

# 新潟地震調査報告

昭和40年2月



海上保安庁水路部

目 次

1.新潟地震による粟島村近海底の変動について.....

..... 茨 水 昭 夫  
川 村 文 三 郎  
岩 淵 義 郎  
金 田 一 夫 1 頁

2.新潟地震に伴う地磁気の変化について.....

..... 歌 代 慎 吉  
萩 野 卓 司  
近 藤 忠 21 頁

## 新潟地震による粟島付並海底の変動について

茂 木 昭 夫  
川 村 文 三 郎  
岩 淵 義 郎  
金 田 一 夫

### 1. 緒 言

1964年6月16日、粟島南方6kmの海底に震源地を有する、マグニチュード5の大地震が発生した。

東大地震研究所の観測班は、直ちに震源地に近い粟島に赴き、地震による粟島の地変調査及び地震後の地殻運動の観測を行った結果、新潟地震に際して、粟島が約1m前後隆起し、然も西方に傾動したことを報じた<sup>1)</sup>。

一方他の調査班は、粟島の対岸の岩船 - 沢ヶ間間を調査した結果、ここでは逆に数センチメートルの沈降が生じたことを明らかにし<sup>2)</sup>。又、水準実の検測により、葡萄山地帯と呼ばれるこの地域が、矢張り西方に傾動したことを明らかにした<sup>3)</sup>。

このような地塊運動が、広い粟島海峡を挟んでその両側に生じたことは、粟島海峡にかなり顕著な地殻変動が生じたであらうことを推測せしめるに十分である。今回の地震の震源地が海底下40kmの深さに生じており、然も異った地殻変動が周りの陸地に生じていることから見て、震源地及び粟島海峡付近における海底の水深変動は、極めて興味深い問題として注目されるのである。

たまたま水路部の測量船「拓洋」は、海洋測量の目的で、地震直前の1964年6月6日より6月15日にわたり、佐渡、粟島付近の測深、底質調査、地磁気測定を行っていた。地震が起るや直ちに災害復旧活動に従事し、新潟港内の調査、統

路の整備に当つた後、6月26日より7月7日にわたり、新潟地震による震源地付近の海底変動を明らかにする為、粟島を中心とする付近一帯の海域の測量、地磁気測定を行った。その結果、粟島を含む粟島海峡一帯に顕著な隆起を認められた。然しこの調査は概査であり、測量精度も沿岸測量としてはそれ程高くはなく、更に地震研究所その他により、嵐ヶ岡一岩船海岸の沈降の事実が加わつたので、更に再度の調査計画が樹てられた。7月中旬から当海域に、他の目的で移動 Decca 局が設置されたので、前回の測量で残つた沿岸部を埋め、更に Decca 測位儀の使用による高い精度のくわしい調査を実施するため、同年8月中旬測量船「海洋」が再び派遣された。

「海洋」は、8月18日より9月16日にわたり調査を実施した結果、粟島海峡付近の隆起と嵐ヶ岡一岩船海岸に沿う沈降とお確認した。

従来水路部においては、関東大地震を始め、南海地震、三河地震、十勝沖地震等の海底地震に際しては、その都度海底調査を実施してきた。然しその目的を十分に果し得た例は寧ろ少なかつた。関東大地震に際しては、震源地を含む相模湾において、陸上の水準点検測結果とはケタ違いの変動量が測定された。然し隆起地域、沈降地域の分布は、陸上の検測結果とよく一致し、地震に際してこの地域が、オミ紀以降引きつづいた三浦、房総半島の隆起と、その前縁地角傾である相模湾床の沈降および背後の関東造金地運動とを再現したことを示した。<sup>4)5)</sup>

1945年に生じた三河地震に際しては、幡豆丘陵の東側に約1mの地震断層が生じ、丘陵は西方に傾動するような地塊運動を行ったが、海底調査の結果、この地震断層の南の延長上の海域に、地震による地殻変動の急変部が示され、幡豆丘陵の南の延長部の傾動運動が測定された。<sup>6)</sup>

このように海底地震に際して、水深変動の調査はかなり重要な役割を果たして来たのであるが、今回の新潟地震の場合でも、地震の震源地を含み、地震の変動区域の大部分を占める海底の調査は、本地震の機構や性格を究める上に極めて貴重な手掛りを与えるものと思惟される。

## 2. 資料及び調査の概要 (付図3参照)

地震の前後において水深を比較し、その差を求めて海底変動量としたが、これに使用した旧資料および今回の調査概要は次の通りである。

### A. 地震前

図名	測量年	船名	経度	測位	測深	他の調査	実施機関	実施者	記号
佐渡海峡北部 その1	1955年	天海 (大西勇太郎)	1/50000	陸測	三型 音響測深儀	底質採取	才2管区 水路部	工藤慶策 他9名	
" その2	1956年	" ( " )	"	"	"	"	"	" 他7名	
羽前沖	1957年	" ( " )	"	"	"	"	"	"	
新潟 至 男鹿半島	1964年 自 6月6日 至 6月15日	拓洋 (鳥飼牧)	1/250000	" ロラン	中深海 音響測深儀	" (ドレック) 地磁気測定 (プロト) 磁力計	本庁 水路部 才2管区 水路部	茂木昭夫 他7名	

B 地震台

図名	測量年	船名	縮尺	測位	測深	他の調査	実施機関	実施者	備考
栗島付近	1964年 自 6月26日 至 7月7日	拓洋 (鳥飼 收)	1/ 250,000	陸測 コラン	P.O.R	地磁気 測定 (プロトン 磁力計)	本庁 水路部 水路部	茂木昭夫 他7名	
"	1964年 自 8月 至 9月	海洋 (渡本 春美)	1/ 250,000  1/ 50,000	デッカ	S.O 1,500	地質調 査 (ドリル機) 信濃探 査地質 調査所	本庁 水路部 (地質調 査所)	川村文三郎 他4名	

3、地形、地質の概要 (付図1、2参照)

新潟地域には中5～10 km、長さ約30 kmの山塊列、背斜列が、ほぼ北々東—南々西の方向に長く配列している。鼠ヶ関—岩船の海岸を占める蕨山塊、その東および東南の笠取山—五頭山の塊列、新潟西南方の角田、弥彦山塊、更に大佐渡、小佐渡等がこれである。これらの地塊は花崗岩類、古生層を基盤岩にもち、これを古期オ三系又は新オ三系がおいている。そして、主として花崗岩質岩石、古生層からなっている蕨山塊などは、地堅状構造をなしているが、櫛形地塊や弥彦地塊は、西方へ傾動しており、油田地域の新オ三系からなっている東山稜背斜その他の地塊では、明らかに背斜構造を示し、この構造が今もなおつくりつつある活褶曲であると言われている<sup>7)</sup>。

佐渡北方の海域には、水深700～1000 mの海床から、600～700 mの比高をもつてそびえたつ多数の堆が存在する。即ち、大佐渡地塊の北々東延長上に、月山嶽、向嶽が連なり、

その西側にはこれに平行して敷原礁、鎌礁、最上堆が連なり、更にその外側に敷原礁の西方の368m堆、最上堆西方の157m堆が、又張り北々東方向に連なる。一方小佐渡の北々東には鳥海礁があり、更にその東南方には粟島礁がある。これらの地塊は、新潟地域に見られる地塊とほぼ同じ規模を有し、何れも北々東一南々西の方に伸び乍ら配列している。採取された資料から判断すると、頁岩、シルト岩等のオ三系および内縁岩、安山岩、玄武岩、凝灰岩等の火山岩からなり、地質的にも新潟地域の地塊群と類似している。

一般に東側に急斜面を有して、非対称断面を示しており、直接の証拠はないが、地形から判断して東側を断層によつて限られた傾動地塊又は地壘構造であると推定される。頂部は波蝕によつて約120mの深さに平坦化されているが、その深さは大陸棚の外縁平坦面に相当するから、多分最終氷期（Würm II 約20000年前）の海面低下に際して形成された波蝕面であらう。

注目すべきことは、これらの波蝕面は何れも西方に傾いており、過去20000年以降に、西方に傾動するような地塊運動があったことを示している<sup>8)</sup>。この運動が液状の褶曲運動によるものか、何々の地塊運動に差づくのかは、十分な検討を要する問題である。

このように、新潟地域およびその西北方海域は、多数の地塊からなり、或るものは地壘構造をなし、あるものは傾動地塊又は背斜構造をなして、現在も尚その運動が継続していると考へられる。

粟島付近も同じ様な構造からなるであらうことは、ほぼ推定がつくが、海底地形にあらわれている所から判断すると、粟島は中5km、長さ25kmの北々東一南々西の方向に細長くのびる浅堆の一部が、海面上にあらわれたものである。この浅堆は、粟島から北方にのびる深さ約60mの浅所で、

その北端に深さ 27 m の溢海礁がある。この東の粟島海峡には深さ 80~90 m の平坦な深所が同方向に存在して、粟島および粟島堆とを本土から切り離している。

今回の音響測深によつて、粟島周辺の海底には、5 桁所に断層と思われる急斜面を見出した。これも北々東-南々西の走向を有し、数 m の落差の斜面が東側を向いている。奈須、加賀美等は音波探査によつて、粟島堆が背斜構造をなすことを示し、その東側には前記の断層地形の所に、断層又は撓曲が実際に存在することを明らかにした<sup>9)</sup>。従つて粟島堆も同様に、東側を 3 条の断層によつて限られた地塊である事が分る。一方中村、松田等は粟島を構成する新才三系は、北西へ 10~20° 傾斜しており、北部の高さ 60~70 m の状平面は、北西に 2~4° 傾斜し、粟島周辺に見られる深さ約 30 m の海底段丘面も、矢張り北西に傾斜していることを明らかにしている。即ち粟島および粟島堆も他の地塊と同様、約 10 万年以来今日迄北西に傾動するような運動を続けて来たことを示しているのである<sup>10)</sup>。

