

20. 1974年伊豆半島沖地震調査報告

地震研究所 { 山口 林 造
 { 小 高 俊 一

(昭和49年7月20日受理)

1. 序 言

昭和49年5月9日午前8時半過ぎ、静岡県伊豆半島を中心に東海、関東、甲信越、さらに東北、関西、北陸の一部までの広い範囲にわたるかなり大きな地震が発生した。このため伊豆半島南部の静岡県賀茂郡南伊豆町では、南端に生じた断層に沿った付近で、家屋の倒壊、崖崩れ、道路の決壊などの被害が各地に生じた。特に中木、入間両地区には被害が集中し、火災も発生、死傷者まで出す惨事になった。

地震の規模としては、大地震の分類には属さないが震源が陸地に近かったため、いわゆる「直下型」地震の強い振動を受け地割り、崖崩れがともなうて局地的に大きな被害を受ける結果となった。

この報告は、いろいろな関係で出発がかなり遅れ調査期間もまた3日程という悪条件の下で行われた不十分な調査をもとにしたものである。また被害の中心地の調査は既に他の研究者によって進められていることもあって、われわれはできるだけ周辺部の地震動の状態、その他地震に附随する現象を広範囲にわたって調べることに主眼を置いた。調査場所は伊豆半島東海岸の熱海、網代、伊東、熱川、稲取、河津、南部地域の蓮台寺、下田、湊、手石、本瀬、石廊崎、下賀茂、下小野、岩科、西海岸の松崎、田子、土肥などであり(Fig. 1)、以下にこれら広範囲の地域からの地震現象、被害についての概略を報告し、併せて主要動の震源、伊豆

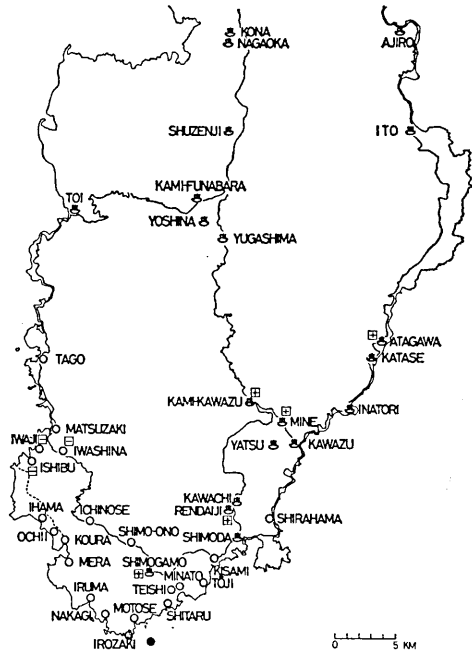


Fig. 1. Map of the observed area; changes in hot-springs with the earthquake; and locations of an epicenter.

- + : rises and increases of temperature and volume.
- : falls and decreases of temperature and volume.
- : epicenter inferred from the motion of gravestones etc.
- × : epicenter reported by JMA.

近辺に起る地震の主圧力方向、発震機構の特徴などについて述べる。

2. 今回の地震と過去における地震

気象庁により「1974年伊豆半島沖地震」と命名された今回の地震の発震時は、1974年5月9日8時33分27.3秒、また後で改められた震源地は石廊崎南西沖約5km北緯34°34′、東経138°48′、深さ約10kmで地震のマグニチュードは6.9と発表された。また各地の震度は、V:石廊崎、IV:網代、大島、新島、静岡、横浜、三島、館山、III:東京、前橋、浜松、名古屋、飯田、三宅島、甲府、秩父、河口湖、諏訪、銚子、御前崎、II:千葉、熊谷、水戸、小名浜、大阪、軽井沢、彦根、松本、白河、伊良湖、津、富山、I:長野、岐阜、高田、宇都宮、敦賀、福島、勝浦、八丈島、福井、帯広とかなりの範囲にわたって感じられている。

余震も、震源地に近い石廊崎測候所および網代測候所の報告によればかなり多く、石廊崎では9日中に震度Ⅲを含めて54回、10日中には31回、11日には震度Ⅲを含めて8回といった経過を辿っている。また石廊崎、網代で観測された初期微動継続時間の推移を見て、11日21時40分過ぎから伊豆半島中央部にも地震が起っていることが推測できた。これら余震についての詳細は別に報告があるので、ここではこれ以上触れない。

今回の地震に比較的近い過去の歴史的大地震を「理科年表」などから調べてみると、伊豆半島から西側の遠洲灘に沿って嘉保3年(1096)、明応7年(1498)、安政1年(1854)に起ったものがあり、また東側の相模湾から房総沖に起った弘仁9年(818)、仁治2年(1241)、永享5年(1433)、慶長9年(1605)、寛永10年(1633)、元禄16年(1703)、天明2年(1782)、大正12年(1923)などの大地震がある。これらのうち多くは南伊豆にも津波によるかなりの被害を与えたものである。福富(1936)はそれらのうち古記録に残っているものを調べ被害の様子を報告している。そして手懸りのついたものは津浪の高さをも推定している。また比較的遠い宝永4年(1707)の大地震でも津浪によって大きな被害を受けている。これらの記録からは大地震後における津浪の被害が大きく取り上げられているが、地震動そのものによる被害の記事は少なく、土蔵等の壁が落ちたとか、土地が少々割れたとか、泥が少々出たといった程度で南伊豆の近辺に起った大地震の現象ではない。

また津浪の被害があったと記されているものを史料〔文部省震災予防評議会(1941, 1943); 武者(1951)]のなかから選んでみると、天文13年(1545)賀茂郡朝日村田牛のものと寛文2年(1662)の朝日村での寺堂の被害などであるが、前者については今村(1943)の指摘しているごとく慶長9年の誤りかも知れず、また後者の月日は明らかでなく、津浪の被害からは伊豆南部の沖合で起ったような地震は現在までのところ見当たらない。

一方、大地震ではないが今回の地震の周辺部に起きた地震として静岡市近辺に起った天正17年(1589)、天保12年(1841)、安政4年(1857)、昭和10年(1935)、昭和40年(1965)などを挙げるができる。これらはマグニチュード6.1~6.7のものである。

