

火山微動と爆發地震の性質に就いて⁽¹⁾

理 學 博 士 佐 々 憲 三

緒論 火山活動の旺盛な時季には、その爲めに火山附近の土地が絶えず微動してゐるといふ事實は昔から多くの人々によつて、多くの火山について確かめられた事であるが、その多くは唯特定の一觀測點での微動の振幅、週期を觀測してゐるに過ぎない。夫等の觀測を通觀して、火山活動の規模の大小、活動の盛衰によつて唯に微動振幅の大きさに差異があるばかりでなく、微動週期並に其出現様式にも著しい差異があるのである。即ち火山微動と併せて爆發地震の發生機巧並に性質を精査することに依つて火山活動の機巧を考究出来る筈と考へ昭和四年以來阿蘇火山にて調査觀測した結果について概説する。

觀測點 京大火山研究所を本據とし、種々の地震計で連續觀測をしてゐる外に、必要に應じ下記の觀測點に於て種々の觀測をした。

第 一 表

觀 測 點	火 口 か ら の 方 位	火 口 か ら の 距 離	海 抜 高 度
1. 火 山 研 究 所	西	7.3	568
2. 草 千 里 濱	西	2.1	1,100
3. 本 堂	西南西	1.0	1,170
4. 宮 地	北北東	7.3	580
5. 硯 石	北北西	1.0	1,190
6. 皿 山	南南東	1.0	1,250
7. 高 岳	東	1.9	1,520

地震計 昭和四年五月末研究所にウキーヘル地震計を据置して以來連續觀測を續けてゐる外、特に微動觀測の目的で製作した短週期二萬倍微動計水平成分5毫、上下成分2毫、中週期三千倍微動計三成分二組、近地震觀測用地震計水平二成分二組を夫々其の時の觀測目的に應じて、各觀測點に配布して同時觀測をした。各地震計の常數第二表の通り。

(1) 昭和10年8月京大理學部紀要に發表したものに多少其後の觀測結果を追加したものである。

第 二 表

地 震 計 名	T_0 秒	μ_0^2	V	T_1 秒	μ_1^2	k	l_{cm}	V_m	S_{cm}	臺 数
ウェーヘルト水平動	10.0	0.81	200						3	1
ウェーヘルト上下動	4.6	0.81	150						3	1
短週期二萬倍 S_A 水平動	0.55	0		0.55	0	16,100	7.5	12,300	30	2
短週期二萬倍 S_R 水平動	0.55	0		0.55	0	25,600	7.5	19,300	30	3
短週期二萬倍 S_V 上下動	0.58	0		0.58	0	31,200	10.7	17,500	30	2
中週期三千倍 G_A 水平動	8.0	0		4.0	0	627	12	2,800	3	2
中週期三千倍 G_A 上下動	8.0	0		4.0	0	1,975	38	2,800	3	1
中週期三千倍 G_R 水平動	8.0	0		4.0	0	340	6.5	2,800	3	2
中週期三千倍 G_R 上下動	8.0	0		4.0	0	1,410	27	2,800	3	2
近地地震用地震計水平動	2.0	0.81	60						3	4

T_0 : 振子の自由振動週期。 μ_0^2 : 振子の減衰常數。 V : 幾何倍率。

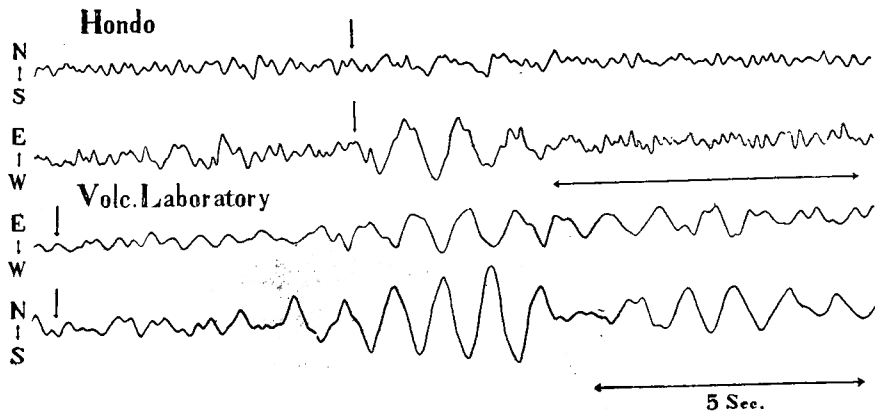
μ_1^2 : 電流計の減衰常數。 T_1 : 電流計の自由振動週期。 k : „Uebertragungsfaktor”

