

新潟地震の震央付近における音波探査

早川 正巳・鎌田 清吉・細野 武男・伊藤 公介

昭和39年6月16日13時01分すぎ 新潟県下に大地震が起こった。気象庁の発表（新潟地震速報 6月18日付）によれば本震の震央は139°2'E 38°4'Nすなわち粟島南方10kmばかりの所で 深さは40km マグニチュードは約7.7(その後の計算によればごくわずか小さくなる)とのことであった。最近 わが国では災害を伴うあまり大きな地震のなかったことや 裏日本の新潟付近としては珍しく大きな地震であったこと さらには地震予知の問題が ようやく大きく取り上げられようとしていたことと 耐震に関する地震工学の見地からも 種々新しい問題が出てきたことなどから この地震は地震の研究者はもとより 世間の大きな関心をよんだのであった。地震発生後 ただちに多くの調査班が現地へ急行したのであるが それらの概略はすでに地質ニュース120号(39年8月) 東大地震研究所速報第8号(39年9月) 科学読売 12月号(39年12月)等に報告されている。

ところで今 上に「地震発生後ただちに」と書いたが そのほかに実は水準測量や重力 地磁気などのように時間的な変化を地震前後で比較しなければならぬようなものについては すでに地震前から観測が行なわれていたのである。海の上では 偶然のことではあるがこの地震の数日前にちょうどこの地震の震央付近を 海上保安庁水路部の測量船「拓洋」が測深を行っていた。それでこの地震の直後 同じ海域に測深再調査を行なった結果 海底面の地形変化(大きい所では6mの垂直方向の差)を見出し おそらく今度の地震によって生じた断層であろうと推定した。その際 東京大学海洋研究所においても音波探査を行ない 海底面の地形変動に関連した興味ある地下構造を調べたのであった(その結果は前掲 科学読売に詳しく出ている)。

さて 筆者らは科学技術庁のきも入りで 39年9月上旬に震央付近の海域で約2週間音波探査を実施する機会を与えられた。

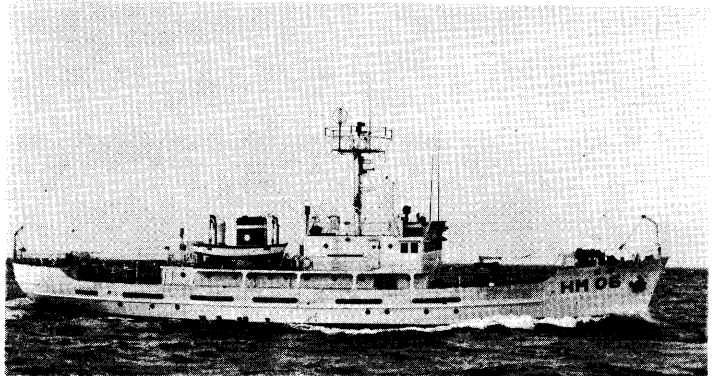
すでに述べたように 海洋研究所においても 同種の調査を実施したが 中にはそれと重複する点もあるが 多少趣をかえて調査を行なった。このような問題には少しでも多くの同種の研究者が 少しずつ別の面から調べてゆくのがよいと思う。

この調査を行なうについて 地質調査所

の須貝貫二 佐野俊一技官には色々とお世話をかけた。また 実施に当っては海上保安庁水路部の測量船「海洋」に便乗を許され さらに位置測定は全部所属のデッキによって行なった。ここに工業技術院・科学技術庁・同国立防災科学技術センター・海上保安庁水路部・同測量課長・同河村調査官・浜本海洋船長 ならびに第九管区海上保安本部・新潟県庁の方々へ厚くお礼を申し上げたい。また デッキ使用に関しては 石油資源開発株式会社にも種々お世話になった。あわせて感謝する次第である。

観測に協力していただいた水路部測量船「海洋」(写真参照)は 排水量377.6トン 450p.s. 最高速度 12.4ノットで 昭和39年3月竣工したばかりの新造船(名古屋造船株式会社)で 航海計器としては転輪羅針儀 レーダー ロラン 測程儀を また測量 観測機器としては浅深海用の音響測深儀 自記水温計 G.E.K. 精密自動塩分計 電動捲揚機等を持っている。その上 実際上の意味で わが国最初のアンチローリング装置をそなえていて 荒天下においても 観測が可能である。現にわれわれの観測中にも 風速25m/秒の暴風雨の日があったが その際も測定を行なうことができたほどである。われわれが調査を行なった場所は 北緯 38°07'~38°32' 東経 139°03'~139°27' に囲まれた震央を含む粟島付近の海域であった。

この海域において考えられる地質構造の走向を考慮に入れて われわれはほぼ西北西~東南東(約N60°W)方向に11本の測線を設けたのである。測線は便宜上 北からNo. 1→No. 11と名付けた。そして第3測線はW No. 3 と E No. 3 とに また第4測線は S No. 4



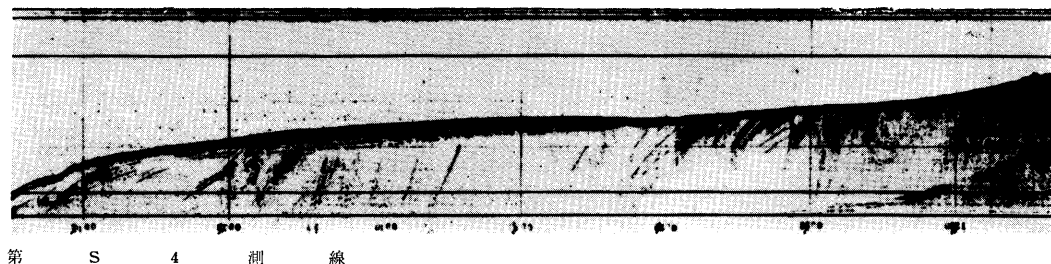
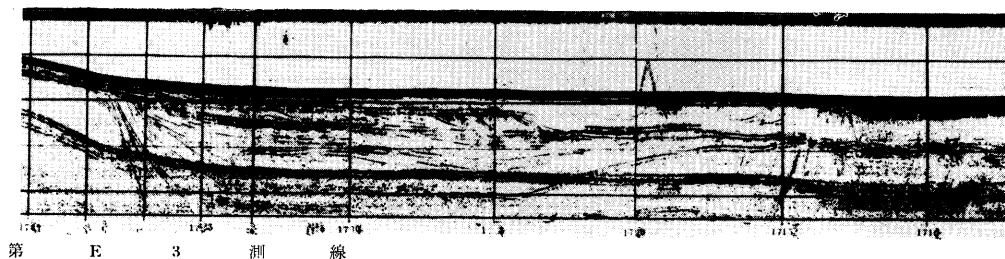
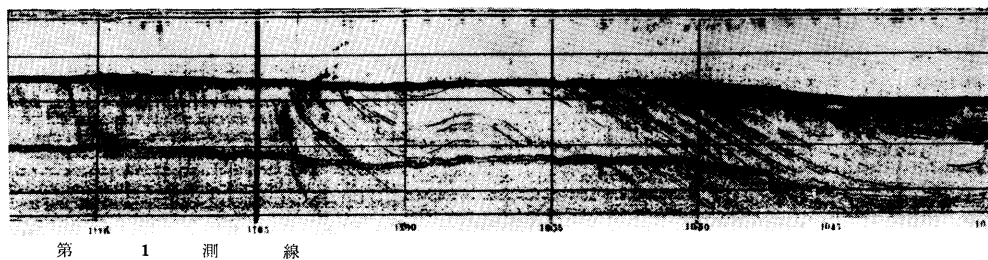
海 洋 377.6トン測量船(海上保安庁提供)

