

第四纪以来辽东湾滨岸沉积特征与 沉积环境的演变

符文侠

(国家海洋局海洋环境保护研究所, 大连)

提要 本文根据钻孔、孢粉、微体古生物和¹⁴C测年等分析资料,探讨了第四纪以来辽东湾滨岸沉积特征、沉积层序、沉积环境及大小凌河扇形地的形成和发育过程。在构造抬升的辽东湾东西两侧的低山丘陵区第四纪地层不发育;中部沉降的下辽河平原区堆积了巨厚的第四纪地层,成为辽宁地区第四系发育的中心。第四纪以来主要以陆相的河湖沉积环境为主,大小凌河扇形地的演变基本反映了该区沉积环境的变化。

主题词 辽东湾 第四纪 滨岸沉积 沉积环境

作者简介 符文侠 男 50岁 高级工程师 海洋地质地貌学

本文讨论范围是从辽东湾东岸盖县西崴子至西岸山海关附近的岸带地区。一般深入陆地20—30km左右,在下辽河平原区可达近百公里。本区在大地构造单元上属华北地台,为东西向构造系和华夏系交汇地段,主要构造线为北北东和北东。其中辽东湾东西两侧地区均以低山丘陵地形为主,分别处于新华夏系第二和第三巨型隆起带上,中部的下辽河平原属新华夏系的巨型沉降带。

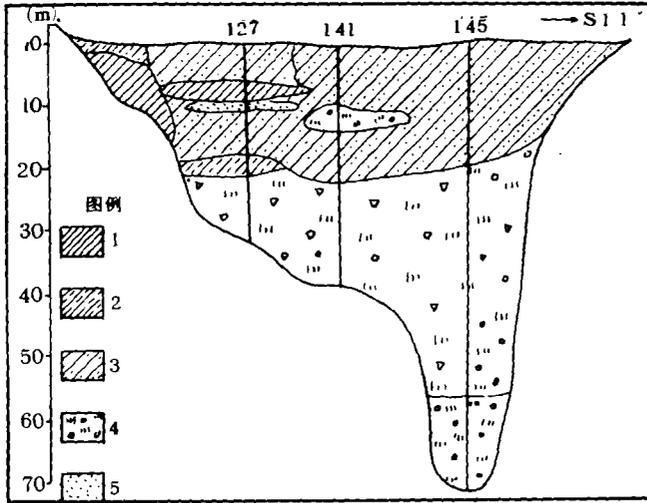
一 第四纪沉积特征

第四纪沉积物的发育程度明显受构造和地貌条件等因素的制约。辽东湾的东部、中部和西部具有不同的构造、地貌单元和特征,因此,沉积物的空间分布、岩性特征、成因类型、堆积厚度及其发育程度等都有一定差异。为方便起见,将辽东湾分为东部、中部和西部三个区域加以叙述。

1. 辽东湾东部地区

主要为辽东半岛的滨岸地区。新构造运动特点表现为长期间歇性的抬升。因此,剥蚀作用始终居主导地位,造成第四纪地层的不发育和不平衡、分布面积小、厚度较薄。厚度变化,大体上是从低山丘陵前到沿海地区逐渐由薄变厚,一般为20—30m,熊岳平原第四纪厚50m左右,最大厚度在复渡河口地带为70m左右^①。早更新世和中更新世地层分布极为零散;晚更新世和全新世地层主要分布在山丘前斜坡、丘间沟谷、现代河床、河漫滩和海湾地带。第四纪沉积物成因类型,明显受控于地貌形态因素。如,丘陵剥蚀平原地区为残积坡积物分布区,普遍为厚度大于1m的碎石混土层或风化砂土层(图1)。在较大河流的两侧及河谷中主要分布冲积、洪积的黄褐色、浅黄色亚粘土或

^①国家海洋局环保所,辽宁省地矿局一水,辽宁省海岸带和海涂资源综合调查报告:地貌,第四纪地质、底质调查报告,1986.



