

## 対馬—五島周辺海域の堆積物

大嶋和雄\* 井上英二\* 小野寺公児\* 湯浅真人\* 黒田 敬\*\*

OHSIMA, Kazuo, INOUE, Eiji, ONODERA, Koji, YUASA, Makoto and KURODA, Kei (1982)  
Sediments of the Tsushima Strait and Goto-nada Sea, northwestern Kyushu. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 33(7), p. 321-350.

**Abstract:** The marine geology of the Tsushima Strait and Goto-nada Sea was investigated by the scientific staff of the Geological Survey of Japan using the R/V Wakashio in 1973. The obtained data were 3.5 kHz echo-sounding profiles along 1,270 km of the traverse lines, fifty two sediment samples with a Smith-McIntyre grab sampler, fifty three dredged samples and one core sample collected by a gravity corer. The objectives of the investigation were to make the sedimentological map to a scale of 1:200,000, and to understand the distribution of surface sediments over the continental shelf adjoining northwestern Kyushu (Fig. 1).

The results of the investigation are summarized as follows.

1. Charts show that wherever inland seas are connected with the ocean through narrow straits, deep holes (or sea caldrons) exist either within the straits or in the directly adjacent places. The bottom of the Korean Strait (Fig 2) has a relatively deep hole (-228m) to the west side of Tsushima Islands. The depth of the deep hole attains 100 m below the surrounding relict wave cut terrace (-110 to -120 m). In this case, the water depth of the relict wave cut terrace may reflect the sea level (approximately -100 to -110 m) at the time of the formation of the Korean Strait.
  2. The minimum width to depth ratios of the straits adjoining northwestern Kyushu (Fig. 3) seem to reflect each still standing sea-level stage, such as;  $-100 \pm 10$ ,  $-80 \pm 5$  and  $-45 \pm 5$  m after the formation of these straits.
  3. From the detailed survey of the submarine topography in the Tsushima Strait (Fig. 4 and 5) and Goto-nada area (Fig. 6), four submarine terraces were recognized on the shelf; 40 to 55 m, 60 to 70 m, 80 to 95 m, and 100 to 120 m in water depth. Each terrace appears to mark the position of a surf zone formed during a Pleistocene low stand of sea level.
  4. Surface sediments on the shelf can be divided into four types on the basis of their textures (grain size and Passega's CM pattern) and the coarse fraction analysis; 1) recent terrigenous sediments, 2) relict-reworked sediments, 3) relict-residual sediments, and 4) recent authigenic and suspension load sediments.
  5. The most impressive characteristic of the sediments on the shelf is that the most of them are relict or residual coarse sand. Modern terrigenous sand and mud prevail in Tachibana Bay where the rate of mud deposition exceeds the reworking activity. The lack of modern sediments on the shelf is probably due to the trapping of terrigenous detritus in estuaries and the winnowing of shelf sediments by currents and waves.
- The relict nature of sand on the shelf is indicated by a grain size coarser than that of beach sand, and by the presences of iron stained quartz and shell fragments. The relict sand appears to be composed of ancient shore deposits that were formed during the transgression onto the shelf at the end of the latest glacial epoch.
6. According to radiocarbon ages of shallow-water shells and peat obtained from the continental shelves and coastal plains around the Japanese Islands (Fig. 19), sea-level at the Maximum Würm (17,000 to 19,000 y. B.P.) was about 80 m below the present one. Therefore those results agree with the evidence obtained from the topography of the shelf and straits around Kyushu Island.
  7. During Pleistocene, the Japanese Islands were connected by a Land bridge with the Korean

\* 海洋地質部 \*\* パシフィック航業株式会社

Peninsula and the present major islands were joined together (Fig. 20). It is sure that large mammals such as elephants migrated into the Japanese Islands through the land bridge. In the early Shimosueyoshi Transgression when the sea level was about  $-100$  m (Riss-Würm Interglacial Period), the Japan Sea connected with the East China Sea through narrow passages located in the Korean Strait. At the time of the Maximum Würm when the sea level was lowered again to about  $-80$  m, the land bridge between Kyushu and the peninsula was never formed (Fig. 21). It is now believed that it was probably 12,000 years ago when the sea-level rose to about  $-45$  m. This was the final stage of the land bridge connecting between Kyushu, Iki and Goto islands.

## はじめに

日本列島とアジア大陸とを分断する対馬及び朝鮮海峡の形成は、日本海の古地理や日本列島固有動物相を論ずる上での先決課題であるため、矢部(1930)以来、関連分野の研究者によって、数多くの論文が発表されてきた(徳田, 1941; 鹿間, 1962; 湊, 1966)。

対馬海峡成立の地質学的な証拠は、対馬海峡から流入する暖流に生息していた海棲動物化石を産する地層の日本海沿岸における分布に求められる。首藤(1962)は、九州北西岸の正津ヶ浜泥層から産する暖流系貝類群集を根拠として、リス～ウルム間氷期には、対馬海峡が存在し、九州北西岸を暖流が流れていたことを主張した。首藤説は、日本海沿岸各地から発見された下末吉期相当の海成層の分布によって支持されている(三位ほか, 1969; 坂本・上村, 1972; MATSUURA, 1977など)。したがって、対馬海峡の成立は、下末吉海進初期から最盛期の間にあることは、地質学的には疑いのない事実である。しかし、対馬海峡形成後の主ウルム氷期最低位海水準において、対馬及び朝鮮海峡が陸化したか、否かという問題に対しては、いくつかの異論がある。この海峡陸化の鍵を握る主ウルム氷期の最低位海水準の証拠は、海底に残されているため、対馬海峡周辺の海底地形及び堆積物についての調査研究が進まないかぎり、この問題を解決することはできない。

対馬周辺の海底地形及び堆積物については、国立科学博物館の総合調査研究が、1968及び1969年の2年度にわたって実施された。その調査結果を基にして、波部・小菅(1970)は、対馬及び朝鮮海峡は、主ウルム氷期には、完全に陸化していたと考えている。また、海上保安庁水路部の「海の基本図」の調査結果をもとに、桂・永野(1976)も、主ウルム氷期の最低位海水準 $-140$ m説の立場から、対馬海峡の陸地化説を支持している。

地質調査所では、対馬一五島周辺海域の表層堆積物の調査研究を、1973年7月27日から8月12日までの17日間、芙蓉海洋開発株式会社の調査船「わかしお」(約

360トン)を用船して行った。調査結果の概要は、INOUE(1975)が報告し、表層底質図は大嶋ほか(1975)が発表した。この表層底質図を作成する過程で、大嶋(1980)は、従来の学説とは異なる、主ウルム氷期にも朝鮮・対馬及び津軽海峡は陸化しなかったことを証明した。本報告は、対馬一五島灘表層底質図の説明書であると共に、対馬海峡周辺海域の海底地形及び堆積物の分布から、海峡形成後の堆積史について言及するものである。

本報告を発表するに際して、共に乗船して調査研究に御協力頂いた鳥羽水族館の大山桂博士(元所員)、琉球大学の木村政昭博士(元所員)ならびに広島俊男、奥田義久、石橋嘉一の各技官に感謝の意を表する。また、高知大学の満塩博美教授及び日本大学(当時)の稲子誠氏には種々の御教示を受けた。採泥試料の一部は、芙蓉海洋開発株式会社の秋元不二夫氏から提供された。以上の諸氏に、記して感謝の意を表する。

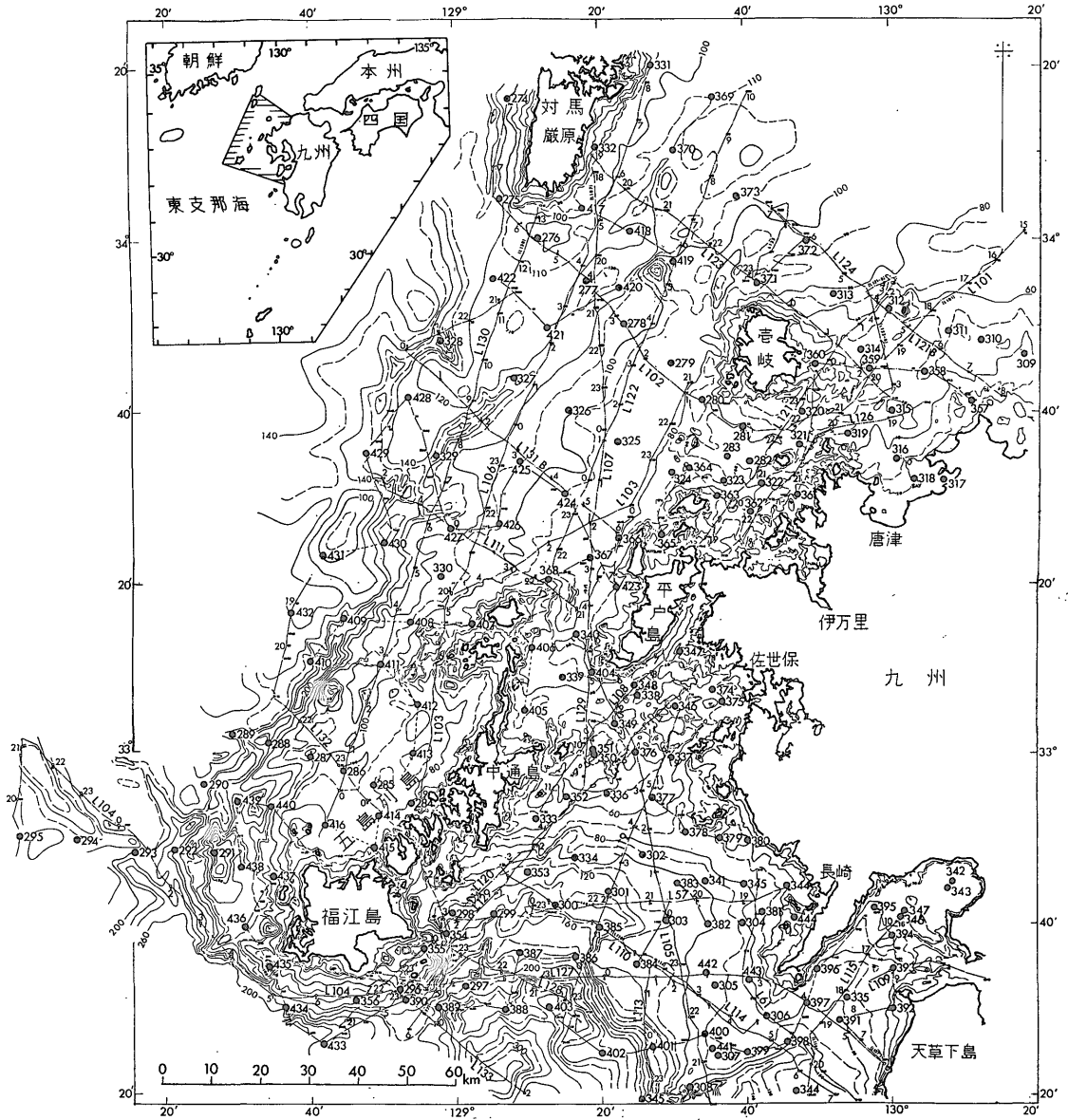
## 1. 調査研究方法

調査海域(第1図)は、九州北西岸、五島列島及び対馬周辺の対馬海峡、壱岐水道、玄界灘及び五島灘である。

航走調査1,270 kmでは、29 kcの精密測深器(沖電気)を用いて水深測量を行い、表層堆積物の層厚分布調査には、3.5 kcの地層探査器(RAYTHEON)を用いて行った。101点の採泥には、底質に応じてSMITH-McINTYREグラフ、SHIPEKグラフ及び小型円筒ドレッジを用いた(INOUE, 1975)。本報告には、1972年に採取した底質試料73点及び芙蓉海洋開発株式会社から提供された31点、合計205点の底質試料分析結果を用いた。

採泥試料は、船上での肉眼観察後、粒度組成、砂粒組成及び炭酸カルシウム含量分析のための試料を分取した。残りの採泥試料は、4 mm径のふるい上で水洗し、残留した貝類及び礫を採取し、それぞれの研究試料とした。

粒度組成分析用の試料は、湿った試料約200 grを1 lビーカーにとり、水道水を加えて攪拌し、2昼夜静置後、その上澄み液を捨てる。この操作を2度行って脱塩し



第1図 対馬一五島海域海底地形及び測線・測点図

た。脱塩した試料を、110°Cで炉乾燥を行い分析試料とした。粒度分析は、JISA-1204にしたがって、泥質部は比重計法、砂質部はふるい分け法によって行った。

砂粒組成分析は、粒度分析を行った砂成分のうち、420-1,000 μ及び250-420 μの砂粒子各250粒以上を、双眼実体顕微鏡で鑑定して行った。

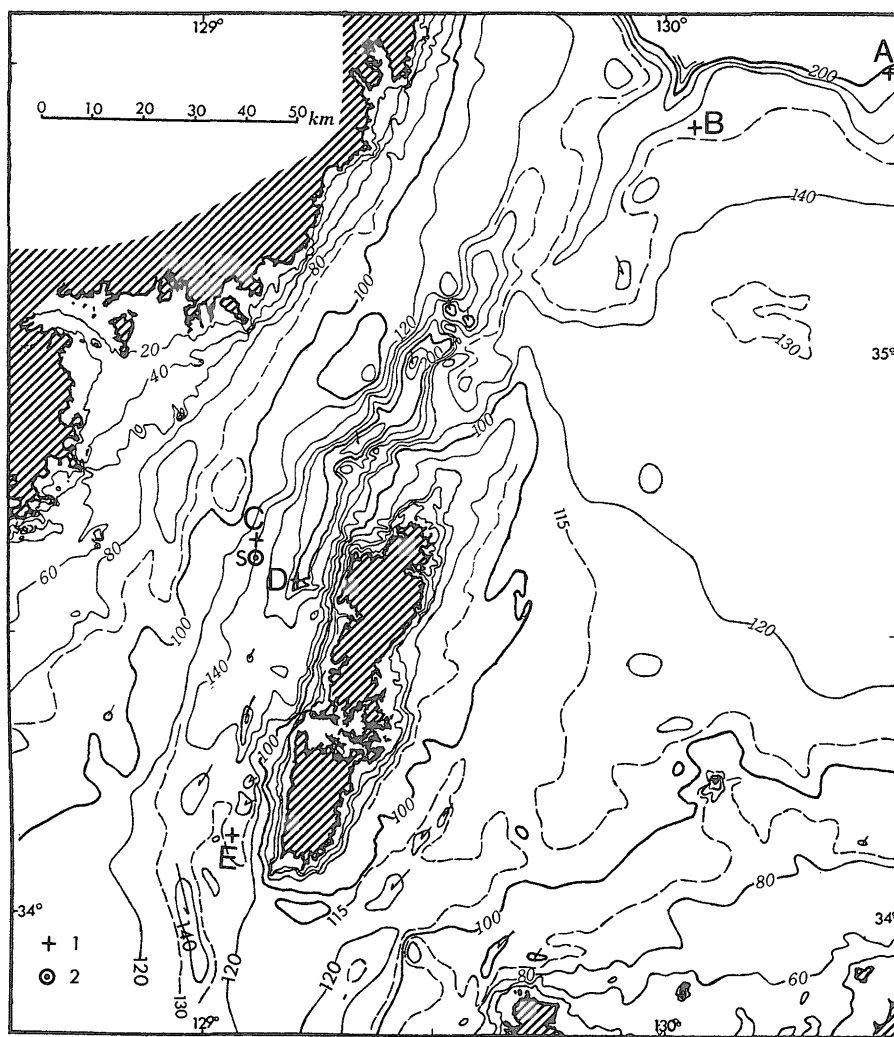
塩酸溶解量は、乾燥試料 Sw 約5 gr に2規定の塩酸を、発泡溶解物がなくなるまで加え、濾紙上で洗浄した残渣の乾燥重量 Dw を求めた。Sw-Dw/Sw×100を、塩

酸溶解量とした。

## 2. 海底地形

### 2.1 海底地形の概要

本調査海域の大部分は、水深140m以浅の大陸棚上にあるが、海域ごとに次のような特徴が読みとれる(第1図)。対馬海峡には、水深136mに達する海釜状地形が発達するが、115m等深線によって、九州本島と対馬とは連結される。海峡中央部は、-100~-110m接峰面が浸食



