

关于渤海湾西岸海相地层与海岸线问题*

赵松龄 杨光复 苍树溪 张宏才 黄庆福

(中国科学院海洋研究所)

夏东兴 王永吉 刘福寿 刘成福

(国家海洋局第一海洋研究所)

在无产阶级的文化大革命的推动下,为使海洋科学研究更好地为无产阶级政治服务,为工农兵服务,密切结合有关的生产实践,近几年来,我们与河北省地质局第七地质大队和天津中队协作,参加了河北平原(以黑龙港地区为重点)地下水资源评价与合理开发勘探的研究工作,其中涉及到了海相地层与海岸线问题。

关于渤海湾西岸海相地层与海岸线问题的研究,不仅对该地区浅层地下水开发和咸水改造利用具有实际意义,而且对渤海形成历史的探讨也具有一定的关系。

本文根据71个水文钻孔的野外与室内分析资料^{[1], [2]},对海相地层的一般地质特征与分布以及海相地层的形成时代和海岸线变化等问题,提出初步意见,供有关单位参考。

一、海相地层的一般地质特征与分布

渤海湾西岸——沧州、廊坊地区和天津市(下同),在100米以上的第四纪地层中,共有三个海相地层(见图1)。

现由下向上分述如下:

第一海相地层 埋藏深度79.9(41.9)米—56.2(33.8)米。

主要由黑灰、灰和灰绿色粉砂质粘土、粘土质粉砂和灰黄色粉砂质极细砂组成。粒径从下至上一般具有细—粗—细—粗的变化(表1)。

表1 渔港3(南排河)孔第一海相地层沉积物粒径参数表

深度 (米)	岩 性	粒 径 参 数 (ϕ)		
		M_ϕ	$\alpha_{1\phi}$	σ_ϕ
56.2—61.4	黑灰色极细砂质粗粉砂	6.15	0.81	2.35
61.4—64.1	灰色粘土质粉砂	7.25	0.65	2.75
64.1—66.1	黄褐色粘土质粉砂	7.88	0.17	1.93
66.1—66.9	黄灰色粉砂质极细砂	6.65	0.82	3.30
66.9—71.3	灰黄色粉砂质极细砂	6.63	0.81	3.37
71.3—72.3	黑灰色粉砂质粘土	8.45	-0.06	2.55
72.3—74.0	灰绿色粉砂质粘土	7.75	0.09	3.25

M_ϕ : ϕ 值平均粒径 σ_ϕ : ϕ 值标准偏差 $\alpha_{1\phi}$: ϕ 值偏态 $\phi = -\log_2 d$ d : 粒径(毫米)

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告412号;河北省地质局第七地质大队和天津中队提供了大量资料;同时,还收集了若干兄弟单位在本区历年来的分析资料;图件由蒋孟荣、李清等同志清绘的,均此表示感谢。

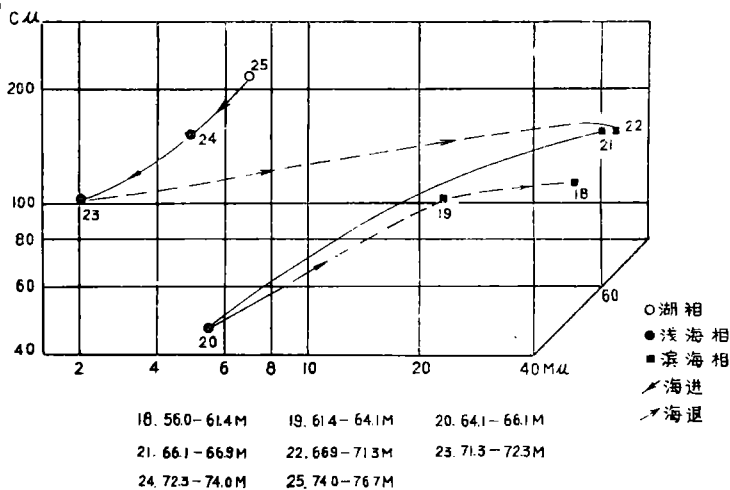
1) 根据河北省地质局第七地质大队等,1975年,渤海湾西岸全新世地层的下限与划分问题。

为黄铁矿、辉石类¹⁾和片状矿物²⁾组合带。黄铁矿和片状矿物大量富集。黄铁矿主要分布在下部,最高含量可达 80%,一般在 15—60% 之间。片状矿物分布在上部,最高含量可达 54.3%,一般在 29.7—49.6% 之间。辉石类持续出现,其含量在上部偏高,达 5.6%。