l : 相當簡單振子の長さ。 V_m 微動計の最大倍率。 S : 記録紙が1分間に進む長さ。

第一種火山微動 阿蘇火山では今迄に四種類の夫々性質の異なる火山微動が観測され、それを発見の順序に従つて第一、第二、第三、第四種火山微動と名づけた

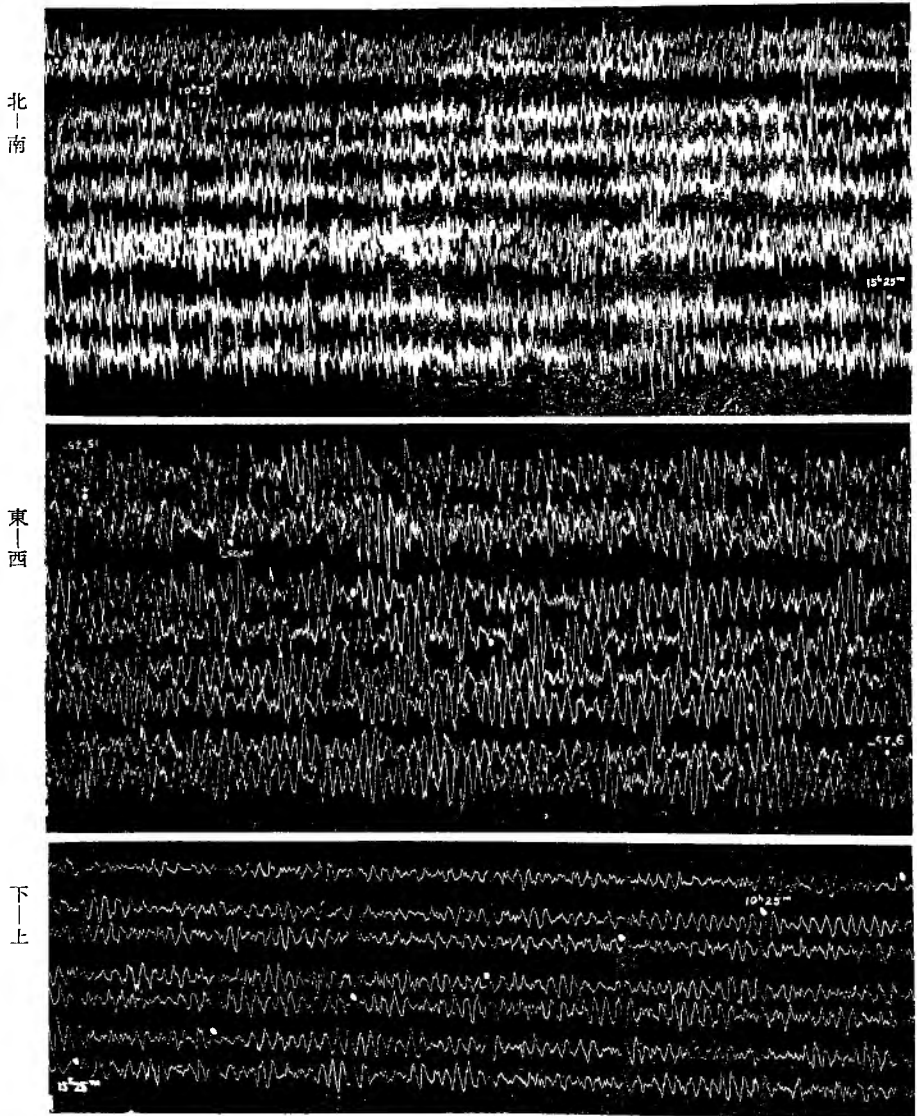
昭和四年五月初めて研究所にウェーヘルト地震計を据置した時に週期一秒前後で振幅記録紙上1ミリ内外の微動が絶えず記録された。之を第一種火山微動と名づけた。當時第四火口の活動期であつた爲で、同年十一月七日の噴火活動を最後として第四火口活動が休息すると間もなく十二月以後にはウェーヘルト地震計ではこの微動が記録されなくなつた。

第 一 図 第一種微動山頂と山麓との比較(矢印は同一時刻を示す)



火山微動と爆發地震の性質に就いて

第二圖 昭和8年2月25日ウキーヘルト地震計記録の一部
主に南北動成分の週期約1秒の振動が第一種火山微動、
東西動、上下動成分の週期約5秒の振動が第二種火山微動。



(原記録の3%)

そこで翌一月短週期二萬倍微動計を製作して観測すると、振幅0.1ミクロン程度で週期約1秒の綺麗な調和波1—6波からなる微動が毎時數回記録されたのである。其後引き続き観測したところによると第一種火山微動は活動休止期と雖も多少振幅及び出現頻度に増減はあるが大體前記休止期に於けると同様な出現状況を持続し、火山活動開始準備期に入り

て活動開始に近づくに従ひ次第に振幅と出現頻度とを増大し、遂ひには平均振幅數ミクロンのものが連續出現するに至るのである。

第一圖に活動休止期昭和6年10月25日に山頂本堂と山麓研究所にて短週期二萬倍微動計で記録し得た第一種火山微動一群の記録の寫しを示した。第二圖に昭和8年2月25日第一、第二火口大爆發活動直前、第一種微動振幅極大期のウェーヘルト地震計記録の一部を示す。記録中主に南北動成分に見られる短週期の微動が第一種微動である。

