

文章编号: 1000-0550(1999)增-0775-07

南黄海表层沉积物中微体化石的 沉积特点及物源分析^①

程振波 石学法 陈志华 鞠小华

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛 266003)

摘要 借助于对南黄海表层沉积物中微体化石的分析, 探讨了不同的微体化石数量及组合的分布特点、沉积特征、微体化石浮游有孔虫、钙质超微化石与黑潮、黄海暖流、黄海冷水团、黄海沿岸流之间的关系。同时根据本区的粒度分析资料, 把表层沉积物划归为下列类型。南黄海中、西部: 1. 粘土沉积, 2. 粉砂质粘土沉积, 3. 细砂与粉砂沉积, 4. 砂砾等混杂沉积; 东侧, 从北至南依次排列为砂、泥质沙、沙质泥和泥质沉积。此外, 对南黄海表层沉积物的物源归纳为以下几种: 1. 黄河源, 2. 长江源, 3. 陆架残留砂源, 4. (韩国) 锦江、汉江等源, 5. 风尘源。

关键词 微体化石 沉积特点 类型 物源

第一作者简介 程振波 男 1956年出生 副研究员 海洋地质及微体古生物

中图分类号 P736.21; Q913.6 **文献标识码** A

黄海面积约 417 000 km²。以成山头与朝鲜半岛白翎岛一线为界, 分为南、北两部分。其中南黄海面积约占 2/3。我国从 50 年代始就对黄海海底沉积物进行研究, 取得了一些研究成果。70 年代以后, 中国科学院海洋研究所、同济大学、海洋局一所等曾先后对黄海表层与岩心做过不同程度的调查和研究。80 年代后期原地矿部海洋地质研究所又对南黄海第四纪层型地层作过对比研究, 这些工作的开展为南黄海的研究打下了良好的基础。本文通过对 1998 年 5 月“向阳红 09”号调查船从南黄海获取的 66 个表层沉积物样品的微体化石及粒度分析结果, 并借助前人的资料, 对南黄海表层沉积物中微体化石的沉积特点及沉积物物源作初步探讨。

1 南黄海东西两侧的沉积环境

黄海海底的地形西缓东陡, 是一个北浅南深的海盆, 最大深度位于韩国的济洲岛北侧, 水深大于 100 m^[1]。南黄海平均水深 46 m, 它的沉积物不但受长江、黄河、汉江、锦江等河流的影响, 也受到黄海暖流、黄海沿岸流的影响, 同时黄海周边及其自身的自然环境对于进入南黄海的沉积物质也起着一定牵制作用。在西侧北界的成山头多为石质海岸, 海流强

烈, 沉积物质较粗, 主要为砂、细砂沉积。西南界长江

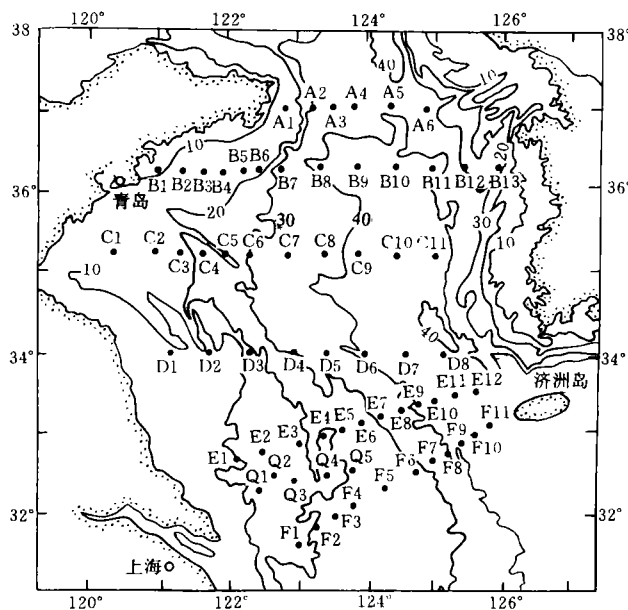


图 1 取样位置图

Fig 1 Map showing sampling locations

口以北则多为泥沙浅滩, 沉积物成份从近岸向外逐渐变细, 由含钙质结核的砂到细砂、粉砂至泥质沉积。南黄海东侧韩国的西海岸地形复杂, 山峦密布,

^① 国家科技部基础研究项目, 中韩科技合作项目, 国家海洋局青年基金(97401号)联合资助
收稿日期: 1999-03-26 收修改稿日期: 1999-05-04

