

## 莱州湾西岸晚第四纪海相地层 及其沉积环境的初步研究\*

王绍鸿

(中国科学院海洋研究所)

中国东部沿海第四纪海相地层及其它有关问题的研究, 不仅对于认识第四纪以来的海平面变化情况、海侵海退过程, 以及中国浅海的形成历史都有着重要的意义。而且, 对于东部沿海第四纪沉积矿产和地下水的评价、开发等, 均有着直接的意义。1974年, 国家地质总局石油研究大队, 中国科学院贵阳地球化学研究所和中国科学院海洋研究所密切配合, 在莱州湾西岸开展了第四系浅层石油化探取样标准层的研究工作。研究的成果达到了预期的目的, 对化探取样层的选择和化探资料的对比利用, 提供了基础。同时, 对该区晚第四纪地质情况, 有了许多了解。本文主要通过几个门类的古生物化石群的分析, 以研究海相地层及其沉积的古环境状况。

### 一、地层概况

工作地区内, 地表下50米的地层, 据十个钻孔资料表明, 可分为11个层次。大部分地区只见上部8个层次, 形成2个由粗变细的沉积旋迴(见图1, 2)。

其中有两套海相地层, 自上而下分别称为第1海相层和第2海相层。第1海相层是第2岩性层的基本部分, 为青灰色淤泥质亚粘土, 亚砂土和粉砂。夹有灰色的粉砂、细砂。厚0—12米, 埋深4—16米。含较多的贝壳和少量植物残体, 局部夹有薄层的似泥炭的沉积物。该层自东北向西南厚度渐薄, 埋深变浅, 至孔7一带尖灭。

第二海相层, 主要包括第5和第6岩性层, 东北部可包括第7和第4岩性层。向南、向西厚度渐薄, 至孔7已尖灭。此层以第5岩性层为中心, 向上、向下粒度均变粗, 颜色变浅。各层岩性如下:

第4岩性层, 棕褐色、棕色—红棕色亚粘土。厚0.5—10米。上部为浅灰褐色—棕褐色亚粘土, 含砂量较多。下部为棕色—红棕色亚粘土。粘性大, 通常有灰绿色、锈黄色花斑和条带。平面展布稳定, 向南渐薄, 至孔7趋于尖灭。

第5岩性层, 青灰色淤泥质亚粘土、亚砂土和灰色、灰黄色的粉细砂—中粗砂。含大量贝壳, 其种类和数量均比第2岩性层多。厚0—18米。北部色深而且均一, 向南色浅而杂, 粒度也渐粗。在孔8与孔7之间尖灭。

第6岩性层, 浅棕黄色、灰黄色粉细砂, 厚2—5米, 含较多钙质结核和锈斑。

\* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第424号; 本所韩友松、张铭汉同志参加了冲样工作; 郑守仪、傅钊先同志对有孔虫化石的分析鉴定, 给予大力帮助和指导; 齐钟彦、马绣同同志对软体动物化石进行了鉴定; 图件由蒋孟荣、李清同志描绘, 均此表示衷心感谢。

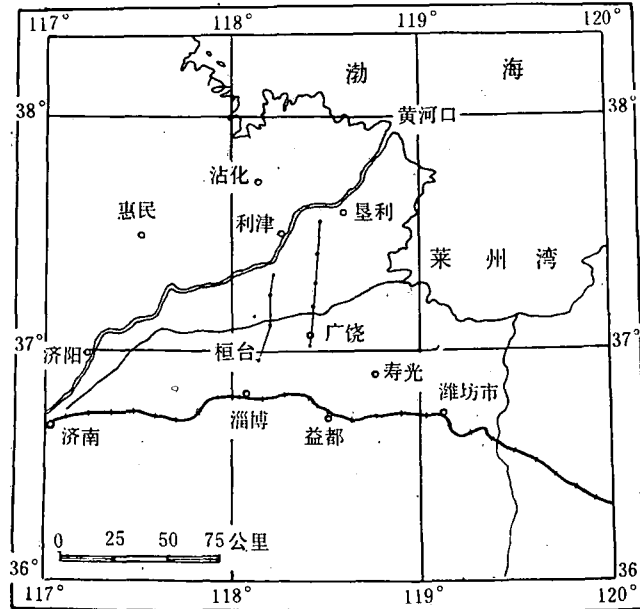


图1 工作区位置图

时代	层次	厚度(米)	沉积物	岩性特征
全新世	1	4-8		棕褐—褐色亚砂土、亚粘土
	2	0-12		青灰色淤泥质亚粘土、亚砂土、粉砂、含大量软体动物化石
	3	3.5-8		棕黄色、灰黄色粉细砂夹亚粘土
晚更新世	4	0.5-10		棕—红棕色亚粘土
	5	0-18		青灰色淤泥质亚粘土, 含大量软体动物化石
新世	6	2-5		棕黄色、灰黄色粉细砂夹亚粘土
	7	1-5		褐色、棕褐色亚粘土
	8	0-8以上		灰黄色、棕黄色粉细砂
	9	0-8以上		杂色亚粘土
		0-10以上		黄灰色砂砾层
	11	0-6以上		浅砖红色—棕黄色亚粘土

图2 莱州湾西岸晚第四系综合柱状剖面图

第7岩性层,褐色—灰褐色、棕褐色亚粘土。厚1—5米。含少量匀一的砂,钙质结核较多。北部色深、厚度小,粒度细。向南色浅,厚度加大、粒度变粗<sup>1)</sup>。

## 二、古生物化石群的特征

### 1. 有孔虫化石群的特征

有孔虫是海洋的原生动物,在海洋中大量生长,其中大多数属种是底栖的,少数营浮游生活。过去和现在与海洋从未连通的淡水或半咸水的河、湖、沼泽,都没有发现有孔虫。所以有孔虫是海相和海陆过渡相地层的良好指示生物<sup>[2]</sup>。

我们对9个钻孔的86块岩心标本,进行了有孔虫的分析鉴定。每一样品取干重50克,放在孔径0.13毫米的标准铜筛中,进行冲洗过筛。过筛后的样品烘干后,用四氯化碳进行浮选,选出的有孔虫置镜下作属种鉴定和计数。孔7未发现有孔虫,其余八个孔的许多层位均发现有孔虫。含有孔虫的地层有两层,第1层分布在孔3—孔10以北的第2岩性层内,埋深4—16米。第2层主要分布于第5、6岩性层内,埋深20—47米。东北部厚度大,可达27米,向西、向南厚度减小,至孔7见不到含有孔虫的层位。第1层含有孔虫21属58种,第2层含有孔虫22属63种。两层共发现有孔虫24属74种,其共同的属种计有19属46种(见表1)。

