

サイスミック・マイクロゾーニングにおける 震度分布の評価手法について

—その4. 内陸型中級地震の墓石・住家被害などによる震度分布—

望月利男* 松田磐余** 宮野道雄***

要 約

我が国においては、墓石の転倒調査から激震地において作用したであろう震度を推定する試みが、1891年濃尾地震以来、少なからぬ地震に対して実施されてきた。この報告では、そのうちマグニチュードM6台の6つの地震について震源断層（判明あるいは推定されている場合）などからの距離・地形（地盤）と震度の関係を検討している。

ただ、結果的にはこれらの規模程度の地震の場合、地形（地盤）と震度の相関性はあまり明白には現われてこないケースが多く、また墓石の転倒のみによる推定震度のみでは、その距離減衰の不明瞭なものも幾つかある。しかし、その反面墓石の転倒による震度と墓石の転倒率、住家被害などを link して考えれば、距離減衰は幾つかの地震において明白に現われてくる。

すなわち、この報告は、中級直下型地震に対するマイクロゾーニングのための基礎研究に関するものであり、種々の規模・地震型に対する一連の研究の一部に関するものである。

1. はじめに

1891年濃尾地震以来、我が国で発生した被害地震の多くに対し、墓石の転倒から震度を推定する試みがなされてきた。また、この震度と木造住家全壊率の関係が物部（1925）により実験式で表わされた。これらは、現在の気象庁の震度階にも少なからず影響をおよぼしている。

一方、墓石のような物体（単体）の振動入力に対する挙動の理論的・実験的研究も最近に至るまで、幾つか報告されてきた。望月ほか（1976, 1977, 1978）は、単体の運動の理論的検討から、単体の寸法で定まるある周期以上の加速度は、墓石の転倒から推定できることを示した。また、墓石転倒により推定される加速度は、水平加速度とみなした方が実状に近いことも明らかにした（合

震度とみなして、水平震度を引き下げると過少評価となる）。

また、上記の理由から短周期の大加速度の評価に対しては、墓石の転倒調査は限界をもっており、表ほか（1979）は、震央近傍の墓石転倒による推定加速度は電気というところの実効値的なものであり、その推定加速度を $\sqrt{2}$ 倍すれば、アメリカなどで観測されている震央近傍の強震計の記録およびそれらによる実験式によく合うようになることを示した。

したがって、この報告で示す震度あるいは加速度も有効加速度的なものであるが、上記表ほかの試行も理論計算によりある程度実証しうる。ただ、この報告の範囲内では、墓石調査を中心とした震度分布の評価にとどめ、実際に得られている強震計による地震動の最大加速度との対応性は後日発表する予定である。

* 東京都立大学都市研究センター・工学部

** 東京都立大学都市研究センター・理学部

*** 東京都立大学工学部研究生

2. 対象地震と検討方法の概要

この報告で対象とする地震は 1933年能登地震 M6.0, 1936年河内・大和地震 M6.4, 1941年長野地震 M6.2, 1962年宮城県北部地震 M6.5, 1974年伊豆半島沖地震 M6.9, 1975年大分県中部地震 M6.4の合計6個の地震である。これらの地震の墓石調査密度には精粗があり、かつその範囲も様々であるため、検討方法も全く共通には行えないがおおよその手法、手順を以下にまとめて示す。

- (1) 墓石調査地点の地形図(主として2万5千分の1を使用)へのプロット。
- (2) 被災地近辺の地盤柱状図の収集と住家全壊率の両者の地点(地区)の同上地形図への表示。
- (3) 墓石調査地点・住家被災地の柱状図, 空中写真, 調査時野帖(写真), 現地調査並びに地形図による地形・地盤種区分。
- (4) 地震断層あるいはそれが不明の場合, 被害の中心, 最大震度の中心(線)の地図上への記入並びに調査墓地, 住家被害記録地区の記入。
- (5) (4)の各地点, 地区の地震断層等からの距離の算定。

以上が, ほぼ共通の作業であるが, 可能なものについては, 震度と断層等からの距離の実験式の作成, 住家全壊率Pと墓石調査による震度Kの関係等も求めた。以下に地形, 地盤種について述べる。

地 形

- a 斜面A(山地・丘陵地斜面)
- b 斜面B(台地斜面, すなわち段丘崖)
- c 緩斜面(斜面の末端部にみられる緩斜面, ゆるやかに起伏している段丘面, ほぼ1/20以下の傾斜, 微高地)
- d 台地上の平坦面
- e 砂礫質な沖積低地(扇状地, 沖積錐, 谷底低地)
- f 砂泥質な沖積低地(三角州, 自然堤防, 後背湿地, 泥質な氾濫原, 谷底低地)
- g 海岸平野(砂州, 浜堤)
- h 干拓地
- i 埋立地

地 盤 種

- 第1(I)種: 未固結層(大体N値30未満)厚5m未満の地層, 未固結層は通常の砂, シルト, 粘土など
- 第2(II)種: 未固結層厚が5m以上10m未満, ただし, 未固結層が泥炭層など著しく軟弱な場合,

3~4mの層厚(それより深は固結層)でも2種とする。

第3(III)種: 未固結層厚10m以上30m未満, ただし未固結層が泥炭層を含む場合, 層厚5~10m程度あれば第3種とする。大体, 谷底, 一般低地並びに未固結層厚の大きい洪積地盤

第4(IV)種: 未固結層厚30m以上の地盤, 厚さ5m以上の盛土地(経過30年未満), 10mを越える泥炭層など極軟弱層を有する地盤

なお, 上記の他に, 未固結層厚がほとんどゼロの場合, は, 第0(ゼロ)種地盤として表わしている。

この報告では, すでに述べてきたようにM6.0~6.9の6個の地震を対象に, 墓石調査による震度K(推定加速度 A_{max})と断層からの推定距離X(あるいは断層が推定不能の場合, 被害または震度分布の中心からの距離 X')・地形(地盤種)の関係を整理し, 検討を加える。

これらの地震に共通していることは, 地震断層の dip angle が 90° に近いことであり, 断層が判明または推定されている場合, Xは fault trac からの水平距離で表わせる(厳密には, 断層上端が地表ないし, その近辺にまで至っているとは限らないが, その深さが十分判明している場合は少ない。ただ, いずれも浅発地震である)と近似的に考えている。

3. 1933年能登地震 M6.0

この地震について用いた記録資料は“鈴木武夫: 昭和8年9月21日の能登地震踏査概報, 地震 第5巻, 第11号 1933”である。

主な被害としては, 住家全壊2棟, 半壊(相当)12棟, 死者3名, 重傷11名であり, 墓石調査は, 七尾町: 340gal, 赤浦: 306gal, 石崎385gal, 田鶴浜: 294galの4地点で行われている。また, 鈴木は人, 住家, 土蔵, その他の建物, 道路, その他の被害から総合的に被害分布のコンターラインを描いた(上記文献, 第1表, 第1図)。

図-1の被害の中心線は, その被害分布の中心を直線で表わしたものであり, 断層は追跡しえていない。したがって図-1, 図-2における距離の表現も被害の中心からの距離 X' としてある。また, 墓石調査(上記文献, 第2表)による推定加速度は A_{max} , 地形は第2章におけるようにアルファベットで, 地盤種はI~IVで表現してある。

この地震では, 墓石調査は4地点でしか行われておらず, また被害も小さいため, A_{max} (あるいはK)の距離減衰・地形・地盤種の関係は定かではない(図-1, 2)。最大加速度は石崎(b: 台地上の平坦面)で385galと推定された。なお地盤種III, 調査地点1が被害の中心線から相当離れているにもかかわらず A_{max} はかなり高く

