

西欧地中海地区中新世以来的 植被演化和现代地中海植被的形成

郑 卓

(中山大学生物学系)

摘要 从距今2500万年的中新世初到更新世, 欧洲地中海沿岸地区的植被是从东亚型的热带——亚热带常绿阔叶林逐渐过渡为旱生性的蒿——藜草原。古热带和亚洲、北美成份从晚中新世起逐渐消失, 少数一直延续到中更新世。孢粉分析表明, 地中海成分从中上新世起有明显增加, 地中海常绿硬叶林的发展与北极冰盖的形成密切相关。

关键词 孢粉学; 地中海西北; 晚新生代; 古植物群

引 言

在南北纬30—40度之间的大陆西岸有五个相互分离的地区, 它们具有十分相似的植被和气候。其中范围最广和最典型的是欧亚非地中海地区。这里的气候特征是夏季炎热干燥, 冬季温和多雨, 典型植被是常绿硬叶林。

地中海植被在地质历史上的演化很早就引起了广大古生物学者和植物学者的兴趣。欧洲地中海地区的晚新生代古植物研究已有一个多世纪。德·沙波达(De Saporta, 1863和1889)和德巴佩(Depape, 1922)是研究这一地区植物化石最早的学者之一。用孢粉分析的方法来还原这一地区的古植被和古气候还是近十几二十年发展起来的。蓬斯(Pons)在1964年发表的论文算是早期较有意义的工作之一。

对欧洲地中海地区广大范围的孢粉和植物化石研究近年来有了很大进展。地中海新生代生物地层学的不断深入和地质年代测定手段的提高更推动了这一地区孢粉地层学的研究。本文以西班牙东部、法国南部、意大利和希腊等地区晚新生代的一些孢粉分析和植物化石研究结果为基础(图1), 总结各时代的孢粉植物群特征及其演化模式。

一、中新世的植被

西班牙东部、法国南部和阿尔卑斯山南面沿海的孢粉分析结果均揭示出早中新世时期存在十分丰富的植物群落。经初步统计, 孢粉和植物化石的不同种类已超过500多种^[1]。孢粉植物群的常见分子有:

杉科(*Sequoia* type, *Sciadopitys*等)、松科(*Pinus*, *Cedrus*, cf. *Cathaya*, *Picea*, *Abies*等)、胡桃科(*Carya*, *Platycarya*, *Engelhardtia*, *Juglans*等)、金缕梅科(*Liquidambar*, *Distylium*, *Rhodoleia*等)、木犀科(*Olea*, *Ligustrum*, *Phillyrea*等)、黄杨科(*Buxus*, 多种)、漆树科(*Pistacia*, *Rhus*)、夹竹桃科(*Nerium*)、云实科(*Ceratonia*)。

常见的科属还有卫矛科、壳斗科、茶茱萸科、楝科、野牡丹科、桦科、防己科、山榄科、帚灯草科以及冬青属(*Ilex*)、木棉属(*Bombax*)、半日花属(*Cistus*)、杨梅属(*Myrica*)、

