

1978年伊豆大島近海地震に伴う 地震断層，加速度分布と被害

望月 利男* 田村 俊和*
松田 磐余* 宮野 道雄**

要 約

1978年1月14日に発生した地震は、1978年伊豆大島近海地震と命名された。筆者らは、建築学、土工学、地形地質学の研究者からなるチームを編成し共同調査を行なった。この小論では、調査結果のうち、震源断層と被害との関係を中心に報告している。

① 東伊豆町稲取付近を中心に何本かの地震断層が出現した。これらの地震断層のうち、根木の田断層は震源断層に続く断層とみなせ、稲取市街地南西部、根木の田断層、七廻や大池付近の大崩壊地を通り、梨本へと続く線（稲取—梨本線と仮称）の付近に、震源断層の位置が推定される。

② 墓石を利用して加速度の分布を求めた。加速度の大きさは、推定震源断層線から離れるにしたがい減少するが、推定震源断層線の近傍では、強震計で得られた記録より、より緩慢に減少している。

③ 稲取地区にみられる建築構造物の被害の差異は、その様相や分布等から検討すると、個々の建築構造物の構造上の問題や、地盤の違いに帰することはできない。被害は、地震断層の出現に伴う地変と関係づけて解釈されるべきで、 $M=7.0$ 程度の近地地震の場合でさえ、振動そのものによる被害は比較的軽微であることを示唆している。

④ 被害地域全体の住家の被害は、過去の同程度の地震とくらべると、かなり低い。また、振動による全・半壊家屋の発生は、推定震源断層からほぼ13km以内に限られる。

⑤ 斜面崩壊は、被害地域の地形、地質条件を反映して、多発している。崩壊の規模は、ほとんどが 10^3 km^3 程度以下であった。七廻付近、大池付近には、 10^4 m^3 もしくはそれ以上の規模の崩壊が集中し、さらにこの西方にも、同程度の崩壊がみられる。推定震源断層から崩壊の多発域外縁最遠点までの距離は約7km、散発域外縁最遠点までは約20kmと、北伊豆地震の場合とほぼ同様であった。また、過去の地震にみられたのと同様に、震源断層の末端にあたると思われる地域に、崩壊が集中している。

まえがき

1978年1月14日の正午すぎ、伊豆大島の近海に地震が発生し、伊豆半島南部に死傷者の発生を含む大きな被害を出した。静岡県集計結果によると、人身被害は、死者25名、重傷者34名、軽傷者171名であった。死者の内訳は、崩土によるもの11名、落石によるもの6名、落石などによる車輛の被害によるもの7名、鋤山の鋤滓の流出にともなうもの1名である。落石や崩土による死者が

ほとんどで、崩れやすい地形・地質条件を備えている伊豆半島の特徴を反映している。また、重軽傷者のうち44名は、火傷で、これは石油ストーブをはじめ諸種の火器からの出火防止の行動に伴うものである。このような行動が、地震火災の発生が皆無に近いという状況をもたらしたものとして、評価されている。住家の被害は、全壊96棟、半壊616棟、一部破損棟4,170で、斜面の崩壊にともなう二次的な被害が、かなりの部分を占めている。

一方、伊豆大島でも被害が発生したが、人身被害はなく、施設の被害も伊豆半島におけるものよりはるかに少

* 東京都立大学都市研究センター

** 東京都立大学大学院工学研究科博士課程

なく、住家の被害は、一部破損が150戸発生しただけである。

気象庁発表によると、この地震の諸要素は以下のとおりで、1978年伊豆大島近海地震と命名された。

発震時 1月14日12時24分38.6秒

震央 $139^{\circ}15'E$, $34^{\circ}46'N$

震源の深さ 0 km

規模 M7.0

震度 V:大島, 横浜

IV:東京, 静岡, 館山, 熊谷, 新島, 三島

III:名古屋, 甲府, 飯田, 千葉, 岐阜, 彦根

II:長野, 水戸, 大阪, 浜松, 四日市, 豊岡, 福井, 福島。

図-1に震度分布図を示した。

筆者らは、八丈島東方沖地震(1972年12月4日), 伊豆半島沖地震(1974年5月9日), および、大分県中部

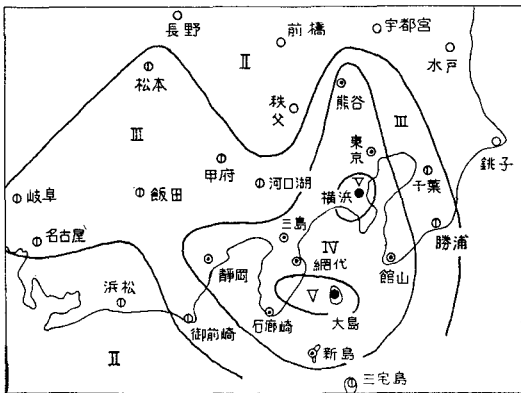


図-1 震度分布図

の地震(1975年4月21日)について、グループによる調査を実施してきた。今回の地震についても、建築学, 土木工学, 地形地質学の研究者からなるチームによる調査を行ない, その概要の速報はすでに公表した(中野ほか, 1978)。この報告では, 調査結果のうち, 地震断層, 加速分布, 建築構造物被害, 斜面崩壊についてのべることにする。

2 地震断層

2.1 地震断層の概要

1974年伊豆半島沖地震の際に、顕著な地震断層が出現した後だけに、今回の地震でも地震断層の出現が期待され、多くの研究者が調査を行なった。そのうちのいくつかはすでに公表されている(たとえば、村井・松田・中村, 1978; 静岡大学災害地質調査班, 1978; 小出ほか, 1978, など)。ここでは、これらの成果をも参照して、筆者らの調査結果をのべることにする。

図-2に地震断層の位置を示し、地震断層の露頭や地震断層に関係していると認められる現象の諸要素を、表-1にまとめてある。地震断層は、いずれも WNW ないし、NNW の走向を持ち、傾斜はほぼ垂直で、浅間山断層以外は、すべて右ずれである(表-2)。また、後述するように、規模の大きい雁行亀裂とみなせるものがほとんどで、連続して追跡しえないために、個々の断層の延長距離は短かい。

2.2 各断層の記載

2.2.1 浅間山断層

稲取北方の火山泥流堆積物からなる浅間山の南向き斜面と、伊豆急行電鉄黒根トンネル北西方の斜面で確認された。両者が連続することは確認できないが、変位の傾向が似ていることと、他に連続していく亀裂がないことからみて、一連のものと考えておく。

変位のセンスは地点3および4で確認できる。いずれも、路面に段差を生じているとともに、亀裂が、道路脇の切取られた法面へと続いている。変位のセンスは左ずれで、南下りである。変位量は、地点4では水平に40cm, 垂直に10cmであった。浅間山では、断層は南側山腹にみられる開口亀裂として追跡され、地点6では、南側が15cm低下していた。また地点4より南東方の南向き急斜面脚部(地点2)では、走向が $N55^{\circ}W$ 内外で南下り10~30cmの多数の亀裂が雁行し、大局的にNW方向に配列していた。

2.2.2 稲取東断層

稲取岬にある燈台の敷地内で確認できた。燈台敷地の南端には海に面してフェンスが設置されている。このフェンスのコンクリートブロックの基礎が切断され、右ずれを生じている(地点7a)。フェンスの下は高さ60mほどの海蝕崖となっており、そのかなり高い位置に、亀裂がみられた。しかし、海蝕崖が急なため亀裂には近づけなかったし、海蝕崖の下部は崩落してきた岩片で埋もれていたため、亀裂の変位のセンスは不明である。フェンスの基礎を切断している亀裂は、敷地内に追跡でき、燈台付属建物の外部階段を切断し、右ずれを生じている(地点7b)。

亀裂の走向は、 $N40^{\circ}W$ で、この延長上では、鉄筋コンクリート造3階建の住家が大破している(地点8)。さらにその延長は、亀裂によって追跡できないが、後述するような、全壊住家の分布や、鉄骨造建物の著しい被害の分布などが、延長上に並ぶことからみて、伊豆急行の伊豆稲取駅方面に連続する可能性がある。

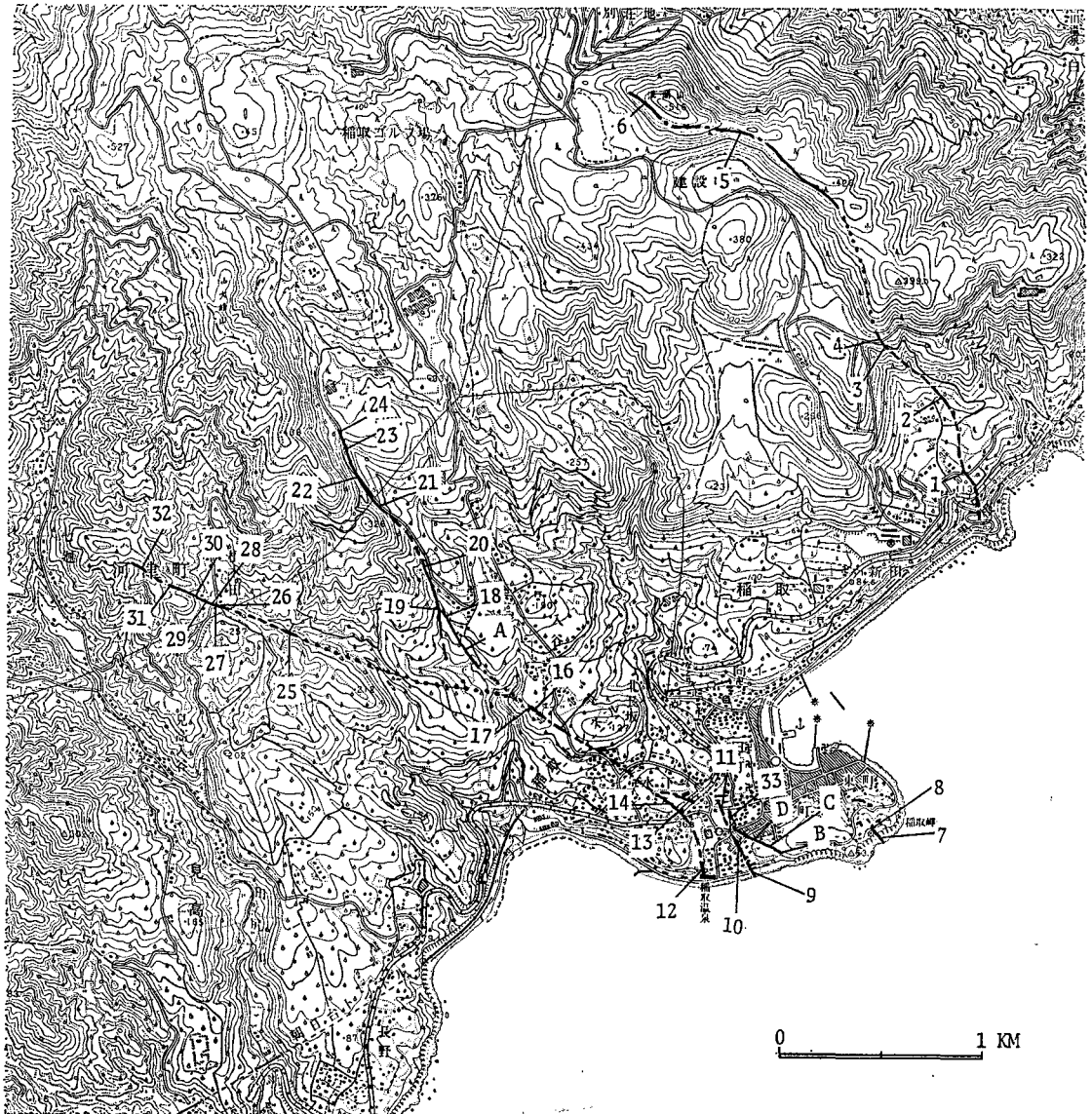


表1 地震断層に関連する諸現象

| 断層名 Loc. No. | 現象 | 亀裂等の走向* | 変位量 (cm) | |
|-----------------|----|-------------------------------------|----------|-------|
| | | | 水平 | 垂直 |
| 浅間山断層 | 1 | 幅50m以内のところに雑石積擁壁の崩壊や、家屋被害が集中 | | |
| | 2 | 山腹斜面(SW向きミカン畑および雑木林)に長さ数m—数10mの亀裂多数 | | S下り30 |
| | 3 | 路面と切取法面の亀裂 | 左 15 | S下り10 |
| | 4 | 路面と切取法面の亀裂 | 左 40 | S下り10 |
| | | N45°W | | |
| | | 個々の亀裂はほぼN45°W 大局的にはN45°W | | |
| | | N60°W | | |
| | | N50°W | | |

| | | | | | |
|--------|--------------------|---|-------------|---------------|-------|
| | 5 | 山腹斜面(S向き草地)に亀裂 | ほぼWNW | | S下り |
| | 6 | 山腹斜面(S向き草地)に亀裂 | E-W | | S下り15 |
| 稲取東断層 | 7 a | 灯台敷地内のフェンスとコンクリートブロックの基礎切断, その下方の海蝕崖に亀裂 | N40°W | 右 8 | |
| | 7 b | 灯台付属建物の外部階段切断 | N40°W | 右 6 | |
| | 8 | RC3階建。1階RC, ブロック壁大破 ラーメンの被害は軽微 | | 右 | |
| 稲取中央断層 | 9 a | コンクリート護岸に亀裂 | N30°W | 右 3 | |
| | 9 b | RC(1-4階), S(5階)階の建物の中央付近で大破(観光ホテル) | | 右 | |
| | 10 | 木造家屋の塩ビのパイプ切断(料理家味吉乃) 地盤が建物に対してSEに動く | N40°W | 地盤が建物に対してSE17 | |
| | 11 | 路面亀裂。稲取小学校の大谷石の組石にずれ | NW | 右 10 | |
| 稲取西断層 | 12 | 造成地面の亀裂 | N30°W | | |
| | 13 | 路面に亀裂 | N40°W | 右 15 | |
| | 14 | 稲取中学校校庭に亀裂 | N45°W | 右 | |
| | 15 | ミカン畑地面, 石垣に亀裂 | N45°W-N50°W | 右 50 | S上り5 |
| | 16 | 宅地面および木造家屋コンクリート基礎に亀裂(田村豊作宅) | N50°W | 右 80 | S上り5 |
| | 17 | ミカン畑に亀裂 | N45°W | 右 45 | |
| 入谷断層 | A | 石垣 | N42°W | 右 35 | S上り18 |
| | 18 | 路面およびビニールハウス内地面の亀裂, 19以下の亀裂とは連続しない | N15°E | 右 5 | |
| 大峰山断層 | 19 | ビニールハウス内の地面に亀裂, パイプ屈折, 擁壁に亀裂 | N5°E | 右 15 | |
| | 20 | 宅地面および路面に亀裂 | N20°W-N20°E | 右 | W上り15 |
| | 21 | 路面亀裂(道路と斜交) | N-S | | W上り |
| | 22 | 山腹斜面(ENE向き草地)に亀裂 | N35°W | | W上り20 |
| | 23 | 路面亀裂(道路と斜交) | N20°W | | |
| | 24 | 路面亀裂(道路と斜交) | N20°W | | |
| 根木の田断層 | 25 | 山腹斜面(NNE向き草地)に亀裂 | E-W | | |
| | 26 | 小屋内の土間に亀裂 | | 右 | |
| | 27 a | 切取崖面に亀裂 | N35°W | 右 5 (開口6) | |
| | 27 b | 27の北35cmに亀裂 | N10°E | 左 4 | |
| | 28 | 路面亀裂 | N40°W | | |
| | 29 | 宅地面に亀裂, 亀裂の北側で, 地盤が建物に対してSEに動く | N35°W | 地盤が建物に対してSE7 | |
| | 30 | 木造家屋の基礎と柱のずれ | | 地盤が建物に対してE15 | |
| | 31 | ミカン畑の亀裂 | N60°W | | |
| 32 | 稜線部の草地に亀裂, 延長10m以上 | N75°W | | | |
| 西町断層 | B | テニスコートに亀裂 | N30°W | 開口最大15 | W上り10 |
| | C a | 桜井順作宅 | N55°W | 右 25 | |
| | C b | 松村耕輔宅 | N55°W | 右 20 | W上り10 |
| | D | 道路亀裂 | N55°W | 右 10 | |
| | 33 | 木造家屋コンクリート基礎に亀裂 | N20°W | 左 8 | |

