



Title	7 . 日高地方における微小地震観測 1963
Author(s)	本谷, 義信; 斎藤, 竜亀; 佐々木, 嘉三
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 12, 81-90
Issue Date	1964-08-25
DOI	10.14943/gbhu.12.81
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/13876
Type	bulletin (article)
File Information	12_p81-90.pdf



[Instructions for use](#)

7. 日高地方における微小地震観測 —1963—

本谷 義信・斎藤 竜亀・佐々木 嘉三

(北海道大学理学部地球物理学教室)

—昭和39年4月受理—

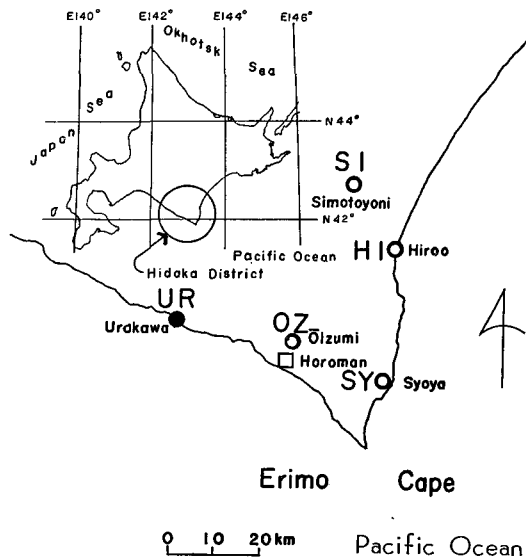
I. ま え が き

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、日高地方で微小地震観測を行なった。その結果はすでに報告されている¹⁾が、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回以上の地震が観測されることなどが明らかにされた。しかし、地震活動度の時間的変化を調べるには、連続観測の必要なことはいうまでもないが、現在ただちにこれを望むことは無理なので、1963年8月に同地方で再び微小地震観測を行なって、得られた資料について、1962年の結果との比較を試みた。

また、高感度の地震計を用いて観測される微小地震 ($3 > M \geq 1$) と、小地震 ($5 > M \geq 3$) との関係を示すことはきわめて重要な問題であるので、気象庁の常時観測の結果と我々の観測結果を結びつける観点から資料を整理した。

II. 観測点、期間および観測装置

1962年12月には、エリモ岬をはさむ4点、浦河、幌満、庶野、広尾の各点で観測を行なったのであるが、この時の経験から波浪によるノイズをさけて高感度で観測するには、海岸から離れることが望ましいことがわかったので、幌満の観測点をそこから北東に約5km、山の中に入ったところにある大泉に移した。庶野では、前回よりさらに約500mだけ海岸から離れた点に換振器を移動した。広尾では、前回と全く同じく広尾測候所に地震計一式を委託し、観測を依頼した。また、1963年3月から浦河測候所では電磁式地震計(59型光学式、



第1図 観測点の位置

Fig. 1. Observation points.

○ temporary observation points; ● Urakawa Weather Station (routine observation by Japan Meteorological Agency (J.M.A.))

1) 佐々木嘉三; 日高地方における微小地震観測 —1962—, 北大地球物理学報告, 11 (1963).

$T_0=1.5$ sec., $h_0=0.5$, $T_g=0.3$ sec., $h_g=2.5$, $V_{max}=1000$) による観測が開始されたので、今回は我々は浦河での観測をやめて、日高山脈の東側で海岸から約 13 km 離れた地点、下豊似に新しく観測点を設置することにした (第 1 図)。

使用した計器およびその特性は前回とほとんど同じものである。各観測点の位置、換振器の型、倍率および観測された最も小さな地震の変位振幅を第 1 表に示す。また総合周波数特性を第 2 図に示す。

第 1 表
Table 1.

