

34. 1959年1月31日北海道弟子屈^{てしかぶ}地震 の余震観測報告

地震研究所 松本利松

(昭和34年4月28日発表——昭和34年6月30日受理)

§ 1. はしがき

1959年1月31日5時39分、北海道川上郡弟子屈町附近に、最大震度5ないし6におよぶ地震が発生し、附近一帯に若干の被害を与えた。

弟子屈は阿寒・屈斜路から知床半島にかけて分布する一連の第4紀の火山列の外縁に近く位置し、雄大な屈斜路カルデラを間近に仰ぎ見る火山碎屑岩台地上の町である。

5時39分の地震に引続き、同日7時17分にも、ほとんど同じ規模の地震が発生した。これらのマグニチュードはともに約6.2と推定される。

これらの地震に引続いて多数の余震が発生した。我々はこの余震群を観測するために、弟子屈町郊外の弟子屈高等学校に臨時の観測点を設け、2月14日より3月1日迄の期間観測を行つた。更に、北大観測班の協力を受け、2月24日より20日の期間には、震央により近いと考えられた奥春別小学校にも観測点を設けた。

余震観測開始の時期が遅れたのは、最初地震の規模が余震観測を実施するには小さすぎると考えられたのであるが、余震群が中々減少せず、住民の不安が容易に解消しないと伝えられたのが、我々出動の動機となつたためである。この地方は活潑な活動を続ける火山列に接近しているため、あるいはこの地震群は、火山活動と直接の関連を持つような原因に基づくものではないかという疑いも最初には持たれた。

この地方には、1938年5月29日に今回の弟子屈地震の発生したよりも約20 km 北寄りの地域で屈斜路湖地震が発生している。この地震についてはくわしい踏査報告¹⁾⁻⁴⁾がある。

§ 2. 弟子屈地震の概況

今回の弟子屈地方に発生した地震群の内の主な地震を Table 1 に示した。

1月31日5時39分と7時17分の二つの地震のマグニチュードは特に大きく、後者

- 1) 津屋弘達 地震 [i] 10 (1938), 283-313.
- 2) 加藤愛雄 地震 [i] 10 (1938), 321-333.
- 3) 田中館秀三 地震 [i] 11 (1939), 16-26.
- 4) 田中館秀三 地震 [i] 11 (1939), 16-26.

Table 1. 弟子屈地震と主な前震および余震の表 (釧路気象台の観測による)
Fore- and after-shocks accompanied by the Tesikaga Earthquake.

Date		h	m	s	$P\sim S$	Maximum motion		Remarks
						NS	EW	
1959					sec.			
Jan.	22	16	33	27.5	7.8	1150	1600	{43.45°N, 144.2°E, $d=0-10$ km, { $M=5.7$
	22	17	57	09.6	8.4	—	—	
	31	05	39	08.6	8.0	3600	5600	{Tesikaga Earthquake, 43.35°N, {144.4°E, $d=20$ km, $M=6.2$.
		05	51	32.1	7.0	125	138	
		06	04	12.3	7.5	74	54	
		07	01	24.7	7.6	184	245	
		07	17	00.0	8.7	3500	7300	{43.45°N, 144.4°E, $d=0$ km, { $M=6.2$.
		07	25	20.4	8.1	—	—	
		07	26	05.2	8.0	—	—	
		07	31	53.9	7.2	100	83	
		07	35	45.4	7.6	—	—	
		07	40	47.9	7.4	249	545	
		08	03	47.0	7.6	65	85	
		08	15	08.6	7.5	—	—	
		20	55	59.4	7.7	63	30	
Feb.	01	00	56	32.2	7.3	75	75	
		01	48	35.9	7.1	—	—	
		02	08	28.5	7.8	46	35	
		02	26	48.0	7.9	—	—	
		02	32	47.3	7.5	—	—	
		06	52	46.6	7.8	—	—	
		08	59	27.1	7.7	—	—	
		10	54	54.5	7.7	—	—	
		13	47	08.7	7.8	—	—	
		14	09	49.3	8.3	—	—	
	02	03	35	49.7	11.1	—	—	
		11	30	20.5	—	—	—	
		12	59	57.9	8.0	—	—	
	03	00	16	05.8	7.6	136	17	
		05	51	27.6	7.8	—	—	
		16	47	23.6	7.4	—	—	
	04	01	01	33.9	9.1	—	—	
	05	03	07	22.9	7.6	—	—	
		09	23	23.0	7.8	160	179	
	06	16	14	40.4	7.7	404	382	
		21	44	56.1	7.6	—	—	
	07	10	59	23.0	8.2	—	—	
		21	13	49.3	7.3	—	—	
		00	29	14.9	8.4	—	—	
		04	37	23.5	8.8	—	—	
	10	09	56	15.4	7.6	—	—	
	12	03	06	30.8	7.7	89	83	
	15	06	27	40.2	8.4	—	—	
		17	53	30.5	8.2	—	—	
	18	01	43	00.1	8.1	—	—	
	19	20	29	22.9	8.0	—	—	
	23	12	30	07.3	7.6	—	—	
	24	01	57	59.9	7.5	—	—	
	28	05	45	45.1	7.9	—	—	
		06	17	41.9	14.0	—	—	

(つづく)

(Table 1 つづき)

Date	h m s	$P\sim S$	Maximum motion		Remarks
			NS	EW	
Mar.	01 04 49 33.9	sec.	μ	μ	
	02 13 47 22.2	7.2			
	18 06 26.9	10.7			
	20 14 52 31.2	7.8			
	20 48 21.4	8.5			
Apr.	25 14 50 10.6	9.2			
	01 17 47 33.0	8.8			
	11 23 05 01.4	7.7			
	12 09 25 13.9	8.5	81	89	
	08 42 04.5	8.1			
		7.8			

を前者の余震と考えるならば、ほとんど本震と同じ規模を持つ余震の起つた例として注目される。気象庁に依つて求められたこれらの地震のマグニチュードはそれぞれ 6.2 および 6.1 であるが、震度分布から M_K を求め、 M_K と M との関係を示す河角の公式⁵⁾

$$M = 0.5 M_K + 4.85 \quad (1)$$

に依つて定められた M は 6.1 および 6.2 であり、むしろ 7 時 17 分の地震の方が大きい。この傾向は筑波山で観測を行つている、アンダーソン・ウッド振れ地震計の振幅により求められた M がそれぞれ 6.2 および 6.3 であることとも一致している。Table 1 に

