

1983年5月日本海中部地震における墓石調査 による最大推定加速度の分布

国井 隆弘*・荻本 孝久**

要 約

1983年5月に発生した日本海中部地震において、地震発生2日後より、のべ約2週間にわたって墓石の転倒調査にもとづく最大水平加速度の推定をおこなった。調査地点（1地点が1つの墓地、寺院となる）は約140であるが、推定値は200ガル未満より375ガル程度の範囲に分布している。これらの、最大水平加速度の推定値の分布に対して、震源域を考慮して震源距離および地質と地震動の強さの分布との関係について若干の検討を実施した。本報告はこの速報であり、今後の幾つかの検討のための資料を提供しようとするものである。なお調査地域は秋田県東部および南部、青森県の南東部を除くほぼ全域である。

1 序 論

強震地域の地表面での最大加速度は、耐震あるいは地震工学上、重要な情報を含んでいることは言うまでもない。たとえば構造物の耐震設計法の1つである震度法は主としてこれに依っている。また各地に設置された強震計の地表面における加速度波形も重要な情報の1つと考えられ、これまでの地震における波形の統計的処理の成果が、修正震度法あるいは動的解析法にみられる耐震設計法にとり入れられていることは、いまさら説明の必要もないことであろう。

さて、過去の地震において、強震計あるいはこれに類似した観測計が、災害多発地域に多数設置されていた例はほとんど無いと思われる。考え方にもよるが設置されていた数は数～10程度と判断される。このことは今回の地震においても例外ではないと思われる（日本建築学会 構造委員会 耐震連絡委員会, 1983）。各種施設の被害および

その程度等とその近くでの地表面での最大加速度との結びつきが、今後にわたっても主として注目される事象の1つであることを考えれば、誠にぜひい沢な希望となるが、高密度の観測システムが各所で早期に実施されることが望まれる。

ところで、運輸省港湾技術研究所・他（運輸省港湾技術研究所, 1984）で発表される各所での強震計波形記録およびいくつかの解析結果は、上述した災害多発地域においては有益な情報をもたらしてくれる。また震源のメカニズムと被災地域よりもやや広い地域の地震動の強さの分布状況との関係等を知る上でも重要なものである。これら発表各機関の労苦には大きな謝意を表するとともに、今後の益々の充実、発展に期待する。

本研究は以上の様な観点から、近似的にしても地表における地震動の強さの分布状況を知る手法として墓石調査をとり上げ実施したものである。

墓石調査は最大加速度しか推定できない等、いくつかの欠点・問題点を有しているが（後述す

*東京都立大学都市研究センター・工学部

**神奈川大学工学部

る), 1つの集落には必ずと言ってよい程の推定必要な墓石数が見出せるという1つの利点を有している。墓石は寺院あるいは墓地にまとまってみられるが, これのいずれかは, 数集落からなる1地区(大字あるいは小字と言える程度の範囲を持つ)に1~数個所存在している。したがって, 時間および労苦さえ費やせば, 相当の高密度でしかもかなりの広い地域の地点の最大加速度の推定が可能となる(ただし墓石の寸法のため175~200ガルが推定最小値となるのが通常である)。

調査は1次調査が1983年5月28日~6月5日, 2次調査が同年7月1日~7月5日ののべ14日間, 大半は筆者等2名によっておこなわれた。調査地点の総計は136地点である。

2 方法および問題点

筆者らは1974年伊豆半島沖地震以来, 今回の地震を含めて墓石調査を7回の地震に際して実施してきている(国井, 荏本, 1978)。その方法およびこの間に生じた問題点の詳細は1978年の宮城県沖地震の際の報告(国井, 荏本, 1978)に述べてあるので, ここでは調査について特に留意している件について概略を記す。

墓石調査における最大加速度の推定方法は以下の通りである。墓石が原則として直方体であると仮定して(直方体でない場合でも推定は可能)墓石の高さ H と転倒に抵抗する方向の墓石底面の幅 B に注目して, 測定した H と B の値から次式の α を計算する。

$$\alpha = (B/H) \times g \dots \dots (1)$$

ここで g は重力の加速度(=980ガル)である。式(1)において転倒墓石であれば最大加速度は α の値より大であると推定し, 不転倒墓石であれば同様に α の値より小であると推定する。したがって, B/H の小さそうな(転倒し易そうな)墓石で不転倒のものを, 又, 逆に B/H の大きそうな(転倒しにくそうな)墓石で転倒したものを, 手ぎわよく見出せばそれだけ加速度を推定するための調査墓石数は減少する。1個所での寺院あるいは墓

地での調査墓石数はおよそ数個~10数個である。またこの場合, 推定できる最小の加速度の幅は例外を除けば10~20ガルであろうと考えられる。

次に対象とする調査地域の選定は以下の方法によった。日程, 移動等に要する時間, 1個所での推定に要する時間等を勘案して, 国土院発行の5万分の1の地図上に示された寺院・墓地のうち5~10個所を1つのグループとし, このうち最も地盤の悪そうな1個所を選定し, そこの最大加速度を推定する方法を考案した。また, 被害が多発した地区においては, 前述の5~10個所を2~3個所に減少したグループを対象とした。当然のことであるが, 集落の存在が低密度な地域では, 1個所の寺院・墓地が1つのグループとなる。以上のような前提のもとに秋田県中部海岸よりから北上するルートを選定し, 山地側の中の河川に沿った低地において推定加速度が200ガル程度以下の地点(場合によっては250ガル程度以下)を調査地域の限界とした。この結果, 一次および二次の調査では, 山地部を除く秋田県西北部, 青森県西部, および青森県東北部が調査対象となった。これらは大体標高100m以下である。

以上述べて来た調査方法にはいくつかの問題点が考えられる。それは主に最大加速度の推定方法に関するものである。その中でも, 特に問題となるのは転倒あるいは不転倒墓石の適確な判定に関連する事であろう。ここではこの問題について以下に列記して述べる。

- 1) 物理的な問題: 前述式(1)が適用できるのは墓石が正しく転倒している場合である。したがって墓石の下の石組が1m程度以上のものは対象からはずす。墓石の下の台石および地面の不安定なものも当然対象とならない。
- 2) 転倒状況の問題: 墓石は一般に下に台石を有するが, 台石の上をすべりその結果転倒・落下したと思われるものは対象からはずす。また, 隣接した墓石等の衝突により転倒したと考えられるものも同様である。
- 3) 人的な問題: 転倒墓石が立て直されることは十分考えられる。実際, 今回の調査では半数

を超えるものがこの様なものであった。次の問題として、墓石と台石の間に凹凸のほぞが取り付けられているもの、および墓石の底面周辺にモルタル等により台石に接着されている墓石がある。

以上1)~3)まで最小限注意すべき問題を述べた。これらに対処して適確な墓石を調査対象とする手法は時には非常に困難な場合があるが、一般には次の方法によると解決する場合が多い。その1つは寺院においてのその住人に地震後の様子を聞き出すことにある。住人のいない寺院および墓地でも同様に周辺の人から、あるいは墓石の修復作業をおこなっている人(出会う機会は比較的多い)から同様に聞き出すとよい。次に、墓石および周辺のキズを注意深く調べることである。さらに、転倒していない墓石に対しては、手で押してみても転倒可能か否かを調べることである。

以上すべて来た推定手法に関する内容の他に、墓石の転倒に関する式(1)自体の信頼性の問題、鉛直方向の地震動の問題等、問題は少なくないと考えられるが、これらは今後、実験あるいは転倒の理論的扱い等により解明していきたいと考えている(国井, 荏本, 1978)。

3 推定最大加速度

図-1に推定最大加速度を示す。推定は南北方向(NS方向)と東西方向(EW方向)に限っておこなわれたが、図-1はその両者の大きい方の値である。またこの両者のうち片方のみが推定できた個所も少なくはない。

