

浙江第四纪泥质海相沉积层的形成和鉴别

郎 鸿 儒

(浙江省地矿局区调队)

提要:提出了浙江东部沿海平原的形成是海水作用下形成的。介绍了泥质海相沉积层的形成及鉴别方法。

我国的海滨平原多数是海动力作用下形成的。过去由于认识上的局限,将它误认为冲积、湖积成因。五十年代末以来,随着区域地质、水文工程地质和浅层天然气调查的全面开展,特别是近十年来,由于鉴别沉积相的手段增多,这些海积平原才被逐渐认识或肯定下来。笔者在浙东沿海地质调查中,对第四纪泥质海相沉积层的形成过程以及如何鉴别泥质海相沉积层,进行了多方面观察、研究。积累了不少资料,形成了一些认识和看法,特撰此文。

一、泥质海相沉积层的形成

我国有不少东流入海的江河,每年将总达 2000Mt 左右的泥沙^[1]源源输入大海。在边缘海域形成一条北宽南窄的混浊流带。其中近边缘部分海水呈黄色,混浊度高,透明度差,称之高混浊带;外缘成灰蓝绿色,稍混浊,称低混浊带。在浙江高混浊带北部宽80km,南部20km左右,外界与20m水深线相一致;低混浊带,北部宽约20km,南部窄至15km,外界基本与60m水深线相吻合。上述分带现象在卫星象片上显示清楚。遇大风浪天气,两带宽度都明显扩大。河流洪水期从上游携来的较粗物质(多为细砂,少数粗粉砂),部分堆积在河流入海积平原处,另外至河口在潮流顶托下形成沙洲,其余由潮流或沿岸流带至河口右侧海岸带堆积成沙质岸滩或沙堤。沙的这一运动轨迹在浙江无一例外。

河水对海水的冲淡作用亦是微弱而局部的。如钱塘江全年流量 32820 Mm³^①,仅为河口杭州湾潮流量的数百分之一。近岸海水的含盐度,杭州湾为 30‰,其余在 31~32‰左右,至舟山群岛附近达 34‰^[2]。按 1958 年威尼斯盐度分类方案,均系真盐水。盐度小于 30‰的混盐水,仅分布在海积平原的河道中。

混浊流中的泥沙等悬浮质在运移中逐渐沉积,其中主要堆积在高混浊流分布之水域,特别是高潮线以下至数米水深范围内。据浙江海岸动态资料,各处外涨速度甚不一致,其中最快处每年达 70m^②。喇叭形河口湾和海积平原区的峡港型河道之堆积机理亦与其它海

①根据 1956 年卢茨埠测站资料。

②根据笔者,1979 年,全新世以来浙江海岸之升降。浙江区调,1979 第 2 期。

崖带的沉积机理相同,都是由于边滩不断加积,使之逐渐出水成陆。这样久而久之,使喇叭形河口湾束窄成峡港型河道,进而发育成宽度较小的平直河道。杭州湾的沉积作用主要发生在南侧,沉积外涨迅速,沉积物较粗(重亚砂土—轻亚粘土),形成的平原较高(标高多在4m以上)。这些特征是喇叭型河口湾内的特殊水动力条件所致。在低浊流分布的海域内,堆积作用微弱,在浙南50m水深处,全新统厚度仅1m左右^①。

二、泥质海相沉积层的鉴别

人们为了认识和区别物体,首先必须通过对物体形态、组成物以及发展变化情况和彼此间关系等方面的观察、研究,找出其固有的、有别于其它物体的特征和属性。进而根据这些特征和属性来认识和区别物体。而对发展变化情况和相互关系的认识也是通过对形态、成分研究后总结出来的。因此,可以把为区别物体的研究内容概括成形态和组成物两个方面。我们对泥质海、陆相沉积层的鉴别亦可以这两方面入手。