在部分层位中,粉砂薄层和透镜体发育,常见动穴,具有波状和水平层理,有时为透镜状。

含有孔虫 28 种,为 10—20 米左右浅海环境组合,其中有:嗜温转轮虫 [*Ammonia tepida* (Cushman)]、转轮虫(未定种) (*Ammonia* sp.)、光滑九字虫 (*Nonion glabrum* Ho, Hu et Wang)、易变筛九字虫 [*Cribionion incertum* (Williamson)]、多变假小九字虫 (*Pseudononionella variabilis*, Zheng)、简单企虫 (*Elphidium simplex* Cushman)、光滑抱环虫 (*Spiroloculina laevigata* Cushman et Todd), 还含有典型暖水种斯罗特假车轮虫 (*Pseudorotalia schroeteriana* (Parker et Jones)], 分布稳定和广泛。介形虫 15 属,主要有:正星介 (*Cyprideis* sp.)、艳花介 (*Cythereis* sp.)、新单角介 (*Neomonoceratina* sp. 1) 和弯背介 (*Loxoconcha* sp.)。属第一海生喜暖软体动物群¹⁾,主要代表种有:依萨伯利雪蛤 (*Chione isabelina* Philippi)、骨螺 (*Murex* sp.)、笔螺 (*Mitra* sp.)、豆斧蛤 (*Donax* sp.)、榧螺 (*Oliva ornata* Marrat)、不等蛤 (*Anomia* sp.) 和蚶属 (*Arca* sp.) 等。

根据粒径分析(图 2)和有孔虫、介形虫种属变化曲线(图 3, 曲线呈双峰形式),都反映出该海相地层在形成过程中,海面曾发生过明显地摆动。



M: 中位数; C: 百分之一的粒径; μ : 微米。

图 2 渔供 3 (南排河) 孔第一海相地层 C—M 图

层状分布面积广泛,最厚 29.5 米(渔供 2 孔,岐口),最薄 4.4 米(8—9 孔,文安县城),平均厚度 13.3 米。如图 4 所示,黄骅县城附近为主要沉积区,其厚度均在 20 米以上。向西、西北渐变薄,至献县大村(献开 17 孔)、青县王镇店、文安县城(8—9 孔)、安次县淘河村(安 27 孔)一线附近尖灭;向北递减,至静海县四小屯(静开 3 孔)变薄到 4.6 米以后,再

1) 辉石类(普通辉石+透辉石+紫苏辉石)
2) 片状矿物(黑云母+白云母+绿泥石)
3) 见第 19 页¹⁾

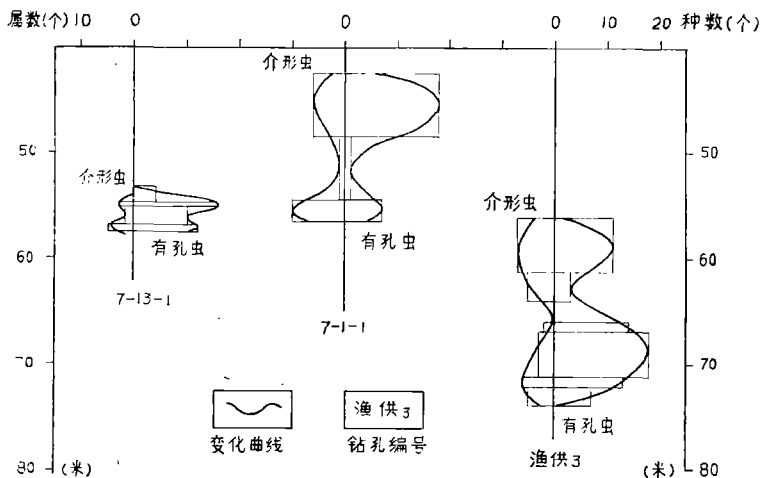


图3 第一海相地层有孔虫、介形虫种属变化曲线图

向北略有回升,在天津北赤土村一带尖灭;向南亦递减,而且递减率很大,在交河县高川镇至盐山望村一线尖灭,于盐山县杨家集附近进入山东境内。

第二海相地层 埋藏深度 43.9 (25.2) 米—27.5 (17.2) 米。

下部为灰、黑灰色,上部为灰黄色。主要由粘土质粉砂和粉砂质粘土组成。粒径具有从下至上由粗—细—粗的变化(表2)。

表2 7-17-1 (高湾)孔第二海相地层沉积物粒径参数表

深度 (米)	岩 性	粒 径 参 数 (ϕ)		
		M_{ϕ}	$\alpha_{i\phi}$	σ_{ϕ}
23.5—28.0	灰黄色粘土质粉砂	7.95	0.48	3.05
28.0—31.0	黑灰色粉砂质粘土	8.50	-0.20	2.50
31.0—34.5	灰色粘土质粉砂	7.58	0.11	3.42
34.5—38.0	浅灰色粘土质极细砂	6.83	0.68	3.77

