

桜島における地盤変動の観測について

吉 川 圭 三

THE OBSERVATIONS OF THE CRUSTAL DEFORMATIONS AT SAKURAJIMA VOLCANO

by Keizō YOSHIKAWA

The observations of the crustal deformation were begun at the Hakamagoshi Observatory, Sakurajima, from Dec. 1956. The instruments used in these observations were the horizontal pendulum tiltmeters of two components and the sensitive extensometers of Sassa's design.

In this paper, the results of the observation of Dec. 1956~June 1957 were discussed.

1) The monotone contraction of the crustal deformation was observed from the records of the extensometer during the all period of the observations. The tilting of the earth's crust obtained by the tiltmeter was upward to S 20° E during the active period of the volcano, but was downward to S 20° E during the quiescent period.

2) Comparing the records of the instruments with that of the tidal gage at Kagoshima-kō, the time lag was detected between the sea-level and the crustal deformations obtained by these observations.

3) The peculiar large tiltings and the abnormal extensions and contractions of the earth's crust were recorded before the eruptions.

錦江湾上に秀麗な容姿を浮べ、南国の風光に比類なき美しさを加えている桜島は、東経 130°38' 北緯 31°35' に位し、地質学的には霧島火山帯の一火山群に属し、第四紀に鹿児島湾の四周に泥熔岩を流した始良火山の中央火丘群として、その陥没カルデラ中に誕生した火山であるといわれ、北岳・中岳・南岳の三火丘によって形成されている。大正 3 年 (1914 年) の世界火山史上屈指の大噴火によつて、現在はその熔岩流のために大隅半島と南東部において僅かに接して一半島となつたが、その周囲はほぼ 38.7 km、海拔 1 100 m 余である。この比類なき美しさを誇る桜島も、一度活動を始めると阿鼻叫喚の悲惨事を惹起し、島民をして恐怖と貧困のどん底におとし入れてきたことは過去の歴史にまざまざと記録されている。

有史時代における桜島の大活動を大別してみると次の通りである。

- I) 和銅元年 (708 年) ~ 養老 2 年 (718 年)
- II) 天平宝字 8 年 (764 年) ~ 天平神護 2 年 (766 年)
- III) 応仁元年 (1468 年) ~ 文明 10 年 (1478 年)
- IV) 安永 8 年 (1779 年) ~ 天明元年 (1781 年)
- V) 大正 3 年 (1914 年)
- VI) 昭和 21 年 (1946 年)

特に大正 3 年の大噴火の際には、南岳の東西両中腹より多量 (大森房吉博士の推算によると 1 559 km³) の熔岩を流出し、その降灰は遠く東北地方にまで及んだ。また東西両熔岩流出口を結ぶ線を境にして南北に数 m

