

论中国东部第四纪冷期植被与环境*

李 文 漪
(中国科学院地理研究所)

摘 要

在第四纪的冷期,中国东部华北和东北植物区,因深受干旱因素影响,广泛发展了草原植被。当时在欧亚大陆上,草原、森林草原和苔原可能曾自南欧一直分布到东亚。在南方植物区,亚热带针叶林曾在平原和丘陵广为分布。同时,许多喜湿热的类群则被保存于避难所中。由此看来,第四纪寒冷气候南侵到中国东部的强度和范围,是有限的。

关键词: 中国东部 第四纪 冷期 孢粉 古植被 古气候环境

本文是在已有孢粉工作基础上,对中国东部第四纪冷期(冰期)、暖期(间冰期)交替发生过程中,植被的表现及其气候环境演变的过程和特征进行分析,显然目前的分析只能是概括性的。

一、中国东部第四纪植被发展的主要特征

为讨论冷期植被,首先阐明对我国第四纪植被发展的认识和观点,主要有以下四个方面:

1. 由于第四纪以来,北半球普遍发生的气候变冷最早始于第三纪晚期,我国的古地理轮廓,也是早在晚第三纪就已接近于现代^[1]

而在此期间,植物的类群,可以说没有发生过重大改变,因而可以通过对现代植物的认识来分析第四纪孢粉组合,当然这种重建时常是粗略和简单的,一般仅就植被类型轮廓而言。但这样的植被论证对探索气候发展过程很有益,特别由于在我国保存着大量古老遗留植物,这本身就是重要论据。

2. 第四纪冷期、暖期气候波动,曾对中国东部植被造成一定影响,每次气温下降,都导致植被面貌的改观

虽然在不同阶段、不同纬度地带和不同环境条件下,受影响的程度和在植物上的反应是不尽相同的。

3. 从中国东部第四纪孢粉植物群的分布和发展中,未见有出现过大面积复冰的象征
所看到的冰期气候在植被上的反映,主要是山地植被带下降和北方耐旱草本植物的扩展。这与欧洲北部屡经冰川破坏作用下的植被发展的历史,是有很大不同的。

* 本文在编写中,得到施雅风教授的鼓励并修改论文,谨此致谢。

4. 在大致以秦岭和淮河为界的南方和北方,第四纪植被发展有明显不同,强烈反映出其生存时期气候条件的差别

看来,南方晚第三纪以来的植物与现代植物类群之间,可能很少有重大分异。而在北方,第四纪气候波动曾造成区系的迁移和分化,以及植被的重建。种种迹象表明,干旱因素在植被发展过程中,有突出的作用。