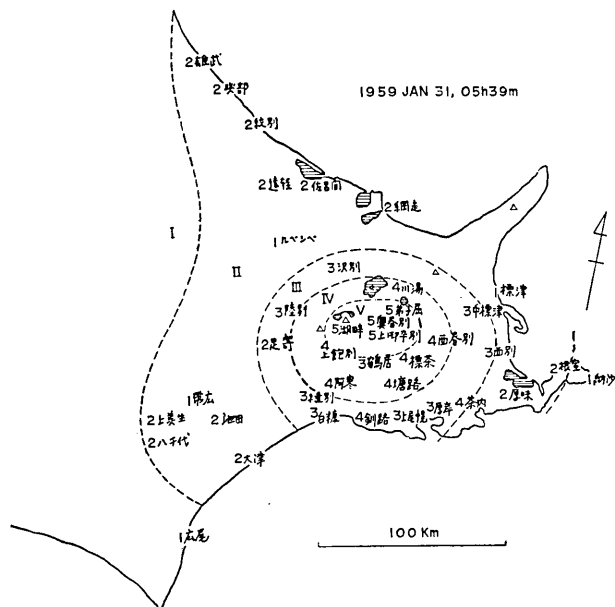


Fig. 1. 1959 Jan. 31, 05h39m 震度分布図
Isoseismal map.

5) H. KAWASUMI, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 30 (1952), 319-323.

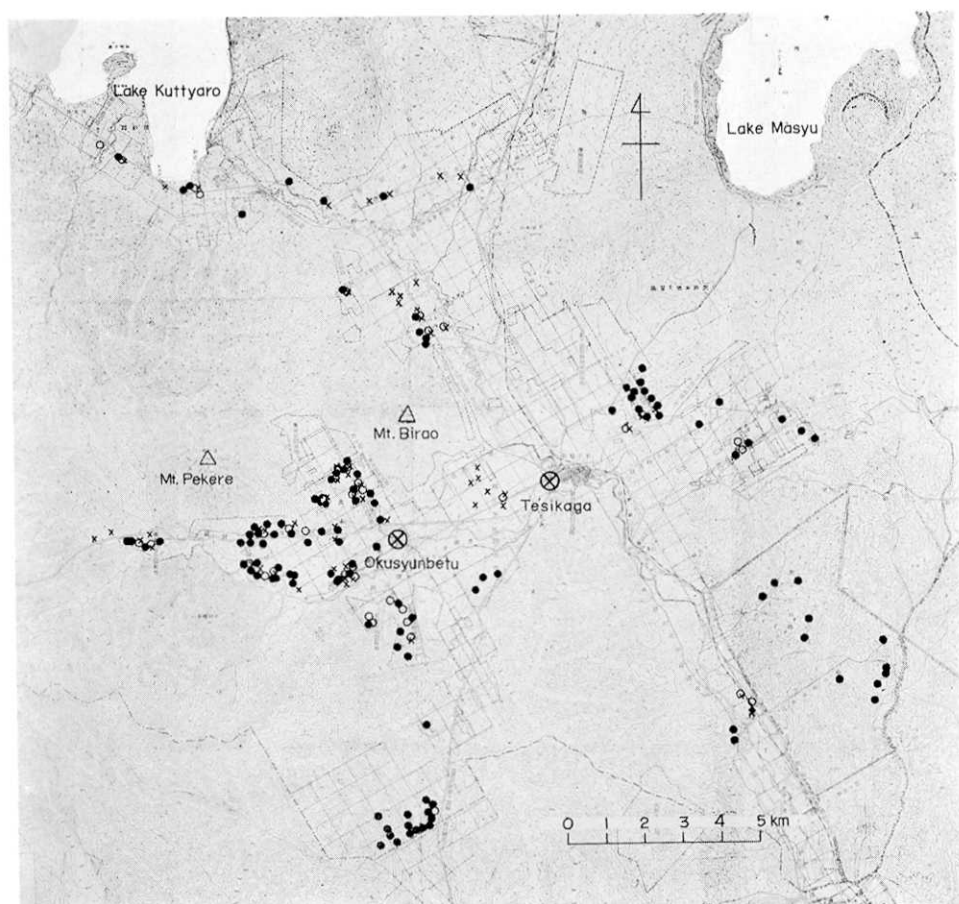


Fig. 4. 被害分布図 (● 炭ガマ, ○ 畜舎, × サイロ)
The distribution of damages.

布から見て、1月31日早朝の二つの地震とはなはだ近接している事はほとんど疑いのない事実である。この前震の余震と思われる地震は釧路気象台の観測では2回だけ観測されている。

§ 3. 余震観測の情况

諸般の情勢から多数の班の出動は困難であつたので、今回の余震観測は2名の人員で、2点の観測を行う程度に限られた。

従つて観測の目標を次のように定め、その目的に沿つてなるべく有効な情報を求めるめように努めた。

1) 高感度の地震計による連続観測

本震の規模が小さく、また観測開始の時期が遅れたので、なるべくマグニチュードの

小さい地震までを連続記録して、統計的処理に充分な数の地震を得ること。

2) 広い振幅帯域にわたつての観測

振幅の広い範囲での石本・飯田の統計式における係数 m の変化を調べること、並びに特性が同じで倍率のみ異なるような地震計で記録された地震の記録でマグニチュードによるスペクトル構造の変化を調べること。

3) Tripartite Method による観測

波面の入射方向ならびに見掛けの速度を求め、余震群の震源の位置並びに地殻構造を推定すること。

4) 周波数特性の異つた地震計による観測

これらの地震計によつて記録された地震群の波形の比較。

これらの目的に応じて、我々の準備した地震計は Table 2 の通りである。

Table 2. 余震観測に用いた地震計 (Instrument used for our observation.)