と E No. 4 とに分けた。測線間隔は 4 マイルないし 2 マイル程度で とくに震央付近では互いに交差しているところもある。これらの測線の総延長は 約 300 km におよぶ。

音波探査に用いた器械はすでにわれわれで地質調査所において 大阪湾 東京湾等において用いたものと同じであるから説明は省略する。ただ 船のスピードは 5 ないし 6 ノット程度で観測したため得られた記録は従来の記録と ややつらつきを異にする(場所によってはうんと遅くして 実験的に 2 ノット程度で測定したこともあった)。なお第 3 図に矢印で示したのは船の運航方向である。これは音波記録を見る際に必要となる。

さてこのようにして行なった結果 かなり明りょうな記録を得た。それらの中のいくつかを第 2 図に示した 5 分おきにタテ線が入っている 横線の間隔は 40m(水中音波の速度として)。記録のままでは(船の速度の違いや) 各種の重複反射があり かつ地層の条件次第で必ずしも全部の記録が同じ見やすさでもないので 記録を解釈しやすいように各記録を図化して第 3 図 A・B とした。この図では方向を統一した。なお音波の発振間隔は毎 $\frac{1}{4}$ 秒 図のたてよこの比は 1:7 である。このようにしてできた図をみると まず各断面に共通のパターンがみられる。すなわち ほぼ水平的にいくつかの層がみえるのである。この話から始めよう。

第 2 図



大ざっぱに言って全体を通じて五つの層がある。これらを浅い所から深い順序でそれぞれ V_1 V_2 V_3 V_4 V_5 層と名付けることにする。以下にそれら各反射層の特長について大まかに述べよう。

V_1 層……この層は調査海域の北方および西方にはうすく つまり 本土側 この海域の南東部に厚く発達している。記録の出ぐあい つまり反射模様濃さがうすく 白く抜けていることから 一般的に言って未固結の堆積層 すなわち沖積層に相当するものと考えられる。

V_2 層……粟島の周辺では 直接海底に露出しているように考えられる。そして南に向って層の厚さを増している。堆積の順や記録の出方からみて まず洪積層と考えてよいのでなかろうか。

V_3 V_4 層……ここに地層を二つに区分したが それは粟島東方測線の反射面の出ぐあいからみて このように V_3 V_4 両層に分けた。他の測線の V_2 層 下位層がいずれに対応するかはむずかしいが 主として粟島北辺部の測線等にみられる背斜 向射等の反射面の存在する 明らかに第三紀層と思われる反射層を V_4 とした。第 5 測線の粟島南あたりにも背斜がみられる。

V_5 層……粟島をはさんで西方は主として西落ちの傾斜 東側は大略東落ちであるが 褶曲している反射面がみられることから 粟島と本土との間に あるいは少なくとも二つの背斜構造の存在が考えられるのではあるまいか (また第 8 測線西方にきれいな背斜がみられる)。

V₅ 層……粟島地塊を構成している基盤である。粟島地塊の海底下の分布 すなわち第三紀層と接している部分のありさまに特長がある。第1測線では海蝕台をなしている。第1・2・3および第4測線からあきらかなように 第三紀層との接する部分は きわめて急峻な地塊の隆起と それに伴う接触部分の第三紀層の急傾斜がみられる。

以上は主として反射層について概略をのべたが 次に断層に関してしるしてみよう。

まず 記録全体をみると ところどころに断層らしきパターンがみられる。各測線にあらわれているこれらの部分を追跡してゆくと 大分けて今回の調査区域内にほぼ 北々東-南々西方向にだいたい平行した 五本の断層線がみられる。その中 三本は粟島の東側 残り二本は島の西側にある。

さてこれらをよくみると 水路部で地震前後に「拓洋」および「海洋」によって測深を実施した結果 得た四つの断層の中の三本と位置的にほとんど一致するのである。すなわち今回われわれが得た 東からの三つの断層はちょうど水路部の S₃ S₂ S₁ に相応している。したがって以下にまず東の方から順次説明してみよう。水路部で得た断層に対応させるため 便宜上 われわれの方は (S₃) (S₂) (S₁)の記号を使うことにする。

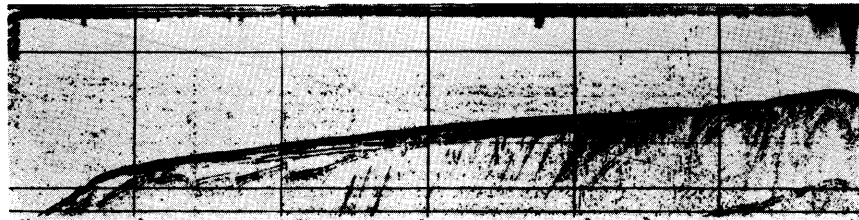
(S₃)……これは 第6 7 8 9 測線にはきわめて明りょうに また第E3 E4測線にはいくらかあらわれている。これらの特長はおおよそ 次のようである。すなわち そ

の場所はだいたいV₁層と見られる地層の消滅部分で V₁層とV₂層の指交部分に該当している。そしてそれらは回折波を生じており 明りょうな断層構造を音波探査記録に示している。このような地質構造の指交部分の特長は 南の方の第6～9測線にきわめて著しく また類似のありさまが 第E3 E4 測線に出ている。これらの様子を分りやすくするため 第4図に断層の地理的分布を示した。この断層の方向は 北々東-南々西で約 N30° E の方向に相当する模様である。そして水深(東が浅い)とは逆に 断層の方は西が隆起し 東が落込んだような傾向を示している。そしてまことに興味深いのは(後にものべるが)この断層の方向や東落ちの傾向は この地域の地質構造の性質によく合っていることである。

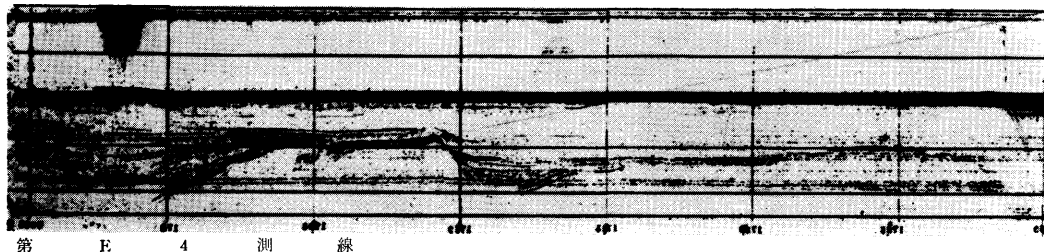
また特にこの(S₁)の部分は 水路部の地震前後の再測深で地震前に全く平らな海底であったものが 地震後はハッキリと地形的な6mの上下の食い違いを示している(第9測線の断層の場所)ところから 今回の地震の際に旧断層が再び活動したと考えられているものに一致する。ところでわれわれの第9測線からわかるように われわれが音波探査を実施した時——それは地震が発生してからすでに2カ半月経過している——にはもはや断層直上の海底自身の地形的変化は地震直後ほどではなくなっていた。このことは この付近はほとんどなめらかな 平らな泥の海底で 海流や潮流のためにわずかの期間にならされてしまったことと思われる。