最大加速度は水平方向のものと考えられる。図-1から大きい値が推定された個所が散在することが解るが、これらに明らかな傾向がない。しかしながら、350ガル以上を示した個所が津軽半島西部から南部にかけて集中して、10数個所にいたる。一方同様に大きい値が推定された個所が能代市に1個所みられる。

350ガル以上という大きい値が推定された個所の近くに250~200以下という小さい値が推定され

る地域もいくつか見出されるが、これは津軽半島北端、および能代市周辺において著しい。また秋田市においても推定値は300~200ガルで狭い地域で分布している。この様な、隣接個所が必ずしも同程度の推定値を示さない理由を明快に説明できる段階に至ってはいないが、表層地盤の増幅特性の差異が1つの大きな理由であると考えられる(国井, 1979また国井, 荏本, 1981)。今後、多方面から検討を加えたい。また今回の地震における推定値は、これまでの地震における場合と比較して、強震計によって得られた最大加速度を全般に上まわる値を示している。この事に関して今後十分に検討したいと考えている。

図-2はNSとEWの両方向のうち、どちらかが大きい加速度を示したと推定される個所について、その方向を示したものである。

図-3は今回の調査個所の番号を示すものだが、調査した順番の個所をも意味している。また後示する表1のNoとも合致している。

また、上述の、最大推定加速度値の分布に関する疑問点を検討する手掛りを得るための一つの方法として、調査個所の概略的な地質に関して地質図(工業技術院地質調査所, 1960および1983)より区分した地質概要図を図-4に示す。これらの図より、墓石調査個所はすべての個所で標高100m未満の比較的低地に属し、地質的には海岸部の若干の個所で洪積層あるいは新第三紀層上に位置する個所も認められるが、ほとんどの調査個所が沖積層の低地に分布していることがわかる。図-5は、墓石調査により推定された最大加速度値に対して調査個所の地質条件の分布を示したものである。沖積層上における調査地点が多く、震源距離等の距離効果を考えていないため明瞭な傾向は見られない。いずれにしても、よりローカルな地盤性状を示す資料の入手を必要とする。

前述したごとく、推定された最大加速度値の最大値は375ガルで青森県津軽半島の北部三厩村および市浦村・木造町・深浦町関ならびに秋田県能代市で認められた。全体的な傾向としては、津軽半島北部および津軽平野で相対的に推定最大加速度値の高い値が認められ、日本海に面した比較的