1. 粘土 2. 亚粘土 3. 亚砂土 4. 砾石混土 5. 砂

图1 营城子坡洪积剖面图

Fig.1 Section of Slope Wash and diluvium at Yinchenzi

亚砂土, 淤泥质细砂。沿海狭长平原主要为冲海积粗砂含砾或砂砾石, 局部为淤泥质细砂或亚砂土; 其次为冲洪积的砂砾或亚砂土; 还有少量的风成、泻湖和沼泽沉积物。

2. 辽东湾中部地区

系指下辽河平原地区, 自第三纪以来, 一直在下降。在长期下降的过程中堆积了巨厚的第四纪地层, 为辽宁省第四纪松散沉积物最发育的地区, 最大可见厚度为 359m, 属陆相沉积, 仅在滨海地区存在海陆交互沉积和少量海相沉积。陆源碎屑物质主要来自平原及其东西两侧丘陵山地

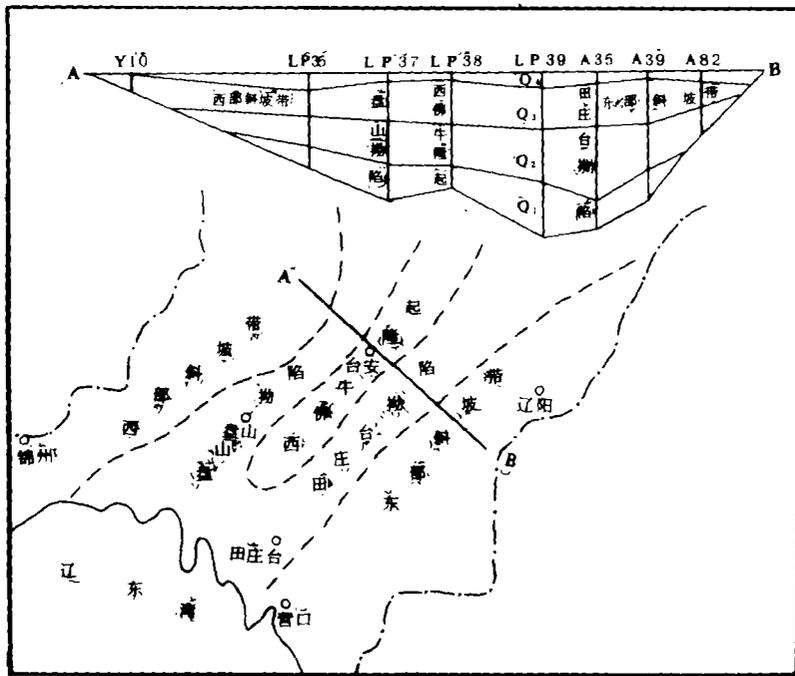


图2 基底构造与沉积厚度图

Fig.2 Basal Structure and Sediment depth

的太子河、浑河、辽河、柳河、大小凌河和双台子河等河流的输送物。这些水系携带大量泥沙(每年约为4647.5万吨)等进入平原后,分别沉积在平原的山区地带、中部地带和滨海地带。

沉积物发育程度和分布规律与基底构造及新构造运动特点密切相关。下辽河平原的基底构造可分为中央隆起地段和东、西凹陷地段以及东西两个斜坡地带(图2)。在隆起区沉积厚度较薄,凹陷区厚度较大,两个斜坡地带厚度更小。第四纪地层为一连续沉积过程,且第四纪晚期沉积逐次超伏在早期沉积之上,为逐层连续沉积。据钻孔揭示,第四纪地层厚度从早期到晚期越来越薄。如盘山县榆树农场的LP24和郑家店LP17孔早更新统厚度120—170m,中更新统厚度为100—120m,晚更新统厚度40—60m,全新统厚度6.6—30m。

