

鲁北贝壳滩脊沉积特征及发育环境分析

刘志杰, 庄振业, 韩德亮, 周松望

(中国海洋大学 海洋地球科学学院, 山东 青岛 266003)

摘要 :渤海西南岸贝壳滩脊发育典型, 贝壳含量高、规模大, 不仅作为古岸线标志, 还是抵御风暴潮的天然屏障。作者通过对鲁北贝壳滩脊的沉积结构、发育环境分析, 将贝壳滩脊分为堤梗和堤内充填两个亚相。前者以贝壳和贝壳碎块为主, 具有平行层理和高角度斜层理, 后者以贝壳细碎屑为主, 亦含细粉沙, 具有向陆倾的平行层理。贝壳滩脊的形成和发育受多种因素的控制, 其中贝壳物质的大量富集、较强的暴风浪、风的吹积作用及入海河流的改道效应等均与其有密切关系。当黄河从鲁北入海时, 潮滩快速堆积, 贝壳贫乏, 当黄河远离本区时, 鲁北岸滩脊相对侵蚀, 利于贝壳滩脊的发育。

关键词 :贝壳滩脊; 暴风浪; 沉积相; 发育环境; 渤海西南岸

中图分类号 :P736.213; P737.12 **文献标识码** :A

文章编号 :1000-3096(2005)-02-0012-06

贝壳滩脊 (shell ridge) 是粉砂淤泥质海岸相对侵蚀状态下, 波浪将潮滩的贝壳及其碎屑推移至高潮线的堤状堆积体。它是一种特殊类型的滩脊, 国内又称为贝壳堤^[1]。贝壳滩脊在世界滨海平原上分布广泛, 最北可达前苏联滨海地区, 最南分布到澳大利亚北部和新西兰海岸^[2]。它常与湿地低平原相间出现, 共同组成贝壳滩脊湿地系统, 也称为 chenier 平原。

中国渤海西南岸贝壳滩脊发育十分典型, 但近年来曾遭受人为的破坏。贝壳滩脊不仅具有丰富的野生动植物资源和淡水资源, 还是潮坪地区抵御风风暴潮的天然屏障, 而且它作为古岸线的标志可以推断海岸环境演变的历史, 因此保护和研究贝壳滩脊意义重大。作者通过对鲁北无棣贝壳滩脊的调查, 结合前人的研究成果, 对贝壳滩脊的沉积特征和发育环境做了剖析, 从而也为贝壳滩脊的保护提供理论依据。

1 区域概况

渤海西南岸贝壳滩脊位于山东省无棣县北部和中东部滨海地区, 是黄河三角洲平原沧州——德州和利津两大叶瓣之间的沉溺带, 地势低平, 潮滩平均坡度在 5‰~25‰ 之间。滩脊与湿地总面积约为 80480 hm², 西北以漳卫新河与河北省海兴县、黄骅市相邻, 东抵套儿河隔河与沾化县相邻 (图 1)。近海潮汐属于不正规半日潮, 潮流最大流速 80~114 cm/s, 最大波高 3.0~3.3 m, 主波向 NE-SEE, 近岸平缓水浅, 是风

暴潮多发区。气候属暖温带东亚季风大陆性半湿润气候区, 春秋高低压系统交替频繁, 大风日数一年平均有 43.3 d^[3]。本区独特的波流状况及底质条件为贝壳滩脊发育提供了基础。

2 贝壳滩脊及其沉积特征

早在 1964 年, 王颖提出贝壳堤是由贝壳物质所堆积形成的沿岸沙堤, 形成在缺少浑浊淡水汇入的沿岸, 海底有大量贝类繁殖的以潮流作用为主的开阔的细粉砂或细砂质海岸带, 海滩坡度介于 1‰~5‰^[1]。国外最早的研究是 1935 年 Russell and Hove 对美国路易斯安娜 chenier 平原的描述: 大致与路易斯安娜西南海岸平行的长而窄的沙脊, 略高于周围的沼泽和湖泊。后来 Otvos 和 Price 1979 年不仅考虑了贝壳滩脊的表层特征, 还分析了次表层结构, 认为贝壳滩脊是位于粉砂或泥质沉积之上的滩脊, 泥质潮坪带将其与岸分离^[2]。结合前人对渤海西、南岸贝壳滩脊的研究, 作者 3 次 (2001 年 10 月, 2002 年 11 月, 2003 年 10 月)

收稿日期: 2003-12-31; 修回日期: 2004-03-16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40246026)