粟島の南の連続は切れて、更にその南西方には深さ 100 m 内外の馬ノ背の浅礁が、矢張り北々東-南々西の方向に約 30 Km 続いている。この東側には深さ約 130 m の盆地があり、井筒によれば、新潟平野の沖積層の base に続くという<sup>11)</sup>。奈須、加賀美等の音波探査によつて、この base は更に粟島海峡の沖積層の下に続くことが明らかにされた。粟島の地塊が一旦その南で地形的に切られるが、その方向や地質の類似から、南の甬田、跡彦の山塊に連続すると考へることは比較的自明である。

#### 4. 水深変化 (付図 4 参照)

水深変化は地震前の資料即ち 1955-1957 年の 5 万分の 1

の沿岸測量ヲ兼及び地震直前に行なわれた「拓洋」による測深資料と、地震直後に行なわれた「拓洋」および「海洋」の測深資料とを比較して求めた。1955年より地震の起つた1964年までの間に、水深変化を生ずる様な地変はなく、又30m以深で距岸3M以遠の海底における自然堆積による水深変動は、殆んど *negligible* であるから、この比較によつて得られた値は、今回の地震に基づく水深変動と見て差支へない。

水深比較の誤差は確定できないが、平坦海底においておよそ±0.5mと見てよいであらう。

地震後の「拓洋」による調査は、測位に陸測、ロランを使用した悉、測位誤差は場所によつてはかなり大きい(約0.8M)。平坦海底における水深変化量は、粟島海峡付近において最大約+5mであつて、+2m以上の区域は、粟島海峡の南から温海熱にかけて存在した。その後「海洋」によつて、測位精度の遙かに高いデツカ測位機を使用して、同地域を再び測量した結果、隆起の範囲および隆起量において、ほぼ同様の結果を得ている。この二回にわたる調査において、ほぼ同様の結果を得ていることは、この海底測量の結果が、十分信頼に値するものであることを示していると思う。

付図4は、地震前の諸資料と地震後の「海洋」による測深資料とを比較して求めた海底変動量分布図である。

これによると粟島海峡のほぼ中央部を北々東—南々西に走る軸を中心に隆起域が存在している。その南の赤線は、阿賀ノ川の河口の北方10Mの地峯に並進し、その北端は山形県加茂港の沖合まで反んでいる。更にその北部および粟島頭近、粟島西方の海域では、海底傾斜の増大および海底起伏の増大等のために、比較誤差が大きくなり、水深の比較は事實上困難となるため除外してある。沈降域は沢ヶ原—岩船の海岸に沿つてあらわれ、その傾向は更に海岸沿いに胎内川河口付近

に近接される。又南部隆起域の沖に、局部的な沈降域が示されている。

これらの変動域は、地震後に観測された余震区域<sup>12)</sup>、にほぼ一致しており、又津波から求められた津波の浪源域<sup>13)</sup>ともよく一致している。又直接隆起の観測された粟島は、この隆起域の西縁に位置しており、沈降の観測された沢ヶ岡-岩船海岸は、海底の沈降域に接していて、この海底変動の分析は、陸上の観測結果と矛盾しない。地震直後に行なった加茂、由良、沢ヶ岡、岩船等の港湾検測結果は、ハッキリ水深変動を示していないが、由良港においては、港外で明瞭な沈降（水深増大）を示して、沖合の沈降の事実を裏付けている。

次に海底変動の特色を見るに、隆起運動は粟島海峡の中央部水深80m付近を北々東-南々西の方向に走る軸に沿って生じている。この方向は、この地域の地塊の一般的方向であり、前記の粟島地塊はこの隆起域の西半分を占めている。この隆起軸に沿うては、最大5mの隆起量が測定されている。粟島の北部においても（粟島堆）、5mの隆起が測定されているが、これは前記の隆起軸と平行していて、多分粟島に続くもう一つの隆起軸を示すのかも知れない。

馬の背の東の沈降域は、水深130mの盆地状の地形をなす所で、その西縁には馬ノ背の東を限る断層が予想されている。沢ヶ岡-岩船海岸に沿う沈降域は、最大4mの沈降量を示していて、その西縁では直ちに+4mの隆起域に続くが、この付近は沖積層が厚く堆積している所で、特に断層の存在は確認されていない。

## 5. 断層変位

今回の地震に際して多数の亀裂や断層、噴砂、山崩れ等の地質現象が、粟島を始めとして新潟県の各地に生じた。震源

地付近の海底でも、当然このような現象が十分期待される筈である。特に粟島と対岸の嵐ヶ岡—岩船海岸の相反する地殻変動は、その間の粟島海峡に、地震断層の存在を期待させるに十分であった。この様な観測から海底調査に際しては、微地形に特に注意を拂った結果、付図2に示した5ヶ所に、断層と思われる地形を認めた。この程度の *echogram* 上の急崖は、普通特に異とするに足りないものであるが、この場合、次のような論拠から断層の可能性が、注目したのである。

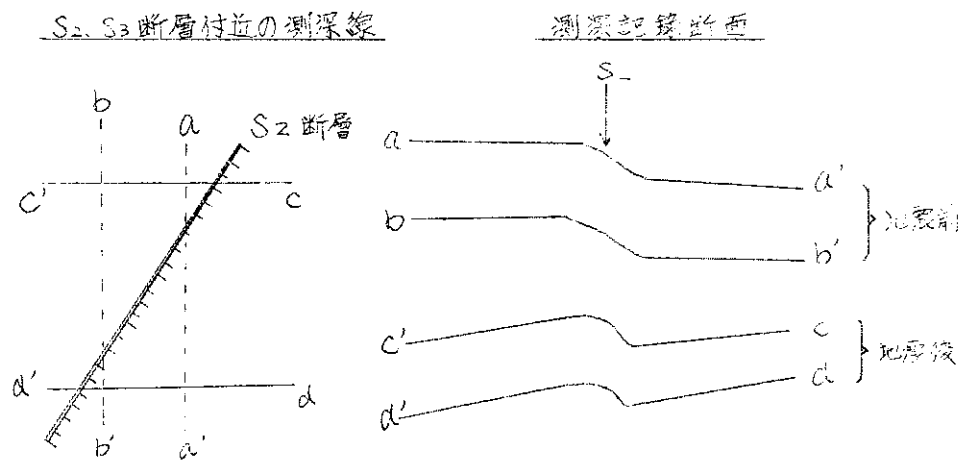
- (1)  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ の3個所の急崖は、泥でおいわれた極めて平坦な海底にあり、その泥の面が *sharp* にくい違いを見せている。これは非常に浅い所に基盤があって、その基盤の起伏を反映しているたのか、非常に新しい断層によって変位しているかの何れかであるが、写真の状況から判断して後者の可能性が強い。
- (2) 海底面は東から西へ一方的に緩く傾いているが、何れもその上方(東側)が落ちていて、下方が上っている。この地域は氷期の海面低下に際して、河川侵蝕の可能性のある地域であるが、このような系統的な事実を河川侵蝕の原因に帰するのは異常である。
- (3) これらの急崖は、何れも北々東—南々西の方向を指向しており、何れも東落ちである。このような緩向は、この地域の地質構造に見られる一般約傾向と一致する。
- (4) 地磁気測定の結果、一部の急崖と局所的な地磁気の *anomaly* とが一致し、この *anomaly* は直線的に北々東—南々西に

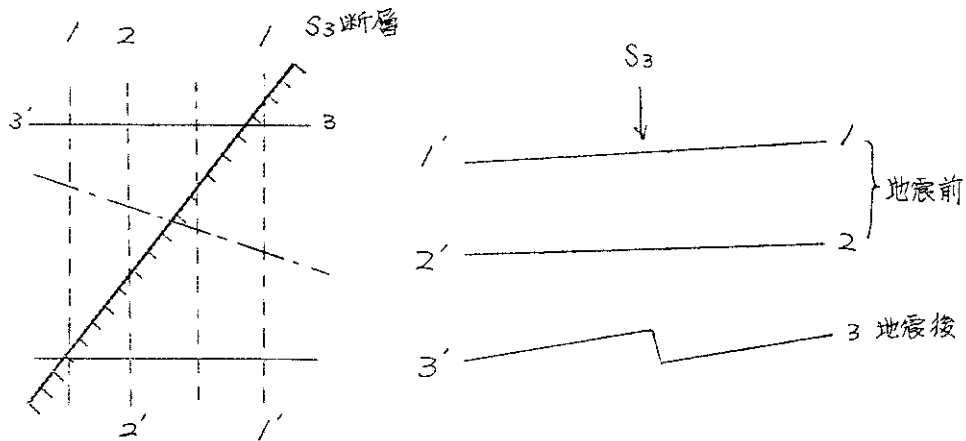
長く続いている。

以上の様な論議から、この急崖を断層、撓曲などの構造に基づいたものであらうと判断した。その後読売新聞社主催の海底断層総合調査が実施され、奈須、加賀美等の音波探査および海洋によつて行なわれた早川、鎌田等の音波探査によつて、これらの推定断層は断層又は撓曲であるという事実は確認されたのである。従つてこれらの断層、撓曲は、海底に堆積している沖積層に影響を与えている所から、地質的には極めて新しい時代迄、その活動が継続したと見る事が出来る。然しこれだけでは、これらの断層又は撓曲が、今回の新潟地震に際し活動したかどうかは分らない。

