

1969年8月12日の北海道東方沖の地震調査報告*

札幌管区気象台** 仙台管区気象台***

550.340

§1. まえがき

1969 (昭和44) 年8月12日06時27分ごろ北海道東方沖に $M=7.8$ (JMA による) の地震が発生した。震度は北海道東部の太平洋岸で最も大きくIVであった。

この地震により津波が発生し、北海道東部の太平洋沿岸では国鉄護岸の前傾(厚岸一門静間)、浜中町びわせ湾で養殖わかめのいかだ組破損など極く軽微な被害があった。検潮器に記録された津波の最大は、花咲港における約129 cmであった。

この地震は、起こり方が複雑で、USCGS では約62秒間に相ついで4つの地震があったと報告している。このため、特に震央距離の比較的小さい北海道、東北地方では地震記録が複雑で最初の地震のPを除いて各相の発現時の検測は困難であった。

§2. 震源

日本の各観測点における地震観測の結果では USCGS のように4つの地震に分けることは不可能である。気象庁では2つの地震について震源を求めている。それらは次のとおりである。

- | | | |
|---------|--------------------|--------------------------------|
| (1) 発震時 | 0=8月12日06時26分32.6秒 | } 43°06' N, 148°11' E, h=50 km |
| | | |
| (2) " " | 0=8月12日06時27分39.1秒 | } 42°42' N, 147°37' E, h=30 km |
| | | |
| | | M=7.9 |

また USCGS による震源等は次のとおりである。

	震源時			北緯	東経	深さ m	
	時	分	秒			(Km)	
(1)	06	26	37.6	43.4	147.9	43	5.7
(2)	06	27	25.8	43.6	147.8	14	5.9
(3)	06	27	36.0	43.5	147.8	45	6.2
(4)	06	27	39.4	43.5	147.4	28	7.1

第4番目の地震のMは上記のほか、7.8(USCGS- M_s)、7.8(Pasadena)、7.6(Berkeley)と報告されている。

* Sapporo D. M. O. and Sendai D. M. O.: The Earthquake of August 12, 1969, which Occurred off East Coast of Hokkaido (Received March 16, 1970)

** 長宗留男, 横山泰孝, 笹川敏

*** 八木恒介, 星啓介, 瀬良義郎, 栗原隆治

JMA の震源(1)および(2)は、USCGSによるこれらの(1)および(4)に相当する。USCGS では、これらの地震を一連の地震としているが、ここでは便宜上 JMA による(1)を「前震」、(2)を「本震」として取りあつかうことにする。

§3. 震度分布

第1図に震度分布を示してある。この地域の地震では北海道から東日本にかけての太平洋側で震度が大きくなるのが普通であり、この場合も最大有感距離は東京まで約1,100 km におよんでいるにもかかわらず北海道北部で

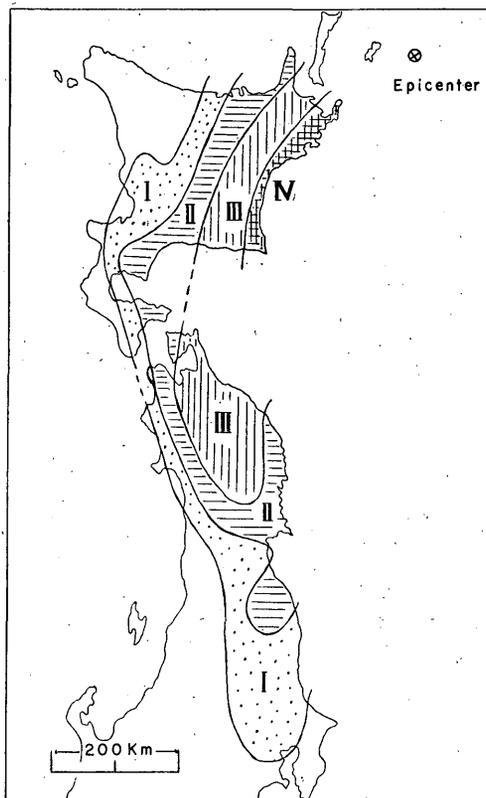


Fig. 1. Distribution of seismic intensities of main shock.

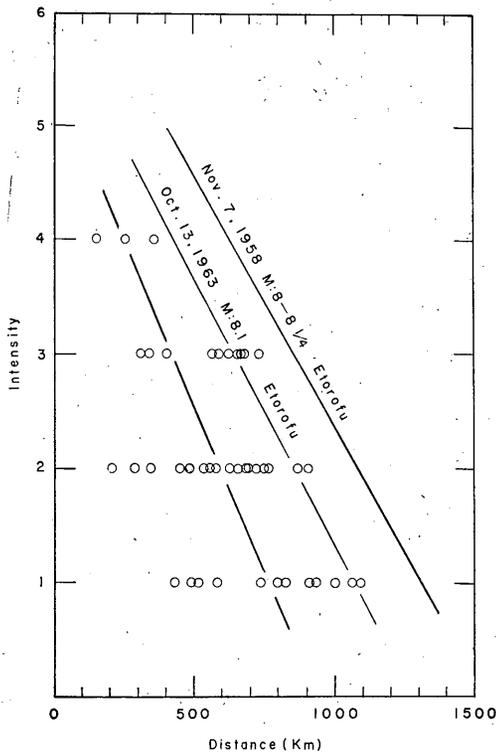


Fig. 2. I~d curves.

は無感であった。

第2図は震度と震央距離との関係を示したものである。図中の太実線は平均の I~d 曲線である。また 1958 年 11 月 7 日および 1963 年 10 月 13 日に発生したエトロフ島沖の地震の場合の I~d 曲線を参考のため示してある。これらの地震に比べると今回の地震の規模はやや小さいといえる。

第1表に各地の震度を示す。

第1表 各地の震度

IV: 根室, 釧路, 広尾
III: 帯広, 浦河, 八戸, 青森, 盛岡, (帯広)本別 (盛岡)好摩, 平石, 一関(青森)田名部
II: 網走, 苫小牧, 室蘭, 函館, 宮古, 大船渡, 石巻, 福島, 俱知安, (帯広)糠平, (網走)北見, (浦河)日高門別, (仙台)築館, (盛岡)湯田, 花巻, (青森)弘前, (福島)郡山
I: 札幌, 小樽, 森, 秋田, 仙台, 山形, 白河, 小名浜, 熊谷, 東京, 宇都宮, (旭川)鷹泊

§4. 余震

余震回数

地震発生直後から10月末日までに観測された余震回数は第2表に示すように有感地震89回, 無感地震493回合計582回である。(ただし, 倍率100倍の59型直視式地震計記録上最大全振幅 1 mm 以上のもの。)第3図はこれを図示したものである。この中には 1~2 か所の観測資料だけで震源は求められないが, 余震と思われるものはすべて含まれている。

