

# 桜島深部の地震活動について

吉川 圭三・西 潔

## ON THE EARTHQUAKE ACTIVITY IN THE DEEPER ZONE OF SAKURAZIMA

By Keizo YOSHIKAWA and Kiyoshi NISHI

### Synopsis

Since early hours of the 29th of May, 1968, a great many felt earthquakes have occurred. So, the precise seismometric observation using the data-recorder and the other instruments were carried out.

The results of the investigation on these earthquakes can be summarized as follows:

1) Supposing that the underground structure is homogeneous and having the average velocity of 2 Km/sec. or 3 Km/sec. for  $P$  wave, the epicenters of these earthquakes are estimated to be distributed from the center to the east part of Sakurajima and to be 2—15 Km deep.

2) The push pull distribution of  $P$  wave of these earthquakes does not prove any regularity.

3) The coefficient of Ishimoto-Iida's empirical formula,  $m$ , is 1.8 which is equivalent to one of the deeper zone earthquakes in the volcano.

4) Since the occurrence of the earthquake swarm, the surface phenomena of the volcano have not shown the conspicuous change, and the shallow zone earthquakes near the crater have not occurred so many too.

## 1. 序

昭和43年5月29日午前2時過ぎから東桜島の黒神町を中心として有感地震が頻発しはじめ、その一部は黒神で震度Ⅳ、十数軒離れた旧鹿児島市内でも震度Ⅱ程度であった。

昭和30年10月13日南岳頂上での噴火活動を開始してから、時々局地的に震度Ⅲ程度の地震が単発的に発生した事はあるが、之等はその震度分布から考えて、いずれも桜島の南の方に発生していたようである。今回のように桜島の東部を中心とした有感地震は始めての事であり、又このように連続的に有感地震が頻発した事は、大正3年1月の桜島火山大噴火の時以来の事であったため、住民の一部は避難準備をはじめた程度であった。

地震群の発生直後の午前2時50分、桜島火山観測所黒神分室に勤務する高山鉄郎君より、地震発生状況の第一報の連絡をうけ、直ちに緊急観測体制に入り、精密地震観測を開始した。

現在までの所、幸いにして災害を惹起するような特別な異常はあらわれていないが、先程も述べた如く、桜島火山にとって、今回の現象は非常に特異なものであったので、ここにその際の観測結果について報告する。

## 2. 観測方法及びデータ

桜島火山観測所は桜島の島内では、Fig. 1 に示した地点で有線による地震観測を煤書き方式で行っている。



Fig. 1 Topographic map of Sakurajima volcano and the seismic observation points. A.B.C. points belong to J.M.A.

**Photo. 1** (a) に今回の地震の記録の一部を示した。これは黒神分室に於いて記録した鍋山観測点のもので、5月29日午前3時から8時過ぎ迄のものである。地震が頻発したため記録の最初の部分はあたかも連続微動のような様相を呈している。当日は午前2時過ぎから黒神では地震を感じ始めたため、黒神観測室の観測員が観測室にかけつけ、地震の頻発によって、地震記象が重り合い後で判読出来なくなることを防ぐため6分毎に記録を横にずらせる等の処置をした。

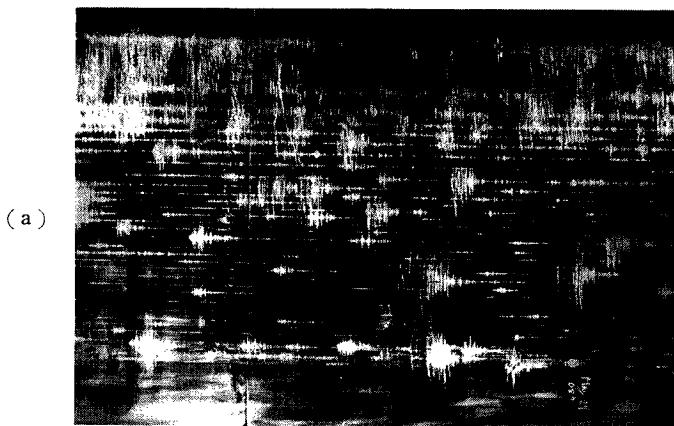


Photo. 1 (a) A seismogram obtained at Nabeyama station. Owing to successive occurrence of earthquakes, upper part of the seismogram looks like a continuous tremor.

