

千葉県東方沖地震による九十九里平野周辺の震度分布とその地質的震動区分

春 川 光 男*

1. はじめに

筆者は千葉県東方沖地震の直後から九十九里平野およびその周辺にある高等学校から12校を抽出してアンケートによる地震震動調査を実施した。その概要については、東金付近の台地の傾動運動と今回の地震の激しい突き上げ運動との関連について（春川ほか, 1988 a), 台地と低地における被害の現れ方について（春川ほか, 1988 b), 余震域と強震域の関連性について（春川ほか, 1988 c), 地震の前兆現象について（春川, 1989）等の観点からそれぞれ報告した。本稿では、各報告を総括し検討を加えてみたい。なお、さきの1988年に行った報告については、その後に、連名発表者である地震震動研究会として全県的にデータをまとめる可能性を考慮して、地震震動研究会との連名の形をとったが、現段階ではその可能性が無いので本報告は筆者の単独名とした。

2. 地震当時の様子と地震震動調査の動機

地震の時、筆者は震央から北北東へ約45km離れた旭市にいた。小刻みな上下動のあと大きな横揺れが長く続くのを感じたが被害を伴うような揺れではなかった。直後に気象庁から報道された震度は震央から北北東へ55km離れた銚子をはじめ県内ではいずれも震度Vであった（図1）。そのため、自分が体験した程度の震動が県内どこでも観測されたものと考えていた。ところが、翌日東金市にある高校（県立東金高校）に出勤して驚かされた。鉄筋の校舎には縦横に亀裂が入りコンクリートが脱落していたり、校舎の周りは陥没してガス管や水道管が破損していた。重量のある耐火金庫やピアノが移動したり棚の上や机の上のものが落下し散乱していた。近くにある最福寺の墓石を調べに行くと、かなりの割合で転倒あるいは回転していて震央と見紛うばかりであった。地震当日は試験休みで臨時休業であったため生徒、職員への被害がなかったのが幸いであっ

*千葉県立東金高等学校。

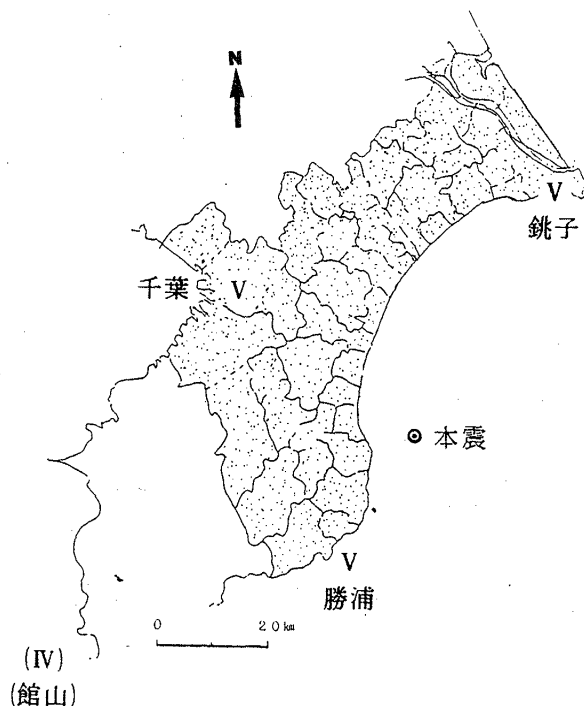


図1 調査範囲（網点）と地震直後に発表された気象庁震度。館山は当初含まれていなかった（NHK 87. 12. 17 地震速報より）。

た。当日出勤していた職員の話では、突然大きな突き上げに襲われ、書籍が散乱し、また強い揺れのために3m先の火のついたガスストーブが転倒し、栓をなかなか締められず往生したとのことだった。家屋では屋根瓦（特に棟瓦）の被害が圧倒的に多く、内外壁、タイル、家の土台が破壊されたケースもあった。

- ① 東金市、成東町など震央から遠いところでむしろ被害が大きいこと
- ② 東金市で感じられた強い突き上げが旭市では感じられなかったこと

このようなことに最初の興味をもち、ここで地元の者として最大限のデータを後世に残さなければ、という義務感にも似た気持ちで地震震動調査を開始した。

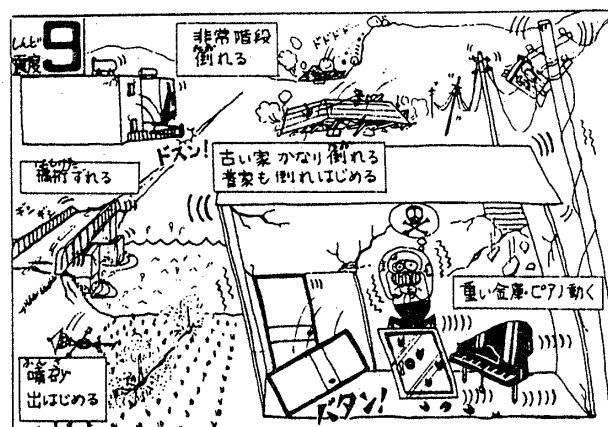


図2 マンガ震度階 (角田 (1982) より抜粋)。

3. アンケート調査の方法

筆者は地震震動研究会 (角田ほか, 1982) で使用しているアンケート用紙を, この地震用に加筆修正して印刷した。この用紙を自分の学校では全クラス分 (約1000枚), その他の学校には6クラス分 (300枚) ずつを車で配付した。そして朝か帰りのショート・ホーム・ルームで回答してもらえるように依頼した。時間を経過すると体感震度の記憶が薄れてしまうと考えて調査を急ぎ, 地震から1週間後の12月23日終業式までには12校中10校の回収を終了した。しかしかなり慌てていたためこのアンケート用紙の修正が十分でなく, 後述するようにデータを十分生かし切れなかった点があったことは残念である。

アンケートの内容

① 地震時にいた場所

- 家の中, 外, 木造, 木造モルタル, 鉄骨, プレハブ, その他の別
- 何階にいたか
- 身体の姿勢の別

② 震度

地震震動研究会では「河角の震度階」を採用して震動調査を進めてきているので, データの統一性のために今回もこれを使用した。既に角田ほか (1982) によって「マンガ震度階」 (図2) ができているのでこれを増し刷りし, 震度をマンガの番号で答えてもらった。河角の震度階は国際震度階と同じく12段階になっており震度をより細かく把握できる点で有利である。河角の震度階と気象庁震度階との関係は図3のようになる (宇佐美, 1974)。

③ 最初の揺れ

東金市で顕著だったという強い突き上げの分布範

気象庁震度階 地震の加速度 (ガル)	0 無感	I 微震 0.8	II 軽震 2.5	III 弱震 8	
河角の震度階	1	2	3	4	5

IV 中震 25		V 強震 80		VI 烈震 250		VII 激震 400	
6	7	8	9	10	11	12	

図3 河角の震度階と気象庁震度階 (宇佐美, 1974より)。

囲を把握する目的でたずねた。

- こきざみな上下動から始まった
- こきざみな水平動から始まった
- いきなり強くドーンと突き上げられた
- いきなり強い横揺れにおそわれた

④ 屋根瓦の被害

- なかった
- 数枚ずれた程度
- 峰の部分 (棟瓦) が大きくずれた
- ほとんど落ちた

また屋根瓦の「被害なし」の中には屋根瓦がもともと無いものも含まれている。

⑤ その他の被害

- 崖崩れの有無
- 道路の地割れの有無
- 憤砂の有無

慌てていたためブロック塀等の被害を落したことは残念である。

⑥ 前兆現象その他

- 動物の異常行動
- 井戸水の水位, 濁り
- その他 (発光現象, 雲, 虹など)

4. 主な集計結果 (☆印は付図があるもの)

配付枚数	約4000枚
抽出学校数	12校
回収件数	2941件
回収率	73.5%
市町村数	47
自宅の所在地確認可能件数	2866件
地震時在宅件数	1449件
うち所在地確認可能	1434件
うち河角の震度回答☆	1288件
うち最初の揺れ回答☆	1386件

屋根の被害回答☆	2836件
うち屋根の被害件数	1150件
その他の被害回答件数	
崖崩れ	435件
地割れ	1309件
憤砂	96件
動物の異常行動☆	
もぐら 〃	7 件
ネズミ 〃	10件
小鳥 〃	31件
野鳥 〃	15件
犬 〃	124件
ねこ 〃	66件
その他の前兆☆	
前震	2 件
地鳴り	463件
うち在宅	231件
井戸水の濁り (地震前)	1 件
(〃 (地震後))	65件
雲の形	118件
空の色	15件