(S₂)……これは (S₃)より北西に第E3 E4および第5測線にきわめて明りょうにみられる。そして以下にするすような幾つかの地質構造的特長がみられる。

すでに述べたように 粟島周辺部近く あるいは海域南部では V₂層は 直接海底に露出しているものとみられる。かりにV₁層があってもきわめてうすい。(S₂)は(S₃)に比



第 W₈ 測線

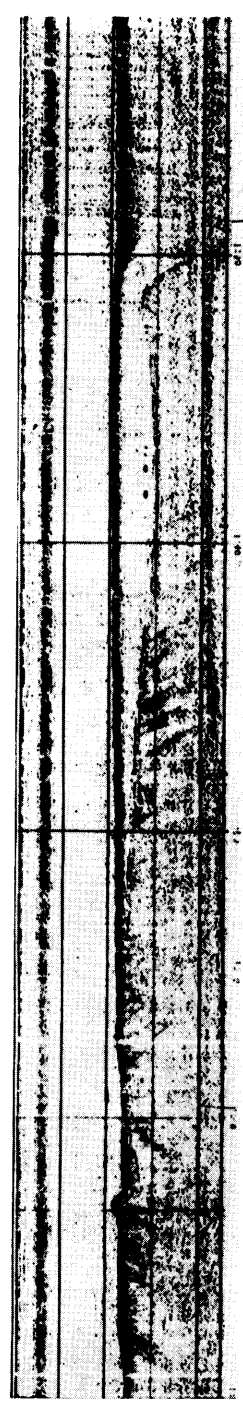
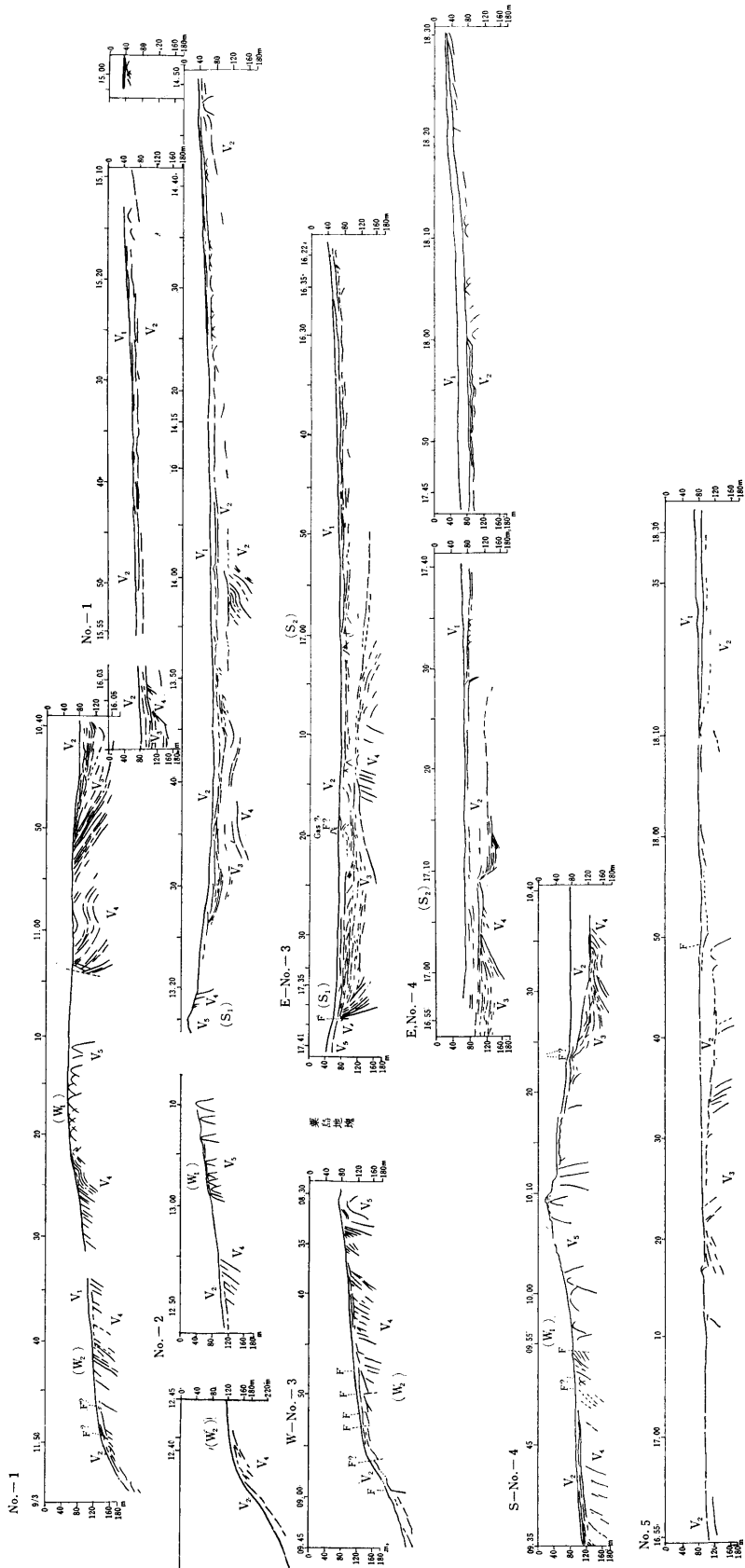


