



洋地质调查

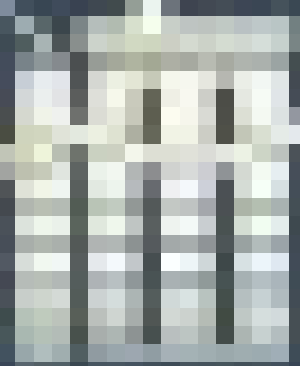
东海地质译文汇编(五)

海底底质和地形地貌

地质部海洋地质调查局科技情报资料室

一九八〇年八月

P224.100



THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHILOSOPHY

PHILOSOPHY

PHILOSOPHY

PHILOSOPHY

海洋地质调查

· 内部发行 ·

1980年第5期

(总第5期)

1980年8月出版

编辑出版者：地质部海洋地质调查局
科技情报资料室

地址：上海市延安西路 526 号

(邮政编码200050)

印刷者：江苏省金坛印刷厂

目 录

台湾大陆架沉积物的结构和成分模式.....	(1)
台湾海峡和台湾盆地南部的沉积物.....	(41)
台湾海峡和南海陆架沉积物的矿物学和地球化学.....	(59)
台湾近海和南海北部沉积物中粘土矿物的分布.....	(70)
东中国海的浅海沉积物.....	(90)
东中国海的海底沉积.....	(103)
男女群岛周围海域的海底地质.....	(105)
五岛、对马周围海域的沉积物调查成果.....	(118)
东海东部海域海底表层沉积物中的腐殖质.....	(130)
东中国海底质的海洋化学研究之一——有机碳及全氮含量.....	(141)
东中国海底质的海洋化学研究之二——碳酸盐及可溶性硅酸含量.....	(145)
澎湖列岛通梁TL—1号井有孔虫的研究.....	(152)
台湾海峡表层沉积物中底栖有孔虫的趋向.....	(163)
台湾海峡表层沉积物中浮游有孔虫的分布.....	(171)
北亚洲海的有孔虫生物相.....	(183)
论中国东海北部的沉积物.....	(199)
大陆架的构造及成因——以东海为例.....	(214)
晚更新世东中国海海面.....	(219)
台湾大陆架的海底资源.....	(225)

台湾大陆架沉积物的结构和成分模式

Boggs 王华清 陈汝勤

〔摘要〕 台湾大陆架的表层沉积物主要由细粒—中粒砂组成。而台湾海峡一些近岸区则为粉砂质淤泥所覆盖。有一条宽阔的泥质沉积带从台湾西北部海岸横穿海峡直抵中国大陆。泥质沉积物以及近岸砂质沉积物可能是现代成因的。然而，台湾海峡远岸处的砂质沉积物具有异常粒度和异常分选性等特征。这表明，它们是在过去低海平面时期的滨海条件下形成的。

残留沉积物和现代沉积物的分布关系模式比较复杂，不能按与水深或离岸远近来一概而论。它可能是由复杂的大洋环流体系造成的。在该体系中占主导地位的是向北流的黑潮和向南流的一股逆流（冬天流速最大）。台湾海峡的泥质沉积物可能是因海流有时减速而堆积起来的，而海流的减速则是由于大股海流随循环模式的季节性变化相互作用所造成的。

现代近岸陆架砂的成分与附近台湾河流所排出的砂质沉积物的成分极为相似，这表明台湾是现代沉积物的主要源地。然而，石英、钾长石、某些重矿物以及岩屑的含量变化趋势表明台湾海峡东部的残留沉积物是由中国大陆搬运而来的。

绪 言

台湾位于亚洲大陆架的东沿附近，因此其陆架是非常不对称的。台湾西部和亚洲大陆之间的陆架宽约120多公里。而台湾东部的陆架则宽约10公里弱。以前大部分的陆架地质调查有的是非常区域性的，有的范围是非常有限的，因此大部分陆架区至今还未进行过详细的研究，陆架沉积物的结构和成分模式也未作过详细的填图。

王（1961）描述了从台湾海峡和台湾东北陆架采集的五个沉积物样品的矿物成分和生物含量。这项研究工作属于中国沿岸、黄海、南海和东海陆架沉积物区域调查的一部分。

新野和Emery（1961）研究了台湾海峡西部和中部的许多样品，把这项研究作为东中国海和南中国海浅水沉积物区域调查的一个组成部分。结果编制了一幅沉积图，该图表明细粒泥质沉积物一般位于台湾和中国大陆近岸区，而较粗粒砂沉积物一般位于台湾海峡中部。他们认为，砂粒级的碎屑可能是残留的更新世沉积物，而较细粒的沉积物则是现代的。

周（1971）研究了台湾海峡南部的一个样品，并把这个工作作为南海现代沉积物调查的一个部分。周和吴（1971）鉴定了台湾北部陆架和台湾盆地南部的24个沉积物样品。周和吴指出该地区的沉积物主要是残留的更新世滨海砂和浅海砂，其中一部分可能来自中国大陆。

陈和陈（1971）对台湾北部陆架和台湾海峡的27个样品进行了X射线矿物学、地球化学和古生物学研究。他们通过以X射线衍射法确定的石英与钾长石之比得出结论说，台湾近岸沉积物

主要来自台湾，而不是来自中国大陆。

目前的研究工作旨在进一步收集陆架沉积特征的资料，进而绘制沉积物的结构和成分模式图，这对解释陆架的晚第四纪地史将具有重要的意义。1973年九连号调查船用挖泥器、盒式取芯器和重力取心管沿图 1 所示的测线采集了170多个表层样品和岩芯。取样间隔约 5 海里，取样点是通过卫星导航系统来定位的，并辅以雷达及目测。

