

# 东海DC-1孔岩芯孢粉组合及其 古地理研究\*

苟淑名

(中国科学院海洋研究所)

本文就DC-1孔地质岩芯的孢粉组合特征并结合该孔有关分析资料,对东海南部海域晚更新世末期以来沉积物的地层划分、海面变化和古地理及沉积环境进行探讨。

## 一、钻孔剖面的岩性特征

东海DC-1孔位于浙江近岸浅海,水深28米。钻孔可供研究之连续岩芯自剖面6.8—24.6米<sup>1)</sup>。

钻孔剖面的岩性自下而上分为四层(图1):24.6—19.4米为灰绿色极细砂,上部(22.2—19.4米)含大量软体动物贝壳和碎屑,下部未见;19.4—15.0米为灰黑色粉砂质粘土,含少量软体动物贝壳和碎屑;15.0—11.2米为黑灰色粘土质粉砂,含少量软体动物贝壳和碎屑;11.2—6.8米为灰褐色粉砂质粘土,含较多软体动物贝壳和碎屑。

## 二、岩芯剖面孢粉组合

DC-1孔共分析鉴定44个样品,均未经酸碱处理,而直接加热煮沸,采用2.1比重的重液浮选集中。在镜下鉴定统计时,绝大多数样品均在200粒以上。

鉴定表明,沉积物中孢粉含量十分丰富,种属众多,共见孢粉70余种,主要孢粉组合有:松属(*Pinus*),云杉(*Picea*),铁杉属(*Tsuga*),柏科(*Cupressaceae*),栎属(*Quercus*),青刚栎(*Quercus glauca*),栗属(*Castanea*),桦属(*Betula*),胡桃属(*Juglans*),枫杨属(*Pterocarya*),榆属(*Ulmus*),桑科(*Moraceae*),榕属(*Fra-*

*xinus*);香蒲属(*Typha*),黑三稜科(*Sparnganiaceae*),禾本科(*Gramineae*),莎草科(*Cyperaceae*),藜科(*Chenopodiaceae*),十字花科(*Cruciferae*),豆科(*Leguminosae*),狐尾藻(*Myriaphyllum*),蒿属(*Artemisia*);石松属(*Lycopodium*),卷柏(*Selaginella*),紫萁科(*Osmundaceae*),海金砂科(*Lygodiaceae*),里白科(*Gleicheniaceae*),膜蕨属(*Hymenophyllum*),碗蕨科(*Dennstaedtiaceae*),凤尾蕨属(*Pteris*),水龙骨科(*Polypodiaceae*)。

从孢粉图式看出,剖面19.4米以上地层中,蕨类孢子始终占优势,含量为14—62%,平均47.6%;木本植物花粉含量为24—63%,平均37.8%;草本植物花粉含量为5—24%,平均14.6%。剖面22.2—19.4米地层中孢粉以木本植物花粉为主。剖面22.2米以下地层中孢粉贫乏(图1)。

根据孢粉组合特点,剖面自下而上可划分为四个孢粉带。

1. 松属-柏科孢粉带。剖面19.4米以下地层。木本植物花粉占优势,平均含量为45.8%,松属为主;次为柏科,栎属、桦属和榆属。草本植物花粉平均含量21.9%,主要为莎草科,禾本科,香蒲属、蒿属和藜科。蕨类孢子平均含量32.4%,水龙骨科含量最高;此外有碗蕨科,凤尾蕨和膜蕨属等。剖面22.2米以下地层孢粉虽贫乏,但仍以松属为主,故一并列入该孢粉带。