(b)

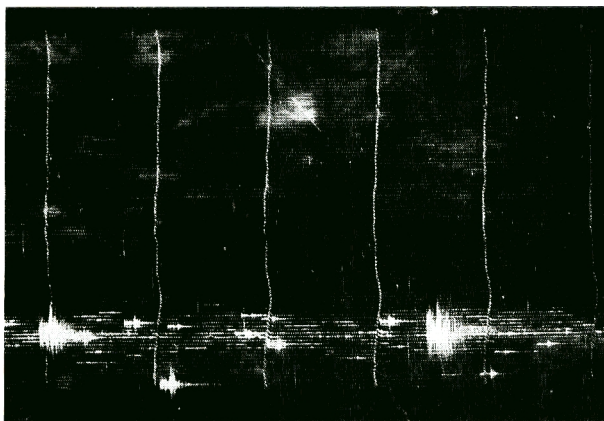
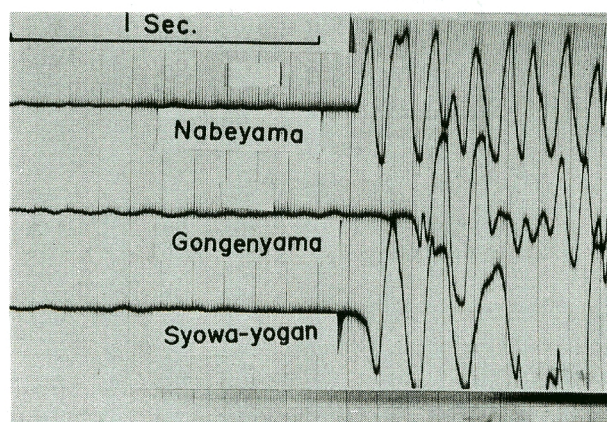
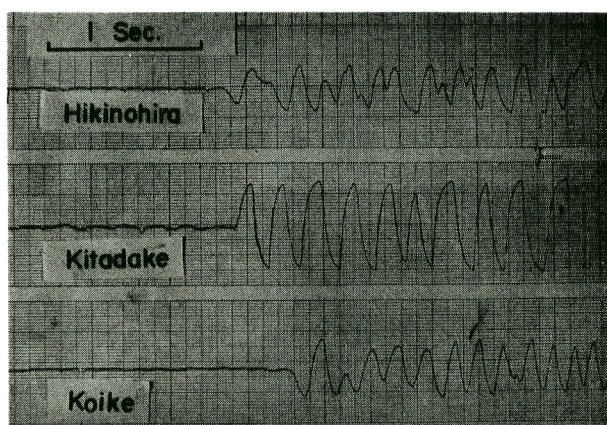


Photo. 1 (b) A seismogram obtained at Unagi-ike station about 40 km apart from Sakurajima.



Phot. 2 Example of reproduced seismograms.

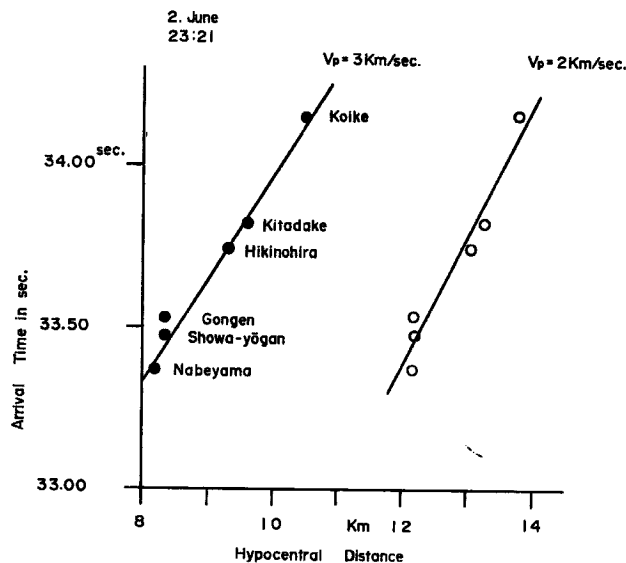
**Photo. 1** (b) に示したのは桜島から約 40 km 程南のうなぎ池に、当観測所が阿多カルデラ周辺の地震を観測するために設置した倍率 1 万 5 千倍の上下動地震計による記録である。P 波、S 波の相とも明瞭であり S-P 時間は 5.6 秒前後である。

