



Title	札幌地震観測所における地震観測 : 札幌周辺の地震活動 (1973. 7-1974)
Author(s)	本谷, 義信; MOTOYA, Yoshinobu
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 34, 55-65
Issue Date	1975-11-29
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.34.55
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14054
Type	departmental bulletin paper
File Information	34_p55-65.pdf



札幌地震観測所における地震観測

—札幌周辺の地震活動(1973.7—1974)—

本谷 義信

北海道大学理学部札幌地震観測所
(昭和50年6月16日受理)

Earthquake Observation at the Sapporo Seismological Observatory — Seismicity near Sapporo (1973. 7-1974) —

By Yoshinobu MOTOYA

Sapporo Seismological Observatory, Faculty of Science, Hokkaido University
(Received June 16, 1975)

The Sapporo Seismological Observatory, Hokkaido University was established in 1972 under the Earthquake Prediction Research Project of Japan. It is located at Toyama in the suburbs of Sapporo. The registered station code is HSS. The routine seismic observation was started on July 1, 1973 and the data have been published in the form of station bulletin.

It has been considered that seismicity near Sapporo is rather low. On November 17, 1974, however, a felt earthquake with magnitude 4.0 occurred near Sapporo after an interval of 23 years. At Sapporo the intensity of this shock reached 2 on JMA scale. In the epicentral region of this earthquake there was no shallow earthquake with magnitude larger than 1.5 from July, 1973 to October, 1974. One foreshock was recorded 12 days before the occurrence of this Sapporo earthquake and it was accompanied by at least 5 microaftershocks.

From July, 1973 to December, 1974, a total of 64 microearthquakes whose S-P intervals at HSS were less than 10 sec was recorded. Some clusters of microearthquakes were recognized in time and space. The location of 33 hypocenters were determined using the data from HSS and JMA volcanological high gain stations. The pattern of space distribution of microearthquakes obtained from a short-time observation may agree fairly well with that of past moderate earthquakes around Sapporo.

I. はじめに

地震予知研究年次計画にもとづいて1965年より全国各地方に微小地震観測所の建設が始められ北海道においても、北海道大学理学部附属浦河地震観測所につづいて、同札幌地震観測所が1972

年度に開設されることになり、1973年3月建設工事を完了し、同年7月より連続観測を開始した。

この観測所の目的は、北海道とその周辺の地震活動の監視をし、地震予知研究に有効な資料を得ることにある。本報告では、観測所の概要および1973年7月から1974年12月までに得られた資料を整理解析した結果についてのべる。

II. 観測所の概要

交通機関その他による雑微動の影響を出来るだけさけて高感度の観測を行い得るように、札幌市街中心地より約20 km 離れた砥山が観測所の場所としてえられた。この観測所の地点名については、札幌という地名はすでに気象庁札幌管区気象台で行われている地震観測に対して用いられているので、これとの混同をさけるために、北海道大学札幌観測点 (Hokkaido University Sapporo Station, コード HSS) として国際登録されている。

地震計の位置は、 $42^{\circ}57'53''\text{N}$ 、 $141^{\circ}13'58''\text{E}$ 、高度215mである。地震計は深さ25mの立坑の底に設置されており、出力信号はケーブルでとり出されて、観測所庁舎内の記録室で遠隔記録される。Fig.1に示す倍率特性で、短周期3成分、長周期3成分〔中島他(1975)〕のインキ書き記録が行われている。札幌周辺の地震の短周期地震計による記録例と遠地地震の長周期地震記録系による記録例を最後に示してある。

読み取り規準は特に設定せず、短周期地震計で記録されている地震はすべて検測している。検測結果は station bulletin として発行し、国際的に地震資料を集めて震源決定などのサービスをしている U.S. Geological Survey (USGS) にも、別に資料を送付している。

III. 観測結果の概要

北海道においては、すでに浦河地震観測所(上杵臼, KMU)および、えりも地殻変動観測所(えりも, ERM)が開設されていて、着実に研究成果があがりつつあるが、主たる観測対象地域が太平洋沿岸から北海道南部にかぎられていたのはやむを得ない。Fig.2をみれば、札幌地震観測所が既設の両観測所と協力することにより、北海道とその周辺の地震活動の監視能力が著しく高くなることがよくわかるであろう。HSSとKMUでは各々独立に地震記録を検測しているが、全体の80%程度の地震は共通して報告されている。

