

冲绳海槽表层沉积物沉积特征的初步研究*

郑铁民 徐善民 徐志明

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

提要 海槽表层沉积物沉积特征的研究结果表明, 冲绳海槽沉积物具有大陆和大洋之间的过渡性质, 大陆及大陆架物质在近期地质历史中, 始终是海槽沉积物的主要物质来源; 海槽区粗粒沉积物是陆架粗粒沉积物的延续, 其性质与陆架区的相似, 属于再沉积形成的沉积物; 沉积物中的火山物质是区分陆架和海槽沉积物的主要标志之一。

1978年以来, 中国科学院海洋研究所先后对冲绳海槽进行了几个航次的调查(图1); 调查中采集了一批表层和浅层沉积物样品, 对研究半深海区的沉积提供了依据。本文拟对表层沉积物的沉积特征等作一初步探讨。

一、沉积物的粒度组分及其分布

冲绳海槽沉积物主要是由砾石、砂、粉砂和泥(粘土)4个粒级的颗粒组成。

1. 砾石(粒径 > 2mm) 据表层取样和拖网所获, 砾石的绝大部分是浮岩, 主要分布于海槽底部和东侧, 其中以北纬 28° 以北和赤尾屿附近发现的数量最多(图2)。大多

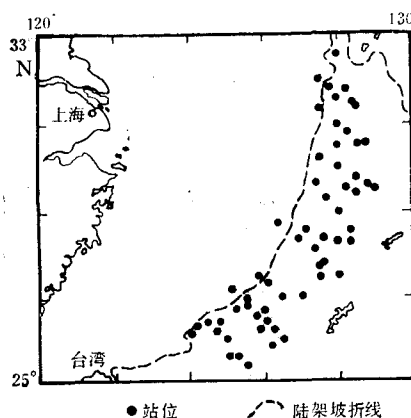


图1 冲绳海槽调查站位

Fig. 1 Investigation station in Okinawa Trough

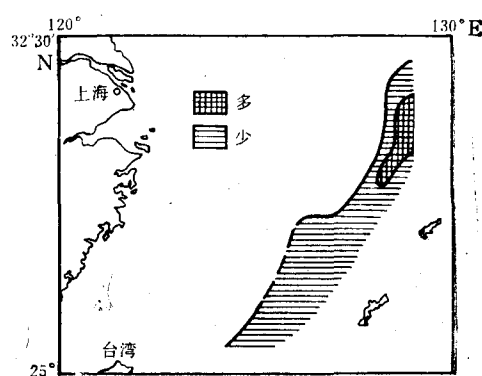


图2 冲绳海槽火山物质分布

Fig. 2 Distribution of volcanic materials in Okinawa Trough

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1319号。

秦蕴珊、赵一阳同志审阅全文。周廷秀、高申录同志做了粒度分析, 谨此致谢。

收稿日期: 1986年4月25日。

数的浮岩是灰白色钙碱系列的流纹英安岩,北部个别可见少量黑色碱性系列的粗面岩¹⁾。此外,在大陆一侧的坡折线附近,有时可见少量钙质碎屑岩(或称钙质结核)等砾石。

2. 砂(粒径 0.063—2mm) 海槽的砂粒级主要是由细砂、极细砂粒组成,中砂粒较少,粗砂粒最少。主要分布于海槽的边坡,以西侧的面积最大。在沉积物中的含量一般大于 50%,最高可达 99.8%。在槽底及其附近,含量较少,一般均小于 10%(图 3a)。

3. 粉砂(粒径 0.004—0.063mm) 广泛分布于整个海槽。在沉积物中的含量一般小于 50%,最高为 56.6%;高值均集中分布于南部槽底(图 3b)。

4. 泥(粒径 < 0.004mm) 和砂的分布相反,高值集中分布于槽底,成带状顺着海槽轴线延伸,最高含量为 64.1%;海槽边坡的含量较小,一般在 10% 以下(图 3c)。

从上述分布中可以看出,海槽沉积物的粒径是比较粗的。由于槽底细边缘粗,在横向上形成了粗-细-粗的分布格局,以致在沉积分异规律方面和近岸浅水区有些相似。但在分布的深度、广度和沉积物组成等方面存在着明显的不同。

