

日本海東縁の海底地質構造：
新生海溝問題と関連して

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-01-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 岡田, 博有, Lallemand, Serge, 大塚, 謙一, Labeyrie, Laruent メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00000245

日本海東縁の海底地質構造

—— 新生海溝問題と関連して ——

岡田博有*・Serge LALLEMAND**・大塚謙一*・Laurent LABEYRIE***

Submarine Geologic Structure of the Eastern Margin of the Sea of Japan
with Special Reference to the Nascent Trench Problem

Hakuyu OKADA*, Serge LALLEMAND**, Kenichi OTSUKA*
and Laurent LABEYRIE***

A new idea has recently been proposed by NAKAMURA (1983) and others that along the eastern margin of the Sea of Japan there extends a zone of active contractional deformation, which represents a nascent convergent zone since 1 to 2 Ma B. P. between the North American and Eurasian Plates, and that topographic depressions along the eastern edge of the deep basin floor suggest the nascent trench axis where the young oceanic crust of the Sea of Japan is subducting eastwards beneath Northeast Japan.

In order to test the hypothesis, single channel seismic surveys were carried out along five selected transects (P-1 to P-5 in Fig. 2) across the supposed nascent trench on board R/V Jean Charcot from September 3 to September 19, 1984. The results are shown in Figs. 3 to 12.

The seismic profiles P-1 and P-3 clearly show that the sea floor is uplifted due to the formation of westward-dipping reverse fault, and the P-2 profile also indicates the same feature, although it is weak and in somewhat different manner.

On the contrary, the P-4 and P-5 profiles seem to show no significant deformation particularly of the upper opaque sequence of the sediment due to compression.

Although the compressional deformation is evident in the eastern margin of the Sea of Japan to the north of 40° N, no conclusive information was added to in favor of the nascent trench hypothesis.

1. ま え が き

最近、富山トラフ以東の日本海東縁に沿って短縮変動を示す活構造帯があり、ここが北米プレートとユーラシアプレートの新生の収束境界であるとする

新しい見解が提唱され(小林洋二, 1983, 1984; 小林・中村, 1983; 中村, 1983, 1984; 中村・小林, 1983; 瀬野, 1983, 1984; 江口, 1984; 丸山, 1984), 日本列島周辺の第四紀テクトニクスの研究に重要な視点を与えている。

1985年3月25日受理

* 静岡大学理学部地球科学教室 Institute of Geosciences, School of Science, Shizuoka University, Shizuoka 422, Japan.

** Département des Sciences de la Terre, Université d'Orléans, 45046 Orléans Cedex, France.

*** Centre des Faibles Radioactivités, CNRS, 91190, Gif sur Yvette, France.

とくに、中村(1983)は、日本海盆東縁と富山トラフ内の小凹地を連ねた線は沈み込みを示唆する地形と構造を示すとして、未だ十分形をなしてはいないが新生海溝である可能性を指摘した。また、玉木(1984)は豊富な海底地質構造データをもとに、この問題の検証を試み、日本海東縁部が鮮新世以降圧縮応力場に置かれてきたことを示した。

日本海東縁部はこのようにテクトニクスの面から今熱い関心が寄せられている所であり、著者らはフランス調査船Jean Charcot号によるESTASE I調査航海(1984年9月3日東京港～同9月18日長崎港)に際して、この問題の海域において、これからの研究にできるだけ役立つ地質構造データを得るよう努めた。

ここでは、中村(1983, fig. 2)が新生海溝軸の可能性として示した線を横断する5測線の反射法音波探査記録を示して参考に供したい。

2. 調査海域ならびに調査方法

本調査はJean Charcot号によるESTASE I研究航海(1984年9月, 代表: Dr. Laurent D. LABEYRIE)の一環として行なわれた。

調査海域は北海道渡島半島沖から佐渡島北方に至る日本海東縁部である(Fig. 1)。この海域のうち、渡島半島沖の海底地形はほぼ南北に配列するridge and trough構造によって特徴づけられ、とくに北部は複雑な地形を呈している(Fig. 2)。しかし、津軽海峡出口に近い松前海台周辺は上に述べた傾向から外れているが、これは大島カルデラを作る新しい火山体(島津, 1982)による影響と思われる。

北緯41°以南の日本海東縁部も典型的なridge and trough構造のNNE-SSW方向の雁行状配列で特徴づけられている。この一般的な地形特性は富山トラフによって切断され、それより南側へは続かない。

上述のridge and trough地帯の西側は北緯40°30'以北では広大で平坦な日本海盆へ続き、それ以南では大和海盆を隔てて大和海嶺が発達している。

中村(1983)が推定した新生海溝軸はほぼridge and trough地帯の西縁を画するものである。中村(1983, fig. 1)が示した海溝軸の位置を参考にしながら、

その軸を横断する5測線(P-1～P-5; Fig. 2)を選定して反射法音波探査を実施した。

P-1測線は日本海盆平坦面から奥尻海嶺北部を横断して後志舟状海盆へ抜ける東西断面である。

P-2測線は奥尻島西方沖の日本海盆東端から奥尻島南方沖に至るNW-SE方向の断面である。

P-3測線は日本海盆南部の東端から奥尻海嶺南部を横断して西津軽海盆に至る東西断面である。1983年の日本海中部地震の震央はこの測線より約60 km南に位置する。

P-4測線は大和海嶺東端部から富山深海長谷を横断してマツ海山の南へ抜けるNW-SE断面である。

P-5測線は富山トラフの北端部をNEE-SWW方向に横断するもので、越路瀬の北方から白山瀬の方向に向かう。P-4, P-5測線付近の海底地形は共に単調である。

音波探査に当たっては、船速10 kt, 1.8 l water-gunによるsingle channel方式で行なわれた。船位はロランCとNNSS方式の併用で決められた。また、各測線に沿ってseabeam調査も同時に実施された。

3. 音波探査記録

(1) P-1 測線

Fig. 3にP-1測線の音波探査記録を示す。この断面では日本海盆から続く厚さ約1秒のほぼ一定の厚さの堆積物は音響基盤とともに奥尻海嶺へ向けてせり上がっている。海嶺横断面は東側斜面が急勾配の非対称形を示す。この海嶺東側斜面の中央部で音響反射は不透明となり、構造的な擾乱帯の存在が示唆される。この擾乱構造は逆断層の形成を伴っているものと思われる。したがって、P-1断面はFig. 4のように解釈される。音響基盤上の堆積層にも水平圧縮を示唆する断層構造が、後志舟状海盆側、日本海盆側ともに認められる。

日本海盆側の堆積物の音響層序は上部層、下部層の2層に区分できる(Fig. 4: 記号U, Lで示す)。上部層は音響的不透明層で、厚さ約0.7秒(往復走時)を示す。これはタービダイト堆積によるものであろう。下部層は音響的透明層で、厚さは0.5～1秒、日本海盆での厚さはほぼ一定であるが、奥尻海嶺西側