* 傾斜はいずれもほぼ垂直。A, C a, C b, Dは, 村井・松田・中村(1978)による。

Bは, 静岡大学災害地質調査班(1978)による。

表一 地震断層の諸元

| 名 称 | 一 般 走 向 | 延長(km) | 最大変位量(cm) | | 確 認 地 点 |
|--------|---------|--------|-----------|-------|---------|
| | | | 水 平 | 垂 直 | |
| 浅間山断層 | NW~WNW | 3+ | 左40 | S下り30 | 1~6 |
| 稲取東断層 | NW~NNW | 0.1+ | 右8 | | 7~8 |
| 西町断層 | NW~WNW | 0.3+ | 右25 | W上り10 | B~D |
| 稲取中央断層 | NNW | 0.4+ | 右10 | | 9~11 |
| 稲取西断層 | NW | 1.3+ | 右80 | S上り5 | 12~17 |
| 入谷断層 | NNW | 0.3+ | 右35 | S上り18 | A, 18 |
| 大峰山断層 | NNW | 1.3+ | 右15 | W上り20 | 19~24 |
| 根木の田断層 | WNW | 1.0+ | 右5 | | 25~32 |

2・2・3 西町断層

筆者らは、一部しか確認していないので、村井・松田・中村(1978)と静岡大学災害地質調査班(1978)の報告を参照する。この断層は、海蝕崖近くのテニスコート(地点B)から稲取警察署の西まで追跡できる。変位のセンスは、右ずれで、西上りである。村井・松田・中村(1978)は、この断層はほぼ北西に延び、後述する大峰山断層に続く断層(稲取一大峰山断層と呼んでいる)の一部と考え、西町ストランドと呼んでいる。地点Cでは2軒の家が大破している。

2・2・4 稲取中央断層

地点9aでは、海岸のコンクリート護岸が切断され、3cmの右ずれを発生している。この亀裂は、NNWにのび、道路を横断して観光ホテルへと続く(地点9b)。観光ホテルは5階建で、1~4階が鉄筋コンクリート造、5階が鉄骨造である。このホテルの中央付近では、亀裂の延長部で右ずれを起して大破している。さらに、亀裂の延長部は、ホテル裏の畑の亀裂へと続く。地点10では木造2階建家屋(料理屋味吉乃)の塩化ビニールのパイプが切断され、地盤が建物に対してS40°Eの方向に17cm動いているのが認められる。地点11では、稲取小学校校庭はずれの大谷石の石組が右ずれを起している。

地点9~11は、その線上に存在する建物の基礎に亀裂が入っていたり、道路に亀裂がみられたり、空地に亀裂があるなどの現象により、一連のものとして認められる。

さらに、地点11より北方の延長には、著しい斜面崩壊(死者が生じている)がみられたり、地盤の変位にともなうと思われる建物の被害がみられ、断層が延長していることが推定される。

なお、地点33では、木造家屋の基礎を切断し、道路まで続く亀裂がみられる。亀裂の走向はN20°Wで、木造家屋の基礎は8cmの左ずれを生じている。この地点に、何故このような走向を持った左ずれの亀裂が生じたかについては説明しえないが、このような現象がみられたことを報告しておきたい。

2・2・5 稲取西断層

地点13の東伊豆道路の路面にみられた右ずれの亀裂から、地点17のミカン畑の亀裂まで、校庭、路面、畑地の亀裂や、家屋の被害など、地震断層に伴う典型的な現象が連続して発生している。なかでも、地点15と16では地震断層の露頭が明瞭に現われていた。

東伊豆道路より南東側へは、家屋被害と路面被害が連続し、地点12の北側に広がる造成地の北西隅まで、追跡できる。造成地の南東隅には、何本かの亀裂が入っている。亀裂は全体としてはN30°Wの走向を持ち、地点13からのびてくる亀裂と連続するようにみえる。したがって

て、図一2に示されるように、不自然に曲るようにみえるが、地点12から地点17付近までを一連の断層と考えておきたい。地点17から北西への延長部では、隣接するミカン畑に亀裂や石垣の崩壊がみられないし、さらに、その先は谷となり、断層の存在を確かめることはできなかった。

2・2・6 入谷断層

この断層は稲取西断層の延長上に位置し、村井・松田・中村(1978)は、稲取一大峰山断層の入谷ストランドとしている。筆者らは地点18に後述する大峰山断層とは連続しない亀裂を発見したが、その南東への延長については、解らなかった。前述した村井らの報告により、地点Aと連続することが判明したので、この間を入谷断層とした。

2・2・7 大峰山断層

大峰山の北東を限る山麓線沿いには、道路に斜交する亀裂が何本もみられ、雁行するように位置していた(地点21, 23, 24)。亀裂は、ほぼ南北の走向を持ち、西上りで、長くは連続せず、10数m程度のものが多い。また、地点22では、山腹斜面に亀裂が生じていた。地点20付近にも多数の亀裂が生じていたし、地点19では、谷底を埋めるように整地された数段のビニールハウスからなる畑が、顕著な右ずれを示す変位を受けていた。これらの雁行する亀裂を結び、地点19に達する地震断層が、大峰山北東山麓に考えられる。地点19より南は、段々畑の石垣の崩れが連続することにより、谷の中を追跡できるが、途中で不明瞭になる。

2・2・8 根木の田断層

稲取と大峰山を結ぶ線から西に約1km離れている根木の田(地点27a)に、明瞭な地震断層の露頭が生じたことを、松田時彦助教授(東大地震研究所)から現地でお聞きした。この断層の西方への延長は、小さな谷底の中に追跡でき、宅地の亀裂(地点29)、木造家屋の被害(地点30)、ミカン畑の亀裂(地点31)などが連続している。さらに、稜線に出ると、延長10m以上にわたって、草地に亀裂が現われていた(地点32)。さらに、その延長をたどると、稜線を横切って、死者7名を出した七廻の大崩壊(後述6.2)地に達するが、途中には地震断層と関連させ得る現象はみつけられなかった。

根木の田断層の東方への延長は、村井・金子(1976)が指摘したリニアメントを構成している谷の南側斜面にみられる亀裂として地点25まで追跡できる。さらに、斜

面の崩壊の分布や、振動被害よりも地変にともなう被害と考えたほうがよい家屋被害の分布からみて、図一2の点線のように追跡できる。しかし、亀裂など、地震断層と直結するような現象は発見できなかった。

根木の田断層が確認できた地点25と地点32の間の距離は、ほぼ1kmある。一般走向は、WNWで、大峰山断層など、他の断層の一般走向よりも東西向き成分が強くなっており、余震観測などから得られる震源断層とほぼ同じ走向を示している。

2・3 震源断層との関係

島崎・Somerville(1978)によれば、この地震を発生させた震源断層は、長さ20km、深さ0~10kmの大きさを持ち、走向は、N90°E、傾斜85°、右横ずれ成分1.5m、縦ずれ(正断層)成分0.3mと計算されている。また、震源断層の西端が稲取岬の南端に達すると考えると、水準測量のデータを良く説明できると言う。一方、半田・徳山・吉田(1978)は、光波測量の結果から、地震時の地殻変形は、東西方向に伸び、南北方向に縮みとなることを明らかにし、稲取付近の地表に出現した地変のセンスと調和的であることを示した。また、津村ほか(1978)は、余震観測から、余震域を(i)大島付近から、ほぼ西にのびて、稲取付近に達するもの、(ii)稲取付近から西北西にのびて、天城峠から描越峠付近に達するもの、(iii)描越峠付近から南西にのびて、西伊豆に達するもの、に3分している。このうち、(i)を主破壊に相当するものと考え、(iii)を最大の余震を発生させた左横ずれ断層の破壊域と考えている。

一方、地表に現われた地震断層を調査した村井・松田・中村(1978)は、根木の田断層、浅間山断層(いずれも筆者らの根木の田断層、浅間山断層とほぼ同じ)、および稲取一大峰山断層(筆者らの、大峰山断層、入谷断層、地点13付近から12へかけての部分を除く稲取西断層、西町断層、の4つを一括したものとほぼ同じ)を図示し、この3本の地震断層のうち、浅間山断層と稲取一大峰山断層は地震動に誘発された深層のブロックすべりによる可能性があるとしている。小出ら(1978)も似た見解を示しているが、静岡大学災害地質調査班(1978)は、地塊によるブロック運動のちがいを考えている。

筆者ら(中野ほか,1978)は、後述するように、大崩壊地が梨本付近まで存在することや、墓石による加速度分布の調査結果から、震源断層の末端が梨本付近にまで達していると考え、伊豆大島付近から続く震源断層の西端にあたると思われる部分を、稲取一梨本線と仮称した。この部分は、津村ら(1978)による本震に続く破壊域の軸とほぼ一致している。

根木の田断層を震源断層につらなる地震断層とみるこ

とは無理は生じないであろう。その他の断層については、震源断層にともなう大きな雁行亀裂や、深層のブロックすべりの可能性があると考えられるが、その連続性など、不明な点が多い。とくに、稲取市街地の南西部では、雁行する亀裂からなる亀裂群が、それを連ねる地震断層の存在を示しているうえ、地震断層も雁行したり、交わるように見えたりしている。そのうえ、前述したように、地点33では、走向は他の亀裂の走向とあまり変らないのに、明瞭な左ずれの亀裂が発生している。

このように、一部には、未整理の問題もあるが、今までに得られた資料全体から判断して、稲取市街地南西部、根木の田断層、七廻や大池の大崩壊地（第6節参照）を通り、梨本へと続く線の付近に、震源断層の位置を求めて、被害の解析を進めることにする。

3. 墓石調査による加速度分布

3・1 調査方法とその問題点

著者らを含め、この地震においても墓石調査から（最大）加速度を推定する試みが、幾つかの調査グループによって実施されている。この方法による加速度の推定精度については、種々の観点から常に議論されてきたが、最も大きな問題は寸法効果であろう。

静的に墓石の挙動を考える場合に比べて、動的には墓石はかなり移動しやすくなる。それはロッキングなどを経て台石に衝突するとき、たとえ静的摩擦係数が地動の震度を上まわっていても、ロッキング・スリップなどの運動に移行する可能性をもっているからである（例えば望月・小林，1976）。したがって、墓石調査に際しては、みかけ上転倒している墓石の多くは台石上で転倒することなく落下したものとみなしてかかる必要がある。

しかし、次のような条件をもつ転倒墓石は数が少ないにしろ、多くの場合、丹念に調査すれば見出すことができる。

(i) 台石のない墓石、花立てなど：墓石についていえば、無縁墓石などで捨てコンクリート床などに並べてある場合がある。

(ii) 台石上に底を残して倒れているもの。

(iii) 墓石の下部隅角部などに新しい傷跡があり、かつ台石隅角部にそれに対応する傷跡（墓石が転倒するとき衝突して生じた）のあるもの。

(iv) ほぞで移動が止められている墓石。

著者らは、この地震を含め、以上の条件をもつ転倒墓石を資料として採用している。

かくして、確かに転倒したと推定される墓石を選定すれば、その墓石の大きさによって定まる臨界周期（望月，1976；小林，望月，宮野，1977）より長周期かつ転

倒限界加速度以上の成分が地動に含まれていたことが推定でき、不転倒墓石の寸法比との相関関係から、作用した加速度の範囲を絞ることは可能である。しかし、それが地動の最大加速度であるとは必ずしも云えない。

臨界周期は、寸法比が大きくなるほど長周期側に移行する。したがって、地動に比較的短周期の大きな加速度が含まれている場合には、一般の墓石の寸法からみて、この判定法による最大加速度は過小評価となる可能性をもつ。それ故、震央至近傍など加速度の大きいところではできるだけ小さな寸法の墓石を選定することが望ましい。最近の墓石では、その前面に一对の花立てをもつ場合が少なくない。これらは一般の墓石に比べれば寸法が小さく、この目的からは好都合な資料となる。ただ、寸法比が限られ、0.4～0.5の場合がほとんどである。しかも、加速度、500gal、すなわち寸法比が大体0.5といった場合、花立て程度の寸法でも臨界周期は0.5～0.6秒（例えば16cm×30cmで、大体0.52秒）とかなり長い側にある。

以上から、今回の調査でも震央至近傍における加速度推定値は過小評価になっている恐れはある。

表一3並びに図一3に墓石調査地点とそこでの転倒率、推定加速度を示す。調査は1月15日から5日間にわたり、3名（望月，宮野，荏本）で実施したが、全般的に墓地1ヶ所当りの墓石数が多いこともあって、明らかに落下ではなく台石上で転倒したと考えられる墓石などを大多数の墓地で見出すことができた。

表一3、図一3に示す加速度 α は、この転倒墓石と不転倒墓石の高さ H 、幅（奥行） B から、 $\alpha = B/H \times g$ で推定したものであり、 α/g を合震度とみなすことは、水平動加速度を過小評価することになるため、ここでは水平動の加速度と考えている（望月はか，1976，1977，1978）。なお、図一3の鎖線は、筆者らの発見した地震断層（前出2）およびその徴候のある現象（中野ほか，1978，表2・・図1）と、津村ほか（1978）の余震分布から推定した伊豆大島近海から河津町梨本付近に至る推定震源断層線である。（2・3参照）

3・2 加速度分布に関する若干の考察

この地震における強震計による各地の最大加速度は、国立防災科学技術センター（1978）に示されている。しかし、墓石調査結果と直接比較しうるような震央近傍での記録は得られていない。それ故、両者の対応性の検討はできないが、それぞれの震央距離（ここでは前記した震源断層線からの距離とする）と加速度の関係、両者の連続性は概観できる。

