



Title	北海道東部で発生した“単色地震”について
Author(s)	松島, 健; MATSUSHIMA, Takeshi
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 49, 45-52
Issue Date	1987-03-30
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.49.45
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14157
Type	departmental bulletin paper
File Information	49_p45-52.pdf



北海道東部で発生した“単色地震”について

松 島 健

北海道大学理学部地球物理学教室

(昭和61年11月17日受理)

“Monochromatic Earthquake” of the Eastern Part of Hokkaido

By Takeshi MATSUSHIMA

Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University

(Received November 17, 1986)

On July 23, 1985, an earthquake occurred at the eastern part of Hokkaido. Many seismic stations in the eastern half of Hokkaido recorded monochromatic waves associated with this earthquake due to which oscillations were continued at most stations for 1 to 3 minutes.

The monochromatic waves were also observed by chance with a temporary seismic array stations which had been spread to observe microtremors at a site in Tokachi plain in the central Hokkaido. The power spectrum of the waves calculated for a station in the seismic array provided a sharp peak at a frequency of 0.5 Hz. From the frequency-wavenumber spectra calculated for the temporary seismic array stations the phase velocity of the monochromatic waves for the predominant frequency was determined to be 0.95 km/sec, which agree well with the phase velocity of the fundamental mode of Rayleigh waves to be estimated for the underground structure beneath the seismic array stations. The fact that the monochromatic waves were recorded at many stations means that the waves were generated by neither the effect of the underground structure beneath the seismic stations nor that of the propagation paths; the source of the earthquake itself could generate the monochromatic waves.

The epicenter of the earthquake determined using P-and S-wave arrival times was located near the lake Kussharo around which there is active volcanism.

In two and half minutes after the first earthquake, the second earthquake occurred. For the second one, no monochromatic waves were observed in the seismograms at those seismic stations, while P-and S-wave portions of the earthquake have almost the same amplitude as those of the first one.

I. は じ め に

1985年7月23日午前1時6分ごろ、北海道東部の十勝平野において長周期微動の観測中に周期2秒のきれいな正弦波からなる奇妙な振動が記録された。この振動は気象庁や北海道大学理学部地震予知観測センターの観測点でも記録されており、その特異な波形が全観測点で共通に見られた。この波形の解析について報告する。

II. 記 録

1. 地震計アレイによる記録

アレイ観測は、1985年7月23日午前1時より45分間にわたり、帯広市の北西に隣接する音更町下音更で、長周期微動を観測するために、10台の地震計をさしわたし2.8 kmの範囲に展開しておこなわれていた (Fig. 1)。使用した換振器は PELS 73 型長周期地震計 ($T_0=8.0$ sec, $h=1.0$) の上下動成分である。この観測中午前1時6分ごろ、通常観測される微動とは異なる、特異な振動が記録された。その記録波形を Fig. 2 に示す。鋭いバンドパスフィルターをかけたような周期2秒の振動が、4分間以上も続いている。この振動のランニングスペクトルを計算した結果が Fig. 3 である。図で明らかなように、この振動は周期2秒に鋭いピークをもち、それが4分間以上定常的に続いているのがわかる。

次にアレイで観測した波形から、この振動の周波数-波数の3次元スペクトルを求めた。計算には CAPON (1968) による最尤法を用いた。Fig. 4 は周期1.97秒について、01時6分から1分ごとに計算した波数スペクトルである。計算に使ったデータ長が51.2秒と短く、また back ground の長周期微動のレベルが高いため、ピークの位置は多少不安定であるが、この図は振動が4分間にわたり定常的に北東の方向から伝播してきたことを示している。Fig. 5 は周期1.71秒、1.83秒、1.97秒、2.23秒のときの波数スペクトルである。周期が2秒から離れると、長周期微動の影響がピークに現われるが、周期2秒付近では、N 55° E の方向から集中的に振動が到来している。周期1.97秒についての波数のピークから求められたこの振動のみかけ位相速度は0.95 km/sec である。

