



Title	6. 1970年1月21日の北海道日高山脈南部地震の調査報告
Author(s)	本谷, 義信; MOTOYA, Yoshinobu; 北構, 宗夫 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 25, 141-153
Issue Date	1971-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.25.141
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13995
Type	departmental bulletin paper
File Information	25_p141-153.pdf



6. 1970年1月21日の北海道日高山脈南部地震の調査報告

本谷 義信・北構 宗夫
(北海道大学理学部浦河地震観測所)

— 昭和45年10月受理 —

I. はじめに

1970年1月21日02時32分頃北海道のほぼ全域および東北地方の北部でかなり激しい地震を感じた。気象庁の発表によると、この地震の震源は日高山脈南部で、北緯 $42^{\circ}23'$ 、東経 $143^{\circ}08'$ 、深さ50km、マグニチュード6.7である。震源が内陸であったため、震源に近い日高および十勝地方で32名が負傷し、家屋、道路その他に被害が発生した。浦河地方では1968年十勝沖地震について再び震度5の強震におそわれたわけである。そこで、これら2回の地震による地震動の状況を比較することを目的として、浦河郡浦河町で現地調査を行なったので、その結果をここに報告する。

また、浦河地震観測所で得られた資料により、余震の発生状況についても述べる。

II. 地震動調査

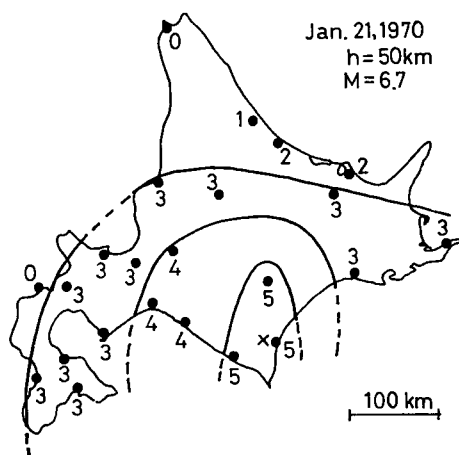
震度分布

気象庁の資料による今回の地震の震度分布を第1図に示す。1968年十勝沖地震の場合には、北海道内の震度分布の詳細な調査結果¹⁾によれば、浦河郡では海岸近くでは震度5、内陸にはいと震度4~5であったが、今回は全域で震度5となった。

現地調査

1. 浦河郡での状況

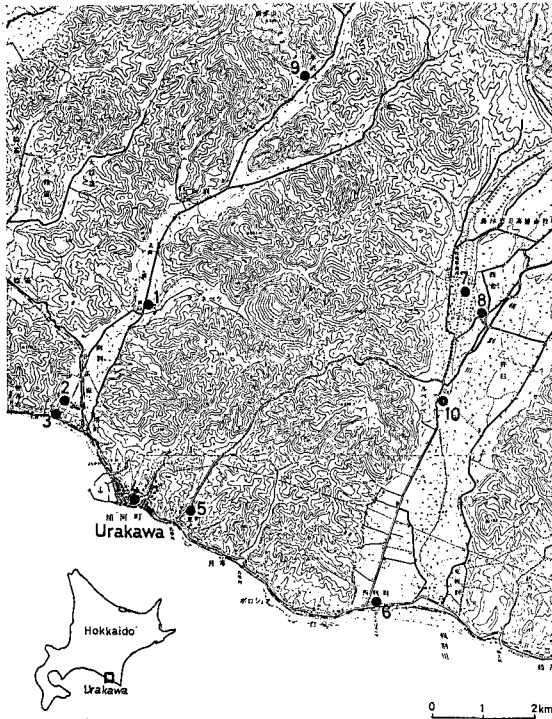
今回調査した地域を第2図に示す。筆者らは1968年十勝沖地震のときにこの地域の震度調査を担当したので、4地点については全く同じ場所を見ることが出来た。結果の比較が容易なように、今回の調査でも1968年当時の調査用



第1図 北海道内の震度分布 (気象庁による)
×; 震央

Fig. 1. Distribution of seismic intensities in Hokkaido. ×; epicenter (after Japan Meteorological Agency (JMA).)

1) 北海道大学理学部地球物理学教室; 北海道内の震度分布の詳細調査, 1968年十勝沖地震調査報告 (1969), 85-105, 1968年十勝沖地震調査委員会.



第2図 調査地域。地点番号は第1表と同じである

Fig. 2. Location of the macroseismic survey points. Numerals are the same as in Table 1.