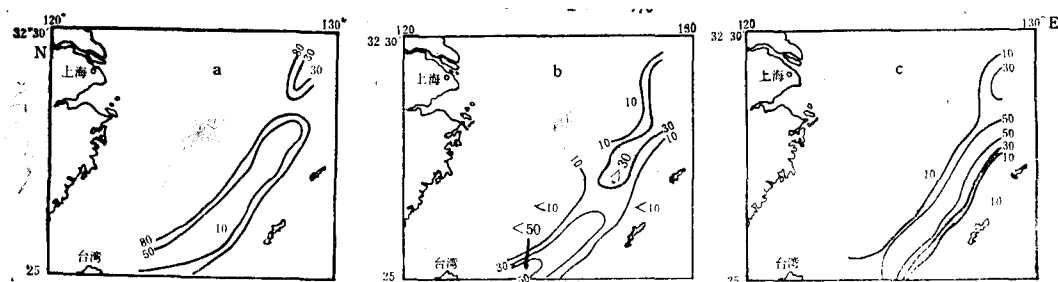


图 3 沉积物各粒级的百分含量

Fig. 3 Distribution of the grain size percentages in the sediments

a. 砂粒级; b. 粉砂粒级; c. 粘土粒级。

二、沉积物的组成及其分布特征

冲绳海槽沉积物主要是由以下几种成分组成。

1. 陆源组分 系指由各种途径沉积于海底的陆源碎屑,主要是各种无机物质。其中最常见有石英、长石等粗粒矿物碎屑和各种粘土矿物。它们遍布于整个海槽(图 4),但在不同海区其分布形式不同。在海槽边坡,它以粗粒矿物碎屑的形式存在,和砂的分布区大体一致;在槽底则以细粒的矿物碎屑和粘土矿物的形式存在,故和砂粒及泥粒的分布区大体一致。

2. 海源组分 可以分为两大类:一是生物沉积物,即各种生物的有机和无机残骸;二是海底的自生矿物,包括各种化学沉积。

(1) 生物沉积:是海源组分中最重要的组分,它遍布于整个海槽(图 4),其中以有孔虫,特别是浮游有孔虫的数量最大,一般每 50g 干沉积物中有孔虫的数量在 25,000 个左右²⁾,其次是各种软体动物和硅藻、介形虫、放射虫、钙质超微化石等微体生物以及各种钙、