回答者の殆どが高校生であるが、当日は試験休みの学校も多かったため生徒の動向は次の4つに分かれた。

- ① 試験休みで自宅にいたもの
- ② 試験休みで外出していたもの
- ③ 学校で授業を受けていたもの
- ④ 下校途中だったもの

①についてはすべての質問について解析可能であった。

②、④についてはアンケート用紙が外出先を質問する書式になっておらず、震度と最初の揺れについては多くの回答で場所を特定できなかった。

③については何十件ものデータが地図上のただ1地点のデータにしかないことが惜しまれるが、教室内で同じ揺れを人によってどのように異なっているのかということや、同じ建物でも階数によって揺れの性質がどのように異なるのか等を吟味するには良いデータとなりそうである。なお、担当教師の判断で家に持ち帰らせて父母が回答した学校も多くあった。結局地震時に居た場所が特定できたのは全体の半数に過ぎなかった。

5. データの解析結果

解析にあたって、都市地図や市町村動態図等を用い1軒毎に所在地を確認し5万分の1地形図にデー

タを記入していった。データ記入点数が非常に多く、また近傍の点でも値が異なることが普通に見られるため何らかの形でデータを平均化していく必要を感じた。そこで次に示す2段階の方法をとった。即ち第1段階は大きな傾向を見るためにまず市町村単位でデータをまとめ、そして第2段階として地域を緯度、経度それぞれ1分のメッシュに区切りメッシュごとにデータをまとめた。今回程度のデータ密度では1キロメッシュ (約1km²) ではメッシュが狭すぎてデータが複数入らないためデータ処理がしにくく (特異点が強調される)、一方、1分メッシュ (約2.8km²) では今回程度のデータ密度に対し殆どのメッシュに適当件数のデータが含まれ平均をとり易かった。

河角の震度分布

① 市町村単位の震度 (河角の震度階) 分布

市町村毎の震度の平均値にコンターを入れたものを図4、図5に示す。図4は地震直後 (数日以内) に回答された約750件のデータによるものであり、図5は約1か月遅れて回答された約540件 (主に大網、茂原以南地域) のデータを含む1288件全体のデータである。面積の広い千葉市は3分割、市原市は2分割してある。余震分布は国立防災科学技術センターの資料から編集した。

1か月後のデータを含めると大網白里町、茂原市、長柄町でそれぞれ0.1、白子町で0.2、長南町で0.4の震度低下が見られる。これは回答者の「印象の薄れ」や「冷静にもどったこと」も一因と思われる。なお、長南町についてはもともとサンプル数が少なかったため、後者の方が平均値としての妥当性は大きいと考えられる。図4を見て気が付くことは

- (1) 震度の大きい部分が北北西に向かって矩形状に分布していること
- (2) (1)の地域が市原市方面へ向かって分岐していること
- (3) 長南町付近が飛び抜けて震度の大きな異常震動域になっていることである。

余震分布はこの矩形の伸びとほぼ調和的であり、余震分布の延長上に被害の多発した成東町、東金市が位置している。東金市はこの矩形の中においては震央に近い九十九里町などよりも値が大きく、これも一種の異常震域であるといえる。これは後述するガスの被害からもいえることである。

図4における矩形境界部とその周辺の震度の低下率は1km当たり

矩形の各境界



図4 河角の震度分布 (750件による). コンター間隔は0.2, 網点は台地.

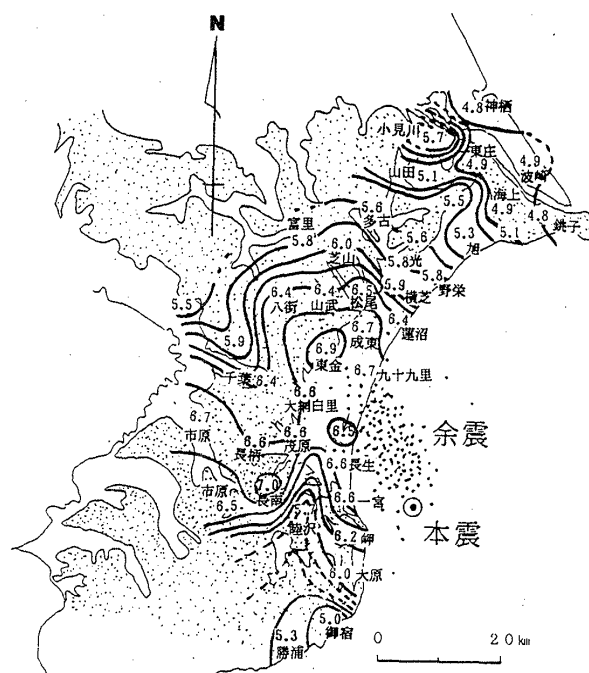


図5 河角の震度分布 (1288件による). コンター間隔は0.2, 網点は台地.

北東側境界の松尾町ー横芝町間で	0.11
北側境界の山武町ー富里町間で	0.07
西側境界の八街ー千葉市中部間で	0.01
矩形の中	
東金市ー九十九里町間で	0.02
東金市ー成東町間で	0.02
東金市ー山武町間で	0.05
矩形の外	
光町ー八日市場市間で	0.04
横芝町ー野栄町間で	0.03
八日市場市ー旭市間で	0.03

となっている.

以上より, 松尾町と横芝町の間にある NNW-SSE にのびる線は震度に関する顕著な急変線であることが分かる. 以後これを多古ー蓮沼線と呼ぶ. この辺りに活断層は知られていないが, 台地には大きな谷が発達し, 常総粘土層の標高が増大し始める部分でもある (図6).

震度の急変線は県北部では, 以上のほかに, 干潟町・旭市地域と海上町・飯岡町・銚子市地域との間にも存在する (1 km あたり旭市ー海上町間で 0.06, 干潟町ー海上町間で 0.08ある). 長南町では台地, 低地の区別無く大きな震度を記録した.

②メッシュ単位の震度分布

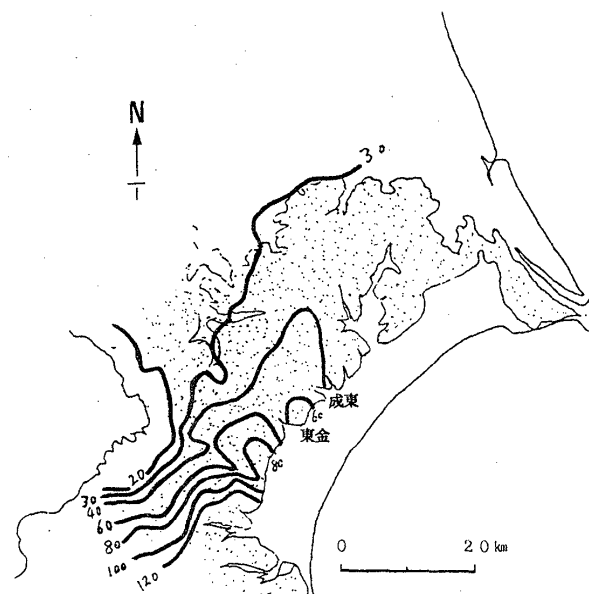


図6 常総粘土層の標高 (小玉ほか, 1981より一部修正). 単位は m.

震度に関して, はじめは (春川ほか, 1988 c) メッシュに 2 点以上回答がある場合にのみその平均値を求め, 1 点だけの場合には解析から除外した. このため回答はあったがデータとして生かされないメッシュが数10に及び, 県南部, 東京湾北部等で震度

