

我国北方晚第三纪孢粉序列

刘 耕 武

(中国科学院南京地质古生物研究所)

我国第三纪地层研究已经历半个多世纪,积累了大量资料。尤其是解放后的三十多年中,取得了许多重大进展。由于我国大陆上新世代地层主要属于陆相沉积,要精确地进行划分和对比,尤其是晚第三纪地层的精确划分和对比确非易事。到目前为止,我国晚第三纪地层研究,无论在生物地层、年代地层、岩石地层或生态地层、磁性地层等方面与世界上研究程度较高的地中海地区相比都有相当差距。最近,李传夔等(1984)根据哺乳动物化石资料提出了我国晚第三纪分期及其与欧洲晚第三纪分期对比关系。尽管作者申明这一工作仍有待进一步完善,但在我国晚第三纪生物地层研究方面,以及和欧洲晚第三纪地层对比关系上均具有重要意义。就新生代孢粉地层学而论,在近十多年中,早第三纪孢粉地层学因能源勘探,尤其是石油勘探的需要取得了很大进展。而晚第三纪孢粉地层学研究则不如早第三纪。一方面是由于工作开展得相对较少,另一方面也由于晚第三纪地质历程比以往各时期短暂得多。此时的植物群更加接近现代的,无论从植物区系方面或者从植被类型方面看确实复杂得多,变化不如早第三纪的明显,且在华南表现得更为显著。考虑到华北地区的孢粉资料相对较多,又有关于脊椎动物方面的研究成果,本文试图根据现有资料建立华北地区的晚第三纪孢粉序列。同时参照哺乳动物化石分期,将其和欧洲南部地区的晚第三纪分期作一粗略对比,顺带讨论几个相关的问题。

(一)

我国北方的晚第三纪孢粉序列可大致分为 5 个组合带,分别属于早中新世、中中新世早期、中中新世晚期、晚中新世至早上新世及晚上新世。总的看来,中新世的孢粉组合特征是含大量的茱萸花序类(如桦科、山毛榉科、胡桃科等)、榆科、松科花粉及伏平粉属。有时有很多藜科、藜科花粉或水蕨属孢子。一般地说草本植物花粉较少。早中新世组合带内含有很高的松科花粉;中中新世早期则松科花粉含量下降,有较高的 *Caryapollenites* Raatz 1938 ex Potonié 1960, *Liquidambarpollenites* Raatz 1938 ex Potonié 1960, *Juglanspollenites* Raatz 1939, *Carpinipites* Srivastava 1966 等;中中新世晚期和中中新世早期很相似,只是松科及草本植物(菊科、藜科等)花粉含量有所上升。晚中新世至上新世早期的孢粉组合特征是除了含有榆科、松科、山毛榉科等花粉外,草本植物花粉含量增加,常居优势地位,包括藜科、菊科、毛茛科、十字花科、蓼科等。并常有相当数量的麻黄类等喜干旱花粉存在。到晚上新世以后则常表现出榆科、草本植物、松科花粉含量交替上升的现象。下面依次简介各组合带特征。

组合带 1

时代为早中新世。大约相当于李传夔等(1984)的谢家期。孢粉组合发现于山西天镇,河北、内蒙古、山西交界地区的汉诺坝玄武岩夹层,山东馆陶组、青海民和盆地谢家组上部。四

表 1 我国北方晚第三纪孢粉序列 (Neogene Palynological sequence of northern China)

时代 AGE	欧洲海相分期 EUROPEAN MARINE STAGES	欧洲陆相分期 EUROPEAN CONTINENTAL STAGES	中国哺乳动物分期 (李传夔等, 1984) LAND MAMMAL STAGES OF CHINA (Li et al., 1984)	中国北方孢粉序列 PALYNOLOGICAL SEQUENCE OF NORTHERN CHINA	植被及气候特征 VEGETATIONAL AND CLIMATIC FEATURES
上新世 Pliocene	Placenzian	Villanyian	游河期 Yuhean	组合带 V Assemblage Zone V Pinaceae, Ulmaceae, Compositae, Ranunculaceae, Betulaceae, Juglandaceae, Ephedripteris, Potamogeton, Fupingopollenites	针叶林与阔叶林或草原交替; 气温频繁波动 Alternated vegetations (conifer/broadleaved/steppe) Oscillatory temperature (warm/cool)
	Zanclean	Ruscinian	静乐期 Jinglean	组合带 IV Assemblage Zone IV Chenopodioidites, Polygonaceae, Artemisia, Ephedripteris, Polypodiaceae, Compositae Liliaceae, Caryophyllaceae, Typha, Gramineae, Ulmipollenites, Quercoidites, Caryapollenites, Pinuspollenites, Piceapollenites	草原或森林草原/稀树草原 Steppe and/or parkland/forest-steppe
	Messinian	Turolian	保德期 Baodean		
中新世 Miocene	Tortonian	Vallesian	灞河期 Bahean	组合带 III Assemblage Zone III Ulmipollenites, Quercoidites, Caryapollenites, Juglanspollenites, Liquidambarpollenites, Tiliapollenites, Carpinioidites, Chenopodioidites, Compositae, Polypodiaceae, Fupingopollenites, Pinuspollenites, Ceratopteris, Trapa	含针叶树阔叶林 Broadleaved forest with conifer and subtropical trees
	Serravallian	Astaracian	通古尔期 Tunggurian	组合带 II Assemblage Zone II Carpinioidites, Quercoidites, Ulmipollenites, Caryapollenites, Pterocaryapollenites, Momipites, Juglanspollenites, Celtispollenites, Liquidambarpollenites, Aceripollenites, Pinuspollenites, Ceratopteris, Fupingopollenites, Trapa, Potamogeton	阔叶林含有许多亚热带成分 Broadleaved forest with numerous subtropical members
	Langhian	Aragonian	山旺期 Shanwangian		
	Burdigalian	Oleanian			
	Aquitanian	Agenian	谢家明 Xiejiaming	组合带 I Assemblage Zone I Pinuspollenites, Piceapollenites, Tsugapollenites, Betulaceoidpollenites, Juglanspollenites, Caryapollenites, Tiliapollenites, Ulmipollenites, Chenopodioidites	针叶树为主的混交林 Conifer forest with broadleaved trees or Mixed forest

