

東京都区部の高密度震度分布調査

——サイスマックマイクロゾーニングとの整合性について——

- | | |
|----------------------|-------------|
| 1. はじめに | |
| 2. 地震の諸元 | |
| 3. 調査の概要 | 望 月 利 男* |
| 4. 震度分布の解析 | 情 木 紀 男** |
| 5. サスマックマイクロゾーニングの考察 | 荏 本 孝 久*** |
| 6. まとめ | 田 中 直 樹**** |

要 約

東京都区部を対象とした高密度な震度調査を1985年10月4日に発生した茨城・千葉県境地震 ($M=6.1$) と1986年6月24日に発生した房総半島南東沖地震 ($M=6.5$) に対して実施した。その結果、調査票の配布方法に若干の相異はあるが両地震とも、ほぼ区部全体を十分にカバーできるデータを得ることができた。

このデータを基礎資料として、東京都区部において調査地点毎に震度を推定し、500m×500mメッシュ図上で震度分布図を作成した。また、従来より検討がなされてきた区部のサイスマックマイクロゾーニングとの整合性について、主に表層地盤の震動特性に着目して考察を試みた。

1. はじめに

地域地震防災あるいは地震工学上、地震時の地盤の震動性状と対象地域内の震度分布に関する研究は、大変重要な基礎研究である。そのために、従来より過去の被害事例の分析や強震観測・常時微動観測あるいは地盤の地震応答計算等数多くの研究がなされ震度分布の予測に応用されている。

特に、東京都においては、上記の方法を用いて関東地震と同程度の地震を対象とした予想震度分布ならびに被害想定が実施されている（東京都防

災会議、1978)。また、地域危険度調査により、サイスマックマイクロゾーニングマップが作成され、地盤震動特性に関する検討も行なわれている（東京都都市計画局、1984）。しかしながら、上記方法には各々幾つかの制約があり、実証的にも必ずしも都内全域のマイクロな検討が十分に行い得ているとは言い切れない。都市域の詳細な震度分布を検討する一つの方法として、近年高密度なアンケート調査による震度推定と調査の対象地域内の震度分布調査が実施されている。例えば、岡田等（岡田他、1985）は浦河地震における札幌市内

* 東京都立大学都市研究センター

** 関東学院大学

*** 東京都立大学都市研究センター非常勤研究員（神奈川大学）

**** 関東学院大学院

の震度分布について分析し、表層地質や軟弱層厚と震度分布との間に密接な関係があることを示し、震度推定を与えている。この種の研究は、極めて実証的であり広範囲の地域内の詳細な検討を可能にするため大変有益であるが、多大な時間と労力を必要とする。東京都区部において、この種の調査研究は殆んど行なわれていない。

本調査は以上の観点から東京都区部を対象として、1985年10月4日茨城・千葉県境地震 ($M=6.1$) と1986年6月24日房総半島南東沖地震 ($M=6.5$) の2つの地震において、高密度な震度調査を実施した。その結果を基礎資料として、東京都区部における震度分布と表層地盤の関係について考察を行ない、既往のサイスマックマイクロゾーニングマップとの整合性について検討を加えることとした。

なお、上記の両地震では、地震の規模および震源の位置が異なること、また調査票の配布方法・配布枚数が異なる。そのため、両地震での震度分布の差異についても合わせて検討を試みた。

2. 地震の諸元

気象庁の地震月報によると、1985年茨城・千葉県境地震と、1986年房総半島南東沖地震の諸元は下記の通りである。

[1985年茨城・千葉県境地震]

発生日時：1985年10月4日21時25分51.6秒

規模： $M=6.1$

深さ： $H=71.6\text{km}$

震度：V東京

IV館山、千葉、横浜、熊谷、日光
柿岡、宇都宮

III秩父、勝浦、網代、大島、水戸
銚子、前橋、河口湖、小名浜
白河、軽井沢

[1986年房総半島南東沖地震]

発生日時：1986年6月24日11時53分

規模： $M=6.5$

深さ： $H=73\text{km}$

震度：IV横浜、銚子、館山、勝浦、大島

東京、網代

III三島、日光、白河、宮古、水戸
小名浜、宇都宮、柿岡、新島、
秩父

また、上記2つの地震の震央位置を図-1に示した。

3. 調査の概要

3-1. 調査票の配布・回収

調査票は、両地震とも同一で都市域での高密度震度分布の推定に実績のある太田らの方法(太田他, 1979)を採用した。この方法は調査票1枚から1つの震度を算出して対象域内での平均値を求めるものである。そこで本調査では、東京都区部を500m平方のメッシュ(国土調査法による直角座標系区系)によりメッシュ毎の震度を推定し震度分布図を作成する。そして、平面的な平滑化処理を行いアイソサイスマル・ゾーニングマップを作成して、無平滑の原調査資料とともに本研究のためのデータベースとする。そのために調査票の配布・回収は、各区の教育委員会に依頼して、各公立中学校(424校)に交換便を使って行なわれた。

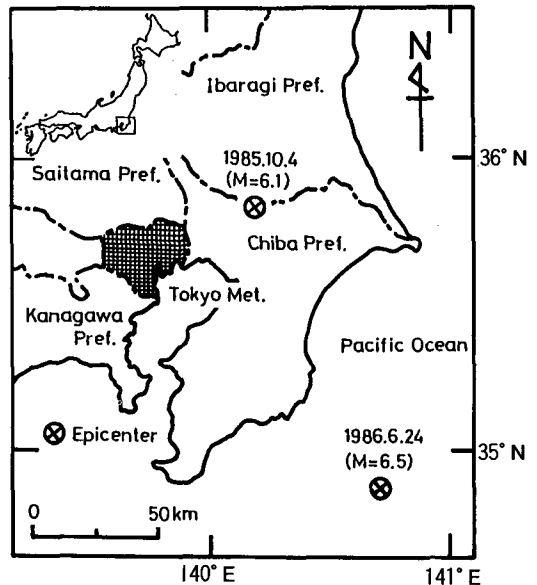


図-1 震央位置図

調査の対象者は、茨城・千葉県境地震（以下文章中では茨城県南西部地震）の場合が公立中学校の生徒の父母を対象に、また房総半島南東沖地震（以下、文章中では房総半島沖地震）の場合は公立中学校の教職員（20～25人／校・程度）を対象として行なわれた。調査の配布・回収に関するデータを表-1に示すが、調査対象機関の協力により比較的短期間に膨大な調査票の配布・回収を完了することができ、東京都区部において十分なデータを得ることができたと思われる。

3-2. 震度分布

今回の高密度アンケート調査によって算出された東京都区部全体の推定震度は、茨城県南西部地震で3.6、房総半島沖地震で3.1となり、気象庁発表の震度VとIVより各々約1程度低い値を示している。しかし、この全域対象の平均震度と言う単一の値で区部全体の適切な震度を表現することは、なかなか困難であろうと思われる。そこで区部内の震度分布に関する地域的な差異を明確にするため、震度分布図を作成した。震度分布図は、前者の地震では、調査対象者が広範囲に分布しているため、平面的に多くのメッシュで直接震度の算定が可能であったが、後者の地震では調査対象が、公立中学校であったため、震度算定のメッシュ（地点）が中学校の存在するメッシュに限定され、平面的な震度の分布が明確には取らえることができない。そのために両地震とも同様な方法で移動平滑化法を用いて区部全域の震度分布を算定することとした。図-2に示した震度分布図は茨城県南西部地震における調査から算出して作成された

表-1 調査表の配布・回収

	1985.10.4 茨城・千葉県境地震	1986.6.24 房総半島南東沖地震
公立中学校 回収校数	424校	424校
回収率	96.0%	92.5%
想定対象者数	33,920枚	8,480枚
実質有効枚数	26,657枚	7,912枚
実質有効率	78.6%	93.3%