また大島、新島、式根島、神津島、三宅島、御蔵島等いわゆる伊豆諸島に沿って火山活動に伴ない、あるいはその近海に過去から頻繁に地震が発生している筈である。ただ現在のそのような観測網の無い時代には内陸部にまで被害を与えるような大きな地震が無いので地震

活動としての推定は困難にならざるを得ない。この地域での主な地震を挙げるなら「理科年表」から1890年の新島, 1900三宅島, 1905大島, 1936新島, 1957新島, 1962三宅島, 1967年式根島などであるが地震の規模としてはマグニチュード $M=6$ 前後の程度である。この程度の地震なら有史以来の噴火の記事が豊富にあることから, 1890年以前でも相当にあったものと判断する方が至当であろう。これらの地域に起こる地震は主として群発型のものであり火山活動とも関係が深いようである。

これらと同じ群発型の地震として伊豆半島に起ったのが1930年2月から5月にかけての伊東の地震群であり, それらの中で最も大きな地震であってもマグニチュードは5.8であった。その同じ年の11月26日に有名な丹那断層を生じた $M=7.0$ の北伊豆地震がある。これが伊豆半島内部に起った代表的な地震であり断層は芦ノ湖から南方へ30 km 余りにも及んだ。このような被害を及ぼす程の地震が伊豆半島内部に起ったことは過去に余り例がなく承和8年(841)の地震が同じ程度の規模と見なされているに過ぎない。

大きくはないが古記録にあるものとしては, 慶長元年(1596), 慶長16年(1611), 享保11年(1726), 享保14年(1729), 天明3年(1783), 文化13年(1816)などがあり, 1800年代後半からは次第に小さな地震が記録されるようになってくる〔文部省震災予防評議会(1941, 1943); 武者(1951)〕。

地震観測が行われるようになった初期の1906年には伊豆上河津付近でマグニチュード6前後の地震が3回起っており, いわゆる群発型である。その後1934年には伊豆半島中部に $M=5.5$ ではあるが小被害のある地震が起っており, この調査については福富(1934)によって詳しく報告されている。1930年の北伊豆地震に関係した多くの報告とともに, 今回の地震に関連して最も参考とすべき報告である。

さて, 今回の地震に最も近い伊豆半島南端近辺となると, 古記録として残されているのも非常に少ないようである。現在のところ只一つ相当していると思われるものが次の記録である〔文部省震災予防評議会(1943)〕。

「享保十四年己酉二月九日酉午刻大地震仕り候に付, 定めて沖より津浪寄せ申すべくと, 大分村内騒ぎ立, 皆々万道具向寄の山へ運び, 番付置申候, 尤も其儘よた被入れ候共, 存の外少々川筋斗にて, 村中へは上げ不申候, 度々の地震少々宛仕申候, □□は十日の日, 朝でに書付申候, 初手の大地震にて村々所々大地破れ, 川筋の分は水沸き出申候故, 十日の晩は江中祈禱待仕候, 右地震の後, 少々宛は廿日時分迄, 昼夜共に度々ゆり申候, 其後も時々ゆり申候由」(石井福太郎所蔵古日記) 伊豆国朝日村吉佐美。

先に述べた元禄, 宝永の大地震の20年余り後であり, 資料があまりにも無いので, 地震の規模などを推定するには残された問題が多すぎる。

1900年代になってからでも発震機構を検討する程の地震は, この地域では見当たらないといっても良い程である。Fig. 2はIchikawa(1970)によって報告されている伊豆半島及び周辺の圧力方向の分布図であるが, その周辺の活動と比較して今回の地震の近辺は, 空白になっていることが良く分る。また石廊崎における1940年から30年間ほどの有感地震回数表〔理科年表(1973)〕を見ても震度IV以上は1回を数えるに過ぎない。

しかしこの空白地域も少し小さい地震まで考慮に入れると全然無いわけではない。今回の地震に最も近い地震として1964年11月3日(34°38' N, 138°48' E, 深さ $H=0$ km)

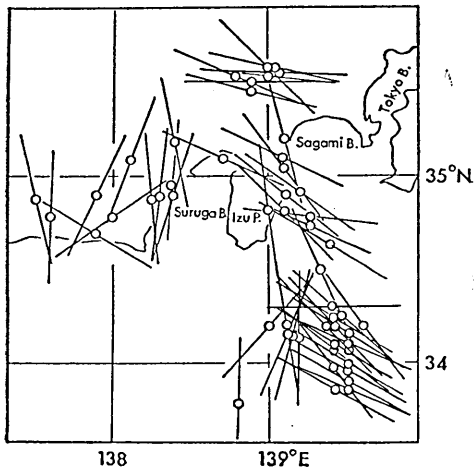


Fig. 2. Pressure directions of very shallow earthquakes occurring in the Izu Peninsula and its vicinity, 1926-1966. (after Ichikawa)

M=5.4 の地震, また少し南西沖に起った1972年10月6日 (34°24' N, 138°31' E, H=30 km) M=5.5 の地震などを挙げることが出来る。

地震月報および気象庁発表の資料から今回の地震および上述の2つの地震の初動分布を示したのが Fig. 3, A1-A3 である。発震機構を細部にわたって検討を加えるとなると、震央位置の決定から構造まで、いろいろと議論せねばならない。ここでは象限型として主圧力の大体の方向を知る程度にとどめたい。初動の分布図から、何れの地震も発震機構は似ており、主圧力の方向は南北方向であることが分る。また1934年の地震は福富によって調べられており、「気象要覧」にも報告され

ているが、その地震も Fig. 3, A4 に見られるごとく主圧力は同じく南北方向である。

これらのことと今回の地震で生じた石廊崎から中木、入間、吉田へと北西方向に延びた右ずれ断層と比較すれば、その理由はよく説明される。また村井・金子 (1973) が、伊豆半島南部では NW ないし WNW 方向の著しい地形上の直線状構造が見られ、一部は活断層と考えられると述べていることと考え合せて興味深い。

