

辽东半岛东部晚第四纪海面变迁*

符文侠 李光天 魏成凯 贾锡钧

(国家海洋局海洋环境保护研究所, 大连)

耿秀山 傅命佐

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛)

提要 本文依据辽东半岛东部海岸堆积地貌分布、晚第四纪沉积层序与时代, 以及沉积物中所含贝类、微体古生物和孢粉化石等资料, 分析了晚第四纪海水进退对沉积环境演变及海岸形成与发育的影响, 以及现代海岸的淤长趋势, 指出全新世海侵前本区海岸曾为山前洪积-冲积平原, 7000—6000年前海侵时海岸沿河谷平原内伸5—15km, 并形成了沿岸丘陵低地上高8—10m的贝壳堤和海成阶地岸线, 近5000年来又形成了三道贝壳堤岸线。

本文根据近年来的野外观察、地质钻探及室内孢粉、微体古生物、¹⁴C年代测定数据等, 并结合前人的资料^[1-7], 对辽东半岛东部晚更新世以来的海岸变迁进行了初步探讨。

一、地貌分布特征

本区晚第四纪海岸堆积地貌可分为以下几种类型:

1. 沿海平原

主要分布在东沟、青堆子湾和夹心子湾等地区, 以鸭绿江和大洋河河口三角洲组成的东沟平原为最大, 向陆延伸10—20km, 高程3—5m, 面积达200km²。地形平坦, 约以0.5/1000的坡度向海微斜。表层多为粉砂质粘土所覆盖(图1)。

2. 海积阶地

呈断续的带状分布, 在大洋河口、皮口、花园口、登沙河、夏家河子和双岛湾等湾顶地区均可见到。一般宽约几十米至数百米, 海拔高度在3—5m, 主要由含砂砾与贝壳碎片的亚砂土、粗中砂和砂质粘土等组成。

3. 砂砾贝壳堤

主要分布在东沟至大孤山之间。其中王家坨子村西贝壳堤高程为8—10m, 贝壳层厚约0.2—1.0m, 埋藏于地表以下0.5m。贝壳形态完整, 最大达15×12×2.2cm³, 小的为5×4×0.15cm³。主要种属为强棘红螺(*Rapana peichiliensis*)、蛤仔(*Venerupis philippinarum*)、密鳞牡蛎(*Ostrea denselamellosa*)、近江牡蛎(*O. rivularis*)和褶牡蛎(*O. plicatula*)等, 贝壳的¹⁴C年代为距今6408±175年。与其高度大致相同的贝壳堤在小自坨子、西刘叉坨子和黄土坎农场以西等处也有分布。张家坨子—单坨子一带海

* 徐小微同志清绘图件, 致以谢意。

收稿日期: 1986年1月3日。

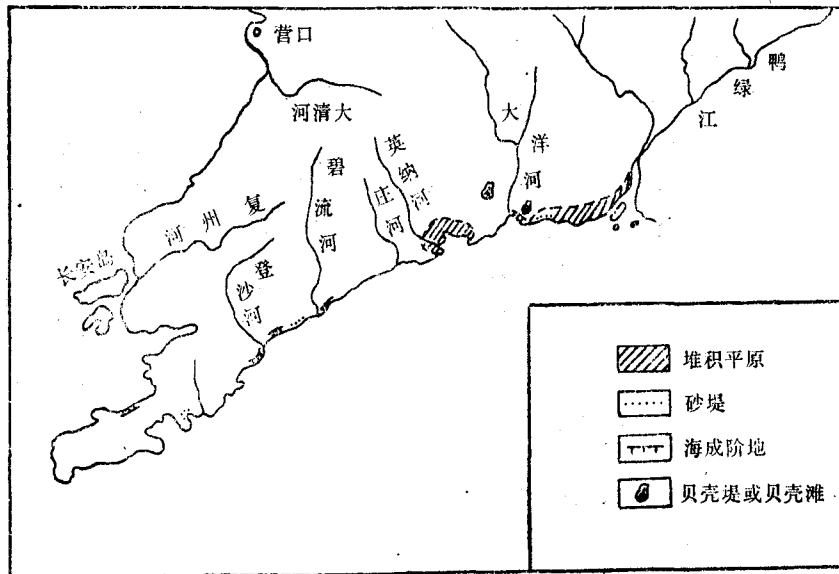


图1 辽东半岛东部海岸堆积地貌分布图
Fig. 1 Depositional geomorphic features along the eastern coast of Liaodong Peninsula

拔为2—3m的贝壳堤,距现代海岸1.5—2.0km。目前虽然对某些地点8—10m高的贝壳堤之成因尚有争议,但从山麓自然堆积的贝壳层及辽东半岛东部沿岸广泛分布的8—10m海蚀阶地和湖沼、泻湖泥炭层来看,笔者认为当时的海侵接近或达到了这个高度。

