

## 相模湾西部の海底微地形†

渡辺 一樹\*

### SUBMARINE MICRO-TOPOGRAPHY IN THE WESTERN PART OF SAGAMI BAY†

Kazuki Watanabe\*

#### Abstract

Hydrographic Department performed the detailed topographic survey with a side-scan sonar and the geological observation of sea bottom with a ROV (Remotely Operated Vehicle) in the western part of Sagami Bay.

At the foot of Oiso Spur, there is the seaward extension of Kozu-Matsuda Fault Line. In Sagami Trough, there are many traces of the debris flow or the turbidity current. A large slumping has happened and that crown cracks and head scarps was observed off Manazuru Misaki. Age determination by nannoplankton fossils of sedimentary rocks from cliffs continued at the north-side slope of Manazuru Knoll indicated 0.5~1.3Ma. At the south-side of Manazuru Knoll, there are crown cracks and head scarps of slumps and many traces of the turbidity current. Manazuru Knoll is surrounded by some faults and has been upheaved as yet.

#### 1. はじめに

相模湾西部は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むプレートの境界線であり、このプレート境界には小田原市沖から日本海溝へと連なる相模舟状海盆（相模トラフ）が存在し、この相模舟状海盆から直行する方向に伸びる大磯海底谷、平塚海底谷、片瀬海底谷、熱海海底谷等の谷地形が存在する。これらの海底谷を挟んでテーブル状の海丘群が並んでいて、その海丘の周辺部はかなりの急斜面である（勾配20~50%）。特に滴状に伸びる相模小丘（新称：大河内、1990）と、まさに「へ」の字の形をした真鶴海丘は特異な地形である。水路部では1980年から相模湾の海底地形調査を行い、1983年にそれまでの成果をまとめて「相模湾海底地形図」「相模湾海底地質構造図」（縮尺1/100,000）を作成し、その中に多くの伏在断層を指摘した（第1図）。

大河内（1990）は水路部（1983）、東京大学海洋研究所（1989）、地質調査所（1976）が1989年までに相模湾において行った音波探査記録を再度解析し、活構造の分布を把握した上で、相模湾周辺のテクトニクスについて考察した。この中で①相模湾周辺の第四紀テクトニクスを論じる際、相模湾断層-国府津・松田断層系だけが力学境界である必要はない、②真鶴海丘南縁にも力学境界にたる活動度の大きな北傾斜の逆断層が

† Received 30th November 1992

\* 沿岸調査課 Coastal Surveys and Cartography Div.



存在する等の注目に値する指摘が為されている。

一方、石橋(1988a,b)は本地域の過去の大地震の震源域から、相模湾西部から箱根東麓の地下に「西相模湾断裂」の存在を指摘し、今世紀末から来世紀初めにマグニチュード7級の大地震が発生する可能性が高いとしている。このようなプレート内部で生じる地震に関しては、いまだ十分な予知体制が確立しているとは言えず、予知に対する基礎研究の必要性が指摘されている。水路部は昭和62年度から、科学技術庁の科学技術振興調整費「マグニチュード7級の inland 地震の予知に関する研究」の一環として相模湾西部の調査を行った。その第I期にはナローマルチビーム測深機(ハイドロチャートII)による精密海底地形調査、サイドスキャンソナーによる海底微地形調査及びそのデータの計算機処理、ROVによる海底露頭の目視観察を行った(菊池ほか1990, 楠ほか1991)。第II期では大磯海脚西部, 真鶴岬東方沖, 真鶴海丘において深海用サイドスキャンソナーによる海底微地形調査と, 大磯海脚西部, 真鶴岬東方沖においてROVによる海底露頭観察を行った。(第2図)。

本研究では、サイドスキャンソナーより得られた海底微地形と、ROVによる露頭観察とその堆積年代を解析し、まず本区域の現在の堆積作用を解釈した上で、活構造(或いはそれを反映した)と思われる海底微地形を詳解したい。

## 2. 深海用サイドスキャンソナーによる海底微地形調査

サイドスキャンソナーの調査は、  
①大磯海脚西部(国府津・松田断層の海域延長部)、②真鶴岬東方沖(西相模湾断裂があると予測される海域)、③真鶴海丘(西相模湾断裂と相模湾断層の中間に位置し特徴的な地形をもつ)に調査区域を設定し、測線間隔400mで実施した。曳航ケーブルは3000mのものを使用し、船位の測定にはトリスポンダーを用いた。大磯海脚西部の北側3分の1は陸に近くかつ海底地形が急斜面であるため、南北方向にはサイドスキャンソナーを曳航できず、東西方向に曳航した。それでも、急傾斜な海底地形に対しワイヤーの巻き上げ速度が追いつかず、曳航体が海底に接触することもあった。大事にはいかなかったが、ワイヤーの長さや船速により曳航体の深度を調節する作業は、かなりの熟練が必要である。