ともかくこのように地震が頻発したので島内で行っている地震観測の地震計システムの出力の一部をデータレコーダーに記録し、地震のある部分だけを後で電磁オシログラフ、レキチグラフ等を用いて 5 cm/sec.~10 cm/sec. の早送りで再生し、各点の着震時を読み取った。このため、着震時は地震の立上りの鋭さにもよるがおおむね 1/20~1/100 sec. の精度で決められた。**Photo. 2** にこのようにして得られた記録の一例を示した。

用いたデータはこのようにして得られたものの外に押し引き分布に関しては、鹿児島地方気象台の桜島にある **Fig. 1** に示した A, B, C の各地点の地震計の記録を見せていただいて検討した。

### 3. 震源及び押し引き分布について

火山地帯の地下構造は非常に複雑であるため、これが解らないかぎり時間の精度を上げて観測を行っても正確な震源を決定することは出来ない。現在のところ桜島の地下構造に関する知識はほとんど得られていないので、とりえず均質な構造を仮定しあらかじめいくつかの地点から各観測点迄の距離を計算しておき、距離と着震時との関係が直線となるような地点を試行錯誤的に求めて震源とした。1 例を **Fig. 2** に示した。尚  $v_p$  の値を 4 km/sec. 以上とすると各点が直線に乗らない場合が多いので、 $v_p=3$  km/sec., 2 km/sec. の場合について考えることにした。



**Fig. 2** An example of relation between arrival time and hypocentral distance in the case of  $V_p=3$  Km/sec. and  $V_p=2$  Km/sec.

**Fig. 3** にこのようにして求めた震央分布、**Fig. 4**、**Fig. 5** に東西、南北の垂直断面図をそれぞれ示した。黒丸と白丸はそれぞれ  $v_p=3$  km/sec.,  $v_p=2$  km/sec. の場合を示す。

