

1955 年の桜島の噴火*

551. 213

鹿児島地方気象台**

§ 1. まえがき

1955 年 10 月 13 日 14 時 53 分、桜島が 1950 年の小噴火以来満 5 年ぶりに噴火し、以後同月 31 日まで、ほとんど連日爆発を繰り返した。今回の噴火は爆発活動に限られ、溶岩の流出はみられなかったが、近年としては 1946 年の大噴火に次ぐ規模のものであり、注目に値する活動であった。当台では、台長今里能、観測課長安井豊以下全関係官が協力し、かねて実施中の当台での遠望観測・地震観測（ウィーヘルト式地震計）、桜島袴腰での地震観測（石本式高倍率地震計・今村式強震計）のほか、随時、現地踏査、空中観察、通信調査などを行って、活動の監視にあたった。ちなみに、桜島は翌 1956 年 1 月から噴火活動を再開したが、ここでは、1955 年の活動の概要のみを報告する。なお、この調査の成果の一部は既に安井豊^{1)~2)}によって発表されており、また、1955~56 年の噴火活動の詳細は別に福岡管区気象台要報第 13 号に発表する。この報文作成に当って、貴重な写真を提供された海上自衛隊鹿屋航空隊、南日本新聞社、西日本新聞社、砕せつ物の鏡検結果を引用させて下さった鹿児島大学教官大庭昇氏、ならびに、火山灰の化学分析結果の引用を許された鹿児島県工業試験所に対して、深謝の意を表す。

§ 2. 桜島火山の現状

I] 南岳山頂火口

今回噴火したのは南岳（海拔 1070 m）の山頂火口（以下、山頂火口と略称）である。この火口の深さは最大約 250 m、その径は火口縁で南北約 590 m、東西約 550 m、火口底では南北、東西とも約 200 m と推定される。

今回の噴火発生前の状況

Fig. 2 は当台の現地調査***による 1954 年 12 月（3, 27 日）現在の山頂火口見取り図の概要であ

* Kagoshima Local Meteorological Observatory: Eruption of Volcano Sakurajima in 1955 (Received April 26, 1956).

** 観測者：今里 能・安井 豊・野田義男・田辺 剛・押切 貢・東谷幸男・田実三郎・男沢友成・宮崎良三・中村理祐。

本稿は鹿児島地方気象台安井 豊技官および気象庁地震課諏訪 彰技官が編集した。

*** 担当者：観測課長太田巖（現在、広島地方気象台）、予報課長永光要人、東島茂（現在、屋久島測候所）、田実三郎ら。

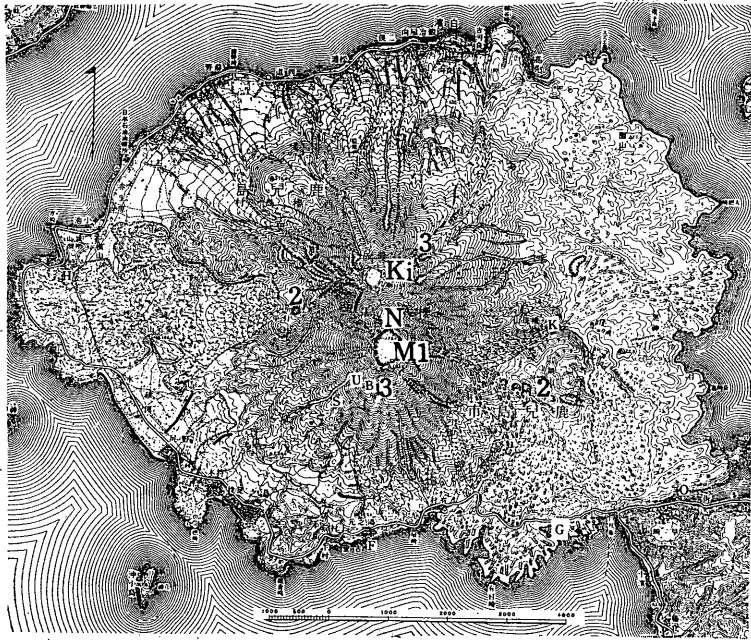


Fig. 1. 桜島現状地図

1 昭和 21 年火口, 2 大正火口, 3 安永火口, Ki 北岳, N 中岳, M 南岳, H 袴腰地震計室, K 黒神地獄, U 馬の目, B 上ボケ, S 下ボケ, F 古里温泉, O 桜島口温水湧出地, G 10 月 16 日降灰採取地.

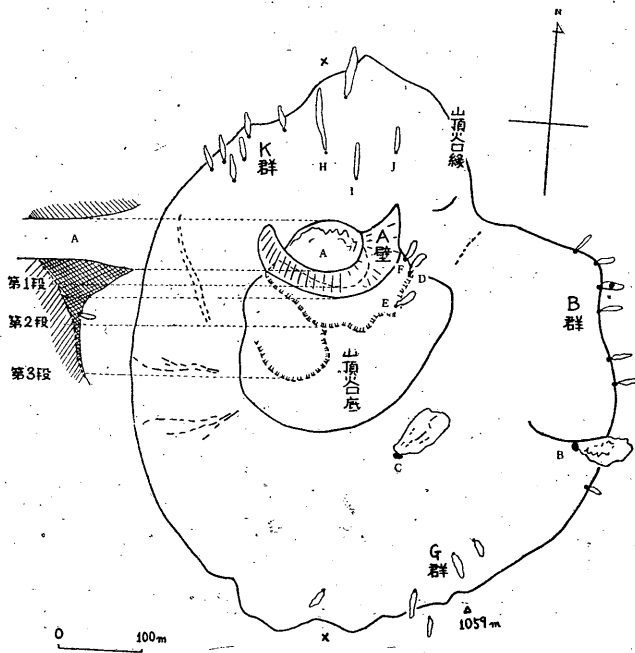


Fig. 2. 1954 年 12 月 3 日現在の南岳山頂火口内の見取図と 1955 年 10 月 13 日の噴火による変形.

×: 写真撮影定点 (南, 北)
 ===: 噴火により大きくがけくずれを生じた箇所

る。図中の A, B, C, …, K はいずれも噴気孔であり（以下, A 火口, B 火口, C 孔, D 孔, …, K 孔と称す）, 特に, A, B 両火口はがかなり多量の白煙を出していた。

A 火口は山頂火口の北側（やや東寄り）火口壁の基部にあり, そこから噴出したと考えられる黒色の土砂が南側に積り（以下, A 壁と称す）, その頂は鋭い縁を形成し, 内斜面はほとんど鉛直で, 外斜面, すなわち, 山頂火口底中央に向かっても約 45° の急傾斜をなし, エプロンを掛けたような形になっていた (Fig. 3, 4 (本文末参照))。この A 火口は, 1946 年の鹿児島測候所（当台の旧称）員の实地調査の際はなんら報告されておらず, 1950 年の小爆発では主爆発点となったことが確認されているので, おそらく, 1950 年に開口されたものと推察され, 以後, 多少の消長を示しながらも, ほぼ継続的に噴気してきた。もっとも, A 壁の存在は 1950 年にはまだ報告されておらず, また, 当台岸原康雄が 1953 年 11 月に撮影した写真や鹿児島市役所観光課月野仲蔵, 松元義盛両氏の実見談からみて, A 壁は 1950 年以後徐々に生長し, 1954 年秋ころまでに Fig. 3, 4 (本文末参照) に見られるとおり顕著になったものと考えられる。なお, A 壁は泥状火山灰砂, 硫黄岩石片などからなり, 今回の噴火による破砕面では硫黄の累層がよく観察される。

B 火口は東南東側山頂火口縁の大切損部の北方の火口壁上部にあり, 1914 年の大噴火以後弱い活動を続け, 1954 年末の实地踏査の際は A 火口に劣らないほど多量の水蒸気を出していた。B 火口の噴気は前記の山頂火口縁大切損部から外に流れ出るために, 桜島東方の牛根, 北東方の隼人方面からは最も顕著に望見される。なお, B 火口のやや北方の山頂火口縁付近には噴気孔が群をなしていた (Fig. 2 における B 群孔)。

以上のほかでは, 南側山頂火口壁下部の C 孔が A, B 各火口の半量ほどの噴気を出していたが, その他はすべて不活発で, ほとんどが噴出孔を確認できない程度のものであった。なお, 山頂火口底には, 1954 年末の踏査当時, 浅く透明な水をたたえていたが, この池は単に雨水のたまったものらしく, しばしば出沒を繰り返していたものようである。

今回の噴火発生後の状況

噴火活動が始まった 10 月 13 日以後, 翌 14 日 8 時には当台大庭清が海上自衛隊鹿屋航空隊（以下, 鹿屋航空隊と略称）機で, 15 日 8 時には中央気象台長和達清夫氏と当台永光要人が朝日新聞社機で, 更に, 24 日 9~10 時には中央気象台地震課火山係長諏訪彰氏³⁾と当台押切貢が鹿屋航空隊機で, それぞれ空中観察を行ったが, いずれの場合も山頂火口の噴気が多量で, 噴火地点が山頂火口底北部であることを確かめえた程度であった。しかし, 同月 17 日の前記鹿児島市役所月野技師の航空写真, 11 月 14 日の鹿屋航空隊の航空写真 Fig. 5 (本文末参照), 12 月 6, 8 両日の当台安井豊の山頂火口縁からの観察 Fig. 6, 7 (本文末参照), 更に, 同月 17 日の月野技師の山頂火口底实地踏査談から, 同火口内の変動の詳細をはあくすることができた。

Fig. 7 と Fig. 3 を比較すると、A 壁は今回の噴火で完全に爆砕飛散してしまったことがわかる。Fig. 7 の向かって右側の支那ナシ型のところが A 壁の付け根の痕跡と考えられる。なお、この Fig. 7 をはじめとする 12 月 8 日撮影の各種写真から推定すると、A 壁は高さ約 50 m、外斜面の長さ約 100 m で、壁頂は東西方向にやや長い直径約 90 m の半円形をなし、基底幅は約 50 m (壁の中央部はやや薄い) であったものと考えられる。また、Fig. 6 と Fig. 4 とを比較すると、今回の爆発によって、A 火口は、かつてその中心から約 100 m の距離にあった D, E, F 孔のあたりまで、つまり、A 壁の外まで拡大されたことがわかる。A 火口の縁の東半部はのこぎりの歯のようになり、かつての D, E, F 孔に相当すると考えられるへこみでは、12 月 6, 8 両日とも、相変わらずかなり優勢な噴気が認められた。また、その西半部は大体なめらかに見えたが、このあたりから山頂火口中央の方向へ 100 m ほどのところまで、舌状にくぼ地ができていた (Fig. 5)。A 火口の最奥部の状況はよくわからないが、鹿屋航空隊 11 月 14 日撮影のステレオ写真によれば、A 火口底中央部には周囲より約 10 m 低い、直径約 20 m のくぼみらしい箇所があり、これが活動火孔ではないかと考えられる。A 火口の南側の地形は 3 段に区別される (Fig. 2)。すなわち、Fig. 6 に△印を付したあたりまでの壁はほとんど鉛直である。その外側、同写真で△印付近から×印付近まで、すなわち、上述の縁にあたる部分もかなり急傾斜しており、前記鹿屋航空隊ステレオ写真によれば、×、△両地点の高度差は約 25 m と推定される。さらにその外側にある前記の舌状くぼ地は、周囲の山頂火口底より約 5 m 低く、ほとんど鉛直ながけで境されているが、この露出では含硫黄層が累層をなしているのがよく認められ、該舌状くぼ地は今回の噴火で爆砕されてできたものと考えられる。このがけで目測したところでは、山頂火口底一帯は厚さ約 1 m の灰黒色火山灰におおわれており、噴石はその下に埋没しているらしく、ほとんど見当らなかつた。なお、山頂火口壁下付近には、噴火に随伴した山頂火口壁の崩壊による転石とみられるものが数か所に集合していた。この山頂火口壁の崩壊は A 火口の東肩あたりが最も著しく、赤かっ色の岩層を露出していた。B 火口北側下方も大きくくずれており、その山頂火口壁下には岩石土砂が環状に堆積し、遠方からは一見火口のように見えた。南西～西側山頂火口壁もかなり大きく崩壊した。また、山頂火口底の池は完全に消滅し、この火口底中央を通り南北に走る割れ目様のもの (ただし、噴気は認められない) が南側山頂火口壁下部の C 孔付近まで達していた。

