

冲绳海槽现代沉积物中的碎屑矿物初步研究

朱明善 应博明

(地质矿产部上海海洋地质局实验室)

近年来,我们在冲绳海槽做了一些工作,地理座标为E123°—129°, N24°—32°。样品经粒度分析后选定试样粒径为0.25—0.061毫米。样品用三溴甲烷分离,重部分用双目镜和偏光镜定性,粒度法定量;轻部分用目估体积法定量。

一、矿物成分及组合特征

对海底表层样进行了矿物鉴定,主要有:帘石类(绿帘石、黝帘石、斜黝帘石、褐帘石),辉石类(斜方辉石、单斜方辉石),闪石类(普通角闪石、兰闪石、透闪石-阳起石),铁矿物类(磁铁矿、赤褐铁矿、钛铁矿),其次有黄铁矿、石榴石、锆石、白钛石、绿泥石、黑云母、白云母、榍石、磷灰石、锐钛矿、电气石、重晶石、十字石、金红石、兰晶石、菱铁矿、自然铅。轻矿物有石英、长石、云母、火山玻璃、海绿石、方解石等。现将主要轻、重矿物特征及分布状况简述如下:

1. 闪石类矿物 以普通角闪石为主,透闪石-阳起石、兰闪石极少。普通闪石一般为浅绿至深绿色,少数为棕褐色、棕红色。晶形有长柱状、短柱状、柱板状,亦有破碎柱状或碎片状,晶体表面光洁。部分矿物边缘已略被磨圆。棕褐色角闪石表面有时可见火山玻璃附着。

角闪石的高含量(>25%)区主要分布在N27°以南,水深2000米以上的海槽底部偏西坡。在高含量区中间,夹有两个较小的中含量(25—10%)点。平行海槽走向,愈向东角闪石含量愈低,故海槽东坡及太平洋边缘区基本属于中-低含量区(图1)。

在N27°以北的海槽西坡,为一平行海槽走向的狭长中含量(25—10%)区,此区水深为200—2000米。而低含量(<10%)区几乎全属海槽东坡。

2. 帘石类矿物 以绿帘石为主,其它帘石含量均极低。绿帘石为黄绿色-绿黄色,少数为乳白色。多数为粒状,少数呈柱状。

帘石的低含量区(图2)与角闪石的低含量区基本一致。中含量区主要集中在N27°以南和N28°30′以北的海槽西坡。在N26°—27.5°水深1500—2000米范围内为高含量区,而在E123°—125°和N25°—26°之间,为另一较小的高含量区。在高含量区周围,均为中含量区。

3. 铁矿物类 磁铁矿、钛铁矿均以黑色粒状为主,前者常有完整的八面体晶形,

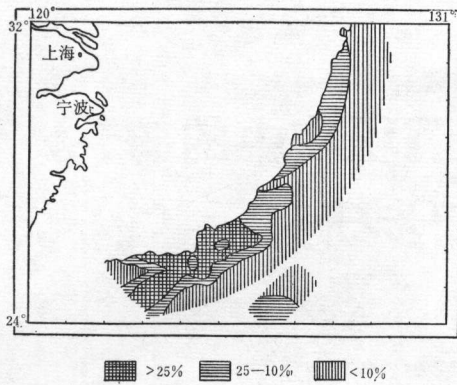


图1 角闪石百分含量分布图

Fig. 1 Percentage content of amphibole distribution.

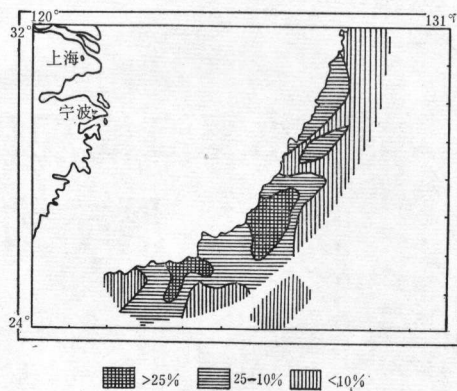


图2 帘石百分含量分布图

Fig. 2 Percentage content of epidote distribution.