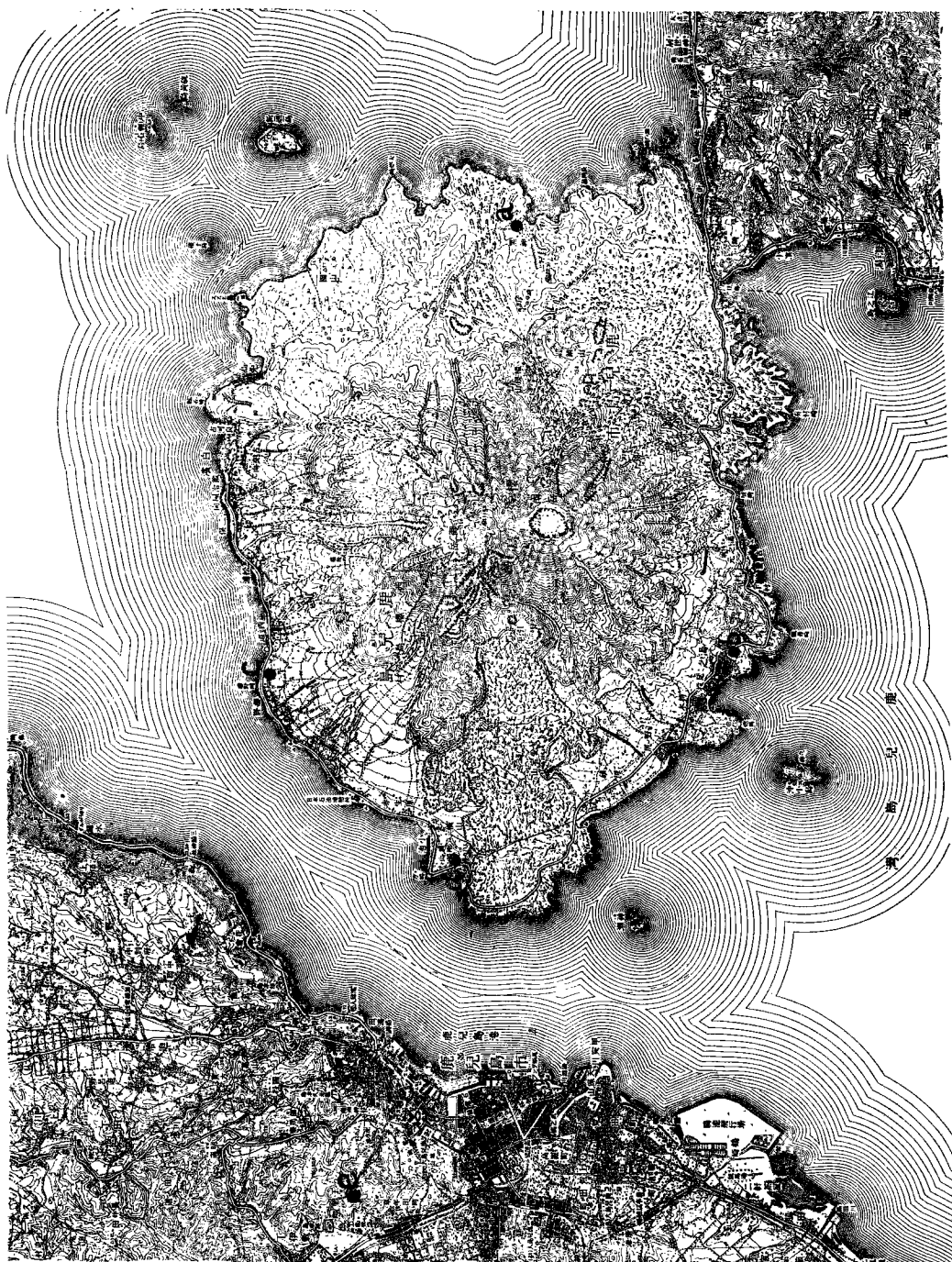


Fig. 1 Positions of observatory; a : Kurokami, b : Higashi-Sakurajima,
c : Nishi-Sakurajima, d : Hakamagoshi, e : Tamazato-chō

に及ぶ土地の水平移動を生じ、また桜島の北部海底下で約 250 cm の沈降が予想されるような大きな土地の垂直移動が噴火によつて生じた。

このようにしばしば大噴火を繰返し、また地球物理学的に非常に興味ある火山にも拘らず、今日まで何ら恒久的な研究観測設備がなされず、自然の暴威のなすがままに委ねられて来た。たまたま昭和 30 年 10 月に突然噴火活動を再開したのを機会に、われわれは噴火予知のために必要な地球物理学的観測計器を今日までに順次設置し、その研究観測を続けてきた。

31年 8 月にまず桜島内にある黒神・東桜島・西桜島の三中学校(図-1 参照)に地震計室を設け、それぞれに 50 倍水平動地震計 2 成分ずつを設置したのを手始めに、31年 11 月には桜島袴腰及び鹿児島市玉里町(図-1 参照)の 2 カ所の壕内に地殻変動観測所を設け、それぞれに傾斜計及び伸縮計 2 成分ずつを設置した。また 32 年度には高倍率上下動地震計及び 300 倍水平動微動計・ガリチン B 型水平動地震計を順次増置して、恒久的な地球物理学的観測施設の増強に力をそそぎつつある。この小論においてはこれらの観測結果の内、袴腰における地盤変動の観測結果について報告する。