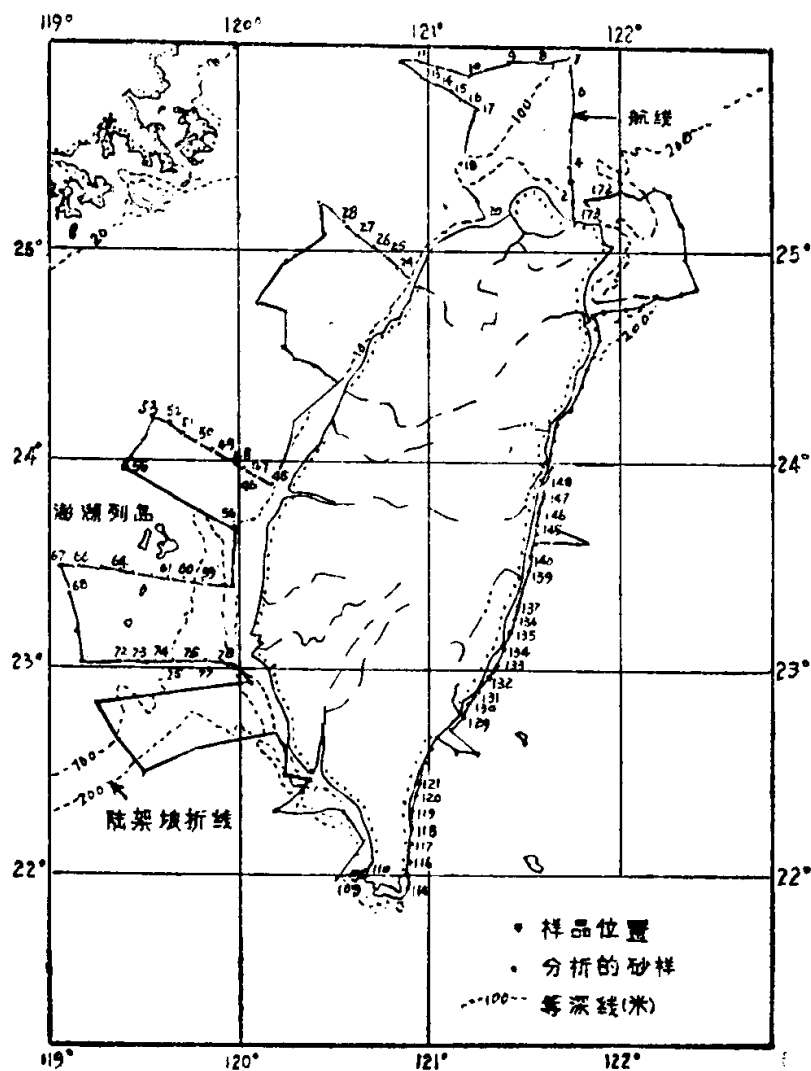


图 1 台湾位置图，以及1973年的测线和取样点

在1973年航次中采集的所有样品均被用来研究沉积相的关系。还选出一些样品进行了详细的岩石学和粒度分析。用快速沉积分析仪通过沉积学方法确定了这些样品的砂粒级组分的粒度分布情况。另一方面，通过标准的岩石学方法对砂质沉积物的轻、重矿物组分进行了矿物分析。

自然背景

区域地质

出露于台湾的岩石成分和分布情况，与其周围陆架沉积物的特点具有重要的关系。许多研究工作者描述了台湾的陆地地质。何（1971）对陆地的主要地质形迹作了精辟的总结。台湾主要

由覆盖在变质基底上的第三纪地槽沉积物组成。它显示了典型的地槽发育的造山运动旋回。大型沉积地槽在前第三纪—更新世期间可能随着时间的推移向西移动过。台湾的地层主要由沉积岩和变质沉积岩组成，共可分为4个大构造区。

东部海岸山脉是早第三纪沉积作用的优地槽区，还包括一套厚的安山质集块岩和凝灰质砂岩层系。侵入的安山岩体广泛地出露在海岸山脉的中部。中央山脉被分为两个区。东部（东中央山脉）为前第三纪变质基底，西部（西中央山脉）为早第三纪优地槽区，东中央山脉的岩石主要为片岩和结晶灰岩，并夹有少量的、局部受到小型花岗闪长岩体侵入的片麻岩。西中央山脉大都是第三纪页岩和砂岩，并夹有少量灰岩和砾岩。在这套层系中也常有层间的和侵入的基性—中性熔岩。中央山脉的山麓带（西部山麓带）是一晚第三纪冒地槽区，该区的岩石主要是正石英砂岩、未成熟的砂岩、深灰色页岩和薄层灰岩。山麓带西部的北面覆盖着晚更新世高原砾岩，南部则为海岸平原。台湾北部地区还覆有更新世安山质—英安质火山岩。

