

# 北海道北部地域における地震観測及び解析・評価(概要)

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1994年3月

技術資料		
開示区分	レポート No.	受領日
T	J1547 98-025	1998.9.30
この資料は技術管理室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です 動力炉・核燃料開発事業団 技術協力部技術管理室		

財団法人 地震予知総合研究振興会

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒107-8445 東京港区赤坂1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団

技術協力部 技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to: Technical Evaluation and Patent Office, Technology management Division, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 9-13, 1-chome, Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-8445, Japan

© 動力炉・核燃料開発事業団(Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation) 1998

# 目 次

	頁
1. 調査の目的および経緯 .....	1
2. 業務内容および期間 .....	1
3. 調査方法 .....	1
3.1 地震観測方法 .....	1
3.2 気象庁のデータ .....	1
4. 解析結果 .....	2
4.1 S-Pタイムの頻度分布 .....	2
4.2 マグニチュードの頻度分布 .....	2
4.3 地震発生頻度の時系列変化 .....	2
4.4 気象庁のデータと幌延のデータとの 比較および併合処理 .....	3
4.5 1992年12月留萌支庁北部の地震等について .....	3
5. 参考文献 .....	3

# 表・図目次

	頁
表 3・1 観測機器の仕様・性能 .....	4
表 4・1 震源計算に用いた速度構造 .....	5
表 4・2 震源計算データ .....	5
表 4・3 併合処理による震源計算結果 .....	6
図 3・1 本調査観測点位置図 .....	7
図 3・2 地震観測装置システム図 .....	8
図 4・1 S-Pタイム別地震頻度分布図 .....	9
図 4・2 マグニチュード別頻度分布図 (S-Pタイム20秒以下について) .....	10
図 4・3・1 地震発生頻度 (S-Pタイムが10秒以内の地震) .....	11
(1992年8月1日～1993年1月31日)	
図 4・3・2 地震発生頻度 (S-Pタイムが10秒以内の地震) .....	12
(1993年2月1日～1993年7月31日)	
図 4・3・3 地震発生頻度 (S-Pタイムが10秒以内の地震) .....	13
(1993年8月1日～1993年12月31日)	
図 4・3・4 やや活発な地震活動歴と最大地震のM .....	14
図 4・4・1 気象庁により震源決定がなされ、かつ幌延観測点で 検知した地震の震央 (1992年8月～1993年12月) .....	15
図 4・4・2 気象庁の観測点と幌延観測点のデータの併合処理によって 決定された地震の震央 (1992年8月～1993年12月) .....	16

## 1. 調査の目的および経緯

1986年（昭和61年）8月21日から、北海道北部地域において群発地震活動があった。この活動は有感地震13個を含んでおり、その推移が注目されたが、約2週間で一応終息した。

北海道北部地域は、これまで地震が少ない地方と考えられており、気象庁および北海道大学の地震観測点は少ない。これらの事情により、同地域における地震活動の性状を知る手掛かりとなるデータを得るために、1986年9月に幌延町市街地で1点観測による予備調査を開始し、11月まで観測を継続した。

上記予備観測点は、市街地の砂地盤上で、高感度の観測ができないため、同町の開進地区に新たに地震計用の立坑を設け、地震計を岩盤上に設置し、12月より高感度測定による本観測を開始し現在に至っている。

本報告は1992年（平成4年）8月から1993年（平成5年）12月に至る期間に得られた観測データとその解析結果についての成果報告書の概要である。

## 2. 業務内容および期間

業務内容を大別すると次の4項目となる。

- (1) 気象庁データの入手（1992年8月～1993年12月）
- (2) データの解析（1992年8月～1993年12月）
- (3) 結果の検討
- (4) 報告書の作成

上記の業務を1992年8月から1994年3月まで実施し、下記書類を1994年（平成6年）3月31日までに動力炉・核燃料開発事業団環境技術開発推進本部地層科学研究グループの検討を経て提出する。

- ・成果報告書 5部
- ・報告書概要 10部
- ・成果図原図 1式

## 3. 調査方法

### 3.1 地震観測方法

地震観測の方法は図3・1に示す幌延町開進地区の丘陵地に地表より約5m掘り下げた立坑を設け、シルト質の岩盤上に地震計を設置した。観測機器の仕様・性能を表3・1に示した。また地震観測装置システムを図3・2に示す。

### 3.2 気象庁のデータ

気象庁の各地方気象台および測候所における地震観測データを入手した。入手データは以下のとおりである。

- (1) 地震観測表のコピー 稚内・稚内(2)・留萌・旭川・旭川(2)・網走

(2) 上記6観測所の位置と地震計の種類・周波数特性・倍率に関する資料一式

4. 解析結果

4.1 S-Pタイムの頻度分布

1992年8月1日から1993年12月31日までの期間に収録された地震で、S-Pタイムが20秒以下の地震のS-Pタイムの頻度分布を図4・1に示す。今期においてはS-Pタイムが3秒台の地震が全体の47%と最も多くなっている。また、本観測が開始された1986年（昭和61年）12月以来、1993年（平成5年）12月31日までのS-Pタイムの頻度分布はS-Pタイムが3秒台の地震が最も多い。大森係数を6 km/secと仮定するとこのS-Pタイムが3秒台の地震の幌延観測点よりの震源距離は約18~24kmとなる。

4.2 マグニチュードの頻度分布

S-Pタイムが20秒以下の地震についてのマグニチュード別地震頻度を図4・2に示す。マグニチュードの計算方法は、次に示す方法により求めた。

(1)  $M_1 = -2.36 + 2.85 \times \log(F - P)$  津村の式 (津村, 1967)

F - P : 震動継続時間 (秒単位)

(2)  $M_2 = \log A_v + 1.64 \log \Delta + 0.22$  神林・市川の式

(Kanbayashi and Ichikawa, 1977)

$A_v$  : 上下動最大速度振幅 (mkine単位)

$\Delta$  : (S-P秒) × (6 km/s) と仮定して計算

図4・2に示すとおり、 $M_1$ 、 $M_2$ ともにMが2以下の地震の発生頻度が少なくなっている。一般に地震の発生数はMが1小さくなると約8倍程多くなることが知られている。従って当観測点では震源距離が120km以内(S-Pタイム20秒×6 km/sec)の範囲に起こる地震でM=2以上の規模の地震については検知できる能力を有するものと判断される。