部分为强金属光泽的黑色磁性园珠,后者常具板状晶形。此外,尚有相当数量呈褐色铁锈状强磁性碎片。在生物壳体内还见有赤褐铁矿,可能是黄铁矿氧化所致。铁矿物的含量分布如图3。

从图3看,整个冲绳海槽区和太平洋边缘区,铁矿物含量都比较高,除E125°—127°, N24°30'—26°为一高含量(>50%)和几处低含量(<25%)点以外,余均属中含量(50—25%)区。

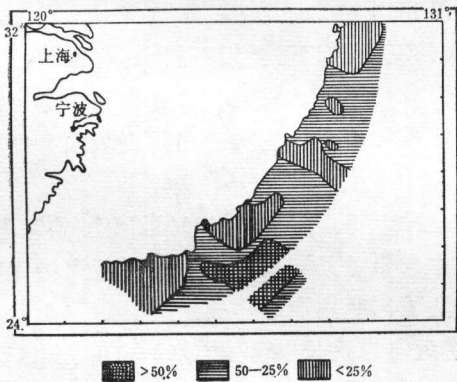


图3 铁矿物百分含量分布图

Fig. 3 Percentage content of iron minerals distribution.

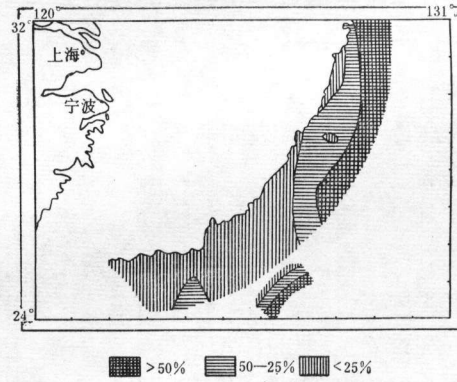


图4 辉石百分含量分布图

Fig. 4 Percentage content of augite distribution.

4. 辉石类矿物 本区的辉石基本上都与火山喷出物有关,这可以从矿物本身的特征来分析:本区的辉石有两种,一种是斜方辉石,呈黄棕色,具明显的多色性,最高干涉色为一级黄,平行消光,正延长;另一种为单斜辉石,绿-黄绿色,多色性不明显,二

级中部干涉色，斜消光。两种辉石一般均为短柱状，破碎柱状，有的呈长柱状。粒度一般为 0.332×0.15 毫米。两种辉石表面均见有火山玻璃粘着，并可见到磁铁矿、钛铁矿的包体。上述情况表明辉石与火山玻璃关系密切。其分布如图 4。

5. 火山玻璃 冲绳海槽的火山玻璃主要是无色透明的非晶质体，有鸡骨状、鸟爪状、块状、碎片状、丝束状，少数为蜂窝状、巢状、片状等，呈棕-棕褐色。主要分布在N27.30'以北的地区。含量最高可达全样的94%，最少也在20%以上。在E123°30'以东，N27°30'以南的区域，含量较低；在太平洋边缘地带，含量相对地有所增加。含量分布情况（图 5）与辉石颇为相似，这进一步表明辉石与火山玻璃关系密切。有理由认为辉石是火山喷发的产物。

根据玻屑分布状况，我们认为在N27°30'以北有两个火山喷发口，一个位于E129°30'附近，另一个位于E128°，N29°附近。在E124°20'，N25°10'附近，还有一个较小的火山口。在E126°30'—127°30'，N24°15'—25.10'的东南方向，也许是另一个火山喷发口。根据是上述几处的玻屑和辉石含量都相当集中。

6. 黄铁矿 黄铜色，少数有氧化现象，表面颜色稍暗。绝大部分黄铁矿赋存在生物壳内，以极细小的鲕粒状出现，部分为鲕状集合体。少数呈球状、饼状、棒状。电镜照片（图版 I, 1—6）表明，鲕状黄铁矿中细小的晶体排列相当整齐，具完整的八面体和立方体晶形。

