



Title	11. 十勝岳の1962年6月の噴火に際しての地震計測的調査 (第2報)
Author(s)	本谷, 義信; MOTOYA, Yoshinobu; 三品, 博達 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 11, 87-101
Issue Date	1964-02-15
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/gbhu.11.87">https://doi.org/10.14943/gbhu.11.87</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13866">https://hdl.handle.net/2115/13866</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	11_p87-101.pdf



# 11. 十勝岳の1962年6月の噴火に 際しての地震計測的調査 (第2報)

本谷 義信・三品 博達

(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

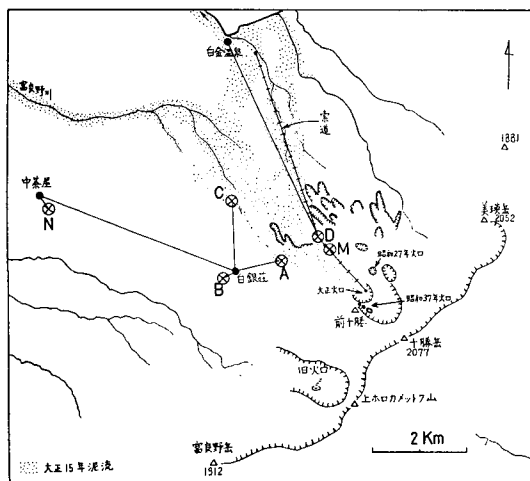
十勝岳の1962年6月29日の爆発に引続いて、7、8月の2カ月間に実施された地震計測的調査の結果の一部はすでに速報<sup>1)</sup>として発表されている。本報告では前回の速報に続いて、十勝岳爆発後に発生した地震を地震統計の立場からながめ、その後の十勝岳のふるまいを明らかにしたいと思う。一般に火山に発生する地震は、A型地震、B型地震、爆発地震および火山性微動の4種類に分類されるが、今回の爆発に際しては明瞭な爆発地震を伴わなかったことが著しい特徴というべきであろう<sup>2)</sup>。以下にA型、B型地震および火山性微動についての解析結果をのべる。

## II. A型地震とB型地震

第1図に十勝岳附近の地図を示す。観測点の位置および使用した計器の特性は前回の報告(以下速報という)に記した通りである。

今回統計的考察をするのに使用した記録は全て火口から約2 km離れた「感震器小屋」(観測点A)でのものである。

火山に発生する地震にA型とB型が存在する事は前から明らかにされているが、今回観測された地震の中にも明らかに区別される二つの型がある事がわかった。各々第2図に示されるような記象型のものである。このうちP~Sの明らかなものをA型とし、そうでないものをB型とする。もちろん観測された地震のすべてがこの両者に明らかに分類されるわけではないが、A型、B型に大体分類

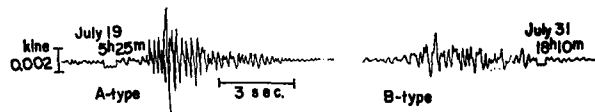


第1図 十勝岳の火口と換振器設置点N, A, B, C, D, M点。

Fig. 1. Volcano Tokachi and observation points N, A, B, C, D and M.

1) 横山泉・他；十勝岳の1962年6月の噴火に際しての地震計測的調査(速報)，北大地球物理学報告，10 (1963)，101.

2) 札幌管区气象台；十勝岳噴火に関する調査報告(昭和37年)，49.



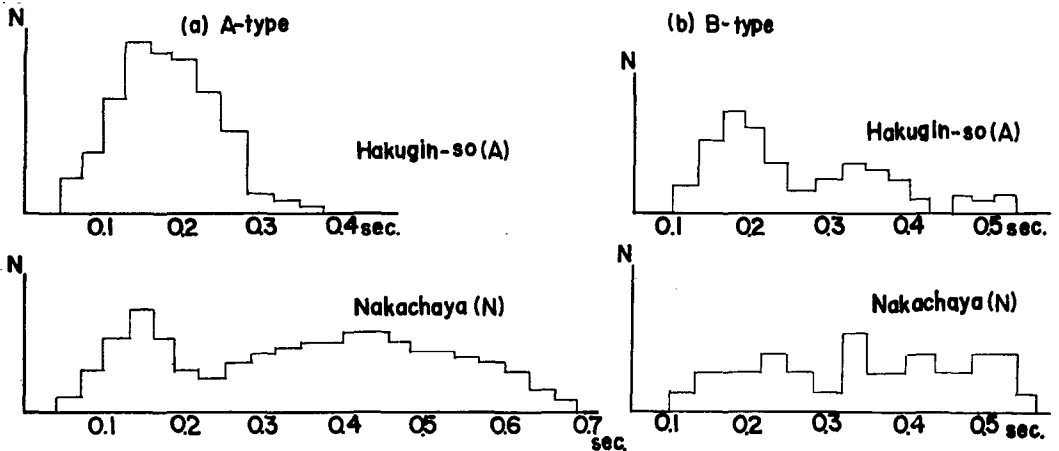
第2図 火山性地震の記録の例

Fig. 2. Examples of records of volcanic earthquakes.

出来る。以下に A 型, B 型の地震について各々の特徴, 又両者の相違等について述べよう。

### 1. 振動周期の頻度分布

「白銀荘」観測点 A および火口から約 7 km 離れた「中茶屋」観測点 N で記録された A 型, B 型の地震について各々周期別頻度図を作ると第 3 図のようになる。A 型地震については A 点では 0.3 sec. 以下の短周期の波に限られるが, N 点では 0.4~0.6 sec. の波も現われてくる。B 型地震については A 点, N 点で周期の分布に著しい差はなく 0.1~0.5 sec. にわたる波から成っていることが見られる。



