



# 目 次

I	目 的	-----	1
II	検討内容	-----	2
	1. 使用している地震資料	-----	2
	(1) 地震カタログの特徴	-----	2
	2. 敷地周辺の主な地震	-----	6
	3. 敷地周辺の主な地震の規模及び震央位置の検討	-----	7
	(1) 後志の地震	-----	7
	(2) 神威岬沖の地震	-----	8
	(3) 留萌西方沖の地震	-----	9
	(4) 1905年神威岬沖の地震	-----	10
	4. 敷地に与える影響	-----	11
III	付記 地震地体構造について	-----	12

## I. 目的

基準地震動の評価に際して、敷地に影響を与えたか又は与えたと推定される過去の地震が適切に選定されており、これらの地震の規模、震央位置の想定が妥当であることが要求される。

このため、敷地に影響を及ぼすおそれのある地震の規模、震央位置とその震度分布、被害状況等について検討を行う。

## II. 検討内容

### 1. 使用してゐる地震資料

地震史料及び明治以降の地震観測記録を基に、主な地震の震央位置、地震規模(以下Mとする。)等きとりまとめた地震カタログとしては、「日本被害地震総覧<sup>(1)</sup>」、「宇津カタログ<sup>(2)</sup>」、「宇佐美カタログ(1979)<sup>(3)</sup>」、「理科年表<sup>(4)</sup>」及び「気象庁カタログ<sup>(5)</sup>」がある。これらの地震カタログの特徴にっつて以下に述べる。

#### (1) 地震カタログの特徴

##### a. 「日本被害地震総覧」(1975、1981)

国内で記録が残されてゐる有史以来の被害地震を宇佐美が整理編集したカタログであり、1975年版には1973年11月までの609個の地震、1981年版には1975年8月までの617個の地震が収録されてゐる。このカタログにおつて震央位置、Mは器械観測以前にっつては、「大日本地震史料」、「日本地震史料」等にもとづく河角による値(河角マグニチュード(M<sub>K</sub>)から換算されたM)を参考とし、一部は宇佐美が修正した値が示されてゐる。

また、1885年以降については気象庁地震資料等を参考にして定めたものであり、1926年以降は「地震月報」によつてゐる。

b. 「宇津カタログ」

「1885年～1925年の日本の地震活動」—M6以上の地震および被害地震の再調査—として発表されたカタログである。1925年以前の地震に関して「気象庁カタログ」の震央位置及びMは、現在の地震学の常識から見ると奇異に感じられるものが少なくないとし、この期間の日本で有感であったM6以上の地震及びM6未満の被害地震につつて「気象庁カタログ」を再調査し、震源位置及びMを再決定したものである。

なお、このカタログはM6.0以上をなるべく漏れなくリストするためM5.7以上の地震につつて調査し、M5.8以下を除きM5.9の地震から記載してゐる。

c. 「宇佐美カタログ(1979)」

「わが国における歴史地震の研究」(英文)として発表されたカタログであり、「日本被害地震総覧」と同様に有史以来の被害地震で1975年8月までの617個の地震が収録されている。

このカタログの震央位置、Mについては1872年以前及び1926年以降は「日本被害地震総覧」と同じである。また、1885年～1925年は「宇津カタログ」の値を採用しているが、宇佐美が修正した地震もある。

d. 「理科年表」(1982)

「理科年表」は毎年発行され、ここには「日本付近の被害地震年代表」として有史以来の被害地震で1980年6月までの428個の地震が記載されている。

以前は河角によって編集されていたが、昭和45年以降は宇佐美によっている。しかし、「理科年表」に記載されている地震は編者は宇佐美であるが、中には震央位置及びMが「宇佐美カタログ(1979)」と異なるものもある。

e. 「気象庁カタログ」

「日本付近のおきな地震の規模表 (1885~1950)」として発表されたカタログであり、1885年~1950年の日本及びその付近で起った地震で有感面積  $3 \times 10^4 \text{ km}^2$  以上の地震約 4200個を収録している。Mは河角による  $M_k$  より決定している。

## 2. 敷地周辺の主な地震

敷地から震央距離 200 km 以内の地震を、被害地震については「日本被害地震総覧」、「宇津カタログ」、「宇佐美カタログ (1979)」及び「理科年表」に基づき第1表に示す。また、被害を伴わない地震を「気象庁カタログ」に基づき第2表に示す。(基盤最大速度振幅 0.5 Kine以上)

被害地震については「宇佐美カタログ (1979)」に基づいて北海道周辺の震央分布を第1図に、敷地から震央距離 200 km 以内の地震の諸元(地震番号、発生年月日、震央位置、地震規模、震央距離、最大速度振幅、最大加速度振幅)を第3表に示す。震央距離、M、気象庁震度階区分を第2図に示す。第2図によると敷地周辺に震度Ⅴ(強震)以上をふえたと推定される地震はなすが、震度Ⅳ(中震)程度をふえた推定される地震は後志の地震(No.214)、神威岬沖の地震(No.495)及び留萌西方沖の地震(No.512)の3個である。

また、第2表に示される地震の震央位置を第3図に、震央距離、M、気象庁震度階区分を第4図に示す。第4図によると、敷地周辺に震度Ⅴ以上をふえたと推定される地震は1905年神威岬沖の地震(No.1239)の1個である。

### 3. 敷地周辺の主な地震の規模及び震央位置の検討

敷地周辺に影響を与えたと推定される、後志の地震、神威岬沖の地震、留萌西方沖の地震及び1905年神威岬沖の地震に関して、各種地震資料から震央位置、Mについて検討した結果を以下に述べる。

#### (1) 後志の地震 (No. 214)

後志の地震による被害記録は「大日本地震史料」<sup>(6)</sup>にまとめられている。「大日本地震史料」に記載されている被害状況から各地の震度を推定すると第5図のようになる。

「宇佐美カタログ(1979)」の震央位置と上記による各地の震度の関係を見ると、震央位置を囲むように震度IVの地域があることから、震央位置はエネルギー放出中心にほぼ一致すると推定される。

また、各地の震度から推定した地震規模は $M=6.9$ となることから、「宇佐美カタログ(1979)」通りとした。

(2) 神威岬沖の地震 (No. 495)

気象庁発表によると、神威岬沖の地震の震央位置は  $\lambda = 139.5^\circ$   $\phi = 44.1^\circ$ 、 $M$  は 7.0 としており、震度分布も第6図に示す。震央位置、 $M$  については近年の地震であるので気象庁発表の精度は高きものと判断される。

器械観測により定められた震源は、断層面で破壊が始まった点であり、必ずしもエネルギー放出中心と一致しない。本地震による余震はすべて震央位置、 $M$  が不明の無感地震で余震域は確定してない。余震域に対応するものとして津波の波源域が考えられ、第7図に示す羽鳥<sup>(7)</sup>による波源域もエネルギー放出域とみなすとエネルギー放出中心は本震の震央より敷地に約25km 近づくと本地震の震央距離は144km と遠いため、両者の差による影響は小さい。

以上のことから、気象庁発表の値、すなわち「宇佐美カタログ(1979)」通りとした。

(3) 留萌西方沖の地震 (No. 512)

気象庁発表によると留萌西方沖の地震の震央位置は  
 $\lambda = 141.0^\circ$   $\varphi = 43.8^\circ$ 、 $M$ は7.0としてつる。「気象要  
覧」<sup>(8)</sup>による各地の震度も第8図に示す。震央位置、 $M$   
にっつては近年の地震であるので、気象庁発表の精度  
は高ッものと判断される。

本地震の余震分布と羽鳥による津波の波源域を第7  
図に示す。これによれば、余震域と波源域は良く一致  
しており、その中心をエネルギー放出中心とすると  
本震の震央とは一致せず敷地から遠くなり、本震の震  
央位置で評価することは安全側となる。

以上のことから、気象庁発表の値、すなわち「宇佐  
美カタログ (1979)」通りとした。

(4) 1905年神威岬沖の地震 (No. 1239)

1905年神威岬沖の地震の震央位置を「気象庁カタログ」により、各地の震度も「日本全国地震原簿<sup>(9)</sup>」により示すと第9図となる。なお、「気象庁カタログ」によると地震名は神威岬沖となつてゐるが、震央は内陸に位置する。