地形が示してある。Amax の最大は駒ヶ谷村で推定され、その値は 431gal である。

図-4によれば地形C, すなわち、この地震の被災地としては、比較的軟らかい堆積物が地表を覆う地点(×印, 緩斜面)が、砂礫質な地盤(地形e, ▲印)よりAmaxが高いことは認められる。また、より地盤が良いとみなせる地形a(○印)のAmaxはさらに低い。ただ、いずれもここでいう地盤種でいえば、Iであり(未固結層厚5m未満)未固結層厚による区分はできない。また以上の資料の範囲内では、X'が3km未満程度からAmaxが低下する傾向は認められるが、それよりX'が小さい範囲での距離減衰は、ほとんどみられない。

5. 1941年長野地震6.2

使用せる調査資料は下記の2編である。

(i) 岸上冬彦・永田 武・宮村撰三：昭和16年7月15日長野地震の統計的調査, 震研彙報 第19号 第4冊 1941。

(ii) 金井 清：昭和16年7月15日長野地震の家屋被害について, 同上。

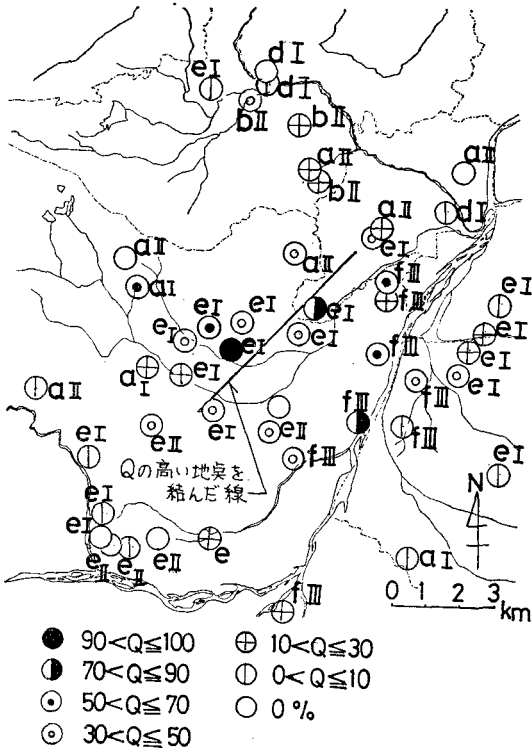


図-5 墓石調査地点と地形・地盤種・Q (墓石転倒率) (1941年長野地震)

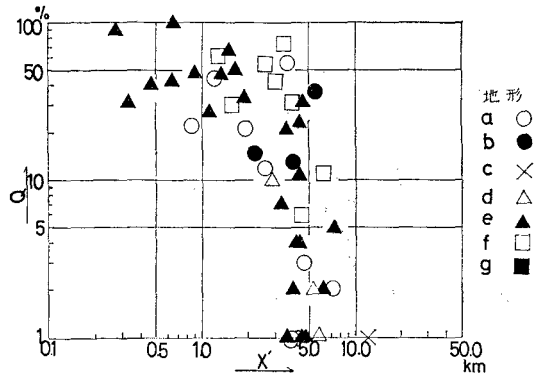


図-6(a) Q (墓石転倒率) と X' (墓石転倒率の中心線からの距離) ・地形の関係

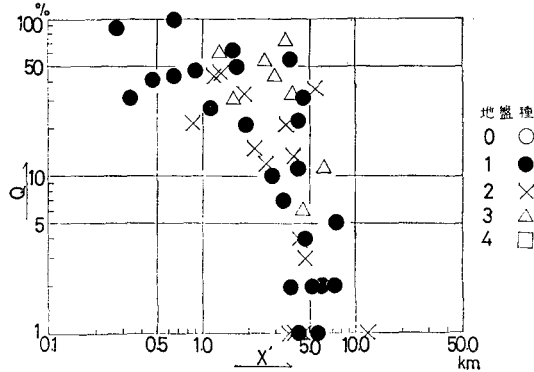


図-6(b) Q (墓石転倒率) と X' (墓石転倒率の中心線からの距離), 地盤種の関係

この地震もまた、地震断層は確認(推定)されていない。また墓石調査も転倒率Qに限られている(岸上ほか, i)。したがって、この報告で用いているX'の基線は、墓石転倒率Qの中心線とした(Qの高い地点を結んだ線, 岸上ほか, iの第2図などから)(図-5)。

Qの調査は、50地点で行なわれている。それを地形別、地盤種別にQ-X'関係としてプロットしたものが図-6(a), 図-6(b)である。この2枚の図から、QはX'でいって2km内外を境として急激に低下する傾向を示すことがわかる。これは、いいかえれば加速度の急激な減衰が、この境界付近から生ずることを意味しよう。また、図-6(a)より最も地盤のよい地形aのQが低く、地盤の悪いfのQが高い側にある傾向も読みとれる。

なお、この地震における被害は、まず人的被害については死者6名、負傷者11名である。住家被害では全壊104棟、半壊209棟と前記2つの地震に比べれば、住家被害はかなり多い(金井, iiによる)。因みに望月ほか

(1978)はこの地震におけるQ-P（住家全壊率）の関係をすでに示している。

ところで、この地震では直接K（あるいはAmax）は実測されておらず、Qのみ与えられている。したがって、KまたはAmaxを推定するためには、何らかの型でQ-K（Amax）の関係を推定する必要がある。この関係を求めたものとしては、1952年十勝沖地震に対する福富ほか（1954）、1978年伊豆大島近海沖地震に対する岩崎ほか（1978）、望月ほか（1980）、1978年宮城県沖地震に対する岩崎ほか（1979）がある。

しかし、これらの地震は、ここで対象としている長野地震に比べれば、地震規模がかなり大きい。墓石の転倒率は、優勢な地震動の継続時間（波数）にも少なからず影響を受けると考えられる。それゆえ、ここでは地震規模が比較的良く似ている後述の2つの地震、すなわち、宮城県北部地震M6.5と大分県中部地震K6.4におけるQ-K関係の平均関数を求め、長野地震M6.2のQからK（Amax）を類推することを試みた。

図-7は、上記2つの地震の平均的なQ-K関係を表（方法は後述、またQ-K関係を求める地震は極く少数である）としたものであり、図-8、図-9は、このQ-K関係から類推したAmax-X'・地形、Amax-X'・

