

主要災害調査 第 29 号

千葉県東方沖地震災害調査報告

昭和 63 年 3 月

科学技術庁

国立防災科学技術センター

現 地 調 査 一 覧 表

調 査 者	調 査 区 域	期 間	調 査 内 容
大 谷 圭 一 田 中 耕 平 諸 星 敏 一	浦 安 市 内	昭 和 62 年 12 月 21 日	千 葉 県 東 方 沖 地 震 に よ る 浦 安 市 内 液 状 化 被 災 調 査
田 中 耕 平 幾 志 新 吉 諸 星 敏 一	浦 安 市 内	昭 和 62 年 12 月 22 日	千 葉 県 東 方 沖 地 震 に よ る 浦 安 市 内 液 状 化 資 料 収 集
田 中 耕 平 森 脇 寛	東 金 市 周 辺	昭 和 63 年 1 月 11 日 ～ 13 日	千 葉 県 東 方 沖 地 震 に よ る 崩 壊 調 査

千葉県東方沖地震災害調査報告

大谷圭一* ・岡田義光* ・諸星敏一***
 田中耕平** ・森脇 寛** 資料調査室****

目 次

1. まえがき	..... (大谷圭一)	1
2. 地震と被害の概況	..... (大谷圭一)	1
2.1 地震の発生	.....	1
2.2 災害の状況	.....	1
3. 地震活動の概要	..... (岡田義光)	9
3.1 本震の震源要素と発震機構	.....	9
3.2 余震分布	.....	10
3.3 断層モデル	.....	11
3.4 周辺の地震活動とテクトニクスの意義	.....	11
4. 強震記録	..... (大谷圭一)	14
5. 浦安市の液状化	..... (諸星敏一)	20
5.1 液状化発生状況	.....	20
5.2 液状化発生地点の特徴	.....	21
5.3 浦安市の地質的条件	.....	21
5.4 液状化発生地域の土質的条件	.....	21
5.5 噴砂の粒度分布	.....	23
5.6 最大加速度の予測分布図	.....	23
5.7 アンケート調査による震度分布の推定	.....	24
5.8 ボーリング調査	.....	27
5.9 考 察	.....	27
6. 斜面崩壊の発生状況	..... (田中耕平, 森脇 寛)	29
6.1 はじめに	.....	29
6.2 千葉県の地形と地質	.....	33

6.3	成東町の崩壊	35
6.4	長南町の崩壊	38
6.5	液状化による崩壊	44
6.6	過去の災害との比較	44
6.7	今後の防災対策	46
7.	あとがき	(大谷圭一) 47
	引用文献	48
	付 録	(資料調査室) 49

1. まえがき

1987年千葉県東方沖地震と命名された今回の地震は、昭和62年12月17日11時08分に発生し、千葉県東方沖に震央を持ち、規模はM=6.7であった。

この地震により、千葉県太平洋側の各市町村のみならず、ほぼ千葉県全域にわたって、被害の発生が見られた。地震による災害は、木造家屋の屋根瓦の崩落、急傾斜地の崩壊、砂地盤の液状化の発生、ブロック塀の倒壊等が顕著であったが、電気、ガス、水道等のライフライン関係の大きな施設被害は発生しなかった。

当センターでは、今回の地震は、幸い、千葉市等の都市部の直下で発生したものではなかったため、地震災害の程度は最大級のものではないが、首都圏が相当程度広範囲に被災した地震としては、1923年関東大地震以来であること、都市化の進んだ首都東京のごく近傍で発生した地震災害であることに着目し、現地調査を実施するとともに、千葉県をはじめ各市町村の協力を得て各種の情報を収集整理し、検討を実施したのでここに報告する。

2. 地震と被害の概況

2.1 地震の発生

1987年千葉県東方沖地震は12月17日11時08分に発生した。気象庁の発表によると震源は北緯35°21′、東経140°29′、深さ58km、規模はM=6.7であり、各地で観測された震度の最大は千葉、勝浦、銚子のVであった。(表2.1、図2.1参照)

本地震発生に伴う津波の発生は観測されていない。

2.2 災害の状況

災害の状況は、地震発生後時間の経過と共に調査が進み、公表された数字は日を追って被害件数及び被害金額とも増大している。また公表された内容も発表した機関によって必ずしも一致していない。千葉県総務部消防防災課が地震発生約20日後に発表した被害状況によると、

人的被害	死者	2名
	重傷者	23名
	軽傷者	100名
住家被害	全壊	10棟
	半壊	93棟
	一部破損	63,692棟
火災		3棟

道路損壊	1,565箇所
橋梁損壊	68箇所
山, がけ崩れ	385箇所
ブロック塀倒壊	1,901箇所
地盤液化化発生	277箇所(2月末発表)

以上の被害状況により詳細な被災項目を付し、千葉県各支庁単位で集計したものを表 2.2 に示す。

表 2.1 地震諸元

1. 発 生 年 月 日	1987 (昭和62年) 12月17日 11時08分
Date and Time	11:08 (JST), December 17, 1987
2. 震 央 地 名	千葉県東方沖
Epicentral Region	E off Chiba Prefecture
3. 震 源	北緯 35° 21' N, 東経 140° 29' E (暫定), 深さ 58 km
Hypocenter	Depth
4. 規 模	(M) 6.7 (暫定)
Magnitude	
5. 各 地 の 震 度	V : 千葉, 勝浦, 銚子
Seismic Intensities	IV : 水戸, 熊谷, 東京, 館山, 河口湖, 柿岡, 横浜
	III : 前橋, 甲府, 大島, 小名浜, 飯田, 宇都宮, 静岡, 八丈島, 日光, 三島, 白河, 秩父, 軽井沢, 新島, 三宅島
	II : 仙台, 福島, 若松, 酒田, 高田, 諏訪, 名古屋, 豊岡
	I : 富山, 長野, 金沢, 新潟, 石巻, 秋田, 盛岡, 松本, 伏木, 敦賀, 津, 石廊崎, 彦根, 鳥取
(注) 1.	上記の諸元は気象庁地震火山部「週間地震概況 (62. 12. 11 ~ 62. 12. 17) No.51」及び気象庁情報による。
2.	数値は暫定的なものであって、後に変更される可能性があります。

表 2.2 昭和62年12月17日午前11時08分ごろ発生の地震による被害状況

千葉県総務部消防防災課
昭和63年1月5日13時00分現在

被害種別		支庁名		千	東	印	香	海	山	長	夷	安	君	計	備
		葉	葛	旛	取	匝	武	生	隅	房	津	考			
人的被害	死者	人	1							1				2	
	重傷者	人	2		1				10	3	6		1	23	
	軽傷者	人	9	2	4	4	2	60	13	4			2	100	
住家被害	全壊	棟	5							5				10	
	半壊	棟	2						10	70	11			93	
	一部破損 (瓦落下等)	棟	13,673	56	3,451	1,712	2,224	17,798	18,538	3,043	46	3,151	63,692		
火災	棟							2		1				3	
非住家	公共建物	棟		8	45	9		60	13	10				145	
	その他	棟		1	260	68	1	1,249	114	111				1,804	
その他の	文教施設	箇所	63	95	51	52	26	80	55	17	6	16	461		
	病院	〃				1	1	2					4		
	道路	〃	142	2	26	106	19	677	502	70		21	1,565		
	橋りょう	〃	5					30	32	1			68		
	河川	〃	6		6	1	4	40	*54	8			119	海岸堤防 1含む	
	港湾	〃	5					1		2		4	12		
	水道	〃	853	44	7	77	93	2,013	1,646	68		106	4,907		
	清掃施設	〃										1	1		
	がけくずれ	〃	18		4	3	8	144	169	35	2	2	385		
	ガス施設	〃	6		11		2	5	27				51		
	通信被害	〃			1				15				16		
	ブロック塀	〃	343		14	26		1,252	125	125	5	11	1,901		

(注) この数値は、市町村からの速報値を集計したものであり、後日調査により変更となる場合がある。また一部項目については関係部局の数値と調整してある。

今回の災害のうちから特徴的なものについて、千葉県消防防災課の資料を参照しつつ、概観を試みる。

(1) 木造家屋の瓦被害

伊豆半島沖地震（1974）、伊豆大島近海地震（1978）の際に伊豆半島地方の多くで見られた屋根瓦の被害が、今回の地震でも震央から30～40km迄の範囲で多く見られた。図2.2に示すように、長生村では90～80%の損壊率となっており、屋根瓦の地震対策は今後に残された課題といえよう。写真2.1及び2.2は長生村で見られた屋根瓦の被害例であるが、古い住宅でも新しい住宅でも同じように被害が発生しており、その発生部位は主として棟瓦に集中しているため、棟瓦の固定法の改良が必要である。

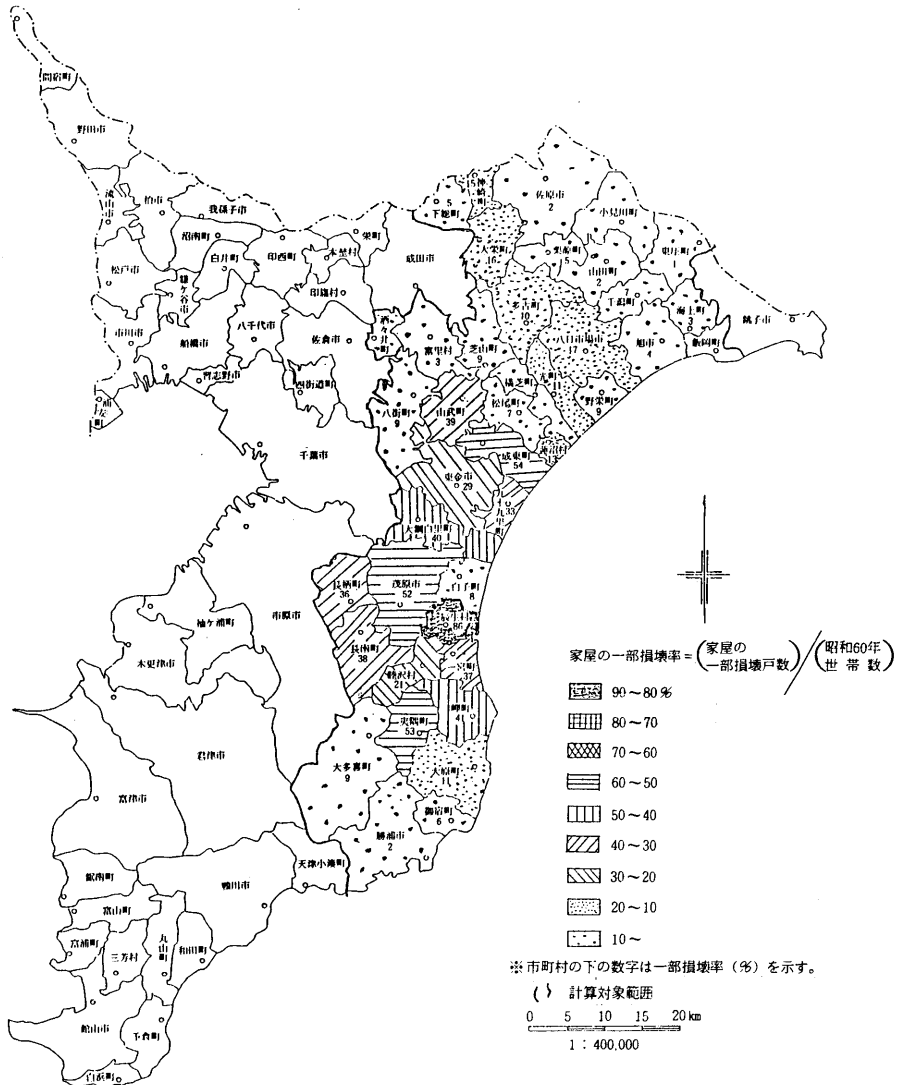


図2.2 家屋の一部損壊率の分布（千葉県消防防災課資料）



写真 2.1 旧住居で屋根瓦の被害例（長生村）



写真 2.2 新住居で屋根瓦の被害例（長生村）

(2) 地盤震害

① 地盤の液状化

地盤の液状化は九十九里沿岸沿いの各市町村及び内房沿岸の市原市、千葉市、木更津市等で多くの発生が見られた。外房地域での発生箇所は、九十九里地域の砂丘地帯の内陸側斜面地域で認められ、その原因としては砂丘の形態に伴う地下水の局所的流動によるものと思われる。また河川沿いでは水面近くの地盤で発生していると判断される場合が多く、砂鉄採取跡の埋立層でも発生が見られる。関東地震の際の液状化地域が再び液状化している例も多い。

内房での液状化発生地点の多くは、埋立地域に集中しており、液状化した地層は、表層の埋立層が多かった。Kuribayashi, E. and Tatsuoka, F. (1975) によると液状化の生じる距離の上限 R (km) は、

$$\log R = 0.77M - 3.6 \quad (M > 6)$$

で表されるとされており、今回の地震の $M = 6.7$ では $R = 33\text{km}$ となる。したがって九十九里地域で液状化が発生したことは妥当としても、市原、千葉、浦安市等での液状化の発生は、この上限を超えていることとなる。（浦安市の液状化については5.で報告）内房での液状化

発生は上式の上限を超えていることも要因となって、その被害は概して小規模であった。

地盤震害の一つである斜面崩壊については6.にまとめて記述する。

② 道路の被害

大規模な道路損壊は報告されていないが、路面でのキレツや凸凹の発生は今回の地震でも震源から近い九十九里沿岸で見られた。写真 2.3 に示すのは白子町の海岸沿いの道路上で見られたキレツの例で、キレツはカミナリ型の形状で道路を横断しており、その巾は約10cm程度であった。写真 2.4 は一宮町に見られた被害で周期20m位で路面が波打ち、文字通り波乗り道路になってしまった。路側部分では道側中央方向に舗装の一固まりが移動している例も見られた。これらの被害が見られたが、今回の地震では道路封鎖や通行止といった事例はなく、道路交通への影響は非常に少なかったと言える。



写真 2.3.1



写真 2.3.2



写真 2.3.3

写真 2.3 白子町海岸沿いの道路被害



写真 2.4.1

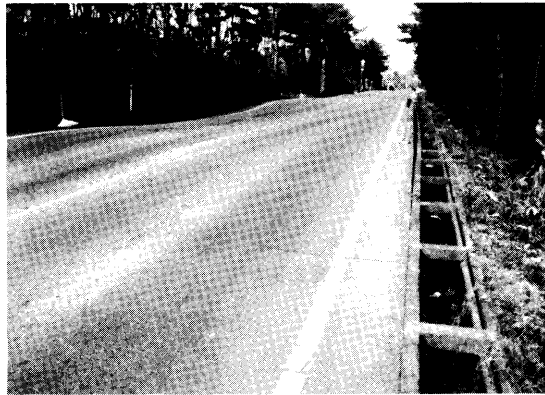


写真 2.4.2

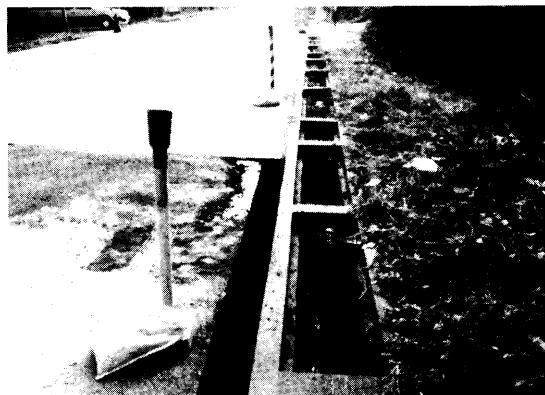


写真 2.4.3

写真 2.4 一宮町の道路被害

千葉県では地震後7日目の12月24日に、知事の私的諮問機関として設置されている千葉県地震対策会議（座長：近藤千葉大学教授，当センター所長高橋が委員の一人として参加している）が開催され，次のような意見をとりまとめて発表している。

