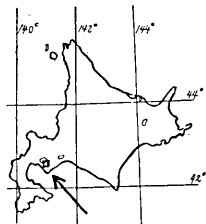


## 22. 北海道有珠岳新側火山發生にともなつた 地表變形の測定

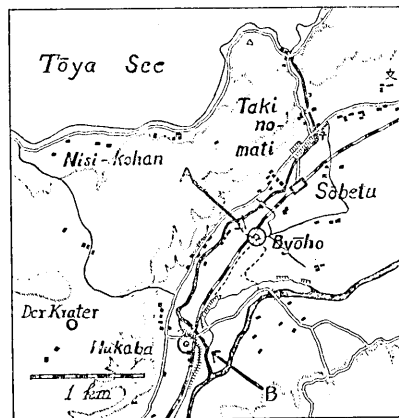
地震研究所 宮村 攝三

(昭和19年11月21日發表—昭和21年3月1日受理)

※1. 昭和18年12月すえから、北海道洞爺湖畔の有珠岳（第1圖）附近に、有感地震が頻發し、翌19年1月すえには、その東のふもと<sup>トウホ</sup>と壯瞥村<sup>ウス</sup>の南部、伊達町<sup>ソウベツ</sup>との境界ち<sup>ダテ</sup>



第1圖甲



第1圖乙

かくに、多數の龜裂ができ、その一帯が次第に隆起しはじめた。山麓一帯の有感地震はのち次第にへつていつたが、3月ごろからは壯瞥村<sup>サナギハラ</sup>柳原の隆起地域に局部的微震が發生した。5月下旬から隆起はだんだん北へうつつて、6月には隆起中心は壯瞥村フカバ附近になつた。そして、そこを中心とする局部的微震も次第に増加し、つひに6月23日にいたつて、フカバの通路西方約600m、隆起中心點附近から噴火した。

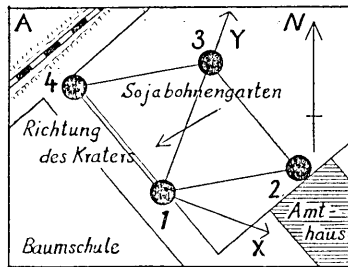
水上博士、永田博士をはじめ、越川理學士、表理學士、實川顯氏らによつて、この隆起に關して、すでに各種の研究がおこなはれた。<sup>1)</sup> 噴火は火山灰の噴出を主とするもので、熔岩の流出などはまつたくなかつたが、とにかくその後も、ますますはげしくなつてゆく状態であつた。そして火口自身次第に隆起して、ひとつの側火山に生長しつゝあり、附近の地變もさかんに進行しつゝあつた。水上博士、表理學士はひきつゞき地震觀測、水準測量、傾斜其他種々の地形變動の觀測をおこなつてをられる。筆者は昭和19年7月下旬から8月はじめにかけて、地表變動の測定を、噴出點にちかい一二の箇所でおこなつた。かぎられた點での、きはめて短期間のしらべであり、ごく貧弱な、それだけ

1) 地震研究所研究速報 第3號 (昭和19年9月)

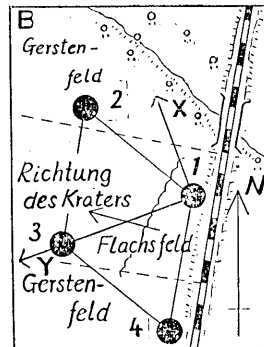
としてはたゞ表土の性質についての若干の推論と、その短い期間における、一二の點での地變の傾向とをしめすものにすぎないが、水上博士其他の包括的研究にくりいれていたゞくなら、あるいはひとつの資料としてやくだちうるかともかんがへ、かきしるすことにした次第である。

§2. 地面の變形を、彈性論上の各種のひずみとして測定するには、三應<sup>ミタカ</sup>において、陸地測量部の手でおこなはれ、寺田、坪井兩博士らが、それについて種々地球物理的議論をされている、菱形邊長の測定が、一つの便利な方法であることは、よく知られている。<sup>2)</sup> 永田博士、實川顯氏は、今度の有珠岳東麓の隆起地帯で、この方法による測定をおこない、興味ある結果を報告された。<sup>3)</sup> 筆者は陸地測量部 30 m 銅まき尺をもちい、有珠新噴火點ちかくで、同様の測定をくわだてた。

壯瞥<sup>タキノマチムロラン</sup>村瀧ノ町望蘭營林署苗甫内および同村フカバ鐵道鐵橋わきの畑地に、比較的平坦なところをえらび、一邊約 29 m の菱形をつくり、菱形の頂點には丈夫に杭をうちこんだ。(第 1 圖, 第 2 圖) 杭の丸太は、長さ 1.5-2 m, きりくちさしわたし 10-15 cm, ほと

