

26. 浅間火山中央火口丘の相対的 上昇と火口底の昇降變化

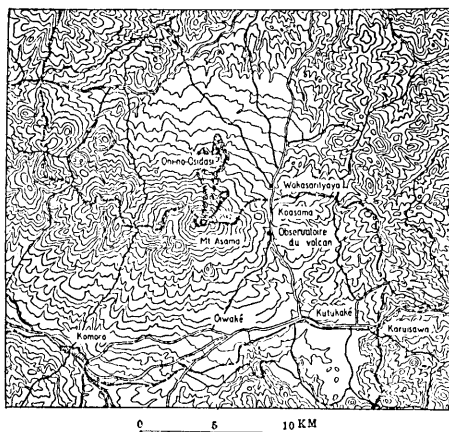
地震研究所 水 上 武

(昭和9年12月18日發表—昭和10年3月20日受理)

1. 緒 言

浅間火山は我が歴史時代に於て、屢々大噴火を繰返し、而も現今尙ほ、時を隔て屢々爆發を行ひ、或る時は火山灰を散布し、或る時は爆音を廣範圍に傳へる事に依り、本邦の數多の活火山中最も活動性に富む火山の一に數へられる。記録に依つて認められる過去の噴火の中、1783年の天明大噴火は、最も猛烈な活動にして、150年後の今日尙、山腹或は山麓に見られる熔岩流、軽石の堆積に依り、その火山活動の大規模なりしを知る事が出来る。

浅間山に關する地球物理學方面の研究として、先づ第一に故大森博士¹⁾の研究を擧げねばならぬ。博士は1911年より1920年に至る約10年間の火山活動期に於ける種々の火山現象の觀測に努力されたが、他方火山彈、火山灰の飛行及び散布に關し、或は爆音の傳播に關して研究された。就中火口



第1圖 浅間火山附近の地形圖

(Fig. 1. La mappe proche du volcan d'Asama.)

の西南、湯の平に地震計を設置して、長期間に亘つて、地震觀測を繼續され、その結果より數多の貴重な研究を發表されて居る。其の後、山本博士²⁾は、重力偏差計を使用して、火山附近の重力異常に就いて研究された。

1) F. OMORI, *Bull. Imp. Earthq. Inv. Comm.*, 6 (1912—1914); 7 (1914—1919).

2) 山本一清 測地學委員會報告 7 (1921).

尙、最近凡そ 20 年間の爆發に就いての調査研究は八木³⁾、中條⁴⁾、石川⁵⁾、福富⁶⁾、梶間⁷⁾ の諸氏及びその他多くの人々に依つて爲されて居る。又最近の研究として、高橋理學士⁸⁾ は、1932 年以來浅間山の西南麓小諸に、シリカ傾斜計を設置し、地表傾斜の観測中であるが、1932 年の爆發に際し地表傾斜と爆發の前と後とに於ては、著しき傾斜變化のある事を指摘された。