**Fig. 3** から判るように地震は主に桜島の中心部から東側にかけて多く発生した。又 **Fig. 4** の東西の垂直断面によれば、ここに求められた震源に関しては火口に近づくにつれて震源が浅くなる傾向が見られるようである。

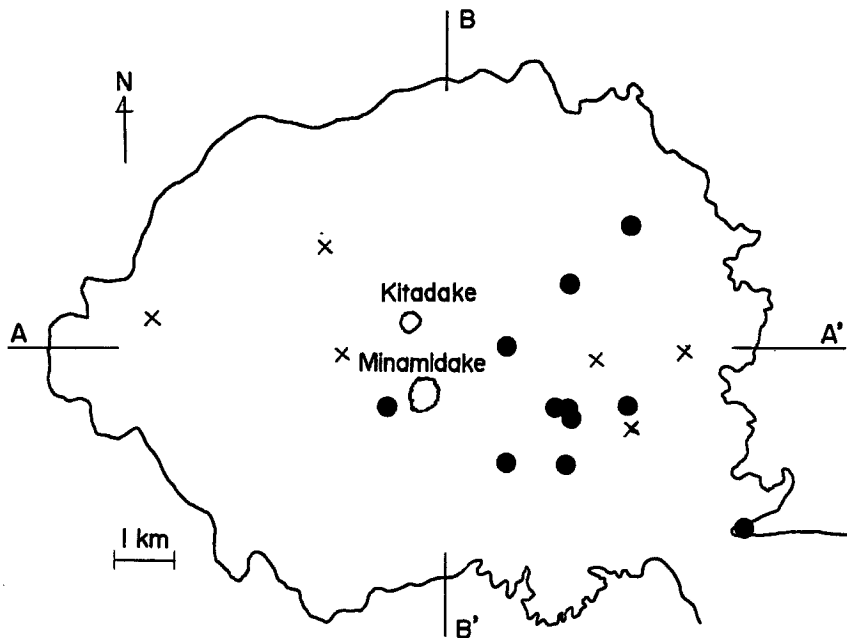


Fig. 3 Epicenter distribution of the earthquakes. ×: observation point

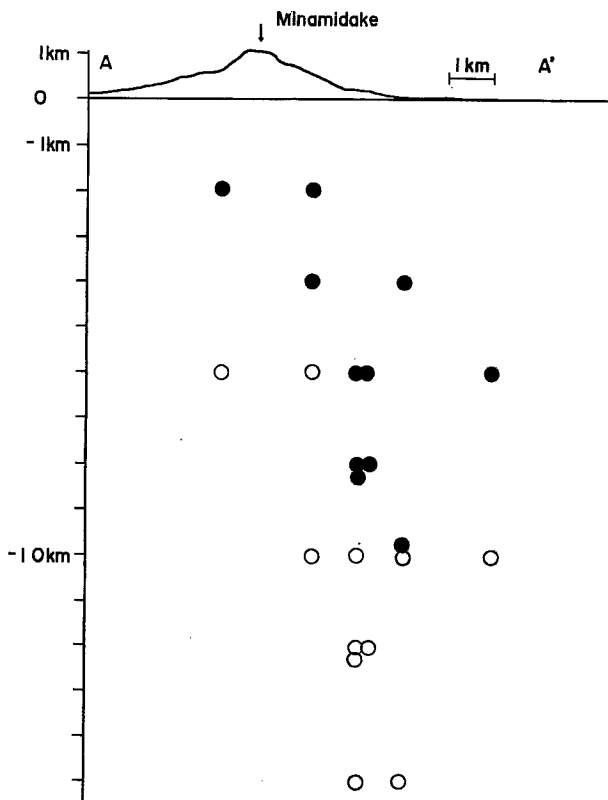


Fig. 4 Hypocenter profile along to the section AA'

● : in the case of  $V_p=3$  Km/sec.  
○ : in the case of  $V_p=2$  Km/sec.

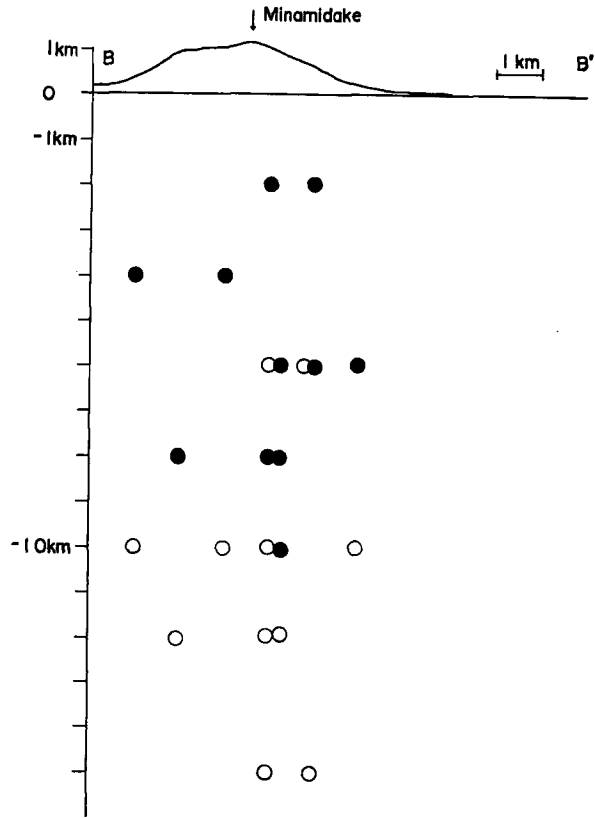


Fig. 5 Hypocenter profile along to the section BB'  
 ● : in the case of  $V_p=3$  Km/sec.  
 ○ : in the case of  $V_p=2$  Km/sec.