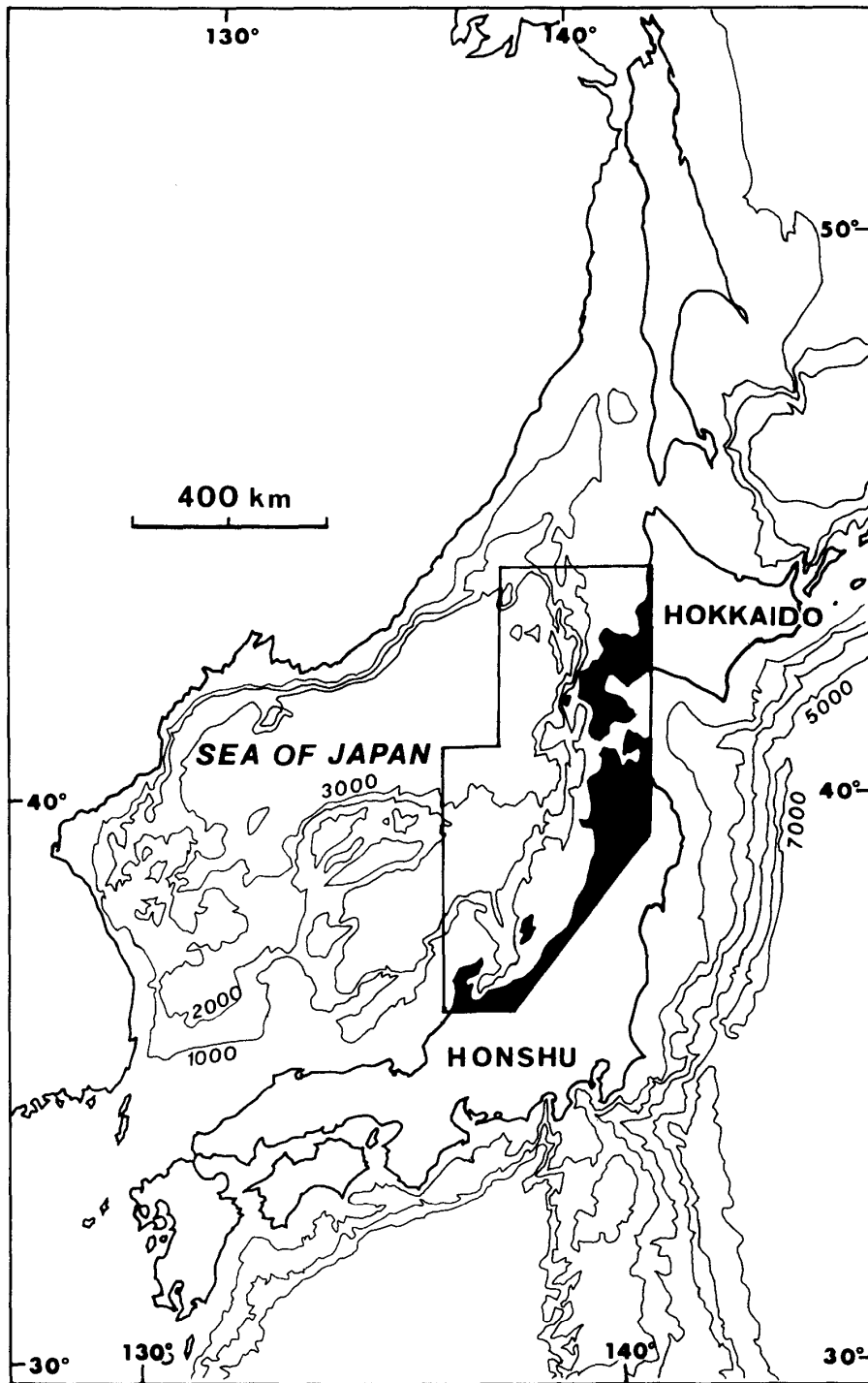


Fig. 1. Index map of the Sea of Japan showing the area covered by Fig. 2 in box. Bathymetric contours in meters.

