

桜島火山の爆発地震について

西 潔

ON THE EXPLOSION EARTHQUAKE OF SAKURAJIMA VOLCANO

By *Kiyoshi* NISHI

Synopsis

The hypocenters of the explosion earthquakes of Sakurajima volcano are determined by using the data obtained by telemetering and precise recording system.

Examining the distribution of the hypocenters, the following results are obtained.

- 1) The majority of the epicenters of the explosion earthquakes are located within the active crater rim.
- 2) The depth of foci of the explosion earthquakes are located from sea level to 2 km under the sea level. There exists no relation at present case between the focal depth of the explosion earthquake and the magnitude of the earthquake or air shock wave, and also the stage of the volcanic activity.

1. はじめに

火山噴火現象の解明には、爆発に伴って発生する爆発地震の性質の解明が必要である。爆発地震の性質についてはこれ迄に多くの研究がなされており、震源位置や発震機構の研究、空振波と地震波の到着時間差や地震波の減衰から震源の深さを推定すること等が行なわれてきた^{1)~7)}。

しかし火口をとり囲む位置に地震計を配置し、同一時刻信号のもとで初動の arrival time を読み取り震源を決定すると云う精度のよい方法が行なわれた例はすくない。最近桜島火山観測所ではこの種の観測が常時行へるシステム（中域火山観測データ集録装置）が完成しつつあり種々の火山性地震が記録され始めている。本報ではそのうち、爆発地震について得られた良質のデータを用いて震源分布を求めたのでその結果について述べる。

2. 観測方法

観測網をFig. 1に示す。観測点を山頂火口をとり囲む位置に配置し、換振器 ($T_0=1.0\text{sec.}$) からの出力を (i) 架空線 (ii) 専用公社回線 (iii) 埋設ケーブル および専用公社回線のいずれかによって観測所本館に伝送し、集中記録を行っている。Fig. 2 に観測装置の概略の系統図を示す。図からわかるように、各観測点からの出力は半導体遅延装置を経てデータレコーダーおよびペン書き記録器にアナログ記録される。一方、各観測点からの出力はコンパレーターを主体とした起動制御装置に分岐される。起動制御装置では、あらかじめ設定しておいた任意の観測点の地動が設定レベルを越へたとき AND 又は OR 論理をとって地震の発生と判定しアナログデータレコーダーおよびペンレコーダーを駆動し、遅延装置によって遅れて出力される地動信号を初動部分から記録させる。このようにして火山性地震の震源を決定するために必要な初動部分を記録することが出来る。半導体遅延装置は1語 8bit, 1成分当り 3K からなるシフトレジスターで構成され通常は 200Hz で Sampling を行い約15秒の遅延時間を得ている。

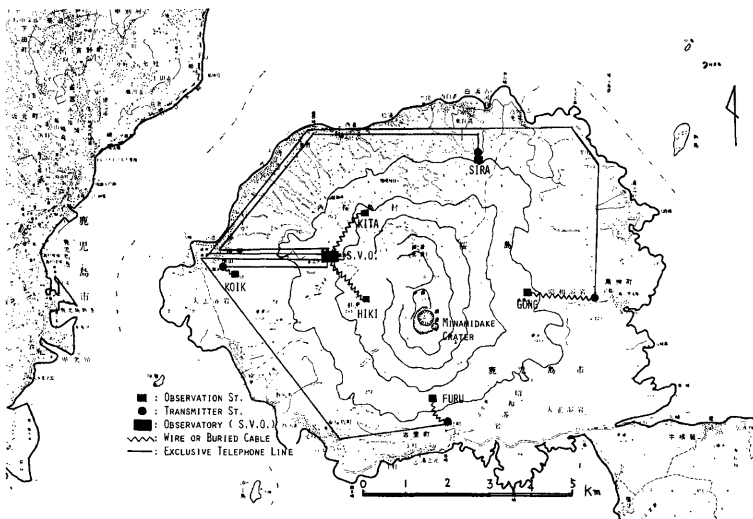


Fig. 1. The seismometrical net-work of Sakurajima volcano.

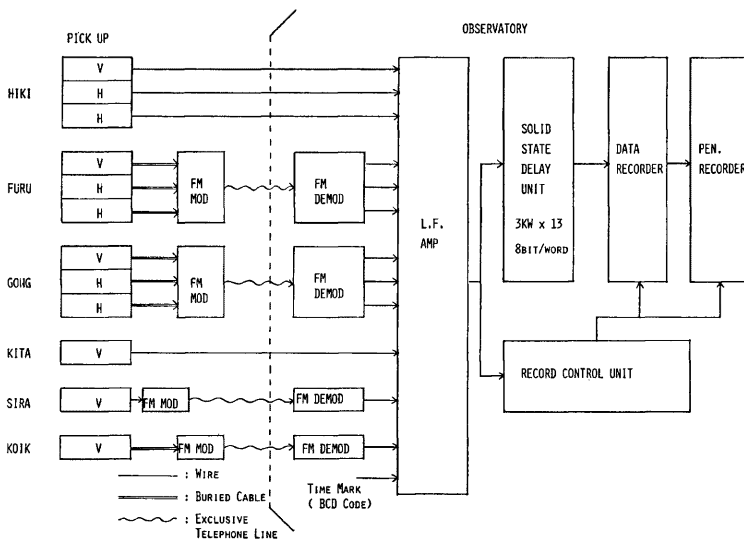


Fig. 2. Schematic block diagram of observation system.