この種微動は休止期に於ける記録寫しから解る様に初動が極めて不明瞭であり、普通の地震記録で見られる様な相の變化も認められない。特に著しい特徴はどの觀測點で觀測しても全く上下動成分がなく水平變位だけであることである。火山研究所に於ける振動方向は常に殆んど火口方向に直角であり、地下深さ20米の豎孔の底の岩盤上と地表とで同時觀測をし見ると、週期、振幅變化の狀況等には何等の差異が認められないが、全體として振幅が地下では地表上のものの0.85に減少してゐる。之等の性質からこの微動はラブ波型の表面波の一種であることに氣付くのである。尙ほ進んでこの微動の傳播速度を決定する爲に山頂本堂と山麓研究所とに短週期二萬倍微動計を据置して同時觀測をなし、第一種微動出現様式を比較するに第一圖に示した様に、山頂に比べて山麓の方が波の數が増加し、兩所での相當相を比較することは出来ないが今圖の様に最大振幅で似よつた波形のものを假

第 三 表

日	附	出 現 時	本 堂			研 究 所			出 現 時 差
			A_N	A_E	T	A_N	A_E	T	
1931 Oct.	6	$\begin{smallmatrix} h & m & s \\ 21 & 43 & 06 \end{smallmatrix}$	μ 0.22	μ 1.14	sec. 0.83	μ 0.77	μ 0.53	sec. 0.98	sec. 6.50
	16	21 39 45	0.22	0.78	0.77	0.53	0.18	1.05	6.00
	16	21 40 26	0.19	0.64	0.89	0.50	0.18	1.05	6.60
	20	21 39 17	0.69	0.97	0.76	1.17	0.55	1.12	6.30
	25	21 41 03	0.56	1.70	0.93	1.33	0.67	0.93	6.46
	29	21 37 02	0.33	0.97		0.58	0.33		6.24
	29	21 40 49	0.42	1.10	1.10	1.00	0.55	1.13	6.25
	Nov.	11	21 39 49	0.33	0.56		0.35	0.20	1.03
11		21 42 53	0.70	1.00	0.80	0.83	0.37	0.83	6.70
平均			0.37	0.89	0.87	0.79	0.40	1.03	6.42
			μ 0.96	μ 0.89					
比			0.96/0.89=1.08						

りに相當相と考へることになると、矢印の位置が兩所での同一時刻を示すから、この微動は明かに山頂から山麓に向つて傳播してゐるのである。昭和6年10、11月の觀測では第三表に示した様に山頂と山麓とでの出現時差が平均6.42秒で、振幅は殆ど山頂山麓相等しく僅かに前者が後者の1.08倍になつてゐるに過ぎない。然るに翌昭和7年10月第一火口活動初期に於ける觀測では、之と著しく異なり、第四表に示した様に、出現時差が平均5.22秒に減少し、山頂の振幅が山麓の2.38倍に増大したのである。是如く活動の時季によつて第一種微動の傳播様式に差異があるといふ事實は甚だ興味あることである。出現時差の差異は騒亂源の深さに關係すると思はれるが、今假りに騒亂源が第一火口底にあると考へると傳播速度は0.99軒/秒となる。

第 四 表

日 附	出 現 時	本 堂			研 究 所			出 現 時 差
		A_N	A_E	T	A_N	A_E	T	
1932 Oct. 21	h m s	μ	μ	sec.	μ	μ	sec.	sec.
	18 44 48	0.28	0.70	0.90	0.35	0.17	1.00	5.20
	15 53 55	0.25	0.92	0.76	0.42	0.22	1.00	5.15
	18 58 12	0.25	0.97	0.90	0.25	0.18	1.00	5.60
	19 46 08	0.28	1.11	1.00	0.33	0.13	1.00	5.40
	21 24 34	0.47	1.39	0.98	0.50	0.25	0.87	5.03
	22 21 39	0.56	1.39	0.82	0.50	0.20	0.98	5.10
	22 33 08	0.58	1.39	0.83	0.50	0.23	0.90	5.15
22	10 36 51	0.97	2.50	0.81	0.88	0.37	0.80	5.10
平均		0.45	1.30	0.88	0.48	0.22	0.95	5.22
		μ 1.38	μ 0.58					
比		1.38/0.58=2.38						

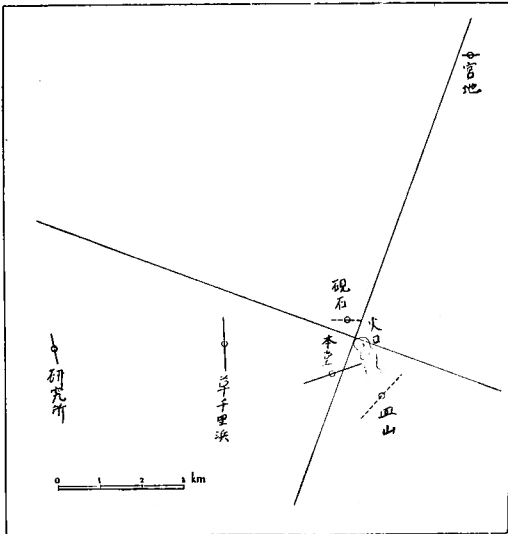
次に第一種微動の振動源の振動様式を決定する爲にはその影響を最も著しく受ける振動源に極めて近い場所に於ける振動状態を調べる必要がある。そこで昭和8年8月に短週期二萬倍微動計の一組を山頂本堂觀測所に据置し他の一組を次々に臨時觀測點に持ち廻つて同時觀測をなし、相互に相當する第一種微動振動方向並に振幅を決定し第五表を作つた。表中 Δ は振動源から觀測點までの距離、 α は研究所の振幅を單位として計つた各觀測點に於ける振幅、 γ は橢圓振動の長軸の方向と傳播方向とのなす角、 ϕ は北北東方向の節線から時計の針の廻る向きに計つた觀測點の方位角を表はす。之を圖にしたのが第三圖である。

