

## 14. 櫻島噴火に伴ふ短週期火山微動

地震研究所 永 田 武  
地球物理學教室 淺 田 敏  
地球物理學教室 鈴 木 次 郎

(昭和21年5月21日發表—昭和21年6月30日受理)

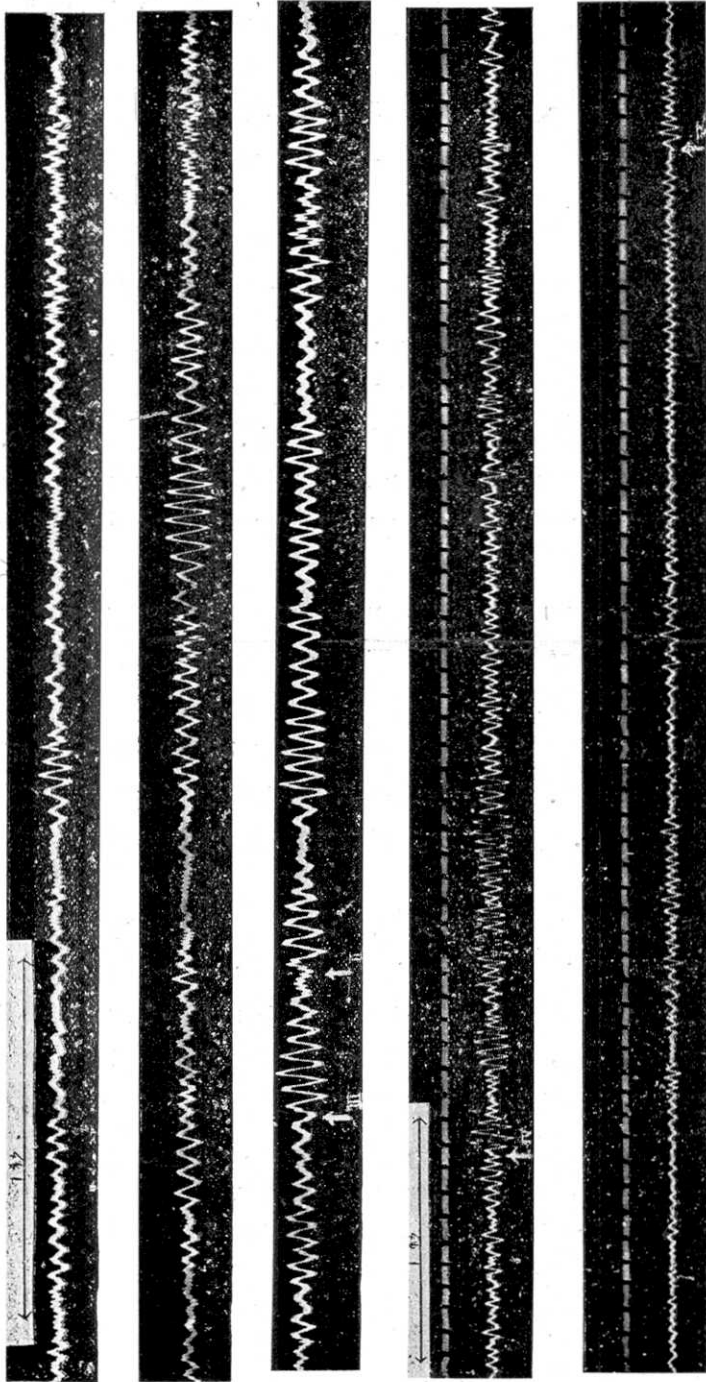
1. 火山の活動に伴ふ所謂火山微動は多くの人々に依つて観測されて居る。淺間山に就ては大森博士<sup>(1)</sup>の研究があり、佐々博士<sup>(2)</sup>は阿蘇山に於る微動を四種に分類された。又高橋博士及永田<sup>(3)</sup>等に依つて三原山の微動は調査され、水上博士は三宅島<sup>(4)</sup>、草津白根<sup>(5)(6)</sup>の活動に當り周期1秒の微動計を用いて観測され、火口に於ける爆鳴と密接な關係を持つ周期約0.5乃至0.8秒程度の微動を認め其等は表面波であると考へられて居る。