第2図 対馬周辺海底地形図

1. C-14年代測定試料採泥点, 2. 海水温観測点

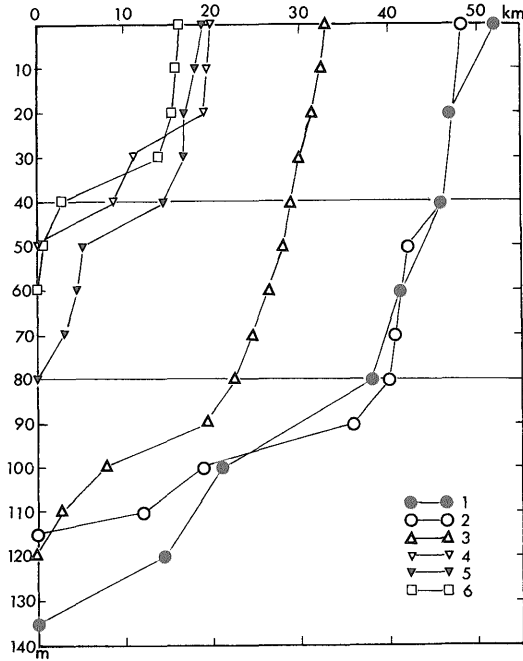
されてできた地形であることが、堆や露岩帯の配列からも推定される。また、凹地地形(-120m以深)の延伸方向が、潮流向と一致することからも、対馬海峡は、潮流浸食地形であることが読みとれる。一方、九州側の90-110m等深線の形状には、沿岸流によって形成される砂嘴地形の特徴が認められる。すなわちこれら90m以深の地形形成には、現海況では考えられない、低海水準時の強い潮流速が関与したものと推定される。

朝鮮海峡の対馬西岸沖合には、水深228mに達する海釜地形が発達するが、135m海水準低下によって、朝鮮半島と九州とは海峡の南出口で接続される(第2図)。

壱岐水道周辺には、40-50m面が広く発達し、80m等深

線に開口する谷地形が、埋積されずに残っている。五島灘の40-50m面上には、多数の島や暗礁が分布し、複雑な凹凸地形が見られる。これらの海底地形は、いずれも激しい潮流浸食によって形成されたものである。

海峡地形には、海峡形成後の各停滞海水準位における潮流浸食営力が、各水深(海水準)に対する海峡断面積の変化に残されている(大嶋, 1980)。その変化を読みとるために、各海峡の水深に対応する最も狭い海峡幅を、海底地形図から読みとって、第3図を作成した。海峡の水深と最狭幅との関係は、折れ線グラフで表現されるように、いくつかの傾斜変換点がある。変換点の水深は、それぞれ-90~-120m, -75~-90m及び-35~-50m



第3図 海峡の水深と最短幅との関係

1. 朝鮮海峡, 2. 対馬海峡, 3. 大隅海峡, 4. 甌海峡,  
5. 壱岐水道, 6. 五島灘

に位置する。したがって、九州沿岸の海峡形成以降の比較的最長い海水準位の停滞は、 $-100 \pm 10\text{m}$ 、 $-80 \pm 5\text{m}$ 、 $-45 \pm 5\text{m}$ にあったものと、読みとれる。

## 2.2 海底地形断面

音響測深及び地層探査記録から作成した、各海域の海底地形断面図から、海底地形面の特徴を読みとった。

対馬一五島海域東西地形断面(第4図)

測線124-121Bにおいて、水深30m以浅の露岩からなる凹凸地形と、その凹地を埋積する平坦面(0面)、水深40-55mのサンドウェーブが発達する厚さ10-20mの砂層からなるI面が、壱岐水道周辺に発達している。水深60-70m面(II面)は、I面によって埋積されるか、または、測線102のような露岩浸食面からなる。水深80-95mの、露岩浸食または薄い砂層に覆われる平坦面(III面)は、対馬海峡の東縁及び対馬北東岸に発達する。水深105-120m面(IV面)は、海峡中央部に分布し、砂嘴地形は粗粒砂堆からなることが、地層探査記録及び採泥試料から確認されている。

対馬一五島海域南北地形断面(第5図)

測線106及び107のIV面(105-120m)上には、砂堆と露岩浸食地形が、測線107と122のIII面(85-95m)には、サンドウェーブの発達する堆積地形が見られる。採泥点

361から365の地層探査記録のI面は、潮流浸食によって形成された岩盤凹凸地形が、貝殻混りの粗粒砂によって埋積された地形である。

五島灘海域地形断面(第6図)

30m以浅の露岩浸食地形は、島や岩礁周辺に発達している。I面は、測線120及び129の北側に、凹地の埋積地形として発達する。II面は、厚さ5m以下の堆積物に覆われた堆積面として発達し、III面は露岩波食面的様相を示している。五島灘の南側には、100-140mの比較的平坦な地形が、広く発達している。

## 2.3 海底地形面の特徴

本海域における海峡形成後の停滞海水準位を反映する地形面としては、30m以浅(0面)、40-55m(I面)、60-70m(II面)、80-95m(III面)及び105-120m(IV面)の5面が識別される(第7図)。

0面(30m以浅)

五島灘に発達する凹凸地形では、その岩盤表面は、石灰藻や海藻で覆われている。したがって、現海水準位での海底露岩浸食作用は、ほとんど停止していると考えられる。九州沿岸、とくに橘湾の平坦面は、現海水準における堆積面で、現世泥質堆積物が分布している。

I面(-40~-55m)

壱岐水道及び玄界灘に発達する面で、サンドウェーブが見られる。サンドウェーブの配列方向は、現潮流向に一致している。したがって、I面までの堆積物が、現水理環境で再移動しているものと推定される。

II面(-60~-70m)

玄界灘では、埋没地形面であるが、壱岐水道の南側では、サンドウェーブの発達する堆積面である。この地形面のサンドウェーブは、現潮流向に対し斜交しているので、現水理環境で形成されているものではない。五島灘では、露岩地形として発達している。

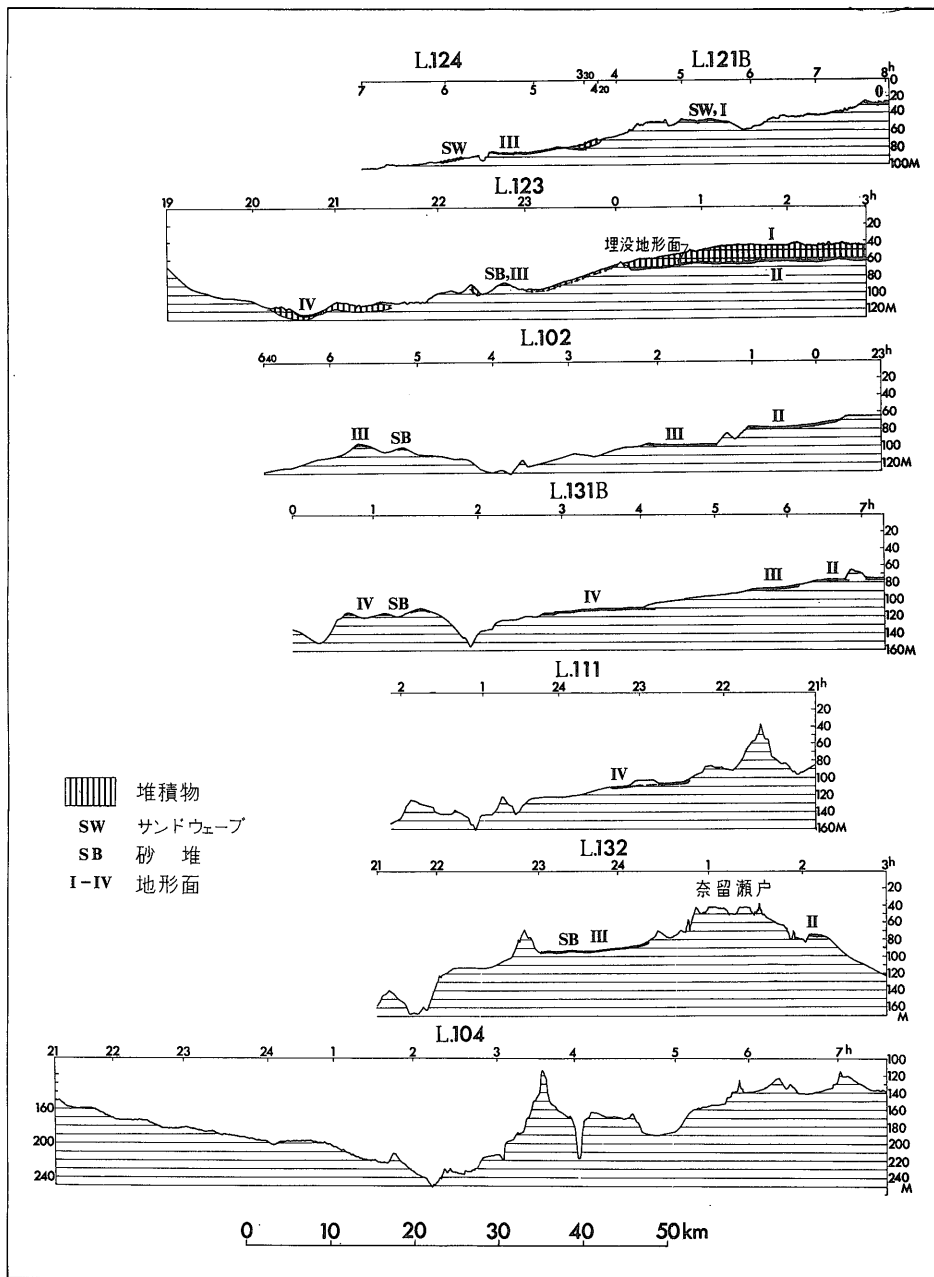
III面(-80~-95m)

島々を取り巻くように発達する地形面で、海峡によって分断される。80m等深線には、陸上河川から延長される谷地形の開口部が認められる。この谷地形は、I及びII面の形成によっても、埋積されずに残っている。五島灘では、野母半島沖に砂州状地形として発達している。

IV面(-100~-120m)

対馬海峡中央部をなす地形で、対馬と壱岐とを分断する。砂堆からなる鳥嘴地形や岩盤残丘地形の発達が見られることから、低海水準時の強潮流によって形成された地形であると考えられる。

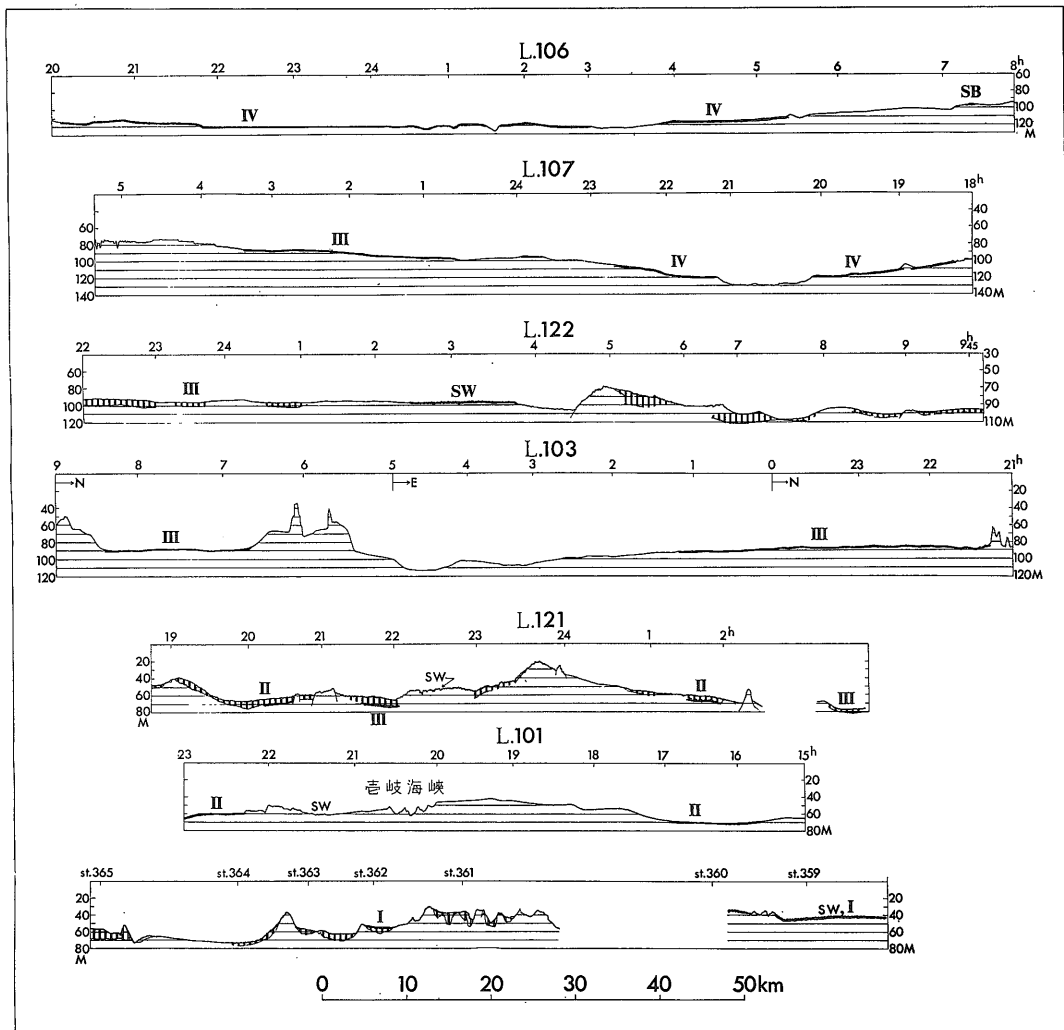
対馬海峡中央部には、IV面が発達しそのIV面上には浸食地形がみられることから、海水準が115mまで低下す



第4図 対馬一五島海域東西地形断面図  
 SW: サンドウェーブ, SB: 砂堆, I-IV: 各地形面

ると、対馬と壱岐とは陸地接続する。したがって、対馬海峡が形成された当時の海水準は、-115m以浅にあったことになる。仮に、ウルム氷期に海水準が-110m低下し、その後の海水準上昇で、対馬海峡が形成されたとしたならば、海峡中央部には、サロマ湖湖口のような海釜

が形成されたはずである(大嶋, 1980)。そのような海釜地形が発達していないことから、IV面は、水深90m付近に汀線があった頃に形成された平坦面と推定される。朝鮮海峡には、IV面より少し深い地形面を浸食する海釜地形が発達することから、その形成された時代は、対馬海



第5図 対馬一五島海域南北地形断面図

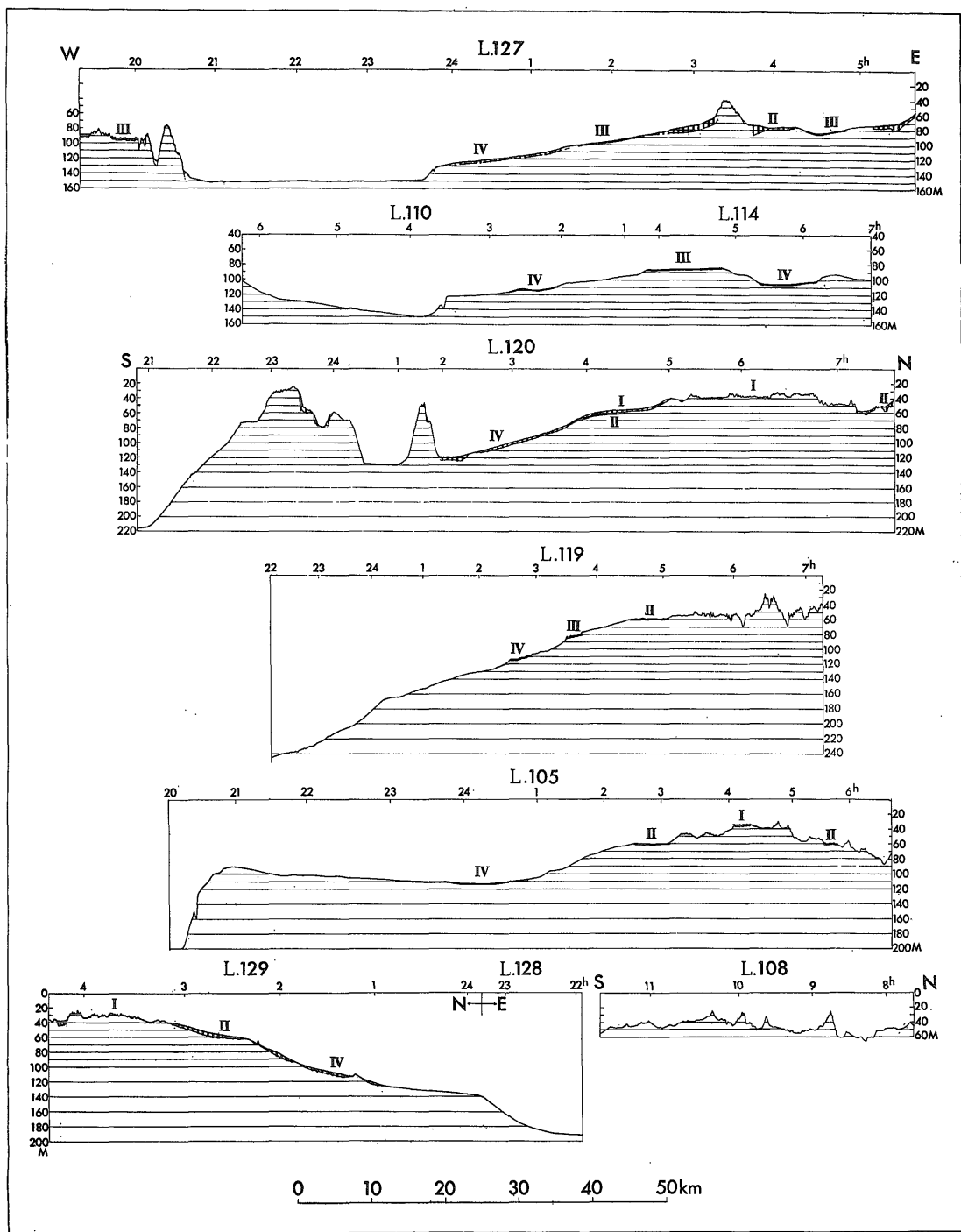
峽よりも早いと考えられる。

朝鮮海峡の海釜地形は、120-140m面を切って発達している。この平坦面表層堆積物の層厚は、5 m以下である。海釜底には、残留礫質堆積物及び岩盤が分布することから、海釜底の水深は、低海水準時の洗掘浸食限界深度を示すものと考えられる。

