

北海道南西沖地震震源海域の緊急調査結果[†]

水路部北海道南西沖地震震源海域緊急調査班

PRELIMINARY RESULTS OF THE SURVEY ON THE SOURCE REGION OF THE HOKKAIDO-NANSEI-OKI EARTHQUAKE[†]

Hydrographic Survey Team of Hokkaido-Nansei-Oki Earthquake

Abstract

This paper describes the results of sea bottom survey in the source region of the 1993 Hokkaido-Nansei-Oki Earthquake (off Southwest Hokkaido). The earthquake, of magnitude 7.8 occurred in the Japan Sea off southwest Hokkaido from 12 July 1993 and caused severe damage on the Okusiri Island and southwest Hokkaido.

The Hydrographic Department of Japan has conducted topographical, geological and geophysical surveys by the survey vessel "Meiyo" from 22 to 26 July 1993. The survey items are topographical survey by narrow multi-beam echo sounder (Sea Beam 2000), seismic profiling by an airgun, geomagnetic and gravity survey. The average coverage of seabeam swath survey in the survey area is about 90%.

The survey revealed the following tectonic features in the source region.

- (1) A number of well developed faults and lineaments trending mainly NE-SW or NW-SE are recognized on the Okusiri Ridge. Okusiri Ridge is block faulted by these tectonic lines. These tectonic lines might be activated by this earthquake.
- (2) Detail bathymetry shows thrust movement caused by EW compressional stress distributes in the Japan Basin.
- (3) Topographical features typical to landslide are found on the slope of the Okusiri Ridge. Some of them might be probably caused by this earthquake.
- (4) A seamount having a caldera-like depression of 5 km diameter at its summit is recognized in the eastern edge of the Japan Basin.
- (5) A group of small knolls are recognized in the area from western slope of the Okusiri Ridge to the Japan Basin. They resemble to the Fukaura Knoll Chain in the source region of 1983 Nihonkai-Chubu Earthquake.

1. はじめに

日本海東縁の富山湾から北海道西方海域には、圧縮場を示す褶曲や逆断層が分布し、過去にいくつかの巨大地震が発生している。このような諸現象を捉え、中村(1983)、小林(1983)は日本海東縁に北米

プレートとユーラシアプレートの境界があるとの考えを発表し、この仮説を検証するべくいくつかの研究が行われた。その結果、この海域では、現在も活動的な逆断層や活褶曲が多数分布しており、地形的に極めて明確な変動地形を形成していることが判明した(加藤他, 1986, Tamaki, 1988, 竹内ほか, 1989,

[†] Received 7th March 1994

楠ほか, 1991)。また, 日本海の海洋性地殻が低角の逆断層によってオブダクトし, 海底に露出していることが奥尻海嶺北部で観測されたことにより(宮下ほか, 1989, Tokuyama et al., 1992), 日本海東縁は極めて活動的な構造線であることが明らかになっている。

海上保安庁水路部では, 日本海中部地震や新潟地震が生じた日本海東縁に沿い, 変動地形を計測し, 地殻変動の解明を図ることを目的とし富山湾, 佐渡島南方, 秋田沖, 日本海中部地震震源海域でナローマルチビームを用いた精密海底調査を実施してきた。今回北海道南西沖地震の発生により甚大な被害が生じ, 日本海東縁海域における調査・研究に対する社会的な要望は高まっていることから, 海上保安庁水路部では, 1993年7月12日に発生した北海道南西沖地震の震源域を中心とした海域において測量船「明洋」を用い, 7月22日から26日にかけて緊急調査を実施した。

今回の地震のように比較的震源の浅い地震では, 海底に地震に伴って生じた地殻変動や海底地滑り等の痕跡が残る可能性は高いと考えられ, 震源域の海底の精密な地形を明らかにすることは地震の発生メカニズムを解明する上でも極めて重要である。

本稿では, 緊急調査により明らかにされた震源域の海底地形, 音波探査, 地磁気重力の調査結果の概要について述べる。

2. 北海道南西沖地震の概要

1993年7月12日, 北海道南西沖の海底でマグニチュード7.8の地震が発生した(42°47'N, 139°12'E, 深さ30km: 気象庁)。地震直後に大津波が奥尻島や北海道南西部の海岸を襲い, 死者・行方不明者230名を超える大きな被害をもたらした。

余震域は南北に約150km, 東西に約40kmの範囲に拡がり, 余震の震源の深さは5~20kmに分布していることが, 陸上に設置された地震計や海底地震計による観測データで判明している。

震源メカニズムについて, P波初動, 余震観測,

津波波形, 地殻変動, 音波探査記録等のデータの解析結果から以下のように推定されている。

中西・小林(1993)は, P波初動の記録から西に35度の傾斜をもつ逆断層, 長周期波形からは西に65度の傾斜の逆断層を推定し, 破壊開始直後の断層運動と主破壊を起こした断層運動が異なる可能性を指摘している。一方, 谷岡ほか(1993)は長周期データを用いたCMT解から低角で東に傾く逆断層, 遠地P波解からは低角で西に傾く逆断層が得られることから, 初期破壊が発生した震央付近の余震域北部における断層運動と震源域南部の断層運動が大きく異なっていると推定している。

余震観測の結果からは, 北緯42度30分より南側では西に傾き下がる余震分布, 43度以北では東に傾き下がる分布, 震央付近では両方が混在したような傾向が現れており, この境界は余震域の折れ曲がり及び海底地形の折れ曲がりと一致している(北海道大工学部, 1994)。

津波波形の解析結果からは, 断層面が西傾斜であるか東傾斜であるかを特定することは困難なようである(佐竹・谷岡, 1993)。

GPS測量及び水準測量による地殻変動データからは, 奥尻島の数十cmの沈降が検出されているが, 東傾斜または西傾斜のどちらの断層モデルでも奥尻島の沈降を説明できるため, 断層の傾斜方向は特定できないと報告されている(橋本ほか, 1993)。

震源域の海底調査を実施した地質調査所の音波探査記録からは, 後志舟状海盆に西傾斜の高角スラストが確認され, これが今回の地震で動いたと推定されている(岡村, 1993)。

以上のように, 今回の地震の震源メカニズムについては, まだ議論の余地の多いところであり, 余震分布等震源域の北部, 中部, 南部で断層運動が異なる複雑な震源過程であった可能性がある。

3. 明洋による調査

北海道南西沖地震の震源域の緊急調査を7月22日から26日にかけて, 測量船「明洋」によって行った。

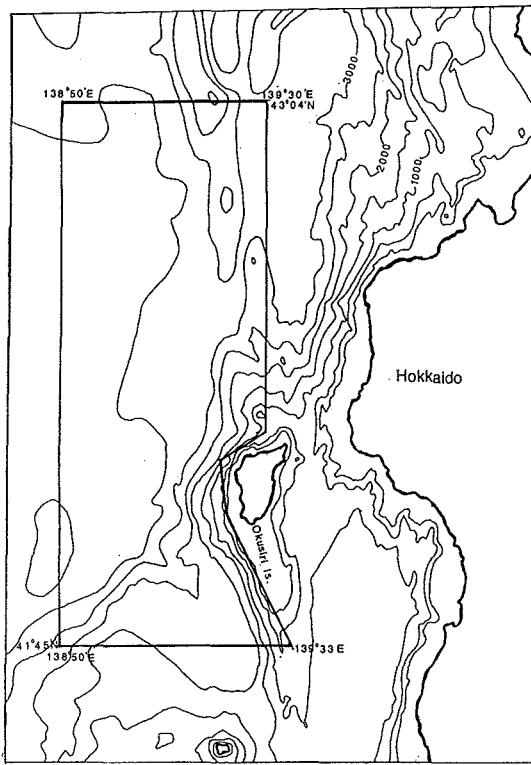


Fig. 1 Surveyed area by the survey vessel "Meiyo".