紙をそのまま使用した。この調査用紙の内容および調査結果を震度階にあてはめる際の震度判定基準については、北大地球物理学教室の報告²⁾に詳しく記述されているのでここでは省略する。今回得られた資料は各調査項目ごとにこの震度判定基準になるべく忠実に取り扱われた。また、1968年の資料についても筆者らがあらためて震度の判定をした。これらの結果を第1表に示す。

各調査項目を総合して考えると、向別地区では1968年十勝沖地震にくらべて今回の震度が大きかったことは間違いないが、それ以外の場所では2回の地震の震度はほぼ同じようなものであったと思われる。

2回の地震で屋内の物体の状況についてもはっきりした差異は認められない。ただ、金魚鉢、バケツ等の容器の水については、今回は「水の一部があふれ出た」(第1表fの4)のに対して、1968年には「水の大部分があふれ出た」(fの5)という違いがあったらしく、これは地震動の周期および振動継続時間の違いを反映しているものと思われる。また、前回の地震被害の教訓を生かして、商店等では柵の上のものが落下しないように工夫してある例もみられた。

建築物については、今回は集合煙筒、サイロ、コンクリート・ブロック家屋 (g, h, m) に被害が目立ったのに対して、1968年には木造家屋 (i, j, k) に被害が多かった。向別地区では倒壊したサイロのほかに、上部が全体として反時計回りに4 cmの回転を示したサイロがあったが、これはめずらしい例と思われる (写真1-A, B)。

地割れ、山くずれ等自然界の状況 (o, p, q) については今回は積雪の多い季節であったためもあり、ほとんど情報が得られなかったため、1968年との比較は出来ない。土木関係 (r, s) では今回は浦河市街の各所で水道管が破損し、大きな被害をうけたことが注目される。

2. 上杵臼地区での状況

浦河地震観測所のある上杵臼地区は比較的地盤のよい所で、1968年十勝沖地震のときは震度3~4であったが、今回は震源にたいへん近かったため震度5となった。しかし、きわめて狭

2) 前出, 1).

第1表 地震動調査結果
Table 1. Macroseismic data

調査対象**	人体 感覚	屋内の物体の状況						建築物の状況						土木関係及び自然界の状況							
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
1970, Jan. 21日高山脈地震																					
No.* 1	向別	5	5	5	5	5+	5	5												5+	
2	堺町 1		3		4	4+	4						4+								
3	堺町 2	5	5	4-	3	4	5	4					5						5+		
4	大通り	5	4	3	3	4	5			5-			5						5+		
5	東町	5	5	4	5	5	5	4	4+	5+	5	5+	4+	4+	4+			5+	5+		
6	幌別	3+	3		5	4+	4-														
7	西舎(高台)	3+	5	4+	5	5-			5+				5						5		
8	西舎	3	3		3	4			4+												
1968, May 16 十勝沖地震																					
No.* 9	上向別	4	3	3	3	4	3	5			5-										
2	堺町 1	5	5	4	3	5+	5+	5	5+	5+	5+	5+					4+		5-	5	
4	大通り	5	5	4	3	5	5			5	5	5	5				5-		5-	5	
5	東町	5	5	5	5	5+	5+	5		5	5		4+				5		5		
6	幌別	3+	3	3	3	4	3	4			5-						4+				
10	西舎	5	3	3	3	5	3	5			5+						5		5		

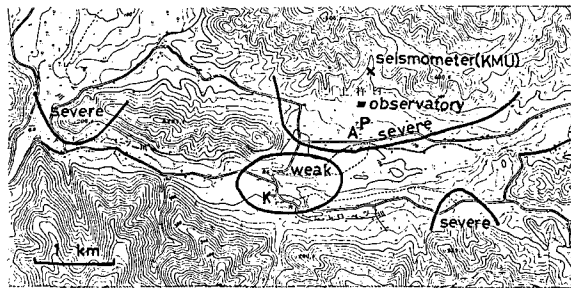
a. ガラス戸, 障子, b. 電灯など吊下げ物, c. 振り時計, d. 棚の上の物, e. タンス, ロッカーなど, f. 金魚鉢の水, g, h. 集合煙筒, i, j, k, l. 木造家屋, m. ブロック家屋, n. 墓石, o. 地割れ, p. 山くずれ, 落石, q. 道路, r. 水道管, ガス管, s. 電柱, t. 井戸水の変化

Numerals are seismic intensities on JMA scale.

* the same as in Fig. 2

** persons; a. doors; b. hanging objects; c. pendulum clocks; d. books on shelf; e. furniture; f. water in vessel; g, h. chimneys; i, j, k, l. wooden houses; m. block buildings; n. tombstones; o. cracks in the ground; p. landslides; q. roads; r. underground pipes; s. electric poles; t. water in well

い範囲でも地震のときのゆれ方に大きな違いがあることがわかったので、この地区の調査を行った。ここには約50軒の家があり、実際に資料が得られたのはこのうちの15点であるが、部落全体についての聞き込みの情報も考慮してまとめた結果を第3図に示す。このさい、同一規格の集乳缶が各家にあるので、この震動状況を調べることが大変役に立った。観測所の近くにある筆者らの住宅(第3図A)では棚の上の物は全て落下し、タンス等重量のある家具で移動・転倒



第3図 上杵臼地区における地震動の強弱分布
Fig. 3. Distribution of local seismic intensities at Kamikineusu.