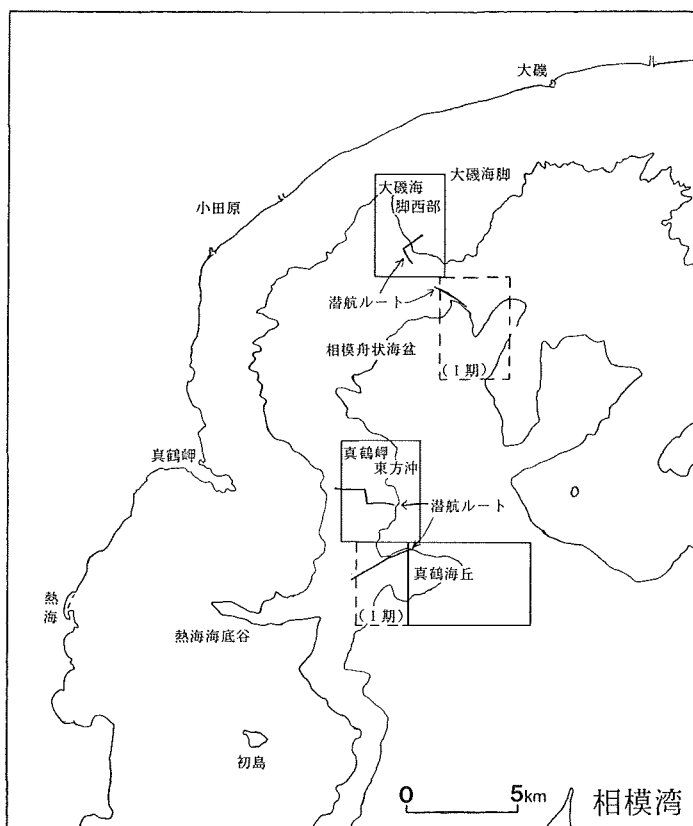


Figure 2. Index map of the areas surveyed with the side-scan sonar and the ROV in the west Sagami Bay.

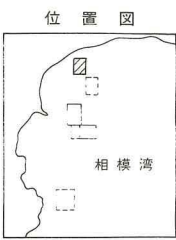


相模湾西部海底地形図

1 : 10,000 横メルカトル図法(座標原点35° 10' N, 139° 14' E)

大磯海脚西部

昭和63年日本海上保安庁水路部の測量



破線は昭和63年度調査  
 実線は平成2年度調査

注意

本図は新海軍に作成されたものでない。新海軍に作成された  
 新海軍に作成された海図を引用するもの。

昭和63年5月 海上保安庁水路部測量

Figure 3. Side-scan sonar image and the detailed topography in the west part of Oiso Spur.