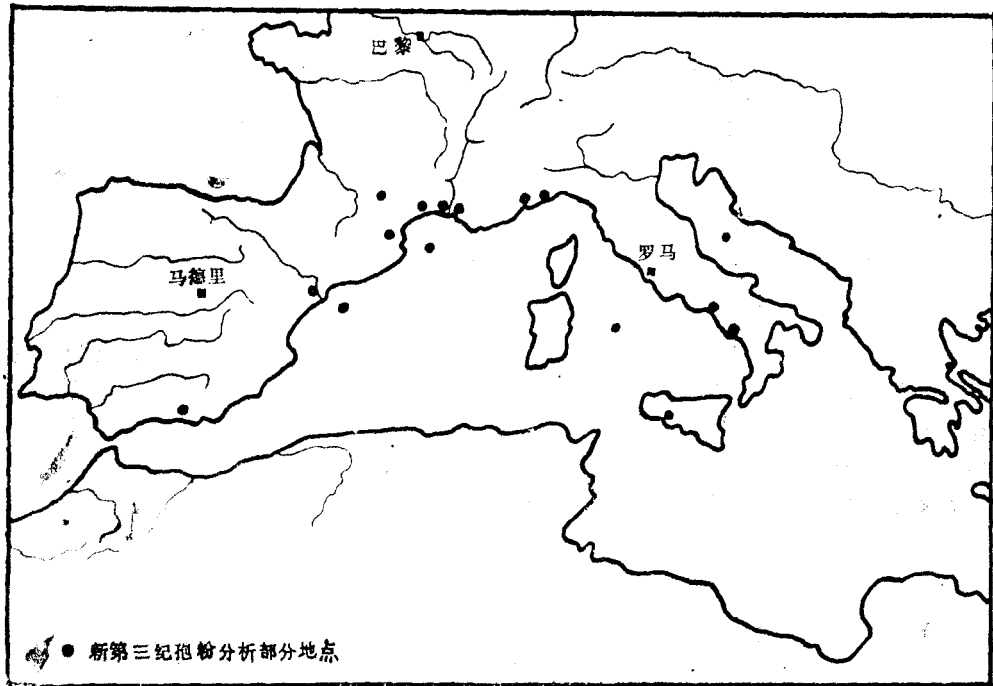


图1 地中海西北部新第三纪孢粉分析部分地点分布图

海榄雌属 (*Avicennia*) 等。

部分种类是从欧洲老第三纪始新世植物群延续而来的^[9]。如海榄雌属、木棉属、黄杨属、枫香属、红苞木属 (*Rhodoleia*)、甜果藤属 (*Mappianthus*) 马尾树属 (*Rhoiptelea*) 等。

早中新世的孢粉植物群具有以下几个特征：

1. 孢粉植物群含有较多热带成份^[4, 21]。尽管许多花粉只能鉴定到属或科，但它们的现代分布是显而易见的。主要的热带属有：

大戟科的 *Alchornea*、金缕梅科的 *Rhodoleia*、木棉科的 *Bombax*、山矾科的 *Symplocos*、茶茱萸科的 *Mappianthus*、马鞭草科的 *Avicennia*。

以上仅列举了部分热带成份。这些分子的出现说明了早中新世的植被在一定程度上继承了第三纪初热带植物区系的特点。而这些古老的热带成份在欧洲大部地区的同一时期已经消失。

2. 组合中存在大量的现代东亚—北美成份，尤其是东亚成份最为丰富。如 *Cinnamomum*、*Sterculia*、*Caltapa*、*Engelhardtia*、*Ailanthus*、*Alchornea*、*Pterocarya*、*Distylium*、*Liquidambar*、*Carya*、*Hamamelis*、*Sequoia* 等。中国特有的银杉 (*Cathaya*)、水杉 (*Metasequoia type*)、杜仲 (*Eucommia*) 亦存在于早中新世植物群中。

3. 含有少量的现代地中海植物成份。虽然这些成份在早中新世时比例仍很小，但无疑在后来的植被演变中，喜潮湿分子大部分消失，而它们则逐步在竞争中成为冬雨型地中海硬叶林优势分子的一部分。如 *Cistus*、*Helianthemum*、*Olea*、*Philyrea*、*Quercus* cf. *Ilex Coccifera*、*Pistacia* 等。

4. 部分地点的早中新世孢粉组合中存在红植林植物花粉(*Avicennia cf. marina*)。此时的红树林仅为沿岸地区零星分布, 并可能属于种类单调的西方红树林类型, 如非洲西海岸和东海局部地区^[11]。这种红树林可能与海滩岩的分布有一定的联系。

5. 温带植物成份的种类比早第三纪明显增多。总的来看, 该时期的孢粉组合新反映的植被景观为热带—亚热带常绿林和混交林。可以推论, 植被按垂直分布可分为以下几个带^[8], 由海滨至山区分别为:

- 海滩海榄雌红树林带或半干旱灌木林带 (*Acacia*、*Zizyphus* 等)。
- 常绿阔叶林带 (樟科、杨梅科、常绿栎类及其它常绿阔叶树)。
- 混交林带 (胡桃科、槭属、桦科、榉属、杉科等)。
- 针叶林和高山落叶林带 (冷杉、云杉、*Caragana* 等)。

总而言之, 比利牛斯半岛和法国地中海沿岸早中新世时期的植被与现代东亚25°—35°纬度之间的常绿阔叶林较为相似, 带有较多的热带—亚热带性质。而中—晚中新世由于地壳活动强烈和多次干旱期的存在致使这些沉积物中缺乏孢粉。就所研究的一些样品来看, 基本表现为热带成份减少, 红树林逐步消失。