第三圖で見ると明かに二本の互に直角に交る節線が引けるのである。そこで振幅が方位

第 五 表

観 測 点	Δ	α 観 測	α 計 算	γ 観 測	γ 計 算	φ
研 究 所	7.20	1	1	80°	90°	245°
宮 地	7.25	0.5	0.1	64	45	1.5
草 千 里 濱	3.10	1.7	1.4	90	90	245
本 堂	1.10	2.0	2.0	38	40	194
硯 石	0.50			68	88	302
皿 山	1.80			60	79	184

第三圖



的に方向性のある一般化されたラブ波の中野廣博士⁽³⁾の解式を使い、今決定した二本の節線上では方位的變位のみが存在する様な方向と考へて、(その解式で $n = 2$ の場合を探り)、各観測點で觀測される筈の α 及び γ を計算して見ると、第五表中に記入した様に非常によく觀測結果と一致してゐる。即ち昭和 8 年 8 月に於ける第一種微動を生起する振動源の振動様式が決定されたと見てよい。然

るに昭和 6 年秋火山活動休止期での觀測はこの様式の振動源では本堂と研究所との振幅比 1.1 が説明できない。この場合に若し節線を北北東のもの一本とすると(即ち解式で $n = 1$ として)、觀測値 1.1 に對し計算値も亦 1.1 となつてよく一致すが、何分二點だけのことから明かでない。

尚ほ又第一種火山微動が純粹なラブ型波だけから成立つてゐることが注目に價する性質で振動源に於ける應力條件が妹澤博士⁽⁴⁾の所謂第二種横波のみを生成する様な状態にあるものと考へられるのである。

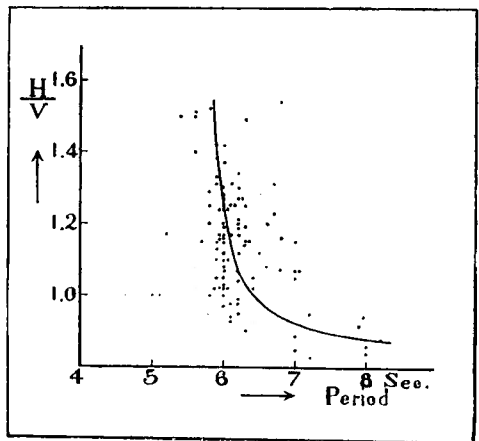
第二種火山微動 第二種火山微動は火山活動休止期には振幅 1—2 ミクロン、週期 3.5—7 秒位の調和波 4—5 の集りで、それが毎時數回記録されるのである。火山活動開始數日前から次第に其の振幅と出現頻度を増し、遂には連續して記録される様になる。第二圖は大振幅で連續記録された例であり、圖中東西成分及び上下成分に明かに見られる週期 5 秒

前後のものが第二種微動である。

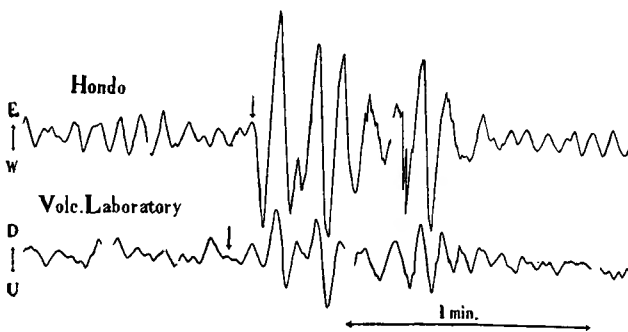
火山研究所に於ける第二種微動振動様式は常に丁度現噴火口の方角、即ち東西方向に振動し、上下動成分亦水平動成分とはほぼ同大で、西上東下に向ふ長軸の廻りに扁平な橢圓軌道を畫いて振動する。主要振動の振り初めは何時も西上へ即ち「押し」である。振幅が小さくて明かでないが多くは主振動前十數秒邊から特異な不規則な波群が附屬してゐる様である。山頂本堂では振幅が山麓研究所の約2.5倍程あるから振動の様子が割合明かであるが、振動方向はやはり現噴火口の中心方向、北74°東一南74°西で、上下動成分は大體水平動成分と等しく、北74°東下へ一南74°西上へ向く長軸の廻りに橢圓軌道を畫いて振動し、主要振動の初動は何時も「押し」で始つてゐる。振幅と週期との間には何等の相關なく、上下動成分と水平動成分との比と週期との間には多少の關係が見られ、第四圖に示した様に週期の長いもの程上下動成分が大きくなつてゐる様である。