海峡が形成された当時の最低位海水準は、海峡を接続させる平坦面深度120-140mより高水準に位置していなければならない。また、この海峡の島々を囲む、最も深い波食面的特徴をもつ地形は、-110~-120m以浅に発達している。現海水準における波食面は、水深10m以浅に発達することから、この海釜地形が形成された当時の海水準は、-110~-120mよりも10mほど浅く、-100~

-110mにあったと推定できる。

ウルム氷期の海水準が、100m低下したとすると、朝鮮海峡の幅は50 kmから21 kmに、対馬海峡の幅は48 kmから19 kmへと狭くなり、その狭い海峡水路長は100 km以上に達する。サロマ湖の旧湖口(湖口幅250m、水路長3,500m)のように、海峡幅に対して、その水路長が長くなれば、水路両端の潮汐差による水面勾配は、小さくなる。そのため、海峡内の潮流速は遅くなり、海峡沿岸には、漂砂が堆積するようになる。そして、海峡には海釜が形成されず、かえって漂砂の堆積のために閉塞されるようになる。朝鮮海峡が閉塞するための海水準低下量は、-110mで充分である。したがって、地形的には、朝鮮海峡が形成された当時の海水準は、-100~-110mに

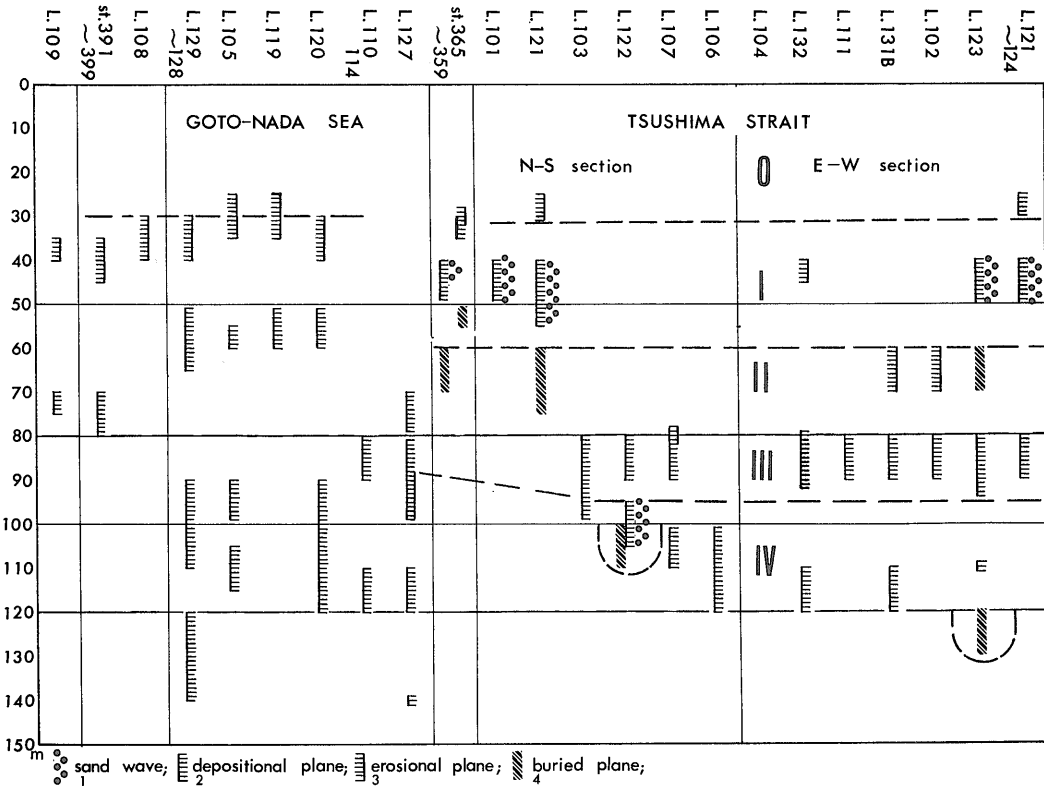


第6図 五島灘海域地形断面図

位置し、かつ海水準が上昇過程にあったと考えられる。海峡形成時の海水準は、IV面を形成し、その後の各停滞海水準が、それぞれの地形面を形成した。その形成順序

は、IV、III、II、I、0と考えられる。海峡形成後の最低位海水準は、III面(-80~-95m)を形成し、IV面を修飾した。その時の最低位海水準は、 $-80 \pm 5$ mにあった





第7図 海底地形面総括図

0-IV: 地形面区分, 1. サンドウェーブ, 2. 堆積面, 3. 浸食面, 4. 埋没面, L: 測線番号

ものと推定される。

### 3. 粒度組成の分布とその特徴

粒度分析の結果(第1表)を対数確率紙に粒径加積曲線として描き、粗粒部から重量で1, 16, 50及び84%の粒子直径を読み取り、INMAN(1952)にしたがって、粒径中央値( $Md\phi$ )、平均粒径値( $M\phi$ )、淘汰係数( $\sigma\phi$ )及び歪度係数( $\alpha\phi$ )を求めた。また、堆積物の運搬形態を、C-Mパターンダイアグラムから検討した。

#### 3.1 粒径中央値

積算重量の50%径を、WENTWORTH(1922)の $\phi$ スケールで表し、その $\phi$ 値をもって底質を表現した(第2表)。

岩盤及び礫を除いて、採取した試料の粒径中央値は、 $-0.11 \sim 4.75\phi$ までの幅がある。岩盤及び礫の粒径中央値は、 $-1\phi$ よりも小さいものとして表現する。このような岩盤からシルトまでの底質の粒径分布と海底地形との関係を、採泥水深と粒径中央値との相関関係から検討する(第8図)。4 $\phi$ 以上の細粒子(シルト径以下)の分布は、五島灘の水深70m以浅にかぎられ、大陸棚の大部分

には、3 $\phi$ 以下の砂粒子が分布する。

海底地形の特徴から推定した $-45 \pm 5\text{ m}$ 、 $-60 \pm 5\text{ m}$ 、 $-80 \pm 5\text{ m}$ 及び $-100 \pm 10\text{ m}$ の各停滞海水準の線を図に入れると、各低位海水準に対応した汀線堆積物と推定される粒径1-3 $\phi$ の中-細粒砂の帯状分布が読みとれる。

粒径中央値の分布から、底質分布の特徴を検討してみる(第9図)。対馬海峡における特徴的な底質分布は、その大部分が、粒径2 $\phi$ 以下の粗粒子によって占められ、海峡を離れるにしたがって、2 $\phi$ 以上の細粒子が分布することである。また、九州沿岸には、3 $\phi$ 以上のシルト質砂が分布する。

堆積物の供給源を現在の陸域と考えるならば、沿岸域から沖合へ向かって、粒径の細粒化が見られるはずであるが、そのような傾向は水深40m以浅の沿岸部に限られる。すなわち、九州沿岸の泥質堆積物を除く大部分の堆積物の供給源は、海峡形成後の各停滞低位海水準時に、潮流浸食された海底に分布する岩石に求められる。五島灘では、その傾向が顕著であって、浅海部には露岩が分

第1表 粒度分析結果

Sample No.	$\phi_1$		$\phi_{16}$	Md $\phi$		$\phi_{84}$	$\frac{M\phi}{2}$ $\frac{\phi_{16} + \phi_{84}}{2}$	$\frac{\sigma\phi}{2}$ $\frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{2}$	$\frac{\alpha\phi}{\sigma\phi}$ $\frac{M\phi - Md\phi}{\sigma\phi}$	最大粒子 長径×中径 ×短径 mm	CaCO <sub>3</sub> %	備 考
	$\mu$	$\phi$ -値		$\mu$	$\phi$ -値							
344	395	1.35	2.61	87	3.47	6.39	4.5	1.89	0.54		25.9	
345												
346	2,800	-1.50	-1.08	990	0.01	3.46	1.19	2.27	0.52		85.7	
347	233	2.10	3.28	46	4.75	6.39	4.84	1.56	0.06		48.5	
348	11,000	-3.50	1.09	310	1.57	2.61	1.85	0.76	0.37		50.0	
349	30,000	-4.90	-1.30	500	1.00	2.12	0.41	1.71	-0.35		73.0	
350										15×11×8 60×30×20 40×30×17 岩片		岩 盤
351										100×70×30 160×70×40 150×85×40		岩 盤
352	2,050	-1.05	0.60	400	1.30	1.90	1.25	0.65	-0.08		76.5	
353	1,130	-0.2	2.45	82	3.60	4.69	3.57	1.12	-0.03		46.9	
354	10,000	-3.35	-1.17	530	0.90	3.16	1.00	2.17	0.05	岩片 20×10×10		岩片多し
355	2,400	-1.28	0.92	208	2.32	3.31	2.12	1.20	-0.17		98.4	
356	7,000	-2.80	0.41	262	1.91	3.12	1.77	1.36	-0.10		59.8	
357	5,300	-2.40	-1.25	1,050	-0.08	1.00	-0.13	1.13	-0.19	30×20×10	14.0	礫多数
358	15,000	-3.90	0.40	435	1.20	1.68	1.04	0.64	-0.25		15.9	
359	3,600	-1.85	0.53	330	1.58	2.31	1.42	0.89	-0.18		17.2	
360										230×190×50 110×60×40		礫多数
361	6,000	-2.6	0.51	200	2.30	3.01	1.76	1.25	-0.43		50.0	
362	4,000	-2.0	2.17	77	3.65	5.87	4.02	1.85	0.2		46.2	
363	4,000	-2.0	1.78	130	2.90	4.64	3.21	1.43	0.22		63.3	
364	14,000	-3.8	-1.23	320	1.63	3.52	1.15	2.38	-0.20		27.0	
365	2,160	-1.15	1.13	195	2.35	2.76	1.95	0.82	-0.49		52.1	
366	4,200	-2.1	-0.33	435	1.20	2.30	0.99	1.32	-0.16		55.7	
367	5,000	-2.3	1.90	170	2.52	3.38	2.64	0.74	0.16		31.1	
368											33.6	
369	2,500	-1.35	-0.35	550	0.85	2.24	0.95	1.30	0.08		74.1	
370	5,400	-2.45	-0.93	645	0.65	2.01	0.54	1.47	-0.07		61.1	
371	8,000	-3.0	-1.58	1,080	-0.11	1.01	-0.29	1.30	-0.14		29.2	岩 片
372	2,600	-1.4	0.03	400	1.30	2.19	1.11	1.08	-0.18		38.6	
373	2,090	-1.1	0	490	1.10	1.80	0.9	0.90	-0.22		31.5	
374	8,000	-3.0	1.18	183	2.43	4.50	2.84	1.66	0.25		19.1	
375	8,000	-3.0	3.46	48	4.32	7.74	5.6	2.14	0.60		21.7	

地質調査所月報(第33卷 第7号)

第1表 (つづき)

Sample No.	$\phi_1$		$\phi_{16}$	Md $\phi$		$\phi_{84}$	$\frac{M\phi}{\phi_{16} + \phi_{84}}$	$\frac{\sigma\phi}{\phi_{84} - \phi_{16}}$	$\frac{\alpha\phi}{\sigma\phi} = \frac{M\phi - Md\phi}{\sigma\phi}$	最大粒子 長径×中径 ×短径 mm	CaCO <sub>3</sub> %	備 考
	$\mu$	$\phi$ -値		$\mu$	$\phi$ -値							
376											91.3	
377	2,000	-1	1.24	275	1.85	2.73	1.99	0.75	0.19		71.0	
378	1,500	-0.6	0.80	340	1.53	2.53	1.67	0.87	0.16		24.6	
379	4,000	-2.0	1.20	270	1.89	2.83	2.02	0.82	0.16		15.1	
380	1,630	-0.7	2.18	98	3.32	5.72	3.95	1.77	0.36		24.5	
381	930	0.1	1.54	200	2.30	5.50	3.52	1.98	0.62		11.0	
382	445	1.2	2.45	99	3.30	4.65	3.55	1.10	0.23		21.2	
383	8,000	-3.0	0.71	185	2.40	4.00	2.36	1.65	-0.02		21.7	礫 多 数
384	1,850	-0.9	1.00	230	2.10	3.40	2.20	1.20	0.08		19.2	
385	2,000	-1.0	2.25	120	3.01	4.72	3.49	1.24	0.39		30.2	
386	6,000	-2.6	2.20	120	3.01	4.72	3.46	1.26	0.36		25.7	礫, 岩 片
387	420	1.3	3.00	71	3.36	6.00	4.50	1.50	0.76		35.6	
388	340	1.6	3.06	87	3.48	5.07	4.07	1.01	0.58		35.9	
389	1,180	-0.25	1.23	205	2.25	3.70	2.47	1.24	0.18			
390	1,670	-0.70	1.80	129	2.91	6.22	4.01	2.21	0.50		29.6	礫 多 し
391	4,000	-2.0	1.30	191	2.35	3.70	2.50	1.20	0.13		12.8	
392											64.7	貝 殻 砂
393	2,870	-1.5	1.00	239	2.05	2.60	1.80	0.80	-0.31		12.5	
394	2,200	-1.15	2.62	41	4.55	7.53	5.08	2.46	0.22		33.7	
395	235	2.15	2.80	60	4.09	6.67	4.74	1.94	0.34		36.2	
396	319	1.64	3.12	55	4.13	7.83	5.48	2.36	0.57		24.2	
397	1,630	-0.7	1.20	240	2.04	2.77	1.99	0.79	-0.06		11.6	
398	3,200	-1.7	2.33	110	3.13	4.30	3.32	0.99	0.19	15×10×7	22.8	
399	7,000	-2.8	1.22	400	1.30	2.25	1.74	0.52	0.85		11.5	礫 多 し
400	810	0.3	1.60	193	2.37	3.00	2.30	0.70	-0.10		17.0	
401	2,250	-1.2	1.50	168	2.55	3.45	2.48	0.98	-0.07		39.8	
402	425	1.22	2.18	91	3.40						28.7	
403											28.6	
404										90×35×30 55×45×15	95.4	安 山 岩 礫
405	300	1.75	2.00	175	2.46	3.10	2.55	0.55	0.16		76.1	
406											92.5	石 灰 砂
407	40,000	-5.3	-1.55	770	0.38	1.22	-0.17	1.39	-0.40	70×60×20 60×35×15	91.3	玄 武 岩
408	2,500	-1.3	-0.20	440	1.18	2.82	1.31	1.51	0.09		55.3	

対馬—五島周辺海域の堆積物 (大嶋・井上・小野寺・湯浅・黒田)