二、上新世的植被

地中海上新世地层分为赞格阶 (Zanclian) 和彼亚琴察阶 (Piacenzian)。上新世的底界多数学者划在500万年前后^[7]。自中新世末的大面积海退, 上新世初又有一次较广泛的海侵。对地中海西北部沿海盆地和海上钻孔柱状样的孢粉分析^[15, 22] 及许多地点植物化石的研究表明, 上新世的植物种类十分丰富, 植物区系成份较为复杂。上新世植物群的主要科属有: *Sequoia* type、*Taxodium* type、*Sciadopitys*、*Pinus*、*cf. Cathaya*、*Cedrus*、*Engelhardtia*、*Carya*、*Pterocarya*、*Distylium*、*Parrotia*、*Liquidambar*、*Parrotiopsis*、*Hammamelis*、*Quercus*、*Castanea*、*Alnus*、*Carpinus*、*Laurus*、*Symplocos*、*Nyssa*、*Populus*、*Ericaceae*、*Acer*、*Rhus*、*Cistus*、*Olea*、*Microtropis cf. fallax*、*Myrica*、*Rhoiptelea*、*Ulmus-Zelkova*、等。

常绿阔叶树和杉科植物主要见于早上新世, 而温带性质的落叶阔叶林成份和草本植物在晚上新世则逐渐占据优势。归结起来, 欧洲地中海沿岸早上新世的孢粉植物群具有以下特点:

1. 继承了许多中新世植物区系的成份, 如 *Taxodiaceae*、*Sapotaceae*、*Symplocos*、*Carya*、*Platycarya* 等。而一些较典型的热带成份已经绝迹, 如 *Bombax*、*Avicennia* 等。

2. 组合中含有种类繁多的常绿阔叶林成份。许多作者把这类常绿林与中国南部的照叶林 (*Laurisilvae*) 相对比。这是因为壳斗科、樟科 (叶化石)、金缕梅科、山矾科、杨梅科、黄杞属、珙桐科、杜仲科、马尾树科的花粉和叶子化石普遍存在于该地区沉积物中。这组植物花粉与杉科花粉加在一起有时可达总量的70%以上。而这些植物到上新世末几乎全部从地中海西北部消失^[18]。

3. 上新世比利牛斯和阿尔卑斯山系已基本形成。众多山系的隆起造成西欧地中海沿岸地貌的复杂性, 同时土壤的差异和降雨量在山地和平原的不同均导致了多种植物群落的形成。早上新世至少有以下几种植被类型:

——沼泽林和湿生植被^[15]。有代表的化石花粉有 *Taxodium* type、*Nyssa*、*Myrica* 及大量的莎草科等。在法国南部和西班牙东北部一些较开阔平原的沉积物中都找到了类似的花粉植物群。如朗格多克—鲁西龙地区 (Languedoc-Roussillon)。

——半旱生灌丛草原^[2]。在西班牙东部至东南部，早上新世植物群已经多少显示出旱生性特点。与法国南部相比喜潮湿的亚热带阔叶树和杉科植物比例甚低。禾本科植物以及 *Artemisia*、*Ephedra*、*Zygophyllaceae* 等都有一定的含量。

——常绿阔叶林。这种植被类型较普遍存在于沿海低地平原地带。主要由壳斗科、樟科、金缕梅科等树种组成的这种植被反映了潮湿温暖的气候特征。

——暖针叶林^[21]。主要的优势树种为杉科和松属。这些成份在阿尔卑斯山的地中海沿岸和意大利部分地区的孢粉组合中可达70%以上。杉科花粉在早上新世占有相当大比重，这可能与沿海山地的存在有一定关系。

以上事实说明，早在上新世初地中海地区的各个小区已开始具有各自的区系特点。从植物群落的角度来看，由北向南，植被的旱生性逐渐加强。这种旱生性往南递增的特点使我们联想到现代北美西岸由北往南有针叶林、红杉林、沙巴拉群落、荒漠。也就是说，早在上新世初，地中海西北部已初具现代大陆西岸的某些气候特征，只是夏季的降雨仍然较为丰富。

从上新世到第四纪是第三纪植物区系成份大量消亡的时期。上新世孢粉植物群急剧变化的第一个最为明显的时期是距今3.2百万年^[16, 19]。从这一阶段开始，温暖潮湿生境的植物成分大幅度下降。至-2.3百万年，大