Name		Remarks
Hagiwara Electromagnetic Seismograph (HES)		
HES film recorder (4 channels)	2	running speed: 2.7 mm/sec. (on the film reader)
with 1 c/s and 4 c/s galvanometers		
Horizontal transducer (1 c/s)	2	
Vertical transducer (1 c/s)	1	
RGES-type Electromagnetic Seismometer		
MG-IV amplifier	5	running speed: 10 and 30 mm/sec
ND 3 c/s pick up	2	
ERI 3 c/s pick up	3	
Oscillograph	1	
Chronometer and other accessories		

連続観測に用いた地震計は、直結型フィルムレコーディング方式の萩原式電磁地震計 (HES) で送りの速さはフィルムリーダー上で 2.7 mm/sec にとつた。この送り速度では

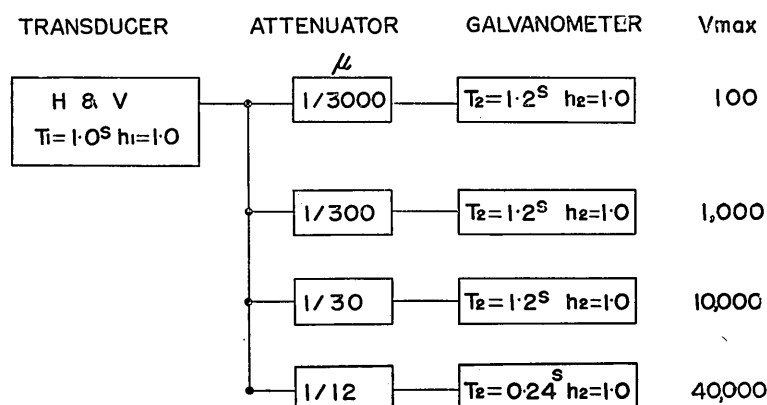


Fig. 5. HES 観測系統図
Block diagram of HES observation system.

1 日 2 回のフィルム交換を必要とする。常時微動のために換振器 1.0 秒、検流計 1.2 秒の系（以下これを HES 1—1 と書く）で、最高倍率は 10,000 倍、HES 1—0.2 で 40,000 倍にとつた。弟子屈観測点においては（2）の目的のために、Fig. 5 に示すように 1 個の換振器に 4 個の検流計を並列につなぎ、それぞれのアテニュエーション μ を変えて観測を行つた。普通の地震計においては記録し得る最大—最小の振幅比は 50 ないし 100 程度であるがこのような方式を用いることによつて、HES 1—1 では相対的な特性を変更することなく最大—最小振幅比が 5000 に達することができた。勿論この地動振幅の範囲に関しては換振器の出力は直線性を保っている。

当時は戸外の積雪量は 1—2 米に達していたので、積雪を除き、露出した氷結層の上に底板を敷き、換振器をその上に設置した。この換振器を上から木箱で覆い、雪で埋没した状態で使用したが、日中の融氷や低温（最低 -27°C に達した）による障害は殆んど見られなかった。

3 点観測は 2 月 24 日から 27 日迄の夜間に 弟子屈観測点において実施された。3 c/s 換

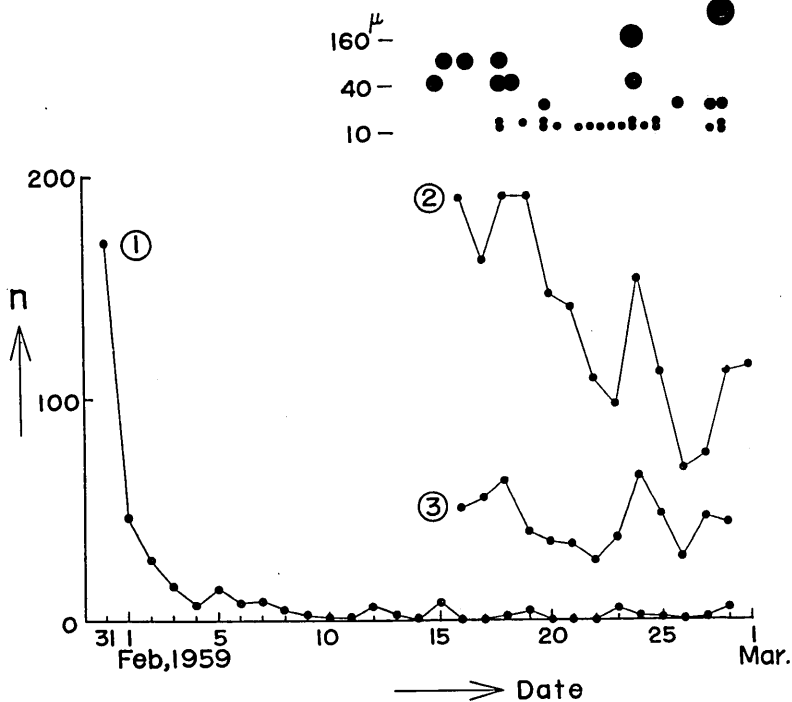


Fig. 6. 日別余震回数
Daily frequency of aftershocks.

- ① 釧路における観測（釧路気象台による）
- ② HES 1—0.2 による観測 ($V_{\max} = 40,000$)
- ③ HES 1—1 による観測 ($V_{\max} = 10,000$)

図の上部の黒丸は主な余震と弟子屈におけるその振巾とを示す

振器を増幅器につなぎ、電磁オシロに依る記録方式を用いた。基線長をなるべく大きくとりブロマイド送りの速さは 10 mm/sec または 30 mm/sec とした。総観測時間 10 時間に対して 99 個の地震が記録されたが、その内 28 個の地震について入射方向ならびに初動の見かけの速度 V_p とがかなり明瞭に求められた。

§ 4. 日別地震回数と PS 頻度分布

Fig. 6 には日別地震回数を示した。図中①の曲線で示してあるのは釧路気象台で観測された地震回数⁶⁾である。②及び③で示されているのは HES 1—0.2 および HES 1—1 による回数である。振幅はリーダー上でおおよそ 0.5 ミリまでの地震をとつてある。

余震の減少の傾向は次式で示される。

①及び②の曲線から (2) の式における k および p を求めれば

$$n(t) = k/(t + C)^p \dots\dots\dots (2)$$

①に対して $p = 1.49$, $k = 1.31 \times 10^2$

②に対して $p = 1.40$, $k = 1.03 \times 10^4$

の値が得られる。

なお Fig. 6 で右上に黒丸で示してあるのは弟子屈において観測された地動振幅 10 ミクロン以上の地震である。大きな地震の発生したときには日別地震回数がかなり明瞭に増加しているのが判る。