以下,将根据具体情况,来分析第四纪时期中国东部各地区植被的表现,尤其是冷期的表现。

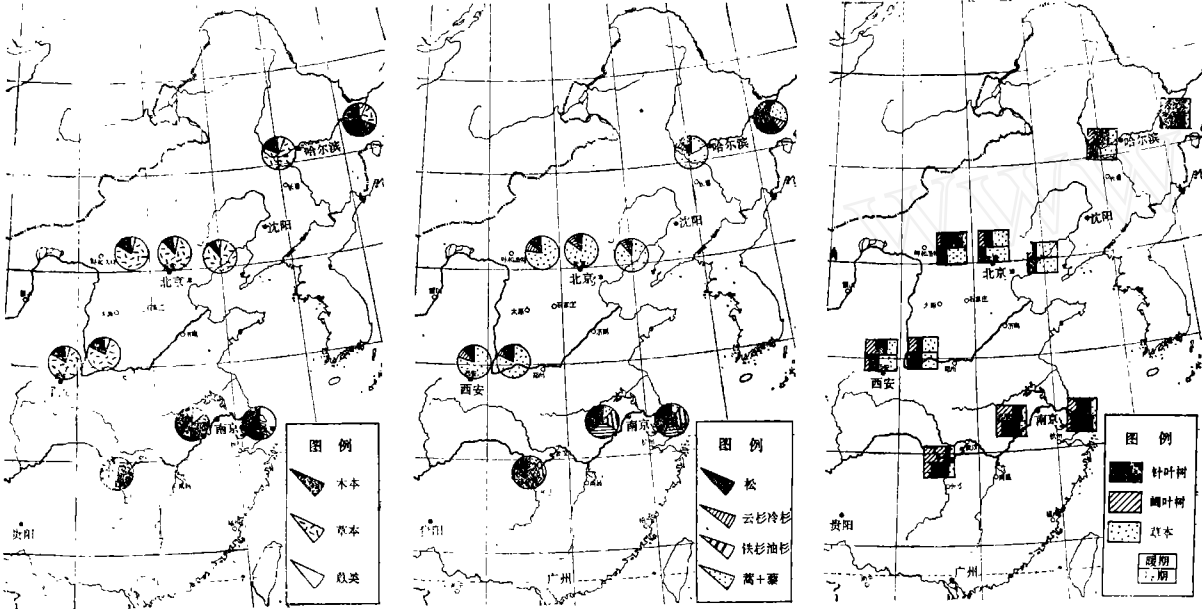


图1 中国东部第四纪冷期孢粉组合中木本、草本和蕨类的百分含量图

Fig. 1 The percentages of tree herb and fern in pollen assemblages of East China in Quaternary cold stage.

图2 中国东部第四纪冷期孢粉组合中,针叶树和耐旱草本百分含量图

Fig. 2 The percentages of coniferous and dry herb in pollen assemblages of East China in Quaternary cold stage.

图3 中国东部晚第三纪至早第四纪孢粉分布概要图

Fig. 3 Summarized map of pollen distribution in the period from Late Tertiary to Early Quaternary of East China

二、中国东部第四纪冷期植被的发展

1. 东北和华北植物区

在华北和东北,当气候变冷时,曾普遍引起植物发生变化,主要表现为: ① 一些现在分布于亚热带温暖湿润气候条件下的类群,如铁杉、山核桃、枫杨等基本消失; ② 耐寒的针叶树云杉、冷杉的比例开始增大。松有普遍的分布; ③ 温带落叶阔叶树木栎、榆、椴等普遍减少或消失; ④ 以蒿和藜为主的草本植物大量增长,并发展成为优势。

河北平原东部的第四纪孢粉组合反映了曾发生过数次寒冷阶段与温暖阶段交替发生

的植被演替过程^{[5][6]}。在温暖期,普遍呈现针叶树和阔叶树稀疏地生长在草原之中的景观。寒冷阶段最盛期,以蒿为主的草本植物花粉高达 90% 以上。有时有少量的松。阔叶树几乎完全不见。云杉显著增多出现在由温暖进入寒冷的早期阶段。随着气温继续降低、湿度减小,云杉也不适生存了,只遗留下以开阔草原为主的植被。

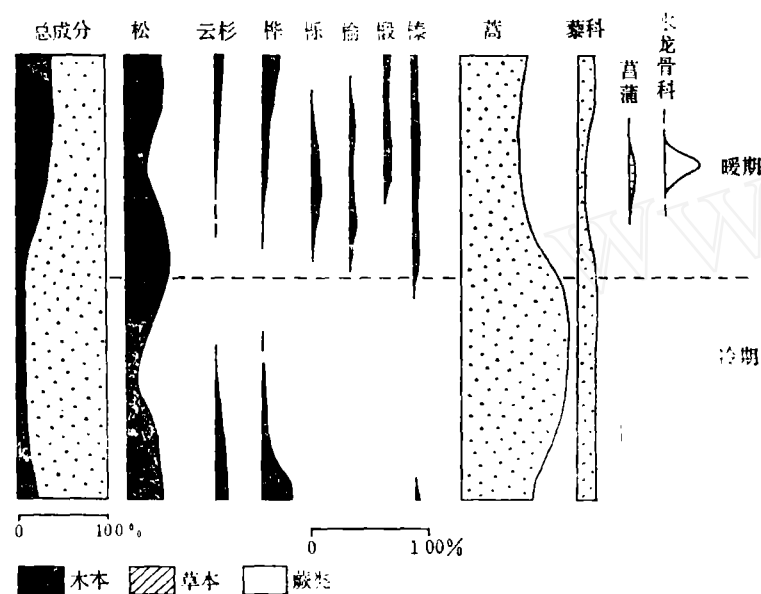


图 4 河北平原东部第四纪冷期-暖期的孢粉图式(据李文漪 1985)

Fig. 4 Pollen diagram of cold stage to warm stage in Quaternary of east Hebei plain. According to Li Wen-yi 1985.