此外,大洋河以西沿岸的砂砾贝壳堤,长为1.5—2.0km,宽为50—200m,海拔为4—5m。在清水河口东侧见有8条沙堤(古滩脊)并列延伸,总宽度为350m,相对高度为2—3m,脊梁自海向陆逐渐增高。最后一道沙堤后缘的一钻孔深9.16—9.36m处的青灰色淤泥的¹⁴C年龄,为距今6515±160年。

4. 连岛沙坝、拦湾沙坝与沙嘴

此类堆积体在本区分布较广。连岛沙坝多为双股式,其间夹有泻湖,如在小平岛等。沙坝主要由石英砂和砾石组成,高出海面6—7m。拦湾沙坝主要由粗砂、砾石和贝壳组成,高出海面3—5m,如金县大房身湾中坝,由东岸红土崖子向西伸出1000m,宽45—70m,高出海面4—5m。沙坝向海坡较陡,为6—7°;向陆坡较缓,为5—6°。沙坝由砂、砾石和贝壳组成,砂层与砾石层相互交替。砾石稍有磨圆,多由石英岩等组成。地表以下70—80cm处的贝壳¹⁴C年龄为距今2977±150年。沙嘴多发育在岬角掩蔽处和河口两侧,形态多样,多为复式沙嘴,如青云河口北螺嘴,在高海滩外缘依次发育着四条沙嘴,最老的第IV条沙嘴,位于陆侧,由砾石与贝壳组成,砾石成分为灰岩,扁平度高,一般为4×5×1cm³。沙嘴长280m,相对高度为1.5—2.0m,走向260°。地表以下25—65cm处的贝壳¹⁴C年龄为距今2719±150年。拦湾沙坝或沙嘴的内侧多有泻湖发育。

二、沉积层序与时代

据钻孔揭示,本区沿岸地带的第四纪沉积厚度为20—50m左右,自东向西逐渐变薄。

按沉积物自下而上的沉积层序分述如下:

1. 古洪积、冲积地层

系指分布于洪积扇、冲积平原、河床与河漫滩中的砂砾、卵石沉积(图 2)。砂的分选和磨圆均较差,主要由长石、石英、云母和暗色矿物组成。砾石呈浑圆或次棱角状,成分为石英岩、花岗岩和少许变质岩等。卵石磨圆较好,最大粒径为 6—7cm,其成分与砾石一致。砾石层厚度和埋藏深度都有自东向西变小的趋势(表 1)。河漫滩组成物质以黄褐色

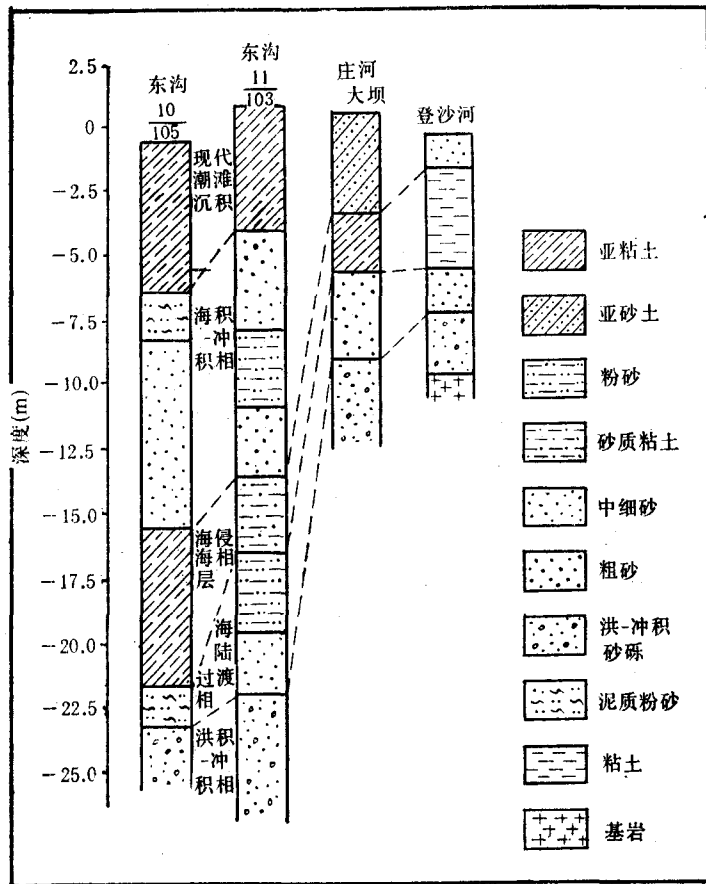


图 2 辽东半岛东部海岸含洪积砂砾层的钻孔剖面图
 Fig. 2 Drill cores containing pluvial sandy gravel layers collected along the eastern coast of Liaodong Peninsula

