

1974年伊豆半島沖地震の震害について

飯田 汲事*、 正木 和明*

Earthquake Damage Caused by the Earthquake off
the Izu Peninsula, 1974

Kumizi IIDA and Kazuaki MASAKI

1974年5月9日伊豆半島沖で強震が発生し、伊豆半島南部に多くの被害をもたらした。その災害は場所によりいろいろ異なり、直接地震動によるものや地震動によって生じた山崩れや地すりによるものもあり、顕著な震害の特徴がみられた。それらの震害と地震動の最大加速度及び断層などの地変、地盤との間に著しい関係のあることがわかった。

1. はじめに

1974年5月9日8時半頃伊豆半島沖で強い地震が発生した。気象庁の発表によれば、震央は東経138.8度、北緯34.57度、マグニチュード $M=6.9$ 、震源の深さ10Kmで有感範囲もかなり広く、南伊豆に大きな被害をもたらした。すなわち死者25名、行方不明4名、負傷者82名、家屋全壊124戸、同半壊254戸、同一部損傷1721戸、非住家損害264棟、家屋焼失5戸、道路寸断箇所57、崖くずれ箇所81等となっている。この数字は静岡県災害対策本部の発表に下田市の資料を補足したものである。

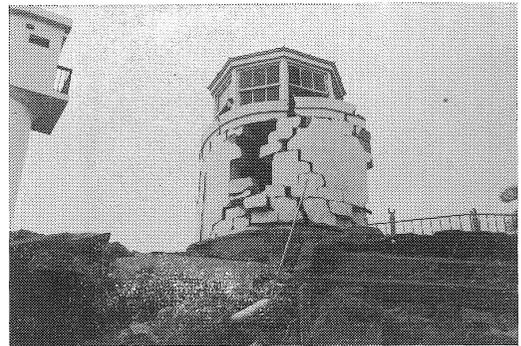
伊豆半島に発生した既往の地震のうち被害を伴ったものは比較的少ないが、現在までに二つある。一つは1930年の北伊豆地震で $M=7.0$ であり、他は1934年の伊豆半島南部の $M=5.5$ の地震である。前者は延長約35Kmのほぼ南北方向の丹那断層を生じ、東側は北へ最大2~3m移動し、断層の北部では東側が、南部では西側が、上昇する地変を生じ死者272人、傷者572人、家屋全壊2165戸、半壊5516戸、焼失75戸を出したほか、山くずれ、崖くずれが多かった。1934年の地震は震央が天城山中にあったため被害は至って軽微で、崖くずれ十数箇所、2~3の炭焼小屋の破損、送電線の切断、所々に墓石の転倒、石垣の崩壊、温泉の異常などもあった程度である。

以上二つの地震と今回の地震との被害を比較してみると、規模の大小はあるが、山崩れ、崖崩れその他の地変、家屋の被害などに類似の所も多く震害の地域的特徴が見出された。このような震害は今後発生する地震災害に対する防災対策をたてる上に参考となる点が多いと思われるのでここに報告することとした。

2. 震害について

(1) 各地における主な震害

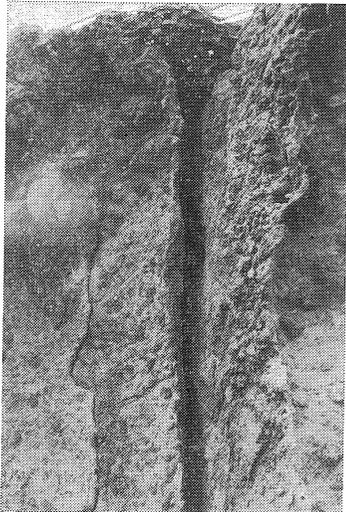
石廊崎 震源に近い石廊崎では震害が大きかった。燈台付近では神社の石燈籠が東北方へ倒れ、鳥居の石材支柱の中央が割れていた。石ブロックの航路標識の建物は鉄筋が入っていなかったため割れて傾き基礎もガサガサになった(写真1)。燈台は裏側に少しひび割れができ



1. 石廊崎旧航路標識建物の破壊

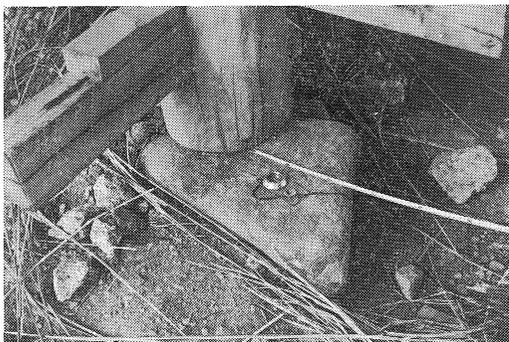
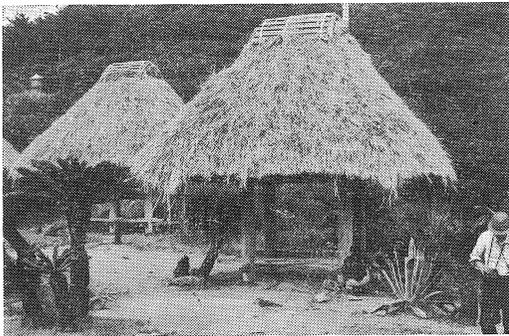
ていたが無事であった。付近の道路や塀なども亀裂が入り、著しくずれて食いちがっている部分もあったが、この付近は地震断層上にあったため被害がひどかったものと思われる。神社のある海岸岬の岩盤には開口した新しい割れ目がみられた(写真2)。

石廊崎植物園の大きな建物では窓ガラス340枚のうち約1割ほど割れたが、小さな温室の建物では窓ガラスの被害はなかった。付近のレストハウスでは卓上や棚にあった物や冷蔵庫など東方に倒れたものが多く、また床の中央部にはほぼ南北方向の地割れがあり開口していた。



2. 石廊崎神社付近の岩盤の開口

ここでは窓ガラスの被害はなかったが塀や壁のレンガが崩れ落ちていた。植物園の前や付近に藁屋根の東屋が4本の丸柱で石台上に支えられて建っていたが、柱が土台上を中心に北東ないし東北東方向にずれ（写真3）、反