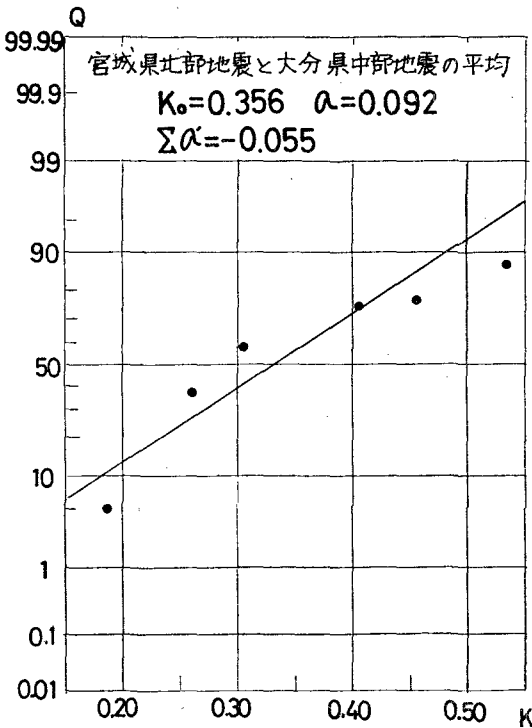


図-7 宮城県北部地震と大分県中部地震の墓石転倒率Qと震度Kの平均的關係

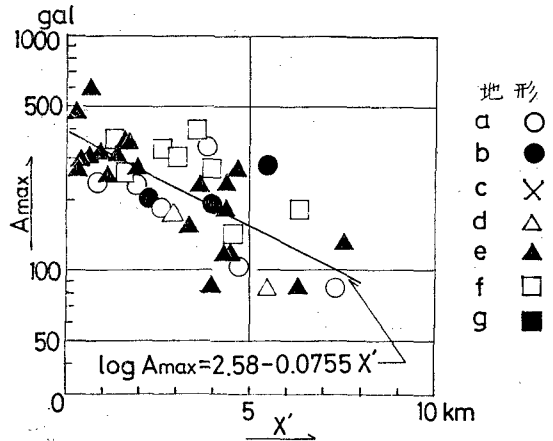


図-8 AmaxとX'（墓石転倒率の中心線からの距離）・地形との関係

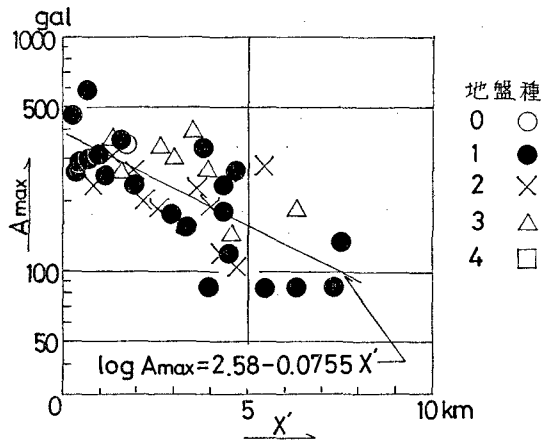


図-9 AmaxとX'（墓石転倒率の中心線からの距離）・地盤種の関係

地盤種の間を表わす。図上に併記したように、Amax-X'の関係は相関係数R=0.805をもって関数化される。関数化は、地形（地盤種）を区分して行っていないが、図からAmaxと地形・地盤間の相関性は読みとれる。

また、図-10は上記のようにして類推したAmaxの分布を、それぞれ地形、地盤種を併記して示したものである。図中には前記した基線が示してある。推測される最大加速度は若槻村徳間（Q=100%）で、590galないしそれ以上となり、この地点のAmaxが他地点に比べて特に著しい値を示している。しかし、平均的にみれば、ここでいう基線至近傍でも400gal内外である。

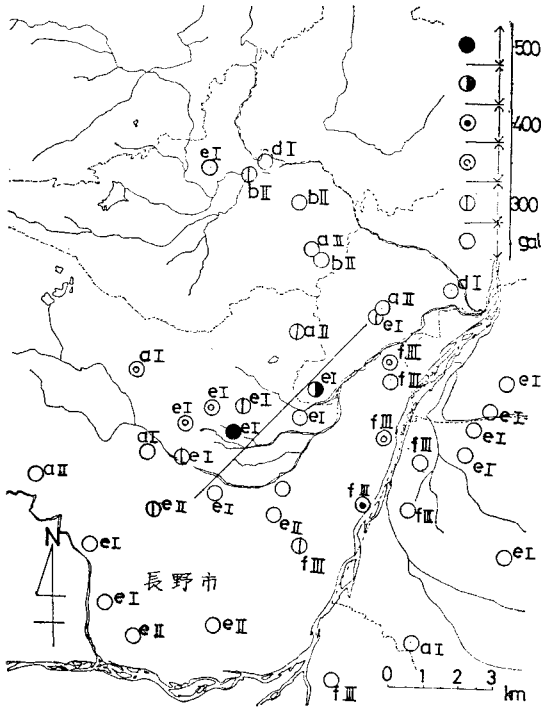


図-10 墓石転倒率Qと震度Kの関係(図-7)から類推した Amax の分布(添字は地形・地盤種)

6. 1962年宮城県北部地震 6.2

この地震の検討に使用した資料を下記に示す。

(i) 佐藤泰夫・松田時彦・柴野陸郎：昭和37年4月30日宮城県北部地震調査報告，震研彙報 第40号 1962。

(ii) 大沢 胖・細田良彦：昭和37年4月30日宮城県北部地震の家屋被害について，同上

この地震は，規模のわりに，住家被害の多い地震である。主な被害はまず人的被害で，死者3名，負傷者272名，住家全壊340棟，半壊1,114棟に達する。

この地震もまた断層が追跡できないため，(ii)佐藤ほかによる推定加速度分布の中心線を基線とし，そこからの距離を X' とすることにし，図-11に示した。墓石調査は，図-11に示すように20地点(Amax 判明は17地点)で行われ，Amax と Q の両方が調べられている。

図-12，図-13は Amax と上記のようにして仮定した X' の関係であり，それぞれ地形，地盤種が区分できるようにしてある。調査地域の多くは低地であるが，一部は台地も含まれる。ただ，この2枚の図からは地形・地盤種と Amax の間に明瞭な相関性は見出せない。しかし，Amax の距離減衰は明らかに認められる。

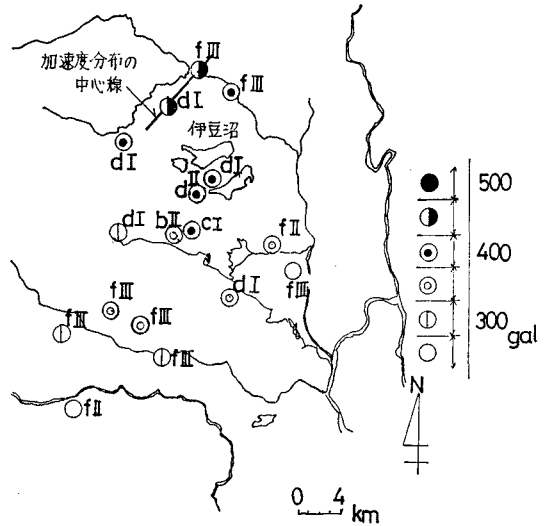


図-11 墓石調査地点と地形・地盤種・Amax (1962年宮城県北部地震)