(1) 今回の地震について

- ① この地域の地震としては，比較的大きなものであったが，本格的（関東大地震，新潟地震，日本海中部地震，宮城県沖地震）な大被害（液状化による被害を含む）を生む直前の規模のものである。
- ② 地震の被害については，地震の規模から見て考え得る程度のものである。
- ③ 余震については，日を追って順調に減少しており，大きな余震の発生は可能性が小さいと考えられる。

(2) 今後行うべき調査について

- ① 屋根瓦落下の被害が多いが，被害発生の方向性と地盤構造の関係等について，調査・解析が必要である。
- ② 地震に対する本県の地質，地形を把握するため，地盤の変動調査，常時微動観測，強震観測，地下水観測等について更に充実すること。

(3) 今後の防災対策について

- ① 今回の地震被害を教訓として，更に大規模な地震についての対策も検討していく必要がある。
- ② 一般住民が簡単に分るような家屋の耐震診断について，PRを推進する必要がある。
- ③ 更に，徹底した住民への防災教育を推進すること。

3. 地震活動の概要

国立防災科学技術センターの定常観測結果に基づく，この地震の概要は以下の通りである。

3.1 本震の震源要素と発震機構

関東・東海地殻活動観測網の約70の微小地震観測点におけるP時刻，S時刻データを基に計算された本震の震源要素は，

$OT = 11^h 08^m 17.40^s$ ， $LAT = 35.370^\circ N$ ， $LONG = 140.519^\circ E$ ， $DEP = 47.3 \text{ km}$ と求まっている。なお，この地震の10数秒前には小さな直前の前震が記録されているが，その震源も本震とほぼ同じ位置に定まっている。

次に，各観測点のP波初動データを下半球に等積投影して求めた本震の発震機構解を図3.1に示す。2枚の節面は精度良く定まっており，若干の逆断層成分を有するほぼ横ずれ型の発震機構であったことがわかる。

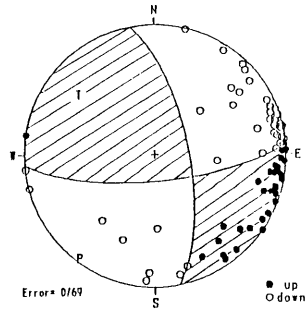


図 3.1 本震の発震機構解
(下半球等積投影)

3.2 余震分布

図 3.2 に、本震より 1 日間及び 1 週間以内に発生した余震の震央分布及び東西断面図を示す。余震は北北西～南南東方向に配列し、東に傾くほぼ垂直の面上に分布している。なお、同図で、星印は本震の震源を示しており、余震城南端の下隅に位置している。1 日間と 1 週間の分布を比較すると、後者では、浅部における余震の増加と内陸への拡大が認められ、また、浅部での活動は 2 つの領域に分れて発生している様子がうかがえる。

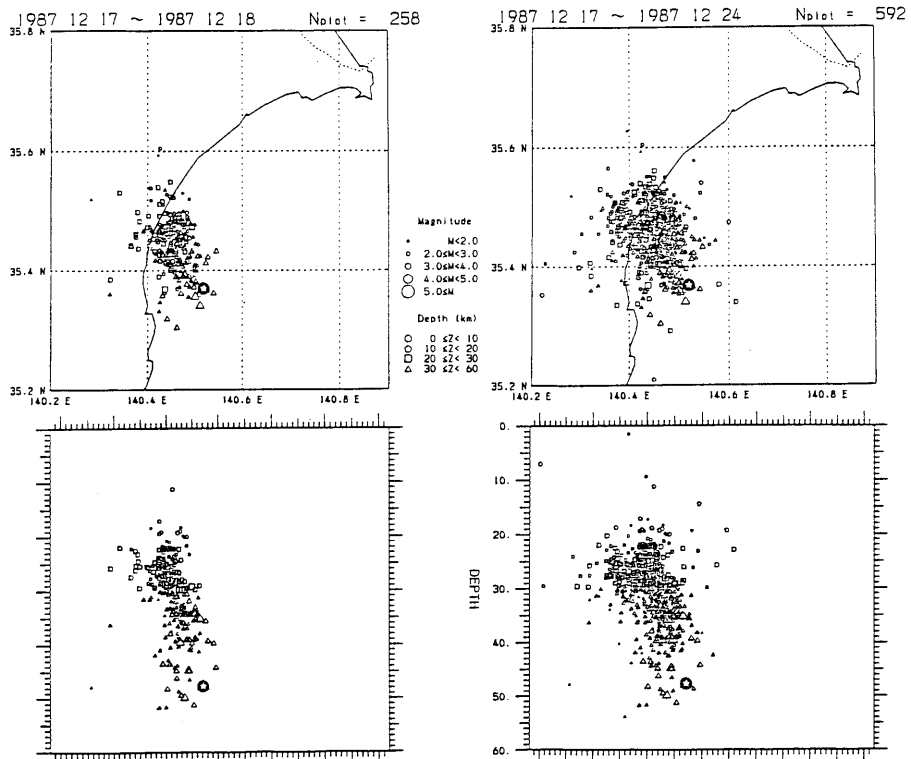


図 3.2 本震より 1 日間及び 1 週間以内に発生した余震の震央分布及び東西断面図
(星印は本震の震源位置を示す)

3.3 断層モデル

上で得られた諸データに基づき、本震の断層運動を推定することができる。余震は発震機構解の一方の節面に沿って発生しているので、この南北性の節面を地震断層の面と考えるのが妥当である。また、断層面の大きさは、本震より1日間の余震の広がりから $S = 20\text{km} \times 20\text{km}$ 程度と考えられる。断層面上の食い違い量 U については、 $M = 6.7$ (気象庁) に対する平均的な地震モーメント M_0 を経験式 $\log M_0 = 1.5 M + 16$ から 7.9×10^{25} dyne \cdot cm と算定し、剛性率 $\mu = 3.3 \times 10^{11}$ dyne/cm² を仮定して $U = M_0 / (\mu S)$ により、約60cmと見積もることができる。図3.3は、以上の推定に基づいて描いた断層モデルであり、図中の矢印は上盤の下盤に対する運動方向を示している。

なお、本震の震源はこの断層面の南下端に位置することから、破壊は北方へ伝播したと推定され、破壊速度を 3 km/s 程度とすれば、断層形成に要した時間は6秒ほどであったと考えられる。これは、筑波における速度型強震計記録のS波主要部が、継続時間約6秒の単純な正弦波状の波形を示していることに良く調和している。

また、図3.4に、この断層モデルから期待される理論的な主歪分布と、八郷に設置された2式の3成分歪計のステップ記録より計算された主歪の観測値を示す。両者の方位は非常に良く一致しており、この断層モデルの妥当性を裏付けている。

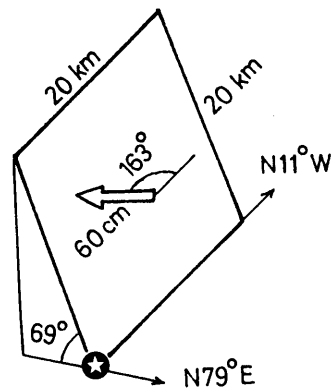


図3.3 本震の断層モデル

3.4 周辺の地震活動とテクトニクス的意義

図3.5は、房総半島東岸周辺における最近8年間の60km以浅の地震活動を示す。また、図3.6は、図3.5中の太枠で囲まれた領域における地震活動の推移を、縦軸にMをとって示したものである。今回地震が発生した場所は従来より定期的に地震活動を認められており、ここ数年で見ると、とくに地震前の空白化や静穏化といった現象は見出されない。

同地域での目立った出来事としては、1983年5月に発生したM 5.0を始めとする深さ25~30kmの群発的な地震活動である(図3.7)。この地震群と今回の地震との関連を東西断面図で見ると図3.8のようになり、今回の地震は沈み込んだフィリピン海プレートの先端部が裂けるような形で発生したものと推定される。また、図3.2に示した余震分布が浅部で活発であり2つの領域に分れていることは、1983年5月の事例と類似しており、これらの地震活動は、フィリピン海プレートの上面及び今回の地震断層面の位置と密接に関連しているものと考えられる。

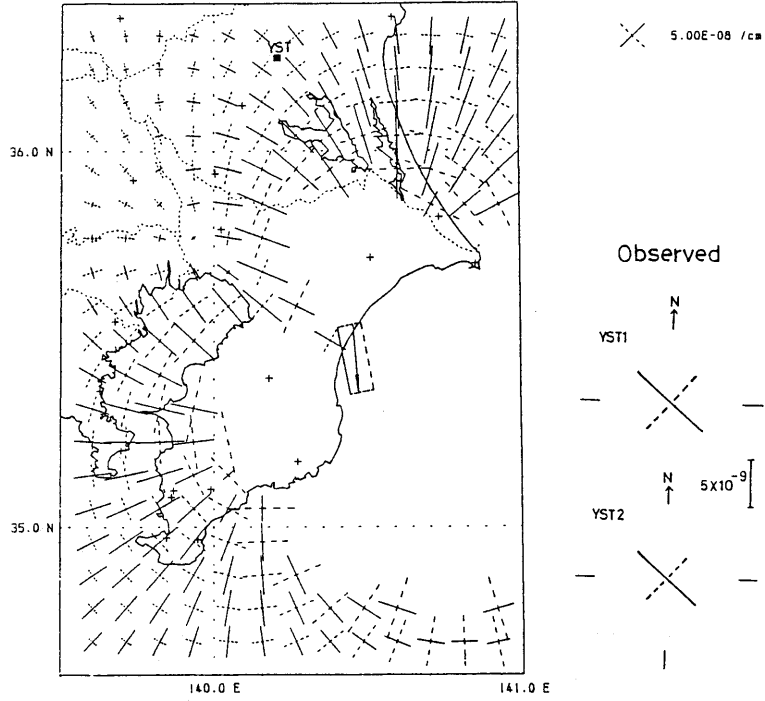


図 3.4 断層モデルから期待される主歪分布と八郷で観測された歪ステップ

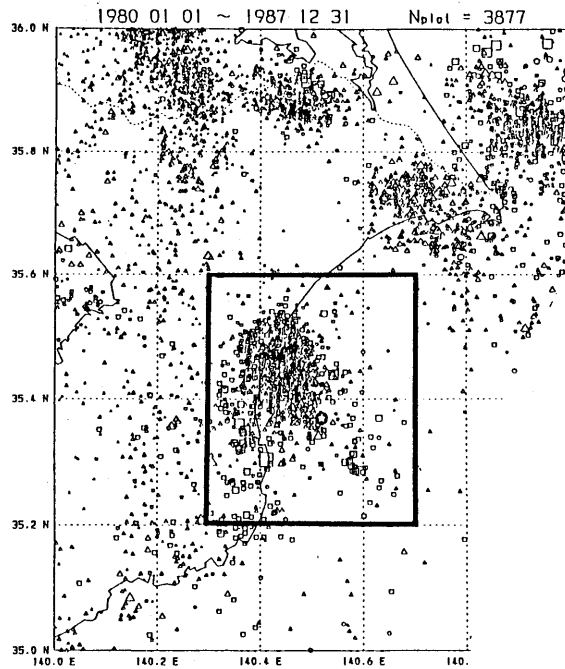


図 3.5 房総半島東岸周辺における最近 8 年間の 60km 以浅の地震活動

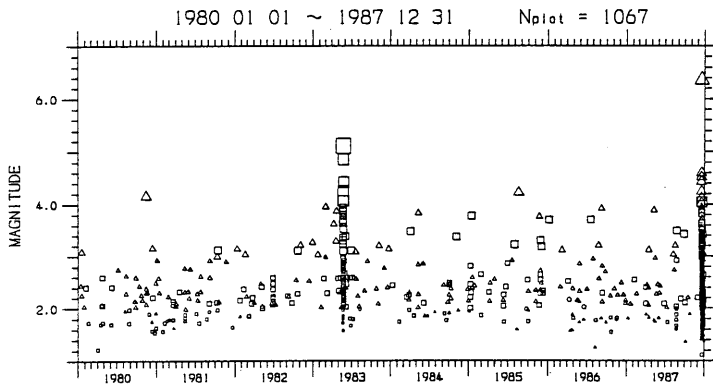


図 3.6 今回の地震の震源域周辺 (図 3.5 の太枠内) における地震活動の推移

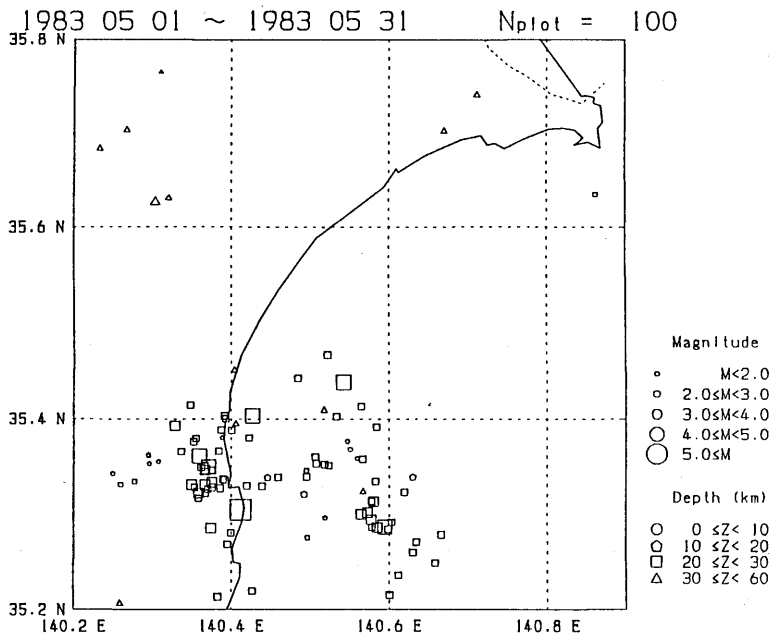


図 3.7 1983 年 5 月の房総半島岸における地震活動

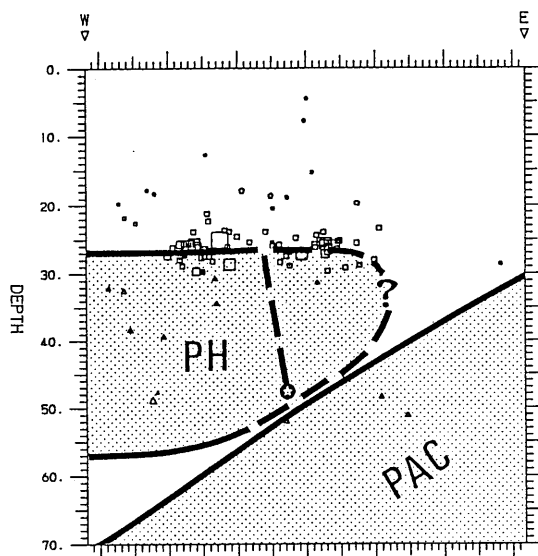


図 3.8 東西断面図で見た 1983 年 5 月の地震活動と今回の地震断層面との関係
(図中、PH はフィリピン海プレート、PAC は太平洋プレートを示す)

