

# 东海北部表层沉积物中碳酸盐的形成作用

朱而勤 王琦 李建华 夏明杰 陈青

(山东海洋学院地质系, 青岛)

沉积物中的碳酸盐组分在形成条件和影响因素等方面都具有特殊性, 能反映所在环境和相的特征<sup>[1]</sup>。东海表层沉积物中有较丰富的碳酸盐产出, 最高含量达样品总重的51.2%, 或占总体积的70%。这些碳酸盐的成因类型、矿物成分、分布规律对了解东海海域的现代沉积作用及控制因素有重要意义, 并能对产于类似环境的古钙质沉积的研究起借鉴作用。眭良仁等曾对东海碳酸盐作过研究<sup>[2]</sup>, 本文将对黄海南部至东海北部陆架区(30°—35°N, 122°—128°E)表层沉积物中的碳酸盐组分及其形成作用作一论述。

## 一、表层沉积物的类型

本区表层沉积物的组分按成因可划分为陆源碎屑(以石英、长石为主)、生物骨屑、自生组分及火山碎屑, 前二者构成了沉积物总体积的95%以上, 其它组分含量甚微。本区的碳酸盐主要以生物骨屑的形式存在, 但也有呈结壳及结核产出的一些自生碳酸盐。

笔者从本海区沉积物特征出发, 提出根据其中的陆源碎屑和钙质骨屑(碳酸钙为主)的相对含量及优势粒径来划分和命名的方案; 共分为六种类型(表1)。因本区碳酸盐的最高含量为51.2%, 所以只存在前四种类型(高于50%的站位只有一个, 故在附图中只划分出前三种类型)。

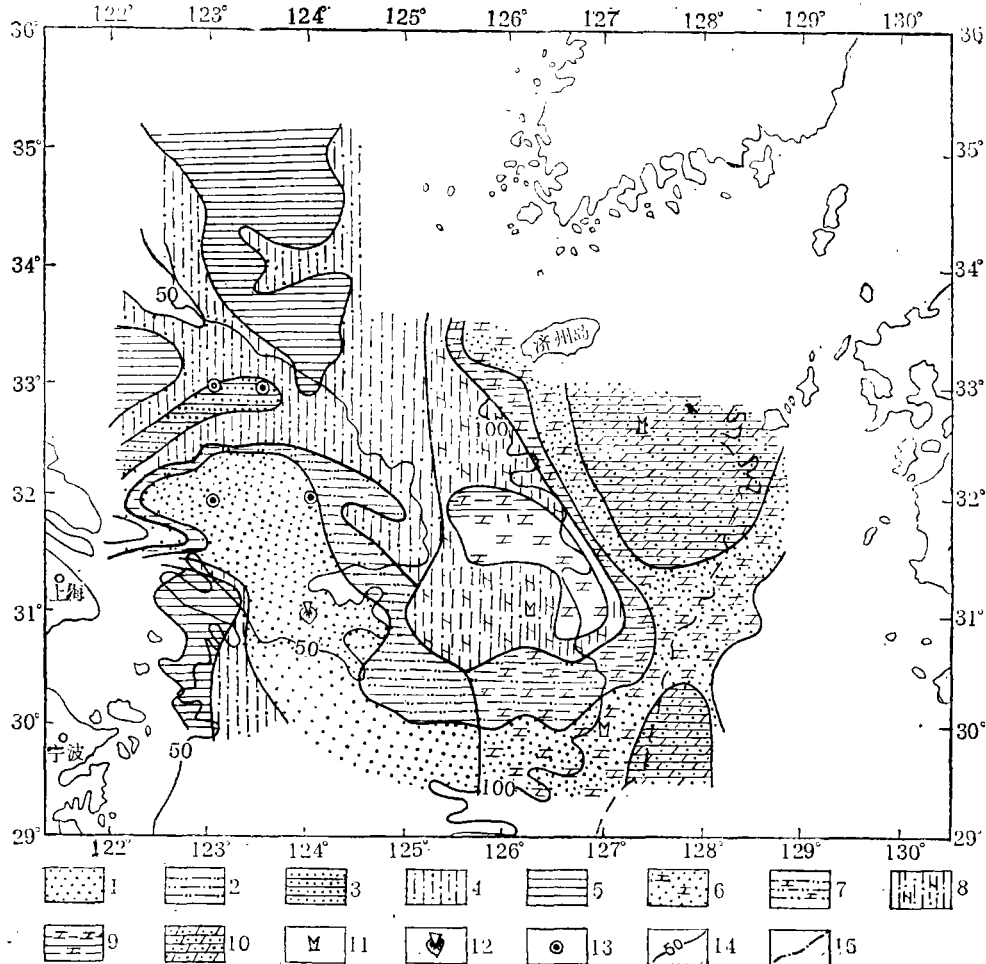
表1 钙屑-陆源沉积分类表

Table 1 Classification of bioclastic terrigenons sediments

序号	项目	陆源组分 (%)	钙屑组分 (%)	沉积物名称
1		100—90	0—10	陆源沉积物
2		90—75	10—25	含钙屑陆源沉积物
3		75—50	25—50	钙屑陆源沉积物
4		50—25	50—75	陆屑钙屑沉积物
5		25—10	75—90	含陆屑钙屑沉积物
6		10—0	90—100	钙屑沉积物

按上述分类, 本区有61%的站位(取样点的设置基本均匀)属第一类型——陆源沉积物(含碳酸钙<10%); 从陆源组分的粒度看又以粉砂质泥为主, 细砂和粉砂质砂次之,

还有少量泥质粉砂。本类型主要分布在近岸内陆架区。含钙屑陆源沉积物(碳酸钙10—25%)约占总站位数的28%,都分布在水深60—110米的中、外陆架区,主要为细粒含钙屑(有孔虫)陆源砂和泥质或粉砂质含有孔虫陆源砂。钙屑(有孔虫)陆源沉积物(碳酸钙25—50%)只占总站位的11%,全为有孔虫细砂或中细砂,主要分布在陆架外缘坡折带附近(图1)。