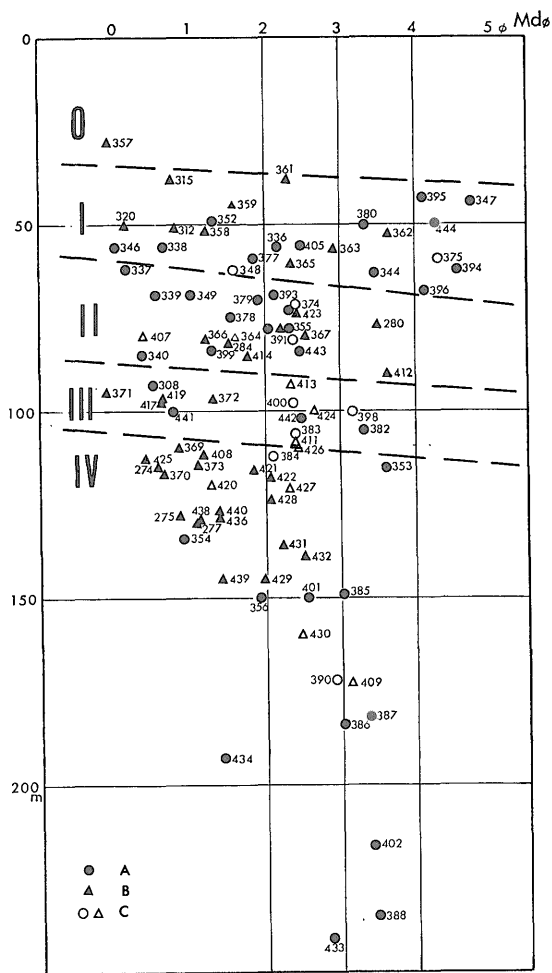
第1表 (つづき)

Sample No.	$\phi_1$		$\phi_{16}$	Md $\phi$		$\phi_{84}$	$\frac{M\phi}{\phi_{16} + \phi_{84}}$ 2	$\frac{\sigma\phi}{\phi_{84} - \phi_{16}}$ 2	$\frac{\alpha\phi}{M\phi - Md\phi}$ $\sigma\phi$	最大粒子 長径×中径 ×短径 mm	CaCO <sub>3</sub> %	備 考	
	$\mu$	$\phi$ -値		$\mu$	$\phi$ -値								
409	3,900	-2.0	1.32	109	3.12	3.85	2.59	1.27	-0.42		51.0	チャート礫	
410													
411	2,050	-1.05	1.32	185	2.41	2.98	2.15	0.83	-0.31		37.3		
412	1,390	-0.5	2.80	78	3.63	6.20	4.50	1.70	0.51		50.1		
413	1,050	-0.1	1.63	196	2.34	2.80	2.22	0.59	-0.20		46.0		
414	1,220	-0.3	0.71	290	1.77	2.45	1.58	0.87	-0.22		78.7		
415										110×60×40 95×45×30	68.6		礫 多 数
416	2,150	-1.1	1.10	240	2.20	2.50	1.80	0.7	-0.57		32.6		
417	15,000	-3.9	-1.14	670	0.60	1.80	0.33	1.47	-0.18		85.6		
418													
419	2,560	-1.4	-0.60	650	0.62	1.70	0.55	1.15	-0.06		41.4		
420	5,000	-2.3	-0.50	410	1.29	1.98	0.74	1.24	-0.44		37.6		
421	940	0.1	1.43	280	1.83	2.44	1.94	0.51	0.22		51.4		
422	2,700	-1.4	1.05	240	2.05	2.45	1.75	0.70	-0.43		39.6		
423	2,080	-1.1	1.50	186	2.42	3.15	2.33	0.83	-0.11		47.1		
424	2,000	-1	2.02	167	2.60	3.40	2.71	0.69	0.16		32.9		
425	3,000	-1.6	-0.15	750	0.40	0.97	0.41	0.56	0.02		39.1		
426	2,500	-1.3	0.15	185	2.44	4.15	2.15	2.00	-0.15		23.8		
427	2,000	-1	0.63	200	2.31	3.65	2.14	1.51	-0.11		49.8		
428	1,500	-0.6	0.95	255	1.97	2.90	1.93	0.98	-0.04		47.0		
429	1,100	-0.15	0.79	255	1.97	3.32	2.06	1.27	0.07		51.9		
430	1,150	-0.15	0.95	180	2.47	4.70	2.83	1.88	0.19		48.0		
431	2,390	-1.3	0.60	208	2.23	3.40	2.0	1.4	-0.16		54.7		
432	2,110	-1.1	1.62	175	2.50	3.40	2.51	0.89	0.01		33.6		
433	680	0.55	2.04	138	2.82	4.23	3.14	1.1	0.29				
434	2,290	-1.2	0.54	375	1.40	1.90	1.22	0.68	-0.26				
436	10,000	-3.3	0.15	380	1.39	1.98	1.07	0.92	-0.35				
438	3,000	-1.6	0.23	450	1.13	2.10	1.17	0.94	0.04		84.0		
439	4,000	-2	0.57	380	1.39	1.85	1.21	0.64	-0.28		48.5		
440	10,000	-3.3	0.03	385	1.38	2.65	1.34	1.31	-0.03		65.9		
441	2,700	-1.4	-0.92	680	0.78	1.80	0.44	1.36	-0.25		7.0		
442	540	0.9	1.77	180	2.47	3.40	2.59	0.82	0.15		15.7		
443	930	0.1	1.70	183	2.45	3.82	2.76	1.06	0.29		10.2		
444	760	0.4	2.75	54	4.27	6.95	4.85	2.10	0.28		26.2		

地質調査所月報(第33巻第7号)

第2表 堆積物の粒径による分類

d(mm)	16	8	4	2	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512	
$\phi$	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
堆積物	礫				極粗	粗	中	細	極細	シルト				粘土	
					砂					泥					



第8図 粒径中央値の水深分布

A: 五島灘, B: 対馬海峡, C: 浅海生貝化石産出点

布し、それを取巻くようにして、堆積物の粒径細粒化が見られる。

泥質堆積物の分布は、野母半島周辺及び橋湾に見られる。橋湾においても、潮流路に位置する天草下島側の底質は、岩盤もしくは砂礫である。

岩盤や礫は、 $40 \pm 10m$ 、 $70 \pm 10m$ 及び $100 \pm 10m$ に帯状に分布しており、さらに底質と同時に採取されたマガキ、トリガイなどの浅海生貝類遺殻の存在が、停滞低位海水準時の、底質分布支配を示している(第8図)。

### 3.2 淘汰係数 $\sigma\phi$

本海域堆積物の淘汰係数は、2.5以下にあって、比較的淘汰がよい。水深と淘汰係数との関係(第10図)から、その特徴を検討する。

五島灘の水深70m以浅の堆積物を除いては、大部分の堆積物の $\sigma\phi$ は1.8以下で、淘汰がよい。対馬海峡の堆積物には、同一水深帯にあって、 $\sigma\phi$ が1-1.6の値をとるA群と、0.5-0.9の値をとるB群とに区分することができる。対馬海峡の水利環境を考慮すると、A群からB群への堆積物の再移動による分級効果が推定される。 $\sigma\phi$ が1以下の堆積物には、淘汰のよい汀線砂の他に、再移動堆積物も考えられる。

$\sigma\phi$ の水平分布(第11図)で特徴的なのは、 $\sigma\phi$ 値1以下の底質帯状分布が、潮流方向に直交することである。すなわち、海峡部の速い潮流域から、その外側へと、堆積物の再移動分級効果が読みとれる。

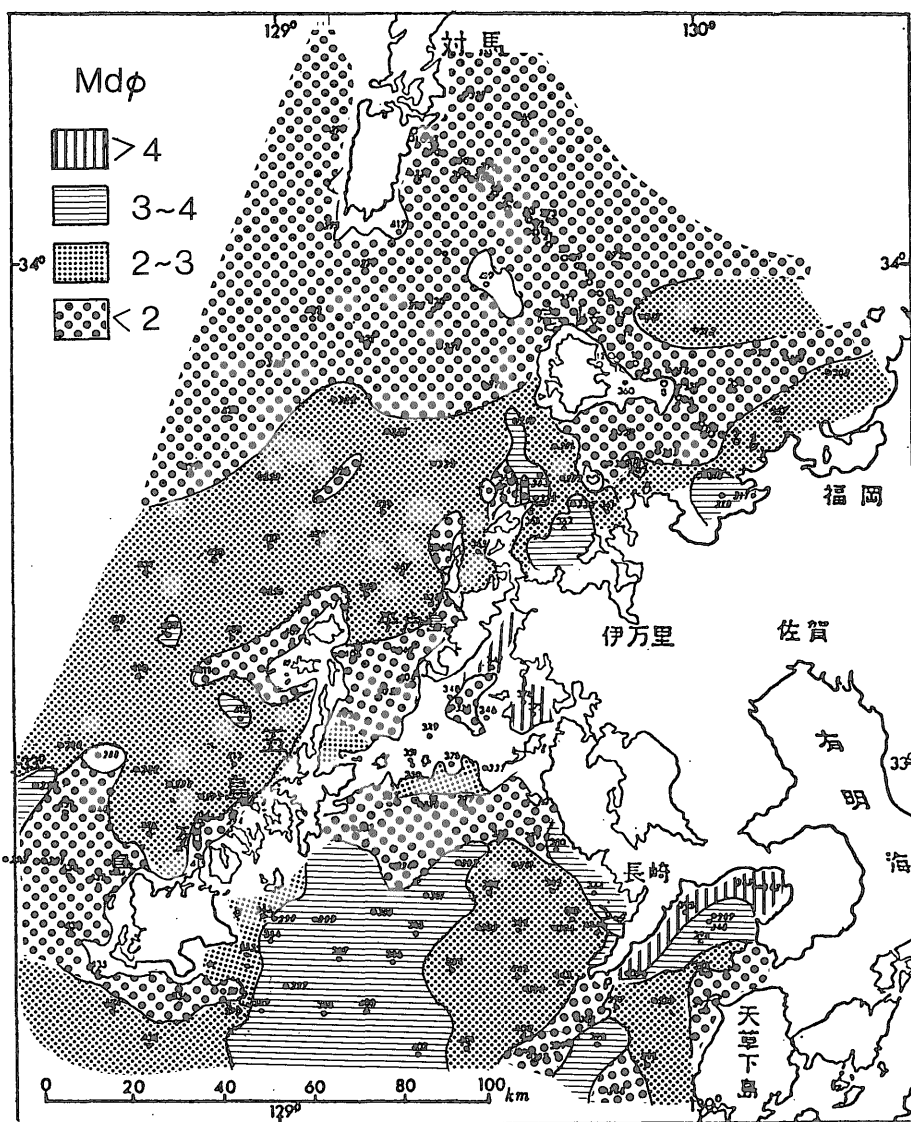
比較的淘汰の悪い堆積物には、九州沿岸域の泥質堆積物がある。この泥質堆積物の外側に分布する淘汰のよい砂は、堆積物の運搬機構から考えても、現在環境において、陸域から運搬供給されているものとは考え難い。

### 3.3 歪度係数 $\alpha\phi$

歪度係数 $\alpha\phi$ は、粒径中央値 $Md\phi$ が、平均粒径値 $M\phi$ よりも大きいか、小さいか、言いかえれば、堆積物の粒度組成が正規分布していると仮定した場合、欠乏粒子が、細粒部にあるか、粗粒部にあるかを示す。

$\alpha\phi$ が正の値は、細粒子が付加された再移動堆積物や、泥質堆積物に特徴的である。一方、 $\alpha\phi$ が負の値は、当初の堆積物から細粒子が運搬されてしまった残留堆積物に特徴的である。

歪度係数 $\alpha\phi$ の値は、 $-0.6 \sim +0.85$ までの幅がある。この係数の分布(第12図)で特徴的なのは、淘汰係数のそれと同様に、潮流方向に直交した帯状分布を示すことで



第9図 粒径中央値  $Md\phi$  の分布

ある。

対馬海峡では、淘汰係数  $\sigma\phi$  が1以下の再移動堆積物の  $\alpha\phi$  は、正の値をとるのに対して、 $\sigma\phi$  が1-2の残留・残存堆積物は、負の値をとる。五島灘堆積物の大部分の  $\alpha\phi$  は、正の値をとり、現世泥質堆積物及び細粒砂の再移動による付加が推定される。

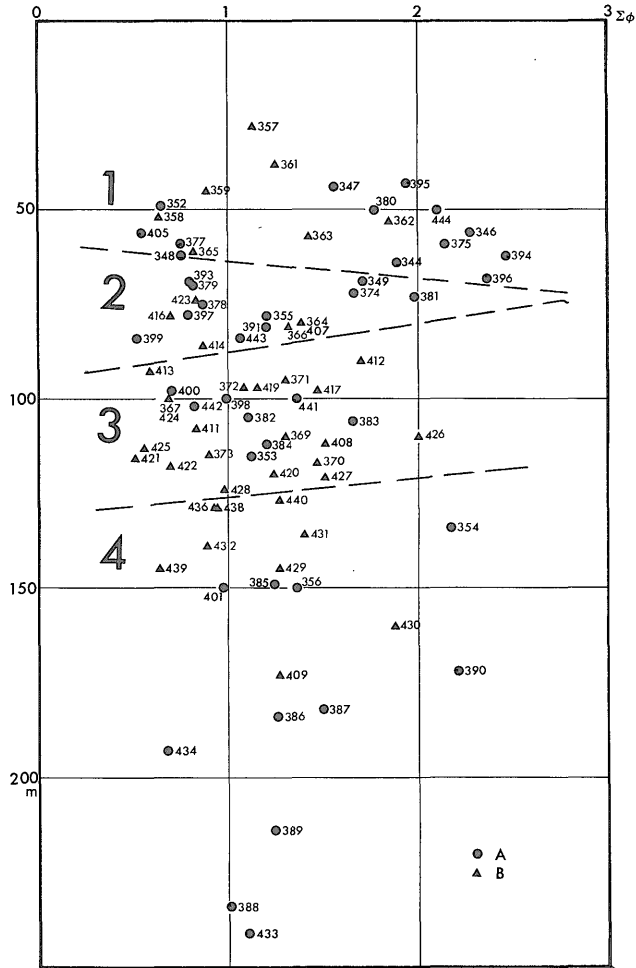
### 3.4 粒径中央値 $Md\phi$ と淘汰係数 $\sigma\phi$

粒度組成の特徴から、その起源を明らかにするため、粒径中央値  $Md\phi$  と淘汰係数  $\sigma\phi$  との相関関係をもとにして、堆積物の区分を検討する(第13図)。

まず  $Md\phi$  が、2-3  $\phi$  の運搬され易い細粒砂を指標として、堆積物を区分する(第3表)。

$Md\phi$  が2-3  $\phi$ 、 $\sigma\phi$  が1以下の淘汰のよい細粒砂には、再移動堆積物と旧汀線砂がある。また、 $\sigma\phi$  が1以上のものは、 $Md\phi$  が2  $\phi$  以下の粗粒堆積物に、3  $\phi$  以上の細粒子が付加された混合堆積物であることが、 $\alpha\phi$  が正の値をとることから推定される。

$Md\phi$  が2  $\phi$  以下で、 $\sigma\phi$  が1以上の堆積物には、 $\alpha\phi$  が負のものが多く、残存堆積物から細粒子が運搬除去された、残留堆積物の特徴が見られる。また、 $\sigma\phi$  が1以下の



第10図 淘太係数の水深分布

A: 五島灘, B: 対馬海峡

ものでは  $\alpha\phi$  の絶対値が0.2以下を示すものが多く、付加粒子や欠乏粒子の少ない、当初の粒度組成を保持した残存堆積物が考えられる。

$Md\phi$  が3以上、 $\sigma\phi$  が1以上、 $\alpha\phi$  が0.2以上の堆積物は、細粒子が付加された泥線付近の堆積物、及び大陸斜面の泥質堆積物に相当している。