为普通角闪石、黄铁矿和片状矿物组合带。普通角闪石、黄铁矿和片状矿物都在此海相地层内具有最高含量,分别为 80% 以上、96.7% 和 92.6%。辉石类含量低,仅局部出现。

在部分层位中,粉砂薄层和透镜体发育,常见动穴。具有波状和水平层理,有时为透镜状。

含有孔虫 43 种,主要为 15—30 米左右浅海环境组合,其中有:嗜温转轮虫、转轮虫(未定种)、光滑九字虫、易变筛九字虫、缝裂企虫 (*Elphidium magellanicum* Heron-Allen et Earland)、圆型短五块虫 [*Quinqueloculina akneriana rotunda* (Gerke)]、光滑抱环虫、异地企虫 [*Elphidium advenum* (Cushman)]。还含有典型暖水种斯罗特假车轮虫,仅零星分布。介形虫 15 属,主要有正星介、艳花介、新单角介和博斯奎特介 (*Bosquetina* sp.)。属第二海生喜暖软体动物群¹⁾,主要代表种:榧螺、豆爷蛤、依萨伯利雪蛤、筍螺 (*Terebra* sp.)、

1) 见第 19 页¹⁾

蚶属和织纹螺 (*Nassarius* sp.) 等。孢粉组合以阔叶树种占优势, 并含有南方种枫香属和漆树属。

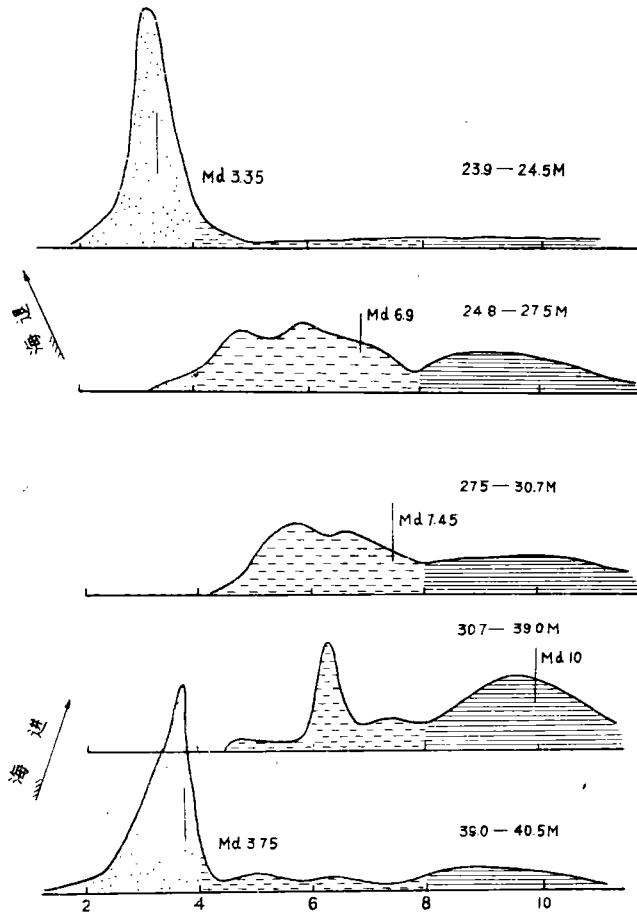


图5 渔供3(南排河)孔第二海相地层沉积物的粒径频率曲线图

据粒径分析(图5、图6)和有孔虫、介形虫种属变化曲线(图7),说明该海相地层是在一次海进与海退过程中形成的。同时,从有孔虫种属变化曲线形状近于直角三角形来看,海进时,种属数目增加很快,曲线陡直,很快达到了高峰,以后开始缓慢下降,曲线平缓。反映出这次海侵的特点是海进迅速,海退缓慢。

地层分布面积广泛,最厚20.7米(7—16孔,薛沃村),最薄2.3米(沧5孔,孙清屯),平均厚度9.3米。图8表明,黄骅县岐口至盐山县城一带为主要沉积区,厚度在15米以上。向西北、西、西南渐变薄,在安次县张坨村(安26孔)、任丘县陵城(沧9孔)、献县小李庄(献开15孔)、南皮县孙清屯(沧5孔)一线尖灭,然后于南皮县王寺村附近进入山东境内。向北亦变薄,至天津西沽(天供1孔)厚为5.1米,一直到天津赤土村北(宁17孔)应有此海相地层分布。可见该海相地层分布面积比第一海相地层还要广泛。