震度分布図により地域差異を明確にするための手法である2次元移動平滑化処理（鏡味，1982）で平滑化範囲を半径 $R = 3$ kmの円として処理した結果のアイソサイズマル・ゾーニングマップである。この図によれば、東部全域と東京湾沿岸の広い範囲で相対的に震度は高く、西部の一部地域で低い震度を示す傾向が認められる。また、図-3は房総半島沖地震に対して同じ手法を用いて算出した震度分布図である。この図によれば、東京湾沿岸で震度が高く、中央部・西部・北東部に点在するように低い震度を示す地域が分布している。両地震の結果を比較すると、東京湾沿岸に最も高い震度を示す地域があり、区部全体では相対的に東部の方が震度が高くなる共通した傾向が認められる。しかし、よりミクロな観点では、両地震における震度分布は必ずしも一致しているとは言えず、茨城県南西部地震における結果の方が震度分布の地域的な差異が明確であるように思われる。

4. 震度分布の解析

4-1. 震央距離の影響

本調査で算定された震度と震央距離の関係を図-4および図-5に示す。図中の実線は河角による震度減衰式（河角，1951）。

$$I^k = 2M - 0.0183 \cdot \Delta - 4.605 \log \Delta - 0.307$$

($\Delta > 100$ km)

$$I^k = 2M - 0.0167(r - r_0) + 2 \log(r_0/r) - 9.7$$

($\Delta < 100$ km)

ここで I^k : 気象庁震度

M : 気象庁マグニチュード

Δ : 震央距離 (km)

r : 震源距離 (km)

r_0 : $\Delta = 100$ km に対する震源距離 (km)

によって描いたものであるが、この式は全国レベルにおける標準的な震度減衰式であるため、本調査結果との対応はあまり良くなく、算定された震度は上式の上側に位置する。このことは、やや長周期領域において東京都区部は全国的に見て揺れ易い地域であるとの評価（岡田他，1977）に対応