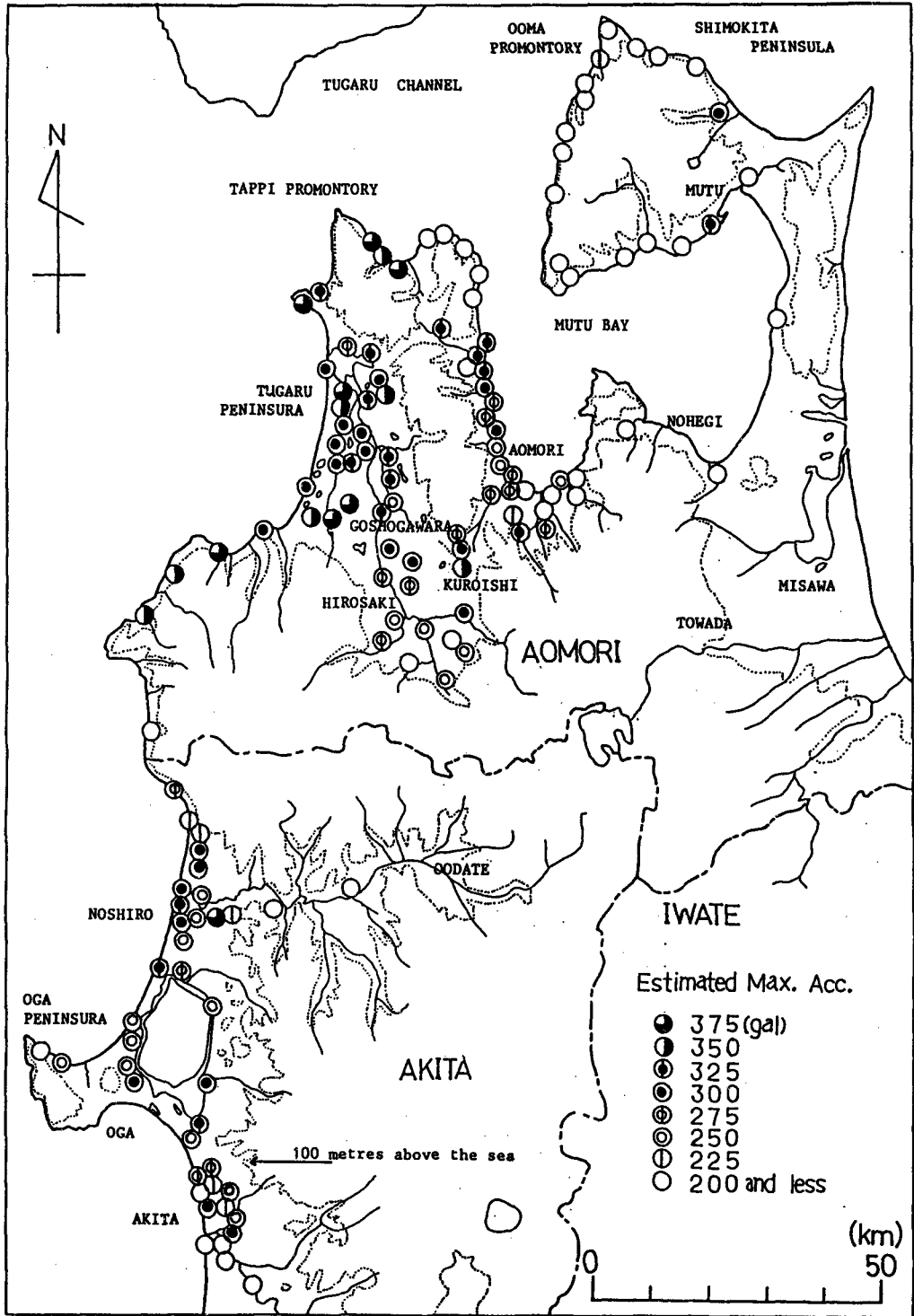


图-1 推定最大加速度

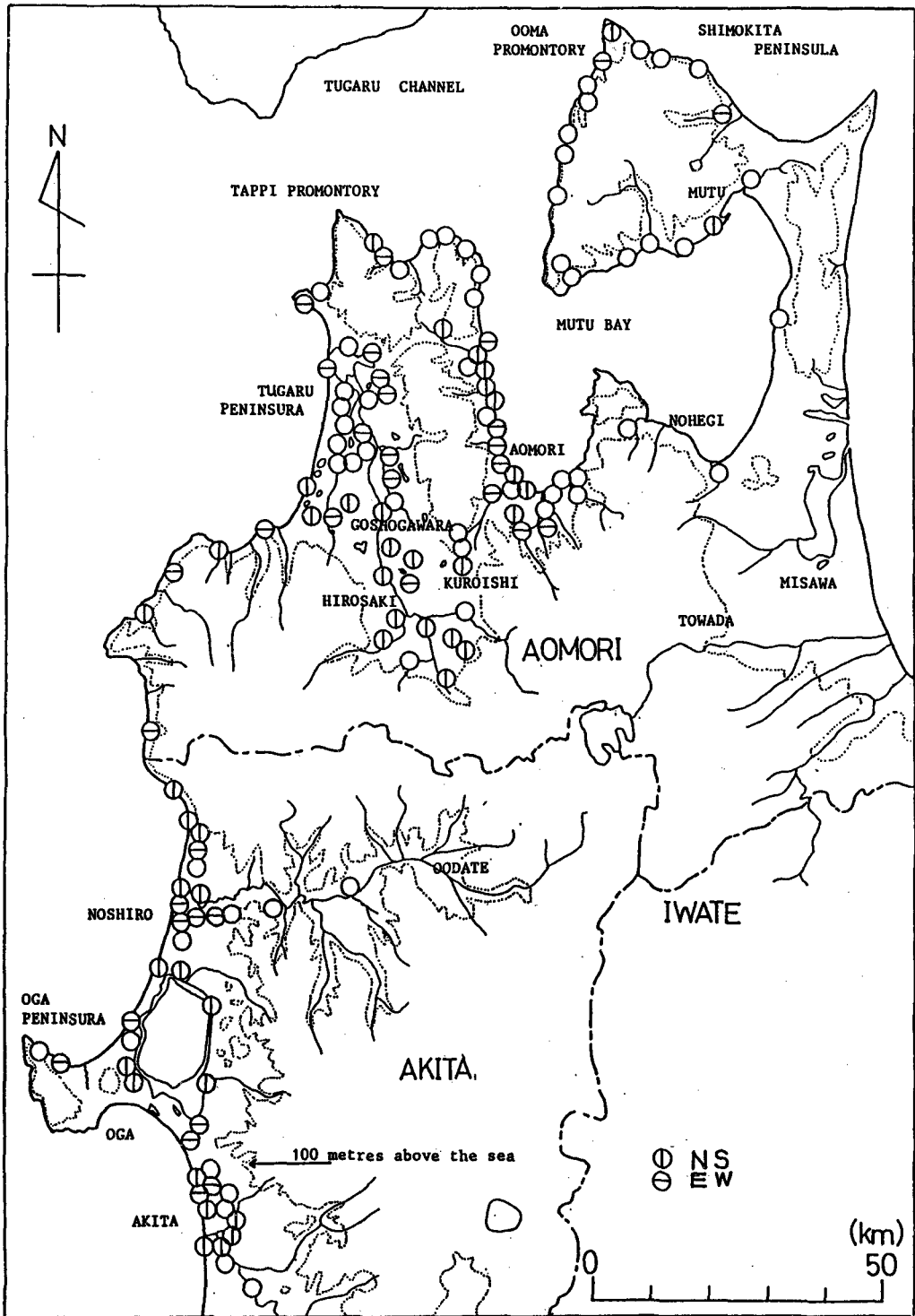
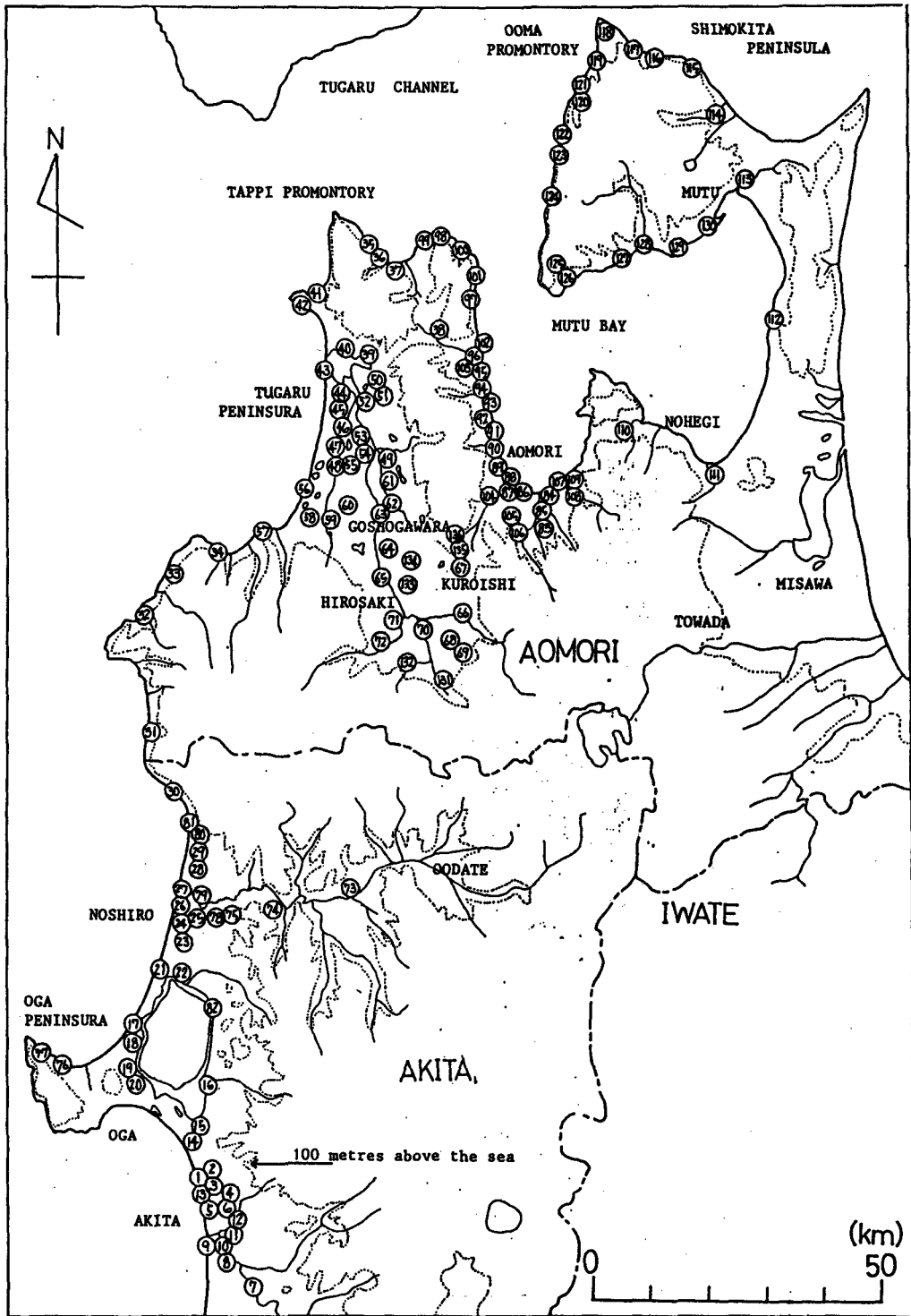


図-2 NS, EWの2方向のうち大きい加速度の値が推定された方向



図一3 墓石調査地点 (数字は表1のNo. と対応)

表1 墓石の転倒調査のリスト

(第1次調査5/28~6/5)

No	県名	市町村名	地区名	寺名	推定最大加速度		地形	外観による 地質(特徴) (暫定的なもの)
					NS	EW		
1	秋田	秋田市	中野	墓地	275↓	(225未満)	微高平地	硬い砂
2	〃	〃	島	〃	275↑		〃	同上
3	〃	〃	上飯島	〃	200↑	225↓	〃	
4	〃	〃	四ッ谷	〃	250↓		低平地	
5	〃	〃	土崎中央	休宝寺	300↓	275↓	〃	良好
6	〃	〃	神田新町	墓地	225↑		〃	
7	〃	雄和町	寺村	〃		200未満	〃	
8	〃	秋田市	中島	〃	200未満		〃	
9	〃	〃	新屋	天龍寺	200↓	175↑	微高平地	
10	〃	〃	大町	大悲禅寺	200↑	200↓	低平地	
11	〃	〃	〃	歎喜寺	300↓	275↑	〃	
12	〃	〃	〃	麟勝寺	250↑	250↓	〃	
13	〃	〃	街道	墓地	175↑		微高平地	
14	〃	昭和町	天神下	〃	250↓	250↑	低平地	
15	〃	〃	大久保	円福寺	325↓	325↓	〃	NS<EW
16	〃	井川町	新屋敷	墓地	300↓	300↓	〃	砂(噴砂あり)NS>EW
17	〃	若美町	宮沢	眺江寺	250↑	250↑	微高平地	EW>NS
18	〃	〃	松木沢	墓地		250↓	微高傾斜地	
19	〃	〃	福川	福寺	250↑	250↑	低平地	NS>EW
20	〃	〃	渡部	向性院	300↓	275↓	〃	
21	〃	八竜町	釜谷	墓地	325↓	300↓	微高平地	
22	〃	〃	大曲	〃	275↓	225↑	微高傾斜地	
23	〃	能代市	寒川	〃	250↓		微高平地	
24	〃	〃	河戸川	〃	250↑	300↓	〃	
25	〃	〃	大内田	〃	250↑	250↑	低平地	EW>NS
26	〃	〃	青葉町	〃	275↓	325↓	〃	砂
27	〃	〃	落合	〃	300↑	300↑	微高平地	NS>EW
28	〃	〃	竹生	〃		300↑	〃	
29	〃	峰浜村	水沢	盛沢寺	300↓	300↓	低平地	EW>NS
30	〃	八森町	中浜	月照庵	275↓	250↑	〃	
31	青森	岩崎村	上小屋町	墓地	200↓	200↑	微高傾斜地	良好(岩盤)
32	〃	深浦町	深浦	宝泉寺	350↑	350↑	高平地	海岸段丘上NS>EW
33	〃	〃	館村	墓地	350↑	350↑	〃	丘陵地EW>NS
34	〃	〃	関	浄安寺	375↓	350↑	低平地	
35	〃	三廐村	六条間	墓地	375↑	375↑	高平地	海岸段丘上(風化あり)NS>EW
36	〃	〃	三廐	義経寺	350↓	350↓	〃	同上EW>NS
37	〃	今別町	西田	正行寺		375↓	低平地	
38	〃	蟹田町	山本	墓地	325↑	300↓	〃	
39	〃	中里町	今泉	〃	325↓	325↓	〃	EW>NS
40	〃	市浦村	相内	〃		275↑	微高緩傾斜地	