(一) 泥质海相沉积层的形态特征

浙江全新世泥质海相沉积层,它在沿海组成低平的宽窄不一的海积平原。除局部由于堆积时潮流作用较强的地段成为平原上的低地、湖泊外,从山麓至高高潮位附近,宽数十公里的平原表面,高差一般不超过几十厘米。在高高潮带、高潮带稍有依次递降现象,但地形仍较平坦。高潮位以下,地形明显向海倾斜,至平均海平面以下坡度逐渐转缓。到20m左右水深处坡度再次变陡,沉积层迅速变薄,至60m水深处接近尖灭。整个沉积体,在垂直海岸剖面上成为平顶、凸底,前缘(指水下部分)微微外倾的不规则扁平透镜体(图1)。

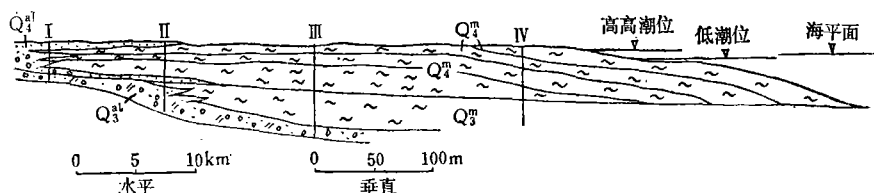


图1 浙江海积平原横剖面示意图

Fig. 1. Diagrammatic cross section of the Zhejiang marine deposition plain.

Q_4^I Q_4^{II} 泥质海相沉积层, $Q_4^{I'}$ $Q_4^{II'}$ 粗粒、含粘性土之粗粒冲积层

平原上的湖泊水深一般不及2m(指自然湖泊而言),多数与河流没有直接联系,沉积作用微弱,岩性为含有有机质较高的饱水状粘土、亚粘土,局部为湿性草本植物残骸和粉土质亚粘土(后者是湖岸的海相沉积层,经湖浪冲刷、分选后的堆积);在山区性河流流入海积平原的地段,多数有一个被河流分隔成两半的,覆盖在海积层之上的外凸“冲积舌状体”,发育在海积平原上的河道,一般都较平直,这是潮汐作用河道的一大特点;在上述河道两侧屡见稍低于海积平原的狭长小块平原分布,形态酷似河流堆积阶地,但两者在搬运动力、沉积介质、物质来源、形成机理等方面迥然不同;前者是潮流进入峡港型河道

① 根据国家海洋局海洋二所李家芳报导资料。

后,在边滩的摩擦作用下,动能不断减小,致使携带的部分泥沙发生沉积,这样日复一日,边滩逐渐增高,最后出水成陆;在上游沙源较丰富的平直型河道右侧海岸带或海积平原上,常有与海岸平行的沙堤发育(堤宽60~200m,长数百米至数十公里),主要由细砂组成;海积平原表部,普遍有一层厚0.6~2m的灰黄色“氧化层”。

上述“地质体”由不同的相和微相层组成:在垂直剖面上,底部常为滞进型泻湖相沉积层,岩性为灰黑色富有机质粘土、亚粘土;往上逐渐由潮间带沉积所取代,该层以鱼鳞(脉)状、透镜状、等厚和不等厚沙泥薄互层理发育为特征(这些层理在象山港以北地区特别发育);再往上递变为不具层理的潮下沉积层;顶部为不厚的泥质海相沉积层与湖沼、泻湖相沉积层间互,在堆积湖沼层的同时,滨岸不远的水下局部沉积了炭质微层。上述地层结构在象山港以北的广大海积平原中,颇具代表性。象山港以南可能由于粉砂含量减少,上述潮间带的特征构造很不发育。

以上是海积平原地区的代表性地层结构,其实随所处地貌位置不同,地层结构亦不完全一样。现以图1中的I、II、III、IV四处的地层剖面为代表分别作一扼要介绍:

剖面I,位于临近海积平原的山区性河谷中。此地在海进期间被海水淹没时,成为峡港,海水退出后又成为谷地。在剖面上反映为冲积层与淡化海水泥质沉积层相间的地层结构:

剖面II,位于山区性河流与海积平原交界处下方。全新统之下为晚更新世海积层,该层顶部有数米厚的氧化层发育,在氧化层之上局部见有晚更新世冲积层,在剖面上为成对出现的平凸透镜层。在全新统底部有含泥质海相沉积物(淤泥质土)的冲积砂砾石层,剖面上呈不规则的透镜体,平面形态呈舌状。整个全新统剖面由同一旋回的几层泥质海相沉积层所组成,其中尚可见到发育在海积层中的古河道横剖面轮廓以及堆积在这些古河道中的淡化海水的泥质沉积层。顶部在河道两侧堆积了扁平的平凸透镜状冲积层。

剖面III,位于海积平原中部,平原顶部由全新世第三海相沉积层^①组成。全新统全部覆盖在晚更新世海积层之上。在全新统厚度较小的地区,晚更新世海积层之顶部有较厚的氧化层发育。整个全新统剖面由三个泥质海相沉积层和夹于其间的两个湖沼相沉积层组成。局部见峡港型河流中的淡化海水之泥质沉积层。

剖面IV,位于顶部由全新世第四海相沉积层组成的地区。整个全新统由四个海相层组成。其中第一、第二、第三海相层和第四海相层下部为潮下堆积。第四海相层上部系潮间带沉积(显海退序列的特点),此地等厚沙泥薄页层理发育,局部沙泥薄页层理有揉皱现象(俗称变形构造或卷曲层理)。在每一潮下沉积层的底部,可见由细小炭质组成的微细层理,单层厚1mm左右。

以上是浙江全新世海相沉积层中常见的沉积构造和不同地貌单元中的地层组构特征。

(二) 泥质海相沉积物的组分特征

1. 粒度特征:由于在不同的自然地理环境中,具有不同的搬运方式和沉积介质,从而形成不同的粒度结构和分布状态。泥质海相沉积是经海水长距离搬运,又在海水中沉积的,因此,它具有颗粒细、分选好、同期沉积在较大范围内颗粒级配变化不大的特点。以临山的平原边缘至海岸带数十公里范围内,同为粉土质重亚粘土或粉质粘土。

^① 根据笔者,浙江的全新统,中国沿海地区第四纪文集

近80个泥质海相沉积物,均系悬浮沉积,在CM图中多数样品落在海洋悬浮沉积物区,少数落在均匀悬浮沉积物区。沉积物M值多在 $4\sim 15\mu\text{m}$,少数 $15\sim 40\mu\text{m}$;C值多在 $300\mu\text{m}$ 以下。而14个泥质陆相沉积样品9个落在悬浮沉积物区,其余在滚动沉积物区,其C值均大于 $450\mu\text{m}$,多值M值大于 $15\mu\text{m}$ 。两类泥质沉积物以座标 $C=1000\mu\text{m}$, $M=0$ 和 $C=100\mu\text{m}$, $M=100\mu\text{m}$ 的两点之连线AB分野,它的右上方为泥质陆相沉积分布区,左下方为泥质海相沉积分布区。

泥质海相沉积物的概率累积曲线由四个对数正态次总体组成,根据上更新统和全新统的9个样品统计,平均总斜率为0.95,是陆相沉积总斜率的1.64倍,平均C值 $185.11\mu\text{m}$,仅为陆相的 $1/5.98$,细端第一截点平均 $2.17\mu\text{m}$,C与细端第一截点之比为85.3,仅是陆相的 $1/4.81$ 。