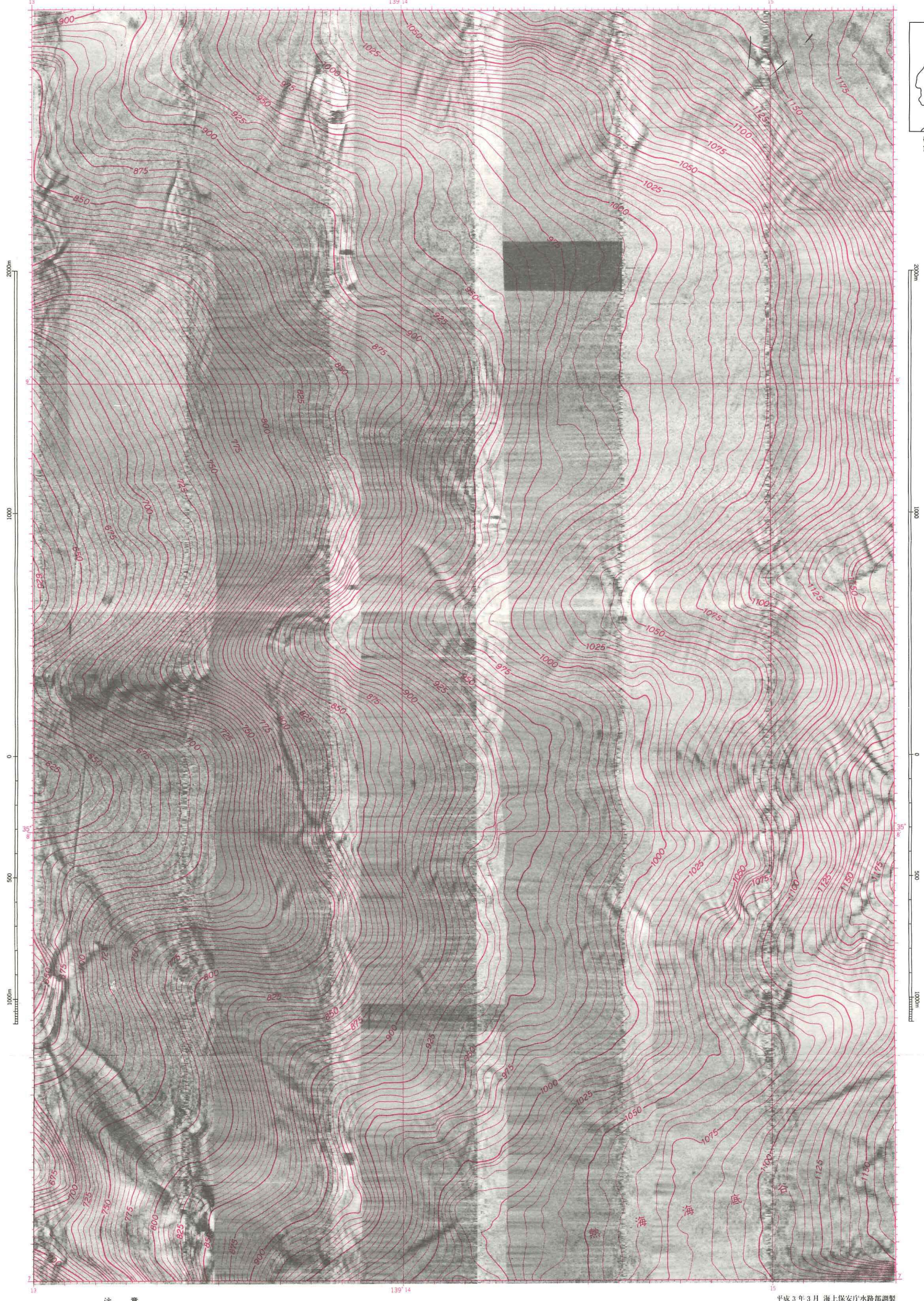


相模湾西部海底地形図

1 : 10,000 横メルカトル図法(座標原点35°10' N, 139°14' E)

真鶴岬東方

昭和63年日本海上保安庁水路部の測量



位置図

本図は昭和63年度調査  
実線は平成2年度調査

注意  
本図は航海用に作成されたものではない。航海にあたっては  
航海用に作成された海図を使用すること。

平成3年3月 海上保安庁水路部調製

Figure 4. Side-scan sonar image and the detailed topography off Manazuru Misaki.

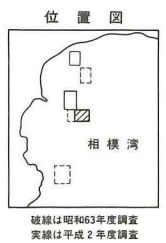
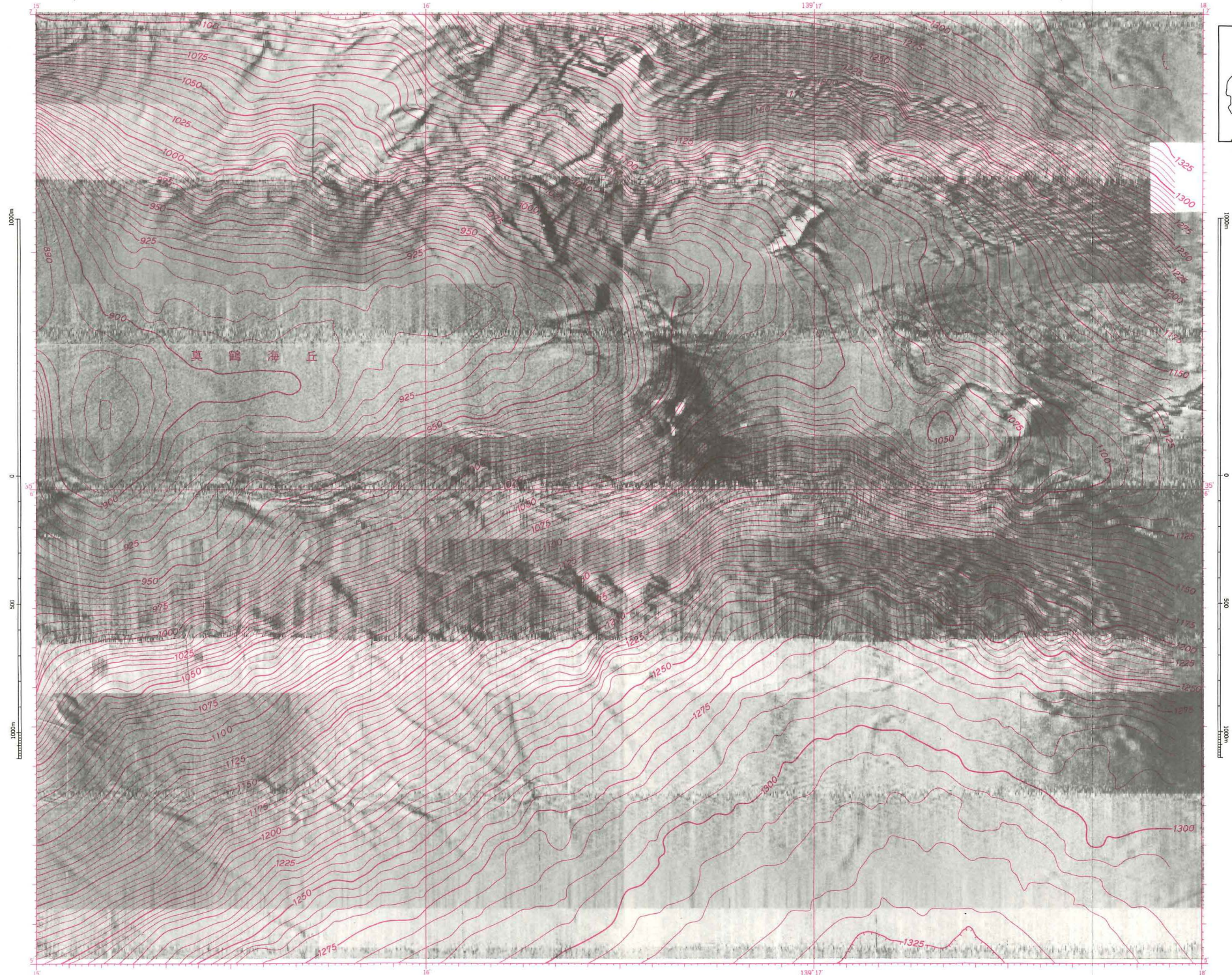


