

12. 最近の櫻島火山の活動に就いて (I)

地震、脈動と傾斜變化

地震研究所 水 上 武
岩 間 和 夫

(昭和 21 年 5 月 21 日 發表——昭和 21 年 10 月 10 日 受理)

§ 1. 緒 言

櫻島火山は昭和 21 年 3 月 10 日頃より活動を開始し、5 月中旬頃迄繼續した。新火口の位置は南岳山頂の東微南標高約 700 米の急傾斜面に在つて昭和 14 年の活動の際に生じた火口の位置と殆んど一致して居る。新火口は、大正 3 年の活動の際に南岳山頂を通り東微南より西微北に走る略一線上に發生した多數の火口群より推定される割目線上に生じたものである。即ち比較的最近に大規模に活動した既存の山體の裂け目線上に而も昭和 14 年に噴火し、火山彈等を噴出した火口に極めて接近して生じた火口の活動である。この新噴火口は恐らく地表上に於いて昭和 14 年の火口の位置と多少相違してゐたとしても地表下深くない所で兩者一致してゐると推定される。而して昭和 14 年の火口に於ける活動は其の後今日に至る迄活動の強さには消長はあつたが噴煙の狀態を保ち、一般の adventive crater に觀られる如く、一時的の活動後完全に死滅する狀態を示さなかつた。即ち今回の噴火及び熔岩の流れは既に活動繼續中の火口に生じたものとも考へられる。従つて、3 月 10 日前後に熔岩の流れの開始を見たのであるが、その前後に著しい有感地震の發生或は鳴動等はなかつた。既存の火口特に常時火口底に新熔岩の露出して居る火口を中心として活動し、熔岩の流出或は大小熔岩塊の噴出する場合には活動前に人體感覺によつて判る程度の地震が多數發生する等の著しい前兆現象は見られないのが寧ろ普通であつて、淺間火山、三原火山、メラピイ、キラウエア等の火山活動に於いて知られて居る事である。即ち斯る狀態の火山而も熔岩の粘性が著しく大きくない火山では火山活動の原動力たる熔岩が熔岩流となり、或は熔岩中の揮發性物質がガスの狀態で噴出する際に著しい抵抗を受ける事なく地表に噴出し得る事を意味するものであらう。今回の櫻島噴火も以上の意味に於いて噴火前に著しい有感地震の發生を見なかつた事が了解され、新しい割目を山體に生じた大正 3 年の活動の場合と相異なるのである。然しながら今回の場合に於いても地震活動が全く無かつたのでなく、無感地震が多數發生した事は鹿兒島測候所¹⁾に於ける地震計による觀測の示す所である。

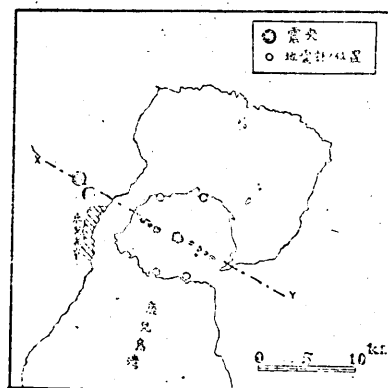
§ 2. 地震, 脈動の観測

昭和 21 年 3 月 30 日より 4 月 8 日の 10 日間 350 倍, 及び 200 倍微動計各 2 臺を同島に設置して地震活動並に火山性脈動を調査した。この期間中火山性脈動の消長を観るために湯之に於ける一臺は其儘固定して観測を繼續し他の三臺は四點観測網の形を著しく悪くしない様に順次移動せしめ火山性脈動の傳播状態を調査すると共に, 同島近傍に於ける地震活動並にその震源を定めようと試みた。その結果同島内に以上の期間内に 1 回の地震も発生しなかつたが同島西部の鹿児島市北部郊外附近に小地震が発生した事が判つた。その中の二個の地震の震源を定める事が出来た。