第四纪地层在纵向上分布规律是,由北向南沉积物粒度由粗变细,厚度由薄到厚。北侧康平法库丘陵前缘厚度为20m左右,而南部的田庄台、盘山拗陷区厚度达200—359m。第四纪地层横变化的趋势是,从东西两侧山地丘陵到中部平原,厚度由薄到厚,约为20—150m。沉积物表现为由粗到细,其序列为砾卵石、砂砾石为主的极粗颗粒相变至粗砂含砾,砂砾石,砂并有粘土隔层的过渡相,最后变为细砂、中粗砂、粉细砂夹粘土薄层的细颗粒相。

3. 辽东湾西部地区

主要以辽西低山丘陵地形为主,兴城至绥中芷锚湾岸段为狭窄的冲海积平原。第四纪以来长期缓慢上升,剥蚀作用较为强烈,堆积作用进行得缓慢。第四纪地层虽然分布广泛,但厚度不大,最厚部位也不超过百米,一般为20—50m。其厚度自山前向平原区逐渐增大。在横向上因受古地形的影响,其厚度从六股河口向西南逐渐变薄。如六股河口地区为44.85m,狗河口地区为21.58m,大石河口地区为18.45m,山海关地区为11.0米。岩性和岩相的分布特点亦明显地受地貌形态和新构造运动的影响。丘陵坡麓地带及剥蚀平原顶部为残坡积的碎石混土复盖,坡脚下有绕丘分布的坡洪积物,为棕黄色含砾(碎)石亚粘土及砾石透镜体,堆积厚度一般为3—5m。冲洪积平原上部为1—2m厚的棕黄色亚粘土或亚砂土,下部为砾石层。冲海积平原主要为灰黑色淤泥质亚粘土或亚砂土,粉细砂含贝壳碎片以及砂砾石、粗砂含砾。

二 典型剖面描述与沉积层序

辽东湾沿岸因受构造与地貌等因素的影响,使其沉积物的垂向结构复杂多变。现选择几个具有代表性的钻孔资料,借以阐明沉积层序与特征。

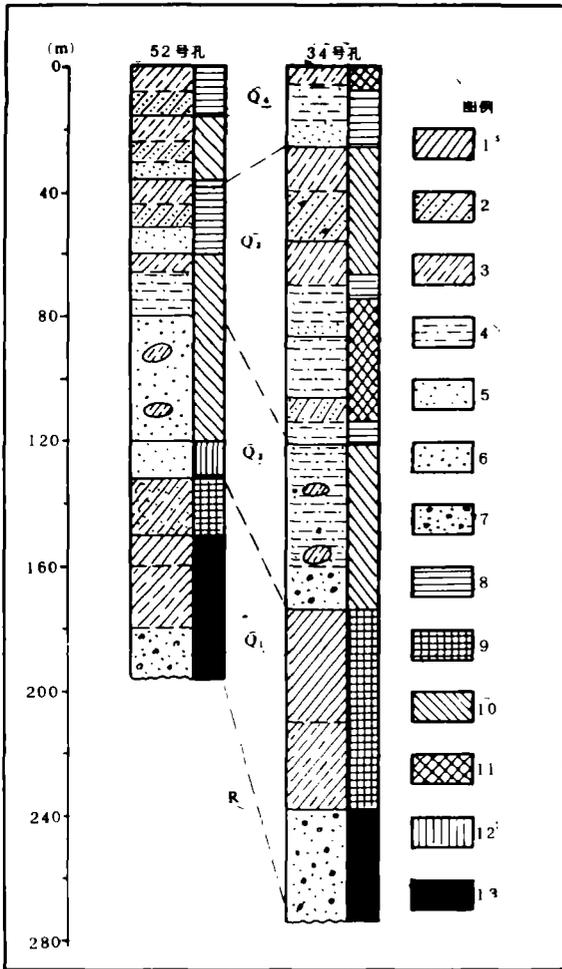
1 52号钻孔

位于大凌河东侧距海20km处,高程约3—4m,孔深195.88m(图3)。沉积物自下而上为:

(1) 195.88—151.37m,厚44.51m,主要为冰水沉积物。下部为砂砾卵石混土;上部为灰、灰褐、黑灰色粘土、亚粘土含砾中粗砂。顶部粘土层中具有团粒结构,含铁锰结核。据古地磁测定,在52号孔深195.88m处大致相当松山倒转极性期奥尔都维事件底界之上,而在孔深217m以下为灰绿、灰黄、绿色泥岩,属上新世明化镇组,故此层为早更新世早期的产物。

(2) 151.37—134.42m,厚16.95m。其岩性为灰黑色、棕黄色粘土,亚粘土及含砾中粗砂,呈白色钙质斑点及铁锰结核侵染。相当于大姑—鄱阳间冰期沉积,为早更新世晚期的冲洪积物。

(3) 134.42—122.60m,厚11.82m。岩性为湖沼相的灰白色、灰黑色粉细砂,中细砂含砾及细砂与亚粘土互层。



1. 粘土 2. 亚砂土 3. 亚粘土 4. 粉细砂 5. 中细砂 6. 粗砂
7. 砂砾 8. 海相层 9. 洪积层 10. 冲积层 11. 冲洪积层
12. 湖沼层 13. 冰积层

图3 钻孔岩性岩相对比图
Fig.3 Correlation of cores

(4) 122.60—78.11m, 厚 44.49m. 岩性为灰白色中粗砂夹薄层亚粘土透镜体。该组地层底界 处于古地磁年表中布容正向期与松山反向期分界处, 为 69 万年。据此判断 (3) (4) 层分别为中更新世早、晚期的产物。

(5) 78.11—58.42m, 厚 19.69m. 岩性主要为冲洪积的灰白色细粉砂、中细砂, 顶部为灰绿色亚粘土。据古地磁测量^①, 该层形成于距今 11—7 万年间, 相当于晚更新世早期。

(6) 58.42—35.72m, 厚 22.70m. 下部为灰白色中细砂, 上部为灰绿色亚粘土夹中细砂, 灰黄色细粉砂与亚砂土互层; 为冲海积相。据 ¹⁴C 测定, 为距今三至四万年前的产物, 相当于晚更新世晚期沉积。

(7) 35.72—16.11m, 其下部为灰白色中细砂, 上部为灰黑色亚粘土, 中部为灰白色中细砂夹亚粘土及灰绿色亚砂土。在顶部亚粘土层中具有明显碎屑结构, 含钙质结核, 直径为 0.5—2cm, 含植物残体及贝壳碎片。据 ¹⁴C 测年, 为距今 8,000—12,000 年, 相当于全新世早期。

(8) 16.11—0.00m 主要为灰黑色亚粘土或亚砂土与细砂互层, 为全新世中后期的冲积海积沉积。

2 34号钻孔

位于大凌河口西侧南河圈, 孔深 274.7m. 沉积物自下而上(图 3)为:

(1) 274.7—238.2m, 厚 36.50m. 黄褐色砂砾卵石混土, 少数砾石呈马鞍状、熨斗状, 包有棕红色粘土膜, 似冰川沉积物。为早更新世早期的产物。

(2) 238.2—174.3m, 厚 63.90m. 其岩性为黄色、黄褐色、灰褐色砂砾石夹亚粘土, 粘土含砾石。砾石成份以花岗岩、石英岩、安山岩为主, 呈浑圆状。相当于早更新世晚期和中更新世早期的洪积物。

(3) 174.3—121.38 米, 厚 52.92 米。岩性为灰白、灰黑色粉细砂、中细砂含砾及细粉砂与亚粘土互层。为中更新世中、晚期的冲洪积物。

① 夏东兴等, 晚更新世以来黄渤海沿岸变迁, 海洋地质论文集, 1979.