表1 有孔虫化石群名录

亚洲砂竖口虫	<i>Arenoparrella asiatica</i> Polski	} 第1海相层独有
直室三块虫	<i>Triloculina rectilocula</i> Zheng	
三角三块虫	<i>T. trigonula</i> (Lamarck)	
三稜三块虫	<i>T. tricarinata</i> d'Orbigny	
扭转五块虫	<i>Quinqueloculina contorta</i> d'Orbigny	
稜缘块心虫	<i>Massilina pratti</i> Cushman and Ellisor	
稜褶块心虫(相似种)	<i>Massilina</i> cf. <i>M. secans</i> (d'Orbigny)	
隆缘共抱环虫	<i>Spiroloculina communis incisa</i> Cushman	
粒脐转轮虫	<i>Ammonia granulo-umbilica</i> Zheng	
九字虫(未定种)	<i>Nonion</i> sp.	
小假九字虫	<i>Pseudononion minutum</i> Zheng	
中里假穹背虫	<i>Pseudoeponides nakazatoensis</i> (Kuwano)	
嗜温转轮虫	<i>Ammonia tepida</i> (Cushman)	
连接转轮虫	<i>A. annectens</i> (Parker and Jones)	
显脐转轮虫	<i>A. flevenensis</i> (Hofker)	
多室转轮虫	<i>A. multicella</i> Zheng	
凸线转轮虫	<i>A. parkinsoniana</i> (d'Orbigny)	
凸镶边转轮虫	<i>A. limbatobeccarii</i> (McLean)	
锐角方室转轮虫	<i>A. ketienziensis angulata</i> (Kuwano)	
球室转轮虫	<i>A. globosa</i> (Millet)	
高锅转轮虫	<i>A. takanabensis</i> (Ishizaki)	
凸背转轮虫	<i>A. convexidorsa</i> , Zheng	
转轮虫(未定种E)	<i>Ammonia</i> sp. E	
转轮虫(未定种F)	<i>Ammonia</i> sp. F	
厚壁转轮虫	<i>Ammonia confertitesta</i> Zheng	

1) 根据1975年地质总局石油地质研究大队101队等的未发表资料:“山东省胜利油田地区晚第四纪沉积物的初步研究”。

续表 1

覆盖面颊虫?	<i>Buccella? tunicata</i> Ho, Hu et Wang	
冷面颊虫	<i>Buccella frigida</i> (Cushman)	
细纹点头虫	<i>Brizalina striatula</i> (Cushman)	
易变筛九字虫	<i>Cribrononion incertum</i> (Williamson)	
亚洲筛九字虫	<i>C. asiaticum</i> (Polski)	
孔筛九字虫	<i>C. porisuturalis</i> Zheng	
异地企虫	<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	
缝裂企虫	<i>E. magellanicum</i> Heron-Allen and Earland	
清晰企虫	<i>E. limpidum</i> Ho, Hu et Wang	
简单企虫	<i>E. simplex</i> Cushman	
显孔鼓室企虫	<i>E. hughesi foraminosum</i> Cushman	
霜粒企虫	<i>E. nakanokawaense</i> Shirai	
江苏小企虫	<i>Elphidiella kiangsuensis</i> (Ho, Hu et Wang)	
刀无齿虫	<i>Edentostomina cultrata</i> (Brady)	} 两海相层共有
梨口块心虫	<i>Massilina pyristoma</i> Zheng	
秋田九字虫(相似种)	<i>Nonion</i> cf. <i>N. akitaense</i> Asano	
光滑九字虫	<i>Nonion glabrum</i> Ho, Hu et Wang	
粒突原企虫	<i>Protelphidium granosum</i> (d'Orbigny)	
多变假小九字虫	<i>Pseudononionella variabilis</i> Zheng	
多变假车轮虫	<i>Pseudorotalia gaimardii</i> (d'Orbigny)	
中华假圆旋虫	<i>Pseudogyroidina sinensis</i> Zheng	
扁平假穹背虫	<i>Pseudoeponides compressum</i> Zheng	
缝裂假穹背虫	<i>P. anderseni</i> Warren	
圆形短五块虫	<i>Quinqueloculina akneriana rotunda</i> (Gerke)	
整洁五块虫	<i>Q. bellatula</i> Bandy	
半角五块虫	<i>Q. seminulángulata</i> McLean	
肋纹五块虫	<i>Q. seminula</i> var. <i>jugosa</i> Cushman	
钝缘五块虫	<i>Q. subungeriana</i> Serova	
半缺五块虫	<i>Q. seminula</i> (Linnaeus)	
光滑抱环虫	<i>Spiroloculina laevigata</i> Cushman and Todd	
抱环虫(未定种)	<i>Spiroloculina</i> sp.	
多角口室虫	<i>Stomoloculina multangula</i> Ho, Hu et Wang	
微小曲形虫	<i>Sigmoilina minutissima</i> Zheng	
沼泽转轮虫	<i>Ammonia limnetes</i> (Todd and Bronnimann)	
转轮虫(未定种)	<i>Ammonia</i> sp.	
越后企虫	<i>Elphidium etigoense</i> Husezima and Moruhasi	
粗糙企虫	<i>E. hispidulum</i> Cushman	
短管小企虫	<i>Elphidiella brevicanalís</i> Zheng	
穹背虫(未定种)	<i>Eponides</i> sp.	
瓜子缝口虫	<i>Fissurina aradassi</i> Seguenza	
双刺葫芦缝口虫	<i>F. cucurbitasema bispinata</i> Ujje	
假九字虫(未定种 A)	<i>Pseudononion</i> sp. A.	} 第 2 海相层独有
扁假九字虫	<i>Pseudononion oinomikadoi</i> Matsunaga	
明亮五块虫	<i>Quinqueloculina argunica</i> (Gerke)	
五块虫(未定种)	<i>Quinqueloculina</i> sp.	
北极五块虫	<i>Quinqueloculina arctica</i> Cushman	
扁平直小企虫	<i>Rectoelphidiella aplatá</i> Ho, Hu et Wang	
印度抱环虫	<i>Spiroloculina indica</i> Cushman and Todd	
假九字虫(未定种 B)	<i>Pseudononion</i> sp. B	