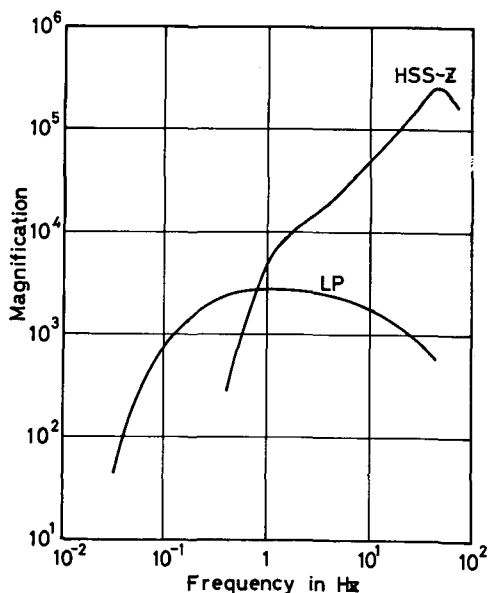


Fig. 1. Magnification curves of instruments used at the Sapporo Seismological Observatory (HSS).

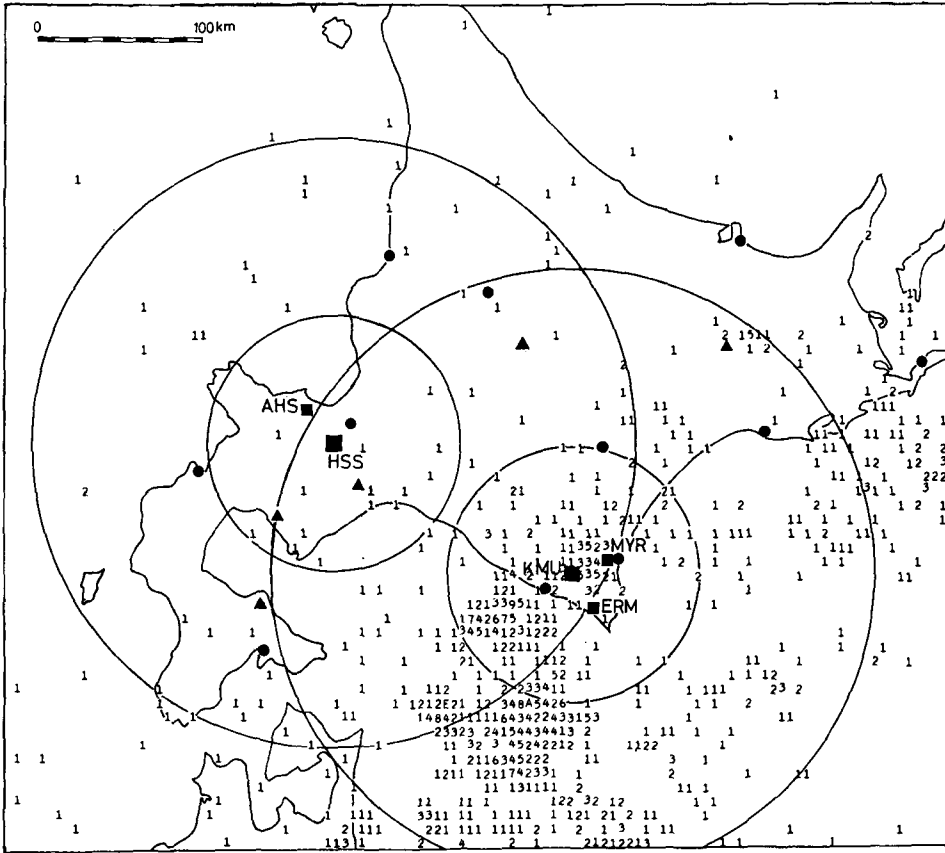


Fig. 2. Distribution of earthquake epicenters during 1961-1971 (JMA) and seismic stations. Large and small circles show 30 and 10 sec iso S-P lines from HSS or KMU, respectively.

HSS と KMU の資料をつき合わせるにより、読み取り、資料の転写などの際に起りやすい単純な誤り（時間の、日、時、分、単位での誤りなど）が簡単に発見出来て、資料の量が多くなるだけでなく、質的にも向上することは大きな利点といえる。

観測された地震の大勢をみる目的で、HSS と KMU の $P-S$ 時間の頻度分布を Fig.3 に示す。黒ぬりの部分は HSS と KMU で共通して報告されている地震である。HSS の観測が始まった 1973年 7 月には、同年 6 月 17 日の根室半島沖地震 ($M=7.4$) の余震活動がまだ活発に続いていたので、 $P-S > 30$ 秒の地震が多くなっている。北海道およびその周辺で顕著な地震活動がみられなかった時期の例として、1974年 2 月の $P-S$ 分布を示してある。