2. 火口底の昇降變化

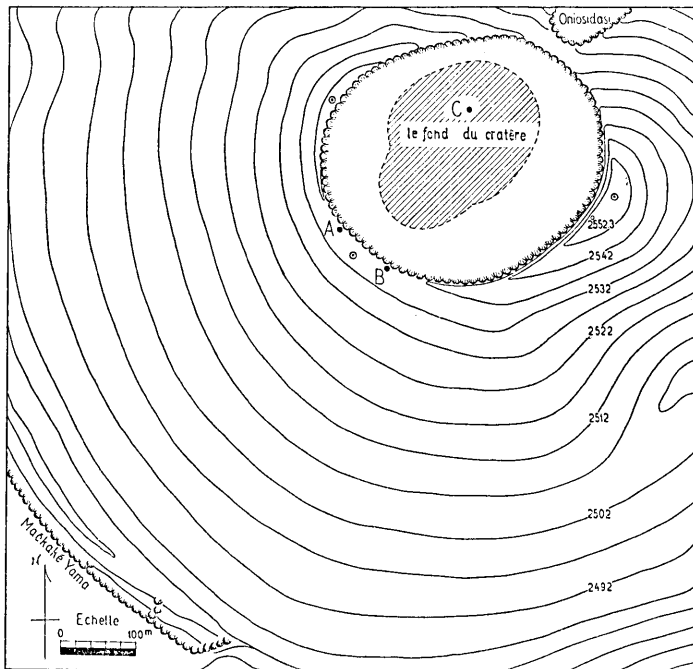
浅間火口の深さは、1886 年 H. S. Palmer が始めて測定して以來今日迄凡そ 30 回の測定がある。然しながら、此等の測定と次の測定との期間が、火口の如き急激な變動が繰返される所に對しては、餘りに長過ぎるのであるが、その上、此等の測定は、多數の人々に依つて行はれた爲め、同一地點の深さを示すものではない。従つて此等の結果より直ちに火口底昇降に就て詳細な議論を進める事は出来ない。即ち、火口の深さは、火口壁上より火口底に至る垂直距離を指すのであるが、東側火口壁と北壁火口壁との高さは、80 m も相違し、而も火口底は勿論平坦ではない。従つて、測定値が正しいとしても、測定地點に依つて 100 m 以上も異なる深さを與へるのである。然しながら、以上の深さの測定を吟味して見ると、1886 年より今日に至る 40 年間に、100 m 以上に達する昇降變化が數回行はれた事は大體認める事が出来るのである。

尙、第 2 圖は 1910 年 10 月 7 日、火口の南側より、火口内を撮したものであり、第 3 圖及び第 4~5 圖は、1934 年 10 月 14 日及び 11 月 4 日、同じく南側より火口内を撮つたものである。即ち 23 年間の時代を異にする此等の寫真から、火口を比較して見ても、一見して著しい相違が認められるのであるが、特に注意される事は、現在の火口は 1910 年 10 月に比して、その深さを増した事である。後に述べる如く、1934 年 11 月に於ける深さは、南側火口壁より凡そ 180 m なるに對し、1912 年故山崎博士⁹⁾ は 80 m と測定されて居る。従つてこの山崎博士の測定地點が北側の最低火口壁を選ばれたとしても、現火口底は 1912 年 10 月に比して、70~80 m の上昇を示して居る事になる。

以上に依り、火口底が著しい昇降運動を爲す事は明かであるが、この變化の詳細を

-
- 3) 八木貞助 地學雜誌 41 (1929), 193, 744; 42 (1930), 95, 181; 45 (1933), 478, 552, 599.
 4) 中條正勝 地學雜誌 41 (1929); 744, 42 (1930), 95.
 5) 石川高見 驗震時報 4 (1931), 161.
Geoph. Mag., 6 (1932), 193.
 6) 福富孝治 地震 1 (1929), 808, 852; 2 (1930), 64.
 7) 梶間百樹 驗震時報 3 (1929), 400; 4 (1931), 145.
 8) 高橋龍太郎 地震研究所彙報 11 (1933), 1.
 9) 山崎直方 震災豫防調査會報告 73 (1910), 17.

知る爲め、1934年7月より10月に至る4ヶ月に亘り深度測定を行つた。測定方法はウイルトの経緯儀を用ひ、三角測量に依つた。即ち第6圖に示す如く、南側火口縁の比較的平坦な地點に、80mの基線ABを採り、ABの長さは布巻尺にて、7月以來數回測定し、布巻尺の精度の範圍内で充分正確に測定した。又火口底の視準點としては、火口底熔岩の略々中央に在る赫熱熔岩露出部の中央に近き熔岩の一點を用ひた(第4~5圖を見よ)。この赫熱熔岩露出部は1934年7月に於ては東西約7m、南北約10mの略々楕圓形をなして居たが11月に於てはその直經約1m擴大した。斯して視準點に選べるC點附近は火口底の略々中央なるを以て火口底昇降運動の最も著しい部分と考へられる。



第6圖 火口附近の地形圖(昭和9年10月測量)

◎; 昭和9年11月設置された一等水準點を示す。

Fig. 6. Carte topographique autour du cratère (faite à octobre 1934).