さらに伊豆半島南方沖の1956年8月13日 (33.8° N, 138.8° E, H=40~60 km) M=6.5, 神津島近海の1967年4月6日15時 (34°13' N, 139°09' E, H=10 km) M=5.3, 同日17時 (34°19' N, 139°10' E, H=0 km) M=5.2 の地震の初動分布を Fig. 3, A5-A7 に示すが、これもまた主圧力が南北またはそれに近い方向と、同じ傾向を示している。

上述の地震に対して、1930年11月26日 (35.1° N, 139.0° E, H=0~5 km) M=7.0 の北伊豆地震, 1965年1月6日 (34°38' N, 139°17' E, H=20 km) M=5.1 の大島近海の地震, 1957年11月11日 (34.3° N, 139.35° E, H=0 km) M=6.3 の新島南々東の地震, 1962年8月26日 (34°07' N, 139°27' E, H=40 km) M=5.9 の三宅島近海の地震の初動方向の分布を Fig. 3 B1-B4 に示す。これらはいずれも節線をほぼ南北方向に持ち、主圧力の方向は南東—北西方向であることが明瞭である。北伊豆地震の南北方向に生じた左ずれ丹那断層と結びつけて良く理解し得る。

以上述べてきた結果から Fig. 2 を再び見れば、より良く伊豆半島周辺の圧力方向を理解することが出来る。この地域は東北日本, 西南日本, さらに伊豆・マリアナと三つの島弧が関係する地質的にも複雑な構造であるようだが、発震機構の点からも地域差があることが見られる。Ichikawa は Fig. 2 に示されたものを4つのグループに分け北緯34°近辺のものを第1グループとして扱っているが、よく見るとこれは上に検討したことからも第1グループを更に2つに分けた方が良さそうである。即ち圧力方向が南北に近い西側のもの

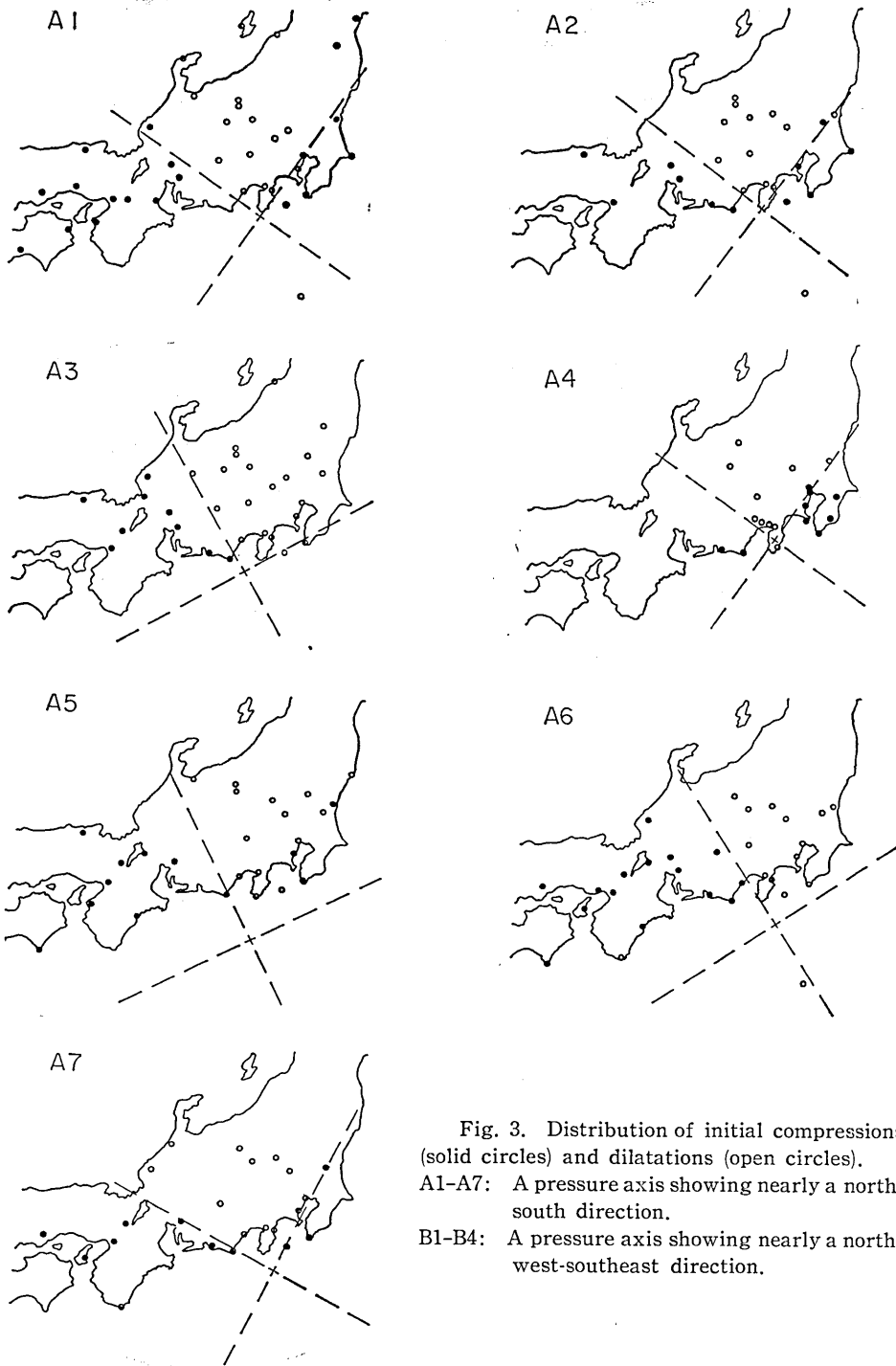


Fig. 3. Distribution of initial compressions (solid circles) and dilatations (open circles).
 A1-A7: A pressure axis showing nearly a north-south direction.
 B1-B4: A pressure axis showing nearly a north-west-southeast direction.