調査海域は奥尻海嶺とその西側を中心とし余震域全域をカバーする(図1)。測量項目はナローマルチビーム測深機シービーム2000による精密地形測量、プロトン磁力計による地磁気全磁力測定、重力測定であり、一部の測線についてはエアガンを用いたシングルチャンネル音波探査を実施した。主測線は東西方向に4マイル間隔である。なお、シービーム2000のswath巾は水深のおよそ3.5倍で、今回の調査海域のほぼ9割についてはカバー率100%といえる。

4. 海底地形・地質の特徴

北海道西部の大陸棚は水深130~150mであり、幅はおよそ10kmと極めて狭く、海底は急に深くなっている。その沖と水深3600mの日本海盆までの間には、南北方向の走向を示す数列の海嶺と舟状海盆から構成される地帯が存在する。この地帯の中央に走る連

続性のよい海嶺は奥尻海嶺と呼ばれ、奥尻島はこの海嶺上に位置している。奥尻海嶺南東部には奥尻海盆、西津軽海盆があり、その西に水深およそ1500mの松前海台が日本海盆部へ張り出している。海嶺東部には後志舟状海盆、神威舟状海盆の深まりが南北に配列する。海嶺南部の奥尻島は海面上600mの高さを持ち、周囲に水深約150mの平坦面が認められる。

余震分布は、北は震央付近から南は松前海台北端まで、奥尻海嶺西部に集中している。以後、震源域の地形の特徴について述べるが、調査海域内の奥尻海嶺を北緯42度40分を境に南北に分け、それぞれを中部、南部と呼ぶこととする。

1) 奥尻海嶺南部(北緯42度40分以南)

北緯42度40分以南は、奥尻海嶺は2列に分岐し、東側の列は奥尻島を載せる海嶺である。西側の列は、北北東-南南西方向の海嶺とその延長上に延びる弧状の海嶺からなる。東西2列の海嶺の間は、平坦面が分布する。平坦面は北緯42度9分から北北西方向にのびる崖を境にし、水深の異なる2つの面に区分される。東側の海嶺は、奥尻島周辺で最も高くなり、西側及び南側斜面は傾斜が急となっており、海底谷が多数認められる。東側の海嶺は北西-南東方向のリニアメントが分布しており奥尻島の基盤の南限もこの方向のリニアメントで境され、又その南にも同じ方向のリニアメントがいく筋が認められ、さらにリニアメントを境界として海嶺の高さが異なっている。このリニアメント(Fig.4,a)はおそらく東側海嶺を横切る断層と推定され、この断層は、南方で走向を南北方向に変えさらに松前海台と北海道の間に分布する地溝(地溝の中に渡島大島が位置する)へと連続する。西側の海嶺は、東斜面が北北東-南南西方向の直線的な崖となっており、地形図上でも斜面崩壊が多数認められる。この西側海嶺を日本海盆へ延長したところに、同じく北北東-南南西に延びる高まりがある。この高まりは西側斜面が急な東西方向に非対称な海嶺で、西側に張り出すような弧をなしている。これは、9(1)で詳述するが、東傾斜の低角なスラストによる地形と考えられる。

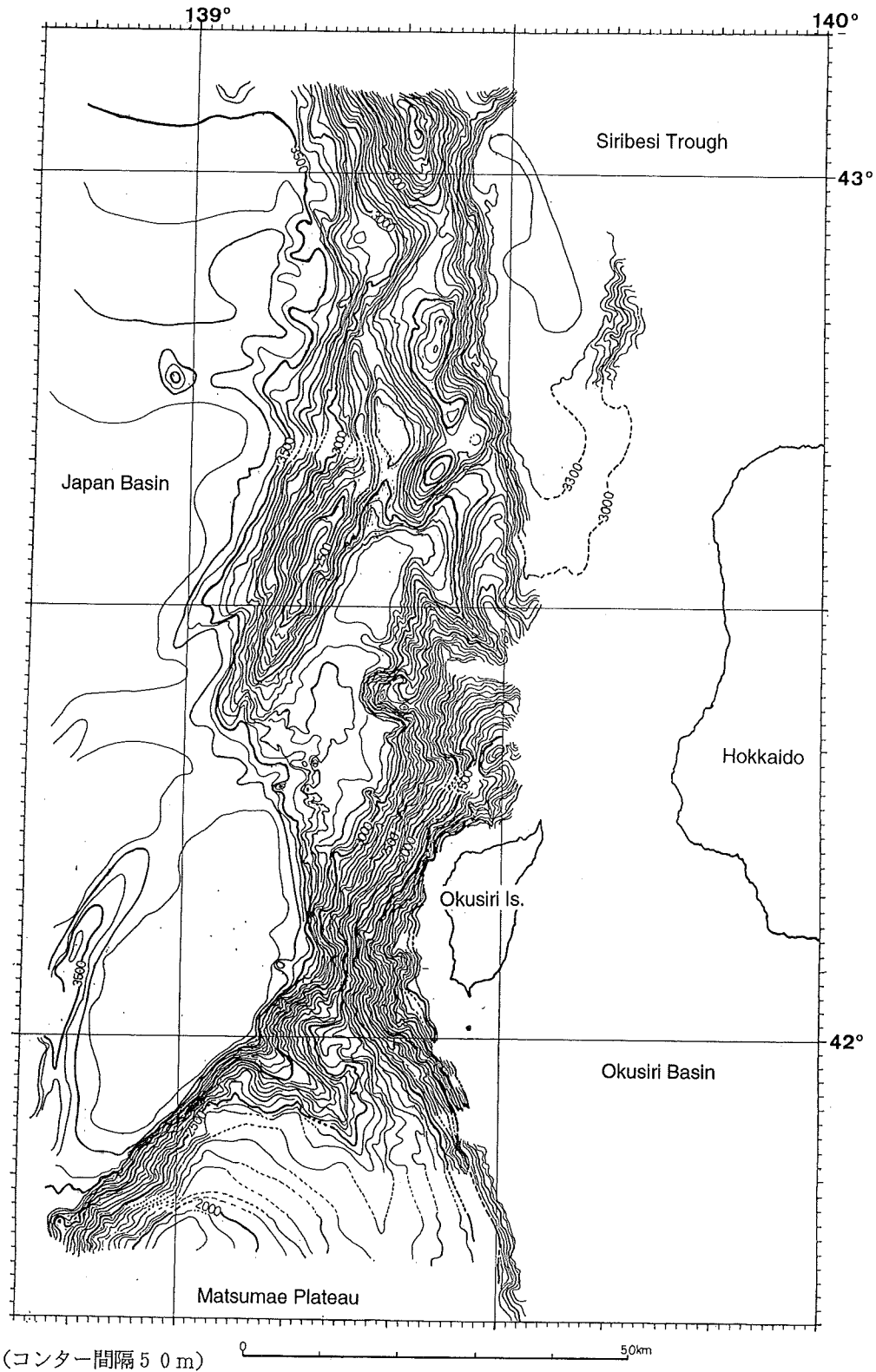


Fig. 2 Bathymetric map using Seabeam 2000 data.

Contour interval is 50 m.



Fig. 3 Bird's eye view of the topography of the surveyed area in Fig.2.