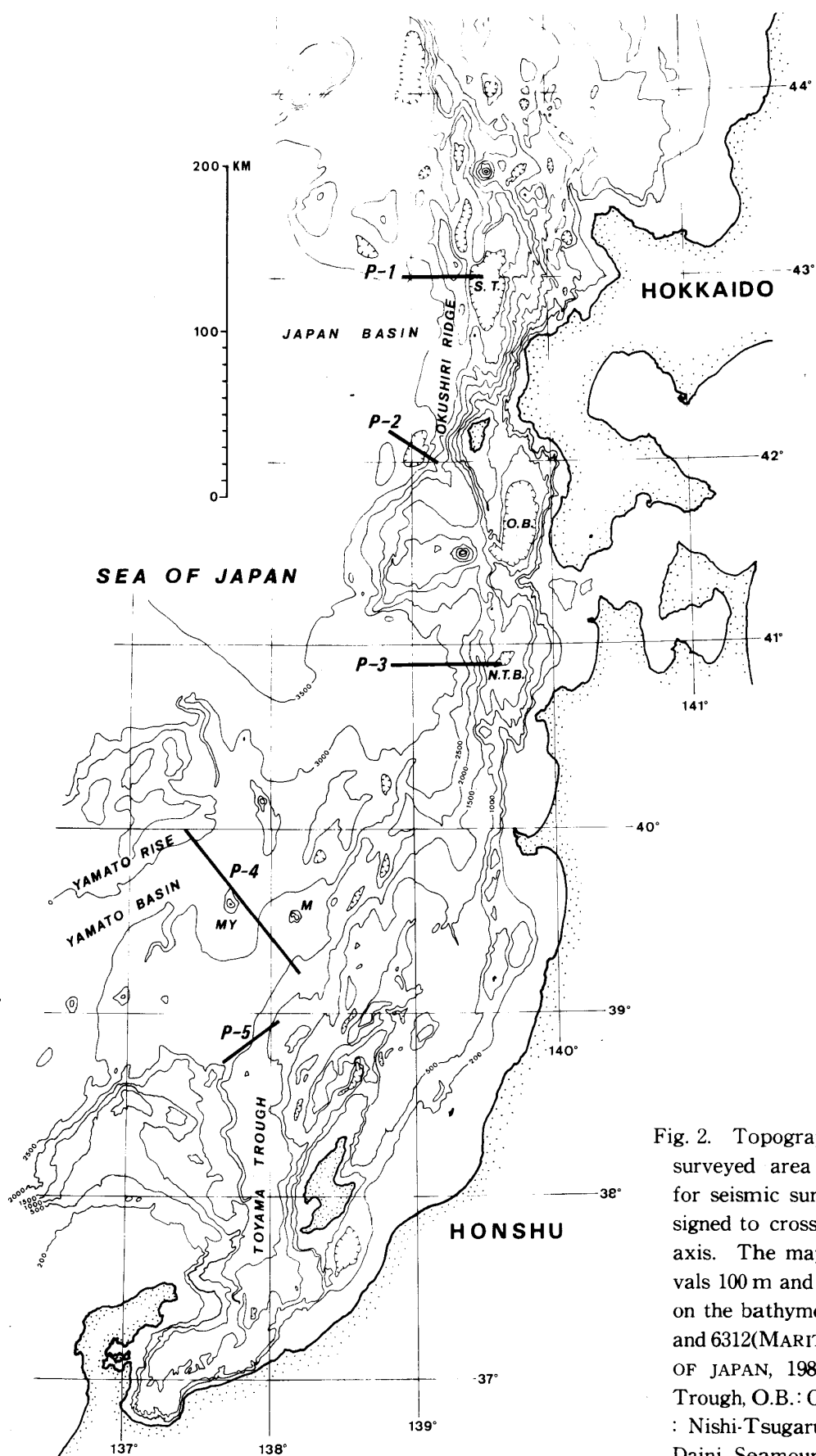


Fig. 2. Topographic map showing the surveyed area and the five tracks for seismic surveys (P-1 to P-5) designed to cross the supposed trench axis. The map with contour intervals 100 m and every 500 m is based on the bathymetric charts Nos. 6311 and 6312 (MARITIME SAFETY AGENCY OF JAPAN, 1980). S.T.: Shiribeshi Trough, O.B.: Okushiri Basin, N.T.B.: Nishi-Tsugaru Basin, MY: Meiyo Daini Seamount, M: Matsu Seamount.

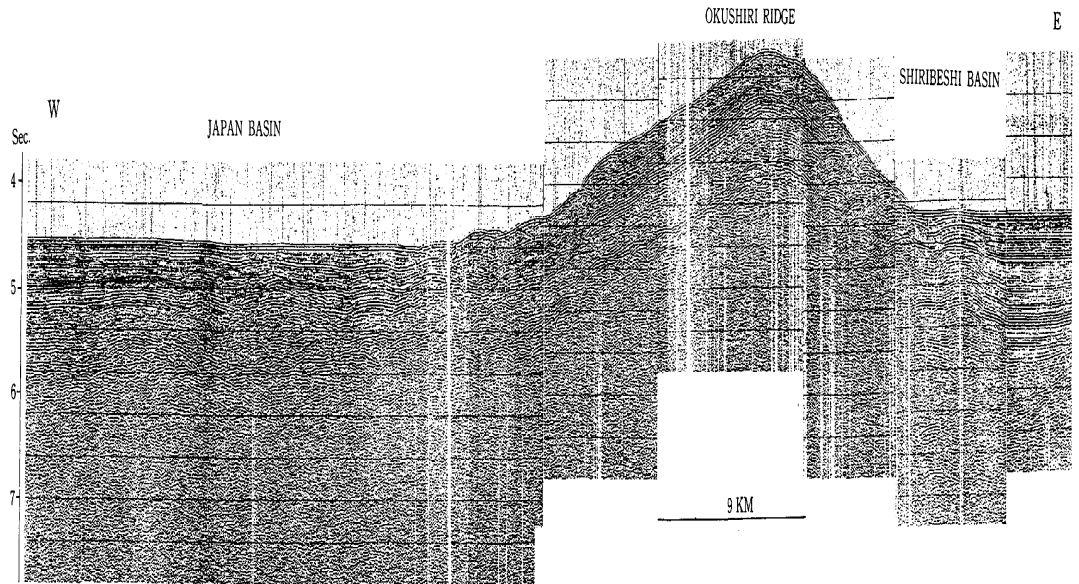


Fig. 3. Seismic profile of P-1. Vertical scale in seconds of two-way travel time.