4. 強震記録

当センターに設置されている「強震観測事業推進連絡会議」では、地震発生直後から強震記録の収集に努め、2月に強震速報No.37として、収集結果を発刊した。首都圏で多くの記録が採取されたので、約240ヶ所の観測点からの記録が報告されており、その採取地域は関東6都県の他に、宮城、福島、静岡、山梨の各県に広がっている。

震央距離から一番近い観測結果は震央から27kmの勝浦市での記録で、210gal(NS)、189gal(EW)、132gal(UD)であった。最大の記録加速度は木更津市(震央距離52km)のもので、383gal(NS)、357gal(EW)、110gal(UD)であった。又、千葉市では361gal(NS)、246gal(EW)、113gal(UD)の記録が採取されている。市原市で記録された記録波形を図4.1に示す。

当センターでは表4.1及び図4.2に示す各観測点に於いて強震観測を実施している。6ヶ所の各観測点にはSAMTAC-17(東京測振製)の強震計が設置されている。図4.3にはこの強震計の周波数特性を示した。図4.4に各観測点の記録を1枚の図にまとめて示す。(a)NS成分、(b)EW成分、(c)UD成分で、各図は気象庁発表の発振時刻を横軸の0秒にとり、各観測点の絶対時刻記録によって位置を決めて示してある。各観測点での記録の縦軸は同一ではなく、それぞれの記録を見やすくするように調節してある。

今回の地震では多くの強震記録が採取され、当センターや東京大学生産技術研究所等で実施している高密度強震観測網でも貴重な記録が得られており、強震動の性質についての研究に有用なデータが提供されたものと判断される。今後の解析研究成果を待ちたい。

Loc. = E OFF CHIBA PREF.
 Lat. = 35°22'19 N, Lon. = 140°31'08 E, Dep. = 47Km, Mag. = 6.7

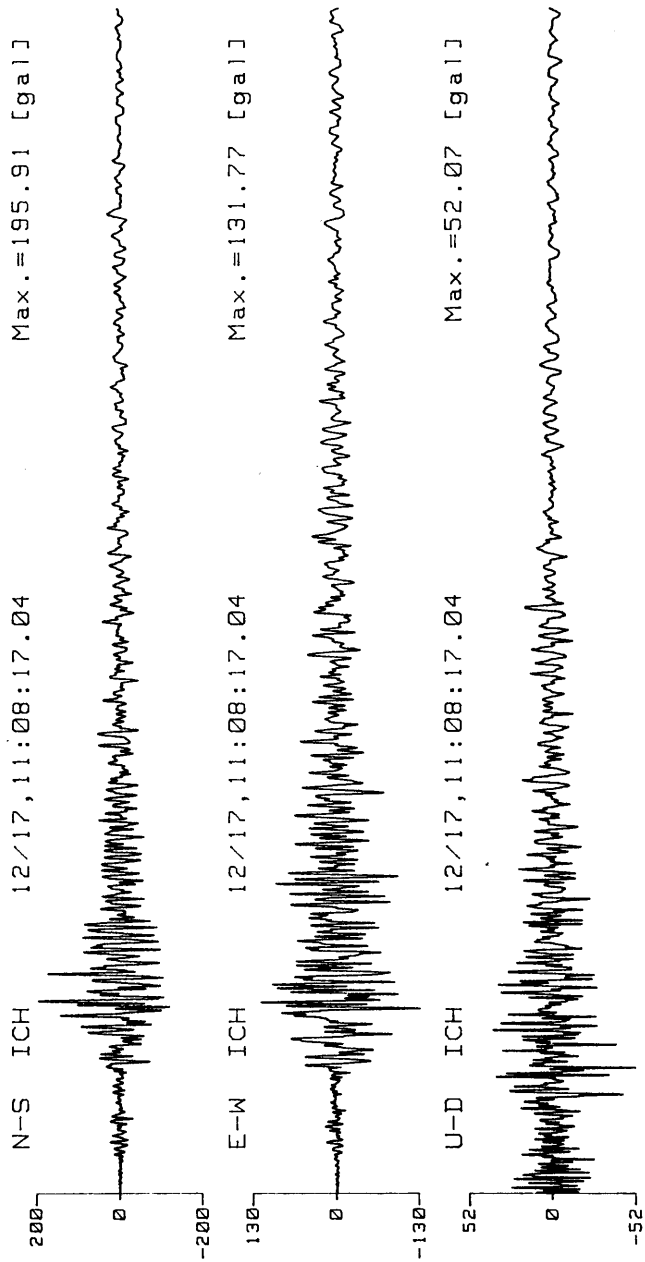


図 4.1 日本合成ゴム千葉工場（市原市）の強震記録

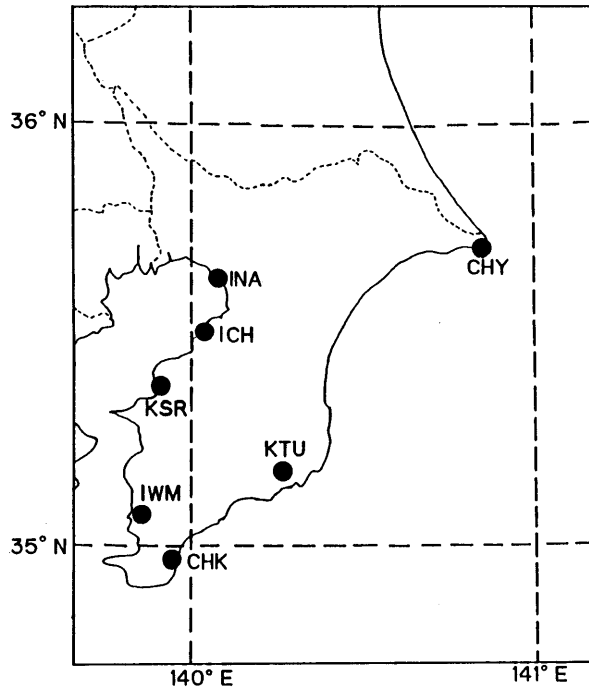


図 4.2 千葉県下での強震観測点

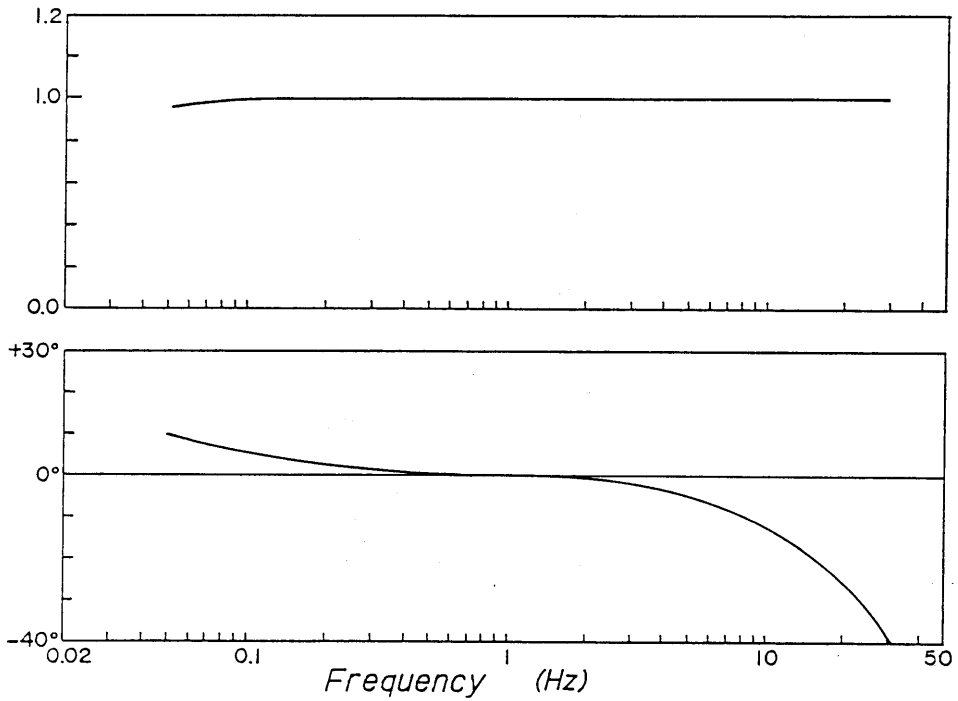


図 4.3 強震計の周波数特性

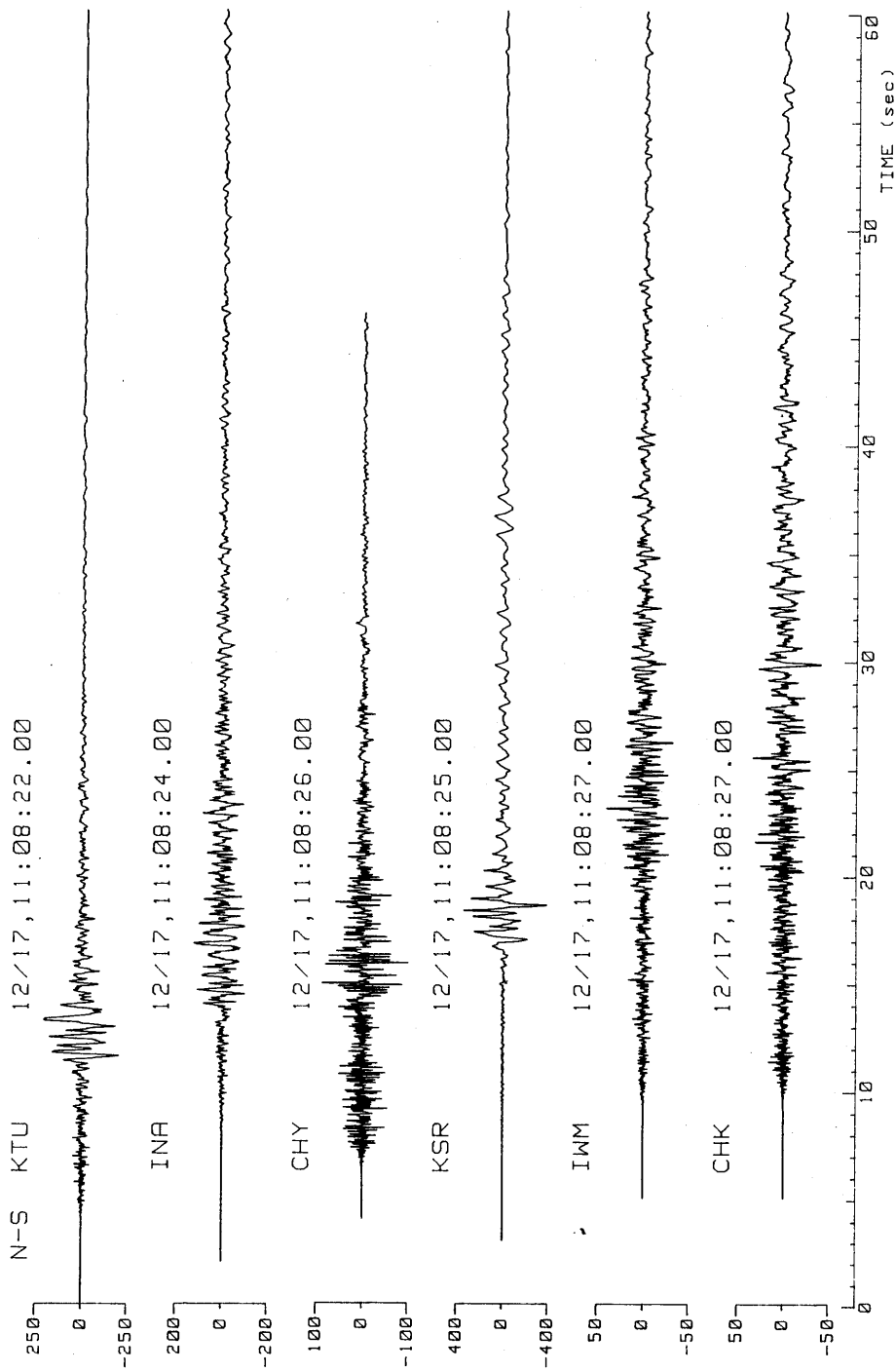


図 4.4 (a) 千葉県下での強震記録 (NS成分)