12 月 6 日には A 火口が全体にかなり多量に噴気していたのに対して、8 日には A 火口の噴気は少なかったが、B 火口下方や、6 日にはごく微弱だった C 孔およびその周囲の C 群孔、ならびに、G 群孔の噴気はかなり強く、さらに、山頂火口底中心部 (やや南寄り) から淡く噴気しているのが注目された。なお、C 群孔の多くは今回はじめてその存在が認められたものである。B 火口、B 群孔の噴気活動には、噴火前 (1954 年 12 月) と比較して、特に著しい変化は認められない。A, B 両

火口の噴気活動にはそれぞれ約5分の周期が認められ、ただ、後者は前者よりやや相が遅れていた。A 火口北方の山頂火口壁中部の H 孔はかなり活発で、鋭く絞られたような濃い噴気が出ており、これは鹿児島市街からもしばしば望見される。また、正南側山頂火口縁上（やや外側）にも総計11（うち、2孔が優勢）の G 噴気孔群があり、1950 年以來少量の噴気が認められていたが、今回の噴火以後その活動が急激に活発化してきた。

なお、10月17日前記鹿児島市役所松元義盛氏撮影の航空写真と12月6、8日安井豊撮影の写真（Fig. 6, 7）などとを比較すると、その間には、山頂火口内の地形はそれほど変化していないことがわかる。したがって、既に述べたような、山頂火口内の顕著な地形変化は、今回の噴火爆発の10月13日以後17日までの間に起されたものである。15日15時8分の第4回爆発に際し、山頂火口南縁で同火口底をのぞいていた鹿児島市役所東桜島支所農事指導員尻無繁氏は、「A 火口の北側の火口壁から石が転落していくのを見て、爆発の予感が頭をかすめたとき、目の前の山頂火口底全体が急にぐっと持ち上げられたような気がした。しかし、あっという間もなく、噴石に頭を打たれ、気絶してしまった。」と語っているが、同氏が負傷の直前に撮影された写真を Fig. 5（11月14日）、Fig. 7（12月8日）と比較すると、両者間にはかなりの差がある。すなわち、この第4回爆発までは、A 火口はまだ E 孔までは拡大されていないで、A 火口と E 孔とは割れ目によってつながっており、既述の舌状くぼ地も見当らず、かえって、12月8日には割れ目ようのものが南北に走っているのが認められたあたりにくぼ地が存在していた。以上の諸事実を総合すると、10月13日の第1回爆発で A 壁が破碎され、翌14日も爆発が繰り返されたので、A 火口は次第に拡大され、既述ののこぎりの歯のような縁を生じ、さらに、15日のほとんど山頂火口底全体にわたる浅層爆発によって前記舌状くぼ地がつくられたものと推定される。

II] 南岳山頂火口以外の活動点

1946 年（昭和 21）火口付近

南岳東側山腹の 1946 年大噴火の火口内、そのすぐ南のややふくれ上がった斜面の上方の馬のひずめ型の割れ目、および、この斜面の下部一帯は以前から時々少量の噴気が見られたが、今回の噴火後は馬のひずめ型の割れ目の噴気は急に強くなり、1946 年火口内の噴気も次第に強くなった傾向がある（Fig. 8（本文末参照））。また、前記斜面の下部では約 150 m 平方の範囲の各所から噴気しており、その温度は、1956 年 1 月 25 日現在、地表で 90°C 前後である。なお、1946 年火口は 1939～48 年にしばしば噴火を繰り返した。

1946 年（昭和 21）溶岩流地帯

黒神の 1946 年溶岩流末端部の割れ目から噴気しており、また、その近傍の畑内のくぼ地からも 26°C くらいの噴気が出ているが、これらは該溶岩の余熱によるものと考えられる。権現山と鍋山の

中間の黒神地獄では 100°C 近い噴気が多数か所からあがっているが、これは 1946 年溶岩の余熱によるものか、地下深所に由来する噴気であるかは不明である。

1914 年 (大正 3) 溶岩流地帯

桜島口の北方、牛根寄りの入江の奥にある 1914 年溶岩流の末端には 33°C 前後、袴腰の 1914 年溶岩流末端の基底には 30°C 前後の湧水がそれぞれあるが、これらは該溶岩下底の余熱によって暖められたものであろう。桜島口西方の 1914 年溶岩流内の諸池には約 40°C の湧水がみられるが、桜島北部の松浦 (非溶岩流地域) の湧水は 16°C にすぎない。なお、南岳西側山腹の 1914 年噴火の第 1 火口および引の平付近からも時々噴気している。

Ⅲ 近年における噴火、噴煙活動

1946 年の大噴火^{8),9)} 以後、今回の噴火までの間の桜島の火山活動状況は大略次のとおりである。

1948 年の小噴火

1946 年の大噴火直後には直径 100 m、深さ 130 m ほどであった南岳東側山腹の同火口は、後以次第に崩壊して浅くなり、時々少量の噴気を出していた程度であったが、1948 年 7 月 27 日に小爆發し黒神方面に降灰した。ただし、その後は、該火口は少量の白煙を継続的に低くあげているだけで、1950 年噴火の際も、今回の噴火でも、大きく活動した形跡はない。

1950 年の小噴火

1947 年以後、南岳山頂火口は、時々少量の噴気を出していただけであったが、1950 年 6 月 29 日に小爆發して、黒煙を噴出したのを皮切りに、7 月 3, 4, 7, 9, 12~16, 19, 22, 24~26 日、8 月 8, 9, 13 日、9 月 2, 3, 5 日に、それぞれ黒~灰色煙を噴出し、島内や鹿児島市街に時々降灰した。島内では、鳴動もしばしば聞かれた。当時の実地調査によれば、噴煙は大部分が既述の A 火口から出され、なお、B 火口、C 孔からも少量噴出されたい。

1954 年末の噴煙活動

1954 年 11 月上旬から南岳山頂火口の白色噴気の量がやや増加し、12 月 3, 4, 7, 14, 15 日には、灰白色煙が火口縁上 200~400 m の高さに噴出された。しかし、以後はまた平静にもどった。

§ 3. 今回の噴火活動の概況とその災害

1 噴火活動の概況

今回の噴火では、10 月 13 日以降同月末までに、次表のように、総計 10 数回の爆發が観測された。

本表からみても、今回の諸爆發は、爆發型式上、25 日の第 11 回爆發までの、噴煙をスポッと噴出して短時間に収まるものの 1 群と、26 日の第 12 回爆發以後の、噴煙をムクムクと長時間続けるものの 1 群とに大別される。前者の典型は 16 日の第 5 回爆發で、スポッと噴出した強烈な噴煙は約 2 分

桜島南岳山頂火口爆発表 (1955 年 10 月噴火)

| 爆発番号 | 爆発時刻 | 噴煙 | | | 爆発地震の最大 振幅(鹿児島) | 爆発音 (鹿児島) | 降灰状況 | 備考 |
|------|-------------------|----|--------------------------|------|--------------------|--------------|-------------------------|-----------------------|
| | | 色 | 高さ (山頂上) m (推定) | 流向 | | | | |
| 1 | 日 時 分 13 14 53 | 灰黒 | 5000 | N-NW | N 439 ^μ | 大 | 錦江湾北方の始良郡、 薩摩郡まで降灰多量 | 短時間 |
| 2 | 14 6 58 | " | 1000 | SE | N 50 | 聴こえず | 南東方一帯 | " |
| 3 | 14 12 35 | " | 1200 | E-NE | E 4 | " | 大隅半島北～中部 | " |
| 4 | 15 15 10 | " | 1800 | SE | N 104 | 低 | 大隅半島中部以南多量 | " |
| 5 | 16 12 48 | " | 2800 | N-NE | E 34 | 聴こえず | 桜島西～北～北東部多量 | " |
| 6 | 16 17 58 | " | 2000 | NE | E 10 | " | — | " |
| 7 | 19 11 26 | " | 1000 以上 | NE | — | " | — | " |
| 8 | 22 06 50 | 褐 | 2300 | S | E 5 | " | — | " |
| 9 | 22 08 10 | " | 500 | S | — | " | — | " |
| 10 | 25 23 50 | 不明 | 不明 | N-W | — | " | 鹿児島市北部 | " |
| 11 | 25 08 48 | 灰 | 1200 | W-SW | — | " | — | " |
| 12 | 26 06 32 | 褐灰 | 2300 | W-SW | — | " | 鹿児島市南部 | 長時間 火山雷 |
| 13 | 26 09 58 | 黒灰 | 1500 | SW | — | " | — | 長時間 |
| 14 | 28 16 58 | " | 700 | SSE | — | " | 桜島口付近 | " |
| 15 | { 31 08 20 | " | 2500 | SSW | — | " | 有村方面 | } 継続的に むくむくと ふく |
| | { 31 08 55 | " | 1500 | " | — | " | " | |
| | { 31 09 44 | " | 1000 | " | — | " | " | |

(注) 1. 上表はほとんど当台における観測による。

2. 爆発地震の最大振幅は当台ウィーヘルト式地震計による。爆発地震の詳細は p. 39 の表を参照のこと。

間で止まり、その後は少量の黒煙の噴出がみられただけである (Fig. 9 (本文末参照))。後者の典型は 31 日の第 15 回爆発で、噴煙が 2 時間以上も断続した (この間、4 回、その噴出が特に活発になった)。なお、この第 15 回爆発以後は、翌 1956 年 1 月 8 日まで、爆発と呼ばれるほどの活動はなく、まれに、せいぜい山頂上 300 m 程度の噴煙が見られただけであった。

II 噴火災害

今回の噴火では、死者 1、傷者 9 を出し、また、農作物などにも相当の被害があったが、それらはほとんどすべて第 1 回爆発によるものであった。

なお、第 1 回爆発のあった 13 日は朝から雨もよいの曇天で、登山者が比較的少なく、特に、爆発当時は南岳山頂口付近には誰もい合わせなかった。

農業上の災害

第 1 回爆発の火山灰・砂・れきによる西桜島の被害は次のとおりである。なお、東桜島の被害は僅

死 傷 者

| | 死 者 | 重 傷 者 | 軽 傷 者 | 備 考 |
|---------------------|-----|-------|-------|-------------------------------------------------------------------------|
| 第 1 回爆発 (10月13日) | 1 | 2 | 5 | 死傷者は鹿児島大学生一行 11 名中の 8 名で、北岳山頂で噴石に打たれた。 死者は頭蓋骨折のため翌 14 日死亡した遠矢達夫氏である。 |
| 第 4 回爆発 (10月15日) | 0 | 1 | 1 | 傷者は熊本大学教授松本唯一氏の随行者 2 名で、南岳山頂火口南縁で現地調査中に噴石に打たれた。 |
| 合 計 | 1 | 3 | 6 | |

少であった。

果樹類 みかん類 (温州, ポンカン, 島みかん): 落果, 落葉, 裂果, 黒斑焼などによる被害約 80%.

