

江苏北部沿岸第四纪海相地 层中的孢粉分析*

王永吉 苟淑名

(国家海洋局第一研究所) (中国科学院海洋研究所)

七十年代以来,由于第四纪地质工作的深入开展,在我国北方近海平原地区的第四纪地层中,普遍发现了浅海相与海陆过渡相地层(以下简称海相地层)。主要是冰期、间冰期气候变化引起的海陆进退的产物。近海平原和大陆架都在第四纪海陆进退影响范围之内,对近海平原海相地层的研究不但为地下水的开发利用和地下咸淡水层的划分提供依据,还可以帮助我们了解大陆架的发育历史,恢复大陆架及陆缘地区的古地理。

早在1948年,K.拉尔森就研究了第勒尼安海沉积物剖面的孢粉^[1]。六十年代以后,海洋沉积物孢粉研究工作进展很快,目前不但在日本海、鄂霍次克海、地中海、墨西哥湾等海域进行了海底沉积物孢粉调查研究,而且在远洋深海中进行了这方面的工作,如太平洋、印度洋的某些海区^[1]。我国在六十年代,同济大学等单位开始进行了近岸河口地区的沉积物孢粉研究工作。近十年来,国家海洋局、中国科学院海洋研究所等单位,相继在东海、黄海开展了大规模的、系统的海底沉积物孢粉分析。七十年代末,我国又开展了深海大洋沉积物的孢粉分析。这些工作不但为现代海洋沉积物的孢粉研究打下基础,也为陆地上古海相地层的孢粉研究开辟了途径。

在江苏省水文队帮助下,我们对江苏北部连云港孔H70、灌云县孔GK6、灌南县孔GK8三个第四纪钻孔岩芯进行了孢粉分析,结果在海相地层中发现了大量孢粉,它们为地层的划分、古气候的恢复提供了有意义的资料,也可帮助我们探讨第四纪海相地层孢粉组合的特点。

一、第四纪海相地层的划分及其孢粉成分

第四纪海相地层划分,主要是依据钻孔岩芯中发现的有孔虫与海相介形虫^[2]。其中有孔虫有:毕克转轮虫变种(*Ammonia beccarii* var.)、同现转轮虫(*Ammonia annectens*)、易变筛九字虫[*Cribionion incertum* (Williamson)]、斯罗特假车轮虫(*Pseudorotalia schroeteriana* Parker et Jones)、江苏小希望虫(*Elphidiella Kiagsuensis*)、九字虫未定种(*Nonin* sp.)、东台新单角介(*Neomonoceratina dongtaiensis*)、宽卵中华丽花介(*Sinocyther*)、弯脊包斯奎特介(*Annecteus*)等。根据有孔虫与海相介形虫分布位置,钻孔岩芯可划分为三

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第795号。

本文插图由李清、蒋孟荣等绘制,特此致谢。

本刊编辑部收到稿件日期:1981年7月13日。

1) 据郑连福、李文勤、苍树溪提供的鉴定资料。

个海相地层,其埋藏深度列入下表。

表 1

海相层 钻孔	第一海相层埋深 (米)	第二海相层埋深 (米)	第三海相层埋深 (米)
连云港	32.5—27.5	18.8—11.7	9.0—0.0
灌云县	45.0—40.4	32.0—23.3	15.8—2.0
灌南县	51.0—46.0	40.0—20.0	15.0—2.0

通过孢粉分析,在上述三个海相地层中,发现了29个科26个属的孢粉共计6049粒。主要是:松属(*Pinus*)、冷杉属(*Abies*)、铁杉属(*Tsuga*)、雪松属(*cedrus*)、罗汉松属(*Podocarpus*)、柏科(*Cupressaceae*)、麻黄属(*Ephedra*)、柳属(*Salix*)、胡桃属(*Juglans*)、桦属(*Betula*)、鹅耳枥属(*Carpinus*)、栎属(*Quercus*)、青刚栎属(*Q. glauca*)、栗属(*Castanea*)、榆属(*Ulmus*)、栲属(*Castanopsis*)、桑属(*Morus*)、漆树属(*Rhus*)、冬青属(*Ilex*)、椴属(*Tilia*)、紫树属(*Nyssa*)、大戟科(*Euphorbiaceae*)、枫香属(*Liquidambar*)、合欢属(*Albizia*)、眼子菜科(*Potamogetomaceae*)、禾本科(*Gramineae*)、莎草科(*Cyperaceae*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、伞形科(*Umbelliferae*)、菊科(*Compositae*)、蒿属(*Artemisia*)、马鞭草科(*Verbeaceae*)、毛茛科(*Ranunculaceae*)、石竹科(*Caryophyllaceae*)、百合科(*Liliaceae*)、茜草科(*Rubiaceae*)、水龙骨科(*Polypodiaceae*)、蕨属(*Pteridium*)、凤尾蕨属(*Pteris*)、碗蕨科(*Dennstaedtiaceae*)、里白科(*Gleicheniaceae*)、水蕨属(*Ceratopteris*)等。此外,还发现少量再沉积孢粉。