第 E 4 測線



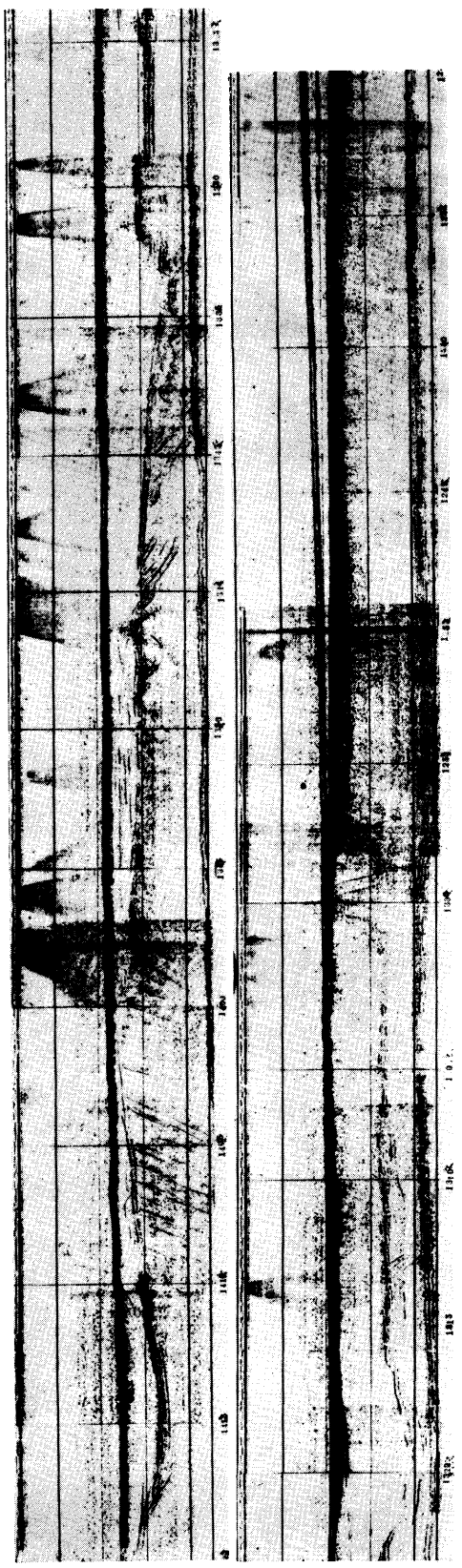
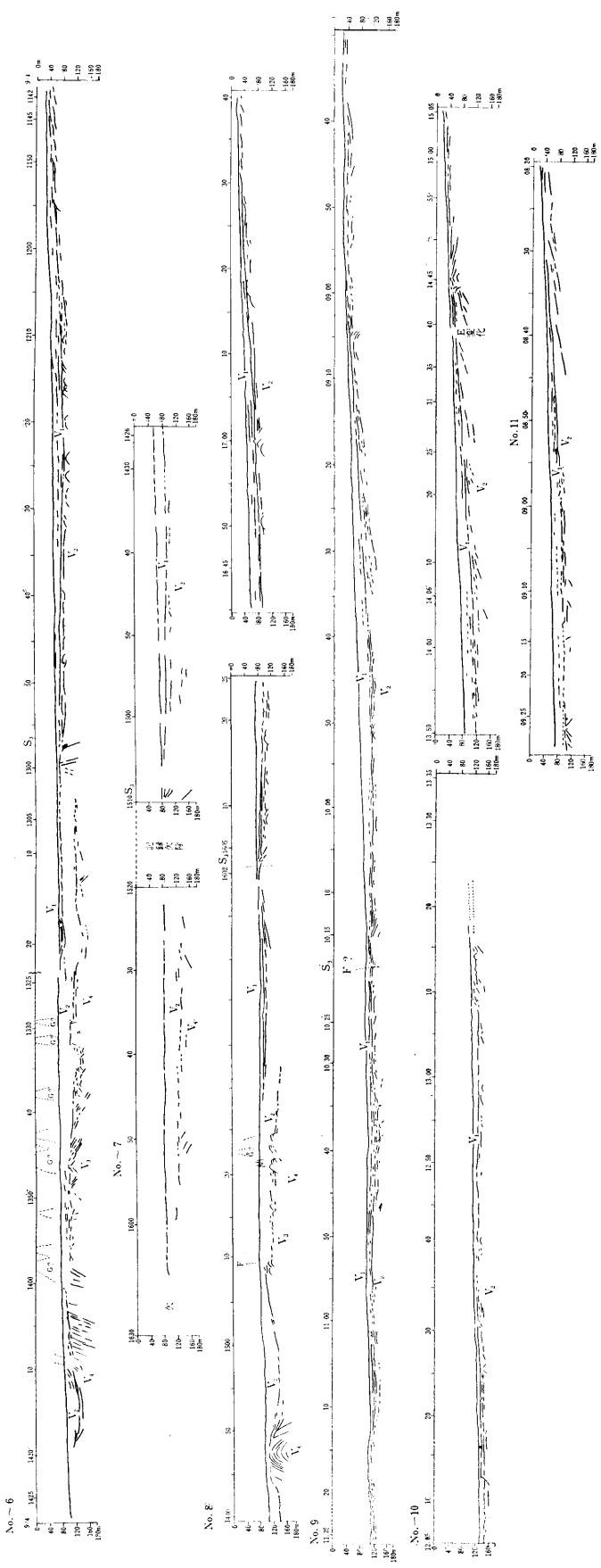
第 S 4 測線

第3圖 A 栗島付近音波探查測線解析断面配置圖



第 5 測線

第3圖B 粟島付近音波探查測線解析断面配置圖



べて この海底近くの V_2 反射面からは その断層は明らかではない。しかし V_3 層もしくは V_4 層と思われるものの中で東落ちに回折波を生じ この点を境にして V_3 (または V_4 層)の西方と東方の記象の模様を異にしている。

これらは一般に東落ちに急傾斜したりさまを示している。ところで粟島中央部東側 すなわち第E3測線の17.20付近においては V_3 層の断層とみえる場所の海底面から海中に向って異様な模様が見られる。これは海底からガスが海中に発生している場合にみられる特長のある記象で その面からはなほだ興味深いものがある。

さてこれらを連ねてみると ほぼ(S_3)の構造線の方向と平行である。この(S_2)断層の特長は (S_3)と比べてみると今も述べたように V_3 または V_4 層の反射面にあるが 一番北の第E3測線の反射面は南の二つの第E4 第5測線とは少し様子が異なっているので この点は検討の必要がある。ところで上には(S_2)は 上記三測線にだけあるように述べたが 位置的關係からだけでは少なく共 その南への延長と思われる場所(南するにしたがい少し西へ偏するが)に第6 7 8 9そして記録は明りようではないが 第10測線にさえも特長のある地層のもめがみられるのである。しかしこのもめは上記の北の方の断層の出方とは大分趣を異にしている。つまりひとことでいえば 何か小さなブロック的な構造を示している。そして随所に海底から海中に向ってガスが発生している様子が とくに第6 第8測線等にはみられる。

これらの構造が本来の(S_2)断層とあるいは別のものとしてものはなほだ興味あることがここにある。というのは 第2図 第3図から分るように数多くみられる V_3 層のブロック的構造およびガスの発生している粟島南の第6 7 8測線の部分は震源直上に当るのである。この度の地震との関係については あとでも一度ふれるが この資料はまことに大切なものといえよう。なお 記象の面からみると これらのブロック的断層構造について その反射面の特長は 連続した明りような反射面と共に 回折波の多いことである。

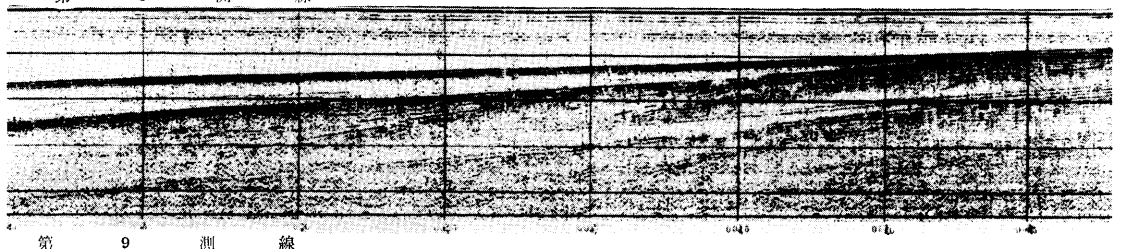
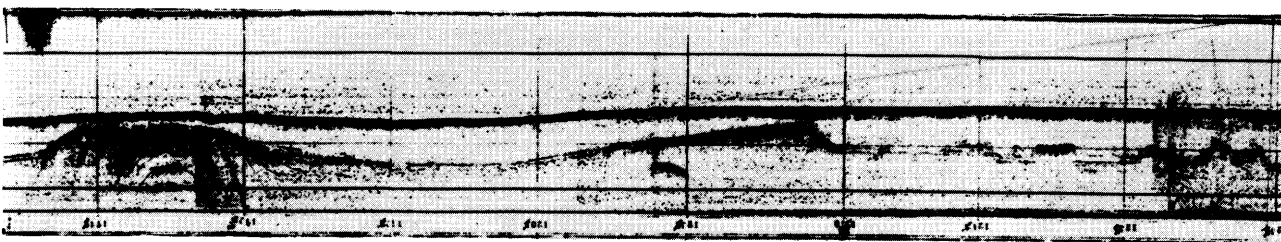
(S_1)……(S_2)よりさらに北西方向に粟島すぐ東に北々東一南々西方向に存在するもので 主として第1 2 3 4測線にみられる。この断層の地質構造的な特長は 次のようである。すなわち これらの構造は粟島地塊と堆積岩との境界またはそのごく近くに見られる。第三紀層がすなわち V_3 または V_4 が 粟島地塊に接するところが東へ急傾斜していることは