第三海相地层 埋藏深度16.8(7.1)米—5.0(1.1)米。

由黑灰色、浅灰色粘土质粉砂组成。粒径变化不大。

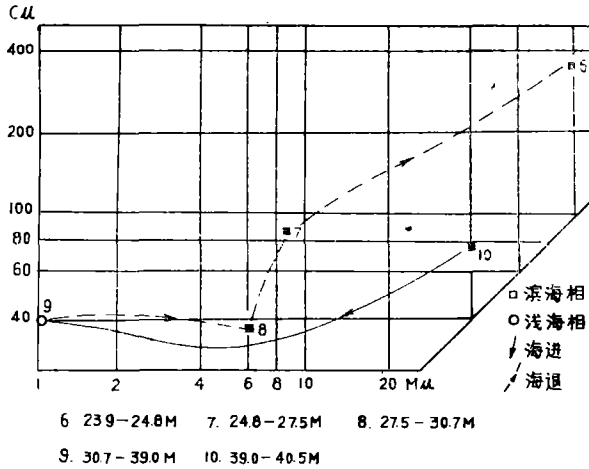


图 6 渔供 3 (南排河)孔第二海相地层 C—M 图
M:中位数; C:百分之一的粒径; μ:微米。

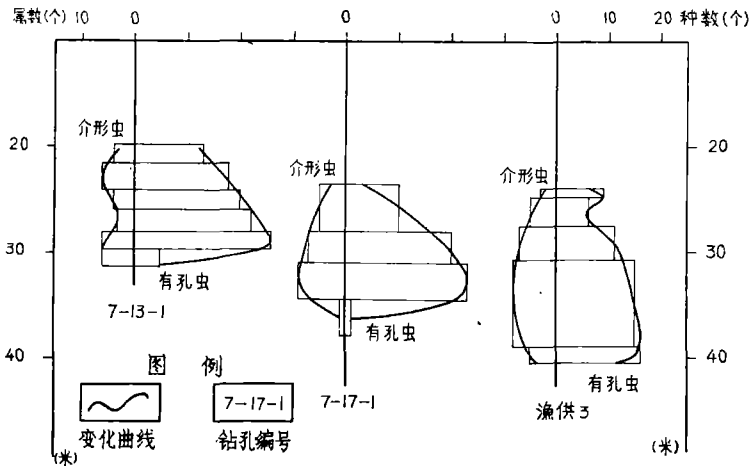


图 7 第二海相地层有孔虫、介形虫种属变化曲线图

为绿帘石、辉石类和黄铁矿矿物组合带。绿帘石最高含量可达 30.7%，一般都在 12.1% 以上。辉石类不仅含量较高(均在 4.3% 以上,平均含量为 5.1%)且分布较广。

粉砂薄层与透镜体发育,常见动穴,具有微波状层理。

含有孔虫 18 种,为近岸浅水环境组合,其中有:嗜温转轮虫、转轮虫(未定种)、多角口室虫 (*Stomolocolina multangula* Ho, Hu et Wang)、多变假小九字虫、缝裂假穹背虫 (*Pseudoeponides anderseni* Warren)。介形虫 12 属,为半咸水环境组合,主要有:弯背介、正星介、新单角介、土星介 (*Ilyocypris* sp. 1) 和湖花介 *Limnocythere* sp.)。属现代渤海海生软体动物群¹⁾,主要代表种:兰蛤属 (*Aloidis* sp.)、蚶属、牡蛎属 (*Ostrea* sp.) 和缢蛏 [*Sinonovacula consericta* (Lamarck)] 等。孢粉组合以阔叶树种占优势,以栎属为主。

层状分布最厚为 13.6 米(8—17 孔,郭庄子),最薄 3.1 米(静开 16, 大黄庄),平均厚度 8.2 米,由东向西渐变薄,至天津西杨柳青、静海县大黄庄和黄骅县城西附近一线尖灭