第9図によると、震央位置と各地の震度との関係は調和してゐる。また、宇津は「宇津カタログ」に漏れなくM 6.0以上の地震をリストするため、M 5.7程度以上の地震も調査し、M 5.8以下になつた地震も捨て、M 5.9の地震も記載してゐる。1905年神威岬沖の地震は「宇津カタログ」に記載されてゐることから、Mは5.8以下と推定される。

#### 4. 敷地に与える影響

1905年神威岬沖の地震については、前記のような状況もふまえて、震央位置は「気象庁カタログ」に基づき、Mは「気象庁カタログ」のM6.2と、「宇津カタログ」により仮にM5.8として、後志の地震との比較をすると、次のようになる。

	M	震央距離 $\Delta$ (km)	最大速度振幅 V (Kine)	最大加速度振幅 A (Gal)
後志の地震	6.9	52	3.66	67
1905年	6.2	15	5.80	138
神威岬沖の地震	5.8	15	3.41	91

また、上記地震の応答スペクトルも第10図に示す。

### Ⅲ 付記 地震地体構造について

- (1) <sup>(10)</sup> 宮村(第11図)によれば、北海道の地震帯は北から南下する第三紀造山帯の地震帯である日高一樺太弧地震帯と北東から進入している若島弧の地震帯に属する千島弧地震帯に代表される。

日高一樺太弧地震帯は地震帯といわれるほど活動的なものではなく *aseismic region* といわれているが、千島弧地震帯は現在の造山帯ともいふべきもので、深発地震、中深発地震及び浅発地震が大陸側から海洋側へと、上昇傾斜する分布をなし、これらは浅発地震も含めすべて地殻下、外套部上層の活動である。これらの地震活動は非常に活発で、大地震も多いが、中地震小地震はそれに比べてさらに圧倒的に多い。

- (2) <sup>(11)</sup> 表等は、日本における地震地体構造の観点及び過去の大地震の震央分布に関する現在までのデータを考慮して、日本を区域分けし、その領域において起こる可能性があると予想される地震の最大マグニチュードに上限があるととして、第12図のとおり  $S_2$ 地震の上限値を示した。

(12)  
(3) 宇津は、「北海道およびその周辺の地震活動」において、震災対策の立場からいわゆる浅い地震について、

①有史以来知られている北海道に被害をもたらした地震

②気象庁資料による1926年から1965年までの40年間に北海道周辺に発生したM5.5以上で深さ約70km以浅の地震

③1953年から1967年までの15年間に気象庁の観測網で観測された深さ30km以浅と推定される地震

の3つの視点から、北海道およびその周辺の地震発生の状態を検討して第13図に示すような区域分けを行ない、各地区毎に地震発生の特徴を述べている。

これらのうち、当敷地への影響が考えられるⅤ、ⅥおよびⅦ地区について、その記述をまとめると第4表のとおりである。

第1表 敷地周辺の被害地震 (震央距離 200 km以内)

地震番号	発生日月日	宇佐美カタログ	日本被害地震総覧	宇津カタログ	理科庁表
		(1979)	(1981)		(1982)
		M λ φ	M λ φ	M λ φ	M λ φ
180	1741. 8. 28	6.9 139.4° 41.6°	6.9 139.4° 41.6°		6.9 139.4° 41.5°
214	1792. 6. 13	6.9 140.6° 43.5°	6.9 140.6° 43.5°		6.9 140.3° 43.6°
240	1834. 2. 9	6.4 141.4° 43.3°	6.4 141.4° 43.3°		6.4 141.4° 43.3°
283	1874. 2. 28	5.9 141.6° 43.9°	6.4 (5.9) 141.6° 43.9°		6.4 (5.9) 141.6° 43.9°
378	1909. 9. 17	6.8 142.0° 42.0°	7.3 (6.8) 143.0° 41.2°	6.8 142.0° 42.0°	
380	1910. 7. 24	5.3 140.9° 42.5°	6.5 (6.0) 140.85° 42.5°	5.3 140.9° 42.5°	6.5 (6.0) 140.8° 42.5°
381	1910. 9. 8	5.3 141.6° 44.2°	5.6 (5.1) 141.65° 44.15°	5.3 141.6° 44.2°	5.9 (5.4)
415	1918. 5. 26	5.4 141.6° 44.2°	5.4 141.65° 44.15°	5.4 141.6° 44.2°	
463	1931. 2. 17	6.8 142.6° 42.3°	6.8 142.6° 42.3°		
470	1932. 11. 26	6.8 142.4° 42.4°	6.8 142.4° 42.4°		
495	1940. 8. 2	7.0 139.5° 44.1°	7.0 139.5° 44.1°		7.0 139.5° 44.1°
512	1947. 11. 4	7.0 141.0° 43.8°	7.0 141.0° 43.8°		7.0 141.0° 43.8°
544	1959. 11. 8	6.2 140.6° 43.8°	6.2 140.6° 43.8°		6.2 140.6° 43.8°
614	1974. 11. 9	6.5 141.78° 42.48°	6.5 141.78° 42.48°		

第2表 敷地周辺の主な地震の表

(震央距離 200km以内)

地震 番号	年 月 日	震央位置		規模 M	震央距離 △(km)	速 度 V(Kine)	備 考 (地震名)
		経 度	緯 度				
186	1892.10.22	140.0	41.75	7.1	149	1.06	松山南部(日高沖)
765	1902.1.31	142.0	42.0	7.3	167	1.18	日 高 沖
849	1902.10.5	140.5	42.5	6.4	60	1.53	胆 振 湾
881	1903.1.18	142.0	42.0	6.8	167	0.58	日 高 沖
966	1903.9.18	142.5	42.0	6.9	199	0.51	日 高 沖
1196	1905.7.13	141.83	41.83	7.0	172	0.74	陸 奥 沖
1239	1905.10.13	140.5	43.17	6.2	15	5.80	神 威 岬 沖
1441	1907.2.12	141.17	41.5	7.0	179	0.70	津 軽 海 峽
1634	1908.7.28	141.5	42.0	7.0	140	1.01	胆 振 沖
1652	1908.9.25	141.6	42.1	7.0	137	1.05	胆 振 沖
2123	1913.1.2	141.5	41.7	6.7	169	0.50	尻屋崎北方沖
2274	1914.12.22	142.0	39.0	—			松 山 北 部
2332	1915.10.9	140.2	42.9	5.6	30	1.24	壽 都 沖
2639	1920.3.27	141.1	42.2	6.4	104	0.68	皇 蘭 付 近
2968	1924.5.23	142.4	42.7	6.7	158	0.56	日 高 北 部
3835	1942.3.6	141.7	43.0	6.7	96	1.17	空 地 支 庁 南 西 部

(「気象庁カタログ」より作成)

第3表 敷地周辺の主な被害地震の基盤での最大振幅

(震央距離 200km以内)

順位	地震 番号	年 月 日	震央位置		規模 M	震央距離 Δ (km)	速 度 V(Kine)	加 速 度 A(Gal)	備 考 (地震名)
			経 度	緯 度					
			1	214					
2	512	1947.11. 4	141.0 43.8	7.0	94	1.85	26.5	h = 極浅 留萌西方沖	
3	240	1834. 2. 9	141.4 43.3	6.4	77	1.06	19.1	石 狩	
4	495	1940. 8. 2	139.5 44.1	7.0	144	0.97	11.2	h = 0~20km 神威岬沖	
5	544	1959.11. 8	140.6 43.8	6.2	85	0.69	12.6	h = 0~20 km 積丹半島沖	
6	614	1974.11. 9	141.78 42.48	6.5	120	0.64	9.2	h = 130 km 苫小牧付近	
7	378	1909. 9.17	142.0 42.0	6.8	167	0.58	6.4	襟裳岬沖	
8	180	1741. 8.28	139.4 41.6	6.9	184	0.58	5.9	渡島西岸	
9	470	1932.11.26	142.4 42.4	6.8	169	0.57	6.2	h = 40 km 新冠川流域	
10	463	1931. 2.17	142.6 42.3	6.8	189	0.48	4.9	h = 40 km 浦河付近	
11	380	1910. 7.24	140.9 42.5	5.3	67	0.28	7.5	有珠山	
12	283	1874. 2.28	141.6 43.9	5.9	130	0.24	3.9	天 塩	
13	415	1918. 5.26	141.6 44.2	5.4	156	0.09	1.5	留萌沖	
14	381	1910. 9. 8	141.6 44.2	5.3	156	0.08	1.4	鬼 鹿	

(「宇佐美カタログ(1979)」より作成)