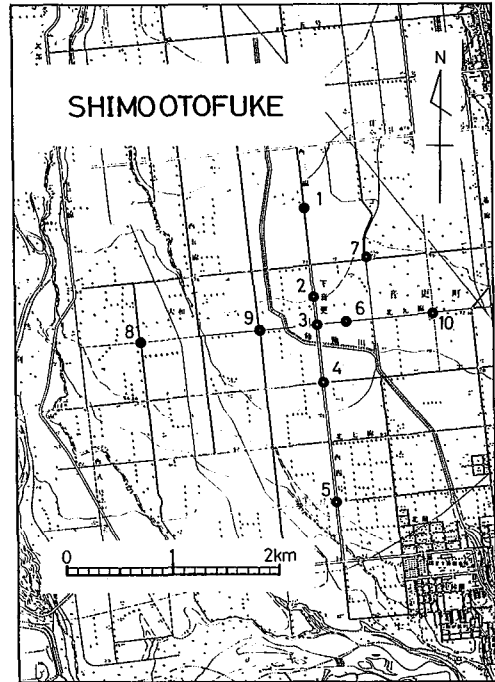


Fig. 1. Arrangement of seismic array at Shimootofuke, Otofuke-cho. Numbers indicate the observation points. The location of Shimootofuke is shown in Fig. 11.

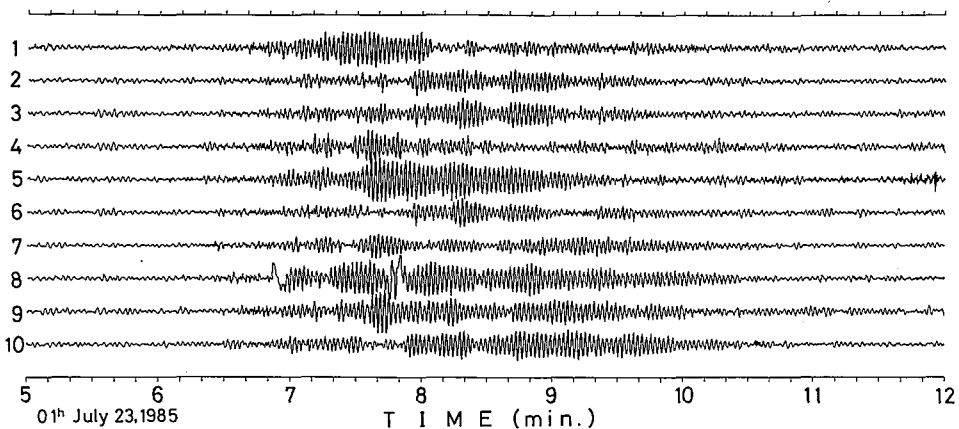


Fig. 2. Seismograms observed with the seismic array. The trace numbers correspond to the station numbers in Fig. 1.