幸い、1956年の測量に際して、測線が数本  $S_2$ 、 $S_3$  の 2 断層線を横切つていたので、1956年の音測記録と地震後の「拓洋」海洋のそれとを比較検討することにより、今回の地震に際して、これらの断層が活動したかどうかを検討することができる。

オノ図  $S_2$ 、 $S_3$ 断層付近の測深線とその記録断面





- 1956年の測線(天海)
- 1964年拓洋(地震後)の測線
- · - · - · - 1964年海洋(地震後)の測線

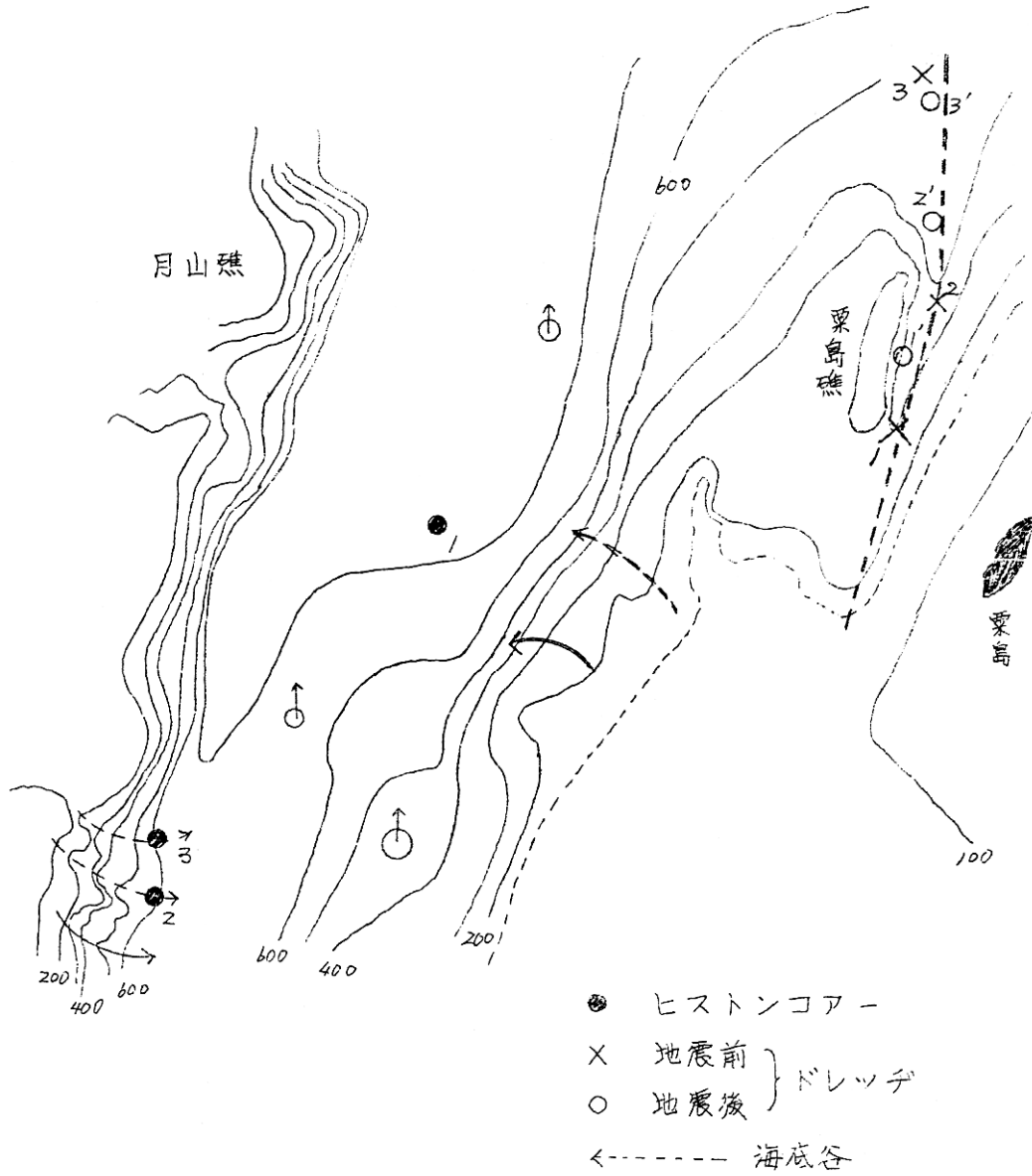
S<sub>2</sub>断層においては、旧測線が小さな角度で断層線を横切っている。それにも拘らず断層の地突において、落差数mの急崖が記録されていた。地震後の測線は方向が異なるが、ほぼ類似の記録を示している。即ちS<sub>2</sub>断層は新潟地震以前から存在し、記録から特に今回の地震によって再活動したという明瞭な違いは認められなかった。S<sub>3</sub>断層においては、旧測線はS<sub>2</sub>断層の場合よりも大きな角度で断層線を横切っているが、その記録は極めて平坦な海底を示し、特に断層の位置において地形的異常は存在していなかった。地震後の記録は、その地突で明瞭な急崖を示している。即ちS<sub>3</sub>断層は、地震前には存在しておらず、今回の地震によって始めて形成されたと判断することが出来る。音波探査によって、この断層も古くから存在したものであることが判明しているが、今回の地震によって再び活動し、地表面に断層崖(撓曲崖)の一部を新たに形成したことは明らかである。

## 6. 混濁流の問題

海底地震に際して是々混濁流、海底地這りが発生すると言われている。1929年の Grand Bank 地震、1954年の Orleansville 地震等の際には、混濁流が発生して、そのために海底ケーブルが地震の震央から遠方に向つて、大陸斜面の上部から下部へと、順々に破壊された。下流部では切断された電線が、押し流されたりおどまげられたりして、数100マイルの間土砂によつて埋められたと云う。この時の混濁流の速度は、震源から100マイル以内の区域で15ノットと測定され、末端で採取された core の資料からは、深海の泥層と互層した粗い砂層の堆積物が得られ、この中からは浅海性の有孔虫や石灰藻が得られている。この混濁流は、斜面を刻玉海底谷内に生じている場合が多い、海底谷の有力な成因の一つとして主張せられて来た<sup>4)</sup>。

今回の新潟地震も、その規模から見て、震源に近い大陸棚斜面に、このような混濁流の発生も期待することは無理ではない。然もこの地域の大陸棚斜面には数条の海底谷が発見されており、これらの谷の成因が混濁流に基づくとすれば、今回の地震のような時には、当然谷筋に沿う混濁流の発生が期待されてよい。特に粟島と粟島照の府には、北方に向うかなり大きな谷があり、又島ノ背北部の斜面にも、規模が小さいが2条の谷が存在している。震源地からの距離を考へて、若し混濁流が発生するとすれば、恐らくこれらの谷をおいて他にはないであらう。

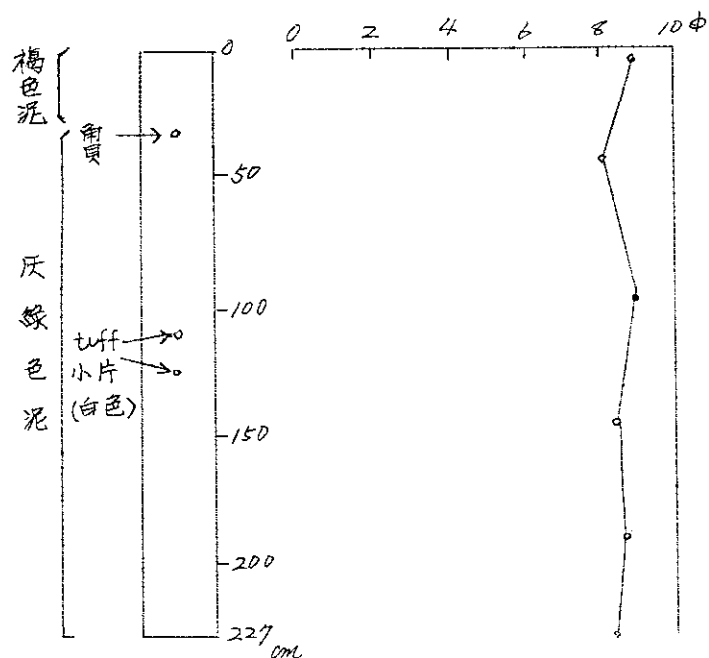
才二四 底質採取地実図



たまたま地震直前の「拓洋」の調査において、これらの海底谷の成因をさぐるために、佐渡磯崎東方の二條の海底谷末端において3本のヒストンコア、栗島と栗島礁の間の谷みにおいて、上流から下流に向い3箇所において dredge を行なった。これ

らの調査は、直後に新潟地震が生じたことにより、上記の問題を検討する上に、極めて貴重な資料となった。地震後、「海洋」によって、再び前記東島、粟島熱向の海底谷筋に沿い、ほぼ同じ地質において dredge が行なわれたのである。