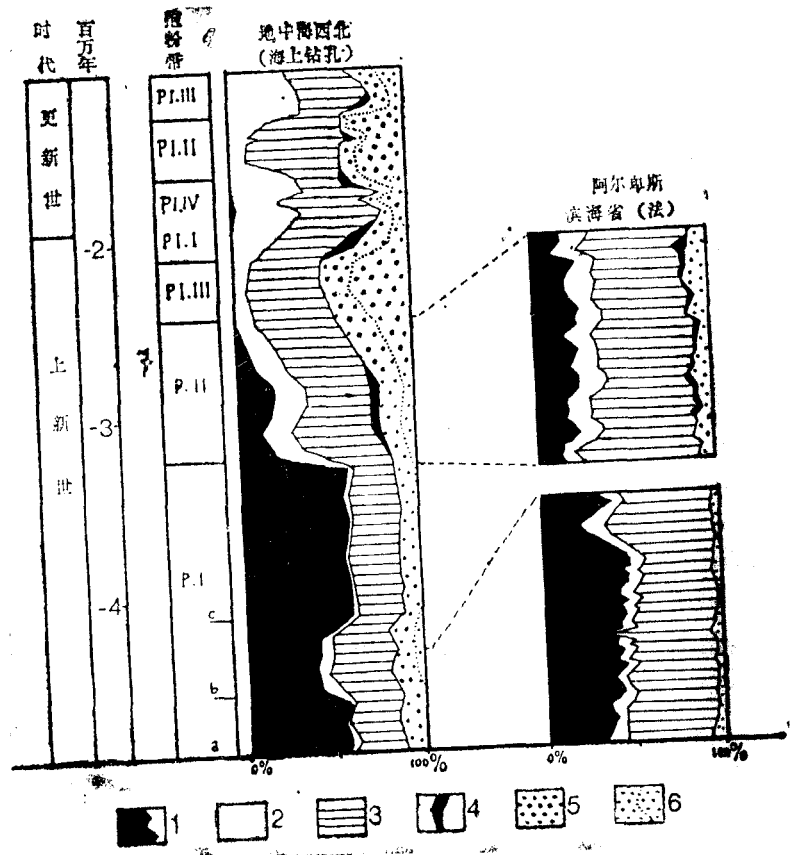


图2、地中海西北部某钻孔和阿尔卑斯南部尼斯盆地上新世的孢粉综合图式

1. *Taxodiaceae*, *Engelhardtia*, *Myrica*, *Sapotaceae*, *Symplocos*...
2. *Quercus*, *Carya*, *Ulmus-Zelkova*...
3. *Pinus*, *Cedrus*, *Abies*...
4. *Olea*, *Cistus*, *Pistacia*...
5. 草本植物
6. *Artemisia*, *Ephedra*

部分“第三纪”植物成分相继绝迹(图2)。与之对应的是落叶阔叶树成份(落叶栎类、山核桃属、桦属、橙属、榉属、山毛榉属等)有所增加。同时草本花粉的相对含量明显上升,其中蒿属和麻黄组合在上新世末可达20%左右。苏克(Suc, 1981)根据地中海西北部一些钻孔的孢粉分析,把上新世—早更新世的孢粉组合划分为五个带:

P. I 孢粉带(5—3.2百万年 B.P.), 含大量东亚成分的常绿林。气候温暖潮湿。

P. II 孢粉带(3.2—2.3百万年 B.P.), 以东亚、北美成份的减少和温带落叶阔叶树成份的增加为特点。

P. III 孢粉带, 以草原群落的扩展为特征。东亚、北美成份大部分消失, 气候干旱化。该阶段与北欧的第一次冰川扩张相对应。

P. IV—PL. I 孢粉带, 表现为阔叶林成份再次增加。与北方的第一次间冰期相对应。该孢粉带包含了上新世与更新世的界线。

地中海西北部上新世的植被演化与北极冰盖的形成是有密切关系的。在荷兰, “第三纪”孢粉植物成分也是在一3.2百万年左右开始减少^[20], 到上新世末的冰川扩张时期(Praetiglian)草本植物花粉(禾本科、莎草科、杜鹃科等)已占绝对优势(图3)。

孢粉植物群的地中海成份在中上新世已有较大的发展, 有些地区在上新世末可达25%以上(图4)^[6]。这些从第三纪植物区系发展而来的地中海成份有*Ceratonia*、*Olea*、*Pistacia*、*Quercus type-ilex-coccifera*、*Phylerea*、*Cistus*、*Myrtus*等。