ビワ: 花き損傷などによる被害約 55%.

そ菜類 生育期にあった桜島大根など, ほとんど全滅.

雑穀, 甘しょ 軽微な被害.

これらの農作物災害の主要原因は, 火山砕せつ物の機械的, 熱的なはたらきよりも, それに含まれた硫黄分や亜硫酸ガスの化学的なはたらきにあるらしい. なお, 第 2 回以後の諸爆発による被害は僅少であり, 牧草に若干の被害があった程度である.

その他の被害

天水を飲料その他に常用している黒神地域では, 降灰による打撃が大きかった. また, 噴火後の雨水が目にはいり, かなり痛みを感じたり, ほほがひどく荒れた者もあった. 雨水中の硫酸によるものと思われる.

§ 4. 第 1 回爆発 (10 月 13 日) の実況

I] 鹿児島で観察された実況

10 月 13 日 14 時 53 分ころ, 鹿児島市一帯にわたって強烈な爆発音が聞かれた. 最初に「ドン」という衝撃波を感じ, 短い高調の爆発音が聞え, 約 1~2 秒隔てて「ドゥーン」と, 前より少し伸びた感じの爆発音が聞え, それから「ゴウザー」という感じの音が聞えた. 空振はかなり強く, 戸をびりびりふるわし, 小窓の開いた所もあった. なお, この空振は鹿児島湾北岸の国分, 加治木方面でも感じられた. 爆発地震は, 当台のウィーヘルト式地震計によれば, 最大振幅は N 成分で 439 μ (無感) であった.

当時, 鹿児島島の天気は降雨直前で, 雲が低くたれこめていたため, 山頂の状況は確認できなかったが, 爆発音を聞いた数分後に桜島上方の雲が何かくしゃくしゃにもまれたような感じがし, その後,

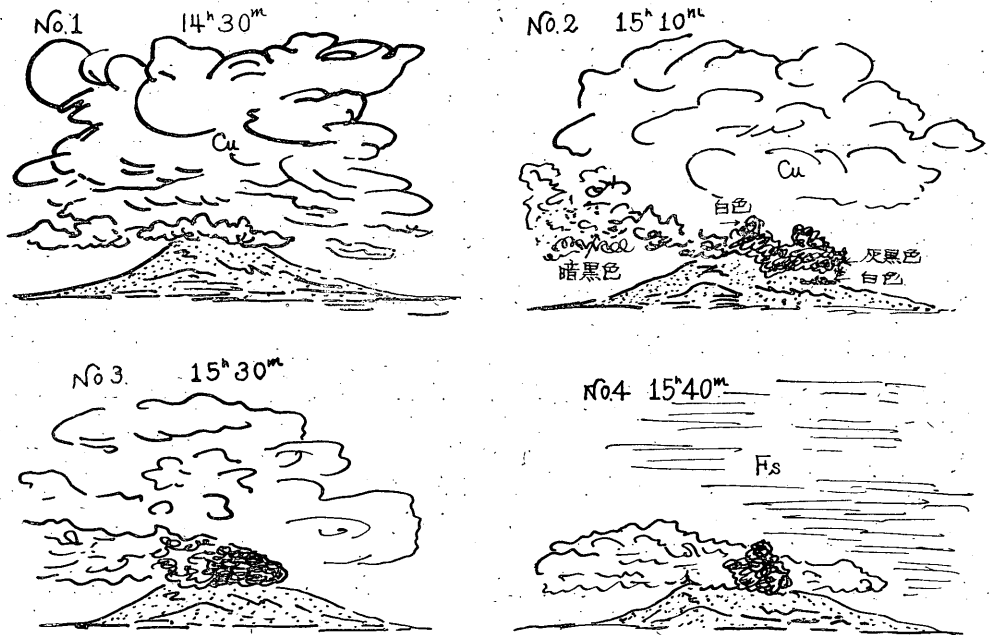


Fig. 10. 10月13日の第1回爆發見取図

- No. 1. 全天 Cu におおわれ (雲高 1100m), 桜島頂上見えず.
 No. 2. 北方は降灰しているようである (* の所は青白色の物がもえるときに出るような煙の色であった).
 No. 3. 噴煙は 800m くらいに達して北方に流れ, 灰白色で底部は黒色を示す.
 No. 4. 全天 Fs におおわれ, 淡くなった噴煙が南西方にも流れる.

(鹿児島地方気象台で男沢技官スケッチ)

南岳方面から山腹にそって黒灰色の雲のようなものが流れ落ちてくるのが望見された。降雨のため、写真撮影はほとんど不可能であったが、当時のスケッチ (Fig. 10) によれば、この黒煙噴出 (山頂上約 800 m 以上は雲のため見えず) は1時間ほど続いたようで、17 時ころには黒煙の噴出はやみ、たなびく雲のようなものが見られるだけとなった。

II] 桜島島内で観察された実況.

湯之の平野、田中両氏や西桜島村役場の話によれば、同島内でも、鹿児島と同様にほとんど連続した2回の爆発音が聞かれた。空振も全島にわたって感じられ、有村では土地のゆれは認められなかったが、障子が急激に振動し、北岳武登山道9合目あたりで雑木伐採中だった西村氏は「突然、雷のような音がして足もとが揺れた。強い爆風でたたきつけられたような感じだった」と言っている。袴腰の今村式強震計は最大振幅約 1400 μ の爆発地震を記録した。

空振に続いて、噴石が火口付近に飛散するのが島内各所から望見された。当時、北岳山頂火口底にいた鹿児島大学生一行や前記西村氏は「こぶし大の石が雨のように落下した」、「北岳山頂火口底では

一升ますほどの大きさの石がたくさん降ってきた」と述べている。また、前記鹿児島大学生一行は「8合目付近で鶏卵大の噴石を拾ったが、熱くて手に持てず、しばらくしてポケットに入れたが、まだかなり熱かった。この石は硫黄臭が強く、家に持ち帰って2週間後でも、なお臭気が抜けきらなかった」と言っている。西道の久米利定氏は同地からの北岳登山道3合目付近で爆発7分後に鶏卵大のなま暖かい噴石を拾った。北岳の北北西側山腹の叢林では発火の実見談も聞かないし、後日の实地踏査でもそのこん跡も見つからなかったから、この方面に落下した噴石は比較的低温だったようである。北岳北東側山腹の白浜登山道8合目あたりには数か所の発火が黒神から望見された。さらに、湯之から望見した尻無繁氏は「赤熱した石が南岳湯之登山道8合目あたりに落ちて、付近に山火事を起した」と述べ、同じく湯之の医師浜村篤志氏、鹿児島市役所東桜島支所道田一馬氏は「爆発後5分くらいして、6合目“馬の目”(地名)の上方に盛んに落ち、草むらが燃えるのが見えた」と語っている。この類の山火事は数か所に起ったが、いずれもあまり広く燃えない間に自然鎮火した。なお、溶岩流出を伝えた島民もあったが、上記の山火事の誤認であった。

小指犬のれき(主として軽石様または灰の凝集したもの)、小れき(豆粒大~米粒大)、火山灰などは風に流され、おもに西桜島の西道、藤野方面に落下した。噴煙臭(H_2S , SO_2 など)は全島で強く感じられたが、火炎・火柱・火山雷などは見られなかった。また、悪天のため、噴煙高度は確認されていないが、鹿児島市役所黒神支所坂口文男氏の話では、噴火直後に雲のすき間からみた噴煙の形は原子雲のようで、頂部は山頂上5000m程度とみられ、この値は後述の降灰分布(Fig. 11参照)から推定されるものとほぼ一致している。

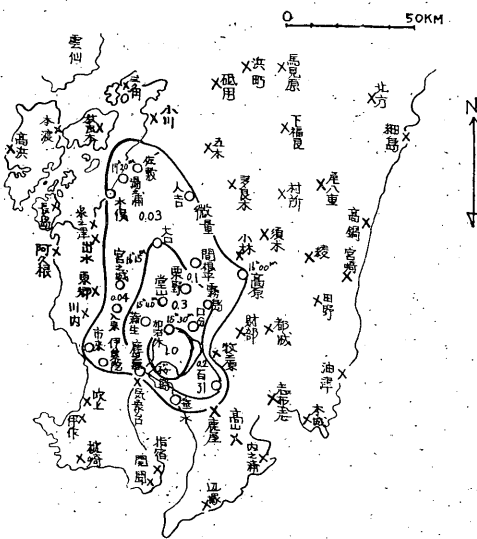


Fig. 11. 10月13日第1回爆発の降灰分布図

- x 無降灰と報告のあった所
- o 降灰があったと報告のあった所

§ 5. 今回の諸爆発の火山砕せつ物

I) 第1回爆発の降灰分布など

現地調査、通信調査によって判明した11月13日の第1回爆発の降灰分布を Fig. 11 に示す。ただし、この分布図作成に使われた資料は、当台押切貢が13日18時に西道の西桜島村役場で採取測定した値(堆積の厚さ1.5mm、米粒大のれきを含んだ灰の比重1.2)と宮之城中学校荒瀬教官が13日16時35分に同校庭で採取測定された値(重量12.1g)以外は信頼度が小さい。Fig. 11 から降灰量を概算すると、総量30~40万トンとなる。