2. 矿物成分^①: 经差热、红外吸收光谱和电镜照片研究,泥质海相沉积物的矿物成分以水云母、水白云母为主,绿泥石、绿帘石、方解石次之,局部含少量高岭石,而泥质陆相沉积物的矿物组成则以高岭石和水云母为主。两者矿物组合有明显差别,它们在红外吸收光谱谱线的波谱形态上虽基本相同,但在细部上差别显著:在陆相沉积物波谱上缺失 1440cm^{-1} 吸收峰,而波谱中 380cm^{-1} 、 416cm^{-1} 两个次级吸收峰和 640cm^{-1} 、 720cm^{-1} 、 840cm^{-1} 左右三个吸收峰的相对幅度远较海相沉积的大。总的来看海相沉积的透射率要较陆相沉积的大得多。

3. 地球化学特征^②: 在泥质海、陆相沉积中我们曾做了百余个样品的硅酸盐、化学分析和数以百计的光谱半定量分析。发现某些化学成分在海、陆相沉积中的含量差别显著,尤其是CaO、FeO、Na₂O、MgO和P₂O₅等5种化学成分,在上述两类沉积物中不但含量差别大,且比例恒定,经数学地质方法和图解法处理,其鉴别效果良好。下面对这两种方法分别作一介绍:

(1) 图解法

图2中横座标表示CaO、FeO、Na₂O和MgO的百分含量之和(用对数表示),纵座标表示P₂O₅的百分含量。我们将陆相、海相、过渡相(淡化海水和泻湖沉积)等总共百余个样品有关成分的含量,按数值投到该图上,发现这些点群基本沿45°方向伸

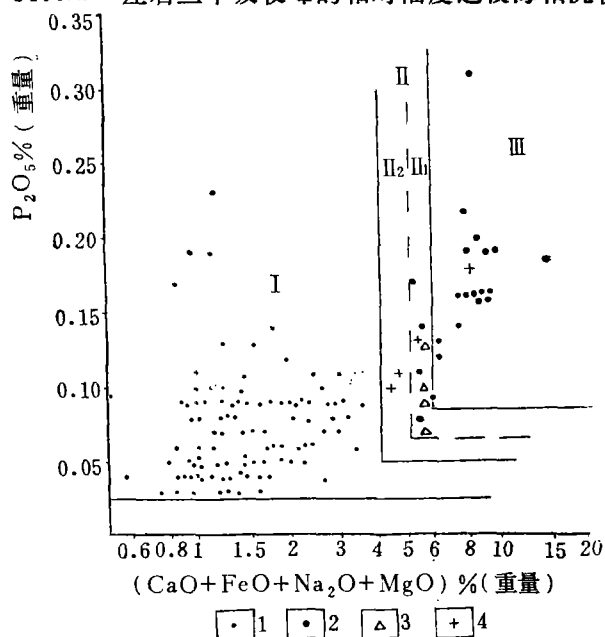


图2 第四纪泥质海陆相沉积物中P₂O₅对(CaO+FeO+Na₂O+MgO)图解

Fig. 5. Diagram of P₂O₅ versus (CaO+FeO+Na₂O+MgO) in the Quaternary

Pelitic marine and continental sediments in Zhejiang.

1. 陆相(样品), 2. 海相(样品), 3. 淡化海相(样品), 4. 泻湖相(样品)

① 根据1:20万宁波、余姚等五幅联测和《浙江省区域地质志》资料。

② 分析资料根据1:20万宁波、余姚等五幅联测和《浙江省区域地质志》。

展;陆相样品集中分布在纵座标0.025~0.15,横座标0.8~3.5的靠近原点的范围内;海相样品全部落在纵座标0.08~0.32,横座标5~15,远离原点的范围内。其中部分泻湖相沉积和全部淡化海水沉积落在纵座标0.05~0.25,横座标4~6范围内,现在我们将分别命以I、II、III区表示之:I区为陆相沉积分布区;II区是过渡区,其中II₁亚区为海相沉积和淡化海水沉积混杂分布区,II₂单为淡化海水沉积分布区;III区为海相沉积分布区。泻湖相沉积在II区和III区均有分布。