尙、測定は第6~7圖に示せる、A、Bに於て視準點Cに對する垂直角 θ_1, θ_2 、及び水平角 φ_1, φ_2 並びに三角點A、Bの高低差を測つた。即ち第7圖に於ける三角形A'C'B'及びA'C''B'とは全く等しき故に、以上、 $\theta_1, \theta_2, \varphi_1$ 及び φ_2 の測角を行へばA、B、とCとの水平距離、並びに垂直距離が求められる。

第 7 圖 に 於 て

A, C の水平距離

$$AC' = A'C'' = AB' \sin \varphi_1 \operatorname{cosec}(\varphi_1 + \varphi_2),$$

B, C の水平距離

$$BC'' = B'C' = AB' \sin \varphi_2 \operatorname{cosec}(\varphi_1 + \varphi_2),$$

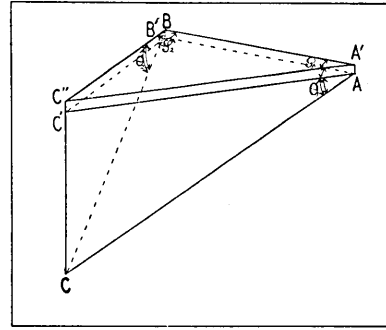
A, C の垂直距離

$$C'C = AB' \sin \varphi_1 \operatorname{cosec}(\varphi_1 + \varphi_2) \tan \theta_1,$$

B, C の垂直距離

$$CC'' = AB' \sin \varphi_2 \operatorname{cosec}(\varphi_1 + \varphi_2) \tan \theta_2,$$

$$AB' = A'B = 80 \text{ m.}$$



第 7 圖

Fig. 7.

次に 10 月 13 日の測量に依る測定値の例を示す事にする。

第 I 表 (Tableau I)

θ_1	θ_2	φ_1	φ_2
38° 21' 30''	38° 14' 20''	83° 29' 50''	77° 1' 15''
38° 22' 48''	38° 13' 55''	83° 30' 05''	77° 0' 03''
38° 20' 30''	38° 14' 13''	83° 29' 20''	76° 59' 35''
38° 22' 18''	38° 13' 50''	83° 30' 10''	76° 58' 50''
38° 22' 54''	38° 14' 32''	83° 30' 03''	77° 3' 20''
moyen 38° 22' 00''	38° 14' 10''	83° 29' 59''	77° 0' 52''

この結果から

$$AC' = 233.697 \text{ m,}$$

$$BC'' = 238.287 \text{ m,}$$

$$CC' = 185.00 \text{ m となる.}$$

この最後の値に経緯儀の三脚臺の高さ (1.30 m) の補正をすると結局 實際の A と C との垂直距離は 183.70 m となり, B と C との垂直距離は 185.51 m となる. この差 1.81 m は直接 A, B の高低測量に依る値と一致した.

毎週 1 回の測定の内, 噴煙多量その他の障碍に依り結局, 各観測に於て, 誤差 30 cm 以内の測定値は次に示すものである.

第 II 表 (Tableau II)

測定日 (date)	A と C との垂直距離 (distance verticale entre A et C)
le 7 juil. 1934	160.00 m
le 8 août "	162.83 "
le 7 sept. "	183.84 "
le 28 sept. "	184.53 "
le 13 oct. "	183.70 "
le 26 oct. "	179.88 "

第 II 表に示す如く、火口底は 7 月より 9 月下旬に至る迄に 25 m の沈降を示し、10 月に於て約 5 m の上昇を示した。

然るに、他方、火山は 1932 年の爆發以來、顯著な爆發 1 回も無く、且つ火山觀測所に於ては 1934 年を通じて、火山附近に震央を有する地震として、僅に 1 回の微震を觀測したに過ぎない。斯の如き火山の不活動の時期に、上記の如き火口内熔岩の著しい昇降變化の見られた事は注目すべき事實である。