\* 文中图件由蒋孟荣同志清绘。王少青同志进行样品分离处理。

1) 剖面0—6.8米未取芯,24.6米以下为一段与其上重复岩芯。

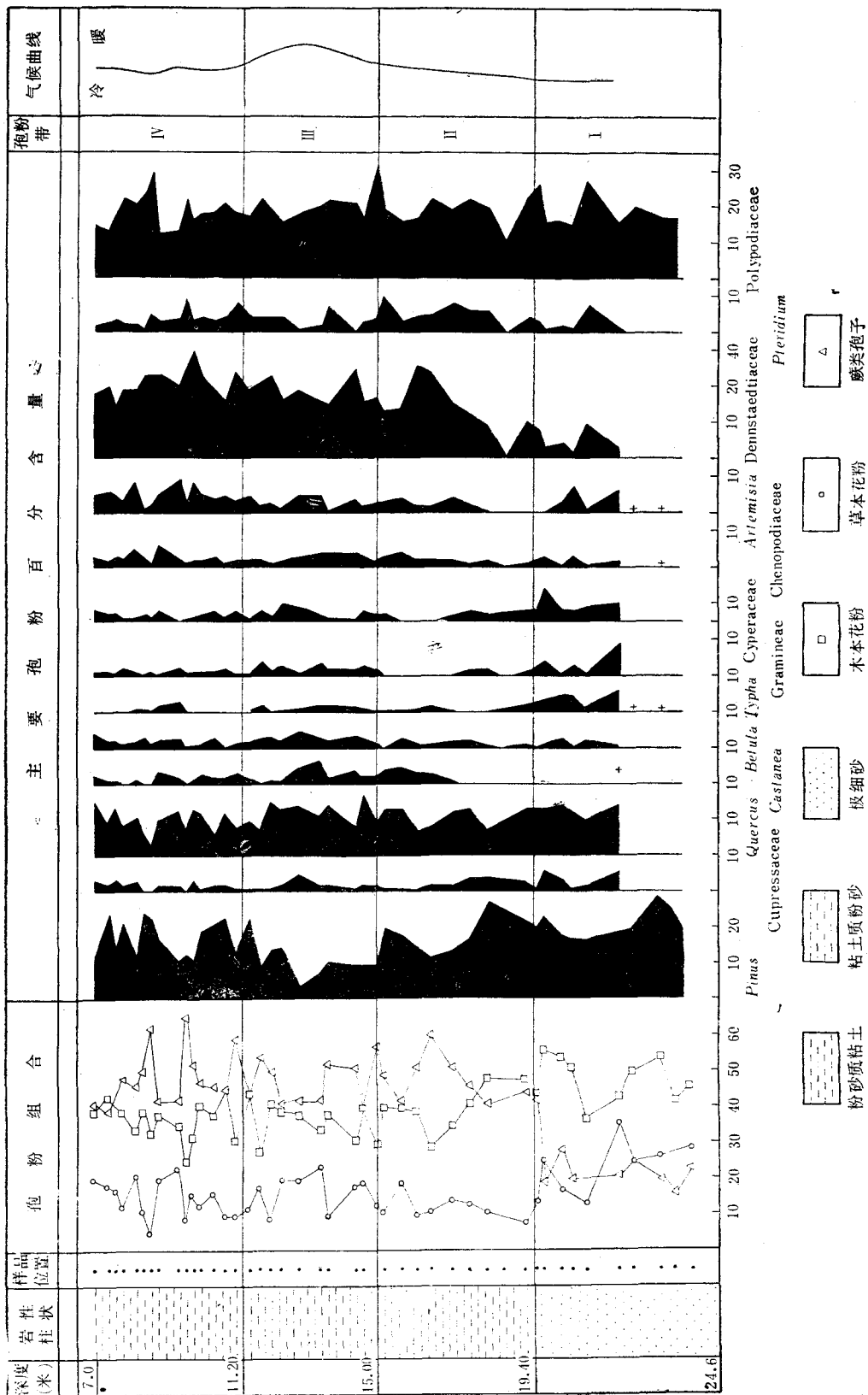


图1 DC-1孔孢粉组合图式

2. 松属-栎属-水龙骨科孢粉带。剖面19.4—15.0米地层。蕨类孢子为主,含量为14—60%,平均47.1%,以水龙骨科和碗蕨科为主,后者自下而上明显增多;次为凤尾蕨、膜蕨属和里白科;少量紫萁科。木本植物花粉含量35—63%,平均40.5%,松属占优势,次为栎属;此外有栗属、榆属、榛属、鹅尔榭属、胡桃属、枫杨属和栲属。草本植物花粉含量为8—23%,平均12.4%,主要有蒿属、藜科、莎草科、禾本科、豆科和香蒲属。

