

## 相模トラフのマルチチャンネル反射法音波探査

加藤 茂\*・富安 義昭\*\*・土岐 嘉孝\*\*\*

### MULTI-CHANNEL SEISMIC REFLECTION SURVEY IN THE SAGAMI TROUGH

Shigeru Kato\*, Yoshiaki Tomiyasu\*\* and Yoshitaka Doki\*\*\*

#### Abstract

In 1984 and 1985, a multi-channel seismic reflection survey on the six survey lines were carried out by the Survey Vessel Takuyo of the Hydrographic Department of Japan in the Sagami Trough bordering the northeastern margin of the Philippine Sea plate. The survey has revealed some characteristics of the geological structure in the Sagami Trough.

Acoustic basement reflector of the southern trough slope is traced beneath the Awa Canyon and bottom of the trough near the Boso Canyon. The basement is inclined northeastward, so the Philippine Sea plate is overlain by the Eurasia plate. Well-deformed layer and inclosed meandering canyon in the central part of the Sagami Trough presents a contrast to the other convergence boundary of plates. These indicate the change of tectonics after sedimentation of the layer and support the change of the direction of the plate motion. There is a large possibility that a zone of the Boso Canyon is a former accretionary prism, when the Philippine Sea plate moved to north and subducted beneath the northern slope.

#### 1. はじめに

海上保安庁水路部では、地震予知計画の一環として、フィリピン海プレート北縁部に位置しプレートの収束境界と考えられている南海・駿河・相模トラフの精密な海底調査を進めている。この調査によって、詳細な海底地形、地質構造、地磁気異常、重力異常がしだいに明らかになり、プレート境界域におこる地震の発生メカニズムの解明や、将来高密度に展開されるであろう海底観測網の適正配置に資することが期待される。

これらの調査の一環として、1984-1986年には相模トラフ海域の集中的な海底調査が行われた。調査項目は、ナローマルチビーム測深機（シービーム）による精密海底地形調査、マルチチャンネル（12ch）反射法音波探査、シングルチャンネル音波探査、地磁気、重力測量であった。

本稿では、これらの調査のうち1984-1985年に実施した相模トラフにおけるマルチチャンネル反射法音波探査の断面図を示すとともに、これをもとに、プレート境界域としての相模トラフの地質構造について若干の考察を行った。

---

Received 15 January 1987

\* 海洋調査課 Ocean Surveys Division

\*\* 第六管区海上保安本部水路部 Hydro. Dept. 6th R.M.S. Hqs.

\*\*\* (株)エスピーシー SPC CO., LTD.

## 2. 相模トラフの概観

相模トラフは相模湾奥から房総半島と伊豆大島の間をぬけて伊豆・小笠原海溝に至る長さ300kmを超す長大な深みである(第1図)。相模トラフの軸は、何度か屈曲しながらも全体的には東南東方向にのび、深さを増している。

今回マルチチャンネル反射法音波探査を実施したのは相模トラフの中・東部海域である。この付近では相模トラフ底の両縁に2本の海底谷(北側の房総海底谷と南側の安房海底谷)がほぼ平行して走っている。両海底谷の地形には大きな違いがみられる。房総海底谷は顕著な穿入蛇行谷であるのに対し、安房海底谷は上流部で緩い傾斜の谷壁を持つ浅い谷で、下流部ではいくつかの円形凹地を連ねた峡谷状の谷となっている。相模トラフの南側斜面は北東に傾く平滑で一様な斜面である。これとは対照的にトラフの北側斜面は、房総海底崖、千倉海丘列、深海平坦面があり、より複雑な地形を示している。この海域の海底地形については加藤ほか(1985)や竹内(1986)に論じられている。

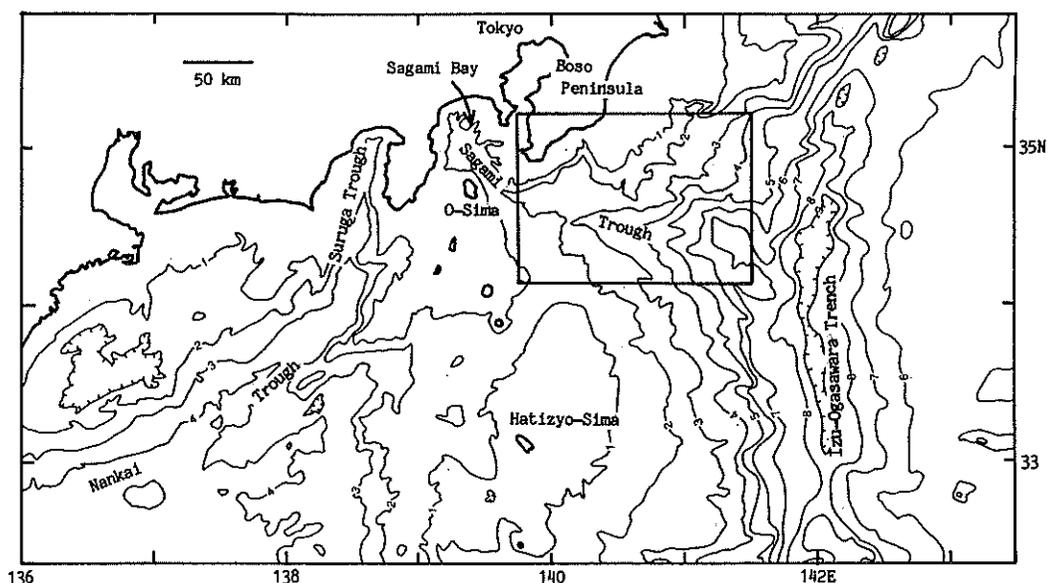


Figure 1. Location map of the Sagami Trough. The box shows the area of Figure 2.

