

伊豆半島東部の異常地殻活動

高橋 博 (国立防災科学技術センター) ・垣見 俊弘 (環境地質部)

はじめに

昨年(1976)は地震予知研究の上で 次のようなことがあった。すなわち川崎で検出された年1cmに及ぶ異常隆起は引き続き進行しているが地震発生に結びつくと考えられる現象が他に検出されないことからこの異常隆起が地震に結びつく可能性が大きく薄らいだと地震予知連絡会は判断を示した。そこへ伊豆半島東部でこの二年程の間に10cmに及ぶと推定される異常隆起が見つかりそして1975年夏以来微小地震の群発している所はこの隆起域の南部分に当ることがわかった。そこでこの地域における観測体制を強化していた所8月18日隆起域の南端の河津町鉢山付近で局地的ながらM=5.4の強震が発生した。更に10月の地震学会秋季講演会で東大理学部石橋助手が遠州灘で発生すると予想されているM=8の巨大地震の震源断層は駿河湾の中にまで及んでいることを明らかにした。この地震は「明日起きても不思議はない」といわれていることからマスコミや国会で大きくとりあげられ政府に地震予知と防災対策を強力に進めることが求められた。

この東海地震については大きな課題であるので別に取り上げることにし駿河トラフと相模トラフが大きく北に入り込み地質学的にも地震及び地球物理学的にも特異な伊豆半島の地震の問題について今回は述べることにする。

1. 地震活動の経過

伊東市南東の奥野にある地震研究所の観測点ではS-P時間2秒以下の地震はこれまでほとんど観測されなかったのであるが1975年8月10日~12日にS-P時間1秒位の地震が急に記録されるようになり11日には50回を数えた。その後この微小地震群の活動は低調となりほとんど終わったようにみえたが10月26日から再び急に活発化した。この頃の地震活動は遠笠山付近で深さは2~6km位で規模はほとんどM=3以下で11月14日発生した当時の最大のものでもM3.7であった。この地震活動は多少の消長を示していたが終息するきざしを示さず1976年1月になると北東・南西方向に震源域が広がり天城峠付近にも新たな地震群が発生し大室山付近にも地震が発生した。この頃になっても地

震の規模は小さく有感地震はほとんど無かった。2月9日02時頃から海岸の北川で地震活動が発生し09時15分にはM=3.6の地震(現地の震度Ⅲ程度)が発生し有感地震を含む活発な地震活動が数日間続いた(奥野でS-P時間1.5~1.9秒)その活動域は図2にみるように幅狭く長さは4km以下の極く限られた範囲で深さはやや深く3~7km位であった。この地震の活動のち北川の沖大島との間の海底下でも2月12日から新たな地震群が現われ(奥野でS-P時間3.0~3.9秒のもの)1ヶ月位活動した。その最大のは2月20日のM=3であった。震源の推定精度はやや落ちるがやや深目のようである。なお2月にはその最大のものでもM2程度の地震が河津町鉢山付近でも小規模ながら発生した。その後4月15日から18日にかけてはそのやや北方でも小規模な地震が群発し5月下旬には伊東付近にも多少地震が発生した。6月に入って26日の朝鉢山付近で軽い有感地震をともなう地震(M=3強)が群発したが8月18日02時19分には今回の群発地震始まって以来の最大の地震M5.4が鉢山で発生し付近に被害を生じた。

以上のような経過で現在は遠笠山を中心とする北東

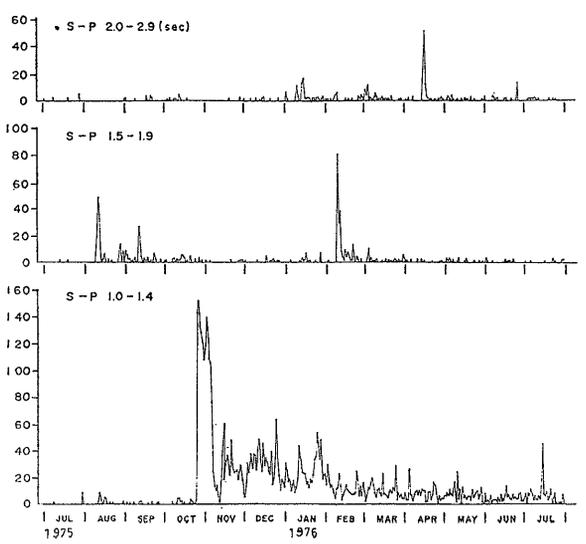


図1-1 奥野観測点におけるS-P別地震活動の推移(地震予知連絡会報[16]唐鎌ほか)

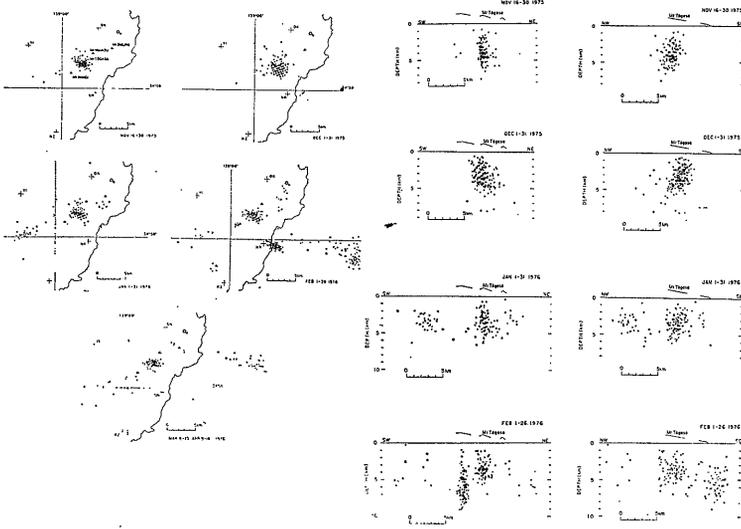


図1-2(1) 1975年11月から1976年4月までの震源分布 (地震予知連絡会報 [16] 唐鎌ほか)

一南北の地震群帯と天城峠から南東に伸びる地震群帯が消長をくり返しながら活動している。なお 7月21日頃より中伊豆町の中心当りでも微小地震が発生した。この地震は防災センター中伊豆地殻活動観測坑でS-P時間1.0~0.1秒のごく近くのものである。同所は7月下旬から倍率10Hzで33万倍の微小地震の観測をはじめ電電公社回線を用いて岩槻で記録しているが このごく近い地震は無い日もあるが 多い日には20個を越す。観測坑で観測される地震の数は多い日は200個以上もある。(なお この観測坑は地質調査所地形課 磯巳代治さんの生家の近くで 観測坑の発見には同氏のお世話になりました)。

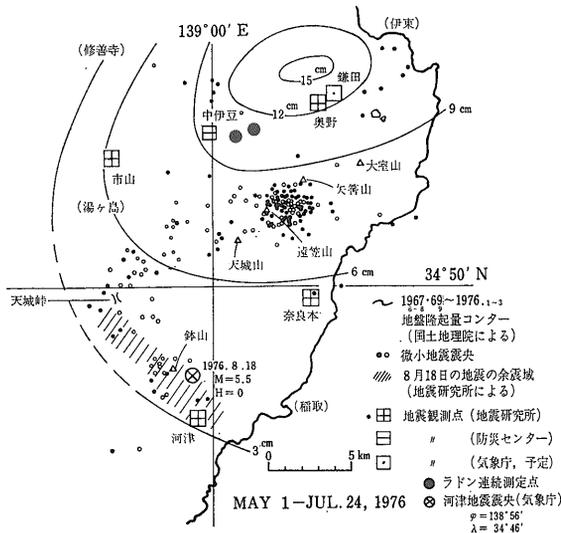


図1-2(2) 1976年5月から7月までの震源分布 (地震予知連絡会マスコミ用配布資料)

前記の8月18日の鉢山の地震の前遠笠方面の地震は少なくなっていたようであり 同日の午前0時55分 1時34分 2時15分にM=3以上の前震があった。その時の各地の震度はやや東西に広がっているような分布を示した。鉢山付近の震度は5程度あったものと思われる。震源域付近に顕著な活断層はないようであるが 震源の決定の誤差が2km位あるので 関係する断層が鉢山付近に分布するものか 河津川沿いのものであるかは明らかでない。なお 1934年に同じ所に全く同じ様な地震が発生している。