(4) 121.38—107.33m 为黄褐色、黄白色亚砂土和粉细砂。微体古生物鉴定表明,在 121.38—116.12m 的层位中发现有孔虫化石,但种属和个体数都很少。在下辽河平原 LP₂₅ 孔深 161.80—98.20m, LP₂₄ 孔深 148—110m, 均见有孔虫和海相介形虫化石,表明本区在晚更新世早期发生了海进。

(5) 107.33—86.50m 为灰白、灰黑色粉细砂,为河漫滩相沉积。

(6) 86.50—56.66m 为灰色亚粘土及粉细砂、中粗砂。据微体古生物鉴定,在 75—67m 的灰黑色粉细砂与亚粘土互层中含有孔虫化石,为海陆过渡相的大凌河口段沉积。相当于晚更新世晚期的产物。

(7) 56.66—26.22m 为灰、灰褐色亚粘土、亚砂土含砂砾。沉积物碎屑和团粒结构明显,含钙质、铁锰质结核及半碳化植物残体。

(8) 26.22—0.00m, 其中 26.22—21.40m 为灰黄色粉细砂和灰白色中细砂、中粗砂,为全新世早期沉积。21.40—16.60m 为灰色亚粘土与粉细砂互层,含有较多的有孔虫化石,属海陆过渡河口海湾相沉积,为全新世早期海进的产物。16.60—11.40m 为灰色亚粘土与细砂互层,含有较丰富的有孔虫和海相介形虫^①此时正处于全新世海进的高峰时期,水深不超过 20m,为距岸较近的海相滨岸浅海沉积。11.40—5.2m 为灰黑色亚粘土和灰色粉砂,属河口边滩相沉积,有孔虫含量减少,可能因大凌河口位置变迁之故。5.2—2.0m 为灰黑色粉细砂含较多的有孔虫,但陆相介形虫明显增加,表明海进走向衰退阶段,由海相向海陆过渡相发展,并逐渐为陆相沉积所代替。2.0—0.0m 多为现代冲积物。

由上述可知,该区第四纪沉积层序复杂多变,但总的来看,沉积物在垂向上具有下粗上细的特点。

三 大小凌河扇形地的演变与沉积环境的探讨

在下辽河东西两侧的山前倾斜平原,由于两侧山地丘陵区持续上升,而平原长期下降,山前平原处于升降过渡地带,基底具有一定的坡度。因此,在下辽河平原周边的大小凌河等河流与地表径流携带的大量砂砾进入平地,流速骤减,搬运能力降低,使其物质迅速沉降,形成以冲洪积、洪积为主的大型扇裙。大小凌河的扇形地就是这种典型的地貌形态,它的演变过程基本反映了本区沉积环境的变化。

第四纪初期气候比较寒冷,附近山区可能有冰川,在乱坨子、南河圈等地保留有此时期的冰川沉积。早更新世中、晚期气候由干、冷逐渐向温和、阴湿发展。此时的孢粉组合特征明显地反映了气候的这一变化。适应于干冷气候的草本植物蒿属、藜科显著减少;而一些木本植物的桦属、榆属又有所增加,形成了以蒿属、榆属为主的优势孢粉组合。如此时期的下辽河平原 LP₂₄ 孔深 214—156.43m 层内草本植物由 76—90% 降到 44—59.4%; 木本植物由 8—23.5% 增加到 37.6—53.5%, 反映了温和、阴湿的疏林荒漠植被特征。这时大小凌河水量较丰富,携带大量泥沙、砾石流出山口,并逐渐沉积下来,形成大凌河早期洪积扇。其特点是,顶面自北向南,自西向东倾斜。岩性由粗到细。中更新世早期下辽河平原继续下沉,西北山区相对上升。气候变冷,适应低温的蒿属、藜科的草本植物由 44—59.4% 增加到 57—70%; 而木本植物由 37.6—53.5% 下降到 20—43%, 即桦属、榆

