

# 気象庁震度データベースの整備及び活用例について

石垣 祐三・高木 朗充\*

JMA Seismic Intensity Data Base and Several Operational Utility Examples

Yuzo ISHIGAKI and Akimichi TAKAGI

(Received December 12 1999 : Accepted January 17 2000)

## 1. はじめに

気象庁は、1884年以降震度観測を行い、震度データは過去の地震活動を知る上で重要な記録となってきた。その中の一部はデータベースとしてまとめられていたが、全国的に連続した期間でのデータベース化はされてこなかった。筆者らはこれを一般に利用しやすい形態にするため、全国の気象官署の協力を得て、1926年以後現在に至るまでの気象庁観測点の震度記録を整理し、データベースとして集約した。

## 2. データベースの作成

震度観測は、階級の変更、震度計の開発など様々な変遷を経てきた(例えば鉢嶺(1989))。1997年以後は順次各地方公共団体の震度データをとりこみ、現在に至っている(第1表)。1997年10月以降は、毎日業務的に、震源要素、観測点コード、階級震度、計測震度とその発現時、最大合成加速度とその発現時、及び各成分の最大加速度を含む震度データをファイルにして更新・蓄積している。

今回作成対象としたデータベースは、1926年以降の気象官署、気象庁震度計、臨時観測点、1997年以降の地方公共団体の震度データである。それ以前のデータや気象通報所等のデータについては今後の検討課題としてなお残っている。

今回のデータベースの作成で多くの労力を割いたのは、業務的にデータベースの作成が始まる以前の1926年から1997年9月までのデータである。幸いに東京管区気象台管内気象官署以外の札幌・仙台・大阪・福岡の各管区気象台及び沖縄気象台は、ほぼこの期間の管内気象官署の震度を個別にファイル化したデータベースが存在し、これを有効利用した。これらはその精度やメンテナンスに差異はあるものの地震観測原簿に基づいたものである。一方、東京管区気象台管内の気象官署については、地震観測原簿、地震回数原簿、気象官署月報原簿に震度観測データがあり、震度発現時刻と震度を各官署から報告してもらい、筆者らが震源とのマージ作業を行った。時代別、管区別のおおよその作業は以下のとおりである。

第1表 気象庁震度観測の変遷

年	事柄	観測点数
1873年	震度観測の開始	
1908年	ほぼ現在の震度階級となる(7階級)	
昭和初期	区内観測所等の震度観測	約3,000
1949年	震度7を追加(8階級)	
1970年頃～	気象通報所等の廃止	約150
1990年	計測震度計の展開開始	
1994～95年	早期津波地震検知網の展開	約600
1996年10月	震度階級の改訂	
1997年10月	還元震度電報の発信開始	
1997年11月	自治体震度の取り込み開始	約1,200
現在(1999年10月)	30都府県を取り込み	2,270
将来	全都道府県を取り込み	約3,800

本稿による  
データベース化  
(1926～)

業務的にデータ  
ベース化

\* 気象庁地震火山部地震津波監視課

(1926 - 1960年)

東京管区気象台管内：現地官署から震度1以上を観測した時間(分位まで)を報告してもらい、気象庁月報震源にマージ。

それ以外の管内：上記のマージデータにさらにマージ。

(1961 - 1995年4月)

東京管区気象台管内：気象庁観測値データ(ほぼ地震月報の内容に相当する)から震度1以上を観測した地震と官署を抽出し、現地官署によるチェックを行った。

それ以外の管内：管区既存データと上記気象庁観測値データと相違をチェックし、違っていた場合、現地官署の地震観測原簿に当たる。

(1995 - 1997年9月)

気象庁観測値データ、地震火山概況及び計測震度電報から作成。

データベースはこのようにして作成されたが、原簿類の消失等でマージできなかった観測点もある。

震源と震度データのマージの方法としては、気象庁震源、ISC震源、USGS震源、震度観測時刻、震央距離や地震のマグニチュード等を判断材料として関連づけるプログラムを試行錯誤的に作成し、画面上で経験的に結びつける方法を採用した。特に1970年以前については一般的に時刻精度が悪く、5～10分ずれと考えられる震度データも多く見られた。このほかに15分ずれ(おそらくドラム1周分の読み間違いと考えられる)、あるいは1時間ずれ(おそらく読み違いまたは打ち間違いと考えられる)等のデータもあり、これらの時刻ずれは、周りの観測点のデータ、あるいは時系列から推測することでマージを行った。最終的な判断は、気象官署の地震観測原簿によった。また、震度発現時刻に対応する震源データがない場合には、震源不明のまま時刻情報と観測点間の距離を頼りにひとつの地震にまとめた。

なお、当該観測点が震度観測開始以前でもその前身の区内気象観測所等のデータがある場合はそのまま残し、後に述べる観測点ファイルの履歴で適宜目的に併せて使用できるようにしてある。

これらは、バージョン管理され、復元・集積できるデータは随時取り込み、逐次更新していく体制をとることとした。

一方、気象庁地震月報、地震火山概況等は、それぞれ

その時代に応じて有感地震数の計数方法が異なる。このデータベースとの計数に差異がある場合の主な原因と利用に際しての注意を簡単に示す。

「気象庁地震年報」(1885～1950年)、「気象庁地震月報」(1951年～1997年9月)

地震年報は主な地震について区内気象観測所の震度も含めて記載されている。地震月報は、原則として地震計のある官署の震度データ等について掲載している。1983年頃から地震計のない官署のデータについても有感地震回数を段階的に入れているが、震源が決まらないような地震の場合及び著しく有感地震回数が多い場合、有感となっても載せていないことがある。また、1993年頃～1997年までの臨時の震度観測点データ、1996年10月以降の震度データは原則的に載せられていない。気象官署の近くで有感の情報があった場合には、「付近有感」とし、有感地震数に計数されている。

「地震火山概況」(1964年4月～1997年9月)

1964年～1993年 気象官署で有感となった地震はほとんど掲載されているが、局地的な地震で震源が決まらなかった場合、また有感数が著しく多い場合、掲載していない場合がある。

1993年～1994年 上記と同様であるが、臨時観測点(例えば平成5年北海道南西沖地震後に設置した奥尻町奥尻)が単独で有感となった場合は掲載されていない。

1995年1月～1995年4月12日 津波地震早期検知網(全国約150点)の地震計が震度4未満の場合は掲載されていない。また、平成7年兵庫県南部地震後に設置した臨時の震度計データは掲載されているが、臨時観測点単独の有感は、有感地震に計数されていない。

1995年4月13日～1996年3月31日 臨時観測点を含むすべての有感地震データを掲載している。

1996年4月1日～1996年9月30日 新たに整備した震度計(約300点)の震度5未満のデータは掲載されていない。

1996年10月1日以降～すべての有感地震データを掲載している。

「地震・火山月報(防災編)」及び「地震・火山月報(カタログ編)」(1997年10月以降)

震度データベースと整合している。付近有感について

は掲載されていない。

今回のデータベースは、気象官署、気象庁整備の震度計のデータ及び臨時観測データについて漏れがないようデータをマージした。ただし、原簿類が消失した官署、1994年7月～1995年4月の津波地震早期検知網の震度4未満の震度データ、1996年4月1日～9月30日の新たに整備した震度計の震度5未満の震度データ、付近有感については、入力されていない。

参考のために今回作成したデータベースによる有感地震数の推移を第2表に示す。この表には観測期間外の観測点や後述する回数だけのデータは含まずに計数してある。

今回集約した震度データベースの内容は1926年～1999年の74年間の国内約7万回の地震で、のべ約15万の震度を観測したものである。

### 3. 気象庁震度データベースのフォーマット

気象庁震度データベースは震度加速度ファイルと観測点ファイルから構成され、その形式は第1図及び第3表のとおりである。震度加速度ファイルは震源レコードと震度レコードから構成される。また、月、日、時のそれぞれまでしか震度観測の諸元が分からなかった震度データについては回数で入力されている。

これらの形式は、今後の業務の変化によって変わることがある。特に現在震度計から刻々入電する電報のデータの中には、計測震度0.5未満(震度0)や卓越周期等の情報が生かされていないものがあり、本稿作成時点で

はこれらを取り入れられないか検討している。

#### 3-1 観測点ファイル

すべての観測点(廃止されたものや臨時観測点を含む)について、7桁の地点番号が割り振られている。上5桁は市町村コード、下2桁は観測点種別を表し、  
00～19 気象庁整備の震度計、気象官署  
20～29 気象庁以外の国が整備した震度計  
30～69 地方公共団体が整備した震度計  
70～79 本データベース作成時点で震度観測が終了していた気象官署または震度計  
である。この他、情報発表用名称、緯度、経度、震度観測履歴(始めと終わり)の並びとなっている。

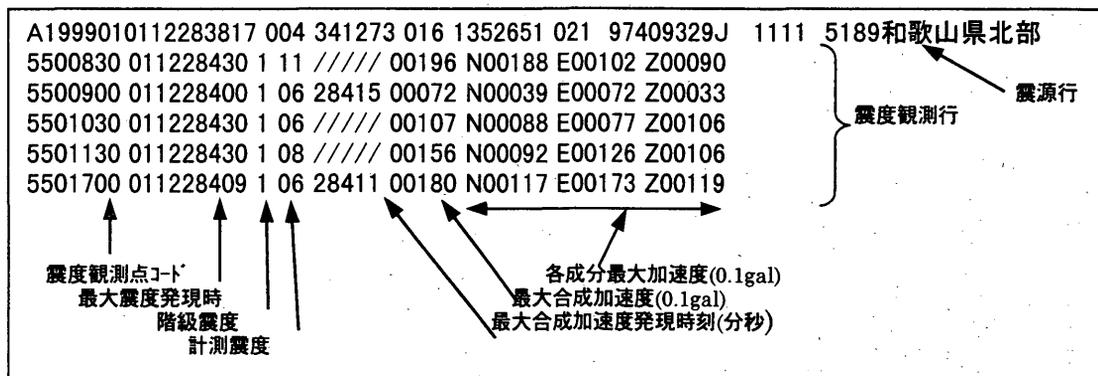
気象官署毎に地震観測の歴史については、「地震観測業務履歴」(1～7、気象庁観測部地震課、1966～1967)にまとめられているが、震度観測については記述がない。参考のために気象官署についての震度観測履歴の内容を第4表に示す。

