



Title	北海道恵山における地震観測
Author(s)	西田, 泰典; NISHIDA, Yasunori
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 28, 21-30
Issue Date	1972-11-25
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.28.21
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14020
Type	departmental bulletin paper
File Information	28_p21-30.pdf



北海道恵山における地震観測

西田 泰典

北海道大学理学部地球物理学教室
(昭和47年5月15日受理)

Seismometrical Observation at Volcano Esan, Hokkaido.

By Yasunori NISHIDA

Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University
(Received May 15, 1972)

The seismometrical observation was carried at Volcano Esan from May 16 to June 22, 1968, just after the Tokachi Oki Earthquake of 1968 ($M=7.9$). The magnetic data recorder was used in the tripartite observation for eight hours in every night. The hypocenters were determined at the shallow place of Volcano Esan as shown in Fig. 2 and Fig. 3. The continuous observation, by using the pen writing recorder with the sensitivity of 3.0×10^{-3} kine/cm, was also carried out. As the result of this observation, 601 earthquakes (520 earthquakes per month) which have shorter S-P time than 3 second were observed.

The seismometrical observation was performed again at B-point in Fig. 2 from Oct. 10 to Oct. 25, 1970, to investigate whether the above-mentioned seismic activities show the stational state at Volcano Esan or not. The magnetic data recorder with the sensitivity of 0.3×10^{-3} kine/cm was used for this observation. As the result of this observation, only 45 volcanic earthquakes (90 earthquakes per month) were registered.

The probable cause of the relatively high seismic activities at Volcano Esan, during the observation period in 1968, has not yet been decided and the following two possibilities may be probable: (1) an activity triggered by the Tokachi Oki Earthquake of 1968 (2) an accidental coincidence between the peculiar condition of Volcano Esan and that large earthquake.

The temperatures of fumaroles were also measured. The highest temperature seems to have changed from 150°C to 180°C before and after the Tokachi Oki Earthquake of 1968.

I. ま え が き

恵山はグリーン・タフ地域に属し、第3紀の砂岩や頁岩の上に沖積世のはじめ頃噴出した輝石安山岩や、石英粗面岩から成る成層火山である。その山体は主として火口原を持つ外輪山とその東側の熔岩円頂丘 (618 m) により構成されている。詳しい地質は藤原・国府谷 (1969) に

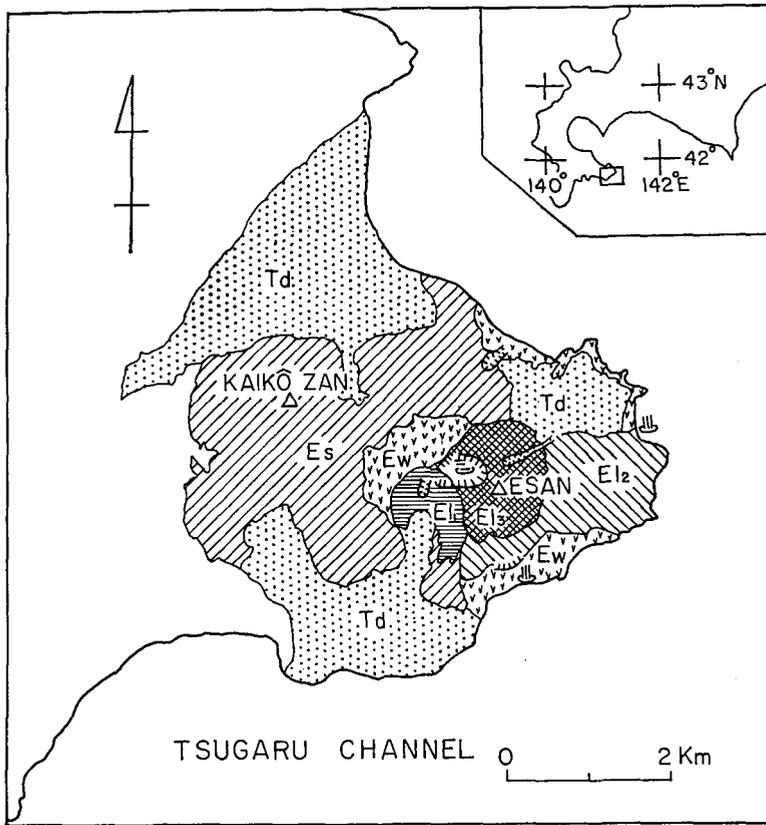


Fig. 1. Geological map.

