

58. 1978年伊豆大島近海地震の被害・ 震度と地震断層

地震研究所
村 井 勇
角 田 信 子
辻 村 芳 子

(昭和53年8月10日受理)

1. ま え が き

1978年1月14日午後0時24分ごろ、伊豆大島の西方沖合に $M=7.0$ の地震が発生し、伊豆大島と伊豆半島は震度IVをこえる烈しい地震動に襲われた。この地震により、伊豆半島東部の賀茂郡東伊豆町、河津町を中心に、死者25名、全壊家屋85戸、半壊家屋544戸（2月22日の静岡県の集計による）に及ぶ大きな被害が生じた。気象庁による各地の震度は、大島、横浜がV、静岡、網代、石廊崎、三島、館山、東京、熊谷、新島がIVであった。ついで15日午前7時32分、伊豆半島の中央部で $M=5.8$ の余震が発生し、賀茂郡松崎町、中伊豆町、賀茂村などに全壊家屋11戸、半壊家屋72戸（2月22日の集計による）の被害が生じた。1974年5月9日に伊豆半島沖地震 ($M = 6.9$) が発生して以来、伊豆半島の南西部から中央部、東部にかけて、群発地震活動が継続し（津村ほか、1977）、著しい地殻変動が進行中であった（国土地理院地殻調査部、1976ほか）。1976年8月18日には河津町で $M=5.4$ の地震が発生し、局部的にかなりの被害が生じた（村井、1977）。伊豆大島近海地震は、伊豆半島におけるこのような一連の地殻活動の進行中に発生したものである。

今回の地震は伊豆半島沖地震からわずか3年8ヶ月の短い期間を置いて発生し、ほぼ同程度の被害を及ぼした。震源は伊豆半島と大島間の海底下であったが、震源から伸びた断層の末端は伊豆半島にまで達したと考えられ、東伊豆町稲取付近に地震断層が出現した。筆者の内、村井は1月15日、東海岸道路の復旧をまって東伊豆町稲取付近の調査を行い、この地震断層を発見した。その後約10日間にわたり地震断層と被害の現地調査を行い、同時に震度のアンケート調査を伊豆半島、関東地方南部、東海地方東部などの地域について実施した。その結果の概略は既に報告したが（村井、1978；村井ほか3名、1978；村井ほか2名、1978a），ここに改めて報告する。ただし、地震断層については、詳しい記載を別の報文に譲り（村井ほか2名、1978b），ここではその概要と被害・震度との関係などの点について述べ、若干の考察を加えることにする。なお、この調査は文部省科学研究費（自然災害科学特別研究）によって行なわれたものである。現地調査は村井が行ない、アンケート調査の集計整理は主に角田・辻村があたった。調査にあたっては、現地の諸公共機関をはじめ地元の多くの方々に御協力をいただいた。また道路公団、伊豆急行株式会社、静岡県下田および沼津土木事務所からは被害に関する資料および写真を提出していただき

た。地震研究所の地震予知観測センターからは余震分布について御教示いただいた。ここに深く謝意を表する。

2. 地震の概要

今回の地震の震源域となった伊豆大島西方沖では、本震に先立ち、前日の1月13日夜から活発な前震活動があった。伊豆半島から大島にかけての地域では、1976年2月に東海岸の北川付近で起こった地震活動に続いて約1ヶ月間群発地震活動があり、その後も断続的に活動が続いている（津村ほか、1977）。最近では1977年10月31日前後と11月17日前後に活動があった。前震活動は13日午後8時38分に始まり、伊豆大島で震度I程度の地震を頻繁に感じた。ついで14日午前8時12分に震度IIIを感じてから活発化し、9時36分、9時38分、9時45分（M=4.9）、9時47分とたてつづけに震度IVを感じた（気象庁などによる），震源は大島西海岸付近から西方沖10kmまでの範囲であった。

本震の発震時は14日12時24分38.6秒、震源の位置はN34°46'、東経139°15'、深さ0km、M=7.7と発表された（気象庁による）。地震記象の解析から、この地震は初期の小破壊で始まり、約6秒後に主破壊が起こったと推定された。SHIMAZAKI・SOMERVILLE（1978）による発生機構は、初期破壊および主破壊とも、東西の走向をもつ右横ずれ断層で、断層の長さ17km、幅10km、右横ずれ成分183cm、縦ずれ成分（北側落ち）26cmである。また、地殻変動および余震分布から、稲取付近から半島内部に向う副次的な断層の形成を指摘している。須藤ほか（1978）による発生機構もほぼ同様である。

一方安藤ほか（1978）は、初期破壊は東西、主破壊は初期破壊の震源からS80°Wの方向に15kmの地点から発生し、N75°Wの方向にのびて伊豆半島中央部に達し、断層の長さ20km、幅10km、右横ずれ変位1.5mであるとした。

本震から約15時間の間、大島から伊豆半島中央部にかけての地域に余震が発生した。余震域は大島付近からほぼ西の方向に延び、伊豆東海岸の稲取付近から西北西に向きを変えて天城峠から猫越峠付近に達した。翌15日午前3時46分に伊豆半島中央部でM=5.6の地震が発生し、その後この地域で活動が活発となり、午前7時31分にM=5.8、7時36分にM=5.4の地震が発生した。これら伊豆中央部の地震は、余震というよりは、誘発された地震群の性格をもつものであった。これらの地震の発生機構については、本震と異なり、断層面の走向がほぼN35°Eで、左横ずれと推定された（気象庁；石橋ほか、1978）。伊豆半島西半部では、7時31分の地震を強く感じ、14日の本震による被害よりも大きな被害が生じた。ついで猫越峠付近から南南西に西伊豆方面にのびる地域に、二次余震域が形成された（津村ほか、1978）。

気象庁による震度は、三島、網代および石廊崎でIVであったが、伊豆東海岸の一部では、被害状況から見て震度VをこえVIに達していたと考えられる。東伊豆町稲取付近から河津町見高入谷および梨本、七瀧に至る一帯では、とくに被害が集中したが、この地帶では墓石の転倒状況や建物等の破損状況から見て、地震動の加速度は300～400ガル程度であったようである（中野尊正ほか、1978；渡部丹、1978）。なお、強震計SMACによる計測では、最大加速度は伊東市で100ガル、三島市で125ガルであった（防災科学技術センター、1978）。

第1表 被害状況

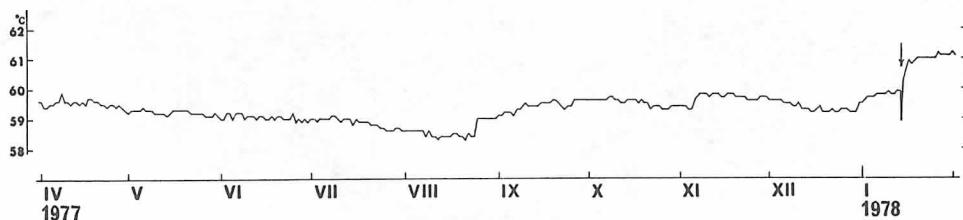
市町村名 被害区分												計	
	東伊豆町	天城湯ヶ島町	河津町	下田市	西伊豆町	松崎町	土肥町	伊東市	南伊豆町	賀茂村	熱海市	中伊豆町	大島町
死 者	9	5	11										25
負 傷 者	109	8	28	51	8	2		4	1				205
住 家 被 害	全 壊	56	16	12	7	4		1					96
	半 壊	460	56	24	34	11		4	27				616
	一部 破 損	2,097	124	879	77	229	195	100	304	29	114	1	21 211
非 住 家	公 共 建 物	6	2	12	2	1			1		13		37
	そ の 他	145	78	57	124	9	60	45	20				538
そ の 他 の 被 害	文 教 施 設	14	5	6	33	7	4		10	3	1	1	10
	病 院	25	14			3			2		2		46
	道 路	375	13	494	30	92	4	22	12	3	65	3	13 15
	橋 梁			2	1								3
	河 川	18	10	27	2	3				5	1		66
	港 湾 施 設	13	1		4			2		1			21
	砂 防							1		1			2
	水 道	78	116	85	31	106	4	12	7	3	90	52	584
	清掃施設	1	2		1			1					5
	崖くずれ	57	22	38	12	5	21	9	25	2			191
	鉄 道	12	12				2						26
	通 信 施 設	330	140	109									579

伊豆半島については静岡県の各市町村の集計資料（2月22日），大島については大島町の集計資料（2月17日）による。

3. 被害の概要

本震の規模は伊豆半島沖地震と同程度で，震源は伊豆半島東方沖合にあったが，東海岸を中心に大きな被害が生じた。半島および伊豆大島における各種の被害状況は第1表の通りである。本震による被害は伊東市南部から下田市にかけての東海岸一帯と河津町，中伊豆町，天城湯ヶ島町に生じ，西伊豆町，松崎町の西部にも多少の被害が及んだようである。しかし西海岸の被害はむしろ15日の余震による被害の方が大きく，本震による被害がほとんどなかった土肥町，賀茂村などにも被害が及んだ。本震による被害は，死者25名，

【中略】



第10図 宇佐見24号泉の水温の変化

毎朝8時に測定した水温の変化を示す。矢印が地震、1月14日は地震直後にも測定してある。(黒川義男氏の測定による。)

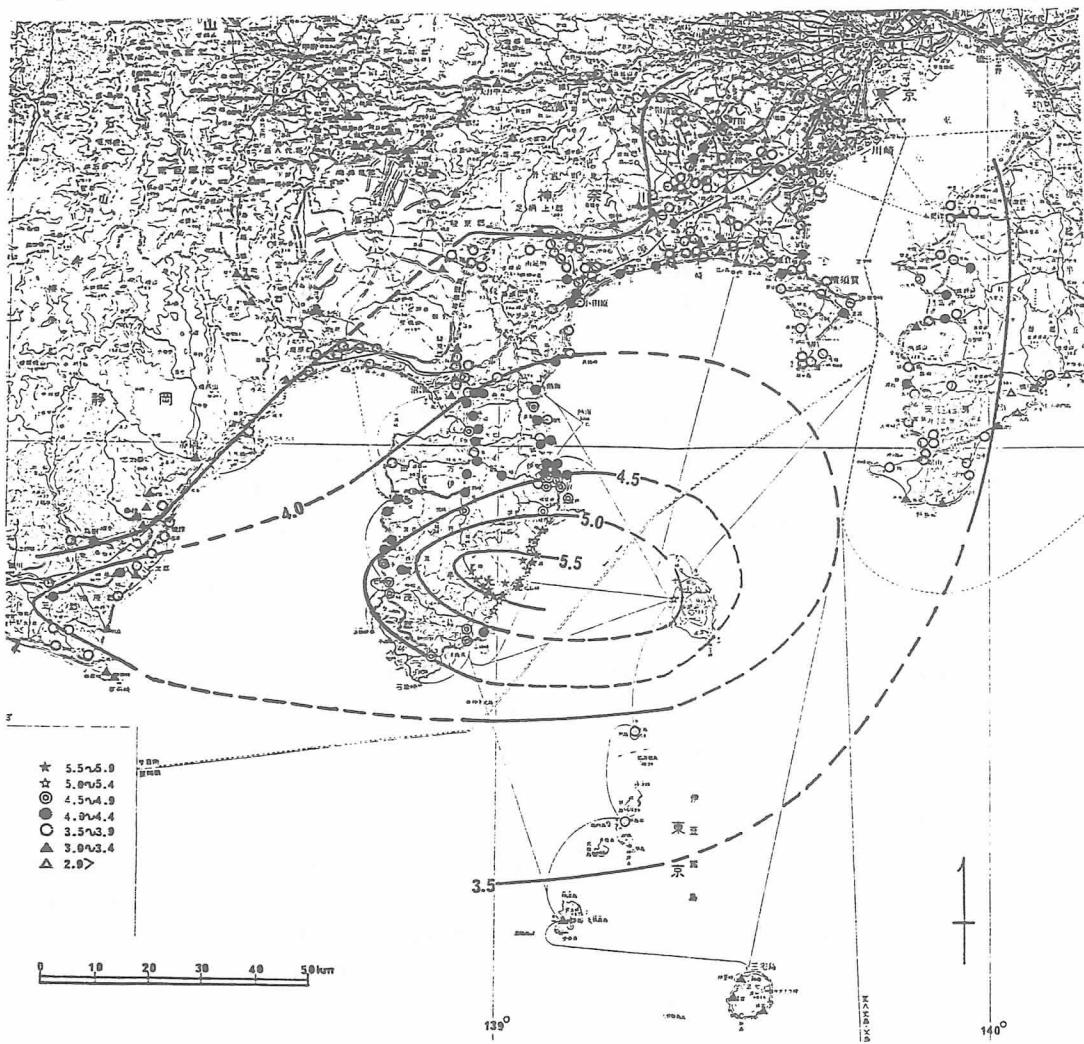
が地下で喰いちがいを生じたものもあった。また一方では、温泉水・地下水の水位が上昇したものも見られた。河津町では、一部に地下水の水位低下が見られた場合もあったが、全般的に温泉水・地下水の水位が上昇した。下田市須原では地下水の水位が上昇し、南伊豆町の下賀茂では温泉が噴出した所もあった。伊豆半島以外の地域でも変化の認められた地区があった。静岡県榛原郡焼津町では温泉の湧出量が増大し、神奈川県小田原市、などでは地下水の水位が上昇したといわれる。