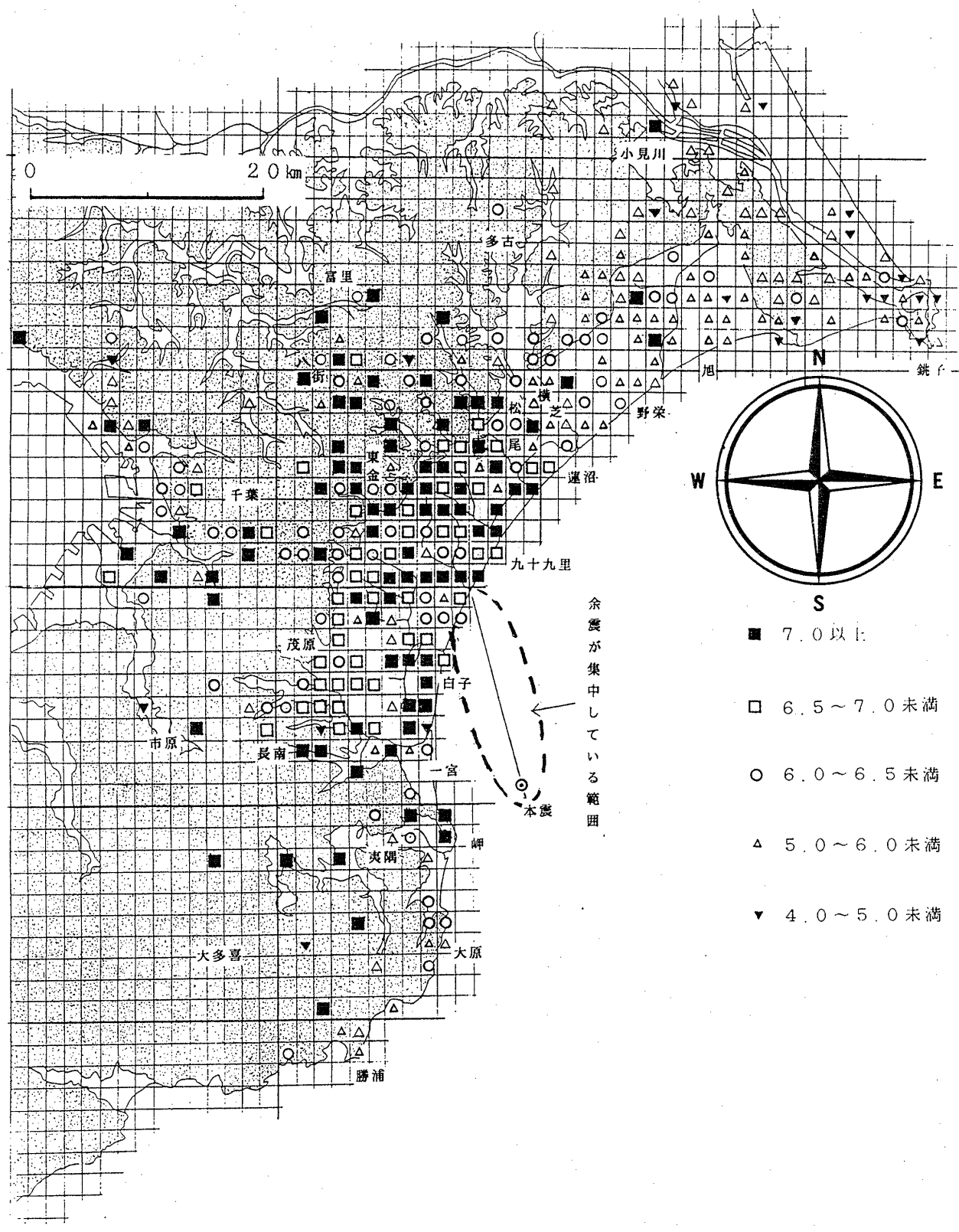


図7 河角の震度分布メッシュデータ (1288件による).

の概要を把握できない状態が生じた. そこで本報告ではデータの厳密さをやや犠牲にして, 回答数1点でもメッシュ内の震度を代表するものとして作図を

行った (図7). 平均値か, 1点の値かの区別は春川ほか (1988 c) と比較して載きたい.

震度7以上の強い揺れの分布は NNW-SSE 方向

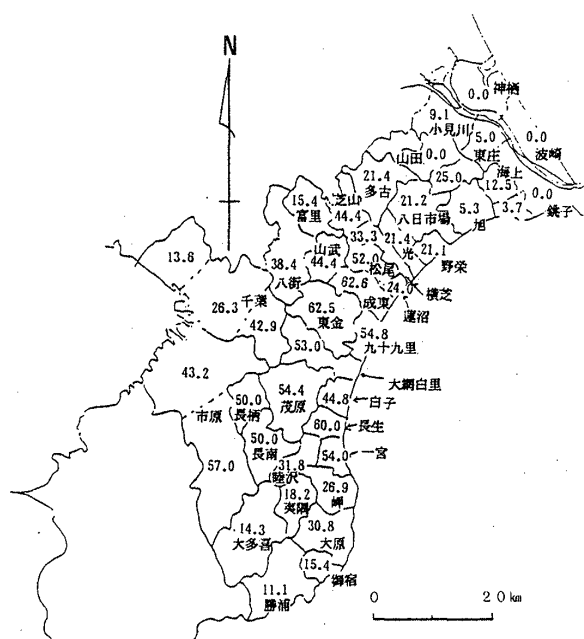


図8 各市町村における屋根瓦の被害率（2836件による）。単位は％。

に長軸をもつ楕円の北半分に分布するように見える。余震域（本報告の場合は余震の特に集中する範囲という意味であり、厳密な意味の余震域とは異なるが便宜上この言葉を使用する）を重ねると平均震度7以上の分布地域が概ね余震域の延長上に位置することが分かる。震度6の分布は前述の楕円内の低地に分布するほか茂原市周辺にかなり広く分布しており、震度7以上の分布地域と明らかに非調和な分布を示している。

そして一宮町－睦沢町－長南町を結ぶ線のあたりから南に向かって再び震度が大きくなり震度7以上のメッシュが見られるようになるが、大原町、勝浦町の海岸沿では内陸部より震度が小さくなっている。

千葉市、市原市などの東京湾北岸地域でも震度7以上のメッシュがみられる。

屋根瓦の被害

① 市町村単位の屋根瓦の被害率

人家への被害としては屋根瓦の被害が圧倒的であった。市町村別の屋根瓦の被害率（図8）からそのコンター図（図9）を作成した。被害率の値は被害の大小を問わず、即ち被害の有無で算出した。松尾町－横芝町間、成東町－蓮沼村間で値が著しく減少しており震度分布の傾向とよく一致する（細かく見ると蓮沼村は震度では西の強震域に属しながら被害では東の軽微な地域に属する）。多古町、光町、蓮

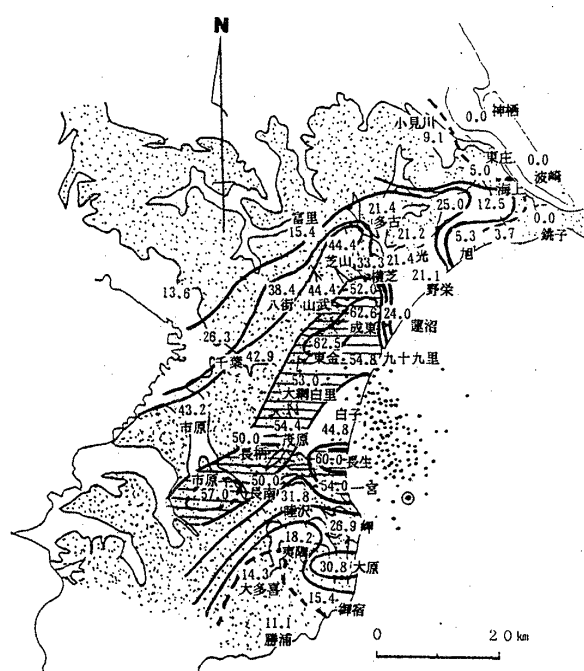


図9 屋根瓦の被害率（2836件による）。コンター間隔は10％、横線部は被害率50％以上の地域、網点は台地。

沼村、野栄町、八日市場市、干潟町などでは、値が非常によく一致しておりデータの信頼性を伺わせる。さらに、干潟町－旭市間、干潟町－東庄町間にも値の低下する部分が認められる。

屋根瓦の被害率が50％を越えるのは図中に横線を付した部分である。この地域は松尾町から市原市南部に至る下総台地南東部の崖から丘陵に至る帯状の地域と、長生村、一宮町付近に相当する。特に値が大きいのは東金市、成東町である。図9を既存の地質図に重ねたものが図10である。帯状の地域は三梨（1974）の上総層群上部笠森層の分布地域にほぼ相当している。図11は模式断面図である。帯状の地域は前述の多古－蓮沼線で消滅し東側へ伸びることはない。

② メッシュ単位の屋根瓦の被害率

2点以上の回答が存在するメッシュについて被害率を計算した（図12）。台地と低地を比べると台地よりも低地に被害率80～100％のメッシュが多く分布することが明らかである。それらは細かく見ると余震域の延長上の低地部と茂原市、長南町地区との2つにまとめることができる。さらに前者では台地縁辺部周辺に加え海岸線沿でも被害率が大きくなっており低地の中部で相対的に小さくなっている。台地の縁辺部で被害率が大きいという関係は東金市の