震度計の設置場所を移転した場合、原則として地点番号を変更している。ただし、体感観測の時代に気象官署が同じ市内等で移転している場合は、利用の便を考慮し、同じ地点番号とした(札幌、釧路、大島等)。

#### 3-2 気象庁震度データベースファイル

いくつか利用上の注意を記す。

1926～1960年までは、気象庁震源(JMAEP2)を無感の地震も含めてすべて入力してある。これは、今後のデータ追加・修正や区内気象観測所等のデータの入力、震源再計算等に備えるためである。



第1図 気象庁震度データベースの震度加速度ファイルのフォーマット  
フォーマットの例。1行目は地震の震源要素等を格納した震源行。2行目以降は有感観測点における要素を格納した震度観測行。この型式で地震毎、繰り返し時系列順に並ぶ。

第2表 気象庁震度データベース (ver0.42) による最大震度別地震回数

年	1	2	3	4	5	6	7	不明	計	*
1926	560	89	28	7	2	0	0	0	686	
1927	856	188	63	11	5	2	0	0	1,125	
1928	530	127	40	9	3	0	0	0	709	
1929	506	110	36	6	2	0	0	0	660	
1930	937	157	60	20	10	1	0	0	1,185	
1931	793	198	55	16	3	0	0	0	1,065	
1932	509	117	36	5	1	0	0	0	668	
1933	611	144	47	4	3	0	0	0	809	
1934	414	103	34	4	0	0	0	0	555	
1935	519	116	40	5	1	0	0	0	681	
1936	411	120	32	3	3	0	0	0	569	
1937	445	116	40	11	1	0	0	0	613	
1938	928	212	85	6	6	0	0	1	1,238	
1939	518	142	44	6	2	0	0	1	713	
1940	475	123	43	7	0	0	0	0	648	
1941	405	195	41	4	1	1	0	0	647	
1942	416	183	47	8	1	0	0	0	655	
1943	1,819	330	118	20	2	1	0	3	2,293	
1944	726	225	68	14	1	1	0	0	1,035	
1945	629	234	63	14	2	0	0	0	942	
1946	521	213	64	5	1	0	0	0	804	
1947	618	261	74	4	1	0	0	0	958	
1948	570	218	48	3	0	1	0	471#	1,311	
1949	492	199	59	3	0	0	0	0	753	
1950	695	199	38	5	0	0	0	0	937	
1951	700	200	54	5	0	0	0	0	959	
1952	766	249	50	9	1	0	0	0	1,075	
1953	617	220	56	2	1	0	0	0	896	
1954	550	197	52	7	0	0	0	0	806	
1955	492	175	52	7	0	0	0	0	726	
1956	458	186	57	9	0	0	0	0	710	
1957	390	191	56	5	0	0	0	0	642	
1958	379	176	57	2	2	0	0	0	616	
1959	397	179	53	8	0	0	0	0	637	
1960	394	170	50	12	0	0	0	0	626	
1961	508	229	64	19	1	0	0	0	821	
1962	845	467	122	31	3	0	0	0	1,468	
1963	398	189	61	8	1	0	0	0	657	
1964	534	281	68	17	1	0	0	0	901	
1965	413	209	77	23	0	0	0	0	722	
1966	1,902	708	238	48	10	0	0	0	2,906	
1967	483	238	86	13	1	0	0	0	821	
1968	940	418	138	21	7	0	0	0	1,524	
1969	455	215	80	10	0	0	0	0	760	
1970	538	275	83	8	3	0	0	0	907	
1971	355	210	70	9	1	0	0	0	645	
1972	465	242	107	14	1	1	0	0	830	
1973	517	278	72	12	3	0	0	0	882	
1974	575	214	72	12	2	0	0	0	875	
1975	417	187	53	12	1	0	0	0	670	
1976	324	165	67	5	0	0	0	0	561	
1977	430	190	60	11	0	0	0	0	691	
1978	668	290	106	31	3	0	0	0	1,098	
1979	361	143	64	7	0	0	0	0	575	
1980	508	213	65	13	1	0	0	0	800	
1981	324	127	49	11	1	0	0	0	512	
1982	468	220	64	9	0	1	0	0	762	
1983	737	291	92	22	2	0	0	0	1,144	
1984	732	357	143	35	1	0	0	0	1,268	
1985	422	193	54	11	1	0	0	0	681	
1986	716	367	123	34	4	0	0	0	1,244	
1987	438	215	70	12	8	0	0	0	743	741
1988	510	241	79	11	0	0	0	0	841	836
1989	648	277	109	10	1	0	0	0	1,045	1,045
1990	426	223	86	16	0	0	0	0	751	750
1991	892	307	104	27	0	0	0	0	1,330	1,329
1992	1,102	620	206	44	8	0	0	0	1,980	1,979
1993	1,014	441	108	29	4	1	0	0	1,597	1,301
1994	490	213	87	23	1	2	0	0	816	778
1995	1,197	584	167	50	5	1	0	0	2,004	1,902
1996	731	336	66	23	8	0	0	0	1,164	1,164
1997	1,188	434	129	30	9	1	0	0	1,791	1,791
1998	1,000	374	118	27	1	1	0	0	1,521	1,521
1999	641	278	81	20	3	0	0	0	1,023	1,023

\*: 地震火山概況, 地震津波防  
災季報, 地震火山月報による値

#: ほとんどが福井地震におけ  
る福井地方気象台の震度デー  
タ (有感時刻のみ)

第3表 気象庁震度データベースのレコードフォーマット

震源レコード		欄 型	項目名	内容
01	A1		レコード種別ヘッダ	A: 震源レコード B: 群発地震時の震源レコード D: 震源が離れた地震の組の震源レコード C: コメントレコード オリジンタイムの西暦
02-05	14		西暦	
06-07	12		月	" 月
08-09	12		日	" 日
10-11	12		時	" 時
12-13	12		分	" 分
14-17	F4.2		秒	" 秒
18-21	F4.2		標準誤差 (秒)	" 標準誤差 (秒)
22-24	13		緯度 (度)	震央の緯度 (度)
25-28	F4.2		緯度 (分)	" (分)
29-32	F4.2		標準誤差 (分)	" の標準誤差 (分)
33-36	14		経度 (度)	震央の経度 (度)
37-40	F4.2		経度 (分)	" (分)
41-44	F4.2		標準誤差 (分)	" の標準誤差 (分)
45-49	F5.2		深さ (km)	深さフリーの条件で計算した時の震源の深さ (km)
	13, 2X			深さ固定または1 km刻みの条件で計算した時の震源の深さ (km)
50-52	F3.2		標準誤差 (km)	震源の深さの標準誤差 (km). 深さ固定または km刻みの条件で計算した場合は空白.
53-54	F2.1		マグニチュード 1	気象庁が計算したマグニチュードまたはISC等が計算した実体波マグニチュード
55	A1		" 種別	J: JMA B: MB S: MS
56-57	F2.1		マグニチュード 2	USGS等が計算した表面波マグニチュード
58	A1		" 種別	S: MS
59	A1		使用走時表	気象庁が震源を決定するために使った走時表の種類. 他機関の場合空白. 1: 標準走時表 2: 三陸沖用走時表 3: 北海道東方沖用走時表 4: 千島列島付近用走時表
60	A1		震源評価	震源を決定するにあたっての初期条件. 不明の場合空白 1: 深さフリー 2: 深さ1 km刻み 3: 深さ固定等, 人の判断による 4: Depth Phaseを用いた 7: 参考 8: 決定不能または不採用
62	A1		最大震度	この地震における最大震度 1: 震度1 2: 震度2 3: 震度3 4: 震度4 5: 震度5 (1996年9月まで) 6: 震度6 (1996年9月まで) 7: 震度7 A: 震度5弱 B: 震度5強 C: 震度6弱 D: 震度6強
63	A1		被害規模	宇津が定めたところによる被害規模 1: 壁や地面に亀裂が生じる程度の微小被害 (火山などの特殊な場所の地割れなどは除く) 2: 家屋の破損, 道路の損壊などが生じる程度の小被害 3: 複数の死者または複数の全壊家屋が生じる程度 (ただし4には達しない) 4: 死者20人以上または家屋全壊1千戸以上 (ただし5には達しない) 5: 死者200人以上または家屋全壊1万戸以上 (ただし6には達しない) 6: 死者2千人以上または家屋全壊10万戸以上 (ただし7には達しない) 7: 死者2万人以上または家屋全壊100万戸以上
64	A1		津波規模	宇津が定めたところによる津波規模 1: 波高50 cm以下 2: 波高1 m前後 3: 波高2 m前後 4: 波高4~6 m 5: 波高10~20 m 6: 波高30 m以上
65	I1		震央地域番号	震央地名ファイルによる震央地域番号
66-68	I3		震央地名番号	" 震央地名番号
69-92	A22		震央地名	情報発表に使用した震央地名
93-95	I5		観測点数	震度1以上を観測した観測点の数
96	A1		レコード種別フラグ	K: 気象庁月報震源 S: 参考震源 N: 震源未決定 U: USGS I: ISC H: 震度観測時刻が時間単位までのデータ D: " 日単位までのデータ M: " 月単位までのデータ
震度・加速度レコード				
		欄 型	項目名	内容
01	I7		観測点番号	震度観測曲の地点番号 code_p.datで与えられる.
02	A1			空白
03	I2		発現日	第1相の時刻, または震度計トリガー時刻
04	I2		発現時	"
05	I2		発現分	"
06	F3.1		発現秒	"
07	A1			空白
08	I1		震度	気象庁震度階級による震度
09	A1			空白
10	I2		震度 (計測値)	震度計による小数点1位までの震度. //は欠測.
11	A1			空白
12	I2		最大加速度発現分	最大加速度 (合成値) を観測した時. //は欠測.
13	F3.1		最大加速度発現秒	"
14	A1			空白

## 前ページの表のつづき

15	15	最大加速度(合成値)単位0.1ガル (gal=cm/s <sup>2</sup> ) /////は欠測.
16	A1	空白
17	A1	指示フラグ N
18	15	最大加速度(南北成分)単位0.1ガル (gal=cm/s <sup>2</sup> ) /////は欠測.
19	A1	空白
20	A1	指示フラグ E
21	15	最大加速度(東西成分)単位0.1ガル (gal=cm/s <sup>2</sup> ) /////は欠測.
22	A1	空白
23	A1	指示フラグ U
24	15	最大加速度(上下成分)単位0.1ガル (gal=cm/s <sup>2</sup> ) /////は欠測.
25	A1	空白
26	A35	空白
27	A1	* ただし、震源レコードのレコード種別フラグがM, H, Dの場合. 空白 (それ以外)
28	15	観測回数 ただし、震源レコードのレコード種別フラグがM, H, Dの場合. 空白 (それ以外)

観測点ファイル  
レコード形式: テキスト (タブ区切り)  
ひとつの観測点につき1レコードで構成される.

