

10. 昭和21年3月の櫻島噴火

地震研究所

}	萩原	尊禮
	表俊	一郎
	村内	必典
	明石	和彦
}	山田	重平

(昭和21年4月16日, 5月21日發表—昭和21年6月30日受理)

緒 言

櫻島は昭和21年3月上旬活動を始め, 同年5月下旬一應その活動が熄むまで, 約2ヶ月半に互り噴煙を続け, 且つ相當多量の新熔岩を流出した。筆者等は櫻島噴火の報を得てから, 地震計4臺, スピリットレベル傾斜計1臺, 反射望遠寫眞機1臺其の他の觀測器具を携帶して同島に赴き, 一部の者は3月27日より4月25日に至る期間此處に滞在して火山現象の觀測及び觀察を行つた。

過去の活動狀況

櫻島は鹿児島灣内にある周囲約40kmの島であるが, 去る大正3年の大噴火の際流出した熔岩により大隅半島との間にあつた瀬戸と云ふ狭い海峡が埋められたので今では僅かに陸続きとなつて嚴密には島ではない。全島, 熔岩, 火山彈, 火山砂礫等の火山噴出物からなり, これ等の火山岩は何れも珪酸60~65%を含む中性の複輝石安山岩である。島の中央に海拔約1000mの北岳(御岳), 南岳等があり, かつて地質時代にこれ等の岳の中央火口の活動により成層火山たる今日の山容が形作られたものである。

有史時代の櫻島は3回の大噴火の記録がある。その一つは西歴1468年より1478年に至る約10年間の大活動で, 所謂文明熔岩が流出してゐる。その二は1779年より1781年に至る4年間の大活動で所謂安永熔岩が流出してゐる。その三は大正3年(1914年)の大噴火で, 所謂大正熔岩が流出してゐる。これ等の大噴火のあつた後は比較的靜謐な時代が続き, 時折小噴火を行ふに過ぎず熔岩を流出することはなかつた。有史時代に入つてからは, 中央火口の大活動はなく有史時代の三大噴火は何れも龜裂噴火(Fissure eruption)である。即ち, 山體の中央を通る一方向に龜裂を生じこの龜裂線上に噴火を起し, 山腹に幾つかの火口群を生じ, そこから爆發し且つ熔岩を流出してゐる。そして, この三大噴火は何れの場合も必ず山體中央の兩側に噴火を起し所謂兩側噴火の形式をとつてゐた。文明噴火, 安永噴火, 大正噴火の火口群の配列を見ると, 南岳山頂火口を通り, 夫々N50°E, N20°E, N70°Wの方位角を持つ直線の上に規則正しく乗つてゐるのが見られる。要するに, 地下の大きな岩漿溜から強大な壓力を以て熔岩がこの龜裂に貫入し, その一部が地上に流出したものと考へられる。

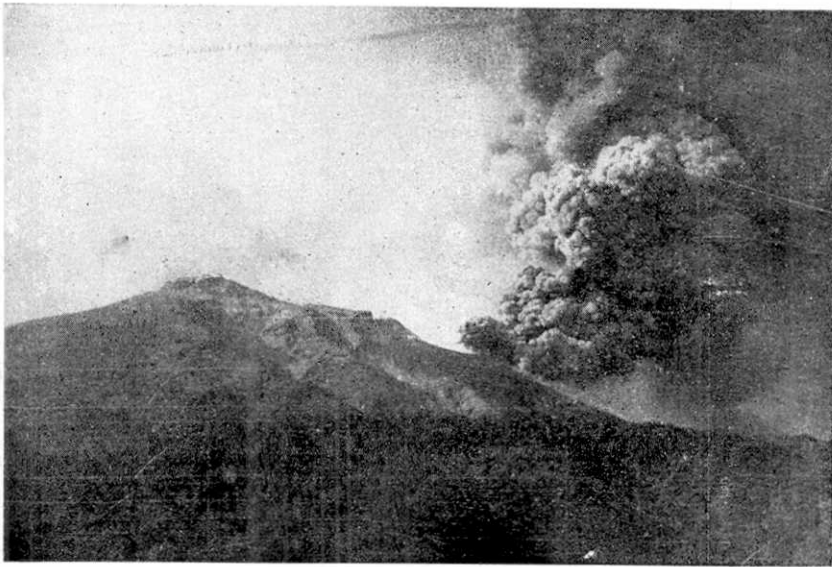
今回の噴火の経過を述べるに先立ち, これと密接な關係のある大正8年の大噴火について簡単に述べておく必要がある。大正3年の大噴火は實に大規模な噴火であつて, 明治以來日本で火山

に関する學術的の調査が始められるやうになつてから今日まで他に匹敵するものがない程である。それは極めて顯著な地震群を前驅として、1月12日10時先づ南岳東側の山腹に噴火を起し、相次いで南岳東側の鍋山付近にも噴火を起した。爆發的活動は次第に勢力を増し、黒煙は高く立ち昇り、火口から噴上げられた浮石、火山灰は主に西風のため東方に飛び東山麓の黒神部落はその落下により全く埋没し、西北山麓の諸部落も亦熔岩片の落下と落雷のために火災を生じて焼失した。爆發的活動は噴火第1日の午後から翌第2日午前に至るまで最も盛であつたが、第2日の午後、熔岩の大流出が始まるに至つて爆發は著しく衰へた。熔岩の流出は數日にして止り、後はこの熔岩が斜面に沿つて次第に流下したと云ふ。東南方に流下した熔岩は瀬戸、脇、有村の3部落を埋め、西方に流下した熔岩は1部落を埋めた。

この噴火は約半年で概ね鎮靜に歸し、その後約20年間は極めて靜穩な時を過し僅かに南岳山頂火口と山腹の數箇所水蒸氣を噴く程度であつた。

大正の噴火によつて櫻島及其の周圍の地域は著しい土地の沈下を起した。噴火後行はれたこの地方の水準線路の改測結果によると、沈下は廣い範圍に亙り、鹿兒島灣北岸では約50cmの沈下が認められた。沈下の最も著しい所は櫻島の北部で2m餘の沈下を起した。この沈降は主に噴火後半年位の間を除々に行はれたもののやうである。その後この沈下は次第に回復し、昭和7年(1932年)に行はれた水準路の改測によると、著しく沈下は回復し所によつては大正噴火前の水準にまで立戻つた状態であつた。¹⁾

ところが昭和10年(1935年)9月に至り、數回の火山性地震に續いて南岳山頂火口に噴火が起り、約1箇月間間歇的に爆發的小噴火が續いた。その後は南岳の噴煙は斷續



第1圖 有村部落より噴煙を望む(4月2日)この様な噴煙が長期間續いた。

1) 宮部直巳 震研彙報 12 (1934), 471.