今回の櫻島活動に當り水上博士、岩間理學士等は周期1秒の微動計をもつて観測されて居るので、筆者等は更に短周期の微動に關する計測を目的として電磁式微動計を用いて観測を行つた。

2. 観測は3月31日より4月4日迄は古里で、4月5日より11日の6日間有村部落内の數ヶ所に於て行つた。古里は火口より3.0軒有村は2.4軒の水平距離があり、夫々海拔約20米である。微動計としては萩原博士により設計せられた變磁束形トランスデューサー<sup>(7)</sup>及電磁オツシログラフを用いた。倍率は20サイクルに於て110,000倍にしてある。トランスデューサー及びヴァイブレーターに關する數値は第I表に示されて居る。ダンピングはトランスデューサー及ヴァイブレーター共に臨界制動で使用して居り、又オツシログラフの光挺子の長さを普通の場合より短かくして用いて居るので、ヴァイブレーターの感度は、 $2.7 \times 10^{-6}$  アンペア/耗となつた。

測定は古里に於ては約30種/日の記録速度で振巾變化を調べたのであるが、有村に於

- 1) 大森房吉 震災豫防調査會報 6 (1912~1914); 7 (1914~1919).
- 2) 佐々憲三 京大理學部紀要 A類 18 卷 5 號 (1955), 255.
- 3) 高橋龍太郎・永田武・平能金太郎 震研彙報 16 (1958), 87.
- 4) 水上 武 震研彙報 19 (1941), 26.
- 5) 水上 武 地震 11 (1939), 207.  
震研彙報 17 (1959), 590.
- 6) 水上 武 震研彙報 20 (1942), 505.
- 7) 萩原尊禮・表俊一郎 震研彙報 18 (1940), 305.



第 1 圖

第 I 表

トランスデューザー

周 期	コイル巻数	全 磁 束	空 隙	コイル直流抵抗
1/20秒	1000	$3.5 \times 10^4$ マックスウェル	0.2 釐	$5.0 \times 2$ オーム

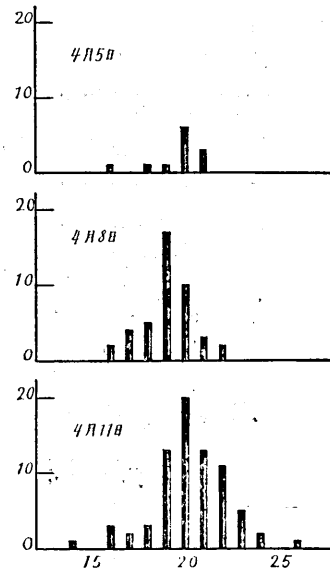
ヴァイブレーター

感 度	周 期	内 抵 抗	臨界制動抵抗
$1.5 \times 10^{-6}$ アンペア/耗	1/150 秒	8.5 オーム	6 オーム

ては爆鳴の盛な時に 1~2 分間づゝ早い記録速度で測定を行つた。記録の一例は第 1 圖に示してあるが、次々に現われる 0.4~0.5 秒程度の繼續時間を持つ波群とその間の小振巾の部分とよりなつて居り、噴火は一分間に數回乃至 30 回爆鳴を伴つて行われるのであるが、爆鳴の盛な時には波群は連続的に現られる。記録された波形が周期、振巾、振動方向に關する點を除いては三宅島、草津白根等に於て記録された微動の其れと似て居る事は著しい事實であると考へられる。波群の部分は全振巾 0.1 ミクロン程度である。