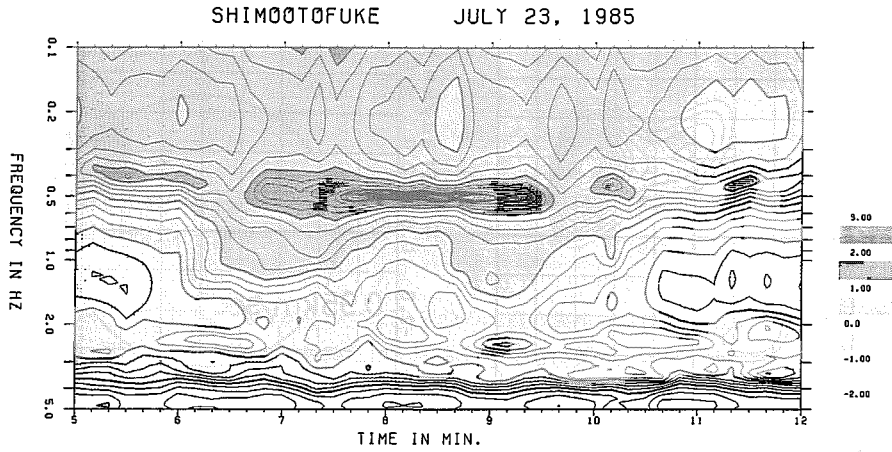


Fig. 3. Running power spectrum of the waves observed at station 2 of the seismic array. Contour intervals are 5 dB. The spectrum is calculated every 10 second using the Maximum entropy method for each 256-point record with sampling intervals of 0.1 sec. Note that a sharp peak at 0.5 Hz in the spectrum continues for more than 4 minutes.

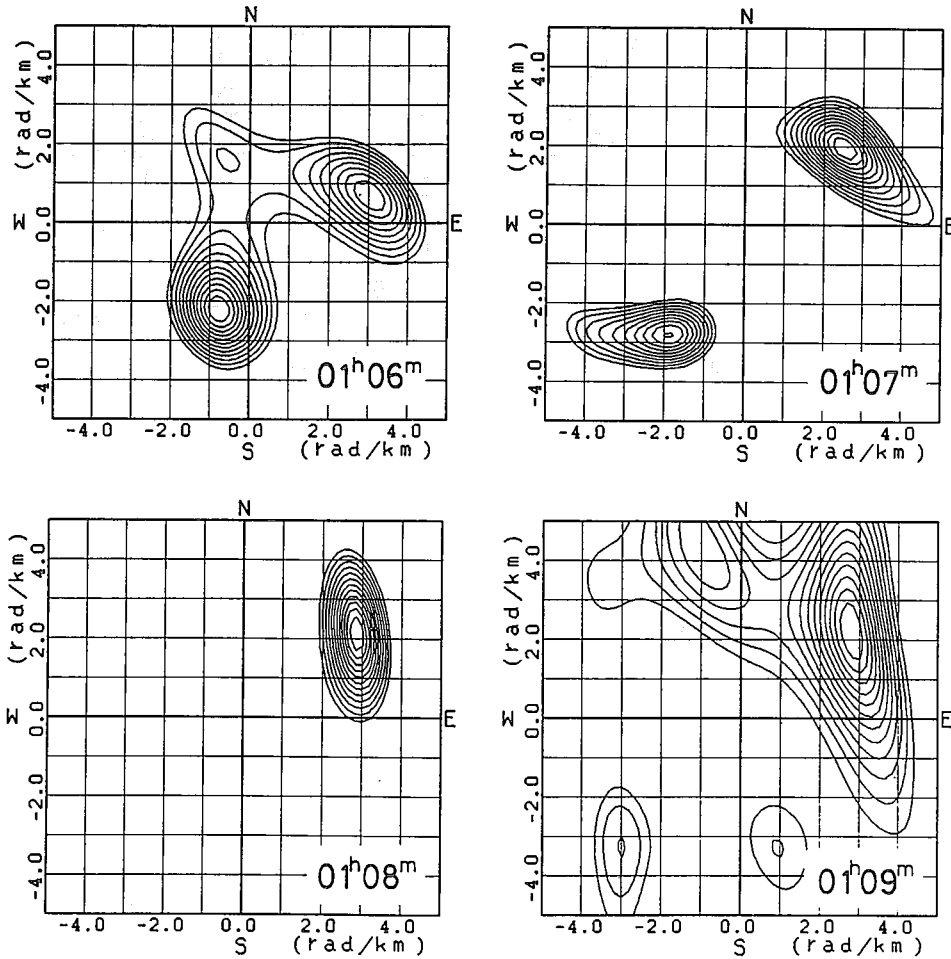


Fig. 4. F (frequency)-K(wavenumber) power spectra at a period of 1.97 sec for four consecutive time windows. The spectra are calculated for 512-point records with sampling intervals of 0.1 sec. Contours are -1 dB with respect to the maximum.