西海岸では温泉水・地下水の水位が全般的に上昇した。とくに宇久須、松崎では温泉水の湧出量が著しく増加したものがあった。また温泉水の水温が全般的に上昇した。中央部では本震および余震の両方の影響を受けたようであり、天城湯ヶ島町の船原、柿木、西平では温泉水の水位が著しく低下した。一方、大平では地下水の水位が上昇したものもあった。修善寺町の加殿では地下水の水位低下が認められたが、大仁町の田原では温泉水の水位が上昇したものが見られた。

温泉水・地下水については、常時観測が行われているものがあり、水温・成分が地震前に若干変化したと見られるような例も報告されている(山口ほか, 1978; 高橋ほか, 1978, など)。伊東市宇佐美の下生戸自噴泉(宇佐美24号泉)は、地震前の約4ヶ月間上昇の傾向を示し、地震後に1°Cほど泉温が上昇した(第10図)。このほか東京都、神奈川県、静岡県、千葉県の震央距離150kmまでの範囲で地下水の水位が数cm上昇した場合があったといわれる。

4. 震度および被害の分布状態

地震発生直後、現地調査にあわせてアンケート調査を行い、震度および被害の分布状態を明らかにしようとした。調査票は太田(1974)によるものをそのまま用い、太田のプログラムによって震度を算出した。また、家屋被害、墓石の転倒率、地下水の変化に関する項目を加え、これらについての情報を得ようとした。伊豆半島を中心に、東海地方東部、南関東一帯の38の市、85の町村にわたって調査票約4,350枚を配布し、有効回答数3,965を得た。集計にあたっては、一定地区につき数ヶないし数十ヶの値の平均値を求め、その地区的値とした。伊豆半島では、地形が急峻のため集落が限られた地区にしかなく、震度分布のパターンを正確に描くに十分な資料が得られたとは言えないが、概観することはできた。中央部から西海岸にかけての範囲は、本震および余震の両方の影響を受けており、回答に両者を混同して書いたと考えられるものが少数あり、これらについては適宜取捨選択した。



第11図 震度分布

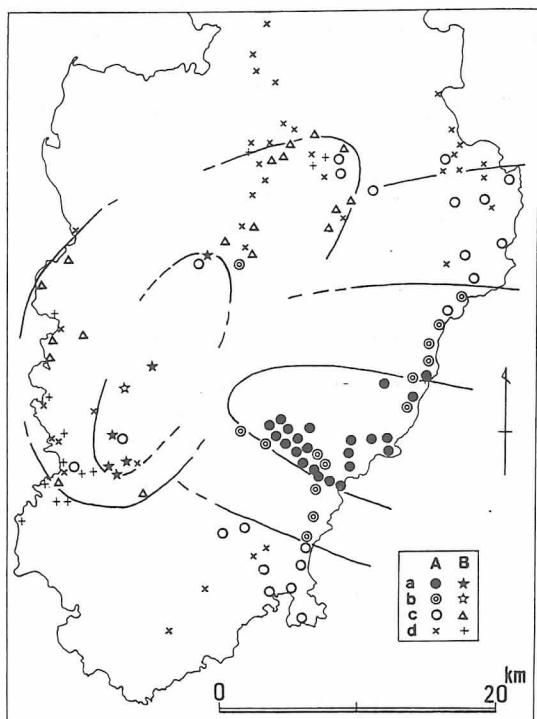
各地区の震度から、本震の震度分布を描くと第11図のようになる*. この図から知れるように伊豆半島は全域にわたって震度4.0以上であった。震度4.0以上の範囲は、ほぼ東一西の方向にのびた楕円形（東西約150km, 南北約70km）で、とくに西方に向って長く伸び、その先端は静岡県の相良付近に達していた。相良では屋根瓦の破損のような比較的軽微な家屋被害があった。伊豆半島以外の地域でこのような家屋被害が目立ったのはこの地域のみで、これは本震の主破壊がほぼ東一西の走向で西に向って進行したことを物語るものと考えられる。震度5.0以上の範囲は、伊豆大島西側および伊豆東海岸の伊東市八幡野から下田市白浜付近にかけての範囲および河津町一帯で、東西約45km, 南北約25kmの楕円形の範囲であった。東伊豆町熱川、片瀬、稻取から河津町にかけての地域は5.5以上に及び、とくに稻取と見高入谷では6.0に近かった。入谷、水下、稻取温泉付近、見高入谷の根木の田の地帯断層沿いに調査票を配布して調べたところ、震度は6.0～6.2に達していたことが知れた。震度5.5以上の範囲は、墓石の転倒状況の分布や家屋の被害状況の分布とあわせて考えると、東海岸から半島内部に向ってN65°～70°Wの方向にのびる傾向を示すものと思われる。

上記の範囲の外側は震度4.0以下の範囲であるが、分布のパターンはやや不規則で、地質および地盤の相異によって地域的にかなりの差が見られ、同一地区内でも値のばらつきが大きかった。また局地的に震度4.0をこえる地区が散在した。すなわち、小田原市北部、大磯丘陵の一部、町田付近、横浜市の一帶などにそのような地区があり、墓石のわずかな



第12図 余震の震度分布

* ここに示す値は太田(1974)の方法によって算出されたものである。小数点下の値を四捨五入して得た値が、気象庁の示す震度に相当すると考えられる。



第13図 墓石の転倒率の分布

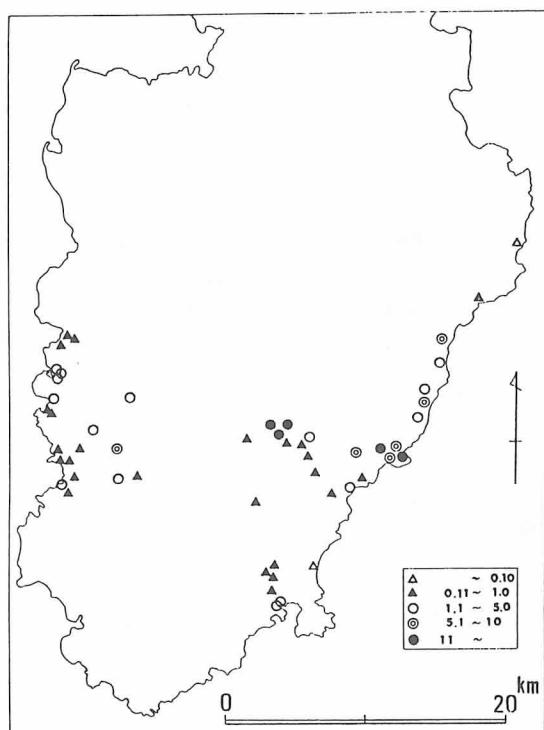
A: 本震による, B: 余震による, a: ほとんど転倒, b: かなり転倒,
c: 少数転倒, d: 転倒せず, わざかに動く.

それが認められた場合があり、また壁のきれつ、棟瓦のずれのような軽微な家屋被害もまれに見られた。震度3.5~4.0の範囲は、駿河湾西岸の焼津、清水付近、富士川河口から沼津・三島にかけての地域と、箱根山周辺、相模湾北岸の大磯丘陵から相模原台地、相模川中・下流部流域、三浦半島から多摩丘陵南部にかけての地域、および房総半島西部と京浜地区南部であった。その範囲は、駿河湾北岸および相模湾北岸から京浜地方に向ってENE~NEの方向に長くのびたような分布を示していた。この範囲の外側の赤石山地周辺部、身延山地、丹沢山地、多摩丘陵北部、房総半島東部ではおおむね震度3.5以下であった。

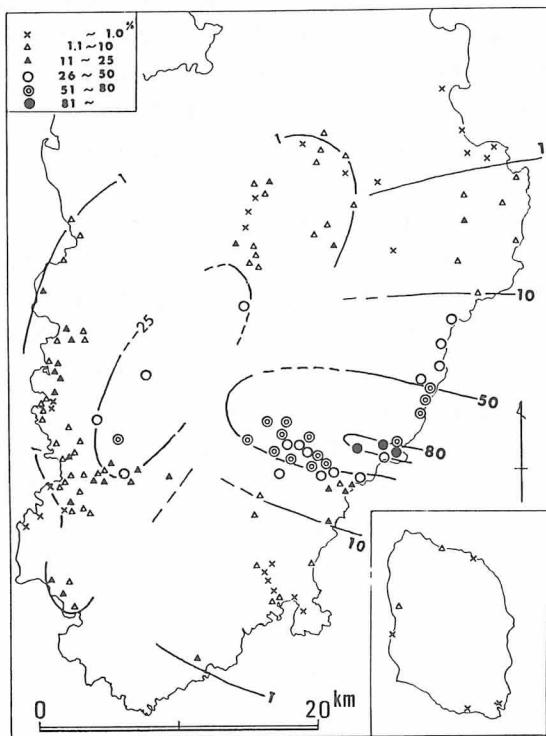
14日の本震による震度の調査とは別に15日の余震による震度についても、震源域の周辺において実地調査を行うとともに、2つの市、11の町村について調査票375枚を配布し、アンケート調査を行って、318の回答を得た。西海岸では本震よりも余震の震度の方が強く、アンケート調査の回答に両者の混同が認められた場合も少数あった。伊豆中央部では両者の区別がつきにくい場合もあった。15日の余震による震度分布は、震央の猫越峠付近からSSWの方向にのびる一帯で高く、震度5.0以上の範囲はこの方向に約35km、それに直交する方向に約15kmほどの広がりをもっていたと推定された。また、震度4.5以上の範囲は西海岸の土肥町土肥から松崎町松崎に至る地域、中央部の天城湯ヶ島町佐野以南を含む範囲で、長径約65km、短径約40kmの広がりをもつと推定された(第12図)。

アンケート調査と実地調査により、伊豆半島全域について墓石の転倒状況を調査した。実地調査の場合は、修復が早いため、直後の調査によらなければ正確な結果が得られず、またアンケート調査では信頼性の検討がむずかしいなどの問題点があるが、およそその転倒率を求め、その分布状態を描いた（第13図）。伊豆半島中央部および西部については、本震および余震の両方の影響が重なっており、聞きこみや推測によってその区別を行った。その結果は、震度の分布図、および次に示す家屋被害率の分布図ともよい対応を示した。すなわち、震度5.5以上の範囲では墓石等の転倒率はきわめて高く、ほとんど100%に達する地区も多かった（第75図）。震度5.0～5.5の範囲では転倒率がやや高く、4.5～5.0の範囲で転倒率が低く、時には転倒していない地区も見られた。14日の本震による転倒率は東伊豆町稻取から河津町見高入谷、梨本、七瀧にかけてWNW-ESEの方向に伸びる地帯で特に高かった。これにたいして15日の余震による転倒率は持越から宮ヶ原、称宣畑、門野、船田を結ぶNNE-SSWの方向に伸びる地帯でとくに高かった。

伊豆半島の各市町村による被害集計をもとに、各地区的住家の倒壊率および被害率を算出し、被害分布図を作った（第14図、第15図）。この図に見られるように、本震による被害は東伊豆町北川から稻取までの間および河津町一帯でとくに大きかった。東伊豆町の片瀬および稻取、河津町の見高入谷、梨本、泉奥原、川横、大鍋、小鍋、上佐ヶ野、大堰、



第14図 家屋倒壊率の分布
(全壊戸数+半壊戸数の1/2)/総戸数を%で示す。



第15図 家屋被害率の分布
総被害戸数/総戸数を%で示す。

天川などの地区で家屋被害が50%をこえた。とくに被害の著しかったのは、地震断層の出現した稻取の水下、入谷の両地区と、見高入谷の各地区で、家屋被害率は80%をこえた。このような被害分布は、墓石の転倒率の分布および震度分布とよい対応を示していた。

余震による建物被害は、伊豆中央部から西海岸付近にかけて NNE-SSW の方向にのびる帶状の地域を中心に生じた。松崎町北部の南郷、大沢、峰輪から門野、西伊豆町称宣畑、大城、宮ヶ原、天城湯ヶ島町の茅野にかけての地域で家屋被害率が20%をこえ、とくに門野では70%に達した。

5. 地 震 断 層

1974年の伊豆半島沖地震の際には、既に知られていた活断層（村井・金子、1973）に沿って地震断層が出現したが（村井・金子、1974），今回の地震でも、活断層にほぼ沿う位置に地震断層が現われた。地震断層の詳細については別の報告（村井・松田・中村、1978 b）を参照されたい。ここでは多少重複するが、その概要について述べた上で、地震の発生機構との関係について考察を加えたい。

伊豆半島南部には WNW-ESE ないし NW-SE の方向に走る顕著な活断層およびリニメントが発達しており、明瞭な山稜・水系の右横ずれや小地溝、小断層崖などの発達が