次に、1934 年以來、觀測された二、三の火山現象に關して述べる事にする。

火口底熔岩の割目又は火口壁より常に亞硫酸瓦斯及び水蒸氣を主成分とする噴煙を放出して居るが、この噴煙は間斷なく一樣に噴出するのではなく、一定の時間的間隔を以て噴出して居る。7 月、8 月、9 月に於ては、この間隔は凡そ 5 分で、各回の噴煙量も略々一定と認められたが 10 月初め頃より噴出間隔の大となると共に、噴出量にも變化を認められるに至つたが、11 月になつて噴煙間隔が凡そ 60 分になつた。而も各回の噴出の勢力も次第に増大し、時には、火山礫を吹き上げるに至つた。

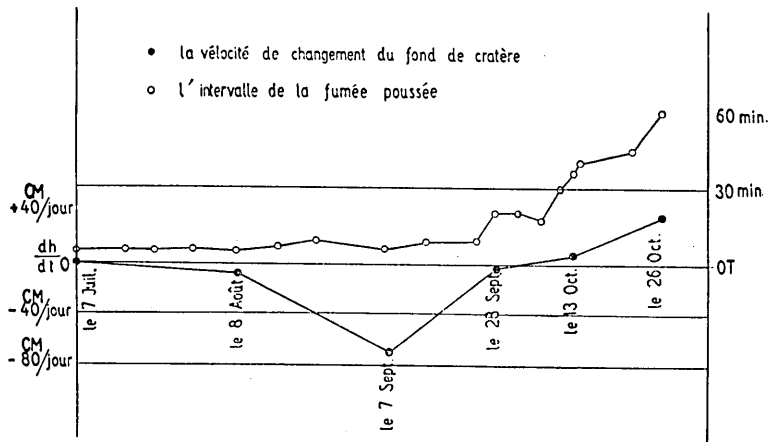
第 III 表 (Tableau III)

測定日 (date)	火口底昇降變化 (Changement de la profondeur du fond de cratère) Δh	測定間隔 (l'intervalle de chaque jalonement) Δt	昇降速度 $\left(\frac{\Delta h}{\Delta t}\right)$	噴煙間隔 (l'intervalle de fumée poussée de lave dans le cratère)
le 7 juil. 1934	- 2.8 m	32 jours	- 8.7cm/jour	5 min.
le 8 août. "	- 21.0 "	30 "	- 70.0 "	5 "
le 7 sept. "	- 0.7 "	21 "	- 3.3 "	5 "
le 28 sept. "	+ 0.8 "	15 "	+ 5.3 "	20 "
le 13 oct. "	+ 4.8 "	13 "	+ 3.7 "	25 "
le 26 oct. "				60 "

(+) は 上昇 (élévation), (-) は 沈降 (dépression) を示す。

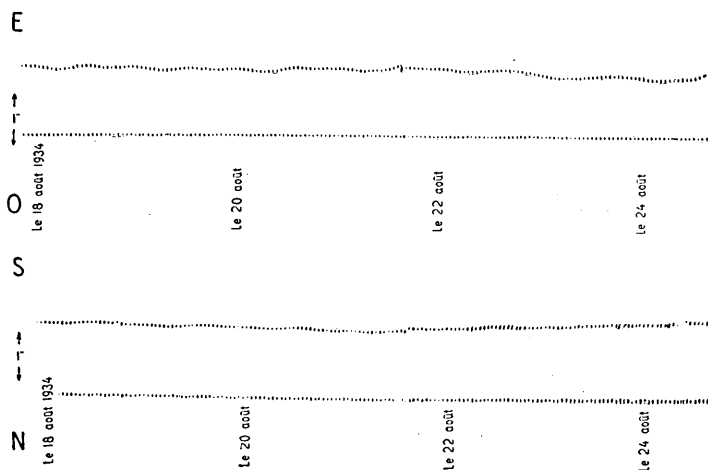
第 III 表にこの噴出間隔並びに第 II 表に示せる火口底の深さの相繼ぐ深度變化

(dh), 相繼ぐ測定の間隔, 及び火口底昇降運動の速度を表示し, 更に第8圖に, 噴煙間隔と昇降速度とを圖示した. これを見ると, 火口底の沈降する時は, 噴煙間隔は何等變化を示さざるに, 上昇速度が大になると噴煙間隔の大になる傾向を示して居る.