第 I 表 各観測點に於ける初期微動繼續時間

發 震 時	湯 之	西 道	高 免
月 日 時 分 4 3 20 56	秒 6.4	秒 5.7	秒 6.5
月 日 時 分 4 3 21 16	秒 6.5	秒 5.6	秒 6.5

この震央位置は第 1 圖に於いて見られる如く大正三年及今回の活動の火口列を結ぶ推定割目線の延長附近にあり, この関係は湯之及び高免の初期微動が殆んど等しいから距離係数の如何に關係しないのである。この地震は共に鹿児島市附近に発生せるにもかゝらず同市測候所の小倍率の地震計には明瞭には記録しなかつた程度の微小の地震であつた。即ち今回の噴火開始前及び後の櫻島附近の地震活動は氣象臺の速報²⁾に依り明かなる様に 2 月初旬より無感地震が 1 日に 1~2 回発生し同月 20 日頃より噴火が開始する迄日に 3~4 回の地震活動を示し, 噴火後殆んど地震は発生しなかつた。この様な地震活動と噴火現象の時間的關係は一般に他の多くの火山活動の際に経験される事である。唯是等の地震が有感覺の地震なる場合もあり, 無感覺なる場合もある。而も爆發が一旦發生して噴出物が地表に出ると急激に地震活動が弱まる事は數多くの火山活動が示す所であつて, 今回の櫻島火山の噴火前後に於ける地震活動に於いても同様の経過が見られるのである。

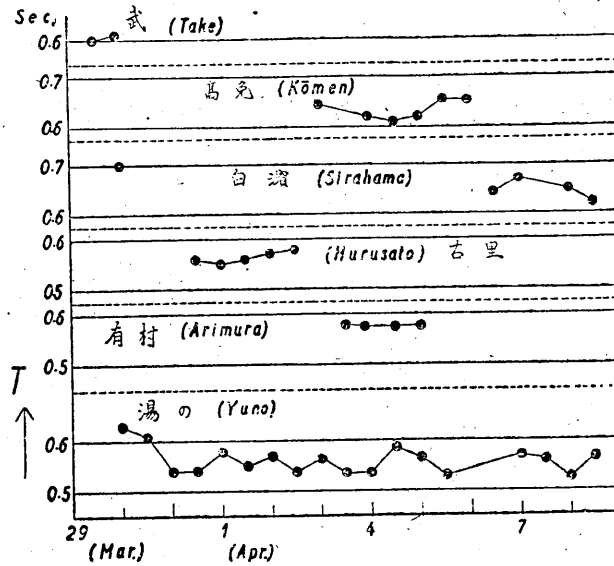


第 1 圖 櫻島噴火中に發生せる地震の震央

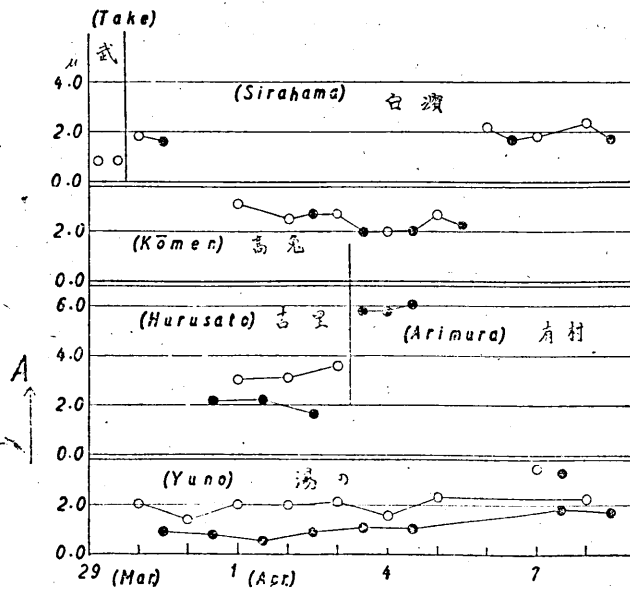
地震観測の期間中新火口は 1 時間に 10 回程度の爆發を繰返した。是等の爆發に伴つ