台湾本岛所有的岩层均呈与该岛纵轴大体平行的狭长带状分布。这些岩石从中央“脊梁”山脉向西到海岸平原时代逐渐变新。总体弧形的凹侧是朝着太平洋的。

澎湖列岛和台湾海峡西邻的福建地质对于台湾海峡的沉积特征亦可能具有一定的意义。澎湖列岛是一群平顶的台地，主要由近水平的更新世玄武岩和凝灰岩组成，并有一些砂和粘土夹

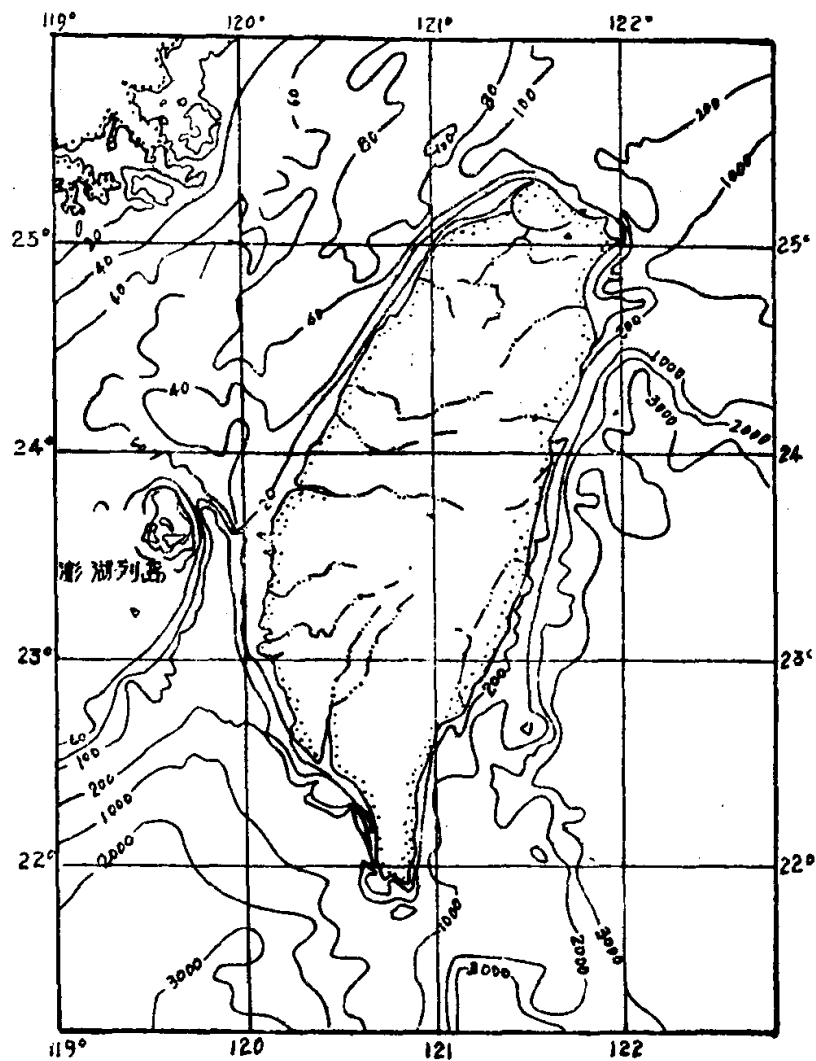


图2 台湾周围海域的等深略图。水深单位：米。

层(何和李, 1963)。据台湾(“中国石油公司”1970绘制的)地质图, 沿台湾海峡西侧福建近岸地区出露的主要岩石类型是白垩纪的闪长岩、花岗岩、凝灰岩、砂岩及砾岩。

水深

图2粗略显示了台湾海峡和台湾周围地区的水深情况。从图上可以看出台湾海峡绝大部分水深不到100米。近四分之三地区的水深不到60米。海峡的海底地形相当不规则, 有许多宽阔且较低的海脊或隆起, 还有一些浅海槽。最突出的海底地形形迹为毗连台湾海岸的一个相当宽的浅海槽, 该海槽在台湾海岸中部以西被一个向西延伸约至海峡中心的北西—南东走向的低缓海脊所切断。

从图2可以看出, 台湾海峡的东北端和西南端陆架在200米等深线处突变为陆坡。台湾东侧的陆架非常狭窄, 宽度自1公里至10公里不等。在200米等深线以东距台湾仅20公里处, 水深就骤增至3,000米。

潮流

台湾海峡最大的潮差出现在中国大陆沿岸, 在那里, 春季潮差高达18英尺(邱, 1963), 而台湾西部沿岸的春季潮差则约14英尺, 低潮为7英尺。台湾南部、北部和东部沿岸的潮差分别为1—4英尺。涨潮时, 潮流绕过台湾向西流动, 然后汇集在福建沿岸。据邱称: 在春潮时, 台湾海峡各个部分的流速最大, 达1—3节。

表层流

台湾地区的表层流主要为温暖的和高盐量的黑潮, 是从菲律宾北部附近西太平洋热带水域产生的。它蜿蜒而流, 侧向摆动可达数百公里(新野和Emery, 1961)。其主流经过台湾以东, 但有一支流绕经台湾西侧, 再加入到东中国海的主流里(新野和Emery, 1961; 邱, 1963, 1971)。

在夏季, 由于来自南方的季风加强, 这时的黑潮最为强大。在冬季, 沿中国大陆沿岸有一股向南的逆流经过台湾海峡进入南中国海。在每年一定时间里, 黑潮和向南的中国沿岸的逆流相互作用在台湾海峡和台湾北部陆架产生了大涡流(邱, 1963; 新野和Emery, 1961)。在台湾周围海域, 黑潮的水与当地的沿岸水融为一体, 混合率为5—50%(邱, 1969)。虽然来自台湾的总流量仅为黑潮增加了一小部分水量(最大混合率为0.04%), 但如果这部分流量集中在表层, 那就不是无足轻重的了(Emery和Stevenson, 1972)。

黑潮流速变化很大。邱(1963)指出, 在台湾海峡随一年中的季节变化流速约为0.2—2节不等, 在夏季流速趋向最大。Emery和Stenvenson(1972)指出, 在夏季黑潮的流速高达每小时3公里, 某些部分流速超过了3节。

底 流

笔者手头没有关于台湾陆架底流流向和流速的资料。在1973年航次中, 在台湾海峡中一些水深20—90米的地区发现有不对称的砂波(Boggs, 1974)。这些砂波的不对称性表明它们正随着现今的水文条件而移动。流速足以搬运砂粒沉积物的底流至少在90—100米的深度上。砂波最陡一侧的方位变化相当大, 这表明台湾海峡的底流流向十分复杂。底流可能是由潮汐活动和黑潮表层流混合作用而产生的。

结 构

结构模式

新野和Emery (1961) 研究了东中国海、南中国海以及台湾陆架浅水区的沉积物，这几个地区的区域图表明台湾海峡沉积物主要由砂组成，只有紧靠中国大陆沿岸和台湾西海岸的一条狭窄的淤泥沉积带以及少数砾石沉积和基岩裸露的小地段是例外。他们认为，砂和砾石可能是残留沉积物，而泥则可能是现代成因的。