※ 注) 加速はガル 25キザミ

加速度の横の↓↑はその値よりやや上, 下を意味する。

No	県名	市町村名	地区名	寺名	推定最大加速度		地形	外観による 地質(特徴) (暫定的なもの)
					NS	EW		
41	青森	小泊村	小泊	春洞寺	325↓		微高平地	
42	〃	〃	下前	墓地	375↓	375↓	〃	EW>NS
43	〃	市浦村	十三	願寺	300↓	300↓	低平地	砂(砂丘) EW>NS
44	〃	車力村	富范	墓地	375↓		山腹傾斜地	
45	〃	〃	車力	〃	350↓		微高平地	砂
46	〃	〃	下牛汚	〃		300↑	〃	〃
47	〃	木造町	筒本坂	要心寺	300↑		微高緩傾斜地	
48	〃	〃	館岡	洪福寺	300↓		微高平地	
49	〃	金木町	金木	照蓮院	275↑	325↓	低平地	
50	〃	中里町	尾別	墓地	300↓	300↑	微高傾斜地	
51	〃	〃	向町	弘法寺		350↑	微高緩傾斜地	EW>NS
52	〃	〃	福浦	光勝寺	325↑		低平地	
53	〃	稲垣村	繁田	墓地	200↑	300↑	〃	
54	〃	〃	穂積	徳蔵寺	300↓		〃	
55	〃	〃	語利	墓地		325↑	〃	
56	〃	木造町	出来島	〃	300↑	275↑	〃	砂
57	〃	鯉ヶ沢町	鯉ヶ沢	願行寺	300↓	300↑	〃	良好
58	〃	木造町	広岡	墓地	350↑	350↑	〃	軟弱 NS>EW
59	〃	〃	三ッ館	〃	325↓	375↑	〃	
60	〃	〃	清水町	〃	375↑	350↓	〃	軟弱
61	〃	五所川原市	中野新田	墓地		325↑	低平地	EW>NS
62	〃	〃	新宮	龍泉寺	250↑		〃	良好
63	〃	〃	五所川原	玄光寺	325↓	300↑	〃	軟弱
64	〃	鶴田町	鶴田	称光寺	300↑	250↑	〃	
65	〃	板柳町	板柳	龍淵寺	275↓	275↓	〃	NS>EW
66	〃	黒石市	黒石	円覚寺	300↑		〃	
67	〃	浪岡町	平川町	玄徳寺	350↑	300↑	〃	軟弱
68	〃	尾上町	尾上	善応寺	200未満	200未満	〃	良好 NS>EW
69	〃	〃	南田中	明光寺	250↓	200未満	〃	
70	〃	田舎館村	大袋	墓地	250↑	225↑	〃	
71	〃	弘前市	町田	〃	250↑	250↓	〃	
72	〃	岩木町	高屋	〃	275↑	250↓	〃	
73	秋田	鷹巣町	坊沢	源昌院	200未満	200未満	微高緩傾斜地	
74	〃	二ッ井町	切石	墓地	175↓		〃	
75	〃	能代市	鶴形	海蔵寺	225↑		微高傾斜地	
76	〃	男鹿	北浦	雲昌寺	250↓	250↑	微高緩傾斜地	
77	〃	〃	西黒沢	宝田寺		200↓	微高平地	良好
78	〃	能代市	鹹淵	墓地	350↓	375↑	低平地	軟弱
79	〃	〃	真壁地	〃	250↓	250↓	〃	良好 NS>EW
80	〃	〃	目名	〃	225↑	225↑	微高平地	〃 NS>EW

(第2次調査7/1～7/5)

No	県名	市町村名	地区名	寺名	推定最大加速度		地形	外観による 地質(特徴) (暫定的なもの)
					NS	EW		
81	秋田	八森町	八森	墓地	225↓	200未満	低平地	砂
82	〃	琴丘町	新屋敷	龍江寺	250↓	200未満	〃	
83	青森	青森市	横内	常福寺		275↑	微高平地	やや軟弱 EW>NS
84	〃	〃	造道	瑞光寺		200未満	低平地	
85	〃	〃	筒井	墓地		175↑	〃	良好
86	〃	〃	小浜	沖館共同墓地	200↓		〃	やや軟弱 NS>EW
87	〃	〃	岡田	墓地	275↑		〃	軟弱
88	〃	〃	油川	明誓寺	275↑	275↓	〃	軟弱 含浄満寺
89	〃	〃	奥内	清岸寺	225↑	250↑	〃	砂
90	〃	〃	小橋	心光寺		250↓	〃	砂 EW>NS
91	〃	〃	後泻	墓地	250↑	300↓	〃	やや軟弱
92	〃	蓬田村	長科	〃	275↓		〃	
93	〃	〃	蓬田	正法院	275↑	275↑	〃	NS>EW
94	〃	〃	瀬辺地	墓地	300↑	275↓	微高平地	
95	〃	〃	広瀬	楽宝寺	325↓	300↓	低平地	軟弱
96	〃	蟹田町	蟹田	長楽寺	325↑	325↓	〃	〃
97	〃	平館村	今津	墓地	200未満		海岸段丘上平地	良好
98	〃	今別町	奥平部	〃	200未満		微高緩傾斜地	〃
99	〃	〃	袋月	〃	200未満	200未満	微高平地	
100	〃	平館村	宇田	聞法寺	200未満	200未満	海岸段丘上平地	良好
101	〃	〃	平館	福昌寺	200未満	200未満	微高平地	〃
102	〃	蟹田町	蟹田	専念寺	225↓	325↓	低平地	やや軟弱
103	〃	蓬田村	高根	墓地	200未満	200未満	微高緩傾斜地	良好
104	〃	青森市	新城	〃		275↓	微高平地	やや軟弱 EW>NS
105	〃	〃	細越	正明庵	225↓	225↓	微高緩傾斜地	NS>EW
106	〃	〃	高田	真浄寺	325↓	300↑	低平地	軟弱
107	〃	〃	浜野	墓地	250↑		〃	〃
108	〃	〃	宮田	念心寺	200未満		微高平地	やや良好
109	〃	〃	野内	当古寺	200未満	200未満	低平地	良好
110	〃	平内町	小湊	浄格寺	200未満	200未満	微高平地	〃
111	〃	野辺地町	野辺地	常光禅寺	200未満	200未満	〃	〃
112	〃	横浜町	横浜	西福寺	200未満	200未満	低平地	〃
113	〃	むつ市	田名部	常念寺	200未満	200未満	〃	〃
114	〃	大畑町	大畑	大安寺	225↓	300↓	〃	やや軟弱 含心光寺
115	〃	風間浦村	下風呂	浄土寺	200未満	200未満	山腹傾斜地	良好
116	〃	〃	易国間	東佛寺	200未満	200未満	微高平地	
117	〃	〃	蛇浦	やすらぎ霊園	200未満	200未満	山腹緩傾斜地	
118	〃	大間町	大間	墓地	200↑	200↑	微高平地	NS>EW
119	〃	〃	奥戸	信願寺	200↑	225↓	低平地	軟弱 川のそば
120	〃	佐井村	佐井	発信寺	200未満	200未満	〃	