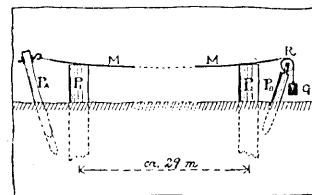


第 2 圖甲



第 2 圖乙

んど大部分を土中にうちこみ、杭頭が 4 本ほどおなじ水平面上にあるようにし、おのおののきりくちのうへには、アルミニウム板に十字線をひいたものを、くぎづけし、その十字線にまき尺の目盛をあはせてよめるようにした。まき尺は第 3 圖にしめすようなくあいに、一端は杭  $P_A$  に固定し、他端は杭  $P_B$  における滑車を通じておもり  $G$  (約 1 貫) をさけ、まき尺  $M$  にくははる張力を一定にし、菱形頂點の杭  $P_1, P_2$  のうへの十字線の変位の位置は、二人の觀測で、同時によみとる。一つの邊をはかるのに、それを 5 回くりかへし、その前後に溫度をよんだ。



第 3 圖

- 2) 寺田 *Proc. Imp. Acad.* 8 (1932); *Bull. E. R. I.* 10 (1932).  
 坪井 *Bull. E. R. I.* 8 (1930), 13 (1935) 19 (1941); *Proc. Imp. Acad.* 6 (1930), 7 (1931).  
 武藤・篠 *Bull. E. R. I.* 10 (1932).  
 3) 永田・實川 *地震* 16 (昭和 19 年 8 月) No. 8

§3. 第4圖のごとく、右手系直交座標をとつて、菱形の頂点を1 ( $X_1, Y_2$ ), 2 ( $X_2, Y_2$ ), 3 ( $X_3, Y_3$ ), 4 ( $X_4, Y_4$ ), 各頂点間の距離、すなはち菱形の邊長をそれぞれ  $L_{12}=L_{21}$ ,  $L_{23}=L_{32}$ ,  $L_{31}=L_{13}$ ,  $L_{14}=L_{41}$  とすると、

$$X_1=Y_1=0, X_3=0, Y_3=L_{13}$$

邊長はみなほゞ 29 m で、一定であるから、 $L=29$  m とすると

$$R_{ij}=L+l_{ij} \quad (i \neq j, ij=1, 2, 3, 4)$$

とかけ、 $l_{ij}$  は  $L$  にくらべて小さい量となる。また  $x_2, y_2, x_4, y_4$  を  $L$  にくらべて小さい量として、

$$X_2=-(\sqrt{3}/2)L+x_2, Y_2=(1/2)L+y_2;$$

$$X_4=-(\sqrt{3}/2)L-x_4, Y_4=(1/2)L+y_4,$$

とかくことができる。

$\Delta 123, \Delta 143$  の面積  $S_1, S_4$  はそれぞれ

$$S_1 = \left\{ P_2 (P_2 - L_{12}) (P_2 - L_{23}) (P_2 - L_{31}) \right\}^{1/2},$$

$$S_4 = \left\{ P_4 (P_4 - L_{14}) (P_4 - L_{13}) (P_4 - L_{31}) \right\}^{1/2},$$

ただし

$$2P_2 = L_{12} + L_{23} + L_{31} = 3L + 2p_2, \quad 2p_2 = l_{12} + l_{23} + l_{31};$$

$$2P_4 = L_{14} + L_{43} + L_{31} = 3L + 2p_4, \quad 2p_4 = l_{14} + l_{43} + l_{31}.$$

である。よつて

$$P_2 - L_{12} = L/2 + p_2 - l_{12}, \quad P_2 - L_{23} = L/2 + p_2 - l_{23}, \quad P_2 - L_{31} = L/2 + p_2 - l_{31},$$

したがつて、

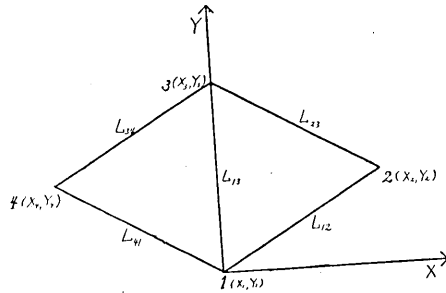
$$\begin{aligned} S_2 &= \left\{ (3L/2 + p_2) (L/2 + p_2 - l_{12}) (L/2 + p_2 - l_{23}) (L/2 + p_2 - l_{31}) \right\}^{1/2} \\ &= (\sqrt{3}/4) L^2 \left[ \left\{ 1 + (2p_2/3L) \right\} \left\{ 1 + (2p_2 - 2l_{12})/L \right\} \left\{ 1 + (2p_2 - 2l_{23})/L \right\} \right. \\ &\quad \left. \left\{ 1 + (2p_2 - 2l_{31})/L \right\} \right]^{1/2} \\ &\doteq (\sqrt{3}/4) L^2 \left\{ 1 + (8p_2/3L) \right\}^{1/2} \\ &\doteq (\sqrt{3}/4) L^2 \left\{ 1 + (4p_2/3L) \right\} \\ &= (\sqrt{3}/4) L^2 + p_2 L / \sqrt{3}. \end{aligned}$$