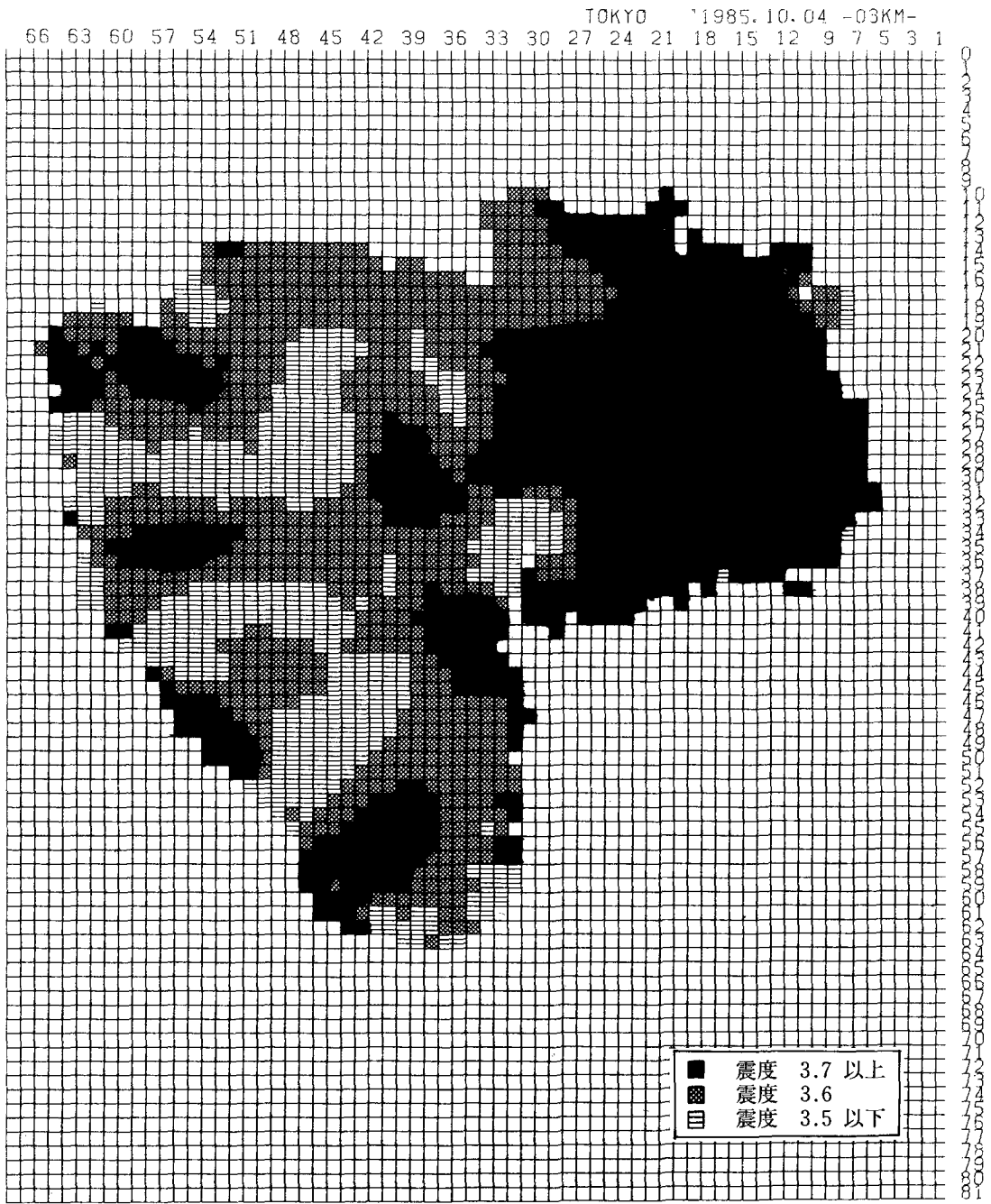


図-2 1985年10月4日茨城・千葉県境地震の震度分布

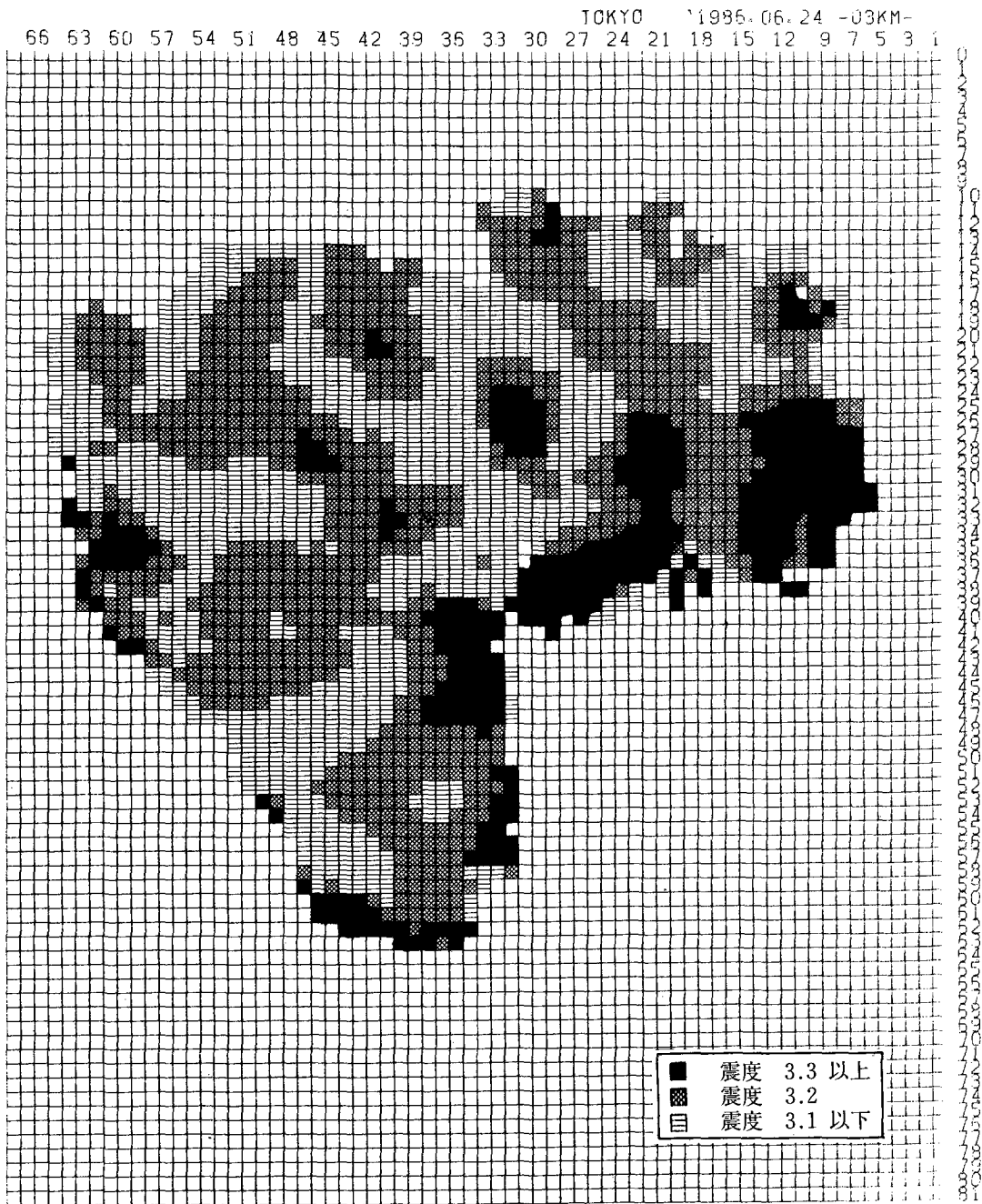


図-3 1986年6月24日房総半島南東沖地震の震度分布

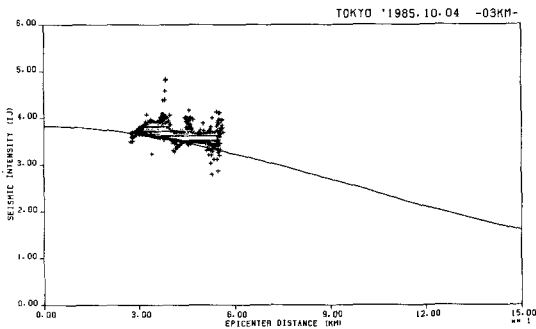


図-4 震央距離と震度の関係
(1985年10月4日茨城・千葉県境地震)

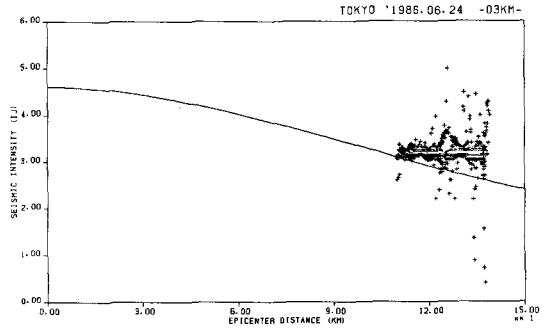


図-5 震央距離と震度の関係
(1986年6月24日房総半島南東沖地震)

表-2 23区内の地盤分類表

分 布		TYPE	備 考	
台 地	末吉台地	A B	Aに比べてBの方がN値の小さい粘土・シルト層や砂層が厚い	
	海性の台地	C D	Dの10~15mにみられる粘土層の有無により分類	
埋没波食上、及び埋没谷底の一部 山の手台地の東縁部に続く低地と、下総台地の西縁に続く低地にある江戸川区		E F G H I	沖積層の厚さとN値の小さい洪積層の厚さにより分類	
埋没海岸 段丘上	多摩川低地、荒川低地の台地より	J	沖積層の基盤が砂れきである。埋没谷底の一部で、洪積砂れき層直上に沖積層が分布する地域及び沖積層の層相層厚から見て妥当と思われる地域では、M、N、O、Pのタイプに含めた。	
		K L		
	下記の下流側	M N		
	東京低地の埋没谷底の両側	O P	沖積層が厚い	
埋没谷底 古東京谷と呼ばれ、東京低地中央に位置する深い谷上		Q R	沖積層厚はどちらも55m程度だがQの方が上流に位置し沖積層幅にN値の比較的大きい砂層を挟んでいる。	
山の手台地を刻む谷底低地 S、T、Uの順に上流部より下流部に分布		S T U	S、T、Uの順に沖積層厚が小さい。最上部が粘土層(又は、粘土層扱い)である。特に、Uは軟粘土層を10m前後も持ち 都内で最も悪い地盤である。	
埋 没 谷 底		V	沖積層が35m前後分布する。	

しているものと考えられる。また、両地震の結果とも、震央距離に対する減衰が殆んど無いのが特徴的な傾向であり、茨城県南西部地震では震央距離約40km程度、房総半島沖地震で約120km程度であるが、両地震とも震源深さが70kmと深く東京都区部程度の広がり(30×25km)の範囲では、震央距離にする影響はそれ程大きくないものと言える。

4-2. 区部の表層地盤の構成

東京都では、東京都区部の表層地盤をN値50以上の層より浅い地層に対して、メッシュ毎に22種類の地盤型区分に分類しており、その要旨解説表と地盤型別柱状図(東京都都市計画局, 1984)を表-2と図-6に示した。

また、各地盤型区分の分布の広がりを示すために図-7に地盤区型分布図を示しておく。

4-3. 表層地盤の震動特性

前節に示したように、東京都区部の表層地盤は

A~Vの22種類に区分されている。一方、これらの各地盤構造に基づいて、地盤の地震応答計算により震動特性が算定されている(東京都都市計画局, 1984)。

その結果を図-8に示すが、ここでは本研究で算定された震度分布と表層地盤の性質との相関性を検討するために、図-6、図-8に示した地盤構造および応答倍率曲線から表層軟弱地盤層厚(N値50以上までに至る深さ)H、卓越周波数fo、最大応答倍率Rmaxを読み取り表-3に示した。また、地盤の震動特性は必ずしも卓越周波数(fo)や最大応答倍率(Rmax)のみによる単一の特性では評価できないため、ここでは地盤の卓越周期To(=1/fo)と最大応答倍率(Rmax)との積Ren(=To×Rmax)を求め便宜的に1つの指標とした。これは、地震時の表層の地盤震動によるエネルギー密度の倍率(エネルギー密度倍率と呼ぶ)に相当するものと考えられる。