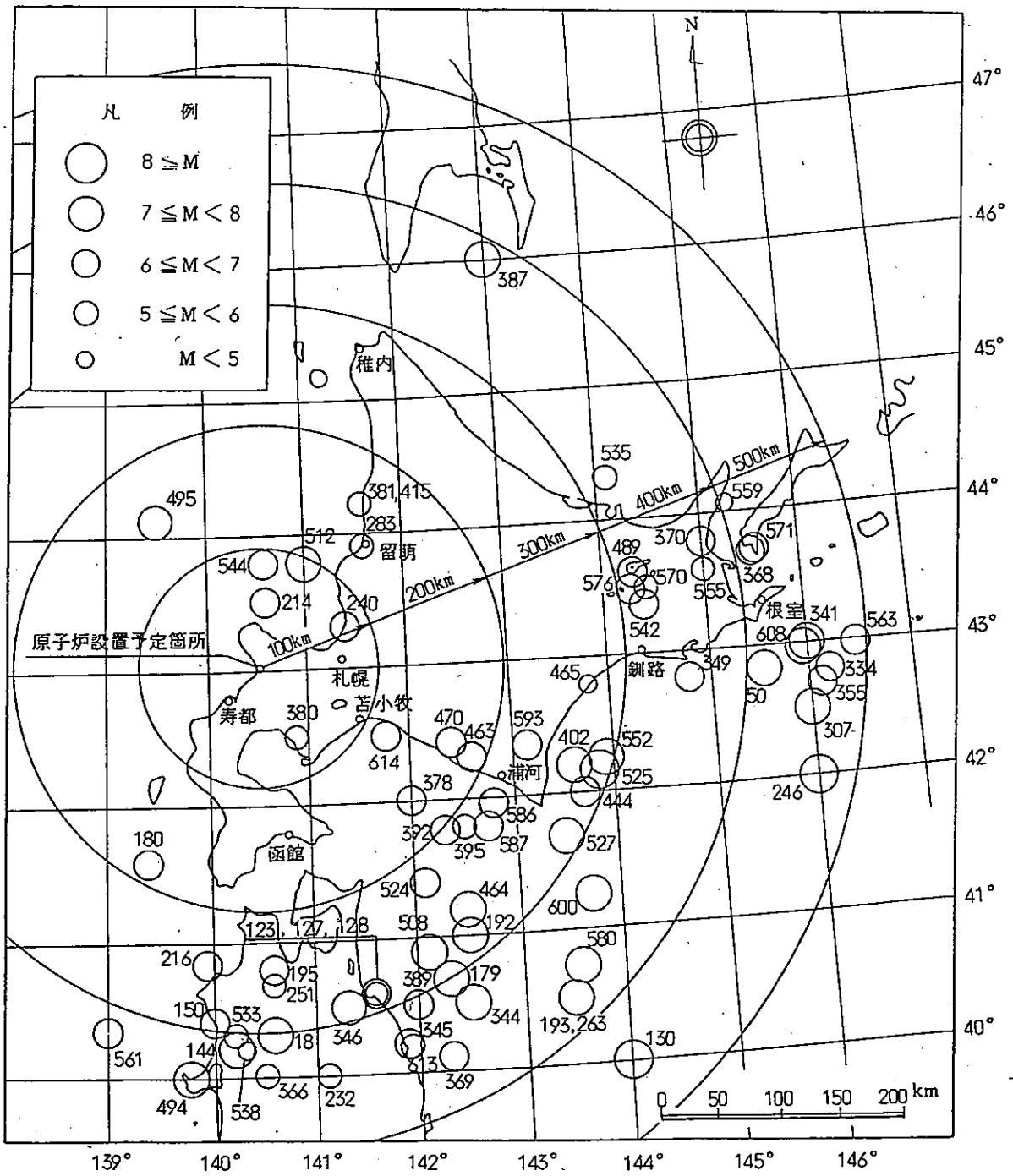
第4表 北海道およびその周辺の各地区の地震発生の状態と特徴

(宇津徳治 北海道およびその周辺の地震活動より作成)

地区名	V	VI	VII	
地震発生の特徴	<p>40年間で大きな地震は1927年, 1931年の 白高山脈西側のもの(M5.9と5.5), 1942年の 武蔵川付近のもの(M5.6)などV地区の南部 で起り, 北部から中部にかけてはM5以上のもの は起っていない。 最近15年間に起るものとして, 1960年の 天通付近のもの(M4.4), 1967年の名寄が近 のもの(M4.3)などが大きかった。 歴史上では1834年の石狩地震(M6.4)が 最大である。 留萌沖で50~100年前活動の活断層は時 期があった。</p>	<p>この地区には小地震は比較的多いが大 地震はまれである。 40年間で最大のものは1953年の熊石付近の もの(M5.4)であった。 この地区には群発地震が多い。最近15年間で も次の5群が起っている。 (1) 1954年の津軽海峡の地震群 (最大M5.2) (2) 1953年の熊石群発地震 (最大M5.4) (3) 1966年の釧路群発地震 (最大M3.7) (4) 1957年の駒ヶ嶺・糠部群発地震(最大M5.0) (5) 1966年寿都帯広の群発地震(最大M3.6) この地, かなり長い期間にわたり, 散発的に地震が 発生している地域がある。 この地域で歴史上大きな地震は有珠山の活 断層に伴ったもので, 最大でM6.5である。</p>	<p>この地区も地震活動は高くはないが, 時にM7を 越える大地震が起り, 沿岸に津波の被害を もたらすことがある。 40年間で最大のものは1940年のもので, 気象庁 の与えたMは7.0であるが, Gutenberg-Richterは M7.7を与えており, 津波の波源域もかなり広が たようである。しかし, この地震の前震は観測 されず, 余震も最大のものでM4.8に過ぎず, その時 面的減衰も非常に急であった。 1947年の留萌沖の地震(M7.0), 1959年の釧路 半島沖の地震(M6.2)などは普通程度の余震活 動を伴ない, かつ後者には前震らしい小地震 があった。</p>	
	震源深さ	ほとんどすべて30km以下で発生。		大部分は30kmより浅いと思われる。 (この地区の地震の深さは精度よく決まらない)
	地震活動度 (地震のエネルギー)	$1.7 \times 10^{19}$	$7.1 \times 10^{18}$	$1.0 \times 10^{21}$
	起り易い最大の 地震のマグニチュード	6½		7½
時間的 集合性の型	第1型(本震-余震型) 第2型(前震-本震-余震型) } が大部分	第2型(前震-本震-余震型), 第3型(群発地震型) が多いが, 散発的な分布を示す地域もある。	第1型(本震-余震型) 第2型(前震-本震-余震型) } が大部分	