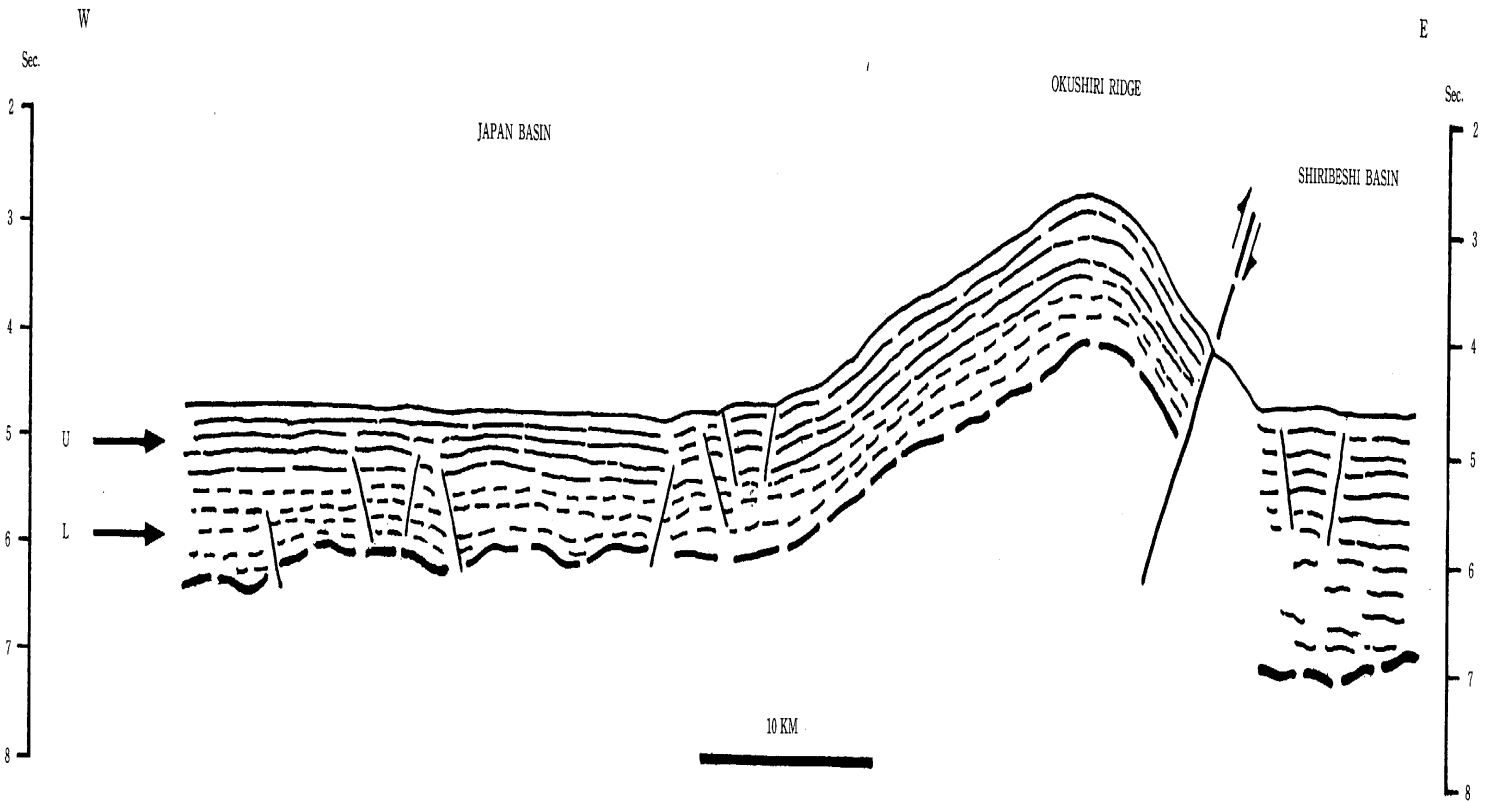


Fig. 4. Interpretation of seismic profile P-1. Below the dashed heavy lines is inferred the acoustic basement. U: Upper sequence, L: Lower sequence.

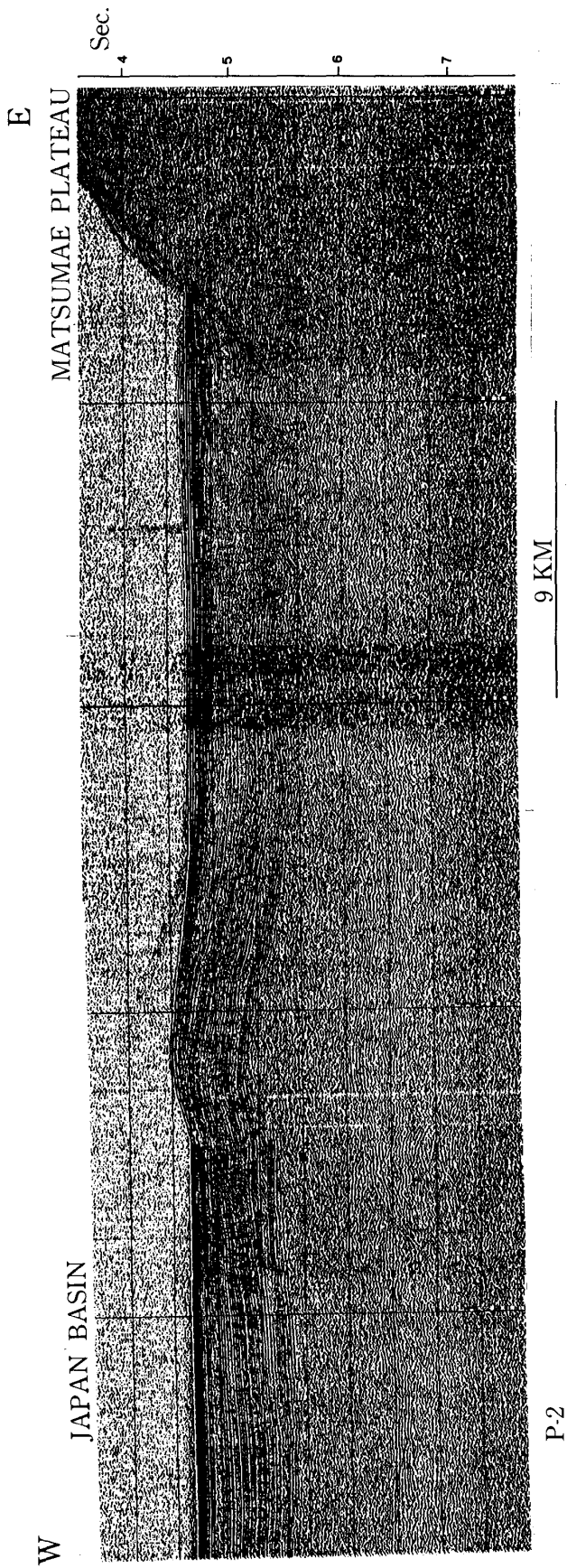


Fig. 5. Seismic profile of P-2.

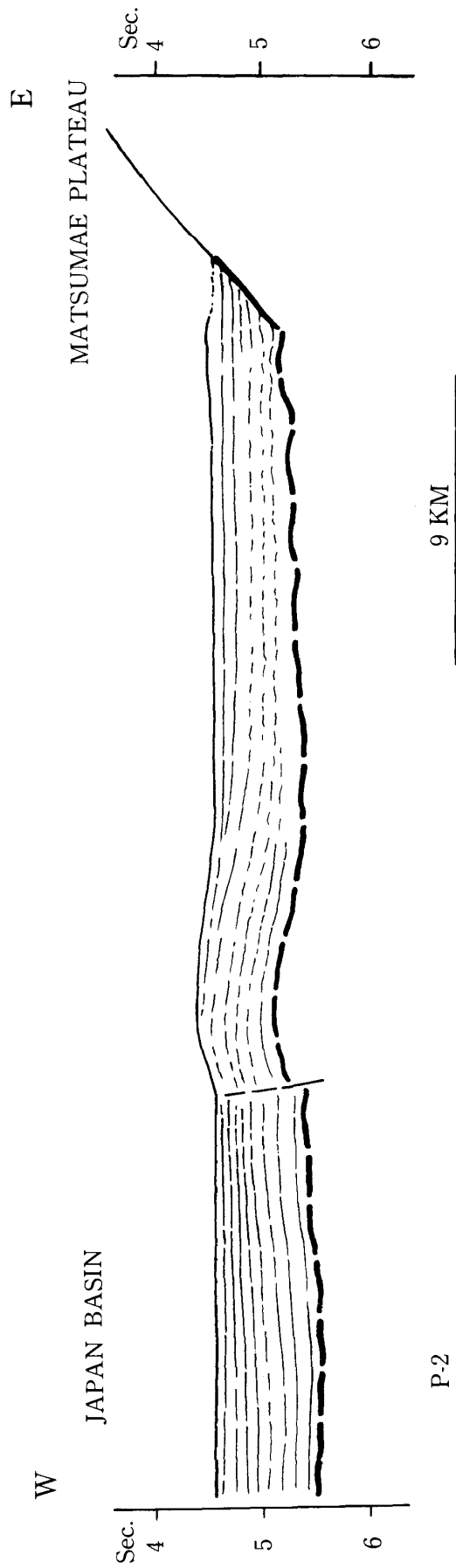


Fig. 6. Interpretation of seismic profile P-2. The dashed heavy lines indicate the top of the acoustic basement.

