九州における脈動の伝播方向

京都大学理学部阿武山地震観測所 岡 野 健 之 助

京都大学理学部火山研究所 加 茂 幸 介

(昭和 36 年 6 月 1 日受理)

Direction of Approach of Microseisms Observed in Kyushu

Kennosuke OKANO

Abuyama Seismological Observatory, Faculty of Science, Kyoto University

Kōsuke KAMO

Volcanological Laboratory, Faculty of Science, Kyoto University

(Received June 1, 1961)

Direction of Approach of microseismic waves was investigated in Kyushu by means of vector seismographs. It was found that no microseismic wave comes from the west direction even when typhoons were situated in the south-west direction. The frequency of arrival directions was distributed partially for the direction of the Hyuga Sea where the continental margin is near to the coast.

From these distributions and those at the Abuyama Observatory, it is reasonably concluded that the nearer the continental margin is to the coast, the more frequently microseismic waves are generated.

1. ま え が き

脈動の伝播方向を調べる手段として、Vector seismograph による地動の Orbit の観測がたいへん有効であるということが、阿武山地震観測所で行なわれた観測によつて分つた(岡野 1960)。すなわち、得られた Orbit のなかから単一に近い Rayleigh Type をもつた波だけを選び、これらについての伝播方向の頻度分布から、ある地点で観測される脈動はその地点の近くにある海岸付近で発生した波が観測されるのである、という事実が、いままでのような間接的な説明ではなくて、直接的な実証として得られた。そこで今度は海岸に近い海のどのようなところで脈動が発生しやすいか、ということ、脈動源をはつきり捉えるための一つの段階として知るために、周囲を海で囲まれた九州地方で調べた。観測結果は、脈動は海岸があればどこでも同じように発生するというものではなくて、発生しやすいところと、発生し難いところが明瞭に区別された。阿武山におけるいままでの観測結果と合わせて考えると、脈動は大陸棚の傾きが大きいようなところほど発生しやすい、と結論できるようである。

2. 観 測 方 法

観測を行なつた場所は、京都大学理学部付属の阿蘇火山研究所の建物のなかである。地理的

な位置としては、ちょうど九州の中央部にあつて好都合であつたが、阿蘇火山で発生する火山性の脈動との混同を心配した(佐々 1935, 1936)。しかし、観測を行なつた時期が台風のときであつて、脈動の振巾のほうがはるかに大きかつたので、その心配はなかつた。Orbital motion を記録する方法は阿武山で行なつたものと全く同じであるが(岡野 1959)、地震計の数がそろわなかつたので、1 台の地震計をそれぞれ 2 台の電流計につないで使い、UD-EW, UD-NS の二つの垂直面と水平面の三つの平面上の Orbit を同一記象紙上に記録した。器械の Constant は電流計の固有振動周期を 6.0 秒、地震計の最大倍率を約 2,800 倍とした他は阿武山の場合と全く同じである。得られた記象は NS 成分が EW 成分に比べて振巾がたいへん大きいので、地震計の倍率の違いではないかと考え、EW 成分の地震計を NS 方向に向成分は NS-NS の Orbit を記録させた。そしてこれから得られた直線状の Orbit から EW けて、NS 成分に比べて 22% 倍率が小さいことが分かつたので、読みとつた値について、この分だけ補正をした。

Fig. 1. (a)

Fig. 1. (b)

Fig. 1. Examples of seismograms.