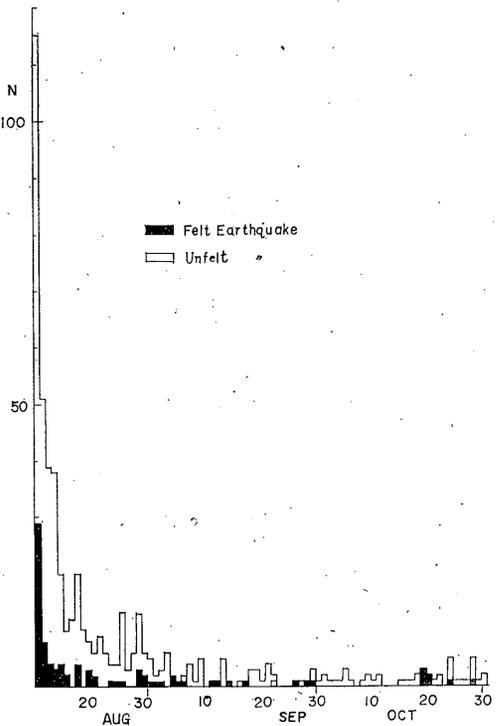


Fig. 3. Daily number of aftershocks.

第4図は余震の減衰状況である。使用した資料は第2表のものと同じであるが, 5日目までは毎24時間の回数, 6日目から11日目までは2日間の平均値, 31日目までは5日間の平均値, それ以後は10日間の平均回数をプロットしてある。

これから余震回数の時間的変化は, $n(t) = A/t^p$ で表わされるとして最小自乗法により p の値を求めると $p = 1.11$ になる。

また USCGS ではほとんどの地震についてマグニチュード, (ただし M_b) を報告しているので, 10月末日までの余震について M_b 別の余震回数をプロットしてみると第5図のようになる。(累積回数をプロットしてある。)

第2表 日別余震回数表

月/日	8/12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	9/1	2	3	4
有感	29	8	4	3	4	2	0	4	0	3	2	0	0	1	1	1	0	0	3	2	1	1	1	0
無感	115	51	39	38	20	10	12	20	10	8	6	9	6	4	4	13	3	6	13	6	5	2	3	6
合計	144	59	43	41	24	12	12	24	10	11	8	9	6	5	5	14	3	6	16	8	6	3	4	6

月/日	9/5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
有感	2	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
無感	1	1	2	4	1	5	0	1	1	5	1	0	1	1	3	3	1	4	2	0	0	1	0	1
合計	3	2	3	4	1	5	0	2	2	5	2	0	1	2	3	3	1	4	3	0	0	1	1	1

月/日	9/29	30	10/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
有感	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0
無感	0	3	1	2	1	1	1	3	1	0	1	2	1	2	0	0	0	1	1	1	2	0	2	1
合計	1	4	1	2	1	1	1	3	1	0	1	2	1	2	0	0	0	1	1	1	2	3	4	1

月/日	10/23	24	25	26	27	28	29	30	31
有感	0	0	1	0	0	0	1	0	0
無感	2	0	5	1	1	1	5	1	2
合計	2	0	6	1	1	1	6	1	2

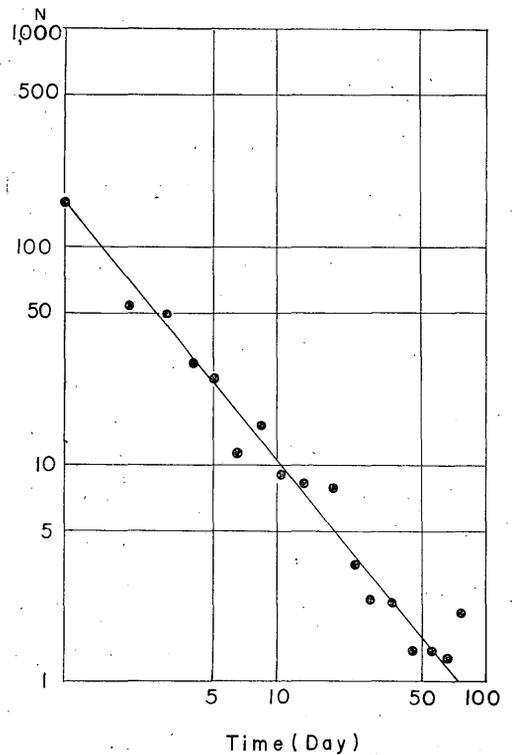


Fig. 4. Decrease in frequency of aftershocks.

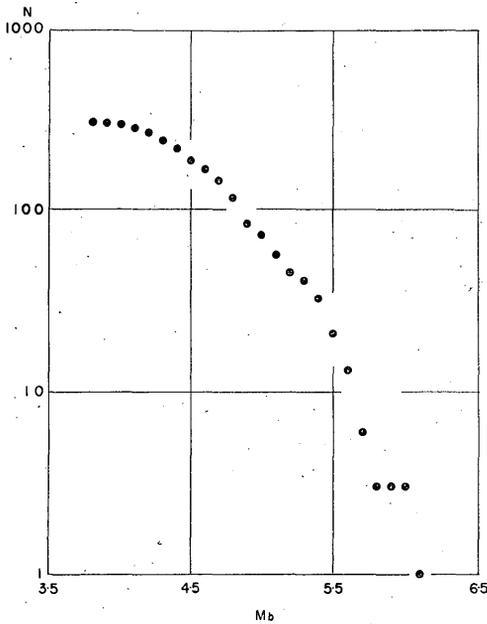


Fig. 5. Frequency distribution of aftershocks against M_b assigned by USCGS.

これによると、 M_b が 4.7~5.5 ではほぼ1つの直線で表わされているとみられるがそれより M_b の大きいところでは傾斜が急になっている。

規模別回数 $N(M)$ は

$$\log N(M) = a - bM$$

で表わされるとして第5図の M_b : 4.7~5.5 について b を求めると $b=0.97$ になる。

このように M_b 別度数分布が、 $M_b=5.5\sim 5.6$ 付近で折れまがる例は 1968 年十勝沖地震の場合にもみられた(札幌管区気象台(1969))。札幌管区気象台(1969)は、このような現象が起こるのはマグニチュードとして M_b を使用するためで、 M_s または一般に使用されている M (例えば JMA によるもの) による度数分布では恐らくあるマグニチュード以上は一本の直線で表わされるであろうと述べている。

1968年十勝沖地震の余震について、気象庁で求めた M によって規模別度数分布を作ってみると、第6図のように M が約 5.0 以上のものは、おおよそ1つの直線で表わされるとみられる。

第5図においても十勝沖地震の場合と同様 M_b 以外のマグニチュードによる度数分布を作れば、 M_b で約 4.7 以上は恐らく1つの直線で表わされるようになるものと思われる。

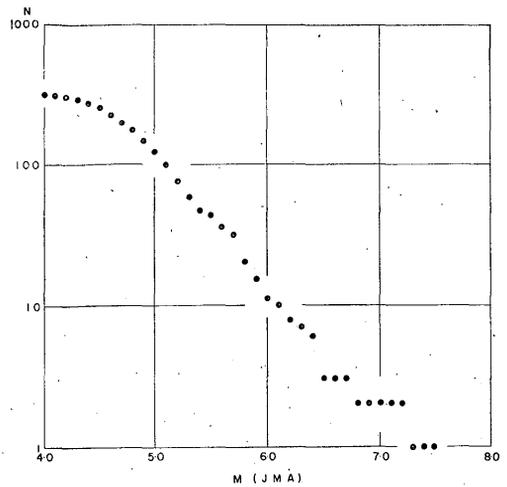


Fig. 6. Frequency distribution of aftershocks against M (JMA) for the Tokachi-Oki earthquake of May 16, 1968.