1) 杨永亮,1985。冲绳海槽沉积物铀、钍、镭的地球化学及其年代学的研究。

2) 郑执中、郑守仪,1980。东海有孔虫的分布。

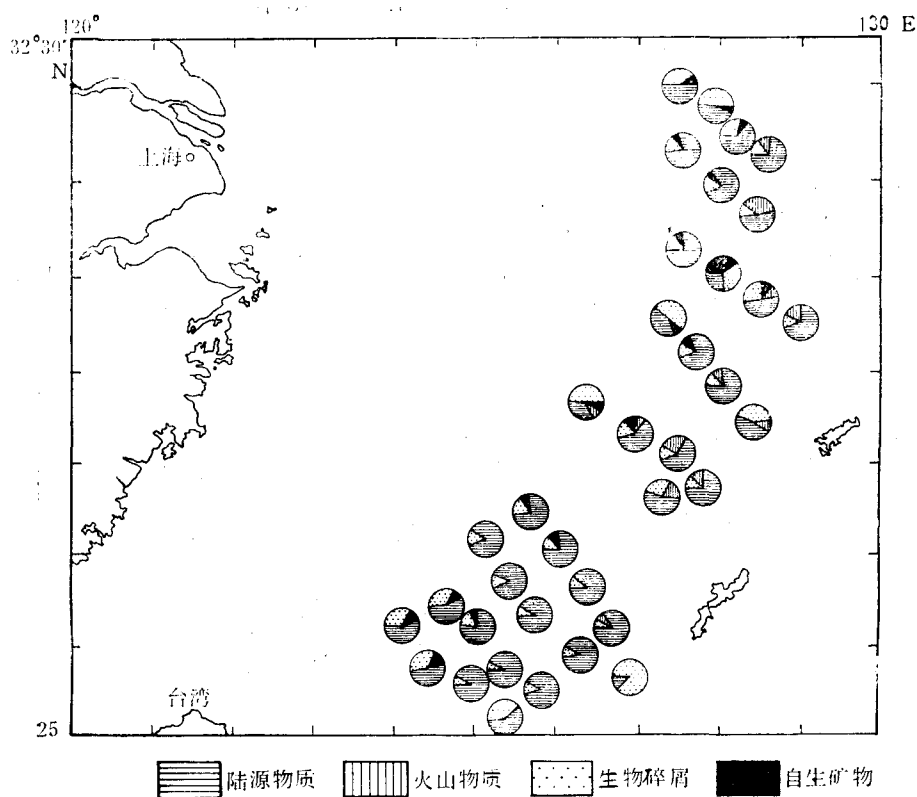


图 4 沉积物组成示意

Fig. 4 Scheme of sedimentary composition

硅质等生物骨针和残体。以上除了软体动物常被碎解成砂粒大小的碎屑之外, 其它生物外形均较完整。

生物沉积主要分布在海槽的边坡上, 一般含量占沉积物总量的 30—50%; 在南部近大洋的一些海域, 可大于 50%, 有的甚至几乎全由生物残体组成; 槽底的含量较少, 一般小于 10%。

(2) 自生矿物: 以海绿石为主, 在沉积物中的含量不等(图 4), 最多约占沉积物总量的 1/4, 常见于海槽西侧的砂质沉积物中。此外, 还有少量自生黄铁矿和铁锰结核等, 多见于槽底的泥质沉积物中。海槽中的铁锰结核均比较小, 最大的仅 1cm 左右, 多是皮壳状, 表面具光滑的瘤状突起, 极易识别。

(3) 火山碎屑: 具有区域性特征。主要可见两种形态: 一是作为砾石, 几乎全是浮岩; 二是以火山凝灰物质或浮岩碎屑单独沉积或和其它沉积物混合沉积。其中最常见的矿物组分是火山玻璃, 其次是长石、紫苏辉石、普通辉石及磁铁矿等矿物。火山玻璃主要分布于海槽东侧的北部和中部, 南部含量极少¹⁾。

1) 陈丽蓉, 1982。冲绳海槽碎屑矿物特征的研究。

三、沉积物类型的划分及其分布

据以上所述,海槽沉积物的组成,除陆源之外,海源和火山物质也占相当大的比重。故在沉积物类型划分时,仅按颗粒粗细的浅水区分类法已不能真正地反映研究区的沉积物特征。前人在深水区的调查,常以颜色和成分等作为沉积物命名的依据之一,并用以说明它的性质和成因^[8]。和本调查几乎同时进行的冲绳海槽沉积物研究,也已注意到了沉积物成分在沉积物形成过程中的作用^[7],并以陆屑、生物、火山灰三种组分含量的不同来区分沉积物,以泥来代表沉积物颗粒的集合状态^[4]。据本调查所示,海槽不仅有泥,而且还有粉砂和砂沉积物。在海源组分里,不仅有生物,自生矿物也占有相当的数量(图4)。不同海区不同组分的存在和含量变化,反映了不同的沉积环境。按照前人的分类习惯,结合本区的具体情况,我们对沉积物的区分原则是:首先以不同粒径的含量作为分类基础,其次是参照各组分的含量,综合地来确定沉积物的名称。其中陆源组分以沉积物的粗细表示,其它则以大于10%的含量为参加命名的标准,同一组分中又以其中含量最多者为代表,如生物组分中有孔虫的含量占优势,则以有孔虫称之。