観測点	位置		海からの距離 (km)	換振器の型	感度 (cm/kine)	変位倍率 ($f=5$ c/s)	最小観測変位
	φ	λ					
大泉 Oizumi	42°07.4'	143°04.5'	5	1 c/s 上下動	900-12,000	30-410×10 ³	6.9×10 ⁻⁴ μ
庶野 Syoya	02.5	17.1	1	1 c/s 上下動	560	18	4.3×10 ⁻³
広尾 Hiroo	17.0	19.0	0.2	1 c/s 上下動	38	1.2	1.9×10 ⁻¹
下豊似 Simotoyoni	24.3	12.2	13	1 c/s 上下動 3 c/s 上下動	(1,400)	(45)	(4.3×10 ⁻⁴)

観測期間は、1963年7月29日～8月30日の1カ月間である。

III. 地震概況

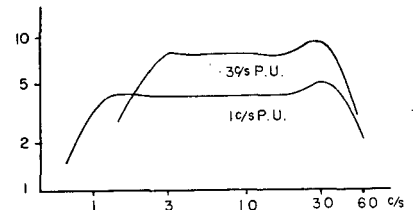
我々の約1カ月の観測では、総計 1,330 回の地震が記録された。この期間の地震概況について述べると、浦河で有感地震 6 回をかぞえ、このうち7月31日 20 時頃 浦河沖で発生した $M=5.4$ の地震には約 50 回の余震が観測されたが、これ以外に顕著な余震を伴う地震はなかった。

各観測点で記録された地震の回数は、大泉 1,189 回、庶野 816 回、広尾 169 回、下豊似 888 回であったが、大泉では別な目的のために感度をかえて観測したし、下豊似の記録系は不調であったので、ここの振幅は用いないことにする。また天候その他の条件でノイズの大きさも日によってかなり違うので、観測された地震の数そのものを比較することは無理である。

さらに記録された地震の中には、エリモ岬附近で起る近地地震から、遠地地震まで含まれているのであるから、地震を発生地域別に分類しておくことが望ましい。そこでまず出来るかぎり震源をきめる試みをしてから、地震活動度の比較に進んだ。

IV. 小地震 ($5 > M \geq 3$) の震源決定

エリモ岬から遠く離れたところでおきる地震の震源は我々の観測から決定出来ないことはいうまでもない。また近くでおきるものでも大きい地震は、我々の記録計は振り切れてしまう



第 2 図 総合周波数特性
(たて軸は任意目盛)

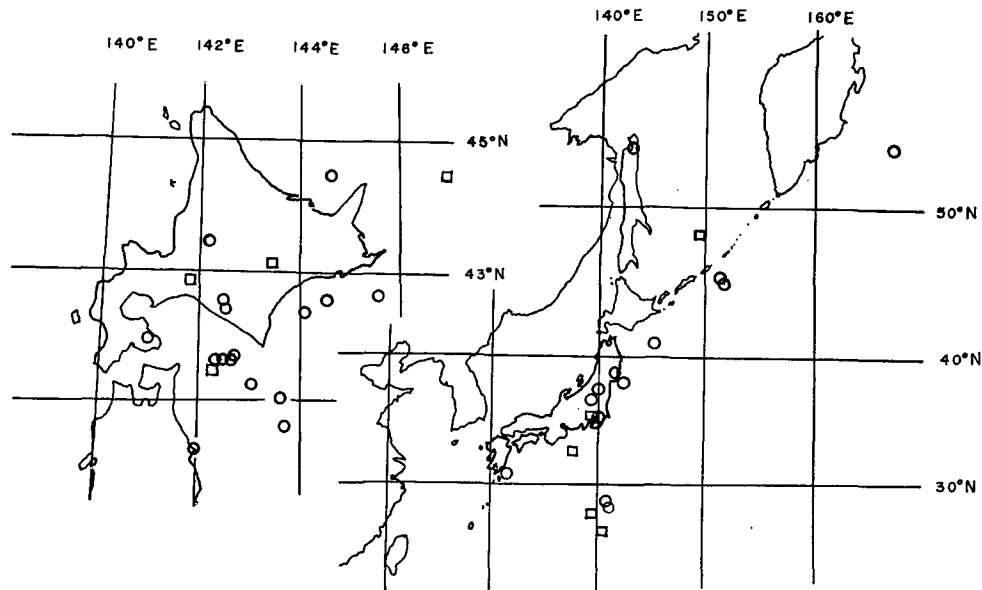
Fig. 2. Over-all frequency response curves of the velocity seismometers (ordinate is arbitrary).

