

## 対馬～五島列島周辺海域の海底地質<sup>†</sup>

桂 忠彦\*

## SUBMARINE GEOLOGY IN THE VICINITY OF TSUSHIMA-GOTO RETTO REGION<sup>†</sup>

Tadahiko Katsura\*

### Abstract

### Introduction

The author studied the submarine geology of the Tsushima-Goto Retto sea area between the Korea Peninsula and the southwestern part of the Japanese Islands.

Although this area occupies geologically very important place between the Asian Continent and the Japanese Island Arc, Submarine stratigraphy, geological structure and history of geological development of this area have largely been left unknown. In particular, to reveal the submarine geology of this area is important not only for better understanding of the genesis of marginal seas and the tectonic development of semi-isolated back arc basins such as the Tsushima Basin and the Okinawa Trough but also for revealing the geological relationship between the continent and the Island Arc.

For this purpose, high density echo-sounding and seismic reflection profiling have been conducted.

These data have revealed that the acoustic basement is divided into some blocks by several faults and folding axes, showing rough relieves in some places with topographic highs as knolls, banks and spurs.

Some large scale tectonic lines have been recognized, which are represented by the Tsushima-Goto Tectonic Line and Goto Submarine Canyon Tectonic Line.

### Morphology

The Korea Peninsula and Southwest Japan are separated geographically by the Tsushima Strait, which has the fairly smooth sea floor of 100 to 150m deep.

The Tsushima(Island) is located at the central part of the strait, separating the strait into eastern and western parts. So, they are called the East Channel and West Channel of the Tsushima Strait, respectively.

A strait between the Iki Island and northern Kyushu is called the Iki Strait, which has almost flat bottom, although sea knolls, banks, troughs and several channels are observed occasionally on the continental shelves.

To Northeastwards the Tsushima Strait is connected with the Tsushima Basin with gentle slope, which reaches as deep as 2000 to 2200m. The basin is rectangular in shape. The bottom of this basin is

---

<sup>†</sup> Received 15th November 1991

\* 第十管区本部水路部 Hydrographic department 10th R·M.S. Hqs

smooth because of thick sediments.

The West Channel of the Tsushima Strait has a sudden deep portion more than 200m deep off the west coast of the Tsushima(Island) along the coast. This deep is called the Tsushima Trough.

To the southwest of the Tsushima Strait is located the Danjo Basin, which occupies the northernmost part of the Okinawa Trough. The trough is approximately 800m deep and has several topographic highs such as Koshiki Knoll, Danjo Knoll, and so on. These several knolls and spurs are scattered on the continental slope and the sea floor in the Okinawa Trough, which has irregular bottom profiles. However, the basin floors other than the Okinawa Trough are flat because they are buried with thick Sediments.

A remarkable topography in the area is the channels on the continental shelf. In particular, the Goto Submarine Canyon and the Goto Shelf Channels engrave the continental slope and continental shelf off the southwest and northwest of the Fukue-sima, Goto Retto (Island).

The Goto Shelf Channels consist of three major channel groups ; namely, Eastern, Central and Western Goto Shelf Channels. These channels flow down southwards on the continental shelf off the west coast of Goto Retto. The head of the Goto Submarine Canyon starts at the southern margin of the Fukue Basin at the depth of 450m. Various physiographic features of these channels are shown in Figs. 8 to 11.

#### **Seismic Profiles**

Continuous seismic reflection profiling was carried out along the dense ship-track lines covering the surveyed area. The acoustic profiles of the bottom sediments are divided into five layers A to E in descending order. Layer A is an almost transparent massive layer which fills topographical depressions. Layer B is stratified sediments and shows remarkable crossbedding near the mouth of a shelf channel below the sea bottom. Layer C is stratified reverberant layer but shows cross-bedding in some places. Layer D is weakly stratified layer with weak deformation. Layer E is the so called acoustic basement, which is correlated to the Miocene in age.

#### **Geological Sampling**

Dredge hauls were carried out successfully at 33 points in the surveyed area. Most of the collected bottom samples contain gravels of sedimentary, igneous and metamorphic rocks.

A piece of granitic rock was dredged from the top of the Koshiki Knoll (site No. NA-10) off western Kyushu. Gravels of sedimentary rocks probably derived from the Goto Group were collected at the sites No. NA-4 and NA-8 near the Fukue-shima of Goto Retto. Crust of Pelitic and psammitic hornfels, hard mudstone and sandstone were collected at the sites No. Fu-9 and Fu-10 on the wall of the Tsushima-oki Fault along the Tsushima Trough.

A gravel of quartz-bearing rhyolite was dredged at a site of Sichiri-ga-sone (bank) in the eastern channel of the Tsushima Strait. Many dredged samples also contain unconsolidated bottom sediments, which are characterized by muddy or sandy sediments with shell fragments. These unconsolidated sediments indicate removal effects by strong bottom currents on the sea floor in this region.

#### **Crustal Structure**

Several hypotheses have been proposed to interpret the crustal structure of the Tsushima Strait and

its adjacent areas. One of the most important targets for this study is to confirm the continuity of the basement rocks probably composed of the Cretaceous formations across the Tsushima Strait.

The Cretaceous strata are exposed well not only along the coastal regions in Korea but also in the northern Kyushu and San-in districts of Southwest Japan. These strata belong to the Gyeongsang Supergroup on the Korean side and the Kanmon Group on the Japanese side. In addition to them, the granitic rocks, Bulgoksa granites and Ryoike granite of the same age (approximately 70 to 90 Ma) are observed on both Sides. The presence of these rocks has not been confirmed yet in the Tsushima Strait region.

According to the seismic and boring data, however, Paleogene formations such as the Taishu Group in Tsushima, the Ôtsuji Group and the Nôgata Group in northern Kyushu are recognized in the subbottom profiles of the Tsushima Strait and its vicinity areas. The data of sono-buoy observation, boring and multichannel seismic reflection profiling have made clear crustal structures of this area.

Beneath the western channel of the Tsushima Strait, the geological basement of more than 4.1km/sec velocity layer is inclined eastwards. This layer was assumed to be pre-Tertiary crystalline rocks according to the seismic velocity. This formation abuts against the Tsushima-oki Fault escarpment off the west coast of Tsushima, which has a trend of NNE-SSW.

There is a 6.0 to 6.2km/sec velocity layer further below, which might be the lowest oceanic crust in this area.

### **Geological Setting**

There are some small islands scattered in the investigated area. These islands are important because they help understanding the submarine geology around the islands. These islands include Tsushima, Iki, Goto Retto (Islands), Danjo Gunto (Islands), Koshiki-jima Retto and the other small islands along the coastal zone of northwestern Kyushu.

Tsushima is mainly composed of marine sediments of Oligocene to Early Miocene age. Granitic rock intrusions (ap. 12 to 14Ma) are encountered in the Oligocene sediments on the Tsushima Shimo-shima, and basic rock intrusions (gabbroic rocks) on the Tsushima Kami-shima.

The Iki Island is mainly made up to of Tertiary strata and Quaternary alkaline basalt.

The Goto Retto Islands are mainly formed by volcanic rocks of Middle to Late Miocene age.

Mesozoic metamorphic rocks and Cretaceous granitic rocks are distributed as a basement on the coastal area on land along northern Kyushu and the Japan Sea side of Southwest Japan.

The volcanic activities had occurred in this area from the early Miocene to the late Miocene or early Pliocene. This volcanism is represented by the Green Tuff activity in the San-in district.

As already mentioned, the bottom sediments in the studied area are classified into five layers from Layer A (Holocene) of the bottom-surface to Layer E (Miocene) of the deepest layer of the so-called acoustic basement.

A remarkably strong reflector on the surface of Layer E is named as the reflector X in this area. Geological age of the acoustic basement, layer E, cropped out at several points is confirmed from the land geology.

For example, the acoustic basement distributed near Tsushima is correlated to the Taishu Group of Oligocene to Early Miocene age. The acoustic basement near Goto Retto is correlated to the Goto Group

of Middle Miocene. In conclusion, Layer D is assigned to the Late Miocene, Layer C to the Pliocene, Layer B to the Pleistocene and Layer A to the Holocene.

### Tectonics

Large tectonic lines bordering between Korea and Tsushima are confirmed by the topographical, geological and geophysical data. These tectonic lines are related to the block movements of the basement in this area.

The block movements have played an important role in differentiation, which made various geological features of blocks each other.

For example, a border line from the Central Goto Shelf Channels to the Goto Submarine Canyon divides that area into two different geological blocks characterized by different geological structures and stratigraphies, respectively. A major cause for such tectonic movements may be ascribed to the opening (spreading) of the Japan Sea since 16 Ma age. Such movements resulted in formation of several small Tertiary to Quaternary sedimentary basins.

Block movements may have taken place since Late Miocene until Holocene and have formed several blocks of 30 to 100km in size. These blocks were suffered from uplifting, sinking and/or tilting from time to time and from place to place. Each block is composed of pre-Tertiary to lower Tertiary formations and intrusive rocks.

### Conclusion

The investigated area has been divided into several geological blocks since the Late Miocene time (ap. 16 Ma). These block-forming events were closely related to the tectonic movements for the Japan Sea opening.

At the early stage of this tectonic development, the right lateral strike-slip faults took place between the Korea Peninsula and Southwest Japan. After then, Southwest Japan has been rotated clockwise. Thus, the Tsushima block and other blocks to the south became compressed. Consequently, the Tsushima was forced to form a thrust-up block, which is characterized by a horst-and-graben structure with complex folding axes. Tsushima (Island) and the Tsushima Trough were constructed in such a way.

The genesis of the Goto Shelf Channel and Goto Submarine Canyon is summarized as follows:

The Eastern Goto Shelf Channel and Central Goto Shelf Channel were developed along the fractured fault zone on the continental shelf. These geologically weak zones were eroded gradually through the Glacial Period,

It is important to point out that these channels started initially as rivers on land at the time of lowered sea level, because they have remained dendritic patterns at the upper streams of the Central Goto Shelf Channel on the continental shelf.

In conclusion, at the initial stage of the Japan Sea rifting, the Tsushima-Oki Fault was formed and then, the Tsushima-Goto region was demarcated into several tectonic blocks. These blocks were subjected to intense compressional stress due to rotational movements of Southwest Japan. Thus, horst blocks of islands and graben-blocks were developed, as observed in the present tectonic features of the Tsushima-Goto Retto region.

1. 本研究の目的および調査方法

(1) 研究の目的

本研究は朝鮮半島と西南日本弧の地質を考える上で、重要な地理的位置を占める対馬～五島列島周辺海域を対象とし、その海洋地質を明らかにすることを目的とした。この海域の調査は海上保安庁水路が1/20万の海の基本図を作成するために、昭和48年～50年に実施した（大島（1973）、中嶋（1973）等）。ここではそれらの調査データを基に、これまでに集積された同海域の他のデータを合せて海洋地質学的問題を検討した。現在提案されている日本海の拡大、西南日本の移動、回転等の仮説を検証するために、本海域の地質構造発達過程についての考察を加え、海底地形、地質層序、地質構造等を明らかにした。また、検討結果の一つとして、本海域に存在する顕著な陸棚谷地形の成因についても考察した。

対馬～五島列島周辺海域はアジアプレートの東端部である朝鮮半島地塊と大陸縁辺部の島弧活動によって形成された日本列島西南日本弧の接合部に相当する。またアジア大陸東端の前面に広がる縁海（marginal sea）である日本海と東シナ海との境界にあたる鞍部とも言える。したがって、第1図にも示される様に、本海域は分離している大陸と島弧の接点としての位置を占めており、二つの地域の地質学的連続性や不連続性を検討する上で重要な位置を占める。第2図は調査対象海域とその周辺海域を含むより詳しい海底地形の様子を示してある。

対馬の西側海底に存在する“対馬一五島構造線”を境として、朝鮮半島南部に分布する白亜系慶尚層群の海底への分布状況と、対馬から東側海底での白亜系の分布は現在のところ音波探査、海底掘削データによっても直接的には確認されていない。しかし、この海域の基盤として存在が予想される。北九州沿岸域から山陰地方南西部に広く発達する中生代後期の堆積層、火成岩類、例えば下部～中部白亜系関門層群（脇野亜層群、下関亜層群）、上部白亜系八幡層、ひん岩、斑岩類、花岡岩類について朝鮮半島と北九州～山陰地方に分布する地層の関係を海底を通じて明らかにすることは重要である。

本調査海域には壱岐、対馬、五島列島、男女群島、その他の小さな島が点在し、貴重な陸上地質データを提供している。また、大半を占める海域の地質データは海上保安庁水路部の海底調査成果以外にも、昭和60年代以後、国立科学博物館、東京大学海洋研究所、工業技術院地質調査所等の組織的調査や九州大学、東海大学、水産庁西海区水産研究所等の調査研究があり、底質、海底堆積層分布、地質構造等の実態がしだいに明らかにされている。

更に、近年は調査域北部の対馬海盆や南部の福江海盆、男女海盆における石油資源探査のための海洋物理探査データや石油試掘井の掘削データの一部が公表され、重要な地質層序対比の基準となっている。水路部が実施した海底地形・地質構造調査の結果とこれらのデータの総合検討とを基にして対馬海盆から男女海盆

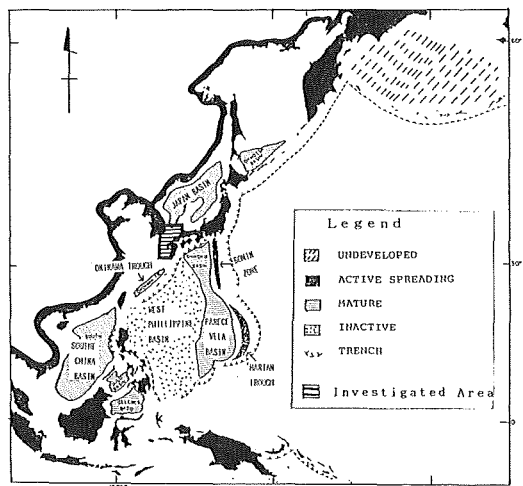


Figure-1. Geographical setting of the study area which is shown as rectangle locating between Japan Sea and East China Sea.

Marginal seas of the Western Pacific are classified into each developing stage. These are divided into undeveloped, active spreading, mature and inactive types.

に至る海底地質層序の確定と構造発達史について明らかにすることを試みた。

## (2) 調査方法

昭和48～50年に水路部が実施した福岡沖、長崎沖および山口沖海底調査は測量船「明洋」「昭洋」の精密浅海用音響測深機、深海用音響測深機、エアガン方式連続音波探査装置、プロトン磁力計、海上重力計、ドレッジ等を用いて組織的に実施された。調査対象海域を第3図に示す。なお、点線で囲まれた区域は島根沖海底調査で海底地形を含む研究対象海域としたが、音波探査記録の解析は行なわなかった海域である。第4図には対象海域

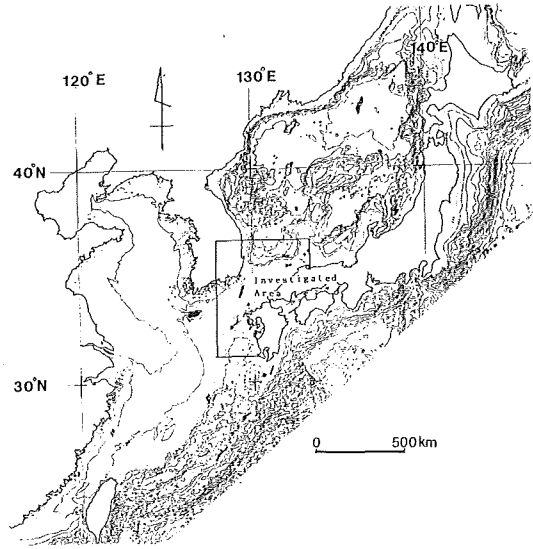


Figure-2. General view of studied area and its vicinity.

Submarine topography of surveyed area, Japan Sea and East China Sea are shown

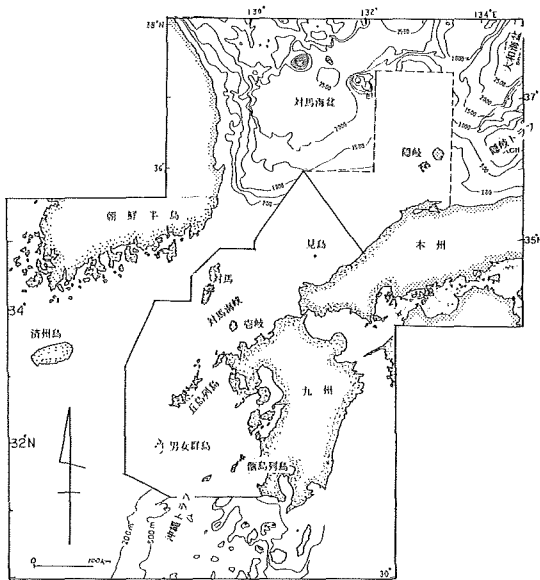


Figure-3. Map of study area and surveyed area (enclosed by solid line and dashed line).

Seismic profiles in the area of dashed line are not shown in this article

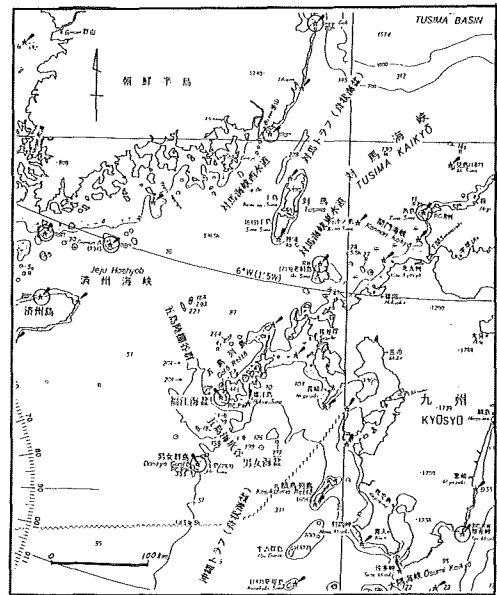


Figure-4. Geographical names (Large scale topography) in the study area from chart No.1004A [Western portion of Nippon]

の代表的な陸上・海底地名を示す。調査実施概要は下記の通りである。

[調査概要]

1) 期間：

|            |                   |        |       |
|------------|-------------------|--------|-------|
| 福岡沖海底調査    | 1973年 5月～6月 (32日) | 3800海里 | 採泥11点 |
| 長崎(1)沖海底調査 | 1974年 7月～8月 (32日) | 3650海里 | 採泥 2点 |
| 長崎(2)沖海底調査 | 1974年 5月～7月 (40日) | 5900海里 | 採泥11点 |
| 山口沖海底調査    | 1975年 5月～6月 (32日) | 4040海里 | 採泥 9点 |

2) 使用船：

|            |                            |
|------------|----------------------------|
| 水路部測量船「明洋」 | 450トン (昭和38年 3月竣工)         |
| 速力         | 10ノット, 最大航続距離10ノットで5280海里  |
| 水路部測量船「昭洋」 | 1900トン (昭和47年 2月竣工)        |
| 速力         | 17ノット, 最大航続距離14ノットで11000海里 |

3) 調査測線：

第5図に示されるように、各調査海域の地質構造を最も良く把握できるように大構造を横切る形で主調査測線が設定された。対馬～五島列島付近では各主測線方向：東西、南北2マイル間隔(福岡、長崎沖)とし、山陰山口沖では、各主側線方向：北西—南東、2マイル間隔(山口沖)としている。検測線として直交または斜交する約10マイル間隔の測線も設定されている。

4) 調査海域：

第3図に示される島根沖および山陰山口沖西部海域から九州北西岸沖に至る対馬～五島列島周辺海域。主として大陸棚～大陸斜面部海域。長崎沖(2)では沖縄舟状海盆(トラフ)の北端部、男女海盆等を含む。調査は①山口沖、②福岡沖、③長崎沖(1)、④長崎沖(2)の4回に分けられる。

(3) 調査機器

1) 測位：デッカ北九州チェーンを主として使用。この電波測位位置のキャリブレーションのため、陸上の顕著な物標を用いて六分儀により三点両角法での測位を実施した。また、レーダ測位も併用してクロスチェックを行った。測位位置決定間隔は10分で行い、チェックの結果、両者の差は0～0.2マイル(360m)であったので、電波測位位置の修正はせず、そのまま採用した。測位精度は0.1マイル(180m)以下と見積もられる。但し、山口沖調査ではデッカ測位の系統的誤差があり、三点両角法によるデータで船の電波測位による決定位置を補正した。

2) 測深：NEC製浅海用音響測深機 NS-36Aを主として使用し、水深を1m単位で読取った。読取った水深値に対しては水深200m以浅には潮汐の影響の改正をほどこした。潮汐改正は対馬巖原、佐世保の驗潮所のデータによる。

全水深に対して、水中音波伝搬速度の変化についての改正を1000m以浅は1m単位で、1000m以深は10m単位で行った。音速度改正に用いた資料は日本海洋データセンター保有の既存海洋データによる。

3) 地質構造探査：シングルチャンネル・エアガン方式のNECの製連続音波探査装置による。エアガンはラモントタイプ、容量0.4リットルの発震源を使用し、2チャンネルのストリーマーケーブルを用いて受信した。記録周波数帯域はおよそ50～300Hz、放電破壊式記録紙に記録。記録紙上のフルスケールは2秒又は3秒で音波探査記録(プロファイル)を描かせた。調査対象海域は男女海盆以南の海域を除き大半が水深200m以浅の浅海域であり、特に福岡沖調査の100m以浅の大陸棚では往復反射時間が短すぎる事による多重反射を防ぐた

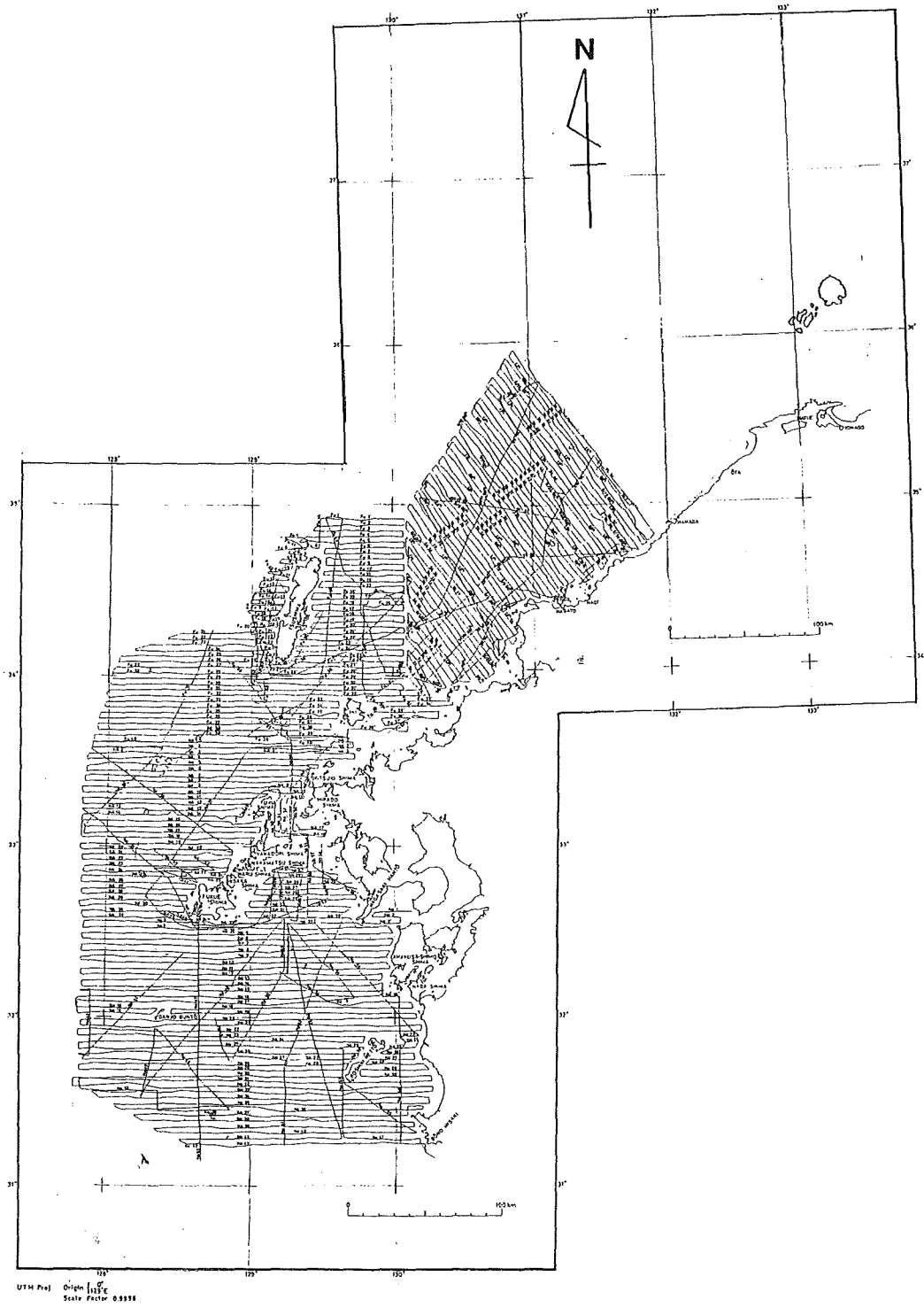


Figure-5. Track lines

Survey lines in the study area. Line spacing are two nautical miles each and cross lines are set



め、ガンとストリーマーケーブルの間隔を20mとし、比較的良好な記録を得た。

4) 地磁気：バリンジャー社製プロトン磁力計による。測定精度は±1γで、データはデジタルプリンターとアナログ記録で出力した。測定間隔は1分毎。

5) 採泥：福岡沖で11地点、延べ12回の採泥、長崎沖(1)で2地点、長崎沖(2)で11地点、山口沖で9地点の採泥を行ない、計33地点で採泥を行い、その殆どでサンプルを得ることに成功した。採泥器はチェーンバッグ型ドレッジと小型円筒形ドレッジを同時に使用し、泥質堆積物と岩、礫質堆積物等を効率的に採取するよう努めた。

採泥地点を第6図に、採泥結果を第1表に示した。

## 2. 従来の研究

アジア大陸東端の朝鮮半島と西南日本弧との接点である対馬～五島列島周辺海域はまた、縁海 (marginal sea) の性格を持つ日本海と東シナ海が接する境界域である。なかでも、韓国南岸から対馬を経て北九州に至る地峡帯である対馬海峡は日本海と東シナ海との境として浅海域が広がり、氷河期の海水準低下期には陸橋となったと言われる。

従来、地理学的・地質学的重要性から朝鮮半島、九州北西部、山陰地方の陸上地域地質に関してはいくつかの先駆的調査・研究が行われ、海域を除く地質についての知識が蓄積されていった。

古くは、小林 (1977)、立岩 (1973—1976) らの朝鮮半島の地質調査成果、松本ら (1962)、松本 (1969)、高橋 (1969)、今泉 (1970)、高橋・首藤 (1971)、今井 (1973)、岡田 (1969, 1970, 1971)、勘米良ら (1980) による対馬、九州北西部の地質調査および、その他の大学、地質調査所等の地質学者によって陸上地質調査・研究の成果が公表されてきた。これらにより、朝鮮半島の地質・構造の特徴や対馬の対州層群の特異性、九州、西南日本山陰地方の地質、構造などが明らかにされていった。しかし、海域地質に関する調査・研究は戦前海軍水路部の水路測量や水産・漁業関係研究機関の調査に伴う底質調査などしかなく、その重要性にもかかわらず、断片的な知識しか得られていなかった。東シナ海から対馬・五島付近に至る本格的な海底調査としては、1960年代後半の Emery et al. (1969)、Wageman et al. (1970) らによる調査が始めといえる。Emery らは東シナ海から対馬に至る広域的な地質、構造を明らかにし、台湾～宍道褶曲帯 (現在は五島～尖閣隆起帯とも呼ばれる) と呼称した構造帯のいくつかの堆積盆の分布、構造状況 (第7図参照) 等を報告した。この報告は東シナ海から南部日本海に至る海底地質やその構造発達史の考察および海底石油資源探査などに大きな示唆を与えた。

日本国内の海洋調査研究機関の調査も、その後次第に本格化されていった。朝鮮半島から北九州にいたる海域の海底地質調査とその解析についての本格的な調査研究の進展は、1960年代 (昭和40年代) 後半から実施された国立科学博物館 (1969)、地質調査所 (1974—1975)、海上保安庁水路部 (1973—1975) 等による総合的調査からといえよう。また、日本地質学会等の主催した九州周辺海域の地質学的諸問題のシンポジウム (1971) などを契機に、それまでの断片的な各研究者の成果が総合的に検討されるに至り、陸上のデータだけでなく海底の諸データを加味して解析した、より詳細な研究成果が発表され始めた。

対馬海峡周辺海底の地形については、水路部が1973年から実施した1/20万の大陸棚の海の基本図成果により地形概要が飛躍的に明らかになるとともに、その後、対馬、五島列島の島々の沿岸域の1/5万の基本図によって更に詳細な部分的地形が把握されていった。茂木らは水路部の調査結果をもとに、氷河期の海水準変動に伴い形成された海底段丘、サンドウエーブ、埋積谷・陸棚谷等の浅海地形や、いわゆる沈水地形の

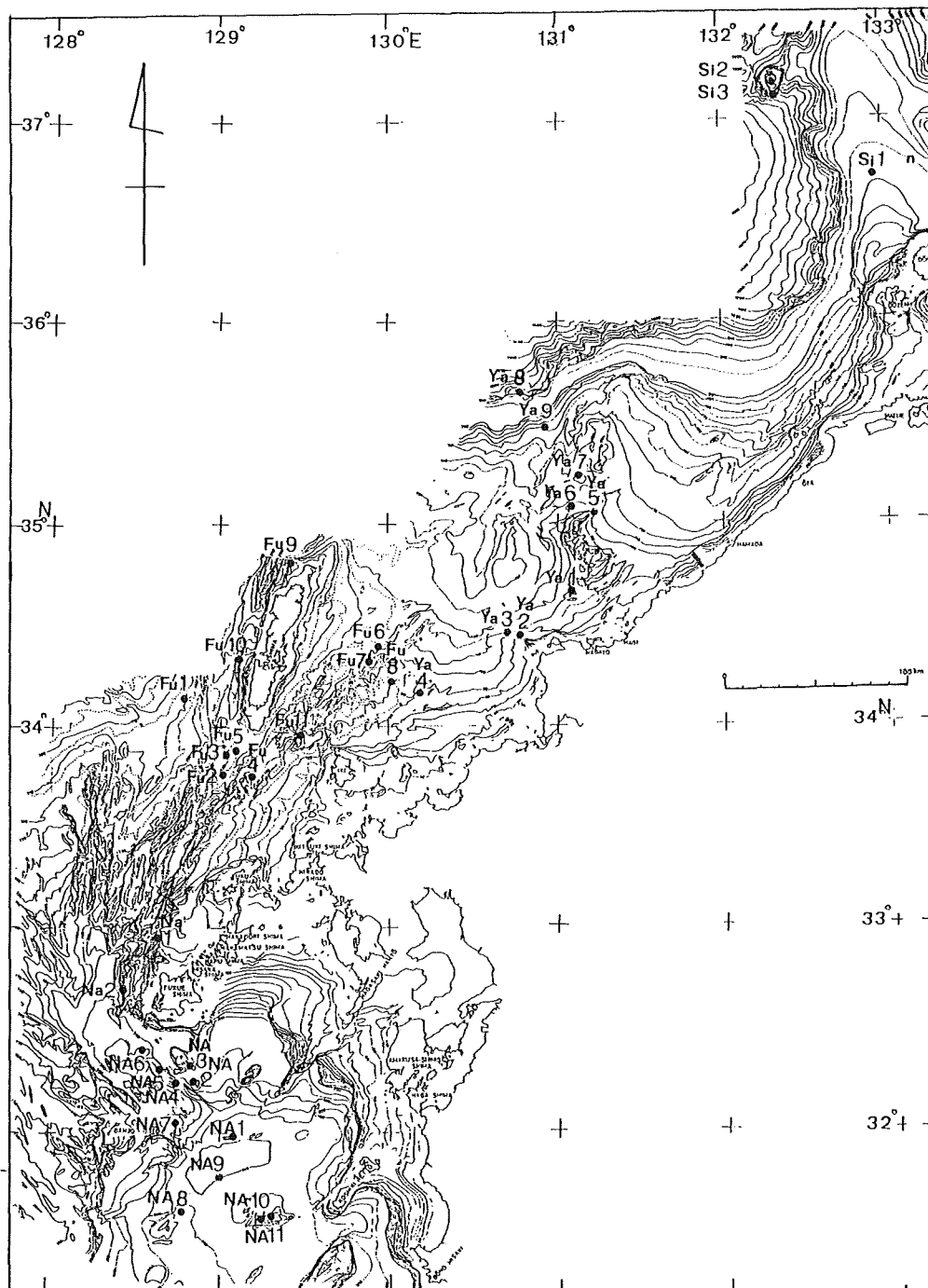


Figure-6. Sites of geological bottom sampling. Si means : off Shimane, Ya : off Yamaguchi, Fu : Off Fukuoka, Na : Off Nagasaki(I), NA : Off Nagasaki(II) survey cruises. Dredg haul results are shown in Table-1

SUBMARINE GEOLOGY IN THE VICINITY OF  
TSUSHIMA-GOTO RETTO REGION

65

Table-1. Record of bottom sampling results in  
the vicinity of Tsushima Goto Retto  
area.

| 1/20万 山口沖海底調査 (1975.5-6) : Ya     |               | 1/20万 島根沖海底調査 (1975.10-11: Si (参考) |               | 水深   | サンプル             |
|-----------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|------|------------------|
| 採泥地点番号                            | 経緯度 (北緯 : 東経) | 採泥地点番号                             | 経緯度 (北緯 : 東経) |      |                  |
| Ya-1                              | 34-38.6       | 131-04.6                           |               | 65m  | G, sh            |
| Ya-2                              | 34-26.4       | 130-46.8                           |               | 88m  | G, sh            |
| Ya-3                              | 34-26.9       | 130-42.2                           |               | 99m  | cS, sh           |
| Ya-4                              | 34-14.2       | 130-04.8                           |               | 92m  | G, cS, sh        |
| Ya-5                              | 35-04.6       | 131-14.3                           |               | 102m | G, cS, sh        |
| Ya-6                              | 35-05.5       | 131-05.0                           |               | 119m | S, sh            |
| Ya-7                              | 35-14.0       | 131-06.8                           |               | 129m | R, cS, sh        |
| Ya-8                              | 35-38.7       | 130-46.6                           |               | 654m | M                |
| Ya-9                              | 35-28.4       | 130-54.5                           |               | 168m | S, sh            |
| Si-1                              | 36-42.3       | 132-57.8                           |               | 205m | S                |
| Si-2                              | 37-06.9       | 132-20.3                           |               | 400m | G, M             |
| Si-3                              | 37-10.0       | 132-20.1                           |               | 138m | R                |
|                                   |               |                                    |               |      |                  |
| 1/20万 福岡沖海底調査 (1973.5-6) : Fu     |               | 1/20万 長崎沖(1) 海底調査 (1974.7-8) : Na  |               | 水深   | サンプル             |
| 採泥地点番号                            | 経緯度 (北緯 : 東経) | 採泥地点番号                             | 経緯度 (北緯 : 東経) |      |                  |
| Fu-1                              | 34-07.5       | 128-48.7                           |               | 114m | sh, cS, M        |
| Fu-2                              | 33-45.3       | 129-02.5                           |               | 130m | fS, sh           |
| Fu-3                              | 33-51.4       | 129-04.6                           |               | 115m | fS, sh           |
| Fu-4                              | 33-45.0       | 129-17.5                           |               | 114m | fS, sh           |
| Fu-5                              | 33-50.8       | 129-12.3                           |               | 111m | sh, fS           |
| Fu-6                              | 34-27.3       | 129-55.6                           |               | 112m | sh, fS, peb      |
| Fu-7                              | 34-20.0       | 129-55.0                           |               | 120m | S                |
| Fu-8.1                            | 34-18.0       | 130-04.8                           |               | 102m | sh, S, peb, coal |
| Fu-8.2                            | 34-18.0       | 130-04.8                           |               | 103m | sh, S, peb, coal |
| Fu-9                              | 34-48.0       | 129-21.2                           |               | 144m | peb-bol          |
| Fu-10                             | 34-18.2       | 129-06.3                           |               | 166m | sh, fS, peb-bol  |
| Fu-11                             | 33-57.5       | 129-28.4                           |               | 97m  | sh, mS, cob-bol  |
|                                   |               |                                    |               |      |                  |
| 1/20万 長崎沖(2) 海底調査 (1974.5-7) : NA |               |                                    |               | 水深   | サンプル             |
| 採泥地点番号                            | 経緯度 (北緯 : 東経) | 採泥地点番号                             | 経緯度 (北緯 : 東経) |      |                  |
| Na-1                              | 32-55.1       | 128-37.3                           |               | 95m  | peb-bol          |
| Na-2                              | 32-36.9       | 128-26.7                           |               | 122m | cS, sh, peb      |
| NA-1                              | 31-58.9       | 129-05.5                           |               | 747m | S, M             |
| NA-2                              | 32-15.0       | 128-52.8                           |               | 210m | Sn               |
| NA-3                              | 32-19.3       | 128-47.5                           |               | 190m | G, S             |
| NA-4                              | 32-17.4       | 128-42.3                           |               | 364m | S, G, M          |
| NA-5                              | 32-19.1       | 128-38.4                           |               | 512m | S, M             |
| NA-6                              | 32-23.2       | 128-33.6                           |               | 467m | Sn               |
| NA-7                              | 32-02.6       | 128-44.9                           |               | 392m | S                |
| NA-8                              | 31-35.5       | 128-45.0                           |               | 607m | G, S             |
| NA-9                              | 31-45.8       | 128-58.8                           |               | 871m | R                |
| NA-10                             | 31-32.8       | 129-15.5                           |               | 646m | G, sh            |
| NA-11                             | 31-34.1       | 129-17.9                           |               | 461m | S                |

注) サンプル記号

R: 岩、G: 礫、Sn: 粗礫、bol: 巨礫、peb: 円礫、coal: 石炭  
S: 砂 (中砂)、fS: 細砂、cS: 粗砂、sh: 貝殻、M: 泥

解析を行った（茂木ら、1973、1978、1980、1981）。

海底の地質構造に関しては、村内ら（1969、1972）、Ludwig et al. (1975)、玉木（1988）等による日本海全体の中での調査・研究がある。その中で村内ら（1972）は朝鮮半島と対馬の間での音波探査記録、人工地震波観測データによる地殻構造の解析結果から、日本海の形成にともなう大構造線の存在を予想した。その後、富田ら（1975）は対馬西方海底に対馬沖断層と呼ぶ南北に伸びる海底断層の存在を明らかにした。ほぼ同じ頃、木村ら（1976）、桂ら（1976）も組織的な海底調査結果から複数の断層系からなる構造線の存在を推定し、対馬一五島構造線等の名称を付した。これは対馬沖断層を含むほぼ南北一北北東～南南西方向で朝鮮半島南東岸から対馬西岸沖を通り福江海盆に至る構造線と予想されるもので、村内らの想定を裏づけた。そのほか、桂ら（1976）は北東～南西方向の沓岐構造線、北西～南東方向の平戸構造線等の存在を提唱した。これは、日本海の拡大に伴う本海域の複雑な構造発達過程の上で、ある役割を果たした構造線と考えられた。日本海山陰沖から東シナ海域において石油探査等のために行われた海底石油試掘坑井データやマルチチャンネル音波探査データの一部が、南（1979）、相場ら（1979）、円谷ら（1985）、安間（1985）などによって公表されている。それらに基づいた検討結果から、東シナ海北部から日本海南西部を含む広い範囲の海域に、白亜紀末期や中新世中期の広域不整合の存在や堆積盆地の消長に伴う堆積環境の大きな変動等の問題点が石和

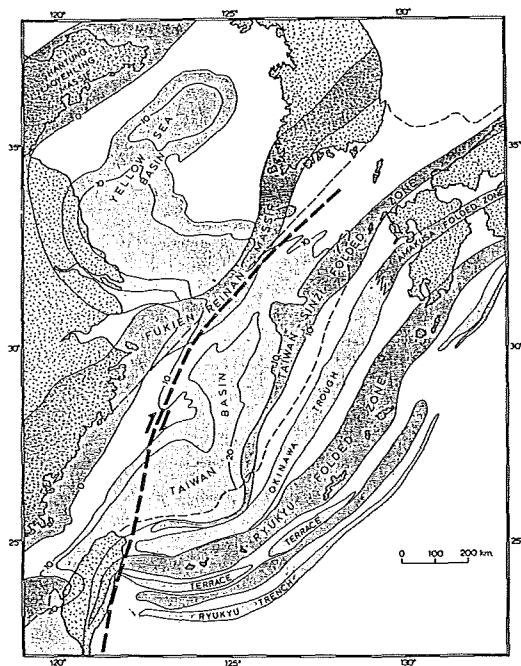


Figure-7. Regional geological continuity map between Korea Peninsula and South-west Japan.