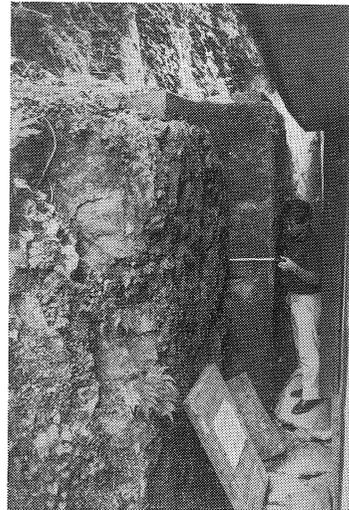


3. 石廊崎植物園付近の東屋の移動廻転

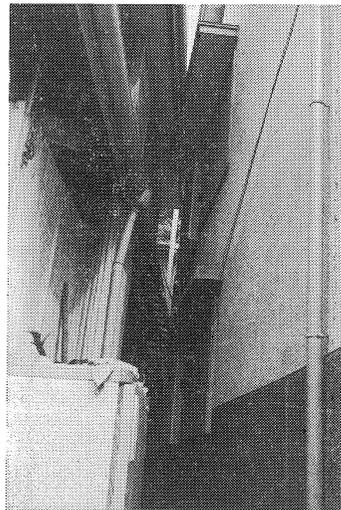
時計廻りの廻転がみられた。ずれ変位が最大約20cmもあった。落石によるコンクリートの電柱にも被害があった。

石廊崎測候所の地震計記録（倍率1倍強の地震計による）では初動がふりきれ、上下動約8cm、水平動約9cmとな

っていたので、実動はもっと大きかったのであろう。高さ9mの測風塔にひびが入り、鉄塔が10cmも浮上った。木造の測候所では戸棚が倒れたりずり動いたりして、中の書類や書籍はメチャメチャに散在したとのことであった。地割れが到る所にあり、短周期の振動が卓越した形跡がみられた。石廊崎の波止場付近では岸壁が25cmも沈降したところがあり、付近の売店は落石によって被害をうけ、潰されたものもあった。稲葉幸雄氏宅の裏側の岩盤に断層のずれが現われ、最大水平変位が約42cm、垂直変位が約20cmであった。（写真4）。家屋が反時計方向に廻転し（S20°E）ねじれたため約30cmもずれて隣の家同志の棟がくい込んでいた（写真5）。

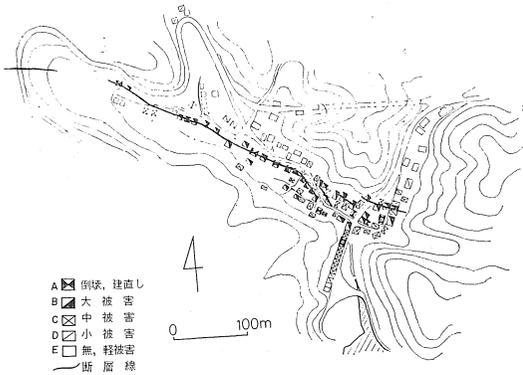


4. 石廊崎稲葉氏宅裏の岩盤に現われた断層の約42cmの水平ずれ

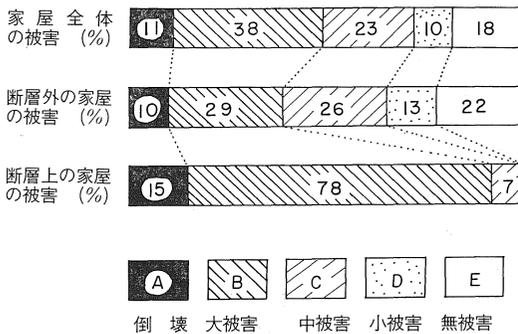


5. 石廊崎稲葉氏宅と隣家との接触

石廊崎における家屋の被害特に断層上での被害が大きかった。家屋の被害状況を示したのが図1である。この



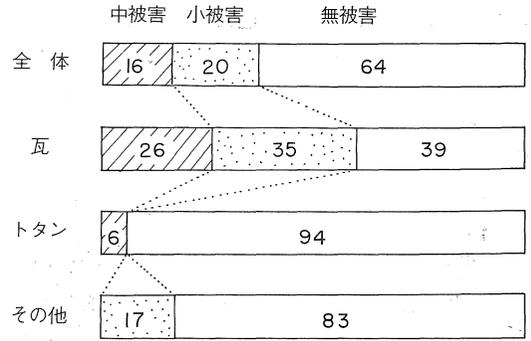
図一 石廊崎における家屋被害状況



図二 石廊崎における家屋の被害の割合と断層上及び断層外家屋の被害 (%)

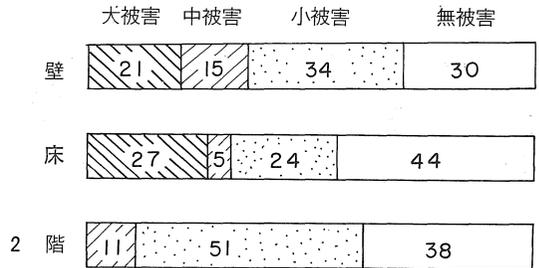
図からわかるように断層から離れるにつれて被害が小さくなったが、その割合を示すと図2のようになる。大・中・小の被害、無被害の区別を示したが、Aは倒壊及び倒壊に近いので建直した家屋で被害率90%以上のもの、Bは被害率50~89%に及ぶもので大被害とし、Cは25~49%の被害率で中被害、Dは10~24%の被害率で小被害、Eは無被害またはごく軽微な9%以下の被害率を示すものを表わした。家屋全壊率は断層上で15%、断層外で10%となり、石廊崎全体で145棟のうち16棟が倒壊したので全壊率が11%となり大被害をうけた55棟を考慮すれば被害率は30%となり、33棟の中被害家屋までを考慮すれば被害率は約41%となる。この場合被害率は全壊棟数に大被害または中被害までの棟数の半分を加え総棟数で割った百分率である。ここに示した家屋の棟数は現地では詳細に調べたほか航空写真などで検討して出した値である。

屋根の被害が到る所めだったが、その被害状況を種類別に示したのが図3である。瓦屋根の被害は26%、トタン屋根の被害は6%となり、瓦屋根の被害が大きかったことがわかる。また家屋の被害の程度で壁や床の状況を示したのが図4である。50%以上壁が落ちたのを大被害、50以下のものを中被害としたが、大被害を受けた家屋が



図三 石廊崎における屋根種別とその被害の割合 (%)