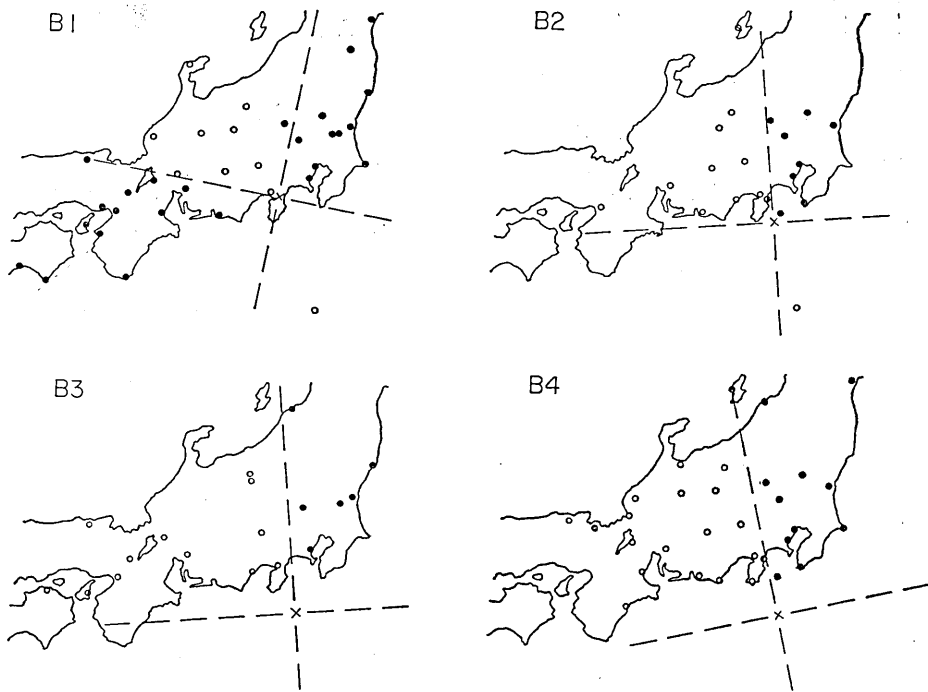


Fig. 3. B1-B4

は Fig. 3 の A グループに、また圧力方向が北西—南東の東側のものは Fig. 3 の B グループとして扱える。場所によって圧力方向の違った A, B グループの分類は明らかに一つの境界線を与えており、それは伊豆諸島の島弧に沿って平行に、そして神津島がその境界線の近くに位置しているようである。これらのことは恐らく地域的な構造と密接な関係を持っていると思われるが、今後更に詳しく検討を加えなければならないであろう。

今回の地震は以上の分類の仕方が的確であることを一層裏付ける貴重な資料として加わったことになる。

3. 被害

被災地周辺部の地震動その他の調査に重点を置いた立場からしても、得られた資料或は聞いた情報から今回の地震の被害の特徴といったものの概略を得ることが出来る。

震源に近い南伊豆町に被害が大きく出たのは当然のことであるが、なかでも伊豆半島南端に生じた石廊崎から北西に伸びる断層線上に並ぶ地域、中木、入間、妻良、子浦、落居、伊浜などに被害が集中した。とりわけ中木地区では地りによる直接の被害を受け 27 人もの犠牲者を出すという痛ましい結果を生むに到った。しかし石廊崎を始め各地の被害状況を見て感じたことは、その地域で受けた被害が一様というよりも局所的であったということである。

さて周辺部の異常な状況が出始めたところからすれば、先ず熱川あたりから温泉の温度

変化の異常がある。そして稲取で墓石のわずかな移動、回転が始まり震度は V になると見られる。河津から土蔵の壁が落ちたり、屋根瓦が壊れたりしてくる。また地盤の悪い墓地での墓石の転倒が始まる。白浜あたりからは家屋の一部被害が目につくようになり次第に震源地に近づいてくる感じがする。

下田に着いて墓石の転倒、回転、移動の現象が大きくなるが、その割には一般家屋の被害は少なく、ガラスなどの損傷は見当らない。しかし建物内では、机やロッカー、置物などかなり動揺が激しかったそうである。さらに下田から南へ吉佐美、湊、手石を通ったが、土蔵は殆ど被害を受けているのに一般家屋の被害が目立たないのは、恐らく地盤が良くて地震動の周期が比較的短かったことに原因するものであろう。人に感ずる振動も上下動が多くなりドカンと云った表現に変わってくる。

さて小稲を過ぎ下流にさしかかる所から、風化の影響を受け脆弱になった部分の崖崩れの現象が出始め震度 V でも大きい方になってくる。震源地に近い石廊崎では直径 2 m 余りの落石で家が押し潰された状態があり、ブロック造りの八角形の展望台は破損し、付近は地割れを生じ、断層と直角な方向の振動が、かなり激しかったようで震度 V より、むしろ VI に近い現象であった (Figs. 5, 6)。しかし近くの石廊崎測候所付近は、そのような状況は無かった。

以上伊豆半島東海岸の熱川から石廊崎までの被害の移り変わりや地震動の強さを大雑把に見て来たわけであるが、同じ地域の極く近くでも地盤の相違、地震動の特徴と方向などによって異なった被害状況が生じていることは注意しておかねばならない。

それは大きなスケールで見て伊豆半島西海岸の各地域の被害状況を、同じ震災距離の東海岸の地域と比較することによって明瞭に出てくる。即ち松崎から北の方へ離れた地域では被害らしいものは、ほとんど見当らないからである。また松崎から少し南の岩科においては、岩科川をはさんで岩科南側は墓石の転倒、石垣崩壊などがあるのに、岩科北側は全然そのような被害が無いといった、同じ地域でも顕著な対比を示しているのが印象的であった。

被害の全貌については静岡県災害対策本部で集計されている。紙面の都合で地域別に表では示さないが、被害合計だけを記すと 5 月 15 日現在で死者 25、行方不明 4、負傷者 82 名、建物被害は全壊 121、半壊 243、一部破損 1,278、非住家被害 223、全焼 5 である。また道路破損 68、山崖崩れ 97 ケ所と報告されている。特に中木、入間に関しては、全壊と半壊を合せた被害は 6 割を超えている。中木の地這りの被害を考慮すると、地震動による建物の直接の被害は入間の方が強かったと考えられる。次に落居、妻良、子浦、伊浜、石廊崎の地域が他に比較して圧倒的に被害率が高くなっている。