1. 観測所及び観測計器について

袴腰観測所は 図-1 に示されるように、桜島の西部にある台地に掘られた壕内にあり、壕の奥行は約 45 m、地表からの深さは約 20 m である。また観測計器を設置してある場所は二重扉でもつて外気と遮断されている。

この小丘を形成する岩質は、始良火山の噴出物であるシラスと呼ばれる凝灰岩で、拳大の軽石などを多く含む比較的もろい地層である。ここで使用されている計器はツェルナー吊水平振子傾斜計及び佐々式インバール線伸縮計で、これらの常数は次の通りである。

傾 斜 計		
方 向	N88°E	N20°W
周 期	20"	20"
感 度	0.025"/mm	0.025"/mm
伸 縮 計		
方 向	N74°E	N17°W
線の長さ	20m	20m
感 度	$3.0 \times 10^{-8}/\text{mm}$	$3.2 \times 10^{-8}/\text{mm}$

記録部はシンクロナスモーターにより駆動される一週間一回転のドラムに印画紙を巻着け、これに各計器よりの反射像を感光させるようになっており、送り是一日約 6 cm である。

2. 観測結果について

31 年 12 月より 32 年 6 月までに得られた各記録より、傾斜及び伸縮の日平均値を求めて図示したものが 図-2 の B・C・D・E 曲線で、B・C はそれぞれ伸縮計の N74°E 成分及び N17°W 成分、D・E はそれぞれ傾斜計の N88°E 成分及び N20°W 成分で、矢印の方向はいずれも地盤の上昇した方向を示している。A は東桜島中学校の地震計室にある 50 倍水平動地震計の記象より求められた噴火地震動の最大振幅の一日の和を表わし、F は鹿児島港における日平均潮位である。これを見ると、伸縮計の方は比較的単調に次第に土地が縮みつつあり、当期間中に N74°E 成分は約 2×10^{-8} 、N20°W 成分は約 7×10^{-8} 縮んでいる。しかし火山活動と土地の伸縮との関係については、年変化・気象変化・海水荷重による変化などの消去がまだできていないので、現在までの所明瞭な対応性を考えるところまでできていない。一方傾斜計の方は 3 月末頃を境にしてその様相を非常に異にしている。すなわち 31 年 12 月より 32 年 3 月末頃までは、両成分共に非常に不