相模湾西部海底地形図

1 : 10,000 横メルカトル図法(基準原点35°10' N, 139°14' E)

真鶴海丘

昭和63年日本海上保安庁水路部の測量



注意  
 本図は航海用に作成されたものではない。航海にあたっては航海用に作成された海図を使用すること。

Figure 5. Side-scan sonar image and the detailed topography in Manazuru Knoll.

平成3年3月 海上保安庁水路部測製



サイドスキャンソナーのデジタルデータにノイズの除去，位置補正，斜距離補正，放射量補正，幾何補正を施し，記録を計算機上で貼り合わせ，1万分の1の精密音響写真地図（モザイク図）を作成した。それに海底地形を重ねた精密音響写真地図を第3～5図に示す。

### 3. ROVによる海底露頭の観察

ROVの母船の船位測定にはGPS受信機を用い，ROVの位置はROV用トランスポンダーにより得られる母船からの方向・距離を用いて決定した。調査内容はカラービデオカメラによる海底の観察，深海スチールカメラによる写真撮影，マニピュレーターによる岩石採取である。採取した試料はナンノプランクトン鑑定により堆積年代を決定した。調査海域は第1図に示したように，深海用サイドスキャンソナーにより，その海脚基部に多数の線構造の発見された①大磯海脚西部，北北西-南南東方向の直線的な小崖と西北西-東南東方向の数kmも連なる小崖群の発見された②真鶴岬東方沖，顕著な露岩域が存在する③真鶴海丘である。

### 4. 西相模湾の海底微地形

調査した3海域のサイドスキャンソナー記録の解釈図第6～8図に示す。

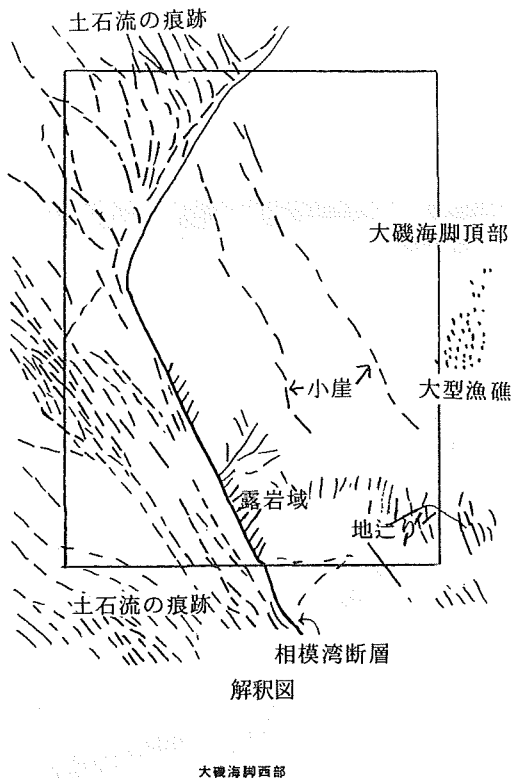


Figure 6. The interpretation map of Figure 3. These lines in Sagami Trough indicate many traces of the debris flow or the turbidity current. Other lines around Oiso Spur indicate cliffs and slump bed.

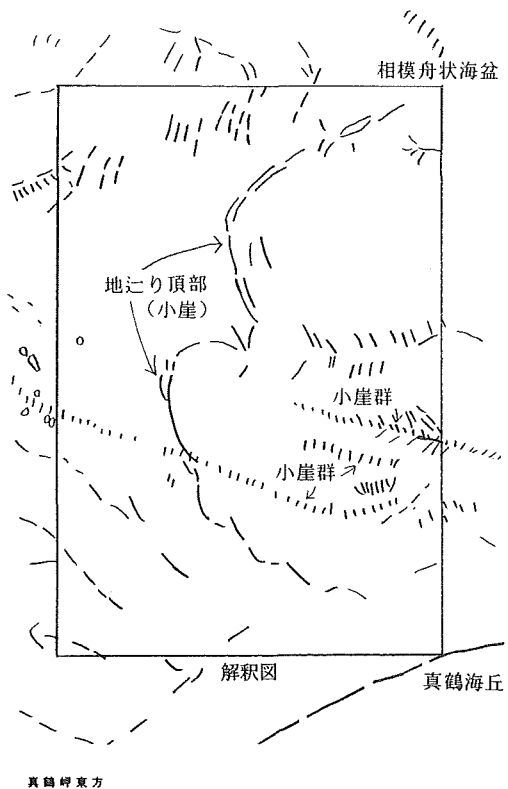


Figure 7. The interpretation map of Figure 4. At the center of the picture there are crown cracks and head scarps of slumps.