表 1 古砂砾、卵石层埋深与厚度统计表

Tab. 1 Statistics of the thickness and buried depths of the sandy gravel and pebble layers

地 区	鸭绿江	大洋河	英娜河	庄 河	碧流河	登沙河
埋深 (m)	10—20	20	7—11	3—9	9—11	9—10
厚度 (m)	5—18	10—12	5—10	5—8	1—2	2—4

或淡白色中细砂为主,细砂分选较好,中砂分选和磨圆均较差。砂粒主要由石英、长石、云母和角闪石等组成。

上述沉积层分布广泛,在东沟平原,沿岸河谷、河口及其附近地区均有出露,并超覆于基岩侵蚀面之上。沉积层中某些标志物的测年资料表明,砂砾、卵石层的形成时代为更新世晚期至全新世早期^[3]。

2. 湖沼沉积地层

本区湖沼沉积为富含植物残骸等有机质的深灰-灰黑色粘土、亚粘土、淤泥和泥炭沉积。按其沉积层序和形成时代可分为全新世海侵之前和海退之后的上下两个部分。下部湖沼沉积层埋深多在地表以下 6—15m 左右,厚为 4—7m。其中泥炭层厚为 1—2m 左右,一般超覆于古砂砾、卵石层之上。庄河青堆子河东范家屯钻孔 16.11—16.50m 和复县莲花山苇甸子剖面的底部泥炭(地表以下 4m 处)的 ¹⁴C 年龄分别为 23 100±850 年和 11 000 年¹⁾。上部湖沼沉积层埋深一般为 1—2m,厚 3—5m。其中泥炭层厚不过 1m。金县朱家屯和大连星海公园海滨等地区,该层可直接出露地表,并超覆于海相沉积之上。表 2 所列的上湖沼沉积层中标志物 ¹⁴C 年代数据表明,该层形成于全新世中后期。

表 2 辽东半岛东部沿岸泥炭样品的 ¹⁴C 年代测定结果^{*}

Tab. 2 The carbon-14 datings of peat samples collected from the eastern coast of Liaodong Peninsula

编号	地点	层位 (m)	年代(距今计年)	备注
1	金县朱家屯海滨	表层	4705±200	古树木
2	大连星海公园海滨	0.2—0.3	3947±160	
3	庄河大南岛	上部	2050±95	
4	庄河大南岛	上部	2435±100	
5	庄河栗子房	上部	2750±100	
6	大孤山黄土坎		5450±130	
7	大孤山黄土坎		6600±160	
8	大孤山黄土坎		7390±190	

^{*}) 样品 3—8 号年代数据引自文献[1]。

3. 海相地层

本区主要见有以下 3 种: (1) 灰绿色、灰黑色和青灰色淤泥,亚粘土、粉砂质粘土等沉积层,多含云母与贝壳碎屑,水平薄层理发育,并见有粗砂和粉砂透镜体; (2) 灰-青灰色粉砂质粘土、粘土质粉砂和粉砂,具水平层理和透镜体结构; (3) 黄-黄灰色砂砾层(图 3)。总的来看,海相层厚度为 4—20m,自东向西逐渐变薄。如东沟平原地区海相沉积层厚达 20m,大洋河两侧为 13—16m,庄河至碧流河之间为 6—7m,皮口地区为 3—4m。海相层多覆盖于洪冲积相或老湖沼相地层之上,亦有的超覆于基岩风化壳上。

在东沟 zk₁、小官屯 zk₂、王家坝、庄河小河东^[4]与范家屯、皮化盐场等钻孔中,发现有墨西哥竖口虫 (*Arenoparrella mexicana*)、胖砂轮虫 (*Trochammina inflata*)、砂