したのもあったが、ここから約 1.3 km 離れた開拓農協 (第 3 図 K) 購売部では棚の上にある商品のごく一部が落下したにすぎなかった。地形的には河岸段丘の上で地震動が大きかったようであり、第 1 表の西舎 7, 8 の間にも同じ傾向が認められた。

また、住宅 A では 3 面のガラス戸 (開閉方向は東西が 2, 南北が 1) にかけてあった鍵 (鋳鉄製、断面の直径 4.5 mm) はいずれも鋭利に切断された (写真 2)。これは、地震のときの撃力の効果を考えなければ説明がむずかしいと思われる。

なお、この地域では亀裂のはいたサイロはあったが倒壊したものはなかった。

3. 浦河地震観測所の状況

観測所庁舎は鉄筋コンクリート平屋造りであるから、付近の木造家屋とは状況が違うと思われるが、転倒したり、位置がづれたりしたものもあった。コンクリート台上に置かれている光学式フィルム記録装置も移動した。先端のとがった金属製の 4 本の足が円い座金具の上を移動した後 (座金具にすり傷跡が残っている)、4 本の足とも座金具からはづれて、コンクリート台上に落ちて、1 本の足が第 4 図に示す軌跡を残した (写真 3-A, B)。これによると、運動の卓越方向は東北東で、この付近では重量のある家具等は東西方向に転倒したとよく一致している。また、主要な運動方向が直交していたこともわかる。上杵臼からみた震央の方位は北東である。

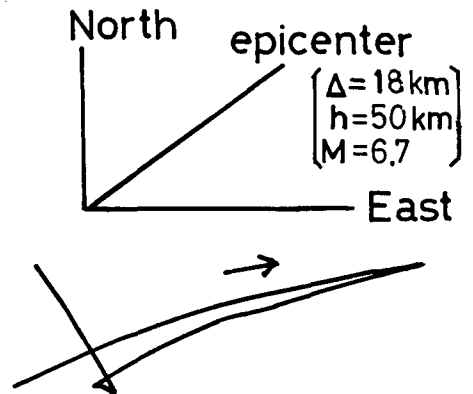
このフィルム記録装置には固有周期 0.3 秒のガルヴァノメーター 4 成分が入っているが、さいわいにもつり糸の切れたものはなかった。とくに N-S 成分では記録ゼロ線が飛ぶことさえなかったため、この地震を含めて連続的に記録を得ることが出来た。

観測所から約 300 m 離れた所にある地震計室に置かれている地震計は、地震のときに移動した痕跡は全く認められなかった。地震計は先白亜系硬質細粒砂岩上に設置されており、観測所庁舎の下では 7 m で基盤に達することが知られている。

地震計測による地動

1. 強震計による記録

この地震の広尾測候所における 1 倍強震計による最大変位全振幅は EW 成分で 4 cm であった。浦河測候所の強震計は振切れていて最大振幅は不明であるが、6 cm 以上であったと考えられる。これらの値は、さきに述べたサイロの回転変位 4 cm、フィルム記録装置の移動変位 5.5 cm とほぼ同じ程度である。



第 4 図 光学式フィルム記録装置の移動痕跡 (実物大)。矢印は運動方向を示す

Fig. 4. A trace left by a dislocated photographic recorder (actual size). Arrow shows the direction of the movement (See photo 3).

第2表 幌満における強震記録の読取り結果

Table 2. Maximum acceleration recorded by the SMAC strong motion seismometer at Horoman.

地 震	地震規模 M	震央距離 Δ (km)	N 53° E		S 37° E		UD	
			最大 加速度 (gal)	周期 (s)	最大 加速度 (gal)	周期 (s)	最大 加速度 (gal)	周期 (s)
1970. 1. 21 日高山脈地震	6.7	35	140	0.21	159	0.18	101	0.30
1968. 5. 16 十勝沖地震	7.9	155	94	0.15	116	0.15	20	0.27
1968. 5. 16 同上最大余震	7.5	74	68	0.15	106	0.28	17	0.14

様似郡様似町幌満 (42°04.3' N, 143°02.2' E) には SMAC-2B 型強震計が設置されていて、完全な記録が得られている。1968年5月16日09時49分の十勝沖地震、同じ日の17時39分の最大余震、および今回の地震記録を筆者らが読み取った結果を第2表に示す。これら3回の地震の最大加速度の値はいずれも気象庁震度階の震度5の範囲には入っているが、今回の地震の値が最も大きかったことがわかる。とくに上下動成分では数倍大きくなっているが、このことは震央距離 (35 km) よりも震源の深さ (50 km) の方が大きかったことによるのかも知れない。また、加速度が 50 gal 以下になるまでの時間は今回の地震が最も短かく、有感震動継続時間が短かったことに対応している。しかし、人体感覚によると、1968年十勝沖地震にくらべて今回の地震動ははるかに急激なものと感じられたけれども、最大加速度を与える波の周期には差がなかったことがわかる。

さきののべた地動の最大変位と最大加速度の値から、最大変位を与えた地震動の周期は 0.8~1.0 秒程度であったろうと推定される。

なお、幌満は海岸に位置しているが、基盤は片麻岩類と考えられる地盤のよい所で、その震動特性は内陸に近いものと思われる。

2. 高感度地震計による比較観測

すでに述べたように、ごく狭い範囲でも人体感覚、物体の動き等から推定される地震動には大きな違いのあることがわかったので、地震計測上でも差がみられるかどうかを簡単に調べてみた。