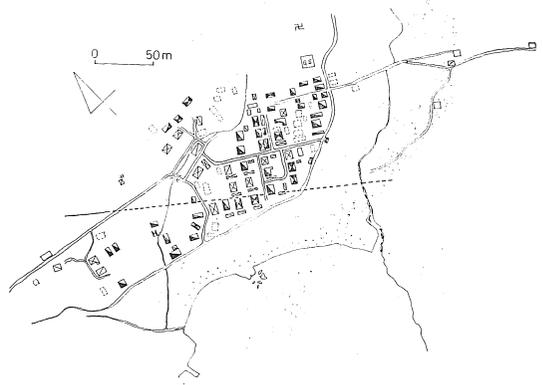
21%、中被害を受けた家屋が15%であった。また床に100%の亀裂の入ったものを大被害、亀裂はあるが割れてふくれ上らないのを中被害としたが、大被害は27%、中被害は5%となって大被害をうけたものが多かった。



図四 石廊崎における壁、床、2階の被害の割合 (%)

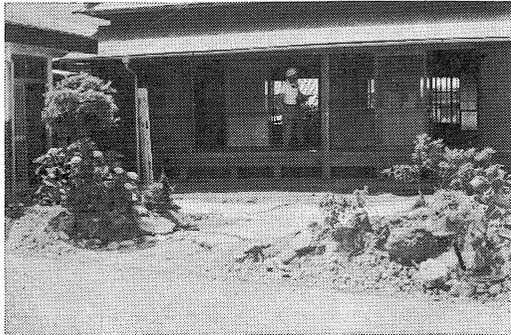
石廊崎では2階家の被害は比較的少なかった。無被害のものが全体の38%で、中被害をうけたもの約11%、小被害のもの約51%となっており大被害をうけたものはない。断層上においても2階家の1割が被害をうけ、2階の方は被害がないのに1階がこわれたために全体を壊して建て直した家もあった。

入間 入間における家屋の被害状況を図5に示した。この図からわかるように全域での被害が多い。これ



図五 入間における家屋被害の状況 記号は図一と同じ

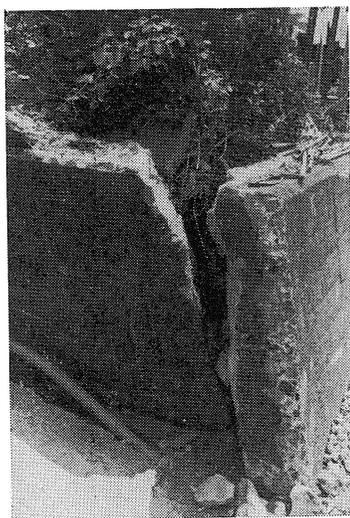
は家屋の60%以上が厚い砂質盛土上にあるためにほぼ一様な大きな被害となったものと思われる。この地区を断層が通るためその付近での被害も多かった, 家屋の土台石が25cmも動き大黒柱が21cmも大きく移動したため床がずって壊れたのに上部構造はあまりこわれていない例も



6.a 入間における土台の移動した家屋



6. b 土台石上の大黒柱の移動



7. 入間のコンクリート塀の破壊

多かった(写真6), コンクリート塀(写真7)やブロック塀が倒れたり, ブロック造り家の全壊, 鉄骨造りの家も被害をうけ傾いていた。神社の石燈籠が倒れ石垣や石段も崩れ落ちた。社殿の一部が破壊された。

入間地区における家屋の倒壊, 大被害などの状況を示したのが, 図6である。この場合の家屋の被害基準は石



図-6 入間における家屋全体の被害の割合(%)
被害の分類は図-2と同様である

廊崎におけるものと同様であり, 大被害率は最も大きく38%に達し, 中被害率, 小被害率はこれに次ぎそれぞれ19%, 18%となっている。これらの値よりは倒壊率は小さいが16%にもなっているのが注目される。家屋の全棟数116のうち大被害の家屋までを考慮して被害率を出すと約35%, 中被害までの家屋を含めれば約44%となる。これらの数字は石廊崎におけるものよりも大きく, 震害の大きかったことを物語っている。

屋根の被害率を石廊崎の場合と同様に示すと棟瓦, 平瓦の落ちた大被害率が21%, 棟瓦がいざり, 平瓦が少し落ちた程度の中被害率は15%, 数枚の平瓦がいざり程度の小被害率は23%, 無被害が41%となっている。それらの関係を図7に示した。瓦屋根では大被害を受けたもの27%, 中被害のものが19%, 小被害のものが33%, 無被害

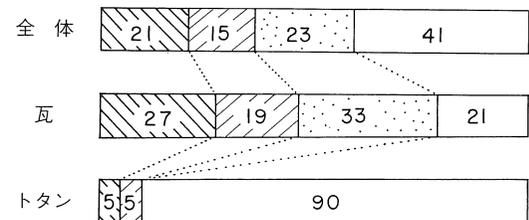
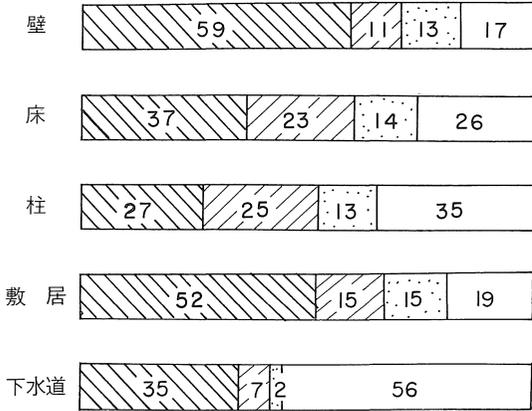


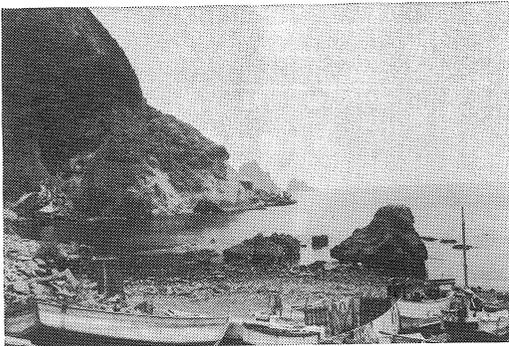
図-7 入間における屋根種別とその被害の割合(%)

