



Title	10. 日高地方における微小地震観測 1962
Author(s)	佐々木, 嘉三; SASAKI, Yoshimi
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 11, 77-85
Issue Date	1964-02-15
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.11.77
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13865
Type	departmental bulletin paper
File Information	11_p77-85.pdf



10. 日高地方における微小地震観測 —1962—

佐々木嘉三

(北海道大学理学部地球物理学教室)

—昭和38年6月受理—

I. ま え が き

北海道における地震活動度を調べる第一歩として、1962年6月と12月の二度にわたり短期間ではあるが、日高地方で微小地震観測を行なった。現在まで北海道において高倍率での地震観測は、火山地域を除きほとんどなされたことがない。

気象庁の常時観測によれば、浦河沖、十勝・釧路沖、根室沖および千島南部などは地震発生の頻度が非常に高く^{1,2)}、例えば1961年に浦河測候所では有感地震37回、無感地震830回、釧路測候所では有感地震72回、無感地震856回を観測し、倍率が上記の二測候所より高い札幌管区気象台で、有感・無感の地震あわせて496回、また日本海側の留萌測候所で観測した地震数が120回であった³⁾のと比較すると、その地域的な地震発生頻度の差異は明白である。

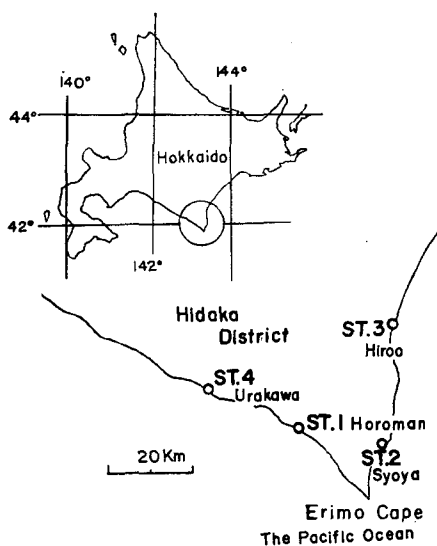
著者は以上の事を考慮し、日高地方エリモ岬附近において地震観測を行ない、12月にはマグニチュード6.2の浦河南西沖地震が起り、その余震をも観測した。

II. 観測点、期間および観測装置

1) 1962年6月23日からエリモ岬を挟む2点、幌満(St. 1)と庶野(St. 2)において予備的な観測を行なったが、十勝岳噴火のために30日午前中までの観測をもって中絶した。

St. 1は、カンラン岩層上にあり海岸から約200m離れた場所に換振器を設置し、そこからビニール被覆線を用いて300m程の所にある幌満小・中学校を結び、そこで12 cm/min. の速度で煤煙書ドラムに記象した。換振器は1 c/sの上下動速度計で、出力は0.4 volt/kineである。

St. 2は、堆積層上で海岸から約500mの地



第1図 観測点の位置
Fig. 1. Observation points

- 1) 札幌管区気象台; 1611~1960年の北海道における地震活動, 気象庁技術報告, 20 (1962).
- 2) 大野 謙・須賀盛典; 地震学会昭和37年秋季講演会発表.
- 3) 札幌管区気象台; 北海道地震・火山月報, Dec. 1961.

点へ1 c/sの上下動換振器を置き、ビニール被覆線で300 m程離れた庶野小・中学校とを結び、煤煙書をさせた。換振器出力は3 volt/kine、記録器の送りの速さは24 cm/min.である。使用した増幅器、煤煙書ガルバノメーターの特性は、St. 1, St. 2共にほとんど同じで、倍率はSt. 1が420 cm/kine、St. 2は850 cm/kineである。

分刻時は、置時計式のものから入れた為に、発震時刻の精度はあまり良くない。

2) 1962年12月10日から29日までの期間では、6月の予備的観測において、かなり多くの地震を観測したので、予備観測における観測点、St. 1およびSt. 2に加え、広尾(St. 3)と浦河(St. 4)の両測候所に地震計一式を委託し、観測を依頼した。換振器は、両測候所共に所内の地震計室に設置した。

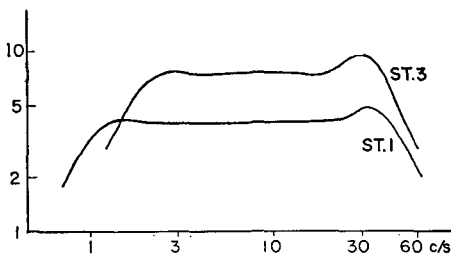
St. 3は出力2.8 volt/kineの2 c/s上下動換振器を用い、St. 4は1 c/s上下動換振器で、出力は3 volt/kineである。