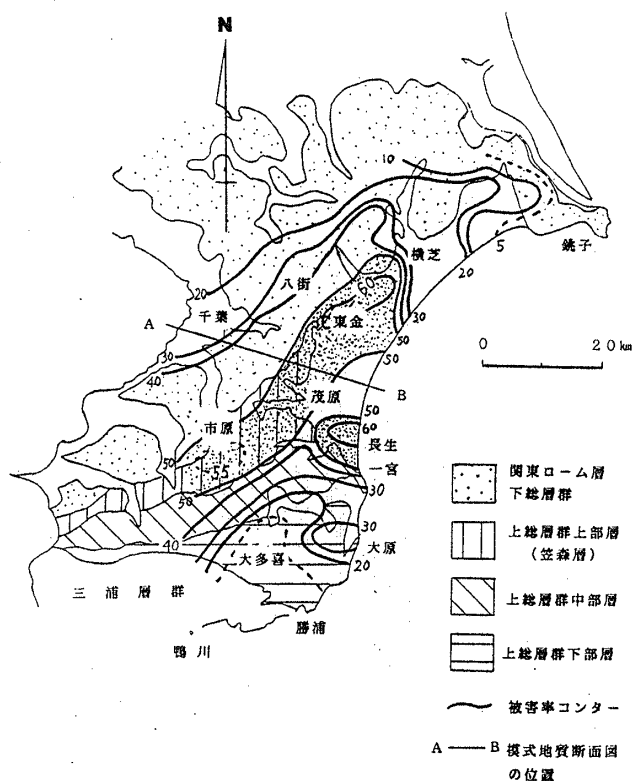


図10 屋根瓦の被害率と地質。網点は被害率50%以上の地域。

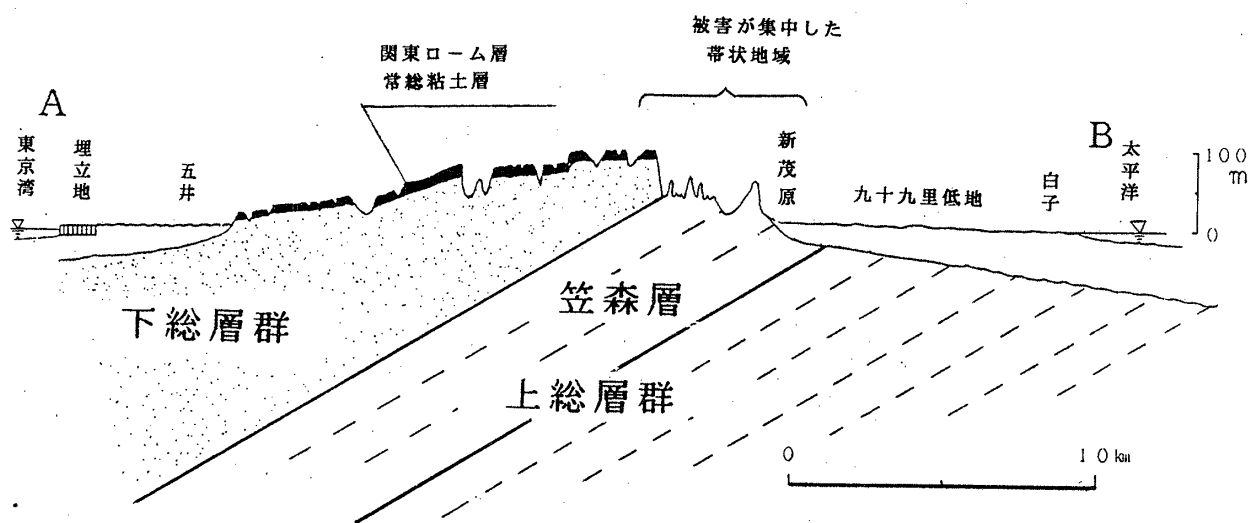


図11 模式地質断面図。断面の位置は図10のA-Bに対応している。

ガス管の被害状況（図13）とも一致している。

多古ー蓮沼線から北東側の蓮沼村，光町，八日市場市，干潟町，海上町等でも低地中央部で被害率が相対的に小さく台地の縁辺部周辺で大きくなる傾向が見られる。

千葉市では震度分布の割りに屋根瓦の被害が少ないのは高層の集合住宅が多いためと解釈できる。筆

者のアンケートの範囲外であるが，真流ほか（1988）によれば市原市における屋根瓦の被害率もかなり高い。

最初の揺れ

① 市町村単位で卓越した最初の揺れ

図14は卓越した（当該市町村内で最も回答率が高かった）最初の揺れの種類いごとに整理したもので

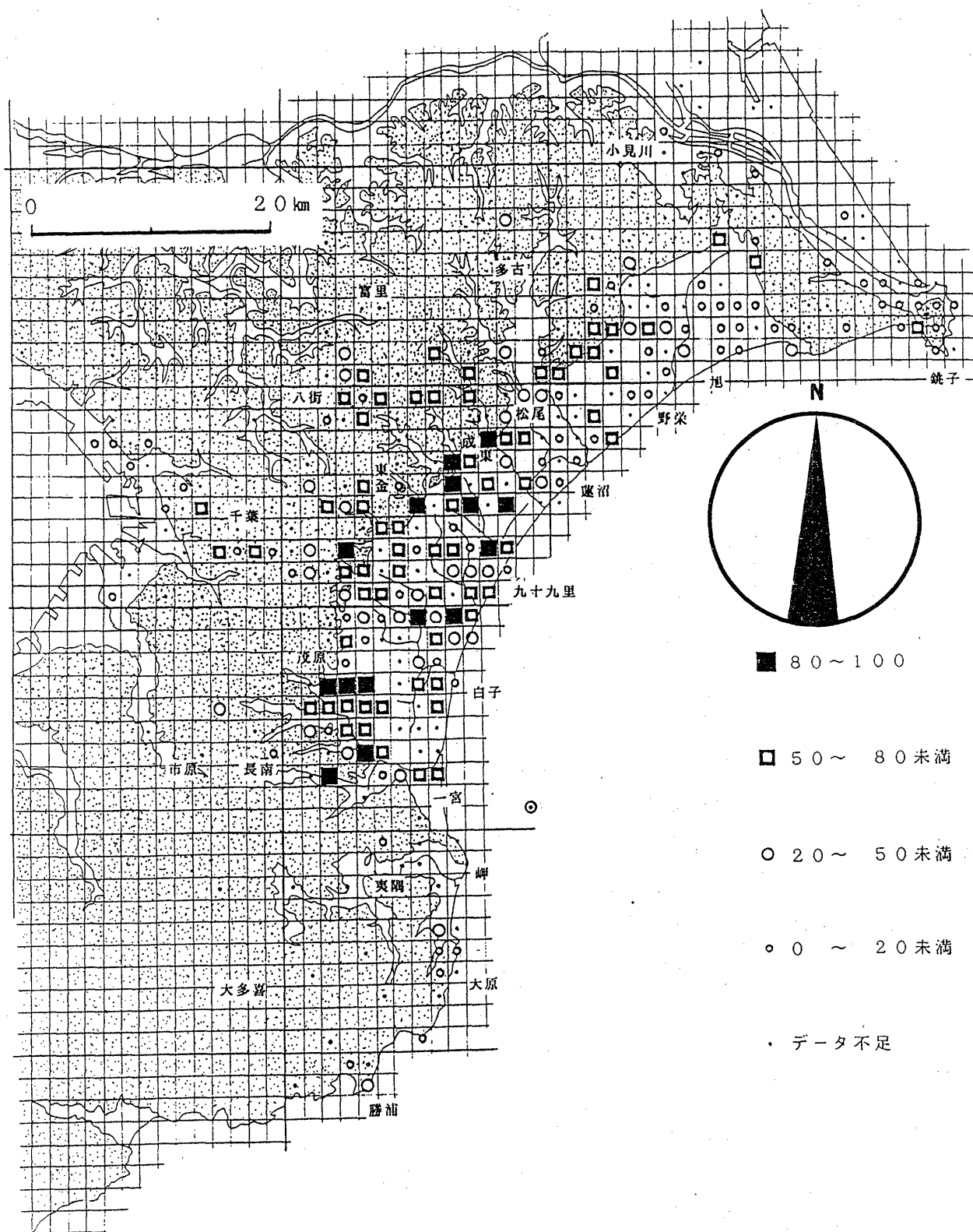


図12 屋根瓦の被害率メッシュデータ (1434件による). 単位は%.