斜面下部で幾分薄くなっている。

後志舟状海盆では堆積物の厚さは約2秒とかなり厚く、タービダイトからなるものと思われる。後志海盆の西端の下でみられる圧縮性変形は海底下0.1秒より下位の地層にみられる。

音響基盤は日本海盆から奥尻海嶺までよく追跡される。その表面はかなり平らである。

(2) P-2 測線

P-2 測線は奥尻島西方の日本海盆から奥尻島南西沖までの断面で、Fig. 5 に音波探査記録を、Fig. 6 にその解釈図を示す。

奥尻島の西側に小盆地があり、日本海盆とは小隆起構造で隔てられている。この小盆地内では堆積物、音響基盤ともに変形構造は認められない。小盆地内の堆積物は上部の不透明層と下部の透明層に区分されるが、上部層が東へ向かってやや厚層化する傾向が認められる。上部層は日本海盆まで続かないようである。中村(1983)はこの小盆地に新生海溝軸が走ると推定している。

小隆起部は音響基盤とその上位の堆積物が同調的に隆起した構造的な地形であり、西側斜面は東側よりも急傾斜である。この西側斜面基底の下では堆積物の最上部から最下部まで音響反射面に不連続が認められ、その影響は音響基盤にも及んでいるようにみえる。この不連続部は東へ傾斜する逆断層を示唆しているようである (Fig. 6)。

日本海盆下では厚さ約1秒の堆積物は全体としてタービダイトの特徴を示している。

(3) P-3 測線

津軽半島西側沖の日本海盆から奥尻海嶺を横切って西津軽海盆に至る P-3 測線の音波探査記録は Fig. 7 に示すとおりである。

この断面特性は基本的に P-1 断面の特徴と似ている。すなわち、奥尻海嶺は西側斜面の傾斜が緩やかで、東側に急傾斜する非対称断面を示すこと；東側斜面基部の下で音響的に構造の擾乱が示唆されること；日本海盆下の堆積物は音響基盤とともに奥尻海嶺まで追跡できること、などである。

日本海盆の堆積物はかなり凹凸に富む音響基盤上で厚さも0.4~1秒と変化する。ここでは上部の音響的不透明層がよく発達し、下部の透明層は0.2秒

程度と薄く、しかも奥尻海嶺までは追跡できない。

奥尻海嶺西側斜面下は正断層の発達でかなり構造的変形が著しい。また、海嶺と日本海盆の境界付近で東へ向かって上部堆積層が厚くなるような構造が見られる (Fig. 8)。

西津軽海盆では厚さ約3秒(堆積物の音波伝播速度を2 km/sec とすると3000 m)の極めて厚い堆積物が発達している。この海盆西端部の下では正断層が幾つか認められる。この構造は海盆西端部の下に潜在していると思われる基盤隆起体に関係があるのであろう。

(4) P-4 測線

P-4 測線は大和海嶺東端部から富山深海長谷を横切り、明洋第2海山とマツ海山の間を抜ける。測線沿いの音波記録を Fig. 9 に示す。中村(1983)の新生海溝軸は明洋第2海山とマツ海山の間で推定されている。

音波探査記録では、凹凸に富む音響基盤上の堆積物は富山深海長谷周辺を除き、上部の不透明層と下部の透明層の2層を広く追跡することができる。透明層は一般に音響基盤の構造と調和的に堆積しているのに対し、不透明層は下位層の凹部を充填するような堆積形態を示している。とくに不透明層は富山深海長谷を中心に厚い堆積体(最大の厚さ約0.8秒)を作るとともに、明洋第2海山の東南側約27 km にわたり東南方に向けて肥厚している (Figs. 9, 10)。

P-1, P-2, P-3 の各測線断面で見られたような顕著な短縮変形構造は認められない。ただ、富山深海長谷の西側に圧縮を示唆する逆断層がみられる (Fig. 10)。音響基盤上面の凹凸は断層構造を反映するものかもしれないが、本データの解像力ではそれを明示することができない。

(5) P-5 測線

富山トラフの北端開口部付近を横断する P-5 測線の音波探査記録は Fig. 11 に示されている。中村(1983)は新生海溝軸を富山深海長谷よりも東側約10 km の位置に推定している。

この断面では富山深海長谷による深海扇状地堆積物がチャンネルを中心に発達している状態がよく示されている (Fig. 12)。しかしながら、新生海溝軸の観

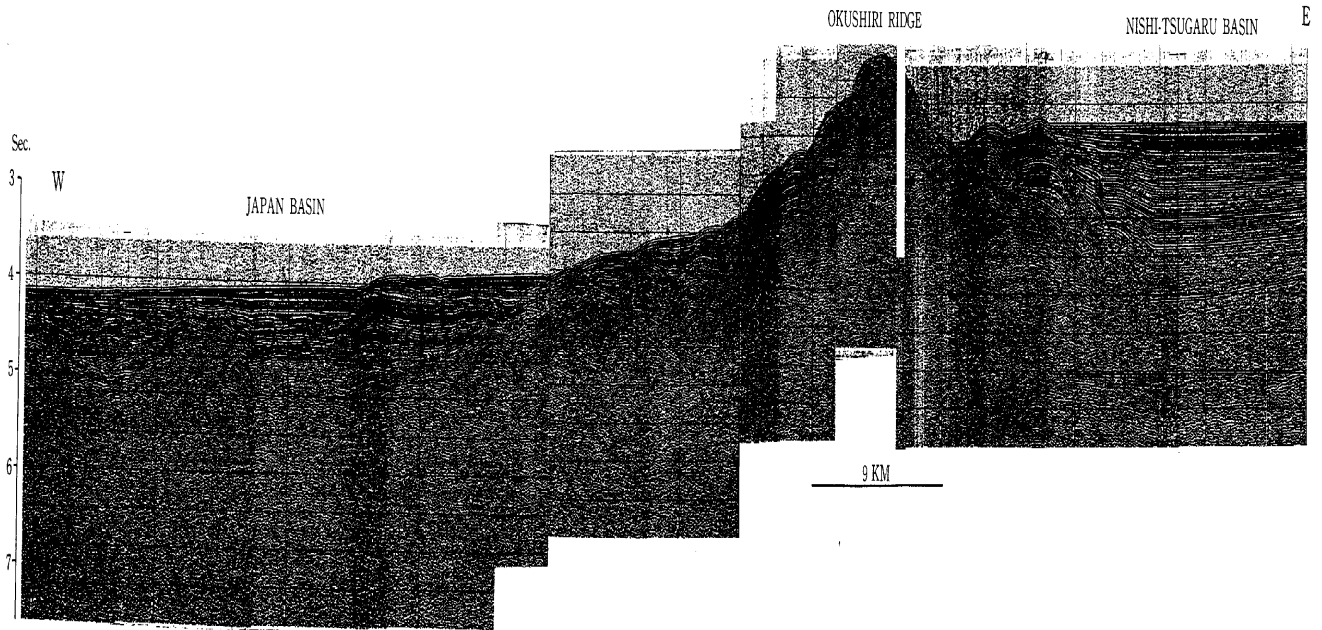


Fig. 7. Seismic profile of P-3.