3. 栎属-青刚栎-碗蕨科-水龙骨科-松属孢粉带。剖面15.0—11.2米地层。蕨类孢子占优势,含量为41—57%,平均47.2%,主要是水龙骨科和碗蕨科;其次为凤尾蕨属、膜蕨属和里白科;少量紫萁科、海金砂科和石松属。木本植物花粉含量为28—44%,平均36.5%,落叶阔叶树种栎属、栗属明显增多,并出现常绿阔叶树种青刚栎;针叶树种松属明显减少;此外有铁杉属、桦属、榆属、鹅尔榭属、胡桃属、枫杨属、枫香属、桑科和栲属。草本植物花粉含量为9—24%,平均16.3%,主要有蒿属、藜科、禾本科、莎草科和香蒲属;其次有十字花科、豆科、狐尾藻和毛茛科。

4. 松属-栎属-碗蕨科-水龙骨科孢粉带。剖面11.2—6.8米地层。蕨类孢子占优势,含量为40—62%,平均48.1%,主要是碗蕨科和水龙骨科。木本植物花粉含量24—45%,平均37.4%,以松属为主,次为栎属;还有一定数量栗属、青刚栎、桦属、枫杨属和栲属。草本植物花粉含量5—23%,平均14.5%,蒿属为主,次为藜科、莎草科、禾本科、香蒲属、豆科、十字花科和狐尾藻。

### 三、植物演替及气候变化

孢粉组合的差异反映植物群落的演变,上述四个孢粉带反映了植物演替的四个阶段。

1. 针阔叶混交林植被阶段。孢粉组合中木本植物花粉以松属为主,次为柏科、栎属、桦属和榆属等,还有少量云杉属。说明当时陆缘区

松、柏等针叶林发育,并生长栎、桦和榆等落叶阔叶树种,成针阔叶混交林。草本植物多为喜湿的莎草科,香蒲属及喜干、喜盐碱的藜科,蒿属和禾本科等,在林间洼地、河湖沼池及其四周生长茂盛。说明当时气候比较冷而干燥。

2. 针叶、落叶阔叶林植被阶段。木本植物松属为主,但栎属、栗属、胡桃属和榆属增多。说明气候转暖,陆缘区以松为主的针叶林中,喜暖的落叶阔叶树种增多而成针叶、落叶阔叶林植被。草本植物中蒿属,藜科、莎草科和香蒲属仍有一定数量,表明林间洼地、河湖沼池仍发育湿生、水生和盐生植物以及喜暖的碗蕨植物。反映出当时气候逐渐转暖具温凉湿润特点。

3. 常绿阔叶、落叶阔叶混交林植被阶段。孢粉组合中落叶阔叶和常绿阔叶树种栎属,青刚栎和栗属等明显增多成为主要树种,桦属、榆属、胡桃属、枫杨属、栲属和桑科也是常见树种,并有柳属和枫香属。说明气候继续转暖,落叶阔叶和常绿阔叶树种取代针叶树种成为常绿阔叶、落叶阔叶林植被。草本和蕨类植物多为喜暖蕨,中盐生和 水生蒿属,藜科、莎草科,香蒲属和狐尾藻等。表明林间洼地、河湖沼池水草丰茂,盐生、湿生及半旱生植物生长茂盛。反映出这阶段气候是湿热的。

4. 针叶、落叶阔叶林植被阶段。孢粉组合中阔叶树种减少,针叶树种增多,同为森林的主要树种,陆缘区为针叶、落叶阔叶林植被。蒿属和藜科等草本植物增多、盐生、半旱生及水生植物生长茂盛。这阶段气候有所转凉但幅度不大,呈温凉特点。

从上述植被的演替可知,沉积过程中,针叶树种和阔叶树种之间增减的相对变化,反映出气候曾有几波波动,即冷而干燥-温凉湿润-湿热-温凉。

### 四、讨 论

根据孢粉组合和古气候特点,结合矿物、碳酸钙、软体动物、微体古生物、古地磁及碳

年测定等资料(图2),着重讨论两个问题。

### 1. 全新世地层下限与地层划分

在剖面19.4米以下地层中以木本花粉针叶树种为主,蕨类植物较少。在19.4米以上地层中孢粉含量丰富、种属众多,蕨类植物始终占优势,碗蕨科显著增加,木本植物中阔叶树种增多并出现了热带树种,相反针叶树种减少。很显然气候发生了明显的变化,可知剖面19.4米为一重要而明显的地质界限。此外,其他分析资料也可证实,岩性的变化,以19.4米为界,其下为极细砂,其上为粉砂质粘土。矿物组合的变化,19.4米以上为片状矿物-白云石矿物组合,其下为普通角闪石-绿帘石-钛铁矿