第8圖 火口底昇降速度と火口内熔岩面より噴出する噴煙の間隔

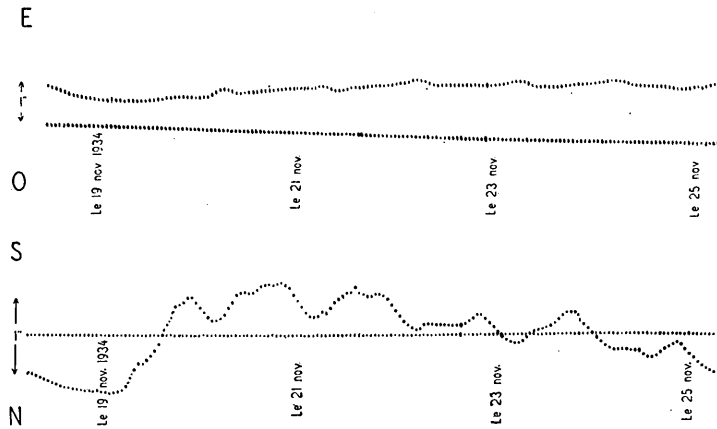
(Fig. 8. Vitesse de changement du fond de cratère et l'intervalle de la fumée poussée du cratère.)



第9圖(イ) 火山観測所に於て観測された地表傾斜變化
(1934年8月18日~24日)

(Fig. 9 (a). Changement d'inclinaison de la surface terrestre observée à l'Observatoire du volcan.)

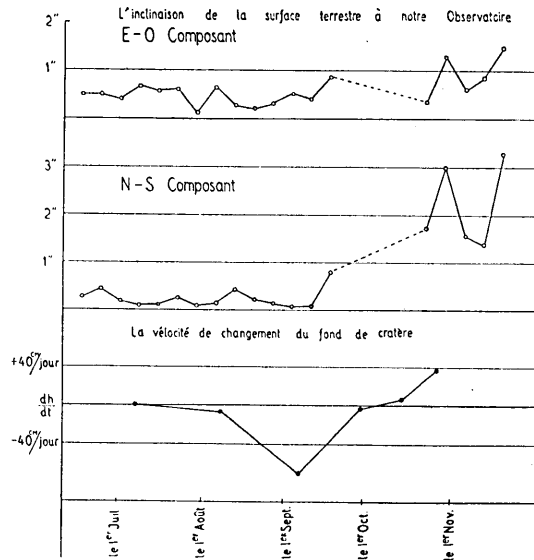
第9圖(イ)及び(ロ)は夫々8月18日より25日に至る, 及び11月18日より25日



第9圖 (ロ) 火山観測所に於て観測された地表傾斜變化
(1934年11月18日~25日)

(Fig. 9 (b). Changement d'inclinaison de la surface
terrestre à l'Observatoire du volcan.)

に至る火山観測所に於て観測された傾斜計記象である。前者に於ては地表傾斜は殆ど認められないが後者では可成り傾斜變化を示して居る。傾斜計は小淺間熔岩即ち集塊火山岩を穿鑿して造られた石室中に設置され、その内部に於ては温度の日々變化は殆ど認められない。又5月以來の傾斜観測の結果を調べて見ると10月以後に於て著しく傾斜變化が現はれて居る事がわかつた。勿論氣温その他の影響も多少は存在するものと考へられるが、火口底昇降速度との間には、可成り平行の關係の存するものゝ如くである。傾斜變化に關しては、小諸に於ける観測からも略々同様な事が認められた。



第10圖 地表傾斜變化と火口底昇降速度

(Fig. 10. L'inclinaison de la surface terrestre et la vélocité de changement de la profondeur du cratère.)

