

波浮海脚の海底調査

土出昌一*・村井弥亮**・浅田 昭***・服部敏男**

OCEAN SURVEY IN HABU SPUR

Masakazu Tsuchide*, Mitsuryou Murai**, Akira Asada*** and Toshio Hattori**

Abstract

Hydrographic Department of Maritime Safety Agency has surveyed off southeast of Osima, Habu Spur, on Feb. 5, 1987 and on Mar. 3, 1987 by a newly-built survey vessel "Ten-yo".

She is equipped with a narrow multi-beam echo sounder (Hydrochart) for shallow water (up to 1,000m), so the very precise bathymetric chart of Habu Spur (scale 1/20,000) has been made and some specific topography has become clear.

The results from the analysis of Hydrochart records are as follows.

- (1) Habu Spur is composed of many lateral volcanoes which are arranged in two parallel lines trending the northwest to the southeast with the space of about 800m.
- (2) The direction of the lines of lateral volcanoes is coincided with the direction of lateral volcanoes existing on the flank of Osima, Miharayama.
- (3) Two lines of lateral volcanoes are clearly straight line and are composed of continuous narrower ridges, which suggest something like intrusive dikes.
- (4) A lateral volcano of 185m below the sea surface is discovered in the middle of the northeastern line of lateral volcanoes.
- (5) Some water depths surveyed in 1987 have become deeper than those in 1954 on the northeastern line of the lateral volcanoes (maximum change is 100m).
- (6) The change of water depth from 1954 to 1987 on the lateral volcano located in the southern end of the northeastern lateral volcanoes line is divided into two patterns. One, a southeastern part of the volcano, is remained unchanged and the other, a northwestern part, has become deeper.

The cause is unknown.

Received 29 July 1987.

* 企画課 Planning Division

** 沿岸調査課 Coastal Surveys and Cartography Division

*** 海洋調査課 Ocean Surveys Division

1. はじめに

海上保安庁水路部は、昭和61年11月に勃発した伊豆大島三原山の噴火による全島民の島外避難に対処するため、同年12月に測量船「拓洋」により伊豆大島周辺海域の海底調査を緊急に行い（加藤他，1987）、伊豆大島周辺の海底地形を明らかにしたが、その際複雑な地形が注目され、また微小地震の震源分布域（山岡，1987；松村，1987）でもあった、伊豆大島南東沖にある波浮海脚について、昭和62年2月5日及び同年3月3日の2日間、水路部所属の測量船「天洋」（高橋清吉船長）によって詳細な海底地形調査を実施した。

本報告は、その概要を記したものである。

なお、「拓洋」及び「天洋」の調査結果に基づく伊豆大島周辺の海底地形は、沿岸の海の基本図「伊豆大島」（海図番号第6363号⁷、縮尺5万分の1）として昭和62年5月15日に水路部より発行された。

2. 測量船「天洋」とハイドロチャート

調査を実施した測量船「天洋」（総トン数430トン）は、昭和61年11月に就役したばかりの最新の測量船であり、最先端の科学技術を取り入れた新鋭の観測機器を搭載している。

測量船「天洋」の主要目及び主な観測機器を第1表に示す。

Table 1 Survey vessel "Ten-yo" particulars and instruments

総トン数	430トン	複合測位装置	NNSS, GPS, ロランC等による精密船位測定装置及びデータロガー
全長	56メートル	ハイドロチャート	水深の2.5倍の幅の範囲を面的に測深
型幅	9.8メートル		最大水深1000メートル
喫水	2.9メートル	中深海音響測深機	最大水深5000メートル
航海速度	13ノット	水深測量自動集録処理装置	電波測位機、多素子音響測深機のデータ結合・処理及び図化
航続距離	5400海里		
搭載人員	最大38名（内乗組員24名）		

Table 2 Hydrochart and Seabeam

	ハイドロチャート	シービーム
合成ビーム数	17本（5°×3.5°～6.5°）	15本（2%°×2%°）
発振周波数	36KHz	12KHz
測深幅	水深の2.5倍	水深の0.8倍
最大水深	1,000メートル	11,000メートル
測位データ	同時記録	個別記録（結合処理が必要）
音速度補正	要	要
潮汐補正	要	不要
ヒープ補正	要（センサー組入済）	不要
送波器	左右2組 （各送信24個×受信36個）	中央1組 （送信20個×受信40個）
送信パルス間隔	0.1秒～4秒 （水深により自動調整）	1.0秒～15秒 （水深により自動調整）

測量船「天洋」が搭載しているハイドロチャートは、測量船「拓洋」が搭載しているシービームの浅海型としてアメリカのG.I.社が開発したナローマルチビーム測深機であり、我が国では初めて装備されたものである。

ハイドロチャートとシービームの比較を第2表に示す。

ハイドロチャートのデータはシービームのそれと同様に磁気テープに収録されるが、測位データも同時に記録される等シービームのデータとはフォーマットが異なっており、シービームデータ解析のため水路部がこれまで開発してきたプログラムはそのままではハイドロチャートのデータ解析には使用できない。

ハイドロチャートのデータ解析プログラムについては現在鋭意開発中であり、今回の伊豆大島のデータ解析は浅田がシービームのデータ解析を参考に、新たにプログラムを開発しつつ行ったものである。

3. 調査結果

測位は電波測位機（トリスポンダー）を使用し、従局は2月5日、3月3日両日とも伊豆半島白浜にある白浜水路観測所と伊豆大島竜王埼灯台に設置した。

調査項目は、2月5日はハイドロチャートによる精密海底地形調査及び地層探査機による海底地層調査であり、3月3日はサイドスキャンソナー（ハイドロチャート併用）による海底微地形調査及び採泥であった。