1) 据周昆叔同志提供资料。

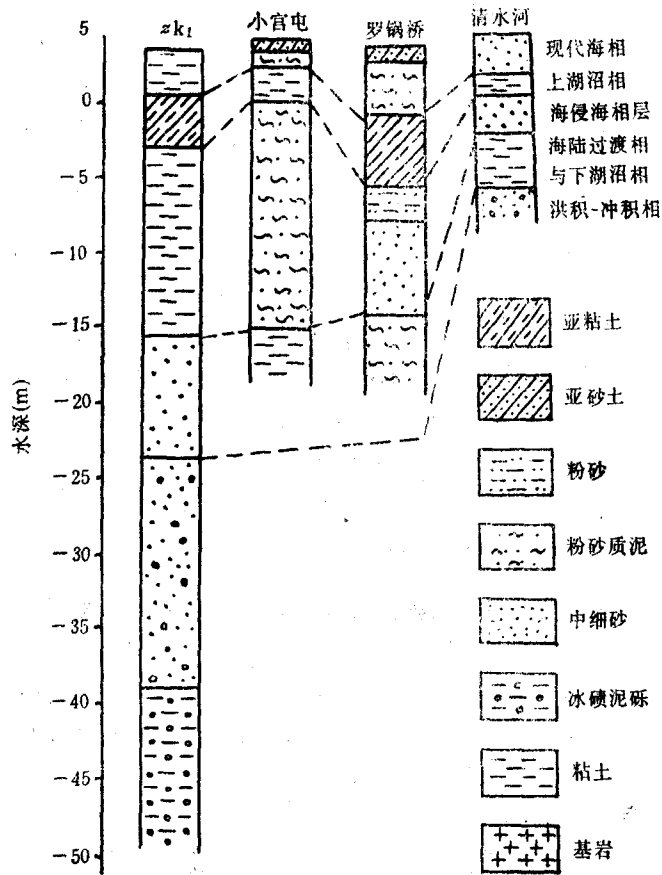


图3 辽东半岛东部含海相层的钻孔剖面

Fig. 3 Drill cores containing maritime strata collected along the eastern coast of Liaodong Peninsula

轮虫 (*T. sp.*)、砂粟虫 (*Miliammina sp.*)、卷转虫 (*Ammonia sp.*)、毕克卷转虫 (*A. beccarii*)、亚易变筛希望虫 (*Criboelphidium subincertum*)、球室卷转虫 (*A. globosa*) 和冷水面颊虫 (*Buccella frigida*) 等有孔虫化石, 并见有少量海生硅藻化石, 如圆筛藻 (*Coscinodiscus spp.*)。在罗锅桥、清水河口和皮口沙尖屯等钻孔中没有发现有孔虫, 但见有海生硅藻类化石, 如圆筛藻, 马鞍藻 (*Campylodiscus*)、三角硅藻 (*Trierafium*)、蛛网藻 (*Arachnodiscus*)、盆形藻 (*Biddulphia*) 以及少量盾形化石, 这反映为滨岸浅水-海陆过渡相沉积。大量 ^{14}C 年代测定资料表明, 它们是全新世的海相沉积。

4. 泻湖相地层

系指辽东半岛东部沿岸沙坝和沙嘴内侧, 超覆于基岩侵蚀面或较老的海积、洪积和冲积层之上的泻湖堆积。该层在庄河隋家屯、金县蔡家屯、大窑湾、大连小平岛, 复县莲花山苇甸子、长兴岛八岔沟和熊岳仙人岛等地出露较广, 在复县洪石嘴至北山角一带, 多被风成砂和冲积物所覆盖(覆盖层厚约 1m)。该层沉积主要为黄色亚砂土、黄灰色粉砂与泥质粉砂、黄色含碎石块的亚粘土、灰白-灰黑色淤泥、泥炭等, 厚 2—4m, 富含贝壳和植物根

系。在复县莲花山苇甸子和八岔沟泻湖沉积剖面中见有广盐性有孔虫、介形虫存在¹⁾, 其优势度高, 分异度低, 且与陆相介形虫和腹足类共生。有孔虫的优势种为厚壁卷转虫 (*Ammonia confertitesta*)、多室卷转虫 (*A. multicella*)、缝裂假上穹虫 (*Pseudoepionides andersoni* Warren)、光滑九字虫 (*Nonion glabrum*) 等, 占全部有孔虫数量的 90% 以上; 此外, 还含有少量的中华假圆旋虫 (*Pseudogyroidina sinensis*)、多变假小九字虫 (*Pseudononionella variabilis*)、胖砂轮虫, 毕克卷转虫变种 (*A. beccarii* var.) 和希望虫 (*Elphidium* sp.) 等。海相介形虫较少, 见有欢乐新单角介 (*Neomonoceratina delicata* Ishizaki et Kato)、中华刺面介 (*Spinileberis sinensis* Chen) 和布氏棘艳花介 (*Echinocythereis bradyi*)。陆相介形虫化石丰富, 有纯净小玻璃介 (*Candoniella albicans*)、压缩玻璃介 (*Candona compressa*)、布氏土星介 (*Ilyocypris bradyi* Sars) 等。与这些微体古生物共生的腹足类有白小旋螺 (*Gyraulus albus*)、半球多孔螺 (*Polylis hemisphaerula*)、库库诺罗卜螺 (*Radix cucunorica*) 和齿口螺 (*Odostomia* sp.) 等。总之, 这种生物化石组合特征, 反映了低盐度的泻湖沉积环境。