Fig. 6 に震源を重ね合せたときの押し引き分布を示した。ほとんど規則性が見られない。

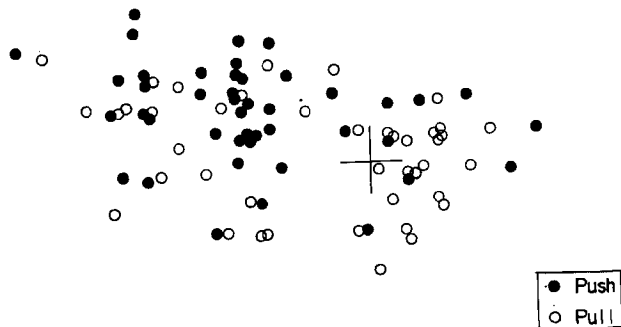


Fig. 6 Push pull distribution of P wave of the earthquakes in case of the epicenters of them are superposed.

尚、現在の観測網は火口附近に発生した浅い地震を対象にしているため、今回のように火口から離れた地点のやや深い所で発生する地震の観測には不十分であるので、現在島外の5ヶ所に観測点を設置する準備をしている。

## 4. 石本一飯田の係数及び表面現象その他について

Fig. 7 に黒神観測室にある S-300 型地震計 ( $T_0=0.7$  sec.  $V_{max}=180$ ) の水平動に記録された地震の最

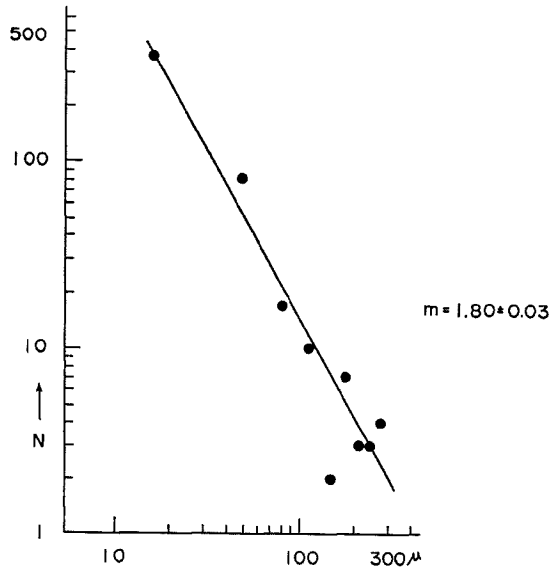


Fig. 7 Relation between the maximum amplitude and frequency of occurrence of earthquakes.

大振巾の大きさ別頻度分布を示した。石本一飯田の係数  $m$  は  $1.80 \pm 0.03$  となる。この値は tectonic な地震、あるいは火山性地震のうちでもやや深い所に震源を有する所謂水上の分類<sup>1)</sup>による A 型火山性地震の値に相当する。この事からも今回の地震群が桜島のやや深い所で発生したものであることがわかる。

次に今回の地震と火山の表面現象との関係を調べるために、火口に最も近い引の平観測点で観測された地震、噴煙に伴って発生する D' 型地震<sup>2)</sup>のそれぞれの日総数、及び今回の地震群の日総数と最大振巾の日合計を Fig. 8 に示した。

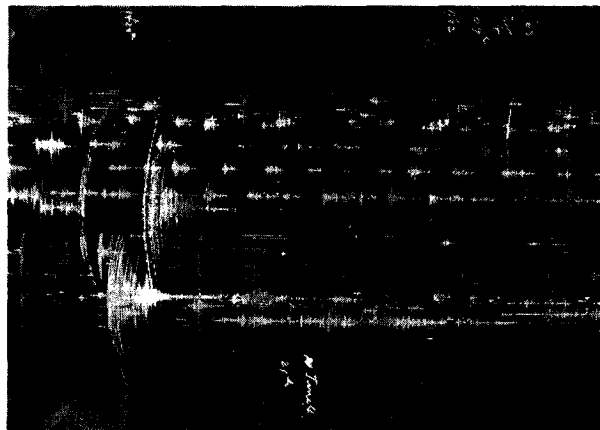


Photo. 3 A seismogram of micro-earthquake swarm before explosion at 14h55m on June 4, 1968.