Submarine tectonic belt from Yellow Sea to East China Sea are shown.

Numerals on contours mean sediment thickness (100m each) (After K. O. Emery et al. 1969)

田(1981)などによって指摘されている。対馬一五島列島周辺海域の海底堆積物の分布やそれによる古環境の復元, 推定についても氏家ら(1969, 1971, 1982), 大場ら(1980, 1983, 1987), 大嶋(1977), 大嶋ら(1982)によって検討されている。氏家は対馬海峡の地理的位置から日本海に流入する対馬暖流の強い流れによる表層底質の再移動の実態や, 日本海が“閉じた海の時期”と“開いた海の時期”の古環境について, 主として有孔虫分析結果から考察を進めた。大場ら(1983)も有孔虫の酸素同位体比の研究結果から日本海的环境変遷史を考察し, 3~2万年前に黄海の淡水が斉州島と朝鮮半島の間から日本海に流入, 2~1万年前には対馬海峡からの海水流出の可能性を指摘し, 対馬暖流の日本海への本格的流入は8千年前とした。大嶋ら(1982)は海峡付近の底質分布状況から堆積機構と堆積史を明らかにした。それによると, 表層堆積物は残留堆積物と, 氷河期の海水準低下期に陸化して風化したことによる鉄酸化物を含む粗粒堆積物で特徴付けられる残在堆積物などに分類された。また, 現海水準に達してからの沿岸域堆積物の大部分は40m以深の大陸棚には殆ど分布せず, 大陸棚上の水理営力としての流れ, 波浪の大きさは浮遊物質の沈積を妨げる大きさにあるとしている。

奈須ら(1970), 加賀美ら(1971)は海底堆積学的見地から東シナ海から長崎沖海底の地質と構造の総括を行った。同様に井上ら(1975), 井上(1981, 1982)も対馬海峡をめぐる地域の包括的な地質学的検討を行い, 従来の知見の整理を行った。特に井上は対馬海峡周辺地域と海底の白亜紀層の分布状態と連続性について詳細な検討を加え, 白亜紀以降に分離したと考えられている, 朝鮮半島と九州, 山陰地方の地質対策を試みた。それによって構造発達過程を考察し, 海域の構造線の役割を評価した。しかし未だに対馬海峡海底の白亜紀の地層の連続性ははっきりと確認出来ず, 今後より詳細に各時代の堆積層の対比と堆積環境の差異について明らかにしていく必要性を指摘した。

### 3. 対馬~五島列島周辺海域の海底地形と表層底質

#### (1) 海底地形

対象海域は対馬海峡を中心にその北東側と南西側の海域で, 西南日本の山口沖から九州・福岡沖を経て東シナ海に至る日本列島周辺北西部海域である。この海底は大陸棚, 大陸斜面を主とし, その下方に海盆が存在する。大半を占める大陸棚から大陸斜面はほとんど百数十メートルまでの浅く平坦な部分が多いが, 顕著な谷地形と堆, 海丘, 小海底谷等も多く見られる。第8図に海域水深別分布図を, 第9図に調査海域の海底地形俯瞰図を示す。

対馬海峡の北東方は日本海南西部となり, 対馬海峡から日本海南西部に移る海域には, 朝鮮半島から西南日本山陰地方に沿って北東に広がる大陸棚と, その北沖合いの大陸斜面から水深2200mに達する対馬海盆となる。対馬海盆は韓国の東岸から張出す朝鮮海台と島根沖の隠峡海脚を含む大陸棚の外縁に囲まれ, 北東に開いた矩形を示している。対馬海峡の北部は朝鮮半島南東岸から日本海南西端部の大陸棚でその中央部は暖い凹地となり, 東側, 山陰沖の大陸棚には見島や八里ヶ瀬, 千里ヶ瀬, 卯持ノ瀬, 根滝グリなどの浅瀬を持つ浅部の張出しが北東に伸びる。

朝鮮半島南部と九州地方, 山陰地方北西部に挟まれた地峡である対馬海峡はそのほぼ中央部に対馬があるため, 海峡が二つに分けられた形となる。対馬はほぼ南北に延びた細長い島で, 北の上島, 南の下島の二つの島からなる。朝鮮半島と対馬西側との間は対馬海峡西水道(朝鮮海峡), 東側の対馬と北九州の間は対馬海峡東水道(狭義の対馬海峡)と呼ばれる。更に, 対馬と北九州東松浦半島の間には壱岐島があり, その間は壱岐水道と呼ばれる。壱岐水道の東は玄海灘, さらに東は響灘となる。対馬海峡海底は朝鮮半島と北九州の両

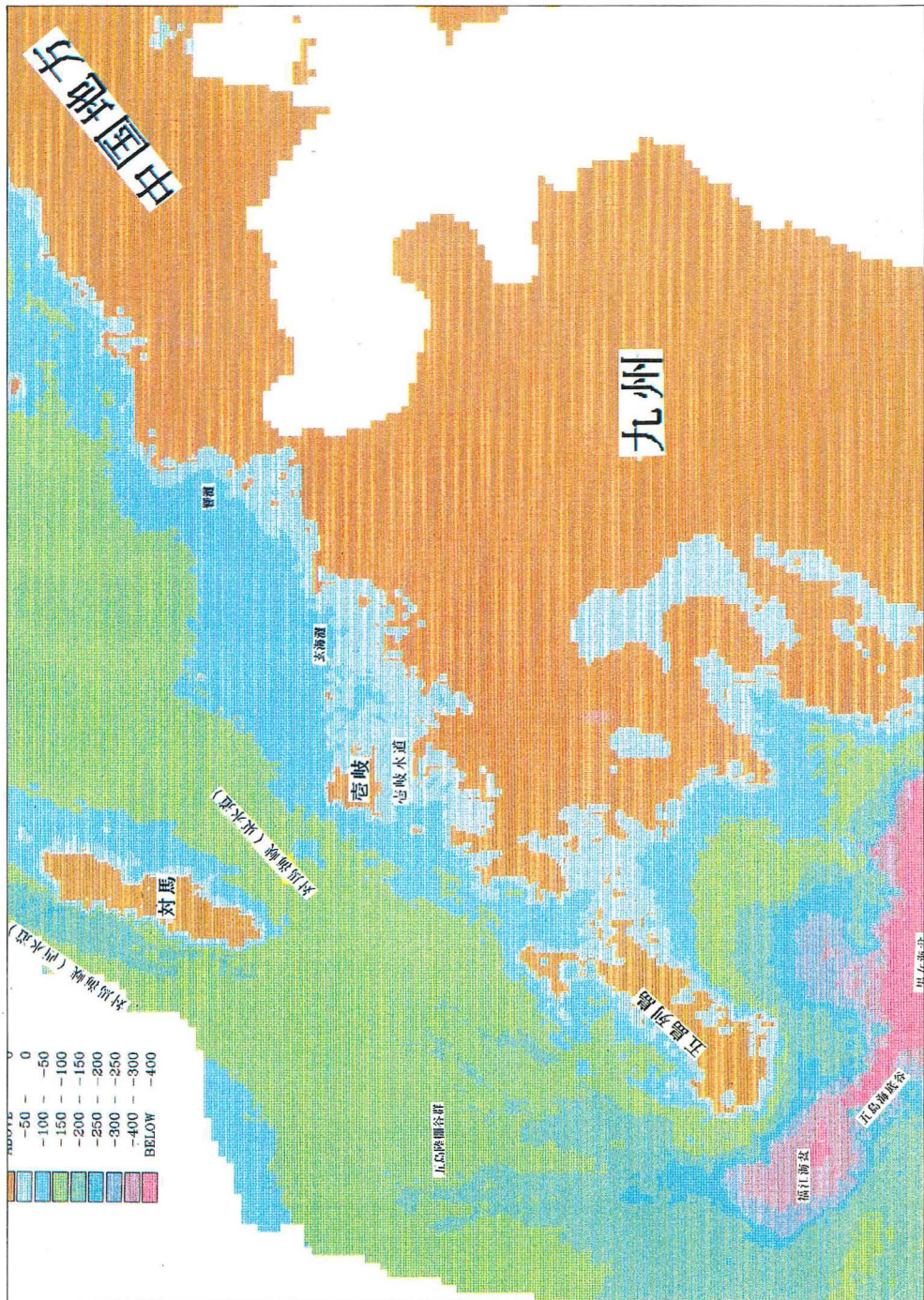


Figure- 8. Distribution map of depth in study area in the vicinity of Tsushima and Goto Retto



73頁の海底地形図「西南日本」は別図（Appendix01）



側の陸部に連なって発達する大陸棚となるため海底が浅く、対馬トラフ(舟状海盆)、五島陸棚谷群の部分を除き、ほとんどの場所が水深120m以浅の比較的平坦な海底である。しかし、この比較的平坦に見られる大陸棚上にも、し細にみると堆、礁、サンドウエーブ状地形、海底段丘、埋積河谷、陸棚谷など種々の海底小地形が見られる。これらの海底地形のうち主要なものについては調査完了時点で順次名称が付与されていった(水路要報96号(1975), 97号(1977)等、及び第2表参照)。第10図に西南日本域の地形の概要を、第11図(a~f)に各調査海域の詳細地形を、第12図(a~c)及び第2表に公式に命名された海底地形の位置と名称を示す。海域南部の海底は五島列島の北西側に広がる五島陸棚谷地群に刻まれた大陸棚、大陸斜面と東シナ海北部の東海大陸棚と九州沿岸の大陸棚に挟まれた凹地となる。この凹地は大きく見れば沖縄トラフ北端部の一部と見なされる。南部海域の海底は福江海盆、男女海盆、沖縄トラフなどの凹地やそれを繋ぐ五島海底谷等があり変化に富んでいる。福江海盆は北西~南東に長軸を持つ水深約300~400mの海盆、男女海盆は東北東~西南西に長軸を持つ水深約800mの海盆である。両海盆底のまわりの大陸斜面には第11図-fに示されるように小海底谷群、堆群、海丘等の基盤の凹凸に応じた地形的小起伏が多く見られる。男女海盆の周囲から南側は水深700m以上の沖縄トラフの凹地帯へ移行する。沖縄トラフの中にも若干の堆、凹地が見られる。

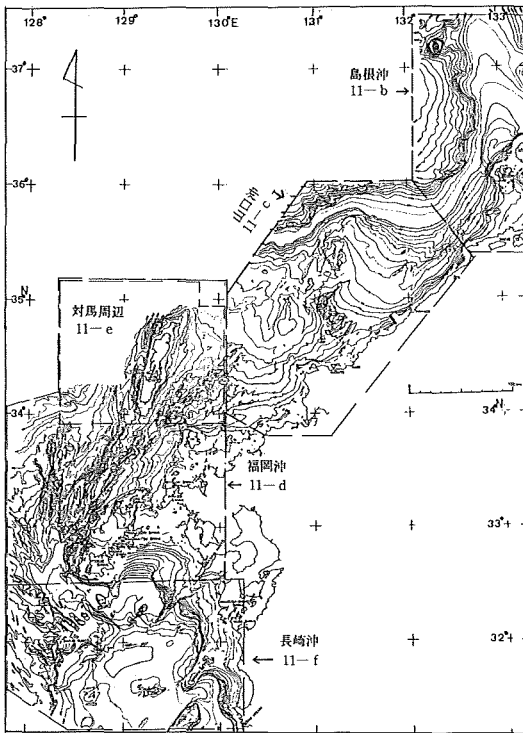


Figure-11a. Bathymetric chart of whole surveyed area.  
Submarine topography and each detailed survey regions are shown

山陰の山口沖、長門沖から萩沖にかけて大陸棚は次第に幅が狭くなるが、北東の島根沖に至ると隠岐ノ島、島後堆を乗せる隠岐海脚が北に延びるため大陸棚域が広がっている。大陸棚の外縁水深は140~160mである。

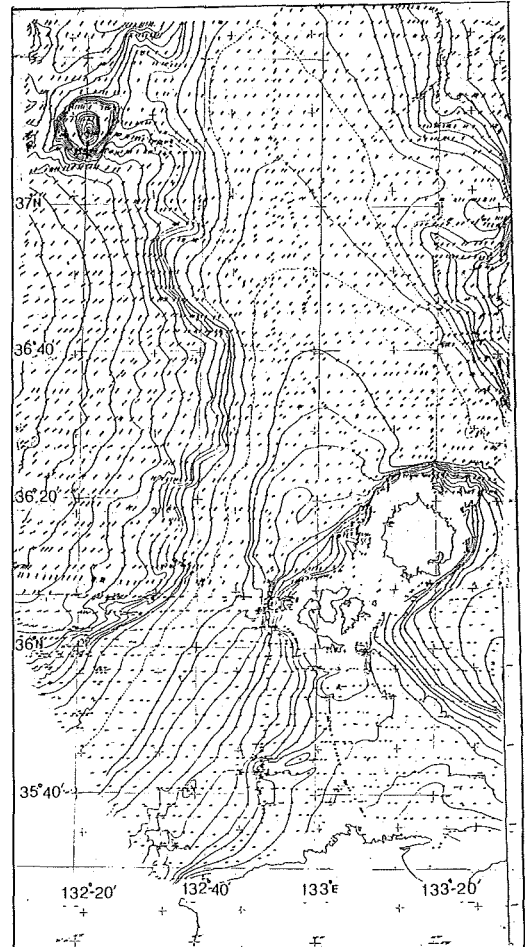


Figure-11b. Detailed bathymetric chart.  
off Shimane. Contour interval is 10m

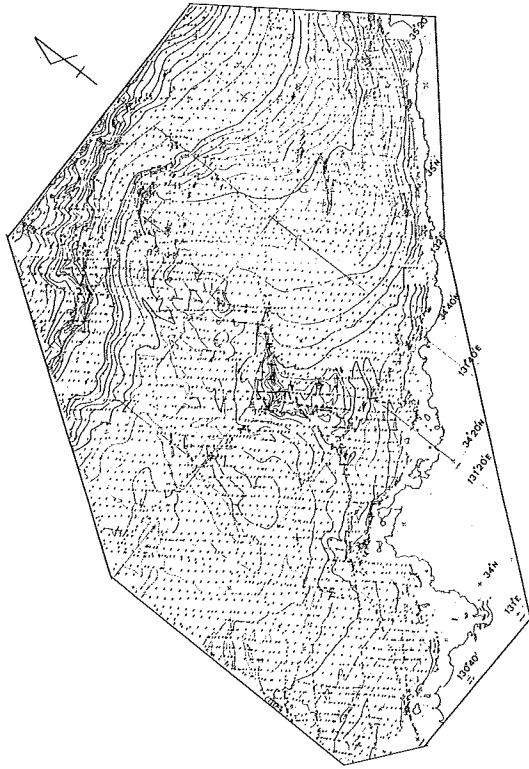


Figure-11c. Detailed bathymetric chart off Yamaguchi. Contour interval is 10m

この大陸棚外縁の外側（沖側）には、より大きな約300～400mの水深を示す深い大陸棚というべき平面が大陸棚の先端を囲んで存在する地形的特徴がある。山口沖では見島を始め、八里ヶ瀬、千里ヶ瀬、卯持ノ瀬根滝グリなどの浅所が北東に延び、大陸棚の地形に変化を与えている。

朝鮮半島と北九州間の対馬海峡の幅は約170kmである。しかし、中間に対馬があって、朝鮮半島と対馬間（西水道）の幅が約50km、対馬と壱岐間（東水道）の幅が約50km、壱岐と北九州間（壱岐水道）の幅が約20kmとなっている。なお、この方向での対馬の幅は約15km、壱岐の幅も約15kmである。

対馬海峡東水道と西水道では海底地形が異なっている。西水道には対馬舟状海盆（トラフ）があり、対馬上島から約15海里沖で最深228mを示す。また対馬の西側の島周辺には対馬トラフの側面を形成する急崖など起伏の多い、幅の狭い直線的な地形が目立つ。また島周辺や島陰には陸棚谷やサンドウエーブなども見られ

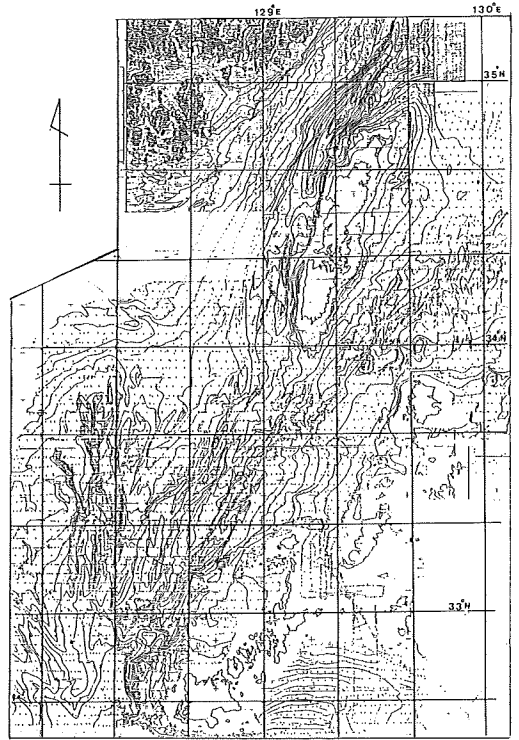


Figure-11d. Detailed bathymetric chart off Fukuoka. Contour interval is 10m

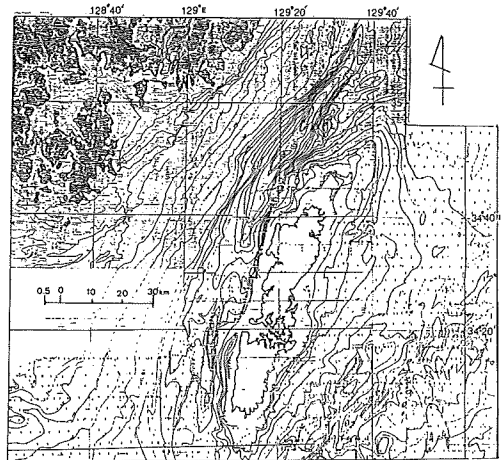


Figure-11e. Detailed bathymetric chart of vicinity area of Tsushima Strait. Contour interval is 10m

る。これに反して、東水道では水深120m以浅の比較的平坦な地形を示す。しかし海底には所々にサンドウエーブ、サンドバンク等と見られる特徴的な並列な浅い窪みや畝状の起伏がある(第18図-a参照)。これは著しい対馬暖流の流入や潮流の反復によりサンドウエーブやメガリップルなどが形成された小地形である。それはの形成は現世のものと考えられるが形成時期には検討の余地が残る。また東水道のほぼ中央に最浅堆頂水深45mの七里ヶ曾根と呼ばれる岩礁が、その北東には沖の島がある。

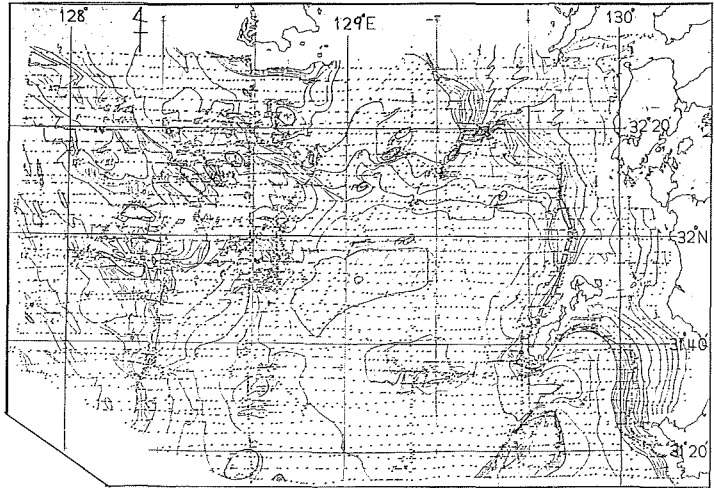


Figure-11f. Detailed bathymetric chart off Nagasaki. Contour interval is 10m

壱岐水道は水深100m以浅の浅い大陸棚が広がり、特に沿岸部付近、60m以浅の海域には沈水した河口や谷地形、サンドウエーブ、サンドバンク等が認められる。対馬海峡南に位置する五島列島の東側は五島列島と長崎半島に囲まれた海域と天草諸島、甬島列島の周囲の天草灘である。この海域の海底には長崎半島がそのまま海底に伸びた長崎海脚が南西に直線的に延びる。五島列島と長崎半島間の大陸棚は北に湾入し、南に緩やかに傾斜する斜面となっている。天草灘では大陸棚の発達がよく、その外縁は東西から南北に湾曲しつつ男女海盆の北東縁を縁どる。男女海盆の北東～東の斜面は比較的急傾斜である。南東側は甬島列島の島棚で画

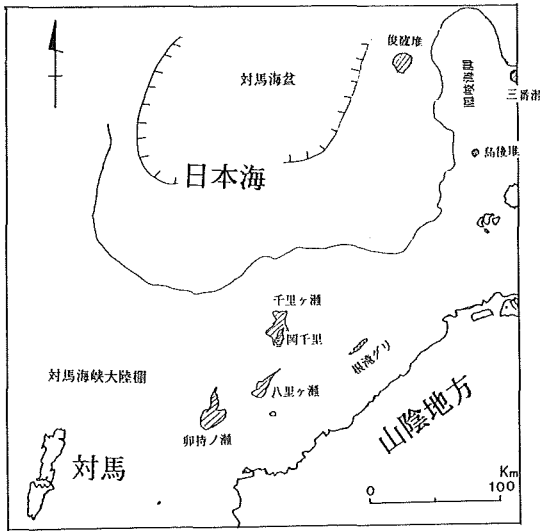


Figure-12a. Geographical names off Yamaguchi

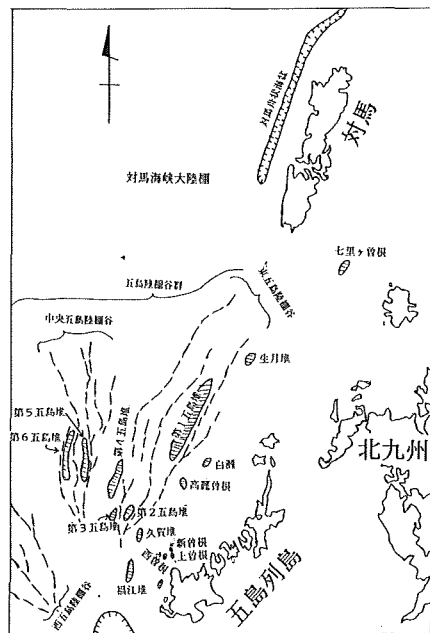


Figure-12b. Geographical names off Fukuoka

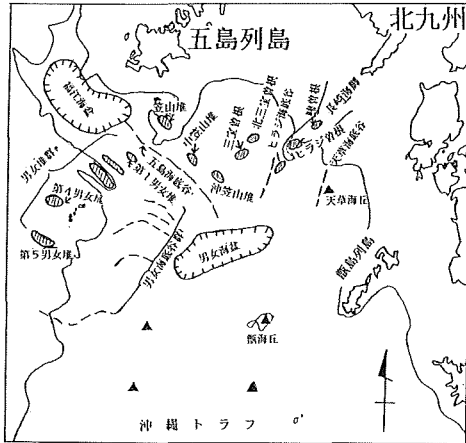


Figure-12c. Geographical names off Nagasaki

される。五島列島の西には五島陸棚谷群で修飾される大陸棚が広がり、凹凸の多い谷地形と堆が見られる。この海域の大陸棚外縁水深は陸棚谷群のため、はっきりしない部分が多いが、大よそ130~150mである。五島列島北の陸棚から斜面にかけては東五島陸棚谷と中央五島陸棚谷がある。これらは福江島南西方の福江海盆北部で収斂し合流する。その福江海盆には、北西方から東海陸棚と斜面を削ってきた西五島陸棚谷も合流し、そこから更に五島海底谷が始まる。

福江海盆から男女海盆に面する東海大陸棚の外縁水深は五島海底谷を境として急激に変化する。西側の東海大陸棚の外縁水深は160mであるのに対して、東の九州側大陸棚の外縁水深は110m~120mで約40m程の差がある。東海大陸棚の外縁水深は一般のものに較べ深く、基盤の沈降を推定させる。

2) 大陸斜面

対馬海峡北側の大陸斜面は北方に存在する対馬海盆に至る。この対馬海盆部に下る山口沖の大陸斜面のうち大陸棚外縁の外側には広い範囲にわたって海底崖が形成されている。しかし対馬海盆の深部に向かう大陸斜面に顕著な海底谷は認められない。

対馬海峡南側の大陸斜面は五島陸棚谷群、五島海底谷の存在によって北側に後退している様に見える。さらに大陸棚外縁付近には多数の堆群や海丘群が存在し

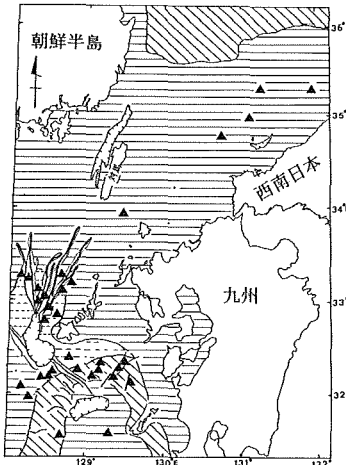
Table-2. List of names of submarine topography in the vicinity of Tsushima Goto area.

| a) 堆、海丘および海淵など浅所      |         | 水深      | 地理的位置            | 概位(北緯・東経)       |
|-----------------------|---------|---------|------------------|-----------------|
| 朝鮮海台                  |         |         | 朝鮮東岸元山沖          |                 |
| 隠岐海淵                  |         |         | 隠岐諸島北方延長         |                 |
| 俊鷹堆(しゅんようたい)          | 137m    |         | 隠岐海淵先端東側         |                 |
| 島後堆(どうごたい)            | 181m    |         | 隠岐島後北東約20H       |                 |
| 三番瀬                   | 317m    |         | 隠岐島後北約45H        |                 |
| 根滝グリ(ねたきグリ)           | 126m    |         | 日御碕西方約40H        |                 |
| 千里ヶ瀬                  | 103m    |         | 見島北方約20-30H      |                 |
| 岡千里                   | 79m     |         | 見島北方約31H         |                 |
| 八里ヶ瀬                  | 16.3m   |         | 見島北方約12H         |                 |
| 卯持ノ瀬(うもちのせ)           | 111m    |         | 見島北方約19H         |                 |
| 七里ヶ曾根(しちりがそね)         | 45m     |         | 壱岐・対馬の中間         | 33-56N, 129-06E |
| 生月堆(いきつきたい)           | 101m    |         | 宇久島北方約19H        | 33-36N, 129-30E |
| 久賀堆(くがたい)             | 151m    |         | 若松島西方約24H        | 32-55N, 128-30E |
| 福江堆(ふくえたい)            | 55m     |         | 福江島西方約10H        | 32-47N, 128-27E |
| 第1五島堆                 | 110m    | 五島堆群    | 宇久島北西方約17H       | 33-22N, 128-44E |
| 第2五島堆                 | 122m    |         | 奈留島北西方約24H       | 33-00N, 128-26E |
| 第3五島堆                 | 104m    |         | 久賀島北西方約25H       | 33-00N, 128-06E |
| 第4五島堆                 | 125m    |         | 中通島西方約36H        | 33-08N, 128-22E |
| 第5五島堆                 | 139m    |         | 小値賀島西方約22H       | 33-11N, 128-14E |
| 第6五島堆                 | 139m    |         | 宇久島西方約25H        | 33-12N, 128-08E |
| 白瀬(しろせ)               | 35m     |         | 小値賀島東方約12H       |                 |
| 高麗曾根(こうらいそね)          | 4.1m    |         | 中通島西方約20H        | 33-07N, 128-43E |
| 新曾根(しんそね)             | 7.4m    |         | 福江島北方約4H         | 32-52N, 128-40E |
| 上曾根(かみそね)             | 3.6m    |         | 福江島北方約4H         | 32-50N, 128-40E |
| 西曾根                   | 10.9m   |         | 福江島北方約4H         | 32-50N, 128-38E |
| 笠山堆(かさやまたい)           | 170m    |         | 福江島南方約12H        |                 |
| 中笠山堆                  | 184m    |         | 福江島南方約20H        |                 |
| 沖笠山堆                  | 229m    |         | 福江島南方約30H        |                 |
| 北三寶曾根                 | 176m    |         | 福江島南東方約26H       |                 |
| 三寶曾根(さんぼうそね)          | 126m    |         | 福江島南東方約28H       |                 |
| 鯉曾根(あじそね)             | 43m     |         | 野母崎南西方約20H       |                 |
| ヒラジ曾根                 | 123m    |         | 野母崎南西方約25H       |                 |
| 沖ヒラジ曾根                | 166m    |         | 野母崎南西方約30H       |                 |
| 長崎海淵                  |         |         | 長崎平島南西延長         |                 |
| 天草海丘(あまくさかいきゅう)       | 432m    |         | 天草下島南西方          | 32-08N, 129-39E |
| 第1男女堆                 | 170m    | 男女堆群    | 男女群島北側           | 32-22N, 128-47E |
| 第2男女堆                 | 175m    |         |                  | 32-14N, 128-36E |
| 第3男女堆                 | 164m    |         |                  | 32-11N, 128-32E |
| 第4男女堆                 | 152m    |         |                  | 32-11N, 128-23E |
| 第5男女堆                 | 134m    |         |                  | 32-03N, 128-15E |
| 1男女海丘                 | 478m    |         |                  | 31-32N, 128-41E |
| 飯海丘(こしきかいきゅう)         | 304m    |         | 飯島列島西方約18H       | 31-34N, 128-18E |
| b) 海底谷および陸棚谷など凹所      |         |         |                  |                 |
| 東五島陸棚谷                | 五島陸棚谷群  |         | 五島列島北方           |                 |
| 中央五島陸棚谷               |         | 五島列島北西方 |                  |                 |
| 西五島陸棚谷                |         | 福江島西方   |                  |                 |
| 五島海底谷                 |         | 福江島南方   |                  |                 |
| ヒラジ海底谷                |         |         | 野母崎南西方           |                 |
| 天草海底谷                 |         |         | 天草諸島南西方          |                 |
| 男女海底谷群                |         |         | 男女群島南東方          |                 |
| c) 海盆および舟状海盆(トラフ)など深所 |         |         |                  |                 |
| 対馬海盆                  | 2200m前後 |         | 朝鮮海台~樹駘(ウルルン)島南方 |                 |
| 対馬舟状海盆                | 2200m前後 |         | 対馬北~西方           | 34-50N, 129-20E |
| 福江海盆                  | 4000m前後 |         | 福江島南西方           |                 |
| 男女海盆                  | 8000m前後 |         | 男女群島東方           |                 |
| 沖繩舟状海盆                | 7000m以上 |         | 飯島列島西側           |                 |

複雑な地形を示す。五島列島西方，福江島周辺の大陸斜面は五島陸棚谷群により縁どられ，谷群や谷間の五島堆群により修飾されているため，南北に伸びる畝状地形などがあり起伏に富む。福江島南西方には北西～南東に長軸を持つ約400m水深の福江海盆があり，その中央部をより深く五島海底谷が直線状に刻んでいる。このため福江島の西から南西方の大陸斜面は急斜面となっている。これに較べ五島列島東方の長崎半島に挟まれた五島灘の大陸斜面は南に暖く下がる単調な傾斜を示す。福江島南西海底から大陸斜面を削って南東に下る五島海底は北東～南西方向の配列をとる五島列島，男女群島の大陸斜面を削って東に水深700～800mの男女海盆に至っている。その周囲の男女群島周辺の大陸斜面や五島列島から甞島列島に至る大陸斜面上には，五島海底谷以外の男女海底谷群，ヒラジ海底谷，天草海底谷，笠山堆，三宝曾根，天草海丘等，多くの小さな海底谷や堆，海丘があり，男女海盆付近に下っている。

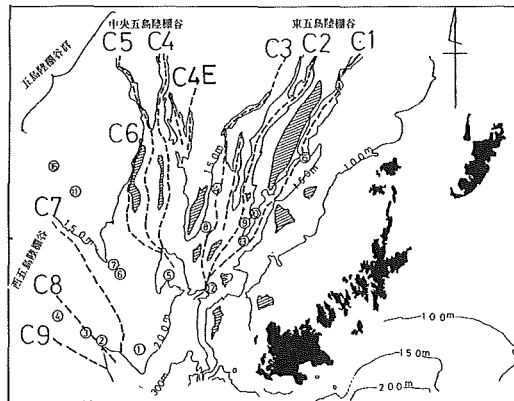
3) 五島陸棚谷群

五島陸棚谷群は五島列島北西～西側大陸棚上から大陸斜面を切る規模の大きな陸棚谷群である。これは谷軸によって，NE-SW方向の東五島陸棚谷群，N-S方向の中央五島陸棚谷群，NW-SE方向の西五島陸棚谷群の3つのグループに分類される。第14図に流路が示されている。この谷群の特徴として次の点が上げられる。



凡例 〰 平坦面：〰 やや平坦面：〰  
斜面：▲ 凸所：◎ 凹所：□ 谷

Figure-13. Classification map of submarine topography



陸棚谷の流路は東五島，西五島の3つの陸棚谷に分類される。C1, C2, C3は東五島陸棚谷群，C4E, C4, C5, C6は中央五島陸棚谷群，C7, C8, C9は中央五島陸棚谷群のチャンネル。各々北東の日本海，北の朝鮮半島，北西の黄海に上流部がある。斜線部は堆，1～16の場所にサンドウエーブが見られる。その断面プロファイルは第19図に示される。

Figure-14. Map of streams of Goto shelf channels, and distribution of banks and shoals

- ①陸棚谷群の存在する地理的位置は朝鮮半島と九州との接続部に当たる地狭帯にある。
- ②陸棚谷群の存在する水深は120～200mの大陸棚，大陸斜面上部である。
- ③存在する水深からみて，氷期の海水準変動と谷地形形成は密接に関係する。
- ④3つのグループに分類される陸棚谷群は各々複数の谷筋からなる。

東，中央五島陸棚谷群の谷頭は対馬東方，対馬南西方の大陸棚上にあり，その谷頭水深は115～130mである。しかし，西五島陸棚谷群の谷頭は調査区域外の西方の黄海の奥にあり，現況のもとでは全体地形の詳細な把握は困難である。各谷の上流から中流の地形は各陸棚谷群で違いが見られる。しかし，下流では各谷筋とも，緩やかな凹地形縦断面の連続を示しつつ次第に下降しており，その間に差異が認められないので同一条件下におかれていることを示唆している。

a. 東五島陸棚谷群

五島陸棚谷群の東部にある各谷地形は東からC1, C2, C3, と3つの流軸に分けられる。この集合体が東五島陸棚谷群と命名された(永野ら, 1976)。C1は東水道から凹地に連続する。壱岐西方水深130m付近からはっきりした谷状地形を作り, 第1五島堆の東縁の崖に沿って南西に流れ, 北緯33度付近の中通島西方水深180m地点で西から流れてきたC2, C3と合流する。C1の流路の途中には水深264mに達する海釜状地形も認められ, 谷底の傾斜を示さない。従って, このチャンネルが現在, 大陸棚から海盆底に堆積物を供給している機能を有するとは考え難い。

谷頭部は東水道の凹地と連なるように見える。しかし, はっきりしないが, 水深130m付近では断層群によって谷地形が乱されている。この付近から上流では地形断面が緩やかな凹地を示すのに, ここから下流の第1五島堆の東縁ではV字断面地形を呈す。堆側谷壁は比高約50mで五島層群とみられる硬い堆積岩が露出する。この面は堆の東縁を画す断層線崖と考えられ, この東落ちの断層を第1五島堆断層と仮称する。断層線崖を侵蝕する谷地形の例としては, アルゼンチン—ブラジル海盆を結ぶペーマチャンネルなどが知られ(Embley et al. 1970), これは底層掃流の存在による海底侵蝕地形と考えられている。C2は対馬西側にある対馬トラスから続く浅い凹地が西水道の大陸棚上に認められるもので, 南に下り水深140m付近では谷地形がはっきりする。流向はC1と並行してNE—SWであるが第1五島堆の西側を過ぎると真南に向きを変える。水深180m付近で第2五島堆と久賀堆の間を縫いC1に合流する。C2も流路の途中に独立深所があり, 順傾斜を示さない。C3は比較的流路が短くC2に平行に南に下る谷筋を示す。谷頭は第1五島堆の北西にあり, 第2五島堆と第3五島堆の間を抜けて五島海底谷に至る緩やかなU字断面を示し, 比深はおよそ10~20mである。

