

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)

1997年3月

技術資料		
開示区分	レポート No.	受領日
T	J1547 98-033	1998.7.30
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 気象庁の観測点の増加	3
4.5 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	1
4.6 今後の課題	1
5. 参考文献	1

表・図 目次

	頁
表3.1 観測機器の仕様・性能	5
図3.1 本調査観測点位置図	6
図3.2 地震観測装置システム図	7
図4.1 S-Pタイム別頻度分布図 (20秒未満の地震について)	8
図4.2 マグニチュード別頻度分布図 (S-Pタイム20秒未満の地震について)	9
図4.3 地震発生頻度 (S-Pタイムが10秒未満の地震について) (1996年1月1日～1996年12月31日)	10
図4.4.1 1995年気象庁によって設けられた北海道北部地域の地震観測点位置図	11
図4.4.2 地震観測点の増設前と増設後のマグニチュード別の地震頻度 (幌延観測点より震央距離150km以内で、気象庁により震源決定が なされた地震)	12
図4.5.1 気象庁により震源決定され、かつ幌延観測点で検知した地震の震央 (1995年9月～1996年12月)	13
図4.5.2 気象庁のデータと幌延観測点のデータとを併合処理して決めた震央の位置 (1996年1月～1996年12月)	14

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かった。1986年9月に前述の群発地震活動の性状を調べる目的で幌延町の市街地の砂地盤上で予備観測を開始した。北海道北部地域の地震活動を詳しく調べるために、同年12月に同町開進地区に地震計用のたて坑を設け、地震計を地下4mのシルト岩に設置し、12月より高感度の本観測を開始し現在に至っている。

本報告は1996年(平成8年)1月から1996年(平成8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(1996年1月～1996年12月)
- (2) データの解析(1996年1月～1996年12月)
- (3) 結果の検討
- (4) 報告書の作成

上記の業務を1996年1月から、1996年12月まで実施し、下記書類を1997年(平成9年)3月31日までに動力炉・核燃料開発事業団の検討を経て提出する。

- ・成果報告書 3部
- ・報告書概要 3部
- ・成果図原図 1式

3. 調査方法

3.1 地震観測方法

地震観測方法は図3.1に示す幌延町開進地区の丘陵地を約5m掘り下げてたて坑を設け、シルト質の岩盤上、地下約4m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

気象庁の北海道北部の各観測点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) 地震験測表の写し：稚内恵北※・宗谷枝幸・初山別・空知北竜・上川朝日・上川・芦別・利尻島・焼尻島の9観測所分。
- (2) 上記9観測点の位置、地震計の種類と特性等に関する資料一式。

※稚内恵北は、平成8年1月13日以降、それ以前は稚内公園となっております。

4. 解析結果

4. 1 S-Pタイムの頻度分布

1996年1月1日から、1996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秒未満の地震のS-Pタイムの頻度分布を図4.1に示す。20秒未満の地震の数は212個であり、月平均17.7個である。この内S-Pタイムが2秒台の地震は9個(全体の4%)、3秒台の地震は78個(全体の37%)、4秒台の地震は63個(全体の30%)。つまり、S-P20秒未満の地震の内S-P5.0秒未満の地震が71%を占めている。本観測が開始された1986年12月以来、1995年12月までのS-Pタイムの頻度分布も今期同様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秒台の地震の震源距離は、幌延観測点より約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秒未満の地震のマグニチュード別頻度を図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。

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

F-P : 震動継続時間(単位秒)

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

(Kanbayashi and Ichikawa, 1977)

A_v : 上下動最大速度振幅(単位mkine)

Δ : (S-P秒) \times (6 km/s) と仮定して計算。

上式で求めた M_1 と M_2 の間には強い直線関係が見られるので(4)式によって M_1' を求め、 M_1' と M_1 の平均をMとする。

$$(3) M_2 = 1.0444 \times M_1 - 0.0648$$

$$(4) M_1' = 0.9431 \times M_2 + 0.0935$$

$$(5) M = \frac{1}{2} (M_1 + M_1')$$

上式で求めたマグニチュード別地震頻度を図4.2に示す。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。従って幌延観測点では、震源距離が(S-Pタイム20秒 \times 6 km/sec) 120km以内の地域に起る地震については、 $M=2$ 以上の規模の地震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から当期間における地震発生頻度の時系列変化を示した。

この図に示すように、今期においては地震活動は、静穏であり、発生頻度1日当り10個以上のやや活発な地震は、1回だけであった。

今期は幌延から震央距離150km以内で、M4を越える地震は発生しなかった。

やや活発な地震活動歴(1日当り10個以上)

発生日時	発生頻度	M _l (max) *1
1986年12月18日	33個/日	2.4
1988年3月9日	12個/日	3.2
1988年5月10日	33個/日	3.4
1988年8月21日~22日	58個/28時間	2.4
1989年1月26日	11個/日	2.7
1989年7月26日	24個/日	3.7
1989年9月9日	10個/日	2.4
1989年11月10日	26個/日	3.6
1990年2月23日	10個/日	3.4
1990年5月30日	18個/日	2.5
1991年4月2日	44個/日	3.6
1991年4月4日	11個/日	2.5
1991年8月17日	11個/日	2.7
1992年5月28日	25個/日	2.9
1992年5月29日	17個/日	2.8
1992年12月17~18日	25個/48時間	3.9(4.3*2)
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
1994年12月11日	10個/日	2.7
1996年4月14日	13個/日	3.3

