

**REPORT**  
**OF**  
**HYDROGRAPHIC RESEARCHES**

**No. 18, March, 1983**

---

**南海・駿河・相模トラフのマルチチャンネル  
反射法音波探査**

加藤 茂\*・佐藤任弘\*・桜井 操\*\*

**MULTI-CHANNEL SEISMIC REFLECTION SURVEY  
IN THE  
NANKAI, SURUGA AND SAGAMI TROUGHS**

Shigeru Kato\*, Takahiro Sato\* and Misao Sakurai\*\*

*Received 1982 September 14*

**Abstract**

In 1980 and 1981, nine lines of multi-channel seismic reflection survey were carried out by the Hydrographic Department of Japan, in the Nankai, Suruga and Sagami Troughs bordering the northern subducting margin of the Philippine Sea Plate. Data were obtained by R/V Kaiyo-Maru of the Japan Petroleum Exploration Co., and processed in terms of the following methods; deconvolution, velocity analysis, 24-fold stacking, time migration, and depth conversion. Subduction of oceanic crust of the Philippine Sea Plate beneath the Japanese Islands is clearly recognized on the migrated depth sections. The subducting oceanic crust is pursued for at least 30 km landward from the axis of the Nankai Trough with the inclination of 3°-5°. On the landward slope of the Nankai Trough, distinctly imbricated sediment bodies with many thrust faults were found. In the Suruga Trough, the basement forming the Izu Peninsula is traced beneath the Trough and western slope of it for about 8 km with an inclination of 7°-23°. In the Sagami Trough the basement forming the Izu Peninsula is recognized

beneath the Trough to the Misaki Knoll located on the eastern slope of the Trough, with an inclination of about 10°

**Key word:** Multi-channel seismic reflection survey.

Nankai Trough; Suruga Trough; Sagami Trough; Subduction of the ocean crust.

## 1. はじめに

東海・南関東地域では、1923年の関東地震の例を挙げるまでもなく、これまで幾たびかの大地震にみまわれてきた。また、数年前には、駿河湾で巨大地震の発生の可能性が指摘され（石橋，1976a），社会的に大きな反響をよび、地震予知の実現をめざす各種の調査が活発になってきた。ここで報告する調査はこれら調査・研究の一つであり、科学技術振興調整費による「フィリピン海プレート北端部の地震テクトニクスに関する総合研究」の一部として行われた「マルチチャンネル反射法による海底地殻構造調査」である。海上作業、資料処理が終了し、現在、解析が進められているが、ここではこれら作業によって得られたマルチチャンネル反射法音波探査断面図から明らかとなった事項について記述するとともに若干の考察を行った。

## 2. 対象海域の地形と地質の概観

対象とする東海・紀伊半島沖には、南海トラフとこれに続く駿河トラフという深い凹地が、潮岬沖から駿河湾奥部まで認められる（第1図）。この地域の地形・地質をみると、3つの区域に区分できる。

一つは熊野灘沖であり、トラフが水深4,200—4,600mでWSW-ENEにのび、トラフ海側には平坦な四国海盆が広がっている。トラフのすぐ陸側には、幅約30kmの起伏に富む地帯がある。これは、岩渕（1970）がridge and trough zone とよんだトラフと平行にのびる高まりと凹地が交互している特異な地形である。この起伏地帯の陸側には、外側海嶺（outer ridge）とよばれる高まりをへだて、極めて平坦な熊野トラフがある。熊野トラフは、大陸斜面の途中にある深海平坦面で、外側海嶺でダムアップされた厚い堆積層で充填されている堆積盆地である（佐藤及び茂木，1975；Inoue，1978）。

二つめは、遠州灘の沖に当たる南海トラフの北東端付近で、トラフは水深3,500—4,200mと浅くなり、トラフ軸はSW-NEに方向を変える。トラフの海側には、トラフとの比高が2,000m以上にも達する銭洲海嶺が、トラフと平行に横たわっている。トラフの陸側には、熊野灘沖と同様のridge and trough zoneがあり、高まりと凹地の方向はトラフののびの方向に平行している。その陸側には、低い海丘とその間を海底谷があり、ridge and trough zoneの配列を乱している。

三つめは、南海トラフ北東端からNNE方向に続く駿河トラフ部分である。トラフ底は著しく狭くなり、南海トラフではトラフ底平坦部が幅12—30kmあるのに対し、駿河トラフでは5km以下となる。駿河トラフは、西の御前埼、東の伊豆半島側の急な大陸斜面にはさまれて、駿河湾の奥深くまで続いている。

一方、伊豆半島を隔てた相模灘には、駿河湾と同じような凹地—相模トラフ—があり、小田原沖から南東方向にのび、大島の北を通り、遠く日本海溝まで達している。相模灘付近の相模トラフは、幅約20kmと、この部分だけ広くっており、西は伊豆半島側、東は三浦半島側の大陸斜面によって境されている。

杉村（1972）は、この海域に南のフィリピン海プレートと北のユーラシアプレートとの境界があり、ちょうど南海・駿河・相模トラフがその境であるとした。フィリピン海プレートは、ユーラシアプレートに対し、北西に水平移動し（中村及び島崎，1981）、各トラフでフィリピン海プレートがユーラシアプレートの下に沈み込み、プ

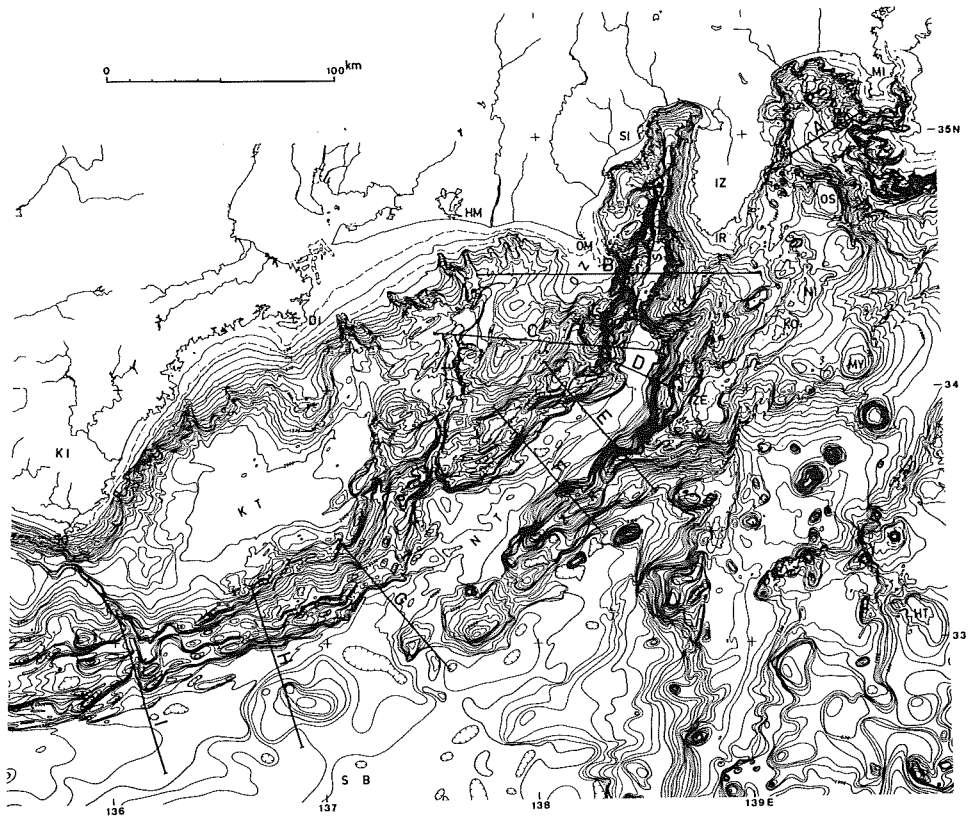


Figure 1 Bathymetric chart of the Nankai, Suruga and Sagami Troughs and multi-channel reflection seismic survey lines. Contour interval 100m. DI: Daio Saki, HM: Hamamatsu, HT: Hatizyo Sima, IC: Iro Canyon, IR: Iro Saki, IS: Izu Spur, IZ: Izu Peninsula, KI: Kii Peninsula, KO: Kozu Sima, KS: Kanesu-no-Se, KT: Kumano Trough, MI: Miura Peninsula, MK: Misaki Knoll, MY: Miyake Sima, NI: Nii Sima, NT: Nankai Trough, OM: Omaezaki, OS: O Sima, OZ: Omaezaki Spur, SA: Sagami Trough, SB: Sikoku Basin, SI: Sizuoka, SO: Sionomisaki, ST: Suruga Trough, TE: Tenryu Canyon, ZE: Zenisu, ZR: Zenisu Ridge.

プレート境界の最北端は伊豆半島の北を回りここでは衝突しているとした、青木(1980)は、南海トラフから北方へ傾斜する深発地震面をとらえ、また、茂木及び桜井(1980)は、駿河湾において、大陸棚外縁水深が静岡側に比べ伊豆半島側が深いことを確かめ、いずれも沈み込みを示唆するものと考えた、また、村内(1982)は、ソノバイを用いた地殻構造探査を駿河湾内で実施し、P波の地層内伝搬速度から沈み込み構造をとらえた。しかし、駿河湾内のマルチチャンネル反射法音波探査では、沈み込みを示すような反射面の傾き下がり構造はとらえられなかった(桜井及び茂木, 1980)。このほか、石橋(1976b)は、地震時の地殻変動などから、伊豆半島周辺でのプレートの境界は、伊豆東方線とよばれる(岡山, 1968)南海トラフの延長が伊豆半島の東岸沖を北上する地形構造線(第1図では、石廊海底谷から伊豆半島と大島の間を通る深み)に転化しつつあるという考え方を提案した。

### 3. 調査の目的と方法

#### (1) 目的と概要

この調査は、フィリピン海プレートとユーラシアプレートの境界と考えられている南海・駿河・相模トラフを横切る測線において、マルチチャンネル反射法音波探査を実施し、プレートの沈み込み運動を反映した海底地殻構造を解明することを目的とする。とりわけ、日本海溝(桜井ほか, 1981; 玉野ほか, 1981など)や南海トラフ西部(玉野ほか, 1981)で明らかとなったような、海洋プレートが沈み込む様子を、この海域でとらえられるかが重要なテーマであった。