今度の地震活動域及び異常隆起の中心域には 丹那断層のような顕著な断層も 1974年5月9日の伊豆半島沖地震の震源断層と思われる石廊崎断層

層ほどの断層も見出されていない。その点大きな地震の発生を異常隆起の規模から直ちに恐れる必要はないが 8月18日程度の局地的な強い地震が なお発生する恐れはあると思われていたが 年末頃には地震活動は非常に低調になった。

2. 地殻変動

伊豆半島東部が地震予知連絡会で注目する所となったのは すでに述べた微小地震の群発より 次ののべるような1976年1~4月頃明らかとなった冷川峠を中心とする異常隆起である。すなわち 国土地理院が土肥から

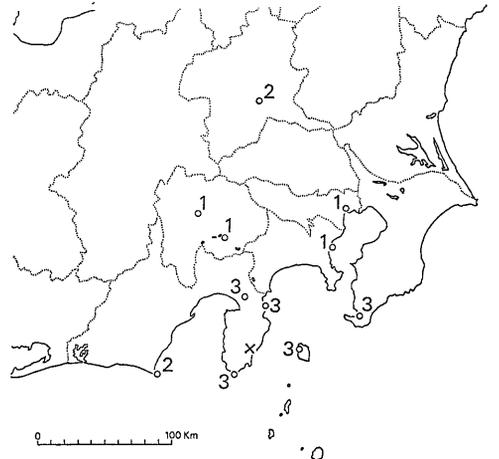


図1-3 1976年8月18日02時19分河津町鉢山附近の地震の震度分布 (気象庁)

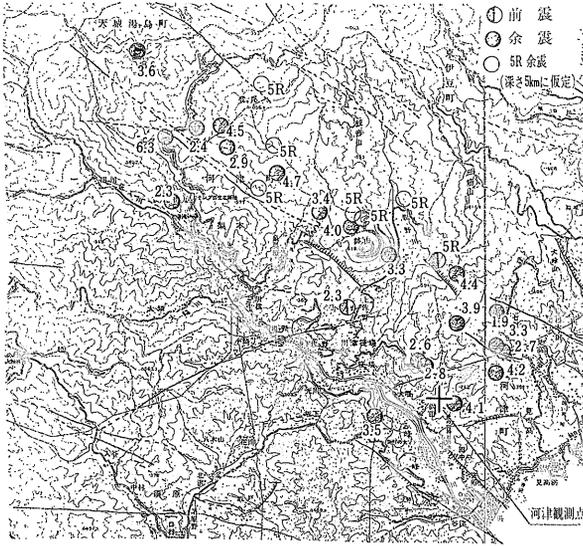


図1-4 1976年8月18日河津町鉢山附近の地震の前震及び余震の分布図 活断層は村井・金子による(地震予知連絡会・地震研究所配布資料)

〔資料〕

伊豆半島東部における

地盤隆起及び群発地震について

水準測量によると伊豆半島中東部一帯に 1969年より1976年までの7年間に10数cmに及ぶ地盤の隆起が観測されています。また 昨年10月から伊豆半島中部の遠笠山を中心に微小地震が群発しております。

この地域は地質年代的にみて新しい火山活動地域であるため このような隆起や微小地震はしばしば起り得る現象とも考えられますが これら諸現象の相互関係をより一層明らかにするため 各種の観測を実施する必要があると考えます。

昭和51年5月25日

地震予知連絡会長 荻原 尊 礼

地震予知研究推進連絡会協議長

久良知 章 悟 殿

修善寺を経て 沼津の近くの内浦にかけての水準測量を1976年1～3月に行ない 修善寺付近でこの6年間に5cm位の隆起が検出された。続いて修善寺より伊東市を経て 伊東検潮所までの水準測量を行なった所 伊東市の西方の冷川峠を中心に この9年間に最大15cmの異常隆起が検出され しかも隆起の大半がこの2年間位に生じたと推察された。さらに この路線周辺の測量も行なった結果 隆起域は北は網代の南から 西は修善寺乃至土肥 南は河津あたりの範囲で その中心がかなり北東に片寄った分布をしていることがわかった。すでに微小地震の群発していることから 地震予知連絡会では5月24日の会合で隆起の原因及び地震との関連を明らかにするため 関係機関による観測を強化することを

決めた(資料)。なお この地域は すでに観測強化地域に属している。1976年8月に行なった水準測量によると この半年間で著しい変化はなく 東海岸側の隆起は進行せず 冷川峠より西及び南側の部分の隆起が多少進行した。伊東付近の隆起については 1930年の伊東群発地震の際にも30cm位に及ぶ隆起が観測された。その際の隆起は群発地震後も続き かつ 隆起の中心が数km北に移動したことで有名である。

地盤隆起状態は検潮記録にも現われている。すなわち 相模湾を挟む伊東と油壺の検潮所の月平均の潮位差をとってみると 1975年1月頃から伊東側が6cm位隆起したことがわかる。同様の傾向は下田の検潮記録とを比較しても現われている。

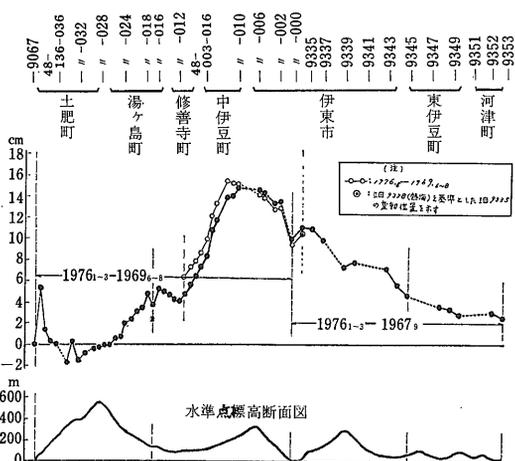


図2-1(1) 土肥-修善寺-伊東-河津間の地殻上下変動図(地震予知連絡会・国土地理院配布暫定資料)

黒丸 1976年1-3月と1969年6-8月または1967年9月との間の変動量
白丸 1976年6月と1969年6-8月との間の変動量

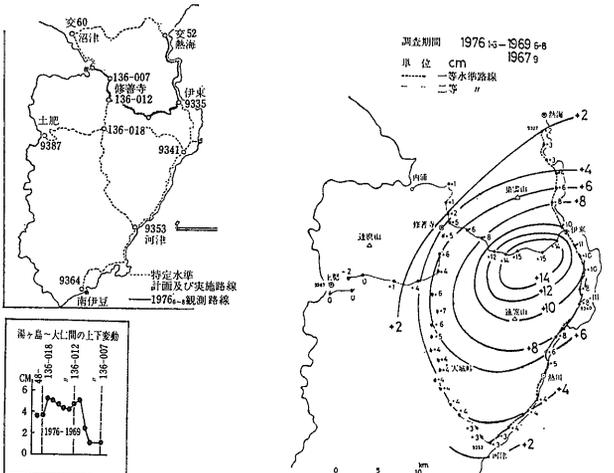


図2-1(2) 伊豆半島東部地殻上下変動等隆起線図(1976年と1969年または1967年の間)(地震予知連絡会報「16」国土地理院)

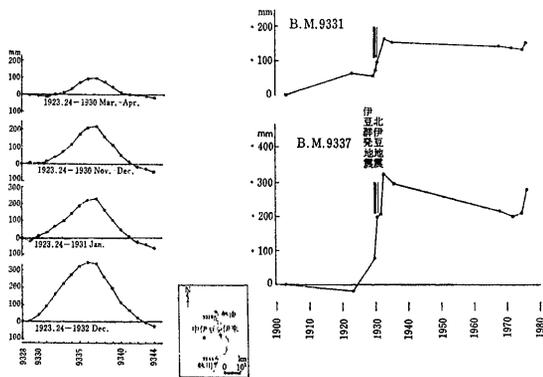


図2-2 伊東地震（1930年）の前後における地殻上下変動の推移（地震予知連絡会報〔16〕国土地理院）

次に 水平方向の歪状態について 北伊豆地震後（1931年）と1973～5年の間に 局地的には修善寺付近などで 4×10^{-5} か それに近い変化を示す所があるが 大きな系統的な変化はみられない。また 隆起の中心付近で行なった精密距離測定の結果をみると1973年から1976年の間に $0.5 \sim 1.0 \times 10^{-5}$ 位の伸びがみられ それから求めた最大伸びの方向は南西で隆起域の長軸方向にほぼ合致している。なお 秋の再測定の結果によると 東方の測線はほとんど変わらず 西方の測線が多少伸びて水準測量から得られた結果と同じような傾向となった。