1), 2) 中央氣象臺 櫻島噴火報告 (第一報) (1946)。

て、火山性脈動が発生し爆發位置たる火口より周囲に傳播して同島内の微動計に記録されたが是等の記録より脈動の周期及び振幅を分析した。周期は第2圖に示す如く0.5秒乃至0.7秒で各地の觀測結果は略一致して居る。第3圖は各觀測點に於ける脈動の振幅の時間的變化を示してある。この期間は爆發の強度に於いて著しい變化を示さな



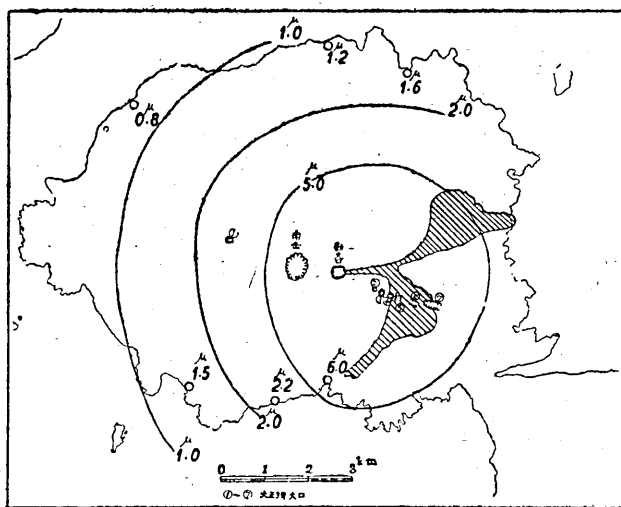
第2圖 爆發に伴ひ發生せる脈動の周期



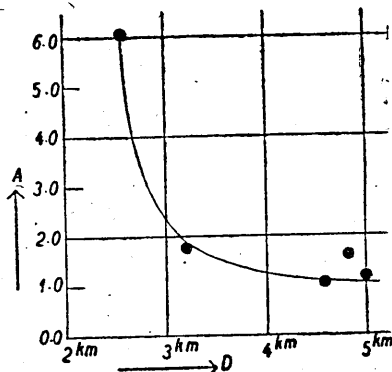
第3圖 爆發に伴ひ發生せる脈動の振幅 ●夜間 ○昼間

かつたので脈動の振幅に於いても著しい變化を示してゐない。唯第3圖に於いて晝間と夜間との振幅に於いて多少の差を示し晝間の振幅がやゝ大となつてゐるがこれは爆發の強度に原因するものではなく、又傳播途中の弾性の變化に原因するものでもなくて、脈動の振幅は一般に小さく而も周期は比較的長く、即ち加速度が極めて小さいために地震計針先の摩擦の影響が極めて鋭敏に記録上の振幅の上に現はれる。従つて晝間、地震計設置位置附近に於いて車馬の通行、電動機の振動等短周期の微小振動が地震計針先と記象紙との間の摩擦を減少する方向に作用し周期の長い脈動の振幅を大ならしめたものと考へられる。

湯之に於ける連續觀測の結果を基準として時間的の變化に對する補正を行つた結果に就いて各點に於ける脈動の振幅を地圖上に記入し等振幅線を入れて見ると爆發地點を中心として略同心圓を以て現はし得る事を示して居る(第4圖)。第5圖に振幅と活動中



第4圖 爆發に伴ひ發生せる脈動の振幅分布



第5圖 脈動の振幅と爆發中の火口との距離

の火口と観測點の距離との關係を示し、振幅の傳播距離に對する減衰の有様を示したのであるが、今回使用した地震計の重錘は 30kg 並に 15kg の大なるものであるとは云へ既述した如くの摩擦のため脈動の振幅の減衰並に波の性質に就いて詳細には論及出来ない憾があるが振幅が爆發繼續中の火口よりの距離と共に減衰して居る事より脈動の發生の源が新火口である事は明かである。

