

## 21. 有珠火山の地殻變動に就て

地震研究所 増田 秀夫

(昭和21年6月18日發表—昭和21年6月30日受理)

火山が噴火する際、火山附近に於て、その前に多數の地震が発生し、且又地殻の隆起沈降が起ることは、櫻島、有珠、淺間等、多數の火山に就て、今までによく知られて居る所である。この噴火、地震及び地殻の隆起沈降の現象が、同一の原因によつて起るものであると考へ、この原因として、火山附近の地殻内部に蓄積される歪エネルギーを考へる。この歪エネルギーのために、最初に地殻が隆起し、地殻の強度が或る限度に達すると地殻内部に一種の破壊が起り、地震が発生し、更に地殻に割目が出來たり、特に弱い箇所があつたりすると、噴火すると考へる。この際の地殻の隆起速度は、時間に對して、如何やうな分布をするであらうか。

前に岸上博士<sup>1)</sup>が地震の頻度分布に就いてなされたのと同じ様な方法を用ひて、土地の隆起速度を  $V$  とし、これが、その時まで蓄積された歪エネルギー  $S$  に比例すると假定する。即ち

$$V = \alpha S \quad \dots\dots(1)$$

$\alpha$  は正の常數である。一方、地殻が隆起したことによつてエネルギーは消費される筈であるので、このエネルギーの減少する割合が、その時の隆起速度と、その時までの隆起量に比例すると假定する。即ち

$$\frac{dS}{dt} = -\beta V - \gamma \int_0^t V dt + \delta \quad \dots\dots(2)$$

こゝに、 $\beta, \gamma$  は正の比例常數であり、 $\delta$  は初期條件によつてきまる常數である。(1)式を(2)式に代入して、微分することにより、(2)式は、

$$\frac{d^2V}{dt^2} + 2\beta' \frac{dV}{dt} + \gamma'^2 V = 0 \quad \dots\dots(3)$$

と書直すことが出来る。(式)は周知の振動の方程式と同じものであり、一般解として、

$$V = V_1 e^{-\mu_1 t} + V_2 e^{-\mu_2 t} \quad \dots\dots(4)$$

を得る。こゝに、 $V_1$  及び  $V_2$  は、初期條件によつてきまる常數であり、 $\mu_1$  及  $\mu_2$  は次式で表はされる。

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 &= \beta' + \sqrt{\beta'^2 - \gamma'^2} \\ \mu_2 &= \beta' - \sqrt{\beta'^2 - \gamma'^2} \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots(5)$$

1) 岸上冬彦 地震研究所彙報 15 (1937) 785~827.

著者の知る範圍に於て、火山噴火前に於ける地殻變動に就いての詳細な觀察は殆どないのであるが、幸なことに、北海道有珠山の昭和 19 年 6 月 23 日の噴火の際は、附近に部落が多く存在して居たので、地殻變動に就いては早くから注目され、又噴火までに約 6 月の期間があつた爲に、數多くの水準測量が行はれ、地殻變動の様子が稍詳にされた。以下は水上博士の報告<sup>2)</sup>によつて居る。

この水準測量は長流の一等水準點を基準として、有珠山の東側を北方に壯瞥村へ通ずる道路で行はれたものであり、この測量の結果を整理して、1日の垂直變動量にしたものが、3月28日、4月4日、4月27日、5月13日、5月30日、9月9日、6月16日、6月24日、7月14日及び8月4日について、第1圖に示されて居る。こ

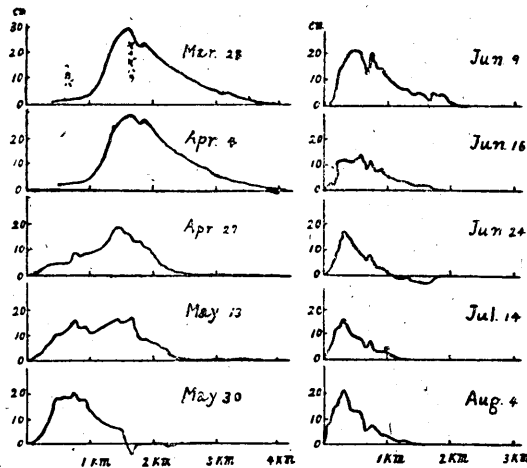


Fig 1.