矿物组合。碳酸钙的含量曲线在19.4米发生明显转折,其上含量急速减少。软体动物群主要集中在22.2—19.4米地层,含量丰富种属多,其下不含软体动物,其上含量少种属单调。微体古生物主要在19.4米以上地层中,其下仅见几个个体。古地磁测定剖面19.4—18.7米地层在沉积过程中地磁场曾发生过一次短期反极性事件,经碳年代测定其年龄为距今 $11510 \pm 570$ 年。因此确定剖面19.4米为全新世地层的下限,其年龄为距今12000年。

剖面19.4米以上为全新世连续沉积,但从孢粉组合及古气候特点,都表明15.0米和11.2米为两条较为明显的界限。上述古气候的变化与目前国际上普遍采用的布列特-色尔南德对

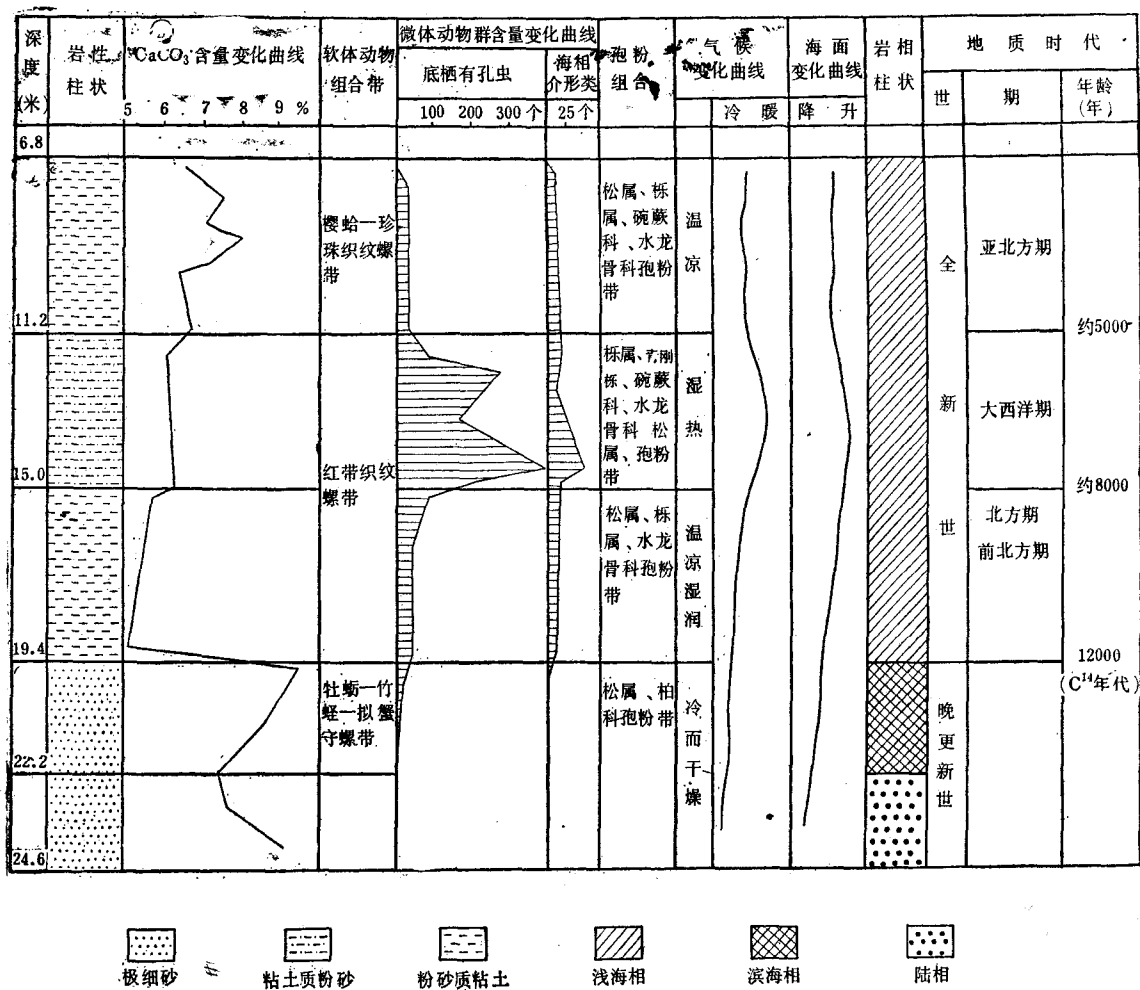


图2 DC-1柱状剖面综合分析图

全新世地层划分表

剖面深度 (米)	岩性	世	气候	期	年龄 (年)
6.8	灰褐色粉砂质粘土	全新世	温凉	亚北方期	约5000
11.2	黑灰色粘土质粉砂		湿热	大西洋期	
15.0	灰黑色粉砂质粘土		温凉湿润	北方期 前北方期	约8000