筆者の一人は曾つて三宅島³⁾の噴火及び草津白根山⁴⁾の數秒毎に發生する連續爆發に伴ひ起された脈動を同種の微動計に用ひて 0.5 秒~0.8 秒程度の周期の連續した波形の脈動を觀測し、その振幅は爆發の強度に比例し、爆發の發生、休止と、脈動の發生、休止と全く一致して居る事を確めた。又淺間火山⁵⁾に於いて、唯一回の孤立した爆發に際して發生する地動も同様の微動計にて記録した結果 0.5 秒乃至 1.0 秒程度の比較的長周期の波が續き、次いで爆音の傳播のために觀測點附近の土地、觀測臺、振子等に短周期の振動が起される事は、記録紙上に於いて明瞭に認められる事を報告した。この現象は大森博士⁶⁾の淺間山、有珠山、櫻島等の火山活動の際の地震觀測の結果を検討しても同様の事が云へる。今回の櫻島の連續爆發に於いても之等と類似の波形及び周期の波の連續した脈動が火口を中心として周圍に傳播したのである。櫻島の噴火に際して金井博士⁷⁾は短周期高倍率の振動計を用ひて、空氣振動並に地動を夫々別々に觀測した結果空振記録と殆んど同時に短周期の地動が記録上に現はれた。今回の櫻島の爆發の空氣の波の振幅は約 10 釐離れた地點に於いては靜水壓にして 1mmHg~5mmHg 程度の大きさと推定されるのであるが、金井博士の觀測した短周期の地動は爆發の空氣波が air hammer⁸⁾として振動計設置附近の土地に働いた結果土地が振動したものと解釋されるものと想はれる。

§ 3. 火山活動に伴つた櫻島の傾斜變動

大正 3 年の爆發の前後に行はれた櫻島附近並に九州南部に行はれた各種地形測量⁸⁾の結果は著しい大規模な土地の隆起、沈下が火山活動に關聯して發生した事を明かにした。

筆者等は櫻島の地形變動特に傾斜變動を明かにするために狭い地域に水準點を 4 個乃至 3 個を据置しその水準點の高さを精密に測定し、是等の高さの相對的の變動よりその附近の傾斜變動を定めた。即ち平坦な地形を選んで約 40 米の正四角又は三角形(地形により必ずしも一定ではない)の各頂點に水準點を設け、その中心に一等水準儀を置い

3) T. MINAKAMI, *Bull. Earthq. Res. Inst.* 17, (1939), 590.

4) T. MINAKAMI, *Bull. Earthq. Res. Inst.* 19, (1941), 33.

5) T. MINAKAMI, *Bull. Earthq. Res. Inst.* 20, (1942), 431.

6) F. OMORI, *Bull. Imp. Earthq. Inv. Comm.* 6, 7, 8, 9, (1912~1921).

7) 金井清 震研談話會(昭和 21 年 7 月)

8) F. OMORI, *Bull. Imp. Earthq. Inv. Comm.*, 8 (1914~1922).

て繰返し水準點の高さを測定するのであるが斯る水準點の集合を同島周圍に 11 ケ所の位置に設けた。この水準點は半永久的に作られたもので數ヶ月後、數年後に再測を行ふ目的である。然るに大正 3 年の著しい地形變動や、櫻島と類似火山の淺間山の、短期間に 50 秒以上に達する傾斜變動の起り得る事を考慮して、第 1 回測定を 4 月 3 日～6 日に行ひ第 2 回測定を 4 月 11 日～15 日の期間に行ひこの 9 日間に於ける變動を求めた。傾斜變動の一分は水準點 2 個 (A, B) の第 1 回比高測定値 ($H_A - H_B$) 及び第 2 回測定値 ($H'_A - H'_B$) の差から與へられる。今こゝに地表傾斜の一分の測定誤差の一例を示す。傾斜一分の誤差を角度で現はすと、

$$\Delta\theta = \tan^{-1} \frac{h_0 \pm \Delta h}{L} - \tan^{-1} \frac{h_0}{L} = 0.''2 \pm 0.''4$$