4.3 地震発生頻度の時系列変化

図4・3・1から図4・3・3に当期間における地震発生頻度の時系列変化を示した。これらの図に示すように、今期は1992年12月中旬から下旬にかけて、及び1993年7月下旬に地震活動がやや活発であった。期間中、次に示す6回の顕著な活動が見られた。

発 生 日 時	発生頻度	$M_1(\max)^{*1}$
1992年12月17日~31日	25個/48時間	3.9(4.3 <sup>*2</sup> )
1993年2月2日	10個/日	3.2
1993年4月5日	12個/日	2.7
1993年7月20日	22個/日	3.1
1993年8月2日	10個/日	2.4
1993年11月14日	13個/日	2.7

\*1  $M_1(\max)$  : 各活動期における最大地震のM (津村の式)

\*2 気象庁資料による

また、図4・3・4では本観測が開始された1986年12月から、1993年12月までの「やや活発な地震活動歴と最大地震のM」の状況を示した。

#### 4.4 気象庁のデータと幌延のデータとの比較および併合処理

1992年8月から1993年12月までの期間において気象庁により震源決定がなされ、かつ幌延観測点で検知した地震（震央距離 150km以内）の震央を図4・4・1に示す。個数は32個である。

次に気象庁データと幌延データとの併合処理により震源計算が可能であった地震が4個あった。震央位置を図4・4・2に示した。これらの地震のMはいずれも2.4以上となっている。

なお、震源計算には表4・1に示す速度構造を用いた。震源計算データを表4・2に、震源計算結果を表4・3にそれぞれ示した。

#### 4.5 1992年12月留萌支庁北部の地震等について

平成4年12月17日より30日にかけて留萌支庁北部に有感地震を含む地震が数多く発生した。気象庁の資料によれば震源地は幌延の周辺地域であって、この一連の地震の幌延観測点でのS-Pタイムは3.7秒程度である。

-以上-

## 5. 参考文献

- (1) Kanbayashi, Y. and M. Ichikawa, A Method for Determination Magnitude of Shallow Earthquake Occurring in and Near Japan, Quart. J. Seis., Vol. 47, pp. 57-61. (1977)
- (2) 森谷武雄, 北海道及びその周辺における地震活動の特徴, 北海道における地震災害の地域特性に関する調査研究, 北海道, (1987)
- (3) 津村建四朗, 震動継続時間による地震のマグニチュードの決定, 地震2, Vol. 20, pp. 30~40. (1967)

表 3・1 観測機器の仕様・性能

機 器	仕 様	性 能
速度型地震計 L-22E型	型 式 固有振動数 出力電圧	動電式、速度計 2.0Hz 1.7V/kine
加速度地震計 MA 101-S	型 式 固有振動数 周波数応答 出力電圧	サーボ型加速度計 250Hz以上 DC~250Hz 3 V/G
直流増幅器 YEW 3131	増 幅 度 周波数範囲 出 力	×1~×10,000 DC~2.5KHz 10V(5mA負荷)
刻 時 装 置 TYPE-8600A	型 式 時間精度 出 力	水晶発振式 ±0.01秒/日以下 1秒, 10秒, 1分, 10分, 1時間, 10時間の B.C.D.コード
データ・レコーダ UFR-31400	型 式 入力レベル 出力レベル テープ速度 周波数特性 S/N (RMS)	FM方式, 14チャンネル ±1V ~ ±10V ±1V(Peak) 19cm/sec, 1.9cm/sec, 0.19cm/secの3速度 DC~25Hz(0.19cm/sec) 42dB(0.19cm/sec)
長時間データ・レコーダ 8D01型	型 式 チャンネル数 記録速度 周波数特性 感 度 最大記録振幅	インク書き(円弧書) 1チャンネル 4mm/秒 DC~30Hz, +5%, -10% (20mm P-Pにて) 0.5, 1, 2, 4V/cm およびOFF 30mm P-P



表 4・1 震源計算に用いた速度構造

V <sub>p</sub> (km/sec)	V <sub>s</sub> (km/sec)	厚さ (km)
2.6	1.35	1
3.5	1.85	1
5.4	3.0	8
6.4	3.7	10
6.7	3.87	15
7.8	4.5	∞

速度構造 (森谷, 1987)

表 4・2 震源計算データ (P波, S波発現時)

観測期間: 1992年8月~1993年12月

地震番号 年月日	相	稚内 (2) JMA	幌延	留萌 JMA	旭川 JMA	旭川 (2) JMA	網走 JMA
'93 7.24	P	h m s 07:30 09.5	h m s 07:30 03.87	h m s —	h m s —	h m s 07:30 18.0	h m s —
	S	30 16.8	30 07.78	—	—	30 33.2	—
'93 9.11	P	21:43 10.9	21:43 03.73	21:43 21.9	21:43 25.2	21:43 19.8	21:43 34.3
	S	43 18.8	43 06.66	43 37.8	—	—	—
'93 9.12	P	02:10 34.0	02:10 26.95	02:10 45.1	02:10 48.4	02:10 43.0	02:10 57.4
	S	10 42.0	10 30.21	11 0.80	—	—	—
'93 9.12	P	21:06 50.6	21:06 47.23	—	—	21:06 51.3	21:06 57.4
	S	07 02.8	06 59.25	—	—	07 05.8	—
'93 12.8	P	17:41 46.1	17:41 44.22	—	—	17:41 53.2	—
	S	41 59.6	41 57.48	—	—	42 13.2	—
'93 12.31	P	19:40 44.3	19:40 50.30	—	—	19:41 01.8	—
	S	41 00.2	41 09.75	—	—	41 30.3	—

表 4・3 併合処理による震源計算結果

観測期間：1992年8月～1993年12月

地震 番号	発震時	震源位置	深さ (km)	M (M <sub>2</sub> )	震央距離 (km)
A	1993年7月24日 07時29分 58.62秒	N 44° 52' E 141° 37'	9.9	4.0	25
B	1993年9月11日 21時42分 59.85秒	N 45° 03' E 142° 05'	3.0 (固定)	4.3	18.3
C	1993年9月12日 02時10分 22.77秒	N 45° 04' E 142° 07'	3.0 (固定)	4.3	20.8
D	1993年9月12日 21時06分 32.05秒	N 45° 05' E 142° 52'	72.5	3.5	76
E	1993年12月8日 17時41分 26.57秒	N 44° 39' E 140° 39'	15.1	3.5	104
F	1993年12月31日 19時40分 22.96秒	N 46° 28' E 142° 22'	16.8	3.7	174