为目前研究所采集的样品绘制了台湾陆架沉积相的详细图件（图3和图4）。在绘制这些图件的过程中，使用了1973年航次中采集的170多个样品和过去采集的45个样品（陈和陈，1971），并再加上军用地图的资料（336号，340号，343号，348号，350号）。图4按端元成分（贝壳碎屑、砂和砾石以及淤泥）描绘了海底沉积相的分布。在图3中贝壳物质被删略了（由于酸处理去掉了沉积物中的贝壳碎屑），并用端元成分（砾石、砂和淤泥）绘出了沉积相的分布。

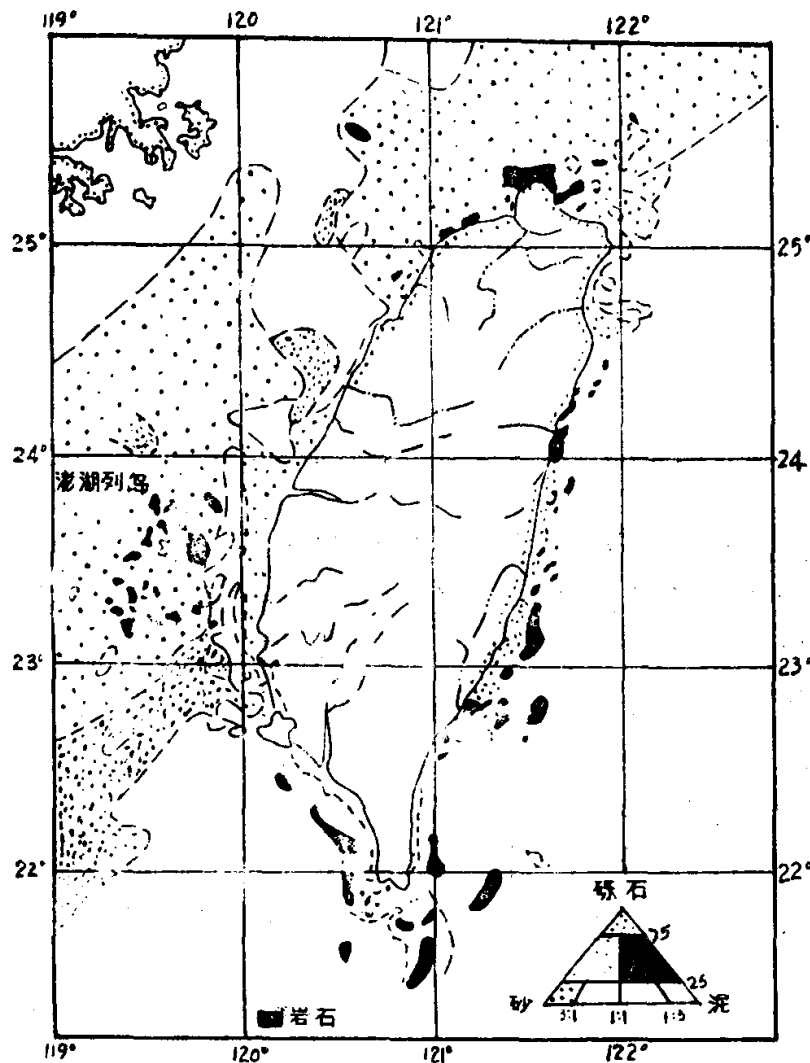


图3 台湾陆架和毗邻地区的砾石、砂、淤泥和岩石的分布

正如新野和Emery以前所述，图3显示了台湾海峡东部的表层沉积物以砂为主，但是，被泥沉积物覆盖的面积要比他们原先所述的要大得多。泥质沉积与砂质沉积的比例关系模式也