【後略】

伊豆半島および周辺地域に発生した最近の地震による被害と震度の分布*

村井 勇・土 隆一
(東京大学地震研究所) (静岡大学理学部)

1. はじめに

伊豆半島および周辺地域では、1974年5月9日に伊豆半島沖地震 ($M=6.9$) が発生して以来、地震活動が活発に続いている。被害を及ぼした地震としては、伊豆半島沖地震をはじめとして、1976年8月18日の河津地震 ($M=5.4$)、1978年1月14日の伊豆大島近海地震 ($M=7.0$) がある。1979年12月3日の川奈崎沖地震 ($M=5.4$) と 1980年6月29日の伊豆半島東方沖地震 ($M=6.7$) の際にも伊東市の一部などに軽微な被害が生じた。さらに、伊豆半島北方の丹沢山地において、1976年6月16日に山梨県東部地震 ($M=5.5$) が発生して、震央付近を中心とする軽微な被害が生じた。これらの地震に際して、筆者らは被害の実地調査および被害資料の集収整理を続け、また、伊豆半島沖地震を除く他のすべての地震について、震度のアンケート調査を行ってきた(村井・金子, 1974; 土・宇津, 1975; 村井, 1976; 村井, 1977; 村井ほか, 1977; 村井ほか, 1978; 村井・角田, 1981b)。個々の地震の被害調査については、他の研究者の報告も多く、また、伊豆半島沖地震・山梨県東部地震および伊豆大島近海地震についての震度の通信調査が茅野らによって行われている(茅野・佐藤, 1974; 茅野, 1976; 茅野, 1978)。筆者の一人、土は、伊豆半島に大きな被害を与えた

1930年11月26日の北伊豆地震 ($M=7.0$) の被害分佈について検討し、伊豆半島沖地震および伊豆大島近海地震の被害との比較を行った(土, 1980)。これらの豊富な調査資料を総合整理することによって、伊豆半島および周辺地域に発生した地震の被害・震度分布について共通の特徴を見い出すことが可能である。この地域に発生した一連の地震は、いずれも地殻内に震源があった浅い地震であり、とくに伊豆半島の地震はすべて垂直な断層面上の横ずれ断層型の発生機構をもつものであった。北伊豆地震、伊豆半島沖地震および伊豆大島近海地震では陸上に地震断層が出現し、断層に沿って被害の集中が認められた。震央付近の被害・震度分布は、震源断層をかこんだ橢円状のパターンを示し、一方、広域的な震度分布は、関東構造盆地内の軟弱堆積物の影響を反映する特徴的なパターンを示した。詳細な震度調査を行うことによって、地質・地盤の相異による被害・震度の差を見いだすこともできた。これらの点について以下に報告する。

2. 伊豆半島および周辺地域における最近の地震活動

伊豆半島および周辺地域においては、大正関東地震をはじめとする相模トラフ沿いの地震および駿河トラフ沿いの安政東海地震などを除いて考えれば、丹沢山地と箱根火山にかなり活発な活動域が認められるものの、伊豆半島自体はこれまで比較的地震活動の低い地域と考えられていた。841年および1930年の北伊豆地震 ($M=7.0$)、1930年の伊東群発地震 ($M=5.8$)、1934年の南伊豆地震 ($M=5.5$) のほかに明確な被害地震の記録はなかった(宇佐美, 1974)。しかし、北伊豆地震の際に活動した北伊豆断層系をはじめとして、最近に活動した証跡を示す明瞭な活断層地形が密に発達していることは、既に筆者が指摘した通りである(村井・金子, 1973, 1974)。1974年5月9日伊豆半島南端部において突然に $M=6.9$ の地震が発生し、震

The distribution of damages and seismic intensities by the resent earthquakes occurred in and around the Izu Peninsula.

Isamu MURAI

Earthquake Research Institute, Tokyo University, Tokyo, Japan

Ryuichi TUCHI

Faculty of science, Shizuoka University, Shizuoka, Japan

自然災害科学資料解析シンポジウム(1982年1月京大会館)にて講演
〔関東地区・中部地区〕

央付近に著しい被害が生じた。これは、1931年の西埼玉地震以来関東地方および近傍地域で起こった最大規模の地震であった。その後伊豆半島一帯で活発な地震活動・地殻変動が続き、現在に及んでいる。伊豆半島

における地震活動のうちとくに著しいものは表1および図1, 2に示す通りである。これらのうち、北伊豆地震、伊豆半島沖地震と伊豆大島近海地震の際には、既存の活断層に沿って地震断層が出現した。

表1 伊豆半島における主な地震

	年月日	M	人的被害		家屋被害		
			死者	負傷者	全壊	半壊	焼失
A 伊東群発地震	1930 III 22	5.8					
B 北伊豆地震	1930 XI 26	7.0	272	572	2,165	5,516	75
C 南伊豆地震	1934 III 21	5.5					
1 伊豆半島沖地震	1974 V 9	6.9	29	82	121	243	5
2 伊豆半島沖地震の余震	1974 VII 9	4.9					
3 河津地震	1976 VIII 18	5.4			2	30	
4 伊豆大島近海地震	1978 I 14	7.0	25	34 (重) 171 (軽)	96	616	
5 伊豆大島近海地震の余震	1978 I 15	5.8					
6 川奈崎沖地震	1978 XII 3	5.4		1 (軽)		2	
7 伊豆半島東方沖地震	1980 VII 29	6.7		3 (重) 4 (軽)		1	

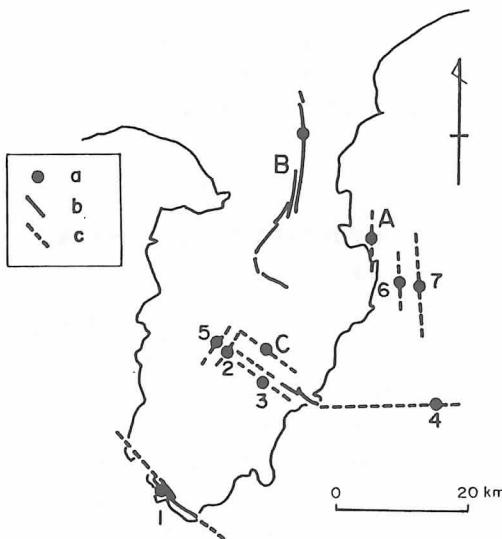


図1 伊豆半島における主な地震の震央、震源断層および地震断層
a : 震央, b : 地震断層, c : 震源断層

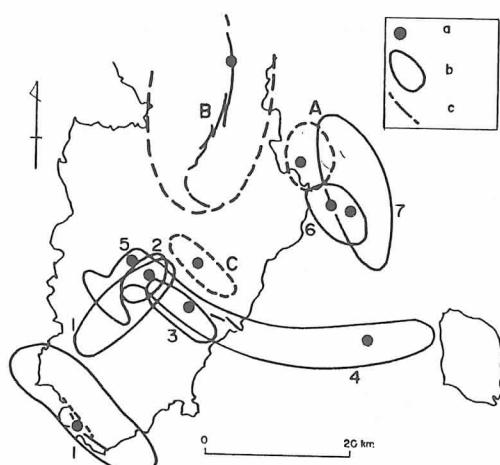


図2 伊豆半島における主な地震の震央、余震域および地震断層
a : 震央, b : 余震域, c : 地震断層

3. 震央付近における被害分布

北伊豆地震・伊豆半島沖地震・伊豆大島近海地震および伊豆半島東方沖地震はいずれも同程度の規模の地震であったが、前の3つの地震の際には地震断層に沿

って被害が集中し、陸地内ないし陸地に近い海底の直下に発生した浅い地震による被害の典型的な例を示した。以下にこの3つの地震の際の被害分佈を中心にして説明する。

北伊豆地震は伊豆半島北部中央に位置する丹那盆地

付近を震央とし、震源の深さ5km未満で、南北の方に向延びるほぼ垂直の活断層である北伊豆断層系が再活動して発生した左横ずれ断層型の地震である。地震断層に沿った箱根芦ノ湖南岸、田代盆地、丹那盆地、浮橋、大野などの地区で多くの家屋が倒壊し、垂山を中心とした田方平野一帯でも著しい被害が生じた。土(1980)はその被害分布を検討して、断層沿いに家屋被害が集中し、断層から離れるに従って急速に被害が小さくなること、軟弱な泥質の沖積層が厚く堆積する田方平野にも被害が集中し、とくに泥質層が20m以上の厚さをもつ区域で家屋全壊率が50%を超えることを明らかにした。ここでは、全壊率あるいは半壊率の代りに、被害指数(又は倒壊率、全壊家屋数に半壊家屋数の1/2を加えたものを総家屋数で割った値)を用いて整理し直してみた(図3)。被害の地域的分布を知るために市町村役場や警察署で行われる被害調査資料内の住家の被害集計資料に基づいて整理するのが最も便利であり、一般的に行われている。家屋の被害程度について、全壊(50~100%の損害)、半壊(20~50%の損害)、小被害又は一部破損(20%以下の損害)の区分が用いられている。しかしその判定基準は常に厳密に守られているわけではなく、とくに一部破損の戸数はどの程度の損害のものまでを含むかによって大きく変動する。一般に、上述の被害指数を用いて整理するのが最も信頼性が高いと考えられる。

図3に見られるように、被害指数50%の範囲が地震

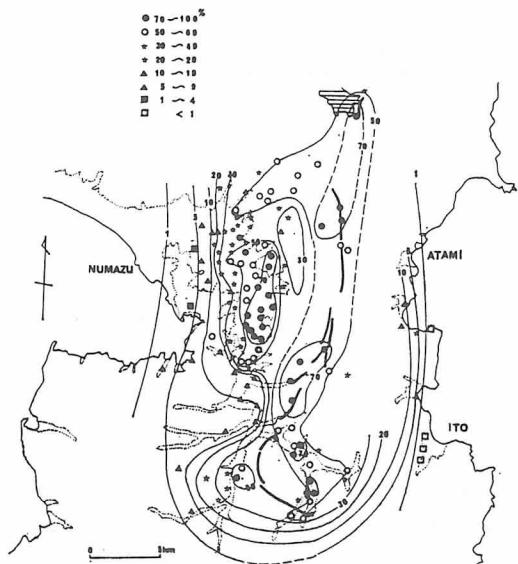


図3 北伊豆地震の家屋被害分布 被害指数によって示す

断層の主要部分を含んで3~4kmの幅で延びている。とくに断層上的一部分の区域では被害指数は70%を超えた。田方平野においても70%を超える区域があり、50%を超える範囲は軟弱冲積層の厚さが20m以上の範囲と極めてよく一致している。被害指数30%の範囲は、断層の東側では3kmほど、西側では田方平野の存在のため広く9kmほどに及んでいる。5%の範囲は東側で6~7km、西側で9~10km、1%の範囲は東側で7~8km、西側で12~13kmほどである。被害の及んだ範囲は、地震断層の東側および西側で14~16kmほどである。地震断層の内、主破壊面に相当する左横ずれの部分の全長は約30kmに及び、伊豆半島沖地震の推定震源断層および余震域の全長(約25km)よりやや長いが、伊豆大島近海地震の推定副断層を含めた震源断層および余震域の全長(約35km)よりは短い。しかし被害は後者の2つの地震よりはるかに大きく、軟弱な地盤をもつ四方平野上の被害がとくに著しかったことがその原因の一つと考えられる。

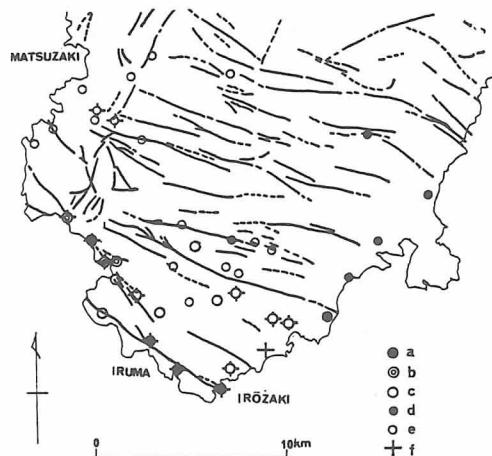


図4 伊豆半島沖地震の被害分布 a: 被害指数20%以上, b: 5~19%, c: 1~4%, d: 1%未満, e: 被害率1%以上, f: 死者・重傷者を出した地区

伊豆半島沖地震による被害の分布は図4に示す通りで、地震断層沿いおよびその延長部分に被害が集中している。震央の正確な位置は明らかでないが、余震域の中央に当る入間付近にあったと見られ(余震共同観測班, 1975), 断層面は単純な面ではなく、北西部と南東部に分れて延びたと考えられた。家屋被害の資料は、集計の日付によって大きく数値が異なり、また調査機関や調査者の違いによって大きく変動していたが、地震断層(村井・金子, 1975)に沿う地域で被害