調査は、1980年から始められ、1980年にはA～C測線の海上作業と資料一次処理(第2図のフローチャートでは24重合断面図作成までの処理)、1981年にはA～C測線の資料二次処理とD～I測線の資料一次、二次処理を行い、全測線の最終成果である音波探査断面図が完成した。調査は地質調査所の協力を得て、水路部監督の下、石油資源開発株式会社が実施した。調査結果の一部は、地震予知連絡会報(海上保安庁水路部及び地質調査所, 1981; 同, 1982a; 同, 1982b)、茂木ほか(1981, 1982)ですでに発表されている。

#### (2) 調査測線

調査測線は、第1図に示すA～Iの9測線計675kmであり、各測線の両端の位置は次のとおりである。

A 測線	34°54.3'N, 139°12.4'E	35°4.6'N, 139°35.0'E
B 測線	34°27.4'N, 137°43.0'E	34°26.9'N, 139°4.4'E
C 測線	34°13.7'N, 137°30.3'E	34°9.1'N, 138°35.4'E
D 測線	34°8.2'N, 138°17.7'E	34°0.2'N, 138°38.3'E
E 測線	34°6.7'N, 138°2.3'E	33°35.6'N, 138°33.6'E
F 測線	33°56.2'N, 137°47.4'E	33°25.3'N, 138°18.8'E
G 測線	33°24.8'N, 137°3.2'E	32°54.0'N, 137°34.6'E
H 測線	33°14.1'N, 136°38.5'E	32°32.4'N, 136°53.1'E
I 測線	33°7.8'N, 136°0.1'E	32°29.2'N, 136°15.1'E

A 測線は、伊豆半島門脇崎沖大陸斜面から相模トラフを横切り、三崎海丘を経て三浦半島城が島沖までのS-W-NE方向の約40kmの測線である。B 測線は駿河トラフ南部を、C 測線は南海トラフ北端部を横切るほぼ東西の測線で、長さはそれぞれ約125km, 約100kmである。B 測線では御前崎海脚を横断し、C 測線では金洲ノ瀬を横断し、天竜海底谷まで達している。D 測線は、南海トラフを横切り、南東に銭洲海嶺、北西に金洲ノ瀬の斜面途中までを含む長さ35kmの測線である。E、F 測線も南海トラフを横切る測線で、南東側では銭洲海嶺を横

断し、北西側では ridge and trough zone の地形配列と直交している。長さはいずれも約75kmである。G、H、I 測線は熊野灘沖に位置し、四国海盆から南海トラフを横切り、熊野トラフの外側海嶺付近までの ridge and trough zone を含む日本列島側斜面下部まで達する、それぞれ約75kmの測線である。

(3) 海上作業の方法

海上作業は、A～C 測線が1980年9月に、D～I 測線が1978年1～2月に実施した。使用した調査船及び主な調査機器は次のとおりである。

調査船 開洋丸 (990.82トン)

インテグレイテッドサテライト航法装置、NNSS、ロランC、ドップラソナー  
音波探査装置

発音部 ・エアガン調和配列発音装置 (BOLT 社)

吐出容量 34.2リットル (A～C 測線), 32.8リットル (D～I 測線)

吐出圧力 140kg/cm<sup>2</sup>

受波部 ・ストリーマケーブル (SEC 社) 48チャンネル, 長さ2,400m, 受波器間隔50m

・自動ケーブル深度調整器 (SEC 社)

計測装置 DFS-V 型デジタル探航機 (TI 社)

また、音波探査の測定諸元は次のとおりである。

発音点深度 海面下8～10m 受音点深度 海面下15m 発音点間隔 50m

受音点間隔 50m サンプル間隔 4ミリ秒 測定記録時間長 11秒

録音方式 磁気テープ (1600BPI)

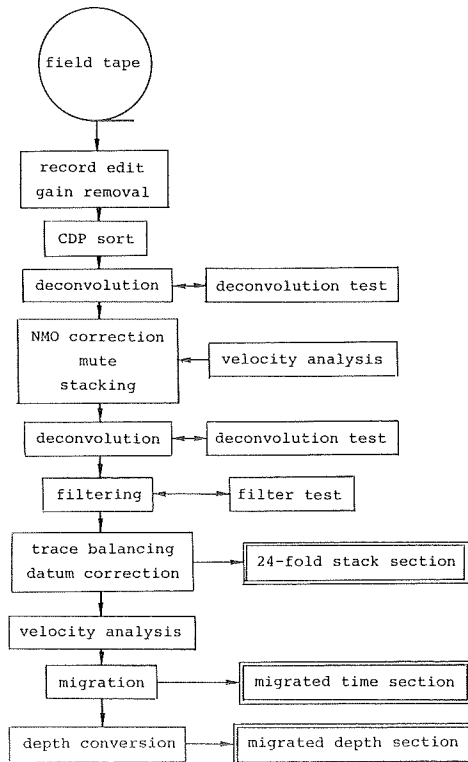


Figure 2 Flow chart of the seismic data processing.

#### (4) 資料処理の方法

海上作業で得られたデータの処理は、複合電子計算機装置、総合測位処理システムのソフトウェア及び音波探査資料処理ソフトウェアパッケージで行い、発音点図及び音波探査記録断面図を作成した。音波探査資料の処理手順は、第2図に示すフローチャートに従って行い、各測線ごとに、重合断面図、タイムマイグレーション断面図、深度断面図の3種類の断面図を作成した。共通反射点重合数は24、共通反射点間隔は25mとし、速度解析は、定速度走査 (CVSCAN) 法または走速度重合 (CVSTACK) 法により行い、速度解析間隔は、A～C測線で3kmごと、D～I測線で2.5kmごととした。

#### 4. 調査結果

作成された音波探査断面図のうち、最終的なものである深度断面図を第3-A～I図に、これらの解釈図を第4-A～I図に示す。この深度断面図から次のようなことが分かった。

##### (1) A測線 (第3-A図, 4-A図)

A測線では、伊豆半島側の基盤反射面が、北東へ約10度の傾斜角で記録され、相模トラフ下を通り三崎海丘下まで追跡できる。測線の南西端の伊豆半島側斜面では、この基盤反射面は露出しているかあるいは薄層に覆われている。相模トラフ下の基盤反射面は、ほぼ一様に北東方向に傾斜している。

相模トラフを埋める堆積層は厚く、最も厚い三崎海丘に接する付近で4,000m以上の層厚を有している。トラフ底の堆積層は、音響的層理の連続のよい上位層と、音響的には透明で層理の連続のよくない下位層と、大きく二分できる。下位層は、トラフの北東側にのみ堆積しており、北東端の三崎海丘麓下で極端に厚くなっている。