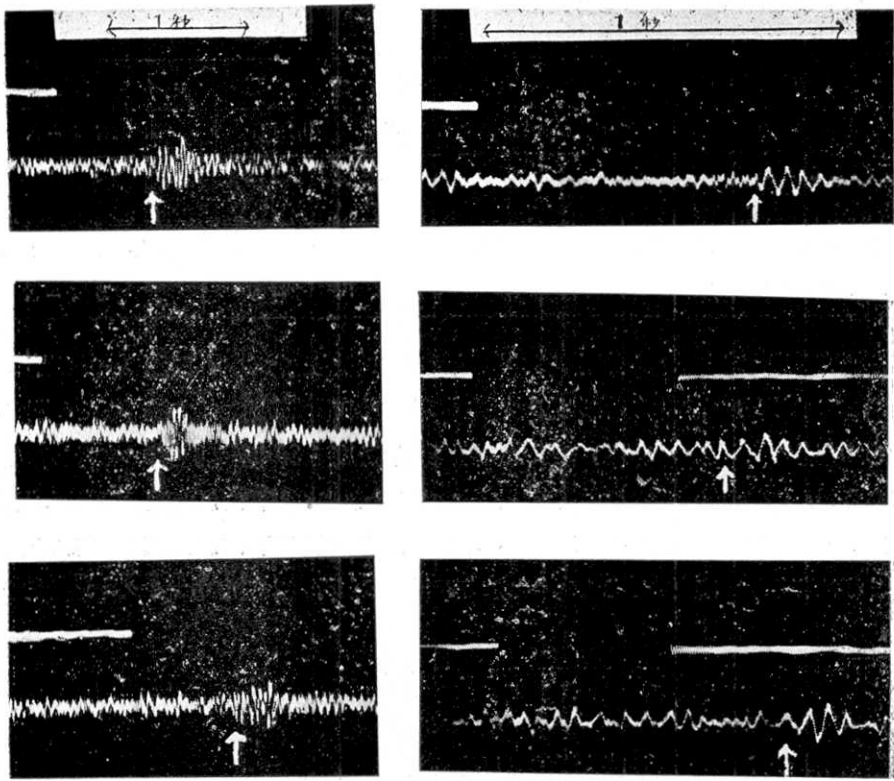
第 2 圖は有村附近各地に於ける記録の一部について周期の頻度分布を示してあるが、一般に周期は 20 サイクル附近に極大を持ち日時及觀測場所による變化は認められない様である。

爆鳴の極く大なる時には、其れに對應して人體に地動を感じる事もあり、又オツシログラフの光點を觀察すると多くの場合爆鳴に對應する地動の存在を知る事が出来る。我々は爆鳴を記録するために、スイッチを用いて其を記録に入れ波群との關係を調べた。得られた記録 45 個の内 23 例は兩者の間に對應が認められる。内數例を第 3 圖に示してある。爆鳴が連続的に起る場合には記録上の對應が難かしくなる。又一つの大きな爆鳴の前後に小さな爆鳴をとまなう事もあり又小さな爆鳴のみ生ずる事もあるが光

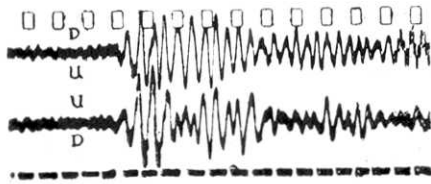


第 2 圖

點を觀察する事に依れば、爆鳴が比較的大きくても振巾の小さい事もあり逆の事もあるのであつて、振巾の小さな波群は常時存在する小振巾の部分に隱蔽されてしまう。この



第 3 圖



第 4 圖

様な関係があるために上の方法で爆鳴と音との関係を調べても 50% 程度の對應率しか得られないのであらう。一般に波群は音より遅れて到達するのであつて其の遅れの時間の平均値は  $0.71 \pm 0.07$  秒である。一方有村附近の各地に於て煙の噴出時刻とそれに対応する爆鳴の到達時刻とに着目してストップウォッチに依つて音速を測つた。但しその測定は日時を定めず行なつたのであるから、夫々の測定の時の氣象状態は異なるのであるが、その結果を平均すれば音速は  $344 \pm 15$  米/秒 となり、我々の感じて居る音は有限振巾を持つ爆風の波ではなく普通の音速を持つものと考へられる。波群は多くの場合爆鳴と對應し得るのであるから、爆發と同時に火口より傳播するものと考へると波群の平均速度は 306 米/秒\* となる。