二、海相地层中的孢粉组合及其所反映的植被与气候

在第一海相层中,木本花粉含量占孢粉总数(本文均按孢粉总数计算百分含量)的33—53%,其中以栎属中的麻栎(*Q. acutissima*)和槲栎(*Q. dentata*)为最多,两者含量占6—29.8%,针叶树中的松属花粉居第二位,占5—26.5%。其次为榆属、柳属、桦属、栗属等落叶阔叶树。还有少量常绿阔叶树种,如青刚栎、枫香、合欢等,在连云港H70孔,三者含量约占3.5%。草本含量占38.7—48%,主要是蒿属、香蒲、藜科、禾本科、毛茛科等。蕨类孢子含量占5—11%,主要为水龙骨科,其次为凤尾蕨属、蕨属、碗蕨科、里白科等。

第一海相地层孢粉组合特征所反映的植被为阔叶落叶林-草原植被。

目前本调查区是以赤松、麻栎为代表性的植被,沿海地带则因土壤盐渍化,有小片草原,以盐生的多年生或一年生的草本为主。连云港附近因有云台山,林木较为复杂,除赤松、栎、刺槐外,还有少量南方成分,如天然生长的常绿阔叶树红楠(*Machilus thundergii*)等,林下半常绿灌木也较多^[7]。第一海相层孢粉组合所反映的植被与目前相比,含有较多的阔叶树成分,其中还有部分常绿阔叶树种,反映当时陆缘地区的气候比目前温暖湿润。

第二海相地层孢粉成分中,木本花粉含量占18—50%,其中栎属占10—20%,松属占4—28%,其次为柳属、榆属、柏科、椴属等,常绿阔叶树主要是少量的青刚、冬青、紫树等。草本花粉含量占18—48%,主要是藜科、蒿属、香蒲、茜草科、莎草科、禾本科等。蕨类孢子占5—38%,主要为水龙骨科、碗蕨科、凤尾蕨属,还发现极个别水蕨。