1レコードの並び

01	17	観測点番号	観測点固有番号上5桁は市町村コード
02		震度発表名称	情報発表時に使用する名称
03	14	観測点緯度	観測点緯度 (度分)
04	15	観測点経度	観測点経度 (度分)
05	14, 412	観測開始年月日時分	不明の場合は該当する項目に99が入力されている.
06	14, 412	観測終了年月日時分	不明の場合は該当する項目に99が入力されている. 継続している場合は空白

- ・ 気象官署の地震(震度)観測開始前のデータも、その前身在区内気象観測所等である場合は、そのまま入力している(相川、津山、山口等)。しかし、気象官署になる前のデータはその連続性において疑問もある。連続的な利用(例えばある地点における震度1以上の地震の推移を見ること等)に関しては、観測点ファイルの履歴を参照し、その観測期間内で利用されたい。
- ・ 震源については、気象庁震源がある場合はそれを優先し、次いで、ISC震源、USGS震源、気象庁参考震源の順で採用した。また、最近のデータについては、業務的に行われている一時的な震源(還元震源)が入力されているが、本稿作成時点では1998年12月まで気象庁震源に置き換わっており、今後も順次置き換え作業を行う予定である。
- ・ 松代群発地震時(1962年～)の精密地震観測室(松代)の震度データ(約5万回)は、そのほとんどが回数で入力されている。隣接した長野地方気象台のデータについては、この期間もすべて入力されている。
- ・ 戦時中・戦後の一時期(1944～1946)は、観測が困難であったことから所々で観測を休止している。これは観測点の履歴には含まれていない。
- ・ 震度行の並びは、震度階級が大きい観測点～小さい観測点順、同じ震度階級の場合は地点番号が小さい観測点～大きな観測点順に並んでいる。
- ・ 震度に対応する震源が求まっていない場合の震源は、一番上の震度行にある観測点の緯度、経度を便宜的に与えている。
- ・ 震度行に震度不明を含む場合、震源行の最大震度は震度不明を震度1として扱っている。

第4表 気象官署における震度観測履歴

旧震度発表名称	現在の震度発表名称	震度観測開始	震度観測終了(空白は継続中)	備考
札幌	札幌中央区北2条	1876		途中4度の庁舎移転あり
函館	函館市美原	1873		途中4度の庁舎移転あり
森	渡島森町上台町	1938/2		途中1度の庁舎移転あり
江差	檜山江差町姥神	1941		途中1度の庁舎移転あり
小樽	小樽市勝納町	1943		
倶知安	倶知安町南1条	1944		途中1度の庁舎移転あり
寿都	寿都町新栄	1884		途中3度の庁舎移転あり
岩見沢	岩見沢市5条	1947		1946/10/6岩見沢産業気象研究所として発足、途中2度の庁舎移転あり
旭川	旭川市8条通	1889		途中3度の庁舎移転あり
羽幌	羽幌町南3条	1921		途中2度の庁舎移転あり
留萌	留萌市大町	1943		途中1度の庁舎移転あり
稚内	稚内市開運	1938/1		途中2度の庁舎移転があるが、±1'以内
北見枝幸	宗谷枝幸町本町	1944		
網走	網走市台町	1890		途中1度の庁舎移転あり
紋別	紋別市南が丘町	1956		
雄武	雄武町雄武	1947		
室蘭	室蘭市山手町	1923/6		途中1度の庁舎移転あり
苫小牧	苫小牧市しらかば	1942		途中1度の庁舎移転あり
浦河	浦河町潮見	1927		途中1度の庁舎移転あり
帯広	帯広市東4条	1894		途中2度の庁舎移転あり
広尾	広尾町並木通	1958/1/1		
釧路	釧路市幣舞町	1890/4/1		途中2度の庁舎移転あり、うち1回は48kmの移転(標茶から)
根室	根室市弥栄	1880		途中2度の庁舎移転あり
青森	青森市花園	1882		1946年は不明、途中6度の庁舎移転あり、1937/10/28よりは県の施設
深浦	深浦町深浦	1940		
八戸	八戸市渡町	1936/7		
むつ	むつ市金曲	1935		「田名部」(1970/4/17より前の名称)
宮古	宮古市嶺ヶ崎	1923/1		途中1度の庁舎移転あり
大船渡	大船渡市大船渡町	1963/7		途中1度の庁舎移転あり
盛岡	盛岡市山王町	1923/9/1		
水沢	(観測終了)	不明	1968	観測開始日時不明、データは1960年以降
石巻	石巻市泉町	1888/1		1943年は不明、途中1度の庁舎移転あり、「野蒜」(1887/9/1より前の名称)
仙台	仙台宮城野区五輪	1926/10/1		途中1度の庁舎移転あり
秋田	秋田市山王	1921		1926年までは震度不明、途中4度の庁舎移転あり
酒田	酒田市亀ヶ崎	1937/1		途中1度の庁舎移転あり
新庄	新庄市東谷地田町	1957		途中1度の庁舎移転あり
山形	山形市緑町	1890/1		途中3度の庁舎移転あり
福島	福島市松木町	1889		途中1度の庁舎移転あり
白河	白河市郭内	1941/1		
小名浜	いわき市小名浜	1923/7		1926年までの原簿は消失、途中1度の庁舎移転あり
若松	会津若松市材木町	1953		1953/8/1猪苗代測候所から移転、猪苗代時代のデータなし
水戸	水戸市金町	1897/1/1		「猪苗代」(1953/8/1より前の名称)
筑波山	(観測終了)	不明	1976/3/31	1918年までは震度不明
柿岡	八郷町柿岡	1926/5/1		
日光	日光市中宮祠	1943/10/1		「中宮祠」(1968/3/30より前の名称)
足尾	(観測終了)	不明	不明	官署創立以前の震度データが1927年から含まれる
宇都宮	宇都宮市明保野町	1920/1/1		途中2度の庁舎移転あり
前橋	前橋市昭和町	1897/1/1		
熊谷	熊谷市桜町	1897/1/1		
秩父	秩父市近戸町	1926/1		途中1度の庁舎移転あり
鎌子	鎌子市川口町	1904/1		途中6度の庁舎移転あり
千葉	千葉中央区中央港	1953/7/18		官署創立以前の震度データが1933年から含まれる
館山	館山市長須賀	1923/4		途中3度の庁舎移転あり
富崎	(観測終了)	不明	1968/3/31	途中3度の庁舎移転あり、1968/3/31富崎から移転
勝浦	勝浦市巖名	1926		1968/3/31館山に移転
東京	東京千代田区大手町	1898/1		途中3度の庁舎移転あり
大島	伊豆大島町元町	1938/10/1		官署創立以前の震度データが1928年から含まれる
新島	(観測終了)	不明	1991/3/31	途中1度の庁舎移転あり
三宅島	三宅村神着	1942		官署創立は1943年だが、震度データは1962年と1983年以降のみ
八丈島	八丈町大賀郷	1907/1/1		
鳥島	(観測終了)	不明	1965/11/15	
父島	小笠原村父島	1974		
横浜	横浜中区山手町	1897/1		1923年までは震度不明、途中2度の庁舎移転あり
高田	上越市大手町	1922/2		
新潟	新潟市幸西	1886		1925年までは震度不明、途中3度の庁舎移転あり
相川	新潟相川町三町目	1939/11		観測開始(1939/11)以前の震度データが1930年から含まれる
富山	富山市石坂	1933/1		途中1度の庁舎移転あり
伏木	高岡市伏木	1886		
輪島	輪島市鳳至町	1929/4		途中2度の庁舎移転あり
金沢	金沢市西念町	1887		途中3度の庁舎移転あり
福井	福井市豊島	1926/1		途中2度の庁舎移転あり
敦賀	敦賀市松栄町	1897/10/1		途中3度の庁舎移転あり
河口湖	河口湖町船津	1933/1		途中2度の庁舎移転あり
甲府	甲府市飯田	1896/1		「船津」(1968/3/30より前の名称)
長野	長野市箱清水	1916/1		途中2度の庁舎移転あり
松代	長野市松代	1949/5		途中1度の庁舎移転あり
松本	松本市沢村	1926/1		
諏訪	諏訪市湖岸通り	1945		途中1度の庁舎移転あり
軽井沢	軽井沢町追分	1926/4		
飯田	(観測終了)	不明	不明	「追分」(1964/4/1より前の名称)
飯田	飯田市馬場町	1899/1		官署廃止(1964/3/31)以後の震度データが1964年11月まで含まれる
高山	高山市桐生町	1899/5/11		途中1度の庁舎移転あり
岐阜	岐阜市加納二之丸	1883		1915年までは震度不明、途中1度の庁舎移転あり
網代	熱海市網代	1931/3		途中3度の庁舎移転あり
伊東	(観測終了)	不明	1949/10/31	官署廃止(1964/10/31)以後の震度データが1960年まで含まれる
石廊崎	南伊豆町石廊崎	1939/6/1		観測開始(1939/6/1)以前の震度データが1926年から含まれる
沼津	(観測終了)	不明	1939/10/31	「長津呂」(1968/3/30より前の名称)
三島	三島市東本町	1930/6/1		
大宮	(観測終了)	不明	不明	