St. 1およびSt. 2は、6月の観測と同じ装置を使用した。換振器の設置場所は、St. 1が予備観測と同じ場所であるのに対し、St. 2においては、降・積雪により換振器の維持・補修が困難になることを避ける為に、庶野小・中学校からおおよそ200 m、海岸から約300 mの場所へ換振器を移動し、設置した。

St. 1, St. 2およびSt. 4は、装置の総合特性がほとんど同じなので、第2図にSt. 1とSt. 3の観測装置の総合特性曲線を示した。

各観測点の換振器設置場所は皆、海岸からおおよそ500 mの範囲にあり、12月においては特に顕著であるが、波浪によると思われるノイズがかなり大きく、またSt. 3, St. 4は、市街地でもあるので、他のノイズもかなり大きい^{4,5)}。このために

各観測点での倍率はあまり上げ得ず、St. 1が200 cm/kine、St. 2は100 cm/kineで、新たに設けたSt. 3は20 cm/kine、St. 4は50 cm/kineである。



第2図 使用した地震計の総合感度曲線
(たて軸は任意目盛り)

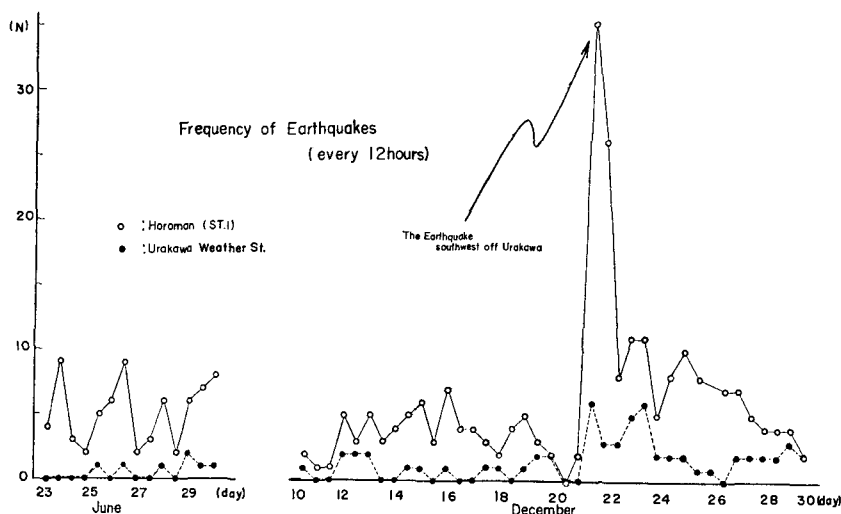
Fig. 2. Overall frequency response curves of the seismometers

III. 地震の頻度

6月と12月の2度にわたる計1カ月の観測で、391個の地震を記録した。第3図に、12時間毎の地震の頻度を示す。同図において、St. 1での観測回数だけを白丸で示した。また、黒丸は、比較のために浦河測候所54年型普通地震計で記録した地震の頻度を示している^{6,7)}。

地震頻度で顕著なことは、12月20日から21日にかけて、今回の計1カ月の観測では例外

- 4) 地震課技術係；地震観測官署の地震計室の地盤について、*験震時報*, **22** (1957), 2-49.
- 5) 地震課技術係；地震観測官署の地震計室の地盤について(続報), *験震時報*, **23** (1958), 1-47.
- 6) 札幌管区气象台；北海道地震・火山月報, Jun. 1962.
- 7) 札幌管区气象台；北海道地震・火山月報, Dec. 1962.



第3図 St. 1における12時間毎の地震頻度(白丸)と浦河測候所で記録した地震の頻度(黒丸)

Fig. 3. Half day frequency of earthquakes, Open circles: observation at St. 1, Closed circles: routine observation by Urakawa Weather Station.