ある。大きく見れば調査地域全体に激しい突き上げが卓越していたと言える。細かく見れば激しい突き上げから始まった地域は九十九里平野と市原市北東

部方面とに分岐している。これは千葉市中心部・北西部が周辺と違った傾向をもって間に割って入るためであり、この傾向は震度分布図 (図5) にも現れて

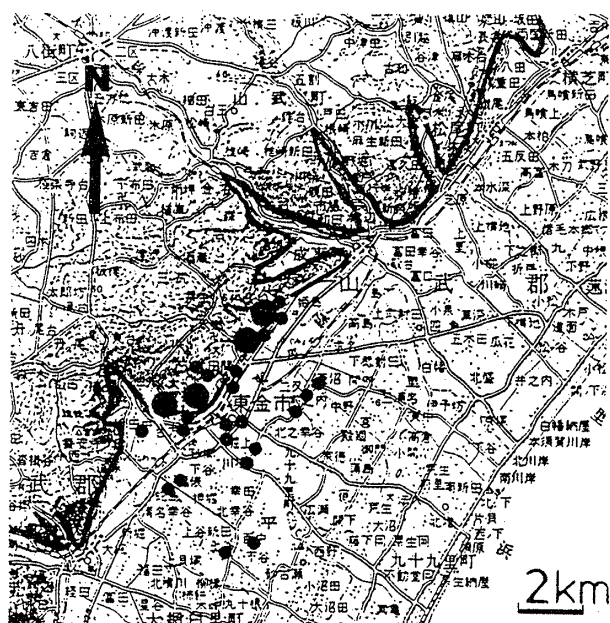


図13 東金市のガス管の破損箇所（東金市ガス課による）。大きな黒丸は太い導管で（直径80～100mm 集落へ供給するためのもの）、小さな黒丸は一般家屋内外の細い配管（直径30mm 程度）、太い実線は崖線。基図は国土地理院20万分の1地勢図「千葉」。

いる。初期の揺れとして激しい突き上げ以外の揺れが卓越する地域は県北部に集中している。

② メッシュ単位の卓越した最初の揺れ

メッシュ内に1点以上の回答があればこれをデータと認定し図15を作成した。この図からは調査地域全体に激しい突き上げが感じられたことが読み取れる。特に茂原市周辺で著しく、東金市、成東町崖線沿いでもかなり高い比率になっていることが分かる。

石崎勝夫氏の報告によると一宮町では重さ10tを越すタンクが跳上る場所が目撃された。夷隅町弥正の渡辺亨氏方では畑においてあった水がめが数10cmの高さに何度も跳び上がるのが目撃されている。さらに東金市東金の中川忠氏は地震の際に空中に身体を跳ね上げられ落下した際に肋骨を痛めている。以上の証言から初期の強い突き上げの加速度が重力加速度（980gal）を越えていたことは確実である。ちなみにJRの駅に設置されている加速度計記録によると成東で684gal、大原で388gal、安房鴨川で124gal、銚子で136galであった（毎日新聞、1988.1.10 千葉版）。

前兆現象等

図16に前兆現象の項目に回答者があった市町村を

示す。雲の形態、夜空の色など理論的に確立していないものも生のデータとして一応入れておく。地震前に井戸水が濁ったという報告は1件だけ東金市で見られ、「地震の2、3日前から赤く濁り、地震後3日目ぐらいできれいになった」との報告である。前兆ではないが地震後の井戸水の濁りについて図化してみると、成東町以西で広く認められ、「枯れ井戸から水が噴出した」という例も九十九里町で報告されている。これらについて液状化現象に関連したものも多く含まれているものと考えられる。地震後の井戸水の濁りについては八日市場市の2件を除いて他の64件はすべて多古ー蓮沼線の西側である。これも多古ー蓮沼線以西が強震域であったことを示している。

図17は一般に地震に敏感であると言われている動物の異常行動については図示したものである。内訳はモグラ7件、ネズミ10件、ナマズ4件、キジ3件、タコ1件などで、タコを除いて余震分布に延長上に多く認められる。モグラについては活動が活発になったという報告であり、ネズミについては「3匹つながって歩いていた」というものもある。タコについては勝浦町の鈴木昌治氏によれば、2日前から岸近くのみお筋に何匹か上がってきていたが、地震当日は朝の7時から8時にかけて（本震の4時間前から）10匹以上ものタコがみおに上がってきていたのでみんなで大騒ぎをしながら捕まえたという話である。タコに関しては1939年5月の男鹿地震の前日から当日の午前中にかけて陸に上がったという記録がある（武者、1957）。犬や猫などの回答はかなり多く見られたが記載を注意深く読んでみるとただ「飼っている」という意味で答えたものが相当数含まれていると解釈できたので統計から除外した。

その他、前震については、茂原市の藤乗里美氏から「1週間前から、以前の群発地震のときのようにズンと突き上げるものがあった」という情報を得ている。また、大原町の安形浅蔵氏からは「地震13分前に茂原市で微震を感じた」との情報を得ている。銚子气象台で地震計記録を確かめてもらったところ前震は本震の僅か数秒前にしか存在しないとのことであった。遠くの地震が減衰せずにたまたま届いたのではないかという指摘も受けているが、筆者は図17も考慮して、震源、或はその近くから地震計に感知できない何らかの揺れが届いていたのではないかという可能性を捨て切れない。

考察

(1) メッシュ図と市町村別コンター図との矛盾につ

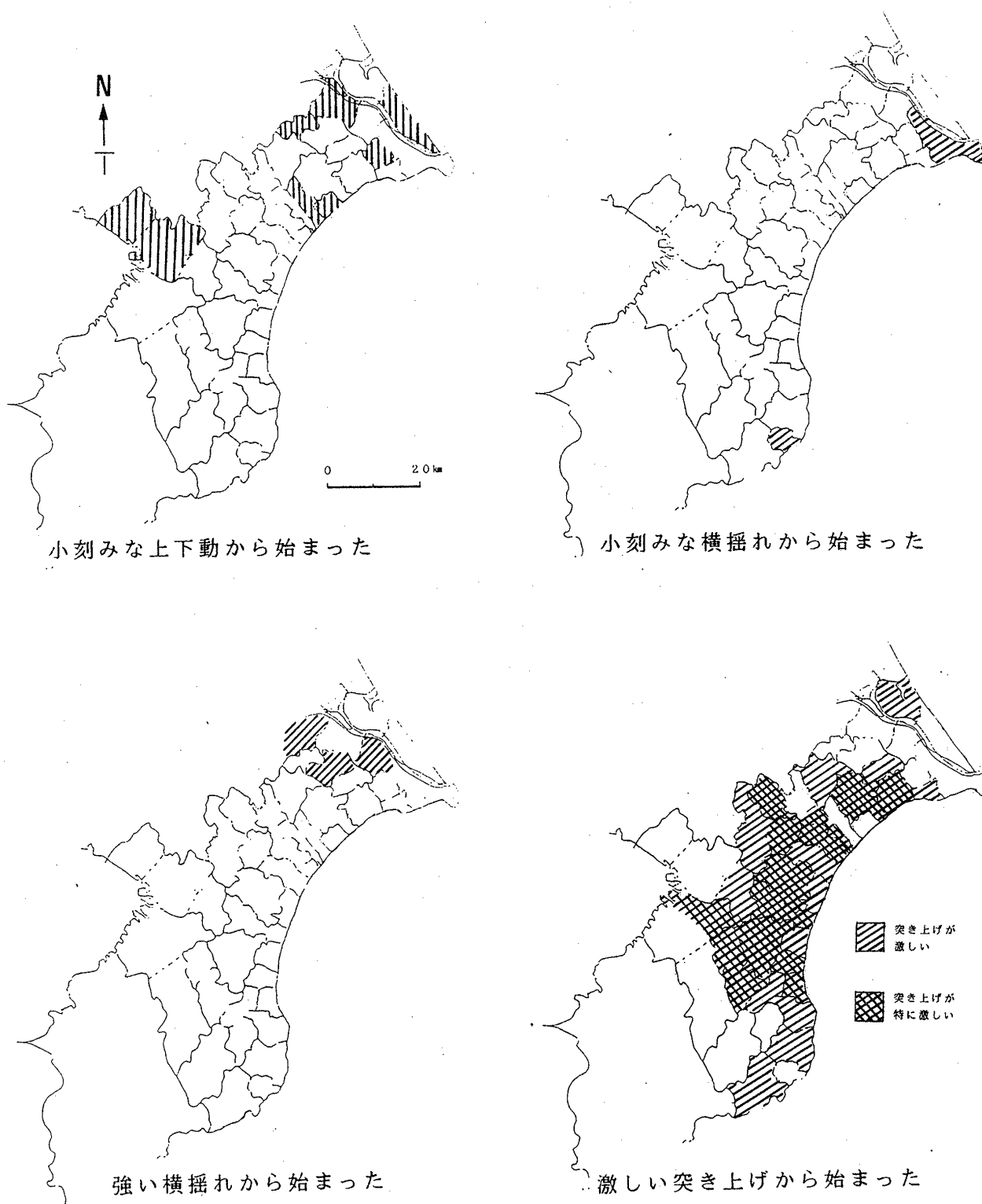


図14 各市町村において卓越した最初の揺れの種類.