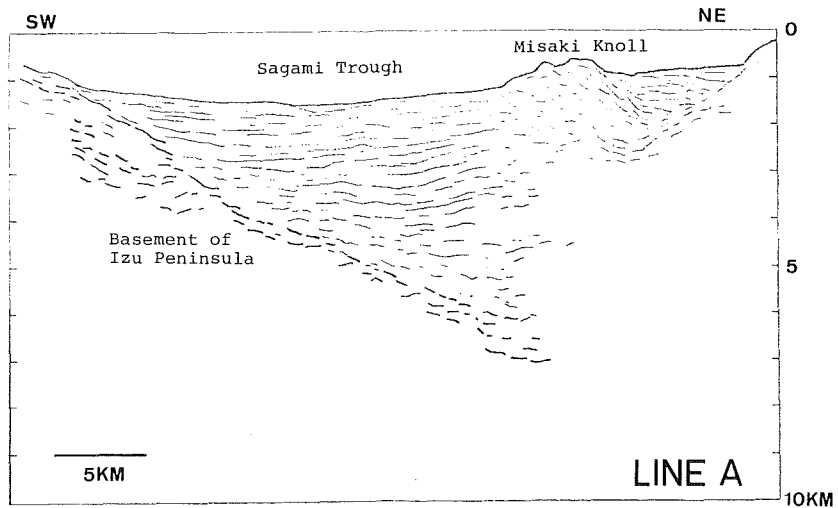


Figure 4 Line drawings of the migrated depth sections, Line A-I

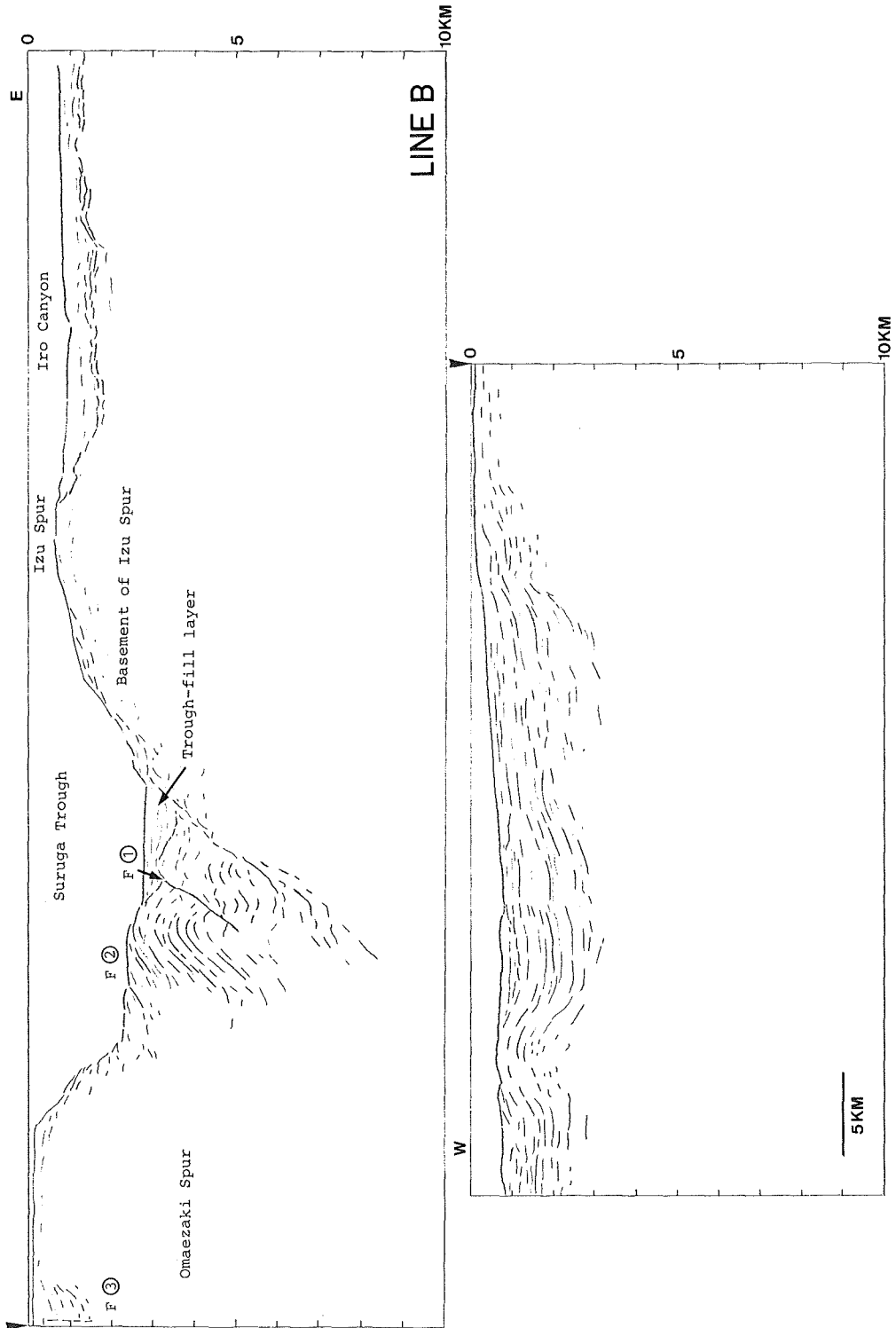


Figure 4-B

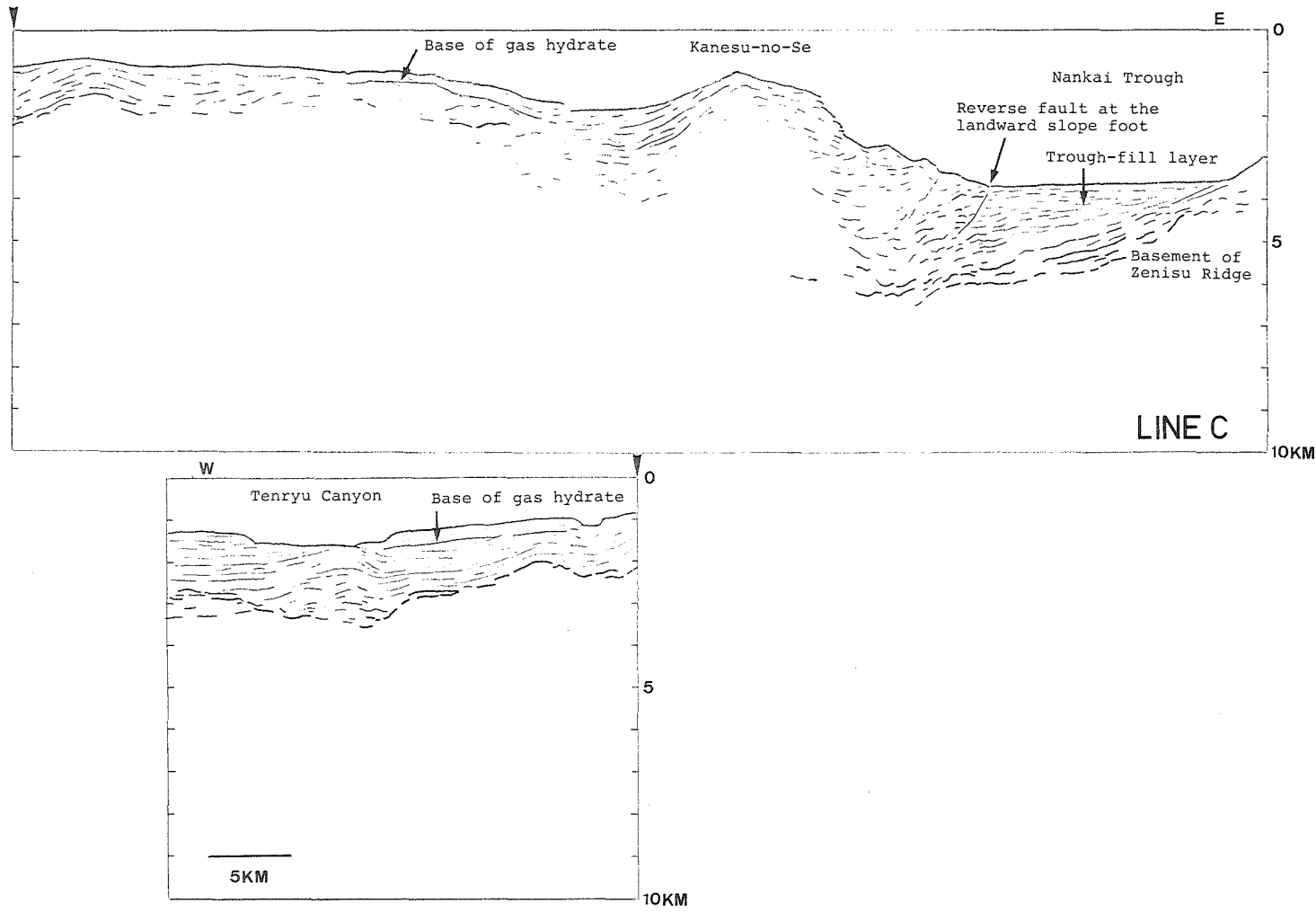


Figure 4-C



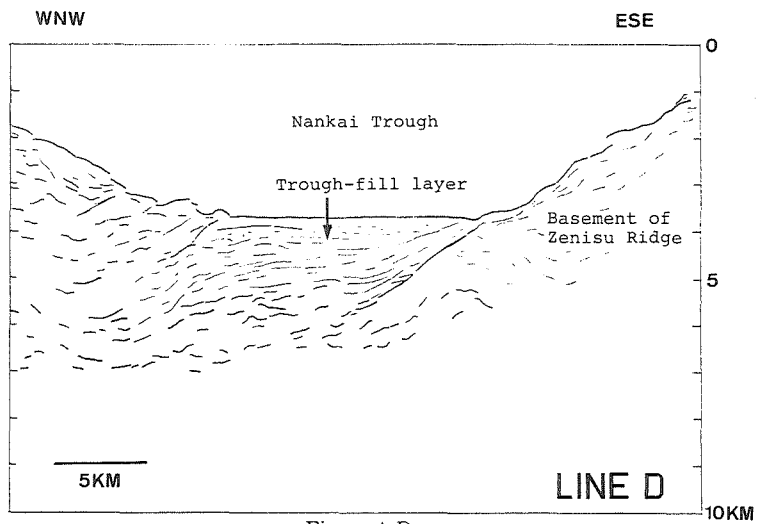


Figure 4-D

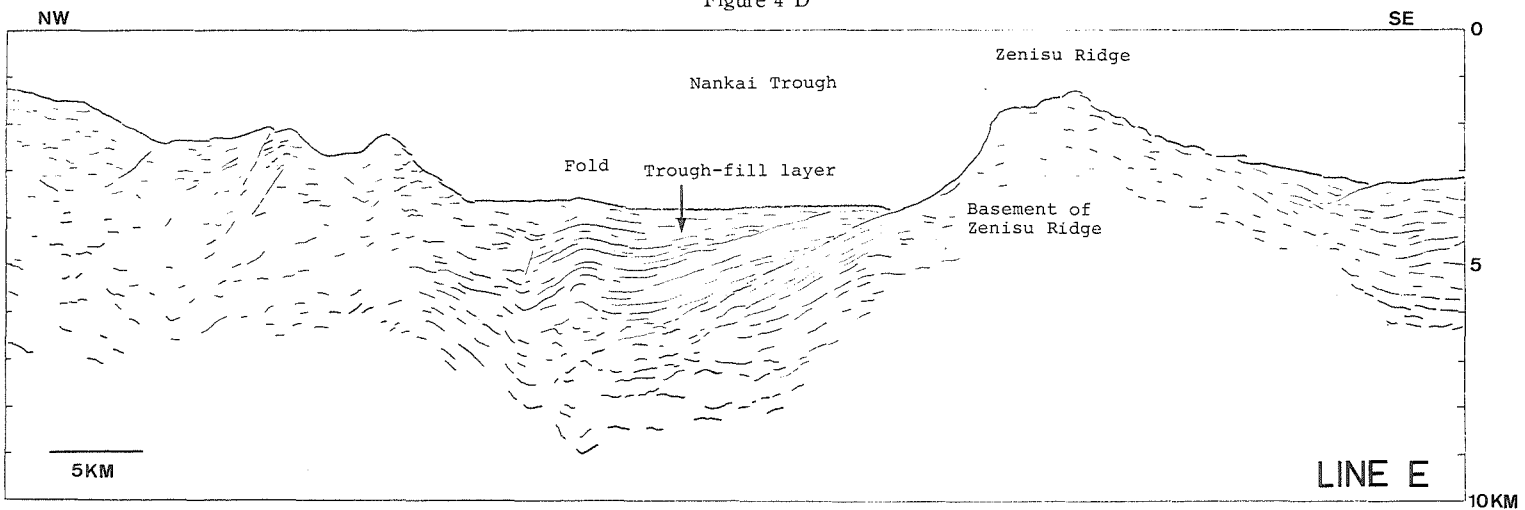


Figure 4-E

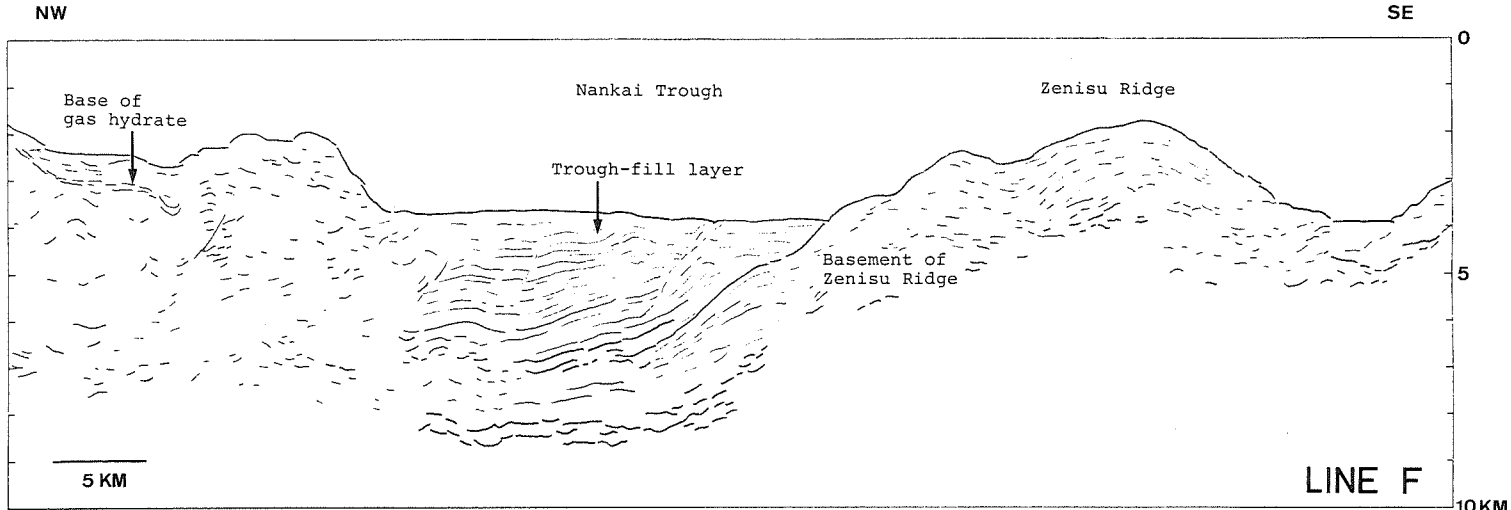


Figure 4-F

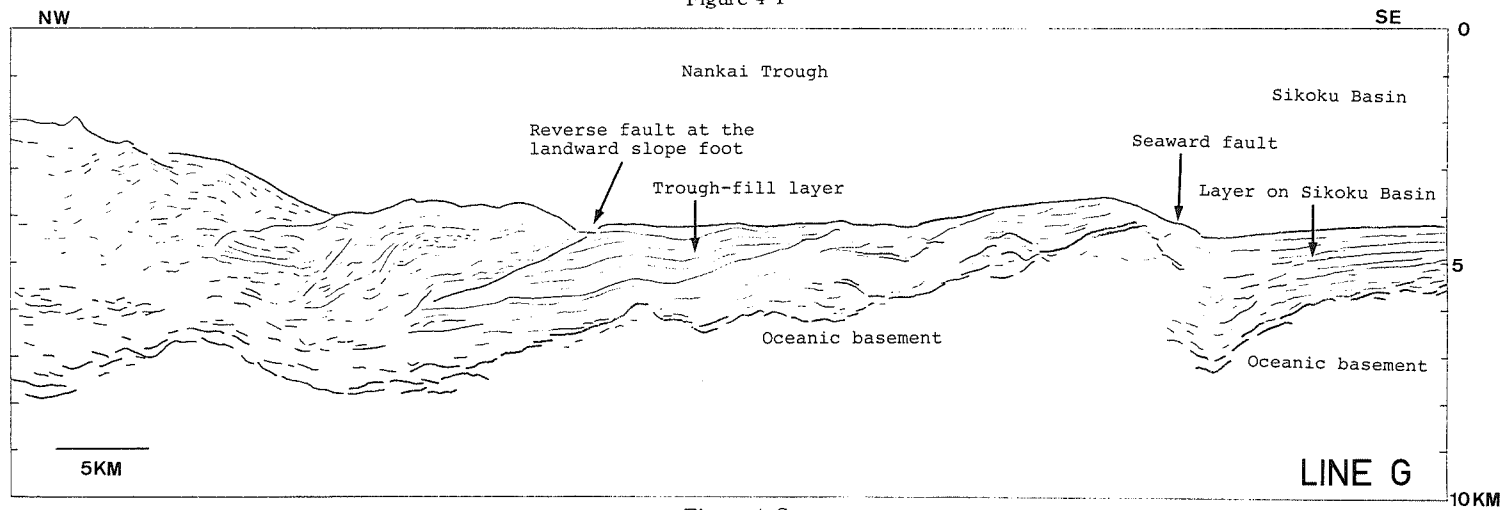


Figure 4-G

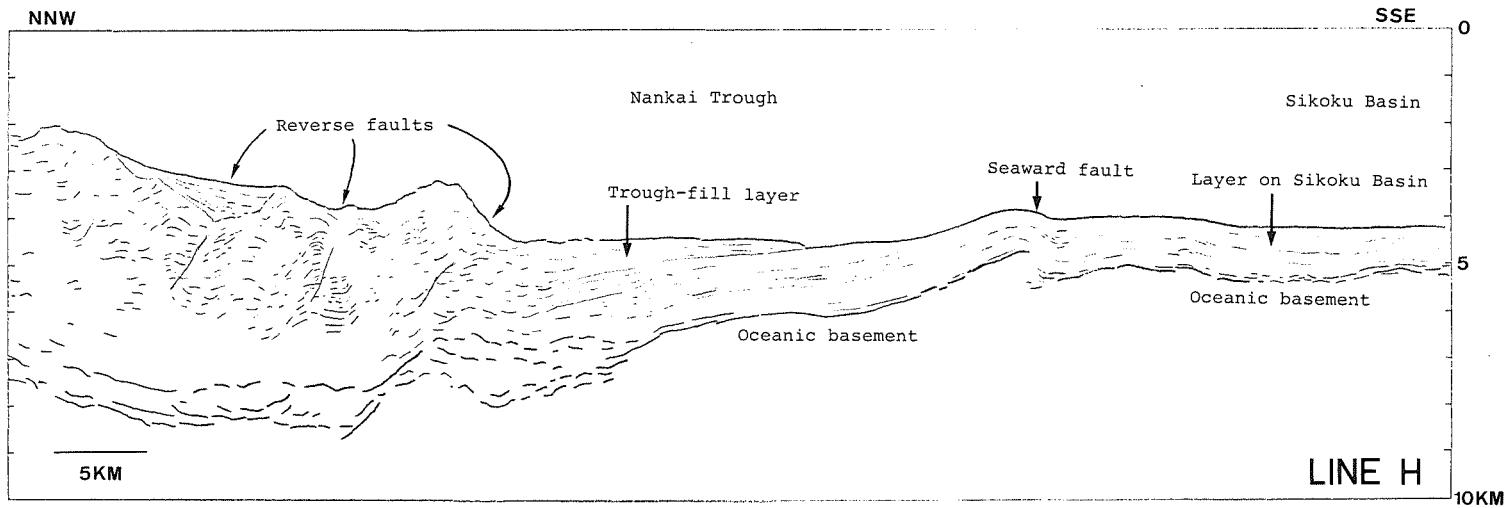


Figure 4-H

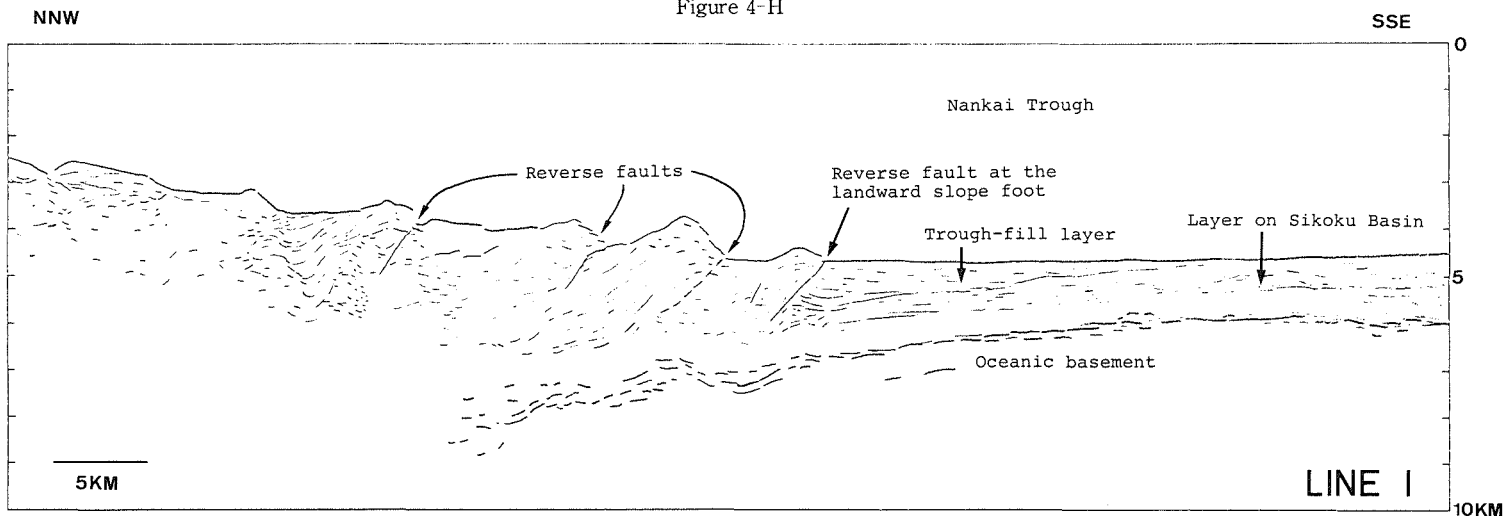


Figure 4-I

る。上位層は、下位層に比べればほぼ等層厚に堆積している。上位層を詳細にみると、最大層厚位置は上位ほど南西に移動していることが分かる(5. (3)参照)。また、上位層はゆるく下方にたわみ、現在のトラフ最深部より約3 km南西側にたわみの中心がある。