なお、この指標Renも表-3中に示しておく。

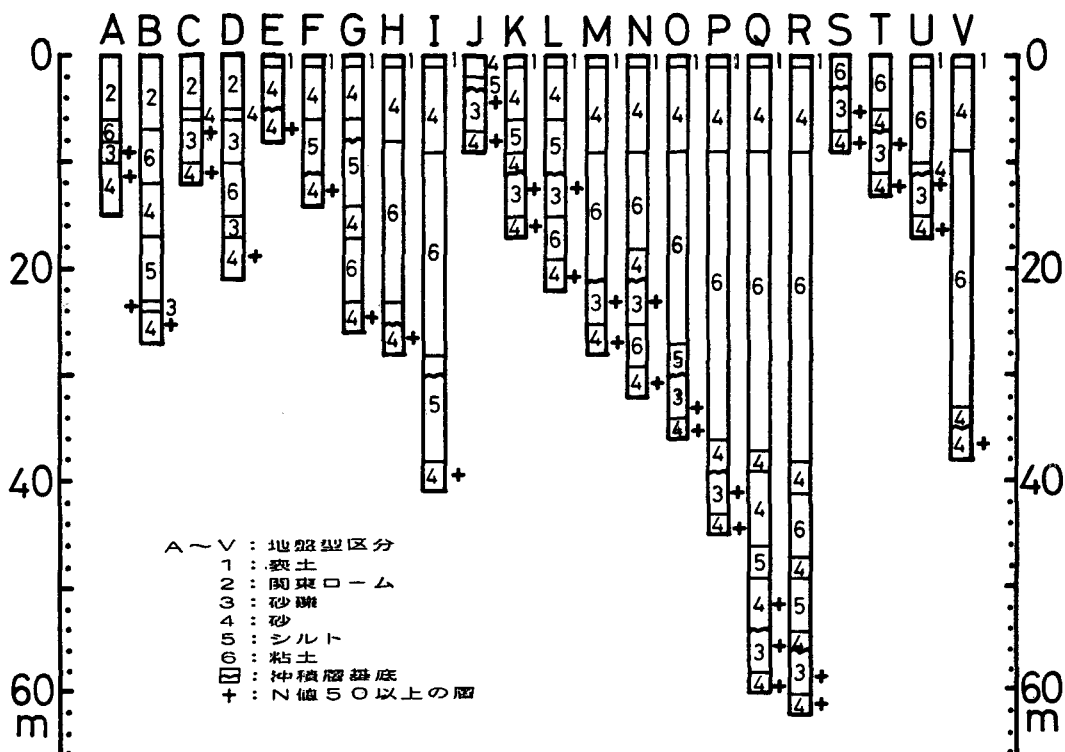
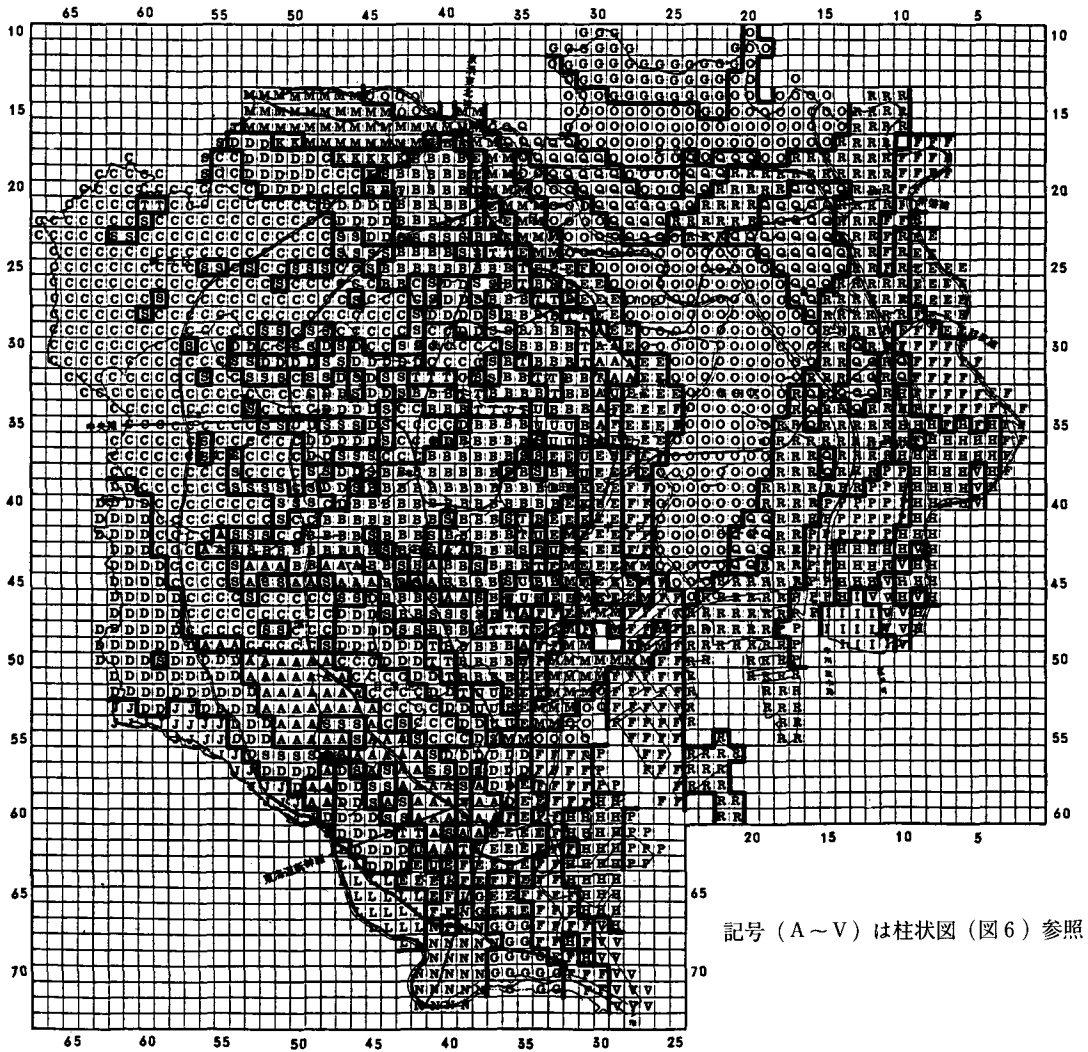


図-6 地盤型別柱状図



記号 (A ~ V) は柱状図 (図6) 参照

図一七 各地盤型区分の分布図 (東京都都市計政局, 1984)

また、上記各地盤型の性質および震動特性の差異を明確にするために、図一9に地盤の軟弱層厚 H と平均 S 波速度 $\bar{Sv} \left[= \left(\frac{\sum H_i \times V_{si}}{\sum H_i} \right) \right]$ の値の変化を示し、図一10には卓越周波数 f_0 、最大応答倍率 R_{max} およびエネルギー密度倍率 Ren の値の変化を示した。これらの図から明らかのように、地盤の軟弱層厚 (H) は A, C, E, J, S, T で10m以下、B, D, F, G, H, K, L, M, N, U で10~30m、I, O, P, Q, R, V では30m

以上と厚くなっている。一方、平均 S 波速度 (Sv) は、S, T, U で低い値を示すのを除けば、ほぼ170m/s程度付近にばらついている。また、図一9からは、図一8に示した応答倍率曲線からもわかるように、卓越する周期 (あるいは周波数は) A, B, C, D, E, J, K, S, T では0.3秒以下 (3.3 Hz 以上) にピークを有し、F, G, L, U では0.3~0.5秒 (2~3.3 Hz) に、また、H, I, M, N, O, P, Q, R, V では0.5秒以上 (2 Hz 以下) であり、特に P, Q, R, V では1秒以上