作者简介: 刘志杰 (1977-), 女, 山东莱州人; 硕士, 研究方向: 第四纪海岸沉积环境演变, E-mail: lzjlx@sina.com

对无棣贝壳滩脊的实地调查和剖面观测得出贝壳滩脊的分布和沉积特征如下。

2.1 分布和形态

从世界贝壳滩脊分布来看,贝壳滩脊主要发育在滨海淤泥质海岸,平行于岸线呈条带状分布或沿河口两侧分布。河流、潮沟常切断其连续性,使其以贝壳堤岛的形式存在。平面上贝壳堤岛呈新月形,凸侧向

海,凹侧向陆。新堤位于高潮线附近,老堤多位于向陆一侧。横剖面上形态不对称,向海坡陡,向陆坡缓。

由于发育环境不同,因此发育的规模也不等,我国渤海西岸共发育了 I, II, III, IV 4 列贝壳滩脊,以其规模最大,贝壳成分含量最高而著称世界(表 1)。鲁北地区无棣境内有两列,其具体分布见图 1。本次调查的是贝壳滩脊 II,位于大口河-棘家堡子-汪子

表 1 世界主要滩脊特征对比

Tab.1 the characteristic contrast of the main shell beaches in the world

滩脊名称	滩脊特征			形成年代 (a.B.P.)	砂质物源	资料来源
	条数	长度(cm)	成分			
苏里南 che- nier 海岸	2	250	中细砂为主,含少量 贝壳	150	3850 ~ 3100 1900 ~ 1100	亚马逊河及奥伦罗河相 间供给 [5]
美国圣路易 斯安那滩脊	成簇	125	中细砂为主含贝壳 夹层	150	2800, 2600	密西西比河间断供给 [4]
阿根廷布兰 卡贝壳滩脊	2	20.6	中细砂占 70%, 贝壳 占 30%	40 ~ 60	4615	科洛拉多河间断供给 [11]
英国艾塞克 斯滩脊	1	20	贝壳及碎屑占 60%, 砂占 30.9%	30	公元 16 ~ 17 世纪	泰吾士河间断供给 [10]
中国渤海西 南岸贝壳滩 脊	4	258	贝壳及碎屑占 90% 以上	50 ~ 100	4000 左右, 3500 2000, 500 左右	黄河河口摆动供给 [7]
中国九龙江 口贝壳滩脊	3	0.18	贝壳及碎屑占 80%	-	4300 ~ 3800 2350 ~ 1870	九龙江摆动供给 [8]
澳大利亚达 尔文市浅海 湾贝壳滩脊	成簇	1 ~ 2	贝壳物质约占 40% 左右, 砂占 60%	-	1300 以来 900 ~ 1100	维多利亚河供给 [9]

* 指区内最长一条的长度。

岛-赵沙子一线,长约 30 km,由潮沟和废弃河道切割形成 40 多个贝壳堤岛。贝壳堤岛宽约 100 ~ 500 m,厚约 3 ~ 5 m,呈 NW-SE 向伸展,形成于全新世晚期,距今 2000 ~ 1500a。组成贝壳滩脊的贝类主要是来自潮间带和潮下带的现生种属,有瓣鳃类:毛蚶(*Arca subcrenata*),光滑兰蛤(*Potamocobula laevis*)四角蛤蜊(*Matra quadranguiaris*),凹线蛤蜊(*Maetra sulcataria*),虹彩樱蛤(*Tellina iridescens*),文蛤(*Meretrix meretrix linne*)等 15 种,腹足类:托氏冒螺(*Vmbonium thomasi*),扁玉螺(*Neveriba didyma*),纵肋肌纹螺(*Nassarius rariferus*),近平点笋螺(*Strioterebrum eischkeana*),脉红螺(*Rapana venosa*),纳螺(*Concellaria mangelodes*)等 12 种,其中瓣鳃类是优势种,占 80%,说明物质是近源

堆积,而非远洋搬运形成。贝壳滩脊主要由贝壳、贝壳碎块,贝壳碎屑及中细砂组成,其中贝壳及碎屑的物质含量高达 70% ~ 95%,为世界所罕见。这是由渤海湾西岸独特的环境所造成。渤海是半内陆海,其西侧和南侧是黄河摆动尾闾形成的粉砂淤泥质海岸,因黄河携沙来自上游黄土高原,物质组成较细,而且本区又是风暴潮多发地区,这为贝壳滩脊的形成提供了天然条件。而世界其他地区的贝壳滩脊多以中细砂为主,贝壳成分占到 30% ~ 40%,甚至更少。