按有孔虫各个种数量多少排列,第1层有孔虫化石群的较多的五种是:(1)嗜温转轮虫 *Ammonia tepida* Cushman, (2)连接转轮虫 *Ammonia annectens* Parker and Jones, (3)显脐转轮虫 *Ammonia flevensis* Hofker, (4)圆形短五块虫 *Quinqueloculina akneriana rotunda* Gerke, (5)易变筛九字虫 *Cribronion incertum* Williamson。这些有孔虫在现代渤海里,主要生活在水深小于20米的水域。第2层有孔虫化石群较多的五种是:(1)嗜温转轮虫, (2)易变筛九字虫, (3)缝裂企虫 *Elphidium magellanicum* Heron-Allen and Earland, (4)整洁五块虫 *Quinqueloculina bellatula* Bandy, (5)异地企虫 *Elphidium advenum* Cushman。这些有孔虫在现代渤海里,主要生活在水深15—25米的浅海区。可见,第2层沉积时的水深,比第1层沉积时水深稍深些。

2. 软体动物化石群的一些特征

两个海相层都含有丰富的软体动物化石。分析鉴定的七个样品中,有两个样品属第1海相层,在孔4以北埋深为10.3—15米。有五个样品属第2海相层,埋深从孔2的24—26.6米,向北渐深,至孔5为38.4—38.7米。软体动物化石群的种类如表2。

两层软体动物化石群的主要区别是:

表2 软体动物化石群名录

第1海相层		
<i>Clavus</i> sp.	棒螺属之一	} 浅海
<i>Eulima</i> sp.	光螺之一	
<i>Scaphandiidae</i> sp.	泊螺科之一	
<i>Aloidis laevis</i> (Hinds)	光滑兰蛤	} 浅海至潮间带
<i>Arca subcrenata</i> Lischke	毛蚶	
<i>Arca</i> sp.	蚶之一	
<i>Cingula</i> sp.	鹿眼螺之一	
<i>Dosinia</i> sp.	镜蛤之一	
<i>Meretrix meretrix</i> Linnaeus	文蛤	
<i>Mactra sulcataria</i> Deshayes	凹线蛤蜊	
<i>Terebra</i> sp.	笋螺之一	
<i>Tellina</i> sp.	樱蛤属之一	
<i>Diastomidae</i> sp.		
<i>Nassarius dealbatus</i> (A. Adams)	习见织纹螺	} 潮间带
<i>Nassarius</i> sp.	织纹螺之一	
<i>Pyrene bella</i> (Reeve)	丽核螺	
<i>Pyrene</i> sp.	核螺之一	
<i>Umbonium thomasi</i> (Crossc)	蝓螺	} (高潮区有淡水流入处) (淡水)
<i>Assiminea</i> sp.	拟沼螺属之一	
<i>Bithynia</i> sp.?	豆螺? 之一	
第2海相层		
<i>Eulima</i> sp.	光螺之一	} 浅海
<i>Scaphandiidae</i> sp.	泊螺科之一	
<i>Montacutidae Mysella</i> sp.	孟达格科之一	
<i>Turridae</i> spp.	塔螺(数种)	
<i>Melanella bivittata</i> (H. & A. Adams)	双带光螺	
<i>Oscilla</i> sp.	小塔螺之一	
<i>Turbonilla</i> sp.	小塔螺科之一	

续表 2

<i>Aloidis laevis</i> (Hinds)	光滑兰蛤	} 浅海至潮间带
<i>Arca subcrenata</i> Lischke	毛蚶	
<i>Cingula</i> sp.	鹿眼螺之一种	
<i>Dosinia</i> sp.	镜蛤之一种	
<i>Meretrix meretrix</i> Linnaeus	文蛤	
<i>Rapana thomasi</i> Crasse	红螺	
<i>Polynices didyma</i> (Röding)	扁玉螺	
<i>Polynices ampla</i> (Philippi)	广大乳玉螺	
<i>Aloidis</i> sp.	蓝蛤之一种	
<i>Barnea</i> sp.	海笋贝类之一种	
<i>Actaonidae</i> sp.	捻螺科之一种	} 潮间带
<i>Diastomidae</i> sp.		
<i>Nassarius dealbatus</i> (A. Adams)	习见织纹螺	
<i>Nassarius</i> sp.	织纹螺之一种	
<i>Umbonium thomasi</i> (Crossc)	蜆螺	
<i>Solen</i> sp.	竹蛭之一种	
<i>Dosinia Japonica</i> Reeve	日本镜蛤	
<i>Nassarius varyiciferus</i> (A. Adams)	纵肋织纹螺	
<i>Maetra veneriformis</i> Reeve	四角蛤蚶	
<i>Colsyuola</i> sp.		
<i>Parodostomia</i> sp.		} 淡水
<i>Parafossarukus</i> sp.	沼螺之一种	
<i>Planorbis</i> sp.	扁卷螺之一种	
另有: <i>Temnopleurus</i> sp.	棘皮动物刻肋海胆属之一种	

(1) 第1层软体动物化石群,以潮间带—浅海种为主,占总种数的45%,浅海种最少,只占10%。第2层软体动物化石群,以浅海种为主,占总种数的34.3%,潮间带种最少,占22.8%,与第1层正相反。这种生态特征,反映了第2层沉积水深比第1层大。这和有孔虫化石群所反映的情况是一致的。

(2) 第2层软体动物化石群,种类多、数量大,共有35种。第1层软体动物化石群,种类、数量均较少,只有20种。上下两层共同的种只有9种。海生软体动物在大陆架区,其种数随水深增大而增加<sup>[2]</sup>。由此也可说明,第2层沉积水深应比第1层大。

### 3. 轮藻化石群的一些特征

在分析的86个样品中,有8个样品发现了轮藻藏卵器。轮藻植物 Charaphyta 是淡水藻类中的一个类群,一般生长在淡水中,有些种类生长在海边的浅水或河流入海口的半咸水中。轮藻植物能够成为化石保存下来的,主要是雌性生殖器官—藏卵器。各样品中的轮藻藏卵器,属种单调,一个样品不超过3种,主要是似轮藻 *Charites* 和格氏轮藻 *Grambastichara*。其数量也较少,50克干样中,一般不超过15个。陆相性的轮藻和海相性的有孔虫共生的样品有3个,如孔10的第2岩性层,孔8的第9岩性层,应属海陆过渡相地层。只含轮藻不含有孔虫的样品有5个,如孔2的第8岩性层顶部,孔10的第8岩性层,孔8的第4岩性层等,均为陆相地层。