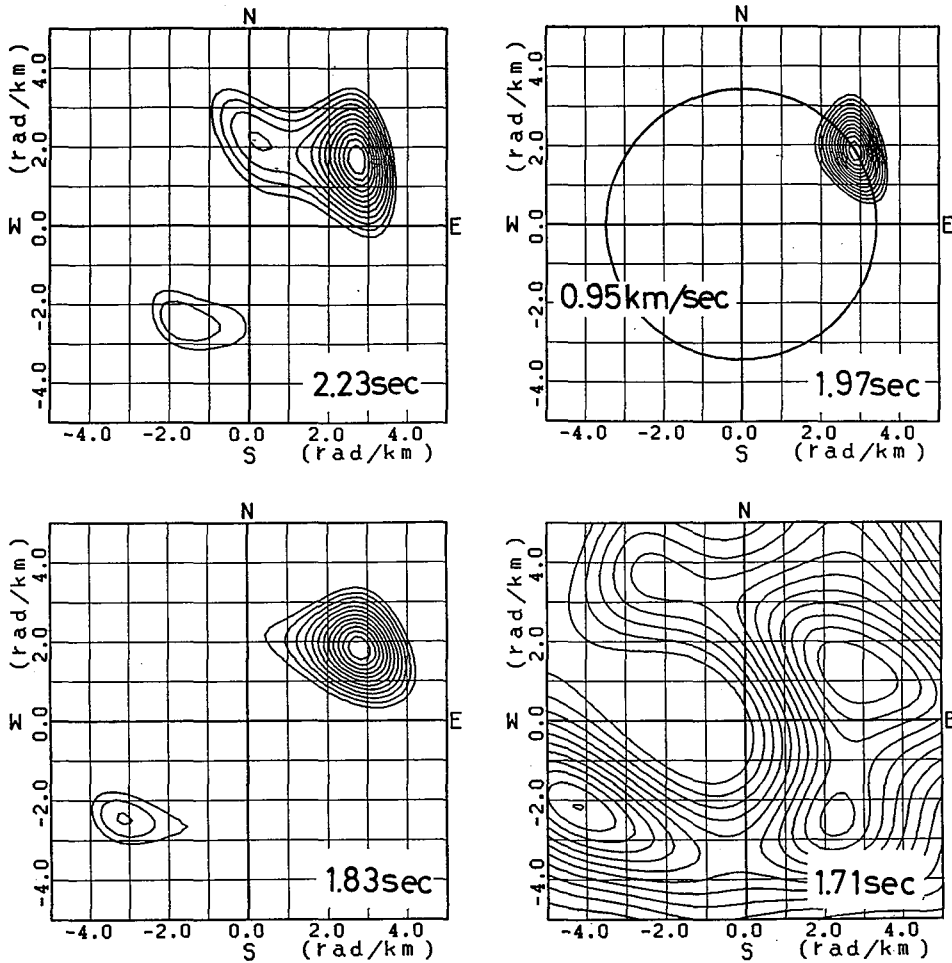


Fig. 5. F-K Power spectra at four different wave periods. The spectra are calculated for 2048-point records with sampling intervals of 0.1 sec. The contours are drawn in the same way as in Fig. 4. The most clear peak of high energy is due to the coherent wave with a period of 1.97 sec which propagates through the array from a direction of N55° E with a velocity of 0.95 km/sec.

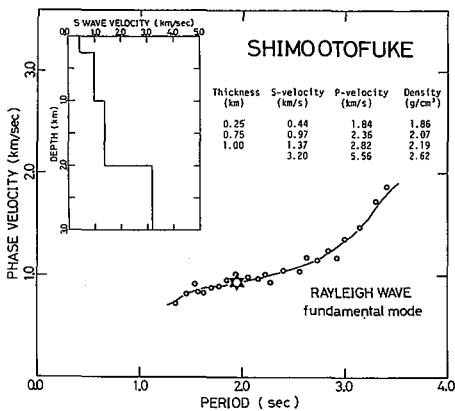


Fig. 6. Phase velocities obtained from the monochromatic waves (star mark) and microtremors (open circles). A superimposed curve shows the phase velocity of the fundamental mode of Rayleigh waves obtained for the structure model of Shimootofuke shown in the figure.