害のものが21%となっている。トタン屋根の大被害は僅か5%で, 90%が無被害であったことから, 屋根の軽いものは被害が軽かったといえる。これらは震害を考える上に地震動による家屋の振動特性として考慮しなければならない。

家屋の壁や床の被害については図8に示したが, 石廊崎と同様にその被害率を分類して示せば, 大被害率は59%, 中被害率は11%となり, 床の大被害率は37%, 中被害率は23%にもなっているので, 石廊崎の場合よりもいずれも大きな被害を生じたものと考えられる。また敷居などの大被害率も大きかったので, 地盤の地震動の激しさがうかがわれる。海岸では巨大な落石が多かった(写真8)。

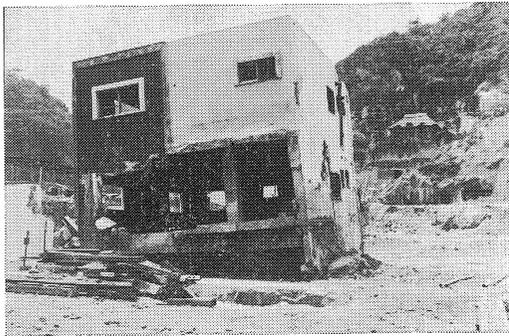


図一八 入間における壁，床，柱，敷居，下水道等の被害の割合(%)



8. 入間海岸における巨大落石

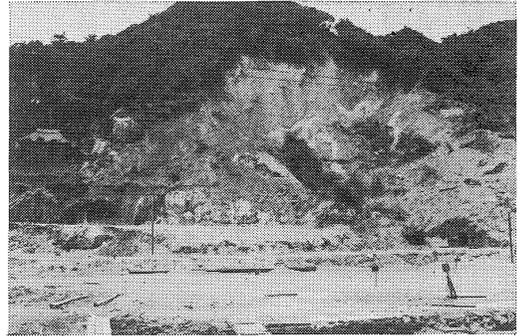
中木 約5万 m^3 という大量の土砂が瞬時にすべり落ちて家屋を押し潰したというから、土砂落下は非常に速かったといえる。この地すべりにより鉄筋の3階建の家も2mも南に移動し、1階が直径23mmの鉄筋をまるだしにして潰れていた(写真9)。土砂の下敷になった家か



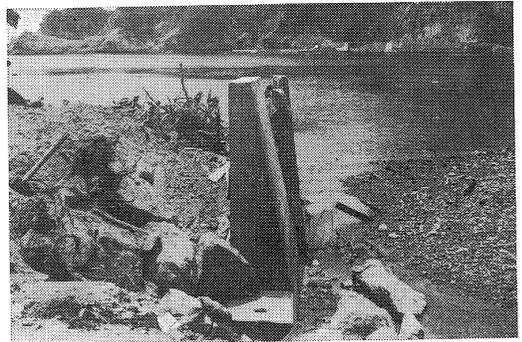
9. 中木の地すべり地における鉄筋コンクリート造り3階建の被害

らガスもれに引火し火災が発生したようで5戸焼失した。地すべりの滑落部(写真10)のすぐ横の斜面には無事で残された老人クラブの集会所の葺屋根の建物が人目をひいた。地すべりに巻き込まれた部分以外の建物は、

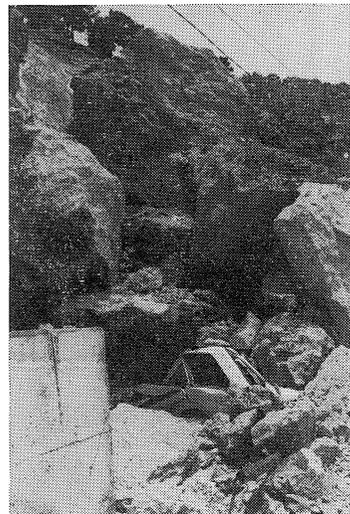
それほど壊れていないが、海岸のコンクリート防波堤岸壁が割れて北北西方向に50cm以上も移動し(写真11)、また栈橋が約20cm沈下、約7cm南へずれる変動もみられた。巨大な落石でライトバンが潰れた(写真12)が人命には別条なかった。石垣や屋根瓦も多く崩れて落下した。石廊崎から中木部落へ入る手前の道路わきに立っていたコンクリートの電柱は落石により根元付近が破壊され鉄筋をむき出して曲り(写真13)、水平に65cmもずれたが電線に支えられて直立していたのが目についた。



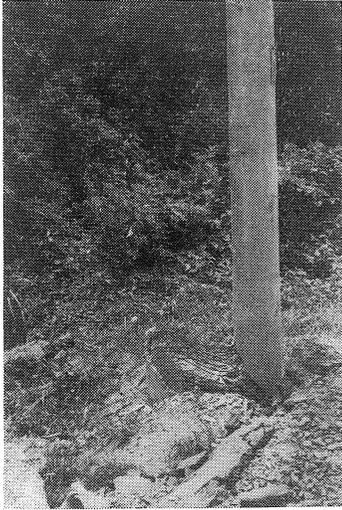
10. 中木における地すべり地域



11. 中木における岸壁の破壊と落石



12. 中木における落石による自動車被害



13. 電 柱 の 破 壊

下田市街地 この地区では道路や港湾施設に被害があったほか、落石や山くずれ、崖くずれもあり、石積構造物の崩壊や家屋にも被害があった。水道管の破壊もあり軟弱地盤での地震動被害がみられた。柵や戸棚の器物の落下がめだち酒屋などの被害が多かったようである。

田 牛 海岸部や低地における家屋の被害が多く、ねじれ、廻転、移動などもあり隣家同志がくつつき棟が他の家の壁をつき破っている例も見られた（写真14）。また土蔵の被害がめだった（写真15）。家屋の倒壊がない場合でも家具類の破損が多かった。長谷寺では長さ2 m余の門柱の片方が下から $\frac{3}{8}$ の所が折れて落下した。また重要文化財に指定されていた等身大の仏像が前方に倒れ、墓石の大半が転倒した。