3. 解析方法と結果

上述の方法によってアナログ磁気テープに記録された地動信号をペン書きレコーダーを用いて50mm/sec.の記録紙速度で再生し、初動の arrival time を0.01 sec.の単位で読み取り震源決定のデータとして用いた。記録は1975年4月から1976年8月迄のものである。記録の1例を Fig. 3 に示した。引の平, 古里, および権現の各観測点は、3成分の観測を行い水平動は火口に対して Longitude 方向 (H_L) と Transversal 方向 (H_T) である。

震源決定の方法は P 波速度 2.5 km/sec. の均質な構造を仮定して行った。まず、震源要素 (x, y, z, t) と各観測点 (x_i, y_i, z_i) における arrival time (t_i) との関係式

$$(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2 = V^2(t_i - t)^2$$

(V は P 波速度)

を適当な近似値 (x_0, y_0, z_0, t_0) を用いて線型化し観測方式を得る。ただし (dx, dy, dz, dt) を近似値の補正值として $x = x_0 + dx, y = y_0 + dy, z = z_0 + dz, t = t_0 + dt$ とする。次に、初動の明瞭さの程度に応じて読取り値に重みをつけ、重みつきの最小乗法によって次の近似値を得て、先きの線型化以下を $|dt| < 0.005 \text{ sec.}$ となる迄くり返した⁸⁾。

尚、南岳の南方の古里観測点は1976年1月25日から観測を始めた点であり、この観測点が震源分布に与へる影響を見るため、1976年1月25日以後のデータを用いて、古里観測点のデータの有無により震源分布を比較した。その結果、古里観測点のデータを含めない場合には、含めた場合より平均して北へ0.37km, 西へ0.02km, 上方へ0.29kmそれぞれ移動することがわかった。そこで古里観測点のデータが用いられる以前の震源位置については、その値だけ補正を施した。これは、観測点の増減による震源位置の見掛け上の変動をなくし、全期間を通じて同一条件で震源位置と他の現象との関係(空振, 爆発地震の大きさ, 火山の活動状況等)を求めるためである。

得られた震源分布を Fig. 4 に示した。まず震央分布を見ると大部分が南岳の火口内に集中しているが、それ等は火口内の中央部から北部にかけての A 火口を中心とする震央と、火口の南東の crater rim にある B 火口を中心とする震央に分けられる。B 火口内に震央の求まった爆発のなかには実際 B 火口から噴煙が上るのが確認されている爆発もあり、上述の震央群はそれぞれ A 火口, B 火口の爆発に対応しているのもと思われる。尚、南岳の火口縁からやゝ、外れる震央がいくつかあるが、これ等は全て古里観測点のデータがない期間のもので、上述した方法で古里観測点の寄与を補正してはいるが、補正值は平均値で行っているためこれ等の震央に対しては十分ではなかったためと思われる。いづれにしても、火口縁からの外れは0.2~0.3kmであり火山体の構造を P 波速度 2.5km/sec. の均質構造と仮定していることを考慮すれば

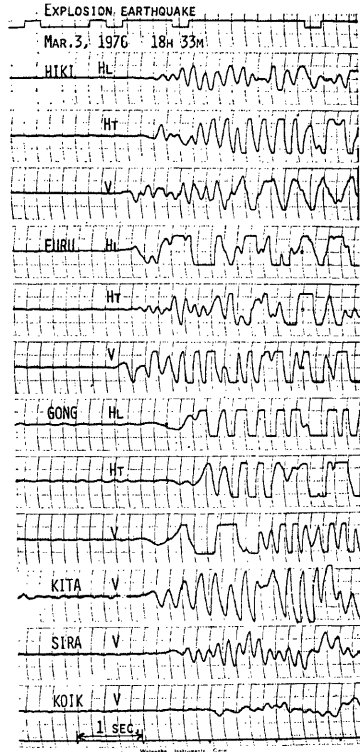


Fig. 3. An example of reproduced record of explosion earthquake.