以上此等の現象に就ての説明は、今後の種々な觀測を俟つて然る後に明らかになるであらう。従つてこゝでは單に事實を述べる事に止める事にする。

3. 中央火口丘の相對的上昇

活火山附近の土地の隆起、或は沈降の著しき事實は、水準測量の結果明らかにされて居る。淺間火山附近の測量は、1912年陸地測量部に依つて施行されたが、その結果に依ると、中央火口丘最高點は2542mの高さを有し、前掛山の最高點の高さは2521mであつて、兩者の高さの差は21mであつた。然るに、1934年9月、10月に4回の測量を行ひ其の間の變化を測定する事を企てた。測量方法は火口底深度測定に於け點と同様三角測量に依つた。即ち先づ火口東側に基線を取り、兩最高以外に數點を採つて、兩最高點の水平距離722.19mを測定し得たので其の後の測定では、中央火口丘最高點より前掛山最高點の標石への垂直角の測定のみを行つた。その結果を第IV表に示す事にする。表中 θ は上述の垂直角にして、最後の行は測量器の臺の補正を施した兩最高點の標石の高さの差である。勿論空氣の屈折に依る誤差はあるが、兩地點は1000mに足らない距離であり、cmの桁を問題にしないので考慮する必要を認めない。

第 IV 表 (Tableau IV)

測 定 日	θ	兩標石の高さの差
9 月 7 日	2° 31' 28".0	31.20 m
9 月 28 日	2° 31' 38".0	31.26 "
10 月 13 日	2° 31' 9".6	31.22 "
10 月 26 日	2° 31' 46".2	31.30 "

測量の結果、1912年に比して中央火口丘は10mに達する相對的上昇を示して居るのである。従つて1912年以來、前掛山の標高を不動とすると、現淺間山の最高點の標高は2252.3mになる。この相對的上昇の原因の少くとも一部分は、噴火に依つて火口丘に堆積する、火山礫、火山灰等に依るものと考へる事は至當であらう。而も1912年以後今日に至る22年間に數多の噴火が起つて居るので堆積物も可成多量に達して居ると思はれる。

尙、前に示した、第6圖は1934年10月より11月に至る期間に施行した平板測量に依る地形圖であつて、この測量に於ても、中央火口丘は約10mの相對的上昇を爲した事が認められ、圖中等高線は中央火口丘の最高點の標高を2552.3mとして、5m毎に等高線を引いてある。

中央火口丘の相対的上昇に關して、嘗つて八木貞助氏¹⁰⁾に依つて論ぜられた事を一言斷つて置きたい。

4. 1934年11月13日の小爆發

10月以後に於て、火口底の上昇、噴煙の異常、並びに地表傾斜の増大等に依り、多少火山の活動を示すに至つた。11月9日及び10日、火口に於て觀測せる所に依ると、噴煙の量は極めて少く、その噴出の間隔約60分で、噴出に際して猛烈なる音響を伴ひ、時々直徑10~20cmの火山礫が約50m眞上に噴き上げられるのを見た。今火山礫が放出されて後は空氣抵抗を考へず重力のみが働くとすればその初速度は毎秒約50mとなる。一般に、1932年等に於ける淺間の爆發に際して放出される火山礫は毎秒200~400mの初速度を有すると計算されて居るから、この場合は大爆發の際に於けるものに比べて1/4~1/8程度の初速度である。

尙又、火山觀測所に於て、9月頃迄何等鳴動が聞かれなかつたが、10月以後に於て、時々火口方向より鳴動が聞かれた。

11月初め頃より、噴煙の量、時には多く、時には少く、不規則であつたが、11月12日正午頃多量の噴煙放出して居たが午後3時頃より褐色濃厚なる噴煙が、極めて少量噴出するのみとなつた。然るに、翌13日午前8時13分山麓地方に達する音響を發して爆發し、同時に黒煙を噴出したが、その時多少の火山灰が火口附近に散布した様である。この小爆發に依り、火口の略々中央を南北に張られてあつた直徑3mmのワイヤー・ロープは切斷された。

然るに爆發時並びにその前後を通じて、火山觀測所に於て、地震或は微動は觀測されなかつた。又1934年6月以來、火口を距る東方約6000mの地點に湧出する千ヶ瀧温泉の溫度は、32.2°で數ヶ月に亘つて觀測したが、變化は、0.2°C以内で、この爆發前後に於ても何等の變化を認められなかつた。