则以北东—南西走向排列,曲折的河流携带着沉积物穿过海岸平原流入南黄海,临津江(Imjin-Gang)和汉江(Hangamig)流入仁川湾,一些小河流入乐山湾,而锦江流经群山城(Gunsan),荣山江(Yeongsan-Gang)穿过木浦(Mogpo)城进入南黄海^[2]。由于这些河流所携物质来自于不同的物源区,其沉积物成份及粒度也悬殊较大,但从总的趋势看,从北向南沉积物的粒度逐渐变细且呈条带状分布。

2 南黄海表层沉积物中微体化石的分布特点

南黄海表层沉积物中的微体化石主要是有孔虫、介形虫、钙质超微化石等。

2.1 底栖有孔虫的数量及分布特点

共分析表层样品 66 个,统计有孔虫总数 14 000

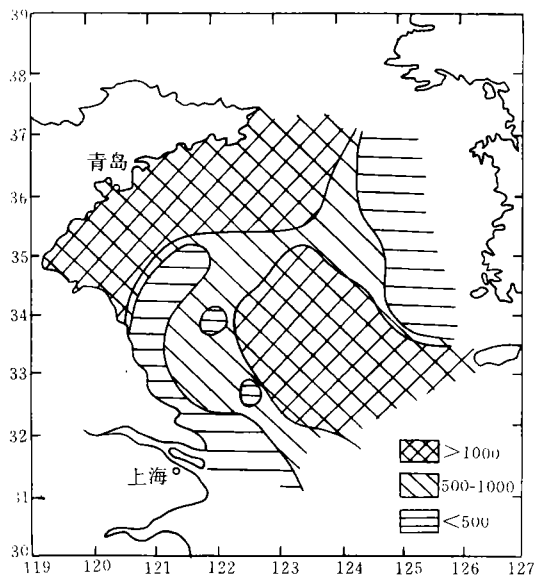


图2 有孔虫总数分布(30 g 干样)

Fig. 2 Number distribution of foraminifera

余枚。底栖有孔虫的数量分布如图2所示。由图2可以看出本区有孔虫数量分布极不均匀,有些站位中的数量高达上万枚、几万枚(30 g 干样)如E12、E11站。而有些站位的数量则只有数十枚、十几枚,如D1、B12站。有孔虫含量大于1 000枚的高值区分布在调查区西北部的山东半岛沿岸,水深20~50 m的海域,海州湾海域和南黄海的东南部海域。含量在500~1 000枚的中值区位于调查区的中部,而数量小于500枚的区域在老黄河口水下三角洲区、灌河口、射阳河口区及调查区东部靠近韩国一侧的海域。

有孔虫壳体的数量与分布主要与碎屑物质的沉积速度相关。以长江口为例,长江口以外的三角洲前缘每30 g沉积物中含有孔虫约百枚,而向外,到东海内陆架便上升到近千枚,至50 m水深,有孔虫数量达万枚以上。在南黄海东侧韩国近岸海域,有孔虫的数量及分布模式与西部近同,近岸区有孔虫的数量少,愈向外则数量增加。

2.2 有孔虫属种分布特点

有孔虫在生态上与海水的深度等联系在一起。现根据分析结果,对几种组合的分布情况作简要概述。

A. 毕克卷转虫组合,以毕克卷转虫变种 *Ammonia beccarii* (Linnè) Var. 为主,还有厚壁卷转虫 *A. confertitesta* Zheng, 暖水卷转虫, *A. tepida* Zheng 等,该组合含量大于10%的高值区分布在成山头外和古黄河口外;其余海区含量均小于10%(图3)。