## 3. 測線

1984, 1985年それぞれ3本の測線計6本が設定された(第2図)。各測線の両端の位置と長さは次のとおりである。

A 測線 (1985-M 4)	34°15'N, 140°03'E	34°48'N, 140°23'E	69km
B 測線 (1984-M 1)	34°42'N, 140°32'E	34°31'N, 140°24'E	25km
C 測線 (1985-M 6)	34°46'N, 140°45'E	34°19'N, 140°27'E	57km
D 測線 (1984-M 3)	34°12'N, 140°59'E	34°34'N, 141°25'E	58km
E 測線 (1985-M 5)	34°49'N, 140°26'E	34°47'N, 140°45'E	28km
F 測線 (1984-M 2)	34°31'N, 140°25'E	34°34'N, 141°26'E	92km

A 測線と C 測線は相模トラフの走向にほぼ直交する北東-南西方向の測線である。両測線とも相模トラフ

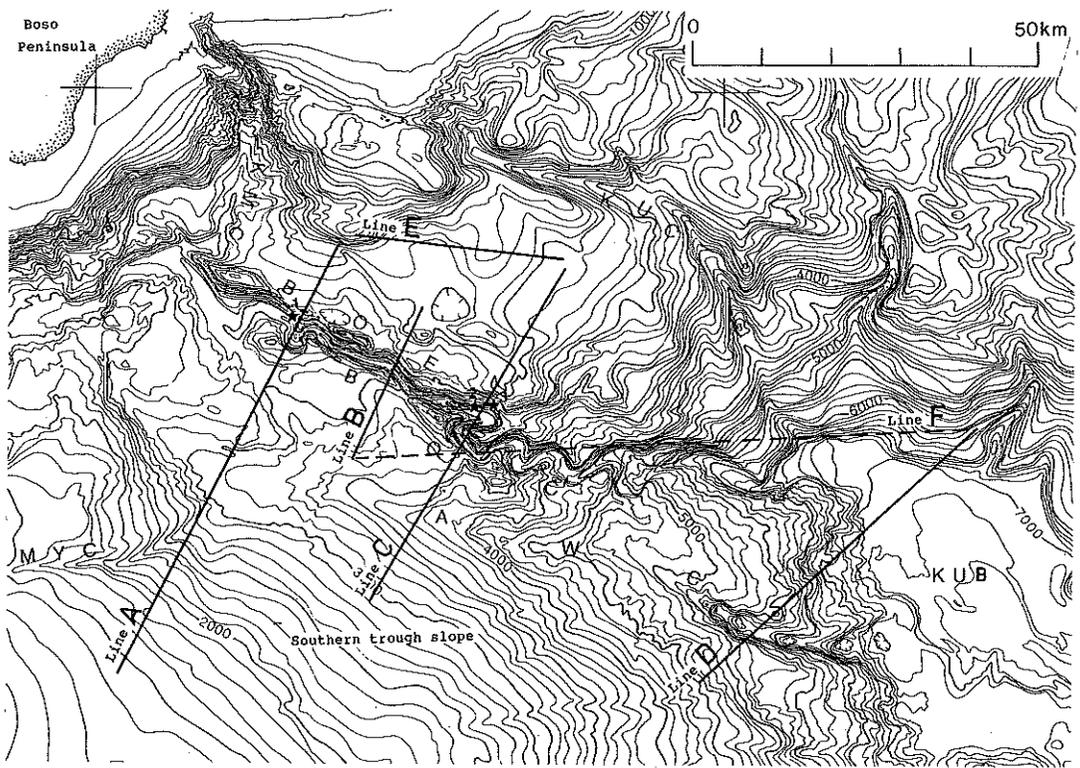


Figure 2. Bathymetric map of a part of the Sagami Trough and multi-channel seismic survey lines. 1 to 3 show the dredge points reported by Fujioka et al. (1984) and Shiba and Hanada (1985).

KMC: Kamogawa Canyon (鴨川海底谷), KUC: Katura Canyon (勝浦海底谷), BOC: Boso Canyon (房総海底谷), AWC: Awa Canyon (安房海底谷), MYC: Miyake Canyon (三宅海底谷), BOE: Boso Escarpment (房総海底崖), KUB: Katura Basin (勝浦海盆)

の南側斜面からトラフ底の両縁に位置する安房海底谷，房総海底谷を横切り，トラフ北側の深海平坦面に至る。

B測線は相模トラフ底から房総海底谷を経てトラフ北側の深海平坦面までの測線である。

D測線はトラフ南側斜面から安房海底谷の下流峡谷部を横切り，房総海底谷の末端に広がる水深約7000mの勝浦海盆を横切りその北側の斜面まで達する。

E測線はトラフの北側にある深海平坦面を東西に走る測線であり，F測線は房総海底谷にほぼ沿う東西方向の測線である。

#### 4. 現地作業及びデータ処理

現地作業は測量船「拓洋」により1984年6月と1985年7月に行われた。音源はBOLT社製エアガン1600 B (466立方インチ) を使用し，受信部はSEC社製12チャンネルストリーマーケーブル (チャンネル間隔50m，記録部長600m) を用いた。ストリーマーケーブルには3か所に深度調節器をとりつけ，ケーブル深度は10～13mに保持され，ストリーマーケーブル末端にはフラッシュャーとレーダーリフレクター付きのテールパイ

が取付けられている。船速は4~5ノットで50m航走する毎に発音し、記録はTI社DFS-V地震探鉱機によって記録長6秒、サンプル間隔2ミリ秒でデジタル収録された。

取得データは、デコンボリューション、共通反射点6重合、フィルタリング、マイグレーション、深度変換等の処理がなされた。

## 5. 断面図とその解釈

### (1) 地層区分

第3~7図にF測線を除く5測線のマイグレーション断面とその解釈図を示した。房総海底谷以南の区域では音響的層相などからSA~SDの4層に地層区分を行った。各層の音響的特徴と分布は次のとおりである。