第3図 火山性地震の周期別頻度図

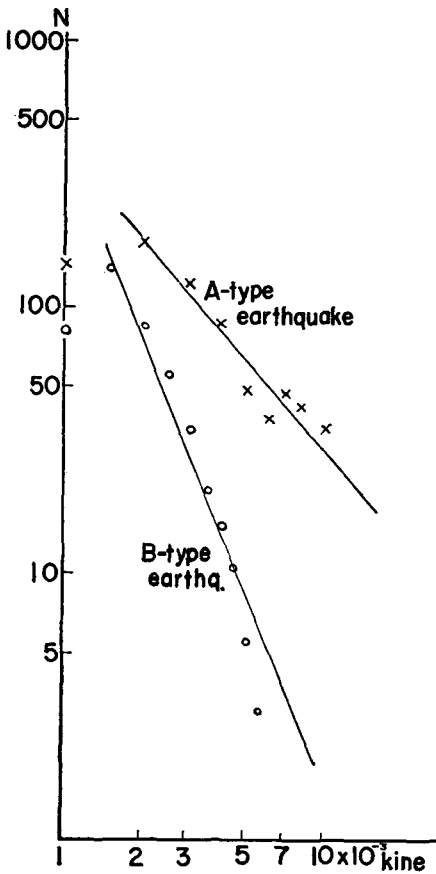
Fig. 3. Frequency distributions of the wave periods of volcanic earthquakes.

### 2. 石本・飯田の式の係数について

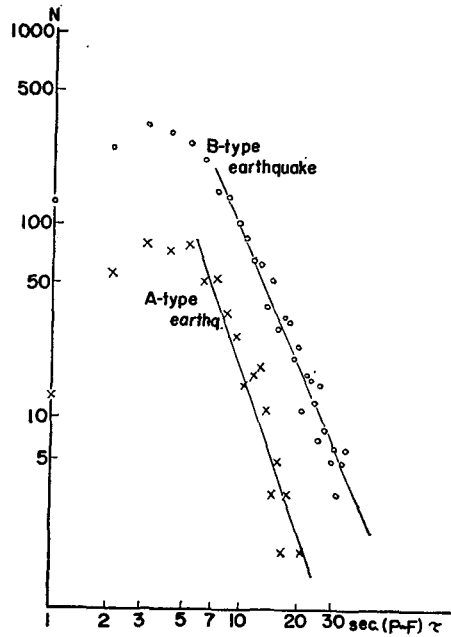
地震動の最大振幅の頻度分布に関しては一般に石本・飯田の関係式  $N_i = kA_i^{-m}$  ( $k, m$  は定数) が成立するが, 今回観測された地震全体について求められた指数  $m$  の値は約 1.8 であった(速報)。

地震を A 型, B 型に分類して各々について最大振幅の頻度分布図を作ると第 4 図のようになる。これを見ても明らかな如く  $m$  は相当異なった値を示し, A 型で  $1.52 \pm 0.08$ , B 型で  $3.03 \pm 0.03$  となった。この係数を決定するときには振幅の小さい方と大きい方との値は捨てて最小 2 乗法によった<sup>3)</sup>。

3) 阿部 誉; 北海道の火山におこる地震の観測, 北大地球物理学報告, 10 (1963), 89.



第4図 火山性地震の最大振幅の頻度分布  
Fig. 4. Frequency distribution of maximum amplitude of volcanic earthquakes.



第5図 火山性地震の継続時間 (P~F) の頻度分布  
Fig. 5. Frequency distribution of the duration time (P~F) of volcanic earthquakes.

### 3. 地震の継続時間と発生頻度, 最大振幅と継続時間との関係

地震の継続時間 (P~F) については今まであまり研究, 資料が発表されていないので, どのような関係になるか, 又それが何を意味するかは明らかにされていないが, この量がきまるためには多くの要素が入ってくるので一義的に意味づけが出来ない面もあると思われる。そこでまず継続時間  $\tau$  の地震の発生頻度  $N$  がどのようなになるかを調べた。A型, B型の各々の地震について,  $\tau$  と  $N$  の関係を両対数グラフにプロットして得られたのが第5図で, いずれも  $\tau$  がおよそ 6 sec. より長い所では直線関係にあることがわかる。なお, 小振幅の地震についてはその立ち上りおよび終わったときが明らかでないものが多く, 従って  $\tau$  の読み取りには相当の誤差がさけられなかった。この点で,  $\tau$  が 5 sec. より短い所で点がまがって分布していることをとりあげて議論出来ないと思われる。直線関係にある部分について, 石本・飯田の関係と類似した関係

$$N = k\tau^{-m} \quad (k, m \text{ は定数})$$

$\tau$ : 地震の継続時間 (P~F),

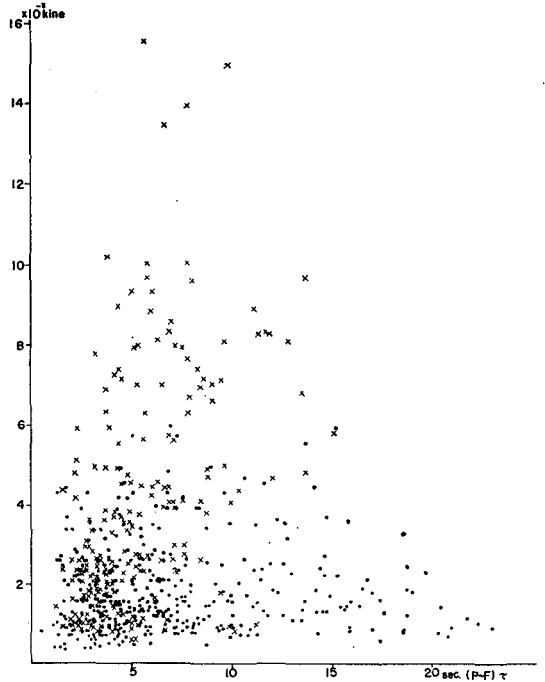
$N$ : 継続時間が  $\tau$  と  $\tau+d\tau$  の間にある頻度

を A 型, B 型の各々についてあてはめて, 指数  $m$  をきめると A 型については  $m=2.8$ , B 型については  $m=2.6$  を得る。即ち, ここでは A 型, B 型はほとんど差を生じない。