観測所地震記録室内コンクリート床上、上杵臼小学校内コンクリート床上に地震計を置き、

第3表 上杵臼における微小地震記録の読取り結果

Table 3. Maximum velocity-amplitude of microearthquakes

地震番号	P-S 時間 (s)	最大振幅 周期 (μkine) (s)		最大振幅 周期 (μkine) (s)	
		地震計室		観測所庁舎	
6	10.3	125	0.08	165	0.12
		地震計室		上杵臼小学校	
9	9.1	62	0.06	200	0.07
10	11.2	90	0.08	165	0.09

1970年10月6~8日の夜間に地震記録をとった。観測計器、特性、感度は観測所で使われている磁気テープ記録方式*の場合と同じものである。微小地震について得られた結果を第3表に示す。地震計室と観測所庁舎の間ではほとんど同じ地震記録が得られた。1月21日の地震のときには地震計は全く移動しなかったのに、光学式記録装置が移動したのは、同装置の金属製の足と座金具の間の静摩擦が小さく動き出しやすい条件にあったためではないかと思われる。観測所から約200m離れた小学校(第3図P)では住宅Aと同程度に地震動は激しいものであったと推定されるが、ここでの地震計の記録による速度振幅は地震計室にくらべて明らかに大きく、2~3倍の値を示し、震動継続時間も長くなっていることがわかった。ここで調べた微小地震は日高山脈地震の余震ではないし、大地震にくらべて震動卓越周期は短いものであるが、それでもゆれやすいという特徴は示されているのであろう。

III. 余 震

今回の地震に伴って有感余震は3月のはじめまで時々発生した。上杵臼ではゴーという地鳴りの聞えた余震もあった。筆者らの経験によれば、地鳴りの強さと体感震度とは一致していないように思われた。

余震の数の減少

浦河地震観測所(上杵臼)において観測された本震および各余震の振動継続時間は短いものであったので、光学式フィルム記録*によっても、記録上で余震相互の重なり合いは少なく本震直後からはほぼ完全な資料を得ることが出来た。観測された余震の数を1日当りの数になおして、本震からの時間に対してプロットしたものが第5図である。本震から30分もたてば、記録上で読み落している余震はないはずである。3月以降は余震の総数が少なくなってくるので、あとで述べる方法により、ある地震が余震であるかどうかの検討をしてある。この結果によると、余震の減り方は順調で2次の余震活動などはみられない。余震の時間的減少についての改良大森公式