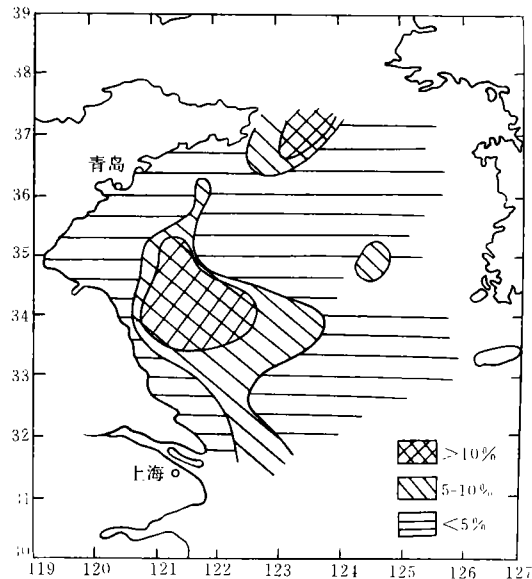


图3 毕克卷转虫变种百分含量分布

Fig. 3 Distribution of *A. beccarii* var content (%)

B. 压扁卷转虫组合,压扁卷转虫 *A. compressiuscula* (Brady) 占主导地位,主要分子有冷水面颊虫 *Buccella frigida* (Cushman), 异地希望虫 *Elphidium advenum* Cushman, 拉马克五决虫 *Quinqueloculina lamackiana* d'Orbigny 等,此组合大于10%的高含量区分布在海州湾外及调查区的东南部,其它海区的含量均在10%以下(图4)。

C. 结缘寺卷转虫组合,主要分子为结缘寺卷转虫 *A. ketienziensis* (Ishizaki), 还有曼顿半泽虫 *Hanza-*

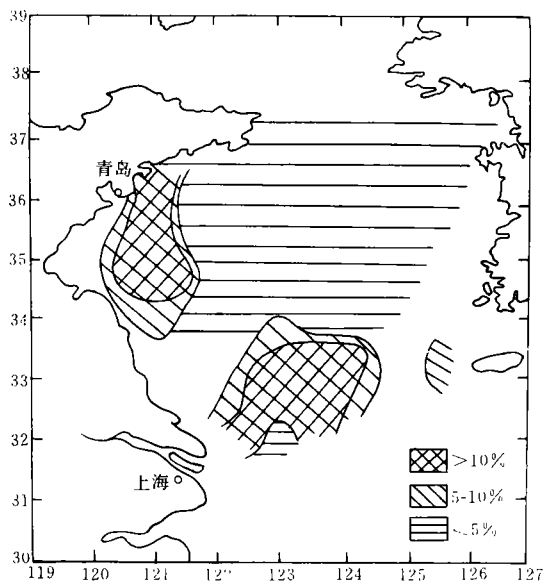


图4 压扁卷转虫百分含量分布

Fig. 4 Distribution of *A. compressiuscula* content

waia mantaensis (Galloway et Morrey), 塔斯曼管九字虫 *Pacinonion tasmanensis* (Cushman), 锥子小泡虫 *Bulimina subula* Wang 等。该组合含量大于 20% 的高值区分布于南黄海中部, 其含量在 10%~20% 的中值区位于高值区的西部和北部, 其它海区均为小于 10% 的低含量区(图 5)。