調査海域を第1図に、2月5日及び3月3日の測線を第2図及び第3図に示す。

2月5日の調査は、南東-北西方向に500メートル間隔で7本の測線を調査した。ハイドロチャートは第2表に示したように水深の2.5倍の測深幅があり、調査海域の水深は伊豆大島寄りの最も浅い海域で約200メートルであるため、500メートルの測線間隔であれば完全な面測量を行っており、その地形調査に調査もれはない。

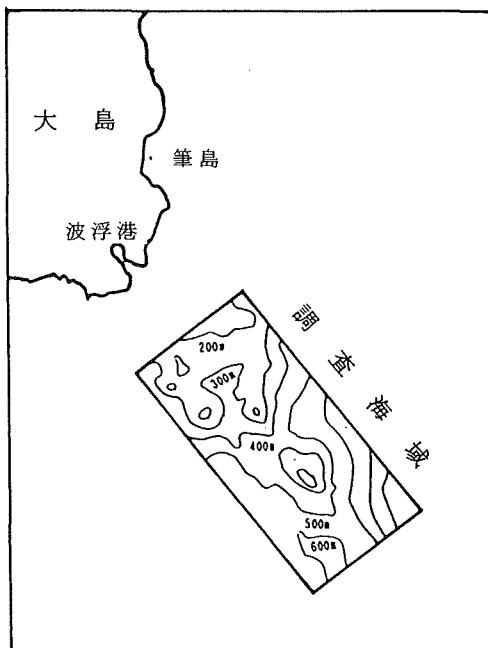


Figure 1 Survey area

3月3日の調査は、2月5日の調査で発見した側火山を集中的に調査することを目的とし、採泥及びサイドスキャンソナーによる調査を行ったため、その測線は短く、調査海域の北西側に偏っている。

2月5日のハイドロチャートデータを中心に、3月3日のハイドロチャートデータも加えて、浅田の開発したプログラムを用い計算機処理によって描いた波浮海脚の海底地形を第4図に示す。

調査の結果、波浮海脚は南東-北西方向に平行する2列の側火山列から形成されていることが判明した。

2列の平行する側火山列は、その間隔が約800メートルで極めて一定であり、北東側の側火山列は波浮港から二子山を経て三原山噴火口に連なり、南西側の火山列はイマサキ沖の水蒸気爆発地点から岳の平、小穴、大穴と連なる側火山列に連なっており（一色，1984）。

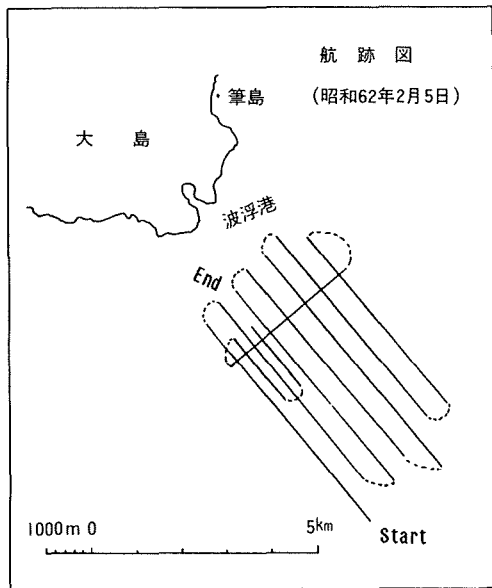


Figure 2 Survey lines on Feb. 5, 1987

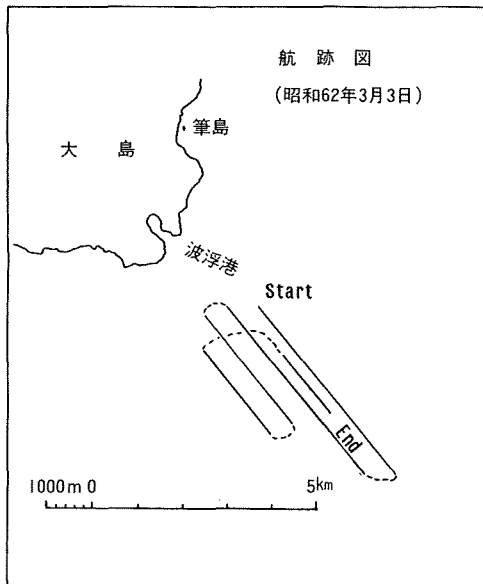


Figure 3 Survey lines on Mar. 3, 1987

中村のいう $N30^{\circ}W$ 方向に圧縮主応力軸のあるような応力場の中に伊豆大島火山がある(中村, 1969; 中村 1978) とする考えが, 伊豆大島南東沖の波浮海脚にもあてはまることを支持するが, 調査海域の北端付近において2列の側火山列は共にその向きを北-北々東方向に転ずるような地形も見られる. 今回は伊豆大島南東岸の水深200メートル以浅の沿岸海域は調査をしておらず, また詳細な測量データがない海域でもあるため, 将来, この海域の詳細な海底地形測量がなされたならば, 伊豆大島南東地域-波浮海脚は単純な南東-北西方向の側火山列ではないという知見が得られる可能性もあるが, その場合も大地形は南東-北西方向であり, 応力場の方向に変化をもたらすような大きなものではないと思われる.

2列の側火山列, 特に北東側のものは幅50メートル程度の極めて狭い高まりが連続しており, 岩脈の貫入を思わせる地形である.