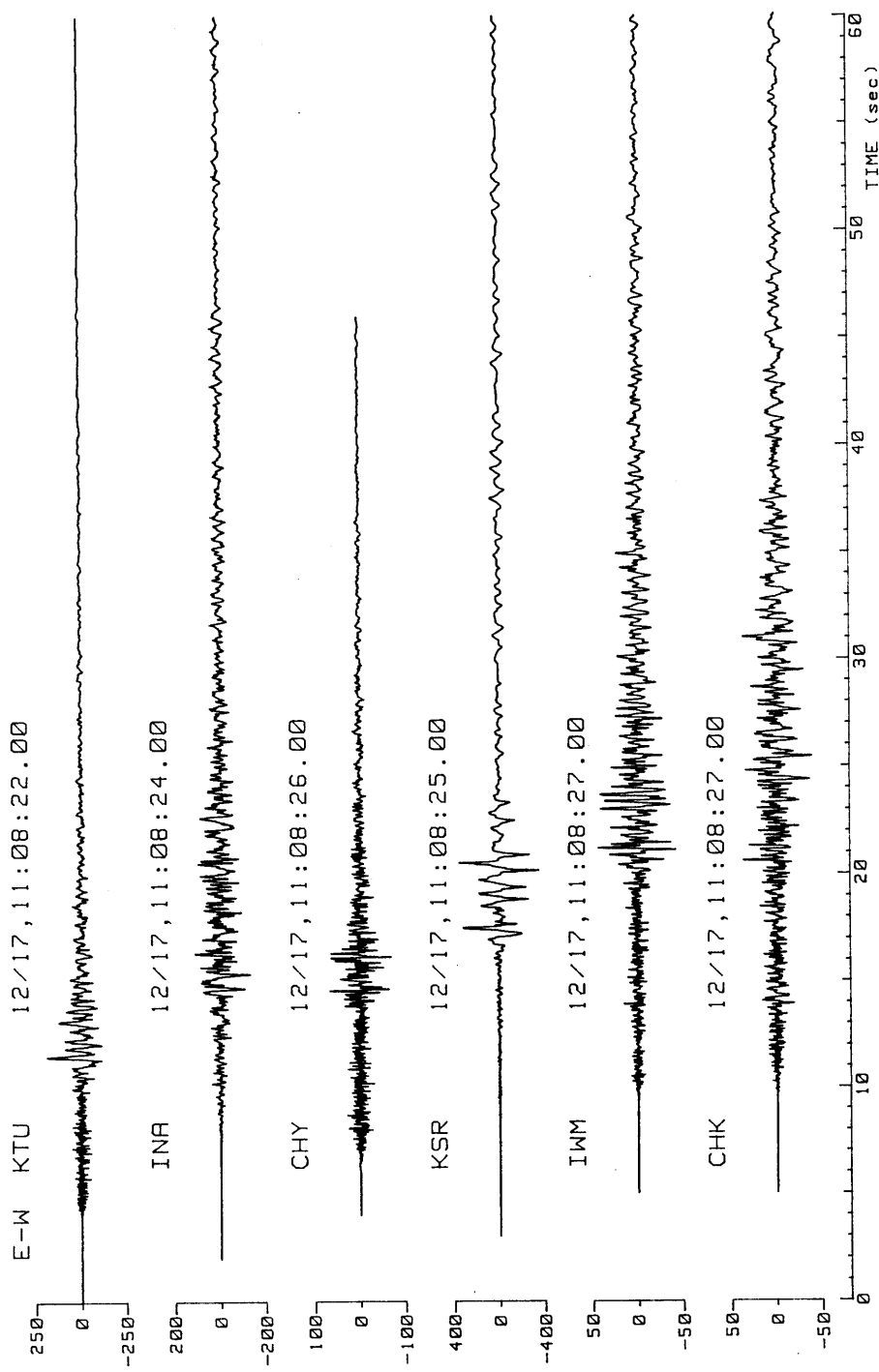


図 4.4 (b) 千葉県下での強震記録 (E-W成分)

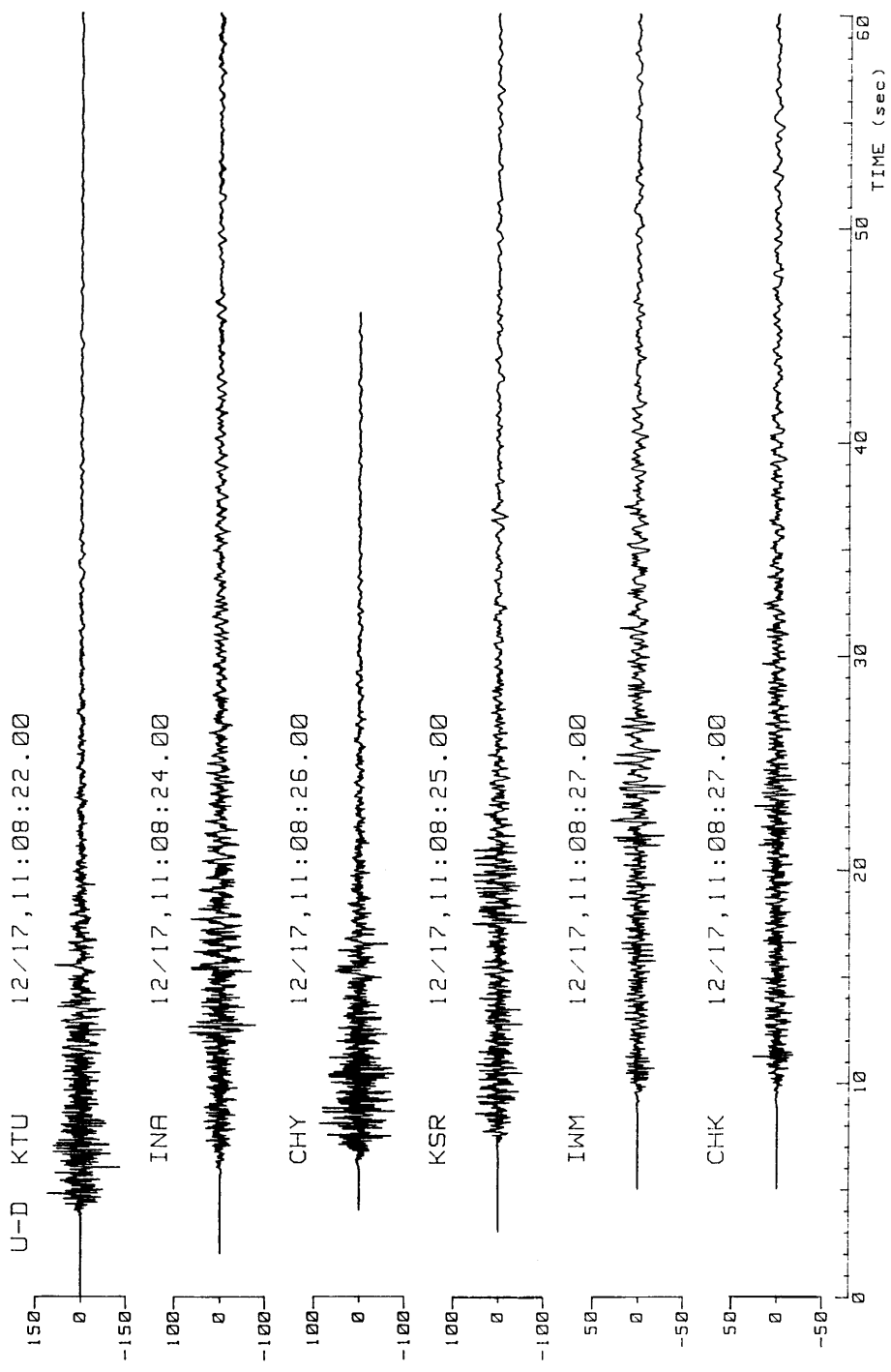


図 4.4 (c) 千葉県下での強震記録 (UD成分)

表 4.1 千葉県下での観測地点概要

観測点 コード	観測地点名	位置	備考
IWM	岩井南地殻活動観測施設	35°04'49"N 139°51'53"E	中新統安房層群大津層に属する凝灰質の粗粒砂岩(0~GL-50m)
CHY	銚子地殻活動観測施設	35°42'08"N 140°51'18"E	表土厚2.2m.以下GL-104m迄古生層二疊紀の堆積岩
INA	千葉県公害研究所 地盤地下研究所	35°37'49"N 140°04'52"E	
KSR	木更津市役所	35°22'25"N 139°55'06"E	
CHK	千倉地殻活動観測施設	34°58'02.6"N 139°56'56.7"E	三浦層群千倉層の泥岩(0~GL-800m) P波速度は2.8~3.0km/s
KTU	勝浦地殻活動観測施設	35°10'37.3"N 140°16'08.1"E	表土厚3.5m.以下GL-112m迄上総層群浪花層に対比される泥岩~珸岩

5. 浦安市の液状化

5.1 液状化発生状況

千葉県浦安市の埋立地の数カ所で噴砂現象が見られた。噴砂場所は、浦安市庁舎の南側数100mの地点である海楽一丁目の畑の中に1ヶ所(写真5.1)、その南側の民家の軒に沿って列状に数ヶ所である。また湾岸道路の南側の美浜三丁目の住宅地の民家の軒(写真5.2)、道路の再舗装部分などに数ヶ所である。

いずれも噴砂の規模は、噴砂のドーナツ状の輪の径は数10cm程度であり、噴出した土はシルト質細砂が主であり、いずれも同程度のものであった。

噴出は地震直後に開始された模様で(住民の話による)、地震後10分程度にはすでに噴出は終了していた。

被害としては、海楽一丁目の民家で数cmの沈下の被害があった程度で、その他の民家、道路及び埋設管などには、具体的な被害はなかった。

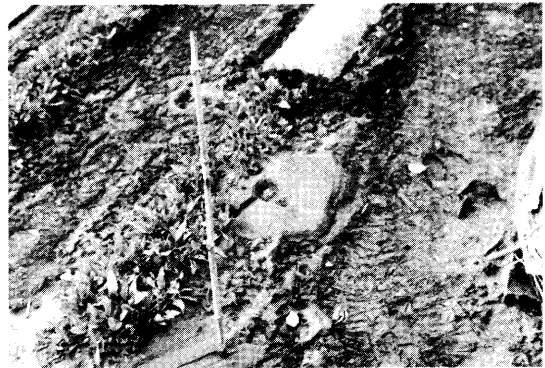


写真 5.1 噴砂例 1 (海楽一丁目の畑)

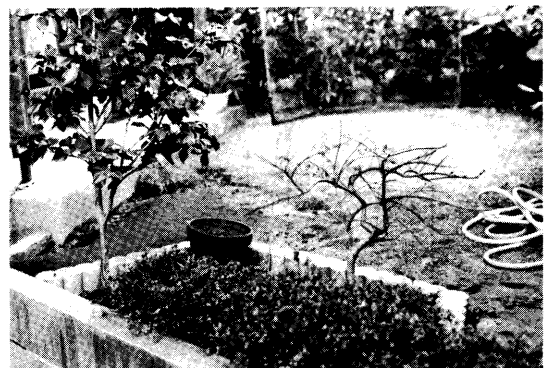


写真 5.2 噴砂例 2 (美浜三丁目の住宅)

5.2 液状化発生地点の特徴

今回の地震で液状化が発生した地点は、旧市街地に隣接する埋立地で昭和46年に埋立が完了した所である。埋立以前は、境川の河口の船着場と潮干狩などができた海浜公園があった所である。写真5.3は昭和23年に撮影した航空写真であり丸印で示した地点が液状化した地点である。写真5.4、写真5.5はそれぞれ昭和48年、昭和56年に撮影した航空写真であり、埋立地が拡大し、市域の拡張していく状況を示している。



昭和23年3月撮影

写真5.3 浦安地区航空写真
(昭和23年撮影，浦安市史より)



昭和48年3月撮影

写真5.4 浦安地区航空写真
(昭和48年撮影，浦安市史より)

5.3 浦安市の地質的条件

浦安市は、荒川及び江戸川の三角州の埋立地である。この地域は浦安谷が存在し、軟弱な沖積層の厚い谷が発達するところで、地域内の地質構成の中で沖積層と洪積層の境界面がかなり起伏に富んだ所である。

埋立土及び沖積砂層は平坦に連続し、その下の軟弱な沖積粘性土の層厚の変化が著しい。波蝕台の上部は海成粘性土層で構成され、その下はN値50以上の密な砂層からなる。60m以深には粘性土と砂の互層からなる固結土が分布する。

埋立土は、埋立工事の特性から粘性土と砂の分離が著しく、砂質土の優位なところと粘性土の優位なところに、平面的に明瞭に分かれる。

5.4 液状化発生地域の土質的条件

美浜三丁目の液状化発生地域のボーリング柱状図(図5.1)から判断すると、この地域の土質は、地表から深度6mまでがN値がほとんど0の埋土、深度6mから深度13mまでがN

値20程度のやや固い沖積砂層，深度13mから30mまでが沖積粘性土，30mから41mまでがN値5程度の洪積粘性土及び41m以深がN値50以上の洪積砂層である．すなわち軟弱層の厚さが約40mということになる．

埋土はシルト質細砂，沖積砂層は細砂，沖積粘性土はシルト，洪積粘性土は粘土及び洪積砂層は細砂が主な土質である．地下水位は2m程度である．



図 5.1 液状化発地域域のボーリング柱状図

5.5 噴砂の粒度分布

海楽一丁目の畑の噴砂を採取して求めた噴砂の粒度分布図を図5.2に示す。図の斜線内は昭和58年日本海中部地震で発生した秋田市及び能代市での噴砂の粒度分布の範囲を示す。今回の噴砂は日本海中部地震の時と比較して、より細粒の土質（シルト質細砂）が卓越していることがわかる。

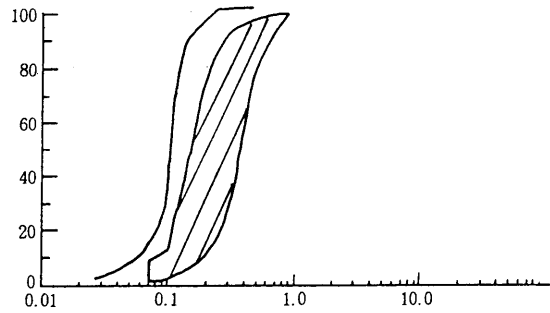


図 5.2 噴砂の粒度分布

5.6 最大加速度の予測分布図

千葉県東方沖地震のマグニチュード6.7と震源距離79.3kmを用いて、浦安地域の最大加速度を100mメッシュ単位ごとに予測し、その分布図（図5.3）を作成した。

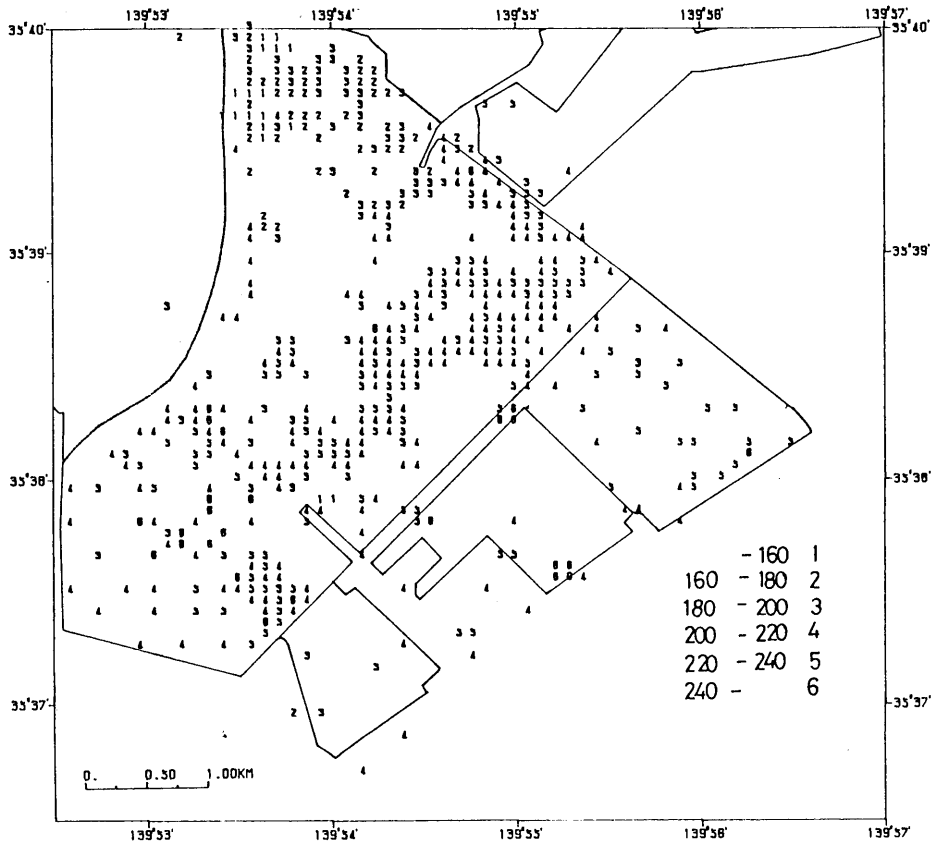


図 5.3 浦安地区の最大加速度予測図

予測法（木下他（1986））は、まず強震記録とボーリング柱状図を用いたシュミレーションによりスペクトル強度（S I）を求める。次に過去の強震データからスペクトル強度と最大加速度の関係式を求め、その結果から最大加速度（GMAX）を求め、その分布図を作成した。

$$\log_{10} S I = 0.523 + 0.726 \log_{10} GMAX$$

千葉県東方沖地震の際、浦安市庁舎に設置されている強震計は最大加速度 177 gal を示した。予測では 200 gal となっており若干予測の方が大きめになっている。これはスペクトル強度と最大加速度の関係式の誤差による所が大きいと判断される。