根据22个样品统计,海相沉积中含Mn 650ppm、Ni 38.7ppm、Cu 38ppm、V 115.5ppm、Co 15ppm,分别为陆相(74个样品平均)沉积中含量的1.55、1.84、1.6、2.07和1.41倍,含Pb 33.7ppm、Zr 182ppm、Zn 77.3ppm,分别是陆相沉积含量的0.81、0.59和0.81倍。

(2) 数学地质法

判别分析是数学地质中用来对各种地质对象进行识别、分类的有效方法之一。从以上论述中可以看出,在泥质海、陆相沉积中所含之FeO、MgO、CaO和Na₂O等四种氧化物的差别是很显著的。现定泥质海相^①沉积为A、陆相沉积为B,四种氧化物分别以x₁、x₂、x₃和x₄表示。根据判别分析的概念,建立多元线性判断函数式: $R=c_1x_1+c_2x_2+c_3x_3+c_4x_4$ (式中c₁、c₂、c₃、c₄分别为FeO、MgO、CaO和Na₂O的待确定系数); $\bar{R}_A=c_1\bar{x}_1+c_2\bar{x}_2+c_3\bar{x}_3+c_4\bar{x}_4$; $\bar{R}_B=c_1\bar{y}_1+c_2\bar{y}_2+c_3\bar{y}_3+c_4\bar{y}_4$; $R_0=1/2(\bar{R}_A+\bar{R}_B)$ 。式中之 $\bar{R}_A$ 和 $\bar{R}_B$ 分别为海相和陆相沉积的平均综合指标, $\bar{x}_1$ 、 $\bar{x}_2$ 、 $\bar{x}_3$ 、 $\bar{x}_4$ 和 $\bar{y}_1$ 、 $\bar{y}_2$ 、 $\bar{y}_3$ 、 $\bar{y}_4$ 分别为海相、陆相沉积中FeO、MgO、CaO、Na₂O含量的平均值, R_0 为 $\bar{R}_A$ 和 $\bar{R}_B$ 的临界值,即判别指标。

经计算(计算过程略)得:c₁=0.0161, c₂=0.2531、c₃=0.0537, c₄=0.2469; $\bar{R}_A=1.2695$, $\bar{R}_B=0.3035$, $R_0=0.7865$ (计算所用样品,A类17个,B类31个)。

根据公式: $Dxi = \frac{Cidi}{D_n^2} \times 100\%$, 计算得FeO、MgO、CaO和Na₂O的贡献值分别为3.21%、56.43%、8.97%和31.39%,其中MgO的贡献值最大,Na₂O次之,CaO较小,FeO最小。

根据显著性检查公式:

$$F(k, N_1 + N_2 - k - 1) = \frac{N_1 \times N_2}{(N_1 + N_2)(N_1 + N_2 - 2)} \times \frac{N_1 + N_2 - k - 1}{K} \times D_n^2 (N_1 + N_2 - 2),$$

计算得F=96.4273,从F检验的临界值(F_α)表查得:F_(4,43)^{0.1}=2.08, F_(4,43)^{0.05}=2.59, F_(4,43)^{0.01}=3.79。

则F>F_(4,43)^{0.01},且相差悬殊。从以上数值可以看出,判别可信度大大超过99%。

如果遇到对某一泥质沉积层的成因确定不下来时,就可以取少量样品,用化学分析的方法测得其中FeO、MgO、CaO和Na₂O的百分含量,然后将数值代入判别式 $R=c_1x_1+c_2x_2+c_3x_3+c_4x_4$,当所得数值大于0.7865时为海相沉积,小于0.7865时为淡化海水沉积或陆相沉积,两者均以0.6为临界值,小于0.6为陆相,大于0.6者为淡化海水沉积。我们曾对103个新生界陆相样品进行验证,其中R_B最小为0.0804,0.1~<0.2者38个,0.2~<0.3者33个,0.3~<0.4者11个,0.4~<0.5者15个,0.5~0.5816者5个,最大为0.5816。103个样平均为0.2732。我们又对23个第四纪海相沉积样品进行验证,其中0.8424~<0.9者4