$h_0 \pm \Delta h = H_A - H_B$ 測定値

$h_0 = 0 \sim 50 \text{cm}$ 水準點の標高差(測定の平均値)

$\Delta h = \pm 5 \times 10^{-2} \text{mm}$ 測定誤差 (第 II 表)

$L = 50 \text{m} - 25 \text{m}$ 水準點の水平距離

二成分を組合はせると $0''.3 \sim 0''.5$ の誤差となり更に 2 回の測定により求められる傾斜變化の誤差として $0.''8$ 内外の誤差が期待される。

第 II 表 測定値の誤差の 1 例

測定番號	測定値($H_A - H_B$)
1	$h_0 - 0.03 \text{mm}$
2	" -0.03
3	" -0.02
4	" $+0.05$
5	" $+0.06$
6	" -0.08
7	" -0.05
8	" $+0.07$
平均	$h_0 \pm 0.05 \text{mm}$

第 6 圖にはこの期間内に發生した傾斜變化の地理

的分布を示してあるが、櫻島は僅か 9 日間に同島は大隅半島との接續部(測定點 No. 1)を際けば北方向に約 6 秒の傾斜變化のあつた事が明かとなつた。而もその傾斜方向の分布から觀察すると同島の中央を略東西に走る割れ目を境として北部と南部とに分れた地塊運動と考へる事が出来る。この測定の中で北部櫻島の測點 No. 8 がやゝ著しい變動量を示してゐる。これは兩測定期間中に水準點附近に家屋が新築されたための人爲的沈下が含まれて居る疑がある。

尙湯之にスピリットレベルをこの期間中設置して毎日讀取つたが、日變化及び局部的の變化が大きく現はれて居るのでこゝにはその結果を省略してある。其の後の變動を知るために來る十月に再測する豫定であるが内務省地理局に於いて鹿児島灣沿岸の一等水準測量を施行しつゝあるから廣範圍に互る地形變動は近く明かになると考へられる。こゝには火山活動中の短い期間に於ける同島の傾斜變化の結果を示したものである。

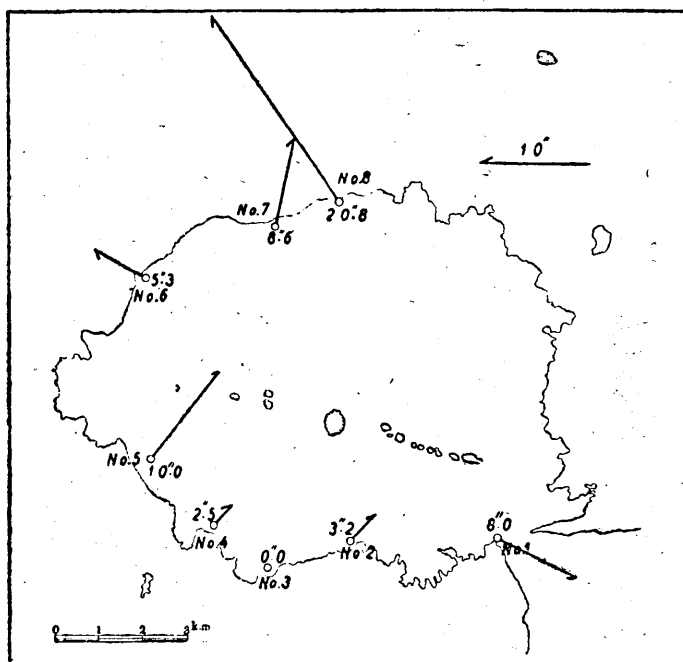
今回の櫻島噴火調査に當り鹿児島縣廳、運輸省當局の好意ある援助と便宜供與に對して感謝するものである。又種々の困難を克服して觀測に助力された内堀氏、東大地球物