1) 见第 15 页¹⁾

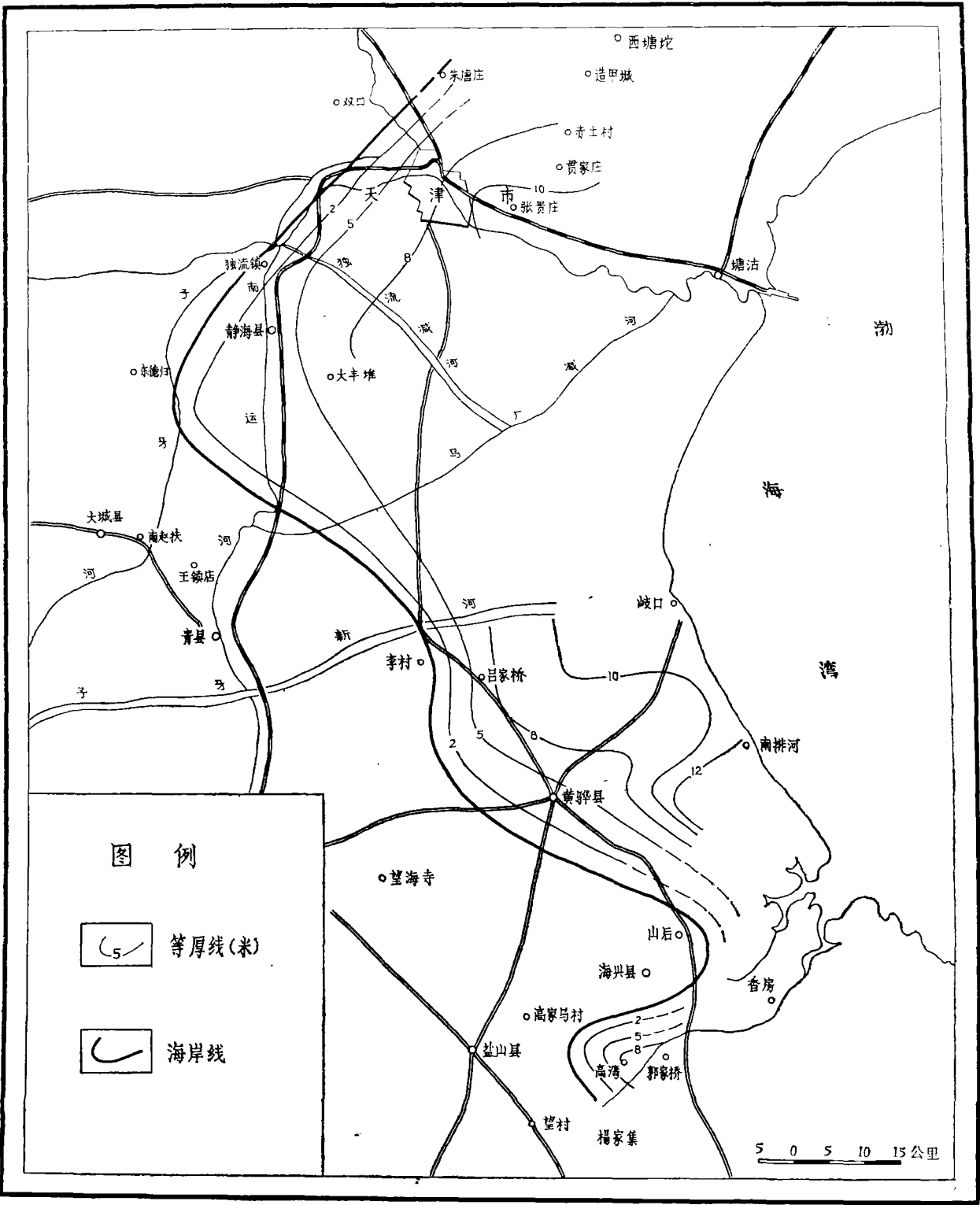


图9 第三海相地层等厚度与海岸线图

(图 9)。可见该海相地层分布面积最小。

二、各海相地层的形成时代

为了探讨各海相地层的形成时代,我们对渔供 3 (南排河)孔中的三个泥炭层样品,进行了放射性碳年代测定工作,结果如下:

1. 泥炭层 取样深度 14.72—14.87 米,层厚 0.15 米。上覆第三海相地层。放射性碳年代距今 8590 ± 170 年。

2. 泥炭层 取样深度 15.83—16.11 米,层厚 0.28 米。下覆由黑灰色粘土质粉砂组成的湖相沉积地层。放射性碳年代距今 9650 ± 190 年。

3. 泥炭层 取样深度 40.5—41.5 米,层厚 1.0 米。上覆第二海相地层,下伏由灰褐色粘土质粉砂组成的湖相沉积地层。放射性碳年代距今 $> 32,000$ 年。