No	県名	市町村名	地区名	寺名	推定最大加速度		地形	外観による 地質(特徴) (暫定的なもの)
					NS	EW		
121	青森	佐井村	佐井	長福寺	200未満	200未満	微高平地	やや良好
122	〃	〃	磯谷	墓地	200未満	200未満	〃	良好
123	〃	〃	長後	長寿院	200未満	200未満	微高緩傾斜地	〃
124	〃	〃	牛滝	墓地	200未満	200未満	〃	〃
125	〃	脇野沢村	滝山	〃	200未満	200未満	微高平地	〃
126	〃	〃	脇野沢	脇沢寺	200未満	200未満	低平地	川のそば 良好 軟弱 川のそば
127	〃	〃	宿野部	泉龍寺	200未満	200未満	〃	
128	〃	川内町	川内	多善寺	200未満	200未満	〃	
129	〃	〃	戸沢	墓地	200未満	200未満	〃	
130	〃	むつ市	城ヶ沢	清澤寺	325↓	250↑	〃	
131	〃	平賀町	高畑	墓地	250↓	225↑	〃	
132	〃	弘前市	大清水	〃	200未満	200未満	微高平地	軟弱
133	〃	藤崎町	中野目	智園寺	275↓	275↑	低平地	
134	〃	板柳町	夕顔関	慶峰寺	300↑	300↓	〃	
135	〃	浪岡町	長沼	墓地		300↑	微高平地	
136	〃	〃	外崎山	〃	275↓		低平地	

硬質な深浦町においても高い値を示している。一方、秋田県能代市および秋田市の沖積低地においても300~325ガル程度の値が認められるが相対的には青森県の上記地区に比べて低い値となっている。

4 震源距離・地質と墓石調査による最大推定加速度との関係に関する若干の検討

本地震においては余震観測が実施され、震源および余震活動に関する観測結果が報告されている(西出則武他, 1983および東北大学理学部地震予知観測センター他, 1983)。気象庁発表の震源要素によれば、本震の発震時は午前11時59分57.5秒で震源は北緯40°21.4', 東経139°04.6'で深さ14kmとされ、マグニチュードは7.7であった(高橋道夫他, 1983)。また、5月26日にはM6.1, 6月9

日にはM6.1とM6.0の余震が発生し、6月21日には本震とは別の地震と考えられるM7.1の地震が発生した(西出則武他, 1983)。これらの地震活動により、全体では南北方向の長さ約150km, 東西方向の幅約50km程度の余震域を形成したと報告されている(西出則武他, 1983)。また、日本海中部地震に関連した地殻変動を説明する断層モデルが報告されている(多田堯, 1983)。

これらの余震分布および断層モデルを用いて墓石調査から推定された地震動の強さと震源距離・地質との関係について若干の検討を実施した。震源の断層パラメーターについては、まだ十分明確な結果が報告されていないので、ここでは5月26日のM7.7の地震の余震域と6月21日のM7.1の地震の余震域の相違を考慮して、前者の余震域を震源断層と考えた場合と、上記地殻変動から推定された断層モデルの両者に対して検討を行った。