三崎海丘下は、音響的層理の乱された地層からなる。トラフ底の堆積層の音響的層理は、三崎海丘構成層にアバットしているようにみえるが、その一部は、トラフと三崎海丘の境界より三崎海丘側に連続しているようにもみえる。

三崎海丘の北東にある小凹地には、北東に傾く堆積層がある。この堆積層は厚さ約1,000mで、下位層は三崎海丘寄り、上位層は三浦半島寄りでも厚く、堆積の中心の北東方向への移動が認められる。これは、小凹地堆積層の堆積期に三崎海丘の隆起と北東への傾動が起こったことを示唆している。

## (2) B測線(第3-B図, 4-B図)

B測線では、伊豆海脚の基盤が駿河トラフの東縁から西へ約23度の急傾斜で記録され、トラフの東縁から約8 km西方の御前崎側斜面下まで連続し、A測線でみた相模トラフとは、東西逆の構造を示している。基盤は、伊豆海脚最高部で露出し、その東側では、ほぼ平坦な海底に平行するように、やや起伏を持ちながら、厚さ300~700mの堆積層の下に続いている。石廊海底谷付近は、伊豆東方線が位置するところであるが、駿河トラフでみられるような沈み込みを示す構造は認められない。伊豆海脚の駿河トラフに面する斜面には、水深1,000m付近に緩傾斜面があり、音響基盤の上に厚いところで約300mの斜面と同方向に傾く堆積層が覆っている。音響基盤は、駿河トラフで傾斜を増大し、御前崎側斜面の海底下約5 kmまで連続している。