のでこれも震源の決定は出来ない。しかし、このような地震については、気象庁の常時観測およびUSCGSなどにより震源のきまっているものも多い。そこで資料は北海道地震火山月報²⁾からとって、この点を調べた。

北海道にある気象庁の観測網のうち、地震を多く記録するのは、大平洋側の浦河、釧路、根室であることが知られているが、我々はエリモ岬付近の地震活動度を知りたいのであるから浦河測候所での観測結果に注目しよう。

まず、浦河ではどの位の大きさの地震から記録されるのかを調べる。月報に報告されている最小振幅は 1μ であるが、振幅の記載なく発振時のみ報告されているものも多いから、実際には 1μ よりやや小さいものも記録されることは間違いない。浦河沖で起る地震については、大体 $\Delta \approx 100\text{ km}$ と考えてよいかから最大振幅 1μ として、坪井の式によりマグニチュード M を計算すると $M=2.6$ を得る。従って、大体 $M \geq 3$ の地震なら観測されると思われる。

1963年8月1カ月に、浦河で観測された地震は84回あり、このうち震央の発表されているものが37回(全体の44%)である。なおこの37回のうちに、遠地震が6回含まれている。第3図に震央を示す。



第3図 北海道地震火山月報に発表されている震央

Fig. 3. Epicenters determined by the routine observation of J.M.A.
○; $h < 100\text{ km}$, □; $h > 100\text{ km}$.

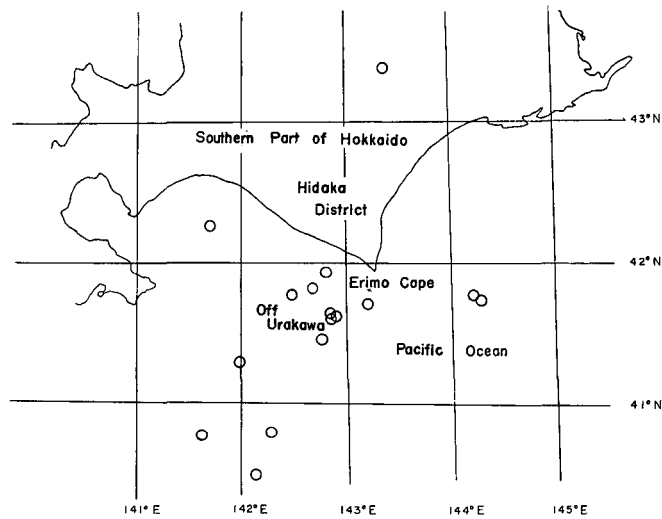
次に、我々の観測結果を一緒にして考える。まず記録される最小の地震の M は、第1表の最小観測変位 $6.9 \times 10^{-4}\mu$ と、 $\Delta \approx 100\text{ km}$ として推定すると、 $M=0.4$ となる。又、広尾での最小観測変位から、 $M \geq 2$ の地震なら、大体4点のいずれでも記録されると考えられる。浦河

2) 札幌管区気象台; 北海道地震火山月報, Aug. 1963.

では $M \geq 3$ のものが観測されるのであるから、当然のことではあるが、浦河で観測された地震は全て我々も観測出来た。

気象庁の資料だけでは震源のきまらない地震が浦河では 47 回あった。これらの地震の中で、我々の観測資料を加えることによって、4 点以上の P~S 時間の読取値が得られるものについては、P~S 時間と深さのノモグラフによる方法³⁾で震源決定を試みた。こうして震源の求まった地震は 17 回あり、この結果を第 4 図に示す。

さらに、これでも震源決定の出来ない地震についても、P~S 時間から震源の大体の位置を



第 4 図 北海道地震火山月報と 4 点観測の資料から求めた震央

Fig. 4. Epicenters determined by the routine observation of J.M.A. and our temporary observation.