同様に

$$S_4 = (\sqrt{3}/4) L^2 + p_4 L / \sqrt{3}$$

よつて

$$\begin{aligned} X_2 &= 2S_2 / L_{13} \\ &= (\sqrt{3}/2) L^2 (1 + 4p_2/3L) / L (1 + l_{13}/L) \end{aligned}$$



第4圖

$$\doteq (\sqrt{3}/2) L (1+4p_2/3L) (1-l_{13}/L)$$

$$\doteq (\sqrt{3}/2) L \left\{ 1 + (4p_2 - 3l_{13})/3L \right\}$$

$$= (\sqrt{3}/2) L + (4p_2 - 3l_{13})/2\sqrt{3}.$$

すなはち  $x_2 = (4p_2 - 3l_{13})/2\sqrt{3} = (2l_{12} + 2l_{23} - l_{13})/2\sqrt{3}.$

また

$$\begin{aligned} Y_2 &= (L_{12}^2 - X_2^2)^{1/2} \\ &= \left[ L^2(1+l_{12}/L)^2 - (3/4)L^2 \left\{ 4l_{12} - (4p_2 - 3l_{13})/3L \right\}^2 \right]^{1/2} \\ &\doteq L \left[ (1+2l_1/L) - (3/4) \left\{ 1 + 2(4p_2 - 3l_{13})/3L \right\} \right]^{1/2} \\ &= L \left[ 1/4 + \left\{ 4l_{12} - (4p_2 - 3l_{13}) \right\} / 2L \right]^{1/2} \\ &\doteq (L/2) \left[ 1 + \left\{ 4l_{12} - (4l_{12} - 3l_{13}) \right\} / L \right] \\ &= L/2 + \left\{ 4l_{12} - (4p_2 - 3l_{13}) \right\} / 2. \end{aligned}$$

すなはち  $y_2 = \left\{ 4l_{12} - (4p_2 - 3l_{13}) \right\} / 2 = (2l_{12} - 2l_{23} + l_{13})/2.$

同様にして

$$\begin{aligned} X_3 &= -2S_4/L_{13} \\ &= -(\sqrt{3}/2) L - (4p_4 - 3l_{31})/2\sqrt{3}. \end{aligned}$$

$$x_4 = (4p_4 - 3l_{31})/2\sqrt{3} = (2l_{14} + 2l_{43} - l_{13})/2\sqrt{3}.$$

また

$$\begin{aligned} Y_4 &= L/2 + \left\{ 4l_{14} - (4p_4 - 3l_{13}) \right\} / 2, \\ y_4 &= \left\{ 4l_{14} - (4p_4 - 3l_{13}) \right\} / 2 = (2l_{14} - 2l_{43} + l_{13})/2. \end{aligned}$$

さて、菱形の各頂点のずれの成分を、それぞれ  $u_1, v_1; u_2, v_2; u_3, v_3; u_4, v_4;$  とする。そして、いま、原点をうごかないと假定し、1-3 の方向もかはらないものとする、

$$\begin{aligned} \delta X_1 = u_1 = 0, & \quad \delta Y_1 = v_1 = 0; \\ \delta X_2 = u_2 = \delta x_2, & \quad \delta Y_2 = v_2 = \delta y_2; \\ \delta X_3 = u_3 = 0, & \quad \delta Y_3 = v_3 = \delta l_{13}; \\ \delta X_4 = u_4 = -\delta x_4, & \quad \delta Y_4 = v_4 = \delta y_4. \end{aligned}$$

こゝで、各頂点のずれの成分が、それぞれその点の座標の一次式であらはされるものと假定する。

すなはち

$$u_i = aX_i + bY_i + c, \quad (i=1, 2, 3)$$

$$v_i = a'X_i + b'Y_i + c',$$

とする。ひとつひとつをかくと、このばあいには

$$\begin{aligned} u_1 &= aX_1 + bY_1 + c, & v_1 &= a'X_1 + b'Y_1 + c' \\ u_2 &= aX_2 + bY_2 + c, & v_2 &= a'X_2 + b'Y_2 + c' \\ u_3 &= aX_3 + bY_3 + c, & v_3 &= a'X_3 + b'Y_3 + c' \\ u_4 &= aX_4 + bY_4 + c, & v_4 &= a'X_4 + b'Y_4 + c' \end{aligned}$$

これに  $u_1, v_1$  等についての條件をいれると,

$$\begin{aligned} c=0, & \quad c'=0 \\ u_2=aX_2, & \quad v_2=a'X_2+b'Y_2 \\ b=0, & \quad u_3=b'Y_3 \\ u_4=aY_4, & \quad v_4=a'X_4+b'Y_4 \end{aligned}$$