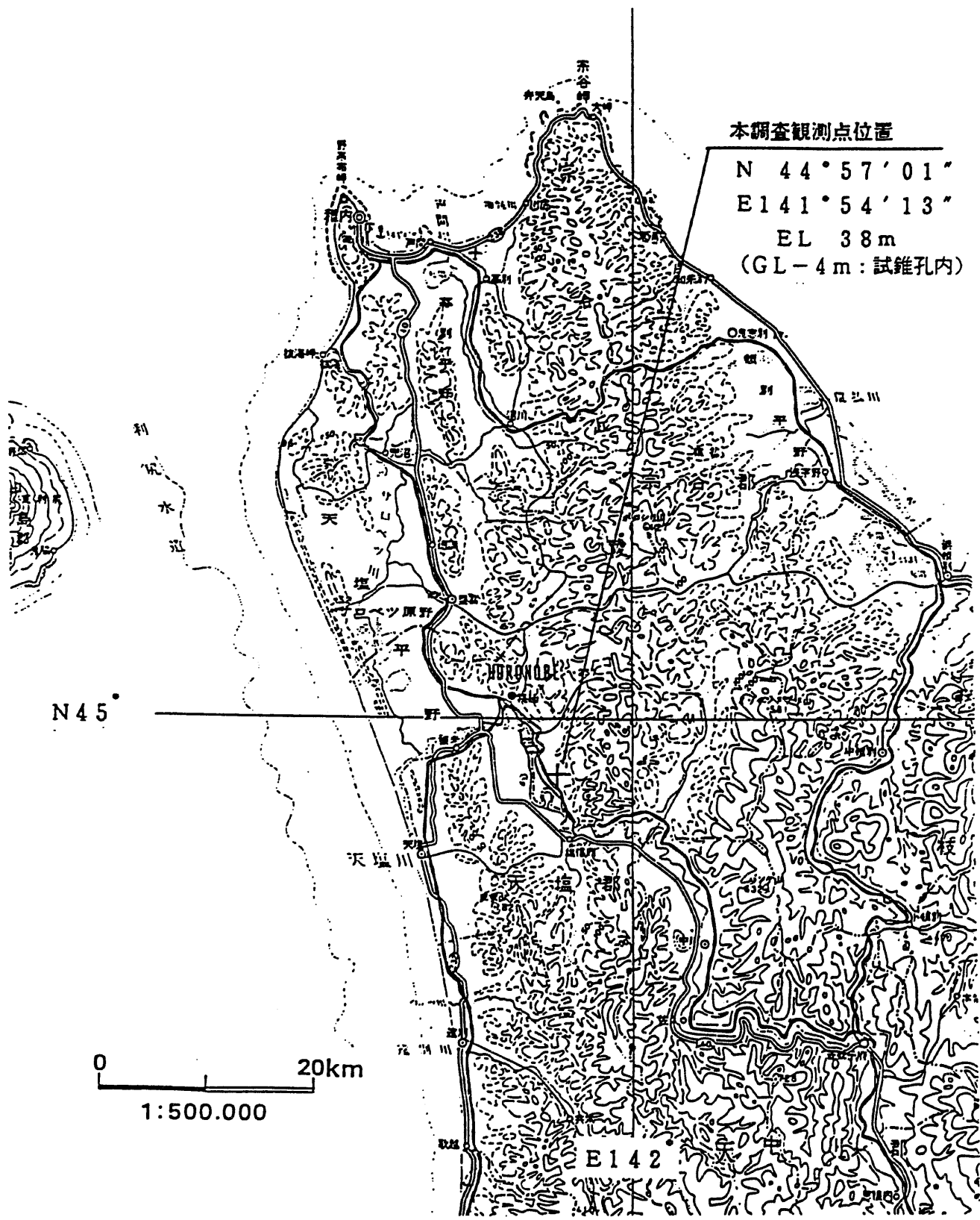
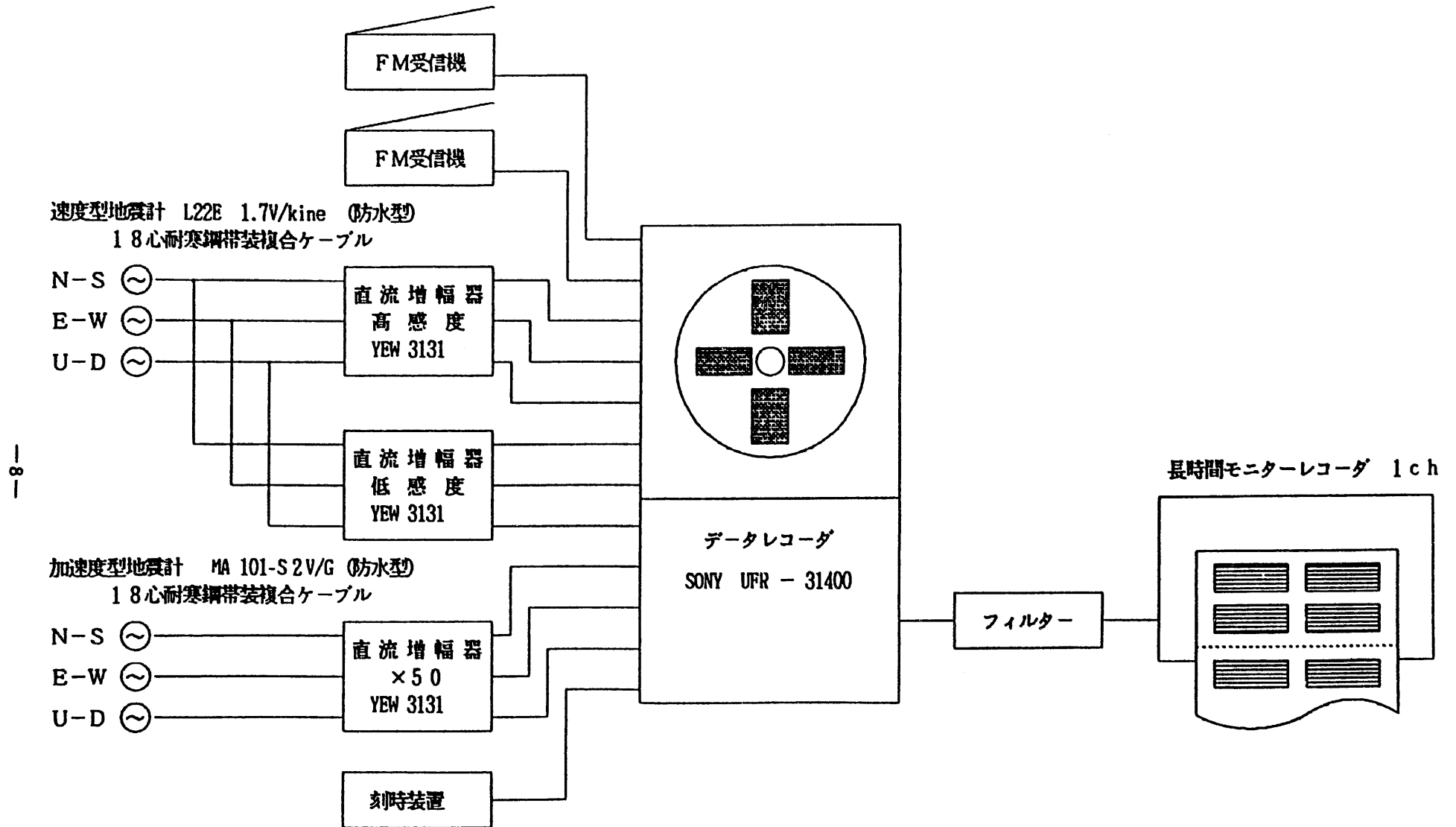