指標が20%以上に及び、とくに震央に近く、かつ厚い砂質地盤上にある入間では40%を超えていた。しかし、被害の著しい範囲は極めて狭く、断層から数10m距った地点では被害が目立たなくなっていた。被害指標1%の範囲は、断層の北東側で6kmほどに拡がり、被害の及んだ範囲は15~16kmほどで、北伊豆地震の際の同一地盤条件と考えられる断層の東側の地域の場合と大差はない。余震域は地震断層の方向に沿って伸び、同時にこの方向と共に方向に沿って天城山付近から婆羅山付近にかけての地域にも余震が発生した。本震の約1時間後、この2つの余震域の交点に当る蛇石火山付近でM=4.3, 4.5の2つの地震が発生した(気象庁地震課ほか、1975)。図4に見られる松崎町東部および南部の軽微な被害は、本震とこの2つの比較的規模の大きな余震の両方の影響による可能性がある。

伊豆大島近海地震においても、地震断層沿い、およびその延長部分に沿う地区に被害が集中し、一部に被害指標が10%を超えた地区があったが、15%を超えた地区は河津町の泉奥原と梨木のみであった(図5)。被害の集中した範囲はやはり断層沿いの狭い範囲に限られ、5%以上の範囲は地震断層の北側および南側でそれぞれ1kmほどの拡がりを示すにすぎない。この地震断層は、主破壊面の断層から分岐した副次的な断層

である可能性が大きく(須藤ほか、1978; 岡田、1978)、被害指標が高くなかったのもそのためかも知れない。しかし、被害指標1%の範囲は断層の北側で10km、南側で3~4kmほどに及び、かなり広く、また、被害の及んだ範囲は、断層の北側で30km、南側で20kmほどで、北伊豆地震および伊豆半島沖地震より広い。被害率(全壊、半壊、一部破損の戸数を加えたものを総戸数で割った値)について見ると(図6)、福取から見高入谷に到る区域で幅1kmほどの範囲で80%を超えていている。50%を超える範囲は、余震域の伸びる方

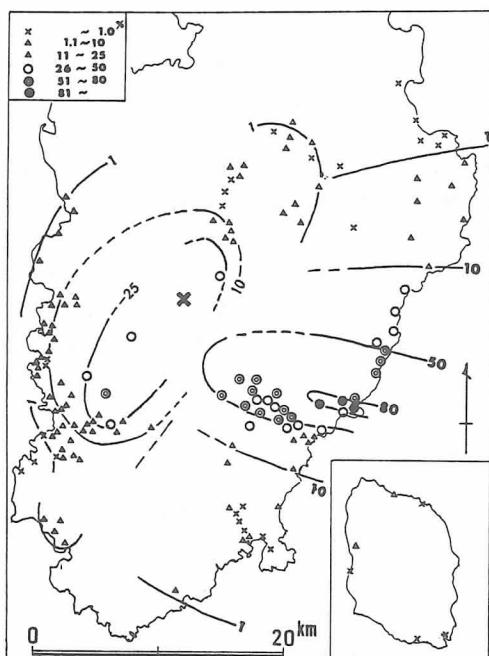


図6 伊豆大島近海地震の家屋被害分布 被害率によって示す。東海岸沿いから半島中央部にかけての被害は本震による。半島中央部から西海岸にかけての被害は本震と余震による被害が重なっていると考えられる

に向拡がり、断層の北側で5km、南側で2~3kmの幅をもつ。10%の範囲は北側で12km、南側で6km、1%の範囲は、北側、南側ともそれぞれ20kmほどの幅で拡がっていた。

伊豆半島東方沖地震は、上記の3つの地震と規模がさほど違わなかったが、震央が東方沖合であり、震源断層も海底下を南北に走ったと考えられ(大竹ほか、1980)、軽微な被害が伊東市などに生じただけであった。被害率について見ると、5%以上の範囲は断層の西側22~23kmほどに拡がり、1%以上の範囲は30km、被害の及んだ範囲は35kmほどであった(図7)，

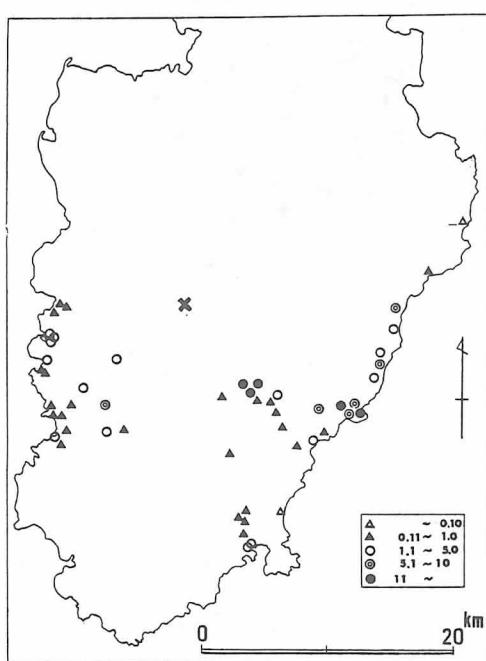


図5 伊豆大島近海地震の家屋被害分布 被害指標によって示す

被害の拡がりの程度は、伊豆大島近海地震の場合と大差はない。この地震では東海岸の伊東の市街地よりも半島中央部の中伊豆町でやや被害率が高いこと、三島市東部の箱根火山南西麓にやや被害の目立った地区があったことが注目される。三島市東部は北伊豆地震の際にも周囲にくらべて被害がやや大きかった地区である（図3参照）。

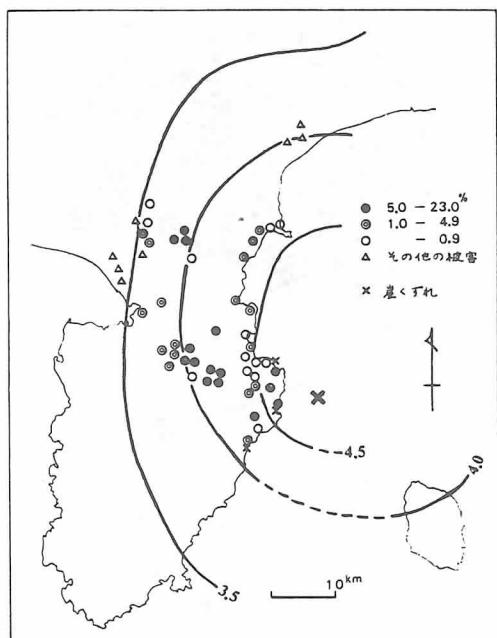


図7 伊豆半島東方沖地震による被害分布 家屋被害率によって示す。★は震央の位置。センターはアンケート調査による震度3.5, 4.0, 4.5の等震度線

以上の4つの地震の被害分布を比較してみると、北伊豆地震の場合断層沿いで被害指数が極めて高く、一部で70%をこえ、また軟弱地盤上の田方平野でも断層沿いと同程度の被害があったことが注目される。これに対して、伊豆半島沖地震では、断層沿いでも被害指数は20~40%程度であり、しかも著しい被害は断層をはさむごく狭い範囲に限られていた。また伊豆大島近海地震では、被害指数は最も高い地区でも15~20%程度であった。このような差異は、断層運動の規模の相異と調和するようである。北伊豆地震では、地表に現われた地震断層の全長は、共役断層を含めると36kmに達し、変位量は最大3.3mに及んだが、伊豆半島沖地震の地震断層は長さ6km余、最大変位量45cm、伊豆大島近海地震の地震断層は長さ4km余、最大変位量1mであった。とくに伊豆大島近海地震の際に現わ

れた稻取一大峰山断層は、ブロックすべりの要素を含み、主破壊面から分岐した副断層の延長部と見られる根木の田断層は、変位量がわずか15cmであった（村井ほか、1978）。北伊豆地震においてとくに被害が大きかったのは、断層沿いの田代・丹那盆地等が地盤が悪く、また断層に近い位置にある田方平野に軟弱地盤が拡がっていたことも一因であると考えられる。被害の全体の拡がりは、4つの地震とも大差がないようである。伊豆大島近海地震で断層の北側で被害の拡がりが大きいのは、斜面上の集落が多いことや新しい火山噴出物の堆積層が厚いことなどの条件が重なったためと考えられる。伊豆半島東方沖地震において被害の及んだ範囲がかなり広かったのは、被害集計のとり方の基準が低かったこと、三島市付近の新興住宅地の家屋で屋根瓦の被害が目立ったことなどが原因と思われる。

これまで述べてきたMが7前後の地震のほかに、規模のやや小さい河津地震と伊豆大島近海地震の余震でも、震央付近の限られた範囲に若干の被害が生じた。被害はいずれも推定された震源断層に沿う地域に集中した。河津地震では震央付近の活断層の発達と調和する西北西—東南東の方向の震源断層の活動が考えられ（津村ほか、1977），この断層を中心いて被害が集中した。河津地震による被害指数は2.5%以下であったが、1%（被害率では10%にはほぼ相当する）以上の範囲は推定震源断層の方向に4km、直交する方向に1.75kmの拡がりをもつ橢円形を示した（図8）。被害指数0.1%（被害率で5%にはほぼ相当）以上の範囲は、断層の方向に5.5km、直交する方向に2.5kmほどであり、被害率1%以上の範囲は断層の方向に6.5km、直交する方向に4kmほどであった。伊豆大島近海地震の余震による被害は、本震による被害と混同してしまって

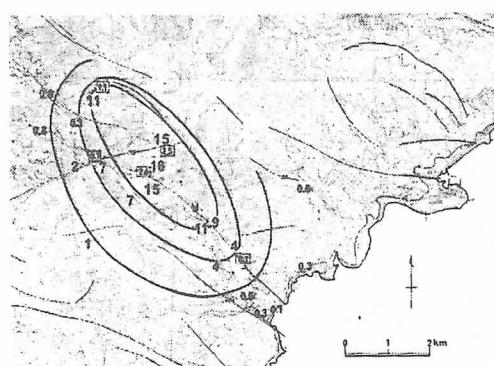


図8 河津地震の家屋被害分布 わく内の数字は被害指標、その他は被害率。センターは、内側よりそれぞれ被害指標1%・被害率10%，被害指標0.1%・被害率5%，被害率1%の位置を示す

正確に分らない場合もあるが、西海岸に近い地域の被害は主として余震によって生じたものである。余震は本震の副断層と共に活動する北北東—南南西の方向の断層の活動によると考えられた（津村ほか, 1978; 石橋ほか, 1978）。被害指数は、推定される震源断層上に位置すると見られる松崎町門野で9%を超えていた。被害率25%以上の範囲は、この断層の方向に18km、直交する方向に7kmほどの拡がりをもつ楕円形であり、10%以上の範囲は、断層の方向に22km、直交する方向に13kmほど、1%以上の範囲は、それぞれ20kmおよび32kmほどの拡がりをもつ楕円形であった。

4. 震度分布

地震のたびに各地の測候所や区内観測所によって観測された震度が気象庁から発表され、これによって広域的な震度分布の概要を知ることができる。さらに細かい地域的な震度分布を知るためにには、現地調査や通信調査によって多数の資料を集め必要があり、伊豆半島および周辺地域に発生した最近の地震の主なものについて、このような詳細な震度調査が行われている。以下にこれらの資料を整理した結果について述べる。

4.1 震度分布の平均的特徴

伊豆半島に発生する地震は、いずれも震源の浅い地殻内の地震であり、横ずれ断層型の発震機構をもつ。気象庁の発表による震度を基にして、この地震群の平均的震度分布を描いてみた（図9）。NAKANISHI・HORIE(1981)の方法にならって、

$$P_k = \frac{10}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{I^{i,k}}{I^{i,\max}} \right)$$

の値を求め、センターを描いた（村井・角田, 1981 a）。ここで、Nは観測点の数、 $I^{i,k}$ はk番目の観測点におけるi番目の地震の震度、 $I^{i,\max}$ はi番目の地震の最高震度である。関東地方の中央部および東部の深い地震群の平均的震度分布は北北東の方向に長く延びるパターンを示すのが特徴であるが（図10）、それらとは異なり、全体として東—西の方向にやや長い、ほぼ円形のパターンが認められる。前者は太平洋プレート上面付近ないしプレート内の地震群であって、日本列島の下に沈みこむ太平洋プレートの影響が震度分布のパターンに表われている。これに対して、伊豆半島の地震群の平均的震度分布のパターンには、そのような影響は認められない。震度分布の中心部の震度の高い領域が関東平野の中央部に向って北東方向に長く延びる傾向が明らかに認められるが、これは、関東構

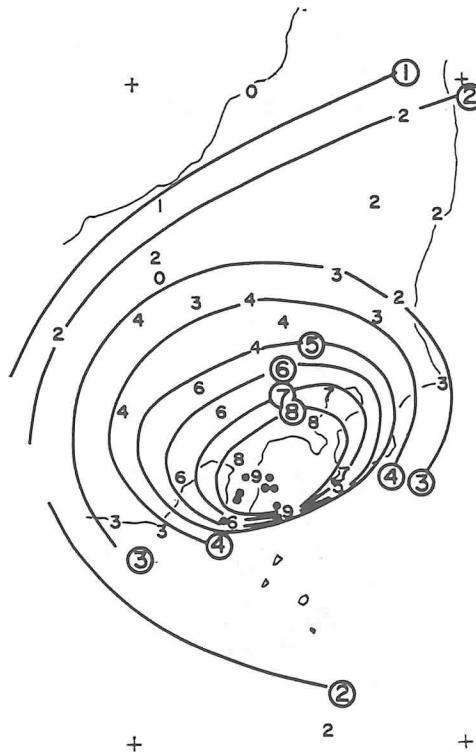


図9 伊豆半島の地震群の平均的震度分布 伊東群発地震、北伊豆地震、伊豆半島沖地震、伊豆大島近海地震及び2つの余震、川奈崎沖地震、伊豆半島東方沖地震の平均。●は震央の位置