## 三、海相层的沉积环境

1. 古水深 前已提及,有孔虫化石群组合特征和软体动物化石群特征,都指明第2



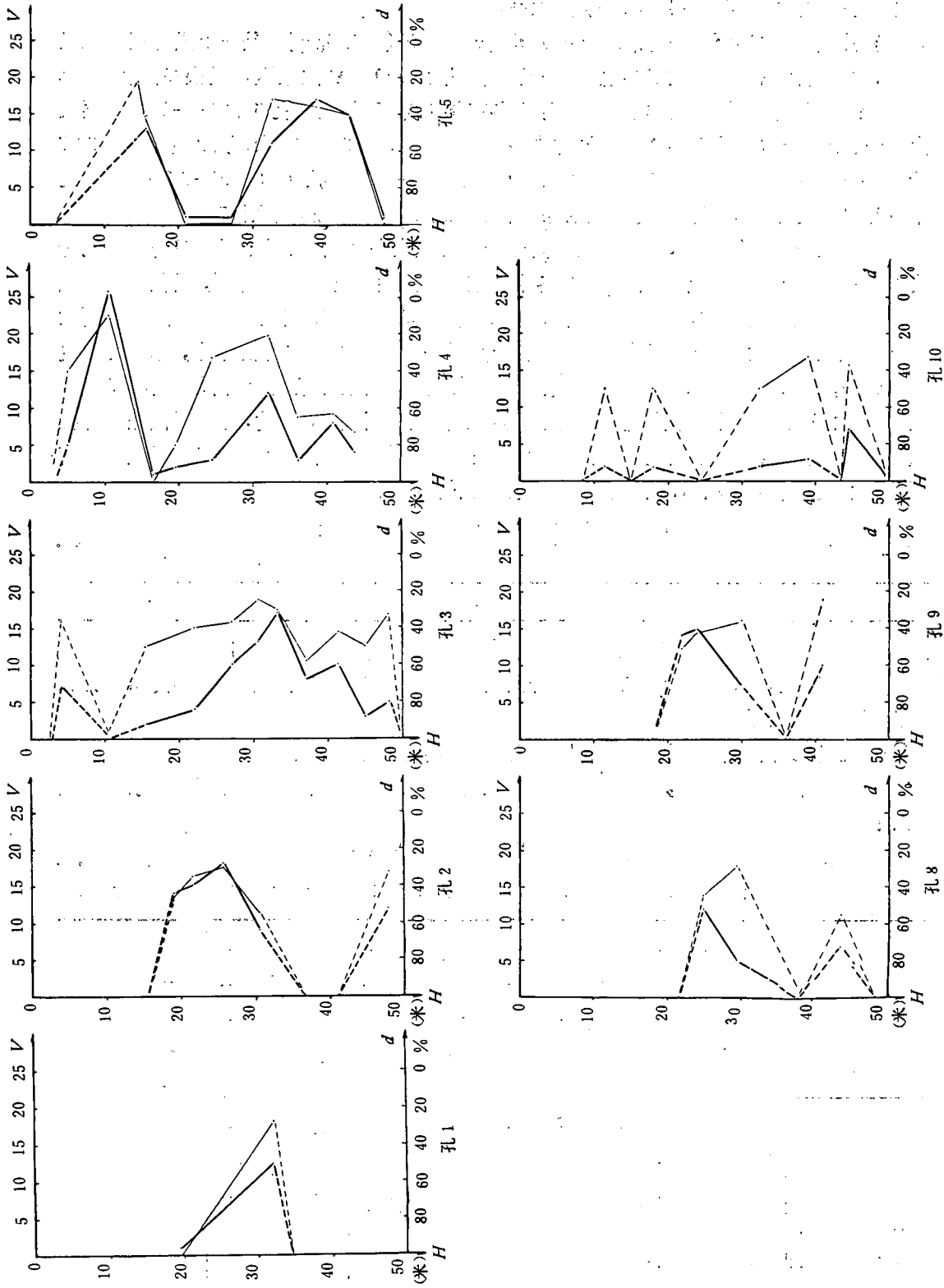


图3 各孔各层有孔虫化石群 V、d 曲线图

V: - - - ; d: —



第 1 海相层,水深 30—40 米的浅海沉积,仅出现在孔 4 附近,厚 1—2 米。水深 15—30 米的浅海沉积,也只有 1 米多厚,分布于孔 4—孔 5 一带。水深 10—15 米的浅海沉积,最厚只有 3 米。最主要的层位是水深小于 10 米的滨海边缘环境下的沉积(图 4—5)。