この観測地点においては、長周期微動を使って地下構造が推定されており（松島・岡田，1986），Fig. 6 にその構造から計算されるレイリー波の基本モードの分散曲線が示されている。なおこれには微動から求められた位相速度も図示してある。今回、地震から求められた振動の位相速度は、この分散曲線上にあることから、この振動はレイリー波の基本モードの波動であると推測される。

2. 他の観測点における記録

下音更の地震計アレイで観測された波形は、北海道東部の多くの地震観測点でも記録されていた。Fig. 7 は地震予知センターの各観測点での記録である。7月23日の01時5分とその約2分後にほぼ同規模の2つの地震が記録されており、走時からみてこの2つの地震の震源はほぼ同じ位置であったと考えられる。これらの地震は規模が小さい割に継続時間が1～3分と異常に長い。

Fig. 8 は気象庁の高感度地震計の記録である。途中からトリガーがかかったため一部地震の初動部分が

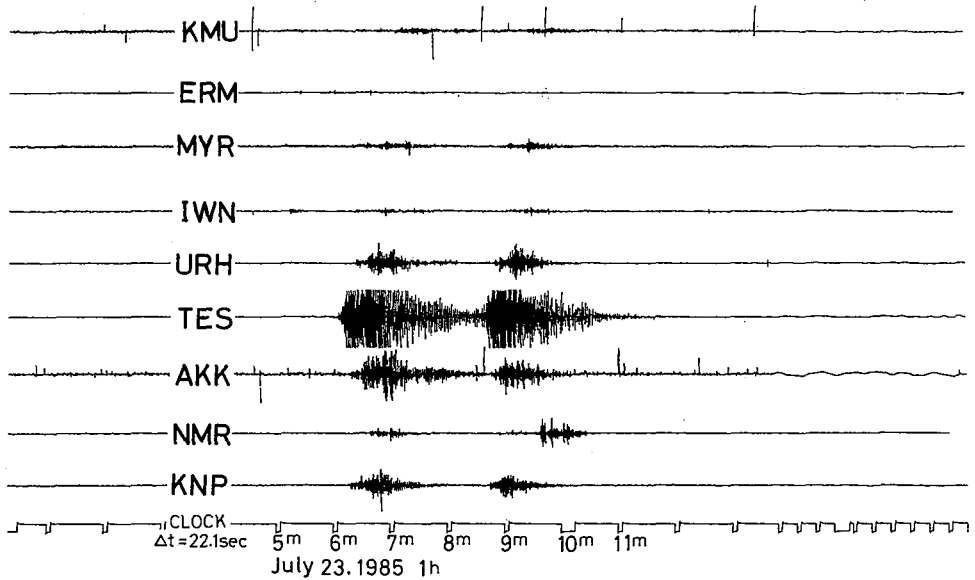


Fig. 7. Seismograms of the event recorded at stations of the Research Center for Earthquake Prediction of Hokkaido University (RCEP). Locations of the seismic stations are shown in Fig. 11.