IV. 札幌周辺の浅い地震の活動

北海道およびその周辺の浅発地震活動については、宇津(1968)、森谷 (1974) らによって調べ

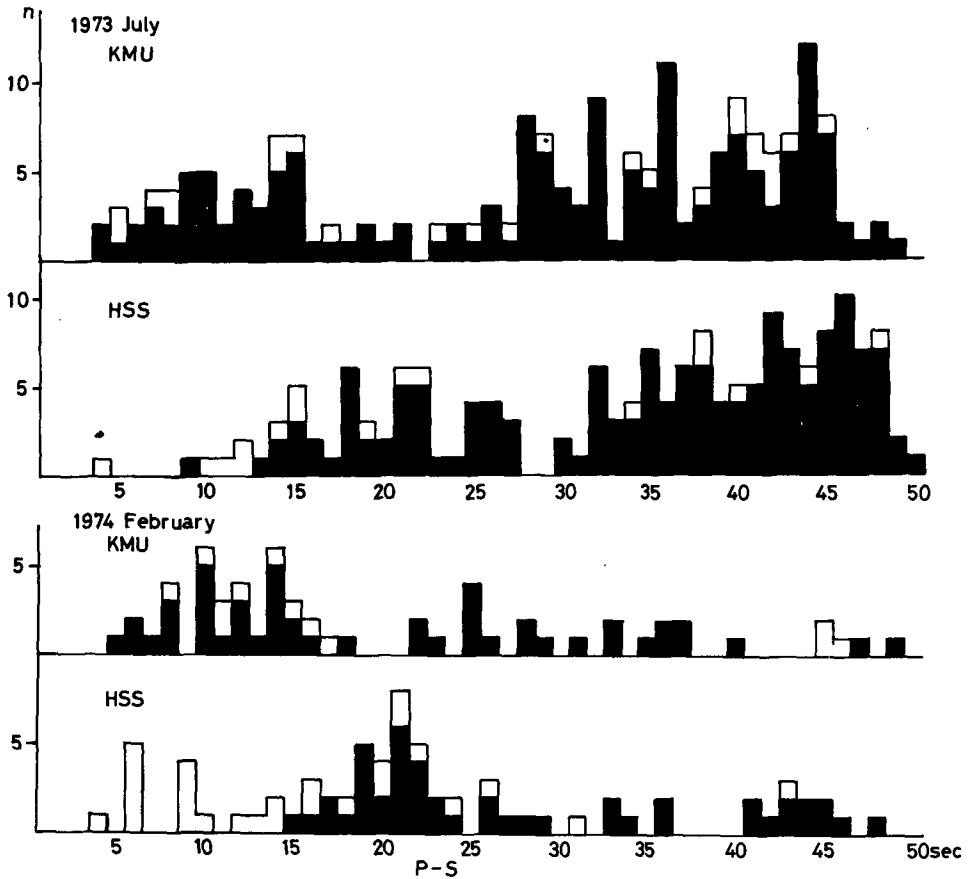


Fig. 3. Frequency distributions of P-S intervals at HSS and KMU stations. Solid parts represent earthquakes observed at both the stations.

られていて、札幌周辺の浅い地震は少ないとされているが、それでも、札幌管区気象台の有感地震報告、各気象管署の驗震結果、微小地震観測の結果〔柿市他(1969)〕などによれば、相当数の地震が発生していることがわかっている。また、後で詳しくのべるが、1974年11月17日に札幌付近に震源をもつ有感地震が発生した。

1973年7月にHSSの観測が始まってから1974年末までの18ヵ月間に、HSSでP-S時間10秒以内の地震が64個記録された。これらの地震の発生時間系列をFig.4に示すが、1973年11月までは比較的一様に発生しているのに対して、それ以後では前震や余震を伴った地震が目立つ。HSSからみて、P-S=3秒、4秒、6秒、9秒付近に地震が多く、い

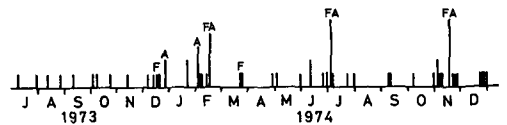


Fig. 4. Time distribution of earthquakes whose P-S intervals at HSS are less than 10 sec. F and A indicate foreshock and aftershock, respectively.