の圖の横軸の 0.5km, 0.75km, 1km, 1.25km, 1.5km, 及び 1.75km に當る地點の 3月28日より8月4日までの期間の隆起速度の變化を示す圖に書直すと第2圖の様になる。第2圖の A, B, C...は第1圖の 0.5km, 0.75km, 1km...に相當する點に對應して居る。第1圖, 第2圖によつて明らかな様に, A, B, C 曲線は, フカバ部落附近の状態を表はして居り, 時と共に増加して居る。これに反し, フカバ部落より南の地點は D, E, F 曲線で見られる様に, 時と共に減少して居る。これはフカバ部落附近の隆起と他の地點の隆起とは, 同一の原因によるものでないといふことを示して居り, D, E, F 曲線で表はされる地點ではエネルギー蓄積が噴火に至らず減少を始めたものと考へられ, 一方フカバ部落附近では, この間にエネルギーの蓄積が増して行つたと考へられる。即ち, エネルギーの蓄積地點が3月頃から, 次第に北方に移動したことを表

2) 水上武 地震研究所速報 3 (1944) 1~22.

はして居る。

一方、地震の發生に關しては、3月、4月頃は、柳原附近、即ち、第2圖のD、E、F 曲線に相當する地點に於て、局部的に多數の地震が發生して居り、この時期に於て最高隆起速度を示して居たのは、この地點であり、6月に入つてからは、フカバ部落に於てのみ有感の地震が多數發生し、この時の最高隆起速度を示した地點は、やはりこの部落附近で、最高隆起速度を示す地點の移動に伴つて、地震の發生地點も平行的に移動し

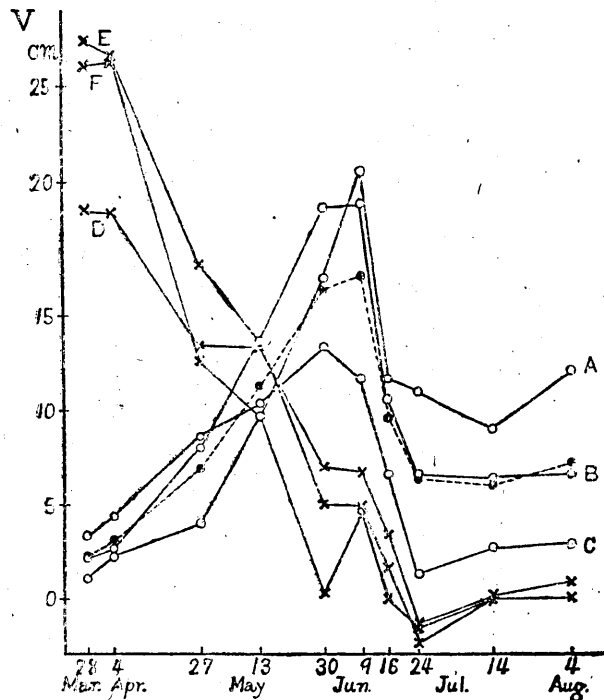


Fig 2.

て居る。水上博士は、6月28日より8月10日迄の間、加速度地震計、微動地震計をフカバ部落西方600mにある九萬坪の新しい噴火口を取巻いて5ヶ所に設け、地震を觀測され、この間に發生した地震の震源が、フカバ部落及びその西方の九萬坪の地表下500m内外にあつたと報告されて居る。これは噴火後の地震についてであるが、噴火前にフカバ部落で感ぜられた多數の地震も、噴火後の震源と同じ地點と考へてよい。以上のことは、地殻の隆起と、地震の發生は、前に假定した地殻内部に蓄積されたエネルギーによつて起るといふこと、即ち、同一の原因によるといふことを意味して居ると思はれる。そして又、最初の6月23日の噴火が九萬坪に起つて居るのである。

次に、6月23日の噴火前後にフカバ部落に於て感じた地震回数第3圖に示す。こ

の圖では6月18日よりものしか知り得ないが、この圖によつて16日頃より起り始めたと推測される。先に隆起が或程度進行した時に、地震が発生し始めると考へたのであるので、この九萬坪を中心とした地殻が、どの程度のエネルギーの蓄積に耐え、そし