黄铁矿主要分布在浅于1500米水深的区域内。由于海槽底部和东坡较西坡水深，因此，黄铁矿高含量区靠近海槽西坡并向大陆架延伸（图 6）。

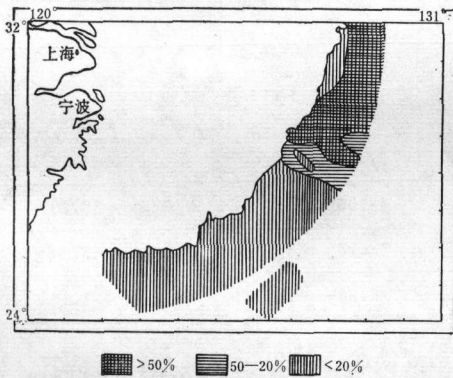


图 5 玻屑百分含量分布图

Fig. 5 Percentage content of volcanic glass distribution.

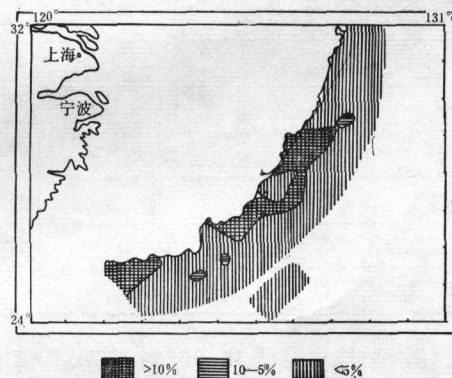


图 6 黄铁矿百分含量分布图

Fig. 6 Percentage content of pyrite distribution.

二、矿物分区特征

根据矿物组合特征及分布状况，将本区划分为三个区域：I、冲绳海槽南部海域；II、冲绳海槽北部海域；III、太平洋边缘区(图 7)。从表 1 可见，I 区与 III 区的矿物成分绝然不同而 I 区与 II 区的矿物组成却相似。从矿物成分看，III 区与 II 区有相似之处，即辉石与火山玻璃含量较高；从地理位置看，它已越出冲绳海槽，位于太平洋边缘，故

划为太平洋边缘区。

三个海域主要矿物平均含量如表 1 所示。

1. 冲绳海槽南部 (I) 海域 此区位于 $N27^{\circ}30'$, $E128^{\circ}30'$ 的南西地区。本区除了铁矿物平均含量为 29.00% 外, 主要陆源矿物是角闪石与帘石, 它们的最高含量达

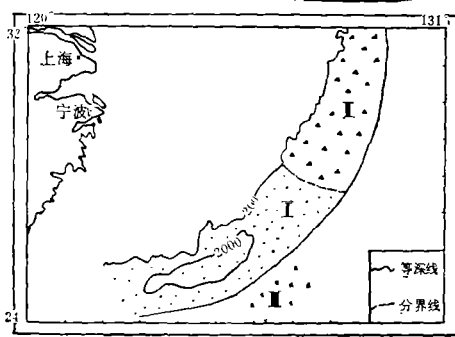


图 7 矿物分区图

Fig. 7 Mineral distribution area.

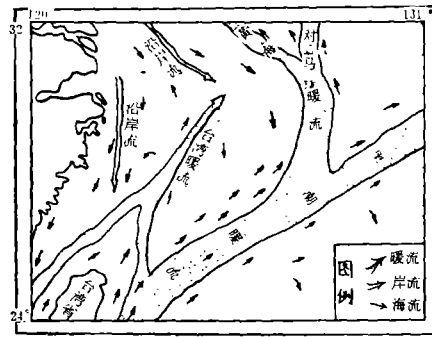


图 8 东海海况示意图

Fig. 8 Sea conditions.

表 1 三个海域主要矿物平均含量表

Table 1 Average mineral content of the three sea areas

海域名称	冲绳南部 (I)	冲绳北部 (II)	太平洋边缘 (III)
角闪石	18.50	6.01	7.15
帘石	19.50	7.47	2.53
铁矿物	29.00	27.68	48.70
辉石	7.39	44.06	38.20
火山玻璃	1.69	44.16	5.20
黄铁矿	6.87	8.95	1.16