目前由于非法采砂,鲁北部分贝壳堤岛被挖掉,造成风暴潮灾害加剧,海岸生态遭到破坏。2001 年无棣县政府申请建立了省级自然保护区,并采取了一系列的保护措施。

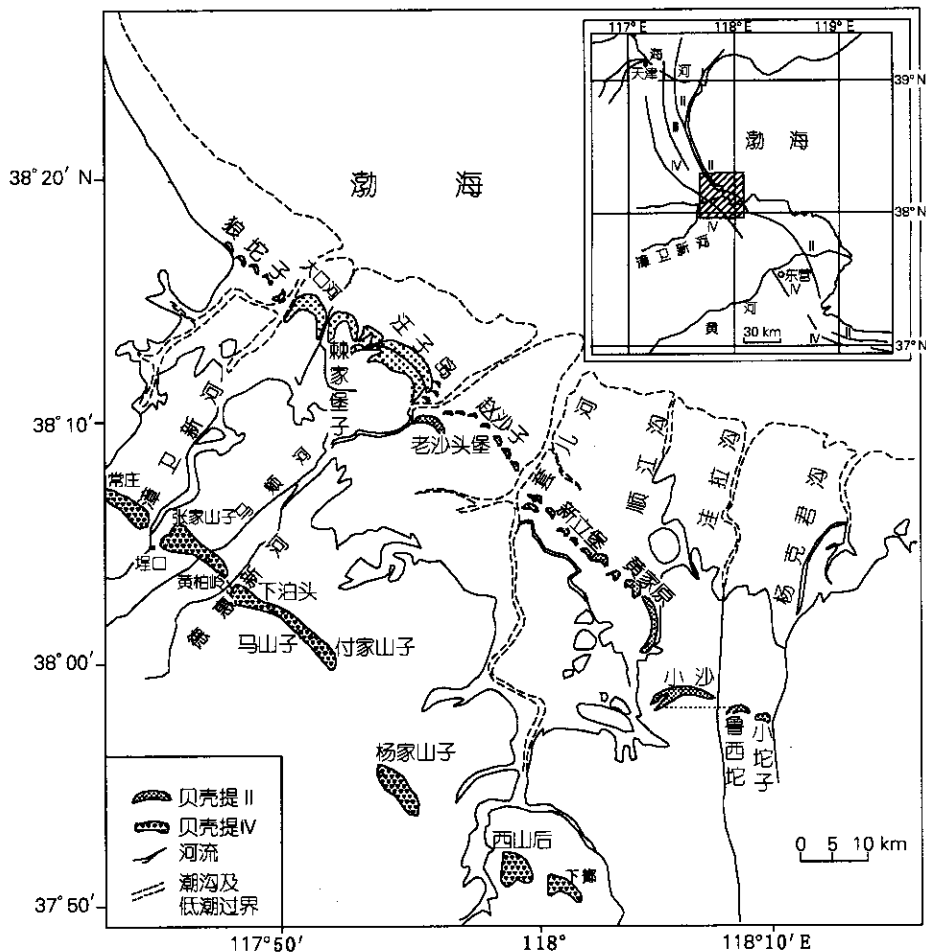


图 1 无棣贝壳滩脊分布示意

Fig. 1 Distribution of shell ridges in Wudi County

2.2 沉积特征和沉积相

发育成熟的贝壳滩脊一般位于平均高潮线附近,系风暴潮作用所致。贝壳层与下伏潮滩粉沙质粘土层突变接触,其沉积构造可以揭示其整个发育的动力过程(图 2)。作者等通过对无棣大口岛和王子岛一带的贝壳滩脊剖面的多年研究发现,贝壳滩脊主要由两部分组成,一部分为水平层理和高角度斜层理,以贝壳和贝壳碎块为主;另一部分为微向陆倾的平行层理,以风成贝壳碎屑为主,间杂少量完整的贝壳和贝壳碎块。以此将贝壳滩脊划分为两个亚相,前一部分为堤梗亚相,后一部分称为堤内充填亚相。