図一4は、国立防災科学技術センター（1978）の強震観測地点の詳細な位置を確認し、地図上に示したもので

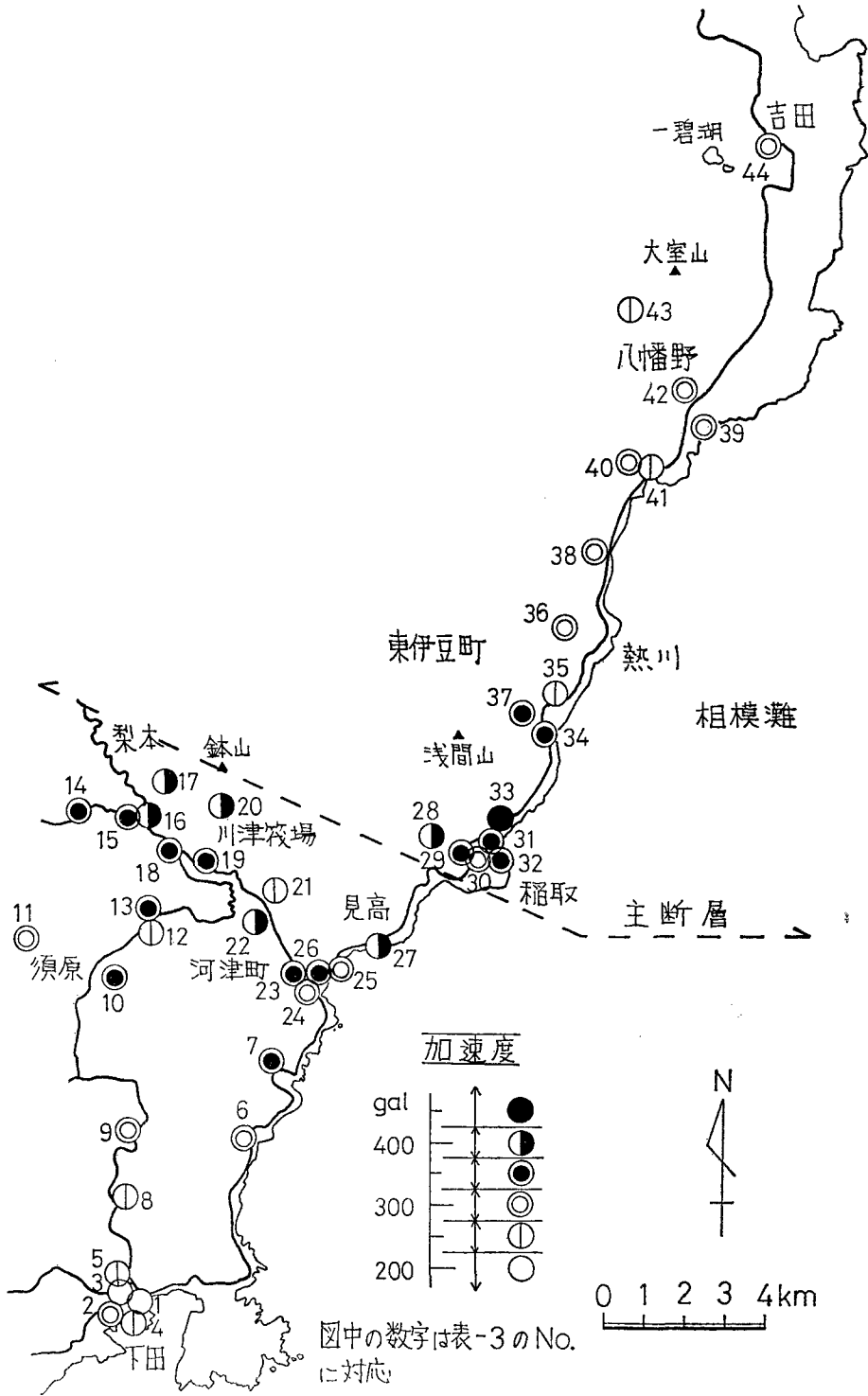
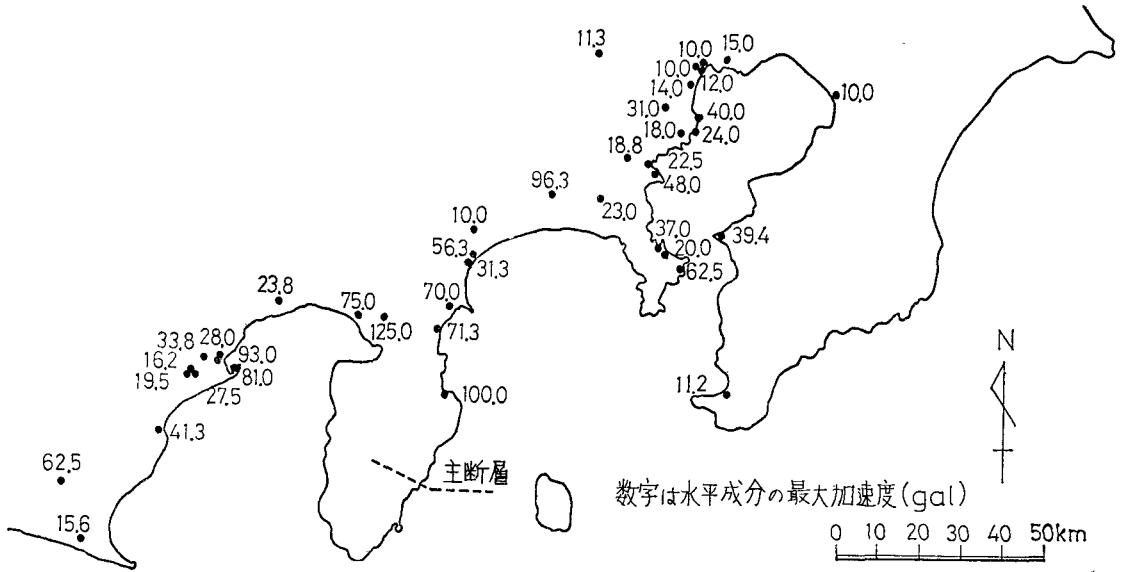


図-3 墓石調査による加速度分布

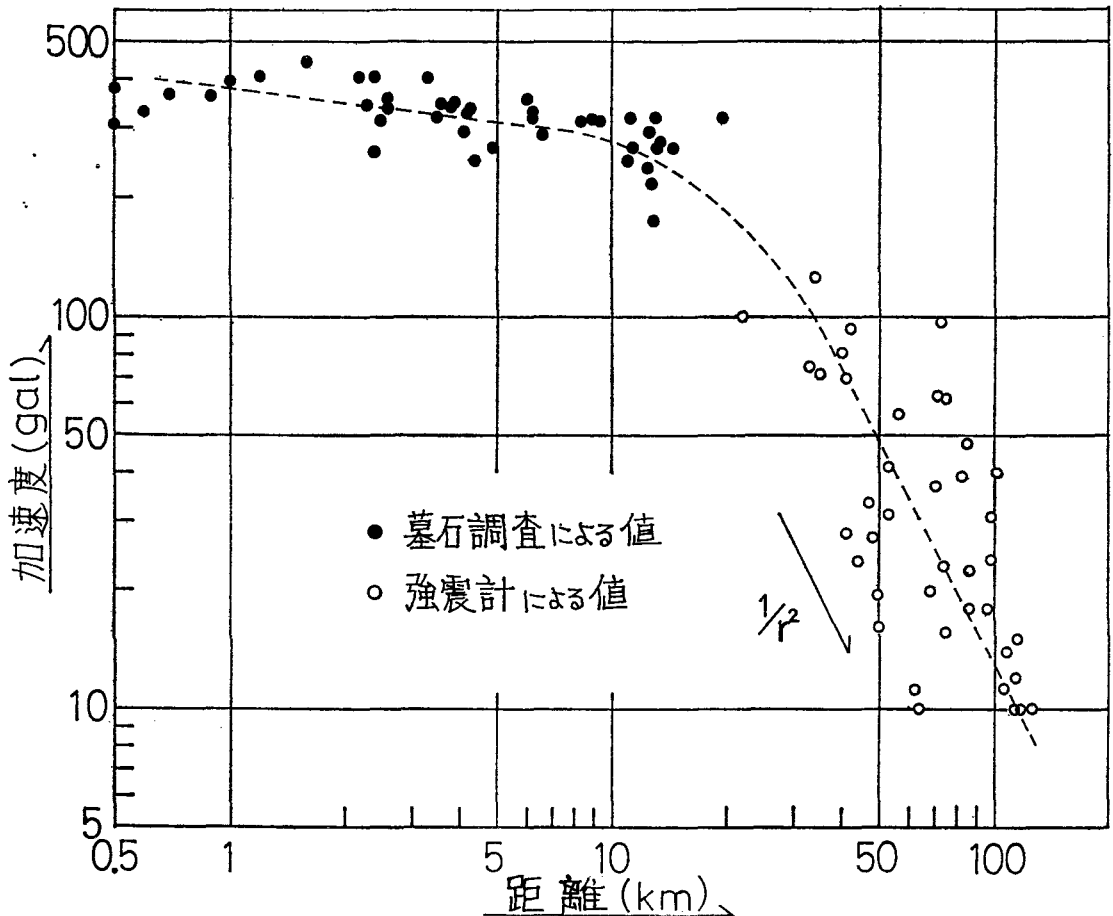
表-3 墓石調査結果一覧表

| No. | 地区名 | 位置 | 地形概況 | 調査墓石数 | | 推定 加速度 | 転倒率 (%) | 主な転 倒方向 | 震央距 離(km) |
|-----|-----|-------|-------|-------|-----|-----------|------------|------------|--------------|
| | | | | 転倒 | 不転倒 | | | | |
| 1 | 下田 | 宝福寺 | 平地 | 2 | 2 | 219 | 2 | | 12.8 |
| 2 | 下田 | 本覚寺 | 平地 | 6 | 4 | 320 | 35~40 | | 13.0 |
| 3 | 下田 | 大安寺 | 山裾平坦地 | 1 | 1 | 175 | 1 | | 12.9 |
| 4 | 下田 | 泰平寺 | 平地 | 2 | 3 | 267 | 2~3 | | 13.1 |
| 5 | 下田 | 福泉寺 | 平地 | 0 | 3 | 237未満 | 0 | | 12.5 |
| 6 | 板戸 | 善福寺 | 山腹平地 | 1 | 2 | 313 | 4~5 | | 8.3 |
| 7 | 縄地 | 地福院 | 山腹平地 | 1 | 1 | 332 | 0~1 | | 6.2 |
| 8 | 立野 | 仏原寺 | 山腹斜面 | 2 | 2 | 249 | 0~1 | 南南西 | 11.0 |
| 9 | 松尾 | 満昌寺 | 山腹斜面 | 0 | 3 | 312未満 | 0 | | 9.3 |
| 10 | 茅原 | 野三源寺 | 山腹斜面 | 5 | 6 | 359 | 30 | 南, 北 | 6.0 |
| 11 | 入谷 | 楞澤寺 | 山腹斜面 | 1 | 3 | 320 | 29 | 北東 | 6.2 |
| 12 | 逆川 | 道路端 | 山裾平坦地 | 1 | 7 | 250 | 13 | 西 | 4.4 |
| 13 | 逆川 | 普門院 | 山腹斜面 | 2 | 1 | 340 | 98 | 全方向 | 3.8 |
| 14 | 大鍋 | 長慶院 | 山腹斜面 | 3 | 3 | 355 | 35~40 | | 2.6 |
| 15 | 川横 | 道路端 | 山裾平坦地 | 1 | 1 | 343 | | | 2.3 |
| 16 | 川横 | 慈眼院 | 山腹斜面 | 4 | 4 | 406 | 80 | | 2.2 |
| 17 | 泉奥 | 原 | 山腹斜面 | 2 | 2 | 392 | | 南南西 | 1.0 |
| 18 | 下佐ヶ | 野寿雲院 | 山腹斜面 | 2 | 2 | 338 | 68 | | 2.6 |
| 19 | 筏場 | 三養院 | 山腹斜面 | 3 | 3 | 348 | 83 | | 2.5 |
| 20 | 上佐ヶ | 野延命寺 | 山腹斜面 | 3 | 2 | 408 | 95 | | 1.2 |
| 21 | 沢田 | 涅槃堂 | 山腹平地 | 4 | 2 | 263 | 38 | | 2.4 |
| 22 | 下峰 | 東大寺 | 山腹斜面 | 5 | 4 | 404 | 78 | 南, 北 | 3.3 |
| 23 | 谷津 | 栖足寺 | 平地 | 5 | 3 | 345 | 53~60 | | 3.9 |
| 24 | 谷津 | 専光寺 | 山腹斜面 | 3 | 3 | 295 | 1~2 | | 4.1 |
| 25 | 浜 | 称念寺 | 平地 | 7 | 3 | 320 | 28 | | 3.5 |
| 26 | 浜 | 長福寺 | 平地 | 3 | 5 | 347 | 42 | | 3.6 |
| 27 | 見高 | 浜真乘寺 | 丘陵地 | 4 | 4 | 408 | 88 | | 2.4 |
| 28 | 入谷 | 栄昌院 | 山腹平地 | 4 | 1 | 381 | 95 | 全方向 | 0.5 |
| 29 | 稲取 | 济広寺 | 丘陵斜面 | 4 | 5 | 330 | 86 | | 0.6 |
| 30 | 稲取 | 善応院 | 丘陵地 | 3 | 4 | 306 | 78 | | 0.5 |
| 31 | 稲取 | 成就寺 | 山腹平地 | 6 | 5 | 363 | 58 | 北東, 南西 | 0.9 |
| 32 | 稲取 | 正定寺 | 砂州 | 3 | 3 | 364 | 88 | 南西 | 0.7 |
| 33 | 新田 | 蓮行寺 | 丘陵地 | 5 | 3 | 445 | 95 | | 1.6 |
| 34 | 白田 | 東泉院 | 山腹斜面 | 3 | 4 | 329 | 78 | 南, 北 | 4.2 |
| 35 | 片瀬 | 龍淵院 | 山脱斜面 | 1 | 2 | 267 | 48 | 南南東 | 4.9 |
| 36 | 向町 | 自性院 | 山腹斜面 | 3 | 3 | 290 | 86 | 南, 北 | 6.6 |
| 37 | 山根 | 普応寺 | 山腹斜面 | 3 | 4 | 337 | 62 | 南, 北 | 4.3 |
| 38 | 大川 | 龍豊院 | 山腹斜面 | 3 | 3 | 315 | 26 | 南東 | 8.9 |
| 39 | 八幡 | 野称名院 | 丘陵地 | 4 | 3 | 294 | 2~3 | 南 | 12.6 |
| 40 | 赤沢 | 清月院 | 山腹平地 | 1 | 3 | 320 | 1~2 | | 11.2 |
| 41 | 赤沢 | 清月院 | 谷底平坦地 | 4 | 1 | 267 | 19 | | 11.3 |
| 42 | 八幡 | 野岡大江院 | 山腹斜面 | 3 | 3 | 276 | 25 | 南南東 北北西 | 13.4 |
| 43 | 八幡 | 野池龍溪院 | 山腹平地 | 1 | 4 | 266 | 1 | 西南西 | 14.4 |
| 44 | 吉田 | 光栄寺 | 平地 | 4 | 4 | 320 | 16 | 北東 | 19.6 |

注) 震央距離は余震分布から推定した推定地震断層から各地点までの最短距離



図一4 推定震央位置・強震計観測地点とその加速度



図一5 震央距離と加速度の関係

ある。また、地点上の数字は観測地点におけるそれぞれの最大水平動加速度である。

この加速度値と墓石による推定値を推定震源断層線からの距離 r に対してプロットしたものが図-5である。図からみられる顕著な特徴は、墓石による推定加速度（震央近傍における加速度）の距離減衰が緩慢であるのに対し、強震計による値（far fieldの加速度とみなせよう）のそれは極めて大きいことである。後者は大体 r^2 に逆比例している。

地動の最大加速度を地震のマグニチュード、震央(源)距離などに関連付けようとする試みは、これまで推定式として、あるいは個々の地震に対して少なからず示されてきた。それらの多くは、震央(源)に近づくにつれ、両対数紙上で接線勾配が減少するなめらかな曲線で表わされている(例えば、Blume, 1977; 小林ほか, 1978)。そのような事例と比較すれば、図-5の鎖線(関数化しているわけではない)は特異なものではなく、むしろ一般に認められつつある傾向と思われる。しかし、震央近傍における曲線の勾配が図-3の鎖線に比べて大きい場合もかなりあり、幾つかのより高い加速度も実測されている。

また、村松(1969)は震源域における震度の上限は地震規模によらないとしており、小林ほか(1978)は震源域での地震基盤の加速度は $M=7\sim 8$ 級では、地震の規模でほとんど変わらず大体 250gal と計算している。これに従えば、地震基礎が露出している場合で 500gal 程度となり、一般の地盤の地表では、それ以上となる。望月ほか(1977)は、主として第2次世界大戦以前の $M=7.0$ 程度以上の幾つかの地震の検討から、圧死者/全壊住家数(100棟)の値が震央至近傍では $12\sim 13$ 人/100棟であり、地震によりほとんど変わらないことなどから、震央至近傍の地震動の強さは一定規模以上の地震ではほぼ同程度、最大加速度で $500\sim 600$ gal と推測している。

以上のような点から考えれば、震央至近傍の加速度推定値は、やや低い側に評価しているかも知れない(特に $r < 1.0$ km の地域など)。

また、上記したように震央近傍とそれからある距離をはなれた遠方では加速度の距離減衰の比が異なる傾向にあると一般に推測されるようになってきた。その境界は、この程度の規模の地震の場合、大体 $10\sim 20$ km にある(例えば、Blume, 1977; 尾崎ほか, 1978; 小林ほか, 1978)。この点でも図-5は大体合っており、今回の墓石調査による推定加速度が上記の理由などから部分的に最大加速度に対応していなかつたところもあると思われるが、全体的には大きな誤りはないと考えている。

なお、震央近傍 ($r < 10$ km) における加速度の距離減衰がかなり緩慢である理由は、4・1、および小林(1978)が示しているように、当地が極めて脆弱な火山岩・火砕

物などで厚く覆われているため、断層が雁行亀裂になるなど攪乱帯が広いことによるとも考えられる。このように考えれば、この地震による断層(雁行亀裂)並びに被害分布の連続性(集中性)が悪いといった現象と、震央至近傍においても加速度が比較的lowく、その距離減衰も緩慢である加速度推定結果は調和的ではある。ただし、小林(1978)の計算結果などは震央近傍での加速度レベルは図-5に比べて高いが、より距離減衰は緩慢であり、今後なお検討すべき点は多い。

4 伊豆稲取地区の被害

4・1 地形と地盤

小野・角(1959)の図によると、稲取の市街地は、稲取泥流上に立地している。稲取泥流は、浅間山や大峰山など、起伏のある地形を形成して浅間山熔岩流の、谷状の部分埋めて分布するという。したがって稲取泥流の形成する地形は、浅間山熔岩流が形成する地形より、はるかに平坦で、両者は明瞭に区別できるという。

また、天城火山群の地質を詳しく調べた倉沢(1959)は、大峰山を形成する大峰山安山岩熔岩と、浅間山を形成する浅間山熔岩とを区別している。しかし、どちらも燈台ののる台地状の地形が、浅間山熔岩からなるということは共通している。