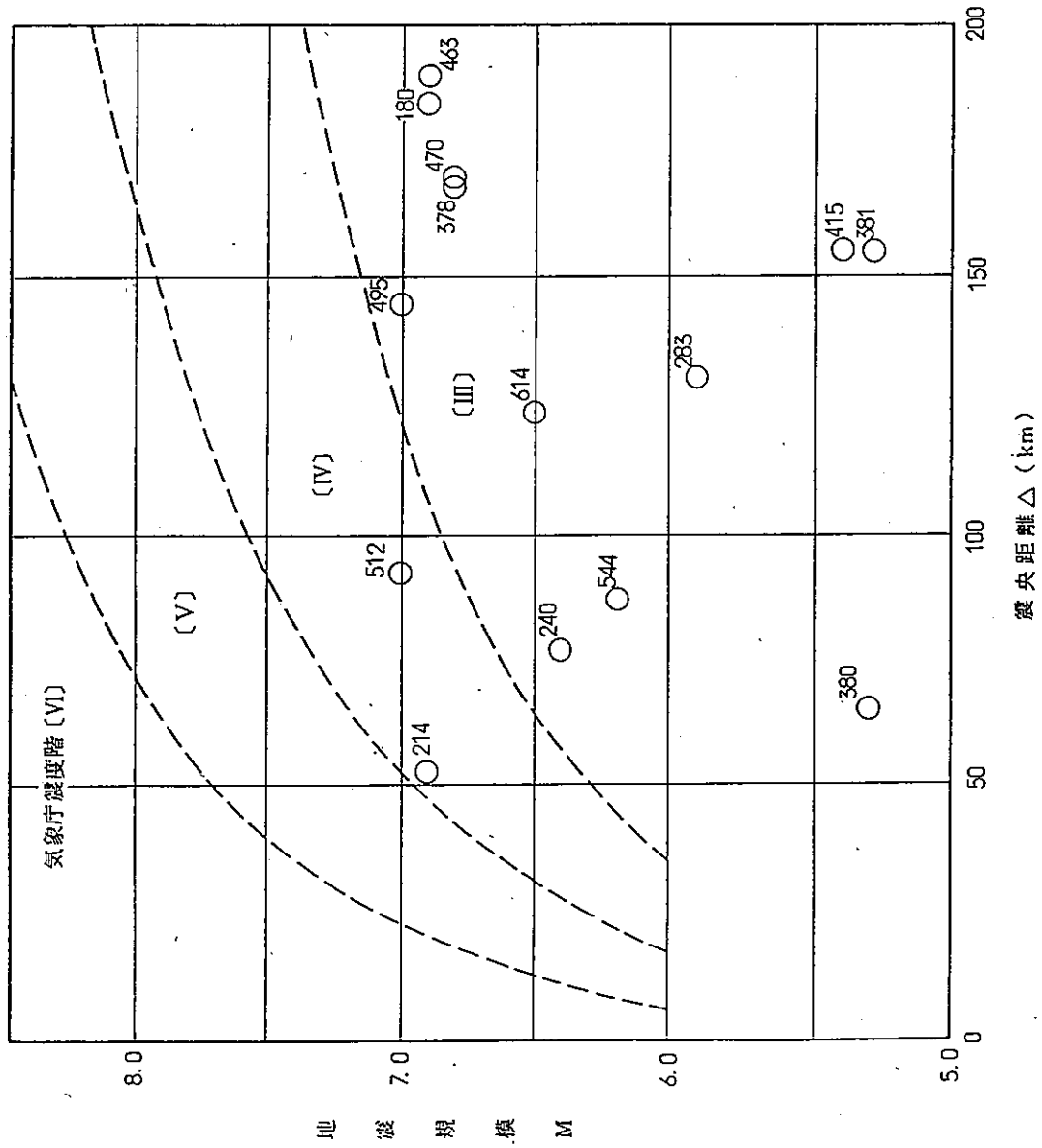
※1 震源深さ: 本文献ではいわゆる深発地震を検討の対象外としており, 浅い地震に対するものである。

※2 地震活動度: 1926年から1966年までの40年間に発生したM5.0 (VII地区はM5.5)以上の地震について,  $\log E = 1.8 + 1.5M$ の式からエネルギーの総和を求め, 年平均値を算出したもの (ergs/year). 参考までに活動度の高いI地区は  $2.2 \times 10^{22}$  ergs/year.



(「宇佐美カタログ(1979)」より作成、番号は地震番号を示す。)