* 1 M_l (max) : 各活動における最大地震のM (津村の式)

* 2 気象庁資料による

4.4 気象庁の観測点の増加

気象庁は1995年1月北海道北部地域の地震観測点の増加を図り、この地域の地震検知能力が向上している。図4.4.1に増加後の地震観測点の位置を示した。そこで検知能力の向上の度合を知るために、幌延観測点を中心とする半径150kmの円内の地域に発生した地震で震源決定されている地震を対象として、増加前(1991年8月~1994年12月)と増加後(1995年1月~1996年8月)に分けてマグニチュード別の地震発生頻度分布を調べ図4.4.2に示した。この図に示すように、増加前はマグニチュードが $2 \leq M < 3$ の地震数は全体の17%であったが、増加後は56%となっていて、地震検知能力が向上したことがわかる。

4.5 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

今期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4.5.1に示した。気象庁のデータと幌延のデータと併合処理を試みた地震は4個、震源を決めることができたのはその内の3個の地震であった。その震央と震源要素を図4.5.2に示した。なお、これらの地震の震源は気象庁では決めていないので両者の比較はできなかった。

4.6 今後の課題

今期は北海道北部地域における地震活動が静穏であったことにもよるが併合処理によって震源を決めることができた地震は3個であった。幌延観測点では、震源距離が120km以内の地震についてはマグニチュードMが2以上の地震については検知できる能力を持っていると判断されるので、幌延周辺地域に発生するM2程度以上の地震の震源を精度よく決めるために、幌延と同等の検知能力を有する観測点を複数箇所設置する必要がある。また、ボアホールに歪計、傾斜計などを設置し、地下深部のテクトニックな状態を知ることが必要かつ重要である。

—以上—

5. 参考文献

- (1) Kanbayashi, Y. and Ichikawa, M. 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) 津村建四郎, 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	形 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	形 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	形 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	形 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 ± 1 V ~ ± 10V ± 1 V (Peak) 19cm/sec、1.9cm/sec、0.19 cm/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	形 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 4 mm/秒 DC~30Hz、+ 5%、- 10% (20mm P-Pにて) 0.5、1、2、4 V/cmおよび OFF 30mm P-P