最大振幅と継続時間の間には, 震源から相当離れた位置で観測する時には大体直線的な関係がある場合 (昭和新山の地震を函館附近で観測した例<sup>4)</sup>)があるの  
で, 震源の近くにおいて観測した場合にこれらの間に関係が認められるかどうかを調べるため, 最大振幅および継続時間を両軸にとり点々相関図を作った。A 型, B 型地震について各々第 6 図のような分布をなし, 最大振幅と継続時間との間にとりたてていべきほどの相関は見出せなかった。ただ A 型, B 型の分布域は多少異なっている。使用した地震計は速度計であり, 考えている周波数域での特性は平らなものであるが, 第 3 図に示した如く A 型, B 型の振動周期の間にあまり大きな違いがないので, 変位振幅になおしても結果の傾向は変わらない。A 型の継続時間の長い方が大体 10 sec. 位でおさえられ, B 型の最大振幅の上限が  $5 \times 10^{-3}$  kine あたりでおさえられている事は興味がある。

#### 4. 震源その他に関する考察

一般的にいて A 型地震は立ち上りもはっきりし, P 相, S 相とも明瞭なのでいろいろな方法を用いてその震源を決定することは比較的容易であるが, B 型地震は P~S が明らかでない上に立ち上りも不明瞭なことが多く, 従ってその震源を正確にきめることはきわめて困難である。しかし個々の地震の震源が正確にきめられなくても, いままで述べた A 型, B 型地震の性質からこれらが起っている大体の領域は推定することが出来るし, このことが火山活動に関して重要な情報を提供すると思われる。



第 6 図 火山性地震の最大振幅と継続時間 (P~F) との関係 ×A 型, ●B 型地震.

Fig. 6. Relation between maximum amplitude and duration time (P~F) of volcanic earthquakes  
×A-type and ●B-type earthquakes.

4) 木沢 綏; 昭和 37 年地震学会秋季大会 (北大) にて発表.

我々は4点観測を行なったのでA型地震のいくつかについてはその震源位置を決定出来たが、それらは美瑛岳、十勝岳、上ホロカメットク山を結ぶ稜線の北西斜面で、火口から約2 km 離れ、深さ1~2 km の所に分布するものであった(速報)。4点そろってP、S相が明瞭なものはその数は多くはなかったが、A型地震の記象の類似性から考えると震源位置を決定出来なかったA型地震も大部分同じ領域で発生しているのであろう。地表から $d$ の深さの所にある震源から縦波が射出される場合の表面の運動に対する計算結果<sup>5)</sup>によると、Rayleigh波の速度を $v_R$ 、P波の速度を $v_P$ 、震央距離を $r$ とするときRayleigh波は $r < v_R d / \sqrt{v_P^2 - v_R^2}$ では現われない。ここで $v_P = 3.0$  km/sec.,  $v_R = 1.6$  km/sec. (この値は後に述べるようにこの地域に対しては適当な値であろうと思われる。)と仮定すると深さ1~2 km の震源に対しては震央距離が0.6~1.3 km より近い所では表面波は現われないことになる。(もし震源から横波が射出される場合にはさらに速くでなければ表面波は現われない。)今推定されたA型地震の震源域と観測点Aの位置関係をみると大部分は震央距離1 km 以内になるからA点では表面波は観測されないと考えられる。これに対してN点では表面波も観測されるはずであり、第3図に示したA型地震の振動周期の分布は、A点では0.3 sec. 以下の波(実体波)に限られるのに対して、N点では0.4~0.6 sec. の表面波も現われているものと解釈される。

一方B型地震の振動周期の分布をみると、A点でも周期の長い波が含まれていることからここですでに表面波が現われていると考えられる。従ってその震源域はA型のそれよりさらに浅い所か、A点から1 km 以上離れていることが推定される。しかし現在のところその位置がどこであるかをきめる決定的な根拠はないが、B型地震が火口の下の浅い所で起っていると考えすることは無理なことではない。

すでに述べたように石本・飯田の関係式の指数 $m$ として、今回求められた値はA型が1.52、B型が3.03である。茂木<sup>6)</sup>の実験によれば、媒質の不均質度が大きくなれば $m$ の値も大きくなるので、B型地震は地質的に不均質度が大きい火口の下の浅い所に起っているという上述の考えは、このことから支持されるであろう。

このようにしてA型、B型地震の起る大体の位置を推定したが、その上で地震の継続時間と発生頻度、最大振幅と継続時間との関係を考えてみよう。もし同一の震源から起る何回かの地震を同一の観測点で観測するならば最大振幅の大きい地震ほど継続時間は長くなることが予想されるが、第6図の点が相当ばらつくことは個々の地震の震源がかなり広がって分布していることを示すものであろう。B型地震の最大振幅の上限がおさえられているように見えるのは、浅い所では深い所に比べて地震動となる歪の蓄積が小さいことを意味するかも知れない。さらに継続時間と発生頻度との関係は実体波と表面波が一緒に観測されていることなどを考え

5) 本多弘吉; 地震波動(1954), 岩波書店 61.

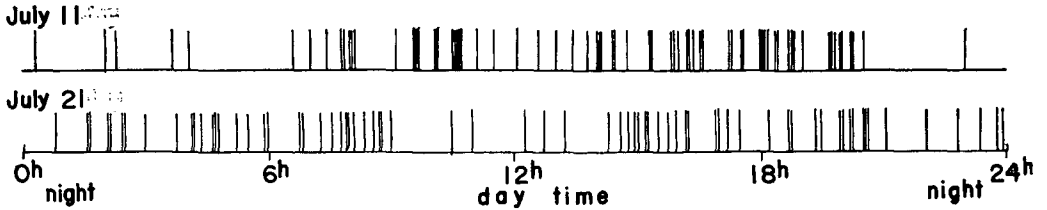
6) K. MOGI; Magnitude-frequency Relation for Elastic Shocks Accompanying Fractures of Various Materials and Some Related Problems in Earthquakes (2nd paper), Bull. Earthq. Res. Inst. 40 (1962), 831.