的に行はれたが昭和 14 年 (1939 年) に至つて顯著になり、つひに同年 10 月に南岳東方の山腹、海拔 750m のところに噴火を生じ頻々とした爆發が約半月續き、赤熱の熔岩片を盛に噴上げたが熔岩を流し出すには至らなかつた。この活動に際しては小規模の噴火熱雲 (Hot avalanche) の噴出があつたやうである。¹⁾ この噴火口は丁度大正噴火の龜裂線上に位してゐるが、大正噴火の火口群よりは高い位置にある。其後噴火は静まり新火口は僅かに水蒸氣を噴くのみであつた。

今 同 の 噴 火

今回の噴火は上に述べた昭和 14 年の新火口の位置に起つたものである。本年 3 月に入つてこの火口から屢々爆音を伴つて噴煙が高く立昇つた。この噴煙は 3 月 10 日頃からは連続的に行はれるやうになつた。島民は始め餘り氣に止めなかつたが、火口から熔岩が流れて山麓に向ふのに氣付いてから大いに驚いた。3 月 11 日有村部落の青年團員が登山したときは熔岩流は既に有村の北方海拔 300m の附近にまで達してゐたと云ふ。

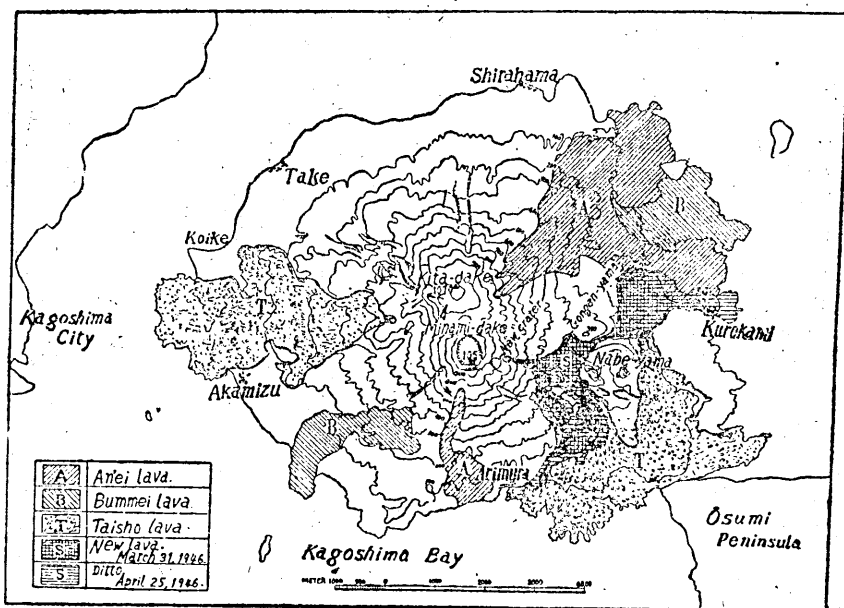
このやうに今回の噴火は何時が初めか漠然としてゐて區劃をつけることが難しい。また何時から熔岩の流出が始つたかも確かでなく、恐らく 10 日頃であらうと推定されるだけである。鹿児島測候所のウィヘルト地震計の記録した火山性微動は 11 日まで斷續してゐたが 11 日 18 時 14 分から以後は全く間斷なく繼續するやうになつたと報告されてゐるから、その頃から本格的な活動に入つたと考へられるであらう。また、今回の噴火は前後を通じて殆ど有感地震が起つてゐない。噴火の初期に有村において注意深い人が 1~2 回微震を感じたに過ぎぬ程度である。携帯した地震計 (周期 0.1sec, 倍率 100) は島内の有村、赤水、武、白濱の 4 點に設置し 3 月 26 日より 4 月中旬まで観測を行つたが 1 回も地震は記録されなかつた。

噴火はその後間斷なく續き、立續けの爆音とともに黒煙を噴き赤熱の熔岩片を噴き飛ばしその岩片は大きいものは徑 3m に及ぶものもあるのが山麓から觀察された。岩片は火口から 500 m 以上の距離へも飛散し、夜間はこれが花火の様に見えた。火口の活動は目立つた消長なく、長く續いたのであるが、有村においては爆音による戸障子の振動は 3 月 20 日頃が最も激しく、其の後は極めて除々に減小したやうである。

熔 岩 流

火口からの熔岩の流出は噴火の初期から末期にかけて絶えず續けられた。火口から流れ出た熔岩流は東側の 34 度の急斜面を下つて鍋山西方の鞍部に至り、二手に分れ一方

1) 津原弘達・水上武 震確彙報 18 (1940), 318.

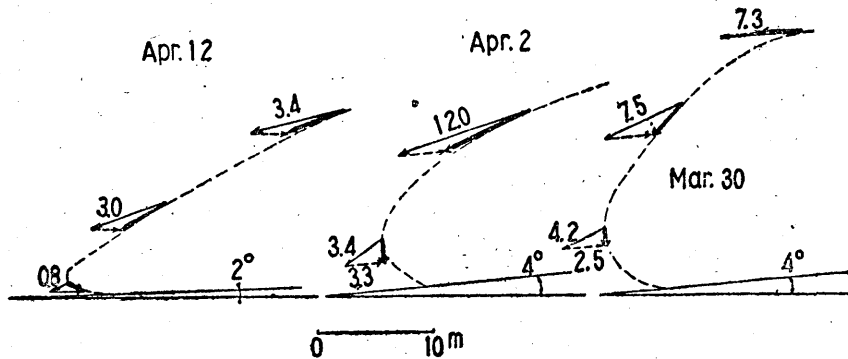


第 2 圖

は鍋山と權現山（何れも古い寄生炭山）との中間を通つて黒神部落上方の平坦地に展開し、此處を毎時 10m 内外の速さで前進し、黒神部落の方向へ向つた。黒神部落に近づくに及び安永熔岩と噴火期不明の熔岩臺地との間の狭い谷に遮られて一時その速度を毎時 1m 程度に落したが、ついにこれを乗越して、4月5日黒神部落を埋没し、海中に進入した。そして更に黒神村海岸より 500m の距離にある濱島と稱する小さい島も埋めて更に沖の方へ進出した。もう一方の南方に向つた熔岩流は、鍋山の麓の幾つかの大正噴火口を埋め、大正熔岩の上を下り一端は大正熔岩の西端の澤に入り、この澤に沿つて 4~5 度の傾斜面を毎時 2~3 米の速度で有村部落へと向つて進み、4月9日には海岸沿ひの縣道にまで進出し、更に有村部落の一部を埋めて海中に入った。第2圖には3月末日及び4月25日現在の熔岩流先端の擴りの狀況を示してある。