陆源沉积物(碳酸钙含量 $<10\%$ ): 1.细砂 2.粉砂质砂 3.泥质粉砂质砂 4.泥质砂 5.泥质砂或粉砂质泥  
含钙屑陆源沉积物(碳酸钙含量为10—25%): 6.含钙屑陆源砂 7.粉砂质含钙屑陆源砂 8.泥质含钙屑陆源砂  
9.含钙质泥 钙屑陆源沉积物(碳酸钙含量为25—50%): 10.钙屑陆源砂  
其他: 11.珊瑚 12.贝壳 13.钙质结核 14.等深线 15.陆架坡折线

图1. 东海北部沉积物类型图

Fig. 1 Distributive pattern of the sediments in the northern part of the East China Sea

## 二、碳酸钙的含量及平面分布

为搞清碳酸盐(主要为生物骨屑)在沉积物各部分中的分布频率,除测定了全样的

碳酸钙含量外, 还进行了部分粒组测定, 即分为粗一中砂粒组(粒径 $>0.25\text{mm}$ )、细砂粒组( $0.25-0.063\text{mm}$ )和粉砂—泥粒组( $<0.063\text{mm}$ )三部分。碳酸盐分析方法是以前一定体积的 $0.1\text{N}$ 盐酸加热溶解一定量的试样, 待溶解完成后又用 $0.1\text{N}$ 的氢氧化钠溶液回滴, 测定出所耗盐酸量, 并由此计算碳酸盐的含量, 因碳酸镁很低, 故将此碳酸盐看作是碳酸钙的量。

### 1. 各粒组中碳酸钙的含量

各粒组的碳酸钙含量的变化范围已列于表 2 中。由表可见, 粗一中砂粒组的平均含量最高( $40.56\%$ ), 但本粒组在总样中所占比例很低, 细砂及粉砂—泥粒组的含量与全样的均值( $12.24\%$ )接近。但是, 粉砂—泥部分( $13.74\%$ )反而较细砂( $11.73\%$ , 有孔虫骨屑富集的粒组)含较多的碳酸钙。这说明粉砂—泥中除存在微体生物外, 还含有一定量的超微钙质骨屑。

表2 碳酸钙在各粒组中的分配

Table 2 Disposal of calcium carbonate in various fractions

样 品 含 量(%) 统计项目	样 品 类 型 全 样 <sup>1)</sup>	粗一中砂粒组	细砂粒组	粉砂—泥粒组
		( $>0.25\text{mm}$ )	( $0.25-0.063\text{mm}$ )	( $<0.063\text{mm}$ )
最 高	51.23	87.83	38.89	43.26
最 低	2.06	0.95	1.3	3.51
全 距	49.17	86.88	37.59	39.75
平 均	12.24	40.56	11.37	13.74
标准偏差(S)	10.34	23.21	11.51	8.88

1) 样品总数为44个

### 2. 碳酸钙含量的平面变化

东海北部表层沉积中碳酸钙含量的平面变化具有一定的规律性(图 2): 外陆架( $127^\circ\text{E}$ 以东)为高值区( $20-50.2\%$ ); 内陆架的广大地带为中值区( $5-15\%$ ), 仅局部出现低值( $<5\%$ )。由于受陆源碎屑的稀释作用,  $33.5^\circ\text{N}$ 以北,  $123^\circ\text{E}$ 以东出现大片低值区。长江口外表层沉积中局部的较高值( $10\%\pm$ )是由于样品中存在着小钙质结核。陆架外缘受黑潮的高温高盐暖流的影响而具有高生物生产力, 发育了大量浮游生物种群而使沉积中出现高含量的碳酸钙。

粗一中砂粒组中常因含大量软体生物碎屑而使碳酸钙数值增高。此粒组中碳酸钙 $>25\%$ 的高值区主要分布在古长江三角洲的外缘。另外, 东部黑潮流经区也具高值, 这与此粒组中有孔虫壳体的富集有关。在两个高值区之间的中值区上述两类骨屑混杂, 但均未明显富集。

对于细砂粒组而言, 碳酸钙含量的变化大体上以 $126^\circ\text{E}$ 为界。西半部是 $<10\%$ 的低值区几个站位稍高与小钙质结核的混入有关; 东半部为高值区, 但碳酸钙含量高于 $10\%$ 的范围要比全样的窄得多。