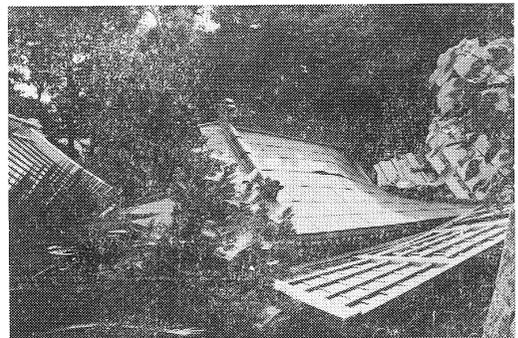
14. 田牛における家屋の接触被害



15. 田牛における土蔵のずり被害

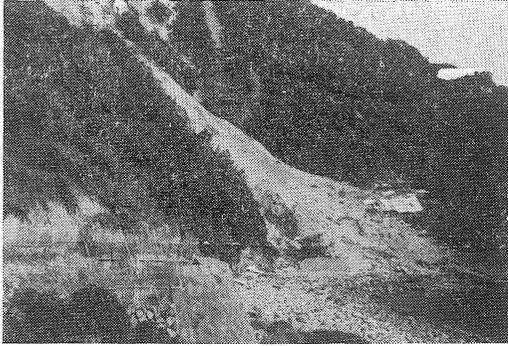
湊 修福寺の燈籠が倒れたが、墓石は倒れなかった。下賀茂 落石による家屋の被害がかなりあり、寺院では墓石の転倒、廻転、移動もみられ、50cmに及ぶ器物の移動もみられた。温泉の温度、湧出量にも変化があった。

吉 田 崖くずれや塀の崩壊で家屋の被害が若干あったが、あまり大きな被害はなかった。神社の本殿が落石により倒壊、社殿も半壊した（写真16）。石燈籠は全部倒れた。



16. 吉田における神社の倒壊

落 居 地すべりによる家屋の被害（写真17）が若干あったが、地すべりがなかったところでは斜面でも石垣や家屋は無事であった。瓦屋根の被害がめだった。



17. 落居における地すべりによる家屋倒壊

妻良 山ぎわの岩盤地帯では家屋の倒壊はなかったが、家具類の損失はかなりあったようである。入江付近に発達した砂地盤や埋立地では家屋の被害がめだつた。地震動がはげしかったので、家屋の不等沈下や傾斜もみられ、墓石はほとんど転倒した。屋根瓦の被害がめだつたほか、土蔵や石積構造物の被害はかなりあった。妻良から子浦に通ずる田面隧道では亀裂落盤があった。またトンネル中央部に15mほどの亀裂もあり危険であったが、他のトンネルには被害はなかった。

子浦 妻良と同様に山ぎわの家屋はあまり被害はなかったが、小川沿いの田圃造成地では家屋の被害はかなりあり、ねじれや移動もあり、土蔵の被害もめだつた。擁壁の崩壊により露出した石油タンク（写真18）があったが石油の流出被害はなかった。

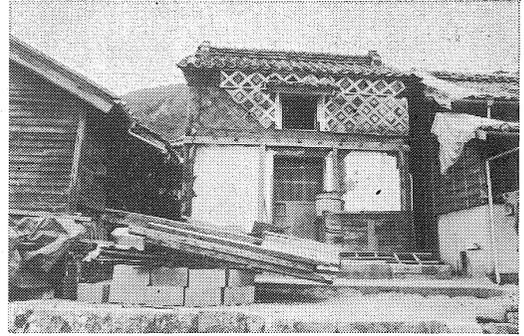


18. 子浦における擁壁の崩壊による石油タンクの露出

伊浜 崖くずれや石垣の崩壊、瓦屋根の破損がめだつたほか土蔵の被害（写真19）は他のところと同様になりあった。田圃わきの墓石の転倒方向はメチャメチャであり、そこでの地盤における地震動の激しさを示していた（写真20）。

手石 塀や屋根瓦の被害、鳥居の安全なことが印象的であった。

本瀬 宮前の鳥居の頭部は落下して中央から破断したが、八幡神社の鳥居は安全であった、しかし石燈籠は



19. 伊浜における土蔵の破損



10. 伊浜における落石の転倒

倒れた。

道路は全地域を通じて地割れや亀裂、路肩の崩落、崖くずれによる崩壊土砂石、落石などによる被害が多かった。道路の通交止めが多く、特に妻良、子浦付近の有料道路マーガレットラインの被害が多かった。道路の崩壊は最長3kmに達したのもあったが、20mくらいの長さのものが最も多かった。

(2) 全体の被害率

今回の地震による全体の家屋被害を示したのが図9である。ここには表1に示したように家屋被害率は全壊数に半壊数の半分を加え総戸数で割った値の百分率をもって示した。ただしこの場合総戸数として世帯数を用いたが、現地の調査では総戸数が正確につかめないところもあったので市町村役場で発表されていた数字を用い総戸数と大差ないものとして取扱った。今回の地震による被害は表1及び図9よりわかるようにその大部分は南伊豆町と下田市の一部に限られ、東伊豆町や西伊豆町では比較的軽微であった。被害率は南伊豆町全体で7.83%であり、下田町で0.52%であったが、西伊豆町では0.02%、東伊豆町では0.0%であって、震源に近かった所と地盤の悪い所に被害が集中した。被害は南伊豆町でも西海岸寄りの方に大きく、内陸へ進むにつれて少くなっている。