2.2.1 堤梗亚相

堤梗亚相是贝壳滩脊的主要组成部分,由大量的

贝壳、贝壳碎块及贝壳碎屑组成。向海坡为向海微倾的平行层理,向陆坡则在平行层理中夹有向陆倾的高角度斜层理。层系厚 10~40 cm,细层厚 2~8 cm。为高能环境下风暴潮作用的产物。在王子 II 岛、王子 III 岛剖面上,细层中向海坡的样方统计:贝壳凸面向上所占的比例为 74%和 60%,构成叠瓦状构造,增加了层理的稳定性,从而增强了抵御风暴浪的能力。而向陆坡凸面向上的贝壳所占的比例极少,这是因为风暴浪时贝壳被越滩向陆加积,贝壳自由翻落所致。不同时期形成的堤梗亚相具有不同的倾斜层理,后期风暴潮作用将前期沉积体削平,并贴伏于其上,呈角度不整合接触(图 2 B C),代表了不同时期的沉积事件。

2.2.2 堤内充填亚相

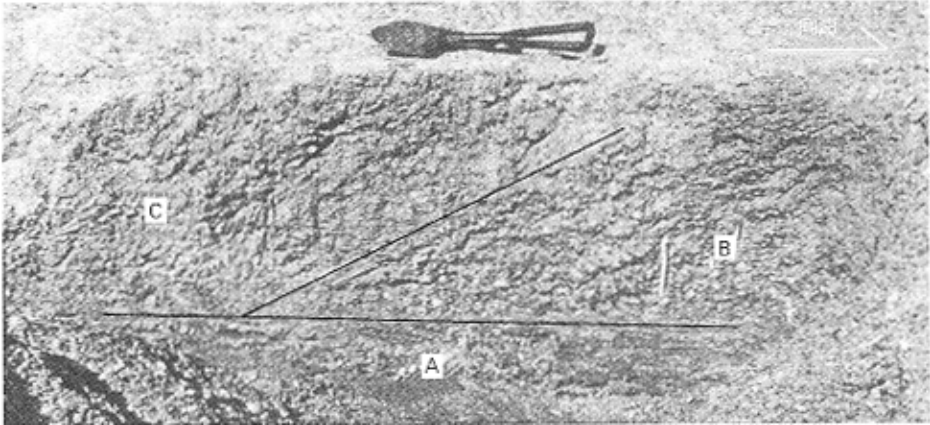


图 2 无棱贝壳滩脊沉积构造(38°13'N, 117°56'E)

Fig.2 Sedimentary structure of shell beaches in Wud(38°13'N, 117°56'E)

A. 堤内充填亚相 B C. 堤梗亚相(不同时期风暴潮沉积呈角度不整合接触)

A. infilled sub - faces , B, C. dyke sub - faces (storm sediments in different period with angular discordance)

堤内充填亚相位于堤梗亚相的顶部和向陆的一侧(图 3), 系大风作用下的产物, 物质组成较堤梗亚相偏细, 多为贝壳碎屑和细粉沙间或有贝壳碎块。堤内充填亚相伏于堤梗亚相物质之上, 且向陆延伸, 尾翼变薄贴于沼泽相淤泥质粉沙沉积物之上。与堤梗相之间有侵蚀间断面(图 2 A), 宽度各有不同, 具有微向

陆倾的风成沉积平行层理。由于暴风浪期间堤梗相的向陆迁移, 则堤内充填亚相多与堤梗亚相犬牙交错, 交替出现。

3 贝壳滩脊发育的条件

贝壳滩脊是在多种因素作用下形成的。关于贝

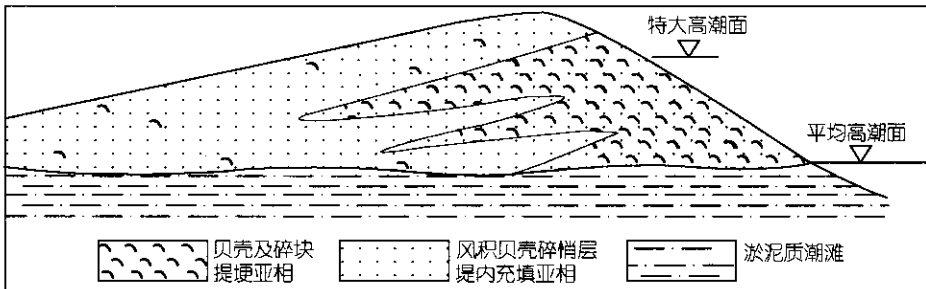


图 3 汪子岛贝壳滩脊横向剖面

Fig.3 Transaction of shell beaches on Wangzidao

壳滩脊的成因, 学者们曾有不同的意见。Todd 和 Hoyt 认为美国路易斯安那贝壳滩脊与密西西比河改道有关, 而 Schofield 则提出海面上升是诱发新西兰贝壳滩脊形成的因素^[4]。Augustinius 和 Daniel 认为南美苏里南和法属圭亚那地区的贝壳滩脊的形成与泥坪的大规模西移有关^[5,6]。当然不同地区贝壳滩脊的环境条