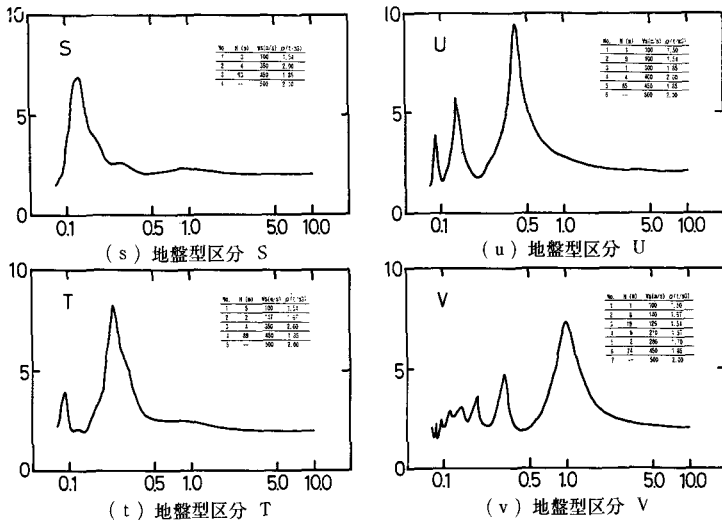


図-8 各地盤型の応答倍率曲線

表-3 各地盤型の特性

地盤型	茨城県南西部地震		房総半島沖地震		軟弱層厚 H(m)	卓越周波数 f ₀ (Hz)	最大応答倍率 R _{max}	エネルギー密度倍率 R _{en}
	無平滑 I _{JMA}	平滑化 I _{JMA}	無平滑 I _{JMA}	平滑化 I _{JMA}				
A	3.6	3.6	3.0	3.1	8	5.3	7.1	1.4
B	3.6	3.6	3.2	3.2	23	3.3	5.7	1.7
C	3.6	3.6	3.2	3.1	6	6.7	6.1	0.9
D	3.6	3.6	3.1	3.2	15	8.3	6.4	0.8
E	3.7	3.7	3.3	3.3	5	7.1	4.9	0.7
F	3.6	3.7	3.2	3.3	11	2.9	7.2	2.5
G	3.7	3.7	2.9	3.2	23	2.6	5.6	2.1
H	3.8	3.7	3.2	3.3	25	1.4	7.0	4.9
I	3.8	—	—	—	38	1.2	6.7	5.6
J	3.6	—	—	—	3	9.1	5.9	0.7
K	3.6	3.6	3.2	3.2	11	3.5	5.7	1.1
L	3.5	—	—	—	19	2.5	6.0	2.4
M	3.6	3.6	3.1	3.2	21	1.4	6.9	4.8
N	3.6	—	—	—	29	1.8	6.2	3.4
O	3.7	3.7	3.2	3.2	30	1.2	7.0	5.7
P	3.9	3.9	3.4	3.4	40	1.0	7.3	7.3
Q	3.7	3.8	3.1	3.2	46	0.9	7.1	7.8
R	3.8	3.8	3.2	3.2	56	0.8	7.0	8.8
S	3.6	3.6	3.1	3.2	3	7.7	7.0	0.9
T	3.6	3.6	3.2	3.2	7	4.4	8.4	1.9
U	3.5	3.6	3.1	3.2	11	2.5	8.2	3.3
V	3.8	—	—	—	36	1.0	7.4	7.4

(1 Hz 以下) に卓越するピークを示している。以上のように卓越周波数は、地盤の軟弱層厚に対応して明確な差異が認められるが、最大応答倍率は約6~7倍で顕著な変化は認められない。一方、エネルギー密度倍率は、より特徴的で明瞭な変化を示し、A, B, C, D, E, J, K, S, T で2倍以下であり、F, G, H, L, M, N, U で2~5倍、I, O, P, Q, R, V では5倍以上程度の値を示しており、ほぼこの3区分に分類される。

4-4. 震度分布と地盤構成との関係

本節では、表層地盤の震動特性と震度分布の関

係について考察することとする。図-11, 12は4-1節で算定した各メッシュ毎の平滑化した震度から、22種の地盤型区分別に震度の分布をまとめ、その平均値を示したものである。茨城県南西部地震では3.6~3.9(無平滑の場合は3.5~3.9)であり、房総半島沖地震では3.1~3.4(無平滑の場合は2.9~3.4)であり、各地震で0.4の差が認められる。

これらの結果は表-3中に地盤型区分別に示してある。各地盤型別の平均震度では、平滑化処理を行った場合と行なわない場合とは、それ程大きい相異はない。以上の結果より、ここでは平滑

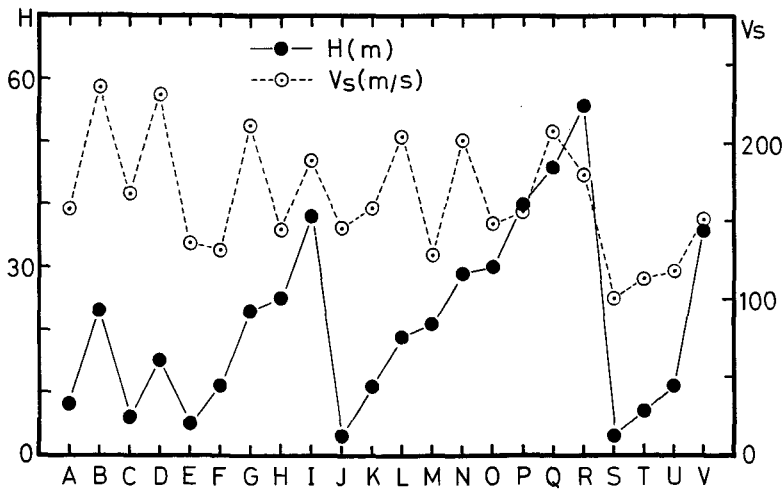


図-9 各地盤型の軟弱層厚と平均S波速度の比較

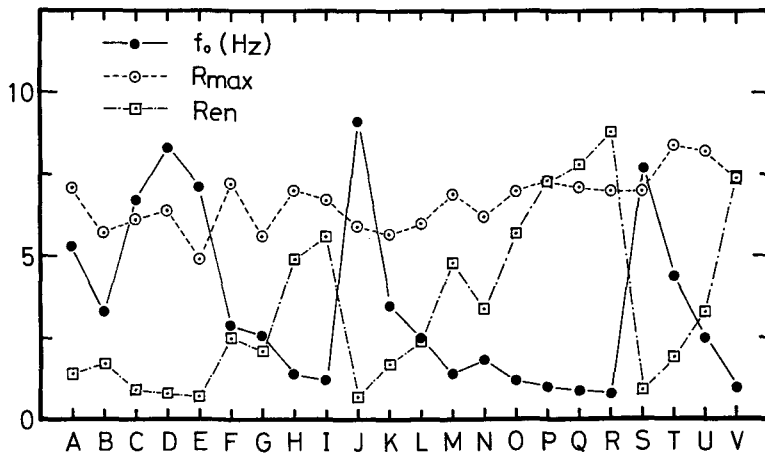


図-10 各地盤型の震動特性の比較

化処理を行わない場合のデータによる地盤型区分別の震度と地盤構成について検討を行った。図-13は軟弱地盤層厚と震度との関係を示し、図-14は卓越周波数と震度の関係を示す。また、図-15は最大応答倍率との関係を、そして図-16はエネルギー密度倍率と震度の関係を示した。両地震における各々の関係を比較した場合、相対的に茨城県南西部地震における方が無理がない明確な傾

向を示し、特に応答倍率との関係を除いた3つの関係は、表層地盤の性質および震動特性と良い相関性を示している。そして、エネルギー密度倍率との関係では図-9に示したように、22種類の地盤型に対して、ほぼ3区分 ($Ren \leq 2$, $2 < Ren \leq 5$, $5 < Ren$) に分類され、図-16(a)においても Ren 値が5倍を越える I, O, P, Q, R, V は高い震度を示し、逆に Ren 値が2倍以下の