下田市においても被害は田牛でやや大きかったが、その

表1. 伊豆半島沖地震の被害

市町名	区分 地区名	人 口	世 帯 数	死 者 (内行方不明)	負 傷 者	家 屋 被 害			非 住 家	全 壊 率 (%)	被 害 率 (%)
						全 壊	半 壊	一 損 傷			
南 伊 豆 町	中 木	331	85	27	8	22	34	29		25.9	45.9
	入 間	287	64	(4)	2	14	28	25		21.9	43.8
	伊 浜	447	98	1	1	7	20	70	2	7.1	17.3
	落 居	77	20		6	4	5	11		20.0	32.5
	妻 良	525	153			18	35	54	3	11.8	23.2
	西子浦	633	118		3	13	22	46	4	11.0	20.3
	東子浦		71			10	15	24		14.1	24.6
	石廊崎	438	108		8	2	40	60		1.9	20.4
	下賀茂	1,225	300		4	6	1	50		2.0	2.2
	大 瀬	467	101	1		4	20			0	2.0
	上小野	212	62			2	8			0	1.6
	下小野	341	93			1				1.1	1.1
	湊	1,366	317		3		1	4		0	0
	加 納	647	170				2	15		0	0.6
	差 田	170	36					1		0	0
	下 流	552	127		1			6		0	0
	手 石	766	176		2	1				0.6	0.6
	石 井	226	63					8		0	0
	吉 祥	374	95		1	3				3.2	3.2
	岩 殿	60	15					2		0	0
吉 田	62	19				2	1		0	5.3	
青 野	257	79					1		0	0	
立 岩	100	30					1		0	0	
一 条	298	73				1			0	0.7	
二 条	349	83					18		0	0	
市之瀬	312	81							0	0	
南伊豆町計	10,522	2,637	29	39	101	211	490	14	3.8	7.8	
下 田 市	下 田		2,835		17	9	28	491	6	0.32	0.81
	稻生沢		2,200		6	2	1	282		0.09	0.11
	稲 梓		860		0			35		0	0
	白 浜		600		6		2	151	1	0	0.17
	浜 崎		960		0			57		0	0
	朝 日 (田牛)		630		5	12	11	184	6	1.90	2.8
	下田市計	31,571	8,085	(90)	34	23	42	1,173	13	0.28	0.54
東伊豆町	16,845	2,694					6	2	0	0	
西伊豆町	10,276	2,696				1	8	21	0	0.02	
松崎町	10,973	2,893		7			174	52	0	0	
河津町	9,892	2,655		2			25	17	0	0	
合 計	90,079	21,660	29	82	124	254	1,876	119	0.57	1.16	

他では割合に小さかった。被害率が15%以上に達した所は中木45.9%, 入間43.8%, 落居32.5%, 東子浦24.6%, 妻良23.2%, 田牛19.5%, 石廊崎20.4%, 西子浦20.3%, 伊浜17.3%である。西海岸でも吉田は5.26%と小さく, また南部海岸の湊や下流では0.0%と小さい。

内陸側の二条, 差田, 立岩, 石井, 岩殿, 青野, 市之瀬なども被害率はゼロないしゼロに近くきわめて小さかった。中木や落居における被害率の大きいのは地震で生じた地すべりや落石によって押し潰された家屋の被害が大きかったことによるもので, 入間や石廊崎では地震動と断層運動による家屋の被害が大きかったためである。田牛, 妻良, 子浦, 伊浜の被害は地震動による地盤災害で, 軟弱地盤上での被害が大きかった。

3. 震度分布

(i) 気象庁発表の震度

各地の震度は次の如くである。

- 震度1 (微震) 長野, 岐阜, 高田, 宇都宮, 敦賀, 福島, 宮古, 石巻
- 震度2 (軽震) 千葉, 熊谷, 水戸, 小名浜, 津, 伊良湖, 大阪, 軽井沢, 彦根, 松本, 白河
- 震度3 (弱震) 東京, 銚子, 前橋, 浜松, 御前崎, 名古屋, 飯田, 諏訪, 甲府, 秩父, 三宅島, 河口湖, 御殿場
- 震度4 (中震) 網代, 大島, 新島, 静岡, 横浜, 三島, 館山
- 震度5 (強震) 石廊崎

以上のようにかなり広い範囲が有感区域となっている。震源に近いといわれる石廊崎では震度5であるが, 局所的に震度の大きな所もよく現われるので, 今回の地震に対してそれを調べた。震度は地震動の性質を知る上に重要であるので, 墓石や石燈籠などの転倒や回転・移動などの調査から震害の大きかった各地の震度を推定することにした。

(ii) 墓石調査からの震度

墓石調査から震度を推定することは古くから行われているが, 墓石の転倒・廻転・移動等は地震動や墓石の状態, 地盤などにより簡単に決められない場合がある。墓石が倒れるか倒れないかということは加速度だけでなく