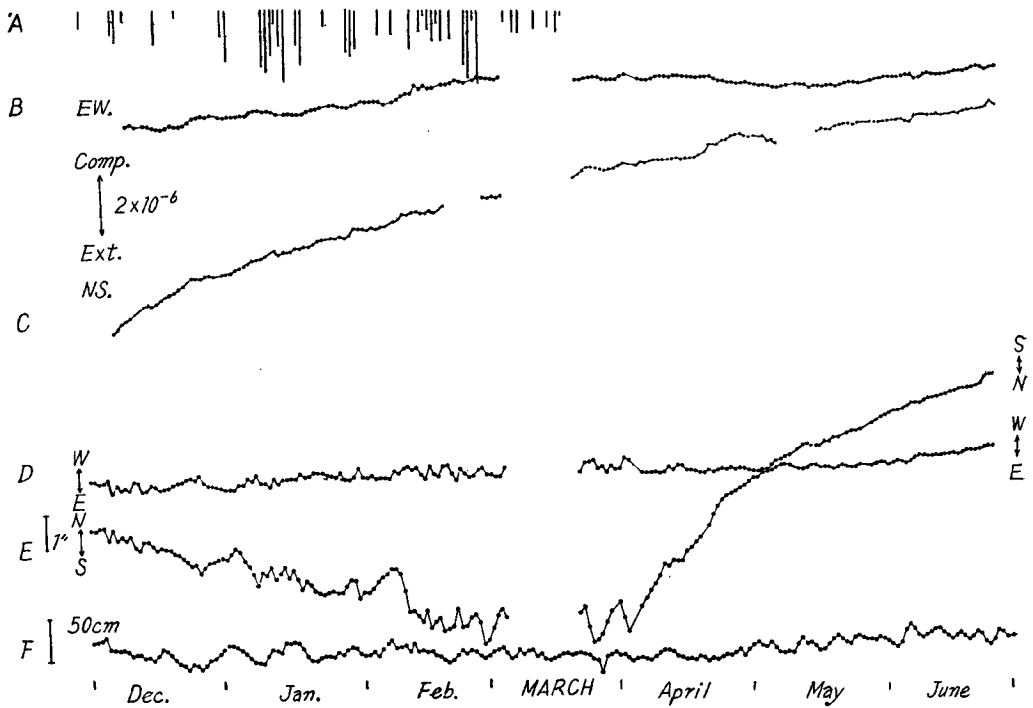


Fig. 2 Results of the observations

- A : Maximum amplitudes of the earthquakes caused by eruptions
 B : Extensometer N74°E component
 C : Extensometer N17°W component
 D : Tiltmeter N88°E component
 E : Tiltmeter N20°W component
 F : Daily mean sea level

規則な変化の動き方をしているのに反し、それ以後は比較的単調な動き方になっている。特に N20°W 成分においては全く傾斜の向きが逆になっており、前半において約 3'' 南方が上昇を示しているのに対し、後半に

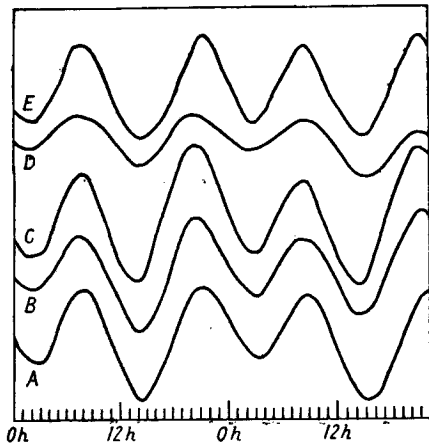
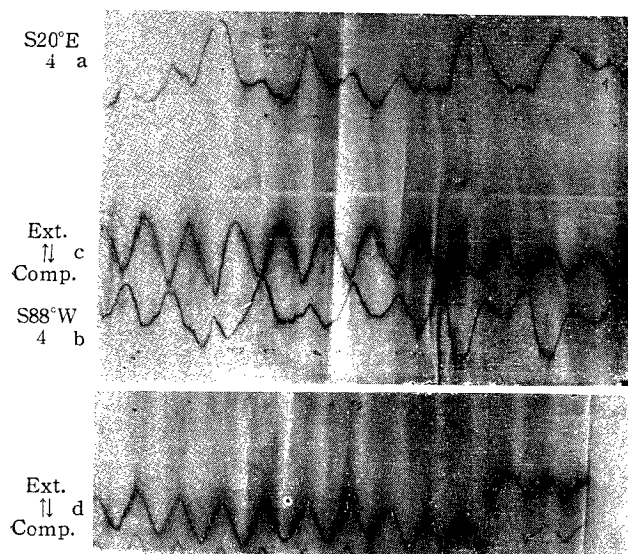