これから

$$a=u_2/X_2 \doteq u_2/(\sqrt{3}/2)L = \delta x_2/(\sqrt{3}/2)L = (2\delta l_{12} + 2\delta l_{23} - \delta l_{12})/3L$$

または  $a=u_4/X_4 \doteq -u_4/(\sqrt{3}/2)L = \delta x_4/(\sqrt{3}/2)L = (2\delta l_{04} + 2\delta l_{43} - \delta l_{03} - \delta l_{03})/3L$

また  $b'=v_3/Y_3 \doteq v_3/L = \delta y_3/L = \delta l_{23}/L$

つぎに  $a' \doteq \left\{ v_2 - (v_3/L)(L/2) \right\} / (\sqrt{3}/2)L$   
 $\doteq \left\{ (2/\sqrt{3})v_2 - v_3/\sqrt{3} \right\} / L = \left\{ (2/\sqrt{3})\delta y_2 - \delta y_3/\sqrt{3} \right\} / L$   
 $= 2(\delta l_{02} - \delta l_{23})/\sqrt{3}L$

または  $a' \doteq \left\{ v_4 - (v_3/2)(L/2) \right\} / \left\{ -(\sqrt{3}/2)L \right\}$   
 $\doteq - \left\{ (2/\sqrt{3})v_4 - v_3/\sqrt{3} \right\} / L = - \left\{ (2/\sqrt{3})\delta y_4 - \delta y_3/\sqrt{3} \right\} / L$   
 $= 2(\delta l_{44} - \delta l_{43})/\sqrt{3}L$

さて  $\partial u/\partial X = a,$   
 $\partial u/\partial Y = b = 0,$   
 $\partial v/\partial X = a',$   
 $\partial v/\partial Y = b',$

であるから、ひずみとして面積膨脹率 (Ausdehnung)  $\Delta$ , 廻轉 (Rotation)  $\omega$ , すべり (Scherung)  $\sigma$ , 最大すべり (Maximalscherung)  $\Sigma$ , をかんがへると,

$$\begin{aligned} \Delta &= (\partial u/\partial X) + (\partial v/\partial Y) = a + b', \\ \omega &= \left\{ (\partial u/\partial Y) - (\partial v/\partial X) \right\} / 2 = (q - a')/2 = -a'/2, \\ \sigma &= (\partial u/\partial Y) + (\partial v/\partial X) = b + a' = a', \\ \Sigma &= \left[ \left\{ (\partial u/\partial X) - (\partial v/\partial Y) \right\}^2 + \left\{ (\partial v/\partial X) + (\partial u/\partial Y) \right\}^2 \right]^{1/2} \\ &= \left\{ (a - b')^2 + (a' + b)^2 \right\}^{1/2} \\ &= \left\{ (a - b')^2 + a'^2 \right\}^{1/2}. \end{aligned}$$

おもなひずみ (Hauptdeformation) はそれぞれ

$$\begin{aligned} \gamma_1, \gamma_2 &= (\partial u/\partial X) + (v\partial Y) \pm \left[ \left\{ (\partial u/\partial X) - (\partial v/\partial Y) \right\}^2 + \left\{ (\partial v/\partial X) + (\partial u/\partial Y) \right\}^2 \right]^{1/2} \\ &= a' + b' \pm \Sigma = a + b' \pm \left\{ (a - b')^2 + a'^2 \right\}^{1/2}, \end{aligned}$$

その方向は,  $x$  軸から反時計まわりにはかり,

$$\begin{aligned} \theta_1 &= \arctg \left[ (\partial v/\partial Y) - (\partial u/\partial X) + \left\{ (\partial u/\partial X) - (\partial v/\partial Y) \right\}^2 + (\partial v/\partial X) + (\partial u/\partial Y) \right]^{1/2} \\ & \quad \div \left\{ (\partial u/\partial Y) + (\partial v/\partial X) \right\} \\ &= \arctg [(b' - a + \Sigma)/a'], \end{aligned}$$

$$\theta_2 = \arctg \left[ (\partial v / \partial Y) - (\partial u / \partial X) - \left\{ (\partial \bar{u} / \partial X) + (\partial \bar{v} / \partial Y)^2 + (\partial \bar{v} / \partial X) + (\partial \bar{u} / \partial Y)^2 \right\}^{1/2} \right] \\ + \left\{ (\partial u / \partial Y) + (\partial v / \partial X) \right\} \\ = \arctg [(b' - a - \Sigma) / a'],$$

であらはされる。

§4 邊長の測定結果は第I表にしめすとほりで、うえの式にしたがつて計算した種々のひずみの數値は第II表にしめしてある。

邊長測定からひずみを計算した場合の誤差は普通の誤差傳播のかんがへで、つぎのやうにしてもとめられる。

第I表 菱形邊長測定値 (單位 cm. 溫度 C°.)