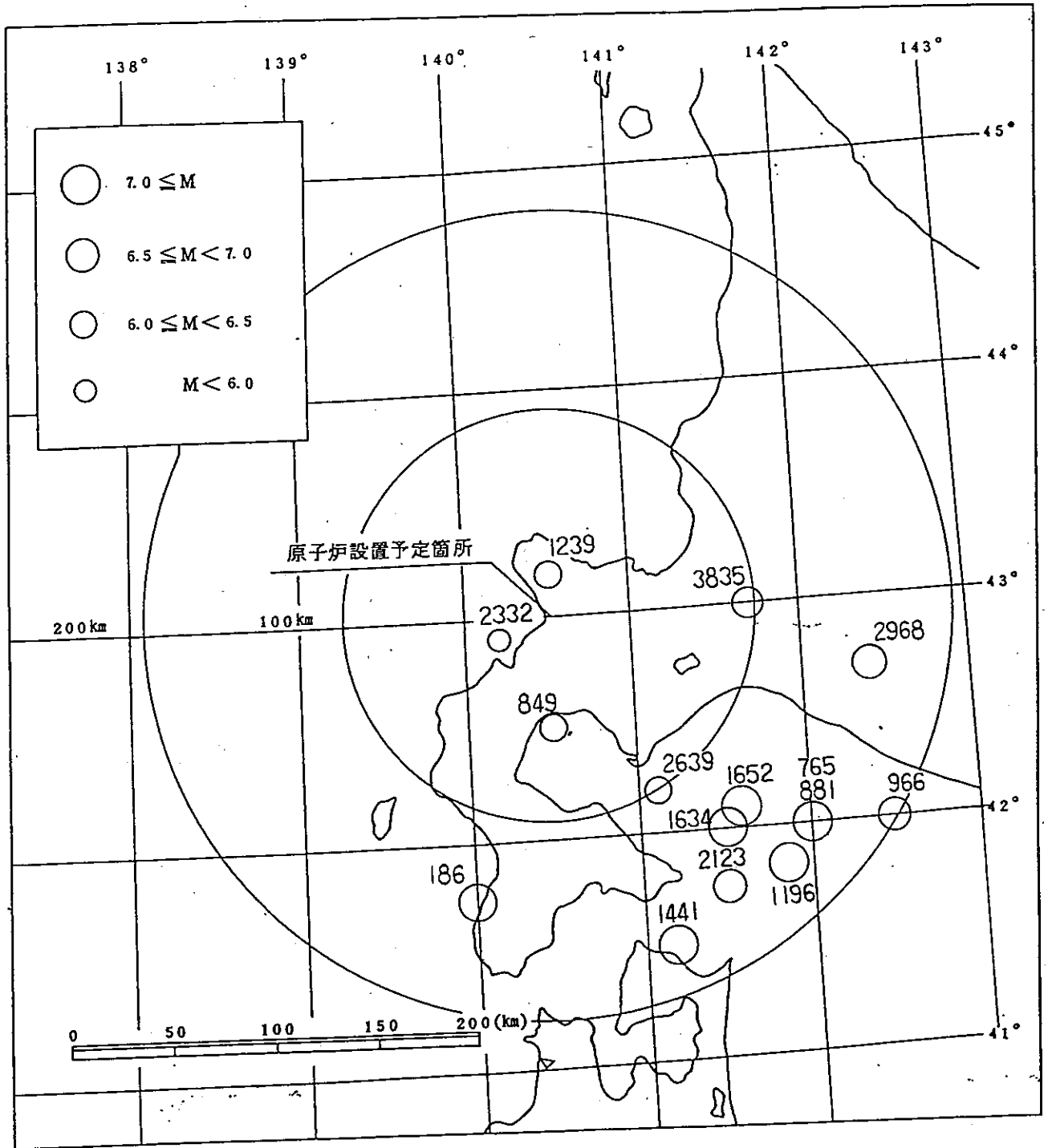
第1図 北海道周辺の被害地震の震央分布図



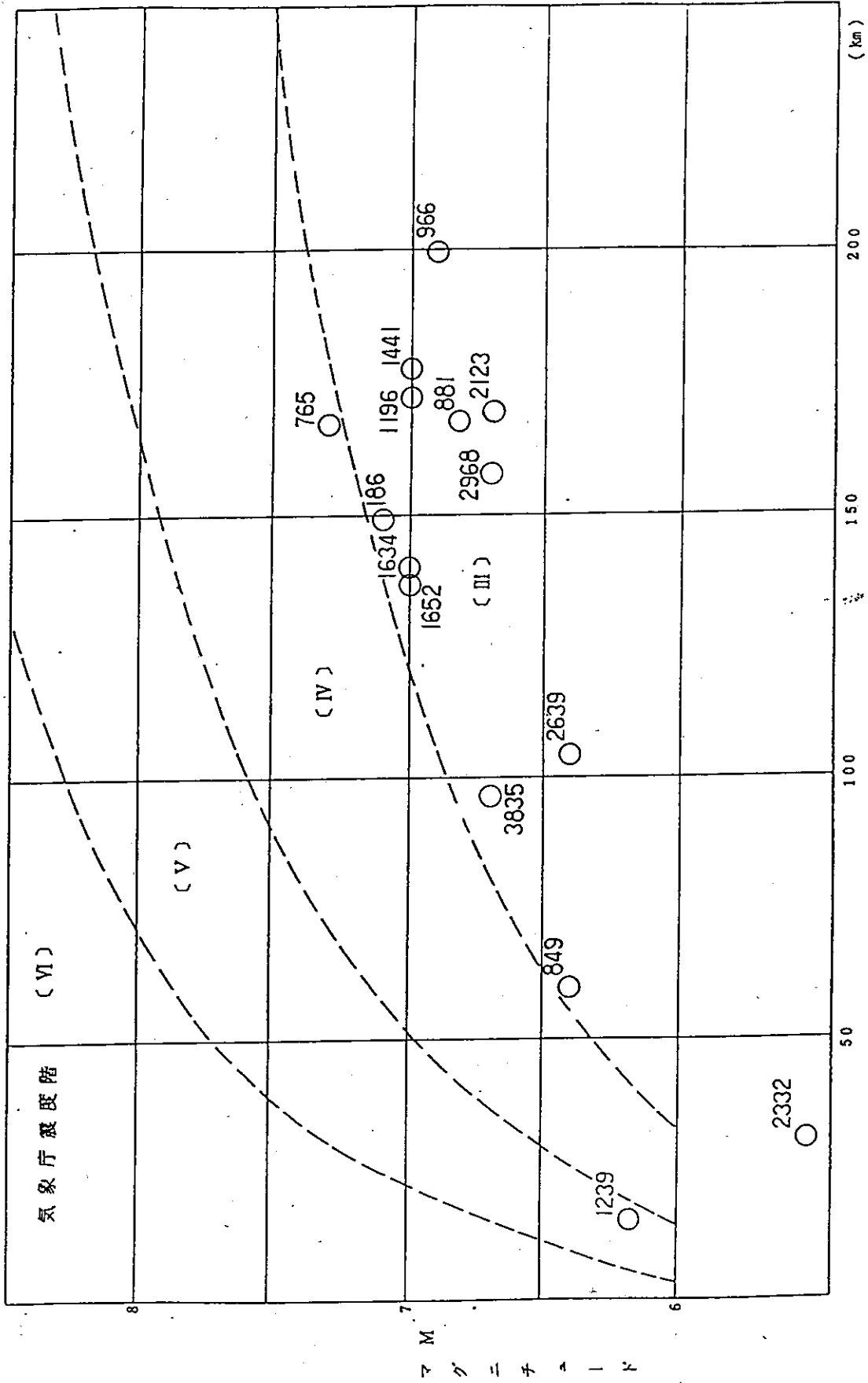
(「宇佐美カタログ(1979)」より作成、  
番号は地震番号を示す。)

第2図 敷地周辺における過去の地震

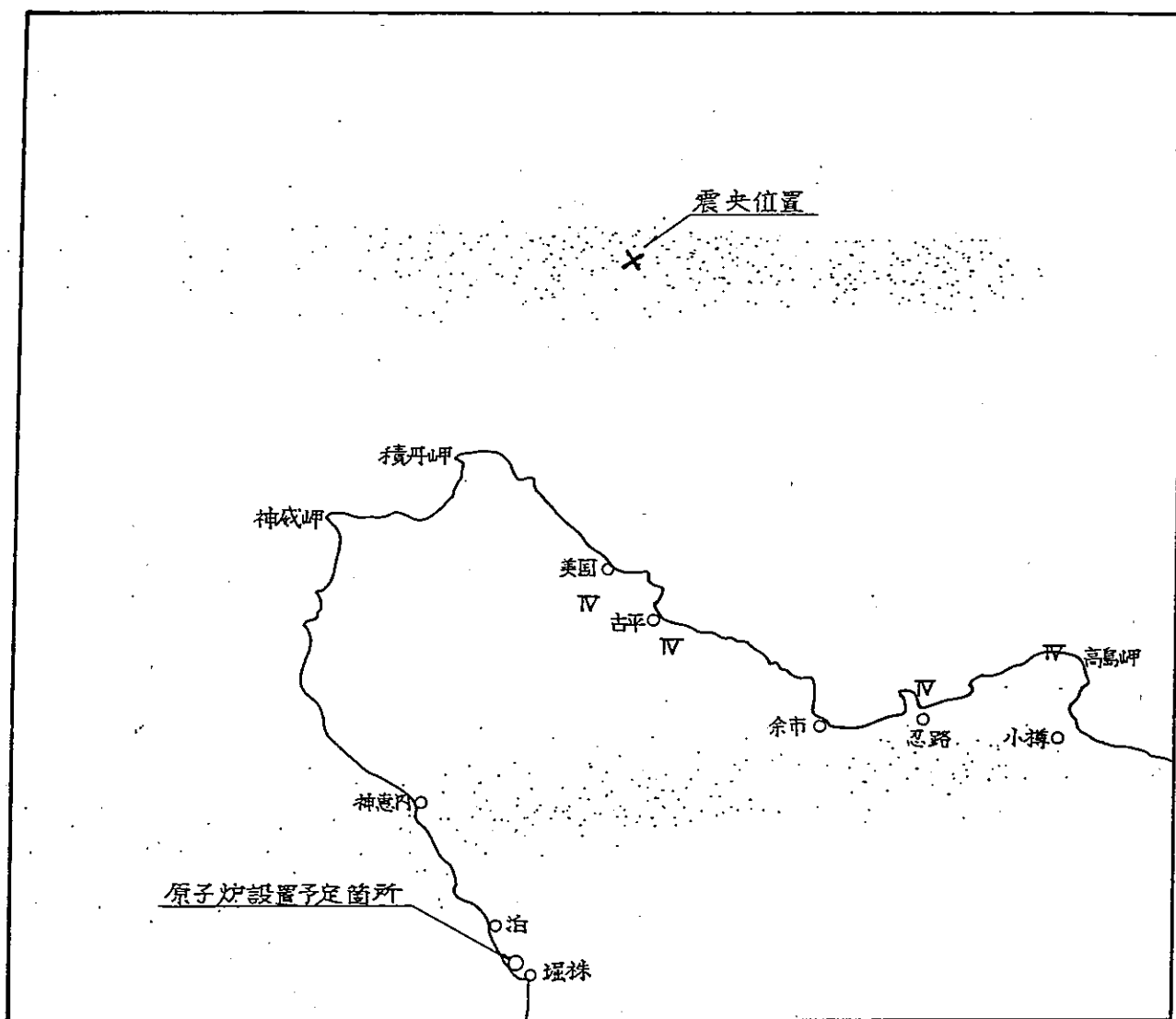
NO	年月日	地震名	M	△
180	1741. 8. 28	波島西岸	6.9	184
214	1792. 6. 13	後志	6.9	52
240	1834. 2. 9	石狩	6.4	77
283	1874. 2. 28	天塩	5.9	130
378	1909. 9. 17	襟裳岬沖	6.8	167
380	1910. 7. 24	有珠山	5.3	67
381	1910. 9. 8	鬼鹿	5.3	156
415	1918. 5. 26	留萌沖	5.4	156
463	1931. 2. 17	浦河付近	6.8	189
470	1932. 11. 26	新冠川流域	6.8	169
495	1940. 8. 2	神威岬沖	7.0	144
512	1947. 11. 4	留萌西方沖	7.0	94
544	1959. 11. 8	積丹半島沖	6.2	85
614	1974. 11. 9	苫小牧沖	6.5	120