次に 大島と伊豆半島の東海岸の三角点間は $30 \sim 40$ km 位離れているが この間が1970～76年の間に10cm 前後縮んでいることもわかった。しかし 全体として水平歪の方で顕著な異常は今の所検出されていない。

3. 地球物理学的観測

重力の精密測定が地震研究所により 1976年2～3月に行なわれ 1974年に測定した以

後の変化が明らかにされた。それによると 沼津を不動と仮定した場合 隆起の中心では $-32 \mu \text{gal}$ 重力が減少したことがわかり 重力の減少値の分布が南西方向にややのびている。1976年6月に更に重力の精密測定がなされたが その結果と1974年の差をとると重力の減少した所の分布は西及び南方向にやや広がった感じで 水準測量で得られた結果と同じような傾向が見出された。なお この重力の減少は深さ10km の所で球体の圧力が例えば半径4km であれば100bar 半径2km であれば1,000bar 高まれば今日と似た隆起が地表に生ずるといふ試算が示されている。

4. 地震波速度の変化

前述のような地殻の隆起が ショルト等のいうように地殻内に発生した微小割れ目による体積膨脹のせいならば 隆起域を通過する地震波のうちP波速度が大幅に変化することが期待される。大部分が最近の約2年間に生じたと推定されるので 速度変化もその頃から認められるかもしれない。

ところで地質調査所では 防災センターや大学の協力を得て 1968年から毎年1回伊豆大島で爆破地震動を発生させ 相模湾をとり巻く各地で観測しているが その結果は図4-1のようで 各地点ともここ10年間ほどで

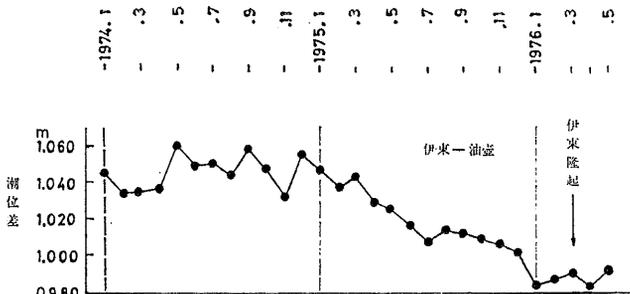


図2-3 伊東-油壺間の月平均潮位の差（地震予知連絡会報〔16〕国土地理院）

| 区画 | 測定年月 | (1) 1973.11 | (2) 1975.2 | (3) 1976.4 | (4)-(1)の差 |
|------------|------|-------------|------------|------------|-----------|
| 鳴水村-小笠山(B) | | 7788.601 | m | 7788.678 | cm -7.7 |
| 〃-〃-伊豆山 | | 6960.344 | | 6970 | -2.6 |
| 〃-〃-赤山 | | | 8597.394 | 8597 | -9.7 |
| 〃-〃-笠野 | | | | 7199.958 | |
| 〃-〃-大平村 | | 10619.334 | | 10618.385 | -5.2 |

1. 1973.11の測定値はG-8の地殻変動による定規を使用 その値はメーカ一定数を使用している
2. 〇は1は 定規換による別規定値である

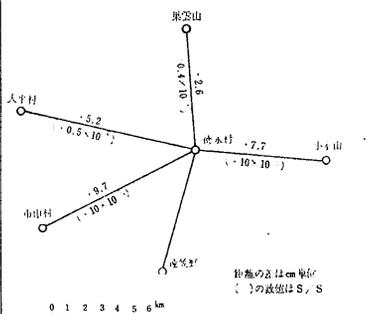
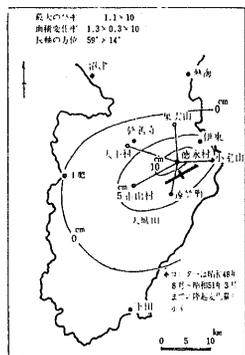


図2-4 伊東半島東部 精密距離測定結果 1976年—1973年の間（地震予知連絡会報〔16〕国土地理院）

濃度・ガス質などの定期観測を実施してきた。ほぼ同じ頃に 東大理学部もおもにラドン濃度の測定を開始し そのうち2井については連続測定を行なっている。ま

た東大地震研 京大防災研等でも 水温・水質等の変化の調査を行なっている。その後 隆起域がやや拡大するきざしを見せ また8月18日の河津町付近の地震 (M

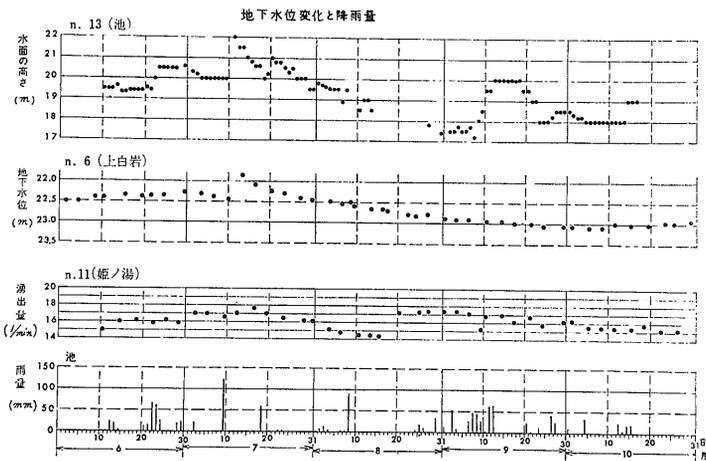


図5-2 代表的な井戸における水位・湧出量の変化と降水量 (第35回地震予知連絡会 地質調査所配布資料 岸和男 原因)

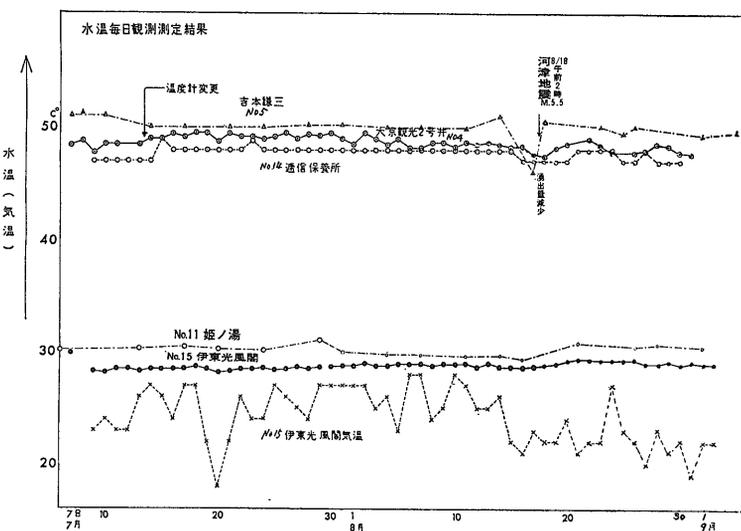


図5-3 代表的な井戸における水温測定結果 (同上 永井茂 原因)

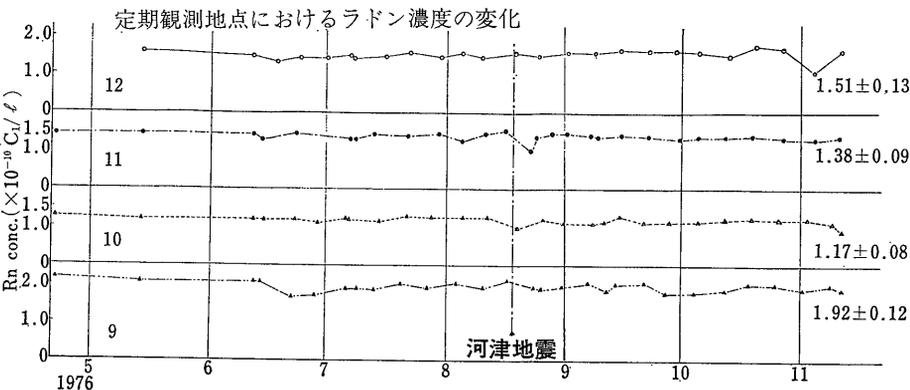


図5-4 代表的な井戸におけるラドン濃度の測定結果 (同上 池田審代治 原因)