第 2 表

Table 2.

浦河測候所で記録された地震の数	84
震央のきまったものの総数	56 (64%)
{ 月報に震央記載のあるもの	37
{ 我々の観測を加えて震央のきまったもの	17
震央のきまらなかったものの総数	30 (36%)
{ 震央位置の推定可能なもの	22
{ 推定不可能なもの	8
{ 遠い	17
{ 近い	1 (註)

註) 近くで起きていると思われるもので震央位置の推定が出来なかったのはただ 1 回であり、この時は大泉、下豊似とともに欠測中であつたので、正常に観測していればおそらく震央位置の推定は可能であつたと思われる。

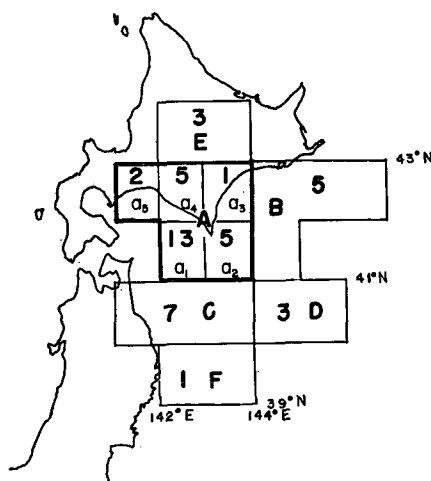
3) 中央气象台; 地震観測法, (10-3), 昭和 27 年.

比較的容易に推定出来るものが多かった。また、震源位置の推定さえ出来なかったものは、すべて P~S 時間が 50 秒以上の遠い地震であった。以上の結果をまとめて第 2 表に示す。

結局、日高地方に関する限り現在の気象庁の観測のほかに、我々が実施した規模の観測が加えられれば、 $M \geq 3$ の地震についてはほとんど完全にその空間的分布を知ることが可能となるといえる。

このようにして、1963 年 8 月にエリモ岬附近で起った地震の様子が明らかになったので、東北日本を 7 つの区域にわけて、各区域で発生した地震の数を第 5 図に示す。これによるとエリモ岬を含む領域 A に全体の 58% が入り、特に浦河沖では地震の発生頻度が高いことがわかる。