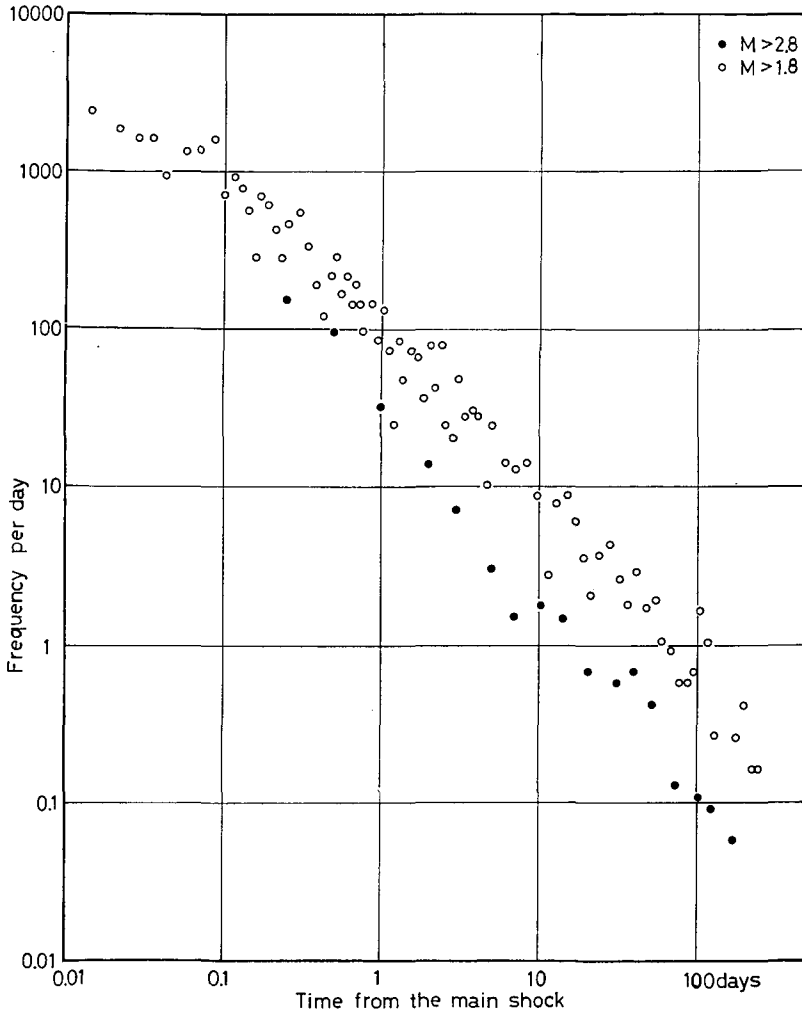
$$n(t) = A(t+c)^{-p}$$

の指数 p の値は約1.1で、100日後に観測された余震の数は、標準余震系列に関するノモグラム³⁾から期待される数ときわめてよく一致している。

気象庁により震源の決定されている余震は2月末までで11個であり、3月から7月末までの余震で震源の決められたものはない。また、浦河測候所(浦河)の資料も考慮に入れて、 M が2.8以上の余震の数も第5図にプロットしてあるが、6月29日から9月末までの間に M が2.8以上の余震は発生していない。

* これらの地震計の特性については、Bulletin of the Urakawa Seismological Observatory 参照。

3) 宇津徳治; 地震の時間的分布に関連する諸問題(その3) —余震, 前震, 群発地震の時間的性質—, 北大地球物理学研究報告, 23 (1970), 49-72.



第5図 余震の数の時間的減衰

Fig. 5. Decline of the frequency of aftershocks.

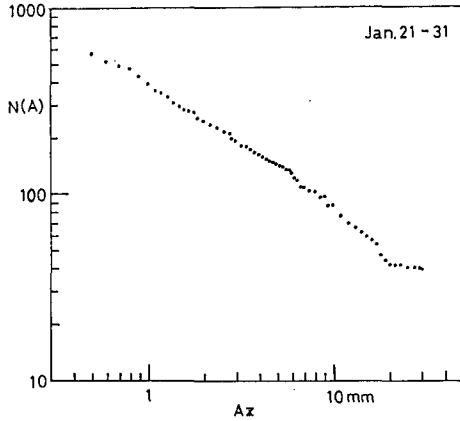
最大振幅の頻度分布

1月中の余震の最大振幅の累積頻度分布を第6図に示す。最大振幅6mm付近 ($M \approx 3$ に相当する)で折れまがりが見られる。石本・飯田の式

$$N(A) = kA^{1-\mu}$$

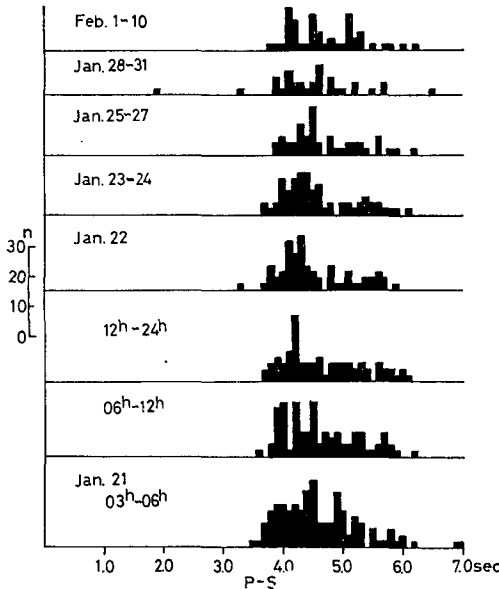
の係数 μ の値として、最大振幅が6mm以下で $\mu = 1.7$ 、6mm以上で $\mu = 2.0$ の直線が各々あてはまる。これは上杵臼でP-S時間が10秒以内の地震について得られている結果⁴⁾と一致している。

4) 本谷義信：浦河地震観測所における地震観測 (I)，北大地球物理研究報告，22 (1969)，39-48。



第6図 最大振幅の累積頻度分布
 Fig. 6. Cumulative frequency distribution of maximum trace amplitudes

して、ある地震の浦河の $P-S$ 時間に対して、作った(第8図)。ここでは上杵臼で $P-S$ 時間7.9秒以下の地震だけを考えている。この図には地下構造による走時異常の影響がみら



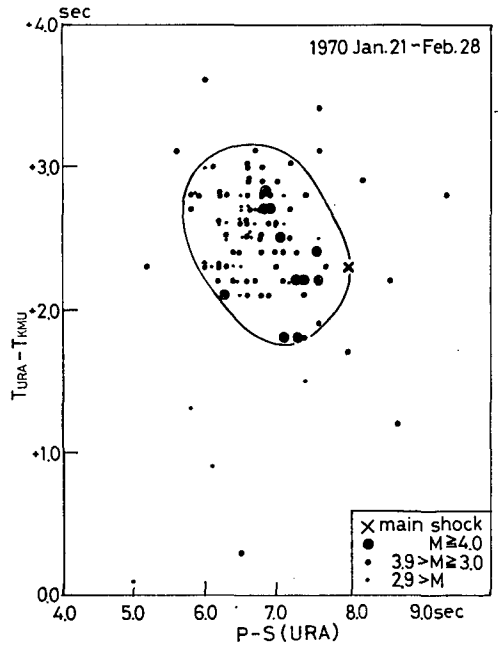
第7図 上杵臼における余震の $P-S$ 頻度分布
 Fig. 7. Frequency distributions of $P-S$ intervals at Kamikineusu (KMU)