^① 尚包括海水环境下堆积的富有机质粘性土。

个, $0.9 \sim <1$ 者4个, $1 \sim 1.4134$ 者15个, 23个样品平均为1.1032。从上述验证结果看, 效果是令人满意的。

4. 古生物特征: 人们运用“将今论古”的原理, 根据地层所含化石, 推断沉积环境的方法, 这是大家所熟悉的。在浙江泥质海相沉积中, 已发现和鉴定成果的能用来指相的化石有: 有孔虫、海相介形虫、瓣鳃、腹足等门类。在有孔虫中有胶结壳类、瓷质壳类、瓶虫类、列式壳类、平旋壳类、螺旋壳类和浮游类等共230多个属种; 海相介形虫近百个属种。上述各类化石的生态特征和指相意义, 许多学者进行过研究, 已有不少专著和论文对其进行了阐述和讨论。对此, 笔者不想妄加评述, 但是有两点还是值得一提的。前几年我们在新近形成的海积平原和潮间带取了许多样品, 进行微古分析, 发现有孔虫化石在泥质海相沉积层中的分布情况与沉积物的粒度大小密切相关: 在粉土质轻亚粘土和粉土质重亚砂土中, 不但含量丰富, 且属种繁多; 而在粉质粘土和重粘土中, 则含之寥寥, 且属种亦很单调。反映在同期海相沉积中, 水动力条件弱的地方, 沉积物中有孔虫含量少, 甚至不含有孔虫化石, 而适于粉土质重亚砂土—轻亚粘土堆积的水动力条件有利于有孔虫遗骸的富集这一现象生动地反映了化石(微古)在地层中的分布是受沉积机理支配的。据前所述, 浙江全新世的泥质海相沉积物, 主要是在潮间带和潮下数米水深的环境中堆积的。在这些沉积物中含有远洋浮游类和生活在不同深度的各种底栖有孔虫的遗骸。这一实例揭示了有孔虫化石在地层中分布是受沉积条件的控制。

另外, 对 *Ilyocypris* (土星介)、*Candona* (玻璃介)、*Eucypris* (真星介) 等介形虫的指相性亦值得进一步讨论。关于这些介形虫与有孔虫和海相介形虫共生的例子在国内外都有报道^[3]: 在冀西下更新统泥河湾组中介形虫 *Ilyocypris*、*Candona*、*Cyprideis* (正星介)、*Candoniella* (小玻璃介)、*Limnocythere* (湖花介)、*Eucypris*、*Cyclocypris* (球星介) 与有孔虫 *Nonion* (九字虫) 共生; 在江汉盆地渐新统荆河镇组中介形虫 *Eucypris*、*Cyprinotus* (美星介) 与有孔虫 *Discorbis* (圆盆虫) 共生; 莱因盆地古新统阿启塔阶上部介形虫 *Cytheromorpha* (花形介)、*Haplocytheridea* (单丽花介)、*Loxoconcha* (弯贝介)、*Candona*、*Eucypris* 与有孔虫 *Bolivina* (箭头虫)、*Ammonia* (卷转虫)、*Quinqueloculina* (五块虫)、*Bulimina* (小泡虫) 等共生; 阿塞拜疆始新统阿克恰格阶中 *Bythocypris* (深海星介)、*Paracypris* (似星介)、*Ilyocypris*、*Cyprideis*、*Loxoconcha* 与有孔虫 *Triloculina* (三块虫)、*Nonion*、*Ammonia* 共生; 在我省杭、嘉、湖地区上更新统宁波组中介形虫 *Ilyocypris*、*Candona*、*Cypria* (丽星介) 与有孔虫 *Ammonia*、*Asterononion* (星九字虫)、*Elphidium* (希望虫)、*Protelphidium* (先希望虫)、*Lellanthus* (花室虫)、*Ftosalina* (玫瑰虫) 等以及海相介形虫 *Neomonoceratina* (新单角介)、*Sinocytheridea* (中华丽花介)、*Sinocythere* (中华花介)、*Loxoconcha*、*Leguminocythereis* (豆艳花介)、*Albileberis* (洁面介) *Parabosquetina* (似包斯奎特介) 等共生; 在慈北平原地区上更新统东浦组中介形虫 *Candoniella* 与有孔虫 *Hopkinsina pacifica* (太平洋霍土虫)、*Nonionella jacksonensis* (杰克逊小九字虫)、*Guembelitra vivans* (观生金伯尔虫)、*Nonion Shansiensis* (山西九字虫)、*Elphidium nakanokawaense* (霜粒希望虫)、*E. asiaticum* (亚洲希望虫)、*E. magellanicum* (缝裂希望虫)、*Ammonia beccarii* Var (毕克卷转虫变种)、*A. dominicana* (圆形卷转虫)、*Pararotalia armata* (缘刺仿轮虫) 等以及海相介形虫 *Sinocytheridea*