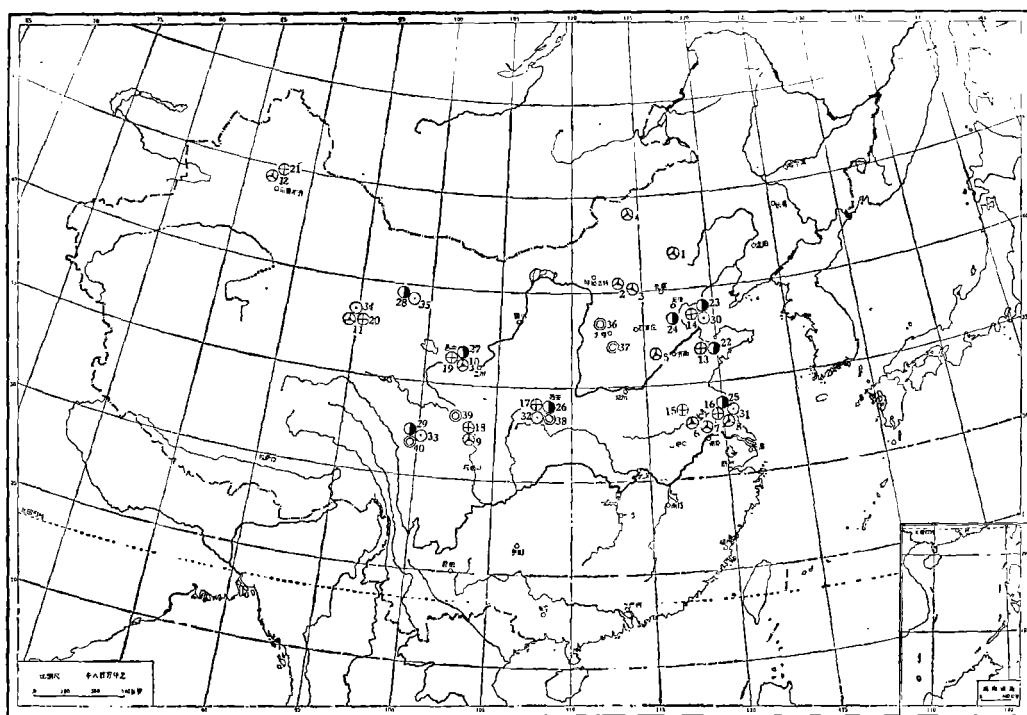


插图 1 我国北方晚第三纪孢粉化石产地分布图

Neogene palynological assemblage localities in northern China

- 1—12, 组合带 I, 早中新世: 1. 河北五罗贡, 2. 山西汉诺坝, 3. 山西天镇, 4. 内蒙古新浩特, 5. 山东馆陶, 6. 安徽固镇, 7. 安徽天长, 8. 江苏北部, 9. 四川红土坡, 10. 青海民和-西宁, 11. 青海柴达木, 12. 新疆准噶尔。
- 13—21, 组合带 II, 中中新世早期: 13. 山东山旺, 14. 渤海海域, 15. 安徽固镇, 16. 江苏北部, 17. 陕西渭河盆地, 18. 四川红土坡, 19. 青海民和-西宁, 20. 青海柴达木, 21. 新疆准噶尔。
- 22—29, 组合带 III, 中中新世晚期: 22. 山东柳山乡, 23. 渤海海域, 24. 河北黄骅, 25. 江苏北部, 26. 陕西渭河, 27. 青海民和-西宁, 28. 甘肃酒泉, 29. 四川昌台。
- 30—35, 组合带 IV, 晚中新世-早上新世: 30. 渤海海域, 31. 江苏北部, 32. 陕西渭河, 33. 四川昌台, 34. 青海柴达木, 35. 甘肃酒泉。
- 36—40, 组合带 V, 晚上新世: 36. 山西静乐, 37. 山西榆社, 38. 陕西渭河, 39. 四川红原, 40. 四川昌台。

川松潘的麻拉墩组下部也可能包括部分早中新世孢粉组合(插图 1, 1—12)。本组合主要特征是: (1) 含大量的裸子植物花粉, 常占孢粉总量的一半上下, 甚至达 60—70% 以上, 其中松科花粉特别丰富, 主要有 *Pinuspollenites* Raatz 1938 ex Potonié 1958, *Piceapollenites* Potonié 1931 (常分别达 20% 以上), *Tsugaepollenites* Raatz 1938 (10—25% 左右); 有时也有较多的 *Podocarpidites* Cookson ex Couper 1953 (5% 左右)。(2) 被子植物花粉类型比较多, 但含量都不高, 约 20—30%, 最多可达总数的

一半左右。以茱萸花序类及榆科花粉为主, 主要有 *Betulaceoipollenites* Potonié 1951 ex 1960 (6—20%), *Juglanspollenites* + *Pterocaryapollenites* Raatz 1938 ex Potonié 1960 (大于 2%), *Caryapollenites* (1—2%), *Alnipollenites* Potonié 1932 ex 1960 (1% 左右), *Ulmipollenites* Wolff 1934 (1% 左右); 并有少量山毛榉科、漆树科、楝科(?)等花粉。(3) 蕨类孢子含量较低, 一般为 5—20%, 主要包括 *Polypodiaceasporites*, Thiergart ex Potonié 1956, *Osmundacidites* Couper 1953 及苔藓类孢子。河北围场和五贡贡