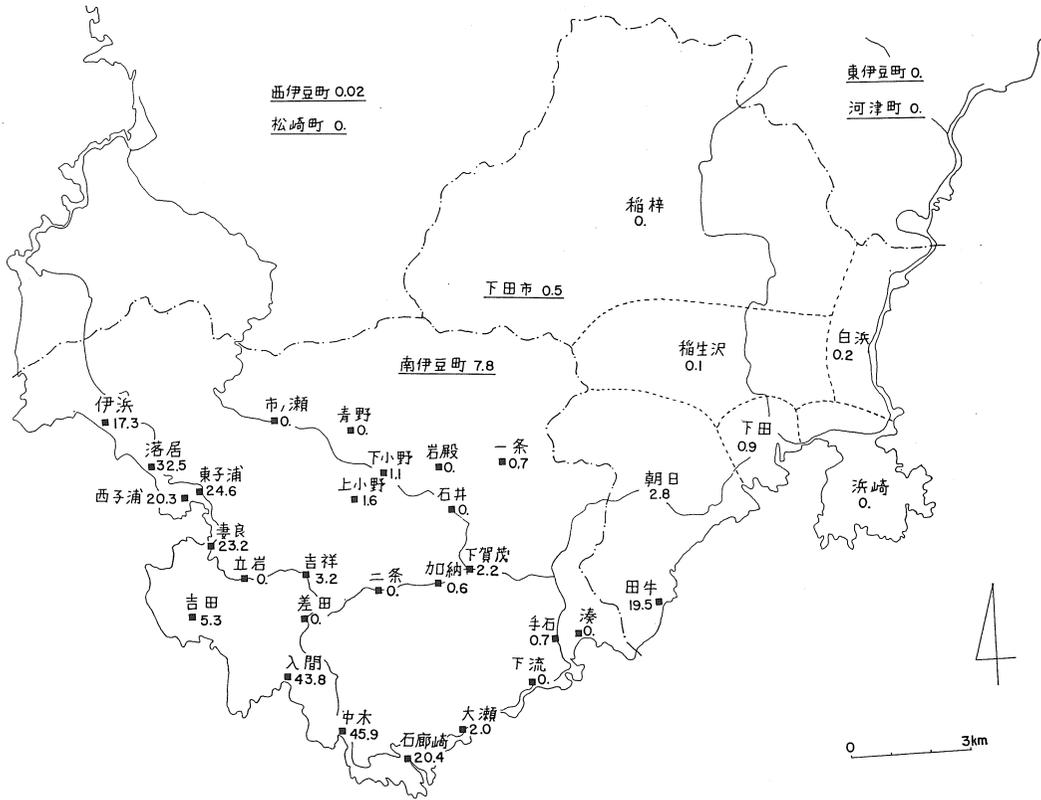


図-9 家屋被害率(%)分布

表2. 墓石調査地及び地震動最大加速度

地名	寺院	課査数	転倒方向	廻転方向	最大移動距離 (cm)	転倒加速度		不倒加速度 ×g
						多頻度範囲 ×g	最大 ×g	
下田	海善寺	30	N,NNE	時計廻	13	0.32~0.39	0.42	0.43
田牛	長谷寺	35	WNW,SW	〃	10	0.31~0.37	0.39	0.40
下賀茂	泉竜寺	25	WNW,ESE	〃	6	0.33~0.35	0.39	0.42
	慈雲寺	25	WNW	〃	10NE	0.30~0.35	0.38	0.39
手石湊	正善寺	25	WNW,SE	〃	5	0.30~0.35	0.38	0.40
	修福寺	15	—	—	—	—	—	0.32
下流	大慈寺	20	SSW	—	—	0.33~0.35	0.40	0.43
石廊崎	正眼寺	35	NE	反時計廻	10	0.34~0.40	0.44	0.45
中木	宝永軒裏	40	W	〃	—	0.33~0.40	0.43	0.45
入間	海藏寺	75	NNE,SSW	〃	6SE	0.37~0.43	0.49	0.495
妻良	善福寺	40	SSE	〃	8	0.28~0.40	0.42	0.44
子浦	金泉寺	36	SSE	〃	11	0.28~0.35	0.38	0.43
	村内2ヶ所	15	N,SSE	〃	15	0.36~0.40	0.41	0.44
伊浜	普昭寺	38	N,S	〃	10	0.33~0.40	0.43	0.435
	万霊寺	26	NNW,SSE	〃	15	0.35~0.38	0.38	0.40
立岩	法伝寺	23	SSE,WWN	〃	7.5	0.34~0.36	0.41	0.42
	—	—	SSE	〃	—	0.32~0.37	0.40	0.41
加納	—	20	N,S	〃	—	—	0.38	0.39
吉田	—	—	SSE	〃	—	—	0.38	0.39
大瀬	浄性寺	18	NNE, NE	時計廻	4	0.35~0.38	0.40	0.42

地動の大きさと墓石の大きさとが関係し、墓石のたてよこの比ないしは全体の大きさにも関係する。加速度が墓石のおどりを起こす限界以上に達する場合でも振巾に対して非常に大きな横の広がりを持っているような墓石はついに倒れないであろう。今回は墓石の状態をよく吟味し、墓石台の水平でないものや他の墓石の影響で倒れたり移動したと思われるものはすべて除くことにした。調査した墓石の所在地及び震度等を表2に示した。ここに示した震度は工学的震度であり、加速度を重力加速度 g で割ったものである。

墓石の転倒条件は地震動を水平加速度 α だけとすれば

$$\frac{\alpha}{g} \geq \frac{b}{h}$$

となる。 b は墓石の幅で、 h は高さである。また地震動が水平と θ なる傾きをなす場合には墓石の倒れる条件は

$$\frac{\alpha}{g} \geq \frac{b}{g} / \left\{ \cos\theta + \frac{b}{h} \sin\theta \right\}$$

で表わされる。 b/h が $0.2 \sim 0.5$ の範囲にあって $\theta < 50^\circ$ の範囲では α/g は θ によらずだいたい一定となる。 θ が 60° 以上になると α/g が大きくなり、 θ が 90° では α/g が1となるので加速度は重力加速度に等しくなる。墓石が転倒するには加速度が大きいことや振動がある時間同じ向きに続き、振幅もある値以上であることなども挙げられる。

墓石が移動する場合の条件は摩擦係数を μ とすれば

$$\frac{\alpha}{g} \cos\theta \geq \mu \left\{ 1 - \frac{\alpha}{g} \sin\theta \right\}$$

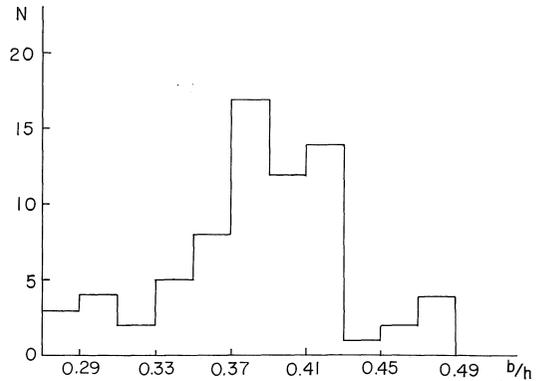
となる。石上に石のすべる場合にはその摩擦係数として $\mu = 0.71$ が知られているから α/g は少くとも 0.6 より大でなければならない。この場合にはこのような大きな加速度が働いたと考えなければならない。

墓石が廻転する場合もいろいろ考えられる。地動の方向が四角な底面のいずれの辺にもある角度をなしている場合や底面に分布する摩擦係数が一樣でないために起こる力の関係で廻転も生じよう。

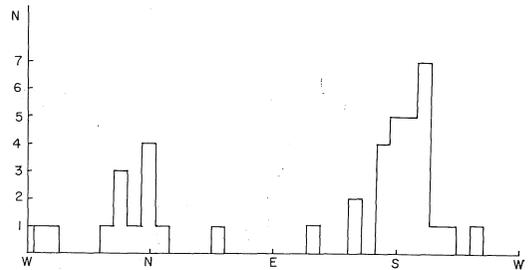
以上のように種々吟味した結果得られた値を表2に示した。また墓石の転倒数の頻度と b/h との関係の例を入間の場合について示したのが図10である。

転倒墓石はこの場合 b/h が $0.37 \sim 0.43$ のものが多いことがわかるが、 b/h の最小の値は 0.27 であり、最大なのは 0.49 であって同一場所でも位置によってちがう。これは地震動の方向との関係にもよることが考えられる。なお図11には一例として入間における墓石の転倒方向を示したが、この場合は北北西及び南南西方向の転倒が多いことを示している。同一場所でも倒れた方向はいろいろあるが最も多く倒れた方向や廻転の向き、最大震度などを示したのが図12である。