井戸の水位や湧出量 (自噴井の場合) を変動させる要素はきわめて多い。揚水・圧入などの人為的要素がなかったとしても 降水・気圧・潮汐・湿度などの外因的自然条件の影響を受ける。これらの影響の程度は井戸ごとに異なるが 長期間の観測によって影響の大きさを見積ることができるし これを補正して地殻変動など内因的な条件による変動だけを抽出することができる。しかし 地殻変動による水位変動が 外因的な要素による変動に比べて小さい場合には 前者の影響だけを抽出することは必ずしも容易ではない。したがって地殻変動の検出を目的とするからには 先ずは多くの井戸の中から外因的条件に大きく左右されない 安定した井戸を選ぶことが望

ましい。

図5-2のうちNo.13の静水位は 降雨量を敏感に反映して大幅に変動しており この井戸から地殻変動の影響だけを取り出すのは不可能ではないにせよ長期間の観測が必要である。 これに対してNo.6やNo.11は降雨の影響をほとんど受けない 比較的安定した井戸と見られる。とくにNo.11(姫の湯)の湧出量は 8月18日の河津地震の後に増大したように見える。

図5-3は水温の推移を示したものの一部であるが No.5の井戸(上白岩自噴井)では 河津の地震の直前に温度・湧出量が大幅に下り 地震の直後に回復している。この原因が果して地震の影響かどうかは明らかではないが No.4やNo.14の井戸でもわずかながら地震前の温度低下・地震後の回復が認められ しかも地震後は水温がやや不安定となったように見えることに注目したい。

図5-4は代表的な井戸でラドン濃度の変動を測定したもので いずれも安定した値を示している。このうちのあるものは 河津地震の前後にわずかながら濃度が変化したように見えることに注目したい。 No.11の井戸(姫ノ湯)では地震直前にこれまでの測定値の最大 地震直後には同じく最小値を示している。他にも地震直前の極大値はNo.9(中伊豆町徳永南)に 直後の極小値はNo.10(中伊豆町山田)の井戸でも認められる。もしこれが有意の変化ならば 地震前後のラドン濃度の変化を検出したおそらく本邦最初の例ということになる。しかしこれらの変化の幅が非常に小さいことや連続測定でないために 地震前後の推移はいま一つ明確でない。No.12の井戸には地震前後の変化は認められない。また東大理学部が中伊豆町大幡野の井戸で行なっているラドン濃度の連続測定記録には 河津地震前後の変化はまったく見られなかったという。

以上のように 地下水の変動はおそらく岩質・地質構造・水理条件などによって 外因的に大きく左右されるものとそうでないもの 反対に地殻変動を敏感に反映するものとそうでないものなど 観測井として適・不適の幅が大きい。地下水の観測には井戸によって当り・外れが大きいといわれるゆえんである。

地質調査所では上記の項目の他にも 水質・電導度・pH ガス質などを定期的に測定しているが ようやく安定した井戸やその成分とそうでないものが見分けられるようになってきている。今のところ 長期間に大幅かつ系統的な変化を示している井戸も成分も見当らないようである。 今後は安定した井戸を選んで長期間の推移を監視していく予定であるが 短期的な予知のために

は連続測定とそのテレメーター化が必要であろう。

なお これまでの測定はすべて既存の井戸で行なわれており 水位・水量・水温の測定ならびにラドン抽出作業はすべて地元の方々の奉仕によって行なわれているものである。これを機会に井戸所有者ならびに観測協力者の方々に厚く御礼を申し上げます。

6. 活断層

伊豆半島には活断層がぎわめて多い。 図6-1には半島全域の活断層のうち比較的明瞭なものが示されている(村井・金子 1974による)。

大きくみると 伊豆半島ではN-SないしNNE-S SW方向で左横ずれ変位を示す断層と NW-S EないしWNW-E S E方向で右横ずれ変位を示すものが1つの活断層系をつくっている。このうち左横ずれ断層の代表的なのは丹那断層で 1970年の北伊豆地震(M7.1)では全長約30kmにわたって活動し 変位量は最大3.3mに達した。当時 掘さく中であつた丹那トンネルに2.5mほどの食いちがいを生じたことは有名である(図8-6 8-7参照)。この変位の跡は丹那盆地内の神社の参道や柵のずれとして保存されている。ただし左横ずれ断層は 丹那断層のほかにはそれほど大きなものは見あたらない。

右横ずれ断層は 伊豆半島北部で丹那断層の東側に肋骨のように平行して発達するもののほか 半島中・南部にも数多い。 丹那断層の南端から派生しているように

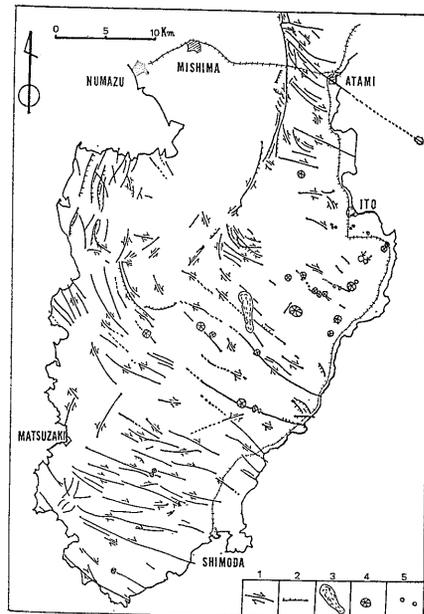


図6-1 伊豆半島の断層分布図 (村井・金子 1974 地震研究所速報 14号より)。 1: 横ずれ変位のセンス 2: 低断層崖 3: 溶岩流 4: 火山丘 5: 火口

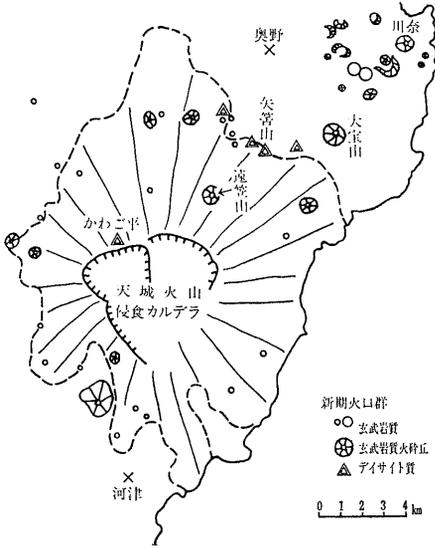


図7-2 天城一大室山地域の火口分布 (荒牧 1976 地震予知連絡会報 [16] より)

小規模な1回だけの噴火によってできた溶岩台地・噴石丘・マールなどがパラバラに分布している。大室山や一碧湖などはその代表的な火山である。天城火山の中腹や周辺にも一見寄生火山ふうの多数の小火山が見られるが、どうやら天城火山とは直接の関係はなく、たまたま天城山のあった場所に噴火してきたのだという。今回微小地震の群発した遠笠山はその代表的な火山である。これら小火山の大多数は玄武岩質であるが、もっとも新しく噴火したもののなかにはデイサイト質のものが、カワゴ平・矢筈山などをつくっている(図7-2参照)。これらは数万年間に約50回(すなわちおよそ1,000年に1回の割合で噴火をくり返したことになる。噴火年代の証明された最新の火山はカワゴ平(天城北)のデイサイトで、この活動に伴う泥流堆積物に埋った樹幹(神代杉といわれ、掘り出して建築材や木彫品として珍重されている)の¹⁴C年代は約2,800年前を示した。この活動よりもさらに新しい噴火が数回あったことも知られている。

およそ1,000年に一度の噴火史からみると、今回隆起した地域のどこかに小規模な火山活動がおこる可能性もないとはいえないが、今のところ噴火のおこる徴候はみられない。もしあったとしても、予知という観点からみると、地震よりははるかに前兆をつかみ易いと思われる。