土木施設の被害に関しては静岡県下田土木事務所において調査が行われ、5 月 19 日現在によると河川被害 17 ケ所、都市 1、急傾斜 5、道路・橋梁 96、港湾 7、漁港 27、計 153 ケ所、被害総額は約 25 億円に達している。

土木関係の被害状況を見ても伊豆半島南端の石廊崎近辺から北西方向 マーガレットラインまでの一帯に集中している。特に石廊崎から奥石廊を通して中木に行く道路は各所で亀裂、盛土の沈下、崖崩れの報告がある。また伊浜地区の随所に崖崩れ、亀裂が生じ、附近を通るマーガレットラインも数多くの亀裂損傷を受けた。

伊浜地区は宝永年間に大崩壊があり、この原因については地震か降雨か不明であるが、それによって当時 300 戸の家屋のうち残存したのは 18 戸以下と伝えられている。今回の地震でこのゆるい崩落土の上に建てられた家屋に他の部落に比して大きな被害が出たわけで、特にその急斜面部、盛土部などに亀裂が多数発生したとのことである。

4. 墓石、石燈籠等の変動方向と震源の推定

被害地震の現地調査において、墓石等の転倒、移動、回転を調べることは地震動の強さ、震源の位置と性質等を推定する補助手段として、地震観測網が整備されてきた今日といえども意味のあることであろう。殊に今回のように断層の観察される地震においては、震源の性質に関する near-field の情報を提供することが期待される。

墓石に関する我々の野外調査は Fig. 1 のうち稲取、河津、白浜、下田、蓮台寺、湊、手石、本瀬、石廊崎、下賀茂、下小野、岩科、松崎、田子で行われたが、白浜、田子では測定に足る程の変動は見られなかった。その他、市ノ瀬の或る墓地では大きな被害を蒙ったということであったが、時間の都合上割愛せざるを得なかった。また調査期日の関係で各地の墓地で墓石が復元されていたという困難に出合った。最大の激震地と思われる中木、入間等に立ち入らなかったために、震源に関する重要な情報を見逃した心配はあるが、墓石等の変動方向から主要動の震源を推定するという目的の為には、激震地周辺での質の良いデータの方が望ましい場合があると考えられる。

Fig. 4 に各地で測定された転倒、移動、回転の方向を示す。円外の放射状の実線が移動方向、点線が転倒方向を表わしている。円内の矢印が回転の量と向きを表わす。質のあまり良くないと判断されるデータは、移動、転倒に関しては短かい細線で、回転に関しては細線で示されている。明らかに墓石の一角点を支点として、その場所で移動等から予想される主要動方向に回転したと思われるもの、回転と移動の両成分を含むもの、台石の傾斜したもの等がこれである。N は北の方角を指している。下田、蓮台寺を除き、各地での主要動方向は割合明瞭であろう。注意すべきことは転倒から主要動の方向を推定する場合である。恒石 (1968) の報告にも見られる通り、墓石、石燈籠の転倒方向はその角柱という形状から移動方向としばしば異なる。しかし互いに直交する二方向にほぼ同数の転倒が見られる場合、その両方向に同様の強さの振動があったと考えるより、むしろその中間(対角線方向)に主要動があったとする方が妥当であろう。我々の例では手石、岩科の場合がそれである。特に手石、月間神社境内では、11 の石燈籠のうち 8 基のそれが半数ずつに分れて転倒していた (Fig. 7)。回転についても主要動方向を推定する補助とした。信頼度の高いデータとして Fig. 4 に太線で示した回転は、ほぼ墓石の中心を軸として回転しているものである。地震動の強かった所ではこれらは踊り現象に因ると思われ、その回転運動の向きは振動に対し安定する方向、すなわち振動の方向へ角柱の面を向ける回転が生ずると考えられる。手石 (Fig. 8)、下賀茂等ではこのような考えで、回転と移動、転倒方向とに特に矛盾はないが、下小野 (Fig. 9) については別の解釈が必要かも知れない。石廊崎、本瀬では同様の方向への石燈籠の転倒を観察したのみであるが、距離的に近い二点であり、また石廊崎展望台の破壊、周辺の崖くずれ等 (Fig. 5) からも類似した方向の振動が予想され、主要動方向に近い転倒であったと考えられる。なお湊における移動