山的汉诺坝玄武岩的同位素全岩钾-氩法年龄值分别为 $23.3-23.8 \times 10^6$ 年和 22.1×10^6 年*。玄武岩夹层中的孢粉组合和山西天镇一带的汉诺坝玄武岩夹层中的孢粉组合面貌很相似(王宪曾, 1980; 甘振波, 1982), 其中裸子植物花粉占孢粉总数的 60—70% 或更高, 尤其是松科花粉丰富, 主要有 *Pinuspollenites*, *Piceapollenites* (常分别达到或超过孢粉总数 20%), *Tsugaepollenites* (约 10—20%)。 *Podocarpidites* (5% 左右) 有时也较多。被子植物花粉含量仅占孢粉总数的 20—30%, 以茱萸花序类花粉较多, 其中 *Betulaceoipollenites* 较多, 并有 *Juglanspollenites* + *Pterocaryapollenites* (多超过 2%), *Caryapollenites*, *Alnipollenites*, *Tiliaepollenites* Potonié 1931, *Ulmipollenites* 以及少量山毛榉科、漆树科等花粉。草本植物花粉含量很低, 主要为藜科、眼子菜科及其它水生植物花粉。蕨类孢子含量较低, 约 5—17%, 包括 *Polypodiaceasporites*, *Osmundacidites* 及苔藓孢子等。内蒙古阿巴嘎旗新浩特及赤峰牛家营子等地的老梁底组和昭乌达组孢粉组合内被子植物花粉占总数的 43—59%, 有 *Quercoidites* Potonié, Thomson et Thiergart 1950 ex Potonié 1960, *Celispollenites* Ke et Shi 1978, *Betulaceoipollenites*, *Juglanspollenites*, *Faguspollenites* Raatz 1938, *Caryapollenites*, *Liquidambarpollenites*, *Alnipollenites*, *Rhoipites* Wodehouse 1933, *Ulmipollenites*, *Tiliaepollenites* 等。裸子植物花粉含量约占孢粉总数的 40—55—87%, 包括 *Pinuspollenites*, *Piceapollenites*, *Tsugaepollenites*, *Abiespollenites* Thiergart in Raatz 1938, *Podocarpidites* Thiergart ex Couper 1953, *Taxodiaceapollenites* Kremp 1949 ex Potonié 1960 等。蕨类孢子极少, 主要是 *Polypodiaceasporites*, *Osmundacidites* 等。占孢粉总数的 3.2—4%。从整个组合面貌看和汉诺坝玄武岩夹层中的孢粉组合亦有不少相似之处。时代可能相近或稍晚。江苏北部、安徽北部中新世沉积中的孢粉组合亦见有和汉诺坝玄武岩夹层中组合相似者。如

盐城群下部松-水蕨属组合(郑亚惠等, 1981), 安徽天长 T103 孔的孢粉组合(郑亚惠、张树维, 1986) 等; 都含有较高的松科花粉(占孢粉总数的 35—87%), 被子植物花粉仍以茱萸花序类为主。但这些地区的孢粉组合和汉诺坝组的亦有不同, *Fupingopollenites* Liu 1985 和 *Trapa* 花粉以及水蕨属孢子含量较高。

青海西宁-民和盆地谢家组上部的地质时代属早中新世(李传夔、邱铸鼎, 1980)。其中所含孢粉组合以被子植物花粉居优势, 达孢数总数的 60% 左右, 主要有 *Ulmipollenites*, *Quercoidites*, *Zelkovaepollenites* Nagy 1969, *Engelhardtoidites* Potonié, Thomson et Thiergart 1950 ex Potonié 1960 及少量的 *Chenopodipollis* Krutzsch 1966, *Rutaceoipollis* Song et Tsao 1980, *Meliaceoidites* Wang 1980 等。裸子植物花粉含量约占孢粉总数的 36%, 以 *Piceapollenites* 为主, 此外尚有 *Pinuspollenites*, *Tsugaepollenites*, *Podocarpidites* 等。更西部的柴达木盆地和准噶尔盆地的孢粉组合特征和东部地区有些差别。柴达木盆地的上干柴沟组时代被定为早、中中新世, 其组合面貌和谢家组的多少有些相似, 松柏类花粉含量约占孢粉总数的 30% 上下, 主要为 *Piceapollenites*, *Pinuspollenites*, *Abietinaepollenites* 等。被子植物花粉亦以茱萸花序类的桦科为主, 同时有胡桃科及榆科花粉。但亦有相当数量的 *Ephedripites* Bolkhovitina 1953 ex Potonié 1958, 藜科, *Nitrariadites* Zhu et Xi Ping 1985, 菊科花粉。准噶尔盆地沙湾组的脊椎动物化石的时代被认为可能是晚渐新世。但沙湾组中部的介形类化石被认为和上干柴沟组的可以对比(李云通等, 1985)。其中所产孢粉组合的主要成分有桦科、山毛榉科、松科、罗汉松科, 以及相当数量的 *Nitrariadites*, *Ephedripites*, *Chenopodipollis*, 菊科等, 下部也有 *Rhoipites*, *Meliaceoidites* 等。总的面貌和谢家组的有些相似, 两者时代应当相近(晚渐新世? 一早中

* 河北省地矿局第二区域地质调查大队: 汉诺坝玄武岩的时代界限。第二届全国地层会议材料。

新世), 不过, 反映干旱气候的分子含量更高。

组合带 II

本组合带属于中中新世早期(李传夔等, 1984)。发现地点比较多, 以山东临朐县山旺村附近的山旺组为最典型, 研究程度也较高。其中的孢粉组合特征在华北地区有代表性(宋之琛, 1958; 宋之琛等, 1964; ……)。和第一组合带相比, 本组合带特征明显。裸子植物花粉含量下降, 而被子植物花粉含量则显著上升, 一般达孢粉总数的 79—98%, 尤其是 *Carpinipites*, *Quercoidites*, *Ulmipollenites*, *Caryapollenites* 最多, 可占总数的 37—69%。其次有 *Pterocaryapollenites*, *Juglanspollenites*, *Corylus*, *Celtispollenites*, *Liquidambarpollenites*, *Aceripollenites* Nagy 1969 等。裸子植物花粉则以 *Pinuspollenites* 为主。蕨类孢子一般仅个别出现。但在江苏、安徽北部等地相当时代的组合中含有较高的 *Fupingopollenites* 或 *Ceratopteris* 孢子。向西, 则组合特征亦有变化, 旱生植物花粉含量增加显著, 尽管茱萸花序类及榆科花粉亦很重要。在山旺组之上的尧山组下部所产的孢粉组合面貌和山旺组的颇相似, 仅某些类型含量有些变化, 如裸子植物花粉含量稍高, *Caryapollenites* 含量偏低(刘耕武, 1986)。渤海海域馆陶组的孢粉组合(关学婷等, 1982)和山东馆陶的馆陶组孢粉组合(宋之琛等, 1964)的区别主要在于裸子植物花粉含量低, 而和山旺组的比较接近。但 *Ceratopteris* 孢子比山旺组的多。这和江苏北部盐城群下段, 苏北南黄海盆地的水蕨属-菱属-胡桃属孢粉组合相似(宋之琛等, 1981; 郑亚惠等, 1981)。安徽北部蒙城、固镇一带中新统也含有类似的孢粉组合, 但那里的 *Fupingopollenites* 含量很高, 可占孢粉总数的 20% 或者更高。