オ3図 水深600mの海底(海底谷末端)から採取された柱状資料の粒度分布



先づ過去の地震において、これらの谷筋に沿って混濁流が発生したかどうかを、海底谷末端の堆積物の core 資料からしらべてみよう。

オ3図に見るとおり、227 cm のコアは、上部約 30 cm に褐色の風化層があり、その下部は灰緑色の一様な泥である。粒度分析結果も、上部から下部に向かって 8.80 ~ 8.10 φ で、殆んど一様であることが示されている。谷の末端の堆積物が水深 700 m の極めて浅い所にあり、こゝと大陸棚及び斜面上部

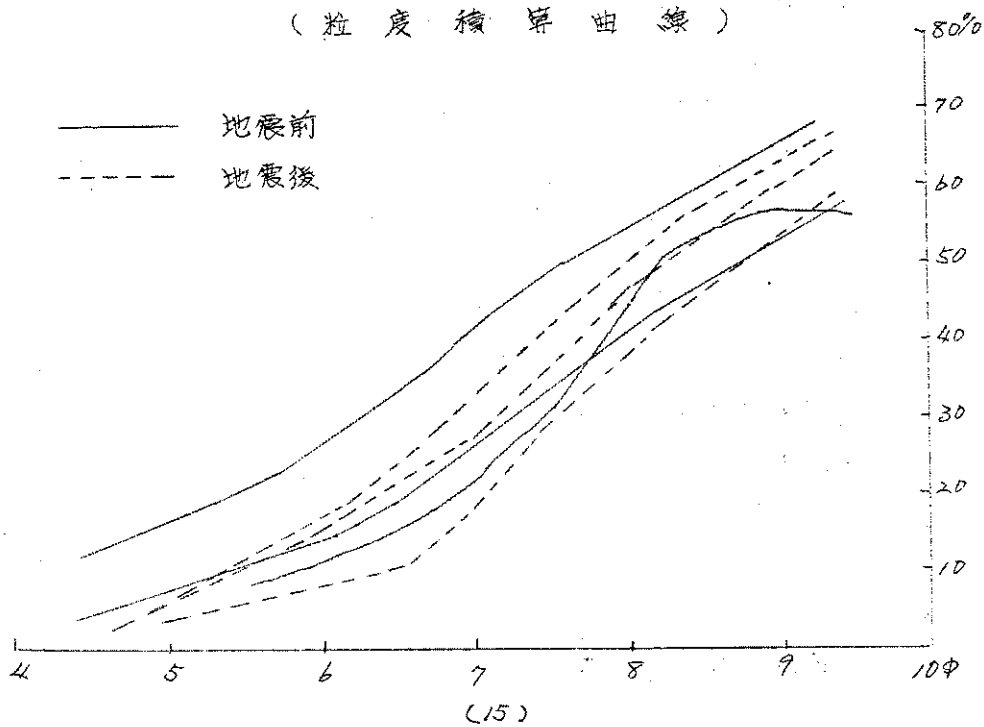
との間の堆積物の相異が、それ程鮮明ではないといへ、このコアの堆積物の状態から、過去の地震による異常堆積の存在を推定することは困難であらう。コア資料について、更に各種の分析を行う予定であるが、現在の段階で、過去の地震において混濁流の発生はなかったらしいと一応結論しておく。

図4 海底谷筋における地震前後の底質粒度の比較

(粒度分析結果)

地震前			地震後		
地質	Md	含砂率	地質	Md	含砂率
1	8.80 $\phi$	1.4%	1'	8.80 $\phi$	2.2%
2	8.20	1.4	2'	8.25	2.4
3	7.65	1.5	3'	8.05	1.4

(粒度積算曲線)



次に粟島と粟島熱との間の谷筋に沿って、今回の地震に際し泥濁流が発生したかどうかを、地震の前後の底質資料の比較から検討してみよう。

地震前の谷筋に沿うる地質の底質は青泥で、平均粒径は夫々 Md 8.80、8.20、7.65 中であつた。地震後ほぼ同じ地質で採取した底質は、矢張り青泥で夫々 Md 8.80、8.25、8.05 中で、殆んど変っていない。なお④図に粒度の積算曲線を示したが、殆んど同じ形を示していて、地震による泥濁流の発生を暗示する様なものは示されていない。この場合でも各種の分析を終了した上でないとハッキリしたことは言えないが、粒度分析の結果では、特に泥濁流の発生を暗示するような結果は得られなかつた。

## 7. むすび

新潟地震後、粟島付近の海底調査を実施した結果、粟島海峡及び粟島堆を含む、北々東-南々西の方向に沿う広い区域が隆起し、その東方の崩ヶ原-岩船海岸に沿う海底および島の背東方の海盆底が沈降した事が判明した。又隆起区域の中央部から粟島にわたる海底に、三條の断層の存在が知られ、その中の一つは明らかに今回の地震に際して活動したことが示された。これらの地震による海底の地殻変動は、この地域の地質構造との関連において、どの様に解釈されるべきであらうか。

音波探査の結果等を総合すると、粟島堆は背斜構造をなすが、その東側には前記の三條の断層によつて、粟島海峡に埋んでおり、地壘構造をなすと考へられる。その東方の粟島海峡底は基盤が深く、厚い沖積層におかれられており、西方の粟島地壘は勿論、直接の証拠はないが東側の溝壘山地塊とも独立した地構をなしているものと解釈できる。そして今回の地

震によつて、震源地にあるこの粟島地塊(地壘)および粟島海峡の地塊(地溝)が隆起し、その周辺に当る嶺南山地塊が逆に沈降したと解釈することは、不合理であらうか。

隆起が粟島海峡の中央部を走る隆起軸と、これに平行する粟島堆に沿う隆起軸に区別されることは、この2つの地塊が独立した隆起運動を示した1つの証拠である。

## 文 献

- 1) 中村一明、笠原慶一、松田時彦 (1964) ;  
「新潟地震による粟島の地変」  
地震研究所研究速報 No.8 PP 73 ~ 90
- 2) 茂木清夫 (1964) ;  
「新潟地震調査報告一 村上、加茂沿岸の地変」  
地震研究所研究速報 No.8 PP 46 ~ 51
- 3) 岡田 惇、井筒屋貞勝 (1964) ;  
「新潟県北部の地殻変動」  
地震研究所研究速報 No.8 PP 63 ~ 66
- 4) 水路部 (1924) ;  
「大正12年震災地測量報告 PP 1 ~ 28
- 5) 茂木昭夫 (1959) ;  
(17)

「関東大地震における相模湾の海底変動について」  
新精密測量資料による再検討 —

水路要報 No. 60 PP 52~60

- 6) Tayama, R and Nakayama, R (1953);  
「Changes of depth in ATUMI Bay  
accompanying MIKAWA earthquake  
in 1945」

Proceedings Seventh  
Pacific Science Congress  
Vol 2 PP 682~684

- 7) 森本良平、木村敏雄 (1964);

「新潟地震の地質学的背景」

地震研究所研究速報

No. 8 PP 67~69

- 8) 茂木昭夫、佐藤任弘 (1958);

「最上堆付近の海底地形と底質」

水路要報 No. 55 PP 37~53

- 9) 加賀美英雄、本座栄一、奈須紀幸 (1964);

「粟島周辺の海底地下構造について」

才425回 地震研究所 談話会

- 10) 笠原慶一、松田時彦、中村一明 (1964);