主要振動相より約20秒程前から振幅が主要相の約 $\frac{1}{2}$ 位で、週期は兩者ほぼ等しい稍々不規則な前驅相が附屬してゐる場合が多い。又多くの場合は主要相の約十數秒前に第一種火山微動が出現してゐる。時々には全く第一種微動を伴はないで第二種微動のみが出現することがあり又其の逆に第一種微動のみが獨立に出現する場合もある。即ち兩者其の發生源が常に同一振動子に非ざるを示すのである。

第 四 圖
第二種微動上下動成分(V)と
水平動成分(H)との比と週期



第 五 圖 第二種微動山頂と山麓との比較



山頂本堂と山麓研究所との同時觀測記錄(第五圖)で見ると距離約6.3軒離れても、第二種微動主要相の波形はまことによく一致し、容易に互に相當する相を合せることが出来る。かくして出現時差を調

べて見ると第6表に見る様に平均7秒山頂に比べて山麓の方が出現がおくれてゐる。之から傳播速度は0.90 軒/秒となりこの地域表層のレーレー波の速度に相當してゐる。又振幅は山頂から僅かに一波長餘り離れた山麓が $\frac{1}{2.5}$ に減少してゐる。

第 六 表

日	附	本 堂		研 究 所		振 幅 比	出 現 時 差
		A_E	T	A_V	T	A_E/A_V	
Oct. 26	h m	mm.	sec.	mm.	sec.		sec.
	21 47	12.6	6.2	7.0	6.2	1.80	7.6
	23 12	11.0	6.0	6.0	5.9	1.83	6.2
	39	9.1	6.0	3.7	6.2	2.46	6.4
27	54	10.5	6.2	5.2	6.0	2.02	6.4
	6 47	14.0	5.7	5.5	5.0	2.54	6.8
	7 07	11.0	6.4	6.4	6.0	1.72	7.4
	8 26	12.5	6.0	5.0	5.8	2.50	7.5
	11 04	27.0	6.0	10.0	6.1	2.79	5.8
	58	21.0	6.3	6.5	6.2	3.24	8.0
	12 43	22.0	6.0	7.4	5.2	2.97	8.0
	44	22.5	6.2	7.5	6.0	3.00	7.0
	13 39	30.0	6.0	11.5	6.2	2.61	6.8
	14 16	18.0	7.0	5.2	6.0	3.46	7.6
	40	18.0	6.0	6.7	6.0	2.69	7.0
	16 22	16.0	5.9	5.6	6.2	2.86	7.6
	26	19.5	6.2	6.4	6.1	3.04	6.8
	17 15	32.0	5.6	12.6	5.8	2.54	8.0
	18 14	19.0	6.6	7.1	6.4	2.67	7.6
	26	16.5	6.2	8.0	6.2	2.06	7.0
	30	12.5	6.0	7.4	6.0	1.69	6.7
	55	14.0	6.0	8.0	5.7	1.75	6.8
	20 10	17.5	6.0	5.2	5.9	3.36	7.0
	21 28	24.0	6.0	10.0	6.0	2.40	6.0
平均		17.82	6.11	7.12	5.94	2.50	7.05

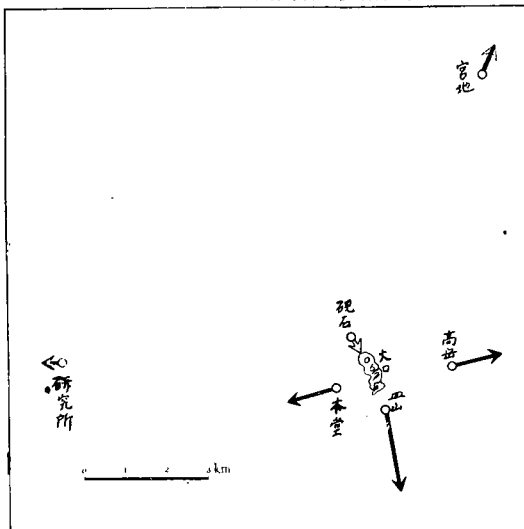
次に同時觀測によつて調べた各觀測點に於ける振動方向、主要相初動の「押し」「引き」、研究所での振幅を單位として計つた振幅、上下動成分(V)と水平動成分(H)の比を第七表に記載し、第六圖に示す。

圖に明かな様に振動源は火口直下餘り深くないところにあるらしく、硯石を除いては皆「押し」で初つてゐるのに、硯石だけが「引き」で初り、然かも他に比べて著しく振幅の小さ

第七表

観測点	振動方向	初動の相	振幅	$\frac{V}{H}$
研究所	東—西	押し	1	1.0
宮地	北北東—南南西	?	1	
本堂	南74°西—北74°東	押し	2.5	1.1
硯石	南東—北西	引き	0.9	1.2
皿山	南10°東—北10°西	押し	4.0	2.0
高岳	北78°—南78°西	押し	2.5	