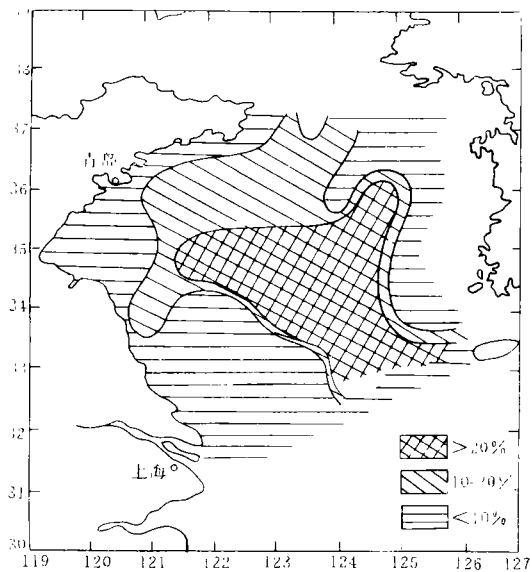


图5 结缘寺卷转虫百分含量分布

Fig. 5 Distribution of *A. ketienziensis* content

上述有孔虫的分布特点也正好反映出该区不同的沉积环境, A 组合多位于水深小于 20 m 的近岸、

浅水或河口三角洲堆积区。B 组合则属于水深在 20~50 m 受沿岸流等作用影响沉积比较缓慢的区域。而 C 组合的沉积环境多为水深大于 50 m 的深水沉积区。

2.3 不同的壳质、壳形在分布上的差异

纵观南黄海三大类有孔虫的分布特点及壳形的变化特点, 可以发现它们在不同的沉积区存有明显差异。a 玻璃壳有孔虫的高值区多集中于水深大于 50 m 以外的海域, 即在细粒级物质沉积区含量高, 粗粒级沉积区含量低。b 胶结壳类有孔虫的分布格局与玻璃壳有孔虫的分布不同, 玻璃壳有孔虫所表现出的高值区却正是胶结壳有孔虫分布的低值区所在。相反, 玻璃壳有孔虫的低值区, 胶结壳有孔虫的含量却很高。c 瓷质壳类有孔虫多集中分布于老黄河口外水下三角洲区。

在壳形上, 螺旋壳类百分含量分布如图 6 所示, 该壳类含量 20%~40% 的分布区位于中北部; 含量大于 40% 的高值区位于调查区的西、南、东部。

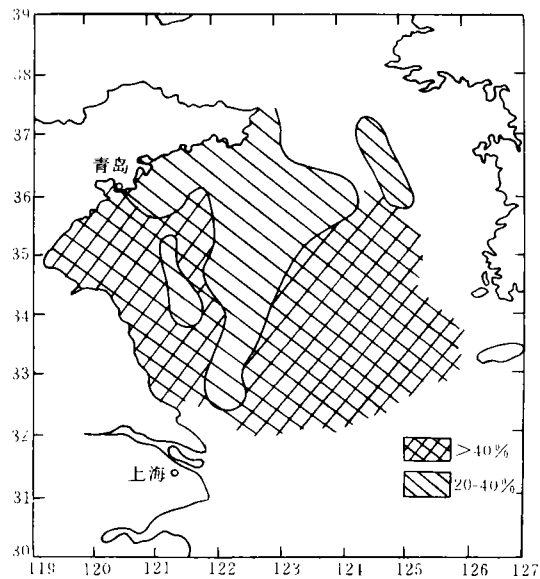


图6 有孔虫螺旋壳类百分含量分布图

Fig. 6 Distribution of spiral-wound module foraminifera content

平旋壳类的含量分布如图 7 所示, 含量大于 30% 的高值区分布在本海区的中北部区; 含量 20%~30% 的分布区位于高值区外围, 其余海区含量均在 20% 以下。

综上所述, 在壳质上, 南黄海三大类有孔虫中占绝对优势的属玻璃壳类, 在壳形上又以螺旋类和平

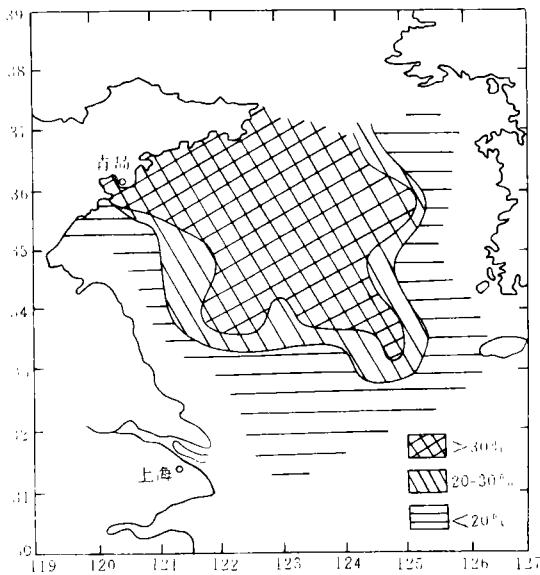


图7 有孔虫平旋壳类百分含量分布图

Fig. 7 Distribution of flat-wound module foraminifera content

旋类居首。

2.4 浮游类有孔虫的分布特点

南黄海表层沉积物中浮游类有孔虫从总体上数量少且个体小,这正反映出某些环境因子长期影响的结果。它的高值区,主要分布在本海区的东南部和西南部,含量达到总量的1%,含量小于1%的分布区呈两个舌状由南向北延伸达36°N。在37°N,成山头的东—东南方向亦有零星分布。据郑执中和郑