熔岩流の表面は冷却して固結し黒色或は茶褐色を呈してゐるが、少し内部は赤熱の状態にあり、割目からそれがよく見えた。光學溫度計による測定の結果は、3月31日黒神村における熔岩流の先端附近で最高 900°C が得られ、4月6日有村方面の熔岩流で最高 950°C が得られた。岩石の熱傳導度は極めて小であるし、流出後岩石内部からのガスの逸散は餘り盛でなかつたことから見て、火口から流出後熔岩流内部は餘り冷却してゐないと見られるから、こゝに測定された溫度は噴出當時の溫度と大きな違ひはないものと思はれる。従つて噴出時の溫度は大約 1000°C と思つてよいであらう。

この種の安山岩質熔岩は玄武岩質熔岩に比べて、一般に粘性が極めて大きいから、流下速度も極めて緩慢で、熔岩流の厚さも亦大である。流れと云ふより寧ろ匍匐 (Creeping) と云つた方が適當かも知れない。その前面は斷崖に近い形をとり、固結部分がガサガサ崩れ落ちながら徐々に進むのである。第3圖は、有村熔岩流の先端の動きを示してゐる。これは熔岩流上に適當な目標物(特徴ある岩塊の様なもの)を定めて、前方の適當な位置よりその目標の動きを小型測距儀(基線長 20cm)及び「ハンドレベル」を用ひて測定したものである。圖の細いベクトルは約2時間に亙る測定から得た各點の運動速度を示し



第3圖 有村熔岩流の先端の運動

單位 m/hour

細實線 観測値

太實線 合成ベクトル

破線 熔岩流水平速度の負値

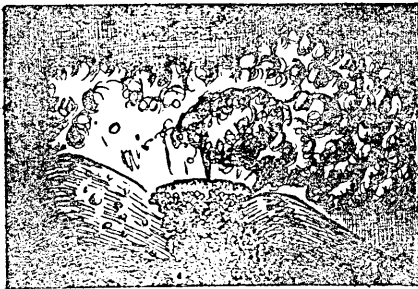
てゐる。太いベクトルは、各點の運動速度から熔岩流の最先端の移動する速度(破線)をベクトル的に差引いたもので、熔岩と共に動く座標から見た各點の速度を表してゐる。

火口付近の情況

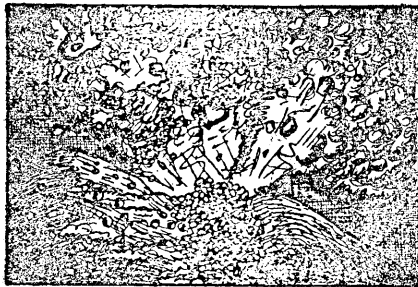
熔岩が火口から流出する狀況は東又は南風の日には火口の東方から望遠鏡によつてよく觀察することができた。これも流れ出ると云ふよりもしぼり出されるといふ方があてはまるかも知れない。恰も固くなつた繪具をチューブから無理にしぼり出すときに似てゐる。火口の活動の情況は極く大ざつばに言つて3段階に分けることができた。即ち、第4圖に示すやうに、(1)一つの大きな爆發が済むと火口は一時静かな状態になる。(2)そのうち、カメラ状に表面に幾つかの龜裂の入つた赤熱の熔岩が火口にもり上つて來る。その龜裂からは爆發的にガスが噴出る。(3)そこで大爆發が起つてこのカメラ状の熔岩を全部空中に飛散させる。この様なことが絶えず繰返される。このもり上つて來



(1) 一つの爆発が済むと比較的静かな状態になる。



(2) カルメラ状の熔岩が除々に押し上げられてきて、龜裂からは時々爆発的にガスを吹く。



(3) 大きい爆発が起つて熔岩を吹飛ばす

第4圖 火口活動の3段階

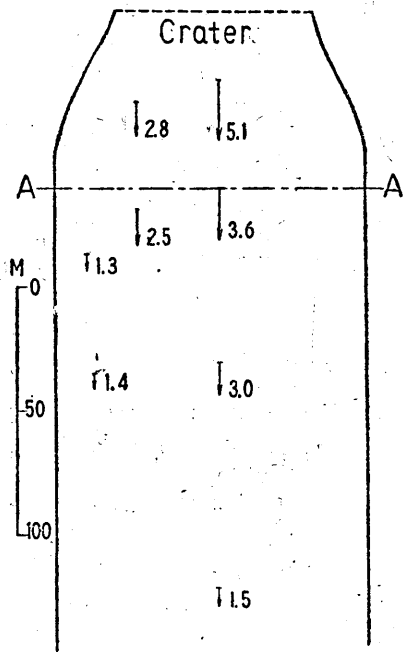
た熔岩の一部は火口から斜面へ送り出されて熔岩流となる。熔岩は火口から離れれば如何に大きな塊でも表面は忽ち放射よつて冷却して黒色になる。

火口から流出した熔岩は約 34° の斜面を下つて鍋山山麓の鞍部に達する。この急斜面の熔岩は、幅約130米、厚さは最も厚い所で約40mであつて、側面からこれを見ると恰も土手の様な恰好である。この熔岩流の表面の速度は、4月9日には第5圖の如くであつた。この速度は鍋山附近より測量によつて求めたものである。ところが、時々火口から更に高温で粘性の小さいと思はれる熔岩が溢れ出て、前の厚い熔岩流の上を比較的速い流速で下つてゆくのが観察された。この流動性の大きい熔岩流は、4月7日の観察では平均約5分の間隔で現れた。この流速を側面より測定した結果を第6圖に示してある。