次に、浦河では観測されなかった地震でも、我々の 4 点の観測から震源の決定の出来たものも多いが、これについては後でのべる。



第 5 図 北海道附近で起った $M \geq 3$ の地震の数の地理的分布

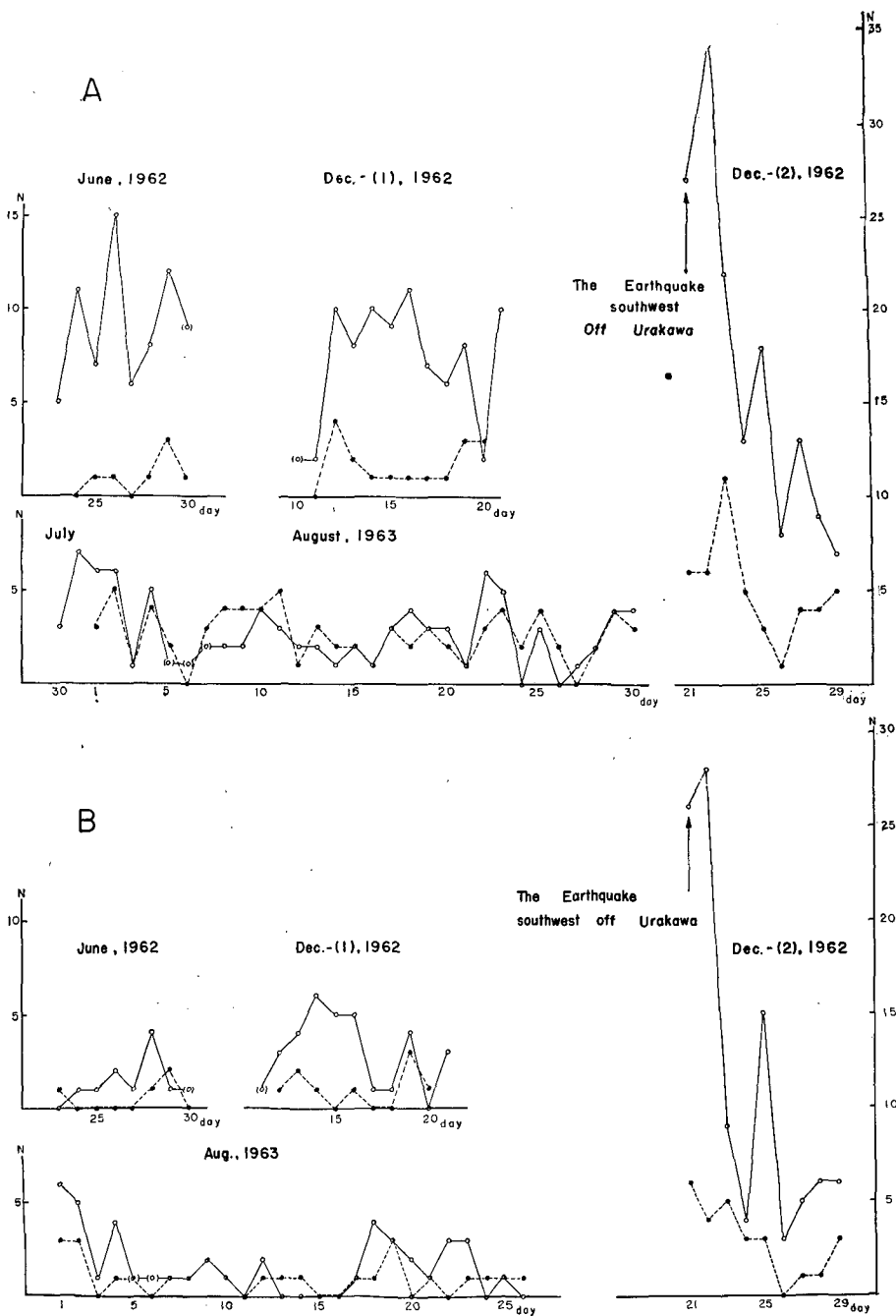
Fig. 5. Numbers of earthquakes ($M \geq 3$), occurred in the southern part and off the Pacific coast of Hokkaido, in Aug. 1963.

V. 1963 年と 1962 年の結果の比較

1962 年には速度振幅 1.5×10^{-4} kine 以上の地震が記録されているので、1963 年についても大泉で、これ以上の大きな地震について、その日別頻度を示したのが第 6 図 A である。ここでは地震の空間的分布は考慮していない。1962 年の結果は幌満で観測されたものであるが、今回は観測点が大泉に移っているので、厳密には振幅の距離による減衰を考えて比較すべきであるが、幌満と大泉の距離 5 km は、極く近い地震を除けば、振幅にあまり大きな差を生じないであろう。この図から、1962 年では浦河で観測された数と我々の観測した数との間に、平均 8 回位の差があるのに対して、1963 年には、両者の間にはほとんど差がないことに気がつく。また我々の観測結果について見れば 1962 年の方が、数が多いが、浦河の結果ではむしろ逆のようにも見える。しかし先に調べたように、ここにはいろいろな所で起きた地震が含まれているのであるから、地域をかぎって比較することが必要である。

まず、1962 年の場合にその観測期間中の全般的な地震概況を北海道地震火山月報⁴⁾で調べてみると、根室のみ、あるいは根室と釧路のみに記録されて、浦河には記録されない地震の数がかなり多いことがすぐわかった。そこで月報の資料と我々の観測結果から、震源が根室方面および浦河附近と思われるものに分けてみた。この際、P~S 時間、記象型、波の周期などの要素を考えて分けたので、多少のあいまいさはさけられなかった。1963 年については、ほぼ完全

4) 札幌管区気象台；北海道地震火山月報 June および Dec. 1962.