記録からみてきわめて明りようである。なお第4測線の粟島すぐ南東の付近は海底段丘のような地形を呈している。ところで (S_1)の場合も 位置的にその南への延長上に第6または第8測線上に V_3 または V_4 層の断層構造的パターンがみられる。内容的にはあるいは別かも知れないが 第5測線の粟島すぐ南のあたりには V_3 に背斜構造のみみられることから やはり粟島地塊の生成と 何か関係のあるものともみられ 第6 第8測線の断層構造は この延長のすぐ東側にあることから (S_1)と一連の關係をもつものかも知れない。

(W_1)……ちょうどこの粟島を境にして(S_1)と対称的に粟島の西側にやはり北々東一南々西方向の(S_1)と性質の類似した断層状構造がみられるので これを便宜上(W_1)と名付けることにした。これは第W3および第S4測線にみられ この場合は(S_1)とは反対に 粟島地塊と第三紀層 V_4 との接するところでは 第三紀層の地層は西に急傾斜していることが記録でよくみえる。これの南への延長の状態は 今回の測定海域が狭いため明らかではないが 北へは第1 第2測線にもその傾向がみえる。なおこれをさらに北に延長すれば 水路部の測深で判明した N_1 につながるのではなからうか。

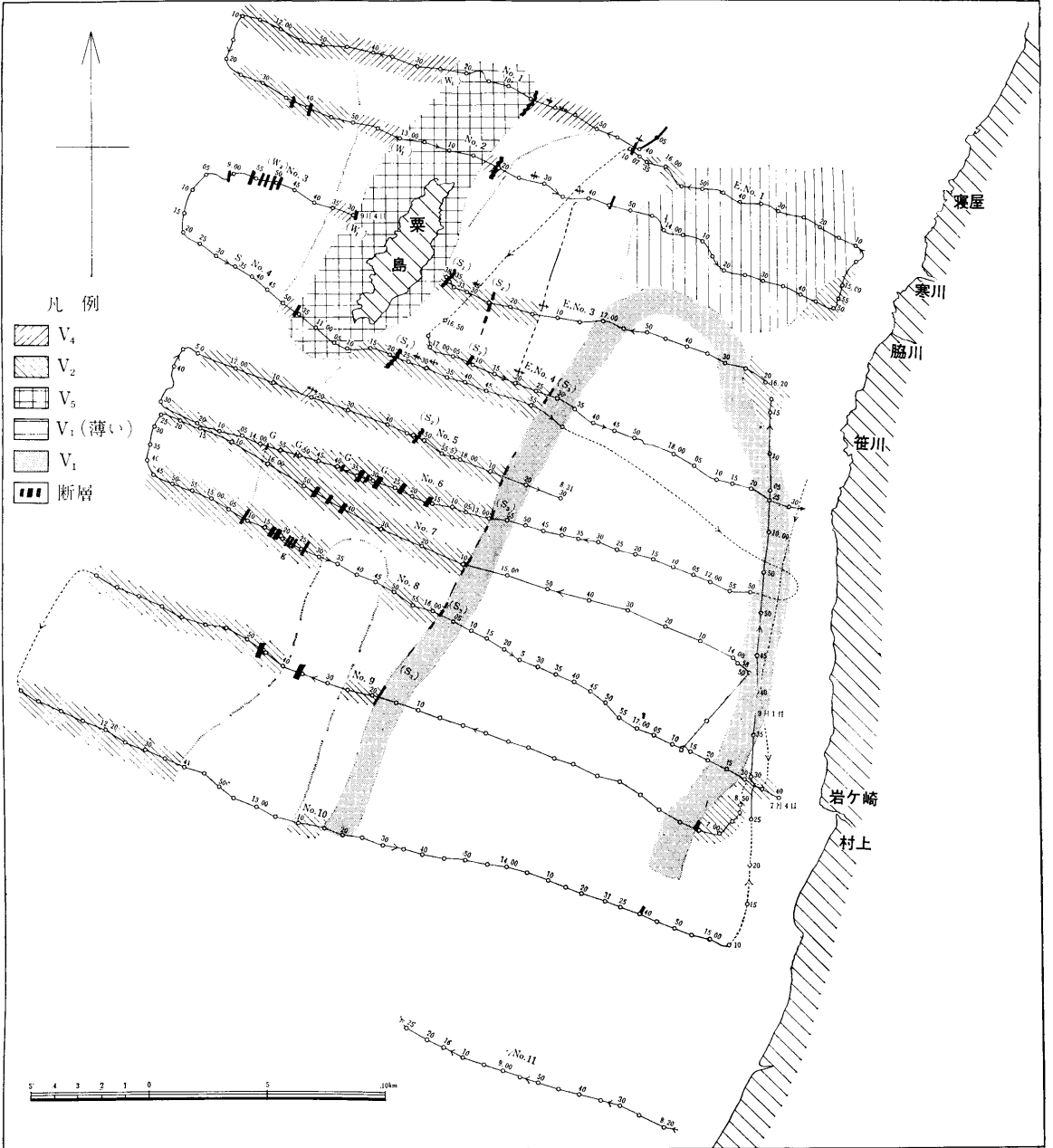
それから 第1 第2 第3測線の記録をみてみると 粟島地塊の生成のために 第三紀層が引き上げられたと考えられるほか 元々その第三紀層は 背斜的構造を持っていたようなことが記象の出方から感じられる。

(W_2)……(W_1)よりさらに西で やはり北々東一南々西方向に一つの断層構造がみられる。これは V_4 の反射層群中にみられるもので 第1 第2測線の西端付近 第W3および第S4 測線の西端付近にもあらわれている。いずれも西に向って水深が急に深くなるところにあるが とくに第W3測線の断層のあらわれ方は顕著である。第W3測線の場合はわずかの間隔をおいていくつからあらわれている。他の測線のもそうであるが 西が隆起し 東がおち込む形で一寸逆断層のような様相を呈している。このことは先に述べた(S_3) (S_2) (S_1)等についてもいえる。今回の地震では この断層はあるいは大きな役割を演じなかつたかも知れないがこの海域の海底下の断層 つまり古くからのキズの有様を調べするには なかなか貴重な資料と思われる。なお 今述べたように幾つかの逆断層の一番西に つまり海底が急に深くなる場所の海底下に 西に落込みの いわゆる正断層的なものが一つだけみえる。