5.7 アンケート調査による震度分布の推定

浦安地区について、北海道大学の太田裕教授が考案されたアンケート調査方法により、震度分布を求めた。アンケート調査は調査対象を変えて2種類行なった。

第1の調査は、浦安市の職員 300 人を対象にアンケート用紙を配布し、浦安市全体の震度分布を求めた（図 5.4）。回収は 203 通あり、その内有効資料 200 通、無効資料 3 通であった。

市職員を対象として行なった今回の調査では、調査位置が旧市街地に集中していること、昼間の地震のため勤務地（市庁舎）に集中していることなどの欠点があったが、ほぼ市内の震度分布を調査できた。

調査結果から旧市街地は 4.0 前後、埋立地は 4.5 前後と、埋立地の震度が旧市街地より大きいことがわかった。これは最大加速度の予測分布図と同じ傾向を示し、予測図の妥当性を検証する資料となった。

第2の調査は、液状化が発生した美浜三丁目の住宅地について詳細に震度分布を求めることを目的として、調査を行なった。すなわち液状化が発生した個々の住宅と液状化が発生しなかった個々の住宅の間に震度の相違があったかどうかを求めることを目的として調査を行なったものである。

調査地は同年代の建売住宅地であり、建物もほぼ同様な木造 2 階建の建物であり、住宅の条件が非常によく似ている利点がある場所である。調査範囲は約 150 m × 250 m でありこの内の 154 戸にアンケート用紙を配布し、回収は 90 通であった。図 5.5 に震度分布の結果を示す。図中数字の左側に丸印を付してある所は、液状化した地点を示している。

調査結果では、震度 3.7 から 5.1 の範囲でばらつきがあったが、ほぼ平均的には 4.5 前後であり、液状化地点と非液状化地点での相違は顕著には認められなかった。ちなみに、液状化地点の平均震度は 4.6、非液状化地点の平均震度は 4.5 であった。



図 5.4 アンケート調査による震度分布図 (浦安市全域)



図 5.5 アンケート調査による震度分布図（美浜三丁目の住宅地）

5.8 ボーリング調査

噴出した砂の存在を確認するために液状化地点及び、液状化地点と比較するために非液状化地点でも浦安市の協力によりボーリング調査を実施した。

ボーリング実施地点は、液状化地点として海楽一丁目の畑及び美浜三丁目の住宅前の道路、非液状化地点として美浜南第1公園及び美浜西エステートの道路沿の緑地帯の4ヶ所である。

ボーリング調査は深度10mまで行ない土質のサンプリングを行なった。またN値も1mごとに測定した。ボーリング調査の解析は現在実施中である。

ボーリングの際に採取した土質サンプルの観察結果、液状化地点である海楽一丁目の畑及び美浜三丁目の住宅前の道路では深度2mから深度4m程度に噴砂と同様なシルト質細砂の層が確認できた。また非液状化地点でも若干性質が異なるが噴砂と同程度のシルト質細砂の層が存在している。

5.9 考 察

今回の液状化発生地点は第一次埋立地であり、昭和46年に埋立が完了した地域である。こ

の地点のボーリング柱状図を見ると、埋立を行なう時に砂を噴き上げて堆積させたものとみられる砂層が深度2 m程度から深度5 m程度の間に見られる。この層はN値がほぼ0で非常に軟弱であり、水も十分含有しており、この層が液状化したものと考えられる。地震後のボーリング調査から美浜三丁目及び海楽一丁目の液状化地点ではこの層が確認できた。また非液状化地点でもこの層が存在していた。海楽一丁目の液状化地点の地下水位は-170 cm（観測時の潮位-25.1 cm）と高かったが、美浜三丁目の非液状化地点の地下水位は-350 cm（観測時の潮位-63.9 cm）と低く、そのために液状化が起きなかったが、起きても地表に噴出しなかったものと推定される。また美浜西エステートでは、地下水位が高く液状化したと思われる層も存在するが、その層の上部にやや固い粘土層があり液状化が起きてもその粘土層により地表に噴出しなかったものと思われる。

地下水位は一般的には自然水位を測定すればよいのであるが、シルト質あるいは粘土質の地盤では土の毛細管現象のすいあげによる浸透水を考慮しなければならない。事実、美浜三丁目の住宅前の道路のボーリング調査での自然水位は-320 cm（観測時の潮位12.4 cm）であったが深度150 cm程度の土質は十分に水を含有していた。また埋立地の自然水位は海の潮位の変動による変化を考慮しなければならない。東京湾の潮位の変動幅は約150 cmであり、この程度の自然水位の上下が考えられる。ちなみに昭和62年12月17日の地震時の潮位は平均海面から33.4 cmであった。地下水位を考える時、雨水による溜り水も考慮しなければならないが地震の前は3日連続で降水量0であり溜り水はなかったと思われる。

アンケート調査第1回目の結果から最大加速度予測図の予測値の検証を行なうことができた。個々の数値の比較では対応が付かない部分があるが、これはアンケートのデータの密度の薄さによる所が大きく、アンケート調査の密度を濃くし平均的な値を求めるようにすればより対応が付く数値が得られると思われる。

アンケート調査第2回目の結果から液状化地点と非液状化地点での震度すなわち最大加速度（液状化発生の要因の1つ）の顕著な相違は得られなかった。そこで他の要因として考えられる軟弱で均一な砂層の存在と地下水の存在であるが、砂層は液状化地点周辺にはほぼ分布されており、地下水が存在するか否かが液状化発生の大きな影響を持ったと思われる。また非液状化地点のこの砂層はN値が若干大きく（3から5）このことも液状化しなかった要因になったことが考えられる。

以上をまとめると次のような観点が得られる。

- ① 液状化地点の周辺は第1次埋立地であり、埋立の過程でできた軟弱で均一なシルト質細砂が深度2 mから深度5 m程度に存在し、この層が液状化したと思われること。
- ② 液状化地点と非液状化地点での最大加速度の相違はなかったこと。
- ③ 最大加速度予測図の検証がほぼ行なえたこと。
- ④ 液状化が発生するか否かは地下水位の相違による所が大きかったこと。

- ⑤ 液状化が発生しても、その上部にやや固い不透水層があれば地表に噴出しない場合があること。

6. 斜面崩壊

6.1 斜面崩壊の発生状況

千葉県内各市町村の調査による崩壊の発生個数は385個所にのぼっている。この数字は地震後に市町村職員が実際に確認したもの、あるいは住民等の報告によるものであり、実数は更にこれを上回るものと思われる。

崩壊発生数の市町村毎の数字を表6.1に示す。また、これらの分布を図6.1, 2, 3に示す。

表6.1 市町村毎の崩壊発生数

市町村名	崩壊数	崩壊数 面積	市町村名	崩壊数	崩壊数 面積	市町村名	崩壊数	崩壊数 面積
千葉			間宿			山武	24	0.47
銚子			沼南			蓮沼		
市川			四街道	1	0.03	松尾	25	0.67
船橋			酒々井			横芝	23	0.69
館山			八街	1	0.01	芝山	4	0.09
木更津			富里			一宮	10	0.42
松戸			印旛			睦沢	18	0.51
野田			白井			長生		
佐原			印西			白子		
茂原	33	0.33	本埜			長柄	13	0.28
成田			栄	1	0.03	長南	95	1.45
佐倉	1	0.01	下総			大多喜	3	0.02
東金	8	0.09	神崎	1	0.05	夷隅	6	0.13
八日市場	4	0.05	大栄			御宿	1	0.04
旭			小見川			大原	9	0.13
習志野			山田			岬	15	0.32
柏			栗源			富浦		
勝浦	1	0.01	多古			富山		
市原	18	0.05	千歳	1	0.03	鋸南		
流山			栗庄	1	0.02	三芳		
八千代			海上			白浜		
我孫子			飯岡			千倉		
鴨川			光	4	0.12	丸山		
君津			野栄			和田		
富津			大網白里	8	0.14	天津小湊	2	0.04
鎌ヶ谷			九十九里			袖ヶ浦	2	0.02
浦安			成東	52	1.14	合計	385	

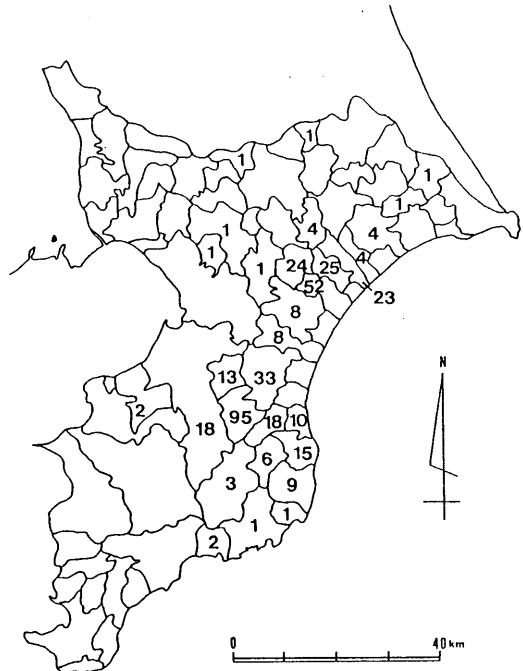


図 6.1 市町村毎の崩壊発生数

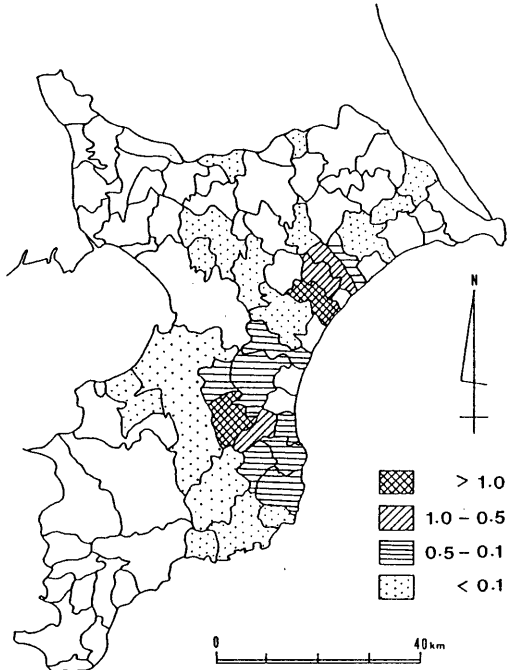


図 6.2 単位面積当りの崩壊分布 (／km²)



図 6.3 崩壊分布図 (崩壊数5カ所以上の市町村のデータによる)
一部・亀裂発生箇所を含むものがある

これらの表と図には、ほぼ二つの集中域が示されている。一つは、九十九里低地と下総台地との境界部で成東町、松尾町、横芝町、山武町を中心とするもの（以後これを北部集中域と呼ぶ）、残りの一つは震源に近い上総丘陵北東部の長南町、茂原市を中心とするもの（以後これを南部集中域と呼ぶ）である。

これら二つの集中域では、その集中の仕方が異なる。即ち、北部集中域では九十九里低地と下総台地の境界部の海蝕崖に沿って、線状に崩壊が並ぶが、南部集中域では長南町を中心にして、一見、不規則に集中しているように見える。

崩壊の規模は10-20m内外のものがほとんどで、極端に大きなものは発生していない。北部集中域の崩壊のタイプは、海蝕崖の表土層の滑落が多く、南部集中域のそれは、急傾斜地のシルト岩の崩壊がおおい。

幸い、これらの崩壊による死者は発生しなかったが、合計34世帯が避難を余儀なくされた（朝日新聞12月21日）。

6.2 千葉県の地形と地質

千葉県の地形は南から北へ順に、白浜、安房、上総の各丘陵と、下総の台地によって骨格が形づくられている。また周辺部は太平洋側に九十九里低地、東京湾側に東京湾岸低地、北部に利根川下流低地が分布している（図6.4）。このうち今回の地震により丘陵・台地部では崩壊が、また低地部で地盤の液状化が発生した。

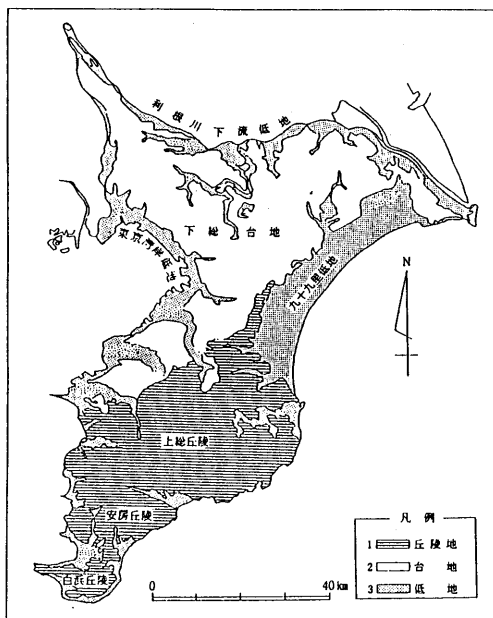


図 6.4 千葉県の地形

房総半島の分水嶺は西側の鋸山から東側の清澄山に連なる線で、この地域には標高350mから400m内外の丘陵が連なっている。この線より南側の地質は、鴨川地溝帯の沖積層をほとんど先新第三系が分布している。またこの線より北側では、三浦層群・上総層群・下総層群等が分布するが関東造盆地構造の影響で地層は北東から南西方向に連続している。

このうち、被害状況のところで述べた崩壊の北部集中域と南部集中域は、それぞれ下総層群と上総層群の分布域に位置する。

北部集中域のある下総層群は房総半島北部の下総台地に広く分布し、主に浅海成の砂層とそれに挟まれた淡水-汽水成の泥質層及び砂れき層からなる。

また南部集中域が分布する上総層群は、房総半島中部の上総丘陵に広く分布する海成層で、砂泥互層からなり、厚いシルト岩ないしは泥岩の存在により、下総層群と良い対比をなす(図6.5)。