三、第三纪古热带—亚热带成份的消失和第四纪孢粉植物群

自中新世以来, 许多热带—亚热带性质的古地中海区系成分相继消失^[5], 根据孢粉研究资料, 归结起来有以下一些类群。

1. 在晚中新世—上新世初消失的植物科属有:

——高温植物(megatherm): *Alchornea*、*Bombax*、*Avicennia*、*Mappianthus*, cf. *Picrasma*、*Rhodoleia*、*Buxus*(散沟类)、cf. *Mussaenda*。

——中温植物(mesotherm): *Eustigma*、*Grewia*。

——低温植物(microtherm): *Gunnera*。

2. 大约在晚上新世, 随着杉科花粉的绝迹, 以下一些科属亦相继消失:

——高温植物: *Sapotaceae*、*Rhoiptelea*、*Embolanthera*、*Leea*。

——中温植物: *Agavaceae*、*Resurrectionaceae*、*Engelhardtia*、*Platycarya*、*Symplocos*、*Microtropis*。

——低温植物: *Hamamelis*、*Nyssa*。

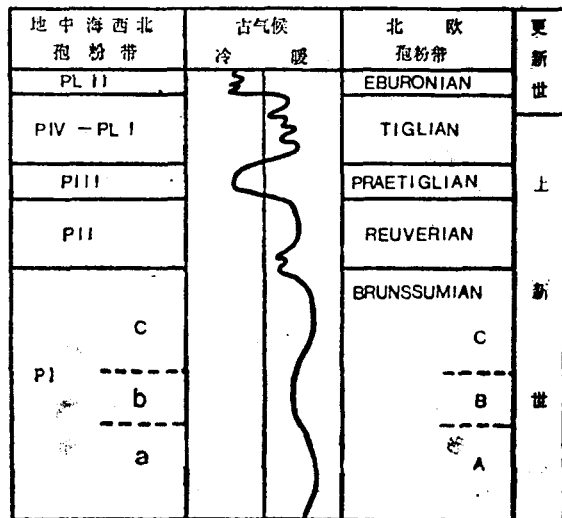


图3. 北欧和地中海西北部上新世孢粉带和古气候的对比。

3. 在早一中更新世从地中海西北部消失的科属有 *Tsuga*、*cf. Cathaya*、*Carya*、*Eucommia*、*Parrotiopsis* 等。另外, 一些种类如 *Cedrus*、*Platanus*、*Elaeagnus*、*Liquidambar*、*Juglans*、*Pterocarya*、*Zelkova*、*Parrotia* 等在中更新世以后仅保留在地中海其它地区。

首次冰河期的发生大约是距今2.3至2.1百万年之间。这次冰期在北方造成草原的扩大和苔原的形成 (Praetiglian)。此时在欧洲地中海部分亦表现为草本的增加, 不同的是蒿属和藜科成份较多。

扎格温 (Zagwijn, W. H) 根据孢粉分析把北欧的更新世地层进行了细分^[20]。从门那普 (Menapian) 花粉段以后, 植被反映了气候的冷暖更替 (阔叶林或针叶林与草原和苔原相间)。欧洲地中海地区更新世地层由于缺乏连续的剖面, 因而为恢复植被的完整历史带来一定困难。较有代表性的如希腊马其顿的菲律普大沼泽 (Tenagi Philipi)。剖面包含了中更世以来的地层。总的来看, 干冷气候阶段表现为蒿属、藜科干旷草原的扩展, 而间冰期则有利于落叶栎类的生长。此外, *Pinus* 多半在每个周期的起始阶段最为发育。而 *Pistacia* 常常在间冰期初有明显的增加。

简而言之, 地中海西北部在第四纪冰期和间冰期大致体现出两种不同的植被类型。如玉木冰期和间冰期分别有 a) 草原群落, 以 *Artemisia*、*Chenopodiaceae* 为主, 伴有 *Pinus*、*Betula*、*Hippophae rhamnoides*、*Cupressaceae* 等和 b) 混交林群落, 主要有松属、桦属、地中海落叶栎和常绿硬叶栎类植物等。

四、古气候与植被演化

气候变化是影响植被更替的主要因素。一般认为, 从白垩纪到更新世是由无冰盖 (或有限) 的温暖期向冰河期逐渐过渡。一些较可靠的证据表明, 南极冰川的遗迹最早见于渐新世^[16], 而南极冷水团向北扩展主要在中新世。