#### b. 中央五島陸棚谷群

この陸棚谷群も大きくC4, C5, C6, の3本の谷筋に分けられる。またC4の東側にいく筋かの溝地形があり, C4Eとした。C4は水深120mの平坦な大陸棚を刻む顕著な樹枝状流路を示す谷頭部を持つ。これは水深130m付近で一つの流路に収斂する。流路は幅約4~5km, 比深80mの谷地形をつくり, 軟らかい第四紀堆積層をえぐるU字谷となっている。第41図—aとbに地形断面が示されている。谷筋は下流では次第に緩やかな凹地形となり, 左右に堆積性の凸地である第5五島堆, 第6五島堆を伴う。C5はC4とほぼ同様の形態の特徴を有する。谷頭は水深130m付近と見られ, 上流はU字谷の断面地形を示しつつ, C4と平行に南下し, 水深140m付近でC4と一緒になる。C6は各谷筋が合流する河口氾濫原状の下流流域内に存在する第6五島堆とその西側大陸斜面に挟まれて南北に延びる谷筋である。比深10m未満, 緩やかなU字断面を示す流路の短いものである。

#### c. 西五島陸棚谷群

調査海域の西端に認められる谷筋でC7, C8, C9の3流路が認められる。谷頭部分が調査区域外の西側東海大陸棚上にあると見られ, 流路の下流部のみが詳しく判明した。谷筋はすべてNW—SEで五島海底谷の方向と同一である。谷の幅は8km前後で比深の小さな緩やかな凹地の連続となっている。谷底は順傾斜を示し, 上流から堆積物を末端の海盆に運搬しているチャンネルとして機能していることをうかがわせる。この西五島陸棚谷群は東海大陸棚上の海底地形から, 第39図に示されるように黄海海底から延々と済州島の北を巡って南東に流下しているチャンネルの末端に当たると見られる。

このことから, これを通して西五島陸棚谷群は五島海底に連なり黄海, 韓国沿岸からの陸源性堆積物を男女海盆等の深海部に運び込んでいるのであろう。

#### 4) 五島海底谷

福江島南西方海底, 福江海盆の南西端の水深400mに谷頭があり, 幅10km, 流路約50kmの直線的な谷として

水深800mの男女海盆に至る。支流等は無く谷底は順傾斜でおおむねU字谷となっている。さらに遡ると五島陸棚谷群に通じている。末端の男女海盆付近ではタービダイトと見られる細かい縞目の層相が発達する堆積盆が広がるが、ここは構造的沈降の場と考えてよい凹地になっている。

#### 5) 堆・海丘

日本海西南部にあたる山陰山口沖の広い大陸棚には根滝グリ、岡千里、八里ヶ瀬、卯持ノ瀬などの浅瀬が点在する。これらの堆頂水深は100m前後から十数mである。対馬と壱岐の間にも堆頂水深が45mの七里ヶ曾根がある。五島列島西方の海底には五島陸棚谷群の谷筋に狭まれて五島堆群や生月堆等の浅瀬が存在する。これら堆・海丘には、硬い基盤岩が露出したもの（凸所）と、砂等の軟らかい堆積物で構成されているものとの2タイプがある。南部の長崎沖海底にも多くの堆が見られる。特に男女海盆の北側斜面上には男女堆群があり基盤岩の頂部が突出している。長崎半島延長には長崎海脚とその付近で基盤が露出した笠山堆、三宝曾根、ヒラジ曾根が、またさらに南の沖縄トラフ内には甑海丘、宇治海丘、男女海丘群などの堆群が見られる。甑海丘はかつて孫七海丘と仮称され、岩崗岩質の岩石が報告（水野・海底調査技術グループ、1971）されている。

#### 6) 海盆

対象海域内には北から対馬海盆、対馬トラフ（舟状海盆）、福江海盆、男女海盆、沖縄トラフ（舟状海盆）が存在する。

調査海域北部にある対馬海盆の最深部は水深2204mに達する矩形に近い形をしている。即ち、朝鮮半島東岸と鬱陵島から竹島や島根県隠岐諸島に広がる海底半島との間に狭まれて北東方に開く盆状地形を形成している。対馬上島の西側北部には、対馬に平行に伸びる細長い溝状地形が見られ、対馬トラフと呼ばれる。対馬トラフは一見一列であるが、良く見ると軸部の最深部は上島と下島の西側をそれぞれ島と並行に延び、浅茅湾沖ですれて雁行している。トラフ最深部は上島の北西方にあり水深228mを示す。下島沖のトラフ最深部は水深194mを示す。

福江島の西には福江海盆が存在する。海盆底はほぼ平垣で北西～南東に伸び、水深は400m台である。この海盆は五島陸棚谷群の収斂部としての位置を占め、南東側に五島海底谷が開口している。

男女海盆は西を男女堆群、東を甑島列島に狭まれ、南側は比高約100mの断層崖によって画された盆地である。水深800mの等深線で表されるこの盆地は湾曲した矩形を示す。この海盆の最深部は水深890mで各谷筋から堆積物が供給される最終堆積場となっていると見られる。

男女海盆の南方約30kmの海底には甑海丘があり、ここから南東方は沖縄トラフとなる。沖縄トラフは南西諸島の西側、東海大陸棚の東縁をふちどる地溝帯で、北は本海域の男女群島、長崎海脚の南にまで達している。男女海盆はこのトラフの最北端の凹地と見られ、また北部九州を横断する雲仙一島原地溝帯の西側海底延長部にもあたる。

### (2) 海底環境

#### 1) 海潮流と底層流

対馬周辺海域には第15図に示されるように東シナ海を北上する黒潮の分枝流である対馬暖流が流れている。黒潮は奄美大島北西沖合の東シナ海大陸棚斜面で東流する本流と分れ約0.5~1.5ノットの速さで北上する。そして対馬暖流は対馬海峡西口付近で北から来る軽い淡水性の黄海冷水や韓国沿岸水と接触しながら、対馬海峡の東水道と西水道に分れて北東に流れ日本海に流入する。対馬海峡内では潮汐流が海流以上に卓越し、また黄海冷水、韓国沿岸水とも接触するため流軸の振れや蛇行性の変化が顕著で流況の複雑さを増すと

言われる（竹下，1985）。

対馬暖流の流速は五島西方海域の表層で30~40cm/sec，中層で25~30cm/sec，底層で20cm/secとなり，対馬に近付くと急速に増大する。これは海峡付近で海底も浅くなり，地形の影響で流れが収束するからである。ここでは海流成分とが複雑に混在するための海中の流れの実態を十分把握するのは難しい（和達ら，1987）。対馬暖流は一般に北東流（下げ潮）と南西流（上げ潮）とでは流速が異なる。しかし対馬の高潮時1~2時間後から低潮時1~2時間までは日本海に向かい北東に流れる。逆に時間帯には上げ潮で東シナ海方面への南西流が流れる。最強流時は北東流（下げ潮）が高潮後3~4時，南西流（上げ潮）が低潮後3~4時に出現する。下げ潮時の大潮の時の平均最大流速は3ノットに達する。小潮で2ノット前後となる。下げ潮時は上げ潮時より全般に1ノット前後速い。これは対馬暖流の流速にほぼ相当している。

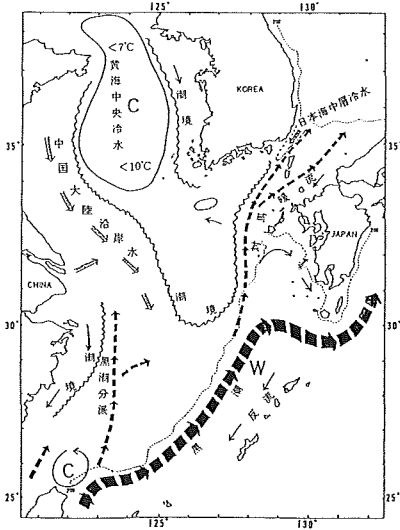


Figure-15a. Flow line of ocean and tide current (Summer season) (After Kondo 1985)  
Schematic ocean current and water mass distribution in East Chain Sea

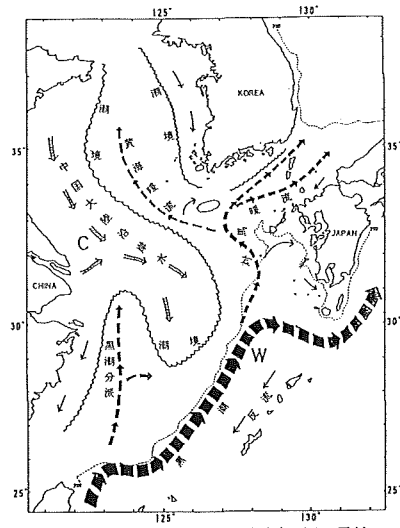


Figure-15b. Flow line of ocean and tide current (Winter season) (After Kondo 1985)

この速い対馬海峡の流速は，水深120m以浅の海底が分布する対馬海峡周辺の大陸棚の表層底質に対して十分な影響力を持つと考えられる。事実，宍岐，対馬，五島列島周辺海底や対馬の東・西両水道中央部から多くのサンドウエーブ等の存在が知られている（水路部，1/5万基本図報告書等）。また粒径と平均流速との関係図（Hjulstrom，1939）によれば，一般に20cm/sec程度の底層流があれば，粒径2mm以下の粗砂などの砂泥質からなる海底堆積物は十分移動し，沈積，運搬の段階から浸蝕の段階に移行するとされる（第16図参照）。このため海底の表層底質の粒度の構成と，底層流の瞬間的な速さが海底表層の底質物を移動・運搬し，堆積面上にサンドウエーブ，リップルマークやサンドバー等を形成したり，海底谷地形を維持したりして海底侵蝕面を作る。強い流れによる広域的な海底侵蝕，および，それによる堆積の時間的間隙を海底不整合または非整合（ハイアタス）と呼ぶ。従って見掛上，整合関係であっても堆積の時間的間隙を生じ得るので，過去の堆積特から海底環境の復元をする場合，堆積学上の重要な問題を提起する。現在の対馬~五島周辺海底は，強い対馬暖流の流入と潮流の流向・流速の変化が起きているので，現世の浅海性海底表層堆積物にいろいろな変動が生じている。

## 2) 底質分布



現在の対馬一五島周辺海域海底の底質は海水流動の影響を受けながら、主に海底の水深と地形の起伏とに支配されている。しかし過去の氷河期の海面低下時に形成された底質が海水準の上昇によりそのまま保存され、残存堆積物として現在も分布している場所も多い(大嶋, 1982)。

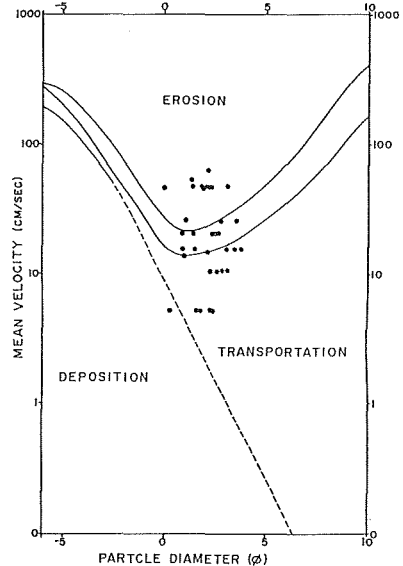
水路部の1/20万の大陸棚調査で対象となった対馬一五島周辺海域で延べ33地点(第6図)の採泥が行われ、各点の底質を確認した(第2表参照)。その後の1/5万の沿岸基本図調査で、より詳細になった九州北西沿岸～山陰南西部の各島々周辺海底底質分布も図・報告書等で刊行されている(水路部, 1979-1985)。

この他、各調査機関による底質調査結果も多く、地質調査所では幾つかの図、海洋地質図, No. 1, 「1/20万島周辺海域海底地質図(1975)」, No. 2, 「1/20万対馬一五島海域表層底質図(1975)」, No.13, 「1/100万日本海南部および対馬海峡広域海底地質図(1979)」等を刊行している。これら本海域の刊行された参考図を取りまとめて末尾の第7表に示した。

対象海域の海底底質分布については氏家(1971), 地質調査所海底地質調査技術グループ(1975), 井上ら(1975), 大嶋ら(1976, 1982), Emeryら(1977), などによっても取纏めと検討がなされている。水路部の調査結果とそれらを総括すると泥質堆積物は済州島南方海底と沖縄トラフ海底に広く分布する。泥質堆積物はその他、福江海盆, 対馬トラフ底等にも部分的に分布するが範囲は限られる。対馬海峡付近の大陸棚上では強い流れが海底に影響を及ぼし、大部分が細砂質・砂泥質の混合堆積物となり、一部細礫から砂質の底質が卓越している。宍岐周辺は粗粒、礫質の堆積物が分布する。一般的には島、浅瀬の周囲の底質は礫質である。水路部の調査では対馬の西側海底の対馬沖断崖付近から流紋岩, 玄武岩, 石灰岩, ホルンフェルス等の礫質サンプルを得ており、その他の地点でも、第1表にあるとおり多種の礫岩を採取している。

大嶋(1982)は当海域周辺の底質を風化残留堆積物と残存再移動堆積物とに分類した。前者は氷河期の海水準変動の結果として、陸化した堆積層が酸化鉄でコーティングされた石英粒を含むことや有孔虫遺骸, 雲母・軽石などの新しい粒子が付加しておらず、後者は本海域に広く分布する砂質・砂礫質の帯状に分布する堆積物である。風化残留堆積物は水深100~120m水深の平坦面に多く、大嶋は他と異なる地史的背景を持つ堆積物として区分して堆積環境史を論じた。また残存再移動堆積物は対馬海峡で水深40~55m付近のサンドウエーブを形成しており、それは流れの方向と一致するため現在も動いているという可能性を述べた。氏家(1971)は底層流の底質へ及ぼす影響が表層底質のバイモダル分布を示し、再堆積性の混合有孔虫殻遺骸の分布が混在することを指摘している。第17図に海域の底質分布を示した。

これはの事実から、対馬一五島列島周辺海域の底質は現在の海水流動の影響を大きく受け、常に活発に侵蝕・移動・運搬・再堆積をしていることが考えられる。とくに、対馬海峡付近では過去の氷河期の海水準変動による海面低下時の流れによる底質への影響が大きかったことから、現海底は過去の堆積環境の保存に



Hjulstrom(1939)による粒径と水流平均速度との関係図に、対馬海峡34測点における堆積物中央粒径と、表面流速測定値を記入した結果を示す。

Figure-16. Correlation of sediment transport and mean velocity in Tsushima Strait from Hjulstrom(1939) diagram (After Ujiie et al., 1969)

よる底質分布と、現在の海域の堆積環境下の底質分布が混在していると考えられる。

### 3) 流れによるサンドウエーブの形成・分布

五島陸棚谷群の下流流域部分には各流路に挟まれたいくつかのタイプの異なる五島堆群が、また、五島海底谷の下流流域には男女堆群がある。これら堆群には川の中洲のような堆積性の形態を示すもの、または堆頂部に硬い基盤岩が突出したものがある。このうち堆積性形態を示す堆の頂部やその斜面から麓の流域にサンドウーブ状の地形が存在する。Shepard (1973), Heezen and Hollister (1971), 加賀美ら(1984, 1986), 岡田・太田 (1981) らにより報告されているように、比較的深い海底や海底谷底にもしばしば著しい底層の流の存在を示すリップルアークやサンドクエーブが認められている。この形成には数10cm/sec以上の底層流の存在が期待されるが、これまでの報告によると海底の流には潮流の日変化の影響も無視出来ない (Shepard, 1979)。福江海盆付近の五島陸棚谷や五島海底谷の水深120~220m海底にもサンドウーブ状地形が認められる。大半のものは谷底にあるが、いくつかは堆頂部付近にも認められる。しかしそのサンドウーブ地形の存在する水深が、従来報告されていた備瀬瀬戸や対馬海峡などの大陸棚上、通常数10メートルの浅海で形成されるもの (第18図-a 参照) と比べて深い点が注目される。この深い地点でサンドウーブ状地形が見い出された場所を第18図-bに示す。音響測深記録上、五島陸棚谷群の下流、水深120~220mの海底に認められたサンドウーブの実際の記録を第19図-aに、また

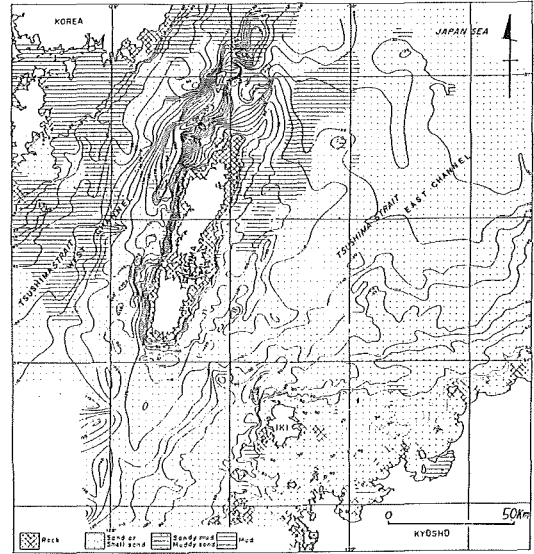


Figure-17. Distribution of bottom qualities in Tsushima Strait (After Ujiie and Mitsuoka 1969, partly altered)

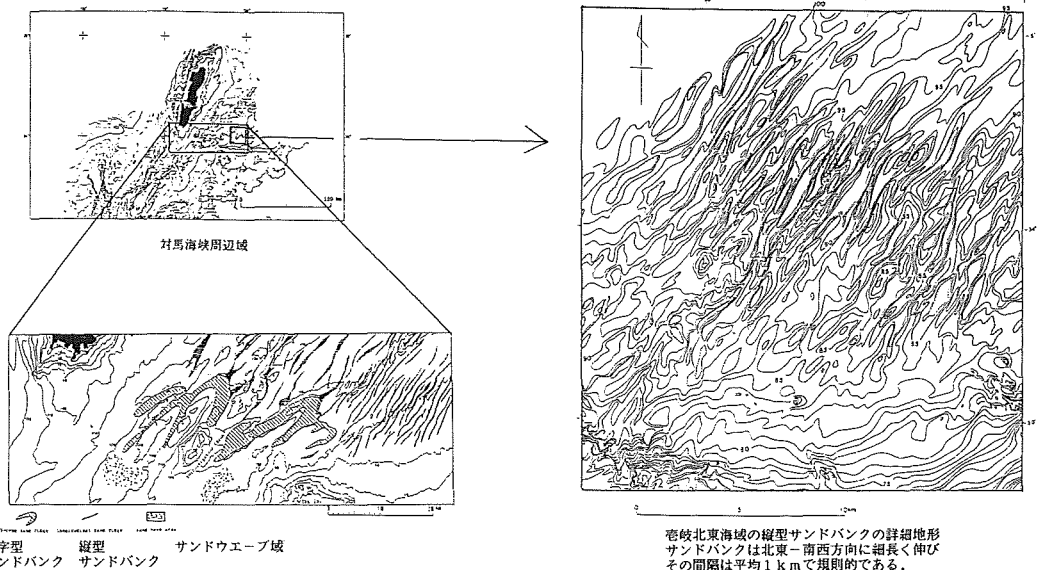


Figure-18a. Distribution of sand wave in shallow portion of Tsushima Strait (a~b)  
Sand wave shape on the bottom of East channel of Tsushima Strait (After Mogi 1981)

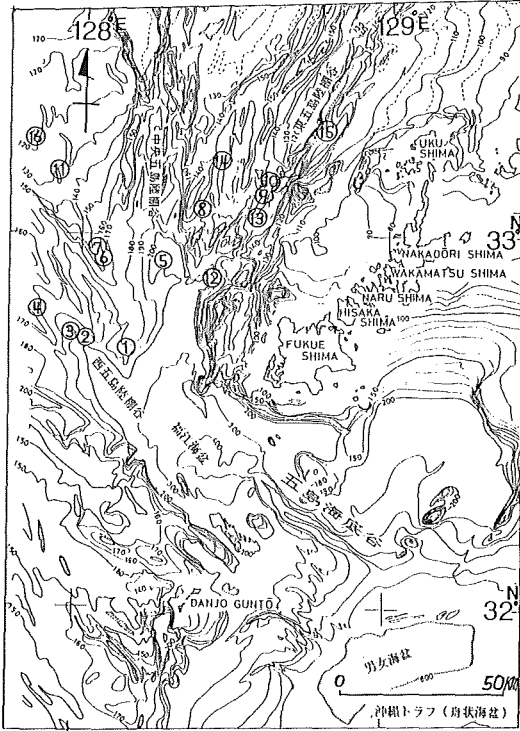


Figure-18b. Distribution of sand wave in deep portion around Goto Shelf Channels ①~⑯ are sites of topographic profile in the Fig.19. These depth are almost within-180m to -150m

整理した形状を第19図一bに示した。五島陸棚谷群の下流部に点在して認められるサンドウエーブ状地形は、五島堆群の付近や西五島陸棚谷の下流部のもので、その形態が異なる。形態は大きく分けて、(a)対称の形態を示すもの、例えば…④⑤⑦⑧⑨⑩⑫⑬⑭、(b)頂部がとがり谷底が平坦なもの、例えば…⑥⑪⑯、(c)鋸歯状を示す非対称形のもの、例えば…①③等がある。

これらのうち、西五島陸棚谷の水深170~200mの下流谷底付近に見られるものは波高18~20m、波長500~700m、東五島陸棚谷谷底の水深160~180m付近に見られるものは波高4~5mから2~3m、波長約200mである。水深120~130mの東海大陸棚上に見られるものは波高4~7m、波長600~700mの鋭い尖頂部と平らな谷底を示している。一般にサンドウエーブ状の地形を形成するには、淘汰の良い細礫から中砂程度

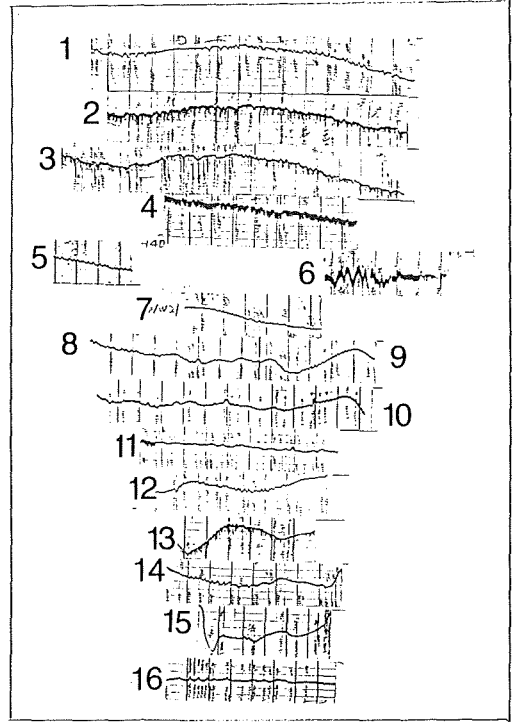


Figure-19a. Profile of sand wave topography in Goto Shelf Channels (Original record)

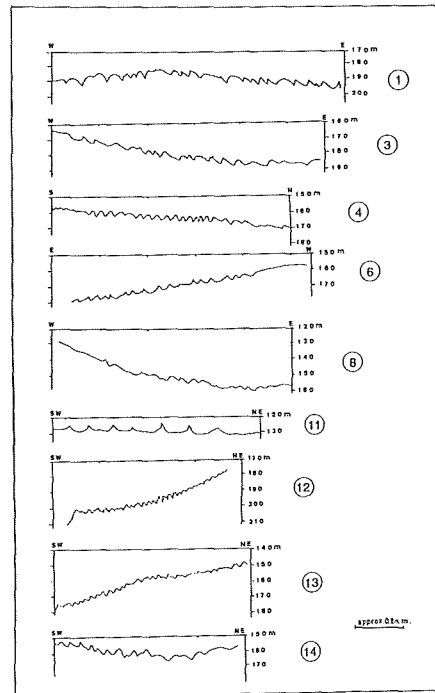


Figure-19b. Profile of various types sand-wave topography

の底質の分布と数10cm/sec以上の底層流の存在が必要とされる。Heezen and Hollister (1971) によれば、約20cm/secの底層流が観測されたパーミュエグ・ライズの北端でコンターライトと呼ばれる斜交層理を示す堆積構造のある例が認められた。同様に本調査海域に強い海底の底層流の存在を推定させる根拠として、第1五島堆南端と高麗曾根に挟まれた基盤が露出した鞍部には、東五島陸棚谷底の屈曲した双生型海盆地形と見られる凹地があり、谷筋に沿った強い流れによる海底浸蝕の可能性が茂木 (1981) により指摘されている。またこの北側の谷では、逆に谷底が周囲からの細粒堆積物で埋積されていることも認められる。

加賀美ら (1984) は沖縄トラフ北端部の天草、男女群島南方の東海大陸棚近辺の水深140~220mの海底に、リップルマークの存在の報告をしている。このリップルマークは2年にわたる観察から、波長30m以下のものはかなり移動していること、等深線にほぼ平行な方向に配列すること、等により対馬暖流や分枝流の渦流により形成され、現海況に支配されたものとしている。もしそうだとすると、海底谷地形を形作る海底の流れは、水深200m台にまで存在し、地形に影響を与えていると考えざるを得ない。これから男女海盆から福江海盆を経て対馬海峡に至る海底には思ったより深くまで、現在の海水流動による海底浸蝕と堆積物移動が広く発生し、水深200m台のサンドウエーブ状地形の生成が現世のものである可能性がある。とはいえ、具体的な五島列島周辺海底の底層流の実測データの積み重ねと、サンドウエーブ状地形の2次元又は3次元的地形のデータが無ければ、現存するものが現世の生成か、過去の氷河期海水準低下期の谷流域に形成された残存地形かを正確に識別することは困難であり、現状ではどちらか判定出来ない。

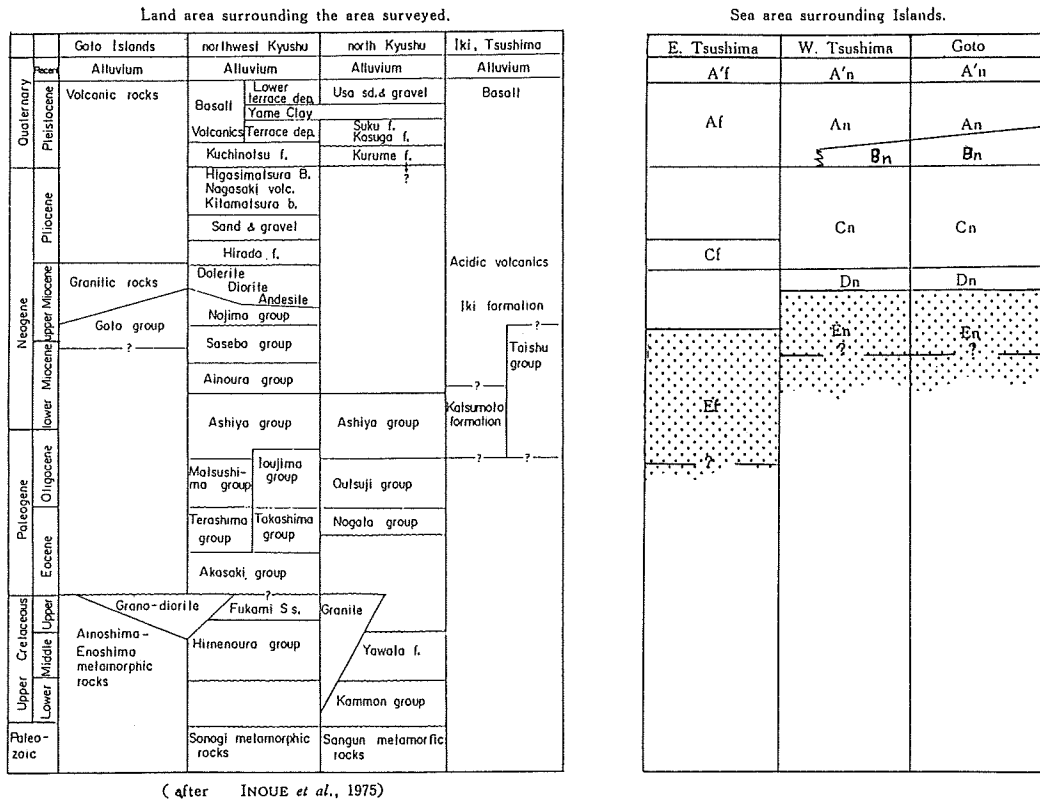


Figure-20. Correlation of submarine stratigraphy

4. 対馬～五島列島周辺海域の海底地質と構造

(1) 海底堆積層・火成岩の区分と分布

1) 山口沖の海底堆積層・火成岩の区分と分布

調査海域の海底堆積層・火成岩の区分と分布を第20図、第21図に示した。

山口沖の地層は表層のA層から最下部のE層までの五層に区分される。これは音波探査記録により、調査区域内の連続的地層をA層（表層）からE層（最下部層）までの5層に区分出来た結果である。E層はこの海域の音響的基盤層である（第23図— a～c および e 参照）。

A層は大陸棚では堆積盆を中心に堆積し、大陸棚沖の縁辺台地、大陸斜面ではほぼ全面に分布する。B、C層も広範囲に分布する。D層は隠岐海脚域で認められるが、他層に比べ分布範囲が極めて限られている。但し、D層は隠岐海脚域以外ではC層下部層に含まれている可能性がある。E層は先第三紀堆積岩と火成岩から成ると考えられ連続性は必ずしも良くない。

a. 連続音波探査記録による地層区分

山口沖海底

|              |                  |
|--------------|------------------|
| A層（現世未凝固堆積層） | 第四紀完新統           |
| B層           | 第四紀更新統           |
| C層           | 第三紀上部鮮新統         |
| D層           | 第三紀下部鮮新統～中新統上部   |
| E層（音響的基盤）    | 中新統下部～先第三系および火成岩 |

b. 堆積状態と層相

A層：第四紀完新統

明瞭な縞目または所によりやや厚い音響的透明層となる。水平な堆積状態を示し縁辺台地では外側に向かって厚さを増す。向斜構造を示す堆積盆ではB層の凹地を埋めて堆積する。

B層：第四紀更新統

明瞭な縞模様を示す。山口沖では沿岸部に向かい薄化する堆積構造を示す。A層との層相の違いはあまり無い。

C層：第四紀下部更新統？

層相は縞目が明瞭。堆積盆の深部ではあまり縞目が明瞭でない。D層以下の下位置をほぼ全域に渡って覆っている。

D層：第三紀鮮新統～中新統上部

層理の連続性が悪く、東の隠岐海脚域でE層を凹地を埋積している。僅かに縞目が認められる。

E層：中新統下部～先第三紀および火成岩

この海域内の最下位層で音響的基盤となる。D層

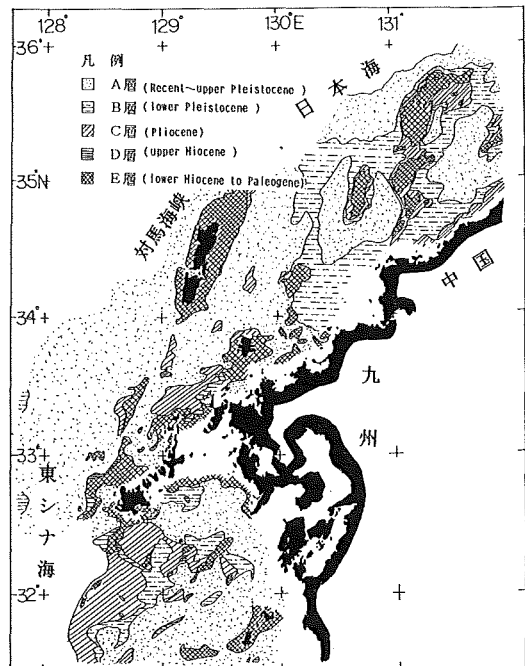


Figure-21. Distribution of submarine sediment layers. Distribution of surface layer(A) to acoustic layer(E) on the sea bottom in survey layer

以上の上部堆積層と顕著な不整合で接する。千里ヶ瀬から見島に至る本層の露頭域では高角度の層理面や褶曲が見られる。山口沖では透明な反射層として認められる。浜田の沿岸部から山口沖では上位層との区別が困難。東の隠岐海脚域、隠岐諸島周辺域では不透明な反射層として現れる。

### c. 分布

E層(音響的基盤)：島根沖の隠岐諸島北方の俊鷹堆や隠岐海脚周辺海域にはE層が分布し、その表面は侵蝕による平坦面を示す。登崎ら(1978)によれば三番瀬において採取された岩盤が濃飛流紋岩に類似し、それが正しいとすれば隠岐海脚周辺のE層は白亜系—第三系に対比できるとしている。E層は主に隠岐諸島周辺海底から島根沖沿岸域、大陸棚上に海岸に沿って露頭がみられる。また、千里ヶ瀬から八里ヶ瀬、見島に連なる北東から南東に至る基盤の隆起部に露出する。浜田沖の根滝グリ付近も基盤の背斜構造によりE層が分布する。E層は内部に褶曲構造の見られる古期堆積岩と見られるものと、内部構造の見られない塊状構造を示す堆積岩か火成岩か判別出来ないものがある。E層は陸上地質分布の延長部分から類推して中新統下部～先新第三系または火成岩と見なされる。

D層：隠岐海脚周辺海域の基盤であるE層の小さな凹地にD層の堆積が見られるものの海底での分布は見られ無い。

C層：E層～D層の形成する盆地を埋めて堆積する。海底上では松江～浜田沖の沿岸域に分布するE層の外側(沖側)に沿って露出する。また萩～長門沖の千里ヶ瀬、八里ヶ瀬、見島周辺海底のE層の囲りに分布する。

B層：三番瀬、島後堆付近および山口沖の下部層が露出する広くなった大陸棚域に分布する。

A層(現世未凝固堆積層)：大陸棚沖合いから水深1000m以深の海底に至る大陸斜面に広く分布する。大陸棚上では卯持の瀬の周囲の窪地や浜田沖の緩やかな凹地を埋めているA層が見られる。

火成岩：三番瀬から流紋岩が採取されている事から三番瀬の高まりは流紋岩質火山岩で形成されていると見られる。

### 2) 福岡沖の海底堆積層・火成岩の区分と分布

本海域の地層分布は対馬一五島構造線(具体的には対馬西側の対馬沖断層で上島沿いの対馬沖第1断層と下島沿いの対馬沖第2断層、および第1男女堆断層)とによって、西と東の二区域に大きく分けられる。東側には対州層群(E f層)を音響的基盤として、その上部に薄層(B f層)と未凝固堆積物が分布する。西側には南部長崎沖や五島列島からの地層の連続した堆積区域としてA, B, C, D層が五島層群(E n層)相当層と推定される基盤の上に連続的に堆積している(第23図—d, f～kおよびo～r参照)。

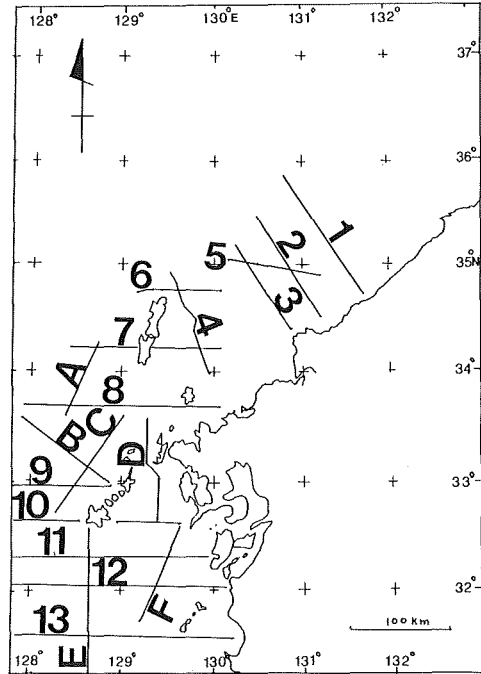


Figure-22. Location map of single channel seismic reflection profiles  
Numericals correlated with each seismic profiles in Fig.23a to Fig.23t