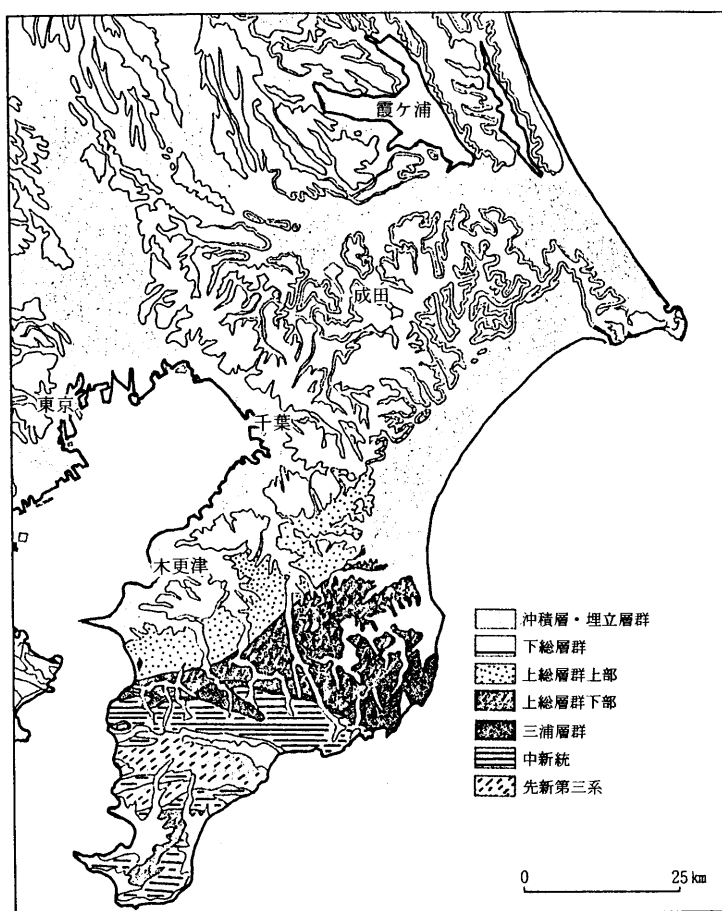


図 6.5 千葉県の地質

6.3 成東町の崩壊

北部集中域の中心をなす成東町の崩壊の分布は、図 6.3 に示すごとく、海蝕崖だけではなく河川によって開析された下総台地末端の河蝕崖にも認められる。しかも、その崩壊の数は海蝕崖のものとはほぼ同数で大きな比重を占めている。

北部集中域を通る河川は房総半島の内陸部に源を発し、水量も多く、九十九里低地に出る付近では、下総台地を深く切り込んでいる。このため河蝕崖がよく発達している。

これに比べて、東金市や大網白里町などの崩壊が少ない地域では、東京湾と太平洋への分水嶺が九十九里低地に近いところに分布するので、太平洋に流入する河川は短く、台地を十分に開析していない。このため谷密度が低く、河蝕崖の発達が悪い。これがこの地域に崩壊が少ない一因であろう（図 6.6）。

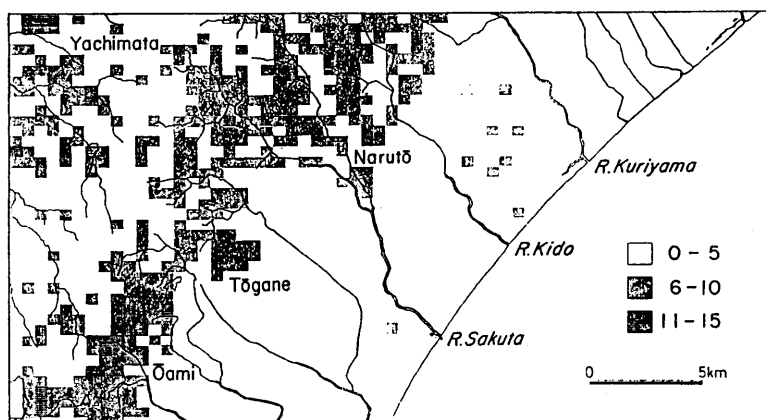


図 6.6 谷密度分布図（千葉県，1977）

また、この地域の分水嶺が九十九里低地に近いのは、西側に固結度の悪い下総層群が、東側に固結度の良い笠森層（上総層群）が分布するので、東側で高度が高くなるためである。

この分水嶺を構成する笠森層は、次の長南町のところで述べるごとく、上総層群の中でも崩壊の発生率が特に低い。

「崩壊例」

(1) 成東町津辺の崩壊

この崩壊は地震直後に新聞等により報道されたもので、その規模は、高さ11m、幅24m、面積312㎡、勾配60度、流出土砂量557㎡（成東町役場調べ）と報告されている。現場は比高約40mの東向き斜面で、台地の末端に当たり、境川が九十九里低地に出るところに位置している。ここは国土調査の「東金・木戸」の表層地質図に示されるように、厚い砂層が分布していて、上部には関東ローム層を乗せている。崩壊は斜面に形成された厚さ1m - 1.5m

の風化層が Slump type の滑落をしたもので、crown は崖端であるが、foot の位置は斜面の中腹にあるので、崩土は崖下まで落ちず斜面上にとどまっている (写真 6.1)。このため崖下の住家は崩土に直撃されなかったので、直接の被害は出なかったが、長いこと避難を余儀なくされた。

崩土となった斜面風化層と基岩の境界は明瞭で、基岩部は灰色を帯びたにぶい黄褐色の砂層で、圧密により、わりとしまっている。風化層下部は、褐色を呈し、砂粒はお互いにバラバラである。風化層上部は腐食を多量に含み、暗褐色であった (写真 6.2)。

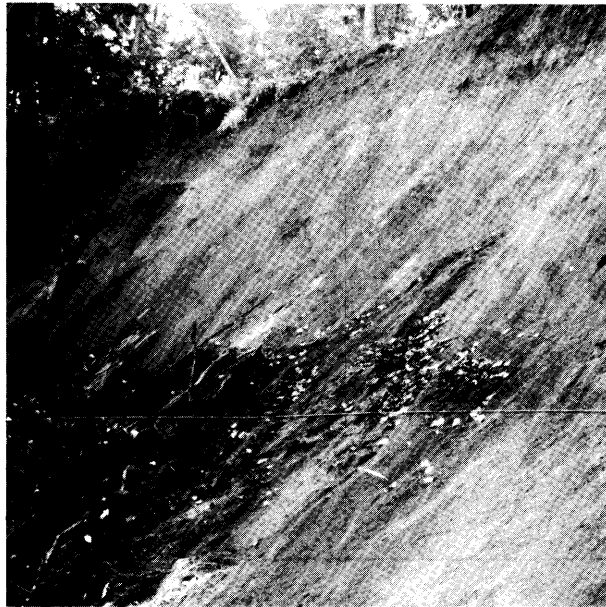


写真 6.1 成東町津辺の崩壊

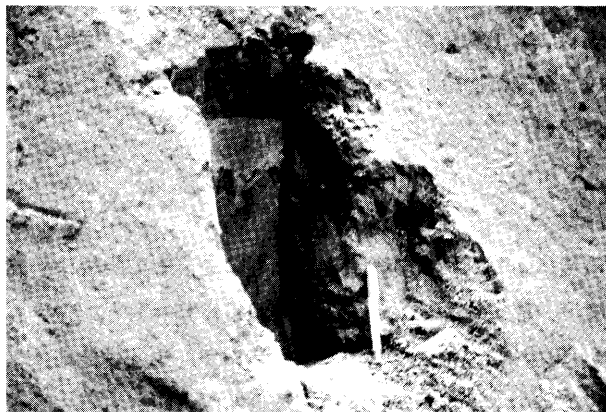


写真 6.2 斜面風化層 (成東町)



写真 6.3 成東町真行寺の崩壊

斜面風化層の形成過程を知るために、X線回折分析を行った(図6.7)。基岩部、風化層下部、および上部とも石英、長石よりなり、主成分鉱物には差は認められない。しかし、副成分鉱物には差があり、風化層上、下部の試料には、 $d = 8.43 \text{ \AA}$ の角閃石のピークが認められる。このためこの斜面風化層は、厳密な意味では、原地性の堆積物とは言えない。しかし、Sampling地点が崩壊の下部であったことと考えあわせると、斜面上部から物質が供給され斜面風化層が形成された可能性が高い。

粘土鉱物は、風化層上部でカオリナイトのピークが強くなるが、基岩部でもすでにこのピークが認められることから、量比の問題はあるが材質的な変化は認められない(図6.7.2)。

これらの結果から、化学的風化作用としてのカオリナイト化も進んでいるが一般に機械的な風化の影響が強い。さらに粘土鉱物の中でもカオリナイトは粘着力に乏しく、斜面を保持する能力は低いと考えられる。この斜面は形成されている粘土鉱物の種類からみても、またマサ化したような風化物の外観からしても、花崗岩の風化斜面によく似ている。

(2) 成東町真行寺の崩壊

この崩壊の規模は、高さ28m、巾43m、面積1,204 m^2 、勾配85度、流出土砂量1,505 m^3 と報告されている(成東町役場調べ、写真6.3)。

住民の話によれば、この斜面は、過去に何度も雨による崩壊が発生しており、大正時代や昭和に入ってから何度も崩壊があった。しかもそれらの崩壊により住宅が被害を受けたので、住宅全体を崖から前方に移動して、裏に池を作った。昭和46年の崩壊の時は、その池に土砂が入って、止まったとのことであった。現在、その場所には、高さ約4m、巾約30m、厚さ約2mの強固な土留め工が築かれており、今回の崩土もこの土留め工により、完全に止められていた。

またこの人は地震後、門の所から裏山を見ていたので、崩壊発生に関する証言が得られた。それによれば、「今回の山くずれは、雨による過去の山くずれとは、木の倒れ方が違っていた。過去の山くずれでは、木が後ろに倒れていったが、今回は木が前に倒れてきた。また地震発生後30分ぐらいの間に、3回に分かれて崩壊が発生した。」この証言から過去の崩壊のタイプがSlumpであるのに対して、今回の崩壊は、Topplingで、しかも発生が地震と同時でないことが明かとなった。

6.4 長南町の崩壊

南部集中域の中心に位置する長南町周辺の崩壊は、現地調査によれば斜面風化層の滑落ではなく、基岩そのものが崩落しているものが多い。これは北部集中域とは明らかに異なる。またその分布は一見したところ、なんの規則性もないように見える。しかしながら、地質図の上に崩壊地を落としてみると、おおよそ4つの集中域が認められる(図6.8)。1番目は国木層の上位層準、2番目は柿の木台層の最上位層準、3番目は長南層の中位層準、最後は

