

東北地方に展開した磁気テープ記録式 地震観測装置に関する諸調査 (1)*

仙台管区気象台**

550.34

目 次

1. はしがき	6. 3 まとめ
1. 1 装置の概要	7. 磁気テープ記録式, 光学式, 直視式電磁震源計による観測比較
1. 2 地震計の周期特性	7. 1 各地震計による地震観測数の比較
2. 変換器設置点の状況	7. 2 磁気テープ式, 光学式, 直視式相互間の $P \sim S$ の観測数の比較
2. 1 設置点の地盤	7. 3 磁気テープ式, 光学式, 直視式相互間の P と S の発現時刻の比較
2. 2 設置点と地上(地震計台)との振動の比較	7. 4 むすび
3. ノイズについて	8. 磁気テープ記録式地震計の記録からマグニチュードを求めることについて
3. 1 資料	8. 1 まえがき
3. 2 ノイズためこみ状況	8. 2 資料
3. 3 常時微動	8. 3 調査方法
3. 4 まとめ	8. 4 考 察
4. 各官署における磁気テープ記録式電磁地震計と既設地震計の地震探知の状況	8. 5 まとめ
4. 1 まえがき	
4. 2 調査方法	1. はしがき
4. 3 資料・調査期間	東北地方に新たに展開した磁気テープ記録式地震観測装置は, 昭和37年以降検討推進されてきた地震予知計画に基き, 気象庁が分担する $M \geq 3$ の小地震観測を主目的とした測器で, 全国67か所に設置する計画で推進されている。東北地方には昭和44年, 45年度において以下のように整備された。
4. 4 調査結果	ア) 昭和44年度(昭和45年3月設置)
4. 5 今後の問題	磁気テープ式記録式電磁地震計: 宮古, 酒田
5. 地震観測速報受信装置の作動状況について	速報送信装置付磁気テープ記録式電磁地震計: 盛岡, 山形, 秋田, 大船渡
5. 1 調査の目的	半自動解析装置, 速報受信装置および等 P 差線表示器: 仙台
5. 2 調査の方法	イ) 昭和45年度(昭和46年3月設置)
5. 3 結 果	磁気テープ記録式電磁地震計
5. 4 考 察	青森, 八戸, 石巻, 白河, 小名浜
6. 等 P 差線表示器の作動状況	
6. 1 まえがき	
6. 2 等 P 差器の作動状況	

* Sendai D.M.O.: Investigations on Electro-magnetic Seismograph with Tape Recorder and Transmitting Unit Developed in Tohoku District (Part 1) (Received Sep. 20, 1972)

** 技術部観測課 八木恒介, 新柵信夫, 大野栄寿, 浜松音蔵, 星啓介(現気象庁地震課), 栗原隆治。

ここでは、昭和44年度に設置したこれら地震観測装置の実状と、この装置に関連した問題を分担調査した結果について述べる。なお、昭和45年度設置した官署の状況についても同様に引きつづき調査を進める予定である。

1.1 装置の概要

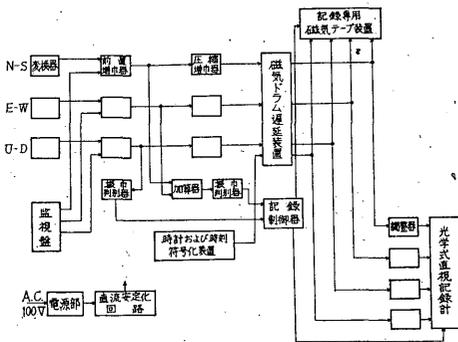
本地震計は小地震観測を主目的としているため、験測は従来の設置官署主義を改め、集中解析方式とした。このため磁気テープ記録式を採用し、解析は近く自動解析を行なう方向で開発研究が進められているが、その間、管区気象台単位で半自動解析装置により集中解析を行なうこととした。磁気テープ式を採用したことにより、従来の人為的験測方法と異なる種々の解析が容易にでき、相判別もより客観的になった。また、従来はス書き記録のため地震記録を研究者に提供することに不便をきたしていたが、この点においても記録のみならず磁気テープも提供できるので、大いに研究面に寄与することが期待できる。

本地震計は、気象庁における重要業務である緊急地震観測および津波予報業務を充実する目的のため、各判定中枢(管区気象台)に4官署の地震記録を搬送する速報装置が付加されている。したがって、中枢においては自官署の地震記録を含め5官署の記録をただちに利用することができ、震源判定の時間短縮が可能となった。また、この速報装置には等P差線表示器が付属している。この表示器は2組の官署のP波の発現時差からただちに震央を表示するよう工夫されており、震源速報の迅速化を判定者の精神的負担軽減に偉力を発揮することが期待できる、以下これらの装置についての概要を述べる。

ア. 磁気テープ記録式電磁地震計(以下磁気テープ式地震計と略す)

ブロックダイアグラムを第1.1図に示す。

変換器の性能は第1.1表のとおりである。軟弱地盤で



第1.1図 磁気テープ記録式電磁地震計

第1.1表 変換器の性能

成分方式	単位	地上型		埋設型	
		水平動 水平つり	上下動 Ewing つり	水平 マグネ ット倒立 振子	上下 動 直動式
固有周期	sec	1.0	1.0	1.0	1.0
電圧感度	V/kine	2.0	2.0	0.3	1.0
振子の質量	kg	2.47	2.30	0.405	1.12
設置官署		昭45年3月設置： 大船渡(盛岡は昭45年12月埋設型に変更)		昭45年3月設置： 秋田, 山形, 宮古, 酒田, 盛岡(昭45年12月まで地上型)	
		昭46年3月設置： 青森, 石巻		昭46年3月設置： 八戸, 白河	

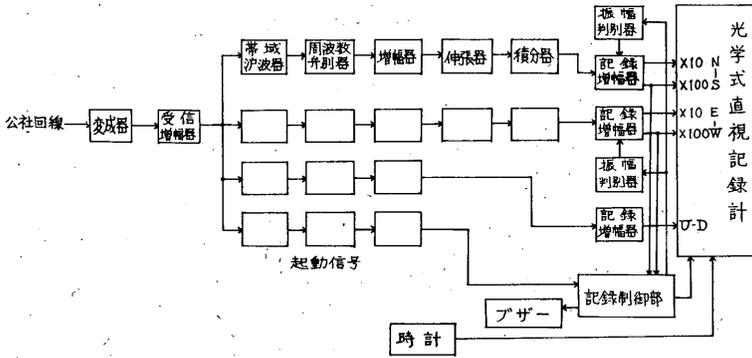
注：昭46年3月設置の小名浜は埋設型であるが、気象研究所で試験観測のものを利用、性能は次のとおり。
 水平動：固有周期 1s.0, 倒立振子, 0.3 V/kine, 354 gr, h=0.5
 上下動：固有周期 1s.0, Ewing つり, 0.3 V/kine, 422 gr, h=0.5

は雑微動除去のため一部埋設型変換器を採用し、構内地下に埋設した。本地震計は解析記録上基本倍率 10, 100, 1000倍の3段記録させるため、ダイナミックレンジを広くとらなければならず(約40 db), そのために遅延装置の前で速度記録を非線型圧縮(対数圧縮)している。したがって、磁気テープ記録および光学式直視記録(ビジュグラフ)は地動の速度変化を対数圧縮した波形が記録される。

磁気ドラム遅延装置で約30秒の遅延をとり、上下動の振幅判別器で地動があるレベル以上(通常雑微動を考慮して、変位相当振幅 0.5μ~8μの範囲内にトリガーレベルを設置している)に動いた時トリガーが働き、磁気テープに約3分間記録がため込まれる。水平動の振幅判別器は有感相当の地動があった時、2成分の加算振幅が変位相当で地上型 30μ, 埋設型 10μ以上のレベルでトリガーが働き、光学式直視記録計が作動し緊急験測に役立つよう工夫されている。

イ. 速報装置(第1.2図)

速報装置は送信装置(現地官署)によって記録を電話回線にFM変調して管区気象台の受信装置に搬送する。受信装置は、搬送波を復調し、水平動は積分し変位で10倍、100倍の記録を、上下動は積分せず速度を対数圧縮した記録を光学式直視記録計(ビジュグラフ)に記録する。記録計は現地官署で有感相当レベル以上の地動があった

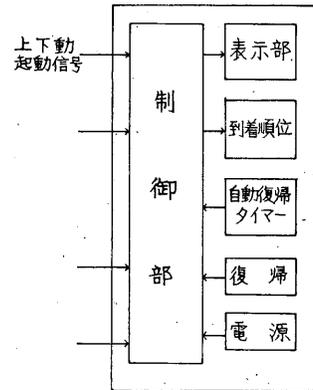


第1.2図 速報受信装置

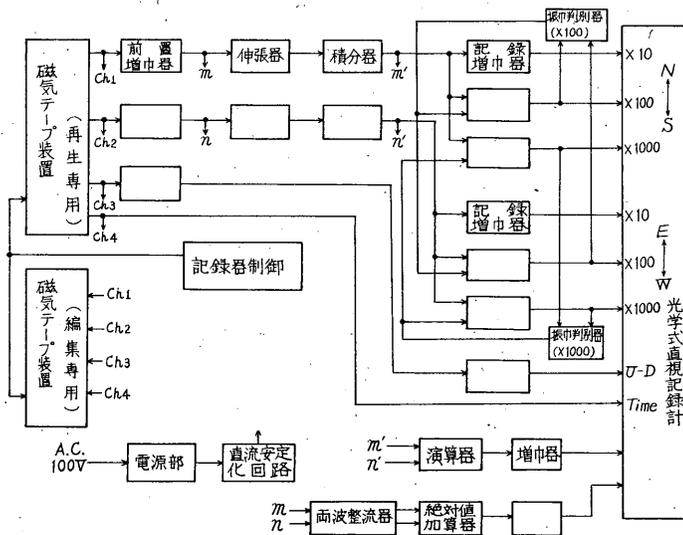
時、約3分間自動的に記録する。また、現地官署の上下動で働くトリガー信号は、この受信装置に付加されている等P差線表示器に利用している。

ウ、等P差線表示器(第1.3図)

本器は速報送信装置を付設している4官署の、上下動振幅で働くトリガー信号を利用して震央を図示するよう工夫されており、ほかにトリガー信号の到着順位および到着時間差が表示される。上下動によるトリガーは、雑微動より少し大きい振幅値に設定してあるから、大きい地震の際はP波のはじまりで働くことが期待される。したがって、あらかじめ4官署のP波到着時間差による震央表示図を作っておけば、たちどころに概略の震央域が図示されるわけである。実際には2官署一組の等P差線図で、P波走時として $h=40\text{ km}$ を用いている。本器の



第1.3図 等P差線表示器



第1.4図 半自動解析装置

場合、一官署のトリガーが働いてから、5秒ごとの幅で待機保持し、等P差線が光帯(Electro-luminescence板)で表示され、組各せの他官署のトリガーが働くまで光帯が移動する。当管区の場合、盛岡・山形および秋田・大船渡の組各せで表示図が作られており(第6.1図参照)、25秒間待機する。

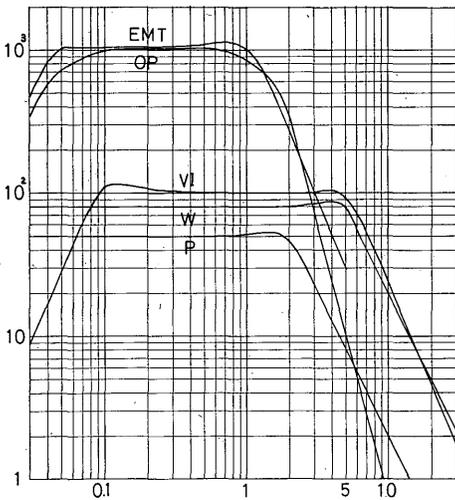
エ. 半自動解析装置(第1.4図)

一句ごとに郵送される磁気テープ記録を解析する装置で、水平動は変位倍率で1000倍、100倍および10倍の記録を、上下動は速度を対数圧縮した記録を光学式直視記録計に記録する。1000倍や100倍で記録振幅が大きい場合、他の記録を妨害しないよう振幅判別器で記録を遮断するよう工夫されている。

演算回路は水平動2成分について、ベクトル演算と周波数分析した記録がえられ、PやとくにS波の判別に利用する。

早回しの再生記録から雑微動と地震を判定した後、順位を設定したボードによって、地震だけを自動的に記録再生すると共に、編集用磁気テープ装置により再録し保管する。

この装置によって、地震の調査・研究者に、記録や磁気テープ記録の提供が容易になった。



第1.5図 地震計の周期特性
(横軸：地動の周期，縦軸：増幅倍率)
EMT：磁気テープ記録式電磁地震計
OP：59型光学式電磁地震計
VI：59型直視的電磁地震計
W：Wiechert式地震計
P：普通地震計

1.2 地震計の周期特性

気象庁で現用している各地震計の周期特性を第1.5図に示す(強震計は除いてある)。

磁気テープ式地震計については、1000倍の場合の総合特性を示す。59型光学式電磁地震計は本地震計の展開に伴って他官署に移設し、順次中止される予定である。

2. 変換器設置点の状況*

2.1 設置点の地盤

磁気テープ式地震計は基本倍率(変位)1000倍で解析するため、変換器設置点付近の雑微動の状況が地震探知力に大きく影響してくる。したがって、地点によっては変換器を従来の地震計室にそのまま設置することは探知力を弱めるので、そのような官署には埋設型変換器を使用し、構内の地下30m以浅に埋込みを行なった。

昭和45年3月設置の官署のうち、宮古、秋田・山形・酒田の4地点は、当初の計画によって埋設型を採用し、盛岡は3月以降の観測結果に基づき12月2日埋設型に変更した。埋設地点の柱現図を第2.1図に示す。

なお、大船渡の地震計台は、直径、30cm長さ7mの遠心鉄筋コンクリート杭5本を打込み、岩盤に達したため上部を切断した上に、厚さ3mのコンクリート台をのせて構築されている。当所の西所に標高383mの山があり、岩盤はそこから当所地下にゆるやかに分布していると考えられ、したがって、変換器(地上型)はこの地震計台に設置しているが、所期の性能を十分発揮している。

盛岡	秋田	酒田	山形	宮古
0.85 表土		10 表土	表土	23 火山灰
2.2 ローム	粗砂利	シルト質粘土		火山砂礫
4.6 礫混りローム	5.0	3.5	砂 石礫 (中礫塊 φ20-30cm)	5.0 火山砂
粘土化	細砂	7.5 粘土		細砂
風	シルト質粘土	9.0 シルト細砂混り		10.0 風化花崗岩
若干硬い	シルト	シルト	(大礫塊 φ70-80cm)	12.0 花崗岩
軟く脆い	13.5	粘土		
花	シルトに粗砂混り	15.0		
	17.5	シルト		
崗	19.0 砂 石礫	20.0		
若干硬い	粗砂に玉石混り			
岩質脆い	22.0	シルト質粘土	(大礫塊 φ100-150cm)	
岩		25.5	25.0	排水層のための ポンク不能
	シルト岩	シルト		
		30.5		
31.3	30.0	30.5		

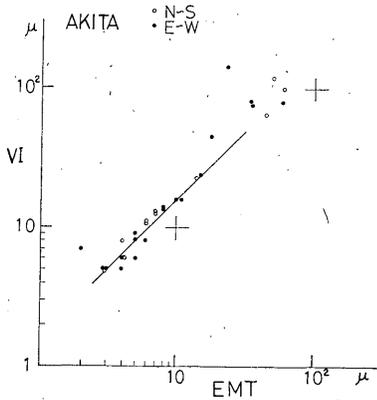
第2.1図 変換器埋設点の地質

* 浜松音蔵

2.2 埋設点と地上(地震計台)との振動の比較

変換器を地下に埋設すると、振動は地上と比較して小さくなる。その状況を既設の地震計と比較したのが第2.2図～第2.4図である。図中の振幅は、各地震の最大振幅について比較したもので、時間的にそれぞれ対応しているわけではないが、振動周期1秒以下の最大動についてプロットしたものである。