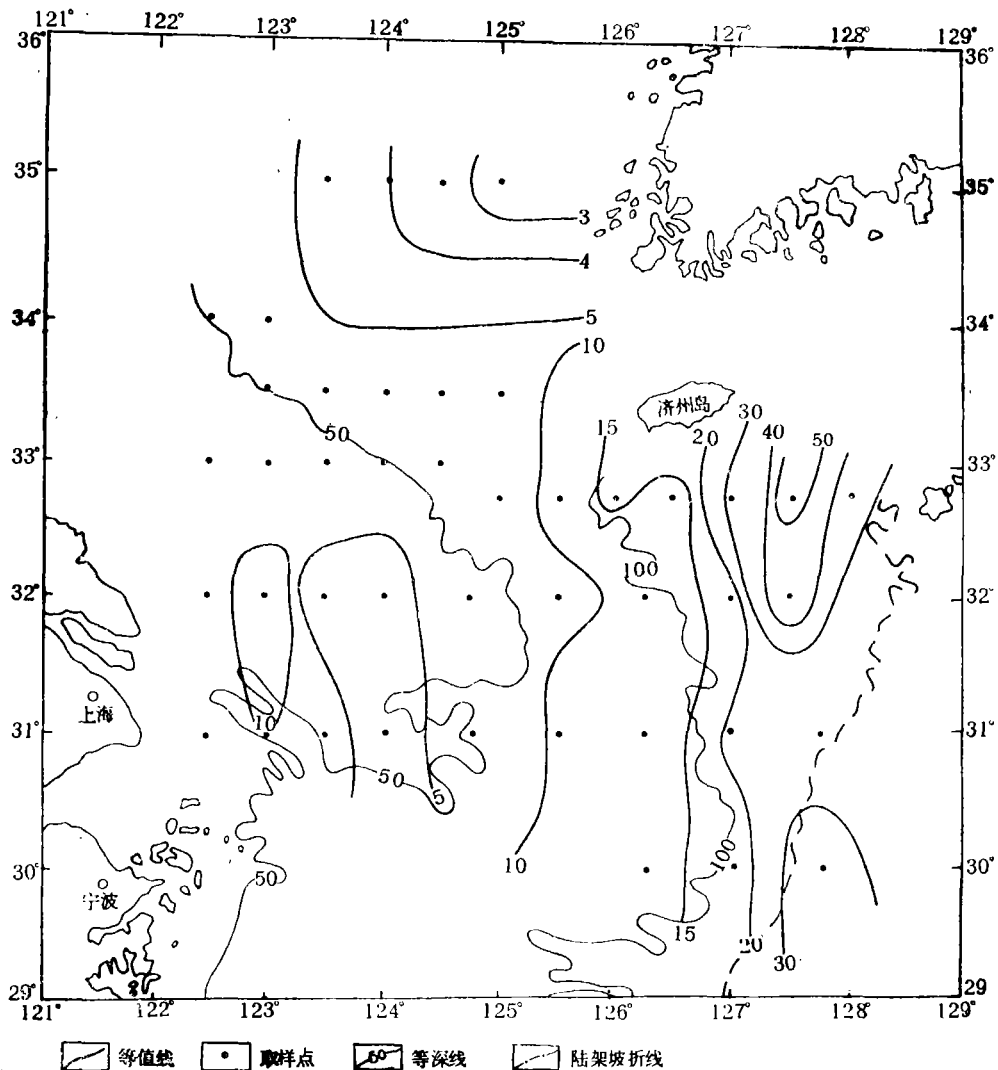


图2 全样中碳酸钙含量(重量%)等值线图

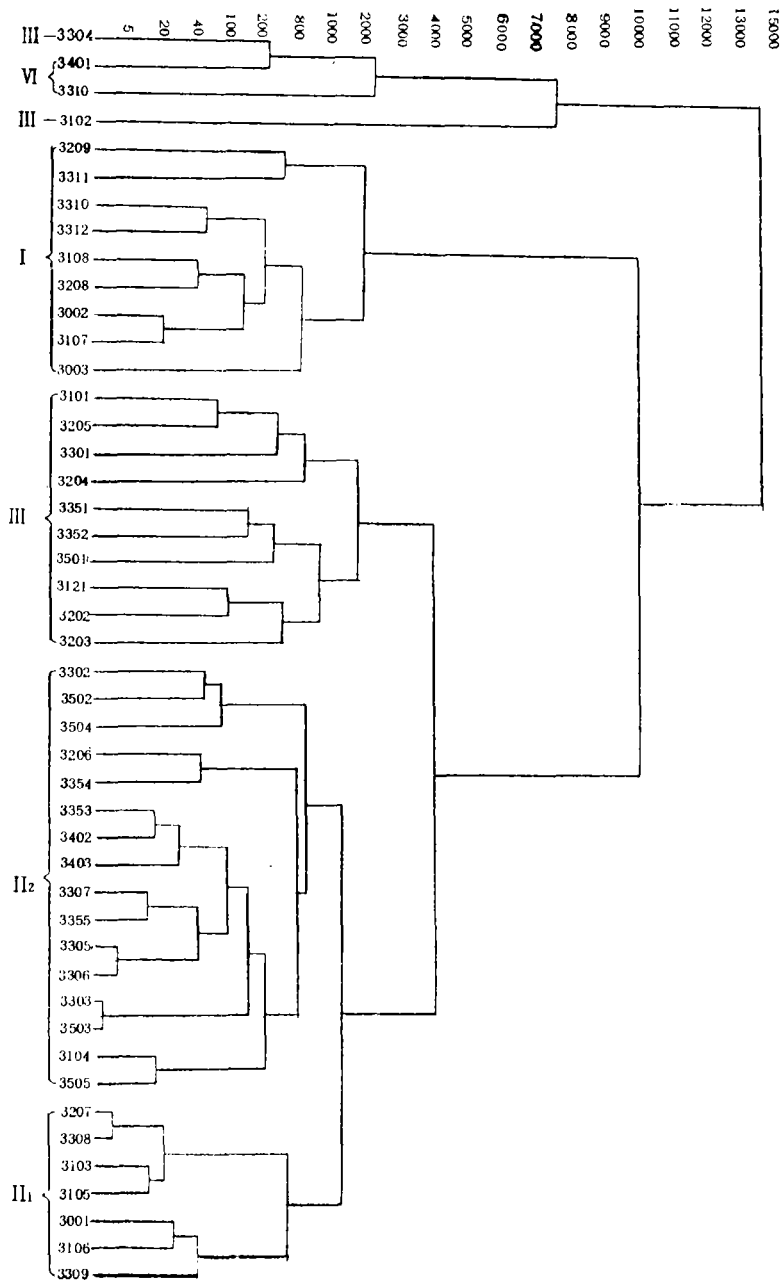
Fig. 2 Isopleth map of the carbonate content (wt.%) in the bulk samples

### 三、骨屑碳酸盐的生物组分

本区沉积物中碳酸盐的存在形式主要为生物骨屑。骨屑组分既可是各种生物的硬组织,如完整骨骼、壳体,也可是它们的碎片和碎屑。为了解主要门类的分布情况,曾对7个门14类型的骨屑分别作了定量统计,并将数据进行了多元统计的聚类分析(图3)。根据计算结果,划分出下列四个生物骨屑沉积区(表3、图4)。

#### 1. 浮游生物骨屑沉积区(I)

本组合分布在127°E以东的海域,堆积了以浮游有孔虫、翼足类等浮游生物为主的



图中罗马数字表示分区号，解释同图 4

图 3 东海沉积物生物特征聚类分析谱系图

Fig. 3 Dendritic graph of the characteristic bioclastic assemblages in the sediments of the northern part of the East China Sea