莲花山苇甸子泻湖相淤泥上部的 ¹⁴C 年龄为距今 3000 年, 下部约为 7000; 长兴岛八岔沟泻湖下部泥炭的 ¹⁴C 年龄为距今 6030 ± 90 年, 上部为 3605 ± 80 年, 泥炭层上部的黑色淤泥为距今 1680 ± 70 年; 大窑湾盐西泻湖泥质粉砂为距今 2850 ± 130 年。由此可见泻湖相沉积主要为全新世中期的产物。

5. 冲积相地层

该层为厚 3—5m 的黄褐-深褐色亚砂土和砂、砾组成的近代冲积物(局部有少量洪积冲积相), 覆盖在泻湖和海相地层之上。

三、海水进退与沉积环境演变

晚更新世玉木冰期的最盛时期, 海面低下, 本区成为滨海大平原, 沿岸山地丘陵遭受强烈侵蚀, 鸭绿江、大洋河和碧流河等均形成了深切河谷。同时, 大量碎屑物质随流向下游搬运。故而鸭绿江、大洋河等流出低山丘陵后, 由于流速迅减, 颗粒粗大的砂砾石很快堆积下来, 形成山前冲积扇, 成为东沟平原和沿岸小平原发育的地质奠基。在河湖平原的低洼处有湖沼相沉积形成(庄河青堆子河东范家屯钻孔剖面中泥炭的 ¹⁴C 年代为距今 23100 ± 85 年)。上述表明, 在晚玉木冰期最盛阶段, 本区滨海大平原及黄渤海陆架处于河流和湖沼作用为主的陆相沉积环境。

随着冰后期气候转暖及全球性海面上升, 辽东沿岸发生了全新世海侵。距海岸 14km 的东沟县罗锅桥钻孔剖面(地面标高 4.1m) 的 20.63—20.70m 处粉砂质泥和大洋河口西侧小官屯钻孔剖面(地面标高 4.5m) 中 20.30—20.50m 处的沿岸湖沼相淤泥的 ¹⁴C 年代(分别为距今 9600 ± 185 年前和 11694 ± 470 年前) 表明, 10 000 年前海水开始对本区东部低地和河口地区发生影响。不久, 半岛东部沿岸开始接受海相沉积, 并逐渐掩埋了原来的河湖相沉积。距今 7000—6000 年前, 海侵达最大范围, 岸线已退到东沟前阳石门(地面标高 4—5m, 地表以下 3.0—3.1m 处的海相层底部灰绿色淤泥的 ¹⁴C 年代为距今 7770 ±

1) 王强, 1984. 辽南地区全新世有孔虫、介形虫动物群的初步研究。

150年)、复县莲花山苇甸子(下部泻湖相淤泥的 ^{14}C 年代为距今约7000年)、大孤山西北王家坨子(其村后8—10m高的贝壳层的 ^{14}C 年代为距今 6408 ± 175 年)等地区,同时,半岛沿岸8—10m高的海蚀阶地皆为该期所形成。当时的海面高度约为3—4m^[6](图4)。是时,海水淹没了东部河口、东沟平原和山间盆地,伸入内陆5—15km,形成曲折的溺谷式岸线。由于大孤山以西地势较高,海水沿河口与海湾入侵不显著,导致其东、西两半部海侵范围与沉积厚度出现差异。

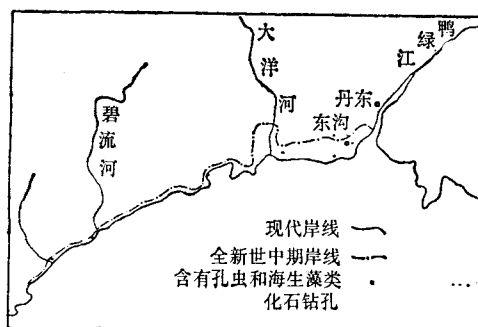


图4 辽东半岛东部沿岸全新世中期海侵岸线位置图

Fig. 4 The position of the transgression shoreline of Middle Holocene along the eastern coast of Liaodong Peninsula

全新世高海面出现后发生了海退,因而在垂直层序上,海相层之上又覆盖着2—4m厚的现代冲积与湖沼沉积层。从金县朱家屯海滨泥炭等的绝对年代(表2)获知,海退大约发生在4700年前。再者,下述地点海相层的 ^{14}C 年龄分别为:大连星海公园海滨泥炭距今 3947 ± 160 年,青云河口老沙嘴和大房身湾湾中沙坝中的贝壳分别为 2719 ± 150 和 2977 ± 150 年,旅顺龙王塘海积阶地上部贝壳距今3000年左右,大窑湾盐西泻湖泥质粉砂距今 2850 ± 130 年,盖县仙人岛沙堤贝壳距今 2180 ± 138 年,复县大嘴子I堤和II堤贝壳分别为距今 1640 ± 70 和 740 ± 16 年等,反映了海水回退过程中曾有4次明显的停顿时期,其年代分别为距今4500—4000年,3000年左右,2000—1500年和1000年左右。在此期间,辽东半岛沿岸形成了海积阶地、数道贝壳或砂砾堤、连岛沙坝和沙嘴等堆积地形,在沙坝等的内侧并有泻湖形成。