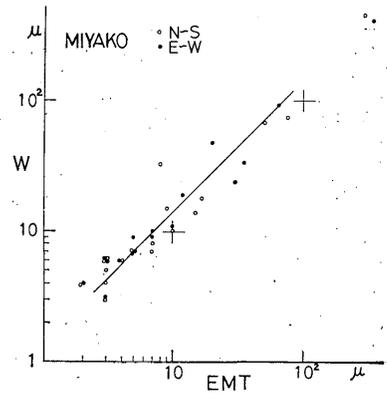
この図から、およその振幅比を第2.1表に示す。宮古は地上付近の地盤がよいためと埋設点が高い(12m)こともあって振幅比はあまり小さくならないようである。秋田は宮古より振幅比は小さい値であるが、沖積層が深いためか雑微動が混入し、そのため地震探知力は予想ほどあがらなかった(3章参照)。盛岡は設置当初地上型変換器で観測したが、12月2日埋設型に変更した。地上



第2.2図 最大振幅による埋設点(EMT)と地上(VI)との比較

EMT: 磁気テープ記録式電磁地震計(埋設点地下30m)

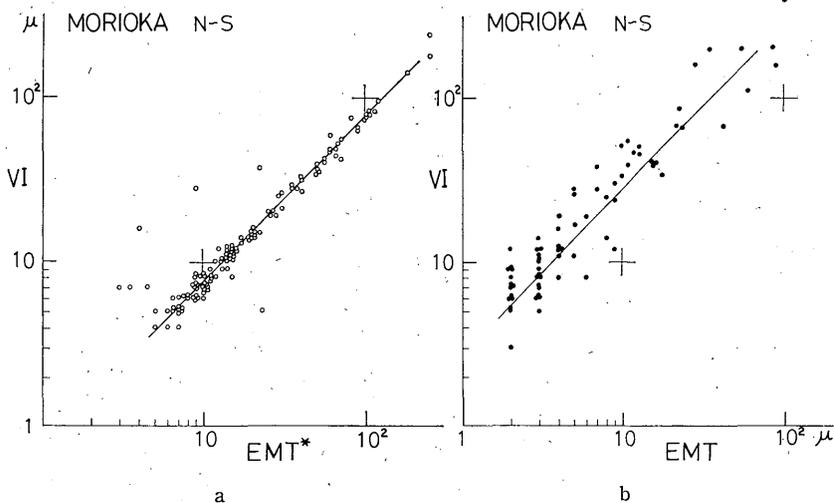
VI: 59型直視式電磁地震計



第2.3図 最大振幅による埋設点(EMT)と地上(W)との比較

EMT: 磁気テープ記録式電磁地震計(埋設点地下12m)

W: Wiechert式地震計



第2.4図 a) 地震計室における既設地震計(VI)と磁気テープ記録式電磁地震計(EMT)*との最大振幅による比較

EMT*: 磁気テープ記録式電磁地震計(地上型)

VI: 59型直視式電磁地震計

第2.4図 b) 最大振幅による埋設点(EMT)と地上(VI)との比較

EMT: 磁気テープ記録式電磁地震計(埋設点地下31m)

第2.1表 最大振幅(周期1秒以下)による
設置点と地上との振幅比

	宮古	秋田	盛岡	盛岡
地震計	EMT/W	EMT/VI	EMT*/VI	EMT/VI
振幅比	埋設/地上 0.77	埋設/地上 0.62	地上/地上 1.35	埋設/地上 0.36
変換器 設置点	-12m	-30m	0m	-31m
調査 期間	昭45年 3~5月	昭45年6月~ 昭46年7月	昭45年 6~11月	昭45年12月~ 昭46年5月

注) EMT*: 磁気テープ式地震計(地上型変換器)
EMT: // (埋設型変換器)
W: Wiechert式地震計
VI: 59型直視式電磁地震計

型変換器と既設地震計(59型直視式)の振動値が平均的にみても一致せず、磁器テープ式の方が大きく記録されているようであるが、これは両地震計の倍率が正しく規正されていないためかもしれない。しかし、直線上に比較的まとまっていることは、両者の最大動が時間的にも比較的対応しているためと思われる。埋設型に変更後(第2.4図b)は記象型が変わり振幅の対応が悪いためバラツキているが、振幅は顕著に小さくなった。

酒田・山形については、磁気テープ式地震計設置後既設の普通地震計による観測をただちに中止したり(酒田)比較観測の期間が短い(山形)ため、このような調査はできなかった。

3. ノイズについて*

常時微動の発生源は、交通機関や工場機械による振動、風などいろいろ考えられ、観測場所と発生源との距離、地盤の軟弱さなどによって振幅・周期はかなり異なったものとなる。ノイズの増大は、地震の探知能力を減少させることにつながるため、ノイズの除去について種々の研究がなされてきている。

当管区内にも6地点に磁気テープ式地震計が設置され、観測を開始したので、観測点のノイズの形状について、調査を行なった。

3.1 資料

- ア. 1970年5月~71年4月までの定期報告資料、
イ. 1970年8月から71年2月にかけて実施した臨時観測資料。

ア項は各官署から仙台あて毎旬報告される記録テープ

* 新堀信夫

の解析作業中、一手順として地震ためこみ状況を記録しているため、これからノイズによるテープ作動状況を調査した。

イ項は1970年8月から9月にかけてと、1971年1月から2月にかけて実施したノイズ臨時観測についての調査である。

3.2 ノイズためこみ状況

磁気テープ式地震計はノイズや地震の種別それらの周期などに無関係に、上下動変換器の振動が所定の大きさ(トリガーレベル)に達したとき作動し、磁気テープへ記録がためこまれる。このため、ノイズの大きい地点では、ほとんど休止することなくテープが回転し、記録し続けるので、ノイズが大きいと予想された日本海側の観測点は、設置当初からトリガーレベルの値を大きくとっている。このため、ノイズのためこみは少なくなるが、本来の目的の地震も、振幅が小さいときはトリガーが動作せず、ためこまれないことになる。しかし、止むをえず第3.1表のように適宜設定値を変更するなどして運用している。第3.2表には地震・ノイズなどのためこみ状況、第3.1図にはノイズによるテープ作動状況を図示した、第3.1表のようにトリガーの設定値が一様でなく、盛岡の0.5 μ や酒田の12 μ など20倍以上もの差のある地点もあり、図示された各地の状況がそのままノイズ量をめざす同じ数値で一見同じ程度にみえても、何分の1にしかっていないということにもなるが、観測点のノイズ状況の大略はでているものと考えられる。

宮古、山形、はノイズが少ない。大船渡は近くで採石爆破作業をしており、そのため作動し、ためこめを行なうことも何度かあるが、ノイズは少ない。これらの地点は、トリガー設定値を小さくすることができるため、それだけ小さい地震も観測し、地震探知能力の大きい地点である。

酒田、秋田はノイズが大きく、したがってノイズため

第3.1表 上下動トリガーレベルの変更状況

レベル 設定年月日	大船渡	盛岡	宮古	秋田	酒田	山形
昭45年4月	1 μ	2 μ	1 μ	3.5 μ	5 μ	1 μ
4月21日					6	
5月				2.8		
11月				3.5		
12月		1			7	
昭46年2月		0.5			12	
4月				2.5		
6月	0.5		0.5			0.5

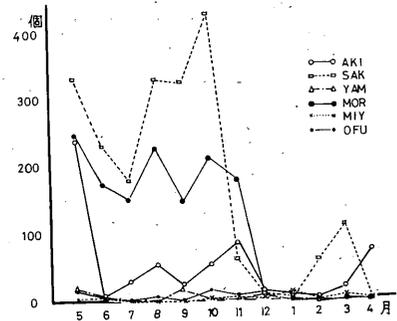
第3.2表 磁気テープためこみ状況

(昭和45年5月～昭和46年4月)

		大船渡	盛岡	宮古	秋田	酒田	山形
5月	地震(S)	24	44	36	12	11	29
	ノイズ(N)	16	249	9	238	331	18
	信号	35	32	32	41	33	33
	計	75	325	77	291	375	80
	S/N	1.5	0.18	4.0	0.05	0.03	1.6
6月	地震(S)	16	28	30	9	12	27
	ノイズ(N)	7	175	11	12	233	9
	信号	37	31	31	30	30	30
	計	60	234	72	51	275	66
	S/N	2.3	0.16	2.7	0.75	0.05	3.0
7月	地震(S)	31	46	38	14	14	56
	ノイズ(N)	3	157	2	31	176	3
	信号	33	32	35	32	35	32
	計	67	235	75	77	225	91
	S/N	10.3	0.29	19.0	0.45	0.08	18.7
8月	地震(S)	22	40	36	13	10	43
	ノイズ(N)	7	229	2	56	325	4
	信号	36	34	35	35	28	33
	計	65	313	73	104	363	80
	S/N	3.1	0.17	18.0	0.23	0.03	10.7
9月	地震(S)	26	32	30	9	9	38
	ノイズ(N)	3	148	0	25	321	16
	信号	35	31	34	28	29	37
	計	64	211	64	62	359	91
	S/N	8.7	0.22	∞	0.36	0.03	2.4
10月	地震(S)	45	72	65	24	23	64
	ノイズ(N)	15	212	3	53	425	0
	信号	49	31	32	32	31	33
	計	109	315	100	109	479	97
	S/N	3.0	0.34	21.7	0.45	0.05	∞
11月	地震(S)	27	44	41	13	3	34
	ノイズ(N)	7	179	6	88	63	2
	信号	30	38	49	30	33	31
	計	64	261	96	131	99	67
	S/N	3.9	0.25	6.8	0.15	0.05	17.0
12月	地震(S)	22	35	29	16	9	37
	ノイズ(N)	12	欠	3	14	5	7
	信号	31	33	38	33	34	32
	計	65		70	63	48	76
	S/N	1.8		9.7	1.14	1.8	5.3

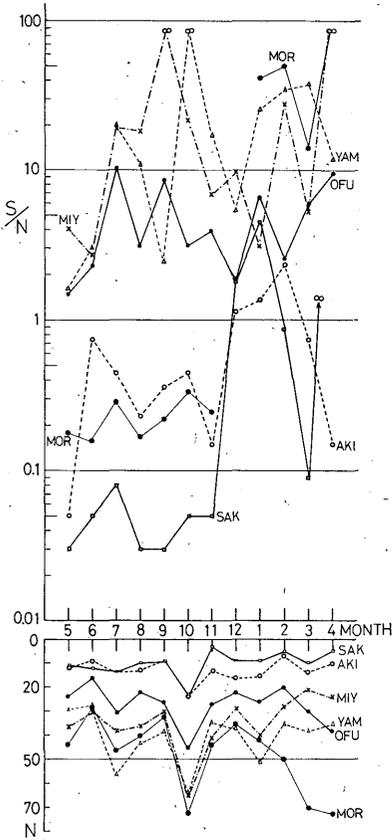
		大船渡	盛岡	宮古	秋田	酒田	山形
1月	地震(S)	26	42	40	15	9	51
	ノイズ(N)	4	1	13	11	2	2
	信号	36	30	42	32	32	31
	計	66	73	95	58	43	84
	S/N	6.5	42.0	3.1	1.36	4.5	25.5
2月	地震(S)	20	50	28	7	5	35
	ノイズ(N)	8	1	1	3	60	1
	信号	28	28	28	29	27	30
	計	56	79	57	39	92	66
	S/N	2.5	50.0	28.0	2.34	0.83	35.0
3月	地震(S)	30	70	21	14	10	38
	ノイズ(N)	5	5	4	19	109	1
	信号	31	37	32	33	33	31
	計	66	112	57	66	152	70
	S/N	6.0	14.0	5.25	0.74	0.09	38.0
4月	地震(S)	38	73	24	10	5	35
	ノイズ(N)	4	0	0	68	0	3
	信号	29	31	30	31	30	31
	計	71	104	54	109	35	69
	S/N	9.5	∞	∞	0.15	∞	11.7

注 信号とは、毎日8時に働く検定のための信号
S/Nは、地震回数とノイズ回数との比



第3.1図 ノイズためこみ状況
縦軸は毎月のノイズためこみ総数

こみ数も多い。たとえば、酒田では10月のためこみ数425個、地震のためこみ数23個で S/N 0.05 (地震とノイズの回数比で1が同数) といった状態で、無駄なためこみをさせていることになる。第3.2図で酒田の12、1月は S/N が大きく上昇しているが、これはトリガー設定値の変更によるもので、ノイズは数回程度に減少している。また、脈動が大きくなるとためこみ数がふえるため、さらにトリガーを大きくしたり、上下動コンパレー



第3.2図 地震ため込め状況
 S/N: 地震回数とノイズ回数の比
 N : ためこみ地震回数

ター(Comparator)をはずし、水平成分で作動させたりなどしている。このような状態なので、酒田と秋田の地震探知能力は小さく、句中一個の地震も観測されないことがしばしばある。

盛岡は構内付近の交通機関による振動でS/N 0.2~0.3月200回前後のノイズためこみをしていたが、12月始め変換器も地下31mの深さに埋め込んだ結果ノイズは著しく減少し、トリガーを設置当初の1/4の0.5μまで下げることができた。また、ノイズも月数回しか記録せず、よい記録を得ることができるようになった。

3.3 常時微動

ノイズの一般的傾向をしるため、夏・冬の2回、臨時観測を実施した。夏季の観測は70年8月31日、9月10日、20日に行ない、6時~21時の3時間ごとに毎正時10分から15分までの5分間の連続記録をとり、冬季は71年1月3日、2月10日、20日に夏季と同じ方法(24時を加え、

1日7回とした)で実施した。

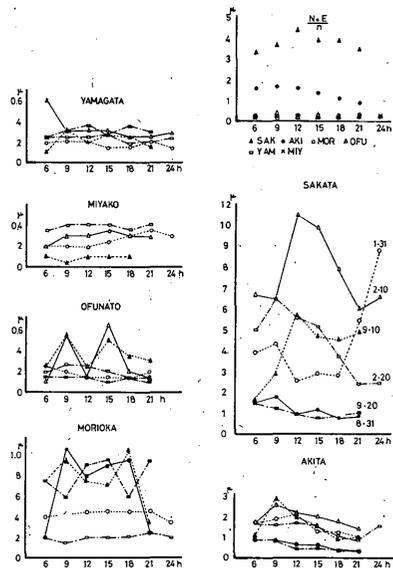
解析は5分間の磁気テープ記録のうち、2~3分間を6.3 mm/sec の速度、倍率2000倍で、可視記録に変え、このなかから種々の読み取りを行なった。最大振幅は、上下成分が速度型記録なので、水平成分についてのみ求め、2~3振動がほぼ同じような周期で振動している何かかをえらびだし、そのなかから大きいもの5個を算術平均して、その時刻の最大振幅とした。卓越周期は日変化が小さく、時刻によってあまり変わらないとされているので、12時または15時の記録から、連続した60~100秒間の全振動の周期を読み取り、周期別頻度を求めた。さらにこの周期を算術平均し、平均周期とした。なお一つの波動につて入る振幅の小さい短周期の振動は読み取らず、0線を横切る程度の振幅がある場合に読み取することを原則とした。

ア. 最大振幅(第3.3図・第3.3表)