A. Byōho

Nr.	Datum	$l_{14}$	$l_{14}$	$l_{31}$	$l_{23}$	$l_{12}$
I	VII 21	-10.12±.05 (23.°4)	-7.38±.04 (22.°9)	-26.44±.16 (24.°2)	-20.05±.04 (20.°2)	+6.75±.02 (23.°0)
II	VII 22	-8.45±.08 (23.°5)	-7.32±.03 (22.°1)	-25.60±.02 (22.°1)	-19.80±.05 (23.°2)	+6.93±.01 (22.°8)
III	VII 23	-8.61±.05 (22.°3)	-7.27±.01 (23.°5)	-25.41±.03 (23.°0)	-19.44±.01 (24.°5)	+6.70±.06 (22.°6)
IV	VII 24	-9.40±.04 (21.°5)	-7.10±.01 (24.°0)	-25.70±.04 (22.°5)	-19.44±.04 (21.°9)	+6.83±.00 (23.°0)
V	VII 30	-9.40±.09 (28.°0)	-7.67±.02 (27.°8)	-25.91±.02 (28.°5)	-19.88±.02 (28.°4)	+6.40±.01 (28.°4)
VI	VIII 2	-9.74±.04 (29.°0)	-7.90±.03 (29.°2)	-26.21±.03 (29.°3)	-20.04±.01 (28.°5)	+6.25±.01 (29.°4)

B. Hukaba

Nr.	Datum	$l_{14}$	$l_{31}$	$l_{31}$	$l_{23}$	$l_{12}$
I	VII 21	-6.67±.02 (20.°0)	-3.71±.04 (19.5°)	-10.25±.08 (20.°7)	-6.94±.02 (19.°2)	-21.56±.05 (21.°6)
II	VII 22	-5.69±.09 (21.°9)	-6.03±.04 (21.°5)	-11.73±.02 (21.°4)	-6.91±.01 (21.°5)	-22.56±.05 (21.°4)
III	VII 23	-6.38±.06 (22.°9)	-8.20±.07 (24.°9)	-14.49±.04 (22.°3)	-7.17±.04 (24.°8)	-26.80±.04 (22.°8)
IV	VII 29	-9.16±.05 (29.3°)	-18.73±.05 (29.°8)	-25.30±.02 (28.°5)	-8.37±.02 (27.°0)	-41.67±.08 (29.°0)
V	VII 30	-9.43±.01 (29.°2)	-20.93±.04 (28.7°)	-27.58±.04 (30.°9)	-8.28±.01 (29.°2)	-45.12±.07 (29.°5)
IV	VIII 2	-9.73±.07 (27.°0)	-27.08±.02 (27.°0)	-33.11±.03 (27.°0)	-9.09±.01 (27.°0)	-53.66±.03 (27.°0)

第 II 表菱形邊長の變化 (單位 cm. 溫度差  $\delta t$   
 に対するなほしは  $0.036 \delta t$  とす)

A. Byōho

Nr.	Datum	$\delta l_{14}$	$\delta l_{34}$	$\delta l_{31}$	$\delta l_{23}$	$\delta l_{12}$
II-I	VII21-VII22	+1.67±0.09	+0.06±0.04	+0.76±0.16	+0.36±0.06	+0.17±0.02
III-II	VII22-VII23	-0.20±0.09	+0.10±0.03	+0.26±0.04	+0.41±0.05	-0.24±0.07
IV-III	VII23-VII24	-0.79±0.07	+0.19±0.02	-0.31±0.05	-0.09±0.04	+0.13±0.09
V-IV	VII24-VII30	+0.23±0.10	-0.43±0.02	+0.01±0.05	-0.21±0.04	-0.22±0.00
VI V	VII30-VIII2	-0.30±0.10	-0.18±0.04	-0.28±0.04	-0.16±0.03	-0.21±0.01

B. Hukaba

Nr.	Datum	$\delta l_{14}$	$\delta l_{34}$	$\delta l_{31}$	$\delta l_{23}$	$\delta l_{12}$
II I	VII21-VII22	+1.05±0.09	-2.25±0.05	-1.45±0.08	+0.11±0.02	-1.01±0.05
III-II	VII22-VII23	-0.65±0.11	-2.05±0.09	-2.73±0.05	-0.14±0.04	-4.19±0.06
IV-III	VII23-VII29	-2.55±0.09	-10.35±0.08	-10.59±0.05	-1.12±0.04	-14.65±0.09
V-IV	VII29-VII30	-0.27±0.06	-2.24±0.06	-2.19±0.05	+0.17±0.02	-3.43±0.11
VI-V	VII30-VIII2	-0.38±0.07	-6.21±0.04	-5.67±0.03	-0.73±0.01	-8.63±0.07

第  $N$  回における邊長  $l_{ij}$  の測定で、5 回の算術平均の標準偏差は

$$\sigma_{l_{ij}^N} = \sqrt{\frac{\sum \varepsilon^2}{5(5-1)}} \quad i \neq j, i, j = 1, 2, 3, 4; N = I, II, \dots, VI$$