SA層：現在の低地を埋める音響的層理の連続のよい地層で、D測線の勝浦海盆に厚く認められるほかA測線の安房海底谷底にも薄く堆積している。

SB層：音響的層理の発達はやいが、かなり変位・変形を受けている。C測線以西のトラフ中央帯（安房海底谷と房総海底谷とに挟まれた区域）に認められ、西の測線ほど厚く分布している。

SC層：SC層は音響的層相からみると2層に分けられる。上部層は透明層で、安房海底谷以南の区域ではあまり変形を受けていないが、トラフ中央帯ではSB層とともに変形を受けている。上部SC層は、A~D測線の房総海底谷以南の区域に広く分布する。下部層は音響的層理の発達の良い地層で、A、C測線の安房海底谷以南の区域に認められる。

SD層（音響的基盤）：表面に強い反射面を持つ最下位層である。A測線のトラフ中央帯、C測線の房総海底谷以南、D測線の勝浦海盆以南で顕著である。

各層の堆積時代は、藤岡ほか（1984）や柴・花田（1985）の底質試料分析結果、棚橋・本座（1983）のトラフ北側斜面の深海平坦面を含む房総半島東方沖の調査結果などを参考にして、第1表のように推定してみた。

### (2) 測線毎の地質構造の特徴

#### A, B測線（第3, 4図）

A測線では相模トラフ南側斜面、トラフ中央帯そしてトラフ北側斜面の海底下の構造を知ることができる。相模トラフ南側斜面下には厚いSC層が認められる。SC層は上部・下部層ともに変形をあまり受けておら

Table 1. Stratigraphic correlation of the formations in the Sagami Trough to those of Boso Peninsula.

Epoch		Boso Peninsula	This paper
Holocene		Holocene	SA
Pleistocene	Late	Simosa Group	
	Early	Kazusa Group	SB
Pliocene	Late	Anno Fm.	
	Early	Kiyosumi Fm.	SC
Miocene	Late	Amatsu Fm.	
	Middle	Kinone Fm.	
	Early	Hota Group	SD

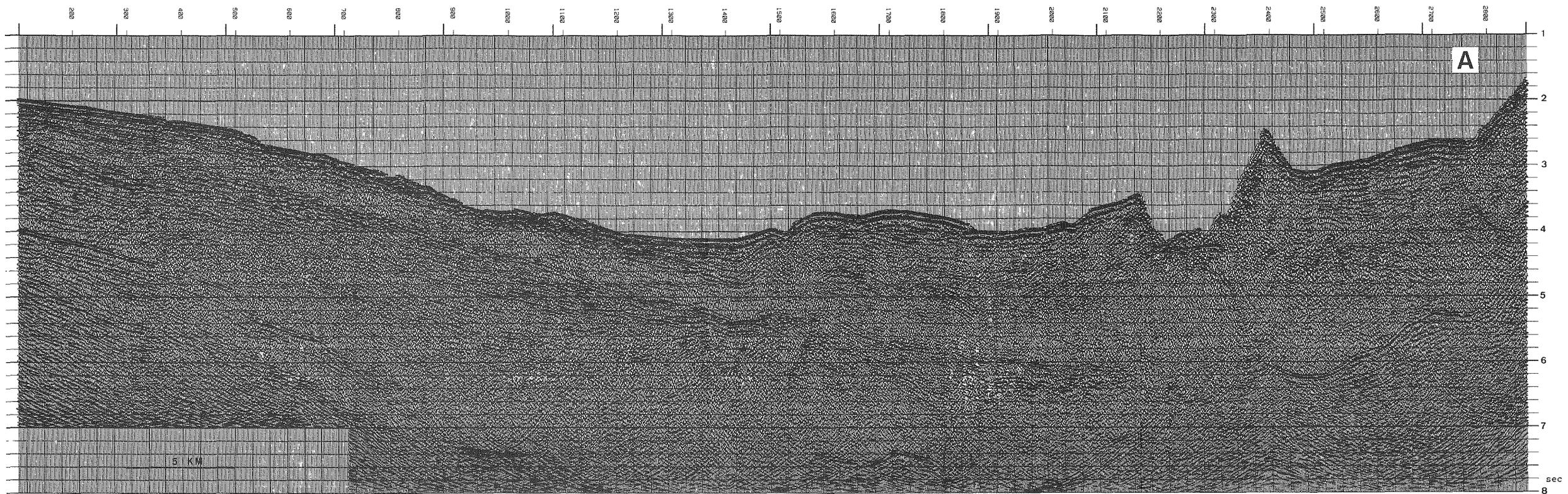


Figure 3a. Migrated time section of line A.