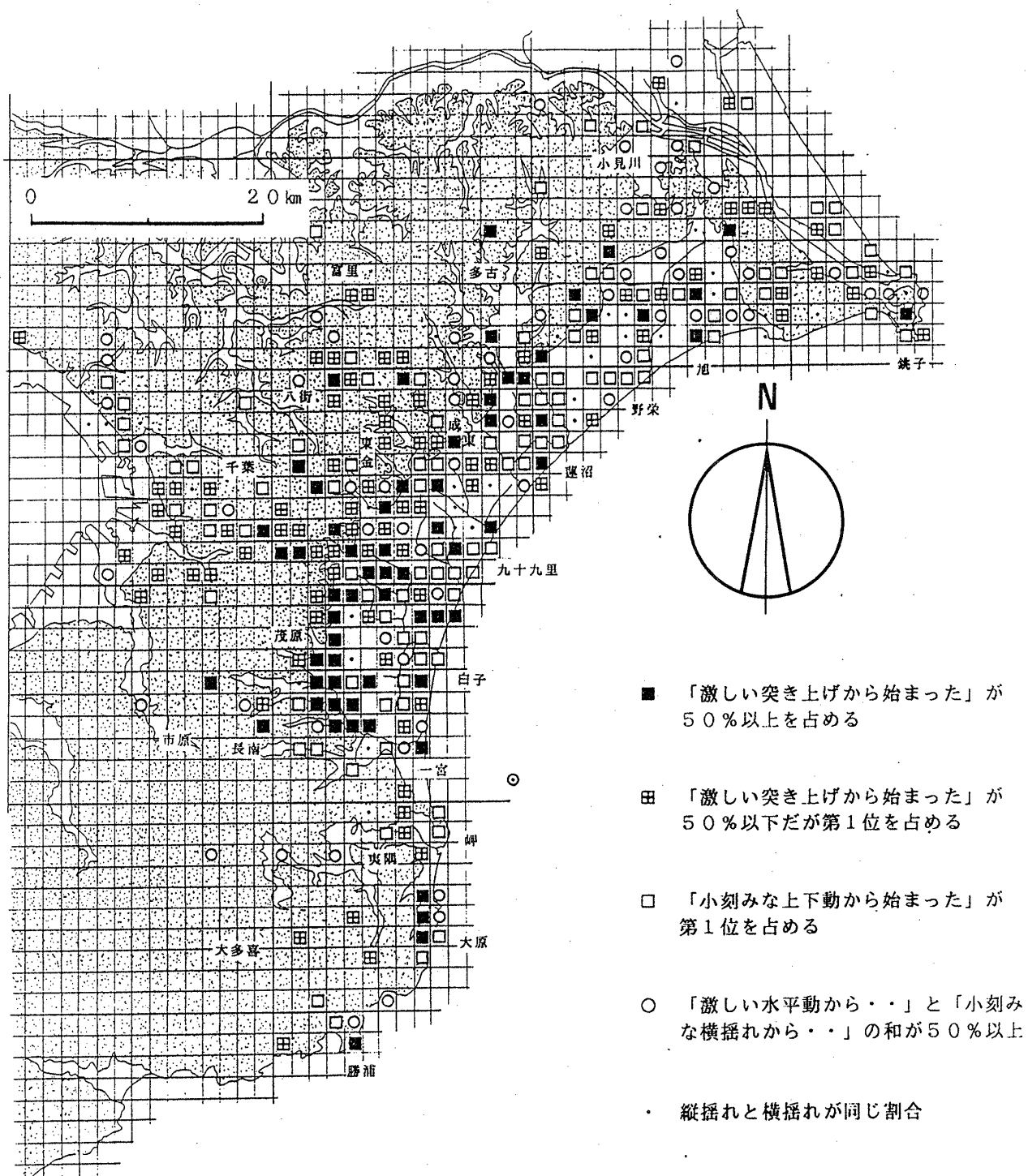
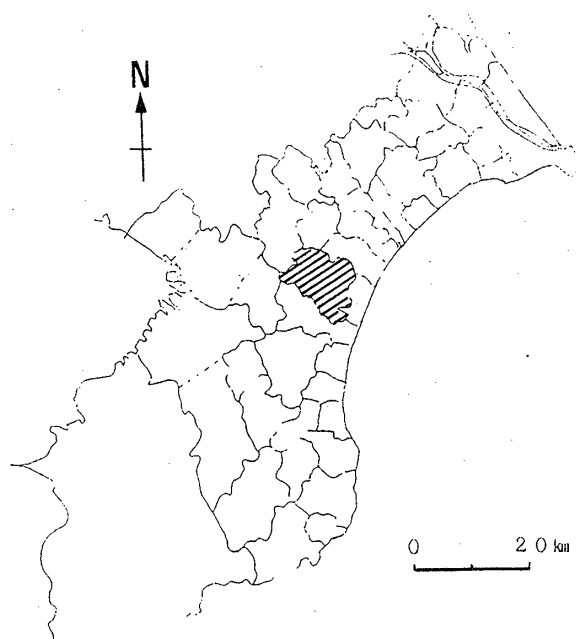
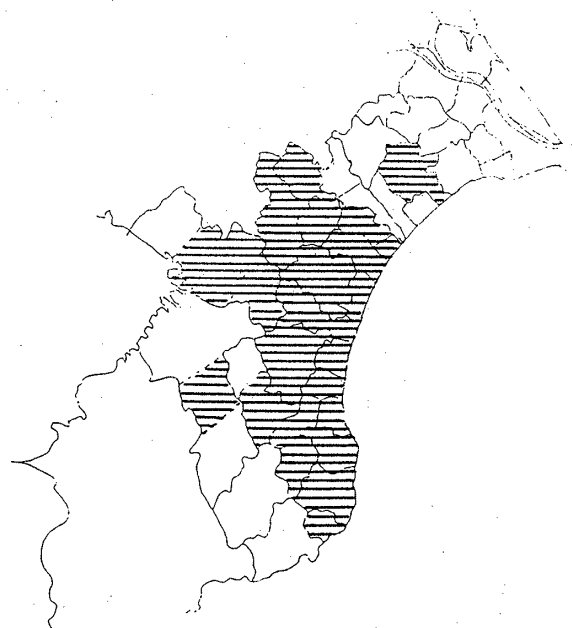


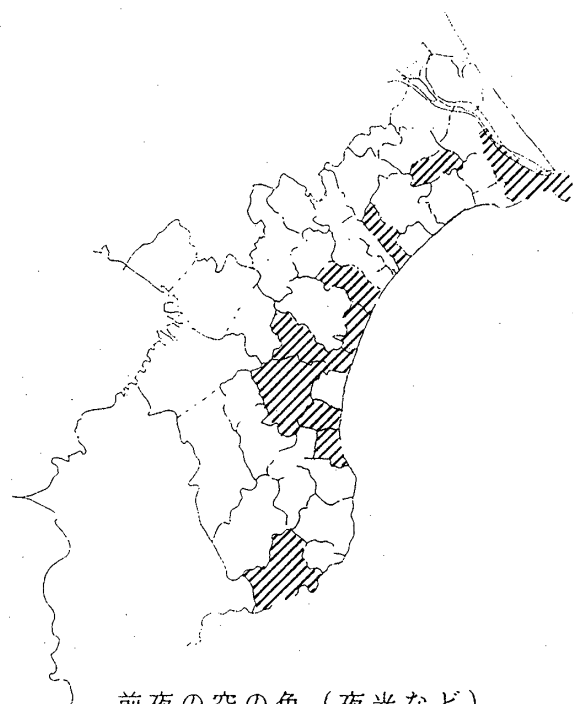
図15 最初の揺れの種類メッシュデータ (1386件による).



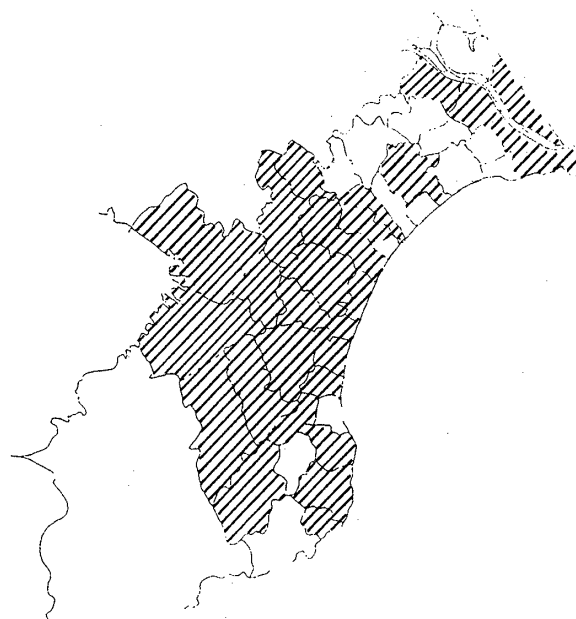
地震の数日前から井戸水が濁った



地震後の井戸水の濁り，水量変化



前夜の空の色（夜光など）



前日の雲の色，形が異様だった

図16 井戸水，雲の形，夜光などの情報.