更正: 图 4 图例草本不是斜线,而是用点表示

北京附近的顺义¹⁾,第四纪早期寒冷阶段的孢粉组合中,草本占 80% 左右,有 10% 的松和 2% 的云杉。从组合看来,植被性质仍应属于耐干旱的。孔昭宸等^[7]认为北京平原距今 22 700—13 000 年的末次冰期时,植被是以藜、蒿和禾本科植物为代表的草原。至 12 000—11 000 年前,冷杉、云杉、松和桦木逐渐增多,此时已进入晚冰期末期,即相当前北方期。

周口店猿人化石产地的孢粉研究^{[8][9]}说明,猿人生活在间冰期,当时的植被是由松属、栎属、桤属、柳属、朴属、榆属等组成的针叶和阔叶落叶混交林,林下有灌木,平原有草原。气候温和而略干,与今日华北无多大差异。在此以前的冰期阶段就仅见蒿属、菊科和藜科等草本与阴地蕨、苔藓共生,植被十分贫乏。

泥河湾组分布地区的孢粉组合^{[12][13]},说明暖期分布着松和云杉为主的针叶林,椴、榆、栎等阔叶树总数仅及 1—3%。冷期发展成为以蒿和藜为主,代表稀树草原植被。

渭河盆地^{[3][4]}早在第三纪末期耐旱草本植物花粉已占有相当比重。第四纪冷期,以松、云杉、藜和蒿为主的单调孢粉组合,曾在时间和空间上均有较稳定的分布,强烈显示了气候向干旱方向发展的趋势。

1) 根据刘金陵的资料(1982)。

由此看来,华北各地区孢粉组合及其发展,清楚反映了冷期,暖期旋迴中植被所发生的变化。即在冷期,由于以蒿和藜形成的孢粉组合普遍占有优势,显示草原曾有很大分布范围,特别是在平原区。而即使在暖期,耐旱草本花粉亦有半数以上的比例,这充分说明了,在我国华北,自从第四纪气候开始变冷以来,干旱因素在地理环境演变过程中,始终起着重要的作用。

东北三江平原^{[15][16]}早更新世冷期,亦以松、云杉、桦木、榛等木本花粉为主。以菊科和蓼科居多的草本约占 1/3。晚更新世冷期,云杉、冷杉花粉含量可达 40%,阔叶树也只有耐寒的桦木较多。同时亦含不少藜、蒿、禾草等。

松嫩平原晚更新世植被的发展过程是:早期为以蒿、藜为主的干草原,气候干冷。中期阔叶疏林草原和桦林草原植被扩展,渐转湿润。至晚冰期,在寒冷湿润条件下,发展了以松和云杉为主,并有卷柏、石松、阴地蕨参加的暗针叶林型植被。但在不同的地貌部位,亦有蒿、藜、杂草类组成的草原分布。

所以,总的来看,在东北的冷期,草原植被也有一定分布。可见当时草原分布范围之广。然而,由于冷杉、云杉和桦木等喜温乔木花粉在东北出现的数量要比在华北所见为多,因而推测气候条件应较华北略为湿润。

2 南方植物区

中国东部的南方,第四纪植被发展与东北华北有明显不同,暖期与现代当地相差不大。冷期以含冷杉、云杉及铁杉、油杉等多种喜湿裸子植物及大量喜暖蕨类植物为特点。看来,孢粉组合所代表的植被,与现代分布于我国亚热带山地植被面貌十分相似。