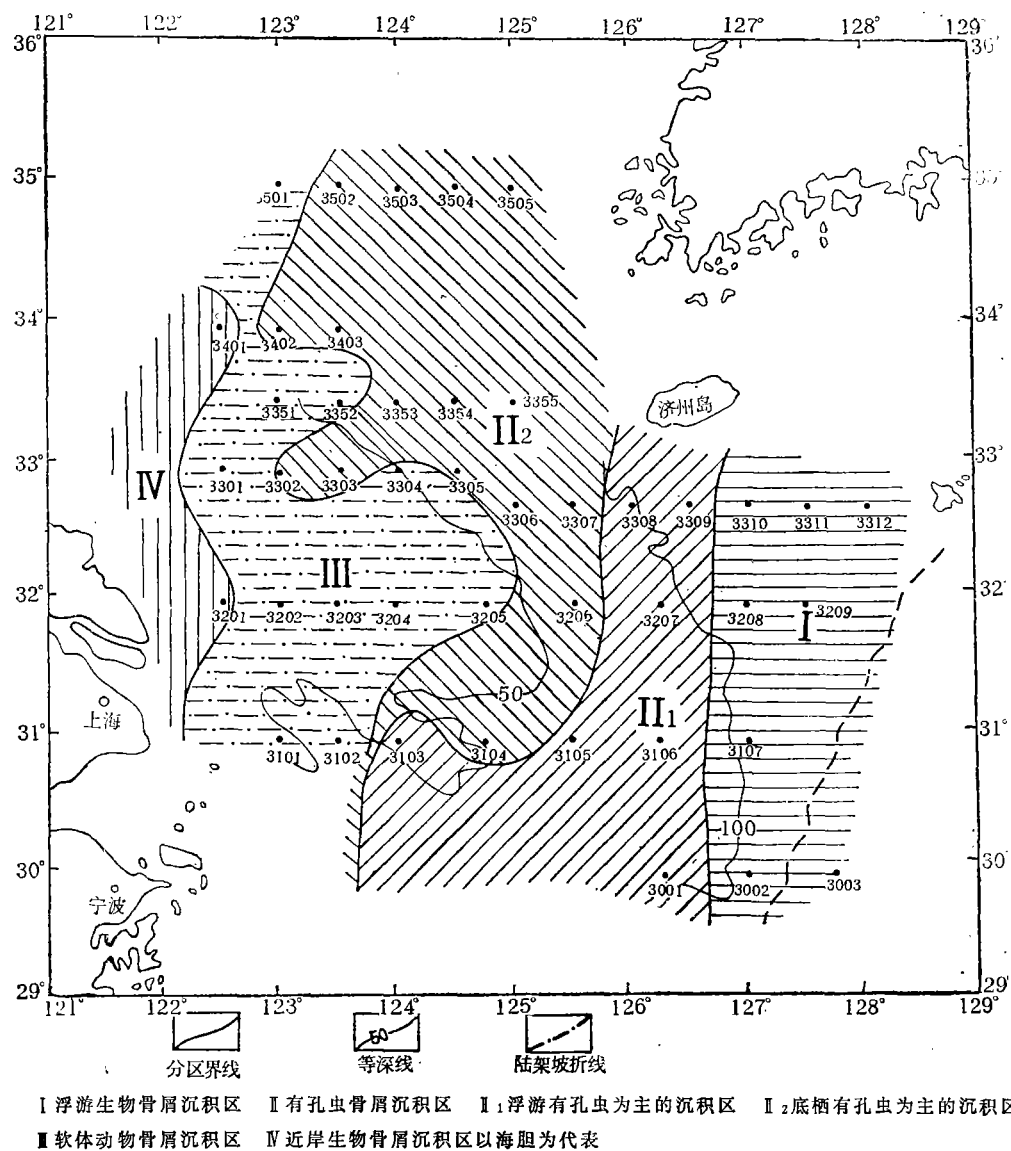


图4 东海北部表层沉积物中生物骨屑组分的分区图

Fig. 4 Bioclastic composition provinces in the surface sediments of the northern part of the East China Sea

骨屑, 还存在一定数量的珊瑚、苔藓等。此范围内生物生产力高, 故底质中骨屑丰度也高, 平均含量为51.99%<sup>1)</sup>, 最高达69.93%。每克干样 (>0.063mm部分) 中骨屑数均在万枚以上, 最富的有9万多枚。生物门类虽多, 但浮游有孔虫占绝对优势, 它组成了总骨屑数的56.38%, 优势种属为伊格抱球虫 (*Globigerina eggeri*) 泡抱球虫 (*G. bulloides*) 袋拟抱球虫 (*Globigerinoides sacculifera*) 斜室扭球虫 (*Pulleniatina*

1) 每种骨屑的含量系指此种生物在一定量沉积物样品中的总骨屑内所占颗粒百分比。

表3 各生物沉积区的骨屑组合

Table 3 Assemblages of biogenic debris in various bioclastic areas

序号	分 区		站 位 数	生物骨屑 1) 总量(%)	瓣鳃 (%)	腹足 (%)	翼足 (%)	底 栖 有孔虫 (%)	浮 游 有孔虫 (%)	介 形虫 (%)	海绵 骨针 (%)	海胆 (%)	优势生物
	名 称												
I	浮游生物骨屑区		9	51.99	5.60	3.03	7.33	19.52	56.38	0.73	1.15	1.53	浮游有孔虫翼足类
II	有孔虫	底栖及浮游有孔虫区	7	21.1	2.94	0.28	0.42	60.28	32.88	0.95	0.79	0.98	底栖及浮游有孔虫
II <sub>2</sub>	骨屑区	底栖有孔虫及介形虫骨屑区	16	5.2	3.28	0.38	0.91	82.36	7.05	6.61	1.83	2.33	底栖有孔虫及介形虫
III	软体动物骨屑区		12	3.5	15.40	6.05	0.81	39.54	6.70	2.36	5.74	7.57	瓣鳃、腹足、海绵骨针及海胆
IV	近岸骨屑区		2	1.5	4.53	0	0	56.1	7.50	2.05	2.68	24.09	生物含量低, 主要为海胆
	全区平均		46	16.1	8.0	2.3	2.0	55.5	20.2	1.52	2.95	3.93	

1)系指沉积物>0.063mm部分中的骨屑颗粒百分数

*obliquiloculata*) 和红拟抱球虫(*Globigerinoides ruber*)。翼足类也主要出现在本区, 平均含量为7.33%, 在每克干样中最高达3000多枚。本区翼足类壳体与热带海域相比要小, 壳由文石组成。优势种属有蛞蝓(*Limacina* spp.), 笔帽螺(*Creseis* spp.), 龟螺(*Cavolinia* sp.) 及厚唇螺(*Diacria* sp.)。珊瑚骨屑也主要分布于本区, 除个别站位发现完整个体外(菱扇形珊瑚), 大多为刺状骨针。在本区沉积物的粉砂-泥粒组中还广泛分布有钙质超微生物骨屑, 其优势种属为颗石类的大洋桥石(*Gephyrocapsa oceanica*) (图版 I, 1) 和赫胥黎艾代石(*Emiliana huxleyi*) (图版 I, 2)。