図12よりわかるように最大震度が 0.4 以上の所は入間、中木、石廊崎、妻良、下田、二条、大瀬等であり、入間



図一10 入間における墓石の転倒数の頻度Nと墓石の中bと高さhとの比



図一11 入間における墓石の転倒方向とその頻度Nの関係

は 0.5 に近い値となっており、短周期地動の卓越したことを示している。これらの地域は最大加速度だけから考えると気象庁の震度階にして震度6以上にも達したものと考えられる。調査地の寺の多くは山ぎわの地盤のよい所にあり、また震源に近い所では地震動の短周期成分も卓越するので地震の加速度を比較的大きくしたものである。図12には細線の矢印で示した墓石の転倒方向のほかに、太線の矢印で示した物体の移動方向も記入してある。移動の量を示した数字の多くは墓石の移動量であるが、石廊崎における 20cm は植物園付近の東屋の土台石の上におかれた木の柱の中心点から最大ずれを示しているし、入間における 25cm は木造平家の土台石の移動した距離である。また田牛における 20cm は土蔵の移動量を示し、下賀茂における 50cm は南伊豆町横の肉屋の冷蔵庫の移動距離である。下賀茂及び石廊崎におけるこれら物体の移動は北東方向であるが、入間の場合は南東方向であった。今回現われた地震断層の相対的変位では石廊崎の海岸よりの岩盤に現われたくいちがいの最大は水平 42cm 、垂直 20cm 、山よりの土地盤に現われたくいちがいの最大は水平 46cm であった。

墓石の廻転方向には時計廻りと反時計廻りとあった。図12に示したのはその多く見られた方向を示したが、大瀬一下賀茂より東は時計廻り、西は反時計廻りとなって

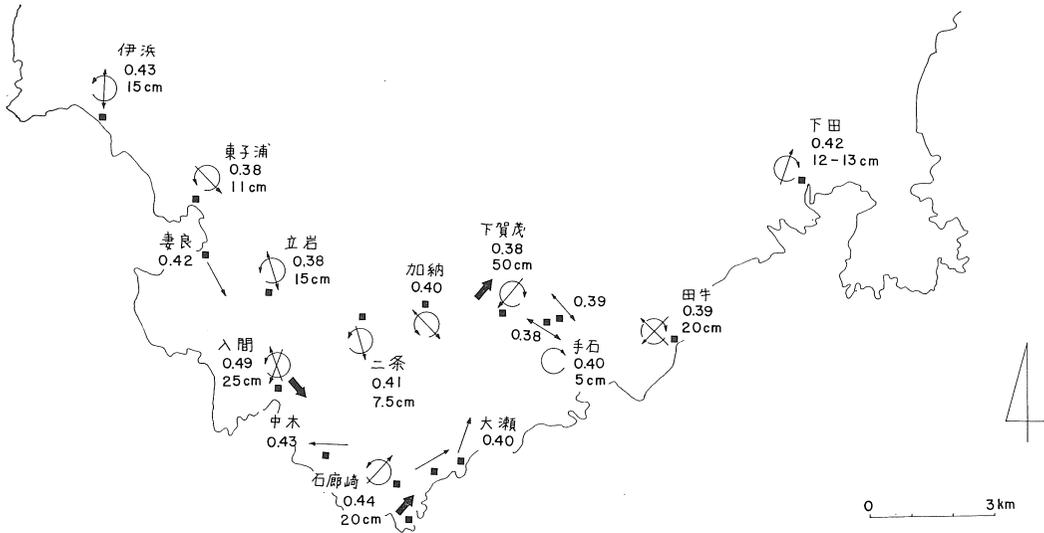


図-12 墓石の多数転倒方向，回転方向及び移動距離並びに物体の移動距離と最大震度

いる。石廊崎や入間、伊浜、子浦などでは反時計廻りの墓石は多かったが、これはそれらの地盤では時計廻りの運動が卓越したのではないと思われる。

4. 被害と最大加速度

図9及び図12に示した家屋被害率と最大加速度との関係を求めそれを図13に示した。被害率は最大加速度に対

いところでは震害はそれほどめだたなかったもので、全体として震害と最大加速度との関係は入間における場合とかなり類似であると考えられる。しかし岩盤地帯であったため最大加速度側にやや大きくなったものと考えられる。入間の場合は石廊崎からの地震断層の西北延長部にあたるほか砂質地盤でもあって地震動災害が最も著しく、最大加速度と大きな相関をもったものと考えられる。

5. おわりに

今回の地震による地震動災害を調査した結果、震害は地盤と密接な関係を持ち、また断層などの地変及び地震動による地すべりや落石により生じたものが著しかったことが注目される。石廊崎では断層による震害がめだち入間では地震動による震害が特徴的であった。中木や落居は地すべりや落石による災害が著しかった。妻良、子浦、伊浜、田牛などにおいても地震動災害が顕著であった。特に地盤の悪いところに被害が集中したといえる。このような地震災害の資料は今後発生するであろう震害に対しその対策を考える上において大いに考慮しなければならない。

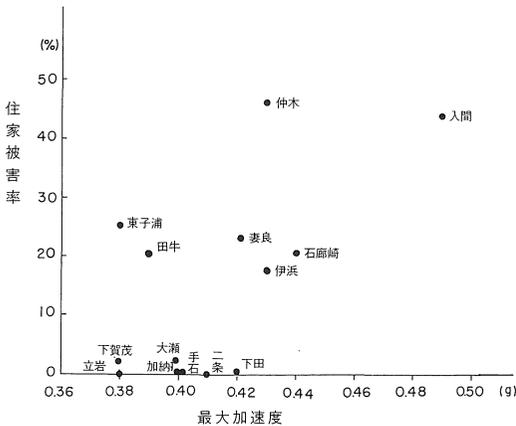


図-13 住家被害率と地震動最大加速度との関係

しある幅でばらつくが、被害率が大きいほど最大加速度も大きくなる傾向がみられる。両者は比例関係があるとみなされよう。図中、中木は最大加速度の割合に被害率の大きかったのは、地すべりによる家屋の被害が大きかったためと思われるし、子浦や田牛の被害率の比較的大きいのは、入間に発達した軟弱地盤の地震動災害が著しく現われたものと考えられる。

石廊崎では断層付近の震害は大きかったが、地盤のよ

終りに臨み調査に同行し種々協力された本学の学生杉山晴士、奥田仁郎及び高森智の両氏に感謝するとともに現地において資料を提供しかつ種々援助して下さった下田市役所及び南伊豆町役場の担当者並びにその他の方々に厚く感謝する。なお本研究は文部省科学研究費（災害特別研究費）によることを付記して謝意を表す。