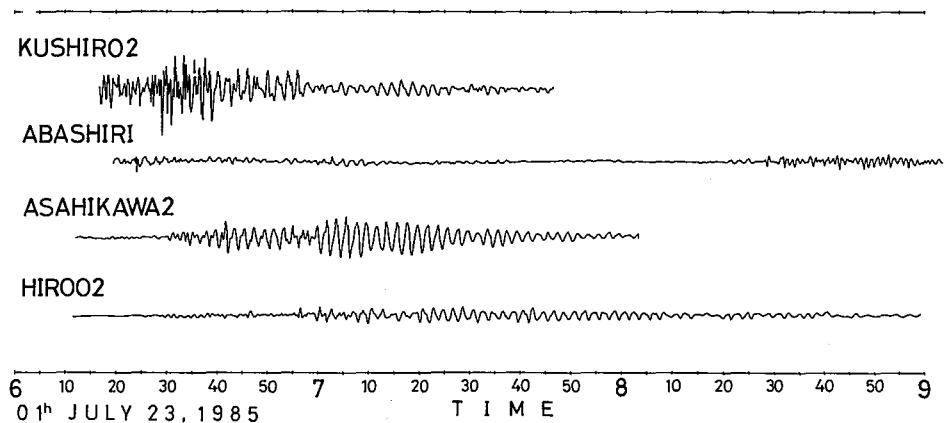


Fig. 8. Seismograms of the event recorded at stations of Japan Meteorological Agency (JMA). Locations of the seismic stations are shown in Fig. 11. The first breaks of the earthquake at each trace are truncated.

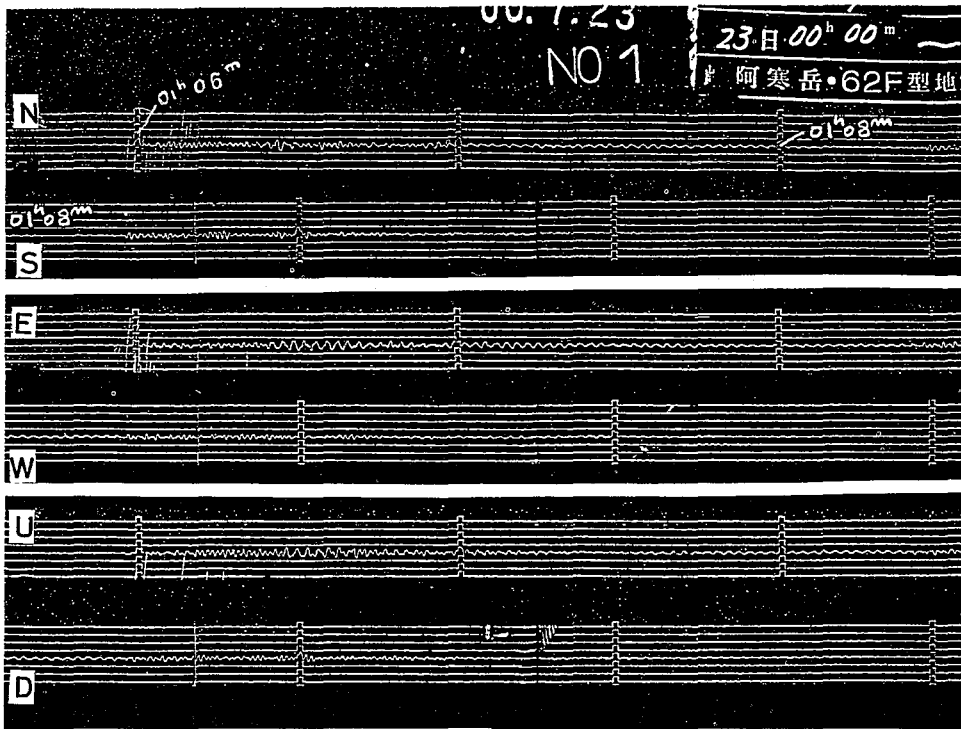


Fig. 9. Three-component seismograms recorded at Meakandake (JMA). Traces of two earthquakes are shifted to align the first arrivals.