8. 地震活動の特徴

伊豆半島は相模トラフと南海トラフにより囲まれているため、それらから大略100年~200年間隔で発生する

関東大地震型の巨大地震と東海型の巨大地震により度々大きな被害が生じている。しかし、それだけでなく、伊豆半島内で発生する地震によっても、しばしば大小の被害が生じている。それらの地震や地震の起り方に特色がみられるので、以下に伊豆半島と隣接地域の地震についてのべる。

伊豆半島で知られている、もっとも古い被害地震は841年の地震(M=7.0)で、これは北伊豆地震の前回のものと思われる。この地震で死傷者が出、村落がかなり損壊したようであるが、昔のことゆえ詳しいことは明らかでない。

所で伊豆半島における地震の活動様式が詳しくわかるようになったのは、今世紀に入ってからである。すなわち、1930年2月23日から伊東付近で群発地震が発生した。この地震の多くが伊東沖直径約4km、深さ8km位の範囲に集中し、M5クラスの強震を群発させた。その最大のもはM=6.0(3月22日)で、地震活動の総エネルギーはマグニチュードに換算して6.2程度である。この地震は5月まで頻発し、その後は衰え、そして8月19日にはM5.0の地震を発生させて、その活動は終息した。伊東群発地震の深さは浅かったため、その初期には干潮時に地震の多い傾向があったが、3月22日の地震以後はこのような傾向ははっきりしなくなった。また、強い地震の発生する前に地震活動が活発になったようである。この地震がおさまって約3ヶ月後の11月7日、伊豆半島頸部の三島東方で地震活動が初まり、活発になり有感地震

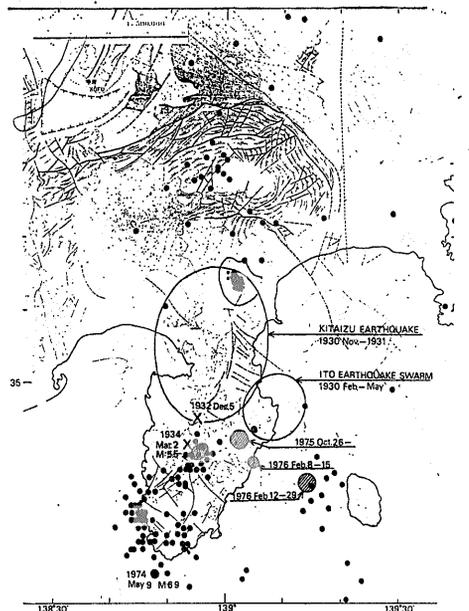


図8-1 伊豆半島における1930年以降の地震活動とその震央分布 (地震予知連絡会報 [16] 気象庁)

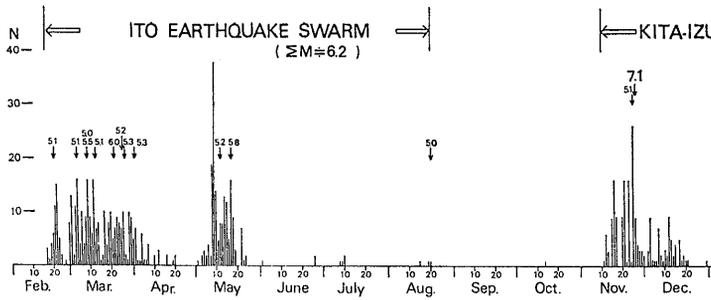


図 8-2 沼津で観測した伊東地震 (1930年) の日別変化 (地震予知連絡会報 [16] 気象庁)

をとまうようになり 11月25日16時05分に $M=5.2$ の強震が生じ 翌26日04時03分に $M=7.0$ の北伊豆地震が発生した。その後は地震活動は急速におさまった。ただし 余震域は主として丹那断層の西側 すなわち箱根・愛鷹山・富士川河口・土肥方向にまで広まった。この地震の際 丹那断層が活動し 断層西側の地塊が南に最大 3.5m (丹那盆地) 動き 当時掘削中の丹那トンネルは切断され 約 2.7m 移動した。その垂直変動は最大 2.4m あった。この時活動した断層は本断層とその分岐を合わせて約 35km に及び 断層直上はもとよりその周辺地区に関東大地震の際の被害を更に上まわる甚大な被害 (死者 272 人 負傷者 582 人 住家全壊 2,165 同半壊 5,516) を与えた。なお 上記のような断層活動で大きな水平・垂直変位を生じたので断層をまたいで作られた家や 石垣等の損壊した跡や変形した状態が所々に現在もお観察される。又 地形的に谷筋が丹那断層沿いに約 1km ずれていることから 1度の地震で平均 1m 位変化するとすると 1,000 年に 1度程度の割合で丹那断層地震 (北伊豆地震) が発生していることになる。841 年の地震が丹那断層地震であれば 1930 年の地震との間隔は この見方によくあっていると見える。

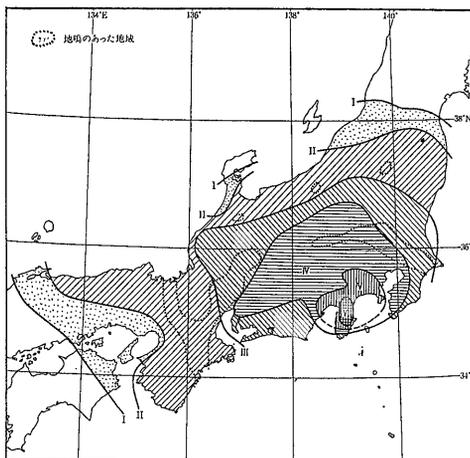


図 8-4 北伊豆地震震度分布 (中央気象台)

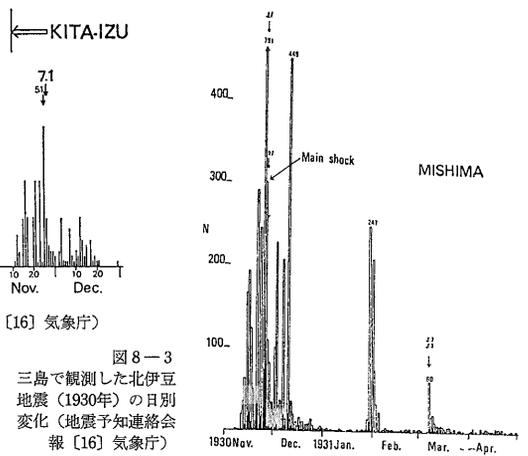


図 8-3 三島で観測した北伊豆地震 (1930年) の日別変化 (地震予知連絡会報 [16] 気象庁)

北伊豆地震の半年ほど後 1931 年 6 月 11 日に山梨県東部で先頃 (1976 年 6 月 16 日) の地震とほぼ同じ地域で $M5.9$ の地震が 続いて東京の西の郊外で $M6.4$ の地震が連発している。その更に 3 ヶ月後の 1931 年 9 月 16 日に この両者の地震の活動域の間を埋めるかのように $M6.3$ の地震が山梨県東部で発生し 続いて西埼玉地震 (1931 年 9 月 21 日 $M7.0$) が発生し 死者 16 人 負傷者 146 人 住家全半壊 200 等の被害を生じた。この後 更に北方

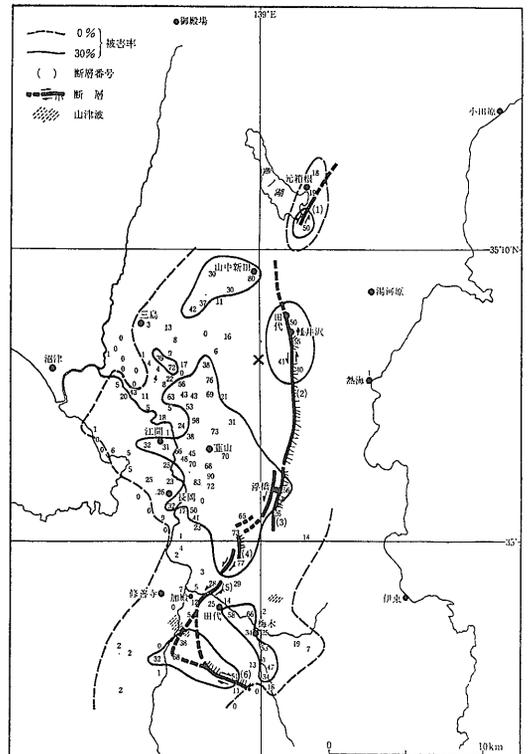


図 8-5 北伊豆地震住宅被害分布 (%)