これが第 I 表の邊長測定結果に附記してある。つぎにこれをもととして、計算したひずみの値の標準偏差をもとめる。まづ邊長の變化の標準偏差をもとめるに、たとへば第 II 回と第 I 回における  $l_{12}$  の測定の標準偏差を  $\sigma_{l_{12}^I}, \sigma_{l_{12}^{II}}$  とすると、その差の標準偏差  $\sigma_{l_{12}^{III}}$  は

$$\sigma_{\delta l_{12}^{III, I}} = \left\{ \sigma_{l_{12}^{III}}^2 + \sigma_{l_{12}^I}^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

である。同様にして

$$\sigma_{\delta l_{23}^{III, II}} = \left\{ \sigma_{l_{23}^{III}}^2 + \sigma_{l_{23}^{II}}^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad \text{etc.}$$

である。そこで  $a = (\partial u / \partial X)$ ,  $b = (\partial u / \partial Y)$ ,  $a' = (\partial v / \partial X)$ ,  $b' = (\partial v / \partial Y)$  の標準偏差はそれぞれ

$$\sigma_a = \left\{ 2^2 \sigma_{\delta l_{12}}^2 + 2^2 \sigma_{\delta l_{23}}^2 + \sigma_{\delta l_{13}}^2 \right\}^{\frac{1}{2}} / 3L,$$

あるひは  $\sigma_a = \left\{ 2^2 \sigma_{l_{14}}^2 + 2^2 \sigma_{l_{13}}^2 + \sigma_{\delta l_{13}}^2 \right\}^{\frac{1}{2}} / 3L;$

$$\sigma_b = 0;$$

$$\sigma_{a'} = 2 \left( \sigma_{\delta l_{12}}^2 + \sigma_{\delta l_{23}}^2 \right)^{\frac{1}{2}} / \sqrt{3} L,$$

あるひは  $\sigma_{a'} = 2 \left( \sigma_{\delta l_{14}}^2 + \sigma_{\delta l_{43}}^2 \right)^{\frac{1}{2}} / \sqrt{3} L,$

および  $\sigma_{b'} = \sigma_{\delta l_{13}} / L,$

となる。

よつてひずみの標準偏差は

$$\sigma_A = \{\sigma^2 a' + \sigma^2 b'\}^{\frac{1}{2}};$$

$$\sigma_\omega = \sigma a' / 2;$$

$$\sigma_\sigma = \sigma a';$$

また 
$$\sigma_\Sigma = \left\{ \left( \frac{\partial \Sigma}{\partial a} \right)^2 \sigma^2 a + \left( \frac{\partial \Sigma}{\partial a'} \right)^2 \sigma^2 a' + \left( \frac{\partial \Sigma}{\partial b'} \right)^2 \sigma^2 b' \right\}^{\frac{1}{2}},$$

$$\frac{\partial \Sigma}{\partial a} = 1 \frac{(a-b')}{\{(a-b')^2 + a'^2\}^{\frac{1}{2}}}, \quad \frac{\partial \Sigma}{\partial a'} = \frac{a'}{\{(a-b')^2 + a'^2\}^{\frac{1}{2}}}, \quad \frac{\partial \Sigma}{\partial b'} = \frac{-(a-b')}{\{(a-b')^2 + a'^2\}^{\frac{1}{2}}}$$

$$= \frac{a-b'}{\Sigma} \qquad \qquad \qquad = \frac{a'}{\Sigma} \qquad \qquad \qquad = -\frac{a-b'}{\Sigma}$$

$$\therefore \sigma_\Sigma = \left\{ (a-b')^2 \sigma^2 a + a'^2 \sigma^2 a' + (a-b')^2 \sigma^2 b' \right\}^{\frac{1}{2}} \Sigma;$$

$$= \left\{ (a-b')^2 \sigma^2 a + a'^2 \sigma^2 a' \right\}^{\frac{1}{2}} \Sigma$$

また 
$$= \left\{ \sigma^2 a + \sigma^2 b' + \sigma^2 \Sigma \right\}^{\frac{1}{2}} = \left\{ \sigma^2 a + \sigma^2 \Sigma \right\}^{\frac{1}{2}}.$$

§5. 邊長の時間的變化は第5圖にしめすとおりになつた。面積膨脹率 ( $A$ ), 最大すべり ( $\Sigma$ ), は第III表, 第6~7圖によつてみることができる.\*

第III表 面積膨脹率と最大すべり (單位  $10^{-4}$ )

A. Byōho		Δ123				Δ143			
Datum	Δ	$\sigma_A$	$\Sigma$	$\sigma_\Sigma$	Δ	$\sigma_A$	$\Sigma$	$\sigma_\Sigma$	
VII21-VII22	+3.0	0.6	2.9	0.6	+1.0	0.6	8.5	0.5	
VII22-VII23	+1.0	0.3	1.3	0.3	+0.6	0.3	1.6	0.4	
VII23-VII24	-0.6	0.3	1.6	0.3	-1.3	0.3	4.1	0.3	
VII24-VII30	-1.0	0.2	1.0	0.4	+0.1	0.3	2.6	0.4	
VII30-VIII2	-0.4	0.2	1.6	0.4	-0.2	0.3	1.8	0.3	