余震域

千島列島から東日本にかけての島弧の内側で地震活動の活発な地域のマントル上部には地震波の速度が異常に速い部分が存在するといわれている(例えば Utsu (1967))。このため、日本の観測値によって求めたこの方面の地震の震央は、一般に USCGS などの求めたものよりも南になる傾向がある。

ここでは USCGS の報告 (Preliminary Determination of Epicenters による) によって10月末日までの余震の震央を地図上にプロットして第7図に示してある。

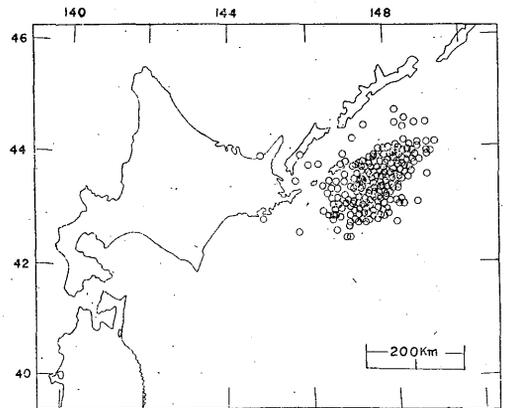


Fig. 7. Distribution of epicenters of aftershocks. The data reported by USCGS are plotted.

余震はかなり広範囲に分布しているが、余震活動の特に活発な地域を余震域と考えれば、余震域は本震を含み東北東—西南西方向に長い長円になる。長軸および短軸の半径はそれぞれ約 150 km および約 75 km でその面積 (A) は約 $3.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ になる。

平均的な余震域の面積 (A) と本震の M との関係を表わす宇津の式 (Utsu, 1969)

$$\log A = M - 3.7$$

で $M=7.8$ とすれば、 $A \approx 1.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ になり、今回の地震の余震域はこれに比べるとやや大きいといえる。

観測点別余震回数

ある地震群をいろいろの地点で観測するとき、各地点において観測される地震の回数は、もし途中の媒質が一樣であれば地震計の特性と地震群からの距離の関数である。しかし、一般には途中の媒質や観測点の地盤により複雑な現象を呈する。

気象庁で実施している験測の基準は、59型直視式地震計 ($V=100$)、ウィーヘルト式地震計、($V \approx 80$) または普通地震計 ($V \approx 50$) の記録上最大全振幅 1 mm 以上の

地震である。

余震の観測された回数が地域によってどのような差があるか調べた結果が第8図である。震央を含む点線で囲まれた部分はさきに述べた余震域である。各観測点の数字は10月末日までの余震回数である。ただし100倍地震計によって観測されたもので、100倍の地震計の設置されていない観測点については、観測される回数は V^{m-1} (ただし、 V は倍率、 m は石本—飯田の係数) に比例するとし、 $m=2.0$ と仮定して100倍に換算してある。

図からわかるように余震回数は釧路でもっとも多く、等回数線は第1図の等震度線とはほぼ同じような傾向を示している。

§5. 地震観測資料

さきにも述べたように今回の地震記録は地震が重複しているため各相の読み取りはむづかしい。ただし §2 の (1) の地震の P は精度よく読み取れる。また「本震」の S の発現時刻は、もし USCGS の報告のように4つの地震があっても本震のマグニチュードは他に比べて1程度大きいので強震計では判別できるはずである。北海道および東北地方の各官署における験測結果を第3表および第4表に示してある。(ただし、北海道については再験測した値である)

第9図は前震の P の走時図であり、第10図は本震の P および S の走時図である。これらの図では USCGS で求めた震源等が使用されており、図中の曲線は和達その他の理論曲線 (深さ 40 km および 30 km) である。

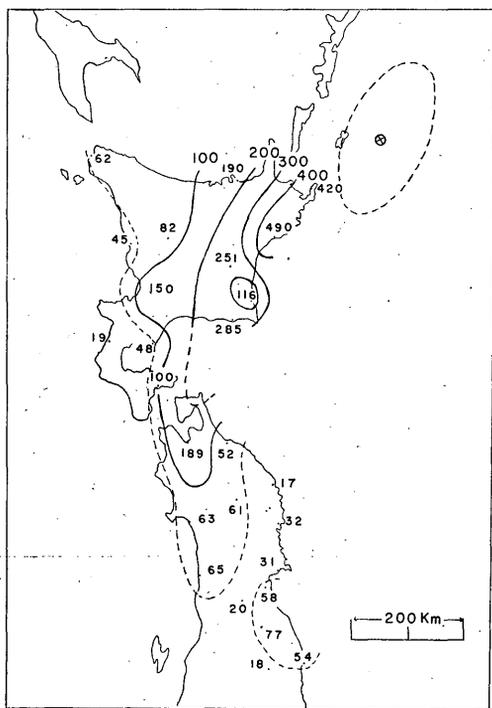


Fig. 8. Frequency of aftershocks observed at respective stations in Hokkaido and Tohoku Districts.

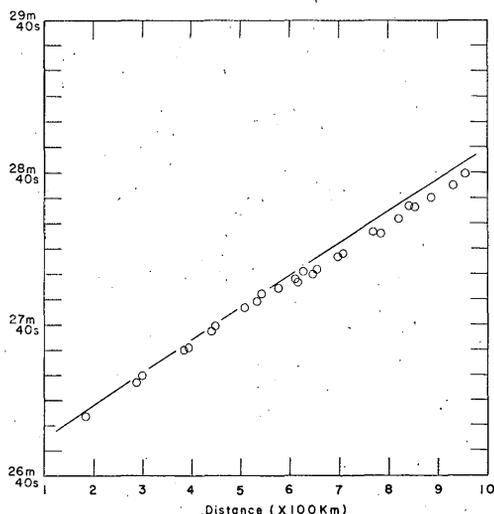


Fig. 9. Travel time curve for the forshock at 06h 26m 32.6s.