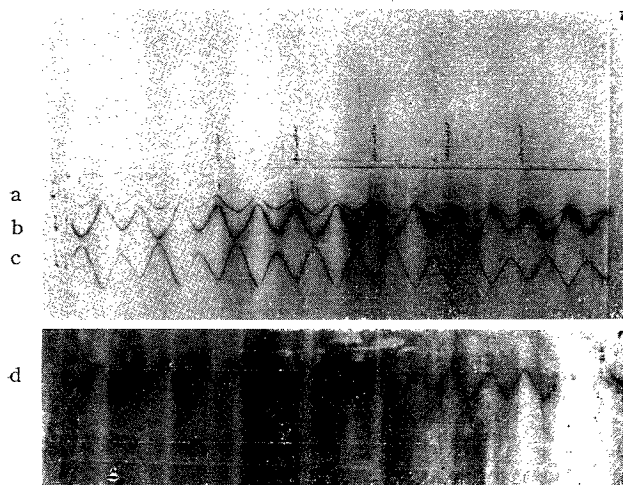
Fig. 3 Phase relations between the Oceanic tide and the crustal deformations

- A : Oceanic tide
 B : Extensometer N17°W component
 C : Extensometer N74°E component
 D : Tiltmeter N20°W component
 E : Tiltmeter N88°E component

おいては約7.5" 北方が上昇している。N88°E 成分はこの約7ヵ月間に約1" 西方が上昇している。このように傾斜の様相が変化している時期が、たまたま図-2のAに示された火山活動の休止期に一致していることは注目すべきことであるが、これが年変化と一致したものかもしれないので、火山活動と関係のある変化であると断定するにはなお今後の観測結果によるよりほかはない。



(A) Active Period



(B) Quiescent Period

Fig. 4 Records of the observations

- a : Tiltmeter N20°W component
- b : Tiltmeter N88°E component
- c : Extensometer N74°E component
- d : Extensometer N17°W component

次に観測を行つている位置が海岸線から僅か40mほどしか離れていないため、図-4(B)に見られるように、海洋潮汐による土地の傾斜及び伸縮が明瞭に観測される。そこで鹿児島港の検潮儀によつて得られた潮汐観測結果と、われわれの傾斜及び伸縮観測結果との間の関係について調べてみた。

図-3のA曲線は鹿児島港における検潮儀の示した記録、B・C曲線はそれぞれ伸縮計のN17°W成分及びN74°E成分の示した記録、D・E曲線はそれぞれ傾斜計のN20°W成分及びN88°E成分が示した記録である。これによると鹿児島港における潮位と、われわれの観測室において得られた潮汐による土地の伸縮及び傾斜との間に位相のずれが存在するようである。

また噴火と地盤変動との間の関係について調べてみると、われわれの観測期間中の前半は噴火活動が活潑な時期で、後半は休止期になつてゐることは先にも述べたが、図-4の(A)は噴火活動の活潑な時期に得られた記録で、(B)は休止期に得られた記録である。そしてこれらの記録はいずれもaが傾斜計N20°W成分、bが傾斜計N88°E成分、cが伸縮計N74°E成分、dが伸縮計N17°W成分である。(A)・(B)両図を比較すれば明かなごとく、噴火活動の休止期の記録は傾斜・伸縮共に規則的な海洋潮汐による変動を示し

ているが、活動期には、海洋潮汐による変動の上に、火山活動の影響によると考えられる地盤変動が重なり、非常に複雑な動きを記録している。すなわち噴火時の半日位前より大きな傾斜変動と特異な伸縮変動とが記録されている。このことは噴火予知の手がかりとして大いに注目すべきことであると考え、

3. 結 び

以上桜島における地盤変動の観測で得られた諸現象について述べたが、幾多の未知の問題を包蔵しているので、今後鹿児島市玉里町における地盤変動の観測や、袴腰における潮位観測・地震観測などの結果を集積整理して、これらの問題の解明に一步一步近づくよう努力するつもりである。

最後に本観測について終始御指導を賜りました恩師佐々憲三博士及び小沢泉夫助教授に衷心より感謝の意を表します。また本観測を担当された中村俊造君、種々資料を御提供下さった鹿児島地方气象台、観測所設置に種々御支援下さいました鹿児島市当局及び西桜島村当局に厚く御礼申し上げます。