一方、灰分布の慣用式として、中心から l なる距離の基地の降灰量を Q 、中心における降灰量を Q_0 とした $dQ/dl = -kQ$, $Q = Q_0 e^{-kl}$ なる式を用い、これに前記押切、荒瀬両氏の値を代入してみた。ただし、比重はともに 1.2 とし、また、灰は風向に左右されることが大きいので、分布が中心に対称になるように距離目盛を変換して、西道では $l = 4\text{km}$ 、宮之城では $l = 25\text{km}$ とした。

$$\left. \begin{aligned} Q_0 &= 0.15 e^{4 \times 10^5 \times k} \\ Q_0 &= 0.001 e^{25 \times 10^5 \times k} \end{aligned} \right\} \text{が得られ、これから}$$

$$Q_0 = 0.34 \text{ cm}, \quad k = 2.37 \times 10^{-6} \text{ が得られる。}$$

したがって、総重量は

$$1.2 \times \int_0^\infty 2\pi l dl Q = 1.2 \times \frac{2\pi Q_0}{k^2} = 4.6 \times 10^{11} \text{ グラム。}$$

すなわち、総量として、46 万トンが得られ、前記推算値にほぼ合致する。なお、参考として、垂直軸の変換を考えずに、西道の $l = 5 \text{ km}$ 、宮之城の $l = 40 \text{ km}$ と地図どおりにとれば、総重量は約 135 万トンと算出されるが、この量は実際の 3~4 倍の値を示すべきことは明らかである。

当台における、噴火直後の 16 時 05 分の上層風観測値 (1000 m 以下 Pibal, 以上 Rawin) は次のとおりである。

| 高度 | 風向 | 風速 | 高度 | 風向 | 風速 | 高度 | 風向 | 風速 | 高度 | 風向 | 風速 |
|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|------|------|-----|------|
| m | | m/s | km | | m/s | km | | m/s | km | | m/s |
| 100 | N | 2.0 | 1.5 | ESE | 8.0 | 5.0 | SW | 11.0 | 8.5 | WNW | 17.0 |
| 200 | WNW | 2.0 | 2.0 | SE | 8.0 | 5.5 | SW | 11.0 | 9.0 | WNW | 17.0 |
| 400 | ENE | 2.0 | 2.5 | SE | 12.0 | 6.0 | SW | 13.0 | 9.5 | NW | 20.0 |
| 600 | ENE | 5.0 | 3.0 | SE | 12.0 | 6.5 | W | 17.0 | 10.0 | WNW | 32.0 |
| 800 | NE | 3.0 | 3.5 | SSE | 5.0 | 7.0 | W | 15.0 | 10.5 | WNW | 38.0 |
| 1000 | SE | 4.0 | 4.0 | S | 6.0 | 7.5 | W | 17.0 | 11.0 | WNW | 33.0 |
| km | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | ESE | 5.0 | 4.5 | SW | 10.0 | 8.0 | W | 19.0 | | | |

(以高は省略)

さて、最遠、北北西 80 km の湯之浦では爆発後約 140 分に降灰しているから、飛行速度は平均 10 m/s となり、大体 3 km 高の南東風 12 m/s に近い。北西 40 km の宮之城では経過時間 85 分で、平均飛行速度 8 m/s となり、これは 2 km 高の南東風 8 m/s に一致する。北東方の最遠 50 km の高原では経過時間 65 分で、平均 13 m/s となり、5~6 km 高の南西風 11~13 m/s に相当する。さらに、北方 15 km の加治木では経過時間 35 分で、平均 7 m/s となり、4 km 高の南風 6 m/s に、北北西方 20 km の蒲生では経過時間 45 分で、平均 8 m/s となり、1.5 km 高の南東風 8 m/s に、それぞれほぼ合致する。なお、降灰時刻はわからないが、百引、垂水付近の降灰は、東または南寄りの風で西~北方に流されたものが、落下の途中で下層の北風や西北西風に流されたものと考えられ、

それにより、桜島南方の降灰範囲が狭く、かつ、西方の鹿児島市街にもほとんど降らなかったことも説明される。また、もし、噴煙が 6 km 以上の高度に達したとすれば、強い西風によって、降灰区域はもっと東方に広がるべきである。以上を総合すれば、この爆発の噴煙上昇高度は地土（海拔）6 km、火口縁上 5 km 程度と推定される。

II) 第 2 回以後の諸爆発の降灰量、組成

第 2 回以後の爆発による降灰量が正確に測定されたのは下記の 3 件だけである。

| 爆発番号 | 爆発時刻 | 降灰量 | 採取場所 | 火口からの方向および距離 | 採取時刻 | 粒 度 |
|------|-------------------|------------------------|---------|----------------|---------------|----------|
| (2) | 日 時 分 14 06 58 | gr/m ² 8 | 嚙唎郡野方村 | km ESE 28.0 | 日 時 分 14 8 | 灰 |
| (10) | 24 23 50 | 91 | 鹿児島市春日町 | WNW 9.0 | 25 7 | 粗砂 |
| (12) | 26 06 32 | 2000 | 東桜島湯之 | SSW 3.7 | 26 13 | 径 1.2 mm |

また、鹿児島県工業試験所による今回の噴火の降灰の分析値の一部を紹介すれば右記のとおりである。(I) は 16 日 12 時 48 分の爆発の灰を同試験所で採取されたものであり、(II) は 15 日 15 時 10 分の爆発の灰を当台安井豊が同日 17 時に東桜島の桜島口の魚籠上で採取したものである。この兩者につき、SiO₂/Al₂O₃ 比をとってみると、(I) では 3.3、(II) では 2.2 となり、文明溶岩 4.4、安永溶岩 4.1 よりはかなり小さく、大正第 1 期溶岩 3.2、同第 2 期溶岩 3.4 に近い。

| | (I) | (II) |
|--------------------------------|-------|-------|
| 灼熱減量 (SO ₃ を除く) | 5.43% | 6.02% |
| 灼熱減量中の SO ₃ | 3.9 | 3.53 |
| Fe ₂ O ₃ | 7.53 | 6.12 |
| CaO | 5.24 | 4.14 |
| SiO ₂ | 54.60 | 55.32 |
| Al ₂ O ₃ | 20.95 | 16.76 |
| MnO | 0.01 | 0.73 |
| MgO | 1.26 | 1.36 |
| Total | 95.02 | 93.98 |

(注) 試料を 100°C で乾燥し、その重量合計を 100 としてある。

さらに、10 月 19 日 11 時 26 分に噴出し、安井豊が西桜島の桜島中学校庭で同日 13 時ころに採取した火山灰（黒味をおびた暗灰色）を鹿児島大学大庭昇氏に岩石鉱物学的に調べていただいたところによれば、この灰は斜長石、紫ろ輝石、普通輝石、磁鉄鉱、透明ガラスおよび黒色石基破片、ならびに透明ガラス微粉（少量の石こうを含む）からなり、それらの鉱物の屈折率などは右表のとおりである。これと、同氏が鹿児島市の旧七高グラウンドで採取した大正 3 年大噴火の火山灰（灰白色）と比較すると、鉱物組成も、それらの鉱物の成分、屈折率も大差はないが、ただ、ガラス

| 鉱物名 | 光学的性質 |
|------|-------------------------------------------------------|
| 斜長石 | n ₁ = 1.555~1.560 An = 51~60% (曹灰長石) |
| 紫ろ輝石 | n ₁ = 1.695 n ₂ = 1.710 |
| 普通輝石 | n ₁ = 1.690 n ₂ = 1.710 |
| ガラス | n = 1.510~1.521 |

は大正3年(1914)のものが大部分無色透明～白色であるのに対して、今回のものは溶岩石基の破片とみられる黒色ガラスをもかなり混じているという。旧第七高等学校教授山口鎌次氏(現在島根大学)の鏡検された大正3年(1914)、昭和10(1935)、14年(1939)の噴火の火山灰の鉱物構成、および、それらの鉱物の光学的諸性質と比べても大差は認められない。なお、大庭氏によれば、当台野田義男が10月26日に東桜島湯之で採集した同日6時23分の爆発の降灰は、上記の19日噴出の灰よりも黒色ガラスに富み、また、微粉状のものの中には石こうの結晶がより多く認められるという。

10月13日の降灰には、かなりの量の遊離硫黄と亜硫酸ガスを含んでいたことが、当時全島をおおった臭気から推定できる。そして、この亜硫酸ガスがおりからの降雨に混じて硫酸となり、みかんなどに付着して、湿ったセメント状になった火山灰中で発熱作用、直接酸化作用、脱水作用を起し、Fig. 12(本文末参照)に示すような大被害を与えたものと考えられる。火痕のついたみかんの外皮を顕微鏡でみると、細かいへこみまで灰が沈着していた由である。桜島の農夫たちは「高温の灰とれきでやられた」と言っているが、これには疑問がある。

なお、当台における爆発前後(10月)の銀盤日射計の観測値には特に顕著な異常は認められないので、今回の諸爆発の火山灰は多量に長く空中に浮遊していたとは考えられない。また、噴火発生後の降雨ならびに油盤内のちりについて放射能検査を行ったが、平素のバック・グラウンド値以上のものは検出されなかった。

Ⅲ] 第1回爆発の噴石

10月13日、爆発直後の当台田辺剛、押切貢らの聞き込み調査や、17日の田実三郎、宮崎良三の登山調査によって判明した噴石の分布状況などは次のとおりである(既述の桜島島内で観察された爆発の実況の項参照)。

噴石は爆発火口の四周に放出されている。人頭大の噴石は半径1kmくらいの範囲に放出され、たとえば、北岳山頂火口内ではほぼ5m間隔で落下しており、直径1.5m、深さ50cmに達する穴を掘ったものもあった(Fig. 18(本文末参照))。こぶし大の石は半径約1.5kmの範囲に多数放出され、北岳山頂火口内ではほぼ1m間隔で散乱していた。鶏卵大の石は半径約2kmの範囲に落ちたが、このくらいの大きさの石はすでに相当に風の影響をうけるらしく、その分布は北西方に片寄っている。この大きさの石は地面に穴をうがつかないため、今回の噴火による噴石なのか、前からあったものなのかを識別することは困難であるが、まず1mおきと見なせる程度と考えられる。米粒大の軽石質で碎片状のれきは北西5kmの所まで厚さ1.6mmに積っていた。したがって、噴出物の粒度別概算は、人頭大噴石約5,000トン、こぶし大噴石約30,000トン、鶏卵大噴石約5,000トン、れき約40,000トンなり、総量約80,000トンとなるが、れきのかなりの量は北西の海中にも落ちてはいるはずであるから、それも考慮すれば、総量約100,000トンと見なすべきであろう。

風の影響が微小と考えられる人頭大の噴石で、爆発火口とはほぼ同高度の北岳山頂火口内に落下したものと爆発火口との距離は最大約 1.2 km であったから、これを 45° の投射角によるものとして、落体法則を適用すると、初速 110 m/s となり、これに慣用のベルヌウイ定理を用いると、圧力は約 140 気圧となる。しかし、噴石が爆発火口である A 火口のやや深部から放出されたとすれば、A 火口の位置からして、 45° の放出角のものはその北壁、すなわち、南岳山頂火口の北壁にさえぎられ、北岳山頂火口には達しえないはずである。それゆえ、上記の噴石は 60° とか 70° とかという大きな角度で放出されたと考えるほうが妥当であり、したがって、その初速も圧力も上記の値よりかなり大きかったはずである。東京大学地震研究所茂木清夫氏は樹木の擦過痕の角度に基いて、そのような見解を採っておられる。もっとも、北岳山頂火口内では、中岳寄りの、北岳山頂火口壁のかげとおぼしい所には噴石が少ないこと、次に述べるように、噴石は主として、かつての A 壁構成物と考えられること、さらに、高温の噴石は少数で、しかも、それは南岳山頂火口縁の低所を越えたものだけのようであることなどからみて、噴石は大部分が A 壁の爆砕されたものであり、その位置からは 45° の放出角のものも可能であるとも考えられる。