据小官屯、范家屯和罗锅桥钻孔剖面的孢粉分析资料,全新世中期的孢粉组合以代表温暖气候的栎属(*Quercus*)、桤木属(*Alnus*)为优势种,还见有椴属(*Tilia*)、鹅耳枥属(*Carpinus*)和少量松属(*Pinus*);草本主要为禾本科(*Gramineae*)、蒿属(*Artemisia*)和莎草科(*Cyperaceae*)等。其中木本花粉占59.1—71.3%,草本占24.9—38.3%,蕨类孢子较少。表明当时本区为落叶阔叶林景观,反映了温暖湿润的沉积环境。推测当时年平均气温约为 13°C ,比现在高3— 5°C ^[1],植被繁茂,大量泥炭或富含有机质的淤泥堆积发育(泥炭的堆积速率为0.35—0.4mm/a)。全新世晚期孢粉谱显示为针阔叶混交林,反映气候朝着干凉的方向发展。海水退出滨海低地后,除有湖沼沉积发育外,并有冲积相堆积叠覆其上。

四、海岸形成机制及发育趋势

本区海岸是在长期隆起的构造基础上,受新构造运动和海面升降变化的控制,在海岸与河口动力的作用下发育的。尤其是自全新世高海面出现以来,受河流、波浪和潮流等水动力因素的影响,最终导致了现代海岸的形成。

全新世海侵时期,随着岸线向内陆后退,大洋河口、鸭绿江口等淤积作用,奠定了东沟平原的形成,并形成了西部的海成阶地岸和溺谷湾海岸。海退过程中,海岸向海推进,又叠覆了各种堆积地貌形态。然而,目前沿岸 2—5m 高的海成阶地、3—5m 高的多条沙堤、连岛坝、沙嘴以及河口 2—4m 阶地的形成,则是由于新构造抬升运动的结果。

每年从辽东注入北黄海的泥沙总量约 400 万吨,其中鸭绿江、大洋河、庄河、碧流河、登沙河等的河口输沙量占了绝大部分(表 3)。河口输沙在海岸低地的淤积与充填作用,对东部平原海岸及大、小河口海岸具有重要作用。如东沟冲海积平原的形成,其骨架由玉木冰期低海面时期鸭绿江和大洋河形成的古洪积-冲积相砂砾层构成(图 5),全新世时期