2) 奥尻海嶺中部 (北緯42度40分以上)

北緯42度40分を境界にして、海底地形は変化する。40分以上は、西は日本海盆東縁部より北西—南東および北東—南西の主な2方向のリニアメントが顕著となっている。中部奥尻海嶺の日本海盆側は、幅の狭い海嶺状の海山から構成されるが、東側の後志舟状海盆側では波長が大きく東側の傾斜が急となっている背斜ドームから構成されている。北緯42度50分の奥尻海嶺の西側日本海盆との境界部は、海底地形図では読取にくい、奥尻海嶺が東側に逆くの字がたにへこんでいるところをショートカットするように地形的に一段高くなっている面 (Fig.4,c) が存在する。この面の西側境界をエラーデータを考慮に入れてトレースすると西側に凸状の形態をとっており、1) でのべた奥尻海嶺南部と同様東傾斜のラストによる変形の可能性がある。

5. 火山地形について

調査海域には、いくつか火山と考えられるような特徴的な海底地形が認められた。

奥尻海嶺中部の、奥尻島北北西北緯42度25分、東経139度20分付近にカルデラ状の凹地を持つ海山が発見された (Fig.4,d)。この海山は奥尻海嶺の西麓にあり海盆部からの比高およそ1000m、頂部に直径4kmのカルデラ状の凹地を持ち、その東縁は奥尻島から続く海嶺の西側の崖に接し切り取られたような形になっている (Fig.5)。外輪山は北東側の一部が失われ、崩壊しているようである。この海山の凹地がカルデラであるかどうかについては後述する。

奥尻島北方約10kmの海嶺上には、頂部の水深約400mの高まりがある (Fig.4,e)。これは海嶺の斜面から不連続に飛び出した形をしており、地形的にみてこの高まりは溶岩ドームである可能性が考えられる。

一方、北緯42度15~20分の奥尻海嶺西側斜面から海盆にかけては、比高100~200mの小海丘群が分布する (Fig.4,6)。この海丘群は規模や分布が日本海中部地震地震震源域に見られる小丘列 (加藤ほか、

1986, 八島, 1993, 後に深浦小丘列と命名される) に類似している。

6. 音波探査記録

今回の調査では Fig.4に示される4本の測線でシングルチャンネルの音波探査記録を得た (Fig.6, Fig.7)。以下に音波探査記録にみられる音響的特徴について記述する。

(1) 測線A—震央付近を東西方向に横切る測線

海嶺 (中軸部) から日本海盆には、下位から音響的基盤、層理の比較的明瞭な縞状の層、透明な層の3層が見られる。海嶺はこれらの地層がほぼ整合的に重なっており、透明層堆積後に、東側を断層で切られて隆起し、西側に緩く傾いた傾動地塊とみることができる。この地塊の西端には、西傾斜で顕著な逆断層 (Fig.6,a1) により、小地塊が形成されている。

海嶺の東側斜面は断層崖となっていて、斜面基部に透明層を切る数本の断層 (Fig.6,a2) が認められる。このうち東側の断層は、後志舟状海盆底の堆積層を切っており、新しい断層とみられる。日本海盆では、東傾斜の逆断層により地形の変位、変形が認められ、海底面も緩くうねっている。

(2) 測線B—奥尻島北方の海嶺頂部から日本海盆に至る測線

この記録の最浅部には、奥尻島をのせる地塊の延長部で、音響的に強い反射を示す不透明層が海底に露出している。地塊の西側斜面は、この層の急峻な断層崖となっていて、日本海盆底へと続いている。斜面上の水深約1500m以深には、やや透明な堆積層が分布しており、崩落状の形態がみられる。斜面脚部には、音波散乱状を示すかなり広い平坦面が形成され、海底面を切る断層 (Fig.6,b2) が認められる。日本海盆では、層理の明瞭な堆積層が海嶺斜面下部に向かって深くなるが、音波散乱層に覆われて詳細は明らかでない。

(3) 測線C—奥尻島南方の海嶺頂部から日本海盆に至る測線

記録の最浅部は、奥尻島をのせる地塊の延長部で、

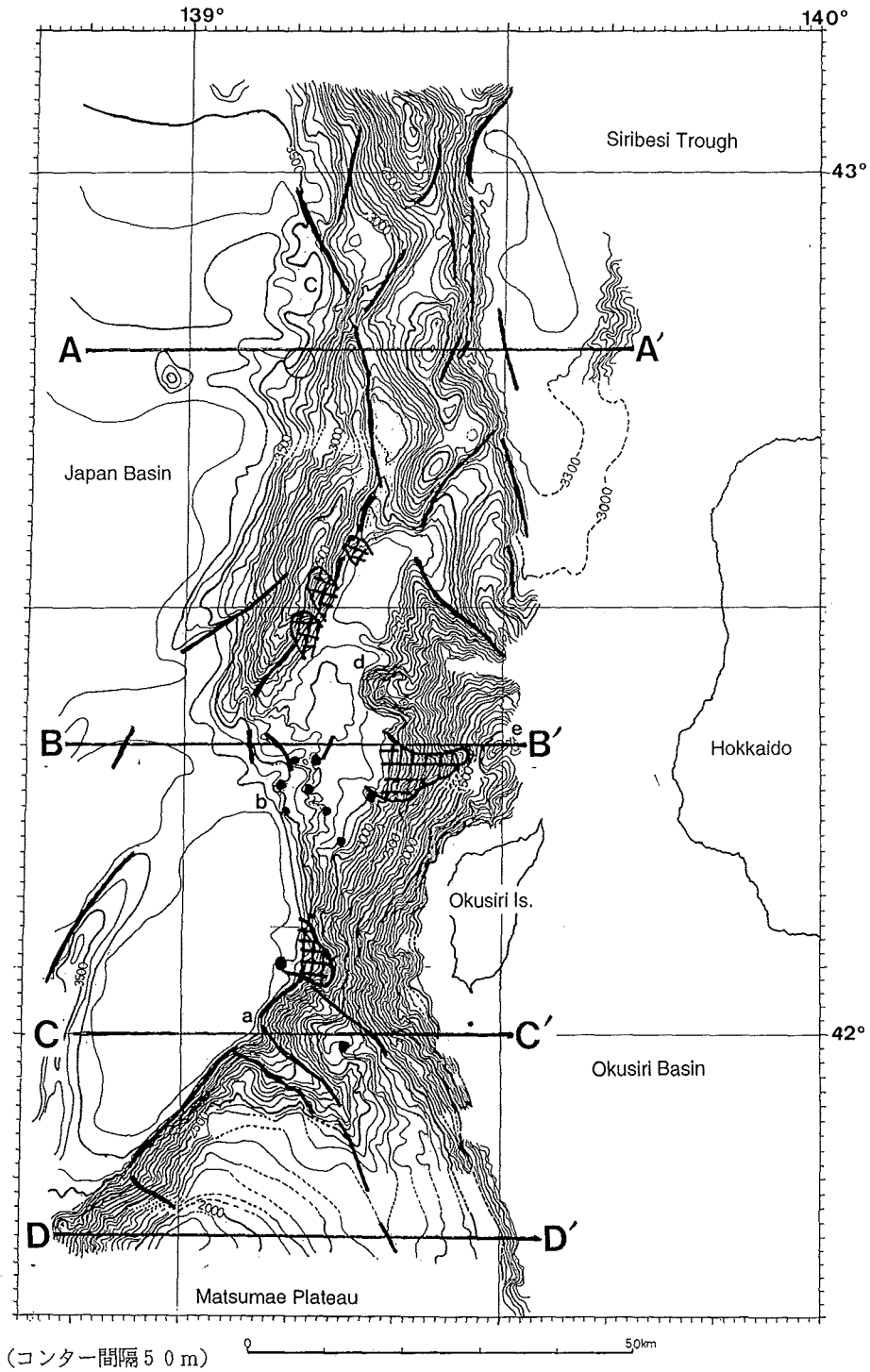


Fig. 4 Morphological characteristics of the surveyed area in Fig.2.

A - A' ~ D - D' seismic profile (Fig.6,7)

closed circle : knolls

hatched area : landslide

thick line : faults & lineaments

open circle : epicenter

a ~ e : special feature described in the text.