同时,我们又对海兴县(沧 13 孔)进行了古地磁测量,其结果见图 10。

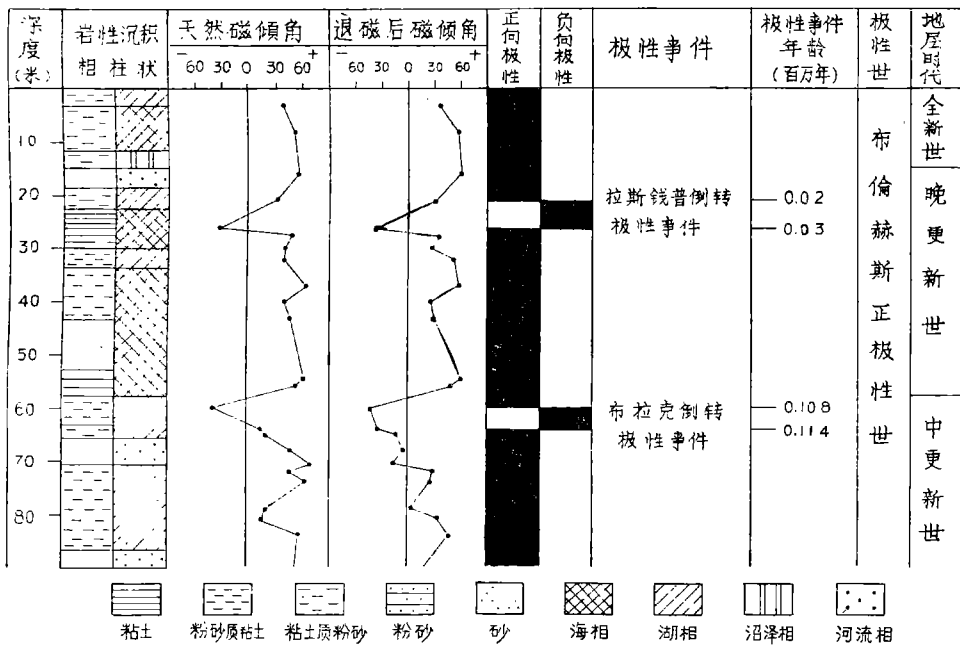


图 10 海兴县(沧 13 孔)自晚更新世以来地层古地磁极性表

从图 10 中可以看出,海兴县(沧 13 孔) 90 米以上地层是属于布伦赫斯正极性世的上部,其中包括二次短期倒转极性事件。其一是布拉克(Blake)倒转极性事件,代表地段在 64—60 米之间,极性事件年龄为距今 114,000—108,000 年^[4];其二是拉斯钱普(Laschamp)倒转极性事件,代表地段在 26.1—21.0 米之间,极性事件年龄可能为距今 30,000—20,000 年^[4]。

据根上述古地磁测量和放射性碳年代测定的资料,结合沉积速度,就可以大致算出第一与第二海相地层的形成时代。计算结果如下:

第一海相地层的形成时代,在距今 102,000—70,000 年之间,属庐山/大理(里斯/玉木)间冰期沉积。按照目前对于冰期、间冰期的划分原则,大体上把距今 100,000—70,000 年的暖期称为最后间冰期,或称里斯/玉木间冰期,在我国称为庐山/大理间冰期。在这段

时间内,世界若干地区都发生海侵,如在黑海称为乌兹拉(Uzunlar)海侵^[5],在地中海发生第勒尼安 I(Tyrrhenian I)海侵^[5],在日本发生下末吉(Shimosueyoshi)海侵^[5]。

第二海相地层的形成时代,在距今 39,000—23,000 年之间,属大理(玉木)冰期中的亚间冰期沉积。根据目前的研究,从距今 70,000—10,000 年称为最后冰期,北美称威斯康辛冰期,阿尔卑斯地区称为玉木冰期,在我国称为大理冰期。在最后冰期期间,曾出现过一次亚间冰期,在欧洲称为哥特威格(Göttweig)亚间冰期,在苏联称为莫洛戈谢克斯宁亚间冰期,其时代有人主张划在距今 44,000—29,000 年之间^[6]。这时在许多地区造成海侵,如在地中海地区形成第勒尼安 III(Tyrrhenian III)海侵^[5],黑海地区形成卡拉格特(Karangat)海侵^[5]。

关于第三海相地层的形成时代,由于放射性碳年代资料较多,可以进行较为详细的讨论。它的形成时代的下限,在南排河地区为距今 8500¹⁾年左右,在静海县四党口地区为距今 7900²⁾年左右,在海兴县高湾地区为距今 5000³⁾年左右。它的形成时代的上限,在天津市巨葛庄以西为距今 3400⁴⁾年前左右,从天津市巨葛庄至天津市泥沽和黄骅县岐口一带为距今 3400—2000⁵⁾年间左右,在天津泥沽—黄骅县岐口以东为距今 2000 年后左右。权衡一下,第三海相地层的形成时代在距今 8000—2000 年之间,属冰后期沉积。在这段时间内,世界若干地区亦都发生海侵,如在地中海地区称为弗兰得林(Flandrian)海侵^[5]。

三、海岸线变化

三个海相地层的存在,说明渤海湾西岸,自从 10 万年以来,曾发生过三次海侵。第一次海侵达到沧州以西谢官亭附近,称为沧州海侵;第二次海侵范围较大,可达献县境内,称为献县海侵;第三次海侵范围较小,仅分布到黄骅、静海和天津一带,称为黄骅海侵。