2列の側火山列中に見られる顕著な高まり(側火山)について, その頂部近傍を測深しているハイドロチャートの記録データを詳細に検討してみると5メートル前後のへこみが認められる場合がある. 噴火口らしい地形であるが, 再現性に乏しく, またデータのS/N比が悪いため, 側火山頂部に噴火口があると断定し得るデータではない. 質の良いデータの取得を行う必要がある.

4. 海底地形の変化

海上保安庁水路部では, 伊豆大島の沿岸測量(縮尺5万分の1)を昭和29年に実施しているが, その時の測量原図の一部を第5図に示す. 測深は音響測深機を用い, 測位は伊豆大島を基準にとった三点両角法によっており, 沿岸から沖合に向う放射状の測線で測量を行っている.

第5図の測量原因を基に描いた波浮海脚付近の海底地形図と, 今回のハイドロチャートの描いた海底地形図を並べて第6図に示す.

両者を比較すると, 北東側の側火山列の中央付近に, 今回の調査によって新たに水深185メートル, 比高約100メートルの側火山(以後185m火山を記す)が確認でき, また南西側の側火山列の北端付近に比高約50メートルの二子山(以後双耳峰と記す)が確認できる.

*** HYDROCHART OSIMA ***

PROJECTION IS T.M.(TOKYO DATUMN 34.39 E 139.29) 1/20000

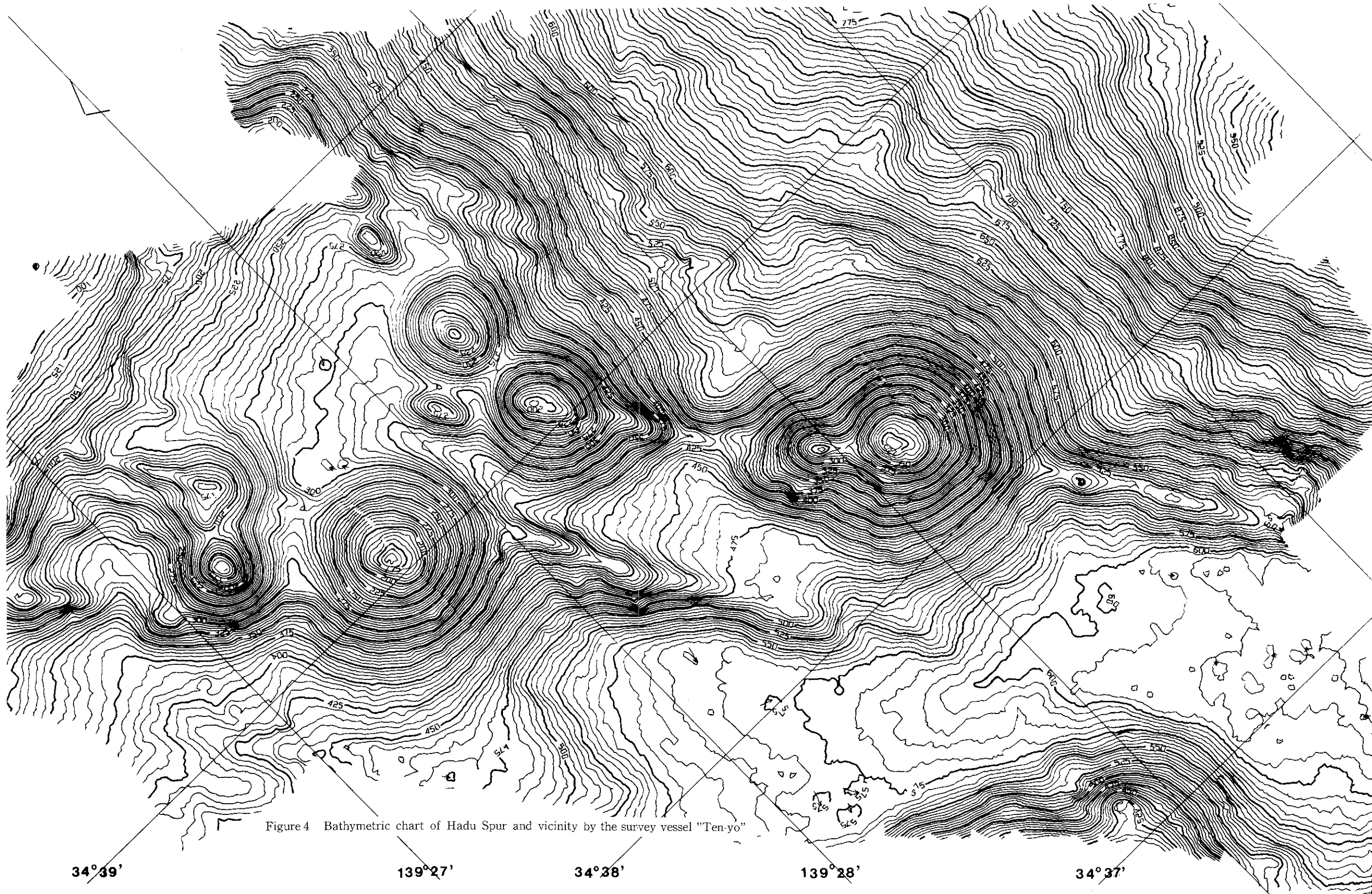


Figure 4 Bathymetric chart of Hadu Spur and vicinity by the survey vessel "Ten-yo"

34°39'

139°27'

34°38'

139°28'

34°37'

地形の変化を見るため、昭和29年の測量原図と今回の調査による成果とを較べてみる(第7図)、第7図の黒丸は昭和29年の測深地点を示し、今回の調査と較べて水深が10メートル以上変化した地点について、黒丸の下に数字でその変化量(＋で深く、－で浅くなった)をメートル単位で示したものである。