図 3・1 本調査観測点位置図



— 3 —

図 3・2 地震観測装置システム図 (本観測)

S-Pタイム別地震頻度

動燃事業団、1点地震観測記録の内、S-Pタイムが20秒未満の地震記録について、S-Pタイム別地震頻度を以下の表、図に示す。

観測期間 1992年8月1日～1993年12月31日

S-P ( SEC )	個 数
0.00 ≦ S-P < 1.00	0
1.00 ≦ S-P < 2.00	6
2.00 ≦ S-P < 3.00	113
3.00 ≦ S-P < 4.00	362
4.00 ≦ S-P < 5.00	87
5.00 ≦ S-P < 6.00	18
6.00 ≦ S-P < 7.00	16
7.00 ≦ S-P < 8.00	17
8.00 ≦ S-P < 9.00	5
9.00 ≦ S-P < 10.00	4
10.00 ≦ S-P < 11.00	3
11.00 ≦ S-P < 12.00	3
12.00 ≦ S-P < 13.00	8
13.00 ≦ S-P < 14.00	9
14.00 ≦ S-P < 15.00	3
15.00 ≦ S-P < 16.00	8
16.00 ≦ S-P < 17.00	1
17.00 ≦ S-P < 18.00	1
18.00 ≦ S-P < 19.00	1
19.00 ≦ S-P ≦ 20.00	1
不 明	99
合 計	765

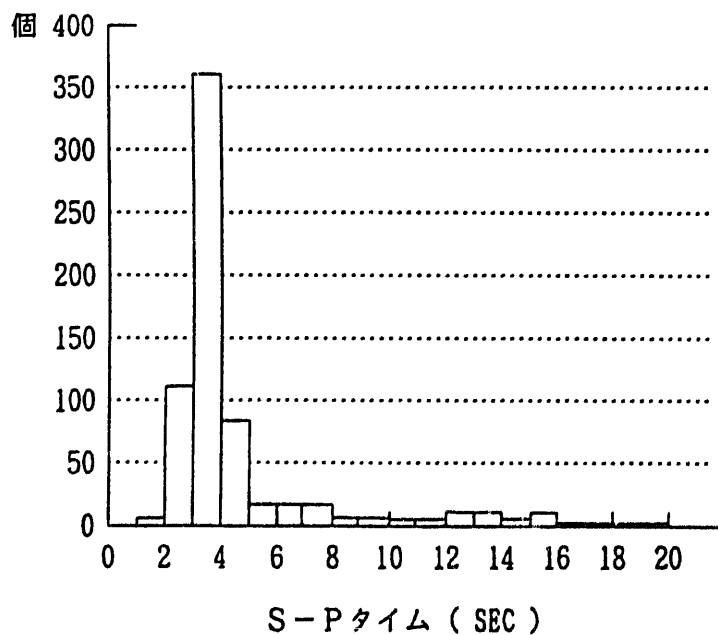


図 4-1 S-Pタイム頻度分布図 ( 20 秒以下について )

マグニチュード別地震頻度

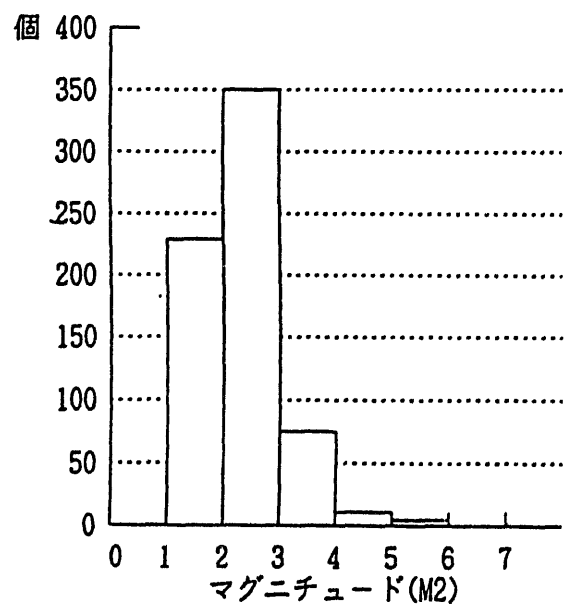
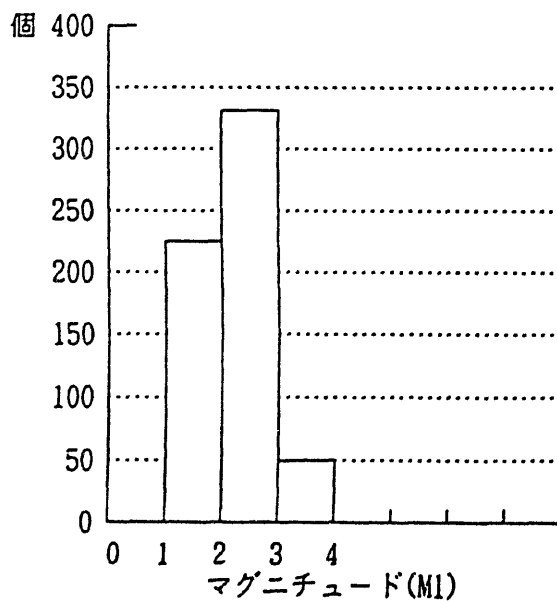
動燃事業団、1点地震観測記録の内、S-Pタイムが20秒未満の地震の  
 マグニチュード別地震頻度を津村の式、神林・市川の式による計算結果を、  
 以下の表、図に示す。(観測期間 1992年 8月 1日～1993年12月31日)