的なことであるが、約20時間にわたって、第3図でも明らかなように、地震が記録されなかった。そして、21日18時33分に起った浦河南西沖地震の約3時間ぐらい前から数が増し、3時間で6個観測された。しかし、これが有意な、大きな地震が起る前の変化、あるいは前震として認めうるものであるかどうかは、今回の観測期間において、唯一度の経験であり、さらに前記6個の地震が微小で、震源の決定が不可能だったので、立ち入った議論はできない。またさらに、浦河南西沖地震が起った後、浦河測候所の頻度と比較して見ると明らかなように、微小な地震が増したが、1週間ぐらいで以前の状態にまで減少して来た。浦河南西沖地震は、著者が浦河測候所の振幅⁸⁾からマグニチュードを計算して見ると6.2である。宇津⁹⁾の研究によれば、マグニチュード $6 < M < 6.5$ で7割以上が余震を伴うということが分っているが、第3図からも明らかに分るように、この地震も余震を伴った。

浦河南西沖地震とその余震については、後章でさらに議論する。

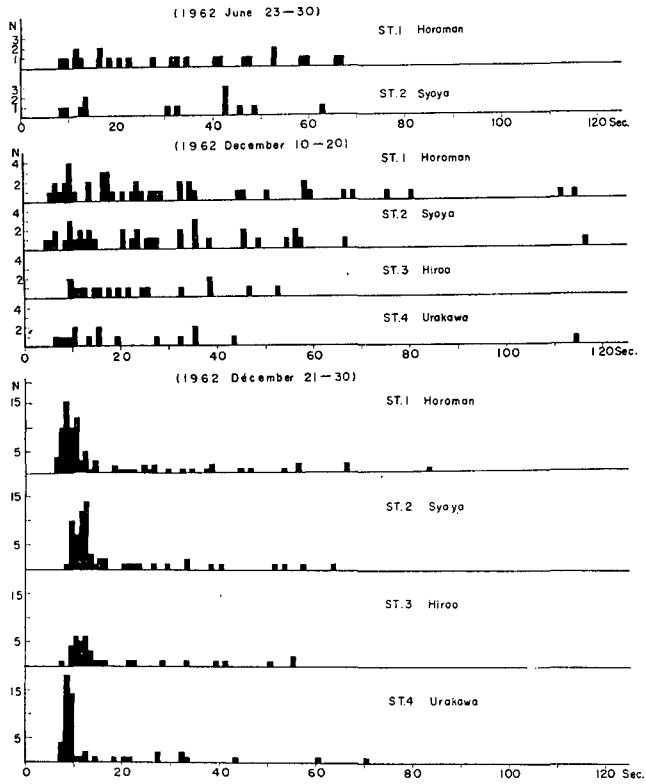
IV. P-S 時間の頻度分布および震源決定

時間間隔を1秒毎に取ったP-S時間頻度分布を、第4図に示す。同図では、浦河南西沖地震の余震のP-S時間の頻度をはっきりするように、12月の観測期間を浦河南西沖地震以前と以後とに分けて示した。

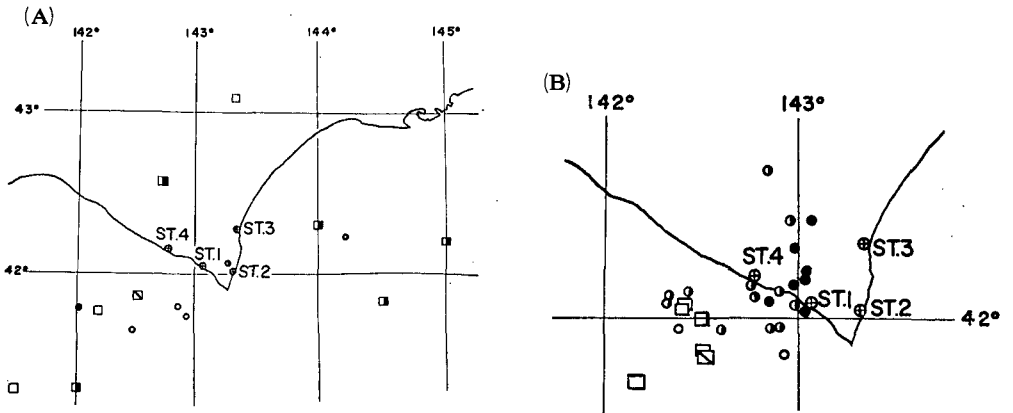
四点による観測のP-S時間から震源を決めた(第5図)。浦河南西沖地震の余震と判定で

8) 前出 7).

9) 宇津徳治; 地震の Magnitude と余震の起り方, 地震 [2], 10 (1957), 35.



第 4 図 P-S 時間頻度分布。12 月の観測期間は 20 日以前と 21 日以後とに分けた
 Fig. 4. Frequency distributions of P-S durations. The lowest figure shows the distributions after the rather remarkable earthquake of Dec. 21 of which epicenter was southwest off Urakawa.