上海^[17]早更新世冷期以松属花粉最多,同时含云杉和冷杉,亦含铁杉、油杉等亚热带

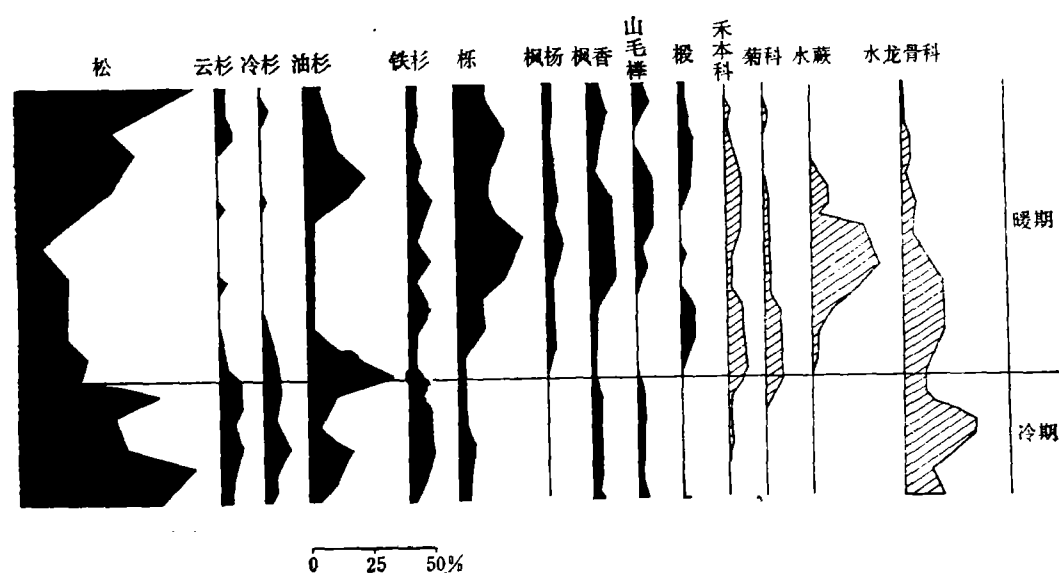


图 5 上海中更新世冷期、暖期的孢粉图
(根据刘金陵等, 1977)

Fig. 5 Pollen diagram of cold stage to warm stage in Pleistocene of Shanghai.
According to Liu Jin-ling 1977.

属。有少数的栎、榆、枫香、山毛榉等喜暖阔叶树木花粉,以及为数多达 40% 的水龙骨科的孢子。暖期,喜暖树木栎、枫香、山毛榉、椴树等增多,并伴生大量水蕨孢子(见图 5)。

江浙地区^{[18][19]}中更新世冷期分布着由栎、桦、榆、松和禾本科、菊科植物组成的针叶阔叶混交林和草原。其植被状况,似与现代温带地区相似。暖期,含有常绿阔叶树枫香、木兰及落叶的栗、漆树等,形成常绿与落叶阔叶混交林,又与当地现代植被相差不多,或略为干燥。晚更新世冷期则为含云杉、冷杉及松、柏的针叶林和以禾本科、菊科为主的草本植物形成的草原。看来,气候可能趋于温凉而干燥。

安徽淮南附近¹⁾,早更新世阔叶树明显减少,耐寒冷的冷杉和松树花粉增多,并含大量喜湿的蕨类植物,反映出类似于湿润条件下的针阔混交林。中更新世和县猿人生活时期的植被^[20],是以松、榆疏林草丛到夹有常绿阔叶树的落叶阔叶和针叶混交林,其相应的气候是从温凉偏干到温暖湿润。芜湖地区^[21],晚冰期可能是以含冷杉、云杉的松林为主要植被。至 30 000—10 000 年前期间,栎、榆、桦和蒿、藜及杂草等交替出现,气候可能出现过波动。

在湖南北部,早更新世气候变冷时^[22],云杉、松、柏、栎等乔木花粉增多,而油杉、枫香等喜暖成分减少,并含草本植物及喜温湿的蕨类如紫萁等。反映温湿的环境。中更新世^[23]冷期,云杉、冷杉较前增加,也含栎类,气候寒温。晚更新世则出现大量的松及众多的蕨类,而少见阔叶树花粉。看来,其冷期气候亦有逐渐向较干方向发展的趋势。暖期为以常绿和落叶阔叶林为主的亚热带森林植被。