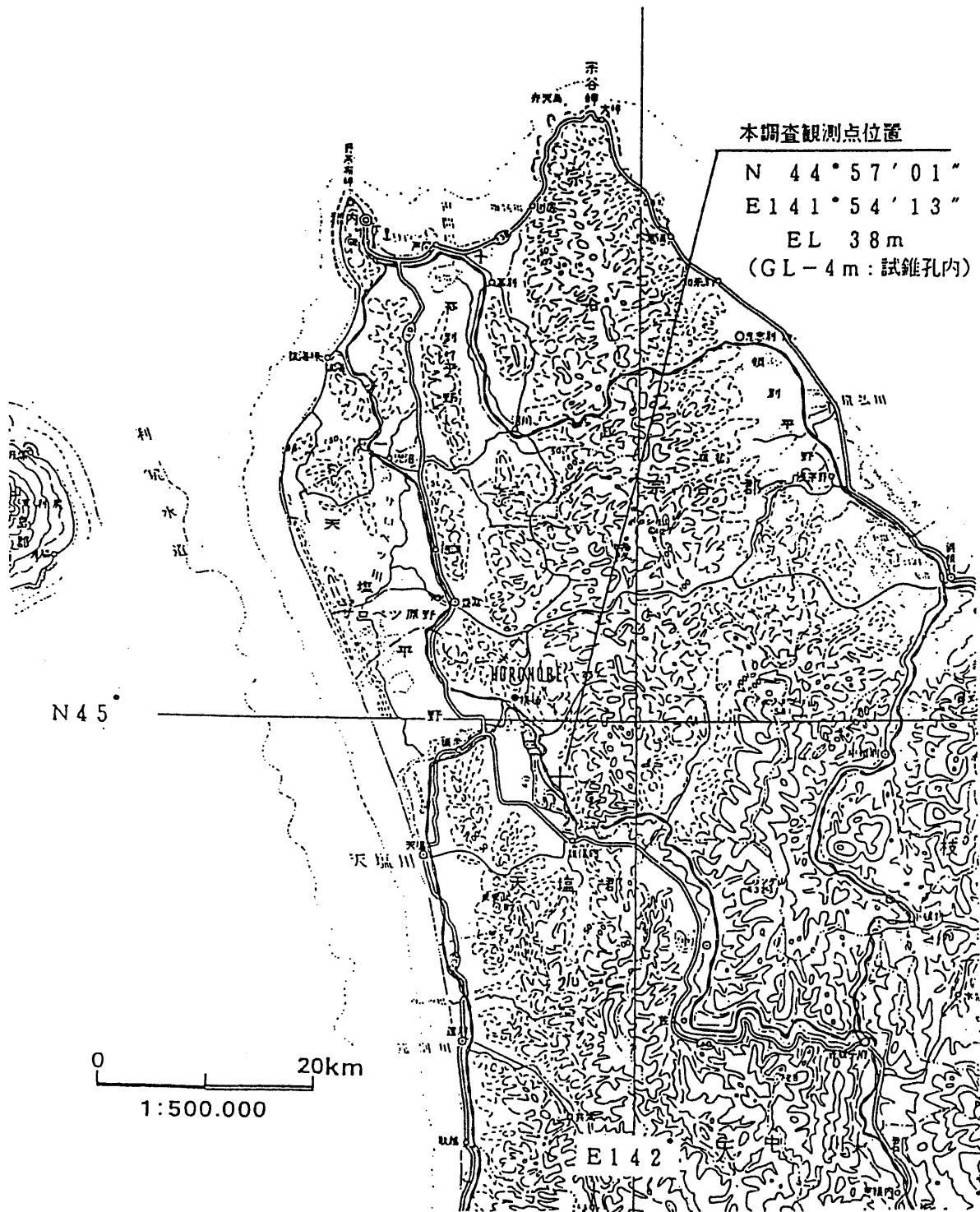


図3.1 本調査観測点位置図

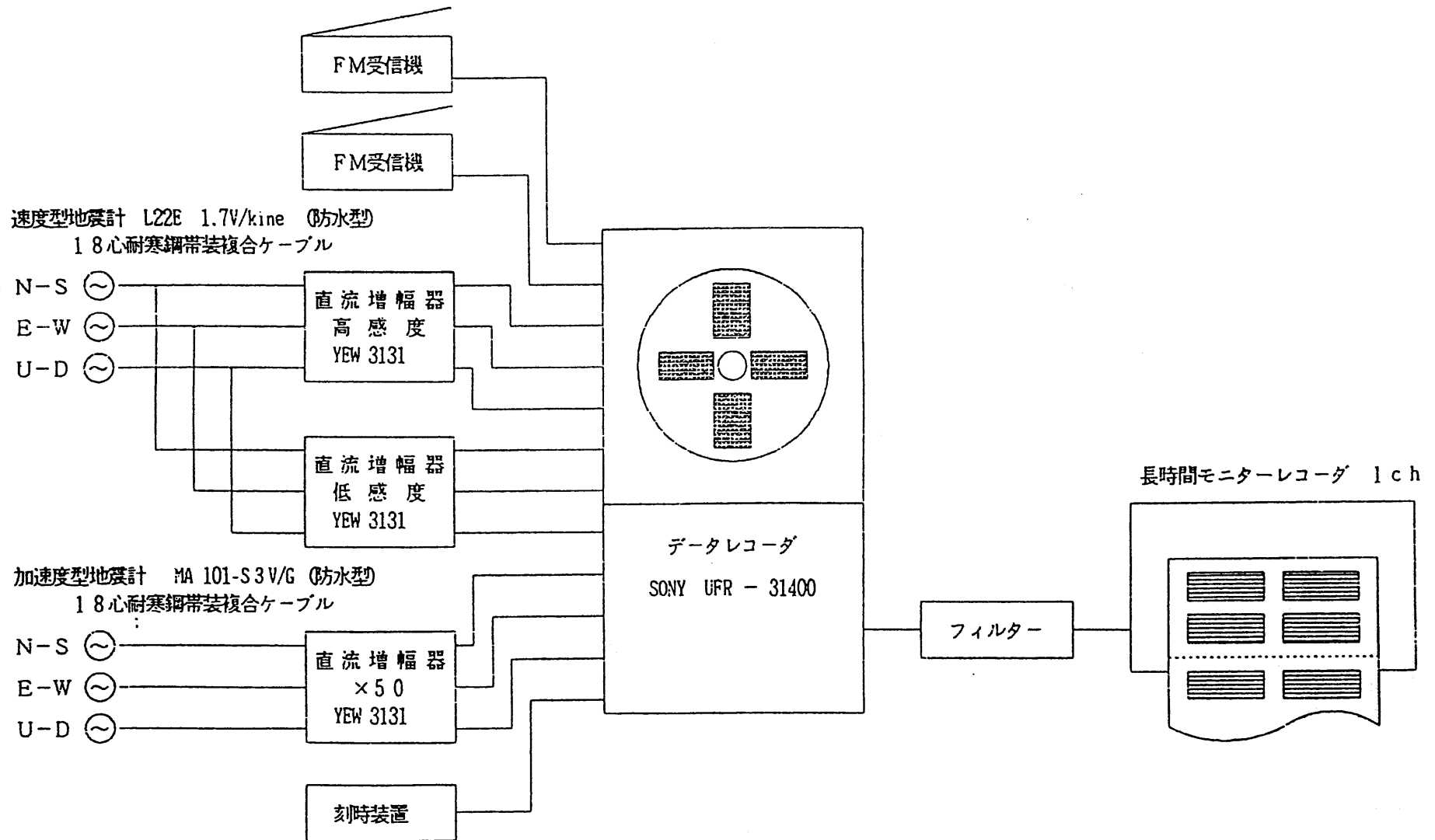


図 3.2 地震観測装置システム図

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 1996年1月1日～1996年12月31日

S-P (SEC)	個 数
0.00 ≤ S-P < 1.00	0
1.00 ≤ S-P < 2.00	0
2.00 ≤ S-P < 3.00	9
3.00 ≤ S-P < 4.00	78
4.00 ≤ S-P < 5.00	63
5.00 ≤ S-P < 6.00	17
6.00 ≤ S-P < 7.00	16
7.00 ≤ S-P < 8.00	7
8.00 ≤ S-P < 9.00	4
9.00 ≤ S-P < 10.00	3
10.00 ≤ S-P < 11.00	4
11.00 ≤ S-P < 12.00	3
12.00 ≤ S-P < 13.00	1
13.00 ≤ S-P < 14.00	0
14.00 ≤ S-P < 15.00	4
15.00 ≤ S-P < 16.00	0
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	0
合 計	212