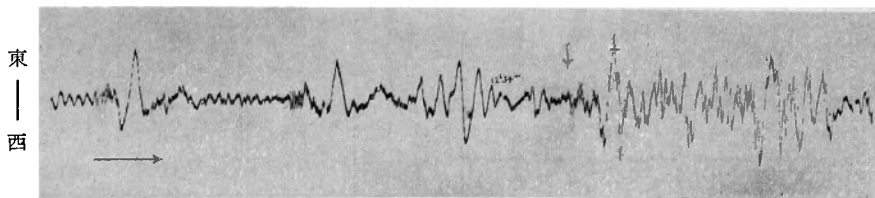
第六圖 第二種火山微動主要相初動分布



いことが注目すべき点である。唯之だけでは、殊に宮地の「押し」「引き」が疑問であるから、尚ほ振動源の振動様式を單一的に決定出来ないが、とにかく火口列の方向を一つの振動軸として、南方皿山の方に極大「押し波」が出て北方硯石は節面の近くに位し然かも「引き波」側にあることが解る。

第七圖は昭和8年8月17日本堂にて中週期三千倍微動計東西成分によ

第七圖 爆發地震中週期三千倍微動計記録(本堂)



る爆發噴火の記録であるが、爆發による急振動が初つて後約8秒後に初め西へ次いで東への一長波が見られる。その週期は6秒で、南北、上下成分記録と合せ考へて其の振動様式全く同所に於ける第二種微動のそれと類似してゐる。殊に第七圖中12時34分矢印の爆發時の振動様式は非常によく第二種微動の一般的振動形式と似てゐる。唯急振動が前者は爆發地震動であるのに後者は第一種微動であるのが異なるだけである。

爆發噴火後の長波は瓦斯及び熔岩塊片の多量の放出によつて引き起された岩漿溜の振動

に起因するものと考へられる。従つて第二種微動も亦岩漿溜が何にか内部爆發等の騒亂によつて振動し始め、特殊の球面波を送り出し其の主要相がこの地域表層のレーレー波の速度で傳はるものと考へられる。かくの如く第二種微動の源が岩漿溜の振動によると考へるならば、火山活動の種々の時季に於て夫々特有の波形、週期を持つこと、同一時季のものは相互に著しく類似してゐること、又火山活動老衰期よりも活動開始期或は開始準備期の方が遙かに振幅大きくその減衰率も小さいこと等皆よく説明されるのである。

第三種火山微動 第三種火山微動は火山活動期にのみ觀測せられ、週期約 0.5 秒の波が連續して記録される。然し普通土地の固有振動として知られてゐる交通機關等に原因する微動や、火山研究所に於て雨後屢々觀測される附近の瀧に原因する同週期の微動の様に長時間殆んど等振幅で續くことなく、火山噴煙鳴動が丁度息する様に變化すると同様に第三種微動も不規則な間隙を置いて著しい振幅の變化のあるのが特徴である。

火山研究所に於ける振動方向は一定せずして複雑な軌跡を畫き、平均して東西、南北兩成分殆んど同大であるが、上下動成分は水平動成分より遙かに小さい。地下深さ 20 m の豎孔の底では地表に比較して振幅が 0.6 に減少してゐる。第八表に各觀測點に於ける東西(EW)、南北(NS)成分の平均振幅比、上下動成分(I')と水平動成分(II)との比、研究所の振幅を單位として測つた振幅を記載し、第八圖に夫れを圖に示した。

この微動は波長 500 米内外なので、不規則な地盤構造の影響を受けること多く、各觀測點に於ける振動様式非常に亂れて、之から騒亂源の振動様式を求めることは相當困難であ

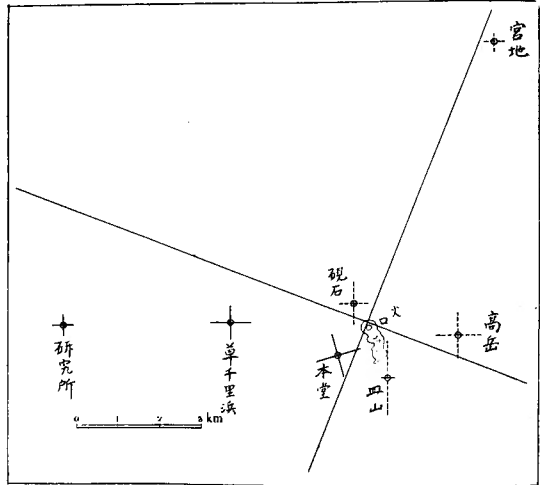
第 八 表

觀 測 點	$\frac{EW}{NS}$	$\frac{I'}{H}$	振 幅
研 究 所	1.0	0.1	1
草 千 里 濱	1.2		2
本 堂	1.0	0.5	2.2
宮 地	0.5		
硯 石	0.8		(1.5)
皿 山	0.2	1.0	(5)
高 岳	1.0		(2)