湖北江汉平原晚冰期的孢粉组合²⁾及磁性地层测量的资料³⁾说明,30 000 年以前,针叶树和阔叶树有松、铁杉、冷杉、山毛榉、云实、栗、栎、忍冬以及大量里白科的孢子,应属亚热带针阔叶林,气候比较温凉湿润。此后演变为以松、云杉、冷杉和铁杉占优势,缺乏被子植物,但含石韦、凤尾蕨和石松等多种孢子,反映出针叶林的植被,气温下降,为晚冰期末期的寒冷阶段。

由此看来,长江流域中、下游区,冷期可能以松、云杉、冷杉、铁杉为主的针叶林得到扩展。这种针叶林与北方和东北地区冷期一定阶段或一些地点出现的云杉、冷杉林有所不同,首先是组成不同,南方的针叶林中,含有不少喜暖成份,如铁杉和油杉等。同时林下植物成份也有不同,尤其是蕨类植物,南方针叶林组合中普遍含有较大数量和较多种类的喜湿热的属种,如里白、紫萁、鳞毛蕨、石韦、瓦韦及抱石莲、密网蕨等属于亚热带分布的水龙骨科蕨类。而北方冷期针叶林中蕨类稀少,种类亦不多,只有少量属于石松科、卷柏科的北方温带类群,并且普遍伴生大量耐旱的草本植物。

三、中国东部第四纪冰期植被与气候的讨论

中国东部是欧亚大陆第四纪生物与环境发展统一整体的一部分,而有其区域性特点。草原、森林草原和苔原在欧亚大陆第四纪冰期时期曾有广泛分布的事实,有力地说明了伴

1) 李文漪,安徽淮南晚第三纪到早第四纪孢粉组合,1979。

2) 李文漪,江汉平原晚冰期植被和气候发展,1984。

3) 根据叶素娟测定的资料,1983。

随着气候的恶化,大陆性因素在北半球普遍得到增长。蒸发量增大和由于缺乏水分和足够能量来源,冰盖从未能到达南欧、中亚、西伯利亚的东部和南部以及东亚广大地区,更不要说中国东部的平原和丘陵地带了。

因此,中国东部第四纪自然地理条件及其发展,与欧亚大陆整个环境格局的协调一致规律方面,在孢粉化石成分及其分布上的表现是明显的。草原植被,由中亚向东的延伸,在冷期时可能占据过相当大的面积。秦岭和淮河以北地带,除了水分条件较好的局部沿河谷或山地阴坡地带以外,均为草原、森林草原或苔原所覆盖而呈现大面积的开阔植被景观。

我国华北的南部,虽然可能已达到这个大草原的南缘,但其植被却基本保持了与整个草原所具有的一般特点,因为松、蒿、藜是所有北方区域冷期出现最多,也是最普遍的花粉成份。此外,由于在华北平原大部地区,甚至连桦、柳、石楠等的花粉也很难见到,这说明冷期时我国北方的植被与欧洲南部冰盖以外地带亦不完全相同,欧洲植被中含有许多灌木如矮桦、北极柳、柏科以及岩高兰等现代分布于北极区域的耐寒植物,虽然当时欧洲也有较多的蒿属与蔷薇科、毛茛科、虎耳草科、藜科和禾本科等。由此可见,在大陆性气候加强的情况下,中国冷期是必定处于较欧洲更为干旱的环境条件之下,但不是更为寒冷。

蒿类花粉经常普遍地以惊人的高含量普遍出现在华北及东北的孢粉组合中,数量有时可高达 98% 以上。大量密集出现的蒿粉,说明其分布普遍。蒿类植物生存温度幅度较大,在北半球广布于寒温带、温带、亚热带及高寒地带,但多数耐干旱,其在我国作为群落中的优势成分时的分布区,大量集中于干燥度为 1.5—2.0 地区,即由内蒙古草原至川西滇北的高山地带。在内蒙古形成蒿类壤漠,籽蒿沙漠。在高寒地带则形成蒿草草甸或苔草蒿草草甸的植被。当前在我国内蒙古的草原地带和低山丘陵地带,广布着以蒿类为建群种的草原植被,由于这类植物生根及萌发能力很强,所以分布遍及北温带的干旱地带和草原区域,其植被的区系成分亦多为旱生植物。