ずれの活動域でも前震又は余震を伴う地震が発生している (Fig.5). 最も近い地震は $P-S=1.6$ 秒であった。これらの地震のマグニチュードは渡辺 (1971) の式から求めたが、最小は $M=1.4$ で、大部分は $M2 \sim 3$ の間にあり、最大は $M=4.0$ であった。

高感度地震観測が行われている大学の観測点と気象庁の火山観測点の資料を用いて、いくつかの地震の震源を求めることが出来た。HSS で $P-S$ 10秒以内の地震を対象として、各観測点の P 波初動時刻 t_p と市川・望月 (1971) の走時表を用いて震源を求める計算をした。観測資料の少ない場合には、各点の $P-S$ と t_p をプロットすると直線関係になることから求めた震源での発震時刻 t_0 を固定したり、深さ h を適当に仮定して与えたりして、残差平方和が 1 秒以下になるまで何回かくり返し計算した。得られた結果の数値は最後に示してある。震央分布を Fig.6 と Fig.7 に示す。ここで、数字は震源の深さ km で、 R がついているものはその深さに固定して震源が計算されたことを示している。

Fig.6 から、この地域の地震の分布を概観すると次のことがわかる。地震は山岳地域に分布していて、石狩一苫小牧低地帯には全く起きていない。しかし、札幌付近から石狩湾に入ると、1974年11月17日の地震 S も含めて、これまでもかなり多くの地震が知られている。支笏 (樽前山, 恵庭岳) および洞爺 (有珠山, 昭和新山) の活火山に直接関係していると思われる地震は見出されず、支笏湖, 洞爺湖の中間地域に地震が密集している。1967年9月28日に幾春別付近で震度Ⅲの局発有感地震 ($M=3.7$) があったが、当時得られた各気象管署の資料を用いて同じ方法で震源を決定した震央が T で、この付近に微小地震活動が見られたのは興味深い。

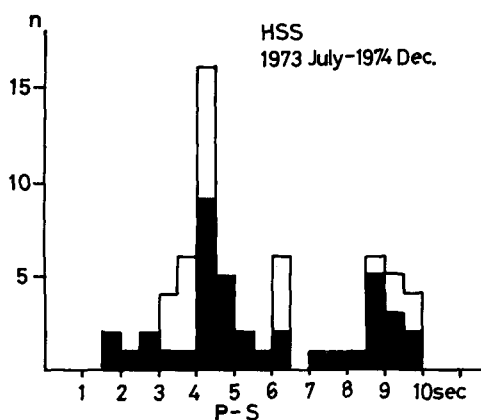


Fig. 5. Frequency distribution of P-S intervals at HSS. Unfilled parts represent foreshocks or aftershocks.

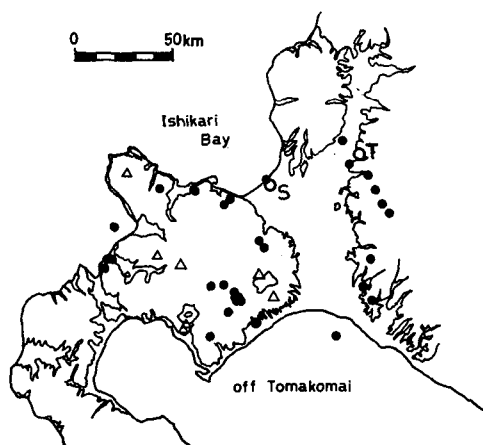


Fig. 6. Distribution of earthquake epicenters plotted on the topographic map. Contour line is 100 m above sea level. Triangles show active and Quaternary volcanoes. S and T indicate the Sapporo earthquake on November 17, 1974 and the Ikushunbetsu earthquake on September 29, 1967, respectively.

つぎに、この期間にみられたいくつかの地震活動についてのべる。各活動域に含まれる地震の資料を Table 1 に示してある。

寿都付近にかたまっている地震 (Fig. 7, ブロックA) は1973年末に起きたもので、このうち2個は寿都以震度Iが報告されている。しかし、それ以後74年末までには、ここには全く地震は起きていない。

地震が最も密集しているBブロックでは主な活動期は4回あった。1974年7月の活動はあきらかに「前震-本震-余震」型であった。このブロックから南西へ約15 km離れたところにある1個の地震aは、確かに有珠にいくぶん近かったといえるものである。

ブロックCでも繰り返し活動がみられるが、前震や余震を伴う地震は起きていない。ブロックDでは、1973年12月と74年2月の2回活動がみられたが、それ以後の活動はない。

2月の活動は「前震-本震-余震」型であった。これらの地震の震央が本当に線状に並んでいるのか、ブロックCとDはつながっているのかなどについては、いまのところ何ともいえない。ブロックEについては後のべる。