虽然在渐新世北半球的温带植物区系已明显扩大, 但地中海西北部早中新世的植物群仍然显示出热带的性质。当时地中海的西部仍与大西洋相联, 而东南部又与印度洋相沟通。干热的西南风由大西洋吹向特提斯海的西部, 导致部分沿海滨岸半旱生性植被的生长。但雨量由岸边向山地逐渐增多, 大量常绿阔叶林分子的存在就证明了这一点。

进入中新世中晚期, 气候发生过多次干旱化, 相应的孢粉植物群以禾本科、杜鹃科、菊

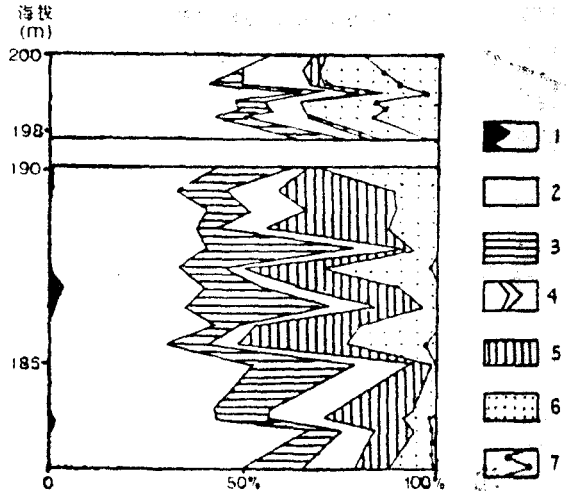


图4、意大利南部卡姆罗特剖面 (上新世末) 的花粉综合图式。

1. *Taxodiaceae*, *Engelhardtia*, *Myrica*, *Sapotaceae*...
2. *Quercus*, *Carya*, *Tsuga*, *Fagus*, *Ulmus-Zelkova*...
3. *Pinus*, *Cedrus*, *Abies*...
4. 其它; 5. 地中海成分: *Olea*, *Ceratonia*, *Quercus type-ilex-coccifera*...
6. 草本植物花粉; 7. *Ephedra*, *Artemisia*.

科等的绝对优势为代表。中新世的干燥气候可能与南极冷流首次向北扩展有一定的联系。到中中新世末, 地壳运动和火山活动强烈, 地中海发生大面积海退。许多潮湿生境的热带成分相继消失。

上新初, 地中海再次发生海侵。此时阿尔卑斯造山运动虽未停止, 但地中海的地貌环境已初具现代的雏形。根据植物化石和孢粉化石组合特征的演变, 上新世的气候可以划分为三个阶段: 1) 潮湿温暖气候期(约5—3百万年B.P.); 2) 过渡期; 3) 干冷气候期(2.3百万年B.P.以后)。以上三个时期的孢粉植物群特征分别表现为: 含大量东亚和北美成份”东亚—北美成份的减少和温带成份增加、草本植物和地中海成份增加。

许多学者均认为, 北半球普遍存在的类似于现代东亚的气候环境可以追溯到上新世—更新世, 也就是北极冰盖形成之前。拉温(Raven, 1973)认为地中海的夏干冬雨气候是更新世起源的, 并推论当北极冰帽融化时, 夏季潮湿多雨的气候仍然会回到这些地区。近些年来的孢粉研究表明, 地中海成分虽然在中中新世就已经存在, 但真正在适宜的气候条件下发展是在中上新世。也就是说, 较典型的地中海式气候应始于中上新世, 北半球各大陆的地中海植被都是在类似的地质时期发展起来的(图5)。

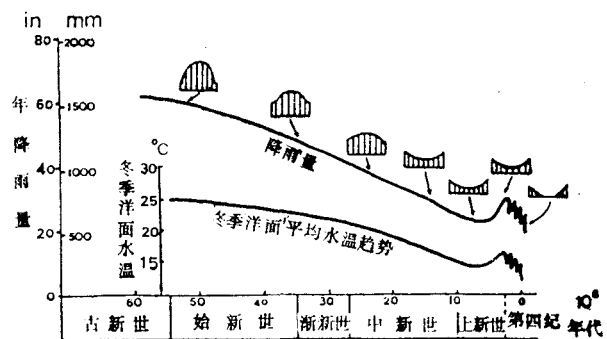


图5、根据软体动物化石群(Durham, 1954)推断的加利福尼亚地区第三纪以来的气候演化(据Axelrod, 1973)