前ページの表のつづき

旧震度発表名称	現在の震度発表名称	震度観測開始	震度観測終了(空白は継続中)	備考
静岡	静岡市曲金	1940/1		官署創立(1940/1)以前の震度データが1933年から含まれる
御前崎	御前崎町御前崎	1932/4/1		官署創立(1932/4/1)以前の震度データが1929年から含まれる
浜松	浜松市三組町	1882/12/1		途中3度の庁舎移転あり
伊良湖	湯美町福江	1946/3/13		途中1度の庁舎移転あり
名古屋	名古屋千種区日和町	1926/1		途中1度の庁舎移転あり
四日市	四日市市小古曾	1966		1966/4/1龜山から移転
津	津市島崎町	1920/1		途中3度の庁舎移転あり
上野	上野市緑ヶ丘本町	1937/1/13		官署創立(1937/1/13)以前の震度データが1927年から含まれる
龜山	(観測終了)	不明	1966/3/31	1966/4/1四日市に移転
尾鷲	尾鷲市南陽町	不明		途中2度の庁舎移転あり
彦根	彦根市城町	1894		
伊吹山	(観測終了)	1933/1/1	1989/3/31	
舞鶴	舞鶴市下福井	1947/1		途中1度の庁舎移転あり
京都	京都市中区西ノ京	1885		途中1度の庁舎移転あり
大阪	大阪中央区大手前	1882/1		途中7度の庁舎移転あり、1930/8/25よりは東の施設
豊岡	豊岡市桜町	1922/1		途中2度の庁舎移転あり
神戸	神戸中央区脇浜	1897/1/1		
姫路	姫路市今宿	1949/1		途中1度の庁舎移転あり
洲本	洲本市小路谷	1919/1		
奈良	奈良市半田開町	1920/1		「八木」(1942/3/30より前の名称)、「樫原」(1953/4/1より前の名称)
和歌山	和歌山市男野芝	1879/9		
潮岬	串本町潮岬	1912		
鳥取	鳥取市吉方	1943/1/1		官署創立(1943/1/1)以前の震度データが1930年から含まれる
米子	米子市博労町	1939/6		途中1度の庁舎移転あり
境	境港市東本町	1887		途中2度の庁舎移転あり
松江	松江市西津田	1940/12		
浜田	浜田市大辻町	1893/1		途中1度の庁舎移転あり
西郷	西郷町西町	1940/12		
津山	津山市林田	1943/2/1		官署創立(1943/2/1)以前の震度データが1927年から含まれる
岡山	岡山市桑田町	1902		途中3度の庁舎移転あり
福山	福山市松永町	1942/1/1		官署創立(1942/1/1)以前の震度データが1927年から含まれる
広島	広島中区上八丁堀	1920/1		途中1度の庁舎移転あり、「松永」(1970/4/17より前の名称)
呉	呉市宝町	1894		途中3度の庁舎移転あり
徳島	徳島市大和町	1891/7		途中7度の庁舎移転あり
剣山	(観測終了)	1950/6	1995/3/31	途中2度の庁舎移転あり
高松	高松市伏石町	1941/4/1		官署創立(1941/4/1)以前の震度データが1927年から含まれる
多度津	多度津町家中心	1893		
松山	松山市北持田町	1890/1		途中1度の庁舎移転あり
宇和島	宇和島市住吉町	1922/5		途中1度の庁舎移転あり
室戸岬	室戸市室戸岬町	1928/1		
高知	高知市本町	1927/1		官署創立(1927/1)以前の震度データが1926年から含まれる
宿毛	宿毛市片島	1943		途中3度の庁舎移転あり
清水	土佐清水市足摺岬	1930/9/29		途中1度の庁舎移転あり
萩	萩市堀内	1948/2/14		官署創立(1948/2/14)以前の震度データが1930年から含まれる
山口	山口市周布	1966/4/1		途中2度の庁舎移転あり
防府	(観測終了)	1946/3/13	1969	1966/4/1防府から移転、官署創立以前の震度データが1955年から含まれる 1966/4/1山口に移転、官署創立以前の震度データが1927年から含まれる 1966/4/1以降は防府検潮所として1969年まで観測を継続 1945/2-1946/11欠測、途中3度の庁舎移転あり、「赤間ヶ崎」(1902/6/1より前の名称)
下関	下関市竹崎	1922/3		途中2度の庁舎移転あり
福岡	福岡中央区大濠	1890/1/1		官署創立(1931/7/22)以前の震度データが1928年から含まれる
飯塚	飯塚市川島	1931/7/22		途中1度の庁舎移転あり
佐賀	佐賀市駅前中央	1891/1		途中2度の庁舎移転あり
佐世保	佐世保市大黒町	1946/3/13		官署創立(1946/3/13)以前の震度データが1927年から含まれる
平戸	平戸市岩の上町	1939/1/11		途中1度の庁舎移転あり
長崎	長崎市南山手	1878/7/1		官署創立(1939/1/11)以前の震度データが1927年から含まれる
雲仙岳	小浜町雲仙	1923/1/1		途中2度の庁舎移転あり 1945/8-1946/8欠測、途中1度の庁舎移転あり、「温泉岳」(1969/4/1より前の名称)
藤原	藤原町藤原	1886		途中3度の庁舎移転あり
福江	福江市木場町	1962/5/1		1962/5/1福江から移転、移転以前の震度データが1933年から含まれる
富江	(観測終了)	1924/7/1	1962/4/30	1962/5/1福江に移転
阿蘇山	白水村中松	1931/11/5		官署創立(1931/11/5)以前の震度データが1927年から含まれる
熊本	熊本市京町	1890/2/1		途中1度の庁舎移転あり
人吉	人吉市城本町	1942/3/30		官署創立(1942/3/30)以前の震度データが1927年から含まれる
牛深	牛深市牛深町	1949/6/1		官署創立(1946/6/1)以前の震度データが1927年から含まれる
大分	大分市長浜	1888		途中1度の庁舎移転あり
日田	日田市三本松	1942/8/17		1920年までは月日不明(年回数のみ)、途中1度の庁舎移転あり
延岡	延岡市天神小路	1961/4/1		官署創立(1942/8/17)以前の震度データが1926年から含まれる 官署創立(1961/4/1)以前の震度データが1930年から含まれる
宮崎	宮崎市和知川原	1922		途中1度の庁舎移転あり
油津	日南市油津	1947/4/30		1925年までは月日不明(年回数のみ)、途中3度の庁舎移転あり 官署創立(1947/4/30)以前の震度データが1929年から含まれる
都城	都城市葛原原	1941/4/1		途中4度の庁舎移転あり
鹿児島	鹿児島市東郡元	1885		官署創立(1941/4/1)以前の震度データが1931年から含まれる 1945/6/20-1945/10/31欠測、1889/8までは震度不明 1921年までは震度3階級、途中3度の庁舎移転あり
枕崎	枕崎市高見町	1924/1/1		
阿久根	阿久根市赤瀬川	1939/1/11		官署創立(1939/1/11)以前の震度データが1927年から含まれる
種子島	西之表市西之表	1947/5/29		途中2度の庁舎移転あり
屋久島	上屋久町小瀬田	1937/10/28		官署創立(1937/10/28)以前の震度データが1929年から含まれる
名瀬	名瀬市港町	1897/1		途中1度の庁舎移転あり
沖永良部	和泊町国頭	1953/1/1		途中1度の庁舎移転あり
名瀬	名瀬市宮里	1972		途中1度の庁舎移転あり
沖繩	那覇市樋川	1890/7/1		途中6度の庁舎移転あり
久米島	仲里村謝名堂	1959		
南大東島	南大東村在所	1957		途中1度の庁舎移転あり
宮古島	平良市下里	1938		途中4度の庁舎移転あり
石垣島	石垣市登野城	1896		途中1度の庁舎移転あり、「八重山」(1972/5/15より前の名称)
西表島	竹富町西表	1954		途中2度の庁舎移転あり、「租納」(1967/12/15より前の名称)
与那国島	与那国町租納	1957		

#### 4. 気象庁震度データベースの活用

過去、部分的なデータベースが作成されてきたにもかかわらず、十分に活用されなかった理由は、業務ベースの仕事にならなかったこと、電子媒体等の利用しやすい形態となっていなかったことに加えて、活用の方法が示されていないことにあると考えられる。

このデータベースは、気象庁地震業務の基礎資料になるほか、以下の方面の調査に役立つと考えられる。

- ① 地震活動の長期的または詳細な把握
- ② 震度分布の類似性を用いた過去の地震の地震像の把握
- ③ 地殻の減衰構造の把握
- ④ 地震による揺れの簡単な予測

また、体感の時代からの連続性の確認、必要であれば、震度と被害の相関（気象庁震度関連解説表）を部分修正する等の資料として活用することができる。

これだけで尽きるものではないが、いくつかについて活用例を示す。

##### 4.1 余震活動の調査

余震活動の解析を行う場合に、均一な（検知下限が分かっている）震源データを用い、改良大森公式（宇津，1957）に当てはめるやり方が主流である。古い時代の地震の場合は、震源データが均一に求まっている場合が少ないので、本震付近の観測点で有感となった時刻データを用い、このデータセットで解析を行うことができる。

Ogata (1983) は同様の方法で余震活動の解析を行っている。この例と本データベースを用いた解析結果を第2図に、その他の本震-余震型の活動を解析した例を第3図、第4図に示す。

第2図の両者の結果はよく似通っている。細かいところを見ると、後半の二次余震が本データベースの解析では顕著にでていない。これは、Ogata (1983) が気象要覧（区内気象観測所のデータも掲載されている）を用い、本データベースはそれを用いていないためと考えられる。

第3図、第4図は、気象庁震源がほとんど求められていない2例である。気象庁震源は部分的に再計算され、その一部が発表されている（例えば濱田，1990）が、全体的には余震まで含めて求まっているデータセットは限られている。余震活動の解析を網羅的に行うには、本データベースが現時点では利用しやすい。解析の結果は良好であり、特にc値（余震活動の遅れを示す正の定数）が0.1（日）以下に求まっており、最近の解析（例えば静