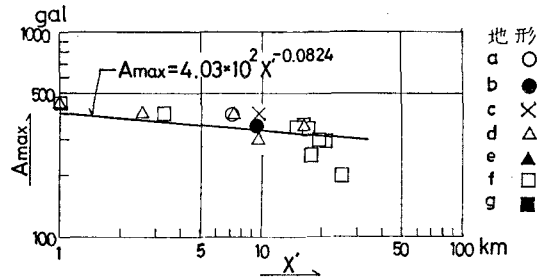


図-12 Amax と X' (加速度分布の中心線からの距離)・地形の関係

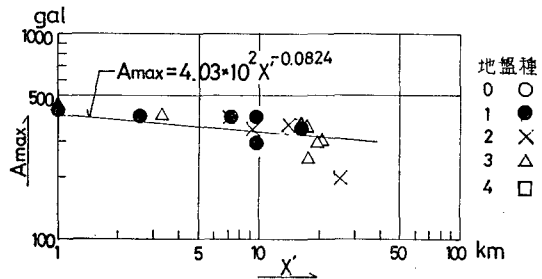


図-13 Amax と X' (加速度分布の中心線からの距離)・地盤種の関係

また，図-14は，Q と K の平均的な関係である。図として正規確率紙を用いていることからわかるように，この実験式は，次式を基本型として仮定している。

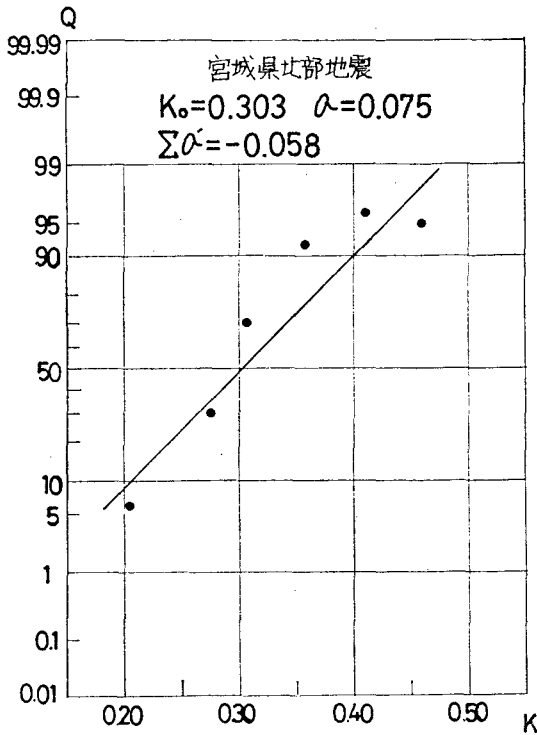


図-14 墓石転倒率Qと震度Kの関係

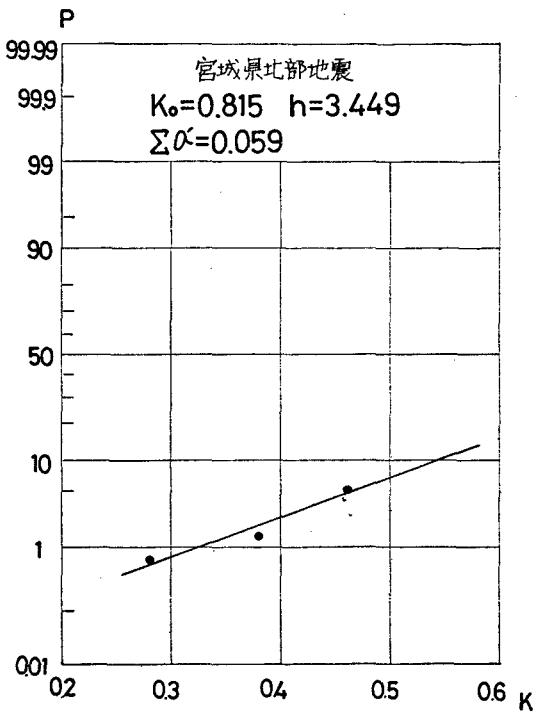


図-15 住家全壊率Pと震度Kの関係

$$Q = \frac{100}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{hy} e^{-h^2 y^2} d(hy) \quad (1)$$

ここに、 $y=K-K_0$ 、 K_0 ：墓石の滑動落下あるいは転倒に対する標準抵抗震度（墓石の50%が上記の状態に至るに要する震度）、 h ：墓石の上記抵抗震度の一様さ（uniformity）を示す指数で、標準偏差 σ との間に、 $\sigma=1/(\sqrt{2}h)$ の関係がある。すなわち、 h が小なるほど σ の値は大となり、墓石の摩擦係数などが広く分布していることを表わす。

図-15は、(1)式を物部(1925)が提案した木造建物の全壊率Pと震度Kの関係そのものに適用し、 h と K_0 を決定したものである。いずれも、誤差の和($\Sigma\sigma$)が最小になるようにして、 $Q-K$ 、 $P-K$ 関係を定めている。ただ、図-15のPの母数は主として市町村単位であり、地表の規模からみれば、単位地域が広過ぎる。ために K_0 （住家の標準耐震度）が0.815と異常に高い値になっている。

図-16、図-17は、それぞれQと X' ・地形、Qと X' ・地盤種の関係である。図-14を介すれば、Qをも考慮し

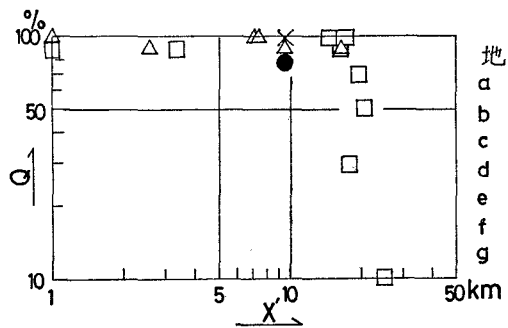


図-16 Qと X' （加速度分布の中心線からの距離）・地形の関係

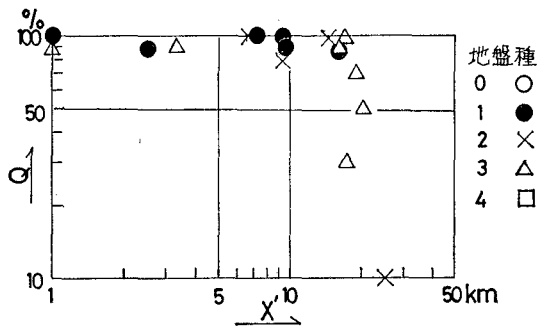


図-17 Qと X' （加速度分布の中心線からの距離）・地盤種の関係

たKに読みかえることもできるが、約17~18km 以遠でのQの低下は著しい。

7. 1974年伊豆半島沖地震 M6.9

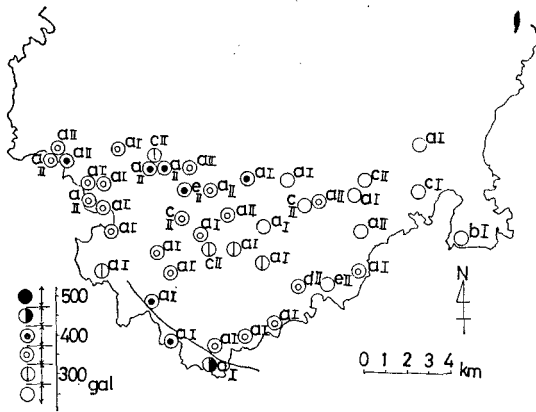
使用した資料は、“東京都立大学地震研究グループ：最近の内陸直下地震の調査報告，第1部1974年伊豆半島沖地震調査報告”並びに墓石調査時の野帖（国井隆弘らによる）。