第3表 前震の観測表

官署名	震度	相名	発現時			初動			震央距離 km
			h	m	S	N	E	Z	
根室	II	ip	06	27	03.8	- 3 ^μ	- 14 ^μ	+ 17 ^μ	187.7
釧路	0	ip		27	17.1			+ 8	288.8
網走	0	ip		27	20.0		- 21	+ 16	299.4
帯広	0	ep		27	30.				384.2
広尾	0	ip		27	31.0			+ 4	394.7
浦河	II	p		27	37.4		(-)	(+)	441.1
旭川	0	ip		27	39.4		- 4	+ 9	448.3
留萌	0	p		27	46.9				509.1
札幌	0	ip		27	49.2			+ 8	535.0
稚内	0	ip		27	52.2			+ 9	544.1
室蘭	0	p		27	54.2				578.0
八戸	0	ep		27	56.7				617.4
函館	0	ip		27	58.0	- 2	- 5	+ 6	612.0
宮古	0	p		28	00.				647.4
寿都	0	ep		28	01.				627.3
青森	0	ip		28	01.9				654.9
盛岡	0	ip		28	06.8				696.3
大船渡	0	p		28	08.0				707.6
石巻	0	ep		28	16.0				783.7
秋田	0	p		28	16.8				768.4
仙台	0	eX		28	21.8				821.3
山形	0	p		28	26.4				855.7
酒田	0	ep		28	27.0				841.1
福島	0	p		28	30.4				887.7
小名浜	0	p		28	35.1				932.0
白河	0	p		28	39.6				955.4

第4表 本震の観測表

官署名	震度	相名	発現時			相名	発現時			最大振幅						震央距離 km
			h	m	S		h	m	S	N		E		Z		
										A	T	A	T	A	T	
根室	IV	ep	06	28	04	eS	06	28	23	36000 ^μ	6.0 ^S	29900 ^μ	6.0 ^S	29600 ^μ	6.0 ^S	148.1
釧路	IV	ep		28	18	eS		28	44	14800	5.4	10400	5.1	8300	5.8	250.9
網走	II	ep		28	18	eS		28	48	8600	5.9	14700	11.7	6100	5.9	257.5
帯広	III	ep		28	29	eS		29	08	26600	5.2	18000	4.6	9800	5.0	345.6
広尾	IV	ep		28	31	eS		29	15	8100	6.0	11600	4.0	5600	9.0	359.9
浦河	III	ep		28	36	eS		29	22	13500	6.8	15300	5.5	10000	5.1	406.1
旭川	0	ep		28	37	eS		29	19	11600	6.5	5100	6.5	5000	7.6	407.1
留萌	0	ep		28	46	eS		29	40	5200	7.0	7200	6.4	3300	5.7	467.4
苫小牧	II					eS		29	44	20200	5.1	20500	6.2	8500	10.7	483.7
札幌	I	ep		28	48	eS		29	42	8500	14.0	9300	7.0	2600	5.0	495.0
稚内	0	ep		28	51	eS		29	47	6200	12.2	8400	17.0	3100	11.1	503.0
室蘭	II	ep		28	56	eS		29	53	3700	10.0	3200	4.0	4400	4.6	540.3
函館	II	ep		28	56	eS		30	00	3100	13.7	5000	16.9	3500	19.0	575.9
森	I					eS ₁		29	55	19900	4.4	9600	4.6	13200	4.6	579.8
						eS ₂		30	03							
八戸	III	ep		28	55.4	eS		29	58.4	490	15.4	510	18.6	320	18.0	588.1
寿都	0	ep		29	02					2400	7.0	2000	9.9	1300	6.0	587.8
宮古	II	ep		29	01.6	iS		30	02.6	2750	14.8	2600	22.3	2000	18.0	623.3
青森	III	p		29	03	S		30	10	13000	18.4	9000	21.1	3800	17.4	622.8
盛岡	III	ep		29	04.4	eS		30	10.4	3300	21.0	3200	20.8	2500	15.7	669.7
大船渡	II	ep		29	06.8	eS		30	22.4	3700	17.9	2950	20.9	1250	22.4	685.2
石巻	II	p		29	09.4	eS		30	31.0	4400	20.1	3800	19.2	1400	18.6	762.3
秋田	I	ep		29	15.6	eX		30	30.8	5600	21.4	7300	16.1	3650	22.1	739.3
仙台	I	ep		29	21	eS		30	39	4500	19	3500	20	1500	16	799.3
酒田	0	ep		29	25.2	eS		30	51	14000	12.0	7200	5.6	3000	5.4	814.3
山形	I	eX		29	32	eS		30	48.9			1850	14.0	1000	20.0	832.3
福島	II	ep		29	32.4	eS		31	02	1200	20.4	1700	25.8	3200	20.4	866.1
小名浜	I	ep		29	37.2	eS		31	10.4	3850		2600		850		913.9
白河	I	ep		29	46.9	eS		31	17.7	3300	17.9	1800	22.6	800	22.6	935.0

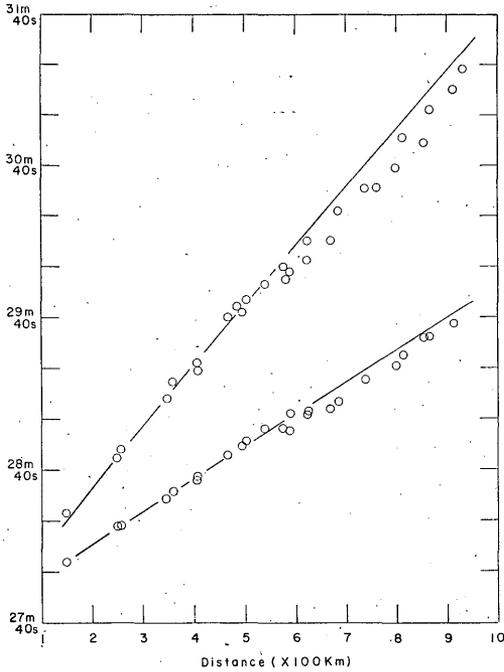


Fig. 10. Travel time curves for the main shock.

§5. 津波

この地震に伴って発生した津波は、地震後約 30分 で花咲港に到着し、北海道、本州の太平洋岸各地で弱い津波が観測された。また北海道のオホーツク海沿岸でも極めて弱い津波があったほか、Midway (約 25 cm), Kahuluo, Hawaii (約 22 cm), Wake 島 (12 cm) 等においても弱い津波が観測された。(外国の観測資料は USCGS-Preliminary Determination of Epicenters による。かっこ内の値は津波の高さの最大値を示す。)

ただし、津波の高さの最大は花咲港における 129 cm で、たまたま津波の来襲した時刻が干潮時であったため北海道東部の太平洋岸で極く軽微な被害があったほか津波の影響はなかった。