ると複雑な問題であり、これらの継続時間に関する議論は今後さらに多くの資料を集めて明らかにしてゆきたい。

### III. 地震の時間的な起り方と火山活動の状況

#### 1. 地震の発生時間間隔の分布

約2カ月間地震観測を続けていて直感的に気がついたことは地震がある時間にまとまって起るのではない、即ち群発性があるのではないかということであった。ある1日の中で地震が何時頃起ったかを7月11日、21日を例にとって図示して見よう(第7図)。ここで1本の縦



第7図 火山性地震の発生時間間隔の分布の例。1本の縦棒は1回の地震を示す  
 Fig. 7. Examples of time intervals of occurrence of volcanic earthquakes. Each bar represents one earthquake.

棒は1回の地震を示す。これを見ると地震は1日を通じてかなり均等に分布しているようで直感的に考えたことは必ずしもあてはまらないように思える。この点をさらに詳しく調べるために地震の発生時間間隔の頻度分布を考えた。第8図において横軸は相次ぐ地震の時間間隔 $t$ 、縦軸は時間間隔 $t$ が $t$ と $t+dt$ との間に落ちる頻度 $N$ をとってある。この図をみると分布はほぼ直線的で次の式が満足されると考えてよい。

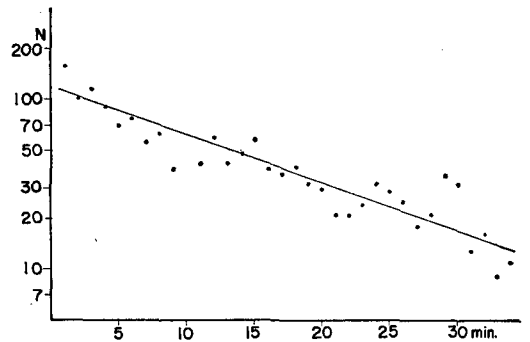
$$N = Ae^{-\lambda t}$$

$A$ は観測された地震の総数によってきまる定数、 $\lambda$ は $dt$ 時間に地震の起る確率に関係してきまる定数である。

確率論的に $e^{-\lambda t}$ ( $\lambda$ は定数)で分布が与えられるような事象は偶発的に起ることが証明されているので<sup>7)</sup>、今回観測された地震は第1近似としては偶発的に起ったということになる。

#### 2. 地震の日別頻度と火山の状況

観測した期間の地震の日別頻度は第9図に示すように、8月20日頃より減少し以後注目に



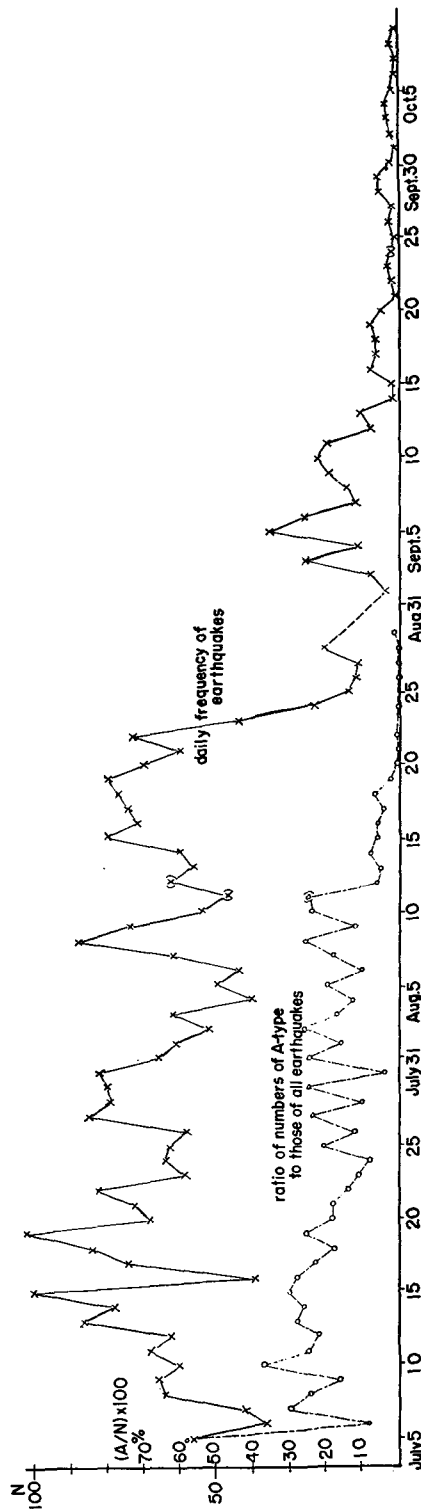
第8図 火山性地震の発生時間間隔の分布  
 Fig. 8. Frequency distribution of time interval of occurrence of volcanic earthquakes.

7) 松沢武雄; 地震学(昭和25年), 角川書店 282.

値するほどの増加は見られない。この期間中における火山の様子について述べると、7月5日頃まで黒煙と時々見えた岩石の噴出は7日を過ぎる頃から見られなくなった。それでも黄色味をおびた蒸気の噴出が間歇的にその量を増すことは以後も引続き、時には黒煙を伴うこともあった。しかし次第に白色の蒸気のみが噴出されるようになり、8月に入ってからは黒煙の噴出は観測されなかった。又蒸気量も次第に減少する傾向にあった。

次に地震をA型、B型に分けた場合、その日別頻度がどの程度の相違を示すかを調べるため、第9図で地震の総数( $A+B=N$ )に対するA型地震の数( $A$ )の比の変化を示してある。これを見るとB型地震の減少する時期にくらべて、A型の減少する時期は早かったようである。即ちB型が明らかな減少を示すのは8月25日頃であるのに対して、A型は8月10日頃に既に減少してしまっている。

現在の所A型およびB型地震の発震機構は明らかにされていないが、すでに述べたように今回観測されたA型地震は火口からやや離れた所の1~2kmの深さの所で起っていると考えられるから、この型の地震は火山のやや深い所に関する何らかの情報を提供するはずである。これに対してB型地震は火口の下のごく浅い所で噴火の表面現象に伴って発生しているのであろう。このように考えるとA型地震が減少し始める8月10日頃には十勝岳の下の深い所では静かな状態になり、表面活動のみが続いて、B型地震が減少する8月下旬には表面活動も大体おさまったものと思えることが出来よう。火山の下からエネルギーが供給されるときにA型地震の頻度がどのように変化するかを知ることはきわ



第9図 火山性地震の日別頻度、○全体地震に対するA型地震の比率  
Fig. 9. Daily frequency of volcanic earthquakes and ratio of numbers of A-type earthquakes to the total.