火口からどの位の割合で熔岩が流出してゐたかを知るには、熔岩流の或る断面を一定時間に通過する熔岩の量を考へればよい。先づ流速の小さい方の熔岩流について火口から70m下方の断面積を求めてみると、約3000平方mとなる。この表面の速度は測定されてゐるが、内部の速度は不明である。斜面を自重で流れる粘性流體の一次元の定常運動を考へると、その速度は表面に近い程大きくなるが、その平均は表面速度の $2/3$ になる。現在の場合には概略の値を調べるのであるから、この關係を使ふと、1日の流出量として

$$7.6 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{day}$$

が得られる。



第5圖 火口直下の熔岩流速單位 m/min A A は火口より 70m の線

$$11 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{day}$$

となる。結局

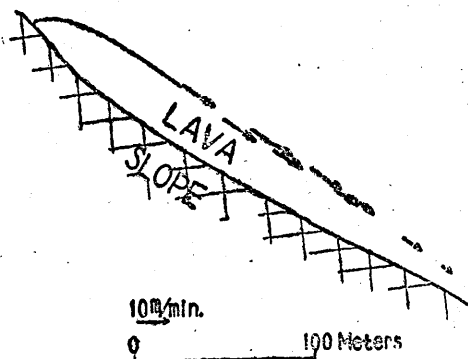
$$(7.6+11) \times 10^5 = 19 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{day}$$

即ち、一日約200萬立方メートルが4月7日頃の火口からの熔岩流出量となる。噴火は約75日間経續し、終りまで熔岩の流出を續け、その間大きな消長はなく、終りに近づくに従ひ極めて徐々に流出量を減少して行つたやうである。假に上の流出量の割合で50日経續したと考へると、今回の總流出量として約1億立方メートル即ち0.1立方キロメートルが得られる。これは大森博士の計算した大正噴火の熔岩流の總體積1.5立方キロメートル¹⁾比べると $\frac{1}{10}$ 以下である。今回の噴火は熔岩の流出總量から云へば、大正噴火の $\frac{1}{10}$ 以下の規模であつたと云へるのである。

熔岩の粘性

熔岩流を一つの粘性流體の流れと見做せば、その運動の状態から粘性係數を決めることができる。簡單のため一次元の問題とし運動を定常的と考へて、第7圖のやうに、傾

1) 火山 2 (1934~1936), 281.

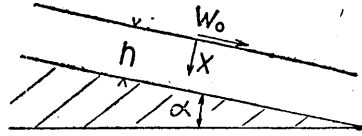


第6圖 火口直下の熔岩の上へ更に溢れ出る熔岩の速度

流動性の大きい方の熔岩流は、間歇的に現れその厚さも薄いが流速が大きいため流出量は前のものより却つて大きい、即ち、厚さを平均3m、幅100m、流れの長さ13m、表面の速度13m/minとし、これが5分に1回の割合で現れるとすれば、1日の流出量として

斜角 α の斜面を、厚さ h 、密度 ρ 、粘性係数 μ の流體が自重によつて流れる場合を考へると、この流體の表面の速度 w_0 は次式で與へられる。²⁾

$$w_0 = \frac{\rho g \sin \alpha h^2}{2\mu}$$



第 7 圖

こゝに、 g は重力加速度である。従つて、熔岩流の、厚さ、表面の速度、密度、斜面の傾斜角等を測定すれば、上式から熔岩の粘性係数を決定できる。實際の熔岩流はこれを定常状態と見做すには異論はないとしても、上に述べたやうに、一次元的ではなく、或る幅を持つた流れであり、厚さも流れの中央と端とで異つてゐる。然し、我々の現在の目的では粘性係数の order だけを知ればよいのであるから、上の簡単な式をそのまま採用し $\rho=2$ として計算した。實際に求めた数値は第 1 表に示す通りである。比較のため他の火山の熔岩の粘性係数も示してある。

第 1 表

熔岩流	岩石	温度	流速 (w_0)	平均の厚さ (h)	平均の幅	傾斜角 (α)	粘性係数 (μ)	密度	測定者
火口直下の熔岩流 (流動性小なるもの)	安山岩	約 1000°C	0.1 cm/sec	35m	130m	34°	1.1×10^9	2	著者
火口直下の熔岩流 (流動性大なるもの)	安山岩	約 1000°C	15.7 cm/sec 8.2 cm/sec 12.0 cm/sec	4.0m 2.0m 2.6m	100m	34° 34° 34°	5.5×10^6 2.7×10^6 3.3×10^6	2	著者
有村熔岩	安山岩	950°C	0.10 cm/sec	30m		2°	3.0×10^9	2	著者
Alika flow (1919) Mouna' Loa	玄武岩	1150~1200°C	5m/sec	6m	9m	7°	4.3×10^4	1.4	Nichols ²⁾
1887 flow Kau, Hawaii	玄武岩	1150~1200°C	0.3 m/sec	2m	1km	4°	4.8×10^4	1.4	Nichols
三宅島	玄武岩	約 1000°C	4m/sec	10m	40m	17°	7×10^5	2	萩原 ³⁾
三原山	玄武岩	1060°C					5×10^4		永田 ⁴⁾

1) 萩原尊禮 震研彙報 19 (1941), 300.

2) R. L. Nichols: Journ. Geol., 47 (1939) 293.

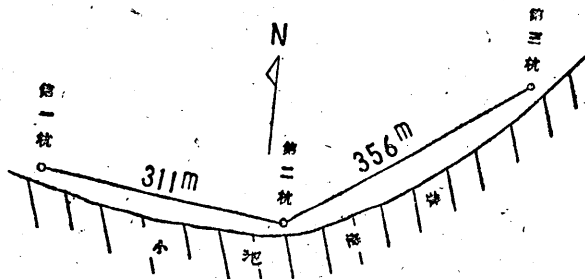
3) 萩原尊禮 震研彙報 19 (1941), 209.

4) 永田武・高橋龍太郎 震研彙報 15 (1937), 1047.

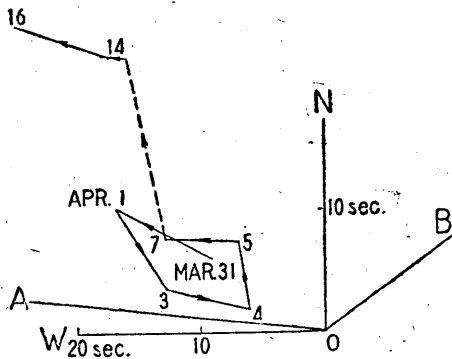
傾斜變化の観測

今回は輸送上制限を受けたので、土地傾斜観測用として小型のスピットレベル1臺だけを携帯した。この器械は直径 2cm 長さ 10cm スピットレベル (感度 5'') の一端に回轉軸を取付け、他端をインバル製マイクロメーターで上下し、常に同一箇所へ氣泡が来る様にマイクロメーターを調節し、マイクロメーターの読みから傾斜角を測定するようにしたものである。氣泡が同一箇所へ来たことを識別するために特にツアイスの萬能經緯儀にあるやうな光學装置を取付けた。マイクロメーターの目盛は 5'' であるから、その分數まで讀むと 0.5'' の傾斜度化まで測定できることになる。この器械を有村部落の石造堆肥小屋の隅に固定した。3月26日より4月24日に至る期間、毎日1~2回測定を行つた。