さらに、海底地形との相関を見るため第4図と第7図を重ね合わせて一枚の図にしたものを第8図に示す。第7図及び第8図より、水深値の増加は北東側の側火山列で大きく、特にその南端の水深223mの側火山(以後223m火山と記す)の北西斜面は広範囲にわたって最大100メートルもの水深増加がある。一方、水深の

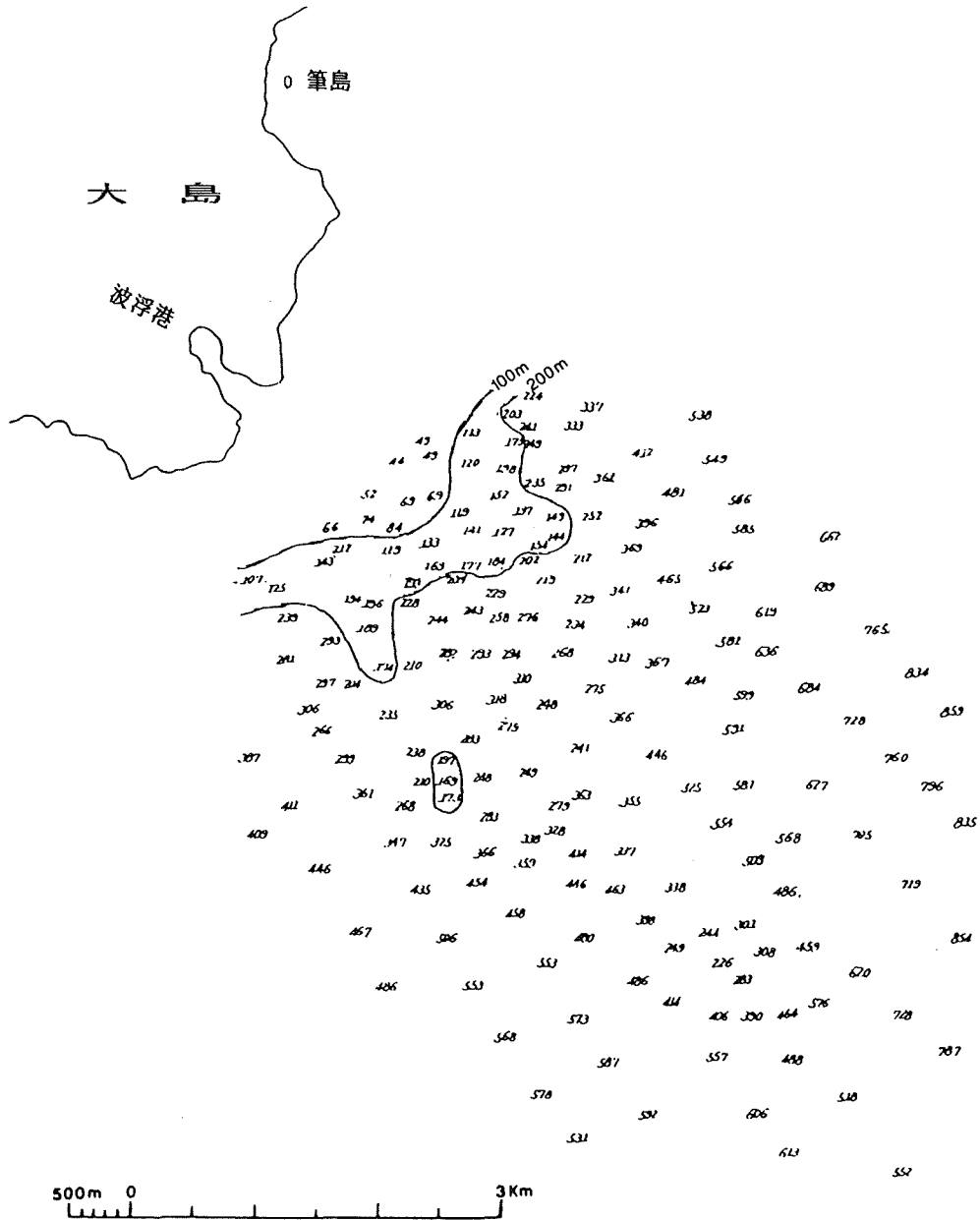


Figure 5 Part of smooth sheet around Osima surveyed in 1954

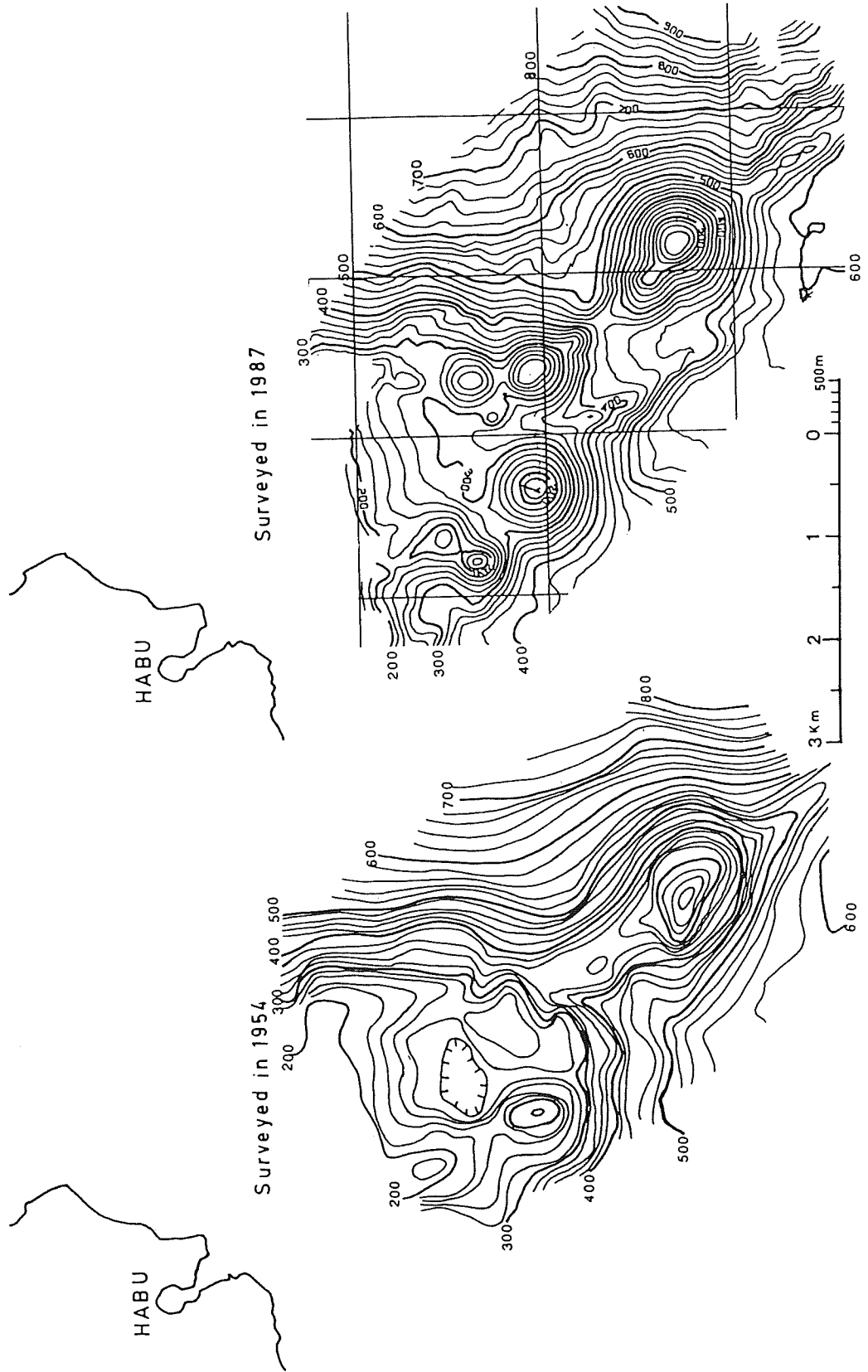


Figure 6 Bathymetric charts of Habu Spur surveyed in 1954 and 1987

減少は185m 火山の頂部に限られる。

双耳峰については、第8図から明らかな通り、昭和29年の測量ではちょうどその山麓をとりまくように測深しており山頂付近は測深を行っていないため、双耳峰の存在が確認できなかったものであることがわかる。山麓部分の水深値には全く変化がない。

185m 火山は、昭和29年の測量ではその山頂部の水深値は368メートルであった。山麓部は50メートル程度水深が深くなっており、頂部だけが浅くなっているのは不自然であり、185m 火山の西側及び北側(測深地点は山麓部のみであるが)の側火山については、昭和29年と較べて全く水深値は変化していない。185m 火山付



Figure 7 Sounding points in 1954 and depth changing (more than 10m) points from 1954 to 1987

近だけに大きな水深変化があり、2列の側火山列の間の谷地形は極めて明瞭になった。

なお、第7図の水深変化量は潮汐補正等を行っていない、ハイドロチャートの生データを用いたものであり、185m火山の頂部については各種補正の検討を行い、当初198メートルと公表したものを185メートルに修正したため185m火山と称しているものである。

現在、波浮海脚の水深図を作成中であり、それによって今回の調査による正確な水深が決定される。したがって、第7図の数値は今後水深図の完成により変わる可能性があるが、その大勢には影響がないと思われる。