図-6は、日本海中部地震で観測された余震域

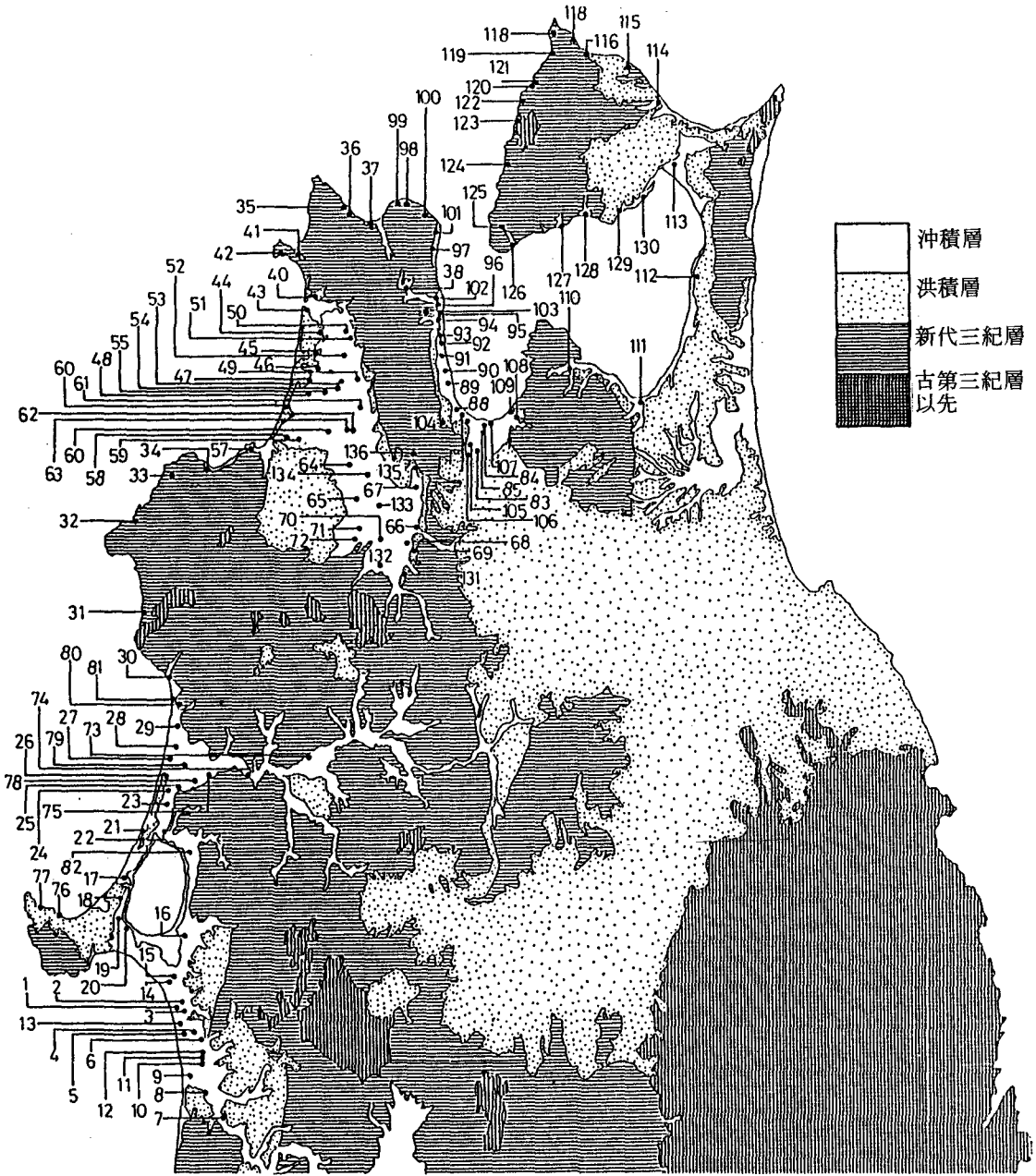


図-4 調査地点の地質区分

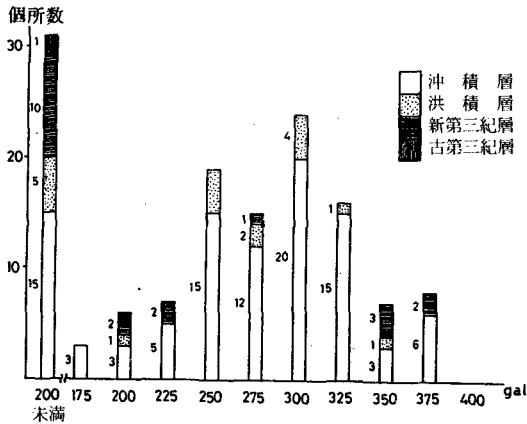


図-5 地質区分による最大推定加速度値の分布

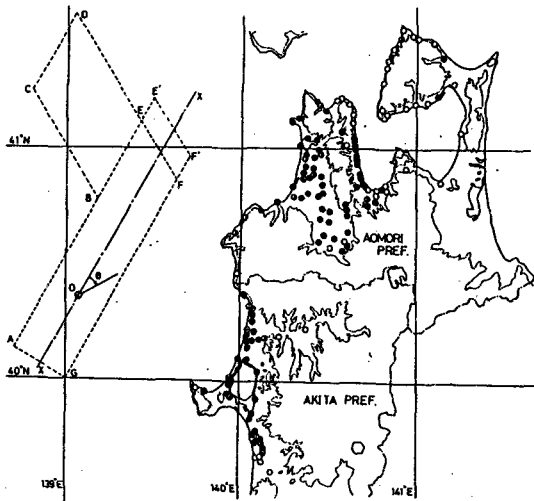


図-6 余震域と墓石調査地点の位置関係

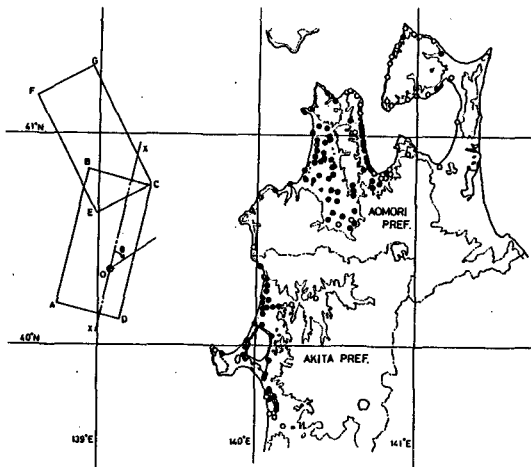


図-7 断層モデルと墓石調査地点の位置関係

を包絡する領域を示したものであり、図-7は断層モデルの位置を示したものである。

ここで上述のごとく余震域を包絡する領域を震源断層と考へて、図中の震源0（気象庁発表による⊕印）の位置からの距離Rと地質に対して最大推定加速度値の分布を示したものが図-8であり、更に震源0を通り5月26日に発生したM7.7の地震に限定した場合の余震域ABE'F'FGの長辺方向（AB方向）に平行な軸X-Xからの角度θによって区分し、最大推定加速度値の分布を示した結果が図-9である。

また、上記軸線X-Xから各墓石調査地点までの最短距離Rにより最大推定加速度の分布をまとめた結果が図-10であり、上記同様に軸線からの角度θによってまとめた結果が図-11である。