渭河盆地冷水沟组的组合及高陵群第三组合都被称为山核桃-松-菱组合, 组合特征相似(孙秀玉等, 1980)。从总的面貌看和山旺组也很相似, 以被子植物花粉占优势(占孢粉总数的 74—82%), 含有大量的茱萸花序类及榆科花

粉。但是和山旺组的也有不同, 即含有较多的 *Trapa*, *Fupingopollenites*, 同时 *Chenopodiipollis*, *Ephedripites* 和菊科花粉也有出现。可能是受西部干旱气候影响所致。川西北松潘麻拉墩组中上部组合中亦含有很高的桦科、榆科、松科、胡桃科花粉, 还有 *Hemitrapapollenites* Liu 1986 *Quercoidites* 等, 蕨类孢子稀少。虽然成分比较单调, 仍显示了中中新世早期的特征。

西宁盆地的车头沟组含脊椎动物化石, 时代为中中新世, 和山旺组时代大致相当。其中的孢粉组合以被子植物花粉居优势, 占总数的 61%, 以 *Potamogeton* 及 *Chenopodiipollis* 为主。茱萸花序类及榆科花粉也很显著。裸子植物花粉平均含量为 37%, 蕨类孢子很少(孙秀玉等, 1984)。新疆库车盆地吉迪克组上部孢粉组合中以被子植物花粉居优势, 亦含有很多 *Potamogeton* 及 *Chenopodiipollis*。茱萸花序类及榆科花粉都有一定含量。裸子植物花粉占 20% 左右(孙秀玉等, 1984; 李云通等, 1985), 面貌和渭河盆地冷水沟组的相近。准噶尔盆地的塔西河组孢粉组合以 *Potamogeton*, *Chenopodiipollis*, *Compositae*, *Betula*, *Ulmipollenites*, *Juglanspollenites*, *Pinaceae*, *Ephedripites* 为主要成分, 和上述各组合多有相似, 时代可能亦属中中新世早期。

组合带 III

本组合带时代大约为中中新世晚期, 或许包括晚中新世早期。可以山东临朐柳山乡长山子褐煤中的孢粉组合(宋之琛等, 1964)、渭河盆地高陵群上部的第 4 组合(孙秀玉等, 1980)、青海西宁-民和盆地咸水河组(孙秀玉等, 1984)的孢粉组合为代表。渤海海域的明化镇组下段组合可能与之相当(关学婷等, 1982)。与前一组组合带相比, 本组合带主要特征是草本植物、喜旱植物花粉含量增加, 显示出干旱化倾向。西部地区喜旱的草本植物及麻黄类花粉都占重要地位; 东部地区的和前一组合带虽很相似, 但 *Chenopodiipollis* 和菊科等含量上升也很显著。

山东临朐柳山乡长山子褐煤及渤海海域明

化镇组下段的孢粉组合都是以被子植物花粉居优势,占孢粉总数的60%左右,其中以 *Ulmipollenites*, *Quercoidites*, *Caryapollenites*, *Juglanspollenites*, *Liquidambarpollenites*, *Tiliaepollenites*, *Carpinipites* 等含量较高,和中中新世早期的相似。同时也有相当数量的草本植物花粉和中中新世早期有所不同,如含有较多的 *Chenopodipollis*, *Compositae*, *Polygonaceae*, *Liliaceae*, *Gramineae*, *Potamogeton*, *Cruciferae* 等。一般地说,裸子植物花粉较之组合带 II 有所增加,尽管在类型上是相似的(宋之琛等,1964;关学婷等,1982)。河北黄骅也有类似的组合发现(李文漪等,1981)。

渭河盆地高陵群第 4 组合称山核桃-松-麻黄组合(孙秀玉等,1980),和下部中中新世早期的第 3 组合有许多相似之处,如含有较多的榆科、胡桃科、山毛榉科等花粉。但亦有一些重要区别,如 *Trapa* 及其它水生植物花粉显著减少,而 *Ephedripites*、松科花粉含量显著增加, *Artemisia* 首次出现。反映当时气候向干旱方向发展。位于其西部的青海西宁-民和盆地的咸水河组孢粉组合更显示出干旱特征。孢粉植物群成分比较单调,被子植物花粉占绝对优势,可达总数的 95%,其中藜科花粉达孢粉总数的 56%,其余成分主要是 *Ulmipollenites* (12.5% 左右), *Quercoidites* (13.5% 左右), 桦科(4% 左右)及 *Potamogeton* 等。裸子植物花粉主要属于松科,含量不高。柴达木盆地地下油砂山组上部的孢粉组合被命名为藜粉属-麻黄粉属-铁杉粉属组合,含大量 *Chenopodipollis*, *Ephedripites* 及相当多的松科花粉。桦科、榆科花粉已经衰落(青海石油管理局勘探开发研究院、中国科学院南京地质古生物研究所,1985)。甘肃酒泉盆地白杨河组的孢粉组合主要由草本植物花粉组成,有 *Artemisia*, 禾本科、藜科、菊科、百合科等花粉及水龙骨科孢子。乔木植物花粉极少,主要为松科、桦科、榆科等(宋之琛,1958)。可能和柴达木盆地的藜粉属-麻黄粉属-铁杉粉属组合时代相近。与东部长山子褐

煤中孢粉组合可能时代相当,或许较晚。

组合带 IV

本组合带的地质时代包括晚中新世及早上新世。我国北方这一时期的孢粉组合多显示向干旱方向演变的特征。草本植物花粉含量显著增加,木本植物花粉以榆科、松科为主,并有桦科、山毛榉科花粉存在。胡桃科花粉含量较前下降明显。属于这一时期的孢粉组合目前发现于渤海湾地区的明化镇组上段、苏北的盐城群上段、渭河盆地的灞河组(可能包括蓝田组)、永乐店群四组、甘肃酒泉盆地疏勒河组、青海柴达木盆地上油砂山组等孢粉组合。川西高原甘孜、阿坝一带的昌台群下部组合可能部分属于本组合带。