る。又波群として存在することなく常に連續出現するが故に相を合せて傳播速度を決定することも容易でない。然し爆發による地震の主要部即ち表面波部の週期及び振動様式が全く第三種微動のそれと一致する事實、並にこの微動が火山活動期にのみ存在することから、第三種微動は地下割合淺いところでの内部爆發によつて起された小地震動の主要動のみが連續記録されるものかと考へられる。然るに爆發地震の振動源は第九圖に見る様な裂罅型のものであるから、この振動源から豫期される各地でのレーレー波の振幅及び振動方向は節線上では純粹に傳播方向に直角な變位だけで、それから離れる従つて次第に傳播方向の變位が大きくなるが、振源から遠さかるに従

つて前者の方が後者より急速に減衰するので、振動源から遠いところでは節線に極めて接近したところでのみ傳播方向に直角な變位が存在するのである。このレーレー波の性質を頭において第八圖を見ると皿山、硯石では傳播方向の成分が大いのに、節線にそれより近い本堂、高岳ではその傾向が見られない點など不明瞭乍ら第三種微動は主にレーレー波型の表面波であることが解る。

第八圖 第三種火山微動振幅分布圖



第四種火山微動 昭和7年9月5日午後3時14分から約30分間第三種火山微動に乗つて週期約0.2秒の微動が約0.05ミクロンの振幅に殆んど變化なく連續記録された。この微動の原因と考へられるものは、丁度其時間に第一火口が長い休止期の後初めて黒煙を噴き出し始めたこと以外には何にもない。尙ほ又火口に極めて近い山頂本堂の記録（同一時刻の記録がないのは残念であるが）には火山活動期には、第三種微動振幅が非常に大きくて見分け難いが確かに0.2秒週期の微動に乗つてゐるし、休止期には同所で所謂固有振動として観測される微動が0.22秒週期であること等考へ合せて、この0.2秒週期の微動は噴出孔生成等の騒亂によつて起された火山微動と考へられる。之を第四種火山微動と名づけておくことにする。因みに火山研究所に於ける土地の固有振動週期は0.32秒週期、雨後附近の瀧による微動は0.5秒週期、強風時の微動は不規則で0.32秒と0.10秒週期で、この第四種微動に相當する週期のものはない。

爆發地震 直接噴煙噴石を伴ふ地震を爆發地震、伴はないこの地域の地震を火山地震と呼ぶことにする。爆發地震は一般に振動微少で山麓研究所に於てウェーヘル地震計では縦波初動の讀み取れる様な完全な記録を胎したものは一つもない。昭和8年8月山頂火口附近観測點にて観測し得た爆發地震の初動を第九表に記載した。

本堂と硯石とて同時に観測された例は4回しかないが、本堂では常に「押し波」で初り、硯石では常に「引き波」で初る。今初動方向の確かな地震について、其の震源方位を出して見る。第九圖に見る様に硯石では全部の方位が狭い角の間に這入るのに、本堂では割合散つ

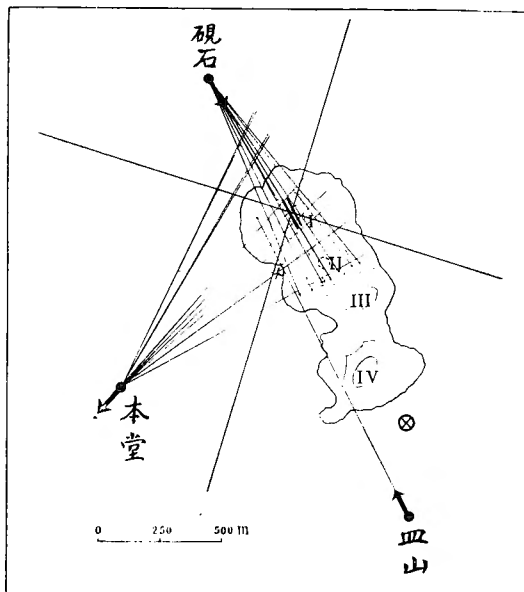
第 九 表

(A) 本 堂				(B) 硯 石					(C)			
出 現 時	Δ_N	Δ_E		出 現 時	Δ_N	Δ_E	$P \rightarrow I$		出 現 時	本堂	硯 石	
Aug. 16 23 12	mm. -3.8	mm. -2.8		Aug. 18 2 31	mm. -2.0	mm. 1.3	sec. 2.4			Δ_E	Δ_N	Δ_E
14	-1.4	-2.0		33	-1.3		2.0		Aug. 18 6 31	mm. -0.5	mm. -1.5	mm. 1.1
17 12 28	-1.4	-3.5		34	-2.0		2.0		33	-0.3	-2.0	
29	-3.0	-4.0		36	-3.0		2.4		34	-0.7	-3.0	1.7
31	-1.2	-1.7		37	-2.2		2.4		35	-0.4	-2.0	2.0
32	-1.0	-1.1		38	-1.4		2.4					
34	-2.0	-1.3		39	-2.0	1.2	2.4					
36	-3.0	-2.2		4 29	-2.5	1.4	2.2					
37	-5.0	-3.2		31	-3.5	1.8	2.5					
				32	-3.0	1.5	2.8					
				33	-2.5	2.0	2.5					
							平均	2.36				