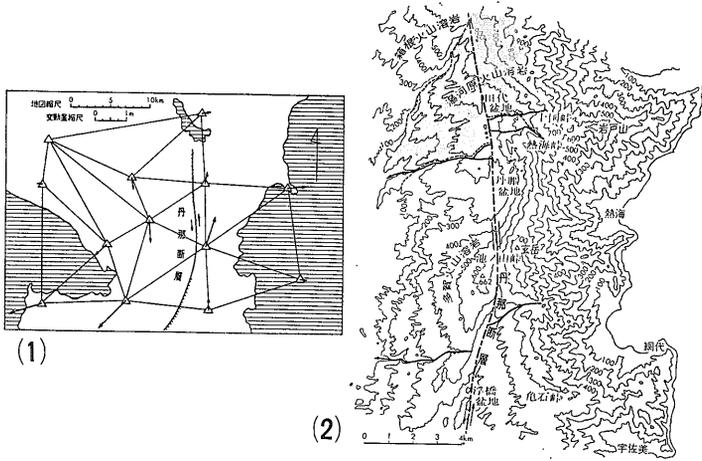
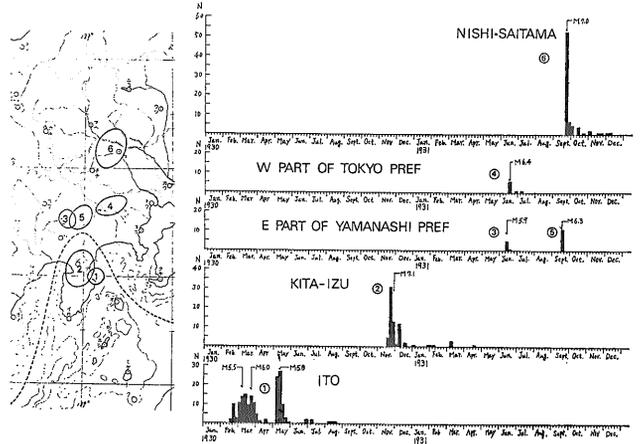


図 8-6
 (1) 北伊豆地震の際の丹那断層の両側の地殻の水平変位
 (2) 丹那断層による変位 (久野 久)

に地震が転移していったとも見られている。このように 伊豆半島 (又は付近のトラフ) で発生した地震は北方へ地震活動が転移する性質がある。

伊豆半島においては その後 顕著な地震として北伊豆地震の余震域の南端付近で1932年12月5日に M4.7 (東伊豆地震) の地震があり その後 その更に南の天城山系の深さ10km 以内の浅い所で1934年3月21日にM5.5の局地的な強震 (南伊豆地震) が起こった。この地震でガケ崩れなどの被害が生じ 温泉にも多少の異常があり 地鳴りもあったという。この地震の強震域は東南東に延びている。

この地震のあと伊豆半島では目立った地震は1/3世紀位発生しなかった。



↓ 図 8-7
 1930~31年における伊豆半島及びその北方地域における地震活動 (地震予知連絡会 気象庁配布資料)

伊豆半島における新しい地震活動は 1974年5月9日 8時33分の伊豆半島沖地震 (M6.9) で始ったようである。この地震は石廊崎断層が活動したもので 本誌第240号

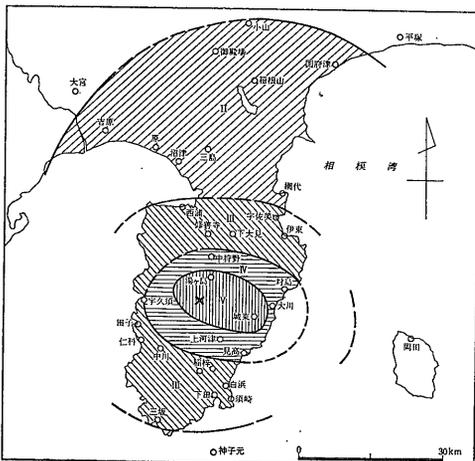


図 8-8 南伊豆地震(1934年)の震度分布 (福富による 1934)

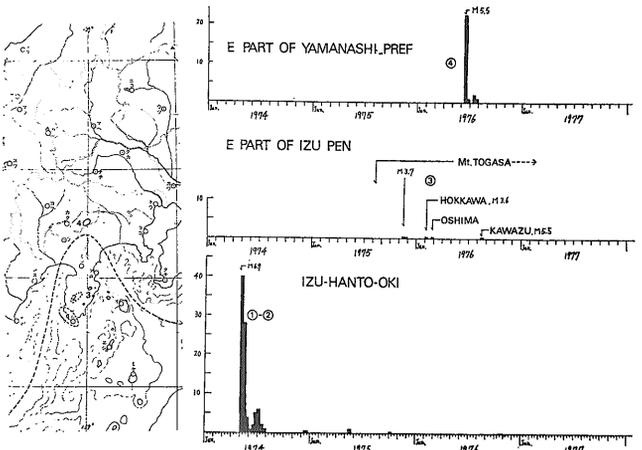


図 8-9 1974年以降における伊豆半島とその北方地域における地震活動 (地震予知連絡会 気象庁配布資料)

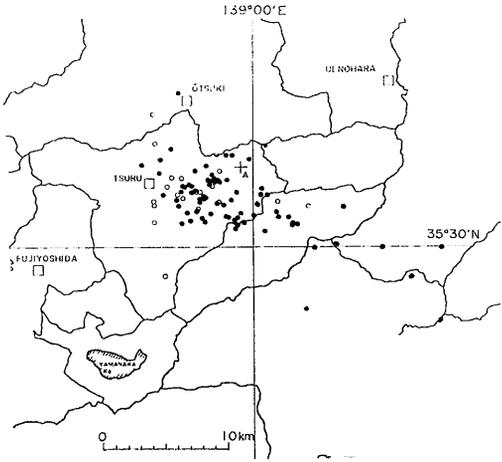


図8-10 山梨県東部地震（1976年）の震源分布（地震予知連絡会 地震研究所配布資料）

に報告されている。この時この断層に沿って余震が多数発生したがこれと直交する方向でも地震活動が発生した。この地震群は天城峠南西部で活動しその最大のもは5月11日22時11分でM4.2であった。

この後先にくわしく述べた伊豆半島東部で微小地震が1975年8月から群発し始めた。伊豆半島中部では1934年の南伊豆地震以来最大の地震が河津町鉢山で8月18日に発生した。この両者の地震の規模はともにM5.5で震度分布も東西に広がる似たような傾向を示した。これらの伊豆半島における地震活動をみると伊東群発地震以来の震源域の残った所を埋めるかのように今回の微小群発地震は発生している。この群発地震が発生して10ヵ月経った1976年6月16日に山梨県東部山中湖の北東でM5.5の地震が発生した。この地震は北伊豆地震後に発生した1931年9月の地震（M6.3）とほと

んど同じ所で発生している。今日の地震の場合本震（07時36分）の前に05時34分にM4.7の前震があった。しかし松代地震観測所では前震の更に6時間前から微小な前震が記録されていた。なお三角測量による水平歪の観測では地震活動域に何らの異常も認められなかった。

以上のように現在の伊豆半島とその北部における地震活動と1930～34年代にかけての伊豆半島からその北方地域にかけての地震活動には類似性がみられる。

最後に時間と空間をもう少し広くとって伊豆半島とその隣接地域における地震活動をみてみよう。その地震断層が駿河湾の奥深くまで伸びていることがわかり最近大問題となった安政元年の東海地震（1854年12月23日 M8.4）が伊豆半島の西側のトラフで発生した同じ頃東側の相模トラフの延長上で小田原地震（1853年3月11日 M6.5）が発生している。すなわち1850年代は伊豆半島の両側の地域には大きな地震の歪エネルギーが破断寸前の状態に達していたといえよう。なお安政の東海地震では東海地方は激甚な被害を振動と津波で蒙ったのは言うに及ばず被害は江戸・北陸・関西にまで及び津波は房総から土佐まで襲った。この時の死者は圧死・流死600人 家屋の倒壊・流失8,300以上 焼失600といわれている。伊豆で停泊していたロシアの軍艦デアナ号が大破しその後沈没している。地震断層の上盤側に当る沿岸地方すなわち御前崎や駿河湾西岸では地盤が数10cmから1m程度隆起しその内陸側の浜名湖北部や渥美半島あたりは沈降した。この地震の32時間後に南海地震が生じている。また1853年の小田原の地震では小田原付近が甚大な被害を生じた。すなわち損壊した家屋3,300 死者24人を生じ