めて重要なことであるが今回はそれに対する資料は全く得られなかった。しかし少なくともこの期間中に注目に値するようなエネルギーの供給はなかったと思われる。

なお9月以後の地震の総数は気象台が火口より約1.2 kmの「地震計小屋」観測点Mで行なっている観測結果によるものであるが数が非常に少なくなっている。この際8月迄の我々の観測とは観測点、倍率とも違っているのであるが、気象台では8月からM点で観測を行なっているので、8月の観測結果を比較することにより9月以降の地震の数を我々の倍率でA点で観測したなら期待される数にひきなおしたものを第9図にとってある。

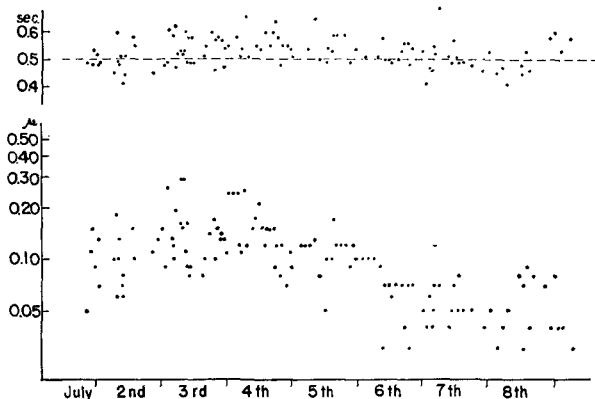
以上のことから今回の十勝岳の噴火に関する第1の段階は9月頃で大体終わったといつてよいであろう。しかしもっと長い眼で見たときに第2の段階に入るのか、或はこのまま完全に活動がおさまるかは今迄の観測資料からでは何ともいえない。さらに観測を続けることはぜひ必要である。

#### IV. 火山性微動

火山性微動についてその概要は既に速報したが、さらに詳しく調べた結果についてのべる。

##### 1. 微動の消長

観測点Nでの記録により微動がどのような消長を示したかを知るために微動振幅の時間的変化を調べた。記録を見て振幅が時間的にあまり変化していない部分をまとめて、その時間内で任意の1分間の振幅を読みとって平均振幅を求めた(第10図)。5日以降点が少ないのは微動の出現しない時間がそれだけ多くなったためである。全体的にみると5日迄は微動はほぼ連続的に記録されその振幅も大きいが、5日以降は振幅が除々に小さくなるとともに断続的に現われるようになり、その出現回数も次第に減少していった。9日以降は中茶屋N点では観測を行っていないが、白銀荘A点での観測結果から考えて、もしN点で観測を続けていても恐らく火山性微動は記録されなかったであろうと思われる。次に平均周期を調べるとあまりはつき



第10図 火山性微動の平均振幅と平均周期の変化

Fig. 10. Variation of mean amplitudes and periods of volcanic tremors.

りした傾向は認められないが、後にのべるように微動が活発に出現しているときほどその周期は長くなるのである。

観測点 A でも 10 日以降は目立つ程の微動は観測されていないが、7 月 16 日に異常な微動が記録された。これについては後で述べる。

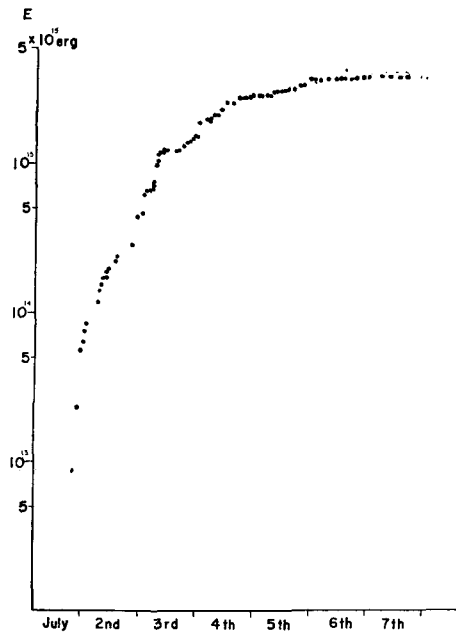
次に、微動は後に述べるように表面波と考えられるので、次の式によって微動として放出されるエネルギーを計算してみよう。

$$E = 5.0 \pi^2 \rho r \frac{c^2}{0.62^2} \sum A^2 \frac{\Delta t}{T}$$

ここで  $T$  は波の周期、 $A$  は振幅 (上下動)、 $\Delta t$  は微動の継続時間、震央距離  $r$  として火口からの距離 7 km をとり、媒質の密度は  $\rho = 2.0 \text{ gr/cm}^3$  と仮定した。又波の速度  $c$  は 3 点観測の結果から 1,600 m/sec. とした。