latiovata (宽卵中华丽花介)、*S. longa* (长中华丽花介)、*Sinocytheridea* sp. 等共生。从以上所举的这些介形虫与有孔虫和海相介形虫共生的实例来看, 将 *Ilyocypris*、*Candona*、*Eucypris* 等介形虫作为陆相沉积的指相化石, 这是令人难以置信的。

我们在对浙江新生界268个(取自陆相地层101个, 海相地层167个)孢粉样分析资料的整理中, 发现绝大多数泥质海相沉积的样品都含孢粉, 其组合与陆相沉积中的孢粉组合有明显差别: 海相沉积中各类孢粉含量的比例较为恒定, 属种变化亦较小, 以岩石地层的组为单位进行统计, 其中被子植物草本花粉占20~24%, 被子植物木本花粉占41~55%, 裸子植物花粉占10~15%, 蕨类植物孢子为11~24%; 而陆相沉积中变化较大, 被子植物草本花粉为15~37%, 被子植物木本花粉8~54%, 裸子植物花粉18~61%和蕨类植物孢子占7~39%。在海相沉积的孢粉组合中, 木本花粉以 *Quercus* (栎) 为主, 裸子植物花粉以 *Pinus* (松) 为主, *Cupressaceae* (柏科) 次之, 被子植物草本花粉以 *Gramineae* (禾本科)、*Chenopodiaceae* (藜科)、*Artemisia* (蒿) 为主。总之, 海相沉积中的孢粉, 具有含裸子植物花粉少, 被子植物木本花粉高, 被子植物草本花粉中以 *Gramineae*-*Chenopodiaceae*-*Artemisia* 组合, 裸子植物花粉中多以 *Pinus*-*Cupressaceae* 组合为特征。