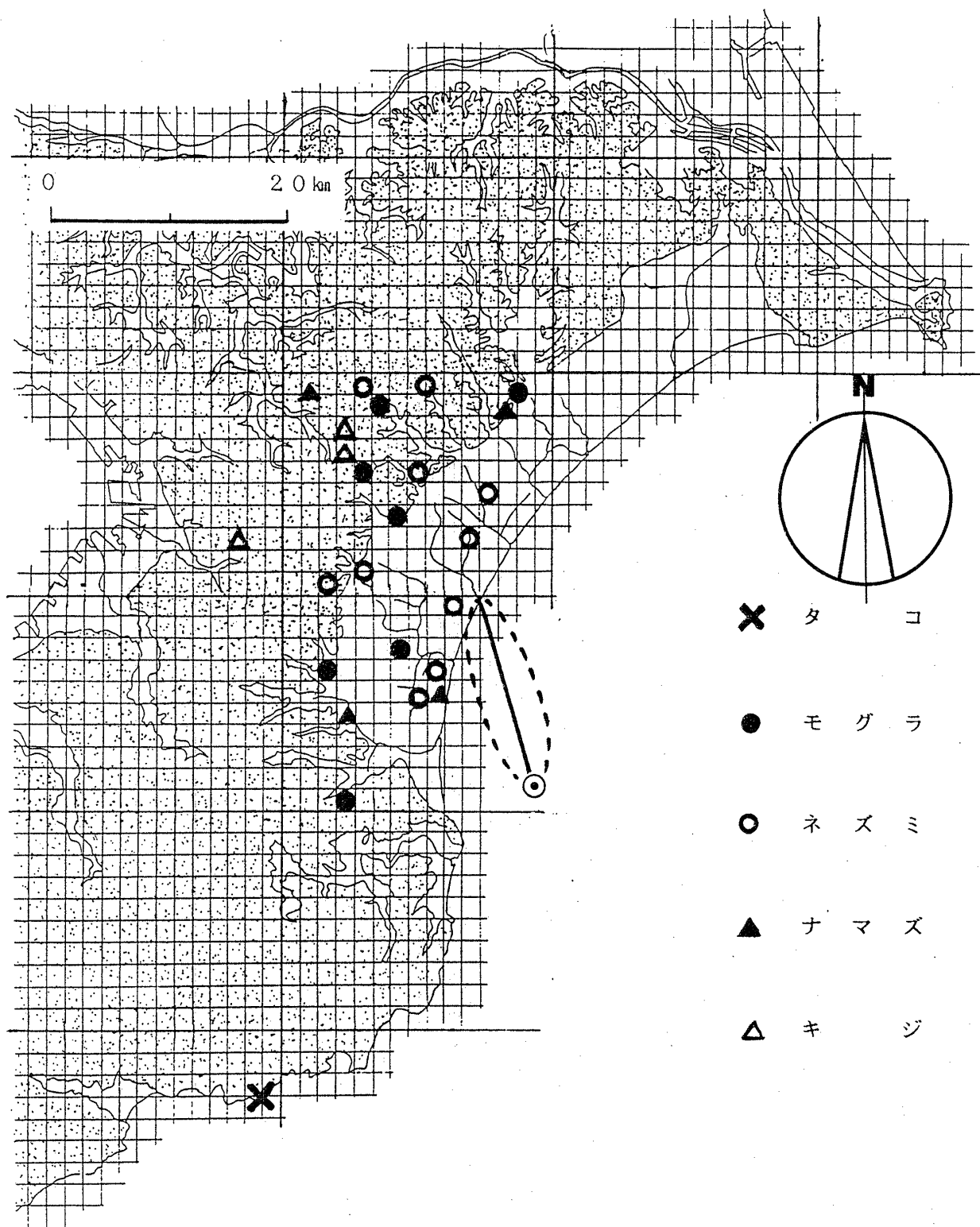


図17 動物の異常行動の分布.

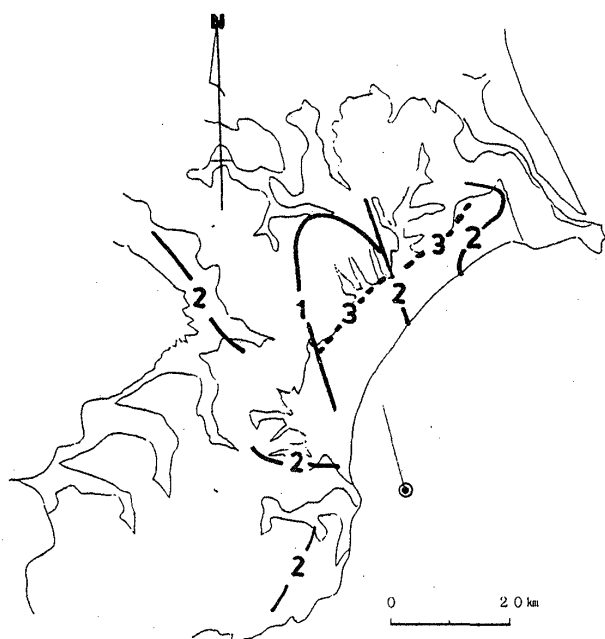


図18 震動のコントラスト概念図.

いて

① 河角の震度分布

今回のメッシュ図では南部地域が強震域になっているが、コンター図では寧ろ揺れの弱い地域になっている。これは今回のメッシュ図では1点でもデータと認定したのに対し、コンター図（及び、春川他（1988c）までのメッシュ図）では、そのような点を統計の対象外としたためである。南部地域を除けば良く対応しているといえる。

② 屋根瓦の被害率

メッシュ図では低地の被害と余震域との関連性が第一に読み取れるが、コンター図では余震域の方向性とは斜交する崖線方向に伸びるパターンが第一に読み取れる。しかし、コンター図の東金市、成東町が際立って高い値を示すことはメッシュ図に対応しているわけで、この2つの図は地震の被害に関する違ったオーダーの現象を表現しているといえる。

(2) 震動の区分について

平均震度7以上のメッシュの分布形態が余震域の延長上にはほぼ楕円形の北半分の形で存在する。余震域は震源断層の反映と考えられるから、平均震度7以上という強い震度の分布は震源断層の方向性に直接規定されている可能性が高い。つまり、東金、成東が震央から遠いにもかかわらず大きな被害を受けたのは震源断層の走向の延長上に位置していたためであるという説明が今のところ最も妥当なものだと考えられる。筆者はこのように震源断層（震源過

程）の直接的な反映として、つまり主に地震波を送り出す側の条件で生じる震動の差異を震動についての第1次のコントラストと呼ぶことにする。

今回の震度の大きな領域は、市町村単位で見ると松尾町と横芝町との間、八街町と千葉市中部との間で急激に震度を減じており、これらの位置は屋根瓦の被害率や最初の揺れの性質についての値が激減する位置と一致するだけでなく、常総粘土層の分布高度が大きく変位する位置ともほぼ一致する（図6）。また図4の千葉市付近におけるコンターの湾曲の位置は楡井他（1977）が東京湾北岸に想定している断層のほぼ延長上に位置しており、これらのことから松尾町と横芝町との間、八街町と千葉市中部との間には深部に地質ブロックの境界が存在する可能性が強いといえる。今回の調査からは松尾町－横芝町間（多古－蓮沼線）について特に明瞭に認識できたと考えている。

想定される地質ブロックの境界面（多古－蓮沼線）自体が震源断層そのものではないかという議論もあるかもしれないが、多古－蓮沼線が余震域の長軸方向より東へ数kmずれていることや、推定されている震源の逆断層のセンスからは、上盤側に相当する多古－蓮沼線の東側地域が下盤側である西側地域より静穏な領域になるとは考えにくいこと、屋根瓦の被害率の面でも非常にシャープな値の飛躍を見せることなどから、筆者は多古－蓮沼線は震源断層よりも東に平行して伏在する地質ブロックの境界であると考えている。

一方、一宮町、睦沢町、長南町を結ぶ辺りから南側に再び平均震度7以上のメッシュが現れる。ここは強震域の東金、成東地区との間に平均震度が6台後半とやや震度の低い茂原地区を挟んで分布するため、揺れの要因等において東金、成東地区とは区別されるべきもので、別なブロックとして震動しているものと思われる。以上のような主に地震波を受け取る側の地質の深部構造の差異に由来すると考えられる震動の差異を第2次のコントラストと呼ぶことにする。なお、駒澤他（1988）による重力基盤図では本調査地域全体の基盤に顕著な断裂は認められていない。