余震の空間分布

上杵臼における余震の $P-S$ 時間の頻度分布を第7図に示す。余震は $P-S$ 時間が3.5秒から6.2秒の範囲に分布しているが、日を追って $P-S$ 時間が4秒以下の余震は少なくなってゆく傾向がみられる。

気象庁が決めた11個の余震の震源は全て40 km かそれより深いものであるが、上杵臼で大部分の余震の $P-S$ 時間が5秒以下であることは深さ40 kmより浅い余震も多いことを示していると思われる。

次に、余震の空間分布を知る一つの試みと浦河と上杵臼の発震時の差をプロットした図を



第8図 余震の空間分布を示すことに相当する図。楕円は余震活動の集中域と考えられる部分

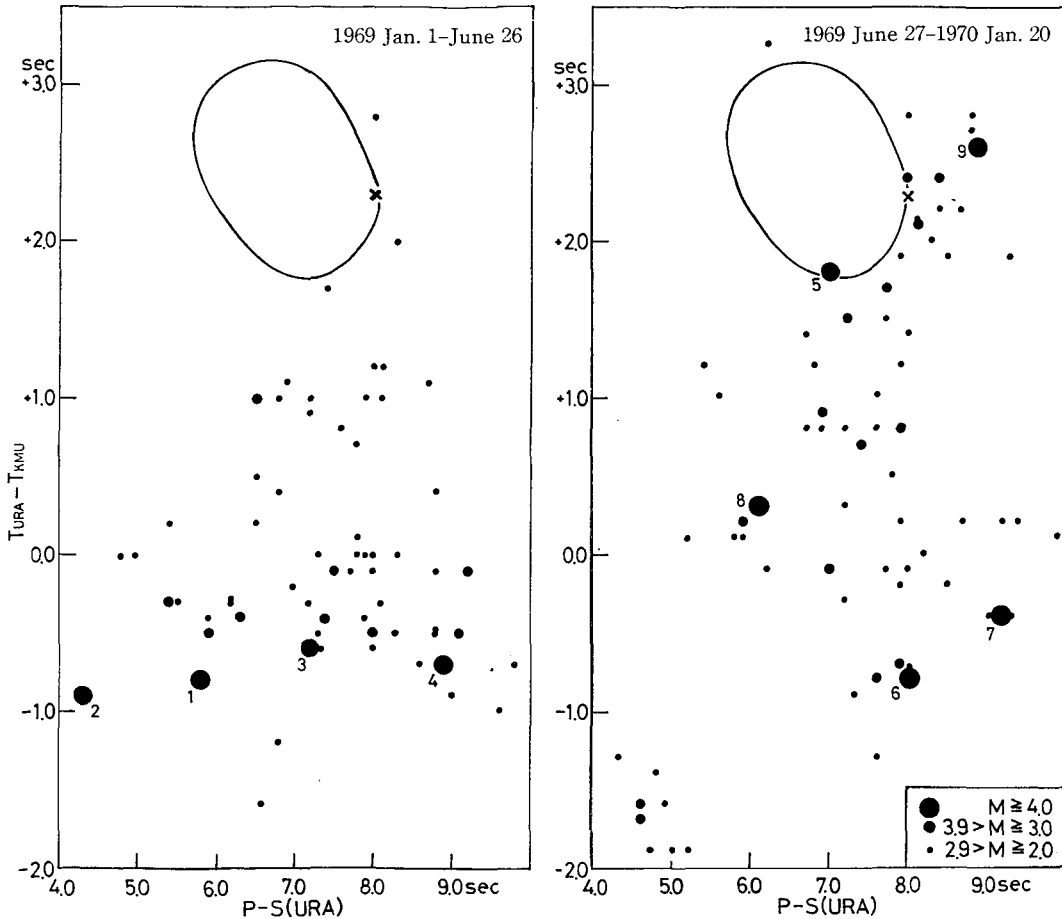
Fig. 8. Difference in arrival time between Ura-kawa Seismological Observatory (KMU) and Ura-kawa Weather Station (URA) plotted against $P-S$ interval at URA. Ellipse corresponds to the aftershock region.

れるがここではそのことにはふれず、とにかくある地震の震央は第8図上のある点に対応していることだけを利用する。余震は楕円で囲まれた領域に含まれていることは明らかであろう。また本震の発生した周辺では余震活動がやや低くなっているように見える。ある地震が余震かどうかの判定にこのような図を利用した。

IV. 本震以前の地震活動

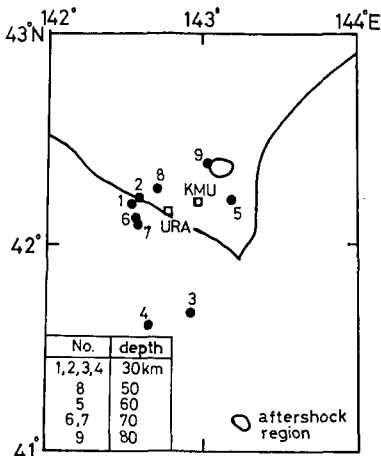
1970年1月初めから本震発生直前までの上杵臼の地震記録を詳しく調べた。本震発生前の1時間前の1月21日01時31分に発生した $M \approx 1.0$ の地震は、 $P-S$ 時間5.1秒で、記象形から判断すると直接の前震ではないかと思われるものであるが、この地震以外には前震はみつからなかった。