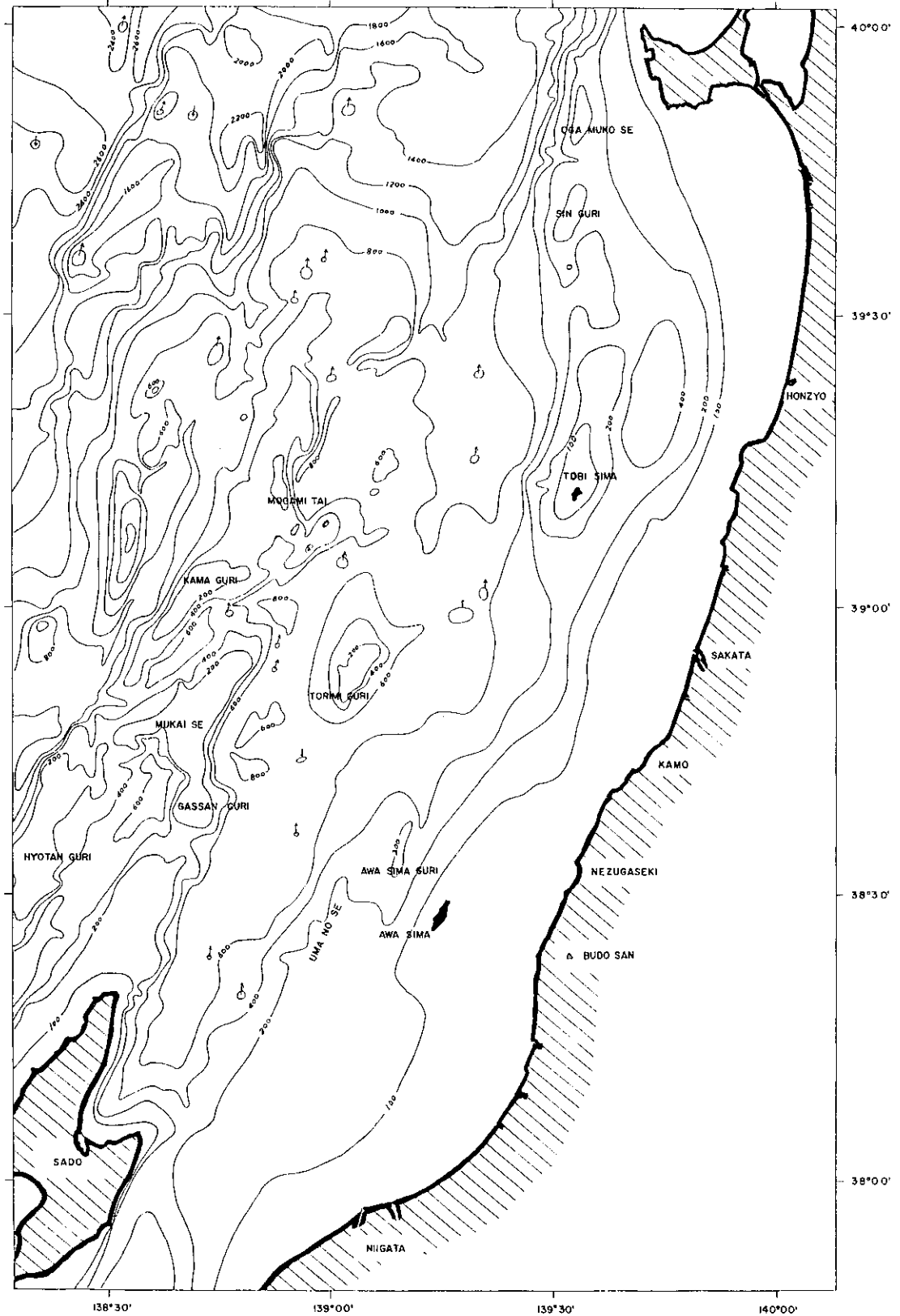
「新潟地震時および地質時代の粟島の変動」

CRCM 国大シンポジウム

- 11) 井筒弘太郎 (1956) ;  
「日本周辺の陸棚と冲積統基底面との関係」  
名古屋大史学研究論集  
XIV PP 85~102
- 12) 萩原尊礼ほか (1964) ;  
「新潟地震余震観測序報」  
地震研究所研究速報  
第8号 PP 7~14
- 13) 相田勇、梶浦欣二郎、羽鳥徳太郎、桃井高夫 (1964) ;  
「新潟地震による津波」 地震研究所研究速報  
No. 8 PP 58~62
- 14) Heezen, B. C. (1963) ;  
「Turbidity current」  
The Sea Vol 3 (the earth  
beneath the sea) In-  
terscience Publishers,  
New York

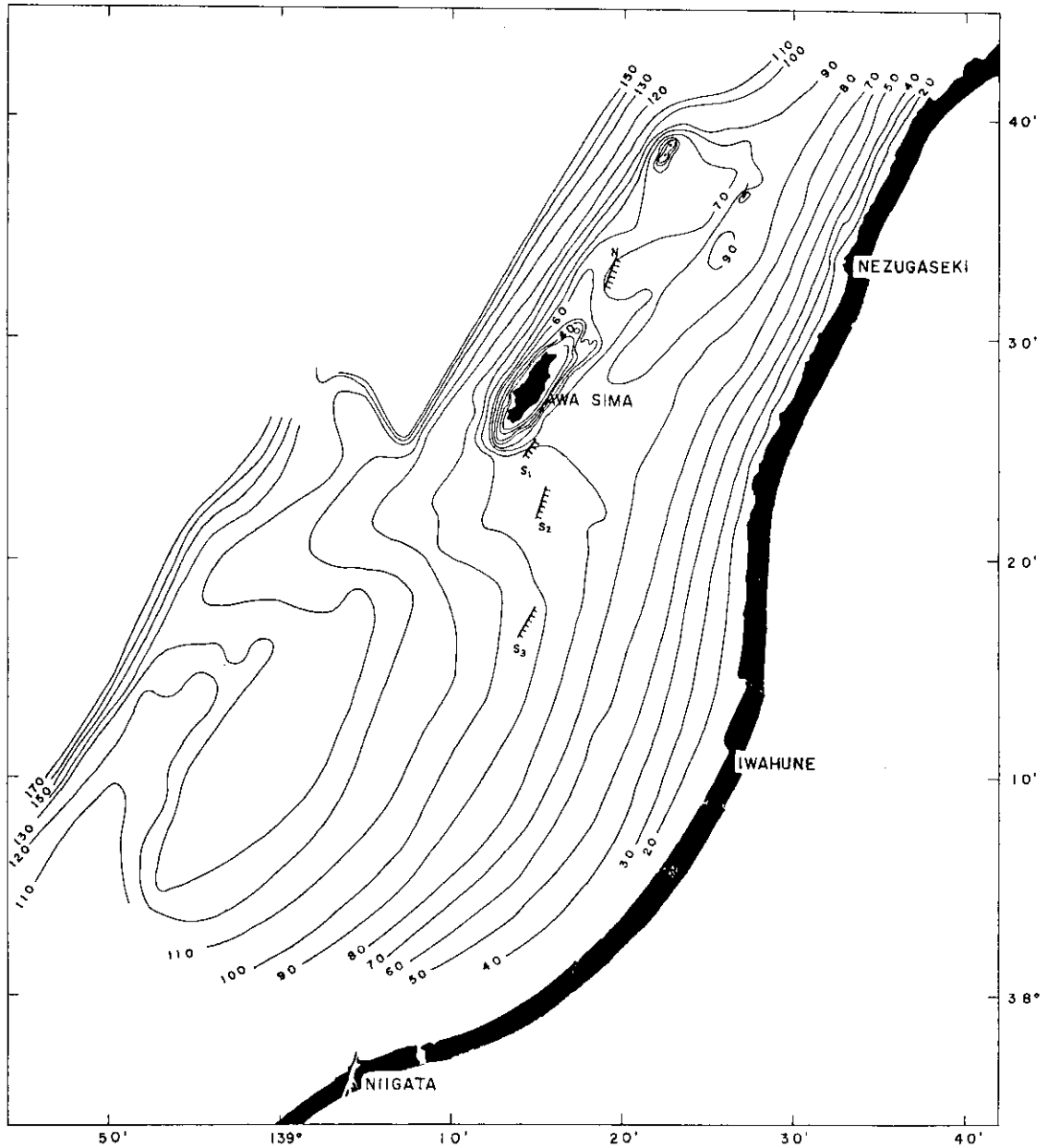
付図 1.

東北震日本沖の海底地形図



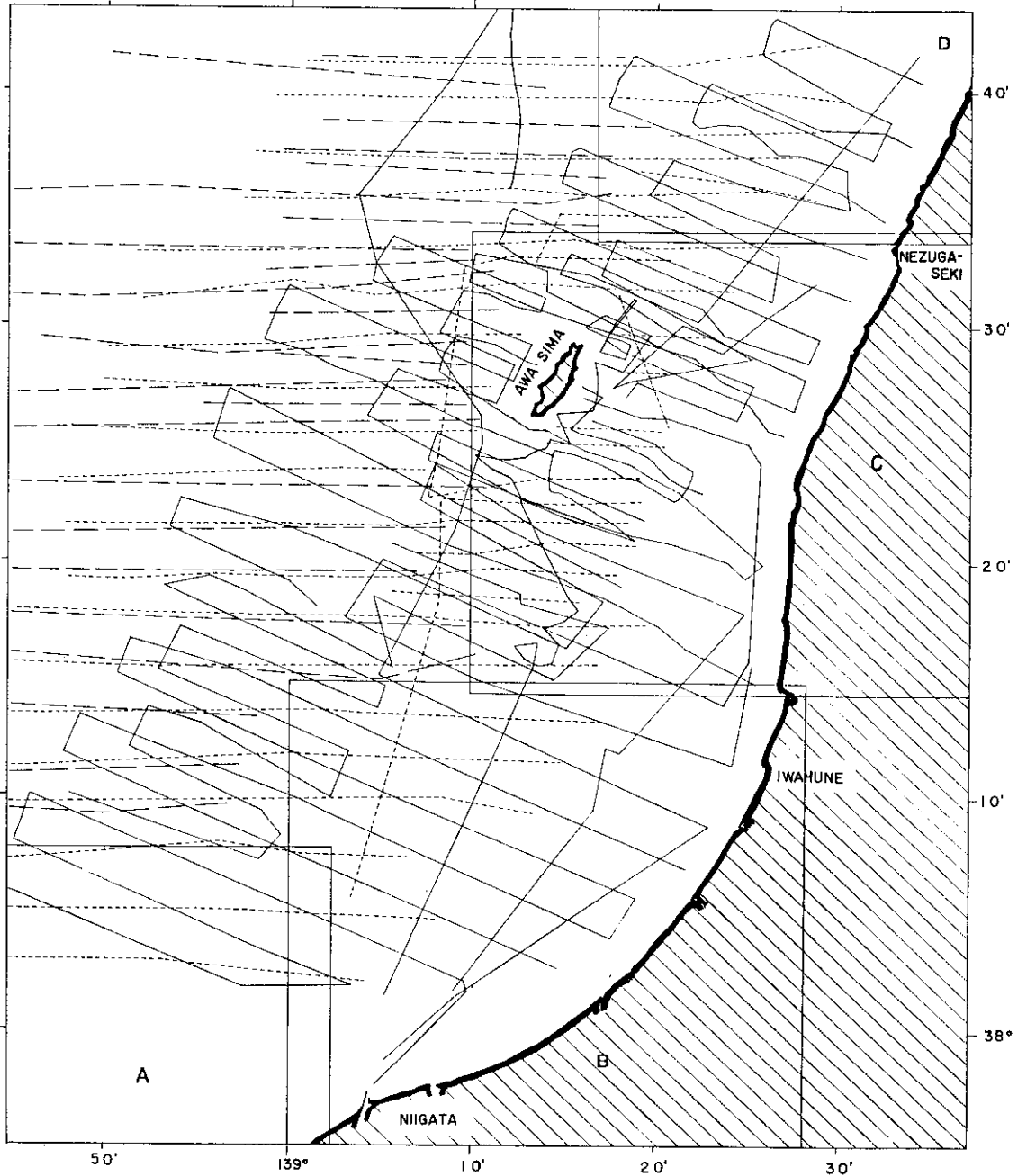
付図 2. 粟島村近の海底地形

S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, 及び N は音速記録から発見された断層 (又は撓曲)