以上のように、稲取地区の地質は、地質学的にはいくつかの火山起源のものに分類可能であるが、地盤という観点からは、地質学的に分類された単位には、その性質に大差はみられない。それよりも、沖積層と一括されている地域での堆積物の差や、斜面を構成している堆積物の差の方が、地盤という問題からは重要である。したがって、ここでは、空中写真を利用した地形の判読や、収集したボーリング柱状図を手掛りとして、地盤の概要をのべることにする。

図-6に稲取地区の地盤区布図を、図-7に収集できた柱状図を示してある。

1は、稲取港周辺にみられる。最表層部は、砂や礫まじりのロームの二次堆積物からなるが、その下位には、粘性土が分布する(図-7・A)。粘性土の厚さは、海側ではより厚くなると思われるが、資料がない。

2は、稲取地区では、分布はせまいが、地盤が最も悪いところである。最表層部に厚さ5mを越す陸成の粘性土が分布し、その下位にも起源は不明であるが、粘性土が分布する。(図-7・B)。下位の粘性土のN値は比較的大きいが、海岸付近で聞たところでは、大きなホテルでは20mを越す支持杭を使用しているという。

3は、1の上流に続く小谷底にみられる。最表層部に河床礫が薄くではあるが分布し、その下位に、火山礫が

分布する。

4は、急斜面下の崖錐堆積物からなるところである。1～4の地域では、火山性堆積物以外の堆積物が、表層に分布している。

5は、稲取の主要な市街地が分布するところで、多少の傾斜はあるが、ほぼ平坦である。ほとんど火山砂礫からなる地盤であるが、最表層部は風化が進んだり(図一7・C)、ローム層が分布している。

6は、燈台ののる台地(図一7・E)や、市街地東方のあまり起伏の大きくない台地状の地域(図一7・D)にみられる。燈台の南側には高い海蝕崖があり、安山岩質な熔岩上に、火山砂礫やローム層が分布するのがみられる。

7は、市街地からはずれた丘陵地にみられ、厚い火山砂礫からなる地盤である(図一7・F、G)。ローム層も分布するが、厚さは、まちまちである。5、6、7の

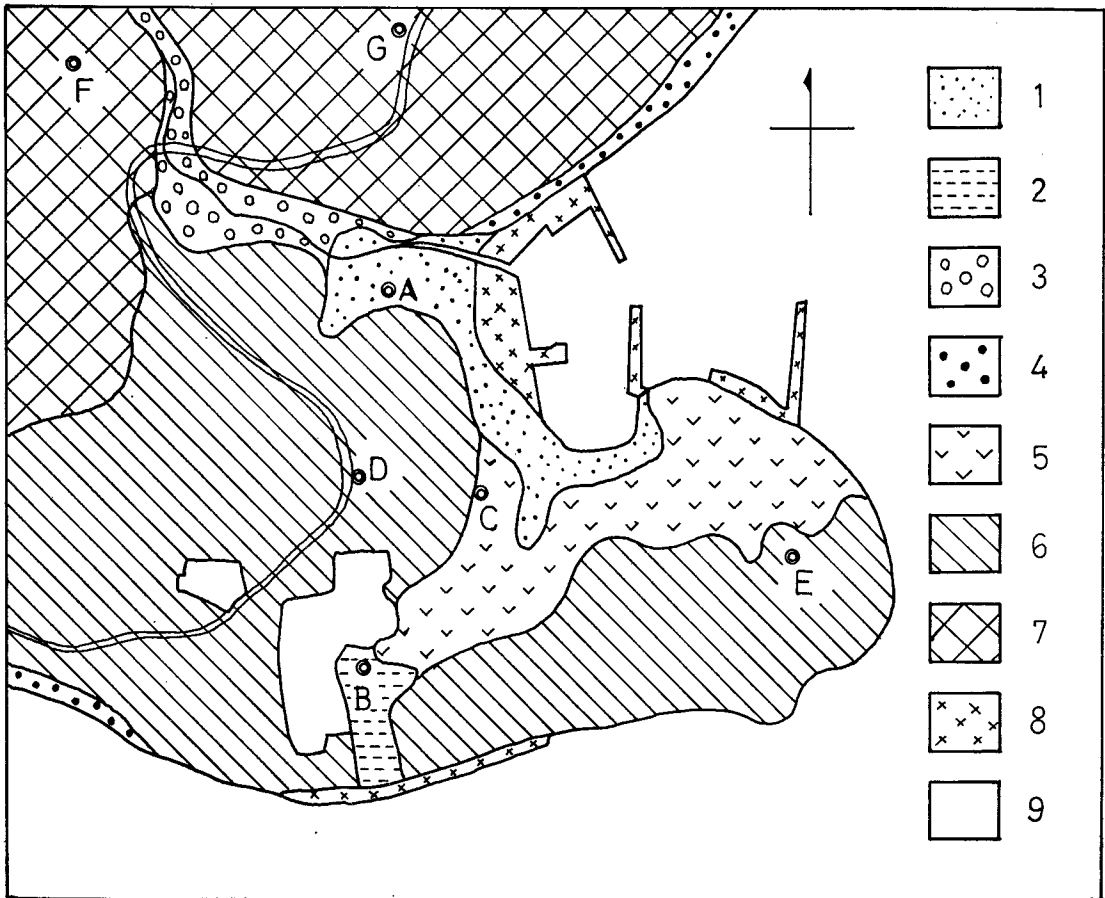
地域とも、火山砂礫層は、ボーリング核状図に示されているように未固結び、N値のバラつきが非常に大きい。

8は、港湾施設や道路になっている盛土地である。また、9は、大規模な切土地などの人工改変地である。

4・2 被害の線状分布

既に述べてきたように余震分布とそれらにもとづく震源モデルの解析並びに地質学的調査から、この地震の震源断層は稲取温泉市街地の地下を経て内陸に伸びていると考えられている。ために稲取地区は大規模な斜面崩壊による被災地を除けば最も大きな被害をうけている。

したがって、屋根瓦、特に棟瓦の移動、落下、ガラスの破損、壁の亀裂、その他いわゆる2次部材の被害まで含めれば、この地区の建物のほとんどは何らかの損傷をうけている。このうち、ある規模以上の被害、例えば全

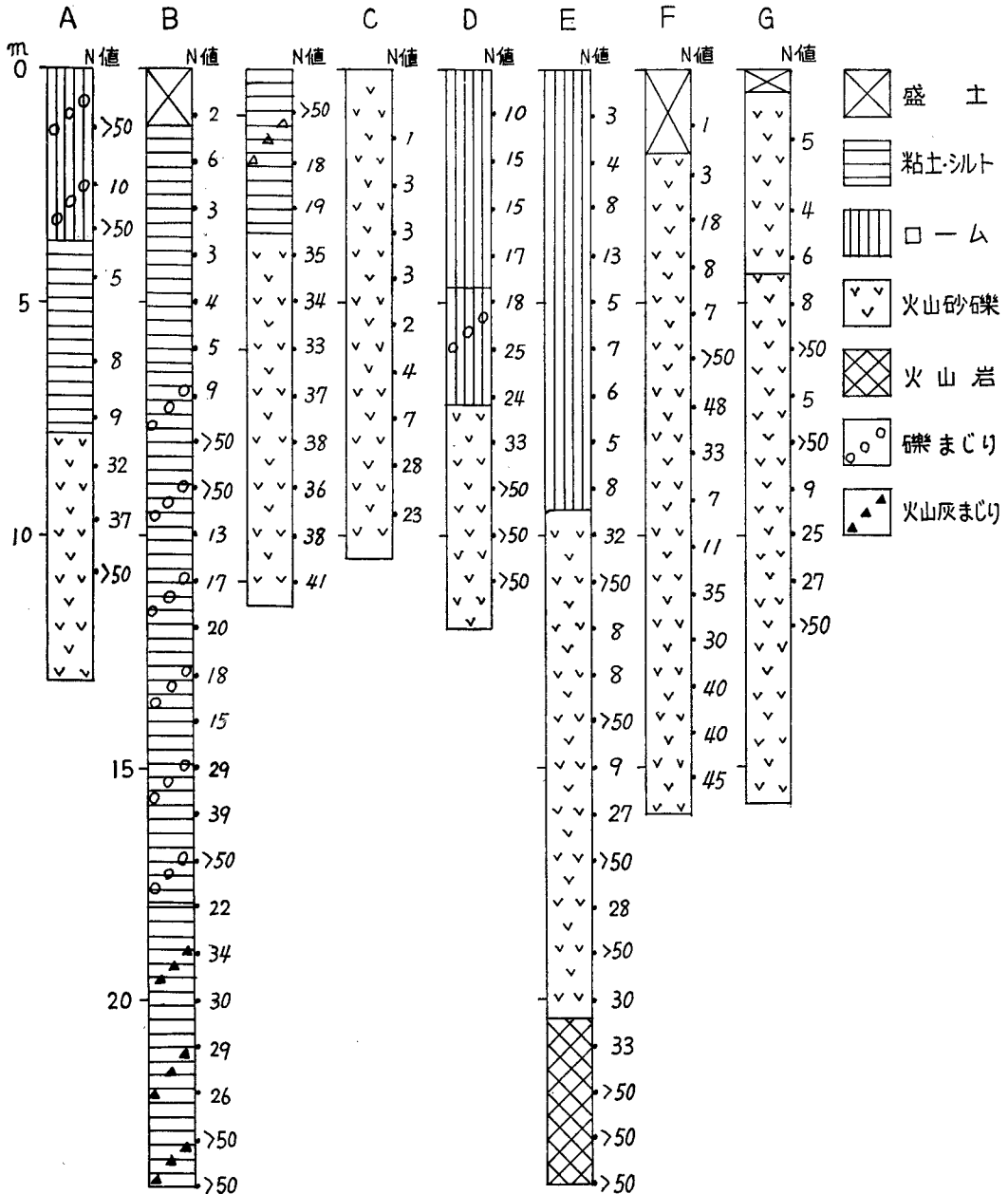


図一6 地盤区分図

1：沖積地Ⅰ， 2：沖積地Ⅱ， 3：沖積地Ⅲ， 4：沖積地Ⅳ， 5：ほぼ平坦な後傾斜地， 6：起伏の小さい台地状の斜面， 7 起伏の大きい火山麓斜面， 8：埋立地， 9：人工改変地。(縮尺約1：7800)

図-7 ボーリング柱状図例

ボーリング地点は、図-6 に示してある。



壊れた家、鉄筋コンクリート造や鉄骨造建物で比較的大きな被害を受けているもの、並びに顕著な擁壁の崩壊地点などを地図上にプロットしてみると同様に一見ランダムに分布しているように見える。

このような場合、マクロにみれば、地下に伏在する震源断層直下にさして広くもないこの地区全体が立地しているのだから、全体的に同程度の強さの地動を受け、個

々の構造物の耐震性の差異が被害程度を分けたと簡単に片付けられがちである。

しかし、丹念に調査していくにつれ、同程度の耐震性をもつと思われる住家そのほかの構造物間の近距離間での被害程度の差異が無視しえないことが明らかになってきた。すなわち、この狭い地域内の被害の差異の原因を振動面からとらえ、個々の建物などの構造上の問題、地