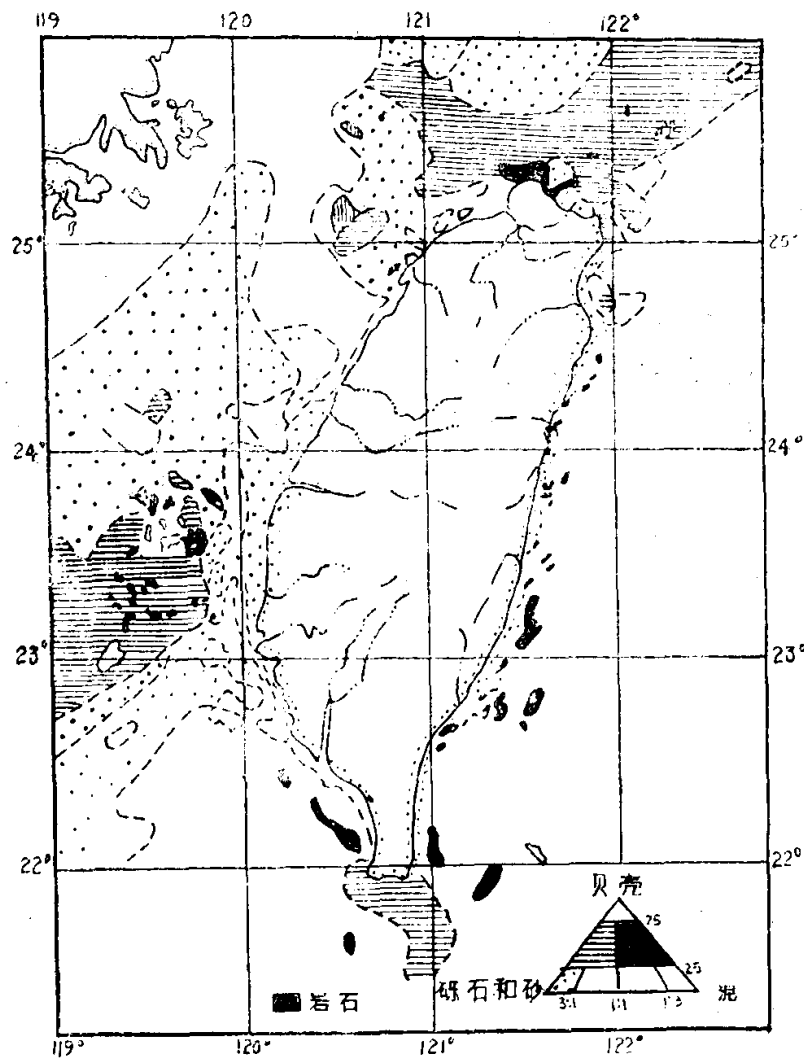


图4 台湾陆架和毗邻地区的贝壳物质、砂和砾石、淤泥以及岩石的分布

迥然不同。特别是，最近的研究表明，有宽达85公里的泥质沉积物带从台湾海峡附近（ $24^{\circ}-24^{\circ}45' N$ ）向北穿过台湾海峡中心可能一直延伸到中国大陆沿岸。该淤泥相地带把台湾海峡砂质沉积物有效地分为北部砂质区和南部砂质区。第二条规模较小的海底淤泥带沿台湾西南端从大陆坡向北延伸至陆架，形成了一条狭窄的淤泥沉积舌，与台湾西南海岸平行。

如图2所示，台湾陆架除台湾海峡和台湾北部陆架以外都比较窄。较窄陆架上的沉积物以砂为主，其在海中的分布外限约为200米或稍深。

含有25%以上砾石的沉积物仅呈小片出现在陆架局部地区。最广泛出露的砾石位于澎湖列岛西南岸外和台湾东北岸外。少数小的砾石分布区位于离台湾最南端不远的滨外区和沿东海岸的一些地区。

海底沉积相的分布具有很大的意义。因为它反映了现在及过去陆架上的地质条件和地质作用。在“讨论”一节里，笔者企图阐明沉积相的模式与海流流向、流速、水深及沉积来源诸因素的关系。

图4用相三角图的一个端元成分显示了贝壳碎屑在沉积物砂粒级组分中的百分比。砂质沉积物中的贝壳碎屑约为3—82%。贝壳物质在三个主要地区最为丰富。它们是台湾北部陆架，澎

湖列岛以南台湾海峡的东南部和台湾最南端的陆架区。在本文“讨论”一节中，也要对此作出评价。

砂质沉积物的粒度

对以砂粒沉积物为主的77个样品进行了分析以确定其粒度分布。用2毫米筛子筛选含有砾石的样品以剔除砾石，用62微米的筛子湿筛含5%以上泥质的样品以剔除淤泥。通过用上文介绍的沉积学方法分析剩余的砂粒物质以测定其粒度分布。粒度分布的积累曲线可通过图解法得出 ϕ 百分比值。用Folk(1968)的图解统计测定法来计算图解的平均粒度及标准偏差。

图5为按平均砂粒大小的砂质沉积物地区性分布情况。平均粒度分为极细砂—粗砂，约3/4的样品由细砂—中砂组成。应当指出的是，平均砂粒度的等值线略与现今的海岸线平行。然而，北部陆架和西部陆架的粒度分布是有所不同的。在北部陆架有一片中粒砂区位于台湾岸外数公里处。该处的中粒砂向陆和向海方向变为细砂乃至极细砂。在西部陆架，趋势澎湖则明显相反。细粒—极细粒砂带向西南延伸，穿过澎湖列岛，其可能表明了这部分细砂来源于列岛。