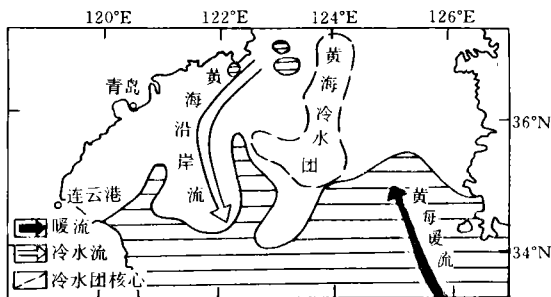


图8 浮游有孔虫分布范围与海流、水团关系

Fig. 8 Relationship among the distribution of planktonic foraminifera, sea current and water mass

守仪资料,浮游有孔虫在南黄海的分布,最北可达123°~124°E,35°N 黄海中央冷水团的前缘附近^[3]。汪品先等又发现浮游有孔虫的最北可达122°E,35°45'N左右^[4]。而通过本次调查所获沉积物样品的分析,发现在37°N附近仍有少量浮游有孔虫壳体的分布。在两舌状分布区中间浮游有孔虫缺失,这与黄

海沿岸流与黄海冷水团的活动有关^[4]。从济洲岛附近进入黄海后的黑潮分支黄海暖流与黄海冷水团相遇,其自身的温度与盐度因故降低,所携来的高温、高盐的浮游有孔虫也随之逐渐锐减,这正是海流共同作用影响的结果。

2.5 介形虫数量及分布特点

南黄海介形虫的数量与分布悬殊较大,高者达千枚(30 g 干样),低者仅数枚,造成差异的主要原因与水深有关。本调查区表层沉积物中的介形虫的组合特点分布特征见(表1)。

表1 南黄海表层沉积物中的介形虫

Table 1 Ostracoda of surface sediments from the South Yellow Sea

海域	南 黄 海		
水深	0~20 m	20~50 m	>50 m
沉积物	泥-粉砂	砂-粉砂,局部含钙质结核	软泥
核心种	宽卵中华美花介 <i>Sinocytheridea Latiovata</i>	日本穆赛介 <i>Munseyella japonica</i>	长克利特介 <i>Krühe producta</i>
组合优势种	宽卵中华美花介 <i>Sinocytheridea latiovata</i> 、皱新单角介 <i>Neomonoceratina crispata</i> 、中华洁面介 <i>Albileberis sinensis</i> 、美山双角花介 <i>Bicornucythere bisanensis</i>	日本穆赛介 <i>Munseyella japonica</i> 、瞳孔穆赛介 <i>Munseyella pupilla</i> 、三浦翼花介 <i>Cytheropteron misurense</i> 、二津满粗面介 <i>Trachyleberis scabrocuneata</i>	长克利特介 <i>Krühe producta</i> 、窗孔“翼花”介 <i>Gytheropteron fenestratum</i> 、糙齿渊花介 <i>Abyssocythere squalidentata</i> 、棘皮亨氏介 <i>Henryonwella acanthoderma</i>
主要分布区域	古黄河三角洲区	海洲湾及近岸浅海区	远岸深水区
平均瓣数(30g)	348	147	109

由上表不难看出,南黄海介形虫的分布与有孔虫一样在种群与数量分布上都有一定的区域性,而造成差别的主要因素与水深有关,即从近岸向外海随着水深的增加而数量递减。南、北黄海在介形虫的分布上也有差异,南黄海表层沉积物中的含量大于北黄海。

2.6 钙质超微化石的分布特点

钙质超微化石的分布主要受海流、水团的控制,开阔大洋沉积物中的分布数量明显高于边缘海和半封闭的陆架浅海。南黄海常见的超微化石有14种,其中主要属种有 *Gephyrocapsa oceanica*、*Emiliania huxleyi*、*Braarudosphaera bigelowii*、*Suracosphaera*

pulchra Umbilicosphaera sibogae 等,它们由南黄海东南部向北伸展,其数量及分异度逐渐减少^[6]。这可以通过下表中不同的海域所做的微体化石分异度 D_H 的数值得到证明(表 2)。