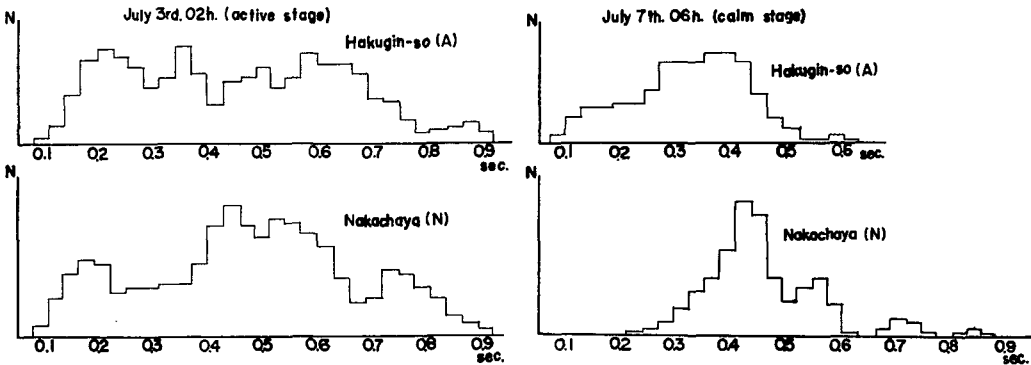
こうして計算されたエネルギーを積算していったものが第 11 図であり、これを見ると 5 日

迄に 90% 以上が放出されたことがわかり、全体の放出エネルギーは  $4 \times 10^{15} \text{ erg}$  である。これに対して地震計小屋 M 点で動いていた気象庁 56 型地震計によって得られた微動の出始めから 6 月 30 日午前 10 時迄の記録から計算した結果<sup>8)</sup>によると、 $E = 4 \times 10^{16} \text{ erg}$  であるから我々の今求めた値の 10 倍である。従って噴火直後にはもっと大きな振幅の微動が出現していて、我々が観測を始めた 7 月 1 日夕刻迄には今回の噴火に伴う微動によって放出された全エネルギーの



第 11 図 火山性微動により放出されたエネルギーの積算

Fig. 11. Cumulative energy released by volcanic tremors.



第 12 図 火山性微動の周期別頻度図

Fig. 12. Frequency distributions of wave periods of volcanic tremors.

8) 札幌管区気象台；十勝岳噴火に関する調査報告 (昭和 37 年), 57.

ほとんどが放出されてしまったものと思われる。

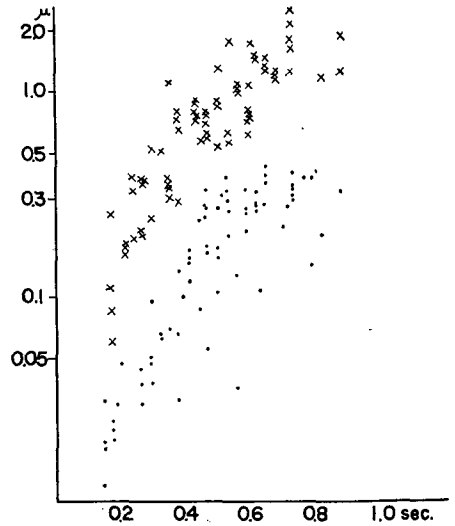
2. 周期分布

微動振幅の比較的大きいときと小さいときについて、中茶屋 N 点、白銀荘 A 点で各々周期別頻度図を作った(第 12 図)。微動が盛んに出現していたときには微動の周期は 0.1 sec. から 0.9 sec. 迄幅広く分布するが、微動が断続的に現われる頃になると長周期の波は見られなくなる。長周期の波が見られたのは 7 月 5 日頃迄で、この時まではストロムボリ型の噴石活動が認められたので、この種の微動はマグマの運動に関係していると思われるが、詳細な議論は今後の問題である。

振幅と周期との関係を第 13 図に示すが、振幅が大きい程周期も長くなっている。又中茶屋 N 点(火口より約 7 km)での振幅は白銀荘 A 点(約 2 km)の 1/3~1/4 に減衰しているのがみられる。

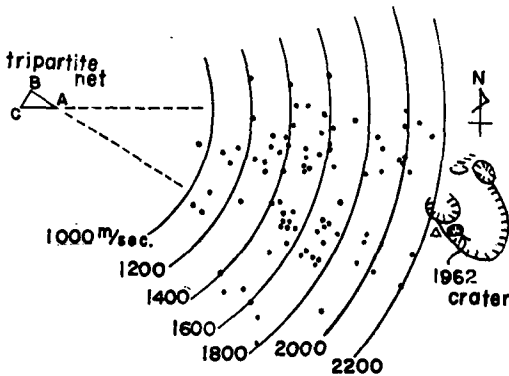
3. 伝播方向および速度

中茶屋 N 点で電磁オッシログラフを使って 3 点観測および 3 成分観測をおこなった。3 点観測はどの程度の大きさの三角網が適当かわからなかったので各辺 300 m, 330 m, 170 m のほぼ直角三角形の頂点に換振器を配置し、その中の 1 点には 3 成分の換振器をおいた。プロマイド送り 3 cm/sec. で得られた記録をみると、三角網の火口に近い頂点 A での波は他の 2 点 B, C

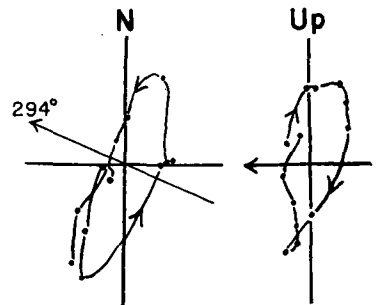


第 13 図 火山性微動の振幅と周期との関係  
×白銀荘 A 点, ●中茶屋 N 点

Fig. 13. Relation between amplitude and wave period of volcanic tremors  
×Hakugin-so (A), ●Nakachaya (N).



第 14 図 火山性微動の伝播方向と速度の頻度分布  
Fig. 14. Distributions of propagation directions and velocities of volcanic tremors.



第 15 図 地面の 1 点の動き、矢印は波の進行方向を示す

Fig. 15. An example of the particle motion of volcanic tremors.