3. 観測結果

Fig. 1 に見られるように、得られた記象は阿武山のものに比べてたいへん複雑であった。これは火山性脈動が重なっているためであろう。しかし阿武山の場合と同様に、しばしば Rayleigh motion をしている波があらわれているので、このような波だけを選んで解析した。また阿武山の場合と異なつて水平動成分が上下動成分に比べてかなり大きく、垂直面上の Orbit はつぶれた Ellipse をしているが、これは地殻構造のためであろうと考えている。

観測を行なつたのは 1960 年の台風 6 号、9 号、14 号および 15 号の 3 回であつて、いずれも九州の南西洋上に台風の中心がある場合で、同じような気象条件であつたことは残念である。それぞれの場合の天気図を Figs. 2, 3, 4 に示す。また、それらの場合の脈動の伝播方向の頻度分布は天気図と並べて示してある。これらの図を見ると伝播方向の大部分は日向灘の方向を向いており、脈動は台風の中心付近で発生して、そこから伝播してくるのではなく、台風圏から送ら

Fig. 2. Weather chart (a) and frequency distribution of arrival directions of microseismic waves (b) at July 25 1960.

れてきた波浪が海岸付近で脈動を発生することを示している。また、これら三つの分布図がほとんど同じ形を示していて、脈動を発生しやすい場所と、発生し難い場所があることを明瞭に示している。そこでそれらがどのような場所であるかを調べてみた。天気図を見ると擾乱源とみなされる台風圏は、いずれも九州の南西洋上にあるので、当然波浪は南ないし西の海岸へ多く送られてくるはずである。それにもかかわらず、脈動の伝播方向はそちらの海岸の方向にはわずかしき見られず、それらの大部分は日向灘の方向に集中している。ということは台風圏か

Fig. 3. Weather chart (a) and frequency distribution of arrival directions of microseismic waves (b) at Aug. 7 1960.

Fig. 4. Weather chart (a) and frequency distribution of arrival directions of microseismic waves (b) at Aug. 18 1960.

ら送られてきた波浪がどこでも海岸付近までくれば脈動を発生するというものでなく、海岸付近の何らかの状態が、その発生の頻度を左右しているようである。

そこで最近 William L. Donn (1957) によつて注目されている Continental Margin に

何か関連しているのではないかと考え、200 meter の等深度線をかいてみた。すると頻度の非常に大きい日向灘方向は **Continental margin** が海岸に甚だしく接近している。そして真南の方向にある大隅半島の方向は、種ヶ島、屋久島のために **Margin** は海岸から遠く離れており、脈動の到来頻度もほとんど見られない。しかし薩摩半島の方向は **Margin** がかなり海岸に近づいていて、脈動の頻度も多くはないが、観測の行なわれた三つの場合、いずれも伝播してきていることが分る。そして西の方向はもちろん **Margin** はるか遠くにあり、脈動の伝播は全く見られない。このことから脈動は **Continental Margin** が海岸に近づいているところ、すなわち、大陸棚の傾斜が急であるようなところで発生しやすいと考えても差支えないようである。しかし、北の方向の玄海灘は海底の傾きがゆるやかにみえるにもかかわらず、かなり頻度が高い。これは玄海灘の波浪が大きいためか、または局部的に海底の傾きの大きい部分があるためかも知れない。July 25 の場合は日本海の海上を寒冷前線が通過しているの、特に頻度が高い。この点はなお検討しなければならない問題を残している。

4. 阿武山地震観測所の観測結果に対する検討

そこで前に観測した阿武山の脈動について伝播方向の頻度分布を調べてみた。Fig. 5 はその後行なった観測を含めて、Vector Seismograph の記象から、特に Typical な Rayleigh Form をしている波だけについてつくった頻度分布図である。

まず日本海側を見ると、最大頻度を与える方向は、伝播距離が最小である若狭湾方向ではな

Fig. 5. Frequency distribution of arrival directions of micro-seismic waves having the pure Rayleigh type at Abuyama Observatory.