第 2 海相层,水深 15—30 米的浅海沉积,可达 6 米厚。水深 10—15 米的浅海沉积,

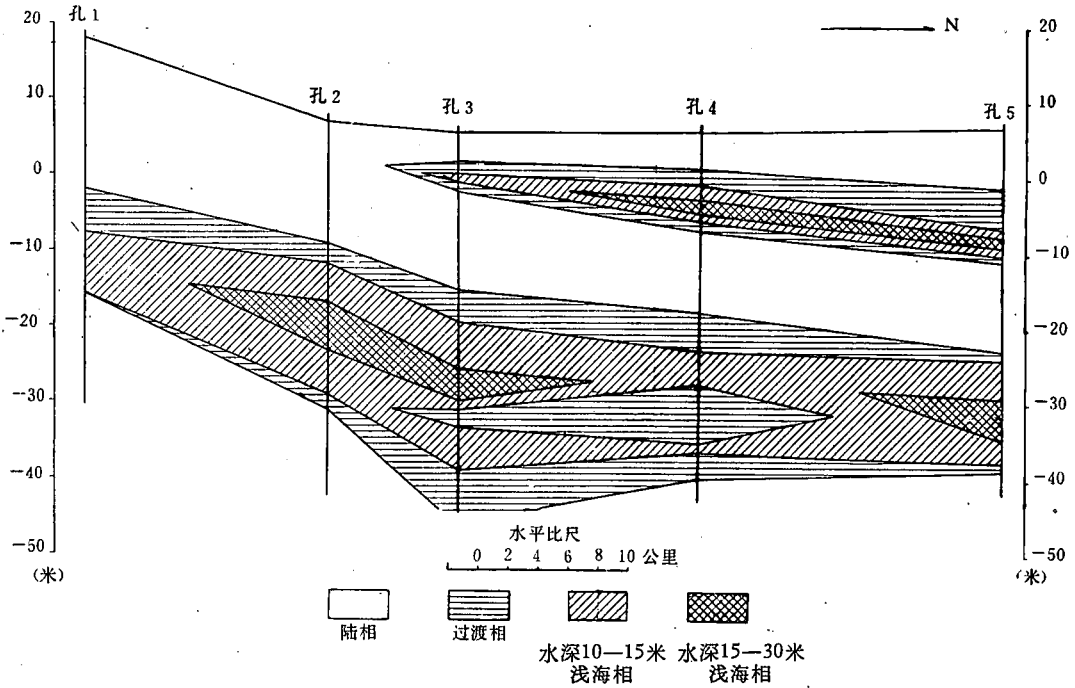


图 4 莱州湾西岸孔 1—孔 5 海相地层剖面图

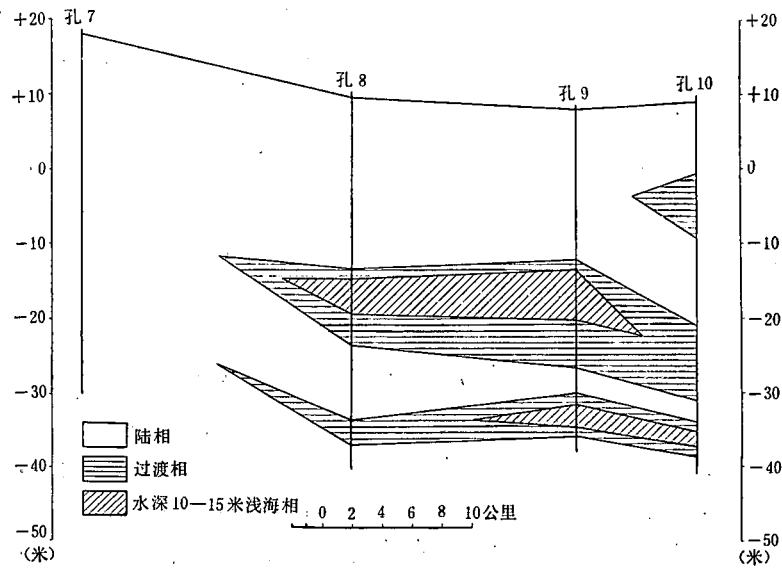


图 5 莱州湾西岸孔 7—孔 10 海相地层剖面图

总厚达 13 米,是本海相层中的主要沉积层。水深小于 10 米的滨海边缘环境下的沉积,厚约 9 米。

在水深小于 10 米的过渡环境下,有孔虫的种数随着盐度的降低而减少,出现属种单调的现象。有时种数不算少,但少数的几个种,却占全群的大多数或绝大多数。因此表现为 V 值很小,现代渤海南部水深小于 10 米的过渡环境,其 V 值小于 8。这种属种单调的层位,如孔 4 的 4.6—5.6 米,只有 3 种;孔 4 的 16.5—16.9 米,只有一个种;18.4—20.5 米,只有 2 个种;43—44.5 米,只有 4 种。又如孔 3 的 14.8—16.5 米,21.1—22.7 米,44.2—45.8 米以及 47.3—50 米,有孔虫种数都在 5 种以下。

在水深小于 10 米的过渡环境下,常见半咸水或淡水的轮藻、软体动物等与海相的有孔虫共生。如孔 4 的 40.4—44.5 米,有孔虫同轮藻及淡水螺(豆螺 *Bithynia* sp., 旋螺 *Gyraulus* sp., 萝卜螺 *Radix* sp.) 共生。孔 10 的 17.3—18.4 米,有孔虫同轮藻及旋螺共生。孔 10 的 31.6—33.3 米,有孔虫同旋螺共生。又如,孔 9 的 31—33.4 米,有孔虫属种单调、个数较少,又有少量淡水的沼螺 *Parafossarukus* sp. 和旋螺与之共生,也是海陆过渡相的沉积。

**2. 古水温** 生物群的种数与温度的关系比较密切,从我国南海向北经东海、黄海到渤海,生物的种数随水温的降低而逐渐减少。这种趋势几乎在所有生物门类中都有记载。底栖有孔虫和软体动物,也是如此<sup>[2]</sup>。第 2 海相层中软体动物的种数与第 1 海相层中软体动物的种数之比为 7:4。第 2 海相层中有孔虫的种数,也比第 1 海相层多。都反映了第 2 海相层的沉积水温,比第 1 海相层的沉积水温高的趋势。

根据有孔虫的某些种类,也可以推断古水温的相对高低。简单企虫 *Elphidium simplex* Cushman, 在热带太平洋区是常见种之一,数量丰富,应属广暖水性种类。球室转轮虫 *Ammonia globosa* (Millett,) 也主要分布在暖水区域。前者在现代渤海,仅偶尔出现个别个体。后者在现代渤海中也较少见<sup>[6]</sup>。而在第 2 海相层,各孔普遍出现简单企虫,分布在深 20—40 米的层位中。球室转轮虫主要出现在孔 2、孔 3 和孔 9 的 22—32 米的层位中。第 1 海相层中,简单企虫出现在孔 4 和孔 3 的 9—16.4 米的层位。球室转轮虫仅出现在孔 4 的 9—12 米层位。这种情况比较接近于现代渤海里的情况。由此可见,第 2 海相层的沉积古水温,应比第一海相层沉积古水温和现代渤海的水温略高些。

冷面颊虫 *Buccella frigida* (Cushman) 是一个比较典型的冷水性种,它在现代渤海和黄海北部数量较多,分布也较普遍。但在东海几近绝迹<sup>[6]</sup>。此种在第 2 海相层中,仅在孔 2 的 18—27 米,孔 3 的 30—38 米以及孔 5 的 38—39 米处出现。在第 1 海相层中,也只在孔 4 的 9—12 米处出现。数量都很少。反映了两海相层的沉积水温,应比现代渤海的水温略高些。