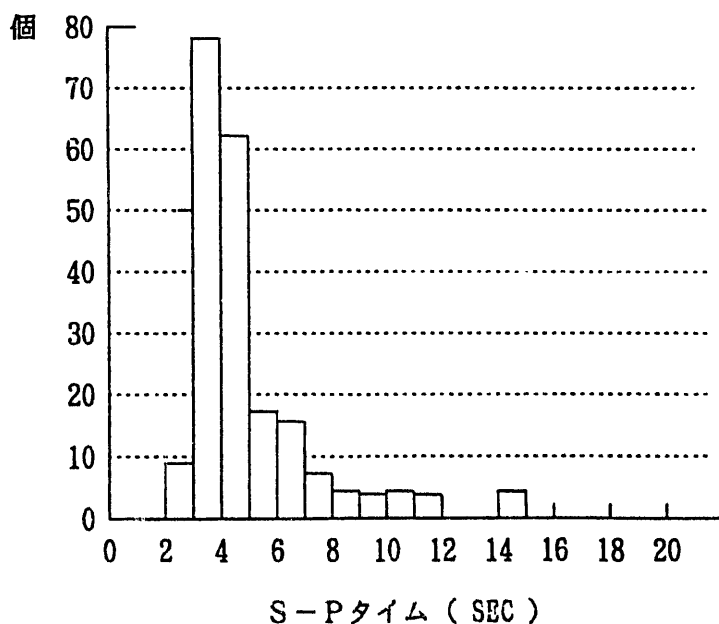
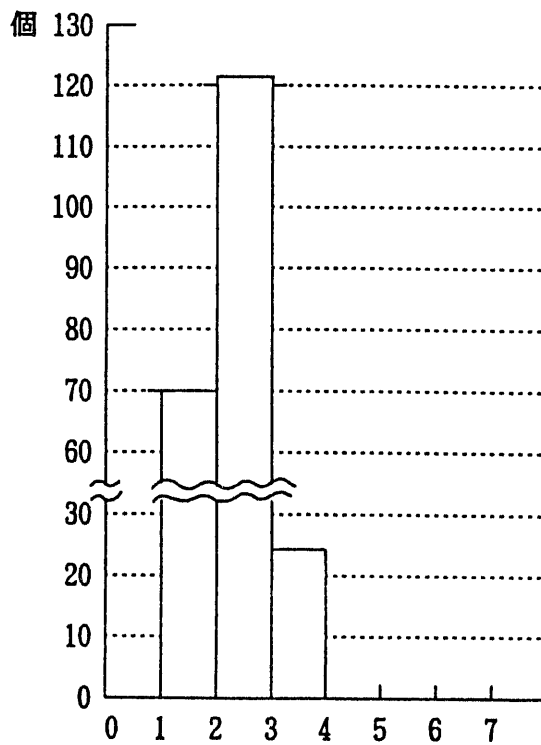


図4.1 S-Pタイム別頻度分布図(20秒未満の地震について)