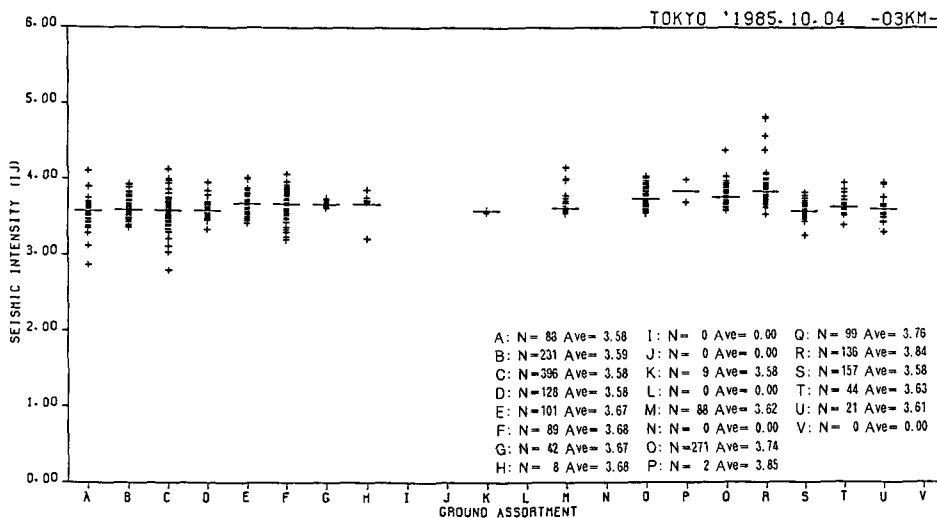


図-11 各地盤型区分による平均震度 (1985.10.4 茨城・千葉県境地震)

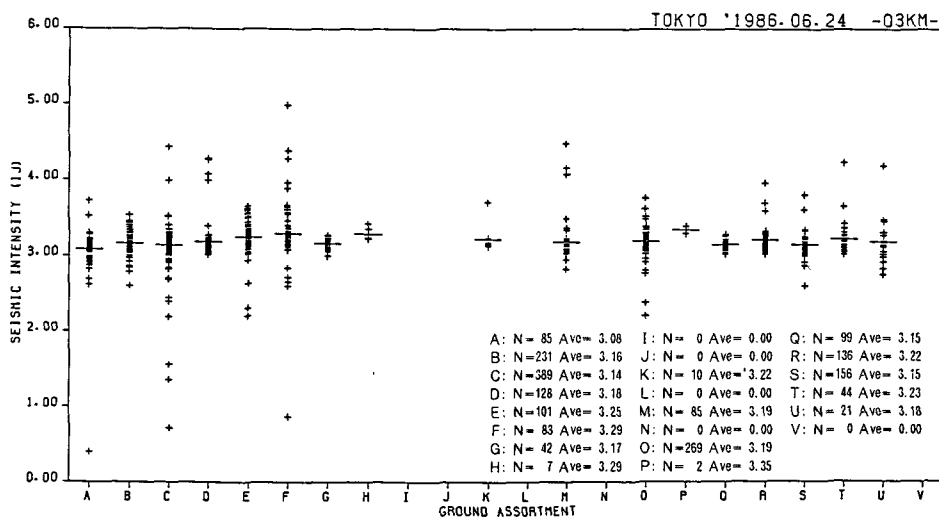
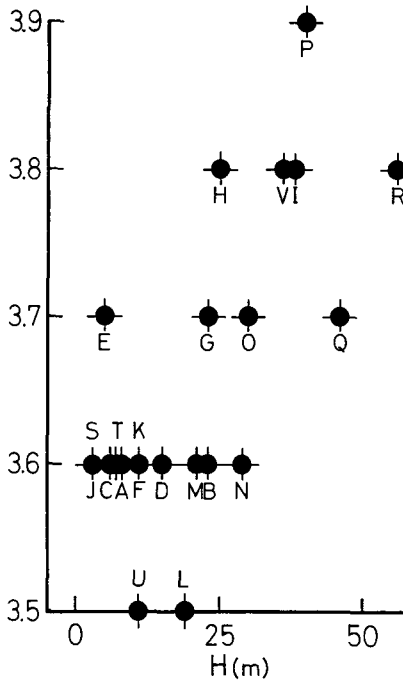
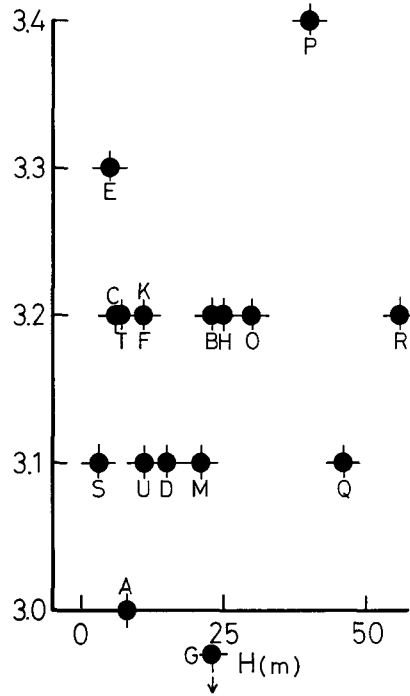


図-12 各地盤型区分による平均震度 (1986.6.24 房総半島南東沖地震)