さきに述べたように上杵臼における余震の約70%は $P-S$ 時間が5秒以下であるが、本震



第9図 本震前1年間の地震の空間分布。番号は第10図と同じである。×；本震

Fig. 9. Seismicity map for a year prior to the main shock. Numtrals are the same as in Fig. 10. ×; main shock



第10図 上杵臼でP-S時間8秒以下の地震の震央分布(1969)
(気象庁による)

Fig. 10. Epicenters of earthquakes with P-S intervals less than 8 sec at KMU (1969). (after JMA)

発生以前の30カ月間に上杵臼でP-S時間4.9秒以下の地震は23個観測されたにすぎない。このうち7個は浦河では記録されていないので詳細不明であるが、残りの16個中には余震域に相当する所で発生したものは全くなかった。

次に、1969年1月から本震までの期間について第8図と同じ要領で地震の空間分布を調べた(第9図)。気象庁で震源の発表されている地震の震央分布と深さを第10図に示す。これら2つの図中の地震番号は同じにしてあるから、地図上の位置が第9図のどこに対応しているかを概観することが出来よう。第9図の楕円は余震域に相当する部分であるが、余震活動が活発であった領域には本震の1年前からMが2以上の地震は全く発生していなかったことがわかる。1969年6月27日に日高山脈南部にM5.4、深さ60kmの地震

が発生した(No. 5, 余震域には含まれていない)。この地震には余震は観測されなかったが、第9図の左右をみくらべると、その後約6カ月の間に本震の周辺で地震活動が活発になったのではないかと興味深い。

北海道日高山脈南部は地震の多い所であるが、震源の深さは50kmよりも深いものがほとんどで、また規模の大きい地震は少なく、従ってまた被害を与える地震も少ない。札幌管区気象台の1900年からの調べによると、日高山脈南部に震源をもつ地震としては今回のものが最大であり⁵⁾、きわめてめずらしい地震であったことがわかる。

V. おわりに

1970年1月21日の日高山脈地震についての調査結果を述べた。地震動の強さはごく近い2地点の間でも著しく差のある場合が認められたが、その現象を記述するだけで複雑な原因を考察するには至らなかった。1968年十勝沖地震の場合と比較すると、どちらも浦河地方では震度5の強震であったが、被害の状況には最大加速度の値そのものよりも、地震動の周期、震動継続時間の差に起因すると思われる若干の違いが認められた。

この地震の余震の臨時観測が震央周辺で多点方式で行なわれ、余震の震源分布等について興味のある結果が得られつつある⁶⁾が、ここでは浦河地震観測所と浦河測候所の常時観測で得られている資料だけを用いて、本震発生以前の地震活動の調査をし、余震活動のあらましにつ

5) 札幌管区気象台; 昭和45年1月21日の日高山脈の地震に関する地震速報, 8-9.

6) 北海道大学理学部; 日高山脈地震の余震観測, 地震予知連絡会会報, 第3巻(1970), 3-5.

いて述べた。

謝辞 建設省土木研究所振動研究室の栗林栄一室長から幌満における今回の地震の強震計記録の写しを頂きました。また、浦河測候所では業務としては験測していない小さな地震の記録の読み取りをさせて頂きました。ここに厚く御礼申し述べます。

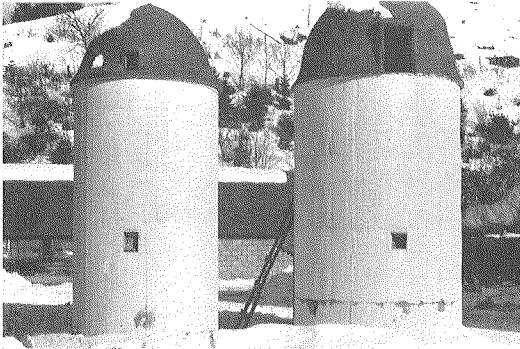
6. Report on the Earthquake of Southern Part of Hokkaido on January 21, 1970

By Yoshinobu MOTOYA and Muneo KITAGAMAE

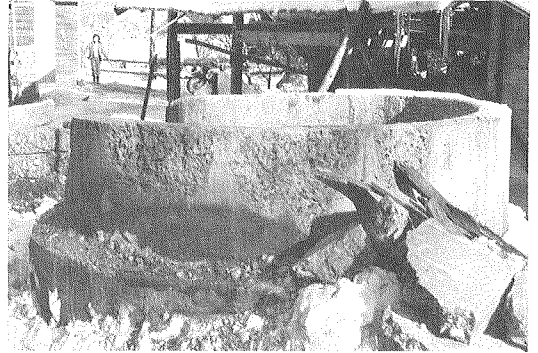
(Urakawa Seismological Observatory, Faculty of Science, Hokkaido University)

An earthquake of magnitude 6.7, which occurred in the southern part of Hokkaido on January 21, 1970, was accompanied by casualties and slight property damage. The maximum intensity of this earthquake reached 5 on JMA scale. The authors carried out a field investigation of seismic intensity in the Urakawa district, about 30 km southwest of the epicenter. Characteristic damage included broken chimneys, silos and underground water pipes. It was estimated that the ground motion in the epicentral region showed displacement of several centimeters and acceleration of some 150 gals.