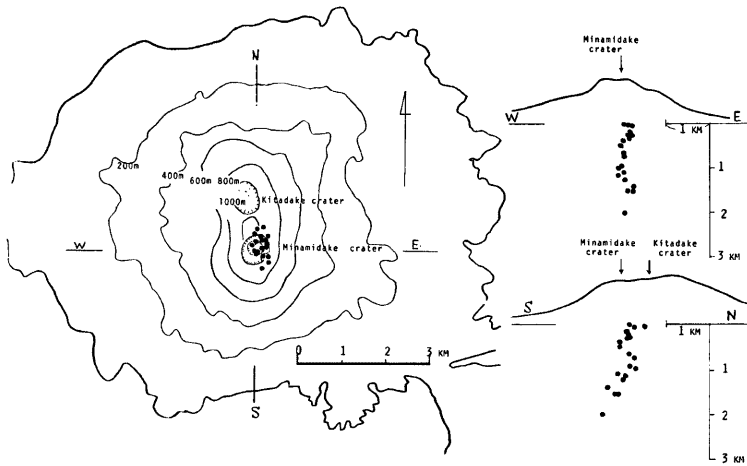


Fig. 4. The hypocentral distribution of the explosion earthquakes.

無視できる量であろう。当初、古里観測点のデータを用いずに爆発地震の震源を求めたところ火口北方の北岳寄りになったが、これは火口の南方域に観測点が全くなかったためである。

次に震源の深さ分布を見てみると0~2kmの深さに求まっており、やゝ深すぎる感があるが±1km程度の誤差を考慮しなければならない。

南北断面図によれば震源は火口から南方へ離れるにつれて深くなる傾向が見られる^{8),9)}。次に爆発地震の深さと空気振動および地震の大きさ、更に火山の活動状況との関係を調べてみたがこの期間のものについては系統的な関係は見い出せなかった。これは深さの決定精度にも問題があると思われるが、精度を上げるためには地下構造の知識を増すと共にP波初動以外にも震源距離を反映しているphaseを見出す必要がある¹⁰⁾。

4. 結 語

桜島火山観測所で最近整備されつつある観測システムによって得られた記録を用いて、1975年4月~1976年3月の爆発地震について、P波速度2.5km/sec.の均質構造を仮定して震源を求めた結果が得られた。

1) 震央の大部分は現在活動中の南岳火口内に分布し、更に南岳火口内にあるA火口、B火口を中心にそれぞれ分布した。このことから爆発地震の震央は火口内であると考へてよい。

2) 深さは0~2kmの範囲に分布し火口から南方へ深くなる傾向が見られた。爆発地震の深さと爆発の空振および地震の大きさ、更に火山の活動状況との間には特に系統的な関係は見い出せなかったがこれは震源決定の深さに対する精度にもよるものと思われる。

最後に、観測に従事されている桜島火山観測所の所員のお礼申し上げます。震源決定のデータ処理は防災科学資料センターを利用した。

参 考 文 献

- 1) Sassa, K.: Volcanic Micro-Tremors and Eruption-Earthquakes. (Part I of the Geophysical Studies on the Volcano Aso.), Mem. Coll. Sci., Ser. A, Kyoto Univ., 18, 1935, pp. 255-293.
- 2) Minakami, T., S. Utibori, S. Hiraga, T. Miyazaki, N. Gyoda and T. Utsunomiya: Seismometrical Studies of Volcano Asama. Part 1. Seismic and Volcanic Activities of Asama during 1934-1969., Bull.

- Earthq. Res. Inst., 48, 1970, pp. 235-302.
- 3) 田中和夫：噴火地震活動。火山2集, 16, 1971, pp. 135-142.
 - 4) 下鶴大輔・行田紀也・竹田豊太郎：爆発地震の二, 三の性質, 火山2集, 16, 1971, pp. 143-152.
 - 5) 田中康裕：爆発地震のメカニズム, 火山2集, 16, 1971, pp. 153-161.
 - 6) Tanaka, K., M. Kasahara and S. Hori: Research on Akita-Komaga-take (II) — Focal depth of explosion earthquake —, Sci. Rep. Tohoku Univ., Series 5, Geoply, 22, No. 1, 1974, pp. 9-13.
 - 7) 吉留道哉：桜島爆発地震の統計的調査, 験震時報, 第40巻第1号別冊, 1975, pp. 19-31.
 - 8) 西 潔：桜島火山の火山性微小地震と爆発の研究(2)——火山性地震の震源分布——, 京大防災研年報, 第14号 A, 1971, pp. 113-121.
 - 9) 加茂幸介・西 潔・古沢 保・赤松純平・吉山良一・角田寿喜・吉留道哉：地震活動調査, 桜島火山の総合調査報告——昭和49年12月～昭和50年3月——, 1975, pp. 1-5.
 - 10) 古沢 保・赤松純平：桜島の火山性地震の particle motion について, 桜島火山の総合調査報告——昭和49年12月～昭和50年3月——, 1975, pp. 10-13.