表 2 超微化石在不同海区的 D_H 值

Table 2 D_H of calcareous nanoplankfossils in the different sea areas

海区	P 赤道 太平洋	A 东海	B 南黄海 南部	C 北黄海 成山头 以外	D 渤海海 峡以东	E 渤海海 峡以西	F 渤海中 部	G 渤海西 部 近岸区
D_H 值	1.71	1.56	1.21	1.29	0.98	0.90	0.36	0.20

注: D_H 示超微化石的简单分异度

D_H 值的变化在某种程度上反映了黑潮的强弱变化(图 9),同时也反映出钙质超微化石与黑潮的关系,即与温度、盐度、水深的关系。上述南黄海几个优势种的高值区也正好与黑潮分支黄海暖流的流路相吻合。可以相信,根据钙质超微化石的分布特点去探讨黑潮的变化也许能给人们一些新的启示。

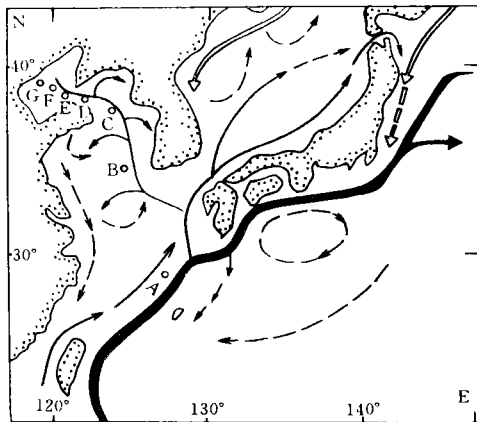


图 9 海流图

Fig. 9 Map of oceanic current

3 南黄海表层沉积物类型

南黄海表层沉积物不仅受到西侧黄河、长江、淮河等河流的影响,同时也受到东侧韩国境内的汉江、锦江等河流的影响,所以在南黄海不同的区域形成的沉积物也各有特点。几种主要沉积类型如下:

3.1 粘土沉积

主要分布于老黄河三角洲及南黄海沉积中心区,粘土的含量变化较大,高者达 62.27%,低者仅为 2.16%,一般含量约为 20%,粘土沉积物中微体化石的含量丰富,在老黄河口区有孔虫主要以毕克

卷转虫变种、缝裂希望虫等为主,介形虫为宽卵中华丽花介、东台新单角介 *Neomonoceratina dongtaiensis* 等。南黄海沉积中心区主要为结缘寺卷转虫、曼顿丰泽虫,而介形虫数量少,为芽克力特介、窗孔“翼花介”*Gytheropteron fenestratum* 等。

3.2 粉砂质粘土沉积

粉砂质粘土沉积在南黄海表层沉积物中较为普遍,多为潮坪相或浅海相,微体生物化石丰富,主要为毕克卷转虫——中华丽花介组合或半咸水海陆过渡相化石群。

3.3 细砂与粉砂沉积

细砂与粉砂沉积在南黄海分布范围较广,则多为三角洲和近岸浅水沉积。微体化石数量少,多以毕克卷转虫——中华丽花介组合为主,半咸水的有孔虫如多变假小九字虫 *Pseudononionella variabilis* Zheng,精美直小希望虫 *Rectoelphidiella lepida* Ho, Hu et Wang 等也有一定的数量。

3.4 砂砾等混杂沉积

由不同粒级的砂、砾石组成。砾石成份为燧石、灰岩、岩浆岩块等。形状多呈圆、次圆形,砾径大小不等,主要见于长江三角洲东侧及其外缘陆架区的表层沉积物中。另外在这些砾石沉积物中,还发现有似古陶片的沉积物(?)这有待于作进一步鉴定和研究。上述沉积物中的微体化石数量少,且多为浅水或半咸水分子。同时偶尔出现陆相介形虫如土星介(*Ilyocypris*)、小玻璃介(*Candoniella*)及轮藻藏卵器,在砂砾层沉积物中还见多种近岸底栖生物壳体如扇贝、蛤蜊、牡蛎壳等。

3.5 南黄海东侧的沉积物类型

南黄海东侧的沉积物类型从北至南依此排列顺序为砂、泥质砂、砂质泥和泥。砂质沉积物在东经 124°15'~125°30' 之间,北纬 35°30' 以北成舌状向南延伸,但愈向南、东南、西南沉积物颗粒则逐渐变细,至北纬 34°30'~35°00' 附近,则逐渐被软泥替代。