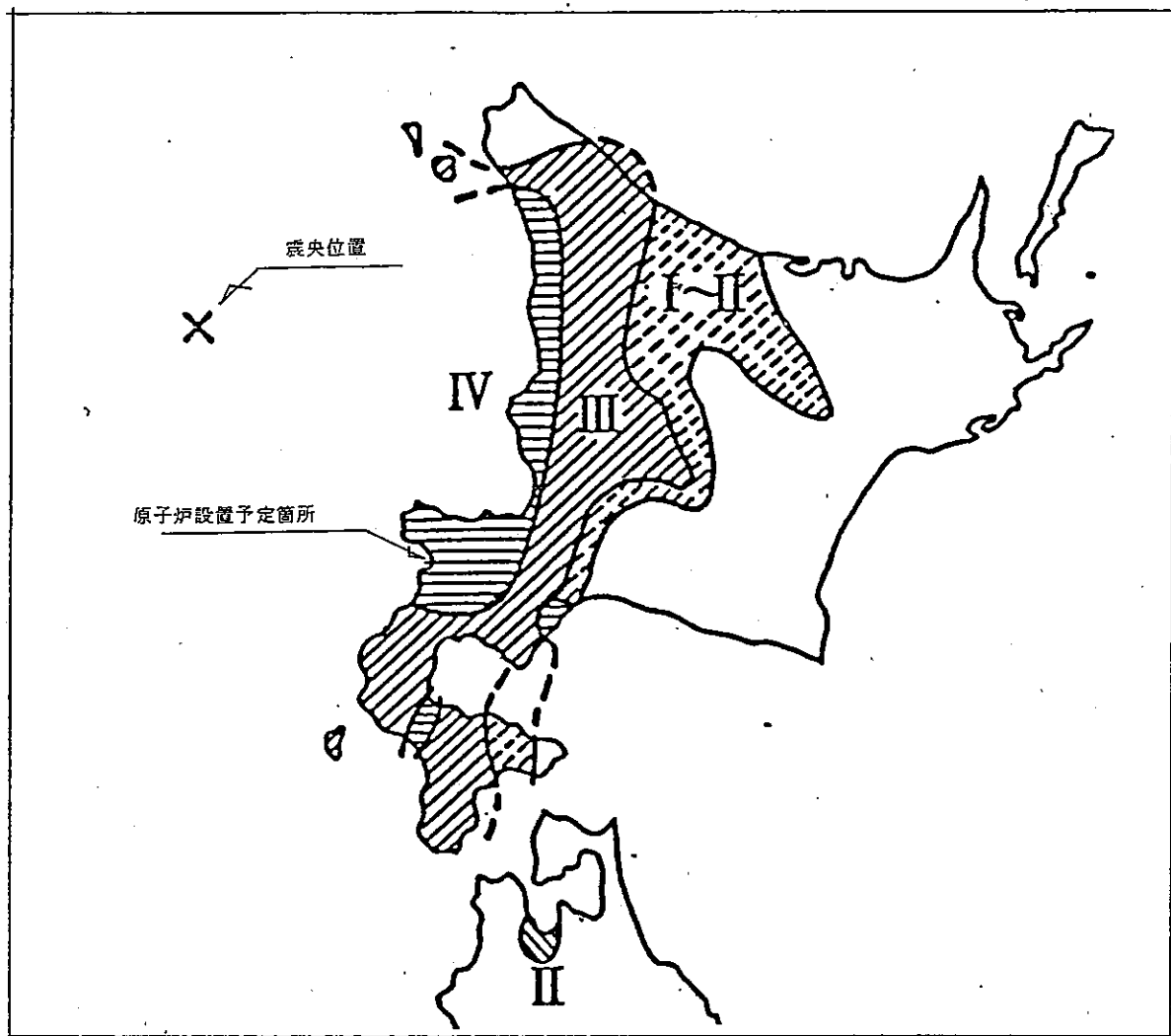
第 3 図 敷地周辺の震央分布 (200 km 以内)