件不尽相同, 作者通过对渤海西、南岸贝壳滩脊形态分布及沉积特征的分析得出影响贝壳滩脊发育的条件有如下几方面。

3.1 丰富的贝类物源基础

贝壳滩脊主要发育在坡度适中的淤泥质滩的高潮线上。其潮间带和潮下浅水区是软体动物生长繁

殖的主要场所。渤海西岸是我国贝类主要的生长繁殖区。鲁北沿岸大小入海河流较多, 河流物质的输送为贝类的生长带来了大量的营养物质。近海区溶解氧含量高, 平均饱和度为 1.084, pH 值平均为 8.21, 叶绿素和初级生产力达 2.5 mg/m^3 和 $109.9 \text{ mg/d}^{[1]}$ 。具有透光透气的底栖环境, 在这样的环境下适合贝类及浮游底栖生物的生长, 软体动物的密度较高。当风暴潮发生时, 潮间带沉积物会遭受侵蚀, 由于栖息地破坏或环境的突然变化, 底栖生物会被迁移或埋藏而造成周期性的集体死亡, 这为贝壳滩脊的形成提供了物质基础。

3.2 风暴浪的作用

暴风浪期间水下岸坡中立线下移, 潮间滩上的贝壳物质在波浪作用下从泥质沉积物中筛选, 被移向高潮线, 后又在越滩浪的作用下向海坡的贝壳移向陆坡, 最终导致贝壳滩脊向陆迁移和加积增高。贝壳滩脊较高的加积速率也常常导致堤埂相起伏于堤内充填亚相之上。

渤海湾地区冬季受冷高压控制, 春秋多温带气旋过境, 风暴潮作用频繁, 1945~1985 年发生了 117 次, 平均每年 3~4 次。说明风暴潮在成堤过程中起着搬运堆积和改造作用。从沉积构造(图 2)也可以看出, 贝壳滩脊除具有沿岸堤一般层理构造之外, 向陆一侧还发育高角度斜层理, 并且也有沉积层被侵蚀, 切割的散乱堆积, 说明贝壳滩脊在不断成堤过程中, 还要经历数次风暴浪作用。

3.3 风的作用

海湾内的向岸风除了可以引起波浪之外, 它还直接参与贝壳滩脊的沉积过程。一方面风可加快贝壳碎屑的风化速度, 将大碎块风化成小碎屑; 另一方面风可以将大量贝壳细碎屑吹扬起来, 从贝壳滩脊的向海侧吹到向陆侧或更远的地方。贝壳碎屑薄而轻, 直径大于 1 mm 的贝壳碎屑可以随小于 0.1 mm 的粉沙一起运动。在滩脊顶部和向陆侧沉积成薄的细层, 该细层厚约 0.5~1.5 cm, 向陆变薄, 粒度变细, 有时贝壳堤埂相叠置于充填相碎屑层之上(图 3), 也有时碎屑层沉积于贝壳堤埂相之上, 二亚相犬牙交错。

3.4 贝壳滩脊发育与入海河流的关系

从表 1 可以看出, 贝壳滩脊的发育与入海河流关系密切。当河流供砂充足时, 三角洲向海淤长, 沉积速率增高, 潮滩坡度变缓, 不利于软体动物的生长和贝壳滩脊的形成; 当河口摆到其他岸段时, 废弃三角洲岸段河流沉积物质减少, 为软体动物的生长提供条

件, 贝壳在此大量的富集。地层被压实, 海面相对上升, 水动力作用加强也会导致岸线的蚀退, 滩坡变陡。Russell 和 Howe 认为美国路易斯安娜贝壳滩脊的形成与密西西比河口摆动有关^[4]。从渤海西岸四道贝壳滩脊的形成时代来看也与黄河的改道有关(表 1)。公元前 602 年, 黄河自江苏入海, 历时达四百多年, 渤海湾淤泥来量减少, 形成 III 道贝壳滩脊。公元 1194~1855 年黄河又经苏北入海, 此时渤海湾又重新出现成堤条件, II 道贝壳滩脊发育^[7]。由此可见, 渤海西、南岸贝壳滩脊的形成是黄河废弃三角洲叶瓣受侵蚀, 海岸稳定时期海洋软体动物繁盛与波浪共同作用的结果。