每一次海侵都遗留下一条海岸线。

第一条海岸线(图 11 中 I) 沧州海侵期最大海侵时所达到的界线。

时代大约在距今 85,000 年左右(根据沧州海侵期为距今 102,000—70,000 年估计的)。形状为一个“W”字型海湾,在大城县城附近陆地向海中突出。

从有孔虫、介形虫生态组合变化看,西部 7—13—1(沧州市)孔,有孔虫以河口、沼泽和近岸浅水环境组合为特征。除占优势的转轮虫属外,有多变假小九字虫(含量 5.9—13.6%),和多角口室虫。而属于浅海环境的瓷质有孔虫没有出现。介形虫亦以半咸水的正星介及广盐度的弯背介占优势,而海相属艳花介没有出现。可见当时沧州一带处在近岸附近。向东,7—17—1(高湾)孔和渔供 3(南排河)孔,最明显的变化是,大量出现了浅海环境的瓷质有孔虫,例如渔供 3 孔,易变筛九字虫含量为 15—46.2%,简单企虫含量为 4.3—6.9%。介形虫组合中出现了海相属艳花介,其含量亦较高,分别达到 5.4—9.0%(7—17—1 孔)和 6.9—19.0%(渔供 3 孔)。说明当时湾口(高湾至南排河一带)最大水深

1) 参看渔供 3(南排河)孔的放射性碳年代资料。

2) 静开 20(四党口)孔深度 15.6 米泥炭层的放射性碳年代为距今 7920±655 年。中国科学院地质研究所测。

3) 7-17-1(高湾)孔深度 11.4—12.1 米泥炭层的放射性碳年代为距今 5030±150 年。中国科学院贵阳地球化学研究所测。

4) 巨葛庄贝壳堤的放射性碳年代为距今 3400±115 年。中国科学院贵阳地球化学研究所测。

5) 岐口贝壳堤下层的放射性碳年代为距今 2020±100 年。中国科学院地质研究所测。

约在 10—20 米左右,其海侵方向由东向西。

沧州海侵后,于距今 70,000 年左右发生海退。海退以后的最低海岸线位置,根据目前的研究,是在现代海面 50 米等深线附近。可见,当时的渤海已变为陆地。

第二条海岸线(图 11 中 II) 献县海侵期最大海侵时所达到的界线。

时代大约在距今 35,000 年左右(根据献县海侵期为距今 39,000—23,000 年和具有海侵迅速海退缓慢的特点估计的)。形状与第一条海岸线基本一致。

从有孔虫、介形虫生态组合变化看,西部 7—13—1 孔,有孔虫则以浅海环境组合为特征,瓷质有孔虫五块虫、抱环虫含量可达 10% 以上。介形虫中海相属艳花介含量亦较高。说明当时的沧州一带已不是处在近岸附近,而海岸线还要向西。同时,进一步证明该次海侵范围比沧州海侵要大。向东至 7—17—1 孔和渔供 3 孔,瓷质的五块虫、抱环虫含量增高一倍以上,可达 20—40%。介形虫的海相属艳花介含量亦增高到 10—20%。可见当时湾口(高湾至南排河一带)最大水深约在 20—30 米左右。海侵方向亦由东向西。

献县海侵于距今 23,000 年左右发生海退,海退以后的最低海岸线位置,根据米尼曼和艾木里的研究,是在现代海面约 130 米^[7]等深线附近(时代距今约 18,000—15,000 年左右)。显然,这时的渤海、黄海及东海大陆架绝大部分都变为陆地。

第三条海岸线(图 11 中 III) 黄骅海侵期最大海侵时所达到的界线。

根据静开 20(四党口)孔和 7—17—1(高湾)孔测定的泥炭层放射性碳年代资料,确定该海岸线的时代,大约在距今 6000—5000 年左右。形状与现代渤海湾西岸大体一致。

从有孔虫、介形虫生态组合变化看,7—17—1 孔属近岸浅水环境组合,其中缝裂假穹背虫占 11%,多变假小九字虫占 11%,多角口室虫占 7%。瓷质有孔虫未见。介形虫中,海相属艳花介未见,而淡水、微咸水湖花介占 50%,土星介占 25%。很明显,高湾一带是处在海岸附近,淡水影响很强。渔供 3 孔该海相地层的下部属 10—20 米左右浅海环境组合,以瓷质五块虫占优势,含量为 15—45%。介形虫海相属艳花介含量为 13.3%;上部变为近岸浅水环境组合,主要组分为多变假小九字虫(含量 30%)。介形虫海相属艳花介没有出现,而淡水玻璃介却有出现。说明南排河附近,由先为浅海环境变后为近岸环境,并显示出海岸在后退过程中,淡水影响的加强。海侵方向同样是由东向西。