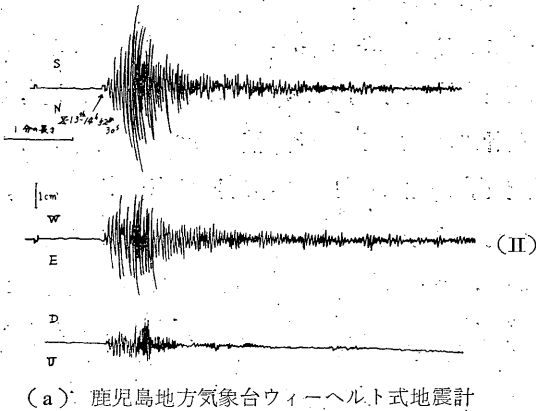
噴石はすべて角ばった碎片状で、火山弾と称せられるような形状のものは全く認められなかった。鹿児島大学大庭昇氏の鑑定によれば、田実三郎が 17 日に北岳登山道 7 合目で採取した質量 368 g の噴石は輝石安山岩質の黒色部と、火山灰質のものが再溶融し、さらにその後高度に凝固したと推定される灰白色部とがあり、後者には気体のあわをもつ小火山弾や安山岩質小片が多数含まれている。なお、黒色部の外側は丸味を帯びており、ところどころに灰白色部と同じ火山灰質物がこびりついていて、こすっても落ちない。また、黒色部と灰白色部の境界はなめらかで、直線的になっている部分もある。そして、大庭氏は、該噴石のこれらの構成物は高度の熱的作用でゆ着したものと解しておられる。

桜島内に落下した米粒大の火山れきは火山灰質物の凝固したもので、指で強くつまめばぼろぼろにくずれる。山頂付近には、これと同質のより大きなものも散在し、金づちで軽くたたいてもたやすく割れる。

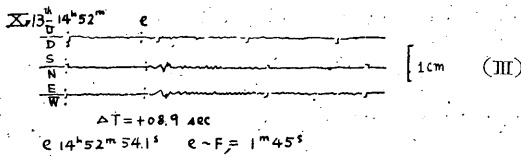
なお、当台採集のこれらの火山砕せつ物については、上記大庭氏ばかりでなく、中央气象台諏訪彰、鹿児島大学波多江信広、その他の諸氏も、すべて再生砕せつ物と鑑定しておられる。また、諏訪氏は 10 月 22, 23 日に桜島を踏査し、特に 23 日には当台今里能、田実三郎とともに北岳に登山されたが、初生砕せつ物と鑑定されるものは全く発見されなかった³⁰⁻⁷⁾。なお、同氏が北岳山頂火口内で採集されたち密で堅硬な噴石は珪酸鈹物を含む粗面組織の輝石安山岩で、従来知られている桜島火山の諸岩石とはかなり異なった岩質のものであるという。

§ 6. 今回の諸爆発の爆発地震

今回の噴火の爆発地震のうち、当台のウィーヘルト式地震計に記録されたものは次表のとおりである。そのおもなものの記象を Fig. 14 a, 15 に示す。なお、Fig. 14 b は 10 月 13 日の第 1 回爆発の宮崎測候所ウィーヘルト式地震計の記象である。

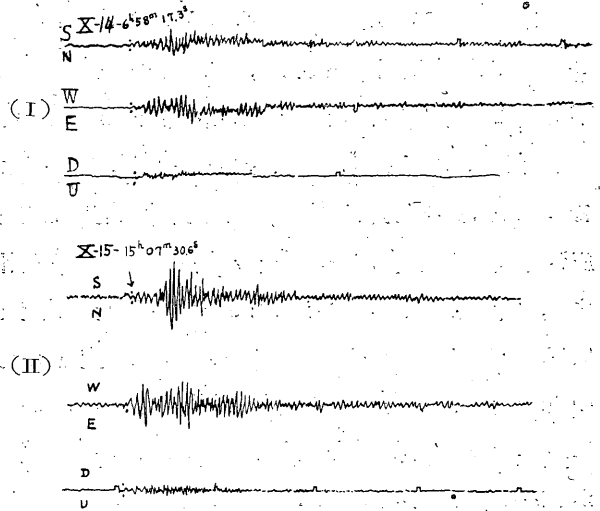


(a) 鹿児島地方気象台ウィーヘルト式地震計



(b) 宮崎測候所ウィーヘルト式地震計

Fig. 14. 10 月 13 日の第 1 回爆発の爆発地震の記象



(I) : 第 2 回爆発 (10 月 14 日 6 時 58 分)
 (II) : 第 4 回爆発 (10 月 15 日 15 時 10 分)
 (III) : 第 8 回爆発 (10 月 22 日 6 時 50 分)

Fig. 15. 第 2 回爆発以後の主要爆発地震の記象 (鹿児島地方気象台ウィーヘルト式地震計)

| 爆発 番号 | 月・日 | P(J.S.T.) | P~S | P~F | 初動 方向 | 最大振幅 | | | 震度 |
|----------|-------|---------------------|----------|-------------|----------|------------------|------------------|------------------|----|
| | | | | | | N | E | Z | |
| 1 | 10-13 | h m s 14 52 29.2 | s 2.0 | m s 9 40 | E | 439 ^μ | 214 ^μ | 116 ^μ | 0 |
| 2 | 10-14 | 06 58 17.3 | 2.3 | 5 40 | 不明 | 50 | 44 | 21 | 0 |
| 3 | 10-14 | 12 32 53.4 | — | 3 04 | 不明 | — | 4 | — | 0 |
| 4 | 10-15 | 15 07 30.6 | 1:1 | 4 26 | W | 104 | 81 | 19 | 0 |
| 5 | 10-16 | 12 44 28.1 | — | 3 08 | W | 23 | 34 | 9 | 0 |
| 6 | 10-16 | 17 56 23.1 | — | 2 12 | 不明 | — | 10 | — | 0 |
| 8 | 10-22 | 06 47 43.7 | — | 11 22 | 不明 | — | 5 | — | 0 |

(注) 当台ウィーヘルト式
 地震計常数
 N E Z
 周期(秒) 5.2 5.1 4.9
 倍率 77 77 70
 制振度 6 7 6
 摩擦値
 (mm) 0.11 0.14 0.26

これらの爆発地震のうち、第1回爆発の初動方向は記象が不明りょうではっきりとは読みとれなかったが、「引き」のように見うけられたのに対して、その後の諸爆発で初動方向が確認できるものはすべて西、すなわち、「押し」であることが注目される。また、これらの地震に共通しているのは、南北動では発震時から24~25秒のところ、東西動は12~13秒、34~35秒および67~68秒のところ、最大動のある二山または三山の記象をなしていることである。なお、10月13日の第1回爆発時、宮之城で有感地震があった由である。該爆発との関連の有無などは不明であるが、ただ、距離的にみて、空振の誤認とは考え難い。

ちなみに、今回の噴火では、顕著な前微地震というようなものはなかった。ただ、噴火発生の前々日の11日5時35分に宮崎および大隅半島で有感地震(宮崎震度Ⅱ、垂水Ⅱ、野方Ⅰ、細山田Ⅰ、鹿児島0)があり、鹿児島(当台ウィーヘルト式地震計による)での最大振幅は230 μ であった。また、噴火休止後、野方で11月3日2時23分に震度Ⅰ、鹿屋で同日14時20分に震度Ⅱ、さらに、鹿屋地磁気観測所で11月8日13時30分に震度Ⅰの有感地震がそれぞれあり、3日14時20分のもの以外は当台のウィーヘルト式地震計に記象されている。いずれも割合に深い地震のようである、とにかく、今回の噴火前後に発生したこれらの地震が噴火となんらかの関連があるか、あるいは、無いかということは不明である。

§ 7. 第1回爆発の爆発音聴域²⁾

I) 実測聴域

通信調査などによって判明した、10月13日の第1回爆発の聴域は Fig. 16 のとおりである。内聴域は長軸約70kmのほぼだ円形をなし、爆発点である桜島はこのだ円の中心の南南東10kmに位している。この内聴域は北東方および東方に帯状にのびているが、北方の大臼方面にもかなりふくれ出ている。Fig. 16では、人吉付近を外聴域としてあるが、これは、調査結果からみて、人吉の方が大臼よりも高音だったように考えられるためである。しかし、あるいは、大臼方面の内聴域はもっと北にのび、人吉北方まで達していたのかもしれない。さらに、長島付近に外聴域らしいものを設定したのは、同島の山野で爆発音を聞いた者が数名あるとの報告によったものであるが、これは静かな山野にいた農夫のうち、耳の鋭敏な者だけががすかに聞きえたものである。対岸の阿久根、米之津でこの爆発音を聴取したという報告はないが、これらの町では騒音に紛れて聞きえなかったのかもしれない。いずれにしても、長島付近の外聴域の存在は疑わしい。なお、人吉、長島と桜島との距離はともに約70kmである。

ほぼ確実に外聴域と認めうるのは日向灘一帯で、海上であるので詳細にはつかめないが、まず、桜島から距離65~75km以上、東北東ないし東南東の夾角60°の範囲であろう。



Fig. 16. 10月13日第1回爆發の聴域

このほか、特に異常と考えられる聴域が2か所報告されている。その中の大分県八重町は報告が1通だけであり、報告者自身も確信がなく、あるいは、付近の鉱山における火薬の爆發音であったかもしれない。他の一つは愛媛県御荘および高知県沖之島で、それぞれ、かすかな海鳴りに似た音を聞いたとのことであるが、必ずしも桜島火山の爆發音であるかどうかは判らない。御荘、沖之島と桜島の距離はともに約 250 km であり、宿毛、清水、宇和島などからはなにも聞かないとの報告があった。いずれにしても、外聴域はその大部分が海の中にあるため、報告がほとんどないので、Fig. 16

に示した形も信頼度がすくない。なお、油津郊外で多数のキジの鳴き声が聞えてから、間もなく爆音を聞いたとの報告があった。

ちなみに、当台のウィーヘルト式地震計の記象には、発震時から 27 秒ほどのところに空振らしい振動がはいっている。当台と南岳山頂火口との距離 10 km の P 波の伝ば時間を 2.8 秒とすれば、空振波の速さは 336 m/sec となる。