据这一区分原则,海槽区沉积物主要可分为多种沉积类型,其中又以有孔虫细砂、海

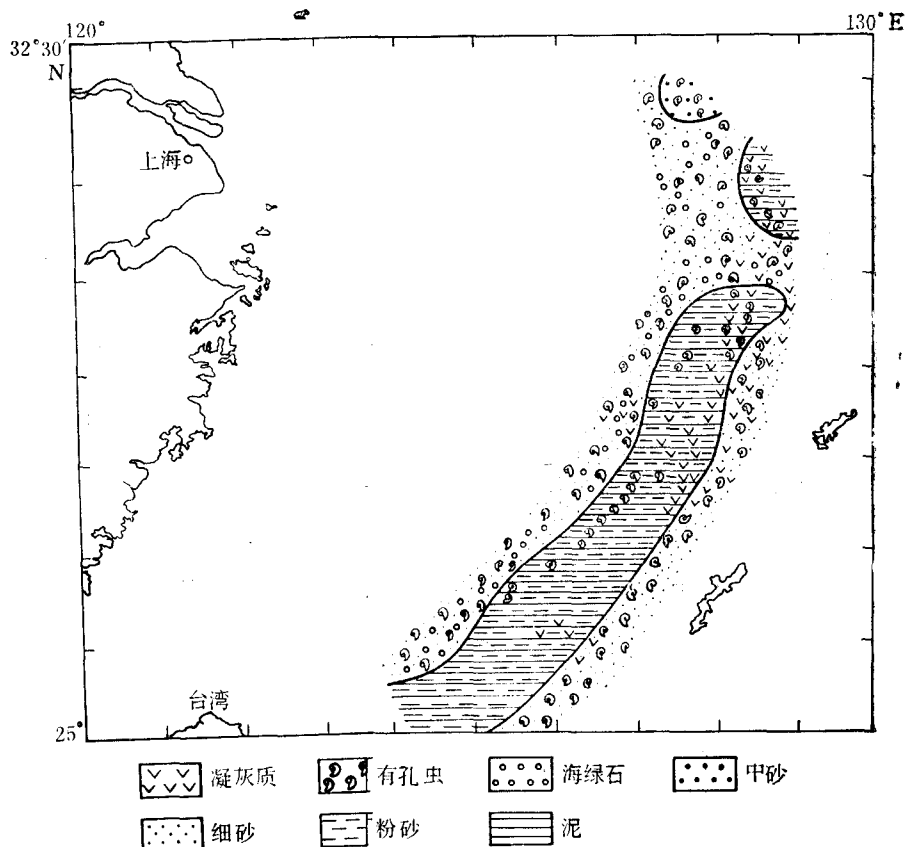


图5 沉积物类型图

Fig. 5 Map of sedimentary types

绿石有孔虫细砂和粉砂质泥的分布面积最大(图 5)¹⁾。从总的分布趋势来看, 沉积类型可归纳为两大类: 一是砂质沉积或粗粒沉积; 二是粉砂和泥质沉积或细粒沉积。前者主要分布于海槽的边坡, 和砂及生物沉积的高值区一致; 后者则分布于槽底及海槽北侧, 和粉砂、泥粒的高值区大体吻合。从物质成分来看, 海槽东坡主要是生物和火山物质的沉积区, 而西坡则是生物和自生矿的沉积区。

砂质沉积最大分布深度是 820m, 从分布趋势判断, 还可能延伸到水深 1000m 附近, 如果考虑到柱样中的砂质沉积, 还可以认为, 历史上的砂沉积区可以到达海槽的最深处。

四、几点认识

1. 海槽沉积受大陆物质的强烈影响。作为半深海和远离大陆的冲绳海槽, 虽然存在着大量的生物、自生矿物和火山物质等非陆源组分的沉积, 但均未能改变以陆源碎屑为主的分布格局。即除个别海区外, 陆源碎屑普遍存在于沉积物中, 并占有重要的支配地位(图 4), 如在沉积物中大于 0.063mm 的粗碎屑大部分是陆源矿物, 尤以 0.063—0.25 mm 粒级的最富集, 其中比重小于 2.8 的轻矿物含量可达 97.7%, 石英和长石类约占 60% 以上^[4]; 0.063—0.004mm 粒级也是如此; 小于 0.004mm 粒级的则主要是由粘土矿物组成。除海槽个别海区, 由于火山沉积的影响, 蒙脱石含量略增外^[2], 海槽和陆架的粘土矿物组合是相近的(表 1)。因此可以证明, 海槽粘土矿物组合是陆源性质的。

表 1 主要粘土矿物相对百分含量^[2]

Tab. 1 Relative percentages of main clay minerals

海 区	粘土矿物组合	含量(%)
东海内陆架	伊利石	68.4
	绿泥石+蛭石	13.2
	高岭石	18.3
东海外陆架	伊利石	68.7
	绿泥石+蛭石	16.8
	高岭石	14.6
冲绳海槽	伊利石	75.3
	绿泥石+蛭石	16.6
	高岭石	8