Es : Somma lava. Ew : Motomura welded tuff.
 El₁ : Esan 1st lava. El₂ : Esan 2nd lava.
 El₃ : Esan 3rd lava. Td : Talus deposits.

よって調査されており, Fig. 1 がその地質図である. 最近の恵山の活動としては弘化3年(1846年)9月30日に噴火, 燃泥を東方に流出して230戸の家を埋没, 死者多数を出したとされている.

この恵山において, 1968年5月16日に起った1968年十勝沖地震(M=7.9)の余震観測が当教室の手で行なわれた. それに関する報告はすでに岡田・本谷(1970)およびOKADA and MOTOYA(1971)によってなされている. その観測の際, 恵山附近に震源を持つと思われるS-P時間の非常に短い地震が多数記録された. さらに1970年10月にも上記の地震の定常性を調べる目的で恵山において地震観測を行なった. 本稿はそれらの結果をまとめたものである. なお噴気孔の温度測定も同時に行なったのであわせて報告する.

II. 観 測

1. 地震観測

1) 1968年5~6月の地震観測：1968年十勝沖地震（以後十勝沖地震と略す）の余震観測として1968年5月18日から6月22日までの間、データ・レコーダーを用いた3点観測が行なわれた。総合感度は 0.3×10^{-3} kine/cmで、刻時には水晶時計を用い、それをJJYで補正した。3点観測網はFig. 2にみるごとく、辺長各々481 m, 496 m, 477 mのはほぼ正三角形をなしている。用いた地震計は電磁式1 c/s上下動3台である。観測時間は毎19時より翌04時までである。本稿においてはその観測結果のうちS-P時間が3秒以下の近い地震のみ取り扱うことにするが、それに該当する地震で、しかも3点ともにP波のたち上りのはっきりした地震は8個