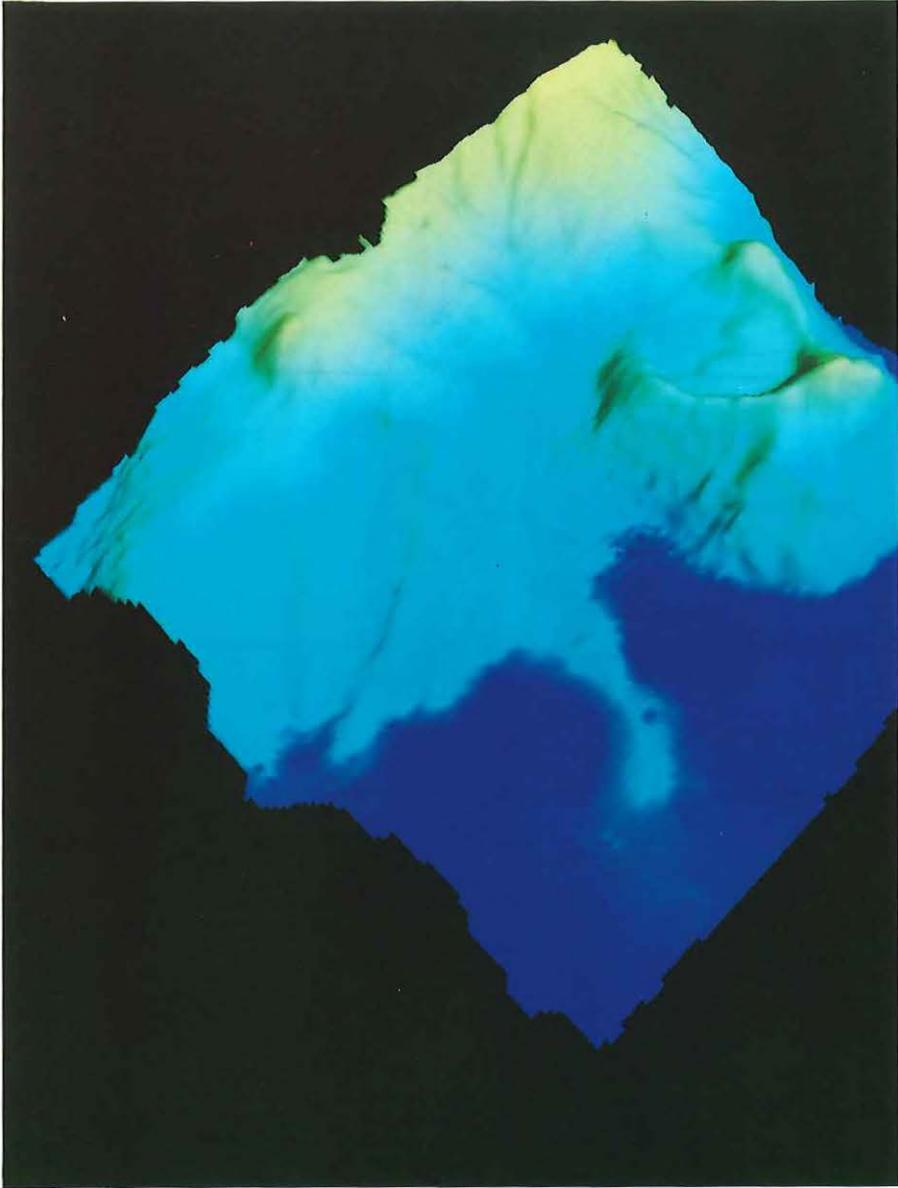


Fig. 5 Bird's eye view of the topography of the seamount having a caldera-like depression at its summit in Fig. 4, d. The view point is located northwest of this seamount.

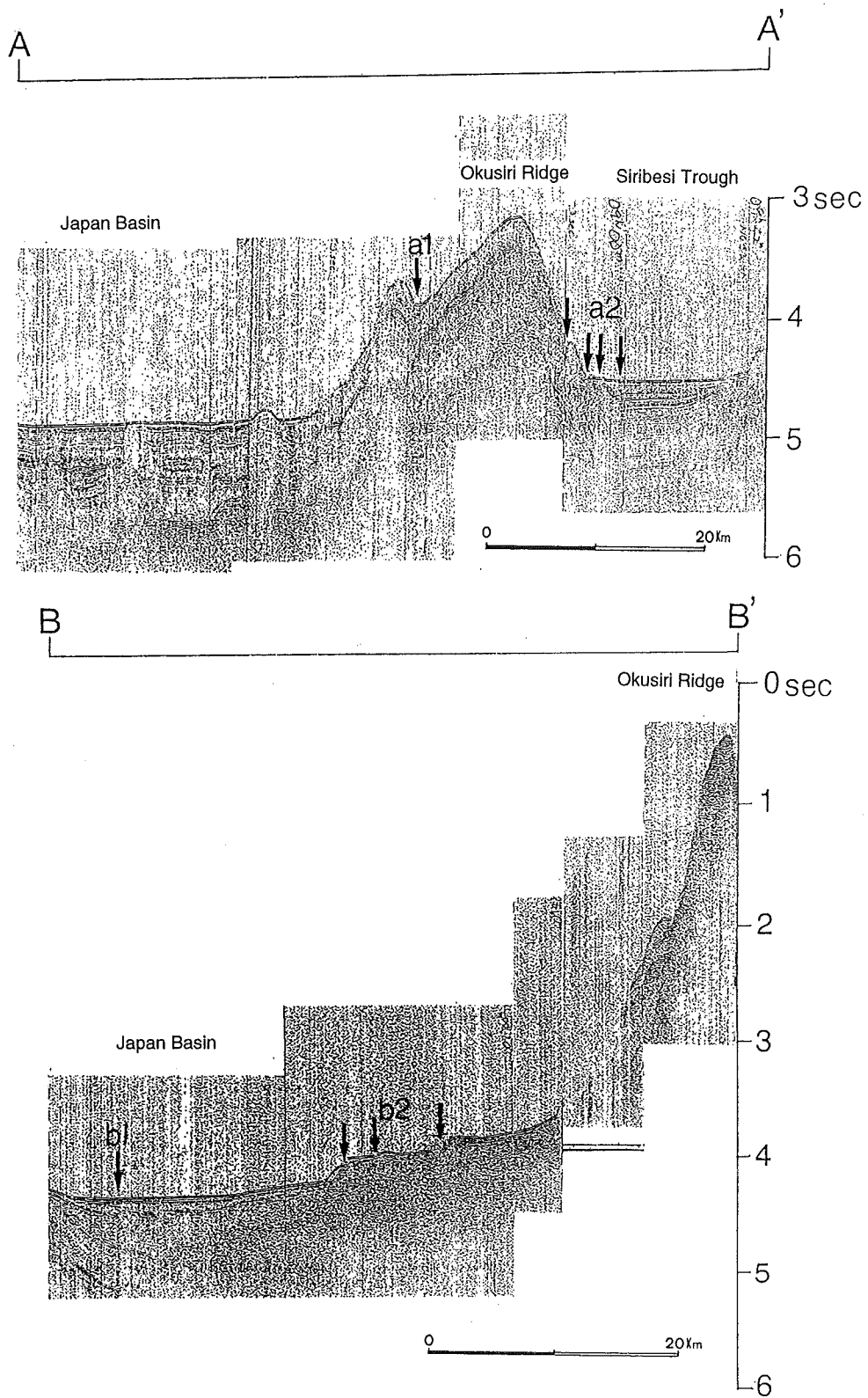


Fig. 6 Single channel seismic profile along line A-A' and line B-B'

水深約1500m以浅は、音響的不透明層の露頭であるが、以深には、透明層が分布している。斜面上の水深約1500m, 2300m付近には、透明層を切る断層 (Fig.7, c1. c2) によって、形成された地塊状の緩やかな高まりがみられる。斜面脚部にも変位の小さい数本の断層 (Fig.7, c3) が認められる。日本海盆では、層理が明瞭で緩やかな変形を示す堆積層が、地塊を形成する地層にアバットする。

(4) 測線D-松前海台北方を東西方向に横切る測線海嶺中軸部には、音響的にマッシブな層の上に、強い反射面で境される2枚の透明層がみられる。ここでは、透明層堆積後に、西側を断層で切られ、隆起して、東に緩く傾いた傾動地塊がみられる。透明層の厚さは、地塊の背面で厚く (2sec 以上)、海嶺頂部から西側の断層崖に向かって薄くなる。