駿河トラフ底には、厚さ約500mの水平な音響的層理の連続のよい堆積層が認められ、駿河トラフに沿って北から供給された新しい堆積層と考えられる。トラフ底水平堆積層と伊豆海脚の基盤の間には、音響的に透明な層があり、層理の連続は余りよくないが、褶曲が認められる。

トラフのすぐ西側の御前崎側斜面下部は、明瞭な褶曲構造を持つ層からなり、背斜軸が地形的な高まりとなっている。この背斜の東翼とトラフ下の透明層との間には、西に傾く断層がある(第4-B図のF①)。断層の両側に、音響的層相の似た反射面の東があり、断層を境に西側が上方に位置するので、この断層は逆断層と考えられる。御前崎側斜面は階段状の地形が顕著で、これを構成する地層は、反射面の連続がよくない。その中で、西側の地層が東側の地層の上のりあげて、ステップとなっているところがあり(第4-B図のF②)、断層面が西に傾く逆断層の変位がステップを形成していると考えられる。F②より西側斜面にも小さな階段状地形があるが、これらも、同様な逆断層の変位によって形成されたと推定できる。

御前崎海脚は大陸棚域で、音響的に不透明で海底下の構造は不明瞭である。その中に、西に傾く反射面が途切れるところがあり、断層が推定される(第4-B図のF③)。

御前崎海脚大陸棚の西は、大陸斜面上部を横切っている。天竜海底谷の浅い支谷があるが、全体に地形は平滑で西に漸深している。ここには、ゆるい褶曲を受けた厚い堆積層が記録され、その下の基盤は識別できない。この堆積層は厚いところで2,500m以上にも達し、大きな堆積盆地を形成している。地層の反射面の連続はかなりよいが、同層準であっても音響的透明層と反射面の顕著な層が水平的に隣合っている。これは、地形からみて、堆積盆地への堆積物の供給が、測線と直交する方向からあったためと考えられる。

## (3) C, D測線(第3-C, D図; 第4-C, D図)

C測線では、銭洲海嶺の音響的基盤が南海トラフから金洲ノ瀬東側斜面下まで追跡され、その傾斜角は約7度である。基盤反射面は、銭洲海嶺の麓斜面とほぼ同傾斜でトラフ底の下に入り、トラフ西端から西へ約8 kmまで続く。トラフ付近では起伏はなく一様に傾いているが、トラフ西端付近から金洲ノ瀬斜面下にかけてやや

起伏がある。D 測線でも同様に、銭洲海嶺の基盤が南海トラフから金洲ノ瀬斜面下に記録されている。銭洲海嶺斜面の傾斜とほぼ同傾斜の約14度でトラフ下に続く基盤反射面は、トラフ中央部で緩傾斜となり、起伏を持ちつつトラフ西端から約8km金洲ノ瀬斜面下へ続いている。

トラフ底には、C、D 測線ともに、銭洲海嶺側に薄く、金洲ノ瀬側に厚い楔状を呈する堆積層が認められる。トラフ底楔状堆積層の層厚は、最も厚い金洲ノ瀬斜面に接するところで、C 測線で約1,900m、D 測線で約1,500mである。トラフ底堆積層は、C、D 測線とも、上位層は音響的層理の連続のよい水平層であり、下位層は音響的に透明な西に傾く層理を持つ層である。また、下位層には銭洲海嶺基盤の起伏に平行するゆるい褶曲が認められる。

トラフの西側の金洲ノ瀬斜面下部は、C、D 両測線とも階段状の地形が顕著である。この斜面下には、不明瞭ながら西に傾く音響的層理が認められる。B 測線の御前埼側斜面と同様のこの階段状地形は、同じ成因で形成されたものと考えられ、各ステップの付け根には、西に傾く逆断層の存在が推定される。

C 測線の金洲ノ瀬には、背斜構造が認められる。また、その西側斜面にある堆積層は、下位層から上位層に堆積中心が順次西へ移動し、また、音響的層理の西への傾きも下位ほど大きい。これらの事実は、金洲ノ瀬が相対的に隆起していることを示している。これは、金洲ノ瀬が、A 測線の三崎海丘と、東西逆ながら、地殻運動からみると同様の形態を示し、その形成メカニズムも類似していると考えられる。

C 測線の金洲ノ瀬の西側凹地より更に西側には、ゆるい起伏の地形が続き、測線の西端付近には、天竜海底谷がみられる。このゆるい起伏地形下には、音響的層理の連続のよい堆積層と音響的基盤が認められる。堆積層は、天竜海底谷付近の最も厚いところで約1,800mの厚さがあり、ゆるい褶曲を受けている。この堆積層は、地形からみて、B 測線の御前埼海脚西方の堆積層と一連のものであり、C 測線は堆積盆地の周縁を横切っているものと考えられる。天竜海底谷は、地形的な凹地となっており、3kmと幅広い谷底を持っている。谷底には背斜軸が位置し、ここに露出する音響的透明層は、海底谷の両側にある一段高い平坦地下の堆積層の中・下位層に相当するという特異な構造をしている。

C 測線の西端から東へ12~23kmの間に、海底から深さ300m付近に、海底面と平行する強い反射面が存在する。これは、メタンガスを主成分とするガス分子が氷の分子格子の間にはいりこんだガスハイドレート層の下限を示す反射面 (Kvenvolden and McMenamin, 1980) と考えられる。同様の反射面は、C 測線の西端から48~60km付近にも認められる。

#### (4) E、F 測線 (第3-E、F図; 4-E、F図)

E、F 測線では、銭洲海嶺北西斜面に連続する反射面が、B~D 測線と同様、南海トラフ下に斜めに記録されている。E、F 測線とも、この反射面は、銭洲海嶺下部斜面とほぼ同傾斜でトラフ下に続き、トラフ中央部で連続が不明瞭となるものの、傾斜がゆるくなり、トラフ北西部で起伏を示しつつ続いている。この反射面は、B~D 測線でみた伊豆海脚または銭洲海嶺の基盤反射面と一連のものと考えられる。しかし、E、F 測線では、この反射面の下にこれと平行する音響的層理が認められ、特に、トラフ南東部で顕著である。トラフ中央部には、この銭洲海嶺から続く反射面の下にこれとほぼ平行する強い反射面が記録されている。この下方の反射面は、F 測線できりわけ顕著である。この下方の反射面は、G~I 測線の海洋基盤に相当する反射面に続くと考えられる。これは、G 測線とF 測線との間の南海トラフ軸に沿うマルチチャンネル反射法音波探査断面 (石油資源開発株式会社の未公表資料) を利用させて頂いて対比したものである。

南海トラフ底には、E 測線で2,500m、F 測線で3,000mに達する南東に薄く、北西に厚い楔状堆積層が認められる。E 測線の楔状堆積層は、連続のよい音響的層理の明瞭な層からなり、トラフの北西では、顕著なゆる

い褶曲を受けている。その背斜軸は、地形的にもわずかな盛り上りとなり、銭洲海嶺斜面から続く反射面も盛り上っている。また、E測線の楔状堆積層は、上下2層に区分でき、銭洲海嶺側では、下位層は銭洲海嶺斜面から続く反射面に、上位層は下位層の堆積頂面に、それぞれアバットして堆積している。上位層はほぼ水平に堆積しているが、下位層は北西に傾いている。F測線の楔状堆積層は、音響的層理の連続のよい一連の堆積層である。この堆積層の特徴は、小さな変位・変形を受けていることにある。トラフの中央付近には、小さな変位の逆断層群（第5図）が、また、これよりやや北東側には、小さな断層や褶曲が認められる。いずれも、水平圧縮による変位・変形と考えられる。

E、F測線とも、トラフの陸側（北西側）斜面は起伏ある地形で、その下は、音響的層理は極めて不鮮明で、大きな変形を受けたものと考えられる。斜面の脚部に接するトラフ下にも、斜面下と同じように音響的層理の不鮮明な層が続いている。斜面の途中には、わずかに識別できる音響的層理の食い違いから逆断層が推定されるところがあり、G～I測線でみられる逆断層と同じく水平圧縮により形成されたものと思われる。

F測線の北西端から約10kmまでには、C測線でみられたのと同様のガスハイドレート層の下限と考えられる海底に平行な強い反射面が認められた。

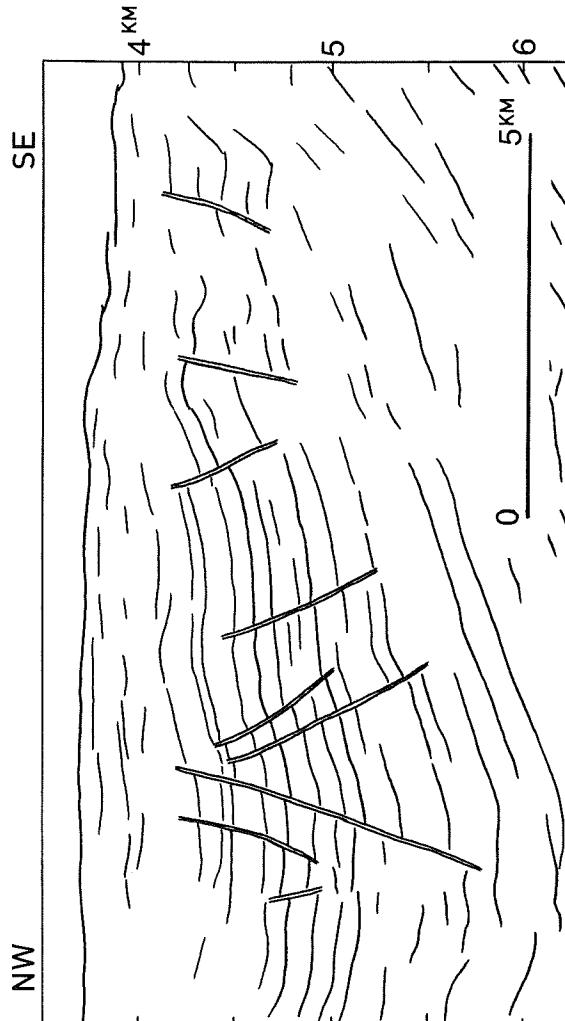


Figure 5 Reverse fault system in the Nankai Trough on enlarged migrated section along Line F.