第二海相地层孢粉组合所反映的植被仍为阔叶落叶林-草原植被,但针叶树和草本成

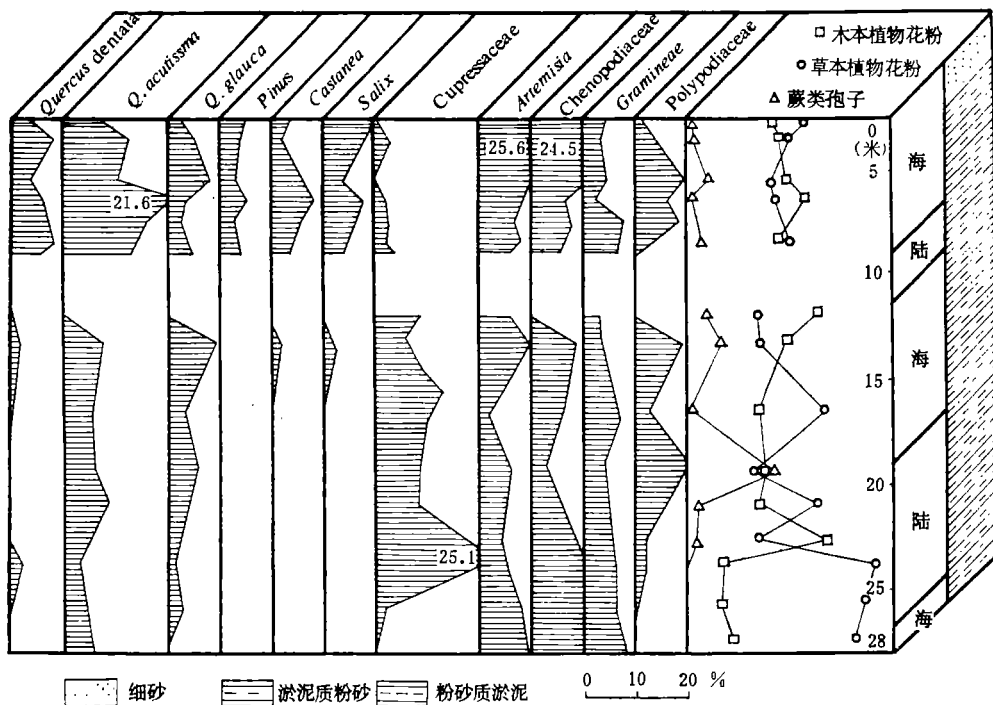


图1 连云港孔岩芯孢粉图谱

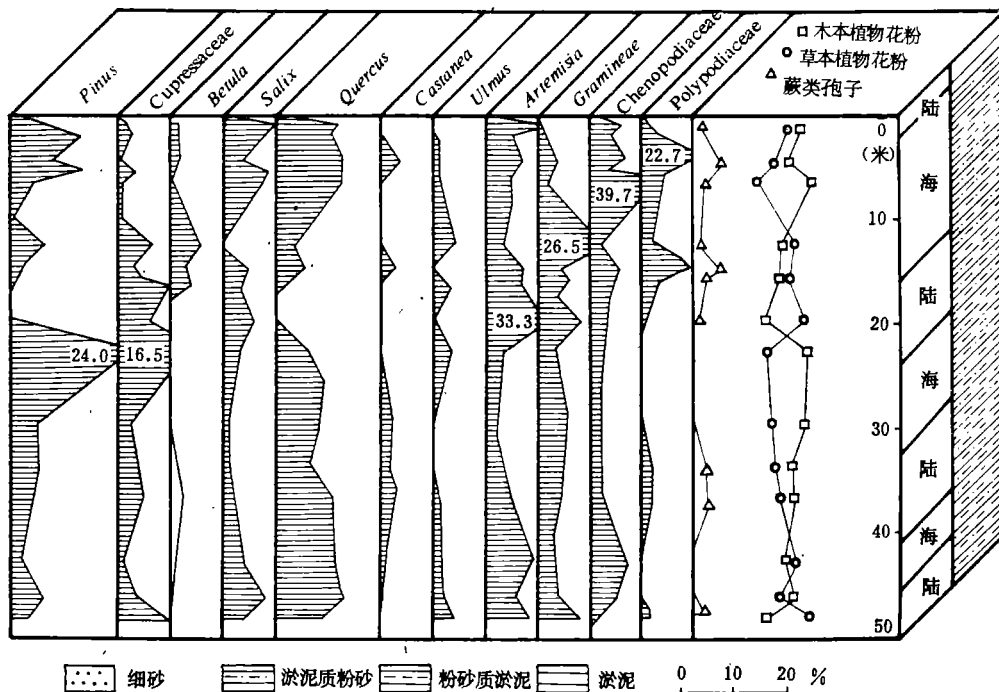


图2 灌云县孔岩芯孢粉图谱

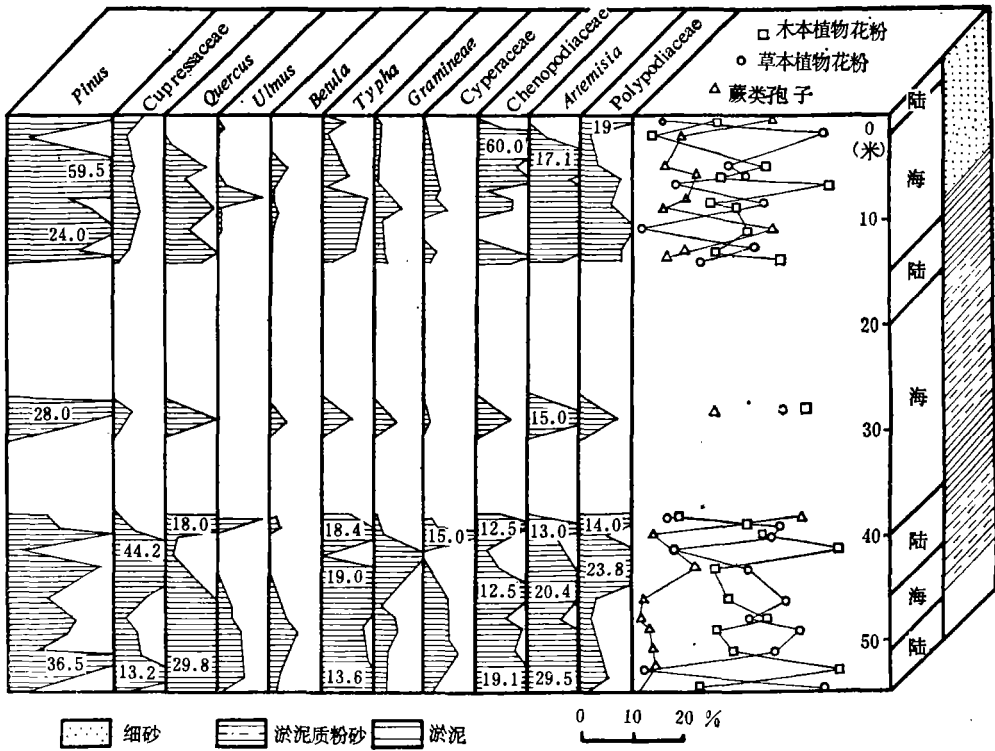


图3 灌南县孔岩芯孢粉图谱

分比第一海相地层略有增加,仍含有少量常绿阔叶树成分。总的来看,当时陆缘地区的气候与现代相近或略为温暖。

第三海相地层木本花粉占 14.4—76%, 其中栎属占 8—24%, 松属占 5—59.3%, 其次为柳属、榆属、柏科、粟属、桑科、枫杨等。草本花粉占 19.4—44%, 主要是蒿属、藜科、香蒲、毛茛科、眼子菜等。蕨类孢子占 15—20%, 以水龙骨科、碗蕨科为主。在该海相层中部,木本花粉含量高,占 38—75%, 常绿阔叶的青刚栎和栲等, 两者最高含量可达 7.5%。所以本海相层中部的孢粉所反映的陆缘地区植被为落叶阔叶和常绿阔叶混交林植被, 相当于目前江苏南部、浙江北部地区的植被, 这说明当时的气候要比目前温暖湿润。本海相层的上部和下部的孢粉组合所反映的植被接近于目前。

在上述三个海相地层中,发现一些数量不多的海洋中的藻类,如刺球藻 (*Hystrichospheres*)、圆筛藻 (*Coscinodiscus*)、旋沟藻 (*Gonyaulax*)。

三、海相地层的时代