採取試料のナンノプランクトン鑑定による堆積年代測定結果を第1表に示した。

第3図の大磯海脚西部の精密音響写真地図では、区域の西半分に相模舟状海盆と平行に走るじょう線が卓越している。これらは北方の浅海域で発生した乱泥流あるいは水中土石流が通過した痕跡であると考えられる。区域の北西部には、陸側から南南東の方向にのびるじょう線と、大磯海脚の基部を南西方向から南東方向に湾曲しながら連なるじょう線が見られる。これらは乱泥流あるいは水中土石流が地形に沿うように流れ下ったことを如実に表している。相模舟状海盆の水深550m付近にはサンドウェーブあるいは地じり地形と思われる凹凸が有り、これがサンドウェーブならば大磯海脚の基部に沿う底層流の存在が推察される。

大磯海脚の南側基部には、北北西-南南東に連なる断層崖（相模湾断層）と思われる露岩域が見いだされる（写真1）。その露岩域には北北東-南南西方向の線構造が多数発見され、ROVによる観察の結果、この線構造は小規模な谷線・尾根線であり、大断層に沿う雁行割目である可能性がある。ROVによる観察の結果、この谷線の基部には上方からの崩落物が小さな扇状地状の地形を形成しており、崩落物の中には火成岩類（写真2）も見いだされた。海脚基部では崩落物と基盤堆積層の識別は困難であり、採取した粘土層のナンノプランクトン鑑定による堆積年代は27万年前以降現在までであったが、これは崩落物である可能性がある。海脚の西側斜面に相模湾断層と平行して2本の小崖が見いだされ、落差の小さい断層地形の可能性もある。その間隔は800m~900mで、南東端付近に同断層に起因すると思われる海底地じりの跡が見られる。

第4図の真鶴岬東方沖では、中央部に北北西-南南東方向の直線的な小崖が分布している。海底地形の勾配の変化や音波探査記録（第9図、第10図）から判断して、同小崖の東側に大規模な地じりが起きている。ROV観察の結果、北北西-南南東方向の小崖は、1~2m程度の堆積層が露出していて、その堆積層は極めて軟弱であり、ほとんど固結していない（写真3）。この堆積層の堆積年代は27万年前以降現在までであるので、地質学的にごく最近に堆積した堆積物が大規模な地じりにより東方に滑落し、その地じりの頂部が露出していると考えられる。

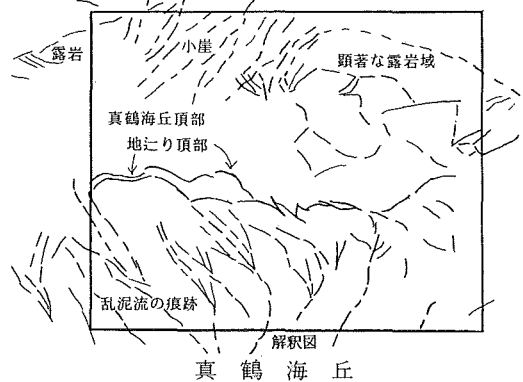


Figure 8. The interpretation map of Figure 5. These lines at the north-side of Manazuru Knoll indicate cliffs. Other lines at the south-side of Manazuru Knoll are crown cracks and head scarps of slumps and many traces of the turbidity current.

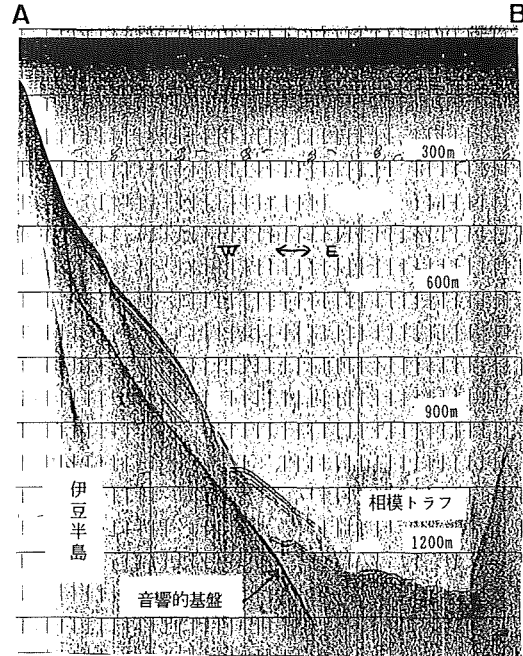


Figure 9. Single-channel seismic profile along a line A-B off Manazuru Misaki in Figure 10. We can see a slump at the foot of the continental slope.