Fig. 7 に弟子屈における $P \sim S$ 頻度分布を示した。最大頻度を与える $P \sim S$ 時間は

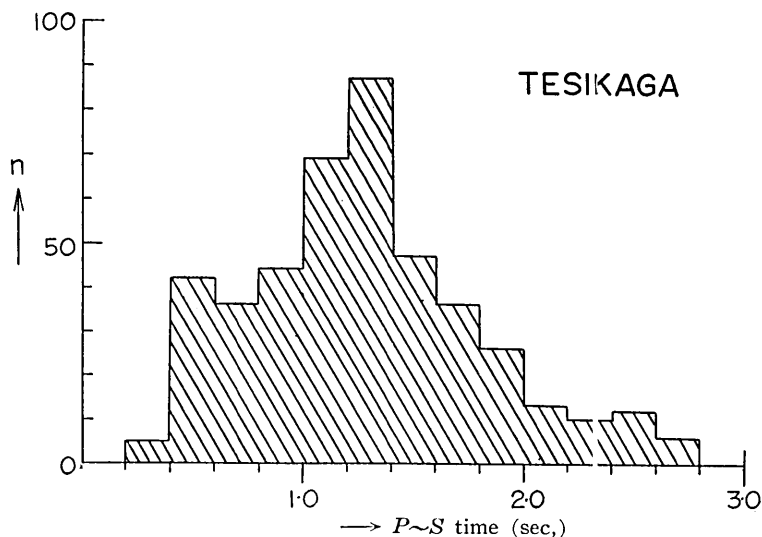


Fig. 7. PS 頻度分布
Frequency distribution of $P \sim S$ duration time.

6) 简单微動計 (40 倍) による。

1.3 秒附近であり、下限および上限はそれぞれ 0.2 秒, 2.8 秒となっている。

PS 時間の上限と下限の差に大森常数 k (ここでは 8 km/sec とする) をかけてこれを余震域の直径 (D) と考えれば, Fig. 8 に示すように本震のマグニチュード M と $\log D$ の関係は宇津⁷⁾の求めた直線に良く一致する,

§ 5. 石本・飯田の関係について

前に求めたように今回の余震観測においては, 振幅の広い帯域にわたつての観測を実施するのが目的の一つであつた. Table 3 及び Fig. 9 には地動振幅に対する累積頻度 (N) を示す. 但し便宜上記録振幅を最大倍率で除したものを地動振幅とし, また累積頻度はその級代表値より大きな振幅を持つ地震の総数をとるものとする.

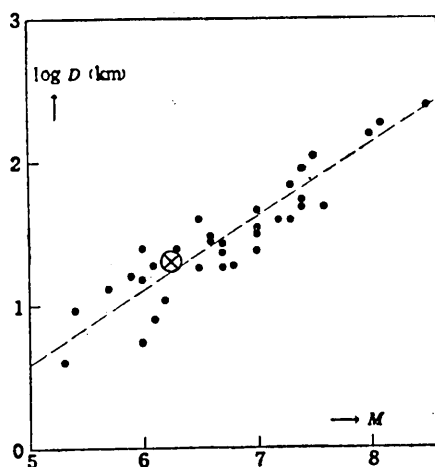


Fig. 8. 本震のマグニチュードを余震域の大きさ
⊗ は弟子屈地震 (原図は宇津による)
Magnitude of earthquake and the linear dimension of the area of aftershock occurrence.

Table 3. 余震群についての振幅累積頻度
Cumulative frequency of the amplitude of the aftershocks.

地動振幅	HES 1-0.2 による 累積頻度	HES 1-1 による 累積頻度	地動振幅	HES 1-0.2 による 累積頻度	HES 1-1 による 累積頻度	地動振幅	HES 1-0.2 による 累積頻度	HES 1-1 による 累積頻度
μ			μ			μ		
0.05	2072		1.05	242		5.20		53
0.10	1662		1.10	226		5.60		50
0.15	1300		1.15	206		6.00		44
0.20	1041	470	1.20	190	215	7.00		40
0.25	906		1.25	186		8.00		35
0.30	786		1.30	178		9.00		33
0.35	684		1.35	172		10.0		30
0.40	612	410	1.40	166	184	11.0		27
0.45	550		1.45	163		12.0		23
0.50	498		1.50	168		13.0		20
0.55	452		1.60		156	14.0		18
0.60	416	353	1.80		136	16.0		18
0.65	392		2.00		127	18.0		16
0.70	372		2.40		95	20.0		14
0.75	348		2.80		80	30.0		13
0.80	332	289	3.20		71	40.0		11
0.85	308		3.60		68	50.0		8
0.90	292		4.00		64	60.0		5
0.95	274		4.40		58	80.0		4
1.00	262	247	4.80		55	100.0		3
						200.0		2
						340.0		1

7) 宇津徳治 地震 [ii] 10 (1957), 35-45.