岡県，1993）と比較しても信頼が置けることが分かる。

##### 4.2 内陸地域における地震活動度の調査

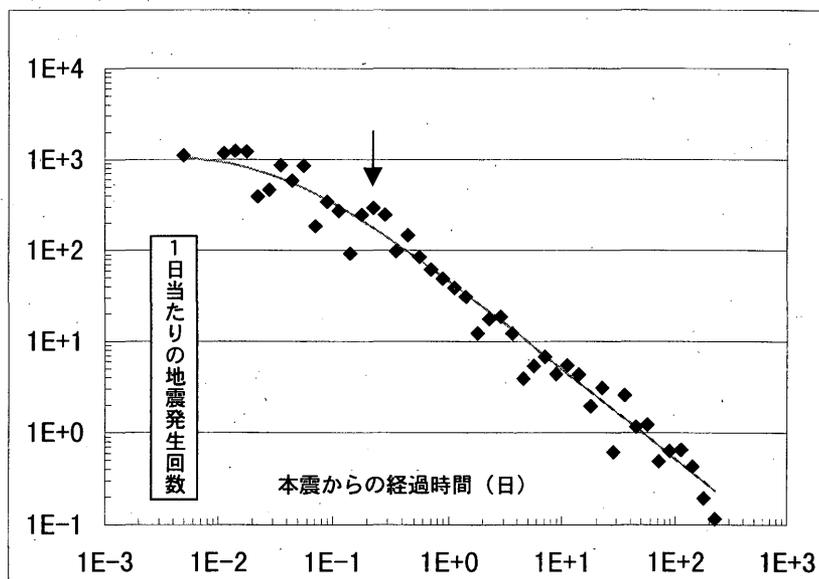
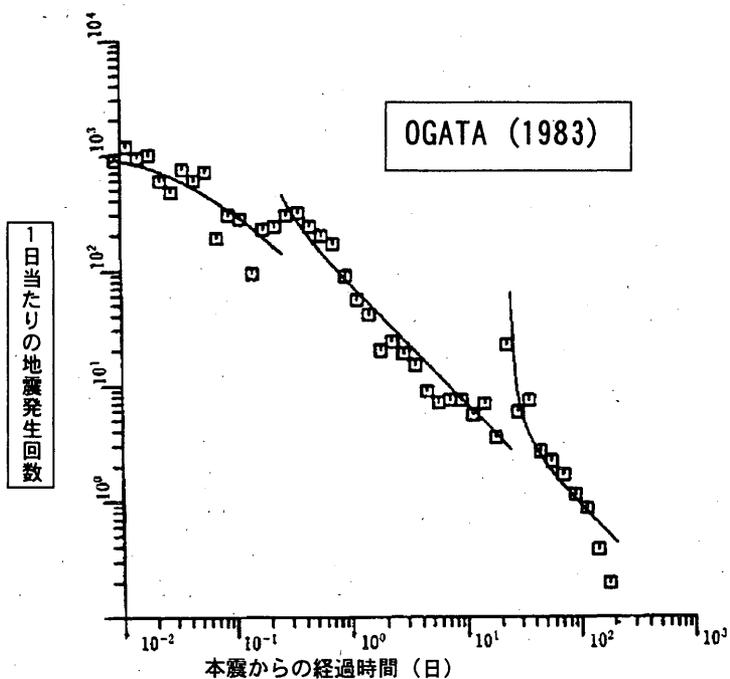
気象庁の地震検知力は年々向上している。古い時代から均一的に地震活動を見る場合に過去の検知力に合わせてるとマグニチュードの下限は大きくなる。一方、現在は一部の地域を除いて震度1以上を観測した場合には精度良く震源が求まるが、過去のデータは震源が求められていない場合が多い。このため、震源が決定されていない場合に、津村・川口（1997）による震度の重み付き重心を用いて仮の震央を求めた。このことにより、長い期間の地震活動の様相をほぼ均一にとらえることができる。第5図は、震源データがない場合、震度の二乗分の重みを観測点座標に与えた重心により仮想震源を求め、表示したものである。この方法は内陸の地震に対して有効である。

熊本付近は地震活動が定常的に見られる地域であり、1886年の熊本地震（M6.3）では多くの被害があった。1999年10月～11月にM4.1（最大震度4）を最大とする地震活動があり、活動の活発化が懸念された。第5図はその活動を含めて過去から表示したものである。本データベースによる矩形内の活動（地震回数積算図）を見ると1999年10月～11月の活動が特段突出したものではないことが分かる。

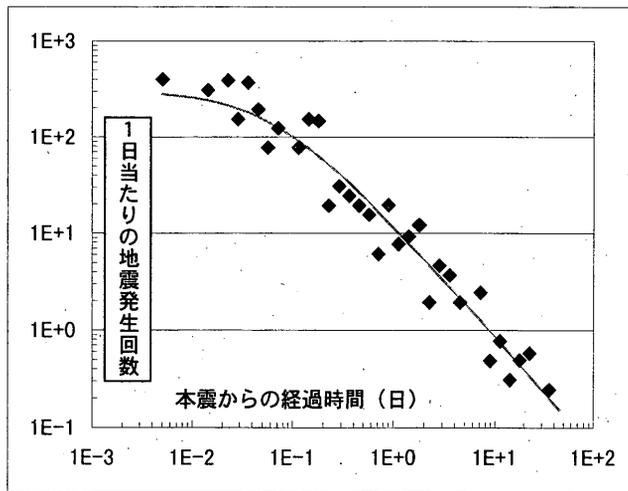
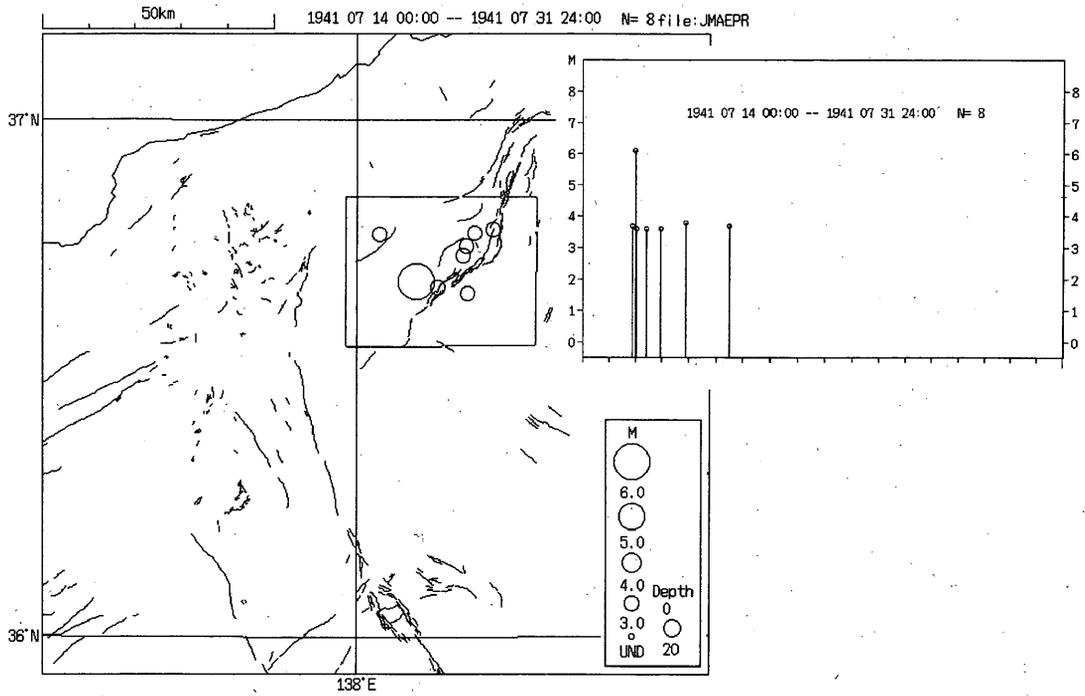
##### 4.3 地震波減衰構造の調査

地震波減衰構造の推定にはいくつかの方法がある。Hashida and Shimazaki (1987)、中村他 (1994) は、気象庁震度データを用いブロックインバージョン法により日本の地殻の地震波減衰構造を計算した。この方法を適用し、今回作成した震度データベースを用いて東北地方の地震波減衰構造を求めた。

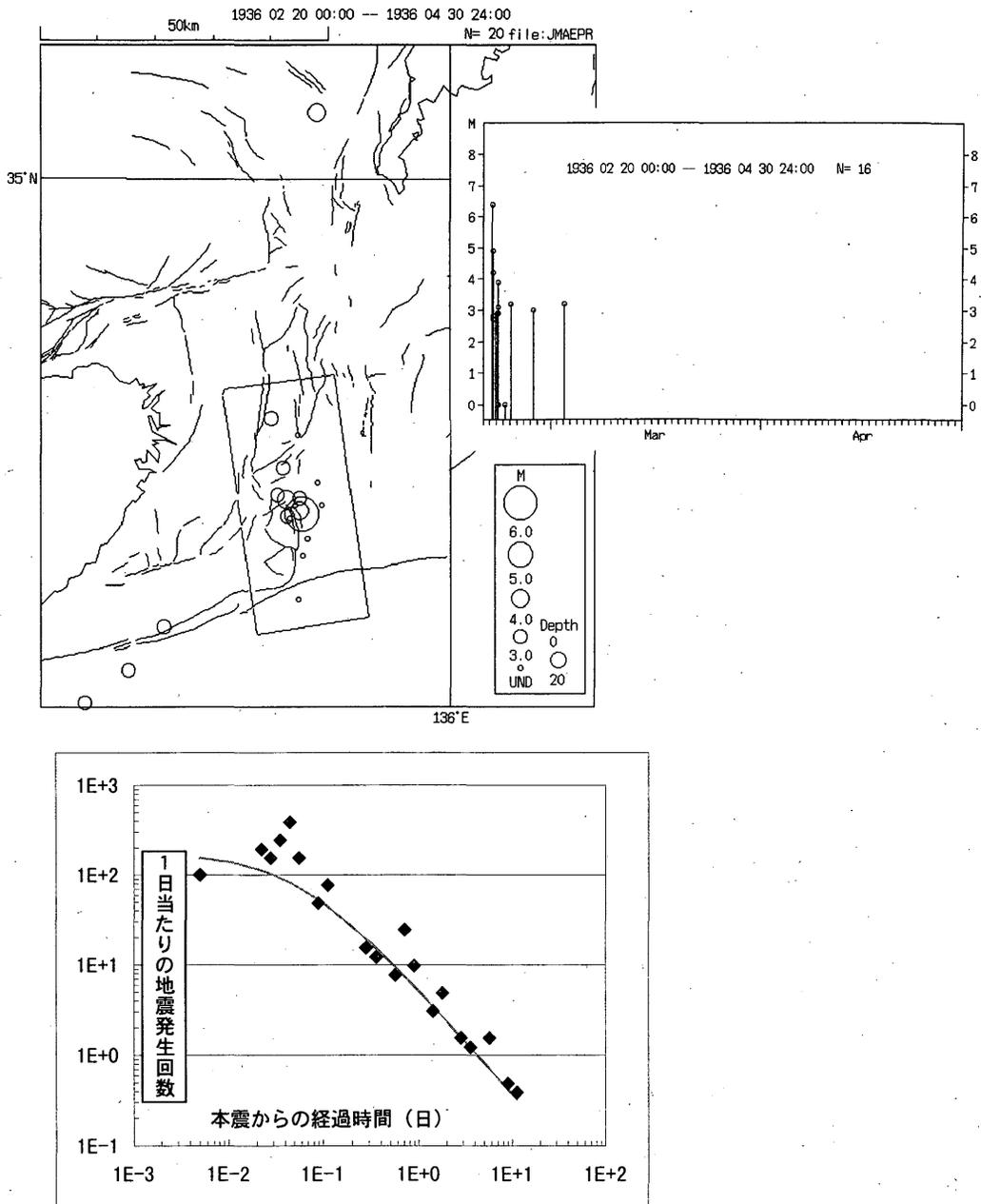
Hashida and Shimazaki (1984) の方法は、対象とする領域を3次元の各ブロックに分割し、それぞれのブロックのQ値と各地震毎の震源における仮想加速度を未知のパラメータとした。波線の各ブロック伝播時間、震度を既知とする。実際は震度を河角（1943）の式で加速度に置き換え、振幅情報として用いている。しかし、Qに周波数依存性は少ないこと、表層の地震波振幅増幅率を2.0とすること、波動の卓越周波数を1.0Hzに固定する等、いくつかの仮定を設定している。今回整備した震度データベースの1997年以降のデータは最大加速度振幅値が得