## 2. 有孔虫骨屑沉积区 (II)

此沉积区所占面积最大, 约占一半的站位。本组合中有孔虫骨屑含量高, 平均为91.29%, 其他生物骨屑尤其是软体动物的数量显著低于全区平均值。根根底栖及浮游有孔虫的相对丰度又分为两个亚区。

第一亚区 (II<sub>1</sub>) 为底栖及浮游有孔虫沉积区。由表3可见, 这两种有孔虫在本亚区均较集中, 平均含量为60.28%和32.88%, 总计达93.16%。底栖有孔虫的优势种属为卷转虫(*Ammonia* spp.)、科契箭头虫(*Bolivina cochei*)、面包虫(*Cibicides* sp.) 串珠虫(*Textularia* spp.)、盔形虫(*Cassidulina* sp.)、球盔虫(*Globocassidulina* sp.) 等。底栖有孔虫最富集地段为黑潮暖流与西侧水体之间的混合区。

第二亚区 (II<sub>2</sub>) 为底栖有孔虫及介形虫骨屑沉积区。本亚区位于陆架中部, 所占海域面积最大。底栖有孔虫在全群中占30%以上; 介形虫含量也是各分区中最高者。但生物骨屑在沉积物总体中所占百分比并不大, 只有4—10%, 因此, 本亚区属现代生物碳酸盐的弱沉积区。

## 3. 软体动物骨屑沉积区 (III)

本区的范围与古长江三角洲基本一致, 瓣鳃、腹足类骨屑的丰度在各分区中为最

高,分别为平均值的两倍和三倍;另外,海胆含量显著超过平均水平。但是,骨屑总量低,现代生物沉积作用弱。本区主要发育广温、广盐性生物,如部分软体、海胆及海绵等。软体骨屑中有相当数量的残留种属,系末次冰期低海面时生物沉积作用的产物。

#### 4. 近岸骨屑沉积区

近岸的两个站位属之。特点是生物骨屑含量低,平均值仅1.5%。本区主要堆积了底栖有孔虫和海胆的骨屑,而海胆的平均值为全区平均值的六倍。本区属近岸广盐、广温群落,现代生物沉积作用最弱。

根据骨屑的种属、富集强度和分布情况看来,影响生物沉积作用的主要因素是高温高盐暖流的存在,但陆源沉积作用强度、底质粒度类型及海底地形等因素也起一定的作用。显然,黑潮对东海陆架中部、外部以及南黄海大部的生物沉积作用是最重要的控制因素。

### 四、主要生物骨屑的矿物成分

为确定本区碳酸盐的主要存在形成——骨屑的矿物成分及其中的镁含量,曾对主要生物门类进行了X射线衍射分析。

据X射线衍射资料得知,本区主要生物骨屑——有孔虫壳体的矿物成分以低镁方解石为主,但多种浮游有孔虫的混合样中也有高镁方解石的弱峰。苔藓虫(多种属混合样)的主峰表明,其骨屑由含碳酸镁4—5%克分子的高镁方解石组成(d104峰分裂)(表4,图5)。腹足类及猫爪牡蛎的矿物成分均为方解石,而楔形蛤和瓣鳃类则由文石或以文石为主的矿物组成。

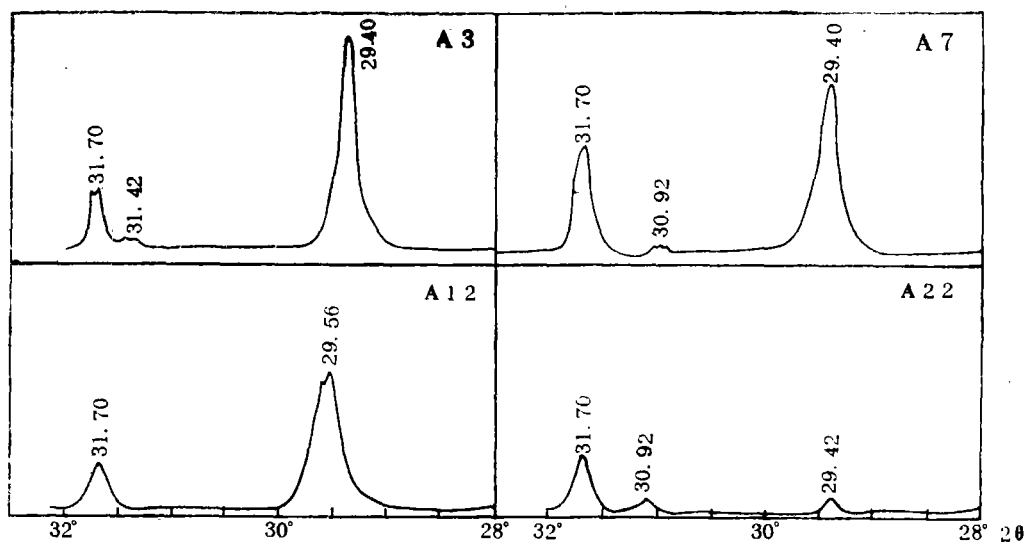


图5 本区主要生物骨屑的d104X射线衍射图

Fig. 5 X-ray diffraction pattern of the carbonate d104 of the major bioclasts in the study area



表 4 东海北部主要生物骨屑的矿物成分

Table 4 Mineralogical composition of the major bioclasts in the northern part of the East China Sea

样号	生物种属	主峰			矿物名	碳酸镁 (克分子%)	备注
		2θ值	d(4°) 值	峰特值			
A <sub>1</sub>	压扁转卷虫	29.38	3.039	d <sub>104</sub> 峰正常	方解石		
A <sub>2</sub>	假轮虫	29.40	3.039	"	"		
A <sub>3</sub>	浮游有孔虫 (优势种) (混合样)	29.40	3.039	"	"		
A <sub>7</sub>	胶结壳有孔虫	29.40	3.039	"	"		有2.87埃的文石d <sub>020</sub> 弱峰 <sup>1)</sup>
A <sub>12</sub>	苔藓(多种属混合样)	29.56	2.022	d <sub>104</sub> 峰稍分裂	高镁方解石	4—5	
A <sub>26</sub>	资质楔形蛤	31.08	2.87	d <sub>020</sub> 弱峰	文石		经全程衍射证实为文石
A <sub>22</sub>	瓣鳃类	31.08	2.87	"	"		有3.036埃的方解石d <sub>104</sub> 弱峰
A <sub>28</sub>	猫爪牡蛎	29.42	3.036	d <sub>104</sub> 峰正常	方解石		
A <sub>23</sub>	腹足类	29.40	3.039	d <sub>104</sub> 峰正常	"		