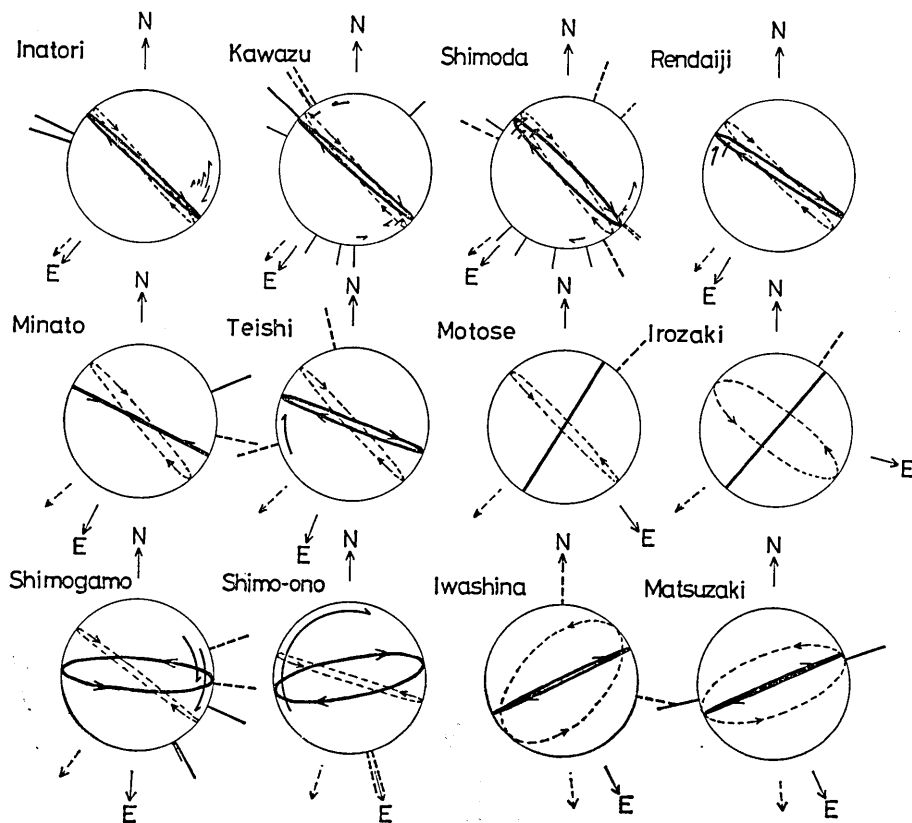


Fig. 4. The direction of the motion of gravestones and stone lanterns etc. observed at each place, and horizontal particle motion of S waves. Solid and dotted lines outside of a circle show the direction of the translation and overturning respectively. An arrow inside a circle indicates the rotation. Thin and/or short lines show less reliable data. The elliptical or linear motion in the circle, drawn by a solid curve, shows the S wave particle motion calculated by assuming the epicenter at a point \odot in Fig. 1 and a depth of 5 km. The direction of the epicenter is indicated by a solid arrow labelled E. N is taken to be the north. The motion given by a dotted curve is obtained for the epicenter by JMA and a depth of 8 km.

はピアノの観察である。

従来、墓石等の転倒方向から震央位置を求める試みは、推定される主要動方向またはそれと垂直の方向に震央が在るという立場から出発し、その処理は純粋に統計的方法に依存している【岸上・永田・宮村 (1941), 佐藤 (1952)】ように思われる。しかし我々は、データの不足ということもあるが、転倒、移動の方向は必ずしも震央の方向またはそれと直交する方向とは限らないのではないかと考え、地震のメカニズム、自由表面の影響を考慮に入れた各地域での地表の運動を計算し、その振動の方向と墓石等の変動の方向が最も望ましくなる地点を震源と見なすという方法を採用した。激震地周辺であるので、殆どの変動は S 波に因ると見なし、S 波の水平運動のみを計算した。円内に示した楕円または直

線が期待される変位運動であり、楕円運動に対しては回転の向きを矢印で示してある。地震のメカニズムは、石廊崎附近で松田（口頭発表）により計測された断層、牧（口頭発表）による発震機構の解析により求められた値に近似し、垂直、右横ずれ、南側隆起の走行 $N 55^{\circ} W$, slip angle 20° を仮定した。地表面に入射する波の振巾は、無限媒質中の点震源による変位の表現 [Sato (1969)] に拠り、far-field term のみを考慮、また地表の効果は平面波の自由表面への入射の理論 [Nuttli (1961), Mendiguren (1969)] に従った。震央位置として、地表に生じた断層とその延長上近辺に 9 点、気象庁により発表された震央とその経線上に 3 点の計 12 点において、震源の深さ 5, 7.5, 10 km に対し計算を行った。測定された変動と、上述の簡単な計算による地表での運動との一致の最も良いと思われたものが実線で示したものである。これによると主要動の震源位置は北緯 $34^{\circ} 35.7'$ 、東経 $138^{\circ} 52'$ （石廊崎東南東約 1.5 km）、深さ 5 km の所に来る。図中 E はその方向を示している。点線は気象庁発表による震央 $34^{\circ} 34' N$, $138^{\circ} 48' E$ 、深さ 8 km（発表の 10 km を観測に合わせるよう僅かに変更）を仮定した場合の運動と震央方向である。両者を比較すると湊、手石、本瀬、石廊崎において実線の方が良いことは歴然としている。

実線で示した S 波の運動方向と墓石等の変動方向は、全般的にかなり良い一致を示していると云えよう。しかし計算上設けた種々の仮定—近地地震に対して far-field term のみを採用、地表近くの低速度層の無視、点震源等—の適用の是非を考えると、これを以って主要動の震源が決定されたとは云えないが第一近似値として捨てがたい。下小野については全く合わないが、ここは 6 割程度の墓石に変動が認められ震動が強かったことが予想される。しかもメカニズムから S 波の振巾の小さくなる方向に当たることから、観測した墓石は P 波で転倒したものとすれば一応説明出来る。

また特筆すべきこととして、下賀茂、下小野において回転量が異常に大きい (54° , 137°) 墓石 (Fig. 9) が見つかったことである（振動が一方に限られその方向に安定すると考えると最大の回転角は 45° ）。これは地震動が強かった為に一安定点を越えたことに因る、Fig. 4 のような楕円運動の為、我々は考慮に入れなかったが震源が移動し振動方向が変わった為など考えられる。転倒に関しても特に松田 (1968) の論文に顕著に見られるような、[高さ/幅] が大きいにもかかわらず転倒しなかった石柱、墓石が見つかった [手石 ($180 \times 42 \times 39$) (Fig. 8), 下田 ($145 \times 43 \times 43$)]. とともにロッキングの跡が認められ、実体振子と見なした固有振動周期は 2 秒以上となり、地震動の周期と関係があるのであろう。

最後に墓石の転倒、移動より各地での水平加速度を推定すると、稲取、河津で 200 gal 程度、下田、下賀茂、下小野、岩科で 300 gal 程度となる。これらはそれぞれの地区でも地盤の影響により振動を強く感じた所の値である。加速度の推定には福富・他 (1954) の行ったように、転倒あるいは移動が生ずるのに最も都合の良い条件が満たされたと仮定、また摩擦係数として恒石 (1968) により測定されたもののうち最低値を与える、粗面と滑面の組合せで得られた $\mu=0.23$ を仮定して計算し、そのオーダーを上を示した。

5. 温泉、地下水の異常および地鳴等の附随現象

地震に伴って被害地域、或はその周辺で温泉地帯であれば温泉の異常な変化、或は地下水の異常 [宮部 (1933)], さらに地鳴等の地震に附随した現象も昔から度々報告されて



Fig. 5.
Collapsed block wall of the observatory at Irozaki.