この地震による主な被害のうち，人的被害の死者は30名（行方不明を含む），負傷者は82名であり，住家の全

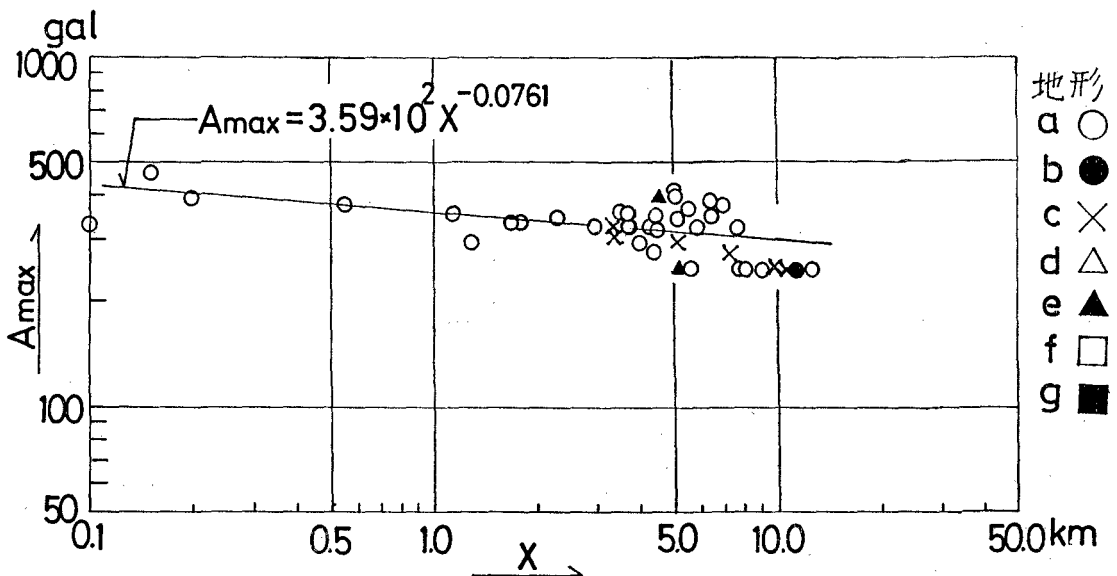
壊118棟，半壊271棟を数える。図一18が示すように調査墓地の大半の地形は山地・丘陵地であり，低地の墓地はわずかである（全数44地点）。断層は，図一18が示すように大体追跡可能であり，この trace からの距離をXとして，図一19，20を作成した。上記したように墓地の多くは地形a（地盤種もI，II）であり，Amaxと地形，地盤種の見出せないが，距離減衰は明らかに認められる。

また被害の多くは，南伊豆町に集中しているが，それらの集落は，墓地に比べれば一般に地盤の悪いところに立地している。ところで，南伊豆町のなかでも多くの被害を生じた集落，石廊崎，中木（斜面崩壊により大被害をうけた），入間はほぼ直接的に断層活動の影響をうけており，振動により大きな被害をうけた建物はむしろまれである。またミクロにみれば地形と建物被害は，かなりの相関性を示しており，山地などでは断層にかなり近くても被害の度合は低地に比べて相当に低い（低地といっても砂州等であり，一般に地盤は良好である）。そして地盤の悪い田牛地区，下田市低地（断層からそれぞれ約6km，10kmはなれている）などでも少なからぬ被害が生じていることも，この地震の特徴の一つである。

図一21は，この地震における住家全壊率P（%）と震度Kの平均的な関係である。前記，宮城県北部地震の同様な関係図一15に比べ勾配は著しく急になっている。これは全壊率の集計が小地区単位（例えば，石廊崎，入間など）になっているからである。



図一18 墓石調査地点と地形・地盤種・推定加速度 (Amax) (1974年伊豆半島沖地震)



図一19 Amax と X (traceからの距離)・地形の関係

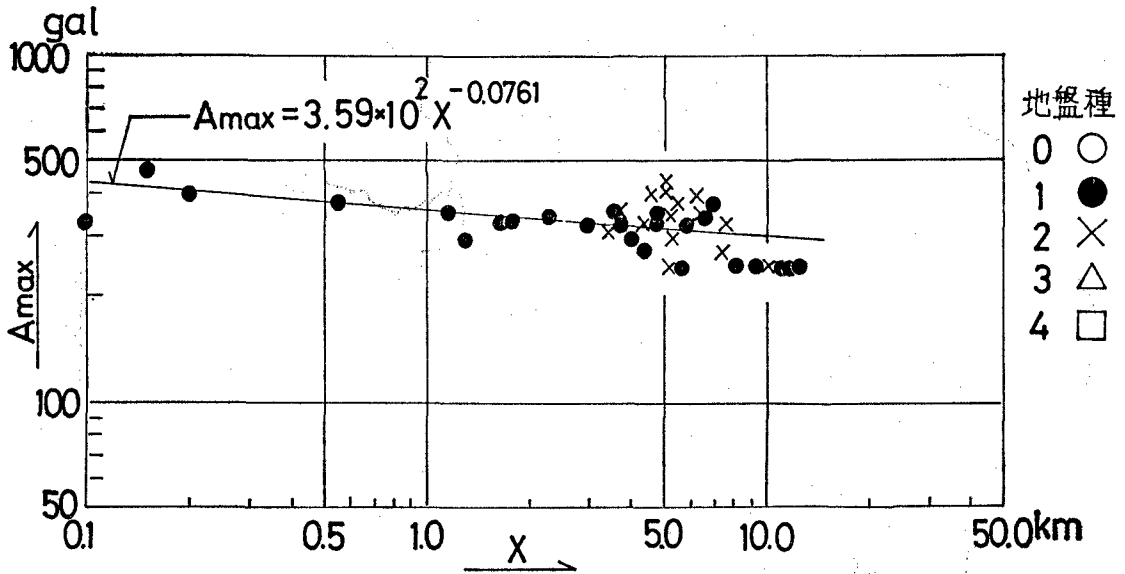


図-20 Amax と X (trace からの距離) ・地盤種の関係

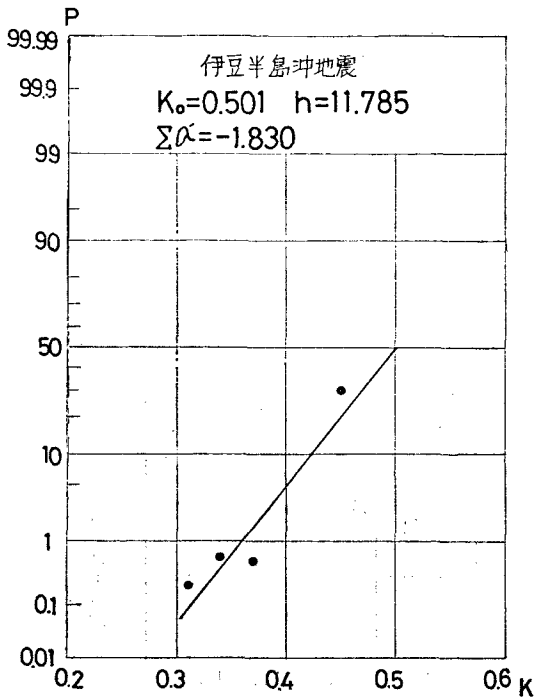


図-21 住家全壊率Pと震度Kの関係

8. 1975年大分県中部地震 M6.4

使用した資料は7, における文献の“第2部 1975年大分県中部地震調査報告 1976”並びに墓石調査時の野

帳である。さらに表 俊一郎九州産業大学学長の御好意により多数の調査資料を使わせていただいた。

図-22は墓石調査地点とそこでの墓石転倒によるAmaxを地形・地盤種併記の型で示してある。この地震では地上で断層は確認されていないが余震分布、被害の発生状況などから断層が図に示したように推定される(例えば、日本建築学会、1976)。図が示すように地形(地盤)は全般的には良好であるが、地形C、地盤種IIのように、この地区としては、比較的表層の軟らかいところもある。

ただ、他の主として山地における中級内陸型地震の場合と同様に、地形・地盤種とAmaxの間に明瞭な相関関係は見出せない(図-23、図-24)。しかし、推定断層からの距離が大きくなるに従い、Amaxが減少する傾向は認められる。