1974年2月4日にHSSの近くで起きた地震bには余震活動がみられた。HSSの記象型からも、この地震はいくぶん深いものであったろうと思われる。

宇津(1968)と森谷(1974)は、北海道とその周辺の浅い地震の分布図を発表している。Fig. 8に、宇津(1968)による図がそのまま引用されているが、これらの地震の震央は地震計測で求められたものはほとんどなく、少数の地震計による資料、震度観測資料などから推定されたものである。この図と、今回得られた微小地震の震央分布 (Fig. 6) とは、かなり良く対応しているように見える。ただ、ブロックBに相当する所にはこれまで地震は知られていなかった。1961年1月に樽前山付近で群発地震活動があったが、これは確かにBブロックの地震とは別のものと考えられる。

V. 1974年11月17日の札幌付近の地震

1974年11月17日07時23分頃、札幌、小樽地方で突き上げるような急激な地震動を感じた。札幌付近に震源をもつ同程度の地震は23年ぶりであり、地震規模としては大きなものではなかったが、「大都市直下型」地震として注目された地震である。気象庁による震源要素は、震源での発震時

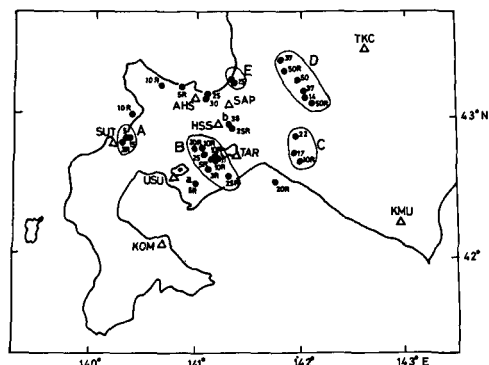


Fig. 7. Distribution of shallow earthquakes whose hypocenters were determined in this study. Attached figure indicates focal depth. The focal depth with letter R means that the corresponding depth is restricted. Triangle represents seismic station used in hypocenter determination.

Table 1. List of earthquakes characterized by some noticeable seismic activities.

Mark*	Date	Time	P-S	M	Remarks	
A	1973 Nov. 13	18h54m	8.8s	2.2	SUT, I	
	1973 Dec. 16	04 58	8.9	1.5	} G?	
	1973 Dec. 17	13 40	9.1	3.3		Sut, I
B	1973 Oct. 3	03 54	5.5	2.0	} F2, A3	
	1973 Oct. 6	05 55	4.2	2.7		
	1974 Mar. 23	22 57	4.1	2.75		
	1974 Mar. 24	05 29	4.0	2.82		
	1974 June 13	02 16	4.2	2.7		
	1974 June 13	03 13	4.0	2.5		
	1974 July 3	05 00	4.5	3.0		M
	1974 July 4	18 20	4.4	2.1		A
a	1974 July 20	19 08	6.2	2.6		
C	1973 July 30	11 38	9.0	3.6	}	
	1974 Apr. 28	07 27	8.9	3.1		
	1974 June 30	03 34	8.6	2.7		
D	1973 Dec. 25	20 28	9.7	3.3	} F2, A1	
	1973 Dec. 25	21 02	9.2	2.7		
	1974 Feb. 16	05 27	9.4	2.8		F
	1974 Feb. 16	19 24	9.5	2.5		F
	1974 Feb. 16	19 53	9.5	3.3		M
	1974 Feb. 16	22 21	9.5	2.8		A
E	1974 Nov. 5	07 03	3.7	2.1	F	
	1974 Nov. 17	07 22		4.0	M	
b	1974 Feb. 4	12 58	6.1	3.0	M A4	

* Epicenter region classification, see Fig. 7.

07h 22m 22.8s, 震央 $141^{\circ}17' E$, $43^{\circ}14' N$, 深さ 00 km, マグニチュード 4.0 であって, 札幌付近の浅い地震で地震計測によって震源が求められたのは初めてのことである。しかし, 1927, 31, 33, 48, 51年にも札幌で震度 II 以上を記録した同じような局発地震の発生が知られている。