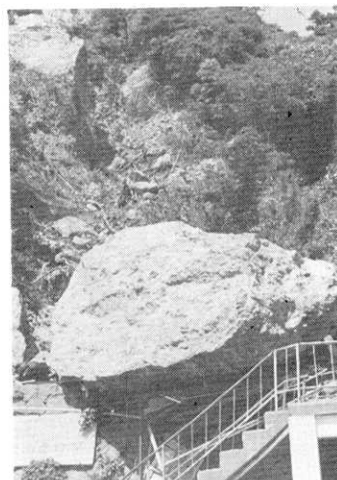


Fig. 6. Rock-fall at Irozaki.



Fig. 7. Overturning of stone lanterns in mutually orthogonal directions at Teishi (Tsukima Shrine).



Fig. 8. Rotation of a stone monument (size $180 \times 42 \times 39$) at Teishi (Tsukima Shrine).



Fig. 9. Rotation (angle 137°) and overturning of gravestones at Shimo-ono.



Fig. 10. Rotation and overturning of gravestones at Shimoda (Kaizen-ji).

いる。例えば今回の調査に関係のある蓮台寺温泉については、昭和10年の静岡地震の際、それに先立つ5日前程から水位の上昇が起り始め、地震と同時に水位は急に降下し出し3週間余りで2.62 mの著しい水位低下があったと福富(1935)によって報告されている。

今回の地震も伊豆半島という有名な温泉をもつ地域で起ったので、当然温泉の異常な変化も調査目的の一つであった。

大正12年の関東地震で変化のあらわれた有名な熱海の間歇泉、昭和5年の北伊豆地震で温度が上り、或は湯量が増加した古奈、修善寺、長岡、湯ヶ島、吉奈、世古湯、湯河原、温度が低下した上船原、湧出量が減じた伊東などの変化を受けた地域〔宮部(1933)〕は今回調査した地域からの情報では変化を聞き得なかった。

昭和9年の地震の福富(1934)による調査によれば、温度上昇・湯量増加したところは土肥、河内、温度が上がったところは修善寺、吉奈、湯ヶ島であり、これに反して温度低下・湯量減少のところは熱川、蓮台寺、また温度が低くなったところは片瀬である。

上述の温泉の変化を大別して考えれば、伊豆半島北部から中部にかけては上船原の変化を除けば総て温度上昇・湧出量増加の傾向にある。これに反して伊豆半島東海岸伊東より南においては河内の変化を別にすれば温度低下・湧出量減少といった変化を示している。

しかしながら今回の地震については、先に述べたように熱海、伊東などは変化がなく、また土肥においても源泉6本の温度は毎日測定されているが地震前後の変化は全く見られなかった。

また東海岸の変化の傾向は全く逆転してしまった。すなわち熱川のある深さ250 mの温泉井の変化は、地震の2ヶ月前から温度が徐々に上昇、平常の温度 $95^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{C}$ より $5\sim 10^{\circ}$ 程高くなった。量の変化はなく、多少白く濁る現象があった。地震後は湧出量も多く、濁りも黒味あるいは赤味を帯びるようになったという話である。河津町谷津温泉では49年2月1日と地震後の5月15日の調査を比較して変化は無かったが、上河津温泉では4ヶ所の異常な変化の例が見られた。1. 温度 48°C 、湧出量毎分120 lが240 lに増加、2. 43°C 、85 l \rightarrow 166 l 3. $47^{\circ}\text{C}\rightarrow 49^{\circ}\text{C}$ 、11 l \rightarrow 22 l と湧出量が倍増している。特に異常な変化は4. $37^{\circ}\text{C}\rightarrow 47^{\circ}\text{C}$ と 10° も温度が上昇し、湧出量も9 lから172 lと約20倍も増加したところがある。また5月16日の峰温泉での調査でも、温度は 100°C で変らないが湧出量は430 lから530 lに増加、或は温度が 64°C から 71°C に上昇して湧出量も60 lから100 lへと増加したものがある。蓮台寺温泉でも地震後湯は熱くなったということである。下賀茂温泉では、これまで温泉の水位が青野川と同レベルの関係にあったが、地震後温泉の水位の方が2 m程高くなり、湧出量も増加し温度も軒並み高くなった。また枯涸同様のものが復活したという話もある。

この反面西海岸の方の岩科においては平常時の温度約 30°C 、湧出量毎分5 lのものでさえ、地震直後は温度が下り、湧出量も減じたということである。この傾向は近くの岩地、石部などの地域でも同様の傾向であったそうである。

地震時の温泉変化については、湧出量と温度変化には正の相関があることは屢々注意されているが、今回の調査についても、そのことを裏付けている結果になっている。勿論既に知られているように湧出温度が、その時の気温の変化に伴っても変動を受けるし、湧出量も雨の影響を受けて増加し、またそれに伴って湧出温度も上る事実についても注意をし

ておくべきであり、明確に判断をするためには連続観測によって正確なデータを得る必要があることは云うまでもないことである。

次に地下水の異常であるが、調査期間が短かく、また地下水の利用状況も簡易水道の発達に伴って昔とは異なり、井戸はコンクリートで蓋をしてあるなどのこともあって、ほとんど異常な変化を聞くことができなかった。只1ヶ所弓ヶ浜（湊）地区で地震時に井戸水を吹き上げ、その後水が出なくなった話を聞いたが、場所が確認できなかった。一方近くで井戸水をポンプで汲み上げている人の話では、何の変化も感じなかったそうである。

地鳴りについては熱川あたりから聞えており、ほとんどゴーといった音である。稲取では方向は南方から、また河津、弓ヶ浜、岩科、田子でも同様に地鳴りを聞いている。特に弓ヶ浜、岩科では余震の前に明瞭に聞こえ地震が来るという判断ができたそうである。また地震前に動物などの異常な挙動が起きるといふ話もあるが、この調査では、ほとんど聞かず、たゞ河津専光寺で、シャム猫が前日から不思議なほど部屋の中を動き廻ったといふ話を聞いた。それが何の原因かは分らない。