よりも約1/4周期位早く到達し三角網の大きさは適当であったが、辺B,Cが波の伝播方向と直角方向になっていたため、この2点での波の到達時間差が小さく、従って伝播方向決定の精度が悪くなった。結局時間の読み取り精度を1/100 sec. とすると、伝播方向で $\pm 10^\circ$ 、速度で $\pm 100$  m位の誤差が含まれる。こうして得られた伝播方向はかなりばらつきが大きい火口方向から伝播してくることがわかる。伝播速度の頻度分布は1,500~1,700 m/sec. の所に山が存在する(第14図)。particle motionを波の伝播方向と合わせて考えると進行方向(火口方向)を含む垂直面内での振動様式はretrogradeのたてに長い楕円でRayleigh型であるが、水平面内では進行方向に直角に振動することから微動はRayleigh波とLove波の合成された波と考えられる(第15図)。

4. 波の減衰

一般に地震波の伝播に伴う減衰は次の式で与えられる。

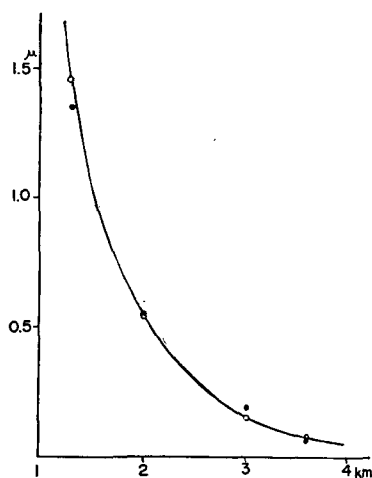
$$A = A_0 r^{-n} \exp(-kr)$$

ここでAは震央距離rの点での振幅、 $A_0$ は定数、kは減衰係数、nは実体波なら1、表面波なら1/2をとる。

今回観測された微動に対してこの式をあてはめることを考えた。観測点A, B, C, Dで得られた記録を各々フーリエ分析し、その0.5 sec.の成分の振幅を用いて2点ずつの組合わせからkの値をもとめた。rとして火口からの距離をとり、 $n=1$ および1/2として得られた結果を第1表に示す。 $n=1/2$ と仮定する方がkの値のばらつきは小さくその平均値は $k=1.07 \times 10^{-5}$  (c.g.s.)である。 $n=1/2$ ,  $k=1.07 \times 10^{-5}$ の値を使って各点で $A_0$ をきめるとその平均値は $A_0=0.21$ となった。従って減衰の式は

第1表 減衰係数kの計算値  
Table 1. Calculated values of attenuation coefficient k.

Stations	$n=1/2$	$n=1$
A-B	$0.86 \times 10^{-5}$ c.g.s.	$0.66 \times 10^{-5}$ c.g.s.
B-C	1.51	1.36
C-D	1.06	0.85
D-A	0.98	0.67
A-C	1.10	0.92
B-D	0.91	0.66
Mean	1.070	0.855
A-N	0.20	—



第16図 火山性微動の振幅と震央距離(火口から観測点迄の距離)との関係  
Fig. 16. Relation between amplitude and epicentral distance (distance from the crater).

$$A = 0.21 r^{-1/2} \exp(-1.07 \times 10^{-5} \times r)$$

となり、この曲線はかなり良く観測結果を満足する(第16図)。従ってこのことから微動は表面波であり、火口付近で発生し伝播してくると考えられる。

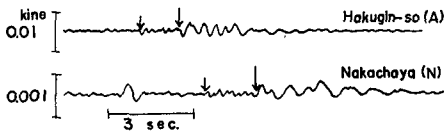
ところでN点についてこの式から計算される振幅は観測値よりもはるかに小さくなる。そこでA点とN点の火口からの距離と振幅を使ってkの値をきめ直すと  $k=0.2 \times 10^{-5}$  となり約1/5の小さい値が得られた。このことは火口に近い所の方が火口から遠い所よりも波の減衰が大きいことを示すものであり、地質構造からも予想されることであろう。

5. 火山性微動と地震との関係

7月5日以降微動が断続的に現われるようになってからの記録を調べると、白銀荘A点では周期約0.35 sec. で3~4波からなる一群の波が、中茶屋N点では周期が約0.55 sec. にのび、波数もふえ、時には連続微動のようになっていることがわかった。さらにこの波群の直前に短周期の波をとまなっているものも多く、その記録の一例を第17図に示す。これをP~S(或はP~表面波)と考え、白銀荘と中茶屋との対応を調べるとP波の見かけの速度は3.0 km/sec. と

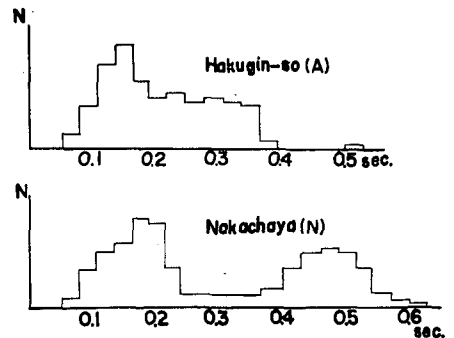
第2表 白銀荘A点と中茶屋N点の記録読取り結果の対応  
Table 2. Comparison of data simultaneously obtained at the two stations

No.	Hakugin-so (A)			Nakachaya (N)			Amp. ratio N/A	P-wave		S-wave (or Surface wave)	
	P-S	Period	Max. amp.	P-S	Period	Max. amp.		Travel time	Apparent velocity	Travel time	Apparent velocity
1	1.19s	0.29s	1.12 μ	2.52s	0.56s	0.30 μ	0.27	1.34s	3.0km/s	2.86s	1.4km/s
2	1.28	0.32	1.12	2.56	0.56	0.30	0.27	1.45	2.8	2.72	1.5
3	1.03	0.31	0.99	3.16	0.51	0.14	0.15	1.23	3.3	3.83	1.2
4	1.20	0.44	0.94	2.20	0.56	0.24	0.26	1.35	3.0	2.14	1.9
5	1.35	0.34	1.00	2.52	0.52	0.27	0.27	1.34	3.0	2.34	1.5
mean		0.34	1.04		0.54	0.24	0.24		3.0		1.5



第17図 火山性微動(B'-型地震)の記録の一例(7月6日, 6時頃)

Fig. 17. An example of seismograms of volcanic tremors (B'-type earthquakes) simultaneously observed at the two stations about 6h, July 6.