欠けている。この記録からもこの地震の継続時間が長いことがわかる。しかもこの振動の大部分は周期2秒が卓越した正弦波からなっている。またこの振動は道東の各観測点で記録されているので、観測点直下や伝播経路の地下構造の影響をうけたものではなく、震源が周期2秒の正弦波を長時間にわたって発生させたものと考えられる。

Fig. 9は気象庁の雌阿寒岳の観測点での長時間記録の一部である。低感度ではあるが、前後2つの地震をはっきりと記録している。2つの地震は初動の大きさはほぼ同じである。しかし最初の地震のあとには周期2秒の振動が続いているのに対し、2回目の地震にはそのような後続波はほとんど見られない。これは前掲のアレイ観測での記録や気象庁の長時間モニター記録などにも示されている。

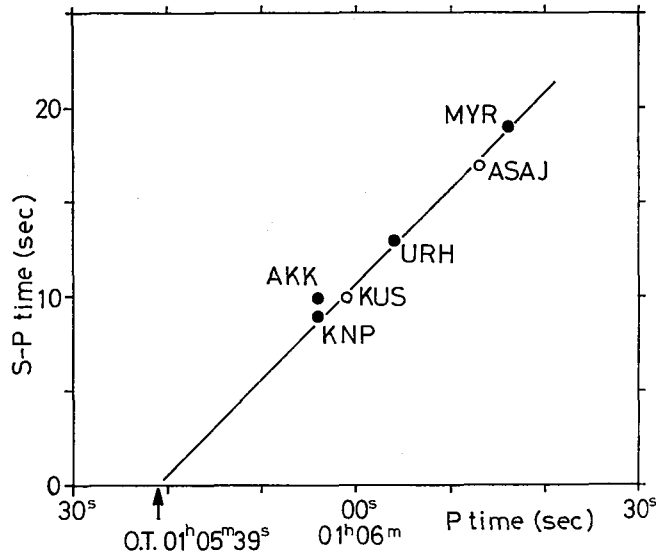


Fig. 10. Wadachi diagram for the first earthquake (closed circles), and the second earthquake (open circles). The slope of a straight line to approximate these circles is 0.52.