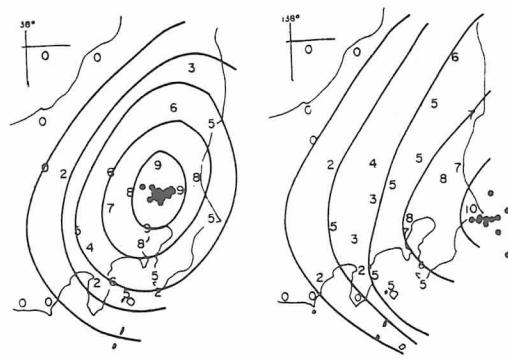


図10 関東地方中部および東部の地震の平均的震度分布の例 右：銚子付近の地震、深さ0~60km、左：茨城県南西部の地震、E140°以西、深さ30~60km

造盆地内に堆積する厚い軟弱な堆積物の影響を示すものと解釈される。山梨県東部から神奈川県北西部にかけての地域に発生する地震群も地殻内の浅い地震であるが、P軸の方向が北西—南東の方向にある逆断層型

と考えられる（気象庁地震課ほか，1977）。その平均的震度分布のパターンは、やはり東西方向にやや長い円形であり、中心部の震度の高い領域が東京湾に向って延びる傾向を示す（図11）。

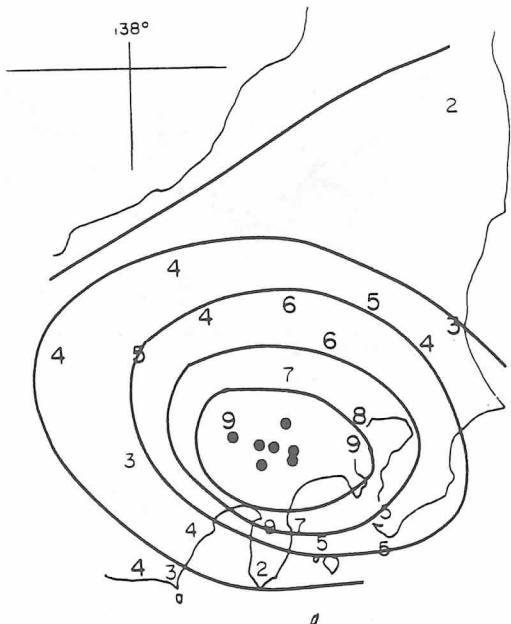


図11 山梨県東部・神奈川県北西部の地震の平均的震度分布 深さ 0～40km

4.2 震度の精密調査

気象庁から報告される震度は、限られた地点のみについてであるので、主な地震のたびに震度の精密調査が行われてきた。伊豆半島および周辺地域の最近の地震についても、現地調査・面接調査・通信調査・委託調査などの方法で多くの調査が進められた。これらの精密調査の目的は、第1に各地の震度を正確に求めることがあるが、調査範囲と調査の精度の決め方によって、解析の結果でてくる成果に質的な差が生じる。一般に、広域的震度分布を正確に求めようとする場合、震央や特定の地域の震度分布を知ろうとする場合、ある地域の地盤の相異を明らかにしようとする場合などに精密調査が行われ、それぞれの目的に応じて調査範囲と精度が定められている。

4.2.1 広域的震度分布

震央距離数百kmに及ぶ広域にわたる震度の精密調査としては、地震研究所が主に行って来た通信調査によるものがある。伊豆半島沖地震の際にも調査が行われ、震央距離300kmまでの範囲の震度分布が求められている（茅野・佐藤，1974）。調査結果はMM震度階に

よって示されているので、気象庁震度階に換え、地域ごとの平均値の出し方を一部修正して示すと図12のようになる。一見して明らかなように、震度分布のパターンは西北西の方向に長く延びる。図10の平均的震度分布でも東西方向に延びる傾向が認められるが、伊豆半島沖地震の場合とくに西北西方向への拡がりが著しい。この方向は、地震断層の走向方向にはば一致している。また、平均的震度分布に見られるような、関東平野中心部に向って震度分布のパターンが延びる傾向がやはり認められる。図13に平均震度と震央距離との関係を示す（茅野・佐藤，1974）。震央距離100kmで

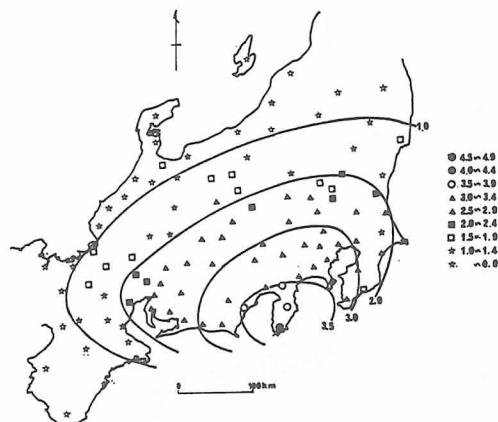


図12 伊豆半島沖地震の震度分布茅野・佐藤（1974）の資料より作成。

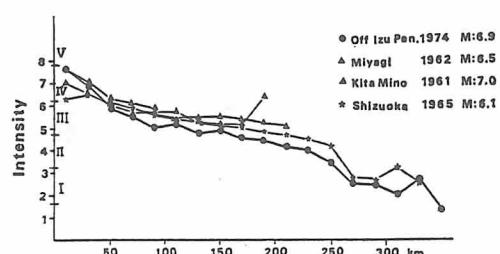


図13 伊豆半島沖地震の震央距離ごとの平均震度茅野・佐藤（1974）による。

MM震度階で5.1、気象庁震度階で3.3となっている。気象庁震度階3.5の範囲は北東側が広く、70～80kmほどである。3.0の範囲は100～160km、2.0の範囲は180～230kmである。

山梨県東部地震についても、震央距離90～120kmの範囲についての通信調査が行われている（茅野・佐藤，1976；茅野・小牧，1970）。地域ごとの平均値を用いて気象庁震度に換えて震度分布を描くと図14のよ

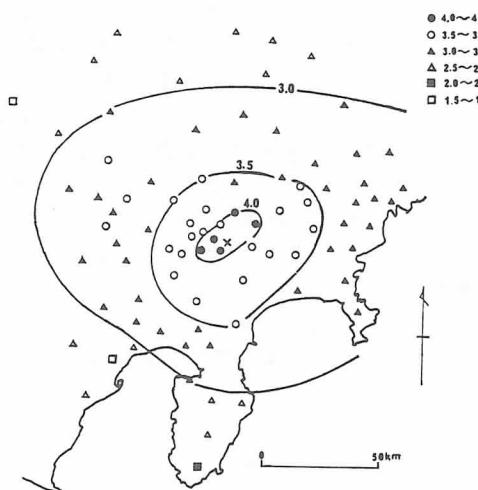


図14 山梨県東部地震の震度分布 茅野・佐藤(1976)の資料より作成

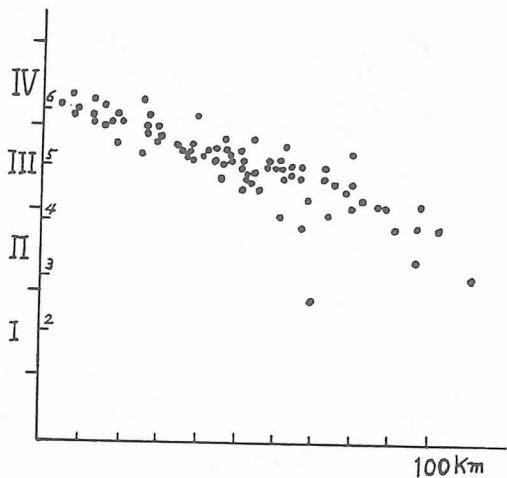


図15 山梨県東部地震における震央距離と地域ごとの平均震度との関係 茅野・佐藤(1976)の資料より作成

うになる。また震度と震央距離との関係は図15のようである。平均的震度分布図(図11)に見られたようなセンターが東西方向に拡がる傾向がやはり認められる。震央付近の震度はMM震度階で6.0~6.3、気象庁震度階で3.9~4.1で、4.0のセンターは節面の一つの走向方向に延びている。震央距離100kmで震度3.0程度となっている。この地震については、震央から20~30kmも距たった地域で局的に軽微な被害が生じたので、震央距離40~70kmまでの範囲について太田(1974)の方式による震度のアンケート調査を行った(村井ほか, 1977)。約3,300枚の調査票を配布し、

2,930の有効回答を得て、地域ごとの平均震度を算出して、震度分布を描いた(図16)。その結果、震度分布のパターンは極めて不規則であり、震央付近の都留市東部と道志村西部で4.0~4.8であったが、震央よりかなり距った地区でも4.5を超える地区があることが分かった。この異常に震度が高かった地区は、扇山衝

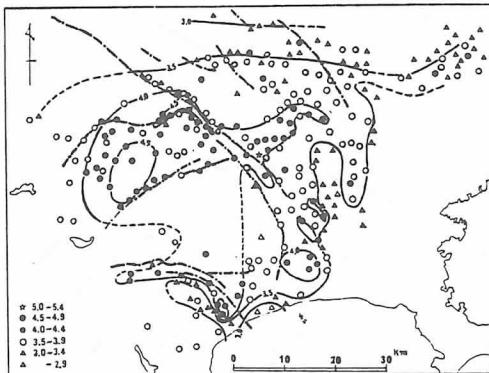


図16 アンケート調査による山梨県東部地震の震度分布 一点鎖線は主要な活断層や断層破碎帯の位置を示す

上断層、鶴川断層および国府津-松田断層に沿う地帯であり、とくに震央から20~25km距った鶴川断層沿いでは5.0に達した地区があった。相模湖岸と津久井町青山で行われた震度の面接調査によれば、鶴川断層の破碎帯の中心部で5.4、5.8の震度に達していったことが明らかにされた(恒石・高橋, 1976)。太田方式による震度の精密調査は、地質・地盤等の条件による震度の差異を明らかにする上で有効であることが分かった。

伊豆大島近海地震についても、震度の広域通信調査が行われた。茅野(1978)による調査結果を気象庁震度に換えて震度分布を描くと図17のようになる。また震度と震央距離との関係は図18のようである。震度分



図17 伊豆大島近海地震の震度分布 茅野(1978)の資料より作成

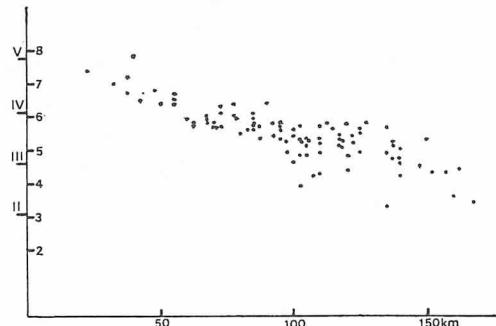


図18 伊豆大島近海地震における震央距離と地域ごとの平均震度との関係 茅野（1978）の資料より作成

布のパターンは全体として東西方向にやや延びております。とくに震央から西に向ってセンターが延びているのが特徴的である。これは東西の走向をもつ主破壊面上で破壊が西に向って進行したと考えられることと一致する。伊豆半島中・南部は4.5を超える、伊豆北部と焼津付近が4.0となっている。震度3.5のセンターが東京・横浜地区に向って延び、一部に4.0を超える地区が局部的に認められる。震央距離100kmでの震度は3.5程度となっている。震央3.0の範囲は150kmに及ぶ。これより詳しい震度分布を明らかにするために、太田方式によるアンケート調査を行った。震央距離約100kmの範囲、東海地方東部と南関東の38の市85の町村に調査票約4,350枚を配布し、有効回答3,965を得て、一定地区につき数ヶないし数十ヶの値の平均値を算出して、震度分布のパターンを描いた（村井ほか、1978）。伊豆半島中央部から西海岸にかけての地域は本震と余震の両方の影響を受けているため、アンケートの回答に混同が見られる場合があったが、余震の震度については別途に調査票を震央付近に配布して、両者の区別をつけるように努めた。本震および余震の震度分布はそれぞれ図19および図20のようになる。この調査結果では、本震による震度は、伊豆半島全域にわたって4.0以上であり、4.0のセンターは東西の方向に延びた楕円形（東西約150km、南北70km）で、とくに西に向って長く延び、その先端が駿河湾西岸の相良付近に達した。相良では軽微な家屋被害が生じていた。これは茅野（1978）の結果と同様に、本震の主破壊が西に向って進んだことと調和している。震度5.0の範囲は、東西約45km、南北約25kmの楕円形で、震源の主破壊面と半島内部に向って延びたと考えられる副断層面の両者を包むような形を示し、その西端は半島中央部から西部に達していた。震度5.5以上の範囲は稻取付近の地震断層の北側および南側にそれぞれ6km、