73.31%, 平均含量为 38.00%; 其次是辉石、黄铁矿、云母、碳酸盐; 而锆石、榍石、磷灰石、金红石、锐钛矿、电气石、石榴石、十字石、兰晶石的总平均含量只占 6.67%。个别站位样品中石榴石、锆石、白钛石超过 5%, 多数不到 1%, 或者不存在。本海域的西南部, 云母分布比较集中, 含量也相对要高一些。海域北部辉石含量较南部高, 中间为一基本平行高含量区的过渡带 (见图 4)。整个海槽中辉石含量有自北向南逐渐减少的趋势。过渡带的矿物组合特征与南部海域基本相同, 故划入南部海域。

2. 冲绳海槽北部 (II) 海域 本区位于 $N27^{\circ}30'$, $E126^{\circ}30'$ 北偏东。本区的矿物组合特征与南部海域完全不同, 突出表现在角闪石、绿帘石含量明显减少, 平均含量为 13.48%, 最低含量只有 2.94%; 辉石含量则明显增高, 最高达 72.03%, 平均含量为 44.06%。本区另一特点是火山玻璃含量也大幅度增高, 其变化状况与辉石大体相似。必须指出的是本区的铁矿物都比较新鲜, 基本上无氧化现象, 较易见到完整的单个晶体,

如磁铁矿的八面体等，并常见有被火山玻璃包裹或矿物表面粘有火山玻璃，据此我们认为冲绳海槽北部海域是一个火山喷发区。

3. 太平洋边缘(Ⅱ)区 本区位于 $N24^{\circ}-25^{\circ}30'$ ， $E126^{\circ}-127^{\circ}30'$ 。主要矿物是铁矿物(磁铁矿、赤褐铁矿、钛铁矿)，其平均含量为48.70%，其次是辉石，平均含量为38.19%，其余矿物仅占11.93%左右。愈往外，铁矿物愈少，辉石愈多，表面常粘有火山玻璃，而火山玻璃也有增高的趋势，这是本区矿物分布的一个特征。据此我们认为本区是一个火山喷发的外围区域。

三、沉积物质的来源及其搬运途径

工作范围西部近浙、闽沿海岛屿，水深大部在200米以浅，属东海大陆架；中部为海槽区，水最深处可达2500米左右；东部为琉球群岛的先岛群岛和冲绳群岛一线，水深约500—1000米左右。工作范围内海况比较复杂，首先，环流、海流、潮流比较多¹⁾(图8)，它们互相影响，又互相制约；其次，海底地形变化较大，西坡(以200米等深线为界)距大陆岸约350—450公里，而200米—2000米等深线相距不超过50公里，显然由坡折向槽底时坡度陡增七—九倍。工作范围在台风季节中全属台风活动区，海水受台风影响较大。由此可见，工作范围内物质迁移营力条件较多，导致了碎屑物质迁移途径及沉积条件也比较复杂。

西部浙闽大陆沿岸以中生代火山岩为主。大规模的火山活动时期发生于晚侏罗世，至早白垩世强度逐渐减弱，是我国东部中生代火山岩带的一部分。在大陆与海槽之间的大陆架上有许多沿海岛屿，北至长江口的佘山岛，南至闽中的平坛岛，出露着与浙闽大陆东部相同的一套中-酸性火山岩系。沿海岛屿的构造以新华夏系、华夏系为主，其余有北西向、东西向和南北向等构造。这种构造格局与浙东、闽东构造相同，有海陆构造相连、陆地构造向海延伸并控制着岛屿构造的事实²⁾。

沿海岛屿的岩性，大体有如下一些岩石组成：凝灰角砾石、流纹岩、流纹质熔结凝灰岩、硅化流纹岩、安山质熔结凝灰岩、暗色安山玢岩、辉石安山玢岩、肉红色流纹岩、花岗岩、细晶岩、花岗班岩、辉绿岩、煌斑岩、长英岩、霏细岩、安山岩、闪长玢岩、正长班岩、石英班岩、花岗闪长岩等。上列岩石中的蚀变现象有：长石→绢云母化、高岭土化、碳酸盐化、叶腊石化，暗色矿物→绿帘石化、绿泥石化、硅化、碳酸盐化³⁾。