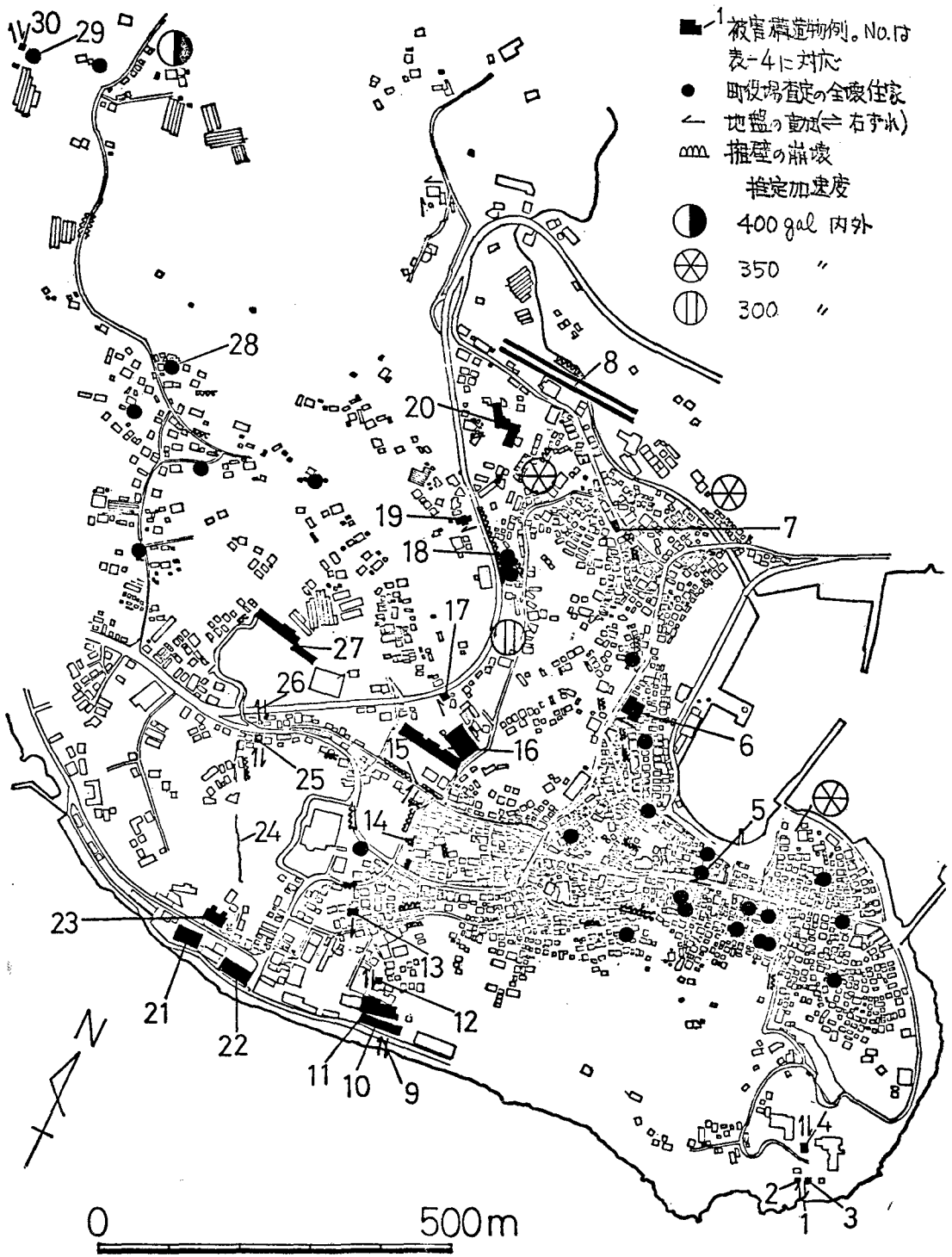


図-8 稲取地区の構造物被害分布

表—4 地震断層に関連する主な建造物の被害概要

| No. | 構造物名 | 構造および被害状況 |
|-----|----------------|---|
| 1 | 灯台敷地フェンス | コンクリートブロックとその基礎。右ずれ8cm切断。同地点下方海蝕崖にきれつ 走向ほぼNW。 |
| 2 | 灯台付属屋 | RC1F灯台から分離、不同沈下。 |
| 3 | 灯台付属屋外部階段 | RC。1段目と2段目間で右ずれ6cm切断。前面土間コンきれつ多数。 |
| 4 | 前田げん宅 | RC3F。1FRC、ブロック壁右ずれ大破（ラーメンの被害軽微）。 |
| 5 | ブラザー編物教室 | S3Fモルタル仕上。2Fブレース面外座屈。 |
| 6 | ホテルやまだ荘 | S4Fブロック壁モルタル仕上。仕上大破、ブレース面外座屈。 |
| 7 | 伊豆信用金庫 | RC3F。1F柱脚に剪断きれつ。 |
| 8 | 伊豆稲取駅ホーム 護岸 | 最大25cm沈下。周囲護岸（間知石練積）大規模崩壊。 コンクリート擁壁。上部右ずれ7cm、下部右ずれ3cm。道路きれつ、ホテル内部 に連続走向N30°W。 |
| 9 | | |
| 10 | 観光ホテル | RC（1～4F）、S（5F）。建物中央付近右ずれ大破。 |
| 11 | 同上 | S3F。No.10建物被害位置に相当する部分で右ずれ大破。 |
| 12 | 鈴木たき宅 | 木造2F。コンクリート布基礎右ずれ切断。半壊。 |
| 13 | 料理屋味好乃 | 木造2F。建物N40°Wへ17cm滑動（雨どいの切断などから実測）。 |
| 14 | 鈴木宅 | 木造2F。コンクリート布基礎左ずれ8cm切断、原因さらに検討の要あり。半壊。 |
| 15 | 稲取小学校校庭擁壁 | 大谷石空積。組石右ずれ、5～10cm、地割校庭に連続。大谷石崩全面崩壊。 |
| 16 | 稲取小学校 | S3F。体育館、天井板大規模落下、ブレース面外座屈。RC4F校舎被害軽微。 |
| 17 | 内山宅 | S2F。仕上モルタルに水平きれつ、はくり。半壊。 |
| 18 | 擁壁と住家 | 多段式空積擁壁の大規模崩壊とそれに伴う木造住家の圧壊、死者2名。 |
| 19 | ガソリンスタンド | RC2F。1FNE前部ピロティ形式。ブロック壁、ガラス大破。（ラーメン の被害軽微）。 |
| 20 | たなかホテル | 前面S3F部分。ブレース切断。仕上きれつ。RC部分の被害は軽微。 |
| 21 | 東海ホテル | RC8F。大型ガラス破損。3Fエキスパンション部、エレベーターホールに振 動きれつ。構造被害軽微。 |
| 22 | ホテル伏見 | RC6F。北面外壁2、3、4F壁面に振動きれつ。各階内壁に小さきれつ。被害 軽微。 |
| 23 | ホテル白雲閣 | RC5F。1FNS方向大梁にS方向落ち大ききれつ他構造被害目立つ。 |
| 24 | 空地地割 | 走向N30°W。 |
| 25 | 田村石男宅 | 木造1F。土間コン、犬走りコン右ずれ切断。半壊。 |
| 26 | 国道135号線 | センターライン右ずれ15cm。地割はNo.27のコンクリート擁壁の縦きれつに連続。 |
| 27 | 稲取中学校 | RC3F。主として中央階段室の梁、スラブ、柱にねじれ振動による大ききれつ。 校庭に地割、走向N45°W。 |
| 28 | 田村林助宅 | 木造1F。納屋土間および前面地盤に大ききれつ。全壊。 |
| 29 | 田村豊作宅 | 木造1F。コンクリート布基礎、犬走りコン右ずれ切断。建物SW隅に被害大。 半壊。 |
| 30 | 同上付属小屋 | 木造1F。建物隅角部基礎下で断層移動量確認（上屋損傷なし）。 |

形・地盤の違いに帰することはできそうにないことがわかった。

それ故、このような被害分布をもたらした原因、このことがまた個々の建造物の被害のメカニズムにもなるはずであるが、それを調査するため、この地区における建造物（主として建物）のほぼしつ皆的な調査と地変の調査を行った。

すでに各方面で報告され、第2節でも記述されているように、この地区周辺では数条の地震断層（雁行亀裂）が確認されており、またRC造、S造建物の被害も報告されているが、両者の間の関係はあまり調べられていない。

著者らは、1974年伊豆半島沖地震の際の調査体験などから、特異なあるいは一般の被害に比べてそれが著しい

構造物の被害状況とその周辺を丹念に調べていけば、地盤の挙動を示す手掛りが得られる場合があるし、それから被害原因を知ることも可能であると考え、上記の調査を行った。その結果、大きな被害はほぼ3本の線上ないしその至近傍に分布することがわかった。

図-8、表-4に、この3本の線に関連する(あるいは説明に必要な)幾つかの構造物、地盤亀裂の位置とその状況概略を示す。各線上では、明らかに地盤の右ずれによる直接的な構造物被害が少数ながら確認できた。これらの構造物被害の分布などから推定される線が、それぞれ稲取東、中央、西断層である。

すでに2・2・2で述べられているが、稲取東断層で明白な右ずれがみられるのは、まず、表-4、図-8の1~3である。1は燈台敷地のフェンスのコンクリートブロックとその基礎であり、そこでのくいちがい変位は約8cmである(写真-1)。そこから約10m北側に燈台付属屋があり、RC造の外部階段がかけられている。この階段の1段目と2段目が完全にくいちがっており(せん断破壊)、変位約6cmを示している(写真-2)。変位量がさほど大きくないため、燈台前の道路にはわずかに亀裂がみられるのみで、くいちがいは認められない。しかし、道路をはさんだ、4・の位置にするRC造3階建て(1Fピロティの外周を帳壁的にコンクリートブロック壁で塞ぎ、かつ1Fのみブロック造で若干の増築を行っている)建物のブロック壁の1階上部に明らかな右ずれのくいちがいがみられる(写真-3)。すなわち、建物の東側の部分は地盤とともに南へ、その西側の部分は北へ動いたのである。その延長は、地盤亀裂によっては確認できないが、擁壁の顕著な崩壊(写真-4、位置5、図-8)、全壊住家の分布、5、6(ホテルやまだ荘、屋内外とも仕上大破)の鉄骨造建物の被害程度とブレースの座屈状況(E方向下がり)等から、この断層は両建物の東側至近傍を通り、8、伊豆稲取駅ホーム付近に連続する可能性をもつ。

稲取中央断層についても、2・2・4でふれているが主として構造物の面から説明を補足する。9のコンクリート護岸の亀裂状況を写真-5に示す。変位量は小さいが明らかに右ずれであり、そこから延びる亀裂は道路を横切り、観光ホテル外壁面の明瞭な縦亀裂に連続する。このホテル10もまた、左右に隣接するほとんど無被害のホテルと同様、外見上は軽微な被害にみえる。しかし、断層線に沿うある局部的な範囲に限られるが、建物それ自身に右ずれのくい違いがみられる。すなわち、護岸、道路の亀裂の延長上でスラブは切断され、建物東側の部分は南へ、その西側の部分は北への変形を強制されている。ために、その近傍の柱には著しいせん断亀裂が生じており、1本は完全に破壊している(写真-6、7)。

10に接する11は同じく、観光ホテルの一部であるが、

この建物はS造である。10をせん断した亀裂の延長の部分でこの建物も切断されている。前記RC造の部分に比べ剛性が低いため、建物に残る右ずれのくいちがいは、さらに明瞭である(写真-8、9、10)。

写真-11は、地盤と建物の相対変位(17cm)を示す両どいの切断状況(13)であり、写真-12は15稲取小学校校庭の大谷石空積擁壁にみられる右ずれである。これに連続する擁壁背面(校庭)の地割れは長さ約8mで消滅し、前面道路の同位置には亀裂は確認できない。

稲取小学校16のRC造校舎は若干ガラスが割れ、壁に亀裂が生じたのみで被害は軽微である。しかしS造の体育館では、石膏ボードの天井板が大規模に落下しており相当大きな上下動が作用したことを推測させる。また、ブレースが面外座屈している。

この延長上に2段の石練り積(モルタル)擁壁が崩壊し、ために住家が圧壊して2名の死者を生じた地点18がある。この近辺には半壊住家が集中している。また、18に隣接してコンクリート擁壁(高さ12m)に亀裂が生じ、盛土が移動したことによって傾斜した厚生年金住宅、RC造4階建てがある。

稲取西断層についても、2・2・5に記述があり、ここでは補足説明に限定する。すでに示してきたように、稲取東、中央断層は海岸まで達していることが確認できた。しかし、この西断層の末端は明確には確認しえない。23のホテル白雲閣は、RC造建物のうちでは、前記観光ホテルに次ぐ被害を生じている(写真-13)。この建物はRC造4階+S造1階で、梁間方向2スパン、桁行6スパンで崖地に建てられており、南側の基礎のみが後列のそれより大体8m低くなっている。最大の被害は基礎梁と2階床梁(スパン方向)のせん断破壊という型で生じたが、同方向の壁の亀裂なども著しい。

しかし、21、22のRC造ホテルなどの被害は比較的軽微であり、また海岸道路、護岸にも移動の痕跡は認められない。一方、白雲閣の北方には、24で示されるかなり顕著な地割れがみられる。このような点から、この断層の末端はホテル白雲閣の近辺と推測している。

この断層は、2・2・5で述べているように、25の住家(写真-14)より北東側では、かなり連続性がよく、26の国道にくいちがい(写真-15)を残し、27の稲取中学校校庭南端のコンクリート擁壁を切断して、校庭に明白な地割れを刻んでいる。

稲取中学校の被害は、この地震での学校建築の被害としては最大である(写真-16)。図-8からもわかるように、この建物は、校舎の桁行方向の軸がずれているがエクspansionはなく一体である。平面上不連続にみえる西側校舎の東端が階段室となっており(3階建て)、これに東側校舎が接続する型になっている。断層に近いと思われる西側校舎が剛性の高い階段室東端(東側校舎

の接続部)を固定端として南北にかなりふりまわされたと推測され、上記固定端の各階床スラブ、梁端には各階とも写真が示すような大きな亀裂がほぼ南北に向って走っている。また、桁行方向の振動による柱や軸壁の亀裂も多数みられる。

以下、断層による住家の被害の典型を写真-17(布基礎の切断)に、80cmの右ずれくいちがい量が確認された30地点の地割れの状況を写真-18に示す。

以上のように、この地区で生じた主な建造物の被害とその分布は地震断層(雁行地割れ)の活動でかなり明解に説明できる。ただ、断層変位の向き、くいちがい変位を示す被害型が少なく、推定の域にとどまる部分も多い。これは特に中央、東両断層の変位量が小さいこと、未固結層の厚さが全面的に比較的大きい(図-6、7)ことによると考えられる。

市街地におけるこれらの地震断層は、すでに述べてきたように大局的にみれば推定震源断層に伴う雁行亀裂とみなせよう。したがって、震源断層がほぼ市街地直下を通る稲取地区においてさえ、大きな被害のほとんどが、直接的にはこの亀裂の発生に関連して生じたということになる。

いいかえれば、 $M=7.0$ と近地地震としてはかなり大型な地震の震源至近傍においてさえ振動そのものによる被害が比較的軽微であったことを示唆するものであり、被害分布が、図-6の地盤図のそれぞれの地盤種別とあまり相関性をもたないことと調和している。

5 住家の被害状況とその分布

ここでは、被災地全域の住家被害の状況とその分布を概観する。最近の木造住家の耐震性の著しい向上が一因をなすものと推測されるが、同規模程度の北伊豆地震などに比べて全般的に被害程度は大変低いといえそうである。

5・1 被害の特徴

この地震によって生じた大規模崩壊地は、ほぼ推定震源断層直上あるいはその至近傍にあり、ならしてみれば、墓石による推定加速度、住家全壊率、被害率も推定震源断層近傍で高く、離れるに従い減少する傾向はある。しかし、全般的に被害が小さく、また、3・2の稲取地区で示したように、大きな被害は推定震源断層に雁行する断層の影響を強くうけている。しかも、これらの雁行する断層(亀裂)の変位が一般に小さく地表における連続性が悪いことから、それらの線に沿って追跡しても、被害が1975年伊豆半島沖地震における石廊崎、入間地区でみられたような著しい連続性は示さない。

この地震の以上のような被害特性から、被害分布を単純な型に整理するのは大変難しいが、ここではややマクロな観点から、住家全壊率、被害率と震央(推定震源断層)からの距離の関係、それらの発生限界距離、被害の内訳などをまとめてみる。

東伊豆町、河津町、下田市における全・半壊住家の原因別内訳として、下田土木事務所が調べた結果を表-5に示す。

表-5 全壊半壊住家の原因別内訳
(S53.3.17 下田土木事務所より)

| 市町名 | 調査棟数 上段:全壊 下段:半壊 | 全壊半壊の原因別内訳 | | | |
|------|------------------------|------------|--------------|----------|-------|
| | | 崩土による | 建物下の擁壁の崩壊による | 地盤の沈下による | 振動による |
| 東伊豆町 | 53 | 4 | 21 | 6 | 22 |
| | 91 | 3 | 24 | 6 | 58 |
| 河津町 | 54 | 12 | 21 | 8 | 13 |
| | 82 | 11 | 22 | 11 | 38 |
| 下田市 | 6 | 1 | 0 | 0 | 8 |
| | 11 | 0 | 0 | 0 | 11 |

前述した断層の変位による被害は、振動のところに含まれている。また、地盤沈下とするのは盛土による造成地などで生じたのであり、そのほとんどは盛土の横、下方への移動を伴うものである。

したがって、下田市を除けば、全壊住家の67%ないしそれ以上は地盤の破壊によって生じたことになる(この数字のなかには、直接断層活動によって生じた全壊住家はふくまれていない)。

そして、振動(断層活動によるものを含む)による全壊住家はほぼ全て老朽家屋であり、伊豆石積構造など特殊なものを除けば、倒壊したものはないようである。さらに、それらの老朽家屋の全壊判定には、純粋な被害による区分以外の事情も加味されていたようであり、極言すれば振動被害は、通常の住家において屋根瓦、ガラス、各部仕上材などのいわゆる2次部材の被害にとどまったといえそうである。

5・2 推定震源断層からの距離と被害の関係

図-9は、被災地区の位置とその地区の住家全壊率、被害率(=全壊戸数+0.5×半壊戸数)×100(%)／総戸数)を示したものである。集計作業においては、この地震による全体的な被害規模が小さく、被害がローカルな自然条件、断層とそれに伴う雁行亀裂などと密接に関連していると考えられることから、一地区当りの住家母数

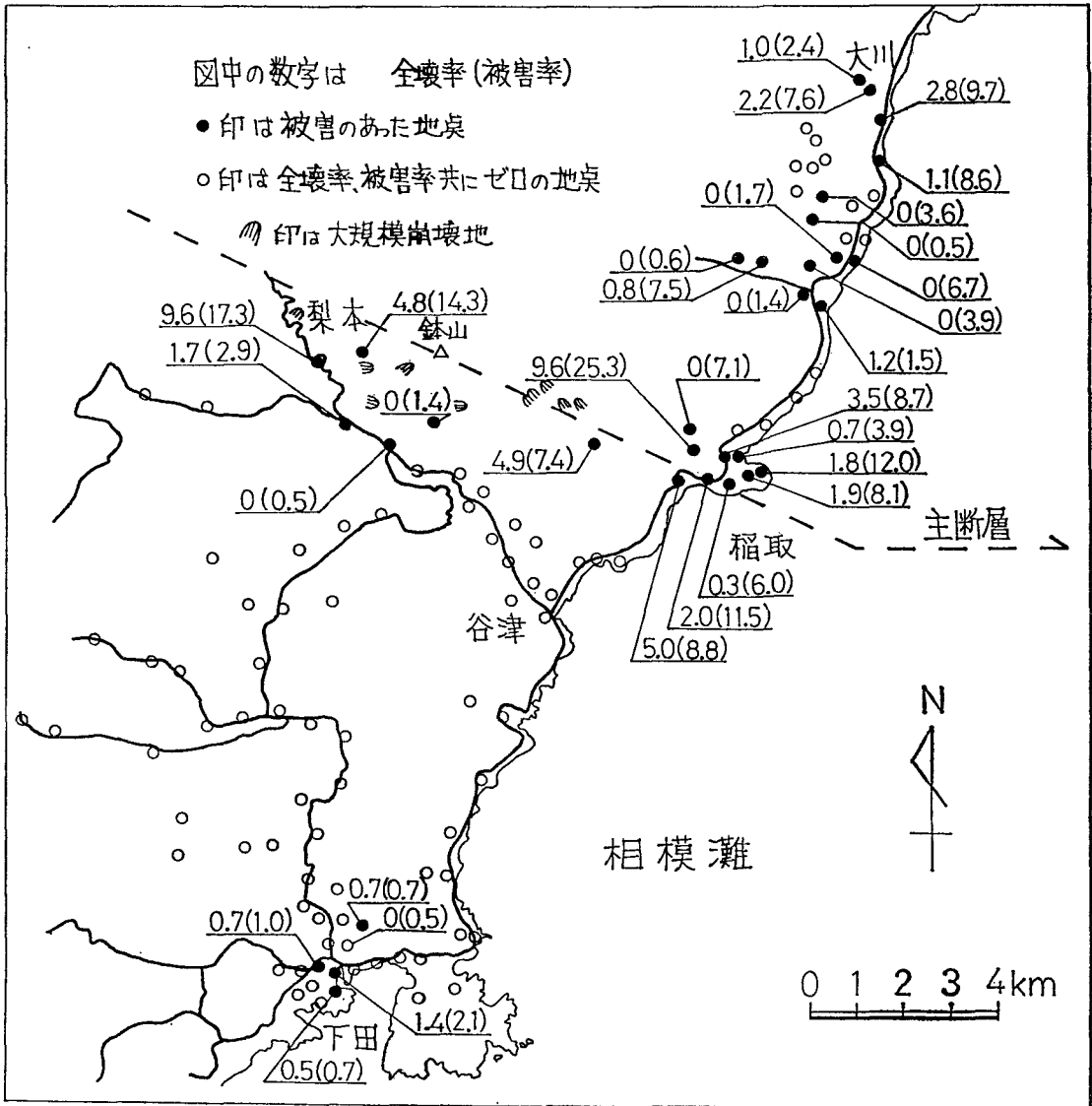


図-9 被災地各地区の全壊率・被害率

をある程度小さく押えるために、住宅地図（日本住宅地図出版、昭和52年度版）の各1ページを原則的な地区単位として、被災者名簿の住家を地図上で確認し、かつ総戸数（40～579戸）を数えて、それを母数とすることにより、図-9を作成した。各地区の戸数などに関する詳細は、表-6に示す。