3. 又一方トランスデューサーを 2ヶ火口方向の直線上に夫々 6 米 95 纏へだてて置き夫々の同一フィルムに記録、2 點觀測を行つた。微動計設置場所は有村の一地點でその地形は階段的な畑上であり、火口方向に垂直な方向の高さ 2~3 米のがけにはさまれ、その間隔は約 30 米位である。附近の地下構造に就いては模形的に簡單なものであるとは考へられず、又ノイズ等の関係により全面的には波の對應は出來ないのであるが振巾大なるもの等については記録紙上に於て位相差を読む事が出来る。その一例が 4 圖に示されて居る。此の位相差より波の速度を計算すると(測線方向の成分)  $292 \pm 20$  米/秒を得る。若しその波群が實體波であるとすれば震源距離は約 3 軒に及ぶのであるから、物理地下探査及人工地震の實驗等の經驗によればさらに早い見掛の速度を得られると思われる。火口附近より有村にいたる山體の地下構造はかならずしも一樣な層狀構造を持つとも考へられないので觀測地に於ける見かけの速度及火口より觀測地までの平均速度は表面波を考へても完全に一致する事は期待出來ない。位相差より得られた速度がこの程度に爆鳴との関係より得られた速度と一致する事は震源が火口にあり走時がほぼ直線的である事を示すものと考へられる。以上に記述した事實より波群は爆發に依つて勵起される一種の表面波であると考へられる。記録された波群には色々の類形が見られるが、その内のあるものは波の頭部より一波ごとに周波數を取ると第 II 表に示すが如く最初は周期が長く段々短くなつて行くのが見られる。これは地下に層狀構造を考へればその爲の分散に依ると思われ、かゝる波群が衝撃的に勵起されて居ると考へれば、妹澤博士等<sup>(8)</sup>の理論的研究結果と定性的に一致する様に見える。

5. 水上博士に依る三宅島で觀測<sup>(9)</sup>された例によれば、周期は約 0.6 秒、振巾は數ミク

\* 波群の傳播速度を算出するのに遅れの時間の平均値に依るべきか、最大値に依るか、又は平均値に適當な補正を加えた値を用ふるべきか問題であるが、今遅れの時間として 0.8 秒とすると速度は 304 米/秒 となる。いづれにしても高々數%以内の差が出るにすぎない。

8) 妹澤克惟・西村源六郎 震研彙報 8 (1930), 521.

9) (3) 參照.

第 II 表

I	II	III	IV	V
16.3	19.5	19.5	19.2	21.6
16.6	19.4	20.4	21.7	27.2
15.0	23.0	21.0	25.8	27.6
19.5	27.0	20.9		
15.3	24.2	22.0		
16.0		21.6		
20.0		23.0		
21.5		22.5		
19.5				
21.0				