由本文第一节可见，冲绳海槽现代沉积物按其来源方式，大体可分为三类，即1.陆源碎屑沉积物；2.海洋自生矿物及生物残骸；3.近期火山喷出物。

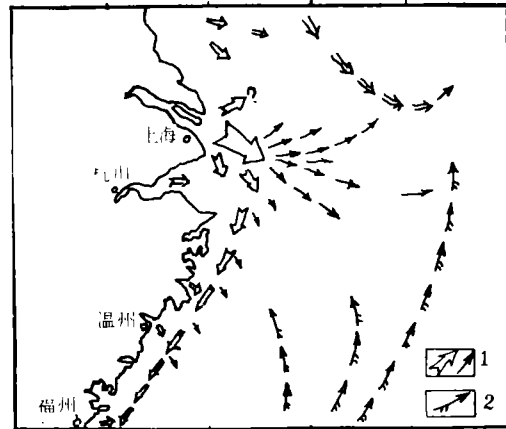
1. 陆源碎屑沉积物 以角闪石、绿帘石、锆石、电气石、云母、石榴石等为代表，其共同特点是具有不同程度的磨圆度，尤以锆石、电气石为最明显，常可见到完全磨去了锥及棱的椭圆状外形；云母类矿物也能见到边缘具较圆滑连线的外形；角闪石的磨圆度则稍差。依鲁欣圆度五级分类法，前两种有的可达Ⅲ级，云母一般为Ⅰ—Ⅱ级，帘石角闪石大多为Ⅰ—Ⅱ级。这几种矿物磨圆度的差异，是矿物本身物理性质决定的，因角闪石与帘石解理发育，易破碎成柱状；锆石、电气石则不但硬度较高，且解理不发

1) 据1973年6月“六二七工程筹备处”《黄海东海海况》图件并绘

2), 3) 据1976年12月海洋地质调查局海岛组《东海岛屿地质调查报告》

育,可磨圆而不易碎,这是在重砂中屡见不鲜的事实。从上述矿物的磨圆度考虑,它们是经过长距离搬运后沉积下来的。这些物质从前述浙闽大陆及沿海岛屿岩性看,其供给源的物质基础是雄厚的。

文献给出了东海大陆架沉积物来源示意图(图9)图中清楚地指出中国东海西部沿岸的沉积物,很大比重由长江入海向南偏东运移并沉积;同时闽浙沿岸及近海岛屿物质,也向南偏东运移并沉积。因此,广阔的东海大陆架的碎屑沉积物,很明显地显示了与大陆沿岸物质的继承关系。



1.陆源物质运动方向 2.海成物质运动方向 (矢量粗细代表物质相对数量的多寡)

图9 东海大陆架沉积物来源示意图

(据秦蕴珊, 1982)

Fig. 9 The source of the deposits of continental shelf of the East China Sea.

(after Qin Yunshan, 1982)

海槽至海岸间的水域中,有二股较大的环流(见图8)即黑潮暖流及台湾暖流,这两股暖流自南向北东方向流动;而长江以南有一股沿岸流,这股沿岸流携带了大量长江、钱塘江、闽江及沿岸物质沿大陆岸向南运移并向东扩散。于是,在这三股海流的迁移地带,沉积物由沿岸流携带南下时,遇台湾暖流北上,沿岸流的陆源物质发生变向迁移,即随台湾暖流向北移动,并向东扩散,从而与黑潮暖流相遇,进而受它控制。当陆源物质被黑潮暖流携带至海槽西坡时,坡度陡增,陆源物质借助于环流动力及海槽陡坡的重力作用,便很自然地渐渐滚滑而到达海槽底部。因此,海槽底部(图7, I, 表1, I)碎屑矿物是东海大陆架碎屑矿物迁移后沉积的产物。海槽北部(图7, II)火山物质相当集中,系海底喷发、扩散的沉积区。