マグニチュード(M1)	個 数
M < 1.0	0
1.0 ≤ M < 2.0	223
2.0 ≤ M < 3.0	331
3.0 ≤ M < 4.0	50
4.0 ≤ M < 5.0	
5.0 ≤ M < 6.0	
6.0 ≤ M < 7.0	
7.0 ≤ M	
不 明	161
合 計	765

マグニチュード(M2)	個 数
M < 1.0	0
1.0 ≤ M < 2.0	230
2.0 ≤ M < 3.0	350
3.0 ≤ M < 4.0	68
4.0 ≤ M < 5.0	13
5.0 ≤ M < 6.0	1
6.0 ≤ M < 7.0	0
7.0 ≤ M	0
不 明	103
合 計	765

1) 津村の式による

2) 神林・市川の式による



マグニチュード別頻度分布図  
 (津村の式による)

マグニチュード別頻度分布図  
 (神林・市川の式による)

図 4・2 マグニチュード別頻度分布図 (S-Pタイム20秒以下について)

観測期間 1992年8月1日～1993年1月31日 (合計191個)

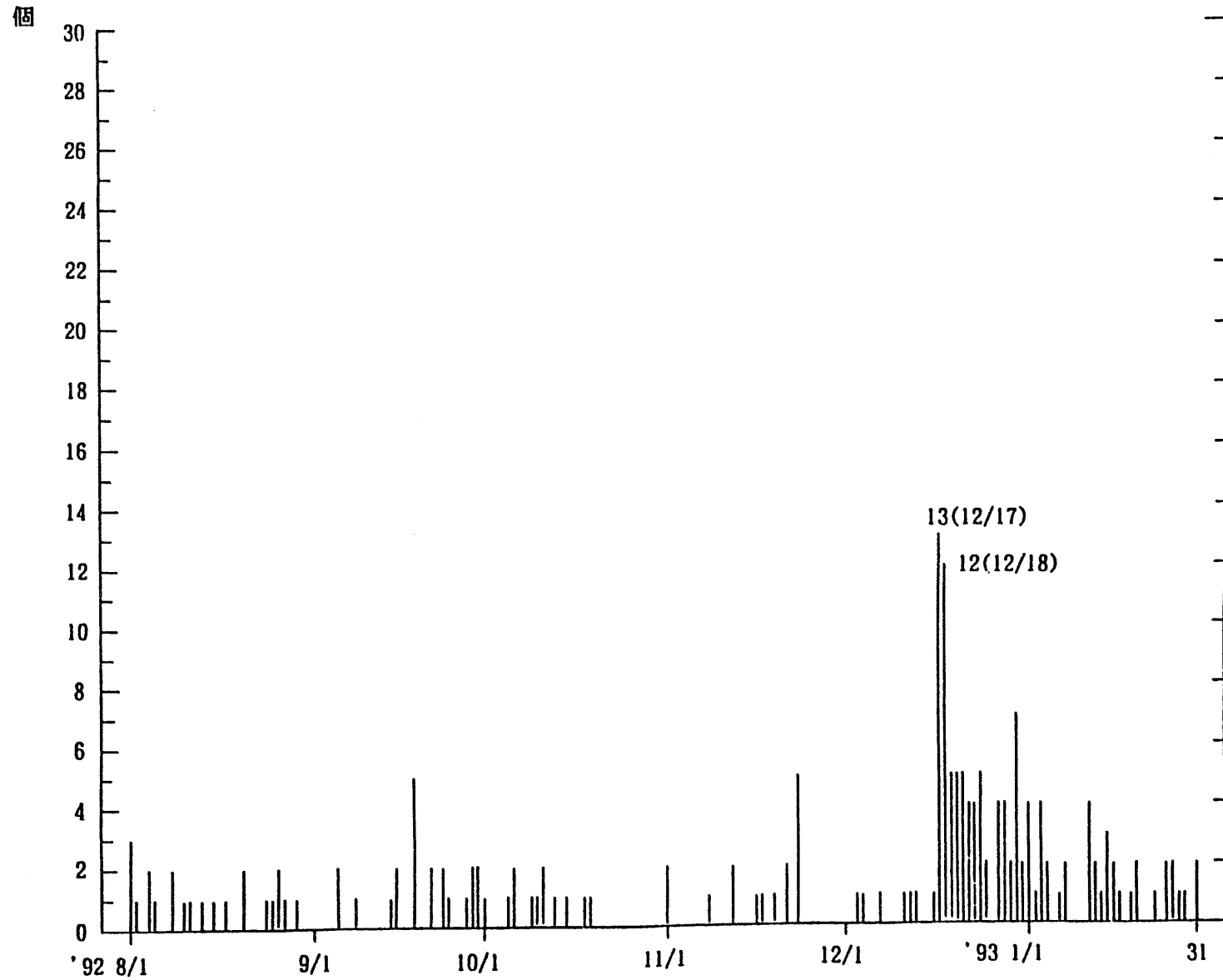


図 4・3・1 地震発生頻度 (動燃事業団1点地震観測記録の内、S-Pタイムが10秒未満の地震について)

観測期間 1993年2月1日～1993年7月31日 (合計 228個)