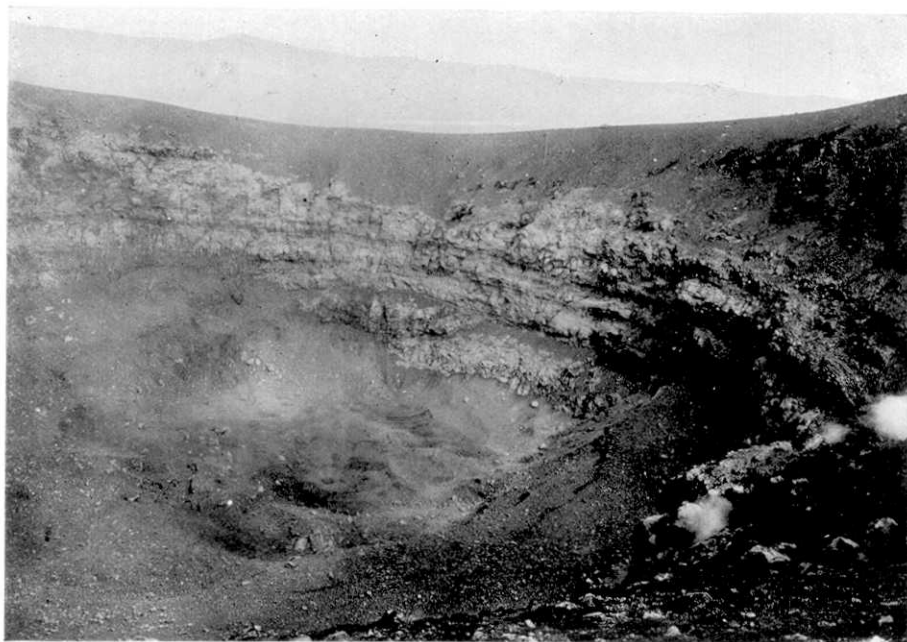
兎に角、1932年以來全く平穩なりし淺間火山も漸く活動の兆を示すに至つた。

5. 結 語

1934年7月より10月迄の4ヶ月に亘つて、三角測量に依り火口底昇降運動を測定した結果、20m以上に達する昇降が認められた。昇降速度と、火山觀測所、並びに小瀧に於て觀測された傾斜變化との間に、多少の關係の存在する事を認めた。

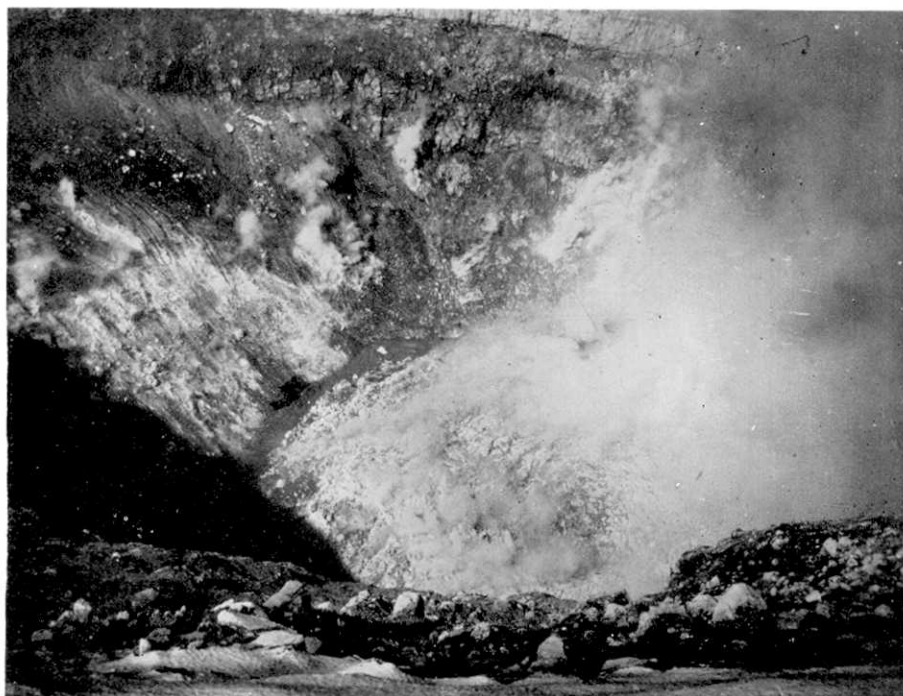
現中央火口丘と前掛山の最高點の標高差は1934年10月及び11月の數回の測定の

10) 八木貞助：地學雜誌 45 (1933), 537.