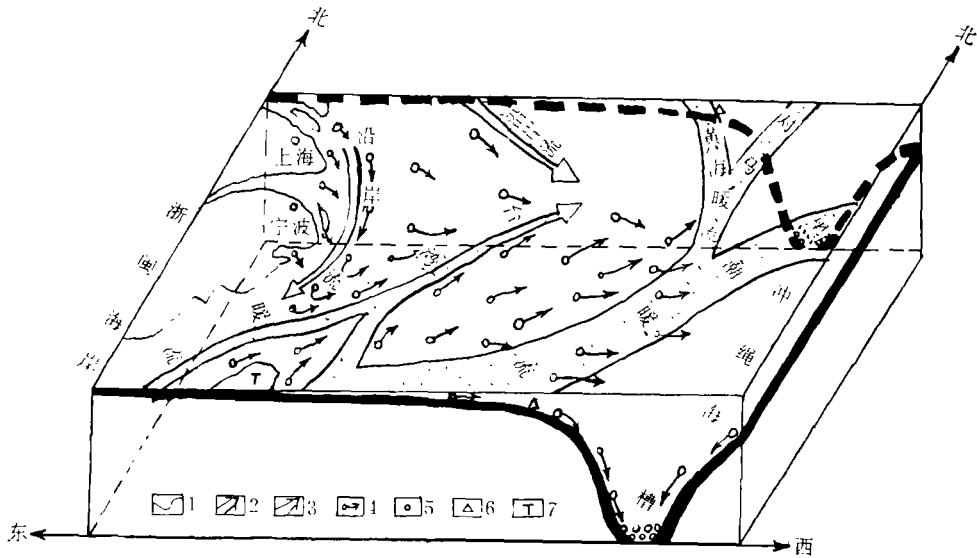
文献指出距今约15000年左右玉木冰期的出现,导致海水退出大陆架,海岸线到达大陆架坡折线附近。这条线的走向与现在海水200米等深线大体一致。海退过程中大陆架接受了大量滨海沉积物。冰期结束开始海进,在海进过程中大陆架再次接受了大量滨海沉积物。这一先退后进的过程,历时约10000年左右。海进到现在海岸线后,原属滨海

沉积物随着现代沉积物的掺入,共同受三股海流的影响而迁移、沉积。黑潮暖流的厚度约500米¹⁾,因此,对200米以内的浅海底沉积物,能有足够的动力进行搬运,但当底积物迁移至200米等深线以东,海底坡度突然变陡,直至海槽底部的2500米左右,矿物沉入槽底,此深度黑潮暖流的迁移能力是无法到达的。因此,大陆架带来的物质再也无法越出海槽搬运至海槽东坡。

在海槽东坡的样品中,我们也见到了角闪石、帘石等矿物,我们认为这部分碎屑物应属海槽东坡的冲绳群岛-先岛群岛及台湾省东北部岩石中解脱出来的物质。因此,冲绳海槽是接受着两坡物质的沉积带。

根据上述认识,我们试拟了冲绳海槽陆源物质现代沉积模式(图10)。

2. 自生矿物和生物残骸 自生矿物主要有海绿石、黄铁矿、碳酸盐三种。海绿石、黄铁矿的成因与生物直接有关,这从它们的形态和分布特征可以得到证明。对其成因问题,拟另文讨论,本文恕不赘述。碳酸盐类自生矿物以无色透明的方解石为主,总的说来含量较低,分布也不均。这三种矿物均为海底自生且就地沉积,即使有迁移现象,也极不明显。生物残骸见有介形虫、抱球虫、有孔虫等,但在0.25—0.061毫米粒级中含量均不多。



1.海底地形 2.海岸流 3.暖流 4.陆源物质运移-沉积方向 5.海槽陆源沉积物 6.-200米点 7.台湾省

图10 冲绳海槽陆源物质现代沉积模式示意图

Fig. 10 Schematic map showing the modern sedimentary pattern of terrigenous materials of the Okinawa Trough.