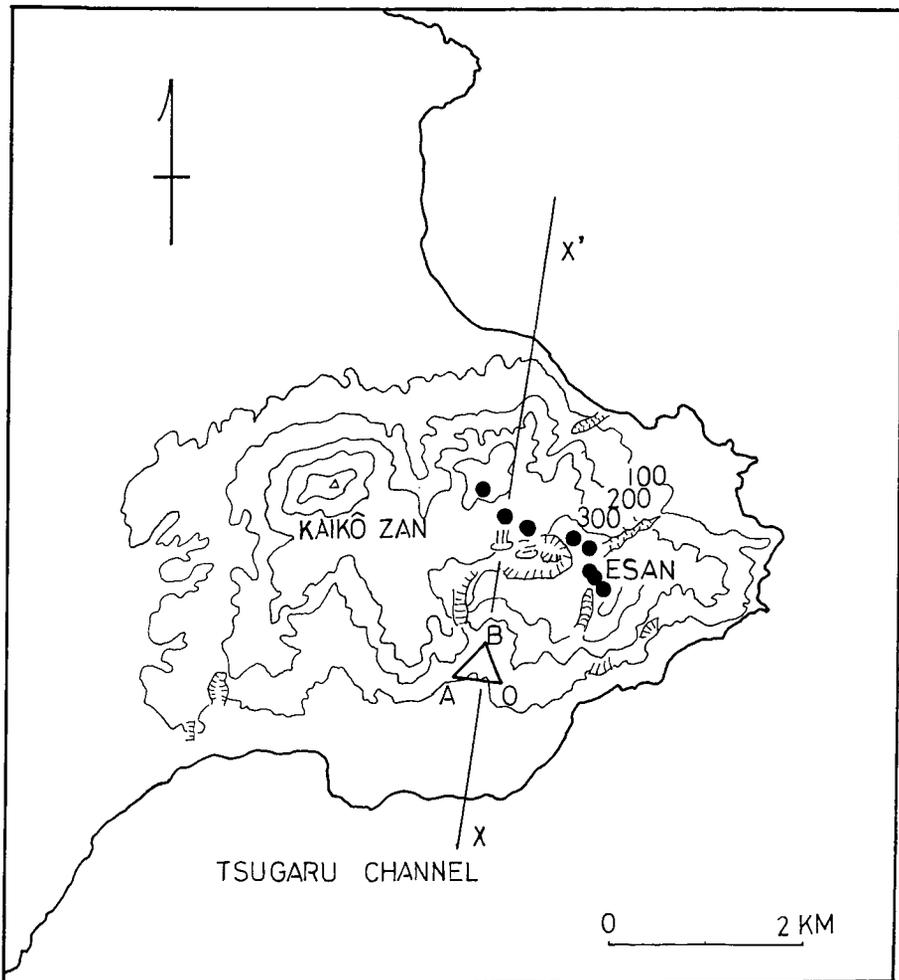


Fig. 2. Topographical map around Volcano Esan, seismometrical observation points and distribution of epicenters.

である。これら8個の地震の震源を求めるために、地震波は半無限均質の媒質中を平面波として入射すると仮定、さらに媒質のP波速度 V_p をP波のみかけ速度の下限を用いて 3.0 km/sec とした。ポアソン比を通常仮定される 0.25 を用いると大森係数は 4 km/sec となる。求められた震央分布は Fig. 2 に、又 X-X' 断面に投影した震源分布は Fig. 3 に示される。それをみると火口附近のかなり浅い場所に震源が集っている。

上記3点観測と並行して全期間常時観測としてペンレコーダーによるモニター観測を行なった。地震計は3点観測網のB点のものを並用した。感度は 3.0×10 kine/cm で観測期間中不変とし、記録紙の送り速度は 2 mm/sec としている。このモニター観測の結果、S-P時間が3秒以下の地震は全期間中 601 個 (月当り 520 個) 観測されている。記録の1例は Fig. 4 (3点観測網の0点に並置した水平動地震計の記録も のせてある) に、又 S-P時間の頻度分布は Fig. 5 に示されている。それをみると1秒以下の極めて観測点に近い場所に発生した地震が大半をしめており、恐らく Fig. 3 に示される震

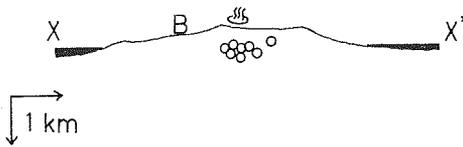


Fig. 3. Distribution of hypocenters.

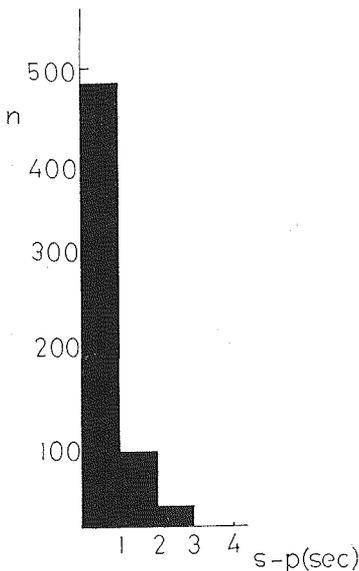


Fig. 5. Frequency distribution of S-P time.

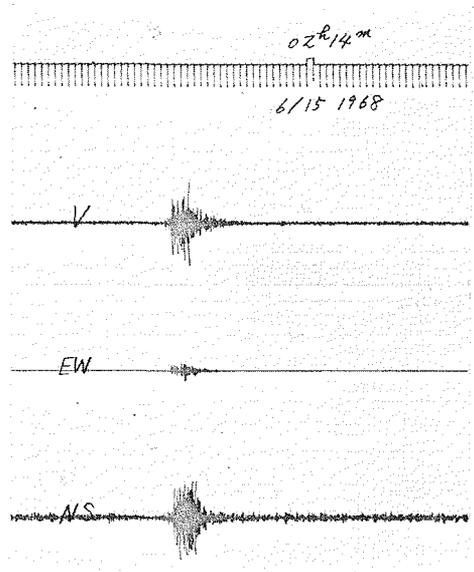


Fig. 4. An example of seismograms.