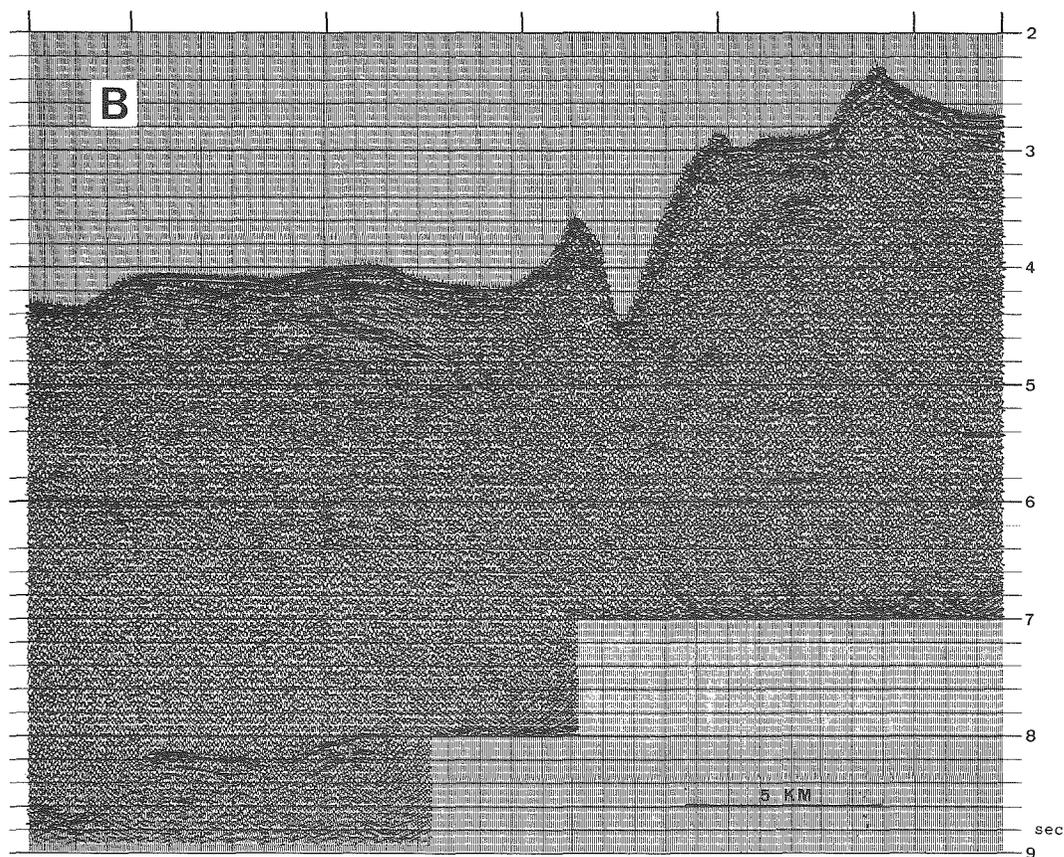


Figure 4a. Migrated time section of line B.

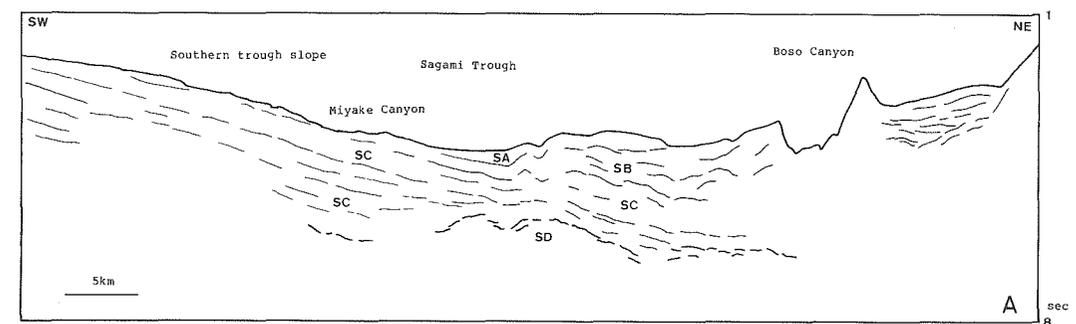


Figure 3b. Line drawing of the migrated time section of line A.

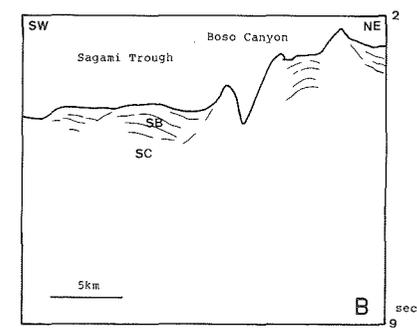


Figure 4b. Line drawing of the migrated time section of line B.

ず、海底とはほぼ同傾斜で相模トラフに向けて傾き下がっている。ここではSC層が2秒（往復走時）以上の厚さを持ち、SC層下に予想されるSD層（音響的基盤）は識別が難しい。上部SC層（透明層）は0.6秒で均一の厚さを示す。SC層の上には薄いSB層が覆うが、SB層は三宅海底谷付近を中心に擾乱が認められる。南側斜面のSC、SB層はトラフ中央帯下に連続し、トラフ中央帯では両層とも大きな変位・変形を受けている。安房海底谷には厚さ0.4秒の薄いSA層が谷底に分布するが、トラフ中央帯にはSA層は認められず、SB、SC層が主体をなす。SB層は北東方向に厚さを増し、房総海底谷南壁に露出していると推定される。変形前のSB層は、北東方向に厚い楔状に堆積したものと考えられ、ちょうどD測線のSA層と同様の堆積形態を示していたと推定される。SB層下のSC層は、SB層と同様房総海底谷付近で追跡が難しくなる。南側斜面下で不明瞭であった音響的基盤（SD層）は、トラフ中央帯では起伏を持つものの全体的には北東に傾く反射面として房総海底谷下付近まで認められる。房総海底谷付近は反射面に乏しく不明瞭な記録であるが、SD層が海底に露出しているものではなく、SBないしSC層が分布すると考えられる。音響的層理が不明瞭なのは、激しい起伏の海底面において音波が散乱するためであり、かつ音響的層理を示し得ないほど大きな変位・変形を受けているためと推定される。

A測線に近い房総海底谷の北壁で火山性の泥岩が採取されている。（図2の★1地点；藤岡ほか，1984）。この泥岩の微化石分析の結果から、藤岡ほか（1984）はその年代は3～2Ma、堆積当時の深度は現在より1000m程度深かった可能性があるとして述べている。採泥点の水深は3120mなので房総海底谷の北壁でも谷底に近いところにあたる。房総海底谷付近の音響的層理が不明瞭なので、音響的層序区分との対比は難しいが、トラフ中央帯の層序を房総海底谷に延長すると、谷底付近にSB層とSC層の境界がくることになる。これらの仮定をおくと、SB層は上部鮮新統～更新統に、SC層は中部鮮新統以下に対比される。

トラフの北側斜面には房総海底谷の谷壁をなす高まり（千倉海丘列）によってトラップされた厚い堆積層が認められる。房総海底谷以南での音響的層序区分との関係は、房総海底谷付近の不連続によって直接対比ができないが、恐らくSA・SB層に対比されよう。