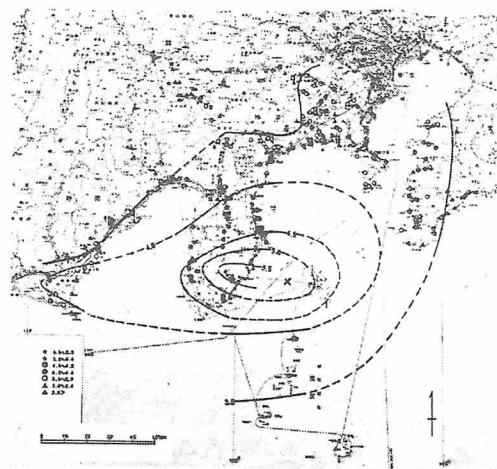


図19 伊豆大島近海地震の震度分布

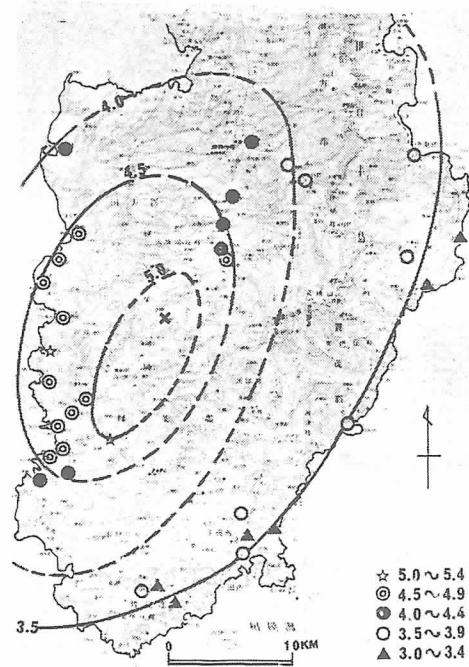


図20 伊豆大島近海地震の最大余震による震度分布

4kmの幅に拡がり、半島内部に向ってN65°～70°Wの方向に延びていた。この方向は余震域の続く方向と一致し、副断層の延長部に相当すると考えられる。震度4.0のセンターの外側の地域では、震度分布のパターンはかなり不規則で、地質および地盤の相違によって地区ごとに震度にかなりの差が見られる。基盤岩類の分布する地域は3.5以下であるが、新第三系とくに鮮新統以新の地層の分布する地域は3.5以上で、小田

原市北部、大磯丘陵の一部、町田市および横浜市の一部などに4.0を超える地区が散在していた。3.5以上の範囲は全体として東京・横浜地区に向って延びる傾向を明瞭に示した。余震による震度分布は、震央の猫越峠付近から南南西の方向に延びる一帯で高く、震度5.0以上の範囲は、北北東—南南西の方向に約35km、それに直交する方向に約15kmの広がりを示した。4.5以上の範囲は、長径約65km、短径約40kmの広がりを示した。

伊豆半島東方沖地震に際しても震度の精密調査を行った（村井・角田、1981）。震央距離120～150kmの範囲について、調査票約20,000枚を配布してアンケート調査を実施し、70%の有効回答を得た。市町村ごとの平均震度を求め、震度分布を描くと図21のようになる。震央に最も近い伊東市川奈で最も震度が高く5.0を超えた。震央付近では、震源断層をかこんで4.5お

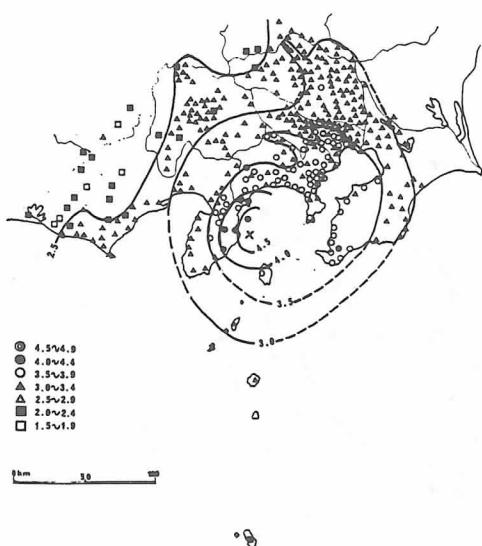


図21 伊豆半島東方沖地震の震度分布

よび4.0のセンターが南北に長い楕円形に広がっており、震度分布と発震機構はよく調和している。3.0のセンターは、伊豆の地震群に特徴的な北東方向に広がる傾向を示し、横浜・東京地区に向って延びている。断層の西側では4.0、3.5、3.0のセンターはそれぞれ20km、30km、60kmの位置にあるが、東側では、3.0のセンターが100km余の距離にあり、北側では150kmの距離に及んでいる。とくに関東構造盆地内の最も新しい沈降域である東京湾北岸一帯が広い範囲にわたって3.0以上の震度を示しているのが注目される。そのほか、御前崎付近、甲府盆地、東京都西部、埼玉県北部でセンターが著しく屈曲する部分が認められる。こ

のような局部的異常は地質・地盤の影響を示すものであり、その詳細については後述する。

以上に説明したように、伊豆半島に発生した、規模のほぼ同程度の3つの地震の精密調査による広域的震度分布は、いずれも共通の特徴および同程度の広がりを示した。伊豆半島沖地震（ $M=6.9$ ）・伊豆大島近海地震（ $M=7.0$ ）とも、震央距離100kmにおける震度は3.3、3.5で同程度であり、3.0の範囲は150km程度であった。震源断層が西北西—東南東および東—西の方向をもち、いずれも東西に長く延びる分布パターンを示し、全体として分布パターンは非常によく似ていた。これに対して、伊豆半島東方沖地震（ $M=6.7$ ）では、震源断層は南北の方向で、震度分布のパターンも南北に長く延び、100kmにおける震度は2.8程度、3.0の範囲は前2者よりやや狭かった。いずれの地震でも、震度4.0以上のセンターが震源断層の形を正確に反映していた。また、東京・横浜地区に向ってセンターが延びる傾向が顕著に認められ、関東構造盆地内の厚い新期堆積物の影響で震度が高くなることを明白に示していた。山梨県東部地震では、地質・地盤による局地的な震度の異常を検出できた。太田方式の精密震度調査は、もともと地震動のマイクロゾーニングを行うことを1つの目的として考査されたもので、高密度の調査を行うことにより地質・地盤の条件の相違の識別にかなりの効果をあげることが可能となると考えられる。

4.2.2 震央付近の震度分布と被害分布との関係

精密震度調査を震央付近で実施することによって、被害の中心部で実際にどの程度の地震動があったかを知ることができ、震度と被害との関係を明らかにすることができる。伊豆半島の地震では、河津地震と伊豆大島近海地震および余震において、これらの点を検討した。

河津地震の際には、伊豆半島南部一帯において震度の現地調査とアンケート調査を進め、図22のような震央付近の震度分布を描いた。震央直上付近では6.0を超える震度が認められ、震度分布は推定地震断層のまわりをかくむ楕円形のパターンを示した。被害指数1%の範囲が5.5～6.0の範囲に相当し、0.5%の範囲が5.0～5.5の範囲に当ることが分った（図8参照）。震度4.0のセンターは震央距離20km、3.0は40kmの位置に広がっていた。

伊豆大島近海地震の本震および余震の震度分布は既に示した（図19、20）。この震度分布と被害との対応は図23の通りで、本震では震度5.5の範囲内で全壊家屋が多くていている。伊豆半島は地形が急峻であるため

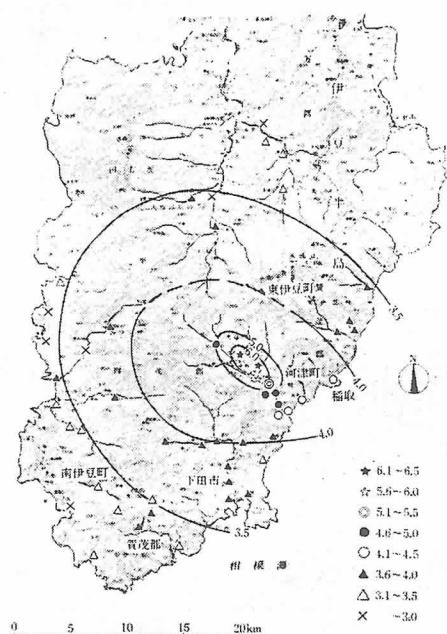


図22 河津地震の震度分布

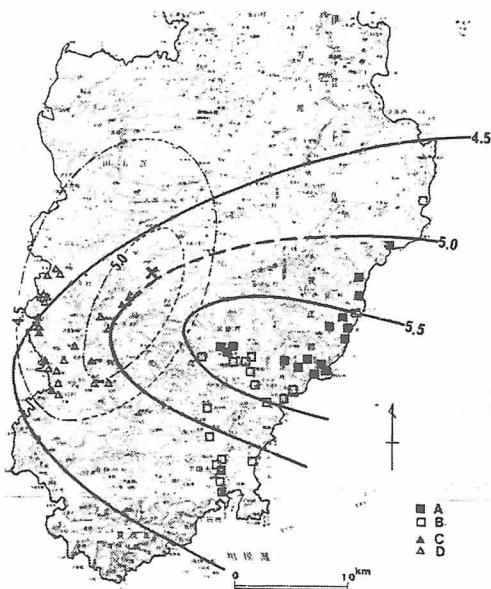


図23 伊豆大島近海地震による家屋（住家）被害の分布と震度分布 A, B : 本震による被害, C, D : 余震による被害, A, C : 全壊家屋の出た地区, B, D : 半壊家屋の出た地区。太い実線は本震による震度分布, 鎖線は余震による震度分布を示す

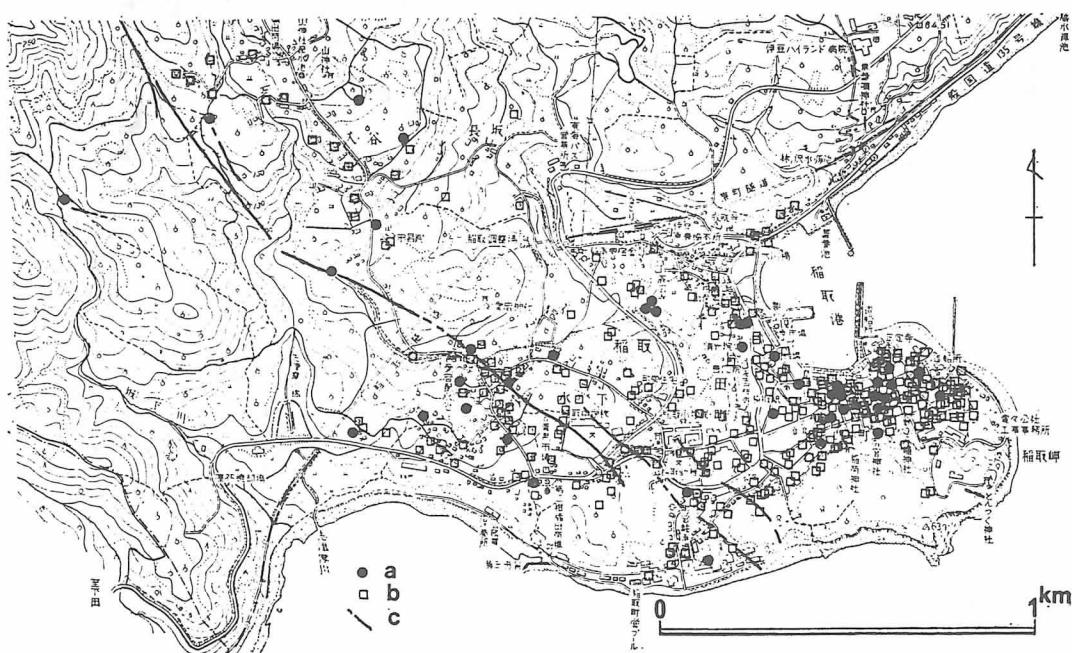


図24 福取地区的家屋被害（住家）の分布 a : 全壊家屋, b : 半壊家屋, c : 地震断層（雁行地割れ帯）および横ずれ変位を伴う地割れ。東伊豆町の被害調査資料に基づいて作成

建物が傾斜地上に建てられている場合が多く、被害は崖くずれ・落石・宅造地の擁壁の崩壊・盛土の沈下などに伴うものがほとんどであり、地形・地質的条件が被害に大きな影響を与えていたため、震度と倒壊家屋の出現との対応は必ずしもよくない。余震では震央直上部ばかりでなく震度が比較的低い地区でも全壊家屋が出ていたが、本震と余震の両方の影響が重なったためと考えられる。本震による被害率は比較的よく震度と対応し、80%の範囲は震度6.0に、50%が5.5、10%が5.0、1%が4.5にほぼ相当した（図6参照）。被害