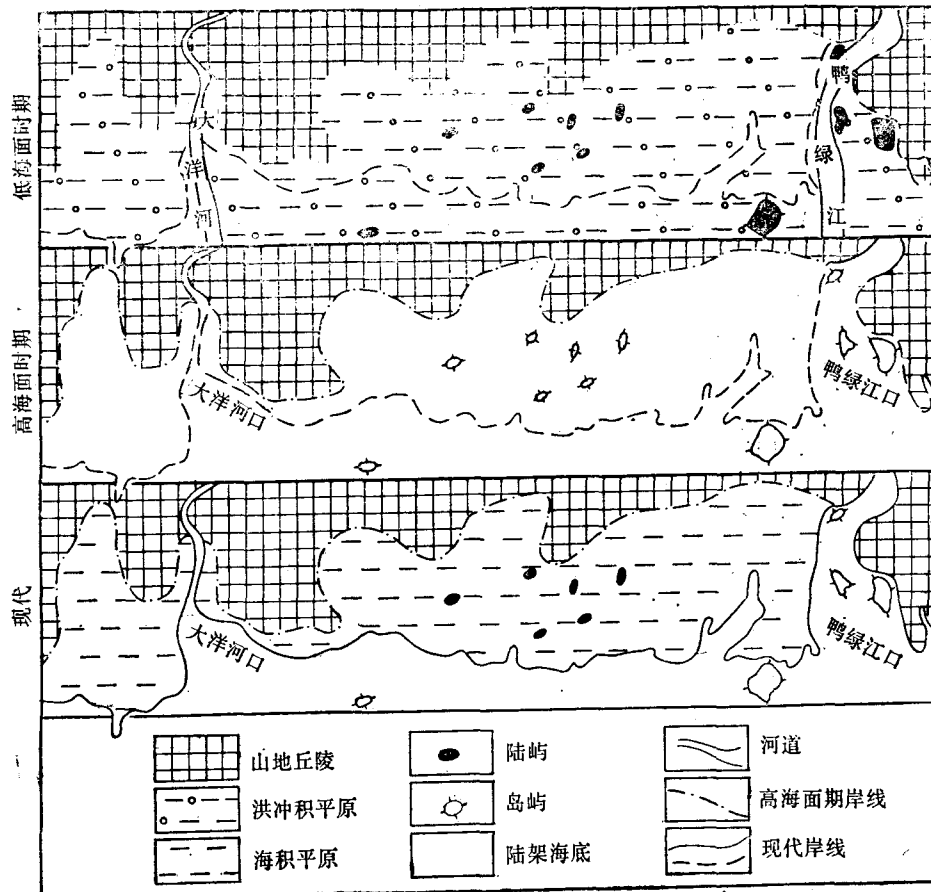


图 5 东沟平原晚冰期以来海岸环境演变
Fig. 5 The evolution of coastal environment in Donggou Plain since the Late-glacial Period

东沟又受到古滨海砂砾层和上、下湖沼相地层的掩埋,最后,在全新世后期的振荡型海退中,河口输沙及岬角侵蚀物质在波浪、潮流等作用下填充海湾,逐渐掩埋以前的堆积体而露出海面,形成冲海积平原或海滩等地貌形态。

目前东部湾岸的淤进与岬角的后退已近平齐,原分割强烈的基岩港湾岸变成了平直

表 3 辽东半岛东部沿岸主要河流径流量和输沙量统计

Tab. 3 Statistics of the runoff volumes and sediment discharges of the major rivers along the eastern coast of Liaodong Peninsula

河 名	测 站	资料年限	多年平均径流量(亿 m ³)			多年平均输沙量(万 t)		
			平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小
鸭绿江	荒 沟	22	252.50	373.10	133.10	111.00	373.00	7.34
大洋河	沙里寨	23	21.60	46.20	9.70	69.30	128.00	1.80
庄 河	沙里涂	23	2.40	5.20	0.90	13.00	29.10	1.60
碧流河	小宋家屯	22	8.90	17.80	2.00	52.20	131.00	1.00
登沙河	登沙河	25	0.28	0.66	0.04	5.81	9.60	1.90

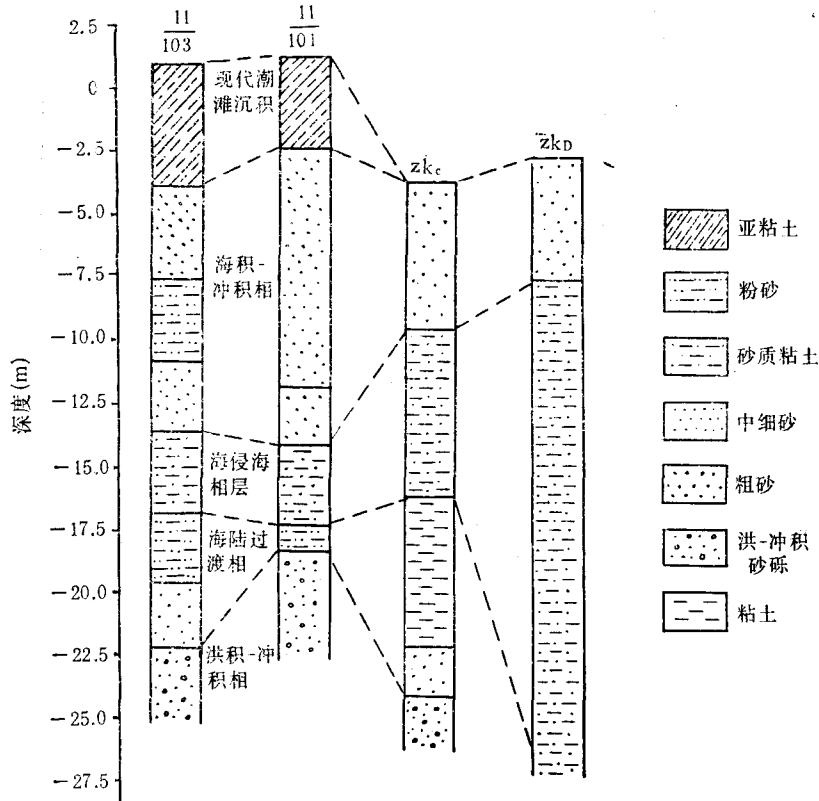


图 6 $\frac{11}{103}$, $\frac{11}{101}$ 孔与 zk_c 、 zk_D 孔地层厚度对比图

Fig. 6 Correlation of the strata thickness of Holes $\frac{11}{103}$ and $\frac{11}{101}$ with those of Holes zk_c and zk_D