一方、小池村の海岸に約 400m の間隔で量水標を二箇所へ設け、同時に二本の量水標の値を讀取り、海水面を天然のレベルとして土地の傾斜變化をを求める事を試みた。鹿兒島灣は極めて風波の少いところであるし、



第8圖 小池海岸に設けた量水標



第9圖 小池海岸における地表傾斜變化を示すベクトル圖。矢の方向は沈下方向を示す。OA, OBは観測基準線方向。

火山の噴火に伴つて相當大きな土地傾斜變化が期化されたので、この種の方法でも相當の結果が得られるものと思はれた。第8圖に示すやうに、第1, 第2の量水標を連ねる線は $N83^{\circ}W$, 第2, 第3の量水標を連ねる線は $N55^{\circ}E$ の方向になる。

量水標の讀取は mm まで行つた。1例として、第2表に(A)風波無く好條件の場合、(B)稍風波有る場合につき讀取値を掲げてある。

これを見ると、風波の少ない時を選んで測定を行へば傾斜變化の測定には差支へないことが判る。

第 2 表

(A) 風波無く好条件の場合(小池海岸)

日	時	第 1 量水標	第 2 量水標	差
日	h m	cm	cm	
22	12 52	-63.0	21.9	84.9
	53	-62.9	22.1	85.0
	54	-62.4	22.8	85.2
	55	-61.6	23.1	84.7
	56	-61.2	23.5	84.7
	57	-60.8	24.0	84.8
	58	-60.3	24.7	85.0
	59	-59.6	25.0	84.6
13	00	-59.4	25.5	84.9
	01	-59.1	25.9	85.0

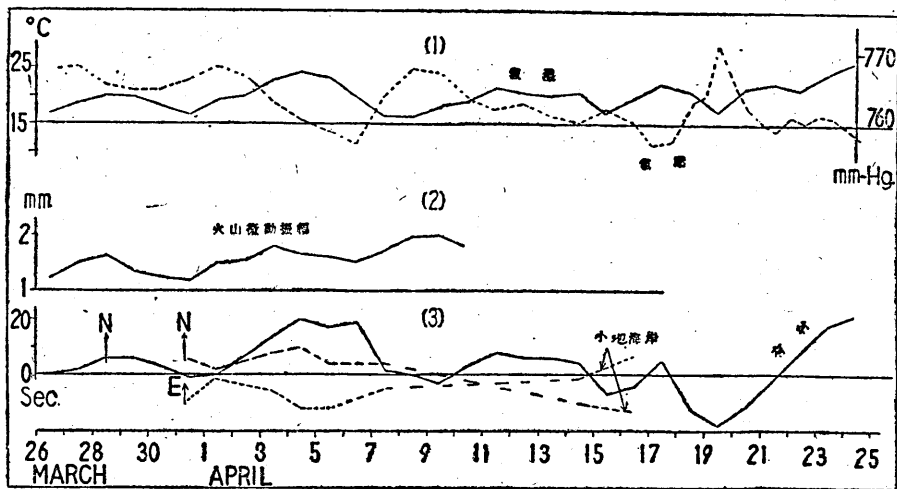
平均
84.89±0.11cm
0.1cm は傾斜角にし
て 0.6'' に相當する

(B) 風 SW 4m 条件悪き場合(有村海岸にて試験, 量水標距離 130 m, 方向 NS)

日	時	第 1 量水標	第 2 量水標	差
日	h m			
17	08 32	69.5	65.0	4.5
	33	71.0	65.2	5.8
	34	70.3	65.2	4.8
	35	72.2	66.0	6.2
	36	72.0	67.0	5.0
	37	74.0	67.5	6.5
	38	73.0	68.7	4.3
	39	74.5	70.0	4.5
	40	74.2	70.5	3.7
	41	74.5	71.0	3.5
	42	76.0	72.0	4.0
	43	76.5	72.8	3.7
	44	76.8	73.2	3.6

平均
4.62±0.64cm
0.64cm は傾斜角にし
て 4'' に相當する

第 10 圖に傾斜變化と鹿兒島測候所觀測による火山性微動の振幅, 氣壓, 氣温をグラフとして示してある。圖を見ると傾斜變化は氣温變化と平行してゐるのが見られる。スピリットレベルによる傾斜變化測定には測定そのものに温度の影響が入ることが考へられるが, 量水標の讀取から求めた傾斜變化は測定そのものに氣温の影響が入るとは考へられない。傾斜變化はスピリットレベルによるものと量水標によるものと平行して變化してゐるので, スピリットレベルによる測定結果も温度そのものによるのではなく實際の土地傾斜を與へるものと考へられる。さて, 測定された傾斜變化が實際土地に實在したものと見做すと, この量は平時の變化としては大き過ぎるから, 火山活動に伴つて生



第10圖 (1) 鹿兒島測候所における気温、気圧 -
 (2) 鹿兒島測候所における火山微動振幅曲線
 (3) 櫻島における地表傾斜観測 (値の増加はその方向の隆起を示す)

じたものと見てよいであらう。圖で見ると傾斜變化と気温と關係があるやうに見えるが、気温變化と気壓變化とはこの季節としては或る程度の關係があるのであるから寧ろ、傾斜變化は気壓變化と結び付けた方がよいやうに思はれる。このやうに考へると、気壓が高くなると新火口が沈降し、気壓が低くなると新火口付近が隆起する。

傾斜變化と火山現象との關係は、假に火口の活動の強弱が火山性微動の振幅で表されるものとする、気壓上昇のとき、即ち新火口付近が沈降のとき、火口活動が増す傾向が見られる。今回の観測は短期間であり、この間に火山活動は目立つた消長や變化を示さなかつたので、これ以上はつきりした議論ができないのは遺憾である。

噴火による災害

黒神村は總戸數 160 (内鹿兒島方面よりの疎開者 30 戸) 大部分が熔岩により埋没したが、熔岩流の進行速度が遅かつたため、家財を他に運び或は家屋を解体する餘裕はあつた。有村は總戸數 55 (他よりの疎開者 15 戸) の中半數が熔岩に埋められたが、熔岩流が此處に到達したのは5月下旬であつて、やはり家屋、家財の運搬の餘裕は充分にあつた。兩村共損害は寧ろ農作地及森林が埋没したことにあつた。大正噴火の場合のやうな猛烈な降灰、浮石の降下はなかつたので死傷者は全くなかつた。