II] 高層気象資料との照合

10 月 13 日、第 1 回爆発 (14 時 53 分) 前後の 12 時および 16 時 05 分の Radiosonde の観測結果は次表のとおりである。この同時刻における観測値を比較すると、平常の日変化を考慮すれば、8 km 高以下ではほとんど差がなく、噴火が気温に与えた影響はほとんど残っていないようである。ただし、湿度は、4 km 高前後では 16 時の値が 12 時よりかなり減少している。これは、気球の経路からみて、鹿児島北方で降灰層中を通過したためと考えられる。

| 高度 (km) | 気圧 (mb) | | 温度 (°C) | | 高度 (km) | 気圧 (mb) | | 温度 (°C) | | 高度 (hm) | 気圧 (mb) | | 温度 (°C) | |
|------------|---------|--------------|---------|--------------|------------|---------|--------------|---------|--------------|------------|---------|--------------|---------|--------------|
| | h 12 | h m 16 05 | h 12 | h m 16 05 | | h 12 | h m 16 05 | h 12 | h m 16 05 | | h 12 | h m 16 05 | h 12 | h m 16 05 |
| 0.5 | 960 | 962 | 19.2 | 20.2 | 7.5 | 403 | 404 | -18.0 | -17.3 | 14.0 | 153 | 157 | -62.2 | -59.3 |
| 1.0 | 905 | 907 | 15.3 | 16.7 | 8.0 | 376 | 377 | -22.7 | -21.7 | 14.5 | 142 | 143 | -65.0 | -60.5 |
| 1.5 | 852 | 853 | 12.9 | 13.2 | 8.5 | 351 | 352 | -26.9 | -26.0 | 15.0 | 130 | 133 | -68.3 | -64.2 |
| 2.0 | 803 | 803 | 11.1 | 10.3 | 9.0 | 327 | 328 | -31.3 | -30.2 | 15.5 | — | 127 | -67.7 | -67.7 |
| 2.5 | 757 | 759 | 8.7 | 8.5 | 9.5 | 306 | 306 | -34.5 | -33.7 | 16.0 | — | 123 | — | -70.5 |
| 3.0 | 712 | 713 | 6.7 | 9.7 | 10.0 | 284 | 284 | -37.7 | -35.7 | 16.5 | — | 103 | — | -73.7 |
| 3.5 | 670 | 672 | 4.9 | 7.6 | 10.5 | 263 | 265 | -42.1 | -38.3 | 17.0 | — | 95 | — | -71.4 |
| 4.0 | 630 | 632 | 3.2 | 5.2 | 11.0 | 244 | 246 | -43.9 | -41.0 | 17.5 | — | 87 | — | -68.9 |
| 4.5 | 593 | 593 | 1.3 | 2.4 | 11.5 | 227 | 228 | -46.0 | -42.6 | 18.0 | — | 80 | — | -66.0 |
| 5.0 | 556 | 557 | -1.2 | -0.2 | 12.0 | 215 | 213 | -47.9 | -45.8 | 18.5 | — | 74 | — | -63.2 |
| 5.5 | 552 | 523 | -4.3 | -3.9 | 12.5 | 194 | 197 | -53.9 | -50.0 | 19.0 | — | 68 | — | -62.2 |
| 6.0 | 490 | 490 | -7.3 | -7.0 | 13.0 | 180 | 183 | -57.2 | -53.1 | 19.5 | — | 63 | — | -60.1 |
| 6.5 | 460 | 460 | -10.0 | -11.0 | 13.5 | 167 | 169 | -59.5 | -57.5 | 20.0 | — | 58 | — | -58.7 |

また、12 時の観測結果から、音速 $C(m/s) = 20\sqrt{T}$ (ただし、 T は絶対温度) を求め、それから上下層の音速比を計算すると次表のようになる(もっとも、ずっと高層まで $\sqrt{\gamma \frac{R}{m}}$ (γ : 気体の定圧比熱と定容比熱の比, R : 気体常数, m : 分子量) が不変で、約 20 とおいてよいものかどうかには問題がある)。

20 km 以上の高層気温は測定しなかったが、ゴワンによる推定値である 30, 35, 40, 50, 55 km の気温 (絶対温度) 246°, 262°, 278°, 305°, 364°, 406° から得た音速 315, 320, 340, 350, 380, 400 m/s をつぎ足せば、この大気内での音速分布式

| 高度(km) | 音速(C) | 上下層音速比 | 高度(km) | 音速(C) | 上下層音速比 | 高度(km) | 音速(C) | 上下層音速比 |
|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
| 0.5 | 342 | | 7.0 | | 0.98 | 13.5 | 292 | |
| 1.0 | | 0.99 | 7.5 | 319 | | 14.0 | | 0.99 |
| 1.5 | 338 | | 8.0 | | 0.98 | 14.5 | 288 | |
| 2.0 | | 0.99 | 8.5 | 314 | | 15.0 | | 0.99 |
| 2.5 | 336 | | 9.0 | | 0.98 | 15.5 | 286 | |
| 3.0 | | 0.99 | 9.5 | 308 | | 16.0 | | 0.98 |
| 3.5 | 334 | | 10.0 | | 0.99 | 16.5 | 282 | |
| 4.0 | | 0.99 | 10.5 | 304 | | 17.0 | | 1.02 |
| 4.5 | 331 | | 11.0 | | 0.99 | 17.5 | 286 | |
| 5.0 | | 0.99 | 11.5 | 301 | | 18.0 | | 1.02 |
| 5.5 | 328 | | 12.0 | | 0.98 | 18.5 | 290 | |
| 6.0 | | 0.99 | 12.5 | 296 | | 19.0 | | 1.01 |
| 6.5 | 324 | | 13.0 | | 0.98 | 19.5 | 292 | |

$$v_z = v_0 (1 + az)$$

ただし、 v_0 は地上音速、 v_z は高さ z km の高度の音速、

において、 a が 地上より 15 km 高まで $a = -0.01$

15 km 高より 30 km 高まで $a = +0.005$

30 km 高以上 $a = +0.01$

の分布をしたものとして、実用的にはこの噴火時の高層気象実況に一致するものとみてよいであろう。

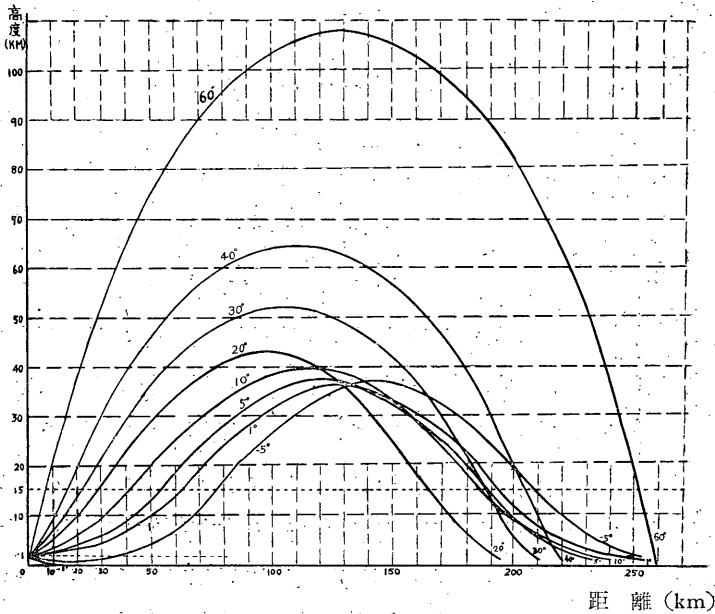


Fig. 17. 静穏大気内の高層音波経路

II] 静穏大気としての聴域

II] による a の値により、大気を静穏とした場合の南岳山頂火口縁からの射出角（水平面上） $1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, 4^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 60^\circ$ の音波の経路を、1 km 高度差ごとの屈折角を計算して、作図すると、Fig. 17 のようになる（ただし、 $2^\circ, 3^\circ, 4^\circ$ の分は便宜上記入を省略）。

これによれば、南岳山頂火口から水平以上に出た音波は、15 km 高までは地面に対して Convex の、それ以上の高さでは Concave の経路をとって、終局には地上近くにおいていき、大体桜島を中心とした半径約 190 km 以上の環形が外聴域のはじまりとなるべきことが示される。

なお、水平以下に出た音波も、次に述べるように、その水平面との射出角が 8° 以内のものは一度下降した後に上昇し、再び下降することは Fig. 17 で (-5°) として一例を示したとおりである。

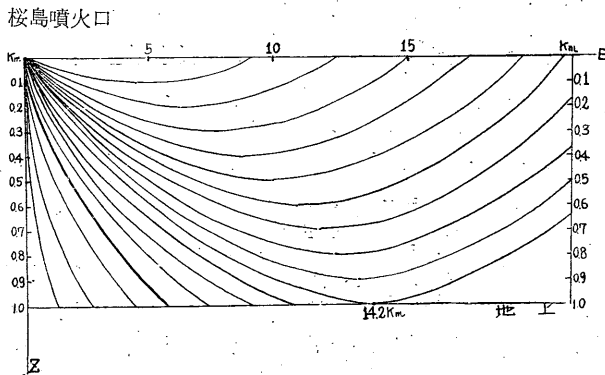


Fig. 18. 静穏大気内の低層音波経路

$z_m = \frac{1}{a \cos \theta_0} (1 - \cos \theta_0)$ を 0.1, 0.2, 0.3, ... 1 とおいて θ_0 を求め、 $E = \frac{2}{a} \tan \theta_0$ より到達距離 E を求めると、次表のようになる。ただし、桜島噴火の場合は $z = 1.0$ なる場合の射線における E の半分値が内聴域半径になるべきである。

| $z(\text{km})$ | θ_0 | $\frac{1}{2}E(\text{km})$ |
|----------------|---------------|---------------------------|
| 1.0 | $8^\circ 05'$ | 14.20 |
| 0.9 | $7^\circ 40'$ | 13.46 |
| 0.8 | $7^\circ 13'$ | 12.66 |
| 0.7 | $6^\circ 45'$ | 11.84 |
| 0.6 | $6^\circ 16'$ | 10.95 |
| 0.5 | $5^\circ 43'$ | 10.01 |
| 0.4 | $5^\circ 07'$ | 8.95 |
| 0.3 | $4^\circ 26'$ | 7.75 |
| 0.2 | $3^\circ 37'$ | 6.32 |
| 0.1 | $2^\circ 34'$ | 4.49 |

水平から下方に射出された場合は、計算の便宜上、Fig. 18 のように上下軸を逆方向にとり、

$$v = v_0 (1 - az)$$

で $a = 0.01$ とおけば、

$$\left(x - \frac{1}{a} \tan \theta_0\right)^2 + \left(z + \frac{1}{a}\right)^2 = \frac{1}{a^2 \cos^2 \theta_0}$$

なる円の方程式となり、最初の射出角 θ_0 による頂点高度

これによれば、桜島噴火の内聴域半径は約 14 km である。

また、Fig. 18 からみて、内聴域のやや外側に位した少し高い場所では到達する音波がありうる。既述の長島、人吉あたりの聴音現象はこれによったものであるかもしれない（長島の山地は海抜 200~300 m）。