第 5 図 S.M.O. 発表の震源(□)と四点の P-S 時間から定めた震源(○)の分布。(A) 12 月 21 日の浦河沖本震に伴う余震以外のもの, (B) 同余震のもの。⊠は本震の位置
 Fig. 5. (A) Hypocentres of earthquakes in this region except those of aftershocks following the main shock of Dec. 21, (B) Hypocentres of the aftershocks, ○: determination by the quadruple sets of observations, □: determination by S.M.O., ●: $H \leq 30$ km, ○: $30 < H \leq 60$, □: $60 < H$, ⊠: main shock of Dec. 21.

きるものを分け、また、深さによって3区分して図示した。なお、同図には我々の観測では記象が大きく振切れているために、震源決定ができなかった地震について札幌管区気象台発表のエリモ岬附近における震源をも加えて示してある。

エリモ岬附近の主な地震活動域を、P-S 時間から大まかに推定して見ると、8秒から15秒ぐらいの浦河沖、15秒から25秒ぐらいの十勝・釧路沖、35秒から50秒の根室沖などが考えられる。

浦河南西沖地震の余震から、いわゆる大森係数 $k \left(= \frac{V_P V_S}{V_P - V_S} \right)$ の値を出して見ると、内陸部では震源の深さが10 km ぐらいのものが多く、 k は3.0~3.5で、海岸に沿う地域では震源が深くなって、 k の値は4.5~5.5となる。さらに海岸から離れるに従い k の値は8.5前後、30 km 以上沖では、深さが60 km から70 km の地震で9.2~9.5となり、深い震源のものでは9.5以上の値をとる。早川が、日高地方(St. 1付近)のダンカンラン岩の地震波速度、 V_P および V_S を求めた結果によると¹⁰⁾,

$$V_P = 8.2 \text{ km} \quad V_S = 4.2 \text{ km} \quad (\rho = 3.3)$$

である。これによって k の値を出せば、 $k = 8.6$ となり、上記の震源決定によって求めた k の値とも合わせ考えて見ると、この地域では k の値がかなり大きいことが分る。

今回の観測装置では、St. 1において12月の観測では0.008 kine 以上の地震記象は振り切れてP-S時間の読み取りはできない。このような地震は、15個あった。

V. 浦河南西沖地震とその余震について

1962年12月21日18時33分頃、浦河南西沖地震が起った。震源の位置は、札幌管区気象台(S.M.O.)発表とU.S.C.G.S.発表で異り¹¹⁾

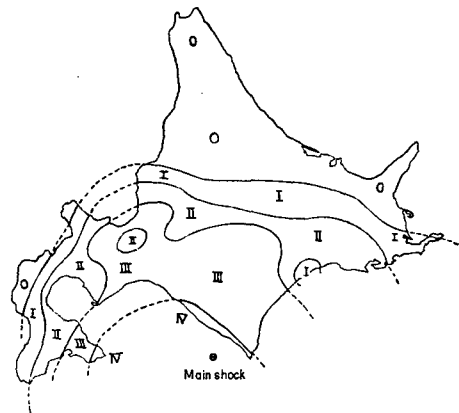
S.M.O.: 41.9°N 142.5°E H=70 km

U.S.C.G.S.: 42.4°N 142.3°E H=27 km

となっているが、著者が道内測候所の発振時刻から最小二乗法で出して見ると、誤差の範囲で、東にづれてはいるが、S.M.O.発表の震源位置の方が良いと思われる(第5図参照)。

道内の震度分布を第6図に示した。

第5図 b) から余震域の広さについて考察する。余震域の広さと本震のマグニチュードの関係



第6図 浦河南西沖地震による北海道地方の震度分布

Fig. 6. Seismic intensity distribution in Hokkaido by the main shock of Dec. 21, 1962.

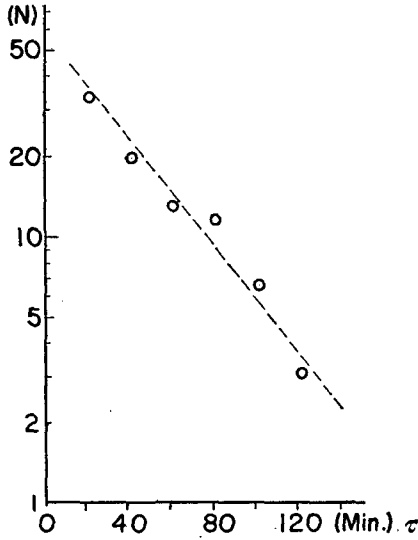
10) 早川正己; 物理探鉱技術協会, 昭和37年秋季講演会発表.