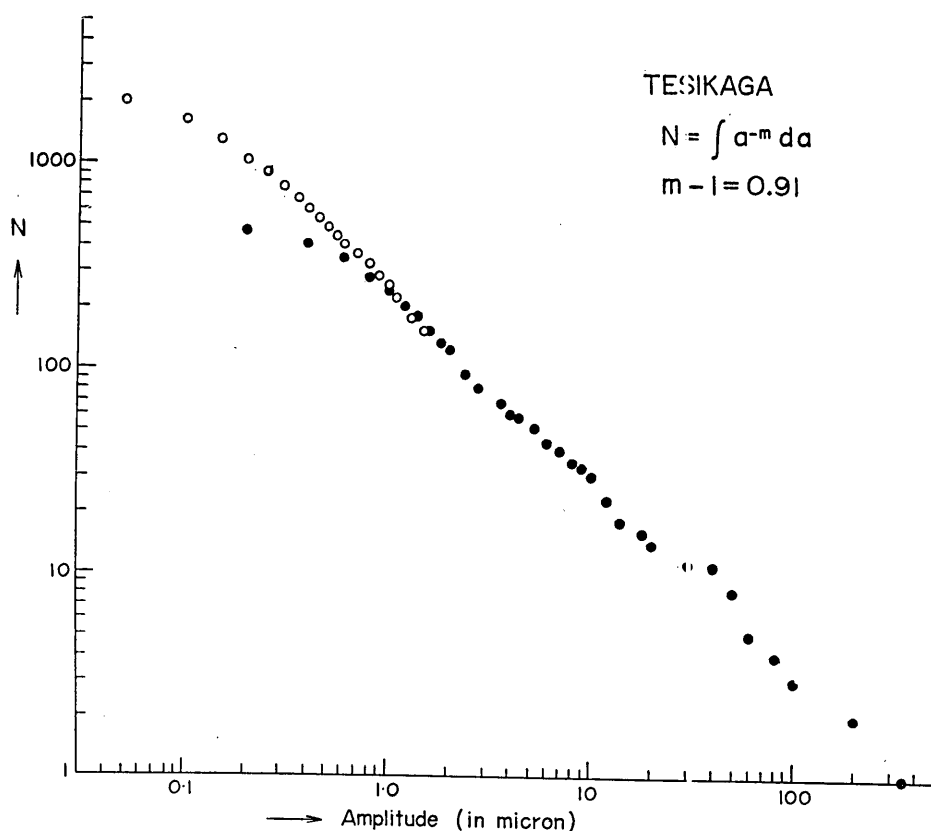


Fig. 9. 振 幅 - 頻 度 曲 線
Amplitude-Cumulative frequency relation of the aftershocks.

Fig. 9 に示すように地動振幅 300 ミクロンから 0.1 ミクロンの帯域に対してかなり直線的な関係が見られる.

微分形式の石本・飯田の関係

$$n(A)dA = kA^{-m}dA$$

を積分して求められる式

$$N(A) = \int_A^{\infty} n(A')dA' = \frac{-k}{m-1} A^{-(m-1)}$$

から判るように $\log N - \log A$ 図表の傾斜は $-(m-1)$ に相当する. 弟子屈の観測から m を求めて次のような値を得た.

$$m = 1.909 \pm 0.013$$

今回の余震群のように、同一の母集団から抽出されたと考えられる標本では m の値が一定であることはむしろ当然の事であるが、振幅帯域のかなり広い範囲についてもこの事が実証された訳である。

なお観測期間をいくつかに分けてそれぞれの期間について m の値を求めたが、有意な差は認められなかった。

§ 6. 3点観測の結果

Fig. 10 に3点観測の基線ならびに波面の入射方向を示した。殆んど地震は北西の象限に集中している。同時に初動の見かけの速度 V_p が求められるが、Fig. 11 には $P \sim S$ 時間を横軸に、 V_p を縦軸にとつて示した、 V_p の下限は略々 4.5 km/sec であり、 $P \sim S$ 時間が 1.5

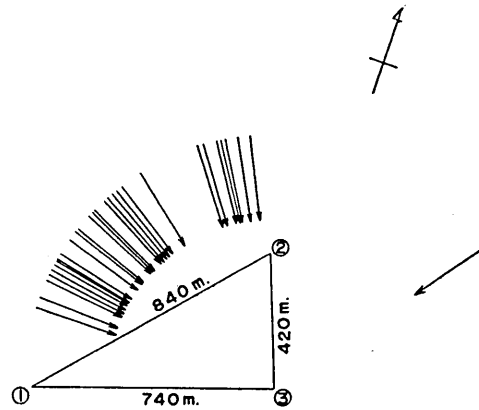


Fig. 10. 3点観測の基線と波面入射方向
The base line of tripartite observation. Arrow lines show the direction of the incidence of P-wave front.

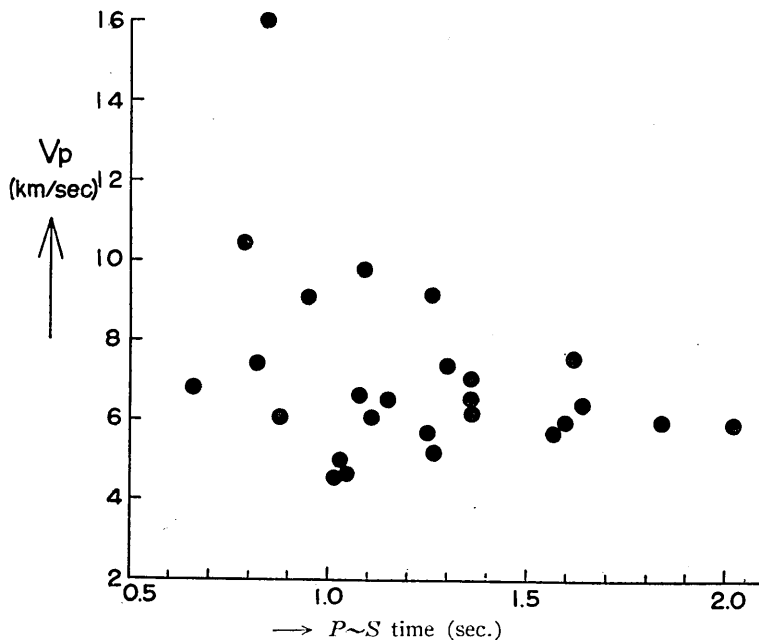


Fig. 11. $P \sim S$ 時間と見かけの初動速度
 $P \sim S$ time versus apparent velocity of the initial motion.

秒を越えるような部分では、5.5km/sec 程度になるようである。観測された地震の数が不十分なので、正確な地殻構造については決定できないが、厚さ 1.90 km 程度の 4.5 km/sec 層があり、その下は 5.5 km/sec 程度の P 波速度をもつと考えてよいようである。

波面の入射方向を決定出来た地震の内、1 個は南東から入射しているが、この地震の $P\sim S$ 時間は約 45 秒で、 V_p は 7.8 km/sec であった。

なお、基線長及び送りの速さからみて、入射方向には 10 度、 V_p には 0.3 km/sec 程度の誤差が考えられる。

§ 7. 余震源の分布

ここでは地殻の模型として、一様に 4.5 km/sec の P 波速度をもつ均質な構造を考える。

見かけの速度によつて下からの入射角が求められ、前にのべた平面上の入射方向ならびに $P\sim S$ 時間と組合わせると、余震の震源の空間分布を決定することが出来る。勿論この空間分布は仮定した地殻構造や大森常数の値に依つて影響される。ここでは大森常数の値として 8 km/sec と仮定した。