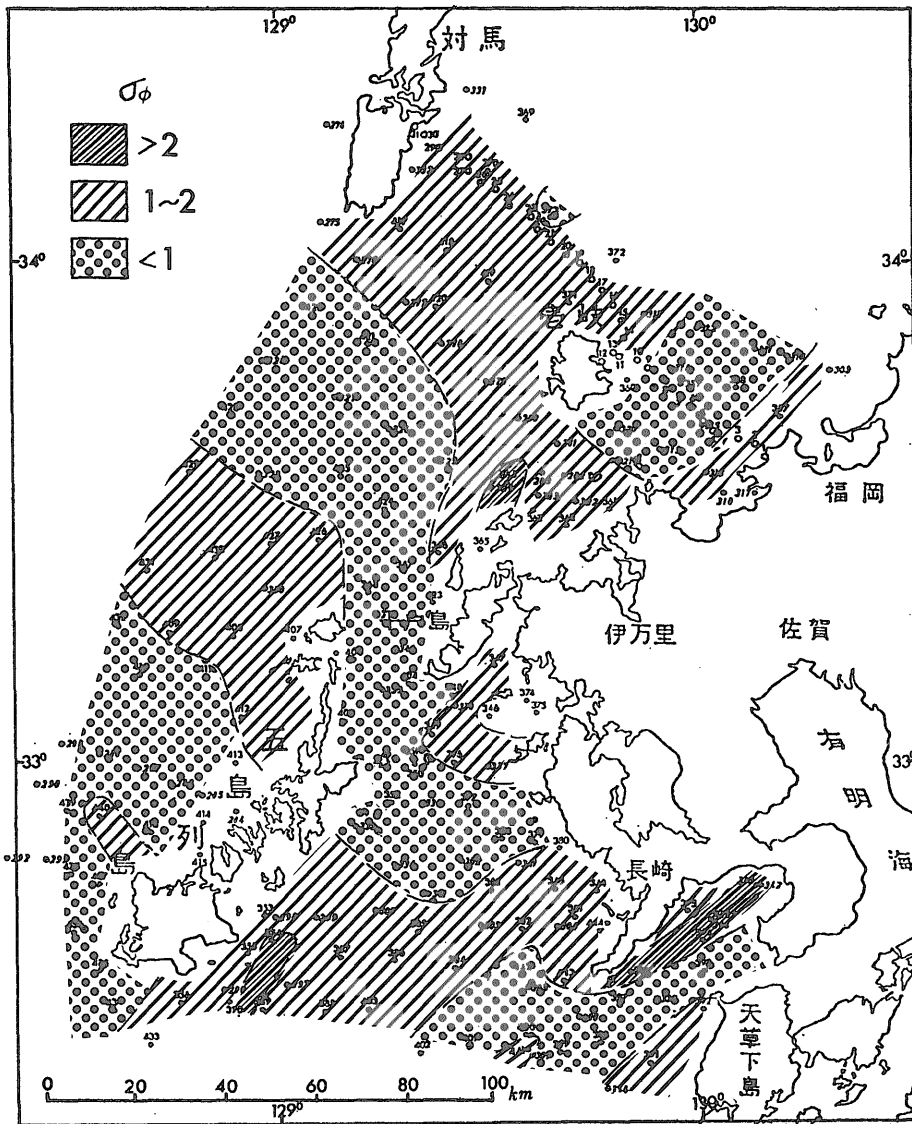
### 3.5 C-M パターン分布

堆積物粒子の運搬形態は、粒子の比重を同じものとする、その粒径に支配される。この運搬形態の差に注目して、底質の区分を行う方法の1つに、C-M パターン解析がある (PASSEGA, 1964)。

細粒子は、懸濁液の状態では浮遊運搬される。懸濁浮遊運搬される粒子径は、普通 0.1 mm 以下であるが、この粒径は、運搬媒質の振動エネルギーによって異なる。

0.1 mm より大きな粒子は、砂粒が海底を飛び跳ねる跳動によって運搬される。跳動運搬される最大粒子についての正確な資料はないが、海底上 60 cm で、粒径 1 mm の砂粒子が採取されたことがある。さらに大きな粒子は、河川礫のように転動によって運搬される。

このような懸濁浮遊・跳動及び転動などによって運搬される堆積物は、海岸線付近からの水理エネルギーの減少に支配された分布形態をとる。すなわち、沿岸部から沖合に向う粗粒から細粒堆積物への帯状配列である。この運搬形態の差異を識別するために、C-M パターン図が有効である。Cは、最粗粒部から重量で1%までの粒子の平均粒径で、最大運搬能力を反映する。Mは粒径中央値(50%径)で、平均運搬能力を示すパラメータである。このC-M パターンダイアグラムを、粒度分析の結



第11図 淘太係数の分布

果から作成した(第14図).

掃流運搬堆積物は、運搬の主力の変化に対応して、その粒子組成を変えていく。C-Mパターン図は、その変化を示している。図の各成分記号は、次のような意味をもっている。

- N/O : 転動堆積物
- O/P : 若干の懸濁粒子を含む転動堆積物
- P/Q : 若干の転動粒子を含む跳動堆積物
- Q/R : 跳動堆積物
- R/S : 均一懸濁浮遊堆積物

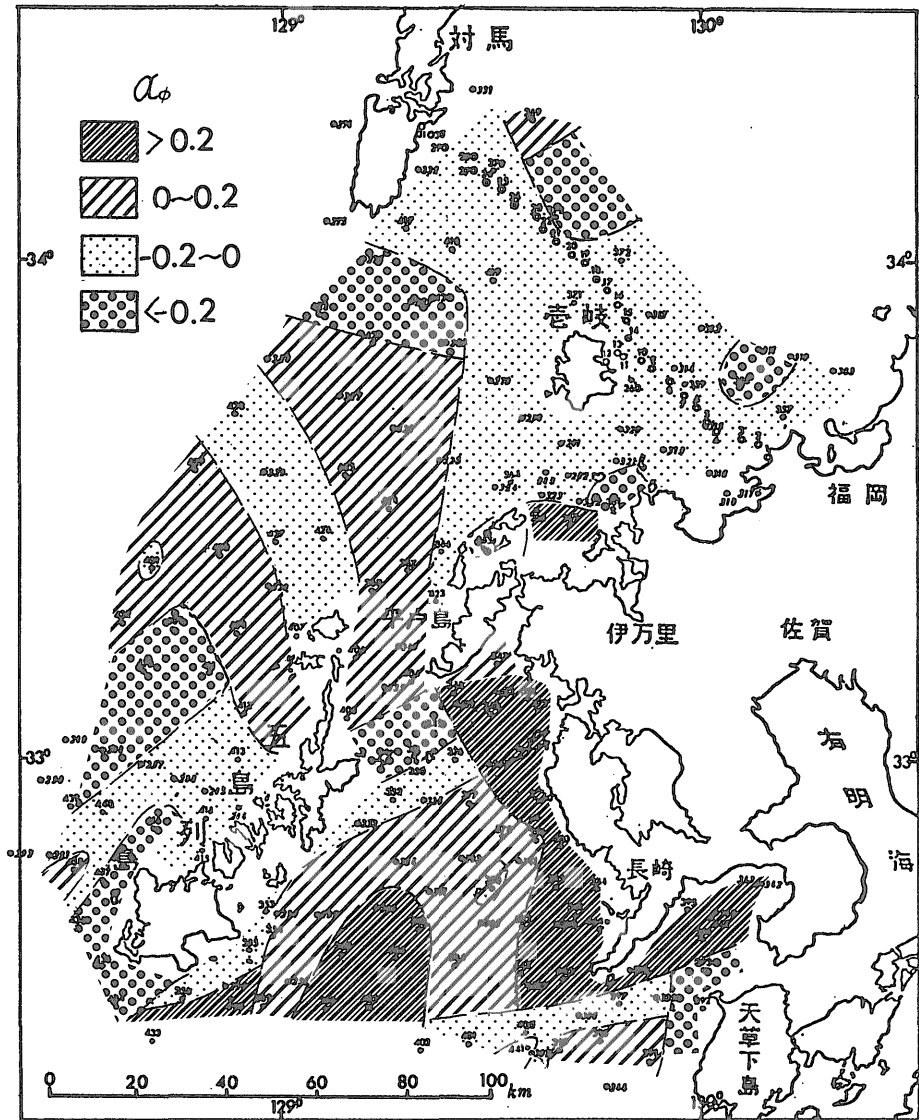
CS : 分級懸濁運搬される最大粒径

CU : 均一懸濁運搬される最大粒径

第14図においてI及びIIの範囲の堆積物は、最大粒径  $C > 1\text{ mm}$  によって区分されるもので、主として転動によって運搬された粒子からなり、懸濁浮遊運搬はあまり重要ではない。IIIは、異なった水理営力によって運搬された混合堆積物もしくは、二層に分れていた堆積物を混合して分析試料としたものと考えられる。

IV、V、VIは、最大粒径  $C < 1\text{ mm}$  によって区分されるもので、主として懸濁浮遊及び跳動運搬粒子とからな





第12図 歪度係数の分布

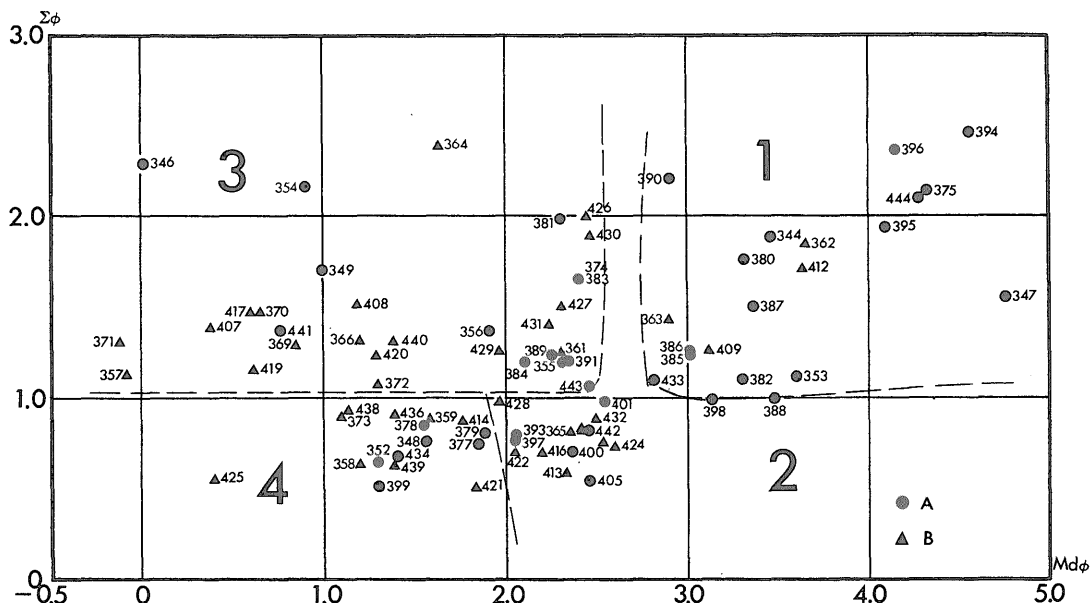
る。この C-M パターンのタイプ I-VI を基準にして、底質図(第15図)を作成した。

九州沿岸部には、III または VI 型の懸濁浮遊運搬堆積物が分布する。五島灘では、水道部を南下するにしたがって、潮流速の減少に伴う粒子の細粒化(I → II → V → VI 型)が認められる。対馬海峡の堆積物は、st. 421 を除いて、I 及び II 型の転動及び跳動運搬堆積物が広く分布し、陸源物質が供給されないか、または沈積しない状態にあることを示している。海峡部の I 型堆積物は、残留もしくは残存堆積物、II 型は再移動もしくは残存堆積物と考

えられる。

この C-M パターンによる堆積物の区分型と水深分布との関係(第16図)を検討する。第16図に、海底地形の解析から求められた、 $-45 \pm 5$  m、 $-60 \pm 5$  m、 $-80 \pm 5$  m 及び  $-100 \pm 10$  m の各停滞海水準の線を入れると、各低位海水準に対応する転動運搬堆積物の分布が認められる。

対馬海峡の水深110-140mの堆積物は、もっとも潮流速の速い環境下で堆積した転動運搬堆積物だけからなる。すなわち、海峡形成時の潮流浸食による残留堆積物の分布が、確認される。 $-80$ m海水準では、I 及び II 型



第13図 粒径中央値と淘汰係数

A: 五島灘, B: 対馬海峡

第3表 粒径中央値  $Md\phi$  と淘汰係数  $\sigma\phi$  による堆積物区分

$Md\phi$ \ $\sigma\phi$	1 以下	1 以上
2 以下	残存・再移動堆積物	残存残留堆積物
2-3	残存・再移動堆積物	残存堆積物
3 以上		現世泥質堆積物

堆積物が対になって分布し、海峡形成後の最低位海水準を示している。-60mから-45mまでI型堆積物は連続しているが、-60mのものは、天草下島側に分布するものであり、-45mのものは、五島灘海域に分布する。

V及びVI型堆積物の分布からは、低位海水準との対応関係を読みとることができない。

以上のように、I型堆積物の水深分布は、海底地形から求めた各停滞低位海水準を満足していることが読みとれる。

#### 4. 砂粒組成

粒度組成の特徴とその地形的分布から、現世堆積物と残存堆積物とを識別することができる。この識別が妥当なものか、否かは、この堆積物を構成する砂粒子の質的差異から検討される。

SHEPARD and MOORE (1954) によって始められた砂粒

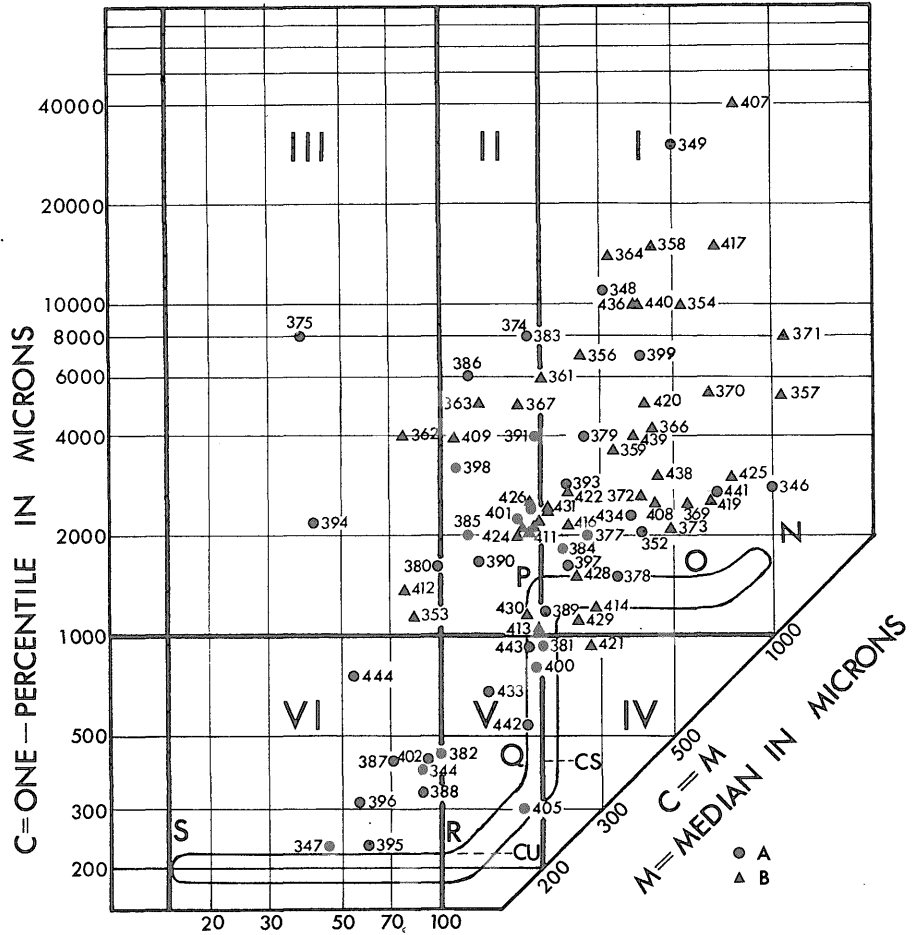
組成分析は、堆積物の起源を明らかにする有効な手法として、近年一般化しつつある。本論では、粒度分析によって得た砂粒子0.25-0.42mm及び0.42-1mmの2成分、各250粒以上を、双眼実体顕微鏡を用いて同定した。なお、試料分析値の偏差を少なくするために、グラフ用紙の2mm方眼で250の交点を作り、各交点上の砂粒子を同定した。

砂粒子は、その起源から、現地性、生物性、砕屑性、残留性及び残存性に区分され、それらは、各々、次のような特徴をもっている。

- 1) 現地性; その場所において沈殿形成される鉱物、付着物、排泄物など(例:海緑石、ウーライト、ゴカイの管、石灰藻、糞粒など)
- 2) 生物性; 生物の遺殻、骨片(有孔虫、介類、放射虫、ウニ、ナマコの骨片など)
- 3) 砕屑性; 水や風などの運搬営力によって運ばれる陸源物質(軽石、石炭、植物片、雲母片など)
- 4) 残留性; 基盤岩石の風化浸食残留物(岩片、有色鉱物など)
- 5) 残存性; 氷河時代の低海水準時に堆積したもので、その後、被覆されずに残されているもの(鉄酸化物で汚染された鉱物粒子または化石片)