第 6 図 速度振幅 1.5×10^{-4} kine 以上の地震の日別頻度

○ 幌満(1962)および大泉(1963), ● 浦河測候所,

A は地震の地理的分布は考えていないが, B はエリモ岬附近の地震に限られている。

Fig. 6. Daily frequency of earthquakes with maximum amplitude $> 1.5 \times 10^{-4}$ kine

○ Horoman(1962) and Oizumi(1963), ● Urakawa Weather Station.

A : all earthquakes observed at Hidaka district.

B : near earthquakes from the Erimo Cape.

に震源位置の推定が出来るので問題はない。この結果を第3表に示す。1962年12月21日には浦河沖で $M=6.2$ の地震があり、その余震がたくさん観測されたので、12月はこの地震の前の期間をとってある。この表から、1962年には、根室方面で発生した地震が全体のほぼ半数をしめていることがわかり、1963年と比較するとその割合は倍に近い。なお1962年5月8日にエトロフ島南方沖に $M=7.0$ の顕著地震が発生し、余震をかなり多く伴ったので、まだこの影響で根室で観測される地震が多いのかも知れないが、この点は明らかではない。

第3表
Table 3.

	1962, June 23-30	1962, Dec. 10-21	1963 August
北海道内観測点で記録された地震の総数	31	31	123
浦河附近で発生したもの	4 (13%)	9 (29%)	24 (19.5%)
根室方面で発生したもの	15 (48%)	13 (42%)	33 (27%)
我々の観測した地震の総数	75	85	
浦河附近で発生したもの	11 (14.5%)	33 (39%)	

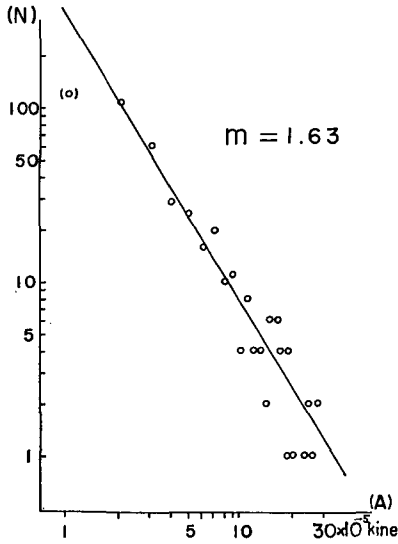
以上のようにして、浦河附近で起きたと思われる地震のみについて、その日別頻度を示したのが第6図Bである。ここでは、同図Aの1962年の場合に見られたような、浦河と幌満との間の地震回数の大きな差はなくなって、浦河での数と我々の観測した数との関係は、1962年と63年では、ほとんど同じ傾向を示している。すなわち、根室方面で起る地震では、我々の観測にかかって、浦河では記録されないものが多いことになるが、この理由は明らかでない。(根室方面以外の遠地震についても同じことがいえるかも知れぬが、今の場合根室方面で起る地震の数が多いので、大体ここで起きた地震についての現象と考えてよいと思う。) さて、第6図によって浦河附近における地震活動度の比較が出来るわけであるが、これから次のことがわかる。前述したように、1962年12月には浦河沖で起る地震では最大級である $M=6.2$ の浦河西南沖地震が発生したのであるが、この後で地震が多くなっているのは余震が発生したためでありまた1963年8月の始めの頃についても、7月31日に起きた $M=5.4$ の地震に伴う余震の影響が見られる。大地震の発生する前にその地域の地震活動度が高くなると考えられているようだが、この点を観測結果からはっきりさせることが大切である。第6図では、 $M=6.2$ の地震の前には1962年6月、1963年8月とくらべて、地震の数はやや多くなっているように見えるが、これだけでは上の課題に答えるには資料が不足であり、長期間にわたる観測資料の蓄積が必要である。