东部的明化镇组上部(关学婷等,1982)、盐城群上部的藜-菊-草本孢粉组合(郑亚惠等,1981)与当地的属于组合带 III 的孢粉组合相比,区系变得单调。被子植物花粉含量虽然超过总数的一半,但以草本类型为主,如 *Chenopodipollis*, *Polygonaceae* 含量分别可达总数的 10—15%, *Artemisia*, *Compositae*, *Cruciferae*, *Liliaceae*, *Ranunculaceae*, *Caryophyllaceae*, *Plantago*, *Typha*, *Gramineae* 都或多或少存在。木本被子植物花粉较少,主要有 *Ulmipollenites*, *Quercoidites* 及少许 *Caryapollenites* 等。裸子植物花粉主要是 *Pinuspollenites*, *Abietinaepollenites*, *Piceapollenites* 等。*Ceratopteris* 孢子及 *Fupinogollenites* Potonié 1951 ex Delcourt et Spromont 1955 虽有出现,但含量很低。

渭河盆地永乐店四组为麻黄-藜科-松组合,整个组合显示干旱气候特征, *Ephedripites*, *Chenopodipollis*, *Compositae* 含量达 60%。*Ulmipollenites*, *Caryapollenites*, *Liquidambarpollenites* 及松科花粉等都或多或少存在(孙秀玉等,1980)。昌台群下部组合和永乐店四组的组合很相似,只喜热的 *Caryapollenites*, *Liquidambarpollenites* 等成分少见。柴达木盆地上油砂山组松科-菊科-藜粉属组合和永乐店组四组的组合也很相似,但喜热树种花粉很少或缺失,菊科花

粉含量更高(青海石油管理局勘探开发研究所,中国科学院南京地质古生物研究所,1985)。甘肃酒泉一带疏勒河组孢粉组合成分也比较单调、贫乏,主要成分为 *Chenopodiipollis*, *Compositae*, *Polygonaceae*, *Liliaceae*, *Gramineae*, 还有 *Ephedripites*。而 *Pinaceae*, *Betulaceae*, *Cyperaceae*, *Polypodiaceae* 等仅少量或零星出现,可能反映了干草原或近半荒漠的植被景观。

组合带 V

本组合带大体代表上新世晚期。能可靠地归入本组合带的孢粉组合目前发现的不多,主要有山西榆社盆地张村组(可能包括楼则峪组下部)或相当层位的孢粉组合,渭河流域张家坡组下部或永乐店群 1—3 组等组合。柴达木盆地狮子沟组、泥河湾组下部、川西高原甘孜、阿坝一带昌台群上部及若尔盖一带井下相当地层也可能含有属于本组合带的孢粉组合。本组合带以反映气温明显下降的松科花粉高含量为开始。主要特征是:通常草本植物花粉含量较高,类型也较多。重要成分有松科、榆科、菊科、藜科、毛茛科等,并有桦科、胡桃科、水龙骨科、山毛榉科等存在。而且可见下部榆科、松科含量较高,上部藜科、毛茛科等为主的现象,两者常可交替出现高含量,反映气温频繁波动的特征。上部虽有时亦有松科、菊科高含量,但一般少见榆科或胡桃科高含量。

榆社盆地张村组孢粉组合中草本植物花粉含量较高。藜科、榆科、山毛榉科、毛茛科、桦科、菊科、松科等为组合的主要成分。胡桃科亦有一定含量。这些成分在组合中含量亦有变化,总的看来,榆科、藜科高含量和松科高含量一般不同时出现。当榆科含量较高时,则松科含量较低(张锡麒,1983)。泥河湾组下部的孢粉组合有相似的面貌,松科高含量和 *Chenopodiipollis*, 榆科、菊科等高含量交替出现。其时代可能与张村组(及楼则峪组下部)组合的时代大致相当。

渭河流域张家坡组下组的孢粉组合以被子植物花粉占优势,主要成分为桦科、山毛榉科、

榆科、藜科、菊科等。*Pinuspollenites*, *Piceapollenites*, *Ephedripites* 及 *Potamogeton*, 豆科、胡桃科花粉也或多或少存在(李文漪,1983)。这一孢粉组合和张村组的相似,仅榆科、胡桃科花粉含量较低。永乐店群 1—3 组的榆-铁杉-眼子菜组合以被子植物花粉为主,主要有 *Potamogeton*, *Sparganium*, *Typha* 花粉等。藜科、菊科花粉亦有一定含量(孙秀玉等,1980),可能属于本组合带。在川西北高原若尔盖地区的钻井剖面内也有和张村组孢粉组合类似的组合发现,但 *Chenopodiipollis*, 桦科等花粉含量不高。

西部地区柴达木盆地狮子沟组有可能包含本组合带在内,其主要成分为 *Artemisia*、菊科、藜科、松科及麻黄类花粉。桦科、榆科、胡桃科花粉和水龙骨科孢子零星出现(青海石油管理局勘探开发研究院,中国科学院南京地质古生物研究所,1985)。

(二)

根据现有资料,欧洲南部地中海、副地中海地区和我国北方晚第三纪孢粉组合面貌相差明显(Krutzsch and Majewski, 1967; Nagy, 1969; Nagy and Planordeva, 1985),很难直接对比。Nagy 和 Planordeva (1985) 最近将匈牙利和捷克斯洛伐克的中新世孢粉植物群划分为 11 个带,主要是依据某些分子的出现与消失,尤其是蕨类孢子的出现与消失确定的。而在我国北方中新世孢粉植物群中蕨类孢子含量一般较低,类型也比较单调。而且,晚第三纪以后,植物区系分区日益明显,绝灭分子很少,所谓“标准化石”已不那么标准。因此,只根据孢粉组合中某些成分的变化进行地层对比在较大范围内是相当困难的。气候演变事件常影响较大的范围,因此,气候地层学可应用到较大的范围。但如果超出相同或相似的气候环境,这种方法也不能适用。早第三纪中后期特提斯海逐渐消失,印度板块与欧亚板块结合,缝合线附近地区在晚第三纪以后进一步抬升。这一事件对我国和欧亚大陆的气候与植被影响深远。原来呈北

西-南东向横贯我国的干旱带消失,中亚干旱带形成并加强;我国东部季风气候、欧洲南部地中海气候先后形成。处于这两种不同类型气候控制下的植被和区系也不尽相同。因此,不宜将我国和欧洲晚第三纪以后的孢粉植物群进行直接对比。基于上述情况,本文只是试图将所建立的5个组合带和我国的哺乳动物分期进行对比。和欧洲(主要是地中海地区)的晚第三纪分期进行比较基本上参照李传夔等(1984)的意见(表1)。