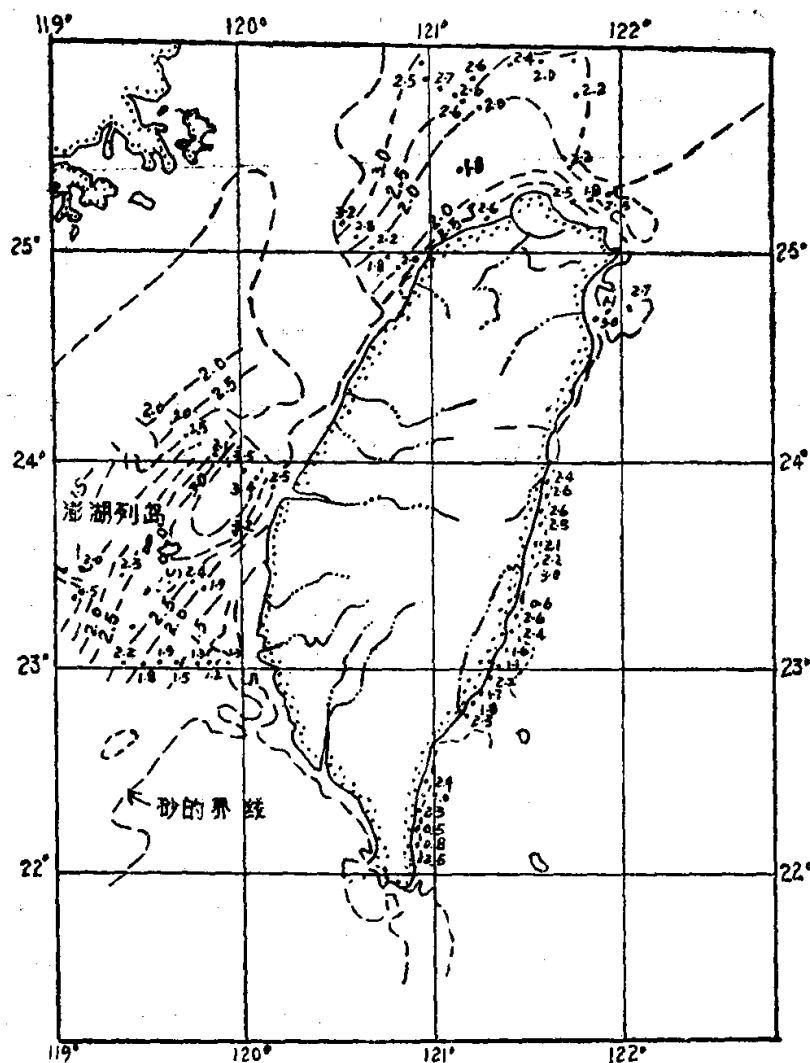


图5 陆架砂质沉积物的平均粒度 ϕ 。若淤泥含量大于5%，则 ϕ 不包括砾石和淤泥。等高线以 ϕ 为单位。

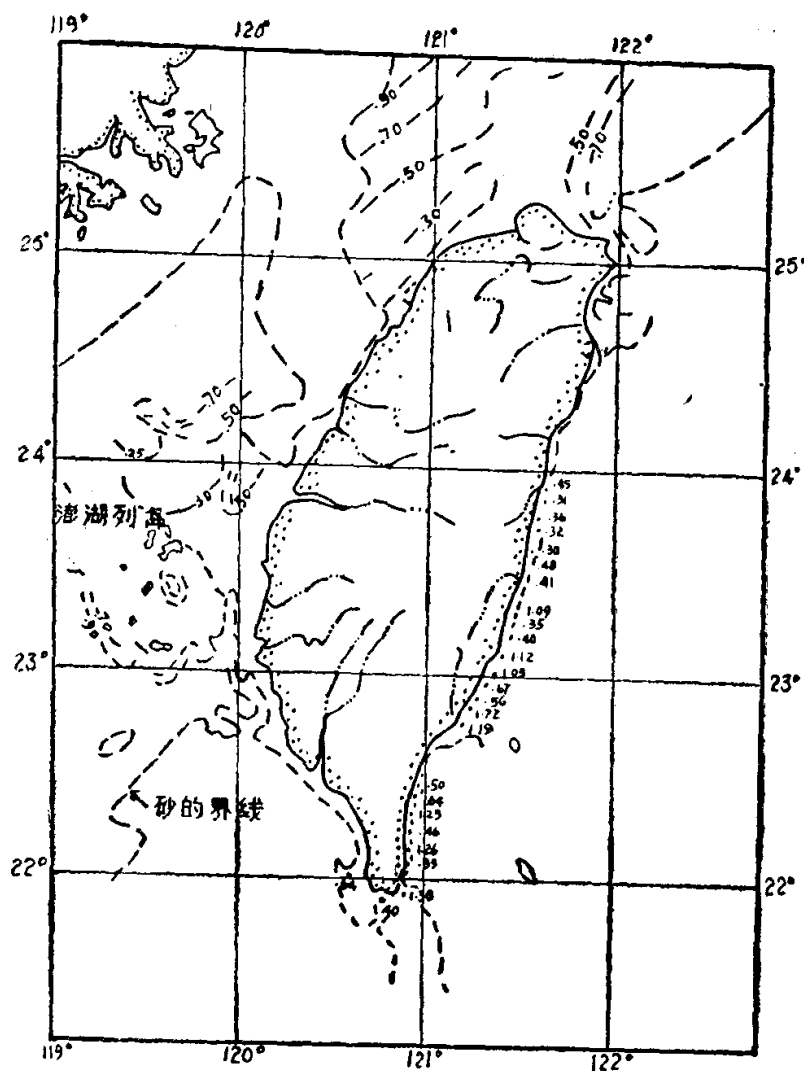


图6 陆架砂质沉积物的 ϕ 标准偏差。若淤泥含量大于5%，则不包括砾石和淤泥。等高线以 ϕ 为单位。

图6描绘了砂质沉积物分选作用的区域变化(标准偏差)。约20%的样品分选较差,其余的样品分选中等和很好。分选图表示分选最好的砂位于陆架两个带里。一窄带与现今的海岸线紧密毗连,另一条带距岸20—40公里可能是受到强大底流冲刷的地区。将图5和图6加以对比,结果表明,陆架沉积物的砂粒组分的平均粒径和分选之间几乎没有直接的关系。

淤泥组分的粒度

本文的研究是分析陆架沉积物的砂粒组分。此外,也对淤泥含量大于5%的样品进行了湿筛分,以剔除淤泥。并用光度计对淤泥样品的粒度进行分析。这些样品中平均淤泥粒度为 3.7ϕ (0.077毫米)~ 7.0ϕ (0.0078毫米),分选值(标准偏差)为 1.3ϕ ~ 4.3ϕ ,表明泥质沉积物皆分选相当差。同一样品的砂质组分与泥质沉积物的分选性对比结果表明,该样品砂质组分的分选值与淤泥总量或淤泥组分的分选值并无任何一定的关系。尽管一些样品中淤泥含量很高,但其砂质组分分选较好,而另外一些样品含泥较高的砂质组分的分选却较差。

贝壳物质的分布和粒度

如图7所示,台湾陆架的大部分砂质沉积物至少含有10%的贝壳物质。该物质主要是软体动物(瓣鳃类和腹足类)的碎屑和完整贝壳,还有介形类、有孔虫、苔藓虫和极小的珊瑚的介

壳。通常，贝壳物质含量沿向海的方向逐渐增加。但台湾最南端附近例外，那里的贝壳物质在近岸区非常丰富。在北部陆架，贝壳物质的丰度以近岸约10%向海方向猛增到约70%，然后，继续向海的方向逐渐下降到10%甚至还要少。在西部陆架，显然，澎湖列岛南面采集的样品与其北面所采集的样品有很大差别，前者含有50%的贝壳物质，而后者的几个样品则含有小于10%的贝壳物质。