全期間を通じての降灰量の分布は第11圖に示す通りである。農作物に對する灰害について云へば、櫻島に次いで、薩摩半島の灰害が大きかつた。それは低気壓が來たと

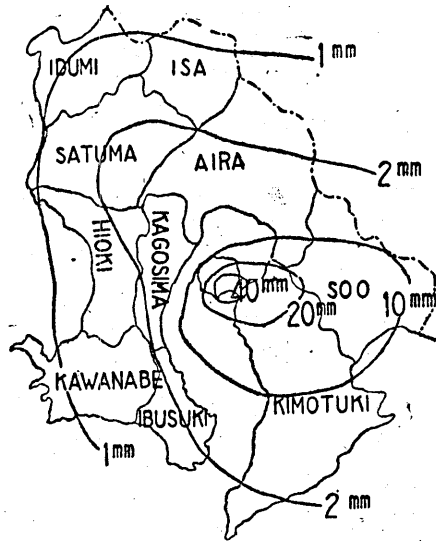
き東南風が吹き降灰に降雨が伴ふからである。北西風の吹く時、即ち大隅半島方面に降灰のあるときは降雨を伴はないので灰害は比較的少ない。鹿児島農産課の調査によると、降灰による縣下の災害は、4月10日現在で麥20%、蔬菜30%、茶種15%、果樹25%以上の減收と見られてゐる。櫻島だけについて言へば灰害は更に大きく4月12日現在の西櫻島村の被害状況は麥70%、蔬菜85%、果樹40%である。

今回の噴火の特徴

今回の櫻島噴火は、大正噴火に比べてその規模は遙かに小さいとは云へ、長期に亘り多量の熔岩を流出したのであつて、火山の噴火としては大きい部類に入れなければならぬであらう。噴火の特徴を云々するには、噴出岩の岩石學的研究が何より必要であるが、これは森本助教の報文に委ね、こゝでは單に外見的の現象からその特徴を擧げてみることにする。

先づ、今回の噴火の特徴の第1は、噴火が相當大規模であつたにも拘らず、噴火の前後を通じて地震を伴はなかつたことである。従來の櫻島噴火は顯著な地震群が前驅して現れるのが特徴であつた。文明の大爆發では5日前から、安永の大爆發では17時間前から、大正噴火では31時間前から地震が頻繁に起つてゐる。これ以外の小規模の噴火、例へば昭和14年10月の噴火でも有村では有感地震が少くなかつたやうである。¹⁾これに反し今回の噴火は前後を通じて島内の何處でも地震は殆ど感じなかつたと云つて良い程度である。

第2の特徴は、大正の大噴火が極めて多量の浮石の噴出を行ひ然る後熔岩の流出を行つたのに對して今回の噴火には浮石の噴出が伴はなかつたことである。そして、大正噴火が多數の小火口群から數日の中にあれだけ多量の熔岩を流出してしまつたのに對して、今回の噴火は一つの噴火口より除々に數十日の長期に亘つて熔岩を流出し續けたのである。又噴煙及び火口の爆發的現象も大正噴火に比べて遙かに劣勢であつた。要するに、火口からの瓦斯の噴出は特に激烈であつた時はなく、長い期間に亘り殆ど同じ状態

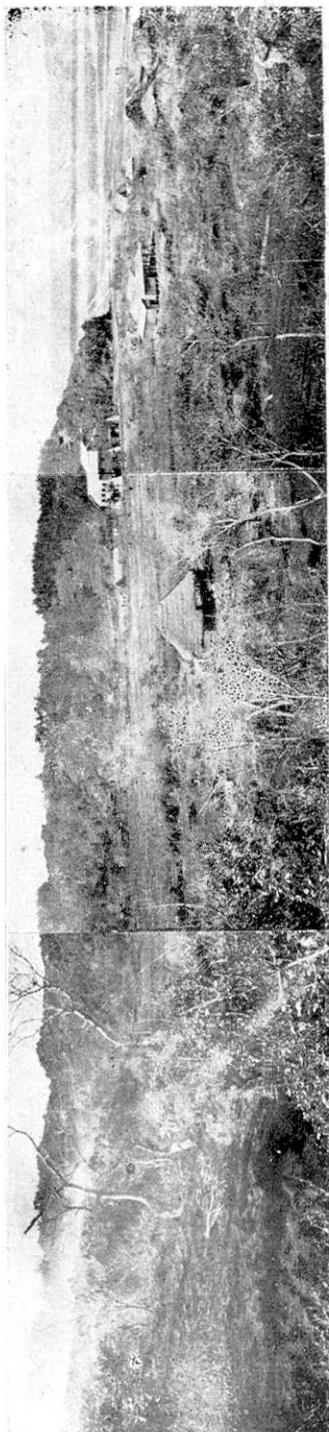


第II圖 降灰分布圖

1) 津屋弘達・水上武 前掲

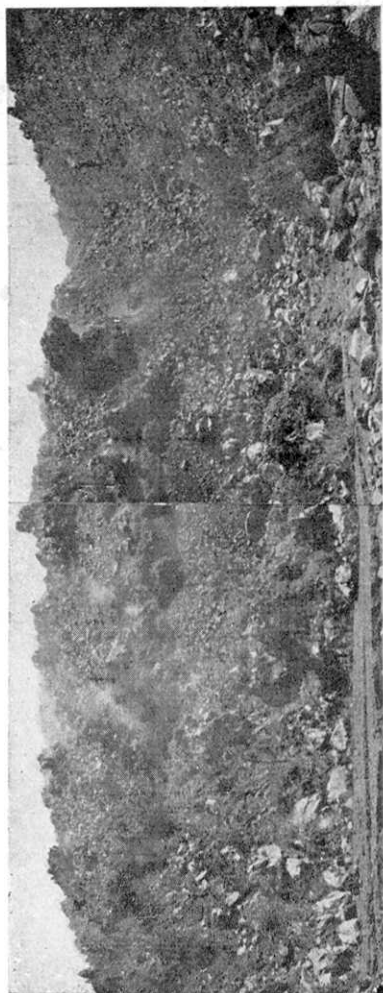
[I. HAGIWARA and others.]

[Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. XXIV, Pl. IV.]