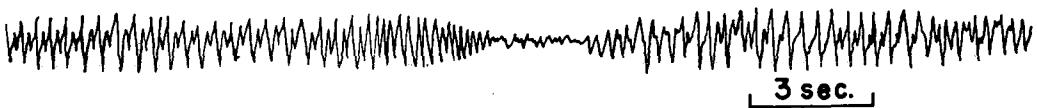
第18図 火山性微動(B'-型地震)の周期別頻度図

Fig. 18. Frequency distributions of wave periods of volcanic tremors (B'-type earthquakes)

なり、S (或は表面波) のそれは  $1.5 \text{ km/sec.}$  となって3点観測により得られた速度とほぼ一致する (第2表)。この波群の振動周期の分布はB型地震のそれとほぼ一致し (第18図および第3図参照)、B型地震について求められた石本・飯田の式の係数  $m$  は3.0であり、この波群のそれは2.9となった。これらのことからこの波群は小さなB型地震の一種と考えてもよいものでありここではB'型地震と名付けておく。従って噴火活動中に現われる連続微動のあるものはB型地震が連続的に起っているものと考えられる。

#### 6. 7月16日の微動について

7月16日に約3時間にわたって異常な微動が記録された。その一部を第19図に示すが非常に特殊な波形をしているので、これを直ちに地面の運動、即ち火山性微動と見なすにはやや



第19図 7月16日, 11時頃の微動

Fig. 19. Tremors observed about 11h, July 16.

疑問が残る。我々は4点の観測点をもっていたが、いずれの観測点でもほぼ同様な波形の記象が得られている。各点で用いた電磁式換振器および増幅器は同じ型のものであるが、各記録系が同じ故障を生じたとは考えられない。もっとも入力信号の大きすぎる場合には増幅器は飽和して波形のくずれることはあるが、今の場合振幅の小さい所でも同様な波形となっているのでこれでは説明がつかない。次に考えられることは電磁式換振器から  $1 \text{ km}$  以上も有線で結んでから増幅して記録を得ているので、もしこの附近の磁場または電場が時間的に変化すればそれが記象に現われる心配がある。不幸にして十勝岳の附近では地磁気観測を行っていないのでやや離れているが女満別地磁気観測所へ問い合わせたところ、この期間に別に地磁気および地電流に異常な変化はないとの答をいただいた。又もし電磁現象ならば各点の記録が細かい点まで一致することが期待されるが、実際には各点で振幅、周期が異なっているのでこの点からも電磁現象とは考えにくい。従ってやはりこの振動は地動によるものと考えざるを得ないであろう。この周期は約  $0.3 \text{ sec.}$ 、振幅は  $0.25 \mu$  である。さきに示した記録でもわかるようにほぼ同じ位の周期の二つの振動がかさなり合っているようであり、干渉現象を示している場合も認められる。なおこの時火山活動に異常があったかどうかについては、筆者等は白銀荘にいてこの振動が現われたので特に気をつけて噴煙の状態などを観察したのであるが、あいにく曇天のためもあってはっきり確認は出来なかった。しかし石を飛ばすような噴火をしなかったことだけは確実である。又7月8日の中茶屋N点の記録をルーペを用いて詳しく調べると非常に小振幅ではあるが全く類似の波形の波が記録されていることが明らかとなった (この時は白銀荘A点では倍率が低かったため記録されていない)。火山活動がどんな状態のときにこのような波が現われるかについて考えるためにはもっと多くの観測資料が必要とされるであろう。

## V. あとがき

今回の十勝岳爆発直後2カ月間の地震計測的調査の速報に引き続いて整理、考察したことの結果は今までのべたようなことであるが、今後さらにやらなければならないことは多い。

今回の噴火の前6月末日迄に気象台が観測して得た資料と、噴火後に我々が得た資料とを比較して議論することはぜひ必要である。又現在十勝岳では気象台の手により地震観測が続けられているが、今回の我々の観測で不備であった点を補うため今後さらに精度の高い観測を行いたいと思っている。

今回の観測にあたり、上富良野町当局ならびに富良野営林署には大変な御援助を賜わり厚く御礼申し上げます。

札幌・旭川の両気象台からは資料の提供を受けました。深く感謝致します。

この稿を書くにあたり、御指導をして頂いた松沢教授、終始有益なる助言をして下さった横山助教授に厚くお礼申し上げます。又観測に従事して下さい、熱心に討論して下さい当教室の皆様にも深く感謝致します。

## 11. Seismometrical Observation of the 1962 Eruption of Volcano Tokachi, Hokkaido. The Second Report.

By Yoshinobu MOTOYA and Hiromichi MISHINA

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

On 29th June, 1962, Volcano Tokachi in the central part of Hokkaido began explosive activities after 36 years' quiescence. Seismometrical observations were carried out in July and August at the vicinity of the volcano, and some results were already reported in the preliminary report (*Geophys. Bull. Hokkaido Univ.*, vol. 10, 1963). Following that, we attempt here to get some information about the changes in the seismic activities of this volcano, from the viewpoint of statistics. Moreover, we give some remarks on the natures of volcanic tremors.

Volcanic tremors having wave periods 0.1~0.9 sec. were observed until July 5 when the volcano ceased Strombolian activities. After the waves with longer periods (0.6~0.9 sec.) faded away, volcanic tremors of shorter periods appeared intermittently. And also it is pointed out that some of the volcanic tremors are the ruin of very small B-type volcanic earthquakes.

There were two clearly distinguishable types of volcanic earthquakes, A and B. Hypocenters of A-type earthquakes were situated 1~2 km beneath the northwest slope of the volcano, and these earthquakes disappeared about August 10. We suppose B-type earthquakes occurred at very shallow region beneath the vent, accompanied by the surface activities and they faded away about August 25. Since the late August, daily frequency of volcanic earthquakes decreased gradually to a few per day. In considerations of these

facts, it may be concluded that the first stage of the eruption of Volcano Tokachi ended about September. But we have nothing to decide whether this volcano will enter the second stage of activity in the nearest future. Anyway, it is absolutely necessary that the seismometrical observation should be continued in order to watch and study the activities of Volcano Tokachi.