この図から推定震源断層の位置および大規模崩壊地と各地区の被害の関係は、大体統みとれるが、これをさらにわかり易くするために、推定震源断層から各地区の中心点までの距離 r と全壊率、被害率の関係をプロットし

たものが、図-10(a)、(b)である。

以上の図が示す内容を概略し、若干の考察を加えれば、次のようである。

(1) 住宅地図1ページといった、字別単位よりなお小さい地域単位をとっても、全壊率が5%を越える地区は、 r （推定震源断層）から2km未満に限定され、かつ10%を越える地区はない。また、大規模崩壊地もその距離内にある。

(2) 老朽家屋を含めれば全壊住家の発生は、おおよそ $r = 13\text{km}$ におよぶ（それ以遠では伊東市で1棟）。この

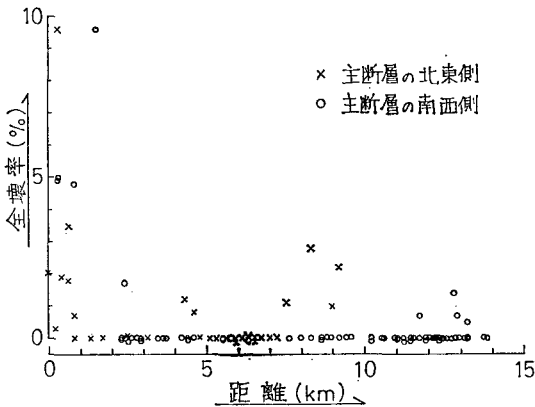


図-10(a) 震央距離と全壊率

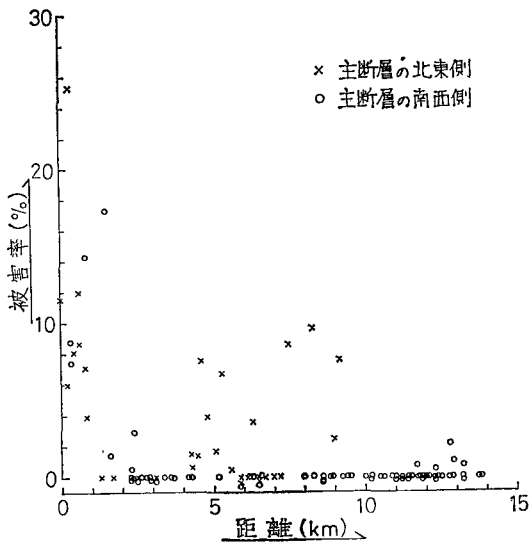


図-10(b) 震央距離と被害率

r が 13km 内外の地域は下田市であるが、下田市の被害は1974年伊豆半島沖地震に比べて一段と低く、屋根瓦の被害もまれであった。また、当時仕上モルタルなどに亀裂の入った鉄骨造建物も、その修復個所の亀裂が再度開いた程度にとどまっていた。振動による全壊住家8棟のうち、3棟は1月15日のうちに取り壊されつつあったが、それは傾斜が大きく危険なためであった。そのうち1棟は伊豆石積を壁の一部とした古い木造家屋であり、他の2棟はさらに古く、腐朽の進んだ家屋であった。つまり、下田市には今なおかなり古く、老朽化の進んだ家屋が小なからず残っているが、そのなかでも極く少数(3棟)が大きく傾斜した程度の被害ということになる。他の5棟(上記3棟に比べれば、かなり軽度である)も老朽化した家屋であり、それらはいずれも軟弱地盤上に位置しており、全体的に軽微ながら地盤による被害差は

あったといえる。このことは墓石の調査でもみられ、低地ほど墓石の転倒率は高く、また推定加速度も大きかった(下田市における最大値は、転倒率38%、最大加速度300gal内外、ただし、一般的にいえば200gal程度)。

(3) 半壊住家の実質的な発生範囲も上記と同じで大体 $r \leq 13\text{km}$ (ただし、伊東市で4棟)である。ところで、稲取地区を例とした場合、全壊の判定は一応大きな被害をうけた住家に限定されるため、その多くは断層(雁行亀裂)の直上およびその周辺部に集中するのに対し、半壊と判定された住家の被害程度には大きな幅があり、当然振動によるものの比率が増大し、その範囲は全壊における線状分布から面状の分布へと拡散する。

(4) 図-10(a), (b)は地表に現われた幾つかの断層などを無視し、震央を一本の線(推定震源断層線)として、それからの距離で表現していること、一般的な被害が小さいことなどのために、被害の距離減衰は著しくばらついている。すなわち、 $r = 13\text{km}$ の下田市をはじめ、 $r = 9\text{km}$ の東伊豆町大川といった r の比較的大きな地区に全・半壊住家が生じている反面、極めて r の小さな範囲においても半壊以上の被害が、ほとんど生じていない地区も少なからず混在している。このことの主な理由は、すでに示した稲取や下田市の被害状況から推測できるように、全般的に被害程度が低く、かつ地域区分の単位が小さいため、わずかな数の全・半壊住家でも数%ということになる。すなわち、比較的遠方にある地区でも敷地あるいは家屋構造(主として老朽化)に著しい弱点のある住家の存在するところでは、被害数値はゼロではなくなる。

6 斜面崩壊

6・1 この地震による斜面崩壊の概要

地表の大半が、火山噴出物や火山活動の影響で変質した新第三紀火砕岩あるいはそれらの二次堆積物等のつくる急斜面から成るこの地域で、地表に断層が出現するような地震が発生したのであるから、当然のこととして斜面崩壊が多発した。南に隣接する地域で1974年に発生した伊豆半島沖地震の場合と同じように、地震による死者の大半が自然斜面または人工斜面の大小の崩壊に関連したものであるが、伊豆半島沖地震の場合と異なり、崩壊物質が 10^4m^3 に達するような大崩壊が何件も生じた。しかし北に隣接する地域で1930年に発生した北伊豆地震の際のように、大量の崩土が土石流となって長距離を流れることはなかった。

主な崩壊発生地域を図11は示す。崩壊地が最も多く集中しているのは、東伊豆町の白田浜南方からトモロ岬を経て黒根トンネル西口付近に至る海蝕崖と、河津町長野

表-6 住家被害集計

| No. | 地区名 | 住宅地図 ページ | 総戸数 | 全壊戸数 | 半壊戸数 | 全壊率 (%) | 被害率 (%) | 震央距離 (km) |
|-----|-------------|-------------|-----|------|------|------------|------------|--------------|
| 1 | 下田市1丁目 | 2 | 214 | 0 | 2 | 0 | 0.5 | 12.3 |
| 2 | 1丁目, 4丁目 | 3 | 147 | 1 | 1 | 0.7 | 1.0 | 12.9 |
| 3 | 1丁目, 2丁目 | 4 | 489 | 7 | 7 | 1.4 | 2.1 | 12.8 |
| 4 | 2丁目, 3丁目 | 8 | 369 | 2 | 1 | 0.5 | 0.7 | 13.2 |
| 5 | 中 | 34 | 137 | 1 | 0 | 0.7 | 0.7 | 11.7 |
| 6 | 東伊豆町, 稲取水下 | 99 | 148 | 3 | 28 | 2.0 | 11.5 | 0 |
| 7 | 田町, 水下 | 100 | 344 | 1 | 39 | 0.3 | 6.0 | 0.2 |
| 8 | 田町, 西町 | 101 | 579 | 11 | 72 | 1.9 | 8.1 | 0.4 |
| 9 | 東町, 上崎 | 102 | 337 | 6 | 69 | 1.8 | 12.0 | 0.6 |
| 10 | 向山 | 103, 104 | 40 | 2 | 3 | 5.0 | 8.8 | 0.3 |
| 11 | 入谷, 長坂, 水下 | 105, 106 | 73 | 7 | 23 | 9.6 | 25.3 | 0.3 |
| 12 | 稲取駅辺 | 107 | 115 | 4 | 12 | 3.5 | 8.7 | 0.6 |
| 13 | 田町 | 108 | 285 | 2 | 18 | 0.7 | 3.6 | 0.8 |
| 14 | 山田, 入谷, 長坂 | 109, 110 | 56 | 0 | 8 | 0 | 7.1 | 0.8 |
| 15 | 白田 | 115 | 74 | 0 | 2 | 0 | 1.4 | 4.5 |
| 16 | 白田 | 116 | 166 | 2 | 1 | 1.2 | 1.5 | 0.8 |
| 17 | 白田, 湯ヶ岡 | 117, 118 | 83 | 0 | 1 | 0 | 0.6 | 4.3 |
| 18 | 湯ヶ岡 | 119 | 127 | 1 | 17 | 0.8 | 7.5 | 4.6 |
| 19 | 片瀬, 白田 | 120 | 90 | 0 | 7 | 0 | 3.9 | 4.8 |
| 20 | 片瀬 | 121 | 115 | 0 | 4 | 0 | 1.7 | 5.1 |
| 21 | 片瀬 | 122 | 60 | 0 | 8 | 0 | 6.7 | 5.3 |
| 22 | 奈良本 | 123, 124 | 207 | 0 | 2 | 0 | 0.5 | 5.6 |
| 23 | 奈良本 | 129, 130 | 181 | 0 | 13 | 0 | 3.6 | 6.3 |
| 24 | 北川 | 137, 138 | 93 | 1 | 14 | 1.1 | 8.6 | 7.5 |
| 25 | 大川, 北川 | 139, 140 | 72 | 2 | 10 | 2.8 | 9.7 | 8.3 |
| 26 | 大川 | 141 | 105 | 1 | 3 | 1.0 | 2.4 | 9.0 |
| 27 | 大川 | 142 | 46 | 1 | 5 | 2.2 | 7.6 | 9.2 |
| 28 | 河津町川合野, 湯ヶ野 | 160 | 120 | 2 | 3 | 1.7 | 2.9 | 2.4 |
| 29 | 湯ヶ野, 下佐ヶ野 | 161 | 183 | 0 | 2 | 0 | 0.5 | 2.3 |
| 30 | 筏場 | 162 | 69 | 0 | 2 | 0 | 1.4 | 1.6 |
| 31 | 梨本 | 165 | 52 | 5 | 8 | 9.6 | 17.3 | 1.5 |
| 32 | 梨本, 泉奥原 | 166 | 42 | 2 | 8 | 4.8 | 14.3 | 0.8 |
| 33 | 見高七廻, 見高入谷 | 167, 168 | 81 | 4 | 4 | 4.9 | 7.4 | 0.3 |

| | 下田市 | 東伊豆町 | 河津町 |
|------|-----|------|-----|
| 全壊戸数 | 13 | 56 | 16 |
| 半壊戸数 | 20 | 478 | 56 |

(注) 住宅地図は、下田市住宅地図 '75 (日本住宅地図出版) を使用。

全壊, 半壊戸数は各役場調べ。

付近の海蝕崖, 河津川上流左岸梨本~天城峠付近の山腹斜面, および田尻川上流見高入浴北方七廻から大池火口にかけての一带である。このうち梨本~天城峠付近は, 1967年7月の大雨で崩壊が多発した地域でもある。これに続いて, 河津川およびその支流, 天城峠の北の本谷川

およびその支流の最上流部, 白田川上流堰口川等に沿う山腹斜面, さらに見高浜, 片瀬・熱川・北川等の海蝕崖で, かなりの数の崩壊がみられた。宅地・耕地(多くはミカン畑)・道路等に付属した人工崖(その多くは凝灰岩・安山岩等の切石を空積みした擁壁をもつ)の小規模

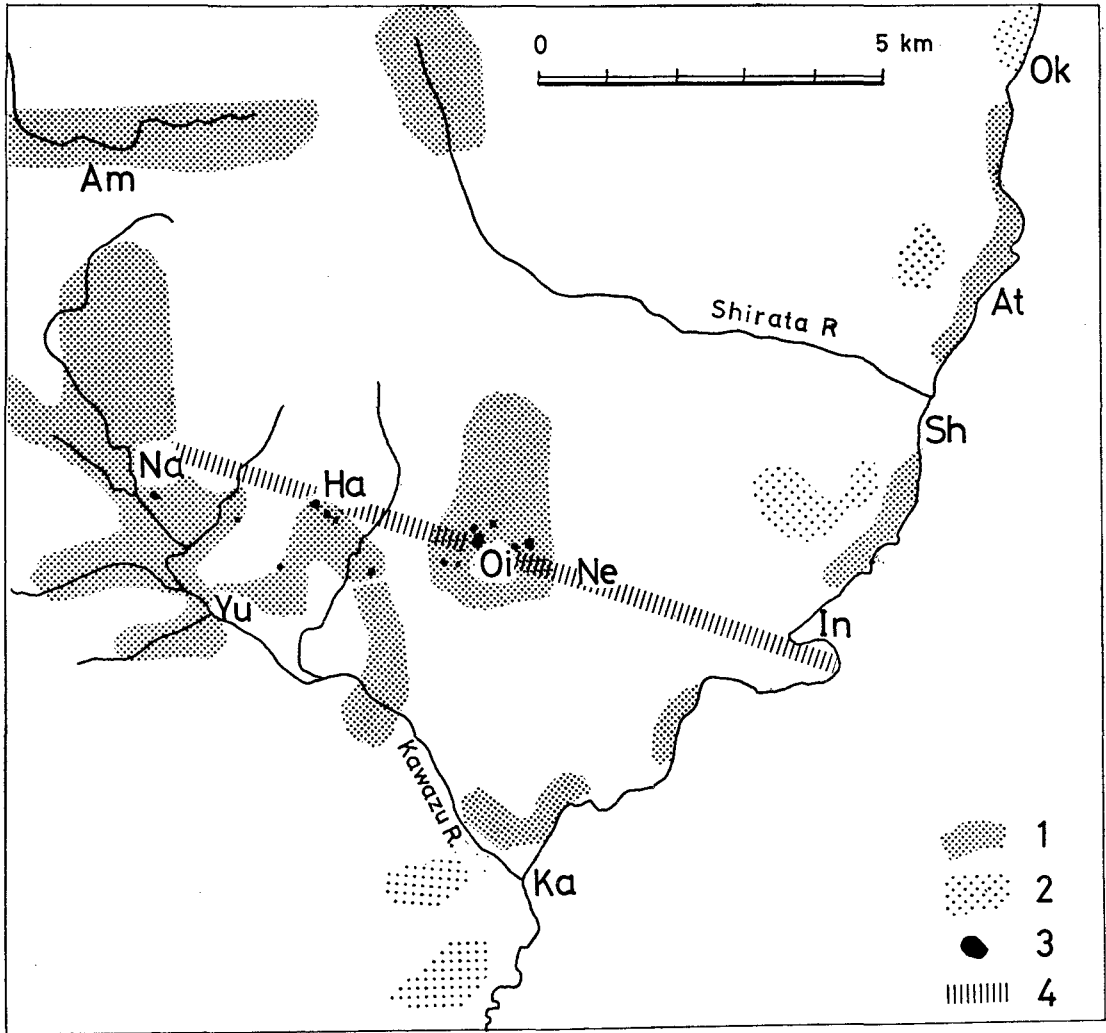


図11 主な斜面崩壊発生地域(田村原図)

1: 1km²あたり数個所以上の崩壊が発生した地域, 2: 同じく2~3個所以下の地域, 3: 崩壊物質量数千m³以上の大崩壊が発生した地点, 4: 稲取-梨本線