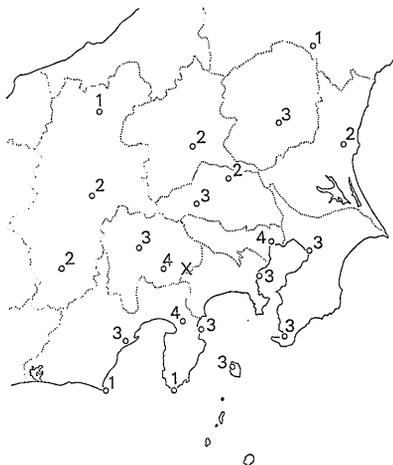


図8-11(1)
山梨県東部地震（1976年）の震度分布（地震予知連絡会 気象庁配布資料）

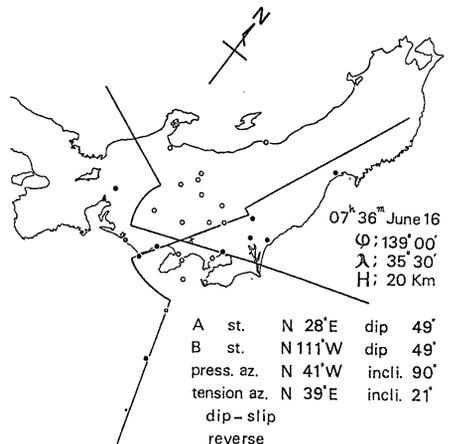


図8-11(2)
同 発震機構（同上）

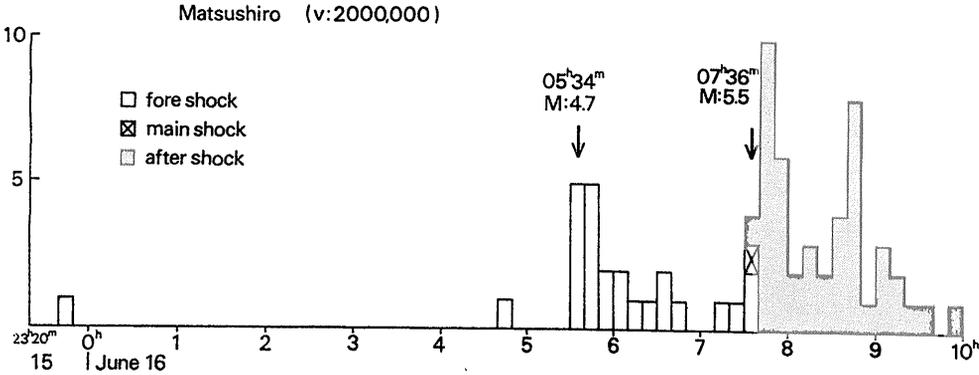


図 8—12
松代における観測による山梨県東部地震(1976年)の前震と余震の時間的变化(地震予知連絡会 気象庁配布資料)

小田原城の天守閣の瓦が落ちたり 山崩れが 341 箇所も発生した。被害規模からみると この時のマグニチュードはもう少し大きい可能性がある。これらの地震の後 この地方には地震活動の不活発な時期が続いた。すなわち 箱根山の地震活動は記録がないのではなく 1700年代には地震があったのであるが この時期は静穏だったのである。

1880年代に入ると山梨県東部あたりで地震が発生するようになり 次第に活発化して関東大地震を迎えたようにみえる。伊豆でも 地震活動が散発的に同じ頃から初まったかにみえる。1907年の河津地震(M5.5)は1976年8月の地震と同じような地震という。関東大地震で伊豆半島の地震活動が活発となり 箱根山が地震活動期に入ったかの感がある。

9. 今後の成りゆき

微小地震の活動域は異常隆起域の南半分を占めている。異常隆起がもしも地震性の歪エネルギーの蓄積によるものであるとすると これまでに放出された群発地震のエネルギーでは その蓄積エネルギーはまだ ほとんど解消されていないといえる。なぜなら 隆起域の大きさからみるとそれが地震の前兆であった場合 M7.0かそれに近いものが期待されるからである。それに対してこれまでに放出された最大の地震は8月18日の河津の地震で その規模は5.4である。その他の地震は大きくてM3クラスにすぎないから 河津の地震の約1/1,000のエネルギーでその量は微々たるものである。従ってM5.4対M7.0を比較すればよいのであるが このエネルギー比は大略1/200にすぎない。このように述べてくると今日の異常隆起が地震性のもと頭から考えているようにみえるが

そうではない。他の原因によるものであることが充分考えられるので 観測を強化して早く白黒を明らかにしたいということである。

まず 北伊豆地震(M7.0)の場合には丹那断層という地形的にも明瞭で その変位量も平均 0.1cm/y という顕著な活動性断層が存在していた。1974年の伊豆半島沖地震(M6.9)の場合も地形的に活断層とみられていた震源断層があった。所が この異常隆起域には この2つの断層に相当するような規模の活断層なり リニヤメントがみられない(6節参照)。このことが「灰色」をうすめる要素のひとつである。しかし 震源断層にも発生・生長・不活発化の歴史或は一生涯がある。松代群発性地震(総エネルギー M6.4)で発生した地震断層は地形的にははっきりしない断層であった。そういう点からみると顕著な活構造のみられないことは 直ちに

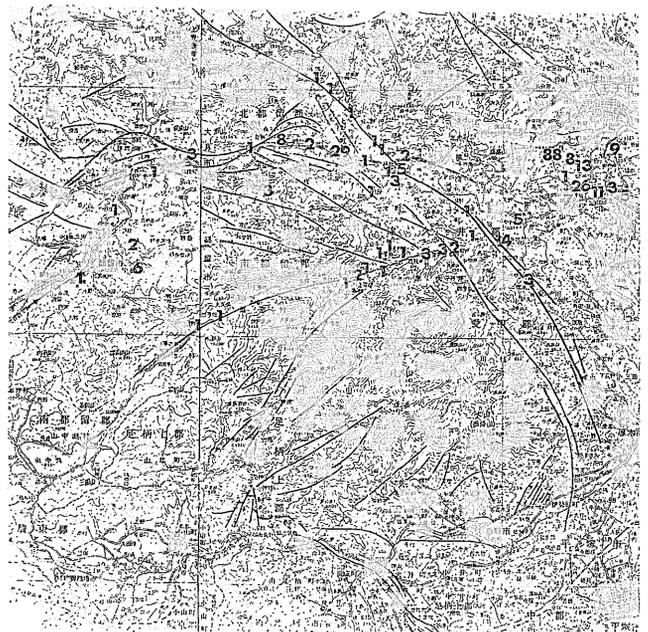
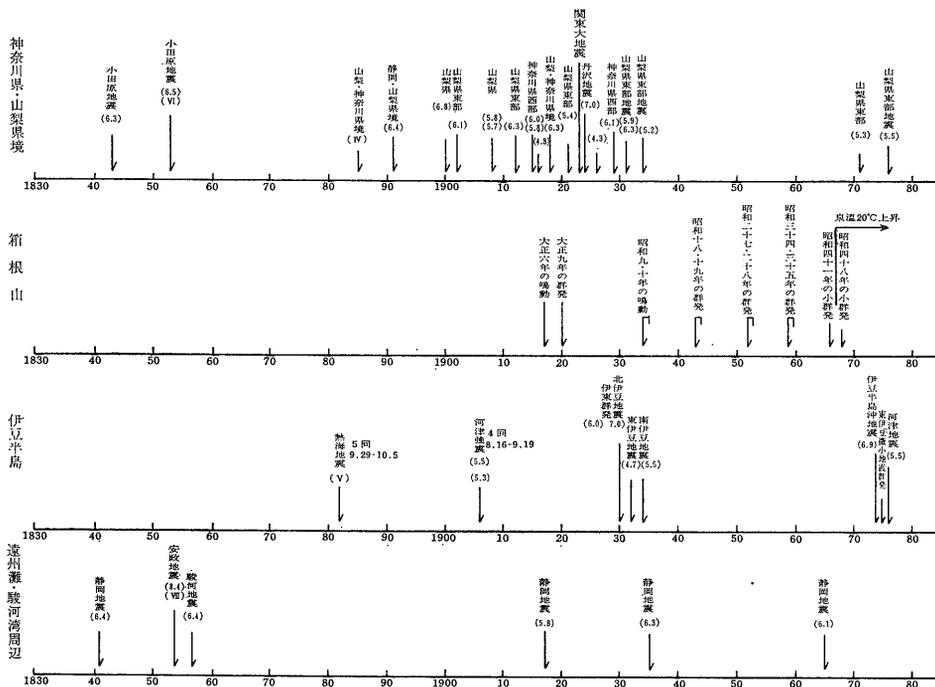