11) 前出 7).

は、宇津・関¹²⁾によって

$$\log A = M - 4$$

の統計式が求められている。今、浦河南西沖地震のマグニチュード・6.2から推定される余震域の広さはおよそ200 km²で、著者が決定した震源の分布から見ると1/10以下である。この逆



第7図 余震の発生時間間隔の頻度分布

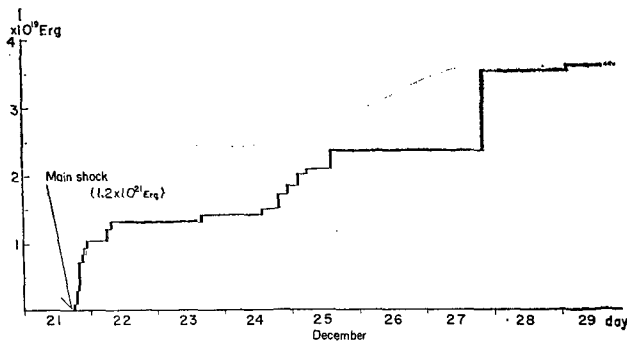
Fig. 7. Frequency distribution of time intervals of aftershock occurrences.

の場合、すなわち推定される余震域の広さが、実際に観測によって決定した震央の分布より広い場合が、1961年8月北米濃地震余震観測^{13,14)}において見られる。このような差異が、地殻構造のちがいの特性として表われたものであるかどうかは、推定できないが、詳しい考察は、今後さらに多くの余震観測がおこなわれた後においてなされねばならぬ問題であろう。

また、浦河南西沖地震の余震域は、一般にいわれているように、本震からずれて北北東の方向に延びて居る。

余震の時間間隔の分布を第7図に示した。

ここでは、相次ぐ地震の時間間隔 τ を、20分毎にとって、その頻度を片対数グラフ上に示したものである。個数が少ないので確かなことはいえないが、 $N = Ae^{-k\tau}$ の型の偶然的な分布と考えて良いだろう¹⁵⁾。



第8図 浦河南西沖地震に続いた大きな余震18個により放出されたエネルギーの積算

Fig. 8. Cumulative energy released by 18 largest aftershocks.

- 12) 宇津徳治・関 彰；余震域の面積と本震のエネルギーとの関係，地震[2]，7 (1955)，233.
- 13) 表俊一郎・唐鎌郁夫・中島直吉・斎藤貞夫・茅野一郎；北米濃地震余震観測一勝原および蛭ヶ野における観測一，震研彙報，39 (1961)，881.
- 14) 宮村攝三・堀 実・安芸敬一・松本英照・安藤誠一；北米濃地震余震観測一岐阜県八幡町における観測一，震研彙報，39 (1961)，895.
- 15) 友田好文；地震の時間間隔の分布及びこれと地震動の最大振幅との関係に関する統計的記述，地震[2]，7 (1954)，155.

浦河南西沖地震のエネルギーは、およそ 1.2×10^{21} erg で、余震の積算エネルギーは、大略 4×10^{19} erg であり、本震の 1/30 程度である (第 8 図)。

VI. あとがき

地震活動が平常であると考えられる期間において、日高地方エリモ岬附近では、倍率を数万倍にして観測すると、1日に10個以上の地震が観測できることが分った。

石本・飯田の式が成り立つとすると、ある観測点において観測できる地震の数 N は、倍率 V の V^{m-1} に比例することが、浅田・田¹⁶⁾によって求められている。一般的に、 m の値が 2.0 前後であることを考慮すれば、 N は V に比例するとして、大略良いであろう。

以上のことを考え、また、St. 1, St. 2 においては夏季海岸からより遠く離れ、波浪によるノイズを避けることができ、そして倍率を 10 万倍程度にすれば、日に 25 個以上の地震を観測することが期待できる。

今後倍率を上げて、さらに詳細な seismicity の考察を、この地域において行ないたいと思っている。また、水平動および短周期・長周期の換振器をも併用し、刻時精度を高く保って長期間にわたる観測が望ましい。

おわりに、終始御指導していただいた松沢教授、横山助教授、観測に協力して下さった同僚の本谷氏に深く感謝致します。また、観測に際し深い御理解と御協力を賜った広尾測候所、浦河測候所の方々、幌満、庶野両小・中学校の諸先生、北海道開発局幌泉支所桶田所長、吉田氏をはじめ皆様に心より御礼申し上げます。

10. Observations of Microearthquakes in Hidaka District, Southern Hokkaido —1962—

By Yoshimi SASAKI

(Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University)

In the vicinity of Erimo Cape in Hidaka District, many minor earthquakes have been observed by the routine observations of Japan Meteorological Agency. In June 1962, the author made the preliminary seismometrical observation of high sensitivity by using vertical velocity electromagnetic seismometers at Horoman and Syoya in this region, and again, in December, the observation was carried out at the four stations adding more two, Hiroo and Urakawa.