理學科學生矢作，島津兩君に御禮を申上る次第である。

(本研究は文部省科學研究費に據る)

第Ⅱ表 傾斜變動測定結果

測 定 場 所	傾 斜 變 化 方 向	傾 斜 變 化 量
No. 1 瀬 戸	N108°E	8.70
No. 2 有 村	N42° W	3.72
No. 3 古 里	—	0.70
No. 4 湯 之	N41°E	2.75
No. 5 赤 水	N13°E	10.70
No. 6 武	N61° W	5.73
No. 7 西 道	N7°E	8.76
No. 8 二 俣	N35° W	20.78



第6圖 傾 斜 變 動

12. Recent Activity of Sakura-zima. (I)

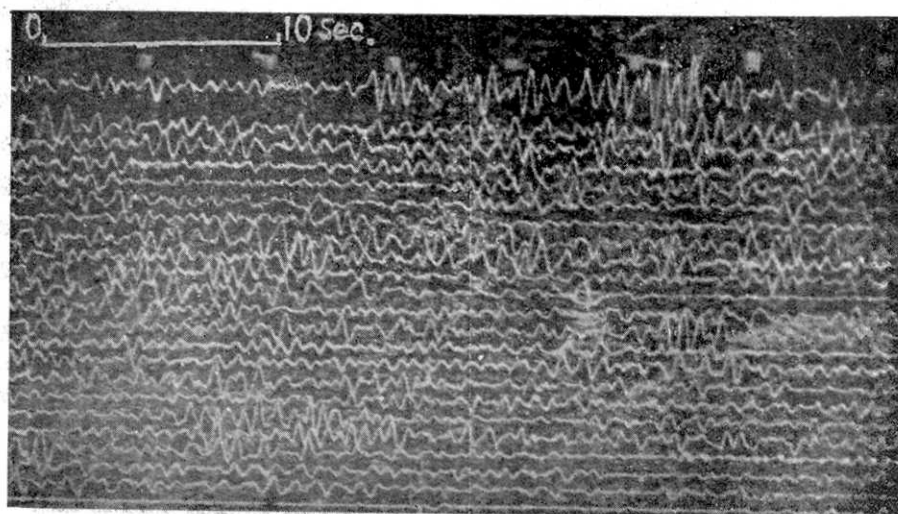
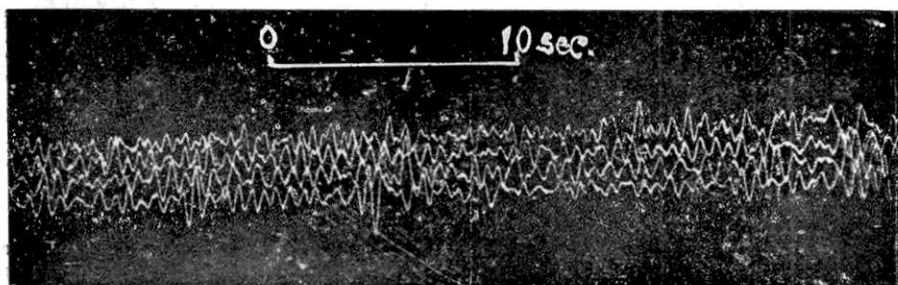
By