図-25は、墓石転倒率Qと震度Kの平均的な関係である。K₀は0.388であり、宮城県北部地震(K₀=0.303、図-14)の場合に比べれば、この地域の墓石の摩擦係数等の方が高い、あるいは優勢な地震波の継続時間(波数)が短かった等の理由が考えられる。

また、図-26はPとKの平均的な関係であるが、前記母数の関係で直接比較できるのは、ここでは伊豆半島沖地震におけるそれである(図-21)。すなわち、この地震におけるPも小集落毎に集計している。

なお、この地震における被害は、比較的軽微であり、死者ゼロ、負傷者22名、住家全壊58棟、半壊93棟である。しかし、筆者らの現地調査の印象では、この住家被害の数値は過大である。

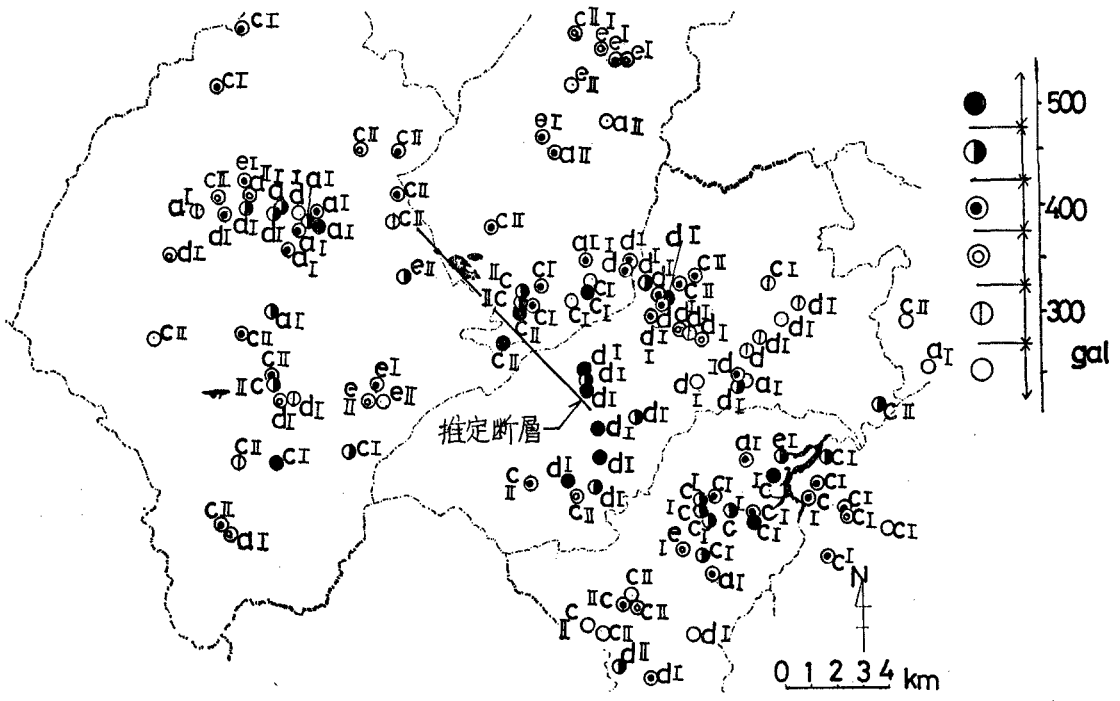


図-22 墓石調査地点と地形・地盤種・Amax (大分県中部地震)