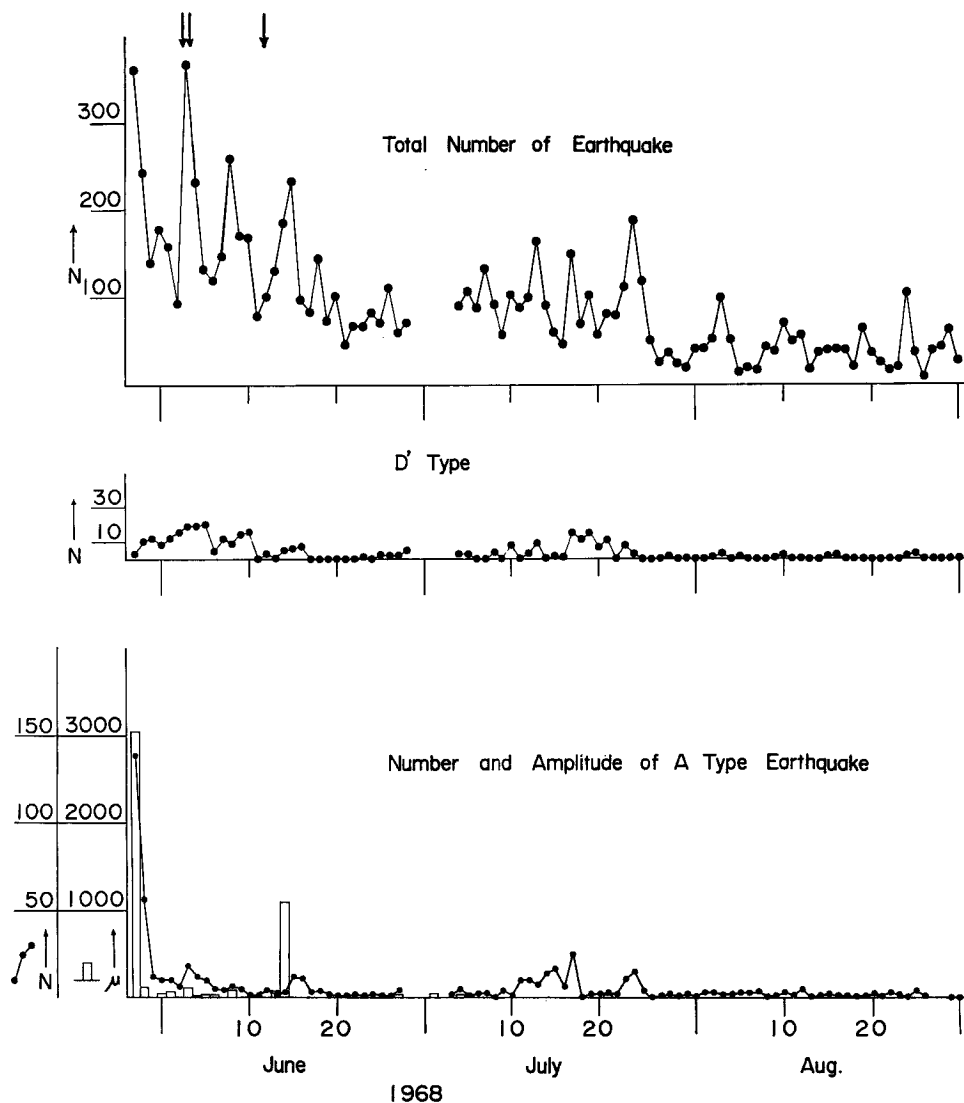


Fig. 8 Daily frequency distribution of the earthquakes observed at Hikinohira station (upper part) and of the D' type earthquakes (middle part), and daily frequency and sum of amplitude distribution of the A type earthquakes.