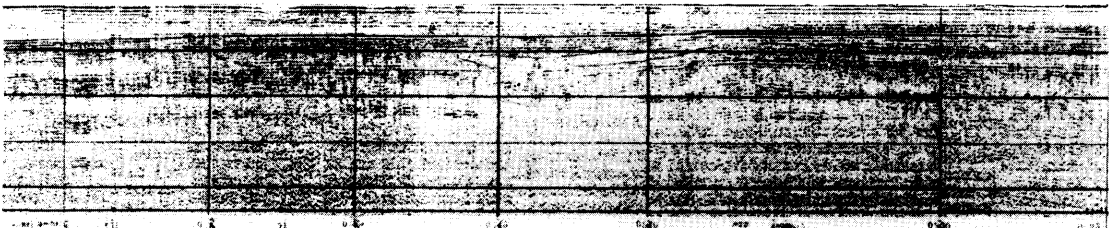


以上は断層についてのことであるが はじめに述べた各反射層の海底面に露出しているありさまを 第4図に断層その他ガス発生推定等と共に図示しておいた。

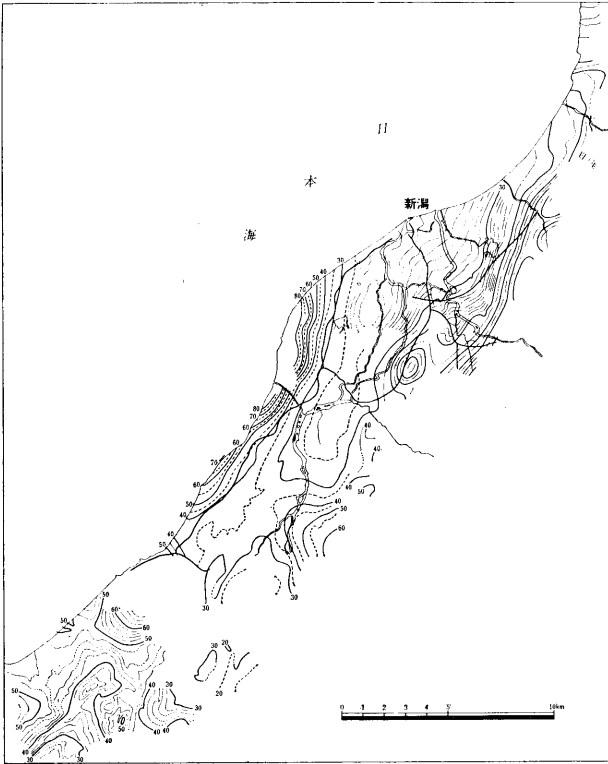
さて以上に述べたことは とも角今回行った音波探査によって得た記録の上からいえることだけであった。しかし これと平行して行なわれ あるいは過去になさ



第 4 図 粟島付近音波探査総括図



第 9 測線



第5図 重力分布図(単位ミリガル)

れた幾多の地学的研究を 今回得られた記録を元にして参照してみる場合には 上に述べた以外にも なお幾らかの推定が許されるので 以下にそのような点について述べてみたい。

今回の地震では断層の問題がかなり注目された。今日の地震学の知識では 地震の発生と断層の生成との関係は わかったようでまだよくわかっていない。

地震の波動は極端にいて 断層とは全く別の所から発生し その擾乱によって昔の古傷が動かされた。つまり断層は地震の結果であるといったとしても 一がいにそれを否定することはできないであろう。また 地下に地震のエネルギーがたまっていたことはわかったとしてもAとかBかとかいう特別の断層だけが 動かなければならないという理由は分らない。すなわち 地震のエネルギーによって動かされやすい方向をもっていた断層だけが 選択的に動くのだと考えることのできるのである。さてこのような目で今回の地震のことを考えてみよう。すでに新潟から村上の方に向っての陸上の重力図はできている(第5図)。これを見ると その中には 背斜(Gravity High)や向斜(Gravity Low)それに断層に関係あるもの(等重力線の密集している所)がみられるが それら地下構造を示すものの方向は すべて北々東—南々西を示している。

一方 地質の方も新潟油田地帯においては 新第三紀層は北々東—南々西方向の軸をもつ波状の地質構造(多数の背斜と向斜を含む褶曲構造)がみられ 同方向の多数の断層によって切断されているが 全体として日本海に向って新しい地層が順次重なっている。

震央に最も近い粟島は 新潟油田地帯を構成している新第三紀層の中でも 比較的下部の地層(玄武岩の岩床を含む)からおもに形成され これが北西に向って傾斜している。新潟・山形県境の山地は主として その南半部は花崗岩 北半部は含油新第三紀層の下部の地層から構成され 後者は西方にかなり急角度で傾斜している。(第6図)。以上のような新潟油田を支配している構造特に断層系は 今回の新潟地震の発生と全く無関係とは考えがたい。

たとえば 測深音波探査の結果新しくできた海底断層の下には 必ずといっていいほど断層構造がかくされている。地質学者の中には 粟島は新潟南の弥彦山塊の続きに当たるという人がいる。弥彦山の東には落差1000mもの大きな断層があり 今回の東大震研の笠原慶一博士による直接海底へもぐっての重力測定などの資料を考慮に入れて 粟島東の新しい海底断層は 上の弥彦山東の断層の延長とも解釈できるという(第7図)。そして面白いことは 地質の方で新潟大学の西田彰一博士は2年前に村上付近の地質を調べ やはり北々東—南々西の断層が多く みな相当古い時代にできたものが 新しい時代まで引きつういて動いていることを報告されている。

また 東大震研の森本良平博士等によれば 粟島の地層の傾きは平均15度 今回の地震で約1分近く西へ傾いたので 今度のような地震が今までに1000回位あったとすれば 水平にたまっていた地層が今の状態になる 単純に計算すれば粟島が隆起し 西に傾く動きは約7~80万年前に始まったことになるというのである。

次に海底の地殻変動については水路部において地震前後にはじめにも述べたように 全くまれなケースとしてそれぞれ測量船「拓洋」および「海洋」による二度にわたる調査結果を 地震前と比較して川村文三郎・茂木昭夫両博士より 海底の変動図(第8図)として報告されている。それによれば粟島の東の深さ60~90mの海底が広く隆起し さらにその東の鼠ヶ関—岩船の海岸に沿う50m以浅の海底が沈降している。

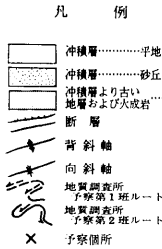
隆起量は粟島の東方4.5kmの海底を北々東—南々西に走る軸を最大として 約5mの隆起を示している。沈降部は寒川の沖 水深約40mに最大約4mの沈降部があり やはり南北の方向に延びている。なお 本土側の岩船海岸は沈み(国土地理院・東大震研による)粟島は隆起していて海の地殻変動と矛盾しない。いずれに

しても 粟島を含む広い隆起がこの地域の地質構造の方向である北々東—南々西方向に生じ その周辺に沈降部を生じたというのである。

断層についてはすでに述べた如くであるが その他に興味深いのは水路部で行なつた地磁気測定の結果である。 それによれば 一部の地形的断層の所(第8図参照)で 局部的に磁力が高く それがやはり北々東—南々西の方向に線状に走っているのである。 これは多分 地下の深所で 断層面に沿って 磁力の高い火成岩が貫入してきているためではないかと推定している。 なお余震分布もこの隆起帯にあることは興味深い(東大震研余震観測班による)(第9図)。