刘金陵等在研究上海及浙江一些地区第四纪孢粉时发现, 孢粉成分所反映的气候冷暖变化很有规律^[5]。为此,他把这些地区的孢粉分为八个带,其中 I, III, V, VII 相当于温暖的间冰期及冰后期。V 带的孢粉组合是阔叶树花粉占优势, 其次为松粉。阔叶树中以栎属花粉为主, 其次为榆属、枫香、山毛榉属。草本主要是禾本科、黑三棱。蕨类孢子为水蕨、水龙骨科、里白等。可以看出本区第一海相层与 V 带的孢粉成分相似, 同属于庐山一大

理间冰期堆积物,即相当于里斯—玉木间冰期的产物,时间大约距今十万—七万年。由于气温的转暖,洋面升高,世界上很多地方都发生了海侵,如黑海的乌兹拉海侵、日本的下末吉海侵和我国渤海湾西岸沧州海侵^[8]等。

第二海相层形成时代,可以据其上部陆相层推算出。其上部陆相层的孢粉成分,主要是柏科、松属、柳属、栎属、禾本科、蒿属等花粉,反映为凉冷气候的孢粉组合,这一孢粉组合与东海北部 B 层的孢粉组合^[2]相似, B 层孢粉组合为柏科—松属—刺球藻—禾本科。¹⁴C 测年结果为 $25,630 \pm 1250$ 年。根据灌云县 GK6 钻孔岩芯古地磁测定结果, 17 米左右(位于第二海相层的上部陆相层)相当于距今三万年左右的拉尚事件。说明第二海相层形成时代是在距今三万年以前。

在玉木冰期(我国的大理冰期)中,根据世界很多地区古气候研究结果,曾出现过一次历时较长的气温明显回升的亚间冰期阶段,时间距今大约四万四千—三万年^[9]。这个亚间冰期,在欧洲称为哥特维格(Gottwig)亚间冰期,在苏联称为莫洛戈谢克斯宁(Мологосексин)亚间冰期^[8]。这个时期很多地方也同样发生过海侵,如地中海的第勒尼安 III(Tyrrhenian III)海侵和黑海的卡拉哥特(Karangat)海侵。我国渤海湾西岸则发生了献县海侵^[8]。因而,第二海相层形成的时代应是亚间冰期海侵的产物,距今三、四万年。