^①锦州市科技咨询中心,大笔架山—小凌河口第四纪地质地貌资料汇编,1984。

属有所下降,蕨类植物的水龙骨大量增加,形成了蒿属、桦属占优势的孢粉组合,表明气候寒冷、阴湿,为森林草原植被景观。物理风化作用强烈,虽然此时大小凌河水量可能减小,但物质来源丰富,因此大凌河扇形地继续接受粗碎屑沉积,小凌河扇形地雏形也开始形成。中更新世中期气候再度变暖,化学风化作用增强,物质来源变细,使亚粘土沉积层增多变厚,并使大小凌河扇形地开始连成一体。中更新世大小凌河冲洪积扇的沉积特征是,由西北向东南方向加深加厚(图4)。由扇的后

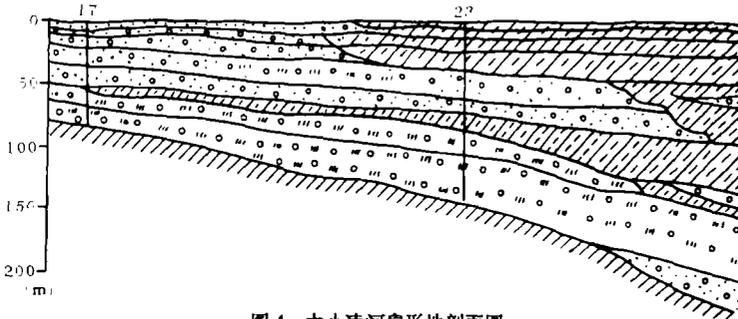
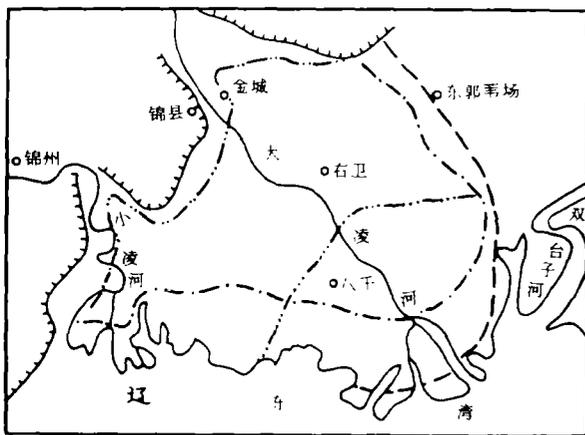


图4 大小凌河扇形地剖面图

Fig.4 Section of the fan of Dalinhe River and Xiaolinhe River

缘向前缘,岩相变化规律是:砾卵石—砂砾石—砂砾石夹薄层。晚更新世以来下辽河平原下降幅度减小,引起大小凌河主河道向西迁移,使扇形地也相应地向西偏移。这是,小凌河道移至旧站西,绥丰屯,甜水井一线,在哈达铺西侧入海。大凌河仍保持两条主河道。东股水量较小,沉积物变细,位于胜利屯,金城、东花、右卫、北三义屯附近。西股水量较大,起于金城,经新庄子后回于平山两侧,把平山侵蚀成两侧陡峭的北北东向残山,最后在北二沟附近下海。这时大小凌河两个冲洪积扇完全连在一起。由于主河道的不断变迁(图5),使由冲洪积物质组成的扇形地范围亦不断变化和扩大。全新世以来,下辽河平原沉降更为缓慢,小凌河继续西移至现在位置。大凌河西股逐渐干涸,东股也西移至大凌河现在的位置。由于下辽河平原沉降缓慢,山区剥蚀较前期微弱,扇形地沉积颗粒较细。据锦县县志记载,大凌河最后一次洪水泛滥大约在100年前,使地表普遍沉积0.5—3m厚的黄褐色亚砂土及粉细砂。在沿海地区,因地壳运动处于相对停滞状态,堆积了厚度近20m的泻湖或湖沼淤泥、泥炭及砂层。由上述可见,由于冰期、间冰期的交替,使大小凌河扇形地的沉积物发生粗细、厚薄之间的韵律变化。冰期沉积相对较粗,厚度较大;间冰期沉积则相反。