ノイズの最大振幅は発生源との関係から、観測地点や昼夜の別によってもかなり変化することが考えられるが、今回の観測でもその傾向がでている。

山形・宮古・大船渡は変位がごくわずかで、実動0.5μに達することもごくわずかしかなかった。

盛岡は始め最大3μをこえ、平常値1~2μであったが、12月始めの埋設後は0.5μ前後と小さくなった。



第3.3図 常時微動の時刻別最大振幅
 $\frac{N+E}{n}$: N~S, E~W 成分の合計値を
 観測回数で割った値

第3.3表 最大振幅(×2000, 水平動, 単位mm)

		時									時							
		日	6	9	12	15	18	21	24	日	6	9	12	15	18	21	24	
大船渡	45.	8.31	0.4	1.1	0.3	0.3	0.4			秋	8.31	1.8	1.7	1.3	1.3	0.7	0.7	
		9.10	0.5	1.1	0.5	1.0	0.7	0.6			9.10	2.2	5.8	3.9	3.2	1.8	2.0	
		9.20	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2			9.20	1.9	1.7	0.9	1.0	0.7	0.9	
	46.	1.31	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4		田	1.31	3.5	3.8	4.2	2.6	2.5	2.0	
		2.10	0.2	1.1	0.3	1.3	0.4	0.3			2.10	3.5	5.2	4.4	4.0	3.6	2.9	
		2.20	0.4	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3			2.20	3.4	3.3	3.5	3.1	2.2	1.8	3.2
平均(N+E/n)			0.4	0.8	0.4	0.6	0.4	0.4		平均(N+E/n)		3.2	3.4	3.2	2.8	2.2	1.9	3.5
盛岡	45.	8.31	0.4	2.1	1.6	1.8	1.0	0.5		酒	8.31	3.2	3.6	2.0	2.4	1.6	1.8	
		9.10	1.5	1.9	1.5	1.4	2.1	0.7			9.10	3.4	5.9	11.6	9.4	9.1	9.8	
		9.20	1.5	1.2	1.8	1.9	1.2	1.9			9.20	1.9	2.5	1.9	1.6		2.1	
	46.	1.31	0.8		0.9	0.9	0.9	0.9	0.7	田	1.31	7.9	8.7	5.2	5.9	5.7	11.0	17.7
		2.10									2.10	13.4	12.7	21.0	19.9	15.9	12.1	13.2
		2.20	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4		2.20	10.0	13.0	11.2	10.3	7.5	4.9	5.0
平均(N+E/n)			0.6	0.3	0.6	0.7	0.6	0.7	0.5	平均(N+E/n)		6.6	7.3	8.8	7.9	7.8	7.0	11.5
宮古	45.	8.31								山	8.31							
		9.10	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2				9.10	0.2	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	
		9.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				9.20	0.5	0.6	0.7	0.5	0.7	0.6	
	46.	1.31	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.6	形	1.31	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3
		2.10	0.4	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6			2.10	1.2	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6
		2.20	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8			2.20	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5
平均(N+E/n)			0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	平均(N+E/n)		0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4

注：日別の値は N-S 成分よりの読取値 (mm), 平均値は N-S, E-W 成分の合計値を観測回数で除したもの。空欄は欠測

秋田・酒田は大きく、特に酒田では12月10日12時21μ最大23μに達した。

時刻による変化は、深夜の観測値がなく不明だが、交通機関の影響もあってか、日中やや大きくなる傾向がうかがえた。

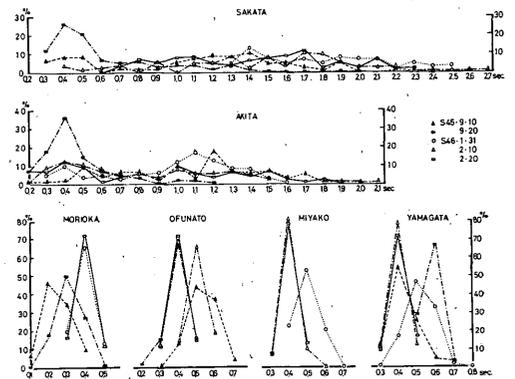
上下動成分は、トリガー設定値は変位だが、記録は速度型なので、直接変位量を読み取ることはできない。ノイズの種類によっても差はあるが、水平動成分との振幅差は、そう大きいとは思われないので、水平動成分によって求めた最大振幅がドリガー設定値決定の参考になりうるものと考えられる。

イ. 周期別頻度分布 (第3.4図・第3.4表)

さきに述べた記録のなかから、1~1.5分間の振動一つ一つについて、周期を読み取り頻度分布を求めた。宮古の9月の記録は変位がほとんどなく、水平動成分からの周期を求めることはできなかった。盛岡・大船渡・宮古・山形の4地点は日によって卓越周期に0.1秒程度の

差はあるが、各地とも 0.3~0.5 秒に卓越周期がでてい。いづれもバラツキは小さく、卓越周期を中心に 0.5 秒以内の拡がりにとどまっている。

秋田・酒田は軟弱地盤の特徴をよくあらわしてバラツ



第3.4図 常時微動の周期別頻度 (%)

第3.4表 周期別頻度表(%) (水平動)

周期(秒)		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	
年月日																														
大船渡	45.9.10			1	14	44	37	4																						
	9.20		2	16	68	15																								
	46.1.31			13	71	16																								
	2.10				15	66	19																							
	2.20			12	72	15																								
N-S	平均		0	8	48	31	11	1																						
E-W	平均	3	5	6	41	32	11	1																						
盛岡	45.9.10	7	47	35	10	2																								
	9.20	1	18	50	28	3																								
	46.1.31			20	66	14																								
	2.20			16	72	12																								
N-S	平均(1)	4	32	42	19	2																								
	平均(2)			18	69	13																								
E-W	平均(1)	4	36	40	20	0																								
	平均(2)			13	77	10																								
宮古	46.1.31				23	53	21	1																						
	2.10			7	81	10	1																							
	2.20			8	78	13																								
N-S	平均			5	61	26	7	0																						
E-W	平均			7	60	26	7	0																						
秋田	45.9.10		1	2	2	9	4	7	7	2	10	4	18	7	6	7	4	6	2	1	1									
	9.20		8	18	36	15	8	5	4	1	2	2	1																	
	46.1.31			5	10	4	5	3	5	6	12	17	13	8	8	3	1													
	2.10		1	9	13	11	7	4	7	4	8	6	6	7	5	3	1		2	2	1	1								
	2.20		8	7	12	10	2	4	6	4	9	6	4	7	4	7	3	1	3	1										
N-S	平均		4	8	15	10	5	5	6	3	8	7	8	6	5	4	2	1	1	1	0	0								
E-W	平均		9	11	8	8	3	4	5	7	8	9	8	6	5	3	2	2	1	0	0		0							
酒田	45.9.10			7	9	9	1	2	2	2	6	8	9	9	11	5	6	3	2	6	1		1	1						
	9.20			12	26	21	7	5	6	3	4	4	2	4	2	1	1	1	1	1										
	46.1.31									5	3	3	8	5	13	8	5	7	5	8	7	7	3	5	3	3				
	2.10				4	2	3	4	1	6	1	6	6	8	3	8	4	11	10	6	3	3	3	1	1	1	1	1		
	2.20						3	7	4	8	9	5	4	7	8	9	12	3	5	3	7	2	2							
S-N	平均			4	8	6	2	3	3	4	4	6	6	6	7	6	5	7	4	5	3	3	2	2	1	1	0	0		
E-W	平均		1	2	6	5	3	3	3	4	4	6	6	12	8	8	7	3	5	3	3	2	1	2	0	0	0	0	0	0
山形	45.9.10			13	54	25	5	4																						
	9.20					29	68	3																						
	46.1.31			1	17	47	33	2	1																					
	2.10			10	78	13																								
	2.20			11	72	17																								
N-S	平均			7	44	26	21	2	0																					
E-W	平均		2	8	48	26	14	2	0																					

注：盛岡平均(1)は45年の2回，平均(2)は46年の2回の平均値

周期別頻度表(%) (上下動)

年月日		周期(秒)																		
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
大船渡	45. 9. 10			2	14	47	30	8	1											
	9. 20			6	79	15														
	46. 1. 31			16	69	14	1													
	2. 10				21	60	19													
	2. 20			21	55	24														
平均			9	48	32	10	2	0												
盛岡	45. 9. 10				2	9	21	19	17	7	10	3		5	5					
	9. 20	25	59	16																
	46. 1. 31			16	73	11														
	2. 10																			
	2. 20			16	71	13														
平均	6	15	12	37	8	5	5	5	2	3	1		1	1						
宮古	45. 9. 10					8	42	43	8											
	9. 20					2	26	47	25											
	46. 1. 31				30	53	16	1												
	2. 10			10	79	10	1													
	2. 20			6	83	11														
平均			3	38	17	17	18	7												
秋田	45. 9. 10						9	66	16				3	3						
	9. 20						28	25	32	6	2	6						3		
	46. 1. 31			47	21	11	13	9												
	2. 10	2	11	25	36	25														
	2. 20	35	39	26																
平均	7	10	20	11	7	10	20	10	1	0	2	1					1			
酒田	45. 9. 10		2	12	20	20	9	9	6	5	8	5	2	2	1					
	9. 20		2	16	36	22	14	7	1											
	46. 1. 31		4	13	31	24	9	8	2	5	1	1								
	2. 10		2	6	13	8	7	7	14	10	8	7	5	4	2	3	1	1		
	2. 20	2	16	17	18	8	5	4	7	9	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1
平均	0	5	13	24	16	9	7	6	6	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	
山形	45. 9. 10				2	27	33	17	6	6	2	4								
	9. 20			2	5	38	46	9	1						4					
	46. 1. 31		8	17	29	30	15													
	2. 10		1	17	67	15														
	2. 20		8	25	43	23														
平均		3	12	29	27	19	5	1	1	0	1			1						

キが大きく、他の4地点にくらべて数倍をこえる拡がりとなり、卓越周期もあまりはっきりせず、秋田が0.4、1.1秒、酒田が、0.4、1.4秒付近にわずかに認められる程度であった。

ウ、平均周期

平均周期は卓越周期とともに、地盤固有の震動特性をしめすが、今回求めた値は脈動の影響もあり、すべてを示すものとは言えないからかなり当を得た値であると考

第3.5表 平均周期(秒)

	大船渡		盛岡		宮古		秋田		酒田		山形	
	N-S	E-W										
45. 9. 10	0.53	0.53	0.25	0.25			1.10	1.06	1.12	1.24	0.43	0.37
9. 20	0.40	0.30	0.31	0.31			0.46	0.42	0.65	0.68	0.57	0.56
46. 1. 31	0.40	0.40	0.39	0.39	0.49	0.50	0.95	0.79	1.66	1.58	0.52	0.52
2. 10	0.50	0.50			0.41	0.40	0.86	1.03	1.45	1.39	0.40	0.40
2. 20	0.40	0.42	0.40	0.40	0.41	0.40	0.88	0.87	1.46	1.40	0.41	0.41

えられる。平均周期は第3.5表に示した。上下動成分については算出しなかった。

盛岡は平均値で0.3秒と最も小さく、酒田が1.3秒と最も大きい。9月20日は脈動が小さく、秋田・酒田も他の地点とあまりかわらない周期であったが、1月31日は酒田で1.7秒と最も大きい値を示している。

3.4 まとめ

ノイズの大小は磁気テープ式地震計設置の本来の目的たる小地震の探知能力を左右する大きな原因となるので、管内各観測点の現状をは握しておく必要があり、簡単な解析を行なった。

ア. 大船渡・盛岡・宮古・山形はノイズが小さく、地震探知能力は良好である。周期別頻度のバラツキや、平均周期などからみて、地盤種別は第2種地盤に分類されよう。

イ. 秋田・酒田は周期別頻度のバラツキが大きく、脈動の影響も大きく、酒田は特に軟弱地盤の傾向がでており、第4種といえる。

アの官署については地震探知能力をさらにあげることができ、酒田・秋田については、現在地では探知能力が小さく、何らかの改善が望ましい。

4. 各官署における磁気テープ記録式電磁地震計と既設地震計の地震探知の状況*

4.1 まえがき

ある観測点における磁気テープ記録式電磁地震計(以下、磁気テープ式地震計と略す)が、どの程度の規模の地震をどのくらいの震央距離まで探知するかということを調べておくことは、今後のいろいろの計画立案や地震調査のうえで必要であらう。また、この結果から、この地震計による観測網が目的としている $M \geq 3$ の地震の震源決定ということの、その実状を推定することができるであらう。

* 浜松音蔵

今回の報告では、資料の関係上、昭和45年3月に設置した6官署(盛岡、宮古、大船渡、酒田、山形、秋田)の磁気テープ式地震計の探知能力と、これらの官署の他の地震計と比較した結果について述べる。このほかの関連した事項については、引きつづき調査を進める計画である。

4.2 調査方法

日本付近に発生した地震のうち、震源およびマグニチュードが求めた $h \leq 60$ kmの地震を、ある官署の同一地震計によって観測したとき、

- i) P を観測した(もちろん P , S 共に観測した場合を含む)
- ii) P は不明あるいは欠測したが、 S あるいは X は相を観測した

P 欠測……」というのは、磁気テープ式地震計ではある振幅以上の地動に対してトリガーが働き、その30秒前の地動から磁気テープにタメ込む方式であるが、このため $P \sim S > 30$ 秒の地震に対して S 以降でトリガーが働くほど小さい記録の地震では、 P を欠測することが起こりうるということ。

X 相……」というのは、相名は不明であるが明らかになんらかの相であることを示すときに X の記号を使っている。

- iii) 全く観測しなかった、あるいは検測規準振幅以下の地震記録のため観測報告がない

全く観測しなかった……」とは、その地震計の探知能力以下の地震はもちろんであるが、磁気テープ式地震計では地震動がトリガー振幅以下であれば、たとえ相判別が可能な地震であったとしても、磁気テープにはタメ込まない。

検測規準振幅以下……」とは、その官署の基準地震計(50~100倍級)の記録紙上、全振幅1mm以上の地震について、検測報告するよう規定しているもので、これ以下の地震は報告されない。

上記 i)~iii) の3種に分け、次式にあてはめる。

$$M = a + b \log \Delta$$

ここで、 a 、 b は定数、 M はマグニチュード、 Δ は震央距離である。ただし、探知能力の境界は i) と ii) の境をとる。その理由は、震源決定に有効な資料として、 P の観測に重きをおいたからである。

4.3 資料・調査期間

4.3.1 資料

ア. 仙台管区気象台：東北地方磁気テープ式地震観測表

イ. 仙台管区気象台：東北地方地震観測表

ウ. 気象庁：地震月報（震源事項）

を用いた。

既設の標準地震計による資料は原記象紙から再検測することなく、すべて資料のイを用いた。これらの地震計による観測は、検測基準振幅以上の地震についてのみ上記資料のイに記載されているので、探知能力といっても制限観測上の場合であって、厳密な意味での探知能力ではない、この意味では、人為的にトリガーレベルを