第2圖 明治43年10月7日，南東壁より北方に向つて火口内を撮れるもの(大森博士撮影).

(Fig. 2. La photographie du cratère du 7 octobre 1910, prise par le Prof. Omori.)



第3圖 昭和9年10月14日，火口壁上西南より寫す.

(Fig. 3. La photographie du fond de cratère prise au 14 octobre 1934.)



(震研彙報 第十三號 圖版 水上)

第4圖 昭和9年11月4日午後5時，南方より北方に向つて撮れるもの。
火口底略中央白色に見へるは赫熱熔岩の露出せる部分にして火口
の深度測定の視準點させり。

(Fig. 4. La photographie du cratère prise au 4 novembre 1934.)



(臺研彙報 第十三號 圖版 水上)

第5圖 昭和9年11月4日午後1時，南方火口壁上より火口内を撮れるもの。火口底の略中央黑色に見へる部分は赫熱密岩の露出せる部分。

(Fig. 5. La photographie du fond de cratère prise au 4 novembre 1934.)

結果 31.3 m であつて、1912 年の標高差に比して、中央火口丘は 10.3 m の相對的上昇を示して居る事が認められた。

筆を擱くに當り、種々御示教を賜つた石本教授に深く感謝の意を表すると共に火口附近の平板測量の御援助に與つた岩下圓氏に深謝の意を表する次第である。

26. *Changements relatifs de l'hauteur du cône central du volcan
d'Asama et la profondeur de lave dans son cratère*

par Takeshi MINAKAMI,

Institut de Recherches sur les Tremblements de terre.

1. D'après les résultats du nivellement de précision, appliqué aux certaines régions du Japon, nous constatons que la croûte terrestre déforme dans la composante verticale, c'est-à-dire, elle s'agit quelquefois l'exhaussement quelquefois la dépression. En outre, il est aussi évident que le changement topographique de ce genre apparaît remarquablement à l'occasion d'une éruption volcanique surtout au pied de volcan.

2. Quant au volcan d'Asama, d'après des données informées depuis 1886, nous pouvons constater, que la lave dans le cratère s'a enfoncé ou s'a élevé plus que 100 mètres. De plus, nous pouvons constater, d'après les photographies montrées aux Fig. 2, 3, 4 et 5, que il a eu les changements remarquables de la profondeur du cratère.

Nous avons exécuté le jalonnement pour savoir le changement de la profondeur du cratère précisément. Nous avons adopté la méthode de triangulation. (voir Fig. 6 et 7)

D'après les résultats de ce jalonnement, nous pouvons constater que la lave au fond du cratère s'a enfoncé progressivement depuis juillet jusqu' à septembre, mais partir de la première decade d'octobre, elle a commencé s'élever.

D'ailleurs, il nous semble qu'il y a certaine relation entre la vélocité du changement de la profondeur du cratère et l'inclinaison de la surface terrestre observée à l'Observatoire de volcan (au pied d'Est de volcan).

3. Les résultats du jalonnement de 1912 s'a manifesté que l'hauteur du cône central de ce volcan a été 2542 m au-dessus du niveau de la mer, et celle du sommet de Maékaké-Yama, cône central ancien, a montré 2521 m.

Depuis juillet 1934, nous avons quelquefois exécuté le jalonnement pour élucider le changement relatif entre ces deux sommets du cône central et de Maékaké-Yama. D'après ces résultats, nous avons constaté que le cône central s'a manifesté l'exhaussement relatif de 10 mètres en comparant à l'hauteur de 1912.