分布在渤海湾西岸的三列贝壳堤,是在黄骅海侵发生海退以后,在海岸线停留相当长的时间条件下形成的。这对讨论黄骅海侵(一万年)以来该地区的海岸线变化提供了依据。

黄骅海侵是从距今 10,000 年左右,由现代海面下 130 米等深线附近开始发生海侵的。于距今 8500 年左右,海岸线是在南排河一带,距今 7900 年左右是在静海县四党口附近,距今 6000—5000 年左右,海岸线达到图 11 中 III 的位置(即是黄骅海侵期最大海侵时形成的海岸线)。而后,黄骅海侵发生海退。海岸线首先退到巨葛庄—沙井子—跃进桥一线(图 11 中 3¹),形成巨葛庄贝壳堤,时代距今约 3500 年左右;其次退到泥沽—歧口—南排河一线(图 11 中 3²),形成白沙岭—歧口贝壳堤,时代距今约 2000—1500¹⁾ 年左右;再次退到蛭头沽—大沽—歧口一线(图 11 中 3³),形成蛭头沽贝壳堤,根据考古资料估算^[2],时

1) 白沙岭贝壳堤的放射性碳年代距今 1460±95 年。中国科学院地质研究所测。

代距今 600—500 年左右;最后退到现代海岸线的位置。

综合上述, 10 万年以来, 渤海首先形成于距今 102,000—70,000 年间, 最高海岸线位置, 是在赤土村—淘河村—文安县城—王镇店—大村—高川镇—望村一带。在这以后又发生过两次变为陆地、两次变为海的大变化。距今 70,000—39,000 年间为陆地, 最低海岸线位置, 是在现代海面约 50 米等深线附近; 距今 39,000—23,000 年间为海, 最高海岸线位置在赤土村北—张坨村—陵城—小李庄—孙清屯—王寺村一带; 距今 23,000—10,000 年间又为陆地, 最低海岸线位置, 是在现代海面下约 130 米等深线附近; 距今 10,000 年至今又为海, 最高海岸线位置在杨柳青—大黄庄—黄骅县城西—山后村—高湾一带。前日, 渤海湾西岸正处在海退之中。

参 考 文 献

- [1] 赵松龄、夏东兴等, 1976. 渤海湾西岸中更新世末期以来的海侵问题. 海洋科学通讯 3: 26—40.
- [2] 天津市文化局考古挖掘队, 1966. 渤海湾西岸考古调查和海岸线变迁的研究. 历史研究 1: 52—62.
- [3] Inman, D. L., 1952. Measures for describing the size distribution of sediments. *Jour. Sedimentary Petrology* 22: 125—145.
- [4] Smith, J. D. and J. H. Foster, 1969. Geomagnetic reversal in Brunhes Normal Polarity Epoch. *Science* 163: 565—567.
- [5] Fairbridge, R. W., 1963. Erosion and sedimentation. pp. 1—31.
- [6] Masao Minato, 1972. Late Quaternary Geology in Northern Japan. XXIV Int. Geol. Cong., Canada Section 12: 63—71.
- [7] Milliman, J. D. and K. O. Emery, 1968. Sea levels during the past 35000 years. *Science* 162: 1121—1123.

ON THE MARINE STRATIGRAPHY AND COASTLINES OF THE WESTERN COAST OF THE GULF OF BOHAI*

Zhao Songling, Yang Guangfu, Cang Shuxi, Zhang Hongcai
and Huang Qingfu

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Xia Dongxing, Wang Yongjie, Liu Fushou and Liu Chengfu

(The First Institute of Oceanographical Research of the State Oceanography Bureau)

ABSTRACT

Three marine formations are recognized from the Quaternary sediments (above 100 meters) of the western coast of the Gulf of Bohai.

The C^{14} method and paleomagnetic measurements were used to estimate the age for each marine formation. The first marine formation existed between 102,000—70,000 yrs B. P. belonging to Riss-Würm interglaciation. The second was between 39,000—23,000 yrs B. P. corresponding to the interstadial of Würm glaciation. The third was between 8000—2000 yrs B. P. corresponding to the postglacial deposition.

The three marine formations indicated that three transgressive sequences occurred in the western coast of Bohai Gulf. The first transgression reached the vicinity of Xiegongting in the western part of Changzhou city, here termed Changzhou transgression. The second transgression is greater in extent than the first, its boundary could reach Xianxian country, here termed XianXian transgression. The third transgression here termed Huanghua transgression, is less in extent than the first and the second, and is distributed only in the zone of Huanghua, Zhinghai, Tianjin (Tientsin). Therefore, we recognized three paleo-coastline in this area.

* Contribution No. 412 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.