なお、Fig. 18 において、地面に到達せずにわん曲して上昇する射出線も外聴域に達する可能性があるが、これは原点から数 km 離れて同角度で上方に射出された音と見なされるから、広い外聴域を扱う場合には特に論議する必要もないであろう。

III 非静穏大気の内聴域

前には無風状態として計算したが、ここでは風の実測値により、大体内聴域を研究してみる。桜島の南方向を考えれば、1 km 高以上は南寄りの風、それ以下は北寄りの風であるから、波面をおしあげる作用をなし、射出伏角 8° のものは地面には到達せず、それよりやや大きい伏角のものが最大到達距離を示すものとなる。

低高度における風向、風速は右表のとおりであったから、これを用いて、略算式

$$\frac{\text{上層音速}}{\cos(\text{上層射出角})} + \text{上層風速成分}$$

$$= \frac{\text{下層音速}}{\cos(\text{下層よりの入射角})} + \text{下層風速成分}$$

により、100 m ごとに計算してみた。桜島の南方では Fig. 19 に点線で示したように、山頂火口から水平以下 15° 以上の角度で射出されたものだけが地面に達し、それ以下の角度のものは地面に達せず、その最大到達距離、すなわち、内聴域距離は約 13 km となる。

次に、桜島の北方向を考えれば、南方向の場合とは逆に、風が波面をおしさげる作用をすることとなる。この場合について、前同様に計算すれば、Fig. 19 の実線で表わされるように、水平下 1° の角度で北方に射出された音波は約 14 km の距離で地面に到達することとなり、水平下 30° のものは約 19 km、水平下 10° のものは約 44 km の距離で地面に到達することとなる。それより小角度のものはもっと遠方に達するはずであるが、距離による減

| 高度 km | 風向 | 風速 m/s |
|-------|-----|--------|
| 0.1 | N | 2.0 |
| 0.2 | WNW | 2.0 |
| 0.3 | N | 1.0 |
| 0.4 | ENE | 2.0 |
| 0.5 | ENE | 5.0 |
| 0.6 | ENE | 5.0 |
| 0.7 | ENE | 3.0 |
| 0.8 | NE | 3.0 |
| 0.9 | ESE | 4.0 |
| 1.0 | SE | 4.0 |
| 1.5 | ESE | 8.0 |
| 2.0 | SE | 8.0 |
| 2.5 | SE | 12.0 |
| 3.0 | SE | 12.0 |
| 3.5 | SSE | 5.0 |
| 4.0 | S | 6.0 |
| 4.5 | SW | 10.0 |
| 5.0 | SW | 11.0 |
| 5.5 | SW | 11.0 |
| 6.0 | SW | 13.0 |
| 6.5 | W | 17.0 |
| 7.0 | W | 15.0 |

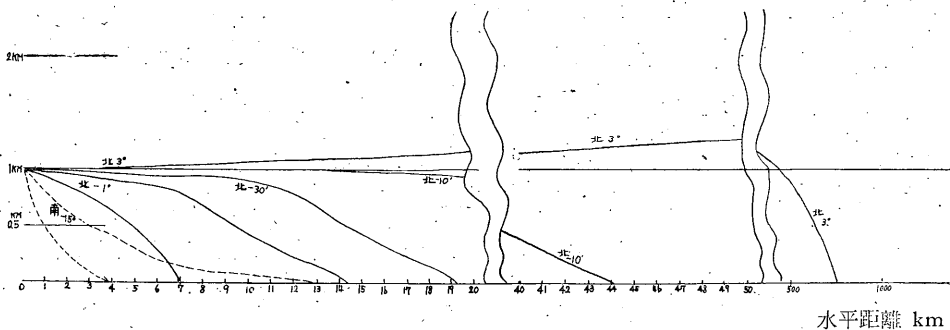


Fig. 19. 低層音波経路

衰の他に、射出角の小変化による距離の延長差の大きいことを考えれば、地面に達する音のエネルギー密度がごく小さくなり、40~50 km 以遠の地上では聴きえなくなったとみてよいであろう。

なお、1 km 高、2 km 高の風速差も加えて計算すると、火口より北方に水平上 3° 内の角度で射出された音波は 2 km 高までの高さで下方に反射されるが、その地面における水平距離は数百 km となるので、減衰の点からして、これまた、無視してよいと考えられる。ただし、桜島の北方で 1 km 高、2 km 高の間にさらに強い南寄りの風が吹いていたとすれば、反射高度はもっと低くなり、地面での水平距離が数百 km より短くなって、一種の外聴域を形成する可能性もあり、既述の人吉付近や長島の外聴域らしいものの因がこれにあるのではあるまいかと考えられる。

以上が比較的低高度の高層気象資料からみた内聴域の大体の大きさであるが、これを各地からの報告によって作った Fig. 16 の聴域図と比較してみると、桜島南方における実際聴域が計算聴域よりかなり大きい。これは、音源が強いために、20~30 km ぐらいの所までは回折による直達波があったためであろうと考えられる。すなわち、噴火口を中心に約 20~30 km の距離までは、直達波と上述のように伝はしてきた音波の合成された音が聞え、桜島南方では、13 km ぐらいから先は直達波だけが聞えたのであろう。こう考えると、爆発音の距離による減衰が特に大きいように見られたこと、たとえば南 7 km の海潟では人々が家から飛び出したほどの大音響だったのに、同方向 12 km の垂水では気づかない人がいたほどの小音響だったこと、西 10 km の鹿児島市街では大爆発音を聴いているのに、同方向 30 km の吹上では特別静かな所にいた人だけが聴いたほどの弱さであったことなどが説明される。

V] 非静穏大気の外聴域

風が強いと、その風下の方向に内聴域が延びるといわれている。これは、地上（あるいは音源）から上方に次第に同一方向の風速の成分が増す場合に起るものであろう。今回の爆発では、桜島から北東方にのびる帯状聴域があり、これは上層の強い南西風によるものであろうが、当時、1~3 km 高は南東風で、南西から北東へ方向成分は 0 であり、4 km 高より強い南西風に変っているのであるから、この帯状聴域は内聴域の延長がなく、外聴域の短縮によって現れたとみるべきであろう。

火口から北東方に水平上 8° の射出角で出た音波の経路を風速を入れて計算すると、1.5, 2.5, 3, 5, 4.5 km 高の水平となす角度はそれぞれ 11° , 13° , 14° , 11° となる。Rawin 資料によれば、4 km 高と 4.5 km 高の風速の北東成分の差は 6 m/s であるが、これが 9 m/s となれば 4.5 km 高では全反射することとなり、これは桜島の北東方約 50 km の距離で地面に達する。風速だけについても、風の息を考えれば、平均風速による 6 m/s の風速差が 9 m/s の瞬間的の風速差となるのは起りうることであろう。さらに、当日は悪天気であったため、上層にも多少の温度変化があったであろうし、中層雲による反射、地物による反射、地形による乱流等を考慮すると、3.5 km 高、4 km 高での反射

もありうるはずであり、大体 Fig. 17 に示すごとき無風ならば、数十 km 高まで上昇する音波の低層反射により、北東方にのびる帯状聴域の存在はありうるものと思われる。これは外聴域距離の短縮である。

4.5 km 高までで全反射をしなかったものは、風速の分布により、それ以上の高度では成層圏までは地面に対して convex の経路をとり、数十 km の高層に達するまでは反射されない。なお、噴火口から水平上極めて小角度で射出される音波、たとえば、 1° の角度のものは 4 km 高での射出角が 6° となるから、前述のごとき理由でさらに低層で反射されうるが、この場合は、III] で述べたように、1 km 下にはあまり下がらないはずである。ただし、この場合も、下層雲や地物の存在、地形による影響等のため、この音波が若干は地上に降りることもありえよう。

次に、桜島東方の外聴域を考える。北東方の時と同様に各上層風の東西成分をとって計算すれば、まず、火口から水平上 8° の射出角の音波は 35 km 高あたりで反射され、地面には約 40 km の距離で到達するが、 8° 以上のものは 3~4 km 高の間の上層圏の東西成分の逡増ぐらいでは反射されずに上昇し、 15° 前後のものは 6~6.5 km 高間の東西成分の増加によって反射されて、地面には約 55 km の距離で到達し、さらに、 20° 以上のものは 6.5 km 高の層をも突破して、成層圏まで上昇していくはずである。すなわち、桜島東方では、火口から 20~30 km ぐらいまでの内聴域があり、さらに遠方に成層圏反射による外聴域があるべきであり、北東方聴域の所で述べたように、内聴域と前二者の外聴域は連結されてよいものと推定される。これは、実測値とほぼ一致したものとみてよからう。

桜島の東南東方の外聴域を考えれば、8 km 高までの間は波面をおしあげる作用はほとんどなく、8.5 km 高以上、特に 9.5 km 高前後の北西、西北西の強風により音波の反射が生ずるのであるから、この方向では、内聴域と最初の外聴域とが大体分離されるであろう。この 10 km 高の風による外聴域の外側にも、成層圏での反射による外聴域が存在すべきであるが、その存在は海上のために実測されていない。

桜島の北方および南方の外聴域は、高層風の南北成分がほとんど 0 m/s であるから、その方向の音波の各経路は Fig. 17 とほとんど同じであって、経路が長いから、地上ではまず聞えないであろう。

桜島の西方では、音の高層経路が Fig. 17 に示してあるよりさらに上方に上っていくであろうから、外聴域は存在しなかったのであろう。

なお、50 km 高以上で西風が強くなっているとすれば、このあたりでの反射も考えられ、桜島の東方を中心とし、北東方から南東方にわたって、東方では 100 km 以上、北東方および南東方では 150 km 以上の距離の外聴域が存在してもよい。ただし、今回の桜島の爆発程度の音の強さでは、そ

の地上到達距離は 250 km ぐらいが限度だったのであろう。

総括して、この爆発当時は、風向、風速の高さによる変化が大きく、かつ、悪天気で雲が多かったため、聴域が複雑な形状を示したといえる。そして、高層資料により、内聴域の東寄り外方に 4, 6, 10 km 高および成層圏内の高度における反射による外聴域が現れ、そのうちのいくつかが連結したと考えた計算聴域 (Fig. 16 の点線) が実測聴域にほぼ一致するといつてよいと考えられる。