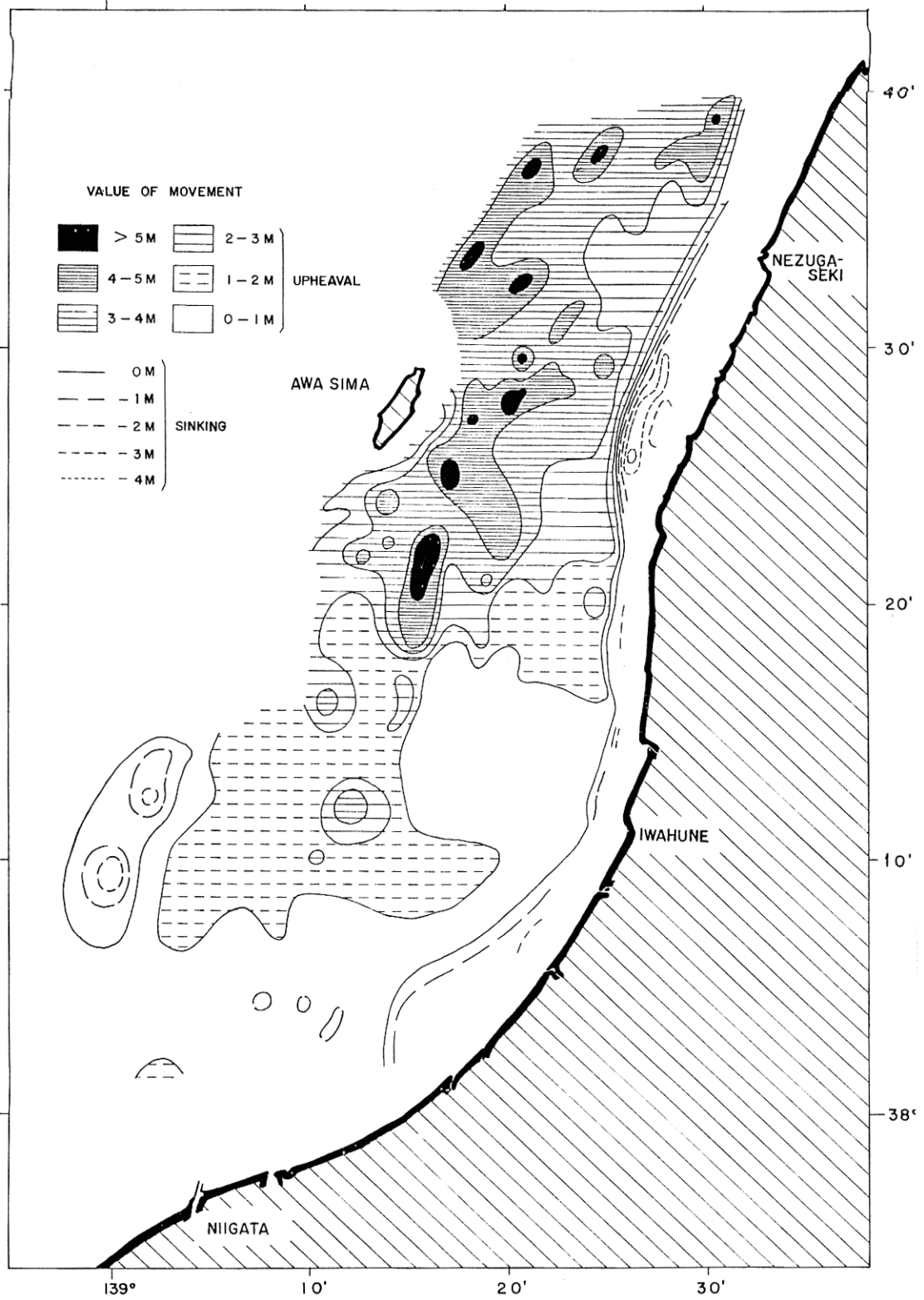


### 付図 3. 新潟地震前後における調査の概要

- |            |                              |       |
|------------|------------------------------|-------|
| A, B, C, D | 1954年 - 1957年 (天海の測量区域)      | } 地震前 |
| 破線         | 1964年 6月6日 - 6月15日 (拓洋のコース)  |       |
| 点線         | 1964年 6月26日 - 7月7日 (拓洋のコース)  | } 地震後 |
| 実線         | 1964年 8月23日 - 9月11日 (海洋のコース) |       |



付図4. 新潟地震における海底地殻変動量  
(水深変化量) 分布図



## 新潟地震に伴う地磁気の変化について

歌代 慎吉

萩野 卓司

近藤 忠

### § 1. まえがき

地震によって地球磁場に影響が生ずるかどうかと云う問題 昔から多くの研究者によって調査されている。そして地震予知の問題に一つの方角を与えている。最近地震の頻発に伴って地震予知の問題が取上げられ、日米科学協力、UMT計画、地震予知グループ計画等として具体的に研究され実施にうつされつゝある。

地磁気に及ぼす地震の影響としては地震の前に其の影響が現はれるもの、地震時に地球磁場が変化するもの等があり三陸地震、北伊豆地震、南海道地震や十勝地震では地震前後で地球磁場の変化が認められた事が報告されている。一方福井地震の様には地震により何等の変化も地球磁場に生じなかった場合もある。然し従来の測定器は温度や電圧の変化により誤差を起す危険があったので地震による地磁気の変化の様に小さい変化量を問題にする場合にはもっと正確に且つ安定に測定出来る最近開発されたプロトン磁力計を用いて測定する事が要望されて来た。

丁度海上保安庁水路部では昭和39年1月船舶用プロトン磁力計を完成したので之を用いて日本近海の磁気異常を調査する目的で海上磁気測量を開始した。先ず第一回として水路部所屬測量船「拓洋」が昭和39年5月より日本海沿岸東北部の水深測量、海底地質調査及びプロトン磁力計による地磁気測定を行った。

其の際たまたま6月16日新潟県南東約6kmに震央を有する新潟地震が発生した。丁度「拓洋」は震源周辺を2運回隔で測定を行った直後であつたので地震による地球磁場の変化を調査する最もよい機会なので再び同一コースを測定し地震前後に於ける地球磁場の変化を調べた。

§2. 船舶用プロトン磁力計について

プロトン磁力計は水のプロトンの歳差運動の周波数を測定することにより地球磁場の全磁力の強さを測ることが出来る磁力計で全磁力をF、プロトンの歳差運動の周波数をfとすると

$$F = 2\pi \cdot 4865 f \text{ ガンマ}$$

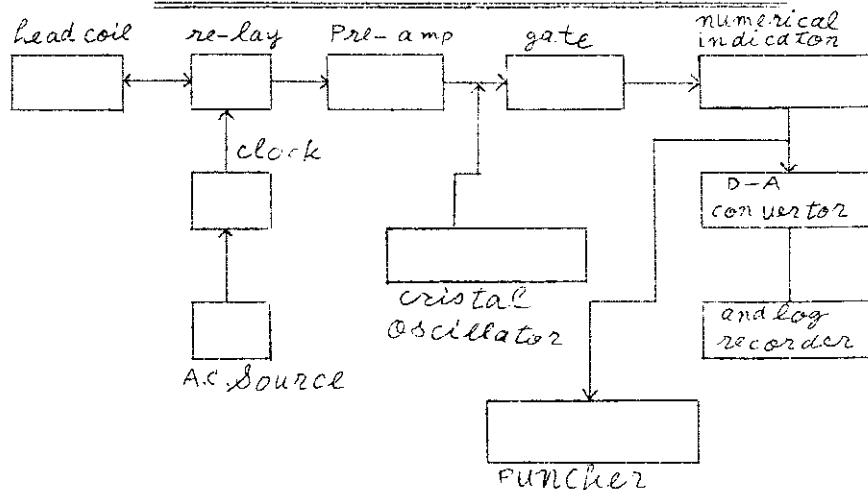
なる式が成立するのでfを測定することにより地球磁場の全磁力の強さを測定することが出来る。今回水路部に於て製作したプロトン磁力計の特色はプロトンの歳差運動の周波数を水晶発振機による標準の周波数で計数し之をdigital化し表示管に直読可能とし更に電子計算機HIPAC 103により計算処理し得る為puncherに接続してある。

一方周波数のdigital量をanalogueレコーダに導入して地球磁場の全磁力の変化の状況が直ちに解る様に記録紙上にカーブとして記録される。

性能を次表に示す。

- (1) 測定範囲  $38000^\gamma \sim 52000^\gamma$
- (2) 測定精度  $\pm 10^\gamma$
- (3) 測定時間間隔 1分毎