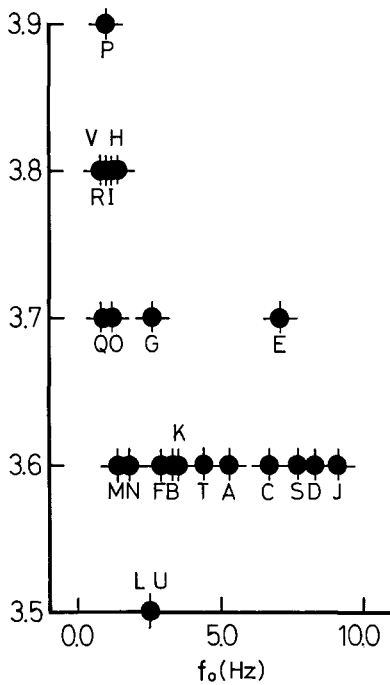


(a) 1985.10.4 茨城・千葉県境地震

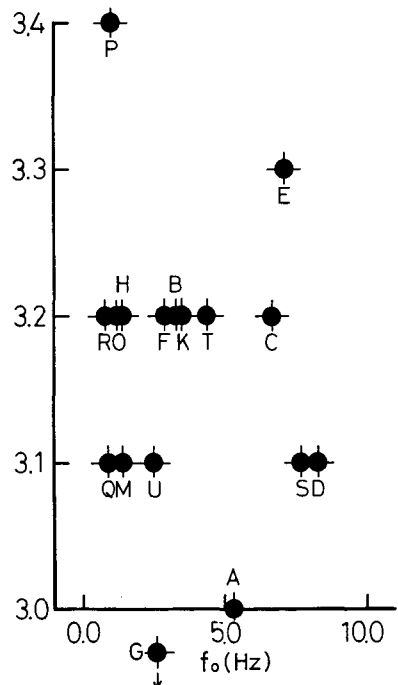


(b) 1986.6.24 房総半島南東沖地震

図-13 軟弱層厚と震度の関係

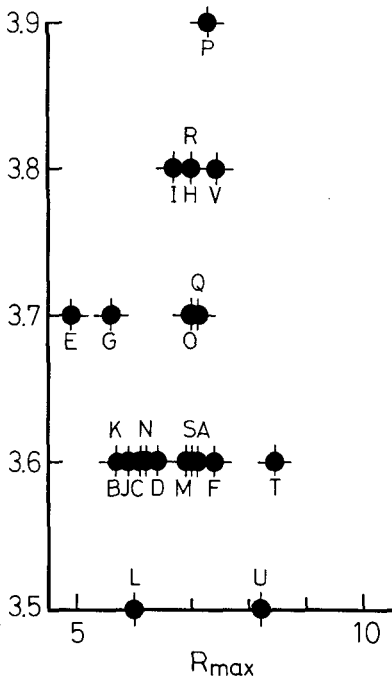


(a) 1985.10.4 茨城・千葉県境地震

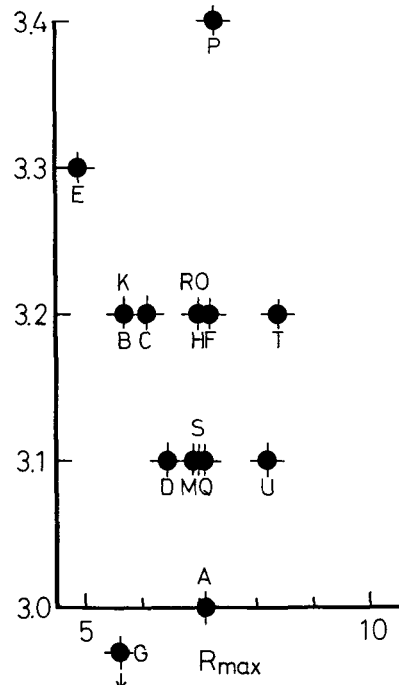


(b) 1986.6.24 房総半島南東沖地震

図-14 地盤の卓越周波数と震度の関係

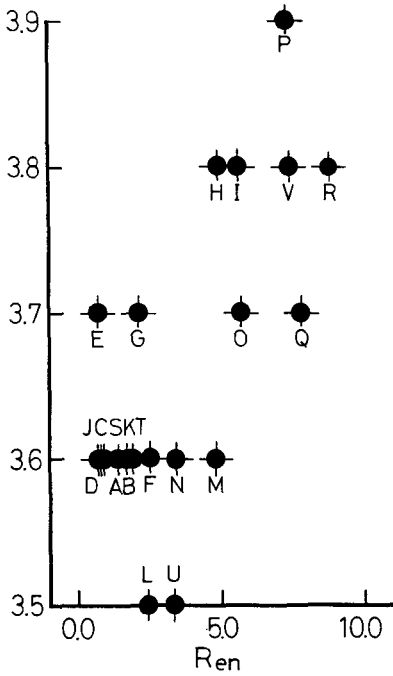


(a) 1985.10.4 茨城・千葉県境地震

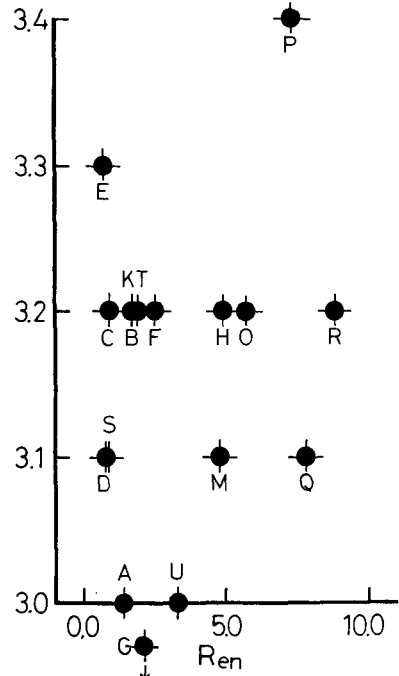


(b) 1986.6.24 房総半島南東沖地震

図-15 最大応答倍率と震度の関係



(a) 1985.10.4 茨城・千葉県境地震



(b) 1986.6.24 房総半島南東沖地震

図-16 エネルギー密度倍率と震度の関係

A, B, C, D, E, J, K, S, TではEを除いて低い震度を示している。このことは、従来より、よく知られているように表層地盤の性状が震動特性を大きく左右するものであり、その影響が反映されたもので、特に茨城県南西部地震においては、表層の地盤構成と震度との相関性が明瞭に現われたものと考えられる。

一方、ここで震央距離による影響を見るために各地盤型区分毎の平均震度と平均震央距離（各地盤型区分に属するメッシュ中央点で震央距離の平均値）との関係を図-17, 18に示した。両地震を比較すると、茨城県南西部地震では約40kmを中心に30~50km程度に分布し、房総半島沖地震では125kmを中心に115~135km程度に分布しており、両地震ともに距離的には20kmの範囲であり、特に震央距離の影響はそれ程大きいとは考えられず、同図に示された震度の差異は、各地盤型区分の増巾率によるものと思われる。

以上、両地震における震度分布を地盤構成との関係において比較すると、軟弱地盤の層厚が深くなるに従って震度が高くなる傾向は、ほぼ共通しており、地盤型区分 H, K, O, Q, Rを除いて非常に良く対応している。特に、前述したように茨城県南西部地震における O, P, Q, R, Vが明瞭であり、これらの地盤型の地域は表-2によれば埋没谷底低地およびその周辺で、非常に厚い軟弱層が存在している。そして、E, F, S, T, Uが埋没波食上あるいは台地を刻む谷底低地であり、A, B, C, D, G, M, Nが台地、埋没海岸段丘上であるのと地形的にも明確にその差が分類できる。

5. サイスマックマイクロゾーニングの考察

以上の結果より、高密度震度調査による震度分布とサイスマックマイクロゾーニングに用いられている表層地盤の地盤型区分による震動特性とは比較的良い相関関係を示し、特にその傾向は茨城県南西部地震に明瞭に認められた。そして、東京区部の中で比較的揺れ易い地域は、区部の東部

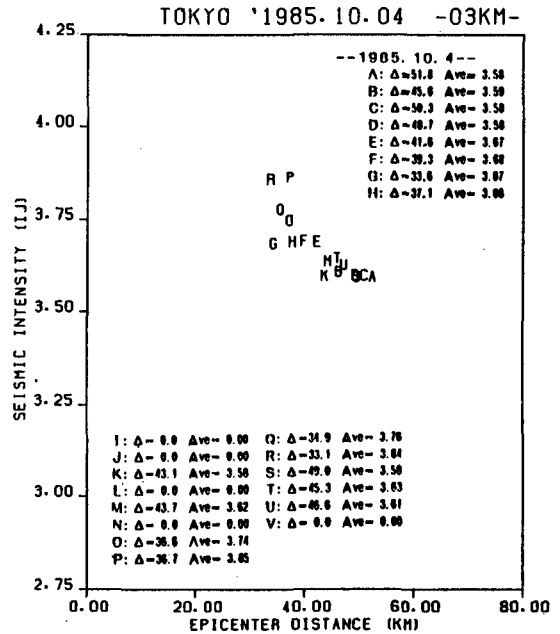


図-17 各地盤型区分による平均震央距離と震度の関係 (1985.10.4茨城・千葉県境地震)

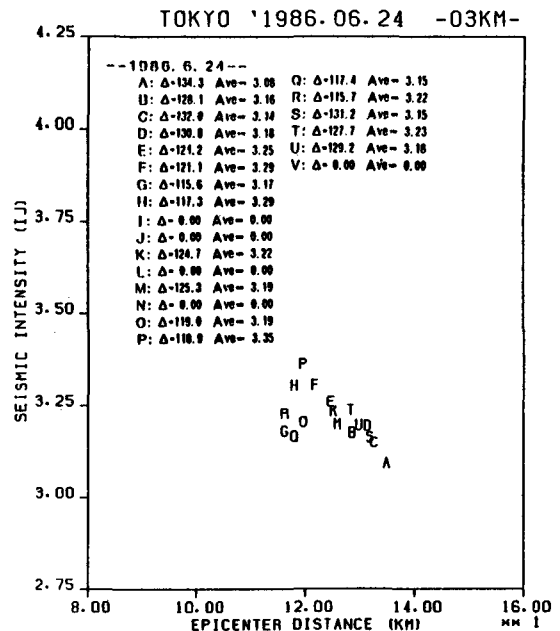


図-18 各地盤型区分による平均震央距離と震度の関係 (1986.6.24房総半島南東沖地震)