B測線では相模トラフ底から北東側においてA測線でみられたのと同様の特徴がみられた。A測線との違いは、トラフ中央帯の下には音響的基盤（SD層）の反射面が識別できず、SB層の厚さが0.8秒（A測線では1.2秒）と薄いことである。

#### C測線（第5図）

C測線では、トラフ南側斜面、トラフ中央帯及びトラフ北側斜面下の構造がA測線と同様よくみえる。①南側斜面に海底面と平行に傾く変形を受けていないSC層が認められること、②SC層はトラフ中央帯まで続くがここでは変位・変形を受けていること、③SC層の下には多少起伏を持ちつつも北東方向に向けて傾き下がるSD層（音響的基盤）が房総海底谷付近まで認められること、④房総海底谷下の記録は不明瞭であること、⑤トラフ北側斜面に千倉海丘列でトラップされた堆積層が認められること、がA測線と共通の特徴である。A測線との違いは、トラフ中央帯でのSB層が0.5秒と薄いこと、トラフ南側斜面下のSD層が明瞭に認められること、である。トラフ中央帯のSB層は、A、B、C測線の順に薄くなっている。

C測線の横切る房総海底谷付近には、谷壁の2か所で採泥結果が報告されている。藤岡ほか（1984）によって北側の谷壁（水深2930m）（第2図の★3地点）で6～5Maの年代の泥岩が採取されたことと報告され、柴・花田（1985）によって谷底付近の谷壁（水深3450m）（第2図の★2地点）で後期中新世～前期鮮新世と考えられるシルト岩が採取されたことと報告されている。前者は、有孔虫、放散虫及びナンノプランクトンによって、後者は有孔虫によって年代が推定されたものである。両者の時代はほぼ一致しているので、C測線に露

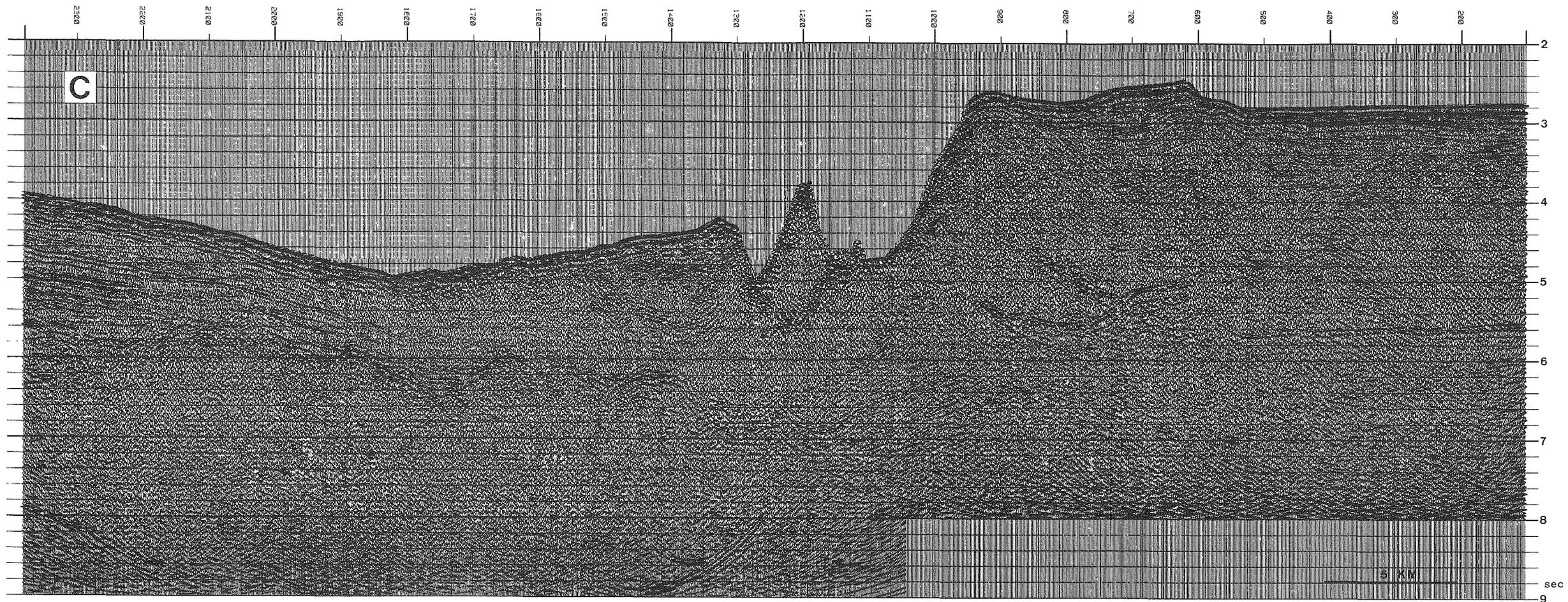


Figure 5a. Migrated time section of line C.

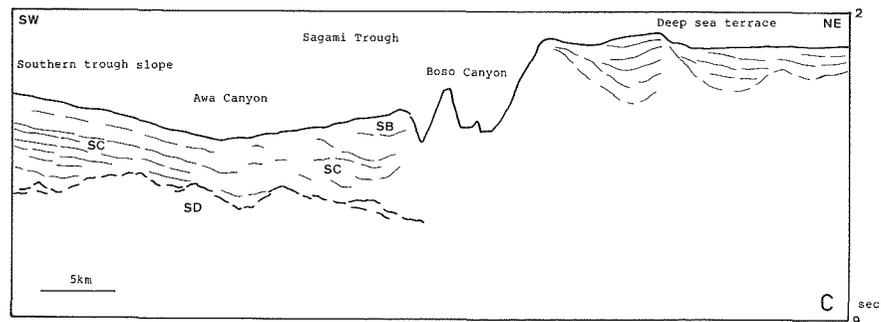


Figure 5b. Line drawing of the migrated time section of line C.