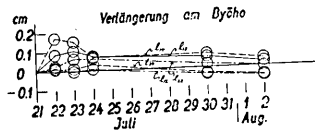
  

B. Hukaba		Δ123				Δ143			
Datum	Δ	$\sigma_A$	$\Sigma$	$\sigma_\Sigma$	Δ	$\sigma_A$	$\Sigma$	$\sigma_\Sigma$	
VII21-VII22	-9.8	0.4	4.8	0.3	-5.7	0.4	14.8	0.4	
VII22-VII23	-4.1	0.3	23.9	0.3	-7.8	0.4	15.0	0.4	
VII23-VII29	-18.1	0.3	85.3	0.1	-24.7	0.3	58.2	0.4	
VII29-VII30	-3.9	0.3	19.2	0.4	+10.5	0.3	30.0	0.3	
VII30-VIII2	-7.6	0.3	45.3	0.3	-14.0	0.9	39.0	0.3	

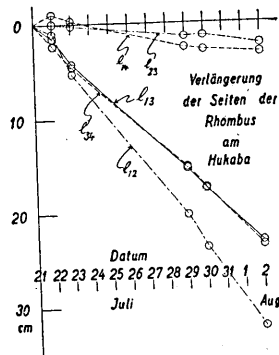
邊長の變化は、苗甫ではきはめてわづかである。フカバでは、噴火口方向にほぼ直角な14, 23の邊は、やはり變化がすくないが、12, 13, 34の邊は大きく變化している。變化はおおむね負、つまり短縮である。

\* 圖の方はすべて温度のなほしをしてない値からかいてあるが大したちがひはない。

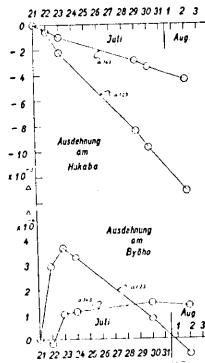




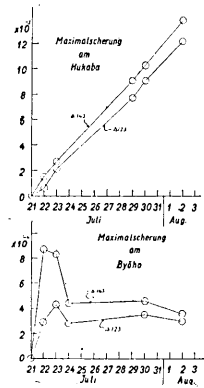
第5圖甲 邊長の變化(苗甫)



第5圖乙 邊長の變化(フカバ)



第6圖 面積膨脹率の變化  
(上フカバ下苗甫)



第7圖 最大すべりの變化  
(上フカバ下苗甫)

面積膨脹率 ( $\Delta$ ) と最大すべり ( $\Delta'$ ) とをみると、苗甫とフカバではその量はひとけちがい、苗甫は、 $\Delta$ は大體正(膨脹)で  $10^{-4}$  のけた、フカバは負(縮少)で  $10^{-3}$  のけたである。 $\Delta'$ も苗甫は  $10^{-4}$ 、フカバは  $10^{-3}$  のけたである。いづれにせよ時間的變化はフカバは簡単に線型であるが、苗甫の方ははじめすこし複雑に變化し、あとあまり變化しなくなつてゐる。

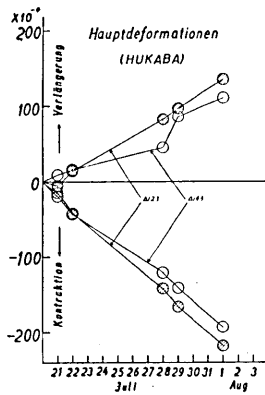
おもなひずみの量とむきとを計算したのが第IV表であり、第8圖はその量の時間的變化をしめしている。第9圖にはその量とむき、測定點からの火口のむき、およびフカバにおいて、測定地點に23日~29日にできたわれめの方向をしめし、これらの關係をみやすくするようにしてある。苗甫では  $\Delta 123$  はのびが主で、 $\Delta 143$  はのびとちぢみと同程度、いづれも  $10^{-4}$  のけたであり、むきもでたらめである。フカバの方は  $\Delta 123$  はちぢみが主であり、 $\Delta 143$  もちぢみが大きい、のびもすこしある。量は  $10^{-3} \sim 10^{-2}$  であり、 $10^{-2}$  に達した7月29日よりまへに破壊がおこつて、われめができたのである。壓縮による破壊であるから無論さけたのではなく、西の部分が東の部分をおしあけたよ

第IV表 おもなひずみの大きさ(単位  $10^{-4}$ )と  
方向(+x軸より反時計まはりの角度)