津波の観測値

北海道のオホーツク海沿岸および北海道・東北地方の太平洋沿岸各地の検潮記録から津波の初まり、津波の高さの最大およびその時刻等を読み取って第5表に示してある。

また第11図は各地の津波の高さの最大値の分布図である：なお図には比較のため1963年のエトロフ島沖の地震による津波の高さの最大値を点線で示してある。

第5表 津波観測表

検潮所名 または 観測点	第1波			津波の高さの最大			記 事
	到着時刻 時 分	押/引 (+)(-)	走時 分	発現時分 時 分	高さ cm	周期 分	
花 咲	06 58	-13	30	09 02	129	15	フース (気象庁)
釧 路	07 14	+32	46	11 17	72	36	" (")
十 勝 港	07 18	+16	50	第1波のあと浮標ワイヤー 切れのため欠測			" (開発局)
庶 野	07 16	+53	48	07 33	65	10	" (")
様 似	07 27	+24	59	08 13	67	25	" (")
浦 河	07 26	+14	58	10 46	66	17	" (海上保安庁)
苫 小 牧	07 56	(+)	88	18 36	8	19	" (開発局)
室 蘭	08 01	(+)	93	13 47	17	46	" (")
森	(08 00)	+5	(92)	16 38	7	24	リジャーナル (")
函 館	08 14	+7	106	11 28	24	25	フース (気象庁)
網 走	07 55	-7	87	11 10	19	17	" (")
稚 内	—	—	—	11 28	11	36	" (")
青 森	10 30	+5	242	12 22	11	30	" (")

検潮所名 または 観測点	第1波			津波の高さの最大			記 事
	到着時 時 分	押/引 (+)(-)	走時 分	発現時 時 分	高さ cm	周期 分	
八戸(湊)	07 44	(+10)	76	10 29	55	32	フース(導水管不良)
八戸(鮫)	07 40	+20	72	10 26	30	38	“(工事々務所)
宮古	07 34	+28	66	10 42	32	26	“(気象庁)
大船渡(湾奥)	07 40	+36	72	07 52	34	36	“(気象庁)(湾口に防潮堤あり)
赤崎 (大船渡湾口外)	07 36	+19	68	10 26	16	18	遠隔自記検潮器
鮎川	07 52	+10	84	18 15	36	8	フース(気象庁)
小名浜	08 05	+12	97	11 52	20	24	“(”)

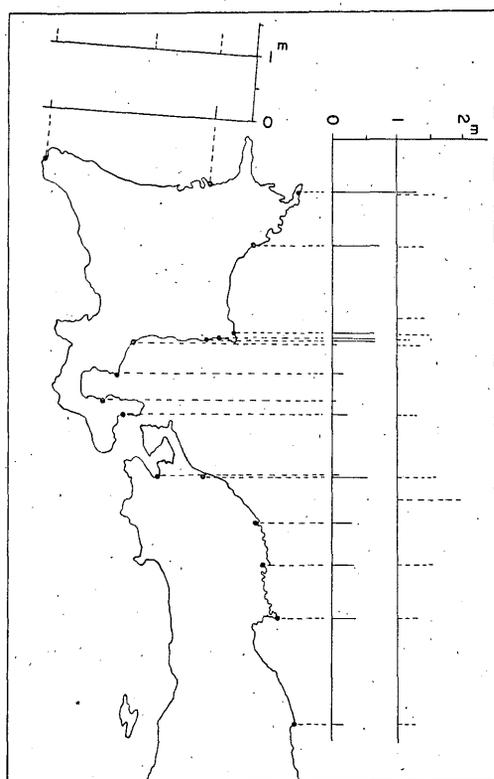


Fig. 11. Highest sea level due to tsunami, measured from projected smoothing sea level.

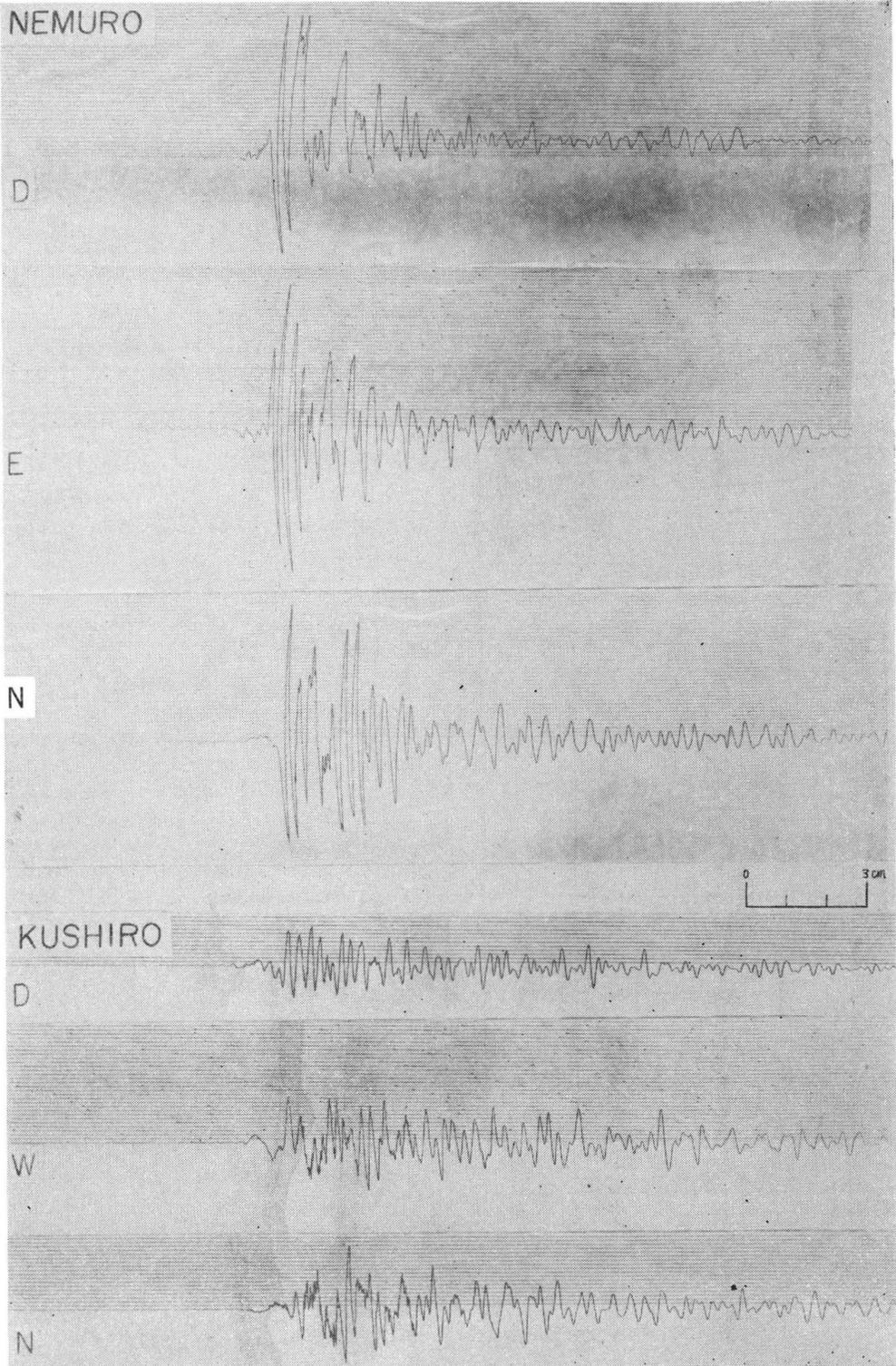
津波の初動は太平洋岸では花咲港が「引き」のほかすべて「押し」である。オホーツク海沿岸ではあまり明りょうではないが網走では「引き」で始まっていると考えられる。