この地震の震源域での地震活動を, HSS と気象庁樽前山火山観測点の P 波初動時刻の差から調べると, 1974年10月までは $M \geq 1.5$ の地震は全く発生していないことがわかった。11月1日から12月末までに HSS で観測された $P-S=10$ 秒以内の地震の検測結果を Table 2 に示す。11月5日(本震より12日前)に前震が1個震源決定されている。余震の $P-S$ 時間は 3.5 - 3.7 秒に集中していることから考えると, 11月5日と7日の $P-S=2.9$ 秒の地震が震源域の中で起きたとは思われない。本震発生以前に震源域よりもう少し広い範囲で地震活動が活発になったことを暗示しているのかも知れないが, これを確かめるだけの資料はないからここでは検測結果をあげるにとどめておく。

VI. おわりに

新設された札幌地震観測所の概要とそこで得られた資料にもとづいて札幌周辺の地震活動についてのべた。観測開始以来日は浅いが札幌周辺の微小地震の分布をはじめてあきらかにすることが出来た。微小地震の分布はこの地方の過去の地震活動をかなりよく反映しているようであるが、震源のきまった地震の数は少ないし、この地域の地震はかなり強い続発性を持っているので、短期間で得られた震源分布の特徴がどの程度安定したものであるかは今後の観測にまつほかはない。

札幌付近の地震活動は低いとされているが、1834年の石狩地震 ($M6.4$) 程度のものが起きても、近来人口集中の著しい札幌市北部の

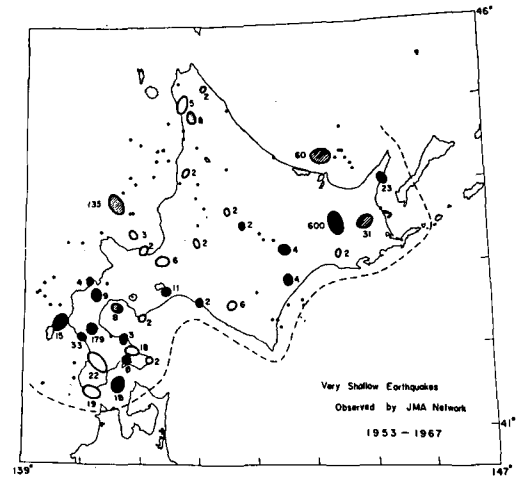


Fig. 8. Epicenters of very shallow earthquakes in and around Hokkaido compiled by Utsu (1968).

Table 2. List of earthquakes with special relation to foreshock and aftershocks of the Sapporo earthquake on November 17, 1974.

Date	Time	P-S	M	Remarks
1974 Nov. 1	14h07m	3.4	2.9	near HSS
	5 07 03	3.7	2.1	foreshock
	5 19 54	2.9	1.7	
	7 04 34	2.9	1.2	
	9 09 57	7.6	2.7	
	17 07 22		4.0	main shock
	17 07 25	3.6	1.7	aftershock
	17 07 53	3.5	1.9	aftershock
	17 11 12	3.7	2.0	aftershock
	17 17 46	3.6	1.7	aftershock
	20 22 23	5.1	2.4	
	22 17 49	2.0	2.1	
	25 20 33	3.5	2.1	aftershock
Dec. 25	12 45	7.1	2.8	
	26 01 11	3.3	1.8	
	27 11 57	4.6	2.1	
	31 06 11	3.4	2.0	

All earthquakes whose P-S intervals at HSS are less than 10 sec are listed during November-December, 1974.

軟弱地盤地域では大被害を生ずる恐れがあり警戒をおこたれない。地震予知を最終目標とする観測所を札幌近郊につくり、地震予知研究の推進をはかるゆえんである。

札幌地震観測所の開設にあたっては北海道大学当局にいろいろと御世話になった。観測システムの完成には地球物理学教室の森谷武男氏に絶大なる御援助をいただいた。また、気象庁の十勝岳火山観測所、室蘭地方气象台、苫小牧および森測候所では、地震記象の読みとりをさせていただいた。ここに記して深甚なる謝意を表する。地震記象の読みとり後の資料の処理および計算は北海道大学大型計算機センターで行われた。

文 献

- 市川政治・望月英志, 1971. 近地震用走時表について. 気象研究所研究報告, **22**, 229-290.
- 柿市勝重・広田知保・本谷義信, 1969. 北海道における微小地震観測. 地震学会春季大会講演.
- 森谷武男, 1974. 北海道およびその周辺の浅発地震活動と北海道北部の地殻変動. 地震予知連絡会会報, **12**, 7-9.
- 中島 徹・森谷武男・岡田 弘, 1975. ポータブルなやや長周期地震観測システムによる深発地震のスペクトル解析. 地震学会講演予講集, No. 1, 81.
- 宇津徳治, 1968. 北海道およびその周辺の地震活動. 北大地球物理研究報告, **20**, 51-75.
- 渡辺 晃, 1971. 近地震のマグニチュード. 地震(ii), **24**, 189-200.