## (5) G, H, I測線 (第3-G, H, I図; 4-G, H, I図)

I測線では、四国海盆から南海トラフ下に連続のよい強い反射面が認められる。この強い反射面は、村内(1975)の四国海盆の屈折波探査データと対比すると、海洋基盤(第2層)の上面と考えられ、G, H測線でも極めて顕著である。この反射面は、陸側斜面下に起伏を持ちつつ斜めに傾いて連続している。起伏をならした平均の傾きは3~5度で、陸側斜面脚部から北西あるいは北北西にG測線で約30km, H測線で約25km, I測線で約20km追跡できる。

四国海盆では、海洋基盤と考えられる反射面の上に1,000~1,500mの基盤を平行に覆う堆積層がのっている。この堆積層は三層構造をしており、上部と下部に音響的透明層があり、その間に音響的層理の密な不透明層がはさまっている。この堆積層は、海洋基盤の上に堆積した遠洋性または半遠洋性堆積層と考えられる。

南海トラフでは、音響基盤と平行に傾いた四国海盆堆積層の上に、海側に薄く陸側に厚い楔状堆積層が埋められている。G, H, I測線の楔状堆積層は、陸側斜面脚部で最も厚く、それぞれ約1,000m, 1,300m, 1,300mの厚さがあり、音響的層理の連続のよい堆積層である。G測線の楔状堆積層は、全体にゆるい褶曲を受けているが、H, I測線では、ほぼ水平に堆積している。

トラフの陸側斜面は、いずれの測線も音響的層理が乱れており、大きな変位・変形を受けたと考えられるが、E, F測線を比べると、音響的層理の残る部分が塊状となるところどころに認められる。G, I測線の陸側斜面脚部には、記録パターンから明らかに断層面が北西に傾く逆断層が認められ、G測線の逆断層は約8度と低角の断層面を持っている。G, I測線の陸側斜面脚部逆断層は、いずれも、トラフ底堆積層が陸側斜面の下に入り込んでいる、または、陸側斜面構成層がトラフ底堆積層の上のりあげていることが分かる。更に、I測線では、陸側斜面構成層が褶曲を受けて、この断層の変位とともに地形的な高まりを形成していることが、音響的層理のたわみ方から読みとれる。一方、陸側斜面の中腹にも、音響的層理のずれから幾つかの断層面が陸側に傾く逆断層が識別でき、陸側斜面の高まりと凹地の交互する地形は、逆断層によると、褶曲によって形成されたものと考えられる。これらの変位・変形は水平圧縮応力によるものであり、南海トラフにおける海洋基盤の沈み込みを裏付ける構造といえる。これと同様の構造は、南海トラフ西部の四国沖のマルチチャンネル反射法音波探査記録(玉野ほか, 1981; Nasu et al., 1982)にも明瞭に認めることができる。

G, H測線では、トラフの海側に、海洋基盤反射面を切る南南東落ちの断層が認められる。変位は、G測線で約3,000m, H測線で約600mであり、断層のトラフ側は地形的な高まりとなっている。G, H測線は約70km離れているが、この断層は、トラフの海側に位置することや落ちの方向が同じであることから、一連のものと考えられる。

## 5. 考察

### (1) 南海・駿河トラフにおけるフィリピン海プレートの沈み込み

B~I測線で、音響的基盤の反射面が、トラフ底から陸側斜面下に追跡された。これは、フィリピン海プレートが、南海トラフ東部及び駿河トラフにおいて、アジアプレートの下に沈み込んでいることを、端的に示すものと考えられる。B~I測線の深度断面図から作成した音響基盤の等深度線図を第6図に示す。G~I測線の海洋基盤(第2層)は、北北西方向に3~5度の傾斜角で沈み込んでおり、起伏もかなりあることが分かる。E, F測線付近では北西方向に5~10度で、B~D測線付近の駿河トラフでは西北西方向に7~23度で沈み込んでいる。基盤反射面の最大傾斜方向は、トラフの軸の方向にはほぼ直交し、その角度は、潮岬沖から駿河湾方向へ向うに従い急傾斜となっている。ただし、B~D測線の基盤反射面は、伊豆海脚または銭洲海嶺の基盤反

断面であり、E、F測線へも追跡できる。この反射面は、G～I測線の海洋基盤より上位に位置するものである。B～F測線では、トラフの海側（東または南東側）に伊豆海脚、銭洲海嶺といった高まりがあるため、複雑なものとなっていると考えられている。

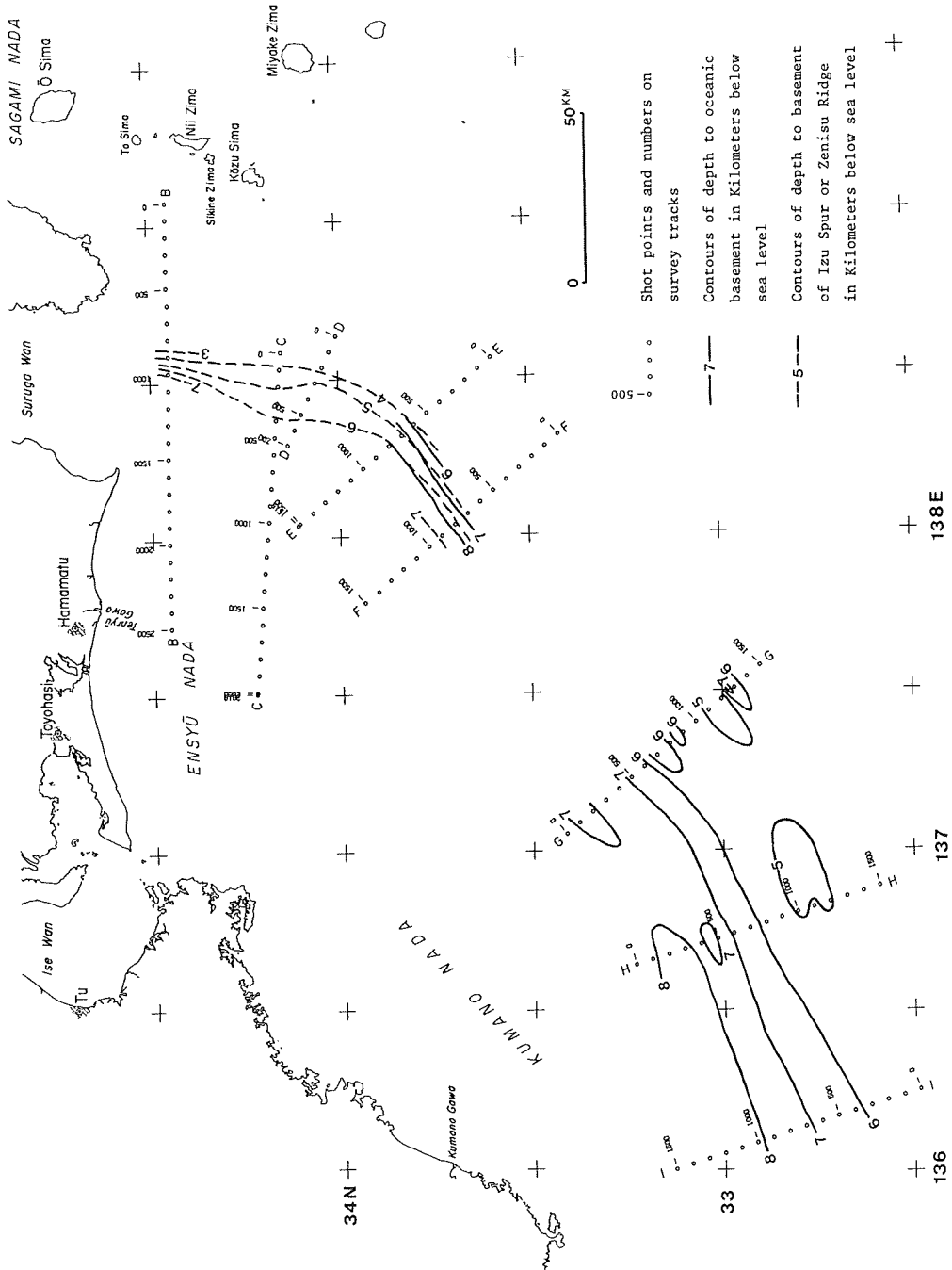


Figure 6 Contour map of oceanic basement subducted at the Nankai Trough.

Contour interval 1 km.



## (2) 陸側斜面の構造

トラフの陸側斜面は、いずれの測線でも大きな変位・変形を受けた音響的層理の不明瞭な地層からなる。ここでは、水平圧縮応力の卓越した逆断層や褶曲構造が認められる。G、I 測線の陸側斜面脚部で分かるように、この地層は、逆断層をはさんでトラフ底の楔状堆積層にのりあげており、トラフ底楔状堆積層の変形したものと考えることができる。I 測線の陸側斜面脚部の逆断層が、最もよくこのことを裏付けている。また、E 測線のトラフ内の北西寄りにある背斜構造は、地形もわずかに盛り上げ、陸側斜面にある高まりに成長する直前のものと考えられる。

こうしてみると、トラフの陸側斜面は、いわゆる付加プリズム（小林及び佐藤，1979）と呼ばれる瓦状つき上げ構造の典型的なものといえる。E～I 測線の起伏の激しい陸側斜面は、この付加プリズムと考えられ、B～D 測線の陸側斜面基部の階段状地形もその可能性がある。付加プリズムは、G～I 測線付近のように、20～30kmの幅の起伏地形を形成する形態と、B～D 測線付近のように階段状地形を形成する形態との2種類があることになる。この差異は、沈み込む音響基盤の角度と海洋プレートの進行方向、そして陸側斜面の原地形に規制されて生じたものと考えられる。

南海トラフの陸側斜面には、ridge and trough zoneの内側に位置するひときわ高い外側海嶺があり、熊野トラフの外縁の高まりとなっている。茂木（1975）は、この外側海嶺は、第1、第2天竜海丘を通して、御前崎海脚に続く隆起帯であるとした。今回の調査では、この外側海嶺をB、C 測線で横切っている。その地下構造は不明瞭であるが、この外側海嶺はトラフ軸にほぼ平行で、斜面下部の小さなridgeと地形が類似していることから、付加プリズムの成長したもの、あるいは、押し込みによって隆起したものと推定できそうである。外側海嶺は、Seely(1979)の言うstructural highに相当し、熊野トラフの堆積盆地は、forarc basinに当らう。B 測線の御前崎海脚の西方に認められた堆積盆地もこのforarc basinであり、水平方向の圧縮と海底谷の侵食により、やや起伏のある地形をしているものと思われる。この問題については、本誌の桜井及び佐藤（1983）が詳しく述べている。

## (3) 付加プリズムの瓦状積み重ね構造の形成過程

付加プリズムは、プレートの沈み込み運動に伴う水平圧縮応力により、海溝底堆積物などの表層部が、瓦を積み重ねたような構造を形成するものである。一枚一枚の瓦の内部は強い変形を受け、瓦と瓦の間は、陸側に傾斜する断層面を持つ逆断層で境される（第7図；Seely et al., 1974）。今回の音波探査断面図にも、これを裏付ける構造が、南海トラフの陸側斜面下部に明瞭に認められた。

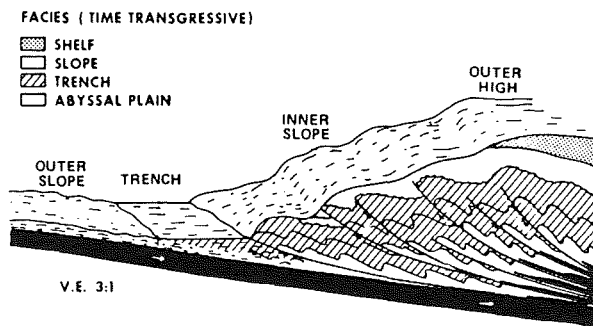


Figure 7 Trench margin model: facies patterns (Seely et al., 1974).