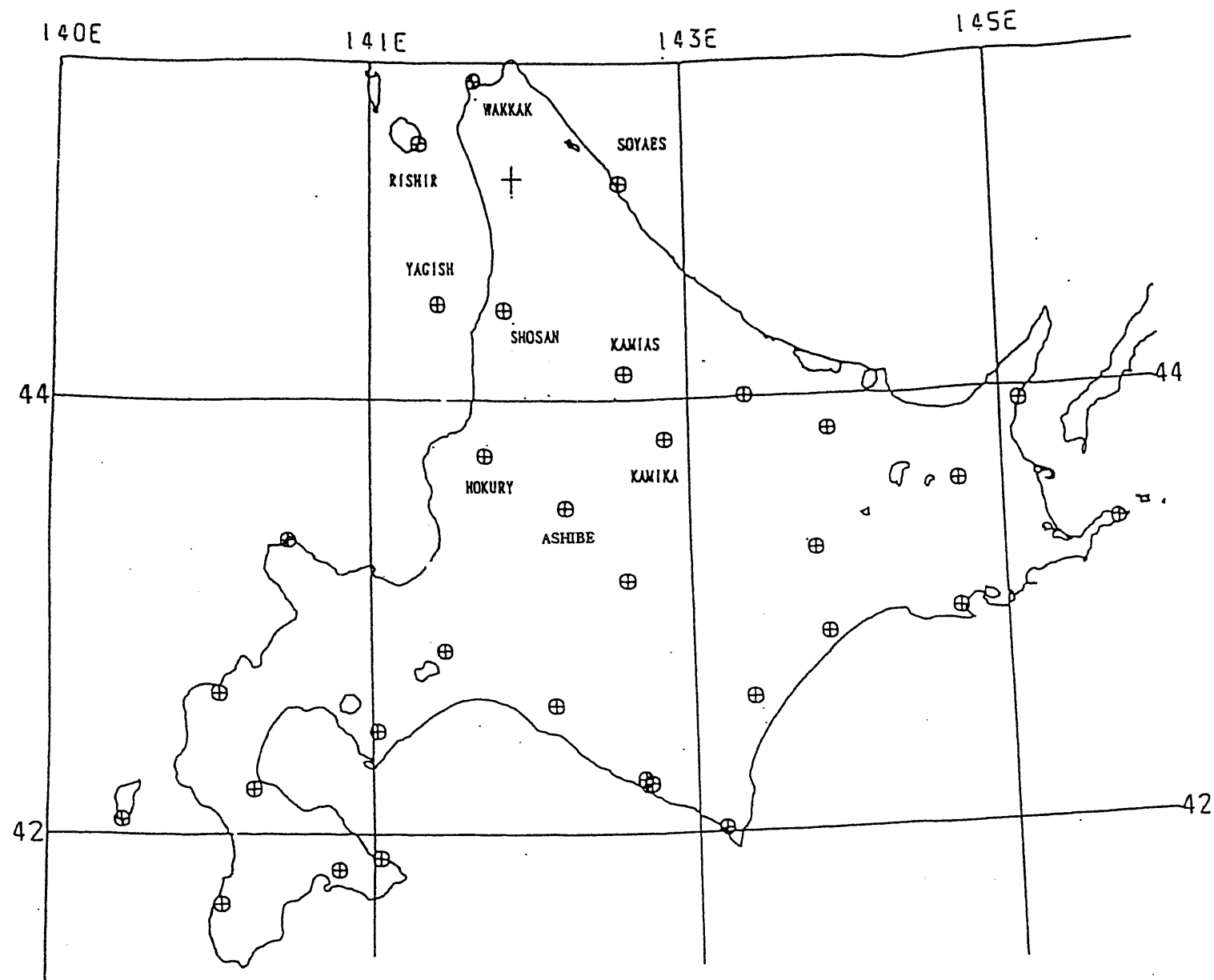
観測期間 1996年1月1日～1996年12月31日

マグニチュード (M)	個 数
M < 1.0	0
1.0 ≤ M < 2.0	70
2.0 ≤ M < 3.0	121
3.0 ≤ M < 4.0	24
4.0 ≤ M < 5.0	0
5.0 ≤ M < 6.0	0
6.0 ≤ M < 7.0	0
7.0 ≤ M	0
合 計	215



マグニチュード別頻度分布図

図4.2 マグニチュード別頻度分布図(S-Pタイム20秒未満の地震について)



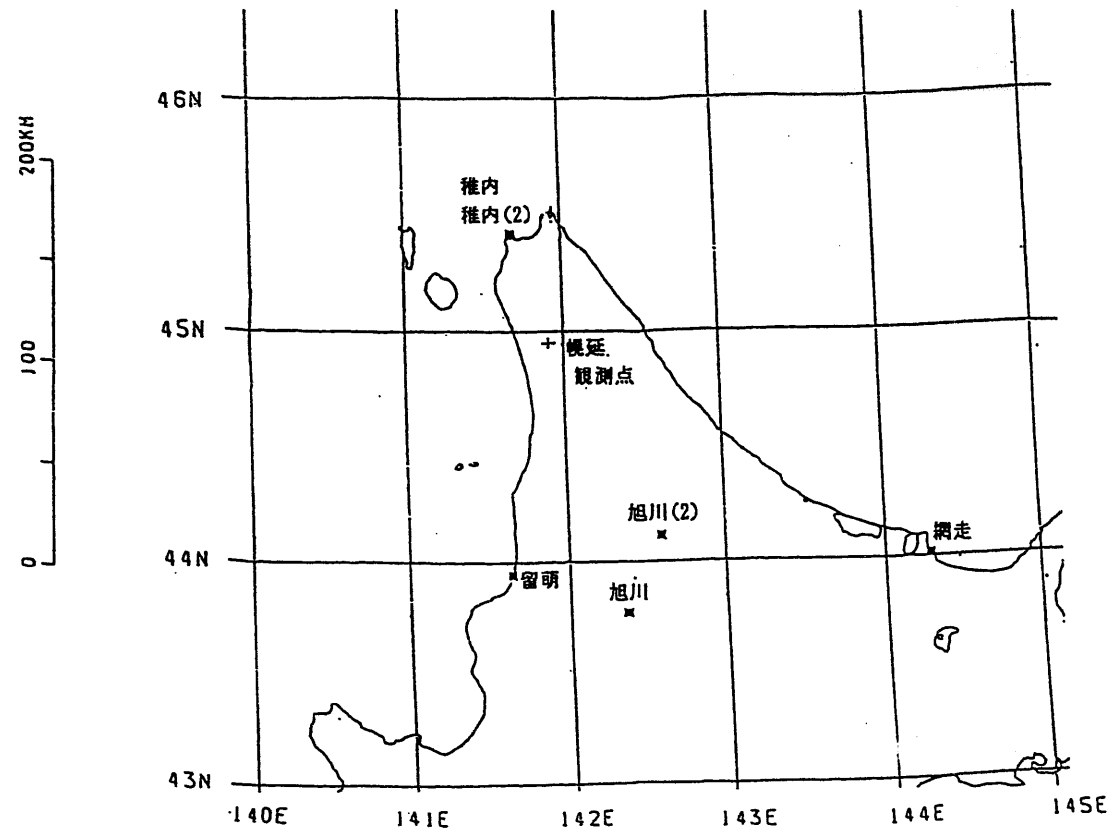
観測点一覧表 (気象庁)