第三海相层在连云港 H70 孔直接出露,在灌云县 GK6 孔也几乎裸露于地表,上面仅覆盖一薄层耕作土。其孢粉成分已完全接近于目前植被。但是,如前面所述,第三海相层上、中、下部仍有微小差别。这种情况与东海全新世(A层)沉积完全相似^[2]。该层下部草本花粉较多,以禾本科、蒿属、藜科为主,木本以松属、栎属、栗属为主;中部以木本花粉占优势,并以常绿阔叶的青刚栎和栲为主,混有落叶阔叶的栎属、栗属、榆属,¹⁴C 测年结果为 7680 ± 400 年;上部以麻栎和榭树花粉为主,混有一定的青刚栎和栲。

从第三海相层孢粉成分中可以看出,它是冰后期沉积,上、中、下部分别相当于早、中、晚全新世。冰后期这次海侵在地中海叫弗兰德林海侵,在渤海湾西岸叫黄骅海侵。

四、关于第四纪海相地层孢粉组合特点的探讨

海洋沉积物中的孢粉,与陆缘地区植被关系密切,能够反映陆缘地区的植被,这已经为现代海洋沉积孢粉分析所证实,如鄂霍次克海、地中海、黄海等海域表层沉积物分析都得到了较为满意的结果。但是,海相地层中的孢粉仍具有一系列特点,根据这些特点,也可以帮助我们判断沉积相。

气候冷暖交替变化,是第四纪主要特点之一,气候变暖,洋面升高,造成了大范围的一致性海侵,并形成了海相地层。地球上植物界的千变万化不是孤立发生的,它们的发育与消亡都受到各种因素控制,而其中气候又是最主要的。所以,植被的演替发展阶段,能够反映气候冷暖、干湿变化过程。大规模分布有规律的海相地层,既然是气候转暖、海面升高的结果,其孢粉组合一定要比陆相地层温暖,从图 1—3 可以看出,海相地层分布深度与较暖的孢粉组合基本相符。我国东海、黄海以及上海、江苏、河北等沿海平原第四纪钻孔岩芯研究结果,也都是如此^[6,8]。