以上の区分基準によって分析した結果を、帯グラフとして表現した(第17図)。

本海域堆積物の砂粒組成は、粒度分析結果同様に、現



第14図 C-M パターンダイアグラム

A: 五島灘, B: 対馬海峡

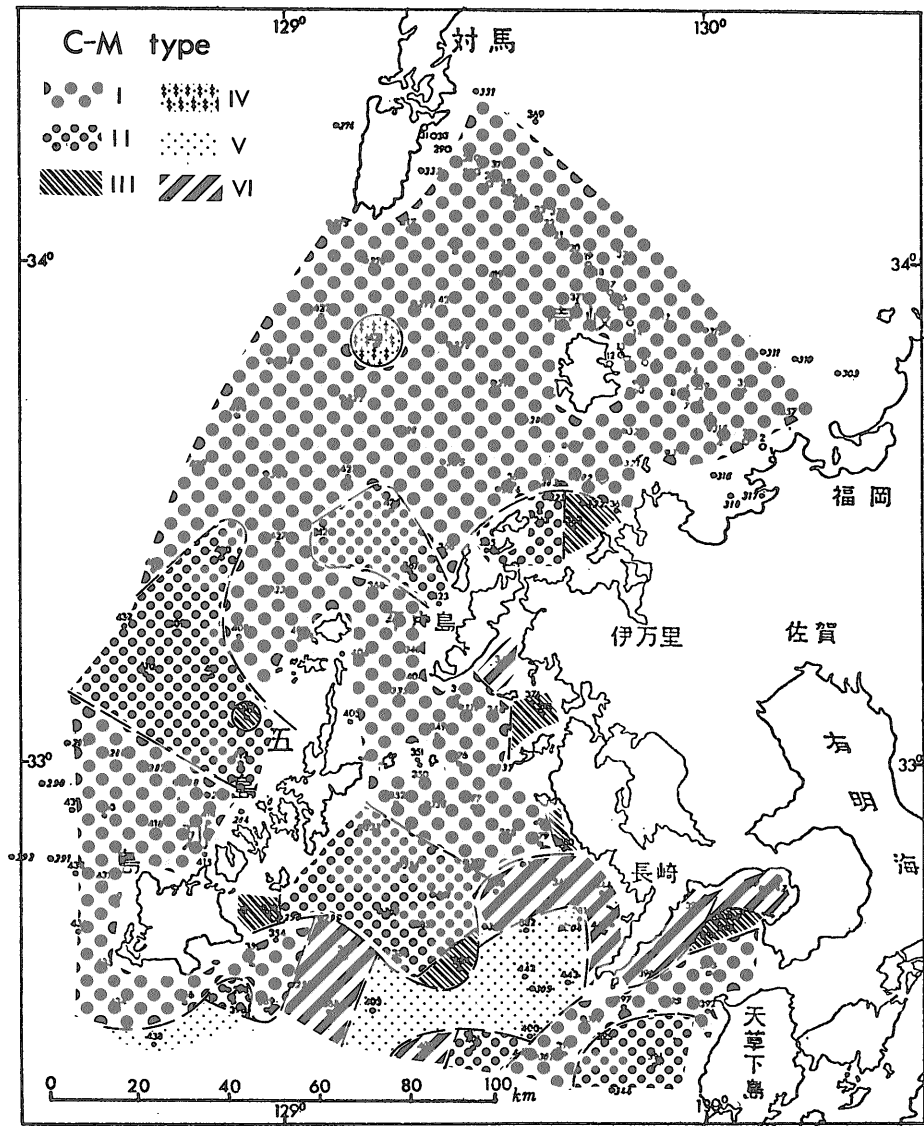
世堆積物、残存残留堆積物及び残存再移動堆積物に区分される。現世堆積物と残存堆積物との区別は、鉄酸化物被膜で覆われた石英・長石粒子(S・Q.)が含まれるか、否かによる。

1. 鉄酸化物被膜に覆われた石英・長石粒子が含まれる  
..... 3 & 4
2. 鉄酸化物被膜に覆われた石英・長石粒子を含まない  
..... 5 & 6
3. 雲母、軽石、浮遊性有孔虫遺殻などを10%以上含む  
.....残存再移動堆積物
4. 殻の厚い貝片、フジツボ殻を多く含み、雲母、軽石、浮遊性有孔虫の遺殻が5%以下.....残存残留堆積物
5. 植物片、石炭、糞粒、岩片が多い.....現世沿岸堆積物
6. 浮遊性有孔虫殻、軽石または海緑石が多い  
.....現世沖合堆積物

残存再移動堆積物：生物性、碎屑性及び残存性の粒子からなる。生物遺殻の表面は赤茶けた枯れたものが多いが、浮遊性有孔虫殻には、新鮮なものが多い。碎屑性粒子としては、軽石、岩滓、雲母片が見られる。残存性粒子としては、石英・長石粒の表面に鉄酸化物の被膜が見られる。0.42mm よりも細粒部には、非生物源粒子が多いが、浮遊性有孔虫殻も多い。

残存残留堆積物：生物性、残留性及び残存性粒子からなる。生物性粒子としては貝片が多く、有孔虫の大部分は、底棲有孔虫からなる。残留性粒子には、岩片、有色鉱物が多い。0.42 mm より粗粒部に、非生物源粒子の多いのを特徴とするが、例外もある。暖海域堆積物の特徴としての貝殻砂は、その大部分が石灰質殻からなる。

現世沿岸堆積物：生物性、現地性及び碎屑性粒子からなる。植物片、石炭、糞粒は多いが、浮遊性有孔虫を殆ん



第15図 C-M パターン分布図

ど含まない。沿岸近くのものには岩片や鉱物粒が多い。

現世沖合堆積物：雲母、軽石、浮遊性有孔虫殻が多く、残存-残留性粒子をほとんど含まない。自生鉱物の海緑石が、st. 388から多産する。

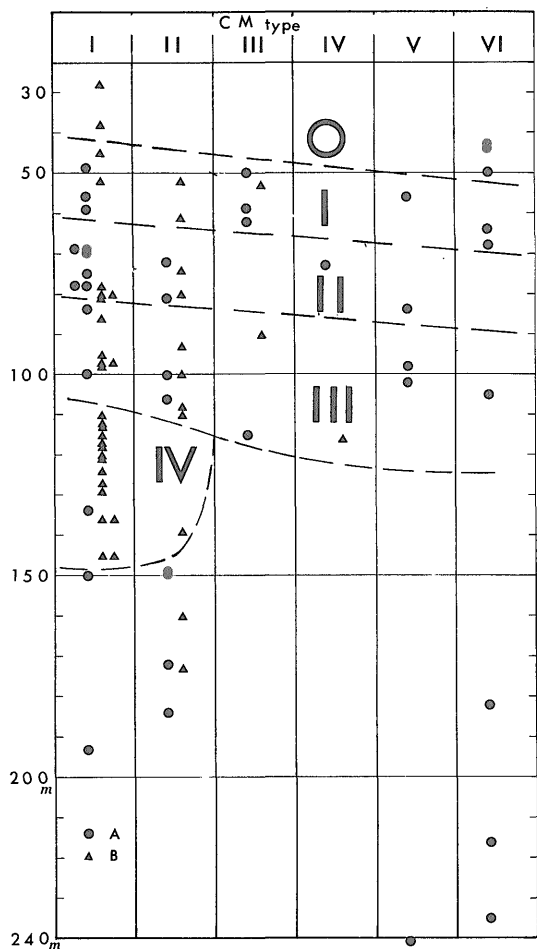
この砂粒組成のタイプと C-M パターン型との対応関係について検討する(第4表)。

c. f. 1-CM I 型：生物源粒子が50%以上を占め、陸源物質が少なく、堆積速度の遅い環境が推定される。水深110m以深の対馬海峡周辺に分布する堆積物は、海峡形成時もしくは、海峡形成後の最低位海水準時の潮流運搬

堆積物と考えられる。c. f. 1-CM II型も、st. 345を除いて、同じような分布をするが、CM I型よりも潮流速の遅い環境で堆積したと考えられる(残存再移動堆積物)。

c. f. 2-CM I 型：海峡中央部や島の周辺に分布する。海峡中央部のものには非生物源粒子が多いが、島の周辺のものには、生物源の貝片が多い(残存残留堆積物)。CM II型は、島の周辺に分布に限られ、混合堆積物のような多種類の生物遺殻が含まれる。CMIV型は、st. 442だけで、残存残留型に近い。

c. f. 3-CM II型：st. 374のみで泥炭を含むが、sQ. を



第16図 C-M パターンの水深分布

A: 五島灘, B: 対馬海峡

含まないので現世沿岸堆積物に区分した。しかし残存堆積物の可能性もある。CM III 及び VI 型は、水深 60m 以浅の泥質堆積物で、かつ植物片や糞粒の多いことから、現世沿岸堆積物に同定される。

c. f. 4-CM II 型: 雲母や軽石、浮遊性有孔虫殻の多いもので、粗粒子は軽石からなる。したがって、運搬形態からは、VI 型に入るものである。CM V 及び VI は、陸源物質の少ない懸濁浮遊堆積物からなる(現世沖合堆積物)。

### 5. 海峡形成と堆積物の年代

本海域の堆積物の堆積年代については、波部・小菅(1970), EMERY *et al.* (1971) 及び岡本・北川(1981)が、C-14 年代測定値から報告している(第 5 表)。

A 点(第 2 図)のケショウシラトリガイの測定年代から、40,000 年以前の日本海には、海水が流入していたことが、明らかである。また、C 点から発見されたアカガイは、現在、北海道南部から九州・朝鮮までの暖流域に生息するものなので、15,000 年前には、対馬暖流が朝鮮海峡に、多少とも流れ込んでいなければならない。アカガイを除く他の測定試料とした貝類は、すべて寒流系生種であることから、1 万年前以前の本海域の水温分布は、現在の北海道南部沿岸程度に、低かったものと推定される。

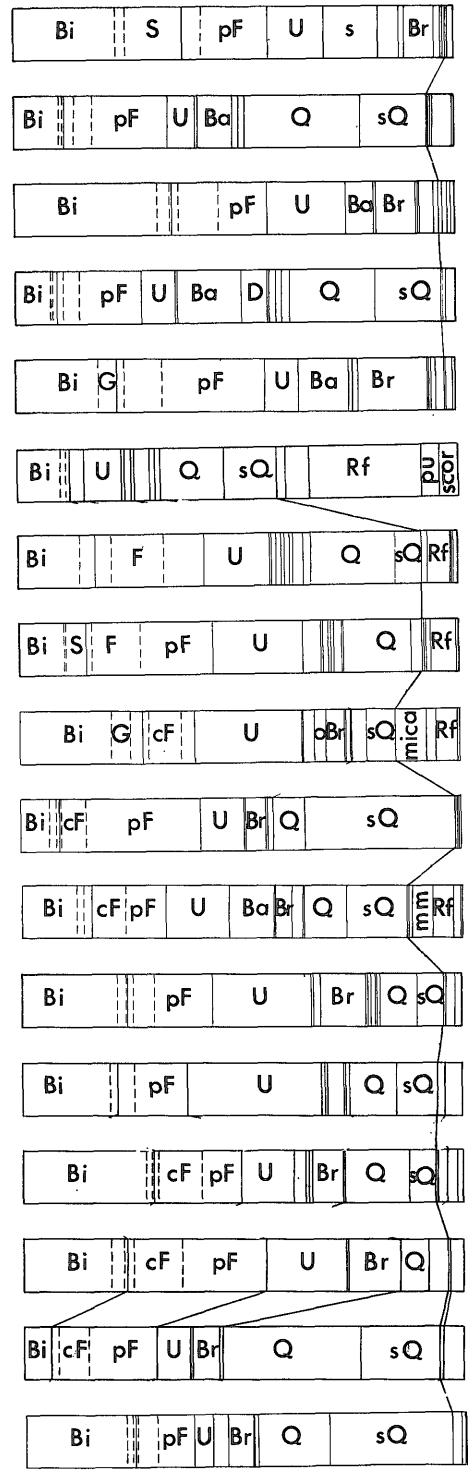
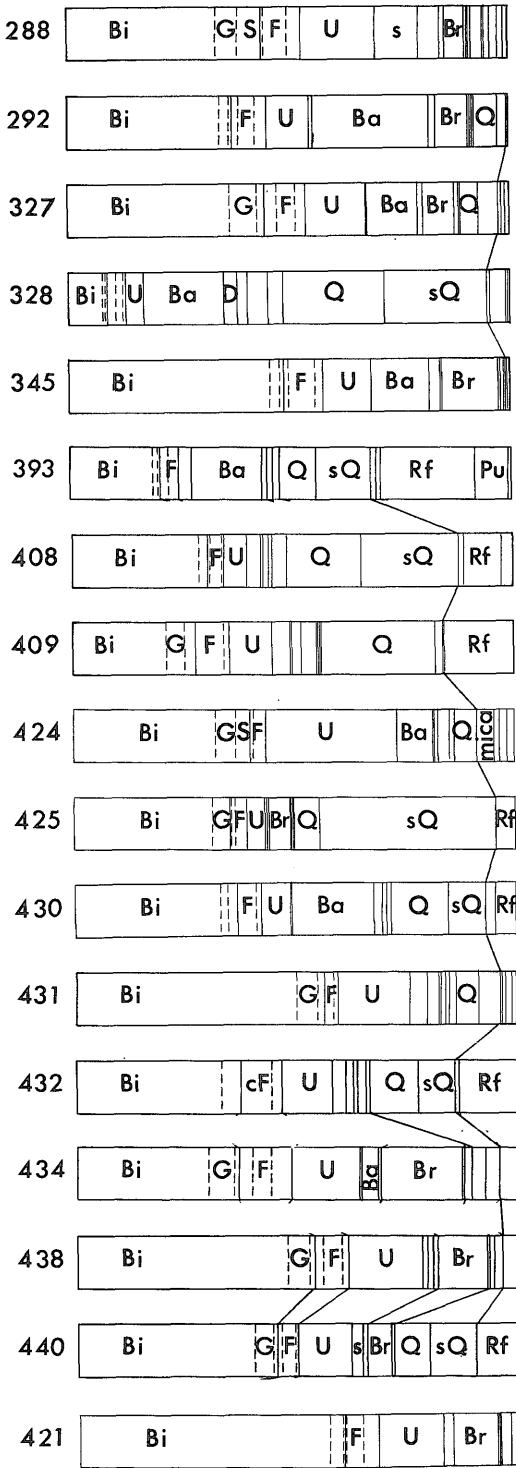
本海域の海水温分布については、長崎海洋気象台(1973)が観測している(第 18 図)。1973 年 6 月 22, 23 両日の連続観測点 S (34°27.6N, 129°01.3E ~ 34°38.5N, 129°10E) では、表面水温が 21°C とほぼ一定しているが、海底直上 10m 以内は、常に 10°C 以下であって、現在の北海道オホーツク海沿岸表面水温(6 月の平均水温北見枝幸 11.9°C, 網走 11.6°C(海洋の事典, 1964 年))よりも低い。したがって、観測点 S の海底水温はオホーツク海沿岸浅海生貝類が生息できる条件を満足している。まして、最終氷期の寒冷期には、現在よりも水温は低かったと予想されるので、これらの寒流系貝類は、浅海環境でも生息できたであろう。

寒流系浅海生貝類の生息深度は、その地理的分布が南下するにしたがって、水深の深い生息適水温域に移動するのが普通である。たとえば、ホタテガイは、オホーツク海沿岸の水深 5-30m に多産するが、山形県賀茂沖(増田ほか, 1958)では、水深 42-59m の海底からその貝殻が採取されている。また、オホーツク海の水深 5-20m に多産するエゾタマキガイは、賀茂沖の浅海部には分布せず、エゾタマキガイの変異型と見られるベニグリガイの生貝が、水深 109m から採取されている。本調査においても、ベニグリガイの貝殻は、22 の採掘点(水深 38-182 m)から採取されたが、エゾタマキガイは採取されなかった(INOUE, 1975)。以上のように、北方系貝類は、暖海域では深い海に生息する傾向があるため、海水準指示者としては、あまり適当でない。したがって、これらの貝類の生息年代とその分布からいえることは、これらの貝類生息時代以前に、朝鮮海峡及び海釜地形は、既に形成されていた。また 1 万 1 千年-1 万 6 千年前の貝化石が混在して海底に露出しているように、海峡域は、現在も無堆積状態にあると推定される。