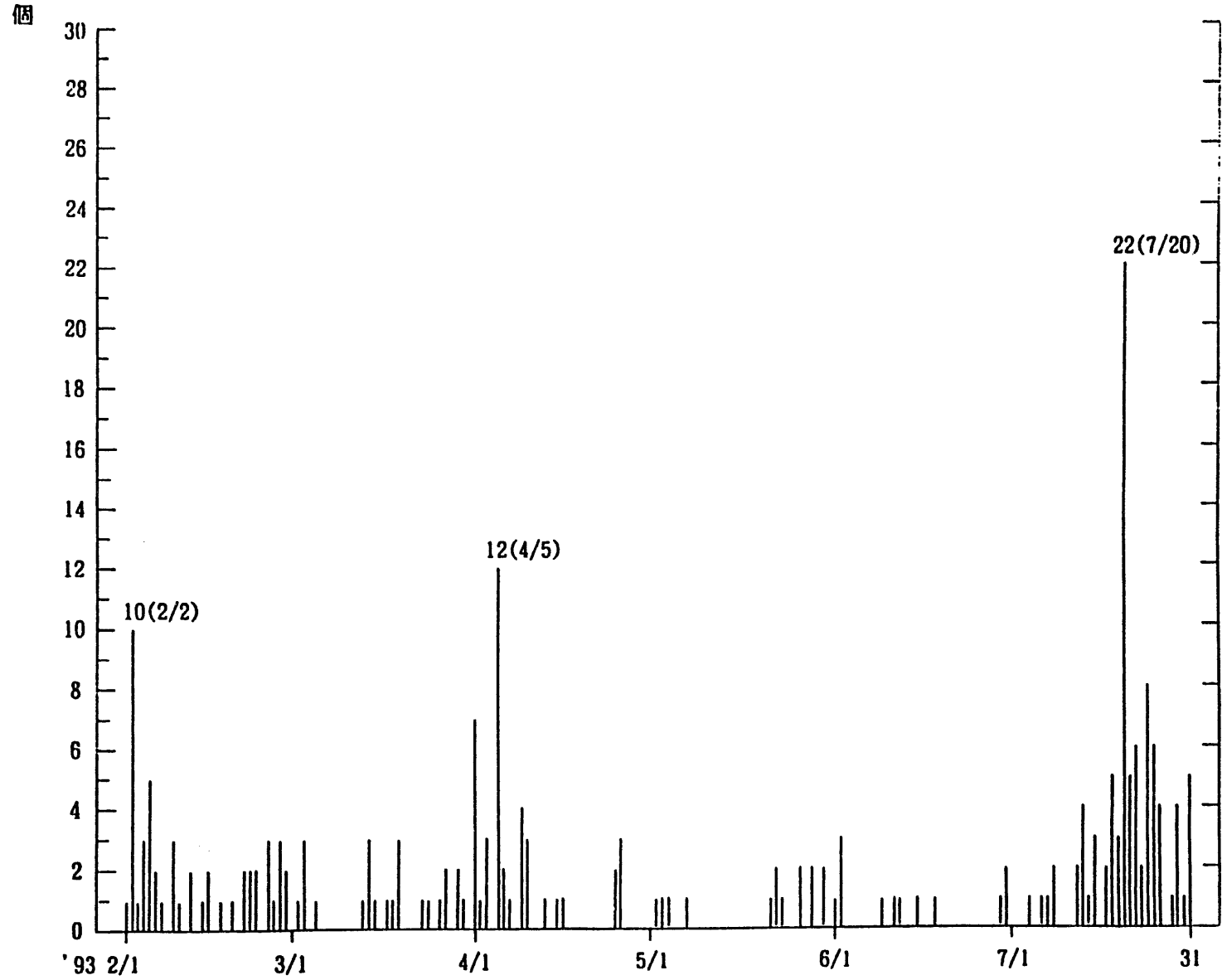


図 4・3・2 地震発生頻度 (動燃事業団1点地震観測記録の内、S-Pタイムが10秒未満の地震について)



観測期間 1993年8月1日～1993年12月31日 (合計209個)

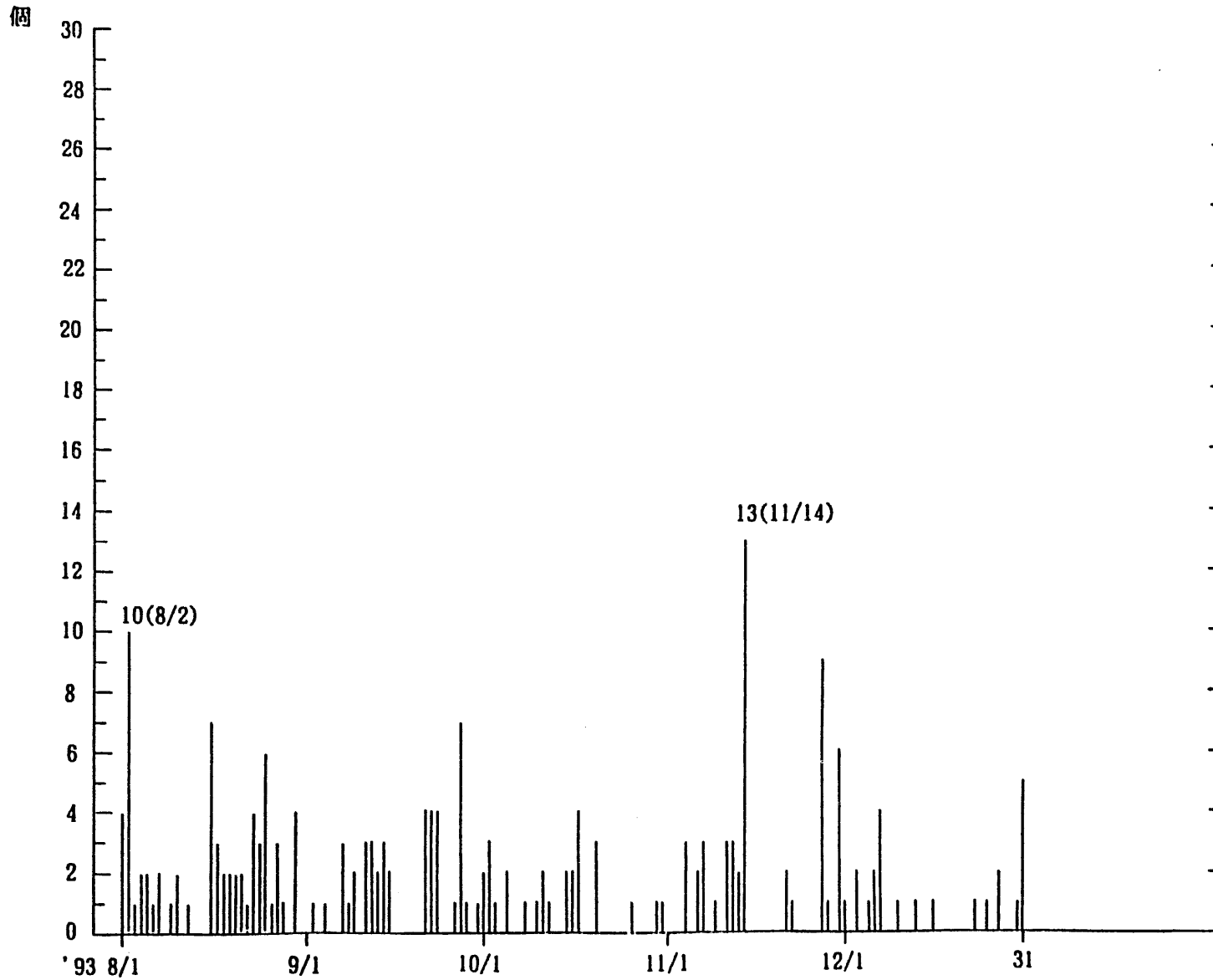


図 4・3・3 地震発生頻度 (動燃事業団 1 点地震観測記録の内、S-P タイムが 10 秒未満の地震について)