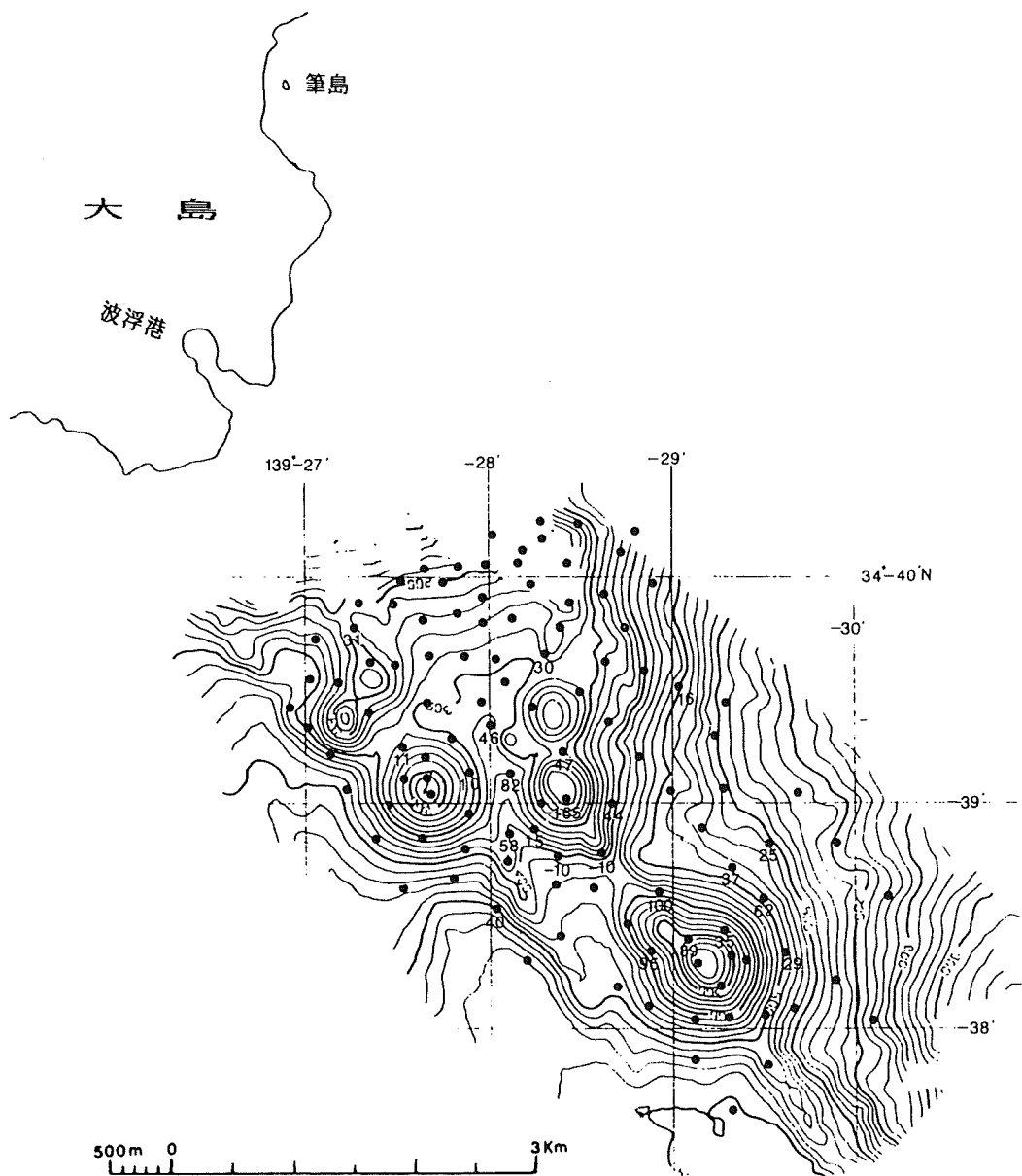


Figure 8 Sounding points in 1954 on the bathymetric chart in 1987

昭和29年の測定の精度について一考してみる。

第7図及び第8図から明らかな通り、水深が変化した海域は185m火山周辺、及びその南東にある223m火山の北西斜面に集中しており、他の海域については急傾斜地及び平坦地を問わず水深値は極めて良く一致していること。伊豆大島南東岸から3km～5kmしか離れておらず、測位（三点両角法）は十分な精度で行い得ること（測量実施者に直接聞いたところ伊豆大島はよく見えていたとのことである）。伊豆大島から放射状の測量を行っており、測深の初め（伊豆大島沿岸部）と終りの水深値が一致していれば、その途中の水深値だけを読み間違えることは考えにくいこと。等から、その測定の精度に問題はないものと考えられる。

すなわち、185m火山については昭和29年の測量後昭和62年の測量前までに何らかの原因により形成されたものと解釈されるが、その山体の周辺で昭和29年以降50m～80mもの水深増加が見られることは、山体の隆起に伴う周辺地域の沈降と見るには沈降量が大きく、また山頂部に近すぎることもあり適当ではないと思われるが、変化量の大きい部分はちょうど2列の側火山列によって形成された谷筋にあたっており、侵食作用が働いている可能性があり、沈降と侵食が複合したものと見なすことができるのかもしれない。

北東側の側火山列の南端にある223m火山については、その頂部は昭和29年の測量では226mあり、山体の南東斜面の水深も昭和29年と今回で差は認められない。しかし、山体の北西斜面は185m火山との鞍部付近において100mもの水深値の増加が見られるほか北西斜面全体に極めて大きな水深値の増加が見られることは、223m火山は側火山列の方向である南東-北西方向に直交し頂部を通る南西-北東方向の直線によって山体の水深が不変部分と大幅増の部分に2分されることになる。

北西斜面の水深変化については、斜面の大規模な崩壊と見るには、付近の海底地形に崩壊地形が見られず、また崩壊物質の堆積した場所も見当たらない。沈降と見るには、その原因が不明であり規模が大きすぎる。また山体の半分だけ沈降するというのも不自然である。侵食と見るには谷地形がない。山頂部を含めて山体の南東側の水深値に変化がないことから、既に述べたように昭和29年の測定の誤差の問題でもない。

185m火山周辺の水深変化も含めて、波浮海脚の北東の側火山列は、30数年間によって生じた地形の変化量が、一般に陸上でみられるものとは桁違いに大きく、その原因究明のために、より詳細な調査及び解析が必要と思われる。

参考として185m火山の東側斜面のサイドスキャンソナーの記録（12-59-00～13-00-00と記されている部分）を第9図に示す。

流れが強い海域における作業であったため操船が難しく、かつ使用したサイドスキャンソナーが水深200m用のものであったため良質な記録を得ることはできなかったが、写真1より185m火山の東側斜面は直径数mの岩塊らしいものが多数あることがわかり、185m火山のすぐ北にある側火山の山頂付近（12-53-00と記されている部分）と較べると地表面の荒いことがわかる。

採泥については、185m火山の山頂付近で数度試みたものの条件に恵まれず、資料の採取はできなかった。

第10図は波浮海脚を真南から伏角45度で眺めた鳥瞰図であり、海底地形の3次元情報を平面に投影処理し、海底を水深に応じて段採し、海底の傾斜に対応して影を付けて表現したものである（浅田、1986）。