参考文献

- (1) AXELROD D.I., 1973. In: *Mediterranean ecosystem in California. Origin and structure.* Edit. F. di castri and H.A. Mooney, 225—277.
- (2) BESSAIS E., 1984. *Etude palynologique du Pliocene du sondage Tarragone E2.* Men. D.E.A., USTL., Montpellier, 21p.
- (3) BESSEDIK M., 1984. *Paleobio. Continent., Montpellier, XIV, 2, 153—179.*
- (4) BESSEDIK M., 1985. *Reconstitution des environnements miocenes des regions nord-ouest mediterraneenes a partir de la palynologie.* These d'etat, USTL. Montpellier, 162p.
- (5) BESSEDIK M., GUINET PH. et SUK J.-P., 1984. *Rev. Paleobio., Geneve, spec., 25—31.*
- (6) BRENAC P., 1984. *Ecologia mediterranea, X(3—4), 207—216.*
- (7) CITA M. B. and RAYN W. B. F., 1973. *Init. Rept. Deep sea drill. proj., Washington, 13, 2, 1405—1415.*
- (8) DEPAPE G., 1922. *Ann. Sci. nat., Masson edit., Paris, 10, 4, 73—266.*
- (9) GRUAS-CAVAGNETTO G., LORAIN M. et MEYER R., 1980. *Geobios, 13, 6, 947—952*

- (10) HAYES and FRAKES L.A., 1979. Elsevier, Amsterdam, 1—31.
- (11) KASSAS M., 1957. Journ. Ecol., Oxford, 45, 1, 187—201.
- (12) PONS A., 1964. Ann. Sci. nat., Ser. 12, 5, 499—722.
- (13) RAVEN P.H., 1973. In: Mediterranean type ecosystems. Origin and Structure. Edit. F. di castri & H.A. Mooney, 213—224.
- (14) SAPORTA G. de, 1889. Derniere adjonctions a la flore fossile d'Aix-en-Provence. Second. part., Edit. Masson, Paris, 192p.
- (15) SUC J-P., 1980. Contribution a la connaissance du Pliocene et du Pleistocene inferieur des regions mediterraneennes d'Europe par l'analyse palynologique. These d'Etat, USTL. Montpellier, 198p.
- (16) SUC J-P., 1982. C.R. Acad. Sc. Paris, Ser. 2, 294, 1003—1008.
- (17) SUC J-P., 1984. Nature, London, 307, 429—432.
- (18) SUC J-P., 1985. 8th. Congr. RCMNS., Budapest, 532—535.
- (19) SUC J-P. and ZAGWIJN W.H., 1983. Boreas, Oslo, 12, 153—166.
- (20) ZAGWIJN W.H., 1960. Mededel. Geol. St.N.S., 16, 49—71.
- (21) ZHENG Z.(郑卓), 1986. Contribution palynologique a la connaissance du Neogene du sud-est francais et du Ligurie. These d'Univ., USTL., Montpellier, 141p.
- (22) ZHENG Z. et CRAVATTE J., 1986. Geobios, 19, 6, 815—823.

FLORA EVOLUTION OF NORTHWESTERN MEDITERRANEAN AREA SINCE THE MIOCENE AND THE APPEARANCE OF MEDITERRANEAN VEGETATION

Zheng, Zhuo

(Biology Department, Zhongshan University)

Abstract The transition between Miocene and Pleistocene climates of Mediterranean area is characterized by a gradual cooling trend from a tropi-subtropical type to a cold and dry one, which is punctuated by some more or less important climate fluctuations. The megatherm elements of Miocene flora come to disappear since Late Miocene and the Asia-American elements decrease evidently in Middle Pliocene.

Palynological studies from the Pliocene sediments show that two stages of climate deterioration can be dissociated. They are respectively -3.2 Ma., marked by the decline of eastern Asia climate rhythm (estival rain), and -2.3 Ma. corresponding to the first glaciation in north Europe.

A number of sites of palynological investigation make possible to restore the Neogene environment. It makes in evidence that the Mediterranean vegetation is of Middle Pliocene origin, which is more and more developing during the Quaternary.

During Pleistocene glaciations, the pollen flora in northwestern Mediterranean region alternate mainly between steppe (*Artemisia* and *Chenopodiaceae*) and caducous oak and pine forest.

Key words: Palynology, Northwestern Mediterranean, Late Cenozoic, Paleoflora