船舶用プロトン磁力計ブロックダイアグラム



### §3. 測定

プロトン磁力計による海上磁気測定は地震前の6月6日より6月15日及び地震後の6月26日より7月7日の二回実施された。測定範囲は震源の栗島約6kmの地域を含み酒田より新潟港の沖合である。測定間隔は約2浬で測線上約300米毎に測定を行っている。地震前6月6日より6月15日迄の間に測定した結果及び等磁力線図は才1図の通りである。等磁力線図より見ると栗島礁、最上堆、瓢箪礁、馬の脊地蔵等に $100^{\circ}$ ～ $200^{\circ}$ の磁気異常が見られるが其の他の地域には余り大きな異常はなく等磁力線は大体北東～南西に向き北へ行く程値は大になっている。

地震後は6月26日より7月7日迄の間に測定が行はれた。地震による地磁気の変化を調査する目的で出来る限り地震前と同一測線上を測定した。測定結果は才2図の通りである。

尚之等の測定値には鹿野山観測所に於ける値を用いて日変化等外部磁場による影響が除かれている。

### §4. 新潟地震前後の地磁気の変化

今回の新潟地震調査はプロトン磁力計が用いられ震源の真上及び其の周辺が2浬間隔の測線で且つ測線上300米毎に測定が行はれた。そして測定は地震の約10日前及び10日後の二回実施された。此の様な理想的な測定が地震前後で行はれた事は今迄に例を見ないものである。地震による地磁気の変化を調べる為には同一地点に於ける地震前後の地磁気の変化量を計算し此の変化量が地域的に如何なる形をしているかを求めればよい。

今回の場合には同一測線上を繰返し測定しそので同一測線上に沿つて同一地点の地震前後の値を比較した、即ち才3図は同一測線上で地震の前後2回にわたる測定結果を示す。

実線は地震前の値、破線は地震後の値で数字は測線番号、横軸は東面測線上の測定位置を示し縦軸は全磁力の強さを示す。

この結果を見ると各測線上の測定値は地震の前後で余り大きな違

いは無く特に粟崎近傍では極めてよく一致して居る。

むしろ粟崎の西方海上で±50°程度の違いが認められるがその違いも local で地震前後で地磁気的全磁力の値が広範囲に変化している様には見えない、従つて今回の新潟地震の場合には地震によつて地磁気に広範囲に50°以上の変化が生じなかつたと結論される。そして粟崎の西方海上で見られる様な local な変化は測定地点の位置（船の位置）の決定に誤差がある爲に生じたものと思はれる。尚地震前後を等全磁力線図として比較した結果は第4図の通りである。

#### § 5、海底断層と地磁気の異常

従来から断層に伴つて地磁気に局部異常が存在する事がしばしば報告されている。今回の測定の結果地磁気の連続測定中第5図の様な急激な変化が時々見られた、此の変化を生じた場所を海上に plot すると第6図、第7図の様に曲線上にのつて居ることが解つた。第6図は地震前、第7図は地震後の場合である。

此の曲線が断層線であると結論することは測定値の中に電氣的 noise も時々発生しているので難かしいが地震前後二回の測定結果より磁気異常はほぼ同一の場所で其の方向は北東—南西で新潟、佐渡付近の構造線とほぼ平行である事は興味ある事である。

#### § 6 結 論

現在までの地震に伴う地磁気の変化については多くの研究成果があるが主に大地震の震央付近での地磁気伏角の測量から地震前後の局所的変化が研究されて来た。例えば淡路地震、濃美地震、南海道地震では地震に伴つて地磁気伏角に変化が生じた事が観測されたが一方福井地震の様によりの地震では全く地磁気の変化が見られなかつた。

今回の新潟地震の場合にも福井地震と同様顕著な地磁気の変化が得られなかつた。之は震源地付近の地下構造が非常に關係してい

ると思はれる。

即ち震源付近の地表及び其の内部の岩石が磁気的な物質（例えばマグネタイト、ヘマタイト等）を余り含んでいない為之等の岩石の温度や圧力による磁化の強さへの影響は小さく従つて地震による地磁気の変化量も小さい為地震による影響は検出されなかつたと考えられる。

たゞ今回の測定は地震発生の前後約一ヶ月間について行はれたのであるが若し地震の数ヶ月前に地震による影響が生じたとするれば今回は其の影響を検出する事は出来なかつた訳である。今後更に多くの地震について此の様な測定を実施することが必要である。最後に新潟地震調査に積極的に協力された水路部測量船「拓洋」の船長並びに乗組員に謝意を表します。

## 文 献

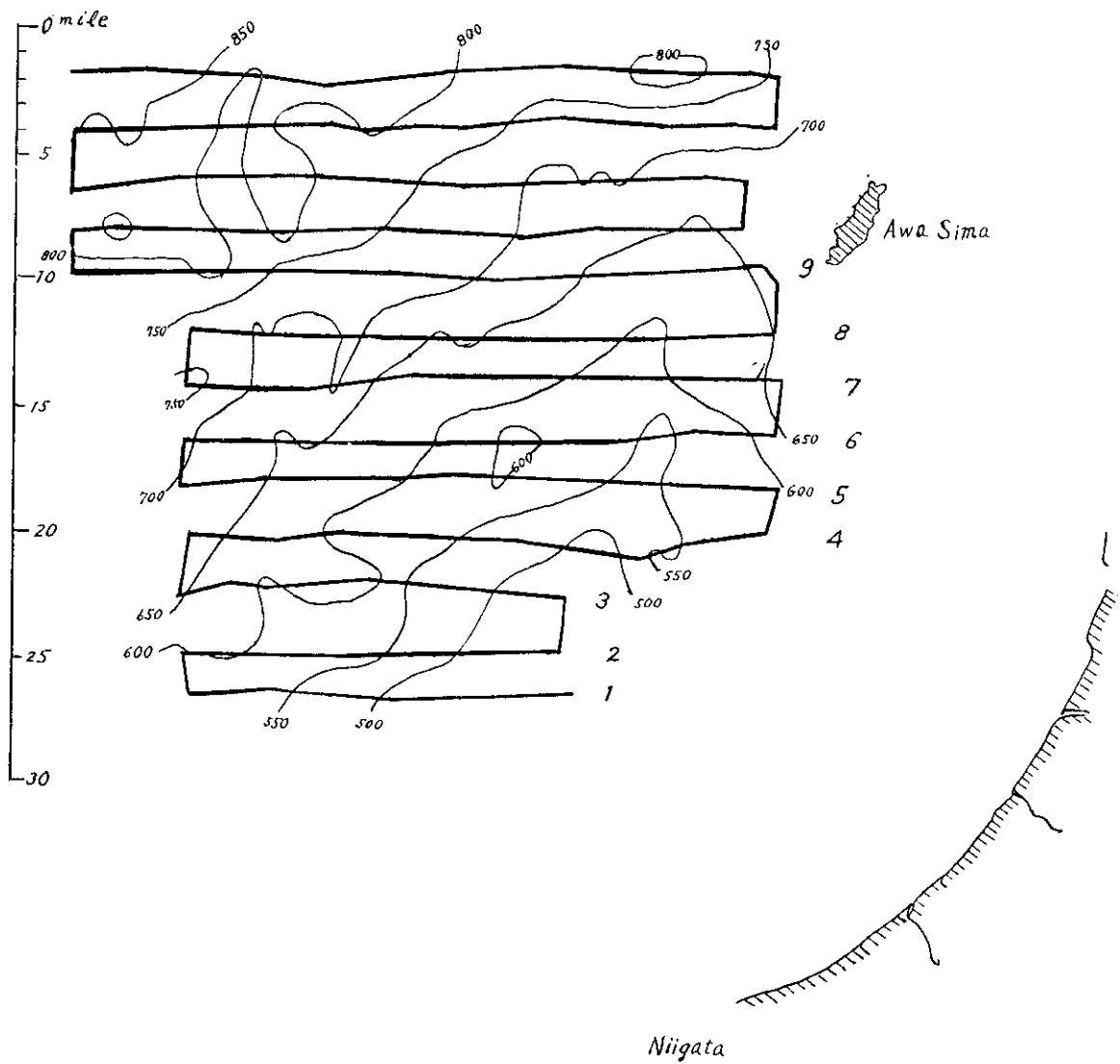
(1) 加藤愛雄 (1938)

「Investigation of the changes in the earth's magnetic field accompanying earthquakes or volcanic eruption」