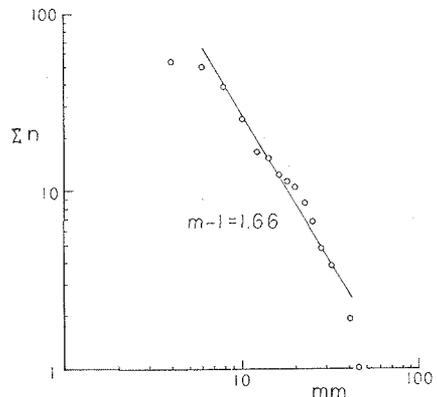


Fig. 6. Cumulative frequency distribution of maximum amplitudes.

源域と同じ場所に発生していると思われる。記録上の最大振幅と頻度の関係は Fig. 6 に示されるが、石本・飯田の係数 m は宇津 (1965) の式により 2.66 と求められる。

ここで地震活動度の比較として、気象庁 B 級火山に指定され、かなり活動的といわれている十勝岳を例にとってみると、1966 年 7~8 月 (十勝岳の地震活動としてはほぼ定常期にあたる) の観測結果 (中井等, 1967) では 1×10^{-3} kine/cm と恵山におけるモニター観測の場合より良い感度で観測が行なわれているにもかかわらず月当り 200 個の地震しかつかまえていない。十勝岳の場合震源距離が多少遠いのでいちりつに比較する訳にはゆかないが、恵山は噴火記録も少なくそれほど活動的な山とはみなされていないにもかかわらず、地震の数の上では十勝岳に匹敵する地震活動があるようにみえる。しかしながらこの観測期間中は十勝沖地震の余震活動の最も活発な時期であり、恵山の固有の地震活動ではなく十勝沖地震に関連して発生した地震をとらえている可能性がある。

2) 1970 年 10 月の地震観測：上記の十勝沖地震と恵山附近に発生した地震との関連性を調べるため、1970 年 10 月 10 日より 10 月 25 日までの間、再び地震観測を行なった。Fig. 7 は気象庁の観測結果をもとにして岡田・本谷 (1970) が示した十勝沖地震の余震の数の減衰を示す図に、更にその後 1 年間の経過を付け加えたものである。これを見ると本震直後には 1 日当