3. 火山喷发物质 本文所指的火山喷发物质主要是火山玻璃及常与它连生的辉

1) 据1973年6月“六二七工程筹备处”《黄海、东海海况》

石、磁铁矿、钛铁矿等。它们的分布特征如前述,从这些物质的外形看,它们未经明显的远距离搬运,如鸟爪状火山玻璃未见断损现象,块状的常具极锋利的边刃,辉石、磁铁矿等的细微连生处亦能保存等可证。由此判断堆积物距火山喷出口较近。在火山喷出口附近的碎屑沉积物中,火山玻璃占有绝对优势,有时可达样品总量的94%左右。

成文过程中得到了王学宝、朱福昌两主任及凌世德同志的关怀和支持;又承地质部石油中心实验室曹寅同志协助拍摄了电镜照片,陈冠球同志参加了样品鉴定在此一并致谢。

(收稿日期1983年3月30日)

参 考 文 献

- [1] 秦蕴珊,郑铁民,1982,东海大陆架沉积物分布特征初步探讨,黄东海地质 39—51,科学出版社。
- [2] 郑铁民,张君元,1982,台湾浅滩及其附近大陆架地形和沉积物特征的初步研究,黄东海地质 52—66 科学出版社。
- [3] 杨光复,董太禄等,1982,东海大陆架南部更新世末期以来的沉积特征,黄东海地质 67—81,科学出版社。
- [4] 陈丽蓉、徐文强、申顺喜,1982,东海沉积物的矿物组合及其分布特征研究,黄东海地质 82—97,科学出版社。
- [5] 申顺喜、徐文强、陈丽蓉,1982,闽南-台湾浅滩大陆架重矿物组合及其分布特征,黄东海地质 98—104 科学出版社。
- [6] 陈庆 1981,南黄海沉积物中自生黄铁矿的研究,地质学报,第三期232—244。
- [7] 袁迎如,陈冠球,1981,南黄海西北部沉积物中矿物组合特征及其分布规律,海洋与湖沼 12卷6期 512—521。

PRELIMINARY STUDY ON DETRITAL MINERALS OF MODERN SEDIMENTS OF OKINAWA TROUGH

Zhu Minghan (朱明善) Yin Poming (应博明)

(Central Laboratory of Bureau of Marine Geology,
Ministry of Geology and Mineral Resources)

Abstract

This article treats with the detrital minerals of modern sediments of the Okinawa Trough. The area studied is located at 123°--129°E and 24°--32°N. The sample is 0.25—0.016 mm in diameter. In calculating the content, size calculation has been used for the heavy part and visual cubing for the light part.

I. Mineral Content and Assemblage Characteristics

The minerals identified are epidot, allanite, zoisite, hornblende, hypersthene, pyroxene, biotite, muscovite, zircon, anatase, rutile, sphene apatite, tourmaline, barite, satauroilite, corundum, kyanite, glaucophane, chalybite, native lead, aotinite-tremolite, quartz, microcline, albite, calcite and glauconite. The heavy part mainly consists of amphibole, epidote, augite, iron-mineral and pyrite (see Table 1). Figs. 1, 2, 3, 4 and 6 show the distribution and content changes, and Fig. 5 shows the volcanic glass distribution and its content change in light part.

II. Mineral Distribution

According to the assemblage characteristics and mineral distribution, the area studied can be divided into three sea areas.