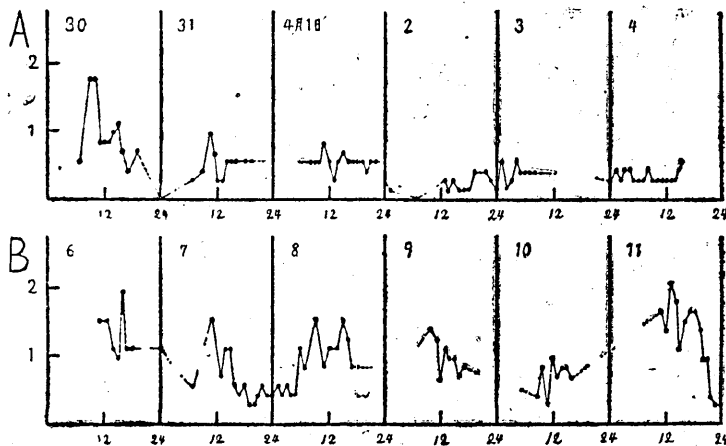
数字はサイクル数を示す、

I は第4圖中に、II III IV V は第1圖中にある波群。

ロン時には數十マイクロに及ぶ波群が見られ爆鳴と對應出来る事、表面波と考へられる事等、櫻島に於ける短周期火山微動と著るしい類似が見られる。又櫻島に於ても周期0.6~0.7秒の微動も観測されて居る。

同じストロンボリ形の噴火に於ても異つた山は地下構造についても又火口についても異つたディメンジョンを持つわけであり、爆發により火口附近より生ずる微動に關しても異なる事も有り得る、又は周期振中の異なる幾種かの波が同時に發せられる事も考へられる。同一の山體について種々の火山微動の關係を知る爲に異つた周期、倍率を持つ地震計に依る観測網をはる事は今後必要な事であらう。

短周期火山微動は火口の表面的活動を指示すると考へられ、この意味で爆鳴の器械観測と共に火口内淺所の情況を知る爲に有力であらう。



第 5 圖 縦軸、記録紙上の最大複振巾(程)

又期間中の振巾の變化を第5圖に示してある。一分間の最大複振巾の讀取値を1時間毎に平均した値を記した。

なほ微動の記象に於て周期 20 サイクルのもの他に周期 5 サイクル附近のもの、70 乃至は 80 サイクルのものが認められるのであるが、5 サイクルのものは記録速度の關係より不明瞭であり、又 70 又は 80 サイクルのものは振巾小さく其の性質は明かでない。又波群の間に常に存在する振巾の小さな振動の性質も明かでない。

6. 以上の結果を要約すれば、

- i) 微動は周期 20 サイクルの波群よりなり、この周期は時や所に依り變らない。又他に周期 5 サイクル及 70 乃至 80 サイクルの微動も存在する。
- ii) 周期 20 サイクルの波群に關しては、爆鳴と對應が出來、爆鳴よりの到達時刻の遅れより出した速度と、2 點觀測より走時を求めて得た速度とはよく一致し、火口に震源を持つ表面波と考へられる。
- iii) かゝる短週期火山微動は火口内の淺所の活動によるものと考へられる。

なほ今回の調査研究に當つて、萩原教授、表助教授より測定器をかしていただき且種々御教授をいただいた事を感謝する。又松澤教授よりは種々御指導をいただいた金井博士には種々の問題について討議していただいた。こゝに感謝の意を表する次第である。

#### *14. Volcanic Tremors of Short Periods at the Eruption of Sakura-jima.*

By

Takesi NAGATA,

Earthquake Research Institute,

Tosi ASADA and Ziro SUZUKI,

Geophysical Institute.

During the eruption of Sakura-jima, we observed volcanic tremors of short periods by means of electromagnetic transducers. The magnification of instruments is about 110,000 times for the vibration of 20 cycles. The results of observation are as follows.

- (i) The frequency of waves is about 20 cycles and kept constant during the observation. This predominant period seems to be independent upon locality, as far as a few places we are concerned.
- (ii) The velocity is determined by two methods. The one is the determination of time lag between the arrival of wave group and sound of detonation, and

the other the determination of phase difference of waves recorded by two transducers which are set about 7 meters distant from each other in the direction to the crater. The results of two methods fairly coincide with each other, the value of velocity being about 300 m/sec.

(iii) The waves are dispersive.

(iv) We observed also two kinds of waves having the frequency of 5 cycles and about 80 cycles.

(v) The variation in amplitude of main waves is also observed.

It will be concluded from these results that the main waves are a kind of surface waves generated at the crater by the shock of eruption.