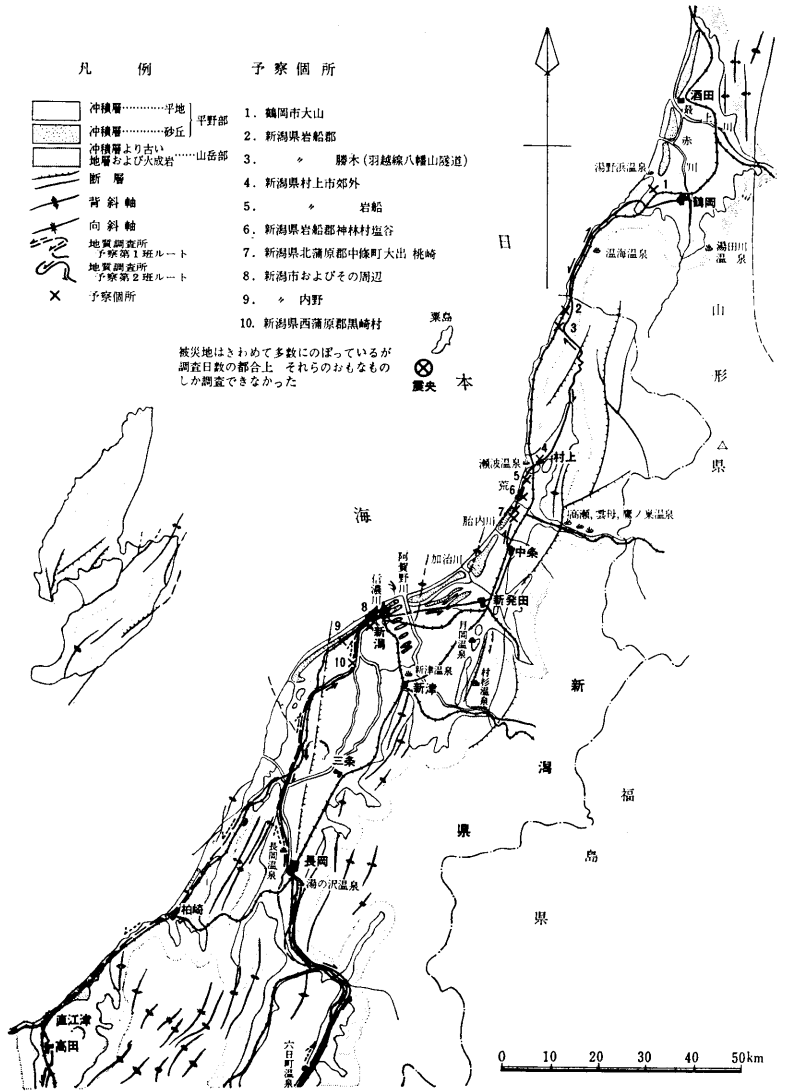
さて ここで今回の音波探査記録にもどつて考えてみよう。 まず 水路部で発見された海底断層のS₁ S₂ S₃のそれぞれ海底下に断層構造が見つかったことはすでに述べた通りであるが その長さにおいては 海底で直接発見されたものよりはるかに長いのである。

それは海底測深の場合ももちろん詳細正確な測定をされているにもかかわらず海底が容易に舞い上る泥などにおおわれている(よみうり号で潜航調査された結果からも分るように)ことから 従来の潮流 海流の他に新しくできた海底の地形変化(断層等)のため 海流が大き



- 子 察 個 所
1. 鶴岡市大山
 2. 新潟県岩船部
 3. 〃 勝木(羽越線八幡山隧道)
 4. 新潟県村上市郊外
 5. 〃 岩船
 6. 新潟県岩船部神林村塩谷
 7. 新潟県北蒲原郡中塚町大出 桃崎
 8. 新潟市およびその周辺
 9. 〃 内野
 10. 新潟県西蒲原郡黒崎村

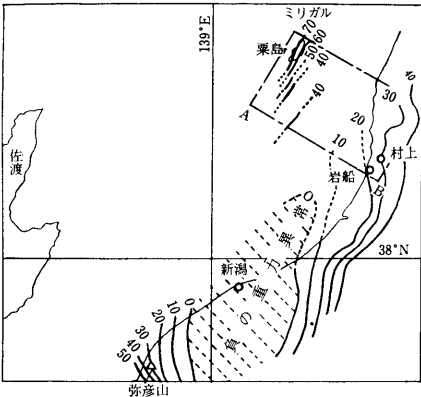
被災地はさきわめて多数にのぼっているが調査日数の都合上 それらのおもなものしか調査できなかった



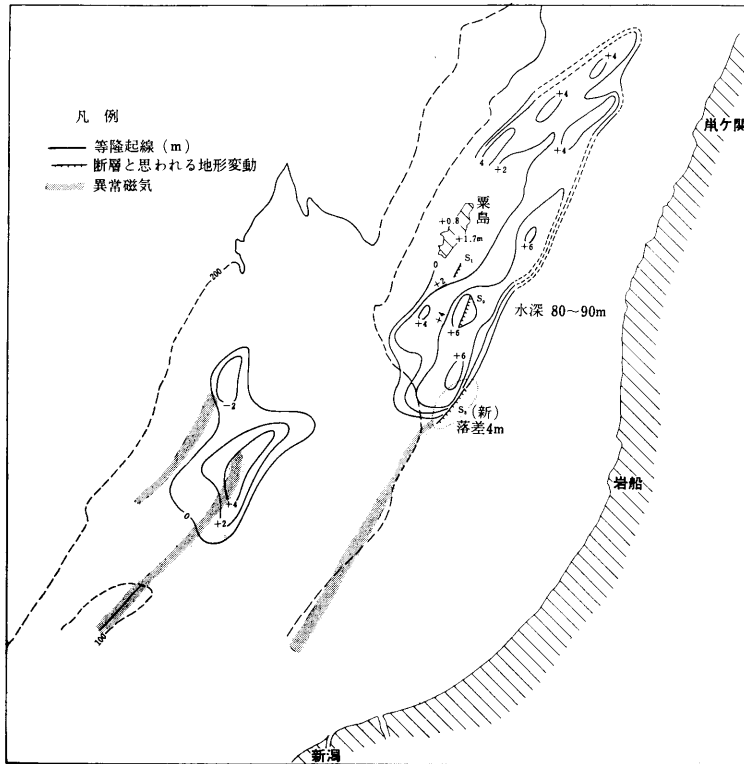
第6図 新潟・山形県の地質概略図(地質ニュース120号 須貝による)

く部分的にvari 逆流なども生じ 短期間の中に海底地形の平衡化とでもいうようなことが 起こつたためではなかろうか。 もちろん 海底下の今回得られた長い断層構造が今回の地震で その全域が活動したと考えるのは早計であろうが 少なくとも 今述べたような事柄がなかったとはいいい切れなからう。

さて このように断層の長さが長いということは横(水平的)のひろがりと同時に地下にも深いつながり(もちろん キレイなそれぞれ一枚の断層というのではないが)を思わせる。 ただ 音波記録には エネルギーの関係で各断層構造共 部分的に見られるのである。 と ところで今回海底下の音波探査記録に見られる断層的構造



第7図 海の重力分布図(笠原による)



第8図 海底地形変動図(水路部「拓洋」による資料)

が 今回の地震と時間的にみてどのような関係にあるかつまら極端ない方をして今回の地震に際して初めて生じたのか それとも古くからすでに存在していた断層が活躍したのか。

これについては幾多の事実から後者だと考えられる。つまり まずその量からである。今回 海底面で観測された垂直変化量は約6mである。音波探査で発見された断層の構造は海底下4~50m から高々7~80mの深さである。してみれば海底面の変化とそう大きな量のちがいは考えられないにもかかわらず (S₂) (S₁)等にあらわれている落差はかなりの量に達する。これだけでも今回の地震だけで生じた断層ではないことは考えられる。