設定しているといえる。

4.3.2 調査期間

ア. 磁気テープ式地震計

昭和45年4月～昭和46年3月

ただし、盛岡は昭和45年12月2日に変換器を埋設型（これ以前は地上型）に変更したので、11月までの資料を用いた。

イ. 59型直視式電磁地震計（秋田、盛岡、大船渡）

昭和45年6月～昭和46年3月

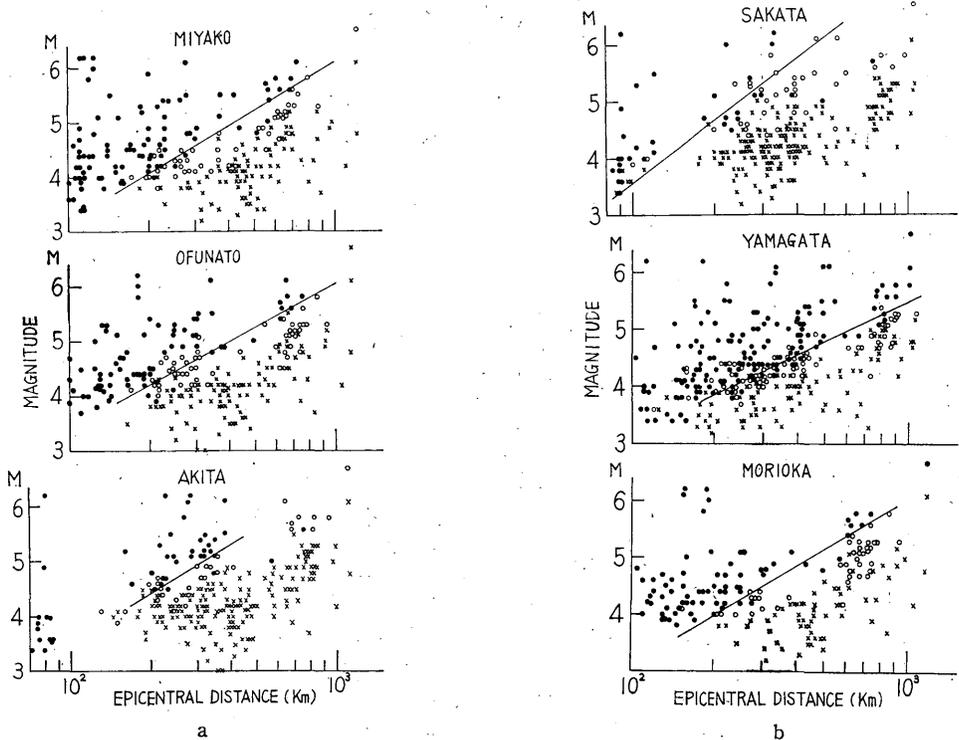
光学式電磁地震計（1.5秒、1000倍級）を併設していた秋田、盛岡は、磁気テープ式地震計観測開始時に光学式の観測を中止した。これ以前の検測には、光学式を参考に使っていることから、6月以降の観測報告を用い、磁気テープ式地震計と比較することにした。

ウ. Wiechert 式（宮古）および普通地震計（山形、酒田）

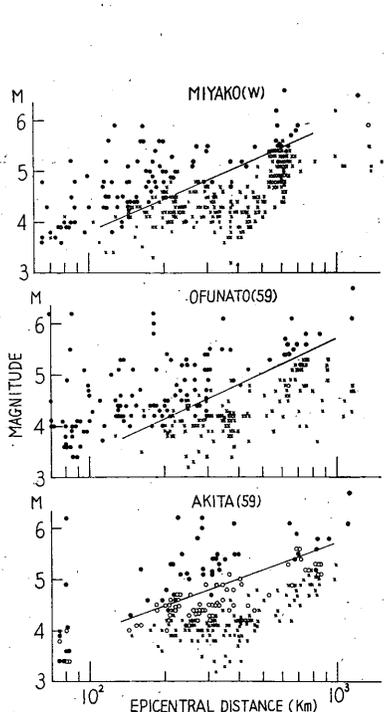
昭和44年1月～昭和45年2月

4.4 調査結果

結果を第4.1図～第4.2図および第4.1表に示す。



第4.1図 a) b) 磁気テープ式地震計による地震探知
 黒丸：P を観測した地震
 白丸：P は不明あるいは欠測したが、S あるいは X を観測した地震
 × ：タメ込まなかった地震



第4.2図 a) 既設地震計による地震探知

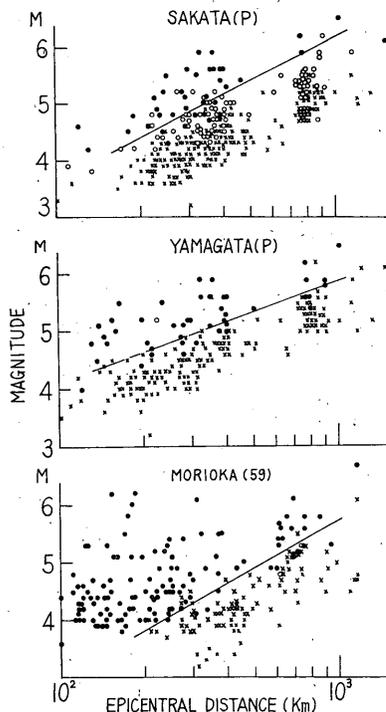
W : Wiechert 式地震計

59 : 59型直視式電磁地震計

黒丸 : P を観測した地震

白丸 : P は験測できなかったが, S あるいは X 相を観測した地震

× : 記録しなかったかまたは験測基準振幅以下であった地震



第4.2図 b) 既設地震計による地震探知

P : 普通地震計

59 : 59型直視式電磁地震計

黒丸 : P を観測した地震

白丸 : P は験測できなかったが, S あるいは X 相を観測した地震

× : 記録しなかったかまたは観測基準振幅以下であった地震

探知能力という表現をとったが、実際には、磁気テープ式地震計はトリガー振幅を設定してあるし、既設地震計による験測には、験測基準振幅を設けているので、地震計にある観測条件を設けた観測業務上の探知能力であることをまづことわっておく。

第4.1図～第4.2図において資料として用いた震央は、ほとんどが東北地方以北からモトロフ島付近の地震で、これ以南は適当な規模の地震があまり起こっていないので数は多くない。探知力の限界を知ることが目的であるので、明らかに探知能力外の規模の資料は除いた場合が多い。

これらの図からもわかるように、適当な資料がないため（地震が起こっていないため）直線を引けない部分がある。第4.1表には、だいたいの直線範囲を示し、外挿値をカッコで示した。

4.4.1 磁気テープ式地震計（第4.1図）

遠い地震では短周期震動の吸収・減衰が大きいので、磁気テープ式地震計の性能からみて能力が落ちるようである。また、この地震計は30秒の遅延をとっているから、Sでトリガーが働いたP～S 30秒以上の地震の場合、たとえPの験測が可能だったとしても磁気テープにPはタメ込まれない。仮に、 $h=40$ km, P～S 30秒をこの限界と考えると、震央距離 270 km 以上ではこのため性能が不連続に落ちることが考えられる。

これらのことは、小地震を観測対象とした地震計である以上、やむをえないであろう。

今回の資料では $3 < M < 4$ の地震が少なく、小地震の探知能力は不明である。

酒田については、資料の関係（Pから観測した地震が少ないため）で境界を求めることはまだ無理であるが、一応示した。

4.4.2 既設地震計（第4.2図）

第4.1表 各官署における各地震計の地震探知範囲

官署	地震計の性能				(1)式係数		直線範囲	探知範囲			
	型名	T	トリガー	V	a	b		M=3	M=4	M=5	M=6
盛岡	EMT*	1.0 ^s	2 ^μ	10 ³	-2.77	+2.93	200~900 km	(93) km	205 km	449 km	(984) km
大船渡	//*	1.0	1	//	-1.79	+2.61	200~800	(68)	(165)	400	(966)
宮古	//	1.0	1	//	-2.57	+2.88	180~800	(86)	191	425	(945)
山形	//	1.0	1	//	-1.50	+2.33	170~900	(85)	230	606	(1650)
秋田	//	1.0	3	//	-2.33	+2.94	200~400	(65)	(142)	311	(681)
酒田	//	1.0	6	//	-3.75	+3.66	—	(69)	(131)	(246)	(462)
盛岡	VI	5.0	10	10 ²	-2.48	+2.74	200~800	(100)	230	537	(1245)
大船渡	//	5.0	10	//	-1.08	+2.27	190~900	(63)	(173)	478	(1320)
宮古	W	5.0	12	85	-0.44	+2.13	120~700	(41)	122	360	(1060)
山形	P	2.0	20	50	+0.58	+1.76	140~900	(24)	(88)	325	(1200)
秋田	VI	5.0	10	10 ²	+0.42	+1.77	150~900	(29)	(106)	390	(1430)
酒田	P	2.0	20	50	-1.42	+2.53	180~900	(56)	(139)	345	857

注：型名 イ) EMT*：磁気テープ式地震計（地上型変換器使用）
 ロ) EMT：//（埋設型 // 使用）
 ハ) VI：59型直視式電磁地震計
 ニ) W：Wiechert 式地震計
 ホ) P：普通地震計
 トリガー イ) 秋田 (EMT), 酒田 (EMT) は夏季冬季の平均
 ロ) VI, W, P 型地震計は検測基準全振幅 (1mm) を倍率で割り実動に換算した値
 V (倍率) 宮古 (W) の倍率は1年間の平均値
 探知範囲 (1)式からの計算値で, () 内の数値は直線範囲外の外挿値

秋田, 酒田を除く宮古, 大船渡, 山形, 盛岡は白丸が目立って少ない。このことは、検測基準振幅以上の地震はほとんどPから探知しており、この基準以下の地震の中にもPから検測可能なものを含んでいる可能性がある。つまり、これらの地点の既設地震計は、記録上雑微動が小さい（地盤がよく雑微動が少ないので S/N が大）と考えられ、基準振幅を下げて（あるいは倍率を上げて）もまだ十分探知力を上げることができる。したがって、高倍率地震計を設置する場合の諸条件は良いことを示している。

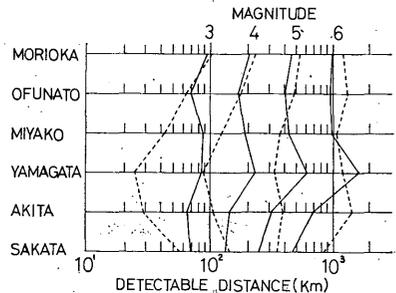
一方、秋田, 酒田の場合、現状のまま高倍率地震計を設置してもあまり期待できないことが予想される。このことは、磁気テープ式地震計設置予定官署について、この方法による調査を行えば、あらかじめその官署の地盤や雑微動の状況のほか、探知力の予想も想定できるので、変換器設置の方式についての計画立案が可能であることを示している。

4. 4. 3 各地震計による探知能力の検討 (第4.3図)

ア. 山形, 宮古の磁気テープ式地震計による観測は、地盤その他の条件を反映し、高倍率の効果が現われ既設

地震計より探知力が格段の上昇をした。

イ. 盛岡, 大船渡, 秋田の磁気テープ式地震計の探知力は、既設地震計と比較し特に上ったとはいえない。しかし、M<4の資料を補充し検討すれば、小地震の探知力の上昇が期待できる。



第4.3図 各官署の磁気テープ式地震計および既設地震計の探知範囲の比較

実線：磁気テープ式地震計
 破線：既設地震計
 盛岡・大船渡・秋田は59型直視式、
 宮古は Wiechert 式、山形・酒田は
 普通地震計

盛岡は昭和45年12月に変換器を埋設した後、明らかに探知力の上昇が認められるので、大船渡も埋設すれば探知力の上昇が期待される。

ウ. 酒田の磁気テープ式地震計の探知力は、資料不足で不明であるが、秋田と同様軟弱地盤上にあるため、他官署より探知力は小さく、変換器を埋設したにもかかわらず、その効果は期待したほど大きくない。

4.5 今後の問題

ア. 特に盛岡、宮古、大船渡については、浦河沖の地震に対する探知力が落ちるようである。また、関東以南の地震についても、東北地方以北のそれと探知力に差があるようであるが、関東以南の資料が不足で今回はそこまで分離し言及できなかった。このことは、地震波の経路になんらかの関連があるものと考えられる。

イ. 地震月報の震源事項は $3 < M < 4$ の資料が少ない。小地震の M 決定法の確定をまって、小地震に対する同様の調査を進める予定である。

ウ. 変換器を埋設型に変更した盛岡の探知力と、昭和46年3月に磁気テープ式地震計を設置した5官署についても同様の調査を行ない、東北地方における小地震に対する探知力の Map を完成させたい。

5. 地震観測速報受信装置の作動状況について*

5.1 調査の目的

津波予報の迅速化を目的として、昭和44年度に設置された磁気テープ記録式地震観測装置のうち、大船渡・盛岡・秋田・山形の4地点には速報送信装置があり、津波予報地方中核である仙台には速報受信装置があつて、これらの間は電々公社の専用線で結ばれている。

この装置は、有感地震相当以上の振動で地震観測装置のトリガーが働くと同時に、仙台にも地震の記録がFM変調アナログ方式で送られてくるようになっている。

(第5.1~5図記録例)

なお、各地のトリガーレベル設定値は次の通りである。(地動の水平動の2成分の合成値が、このレベルより大きくなるとトリガーが働いて装置が作動することを意味する。)

- 大船渡 30 μ (変換器は地表)
- 盛岡 30 (設置から1970年12月1日まで地表)
- 盛岡 10 (1970年12月12日以降、地中31m)
- 秋田 10. (変換器は地中30m)
- 山形 10 (変換器は地中25m)

盛岡は途中から変換器を地中に埋め込んだため、トリ

* 栗原隆治

ガーレベル設定値を 30 μ から 10 μ に変更したが、本調査ではこの違いは考慮されていない。

この調査は、設置後1年間に作動した地震について、「どこに起きた」「どの程度の規模の地震を」「どの地点が」「どんな状態で」記録記録しているかを知って、本装置の作動能力の概略をつかみ、今後の津波予報業務に生かすためにおこなったものである。

5.2 調査の方法

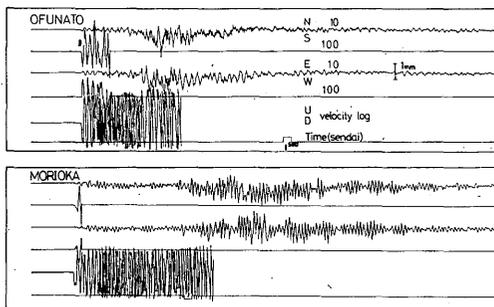
期間 1970年3月23日~1971年4月30日

作動数 148例 (付録参照)

うち、震源の求まった地震は126例で震源の深さが60kmより浅い地震は96例、規模別分布は

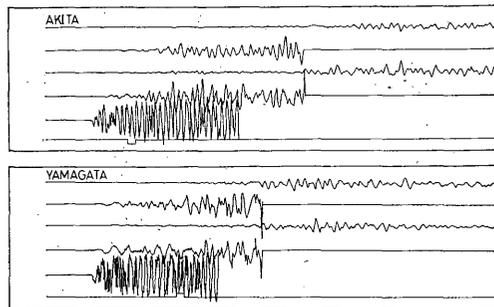
$7 > M \geq 6$	6
$6 > M \geq 5$	27
$5 > M \geq 4$	55
$4 > M \geq 3$	8

震源の深さが60kmより深い地震は30例、この期間の最大規模は、 $M=6.2$ である。(V/28岩手県沖, IX/14宮城



第5.1図

磁気テープ式地震計の記録(ビジグラフ): 宮城県沖(1970 IX 14, 18^h45^m $M=6.2$)の地震

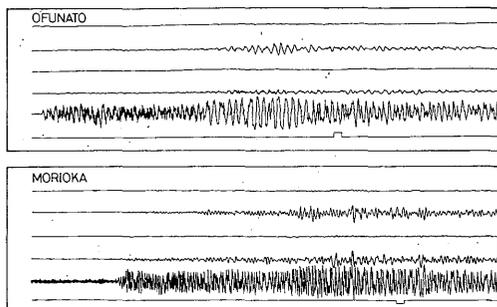


第5.2図

磁気テープ式地震計の記録(ビジグラフ): 宮城県沖(1970 IX 14, 18^h45^m $M=6.2$)の地震

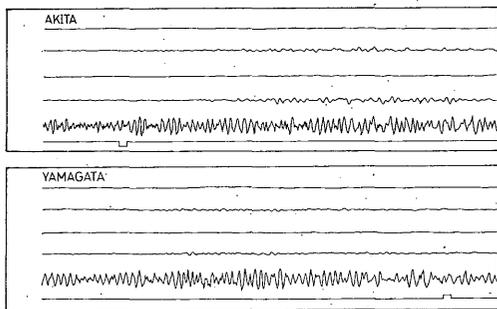
県沖, X/16秋田県東南部)