Fig. 12 に南北方向に置いた鉛直面にこれらの余震源を投影した位置を示した。

余震は比較的浅い部分に発生し、たかだか 10 km までの範囲に収まっている。

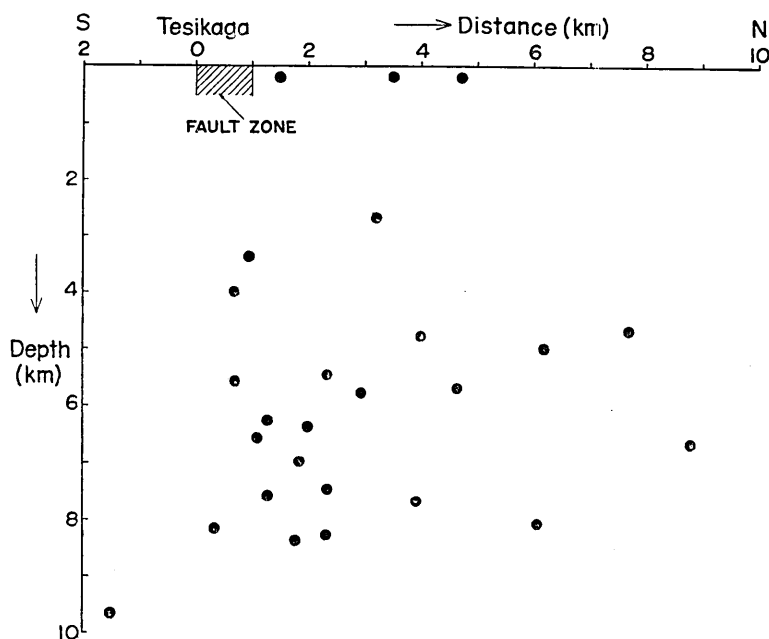


Fig. 12. 余震源の深さの分布
Distribution of the hypocenter projected to the vertical plane.

また Fig. 13 には余震源の平面的分布を示した。

余震の分布する区域にくらべて気象庁の定めた本震 (05^h39^m) の位置 (43.35°N, 144.4°E) は, 10 km あまり南に寄っている。気象庁観測網に依る震央位置決定の誤差は 5~10 km 程度あると考えられるので, 7^h17^m の最大の余震の位置 (43.45°N, 144.4°E) と同じ附近に本震の位置を考えることが適当のようであり, 被害の分布ともよく一致する。

§ 8. 断層について

我々の滞在中は地表は積雪によつて覆われていたために断層その他の地変を発見することが出来なかつた。

融雪後発見された地変は釧路気象台⁸⁾によれば次の如くである。

“弟子屈地震に伴い弟子屈町奥春別第四部落ペケレ山南東山麓附近に西北西から東南東に延長約 2 キロにわたり地割れを生じた。地割れの大きなものは幅 25~30 cm, 深さ 40 cm, 垂直のずれは約 10 cm であるが, 全体としては幅の狭い電光形に小さく屈曲し, 或る部分では分岐し, また合一し, 奥春別西岸まで達している。”

この地割れが地すべりによるものかまたは地震断層によるものかは疑問の点もあるが, その附近では地形的には傾斜が極めて緩やかであること, 2 キロの長さにわたり生じていることから一応地震断層と考えてもよいのであろう。

この他に弟子屈—阿寒湖畔間の横断道路の崩壊が報ぜられているが, これは単なる地崩れとして解釈される。

この奥別部落附近に生じた断層線の位置は Fig. 12 及び Fig. 13 に斜線の部分で示されている。この断層線より北側のみに余震が集中していることは注目すべきであろう。

この断層線の位置を本震の位置と考えれば, 余震の分布に関する松沢の理論⁹⁾ と良く一致する。

Fig. 13 にはまた 1938 年の屈斜路湖地震¹⁰⁾の本震の位置と断層域の位置¹¹⁾を示した。

これらの二つの地震のマグニチュードは, 殆んど等しいことや, このように近接した位置に生じていることなどはこの地方の seismicity を理解する上に注目すべき事実であろう。

また観測の精度からみて断定はできないが, 余震の震央が 1938 年の断層帯の上には分布していないような傾向がみられるのは興味ある事実である。

§ 9. む す び

余震観測を行つた時期が適当でなく, また観測点数も少かつたことは余震の性質の全貌を知るためには残念なことであつた。波形解析やその他の問題については後日稿を改めて報告したいと思う。

8) 釧路気象台よりの提供資料に依る。

9) 松沢武雄 地震 [i] 11 (1936), 124-127.

10) 43.6°N, 144.3°E $d = 20$ km, $M = 6.0$ J.M.A Seismological catalogue (1957) による。

11) 文献 1) による。

種々の指導と援助をいただいた津屋弘達教授、萩原尊禮教授、田治米鏡二教授に感謝する。

今回の観測にあたって多くの厚意を寄せていただいた北海道庁釧路支庁三村敏晴氏ならびに社会福祉課の方々、弟子屈町長今泉秀雄氏ならびに弟子屈町の多くの方々、弟子屈高等学校校長脇本正路氏ならびに諸先生に感謝の意をささげる。

観測に協力いただいた北海道大学村瀬 勉、岡田 広、清野善明の諸氏に感謝する。

また今回の報告を草するにあたって貴重な資料を提供していただいた釧路気象台長柴田章吾氏に厚く御礼の言葉を述べる次第である。

34. *Tesikaga Earthquake of Jan. 31, 1959.*

By Tosimatsu MATUMOTO,
Earthquake Research Institute.

An earthquake having a magnitude of 6.2 occurred in the neighbourhood of Tesikaga-town, Hokkaido, at 5h 39m (G.M.T.) on January 31, 1959. The location of the hypocenter of this shock is determined as 43°26' N, 144°23' E, and 20 km depth by Japan Meteorological Agency.

The aftershocks were observed at Tesikaga and Okusyunbetu with the electromagnetic seismographs during the period of Feb. 14 to Mar. 1.