図-8および図-10では、バラツキが大きく、震源距離・地質と墓石調査による最大推定加速度値との関係に明瞭な傾向は見られない。しかしな

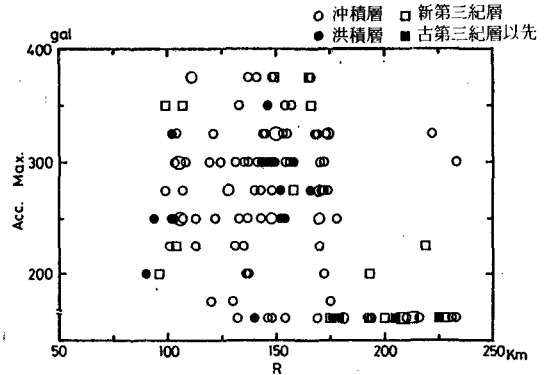


図-8 震源距離R・地質と最大加速度値の関係

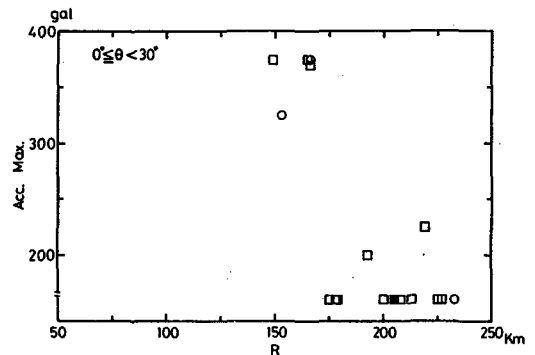


図-9(a) $0^\circ \leq \theta < 30^\circ$ の範囲

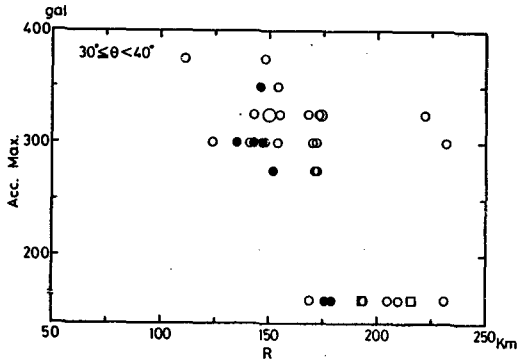


図-9(b) $30^\circ \leq \theta < 40^\circ$ の範囲

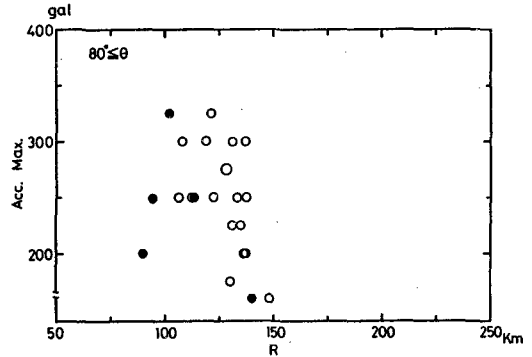


図-9(e) $80^\circ \leq \theta$ の範囲

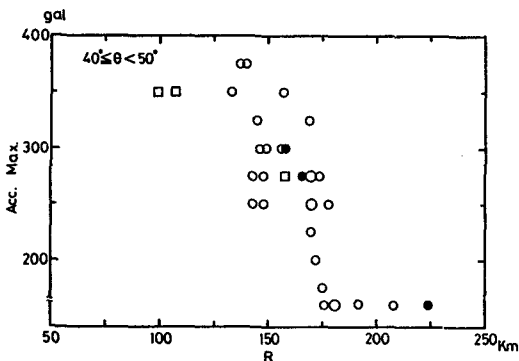


図-9(c) $40^\circ \leq \theta < 50^\circ$ の範囲

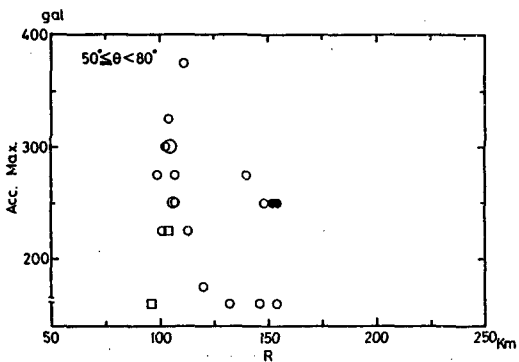


図-9(d) $50^\circ \leq \theta < 80^\circ$ の範囲

図-9 θ を考慮した震源距離 R・地質と最大加速度値の関係

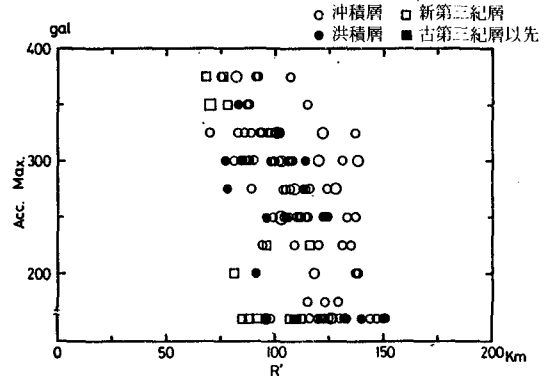


図-10 震源距離 R'・地質と最大加速度値の関係

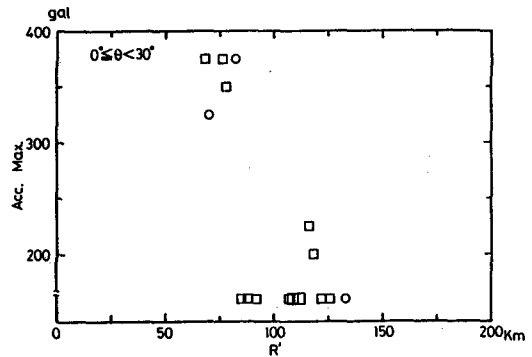


図-11(a) $0^\circ \leq \theta < 30^\circ$ の範囲

図-11 θ を考慮した震源距離 R'・地質と最大加速度値の分布

から前者に比較して後者の方が上記の関係に対してよりまとまりが認められる。一方、角度 θ を考慮してまとめると、ある範囲の角度 θ の領域ごとに最大推定加速度値のまとまりが見られ、各領域に属する地域での距離減衰には相違が認められる。

また、震源距離として断層面からの最短距離をとる方法が考えられる。図-12は日本海中部地震

の地殻変動を説明するために提案された断層面モデルを用いて断層面からの最短距離 \tilde{R} を算定し地質を考慮して最大推定加速度値との関係を示したものである。図-13は上述と同様に本震（気象庁

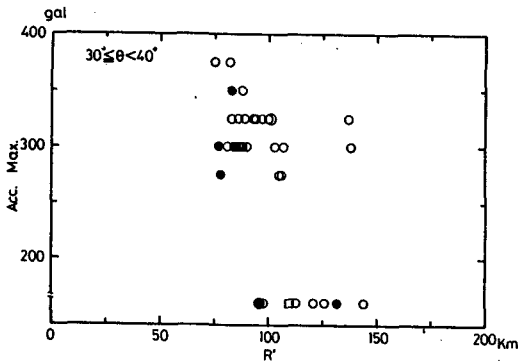


図-11(b) $30^\circ \leq \theta < 40^\circ$ の範囲

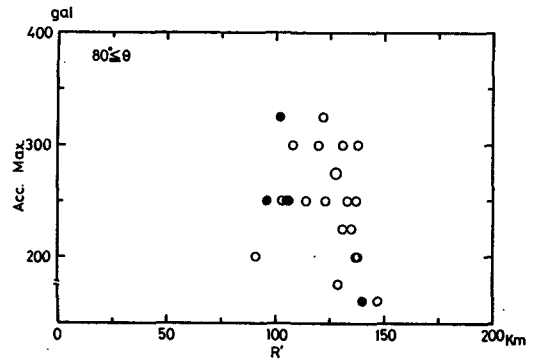


図-11(e) $80^\circ \leq \theta$ の範囲

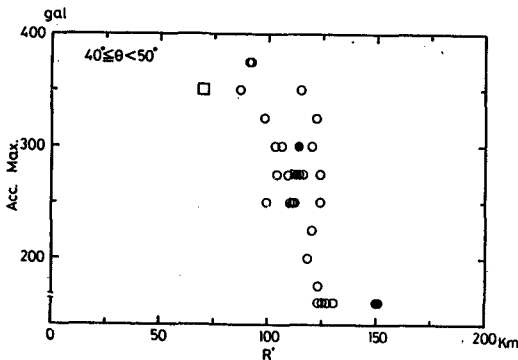


図-11(c) $40^\circ \leq \theta < 50^\circ$ の範囲

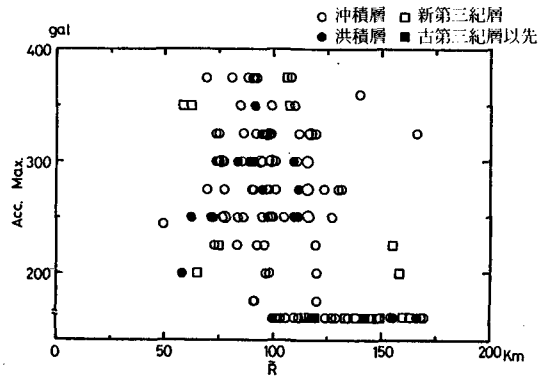


図-12 震源距離 R・地質と最大加速度値の分布

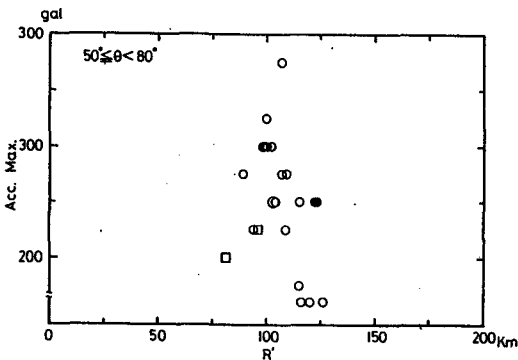


図-11(d) $50^\circ \leq \theta < 80^\circ$ の範囲

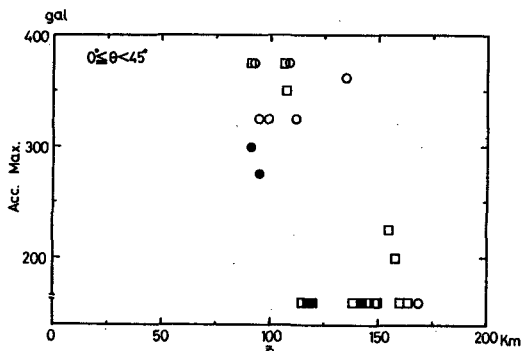


図-13(a) $0^\circ \leq \theta < 45^\circ$ の範囲

図-13 θ を考慮した震源距離 R・地質と最大加速度値の分布

発表)の震源を通り断層面の長辺方向(AB方向)に平行な軸X-Xからの角度θごとにまとめたものである。これらの結果は前述した余震域を断層面と考えた場合による方法よりも最大推定加速度値に関するバラツキは大きい。このことは、5月26日のM7.7および6月21日のM7.1の両地震を包含した地殻変動を考慮した、言わば測地学モ

デルを震源断層と考えたためであり、より正確に精度よく検討を実施するためには5月26日のM7.7の地震記象(例えば、佐藤裕也, 1983, 島崎邦彦他, 1983および森ジム他, 1983など)および6月21日のM7.1の地震記象を説明でき得るような震源断層モデルの確定が望まれる。

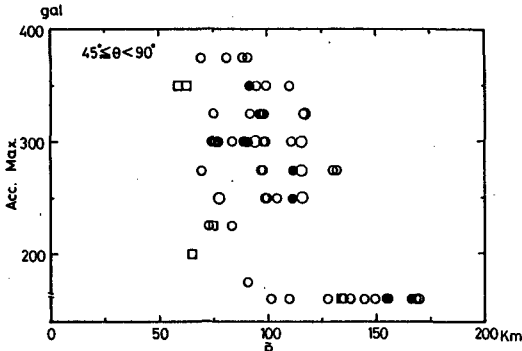


図-13(b) $45^\circ \leq \theta < 90^\circ$ の範囲

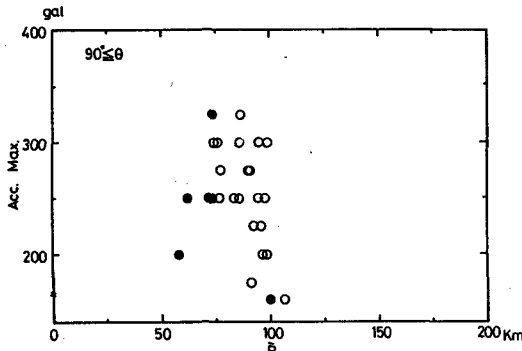


図-13(c) $90^\circ \leq \theta$ の範囲

以上に示した、いずれの方法によっても震源距離、地質と墓石調査による最大推定加速度との関係にはバラツキが見られるものの、概略的な傾向としては、ある範囲の θ の領域ごとに、同じ震源距離に対する最大推定加速度値に差異があり、距離減衰の傾向が異なることが認められる。例えば、本震の震源からの距離と角度 θ に対してまとめた結果である図-9によれば、 $0^\circ \leq \theta < 40^\circ$ の領域で最も大きい値となり、次いで $40^\circ \leq \theta < 50^\circ$ の領域であり $50^\circ \leq \theta < 80^\circ$ の領域で極端に低下し、 $80^\circ \leq \theta$ の領域で再び大きくなる傾向が認められる。このことは必ずしも確定的に断言することはできないが、断層活動の破壊の進行に伴うRadiationの影響を示すと思われる現象とも考えられる。いずれにしても、上述した5月26日のM7.7の地震および6月21日のM7.1の地震に関する別々の断層震源モデルを用いた検討が必要であろう。