VI. 二、三の考察

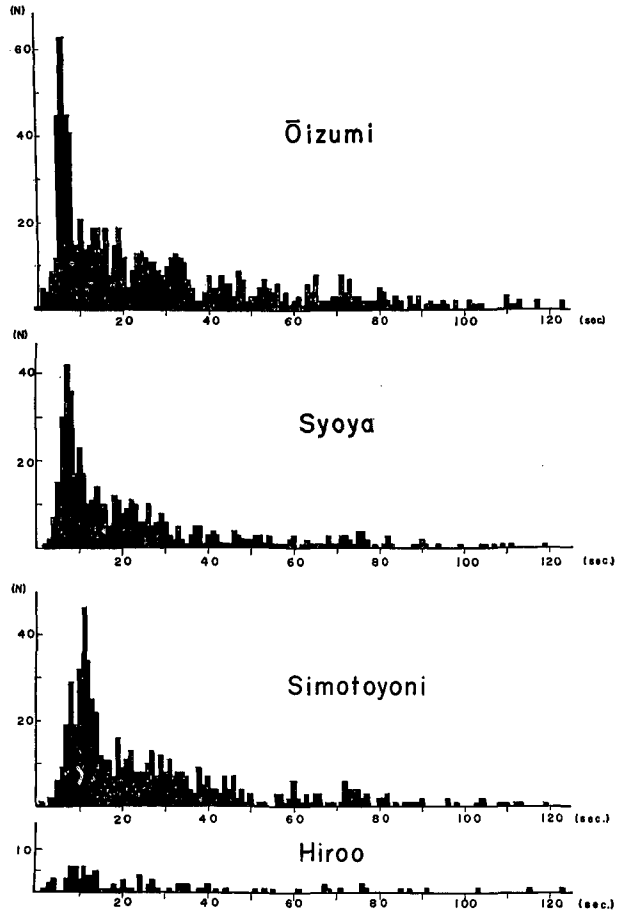
1) 石本・飯田の式の係数について

大泉で記録された地震のうちで、速度振幅 $(1\sim 30)\times 10^{-5}$ kine のものについて、級間を

1×10^{-5} kine にとつた時の、石本・飯田の関係式の指数 m を求めると、 $m=1.63$ が得られた(第7図)。



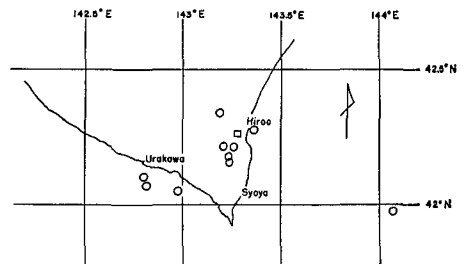
第7図 最大振幅の頻度分布
Fig. 7. Frequency distribution of maximum amplitudes.



第8図 P-S 時間頻度分布
Fig. 8. Frequency distributions of P-S durations.

2) P~S 頻度分布と微小地震の震源

各観測点で、級間を1秒にとつたときのP~S時間の頻度分布を第8図に示す。大泉で5~8秒、庶野6~10秒、下豊似8~13秒にきわめて明瞭なピークがあるが、観測感度の低かった広尾でははっきりしなくなる。前述したように $M \geq 3$ の地震の空間的分布はほぼ明らかにされたが、浦河で観測されなかった地震でも広尾でP~S時間の読めたものは我々の4点観測から作図法で震源決定の出来るものが多く、求められたいくつかの震央を第9図で示す。これらの地震は $3 > M \geq 2$ と考えられる。結局広尾のP~S時間頻度分布図の中で、30秒より短いものは、ほとんどす



第9図 4点観測から求められた震央分布
Fig. 9. Epicenters determined by the quadruple sets of observations, \circ ; $h < 100$ km, \square ; $h > 100$ km.