**3. 古盐度** 现代海相生物的种数,随着盐度偏离正常海水盐度而显著下降。盐度偏离的程度越大,能够适应的种数就越少。长江三角洲地区,第四纪海相地层,每个样品含有孔虫化石 30 多种,有时可达 60 余种。河口相地层,每个样品不过 20 种左右<sup>[2]</sup>。现代渤海是一个内海,四周几乎均为陆地所包围,只有几十哩宽又岛屿罗列的渤海海峡,与黄海北部相通,外海水只能伸展到渤海的中央区。渤海周围又有许多河流,如辽河、滦河、海河、黄河等淡水的流入,使渤海的盐度低于正常海水盐度。渤海南部水层底部的盐度,

从黄河口以南至渤海海峡, 约从 25‰ 至 31.5‰<sup>1)</sup>。盐度的升高和水深加大的趋势是一致的。盐度随水深的变化情况, 如表 5。

表 5 渤海南部水层底部盐度随水深变化表

水深(米)	< 10	10—15	15—30	> 30
盐度(‰)	< 28	28—28.7	28.7—30.7	30.7—31.5

第 2 海相层比第 1 海相层的沉积水深大, 第 2 海相层的古盐度也应比第 1 海相层为高, 但大约不会超过 31.5‰。第 1 海相层的古盐度较低, 但最低者可能在 25‰ 左右。

古海水盐度在 28‰ 以下的水域, 即相当水深小于 10 米的过渡环境, 有孔虫属种单调, 广盐性种比重较大。如孔 3 的 47.3—50 米层, 广盐性种 (如孔缝筛九字虫 *Cribronion porisuturalis* Zheng) 占总个数的 16.7%。孔 4 的 24—25.6 米层, 广盐性种占 33.3%, 主要是肋纹五球虫 *Quinqueloculina Seminula* Var. *jugosa* Cushman。孔 4 的 35—37 米层, 广盐性种占 75.6%, 主要是: 多变假小九字虫 *Pseudonionnella Variabilis* Zheng, 多角口室虫 *Stomoloculina mullangula* Ho, Hu et Wang, 和扁平假穹背虫 *Pseudoeponides Compressum* Zheng。

**4. 古气候** 第四纪以来, 有过多次气候的波动。而大幅度的冷热变化, 形成冰期、间冰期者, 具有全球的性质。冰期到来, 气候变冷, 水分以固体形式被固定起来, 冰盖加厚, 雪线下降, 海平面降低, 造成海退。间冰期到来, 气温升高, 冰雪消融, 固体水化为液体水, 海平面升高, 导致海侵。本区两海相层, 都是在气候相当温暖, 海平面比较高的情况下沉积的。中国科学院贵阳地球化学研究所, 对孔 3、孔 4 和孔 8 等 41 块样品, 做了孢子花粉的分析, 并进行了花粉带的划分。第 2 海相层的第 7 岩性层, 属针叶树花粉优势带, 反映了凉爽而比较干燥的气候条件。这层普遍含有钙质结核, 反映气候转暖, 并且比较干燥, 可能有干湿季的明显变化<sup>[3]</sup>。这个阶段相当于从冰期向间冰期的过渡阶段。第 5 和第 6 岩性层, 是第 2 海相层的主要部分, 属阔叶树花粉优势带。大部分为阔叶树成分, 这一明显的阔叶树含量的高峰, 反映了相当温暖的间冰期气候条件。第 4 岩性层, 属针叶树花粉优势带。反映了低温过湿的寒冷气候, 相当于第四纪最后一次冰期。

第 1 海相层的第 2 岩性层, 其下部属阔叶树花粉优势带。形成为第二个阔叶树含量的高峰。草本多于木本, 且大部为湿生的香蒲属, 反映了温暖潮湿的气候条件。此阶段相当于冰后期气温最高阶段, 这和竺可桢同志根据历史和考古发掘材料得出的结论, 基本是一致的<sup>[5]</sup>。

**5. 海侵与古岸线** 孢子花粉所反映的气候暖冷变化, 同有孔虫化石群所反映的海平面升降, 是非常吻合的 (见图 6—7)。

在一个钻孔中, 自下而上, 有孔虫化石群优势度  $d$  值增大, 多变度  $V$  值减小, 表示海退; 反之,  $d$  值减小,  $V$  值增大, 表示海侵<sup>[7]</sup>。本区 50 米的地层中, 有两次海侵—海退过程 (见图 3, 图 6—8)。