指数と震度との対応は、前述のような理由から、非常によいとはいえないが、10%が6.0、1%が5.0～5.5、0.1が4.5にほぼ対応すると見られる（図5参照）。余震については、被害率1%（被害指数0.1%）が4.5の範囲に、被害率25%（被害指数1%）が5.0の範囲にほぼ対応するようであった。家屋被害と斜面崩壊は稻取から西北西に延びる地震断層とその延長線上に集中していたので、この地帯における被害資料を整理し、同時に地震断層ぞいでの震度の調査を行った。図24、25に東伊豆町・稻取付近および河津町見高入谷・梨本付

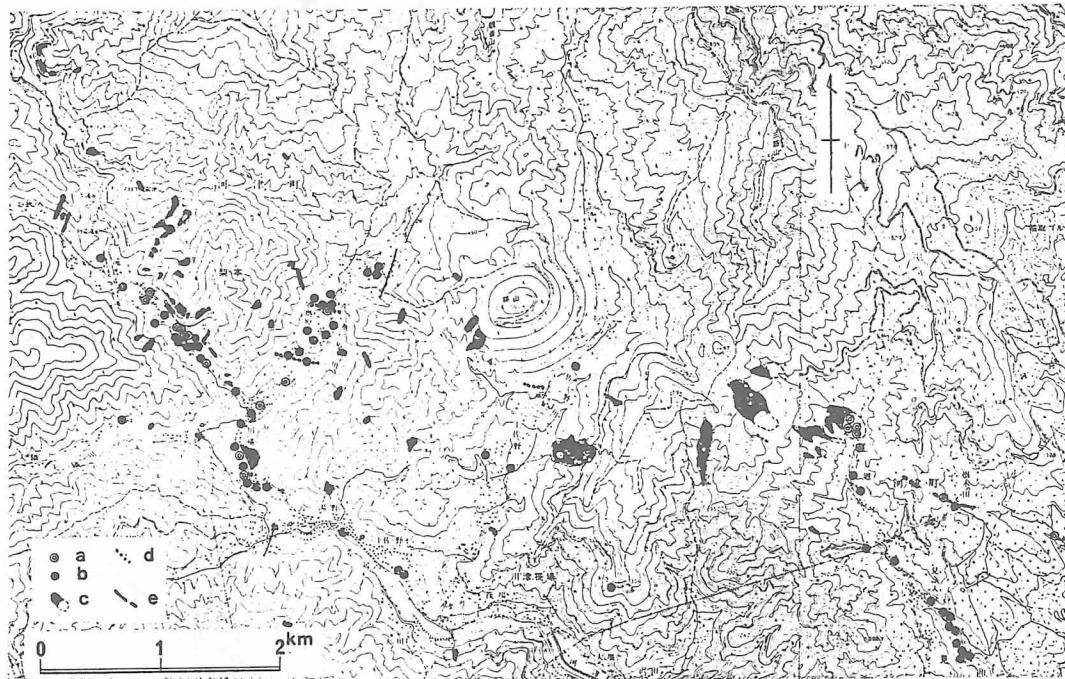


図25 河津町北部における家屋被害（住家）の分布と斜面崩壊の分布 a：全壊家屋、b：半壊家屋、c：斜面崩壊、d：顕著な地割れ、e：地震断層、家屋被害の分布は河津町の調査資料に基づき、一部修正して作成。

近の全壊・半壊家屋と斜面崩壊の分布を示す。図23に見られるように、全壊家屋は、東海岸ぞいの地域で伊東市南端部から下田市市街地にわたる広い範囲に出ているが、図24、25ではとくに稻取付近と梨本付近の幅1～2 kmの地帯に被害が密集していることが分かる。稻取の断層ぞいでは震度は6.0～6.2であった。断層の北側の片瀬・熱川・北川にも家屋被害が集中した地区があったが、いずれも斜面崩壊に伴うものである。下田市の市街地における被害は地盤の悪い地区に生じたものと考えられる。

伊豆半島東方沖地震の際には、広域的震度分布の細密調査に当ってとくに震央付近で密度の高い調査を進めた。図26にその結果を示す。震度分布のセンターの

広がりは南側よりも北側の方が大きいが、これは、余震域の広がりが南側よりも北側の方が大きいことと対応するようである。被害が著しくなかったので、震度と被害との対応を詳しく検討するような資料は得られなかったが、震源断層をかこむ楕円形の震度分布が明瞭に認められた。被害率10%の範囲は震度3.5に、被害率5%は4.0にほぼ対応していた（図7参照）。被害の集中した伊東市東部は4.5を超え、とくに震央に最も近い富戸では5.0に達していた。震央の位置がごく近く、規模のやや小さい地震であった川奈崎沖の地震についても、震央付近で震度調査を行った（図27）。この地震も震源断層は南北の走向をもっていたと考えられ（気象庁地震予知情報室、1979）、震度分布のバ

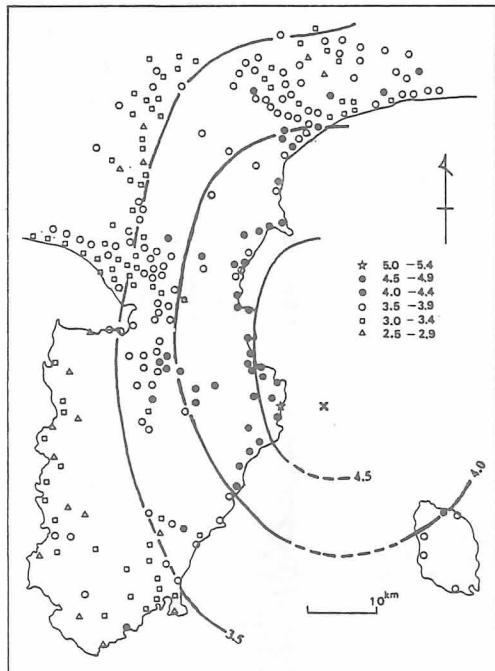


図26 伊豆半島東方沖地震の震央付近の震度分布

ターンは南北に延びる傾向を示した。震央距離 6 km ほどの地点で震度 4.0 であり、震央に最も近い川奈と富戸で軽微な被害が生じた。

伊豆半島沖地震では震度の細密調査は行われなかつたが、被害の精密調査や加速度の推定調査が実施された。墓石の転倒率は地震断層から約 6 km 距った地点で 20% を超えた例がかなり見られた（図28）。伊豆大島近海地震の際にも墓石の転倒率を調査したが、この時は、震度 5.5 以上で転倒率が極めて高く、5.0～5.5 ではやや高く、4.5～5.0 では転倒率が低く時には転倒していない場合もあった（図29）。この例に照して考えると、伊豆半島沖地震では、地震断層ぞいでは 5.5 程度の震度であり、断層より数 km の地点以内では 4.5～5.0 の震度であったと解釈される。墓石の転倒状況から推算した地震動の加速度は、地震断層の現われた石廊崎と入間で最も大きく、最大 0.5～0.6 g であり、地震断層沿いおよびその延長部分及び下田市田午などの特定の地点で平均 0.4 g 程度、5～6 km 距った地点で 0.3～0.4 g 程度であった（伯野ほか、1974；飯田・正木、1975）。建物の被害は地震断層の通った入間と石廊崎で最も著しく、断層線上では断層運動によって建物が切断された場合が随所で見られた。入間では厚い砂丘からなる台地上に集落があり、その中央を断層が通過し、台地の全般にわたって被害が生じた

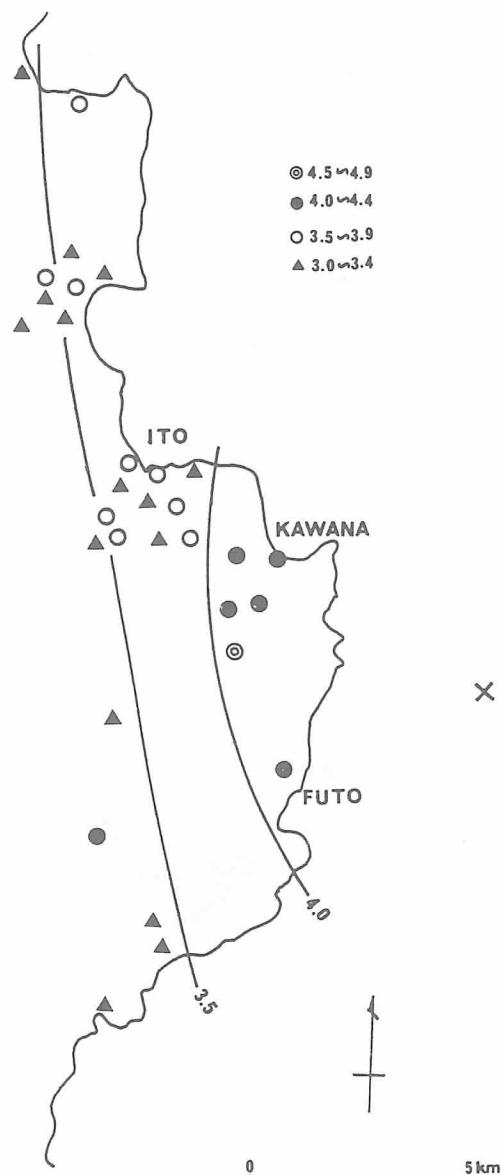


図27 川奈崎沖地震の震央付近の震度分布

が、石廊崎では断層線からわずか 10～30 m 程度までの範囲が著しい被害を受けたのみで、数十 m 距った地点では被害はいちぢるしく減少していた（図30）。

以下に説明したように、震央付近の震度分布は被害分布とよく調和し、分布のセンターは常に震源断層をつつむような形の橿円形を呈していた。被害率あるいは被害指標と震度との関係はかならずしも一定の関係ではない。とくに被害率と震度との対応は被害の判定の基準が一定でないために、かなり変動する。被害指

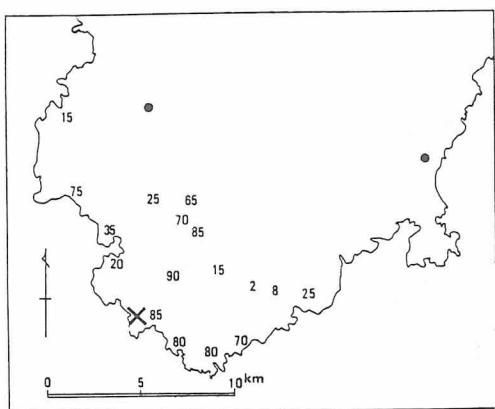


図28 伊豆半島沖地震による震央付近での墓石の転倒率の分布

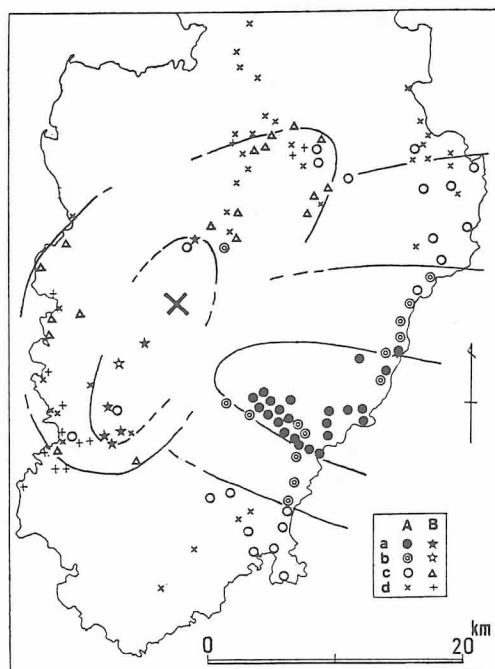
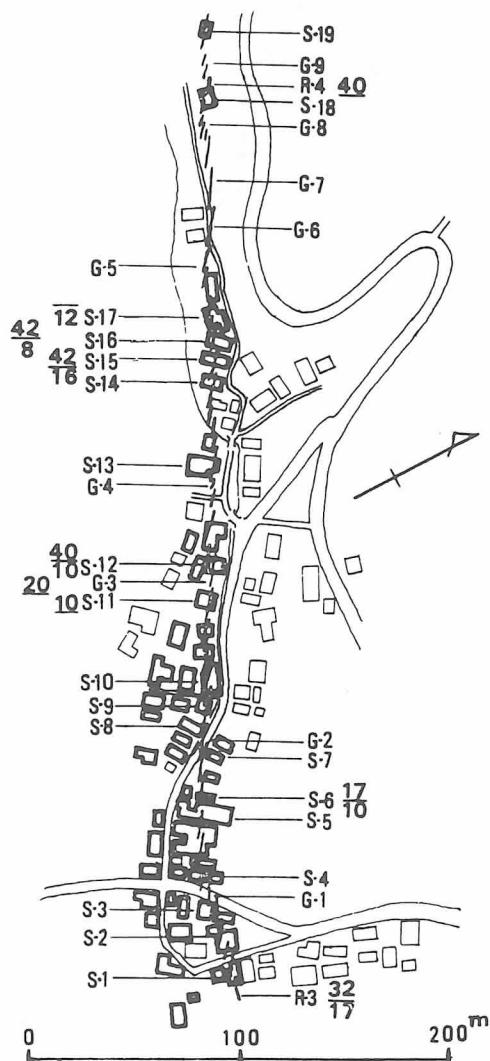