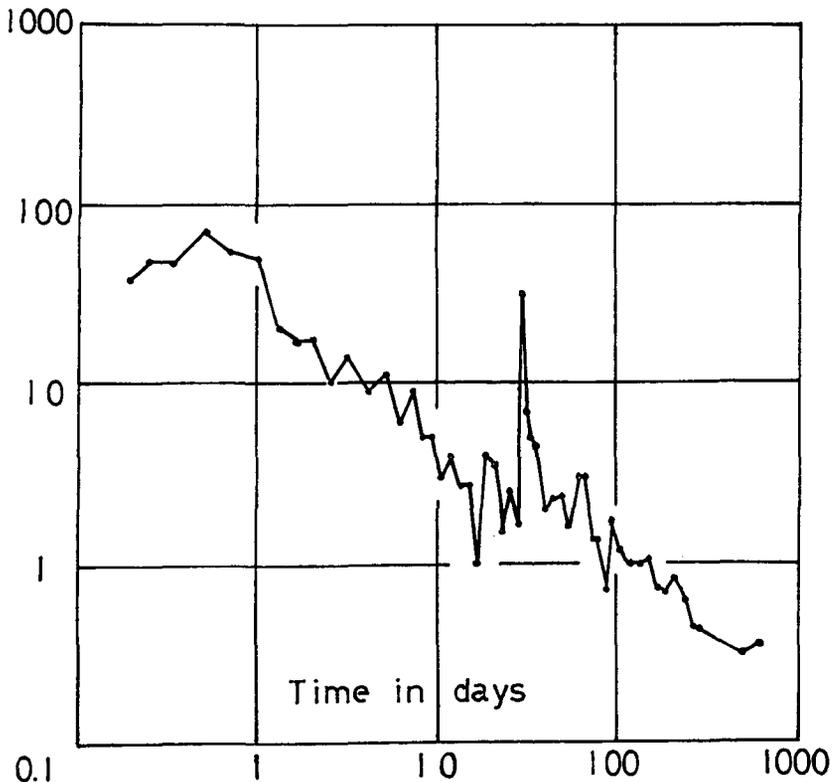


Fig. 7. Decline of the daily frequency of aftershocks.

り100個弱も観測された地震がこの観測時には0.4個程度にまで減っている。従ってこの観測時には十勝沖地震の余震からの影響は除かれていると考えられる。観測は1週間まきデータ・レコーダーを用いて1点で行なわれた。観測点は前回の3点観測のB点であり、地震計は電磁式1c/s上下動1成分である。総合感度 0.3×10^{-3} kine/cm(前回のモニター観測の10倍の感度)でビジュグラフを用いて再生された。記録例はFig. 8で示される。観測期間中に得られた地震のうち、測点に近い場所で発生したと思われるものは45個(月当り90個)で、そのうちS-P時間の読み取れたものは23個である。S-P時間の頻度分布はFig. 9に示されるが、それをみると前回の観測時と同様に1秒以下の地震が圧倒的に多いことがわかる。石本・飯田の係数はFig. 10にみるごとく2.83となり、前回の2.66と大差のない値となっている。ところでこの観測結果を前回の観測結果と比較する場合、同一感度での観測結果に直したかたちで比較する必要がある。1968年のモニター観測の感度にそろえることにすると、この時は記録紙上4mm以上の振幅を持つ地震を読み取ったので、今回の観測結果においては40mm以上の振幅を持つ地震を読み取れば良いことになる。40mm以上の振幅を持つ地震の数はFig. 10から16個(月当り32個)となる。この値は1968年の際の月当り520個という値と比べるとかなり低い値であり十勝沖地震によって恵山に地震が誘発されたとみることは可能であろう。

3) 地震観測結果に対する考察: 地震の数の比較から恵山における地震の誘発の可能性を指摘したわけであるが、地震の数の推移をもう少し詳しくみるため、1968年のモニター観測で得られたS-P時間3秒以内の地震の数の日別頻度をFig. 11に示す。図には同じくモニター観測より得られた十勝沖地震の余震(S-P時間16秒に大きなピ

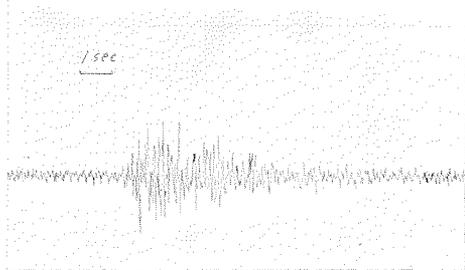


Fig. 8. An example of seismograms

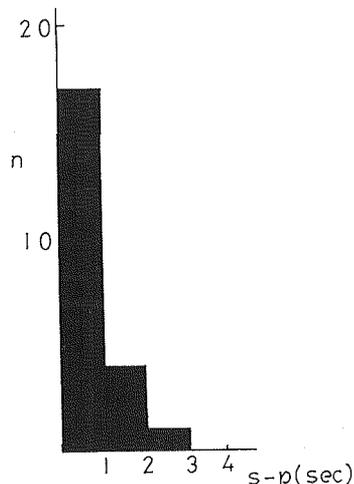


Fig. 9. Frequency distribution of S-P time.

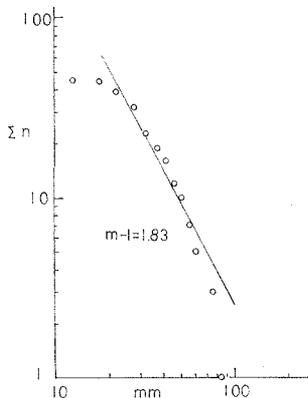


Fig. 10. Cumulative frequency distribution of maximum amplitudes.