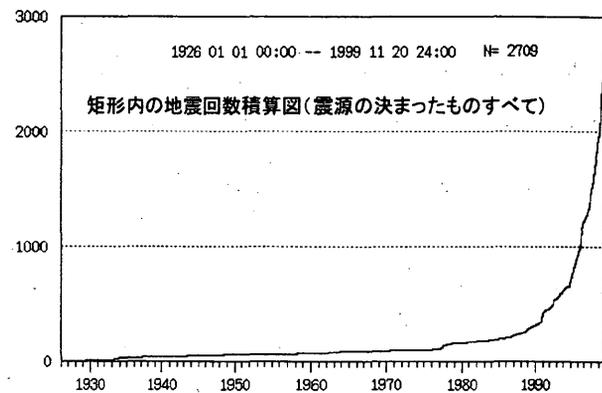
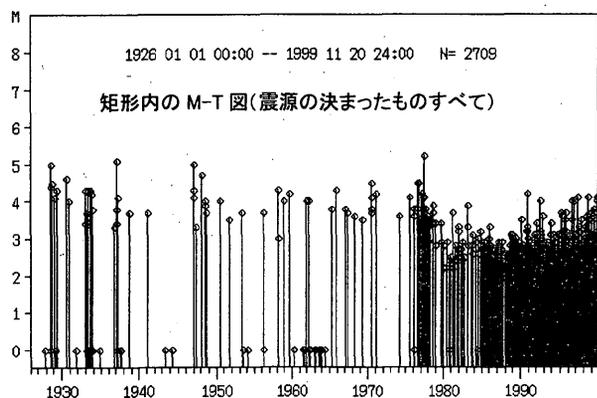
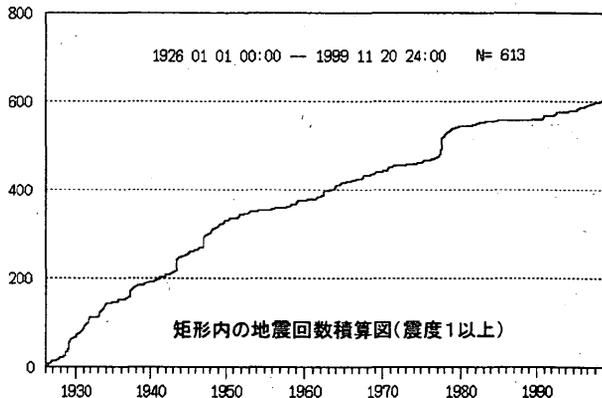
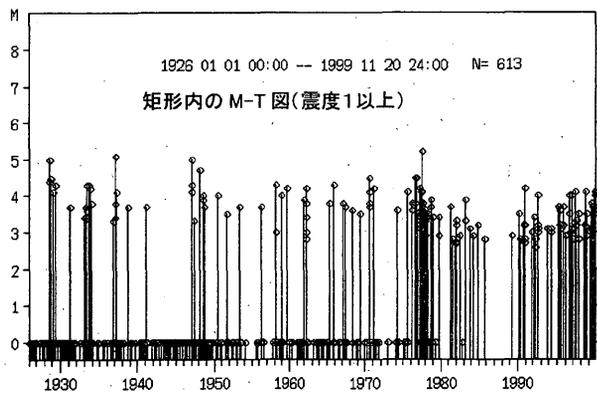
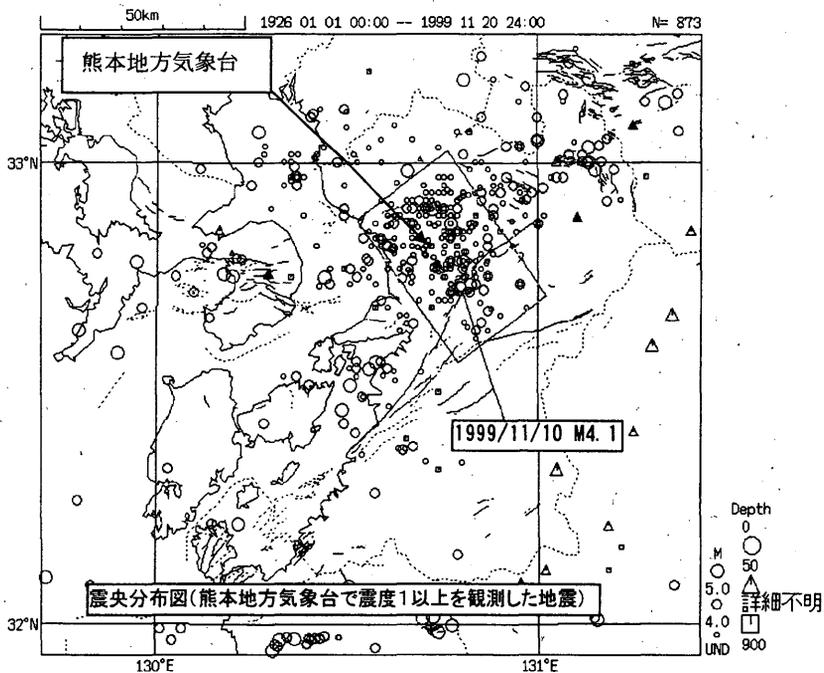
第2図 震度データベースを用いた余震解析 (1) 1927年 北丹後地震 M7.3  
 上: OGATA (1983) による北丹後地震M7.3の解析例. 2つの二次余震を想定した最尤法による解析.  $p=1.009$   
 下: 本データベースによる解析. 実線はひとつの改良大森公式を当てはめたときの最尤推定値. 一つ目の2次余震  
 (→の位置) が示唆される.  $K, p, c = 47.35171, 0.03733, 0.98069$   $N = 425$   
 この他に Utsu (1969) が  $c_p = 0.1, 1.1$  を得ている.  $K$  は, 余震の  $M$  の数値値が不明のため, 直接他の活動と比較す  
 ることができないが, 今後の震源再決定作業などにおいて余震の  $M$  がある程度分かれば意味のある数字となる.



第3図 震度データベースを用いた余震解析 (2) 1941年 長野県北部 M6.1  
 $K_{cp} = 12.11302 \quad 0.06032 \quad 1.15052 \quad N = 78$   
 震央分布図は、気象庁震源、M-T図は矩形内の震源 (8個)



第4図 震度データベースを用いた余震解析 (3) 1936年 奈良県地方 M6.4  
震央分布図は、気象庁震源、M-T図は矩形内の震源 (16個)  
kcp = 5.33401 0.05053 1.16223 N = 32



第5図 震度データベースを用いた地震活動解析例

熊本地方気象台における震度1以上を観測した地震を震央分布図に表示した。震源が求まっていない場合は、地震毎に震度の重みをつけ仮震源を与えている。震度1以上を観測した図から1999年10-11月の活動は特段活発なものではなく、通常レベルの活動であったことが分かる。なお、表示期間の震源データにおける有感フラグを用いた識別は、フラグがない期間もあり、期間を通じて用いることができない。

られているので、河角 (1943) の式を用いて震度から加速度を換算する必要はない。また、卓越周期は計測震度 (小数点震度) と最大加速度から推定する方法をとった (注)。一方、震度観測点は Hashida and Shimazaki (1987) が使用したデータに比べ約10倍の観測点密度になっているが、観測期間はまだ3年程度なので地震数は少ない。

方法は以下のとおりである。ある地点で観測されたある地震の最大加速度  $a$  (gal) は、

$$a = S \cdot G \cdot g \cdot \exp\{-\pi \cdot f \cdot \Sigma(T_K/Q_K)\} \quad (1)$$

として表すことができる。S は震源における仮想加速度 (gal), G は幾何減衰項, g は表層の減衰率, f は地震波の周波数 (Hz),  $T_K$  は K 番目のブロックの伝播時間 (sec),  $Q_K$  は K 番目のブロックの Q 値である。また, J 番目の地震の震源における仮想加速度  $S_J$  と  $Q_K$  の初期値を  $S_{0J}$  と  $Q_{0K}$ , 初期値から計算される I 番目の観測点での加速度を  $a_{IJ}^c$ , 実際の加速度を  $a_{IJ}^o$  とすると、