平行する2列の側火山列、幅の狭い直線状の高まり、2列の側火山列に挟まれた谷地形等がよくわかる。

5. まとめ

海上保安庁水路部所属の測量船「天洋」に搭載したハイドロチャート等により、波浮海脚の精密海底地形調査を実施した。その結果、

1. 波浮海脚は南東—北西方向に平行な、間隔800mの2列の側火山列からなっている。
2. 2列の側火山列は共に極めて直線的であり、かつ幅の狭い高まりが連続している。
3. 北東側の側火山列に、水深185mの側火山を新たに確認した。
4. 昭和29年に実施された測量成果と比較すると、北東側の側火山列に水深の増加が著しく、最大100mもの水深増加がある。
5. 北東側の側火山列の南端にある側火山は、側火山列の方向と直交する直線によって南東部は不変、北西部は水深の大幅増とその変化が2分される。
6. 水深増加の原因については、沈降、崩壊、侵食等が考えられるがデータも少なく不明である。等が判明した。

謝 辞

高橋船長をはじめとする測量船「天洋」の乗組員の皆様、特に平尾観測長には、流れの強い海域におけるサイドスキャンソナー及び採泥作業を実施するにあたり、献身的な努力をもって作業にあたって頂いた、記して厚く感謝いたします。

6. 追 記

測量船「天洋」は、海洋測量作業に従事中的昭和62年4月16日に、185m火山の山頂部において採泥を実施し、資料（スコリア）を採取した。

岡山大学小坂教授による分析値を第3表に示す。

小坂教授によれば、「水分は1%以下であり、変質の少ない新鮮な石であって、伊豆大島の岩石としてふさわしいものである」とのコメントがあった。

Table 3 Analysis of scoria dredged at 185m lateral volcano of Habu Spur

	重 量%
SiO ₂	51.44
TiO ₂	1.42
Al ₂ O ₃	16.87
Fe ₂ O ₃	2.54
FeO	10.13
MnO	0.36
MgO	5.14
CaO	9.21
Na ₂ O	1.20
K ₂ O	0.53
H ₂ O ⁺	0.65
H ₂ O ⁻	0.12
計	99.61

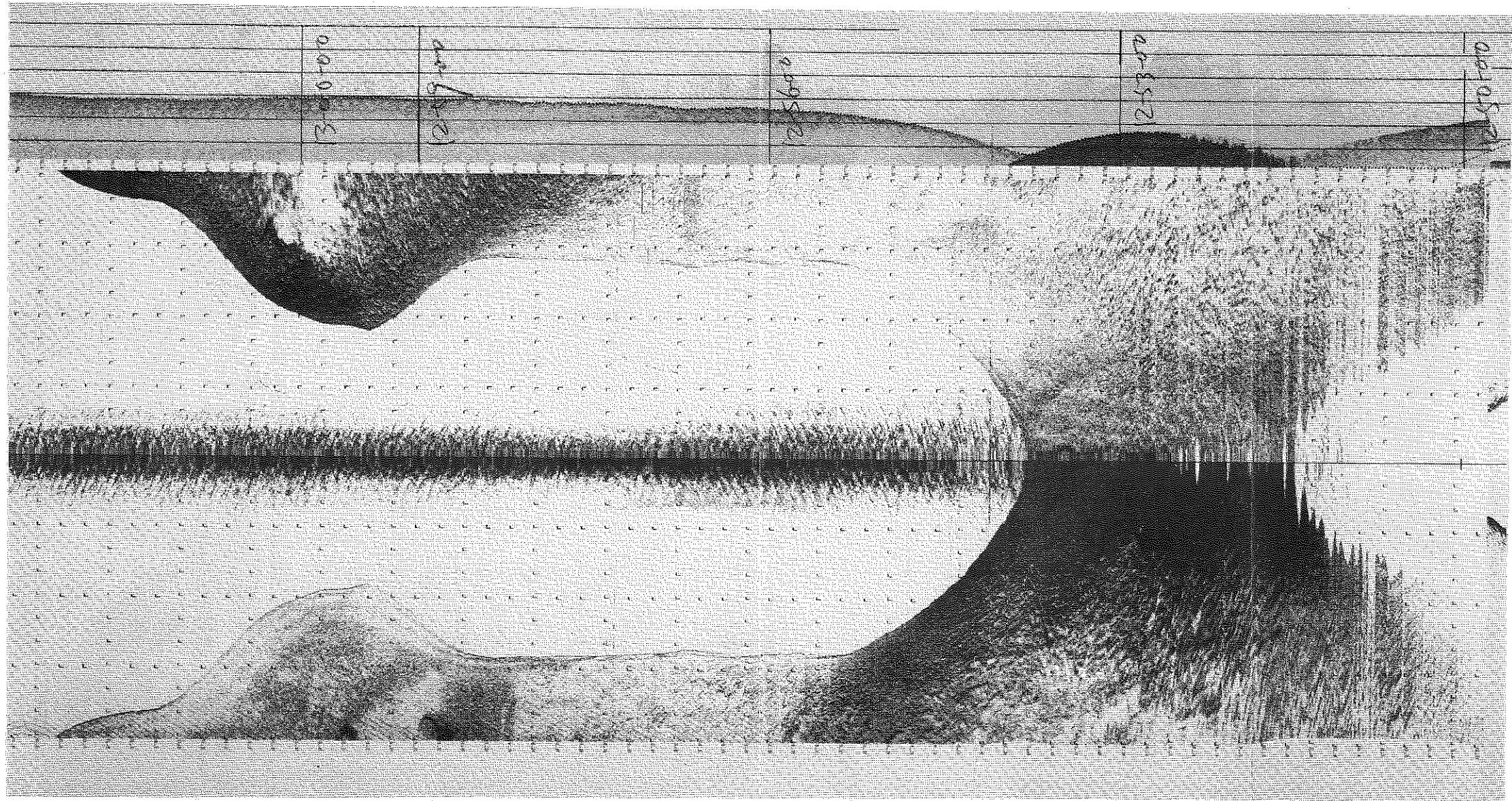


Figure 9 Record by the sidescan sonar along an east slope of the 185m lateral volcano.