图 4 为海陆相地层孢粉种、属数量变化曲线,由此可以看出,海相地层中孢粉种、属数量要比陆相地层高,这主要是气候变暖、植被繁茂所造成。其次,在海洋环境下孢粉的搬运

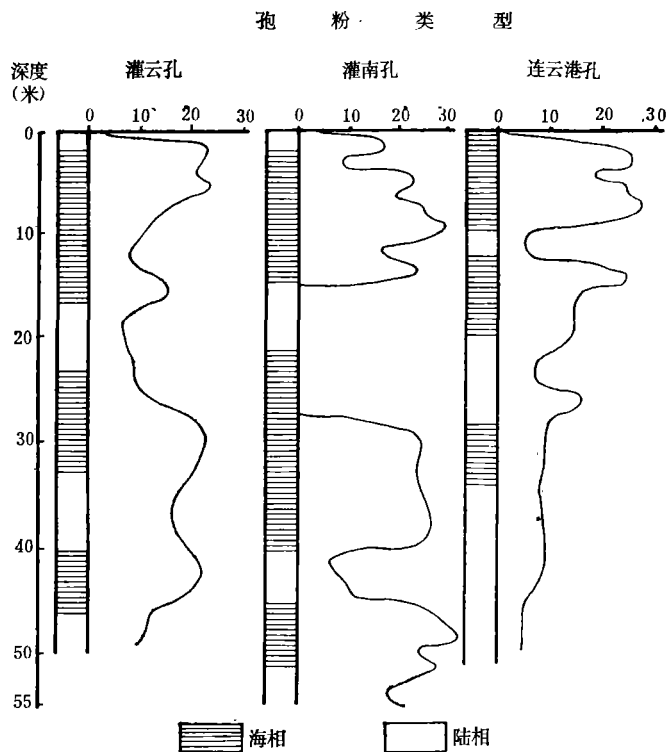


图 4 钻孔岩芯海陆相地层孢粉种、属数量变化图

受河流、海流、风等各种因素的影响。江河可以将其下游两岸植被的孢粉带入海中，海流也可将与附近陆源植被无关的异地孢粉带来。如在黄海南部沉积物中，发现了个别红树植物花粉，这与黑潮暖流北上有关。河流由于切割冲刷了老地层，把老地层中的化石孢粉带入海洋，成为再沉积孢粉。如萨哈林(库页岛)湾柱状沉积岩芯中，发现了大量第三纪胡桃粉、杉粉、桦粉^[40]。在黄海表层沉积物中，发现了来自山东半岛白垩系、第三系地层中的内环粉 (*Classopollis*)、无口器粉 (*Inaperturopollenitis*)、风尾蕨孢 (*Pterisporites*) 等。在我们分析的三个海相地层中，也发现少量再沉积松粉 (*Pinupollenites*)、雏囊粉 (*Parcisporites*) 等。

上述这些孢粉，虽然在孢粉总量中所占比例不大，而且通过古地理、岩相、海流等状况可以把它们区别出来，不影响近浅海沉积物中的孢粉与陆缘植被的密切关系，但却增加了海洋沉积物中的孢粉类型与种、属数量。

海相地层中，蕨类孢子含量较高。柯列涅娃在研究太平洋西北部海底沉积物孢粉时，发现孢子搬运得较远，因而认为孢子具有较大的浮力和被水携带的能力^[40]。她的推论已经被一些海域的孢粉研究结果所证实。图 5 为黄海和东海表层沉积物孢粉组合分带^[2,3]。在上海至日本鹿儿岛的东海海域中央部分为蕨属-松属-刺球藻组合区，其中蕨属含量占第一位。在黄海距岸最远的组合区是松属-椭球藻-栎属-蕨属-风尾蕨属。蕨类孢子含量比近岸地区要高。在中太平洋西伊里安岛附近海底沉积物中，孢粉总量距岛越远则越少，而蕨类孢子则相反，距岛越远百分含量越大，最远的站点几乎全是蕨类孢子^[4]。