		N	E	標高
稚内 恵北	WAKKAK	45° 19.0′	149° 53.9′	60m
宗谷 枝幸	SOYAES	44° 57.5′	142° 35.1′	10
初山 別	SHOSAN	44° 24.0′	141° 51.2′	110
空知 北竜	HOKURY	43° 44.6′	141° 43.5′	195
上川 朝日	KAMIAS	44° 07.0′	142° 35.8′	220
上川	KAMIKA	43° 48.7′	142° 50.8′	430
芦 別	ASHIBE	43° 30.3′	142° 13.4′	187
利尻 島	RISHIR	45° 08.3′	141° 18.7′	27
焼尻 島	YAGISH	44° 25.6′	141° 25.7′	35

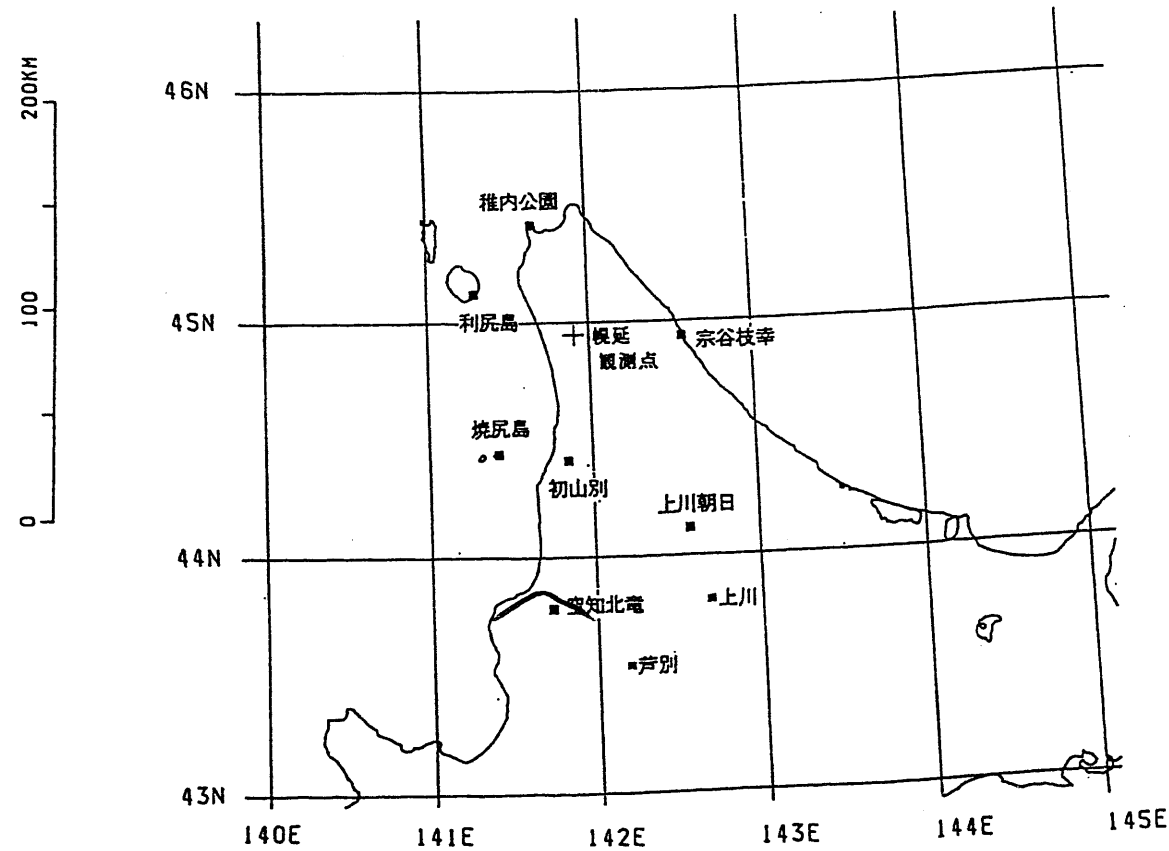
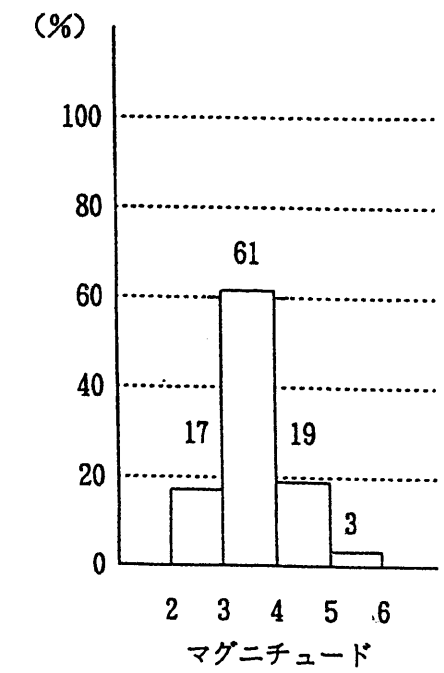
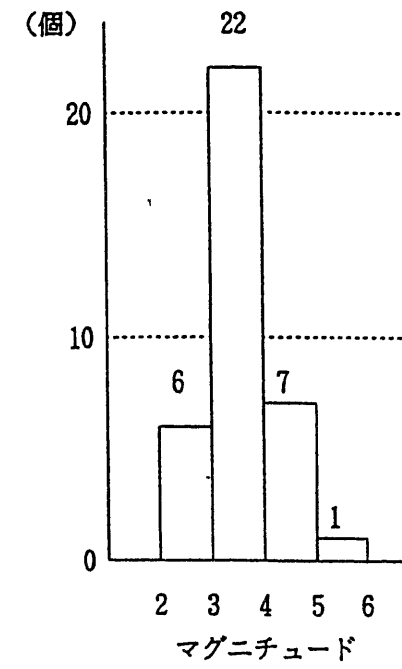
注)「稚内恵北」は、平成8年(1996)1月13日以降である。1月12日までは以下のとおりである。