第5.1図, 第5.2図は, 地震の規模が比較的大きく ($M=6.2$), かつ震源が観測点に近い (宮城県沖) こともあって, 4地点全部が地震の始まりから明瞭に記録さ



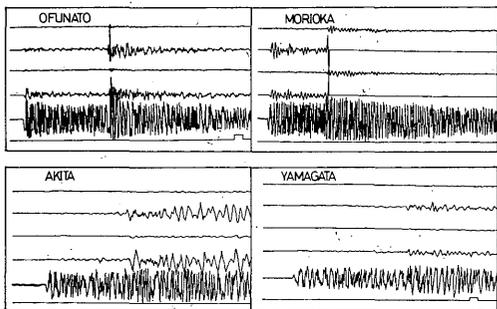
第5.3図

磁気テープ式地震計の記録 (ビジグラフ):
三陸はるか沖 (1970 VI 20, 11^h24^m $M=5.1$) の地震



第5.4図

磁気テープ式地震計の記録 (ビジグラフ):
三陸はるか沖 (1970 VI 20, 11^h24^m $M=5.1$) の地震



第5.5図

磁気テープ式地震計の記録 (ビジグラフ):
秋田県東南部 (1970 X 16, 19^h43^m $M=4.9$) の地震

れた例である。

第5.3図, 第5.4図は, 地震の規模が前者より比較的小さく ($M=5.1$) かつ震源も遠い (三陸はるか沖) こともあって, 第5.4図の大船渡・盛岡はかろうじて地震の始まりから記録されているが, 第5.4図の秋田・山形は地震の途中でトリガーが働き, しかも遅延時間 (約30秒) が過ぎてからトリガーが働いたため, 地震の途中から記録された例である。このような場合は, P の発現時・ $P\sim S$ 時間・初動方向などがわからず, 速報装置は作動したけれども震源判定に利用できない例である。

第5.5図は, 比較的規模の小さい地震 ($M=4.9$) であるが, 内陸に起った (秋田県東南部の余震) ことから, 4地点とも P 波初動から明瞭に記録された例である。

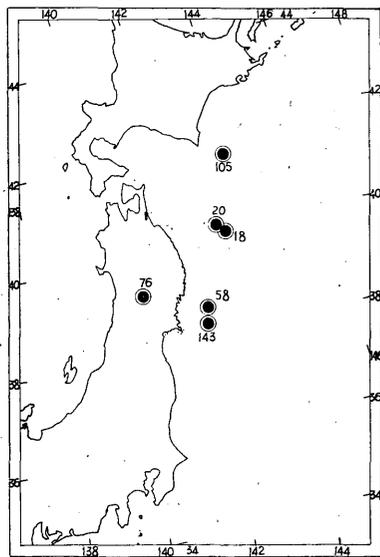
このようにして, 地震の始まりから作動しているかどうか, 作動している場合初動の立ちあがりは明瞭かどうか, また S 相の記録は明瞭かどうかについて, 速報受信装置の記録から作動の状態を検討した。

さらに, この期間に装置が1地点も作動しなかった地震について, その規模とその震源地を調べた。

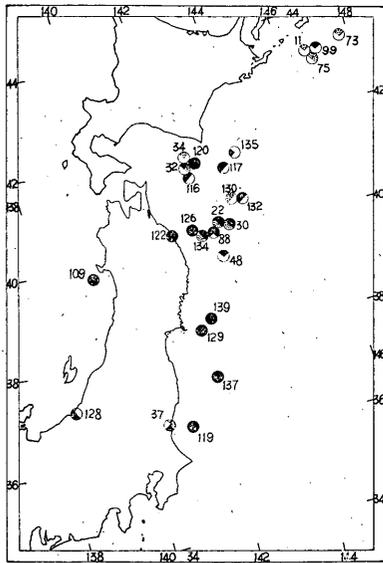
5.3 結果

調査の結果を第5.6～8図および第5.1表～第5.3表に示す。

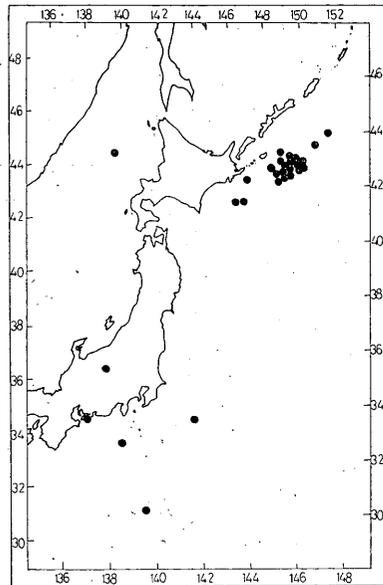
第5.6図, 第5.7図は, 地震の P 波初動から記録しているかどうかを, 規模別に地図上の対応する震央に, 次に述べる記号で示したものである。(図中の数字は付録



第5.6図 $7 > M \geq 6 (H \leq 60 \text{ km})$ の震央図



第5.7図 $6 > M \geq 5 (H \leq 60 \text{ km})$ の震央図



第5.8図 北海道・東北・関東地方とその周辺に起こった、規模が5以上の地震で、4地点の装置がどこも作動しなかった地震の震央図
(この図で最大規模の地震は、1971年1月5日 渥美半島の地震 $M=6.1$ である)

調査に用いた資料の番号を示す。規模が5以下の図と震源の深さが60km以上の図は省略した。）

ここで図の記号を説明すると、4地点のうち1地点以上

上の装置が作動した地震の震央を示す位置の円を、それぞれの地点に対応するように4等分し、地震の始まりから記録された地点にはその部分を黒で示し、地震の途中から記録された地点にはその部分を点々で示し、装置が作動しなかった地点に対応する部分を空白で示したものである。

たとえば、第5.7図の No. 134 の地震は、大船渡・盛岡が地震の始まりから、秋田・山形が地震の途中から記録されたことを表わしている。

第5.8図は、この調査期間に北海道・東北・関東地方とその周辺に起こった規模が5以上の地震で、4地点の装置がどこも作動しなかった地震の震央図である。

第5.1表は、P相・S相の始まりの明瞭・不明瞭が、震源の位置によってどうなっているかを各地点ごとに調べたものである。

第5.2表は、P相の立ちあがりの記録状態とその時のS相の現われ方との関係である。

第5.3表は、規模が6以上の地震の各地点におけるP相・S相の現われ方を調べたものである。(表中 s. i. は震度、Phase の S ? は S 相不明を表わす。)

この表中の震源域には、次の震源地の地震が含まれている。

北海道太平洋海域(北海道東方沖・根室半島南東沖・十勝沖・浦河沖) 東北地方太平洋海域(青森県東方沖・三陸はるか沖・岩手県沖・岩手県沿岸・宮城県沖・宮城県沿岸・福島県沖) 東北地方内陸部(秋田県北部・秋田県南東部・岩手県北部・岩手県中部・岩手県東部・宮城県北部・宮城県中部) 東北地方日本海海域(青森県西方沖・秋田県沖) 関東地方(茨城県沖・茨城県北部・茨城県南西部・新潟県南西部)

また相の現われ方からみたP相・S相の時刻精度は、おおよそ次の範囲内にある。(紙送り 5 mm/sec, 仙台の水晶時計を共通に利用している)

{	iP	0.2 秒以内
	P	0.2~0.5 秒
{	eP	0.5~2 秒程度
	iS	0.5 秒以内
{	S	0.5~1 秒
	eS	1~5 秒程度

eSについては、震源要素から判断して、5秒以上はなれているものはS相不明とした。

なお、この期間に有感地震で装置が作動しなかった例は、1971年3月20日18時34分青森県東方沖($M=4.5$)の盛岡で震度Iの地震のみであった。

第5.1表 P相とS相の現われ方

震央地域名	北海道地域				東北地域				東北地方内陸部				東日本海地域				関東地方 (I) 北海道・東北以外 (II)				
	iP	P	eP	欠測	iP	P	eP	欠測	iP	P	eP	欠測	iP	P	eP	欠測	iP	P	eP	欠測	
深さが 60 km 以下の 場合(I)	P相の 現われ方																				
	大船渡		2		4	23	10	4	1	12	2					1				1	1
	盛岡	1	5	1	4	19	16	15	3	7	6	1		1				1		1	1
	秋田		1	3		5	1	7	7	3		2		4					1	1	1
山形		1	1		7	3	5	4	2	2				1			1	2	1		
深さが 60 km 以上の 場合(II)	S相の 現われ方	iS	S	eS	不明	iS	S	eS	不明	iS	S	eS	不明	iS	S	eS	不明	iS	S	eS	不明
	大船渡		2	4		13	18	7		8	6				1					1	1
	盛岡		3	7	1	6	22	23	2	4	8	2			1					2	
	秋田			1	3		1	7	12	2	3			2	1		1			1	1
山形			2		1	5	7	6	2	1	1			1					3	1	
深さが 60 km 以上の 場合(II)	P相の 現われ方	iP	P	eP	欠測	iP	P	eP	欠測	iP	P	eP	欠測	iP	P	eP	欠測	iP	P	eP	欠測
	大船渡					6	2		1	5					1					2	2
	盛岡				2	2	5	1		6	1								2	1	3
	秋田									2		1						1	2	2	4
山形					2	1			3								1	2		3	
深さが 60 km 以上の 場合(II)	S相の 現われ方	iS	S	eS	不明	iS	S	eS	不明	iS	S	eS	不明	iS	S	eS	不明	iS	S	eS	不明
	大船渡					4	5			3	2				1					2	2
	盛岡			2		1	4	3		6	1								2	2	2
	秋田									2	1								1	4	2
山形					3				3									3		3	

第5.2表 P相の立ちあがりとS相の関係(深さが60 km 以下の場合)

震央地域名	北海道地域				東北地域				東北地方内陸部				東日本海地域				関東地方			
	iS	S	eS	不明	iS	S	eS	不明	iS	S	eS	不明	iS	S	eS	不明	iS	S	eS	不明
iP と S 相	大船渡				11	10	2		8	4										
	盛岡			1	5	9	3	2	3	4				1						
	秋田				1	1	1	3	1	2			2	1		1				
山形				1	1		5	2											1	
P と S 相	大船渡		1	1	2	5	3			2										
	盛岡		1	4		8	8		1	3	2								1	
	秋田			1		1	2	1		1	1			1					2	
山形																				
eP と S 相	大船渡					3	1							1						1
	盛岡			1		4	10			1										
	秋田			1		2	4	3	1	1										1
山形			1		2	3												1		
P欠測 と S 相	大船渡		1	3			1												1	
	盛岡		2	2		1	2												1	
	秋田						2	5											1	
山形					1	2	1													

第5.3表 Mが6以上のP・S相の現われ方

No.	y	m	d	h	m	震央名	M	大船渡		盛岡		秋田		山形	
								s. i.	phase						
58	1970	9	14	18	45	宮城県沖	6.2	IV	iP, S	IV	iP, S	II	iP, eS	II	iP, S
143	1971	4	5	03	40	〃	6.0	III	iP, iS	III	iP, S	II	P, S?	II	iP, S?
18	1970	5	28	04	05	岩手県沖	6.2	II	P, iS	III	P, eS	I	eP, S?	0	eP, eS
20	〃	〃	〃	07	36	〃	6.0	I	iP, eS	II	eP, S	0	eP, eS	0	P, eS
105	1970	12	7	05	21	十勝沖	6.1	0	P, S	I	iP, S?	0	eP, S?	0	eP, eS
76	1970	10	16	14	26	秋田県南東部	6.2	III	iP, S	IV	P, eS	III	eP, iS	II	P, eS

5.4 考察

調査期間が短かく資料の数も十分でないが調査の結果から次の事がわかった。

(1) 東北地方とその周辺に起った規模6以上の地震については、4地点ともほとんど完全にP波初動から記録を得ることができる。

このことは、当管区の担当津波予報区である4区・5区に対する津波予報の迅速化に有効であると言える。

(2) 北海道・東北・関東地方とその周辺に起った規模が5以上の地震を、4地点のうちどの1地点もキャッチしなかったという例は、この期間になかった。

このことは、北海道・東北・関東地方とその周辺に起こった地震で被害を伴う程度以上の地震については、これら4地点のうちのいずれかの装置が作動するから、緊急震源決定作業に迅速に立ちむかえて有効であると言える。

(3) 装置の作動状況からみて、トリガーレベル設定値はおおむね適正と考えられる。

(4) 釧路沖・北海道東方沖からエトロフ・クナシリに至る範囲の地震については、規模が6までの地震はほとんどつかまえることができない。たとえつかまえられたとしても、第5.4図のように地震の途中から記録される程度で、Pの発現時・P~S時間を利用することがで

きない。(しかし規模が7以上になれば、第5.7図から推定してP波初動から記録されるものと期待できる。この期間に規模6以上の地震がこの地域に発生していないので、これ以上のことは言えない。)

震源距離が速くなると、1秒周期のこの地震計ではその特性から考えて無理であり、5秒100倍あるいは10秒200倍の地震計網でカバーすべきものであろう。

(5) 図は省略したが、岩手県沖から宮城県沖にかけてと内陸部については、規模が5以下の地震でもよく作動している。(付録参照)

現業面からみて、これは東北地方の地震活動の常時把握に役立っている。

(6) P相のあらわれ方は、多くの記録で非常によい。

これは、上下動記録が速度量であることによる。

(7) 震源が近い場合、S相のあらわれ方はおおむね良好であるが、震源距離が速くなると不明瞭になってくる。(盛岡の記録は、地表での約0.4秒の卓越周期に重なり、S相不明瞭の例が多くなっている。)

(8) iP・P、iS・Sのうちいずれかのあらわれ方をしておれば、読みとりによる時刻誤差は1~2秒程度におさまるから、緊急震源判定作業に確信をもって臨める。(第5.2表参照)

付録 調査に用いた資料

No.	年月日	時分	震央名	φ	λ	H	M	大船渡		盛岡		秋田		山形	
								震度	相	震度	相	震度	相	震度	相
1	1970.3.23	09 21	秋田県北部	40 8	140 29	150	4.2	II	iP・iS	II	iP・S	II	iP・iS	0	iP・S
2	24 03 11	岩手県沖	40 12	142 58	10	0		eP・eS							
3	28 16 34	青森県東方沖	40 55	141 54	80	0		eP・eS							
4	31 05 25	青森県東方沖	41 29	142 16	70	0		P・eS							
5	4.1 23 23	岩手県沿岸	39 45	142 3	80	III	iP・iS	IV	iP・iS	II	故障中	I	P・S		
6	3 04 38	宮城県沿岸	38 51	141 41	70	II	iP・iS	II	P・S						