↓ : explosion

Fig. 8 の上段に示したものは引の平で観測された遠地震以外の全ての地震を含むもので大部分は火口近くの浅い所で発生するB型<sup>2)</sup>である。5月末から6月中旬迄に回数が多いのは通常火口近くで発生している地震以外に今回のやや深い所で発生した地震群を含むためである。

尚、6月4日に2回、13日に1回の爆発があり (Fig. 8 上段矢印)、このうち6月4日14時55分のもは Photo. 3 に示すように直前に前駆的な微小地震群を伴ったが、之については既に報告したように<sup>4)</sup>このような現象はこれ迄に何回も観測されている。そしてこれ迄の爆発前兆地震群は今回のような有感地震群のな



い時にも発生しており、又6月に発生したその他の爆発も、これ迄に有感地震群を伴わないで起きている爆発と特に異った点のない事から考えて、これ等の爆発が今回のやや深部の地震群の直接の影響とは考えられない。

中段に示した D' 型地震は主な噴煙に伴って発生するもので、その回数は主な噴煙の発生回数と見なせる。

下段に示した今回の地震群の最大振巾の日合計は春田山観測室の S-50 型地震計の水平動 ( $T_0=4 \text{ sec}$ .  $V_{\max}=50$ ) によるもので、回数の日合計は、引の平の最大振巾と北岳の最大振巾の比が2.5以下のものである。これは火口近くの浅い所で発生するいわゆる B型はこの値か2.5以上のものが多いからである<sup>3)</sup>。従ってそれ以外のものを一応やや深い所で発生する A型と考えて示してある。

Fig. 8 から判るように、火口近くで発生する B型は今回の地震群の後に急増すると云った事はなく多少の増減はあるが、全体としてはこれ迄の所ではむしろ減少の傾向を示している。又噴煙現象の目安となる D' 型の回数も、6月上旬や7月中旬程度の回数は通常の値であり、これも最近では減っている。従って今回の地震群が今後何らかの表面現象を伴うものであるとしても、今のところまだその影響は現われていないといえる。

## 5. ま と め

昭和43年5月29日の未明より桜島に震度IVの地震を含む地震群が発生した。Data-Recorder 等を用いて時間の精度を上げて観測した結果、震源は桜島の中心から東側にかけて分布し深さ 2 km はから 10 数 km 程度であった。初動分布については、はっきりした規則性は認められなかった。石本一飯田の係数  $m$  は 1.8 でありこの地震群が火山のやや深い所で発生するいわゆる A型であることを裏付けている。表面現象に関しては今のところ火口近くで発生する B型及び噴煙に伴う D' 型の地震は減少しておりその他の特別な変化は見られない。

最後に記録を見せて下さった鹿児島地方気象台に感謝いたします。又震源を求める際の計算の一部その他をしていただいた京大理学部地球物理学科学生大谷、近藤、奥田、増沢の諸君にお礼申し上げます。更に地震発生と共に深夜黒神観測室に駆けつけ適切な処置を行い幾多の貴重な記録を取ることに努力された桜島火山観測所勤務の高山鉄郎君に感謝いたします。

## 参 考 文 献

- 1) Minakami, T., Fundamental Reserch for Predicting Volcanic Eruptions (Part I); Bull. Earthq. Res. Inst. 38. 1960. 497~544.
- 2) 鹿児島地方気象台、桜島爆発速報、第8号、昭和3年7月、5.
- 3) loc. cit., (1).
- 4) 吉川圭三・西 潔、桜島火山における地震観測について(第3報)、京都大学防災研究所年報、第8号、昭和40・3、43~49.
- 5) 吉川圭三・西 潔、桜島火山における地震観測について(第2報)、京都大学防災研究所年報、第7号、昭和39・3、11~14.