5 墓石調査による震度分布と通信アンケート調査方式による震度分布との比較

墓石調査による地震動の強さの分布調査は、広範囲にわたる地域で、高密度に強震記録が得られない場合に各地の震度分布を比較的密に調査するのに有効な方法である。一方、同様な目的で震度分布を調査する方法として通信アンケート調査方式が用いられている。ここでは、墓石調査による最大推定加速度値と、通信アンケート調査方式による震度分布（後藤典俊他，1983）を用いて両者の相関性について若干の検討を行った。

図-14は両者の相関性を示した図である。図より、墓石調査による最大推定加速度値と震度とは正の相関性が認められ、震度が高くなると最大推定加速度値は大きな値を示す傾向が見られる。しかしながら、一般的に用いられている気象庁震度階に対応する最大加速度値を考えれば、墓石調査による最大推定加速度値は、より大きな値を示していることがわかる。

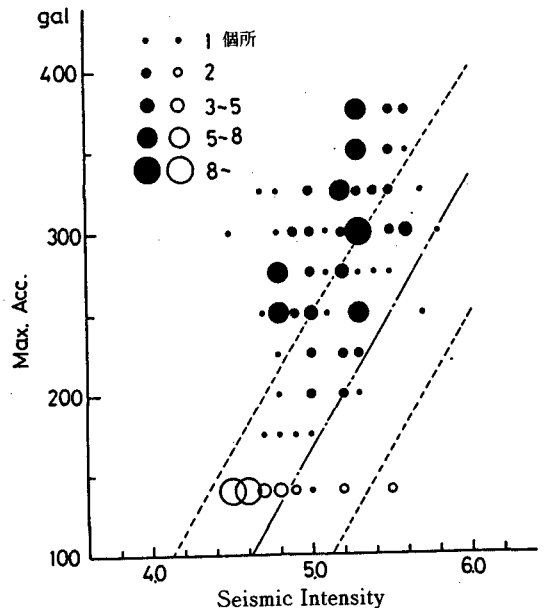


図-14 最大推定加速度と震度の関係 (○印は200 gal 未満を示す。)

6 あとがき

1983年5月26日に発生した日本海中部地震における地震動の強さの分布を検討するために、地震発生直後から墓石調査による各地の最大水平加速度の推定を行った。そして、震源域を考慮した震源距離・地質と最大推定加速度値との関係について若干の検討を実施した。推定値のバラツキは比較的大きく、これらの推定結果および分布傾向の明解な説明については、今後、更に表層地盤の増幅特性との関係や、震源のメカニズム等との関係などより詳細な検討課題が残されていると思われるが、同様な調査をすでに数多く実施しており、これらの結果が集積されれば、今後の地震防災あるいは耐震工学に関連する入力地震動の強度に関しては極めて有益な情報を与え得るものと考えている。

謝 辞

本調査結果の取りまとめおよび解釈等について助言を頂いた福井工業大学望月利男助教授に厚く御礼申し上げます。また墓石調査の1部に参加下さり、いくつかの助言をいただいた東京都立大学、鈴木浩平助教授にも深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 運輸省港湾技術研究所
1983 「昭和58年(1983年)日本海中部地震の港湾地域における強震観測」『港湾技研資料』No. 458
- 国井隆弘・荻本孝久
1978 「1978年6月宮城県沖地震における墓石調査による最大加速度の推定」『総合都市研究』, 第5号, pp. 103~114
- 国井隆弘
1979 「墓石調査から推定される最大加速度に関する二・三の考察」『総合都市研究』, 第8号, pp. 111~119
- 国井隆弘・荻本孝久
1981 「1978年宮城県沖地震における墓石調査による推定最大加速度と微動特性の関係」『総合都市研究』, 第14号, pp. 109~119
- 工業技術院地質調査所
1960 「5万分の1地質図・青森」
- 工業技術院地質調査所
1983 「5万分の1活構造図・秋田」
- 後藤典俊・鏡味洋史・岡田成幸・堀田淳・大橋ひとみ・太田裕
1983 「1983年日本海中部地震のアンケートによる震度マップ(速報)」『第20回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集』, pp. 152~155
- 佐藤裕・佐藤魂夫・山田尚幸
1983 「加速度記録から推定される日本海中部地震の破壊過程」『地震学会講演予稿集』, No. 2, pp. 18
- 島崎邦彦・森ジム
1983 「Forcal Mechanism of the May 26, 1983 Japan Sea Earthquake」『地震学会講演予稿集』, No. 2, pp. 15
- 高橋道夫・西出則武・福留篤男・小宮学・佐藤馨・神林幸夫・佐久間喜代志・横山博文・吉川一光
1983 「昭和58年(1983年)日本海中部地震」本震の概要」『地震学会講演予稿集』, No. 2, pp. 1
- 多田 堯
1983 「日本海中部地震に関連した地殻上下変動とその解釈について」『地震学会講演予稿集』, No. 2, pp. 26
- 東北大学理学部地震予知観測センター・弘前大学理学部地震火山観測所・東北大学理学部地球物理学教室
1983 「1983年日本海中部地震-(1)地震活動-」『地震学会講演予稿集』, No. 2, pp. 3
- 西出則武・高橋道夫・横山博文・佐久間喜代志・神林幸夫・吉川一光
1983 「昭和58年(1983年)日本海中部地震」の余震活動」『地震学会講演予稿集』, No. 2, pp. 2
- 日本建築学会・構造委員会・耐震連絡委員会
1983 「1983年日本海中部地震調査報告」『建築雑

誌』Vol. 98, No. 1211, pp. 52~65

森ジム・島崎邦彦

1983 「Source Process of the May 26, 1983
Japan Sea Earthquake」『地震学会講演予稿
集』, No. 2, pp. 16

DISTRIBUTION OF MAXIMUM ACCELERATION ESTIMATED
BY THE EXAMINATION OF TOMB STONES IN MAY 1983
NIHONKAI-CHUBU EARTHQUAKE

Takahiro Kunii* and Takahisa Enomoto**

*Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University

**Kanagawa University

Comprehensive Urban Studies, No. 20, 1983, pp. 91-107.

Two days after the earthquake that occurred in the center part of the Japan Sea on May 26, 1983 an investigation of overturned tomb stones at several locations about 2 weeks was carried out. The maximum horizontal acceleration at each place was estimated. The investigated points (a point corresponding to a graveyard or a temple) numbered about 140 and the estimated values were distributed in the range from less than 200 to about 375 gal. For these distributions of estimated maximum horizontal accelerations, we examined a few matters concerning the relationships between the epicentral distance considering the epicentral area, geological conditions and the intensities of seismic motion. This report is a prompt report of this investigation and is intended to offer some data in order to study earthquake engineering in the future. Finally, the area of field investigation of tomb stones covered almost the entire area of Akita and Aomori Prefectures except the east and south parts of Akita Prefecture and the south-east part of Aomori Prefecture.