早中新世的第I组合以河北、山西、内蒙古、辽宁交界地区的汉诺坝玄武岩夹层中的孢粉组合比较有代表性。时代大约相当于以哺乳动物为主的谢家期。五罗贡山和围场东滴水湖两地的橄榄玄武岩全岩钾-氩同位素年龄值分别为 22.1×10^6 年和 $23.3-23.8 \times 10^6$ 年(根据河北省地质局第二区域地质调查大队1979年提交第二届全国地层会议文件,《汉诺坝玄武岩的时代界限》)。这一年代与中新世下限基本一致,亦可视为本组合属早中新世佐证之一。西宁-民和盆地谢家组的孢粉组合面貌和汉诺坝玄武岩夹层中的组合有相似的一面,即被子植物花粉中榆科及茱萸花序植物花粉很多。但亦有不同的一面,即松科植物花粉含量较低,而且含有不少 *Chenopodiipollis*, *Ephedripites*, *Nitrariadites* 等(可达40%左右)。这可能反映了两地有不同的气候条件和生态环境,或许地质时代上亦略有差别。脊椎动物化石经李传夔等(1980)研究,时代确定为早中新世,大约相当于欧洲陆相的 Agenian, 或海相的 Aquitanian。

山旺组的时代意见在国内已趋于一致,定为中中新世。李传夔等(1984)进一步认为山旺组属于中中新世早期。山旺组含大量的脊椎动物、昆虫、藻类、孢子花粉、植物大化石等,自三十年代以来,研究者们多数都得出相同或相似的地质时代结论,即属于中新世。事实上山旺组似乎已成为我国中新世地层的标准。但是,王慧芬等(1981)用钾-氩全岩法测出相当于山旺组及尧山组的同位素地质年龄为24—20至

13.5—7.86 百万年。它几乎包括了全部中新世。李传夔等(1984)将山旺期和 Aragonian 期内的 Orleanian 分期对比,置入中中新世早期。

西部地区的冷水沟组、车头沟组等都含有哺乳动物化石,时代亦被归入中中新世。

中中新世晚期孢粉组合面貌和中中新世早期的很相近,区别仅在于较高的松柏类和草本植物花粉,特别是 *Chenopodiaceae*, *Compositae* 等花粉含量上升,可能是气候开始向干旱干凉方向转变的征兆,而时代上相距不是太远。渤海海域中的孢粉序列亦反映了这一气候转变。尧山组下部的同位素年龄约等于或略大于13百万年(依王慧芬等1981年资料推测)。其中所夹柴煤中的孢粉组合和山旺的颇相似(刘耕武,1986),时代可能属于中中新世晚期或略早些。明化镇组下段的孢粉组合如从气候地层角度推测或许晚于尧山组下部组合的时代,可能是13百万年以后,大约仍属于晚中新世以前。西部的咸水河组亦产哺乳动物化石,相当于通古尔期(李传夔等,1984)。与欧洲的 Aragonian 期 Asteracian 分期,或海相的 Serravallian 期对比。

晚中新世—上新世早期的孢粉植物群面貌显著地不同于以前各期。*Chenopodiipollis*, *Ephedripites*, *Compositae* 及其它草本植物花粉含量明显增加,似乎表明当时我国北方的气候干旱化。本组合带大约相当于李传夔等(1984)的灞河期、保德期。静乐期也可能属于本组合带内。和欧洲陆相地层的 Vallesian, Turolian 期比较,可能包括部分 Ruscinian 在内。大约相当于海相的 Tortonian, Messinian 及 Zanclean 下部。李传夔等(1984)根据脊椎动物化石将蓝田组(保德期)和 Turolian 比较,并推测灞河期和 Vallesian 相当。由此看来,本组合带应和海相的 Tortonian, Messinian 及大部分 Zanclean 对比。

晚上新世的孢粉组合面貌和以前各组合带相比,又有明显不同。以松柏类高含量开始,向上数次出现松柏类花粉、草本植物花粉及阔叶

落叶树花粉高含量。它表明在晚上新世一次明显的气温降低之后,气温上明显的冷暖交替现象。属于这一组合带的孢粉组合如山西张村组及楼则峪组下部,陕西张家坡组下组(游河组)、河北泥河湾组下部,川西北若尔盖地区相当时代地层中的组合等,它们反映的气候地层学特征和欧洲的 Villafranchian 似有相似,尽管 Zagwijn (1960) 认为这些成分的变化(指部分 Brunssumian 及 Reuverian)可能是以古地理因素影响为主。这些地层多含有哺乳动物化石,时代被认为和欧洲陆相的 Villanyian,或者海相的 Zancian 上部及 Piacenzian 相当(李传夔等,1984)。

(三)

综上所述,我国北方孢粉植物群及其所反映的气候发展历程大体可以分为 3 个阶段:即早中新世至中中新世的组合带 I 至 III;晚中新世至早上新世的组合带 IV,上新世晚期的组合带 V。孢粉植物群代表的植被演替为由森林植被变为草原或森林草原植被再发展到针叶林与落叶阔叶林或针叶林与草原植被的不断更替。从其反映的气候看为湿润的暖温带或亚热带型到干旱的暖温带型,然后为温暖与凉爽交替的温带或暖温带型气候。

早中新世时的孢粉组合带 I 代表了主要属于松科的针叶树为主,并混有茱萸花序类落叶阔叶树的森林植被。气候上应属于湿润的暖温带型或温带型。此时中国北方东西植被已有分化,西部的柴达木、准噶尔一带已具比较干旱的气候环境下形成的森林草原或稀树草原(Parland)。草本植物主要为 Chenopodiaceae, Compositae 等,乔木植物有 Betulaceae, Fagaceae 等,还有 *Nitraria*, *Ephedra* 等灌木。而东部地区有很多水生 *Ceratopteris*, *Trapa* 及大量针叶植物和中生被子植物形成的混交林。中中新世时,尤其是中中新世早期孢粉植物群主要成分有显著变化,松科花粉含量大大下降,阔叶树类花粉含量增加,其中不乏喜热分子。在植物大