出するSC層は、A測線での推定も考え合わせると、上部中新統～中部鮮新統の堆積層と推定される。

#### D測線 (第6図)

D測線では、A～C測線とかなり異なる構造を示している。房総海底谷の末端の勝浦海盆には、ほぼ水平な堆積層 (SA層) が北東に厚い楔状で分布している。勝浦海盆は房総海底谷や勝浦海底谷の流入する海盆であり、SA層はこれらの海底谷を流下し堆積したタービダイトと考えられる。海底谷の地形が新鮮で現在も運搬あるいは浸食がくり返されていると考えられ、また、音響的層理がほとんど水平で変形を受けていないことから、SA層は非常に新しい堆積層であろう。

勝浦海盆のSA層の下には薄いSC層とその下のSD層が北東に斜めに傾き下がって認められる。A～C測線付近だけでなく、D測線の位置する付近でも、南側斜面の基盤が相模トラフ下に傾き下がって認められることは、南側のフィリピン海プレートが相模トラフから北側の東北日本下に沈み込む形状が、相模灘 (加藤ほか, 1983) 付近から勝浦海底谷付近まで同一であることを示している。勝浦海盆下でSC層が薄いのは、SA層堆積前に、すなわちA～C測線でみられるSB層の堆積期に、ここではSC層を削剝するような浸食があった可能性がある。

トラフの南側斜面 (ここでは勝浦海盆南縁以南とする) では、約1秒のSC層をのせるSD層 (音響的基盤) が明瞭に認められる。安房海底谷と勝浦海底谷との間で、SD層に2か所比東落ちの断層がみられる (第6b図のF)。断面図上はいずれも逆断層のようにみえるが、ここは右横ずれの構造線 (棚橋, 1986; 瀬野・木村, 1986) と考えられている房総海底谷の南東延長にあたることから右横ずれの断層変位がみかけ上逆断層のようにみえる可能性もある。

安房海底谷付近のSD層は大きな構造運動を受けていない。加藤ほか (1985) が特異な谷地形として指摘した安房海底谷は直接構造運動によって形成されたものではなく、浸食谷である可能性が高い。

#### E測線 (第7図)

房総海底谷の北側の水深1700～2100mの深海平坦面下の構造をみることができる。起伏のある下位層の低地を埋めてやや変位を受けた音響的層理の明瞭な堆積層が分布している。この堆積層は、A、B、C測線にも認められたものである。この堆積層はC測線を除いて海底面の傾斜と同方向に傾斜しており、現在みられる深海平坦面上のゆるやかな起伏が、堆積後の変動を示している可能性がある。とりわけE測線の東側にある堆積層の高まりはほぼ南北にのび (第1図)、東西方向の圧縮があったことを示すと考えられる。

### 6. 考察とまとめ

相模トラフは、フィリピン海プレートの北縁にあたり、伊豆・小笠原弧の前弧と東北日本弧の前弧とが接するところにあたる。相模トラフについては、岩淵ほか (1976) によってフォッサ・マグナの南方延長としての議論がなされ、米倉 (1984) や竹内・藤岡 (1985) によって変動地形と地殻変動について論じられている。中村・島崎 (1981) や Nakamura et al (1984) は、フィリピン海プレートがおよそ100万年前に北むきの沈み込みから北西むきに変化したと推定し、貝塚 (1984) はこのプレート運動変化説を示すとみられる現象をまとめこれを支持している。その後、水路部による調査のほか、1983年に日仏KAIKO計画の対象として調査がなされ (LePichon et al., 1984)、これらの調査データの飛躍的な増加に伴いより詳細な議論がくりひろげられている (小川・藤岡, 1986; 瀬野・木村, 1986; 棚橋, 1986; 竹内, 1986など)。

今回のマルチチャンネル反射法音波深査データがこれらの議論の一層の進展に寄与できると期待される。ここには、このデータから推察されるテクトニクスについて若干のコメントを付すこととする。