从沉积物化学成分含量中还可以看出, 大洋和大陆沉积物之间存在着明显的差异, 而海槽沉积物的某些元素丰度虽然介于大陆和大洋之间(表 2), 但它更多的接近于大陆; 大部分元素的碎屑指数大于自生指数(表 3), 进一步证明了海槽沉积物的陆源性质。

2. 冲绳海槽沉积物是属于大陆和大洋之间的过渡性质沉积物。虽然海槽沉积受到大陆物质强烈的影响, 但生物组分含量的明显增大是海槽区重要的沉积特征之一, 尤其是粗粒沉积物中, 生物碎屑含量常大于 30%, 最高可达 90% 以上, 如邻近大洋的 C₂-6 站,

1) 不同底质基本符号的叠加即为沉积类型。其中以粒径为依据而划分的基本沉积类型均有明确的类型界线, 而以成分为依据的部分仅表示其所在海区的位置, 没有确切的界线。

表 2 某些元素的丰度比较

Tab. 2 Abundance comparison of some chemical elements

元 素	大陆地壳 ^[10]	东海陆架*	冲绳海槽*	太平洋*
Mn (%)	0.095	0.052	0.259	0.74
Co	25	—	14	87
Cu	55	12	27	338
Ni (ppm)	75	25	39	224
Zn	70	68	84	—
B	10	109	147	300
Ra (ppt)	0.0	0.42	0.93	8.7

* 赵一阳, 1983. 冲绳海槽沉积物地球化学的基本特征。

表 3 沉积物元素的碎屑指数和自生指数*

Tab. 3 Detrital and authigenic indexes of chemical elements in Sediments

元 素	Si	Al	Fe	Mn	Ti	P	Cu	Co	Ni	Zn	Cr
碎屑指数(%)	96.1	94	84	36	96	32	81	82	76	86	89
自生指数(%)	3.9	6	16	64	4	68	19	18	24	14	11

* 赵一阳, 1983. 冲绳海槽沉积物地球化学的基本特征。

沉积物几乎全由生物碎屑组成, CaCO_3 含量可达 91.75%^[1]。至于细粒沉积物中大于 0.063mm 的颗粒也几乎全是生物碎屑。浅钻中, 有时可见薄层生物堆积。另外, 自生矿物等成分的增加也在逐渐改变着沉积物的陆源性质, 如前文所列的元素指数中, 有些与海源有密切关系的元素, 如 Mn, P 等, 其自生指数已大大超过了碎屑指数, 而且陆源性质还有随着深度的增大和离大陆距离的增加而减弱以及海源性质增强的趋势。以 Mn 的自生指数为例, 在陆架时是 52%, 在海槽则增至 64%, 在大于 1000m 水深的海槽南部甚至增到 76%^[1]。总之, 由于海源组分的增加, 使海槽沉积物形成了介于大陆、陆架和大洋之间的过渡性质。

3. 海槽区和外陆架区的粗粒沉积物性质是很相似的。粗粒沉积物的分布约占东海面积的一半以上, 且从陆架到海槽几乎是连续分布的, 之间除了地形可见明显变化外, 没有明显的区分标志。如粒度组分的配比很相近, 仅海槽区个别站位泥粒含量略高(表 4)。颗粒的外观也极相似, 尤其是大于 0.25mm 粒级, 大部分是生物碎屑, 和大陆架一样可分为两部分, 其一是新鲜完整; 其二是已破碎成砂粒大小, 棱被磨圆, 表面常被溶蚀或被铁锰物质浸染而呈黑色。沉积物中的主要矿种含量也与陆架相似, 只是个别矿种有所不同(表 5), 这和海槽区特有的火山活动的影响有关。

4. 海槽粗粒沉积物的出现可能和再沉积有关。由于晚更新世玉木冰期低海面时, 岸线可达 150—160m 的坡折线附近^[2], 所以除了在附近形成滨海相沉积之外, 一些河流, 如

1) 赵一阳, 1983. 冲绳海槽沉积物地球化学的基本特征。

表 4 砂质沉积物粒度组分对比

Tab. 4 Comparison of grain size of sandy sediments

地 区		站位	水深(m)	粒度组分(ϕ) 百分含量						
				0—1	1—2	2—3	3—4	4—8	>8	
北部	外陆架	3-1	127		3.9	79.0	13.0	4.1		2.7
	海 槽	3-2	400			72.2	3.8	10.8	13.2	2.3
中部	外陆架	5-7	127	24.5	14.9	40.9	8.6	4.5	6.6	2.0
	海 槽	5-8	580	1.9	9.1	14.5	35.0	20.2	19.3	3.8
南部	外陆架	C ₁ -1	150	20.5	13.5	35.9	12.3	11.4	6.6	2.5
	海 槽	C ₂ -2	205	12.9	12.2	53.0	7.0	6.7	8.0	2.4