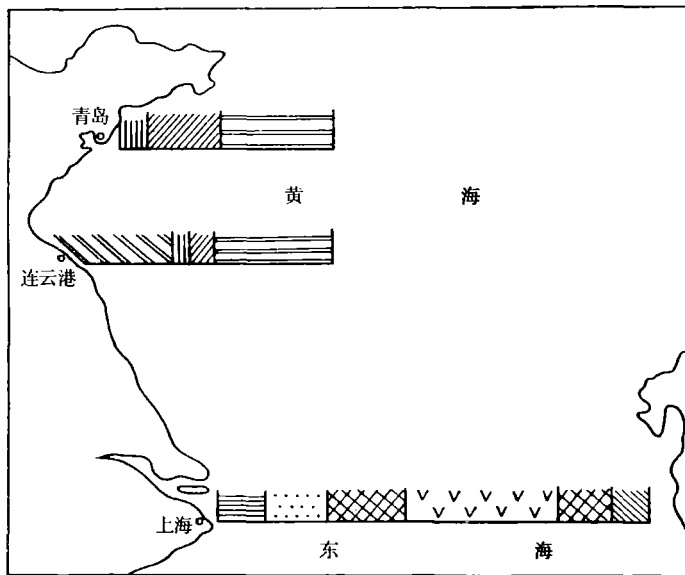


图 5 黄海、东海北部表层沉积物孢粉组合分区

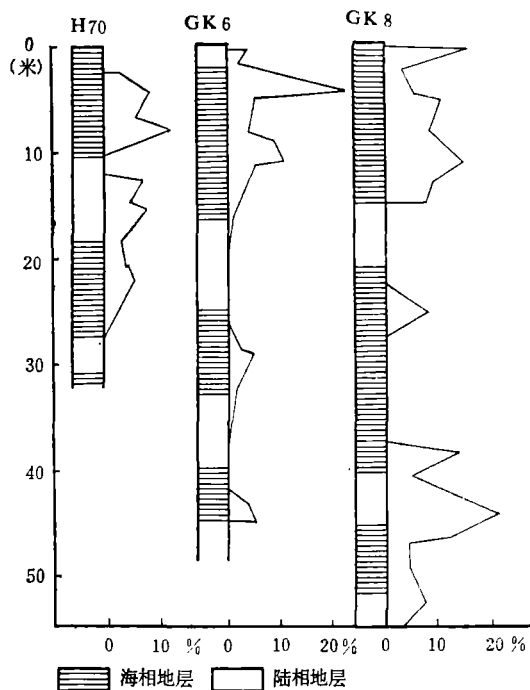


图 6 海陆相地层蕨类孢子含量图

从三个钻孔岩芯中的海、陆相地层蕨类孢子含量的对比可以看出(图 6),在海相地层中,蕨类孢子含量较高。

在滨海相地层中应该有较多的滨海盐生植物的孢粉,但是除红树植物花粉的形态有人做过一些研究外,这些指示植物的孢粉形态目前研究得还很不够,它们对古海相地层和古海岸线的研究是具有重要意义的。

参 考 文 献

- [1] 王开发, 1977. 海洋孢粉学研究进展. 地质资料汇编, 第六集. 重庆科学技术出版社, 1—4 页。
- [2] 王开发、孙煜华、张玉兰, 1979. 东海北部沉积物的孢粉、藻类组合及其古地理. 同济大学学报 2: 129—145。
- [3] 王开发、王永吉等, 1980. 黄海表层沉积物的孢粉藻类组合. 植物学报 22(2): 182—190。
- [4] 王永吉、蔡德陵等, 1980. 中太平洋西部海底沉积物孢粉分析及 C¹⁴ 年代测定. 海洋学报 4(2): 57—59。
- [5] 刘金陵、叶宜萍, 1977. 上海、浙江某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): 1—9。
- [6] 江苏省及上海市区域地层表编写组, 1978. 华东地区地层表(江苏省及上海分册). 地质出版社, 78—180 页。
- [7] 周光裕、刘大亮, 1963. 苏北连云港附近和山东半岛南部植被的比较研究. 山东大学学报(自然科学版) 1: 25—37。
- [8] 赵松龄、夏东兴等, 1978. 关于渤海湾西岸海相地层与海岸线问题. 海洋与湖沼 9(1): 15—24。
- [9] Masao Minato, 1972. Late Quaternary Geology in Northern Japan. XXIV Int. Geol. Cong. Canada Section 12: 63—71.
- [10] Коренева, Е. В., 1964. Споры и пыльца из донных отложений западной часть Тихого Океана Труды ГИН АН СССР, 13—19.
- [11] Вейнберге И. Г., М. Е. Воцилко, А. М. Шпеталенко В. Я. Стелле. В. К. Розе, 1976. Споро пыльцевая характеристика новых разрезов позднечетвертичных отложений прибрежной полосы суши и шельфа юго-западного побережья Охотского моря. издательство ЗИН АТЯЕ РЕГА, 133—147.

PALYNOLOGICAL ANALYSIS IN MARINE PHASES STRATA OF THE QUATERNARY PERIOD ALONG THE NORTHERN COAST REGION OF JIANGSU PROVINCE*

Wang Yongji

(First Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography)