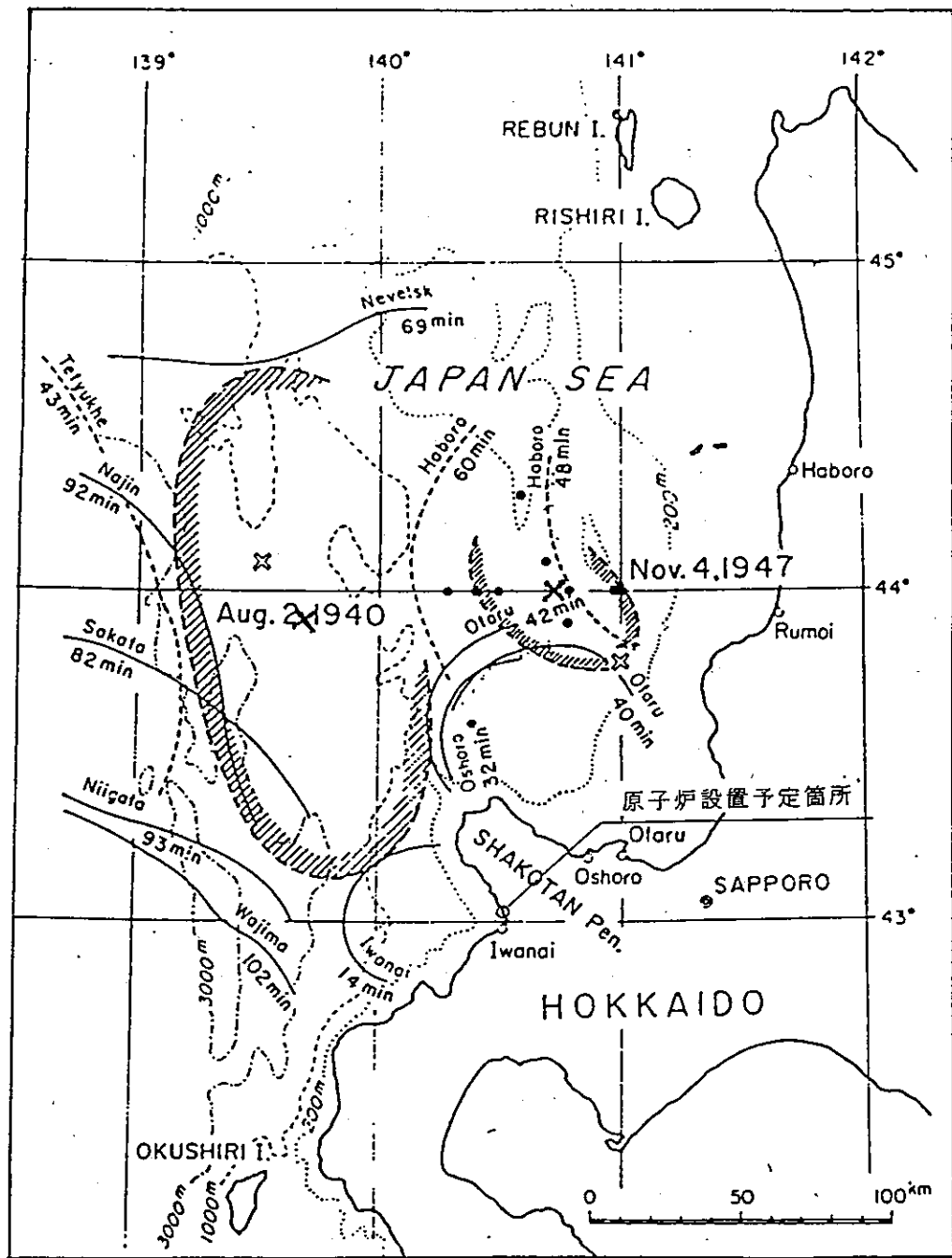
第4図 敷地周辺の過去の地震



第5図 後志の地震の震度分布図

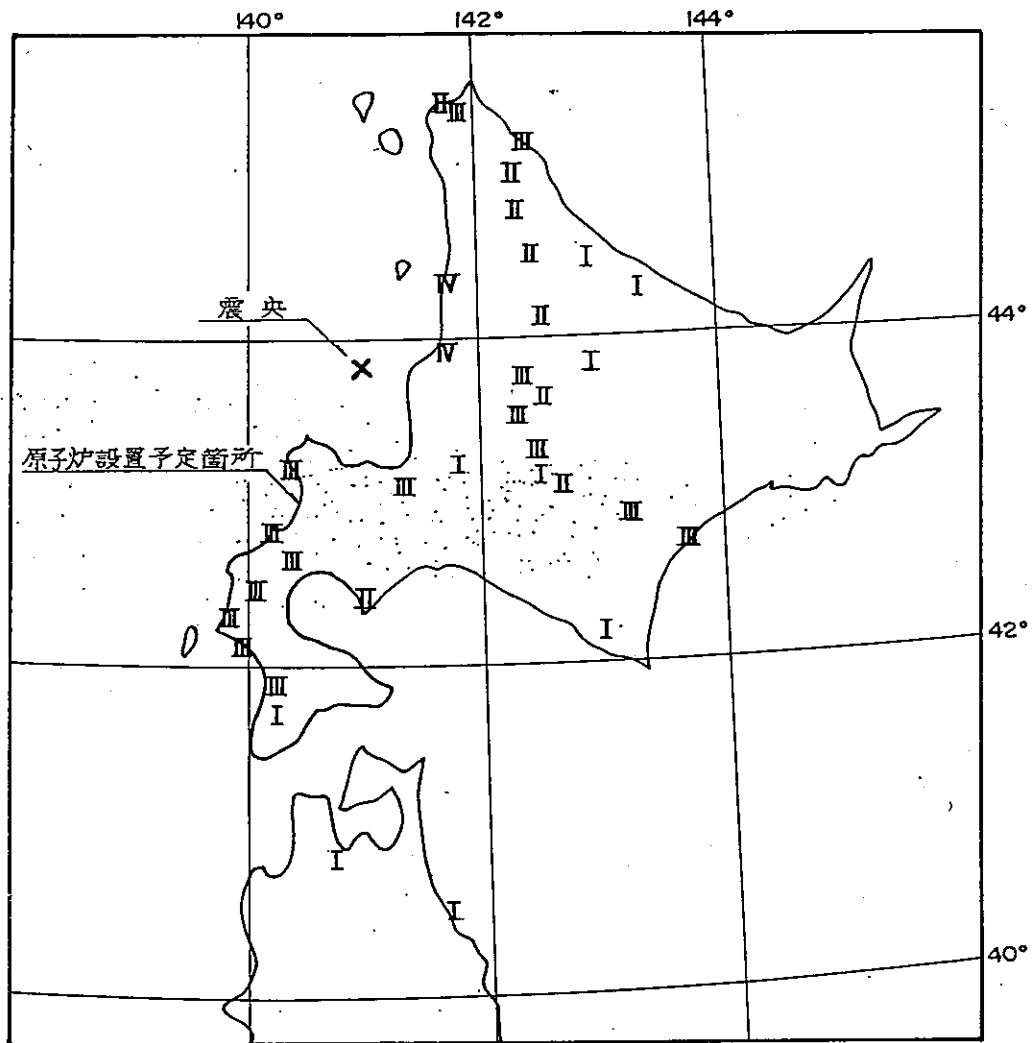


第6図 神威岬沖の地震の震度分布図

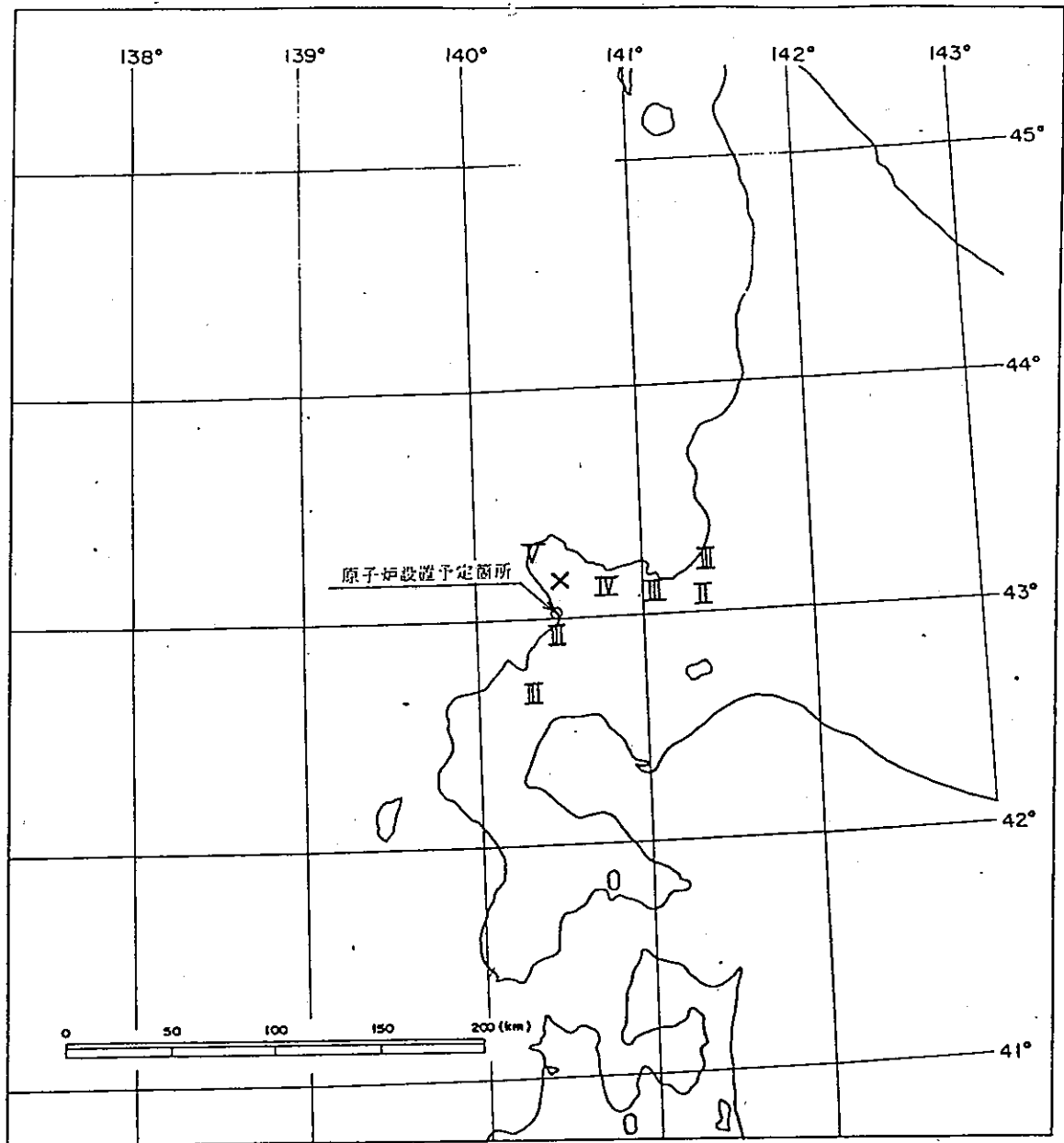


第7図 神威岬沖の地震、留萌西方沖の地震の  
推定波源域及び余震分布

- ※ 本震の震央位置
- × エネルギー放出中心
- 余震の震央位置
- ////// 推定波源域

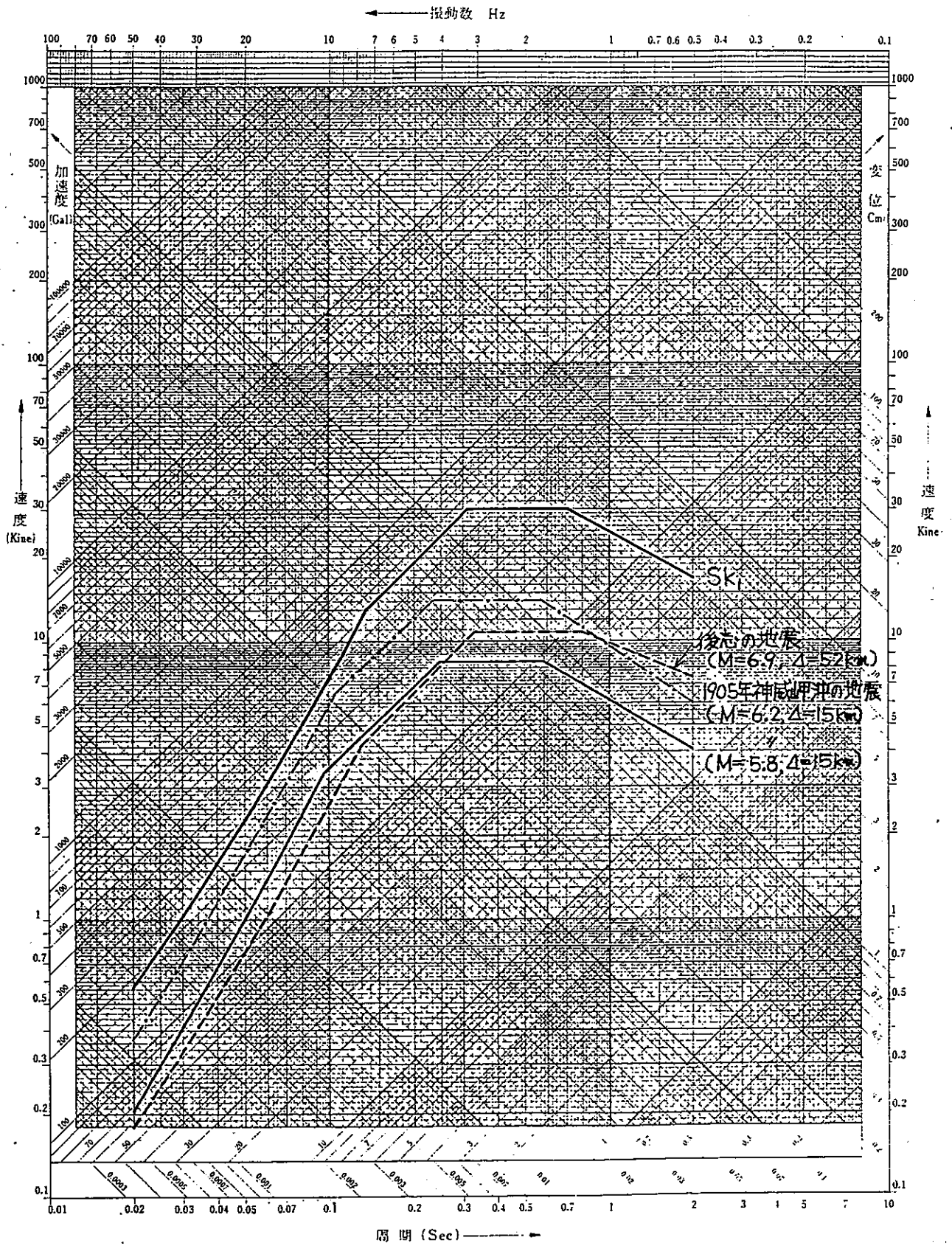


第8図 留萌西方沖の地震の震度分布図

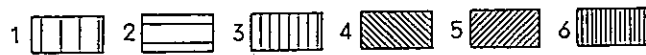
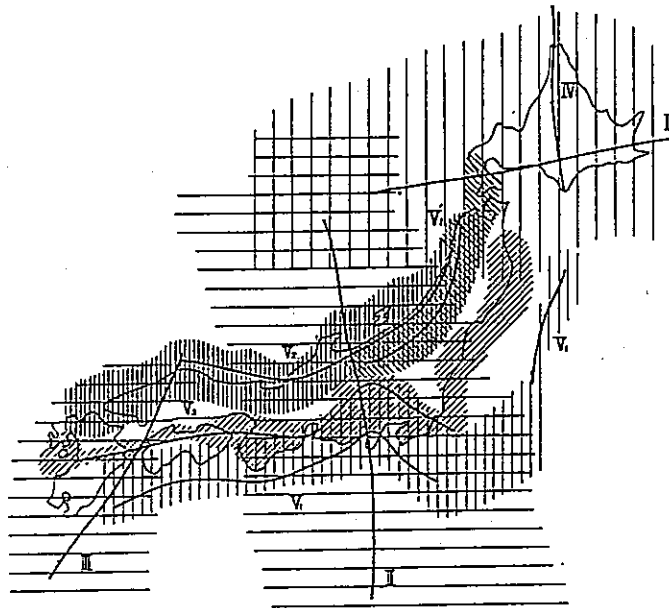


X 震央位置

第9図 1905年神威岬沖の地震による震度分布

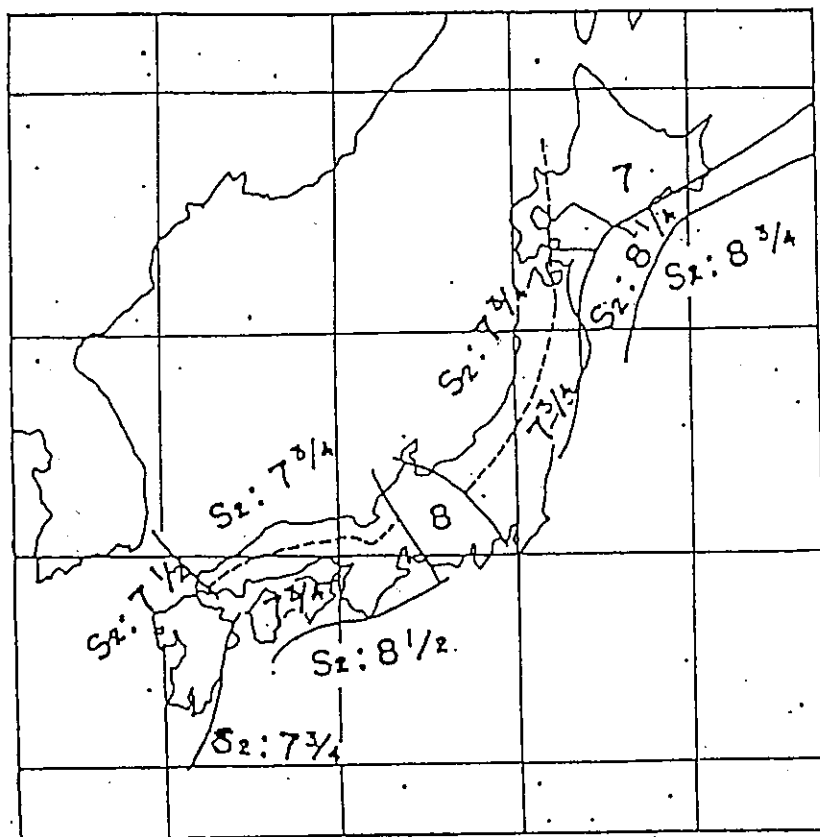


第10図 応答スペクトル

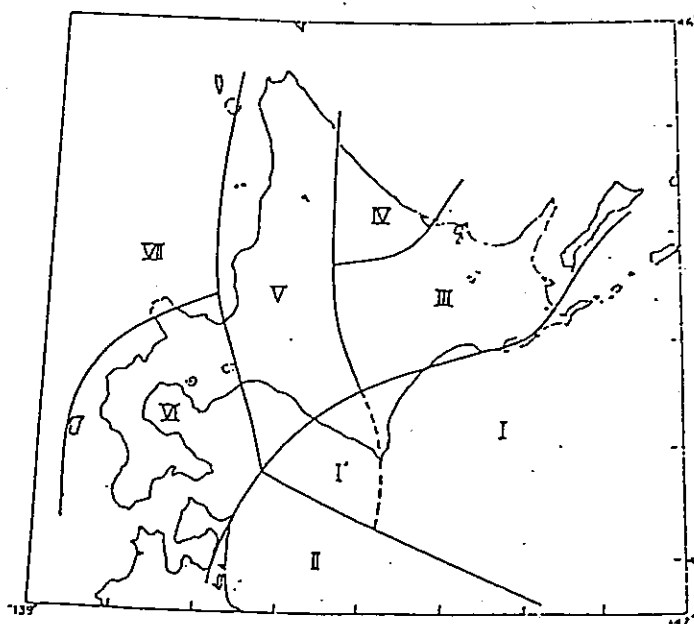


- 1. 2. 若島孤の地震帯  
( I : 千島孤地震帯、II : 伊豆-小笠原孤地震帯、  
III : 九州-琉球孤地震帯 )
- 3. 4. 第三紀造山帯の地震帯  
( IV : 日高-樺太孤地震帯、V : 本州外側地震帯、  
V' : 羽越地震帯 )
- 5. 6. 地塊運動を示す地震帯  
( V<sub>2</sub> : 本州内側地震帯、V<sub>3</sub> : 本州中央地震帯 )

第 11 図 地体構造と関連づけた地震帯の分類



第12図 各区域のS<sub>2</sub>地震のマグニチュードの上限