图例 1 2 3 4 5

- 1. 晚更新世全新世扇地后缘 2. 中更新世扇地后缘 3. 全新世扇地前缘
- 4. 晚更新世扇地前缘 5. 早更新世扇地后缘

图5 大小凌河扇形地变化略图

Fig.5 Schematic map Showing the changes of the fan of Dalinhe River and Xiaolinhe River

完全连在一起。由于主河道的不断变迁(图5),使由冲洪积物质组成的扇形地范围亦不断变化和扩大。全新世以来,下辽河平原沉降更为缓慢,小凌河继续西移至现在位置。大凌河西股逐渐干涸,东股也西移至大凌河现在的位置。由于下辽河平原沉降缓慢,山区剥蚀较前期微弱,扇形地沉积颗粒较细。据锦县县志记载,大凌河最后一次洪水泛滥大约在100年前,使地表普遍沉积0.5—3m厚的黄褐色亚砂土及粉细砂。在沿海地区,因地壳运动处于相对停滞状态,堆积了厚度近20m的泻湖或湖沼淤泥、泥炭及砂层。由上述可见,由于冰期、间冰期的交替,使大小凌河扇形地的沉积物发生粗细、厚薄之间的韵律变化。冰期沉积相对较粗,厚度较大;间冰期沉积则相反。

在辽东湾中部的下辽河平原地区,则与两侧低山丘陵地带具有截然不同的形成条件和沉积环境。正如上述,下辽河平原长期处于沉降状态,堆积了巨厚的松散沉积物,有机质含量高,以还原环境为主。沉积物多以河湖相为主,次为冲洪积,冲海积和海相沉积。早更新世初期虽然气候寒冷,但下辽河平原的大部分地区位于雪线之下,并没有形成大面积的冰川。因此,冰碛物并没有波及整个平原。这些地区仍以河流、湖泊等外力地质作用为主。辽河河道继续由北向南延伸,堆积了厚达190余米的河湖相沉积。如据大洼县榆树农场LP₂₄钻孔揭示,早更新世洪积相和河湖相地层埋藏深度为359.99—156.43m,沉积物具有下粗上细的特点。从中更新世至晚更新世除在滨海平原地区见有冲海积相和海相地层外,仍以河湖相沉积为主。据(4)和(5)等文献报道,晚更新世以来在下辽河平原地区发生过三次海进。因此,在下辽河滨岸地区和辽东湾两侧沿岸形成海相和海陆过渡相沉积。在庐山—大理间冰期发生在下辽河平原的第一次海进范围有限,仅达盘山以南,大凌河口西侧南河圈一带。其他地区则以陆相的冲洪积和冲积相为主。晚更新世中期进入玉木冰期,气候变冷,物理作用加强。因此,在大小凌河扇形地继续接受大量的冲洪积砂砾、卵石沉积。与此同时,辽河及其他较大的河流形成以粉细砂和中细砂为主的河床、河漫滩相以及粘性土和粉细砂互层的牛轭湖相沉积。晚更新世晚期气候又转暖,进入玉木亚间冰期,在下辽河平原地区发生第二次海进,形成海相和海陆过渡相沉积。在玉木亚冰期的最盛时期,海面大幅度下降,海岸线在现今水深130m处,海水从渤海全部退出,使渤海成为准平原,由海相沉积环境变成以湖泊沉积为主的陆相沉积环境。而辽东湾沿岸则位于渤海准平原的边缘。由于侵蚀基面降低,流水作用加强,水体携带大量泥沙、砾石沉积在准平原区,形成大范围的冲洪积相砂砾层。冰后期,在辽东湾沿岸发生规模最大的全新世海进,形成沿岸普遍分布的海相和海陆过渡相沉积。在岸堤、砂坝和砂嘴等堆积体的内侧常有泻湖相发育。在海水回退过程中,其低洼处常有积水停滞,形成湖沼;而较大河流经常摆动变迁,不断有河曲和牛轭湖形成,使湖沼相沉积得到良好的发育。全新世后期,流水作用又渐加强,往往在海相、泻湖相、湖沼相或冲洪积相之上,又有现代的冲积相形成,厚度为3—5m。分布在宽阔海滩和河漫滩上的粉砂、细砂在风力的长期再搬运和改造作用下,形成分布范围较广泛的风沙地形和风积物。进而表明,在辽东湾沿岸地区由全新世中期以海相为主的沉积环境逐渐变为全新世后期的陆相沉积环境。