ここで、この瓦状積み重ね構造の形成過程について、一つの考え方を示そう。海洋基盤は、陸側斜面下に沈み込む際押し曲げられ、海洋基盤表面には、水平伸張力がかかり（第8図a）、断裂——正断層——が生ずる。この断裂は、海洋基盤を覆う海洋底堆積物とその上の海溝底楔状堆積層に影響を与える。この影響は、はじめ、下位の海洋底堆積では主に断裂が、上位の楔状堆積層では地層が切れるまでに到らず、たわむ程度であろう（第8図b）、海洋基盤の沈み込みの進行に伴い、海溝底楔状堆積層などの表層部は、陸側地塊に押しつけられ水平圧縮力がかかる。表層のたわみ——褶曲——は変形を増し、ついには、海底面まで達する断裂——逆断層——が生じ、陸側に盛り上がる地塊が形成される（第8図c）。この地塊が、両側を逆断層で区切られた一枚の瓦となる。沈み込みの継続により、水平圧縮力の解消は、逆断層と褶曲によってなされ、瓦は順に積み重なっていく。この考え方は、瓦状地塊の形成のきっかけを、海洋基盤の張力による断裂に求めた考え方である。

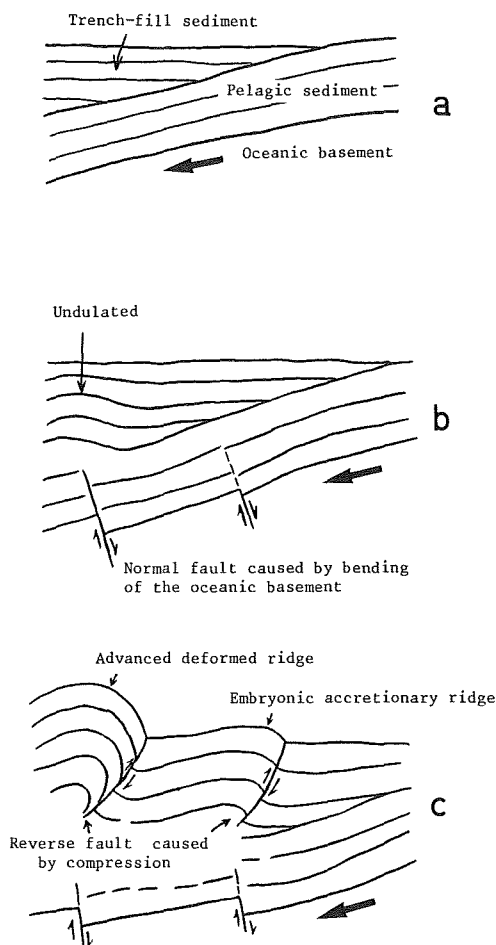


Figure 8 Built up process model of accretionary prism.

南海トラフの断面図（第3図）では、海洋基盤の起伏がトラフの陸側斜面下で顕著となっていることや、I測線の陸側斜面脚部の構造がこの考え方を裏付けるものである。I測線の南海トラフと陸側斜面の境界付近を詳細にみることにしよう（第9図）。陸側斜面脚部の最も新しい付加リッジは、音響的層理を読みとることができ、リッジには背斜軸が、斜面脚部逆断層のトラフ側には向斜軸がみられる。はじめに褶曲で曲げられた楔状

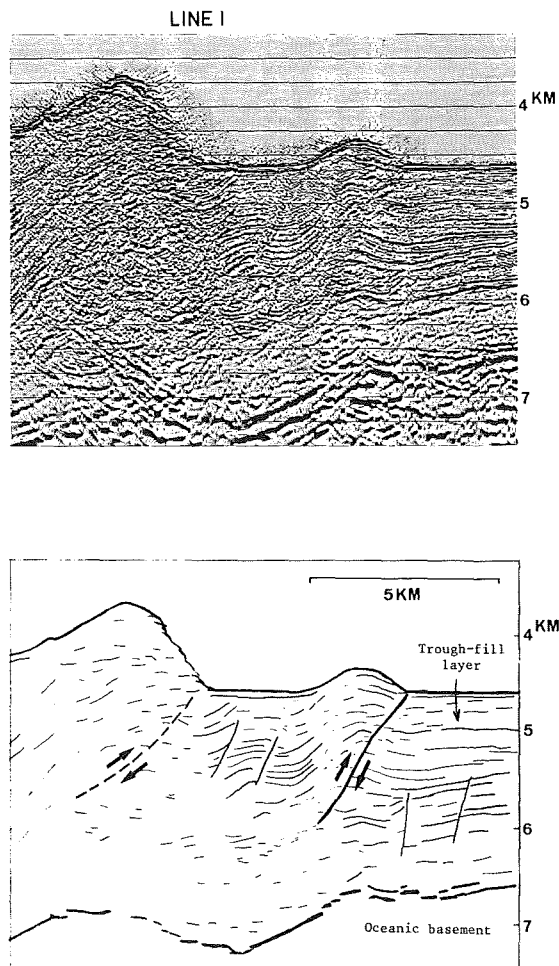


Figure 9 Enlarged migrated depth section of the landward slope foot along Line I (above), and its line drawing (below).

堆積層が、その後逆断層により切れたと考えられる。第9図の海洋基盤にも起伏があるが、これは、楔状堆積層を变形させた逆断層によるものとは考えにくく、沈み込みに伴う曲げによる正断層によって生じたものと推定される。第9図で、トラフ側の四国海盆堆積層を切る2本の断層は正断層のようであり、海洋基盤の変位が直接反映したものと考えられる。なお、G測線のトラフ底楔状堆積層のゆるい褶曲は、海洋基盤の起伏と調和的であり、第8図bの段階と推定される(第3-G及び第4-G図)。

#### (4) 相模トラフ底堆積層の構造

相模トラフを横切るA測線では、トラフ底に厚い堆積層が認められた。この堆積層は、南海トラフ底の堆積層が、海側に薄く、陸側に厚い楔状をしているのに対し、若干異なる堆積状況をしている。第10図に、A測線の単純化した断面図とトラフ底堆積層の層厚分布を示した。この図は、最下位層の第1層が、三崎海丘に向けて厚さを極端に増し楔状となっているのに対し、第2層より上位層は、層厚変化は余りないものの、最大層厚部が、徐々に北東から南西に移動していることを示している。これは、第2層堆積期ごろまでは、南海トラフのように沈み込んでおり、トラフ底堆積層も基盤の傾き下がりに対応し楔状を呈していたが、それ以後は、沈み込まず、基盤の傾き下がりがないことにより、トラフ底堆積層はほぼ等層厚に堆積したことを示すものと

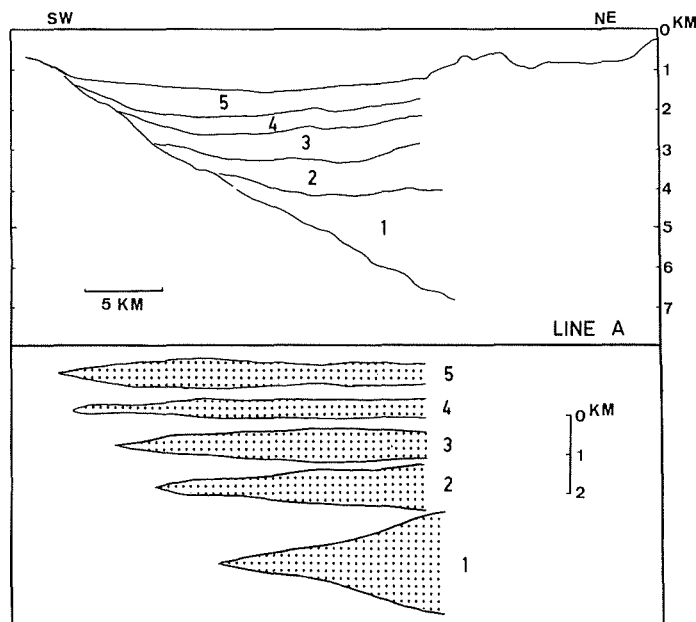


Figure 10 Simplified line drawing of the trough-fill layers in the Sagami Trough, along Line A (above), and thickness distribution of trough-fill layers (below).