表 5 砂质沉积物中主要重矿物成分对比(%)¹⁾

Tab. 5 Comparison of heavy minerals in Sandy sediments (%)

地 区		站 号	水深 (m)	角 闪石	透 闪石	帘 石类	辉 石类	磷 灰石	片 状 矿 物	石 榴石	榍 石	白 云石	白 钛石	磁 铁 矿	钛 铁 矿	褐 铁 矿
北部	陆 架	3-1	127	49.6	0.8	14.6	0.6	1.1	22.2	—	0.4	4.2	3.4	—	1.5	1.1
	海 槽	3-2	400	34.0	1.5	15.3	8.3	0.6	17.1	1.1	0.6	13.5	3.2	1.5	2.7	1.5
中部	陆 架	5-7	127	38.7	0.5	18.8	1.7	0.7	16.7	3.4	0.7	5.6	2.0	—	7.8	0.5
	海 槽	5-8	580	22.4	0.6	7.0	0.8	0.4	22.4	0.4	0.4	6.4	1.1	—	0.9	1.3
南部	陆 架	C ₁ -1	150	35.7	0.5	21.1	1.0	0.5	18.7	1.7	—	8.0	1.5	—	8.0	1.9
	海 槽	C ₁ -2	205	23.2	0.2	27.8	0.2	0.5	18.0	3.9	1.4	4.6	1.6	—	12.6	3.2

1) 据陈丽蓉的矿物鉴定资料。

表 6 粗粒沉积物中的一些底栖贝类遗壳和生态¹⁾

Tab. 6 Remains of some shells and their ecology in Coarse Sediments

发现水深(m)	名 称	生活水深(m)
150,338	<i>Plicatula muricata</i>	80,120
	<i>Bentharca rubroincte</i>	100—200
242	<i>Glycymeris rotunda</i>	100
	<i>Venus ablina</i>	<100
150,242,338	<i>Ostrea musashima</i>	115
127	<i>Pecten abicans</i>	10—80
	<i>Okyperas bernardi</i>	10—100

1) 底栖贝类资料由徐凤山同志提供。

长江、黄河等也有可能把所携带的物质沉积到海槽区。但据坡折线附近较完整的底栖贝类生态所示,其中有些种属和现代所处环境相一致,还有一些是不一致的(表 6),表明后

者及其伴生沉积原先可能是形成于较浅处,之后才被搬运到现在沉积区,接受了和环境一致的沉积,形成了具有不同沉积环境的沉积物。所以粗粒沉积物的出现可能和再沉积的存在有关。另外,和陆架粗粒沉积一样,由于黑潮流的影响,妨碍了细粒沉积物的沉积和覆盖,使它显露于海底^[6]。

5. 大陆和陆架始终是海槽沉积物的主要物质来源。据海槽柱样中浊流沉积层的发现和研究可知^[9],沉积于海槽的物质,除了借助各种海流的作用进入海槽外,还可以通过沉积物重力流(简称沉积物流)的作用来实现,前者携入的物质较细,主要是粉砂和泥粒,它们较均匀地、持续不断地被带入海槽,所形成的沉积几乎不存在任何层理;后者则是阵发性的沉积物流,影响面积较小,但粒径较粗,以粉砂和砂为主,沉积厚度大,最厚可超过 2m,一般用眼能见到的均在 15cm 以下,更多的是各种细小的纹层,只能借助 X 光照相才能显示出来。这些沉积物流在海槽沉积过程中起着重要的作用,它局部地增大了海槽的沉积速率,它的出现和海槽区频繁发生的地震、火山活动和风暴等灾害性事件的触发有关,前者可能导致厚层沉积的出现;后者则形成薄的沉积层,而这些粗粒沉积物的组成和陆架物质有着密切的关系^[9],陆架物质又存在着明显的亲陆性^[6],所以可以进一步认为,在近期地质历史上,大陆和陆架也是海槽主要的物质来源。