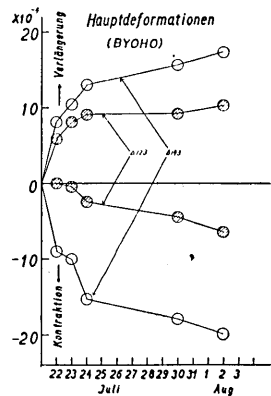
A. Byōho		Δ123				Δ143			
Datum	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\sigma\gamma$	$\theta_1$	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\sigma\gamma$	$\theta_1$	
VII21-VII22	5.9	0.1	0.9	-71°	8.1	-9.0	0.8	-66°	
VII22-VII23	2.3	-0.3	0.4	-65°	2.2	-1.0	0.5	+70°	
VII23-VII24	1.0	-2.2	0.4	+9°	2.8	-5.3	0.4	+39°	
VII24-VII30	0.1	-2.0	0.5	-89°	2.7	-2.6	0.5	-43°	
VII30-VIII2	1.2	-2.0	0.5	+6°	1.6	-2.0	0.4	-51°	

B. H.kaba		Δ123				Δ143			
Datum	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\sigma\gamma$	$\theta_1$	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\sigma\gamma$	$\theta_1$	
VII21-VII22	5.0	-14.6	0.5	-34°	9.1	-20.4	0.6	-33°	
VII22-VII23	9.9	-28.0	0.4	-21°	7.2	-22.8	0.5	-11°	
VII23-VII29	67.2	-100.0	0.3	-20°	28.5	-77.9	0.5	-19°	
VII29-VII30	15.3	-23.0	0.5	-22°	40.5	-19.5	0.4	-14°	
VII30-VIII2	37.7	-52.8	0.4	-22°	25.1	-53.0	1.0	-19°	

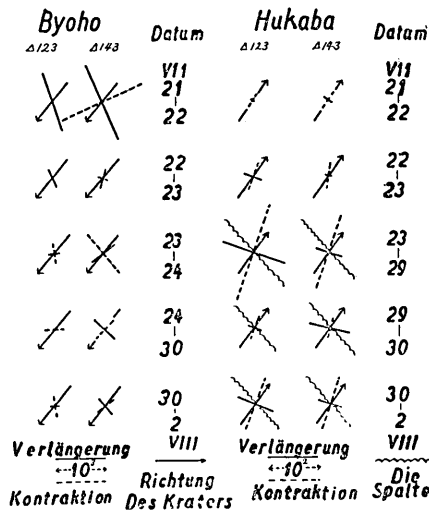


第8圖甲 おもなひずみの時間的  
変化(フカバ)



第8圖乙 おもなひずみの時間的  
変化(苗甫)

うなかたちになつた。火口のむきにもづんでいることも明瞭であり、火口の隆起ともなつて、外方へ地表がおされ一方壯瞥川の對岸は不動であつて、收縮を生じたものといへよう。この移動は鐵道線路を東へおす結果となり、問題になつてゐた。地表の土質は火山礫、火山灰のかたまつたものである。Terzaghiの教科書などでみると試験片の實驗では粘土の破壊は  $2 \times 10^{-3}$  (黄粘土) ~  $7 \times 10^{-3}$  (青粘土) くらいのひずみでおこることになつてゐる。ひろい地表面の土もほぼ同程度のつよさであることがわかる。



第9圖 おもなひづみと火口のむき，フカバにできたわれめ。

§6. をはりに、この測定に援助をあたへられた當時の陸地測量部武藤勝彦博士、また現地の官民各位の御厚意をしるし感謝の意を表したい。本所水上武博士には終始御指導をたまはつた。測定に協力された室蘭營林署壯瞥苗市の三ノ宮秀起君の名も特にここにしるして感謝のしるしとしたい。

22. *Vermessung der Deformation der Erdoberflächen bei der Eruption eines neuen Flankenvulkans von Usu-dake, Hokkaido, 1944.*

Von Setumi MIYAMURA,  
Institut für Erdbebenforschung.

(Vorgelegt am 21. November 1944. Eingegangen am 1. März, 1946).

Seit dem Ende 1943 wurden einige vulkanische Erdbeben und Bodendeformationen in der Umgebung von Usu-dake, Hokkaido, berichtet, und schliesslich am 23. Juni, 1944 brach ein Flankenvulkan am östlichen Fusse des Berges aus.

Der Verfasser führte dann die Vermessung der horizontalen Deformationen der Erdoberflächen in der Nähe des neuen Kraters aus. An zwei Orten legte er je einen kleinen Rhombus mit ca. 30 m langen Seiten auf dem Boden an und mass deren Seiten genau mit Stahlbandmass aus.

Auf einer der Messstellen an der Hukaba zeigte der Boden von vulkanischen Abschiebungen eine Zusammenziehung von ca.  $2 \times 10^{-2}$  in der Richtung des Kraters in 13 Tagen und bei Verschiebung weniger als  $10^{-2}$  brach sie zusammen. Die letztere Zahlenwert entspricht ungefähr der experimentellen Druckfestigkeit des tonigen Bodens im Laboratorium nach Terzaghi.