6. 結 語

以上、われわれが調査してきた範囲の概略を述べてきたわけであるが、この報告からも今回の地震の特徴といったものを読取ることができると思う。比較的地震の少ない伊豆南部に起った今回の地震を、昭和5年の北伊豆地震に対比させるとき、発震機構としても明瞭に区別できるし、生じた断層の特徴からも違いが良く分る。また今回の被害は断層線上に、それと平行して集中的に起っている。そのことが被害が一樣にというよりは局部的な現象を造り出している。伊豆半島東海岸は西海岸よりも比較的強い震動を感じ、温泉の変化もいままでの地震の時とは逆な異常を起こしている。

しかしながら今回のような地震が、もし都市周辺部に起った場合には、このような特徴などと云って居れないほど被害は想像以上のものになったと思う。

今回の調査は、いろいろな事情によって出発も遅れ、期間も東京から休日を含んだ2泊3日という短期間の出張であり、不十分は承知の上でのものであった。また紙面の都合で十分な説明もできず部分的な報告に終わっているところもあるので御承知おき願いたい。

終りに今回の調査については静岡県庁を始め下田財務事務所、下田土木事務所、下田保健所、熱海市役所、下田市役所、網代測候所、石廊崎測候所、伊東温泉組合、南伊豆町温泉協同組合、西伊豆土肥温泉、熱川農園、その他関係機関の多くの方々から多大なる御援助を頂いた。心より厚く御礼申し上げます。

文 献

- 福富孝治, 1934, 昭和9年3月21日南伊豆強震調査報告, 地震研究所彙報, **12**, 527-538.
 福富孝治, 1935, 昭和10年7月11日静岡地震に伴った南伊豆蓮台寺温泉水位の異状, 地震 [i], **7**, 608-612.
 福富孝治, 1936, 伊豆下田に於ける過去地震津浪の高さ, 地震研究所彙報, **14**, 68-74.
 福富孝治・田畑忠司・藤木忠美・金安公造, 1954, 墓石の転倒, 移動等による十勝沖大地震の最大加速度と特異な地割れの観察, 1952年3月4日十勝沖地震調査報告, 221-242.
 ICHIKAWA, M., 1970, Seismic Activities at the Junction of Izu-Mariana and Southwestern

- Honshu Arc, *Geophys. Mag.*, **35**, 55-69.
- 今村明恒, 1943, 本邦津浪に関する旧記の整理に就て, 地震 [i], **15**, 1-5.
- 岸上冬彦・永田 武・宮村撰三, 1941, 昭和16年7月15日長野地震の統計的調査, 地震研究所彙報, **19**, 628-646.
- 松田時彦, 1968, 1968年十勝沖地震による青森県東南部での墓石の被害, 地震研究所彙報, **46**, 1425-1450.
- MENDIGUREN, J. A., 1969, Study of Focal Mechanism of Deep Earthquakes in Argentina Using Non Linear Particle Motion of S Waves, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **59**, 1449-1473.
- 宮部直巳, 1933, 地震に伴へる地下水の異状に就て, 地震 [i], **5**, 627-664.
- 文部省震災予防評議会, 1941, 1943, 増訂大日本地震史料, I, II-III.
- 村井 勇・金子史朗, 1973, 南関東のネオテクトニクス・ノート, 関東大地震50周年論文集, (地震研究所), 125-145.
- 武者金吉, 1951, 日本地震史料, 毎日新聞社.
- NUTTLI, O., 1961, The Effect of the Earth's Surface on the S Wave Particle Motion, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **51**, 237-246.
- SATO, R., 1969, Formulations of Solutions for Earthquake Source Models and Some Related Problems, *J. Phys. Earth*, **17**, 101-110.
- 佐藤泰夫, 1952, 物の倒れた方向から震央を求めること, 地震研究所彙報, **30**, 93-100.
- 恒石幸正, 1968, 1968年十勝沖地震による東北・北海道地方の墓石の移動, 地震研究所彙報, **46**, 1415-1424.

20. *Field Study of the Izu-Hanto-oki Earthquake of 1974.*

By Rinzo YAMAGUCHI and Toshikazu ODAKA,

Earthquake Research Institute.

On May 9, 1974, at 8.33 a.m. most people in Tokai, Kanto and central areas of Japan felt a strong earthquake which originated off the southern end of the Izu Peninsula. The epicenter, as determined by the Japan Meteorological Agency, was lat. $34^{\circ}34'N$, long. $138^{\circ}48'E$ and depth 10 km. The seismic magnitude was reported as 6.9. This earthquake occurred near the site of the North Izu Earthquake of Nov. 26 1930, which was located about 60 km north.

Most damage was confined to the region near the fault which ran in a northwest direction through Irozaki. The loss of life was unfortunately caused by landslides at Nakagi.

The initial compressions and dilatations for past earthquakes near the present earthquake are mapped in Fig. 3. It is shown that the distribution is clearly in quadrants and that there are two groups, A and B. In Group A, the east and west quadrants show compression, and the others, dilatation, in conformity with the observed right-lateral strike-slip of the new fault. The nodal lines of Group B are nearly east-west and north-south. The northeast and southwest quadrants show compression, the others, dilatation. This is consistent with the previously observed left-lateral strike-slip on the Tanna Fault with the North Izu Earthquake.

The direction of overturning, translation, and rotation of gravestones and stone lanterns was measured. These data were compared with the theoretical particle motion of S waves in order to find the most plausible position of the hypocenter. The result shows that the location was approximately 1.5 km east-south-east of Irozaki, with a

depth of 5 km (Fig. 4).

In strongly shaken areas, as shown in Fig. 1, changes in hot-springs occurred with the earthquake. Rises in temperature and increases of volume output of the springs were observed along the east side of the Izu Peninsula. The changes in the hot-springs of the southwest side were opposite to those of the east side.

At some places in the southern part of the Izu Peninsula, earth sounds were reported to be heard with the earthquake.