的平原岸或复式夷平岸。但登沙河以西至长兴岛以南的海岸,因晚近时期地壳抬升强烈,无较大的河流入海,泥沙来源少,填充作用弱,现仍为典型的基岩港湾岸。

关于目前海岸的发育趋势,登沙河以西裸露的基岩山丘临海,岬湾交错,岸线曲折,海岸仍处于次生切割和海蚀夷平阶段,岸线变化不明显。而登沙河以东至鸭绿江口的淤泥质海岸不断淤长、外移,下述资料可以佐证:东沟北井子一带 1958 和 1977 年的 1:50000 航测地形图对比发现,20 年来岸线向海推进了 1000m 左右;庄河县志记载,庄河码头(大庄坞)自清朝道光、咸丰年间至 1917 年,南移了 4.5km;现在庄河港(半拉山嘴)距大庄坞已达 8km;据 1938—1939 年大东沟-庙沟一带海岸滩地的 zk_c 、 zk_D 孔与 1975 年丹东新港滩面的 $\frac{11}{101}$, $\frac{11}{103}$ 孔(图 6)对比分析,近 40 年来港区附近滩面的粉砂质粘土层淤厚明显,最大沉积速率达 10cm/a;丹东新港滩面 T_2 站 1960 年前沉积速率为 105mm/a,其南约 2000m 水下浅滩的 T_3 站为 52mm/a;大洋河口附近水下浅滩 21 号站为 43.8mm/a;大唐府潮滩为 8.0mm/a;清水河口潮滩为 5.7mm/a;皮口水下浅滩 73 号站为 2.8mm/a。

近几年来,人类对海岸的开发利用活动频繁,在一定程度上加速了岸滩的变化,如青堆子捕捞场自 1958 年以来已经三期围垦,现今海堤距 1958 年岸线达 8km 以上。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院贵阳地化所孢粉组、 ^{14}C 组,1977。辽宁省南部一万年自然环境的演变。中国科学 6: 603—614。
- [2] 杨文才,1985。辽东半岛东南岸全新世海进的认识。地质科学 2: 196—201。
- [3] 符文侠、李光天,1984。河流泥沙对辽东半岛海岸的填充作用。黄渤海海洋 2(2): 49—54。
- [4] 符文侠、魏成凯,1982。第四纪以来辽宁海岸升降问题的探讨。辽宁师大学报 3: 44—49。
- [5] 裘善文,1982。东北晚冰期以来自然环境的初步探讨。地理学报 36(3): 245—257。
- [6] 魏成凯、李光天,1984。北黄海淤泥质海岸发育的初步研究。海洋地质与第四纪地质 4(3): 35—42。
- [7] 魏成凯,1980。辽东半岛沿岸泥沙流的运移规律和特征。辽宁师大学报 4: 79—85。

LATE QUATERNARY SHORELINE MIGRATION ALONG THE EASTERN COAST OF LIAODONG PENINSULA

Fu Wenxia, Li Guangtian, Wei Chengkai, Jia Xijun

(Institute of Marine Environmental Protection, SOA, Dalian)

Geng Xiushan and Fu Mingzuo

(First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao)

ABSTRACT

This paper is a detailed study on the late Quaternary sedimentary sequence and environment, Holocene sea-level changes, paleoshoreline ages and migrations, coastal evolutionary mechanisms and present evolutionary tendency of the eastern coast of Liaodong Peninsula based on the data of field investigation, geological drillings and the analyses of carbon-14 datings, sporo-pollens, microfossils, etc., of the sediments.

The data available show that during the low sea-level stage of the Würm Glacial Period in late Pleistocene Epoch, the coastal lowland in the study area was a terrestrial sedimentary environment in which stream deposition and lacustrine-bog sedimentation were the dominant geologic processes. Holocene transgression reached its climax at about 6 200 years B. P. when sea level was 5—6 metres above present mean sea level. Sea level began to fall at about 4 700 years B. P., In the regression process, the stand still sea-level occurred 4 times in 4 500—4 000 years B. P., about 3 000 years B. P., 2 000—1 500 years B. P., and the past 1 000 years B. P. respectively.

The lower and middle Holocene transgressive sequence of the eastern coastal zone of Liaodong Peninsula consists mainly of depositions of nearshore shallow-water facies and marine-terrestrial transitional facies with a thickness of 4—20 m, thinning westwards. The middle-upper Holocene sequence consists mainly of depositions of lacustrine and fresh-water swamp facies and river facies. Now the shoreline of the muddy coast between the Yalu River Mouth and the Dengsha River Mouth advances seawards at a speed of 50 m/a, and the intertidal flat silts up with a depositional rate of about 5 cm/a.