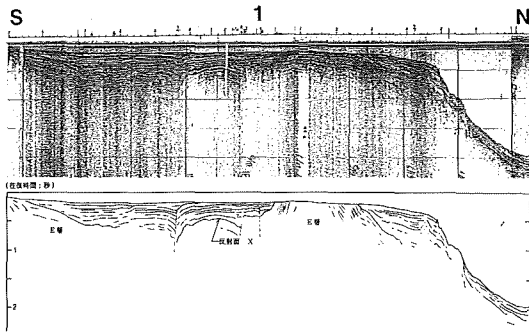


Figure-23a. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

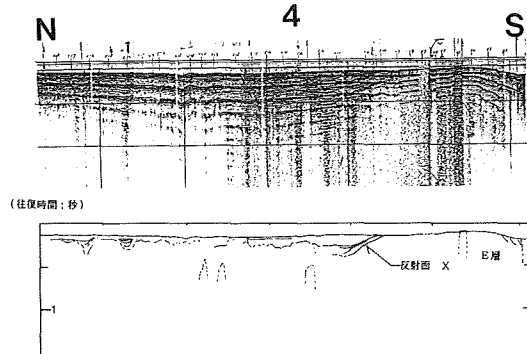


Figure-23d. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

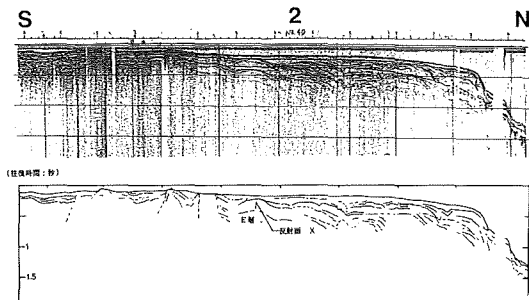


Figure-23b. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

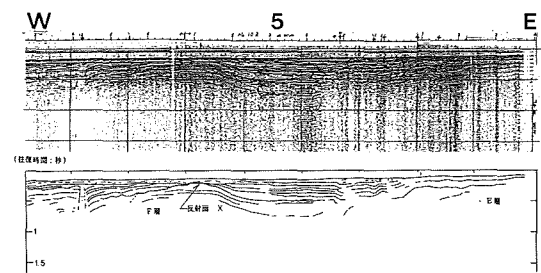


Figure-23e. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

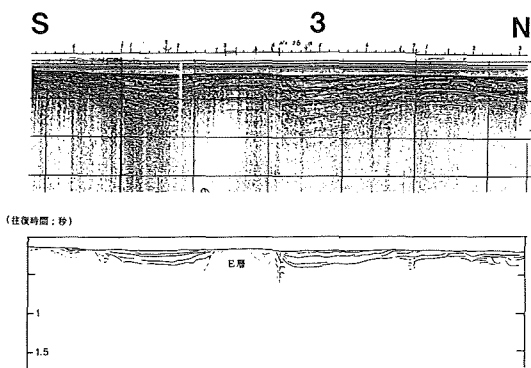


Figure-23c. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

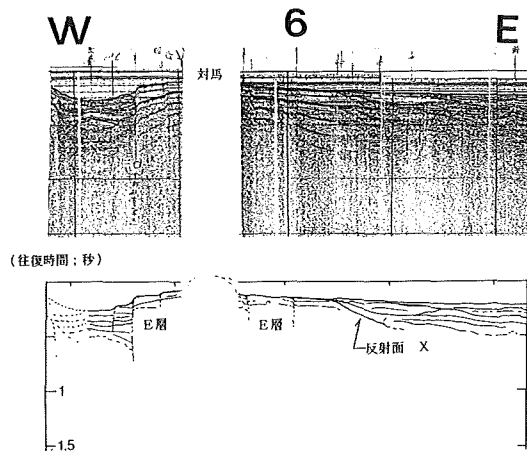


Figure-23f. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

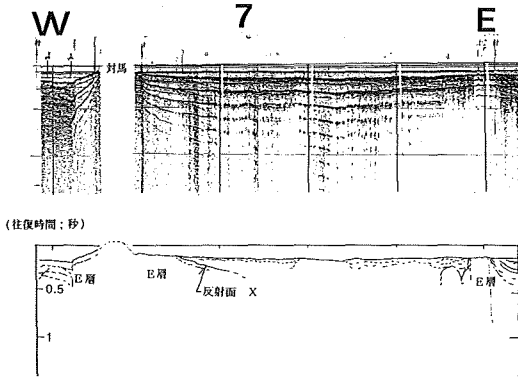


Figure-23g. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

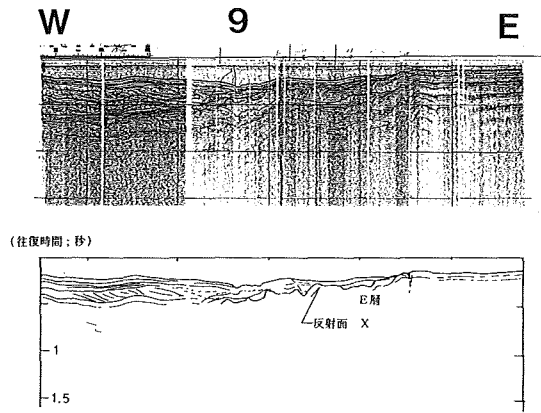


Figure-23j. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

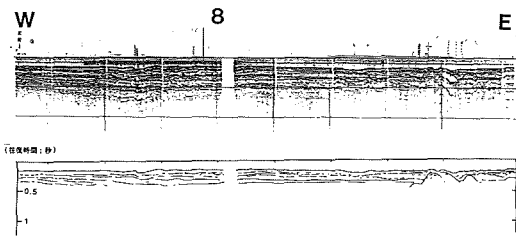


Figure-23h. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

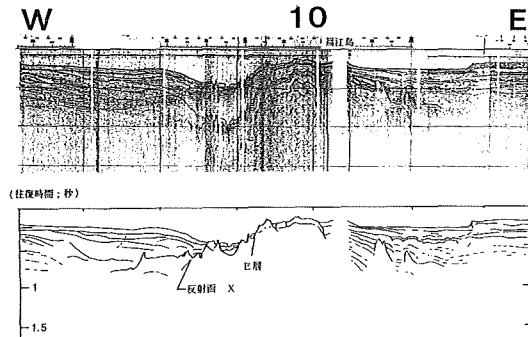


Figure-23k. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

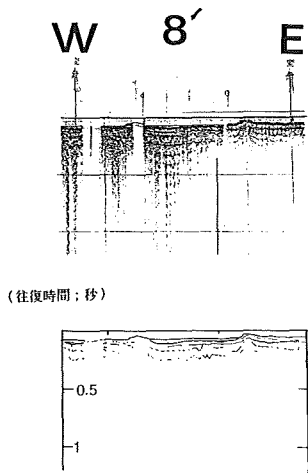


Figure-23i. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

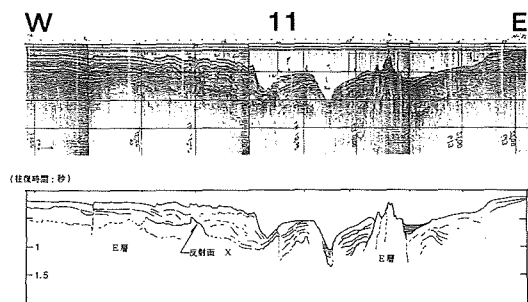


Figure-23l. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map



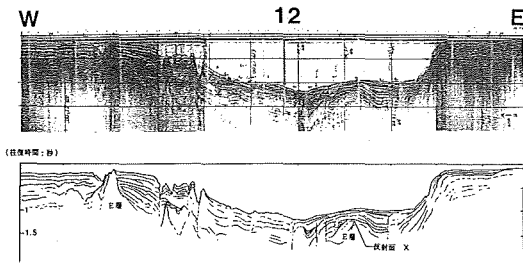


Figure-23m. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

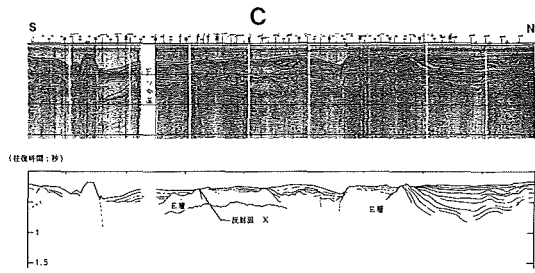


Figure-23q. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

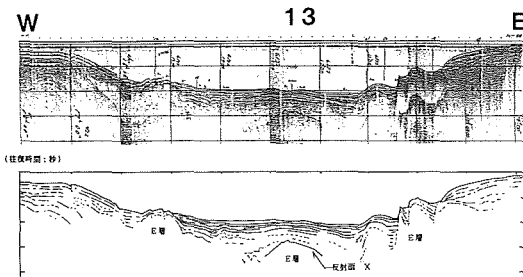


Figure-23n. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

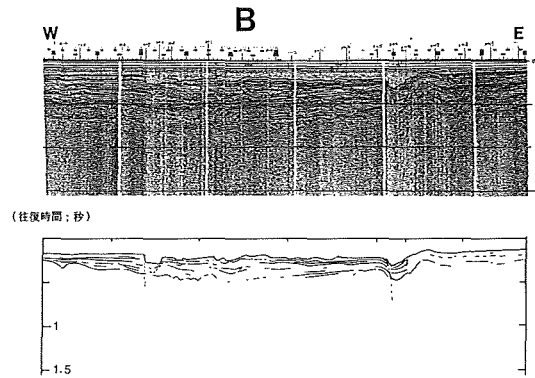


Figure-23p. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

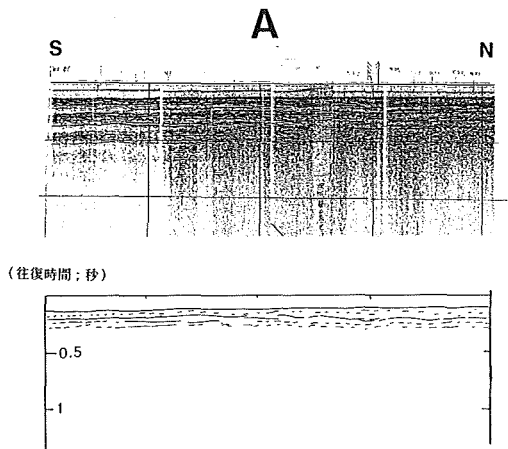


Figure-23o. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

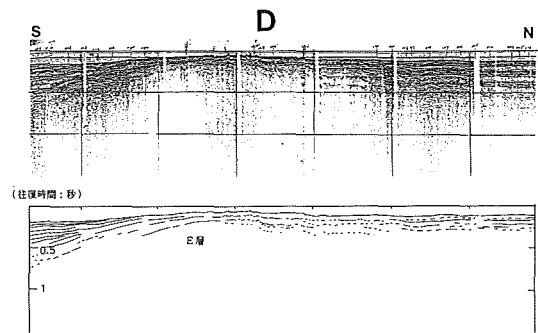


Figure-23r. single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

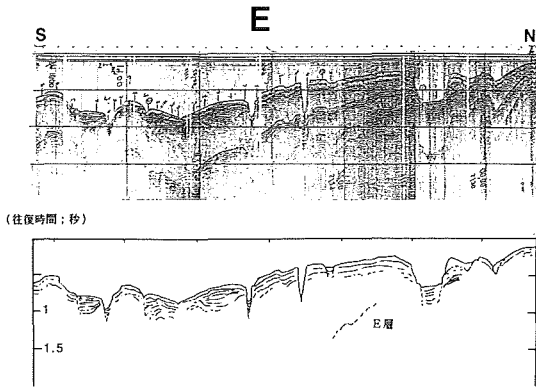


Figure-23s, single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

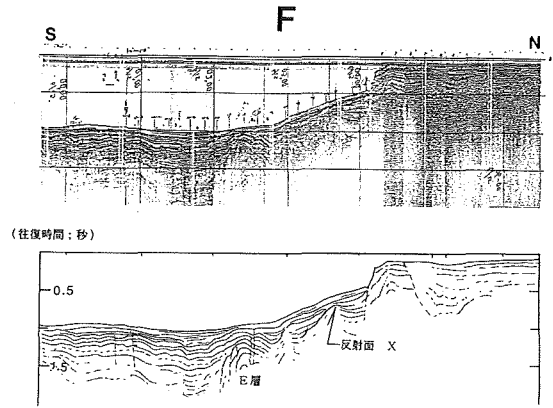


Figure-23t, single channel continuous seismic profiles and their interpreted map

① 連続音波探査記録による地層区分

| 対馬周辺海底      | 対馬／五島     | 対馬南東海底      |
|-------------|-----------|-------------|
| A層 (現世未凝固層) | 第四紀定新統    | A層          |
| B層          | 第四紀更新統    | B層          |
| C層          | 第三紀鮮新統    |             |
| D層          | 第三紀中新統上部  |             |
| (音響的基盤)     | 第三紀中新統下部～ | E n層 (五島層群) |
| E f層 (対州層群) | ～古第三系     |             |

② 堆積状態と層相

A層：第四紀完新統

B層やE層 (基盤) の露出している若干の海底を除き、全域を覆う。層厚は島の周辺で薄くなる傾向がある。

B層：第四紀更新統

対馬東側海域ではE層上に直接乗る顕著な不整合関係を示す。東側では部分的にD層上に不整合的に、C層上に整合的に連続している形態を示す。一般的には西側海域では厚く、東側では薄い。対馬舟状海盆付近

では層理面を示す厚い地層があるが、断層にアバットしている。

C層：第三紀鮮新統

西側海域ではD層表面の不規則な凹凸を埋める層理のはっきりしない薄層である。

D層：第三紀中新統上部

下部に存在するE層との関係を直接確認出来ない層である。本域の南側の長崎沖調査の解析結果と同様の地層と推定された。対馬西側海域では部分的に最下位層と認められた、やや音響記録が白く抜ける層相で表面境界の形態は不規則である。対馬東側ではこのD層及び上位のC層は欠除していると考えられる。

E層：第三紀中新統下部～古第三紀以下

本海域の中央に存在する対馬に分布する対州層群が海底域に連続して追跡される層。層相はやや音響的記録が白く抜ける縞目のはっきりしない層。上部層との明瞭な不整合で接している。

### ③ 分布

E層：対馬周辺海域海底に認められる音響的基盤として認められるE層は対馬西側海底では西落ちの対馬沖断層で画され、さらに西側へは追跡出来ない。東側には緩やかに沈み込みながら上部にB層、A層を乗せ、東水道中央部で九州側との連続性が不明となる。壱岐周辺にもE層が分布する。対馬南方の第1五島堆もE層の露頭となり西側に緩やかに沈みこむ。東側は第1五島堆を縁どる東落ちの断層で画され、宇久島、小値賀島周辺から五島列島周辺にかけてのE層の分布域の間はA層で覆われている。

D層：生月島西側から宇久島東側にかけて細長く帯状にD層の分布が見られる。

C層：対馬南方の東五島陸棚谷の谷頭部付近にC層の露頭が見られる。またその南の生月島の西側海底にもC層が広がる。第1五島堆のE層の露頭の西側にオンラップするC層の露頭がある。

B層：北九州、響灘の海底である大陸棚にはB層が広がっている。このB層は山陰沖大陸棚に広く見られるB層と一連の層である。

A層：対馬、第1五島堆および壱岐から五島列島周辺のC、D、E層分布域以外の広範な海底はA層で覆われている。

火成岩：流紋岩体が七里が曾根を作って浅所となっている。流紋岩は粒径数mmの石英粒を含む硬い灰白色のものである。

### 3) 長崎沖の海底堆積層・火成岩の区分と分布

長崎沖の音波探査記録によると調査区域内の五島列島以西と以東で地層の連続が不明である。しかし、音響的には層相の類似するものは一連のものとしたが、層相の類似しないものは区分した。地層は五島列島以西で5層、以東で4層に分けられる。上位からA、B、C、D、E層としE層をこの海域の音響的基盤とした。総括的にはE層は五島層群(下部中新統)相当層と対比されている(第23図-1~nおよびs~t参照)。

海域南部の男女海盆を含む沖縄トラフ海域には厚く堆積物がたまっている。その中に花崗岩からなる甑海丘、硬質岩からなる宇治海丘、男女海丘群などがある。

## ① 連続音波探査記録による地層区分

| 五島列島以西      | 五島列島       | 五島列島以東      |
|-------------|------------|-------------|
| A層 (現世未凝固層) | 第四紀完新統     | A層          |
| B層          | 第四紀更新統     |             |
| C層          | 第三紀鮮新統     | C g層        |
| D層          | 中新統上部      | D層          |
| E層 (音響的基盤)  | 中新統下部～古第三系 | E n層 (五島層群) |

## ② 堆積状態と層相

A層：海域の最上部層，現世から氷河期以降の上部第四紀完新統と推定

B層の凹所を埋めるように堆積するか，平行に堆積する。層理は全体に不明瞭である。この層は五島列島以西区域で2層に分けられ，下位層はやや透明で層理が乱れている。B層とアバットするところがある。

B層：第二層，第四紀更新統上部と推定

五島列島以西の地域にのみ存在する。斜交層理をもつ顕著な層。層理は西から東に傾いている。壱岐一五島堆積盆には存在しない。

C層：第三層，第四紀更新統下部と推定

D層の上にあり比較的透明で層理が認められる。B層の基底を成している。D層を覆う所とD層にアバットする所がある。

C g層：第三層，第四紀更新統下部と推定，限られた海域のみに存在

五島列島東方にのみ存在する。顕著な透明層。層理は殆ど見られない。一部に浸蝕か乱堆積と見られるところがある。D層と層相が明らかに異なる。

D層：第四層，第三紀鮮新統と推定

E層の凹所を埋める黒い縞目のはっきりした層。

E層：音響的基盤層，第三紀中新世の五島層群と推定

この海域の音波探査記録上，最も下部で明瞭に認められる不整合の下部層。黒くはっきりしている層。五島堆および福江堆，久賀堆，奈留堆，付近では層理が見えるが，大陸棚及び五島列島東方でははっきりしない。この層の中には火山碎屑岩，溶岩や玄武岩，花崗岩等の火成岩体も含まれると考えられる。D層と明らかに傾斜不整合を示す所がある。

## ③ 分布

E層 (音響的基盤)：長崎海脚周辺，福江島南延長部，男女群島付近，甞島列島周辺にはE層が陸部から延長している基盤として海底に明瞭に認められる。また沖繩トラフ北端部に当たる大陸斜面部から深部にある，中笠山堆，沖笠山堆，三宝曾根，北三宝曾根，甞海丘 (孫七海丘)，天草海丘などはE層の露頭が尖所となっている。

D層：極めて限られた分布を示す。福江島北西方の海底に見られるE層の縁にD層が僅かに見られる。また，福江海盆の南東部と五島海底谷の谷底にD層の露頭がある。甞島列島の南方に南西方向に伸びるE層の分布とそれに随伴するようなD層の分布もみられる。C層：最も広くC層が分布するのは五島海底谷を挟む東海大陸斜面から福江島南方海底である。

C g層：五島灘海域の海底にのみ確認された層。

B層：東海大陸斜面の下麓の沖繩トラフ北端部に帯状に分布。また五島灘付近から久賀堆付近の海底にも見られる。

A層：広く対馬海峡から東海大陸棚上および沖繩トラフ海底表面を覆う。

調査海域における各層の分布状況を第21図に、また、主要部の地質断面図を第28図に示した。図の中で粗い斜線は音響的基盤を示す。その上面は音波探査記録上では顕著な反射面として識別でき、反射面Xとして認識された。

(2) 音波探査記録の解析による海底地質構造の検討

1) 海底地質層序の総合的検討

水路部の調査による海底連続音波探査データ (大島, 1973, 中嶋, 1973, ら) と石油試掘坑井データ (南, 1979; 相場・関谷 (1979); 田谷・佐藤 (1985); Barg (1986) らに基づき、また、井上 (1982), 安間 (1985), 石和田 (1981, および未公表資料) 等を参考にして対馬~五島列島周辺海域の海底地質層序を総合的に検討した。第20図, 第3表にはシングルチャンネル連続音波探査データの解析による浅部海底地質層序対比を、また第4表には石油試掘坑井データを参考にして解析した総合的地質層序対比表を示してある。

Table-3. Correlation table of acoustic stratigraphy around Goto Strait and adjacent land area

① シングルチャンネル連続音波探査 (1973-1975 水路部調査) データの解析による本海域各層の特徴

A層(完新統相当層)：音響的透明層が大半で海底堆積層の最上部である。水平な堆積層として凹地を埋めたり大陸棚上から堆積盆地まで広く分布する。砂泥質の浅海性堆積物を主とする。

B層(更新統相当層)：堆積環境はA層とほぼ同じ。音響的透明層と細かい縞目の層理を示し、A層との関係は整合的である。五島陸棚谷下流部域ではデルタ前置状の傾斜層や斜交層理を示し、浅海性堆積層と考えられる所が多い。

C層(鮮新統相当層)：緩やかな褶曲や傾斜を示す所もある音響的に比較的透明な層。五島列島南部から東海大陸棚外縁では顕著な斜層理を示す。B層との関係は一部不整合である。

D層(中新統上部相当層)：E層の堆積後形成された凹地を埋める形の堆積構造を示している。D層堆積中から構造運動が進み地質ブロック化が進展した。層相は

地域によって違う。対馬から壱岐周辺海域ではやや透明な層、五島列島周辺ではE層の凹地を埋める白黒の縞目のはっきりした層、男女群島から甬島付近海底では成層構造の連続性が良い比較的透明な層。上部のC層とははっきりした黒い反射面で区別されるところが多い。この黒い反射面でのC層との関係は一部整合的である。下部E層との関係は場所により傾斜不整合、アバット、整合または非整合を示す。

E層(中新統中部相当層以下及び火成岩類)：本海域の中で最下部に認められた顕著な反射面を有する層で音響的基盤層とされた。全域に渡って切れ目なく連続性が確認されたわけではない。上部のC層との関係は不

| 地質時代 | 音響的層序 (安間, 1985) | 系島半島  | 東松浦半島            | 壱岐島                    | 対馬                            | 対馬海峡 (福岡沖) |                  |                  |
|------|------------------|-------|------------------|------------------------|-------------------------------|------------|------------------|------------------|
| 第四紀  | 完新世              | I層    | 沖積層              | 砂丘沖積層                  | 沖積層                           | 沖積層        | A層               |                  |
|      | 更新世              | II層   | 段丘堆積物            |                        | 壱岐層群                          |            |                  | B層               |
|      |                  | III層  | 北松玄武岩類           | 北松玄武岩類                 | 彦辺玄武岩類                        |            |                  |                  |
|      |                  | IV層   | ?                | 東松浦玄武岩類                | 堆積層                           |            |                  |                  |
|      |                  | V層    | 能古砂礫層            | 洪積層                    | ?                             |            |                  |                  |
| 第三紀  | 鮮新世              | VI層   | ?                | 玄武岩・安山岩類               |                               | 海老島層       | C層               |                  |
| 中生代  | 中新世              | VI層   |                  | 初瀬累層<br>壱岐物部累層<br>久保累層 |                               |            | D層               |                  |
|      | ?                |       |                  | 若松累層                   | 火成岩類<br>黒雲母花崗岩<br>粗粒玄武岩類<br>他 |            | E <sub>1</sub> 層 |                  |
|      | VII層             |       | 佐世保層群            | 貫入岩類                   |                               |            | ?                |                  |
| 古第三紀 | 鮮新世              | VIII層 | 福岡層群<br>現の島層群    | 群島層群                   | 勝木層群                          | 封層<br>州群   | 上部<br>中部<br>下部   | E <sub>2</sub> 層 |
|      | 白垩紀              | IX層   | 花崗閃緑岩類<br>佐賀花崗岩類 | 東松浦閃緑岩類                |                               |            |                  |                  |
| 中生代  | 中生代              |       | ?                | ?                      |                               |            |                  |                  |
|      | 古生代              |       | 塩基性貫入岩<br>酸性貫入岩類 | 変輝緑岩類<br>三部変成岩類        |                               |            |                  |                  |

(安間(1985)および桂・永野(1976)を参照して作成)

整合的であり、広く認められる中新統中期以降の大きな不整合に相当すると考えられる。この不整合上面を反射面Xとして基盤と上部堆積層との境界としたが、前述の通り、海域毎に反射面Xは対州層群上面、五島層群上面などと考えられ、必ずしも同一時間面をおさえたものではない。第23図(a~t)に代表的なシングルチャンネル音波探査記録とその解析図を、第28図(a~e)の海底地質断面図でも各堆積層、音響的基盤とその上面の反射面Xを示す。

② 石油試掘坑井データおよびマルチチャンネル連続音波探査データ(南, 1979; 安間, 1985)らによる本海域の各層の特徴

南(1979)により五島~対馬海峡から山陰沖海底にかけての地質層序は上位から下位へのD層群, K層群, N層群, X層群および基盤層の5層に分けられた。

本海域の基盤層は白亜紀層か下部第三紀層と考えられるが確認されていない。しかし南による震探断面の解釈から、基盤層は村内(1972)の4.1km/sec層に相当すると考えられ(第25図参照)、白亜系慶尚累層群相当層と推定されている。

X層群の下位の基盤層はまだ確定されていないが、対馬西側の震探断面では白亜系基盤岩と断層で接するX層群の存在が認められることから、X層群は古第三紀漸新世後期から新第三紀中新世前期の層と推定され、周辺陸上地質からの対比によっても対州層群相当層とされている。基盤層とX層群, X層群とN層群とは顕著な不整合関係にあり、白亜紀末期, 中新世前期の大きな地殻変動を示していると考えられる。

N層群は厚い深海成泥岩と薄いタービダイト層, および火砕岩類と貫入岩からなる。N層群は韓国では先第三系を被覆し、対馬側でX層群を被覆する。対州層群の一部がN層群に対比されることは震探断面やマルチチャンネル音波探査記録から可能である。堆積環境は半深海から深海と推定される。本層群は有孔虫分析結果から中新世初期から中期の時代(Blow zones±N4-N10)とされる。

K層群は主として中新世中期の堆積層(Blow zones±N11-N15)とされる。南西方向に向かって上部のD層群の基底に不整合で覆われる。萩-1号井では浅海性、北東の山口-1号井では深海の堆積環境を示すため、北東に傾斜した古い海底地形が推定されている。K層群堆積末期には圧縮性の造構造運動が始まり山口沖での背斜構造や南西部での上昇運動を生ぜしめたとされる。

Table-4. General correlation map of sea area

| 地質時代 | 絶対年代<br>(理科年表、<br>1989より) | 地層年代    | 連続音波探査データ<br>解析による層序<br>(大島、中嶋、1973) | 石油試掘坑井データ等による層序<br>(南、1979、他) |
|------|---------------------------|---------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 第四紀  | ~0.01 Ma                  | 完新統     | A層                                   | D層群                           |
|      | 0.01 Ma~                  | 更新統     | B層                                   |                               |
| 新第三紀 | 1.7 Ma~                   | 鮮新統     | C層                                   | K層群                           |
|      | 5.1 Ma~                   | 中新統上部   | D層                                   |                               |
|      |                           | 中新統中部   | E層: 音響的基盤                            | N層群                           |
|      |                           | 中新統下部後期 |                                      | X層群                           |
|      |                           | 中新統下部前期 |                                      |                               |
| 古第三紀 | 2.4 Ma~                   | 漸新統     |                                      | X層群                           |
|      | 3.8 Ma~                   | 始新統     |                                      |                               |
|      | 5.5 Ma~                   | 暁新統     |                                      |                               |
| 白亜紀  | 6.5 Ma~                   | 白亜系     |                                      | 基盤層?                          |

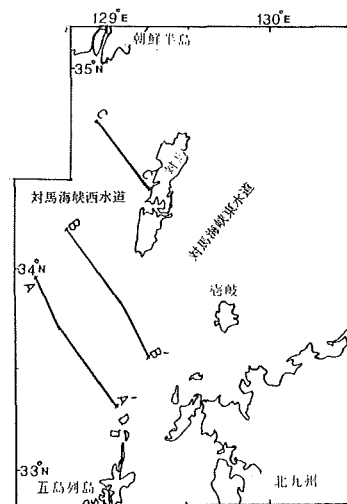


Figure-24. Index map of multi-channel seismic profiling

D層群は中新世後期から現世までの堆積層とされている。下部層は陸成～沿岸性の砂岩・泥岩からなる中新世後期の地層である。上位の鮮新世～現世の堆積物は浅海性の薄い碎屑岩からなる。D層群の基盤等深線からみてD層群形成時に萩一長門沖から北に延びたN-S系の隆起帯が形成され、千里ヶ瀬、卯持ノ瀬などでの古期層の露頭部を形成した。最上部層の堆積は古い堆積層の凹地を埋める形で、現在の堆積環境に支配されつつ堆積している。

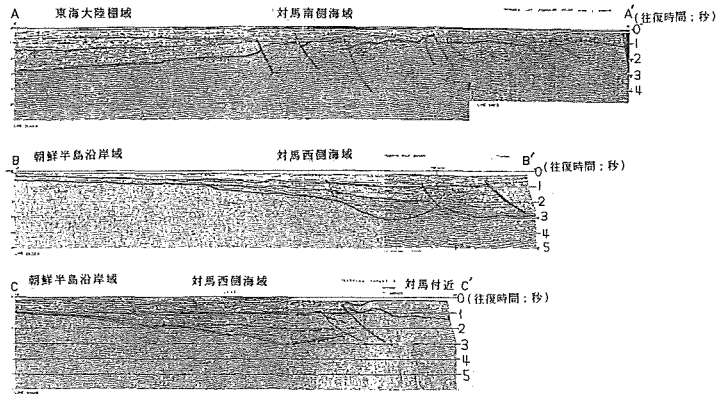


Figure-25. Interpreted profiles of multi-channel seismic reflection profiling

2) 海底地質構造 (断層, 褶曲, 不整合等) の総合的検討

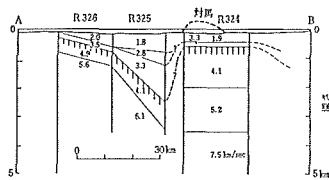


Figure-26a. Columnar section of submarine geology at the west channel of Tsushima Strait (After Murauchi 1972)

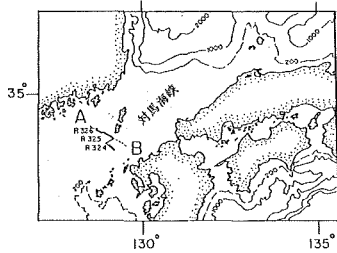


Figure-26b. Index map of Fig.26a

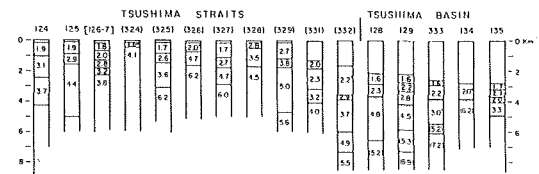


Figure-26c. Velocity of crustal structure in the vicinity of Tsushima Strait by sono-bouy (After Ludwig et al., 1975)

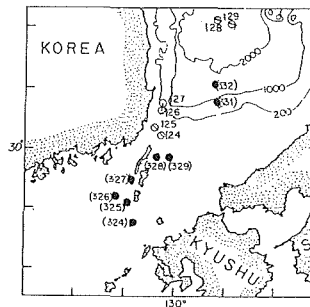


Figure-26d. Index map of Fig.26c  
Site map of each geological columnar section exclude 333, 134 and 135

第27図および第31図に当該海域の断層と褶曲軸の分布や音響的基盤の等深線の分布等を示す。これらの図によると本海域内ではNE-SW系, NNE-SSW系の特定の方向性を持つ断層群による構造が顕著に認められ、僅かにNW-SE系のものも認められる。この方向性は陸上の北九州から山陰南西部で報告されているNW-SE系~NNW-SSE系, E-W系などの顕著な線構造とも必ずしも調和的でない。本海域海底に見られる各断層, 褶曲軸および陸上で見られるリニアメントなど顕著な構造軸の方向をグループ分けすると次のようになる。

- ①NNE-SSW系: 梁山断層, 東葉断層, 対馬沖断層, 第1五島堆断層, 東海大陸棚上(五島一尖閣隆起帯

北部)の断層・褶曲軸等

②NE-SW系: 沓岐構造線, 沖縄トラフ北部の断層・褶曲軸, 対馬陸上の褶曲軸等

③NW-SE系: 五島海底谷構造線, 平戸構造線, 呼子ノ瀬戸断層, 二日市断層ほか北九州陸上の断層系

④E-W系: 別府-島原地溝帯, 北九州陸上の新しいと思われる断層・リニアメント系

各構造軸の新旧を見ると, N-SないしNNE-SSW系断層群が対馬陸上に見られるNE-SW系の褶曲軸を切っているのが認められる。対馬沖断層は浅茅湾西の雁行断層である。梁山断層, 対馬沖断層, 第1五島堆の東縁をふちどる第1五島堆断層(仮称)などの大規模な断層は初生的には日本海の生成・拡大に伴う右横ずれ断層と想定される。その後も本海域の構造運動の発展に関連して活動した断層と考えられる。

NE-SW系の線構造は対馬海峡を中心にした周辺の海底では最も普遍的に見られる。中新世後期のK層群堆積後に形成されたやや古いものと考えられる。NE-SW系の断層が北九州の陸上で広く認められているのに対して, NE-SW系の構造方向が海底で多く認められる違いは, 海底の基盤層の走向の判定そのものの難しさと, 陸上に現れる白亜系~古第三系を切るNW-SE系の断層を, NE-SW系走向の上位の最新期堆積層が覆っているという, 時代的差のためかもしれない。

二日市断層のようなNW-SE系の断層は北九州から山口県西部の陸上部に顕著に認められる。この系統は海底では平戸から伸びる断層(平戸構造線), 五島海底谷構造線など僅かな例しか認められない。NW-SE系線構造を造る運動は, 芦屋層群(漸新世~中新世前期)をNW-SE系断層が切っていることから, 同層群堆積後も継続したことは明らかである(井上, 1982)。従ってこのNW-SE系統は中新世前期以後の構造運動により形成されたと考えられる。

E-W系の断層はおそらく最も新しい構造運動により形成されたものと考えられる。この方向は別府-島原地溝帯として松本(1979)により指摘された, 別府から阿蘇, 熊本, 島原半島に至る幅20~30km, 長さ約150kmの大きな陥没地帯そのものである(第37図-d参照)。この地溝帯には雲仙岳, 阿蘇山, 九重山, その他の活火山が列をなして数多く分布し, ここには中新世より古い地層, 岩石は分布していないと言われる(太田, 1984)。多田(1987)は国土地理院の基準点測量結果から, 現在の九州ではE-W方向の別府-島原地溝帯では, 地殻が1.4cm/年の速さで南北に分裂, 拡大しているとした。これらから考えると, E-W系の線構造は第四紀の新しい構造運動に支配されていると見られる。このE-W系の地溝帯の構造運動は南北に分裂する方向であるが, 軸部が雁行するため伸び方向としてはNE-SW系方向に連続し, この東方延長は豊後水道から瀬戸内海の瀬戸内陥没帯に連なる。西側は長崎海脚から甞島列島に挟まれ沖縄トラフの北端部に至る

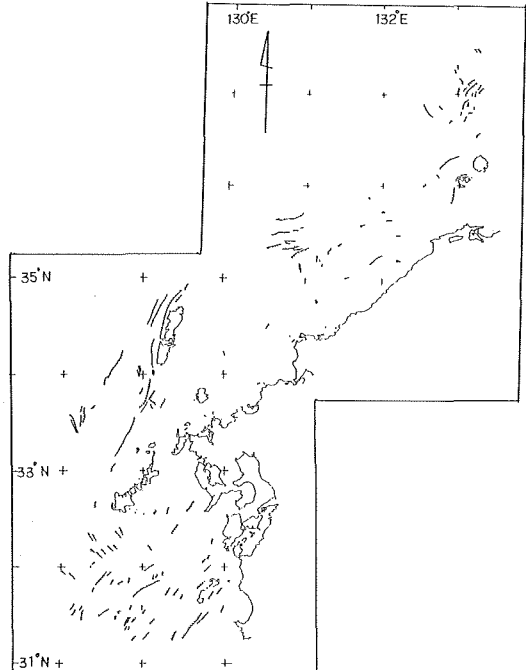


Figure-27. Distribution of submarine faults in the study area.