1) 经全程X射线衍射分析证实2.87埃的弱峰为文石d<sub>020</sub>峰。

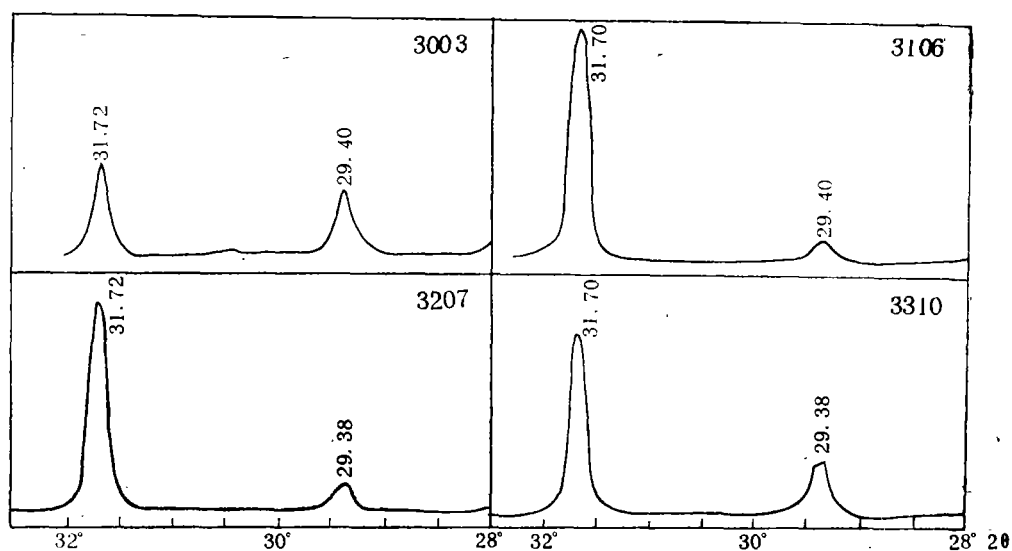
图 6 东海部分站位粉砂—泥粒组样品中碳酸盐的d<sub>104</sub>峰X射线衍射图

Fig. 6 X-ray diffraction pattern of the carbonate d<sub>104</sub> in the silt-mud fraction, samples collected from the northern part of the East China Sea

表5 东海部分粉砂-泥粒样品中碳酸盐的矿物成分

Table 5 Mineralogical composition of the carbonate in the silt-mud fraction, samples collected from the northern part of the East China Sea

样品	位 置	样品中碳酸盐含量 (%)	d <sub>104</sub> 峰			矿 物 名	碳酸镁 (克分子%)
			20°	d <sub>104</sub> 值	峰 特 征		
3001	30°00.0'N 126°15.1'E	17.10	29.46	3.032	分裂、宽化	方解石	< 2
3002	30°00.0'N 127°00.0'E	22.92	29.42	3.036	弱分裂	方解石	< 1
3003	29°59.5'N 127°46.3'E	17.65	29.40	3.038	正 常	方解石	—
3106	31°00.1'N 126°15.0'E	12.47	29.40	3.038	正常峰弱	方解石	—
3107	31°00.0'N 126°39.8'E	20.14	29.40	3.38	正 常	方解石	—
3207	32°00.0'N 126°15.0'E	12.65	29.38—29.44	3.039—3.034	分裂、宽化	方解石	≈ 2
3208	32°00.1'N 127°00.3'E	24.78	29.38—29.42	3.039—3.032	稍分裂 弱宽化	方解石	< 2
3209	32°00.0'N 127°45.0'E	33.07	29.38—29.42	3.039—3.032	弱分裂	方解石	< 2
3310	32°44.9'N 126°59.9'E	27.43	29.38	3.039	弱分裂	方解石	—

表6 东海部分生物骨屑的电子探针分析资料<sup>1)</sup>

Table 6 EMP data of some bioclasts in the northern part of the East China Sea

生 物 名		CaO	MgO	MnO	FeO	SrO	MgCO <sub>3</sub> (克分子%)
镶边扁豆虫	( <i>Lentikulina limbosa</i> )	50.49	0.46	0.01	0.19	n.f. <sup>2)</sup>	1
假轮虫	( <i>Pseudorotalia</i> )	55.32	0.18	0.01	0.06	n.f.	< 1
面包虫	( <i>Cibicides</i> )	54.83	0.46	0.04	0.20	n.f.	1
三球虫	( <i>Triloculina</i> )	52.84	2.47	0.19	0.08	0.0001	6 (高镁方解石)
五球虫	( <i>Quinqueloculina</i> )	52.28	3.01	0.09	0.13	0.0001	7 (高镁方解石)
凹镜虫	( <i>Robulus</i> )	54.79	0.69	0.01	0.01	n.f.	2
六射珊瑚		53.41	0.75	0.0008	1.32	0.0001	2
苔 藓		52.37	3.13	0.007	0.02	0.0001	8 (高镁方解石)

1)由山东省分析测试中心薛德钧协助完成。

2)n.f.代表未测出。

在研究海域的黑潮流经区内, 沉积物的 $<0.063\text{mm}$ 粒组中含有较多的碳酸钙(平均达13.74%, 主频率在5—15%的范围内)。其生物种属主要为超微生物骨屑, 也包括少量浮游有孔虫和翼足类碎片。此部分碳酸盐经X射线衍射扫描表明, 矿物成分均为含少量碳酸镁的方解石。d104峰虽多数宽化、分裂, 但各分裂峰的值基本相近, 表明各站位方解石的含碳酸镁克分子数有显著变化(表5, 图6)。