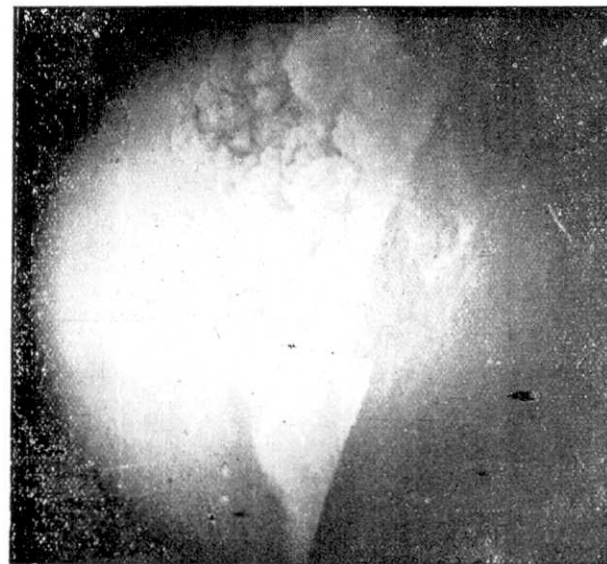


第 12 圖 瀬神部落に迫る熔岩流 (3 月 31 日) 左端が新熔岩流、前方の臺地は安永熔岩

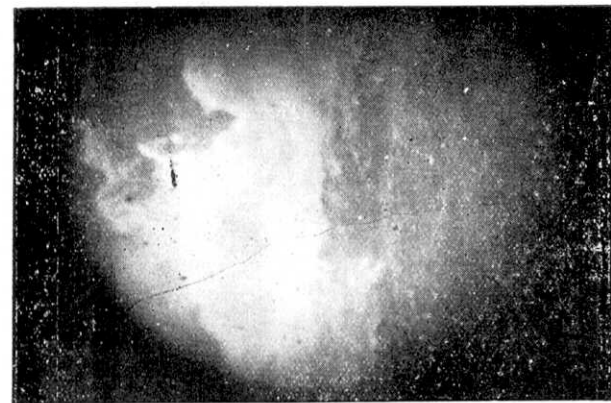
(震研集報 第二十四號 圖版 萩原他)



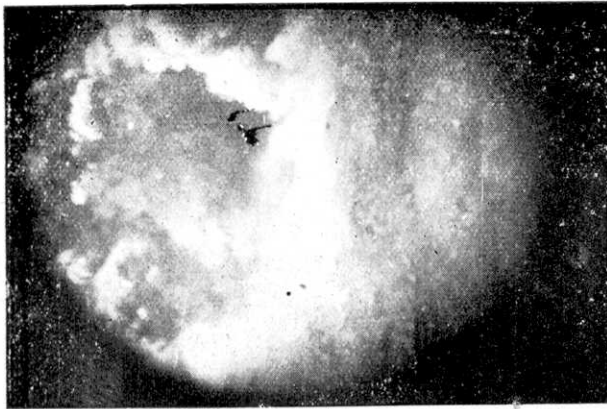
第 13 圖 熔岩流の先端 (3 月 29 日) 有村に向ふ谷へ押出したもの



火口より溢流する熔岩
 (4月20日、有村の東方約2km, 123
 高地付近より撮影)



熔岩を流出し、火山弾を飛ばしつつある火口
 (4月22日 瀬戸付近 118 高地付近より撮影)



同 左

第14圖 反射望遠鏡により撮影した火口の状況

が續きその間熔岩が絶えず溢流したのである。

今回の噴火は昭和 14 年の小噴火によつて生じた噴火口に起つたことから、昭和 14 年の噴火は今回の噴火の前驅とも見るべく、既にその時今回の噴火を起す相當の準備が出来てゐたものと考へられる。又、この噴火口は大正噴火の龜裂線上にあることから見て、熔岩は大正噴火に際して生じた弱所、即ち大正噴火の場合と同じ経路をとつて火口に向つたものと考へられる。この様に既製の弱所が固結しない中に偶々次の噴火が起り山體の内部を新に破壊して熔岩の上昇路を作る必要がなかつたと考へれば今回の噴火に地震を伴はなかつたことが一應は説明される。

終りに臨み、今回の調査に關し多大の援助を與へられた鹿児島縣當局の方々に對し厚く感謝の意を表する次第である。尙、東大地球物理學科學生田治米鏡二、杉浦正久兩君は終始我々と共に働いて貴重なデータを得たことを特記する。

10. The Eruption of Mt. Sakura-Zima in 1946.

By Takahiro HAGIWARA, Syun'itiro OMOTE,
Sadanori MURAUCHI, K. Zuhiko AKASHI
and Zyuhei YAMADA,

Earthquake Research Institute.

The volcano Sakura-zima began its activities early in March, 1946, and became calm late in May the same year. During that period, about two and a half months, the volcano kept on smoking and welled out large quantity of fresh lava.

Receiving the news of the eruption the writers went to the island carrying with them four portable seismometers, a precise spirit level, a reflection tele-camera and other instruments. Two of them stayed there to continue observations and surveys of the eruptional phenomena till April 25.

Past and Recent Eruptions of Sakura-zima.

Sakura-zima is a volcanic island, about 40 km in diameter. Strictly speaking, it is not an island but a part of the land of Kyusyu in the present, because the narrow strait that has existed there was blocked up by the lava flow emitted in 1914.

All the island is formed of young volcanic products, such as lavas, volcanic ejectas, volcanic sands and ashes and so on. These volcanic rocks are all two pyroxene andesite, containing silica component 60~65%.

At the center of the island stand Kitadake and Minamidake, the central craters. Sakura-zima Island is believed to have formed its shape of strato-volcano by the activities of this central craters.

Sakura-zima has made great eruptions three times in our historical ages. The first of them is the 1476 eruption which emitted "Bunmei Lava." The second is the great eruption of 1779 which emitted "An'ei Lava." The third is the great eruption of 1914, in which the lava of tremendous volume welled out. We call it "Taisho Lava". Except these great eruptions, Sakura-zima was used of be in rather calm state.

These three great eruptions were all a sort of fissure eruption. A fissure passing through the center of the mountain was created, along this fissure line many craterlets appeared, and out of them the fresh lava was emitted (Fig. 2). The 1476 eruption took place on the $N50^{\circ}E \sim S50^{\circ}W$ line. The 1778 eruption took place on the $N20^{\circ}E \sim S20^{\circ}W$ line. The 1914 eruption took place on the $N70^{\circ}W \sim S70^{\circ}E$ line.

The present eruption has intimate relation with the 1914 eruption which was one of the largest eruptions since the scientific studies on volcano was born in our country. The former is considered to be very small in scale compared to the latter.

After the 1914 eruption the volcano kept calmness for 20 years. Merely fumaroles were found at the central crater and in several places on the mountain side.