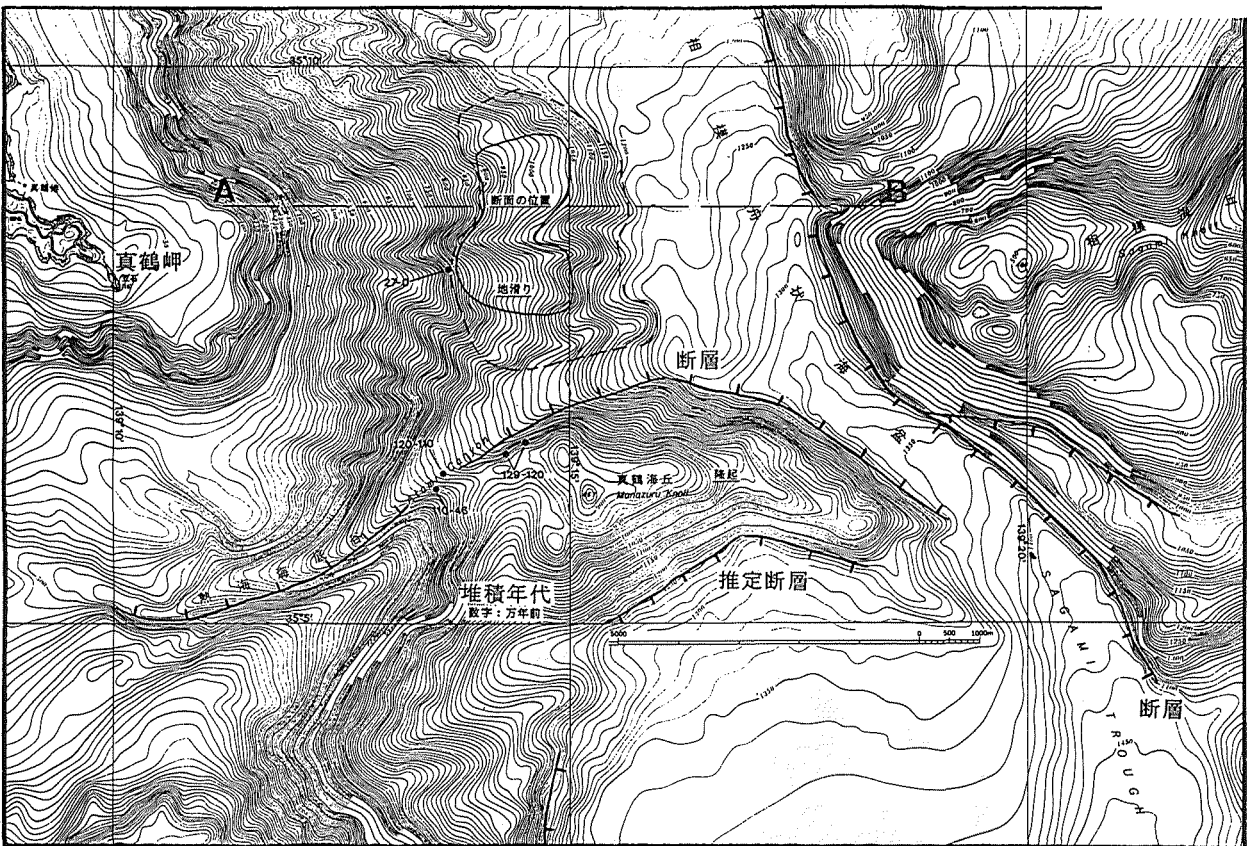


Figure 10. The distribution map of the tectonic landform around Manazuru Knoll. These solid lines with markers indicate faults. These numbers indicate the time-stratigraphy by nannoplankton fossils of sedimentary rocks.



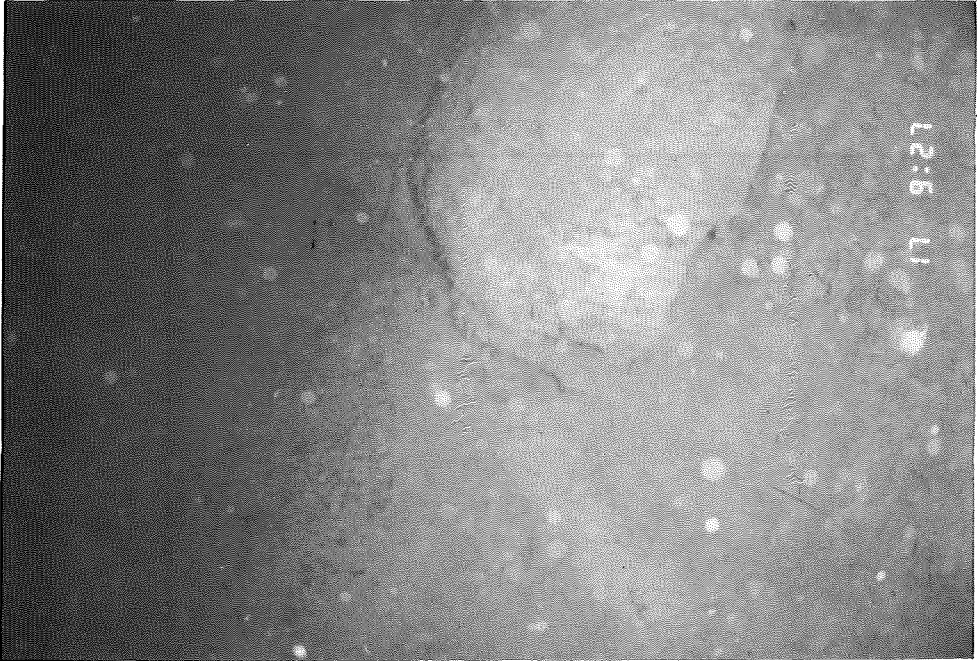


Photo 1. The cliff and clastics at the foot of Oiso Spur.