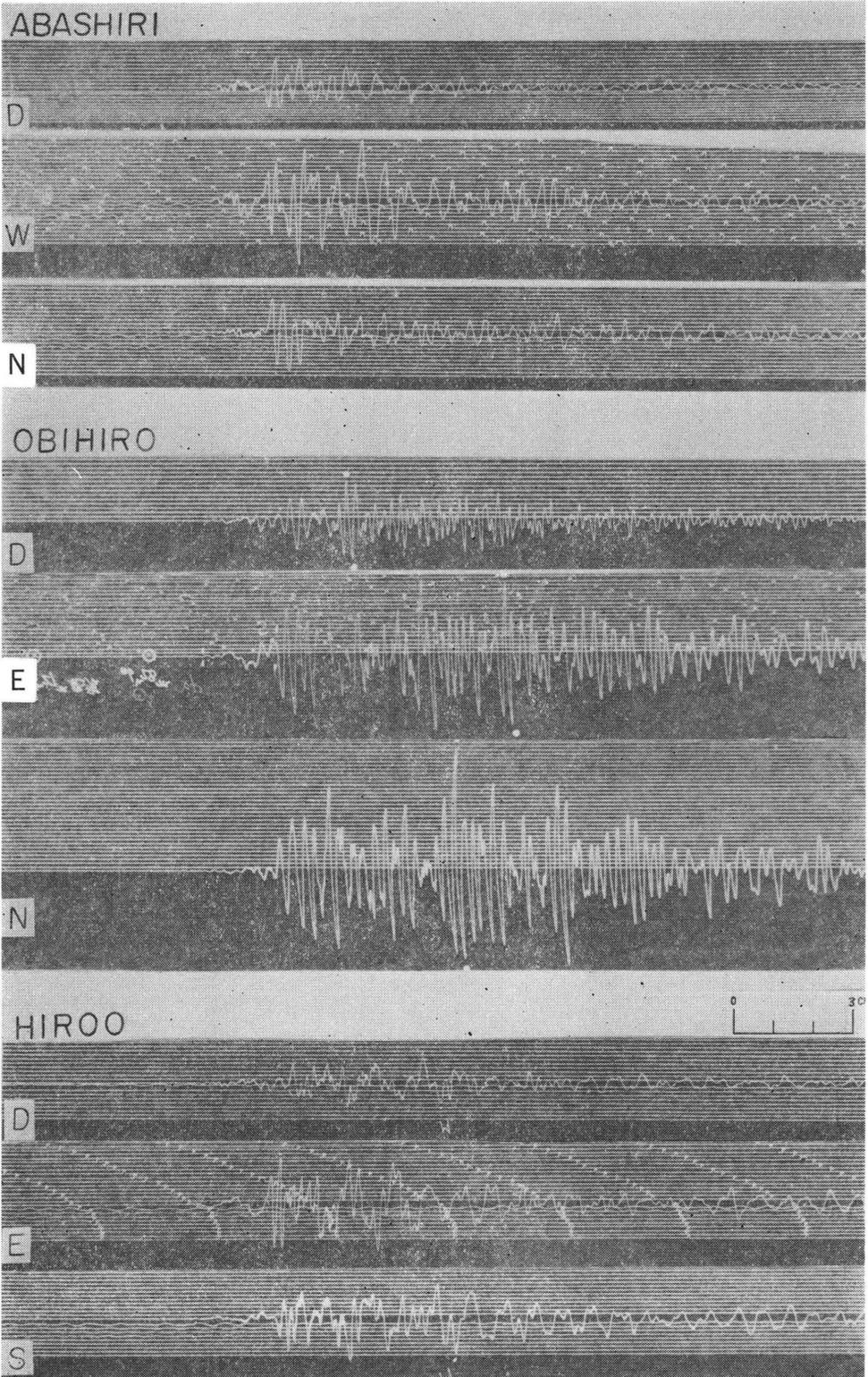
§6. 地震計および検潮器記録

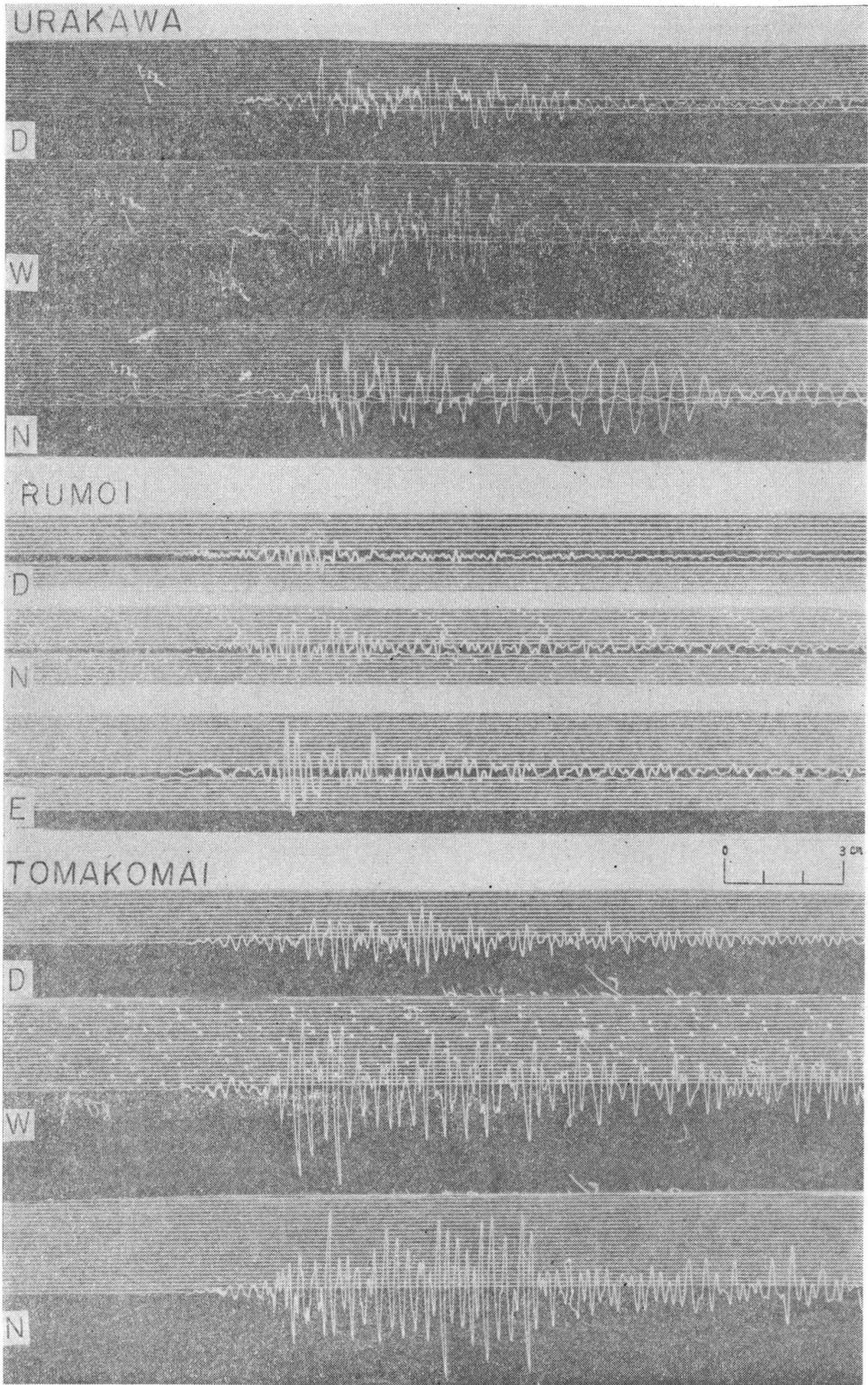
北海道および東北地方の各官署の強震計記録および検潮所における記録を示す。

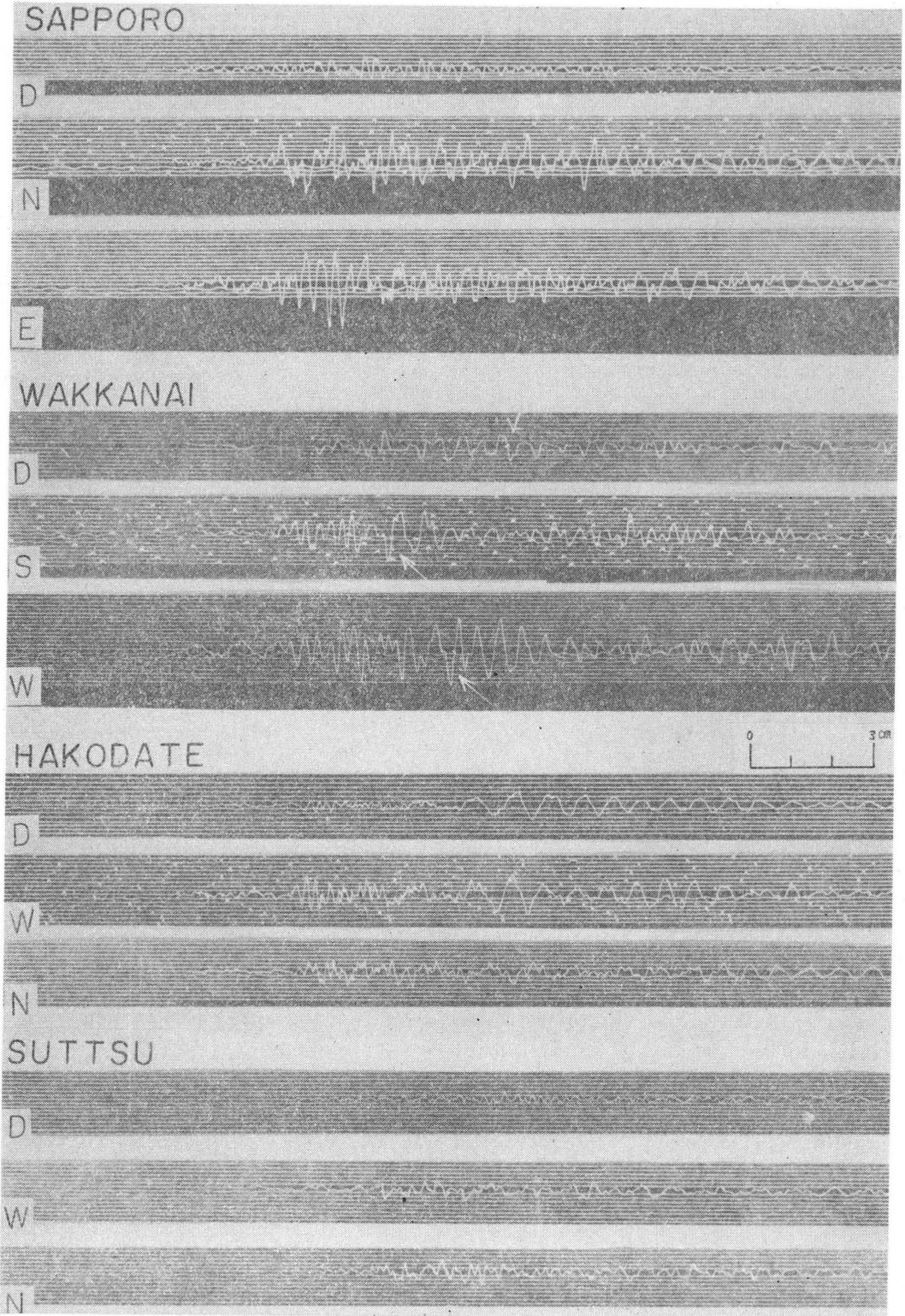
参 考 文 献

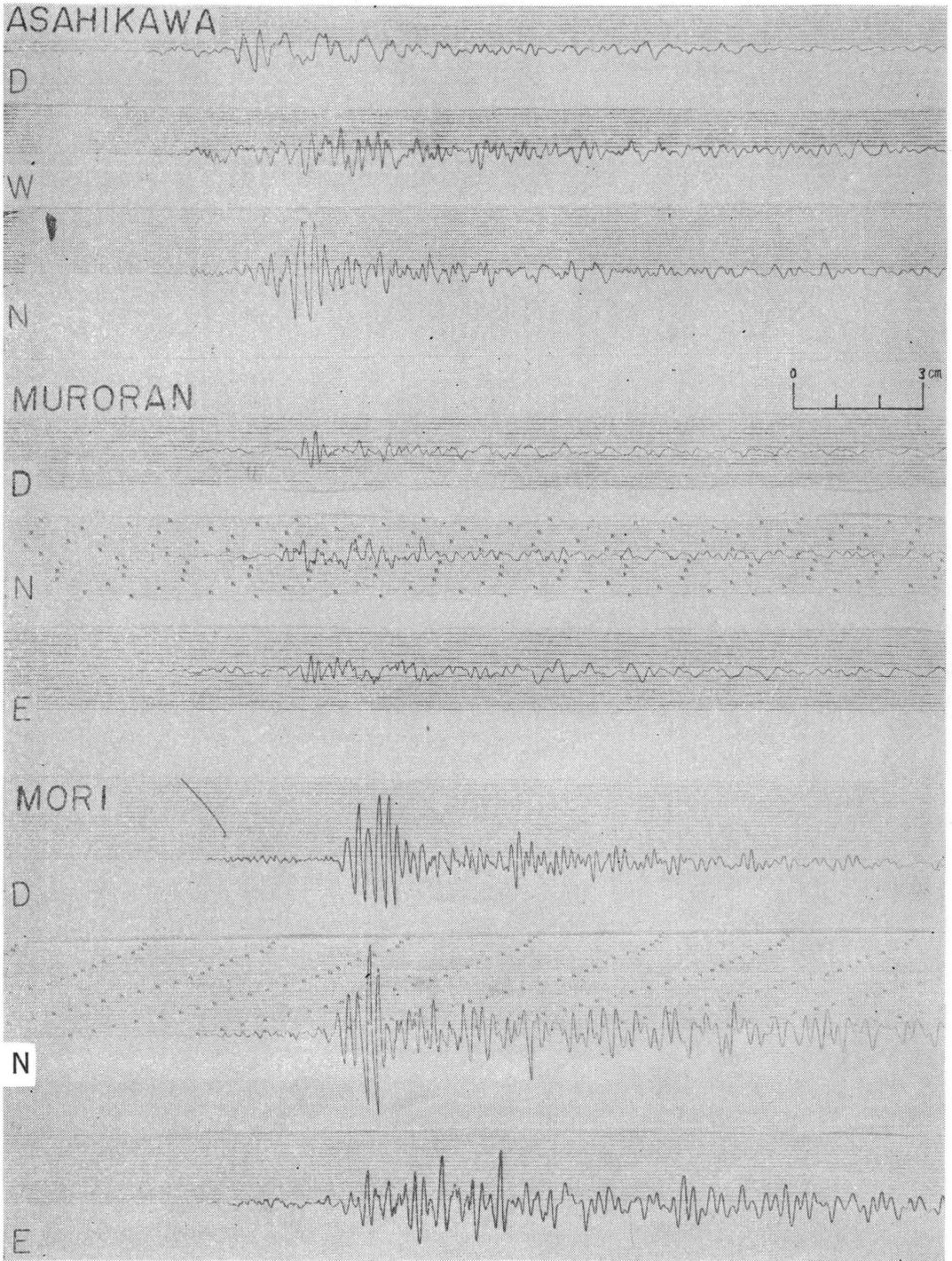