根据孔 9 的 8.4—8.6 米处淤泥的碳<sup>14</sup>年龄 (为  $5600 \pm 150$  年, 起算年为 1965 年, 下

1) 据中国科学院海洋研究所水文物理研究室未发表资料: “渤海及北黄海西部综合调查报告” 和 “渤海北黄海盐平面图”。

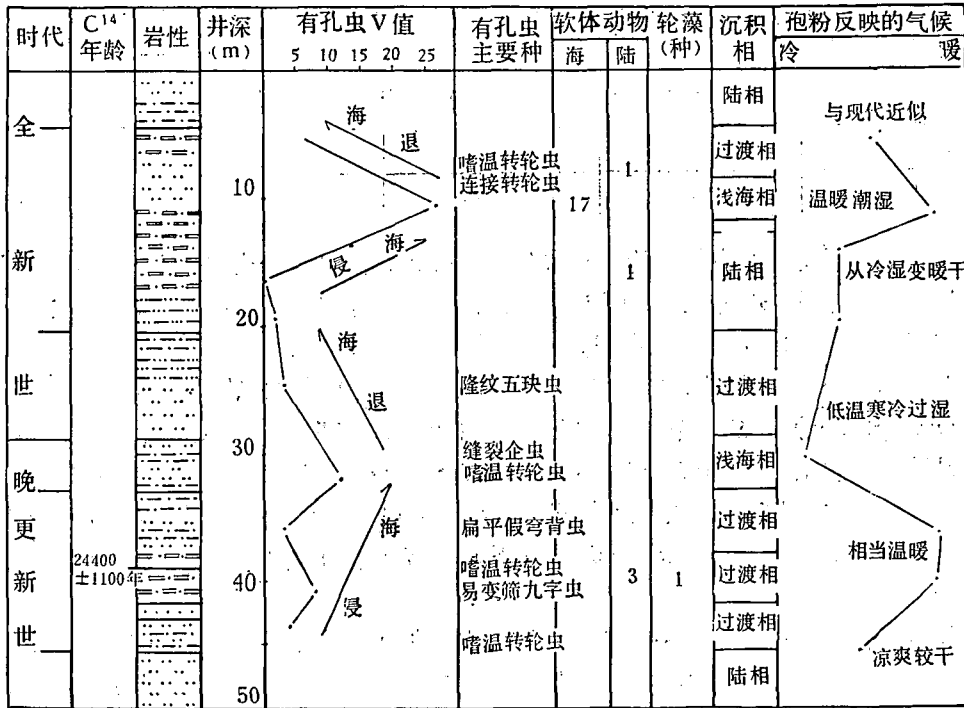


图6 孔4海侵过程、气候特征与沉积相

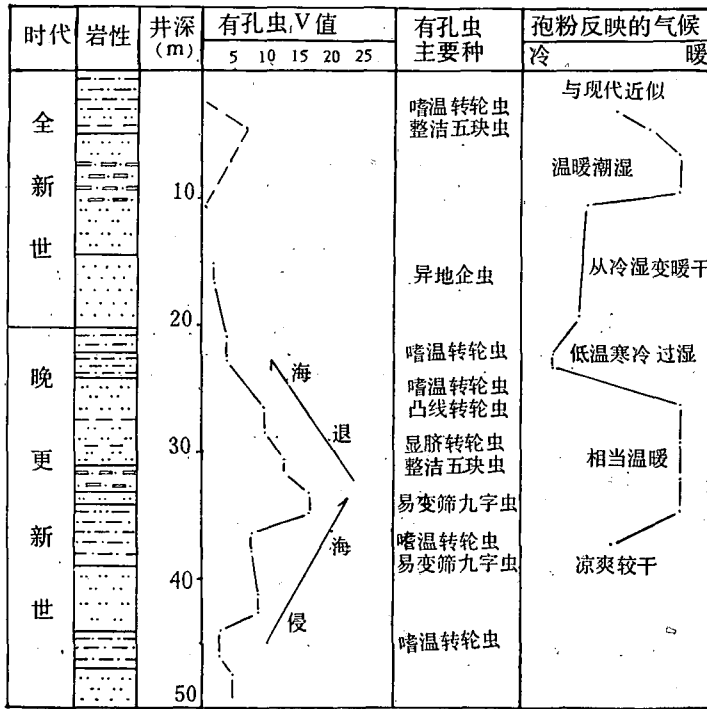


图7 孔3海侵过程与气候特征

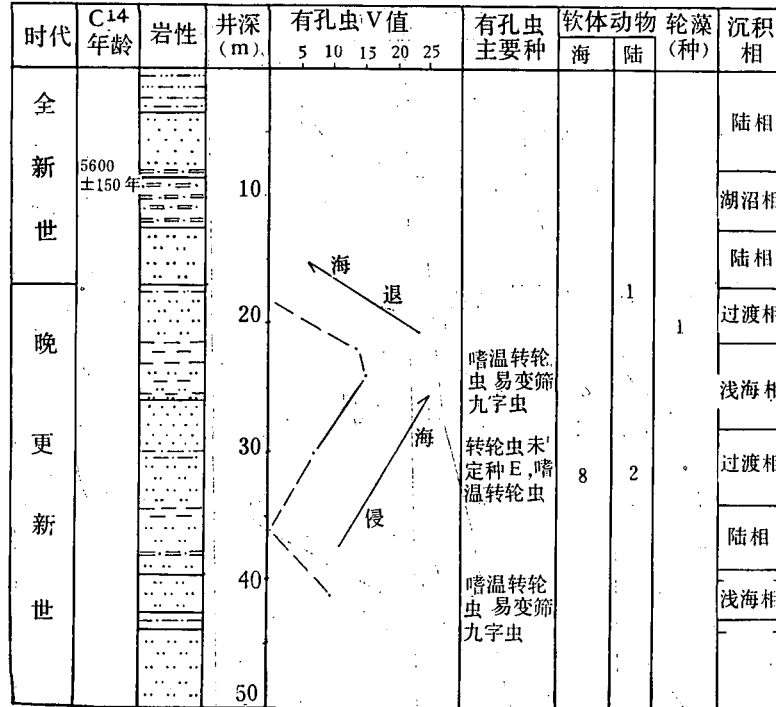


图 8 孔 9 海侵过程与沉积相

同)和孔 4 的 38.8—39.2 米处,淤泥的碳<sup>14</sup>年龄(为 24,400 ± 1100 年),按平均沉积速率外推法推算,第一次海侵时,海水侵入本区的时间,约在距今 8000 年左右,海水完全退出本区的时间,约在距今 3500 年左右。第二次海侵,海水侵入本区的时间,约在距今 4 万多年前,海水完全退出本区的时间,约在距今 2 万多年前。第一次海侵前,本区古地形,南部高、北部低;西部比东部稍高,孔 4 附近地势最低,海水首先从这里侵入,然后向西南方向逐步扩展。这次海侵的规模比较小,仅限于本区的东北部。东南岸线在孔 3 与孔 2 之间;西部岸线在孔 10 以东不远。孔 2 及其南部,孔 8, 孔 9 及其西部、南部,均未见海水的影响,应为陆地(见图 9)。

海侵期间,本区东北部大部分地区的大部分时间,水深小于 10 米,在中心区最大水深,可能曾短时间达到 30 米以上。第一次海侵的中心,在垦利县牛庄附近,故称为垦利海侵。

这次海侵发生在冰后期,冰后期海平面变动情况,目前看法很不一致,特别是冰后期海面升起之后,是下降还是保持稳定? 是上下波动还是继续升高? 各说不一。所以海侵之后的海退过程,主要是由于海平面下降造成的? 还是主要由于黄河三角洲向海推进所造成的? 或者是两者的作用相当,这些问题尚需进一步研究。

第二次海侵前,本区的孔 2 至孔 9 一线比较低洼,向北缓缓升高,向南升高略微明显。海侵开始,海水首先由此洼地侵入,尔后向北、向南逐步扩展。这次海侵的规模比第一次海侵大,海侵最大时的古海岸线,西北在孔 10 以西不远,西部在孔 9、孔 8 和孔 6 以西,西南岸线在孔 8 与孔 7 之间,南部在孔 1 以南(见图 9)。本区除西南部外,全部是海洋,中心区最大水深可达 30 米左右。本次海侵的中心在广饶县的斗科及其西部,故称为广饶海侵。