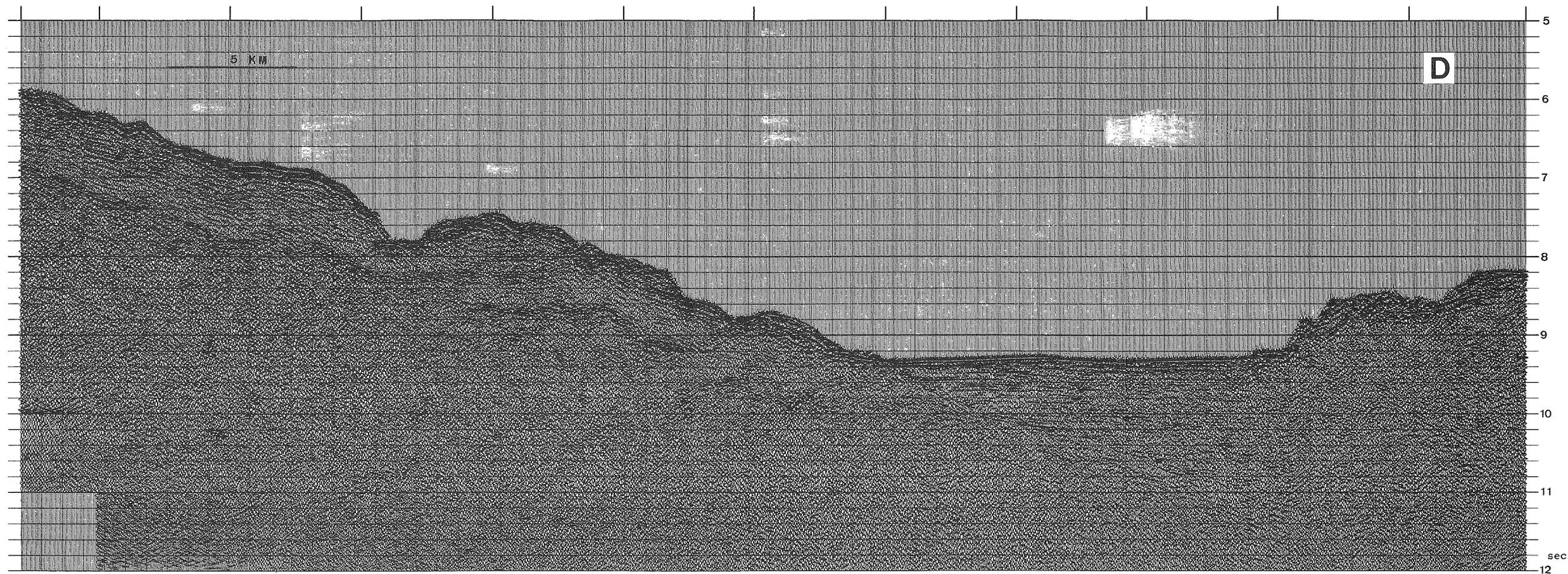


Figure 6a. Migrated time section of line D.

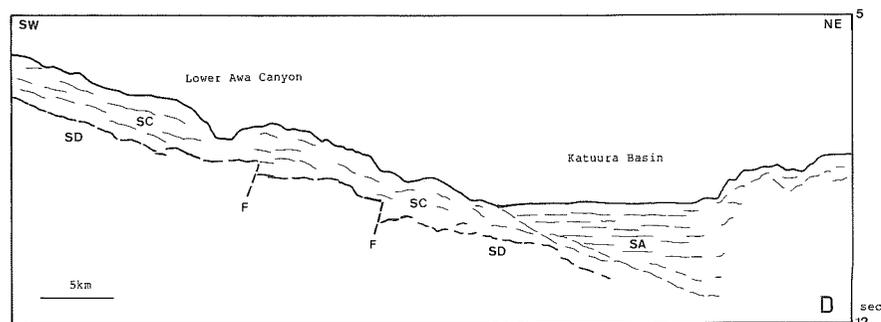


Figure 6b. Line drawing of the migrated time section of line D.

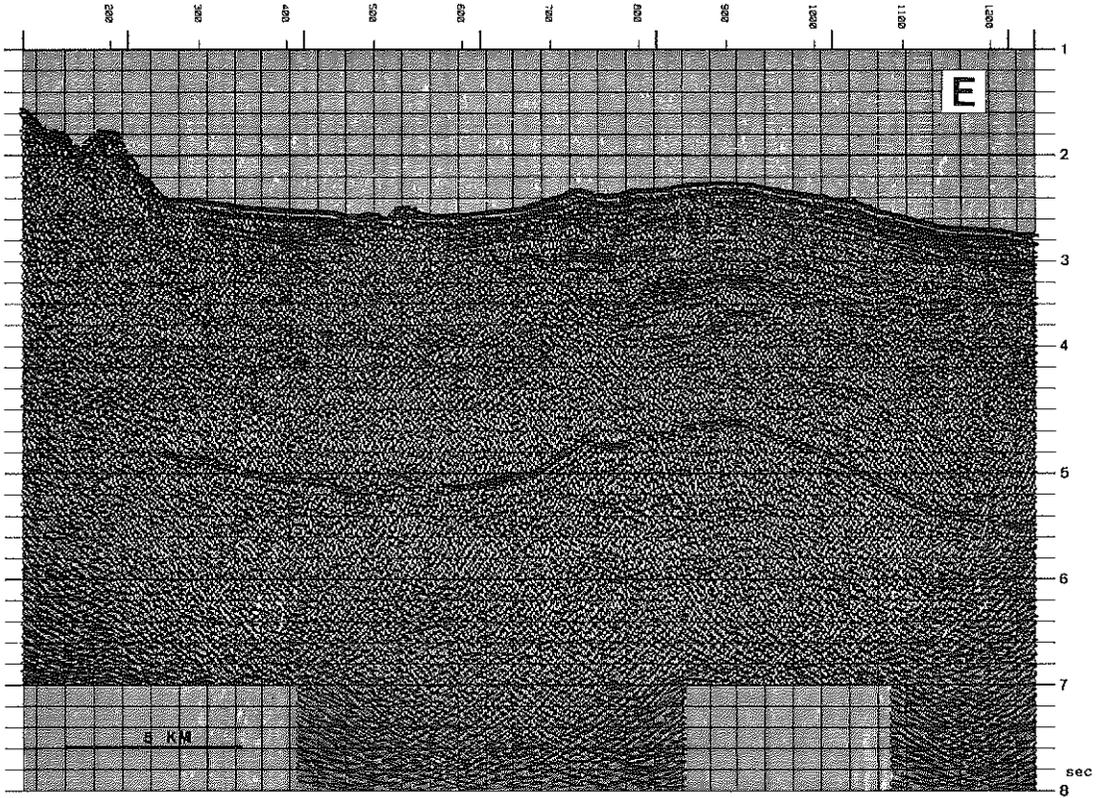


Figure 7a. Migrated time section of line E.

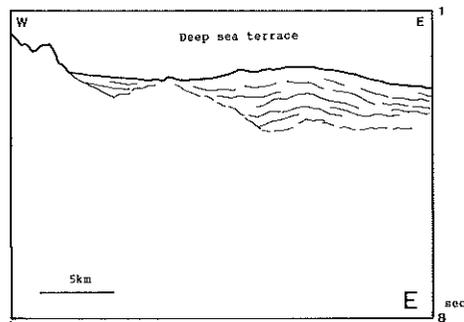


Figure 7b. Line drawing of the migrated time section of line E.

