦殖活动开始,如犁树、怀德(公主岭)、双辽等地在19世纪均得到广泛开垦^[12]。迅速加强的人类干预无疑会对植被产生深刻影响,这可能是导致现代森林-草原边界偏东侧的基本原因。当然,近800a来森林-草原边界的快速东移可能也在一定程度上反映了气候变干所引起的自然变化过程。

在上述分析基础上,可以对有关全新世森林-草原边界或生态过渡带摆动的若干问题做进一步讨论。

题。

还有一个值得指出的问题是,在统计花粉百分比中采用新的基数对乔木花粉百分比变化具有显著影响。对于那些把莎草科花粉包括在统计基数内的原始资料,当把它从统计基数中排除去时,乔木花粉百分比均将相应提高,而且原来莎草科花粉比例越多,排除后乔木花粉百分比上升幅度就越大。东北东部地区莎草科花粉自6ka BP 以来多数表现出增加趋势,例如,长白山大甸子6ka BP 及其以前莎草科花粉占乔木花粉总数的百分比平均为8%,而6ka BP 以后则增加到26%左右^[13];公河来剖面6~5ka BP 莎草科花粉占全部孢粉百分比平均值的20%,以后的4000a 内平均达31%^[14];创业剖面6ka BP 以前莎草科花粉占全部孢粉比例平均是28%,以后增至34%^[15]。显然,具有较高比例的晚全新世莎草科花粉不计入统计基数已经使近5000a 来乔木花粉百分比相对于原来计算方法提高了。这也是过去单点分析工作未能发现5ka BP 以后乔木花粉普遍上升现象的主要原因之一。

5 关于全新世森林最大西进幅度问题

如上所述,全新世初森林-草原边界位于长白山脉西麓,此后直到4ka BP 向西北迁移了130km。再以后,其位置相对稳定或稍有西移。若以0.8ka BP 作为全新世最西位置,则近1万 a 内森林-草原边界东西最大摆动幅度是150km 左右。

在千年时间尺度上森林-草原生态过渡带迁移130~150km,这个幅度是不大的。在这种情况下,东北平原东部的森林从未向西扩张达到占据整个平原的程度。

平原西部在全新世始终存在着一个典型的草原地带,在典型草原与森林-草原边界之间则存在着稀树草原。可以看作森林的疏林草原地带最西也只达到松辽分水岭东部和科尔沁沙地东南部。

把4ka BP 或0.8ka BP 时的森林-草原边界位置同现在比较,可以看到,全新世森林最大西侵范围仅比今天偏西约80~100km。考虑到现在乔木花粉40% 等值线的向东退缩主要是反映了人类活动的影响,森林最大西侵边界同目前自然状况下森林西界之间的距离似应更小。无论如何,全新世森林-草原边界同今天比较最大西进幅度不会超过100km。

森林-草原生态过渡带中的单点花粉资料可以帮助说明这个问题。在科尔沁沙地东南边缘的公河来,近6000a 来乔木花粉比例最高时间出现在5ka BP 和4ka BP,分别为75%和56%(见图3),比森林-草原边界值40% 分别高出17%和16%。在松辽分水岭和科尔沁沙地东部地区,乔木花粉百分比每增加10%,约相当于花粉百分比等值线向西北平行移动50km。因此,5ka BP 和4ka BP 时森林-草原边界应分别位于公河来剖面以西北85km 和80km,这相当于通辽市东部至库伦旗一线。同理,吉林前旗的波拉户在近6000a 内乔木花粉比例最高出现在3ka BP 和1ka BP,分别为41%和50%。这相当于森林-草原界线刚好位于该地点或偏其西侧约50km,均未超过乾安-太平川一线。在乾安-太平川-通辽-库伦一线以西的松辽平原,尚有大片稀树草原和草原地区。

需要指出的是,由于时间过滤和空间平滑的影响,根据花粉分布图得出的森林-草原最大西界并没有这两个特例所反映的那样偏西。时间过滤使得未能将象公河来5ka BP 时那样的比值包括在规定的制图时间片段内。空间平滑作用是在进行花粉等值线分析时所必需经历的。它使得一些剖面的过高和过低百分比数值受到抑制,而接近于该区域的平均值得以表现。考虑到植被发育和植物花粉沉积会受到诸如局部地