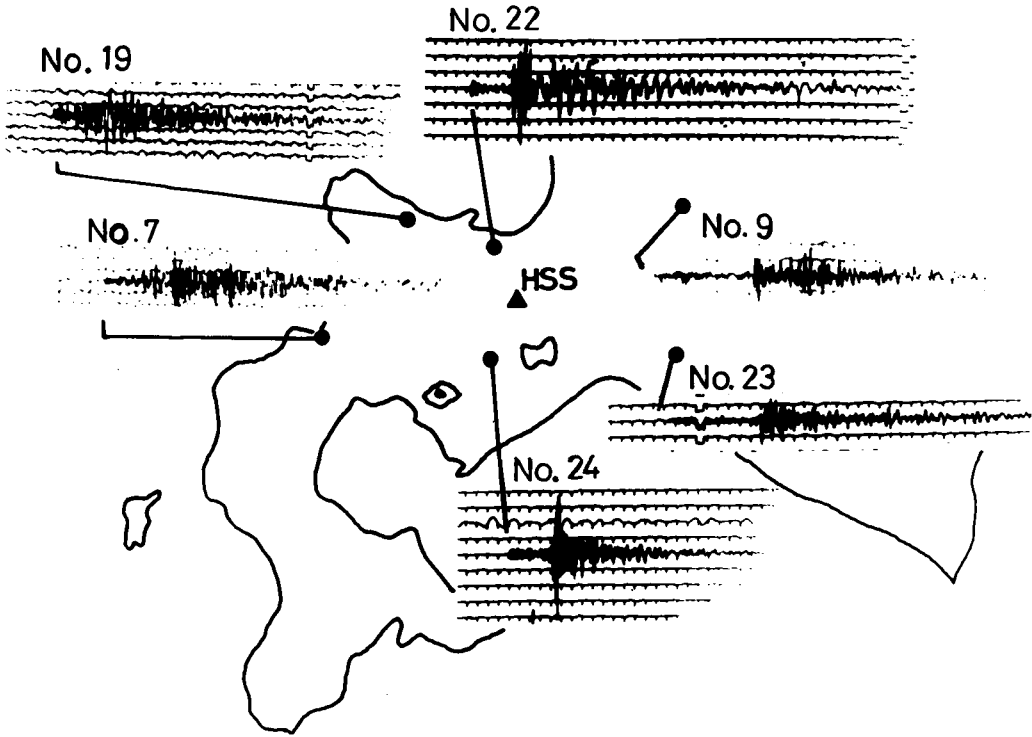
付 表

List of earthquake origins

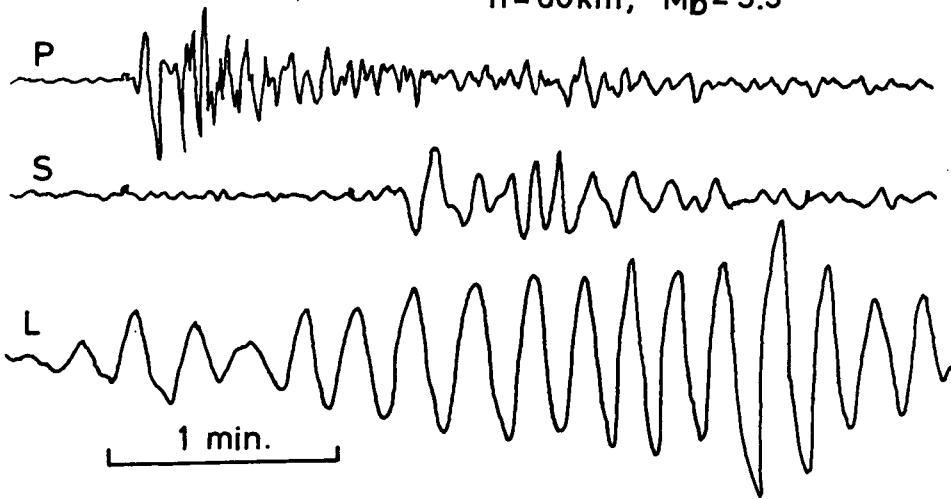
No.	Date	Origin Time	Lat.	Long.	Depth	Mag.	RMS	Stations used
1	1973 July 30	11 ^h 37 ^m 32.7R ^s	42.87° N	141.99° E	22km	3.6	0.17 ^s	KMU,TAR,KOM,USU
2	Sept. 21	19 30 59.3	43.14	141.10	25	2.7	0.44	HSS,TAR,KOM,USU, KMU,TKC
3	Oct. 3	03 53 38.5R	42.61	141.10	3R	2.0	0.00	HSS,TAR,USU
4	Oct. 16	05 55 27.4R	42.69	141.15	5R	2.7	0.01	HSS,TAR,USU
5	Nov. 13	18 54 44.7	42.85	140.34	5	2.2	0.19	USU,SUT,TAR,KOM, HSS
6	Dec. 16	04 58 27.0R	42.85	140.37	15	1.5	0.36	HSS,TAR,KOM,USU
7	Dec. 17	13 40 28.7	42.81	140.32	3R	3.3	0.50	HSS,TAR,KOM,USU, KMU,TKC,SUT
8	Dec. 25	20 28 22.4	43.18	142.01	37	3.3	0.86	HSS,TAR,KOM,USU, KMU,TKC
9	Dec. 25	21 02 45.0	43.25	141.96	50	2.7	0.37	HSS,TAR,KOM,USU, KMU,TKC
10	1974 Feb. 4	12 58 12.6R	42.95	141.31	38	3.0	0.92	HSS,TAR,KOM,TKC
11	Feb. 16	05 27 40.7R	43.07	142.10	50R	2.8	0.39	HSS,TAR,TKC
12	Feb. 16	19 24 39.8R	43.31	141.86	50R	2.5	0.47	HSS,TAR,TKC
13	Feb. 16	19 52 53.4	43.12	142.04	14	3.3	0.20	HSS,TAR,KOM,USU, TKC,KMU
14	Feb. 16	22 21 38.4R	43.41	141.81	37	2.8	0.65	HSS,TAR,KOM,TKC
15	Mar. 23	22 57 35.6	42.69	141.14	10R	2.8	0.34	HSS,TAR,USU,KOM, KMU
16	Mar. 24	05 29 15.0	42.67	141.18	11	2.8	0.25	KMU,HSS,TAR,USU, KOM,TKC
17	Apr. 28	07 27 08.3	42.68	142.00	10R	3.1	0.41	HSS,TAR,USU,KMU, TKC