本区部分生物骨屑电子探针分析结果表明, 有少数有孔虫和珊瑚含微量氧化锶, 所分析的骨屑多属低镁方解石, 部分生物含碳酸镁克分子数达6—8%(表6)。

## 五、非骨屑碳酸钙

本海区非生物成因的碳酸钙主要为自生结核及皮壳等。

钙质结核在本区分布较广, 一种致密的较大结核(直径常大于0.5厘米)主要富集在60米等深线以内的古长江三角洲区, 但在其他地段亦有发现, 分布很不均匀。据120块这类结核的统计结果<sup>[3]</sup>, 其平均 $ABC=3.6\times 1.9\times 0.8$ 厘米<sup>3</sup>, 最大者可达 $22\times 4.5\times 3.5$ 厘米<sup>3</sup>。结核含碳酸盐31—47.5%, 矿物成分为含碳酸镁很低( $<4$ 克分子%)的方解石。根据结核的同位素质谱资料判断<sup>[4]</sup>, 它们是在本海域处于晚更新世低海面时的陆相环境下形成, 是非海洋成因。

本区还产出另一类疏松结核, 形似粪粒(图版I, 3、4), 直径约1—3mm, 疏松易碎。含碳酸盐29.97%, 主要碳酸盐矿物亦为方解石并混杂有大量它生碎屑。这种结核主要产于渗透性差的粉砂、泥质沉积中。

皮壳状的自生方解石在古长江三角洲区内时有发现, 附着在陆源碎屑、自生铁质球粒或某些生物骨屑上呈皮壳状、被膜状, 厚度约0.02—0.06mm。有时可具同心层状构造, 层圈内由针状晶体组成栉壳结构(图版I, 5)。某些方解石还可充填沿裂隙交代铁质团粒。1983年作者曾在东海陆坡采集到自生高镁方解石结核多枚。

## 六、碳酸盐的形成条件

本区碳酸钙沉积的成因不同, 其生成条件、影响因素等也迥异。主要形成作用有生源和自生两种方式。

### 1. 生源沉积作用的有效性取决于该环境中的生物生产力和骨屑的堆积、保存的可能性

东海北部表层沉积物中的骨屑分别沉积在两个时期: 晚更新世(残留骨屑)和现代。残留骨屑多破损、或被污染、充填、交代, 这类骨屑主要分布在古长江三角洲和陆架外缘, 如晚更新世的底栖有孔虫壳可占该类骨屑的10—60%。此骨屑的现存环境并不能代表其生活环境, 一些种属(如猫爪牡蛎(*Ostrea pestigris*))原生活在潮间带或50米以内的浅海, 而现保存于深度大于100米的外陆架。

在沉积物中占优势的现代生物骨屑的生活环境与保存环境一致, 因此这些钙质骨屑的数量是该区钙质生物生产力的函数。浮游生物骨屑的量反映了中、上层海水中的生产

力；底栖种属则与底栖生物生产力有关，而现代生源沉积作用的强度又为海洋学环境所制约。

本区浮游生物骨屑主要集中在黑潮暖流流经区，黑潮从三个方面影响生物生产力和门类：1)可以将一些只生活在热带的生物，如翼足类从南海带入本区。由于是在高温高盐水中，这些生物仍保有活力并可到达北纬33°，甚至更北；2)高温高盐水使热带、亚热带的浮游生物生长、繁茂，形成与其纬度不一致的生物群落；3)黑潮与陆架水体之间的混合区为生物提供了丰富的营养盐，创造了快速增殖的条件，因而一些生物骨屑的高丰度区（包括超微生物骨屑）出现在此范围内。由此可见，影响本区生源沉积作用的主要因素是水体的特性、动力状态及其所派生的海洋环境，而不是气候条件。32°—33°N，127°—128°E的区域，骨屑的高含量显然与碳酸盐分布的纬度规律不符，而是黑潮与地形相互作用的结果。

底栖生物骨屑的富集虽然也受黑潮的影响，但起作用最大的因素是水深，当深度超过100米时，底栖骨屑（主要是有孔虫）显著减少。其次，沉积物的类型也影响底栖骨屑的富集，在济州岛南的富集区与泥质沉积的分布范围大体一致。

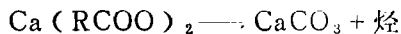
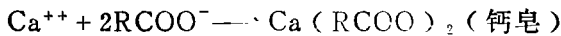
## 2. 自生作用是形成碳酸盐的一种无机方式，主要发生在成岩阶段

本区钙质结核虽为自生作用产物，但不是形成在现代的海底环境下。海底表层的这部分沉积物（因冰期海退）上升到大陆环境下，由于蒸发作用，而在潜水面附近发生方解石沉淀而形成结核，所以这种碳酸盐的形成条件也与当前海底的海洋学环境无关。

皮壳状及交代成因碳酸钙是现代海底环境下形成，可能与海底早期成岩作用的有机质分解<sup>[5]</sup>有关。在早期成岩过程中，蛋白质腐烂分解，可以形成脂肪酸钙（钙皂）：



式中R表示烃链，与Ca<sup>2+</sup>的反应如下：



另外，有机质在分解过程中，可产生NH<sub>3</sub>及胺，与形成的碳酸结合形成NH<sub>4</sub><sup>+</sup>，而提高CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>的活度，这也可引起碳酸钙的沉淀。总之，本区成岩皮壳状自生碳酸钙的形成可能是有机质分解的产物。

收稿日期 1984年9月29日

## 参 考 文 献

- [1] 冯增昭等，1984，沉积学报，2卷1期。
- [2] 睦良仁、黄德佩，1983，沉积学报1卷1期。
- [3] 朱而勤，1983，东海南部的钙质结核，中国科学（B），26：9。
- [4] 朱而勤，1985，黄、东海钙质结核的特征及成因，海洋学报7卷3期。
- [5] Berner, R. A., (1968), Science, 159, 195—197.

## FORMATION OF CARBONATE IN THE SURFACE SEDIMENTS IN THE NORTHERN PART OF THE EAST CHINA SEA

Zhu Erqin    Wang Qi    Li Jianhua    Xia Mingjie    Cheng Qing

(Shandong College of Oceanography, Qingdao)

### Abstract

There exists abundant carbonate in the surface sediments of the East China Sea. Its maximum content accounts for 51.2% of the whole weight of the samples or 70% of the whole volume. This article deals with some problems about carbonate, such as the variation of contents in the four parts (bulk sample, coarse-median-sand fraction, fine-sand one and silt-mud one), the distributive pattern, the mineral and biological form and the principal factors affecting its formation.

In this region the continental shelf edge is an area with high carbonate content (30—50%). The other parts of the shelf are median (5—15%) in content; the areas with low content (< 5%) are distributed very sparsely. The carbonate has very high percentage (40.65%) in the coarse-median-sand fraction which contributes a low amount to the bulk samples; and the other two fractions have the same mean content of carbonate as that (12.24%) in the bulk samples.