4 结论

贝壳滩脊沉积模式可分为堤埂亚相和堤内充填亚相, 前者以贝壳和贝壳碎块为主, 沉积平行层理和高角度斜层理; 后者以贝壳碎屑为主, 沉积微向陆倾的平行层理, 有时二亚相交叉相间沉积。

贝壳滩脊的形成和发育与下列环境有关: (1) 丰富的贝壳物质供应区。在坡度适中的淤泥质潮滩上软体贝类大量繁殖, 当潮滩处于相对侵蚀阶段, 滩中大量的贝壳可被波浪移至岸边堆积成堤。(2) 较强的暴风浪是筛选、迁移和堆积成贝壳滩脊的主要动力条件。(3) 风可以吹扬贝壳滩脊上细的贝壳碎屑, 在向陆侧沉积成粉沙贝壳碎屑层, 充填和增高了贝壳滩脊, 甚至可以使贝壳滩脊不断向陆迁移。(4) 贝壳滩脊的沉积发育与入海河流有密切的关系。当河流供砂充足时, 岸线向海淤长, 不利于贝类的生长繁殖和贝壳滩脊的发育; 当河道改走, 岸段由淤长转为侵蚀时, 则为贝壳滩脊的发育提供了有利条件。

参考文献:

- [1] 王颖. 渤海湾西岸贝壳堤与古岸线问题[J]. 南京大学学报(自然科学版), 1964, 3(3): 424-440.
- [2] Augustinus P G E F. Cheniers and chenier plains: a general introduction[J]. *Marine Geology*, 1989, 90: 219-229.
- [3] 山东省科学技术委员会. 山东省海岸带和滩涂资源综合调查报告集——黄河口调查区综合调查报告[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991. 8-25.
- [4] Penland S, Sueter J R. The Geomorphology of the Mississippi River chenier plain[J]. *Marine Geology*, 1989, 90: 231-258.
- [5] Augustinus P G E F, Hazellhoff L, Kroon A. The chenier coast of Suriname: modern and geological development[J]. *Marine Geology*, 1989, 90: 269-281.

- [6] Prost M T. Coastal dynamics and cheniers sands in French Guiana[J]. *Marine Geology*, 1989, 90: 259 – 267.
- [7] 庄振业, 许卫东, 李学伦. 渤海南岸 6000 年来的岸线演变[J]. *青岛海洋大学学报*, 1991, 21: 99 – 108.
- [8] 郑晓云. 九龙江口北岸的叠置贝壳堤与晚全新世的海面波动[J]. *海洋科学*, 1990, 3: 17 – 21.
- [9] Woodroffe C D, Grime D. Storm impact and evolution of a mangrove – fringed chenier plain, shoal Bay, Darwin, Australia[J]. *Marine Geology*, 1999, 159: 303 – 321.
- [10] Greensmith J T, Tucker E V. The origin of Holocene shell deposits in the chenier plain facies of Essex (Great Britain) [J]. *Marine Geology*, 1969, 7: 403 – 425.
- [11] Aliotta S, Farinati E. Stratigraphy of Holocene sand – shell ridges in the Bahia Blanca Estuary, Argentina[J]. *Marine Geology*, 1990, 94: 353 – 360.

Characteristics and evolution of sedimentary environment of shell ridge in the coast north of Shandong Province

LIU Zhi – jie , ZHUANG Zhen – ye, HAN De – liang, ZHOU Song – wang
(Department of Marine Geology, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Received: Dec., 31, 2003

Key word: shell ridge ; sedimentary facies ; developing environment in the Bohai Bay

Abstract: Shell ridge is a long ridge – like form of deposit formed by wave actions when coastline is eroded. It locates commonly on silty or clayey tidal flat deposits. The shell ridges on southwestern coast of Bohai Bay in north Shandong Province is not only the largest but also the highest contents of shell and its fragments in the world. The shell ridge can be divided into two sedimentary subfacies——ridge subfacies and infilled subfacies in terms of sedimentary structure. The former consists of primarily shells and its fragments with parallel beddings and high angle oblique beddings; the latter consists of small shell clasts and silty sand with parallel beddings dipping to the land. Evolution of the shell ridge is controlled by the accumulation of substantial shelly matters, strong storms, wind and the shift of river channel. When the Huanghe (Yellow) River debouched into Bohai Bay, the muddy tidal flat progradated seaward quickly, resulting in the absence of shelly materials. On the contrary, when Huanghe (Yellow) River shifted to the north of Jiangsu, old river delta was eroded, which benefited the development of shell ridges.

(本文编辑 :刘珊珊)