な崩壊は、稲取・見高・川津筏場・梨本各地区の大小の集落付近で無数に発生した。上述のうち道路～被害をもたらしたものについては、国井・荏本(1978)が別に報告している。このほか伊東・下田・松崎・土肥等でも小崩壊が散発した。また斜面崩壊に準じるものとして、天城温ヶ島町持越鉱山の鉱滓堆積場扞止堤崩壊がある。

崩壊の規模は、大多数が移動物質量10³m³程度以下のものであったが、前述2・2の根木の田断層西端の西隣にあたる七廻付近およびその西の大池火口周辺では、10⁴m³に近い、あるいはそれを上回る、大規模な崩壊が7件集中して発生した。さらにこの地区から西ないし西

北西に鉢山南麓を経て梨本に至る線に沿い、移動物質量10⁴m³内外の大崩壊が数件発生した。

死者を出した主な崩壊は、七廻と梨本のともに大崩壊と、稲取駅南方約120mの東伊豆道路沿いの盛土斜面・擁壁崩壊である。このうち七廻については次節で述べる。

河津町梨本では、県道修善寺一下田線の北側のり面が、互に隣接する2個所で大崩壊を起こし、そのうち西側の崩壊地で乗客3人の乗ったバスが埋没した。ここは北から南に向かってのびる尾根の先端の、平面形が凸型の斜面を、道路建設の際に数m削り込んだ部分にあつた

る。崩壊地の頂部は東西西側とも県道から数十m高位にあり、崩壊地の幅は、いずれも100m余りであった。崩壊物質は安山岩質火砕岩の風化物で、巨礫を含み、全体で 10^4m^3 のオーダーに達したことは確実である。

稲取駅南方約120mの東伊豆道路沿い(東伊豆外科病院前)では、比高約12mの盛土斜面上に3段の擁壁が築かれ、中段の擁壁の直上に木造家屋が建っていた。破壊状況からみた崩壊過程は次のようなものである。地震により上段の間知石擁壁(比高約2.5m)が滑り落ちて中段のコンクリート造擁壁(比高約4m)に衝突してこれを転倒させたため、中段擁壁下の家屋がおしつぶされた。それとほぼ同時に下段の擁壁(おそらく間知石)も崩壊して盛土が大量に流出し、圧潰家屋のごく近くまで中段の土地面が消失したため、これに隣接していた家屋も全壊した。

これと類似の、盛土斜面あるいは切土の崖が崩壊して家屋を損壊させた例は、各所でみられるが、それがとくに集中したのは、梨本地区である。

6・2 大池周辺の大崩壊群

稲取北方から天城峠付近にかけて、更新世末期以後(おそらく大半は完新世)に活動したと思われる単成火山が多く、そのいくつかは明瞭な火口をもつ(荒牧・葉室, 1977)。その1つである大池の閉塞凹地とその周辺山地あわせて 1km^2 程度の範囲内に、崩壊物質量が $5 \times 10^3\text{m}^3$ を上回るような大崩壊が6件、それ以下ではあるが 10^3m^3 のオーダーのものが5件、より小さな崩壊が5件、集中的に発生した。

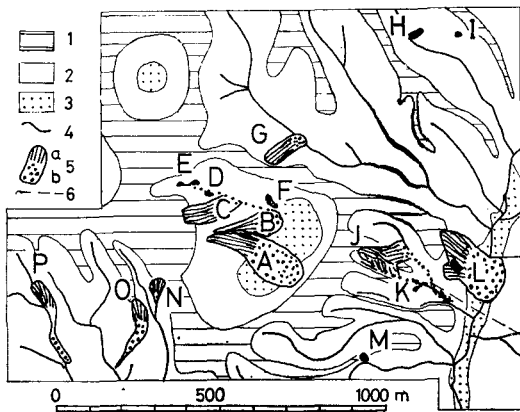


図12 大池付近の大崩壊密集地域(田村原図) 1:山頂緩斜面, 2:山腹斜面・火口壁, 3:谷底面・段丘面・火口底, 4:谷底の流路, 5:今回発生した崩壊地(a:削剝域, b:堆積域,) 6:根木の田断層の延長にあたるリニアメント, A~P:(本文参照)

大池西側火口壁に並ぶ2つの大崩壊(図12のA・B)は、傾斜 25° 程度の平板状の斜面上に堆積していた未固結火山灰~スコリアが、深さ1~4mの部分で剝離して、地表の草をのせたまま最大傾斜 35° 程度の急斜面をすべり落ち、火口底に堆積し(Bの場合)、あるいは火口壁を横切って反対側の火口壁にのり上げた(Aの場合)ものである。

斜面の表層は、上部から順に、次のような物質で構成されている。

I (1m弱):褐色粘土質風化火山灰。上部50cm弱は腐植層。ルースでスコリアを含む。

II (2m弱):淡黄色(上部)~掟褐色スコリア(径0.5~3cm, 1cm内外が多)。ルースだが部分的にコンパクト。

III (3m?):暗灰色(上部のみ)~褐色火山砂。下部には赤褐色スコリアを含む。地表面に平行な細葉理が顕著。上部はコンパクトだが下部へしだいにルースになる。

IV:褐色粘土質風化火山灰。安山岩角礫を含む。

崩壊の際に剝離がおこなわれたのは、II/III境界面の場合とIII/IV境界面の場合と2通りあることが、崩壊源の壁面と崩壊物質のブロックとの観察から推定される。破断面がIIIを横切っているのであろう。

削剝域の規模に対して堆積部が大きく、とくにAの場合長さで約1.5倍、面積で約2倍に達する。堆積部のうちでは先端ほど堆積物が厚い。また崩壊斜面に生えていた草をつけたままの崩壊物質ブロックが、堆積部外縁線に平行と同心半楕円状に配列し、堆積部先端付近でとくに密に堆積している。これらのことから、斜面の表層が一時に剝離して急速に滑動・停止したこと、最初の崩壊に引き続いて崩壊源が拡大するようなことはおそくなかったこと、がうかがわれる。

Bの北に接するCもA・Bとほぼ同様の崩壊であるが、崩壊源上端がA・Bの場合より上方のより緩傾斜の部分(20° 前後)に入り込んでいる。また崩壊斜面脚下が火口底ではなく火口壁を開析する小谷のため、崩壊物質はその谷の対岸にのり上げると同時に谷沿いに流れ下り、Bの堆積部と接続(一部重合)した堆積部を形成している。この谷沿いに流れ下った物質には、C起源のものほかにDやEで崩壊した物質も含まれている。Fは小規模の崩壊である。

これら大池火口およびそれに流入する小谷沿いの崩壊地は、未利用地で発生したもので、地元住民が時々使用していた野球場やわずかな畑に被害を与えただけであり、閉塞凹地に堆積した崩土が流出する心配はなく、またこの地点に至る唯一の道路が途中で切断されているため、今後も長い間放置されると思われる。これらの崩壊地については既に岩橋(1978)、羽田野ほか(1978)が報

告しているが，今後とも崩壊地の変化を調べるのに適した対象であろう。なお羽田野ほか（1978）は，南側火口壁と小開折谷のDの対岸との2個所に，古い崩壊による冠頂崖があることを指摘している。

北側火口壁の裏側にあたる谷壁斜面で発生した大崩壊（図12のG）は，幅約50mの平板状斜面とそれに隣接する幅20m弱の谷型斜面（ともに長さ約80m，傾斜 $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$ ）の表層を構成していた火山灰・スコリアが崩れ落ち，対岸に15mほどのり上げた。崩壊物質のブロックのうち最大のは長径3mに達し，ヤマザクラの木をのせたまま谷底に堆積していた。

東側の火口壁の裏側では， 20° 程度の傾斜で東にのびる尾根型斜面で大崩壊（図12のJ）が起こった。この崩壊物質はこの尾根の北側と南側との2つの谷に別れて崩れ落ち，それぞれの谷を流れ下りながら渓岸侵蝕を誘発し，下流で合流する細長い堆積部を形成した。Jの位置する尾根の南隣の尾根の先端部でも別の小崩壊（K）が起き，これによる崩壊物質もJの堆積部に合流した。

Jの東に位置するLが，今回の地震による最大の人命被害（死者7人）をひき起こした，いわゆる見高入谷の地すべりである。ここは東南東にのびる尾根の先端にあたる，田尻川の低い段丘面に面した，平面形がわずかに凸型の斜面（傾斜 25° 前後）で，その南西部に小さな谷状部があった。

今回の崩壊による削剝域の面積は約 $3\times 10^4\text{m}^2$ ，堆積域の面積は約 $1.5\times 10^4\text{m}^2$ ，崩壊物質量は約 10^5m^3 である。崩壊物質は幅約100mの段丘面および谷底面を横切り，対岸谷壁に10m余りのりあげた。この際，谷の崩壊源側の段丘面にあった家屋を破壊・埋没しただけでなく，反対側谷壁斜面下の道路の舗装を破壊し，アスファルト片を数m上方まで移動させた。

崩壊した斜面の表層の層序は，前述の大池火口壁の崩壊地A・Bの場合とはほぼ同様で，破断面はそのうちⅢ/Ⅳ境界面付近あるいはⅣの上部と思われる。削剝域の南西部に，かつての谷状部が拡大しその頭部が後退したと思われる，深さ数mの谷（湧水あり）が出現したが，ここでは，Ⅳよりさらに下位の淡灰色スコリス層およびその下位の暗紫灰色スコリア層まで露出している。しかしこれをもって，この谷では暗紫灰色スコリア層まで今回削剝されたことと即断することはできない。この谷の新たな谷頭部の急斜面に，走向 $N10^{\circ}\sim 20^{\circ}W$ ，傾斜 $40^{\circ}E$ の逆断層があることを筆者らは見出した（中野ほか，1978）。この断層については，ほかに中山・古谷（1978）や羽田野ほか（1978）も報告しているが，これが今回活動してこの崩壊をひき起こしたものとは言えないようである。

大池南西方に発生した崩壊N・O・Pについてはいずれも現地調査をおこなっていない。これらはいずれも河津川の小支流の源頭域で生じたもので，谷沿いに細長い

堆積部を形成しているが，崩壊源は，Nを除けば，むしろ尾根型の斜面に位置することが，空中写真から判読される。削剝深は数m以下，崩壊物質量はそれぞれ $(2\sim 3)\times 10^3\text{m}^3$ 程度と推定される。

6・3 発生地と地震断層との位置関係

今回発生した斜面崩壊の大半は，田村（1978）の再定義した表層滑落型崩壊に該当する。その分布の概要は6・1に述べた。そのほか伊東・下田・松崎・戸田等でも崩壊が散発したことが知られている。いっぽうこの地震に際して地表に出現した断層は稲取付近に集中し，その各々については2・2で述べた。これらに他の情報をあわせて，今回陸上で発生した各種被害をもたらした地震の震源断層として，稲取一梨本線を提唱した（前述2・3）。

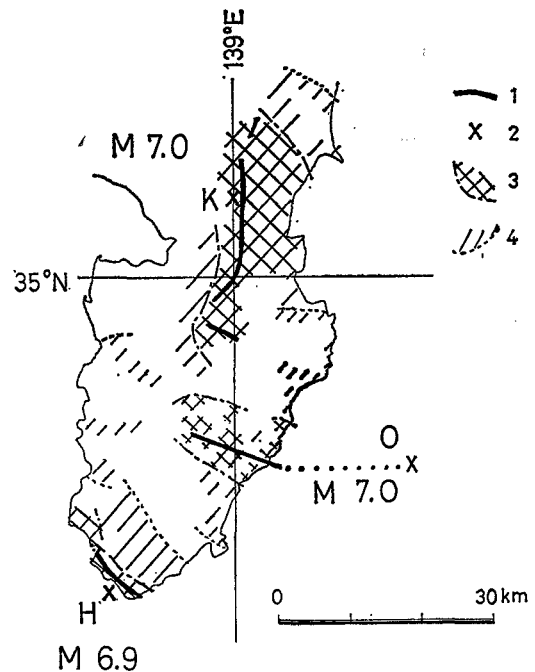


図13 伊豆半島の地震崩壊発生域（田村，1978に加筆）1：震源の断層（と推定されたもの），2：震央，3：表層滑落型崩壊多発域，4：同散発域，K：北伊豆地震，H：伊豆半島沖地震，O：伊豆大島近海地震。

そこで田村（1978）の方式に従って表層滑落型崩壊多発域および同散発域を求め，断層から両地域外縁最遠点までの距離を測ると，図13・14のようになる。すなわち断層から多発域外縁最遠点までの距離（ D_r ）は約7km，同じく散発域外縁最遠点まで（ d_r ）約20kmである。こ

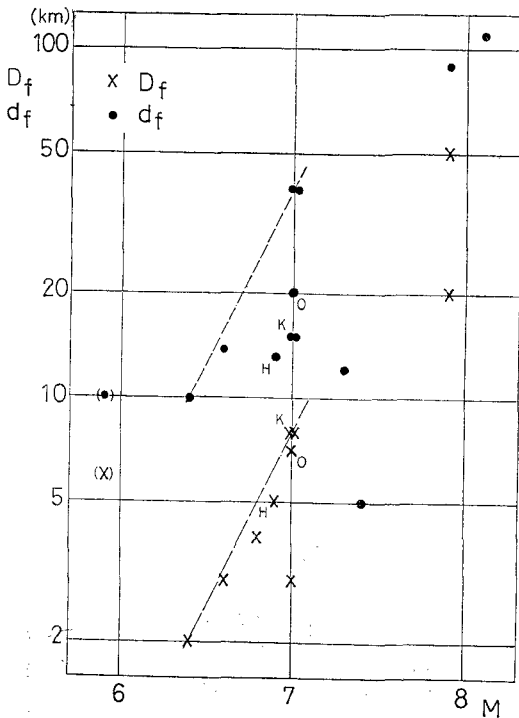


図14 地震断層から表層滑落崩壊多発域・散発域の外縁最遠点までの距離 (田村, 1978に加筆)

D_f : 震源の断層あるいは主な地震断層からその地震による表層滑落型崩壊多発域外縁最遠点までの距離
 d_f : 同じ散発域外縁最遠点までの距離

M: 地震規模
 K: 北伊豆地震,
 H: 伊豆半島沖地震,
 O: 伊豆大島近海地震

これはこの地震と同じ規模 (M7) の北伊豆地震の場合 ($D_f=8\text{km}$, $d_f=15\text{km}$) とほぼ等しく, この地震よりわずかに小さな伊豆半島地震 (M6.9) による崩壊発生域 ($D_f=5\text{km}$, $d_f=13\text{km}$) よりやや大きい。

崩壊物質量が $5 \times 10^3 \text{m}^3$ を上回るような大崩壊が大池・七廻周辺に集中していることは, 6・2に述べた。ここは, 2・2に列挙した地表の地震断層のうち震源断層の直接的反映とみなされる, 根木の田断層 (前述2・2・8) の西端を1kmほど延長した地点にあたる。同様の崩壊はここから稲取-梨本線沿いに梨本付近まで点在し, 同線西端の梨本の北西側 (河津川上流左岸側流域) には, あまり規模の大きくない表層滑型崩壊が密集する。

震源と思われる断層の末端付近やそれをわずかに延長した地域に大小の崩壊が集中する現象を, 筆者らは1974

年伊豆半島沖地震 (南伊豆町落居・伊浜付近) や1974年大分県中部地震 (庄内町岩下付近) で観察した (東京都立大学地震研究グループ, 1976)。さらに1930年の北伊豆地震や1923年の関東地震の際にも, 震源となった断層の末端あるいはそれをわずかに外れた地域に, 大崩壊が発生したりあるいはきわめて多数の崩壊が発生した傾向がうかがわれる (田村, 1978, 第1図)。このようないわず地震断層の末端現象としての崩壊集中域も, 前述の表層滑型崩壊多発域・散発域とともに, 地震断層と斜面崩壊発生に関して今後検討を進めるべき課題である。

7 おわりに

この地震の現地被害調査とそのまとめを通し, マグニチュード (M) 7の地震としては, 過去の地震の震害記録などの分析から考えてきた以上に振動被害の少ないことが特に印象に残った。M, 震央 (震源) 距離と地表最大加速度の関係などに関する実験式は, 幾つか提案されているが, その基になる震央近傍での観測資料は乏しく, この地震の被災地域 (地震断層近傍) の地震動の強さが, M7の地震として平均的なものであったかどうかを知る一般化された手法は現在のところ見出せない。