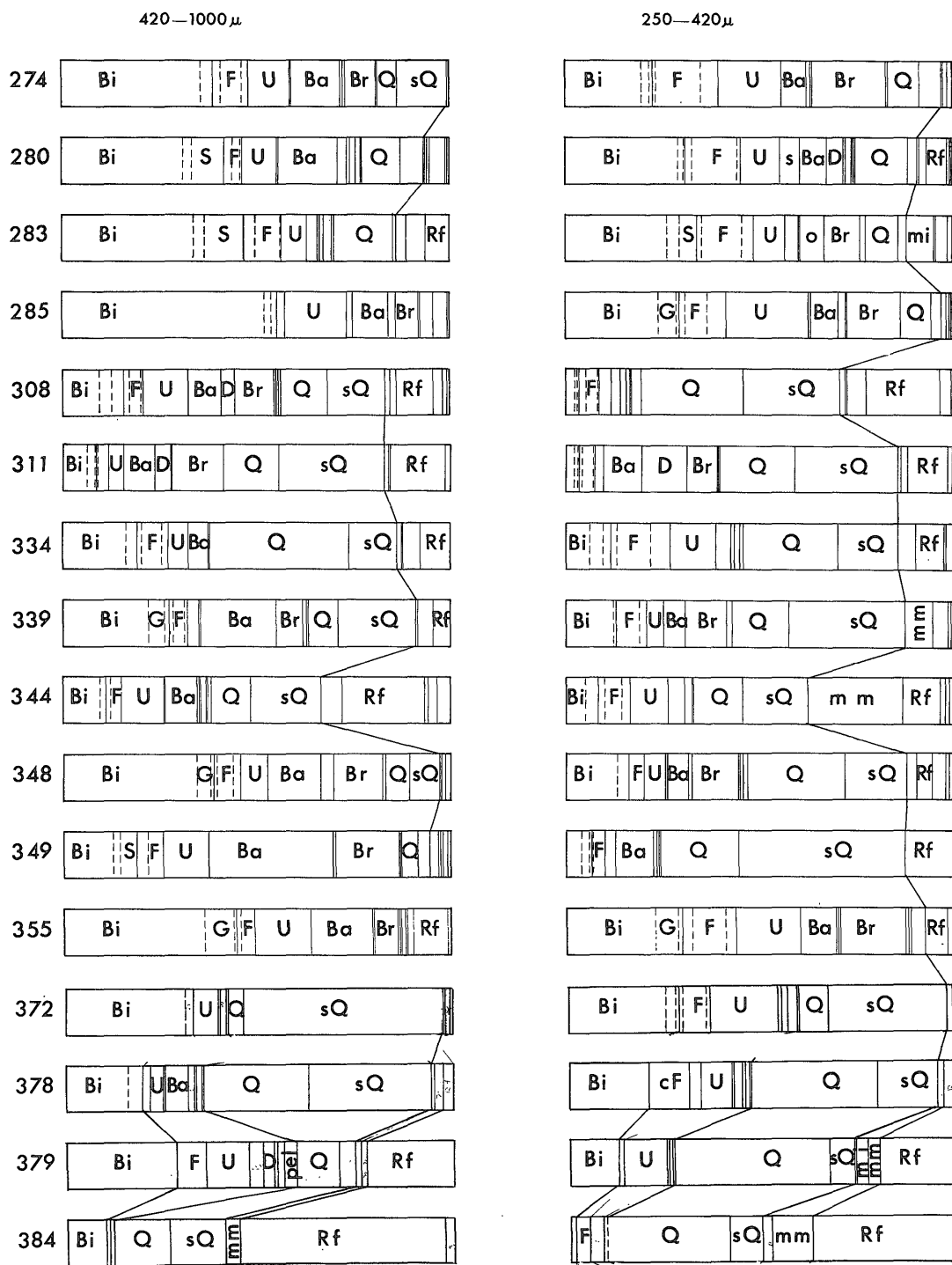
海峡の海底地形と堆積物分布の特徴から、海峡形成後の海水準低下は、 $-80 \pm 5$  m までである。 $-100$  m 以深の海底地形は、海峡形成時もしくは、それ以後の海水準上昇過程で形成されたものである。この  $-80 \pm 5$  m 海水

420-1000 $\mu$

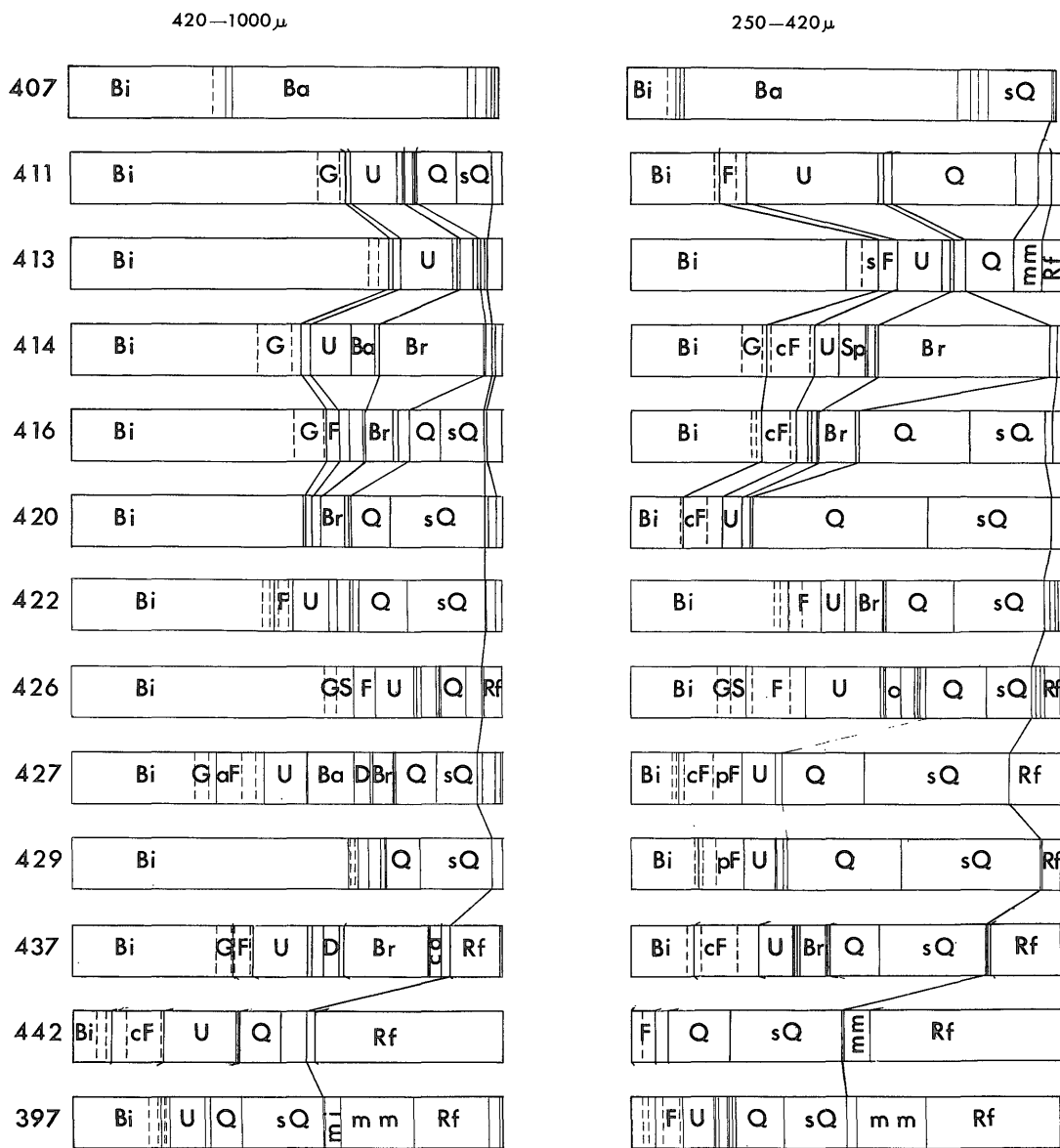
250-420 $\mu$



第17图-1 砂粒組成図 type-1



第17図-2 砂粒組成図 type-2



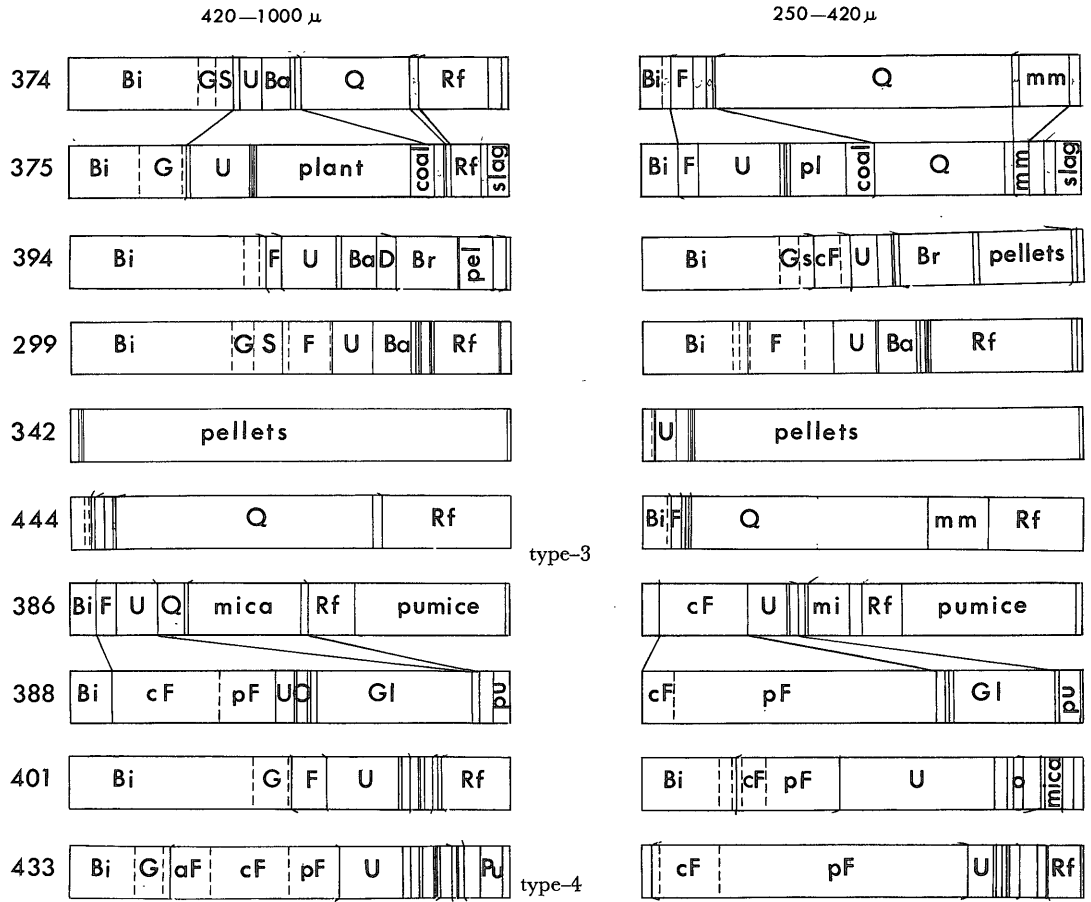
第17図-3 砂粒組成図 type-2

準の時期を、これまで我が国周辺の大陸棚表面や海岸平野地下から採取された、貝殻や泥炭の採取深度と C-14 年代測定値との関係から検討してみる(第19図)。ある時代の海水準位は、その時代に生成された陸成泥炭層よりは下方に、貝殻やサンゴ礁よりは上方に位置する、という基準によって求められる。第19図から求められる最低位海水準は、 $-80 \pm 10$ mで、その時期は、 $18,000 \pm 1,000$ 年前である。16,000年前頃の海水準位は、 $-40 \sim -120$ mと、

その幅はかなり大きい。しかし、現沖積平野の低位泥炭堆積面と海水準位は、比高が20mもないという事実や、対馬海峡周辺の海底段丘面の形成順序が、IV面( $-100 \sim -120$ m)→III面( $-80 \sim -95$ m)→II面( $-60 \sim -70$ m)→I面( $-40 \sim -55$ m)→0面( $-30$ m以浅)であると考えられることから、II面は、 $-80 \pm 5$ m海水準から上昇した次の停滞海水準位で形成されたと推定され、その海水準位は、 $-60 \pm 5$ mにあったと求められる。また、宍岐水



対馬一五島周辺海域の堆積物 (大嶋・井上・小野寺・湯浅・黒田)



第17図-4 砂粒組成図 type-3, type-4

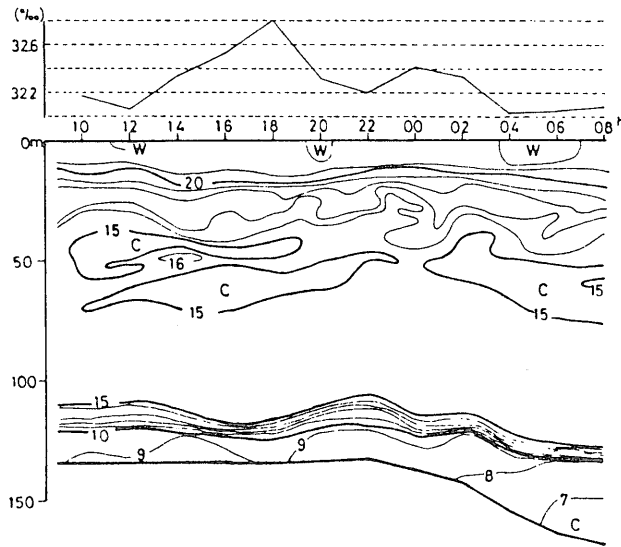
Bi: 二枚貝, G: 巻貝, S: ツノ貝, F: 有孔虫, CF: 石灰質底生有孔虫, pF: 浮遊性有孔虫, U: ウニ, Ba: フジツボ, D: エビカニ類, Sp: 海綿骨針, Br: 放射虫, O: 介形虫, ca: 石灰藻, Q: 石英, sQ: 鉄酸化被膜をもつ石英, mi: 雲母, mm: 有色鉱物, Rf: 岩片, pu: 軽石, sc: 火山岩滓, pel: 糞粒, plant: 植物片, coal: 石炭, Gl: 海緑石

第4表 C-M パターン型と砂粒組成型

砂粒組成型 C-M パターン	残存再移動型	残存残留型	現世沿岸型	現世沖合型
I	292, 327, 328 393, 408, 425 431, 434, 438 440	274, 280, 308 311, 339, 348 349, 355, 372 378, 379, 384 397, 407, 414		
II	288, 345, 409 424, 430, 432	283, 285, 334 344, 411, 413	374	386, 401
III			375, 394	
IV	421			
V		442		433
VI			299, 342, 444	388

第5表 C-14年代測定資料

採泥点	緯度 N	経度 E	水深	種名	C-14年代	引用文献
A	35°29'	130°36'	194m	<i>Astarte</i> sp. <i>Macoma calcarea</i>	>33,000 >40,000	EMERY <i>et al.</i> (1971)
B	35°28'	130°06'	148-158m	<i>Glycymeris yessoensis</i> <i>Patinopecten yessoensis</i> <i>Mercenaria stimpsoni</i>	10,110±250 16,340±420 13,130±280	岡本・北川(1981)
C	34°35'	129°06'	140m	<i>Callithaca adamsi</i> <i>Scapharca broughtonii</i> <i>Panomya arctica</i>	15,800±400 15,600±400 14,200±300	波部・小管(1970)
D	34°40'	129°16'	219m	<i>Macoma calcarea</i>	15,740±400	EMERY <i>et al.</i> (1971)
E	34°15'	129°07'	120m	<i>Mercenaria stimpsoni</i>	9,880±350	EMERY <i>et al.</i> (1971)