The carbonate in the region occurs mainly in the form of biogenic debris. We have made multiple cluster analyses of the quantitative statistics on the amount of the fossil fragments in 14 categories (the total amount of foraminiferan, benthonic foram, planktonic foram, Echinoidea, Ophiuroid, Gasteopoda, Pteropoda, Lamelli-branchiata, Scaphopoda, Ostracoda, Anthozoa, Bryozoa, and Diatom) of 7 phyla in the surface sediments (coarse-fine-sand fraction). From the data we can see that there obviously exist four bioclast areas in the northern part of the East China Sea.

1. Planktonic bioclast area. It is characterized by the planktonic foram and pteropoda in this region, and the coral and *Bryozoa* occupy a minor part. Nannofossil (*Gephyrocapsa oceanica* and *Emiliana huxleyi* are the dominant species) occurs only in the silt-mud fraction. Low-Mg calcite is the major mineral in foram, but high-Mg calcite also constitutes a few genera. The fraction rich in biogenic debris of nannoplankton, also has a dominant composition of low Mg calcite. This area is characterized by high sedimentation rate of biogenic carbonate.

2. Foram area. Foram debris accounts for 91.29% in the biogenic assemblage.

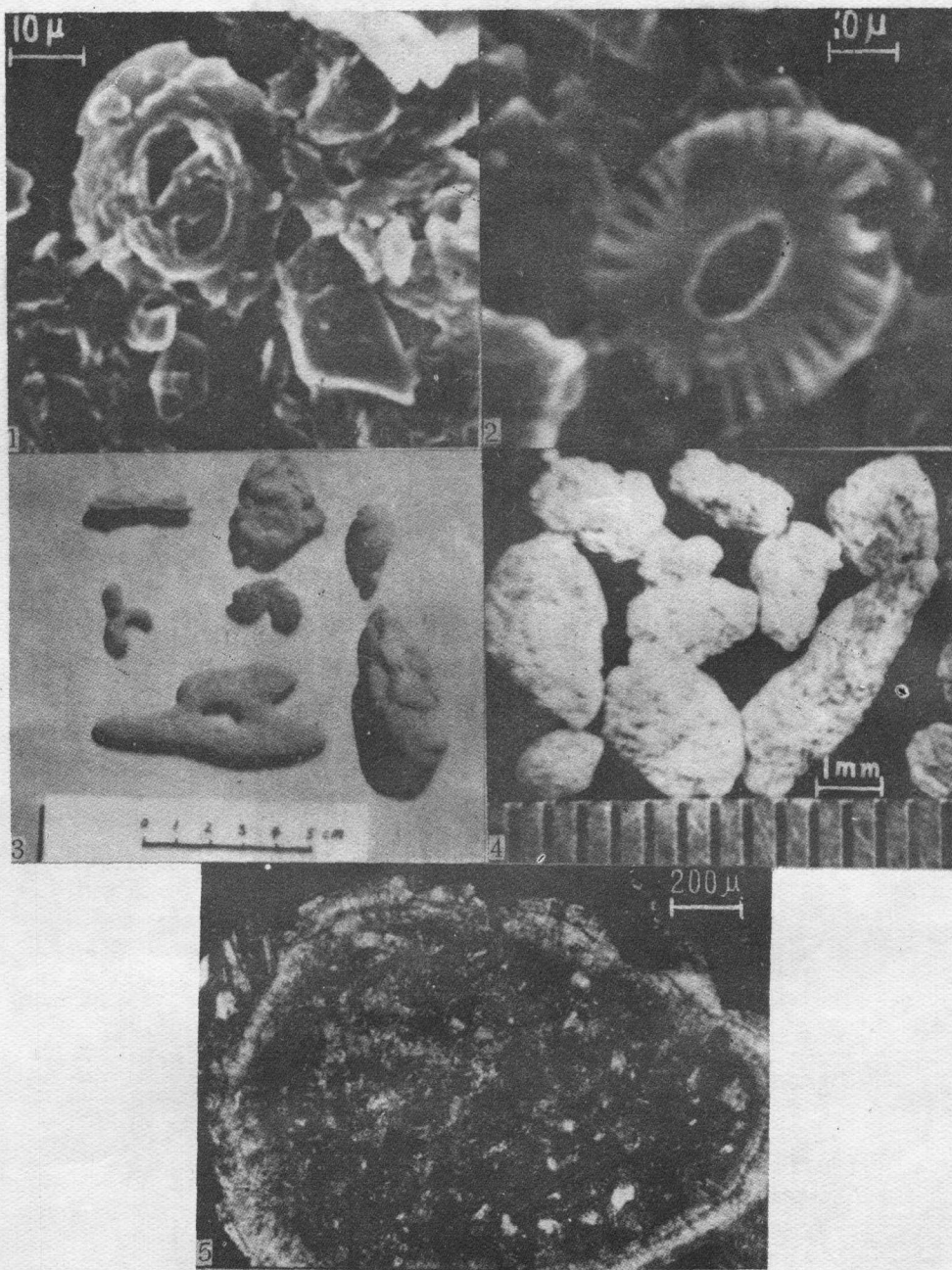
This area occupies an extensive part of the intermediate shelf in which the eastern part is dominated with the planktonic and has an significant sedimentation rate; but the other parts are characterized by the benthonic and a weak accumulation of modern carbonate.

3. Mollusca area. This bioclast assemblage is restricted in the fossil delta of the Changjiang River. The total content of biogenic debris in the sediments is low. It is obvious that the accumulation of modern carbonate is quite weak.

4. Nearshore bioclast area. It covers a narrow zone along the nearshore.

Non-biological calcium carbonate consists of low-Mg calcite and occurs in the form of calcareous concretions, which generated in the fresh water on the land, and authigenic calcite crust crystallized in modern sea-bottom. The concretions are distributed mainly in the fossil delta of the Changjiang River.

The most important factor affecting modern biogenic sedimentation in the East China Sea is the warm Kuroshio Current, which controls the species of organism and the range and strength of biogenic sedimentation.



1. 大洋桥石 2. 赫胥黎艾氏石 3. 钙质致密结核 4. 钙质疏松结核 5. 自生方解石皮壳 (外圈白色者) 的结构