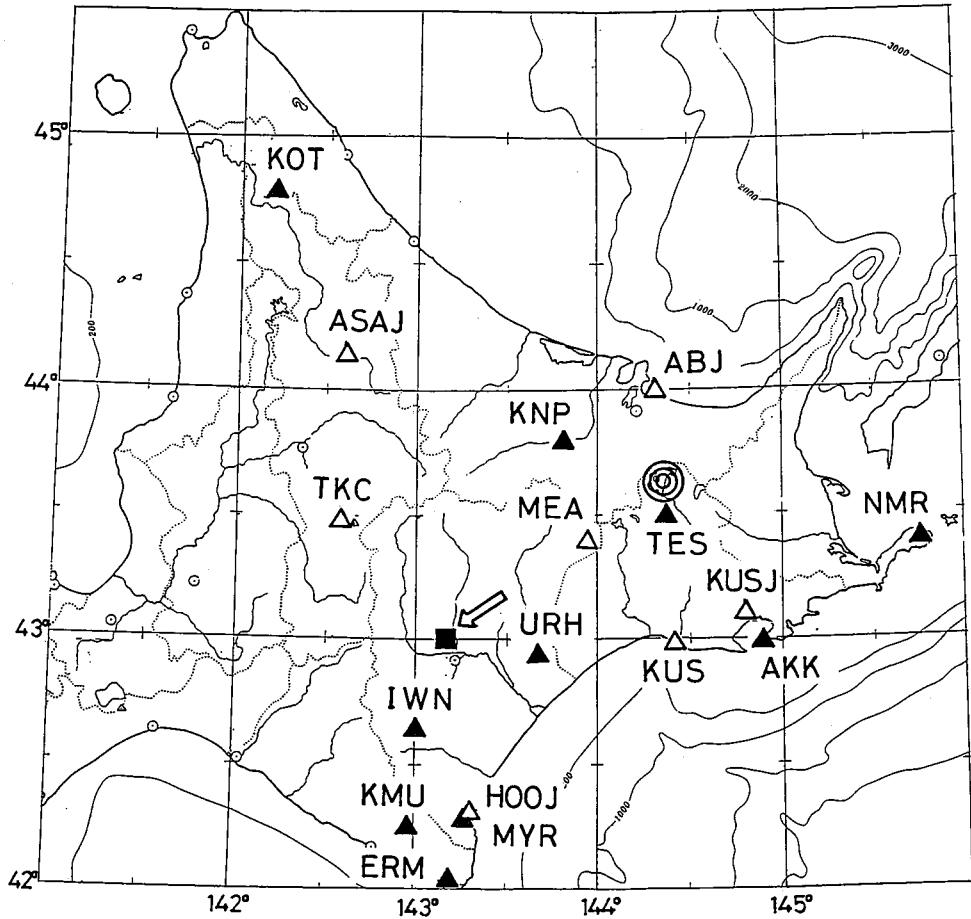


Fig. 11. Map showing the epicenter of the earthquake (circles), and locations of seismic stations. Open triangles indicate JMA's stations, and solid triangles, those of RCEP and Faculty of Science, Hokkaido University. A solid square is the location of the seismic array to which an arrow showing the direction of the waves approaching is attached.

次にこの地震の震源決定を試みる。Fig. 10にこの地震の和達ダイアグラムを示す。今回の地震は多くの観測点で記録されている割に規模が小さく、P波S波の読み取り精度が悪く、また頭切れの記録も多い。そこで2回目の地震の震源も同位置であると仮定し、2つの地震の発震時差を2分28秒として震源決定を行った。震源決定には4点の走時を使う作図法で求めた。震央はFig. 11に示すように、現在も火山活動を続けている屈斜路湖付近と推定された。この地点は下音更での微動観測アレイで得られた波の到来方向、すなわち北東方向にあたる。震源の深さについては、データの精度上議論するのは難しい。

III. 議 論

以上述べたことから、屈斜路カルデラ内に発生した2つの地震のうち、最初の地震が周期2秒のレイリー波タイプの波を3分以上にわたって誘発させたものと考えられる。なぜこのような振動が誘発されたのか、その原因を今回得られたデータのみから特定するのは難しい。また震源の決定精度も低く、この振動のメカニズムも今のところ不明である。しかし、このように極めて特異な地震が発生したということは、注目すべきことである。

今回観測されたような“単色地震”についての報告は非常に少ないようであるが、最近、大竹・鶴川(1985)による伊豆大島直下での発生例の報告がある。この場合も主要動は正弦波からなり、周期は1秒である。鶴川・大竹(1986)はこの振動の発震機構として single force source の可能性を指摘しており、この force の起源として、1秒間隔の間けつ的なマグマの流れが通路の壁に与える一方向の shear stress を推定している。今回北海道東部で観測された“単色地震”も、活発な火山地域である屈斜路湖周辺に震源をもつことから、鶴川・大竹(1986)の推定と同じ発震機構で起ったのかもしれない。

謝辞 本研究では、気象庁札幌管区气象台、釧路地方气象台ならびに北海道大学理学部附属地震予知観測地域センターの資料を使用した。また北海道大学理学部森谷武男助教授にはデータの提供とともに有益な助言をいただいた。同じく岡田広教授にはこの研究を進めるにあたり、いろいろご指導いただいた。ここに記して各位に謝意を表す。

なお計算には北海道大学大型計算機センターの HITAC M-280H, M-680H を使用した。

文 献

- CAPON, J., 1969. High-resolution frequency-wavenumber spectrum analysis. *Proc. IEEE*, **57**, 1408-1418.
- 松島 健・岡田 広, 1986. 長周期微動の応用(2)——多点アレイ観測とF-Kスペクトルの推定ならびに地下構造の推定——. 昭和60年度総合研究(A)研究成果報告書「長周期微動の広帯域アレイ観測とその確率過程としての時空間特性の研究」(代表岡田広), 70-98.
- 大竹政和・鶴川元雄, 1985. 伊豆大島付近に発生した「単色地震」. 地震学会秋季大会講演予稿集, 7.
- 鶴川元雄・大竹政和, 1986. 伊豆大島単色地震(1985年8月27日)の発震機構—Single force sourceの可能性—. 地震学会秋季大会講演予稿集, 84.