第13図 北海道およびその周辺の区域分け(宇津による)

〔参考文献〕

- (1) 「日本被害地震総覧」

宇佐美龍夫，東大出版会，昭50，56年

- (2) 「1885年～1925年の日本の地震活動」

宇津徳治，東大震研彙報Vol.54，昭和54年

- (3) 「わが国における歴史地震の研究」

宇佐美龍夫，東大震研彙報Vol.54，昭和54年

- (4) 「理科年表」

東京天文台編，丸善，昭和57年版

- (5) 「日本附近におけるおもな地震の規模表(1885年～1950年)」

地震観測法 付録12，中央気象台，昭和27年

- (6) 「増訂大日本地震史料(第1巻～第3巻)」

文部省震災予防評議会編，昭和16年

- (7) 「1940年8月北海道積丹沖津波の波源とその考察」(英文)

羽鳥徳太郎，東大震研彙報Vol.47，昭和44年

- (8) 「気象要覧」 中央気象台

- (9) 「日本全国地震原簿」 //

- (10) 「地震活動と地体構造」

宮村模三，地震第2輯第15巻第1号，昭和37年

- (11) 「*Japanese Practice for Estimating the Expected Maximum Earthquake*

*Force at a Nuclear Power Plant Site*」

S. Omote, Y. Ohsaki, T. Kakimi & T. Matsuda,

*Bulletin of the New Zealand National Society for Earthquake Engineering*

Vol. 13 No. 1, March 1980

(12) 「北海道およびその周辺の地震活動」

宇津徳治, 北大地球物理学教室報告第19号, 昭和43年