Photo 2. These clastics of igneous rocks at the foot of Oiso Spur.





Photo 3. Crabs and head scarps of slumps off Manazuru Misaki.

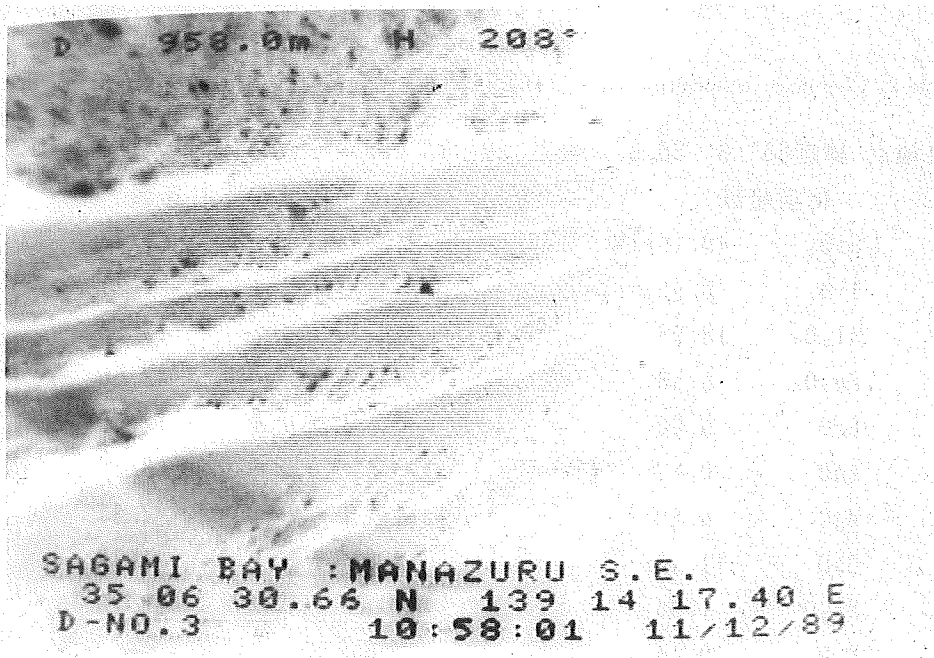


Photo 4. Cliffs continued at the north-side slope of Manazuru Knoll.



調査区域の中央部から東部には西北西—東南東方向に数kmも連なる小崖群が存在する。ROV観察によりこの小崖群は、段差数m程度の階段状の地形であり、全体的に薄い堆積物に覆われている。部分的に露出している堆積層は極めて軟弱であり、ほとんど固結していない。小崖の成因としては、西側斜面の傾斜による地割れが考えられる。

第5図の真鶴海丘の北東斜面には顕著な露岩域が存在する。海丘北西部には露岩域と北東—南西方向の線構造が発見され、この付近から中央部にかけて北西—南東方向に露岩域が続き地形図上でも段差が見られるので、真鶴海丘が強い構造運動を受けていることが推定される。真鶴海丘の南斜面の頂部付近には地汙り地形が、斜面には頂部からの南方に流れ下った乱泥流の痕跡が多数存在する。

真鶴海丘北西斜面の顕著な露岩域では、ROVにより500m以上に渡って同一の地層を追跡することができ

Table 1. Time-stratigraphy by nanoplankton fossils of sedimentary rocks gathered with the ROV from Sagami Bay.

試料番号	緯度	経度	水深	堆積年代	岩質
1	35° 6' 26.9"	139° 13' 35.4"	914m	120~110万年前	シルト岩
5	35° 6' 37.7"	139° 14' 30.8"	993m	129~120万年前	シルト岩
6	35° 6' 30.4"	139° 14' 18.1"	967m	129~120万年前	細粒砂岩
8	35° 6' 13.0"	139° 13' 32.8"	863m	110~46万年前	泥岩
16	35° 8' 11.4"	139° 13' 41.1"	787m	27~0万年前	泥岩
17	35° 13' 55.5"	139° 15' 01.5"	823m	27~0万年前	シルト岩

Table 2. Chemical composition and C. I. P. W. norm of a volcanic rock from Manazuru Knoll.