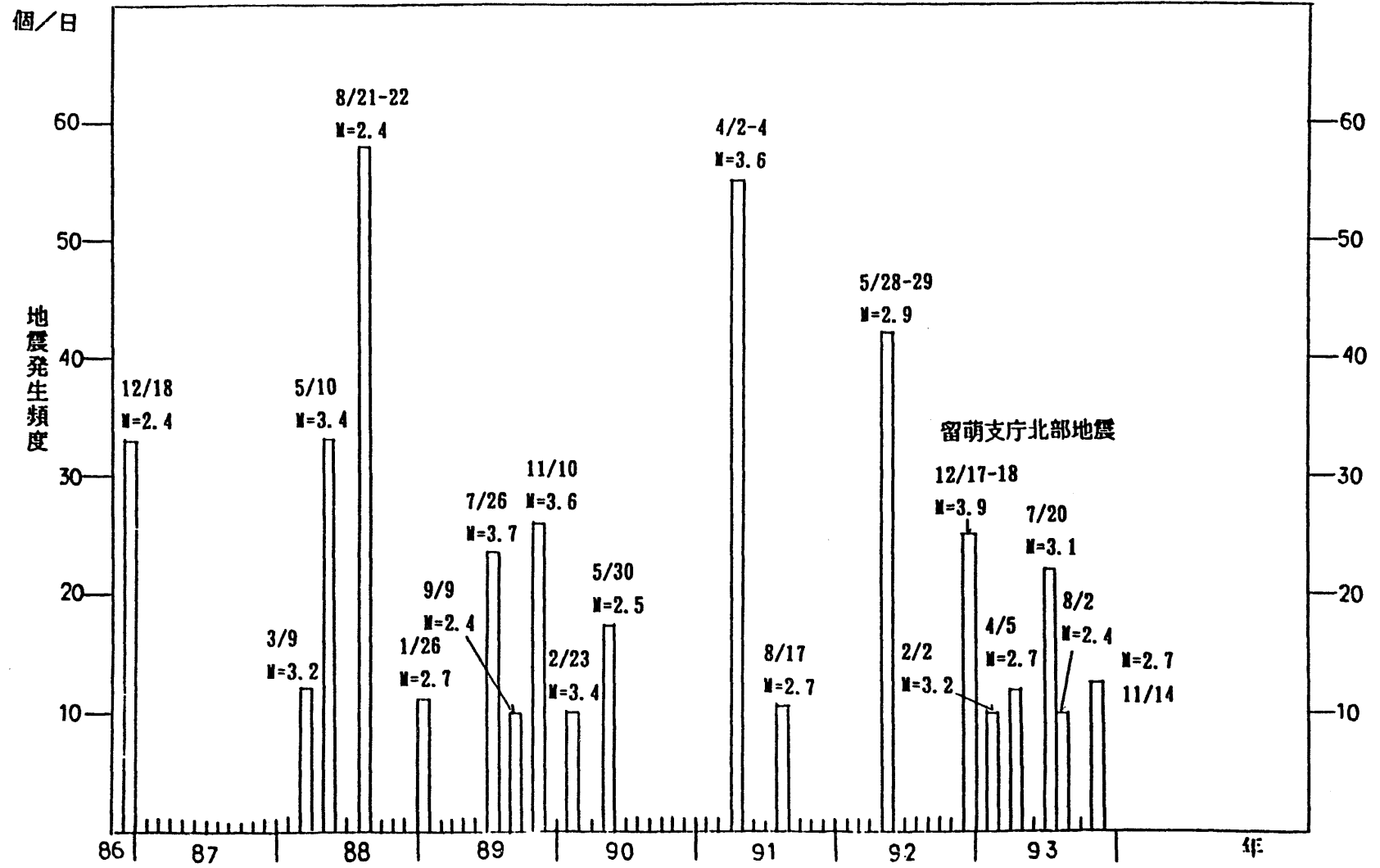


図 4・3・4 やや活発な地震活動歴と最大地震のM

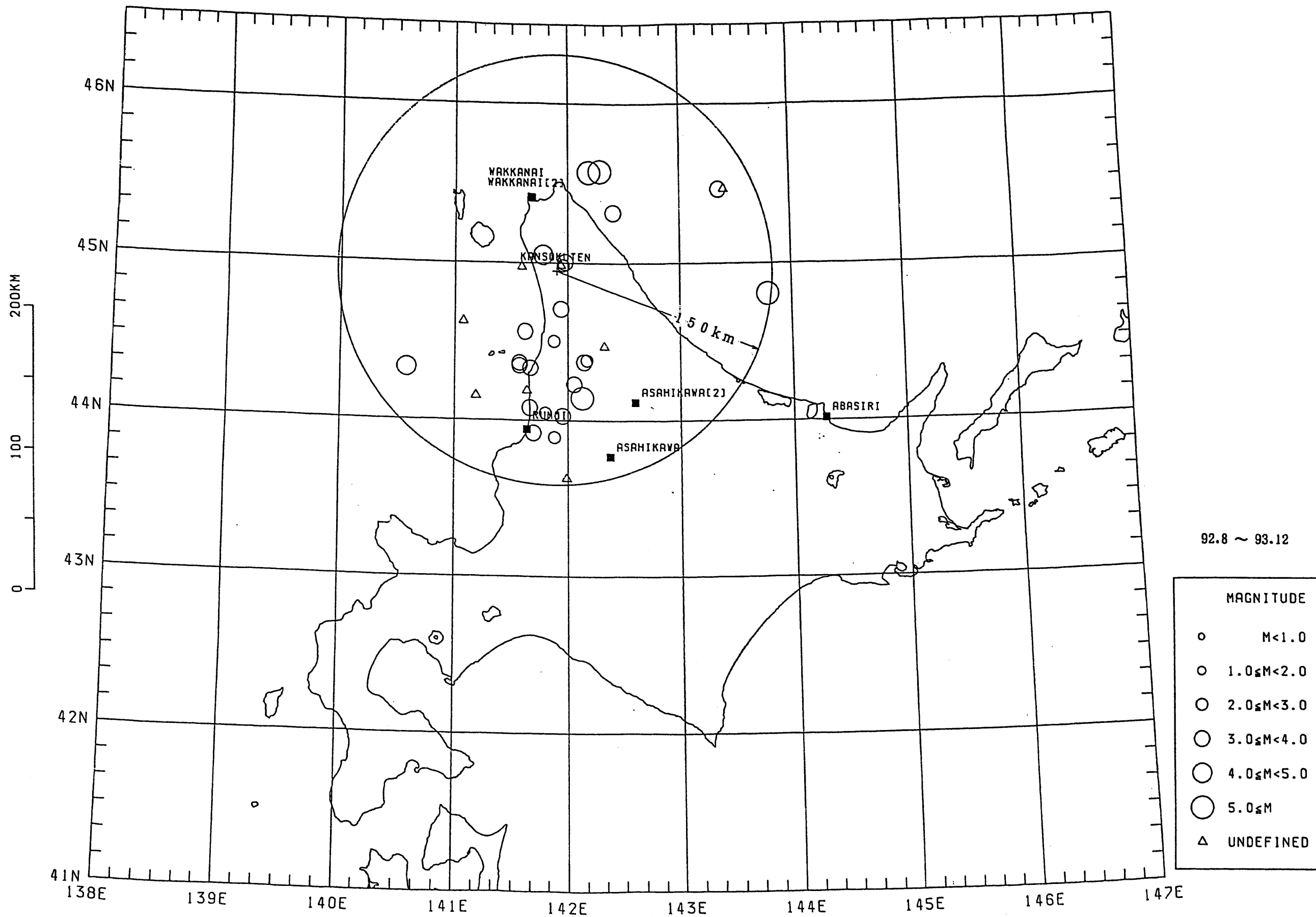


図 4・4・1 気象庁により震源決定がなされかつ観測点で検知した地震の震央  