收稿日期 1986年6月21日

参考文献

- (1)张树常,1981,下辽河平原第四纪地层划分,辽宁省地质学报,1期,11—24页
- (2)辽宁省地质局水文地质大队,1983,辽宁省第四纪,地质出版社
- (3)汪品先等,1980,对下辽河平原第四纪以来海侵问题的初步认识,海洋微体古生物论文集,海洋出版社
- (4)黄庆福等,1985,海洋地质与第四纪地质,5卷1期,27—38页
- (5)符文侠,1988,地理研究,7卷2期,73—79页

THE SEDIMENTARY CHARACTERISTICS AND ENVIRONMENTAL EVOLUTION IN THE COASTAL AREA OF THE LIAODONG BAY IN QUATERNARY

Fu Wenxia

(Institute of Marine Environmental Protection, SOA)

Abstract

In the low mountain and hill area on the east and the west coast of the Liaodong Bay, owing to long period of slow crustal uplifting, the Quaternary loose sediment is very thin or even absent; in coastal plains near river mouths, Quaternary system, generally speaking, is 20—50 metres thick. But in the top of Liaodong Bay, the depth of Quaternary sediment in the lower Liaohe River plain whose foundation has been continually descending can reach 359 metres. Lower Liaohe River plain was the centre of Quaternary sedimentation in the province of Liaoning. In the plain, from north to south, from the two sides to the centre line, the depth of Quaternary sediments gradually accreted, the grain size changed from coarse to fine and the number of lithological units accreted also. In the vertical sections, the grain size of Quaternary sediments changed from pebble and cobble mingled with clay in the bottom to pebble, coarse sand and fine sand in the middle part, and silt on the top.

The evolution of sedimentary environment along the Liaodong Bay was controlled by the changes of paleoclimate, sea level changes, neotectonic movement and geomorphologic condition. The developing process of the fans of the Dalinhe River and the Xiaolinhe River, formed in middle and late pleistocene, could reflect the evolution trend of sedimentary environment of the studied area. In glacial period the product of mechanical weathering in the low mountain and hill area was mainly coarse-grained and owing to the descending of sea level, the increase of hydraulic gradient and surface water transportation, a large quantity of fragments by mechanical weathering were transported to the plain area in which a series of coarse grained sediments were formed. In western Liaoning, diluvial fan in pediment area stretched to the plain area in glacial period and retreated to the mountain area in interglacial period. In interglacial period, besides mechanical weathering, chemical and biological weathering increased in this period produced a large quantity of fine-grained material and a series of fine-grained sediments were formed in the plain area. The descending scale of the lower Liaohe River plain after late pleistocene was smaller than before and the master rivers of the Dalinhe River and the Xiaolinhe River transferred to west, so that the fan of the Dalinhe River and the Xiaolinhe River moved and increased. Three times of transgression which were different in their extent occurred in the coastal area of the Liaodong Bay in Quaternary and marine formation and marine-continental formation developed in the area. The alternation of transgression and regression resulted in the changes of sedimentary environments and sedimentary facies.