Confirmed fault swarm on the bottom Off Tsushima Faults (NNS-SSW system) AND Dai-ichi Goto-tai fault are clearly admitted. additionally E-W, NW-ES and NE-SW fault systems exist



と推定出来る。この海底に追跡できる雲仙—島原地溝帯の延長部を雲仙—島原地溝延長線と仮称した（第33図C参照）。ここの構造運動は現在でも継続していることが、第23図（記録11, 12, F）や第48図などの、明らかな沈降運動を示す男女海盆付近より南の海底の音波探査記録や解析した海底の堆積構造から分る。

対馬—五島海域に分布する断層・褶曲軸の密度は場所によって異なる。同一方向の断層が密に存在する所と比較的少ない所がある。著しく同一方向の断層群が断続的に繋がる所は地殻応力が集中して地質不連続境界となっている。この断層群を形成している部分に構造帯または構造線の存在を推定した。第31図に音響的基盤の等深線と断層・褶曲の分布を、また、第32図に福江島付近海底の同時堆積層の分布図を示した。

これからD層、C層、B層の現在の地層分布の限界が読取れる。すなわちD層堆積時からB層堆積時代に向かって無堆積域が東から西に移ったこと

が示され、時間の経過とともに異なった基盤の変動があった事を物語っている。

3) 対馬—五島構造線等の存在

① 対馬構造線（NNE—SSW系）

対馬の西側海底に大きな構造的不連続線が存在することは松本(1969)によって予想されたが、村内(1972)により地殻構造探査結果から報告された。村内によると、対馬西側海底で西側から東に向けて5.6~6.1km/sec層は次第に深くなり対馬西方で水深千数百mにまで達して、東側の対馬の基盤に接しているとされる。この境界は大きな断層と見られ、その上部は現在も断層崖として海底に存在することが富田ら(1975)、木村ら(1976)、永野ら(1976)によって確認されている。この断層崖の前面には断層沿いに細長い凹地が伸び、対馬トラフとして対馬上島と下島の西側海底を特徴付けている。この上下2つの雁行する断層は、上島と下島の境である浅茅湾西方で水平に東西約10kmずれる。対馬トラフの東側斜面を形作る断層は最大落差約100mあり、音波探査記録でも明瞭に認められる。音波探査記録では音響的基盤とされた強い反射面をもつ層は、村

CROSS SECTION (E-W)

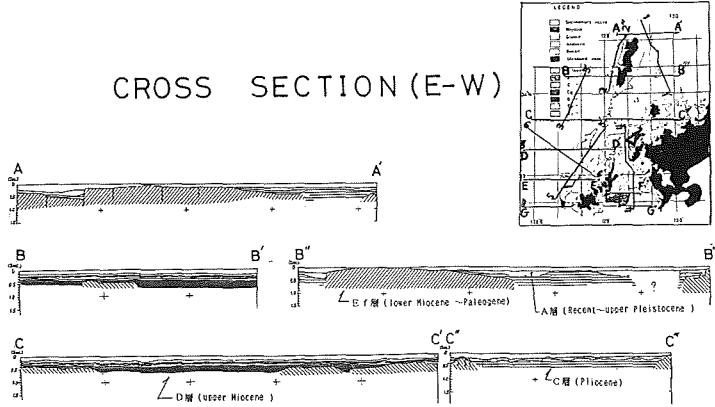


Figure-28a. Geological cross section of subbottom in the area of Tsushima to Goto Retto sea area

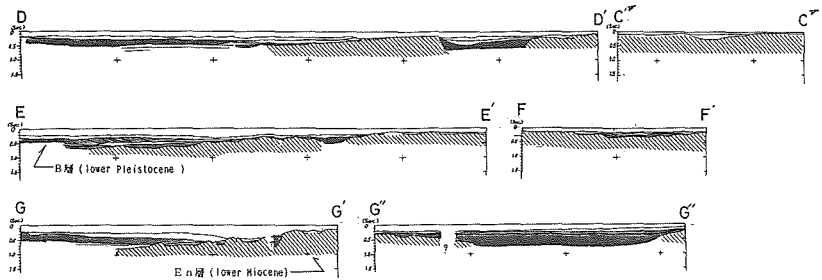


Figure-28b. The same as Fig-28a

内(1972)らによれば4.1km/sec層で、朝鮮半島からの陸上地層の連続性から考えておそらく白亜系または火成岩相当層と見られている。この上部には東に厚い楔状の堆積層が乗りその間には不整合も見られる。対馬側では断層を境に4.1km/sec層が浅所に上昇し、対州層群と考えられる3.3km/sec層が露出する。

この断層を富田ら(1975)は対馬沖第1断層、対馬沖第2断層とし、総称して対馬沖断層とした。また、対馬上島断層、下島断層とも呼称された(桂ら, 1976)。本論では対馬沖断層の名称を採用し、対馬上島(北側)沖の断層を対馬沖第1断層、対馬下島(南側)沖の断層を対馬沖第2断層として使用することとする。

南(1979)や安間(1985)らによるマルチチャンネル音波探査記録や解析結果によるとこの構造線の西側の第三紀およびそれ以前の堆積層は、東方に最大2km以上厚く楔状になっていることが示され、さらに、東側が衝上し古い地層が浅所に露出する構造を確認した(第25図参照)。いずれにせよこの断層が本海域の大きな地質構造的な意義をもつものとの認識は変わらず、この上下2つに雁行する断層は、朝鮮半島側と対馬側の海域を西・東2つに分ける地質境界と見なされる。そして、この断層と朝鮮半島の南東沿岸をNNE-SSWに走る梁山断層とは朝鮮半島と西南日本との移動で生じた滑り面と考えられ、これらと次の五島構造線を合せると、右横ずれ成分を有し地溝帯を伴う大構造線(帯)が想定できる。

② 五島構造線 (NE-SW系)

対馬構造線を構成するNNE-SSW方向の断層、褶

CROSS SECTION (Except E-W)

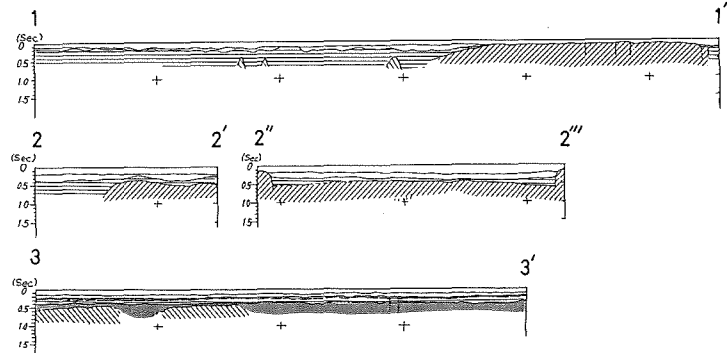


Figure-28c. The same as Fig-28a

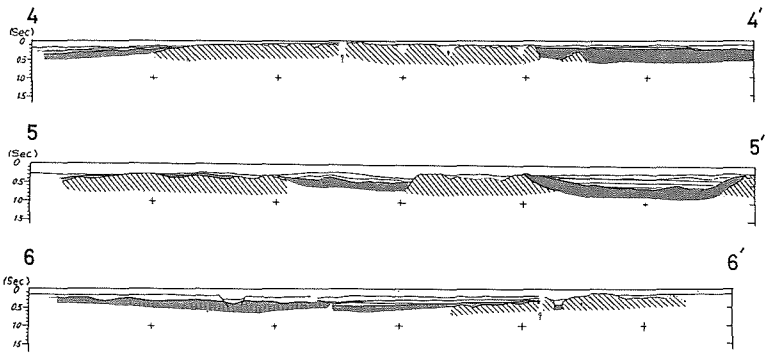


Figure-28d. The same as Fig-28a

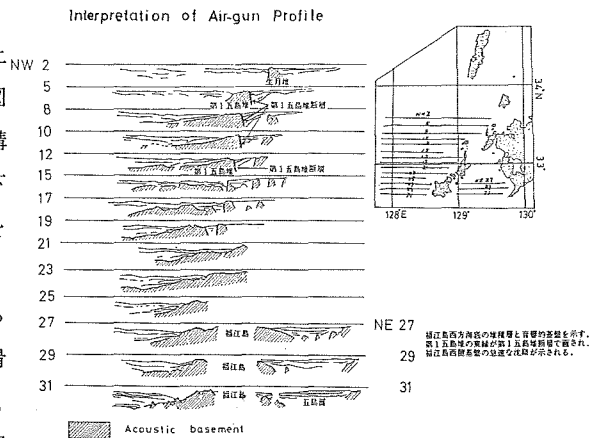


Figure-28e. Geological cross section with air-gun seismic profiling

曲群は更に南東方海底に追跡できる。この延長上には東五島陸棚谷や第一五島堆が存在するが、それらは、全体として一つの方向性を持ち、構造規制を受けた構造的なものであることを示唆している。五島列島西方にはNE-SW方向に伸びる断層、褶曲群で特徴づけられる構造線が想定される。これは第一五島堆東側の断層、これに連続する南部の断層、褶曲群により特徴づけられる。形成時期は音波探査記録から判断して、五島層群堆積後と見られる。五島構造線は北の対馬構造線、東の壱岐構造線とも連続し、大きく見れば、この海域を大陸側、西南日本側に分ける重要な構造線と考えられる。対馬構造線と五島構造線を合せて対馬一五島構造線と呼称すれば、村内(1972)の言及した朝鮮海峡構造線に相当するのであろう。

③ 壱岐構造線 (NE-SW系)

対馬と壱岐の間をNE-SW方向に走る凹地形として現れる地質的不連続を壱岐構造線とした。音波探査記録では対州層群と考えられる基盤層が東方に沈み込み、その連続性が不明瞭となる境界である。北への連続性ははっきりしないが、南(1979)によれば、対馬構造線、壱岐構造線の北方延長は次第にNE方向からE方向に偏し、隠岐島後に達するとされ、ここでは背斜軸や衝上断層が顕著で貫入岩も付随するとしている。壱岐構造線の地帯はEmery et al. (1969); Wageman et al. (1970) らによって台湾一糸道褶曲群帯と呼ばれた地域の一部にあたる。

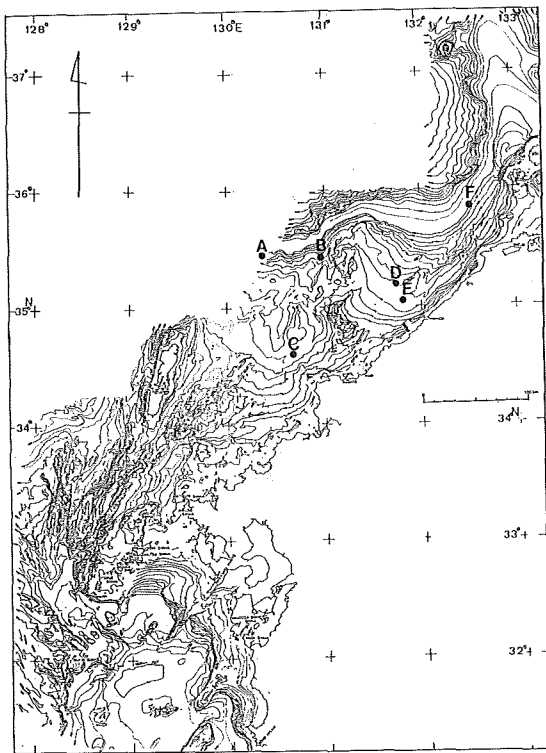


Figure-29. Index map of test boring well in investigated area

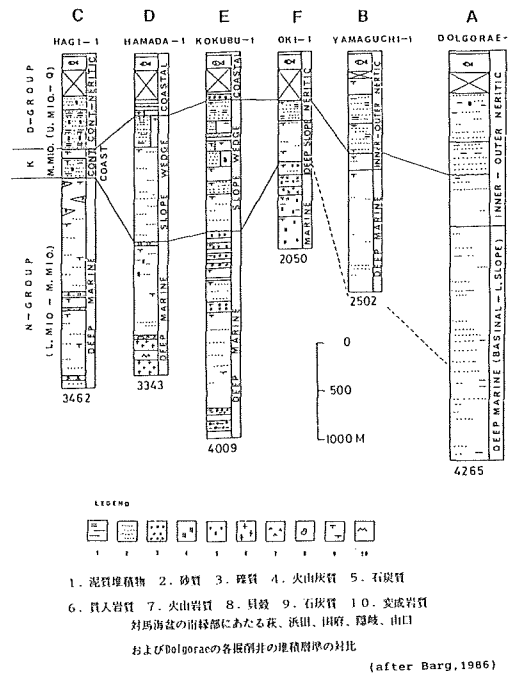


Figure-30. Geological columnar section after test boring well (After Barg, 1986)

④ 平戸構造線 (NE-SW系)

平戸島北西端から北西方向に伸びると推定される構造線。他の対馬、五島、壱岐構造線等に較べると明瞭ではないが、①五島堆を形成する基盤の北東延長が北にずれること、②NE-SW方向およびSWS-ENE方向の小断層群が見られ、地層分布が不連続となること、③この部分で海底地形が屈曲すること、等から右ずれ

の構造線を推定した。C層が小断層群に切られていることから、この構造線はC層堆積後、即ちほぼ鮮新世に隆に形成されたと考えられる。これと同方向の構造線に杓岐から唐津方向に延びて北九州陸上に認められる東松浦構造線がある。

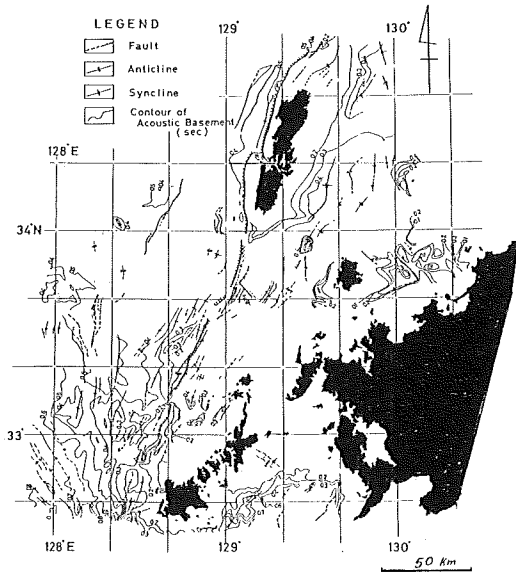


Figure-31. Iso-bath map of basement depth in the vicinity of Tsushima to Goto Retto sea area (Depth is shown by round trip of sound velocities 1500m/sec, ex. 0.1sec = 75m)

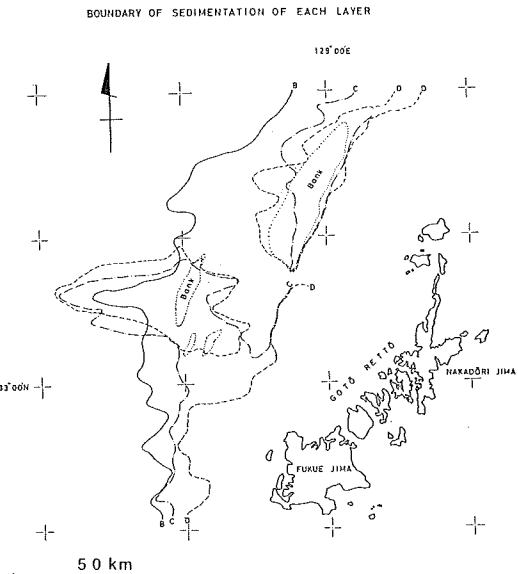


Figure-32. Equi-sedimentary thickness map of sea bottom near Fukue-sima

#### ⑤ 五島海底谷構造線 (NE—SW系)

五島海底谷はその南に続く西五島陸棚谷群とともに顕著なNE—SW方向の直線的な地形を示すことから、この方向の構造に規制されたものと考えられる。また、この分を挟んだ東海大陸棚と九州大陸棚の外縁の水深に約30~40mの差が認められることから、この構造線は九州側大陸棚と東海大陸棚との大きな地体構造の不連続線となっているものと推定される。

#### ⑥ 相ノ島断層 (NE—SW系)

平戸島西から五島列島東海底にNE—SW方向に延びる構造線である。五島列島の南東縁をNE—SWに延び、五島層群分布と相ノ島変成岩帯を分ける性格を持つ。

#### ⑦ 呼子の瀬戸断層 (NNE—SSE系)

ほぼ南北性の大断層で五島灘の東側、西彼杵半島西縁に認められる。ここを境にして、東西両地域の示差的堆積が生じたと言われる(長浜, 1962)。

#### 4) 先第三系(白亜系)基盤の連続性

朝鮮半島と西南日本地域の先第三系、主として白亜系の地層の連続性をより正確に追跡することは両地域の地体構造発達史を考える上で非常に重要である。

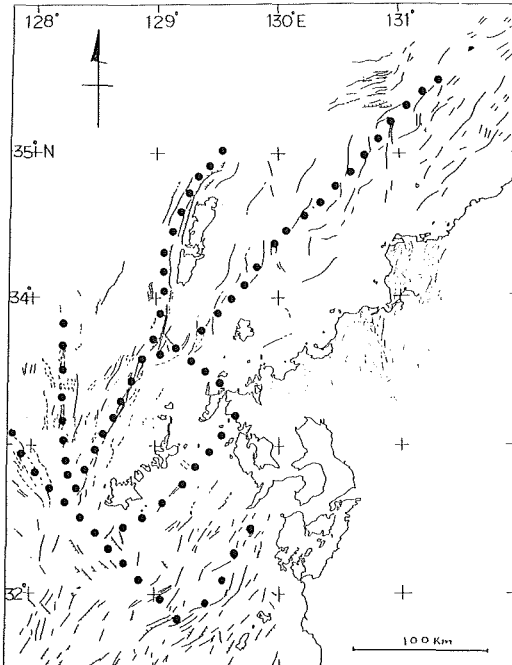


Figure-33a. Distribution of Tectonic lines identified by topographic lineation and faults. They are shown by solid circles

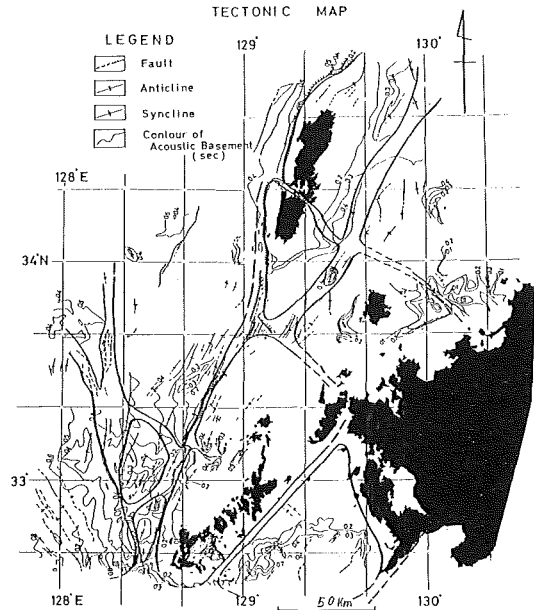


Figure-33b. Distribution of Geological blocks enclosed by tectonic lines. Each blocks are divided by basement depth contour and lineations. Tsushima -Goto tectonic line from westward of Tsushima to Fukuesima is the predominant line with NNE-SSW

一つの手掛りとして、対馬海峡西水道を横断する地震・音波探査記録がある（村内，1972；Ludwig et al. 1975；南，1979；安間，1985）。これらの記録によれば朝鮮半島南端に分布する結晶質岩（白亜系）と考えられる基盤層（4.1km/sec層）が海底に追跡される。この層は東ほど次第に深部に没して対馬沖断層で古第三系等からなる対州層群相当層が隆起している地塊に接している。対馬の対州層群の下部にこの基盤層（白亜系）が存在するか否かは具体的には確認されていない。Ludwig et al. (1975) らによればソノプイによる観測結果から対馬海峡海底下に6.0～6.2km/sec層の存在を報告している。これはいわゆる海洋性地殻の速度（約6.5km/sec層）に近い。

対馬海峡東水道海底の対州層群と想定される音響的基盤は東水道中央部で下方に撓曲しており、その部分の下部に白亜系が存在しているか否か、現在までの石油試掘坑井データ等では確認されていない。その付近には上部古第三系と新第三系との間の不整合面がある海底堆積層が存在する。また、3000mを越す厚い中新統及び七里ヶ根層をつくる流紋岩（石英粗面岩）の酸性岩の存在が確認された（大島，1973）。

西南日本の北九州沿岸部から山陰地方日本海側には堆積層及び花崗岩類からなる白亜紀の岩石が分布している。従って対馬海峡の海底に白亜系が存在しないとすれば、対馬を含む地域には、朝鮮半島南東岸と日本海側北九州・山陰地方の白亜紀層からなる地体が分離した後、白亜紀以降に海洋性地殻が形成され、その上に古第三紀以降の新期堆積物が堆積または新期火成岩が貫入して形成されたものと考えられる。

東海大陸棚には白亜系が存在し、その上面は広域的に剝離され白亜紀末の広域不整合を示している。これ

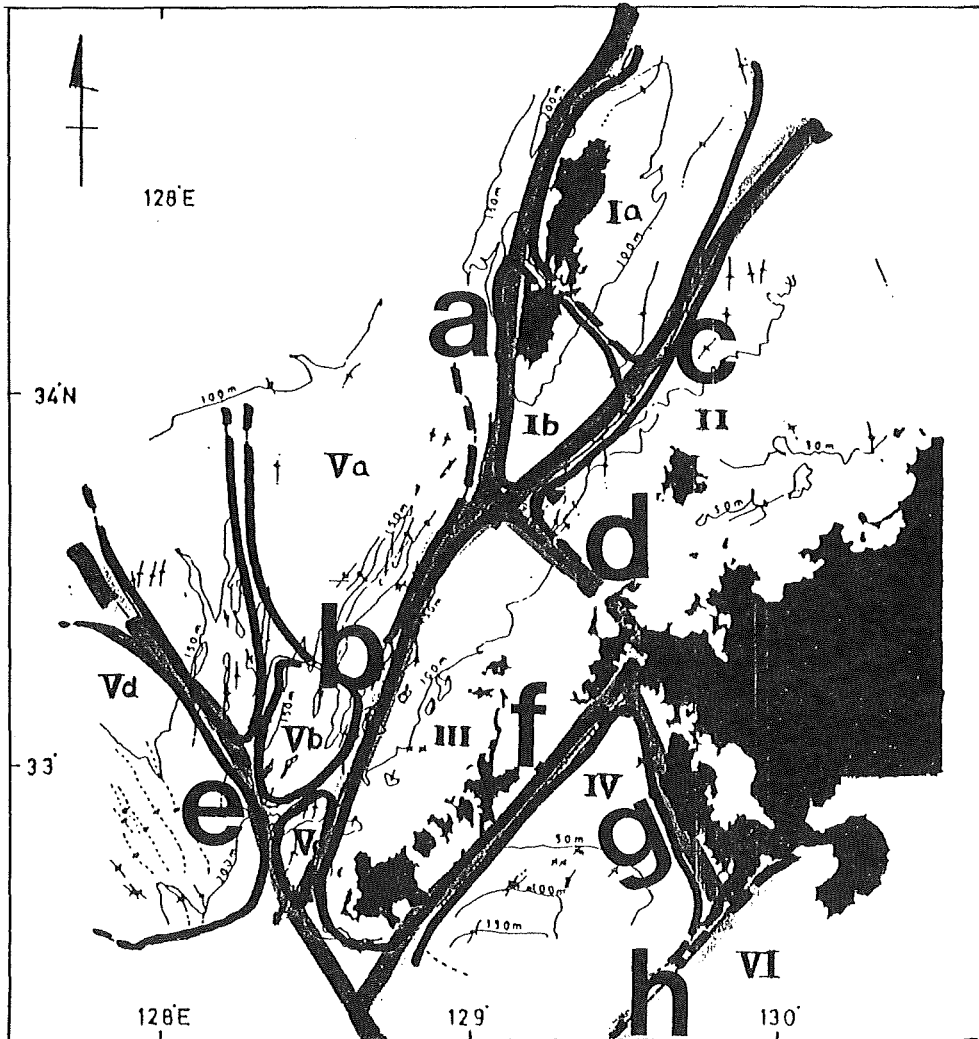


Figure-33c. Distribution of Geological Tectonic Lines and Blocks

a : Tsushima Tectonic Line b : Goto T. L. c : Iki T. L. d : Hirado T. L. e : Goto Submarine Canyon T. L.

f : Aino-sima T. L. g : Yobukono-seto T. L. h : Unzen-Simabara Graben  
 I a : Amakusa-kami-sima block I b : Simo-sima block II : Iki block  
 III : Goto block IV : Aino-sima block V a : Goto-tai Block V b :  
 Minami-Goto tai Block V c : Fukue-sima tai Block V d : Continent  
 Block VI : Unzen-Simabara Graben sea area Block

らの事実から現在のところ対馬海峡付近海域は北、西、南の三方向に白亜系の分布が確認されており、東方にのみ白亜系の存在が確認されていない。この事から対馬海峡付近海域は第三紀からの日本海の拡大に伴い海底が形成され、その以後の新期の地層が分布する場所と推定される。

対馬海峡とその北東部の対馬海盆海域は、日本海の拡大に伴い、北東から東にかけて白亜系基盤が分布しない海盆部として形成され、その後の構造発達史の中で急速かつ継続的な沈降域として存在し続けていると言えよう。この裏付けとして対馬海峡北出口の大陸棚外縁部付近のDOLGORAE-1号井の掘削データ(Barg, 1985)がある。ここでは約4000mに達する厚い中新世以降の堆積物が積り、その主体は周囲の大陸棚縁部から供給されたタービダイトと言われる(徐・徳橋, 1987)。この地点では白亜系基盤は報告されて

おらず、古第三系も未確認である。

### (3) 地磁気異常の分布

調査海域の地磁気異常は第34図に示される通りである。

対馬海峡周辺の海底には海底拡大を示すようなはっきりとした地磁気の縞模様は認められない。しかし山陰沿岸の海岸に沿ってNE-SW方向に伸びる400nT（ナノテスラ）以上の正の異常と五島列島南西方向に延長する正の異常の分布が顕著である。

山口沖では地磁気全磁力は48000~49000nT（ナノテラス）程度を示す。福岡沖の地磁気全磁力値は47500~48500nT程度である。全磁力値は観測値からIGRF1965+全国磁気年差を差引いたものである。この値と音波探査結果などの地質的データとを比較検討したところによると、この海域の全磁力異常は対馬とその長軸の延長上のNNE-SSW方向の線と壱岐を通りNNE-SSW方向の線を境にして3区域に分けられた。即ち、対馬より西側海域、対馬~壱岐の海域、壱岐より東の海域をNNE-SSW方向の線で区切った地域である。対馬より西側海域および壱岐より東側の海域では全体として200~500nTの正の異常が顕著である。壱岐より東側には、九州西方海域の中新世塩基性貫入岩や肥前粗粒玄武岩類、および北九州沿岸や平

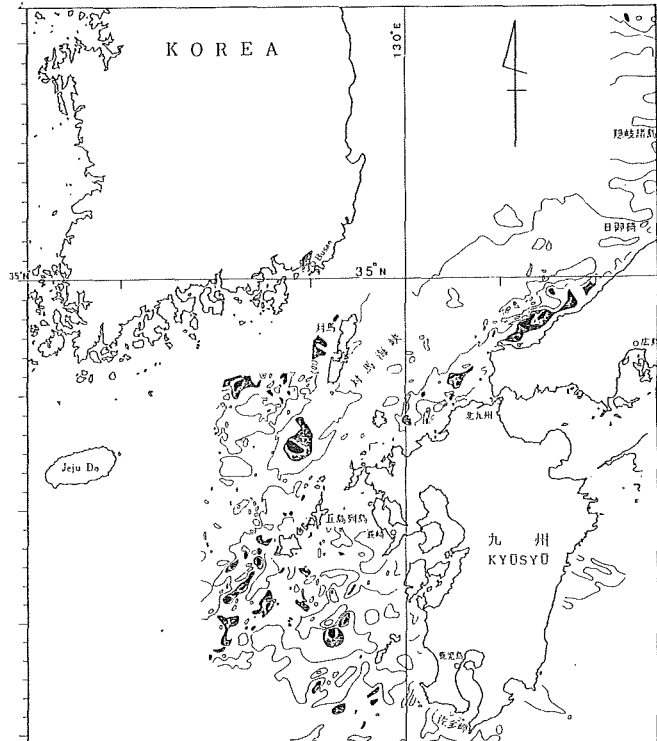


Figure-34. Total magnetic anomaly map  
Dark area shows positive anomaly  
over 400nT. Contour interval is  
200nT. (After H.D.J.,1983)

戸島、生月島、壱岐、五島列島などに見られる鮮新世から現世のアルカリ岩系の大陸系玄武岩（松浦玄武岩類）が知られており、この局所的な正の地磁気異常を良く説明する。これは地下浅所数kmの所に、恐らく玄武岩と考えられる強磁性体の岩体が存在しているものであろう。

中央部の対馬と壱岐に挟まれた海域は-50~-100nTの負の異常帯である。この地帯は緩やかな凹地であり、厚い堆積物が存在し、流紋岩質の七里ヶ曾根を除いては浅所に磁性岩体の存在は期待されない。

## 5. 対馬~五島列島周辺の陸上地質の概要

### (1) 対馬~五島列島周辺の陸上地質概論

対馬から五島列島周辺の地質分布概況は朝鮮半島南部、北九州沿岸部、山陰地方沿岸部および海域に点在する島々によって比較・検討できる。朝鮮半島と西南日本との地質の連続性については、陸上地質の同一性、類似性の比較対照と陸上から海底に鍵層を追跡して連続性を確認する方法がある。

朝鮮半島と西南日本内帯との中生代白亜紀の地質の類似性は両地域における各種類似鉱床の出現，類似火山岩の出現，近似する先第三系堆積層の出現などから，ほぼ確認されている。朝鮮半島の慶尚累層群は全体が西南日本内帯の後期中期界とともに白亜紀の地層中に収められる様になってきた。火成岩の白亜紀仏国寺花崗岩類 (90Ma) 前後と西南日本南西部の白亜紀花崗岩類 (90Ma前後) も同時代に形成されている。しかし朝鮮半島では上部の古第三系が殆ど欠如し，安州，鳳山など黄海側に僅かに褐炭を含む古第三紀層が分布するのに対し，北九州などでは始新世の直方層群，漸新世の大辻層群など厚い非海成(一部海成)，夾炭層が発達しており大きな相違がある。朝鮮半島の南西端部には梁山断層や東萊断層がNNE-SSWに走り，その北側海底の朝鮮海台中央や南の朝鮮半島沿岸海底にも追跡しうる。これは対馬構造線の西側の一部と考えられる。対馬は古第三紀から新第三紀の対州層群で形成されている一つの地質ブロックと考えられ，対馬沖断層により対馬側が大きく上昇し，かつ対州層群は褶曲を伴って北東に傾動している。壱岐は第四紀に噴出した第四紀玄武岩類と上部古第三系～新第三系の堆積層と，これに貫入した石英斑岩によって形成されている島である。五島列島は中新統下部の五島基層群と呼ばれる火山岩，火山噴出物を基盤とする島である。中新世のグリンタフから第四紀にいたる地層の分布は北九州から山陰地方南西部に見られる。第35図に朝鮮半島の，第36図に北九州～山陰地方の陸上地質を示す。

## (2) 陸上地質各論

### 1) 朝鮮半島南部

朝鮮半島南部の一般的地質構造は大きく北東～南西方向の帯状配列を示す。南のモクポ(木浦)からテジョン(大田)を経てヤンヨウ(襄陽)に至る一帯には先カンブリア紀の花崗片麻岩やそれに挟まれた分布を示す結晶片岩帯，片岩化した花崗岩帯などが北東から南西にかけ，帯状に半島を斜断して分布する。対馬海峡に面した半島の南部沿岸域には嶺南地塊，慶尚盆地があり北東-南西の走向で，南東に傾く白亜紀の慶尚累層群が分布する。この堆積岩は最大6600mの層厚を示す砂岩，泥岩，礫岩を主とする。白亜紀末期には南部地域に桃色花崗岩の貫入が見られ，古い堆積岩をルーフ状にのせ，いくつかの鉱化作用が生じている。

第5表に井上(1981)による朝鮮半島南東部，慶尚盆地に見られる慶尚累層群と九州北部と山口県西部の関門層群の層序対比を示す。第三紀の堆積層の構造は南北の走向で，東傾斜の簡単な構造を示している。

新第三紀鮮新世にも，より小規模な火成活動が生じ，キョーウォン平原やカンワン島のイムジン谷にそれらが認められる。北北東-南南西の走向で，プサン(釜山)とポハン(浦項)をむすぶ梁山断層が中新世後期に形成された。これは日本と朝鮮半島を分ける大きい構造線の一部と推定されている(Sillitoe, 1977)。

第四紀には済州島や鬱陵島などに部分的にアルカリ岩系の大陸系玄武岩を噴出した火成活動が認められる。朝鮮半島の南部は一般的には第三紀から第四紀にかけ堆積作用に比べ浸蝕作用が優勢であった。

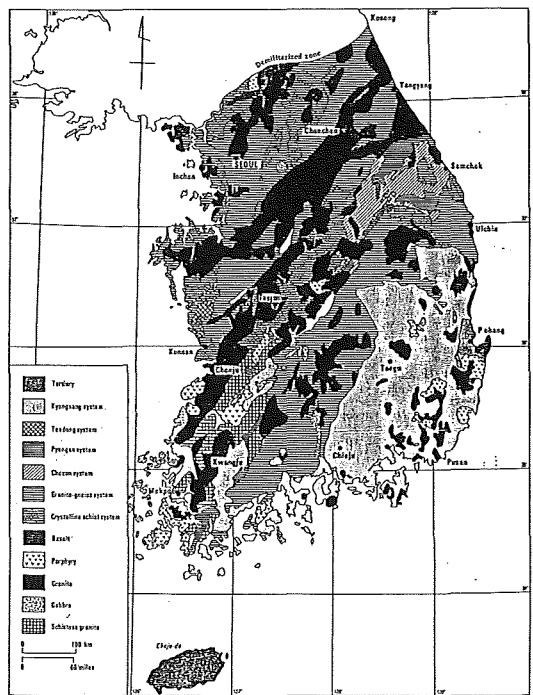


Figure-35a. Land geological map of Korea Peninsula (After Reedman and Um, 1975)



2) 対馬・壱岐

① 対馬

対馬は南の下島と北側の上島に分けられるが、その全体を通して厚い海成堆積層が整合的に累層しており、対州層群と呼ばれる。

対州層群の時代は未だ十分確定していないが、産出する僅かな化石、Sabalites (高橋, 1958) : 貝化石群 (Kanno, 1955) : 植物化石群 (松尾, 1970) からほぼ古第三紀漸新世から新第三紀漸新世前期までのものと確定しつつある。

対州層群に続く上位、下位の両層準が島内では確認されておらず、同層準の正確な全層厚を知ることが出来ないが、約5400m以上の層厚があると推定されている。この層は南部の下位層の露出から北部の上島に至るにつれ上位層が露出し、層序の分類上、上部層、中部層、下部層の3部層に区分されている (松本, 1969)。

下部層は下島の大部分と上島の南部に分布し、層厚は2400m以上ある。上島では泥岩が卓越し、下島で砂岩、砂泥互層が卓越する。下島中央部の対州層群中に14~15Maの花崗岩類が岩株状に貫入し、その周囲の下部層の一部をホルンフェルス化するとともに、鉍化作用を伴っている (今井, 1973)。下島白岳には14Maの石英斑岩が南北に貫入し (高橋・林, 1985)、山稜を形成している。この石英斑岩は畿原では岩床、上島東海岸では岩脈状を示す。

中部層は下部層の上位に整合的に連なるシルト質海成層で、層厚はおおよそ1000mある。下島の北東部も上島の大半に分布する。上島の北部では、厚い砂泥互層や所によっては厚い礫岩を挟む所がある。

対馬北部に分布する上部層は浅海性となり、粗粒岩層が卓越し、デルタ相を示すが、地域により多少層相が変化する。層厚は1370m以上と言われ、砂岩を主とするが頁岩質礫や砂岩頁岩互層の部分もある。上部層の上位には礫質砂岩や礫岩の著しい所がある。上島北端部の千俵山ほか数箇所には斑礫岩~輝緑岩が貫入岩体としてある。また、西から東への海岸付近や下島中南部には岩脈、岩床状として併入している。

対馬北端部の海老島には対州層群上部を不整合に覆う鮮新統が分布し海老島層とされる。この層の分布はこの付近に限られている。

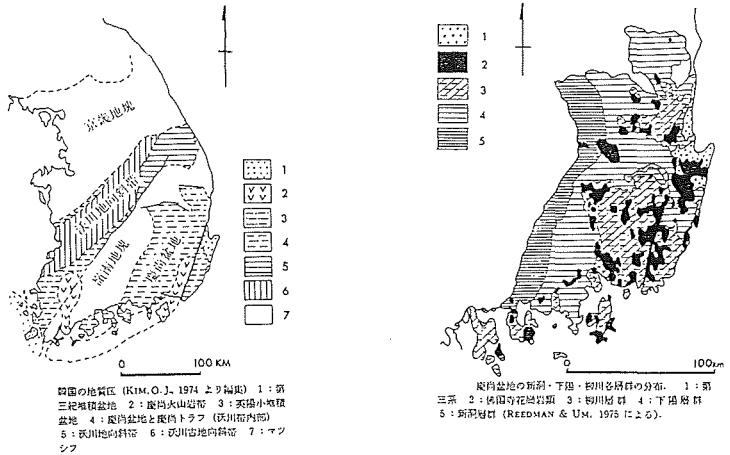


Figure-35b. Land geological map of Korea Peninsula (After E. Inoue 1981)

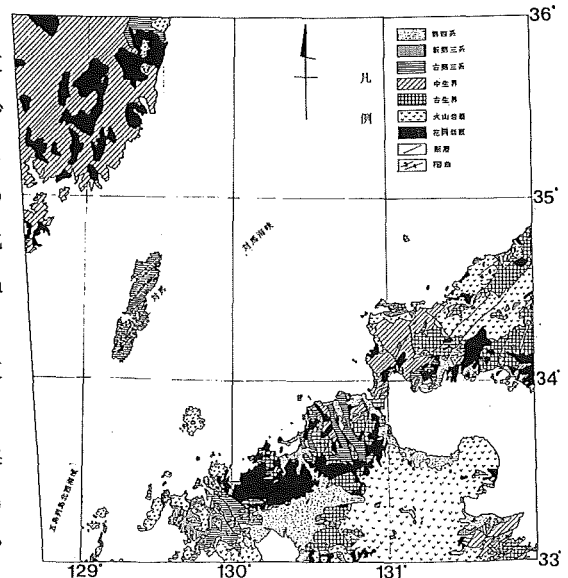


Figure-36. Land geological map of Northern Kyushu San-in District

第四紀段丘堆積物は現在の河谷に沿うやや高い段丘上に僅かに発達している。沖積層も対馬の狭い海岸低地等に僅かに分布するのみである。

対馬の地質構造は全島が北東～南西に伸びる複合褶曲を形成した構造運動に規制されている。また褶曲軸は下島南西部から上島北東部に向かって緩やかに傾いている。両島には若干の褶曲を乱す南北系の断層が見られるが、いずれも落差の小さな小規模なものである。断層とは別に、褶曲軸に直交する南東―北西方向の節理が全島に見られ、特に大船越付近では連続した裂罅が見られる。

対馬西岸は直線的であり断層により規制されていると考えられている。この対馬西岸の直線的な海岸線は左横ずれ断層であるとも言われている（平ら，口頭発表（1988））。

しかし、日本海拡大時のテクトニクスから考えると、ここには右横ずれ断層のセンスが想定される。従って平ら（1988）の推定が正しければ対馬の地理的位置から見て、同じ場所に重複した相反するセンスの造構造運動の影響を被った可能性が生れることとなる。即ち、対馬沖断層崖はまず右横ずれ断層として朝鮮半島と対馬の部分分離し、その後西南日本の時計回りの回転

（鳥居ら，1988，等）に伴い対馬付近が圧縮の場となり、その結果対馬沖断層が逆断層として再活動し、対馬のブロックが地壘として衝上・形成されたと考えられる。

この考え方に立てば、対馬島内に見られる北東～南西方向の複褶曲軸の形成や、北北西～南南西方向の走向を示す対馬沖断層崖の浅茅湾沖での雁行的ずれの解釈についても同様な理解が可能である。

松本（1969），岡田（1971）によると対馬下島の対州層群最下部層はデルタ堆積物でスランブ構造を示すとされる。また、20～16Ma，最盛期18Maには大規模な流紋岩質の火成活動が対馬中部にあった。18Ma以降にも砂泥層からなる海進層がデルタを形成したとされる。下島には14Maの花崗岩の貫入が見られる。対馬上島の下部層にはタービグイト，サンドバー（砂堆）等の浅海相，サンドウエーブ，クロスラミナ等のデルタ相が見られる。またスランピングやマッドグアイアビル層も見られ，最上部に正常な海底堆積層が分布する。

これら対馬の構造発達を年代的に総括すると次の様になる。

Table-5. Correlation of Cretaceous stratigraphy among Kyong sun Basin, Northern Kyushu and Southern Yamaguchi Prefectures.

| 従時地      |                        | 九州北部・山口県西部         |                        |
|----------|------------------------|--------------------|------------------------|
| 徳島<br>香川 | 徳島群<br>花崗岩層<br>12-300m | 白土層<br>160-230m    | 対馬<br>花崗岩層<br>75-198my |
|          | 沖積層<br>3200m           | 上野本層<br>2000-3000m |                        |
|          | 球安層<br>1200m           |                    |                        |
|          | 高野層<br>240m            |                    |                        |
| 高野<br>佐賀 | 高野層<br>650m            |                    |                        |
|          | 高野層<br>100-430m        | 高野層<br>1600-1400m  |                        |
|          | 高野層<br>500-900m        |                    |                        |
| 高野<br>佐賀 | 高野層<br>600-2100m       |                    |                        |

日本国地質院 (1977) に基づく  
 \* REEDMAN 及 Ue (1975) より  
 \*\* SHIRATA et al. (1977) より

Table-6. Correlation of Tertiary stratigraphy between Northern Kyushu and South of Yamaguchi Prefecture

| 時代                 | 九州西部          | 九州北部                      | 山口県西部*  |
|--------------------|---------------|---------------------------|---------|
| 後期<br>中期           | 野島層群          |                           |         |
|                    | 佐世砂岩層<br>相浦層群 |                           | 油谷湾層群   |
| 新<br>第三<br>世<br>前期 | 相浦層群<br>相浦砂岩層 | 臨川層                       | 日入九層    |
|                    | 行倉野<br>砂岩層    | 坂本層                       | 崎山層     |
|                    | 佐世砂岩層         | 山鹿層                       | 黄渡層     |
|                    | 青島層           |                           | 土栗層     |
| 新<br>第三<br>世<br>後期 | 相浦層群<br>相浦砂岩層 | 大庄層群                      |         |
|                    | 坂本層           | 出山層                       | 安山岩・玄武岩 |
| 結核<br>世<br>前期      |               | 上方層群                      |         |
|                    |               | 上石層<br>竹谷層<br>三尺大層<br>大茂層 |         |

\* 岡田 (1975) による

対馬陸上堆積層の構造発達過程 総括

| 地質年代   | 地質時代   | 堆積層相     | 古環境             |
|--------|--------|----------|-----------------|
| 65Ma～  | 古第三紀   | デルタ前面層相  | 大陸縁辺部浅海域        |
| 20Ma～  | 中新世    | デルタ層相    | 黄海河口部浅海域        |
| 19Ma～  |        | 海進層堆積始まる | 日本海拡大始る         |
| 16Ma～  |        | 深海性層様    | 日本海拡大本格化        |
| 15Ma～頃 |        | 浅海性層相    | 圧縮場での褶曲形成       |
| 14Ma～  |        | 花崗岩貫入    | 酸性火成活動, グリントフ活動 |
| 8 Ma   | 鮮新～更新世 | 玄武岩噴出    | 塩基性火成活動, 大陸系玄武岩 |

② 壱岐

壱岐の島は主として鮮新世～更新世にかけて大規模に噴出した玄武岩類が分布しており、これに覆われて第三紀の堆積層が小範囲に見られる。壱岐の最下位の地層は対州層群と類似性があるとされる漸新世から中新世下部の勝本層群である。その上位に勝本層群を不整合で覆う中新世下部から上部の壱岐層群がある。その上には鮮新世の芦辺層群、更新世以降の郷の浦層群がくる（竹下ら、1987）。