Gou Shuming

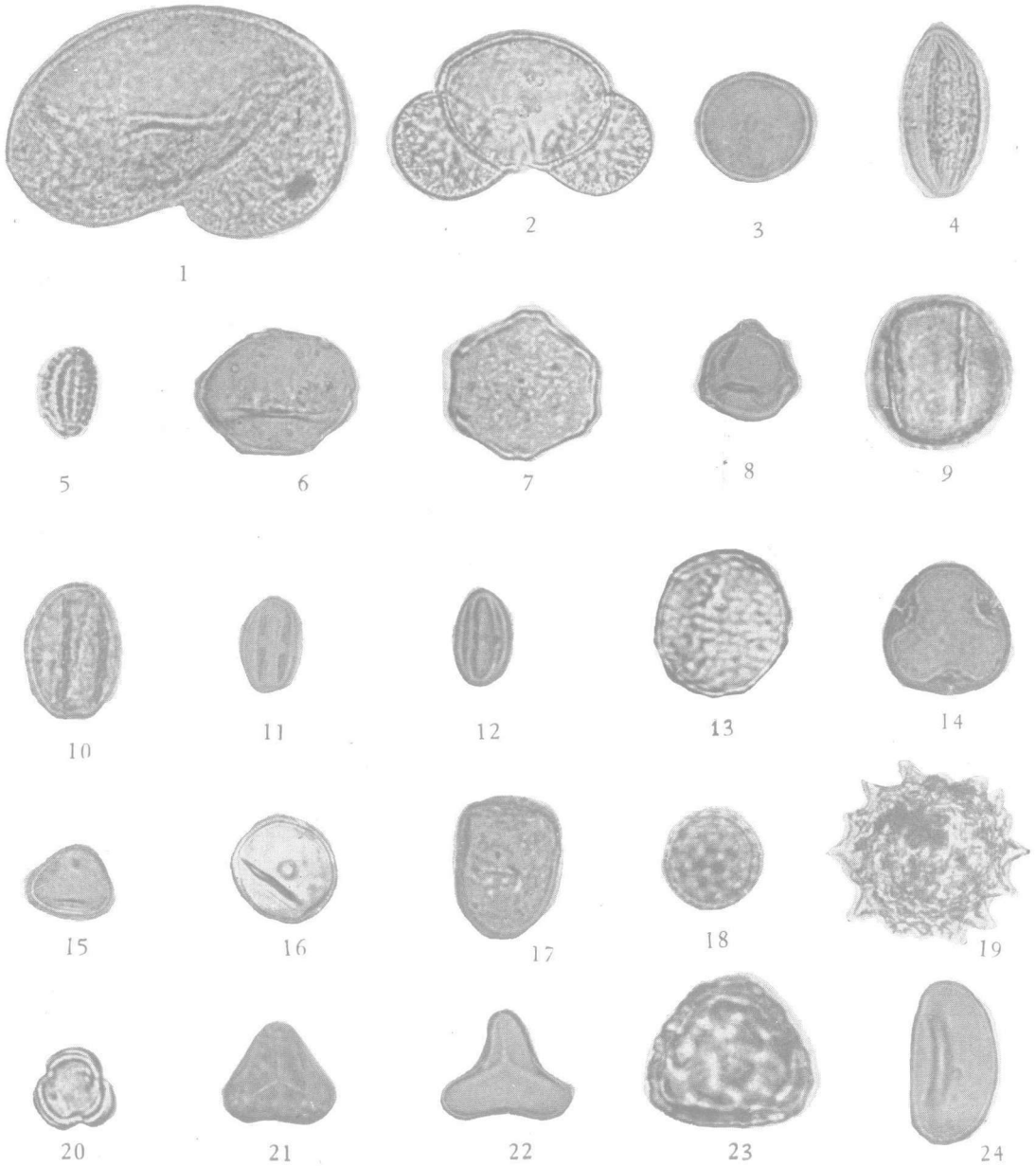
(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

In three Quaternary marine strata off the north coast of Jiangsu Province, 6049 spores and pollen grains belonging to 28 families and 25 genera were found. The pollen of deciduous broad-leaved forest is dominant in the sporo-pollen assemblage of the three marine strata, and the climate reflected by the assemblage is warmer in the marine strata than in continental strata. According to the sporo-pollen assemblage, ^{14}C dating and paleomagnetic data, the ages of three marine strata are Riss/Würm interglacial, Würm sub-interglacial and post-glacial period respectively.

The characteristics of sporo-pollen assemblage in the marine strata have been studied in this paper. The sporo-pollen assemblage is characterized by the marked variation of sporo-pollen, high content of pteridophyta spore and more sporo-pollen of halophilous vegetation in strand.

* Contribution No. 795 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.



1. 云杉属 (*Picea*); 2. 松属 (*Pinus*); 3. 柏科 (*Cupressaceae*); 4. 麻黄科 (*Ephedraceae*); 5. 柳属 (*Salix*); 6. 胡桃属 (*Juglans*); 7. 枫杨属 (*Pterocarya*); 8. 桦属 (*Betula*); 9. 槲树 (*Quercus dentata*); 10. 麻栎 (*Quercus acutissima*); 11. 栗属 (*Castanea*); 12. 栲属 (*Castanopsis*); 13. 榆属 (*Ulmus*); 14. 椴属 (*Tilia*); 15. 香蒲科 (*Typhaceae*); 16. 禾本科 (*Gramineae*); 17. 莎草科 (*Cyperaceae*); 18. 藜科 (*Chenopodiaceae*); 19. 菊科 (*Compositae*); 20. 蒿属 (*Artemisia*); 21. 碗蕨科 (*Dennstaedtiaceae*); 22. 蕨属 (*Pteridium*); 23. 凤尾蕨属 (*Pteris*); 24. 水龙骨科 (*Polypodiaceae*). 图版照片均放大 600 倍。