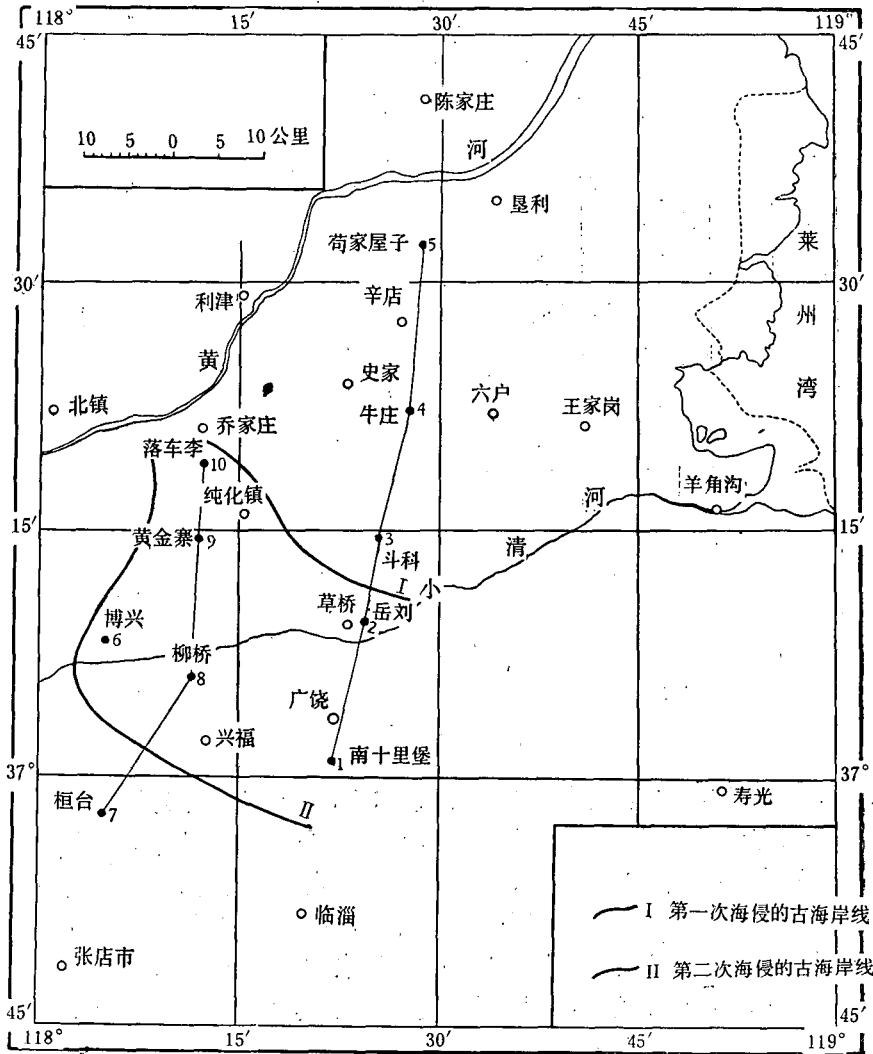


图9 莱州湾西岸的古海岸线图

第二次海侵开始后不久,曾发生过一次海面振荡,西部地区海水短时间退出,孔8—孔10一带成为陆地,在东部地区(孔3—孔4)表现为水深变浅(图4—5)。

以上的认识是初步的,许多问题尚待进一步研究。

## 参 考 文 献

- [1] 同济大学海洋地质系, 1974. 海陆相识别标志. 1—27.
- [2] 同济大学海洋地质系, 1976. 化石群的分异度与古地理分析. 3—61.
- [3] 任美镛, 1975. 有关沉积相的几个问题. 地理科技资料 2: 30—33.
- [4] 汪品先等, 1975. 我国东部新生代几个盆地半咸水有孔虫化石群的发现及其意义. 地层古生物论文集 2: 1—36.
- [5] 竺可桢, 1973. 中国近五千年气候变迁的初步研究. 中国科学 2: 168—188.
- [6] 郑守仪等, 1978. 山东省打渔张灌区第四纪有孔虫及其沉积环境的初步探讨. 海洋科学集刊 13: 16—65.
- [7] Hubert, C. Skinner, 1966. Modern paleoecological techniques; an evaluation of the role of

- paleoecology in Gulf coast exploration. Transactions Gulf coast Association of Geological Societies. 16:66.
- [ 8 ] Phleger, F. B., 1960. Ecology and distribution of recent foraminifera. John Hopkins press. Baltimore. pp. 1—2, 97.
- [ 9 ] Walton, R., 1964. Recent foraminiferal ecology and palaeoecology. pp. 235—236.

## A PRELIMINARY STUDY OF MARINE BED AND ITS DEPOSITIONAL CONDITIONS IN LATE QUARTERNARY OFF THE WEST COAST OF LAIZHOU BAY\*

Wang Shaohong

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

### ABSTRACT

Paleontological analysis of the fossils was the main approach adopted in this paper.

Two layers of marine deposit exist in the sediments up to a depth of 50 m down the land surface along the west coast of Laizhou Bay, the first layer being 4—16 m in depth, the second layer 20—47 m in depth.

Judging from the predominant foraminifera fossils, the ecological conditions existing in Bo Hai at modern times and the quantitative variation of the indicator *Pseudotalia gaimardii* (d'Orbigny) in both layers, water in the second marine bed was deeper than the first marine bed at the time of deposition. The same was reflected by the ecological characteristic, of the mollusk population fossils. Most of the sediments in the first marine bed came from marginal sea of less than 10 m in depth, while that in the second marine bed came from marginal sea with a depth of 10—15 m.

The water temperature existing then in the second marine bed was higher than that in the first marine bed, and the present water temperature is Somewhat lower than both.

From the salinity conditions existing down the water depth in southern region of modern Bo Hai, an inference can be drawn that salinity in the second marine bed was slightly higher than that in the first marine bed, but no higher than 31.5‰, while the minimal salinity in the first marine bed was about 25‰.

The climate at the deposition time of the second marine bed was of a rather warm nature between two ice ages. The same is true of the first marine bed, equivalent to the highest air temperature in late ice age.

The first marine transgression, of a moderate scale, occurred some 8 thousand years ago, and was limited to the northeast part of this region; complete regression occurred about 3.5 thousand years ago. The second marine transgression, of a larger scale, occurred about 40 thousand years ago; complete regression about 20 thousand years ago. The then coastlines are shown in Fig. 9.

\* Contribution No. 424 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.