可见在华北第四纪冷期普遍出现的以大量蒿属花粉为主,并伴生藜科、蓼科、菊科、禾本科等旱生成分的孢粉组合,应该代表具有强烈干旱性质气候。同时,由于这种以蒿、藜为主的孢粉组合,不但在许多地点普遍出现,而且是曾重复出现于不同寒冷阶段,这说明,在空间和时间上,草原植被均曾普遍分布,是为华北第四纪冷期具代表性的植被类型。

关于冷期温度下降的范围问题,徐仁曾提出^[2],下降值与纬度及海拔高度有关系,在赤道地区下降最少,只有 3—7℃,我国和日本下降 7—8℃,苏联的西伯利亚下降达十几度,南欧 5—7℃,中欧 15—17℃,至北极可达 40—50℃。从这样的估算出发,我们不妨作一假定,即如果以 10℃ 年平均温度差值,作为冷期至暖期之间温度下降值的话(大于上述的 7—8℃),并以现代年均温分布的梯度来看,中国东部的一般中低山地尚无发育冰川的条件。以北京为例,如向北年均温下降 10℃,即大兴安岭西部,其年平均温度约为 0℃,干燥度为 2,此地区也正是以含多种蒿类草原植被分布的地带,明显是不具发育为冰川的条件。

因此,华北冷期的植被,很可能就与现代寒温带的蒿类草原植被相似。

然而,虽然冷期处于和当前大兴安岭以西地带的多年冻土或类似“冰缘气候”条件之下。但是,看来这种冰缘气候应该与冰盖的距离不呈线性关系,并且亦十分不同于现代冰

缘地区的气候,这是由于估计到当时的冰缘所处纬度大大偏南,因而全年温度和光照条件与高纬地区应有不同,例如冬季白昼要长的多。而生长季昼日要短,温度日较差大蒸发量也将更大,这就更加深了干旱性,使无林的开阔草原景观,广布于欧亚大陆的中、高纬度地带,由南欧一直分布到东亚。

在秦岭和淮河以南,大部分平原及丘陵地带,冷期严寒侵袭远不及北方强烈,同时,由于青藏高原隆升后,高原热状况的改变,维持了季风环流,使广大东南地区,处于比较稳定的潮湿气候条件下。因此,当冷期到来时,一些喜热的常绿阔叶树向更南纬度迁移,而落叶阔叶树和针叶树类群,从高山向低山及平原扩展,在长江流域一带,形成以针叶与落叶阔叶树为主或混交,或分散生长的植被景观。到了冰期最盛时期,在南方的平原和丘陵,云杉、冷杉、松和铁杉、油杉等针叶树,应该有比现代广泛的分布范围。

但是南方冷期孢粉组合成分显得复杂,针叶树除耐寒的云杉和冷杉,也含有一定数量喜温暖的铁杉、油杉等。阔叶树如桦、栎、榆、胡桃、槭、青冈和枫香等,显然这些生态条件不尽相同的植物花粉,并非来自同一类型植被或同一植被带内。

现代的川西滇北地区,以位于北纬 28° 的高黎贡山垭口^[1]为例。其谷底高程2 000m左右。处于西南季风迎风地带,夏季温凉,冬季寒冷,年均温 11°C ,干湿季节分明,年降水1000m左右。反映温凉半湿润的气候环境。山地植物垂直分带明显,大致在2 500 m上下,普遍分布有云南松和以高山栲、曼青冈等为主的亚热带常绿阔叶林。2 700—3 300m,为云南铁杉混交黄果冷杉、华山松、红桦、高山栎等。3 300—3 600m分布长苞冷杉、云杉林。可以看到,中国东部的南方地区,第四纪冷期孢粉组合中的各类成份,在高黎贡山垭口以上的垂直分带中均有分布。因此,可以认为南方冷期孢粉组合代表了一定区域内、相对高度在1 000m或与之相当的环境上的差别,可能即处于降水量在1 000mm左右,年均温 11°C 上、下的温凉湿润气候。