Large subsidence of the land was occurred following the eruption of 1914 in the neighbouring district of the volcano. The value of subsidence reached 50 cm on the coast of Kagoshima Bay. The largest subsidence took place at the north part of the island; it reached to as much as 2 m. It is believed that this subsidence occurred gradually during a half year since the eruption suspended.

On September 14 1935, a small eruption occurred in the central crater, Minamidake. At that time a few volcanic earthquakes preceded and small explosions repeated for about a month. Since that time the white smokes rised from Minamidake from time to time.

In 1939 these white smokes became very conspicuous.

On October of 1939, an eruption took place at the east mountain side, 750 m above sea level. At the time of this eruption, the red hot rocks were projected upward frequently but the fresh lava was not emitted. This activity stopped within a half month. A new craterlet was created just on the fissure line that was formed in the 1914 eruption. So that this activity may be considered to be a residual activity of the 1914 eruption.

Since the beginning of this year, smokes accompanied by detonation rised from this craterlet. The smoke became continuous at last on the 10 th of

March. Since the people of the island were used to hear detonation, they did not mind so much at first. But when they found the molten lava flowing out they were very much frightened. On 11th, when young men of Arimura village went up the mountain, they found the molten lava has already reached to some distance from the crater.

As written above, the beginning of this eruption is not distinct and it is not clear when the lava began to flow out. Merely we suppose it would take place on 11th or thereabout.

Wiechert seismograph at the meteorological station in Kagoshima city recorded volcanic microtremors (small pulsatory motions that occurs intermittently) intermittently till 11th, but they became continuous vibration since 6:14 p.m. on 11th, it was reported. So that the main activity may be considered to begin at that time. Strange to say, this eruption was not accompanied by any conspicuous earthquake.

The eruption repeated since then. Dark smokes rised, large detonations were heard, and hot red blocks of lava projected up to the sky. The blocks thrown up dropped within distance of 500 m from the crater. Some of them had diameter of as much as 2 or 3 meters.

The fresh lava welled out of the crater repeatedly. The same condition of activity of the crater continued for a long period.

Lava Flow

The lava welling out of the crater flowed down along the slope with rather steep inclination. (Precisely speaking, the inclination is 34 degrees of arc.) The way of the lava flow divided into two directions at the saddle (Fig. 2). One went down passing through the valley between Nabeyama and Gongenyama, the old parasitic cones and spread out in the flat slope above Kurokami village. At this place the advancing velocity of the front of the lava was about 10 m/hour. It reached the narrow valley, where the velocity decreased at 1 m/h. But it went across over this valley and buried Kurokami village, and went into the sea. The other flowed down southward burying the craterlets formed in the 1914 eruption. A part of it went into the valley and flowed down along this valley. The velocity of the front of the lava in the valley where the inclination was less than 5 degrees of arc was 2 or 3 m/hour. The depth of the lava flow of this place was about 30 meters.

The surface of the lava flow was already solidified and of black colour but the red hot parts were able to see through many crack on it. We measured the temperature of this red parts with optical pyrometer. The measurements were made at Arimura and Kurokami. The readings of the instrument were from 900 to 950 degrees Centigrade.

Although the lava in the crack was red hot, it was not so soft. We pushed it with a tip of the iron stick but it did not give way. When the lava goes down along the slope, its velocity is very small because of its large viscosity. The front of the lava has a shape like the bank of river.

We could observe the welling of the lava out of the crater with telescope from the east side of the island. It was something like the hard point pressed out of a tube by force.

Fig. 4 is the sketches of the crater through telescope. We could roughly divide the activity at the crater into three stages.

- 1) There is rather calm condition for a moment after an explosion.
- 2) Then, the red hot lava is pushed up very slowly, many fissures are seen on its surface, and gas explosions take place intermittently from these fissures.
- 3) Next, a large explosion takes place and the lava fragments are thrown up to the sky.

Such conditions occur alternately. A part of the lava is thrown up and the remainder goes out over the crater wall.

Quantity of the lava ejection.

During the three days from April 7 to 9, observations were made for the velocity of the fresh lava that, having just welled out of the new crater, crept down the mountain slope. The breadth and thickness of the lava flow were also measured at the same time. From these observations we presumed that the lava was flowing out of the new crater at the rate of 2,000,000 m³ a day. From this rate we estimated the total amount of the lava ejected throughout the period of the recent activities to be about 100,000,000 m³, which was less than ten percent of the total volume that was ejected in the great eruption of 1914.

Viscosity coefficient of the lava flow.

The velocity of the lava flowing down the mountain slope was measured by means of a telescope and a watch. The thickness of that lava flow and the inclination angle of that slope were also measured. On the basis of these observations, assuming that lava is an incompressible liquid having a constant thickness and flows downward by its own gravity on an inclined surface, we calculated the viscosity coefficient of that lava to be in the order of 10⁹ C. G. S. Meanwhile, the lava of different kind that seemed to be much less viscous on account of its higher temperature welled out of the same crater intermittently. The viscosity coefficient of this lava was proved to be in the order of 10⁶ C. G. S.

The movement of the lava at its front edge.

We made detailed observations of the mechanism of the movement of the lava flow at its front edge. Owing to the high viscosity of the lava, the lava

flow had a thickness of about 50 m at the extreme front terminals and formed steep marginal slopes. At the bottom of the lava flow, no forward movement was observed, but, as regards the lava blocks at the cliffy front, the higher the position of the block the greater was its forward velocity. It naturally happened that the upper blocks of the cliff kept falling down to the front one after another, and this constituted the forward movement of the lava flow (Fig. 3).

The tilting of the earth's surface.

Throughout the period during which our studies were made, no noticeable changes occurred in the activities of the volcano. Observations of the tilt were made at two places, Koike and Arimura, the former situated in the north-western part of the island, and the latter in the south-eastern part. The observations at the Koike station made it clear that the earth's surface tilted downward in the north-westward direction, and that the inclination amounted to about 30 seconds during the 17 days from Mar. 31 to Apr. 16 (Fig. 9). It was found out at the same time that the tiltings of the earth's surface were closely related with the atmospheric pressure: namely, it appeared, when the pressure was high the island tilted downward in the north-westward direction, and then, as the pressure lowered, it tilted in the south-eastward direction. Fig. 10 shows the relation between the tilt of the earth's surface and other phenomena. In the figure, (1) is air temperature (full line) and atmospheric pressure (broken line), (2) amplitude of volcanic micro-tremors (3) tilt of the earth's surface at Arimura (full line) and Koike (broken line).