No.	年月日	時分	震央名	ϕ ° /	λ ° /	H km	M	大船渡		盛岡		秋田		山形	
								震度	相	震度	相	震度	相	震度	相
7	1970.4.9	20 25	宮城県北部	38 40	141 8	10	4.3	0	iP . S	0	P . S				
8		11 02 50	青森県東方沖	41 13	142 38		0 4.4			0	P . eS				
9		12 17 54	宮城県北部	38 49	140 53	140		X	iP . iS	I	iP . iS	0	eP . S	0	iP . S
10		17 00 19	宮城県沖	38 11	141 43	50	4.7	I	iP . S	I	iP . eS	0	P欠 . eS	I	iP . iS
11		29 14 55	根室半島南東沖	43 9	146 44	60	5.4			0	P欠 . S				
12	5.4	14 46	福島県沖	37 7	142 28	60	4.8							0	eP . eS
13		5 07 10	岩手県沖	39 44	142 25	20	4.8	I	iP . iS	II	iP . iS	0	eP . eS	0	P欠 . eS
14		5 11 38	岩手県沖	40 8	142 27	30	4.4	X	iP . S	X	P . S				
15		12 13 34										0	iP . S		
16		26 01 15	福島県沖	37 1	141 19	50	4.7	0	P . eS	0	P欠 . eS			0	P . eS
17		27 21 07	小笠原諸島付近	27 22	140 44	440		0	P . eS	0	eP . eS	0	P . S	0	P . S
18		28 04 05	岩手県沖	40 9	143 15	30	6.2	II	P . iS	III	P . eS	I	eP . S不	0	eP . eS
19		28 06 12	岩手県沖	40 12	143 13	30	4.4			0	eP . S				
20		28 07 36	岩手県沖	40 12	143 13	30	6.0	I	iP . eS	II	eP . S	0	eP . eS	0	P . eS
21		28 08 09	岩手県沖	40 11	143 9	20	4.4			0	eP . eS				
22		28 08 56	岩手県沖	40 16	143 6	20	5.8	I	P . S	III	eP . eS	0	P欠 . eS	0	P欠 . eS
23		28 13 27	岩手県沖	40 17	143 5	30	4.2			0	eP . eS				
24		29 02 01	岩手県沖	40 11	143 1	10	4.2			0	eP . eS				
25	6.8	02 53	岩手県沖	40 20	142 11	40	4.6	X	P . eS	I	iP . S	0	P欠 . S不		
26		11 01 20	北海道東方沖	43 54	146 49	60	5.8			0	P欠 . eS				
27		12 01 13	岩手県中部	39 40	141 20	90				0	P . iS				
28		14 13 23	宮城県中部	38 31	140 52	10	3.9	I	iP . S					0	iP . S
29		17 10 47	福島県沖	37 22	142 5	50	4.2							0	eP . S
30		20 11 24	三陸はるか沖	40 11	143 19	20	5.1	0	iP . eS	X	eP . eS	0	P欠 . S不	0	P欠 . S不
31		22 13 14	宮城県北部	38 41	141 4	20	4.0	I	iP . iS	0	eP . S				
32	7.1	01 14	浦河沖	41 33	142 42	40	5.1	0	P欠 . eS	I	P . eS				
33		1 04 05	浦河沖	41 35	142 38	40	4.7	0	P欠 . eS	II	P . eS				
34		2 06 28	浦河沖	41 36	142 41	40	5.1	0	P欠 . S	I	P . eS				
35		7 08 19						0	iP . iS						
36		8 23 59	浦河沖	42 5	142 38	70				0	P欠 . eS				
37		11 23 28	茨城県北部	36 30	140 35	50	5.1	0	P欠 . eS	0	P欠 . eS			0	eP . S
38		13 14 30	宮城県沿岸	38 48	141 34	100		II	P . iS						
39		17 16 49	青森県東方沖	40 37	142 19	30	4.4			I	P . S				
40		17 18 21	青森県東方沖	40 54	141 34	90				0	P . S				
41		17 21 12	宮城県沖	38 46	142 12	30	3.9	X	iP . iS						
42		24 02 02	岩手県沖	40 28	142 19	30	4.3			0	eP . eS				
43		25 17 22	宮城県中部	38 28	141 3	20	4.1	I	iP . S	0	P . eS			0	iP . iS
44	8.2	04 06	岩手県沖	40 5	142 27	10	4.3	0	eP . S	0	P . eS				
45		4 14 26	福島県沖	37 19	141 59	50	4.0							0	eP . S
46		11 01 47	岩手県沖	40 23	142 21	30	4.7	X	P . eS	0	iP . eS				
47		16 09 01	岩手県沖	39 27	143 11	20	4.2			0	eP . eS				
48		19 12 04	岩手県沖	39 34	143 0	10	5.0			0	eP . eS				
49		29 10 43	能登半島南部	36 54	136 53	280		I	P欠 . S			0	P欠 . eS		
50		30 21 04	岩手県沖	40 9	142 26	10	4.6	0	P . S	I	iP . S				

No.	年月日	時分	震央名	φ ° /	λ ° /	H km	M	大船渡		盛岡		秋田		山形	
								震度	相	震度	相	震度	相	震度	相
51	1970.8.31	02 48	オホーツク海	52 24	151 36	645			I	P・S不	0	iP・S不	0	P・S不	
52		31 07 55	岩手県沿岸	39 45	142 3	80		II	iP・S	II	iP・S				
53	9.1	19 12						X	iP・iS						
54		3 00 52	宮城県沖	38 24	141 50	80		0	iP・iS						
55		5 16 54	オホーツク海	52 12	151 24	580			0	P欠・S不	0	P欠・S不	0	P欠・S不	
56		7 11 40						0	iP・iS						
57		9 00 33	岩手県中部	39 49	141 26	80			X	iP・iS					
58		14 18 45	宮城県沖	38 41	142 20	40	6.2	IV	iP・S	IV	iP・S	II	iP・eS	II	iP・S
59		14 18 53						II	iP・iS						
60		14 19 15						0	P・iS						
61		15 14 39	宮城県沖	38 44	142 17	40	4.6	I	iP・S	X	P・eS				
62		15 17 00						0	iP・iS						
63		19 12 12	宮城県沖	37 59	141 58	70		0	P・S						
64		27 19 58	宮城県沖	38 42	142 19	40	4.7	II	iP・iS	I	iP・iS	0	P欠・S不		
65		28 01 31	岩手県沖	39 37	142 10	50	4.1	I	iP・iS	I	iP・S				
66		28 08 18	秋田県沖	39 51	139 30	20	4.0					X	iP・S		
67		28 08 32	青森県東方沖	41 16	142 33	20	4.4			0	P欠・S				
68		29 09 54	岩手県沖	39 54	143 10	20	4.4			0	P・eS				
69	10.2	23 58	岩手県沖	40 7	142 44	30	4.2			0	eP・eS				
70		3 13 45	宮城県沿岸	38 18	141 37	60	3.9	I	iP・S						
71		5 00 42	岩手県沿岸	39 38	142 7	50	4.0	0	iP・iS	X	P・S				
72		7 08 35	青森県東方沖	41 34	142 5	70		0	P欠・S	I	P・eS				
73		9 08 36	北海道東方沖	43 19	147 43	60	5.6			I	P欠・eS				
74		12 23 28						0	iP・iS						
75		15 06 14	根室半島南東沖	43 4	146 53	40	5.7	0	P欠・eS	II	P欠・S				
76		16 14 26	秋田県南東部	39 12	140 45	0	6.2	III	iP・S	IV	P・eS	III	eP・iS	II	P・eS
77		16 14 32	秋田県南東部	39 10	140 45	10	4.0	0	P・S	I	P・S	0	iP・iS		
78		16 14 34	秋田県南東部	39 15	140 45	0	4.0					0	eP・S		
79		16 14 35	秋田県南東部					0	iP・iS						
80		16 15 26	秋田県南東部	39 17	140 45	0	3.4			0	iP・iS				
81		16 16 41	秋田県南東部	39 18	140 50	10	3.6			I	P・iS				
82		16 18 10	秋田県南東部	39 15	140 43	10	3.9	0	iP・iS	0	iP・iS				
83		16 19 43	秋田県南東部	39 14	140 47	10	4.9	II	iP・iS	II	iP・iS	I	iP・S	0	iP・iS
84		16 19 49	秋田県南東部	39 14	140 45	10	3.8	I	iP・iS	0	P・S				
85		17 01 48	青森県東方沖	40 59	142 50	30	4.5			X	P・S				
86		17 11 29	秋田県南東部					0	iP・iS	0	iP・S				
87		18 12 38	宮城県沖	38 43	142 29	40	4.5	I	iP・S	0	P・eS				
88		21 10 15	岩手県沖	40 5	142 53	30	5.1	I	iP・S	I	iP・S不	0	eP・S不		
89		27 04 22	岩手県北部	39 57	141 41	70		II	iP・S	II	iP・iS				
90		27 19 06	岩手県沖	40 8	142 24	30	4.2	0	eP・S	0	P・S				
91		27 20 08						I	iP・iS						
92		30 08 14	茨城県南西部	36 0	139 56	60	4.9							0	P・S
93	11.2	05 21	岩手県中部	39 37	141 18	120		II	iP・iS	I	iP・iS	II	iP・iS	0	iP・S
94		4 07 23						0	iP・iS						

No.	年月日時分	震央名	φ ° /	λ ° /	H km	M	大船渡		盛岡		秋田		山形	
							震度	相	震度	相	震度	相	震度	相
95	1970.11.7	08 53	岩手県沖	39 44	142 36	30	4.5	I	iP・S	0	P・S			
96		10 09 27	伊勢湾	34 36	136 55	340		I	P・S	I	P・S	0	P・eS	0 iP・S
97		12 13 01	浦河沖	41 53	142 40	70				0	P欠・eS			
98		18 02 45						X	iP・iS					
99		20 22 48	根室半島南東沖	43 8	146 58	40	5.6			0	eP・eS			
100		23 10 55	岩手県沖	39 10	142 54	10	4.3	0	P・S	0	P・eS			
101		27 05 42	福島県沖	37 36	141 16	80		X	iP・S	0	P・S		0	P・S
102		29 05 36	青森県東方沖	41 20	142 45	30	4.9			0	P・eS			
103	12.2	05 28	宮城県沖	38 53	142 6	40	4.0	I	iP・iS					
104		7 03 12						0	iP・S					
105		7 05 21	十勝沖	41 40	143 46	50	6.1	0	P・S	I	iP・S不	0	eP・S不	0 eP・eS
106		8 06 36	鳥島近海	29 32	140 36	180		0	P欠・eS	0	P欠・S	0	P欠・eS	0 P欠・S
107		8 07 48	岩手県沖	40 11	142 31	40	4.4			I	eP・S			
108		9 06 58								I	iP・iS			
109		13 13 03	秋田県沖	39 46	139 29	20	5.3	0	eP・S	II	iP・S	II	iP・S不	I P・S
110		13 15 18	秋田県沖	39 42	139 37	20	4.4					0	iP・iS	
111		13 15 57	秋田県沖	39 47	139 29	30	4.2					0	iP・iS	
112		14 06 56						0	iP・iS					
113		18 12 16	岩手県沖	40 11	142 7	40	4.4	0	P・S	II	iP・iS			
114		21 06 20	岩手県沿岸	39 16	141 57	60	4.6	II	iP・iS	II	iP・S			0 iP・S不
115		27 10 20	秋田県南東部	39 13	140 50	10	4.0	I	P・iS	II	iP・S	0	iP・S	
116	1971.1.3	12 05	青森県東方沖	41 20	142 37	50	5.2			X	P・S	0	eP・eS	
117		3 22 51	十勝沖	41 20	143 35	40	5.4			0	P・eS	0	P・S不	
118		4 20 59						0	iP・iS					
119		6 15 04	茨城県沖	36 22	141 9	40	5.5	I	eP・S不	I	P・eS	0	eP・S不	I iP・eS
120		18 14 02	浦河沖	41 33	142 43	50	5.4	I	P・eS	II	P・S	0	eP・eS	0 P・eS
121		27 17 31	福島県沖	37 45	141 40	90		I	iP・S					
122		30 01 43	岩手県沿岸	40 16	141 46	50	5.2	II	iP・S	III	iP・iS	I	iP・S	0 iP・S不
123		30 07 00	オホーツク海	51 9	151 2	500				0	P欠・eS	0	P欠・eS	0 P欠・S不
124		30 14 36	岩手県北部	40 3	141 16	100		0	iP・S	I	iP・iS			
125	2.16	23 57						I	iP・S					
126		17 14 13	岩手県沖	40 9	142 30	40	5.3	II	P・S	II	iP・S	0	iP・S不	0 eP・eS
127		21 23 59	岩手県沖	40 7	142 24	30	4.2			I	P・S			
128		26 04 27	新潟県南西部	37 8	138 21	0	5.5					0	P欠・eS	0 P・S
129		27 17 56	宮城県沖	38 13	141 58	50	5.1	III	iP・iS	II	iP・iS	0	iP・S不	0 iP・S不
130		28 01 33	三陸はるか沖	40 39	143 42	60	5.3			I	P欠・eS	0	P欠・S不	
131	3.2	18 24	岩手県沖	40 5	142 27	30	4.2	0	eP・S					
132		4 16 49	三陸はるか沖	40 39	143 46	50	5.2			0	iP・S不	0	eP・S不	
133		6 10 22	岩手県東部	39 44	141 50	60	4.1	II	iP・iS	II	iP・S			
134		13 11 59	岩手県沖	40 7	142 31	30	5.3	II	P・iS	II	iP・eS	0	P欠・S不	0 P欠・S
135		15 14 35	十勝沖	41 36	144 0	50	5.5					0	eP・S不	
136		18 01 08	岩手県沖	40 8	142 19	40	4.5	X	iP・S	X	iP・S			
137		22 19 40	福島県沖	37 17	142 3	10	5.4	0	eP・eS	I	eP・eS	0	eP・eS	X P・S
138		26 01 01						0	iP・S					

No.	年月日	時分	震央名	ϕ ° / '	λ ° / '	H km	M	大船渡		盛岡		秋田		山形	
								震度	相	震度	相	震度	相	震度	相
139	1971.3.26	01 20	宮城県沖	38 24	142 15	40	5.5	III	iP・iS	II	iP・S	X	iP・S不	0	iP・S不
140	26	17 10	宮城県沖	38 27	142 9	30	3.8	I	iP・iS						
141	30	04 22	青森県西方沖	41 02	138 11	340		0	P・S						
142	4.2	02 41						0	iP・iS						
143	5	03 40	宮城県沖	38 21	142 12	50	6.0	III	iP・iS	III	iP・S	II	P・S不	II	iP・S不
144	6	04 55	青森県東方沖	41 9	142 4	60	4.8	X	P欠・eS	I	eP・S				
145	6	12 30										0	iP・iS		
146	20	00 04						0	iP・iS						
147	20	14 05	宮城県沖	37 55	141 34	80								0	eP・S
148	23	08 23	宮城県北部	38 43	141 7	10	4.3	I	iP・iS	I	iP・S			0	P・S

6. 等P差線表示器の作動状況*

6.1 まえがき

当管区には昭和45年3月、速報受信装置設置と同時に、これに付属する等P差線表示器（以下等P差器と略記する）を設置した。この等P差器は、現地の上下動振幅が、設定したトリガーレベル以上動いたとき、その信号によって作動する。すなわち、電話線で搬送される4官署の信号を2官署づつ組各せ**、一つの組合せによるトリガー信号差から震央線を表示する。地震の場合、このような二組の震央線の交点が震央になるが、この等P

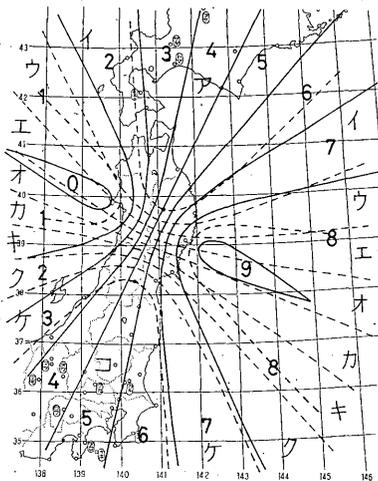
差器はトリガー差で5秒幅の光帯が地図上を動いて行く。また、この光帯の計算には深さ40kmのP波走時が用いられている。