勝本層群は砂岩から、頁岩、砂・泥岩の互層からなる非火山性の堆積物である。この堆積物は古流向の調査（長浜、1967）から西南西より供給されたといわれ、対州層群と同じく東北東方向への流れによるものと考えられている。

壱岐層群は玄武岩—安山岩質の火山岩類、碎屑岩からなる。他に粗面岩、流紋岩質溶岩及び泥岩などもある。七里が曾根を形成する流紋岩との関係はまだ研究されていない。

芦辺層群は河床性あるいは氾濫原の砂礫層と溶岩類からなる薄層である。本層群下部に含まれる植物化石や挟在する火山岩類のフィッシュトラック年代から鮮新世と判定されている。壱岐南部の地表を覆う第四紀玄武岩類が郷ノ浦層群である。

3) 五島列島

五島列島を形成する主な地質は新第三系の五島層群、福江溶結凝灰岩、花崗岩等の深成岩や半深成岩類およびごく新しい地質時代の玄武岩等である。

植田（1961）は、砂岩、泥岩、主とする碎屑岩からなるが凝灰岩を挟在したり断層による転位をうけ連続的層相を確定するのが難しい五島層群を、佐世保炭田の佐世保累層群、上位の野島層群に対比し、中新世初期～中期とした。この五島層群は花崗斑岩や石英斑岩の貫入を受け、またより新しい福江溶結凝灰岩等の五島火山岩類により被覆されるか、貫入を受けている。

五島層群の基盤は五島において確認されておらず、現在のところ確実な知見は得られていない。鎌田（1971）は中新世に著しい沈降性の地盤運動を起こした新第三系の予想をしている。水路部の海底音波探査記録からは、五島海域付近で中新統に厚く覆われた深い音響的基盤が認められる所がある（第23図参照）。

中通島の東にある相ノ島は相ノ島層と呼ばれる熱変成岩からなり、橋（1961）は第三紀以前の層が白亜紀花崗岩の併入により熱変質したものとした。また、相の島から長崎県西彼杵半島にかけほぼ東西方向の大立島背斜軸に沿って先第三系基盤岩類が露出する。佐世保層群はこの北側に重なるという。五島灘の海底には第三系の基盤として先第三系（白亜系？）の花崗岩類の分布が暗示されるという（橋、1962）。この花崗岩類の分布と甌海丘から採取されたものとの関係は今後の検討課題であろう。

福江溶結凝灰岩と呼ばれる層は、福江島北東部に分布し、五島火山岩類と呼ばれる輝石ひん岩・流紋岩・斜長流紋岩等の一つとして、五島層群の上位に露出することから中新世後期の火山活動の産物とされる（松本・高橋，1968）。

きわめて保存の良い火山地形をとどめる事から、第四紀のものと考えられる玄武岩類や沖積～洪積層が福江島の南北と北西に見られる（鎌田，1971）。

#### 4) 九州北西沿岸部

北九州北西沿岸地域の地質分布を見ると、ペルム紀～ジュラ紀の三郡変成岩類が基盤として存在し、東北東～西南西に点々として露出している。これらは変成度が低く（橋本，1989）緑色準片岩類が多く、南側に平行して帯状に分布する後期古生代の非変成古生層に所々で漸移している。三郡変成岩類は背振山地や糸島半島では花崗閃緑岩の貫入による熱変成を受け再変成している。福岡県南東部、英彦山北麓では領家変成岩類似の高圧低温型変成岩とそれに伴う花崗岩類が見られる。九州北東部の後期中生界は中国地方西部のやや変成度の高い斜長角閃岩や黒雲母石英片岩と一連のもの、陸性堆積層の関門層群、八幡層群等に代表される白亜紀層や、それに密接に関係する花崗岩類で特徴づけられる。また長崎県の野母半島、西彼杵半島には70～80Maの年代を示す白雲母を含む結晶片岩が広く分布している（服部・磯見，1983）。岩相は大部分黒色片岩で他に緑色片岩、石英片岩である。又、西彼杵半島には蛇紋岩もみられる。古第三系挾炭層とその上部の下部新第三系は北九州の炭田を形成しているが、北東部の直方層群と西部の芦屋層群では発達状況が異なっている。北東部では北北西から北方向の著しい断層群が発達し、西部、天草地区では北東―南西方向の短軸褶曲構造が卓越し、これを北西と北東の2つの異なる方向の断層が切っている。

北部北九州の南側では新生代に広く噴出した火山噴出物が古期岩類を覆い、地質の基盤構造を不明確にしている。鮮新世から更新世にかけてはアルカリ性玄武岩が広範囲に噴出し、苅岐、唐津～呼子、伊万里～平戸、彼杵等で玄武岩台地を形成したほか、多数の玄武岩岩体を形成した。これらは古期変成岩、深成岩および古第三系を覆っている（松本ら，1969）。

九州北西沿岸部の地質的特徴を総括すると次のようになる。

- i) 三郡変成岩は古生代後期～中生代前期の結晶片岩ないし千枚岩で基盤と見なされ。
- ii) 白亜紀中期の関門層群（泥岩、砂岩、礫岩および安山岩からなる）が北九州～門司付近より中国地方下関～萩地方に見られる。
- iii) 白亜紀後期の花崗岩が三郡変成岩を貫いて、背振山を中心に唐津～佐賀、福岡北部、山口の山陽地方西部に広く分布する。
- iv) 古第三紀は挾炭層を挟む海成層が形成され、天草、三池、高島、松島、唐津、佐世保、筑豊、小倉など北九州の炭田地域を作った。始新統から漸新統（泥岩、砂岩、礫岩、一部炭層を含む）が天草諸島一甌島、佐賀から伊万里付近と遠賀川流域、対馬などに散在して分布する。
- v) 新第三紀層の分布は北九州には少ないが、古期岩類を不整合に覆うか古第三系の堆積盆の上部層となっている。例として、泥岩、砂岩、礫岩と火砕岩が佐世保付近に、また、火砕岩を主とする五島層群が五島列島に見られる。
- vi) 鮮新世―更新世前期の安山岩の噴出は広く北九州の国東半島から福岡の南方に分布する。それは平戸島、長崎半島の中央部にも分布する。
- vii) 第四紀のアルカリ玄武岩が長崎県から佐賀県北部に、古第三系や新第三系を貫いて噴出し溶岩台地を形成している。

viii) 断層分布としてNW—SE系の大断層、NE—SW～NNE—SSW系の断層が顕著である。またE—W系の断層もある。線構造(リニアメント)としてNW—SE, NNW—SSE, E—W, NE—SWの各方向のものが認められる。

#### 5) 山陰北西沿岸部

中国地方南部には三郡変成岩、古生層、中生層、白亜紀～第三紀の火山岩～深成岩、新第三紀層、第四紀火山などが無秩序に分布する。山口県東部には三郡変成岩の南に古生層～三疊紀層が分布しホルンフェルス帯をへて領家変成帯に移る。

山口県西部には最下部の白亜系として礫岩、石英質砂岩、砂岩頁岩互層からなる豊西層群、その上部に非整合に関門層群がくる。関門層群は北九州から中国地方西部の下関～萩に模式的に広がり、山口地方では下部層は湖成礫岩；砂岩・頁岩、上部層は下部層に非整合で重なり、礫岩・砂岩・頁岩と安山岩質凝灰岩・溶岩を多量に伴うものとなっている。さらにその上の上部白亜系は殆ど火成岩で、大量の火山岩噴出に先立って形成された陥没地やカルデラに碎屑性堆積物が局地的にある。これは中性から酸性の火山活動サイクルと見られ、その後の中性から酸性の深成岩の生成がある(村上, 1975)。

古第三紀層は山口県南部の宇部付近に僅かに、九州北部～西部と一連のものと思われる始新統～漸新統の夾炭古第三系上部層の大辻層群が分布する。これらは海湾～河川成堆積物と言われる。

山陰地方に広く見られる花崗岩類は多く古第三紀の同位体年代を示す。これは北九州の花崗岩類が白亜紀の年代を示すことと合致しないが、岩質等が共通の性質を示す。これらは三郡変成岩、古期火山岩類に貫入し山陰地方～北九州、博多～二日市線より西に分布してバソリスを形成するほか小岩体も多い(勘米良ら, 1980)。

日本海沿岸域は中新世初期にそれまでの広い削剝を受けた陸地が沈降し始め火山活動も盛んとなった。中新世の火山活動による火山岩類分布地域はいわゆるグリーンタフ地域と言われる(首藤, 1969)。山陰地域から九州沿岸域にかけてはこのグリーンタフ地域の範囲の南限に入ると考えられる。壱岐の島の壱岐層群、五島列島の五島層群、中通島層、北九州の佐世保層群上部から野島層群などはグリーンタフタイプの火山活動を示す層とされている(松本・松井, 1971)。山口県北部の油谷湾には新第三紀層として北九州地域から一連の海成層である中新統下部の日置層群が分布する。これは砂岩・礫岩・頁岩などで、北九州の炭田の地層と共通の層相を示す。この上位には不整合で中新統中期の海成層の油谷湾層群が分布する。

中新世の初期には山陰地域に陥没構造がいくつも形成されたことが知られている。その後鮮新世に海進があったが第四紀中期以降には海退となった。山陰地方北西部沿岸地域には鮮新世～更新世の堆積盆はほとんど見られない。

第四紀のアルカリ玄武岩は山陰地方西部の日本海側には油谷湾付近など僅かに見られる程度である。

## 6. 対馬～五島列島周辺海域の地質構造の特徴

### (1) 白亜系の分布と構造

朝鮮半島南部慶尚盆地には堆積岩類、火山岩類(洛東統, 新羅統)、及び白亜紀花崗岩類(仏国寺統)が分布する。これらは北東～南西方向の帯状分布を示している(第35図)。対馬海峡、日本海をへだけた北九州から山陰地方には白亜紀堆積岩類である関門層群と領家花崗岩類が見られる。朝鮮半島の洛東統, 新羅統、及び仏国寺花崗岩類(72～90Ma)と日本の関門層群と領家花崗岩類(75～98Ma)との時代対比はよく合致する(第5表参照)。堀越(1973)、Sillitoe(1977)らは朝鮮半島南部と西南日本の地層の同時性や銅・タングス

テン鉱床、鉛・亜鉛鉱床、モリブデン鉱床帯などの類似性を認め、両者は白亜紀には一つの地塊として存在し、その中の同一鉱床で形成された類縁の鉱床である事を指摘した。また、井上（1981）は朝鮮半島南部と西南日本の地質層序の詳しい対比から、両者の白亜系の層序が互いに非常に類似性の強い同時代の層であることを示した。これらを合せ考えると、朝鮮半島南部と西南日本は白亜紀以前は接合しており、両者が分離し日本海が拡大し始めたのは古第三紀以降と考えられる。このような古期堆積層と構造運動・火成活動などの証拠から、白亜紀までは朝鮮半島と西南日本が一体化していた確度は高い。その後の環日本海の構造運動の様式については村内（1971）、藤田・雁沢（1982）など多くの研究者の見解が提出されている。

## (2) 古第三系の分布と構造

### 1) 対馬陸上に見られる古第三系の分布と構造

古第三系にはアジア大陸の朝鮮半島と西南日本弧との接合域は日本海形成の胎動に伴い、縁辺部にあたる山陰地域での陥没構造やカルデラの形成をもたらした火山活動（村上，1975；藤田・雁沢，1982）を経て、新第三紀中新世（24～19Ma）頃の日本海拡大の開始に至っている。この地域の古第三系は背弧海盆形成初期のリフト系陥没地形の縁辺部にテプリス性の堆積物として白亜系基盤の上に局部的に分布すると考えられる。

朝鮮半島慶尚盆地の東海岸沿いの狭長な場所には僅かに古第三系が見られる。この朝鮮半島南東部沿岸の古第三系は上部始新統の鳳山統，漸新・中新両統からなる長髯統といわれる（小林，1977）。長髯統は主として新第三紀中新世からなるが最下部層は漸新世の可能性があるとされる。

朝鮮半島南東部沿岸に僅かに見られる古第三系や、北九州沿岸から山陰地方の日本海側に見られる、古第三系夾炭層の一部は浅海性の海成層であり、沿岸湾入部での堆積層相を示すものが多い。例えば、北九州の小倉・筑豊・福岡、西九州の唐津・高島・三池・天草諸島等の始新統から漸新統や山口県の宇部などの古第三系夾炭層がこれにあたる。これらは一連の堆積サイクルを示す海湾から河川成堆積物とされる（勘米良ら，1980）。山口県北西部では漸新統と推定されている安山岩，玄武岩があるのみである。この上位に新第三系中新統前期の日置層群，中期の油谷湾の油谷湾層群があるが、ここでは古第三系の発達は貧弱である。この事はこの付近が古第三紀に陸化・侵蝕の場になり、その後、新第三紀中新統になって沈降・海進が進んだことと、現在に至るまで急速な沈降を伴う対馬海盆の縁辺部であることに起因している。

対馬の厚い対州層群は本調査海域の中で地質学的に注目すべき位置を占める。厚い砂岩，泥岩を主とする対州層群は産出する植物化石，貝化石などから古第三系漸新統を主体とし，上位に中新統を含む地層と考えられている。層厚は2 km（松本，1969）とも6 km（高橋，1969）とも言われる厚いものである。本層は斜交層理，スランピング構造やデルタ堆積層を示しているが上部に行くほど浅海性のデルタ堆積相を示す部分が多くなり，これから対州層群の堆積の場は，北東方向の対馬海盆側に開いた大陸棚辺部の堆積環境下にあったとされる（岡田，1969，1970，1971）。すなわち本層の堆積環境としては日本海が拡大し始めたりフティング期の大陸縁辺部が想定され，その前面に広がるデルタ堆積場が考えられる。堆積物の供給は北西方向（現・朝鮮半島方面）からと南西方向（現・五島列島方面）からあったと考えられた（井上，1982）。

東シナ海海底には広範な白亜紀末と古第三紀間の不整合の存在の指摘があり（石和田，1981），その不整合の広がりには東シナ海から日本海，フィリピン海に至るとされる。この事実は東シナ海海底の削剝により対馬付近のデルタ堆積場へ堆積物が運搬・供給されたことを示唆する。その場合は古黒潮は東シナ海南側から対馬付近をへて古日本海に流れていたことになる。

### 2) 対馬～五島列島周辺海域の古第三系

対馬～五島列島周辺海域の古第三系は西側の福江海盆を含む東海大陸棚域で厚く、東から北側の対馬海峡から対馬海盆方面で薄い（中新統の層厚は逆である）事実がある（石油会社公表資料）。

対馬海峡東水道から山陰沖海底ではボーリング結果から1500mから4000mにおよぶ新第三紀中新統以後の堆積層が見られるものの、その下位の漸新統までにはボーリングが達していないため古第三系の存在は直接確認出来ていない(南, 1979)。しかし対馬トラフ周辺海域のボーリングにX層と思われる先始新統が一ヶ所報告されている(石和田, 私信)。この層は対馬海盆が形成され始めた初期の堆積物で、断層による陥没地形を埋めるかたちで堆積したものと考えられる。岩相は陸成層から浅海層と言われ一部に炭層を挟む。この上部古第三系は陸上では山口県の油谷湾付近に見られる日置層群や朝鮮半島東岸の迎日湾付近に分布する長髯層群にあたとされる。対馬海盆付近の僅かな古第三系とその上位に厚い新第三系が発達すること(Barg, 1979)は、古第三紀に対馬海盆が陥没を開始し、その後の急速な基盤の沈降により、周囲の大陸縁部から多量の堆積物が供給されたことを物語っている。

対馬の周辺ではいわゆる音響的基盤の分布が知られている。対馬海峡東水道では対州層群（音響的基盤）が陸部から明瞭な上部不整合面（反射面X）を示して海底に追跡できるが、東水道のほぼ中央の緩やかな凹地帯の下部で不明瞭となる。この事実からこの地帯に構造的連続性を認め、歪岐構造線を想定した。西水道では朝鮮半島沿岸から追跡される音響的基盤(X層、白亜系または古第三系相当層)が緩やかに傾斜して対馬西側沖の対馬沖断層崖にぶつかり、地壘化している対馬と接する。南東へ傾斜する基盤層を覆う上位層は楔状に堆積し対馬にアバットしている。この部分の地質的不連続性は顕著である(村内・浅沼, 1969; 村内, 1971)。

朝鮮半島南東端の古第三系がマルチチャンネル音波探査記録のX層に相当すれば、この付近ではX層は対馬海峡西水合を南東に行くに従い次等に傾きながら深くなり、対馬沖断層で対州層群下部と接するが、シングルチャンネル音波探査記録では対馬沖断層は正断層の様に見られる。南(1979)、井上(1982)らはマルチチャンネル音波探査記録の解析やテクトニックな解析からX層と対州層群との関係は逆断層と見た方が良くと推論している。安間(1985)はこの断層を大きな垂直～西落ちの高角断層で左ズレ断層の傾向が見られるとしている。また、雁行状断層であること、上位層で

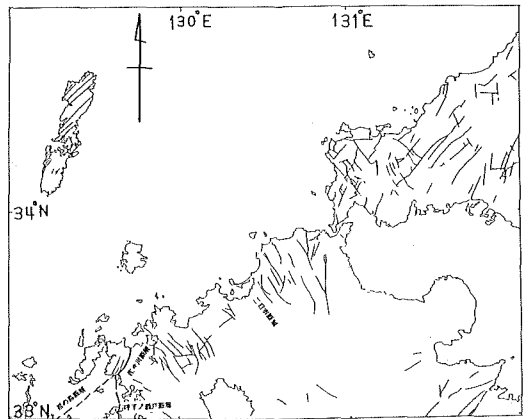


Figure-37a. Liniation map of Tsushima and the vicinity of Tsushima Strait (After Geological map of GSJ, 1978)

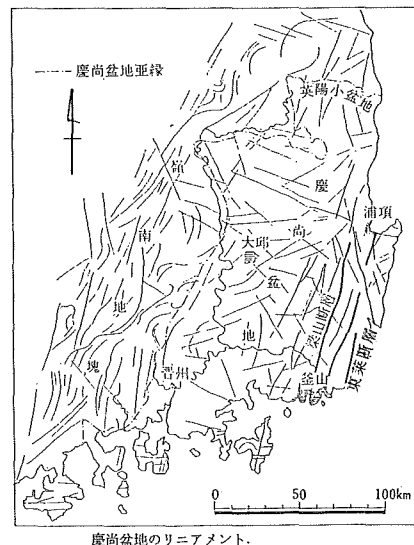


Figure-37b. Liniation map of Southeast Korea in the vicinity area of Tsushima Strait (After E. Inoue 1981)

あること、上位層も変形させていることから対馬沖断層は対馬構造線の東縁として右ズレ断層が初生期に形成された後、その後の応力場の変化により圧縮され逆断層として断続的に活動していると見ることができる。この考えに立てば、古地磁気学的データから言われる時計回りの西南日本支部のテクトニクスの結果、対馬付近は圧縮応力の場となり対馬沖断層が右ずれ水平断層からその後、西落ちの衝上断層性に運動方向が変換したと考えられる。これにより、北東方向に隆起・傾動している対馬の地塁構造と、陸上に見られるNE—SWの複褶曲の形成および台湾—宍道褶曲帯と呼ばれた東海大陸棚から島根沖の褶曲群や壱岐構造線の性格を理解できる。

対馬海盆以南の海域では、対馬トラフを除き堆積盆は形成されず大陸縁辺部として陸化したり、浅海域となったりして現在の大陸棚部分が残った。対馬南方海域では福江海盆付近のボーリング結果から厚い古第三系(始新統, 層厚約2000m; 漸新統, 層厚約300m)、および薄い新第三系(層厚約250m)が存在するとされ(石和田, 私信)、存在が確認されていない深い古第三系、厚い新第三系(層厚3500m以上)が発達する対馬海盆部と対照的な堆積状態を示す。このように、東海大陸棚(福江海盆を含む)では古第三系は厚い層が地下浅所に存在するのに対して、対馬海盆を含む対馬海峡北東域では古第三系は深く、存在が確認されないか、または薄いのではないかと考えられており、両者は著しく異なる。

対馬海峡から山陰沖での古第三紀層の層厚の確定は今後の問題であり、約1400mから3500m以上に達する中新統の層厚が著しいことのみが明らかである。これらの結果、東五島陸棚谷から福江海盆に至るNNE—SSW方向の五島構造線を地質的境界として確認し、その西側の東海大陸棚域と東側の五島列島・対馬側海域との差異を認めざるを得ない。さらにこの境界は南東の福江海盆に至りNW—SE方向の顕著な五島海底谷の細長い凹地帯とぶつかり、東海大陸棚域と五島列島や九州を含む地域とを分けていると考えられる。五島海底谷の凹地帯も地形的、地質的に不連続を形作っていると考えられるため、本論では五島海底谷構造線と仮称した。ここは朝鮮半島～西南日本側と東海大陸棚～沖縄トラフ側とを画すトカラギャップ、慶良間海裂と同様な島弧を胴切りにする構造帯と推定される。

### (3) 新第三系の分布と構造

対象海域には広く新第三紀層が分布する。海域における本層の層厚の特徴は前述のとおり、五島構造線(NNE—SSW性)と五島海底谷構造線(NW—SE性)を地質学的境界として西で薄く、東で厚い。また、音響的基盤と考えた前期中新統やそれより古い堆積物であるE層が継続的に分布しているのが特徴である。後期中新統としてはD層が五島列島周辺から対馬の西側に認められる。対馬の東側では対州層群海底延長部が音響的基盤層のE層として追跡され、その上位の堆積層は新第三紀鮮新統の海老島層および第四紀堆積物であり、中新統の確認は出来ていない。山陰沖海底では基盤層の凹所を埋めた堆積物は新第三紀層と考えら

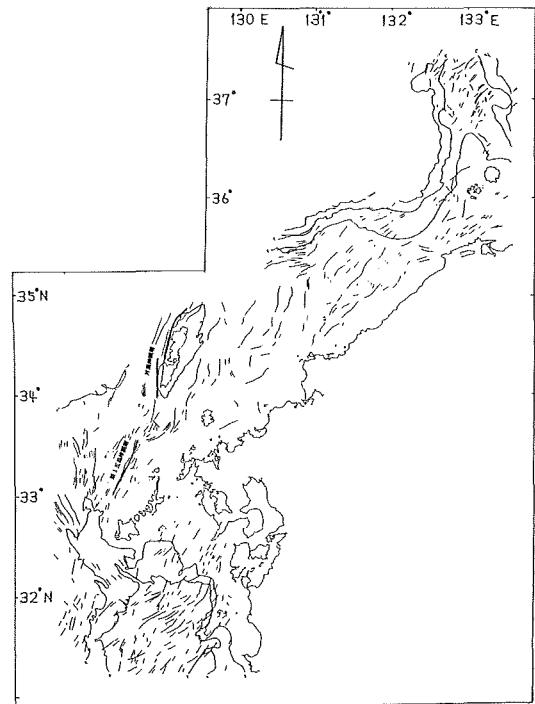


Figure-37c. Liniation map of the vicinity area of Tsushima Strait. Liniations are represented by fault and fold



れるが、音響的層相だけから中新統と鮮新統の層区分を厳密に行うのは困難である。

(4) 第四系の分布と構造

本海域の大陸棚上の一部、大陸斜面および海丘・堆などの海底突出部を除きかなりの部分を覆って第四紀の堆積物が分布する(第23図のシングルチャンネル音波探査記録・解析図参照)。第四紀層は当然の事ながら変形の少ない水平で音響的に透明な層相を示すことが多く、多層の凹地を埋める堆積状態を示す所も少なくない。とくに対馬海峡部、沖縄トラフ深海部には上部第四紀層の分布が広く見られる。

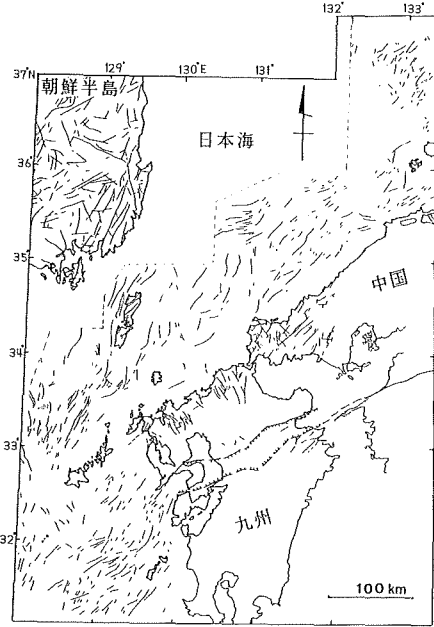


Figure-37d. Liniation map of the who area in the study area

7. 五島陸棚谷群と五島海底谷の形成過程

(1) 先第四紀の地質構造発達過程

65Maまでの白亜紀の地層形成後、それらを削剝する広範囲な不整合が朝鮮半島から東シナ海にあり、大陸地塊の東端の九州地方では不整合は小さく古第三紀の夾炭層を含む浅海から陸成層が堆積され、花崗岩質の火成活動があった。対馬海盆付近の日本海南西部にも中新世の広域の海底不整合が認められる。新第三紀

中新世前期の約22~20Ma以前は日本と大陸は一連の地塊であり、20Ma以降、日本海の部分は紅海のようなリフトバレー状の断裂帯として形成され(Ross & Schlee, 1973の第50図参照)、その後カスピ海のような湖沼か内海として形成されていったと考えられている(大場, 1980; 氏家, 1982)。

日本海地域には東北日本海側から山陰地方にかけて、その拡大初期に浅熱水活動が活発化し(グリーンタフ変動)、14Ma頃までに拡大してほぼ現在の日本海が形成(約19~14Ma)された。それに遅れて第四紀沖縄トラフの形成開始(約1.8Ma以降、木村ら, 1985)等が起き、これらの背弧海盆の形成によってアジア大陸東縁前面海域の地質構造過程に大きなエポックとして残ることとなった。

(2) 第四紀、リス・ウルム間氷期および後氷期の海水変動

第四紀更新世の氷河期における低海水準変動は、Milliman & Frery (1968), Shepard (1963), などのC14の年代測定結果からウルム氷期の最低海面として約2万年前に140m低下したことが判明しており、大陸棚の平坦面と外縁、陸棚上の埋積谷、陸棚谷などがこの時期に形成されたとしている。1万9千年以降は海水準は短期間変化がなかったが、やや不変動期を挟みながらも上昇傾向を示し、その結果、かつての波蝕地形や陸上侵蝕地形が浅海底に保存された。また、加賀美ら(1971)は東シナ海の海底地質調査結果から、ほぼ1万5千年前に海水準が約130mの深度まで低下し、汎世界的な海水準変動と同様の軌道を描いたとしている。一方、大嶋(1977)は対馬海峡周辺海域の海底地形、地質資料解析からリス氷河期(15万年前)には日本列島と大陸は陸続きであり、下末吉海進期(15~10万年前)に津軽、対馬海峡が順次形成され、大陸と本州・九州陸地とが海水によって分断され、現在のような日本海の形となったとしている。また、中国の研究者(王, 汪ら, 1982)は東海大陸棚の旧海岸線を復元し、-155mの沈降海浜の貝殻の年代が14,780年±700年であることを明らかにした。彼らはこの地域の、この時期以降の沈降量を年間1mmと見積り、当時の海面

は現在の水準より140m下位にあるとした。

### (3) 第四紀氷河期の海水準変動による対馬陸橋の形成と日本海の閉鎖的環境

第三紀以降日本海が低地として存続し、閉鎖性海域または開放性海域としてその性格を変えながら、暖水海または冷水海性堆積層を形成していったことは、底棲、浮遊性有孔虫の分析の結果から、氏家(1982)、大場(1988, 1987)らによって報告されている。

対馬陸橋の形成に関しては現在の海底地形からみると、対馬海峡西水道の最深部は対馬トラフの水深228mである。大陸棚の水深は150m以浅であるため、水深228mの独立深所部分だけが湖となり、他は陸化する。海水面が-135mにまで低下した場合でも対馬海峡に陸橋が形成され、北松浦半島、対馬の南側と韓国南岸の麗水～巨済島方面の海底が陸化し、対馬トラフの水深135m以深の部分のみが湖となる。

東五島陸棚谷群のC2チャンネルが対馬の西側を通して対馬海盆側に抜けられるのは水深130mまでで、水深数メートルの浅い水路が日本海と東シナ海を結ぶだけとなる(第38図-b)。

第38図-a, b, cに海面が現在より120m, 130m, 150m低下した時の海岸線と残存する水路の様子を示した。これにより現地地形が海面低下により形づくる各チャンネルの流路と海岸線が示される。

日本海の閉鎖性海域から開放性海域への環境変化はODPによる日本海底質の連続的ボーリングコアサンプルの解析結果からも報告されている(小泉, 1977)。

### (4) 古日本海と対馬～五島列島付近のデルタフロント形成環境

第四紀氷河期の海水準変動による海面低下で黄海からの淡水の水路は北東に開いた古九州湾に注いだ(堀越, 1961)。この水路は中央五島陸棚谷の上流部にあたり五島福江島付近海底に河口を作りデルタフロントを形成した。これは、中央五島陸棚谷の水深120～125m海底の谷頭部に残っている樹枝状流路や、その上流部にあたる済州島の北側海底に見られるチャンネルの存在から想定できる(第39図参照)。また、ウルム氷河期最盛期の海水準が現在より140m低下したとすれば、東五島陸棚谷群と中央五島陸棚谷群は流路100km未満の河川となり、福江海盆付近の海底は河口全面に広がる浅海域となる。ただし、西五島陸棚谷群だけが北西方向の黄海から済州島の北側を迂回し、福江海盆地、五島海底谷を経て沖縄トラフ北部の湾入部にある男女海盆付近に至る大きな河川として残ったと考えられる。従って、ウルム氷河期の140mの海面低下時の福江海盆地西方周辺での水深140mから200m付近の海底は陸棚谷の河口にあたり、現在の海底堆積層、B層、C層の内部構造に斜交層理やデルタ堆積層の前置層(フォセットベット)、頂置層(トップセットベット)等が何か所か認められる(第44図参照)のは極めて合理的である。

### (5) 五島陸棚谷群および五島海底谷の成因

#### 1) 五島陸棚谷群の位置と特徴

五島陸棚谷群は対馬海峡南部、朝鮮半島西部から中国大陸かけての大陸棚上に発達し、対馬から五島列島西側の大陸斜面に至る海底を刻んでいる。陸棚谷群はそれぞれ東五島陸棚谷群、中央五島陸棚谷群、西五島陸棚谷群の三つに分けられ、その流路はNE-SE, N-S, そしてNW-SEの3方向に明瞭にグループ分けできる。各グループの中で流路(チャンネル)は並行する3～4本のチャンネルから成っている(第14図参照)。東五島陸棚谷群は対馬の両側の大陸棚より南東方向に伸び、五島列島に並行してその西側大陸棚および大陸斜面を刻み、福江島西方で他の陸棚谷群と合流している。

中央五島陸棚谷群は済州海峡と対馬海峡の中間の朝鮮半島南部に広がる大陸棚上を直線的に北から南に下刻している。この陸棚谷群の谷頭付近は水深120m～125m等深線で明瞭な樹枝状流路を示す。下流部は福江島西方の福江海盆地に収斂している。

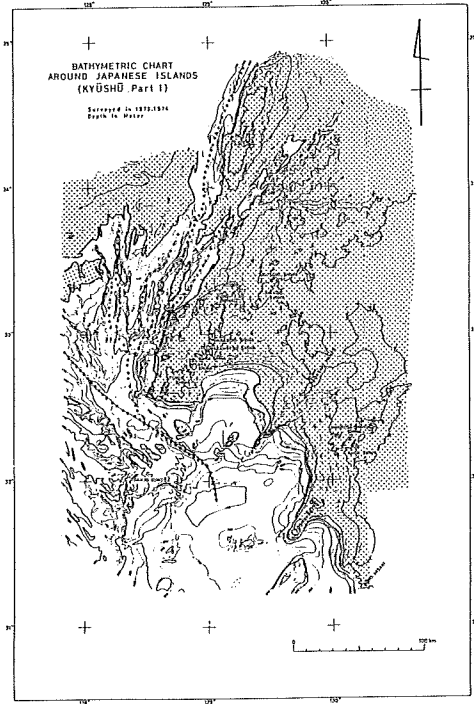


Figure-38a. Paleoenvironment map.  
Coast line and water channels are shown when sea level was -120m.

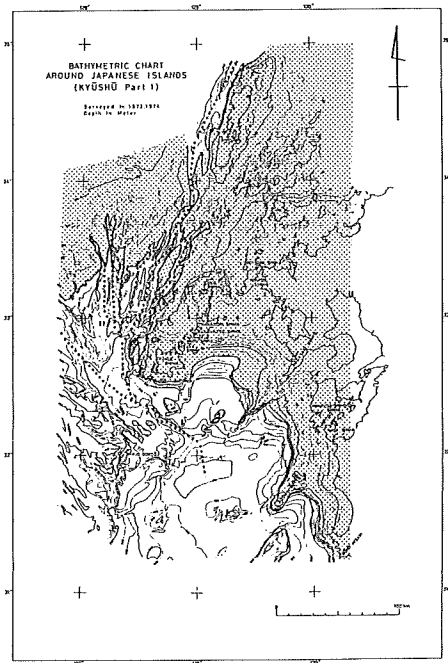


Figure-38b. Paleoenvironment map.  
Coast line and water channels are shown when sea level was -130m

## 2) 五島海底谷の位置と特徴

五島海底谷は福江島南南西方約30kmの海底に谷頭があり、福江海盆の南東方向に開口している。五島陸棚谷群の収斂した福江海盆からの流路の下流部に相当するとみられる。流路は福江海盆から男女海盆にいたる幅10km、NW—SE方向に直線的に伸びている。

谷の特徴は次の通りである。

- ① 谷底が順傾斜であり上流から堆積物を運搬していると考えられる。
- ② U字谷に近い断面を示すが谷幅、比深はやや不規則である。
- ③ 音波探査記録から谷壁が断層崖と見られる所が多い。
- ④ 谷底に堆積物が厚く堆積していない。
- ⑤ 流軸が殆ど直線であり水深400mから500m台の平坦面な福江海盆底で谷頭部を作り、細長い流路を形づくって水深700m以上の深海部に至る。
- ⑥ 流路は福江島島棚と東海大陸棚を分断する幅約40kmの細長い凹地の中央部に走っている。

## 3) 五島海域の海底谷地形の成因の考察

これまで考えられてきた海底の谷地形の成因をあげると汎世界的には次のように大きく分けられる (Shepard, 1948, 1963, 1973)。

- ① 陸上河川の侵蝕……陸上侵蝕の沈水
- ② 海底侵蝕……海水準低下時の波浪・潮流侵蝕

- ③海底地滑り……………海底乱泥流等による海底侵蝕
- ④断層……………構造性谷地形
- ⑤氷河……………氷河による侵蝕谷地形

浅海域の陸棚谷の成因としては、Kuenen (1950) の記載した著名な例であるスマトラ・ボオルネオ間の水深30~80mの平坦な陸棚上の陸棚谷についての報告がある。この陸棚谷は良く陸上の河川系と連続すること、存在する水深の浅いことから、陸上河川の端部が沈水し、その後の潮流侵蝕等によって見事な陸棚谷群を形成したと考えられた。他の例としてはアメリカ大陸東海岸沖のハドソン陸棚谷も有名である。この谷もハドソン川から沖合の大陸棚に追跡でき、さらに大陸斜面からコンチネンタルライズにまで断続的に繋がる谷である。この陸棚谷も陸上河川の延長部が後氷期の海水準上昇によって沈水し、一部埋積したものと考えられる。しかし、下流部はより深いコンチネンタルライズまで谷が連続しているので、この谷は現在、大陸棚上から供給される堆積物の運搬チャンネルとして機能していると考えられている。

五島陸棚谷がこれら諸外国の例と違う点は、谷の上流に連続する陸上河川の流路が直接、又は間近かに見当たらずこと。他の例の陸棚谷が谷頭水深が-20m前後といわれるのに、東五島陸棚谷では谷頭部が不明瞭で水深120m以浅の陸棚上では浅い凹地となり、以深から谷地形が明確になる点などである。また中央五島陸棚谷群の谷頭部では水深120m付近の樹枝状形態が目目されるが、これは陸上侵蝕により形成されたものと見られる。西五島陸棚谷はその上流部が調査域外で詳細のデータが入手出来ないため谷の形態が把握できない。しかし、東、中央、西の五島陸棚谷群が福江海盆で、異なる3方向から流れ込み収束すること、さらにNW-SE方向の直線状の五島海底谷と同方向でスムーズに男女海盆に流下していること、谷壁が断層によって形成されていると見られること等の形態的必然性は、五島海底谷がこの地域を支配する北西-南東方向の構造運動による規制を受けている谷地形と考えられる。第40図に五島陸棚谷群の地形と断面記録の位置を、第41図-aに横断面記録、第41図-bに縦断面記録をそれぞれ示した。

#### (6) 現成堆積物の搬入路としての五島陸棚谷群および五島海底谷

五島陸棚谷群の各流軸に沿った谷底の傾斜を調査したところ、西五島陸棚谷以外の陸棚谷の谷底は必ずしも上流から下流に向け水深が深くなる順傾斜の谷でないことが判明した(第41図参照)。これは陸棚谷が必ずしも上部大陸棚から下方に堆積物を運搬しているチャンネルとして機能していないことを示唆している。恐らく強い海流によって谷底の洗掘、下刻も一部では生起していると推定される。陸棚谷底の洗掘の可能性については茂木(1981)によっても検討され、海釜状地形が形成されうる事を検証している。またその逆の底層掃流による谷筋の埋立ても考えられる。

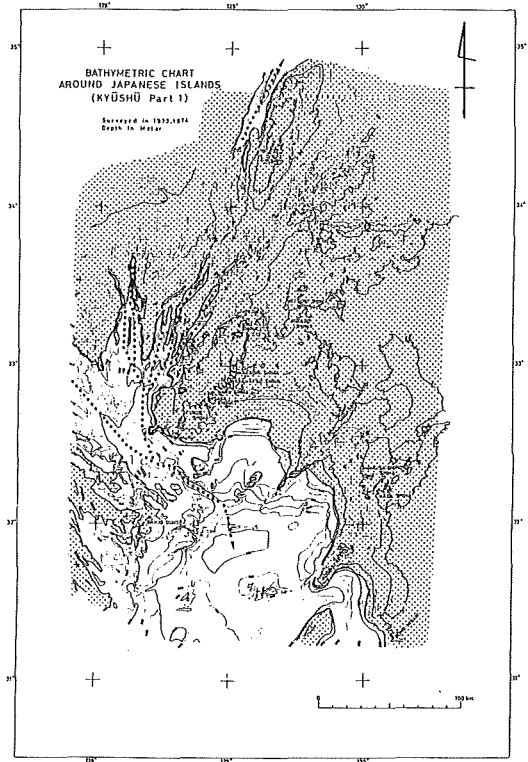


Figure-38c. Paleoenvironment map  
Coast line and water channels are shown when sea level was -150m

五島海底谷は順傾斜の谷であること、谷の末端部が継続的に沈降している堆積盆地に注いでいるなどから西五島陸棚谷と福江海盆を介して連続する海底堆積物の運搬チャンネルと考えられる。それは現在も機能していると考えられる。末端の男女海盆の現在の活発な沈降を示す多数の正の活断層や分割されつつある小堆積盆を示す音波探査記録や厚いタービダイト層と見られる堆積層がそれらを裏づける。第42図から45図に谷の地形と地直断面を、第46図に各プロファイルの位置、第47図に五島海底谷の地形断面、第48図に各音波探査記録を示す。

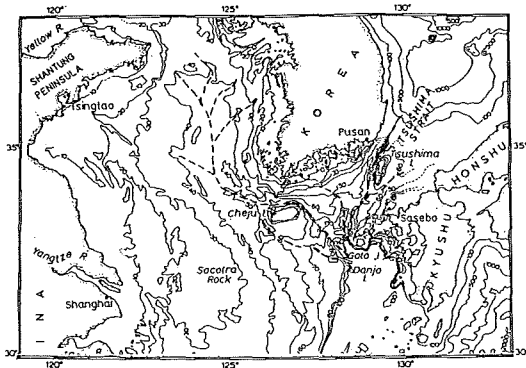


Figure-39. Distribution of shelf channels on the Goto Shelf. Water channels are divided into two main streams. One is west channel towards Yellow Sea and the other is east channel towards Japan Sea. Topography is shown by contour in fathom. (After K.O. Emery et al., 1969)

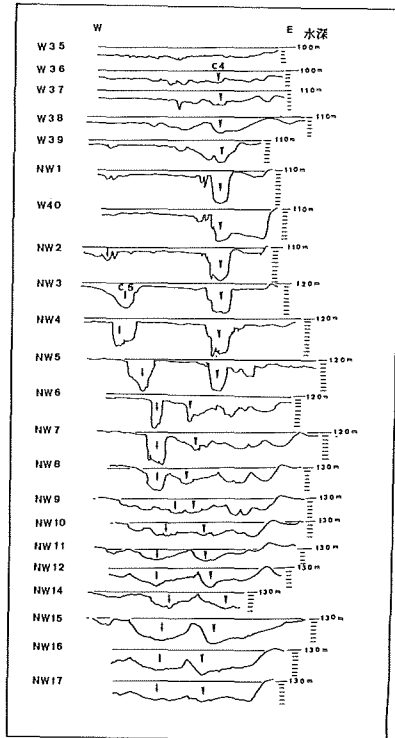


Figure-41a. Topographic cross section of Chuo-Goto Shelf Channel. Profiles show channel C4 and C5 in Chuo-Goto Shelf Channel. Depth is 10m unit.