中国南方固有的丰富的热带、亚热带植物区系,也并没有为冷期气候破坏掉。从冰期后的暖期孢粉组合中含有大量喜热喜暖成分说明,它们的恢复是很迅速的,在现代广泛分布着的第三纪古老遗留植物的事实,更可证明在南方的复杂多样的地形条件下,光照较好的湿润谷地或山地阴坡,会成为许多古老植物的良好避难所,能够在长江流域以南的低纬地带,保存住大量起源于热带的遗留植物。冷期以后,这些喜热、喜暖的类群,因有适宜的生存条件,而重新向北迁移,返回到秦岭淮河以南广大的地区,在不同自然条件下,组成不同的新的植被类型,使我国成为世界上保存古代遗留植物最丰富的地区之一。这一事实最充分说明了,冷期气候南侵到低纬地带的强度和范围,应该是有限的。

参 考 文 献

- [1] 中国植被编辑委员会编著,中国植被。科学出版社,1980。
- [2] 中国科学院北京植物研究所、南京地质古生物研究所中国新生代植物编写组,中国植物化石第三册,中国新生代植物,科学出版社,1978。
- [3] 李文漪,根据渭河、沁州孢粉组合试论暖温带第三纪到第四纪时期孢粉植物群,中国孢粉学会第一届学术会议论文集,科学出版社,1979。
- [4] 李文漪,中国晚第三纪到早第四纪时期的植被和古地理、中国第四纪研究。6(2)1985。
- [5] 李文漪,滦河更新世植被及其古地理环境。地理研究,1985(4)。
- [6] 李文漪,试论河北东部更新世孢粉组合特点及古地理意义。中国第四纪冰川冰缘学术讨论会论文集。科学出版社,1985。

- [7] 孔昭宸、杜乃秋, 北京地区距今 30 000—10 000 年的植物群发展和气候变迁。植物学报, **22**(4), 1980。
- [8] 徐 仁, 中国猿人时代的北京气候环境。中国第四纪研究, **4**(1), 1965。
- [9] 孔昭宸等, 依据孢粉资料讨论周口店地区北京猿人生活时期及其前后自然环境的演变。周口店中国猿人发现五十周年论文集。科学出版社, 1985。
- [10] 宋之琛, 三门系植物化石和孢粉组合研究。中国第四纪研究, **1**(1), 1958。
- [11] 刘牧灵, 河南陕县会兴镇会兴沟更新世堆积中的孢粉组合初步研究。中国第四纪研究, **4**(1), 1965。
- [12] 刘金陵等, 泥湾组的孢粉组合及其地质时代。科学通报, 1980(4)。
- [13] 周昆权, 从泥湾层花粉分析谈南沟冷期等问题。地质科学, 1983(1)。
- [14] 中国科学院地理研究所渭河研究组, 上新世-第四纪时期孢粉组合及古地理。渭河下游河流地貌。科学出版社, 1983。
- [15] 夏玉梅等, 哈尔滨黄山剖面孢粉组合的初步研究, 地理科学, **3**(2), 1983。
- [16] 夏玉梅等, 三江平原新第三纪-第四纪孢粉组合特征与古气候的探讨, 地理学报, 1987。
- [17] 刘金陵, 上海、浙江某些地区第四纪孢粉组合及其在地层和古气候上的意义, 古生物学报, **16**(1), 1977。
- [18] 王开发等, 太湖地区第四纪沉积的孢粉组合及其古植被与古气候, 地理科学, **3**(1), 1983。
- [19] 孟广兰等, 浙江宁波地区第四纪自然环境变迁, 海洋科学集刊, 1984(23)。
- [20] 韩辉友, 和县猿人生活时期的古气候探讨, 南京大学学报(自然科学版), 1983。
- [21] 张树维, 第四纪末次冰期晚期芜湖地区古植被和古气候演变, 中国第四纪冰川冰缘学术讨论会论文集, 科学出版社, 1985。
- [22] 李文漪, 湖南洞庭层泥炭的孢粉分析及其地质时代和古地理问题, 地理学报, **28**(1), 1962。
- [23] 蔡述明等, 从岩性特征和孢粉组合探讨洞庭盆地第四纪自然环境变迁, 海洋与湖沼, 15(6), 1984。
- [24] Grichuk, V. P.. The analysis of zonal structure of the Pleistocene vegetational cover across USSR, *Pollen et Spores*, **13**(1), 1971.
- [25] West, R. G., Pleistocene forest history in East Anglia, *New Phytologist*, **85**, 1980.
- [26] West, R. G., Palaeobotany and Pleistocene stratigraphy in Britain, *New Phytologist*, **87**, 1981.
- [27] Jean-Pierre Suc and W. H. Zagwijn, Plio-Pleistocene correlation between the northwestern mediterranean region and northwestern Europe according to recent biostratigraphic and palaeoclimatic data. *Boreas*, **3**, 1983.
- [28] Good, R., The geological history and past distribution of the flowering plants, In: The Geography of the flowering plants. 4Edi. Longman, 1974.
- [29] Von Campo, Relations entre la vegetation de L'Euope et Temperatures de surface oceaniques apres le Dernier maximum glaciaire, *Pollen et Spores*, **26**(3—4), 1984.
- [30] Hsü, J., Late Cretaceous and Cenozoic vegetation in China, Emphasizing their connections with North American, *Ann. Missouri Bot. gard.* **70**(3). 1983.