採取地点 緯度35° 6' 26.9" 経度139° 13' 35.4" 水深914m、単斜輝石玄武岩

化学組成		C I P W ノルム 計算表	
SiO <sub>2</sub>	49.19wt%	石英	7.33
TiO <sub>2</sub>	0.96	正長石	1.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.94	曹長石	16.25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.48	灰長石	42.56
FeO	5.40	ディオプサイト	12.75
MnO	0.17	ハイパーシーン	8.50
MgO	4.22	磁鉄鉱	7.87
CaO	11.78	イルメナイト	1.82
Na <sub>2</sub> O	1.95	Total	98.19
K <sub>2</sub> O	0.15		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.06		
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.39		
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0.22		
Total	98.91wt%		



た(写真4)。熱海海脚から真鶴海丘を形成する地層は東に傾き下がるように傾斜しており、その傾斜が真鶴海丘の下では緩やかになっていることが分かった。この露岩域には、約130万年前から約50万年前までの堆積層がほとんど連続的に露出し(第10図、第1表)、玄武岩のシルが露出している部分も発見された。この玄武岩の化学組成は第2表に示したように、ソレアイト系列に属する。

## 5. 西相模湾の構造地形についての考察

### (1) 国府津・松田断層の海域延長部

多数の水中土石流の痕跡が認められる相模トラフ底から、急勾配で立ち上がる大磯海脚南西縁から相模海丘南西縁まで、露岩地帯(断崖)が延々と連なっている。60度近い急勾配の斜面もあり、その基部には上方からの崩落物が多数見いだされた。この大磯海脚基部に発見された断崖は、陸上の国府津・松田断層の延長あるいはそれに伴う小断層であると推察される。この断崖に沿って国府津・松田断層が海域にも延長しているのは明らかである。

### (2) 早川・関本断裂帯の海域延長部(西相模湾断裂)

真鶴岬東方沖に発見された小崖は、地質学的にごく最近に堆積した堆積物が大規模な地汜りにより滑落し、その地汜りの頂部が露出したものである可能性が高く、西相模湾断裂が海底に露出したものではないと考えられる。

西相模湾断裂が存在すると予想される海域の内、真鶴海丘より南側の海域ではシロウリ貝の分布や音波探査等により、ほぼ南北方向の断層が確認されているが、これまでの調査で真鶴海丘より北側の海域には、海底表面に明瞭に現れるような変動地形を確認することはできなかった。真鶴岬東方沖には東側に汜り落ちた大規模な地汜り地形が確認され、その規模は音波探査記録やサイドスキャンソナー記録から判断して、小さく見積もっても南北3 km東西2 kmであり、海底地形から見積もると南北5 km東西3 kmに達する規模となる。

### (3) 真鶴海丘

現世の堆積層の分布する真鶴岬東方沖に対し、熱海海底谷を挟んで対岸の真鶴海丘北西斜面の顕著な露岩域では、約130万年前から約50万年前までの堆積層がほとんど連続的に露出し、玄武岩のシルが露出している部分も発見された。この真鶴海丘と真鶴岬東方沖との年代差は、真鶴海丘北西斜面に沿うように断層が存在していることを示唆するものであり、この地層の弱線に沿って水中土石流が西から東へと流れ下り、熱海海底谷を形成したと考えられる。

真鶴海丘は大河内(1990)によりその南縁に断層の存在が指摘されていて、サイドスキャンソナー記録からその南縁には地汜り地形と海丘の頂部から南方に流れ下った乱泥流の痕跡が多数確認された。これは北落ちの逆断層により下盤の上に覆い被った真鶴海丘の地塊が、南側に崩れ落ちて断層を覆ってしまったものと考えたと矛盾しない。第I期の成果から真鶴海丘とその西側の熱海海脚との関係は、ウオーピングであると想定したが、周辺の地層分布と比較すると、真鶴海丘は地質学的に極最近の構造運動を顕著に受け、北・東・南側の地塊に対しては隆起していると考えられる。

## 6. おわりに

本論中の調査研究に従事した水路部の楠勝浩氏、菊池真一氏には資料の提供と多くの助言を頂いた。ここに明記して謝意を表します。



## 参考文献

- 大河内直彦：相模湾の活構造とテクトニクス，地学雑誌，99,p.458-47,(1890)
- 石橋克彦：“神奈川県西部地震”と地震予知Ⅰ，科学，58,p.537-547.(1988a)
- 石橋克彦：“神奈川県西部地震”と地震予知Ⅱ，科学，58,p.771-780.(1988b)
- 海上保安庁水路部：相模湾海底地形図，相模湾海底地質構造図，(1983)
- 菊池真一・穀田昇一・楠勝浩：マグニチュード7級の内陸地震の予知に関する研究，一海域の変動地形に関する研究一，平成元年度研究成果報告書，海上保安庁，p.72-78,(1990)
- 菊池真一・渡辺一樹：マグニチュード7級の内陸地震の予知に関する研究（第Ⅱ期），一海域の変動地形に関する研究一，平成2年度研究成果報告書，海上保安庁，pp118-123,(1991)
- 楠 勝浩・菊池真一・穀田昇一・深江邦一：相模湾北西海域における変動地形調査，水路部研究報告，27,pp113-131,(1991)
- 地質調査所：海洋地質図“相模灘及付近海底地質図”，(1976)