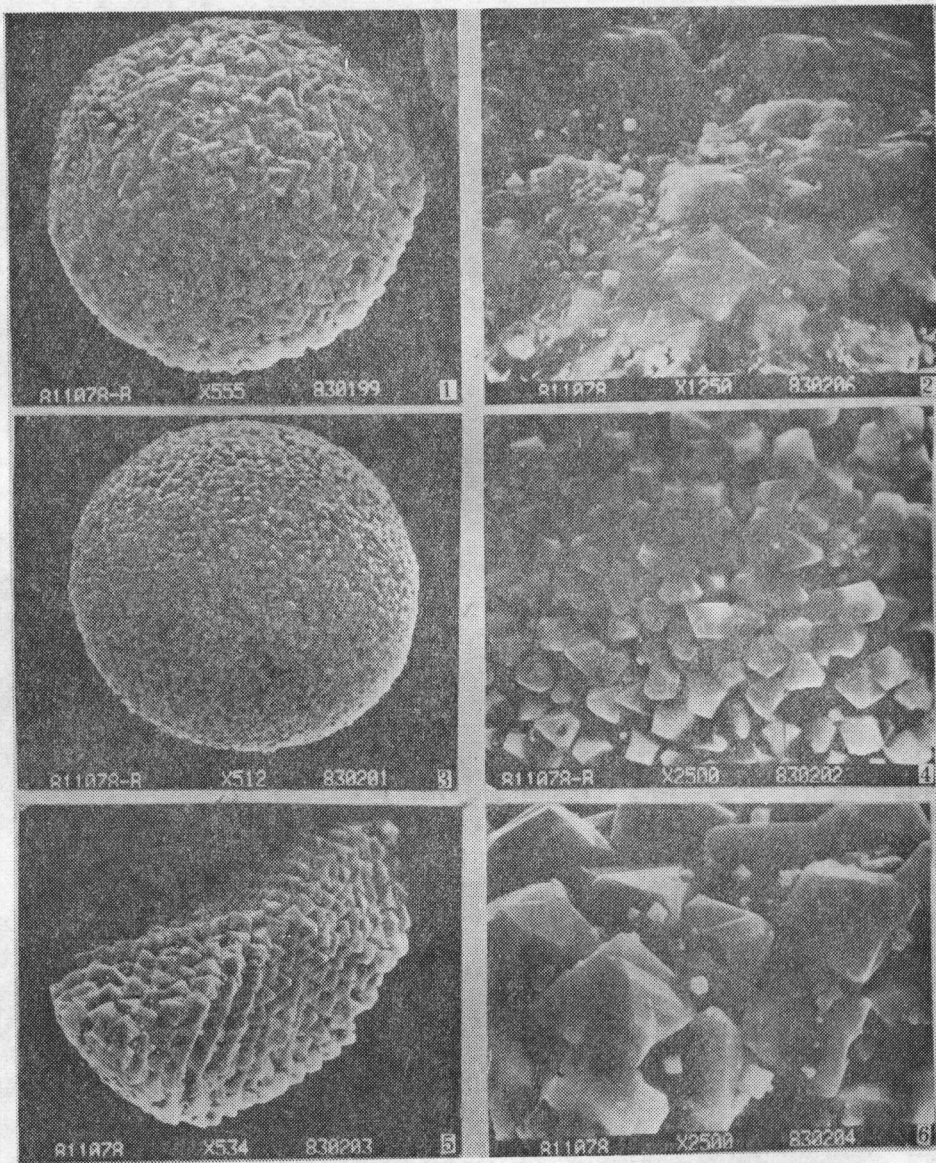
1. The southern sea area of the Okinawa Trough: This area is situated to the south of $27^{\circ}30'N$, with terrigenous detrital minerals predominating, such as amphibole and epidote. It is obvious that they derive from materials of continental shelf.

2. The northern sea area of the Okinawa Trough: This area is located to the north of $37^{\circ}30'N$, where volcanic glass predominates, with augite increasing obviously. According to this circumstance, we suppose that there are two volcanic sinks, one, near $129^{\circ}E, 30^{\circ}N$, and another near $128^{\circ}E, 29^{\circ}N$.

3. The Pacific Marginal area: This area is located at the Pacific margin beyond the trough. The terrigenous mineral content of this area is very high, and becomes less outwards; augite content increases obviously, and volcanic glass tends to increase. Thus we think that there is a volcanic sink to the southeast of $126^{\circ}30' - 127.30'E, 24^{\circ}15' - 25^{\circ}10'N$.

III. Source of Deposits and Their Transporting Path

The materials of the first sea area coming from the continent (Zhejiang and Fujian Provinces), coastal islands and continental shelf are carried by the longshore current, kuroshio current and Taiwan warm current, and deposited in the Okinawa Trough. Fig. 10 is the schematic map of the deposits. At the conclusion of this article we suppose that substances of Okinawa Trough mainly derive from: (i) the deposits of terrigenous materials, (ii) eruptive materials from marine volcanos, and (iii) authigenic mineral from sea, like pyrite, carbonates, animal remains and glauconite.



1.球状黄铁矿，表面有溶蚀现象，晶体排列较规则 2.溶蚀现象较严重的黄铁矿表面的溶蚀坑 3.鲕状黄铁矿晶体间疏松集合 4.鲕状黄铁矿表面放大后可见细小的八面体晶形相当完整 5.较大鲕粒破碎成块状，晶体排列整齐 6.表面放大后可见黄铁矿晶形完整