19.4					12000
24.6	绿灰色极细砂	晚更新世	冷而干燥		

全新世气候进行的分期相似。故本区全新世地层作进一步划分列入下表。此外从硼的含量曲线在15.0米(含量最高)和11.2米(含量最低)为明显转折点。碳酸钙的含量曲线和微体古生物的含量在15.0米和11.2米附近变化明显(见图2)。

## 2. 海面变化与古地理

在剖面24.6—22.2米极细砂地层中,孢粉贫乏,但仍可反映出当时气候偏冷。该地层中不含软体动物和微体古生物,碳酸钙含量高,表明当时海水尚未进入本区,径流作用明显,沉积物是河流、湖沼环境下形成的。

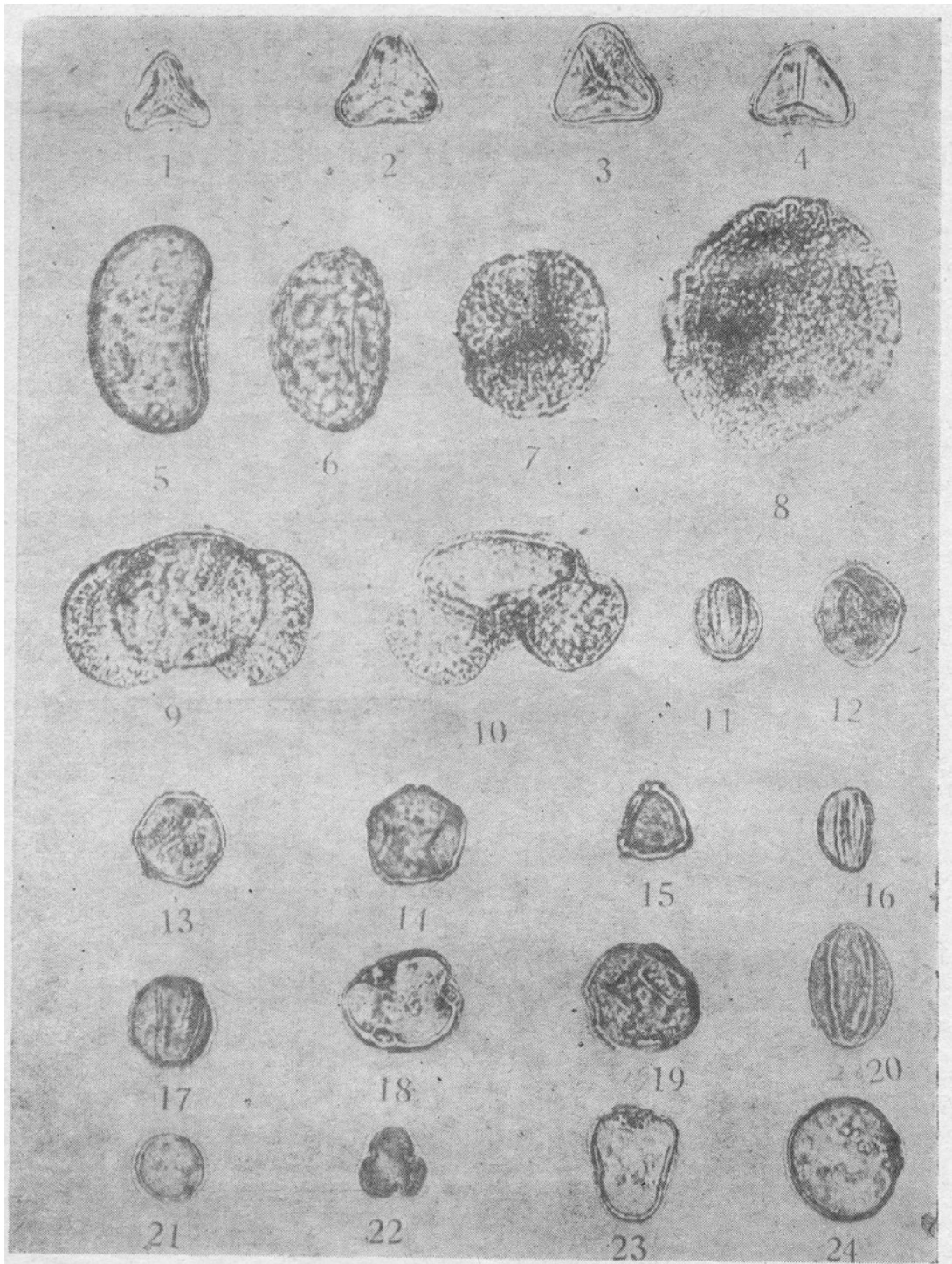
剖面22.2—19.4米极细砂地层,岩性基本没变化。孢粉组合反映出气候偏冷。软体动物含量丰富,种属多,主要代表种为樱蛤属、织纹螺属、牡蛎属、竹蛭属、拟蟹守螺属、兰蛤属、露齿螺、核螺属、镜蛤属和小塔螺属,其生活习性多为潮间带或近岸滨海环境。有孔虫开始出现,为底栖近岸浅海种。碳酸钙含量复又升高。说明海面抬升,海水开始进入本区成为近岸滨海环境,径流作用对本区的影响仍强烈。