図 8—13 山梨県東部地震(1976年)被害建物棟数分布(地震予知連絡会 地震研究所配布資料)

図 8-14 歴史的にみた伊豆半島及び隣接地域の地震活動の推移 (地震予知連絡会 気象庁配布資料)



青信号といえないことも確かである。

この隆起域の中心が東に片寄っており 最初に微小地震の発生した矢筈山付近くに新しい火山が多く そのもつとも現在に近いものは2,800年前に噴火した。このように伊豆半島東部は活火山地帯であるので 今回の隆起も火山性現象である疑いもたれている。

今回の群発地震は 1930年以來の地震活動の空白域を埋めるように活動しており 新しいエネルギー源のもの

である。しかしその規模が小さい。伊東地震の時はM6に近い強震が幾度も発生したのに比べ 今回のものは 8月18日の河津の地震を除けば大きくてM3クラスである。こういうこともM7クラスの地震が直線的に想定されない原因のひとつである。

なお 京都大学の梅田は遠笠山直下の状態を地震波速度・減衰・地震波形を観測して調べた所 伊豆半島の他の所と比べて特異な状態にないことを示した。

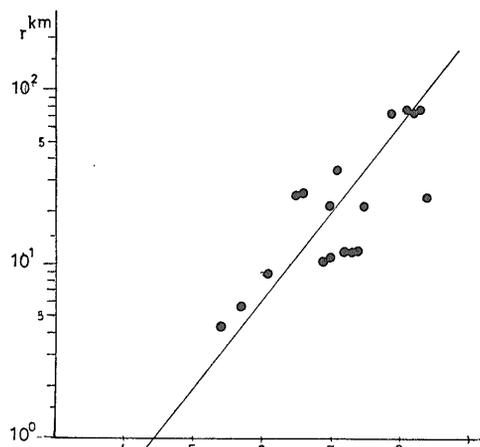


図 9-1 前兆として起きた異常地殻変動の大きさ (円形にした場合の半径: r km) と地震の規模 (壇原による)

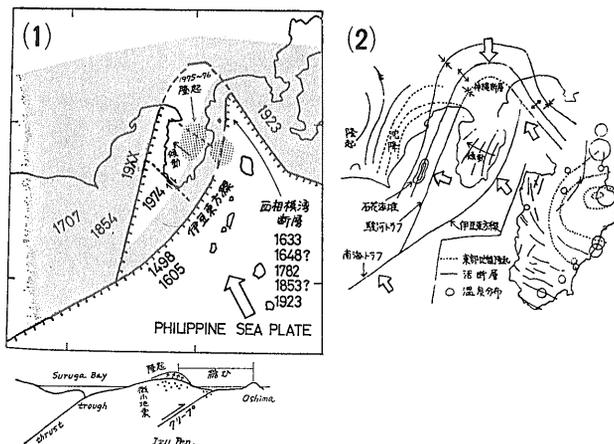


図 9-2 伊豆半島の異常隆起とテクトニクス (1)石橋のモデル (2)高柳らのモデル (1976年地震学会秋季大会予稿集より)

所で 今回の隆起と地震の群発の原因をどうみるかが今後のなりゆきを見透す上で必要である。10月の地震学会で国土地理院の藤田と東大理学部の石橋が似たような見方をのべている。すなわち 南海トラフは駿河湾のトラフに繋がっているが 御前崎の沖合から東北方に伸びる海底谷があり(伊豆東方線) その延長は伊豆半島東海岸沿いに北上し 小田原の沖合で相模トラフに繋がっている(北部は西相模湾断層)。この構造線はスラスト型の断層である可能性があり 西相模湾断層は関東大地震の時に活動し 真鶴崎や初島あたりを隆起させた。この南の部分が その時活動せず 引き続きフィリピン海プレートの圧縮を受け続けたため 大島と伊豆半島東部の間に 3.9×10^{-5} (最大) 歪の蓄積が生じた。半島内の応力が地震で解消乃至弱められていない所が 丁度今回の異常隆起を生じた所であり 群発地震の発生している所である。気象研究所の高柳らは伊豆半島は相模湾から北西方向に力を受けているが 半島北端でもぐり込めず押し合っているため 先端が西へ曲っているという仮説で 伊豆半島付近の応力場が説明されるといっている。今回の異常隆起も半島の屈曲が一つの原因であろうとし 伊豆東方線のスラストがクリープ性である可能性があり 東部に温泉の集中していることとも合うと述べている。

そこで 今後の予想はという上記のような見方をしても可能性としては種々の場合が考えられている。すなわち クリープ的な地殻変動だけで終わってしまう場合 群発地震だけで終わってしまう場合 M7位の地震が起る場合 伊豆東方線がクリープ性の逆断層変位をした場合 それに石橋は駿河湾の地震を誘発する場合 或はおくらす場合など それぞれ述べ依然として今後の動向は確固たる見透しを誰ももっていない。

なお 山梨県東部の地震活動は 駿河・南海トラフの活動——東海地震の予測のためにも その消長・推移を見守っていく必要がある。ただ ここの地震が更に東京西部や北に転移する兆候は今の所見つかっていない。また 伊豆半島は駿河湾断層の下盤に当るので ここにおける地殻活動の動向・推移は 東海地震の予知・予測その震源断層が駿河湾にまでのびるのか否か 或は伊豆東方線が活動するのか などを知る上で重要である。筆者ら(両機関)は 他の機関と協同して 特に活断層・地殻変動・地震波速度変化・地下水等に力を注いで

観測・調査・研究を進めて行きたいし この地域の地殻活動についての新しい情報を今後も提供していきたいと考えている。なお 観測や調査に当っては読者の皆様の御協力を何かとおおぐこととなりますので その時はよろしくお願い致します。

付 記:この原稿を作成した直後の1976年11月16日に地震予知連絡会関東支部が開かれ 最新のデータによって地殻変動の実態と将来の予想について徹底的な討議が交えられた。出席者の一人一人の個人的な“感想”までも求められたが 多くの人は大地震に結びつく可能性は少ないのではないかという意見だったようである。最近西方に広がった隆起を説明するために 国土地理院の藤井氏は 地下20~30kmの深部で地震を伴わない逆断層運動が起ったとするモデルを提唱した。また気象庁の関谷氏は 今日の微小地震活動は 昭和5年の伊東群発地震の活動とはエネルギーとして 数10分の1という小さなもので 8月の河津地震をピークとしておさまる可能性も考えられることを強調した。しかし 地震の予測について決定的なデータも得られていないので 今後も監視を強化していこうという申し合わせがなされ 次のような統一見解がまとめられ 11月29日の地震予知連絡会の討議を経て公表された。

(第35回地震予知連絡会統一見解)
(昭和51年11月29日)

伊豆半島東部における地盤隆起
および地震活動について

伊豆半島では各省庁の独自予算および科学技術庁の特別研究促進調整費により継続的に諸観測が行なわれている。

- ① 測地測量(上下・水平)および重力測量によると 隆起域はやや西方に広がっているが 全体として隆起運動はやや鈍化しているようにみえる。
- ② 8月18日の河津地震の余震は順調に減少し 従来の微小群発地震活動も次第に静穏化しつつある。
- ③ 隆起の中心付近の地下水の水位・水温・ラドン濃度等には 殆ど変化が認められない。

従って この地域の活動は現在の所静穏に推移する可能性が大きいと思われるが 簡単に結論を下せる段階ではないため 諸観測は今後も継続して行ない 地殻活動の推移を監視する。