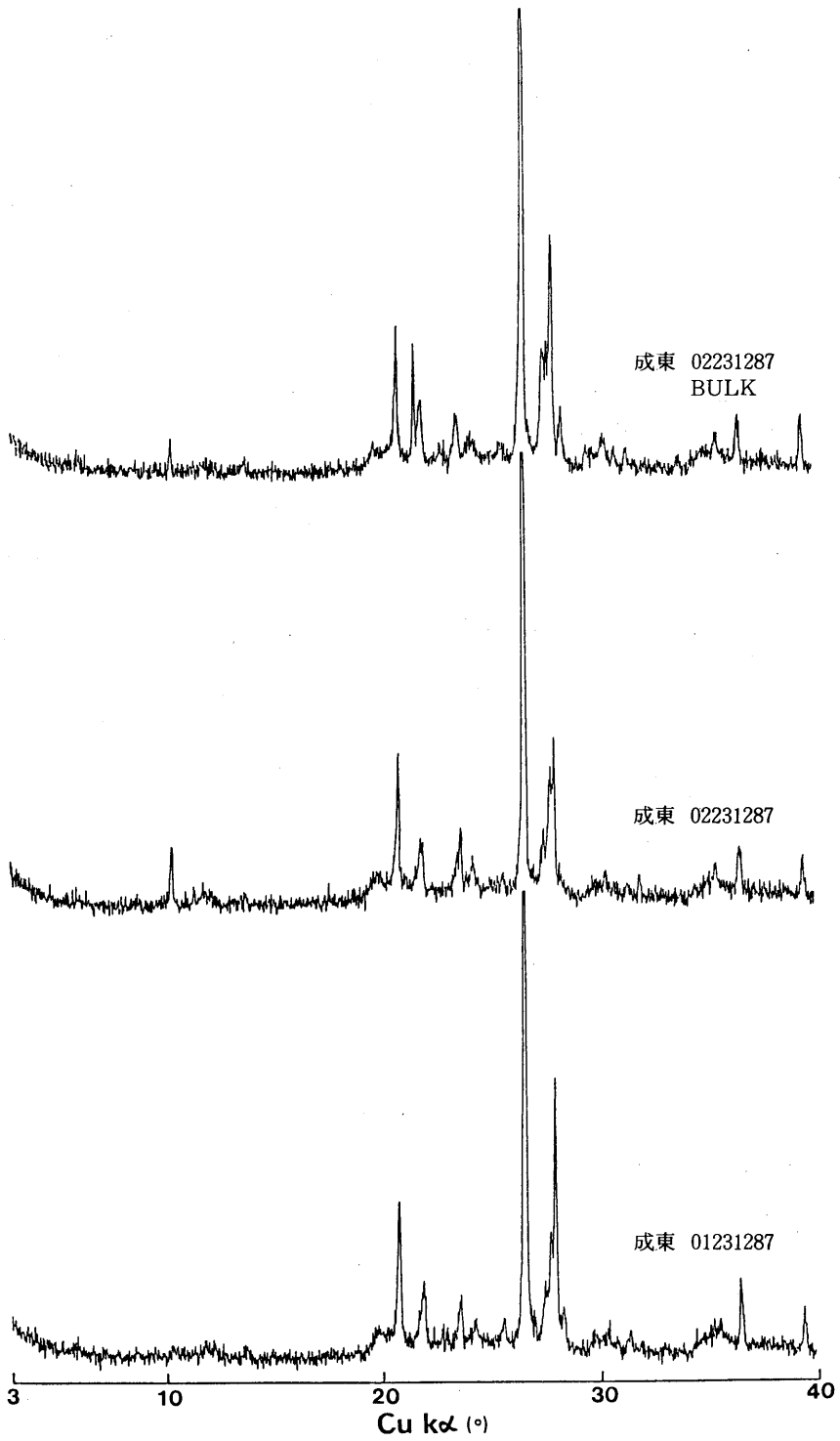


圖 6.7.1 X線回析分析 (成東町 津辺) 全岩分析

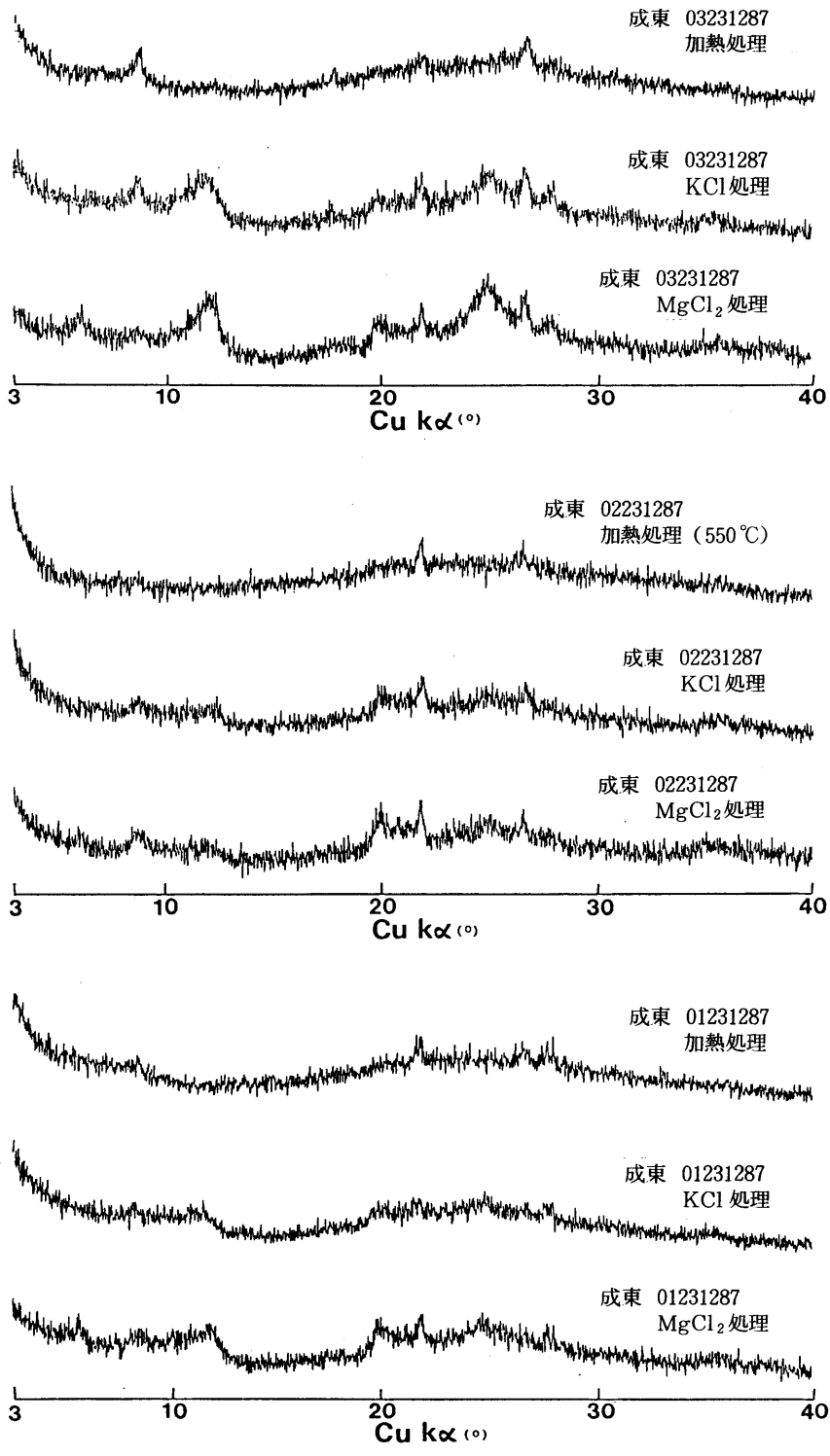


图 6.7.2 X線回析分析 (成東町 津辺) 粘土分析

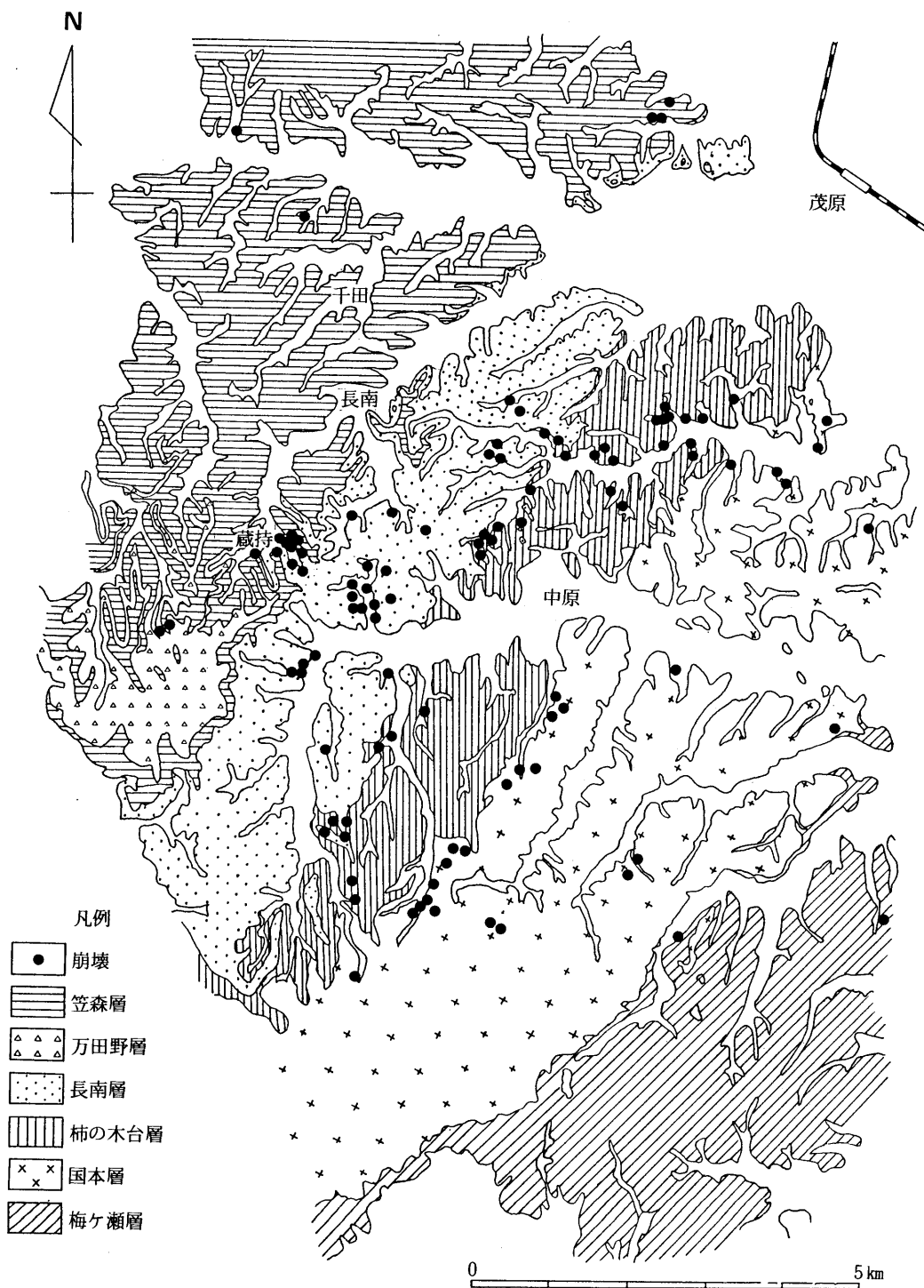


図 6.8 長南町の崩壊と地質 (原図 石和田他, 1971)

長南層の最上位層準の「蔵持」付近である。しかし、崩壊が集中する長南層の上位に位置する笠森層では、崩壊が少ない。このような崩壊の分布は1つの地層名がついている一連の地層であっても、地震の震動によって崩壊しやすい層準と、崩壊しにくい層準があることを示している。特に今回は砂岩で崩壊が少く、シルト岩で崩壊が多発している。しかもシルト岩の中でも崩壊しやすいものとそうでないものがある。この違いを調べるために、崩壊しやすい層準として「蔵持」付近に露出するシルト岩と、崩壊しにくい例として笠森層が分布する「千田」のシルト岩の、X線回折分析を行った。

図 6.9 に X 線回折の結果を示す。これによれば組成的にはほとんど差は認められない。

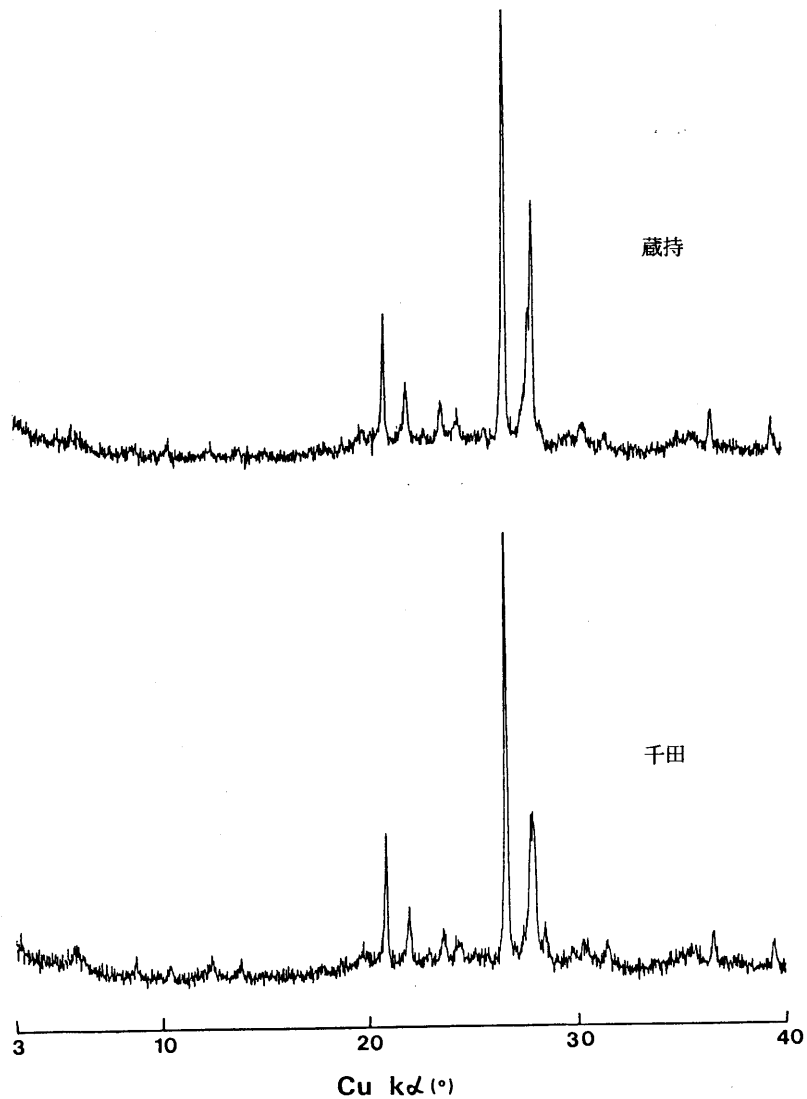


図 6.9.1 X線回折分析（長南町）全岩分析

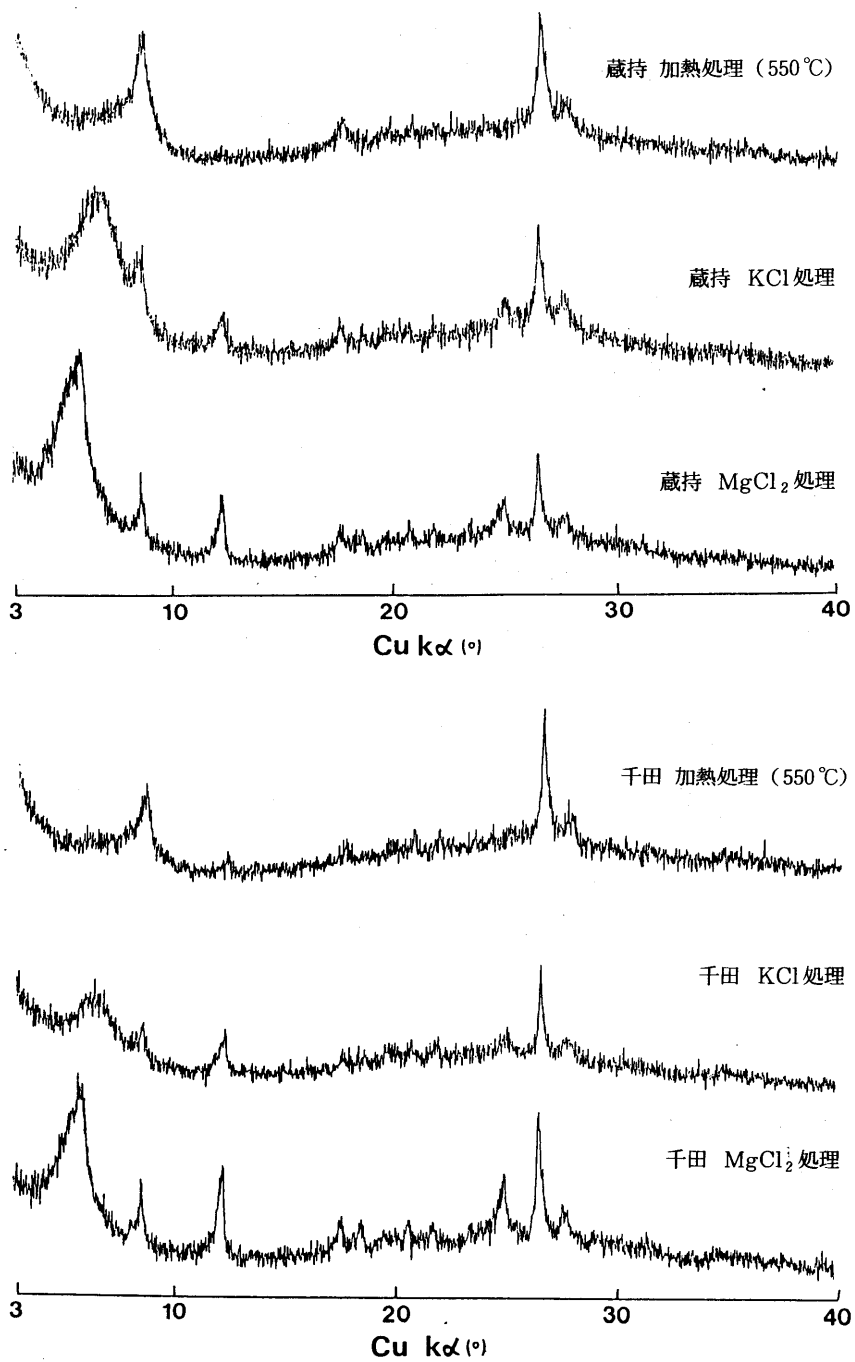


図 6.9.2 X線回折分析 (長南町) 粘土分析

両者とも、全岩分析では、石英と、長石が、粘土分析では、スメクタイトが認められる。だが明らかに硬さに差があり、指でつぶしても「蔵持」の方は簡単に個々の砂粒に分かれ、全体としてシルトになるが、「千田」の方は固まりが残り、個々の砂粒にはなかなか分かれられない。

堆積した年代から見ても、組成から見ても、ほとんど変わらない2つのシルト岩において、硬さをきめているものは何か、この点は今後の課題として研究していきたい。

6.5 液状化による崩壊

液状化による崩壊が自然斜面で発生したときは、Varnes(1978)の分類のLateral spreadsに当たる現象が発生するが、これに近い例は長生村の一宮川沿いに見られた。ここでは角度をつけて造られていた擁壁が側方にひろがる土圧により起こされ、ほぼ直立して地盤の沈下が起こっていた。しかしここで起きた現象が液状化による崩壊であると結論づけるには、更に調査が必要であろう。