べて震源が求められることがわかった。

ところで、 $M \geq 3$ の地震については浦河沖でその発生頻度が高いのであるが（第5図）、第9図でみると、 $3 > M \geq 2$ の地震は広尾の近くに多く発生し、浦河側は沿岸に限られている。このことについては、一番感度の低い広尾で記録されたものでなければ、震源決定は出来ないという事情を考える必要がある。すなわち、広尾では浦河沖で発生する微小地震を観測するには感度が不足していたのではないかと思われる。もし、石本・飯田の関係がこの地域に対して成り立つものとすれば、浦河沖では微小地震も数多く発生していることが予想されるが、大泉、庶野、下豊似でのP～S時間の頻度分布のピークは、このことをある程度裏付けるものと考えてよいであろう。しかし、これらの点については、まず個々の地震の震源を決めることが先決であり、それから詳細な議論を進めたいと思う。

3) 震源位置と大森係数

我々が4点観測で決定した震央は第9図で示したが、大森係数 k の値などをまとめて第4表に示す。この結果は、1962年のものときわめてよく一致している。

第4表
Table 4.

地震番号	23-27	21-24	23-22	11-5	31-34	13-28	1-50	31-25	12-14	26-26	22-20
深さ (km)	12	4	19	30	13	17	210	5	18	20	65
大森係数	0.9	1.4	1.5	2.5	2.0	2.9	4.9	4.2	4.5	5.9	8.9
震央位置	観測網の中						浦河沖			十勝沖	

VII. あとがき

この報告では、我々が行なった観測結果と気象庁の常時観測の結果（主として浦河測候所の資料）とを一緒にして考察したので、主として $M \geq 3$ の地震をとり扱うことになった。しかし、このような地震は記録された地震の総数の10%にもみえない。従って、これから $M < 3$ の微小地震の観測結果を整理して検討しなければならない問題も多いが、これは次の機会にゆずる。

観測結果を整理してみると、地震活動度の調査には、高感度で連続観測を行なうことの必要性が痛感された。そこで我々は、1964年5月から浦河から約20 km 山に入った地点、上杵臼で連続観測を行なうよう計画している。

おわりに、終始御指導をしていただいた横山教授に深く感謝致します。観測に協力して下さった当教室の皆様に感謝します。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の方々、幌満小・中学校大泉分校の桜井先生、庶野小・中学校、下豊似小学校の諸先生、北海道開発局幌泉支所の吉田氏をはじめ皆様に心より御礼申し上げます。また浦河測候所からは資

料の提供を受けました。深く感謝致します。この研究の費用の一部は、昭和38年度文部省科学研究費(特定研究)によりました。

7. Observation of Microearthquakes in Hidaka District, Southern Hokkaido. —1963—

By Yoshinobu MOTOYA, Tatsuki SAITO and Yoshimi SASAKI

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

In 1962, seismometrical observations of high sensitivity were carried out in the vicinity of the Erimo Cape in Hidaka District and some results were already reported in the previous volume of this Bulletin. In succession to the above, we made again the observation in the same region in August, 1963 and try here to get some informations about the seismicity in the southern Hokkaido.

To investigate the seismic activity in a certain region, it is important to determine the hypocenters. In August, 1963, 45 earthquakes whose magnitudes were larger than 3 occurred in the southern part and off the Pacific coast of Hokkaido, and 26 of them did near the Erimo Cape. Some seismologists say that the seismicity of a certain region would increase before a large earthquake occurs there. Approaching this problem, we compare the results obtained in 1963 with those in 1962. The earthquake of magnitude 6.2, being one of the largest ever observed in this region, occurred in the southwest off Urakawa Dec. 21, 1962 and was followed by many aftershocks. It seems that the number of microearthquakes preceded the above earthquakes was larger than that in June, 1962 and in August, 1963, when no earthquake whose magnitude was larger than 5.5 took place. At the present stage, it is absolutely necessary to accumulate the observational data for long period in order to get any conclusion about this problem.