18	May 3	15 21 20.7	42.77	141.05	10R	3.0	0.31	HSS,USU,TKC,KMU
19	May 31	11 10 12.2R	43.20	140.68	10R	2.8	0.76	HSS,TAR,TKC,KMU
20	June 13	02 16 49.7R	42.68	141.16	5R	2.7	0.04	HSS,TAR,USU
21	June 13	03 13 38.0R	42.55	141.32	25R	2.5	0.55	HSS,TAR,USU
22	June 26	23 32 03.0R	43.10	141.06	30	2.3	0.72	HSS,USU,KMU,TKC
23	June 30	03 34 35.8	42.75	141.94	17	2.7	0.05	TAR,HSS,KMU,TKC, KOM
24	July 3	05 00 51.3	42.74	141.07	25	3.0	0.30	HSS,TAR,KOM,AHS, KMU
25	July 4	18 20 34.0R	42.75	140.99	20R	2.1	0.19	HSS,TAR,USU
26	July 20	19 08 58.5R	42.51	141.00	5R	2.6	0.39	HSS,TAR,USU,AHS
27	Sept. 10	11 11 16.0R	43.18	140.87	5R	2.1	0.61	HSS,TAR,TKC,AHS
28	Oct. 7	09 11 47.8R	42.52	141.78	20R	3.5	0.36	HSS,TAR,AHS
29	Nov. 1	14 07 28.6	42.91	141.32	25R	2.9	0.26	HSS,TAR,AHS,TKC
30	Nov. 5	07 03 47.4R	43.24	141.32	3R	2.1	0.47	AHS,HSS,TAR
31	Nov. 9	09 56 53.6R	43.00	140.37	10R	2.7	0.58	HSS,TAR,TKC,AHS
32	Nov. 17	07 22 22.7	43.20	141.36	15	4.0	0.38	SAP,HSS,TAR,USU, SUT,TKC,KOM,KMU, KMK*

Letter R attached to figure means that the corresponding value is restricted.

RMS is $\sqrt{\sum(O-C)^2/n}$. KMK* is Konbumori (temporary station near Kushiro).



1975 Jan. 19 Kashmir-Tibet border region
h=60km, $M_b=5.3$



Example of seismograms.

above: NS component record of the short seismograph. No. is the same as in the table on earthquake origins.

below: UD component record of the long period system (LP in Fig. 1).