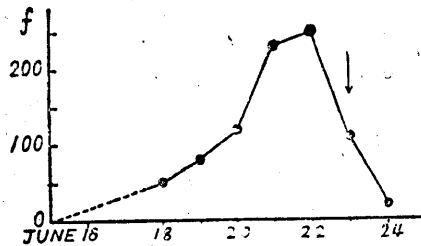


Fig 3. (矢印は噴火の日を示す)

て地震が起り始めたかを知るために、隆起に要したエネルギーを計算して見る。即ち隆起した地殻のポテンシャルエネルギーを考へる。今考へて居るのは第2圖のA, B, C曲線に相當する地點についてであるので、A, B, C曲線の平均値が第2圖の破線である。この曲線によつて、6月15日までの隆起量は、約7mであることを知り得る。又水上博士の報告中に、8月10日に於ける隆起量を示した圖があり、これによると、フカバ部落附近、即ち第2圖の破線で示される地點の隆起量は約15mであるで、九萬坪を中心とした地殻が6月15日までに8月10日の隆起量の約半分隆起をしたものとして、第4圖に示す範圍の地殻の隆起について計算する。計算を簡単にするために、40m,

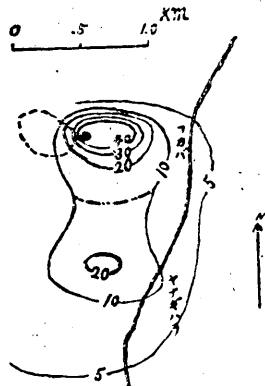


Fig 4.

30m 及 20m 線は楕圓とし、10m 及 5m 線は圓とした。ポテンシャル、エネルギー  $E_p$  は、次式によつて表はされる。

$$E_p = \rho v g h \dots\dots\dots (6)$$

こゝに、 $\rho$  は地殻の密度、 $v$  は體積、 $h$  は高さ、 $g$  は重力の加速度である。この式によ

つて、等高線を通る楕圓形、圓形の板の各について、ポテンシャル・エネルギーを計算し、加へ合はせると、 $5 \times 10^{19}$  エルグとなる。こゝに、 $\rho=2$ ,  $g=980\text{cm/sec}^2$  を用ひた。一方、地殻中に含み得るエラスティック・エネルギー  $E_e$  は次式で與へられる。

$$E_e = \frac{1}{2} Y X^2 v$$

こゝに  $Y$  はヤング率であり、 $X$  は地殻が破壊するときの歪、 $v$  は體積である。 $Y$  は  $10^{12}\text{dyne/cm}^2$ 、 $X$  は  $10^{-4}$  のオーダーであり、この値を用ひて九萬坪を中心とした半径 1500m、地表下 500m の地殻中に含み得るエラスティック・エネルギーは  $10^{19}$  エルグのオーダーになり、又一方、水上博士の報告によると噴火の際の噴出物の概略量より得られたエネルギーも  $10^{19}$  エルグのオーダーになつて居る。即ちこの3種のエネルギーのオーダーの一致は、地殻の隆起、地震及び噴火が、同一の原因より起るものであることを證據立てゝ居ると思はれる。

## 21. *On the Land-upheaval near the Crater of Volcano Usu at its Eruption in 1944.*

By

Hideo MASUDA;

Earthquake Research Institute.

A number of the earthquakes and upheaval of the earth's crust accompany with the eruption. Then the writer supposed that upheaval of the earth's crust, the earthquakes and the eruption are due to a certain activity in the earth's crust. At first, the earth's crust would be strained or upheaved; and then the earthquake and the eruption break out when the earth's crust can not bear the stress which cause the upheaval.

On the occasion of the eruption of Volcano Usu, Hokkaidō in June 23 rd, 1944, the place of the greatest upheaval was on the epicenter of earthquakes at the time, and the potential energy of the upheaval and the elastic energy contained in the crust calculated by the writer and the energy of the eruption estimated by Dr. MINAKAMI from the quantity of the ejecta are equal in the order of  $10^{19}$  erg. The results may ascertain the above assumption.