また、このタイプは人工的な盛り土でも発生する。長南町の中学校においても液状化による崩壊と思われる現象が見いだされているが、こちらも詳しい調査が必要であろう。

6.6 過去の災害との比較

次に千葉県東方沖地震によって発生した崩壊を千葉県下で発生した過去の崩壊災害と比較してみる。

千葉県下で発生した過去の崩壊災害のうち、もっとも詳しく調べられた災害は昭和46年の秋雨前線と台風25号による災害である。

この災害は、昭和46年9月6日から8日にかけての豪雨によって発生したもので、その降雨特性は、6日から7日にかけてと、7日から8日にかけて2つのピークを示している。6日から8日にかけての雨は日本南岸上にあった秋雨前線がもたらしたものであり、7日から8日にかけてのものは、九十九里浜沿いに通過した台風25号によるものである。これらの雨の降り方は千葉県内ではほぼ同様のパターンを示している。総雨量は勝浦周辺で高い値を示すが、県西部は小雨域に入っていた(図6.10)。

崩壊の発生は、7日深夜から8日早朝にかけて相次いでおこっており、これらは台風25号による雨が最も強くなった時刻に相前後していた。図6.11に空中写真からひろいだしたこの災害の崩壊の分布図を示す(千葉県, 1972)。

この分布図にも、2つの崩壊の集中域が認められる。しかもその集中域は、今回の千葉県東方沖地震によって発生した崩壊の集中域とほぼ重なっている。昭和46年の崩壊は豪雨によるものであり、また今回の崩壊は地震によるものであるにもかかわらずその集中域が重なっているということは、これらの崩壊の発生が誘因に支配される割合よりは、素因に支配され

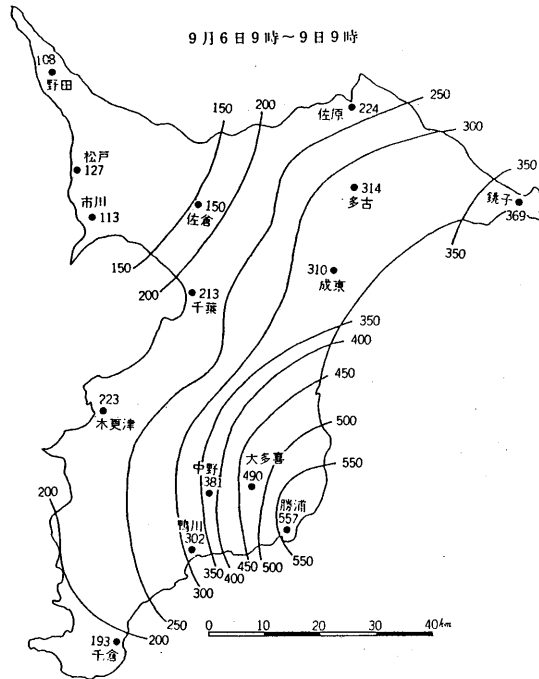


図 6.10 昭和46年9月の災害時の降雨（千葉県 1972）

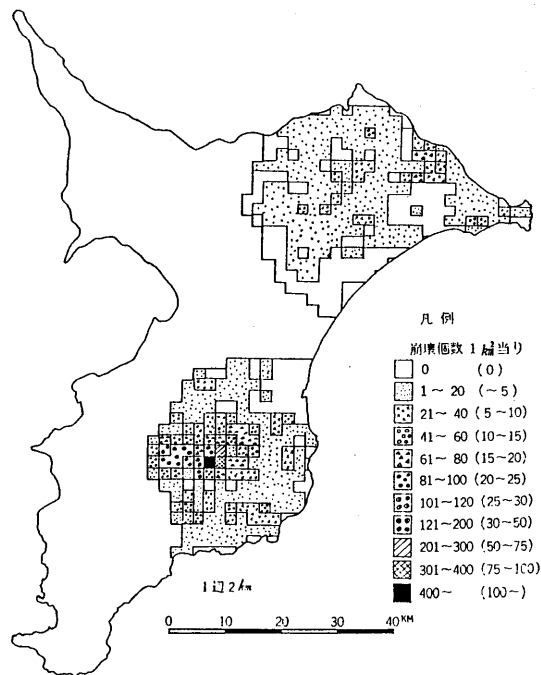


図 6.11 昭和46年9月の災害による崩壊分布図（千葉県 1972）

ている割合が高いことを物語っている。ここで考えられる素因としては、地形・地質があげられる。

先ず北部集中域であるが、昭和46年の集中域の方が、今回のそれに比して範囲も広く、海蝕崖に集中する傾向が少ない。その理由は昭和46年の豪雨が比較的広い範囲に一樣に働きかけたことがあげられる。また、今回の地震がそれほど強くなかったことと、地震による崩壊の方が急斜面で発生しやすいことによると思われる（小出 1954, 田中 1986）。

地形的には、この地域は海水準の低下にともない、ほぼ水平に堆積した下総層群が、相対的に隆起して台地となっている場所である。そこに河川による侵食が働きかけ、下総台地と九十九里低地の境界部付近では、幼年期の地形を呈し、河蝕崖が発達し、現在侵食がもっとも活発におこなわれている地域となっている。

また、下総層群の多くは半固結の砂層であるが、定状状態では急崖を保持しうる。しかし、風化が進んで固結度が弱まり、砂粒がバラバラになって、斜面風化層が形成されたり、あるいは、クラックが入った状態でなんらかの刺激を受けると崩壊を発生するものと考えられる。このため、今後豪雨や強い地震がくれば、今回と同様な崩壊を発生させる可能性が高い。

南部集中域においても、昭和46年のそれの方が今回の集中域に比して、範囲が広がっている。これは勿論、誘因の強度の問題である。長南町のところで述べたごとく、南部集中域は北部集中域とは異なり、斜面風化層ではなく、岩石そのものの種類が問題になっている。あるいは広域的な断裂系の問題も重要かもしれない。

6.7 今後の防災対策

地震による崩壊は、田中（1987）により次の6種類に分類されている。

- (1) 急斜面における風化岩の崩壊
- (2) 急斜面における表土層の崩壊
- (3) 軽石層ないしは火山灰層などの火山砕屑岩層に関連した崩壊
- (4) 変質帯に関連した崩壊
- (5) 湖成層に関連した崩壊
- (6) 液状化に関連した崩壊

今回の千葉県東方沖ではこの内の(1)と(2)が多数発生している。(3)(4)(5)は現在まで確認されていない。

(6)については長南町の中学校のものなどがこれに当たるようであるが、今後の調査が必要である。

今後千葉県がこうむる崩壊災害としては、今回ないしは、昭和46年の例に見るごとく、太平洋側から誘因が働いた場合、下総台地北東部（北部集中域）や長南町を中心とする地域（南部集中域）に崩壊が集中することが予想される。

しかも、発生するタイプは上に述べた(1)(2)(6)のタイプであろう。(1)(2)のタイプは(3)(4)に対して1つ1つの崩壊の規模は小さく、一般に10-20mぐらいの規模で流送距離が短い。このため防災対策としては、成東町真行寺の崩壊にみるごとく、拡大が予想される既存の崩壊地の前面に土留工をすることは有効であろう。又家屋を新築する場合には崖から離して建てた方がよい。

(1)(2)のタイプの崩壊の発生を予測する方法としては Willson et. al. (1979), 田中 (1982, 1985), Wieczorek et. al. (1985) による方法がある。

また、(6)のタイプの防災対策としては、沼地の埋め立てや旧河道などの液状化しやすい土地条件を事前に把握して規制しておくことや、液状化防止工法の採用により対処しておくことが必要であろう。

7. あとがき

今回の地震災害は首都圏を構成する首都東京のすぐ隣りで発生した地震で、しばらく地震災害を忘れていた首都圏に対して地震のこわさを知らせる警笛ともいふべき災害であった。埋立地の液状化、屋根瓦の被害、斜面崩壊と非常に多くの災害事例と教訓を残したが、今後の地震災害や地震防災対策を考察するのに貴重な資料となると思われる。幸いにして千葉市、市原市等の大都市を被災地域に有しながら、宮城県沖地震(1978)の災害のような都市型災害が顕著には現われなかった。今回の被災を良い教訓として、さらに地震防災対策の高度化について、我々は常に総合的な検討を続けて行かねばならない。

現地調査や資料収集等に種々御協力いただいた千葉県消防防災課、浦安市、東金市、茂原市・市原市、成東町、九十九里町、松尾町、山武町 蓮沼町、大網白里町、白子町、長柄町、長南町、一宮町、大原町、岬町、睦沢町、横芝町、夷隅町、長生村等の各市町村関係者に対し深甚の謝意を表するものである。

本報の1., 2., 4., 7.は大谷, 3.は岡田, 5.は諸星, 6.は田中・森脇が執筆した。これら執筆担当の他に、現地調査、図表作成、写真提供等の形で、第2研究部木下繁夫、池田隆司、第4研究部幾志新吉、御子柴正氏等の協力を得た。又、現地調査の調整、資料整理等は管理部企画課が担当した。ここにこれらの方々にあわせて感謝申し上げます。

(1988年2月13日原稿受理)

引用文献

- Kuribayashi, E., and Tatsuoka, F. (1975): Brief Review of Liquefaction During Earthquakes in Japan. 土質工学会論文報告集, Vol. 15, No. 4, pp. 81-92.
- 木下繁夫・諸星敏一・御子柴正 (1986): サイスマックマイクロゾーニング. 防災科学技術, No. 57, pp. 1-5.
- 千葉県 (1972): 昭和46年9月6日-7日秋雨前線並びに台風25号によるがけくずれ調査報告書. 千葉県.
- (1977): 土地分類基本調査「東金・木戸」, 国土調査
- 石和田靖章・三梨 昂・品田芳二郎・牧野登喜男 (1971): 日本油田・ガス田図「茂原」地質調査所.
- 小出 博 (1955): 山崩れ - 応用地質II -, 古今書院, p. 205.
- 田中耕平 (1982): 地震によるランドスライド発生予測図. 地すべり, Vol. 19, No. 2, pp. 12-19
- (1985): 長野県西部地震における斜面崩壊の特徴. 土と基礎, Vol. 33, No. 11, pp. 5-11
- (1986): 地震による土砂災害, 第1回防災科学技術研究会, 国立防災科学技術センター, pp. 19-82.
- (1987): 地震時崩壊の分類. 第26回地すべり学会研究発表講演集, pp. 226-227.
- 徳橋秀一・遠藤秀典 (1984): 姉崎地域の地質. 地域地質研究報告, 5万分の1図幅, 地質調査所.
- Varnes D.J. (1978): Slope Movement and Types and Processes. In Landslides: Analysis and Control, Transportation Research Board, National Academy of Science, Washington, D. C. Special Report 176, p. 11-13.
- Willson, R. C., G. F. Wieczorek, and E. L. Harp (1979): Development of Criteria for Regional Mapping of Seismic Slope Stability, Abstract, 1979 Annual Meeting of the Geological Society of America.
- Wieczorek, G. F., R. C. Willson, and E. L. Harp (1985): Map Showing Slope Stability During Earthquake in San Mateo County, California. U. S. G. S., Miscellaneous Investigations Series, 1:62,500 MAP 1-1257-E.

付 録

収 集 資 料

当センターでは、千葉県東方沖地震に関し、以下の資料を収集しています（3月10日現在：資料調査室）。

1. 基礎基盤コンサルタンツ；1987年12月17日千葉県東方沖地震による被害状況（1988.1），1
2. 佐々木康；千葉県東方沖地震（62.12.17）の調査速報．土木技術資料，30-1，（1988.1），47-55
3. 渡辺 勉；千葉県東方沖地震速報．土と基礎，36-2，（1988.2），84-86
4. 強震観測事業推進連絡会議；1987年12月17日千葉県東方沖地震．強震速報，37，（1988.2），1-37
5. 編集局；速報 首都圏に“M6.6”強い地震。近代消防，2，（1988.2），9.
6. 編集局；速報 首都圏に強い地震 — マグニチュード6.6交通網マヒ，千葉県で2人死亡 — . 近代消防，2，（1988.2），155-163
7. 遠藤秀典外；千葉県東方沖地震による地盤災害 —速報—. 地質ニュース，2，（1988.2），8
8. 特別座談会；首都圏地震の脅威と警告 — 62.12.17 千葉県東方沖地震．近代消防，3，（1988.3），106-123
9. 重川希志依；千葉県東方沖地震その時学校では。近代消防，3，（1988.3.），124-127
10. 前田四郎，浅賀正義；千葉県東方沖地震の災害と噴砂現象．地理，33-3，（1988.3），70-74，グラフィア

主要災害調査報告既刊一覧

- 第 16 号 1979年御岳山噴火による災害現地調査報告, 41 P. 昭和55年 3 月発行
- 第 17 号 昭和56年豪雪による北陸地方の災害現地調査報告, 349 P. 昭和57年 2 月発行
- 第 18 号 昭和56年 8 月 3 日から 6 日にかけての前線と台風12号による石狩川洪水災害及び
日高地方土砂災害調査報告, 73 P. 昭和57年 6 月発行
- 第 19 号 1981年 8 月台風第15号による長野県須坂土石流災害調査報告, 54 P. 昭和57年 3
月発行
- 第 20 号 1981年 8 月24日台風第15号による小貝川破堤水害調査報告, 125 P. 昭和58年 2
月発行
- 第 21 号 1982年 7 月豪雨 (57. 7 豪雨)による長崎地区災害調査報告, 133 P. 昭和59年
3 月発行
- 第 22 号 1982年台風第10号と直後の低気圧による三重県一志郡の土石流災害および奈良県
西吉野村和田地すべり災害調査報告, 70 P. 昭和58年 3 月発行
- 第 23 号 昭和58年 (1983年) 日本海中部地震による災害現地調査報告, 164 P. 昭和59年
2 月発行
- 第 24 号 1983年 7 月梅雨前線による島根豪雨災害現地調査報告, 85 P. 昭和59年 8 月発行
- 第 25 号 昭和59年 (1984年) 長野県西部地震災害調査報告, 141 P. 昭和60年 3 月発行
- 第 26 号 1985年 7 月26日長野市地附山地すべりによる災害の調査報告, 45 P. 昭和61年 3
月発行
- 第 27 号 1986年 8 月 5 日台風10号の豪雨による関東・東北地方の水害調査報告, 155 P.
昭和62年 3 月発行
- 第 28 号 昭和61年 (1986年) 伊豆大島噴火災害調査報告, 64 P. 昭和62年 3 月発行

昭和63年 3 月23日 印刷

昭和63年 3 月30日 発行

編集兼
発行者 国立防災科学技術センター

茨城県つくば市天王台 3 - 1
電 話 (0298) 51 - 1611 〒305

印刷所 株式会社 高 山