The main results are summarized as follows:

- (1) As shown in Fig. 3, a foreshock having a magnitude of 5.6 had occurred at the same region at 16h 33m of January 22, 1959.
- (2) About 100 minutes later than the main shock, the strongest aftershock occurred of which the magnitude was almost the same as that of the main shock.
- (3) Daily frequency of aftershocks observed at Kusirom decreased according to the formula as: $n(t) = k/(t+c)^P$
- (4) The most frequent $P-S$ duration time was 1.3 sec., and the upper and the lower limit was 0.2 and 2.9 sec. respectively.
- (5) Ishimoto-Iida's formula $nA^{-m} = k$ held good over the wide range of the amplitude for the shocks observed from Feb. 14 to Mar. 1. The value of m was 1.91 at Tesikaga.
- (6) By means of the tripartite method, the apparent P -wave velocities of 24 shocks were measured. Using the $P-S$ time and the assumption of the true P -wave velocity, the hypocenters of these shocks were determined.
- (7) It is reported by Kusirom Local Meteorological Observatory that the zig-zag shaped cracks were found at the east foot of Mt. Pekere, which continued 2 km long towards WNW to ESE with 10 cm vertical crossing and 25-30 cm width. It may be natural to consider that these cracks were not regarded as mere landsliding but as earthquake faults.
- (8) The epicenters of aftershocks were distributed only on the north side of the faults, earthquake and none of them were found on the south side of the faults.

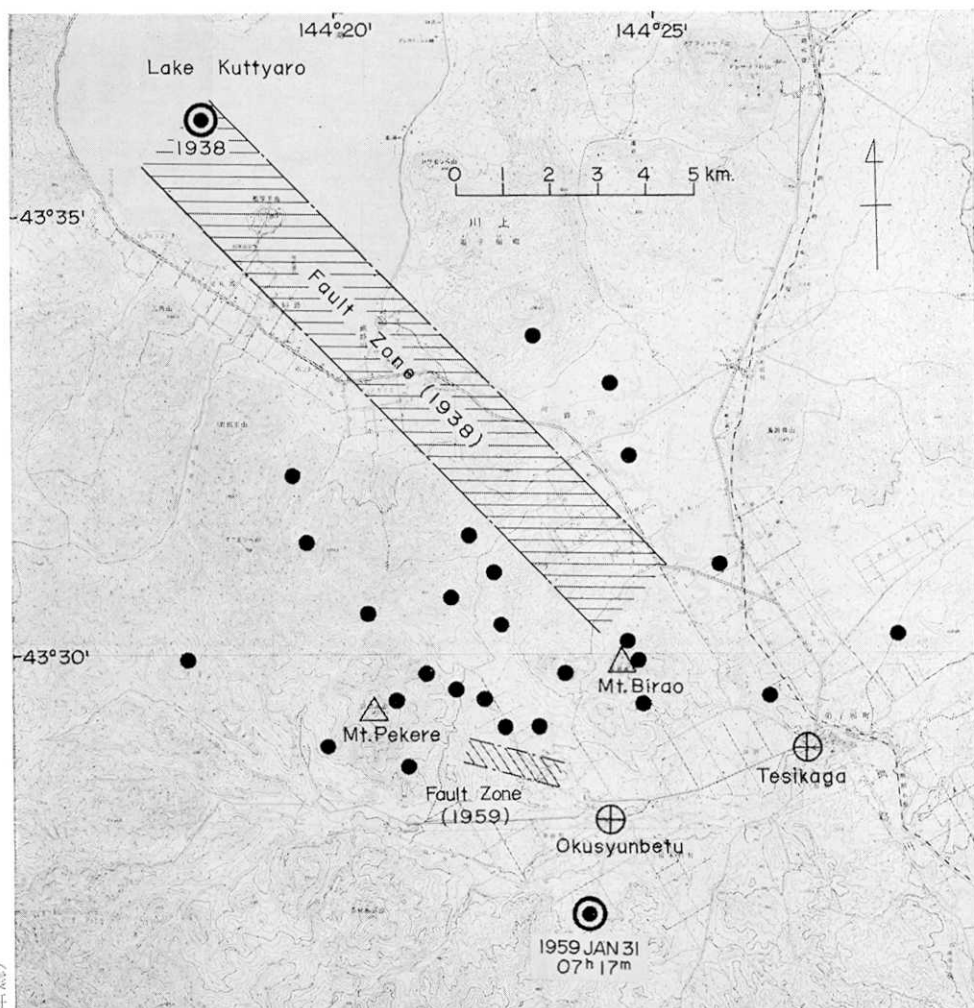


Fig. 13. 弟子屈地震余震の震央の分布
 斜線の部分は屈斜路湖地震 (1938), ならびに弟子屈地震 (1959) によつて生じた断層域
 の存在を示す。

Distribution of the epicenter of the aftershocks and fault zone.