化石中还见有榕属(*Ficus*)、樟属(*Cinnamomum*)等化石。形成了以 Ulmaceae, Betulaceae, Juglandaceae, Fagaceae 为主的森林植被。森林中优势种已不再是松科或其它单一的树种,而是多优势种。这些都说明气温上明显地高于早中新世,可能属于湿润的亚热带型。在西部地区此时植被和早中新世有继承关系,仍属于干旱气候下的森林草原,唯桦科、胡桃科、榆科及松科有所增加。中中新世晚期的孢粉组合带 III 已显示了气候开始向干凉方向演变。植被面貌也有些变化,除了针叶树略有增加外,主要表现在草本植物增加明显,以 Chenopodiaceae 最多,菊科亦有相当数量。这些植物对干旱气候有比较强的适应性。西部地区的干旱气候发生较早,并逐渐向东部发展。例如渭河盆地高陵群第 4 组合中的水生植物花粉迅速下降,代之而起的是 Chenopodiaceae 及少量的 *Ephedra* 花粉。晚中新世及早上新世的组合带 IV 时期,整个北方草本植物花粉含量普遍上升,主要有 Chenopodiaceae, Compositae, Polygonaceae, Cruciferae, Ranunculaceae, Liliaceae 等,木本植物花粉虽仍有出现,在大多数地区含量均较低。因此,推测其代表了比较干旱气候下的草原植被。局部地区亦有乔木林块或灌木丛,主要成分是 Ulmaceae, Fagaceae, *Ephedra* 等。它表明由西向东发展的干旱气候大概已影响到我国整个北方。晚上新世的组合带 V 反映的植被、气候特征与以前各期都有所不同。东部地区干旱有所缓和,西部地区依然被干旱控制,中部地区处于半湿润状态。气温变化是以一低温期开始后频繁波动。但总的气温应比以前有所降低,以往出现的一些喜热分子已绝灭或不多见。从目前已知资料看,自川西北至汾渭盆地以东地区都可见到孢粉组合中针叶树花粉和落叶阔叶树花粉(以榆科为主)及草本植物花粉(主要是藜科、菊科、毛茛科等)高含量频繁交替出现。推测即由于气温频繁波动引起的植被频繁更替所致。

(四)

由于目前我国晚第三纪孢粉学研究程度还不高,加之孢粉学及陆相沉积地层本身的限制,仍有一些问题需要进一步商榷的。

(1) 从李传夔等划分的 7 个期看,通古尔期、保德期、静乐期尚未获得时代确切可靠的孢粉资料。推测组合带 III 应当包括通古尔期。保德—静乐期孢粉比较贫乏,资料零星,目前尚未发现明显的特征可以区分它们。这一方面由于当时气候因素,同时与沉积—埋藏环境也有一定关系。因此,自中中新世晚期直至早上新世的孢粉序列尚需进一步充实资料,并确定其具体时代归属。但这一时期孢粉组合所反映的总的气候特征是明显的。

(2) 组合带 II 与山旺期相当。根据脊椎动物化石可与欧洲陆相的 Orleanian 及 Astesracian 下部比较,相当于 MN3—MN6;与海相的 Burdigalian 及早 Langhian 对比,置于中中新世早期(李传夔等,1984)。从孢粉地层学角度来看,目前和欧洲对比尚有困难,本文暂采纳此意见。但需要说明的是,如果脊椎动物和欧洲海相地层这一对比是可靠的,那末山旺期应相当于 N5—N8 或 NN2 上部—NN5 下部。如是,则山旺组含化石的时代可能主要属于早中新世晚期(Harland, W. B. *et al.*, 1982; Pomeral, C., 1982)。不过,山旺组所产化石植物群及孢子花粉组合和日本的台岛型植物群相似(李浩敏,1978),两者时代可能亦相差不远。台岛型植物群在日本本洲中部、北部及北海道南部多有分布,Takahashi (1984) 认为其时代是中中新世早期。但日本大多数学者(尤其是海相化石研究者),包括孢粉学家在内,现在都认为其时代大约属于 N8—N9,即相当于 Langhian (Tanai, 1967; Ikebe and Chiji, 1981; …)。也就是早中新世晚期至中中新世最早期。

(3) 上新统与中新统界限在欧洲置于 Messinian 和 Zancian 地层之间(N17 与 N18 之间)。两者岩性不同, Messinian 的地层为

蒸发岩, Zancian 的地层为深海相细碎屑岩。但由于副地中海地区晚中新世以后的沉积和动物群都具有很强的地方性,难于和地中海地区对比。长期以来把 Pontian 和 Zancian 对比。在我国也是把相当 Pontian 的地层作为上新统。近年来副地中海地区晚第三纪地层研究进展很大,两区的地层对比问题已经解决, Pontian 被置于晚中新世,其下部划出的 Pannonian 当然也被归入中新世。因此,我国过去和 Pontian 对比而被划入上新世的地层也应归入中新统。从孢粉地层学看,组合带 III 的柳山乡长山子褐煤、咸水河组、高陵群第 4 组合及黄骅的孢粉组合等,面貌更接近组合带 II 的山旺组。如果确实可与通古尔期比较,归入中中新世晚期似乎是合适的。相当于组合带 IV 灞河期、保德期以后的孢粉组合特征和以前的显然不同,和其后的组合带 V (游河期)的亦不相同,将其归入晚中新世是可行的。但和早上新世的静乐期的孢粉组合如何区分,还有待足够的资料积累始得解决。目前不得不将两者合在一起作组合带 IV,时代为晚中新世—早上新世。

(4) 本文虽然将游河期(组合带 V)孢粉组合归入晚上新世,但其和第四纪孢粉组合如何区分也是很复杂的问题。实际上,由于组合带 V 和更新世的孢粉植物群都表现出组合成分的频繁改变,反映气温的频繁波动。因此,从孢粉地层学或气候地层学上要划分出一个截然的界限是困难的,尽管在相当于大约 2.4 百万年及 1.8 百万年上下地层的孢粉组合中似乎也可以找出一些不同特征。即使如此,本文作者并未强调以本文的组合带 V 或相当于 2.4 百万年、1.8 百万年的地层作为第四系下限,而要充分考虑海相地层所含化石、哺乳动物化石等的意见。否则,可能会重蹈 Villafranchian 和 Calabrian 的复辙。