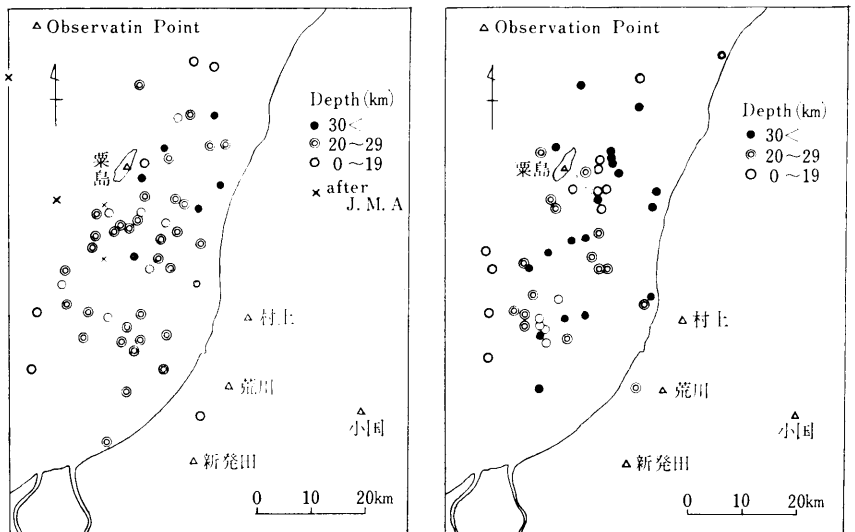
次にもし今回だけでできた断層構造であれば 浅い所も深い所も一樣に落差がみえてもよいはずであるがそれが必ずしもそうではない。(S₃)についてはその落差が小さいので記録だけからみる

と今日の地震によって生じたものと考えられるが その広がりからみて考えると 小落差の旧断層に生じたものとも考えられ その時期は なお明らかではない。

ところで この辺で目を震央付近の海底下に転じてみよう。はじめにもちよつとふれたように 第6 7 8 測線 栗島の南に当たる処がちょうど震央ということになる。この部分では他の断層構造とちがって 特異な凹凸構造を示している。しかもこのような構造は(S₁)(S₂)(S₃)や(W₁)(W₂)とちがって非常に長いつながりはもっていない。精々第6~8測線間の10km程度のものである。このことは大切である。なぜならば 先程も述べたように 横の水平的なひろがりについては深さの方とも同じオーダーの関係を類推させるからである。このようにみる時 第6~8測線にまたがる異常構造はせいぜい震源の深さ さら

には震源のひろがりに関係のある程度のものであろう。このような異常構造も音波探査のエネルギーの関係から浅いところにはかみえないが さらに深くまで関係していることはじゅうぶん推定できる。

今回の地震はどのようなからくりで起こったのであろうか。ひと口でいってしまうと 今回の隆起地帯の地下3~40kmの深さのところから地震をおこすエネルギーがたまってきたいてそれが6月16日に弾性限界をこ



第9図 地震直後の余震分布(震研の資料から)

えて周囲の岩石に破壊を与え 地震動を生じた。そしてその際大きな地殻変動をおこし その結果として海底がふくれり すでに地層の弱線としてできていた 北々東～南々西方向の断層にも再び活動を与えて 海底下に目にみえるような大きな断層を生じたと考えられる。そう考えてみると第6～8測線の凹凹(特に大きい一二のものは別として)は全般にスケールが小さく(S_1) (S_2) (S_3) や(W_1) (W_2) と性質のちがうものようである。すなわち 震源のま上にあって(つまり震央付近)下からもり上げてきた力によって全部とはいわないが今回かなり新しく生じたような傾向がみえる。とくに第8測線の西の方の凹凹のすぐ上の海底地形も かなり複雑になっていることは あるいはこの間の関係を物語っているのではなかろうか。それにかかなり多くの点でガス発生を思わせるようなパターンがみえるが これらのある者は地震後生じたのではないかと思われる。

東大震研の森本・笠原・松田・中村諸博士によれば 粟島内陸部にも 小さいスケールの最大70cmの東落ち断層(内浦断層と呼ばれる)が今回生じた。この断層は今回の粟島隆起の不連続部に位置しておりその走向は島の長軸方向とほぼ一致している。この断層は 粟島を含む隆起地塊の一つの縁辺部の基盤に生じた断層の一つであると解されている。これらのことを考えると 第6～8測線の断層構造も一部は(部分的に)従来からあった(S_1)断層構造の南への延長とみることもできるかも知れないが 上にのべた第6～8測線の少なくとも小さな凹凹は そう古いものとは考えにくい。

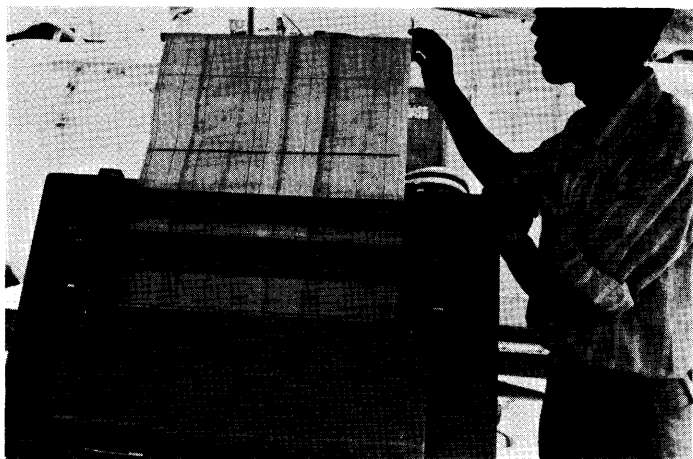
粟島を軸としその方向に一つの背斜構造のものが考えられることはすでにのべたが たまたまここが隆起の一部にも当たっているが 弾性破壊の点からみれば ここでは大きな断層を生ずる程度には ない

なかったと考えられる。

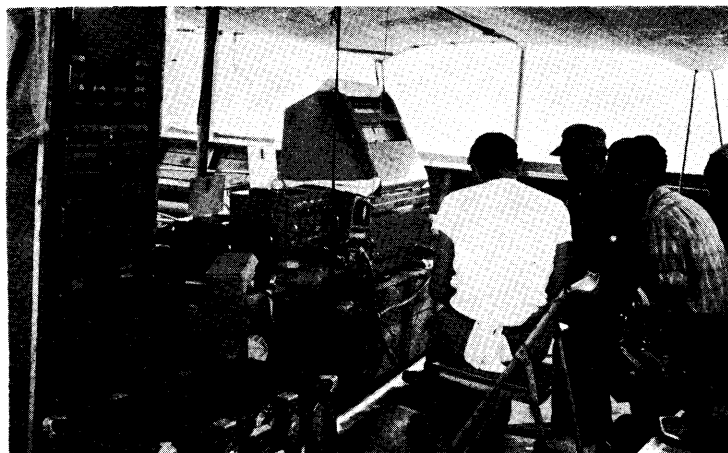
以上を要するに 全般的にみれば新潟地震に伴う一連の地殻変動は この地域の過去からの地殻運動の一般的傾向に一致しており これを強める方向のものであったということはいえる。なお この海域では 現在石油資源 K.K. で地震探査を実施しており 近くその結果がわかれば さらに深くの地質構造の様子が分るであろう。また われわれも この海域でのかなりの深い人工地震の行なわれるよう検討している。これらが実施される際には さらに本質的なものにむすびつけられることと思われる。

最後に地震予知の問題にひとことふれておく。大きな見地からの地震予知の問題は すでに各方面から検討されているが 部分的に今回のような海域での地殻変動の起こり方の特色を じゅうぶん調べておき 今後起こるであろうと考えられる変動に対して 各方法で検討して それに対する測定方式を確立してゆくことが 大切と思われる。

(筆者らは物理探査部)



↑作動中の記録機
2チャンネル同じものを記録している
(粟島北方にて)



← 粟島沖で観測中
観測装置は左から増幅器同期装置 記録器音響発生制御装置は写真右方により見えない