6. 虽然有海源和火山物质的影响,但由于远离大陆,整个海槽的沉积速率还是比较低的。据表层沉积物 Ra^{226} 测试的结果表明¹⁾,各海区的沉积速率不同,南部为 1.2cm/千年,北部为 5.5cm/千年,整个海槽平均仅为 3.5cm/千年;总的沉积趋势是北部大于南部,西坡大于东坡,槽底最低。这可能和北部的水深较浅,相对靠近含沙量大的长江、黄河等河流以及北部频繁的火山活动等有关。

7. 火山物质是东海陆架和海槽沉积物的主要区分标志。近期火山物质的影响主要集中在海槽的东坡和槽底,这与日本列岛及海底火山活动关系密切,至今海槽东北部仍可见到活火山^[3],在火山沉积物富集的 30°N 附近,海底存在很多可能和火山成因有关的孤峰耸起的海底山。从柱样中多层火山沉积的出现及它的分布可知,在晚第四纪时,海槽区火山的沉积作用比现在的要强和广得多。由于火山物质是海槽区一种具有区域性特征的组分,和大陆架的沉积关系并不密切,所以它可以作为东海陆架和海槽,尤其是槽底和东坡沉积物的主要区分标志。

参 考 文 献

- [1] 业治铮、张明书、潘志良,1983。冲绳海槽晚更新世—全新世沉积物的初步研究。海洋地质与第四纪地质 3(2): 1—26。
- [2] 时英民,1982。东海大陆架沉积物中粘土矿物的研究。黄东海地质。科学出版社,105—123 页。
- [3] 金翔龙、喻普之,1982。黄海、东海地质构造。黄东海地质。科学出版社,1—22 页。
- [4] 陈丽蓉、徐文强、申顺喜,1984。东海沉积物中轻矿物的研究。海洋科学集刊 21: 297—304。
- [5] 郑铁民、徐凤山,1982。东海大陆架晚更新世底栖贝类遗壳及其古地理环境的探讨。黄东海地质。科学出版社,198—207 页。
- [6] 秦蕴珊、郑铁民,1982。东海大陆架沉积物分布特征的初步探讨。黄东海地质。科学出版社,39—51 页。
- [7] 眭良仁,1981。冲绳海槽的几个沉积特征。海洋地质研究 1(1): 69—76。
- [8] Ph. H. 奎年,1950。海洋地质学。中国工业出版社,187—270 页。

1) 同 114 页注 1)。

- [9] Qin Yunshan, Zheng Tiemin, Xu Shanmin, 1984. A Study on the Turbidity Sediments from the South Area of the Okinawa Trough. In: Developments in Geoscience. Science Press, China, pp. 509—518.
- [10] Taylor, S. R., 1964. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 28(8): 1273—1285.

CHARACTERISTICS OF THE SURFACE SEDIMENTS IN OKINAWA TROUGH*

Zheng Tiemin, Xu Shanmin and Xu Zhiming

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao)

ABSTRACT

Situated between the continental shelf and Ryukyu Islands, Okinawa Trough is a long narrow backarc sedimentary basin in which there is a transition type of neritic and deep-sea sediments.

This type of sediments has the composition of terrigenous and biogenic deposits as well as authigenic minerals and volcanic materials. The terrigenous sands, including quartz and feldspar, are mainly distributed on the Trough border, especially on the west side, while the mud concentrated on the bottom. Dominated by foraminifera, the biogenic components are thickly populated on the west slope because Kuroshio current crosses the area. The volcanic detritus, which comprise pumice and glass, are almost located on the east side and at the bottom, reflecting that there are volcanic activities in these places and nearby. The glauconite and manganese nodules are also found in the Trough separately.

Basing on not only detrital and clay minerals but also chemical elements, the terrigenous deposits are dominant in the Trough, but a large amount of biogenic components, authigenic minerals and some elements show some features of deep-sea sediments. The recent shallow water shells in the depth of 338 m and the sands of 820 m may indicate that some of the sediments are resedimented by some geological agents, such as turbidity current. The mud sediments is slowly transported, and then deposited there.

The sedimentary rate for Ra^{226} is about 3.5 cm per thousand years on the average. The rate in the west slope is higher than in the east and the lowest rate is in the bottom.

* Contribution No. 1319 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.