7. 地磁気異常

Fig. 8 に調査海域の地磁気全磁力異常図を示す。

奥尻海嶺に沿って、波長15km程度、振幅200~300 nTを持つ異常が南北に分布するが、海嶺軸やリニアメントとの対応ははっきりしない。

奥尻島の北に振幅400nTに達する規模の大きな正異常が見られる。今回の調査海域からはずれず、この正異常は北東に延び後志海盆の南端を通り寿都海底谷に達する。寿都海底谷の東側は短波長大振幅の地磁気異常が多数分布し、奥尻海嶺の異常と明瞭なコントラストを見せる。

奥尻海嶺の西は負異常が卓越する。日本海は広く負の異常が分布しており、奥尻海嶺西の負異常もこれにつながるものと思われる。日本海盆には東北東-西南西の走向を持つ縞異常が見られ、この方向を拡大軸として日本海盆が拡大したとされている (押田, 1994, など)。奥尻海嶺は日本海盆の東縁に位置するが、本調査海域には縞異常の一部とみなされる異常は分布していない。

北緯42度44分東経139度付近に東西を極とするダイポール性の異常が見られるが、海底地形は海丘状の地形があるものの概ね平坦であり、火山性の異常

であるかはっきりしない。

8. フリーエア重力異常

Fig. 9 に調査海域のフリーエア異常図を示す。

南北方向に延びる重力の高異常帯と低異常帯とが東西に隣合っており、東西方向の圧縮場を推察させる。

高異常帯は奥尻海嶺に一致するが、北緯42度30分付近で振幅が小さくなり海嶺が途切れていることを示す。これより北側の高異常帯は42度50分付近で南北から北北東-南南西に走向を変えている。

北緯42度30分より北の高異常帯の東には、後志海盆に対応して低異常帯が南北に延びている。両異常帯の境界で重力値が急変しており、音波探査で明らかとなった逆断層に対応するものと考えられる。重力異常の分布から推定されるこの断層の南端は北緯42度40分付近である。

奥尻島の西斜面および奥尻海脚の南西斜面でも重力が大きく変化しており、奥尻島の西では南北の走向を持つ断層が、また奥尻海脚の南西では北西-南東方向の走向を持つ断層の存在が推定される。

奥尻島をのせる高異常帯の西では南北に広がりを持つ低異常帯が並ぶ。ここは日本海盆の東端に位置し、海底地形はきわめて平坦であるが、堆積物の下に海盆状の地形が隠されていることが推定される。

9. 議論

(1) 震源域の海底にみられる変動地形

今回の調査により138°45'Eの日本海盆で42°Nから42°25'NにかけてふたつのN0°~20°Eの走向の高まりが認められた。比高はそれぞれ約200m (42°07'N)と80m (42°20'N)で、ひとつの弧の全長は20~30kmである。これらはいずれも西に凸の弧を描く形をしており、西側斜面が東側にくらべて急峻である。弧は南側ではほぼ南北、北のほうでN20°Eを向き、N20°Eの部分の比高が高い。これらの弧状の構造は東から西へスラストアップした東傾斜の断層の上盤背斜軸に対応すると考えられる。また、地形には表

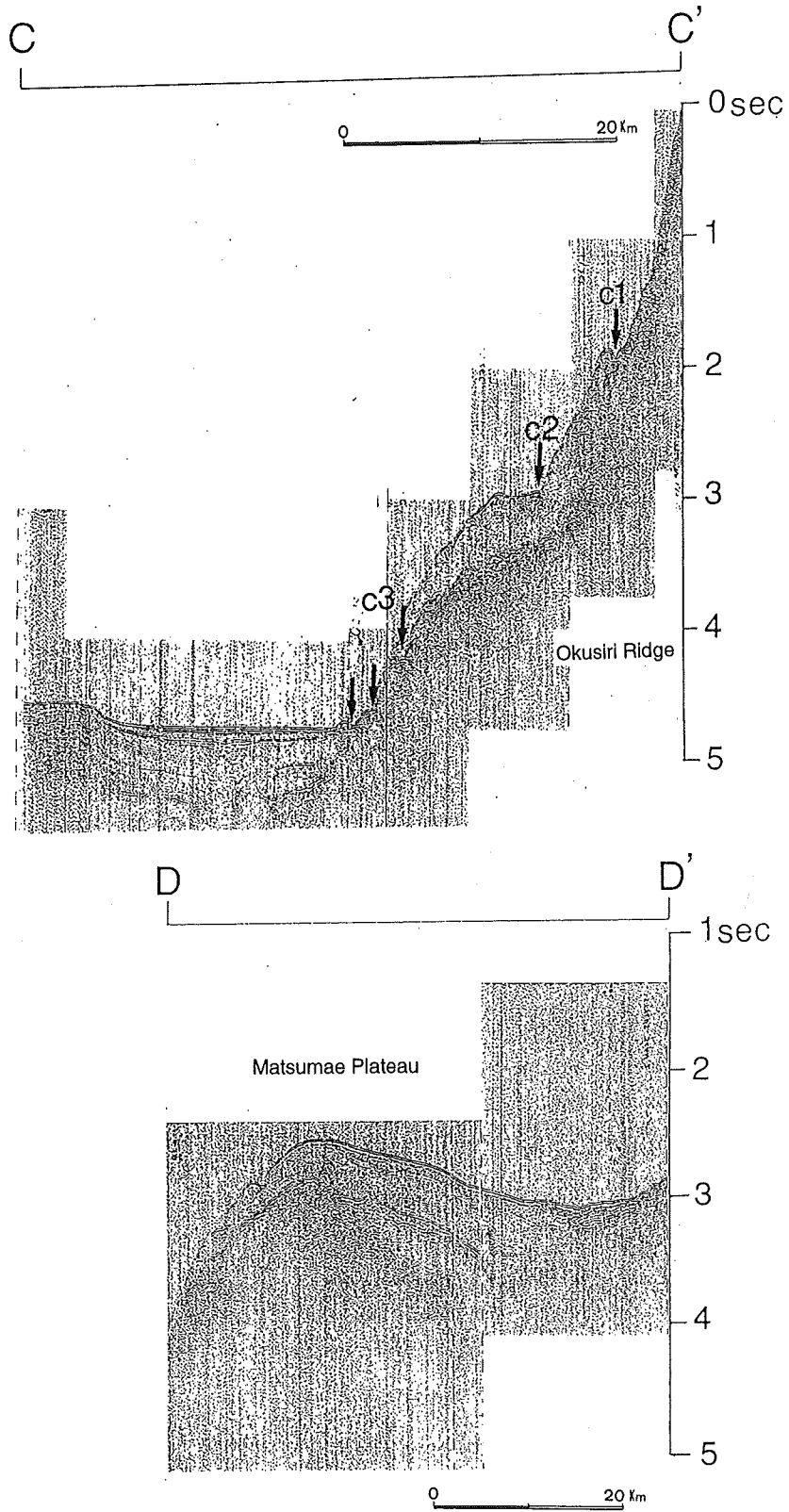


Fig. 7 Single channel seismic profile along line C-C' and line D-D'