くて少し西へ偏っている。この方向の **Continental Margin** は、若狭湾方向の **Margin** が海岸から遠ざかっているのに比べて、かなり海岸に近づいている。そしてその方向からさらに西へ寄ると **Margin** は急激に海岸から遠ざかつて行き、脈動の到来頻度も急に減ってしまう。

若狭湾から東のほうでは、能登半島の方向まで連続的に頻度が減少している。これは **Margin** の観測所に対する角度、脈動の伝播途中の減衰をもあわせて考慮すると当然のようである。頻度は能登半島の方向で最小となるが、それから少し東の方向で再び見られる。このことは前に報告した頻度分布図でもいつも見られたことであつて、おそらく **Margin** が海岸に接近している富山湾から伝播してくる波であろうと考えら

れる。

また南の方向を見ると、ここでも **Margin** が海岸に接近している紀伊半島の南部の方向に頻度が非常に大きい。そして伊勢湾の方向に行くにつれて急に減少してゆく。和歌山方向では非常に数が少なくなる。これは和歌山方向では **Margin** が海岸からたいへん遠くなるためと考えられる。また大阪湾方向になると再び増加する。これは大阪湾で脈動が発生することを示しているのではなくて、**Continental Margin** が海岸に接近している土佐湾からのものであることは、その波の周期が他の方向から伝播してくる波の周期と似ていることから疑いなかろう。

以上の観測事実から、脈動は **Continental Margin** が海岸に接近しているような場所で発生しやすい、といえそうである。そして **Margin** が近ければ近いほど発生頻度も大きくなるようである。Fig. 6 はこの関係を図示したものである。横軸には、海岸から **Margin** までの距離を、観測所から **Margin** へ方向が **Margin** とす角 θ の $\sin$ で割ったものをとった。

(a) Aso Laboratory

(b) Abuyama Observatory

Fig. 6. Relationship between the frequency of arrival directions of microseismic waves and $D/\sin \theta$.
 D : Distance from the coast to the continental margin
 θ : Angle which the arrival direction formes with the continental margin

これは脈動源を **Margin** に平行な **Line Source** と考えると、波の重畳のために、この角度 θ によつて頻度の変化があろうと考えたからである。阿武山のものについて、日本海側からやってくる脈動と、太平洋側からやってくるものとに分けたのは、その **Origin** が全然別であるからである。これらの図は海底の傾斜の大きいほど脈動の発生頻度も大きいことを示している。そしてこれらの点を結んだ **Curve** が、その発生について何らかの意味を持っているようであるが、これを問題にするにはまだ観測が不充分であろう。

Hollinderbäumer (1959) は **Hamburg** と **Kopenhagen** の水平動地震計の記象から、**Group** をしている脈動の振巾を読み、それらの比から伝播方向の頻度分布を求めている。そしてこれから得られたそれぞれ二つの **Maximum Frequency** の方向の交わるところが、**Norway** の南西海岸と、**Scotland** の西海岸であることを見出し、それらの場所が脈動の主な発生源であるといっている。ところが、これらの場所は **Continental Margin** がかなり海岸に接近しているところであつて、われわれの考えを裏書きしているように思われる。

5. あ と が き

脈動の発生頻度の大きい場所が、**Continental Margin** の海岸に接近しているようなところであることは、阿武山で行なつた観測から想像されていたのであるが、九州における伝播方向の観測は、われわれにいつそう確信を与えた。しかし玄海灘の方向からかなりの波がやってくることなど、未だ疑問の点もある。そして海岸付近といつてもはつきりとどこでどのような機構で海の波が脈動を発生するのか、なお多くの疑問が残っている。これをさらに追及して行きたい。

この研究は佐々教授の御指導によつて行ないました。終りにあたつて厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) Donn, W. L., 1957, A Case Study Bearing on the Origin and Propagation of 2- to 6-second Microseisms, Trans. Amer. Geophys. Union, **38**, 354-359.
- 2) Hollinderbäumer, J., 1959, Über die Ortung mikroseismischer Stürme, Z. f. Geophysik, **25**, 209-238.
- 3) 岡野健之助, 1959, 阿武山地震観測所において観測された脈動について, 地震, **2**, **12**, 182-190.
- 4) 岡野健之助, 1960, Vector seismograph によつて観測された脈動の伝播方向, 地震, **2**, **13**, 37-42.
- 5) Sassa, K., 1935, 1936, Volcanic microtremors and eruption-earthquakes (Part 1 and Part 2), Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ., **A**, 18 and 19.