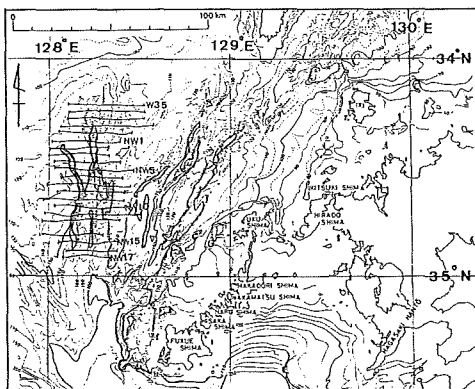


Figure-40. Topographic map of Goto Shelf Channels and the site of topographic cross section and longitudinal section. Each profile shows in Fig.41a and Fig.41b.

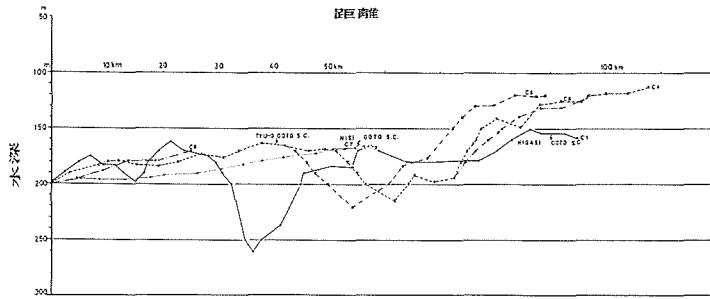


Figure-41b. Topographic longitudinal section of Goto Shelf Channels. Topographic longitudinal section along with each channel axis,  
 ●-● Higasi (East) Goto Shelf Channel  
 ×-×, □-□, △-△ Chuo (Central) Goto Shelf Channel  
 ▲-▲, ■-■ Nisi (West) Goto Shelf Channel

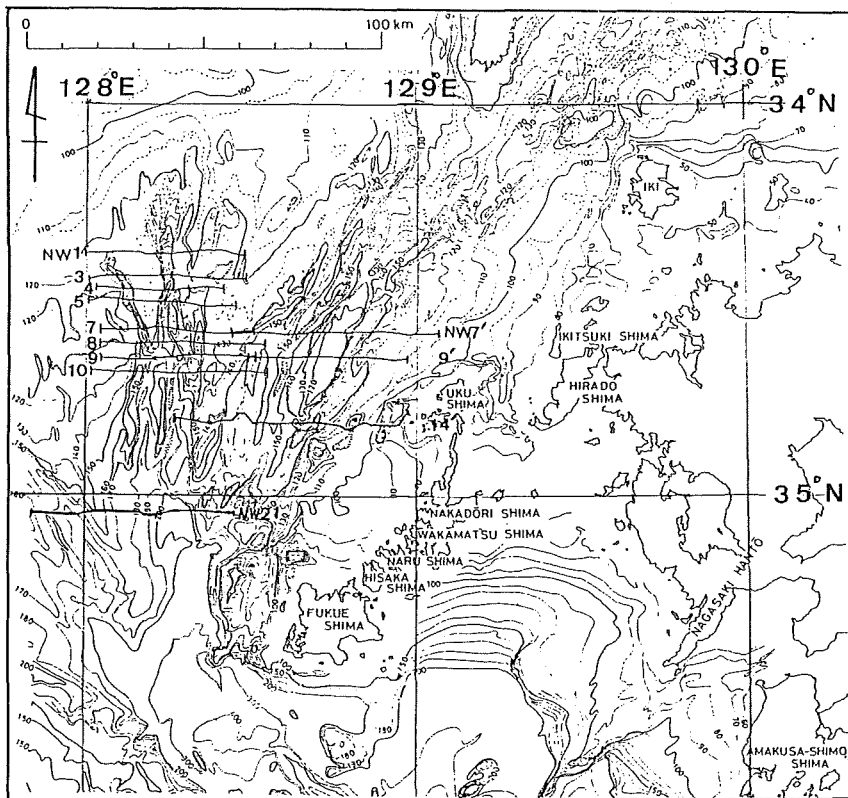


Figure-42. Site of single channel seismic reflection profiles of Goto Shelf Channels

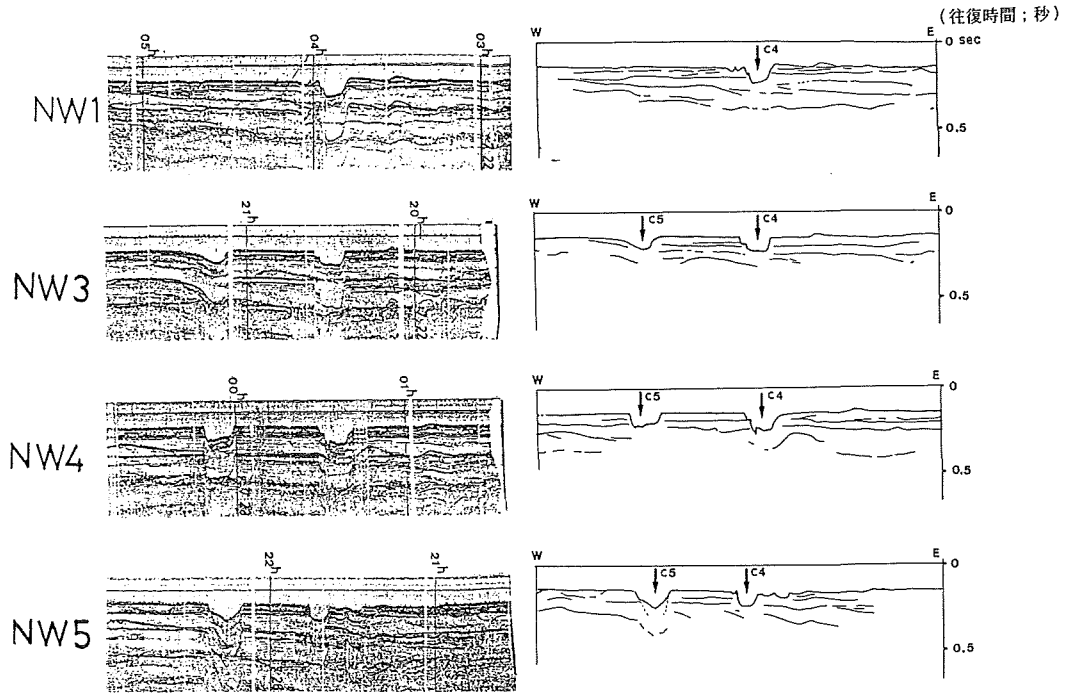


Figure-43a. Seismic profiles and their interpretations of Goto Shelf Channels

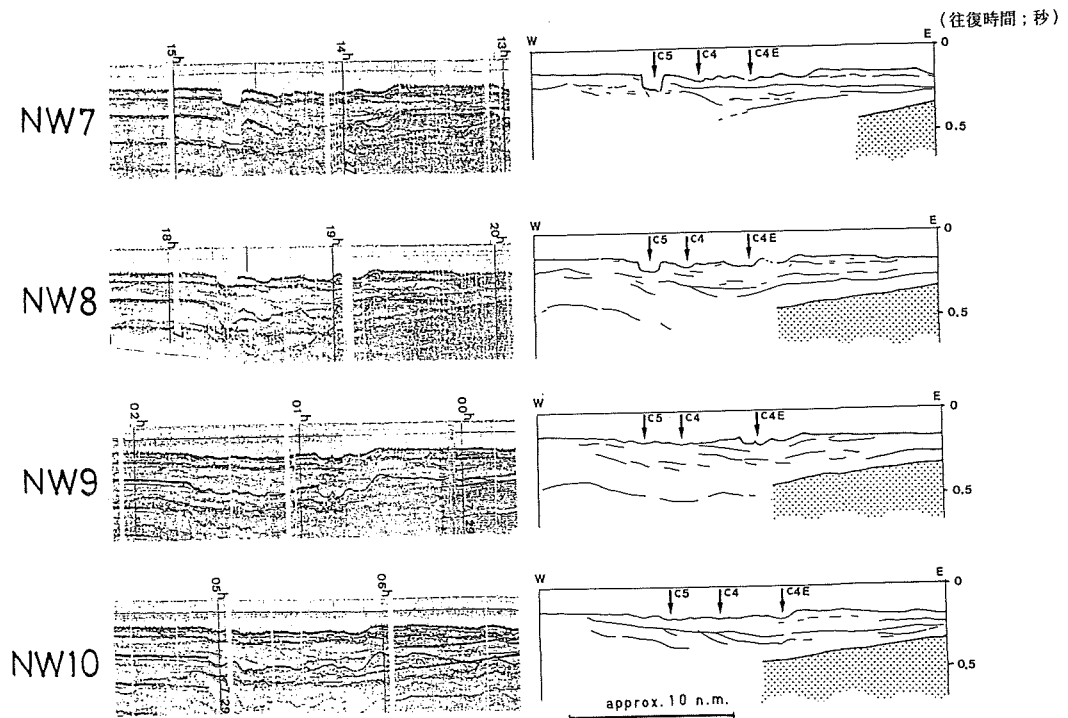


Figure-43b. Seismic profiles and their interpretations of Goto Shelf Channels

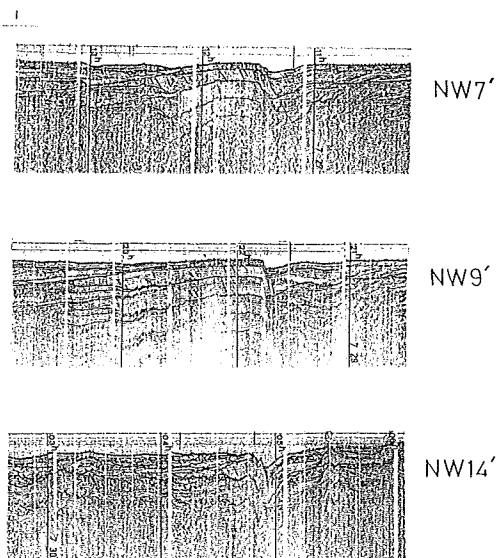


Figure-43c. Seismic profiles and their interpretations of Goto Shelf Channels

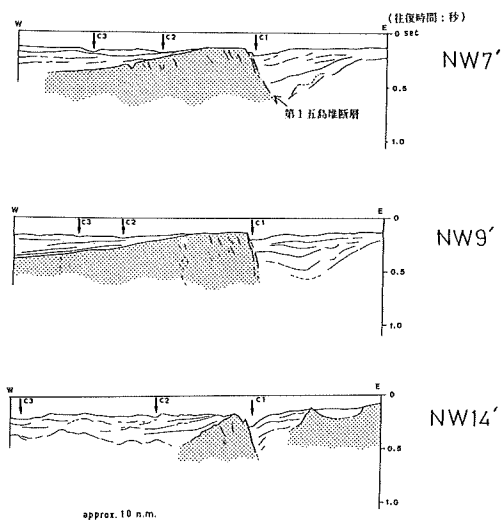


Figure-43d. Seismic profiles and their interpretations of Goto Shelf Channels

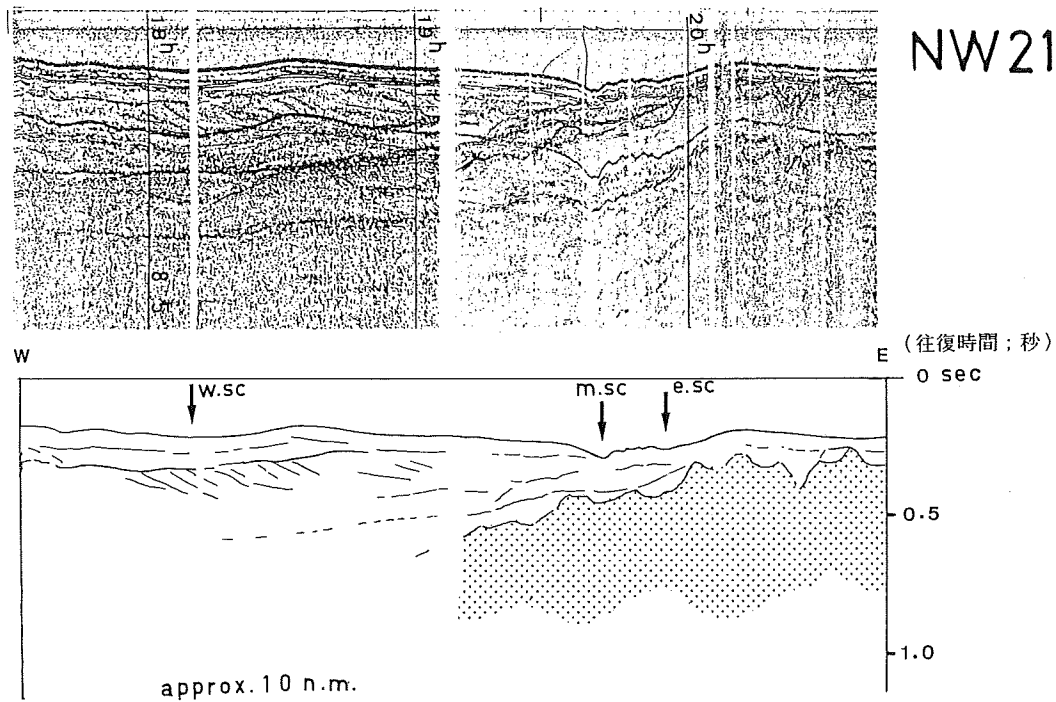


Figure-44. Seismic profile showing cross-lamination in the Goto Shelf Channel area. Cross-lamination is admitted subbottom under the NW21 of terminal edge of Nisi Goto Shelf Channel 160~180m in depth. Dotted part shows acoustic basement (Miocene)



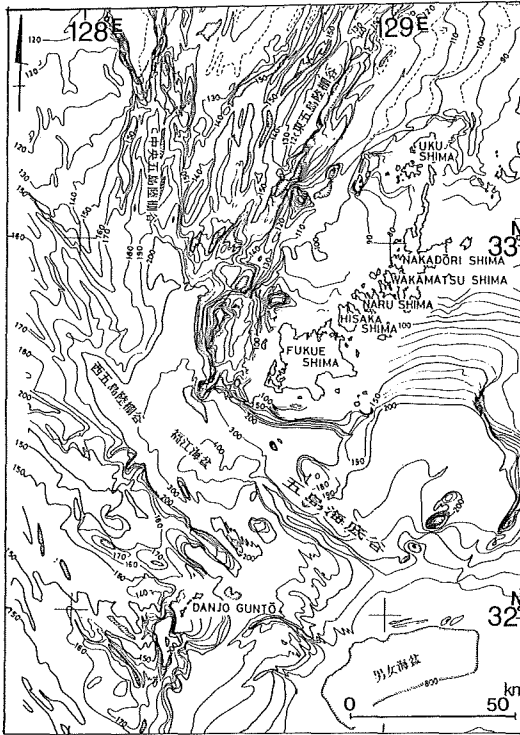


Figure-45. Topographic map of Goto submarine canyon

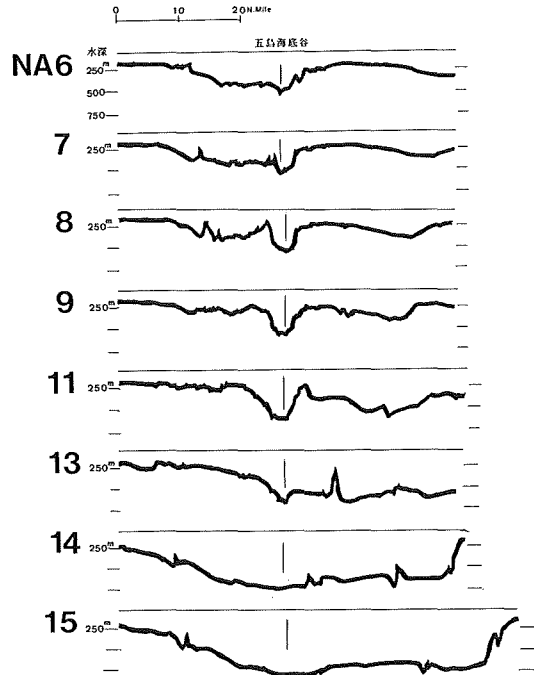


Figure-47. Topographic profiles of Goto Submarine Canyon

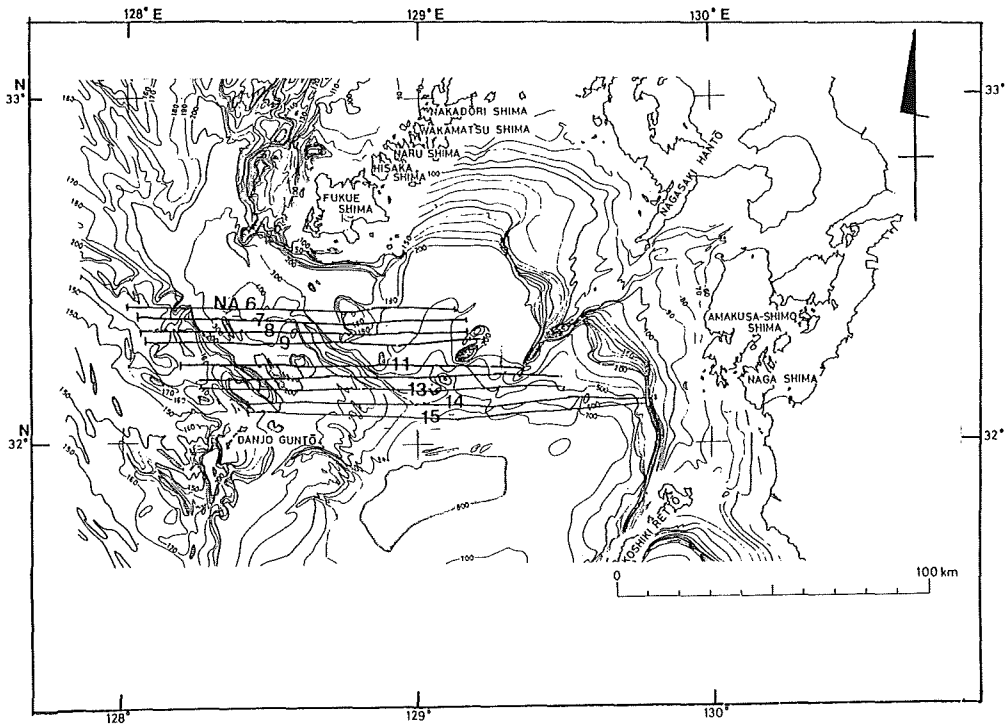


Figure-46. Site of single channel seismic reflection profiles of Goto Submarine Canyon

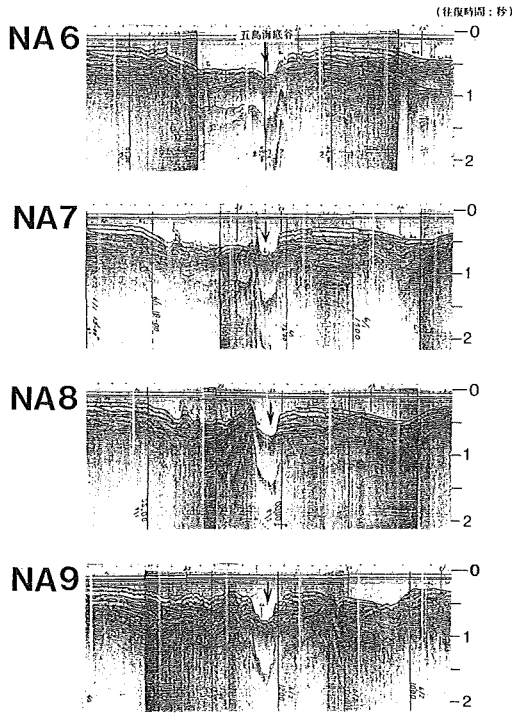


Figure-48a. Seismic reflection profiles of Goto Submarine Canyon (a~b)

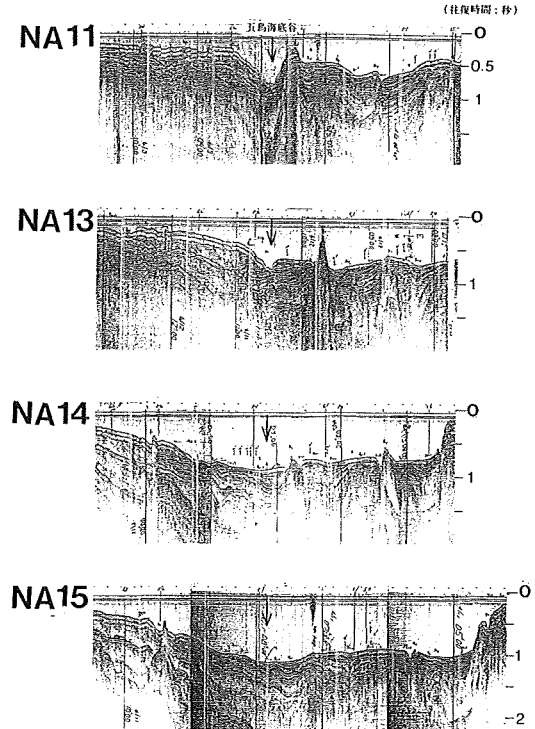


Figure-48b. Seismic reflection profiles of Goto Submarine Canyon (a~b)

## 8. 周辺域の総合地質構造発達史

朝鮮半島の西南日本の地層分布、地質構造の従来の研究から、白亜紀までは両者の連続性が認められるが、その以降は連続性が認められないことが指摘されている（堀越，1973；木村，1974；Silletoe，1977）。この不連続性を説明するために朝鮮半島と西南日本との間に構造線の存在が考えられてきた（村内，1971，1972；木村ら，1971；桂・永野1976）。この構造線の実態は朝鮮半島南東部から対馬西側に認められる複数の断層群によって構成される大規模なものとなつた。また、これまでの古地磁気学的研究結果から、西南日本が朝鮮半島に較べ日本海の拡大に伴って回転を生じ、西南日本のみが南下するとともに、相対的に時計回りに回転したことが提唱されている（Kawai et al., 1961；安川・中島，1972；広岡，1984）。最近の鳥居・林田・乙藤（1985）による研究結果では15Maの中新世中頃に、西南日本が朝鮮半島に較べ相対的に約47度右回り（時計回り）に回転したことが示された（第51図参照）。近年の研究では、日本海の拡大開始時期は中新世初期，19 Maと言われている（ODP Leg 127 preliminary report, 1989）。

日本海のような背弧海盆（back arc basin）を持つ縁海（marginal sea）の形成・発達過程は他の類似する事例のうち、Ross et al. (1973) が紅海の形成発達史を検討し第50図に示した様な背弧海盆の生成に伴って拡大するプロセスを辿ったことが類推される。

本調査海域付近では次のような過程を辿ったと考えられる。

日本海の拡大は現在大陸縁辺部にみられる紅海・スミスリフト等（拡大初期）、沖縄トラフ（拡大初期～前期）などと同様に日本海盆、大和海盆、対馬海盆などの背弧海盆の拡大プロセスをたどって進行していった。

即ち、白亜紀末（65Ma）以降、始新世中期（46Ma）頃にかけて、アジア大陸の大陸縁辺部である日本海に相当する東縁部分で地殻の上昇やリフティングの胎動が始まり西南日本孤が分離し、日本海が形成され始

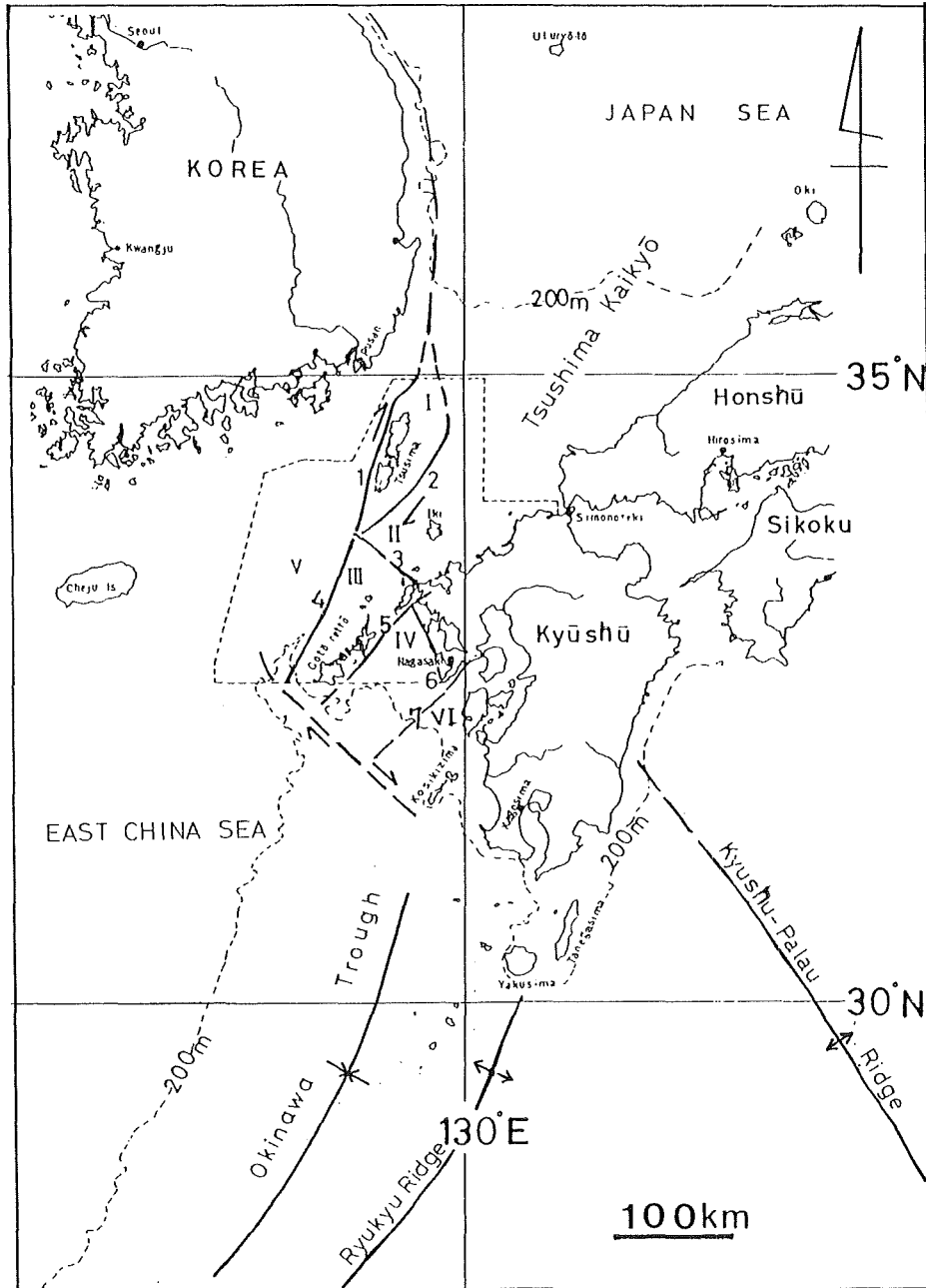


Figure-49. Distribution of tectonic lines in the area of Tsushima Goto Retto  
 1: Tsushima Tectonic Line (T. L.) 2: Iki T. L. 3: Hirado T. L.  
 4: Goto T. L. 5: Aino-Sima T. L. 6: Yobukono-Seto Fault  
 7: Uuzen-Simabara graben extended line.  
 I : Tsushima Province II : Iki Province III : Goto Province  
 IV : Aino-Sima Province V : Tokai Continental Shelf Province  
 VI : Uuzen-Simabara grabern extended sea area.

めた。次いで大陸地殻の薄化と島弧にあたる部分の大陸縁辺部に細長い正断層で特徴づけられる陥没地溝やカルデラが形成（藤田・雁沢，1982）され，狭い地溝部での高熱流量域や黒鉱タイプの海底熱水鉱床，グリーンタフなどが次第に形成されていった。この段階がRoss & Schlee（1973）の言う現在の紅海（拡大初期）や沖繩トラフ（拡大初期～早期）の状態（桂ら，1986）にあたり，軸部にあたる地帯の現断層の卓越，中軸部の沈降，塩基性岩から酸性岩までの多種の岩種の狭い特定海域での産出などが特徴となる。さらに縁辺部での背弧海盆の形成が進むと日本海盆や大和海盆に海洋性地殻が形成され凹地を造った。凹地の間には大陸性地殻の取り残された残存部分が大和海嶺，隠岐海嶺，朝鮮海台，隠岐海脚などの浅所として見られる。白亜紀の地殻は西南日本の日本海域に大和海嶺，隠岐海嶺などとして断片的に残されている（玉木，1988）。このようにして縁海である日本海が形成された。

この過程を調査海域周辺で順序つけて整理すると次の様であったと考えられる。

- ① 日本海の拡大は白亜紀末のアジア大陸縁辺部のドーム構造の形成，地殻の上昇と薄化から始った。
- ② 伸張場の形成による断層運動が活発化し，現日本海部分の地殻の陥没，大和海盆，隠岐トラス等の初生的な割目の形成，火山活動などが発生した。これらによりリフト系の原形が形成された。
- ③ 閉鎖性堆積の終了。
- ④ 海洋性堆積物の生成と造構造運動の継続
- ⑤ 海洋底の拡大と海洋性地殻の形成，ソレライト性玄武岩の貫入，トラフ軸部の形成
- ⑥ 背弧海盆の形成と大陸性地殻片の残存，トラフの縁辺部における火山活動や熱水活動によるグリーンタフの形成と黒鉱型熱水鉱床の形成など
- ⑦ 日本海盆，大和海盆，対馬海盆などの背弧海盆の熟成と縁海（日本海）の存在（第50図参照）

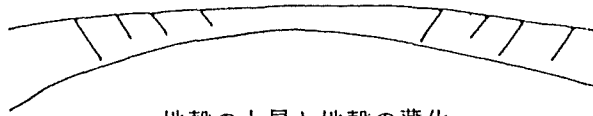
このような構造発達過程を経て日本海が形成された。その内部に日本海盆・対馬海盆・大和海盆，隠岐トラフの凹地の大陸性地殻片の残存部としての大和海嶺・隠岐海嶺・朝鮮海台・隠岐海脚などがある。朝鮮半島と西南日本の北西部にあたる対馬海峡付近はこの日本海の拡大時には構造運動の南西末端部に位置し，拡大，移動，圧縮という複雑な造構造運動の舞台となった。

本論対象海域では現在，朝鮮半島に見られる梁山断層，東萊断層や，対馬海峡付近海底に見られる対馬沖断層，第1五島堆断層など（または対馬一五島構造線）の右横ずれ断層群の活動によって構造的な凹地帯が形成された。この構造線により西南日本は相対的に朝鮮半島に較べ，南下しつつ分離していった。その量は韓国の古地磁気の偏角，伏角を基準にして緯度にして約5.6度（=約620km）南下した（第51図一b参照）と言われる（安川，1974；広岡，1984）。

右横ずれ成分の構造線の形成と前後して，15Maの頃，短期間に西南日本が扇状に回転した。これは対馬南方海域を回転軸（オイラー極）とし，西南日本が現在の経度線を基準に，東に角度にして約47度時計回りに回転したとされる（鳥居ら，1985）。この結果として，対馬海峡付近海底の第三紀中新世により古期の地質構造盆地が分割され，基盤のブロックが促され，その後の第三紀後期から第四期構造運動や堆積環境に個別的差異を生じていった。

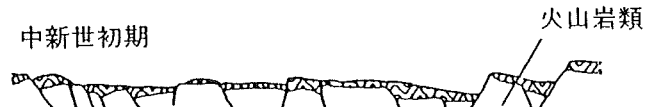
日本海拡大の辺境部として位置づけられた対馬周辺海域は，右横ずれ成分を持つ断層群で特徴づけられる対馬～五島構造線によって，西南日本を南下させる方向で拡大・移動が進んでいった。この結果，対馬～五島構造線やその他の構造線が形成され，その西と東で大きく堆積環境に違いを生じた。また，西南日本の南下と相前後して，古地磁気学的解析によれば，西南日本の時計回りの回転運動が生じ，西南日本は朝鮮半島から時計回りに南東方向に開きつつ離れていったとされる（川井ら（1961）；Sanajima et al.（1967）；鳥居

I 中新世前



地殻の上昇と地殻の薄化

II 中新世初期



断層運動による陥没と割れ目形成, 火山活動

III 中新世後期



堆積の終わり

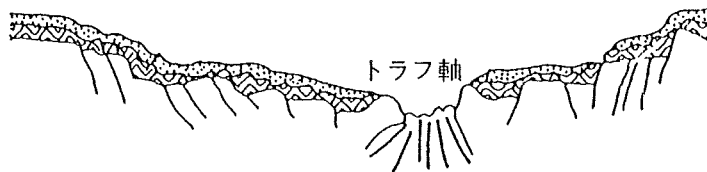
IV 鮮新世

中新世以後の海洋性堆積物



侵食, 上昇, および海洋性物質の堆積

V 鮮新世後期~第四紀



割れ目形成, 海洋底拡大, ソレアイト質玄武岩の貫入  
およびトラフ軸の形成

Figure-50. Model of tectonic process at the  
Marginal Sea (After Ross &  
Schlee, 1973)

ら(1985);林田・鳥居(1988)など)。この構造運動が事実であるとすれば対馬付近に張力の卓越する場所と圧縮場が前後して生じたことは容易に考えられる。現在山陰沖海底に見られる糸道褶曲帯や対馬の陸上に見られる複褶曲帯は圧縮場の形成された結果として、また対馬海盆の形成は張力場の形成された結果と考えると理解し易い。また本海域海底に認められる地区ごとのブロック運動の発生もこれらの構造運動の直接的な現れと考えられる。すなわち、地殻の移動に伴い大きな歪みが生ずることにより、小さく分割された地塊が形成され、それらが個々に示差的運動を行って、地殻の歪みを解消する。この例は東北日本の太平洋側大陸縁辺部や日本海でも報告されている(佐藤, 1971;本座, 1974)。東北日本太平洋側大陸縁辺部のブロックの単位は約70km×30kmの大きさと言われる(本座, 1974)。

現在認められる対馬海域南方大陸棚上から大陸斜面にかけての顕著な陸棚谷や海底谷の地形の形成は、基盤のブロック化やその後の第四紀氷期における日本海と東シナ海の海面の上昇、下降に応じて谷地形が侵蝕されたり、埋積されたりしながら、現地形を保持しているものと考えられる。

日本海の拡大プロセスのなかで末端部となって取り残された対馬海峡部は基盤の沈降、陥没に較べて、中新世以降にテクトニックな水平的歪みを集中的に受けた場所と考えられる。右横ずれ断層として活動した梁山断層、東葉断層や対馬沖断層の断層群が朝鮮半島と西南日本との分離境界としての役割を果たした後に圧縮の場の境界となったことがマルチチャンネル音波探査記録から読取れる(第25図参照)。この事実は19Ma以前のリフティングの後、中新世中期、15Ma頃に西南日本弧が時計回りに回転したとされ、対馬付近はその回転の中軸的(オイラー極)地点となったとすることで理解される。即ち、陸上・海域のNNE—SSW系の古い断層に斜交するNE—SW系断層・褶曲谷布から見て対馬付近およびそのやや南部地域がNW—SE方向の圧縮の場となったと想定できる。対馬沖断層はこの時西落ちの逆断層として再活動し、北西に衝上することによって対馬付近に地質ブロック運動が生じ、対馬が地塁として形成されたのであろう。この時、対州層群に見られる北東～南西方向の複褶曲も知成されたと考えられる。第51図(a～d)に構造発達の過程を示す。

## 9. 結 論

1973年から75年にかけて、著者は対馬一五島列島周辺海域の海底地質調査に従事した。その調査結果は既に公表しているが、その内容を更に詳細に解析し総合して考察することにより、次の諸点を明らかにした。

- (1) 海底調査の結果、朝鮮半島と対馬の間で梁山断層、対馬沖断層、第1五島堆断層等をつなぎ東五島陸棚谷と五島海底谷を結ぶ凹地が北東～南西方向の大きな構造線であることを確認し、これを“対馬一五島構造線”と名付けた。この構造線は東側の日本海地域と西側の東海大陸棚地域を分ける断層群としての性格を有する。
- (2) 対馬一五島構造線の海底地質学的性格を整理し、特に日本海の拡大の重要な位置を占めることを明らかにした(本論第4章第1節)。この構造線を境に東側の日本海地域海底においては古第三紀層以前の分布は確認されず、厚い中新統と比較的厚い鮮新統～更新統が存在している。西側の東海大陸棚地域では海底下浅部に古第三系が存在し、新第三系の層厚も東側の日本海地域に較べると薄く、古第三紀以降の堆積状況が明らかに異なっている。
- (3) 対馬と壱岐の間の壱岐構造線、平戸島から北西沖に延びる平戸構造線、五島海底谷の部分の五島海底谷構造線などの存在を海底地質資料解析の結果から推定した。

対馬構造線と壱岐構造線の二つによって本海域は ①朝鮮半島域 ②対馬海盆を含む日本海域 ③北九州～山陰地方の西南日本域とに分けられる。更に、五島構造線と五島海底谷構造線の推定によって本海域を構

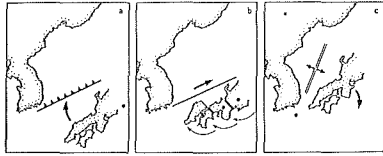


Figure-51a. Tectonic development of Southwest Japan  
a : Convergent boundary at the trench  
b : Boundary with parallel movement at the transform fault  
c : Divergent boundary at the mid-oceanic ridge (After Torii, Hayasida and Otofujii, 1985)

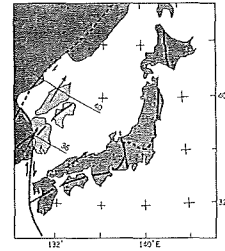


Figure-51b. Tectonic development of Southwest Japan (Map of location of southwest Japan in Cretaceous)

In comparison with Paleomagnetic anomaly of inclination and declination, ancient southwest Japan had been located northern one than present one. This displacement probably occurred near the Tsushima-Goto Tectonic Line

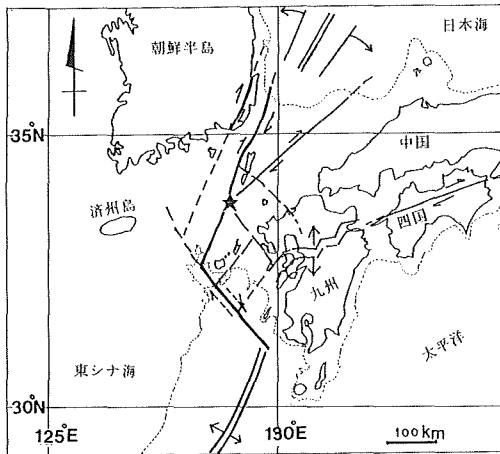


Figure-51d. Tectonic development of South-western Japan (Present position of Southwest Japan)

Tectonic lines between Korea Peninsula and Southwest Japan. There are Ryazan fault and Tsushima-Goto Tectonic line in Tsushima Strait which are considered as displacement boundary after Cretaceous. Goto Submarine Canyon Tectonic Line is assumed between Tokai Shelf and west of Kyushu. Geological blocks had been formed at the Tsushima-Goto Retto area caused by results of tectonic movement after Cretaceous.