ところで, この報告で示したようにこの地震による斜面の表層滑型崩壊の発生範囲は, M7の1930年北伊豆地震とよく合っている。また, 1974年伊豆半島沖地震 (M6.9) のその範囲は上記2つの地震よりやや小さい。人工構造物の被害発生範囲で比較することは, その質が時代とともに変化することから考えにくい, 斜面 (自然斜面も多い) の上記範囲のMとの相関性は, 被害などの現象面から時代の異なる地震間の被災地における地震動の強さを比較するための重要な指標にもなりうると思われる。

このような考え方からすれば, 伊豆大島近海地震の震央近傍での地震動の強さは, 北伊豆地震のそれと大きな違いはなかったことになる。そして, 前者の住家全壊数が100棟程度であるのに対し, 後者のそれは2165棟であった。北伊豆地震の被災地には狩野川流域の軟弱地盤地帯が含まれている。しかし, 台地や山地でも伊豆大島近海地震とは比較にならぬほどの大きな全壊率を示している。また, 稲取温泉地区並びに河津町の一部には, かなり地盤の悪いところもあるが, その周囲の他の地盤地帯との間に被害程度の差異は認められない。

したがって, この2つの地震の間の住家の被害程度の大きな差異の最大の理由は, 住家構造の質の変化にあるとも考えられる。極言すれば, 木造建物をはじめとする建築構造物は, Mといったかなり大きな地震の震央近傍においてさえ振動によって倒壊することはまれである程に, その耐震性は向上したということになる。

その結果として、直接被害は地盤に依存する程度の高いライフラインなどに集中したといえよう。これはまた、生活の変化に大きく関連する。北伊豆地震当時なら、水道管の被害は起らなかったし、道路、鉄道の被害規模並びにその影響度も今日の比ではないはずである。東京消防庁が1月17日から19日までの間に行った東伊豆町（主として稲取地区）、河津町でのインタビュー調査の結果を引用すれば、大部分の住家がなんらかの損傷をうけていたにもかかわらず、地震後最も困ったのは飲料水の不足であると大多数の住民は回答している。次いで、停電との回答が続くが、これはもはやかなり低い。このような質問は、回答者が主婦か、一家の働き手が、あるいは質問時期等によっても異なると思われるが、地震直後の被災地の一般的な状況をいい表わしているように思われる。

地震災害は、かなり大きな地震の場合でも家が壊れる、火災が発生するといったパターンから、被災地のある広がりでもた場合、日常生活を破壊する災害に変質してきているのではあるまいか。これは一般に震度5程度の震害パターンと考えられていたと思われるが、M7の地震の震央至近傍の被害状況であったことから、広い意味での耐震研究のあり方をも示唆しているように思われる。

このような見方は、規模、地形・地盤の違いはあるにしろ、1978年6月の宮城県沖地震における仙台市の被害状況に対しても成り立つであろう。確かに仙台市などでは幾つかの鉄筋コンクリート造建物が倒壊ないしはそれに準ずる被害をうけた。それらの原因は今後解明されていくと考えられるが、一般的にいて現在の耐震研究レベルで建てられた建物のほとんどは、大きな被害をうけてはいない。そして、大多数の市民の地震後の日常生活の大きな障害になったのは、ガス、水道などライフラインを主体とする被害である。

このような被害パターンは、市街地のおかれている諸自然条件、社会条件、規模などで質、量ともに大きく変動すると思われるが、地震後の生活機能（都市機能）の防御、迅速な応急復旧のシステムに関する体系的な研究が今後の都市防災（広い意味での耐震）における大きな研究課題の一つと考える。

調査にご協力いただいた多数の方がた、とくに村井勇、田治米辰雄、中野尊正、国井隆弘、福井留男、荻本孝久、丸田英明、和田諭、茂呂英雄、石井久克の諸氏に厚くお礼申し上げる。

文 献

荒牧重雄・葉室和親

1977 「東伊豆単成火山群の地質」『地震研究所彙報』52巻，pp. 235—278。

岩橋 徹

1978 「1978年伊豆大島近海の地震による河津町見高入谷地区の崩壊型地すべりについて」『1978年伊豆大島近海の地震による災害の総合的調査研究報告』pp. 34—36。

尾崎晶凡・北川良和・服部定育

1978 「地震動の地域特性に関する研究（その1）地震活動に基く地震動期待値とその応用」『日本建築学会論文報告集』266号。

小野晃司・角 靖愛

1959 『5万分の1地質図幅及び説明書 稲取』地質調査所。

国井隆弘・荻本孝久

1978 「1978年伊豆大島近海地震における道路の斜面被害」『総合都市研究』5号，pp. 3—7。

倉沢 一

1959 「伊豆・天城火山群の岩石学のおよび化学的性質」『地球科学』44号，pp. 1—18。

小出 仁，山崎晴雄，佃 栄吉，正井義郎

1978 「1978年伊豆大島近海の地震調査速報」『地質ニュース』，284号，pp. 1—13。

国立防災科学技術センター

1978 「1978年1月14日伊豆大島近海地震」『強震速報』No. 13。

小林啓美・翠川三郎・田鎖 隆

1978 「震源域周辺での地震基盤からの入射波の強さについて」『日本建築学会大会学術講演梗概集』。

静岡大学災害地質調査班

1978 「1978年伊豆大島近海の地震に伴う震害の地質学的考察」『静岡大学地球科学研究報告』3巻，pp. 45—64。

島崎邦彦・Somerville, P.

1978 「1978年1月14日伊豆大島近海地震の発震機構」『1978年伊豆大島近海の地震による災害の総合的調査研究報告書』p. 11。

田村俊和

1978 「地震により表層滑落型崩壊が発生する範囲について」『地理学評論』51巻，pp. 662—672。

津村建四郎・唐鎌郁夫・荻野 泉・高橋正義・神定健二・中村功・溝上 恵

1978 「関東および伊豆半島の微小地震観測網による1978年伊豆大島近海地震の前震・余震の観測」『1978年伊豆大島近海の地震による災害の総合的調査研究報告』pp. 1—2。

東京都立大学地震研究グループ

1976 『最近の内陸直下型地震の調査報告』環境科

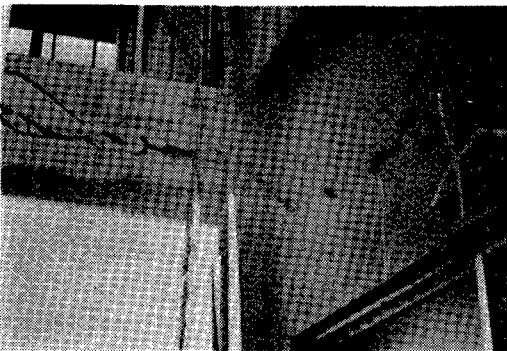
- 学研究会。
- 中野尊正・望月利男・国井隆弘・松田磐余・田村俊和・宮野道雄・福井留男・和田 諭・茂呂英雄・石井久克・荏本孝久・丸田英明
1978 「伊豆大島近海地震における断層，加速度および各種被害の分布について」『1978伊豆大島近海の地震による総合的調査研究報告』pp. 61—66。
- 中山 康・古谷 保
1978 「伊豆大島近海地震による河津町見高入谷の土石災害」『地すべり』15巻，pp. 25—27。
- 羽田野誠一・中山俊雄・白波瀬輝夫・春川光男・丹波俊二
1978 「地くずれ調査一見高入谷と梨本」『伊豆の地震災害（1978年伊豆大島近海の地震共同調査報告書）』。国土問題研究会・新建築家技術者集団・地学団体研究会・日本科学者会議，pp. 26—53。
- 半田孝司・徳山 明・吉田鎮男
1978 「1978年伊豆大島近海の地震に伴う地殻変形の測定—稲取三角網の光波測量」『静岡大学地球科学研究報告』3巻，pp. 65—71。
- 村井 勇・金子史朗
1976 「南関東における活断層・断裂構造とネオテクトニクス」『自然災害科学資料解析研究』3巻，pp. 27—38。
- 村井 勇・松田時彦・中村一明
1978 「1978年伊豆大島近海地震に伴う稲取付近の地震断層」『1978年伊豆大島近海の地震による災害の総合的調査研究報告』pp. 53—54。
- 村松郁栄
1969 「震度分布と地震のマグニチュードとの関係」『岐阜大学教育学部研究報告(自然科学)』4巻，pp. 168—176。
- 望月利男・国井隆弘・松田磐余・宮野道雄
1978 「サイスミック・マイクロゾーニングにおける震度分布の評価手法について（その1）」『総合都市研究』2号，pp. 19—30。
- 望月利男・小林計代
1976 「単体の運動から地震加速度を推定するための研究—単体の動的挙動の解析」『日本建築学会論文報告集』248号。
- 望月利男・宮野道雄
1977 「震害・墓石調査による地震動の推測について」『日本建築学会第回地盤振動シンポジウム資料集』。
- Blume, J. A.
1977 “The Sam procede for site—Acceleration-magnitude relationships” Proceedings, 5 WCEE



写真一1 灯台フェンス基礎のくい違い（右ずれ約8 cm, 図一8 地点No.1）



写真一2 灯台付属屋外階段のくい違い（右ずれ約6 cm, 地点No.3）



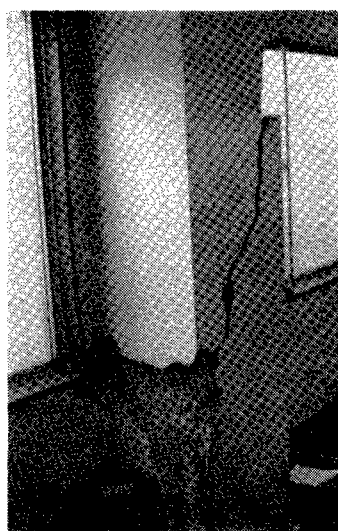
写真一3 地盤のくい違いによるRC造建物の被害（地点No.4）



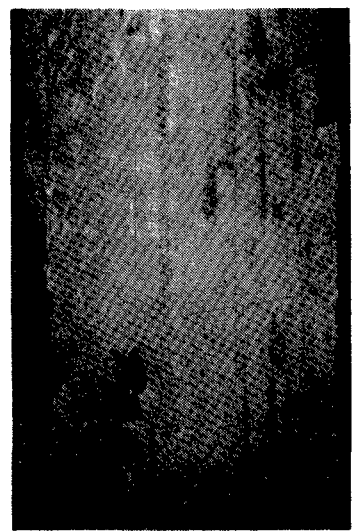
写真一4 玉石空積擁壁の崩壊（地点No.5'）



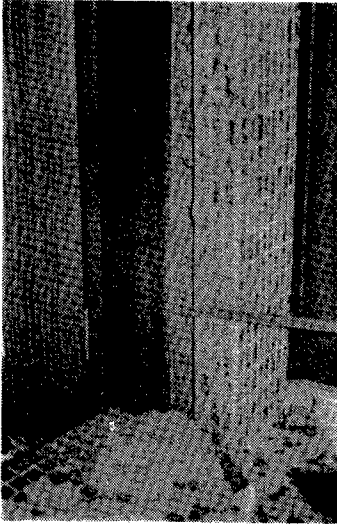
写真一5 コンクリート護岸のくい違い破壊（右ずれ, 地点No.9）



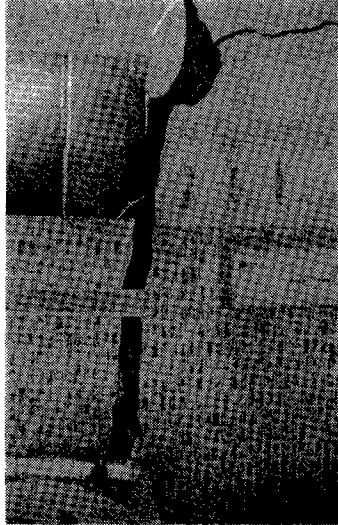
写真一6 断層直上のホテルの柱のせん断破壊（地点No.10）



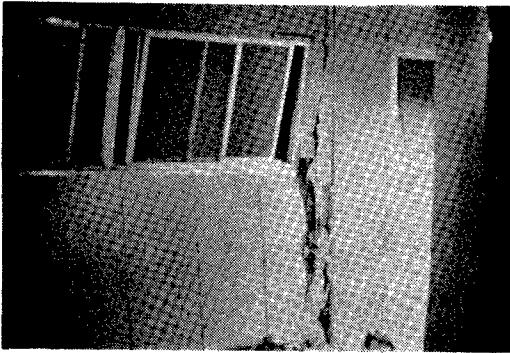
写真一7 6と同じ, この柱は完全に破壊している



写真一八 断層直上のホテルの鉄骨造部分（右ずれがよくわかる、床スラブも完全に切断されている）



写真一九 同ホテル壁の被害



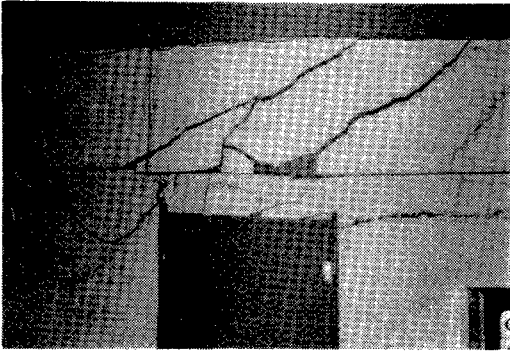
写真一〇 同ホテル（ALC版、サッシュュの変形から右ずれがわかる）



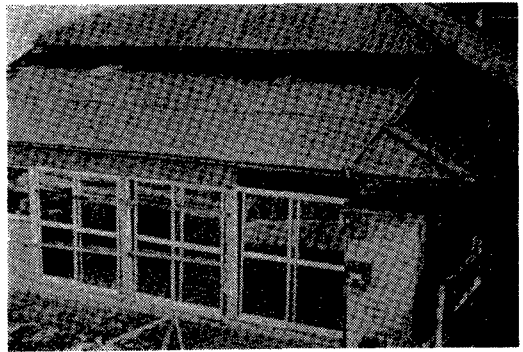
写真一一 建物と地盤の相対変位17cmを示す雨どいの切断（地点No13）



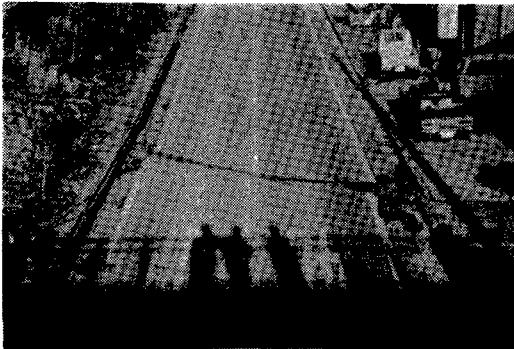
写真一二 大谷石擁壁にみられる右ずれ（地点No15）



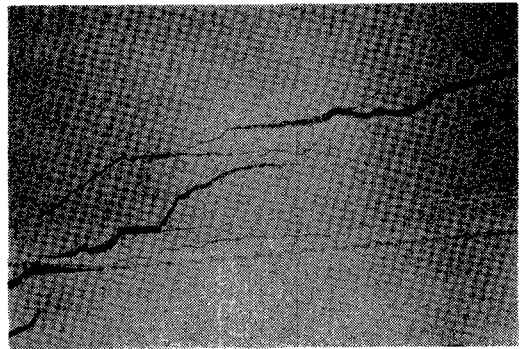
写真一13 R C造ホテルの大梁の被害
(地点 No. 23)



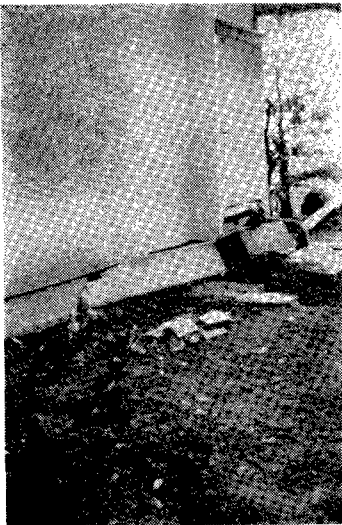
写真一14 断層直上の木造家屋（土間コンの亀裂、
家のひずみが著しい、地点No.25)



写真一15 国道 135 号線にみられる右ずれ
(地点No.26)



写真一16 稲取中学校の梁、天井の亀裂
(地点No.27)



写真一17 断層直上の家屋の布
基礎の切断 (地点No.29)



写真一18 断層の移動量が最も
明瞭に確認された地点 No. 30
の亀裂