に広がるI, O, P, Q, R, Vの40m程度およびそれ以上の軟弱層厚を持つ埋没谷底低地であり、標準的な揺れ方をするのが, F, G, H, L, M, Uの軟弱層厚が薄い主に通積層で構成されている埋没海岸段丘上, 埋没波食上で, 上記の埋没谷底低地の両側に位置し, 東京都区部を南北に縦断するよう存在する。また比較的揺れにくい地域は, 区部の西部に広がるA, B, C, D, E, J, K, S, Tの薄い軟弱層厚を有する主に洪積層で構成されている台地である。この区分による地域区分を図

19に示すが, なお詳細な検討については, 距離減衰を考慮して更に多変量解析等により分析を行う必要があり今後の課題といたく考えている。

6. まとめ

今回の調査の中で, 2つの地震における震度分布の相関性は必ずしも良かったとは言えない。

これは両地震の地震の規模の相違あるいは震源の位置の違いによる震源過程や伝播経路の相違の

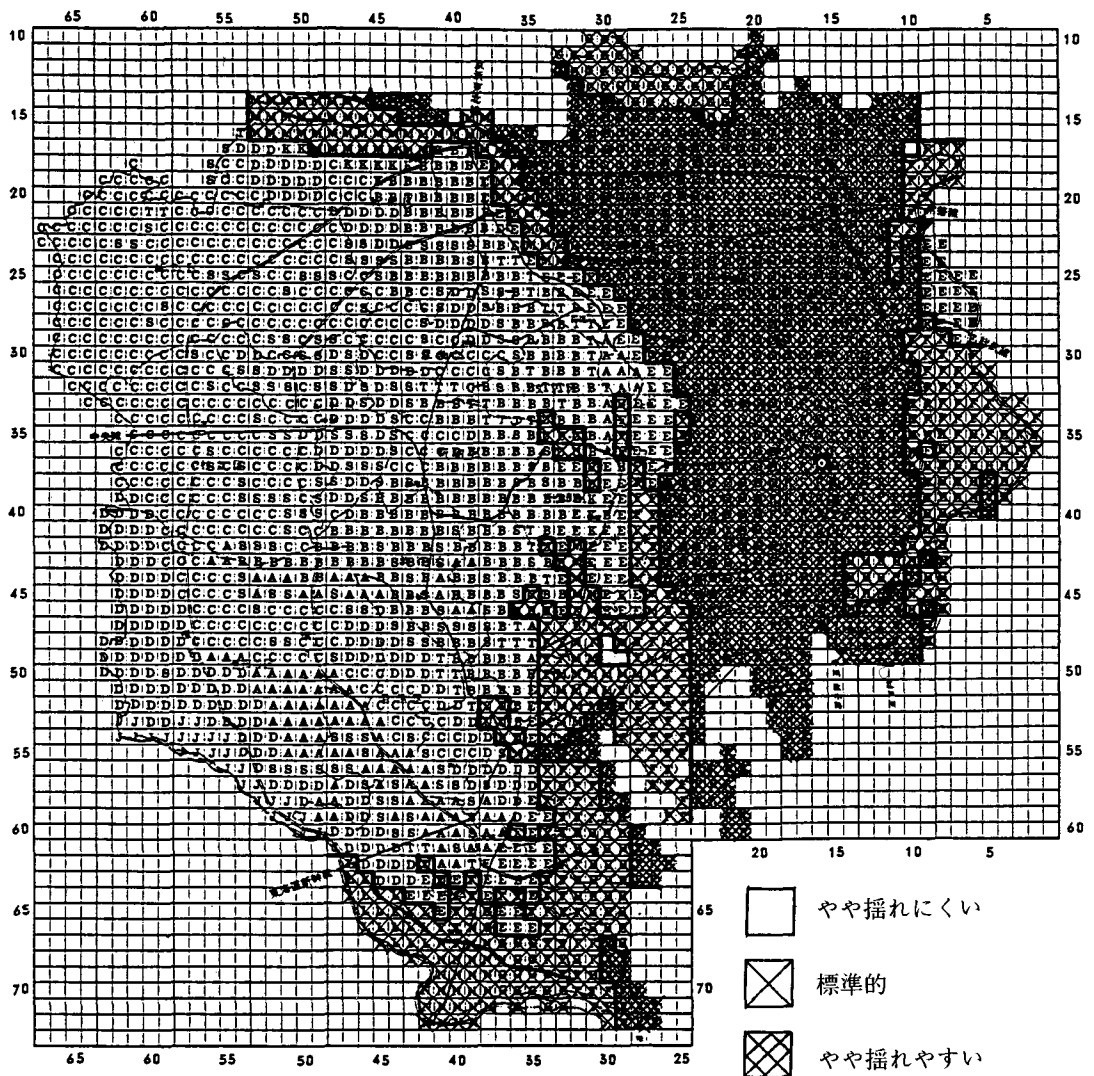


図19 東京都区分の相対的な揺れやすさ

影響も考えられる。つまり、茨城県南西部地震は内陸性の地震であり房総半島沖地震に比べ、やや震源距離が短い。従って相対的に震源・伝播経距による影響を多分に受けていると考えられるのに対して、房総半島沖地震は海洋性地震であり、震央距離が100km以上であり、東京都区部の広がりには30×25km程度と震源・伝播経路の影響が一様であると考えられることである。しかし、もしこれらの影響であるとするならば、後者の地震でより明瞭な地盤の影響が認められるはずである。しかし、調査結果は必ずしもこの傾向を明確に示していない。従って、この両地震の差異は、むしろ本調査すなわちアンケート調査票の震度の分解能（センシティブティー）と調査方法の違いによるものと考えられる。すなわち、後者の地震では、震度が3.0～3.4（平均値は3.1）程度で相対的に低く、かつまた、調査実施地点（公立中学校424校）数も相対的に少なかったことにより十分な震度分布の算定ができなかったことによるものとも考えられよう。

しかし、この種の調査検討は地域地震防災上、特に東京都区部のような大都市地域において、都市域内部での詳細な震度分布の差異を実証的に明らかにできると言う大きなメリットがあり、今後ともデータの蓄積とともに、より多くの考察がなされなければならないと考えている。

<謝辞>

本調査を行なうにあたり、多大なる御協力を頂いた各区教育委員会をはじめとして、アンケートに回答下さった各中学校の多くの先生方ならびに生徒の御家族の方々に心から御礼申し上げます。

文献一覽

- 太田 裕・後藤典俊・大橋ひとみ
1979 『アンケートによる地震時の震度推定』 北大工学研究報告第92号
- 岡田成幸・宮川忠芳・太田 裕
1985 『高密度調査にもとづく地域内震度予測式の構成—札幌市を例として—』 日本建築学会構造系論文報告集第348号
- 岡田成幸・鏡味洋史
1977 『やや長周期の地盤特性とその全国分布』 第5回地盤震動シンポジウム資料集
鏡味洋史
1982 『空間的に分布する地震工学的データの自動化表現』 第6回日本地震工学シンポジウム講演集
- 河角 広
1951 『わが国に於ける地震危険度の分布』 東京大学地震研究所彙報第29号
- 強震観測事業推進連絡会議
1985 『強震速報 No.30』 1985年12月
1986 『強震速報 No.31』 1986年9月
- 東京都防災会議
1978 『東京都区部の地震被害の想定に関する調査報告書』 東京都
東京都都市計画局
1984 『地震に関する地域危険度測定調査報告書（区部第2回）』 東京都
- 望月利男・精木紀男・塩野計司
1986 『東京都区部の震度分布—1985年10月4日茨城・千葉県境地震のアンケート調査—』

Key Words (キー・ワード)

Seismic intensity survey (高密度震度調査), Questionnaire (アンケート), Seismic intensity distribution (震度分布), Seismic microzoning (サイスマックマイクロゾーニング), Seismic soil response characteristics (地盤震動特性)