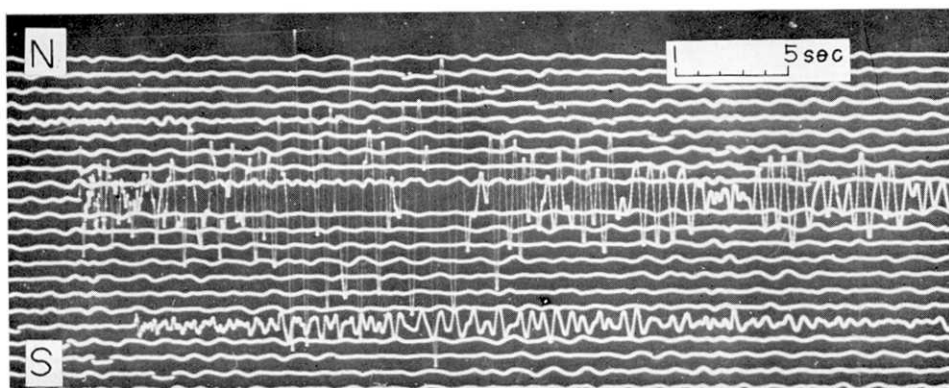


Fig. 14-a. 弟子屈地震の余震，奥春別 $T_1 = 1.0$ sec, $T_2 = 1.2$ sec, $V_{\max} = 10,000$

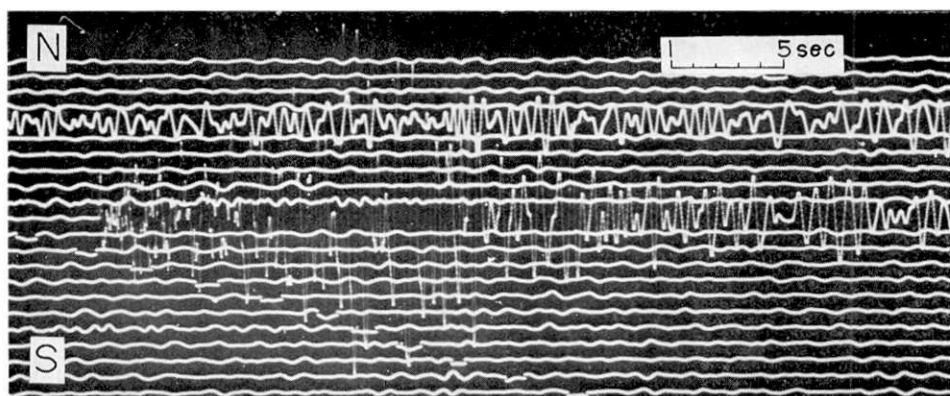


Fig. 14-b. 弟子屈地震の余震，奥春別 $T_1 = 1.0$ sec, $T_2 = 1.2$ sec, $V_{\max} = 10,000$

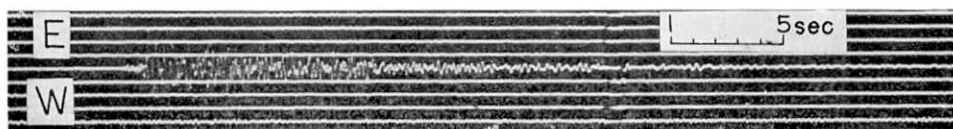


Fig. 14-c. 弟子屈地震の余震，弟子屈 $T_1 = 1.0$ sec, $T_2 = 0.24$ sec, $V_{\max} = 40,000$

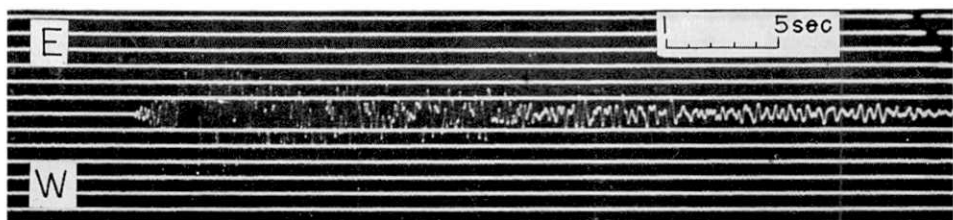


Fig. 14-d. 弟子屈地震の余震，弟子屈 $T_1 = 1.0$ sec, $T_2 = 0.24$ sec, $V_{\max} = 40,000$

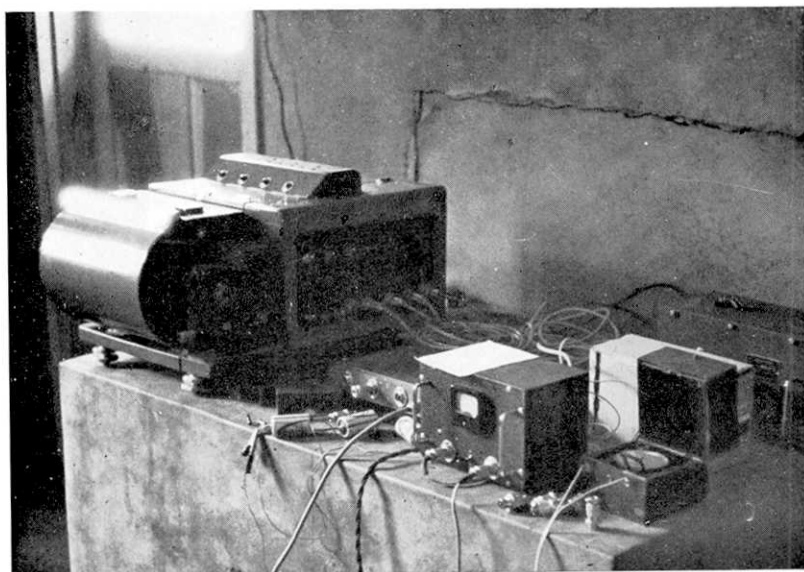


Fig. 15. HES (Hagiwara Electromagnetic Seismograph) 記録部分設置情況



Fig. 16. HES 上下動換振器 ($T_1 = 1.0 \text{ sec}$)
(凍土層に氷着した板の上に設置されている)

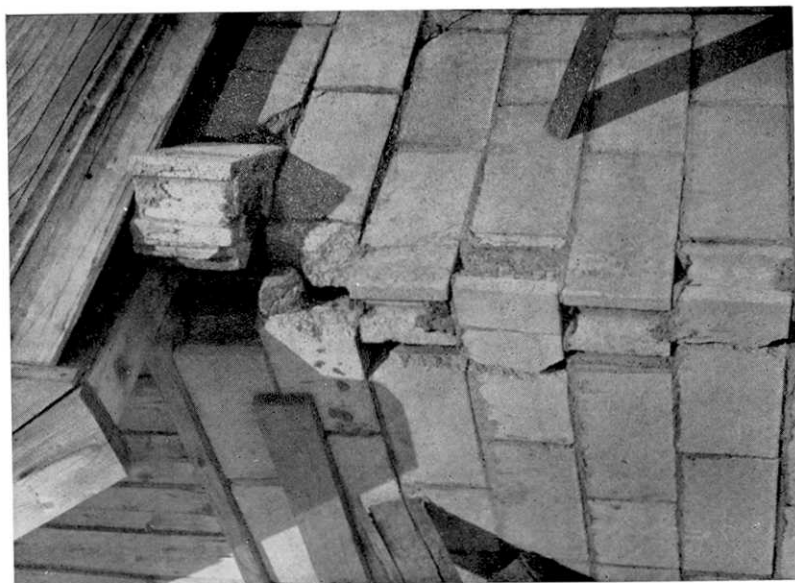


Fig. 18 畜舎の被害 (奥春別部落)
(北海タイムス社の提供による)



Fig. 17. 換振器設置情況



Fig. 19. サイロの被害 (奥春別部落)
(北海タイムスの提供による)



Fig 20. 弟子屈阿寒横断道路の夕映橋橋脚の破損
(北海タイムス社の提供による)

(a)



(b)



Fig. 21-a-b. 弟子屈—阿寒湖間横断道路の欠損
(釧路開発建設部撮影)



Fig. 22-a. 奥春別第部落における地割れ (釧路地方気象台撮影)



Fig. 22-b. a に同じ



Fig. 22-c. a に同じ



Fig. 22-d. a に同じ



Fig. 22-e. a に同じ