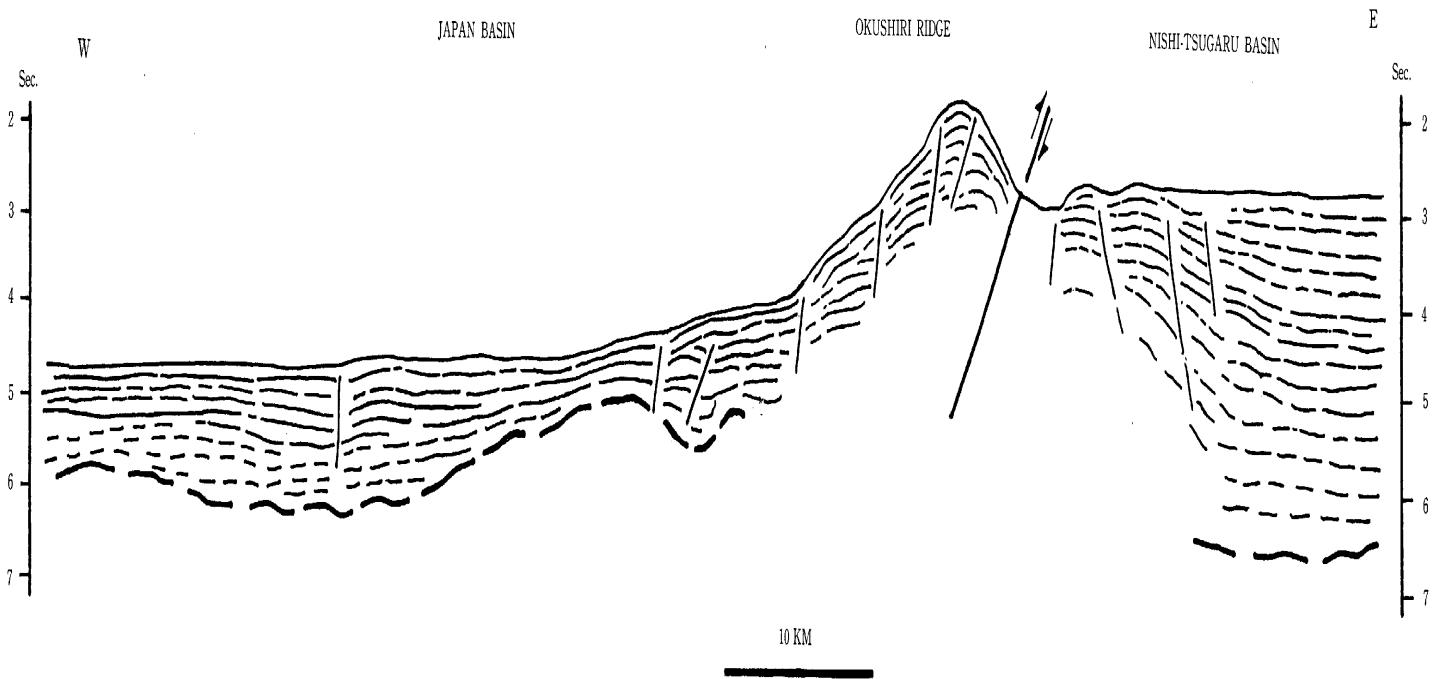


Fig. 8. Interpretation of seismic profile P-3. The dashed heavy lines indicate the top of the acoustic basement.

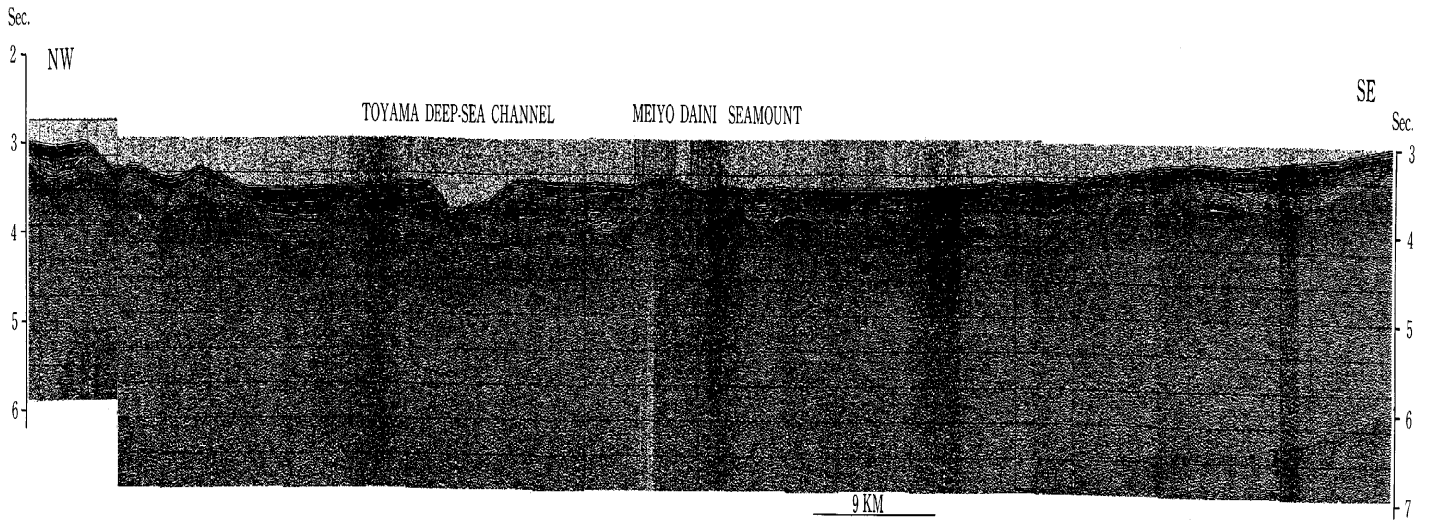


Fig. 9. Seismic profile of P-4.