て、震源が現火口列及び其の北方延長線上に並列してゐることを示すやうである。皿山では唯一回しか爆發地震の記録が得られなかつたがその初動は「引き波」で方向は大體火口列の方向になる。

之等を組合せて作つた第九圖初動分布圖は同一の地震による初動分布ではないが、各觀

第九圖 爆發地震初動分布圖



測點に於ける初動の「押し」「引き」は今回觀測された限りでは常に一定してゐるから、第九圖を以て總ての爆發地震の初動分布を代表してゐるものと見てよからう。事實本堂に於ける横波初動は北北西でこの初動分布から期待される振動源による横波初動方向と一致する。かく考へると爆發地震は一般に考へられてゐた様に簡單な四方へ一様な押し波が出る振動源でなく、普通の地震と同様に二本の節線をもつ裂罅型の發震機巧に相當するものである。尙ほ一步進め

てこの爆發地震震源の分布から現噴火口列の方向に壓縮、それと直角の方向に張力が働くことに相當する力核が火口列の方向に並列して發生することを示し、同様な力核がより大規模にあれば出来るであらうと思はれる大裂罅(現火口列)、及び夫れより遙かに南方に延びる一大構造線の存在することに、其間一聯の關係が存在するらしく考へられるのである。

次に爆發地震の震源の深さは、震波を假りに直線的に進むとすれば、本堂で觀測された射出角及び震央距離から約 840 米、本堂及び硯石での初期微動繼續時間が夫々 1.0 秒と 0.8 秒であることから約 880 米となる。兩者平均して 860 米を震源の深さとする。

昭和 8 年 8 月 18 日硯石で觀測した爆發地震初動(P)と音波初動(B)との到達時間差($P \rightarrow B$)は第九表(B)に記入したやうに平均 2.36 秒である。今震源の深さを 860 米として、震源距離 1.05 千、噴出孔口から硯石まで距離 700 米、當時の氣温は 15 度で音波の速度を 340 米/秒とすると、震源から噴出孔口に爆發壓力波が到着するに要す時間は 1.14 秒であり、噴出孔内熔融熔岩中を傳はる壓力波の速度は 790 米/秒となる。即ち當時熔岩の温度は其の色から判斷して約 1,000 度はあつたと思はれるから非常に瓦斯を豊富に含んでゐたことが判る。

昭和 8 年 2 月下旬から 3 月上旬にかけての第一第二火口の大爆發時にも爆發源の深さは本堂での觀測結果から 1,000 米前後と推定されるが、この時の震源から噴出孔口に到る時間は山麓研究所での爆發地震初動及び音波の到達時間差が平均 17.68 秒であることから算出され當時の氣温は約 5 度として音波の速度は 334 米/秒とすると 1.1 秒となり、前に決定した同年 8 年の爆發時の 1.14 秒と殆んど一致してゐる。

然るに兩者の爆發の規模には非常な差異があり、早春の大爆發時には重さ 20 噸に及ぶ大熔岩塊を 300 米餘も放出し、小噴石は遠く 1,000 米にも及ぶ程であつたのに、夏の爆發時には小噴石を 200~300 米飛ばしたに過ぎない。

かくの如き差異にも拘らず噴出孔内壓力波の傳播速度に大した差異がないことは甚だ興味あることである。

噴出熔岩片の飛行距離から算出された噴石の初速は昭和 8 年早春大爆發時には 94 米/秒、夏の小爆發時には 30 米/秒である。今密度 ρ の噴石を初速 V で放出するに必要な噴出孔内外の壓力差 Δp は若し物質の移動によつて壓力が變らないとすれば $\Delta p = \frac{1}{2} \rho V^2$ であるから、早春の大爆發時には 108 氣壓、夏には 9 氣壓の壓力差が必要となる。今密度を 2.5 と

してこの壓力に相當する深さは前者は 450 米，後者は 37 米となる。當然の事乍ら噴石初速度の大小は爆發の生起した深さには無關係で唯爆發によつて生成された壓力の大きさによつてのみ定まるものであり，爆發しても噴煙噴石にまで發達しない小爆發もある筈で，之噴煙噴石を伴はずして各種微動の生成される所以である。

各種微動の騷亂源及び爆發地震の震源等皆例外なく現噴火口列北端直下に集るが，噴出火石の分布から決定した活動源亦同一個所⁽⁹⁾に一致するのである。

1. K. Sassa: Mem. Coll. Sci. Kyoto. A. vol. 18, (1935)
2. (1) 參照。
3. H. Nakano: Geophys. Mag. 2 (1929)
4. 妹澤: 振動學
5. (1) 參照。
6. H. Nakano: Geophys. Mag. 1 (1928). K. Sezawa: Bull. Earth. Res. Inst. 6 (1929).
7. E. Nisimura: Mem. Coll. Sci. Kyoto. A. vol. 19 (1936)
8. M. Hasegawa: Beit. z. Geophys. 27 (1930)
9. (1) 參照。