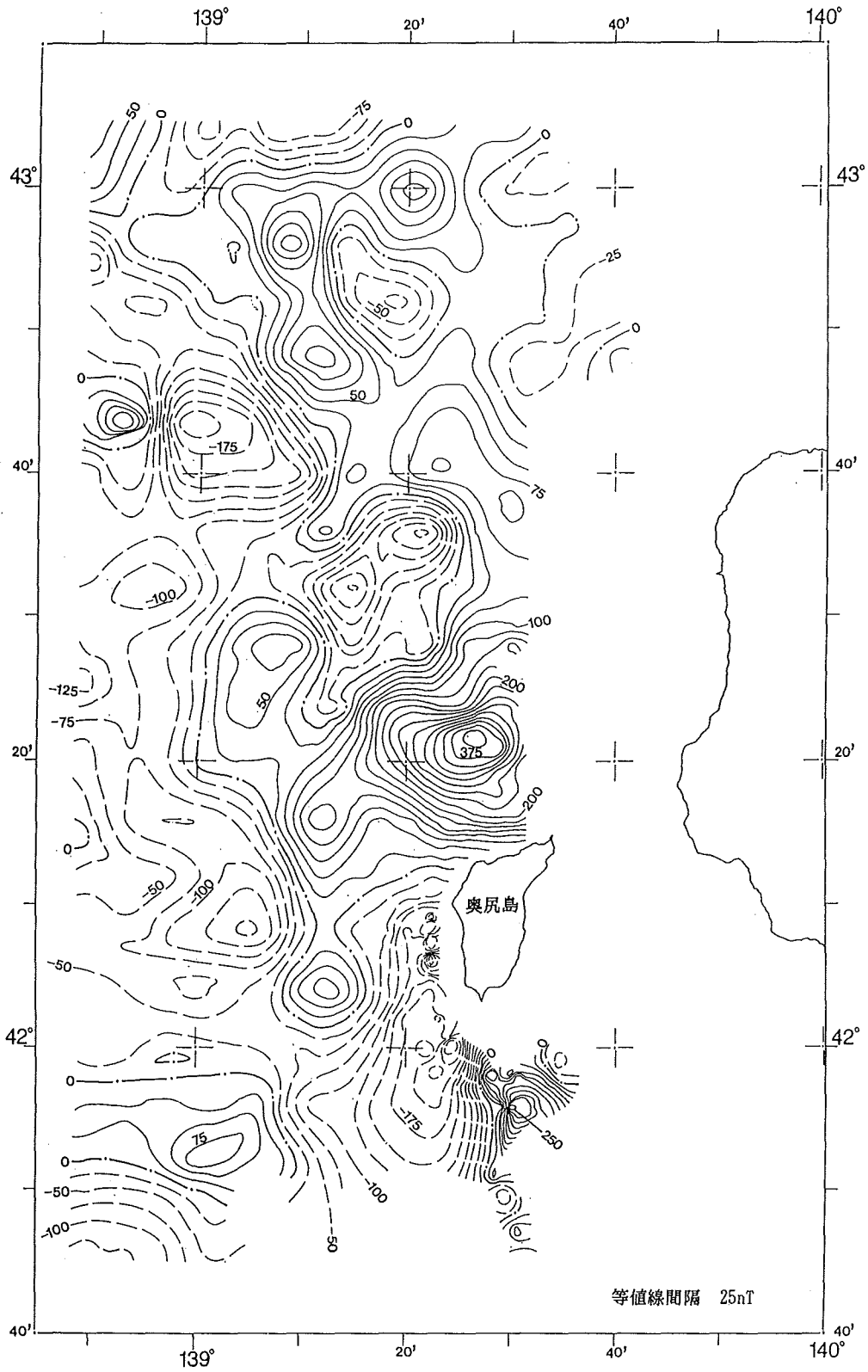


Fig. 8 Geomagnetic anomaly map. Contour interval is 25nT.

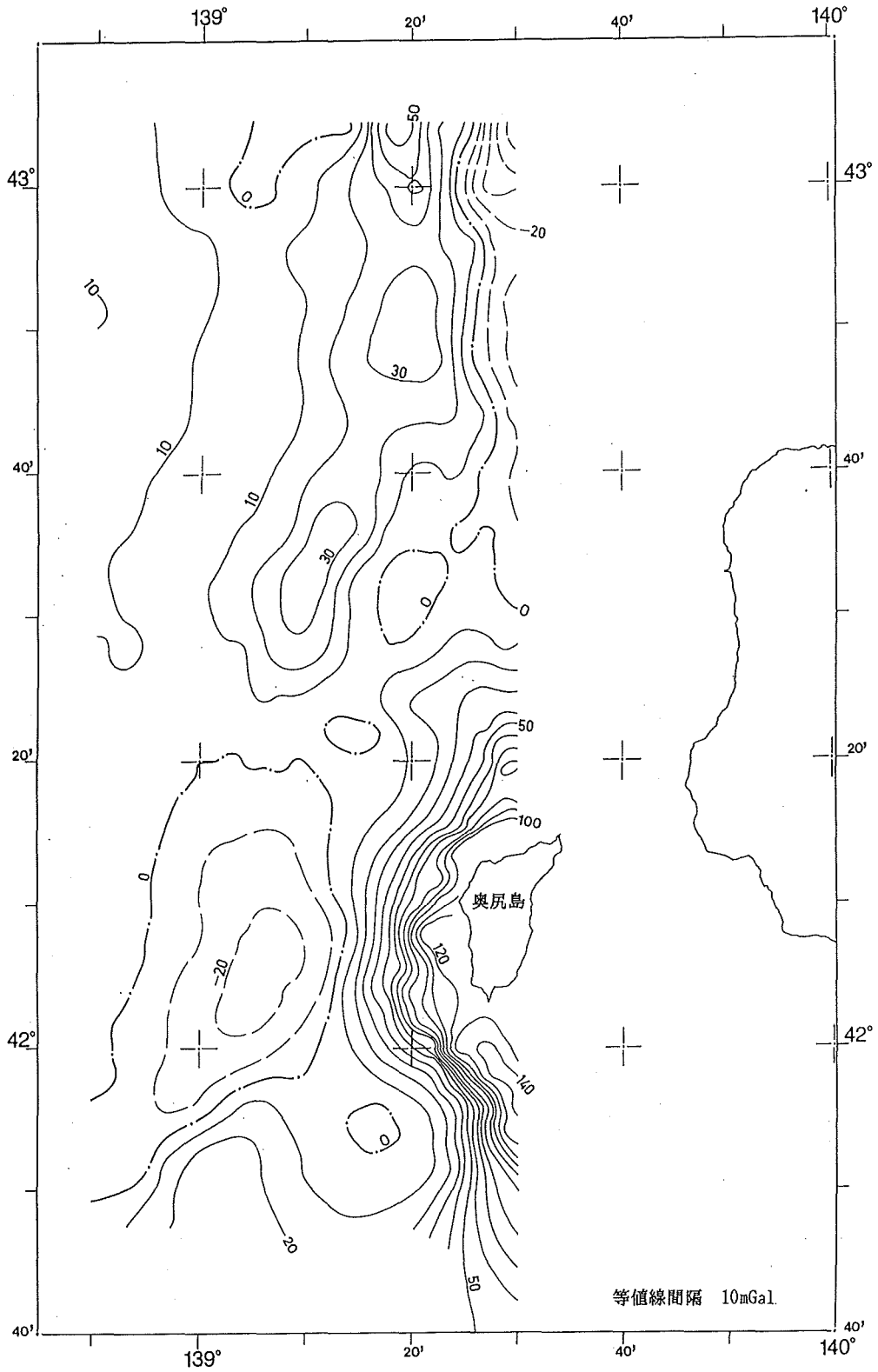


Fig. 9 Free-air gravity anomaly map. Contour interval is 10mGal.