図29 伊豆大島近海地震による墓石の転倒率の分布
A:本震による, B:余震による, a:ほとんど転倒, b:かなり転倒, c:少数転倒, d:転倒せず, わずかに動く。

数は、比較的信頼のおける尺度であるが、いずれの地震でも、被害の程度はあまり著しくなかったので、震度との対応を十分検討するだけの資料が得られなかつた。河津地震および伊豆大島近海地震については、被出指数1%が震度5.0~5.5に大体対応するようであり、震度Vの定義とも矛盾しない。北伊豆地震と伊豆半島沖地震以降の3つの地震とでは、震央付近の震度分布の広がりに大差はないようであるが、北伊豆地震

のみが震央付近で特に大きな被害を生じたことは既に述べた。被害状況から見て北伊豆地震では地震断層沿いの一部と田方平野の中央部で震度Vに達した可能性が考えられる。伊豆半島沖地震では地震断層ぞいの石廊崎と人間で5.5程度と考えられ、伊豆大島近海地震では地震断層沿いの稻取地区で6.0~6.2であった。



的の一つに、一定地域内での地区ごとの震度差を明らかにすることが含まれている。山梨県東部地震で行った調査によって、断層破碎帯や活断層上で震度が異常に高いことが明らかになった点については既に述べた。伊豆半島東方沖地震の際には、この点を検討するためによく高密度の調査を行った。市町村ごとの平均値から描いた震度分布のパターンにも、局地的異常はすでに認められていたが(図21)、地区ごとの震度の平均値を地図上にプロットして、地質・地盤の相違と震度の差とを検討してみると、興味ある事実がいくつ見つかった。以下にその2、3について簡単に説明する。

震度の局地的異常がよくに明瞭に認められたのは、静岡県袋井市付近、甲府盆地、相模湖付近、埼玉県南部の荒川・元荒川沿いの低地、関東山地北縁部、千葉県館山市付近などである。これらの地域の地質・地盤の詳細についてはここでは述べないが、沖積低地上の震度が周囲の洪積台地上の震度より高く、基盤岩の露出する地区は一段と震度が低くなっている例がいずれの場合でも認められる。袋井市付近は東南海地震の際に大きな被害を生じた地域であるが、周囲の地域よりも0.5~1.0程度高い震度を示した地区があちこちにあり、それらは第三系の丘陵および洪積台地の間に入り込んだ沖積低地にあたっている(図31)。甲府盆地では、盆地周辺の洪積台地と盆地中央部の沖積低地で周

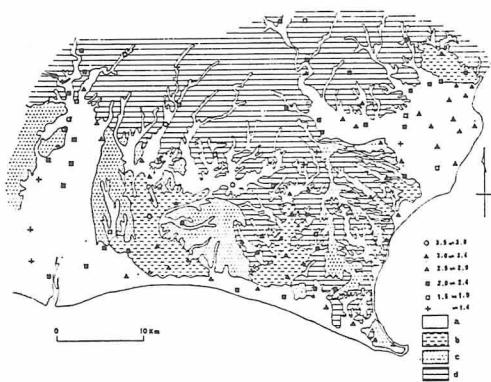


図31 御前崎付近の地質・地盤と震度分布 a：沖積低地、b：泥質冲積層の堆積低地、c：洪積台地、d：第三系および基盤岩類よりなる丘陵地・山地

囲の山地にくらべて震度が一般に0.5~1.0ほど高い(図32)。埼玉県南部・東京都東部では、洪積台地にくらべて沖積低地の方が震度が0.5程度高い傾向が見られる(図33)。とくに関東地震の際に被害が周囲よりも大きかった荒川沿いと元荒川沿いの地区で震度が高

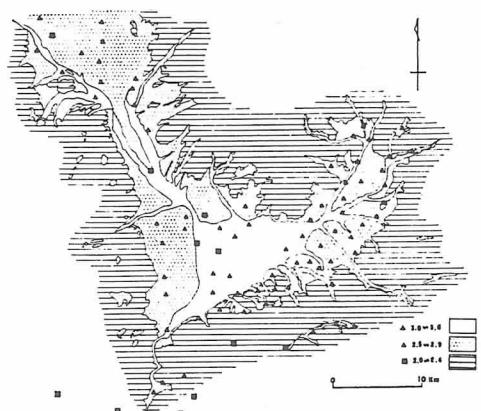


図32 甲府盆地の地質・地盤と震度分布 a：沖積低地、b：洪積台地、c：第三系および基盤岩類よりなる山地



図33 東京湾北岸付近の地質・地盤と震度分布 a：沖積低地、b：洪積台地、c：第三系および基盤岩類よりなる丘陵地・山地

い。館山市付近も関東地震の際に被害の著しかった地域であるが、館山湾東方の沖積低地で震度が周囲の山地沿いの地区よりも0.5程度高くなっているのが明瞭に認められる(図34)。これらの例は地質・地盤の条件の違いが震度に及ぼした影響を明瞭に示している。相模湖付近の鶴川断層沿い、関東山地北縁の平井断層沿いも震度が一段と高く、断層破碎帯の影響を示すものと解釈される。地震のたびにこのような震度の精密調査をきめ細く実施することによって、特定地域における地震時の震動性状の差異を明確に示すことが可能となるものと考えられる。



図34 館山市付近の地質・地盤と震度分布 a : 沖積低地, b : 洪積統および第三系よりなる丘陵地・山地

5. まとめ

北伊豆地震および伊豆半島沖地震以降に伊豆半島とその周辺地域に発生した地震について、被害と震度の分布についての調査資料を総合整理してみた。山梨県東部地震のほかは、いずれも伊豆半島に発生した地震であって、横ずれ断層型の発生機構をもつ浅い地震であり、被害と震度は震源断層沿いで最も高く、断層をとりかこむ橢円形の被害・震度の分布パターンが常に見られた。北伊豆地震では地震断層沿いおよび震央に近い田方平野の中央部で震度Ⅷに達したようであり、伊豆半島沖地震では地震断層沿いで5.5、伊豆大島近海地震で6.0～6.2であった。北伊豆地震の際の震度が一段と高く、被害も大きかったのは、出現した地震断層の断層運動の規模が他の2地震にくらべて一段と大きかったことと対応する。また断層沿いの盆地および田方平野の軟弱地盤も一因をなすと見られる。震度の広域的分布のパターンは、いずれの地震でも共通的特徴を示し、関東平野の中央部に向って延びる傾向が明瞭に認められる。これは関東構造盆地内に堆積した新第三紀以降の厚い堆積物の影響を表わすものと解釈される。精密震度調査を高密度に行うことによって、地質・地盤の震度に及ぼす影響を明らかにすることも可能である。

活用資料

- 静岡県(1930), 駿豆地方震災概要
- 小平孝雄(1930), 伊豆地震概報, 地震, 2, 1-10
- 田中元之進(1931), 北伊豆地震誌, 静岡県史編纂資料, 1-111
- 今村明恒(1936), 北伊豆地震の計測学的研究, 地震, 3, 1-38
- 伊豆半島沖地震行政区別被害集計資料
静岡県賀茂郡南伊豆町(5月17日集計および5月

20日集計), 松崎町, 下田市, 下田警察署, 静岡県地震災害対策本部

河津地震行政区別被害集計資料, 静岡県賀茂郡河津町伊豆大島近海地震行政区別被害集計資料

静岡県賀茂郡東伊豆町, 河津町, 西伊豆町, 賀茂村, 松崎町, 南伊豆町, 田方郡中伊豆町, 土肥町, 天城湯ヶ島町, 下田市, 伊東市, 東京都大島町

伊豆大島近海地震による被害家屋リスト

東伊豆町(全・半壊), 河津町(全・半壊分布図), 下田市(全・半壊, 一部破損)

川奈崎沖地震被害集計資料, 静岡県伊東市

伊豆半島東方沖地震行政区別被害集計資料

静岡県伊東市, 田方郡中伊豆町, 三島市

伊豆半島東方沖地震被害集計資料

静岡県熱海市, 裾野市, 田方郡函南町, 大仁町, 修善寺町, 神奈川県足柄下郡真鶴町, 湯河原町

文 献

- 伯野元彦・浅野照雄・松井芳彦(1974), 1974年伊豆半島沖地震被害調査報告—土木関係を主として—, 地震研究所研究速報, 14, 221-240
- 飯田汲市・正木和明(1975), 伊豆半島沖地震の震害と震度分布, 1974年伊豆半島沖地震災害調査研究報告, 45-53
- 石橋克彦・平田直・須藤研(1978), 1978年伊豆大島近海地震と主な前震・余震の震源地置とメカニズム。地震学会講演予稿集, No. 1, 59
- 茅野一郎(1976), 現地調査及び通信調査による山梨県東部地震の被害及び震度分布—1976年6月16日—。地震学会講演予稿集, No. 2, 16
- 茅野一郎(1978), 1978年伊豆大島近海地震の通信調査による被害・震度等の分布。地震研究所彙報, 53, 793-813
- 茅野一郎・佐藤泰夫(1974), 通信調査による1974年伊豆半島沖地震の震度分布。地震研究所研究速報・14, 7-15
- 茅野一郎・小牧昭三(1977), 関東地方及びその周辺に発生した主な被害地震の通信調査資料の総合整理。自然災害科学資料解析研究, 4, 46-60
- 気象庁地震課・静岡地方気象台・石廊崎測候所(1975), 1974年伊豆半島沖地震調査報告, 験震時報, 39, 89-120
- 気象庁地震課・甲府地方気象台・横浜地方気象台(1977), 1976年(昭和51年)6月16日山梨県東部の地震について, 験震時報, 41, 63-74
- 気象庁地震予知情報室(1979), 伊豆半島川奈崎沖の群発地震について, 地震予知連絡会会報, 22, 63-67
- 村井勇(1976), 1976年山梨県東部地震の被害分布の特徴。第13回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集, 99-100
- 村井勇(1977), 1976年河津地震の被害と震度。地震研究所彙報, 52, 279-284
- 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, 117—124
- 村井 勇・金子史朗 (1974), 1974年伊豆半島沖地震の地震断層—とくに活断層および小構造との関係一, 地震研究所研究速報, 14, 159—203
- 村井 勇・角田信子・辻村芳子 (1977), 1976年山梨県東部地震の震度調査。第14回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集, 387—388
- 村井 勇・角田信子・辻村芳子 (1978), 1978年伊豆大島近海地震の被害・震度と地震断層。地震研究所彙報, 53, 1029—1072
- 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稻取付近の地震断層, 地震研究所彙報, 53, 995—1024
- 村井 勇・角田信子 (1981 a), 関東地方における震度分布の特徴, 自然災害科学資料解析研究, 8, 84—92
- 村井 勇・角田信子 (1981 b), 1980年伊豆半島東方沖地震の被害と震度分布, 第18回自然災害科学総合シンポジウム予稿集, 234
- NAKANISHI, I. and HORIE, A. (1981) Anomalous distribution of seismic intensities due to the descending Philippine Sea plate beneath the southern Kanto district, Japan. *J. Phy., Earth*, 28, 333—360
- 岡田義光 (1988), 地殻歪から見た伊豆大島近海地震の被害・震度と地震断層, 地震研究所彙報 53, 1029—1072
- 太田 裕 (1974), 通信調査による川崎市の地震危険度図 (Seismic Zoning Map) の作成, 川崎市
- の震災予防に関する調査報告書, 4—52
- 大竹政和・井元政二郎・石田瑞穂・大久保正・岡田義光・笠原敬司・立川真理子・松村正三・山水史生・浜田和郎 (1980), 伊豆半島東方沖の地震 (1980年6月29日) とその前後の地震活動, 国立防災科学技術センター研究速報, 43, 1—25
- 須藤 研・石橋克彦・平田直・川崎一朗 (1978), 1978年1月14日伊豆大島近海地震の発生機構, 地震学会講演予講集, No. 1, 60
- 土 隆一 (1980), 1930年北伊豆地震の地盤災害, 自然災害科学資料解析研究, 7, 8—14
- 土 隆一・宇津徳治 (1975), 1974年伊豆半島沖地震について—地震と災害の特徴一, 1974年伊豆半島沖地震災害調査研究報告, 1—10
- 津村建四郎・唐鎌郁夫・荻野 泉・酒井 要・高橋正義 (1977), 伊豆半島における群発地震の観測 (1975—1977), 地震研究所彙報, 52, 113—140
- 津村建四郎・唐鎌郁夫・荻野泉・高橋正義 (1978), 1978年伊豆大島近海地震前後の地震活動, 地震研究所彙報, 53, 675—705
- 恒石幸正・高橋春男 (1976), 1976年6月16日山梨県東部地震に際して鶴川断層の破碎帶上にみられた被害の集中, 第13回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集, 95—96
- 宇佐美龍夫 (1974), 伊豆における被害地震の歴史, 地震研究所研究速報, 14, 1—6
- 余震共同観測班 (1975), 伊豆半島沖地震とその余震の観測, 1974年伊豆半島沖地震災害調査研究報告, 11—19