§ 8. 第 1 回爆発のエネルギー

I] 地震波による噴火エネルギーの計算

当台と爆発火口との距離 10 km, 爆発地震の最大振幅 $280 \mu^*$ を用いて、地震観測法所載の坪井忠二氏の地震の規模 M の式

$$M = 0.20\Delta + 0.67 \log A + 3.80$$

ただし、 Δ は 100 km 単位であらわした震央距離、 A は振幅係数を乗じた最大振幅 (μ) であり、当台の振幅係数は 1.0 と認められているから、 $M = 5.5$ となる。これを地震のエネルギー式 Gutenberg-Richter の近地地震式

$$\log E = 9.4 + 2.14 M - 0.054 M^2$$

により計算すれば $E = 3.5 \times 10^{19}$ erg となり、

また、Benioff の 1954 年式

$$\log E = 9.0 + 1.8 M$$

により計算すれば $E = 8 \times 10^{18}$ erg

が得られる。

もち論、これらの式を今回のような至近距離に適用するのは問題であつて、この値は過大に出るはずであり、単なる一つの目安にすぎない。

また、宮崎測候所の噴火口の距離 82 km, 同所での爆発地震の最大振幅 12μ , 同所の振幅係数 1.4 を用いれば、

$M = 4.8$ となり、上記両式による E はそれぞれ

$$E = 3 \times 10^{18} \text{ erg}, 4 \times 10^{17} \text{ erg}$$

となる。

II] 砕せつ物による噴火エネルギーの計算

既述のように、この噴発の降灰量を約 40 万トン、噴石量約 10 万トン、噴出速度 110 m/s とし、

* この最大振幅は空振によると思われる振動をのぞいた値 (実際に観測された最大振幅は 439μ)

$E = \frac{1}{2} (\text{碎せつ物総量}) \times (\text{噴出速度})^2$ を求めれば、 $E = 3 \times 10^{19} \text{ erg}$ が得られる。ただし、この計算には、同時に噴出された水蒸気その他の火山ガスなどは算入されていないので、この E の値は実際の噴火エネルギーより若干過小であろう。

結局、この第1回爆発の全エネルギーは大体 10^{19} erg 程度であり、その爆発地震のエネルギーは 10^{18} erg 程度であって、両者の比は 10 : 1 程度と推定される。

参 考 文 献

- 1) 安井 豊：九年ぶりの桜島噴火，天文と気象 **22**, No. 2 (1956), 8~11.
- 2) 安井 豊：桜島噴火と異常音聴域，天気 **3**, No. 4 (1956), 121~126.
- 3) 今里 能・諏訪 彰：最近の桜島の活動について，火山物理研究会ニュース No. 3 (1955), 3.
- 4) 諏訪 彰：1955年10月の桜島の噴火，地学雑誌 **64**, No. 4 (1955), 169~172.
- 5) 諏訪 彰：桜島噴火の診察，気象 **5**, No. 1 (1956), 14~17.
- 6) 諏訪 彰：1955年10月の桜島の噴火，測候時報 **23**, No. 2 (1956), 48~51.
- 7) 諏訪 彰：1955年の桜島の噴火，地質学雑誌 **62**, No. 725 (1956), 115~116.
- 8) 本多 彪：1946年3月の桜島の噴火，験震時報 **15**, No. 3~4 (1951), 32~41.
- 9) 鹿児島測候所：1946年3月~5月桜島噴火報告，験震時報 **15**, No. 3~4 (1951), 42~57.

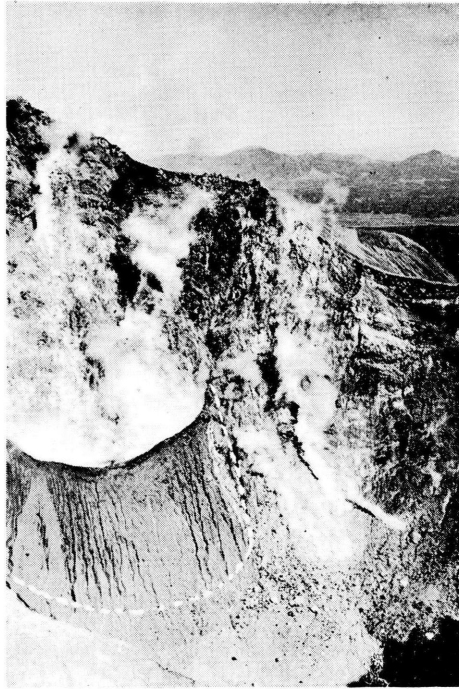


Fig. 3. 山頂火口南縁からみた A 火口と A 壁
(1954 年 12 月 3 日, 永光要人撮影)

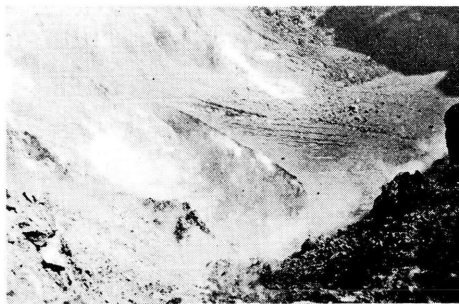


Fig. 4. 山頂火口北縁からみた A 火口
(1954 年 12 月 27 日, 田実三郎撮影)



Fig. 5. 1955年11月14日の山頂火口
(海上自衛隊鹿屋航空隊提供)

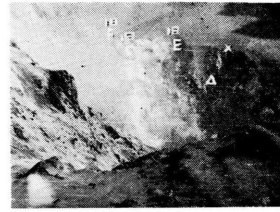


Fig. 6. 山頂火口北縁からみた A 火口
(1955年12月6日, 安井豊撮影)

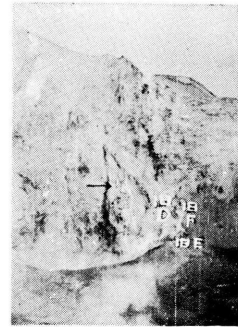


Fig. 7. 山頂火口南縁からみた A 火口
(1955年12月8日, 安井豊撮影)

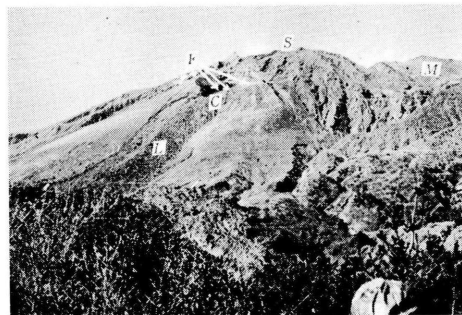


Fig. 8. 権現山からみた南岳東側山腹の 1946年(昭和21)火口
(1956年1月25日, 田辺剛撮影)

- C: 1946年火口
- F: 噴気孔
- L: 1946年溶岩流
- M: 中岳
- S: 南岳

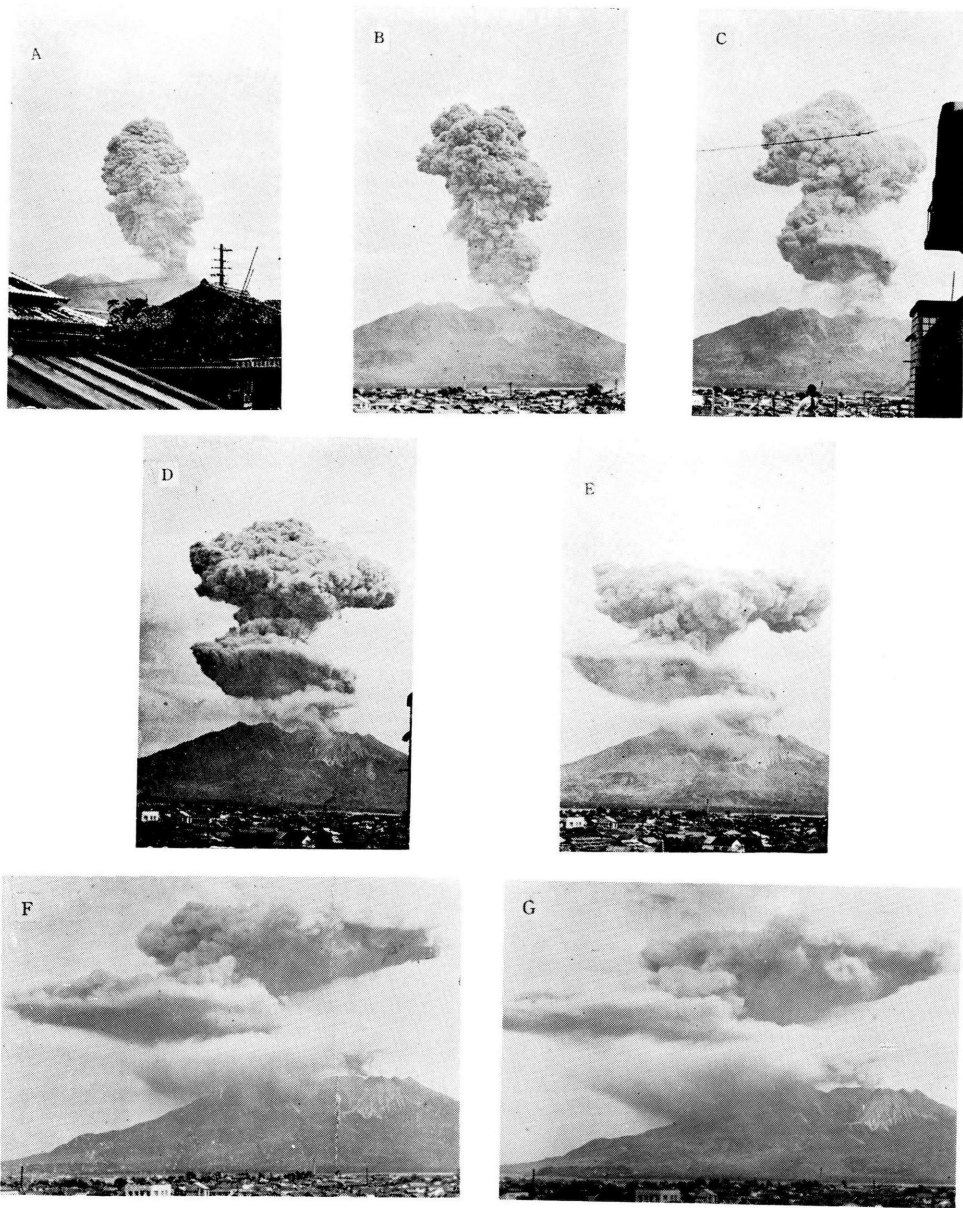


Fig. 9. 10月16日12時45分の第5回爆発 (鹿児島地方気象台から、永光要人撮影)

A: 12時45分 C: 12時55分 E: 12時58分 G: 13時10分
 B: 12時47分 D: 12時56分 F: 13時01分

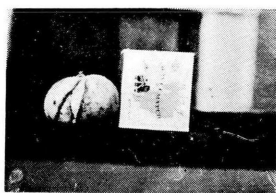


Fig. 12. 降灰により害された
みかん

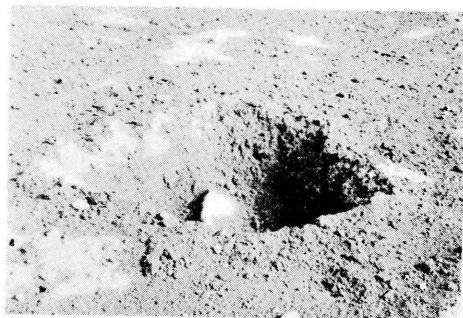


Fig. 13. 北岳山頂火口底に落下した噴石
(田実三郎撮影)