われていないが、北側の弧状のたかまりのすぐ東の平坦部において、音波探査 B 測線の記録上に上部堆積層を切る断層 (Fig. 6, b1) が認められる。この断層の傾斜の方向を記録から読み取るとは難しいが、断層の東側で反射面がわずかに盛り上がっていることから、上述の高まりと同様に東傾斜のスラストと予想される。これらの構造は震源を含む奥尻海嶺中部の延長上にあつて走向も一致するが、震央を通る音波探査記録 A は海嶺そのものは西傾斜のスラストによって形成されたことを示しており、海盆部のスラストとはセンスが異なっている。また、海盆部の弧状構造は杉の字の雁行配列をしており、左横ずれを示唆している。このことは、 $42^{\circ}25'N$ から $42^{\circ}40'N$ 付近の奥尻海嶺が、海嶺の主方向に斜交する $N40^{\circ}E$ の南落ちの斜面によって左ずれを示していることと調和的である。さらに、日本海盆において 93 年 10 月に深海用サイドスキャンソナーによる調査を行った結果、地形から認識できるスラストの北側に $42^{\circ}35'N$ まで延びる弧状の構造が発見された。以上から、1) 日本海東縁における圧縮場を反映する海底地形が東縁の海嶺部だけでなく、その西の $138^{\circ}45'E$ 以西の日本海盆にまで及んでおり、2) そこには圧縮による衝上運動だけでなく左横ずれの成分が含まれていると言えるだろう。

(2) 日本海東縁の巨大地震と今回の地震の特徴

日本海東縁は過去にいくつかの巨大地震が発生し、特に 1983 年に秋田沖に発生した日本海中部地震により、日本海東縁はユーラシアプレートと北米プレートとの境界であるという学説が注目を集めた。しかしながら、この学説のように日本海東縁で日本海が日本列島下に沈み込みを開始して、新しいプレート境界が形成されつつあるかどうかについては、まだ不明な点が多い。ここで最近日本海東縁で発生した 1963 年の新潟地震、1983 年の日本海中部地震の震源メカニズムをレビューして、北海道南西沖地震と比較することにより、今回の地震で震源域の海底でどのような地殻変動が起こったのか推定してみたい。

新潟地震 (M7.5) の震源メカニズムについては、東へ低角で傾きさがる断層モデル (石川ほか, 1984, 多田堯, 1984, など) と西下がりの高角逆断層モデル (Abe, 1975, など) の二つが提案されている。この二つの断層モデルの得失が余震分布、地殻変動データ、音波探査記録からみた震源域の地質構造等、様々なデータの解析結果から議論されているが、いまだ決着はついていない。

日本海中部地震 (M7.7) は、長さ約 150km、幅約 50km の南北に延びる逆くの字状の余震域が形成された (東北大学理学部地震予知センターほか, 1983)。震源メカニズムについては、本震及び余震の発震機構とその震源分布から、東下がりの低角逆断層であると考えられている (高橋ほか, 1983 など)。この断層モデルは、日本海が日本列島下に沈み込んでいるという日本海東縁プレート境界説を支持している。

北海道南西沖地震の発生メカニズムについては、日本海中部地震との類推もあつて日本海の日本列島下への沈み込みに伴って東下がりの低角逆断層モデルが当初有力であったが、前述したように、余震の分布等を見るとプレート境界を示す東傾斜の低角逆断層地震かどうかは今のところはっきりせず、もっと複雑な断層運動があつた可能性が考えられている。

本章の (1) で述べたように日本海盆東縁で西から東へスラストアップした東傾斜の断層が発見されたことは、これが低角逆断層地震の発生に伴う地殻変動が海底地形に表現された可能性がある。しかし震央付近を通して奥尻海嶺を横切る音波探査記録からは、奥尻海嶺は西傾斜高角の断層で形成されていることを示す。

さらに、今回の精密地形調査で奥尻島を載せる奥尻海嶺は北西—南東または北東—南西方向の断層やリニアメントが認められるブロックからなっていることが明らかになった。これは奥尻島の地殻変動を解釈する上で極めて重要であり、今回の地震に伴って奥尻海嶺の中で断層群が動いて地殻がブロック毎に別々に運動し、奥尻島は沈降するブロック上に位

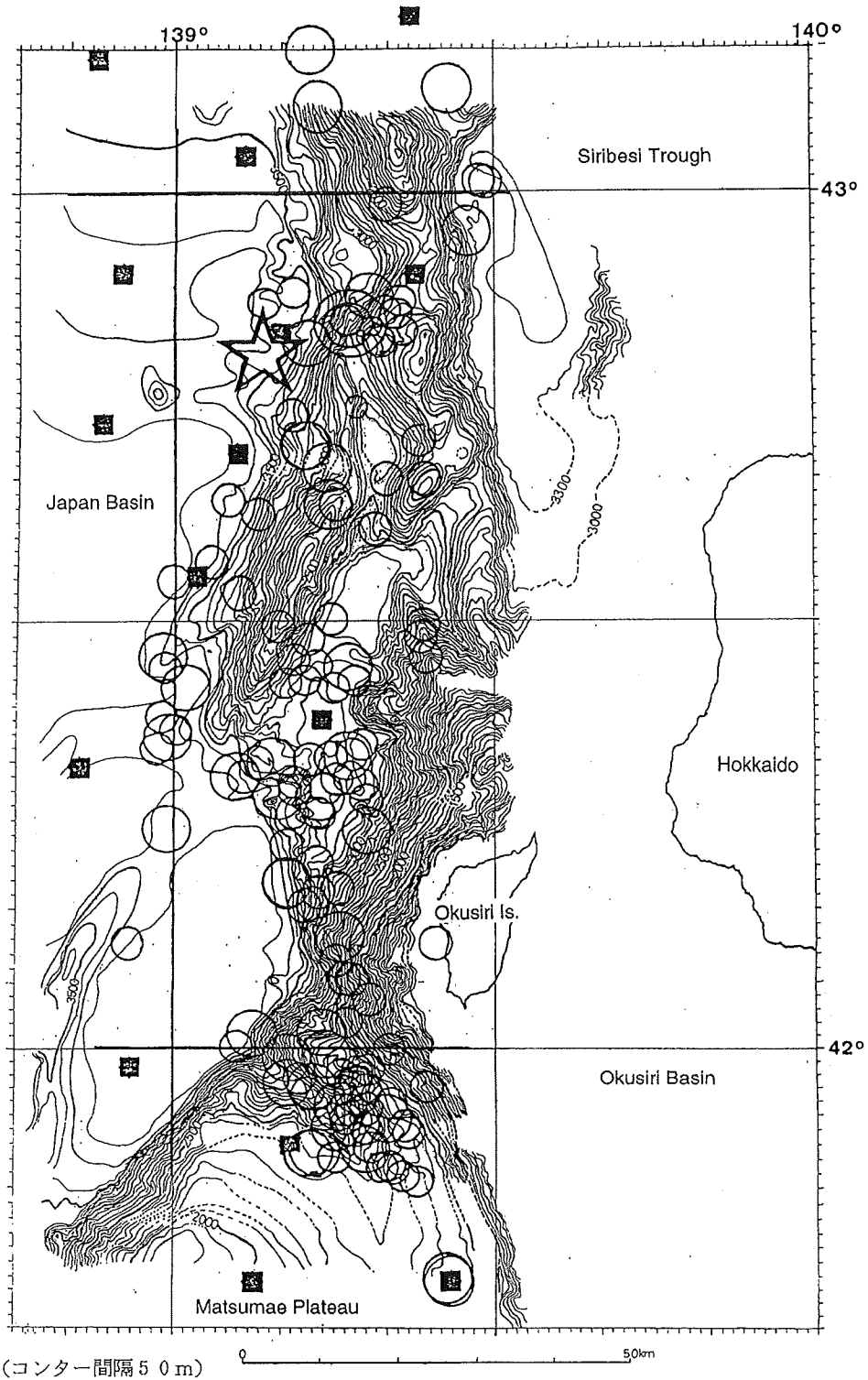


Fig.10 Distribution of the epicenter of after shocks observed from July 22 to July 25, 1993 (after Hino et al., 1993), overlaid on the bathymetric map.