実測加速度:

$$a_{IJ}^o = S_J \cdot G \cdot g \cdot \exp\{-\pi \cdot f \cdot \Sigma(T_{IK}/Q_K)\} \quad (2)$$

計算加速度:

$$a_{IJ}^c = S_{0J} \cdot G \cdot g \cdot \exp\{-\pi \cdot f \cdot \Sigma(T_{IK}/Q_{0K})\} \quad (3)$$

とおける。両者の比の自然対数をとると、

$$\ln(a_{IJ}^o / a_{IJ}^c) = \ln(S_J / S_{0J}) - \pi \cdot f \cdot \Sigma(Q_K^{-1} - Q_{0K}^{-1}) T_{IK} \quad (4)$$

ここで、

$$r_{IJ} = \ln(a_{IJ}^o / a_{IJ}^c), \quad s_J = S_J / S_{0J}, \quad \delta q_K^{-1} = Q_K^{-1} - Q_{0K}^{-1}$$

とおき、観測方程式を  $d = Gm$  とした場合、それぞれは、

$$d = [r_{11}, r_{21}, \dots, r_{N1}, r_{12}, \dots, r_{N2}, \dots, \dots, r_{NM}] \quad (5)$$

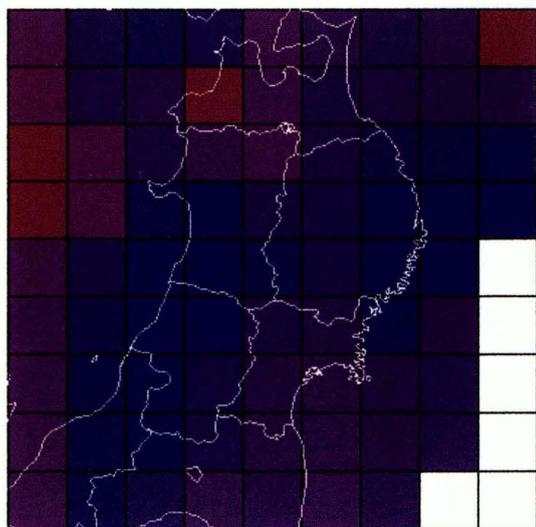
$$m = [\ln s_1, \dots, \ln s_M, \delta q_1^{-1}, \dots, \delta q_K^{-1}] \quad (6)$$

$$G = \begin{pmatrix} 1 & -\pi f T_{11}^1 & \dots & -\pi f T_{11}^K \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & -\pi f T_{NM}^1 & \dots & -\pi f T_{NM}^K \end{pmatrix} \quad (7)$$

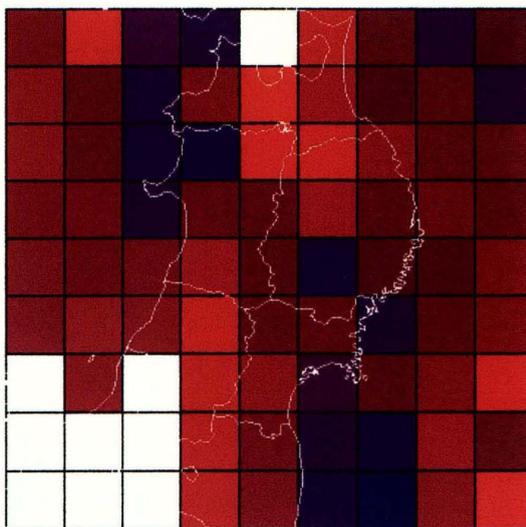
とおくことが、残差を最小にするような  $Q_K$  及び震源における仮想加速度  $S_J$  を求め、これを初期値としてイタレーションを行う。

この方法を用い、地震数約600、波線数約5,000のデータを用いて得られた、東北地方の地震波減衰構造が第6図である。東経138.5° ~ 143.0°, 北緯37.0° ~ 41.5°, 深さ125kmまでを、0.5° × 0.5° × 25kmのブロック405個について求めた。地震波は、Hashida and Shimazaki (1987) と同様、S波と仮定し3.8km/secの半無限とした。

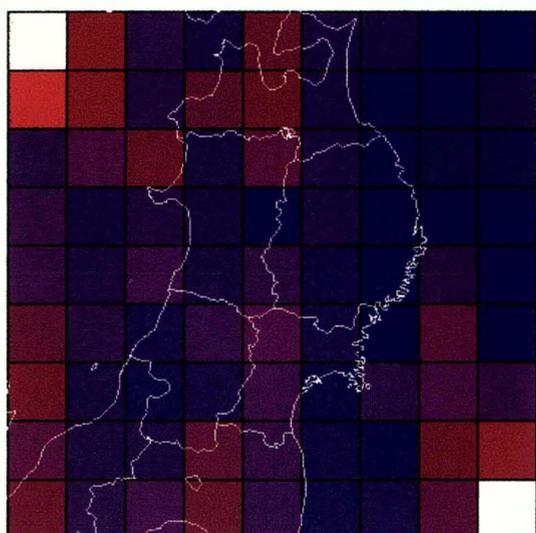
青色がより高いQを赤色がより低いQを表す。白色は未計算ブロックである。深さが0~25kmではhigh Qが太平洋側に列島に沿って分布するのがわかる。深さ0~25kmと25~50kmの層では全般的にhigh Qだが、その下の深さ50~75km, 深さ75~100kmでは、太平洋側の領域が相対的にhigh Qとなることがわかる。ただし、75km以深では波線が通らない領域があり、解が計算されていない。100km~125kmの領域は波線数が少なく、解は安定していない。深さ25~75kmまでの太平洋側の相対的なhigh Qは、太平洋プレートの沈み込みに伴う地震波減衰の小さい領域を反映していると考えられる。蓄積されたデータ数が少ないため、深部を通る波線数が少なく、これより深い層の構造は求めることができなかった。中村他 (1994) によると、30km以下の層で、東北地方の脊梁山地より太平洋側でhigh Qで、深くなるに従ってhigh Q領域が日本海側に広がるという結果が出されている。今回は50~100kmでは、同様に太平洋側でhigh Qという結果が得られた。今後データの蓄積を待つて、より深部の詳細な減衰構造を明らかにする。



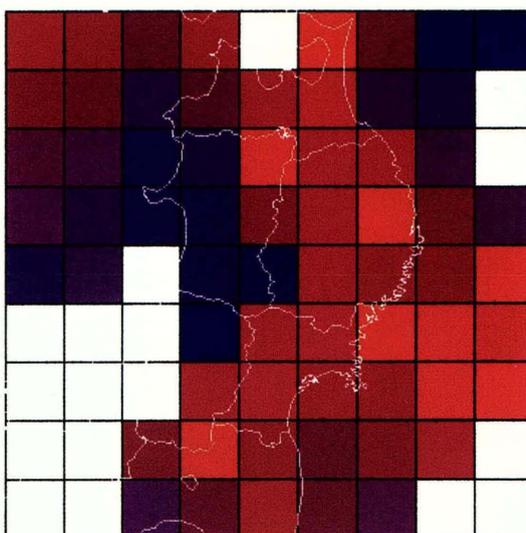
深さ: 0 ~ 25km



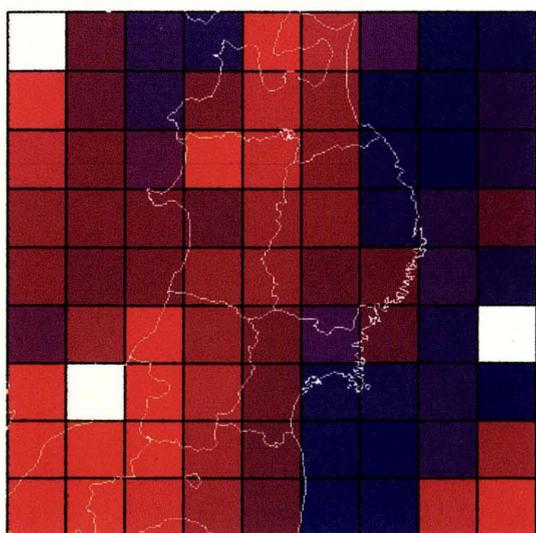
深さ: 75 ~ 100km



深さ: 25 ~ 50km



深さ: 100 ~ 125km



深さ: 50 ~ 75km

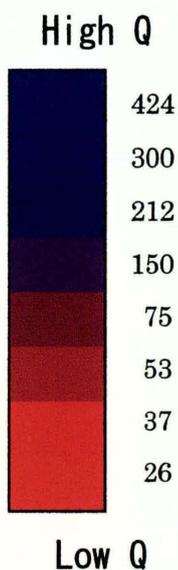
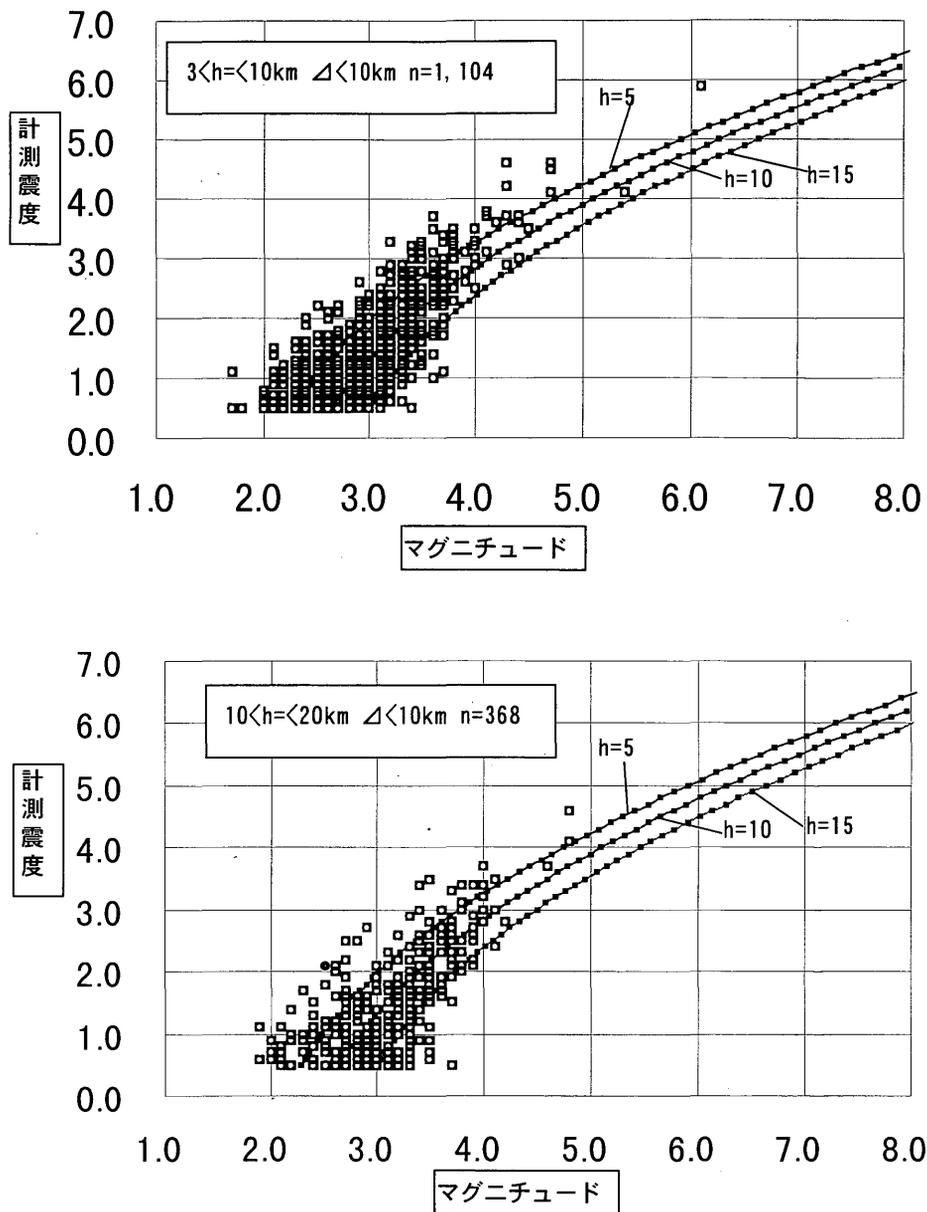