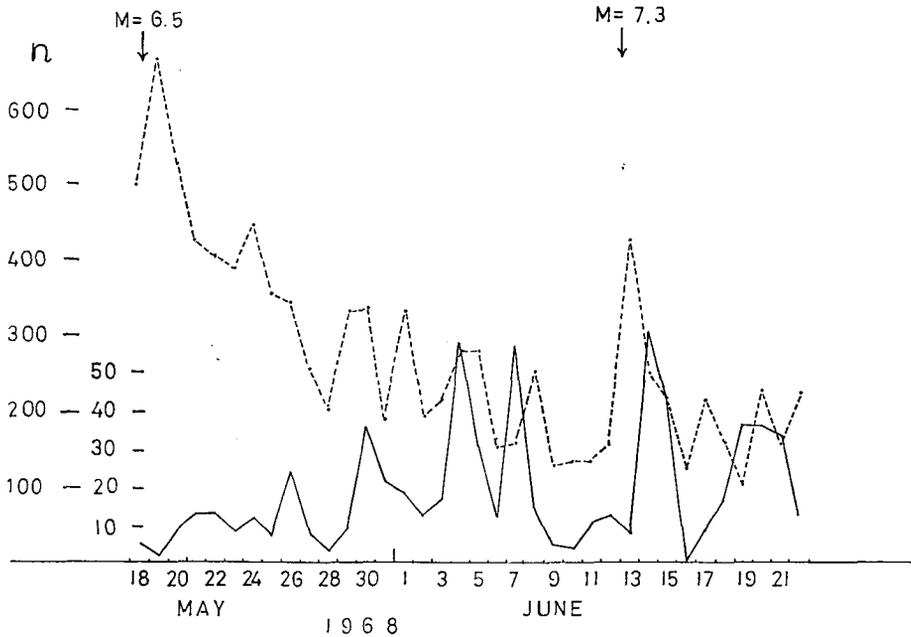


Fig. 11. Daily frequency of volcanic earthquakes and aftershocks of the Tokachi Oki Earthquake of 1968.

ークを持つ)の数の日別頻度をのせてある。この2つを比較してみると余震の数は時間とともに減少しつつあるのに対し、恵山附近で起った地震にはそのような傾向はみられない。従ってもし十勝沖地震直後に恵山で発生している地震が誘発されたものと仮定すると、それは個々の余震に対応して誘発されるのではなく、非常に大きなエネルギーを持つ本震に引き金され、後は恵山固有の条件により地震が発生してゆくとするべきではないだろうか。

ところで他の火山の地震活動の例との比較をしてみることは意義のあることである。Fig. 12は気象庁火山観測所で得た十勝岳での地震の数の月別頻度分布である。十勝岳では十勝沖地震以前にはほぼ月当り10個程度の地震しか得られていなかったものが、本震の3分後から急激に地震が増え出し170個にまで増加、誘発の可能性をかなり有している。Fig. 13は北海道駒ヶ岳について同じく気象庁で得た地震の数の月別頻度分布であるが、ここでは十勝沖地震のすぐ前後に地震が増加したというデータは得られていない。このように大地震との関連性は各火山によって異なっているのであるが、時間的にも空間的にも近くに大地震の起こっていない1965年～1967年の場合でも上記両火山では月によりかなりの地震の数の変動を示している。恵山においては本稿で述べた2回の地震観測しかなく定常的な地震活動の様子が不明であり、恵山固有の地震活動が十勝沖地震の前後に偶然活発化した可能性を否定することは出来ない。従って恵山の地震が十勝沖地震に誘発されたと結論するには資料不足であり、現在のところその可能性に言及するのみにとどめる。なお1968年の観測で得られた恵山での