稚内 公園	WAKKAK	N	E	標高
		45° 19.0′	149° 53.9′	60m

図4.4.1 1995年気象庁によって設けられた北海道北部地域の地震観測点位置図



観測点増設前 ('91.8 ~ '94.12 , 41ヵ月間) 地震数 36個 1個弱/月



観測点増設後 ('95.1 ~ '96.8 , 20ヵ月間) 地震数 59個 3個弱/月

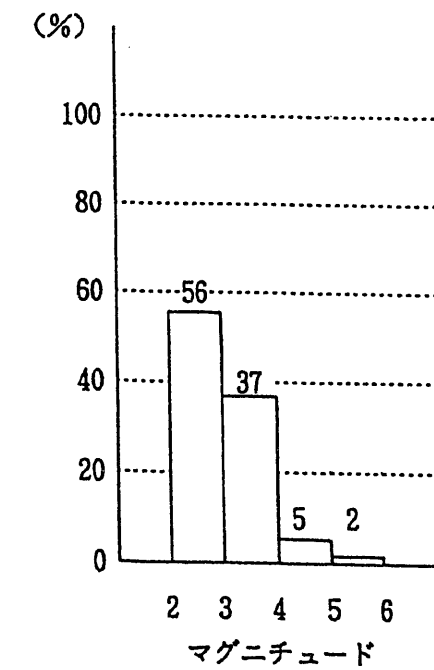
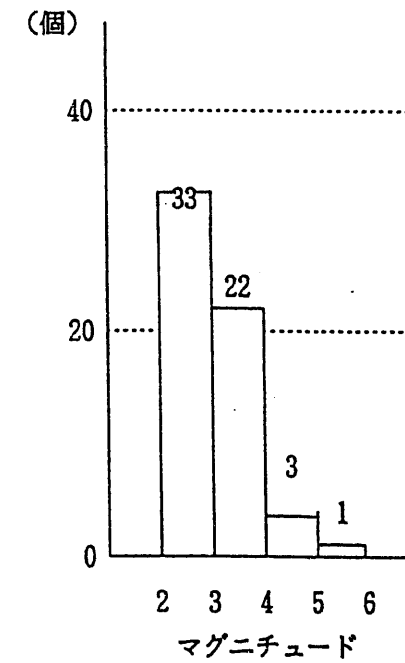


図4.4.2 地震観測点の増設前と増設後のマグニチュード別の地震頻度
(幌延観測点より震央距離150km以内で、気象庁により震源決定がなされた地震)