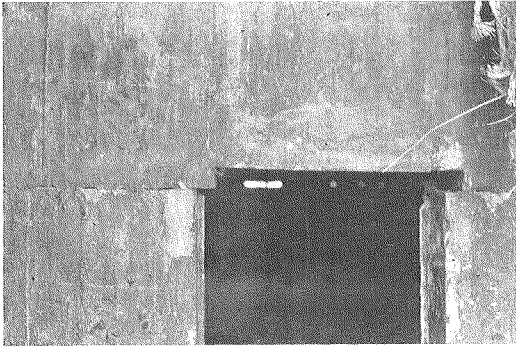
A seismometrical study was also made on the basis of the data obtained by the sensitive seismographs at the Urakawa Seismological Observatory ($\Delta=18$ km) and the Urakawa Weather Station of JMA. The decline of the frequency of aftershocks with time was quite normal. The seismicity around the hypocentral region of this earthquake might increase for a half year prior to its occurrence, although there was no earthquake with magnitude larger than 2 in the region where many aftershocks occurred.



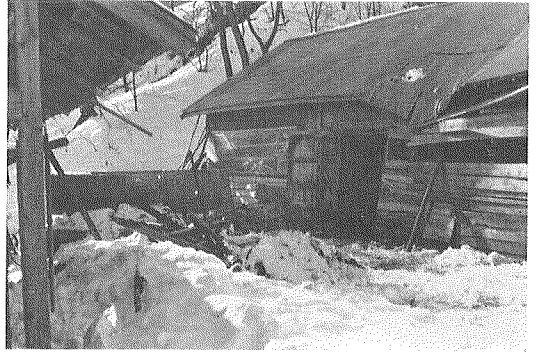
1-A サイロの亀裂・回転
Anti-clockwise rotated silo (right)



3 サイロの倒壊
Collapse of a silo.



1-B サイロの回転 (部分)。写真1-Aの
右側のサイロを裏面から撮影
Detail of the rotated silo. Amount of the
dislocation is 4 cm.



4 木造家屋半壊
Partial collapse of a wooden house



2 墓石の移動
Dislocated tombstone



5 煙筒の倒壊
Collapse of a chimney

写真 1 向別地区における被害写真
Photo. 1 Damage at Mukobetsu

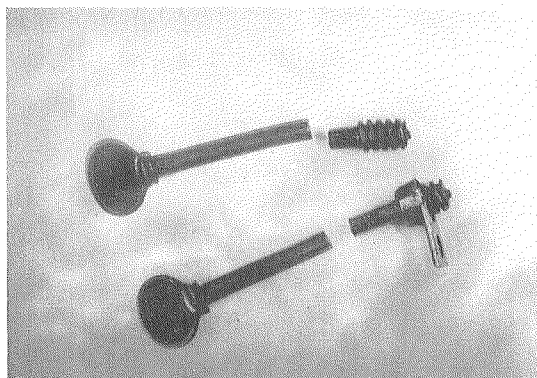


写真 2 切断された鍵

Photo. 2 Snapped key. The diameter of the section is 4.5 mm.

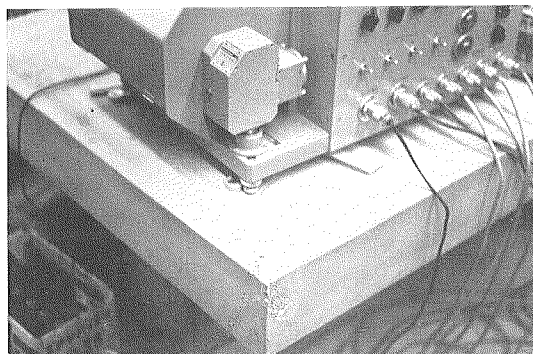


写真 3-A 光学式記録装置の移動

Photo. 3-A Dislocated photographic recorder.

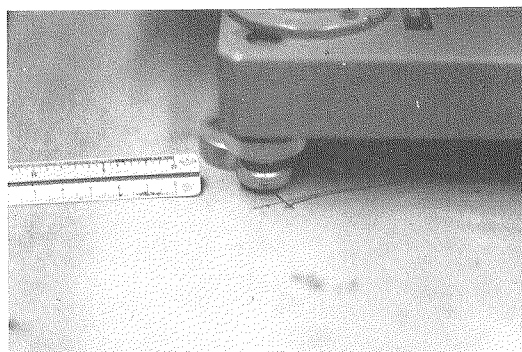


写真 3-B 同上 (部分)

Photo. 3-B Detail of photo. 3-A.