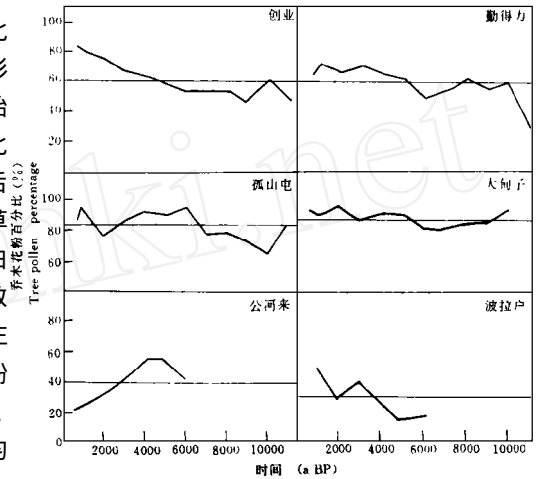


图3 东北代表性地点全新世乔木花粉百分比变化
创业——黑龙江省抚远县;勤得力——黑龙江省同江市;孤山屯——吉林省辉南县;大甸子——吉林省辉南县;公河来——内蒙古科左后旗;波拉户——吉林省前郭尔罗斯县。据文献[13~16]等资料采用统一花粉基数计算得到。

Fig 3 Holocene variation in tree pollen percentages at six representative sites of northeast China

The increase in tree pollen percentages can be seen at the sites where no human interference had ever occurred

形、土壤质地和水文特点等非地带性因子的影响,并因此而产生与地带性规律的偏差,花粉制图过程中的这种空间平滑作用是十分必要的。这种情况也说明,仅根据个别地点花粉资料去推测宏观植被与气候变化规律有时会出现较大偏差。

总之,植物花粉资料表明,全新世中晚期东北平原东部的森林有过向西扩张,不仅比全新世初,而且也比目前的分布偏西,但这个扩张的范围是有限的,它从未发展到平原的西半部。在今天处于半干燥气候条件下的松嫩沙地和科尔沁沙地的大部分地区,现在是草原,过去的1万 a 内也始终未发育过森林。

参考文献

- 1 张兰生 环境演变研究. 北京: 科学出版社, 1992 16~ 21
- 2 施雅风等 中国全新世大暖期气候波动与重要事件. 中国科学(B), 1992(12): 1300~ 1307
- 3 安芷生等 最近2万年中国古环境变迁的初步研究. 刘东生主编, 黄土 第四纪 全球变化, 第二集. 北京: 科学出版社, 1990 1~ 26
- 4 Webb T. Holocene palynology and climate in: *Paleo-climate analysis and modeling*, (A. D. Hecht, ed.), John Wiley and Sons, 1985 163~ 195
- 5 Walter H. *Vegetation of the earth and ecological systems of the geobiosphere*. Springer-Verlag, 1979
- 6 吴征镒 中国植被. 北京: 科学出版社 1980
- 7 董厚德 辽宁植被区划. 沈阳: 辽宁大学出版社 1987
- 8 中国自然地理编写组 中国自然地理. 北京: 高等教育出版社, 1984 91~ 94
- 9 任国玉 气候、植被与人类活动: 中国东北近一万年环境演变若干问题. 博士学位论文. 北京: 北京师范大学 1994
- 10 Guoyu Ren and Lansheng Zhang A preliminary mapped summary of the Holocene pollen data for Northeast China, *Quaternary Science Review*, 1997 (accepted)
- 11 朱士光 历史时期我国东北地区的植被变迁. 中国历史地理论丛, 1992(4): 105~ 119
- 12 景 爱 清代科尔沁沙地的垦荒. 中国历史地理论丛, 1992(3): 155~ 173
- 13 孙湘君, 袁绍敏 据花粉资料推断吉林金川地区最近一万年的植被演化. 刘东生主编, 黄土 第四纪 全球变化, 第二集. 北京: 科学出版社, 1990 46~ 57
- 14 夏玉梅等 东北全新世温暖期气候变化的初步研究. 张兰生主编, 中国生存环境历史演变规律研究(一). 北京: 海洋出版社, 1993 296~ 315
- 15 夏玉梅 三江平原2000年以来植物群落发展和气候变化的初步研究. 地理科学, 1988, 8(3): 240~ 248
- 16 刘金陵 长白山区孤山屯沼泽地13000年以来的植被和气候变化. 古生物学报, 1989, 28(4): 495~ 509