このように設計上の制約があるため、いかなる地震の場合でもただちに震央域が判明するわけではないし、特に観測点のスパン、相対位置に関連して海域の震央に対しては表示される範囲が広がってしまう。しかし、この場合でも震央のおよその方向を知ることができるので、過去約2か年の観測経験では、緊急地震・津波判定作業の時間短縮のためにはも早や欠くことのできない器械となった。

以下、実際の作動状況について述べる。

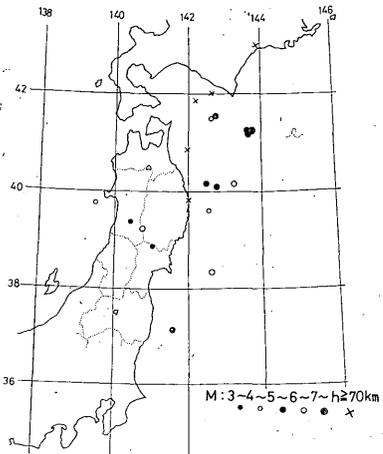
6.2 等P差器の作動状況（昭和45年5月～昭和47年4月）

等P差器はP波の発震時でトリガーが働くことを想定



第6.1図 等P差線表示器の表示図

（実際の表示図に現われる範囲は狭ましく、東北地方と北海道・関東地方の一部が入るくらいである）



第6.2図 二組の表示帯が正しく震央を示した地震（この図外に正しく示した地震が5ある）

* 浜松音蔵

** 当管区の場合、組合せは盛岡—山形、秋田—大船渡となっている。

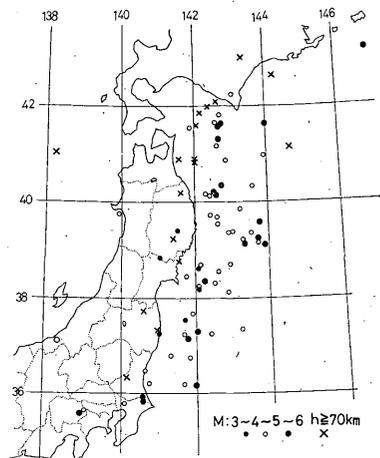
第6.1表 等P差器の表示帯が正しく震央を示した地震
(1970年5月~1972年4月)

年	月	日	時	分	震央地名	北緯	東経	深さ	M	座標
1970	5	28	04	05	三陸沖	40°09'	143°15'	30km	6.2	7・イ
	7	1	04	05	浦河沖	41 35	142 38	40	4.7	5・ア
	9	14	18	45	宮城県沖	38 41	142 20	40	6.2	9・オ
	10	16	14	26	秋田県南東部	39 12	140 45	0	6.2	4・エ
	12	8	06	35	鳥島付近	29 32	140 36	180		6・ケ
1971		13	15	57	秋田県沖	39 47	139 29	30	4.2	0・エ
	1	18	14	02	浦河沖	41 33	142 43	50	5.4	5・ア
	6	24	12	12	宮城県北部	38 52	141 02	10	3.6	6・カ
		26	17	56	岩手県沖	40 08	142 31	30	5.0	7・ア
	8	2	16	25	エリモ岬沖	41 14	143 42	60	7.0	6・ア
		2	22	01	〃	41 14	143 40	60	5.8	6・ア
		4	09	28	〃	41 13	143 42	40	5.6	6・ア
	9	8	16	25	福島県沖	37 07	141 35	40	5.5	7・ケ
		19	10	46	秋田県中部	39 27	140 26	0	3.9	2・エ
		28	04	04	カラフト余震	46 26	141 26	0	6.0	3・ア
	10	9	20	05	北海道北東部	43 00	143 53	120		5・ア
		27	08	15	岩手県沖	36 33	142 32	50	4.7	8・イ
	11	7	16	52	浦河沖	41 52	142 11	70		5・ア
		11	19	20	〃	42 01	142 39	80		5・ア
		25	04	38	カムチャッカ沖	52 54	159 12	106	6.3	6・イ
1972	2	9	03	57	岩手県沖	40 03	142 48	40	5.2	7・イ
		11	23	24	岩手県沿岸	39 49	142 01	70		7・イ
	3	20	00	58	青森県東方沖	40 51	142 00	80		5・ア
		22	19	31	千島列島	49 06	153 36	134	6.2	6・イ
		25	09	58	〃	48 00	153 12	134	5.8	6・イ

しているが、現実にはPとトリガー信号との間に若干の遅れがあること、また、当管区の場合、秋田がトリガーレベルをあまりさげられないうえに震地頻発帯より遠いこともあって、かなり大きい地震でない等P差の表示は正しく作動しないようである。調査期間中表示図が正しく震央を含んだ地震を第6.1表および第6.2図に示す。

前述のように秋田の地震探知力が他より低いため、大船渡は正常に作動しているが秋田一大船渡系の表示帯が正しく作動しないか、または表示しない場合が多い。この系に対し、盛岡一山形系は両官署共トリガーレベル0.5μと低値をとりうるので、この系が正しく震央域を示した地震はかなりの多い(第6.3図)。

したがって、秋田の探知力をあげれば、かなり多くの地震の場合に、表示図が正しく作動することが期待できる。

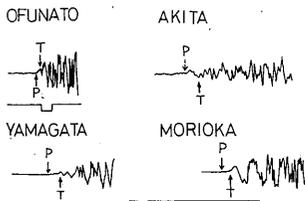


第6.3図 盛岡一山形系だけが正しく震央を示した地震
(この図外に正しく示した地震が3ある)

第 6.2 表 $M \geq 6$ 地震で表示帯が正しく表示しなかった例

No.	年 月 日 時 分	電 計 震 源					表示器		P およびトリガータイム*			
		震央地名	北 緯	東 経	深	M	座 標	座 標	盛岡	山形	大船渡	秋田
1	70 5 28 07 36	三陸沖	40°12'	143°13'	30 km	6.0	7・イ	7・ア	15.4 15.8	34.8 36.1	15.7 16.5	29.1 30.0
2	71 4 5 03 39	宮城県沖	38 21	142 12	50	6.0	8・カ	カ	04.5 04.6	02.8 03.0	52.9 53.1	13.2 13.6
3	71 9 15 23 55	三陸沖	39 05	143 52	50	6.3	8・エ	9・エ	38.0 38.7	47.6 48.4	30.4 30.8	50.2 51.5
4	71 9 24 10 10	〃	39 19	143 37	40	6.1	8・ウ	9・イ	29.8 30.0	41.8 42.2	23.2 23.5	43.0 44.3

注：「P およびトリガータイム」とは、上段がその地震のP波発現時(秒) 下段はトリガーのかかった時刻(秒)
備考：No. 1, 盛岡一山形系次のバンドに移る。
No. 2, 秋田一大船渡系故障だったが、作動したとしても座標は9である。
No. 3, 秋田一大船渡系次のバンドに移る。
No. 4, 秋田一大船渡系次のバンドに移る。盛岡一山形系本器の作動不良か。
トリガータイムによる座標はウ。



第 6.4 図 P とトリガータイム T の実例 (1971 IX 15, 23^h55^m 三陸沖)
(記録はどれもビジグラフ上下動, 分マーク(約30秒遅れ)の長さ1秒)

しかし、等P差器はかなり大きい地震を目標にしているので、実用上はあまり問題ないであろう。ただ、大きい地震 ($M \geq 6$) の場合でも、トリガーがPより1~2秒遅れることがあり、そのため表示帯が次ぎのバンドに移ってしまうことがあるので注意を要する。

第 6.2 表は東北地方に起こった $M \geq 6$ の地震で表示図が正しく震央域を示さなかったもので、等P差器内部の作動不良と考えられる地震もあるが、明らかにトリガー差とP差の相対差によって次ぎの表示帯にズレたものもある。この現象は表示帯が5秒ごとに移動するため、移動時付近の地震の場合に起こりうるわけである。磁気テープ式地震計の性能からみて、一観測点からの距離が中距離以上の地震の場合に、この現象が多いかもしれない。

6.3 まとめ

この等P差器は大変便利に利用しており、速報装置による隔測記録と共に早や、地震・津波現業作業において欠かせない測器となった。ただ、若干不満足な点がある。

東北地方に展開したこの測器については、

ア. 秋田がやや探知力が落する。

イ. 大きい地震の際、表示帯の飛ぶことがある。

この点については今後の改良に期待したい。

7. 磁気テープ記録式、光学式、直視式電磁地震計による観測比較*

(盛岡, 秋田1970年4, 5月)

磁気テープ記録式電磁地震計(EMT)の設置に伴って、EMT, 59型光学式電磁地震計(OP), 59型直視式電磁地震計(VI)によって同時観測が行なわれたので、各地震計がどの程度地震を記録したかを比較した。この期間のEMTのトリガーレベル(上下動)は盛岡で2 μ , 秋田3~3.5 μ であった。すなわち、盛岡では2 μ , 秋田では3~3.5 μ 以下の最大振幅の地震は記録されない。なお験測に当ってはEMTは水平動で1000, 100, 10倍1分の長さ7cm または35cmで、ほとんどの場合記録を肉眼で験測する。OPはフィルム面上で盛岡1000倍, 秋田500倍に記録しているが、験測に当っては拡大投光式の読取器で更に6倍にして験測するので同画面上では盛岡は

* 八木恒介・大野栄寿

6000倍、秋田では3000倍、1分の長さはそれぞれ120 mm となる。VI は肉眼で地震を認め、記録紙上で最大全振幅1 mm 以上の地震について通常数倍のルーペを用いて験測する。倍率は100倍、1分の長さは30 mm すすがきである。時刻精度については全部水晶時計を用いており1/10秒以上の補正值のないのが常態であり、ドラム廻転も誤差の問題にはならないものと思われる。また験測値は記録から読取ったままの値を用い、震源決定後に再験測したものではない。

7. 1 各地震計による地震観測数の比較

EMS, OP, VI による各位相の観測状況は第7.1表のとおりである。

盛岡: EMT と OP とを比較した場合、 $P \sim S$ 験測可能な地震は EMT で39, OP で130とかなりの差がついている。 S のみの験測可能な地震数を比べてみると

EMT30, OP27で大差はない。これは、 $P \sim S$ 約30秒以上の地震でしかも S 付近でテープ記録のトリガーが働いたところに主な原因があるであろう。また S の総数については EMT69, OP157となる。EMT と VI を比較すると $P \sim S$ の数において EMT 39, VI45, P の総数において EMTV 40, IH 47といずれも VI の方がまさっている。しかし、 S のみの験測数および S の総数において EMT の方がまさっていることが分る。

秋田: 秋田では倍率の大きい地震計程よい記録が得られていない。これは地盤に係る雑微動の大きさ、短周期地震計の倍率特性によるものであろう。

以上、盛岡、秋田の資料から EMT の目的はあまりよく果されていないようであるが、元来 EMT の設置目的は $P \sim S$ 30秒以内の近い地震にあるのでその辺の事情を第7.2表によって見ることにしたい。

第7.1表 各地震計による験測数と%
(盛岡 全地震数201のうちの験測数, ()は%)

	P と S	P のみ	S のみ	X のみ	合 計	P の総数
EMT	39 (19)%	1 (0)%	30 (15)%	6 (3)%	76 (38)%	40 (20)%
OP	129 (64)	18 (9)	28 (14)	22 (11)	198 (98)	147 (73)
VI	45 (22)	2 (1)	4 (2)	1 (0)	52 (26)	47 (23)

(秋田 全地震数60のうちの験測数, ()は%)

	P と S	P のみ	S のみ	X のみ	合 計	P の総数
EMT	9 (15)%	1 (2)%	1 (2)%	10 (17)%	21 (35)%	10 (17)%
OP	1 (2)	2 (3)	0 (0)	36 (60)	39 (65)	3 (5)
VI	12 (20)	4 (7)	2 (3)	27 (45)	45 (75)	16 (27)

第7.2表 地震計相互の観測関係

$P \sim S$ 区分	盛 岡			秋 田		
	0~29 ^s	>30 ^s	計	0~29 ^s	>30 ^s	計
地 震 数	104	36	140	9	5	14
a EMT°-OP°	23 (22)%	4 (11)%	27 (19)%	0 (0)%	0 (0)%	0 (0)%
b EMT°-OP×	11 (11)	0 (0)	11 (8)	6 (67)	3 (60)	9 (64)
c EMT°-VI°	26 (25)	4 (11)	30 (21)	4 (44)	3 (60)	7 (50)
d EMT°-VI×	8 (8)	1 (3)	9 (6)	2 (22)	0 (0)	2 (14)
e OP°-EMT×	73 (70)	27 (75)	101 (72)	0 (0)	1 (20)	1 (7)
f OP°-VI°	23 (22)	10 (28)	33 (24)	0 (0)	1 (20)	1 (7)
g OP°-VI×	73 (70)	22 (61)	95 (68)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
h VI°-EMT×	5 (5)	10 (28)	15 (11)	2 (22)	3 (60)	5 (36)
i VI°-OP×	8 (8)	3 (8)	11 (8)	6 (67)	5(100)	11 (79)

注: 右上の○は験測可能, ×は験測不能

7. 2 磁気テープ式, 光学式, 直視式相互間の P~S の観測数の比較

各地震計相互間の記録状態を比較するためのおおの種類の地震計によって P~S が共に観測されたかあるいは一方にのみ観測されたかを示したのが第 7.2 表である。なお同表中の地震数とはこれらの対象になった地震の数である。

盛岡の EMT についてみると P~S, 0~29秒の地震の総数の33% (a+b または c+d) の P~S 検測率となっている。これは OP の92%よりかなり低率で, VI の30%と余り変わらない, 試みに盛岡の P~S, 0~29秒についてサーストンの方法で, EMT, OP, VI の相対的評価をすると, EMT-0.27, OP 0.80, VI-0.53 となり評価の順は OP, EMT, VI となる。

7. 3 磁気テープ式, 光学式, 直視式相互間の P~S との発現時刻の比較

第 7.1 図に示すように発現時刻の差は, VI, EMT, OP の順で低倍率ほど発現の検測時刻が早いことになる。その原因ははっきりしない。想像するところによれば 1 分間の記録の長さに関係するかも知れない, すなわち VI

の場合 1 mm が 2 秒となるため物差の目盛の読み方の心理で多少前を読み取るためか, あるいは eP の場合の立ち上りの記録上の相異などによるのかも知れない。

7. 4 むすび

以上を盛岡について整理すると, 全地震 201 のうちの P 検測率は EMT 20%, OP 73%, VI 23% であり, P~S の検測率は EMT 19%, OP 64%, VI 22% となる。また P および S の発現時刻についてはどれがよいのかはつきりしない。秋田については, 微小地震の観測にはノイズからのがれることが最初の条件であること示した。

なお, 盛岡の EMT については, 4 月の初めころ不調のため数個の地震が記録されないこともあったので付記する。またそれまで地上型変換器であったのを 1970 年 12 月 2 日 (地表下 31.3 m) 埋込型に変更し, トリガーレベルを 0.5 μ としたから地震の有効記録数が非常に増加したので, 直視式との関係を新たな資料で比較することができた。

8. 磁気テープ記録式電磁地震計の記録からマグニチュードを求めることについて*

8. 1 まえがき

磁気テープ式地震計が設置されて, 小地震の観測態勢が整ってきたことから, その活動を把握するため, 小地震までのマグニチュードを求める必要が生じてきた。そこで手始めとして, 地震の規模を求める“坪井の式”を用いて, この地震計の記録振幅から M を求め, その結果について若干の検討をこころみた。