札幌管区気象台：札幌管区気象台報告，1968年十勝沖地震調査報告（1468年十勝沖地震調査委員会刊），1969，3-76。
 Utsu, T.: Anomalies in Seismic Wave Velocity and Attenuation Associated with a Deep Earthquake Zone (1), J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VII 3 (1967), 1~24.
 Utsu, T.: Aftershocks and Earthquake Statistics (1), J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Series VII, 3 (1969), 129-195.

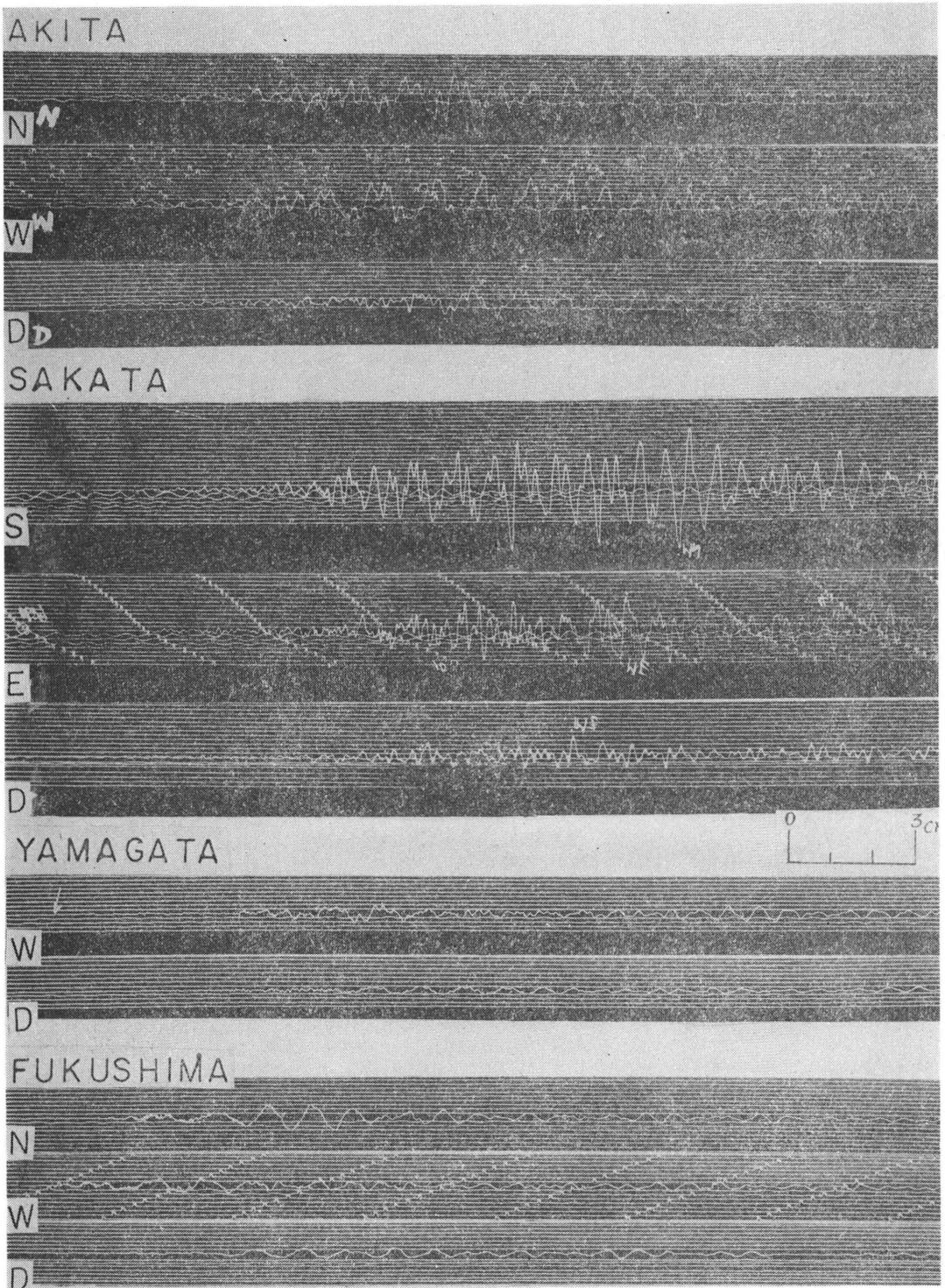












HACHINOHE

N

W

D

AOMORI

S

E_h
D

D

MIYAKO

W

S

D

ONAHAMA

W

S

D