地震が直接的にはどのような原因で起ったかという問題がある。恵山は1846年以後噴火活動を休止しているが、震源がかなり浅い所へ集中しているといっても恵山直下で溶けたマグマが活動を始めたとは考えにくい。恐らく恵山固有の条件により、又は十勝沖地震に引き金されてマグマから分離した高温ガスが山体に応力を集中させたために発生したのではなからうか。この推定に対する若干の根拠は後に述べられる。なお恵山での石本・飯田の係数2.7~7.8という値は、通常の構造地震における値といわゆる火山性B型地震のそれとの中間の値になっているが、このような値は箱根火山(MINAKAMI, 1960, 平賀等. 1969)でも得られていることを付記しておく。

2. 噴気孔温度測定

1969年十勝沖地震直後の観測の際恵山に多数観測された地震がはたしてどのような原因により発生したものであるかということを知るためには種々の調査が必要である。そのうち熱的な調査はかなり有力な手段であろう。この恵山における噴気孔温度測定は1967年に気象庁函館海洋气象台・同森測候所(1969)の手によりなされており、最高温度210°Cを得ている。その後北海道立地下資源調査所による測定と筆者等による測定がなされているが、その結果をまとめてみるとFig. 14のごとくなる。測定はいずれもサーミスター温度計を用いている。ただし、図はスケッチ程度のものであり、それほど正確な位置を示してはいない。それをみると、最高温度が1967年には210°Cであったものが、少なくとも十勝沖地震の直前には150°Cに下っており、再び地震後には180°Cに回復、以後200°C近い値が維持されている。最高温度を示す噴気孔が測定時により多少異なり、従って全体の温度のコンターのパターンが変わるといふ不安定さがあるが、地震をはさんで最高温度が150°Cから180°Cに上っていることは注目し値いする。このことは先に述べた地震発生の原因に対する推定の若干の根拠となり得るであろう。

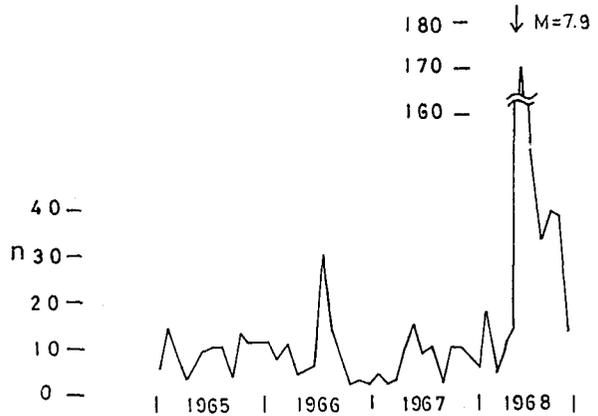


Fig. 12. Monthly frequency of volcanic earthquakes at Volcano Tokachi.

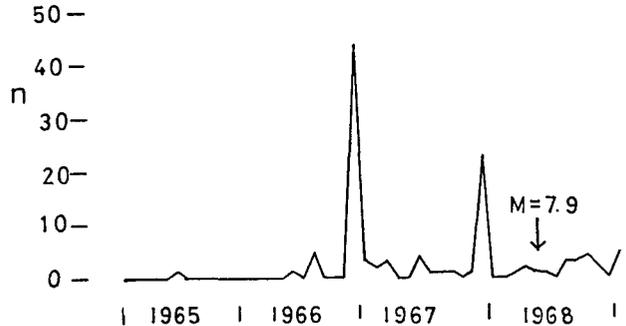


Fig. 13. Monthly frequency of volcanic earthquakes at Volcano Komagatake, Hokkaido.