4 南黄海表层沉积物来源

根据南黄海周围河流所带入的沉积物物源,上述沉积物类型以及南黄海内部的水动力环境相对沉积物的沉积能力可以把南黄海的沉积物归纳为下属几种相组合。

4.1 黄河源

黄河每年自中国西北部的黄土高原携带大量的物质入海,(大约每年的携入量 1.19×10^9 t)^[8],因此

黄土是黄河携入的主要成份,其中约有2/3的沉积物沉积在三角洲和海滨区。古黄河在苏北入海,三角洲的物质以细砂、粉砂为主,局部有泥沉积,这些物质是构成南黄海北部沉积物的基础。被携入的细粒沉积物的主要特征是 CaCO_3 成份含量高,在河口区波浪作用不大,只有在风暴强烈时才能把沉积物搅起,重新搅起的物质在波浪潮汐作用下被山东和江苏境内的沿岸流向南和东南方向传送的越来越远,最后堆积在黄海的中部水深60~80m的海域,而一些剩余的悬浮物质则向南传送的更远直到济洲岛的南部。

4.2 长江源

因现代的长江口属于中潮差型,伴有巨大的水流量($9.24 \times 10^{11} \text{m}^3$)和沉积物供给量($4.86 \times 10^8 \text{t}$)^[9],长江所携物质在 123°E 以西的内陆架区,沉积物主要有中、细砂和泥组成,在 123°E 以东的中陆架,沉积物主要是细砂到中砂。在长江口外的沉积物主要以水下三角洲、砂洲相、河口沙坝相沉积为特征。在河口沙坝区,平均沉积速率是 1.1cm/a ,在三角洲前缘区为 0.5cm/a ^[9],大约40%的长江物质以近岸形式沉积。

4.3 陆架残留砂源

南黄海北部成山头以东海域以及海州湾海域有大量的残留砂沉积,沉积物主要以细砂为主,含量多在60%以上,最多可达98%,粉砂含量多在20%以下,有些沉积物中富含钙质结核及较多的沿岸到潮间带的生物壳体,例如,牡蛎、扇贝、毛蚶、玉螺等。陆架残留砂的成因比较复杂,在平面分布上呈孤立状态存在,这与古三角洲、古海岸线、古河口沙坝、潮沟、凹地等密切相关。

4.4 南黄海东侧(韩国)锦江、汉江等源

来源于韩国境内的锦江、汉江等河流的物源主要为软泥沉积物,同时还有粉砂、砂等,这些物质多数呈条带状沿韩国西南海岸堆积。具体说来,在夏天洪水季节来临时悬浮物加强了沿岸泥坪和内陆架区的沉积,而在冬天由于强风驱赶沿岸流使细粒物质重新悬浮起来,其中的一部分通过济洲岛东西两侧的陆架渠进入冲绳海槽^[10]。

4.5 风尘源

除上述物源外,风力沉积物也是值得一提的一种形式,每年冬季,从西北吹来的季风携带大量的风尘物质向东南方向运行,一部分形成黄土高原,而一部分继续东运直至渤、黄海地区降落,形成海岸带黄

土^[7],而其中的一部分则落入海中,黄、渤海又是风成物影响最大的海区。据资料,冬季季风携细粒物质向海搬运能力大约是每年千万吨级^[1]。

另外,海岸或近岸的部分风化、浸蚀、剥蚀物质也通过不同的途径进入海中。一些生物壳体等也给上述相组合增加了不少的色彩。

5 结论

通过南黄海表层沉积物微体化石的沉积特点及物源分析,有以下几点认识。

(1) 南黄海表层沉积物中底栖有孔虫、介形虫的数量与组合分布主要受水深、水温、盐度的影响,除此之外,有孔虫壳质、壳形的变化还与沉积物的粒度与成份密切相关。

(2) 浮游有孔虫与钙质超微化石的分布主要受黑潮分支黄海暖流的控制,而黄海沿岸流及黄海冷水团的存在又对浮游有孔虫及钙质超微化石的数量起了一定的牵制作用。

(3) 在南黄海的表层沉积物中,中、西部的沉积物类型可归纳为四种:1)粘土沉积,2)粉砂质粘土沉积,3)细砂与粉砂沉积,4)砂、砾等混杂沉积。南黄海东侧的沉积物类型从北至南依次排列为砂、泥质沙、沙质泥和泥。