The earthquake of magnitude 6.2, being one of the largest ever observed in this district, occurred southwest off Urakawa Dec. 21 and was followed by many aftershocks for a week or so.

16) 浅田 敏・田 望; P-S 時間の頻度分布について, 地震 [2], 7 (1954), 37.

In this report, the author studies the following items :

- 1) Frequency of earthquake occurrences.
- 2) Distribution of P-S durations.
- 3) Hypocentres.
- 4) Values of so-called Ômori's coefficient k .
- 5) Some remarks on the earthquake of Dec. 21 and its aftershocks.

Last, the author would like to emphasize that frequent observations of the microearthquakes should be made in Hidaka district with more perfect seismometrical systems and for long period, at least, a month.

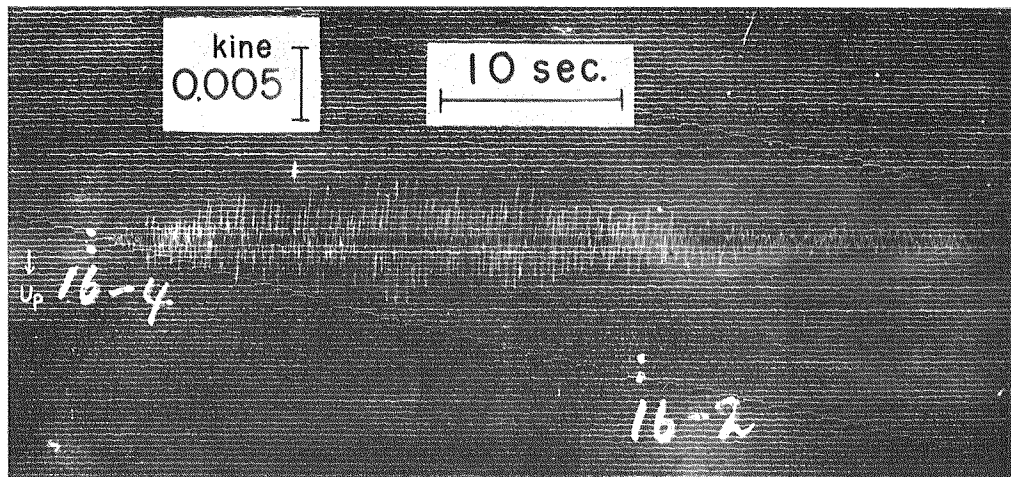


写真 1 ST. 1 (幌満) における上下動地震記象例 (1962 年 12 月 16 日)
Photo. 1. An example of seismograms (December 16, 1962) of the vertical component recorded at ST. 1 (Horoman).

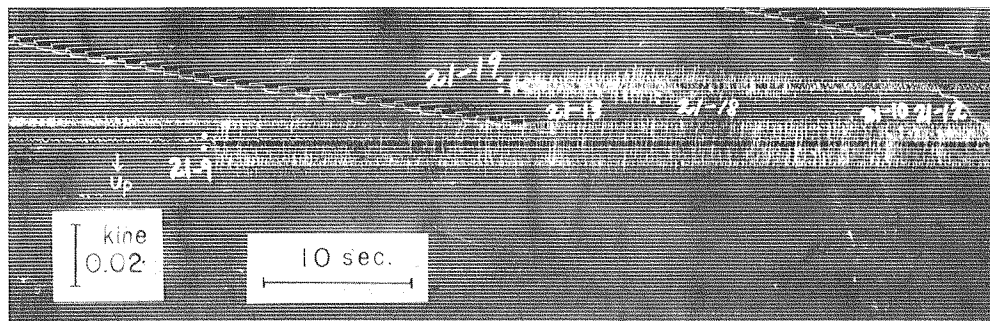


写真 2 ST. 2 (庶野) で記録された 1962 年 12 月 21 日の浦河西南西沖地震の上下動地震記象 ($M=6.2$). 振幅は増幅度の飽和のために抑制されている
Photo. 2. The seismogram of the earthquake southwest off Urakawa, December 21, 1962, recorded at ST. 2 (Syoya).