図6 震度データによるインバージョン法を用いた東北地方の地震波減衰構造 138.5° E ~ 143.0° E, 37.0° N ~ 41.5° N, 深さ 0 ~ 125 km を 0.5° × 0.5° × 25 km のブロックで分割した。深さ 0 ~ 25 km と 25 ~ 50 km の層では全般的に high Q だが、その下の深さ 50 ~ 75 km, 深さ 75 ~ 100 km では、太平洋側の領域が相対的に high Q となることがわかる。ただし、75 km 以深では波線が通らない領域があり、解が計算されていない。100 km ~ 125 km の領域は波線数が少なく、解は安定していない。



第7図 直上震度の推定への応用例  
 実線は、宇津(1988)による深さ5km, 10km, 15kmの標準推定式による値

今後の課題として、地盤増幅率の寄与部分の考慮や、Qの周波数依存性の問題等があげられる。周波数依存性の問題は、今後のデータの蓄積を待って周波数毎の検証が必要と考えられる。

注) 1997年以降の気象庁震度データベースには、最大加速度と計測震度がある。今、地震波の卓越周期が1.6秒以下であり、ほぼ卓越周期の地震波によって最大加速度と計測震度が得られていると仮定する。この仮定において、震度換算式(平成8年2月15日、気象庁告示第4号)に代入すると、

$$I=2 \cdot \log (A \cdot S) +0.94 \quad (a)$$

ここで、I:計測震度(既知)、A:最大加速度(既知)、S:各周期の総合補正係数

Sは周期0.01秒から1.6秒の範囲で単調増加であり周期のみに依存する既知の関数(3種類のフィルターの積)である。よって、(a)の関係からSを求め、対応する周期を求めることができる。実際の震度電報から得られる卓越周期の情報と比較した場合、数パーセントの範囲内に収まっている。

#### 4.4 震央付近の震度とMとの関係

震央付近の震度とMとの関係は複雑であり、日本付近の地震についてこの関係を扱った論文は宇津(1988)がある。宇津(1988)は、1,114個の震度データを用い、震度Iと震源の深さh、Mなどを丁寧に調査し、次式を得ている。

$$M = 0.23 I + 0.105 I^2 + 1.2 \log h + 1.3 \quad (8)$$

ただし、Mが2.0~8.0、hが0~100km(ただし、h<3の時h=3)、Iが0~6

を得ている。使用されているデータは体感の震度(整数値)であり、津波地震早期検知網や一元化(大学等関係機関の高感度地震計データの統合処理)以前の震源精度は、相対的に悪い。1997年以降の計測震度データを十分に蓄積すれば、特にごく浅い地震の震源距離や地域特性の加味、表層の影響等も調査することができる。

本稿作成時点まで得られたごく浅い(深さ3~20km)地震について、Mと計測震度の関係を調査した。第7図は、宇津(1988)による実験式とともに深さ3~10km

または10~20km、震央距離10km未満のMと計測震度の関係を表示したものである。浅い地震はばらつきが大きいが、Mが大きいところで実験式より上側(震度が大きくなる側)に位置しているように見えるが、高位の震度データが少ないことにより、はっきりとした傾向は見えない。やや深い地震では、より分布がグラフの右下に位置し、深さが深くなると震度も小さくなる傾向が伺える。しかし、高位の震度データが少ないため、データを蓄積するとともに体感時代の震度と傾向に相違があるかなどの点についても見る必要がある。

#### 5. 今後の課題

過去の地震・震度データを集積し、活用することは、種々の方面で役立つと考えられる。このため、気象官署のみならず、気象通報所、区内気象観測所等のデータ、また、震度観測が始まった明治時代(1873年頃)以降のデータも機会をとらえて集積する必要がある。これらは面的に地震動をとらえること、連続的に地震活動を把握する上で重要である。しかしながら、今回まとめた昭和以降においてもすでに資料が散逸している官署もあり、なお時間がかかる仕事となることが考えられる。

活用の面においては、4節にあげた事例の高度化とともにその活用例を増やしていく必要がある。また、このデータベースは順次公開する予定である(本稿作成時点で公開方法は未定)。気象庁のみならず、地震学・地震工学の分野を中心とした研究者の活用のノウハウを取り入れることも重要であろう。

#### 謝辞

データベース作成に当たり、斉藤祥司氏、宇平幸一氏、下田正人氏、桑山辰男氏、平山達也氏、長谷川安秀氏、露木貴裕氏、新井聡郎氏、稲葉博明氏、高嶺透氏、各管区・沖縄気象台地震火山課、東管業務課等多くの方のご協力を得た。また、データベースの活用に関して翠川三郎教授に有益なご助言を頂いた。記して謝意を示します。

注:本データベースを利用した調査研究は、「気象庁震度データベースver.x.xx」を利用した旨明記願います。

#### 参考文献

鉢嶺猛(1989):震度の計測化について、験震時報、52, 43-68.

- 濱田信生 (1990) : 地震月報別冊6号震源カタログの部分修正について, 地震2, **43**, 307-310.
- 河角広 (1943) : 震度と震度階, 地震, **15**, 6-12
- 河角広 (1943) : 震度と震度階(続), 地震, **15**, 187-192
- 気象庁 (1968) : 地震観測指針 (参考編), 245p.
- 気象庁 (1975) : 気象百年史
- 気象庁 (1994) : 気象庁官署観測履歴
- 気象庁 (1996) : 震度を知る, 238p.
- 気象庁観測部地震課 (1966) : 地震観測業務履歴 (1), 測候時報, **33**, 8, 192-199.
- 気象庁観測部地震課 (1966) : 地震観測業務履歴 (2), 測候時報, **33**, 9, 78-83.
- 気象庁観測部地震課 (1967) : 地震観測業務履歴 (3), 測候時報, **34**, 4, 111-119.
- 気象庁観測部地震課 (1967) : 地震観測業務履歴 (4), 測候時報, **34**, 5, 139-149.
- 気象庁観測部地震課 (1967) : 地震観測業務履歴 (5), 測候時報, **34**, 6, 179-185.
- 気象庁観測部地震課 (1967) : 地震観測業務履歴 (6), 測候時報, **34**, 7, 202-208.
- 気象庁観測部地震課 (1967) : 地震観測業務履歴 (7), 測候時報, **34**, 11, 297-308.
- 松浦律子 (1993) : 改良大森公式中のパラメータ値について—日本付近の $M \geq 6.0$ の余震活動 (1969-1991), 地球惑星科学関連学会予稿集, 224.
- 中村亮一・島崎邦彦・橋田俊彦 (1994) : 震度データトモグラフィによる日本列島下の三次元減衰構造および広域震度予測, 地震2, **47**, 21-32
- 静岡県地震対策課 (1993) : 東海地震の発生に伴う余震活動の特性とその対応に関する基礎調査, 135p.
- 高木朗充・石垣祐三 (1999) : 気象庁震度データベースの整備 (1926-1999) —Q構造等の研究への適用—, 日本地震学会講演予稿集
- 津村 建四朗・川口 真澄 (1997) : パソコンを用いた明治時代の地震資料による震度分布図作成と震央の簡易推定, 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, 1997, 96
- 宇津徳治 (1957) : 地震のマグニチュードと余震の起こりかた, 地震2, **10**, 35-45.
- 宇津徳治 (1988) : 震央付近の震度—震源の深さ—マグニチュードの関係, 地震研究所彙報, **63**, 23-31.
- Hashida, T. and K. Shimazaki (1984) : Determination of seismic attenuation structure and source strength by inversion of seismic intensity data : Method and numerical experiment, J. Phys. Earth, **32**, 299-316
- Hashida, T. and K. Shimazaki (1987) : Predicting JMA seismic intensities based on 3-D attenuation structure and surface amplifying factor: The Tohoku district, Japan, J. Phys. Earth, **35**, 367-379
- Ogata, Y. (1983) : Estimation of parameters in the modified Omori Formula for aftershock frequencies by the maximum likelihood procedure, J. Phys. Earth, **31**, 115-124.
- Utsu, T. (1969) : Aftershocks and earthquake statistics (1) J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. 7, **2**, 129-195.
- Utsu, T. (1970) : Aftershocks and earthquake statistics (2) J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. 7, **3**, 197-266.