Takeshi MINAKAMI and Kazuo IWAMA,

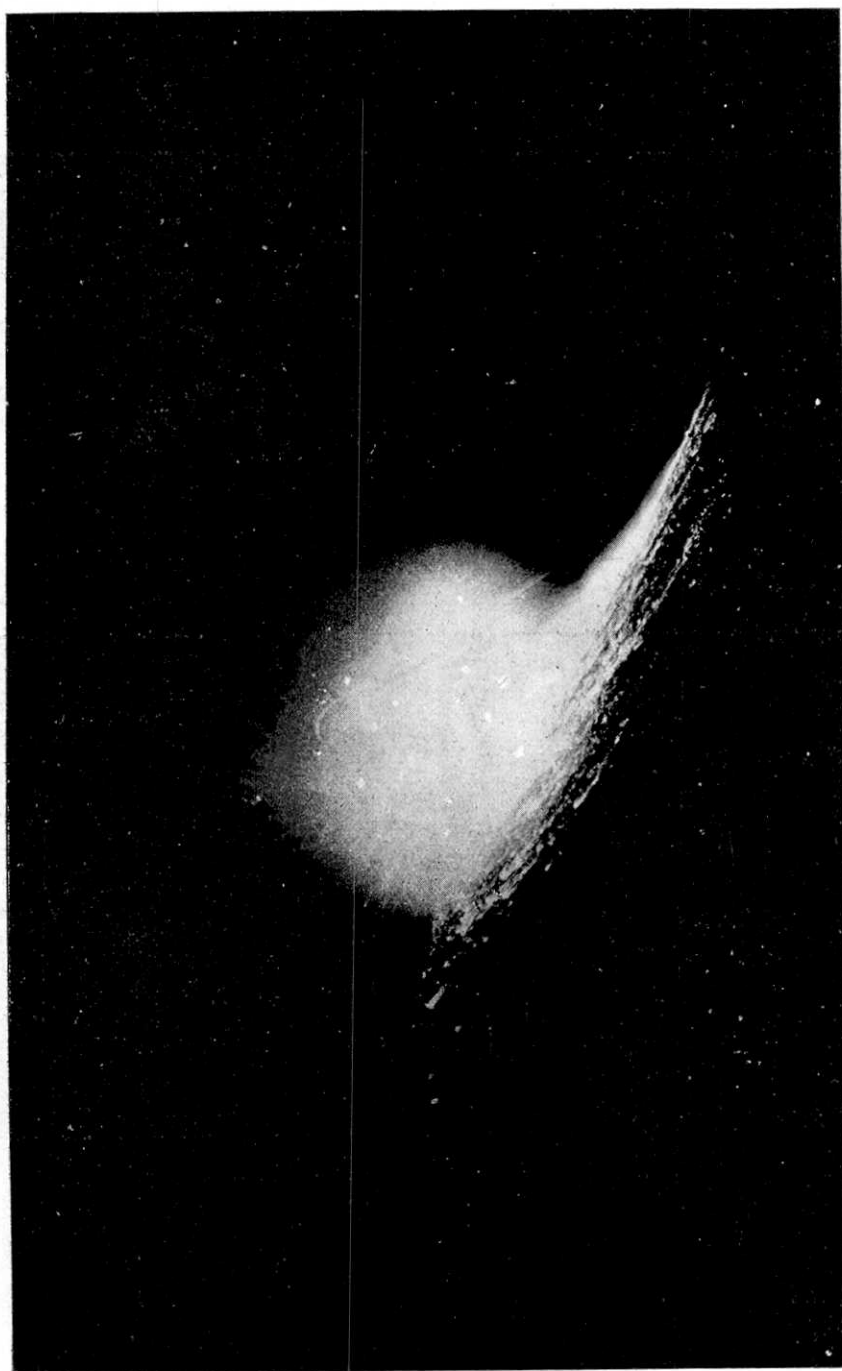
Earthquake Research Institute.

In the recent activity of the Sakura-zima volcano in March and April, 1946, the writers carried out the seismometric observation and topographical survey in Sakura-zima.

Earthquakes that took place near Kagosima city and pulsations caused by explosions of the new crater were recorded by microseismographs at all the places in the island. According to the precise observation of tilt of the earth's surface, the island tilted remarkably as seen in Fig. 6 during two weeks in March, 1946.



第7圖 爆発に伴ひ發生せる脈動



第8圖 櫻島噴火の夜景 (昭和21年4月8日)