参 考 文 献

- 中国科学院地理研究所渭河研究组, 1983: 渭河下游河流地貌。科学出版社。
王宪曾, 1978: 山西天镇刘家沟第三纪褐煤中的孢粉组合及

- 其意义。北京大学学报(自然科学版), 第四期, 89—110 页。
- 王宪曾, 1981: 山东临朐中新世山旺湖古环境初探。北京大学学报(自然科学版), 第四期, 100—111 页。
- 王惠芬、朱炳泉、张前峰、范彩云、董丽敏, 1981: 山东临朐地区新生代玄武岩同位素钾-氩年龄研究。地球化学, 第四期, 321—328 页。
- 孔昭宸、杜乃秋、席以珍、陶君容, 1976: 北京一亿多年来植物群的发展和古气候变迁。植物分类学报, 14, 79—89 页。
- 甘振波, 1982: 冀北五罗贡早中新世孢粉组合。中国孢粉学会第一届学术会议论文选集(1979), 59—63 页。科学出版社。
- 刘耕武, 1986: 山东临朐山旺尧山组孢粉组合。古植物学和孢粉学, 1(1), 75—84 页。
- 关学婷、田秀梅、孙新华, 1982: 渤海海域晚第三纪孢粉组合及其意义。中国孢粉学会第一届学术会议论文选集(1979), 64—70。科学出版社。
- 孙秀玉、范永铸、邓茨兰、余正清, 1980: 渭河盆地新生代孢粉组合。中国地质科学院地质研究所分刊, 第 1 卷, 第 1 号, 84—109 页。
- 孙秀玉、赵英娘、何卓生, 1984: 青海西宁-民和盆地渐新世至中新世孢粉组合。地质论评, 30(3), 207—216 页。
- 宋之琛, 1958: 甘肃酒泉第三纪红色岩系的孢子花粉及其在地质学和植物学上的意义。古生物学报, 6(2), 159—168 页。
- 宋之琛, 1959: 山东山旺中新世地层中的孢粉组合。古生物学报, 7(2), 99—109 页。
- 宋之琛、关学婷、李增瑞、郑亚惠、王伟铭、胡仲衡, 1985: 东海陆架盆地龙井构造带新生代孢粉学的研究——中国东部中、新生代古植物学和地层学, 第 1 册。安徽科学技术出版社。
- 宋之琛、李浩敏、郑亚惠、刘耕武, 1983: 我国中新世植物区系。《中国古生物地理区系》, 178—184 页。科学出版社。
- 宋之琛、郑亚惠、刘金陵、叶萍宜、周山富、王从凤, 1982: 江苏北部白垩—第三纪孢子花粉。地质出版社。
- 宋之琛、曹流、李曼英, 1964: 山东第三纪孢粉组合。中国科学院地质古生物研究所集刊, 3 号, 179—290 页。科学出版社。
- 李云通等, 1985: 中国地层 13 中国的第三系。地质出版社。
- 李文藻、梁玉莲, 1981: 河北黄骅上新世孢粉组合及其古植物和古地理意义。植物学报, 23(5), 478—486 页。
- 李传夔、吴文裕、邱铸鼎, 1984: 中国陆相新第三系的初步划分与对比。古脊椎动物学报, 22(3), 163—178 页。
- 李传夔、邱铸鼎, 1980: 青海西宁盆地早中新世哺乳动物化石。古脊椎动物与古人类, 18(3), 198—214 页。
- 李传夔、邱铸鼎、王世阶, 1981: 青海西宁盆地中新世地层及哺乳动物群性质。古脊椎动物与古人类, 19(4), 313—320 页。
- 李浩敏, 1978: 山东山旺植物群的时代及我国东部地区晚第三纪植物研究概况(摘要)。中国古生物学会讯, 14 期, 43—47 页。
- 吴文裕、陈冠芳, 1978: 山东山旺的脊椎动物化石和中国中新世哺乳动物的研究。中国古生物学会讯, 14 期, 25—41 页。
- 张锡麒, 1983: 山西晋中陷盆地晚新生代孢粉组合及其地层时代意义。石油地质文集, 地层古生物, 第 5 期, 48—55 页。地质出版社。
- 青海石油管理局勘探开发研究院、中国科学院南京地质古生物研究所, 1985: 柴达木盆地第三纪孢粉学研究。石油工业出版社。
- 郑亚惠、张树维, 1986: 安徽天长 T103 孔早中新世孢粉组合。微体古生物学报, 3(2), 151—159 页。
- 郑亚惠、周山富、刘祥祺、王连元、徐淑娟、王宪曾, 1981: 苏北和南黄海盆地晚第三纪孢粉。中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 第 3 号, 29—90 页。江苏科学技术出版社。
- Harland, W. B., Cox, A. V., Lewellyn, P. G., Pickton, C. A. G., Smith, A. G. & Walters, R., 1982: A Geological Time Scale. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ikebe, N. and Chiji, M., 1981: Important datum-planes of the western Pacific Neogene (Revised) with remarks on the Neogene in Japan. In Neogene of Japan——its biostratigraphy and chronology, ed. Tsuchi, R., 1—14.
- Krutzsch, W. and Majewski, J., 1967: Zur Methodik der pollenstratigraphischen Zonengliederung im Jungtertiär Mitteleuropas. Abh. Zentr. Geol. Inst. H. 10, Klimaänderungen im Tertiär aus paläobotanischer Sicht. 83—98, Berlin.
- Nagy, E., 1969: Palynological elaborations the Miocene layers of the Mecsek Mountains. MAFI Evkönyv LII 2.1, Budapest.
- Nagy, E. and Planordeva, E., 1985: Palynostratigraphical characterization of the Miocene of the Central Paratethys and their Correlation. Rep. on the VIIIth RCMNS Congress, Budapest.
- Pomerai, C., 1982: The Cenozoic Era, Tertiary and Quaternary. English translated by Humphries, D. W. and Humphries, E. E., Ellis Hoewood Series in Geology, John Wiley and Sons, Chichester.
- Sato, S., 1963: Palynological Study on Miocene Sediments of Hokkaido, Japan. Journ. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. V, Geol. & Mineral., 12(1), 1—110.
- Takahashi, K., 1984: Neogene pollen assemblages and zonation of Japan. Bull. Fac. Lib. Arts, Nagasaki Univ. Nat. Sci., 24(2), 39—72.
- Tanai, T., 1967: Tertiary floral changes of Japan. Jubil. Publ. Commem. Prof. Sasa's 60th Birthday, 317—334.
- Zagwijn, W. H., 1960: Aspects of the Pliocene and Early Pleistocene Vegetation in the Netherland. Mededel. Geol. Sticht. Ser. C-III-1, (5).

[1987 年 2 月 19 日收到]