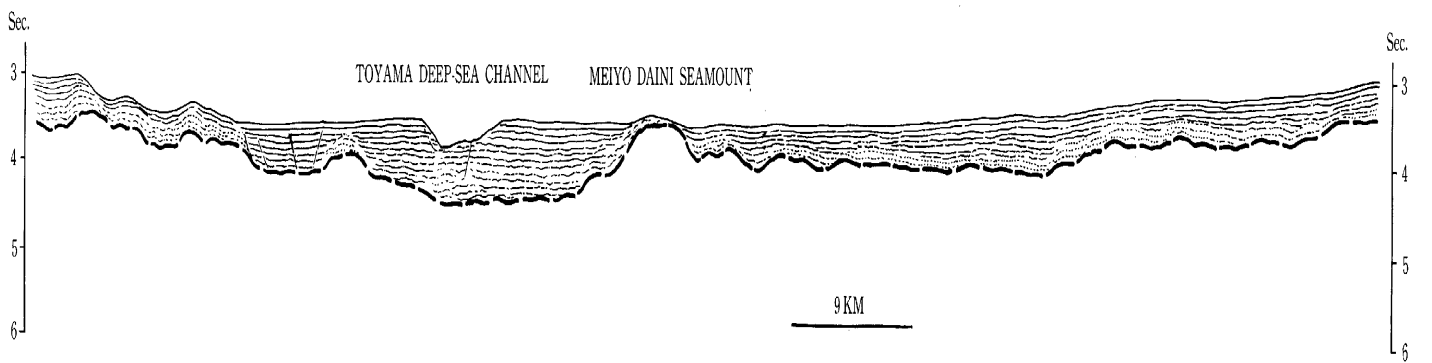


Fig. 10. Interpretation of seismic profile P-4.

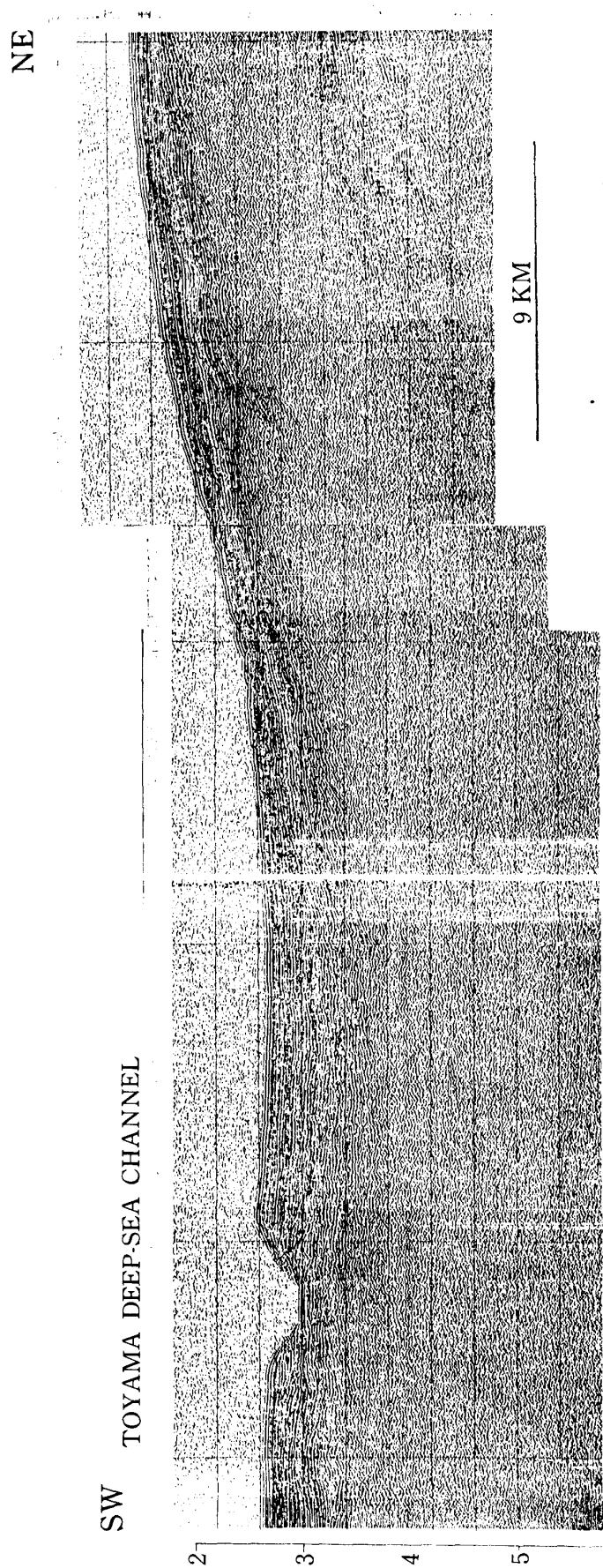


Fig. 11. Seismic profile P-5.

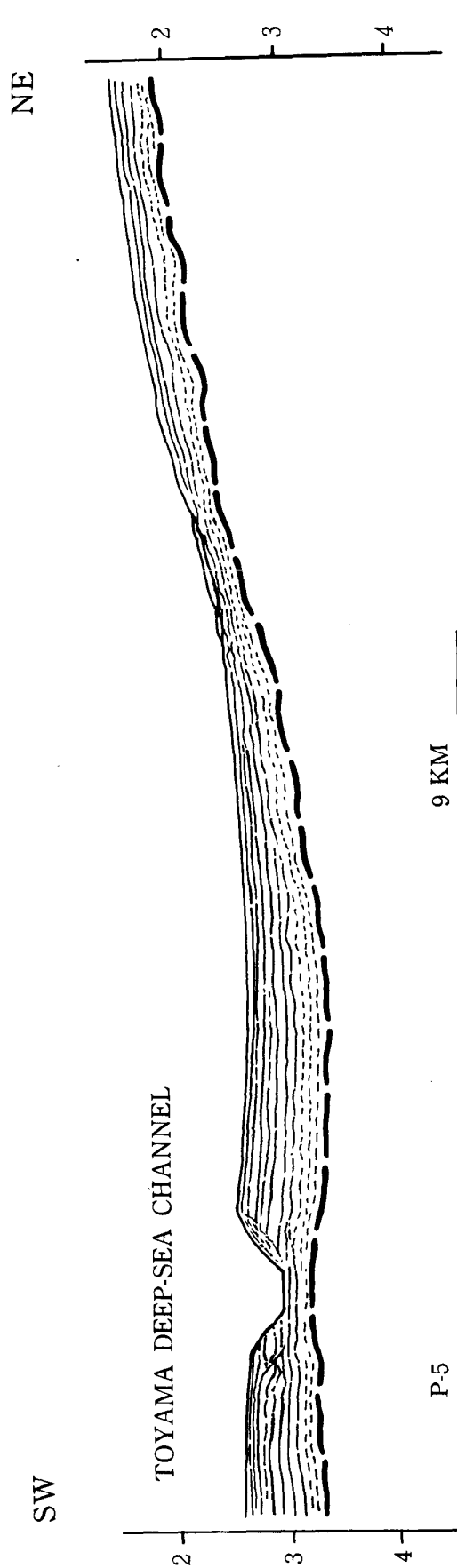


Fig. 12. Interpretation of seismic profile P-5.

点で注意すべき構造はとくに認められない。なお、深海扇状地の北東方斜面にはスランプによると思われる変形構造がみられる (Fig. 12).