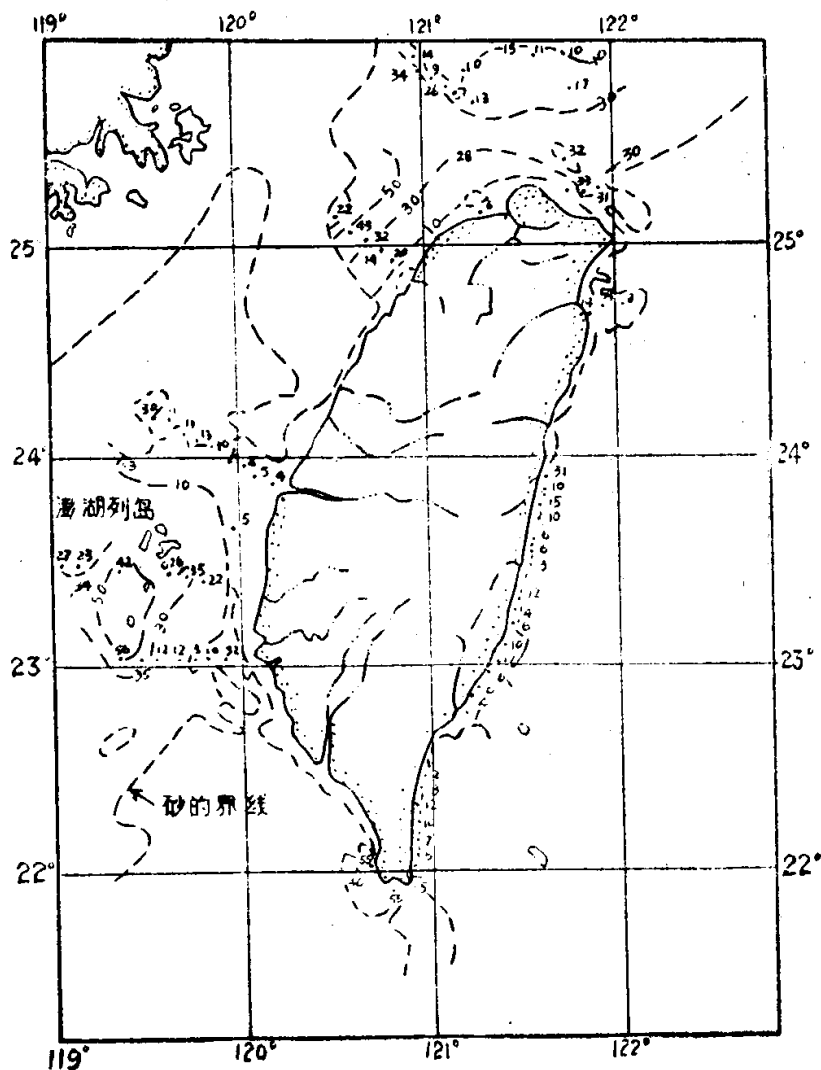


图7 砂质陆架沉积物的碳酸钙(介壳物质)含量。等高线以%为单位

大部分样品的贝壳碎屑粒度没有测过。然而，筛分了以贝壳物质为主的样品，从而测定了全部样品和一些样品中的碎屑颗粒的粒度分布(用酸除掉贝壳物质后再筛分)。这些资料表明含有超过40%的贝壳碎屑的样品平均粒度为 0.95ϕ (0.518毫米)到 1.0ϕ (2毫米)以上。

颜色

台湾陆架沉积物的颜色由棕色或棕灰色到中灰色、深灰色或蓝灰色。图8表示样品颜色的区域分布。棕灰色或棕色砂质沉积物占了澎湖列岛附近西部陆架上的大片地区以及北部陆架的一部分。台湾最南端岸外的砂沉积物亦是棕色。陆架大部分剩余砂质沉积物颜色由中灰色到深灰色，蓝灰色砂质沉积物十分罕见。然而，蓝灰色泥质沉积物以及中灰色—深灰色淤泥在陆坡和陆架的某些部分十分普遍。