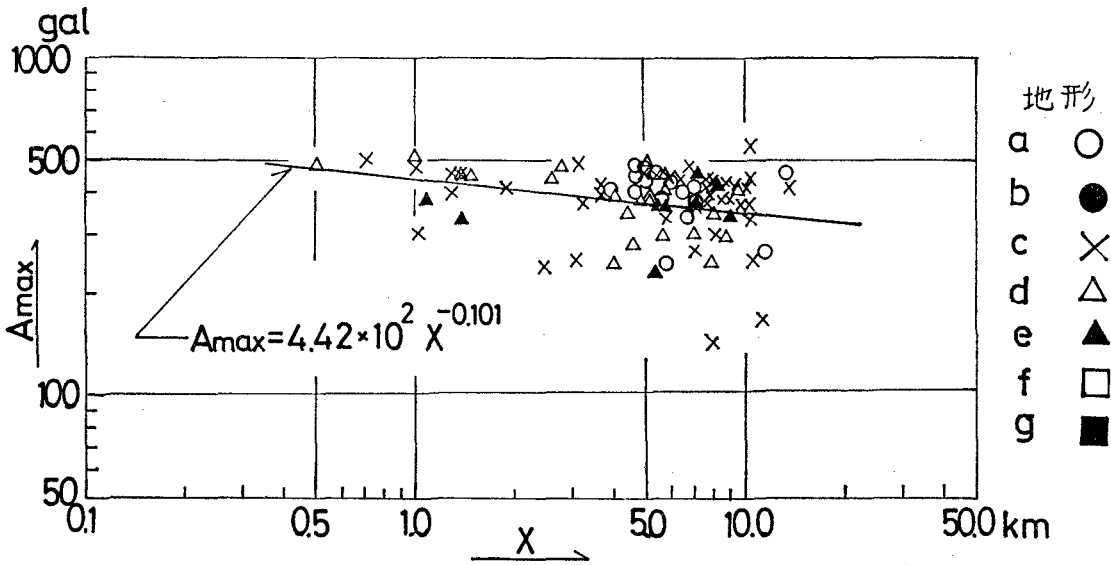


図-23 Amax と X (推定断層からの距離)・地形の関係

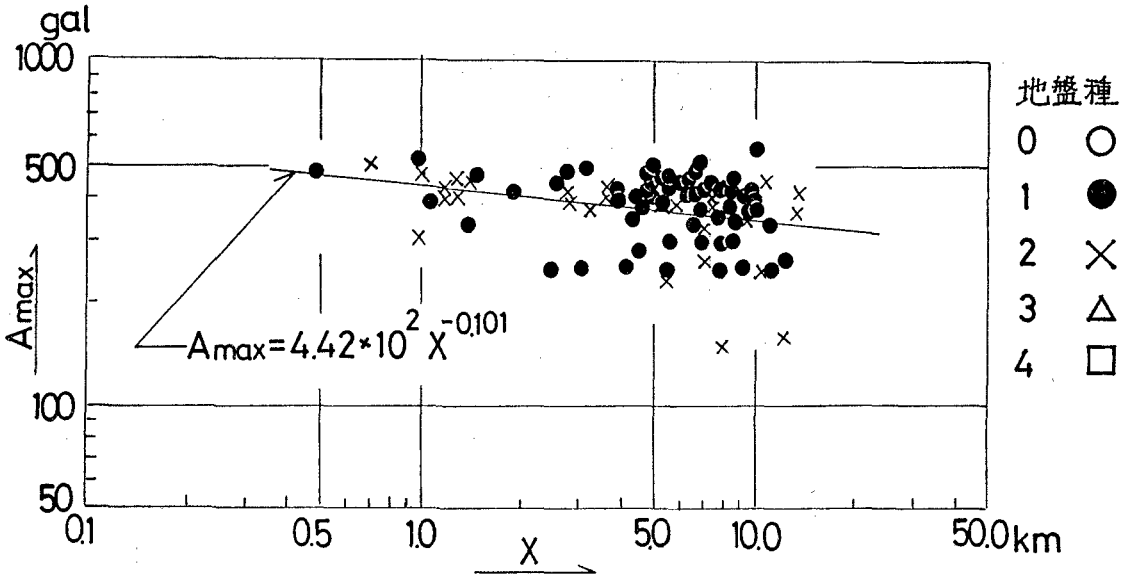


図-24 A_{max} と X (推定断層からの距離)・地盤種の関係

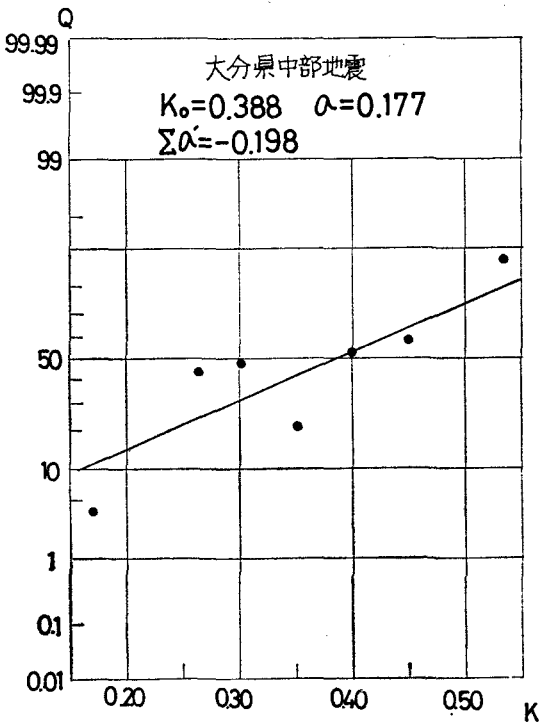


図-25 基石転倒率 Q と震度 K の関係

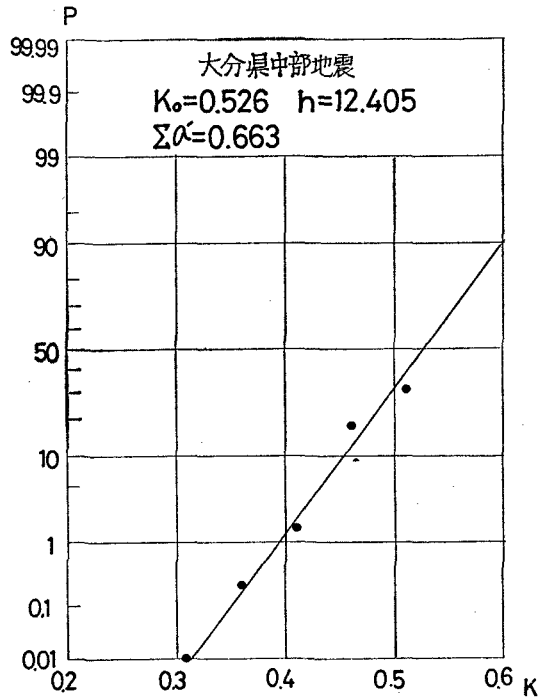


図-26 住家全壊率 P と震度 K の関係

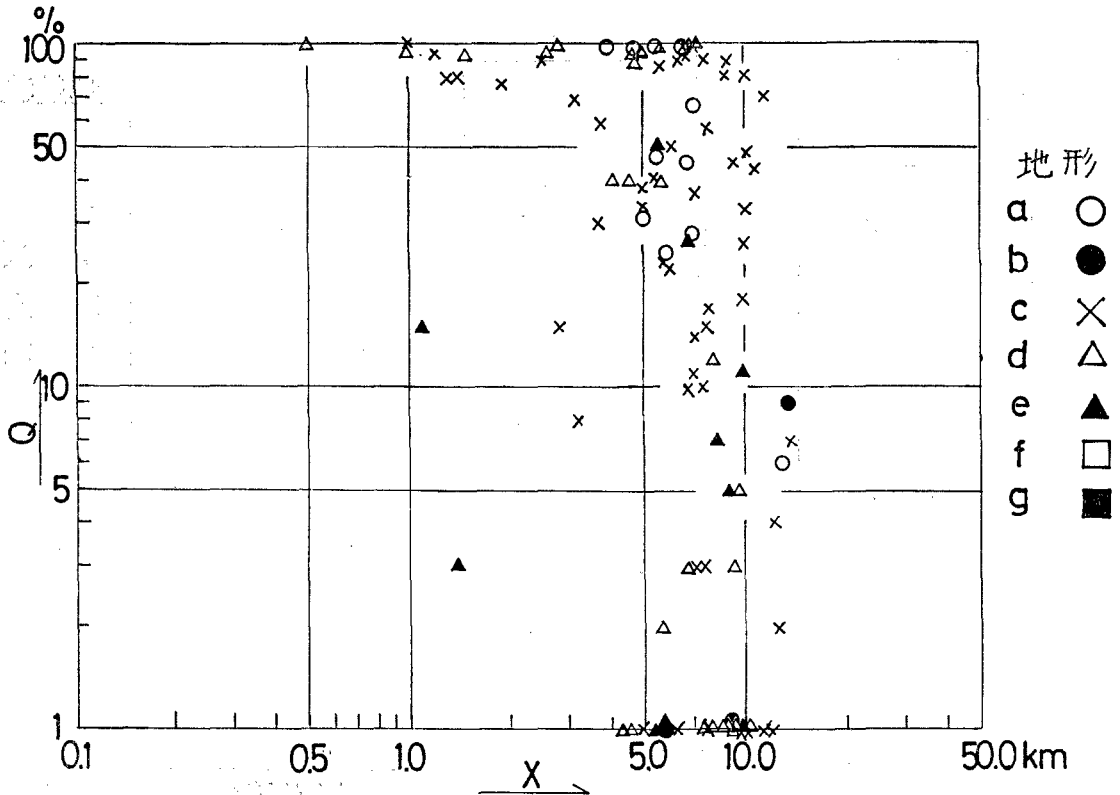


図-27 QとX（推定断層からの距離）・地形の関係

また、図-27、図-28にQとX・地形、QとX・地盤の関係をそれぞれ表わす。直接、墓石の転倒から求めたK (A_{max}) に比べ、その距離減衰が極めて明瞭にわかる。それは、図-25のQ-K関係を用いて、図-22、図-23、図-24のQをKに読みかえることによっていえる。

9. ま と め

(1) この報告で対象としたM6台の地震では、墓石転倒による推定加速度 A_{max} と地形・地盤種との量的な相関付けを行うことは困難である。それは墓石調査の範囲、いかえれば激震地の範囲が狭く、多種の地形・地盤にそれがまたがっていないということも一因と考えられる。また、墓石調査による推定 A_{max} の精度のばらつきの中にその効果が埋没していることも推察される。しかし幾つかの地震で、その効果を推測することはできる。例えば、河内・大和地震M6.4では、地形Cの A_{max} がeのそれより高い傾向がある(図-4)。また長野地震では、地形eの墓石転倒率Qが、他の地形におけるよりも高い(図-5)。

(2) A_{max} の距離減衰については、比較的明瞭に認められるケースが多い(但し、いずれも平均的にみていることであり、かなりのばらつきはある)。また、能登地震M6.0、河内・大和地震では、その距離減衰が推定 A_{max} のばらつきのなかに埋没してしまっている(なお、能登地震は、4地点の墓石資料があるのみである)。

(3) 墓石転倒率Qの低下は、ある距離X(またはX')から急激に低下する傾向がある。その距離は、長野地震M6.2で4~5km、宮城県北部地震M6.5では17~18km、大分県中部地震M6.4では7~8kmであり、宮城県北部地震がややMが大きいかといえ、その距離の大きいことが目立つ。それは、この地震の震央とその近傍が主として低地であり、地形fなど比較的軟弱な層から成ることも一因であろう。すなわち、この種の地盤では硬質地盤に比べ、優勢な継続時間の長い地震波が、より遠方にまで及ぶ。