考えられる。これは、相模湾内では、フィリピン海プレートがユーラシアプレート下から、現在は抜け出しているという考え（中村及び島崎，1981）と矛盾しない。

#### (5) 南海トラフ底の楔状堆積層

南海トラフ底には、楔状堆積層がC～Iのどの測線でも普遍的に認められた。深度断面図では、この楔状堆積層が詳細に読みとれるので、地形との関係とともに考察する。

トラフ底の地形を第1図の地底地形図でみると、トラフ底の中に狭い溝が認められる。この溝は、わずかに蛇行しながら、南西あるいは西南西に向けて追跡できる。顕著な溝は、F、G測線が横切る付近にある。しかし、この溝はトラフの全域にあるわけではなく、トラフ底全体が平滑なところもある。この2つの部分は、いわば、谷川の「瀬」と「淵」の関係に似ている。F、G測線付近は「瀬」、C、D、I測線付近は「淵」に当たる。第11図にトラフの地形断面図を示した。この付近の南海トラフは南西に向うほど深くなっており、第11図Bの点線で示した溝の存在する部分、すなわち「瀬」は、トラフ底がやや急傾斜になっているところに対応し、「淵」は緩傾斜の部分に対応していることが分かる。

トラフ底の楔状堆積層は、天竜海底谷や駿河トラフなどを運搬経路とした陸源性タービダイトであり、堆積物は南西に向けて運搬され、前述の溝はその経路と考えられる。深度断面図からみると、地形上では溝を持つ「瀬」に当たるF、G測線では、褶曲や断層により変位・変形を受けたやや古い楔状堆積層が認められる。例えば、F測線の楔状堆積層には、変位の小さな多くの逆断層が認められる（第5図）。これに対し、「淵」にあたるC、D、I測線の楔状堆積層は、ほとんど変位・変形を受けていない新しい水平層である。このことから、「淵」の部分は、現在タービダイトの堆積が進行している場所で、「瀬」の部分は、タービダイトの堆積が一時休止している場所と考えられる。

E、H測線の楔状堆積層は、上下2層に区分でき、上位層は北西に傾斜した下位層に対しアバットして堆積している。2層間にある堆積間隔は、その期間、トラフ底が「瀬」であったことを意味するのかも知れない。

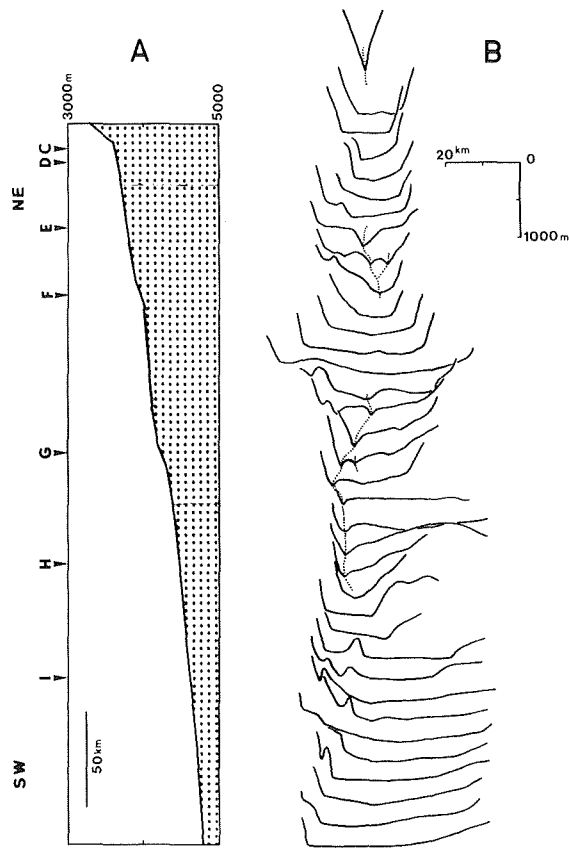


Figure 11 Profiles of the eastern Nankai Trough. A: Longitudinal profile along the axis of the Trough, C-1 show the cross points of the seismic lines, B: Cross sections at every 10 km, dotted lines show the small channels in the Trough.

#### (6) 速度構造

データ処理の途中、重合を行う前とマイグレーションの前に、地層内の音波伝搬速度の解析を行っている。その結果、各地層内のP波速度をまとめると次のとおりである。

トラフ底堆積層は、1.8~3.0km/secで、表層から下部に向い速度を増す。ただし、A測線の相模トラフの下位層では、3.0km/secを越えている。四国海盆堆積層は、1.6~2.9km/secであり、トラフ底堆積層とほぼ同じ速度を示す。トラフ底付近で楔状堆積層に覆われたところでは、2.2~3.2km/secと速い。陸側斜面変形層は、明瞭な反射面が少ないため、詳細な構造はつかめないが、表層で約2km/secで、音響基盤に近づく付近で約4km/secに達する。四国海盆の海洋基盤は、その上面反射面以下にはほとんど反射面がなく、速度は求められなかった。ただ、H測線の南端から15km付近に深い反射面があり、これで判断する限りでは4~6km/secとなる。

#### 6. まとめ

水路部は、フィリピン海プレート北端部に位置する南海、駿河、相模トラフを横切る9本の測線において、マルチチャンネル反射法音波探査を、1980年から1981年にかけて実施した。海上作業は、石油資源開発株式会社の開洋丸により実施され、得られたデータは、電子計算機によりデコンボリューション、速度解析、共通反射点重

合、タイムマイグレーション等の処理を行い、音波探査断面図を作成した。その結果、次のようなことがわかった。

- (1) 音波探査断面図には、フィリピン海プレートの海洋基盤あるいは伊豆半島や銭洲海嶺の基盤が、トラフからユーラシアプレート側斜面下に斜めに傾き下がっている様子が描き出され、プレートの沈み込みを示すものと考えられる。南海・駿河トラフでの基盤の傾斜角は、紀伊半島沖でゆるく北東の駿河湾寄りほど急になっている。また、基盤の最大傾斜方向は、トラフに直交するように北北西から北西、西北西方向に変化している。
- (2) 南海・駿河トラフの陸側斜面下部には、水平圧縮応力による逆断層や褶曲が認められ、トラフ底楔状堆積層の変形した付加プリズムが形成されている。
- (3) 南海トラフ底堆積層は楔状を呈し、水平層理が認められるが、場所により、水平圧縮応力によるゆるい褶曲や逆断層も認められた。相模トラフ底では、下位に楔状、上位にほぼ等層厚の堆積層が認められた。
- (4) G, H測線には、四国海盆側に海洋基盤を切る南落ちの断層が認められ、断層のトラフ側は高まりとなっている。
- (5) 陸側斜面の一部に、ガスハイドレート層の下限反射面と考えられる海底に平行な強い反射面が認められた。

本稿をまとめるに当たり、調査の推進に尽力された科学技術庁研究調整局、海上作業、資料処理を担当した石油資源開発株式会社のスタッフ、海上作業の監督にあたった水路部測量課 鈴木進氏、南海、相模トラフの変動地質地質構造調査を担当し有意義な意見をいただいた同課本間憲治氏、第三管区海上保安本部 桂忠彦氏、また、海上作業にご協力いただいた神奈川・静岡両県の県水産部、漁業関係者、そして、関係保安部の方々に、厚く感謝する。

#### 引用文献

- 青木治三 1980：駿河湾西方における深発地震帯，地震予知シンポジウム（1980），97-102
- Inoue, E., ed 1978：Investigation of the continental margin of southwest Japan, *Cruise Report, No. 9*,  
*Geol. Surv. J.*
- 石橋克彦 1976a：東海地方に予想される大地震の再検討——駿河湾大地震について——，地震学会講演予稿集，  
No. 2, 30-34
- 石橋克彦 1976b：「伊豆半島東方線—西相模湾断層」と伊豆異常隆起の解釈—フィリピン海プレート最北境界の二重構造—，地震学会講演予稿集，No. 2, 29
- 岩瀨義郎 1970：紀伊半島沖の地形・地質，島弧と海洋，東海大学出版会，149-154
- 海上保安庁水路部・地質調査所 1981：相模トラフ及び駿河トラフ南部のマルチチャンネル反射法音波探査(1)，  
地震予知連絡会会報，26, 212-215
- 海上保安庁水路部・地質調査所 1982a：相模トラフ及び駿河トラフ南部のマルチチャンネル反射法音波探査(2)，  
地震予知連絡会会報，27, 238-239
- 海上保安庁水路部・地質調査所 1982b：南海・駿河・相模トラフのマルチチャンネル反射法音波探査，地震予知  
連絡会会報，28, 239-247
- 小林和男・佐藤任弘 1979：海洋大陸境界部の構造と発達(I)——活動縁辺域（島弧—海溝系と縁海）——，  
岩波講座地球科学11, 175-252

- Kvenvolden, K.A. and McMenamin, M.A. 1980 : Hydrates of natural gas : a review of their geological occurrence, *U.S. Geol. Surv. Circular*, No. 825
- 茂木昭夫 1975 : フィリピン海北縁部の海底地形——Outer Ridge について——, *海洋科学*, 7, No. 8, 27-32
- 茂木昭夫・桂 忠彦・中嶋 逞・桜井 操・加藤 茂 1981 : 駿河・相模トラフ付近の海底調査概報, *月刊地球*, 3, No. 7, 443-451
- 茂木昭夫・佐藤任弘・桜井 操・鈴木 進・加藤 茂・中条純輔・村上文敏・西村清和 1982 : マルチチャンネル反射法による観測調査, フィリピン海プレート北端部の地震テクトニクスに関する特定総合研究中間報告書, 科学技術庁研究調整局, 41-49
- 茂木昭夫・桜井 操 1980 : 伊豆半島西岸の深い大陸棚外縁について——駿河トラフでのサブダクションを示唆する——, *地震予知シンポジウム* (1980), 117-121
- 村内必典 1975 : フィリピン海の海底地殻構造, *海洋科学*, 7, No. 8, 33-38
- 村内必典 1982 : 屈折法による海底地震波速度構造調査, フィリピン海プレート北端部 (東海地域等) の地震テクトニクスに関するシンポジウム予稿集, 5-6
- 中村一明・島崎邦彦 1981 : 相模・駿河トラフとプレートの沈み込み, *科学*, 51, No. 8, 490-498
- Nasu, N., et al. 1982 : Multi-channel seismic reflection data across the Nankai Trough, *IPOD-Japan Basic Data Ser.*, 4, Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo, Japan
- 岡山俊郎 1968 : フォッサマグナに関連した地形, *日本地質学会第75年秋期学術大会総会討論会資料“フォッサ・マグナ”*, 243-252
- 桜井 操・茂木昭夫 1980 : 駿河トラフ (舟状海盆) のマルチチャンネル反射法音波探査, *水路部研究報告*, No.15, 1-21
- 桜井 操・茂木昭夫・中条純輔・宮崎光旗 1981 : 常盤沖のマルチチャンネル反射法音波探査, *水路部研究報告*, No.16, 1-24
- 桜井 操・佐藤任弘 1983 : 東海沖 Outer Ridge の地質構造, *水路部研究報告*, No.18
- 佐藤任弘・茂木昭夫 1975 : 日本周辺大陸縁辺部の海底II, *科学*, 45, No.10, 622-629
- Seely, D.R., P.R. Vail and G.G. Walton 1974 : Trench slope model, in C.A. Burk and C.L. Drake eds., *The Geology of Continental Margins*, Springer-Verlag, New York, 249-260
- Seely, D.R. 1979 : The evolution of structural highs bordering major forarc basins, *Ame. Asso. Petro. Geolo. Memoir*, No.29, 245-260
- 杉村 新 1972 : 日本付近におけるプレートの境界, *科学*, 42, No. 4, 192-202
- 玉野俊郎・鳥羽武文・青木 豊 1981 : 反射地震法による日本海溝・南海トラフの海溝斜面探査, *物理探鉱*, 34, No. 4, 204-221