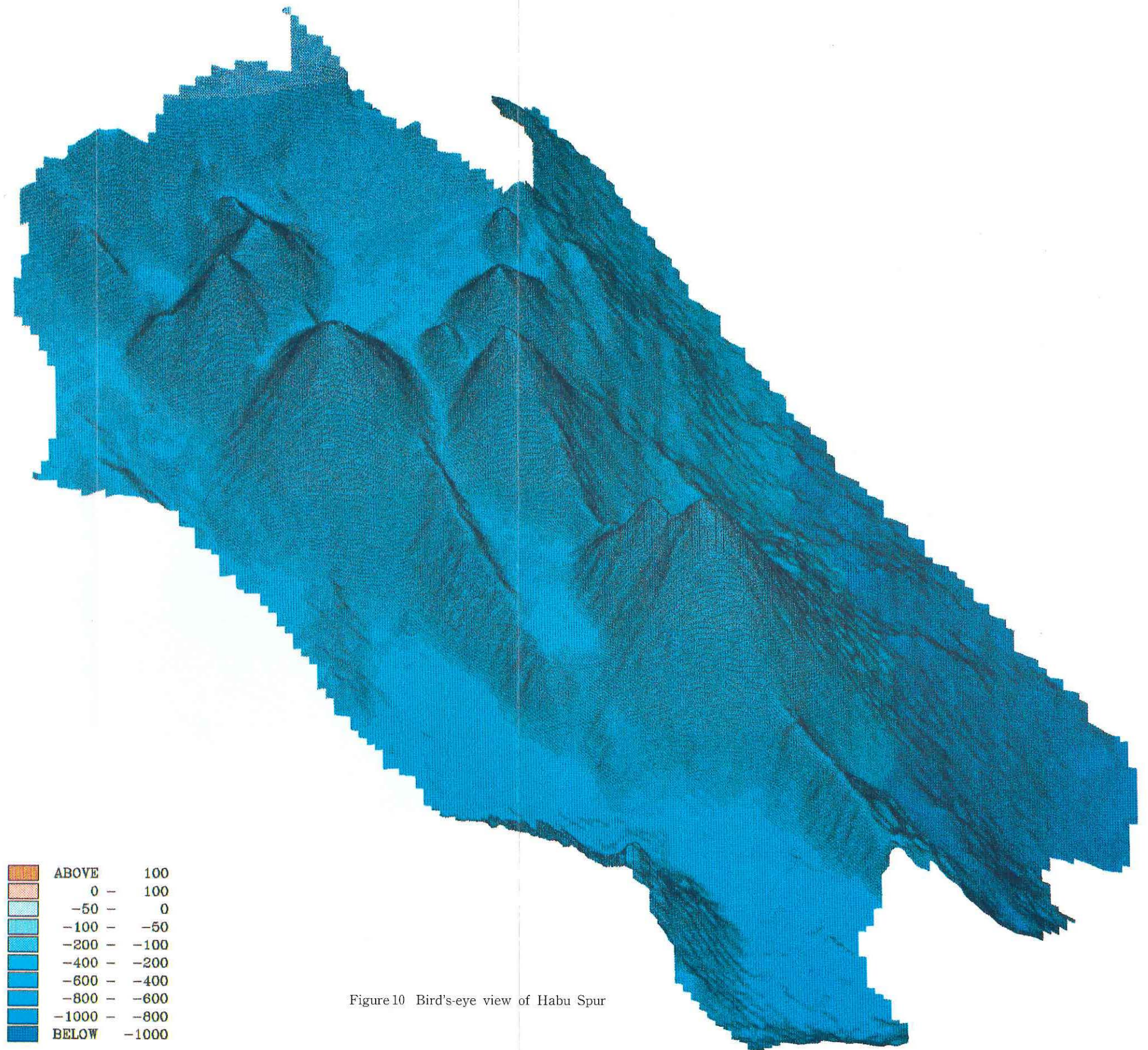


Figure 10 Bird's-eye view of Habu Spur

参 考 文 献

- 浅田 昭 1986：シービームデータによる三次元表現法，水路部研究報告，No.21, 113—133ページ
- 一色直紀 1984：大島地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1図幅），地質調査所，133ページ
- 加藤 茂ほか伊豆大島近海海底調査班 1987：伊豆大島周辺海域の海底調査，水路部研究報告，No.23，大島特集号，～ ページ
- 中村一明 1969：広域応力場を反映した火山体の構造—側火山の配列方向— 火山第2集，Vol.14, 8—20ページ
- 中村一明 1978：火山の話，岩波新書（黄版）35，岩波書店，228ページ
- 松村正三 1987：1986年伊豆大島噴火に伴う地震活動とその発生機構，月刊地球，Vol.9, No.7, 391—396ページ
- 山岡耕春 1987：伊豆大島割れ目噴火と地震活動，月刊地球，Vol.9, No.7, 386—390ページ