(4) (3)よりQとKの関係を求めれば、B/H (B:墓石の横寸法、H:同じく高さ)によるKのみからは判定できない低加速度地域、あるいはいわゆるCorner distanceを見出し、震央とより遠方のK(A_{max})-X(またはX')の関係を関数化することもある程度可能と

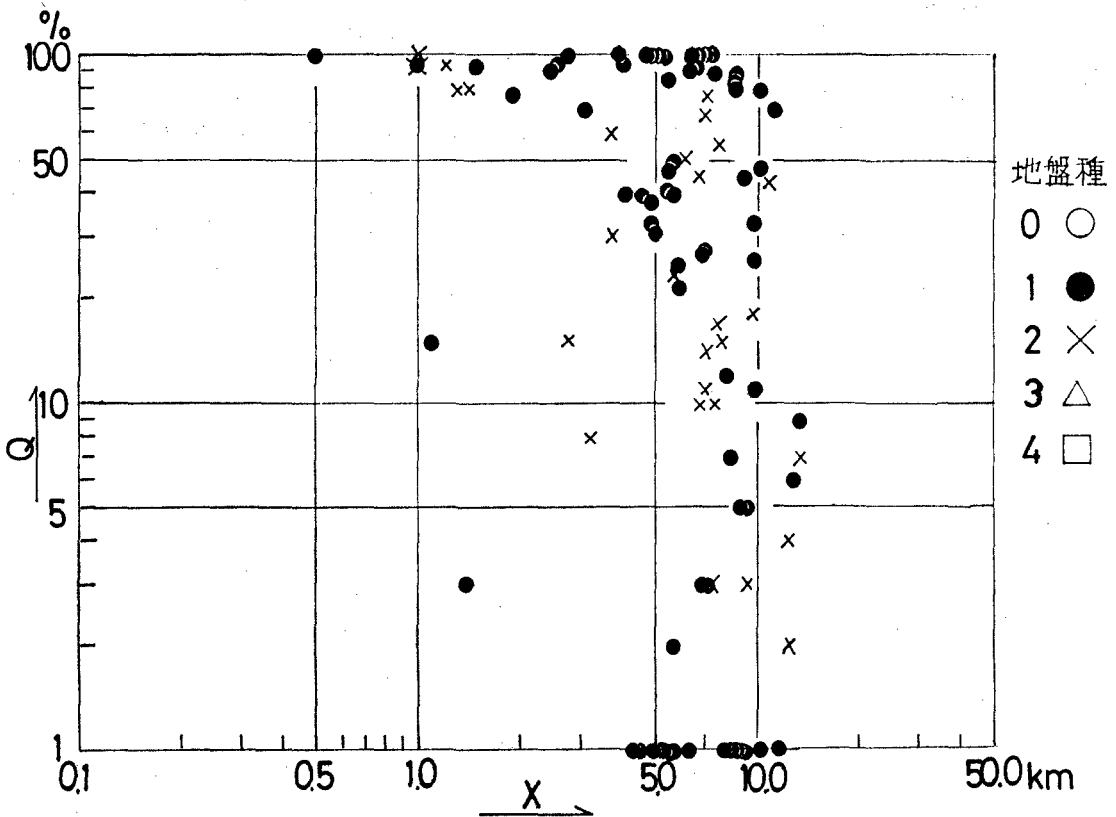


図-28 QとX（推定断層からの距離）・地盤種の関係

思われる。ただし、Qの測定に際しては、墓石が台石に固定されているものなどを除く必要があり、単なる聞きこみなどでは、精度が期待できない。

以上、この報告は内陸型中級地震に関するものであったが、現在内陸型大地震並びに海洋型(巨)大地震についてもまとめており、次号等々に報告する予定である。なお、地震規模を考慮した $K(A_{max})-X(X)$ ・地形(地盤)の関係の関数化、墓石調査による $K(A_{max})$ と強震計による値との対応性などの検討も実施中である。

未尾ながら、墓石調査資料を使わせていただいた表俊一郎九州産業大学長に深く感謝いたします。またボーリング柱状図の収集に格別の御協力をいただいた各地の市町村長、並びに担当者各位に心から感謝申し上げる次第です。

文 献 一 覧

岩崎敏男・川島一彦
1978 「墓石の転倒状況からみた1978年1月伊豆大島近海の地震による地震強度の推定」『土研資料』第1399号。

岩崎敏男・川島一彦・高木義和
1979 「1978年宮城県沖地震による地域別地震動強動の分布に関する調査報告」『土研資料』第1512号。

表 俊一郎・三宅昭春・檜橋秀衛
1979 「大地震時の震央域に於ける地動最大加速度(転倒墓石による最大加速度と強震記録との対比)『日本建築学会秋季大会学術講演梗概集』。

経済企画庁総合開発局・国土庁
土地分類図 1:200,000 宮城県, 長野県, 静岡県, 大阪府, 奈良県, 大分県

建設省国土地理院
土地条件図 1:25,000 岩沼, 若柳, 古川

コロナ社
1966 『大阪地盤図』
長野県建築士会
1973 『長野市地盤図』
日本建築学会
1976 『1975年大分県中部地震によるRC建物の被

- 害調査報告—九重レークサイドホテルおよびその周辺建物の被害』
 福富孝治・田畑忠司・藤木忠美・金安公造
 1954 「墓石の転倒、移動等による十勝沖大地震の最大加速度と、特異な地割れの観察」『1952年3月4日十勝沖大地震調査報告』
- 望月利男・小泉敏一・宮野道雄
 1980 「1978年伊豆大島近海地震における墓石調査による震度についての一検討」『土木学第35回年次学術講演会講演概要集第1部』
- 望月利男・小林計代
 1976 「単体の運動からの地震加速度を推定するための研究—単体の動的挙動の解析—」『日本建築学会論文報告集』 第248号
- 望月利男・宮野道雄
 1977 「震度に関する若干の検討」『日本建築学会関東支部研究報告集』
- 望月利男・松田磐余・宮野道雄・国井隆弘
 1978 「サイスマック・マイクロゾーニングにおける震度分布の評価手法について—その1、墓石調査による震度と被害の関係からのアプローチ」『総合都市研究』第2号
- 物部長穂
 1925 『震災予防調査会報告』 100号, 丁

ON THE METHOD TO EVALUATE DISTRIBUTION OF SEISMIC INTENSITY IN THE SEISMIC MICROZONING

Part 4 : Investigations of Distributbutions of Seismic Intensities Estimated from Toppled Tomstones and Damage to Wooden Buildings Resulting from Medium Scale Land Based Earthquakes

Toshio Mochizuki*, Iware Matsuda* and Michio Miyano**

Comprehensive Urban Studies, No. 11, 1980, pp. 141~154

The purpose of this study is to discuss the more generalized seismic intensities in the seismic microzoning for earthquakes which magnitude is from 6.0 to 6.9. Evaluating distributions of seismic intensities from overturning of tombstones have been conducted by many reserchers in many earthquakes since the 1891 Great Nobi Earthquake in Japan. This paper investigates the relationships among such factors as the distance of each from their fault traces or lines corresponding to them, landform and soil layers and seismic intensity at each site for 6 earthquakes (M=6.0~6.9).

* Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University

** Research Student of Faculty of Technology, Tokyo Metropolitan University