強震域の内部外部を問わず、台地周辺とそれから離れた低地とでは震度あるいは屋根瓦の被害率の値に差が認められる。巨視的に見ると被害は台地の縁辺部とその近くの低地に多く、多古－蓮沼線以西ではそれに加えて海岸部でも被害が大きい。台地や低地などのように主に地震波を受け取る側の表層地質

(深さ数10m まで)や地形の差異に由来すると考えられる震動の差異を第3次のコントラストと呼ぶことにする。さらに同一メッシュ内にかけ離れた値が存在するケースが多々あるが、これらは砂州、砂堆、後背湿地、旧河道、盛り土などの微地形や人工地形の区分に対応する第4次のコントラストと言えるかも知れない。ただし、この次元ではデータの平均化ができないため、回答者の個人差、家屋の構造、家屋の向き、材質、築年数などの複雑な要素が直接影響してしまいアンケート調査だけではつかみきれない問題となる。その他一般論としては地震波が地下深部で反射、屈折あるいは干渉等を起こして地表のある部分に揺れを集中させたり、逆に揺れない地域を生じさせたりすることが考えられるが、多くの場合は第2次のコントラストに含まれると考えられる。震動のコントラストは境界線で定義される。

今回の地震において余震域の延長上の楕円形の北半部が強震域になったがその中でも特に台地の縁辺部で揺れや被害が著しかったのはなぜかという問題が残っている。九十九里平野に面した崖線が構造的なものであるとは考えられていないが、東金の台地(日吉台周辺)の標高が約70m、即ち周辺の下総台地に比べてこの4万年間に約30m 南上がりに傾動している(台地の縁辺部が隆起している)ことを考えると、台地の縁辺部に集中する震動が単に台地端における地震エネルギーの開放効果によるばかりでなく構造的な原因による揺れである可能性を否定し切れない。また、下総台地の南東縁に位置する成東町から長柄町へ続く隆起帯は、今回の震度分布のパターンとは斜交しているが屋根瓦の被害率のコンター図とは非常に調和的であり興味深い。

今回の地震の揺れ方を模式的に図に表現すると図18のようになる。数字は震動のコントラストの次数である。

7. ま と め

1. 千葉県東方沖地震についてアンケート調査を実施し、震度、屋根瓦の被害率、最初の揺れの性質、前兆現象について市町村単位とメッシュ単位の2つの方法で分析した。
2. 東金市、成東町を含む平均震度7以上のメッシュの分布は、NNW-SSEに長軸をもつ楕円形の北半部の形態をなして余震域の延長上に位置し、震源の断層活動を直接反映したものと考えられる。
3. 東金市、成東町を含む上記の震度の大きな領域

は市町村別のコンター図では松尾町—横芝町間、八街町—千葉市中部間で震度が急激に低下する。これらは地下深部の地質ブロックの境界を反映している可能性が高い。なお、松尾町—横芝町間に存在すると推定される境界線を多古—蓮沼線と名づけた。

4. 市原市—長南町—睦沢町—宮町以南にも震度の大きな領域が存在する。これは東金市、成東町との間に相対的に震度の小さな茂原市を挟むため、東金、成東ブロックとは別な震動区に属するものと考えられる。
5. 屋根瓦の被害は大きく見ると余震域の延長上の低地と茂原地区で特に著しかったが、細かく見ると台地縁辺部とその近くの低地で被害率が高くなる傾向が見られた。余震域の延長上では海岸部でも大きい値を有する。屋根の被害についても多古—蓮沼線の辺りの明瞭な不連続線が推定できる。
6. 今回の地震動において震動の差異が生じた原因について、次のように分析した。
 - (1) 主に地震波を出す側の条件に規定される震動
 - ① 震源断層に由来するもの(第1次のコントラスト)
 - (2) 地震波を受け取る側の条件に規定される震動
 - ② 主に深部の地質構造に由来するもの(第2次のコントラスト)
 - ③ 主に表層地質(深さ数10m 程度)、地形に由来するもの(第3次のコントラスト)
 - ④ 主に表層の微地形に由来するもの(第4次のコントラスト)
7. 今回の地震においては、動物の異常行動や井戸水の前兆現象等に関する報告は余震域の延長上に多くみられた。
8. 前兆現象は存在した、ということを一応の作業仮説として以後前兆情報の把握に努める(春川, 1989)。

8. 謝 辞

学期末のご多忙のなかアンケートの配付回収にご協力戴いた次の方々、及び回答にご協力戴いた生徒、父母、職員の方々にお礼申し上げます。

稗田礼一氏(県立成東高等学校)、岩田公宏氏(県立松尾高等学校)、林 一雄氏(県立白里高等学校)、加瀬靖之氏(県立匝瑳高等学校)、平野公弥氏(県立茂原高等学校)、高田 豊氏(県立旭農業高等学校)、町田義昭氏(県立長生高等学校)、中里昭二氏(県立銚子高等学校)、西川義徳氏(千葉県長南

高等学校), 本間千恵氏(銚子市立銚子高等学校), 渡辺英雄氏(県立一宮商業高等学校)。

また, 貴重な情報を寄せて戴いた伊勢化学工業KKの石崎勝夫氏, 小松秀世氏, 木村健氏, 東金市の中川忠氏, 大原町の安形浅蔵氏, 県立八千代高等学校の露崎成実氏にお礼申し上げる。

また地震計の記録について御教示戴いた銚子地方気象台の中川正道氏, 解析方法について貴重な御助言を戴いた通産省工業技術院地質調査所の鈴木尉元博士, アンケート調査の助言をいただいた埼玉大学角田史雄教授, 以上の方々にお礼申し上げる。

文 献

- 春川光男・地震震動研究会, 1988 a: 千葉県東方沖地震の九十九里平野及びその周辺における震度分布とそれから推定される問題. 日本地質学会第95年学術大会講演要旨, 400.
- , 1988 b: 千葉県東方沖地震に見る被害と地盤. 科学朝日, 48, 9号, 21-25.
- , 1988 c: 千葉県東方沖地震の九十九里平野及びその周辺における震度分布とそれから推定される問題(第2報). 日本地質学会関東支部シンポジウム講演要旨, 18-24.
- 春川光男, 1989: 住民の協力による地震前兆情報の収集システムについて. 日本地質学会第96年学術大会講演

要旨, 671.

亀井義次, 1983: 大地震前兆集, 徳間書店.

小玉喜三郎・堀口万吉・鈴木尉元・三梨 昂, 1981: 更新世後期における関東平野の地塊状造盆地運動. 地質学論集, no.20, 113-128.

駒澤正夫・長谷川功, 1988: 関東地方の重力基盤に見える断裂構造. 地質学論集, 31, 57-74.

真流茂樹・篠崎貞, 1988: 千葉県東方沖地震に関するアンケート調査報告. 高校理科, 31.

———, 袖ヶ浦高等学校地学部, 1988: 千葉県東方沖地震に関するアンケート調査の結果. 昭和63年度千葉県高等学校教育研究会理科部会地学研究協議会資料.

三梨 昂, 1974: 南関東地区の構造発達史. 垣見俊弘・鈴木尉元編, 関東地方の地震と地殻変動, 31-50, ラティス.

武者金吉, 1957: 地震なまず. 27, 東洋図書.

楡井 久・樋口茂生・原 雄・古野邦雄・矢田恒晴・石井 皓・赤桐毅一, 1977: 東京湾の形成に関する一考察と地盤沈下. 日本地質学会84年学術大会講演要旨, 278.

角田史雄・小河靖男・永井 哲, 1982: くらしと環境. 自然をしらべる地学シリーズ, 5, 地学団体研究会編, 東海大学出版会.

宇佐美龍夫, 1974: 地震と情報. 28-39, 岩波書店.

The seismic intensities and their geological classifications in Kujukuri Plain and adjacent areas at The 1987 Earthquake off the East Coast of Chiba Prefecture, Central Japan,

Mitsuo Harukawa*

Abstract

Using 4000 copies of a questionnaire, the author investigated the distributions of seismic intensities, the damage rates of roofing tiles, and the ground initial motions, in and around Kujukuri Plain. With the analysis of them, the author came to grasp the minute images and characteristics of the ground motions, and also found it possible to classify them into four categories as follows:

- ① the motions relative to the direction of the earthquake fault
- ② the motions relative to the deep geological structures (e.g. Blocking structures).
- ③ the motions relative to the topographies or geological structures in shallow zones (e.g. on upland or on lowland)
- ④ the motions relative to the geological conditions of the ground surface or micro-topographies (p.g. on natural levee or on back marsh)

*Chiba Prefectural Togane High School.
1410, Togane, Togane City, 283 Japan