8. 2 資料

1969 年 6 月~1971 年 4 月の期間中, 地震月報の List of Earthquake Origin- の中で, マグニチュードの求められている地震について, 1968 年度仙台管内設置官署 6 か所のうち, 大船渡, 宮古, 山形, 秋田, 酒田の 5 か所の何処か 1 か所にでも記録されて, その振幅が 1 μ 以上の地震について調査した。使用された地震の規模別回数は第 8.1 表のとおりである。

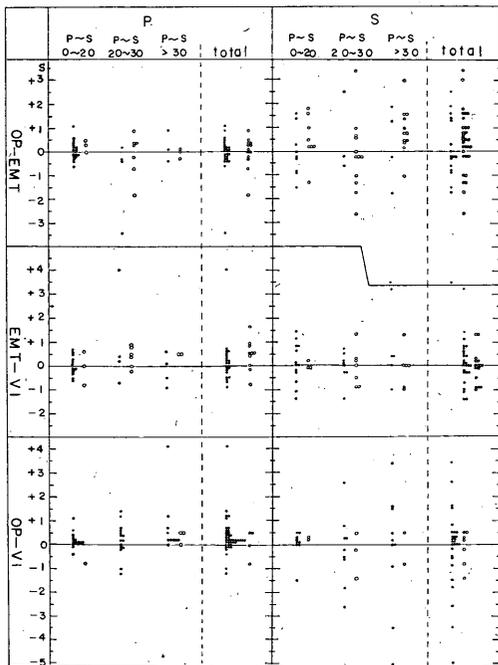
なお, 盛岡は 12 月から変換器を地上から地中に埋設したので今回の調査から除いた。

8. 3 調査方法

気象庁では固有周期 5 ないし 6 秒の地震計 (ウイーヘルト式地震計, 50 型直視式電磁地震計, 1 倍強震計) の記録振幅から最大地動振幅 (水平 2 成分を合成したもの) を用いて, 坪井の式

$$M = \log A + 1.73 \log A - 0.83$$

を使ってマグニチュードを求めている。



第 7.1 図 P, S 相発現時の比較 (盛岡)

● : 1/10秒まで検測したものの差
○ : 一方が1/10秒, 他方が秒位の差

* 星啓介 (現気象庁地震課)

第8.1表 地震規模別使用地震回数

M	地震数
3.4—3.6	7
3.7—3.9	15
4.0—4.2	51
4.3—4.5	36
4.6—4.8	17
4.9—5.1	21
5.2—5.4	19
5.5—5.7	8
5.8—6.0	3
6.1—6.3	3
計	180

第8.2表 官署別 $\overline{\Delta M}$ の値

官署名	$\overline{\Delta M}$
大船渡	0.5
宮古	0.8
山形	0.6
秋田	0.4
酒田	0.3

今回の調査もこの式を用い、振幅 A には磁気テープ式地震計の水平2成分の記録振幅のうち大きい値を用いて M を求め、地震月報に求められている規模を基準値 M_0 とし、官署別に M_0 との差の平均値 $\overline{\Delta M}$ ($\Delta M = M_0 - M$)を求めた。各官署の $\overline{\Delta M}$ の値は第8.2表のとおりである。

この値を補正值として官署ごとに M を求め、同一地震について $\overline{\Delta M}$ の平均値 \overline{M} (2官署以上で M 値の得られているものについて求めた。) マグニチュード M_{E1} と

し、基準の値 M_0 との関係を示したのが第8.1(a)図である。

また、補正值を加えず官署ごとに M_0 と M との関係を $M_0 = aM + b$ 仮定して実験式を求めてみると

大船渡: $M_0 = 1.05M + 0.23$

宮古: $M_0 = 0.03M + 1.04$

山形: $M_0 = 0.90M + 0.96$

秋田: $M_0 = 0.57M + 0.53$

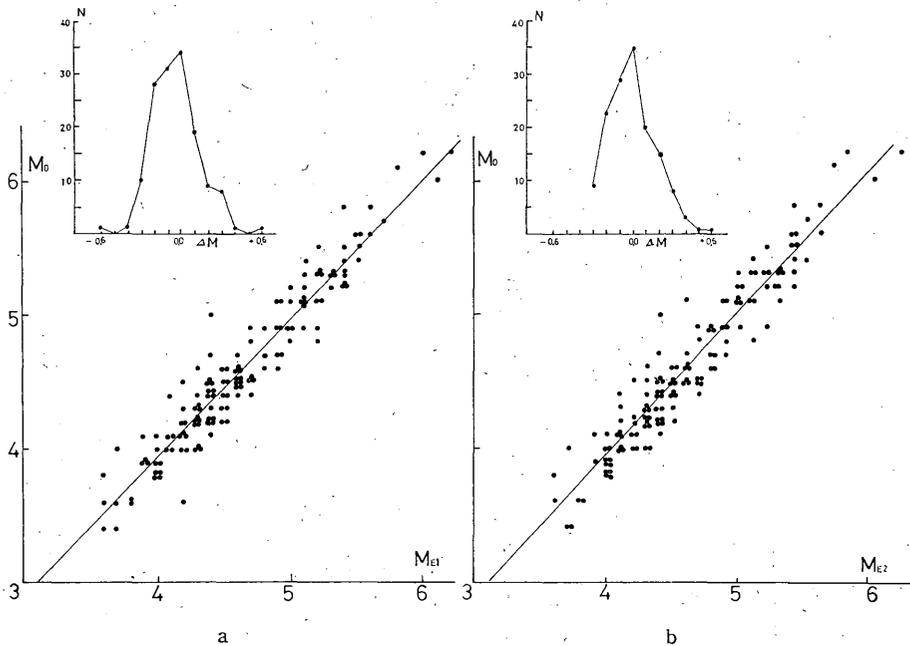
酒田: $M_0 = 0.92M + 0.68$

となる。これらの式は本来両者の対応がよければ $a \approx 1$, $b \approx 0$ となるはずである。

これらの式から求めた M の平坪を M_{E2} とし M_0 との関係を示したのが第8.1(b)図である。

8.4 考察

第8.1図をみると M_0 と M_{E1} または M_{E2} との関係は



第8.1図 a) $M_0 - M_{E1}$ の関係と $\Delta M = M_0 - M_{E1}$ の頻度分布図
 b) $M_0 - M_{E2}$ の関係と $\Delta M = M_0 - M_{E2}$ の頻度分布図

かなり良いが、震央地域や震央距離、地震の規模などを考慮することによって、さらに両者の関係がよくなることが考えられるので、次の諸点について考察を行なった。

8. 4. 1 震央地域と \overline{AM}

第 8.3 表は官署ごとに震央地域別にみた \overline{AM} の値である。ここで海域名は地震情報に用いる海域区分に従った。この表から山形は全域を通じて大差ない値であるが、その他の官署では地域による差異が認められる。特に宮古では、海域による差異が目立つ。また、海域と内陸地震その差の大きい官署もある。しかし、この表だけからでは、地域的な系統だった差異は明らかでないが、

次の諸点を考えることによって明らかにされる点も多いと思われる。

8. 4. 2 震央距離と \overline{AM}

震央距離による \overline{AM} の変化を示したものを第 8.4 表に示す。表から距離の遠い所で \overline{AM} は大きく、また近距離でも全般的に大きいことが見られる。これらのことは、震央距離の大きい所では当然取扱われる地震の規模が大きいこと、地震波の pass の長いことなどから、一般に卓越周期が長くなり、一方この地震計の特性が、周期が長くなると記録振幅が小さくなることから、式から求められる M の値が小さく求まることは十分考えられる。また、近距離については、震源の深さあるいは発震機構等

第 8.3 表 震央地域別 \overline{AM} () 内は地震数

官署名 震央地域	大 船 渡	宮 古	山 形	秋 田	酒 田
北海道 東方沖	0.55 (22)	0.86 (23)	0.56 (25)	0.52 (5)	0.45 (4)
釧路・浦河沖	0.42 (13)	0.85 (13)	0.52 (13)	0.52 (6)	0.43 (4)
青森県 東方沖	0.39 (13)	0.85 (17)	0.50 (13)	0.53 (6)	0.33 (4)
岩手県 沖	0.51 (28)	0.92 (28)	0.50 (26)	0.47 (12)	0.24 (7)
宮城県 沖	0.59 (14)	0.73 (12)	0.66 (13)	0.36 (7)	0.36 (7)
三陸はるか沖	0.56 (5)	1.00 (5)	0.48 (5)	0.25 (2)	0.25 (2)
福島県 沖	0.34 (9)	0.80 (9)	0.52 (13)	0.30 (1)	0.30 (1)
茨城県 沖	0.44 (8)	0.57 (9)	0.66 (19)	0.37 (3)	0.40 (2)
秋田県 沖	0.45 (4)	0.44 (5)	0.34 (5)	0.58 (4)	0.02 (5)
秋田県 南東部	0.31 (13)	0.38 (13)	0.68 (12)	0.34 (13)	0.35 (8)
宮城県 内陸部	0.18 (4)	0.30 (4)	0.75 (4)	0.50 (3)	0.70 (3)
全 域	0.46 (137)	0.78 (145)	0.56 (166)	0.42 (65)	0.31 (48)

注 1. 全域には関東地方内陸部その他を含む。

2. 調査期間中に秋田県南東部とその余震がありこの地震群を独立地震区にした。

第 8.4 表 震央距離別 \overline{AM} () 内は地震数

震 央 距 離	大 船 渡	宮 古	山 形	秋 田	酒 田
00—20 km	—	1.37 (4)	—	—	—
20—40	0.60 (3)	1.25 (2)	—	0.90 (1)	—
40—60	0.30 (2)	1.00 (1)	0.80 (1)	0.47 (3)	—
60—80	0.43 (15)	0.94 (14)	0.10 (1)	0.40 (9)	—0.10 (1)
80—100	0.32 (17)	0.80 (9)	0.80 (2)	0.20 (4)	0.28 (12)
00~100	0.39 (37)	0.96 (29)	0.63 (3)	0.39 (17)	0.25 (13)
100~200	0.45 (34)	0.65 (50)	0.58 (47)	0.47 (9)	0.33 (4)
00~200	0.55 (71)	0.73 (79)	0.58 (51)	0.41 (23)	0.27 (12)
200~400	0.30 (47)	0.75 (42)	0.53 (79)	0.39 (33)	0.33 (24)
400~600	0.37 (10)	0.81 (13)	0.54 (21)	0.33 (3)	0.23 (4)
>600	0.59 (15)	0.83 (13)	0.58 (24)	0.52 (6)	0.43 (3)

第8.5表 規模別 ΔM () 内は地震の数

官署 M	大船渡	宮古	山形	秋田	酒田	全官署
3.4—3.6	0.29 (7)	0.49 (7)	0.58 (5)	0.30 (6)	0.53 (4)	0.42 (29)
3.7—3.9	0.18 (9)	0.50 (7)	0.65 (15)	0.47 (3)	0.20 (2)	0.46 (36)
4.0—4.2	0.36 (27)	0.71 (34)	0.55 (41)	0.30 (7)	0.18 (6)	0.51 (115)
4.3—4.5	0.42 (30)	0.81 (32)	0.50 (37)	0.49 (8)	0.18 (4)	0.56 (111)
4.6—4.8	0.45 (17)	0.74 (15)	0.54 (17)	0.42 (9)	0.44 (5)	0.54 (63)
4.9—5.1	0.47 (17)	0.87 (18)	0.63 (18)	0.48 (11)	0.36 (7)	0.60 (71)
5.2—5.4	0.63 (16)	0.87 (18)	0.49 (19)	0.38 (9)	0.18 (10)	0.56 (72)
5.5—5.7	0.56 (7)	0.96 (8)	0.64 (8)	0.43 (6)	0.48 (5)	0.64 (34)
5.8—6.0	0.90 (4)	1.00 (3)	0.57 (3)	0.43 (3)	0.40 (1)	0.71 (14)
6.1—6.3	0.97 (3)	0.80 (3)	0.80 (3)	0.53 (3)	0.35 (4)	0.67 (16)
全平均	0.46 (137)	0.78 (145)	0.56 (166)	0.42 (65)	0.31 (48)	0.55 (561)

の影響が出てくることは山形の値から推察されよう。

8.4.3 規模と ΔM

第8.5表は規模別に ΔM を求めたもので、規模の大きなところで ΔM が大きな値を示すことは、前述の理由によるものと思われる。また、規模の小さいところで ΔM がやや大きな値を示す官署があるが、これも震源の深さが影響する近距離地震が調査の対称となっているためであろう。

8.5 まとめ

磁気テープ式地震計設置の目的の一つが小地震観測であり、また上記の調査結査なども考え合わせると、この地震計記録からマグニチュードを求めるためには、震央距離、規模を適当な範囲に定め、震央距離が小さいところでは、震源の深さを考慮しなければならない。

また、今回の調査対称官署のうち、山形、宮古は変換器が地中に埋設されており、したがって、変換器の位置(地上か地中か)の相違なども調査する必要があるだろう。

なお、官署別補正值を加えて求めた M_{E1} および実験式から求めた M_{E2} について、 M_0 との差の平均と標準偏差、 M_0 との関係式はそれぞれ下記のとおりである。

$$\overline{M_0 - M_{E1}} = -0.04 \quad \text{標準偏差} \quad 0.120$$

$$\overline{M_0 - M_{E2}} = -0.00 \quad // \quad 0.105$$

$$\text{関係式} \quad M_0 = 1.04M_{E1} - 0.24$$

$$M_0 = 1.08M_{E2} - 0.36$$

これから、各官署ごとの実験式からマグニチュードを求めることが、著しく有効的とは考えられないが、以上の諸点を考慮し、新たに設置された官署の資料を加えて再検討し、磁気テープ式地震計記録からマグニチュード

を求める方法を正してゆきたい。

参考文献

(引用順)

木村耕三 (1968) : 地震観測業務のあり方, 測候時報, **35**, No. 4, 昭43年10月, 93~108.
 気象庁 (1972) : 磁気テープ記録式電磁地震計取扱い要領 (暫定版), 昭47年1月, 1~150.
 観測部地震課 (1972) : 磁気テープ記録式電磁地震観測装置, 測候時報, **39**, No. 7, 昭47年8月, 295~304.
 金井 清 (1969) : 地震工学, 共立出版, 176.
 広野・末広・古田・小出 (1968) : 地中地震計によるバックグラウンドノイズの研究, 気象研究所研究報告, **19**, 323~329, **20**, 191~206. **21**, 473~487.
 長宗・横山・須賀 (1969) : 旭川および根室で観測される小地震・検知能力・マグニチュード (m) の決定, 験震時報, **32**, 103~115.
 地震課 (1970) : 磁気テープ記録式電磁地震計の記録能力に関する簡単な調査, 地震火山技術通信, No. 47, 12~23.
 気象庁地震課 (昭和43年3月) : 磁気テープ記録式電磁地震観測装置の目的と性能について, 8~17.
 大阪管区気象台 (昭和44年10月) : 磁気テープ記録式電磁地震計業務打合せ資料, 12~15.
 飯沼竜門 (昭和45年10月) : 気象庁における電々公社線利用の地震伝送装置について (講演草稿)
 気象庁地震課 (昭和46年2月) : 磁気テープ記録式電磁地震計の記録能力に関する簡単な調査, 地震, 火山技術通信, No. 47, 22~23.
 木村耕三 (1971) : 地震速報, 気象庁ニュース, No. 498, 昭和46年11月25日
 気象庁地震課 (1972) : 地震・津波情報の迅速化に俵力一等 P 差表示器観測網を整備一, 気象庁ニュース, No. 512, 昭和47年4月15日.
 飯沼竜門・吉田弘 (1972) : 等 P 差表示器について, 昭和47年4月地震学会春季大会講演.
 浜松音蔵 : 等 P 差線表示器の利用と作動の現状, 東北技術だより, 仙台管区気象台 (印刷中)