4. 考 察

日本海東縁には1~2Ma前から形成されつつある新しい沈み込み帯、新生の海溝があるという中村(1983)が示した海溝軸を横切る5測線でシングルチャンネル音波探査記録が得られた。

各測線での地質構造の特徴として、前章でみたとおり、P-1, P-3断面は明瞭に水平圧縮の構造を示している。P-2断面でも不明瞭ではあるが逆断層構造と隆起地形が認められる。とくに、P-1, P-3断面で明らかのように、奥尻海嶺は水平圧縮による構造性隆起体である (LALLEMAND *et al.*, 1985).

玉木(1984)は日本海東縁の海嶺は東傾斜(E型)、西傾斜(W型)または東西両傾斜(EW型)の逆断層によって形成されたものであることを明らかにした。この構造区分により、玉木(1984)は奥尻海嶺が北部でEW型、中部でW型、南部でE型と、海嶺形成機構に地域的变化が見られることを指摘した。

本調査測線P-1は奥尻海嶺北部断面で、玉木(1984)のW型を確認することができたが、奥尻島以南の南部断面(P-3)ではE型でなくW型を示す。

いずれにしても、逆断層の形成による奥尻海嶺の隆起の時期を玉木(1984)は2Ma前と推定している。

なお、海底地形図(水路部, 1980)上の奥尻海嶺は後志舟状海盆の西側隆起部から奥尻島、奥尻海脚を経て、西津軽海盆西側隆起地形に連なっている。しかし、造構的には、この海嶺列は少なくとも3つの雁行状のセグメントに分けられ、それぞれ別の造構単位をなすものと考えられる。P-1断面の隆起地形は最北部の単位を代表し、P-2断面の隆起構造はその延長ともみられるが、前者に平行する小海嶺とみた方がよいであろう。奥尻島隆起部は中部地質単位を、さらに西津軽海盆西側隆起は別の地質単位である。このような認識は、奥尻島が白亜紀酸性火成岩類を主とする陸成地殻からできていることから(鈴木・園木, 1935, 1936; 山田・秦, 1976), 自然な区分であろう。

日本海東縁南部の音波探査記録(P-4, P-5)では北

部で認められたような隆起を伴う短縮構造はみられなかった。ただ、P-4断面では中村(1983)が推定した新生海溝軸よりはるか西方の、富山深海長谷の西側で水平圧縮を示唆する逆断層がみられる。他の場所では、不透明層を変形させるような構造は明らかでない。ただ、P-4断面の明洋第2海山東側でみられる楔形堆積断面、またP-2, P-3断面の日本海盆と海嶺の境界付近で東方へ向かって上部層が厚層化するような断面は中村(1983)のいう新生海溝の存在を示唆するものだろうか? 今後の精査が必要である。

日本海東縁の北部と南部での、上述のような著しい構造的な差異は、北部では大規模な海底拡大によって形成された日本海盆(小林, 1983)を控え、拡大の影響が及んでいるためかもしれない。しかしながら、南部では佐渡海嶺と大和海嶺の間の拡大によって生じた狭小な大和海盆の中にあつて、圧縮の影響は現在それほど大きくないのではなからうか。

5. ま と め

日本海東縁の一般構造を横切る5つの音波探査記録断面によると、奥尻海嶺を中心とする日本海東縁北部では明らかに逆断層の形成による海底の隆起地形がみられ、この地域が短縮変動帯であることは明白である。

しかしながら、北緯40°以南の日本海東縁南部では圧縮構造の存在を積極的に示す情報は不明確であった。

また、中村(1983)のいう日本海東縁の新生海溝の可能性について、今回の資料だけでは結論を得るまでには至らなかった。

謝 辞

R/V Jean Charcot船長Guidal HUBERT氏ならびに同乗組員、およびESTASE I調査航海の乗船研究者には船上で種々お世話になった。とくに、Loic PETIT DE LA VILLEON, Yvon PÉNEAUD両氏には音波探査の技術面でお世話になった。原田憲一博士にも船上でご援助をいただいた。

また、中村一明教授には、岡田に本航海参加の機会を与えられ、本調査に深い関心を寄せられると

もに、得られた資料について有益な討論をしてくださいました。小林和男教授には乗船に際し種々便宜をいただいた。

新妻信明・北里 洋両氏には原稿について貴重なコメントをいただいた。

最後に、LABEYRIE 代表の“Evolution des climats” 計画による本航海を支援して下さったフランスの PIROCEAN と CNRS 当局に深く感謝する。また、この調査航海のためにご配慮をいただいた海上保安庁水路部、東京大学海洋研究所などの日本側関係機関に厚くお礼申しあげる。

文 献

- 江口孝雄(1984), 日本海東縁のテクトニクス. 月刊地球, **6**, 55-60.
- 小林和男(1983), 日本海の拡大と日本列島の移動. 鉱山地質特別号, **11**, 23-36.
- ・中村一明(1983), 縁海拡大のテクトニクス. 科学, **53**, 448-455.
- 小林洋二(1983), プレート“沈み込み”の始まり. 月刊地球, **3**, 510-518.
- (1984), プレート境界で発生する大地震の時空分布. 月刊地球, **6**, 8-10.
- LALLEMAND, Serge, OKADA, Hakuyu, OTSUKA, Ken-ichi et LABEYRIE, Laurent (1985), Tectonique en compression sur la marge est de la mer du Japon: Mise en évidence de chevauchements à vergence orientale. *Comptes Rendus Acad. Sci., Paris*, **301**, Ser. II, (3), 201-206.
- 丸山茂徳(1984), 北米・ユーラシアプレート境界の歴史. 月刊地球, **6**, 29-37.
- 中村一明(1983), 日本海東縁新生海溝の可能性. 地震研彙報, **58**, 711-722.
- (1984), 日本海・フォッサマグナプレート収束境界説考. 月刊地球, **6**, 25-28.
- ・小林洋二(1983), 日本海中部地震とプレートテクトニクス. サイエンス, **13**, 58-60.
- 瀬野徹三(1983), 日本海沈み込み説に関する一考察—日本海溝における地震のスリップベクトル. 地震, **36**, 270-273.
- (1984), 東北日本は北米プレートか? 月刊地球, **6**, 49-54.
- 島津光夫(1982), 日本海の島々の地質とその日本海および周辺地域との地質学的関係. 日本海の地質(星野通平・柴崎達雄編), 193-209, 東海大学出版会, 東京.
- 水路部(1980), 海底地形図(1/100万)6311号, 6312号.
- 鈴木 醇・園木文平(1935), 北海道奥尻島の地質(その1). 地学雑, **47**, 563-576.
- ・———(1936), 北海道奥尻島の地質(その2). 地学雑, **48**, 23-33.
- 玉木賢策(1984), 日本海東縁部の活構造とテクトニクス. 月刊地球, **6**, 38-48.
- 山田直利・秦 光男(1976), 北海道奥尻島の中生代火山岩類. 鉱山地質学会・岩鉱学会合同講演要旨集, 88.