☆ means assumed position of rotaly axis (eular pole) of South-western Japan. (Referred to after K. Ota (1984), Torii et al. (1985)

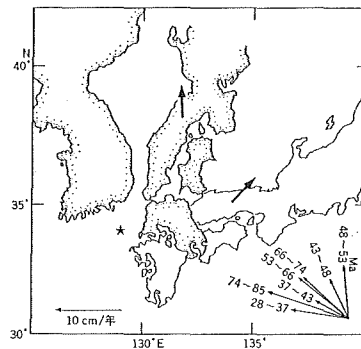


Figure-51c. Tectonic development of South-western Japan (Assumed position of Southwest Japan before Japan Sea Opening (1~5Ma).

Paleogeographic map of southwest Japan based on the paleomagnetic data. Arrow in the right corner means divergent vector of Pacific plate against Eurasia plate in every age. (After Torii, Hayasida and Otofujii, 1985)

造的に朝鮮半島域、東海大陸棚域、対馬域、五島列島～北九州・山陰域および沖繩トラフ域に大きく分けることが可能になった。これら分けられた地域はさらに基盤の不連続や小規模な断層群の連続によって、幾つかの小さな地質ブロックに分けることが出来た。これら、いくつかの構造線を明らかにする事によって、海域内の先第三系の基盤ブロック運動を説明した（本論第4章第2節）。

(4) 本海域内の基盤ブロック化に伴い形成された、ブロック境界の断層線崖や構造的弱線に沿って作られた五島陸棚谷群や五島海底谷の谷地形を明らかにした。

(5) 五島陸棚谷群はブロック境界の凹地帯が、氷河期の海水準変動期に黄海、日本海等から流出する水流によって侵蝕、形成されたものと解釈した。この谷は西五島陸棚谷、中央五島陸棚谷群、東五島陸棚谷群の3つの流路に分けられる。それぞれの海底地形における機能を地史的に考察した（本論第2章第5節）。

(6) 五島海底谷も地質構造運動により形成されたと解釈し、周辺海底地形と堆積物の検討結果に基づき形成メカニズムを考察し、また、現在の海底地形的機能を考察した（本論第7章第6節）。

(7) 対象海域の表層堆積物の検討結果から大陸棚上から水深200m程度の比較的深い海底の対馬暖流や海流と潮流が複雑に混合した沿岸流のための侵蝕、移動、再堆積で生じた顕著なサンドウエーブ、サンドバンクなどを確認した。

(8) 今後の解決すべき問題点として次の問題を提示した。

1) 現在、水深200m程度の比較的深い海底に確認された、顕著なサンドウエーブ、サンドバンク地形などが現成か過去のものか検討の余地がある。

2) 東海大陸棚の白亜紀末の不整合と中新世中期～末期の不整合のうち、中新世中期の不整合は音響的基盤上面の不整合面である反射面Xとして対馬一五島海域海底も広く認められる。海底におけるこの不整合面は公表・未公表ボーリングデータからも確認できた。本海域海底の不整合面が形成が白亜紀末と中新世中期～末期の広い範囲の陸地・侵蝕による不整合面か、浅海底における堆積物の削剝による非整合（ハイアタス）なのか吟味する必要がある。

3) 不整合面とするとその時期については第三紀の日本海の急速な拡大、第四紀の沖繩トラフの形成開畑に伴うリフティングなど大きな地質学的出来事と関係付けて考えざるを得ない。これら不整合面の存在意義と面的広がりについては更に広範な海洋地質学的データで検討する必要がある。

## 謝 辞

筆を置くにあたり論文を執筆する事を強く勧められ、本論文作成のあいだ終始懇篤なる指導・助言を賜り、また校閲の労をとられた放送大学 奈須紀幸教授に心から感謝申し上げます。また、論文に作成に対して種々の貴重な指導、助言と校閲の労を賜った九州大学 岡田博有教授・相原安津夫教授・小川勇二郎教授に対して厚く御礼申し上げます。

さらに種々の文献・資料の閲覧の便を図って載き、また原稿の校閲と助言を載くなどの援助を賜った財源環境解析センター石和田靖章博士、水路部長佐藤任弘博士に深甚の謝意を表します。

そのほか文献・資料の閲覧・貸与を賜った川崎地質(株) 安間恵博士、東京大学海洋研究所 玉木賢策博士を始めとする方々、さらに、本研究の実施にあたっていろいろ貴重な示唆・援助を賜った東京大学海洋研究所海底堆積部門の徳山英一博士を始めとする、他の多くの先輩、後輩の方々にも厚くお礼申し上げます。

最後に水路部の資料利用に対して快く許可を載き、発表の機会を与えて載いた佐藤水路部長を始め、岩淵義郎博士、野口岩男海洋調査課長、大島章一沿岸調査課長、中嶋逞大陸棚調査室長、桜井操氏、永野真男氏、



Table-7. Reference list of sea area near Tsushima~Goto Retto Region.

1. 海上保安庁水路部

① 海図

| (海図番号) | (図(海域)名)  | (縮尺)   | (刊行年) |
|--------|-----------|--------|-------|
| 173    | 対馬        | 1/10万  | 1982年 |
| 179    | 関門海峡至平戸瀬戸 | 1/20万  | 1981年 |
| 196    | 関門海峡至釜山港  | 1/25万  | 1980年 |
| 304    | 朝鮮南岸東部及対馬 | 1/25万  | 1935年 |
| 187    | 九州北西部     | 1/30万  | 1982年 |
| 180    | 九州        | 1/50万  | 1935年 |
| 302    | 朝鮮南岸及付近   | 1/50万  | 1981年 |
| 1004A  | 日本西部      | 1/350万 | 1984年 |

② 沿岸の海の基本図 1/1万シリーズ(海底地形図・海底地質構造図)

|         |     |      |       |
|---------|-----|------|-------|
| 6460-11 | 鰐浦  | 1/1万 | 1978年 |
| 6460-12 | 棹埼  |      | 1978年 |
| 6460-13 | 伊奈埼 |      | 1978年 |
| 6460-14 | 鳶埼  |      | 1978年 |
| 6460-15 | 小松埼 |      | 1979年 |
| 6460-16 | 郷埼  |      | 1979年 |
| 6460-17 | 大野埼 |      | 1979年 |
| 6460-18 | 久根浜 |      | 1979年 |

③ 沿岸の海の基本図 1/5万シリーズ(海底地形図・海底地質構造図)

|        |        |      |       |
|--------|--------|------|-------|
| 6343-7 | 見島     | 1/5万 | 1979年 |
| 6345-2 | 対馬東岸北部 |      | 1981年 |
| 6345-3 | 対馬東岸南部 |      | 1981年 |
| 6345-4 | 壱岐北部   |      | 1978年 |
| 6345-8 | 豆群     |      | 1978年 |
| 6346-3 | 壱岐南部   |      | 1978年 |
| 6347-4 | 白瀬     |      | 1979年 |
| 6349-3 | 中通島西部  |      | 1983年 |
| 6349-4 | 福江島    |      | 1980年 |

④ 大陸棚の海の基本図 1/20万シリーズ(海底地形図・海底地質構造図・地磁気異常図・重力異常図)

|      |      |       |       |
|------|------|-------|-------|
| 6342 | 見島北方 | 1/20万 | 1977年 |
| 6343 | 見島沖  |       | 1977年 |
| 6344 | 響灘   |       | 1977年 |
| 6345 | 対馬付近 |       | 1975年 |
| 6346 | 壱岐水道 |       | 1975年 |
| 6347 | 五島堆群 |       | 1975年 |
| 6348 | 天草灘  |       | 1975年 |
| 6349 | 五島列島 |       | 1976年 |
| 6350 | 男女群島 |       | 1976年 |

⑤ 海底地形図 1/100万シリーズ

|      |      |        |       |
|------|------|--------|-------|
| 6314 | 西南日本 | 1/100万 | 1983年 |
|------|------|--------|-------|

⑥ 日本近海地磁気全磁力異常図 1/300万 1983年

2. 工業技術院地質調査所

|             |                       |        |       |
|-------------|-----------------------|--------|-------|
| 海洋地質図No. 1  | 甕島周辺海域海底地質図           | 1/20万  | 1975年 |
| 海洋地質図No. 2  | 対馬-五島海域表層底質図          | 1/20万  | 1975年 |
| 海洋地質図No. 13 | 日本海南部および対馬海峡周辺広域海底地質図 | 1/100万 | 1979年 |

3. 分県地質図等

|                    |  |       |        |
|--------------------|--|-------|--------|
| 福岡県分県地質図(福岡県・九州大学) |  | 1/20万 | 1953年  |
| 長崎県分県地質図(内外地図帳)    |  | 1/20万 | 1959年? |

4. 韓国水路部 基本図

|      |      |       |       |
|------|------|-------|-------|
| 4201 | 釜山付近 | 1/20万 | 1980年 |
|------|------|-------|-------|

及び共に調査に従事し研究を進めた先輩、同僚諸兄と測量船「明洋」,「昭洋」の乗組員の方々、その他の水路部内の関係した多くの方々の御好意に対し感謝いたします。

## 要 旨

本論文では対馬～五島周辺海域の海底地形・地質調査に基づき、同海域の第三系～第四系の地質層序と地質構造および同海域の地質構造発達過程を考究した。また当海域に存在する特徴的な海底地形である五島陸棚谷群および五島海底谷の成因については特に章をあらためて考究した。

対象海域である対馬～五島周辺海域は朝鮮半島（アジア大陸）と西南日本（日本列島）とが最も接近する位置にあり、また、縁海である日本海と東シナ海との境をなす鞍部とも見られる地理的位置を占める。従って、この海域の海底地質を理解することは、縁海である日本海の成因や対馬海盆、沖縄トラフ等の背弧海盆の発達過程や、大陸と島弧の連続性などの多くの地質学的課題を解明する上で重要であると思われる。

解析には水路部による組織的で高密度な調査データを主として用いた。その結果、朝鮮半島と西南日本との境界にあたるいくつかの構造線や、それらに画された海底域の詳細な地質分布・構造状態等が確認できた。これらの構造線により地域内の基盤はブロック化され、海底地質構造の発達に地域的な差異が生れている。特に五島陸棚谷群のうちの“東五島陸棚谷”から“五島海底谷”に至る線を境にして、その西と東では明らかに堆積環境が異なることが確認できた。これらの地質学的特徴は日本海の生成と関連した構造運動の結果形成されたものと考えた。この地質構造運動は約1,900万年前（19Ma）に本格化したと推定されている中新世前期の日本海の拡大以降の造構造運動によりもたらされた。これにより、構造線に囲まれて地質構造のブロック化が進んだ。各ブロックはおのおの独立的に上昇、沈降、傾動を行ない、第三紀～第四紀の堆積盆の分化を促進した。それらを惹起した運動は、先第三系～第三系下部およびそれらに貫入した火成岩体等と考えられる基盤を分割し、30～100km単位の各ブロックを形成している。

“対馬～五島構造線”は日本海の拡大の最も初期に生じたとされる右横ずれ断層によりまず形成された。これとほぼ同時、あるいはその後に生じたとされる西南日本列島の時計回りの回転運動による圧縮応力により、対馬～五島構造線の南東地域は北西方向へ衝上し、その結果、対馬を含むブロックが地壘化し、またその前面に対馬舟状海盆が形成された。

今回、新たに発見できた顕著な五島陸棚谷群とその下流部の五島海底谷の実態とその成因については次の様に考える。

東五島陸棚谷、中央五島陸棚谷、西五島陸棚谷の三つの陸棚谷からなる五島陸棚谷群のうち、少なくとも東五島陸棚谷と中央五島陸棚谷は地質ブロックの示差的運動による境界部の断層線崖（構造的弱線として存在する破碎帯を含む）によってその初生的位置を決定された。これらの谷は第四紀氷期の海水準の低下にとともに陸上河川となった。また、日本海がカスピ海のように内海化した氷期には、内海である日本海と外洋とをつなぐ水路として機能したと考えられる。

五島陸棚谷群の上流部には樹枝状のパターンが見出された。これは陸化した時の侵蝕により地形の修飾がなされ、その後、水没して浅海期を保った時の強い海・潮流などの海底侵蝕によって谷地形が形成、保持されたものと考えられる。

ウルム氷期の海水準は内海化した日本海を取り残すような形で太平洋側がグローバルな影響のもとに大きく低下したので、約1～2万年前には日本海から東シナ海方面に海水の流出が続いた。この時、宗谷海峡、津軽海峡からの海水の出入りはなく、対馬海峡からの海水の流出が浅海部海底を侵蝕する形で陸棚谷の原形

を修飾していった。その後の後氷期の海水準上昇により宗谷・津軽両海峡が外海と連結し、対馬暖流が日本海に流入して海底谷の谷筋を一部埋積しながら海底砂州、サンドウエーブ等を形成し、また一方、洗掘などを生じて谷地形を保持し、現在見られる浅海域の海底地形が形成されていったと考えた。五島海底谷はその上流に存在する数条の五島陸棚谷群が合流した下流部に発達している。この谷は現在も海底堆積物を大陸棚上から深海底へ運搬するチャンネルとして機能し、沖縄トラフ北端部の男女海盆やその付近へ堆積物を搬入していると考えられる。

この五島海底谷の性格については海底谷を挟んで東海大陸棚外縁水深が九州側に較べ約40m深いこと、また、この付近の断層、褶曲軸の走向方向がほぼNW—SEで、他の一般的なNE—SWの構造方向とは異なる共役的な分布状態であること、及び堆積環境に差異があることなどから、構造線の一つであると考え。これはNE—SW方向の沖縄トラフの拡大と日本海の拡大の位置的ずれを解消するための横ずれ断層、あるいはトランスフォーム断層、または、二つの歩防軸に挟まれ引裂かれた弱線のいずれかであると考え。しかし、現在得られている海底地質データのみからでは上記の三つの成因のどれであるか特定できる状況にはないので、その判定は今後の研究課題として残した。

五島海底谷の末端部に位置する男女海盆は水深800mに達する独立した凹地で、その南東縁は落差約100mの正断層となっている。海底谷末端部には厚い堆積盆地は見られるものの、深海扇状地は形成されていない。その理由として、堆積物搬入量も時間的経過も十分であるが、末端部の男女海盆域の急速な沈降により扇状地を形成出来ないためと考えた。何故なら男女海盆は沖縄トラフの最北端部に位置し、活発な背弧海盆の形成の初期にあたる陥没性の構造運動に支配された地域にあること、また、この海域が五島海底谷構造線と別府—島原地溝帯との交差域にあたり、海盆付近が正断層系の発達する独立した陥没凹地となっていること、などの理由による。五島海底谷に代表される直線的な凹地形により西側の東海大陸棚地区と東側の五島列島地区とで不連続が認められることは地質学的に大きな意味を持つ。恐らくこれは琉球弧に見られる慶良間海裂や吐葛喇ギャップと同様の横ずれを主成分とするNW—SE方向の島弧を胴切りにする構造的な不連続線の一つと推定されるが、その詳細な解明は今後の研究課題である。

#### 引用文献

1. 相場惇一・関谷英一：南西諸島周辺海域の堆積盆地の分布と性格, 石油技術協会誌, V.44, n.5, pp.97—108, (1979)
2. 安間 恵：トカラ海峡の地質構造, 琉球列島の地質学研究, V.1, pp.163—175, (1976)
3. 安間 恵：対馬海峡におけるデジタルマルチチャンネル音波探査, 日韓トンネル研究, n.3, pp.1—24, (1985)
4. Barg, Eunjoo : Cenozoic geohistory of the southwestern margin of the Ulleung Basin, East Sea, MS. Thesis, Dept. Ocean. Seoul National university, 162p, (1986)
5. Embley, R. W., Ewing, J.I. and Ewing, M. : The Vidal Deep Sea Channel and its relationship to the Demerara and Baracuda Abyssal Plain, Deep Sea Res., V.17, pp.539—552, (1970)
6. Emery, K. O., Y. Hayashi, T. W. C. Hilde, K. Kobayashi, J. H. Koo, C. Y. Meng, H. Niino, J. H. Osterhagen, L. M. Reynolds, J. M. Wageman, C. S. Wang and S. J. Yang : Geological structure and some water characteristics of the East China Sea and the Yellow Sea, United Nations ECAFE, CCOP, Tech. Bull., V.2, pp.3—43, (1969)

7. 藤田至則・雁沢好博：日本海の成立，日本海の地質，東海大学出版，pp.37—56，(1982)
8. 橋本光男：三郡変成岩の変成相と放射年代に関するノート，地質学論集，(33)，pp.311—315，(1989)
9. 服部 仁・磯見 博：天草下島西端の地質および北西九州の変成岩，地質調査所月報，V.27，pp.665—688，(1976)
10. 林田 明・鳥居雅之：日本海西南部の拡大過程，一古地理復元の試み一，月刊海洋科学，V.20，n.11，pp.685—689，(1988)
11. Heezen, B. C. and C. D. Hollister：The Face of The Deep, Oxford Univ. Press, N. Y. 659p., (1971)
12. 本座栄一：地殻構造単位について，一東北日本近海の地殻変動一，地質学論集，n.10，pp.55—61，(1974)
13. 本座栄一・玉木賢策・湯浅真一・村上文敏：日本海南部および対馬海峡周辺広域海底地質図・海洋地質図，n.13，工業技術院地質調査所，(1979)
14. 堀越 毅：日本列島の造山帯とプレート，科学，V.42，pp.665—673，(1972)
15. 堀越増興：日本周辺海域に於ける貝類の生態学的生物地理，化石，n.18，pp.1—5，(1969)
16. 星野一男：いわゆる梁山断層（Yansan，韓国東南部）の石油地質学的意義について，石油技術協会誌，V.46，n.4，pp.51，(1981)
17. 今井秀喜：長崎県対州鉦山の地質構造と鉦化作用，日本鉦業会誌，n.89，pp.509—514，(1973)
18. 今泉吉典：対馬（および宍岐）とその周辺地域の自然史科学的総合研究成果の要約，国立科博専報，n.3，pp.381—390，(1970)
19. Inoue, Eiji(Editor)：Goto-nada sea and Tsushima Strait investigations northern Kyushu, 1972—1973 Cruise Report, n.2, 68p, Geological Survey of Japan, (1975)
20. 井上英二：対馬海峡をめぐる白亜系・第三系の地質学的問題，一その1— 陸域部の地質比較，地質ニュース，n.328，pp.23—36，(1981)
21. 井上英二：対馬海峡をめぐる白亜系・第三系の地質学的問題，一その2— 海域の地質と総括，地質ニュース，n.340，pp.46—61，(1982)
22. Inoue, Eiji：Geological problems on Cretaceous and Tertiary rocks in and around Tsushima-Korea Straits, United Nations ESCAP. CCOP Tech. Bull., V.15, pp.85—121, (1982)
23. 石和田靖章：東シナ海の広域不整合について，月刊海洋科学，V.13，n.3，pp.177—179，(1981)
24. Ishwada, yasufumi, Eiichi Honza and Kensaku Tamaki：Sedimentary basin of the Japan Sea, 27th International Geological Congress, V.23, pp.43—65, (1984)
25. 磯見 博・長浜春夫：対馬北端の海老島にみられる鮮新統と対馬層群との不整合関係，対州層群の時代論に関する一資料，地質学雑誌，V.71，n.32，pp.32—35，(1965)
26. 磯見 博・松井和典・片田正人・河田清雄・長浜春夫・服部 仁・鎌田泰彦：対馬・五島海域の地質，九州周辺海域の地質学的諸問題，日本地質学会等5学会連合学術大会シンポジウム資料集，pp.27—38，(1971)
27. 加賀美英雄・奈須紀幸・新野 弘：東シナ海の高底地質，九州周辺海域の地質学的諸問題，日本地質学会等5学会連合学術大会シンポジウム資料集，pp.81—88，(1971)
28. Kagami, Hideo, Shigeaki Kubo and Noriyuki Nasu：Large-Scale Ripple Mark on the Shelf Margin of the Northern Okinawa Trough, Jour. Ocean. Soc. Japan, V.40.n.3, pp.230—242, (1984)
29. 加賀美英雄・石 奉出：深海底における底層流動と海底堆積物の挙動について，一底層あらしとシルトの最頻値一，海洋学会誌，V.42，n.4，pp.308—318，(1986)
30. 海底地質調査技術グループ：対馬・五島周辺海域の海底地質技術研究の概要，地質ニュース，n.233，pp.1—18，(1974)
31. 鎌田泰彦：五島列島の地質に関する問題点，九州周辺海域の地質学的問題，日本地質学会等5学会連合学術大会シンポジウム資料集，pp.47—54，(1971)

32. Kang, P. C. : Geologic evolution of Korea and a structural analysis of SEATAR Korean transect area, United Nations ESCAP, CCOP, Tech. Bull., V.14, pp.31—51, (1981)
33. 勘米良龜齡・橋本光男・松田時彦 (編) : 日本の地質, 岩波講座, 地球科学15, 岩波書店 387p., (1980)
34. 桂 忠彦・永野真男 : 九州北西海域の海底地形と地質構造運動, 海洋学会誌, V.32, n.3, pp.139—150, (1976)
35. Katsura, Tadahiko and Shoji Kitahara : Geological Structure of the Marginal Plateau off Tottori, Southern-west of Honshu, Japan, Jour. Ocean. Soc. Japan., V.33, n.5, pp.259—266, (1977)
36. 桂 忠彦・永野真男 : 五島陸棚谷群の形態, 水路部研究報告, n.17, pp.71—92, (1982)
37. 桂 忠彦他 : §21 対馬海峡の地質, 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学出版, pp.901—913, (1985)
38. 桂 忠彦・大島章一・荻野卓司・池田 清・永野真男・内田摩利夫・林田政和・小山 薫・春日 茂 : 沖縄トラフ南西部海域の地質, 地球物理学的諸性質, 水路部研究報告, n.21, pp.21—48, (1986)
39. Kawai, Naoto, H. Ito and S. Kume : Deformation of the Japanese Islands as inferred from rock magnetism, Geophys. J. Roy. Astr. Soc., V.6, pp.124, (1961)
40. 河野義礼・植田義夫 : 本邦産火成岩のK—A dating, 西南日本花崗岩類, 岩石・鉱物・鉱床学会誌, n.56, pp.191—211, (1966)
41. Kim, O. J. : Geology and tectonics of South Korea, United Nations ESCAP, CCOP Tech. Bull., V.8, pp.17—37, (1974)
42. 木村政昭・広島俊男・小野寺公兎・水野篤行 : 甕島周辺海域海底地質図, 工業技術院地質調査所, 海洋地質図, n.1, (1975)
43. 木村政昭・広島俊男・井上英二 : 東シナ海の地質構造, 月刊海洋科学, n.7, pp.45—51, (1976)
44. 小林貞一 : 朝鮮地史の今昔 (前編), 地学雑誌, V.86, n.2, pp.49—62, (1977)
45. 小林貞一 : 朝鮮地史の今昔 (前編), 地学雑誌, V.86, n.3, pp.51—67, (1977)
46. 小泉 格 : 深海堆積物と日本海の歴史, 科学, V.47, pp.45—51, (1977)
47. 近藤正人 : 東シナ海・黄海漁場の海況に関する研究—I, 50m深海及び底における平均水温・塩分の分布, 西海区水産研究所報告, n.62, pp.19—66, (1985)
48. Kuenen, Ph. H. : Marine Geology, John Wiley & Sons Inc., New York, Chapman & Hall, London. 568., (1950)
49. Ludwing, W. J., Sadanori Murauchi and R. E. Houtz : Sediments and Structure of the Japan Sea, Geological Society of America Bull., V.86, n.5, pp.651—664, (1975)
50. 松井和典 : 5万分の1地質図幅「勝本・郷ノ浦・芦辺」および説明書, 工業技術院地質調査所, 31p, (1958)
51. 松本達郎・野田光雄・宮久三千年 : 日本地方地質誌「九州地方」, 朝倉書店, 423p, (1962)
52. 松本達郎 : 対馬の地質とその問題点, 国立科学博物館専報, (1969)
53. 松本征夫 : 西日本の日本海地域における (後期) 新生代の新生代の火成活動史, 日本海の地学的特性に関する諸問題, 4学会連合術大会討論資料集, pp.113—121, (1966)
54. 松本征夫・高橋 清 : 長崎県福江市男女群島溶結凝灰岩, 地質学雑誌, V.74, n.1, pp.439—446, (1968)
55. 松本征夫・松井和典 : 九州西方の新生代火成活動, 九州周辺海域の地質学的諸問題, 日本地質学会等5学会連合学術大会シンポジウム資料集, pp.11—19, (1971)
56. 松本征夫 : 九州における火山活動と陥没活動に関する諸問題, 地質学論集, 16, pp.127—139, (1979)
57. 南 明 : 山陰・対馬沖の堆積盆地の分布と性格, 石油技術協会誌, V.44, n.5, pp.89—96, (1979)
58. 水野篤行・海底調査技術グループ : 九州西方海域の地質, 九州周辺海域の地質学的諸問題, 日本地質学会等5学会連合学術大会シンポジウム資料集, pp.61—69, (1971)
59. 茂木昭夫 : 沖積世低位海水準, 地学雑誌, V.82, n.1, pp.19—35, (1973)
60. 茂木昭夫 : 日本沿岸の海底地形, 土木学会水理委員会, 水工学シリーズ, V.78—B—3, pp.1—16, (1978)

61. 茂木昭夫・桂 忠彦：対馬下島西岸の海底段丘と埋積陸棚谷，日本地理学会予稿集，18，pp.38—39，(1980)
62. 茂木昭夫・長井俊夫：対馬東水道の海底砂州，東北地理，33，pp.71—80，(1981)
63. 茂木昭夫：対馬海峡大陸棚の地形発達，一対馬陸橋に関連して一，第四紀研究，V.20，n.3，pp.243—256，(1981)
64. 村上允英：白亜系・貫入火成岩類，山口県の地質，山口県立山口博物館，pp.123—150，(1975)
65. 村内必典・浅沼俊夫：対馬東方海域における seismic profiler による堆積層の研究，国立科学博物館専報，n.2，pp.39—50，(1969)
66. 村内必典：島弧の更新と Marginal sea の造構造運動，(1971)  
浅野周三・G. B. Udintsev (編)：東海大学出版，島弧の縁海，pp.39—56，
67. 村内必典：人工地震探査による日本海の地殻構造，科学，V.42，n.7，pp.367—375，(1972)
68. 長浜春夫：長崎県崎戸松島炭田呼子ノ瀬戸断層運動について，地質学雑誌，V.68，pp.199—208，(1962)
69. 長浜春夫：壱岐勝本層の古流系 (演旨)，地質学雑誌，V.73，pp.124，(1967)
70. 永野真男・桜井 操・桂 忠彦・中村啓美・北原祥二・小野寺健英：九州西岸沖の海底地質，水路部研究報告，n.11，pp.1—38，(1976)
71. 中嶋 暎：長崎沖その1，海底地形測量，測量報告，水路部資料，22p.，(1973)
72. 奈須紀幸・加賀美英雄：長崎県西方海域海底調査報告 昭和44年度，東大海洋研究所海底堆積部門，8p.，(1970)
73. 大場忠道・堀部純男・北里 洋：日本海の2本のコアによる最終氷期以降の古環境解析，考古学と自然科学，n.13，pp.31—49，(1980)
74. 大場忠道：最終氷期以降の日本海の古環境，月刊地球，V.5，n.1，pp.37—46，(1983)
75. 大場忠道：日本海海底の上部更新統，第四紀研究，V.25，n.4，pp.319—321，(1987)
76. 大場忠道：海水準変化に関するコメント，第四紀研究，V.26，n.3，pp.243—250，(1988)
77. 岡田博有：対馬北部地質断面の予察的研究，国立科学博物館専報，n.2，pp.19—26，(1969)
78. 岡田博有・藤山家徳：対馬中部，塩浜付近の対州層群中のサイクルと堆積，国立科学博物館専報，n.3，pp.9—18，(1970)
79. 岡田博有：対州層群 (対馬) の堆積環境に関するノート 九州周辺海域の地質学的諸問題，日本地質学会等5学会連合学術大会シンポジウム資料集，pp.39—46，(1971)
80. 岡田博有・太田 秀：駿河湾・相模湾における深海底微地形，一底層流との関係，月刊地球，V.3，n.7，pp.439—442，(1981)
81. 岡田博有：深海底hiatusの堆積学的諸問題，月刊海洋科学，V.13，n.2，pp.112—121，(1981)
82. 岡本和夫：日置層群および油谷湾層群，山口県の地質，山口県立山口博物館，pp.171—182，(1975)
83. 大嶋和雄：海峡形成史 (I)，地質ニュース，n.266，pp.10—21，(1976)
84. 大嶋和雄：海峡形成史 (II)，地質ニュース，n.268，pp.30—39，(1976)
85. 大嶋和雄：海峡形成史 (VI)，地質ニュース，n.280，pp.36—44，(1977)
86. 大嶋和雄・井上英二・小野寺公児・湯沢真人・黒田 敬：五島一対馬周辺海域の堆積物，地質調査所月報，V.33，n.7，pp.321—350，(1982)
87. 大島章一：福岡沖，海底地形測量，測量報告，水路部資料，20p.，(1973)
88. 太田一也：「雲仙火山」地形・地質と火山現象，長崎県，98p.，(1984)
89. Otofujii, Yo-ichiro, Takaaki Matsuda and Susumu Nohda : Opening mode of the Japan Sea inferred from the palaeomagnetism of the Japan Arc, Nature, V.317, n.6038, pp.603—604, (1985)
90. Reedman, A. J. and Um, Sang Ho : The Geology of Korea, Geological and Mineral Institute of Korea, (1975)
91. Ross, D. A. and J. Schlee : Shallow Structure and Geological Development of The Southern Red

- Sea, Geol. Soc. Am. Bull, V.84, 3827—3848, (1973)
92. 桜井 操・永野真男：九州西方の海底地形・地質構造, 地学雑誌, V.85, pp.19—31, (1976)
93. Sasajima, Sadao, Junichi Nishida and Masahiko Shimada : Paleomagnetic evidence of a drift of the Japanese main island during the paleogen period, Earth & Planetary Science Letter 5, pp.135—141, (1968)
94. 佐藤任弘：東北日本海沿岸の海底調査, 地学雑誌, V. 80, pp.285—301, (1971)
95. 佐藤任弘：日本周縁の海底地形と地質からみた海水準変動, 月刊地球, V.1, n.5, pp.392—397, (1979)
96. Shepard, F.P. : Submarine Geology, 348p., (1948)  
Harper & Brothers Publishers
97. Shepard, F.P., D.L. Inman and E.D. Goldberg : Submarine Geology (2nd Edition) 517p., (1963)  
Harper & Row Publishers New York, Evanston and London
98. Shepard, F.P. : Submarine Geology (3rd Edition) 557p., (1973)  
Harper & Row Publishes New York, Evanston, San Francisco, London
99. Shepard, F.P. : Currents in Submarine Canyons and Other Types of Sea Valleys in Geology of Continental Slopes Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, S.P. n.27, pp.85-94., (1979)
100. Shibata, Ken, T. Matsumoto, T. Yanagi and R. Hamamoto : Isotopic age and stratigraphic control of Mesozoic igneous rocks, AAPG Studies in Geology, n.6, pp.143—164, (1977)
101. 首藤次男：高千穂変動とグリーンタフ変動 グリーンタフに関する諸問題, 日本地質学会第76年会シンポジウム資料集, pp.15—21, (1969)
102. Sillitoe, Richard H. : Metallogeny of an Andean-Type Continental Margin in South Korea, Implications for Opening of the Japan Sea in Island arcs, deep sea trenches and back arc basins AGU M. Ewing Ser. ,1, pp.303—310, (1977)
103. 徐 垣・徳橋秀一：タービタイトの話 (7) 海底扇状地モデルの現状と問題点, 地質ニュース, n.395, pp.24—41, (1987)
104. 多田 堯：測地測量による日本の衝突・拡大テクトニクス, 月刊海洋科学, V.19, n.6, pp.372—380, (1987)
105. 高橋 清：対州層群の研究, 長崎大学教養部紀要 (自然科学), V10, pp.67—82, (1969)
106. 高橋 清・林 正雄：対馬の火成岩類のフィッション・トラック年代 (I), 長崎大学教養部紀要 (自然科学), V25, pp. 9—19, (1985)
107. 高橋良平・首藤次男：九州の新生代地史 九州周辺海域の地質学的諸問題, 日本地質学会等5学会連合学術大会シンポジウム資料集, pp. 5—10, (1971)
108. 竹下健次郎：日韓トンネル海域の環境 日韓トンネル研究, n.2, pp.28—45, (1985)
109. 竹下 壽・林 茂・浦川虎郷・山内正志・田島俊彦・壱岐団研：壱岐島の火山層序, 地団研専報, n.33, pp.21—52, (1987)
110. Tamaki, Kensaku : Geological structure of the Japan Sea and its tectonic implications Bull. Geol. Surv. Japan V.9, n.5, pp.269—365, (1988)
111. Tanaka, K. : Cretaceous System, Geology and Mineral Resources of Japan Geol. Surv. Japan pp.182—206, (1977)
112. 立岩 巖：朝鮮地質の特異性, 科学, V.43, n.3, pp.155—162, (1973)
113. 立岩 巖：朝鮮—日本列島地帯地質構造論考 一朝鮮地質調査研究史一, 東大出版会 pp. 1—654, (1976)
114. 橋 行一：五島列島相の島で見出された熱変成岩とその原岩層の地質時代について (予報), 地学研究,

- V.12,n.4,pp.147—158, (1961)
115. 橋 行一：五島列島と西彼杵半島間の第三系基盤岩類，特に長崎県下の花崗岩質岩類に関連して，長崎大学教養部紀要（自然化学），V3,pp.24—43, (1962)
116. Toksoz, M. N. and P. Bird : Formation and Evolution of Marginal Basins and Continental plateaus in Island arcs, deep sea trenches and back arc basins, AGU M. Ewing Ser. , 1, pp.379—393, (1977)
117. 富田幸臣・山下明夫・石橋 澄・三木 孝・高橋良平・首藤次男・蒲田英夫・橋本 勇・本座栄一・五十嵐千秋：対馬西方海域の海底地質，九州大学理研報（地質），V.12n.2,pp.77—90, (1975)
118. 鳥居雅之・林田 明・乙藤洋一郎：西南日本の回転と日本海の誕生，科学，V.55, pp.47—52, (1985)
119. 登崎隆志・加藤 茂・北原祥二：山陰沖の海底地質，水路部研究報告，n.13,pp.1—36, (1978)
120. 円谷博明・佐藤時幸：基礎試錘「宮古島沖」，石油技術協会誌，V.50,n.1, pp.25—33, (1985)
121. 植田芳郎：五島層群の研究，九州大学理研報（地質），V.5,n.2,pp.51—61, (1961)
122. 氏家 宏・満岡 孝：対馬海峡の地形・地質についての予察的研究，国立科学博物館専報，n.2, pp.29—38, (1969)
123. 氏家 宏：対馬海峡における浮遊性有孔虫殻の堆積状況 九州周辺海域の地質学的諸問題，日本地質学会等5学会連合学術大会シンポジウム資料集 pp.55—60, (1971)
124. 氏家 宏：堆積物と古生物（特に微化石）より見た日本海の地史，日本海の地質 東海大学出版会 pp.337—408, (1982)
125. 和達清夫、他：海洋大事典 東京堂出版 pp.359—361, (1987)
126. Wageman, J. M., T. W. C. Hilde and K. O. Emery : Structural framework of East China Sea and Yellow Sea, AAPG V.54, n.9, pp.1611—1643, (1970)
127. 王 靖泰・汪 品先（米倉伸之・米倉弓子訳）：中国東部の晩期更新世以来の海面昇降と気候変化の関係，(1982)