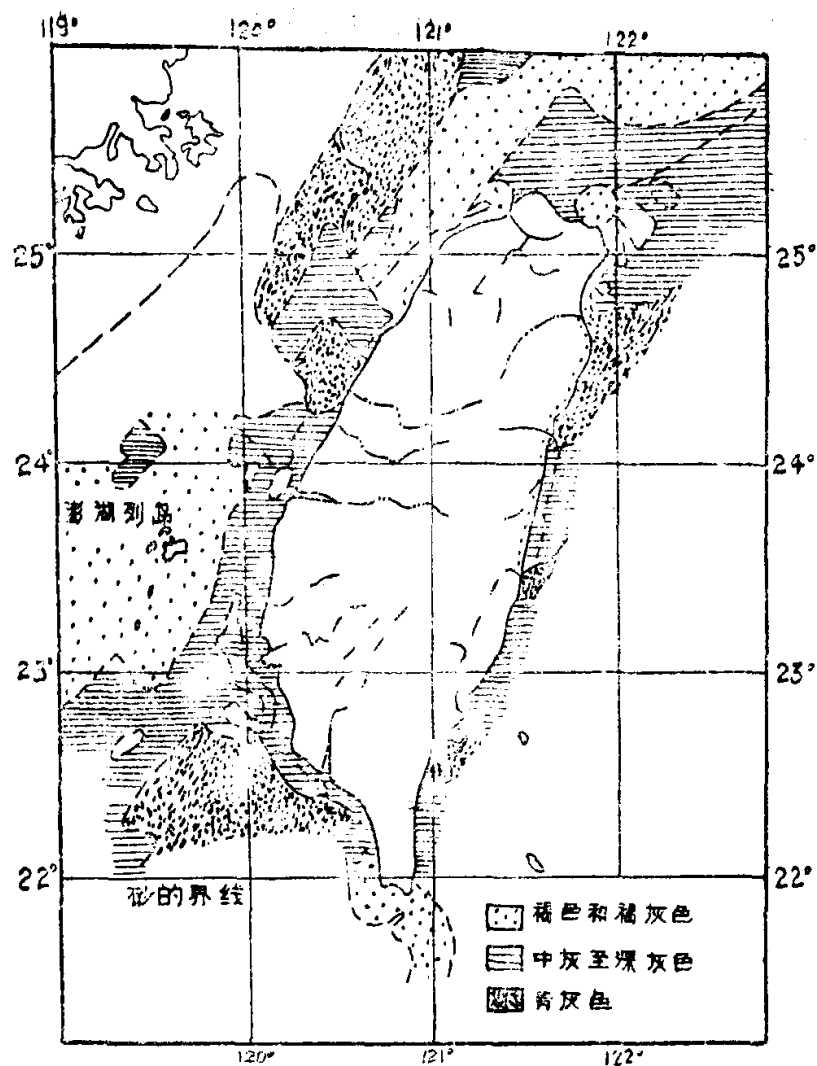


图8 台湾陆架和毗邻地区的沉积物的主要颜色

表1、砂质陆架沉积物的轻组分。数值是在沉积物总的轻组分中所占的百分比

矿物	样品号					
	2	4	6	7	8	9
石英	54.0	65.2	60.1	60.1	61.3	52.7
石英岩	3.4	4.9	1.6	4.6	8.1	1.8
燧石	2.7	1.0	0.4		1.8	
钾长石	11.5	2.5	8.9	7.6	6.7	11.8
微斜长石	0.2	0.4		1.3	2.7	0.2
条纹长石	0.6	0.8		0.6		0.2
斜长石	1.7	6.8	6.2	6.3	6.0	3.4
白云母	1.7	2.3	5.1	0.8	1.4	1.0
绢云母	1.3	0.4				
海绿石	1.5	1.6		2.8		4.6
绿泥石		0.8		0.4		

接上页:

火山岩屑	5.2	0.6	5.9		5.7	2.0
沉积岩屑	11.7	2.7	2.3	5.7	0.2	12.3
板岩	2.5	2.5	8.0	4.1	0.8	2.0
页岩	1.1	5.3	1.4	3.0	3.3	6.6
片岩	0.2	1.5		1.1	0.6	
火山玻璃				0.8		0.4
深成岩或变质岩屑	0.2	0.2		0.2	1.2	

样品号

矿物	10	11	13	14	15	16
石英	60.6	53.0	59.6	61.4	50.0	51.7
石英岩		2.5	3.2	3.8	8.0	0.2
燧石	0.4			1.8	0.2	0.1
钾长石	13.7	8.7	7.2	17.6	7.0	7.8
微斜长石	0.6	1.4	0.5	0.2		0.1
条纹长石				0.6		
斜长石	3.0	2.2	13.0	2.4	3.6	2.3
白云母	1.4	4.3	1.0	1.0	1.4	
绢云母		0.6	0.2	0.2		
海绿石	2.0		4.4		3.2	2.6
绿泥石					0.2	
火山岩屑	3.9	25.1	4.4	2.8	2.0	0.1
沉积岩屑	7.4	0.6	10.2	1.4	15.1	21.3
板岩	3.4	0.6	4.6	4.0	8.4	10.7
页岩	2.2	1.0	1.6	1.2		2.5
片岩	0.6				0.4	
火山玻璃				0.8		
深成岩或变质岩屑				0.8	0.6	

样 品 号						
矿 物	17	18	20	24	25	26
石 英	52.3	38.8	53.1	53.8	44.8	57.4
石 英 岩	5.8	0.4	1.4	1.4	2.8	4.3
燧 石	0.4	0.4	0.9	1.0	1.2	0.4
钾 长 石	13.5	4.6	12.5	12.6	7.7	9.8
微斜长石	0.2		0.6	0.6	0.2	0.2
条纹长石					0.2	0.4
斜 长 石	2.0		1.4	1.4	1.0	0.6
白 云 母					0.4	
絹 云 母	0.4		0.2		0.2	
海 绿 石	2.8	0.8	1.2	1.2		0.4
绿 泥 石	2.4	0.6	0.8	0.8		0.2
火山岩屑	4.2	1.2	0.8	0.8	1.0	1.3
沉积岩屑	9.9	43.8	18.4	18.6	33.6	20.5
板 岩	1.6	3.0	3.6	3.8	5.1	2.1
页 岩	1.2	3.6	4.1	4.2	0.4	1.9
片 岩	0.6					
火山玻璃	2.2	1.8	0.8		1.0	0.2
深成岩或 变质岩屑	0.2	0.2				

样 品 号						
矿 物	27	28	45	46	47	48
石 英	49.7	59.4	49.5	59.6	61.4	51.4
石 英 岩	1.2		5.3	1.2	1.7	
燧 石	0.2		2.1			
钾 长 石	10.9	1.8	5.9	3.6	2.9	7.5
微斜长石					0.2	0.2
条纹长石						
斜 长 石	0.8	1.6	0.6	0.6	1.1	1.2
白 云 母						
絹 云 母						
海 绿 石	5.4	8.2				
绿 泥 石						

接上页:

火山岩屑						
沉积岩屑	22.8	22.8	15.9	22.0	15.3	19.8
板岩	4.8	6.2	18.5	13.0	17.3	20.0
页岩	4.0		0.9			
火山玻璃						
深成岩或 变质岩屑			0.9			

样 品 号

矿 物	49	51	52	53	55	56
石 英	34.5	51.7	37.2	26.9	48.0	41.1
石 英 岩	3.3	3.0	1.2	2.0	3.0	0.4
燧 石	0.9	0.2		0.2	0.4	1.4
钾 长 石	1.9	3.9	1.9	1.2	3.6	6.0
微斜长石	0.2	0.2			0.4	
条纹长石	0.2	0.2				
斜 长 石	0.2	1.2			0.4	0.8
白 云 母						
絹 云 母	0.6				0.2	
海 绿 石		0.2			0.4	
绿 泥 石						
火山岩屑					2.8	
沉积岩屑	18.6	14.6	38.2	36.3	30.2	26.1
板 岩	31.4	21.6	21.0	21.6	7.6	24.3
页 岩	5.7	0.9		12.0	2.2	
片 岩	0.2		0.4			
火山玻璃		0.4			0.4	
深成岩或 变质岩屑	2.1	11.6				

样 品 号

矿 物	59	60	61	64	66	67
石 英	32.6	60.4	43.7	56.6	67.7	63.4