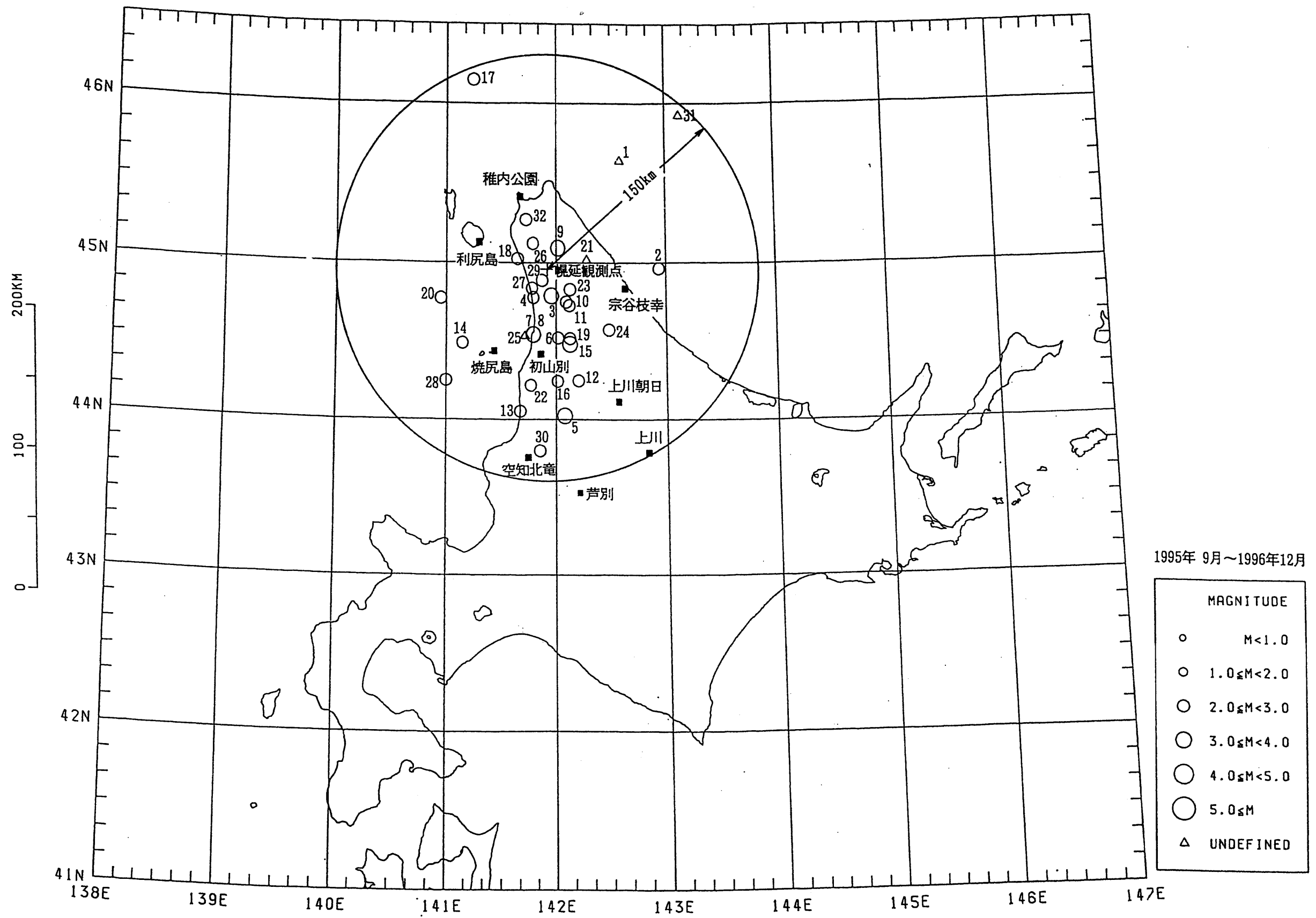


図4.5.1 気象庁により震源決定がなされ、かつ幌延観測点で検知した地震の震央

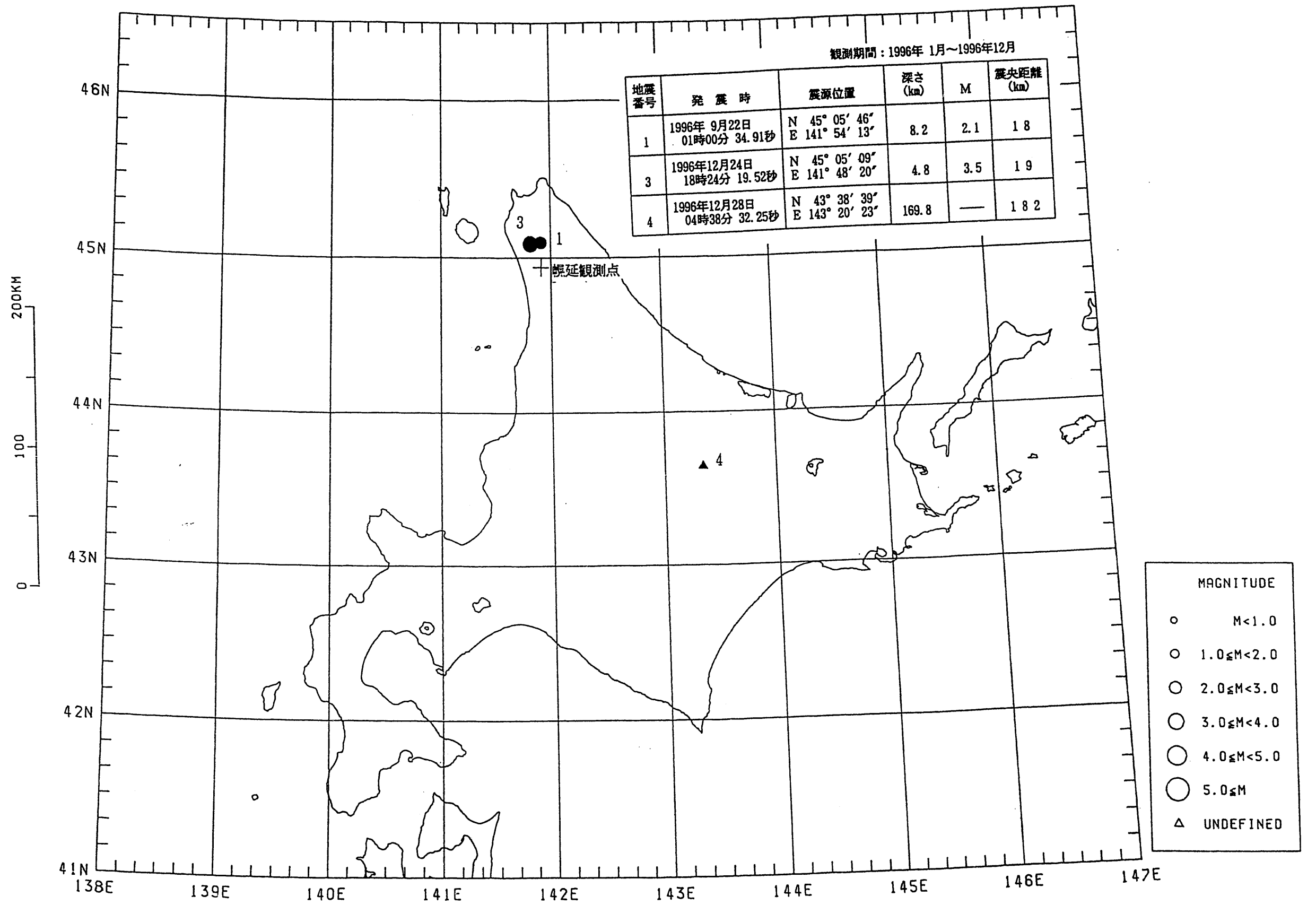


図4.5.2 気象庁のデータと幌延観測点のデータとを併合処理して決めた震央の位置