- (1) 相模トラフの中・東部では、伊豆・小笠原弧の前弧が北東方向に斜めに傾き下がり、その基盤はトラフ中央帯や勝浦海盆下まで認められる。地震分布から求められるフィリピン海プレートスラブの上面コンターが房総半島以東に引かれていない（石田，1986）とはいえ、瀬野ほか（1986）が示したように勝浦海盆の北方へもスラブがのびていると考えられる。
- (2) 房総海底谷付近ではA～Cのいずれの測線でも記録は不明瞭である。これは、変位・変形の進んだ付加体と考えられる。典型的な付加帯が発達する南海トラフにおいても、付加帯の進化に従って反射記録は不明瞭となる（加藤ほか，1983）。千倉海丘列は付加体よりなる高まりで、南海トラフでいう outer

ridgeにあたるのであろう。トラフ北側の深海平坦面の堆積層はこの千倉海丘列の成長によってトラップされた、南海トラフに対する熊野トラフにあたる堆積盆地の可能性がある。

- (3) 相模トラフ中央帯では、SA層とSB層が地域を分けて分布している。すなわち、SB層はA測線付近を中心とする堆積盆地（棚橋（1986）の相鳴堆積盆）に、SA層は勝浦海盆に分布している。広い後背地から供給される碎屑物の経路である房総海底谷が下刻穿入していることなどを考え合せると、次のような発達過程を考えることができる。SB層堆積期すなわち後期鮮新世から中期更新世には、相鳴堆積盆が現在の勝浦海盆のように相模トラフを経路とする碎屑物をトラップする平坦な海盆であり、ここを房総海底谷の前身となる浅いチャンネルが自由蛇行していたと推定される。海盆の北縁には付加帯として千倉海列が隆起した。勝浦海盆ではSC層を浸食する谷状の地形であったと推定される。SB層堆積後、中期あるいは後期更新世にテクトニクスに大きな変化があった。それは、南に傾動を伴う相鳴堆積盆の相対的な隆起である。浸食基準面の低下したことにより蛇行していたチャンネルは一転下刻に転じ、相鳴堆積盆での堆積はなくなり、勝浦海盆では逆にSA層の堆積が始まった。
- (4) 上述のように相模トラフにおいては1 Maあるいは0.5 Ma頃にプレートの移動方向に変化があったと考えられているが、今回のマルチチャンネル反射法音波探査断面から求められたSB層堆積後のテクトニクスの変化は、このプレートの移動方向の変化によるものと考えることができよう。トラフ南側斜面から傾き下がる基盤反射面はSB層堆積期までのフィリピン海プレートの沈み込みを示すものであり、千倉海丘列は沈み込みに伴うトラフ底堆積物の付加によって形成されたものと考えられる。プレートの移動方向の変化は、相模トラフ底での堆積盆地の急激な移動やこれに伴う房総海底谷の下刻の開始をもたらし、現在みられるような複雑な地形、地質構造を形成したものと考えられる。

## 謝 辞

調査の実施にあたった測量船「拓洋」船長、乗組員の方々、音波探査データの電算機処理を行った日本物理探査株式会社及び川崎地質株式会社に対し感謝する次第である。

## 参 考 文 献

- 藤岡換太郎・古田俊夫・飯山敏道・古家英和・中村一明・中村保夫・小川勇二郎・竹内章・谷口英嗣・渡辺正晴 1984：房総海底崖付近の地質—KT83—20次航海報告—。震研彙報，Vol. 59, 267—326。
- 石田瑞穂 1986：関東・東海地域の震源分布から推定したフィリピン海及び太平洋プレートの等深線，防災科技センター研報，No. 36, 1—19。
- 岩淵義郎・桂忠彦・永野真男・桜井操 1976：フォッサ・マグナ地域の海底地質，海洋科学，Vol. 8, No. 8, 173—180。
- 貝塚爽平 1984：南部フォッサマグナに関連する地形とその成立過程，第四紀研究，Vol. 23, No. 2, 55—70。
- 加藤茂・長井俊夫・玉木操・近藤忠・富安義昭・加藤剛・宗田幸次・浅田昭 1985：相模トラフ東部から海溝三重点までの海底地形，水路部研報，No. 20, 1—24。
- 加藤茂・佐藤任弘・桜井操 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，水路部研報，No. 18, 1—23。
- LePichon, X.・飯山敏道・Renard, V.・中村一明・Cadet, J. P.・小林和男・他第1期調査乗船科学者一同 1984：日仏共同研究“海溝（KAIKO）計画”第1期調査の実施と結果，地学雑，Vol. 93, No. 7,

442-454,

- 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, Vol. 51, No. 8, 490-498  
Nakamura, K, Shimazaki, K. and Yonekura, N. 1984: Subduction, bending and eduction—Present and Quaternary tectonics of the northern border of the Philippine Sea Plate. Bull. Soc. Géol. Fr., Vol. 26, No. 2, 221-243.
- 小川勇二郎・藤岡換太郎 1986: 相模トラフの構成と発達. 月刊地球, Vol. 8, No. 4(82), 258-264.
- 瀬野徹三・木村学 1986: 斜め沈み込みの一般的特性からみた相模トラフのテクトニクス—三重点付近の凹みと関東造盆地運動. 月刊地球, Vol. 8, No. 4(82), 271-277
- 柴正博・花田正明 1985: 房総半島野島崎の東南東沖にある海底谷 (房総海底崖) から得られたシルト岩. 東海大紀要海洋, No. 20, 1-10.
- 竹内章 1986: 相模トラフの地形とテクトニクス. 月刊地球, Vol. 8, No. 4(82), 230-237.
- 竹内章・藤岡換太郎 1985: 相模トラフ・駿河トラフ周辺の海底地形. 地学雑, Vol. 94, No. 2, 102-114.
- 棚橋学 1986: 相模トラフの堆積構造とテクトニクス. 月刊地球, Vol. 8, No. 4(82), 238-245.
- 棚橋学・本座栄一 1983: 房総半島東方海底地質図説明書. 地質調査所, 26ページ
- 米倉伸之 1984: 駿河トラフ・相模トラフ周辺の変動地形. 第四紀研究, Vol. 23 No. 2, 83-90.