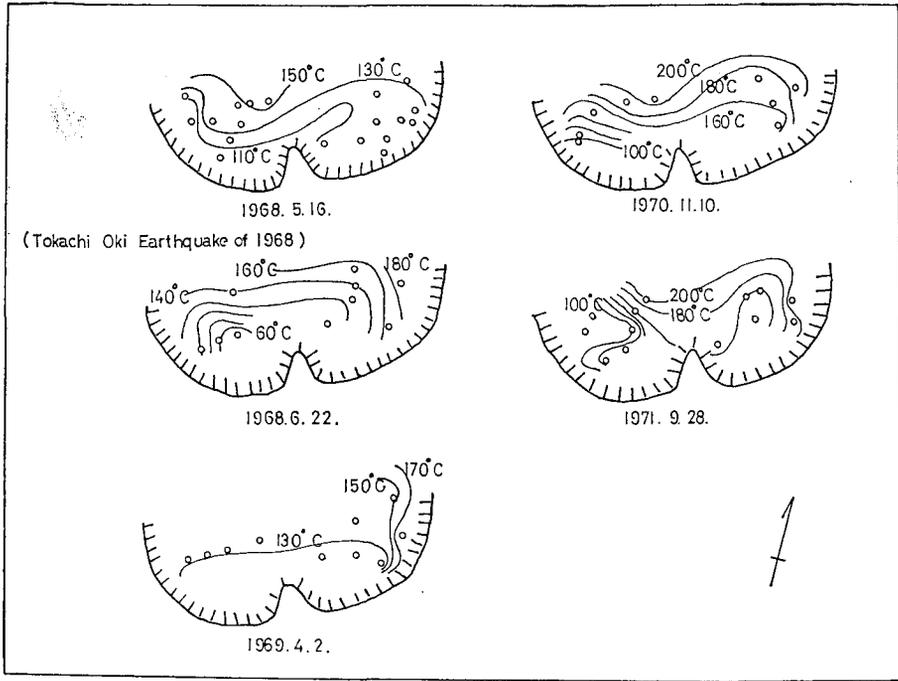


Fig. 14. Temperature distribution of fumaroles.

III. あとがき

過去恵山に対する地球物理学的調査は藤木等 (1965), 早川等 (1968) による主として温泉調査および気象庁函館海洋気象台・同森測候所 (1969) による噴気孔温度測定その他にはほとんどなされていない。今回主として地震活動に関する調査を行なったわけであるが、まだまだ観測量が不十分なためほとんど確定的なことは言えないで終わってしまった。今後さらに地震観測を積み重ね、恵山の定常的活動を知ることにより本稿で述べた大地震との関連性を追求する必要がある。又他の地球物理学的調査を行なうことにより恵山の構造等を明らかにしてゆく必要があろう。

最後にこの観測期間中大変お世話になった恵山温泉原田三知徳氏に感謝します。又噴気孔温度測定結果を快く貸して下さった北海道立地下資源調査所の各位に謝意を表します。さらに当教室の諸氏には非常に有益な議論をしていただいたことを記して謝意にかえます。

文 献

早川福利・小田切敏夫・和気 徹, 1968. 尻岸内町温泉調査報告. 北海道立地下資源調査所, 38, 83-86
 藤木忠美・和田昭夫・小林大二, 1965. 恵山火山北麓の温泉調査. 北海道大学地球物理学研究報告, 14, 7-30
 藤原哲夫・国府谷盛明, 1969. 5万分の1地質図幅, 説明書「恵山」. 北海道立地下資源調査所
 平賀士郎・広田 茂・河西正男・鈴木征志, 1969. 箱根火山における地震活動調査, 1968. 神奈川県温泉研

- 究所報告, 7, 1-11
- 気象庁函館海洋気象台・同森測候所, 1969. 恵山火山基礎調査報告. 験震時報, 33, 27-29
- MINAKAMI, T., 1960. Fundamental research for predicting volcanic eruptions (Part 1). *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 38, 497-544
- 中井新二・西田泰典・横山 泉, 1967. 十勝岳における地球物理学的調査 —1966年—. 北海道大学地球物理学研究報告, 17, 33-45
- 岡田 弘・本谷義信, 1970. 1968年十勝沖地震の余震活動. 北海道大学地球物理学研究報告, 24, 141-165
- OKADA, H. and MOTOYA, Y., 1971. Some features of aftershocks and foreshocks of Tokachi-oki Earthquake of 1968. *General Rep. Tokachi-oki Earthq.* 1968, 115-136
- 宇津徳治, 1965. 地震の規模別度数の統計式 $\log n = a - bM$ の係数 b を求める一方法. 北海道大学地球物理学研究報告, 13, 99-103