(4) 南黄海表层沉积物的物源可总结为五种:1)黄河源,2)长江源,3)陆架残留砂源,4)南黄海东侧(韩国)锦江、汉江等源,5)风尘源。

参 考 文 献

- 1 刘敏厚,吴世迎,王永吉. 黄海晚第四纪沉积[M]. 北京:海洋出版社,1987
- 2 金凤均 Bong Kyum Kim, et al. Foraminifera in the bottom sediments off the South-eastern coast of Korea[J]. Technical Bulletin CCOP. 1970,3(1):147~163
- 3 郑执中,郑守仪. 黄海和东海浮游有孔虫生态的研究[J]. 海洋与湖沼,1962,4(1~2):60~85,图版 I
- 4 汪品先. 海洋微体古生物论文集[M]. 北京:海洋出版社,1980. 60~83
- 5 李文勤. 黄渤海表层沉积物中钙质超微化石分布规律与黄海暖流流路[J]. 黄渤海海洋,1991,9(1):7~11
- 6 郑光膺. 黄海第四纪地质[M]. 北京:科学出版社,1991
- 7 Cheng Zhenbo, Fu Mingzuo, Ju Xiaohua. The geological significance of fossils in the coastal loess in the Bohai Straits and Liaodong Peninsula[J]. Acta Oceanologica Sinica, 1997, 16(1): 71~83
- 8 Milliman J D, Meade R H. World-wide delivery of river sediments to the oceans[J]. J. Geol., 1993, 91:1~21.

- 9 Wang Z, Luo M, Li W. On submarine sediments and deposition process of west part of the South Huanghai Sea. In proc. Int. Sym. In: L. Yure ed. On Sedimentation on the Continental shelf, with Spec. Ref. to the East China Sea[C]. Beijing: China Ocean Press, 1983. 689~695
- 10 Bong Chool Suk. Sedimentology and history of sea level changes in the East China Sea and adjacent seas[A]. In: Taira A, Masuda F, eds. Sedimentary Facies in the Active Plate Margin[C]. Terra-pub. Tokyo, 1989. 215~231

The Analysis of the Sedimentary Character of the Microfossils and the Material Resource in the Surface Sediments from the South Yellow Sea

CHENG Zhen-bo SHI Xue-fa CHEN Zhi-hua
(First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao Shandong China 266003)

Abstract

The area of the Yellow Sea is about 417 thousands square kilometres and is divided into north and South two parts according to the boundary line between the Chengshantou of Shandong Province and the Bailing Islands of Korea. Of which the North Yellow Sea is about 100 thousands square kilometres. The South Yellow Sea is three times as much as the North Yellow Sea. China began to study the sediments of the Yellow Sea from the 1950s and have got much scientific achievement. After 1970s, Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, the Tongji University, First Institute of Oceanography, state Oceanic Administration had investigated and studied the surface and core samples from the Yellow Sea in varying degrees early or late. After the late 1980s, the previous Institute of Marine Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources had made a study of the sequence of bedding and the stratigraphic correlation in the Quaternary. Above-mentioned study laid a foundation for the study of the South Yellow Sea.

In this paper, the numbers of different microfossils and the distribution character of associations, the sedimentary character, the relationship among the microfossils planktonic foraminifera, calcareous nanoplank-fossils and Black Stream, the warm current of the Yellow Sea, the cold water mass, the coastal current of the Yellow Sea have been studied by means of the analysis of microfossils in the surface sediments from the South Yellow Sea. At same time, according to the data of size, the types of the surface sediments have been divided as follows: in the middle-west areas of the South Yellow Sea, 1. clay 2. silt clay 3. fine-sand and silt 4. sand-gravel and mixtum, and in the east area, the sediments are arranged for inturn sand, mud sand, sand mud and mud from the north to the south. In addition, the material resource in the surface sediments from the South Yellow Sea might be summed up following: 1. the material sources of the Yellow River 2. the material sources of the Changjiang 3. the material sources of the remnant sand 4. the material sources of the Hanjiang and Jinjiang etc. (Korean). 5. the material sources of eolian deposits.

Key words microfossils sedimentary character type material sources