全新世泥质海相沉积层中所含之孢粉, 木本花粉较单调, 面上分布较均一, 其中有不少“外来”组分, 组合显示的气候要较实际低。如在距今千年左右的海相沉积层中, 获孢粉 *Pinus*、*Quercus*、*Cupressaceae*、*Gramineae*、*Chenopodiaceae*、*Potamogeton* (眼子菜)、*Gleicheniaceae* (里白科)、*Artemisia*、*Pteris* (凤尾蕨) 等, 局部见 *Abies* (冷杉) 和 *Picea* (云杉) 花粉。在同期陆相沉积中含 *Castanea* (栗)、*Lithocarpus* (柯)、*Quercus*、*Rosaceae* (蔷薇科)、*Castanopsis* (栲)、*Betula* (桦)、*Euphorbia* (大戟)、*Berberis* (小檗)、*Gramineae*、*Potamogeton*、*Heterosmilax* (土茯苓)、*Polypodiaceae* (水龙骨科)、*Osmunda*、*Cyathea* 等^①。同时还发现在水平方向上相毗连的潮间带和潮下的同时沉积物中, 所含的孢粉成分有较大差别, 前者含较多 *Chenopodiaceae* 草本花粉和与之同步变化的蕨类孢子。我们认为以上特征, 并非偶然因素促成的, 而是自然环境的客观“记录”: 我国东部沿海大部分地区都有海滨平原发育, 山地距海多有数十至数百公里之遥。在平原上生长的主要为草本和蕨类植物, 大片、密集的森林, 分布在山区, 由于距海遥远, 花粉多数不能直接飞落到海中, 部分由地表水流汇集到江河后与泥沙一起被携入大海, 成为混浊流的成分之一, 并随流自北而南运移、堆积。造成那些含于潮下堆积物中的孢粉较之陆相沉积中的孢粉具有木本花粉较单调、分布均匀、“外来成分”多、显示气温较低的特征; 处于潮间带的沉积物, 周期性出露水面, 成为过饱水状的泥质物, 滨岸带的草本花粉和蕨类孢子漂落到上面时, 极易被粘附住, 后被涨潮时的沉积物所覆盖。从以上论述中可以看出, 含于潮下沉积物与陆相沉积中的孢粉组合以及潮间带与潮下沉积物中的孢粉组合之不同, 是很自然和必然的。我们可以根据这种固有的差异来鉴别海相和陆相和区分潮间带与潮下之沉积。

综上所述, 可以得出以下几点认识: 浙江北起杭嘉湖、南迄平阳、苍南县的沿海平原主要是海水作用下形成的; 堆积作用主要发生在20m水深以内, 其中尤以潮间带至潮下数

① 根据1:20万宁波、余姚等五幅联测和1:20万平阳幅区测资料。

米, 沉积作用最为活跃, 至50~60m水深处, 堆积作用已十分微弱; 泥质海相沉积层和其它环境下形成的沉积层在地貌形态、地层结构和沉积相序以及粒度分布, 所含矿物、化学成分, 所含生物属种等方面差别明显; P_2O_5 对 $(CaO + FeO + Na_2O + MgO)$ 图解法和用 CaO 、 FeO 、 Na_2O 、 MgO 四种化学成分为指标的判别分析法, 鉴别海相、陆相和过渡相的效果良好, 且方法简便易行; 生物生存时要求一定的环境条件, 而死后遗骸的堆积, 则受沉积条件和沉积机理的控制; 研究孢粉时, 运用“同时对比”和确定孢粉类型的方法, 对区分海、陆相和推断潮间、潮下环境是有意义的。

参 考 文 献

- 〔1〕 孙湘平等, 1963年, 中国近海简况。农业出版社。
- 〔2〕 杭州大学地理系浙江自然地理编写组, 1959年, 浙江自然地理。浙江人民出版社。
- 〔3〕 同济大学海洋地质系, 1980年, 海、陆相地层辨认标志。科学出版社。

THE FORMATION AND IDENTIFICATION OF QUATERNARY MARINE PELITIC SEDIMENTS IN ZHEJIANG

Lang Hongru

Abstract

Through geological surveys, it has been realized that the coastal plain in eastern Zhejiang was formed under the action of sea waters and that there are marked differences between the Quaternary marine pelitic sediments and those formed in other environments in aspects of geomorphology, stratigraphic structure and sedimentary facies sequence as well as grain size distribution, constituent minerals, chemical composition and biotic genera and species contained. The method by use of the diagram of P_2O_5 versus $(CaO + FeO + Na_2O + MgO)$ and the discriminant analysis by use of CaO , FeO , Na_2O and MgO as indices has proved effective in discriminating among marine facies and transitional facies, and are simpler and more practicable as well. The survival of organisms call for certain environmental conditions, but the deposition of the remains after their death is controlled by depositional conditions and mechanisms. The application of the methods of "simultaneous correlation" and determination of the types of spore-pollen is of significance in distinguishing between land and sea and inferring intertidal or subtidal environments.