 (1992年8月~1993年12月:震央距離 150km以内 N=32)

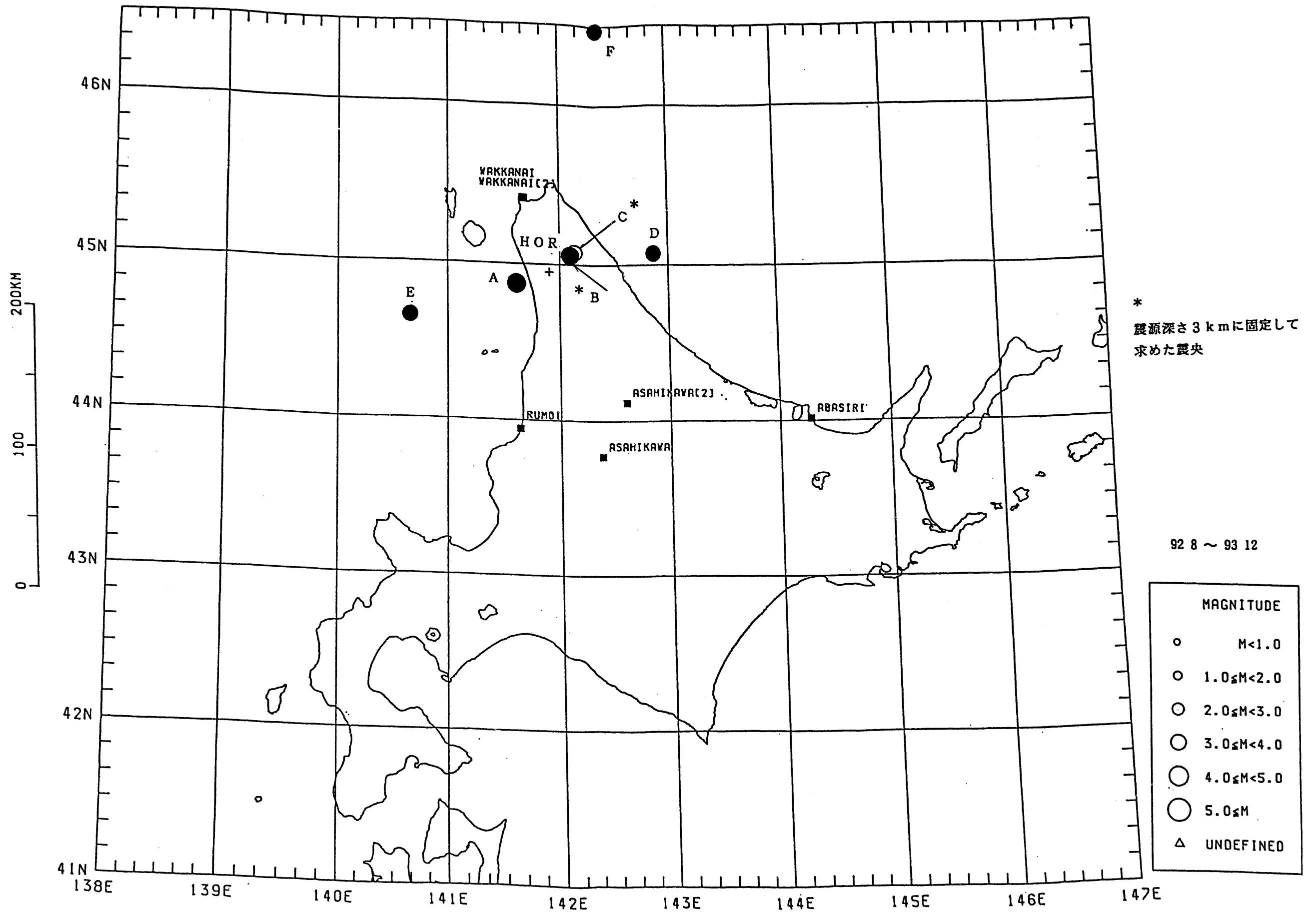


図 4・4・2 気象庁の観測点と観延観測点のデータの併合処理によって決定された地震の震央  
(1992年8月~1993年12月: N=6)