第18図 観測点Sの水温垂直分布  
1973年6月22-23日(長崎海洋気象台)位置は第2図

道や五島灘が形成された $-45 \pm 5$  m海水準位の年代は、 $12,000 \pm 1,000$ 年前と読みとれる。

## 6. 考察

### 6.1 堆積物のタイプとその分布

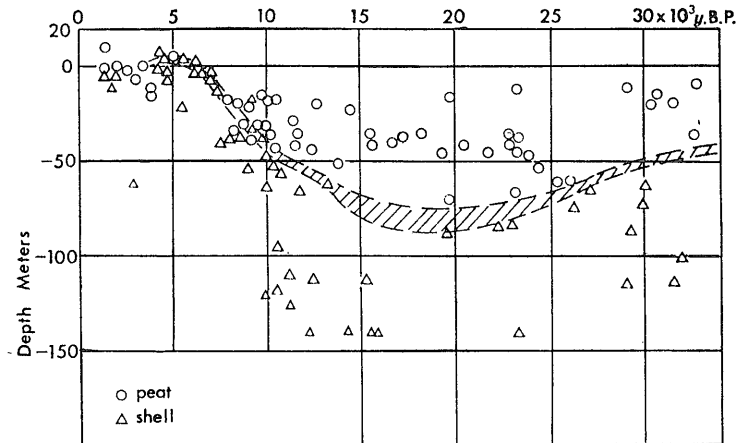
本海域の堆積物は、その地形的な分布を基本として、水深40m以浅に分布する現世堆積物、水深40-140mの大陸棚を覆う残存堆積物及び五島海谷に分布する現世堆積物に区分できる。これらの堆積物は、粒度組成及び砂粒組成の特徴から、現世堆積物は沿岸型と沖合型に、残存

堆積物は残留型と再移動型に細分される(第6表)。

#### 1. 現世沿岸堆積物

水深40m以浅の汀線付近の粗粒砂から泥線のシルトまで、一連の堆積物が含まれる。粒度組成は、各水理環境に対応してその変化の幅が大きい。しかし、砂粒組成には、陸源性の植物片や石炭が見られ、泥底質中には底生動物の糞粒が多いという共通した特徴がある。また、石英や長石粒子の表面は、鉄酸化物では汚染されていない。最大層厚20mに達するが、大部分の海底では、5m以下である。

対馬一五島周辺海域の堆積物（大嶋・井上・小野寺・湯浅・黒田）



第19図 第四紀後期以降の海水準変動（大嶋，1978）

第6表 堆積物総括表

	St. No.	粒径中央値 $Md\phi$	淘汰係数 $\sigma\phi$	歪度係数 $\alpha\phi$	C-M パターン	砂粒組成	備考
現世堆積物	沿岸型 315, 347, 352, 361, 375, 394, 395, 444	0~5 $\phi$	0.7~2.4	-0.4~0.4	I, III, V, VI	陸源性, 碎屑性, 現地性	
残存堆積物	再移動型 288, 292, 327, 328, 408, 424, 425, 430, 438, 421	1~3 $\phi$	1.5以下 1以下 が多い	0~0.2	I, II	生物性, 碎屑性, 残存性	サンドウェーブを作る

## 2. 残存再移動堆積物

本海域に広く分布する砂質堆積物である。砂粒組成には、鉄酸化物の被膜で覆われた石英や長石粒子が多いが、浮遊性有孔虫遺殻や雲母・軽石が含まれる。すなわち、残存性粒子に、新たな細粒子の付加が認められる。この堆積物は、主として跳動運搬粒子からなるが、現在の水理環境においては、陸域から運搬されてくるものではない。これらの砂粒及び粒度組成の特徴から、水深40mの泥線以深の大陸棚に分布する砂底質は、氷河時代の低海水準時に堆積した掃流運搬堆積物と推定される。その中でもサンドウェーブを形成する淘汰の良い中-細粒砂は、残存堆積物の再移動型と推定される。水深40-55mのサンドウェーブは、現潮流向とその方向が一致していることから、現在も動いている可能性がある。

## 3. 残存残留堆積物

残存堆積物の分布域に、帯状に分布する砂礫質堆積物が残留型堆積物である。粒度組成の特徴として、歪度係数は負の値をとり、細粒子の欠乏が顕著である。砂粒組成中に、浮遊性粒子を含まないか、あっても少ない。本海域ではIV面の砂嘴地形を形成する堆積物に多い。

## 4. 現世沖合堆積物

大陸棚以深の泥質堆積物で、軽石や浮遊性有孔虫殻が多い。また、st. 388では、自生鉱物の海緑石が多い。生物源粒子や自生鉱物の占める割合が、他の非生物源粒子よりもかなり多いことから、その堆積速度は、沿岸部の現世堆積物に比較してかなり遅いものと推定される。

## 6.2 表層堆積物の堆積史

本海域の海成層の堆積史は、対馬及び朝鮮海峡の形成

史に支配されている。朝鮮及び対馬海峡は、首藤(1962)によって、 $J_2$ 期(リス~ウルム間氷期)には、既に存在していたことが、同時代の海成層の陸上における分布から証明されている。海峡形成以前のリス氷期の海岸線は、-120m等深線付近にあったと推定される(第20図)。海峡形成時の海水準は、朝鮮海峡の海釜地形と周辺平坦面との関係から、-100±10m付近にあったが、その後の急速な海水準上昇は、現海水準上20-30mに達した。海峡形成後の海水準低下は-80±5mまでで、その後の海水準上昇過程での停滞海水準位は-60±5m及び-45±5mにあったことが、海底地形の特徴から読みとれる。

1. -80±5m期(19,000-17,000年前)

下末吉海進期に、海水準が現海水準上20-30mも上昇したとしても、朝鮮及び対馬海峡最狭部の幅は、現海峡の1割も広くはならない。また、-80±5mに海水準が低下しても、これらの海峡最狭部の幅は、現海峡幅の2割程度しか狭くならない。したがって、海峡を通過する潮流量と平衡関係に達した海峡形成当時及び最低位海水

準時の古地理図海岸線は、ほとんど変化しなかったと考えられる(第21図)。この-80m海水準時に、Ⅲ及びⅣ面に発達する砂嘴地形は形成され、残存残留堆積物の分布が決められた。

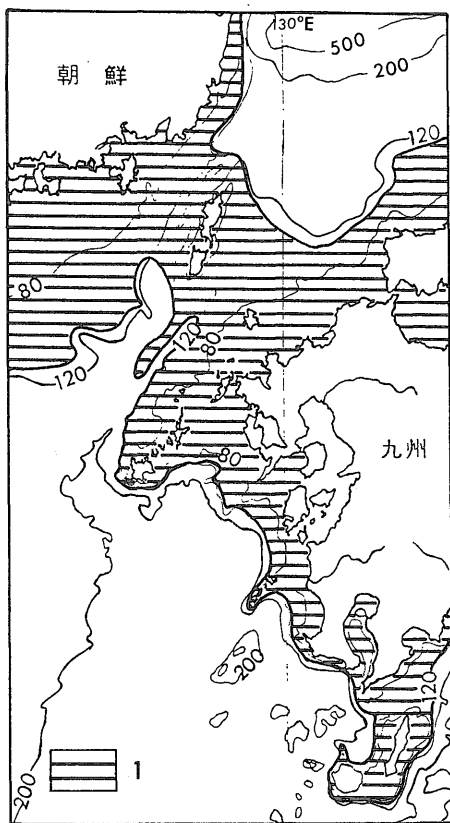
2. -60±5m期(16,000年前頃)

この時期に入ってから、海峡部への暖流の流入が顕著になったことを、朝鮮海峡から発見されたアカガイの化石が証明している。また、海峡部に、砂泥地を好む二枚貝が生息できる程度に、底層潮流速は遅くなっていることから、海釜底の浸食は停止したと推定される。また、Ⅲ面以深の残存堆積物の再移動は、この時期以降は、少なくなったものと考えられる。

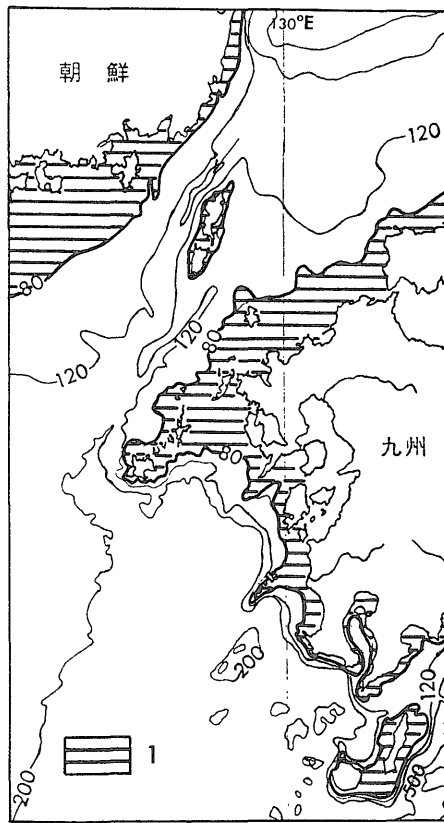
3. -45±5m期(13,000-11,000年前)

この時期に、五島灘及び宍岐水道が形成された。急潮流による転動及び跳動運搬堆積物は、五島灘及び宍岐水道に分布し、Ⅱ面及びⅠ面上のサンドウェーブを形成している。

4. 現海水準期(5,000年前以降)



第20図 対馬海峡形成以前(リス氷期)の古地理図  
1. 低地



第21図 主ウルム氷期(19,000-17,000年前)の古地理図  
1. 低地

現在の海岸線は、縄文海進(6,000-5,000年前)以降に形成された。5,000年前以降の堆積物を現世堆積物と定義して、底質図(大嶋ほか, 1975)を作成した。この現世堆積物には、表層移動限界水深40m以浅の沿岸に分布する掃流運搬堆積物及び五島海谷の浮遊懸濁運搬堆積物が含まれる。

### ま と め

対馬海峡及び五島灘の海底地形及び底質の調査研究によって、主ウルム氷期以降の本海域の底質の堆積機構と堆積史を明らかにした。

1. 外洋から狭い海峡によって境される内海には、その海峡部または周辺に、深い凹地地形(海釜)の存在するのが、海図から読みとれる。朝鮮海峡は大陸棚上にあるが、比較的深い海釜(-228m)が対馬の西岸に発達している。この海釜は、周辺の残存波食面(-120~-110m)を100m以上も浸食している。この残存波食面の深度は、朝鮮海峡が形成された当時の海水準(-100~-110m)を反映している。

2. 九州周辺の海峡の深度と、その最短幅との関係から、海峡形成後の比較的大きな停滞海水準位が、-100±10m, -80±5m, -45±5mにあったことが、読みとれる。

3. 対馬海峡及び五島灘の海底には、4段の海底段丘; 40-55m, 60-70m, 80-95m及び100-120m, が発達している。これらの海底段丘の水深は、更新世低海水準位の碎波帯の位置を示している。

4. 本海域の表層堆積物は、その粒度組成及び砂粒組成から次のように分類される。1)現世沿岸堆積物, 2)残存再移動堆積物, 3)残存残留堆積物及び4)現世沖合堆積物である。

5. 大陸棚の堆積物で、もっとも特徴的なのは、大陸棚の大部分が残存性の粗粒堆積物によって占められていることである。大陸棚上の残存堆積物砂粒子の特徴は、現汀線付近の堆積物よりも粗粒であることや、鉄酸化物に汚染された石英や貝化石片の存在によって区別される。

6. 現海水準に達してからの堆積物の大部分は、沿岸域に堆積し、40m以深の大陸棚には、ほとんど分布していない。大陸棚上の水理営力としての海流や波浪の大きさは、浮遊懸濁物質の沈積を妨げる大きさがある。

7. 更新世の大部分において、日本列島と朝鮮半島とは、陸地接続していた。そして、現日本列島の島々も、互いに接続していた。更新世には、象をはじめとする多くの大型哺乳動物が、日本列島に生息し、大陸から日本

列島へ通ずる陸橋の存在していたことを示している。海水準が、約-100mにあった下末吉海進初期(リス〜ウルム間氷期)に、日本海は、朝鮮及び対馬の狭い水路を通じて東シナ海に連なった。その後主ウルム氷期には海水準が-80mまでに低下したが、九州と大陸との間には、もはや陸橋は形成されなかった。多分、12,000年前頃に、海水準が-45mに上昇した。この時期が、九州と壱岐島及び五島列島との間に、最後の陸橋が存在した時期であろう。

### 文 献

- 有田正史(1976) 昭和50年度海底砂利賦存状況調査報告書一玄界灘海域。通産省生活産業局資料, 21 p.
- ・木下泰正・小野寺公児・井内美郎(1977) 昭和51年度海底砂利賦存状況調査報告書一長崎県五島灘海域。通産省生活産業局資料, 17 p.
- EMERY, K. O., NIINO, H. and SULLIVAN, B. (1971) Post-Pleistocene levels of the East China Sea, in TUREKIAN, K. K. ed., *The late Cenozoic Glacial Ages*, Yale Univ., p. 381-390.
- 波部忠重・小菅貞男(1970) 対馬舟状海盆より得られた貝化石の年代とその地史的意義。国立科博専報, no. 3, p. 75-82.
- INMAN, D. L. (1952) Measures for describing the size distribution of sediments. *Jour. Sediment. Petrol.*, vol. 22, p. 125-145.
- INOUE, E. (1975) Goto-nada Sea and Tsushima Strait Investigations, Northwestern Kyushu, 1972-1973. *Geol. Surv. Japan Cruise Rept.*, no. 2, 68p.
- 桂 忠彦・永野真男(1975) 九州北西海域の海底地形と地質構造運動。日海洋学誌, vol. 32, p. 139-150.
- 増田孝一郎・熊谷憲一・小塚 陽・井上寛生・星野通平(1958) 山形県加茂沖の底質について。水路要報, no. 57, p. 36-44.
- MATSUURA, N. (1977) Molluscan Fossils from the Late Pleistocene Marine Terrace Deposits of Hokuriku Region, Japan Sea side of Central Japan. *Sci. Rep. Kanazawa Univ.*, vol. 22, p. 117-162.
- 三位秀夫・水野篤行・大嶋和雄(1969) 出雲海岸平

- 野の問題点. 地質学会76年大会シンポ資料, 海岸平野, p. 167-172.
- 湊 正雄(1966) 日本列島の最後の陸橋. 地球科学, no. 85, p. 2-11.
- 長崎海洋気象台(1973) 1973年6月九州西方海域海上気象・海洋観測報. 海象と気象, vol. 21, p. 1-15.
- 大嶋和雄・湯浅真人・黒田 敬・満塩博美・小野寺公児(1975) 対馬一五島海域表層底質図. 海洋地質図, no. 2, 地質調査所.
- (1980) 海峡地形に記された海水準変動の記録. 第四紀研究, vol. 19, p. 23-37.
- 岡本和夫・北川雅子(1981) 日本海南西部からの寒冷水域を示す貝化石とその<sup>14</sup>C年代. 日本第四紀学会演旨, no. 11, p. 134-135.
- PASSEGA, R. (1964) Grain size representation by CM patterns as a geological tool. *Jour. Sediment. Petrol.*, vol. 34, p. 830-847.
- 坂本 亨・上村不二雄(1972) 兵庫県北部城崎東方の海成更新統. 地質雑, vol. 78, p. 415-416.
- SHEPARD, F. P. and MOORE, D. G. (1954) Sedimentary environments differentiated by coarse-fraction studies. *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, vol. 38, p. 1792-1802.
- 鹿間時夫(1962) 化石哺乳類等よりみた日本列島と大陸との接続. 第四紀研究, vol. 2, p. 146-153.
- 首藤次男(1962) 北九州若松市西部の最新統. 地質雑, vol. 68, p. 269-281.
- 徳田御稔(1941) 日本生物地理. 古今書院, 201 p.
- WENTWORTH, C. K. (1922) A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Jour. Geol.*, vol. 25, p. 655-744.
- 矢部長克(1930) 日本群島最近大陸期の地質時代. 地学雑, vol. 42, p. 324-329.

## 付 録

### 応用地質

#### 1. 軟弱地盤基底深度

海岸平野の軟弱地盤基底深度は, 海岸平野が堆積盆となった時代の低位海水準によって決定される. 九州北西岸が, 直接, 海水によって洗われるようになったのは, 沓岐水道や五島灘の形成以降である. すなわち, 海水準が $-45 \pm 5$  m以浅に達してから, 現海岸平野(福岡平野)に海水が浸入した. したがって, 本海域周辺海岸平野の軟弱地盤基底深度は, 最大で $-45$  mを越えることはない.

#### 2. 海底砂利

玄界灘の水深30 m以浅の砂利は, 重要な骨材として採

取されている. 有田ほか(1976, 1977)は, 玄界灘及び五島灘の海底砂利の調査を行い, 玄界灘の水深40-50 m付近に, 良質の砂利が賦存することを報告している. 本調査においても, 石灰質分が15%以下の石英-長石粒を主とする良質の砂利が, st. 357, 358及び359に分布することが確認された.

塩酸溶解量が70%以上の貝殻砂は, st. 346, 349, 352, 355, 376, 406, 407に分布する. とくに, 五島灘の40-55 m面を形成する基盤岩の凹凸地形を埋積するように分布している.

(受付: 1981年12月9日; 受理: 1982年2月22日)