距今12000年前后地球磁场发生了短期倒转,气候明显转暖,海面迅速抬升。陆缘区落叶阔叶林分布扩大,针叶树种分布缩小,草本、蕨类植物生长茂盛,河湖沼池发育。孢粉组合中蕨类孢子占优势,水生、盐生植物甚

多,可知本剖面离岸不远。岩性在这时期基本没大变化,碳酸钙含量降低以后仅有小的波动。都表明进入了另一沉积环境。软体动物属近岸浅海种。微体古生物含量增多,优势种为拉马克五块虫、亚洲砂竖口虫、异地企虫、连接转轮虫、高锅转轮虫和多变假车轮虫等浅水种,均为底栖有孔虫。说明剖面19.4米以上的全新世地层为近岸浅海相沉积,代表着一个较为完整的沉积相序。

进入全新世以后,气候继续转暖至6000年前后达最佳气候期大西洋期,海面抬升到最高位置,海侵范围扩大,但本海域西邻山地丘陵,仍保持近岸浅海环境,孢粉中蕨类孢子始终占优势即可说明。随后气候虽有所转冷,海面有所下降,但从孢粉含量变化不大,岩性仅细微改变、软体动物和微体古生物以及碳酸钙含量变化均小,表明海面波动幅度小。

从以上讨论可得出如下结论。该孔全新世地层下限在19.4米处,其年龄为距今12000年。其下为晚更新世陆相及近岸滨海相沉积地层,其上为全新世近岸浅海相沉积地层,进一步划分为:19.4—15.0米前北方期和北方期沉积;15.0—11.2米为大西洋期沉积;11.2—6.8米为亚北方期沉积。晚更新世后期海水进入本区,岸线在其西不远,陆相环境变为近岸滨海环境。全新世开始后海面迅速抬升,但本区始终处于近岸浅海环境,与目前接近。



图版说明: 1—2. 里白科 *Gleicheniaceae*; 3—4. 碗蕨科 *Dennstaedtiaceae*; 5—6. 水龙骨科 *Polypodiaceae*; 7. 膜蕨属 *Hymenophyllum*; 8. 铁杉属 *Tsuga*; 9—10. 松属 *Pinus*; 11. 柳属 *Salix*; 12. 胡桃属 *Juglans*; 13—14. 枫杨属 *Pterocarya*; 15. 桦属 *Betula*; 16—17. 栎属 *Quercus*; 18. 椴属 *Tilia*; 19. 枫香属 *Liquidambar*; 20. 栲属 *Fraxinus*; 21. 桑科 *Moraceae*; 22. 蒿属 *Artemisia*; 23. 莎草科 *Cyperaceae*; 24. 禾本科 *Gramineae*。(以上照片均为×800)