VEGETATION AND ENVIRONMENT OF EAST CHINA IN QUATERNARY COLD STAGE

Li Wenyi

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences and State Planning Commission of the China)

Key words East China; Quaternary; cold stage; Pollen; Palaeovegetation; palaeoclimatic environment

Abstract

This article is about a Quaternary vegetational analysis based on palynological works in East China. The purpose of this study is to expose the characteristics of the vegetation and its ecological environment of East China in the course of alternative appearances of the cold (glacial) and warm (interglacial) stages in Quaternary period.

In East China, the Quaternary flora was established in Tertiary, and it is similar to that

of the present. In other words, since Late Tertiary, the taxa of plants had never been much changed.

A clear difference in the development of Quaternary vegetation between the southern region and the northern region of East China, which are bounded by Qinling mountain and Huaihe river, reflected strongly the difference of climatic conditions in the ice age.

In northern region of East China, Ulmaceae, Fagaceae, Juglandaceae and Betulaceae were the main components of the vegetation in late Pliocene. At the same time, *Picea*, *Pinus* and the herbs such as Composite, Chenopodiaceae and Polygonaceae etc. increased rapidly, while the deciduous trees decreased gradually. Therefore a vegetation landscape of a mixed conifer and deciduous forest emerged, which reflected that the climate became cooling, but still remained temperate. However, various traces of vegetational records suggest that the dry climatic factor had played an important role in Quaternary vegetation of the northern China.

In southern region of East China, the flora has changed extremely little from Late Tertiary to the present. *Podocarpus*, *Tsuga*, *Keteleeria* as well as Magnoliaceae, Fagaceae, Juglandaceae, Hamamelidaceae, Araliaceae, Aquifoliaceae and Anacardaceae are always present in the pollen assemblages, and have been existing to the present. So it is clear that a cold climate which can destroy the warm flora hadn't been formed during the glacial period in East China.

According to the distribution and development of the Quaternary flora in East China, any reflections concerning ice cap are not yet discovered, but the vegetational zones downward in the mountain in southern region. The development and expansion of dry tundra in northern region may be seen. Therefore, the Quaternary vegetation in East China differed from that of Europe, where the vegetation was destroyed frequently by ice sheet in the glacial period.

A rough calculation of climatic condition in Quaternary cold stage can be made. In northern region the mean annual temperature is near 2°C and the aridity index 2, which are similar to the present climatic condition in the western area of Daxinganlian mountains. And in the southern region, the ecological environment might be very similar to that of the mountainous region of Southwest China at present, where the mean annual temperature is 11°C and mean precipitation 1000 mm being a cool humid condition.

It seems that in Eurasia the steppe had possibly expanded to a broad area from south Europe to East Asia. However, the glacial climate invading southward to East China was limited. So a great deal of survive plants which originated from the tropical region are still preserved in South China.