東北大学理科報告 27巻 1号

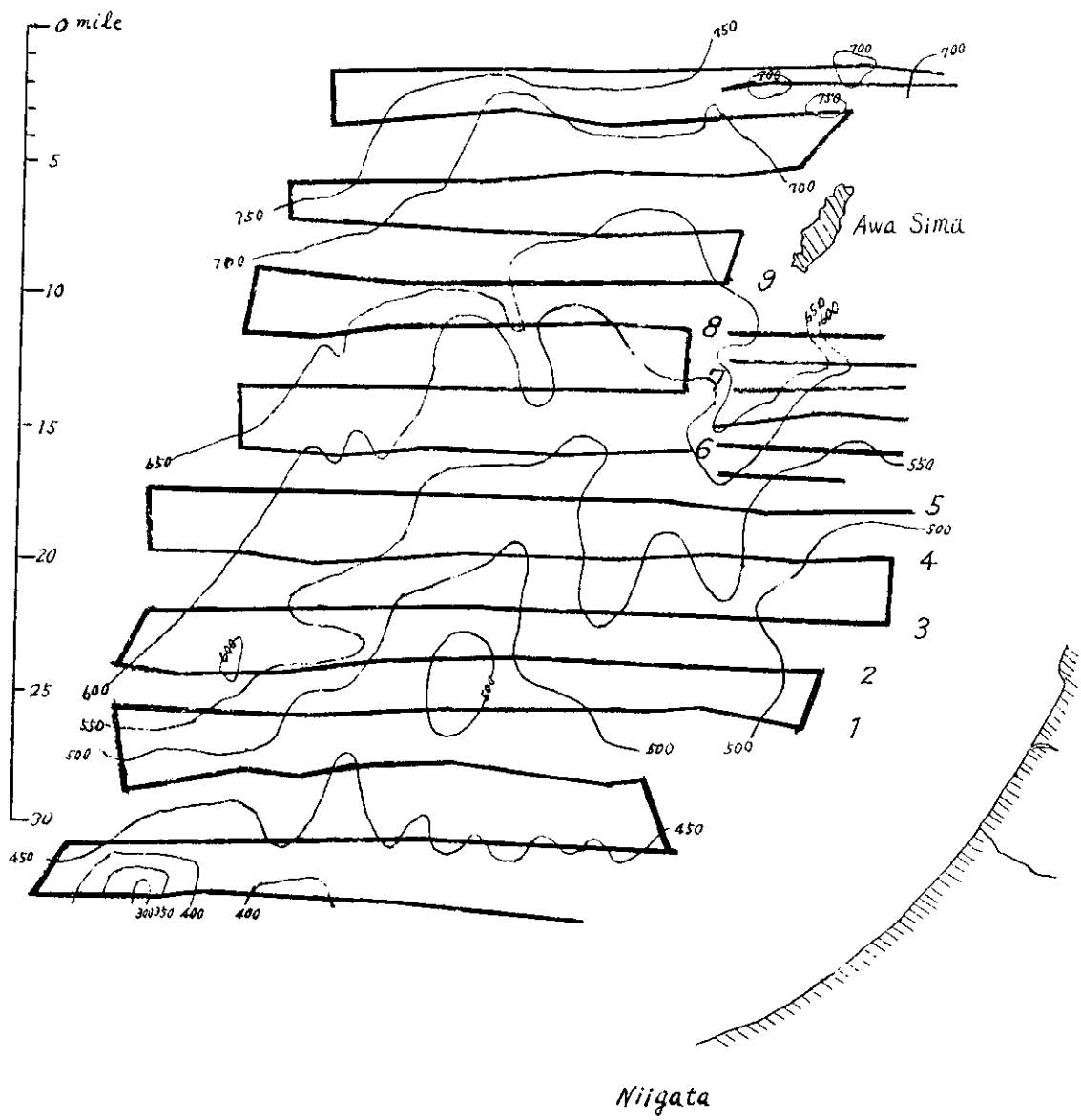
# 第1図

47.000 r + ...

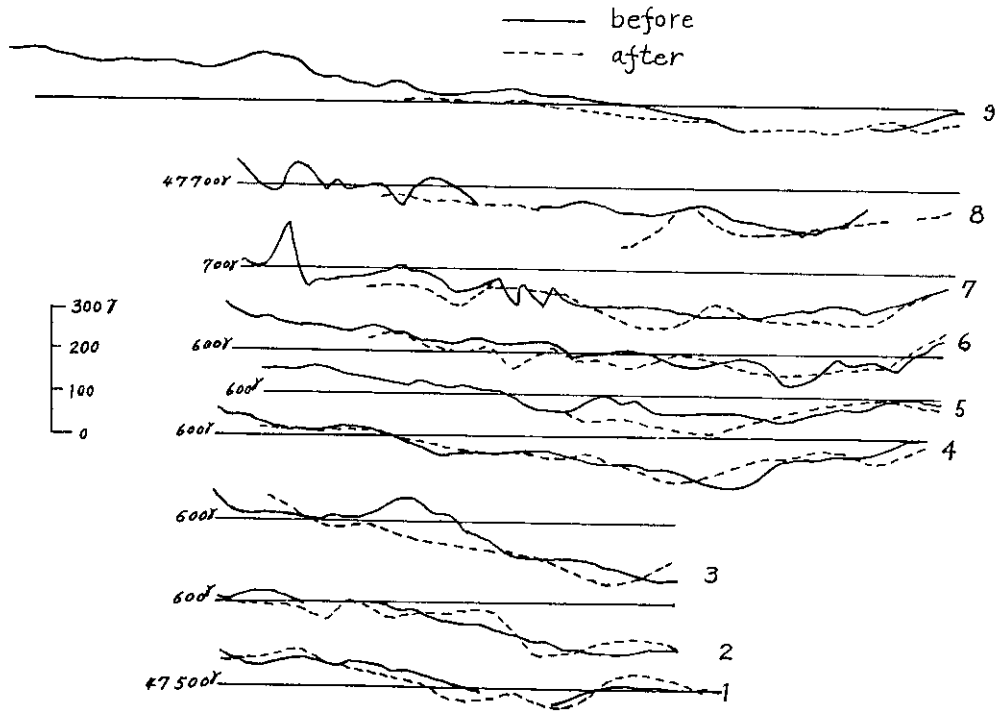


# 第2図

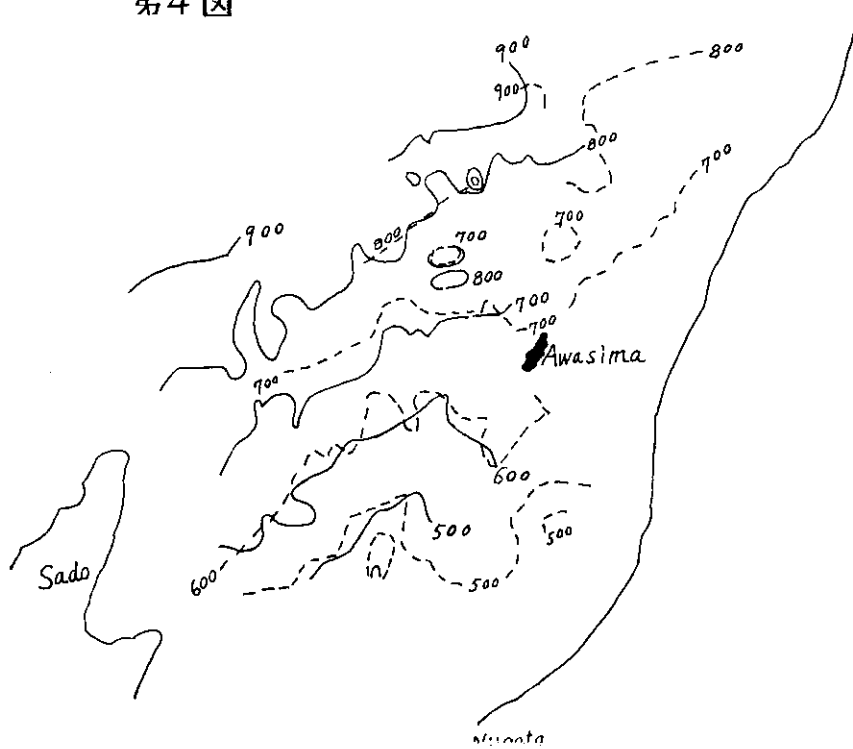
47.000 r + . . .



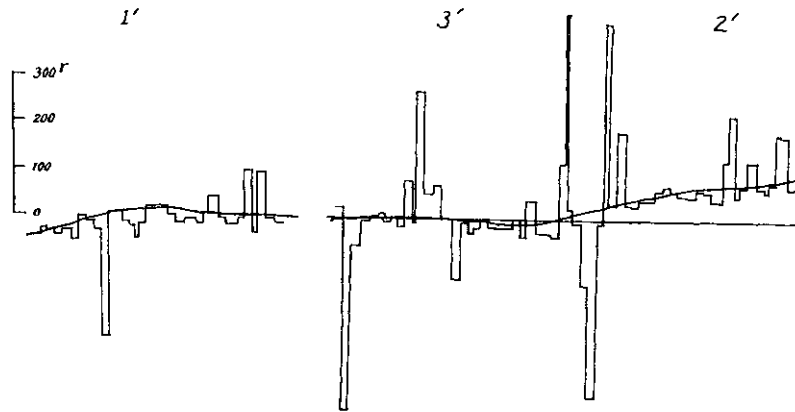
第3図



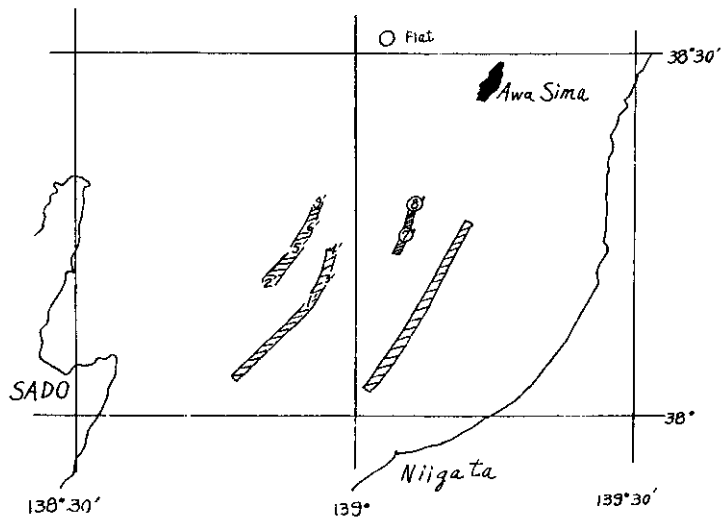
第4図



第5図



第6図



第7図