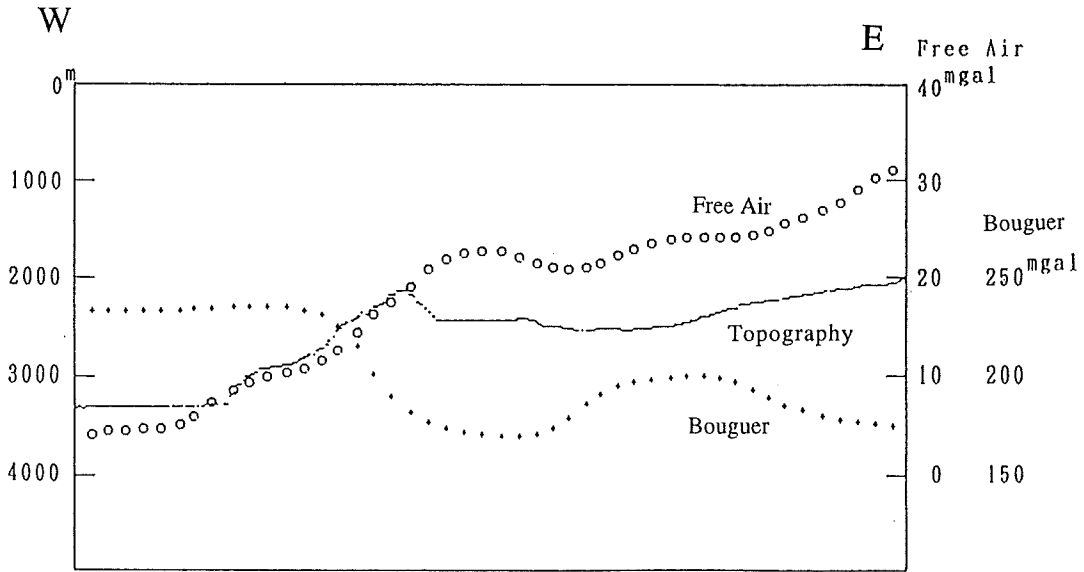


Fig.11 EW cross section of Free-air gravity anomaly, Simple Bouguer anomaly and topography of the seamount having a caldera-like depression at its summit in Fig.4,d.

置していた可能性が高い。余震分布を見ると、震源域は大きく三つの余震域に分けられている。また、余震は奥尻島南西方のリニアメントに沿って余震の集中が見られる (Fig.10)。このリニアメントは海盆と海嶺を限る急崖に直交しており、今回の地震でこのようなリニアメントを形成した断層が動いた可能性が高いと思われる。

(3) カルデラ状の海山について

前述した奥尻島の北北西に位置するカルデラ状の海山について、地下構造を考察するため、海山の山体の直上を東西に通る測線について重力異常と海底地形の断面 (Fig.11) を作成した。図に示されたブーゲー異常は、フリーエア異常に直下の水深の補正を加えたいわゆる単純ブーゲー異常である。139度22分を中心幅約5kmにわたって地形の落ち込みが見られ、これに対応してフリーエア異常で最大3 mGal、ブーゲー異常で最大30mGal 重力が小さい値を示すことがわかる。簡単なモデルでこれを評価するため、水深2200m以下が、カコウ岩の平均的な密度である2.67 g/cmの物質による半無限平面であるとして、その表面に半径2.5km、幅330mの円筒形の領域で落ち込みが生じたときの円筒形領域中心の直上海面における重力値の減少を計算すると、16.9mGalの値を

得る。この結果は、観測されたブーゲー異常を十分に説明するものではないが、山体を構成する高密度の物質が、地形のくぼみに相当する規模で陥没した可能性を示唆している。

ただし、山体に伴う地磁気異常は明瞭でなく、磁性の強い塩基性の火山岩により構成されている可能性は低い。

今後、ブーゲー異常に地形補正を加え、海底下の密度構造を定量的に推定することにより、地形の落ち込みがカルデラを示すものなのかどうか、さらに詳細な検討を進めていきたい。

まとめ

測量船明洋による北海道南西沖地震の震源域の海底調査により詳細な海底地形が明らかになり、以下のような新知見が得られた。

- (1) 震源海域では、北西—南東、北東—南西の2方向を主としたリニアメントや断層が発達し、奥尻海嶺はこれらのリニアメントを境にしてブロック化している。余震分布を見ると、奥尻海嶺上、特に奥尻島南西沖のリニアメントに余震が集中していることから、北海道南西沖地震では、これらのブロックごとに異なった変動が起き、奥尻島は沈

- 降するブロック上に位置していたと推定される。
- (2) 日本海東縁における圧縮場を反映する海底地形が東縁の海嶺部だけでなく、その西の日本海盆まで及んでおり、圧縮による衝上運動だけでなく左横ずれの成分が含まれている。
- (3) 奥尻海嶺の斜面には多くの崩壊地形がみられた。特に42°30'N, 139°15'E付近の東側斜面では崩壊地形が集中しており、今回の地震によりこれらの崩壊が発生した可能性がある。
- (4) 直径5 kmのカルデラ状の凹地を頂部に持つ海山が奥尻海嶺西麓において発見された。これまで日本海でカルデラを有する海底火山が報告されてはならず、この凹地がカルデラを示すものかどうか、さらに検討する必要がある。
- (5) 日本海中部地震の震源域にみられる小海丘群(深浦小丘列)と類似した小海丘群が発見された。

謝辞

今回の北海道南西沖地震の緊急調査の実施にあたり、測量船「明洋」の岩元健郎船長以下乗組員の皆様、本庁水路部、第1管区海上保安本部の関係者に大変お世話になった。

水路部北海道南西沖地震震源海域緊急調査班：

春日茂，沖野郷子，浜本文隆，加藤幸弘，長屋好治，永野真男，浅田昭

参 考 文 献

- Abe, K.: J. Phys. Earth, **33**, 349, (1975)
- 橋本 学・小沢慎三郎・鷺谷 威・多田 堯；測地測量より得られた1993年北海道南西沖地震に伴う地殻変動，日本地震学会講演予稿集，**2**，64，(1993)
- 日野亮太ほか：海底地震観測による1993年北海道南西沖地震の余震分布，日本地震学会講演予稿集，**2**，(1993)
- 北海道大学理学部：北海道南西沖地震の余震活動，地震予知連絡会資料，107，(1994)
- 石川有三ほか：1983年日本海中部地震の震源過程，月刊地球，**55**，11，(1984)
- 加藤 茂・桂 忠彦・浅田 昭・春日 茂：1983年日本海中部地震震源域の海底地形地質，水路部研究報告，**21**，1，(1986)
- 小林洋二：プレート”沈み込み”の始まり，月刊地球，**15**，510，(1983)
- 楠 勝浩，菊池真一，沖野陸登，穀田昇一，渡辺義和：糸魚川周辺海域における変動地形・地殻構造調査，水路部研究報告，**27**，132，(1991)
- 宮下純夫ほか：しんかい2000による奥尻海嶺北部での潜航調査，海洋科学技術センター試験研究報告，**85**，(1989)
- 中村一明：日本海東縁新生海溝の可能性，地震研究所彙報，**58**，711，(1983)
- 中西一郎・小林励司：1993年北海道南西沖地震の震源メカニズム，日本地震学会講演予稿集，**2**，29，(1993)
- 岡村行信：白嶺丸による北海道南西沖地震震源域の海底地質調査，地質ニュース，**471**，13，(1993)
- 押田 淳：日本海の基盤地形と地磁気異常，月刊地球号外，**9**，98 (1993)
- 佐竹健治・谷岡勇市郎：1993年北海道南西沖地震による津波と日本海の自由震動，日本地震学会講演予稿集，**9**，56，(1993)
- 竹内 章・田中武男：北部奥尻海嶺の活構造，海洋科学技術センター試験研究報告，**73**，(1989)
- 谷岡勇市郎・佐竹健治・ラリーラフ：1993年北海道南西沖地震の震源メカニズム，日本地震学会講演予稿集，**2**，30，(1993)
- 多田 堯：日本海中部地震と地殻変動，月刊地球，**55**，18，(1984)
- Tamaki K.: Geological structure of the Japan Sea and its tectonic implications, Bull. of Geological Survey of Japan, **39**, 269, (1988)
- Tokuyama et al.: Initiation of ophiolite emplacement: a modern example from Okusiri Ridge, Northeast Japan Arc, Marine Geology, **103**, 323, (1992)

東北大学理学部地震予知観測センターほか：1983年
日本海中部地震—(1)地震活動—，地震学会予
稿集，2，3，(1983)

八島邦夫：日本海中部地震震源域深浦小丘列の地
形・地質と周辺海底の熱水現象調査，しんが
いシンポジウム報告書，8，63，(1992)