

阿蘇に於ける鉛直地電位傾度日變化の所謂殘差に就て

理 學 士 南 葉 宗 利

1. 緒 言

(1) 前報告に於いて筆者は火山研究所構内に於ける普通方式の鉛直地電位傾度の日變化には水平地電位傾度變化に無關係な所謂殘差が相當に顯著な量で現はれる事を述べた。ついで更にその原因の一つと見らるる地表面溫度の影響を論じた。研究所構内での鉛直地電位傾度變化測定装置は直徑2米深き20米の空井戸を掘り、井戸の底と地表近くに電極を埋設する。従つて兩電極自身の溫度差の影響も考慮せねばならないし局部的地電流の影響も相當にあると思はねばならない。一方、中岳の火口群は別に記す如くかなり深い谿谷であるし又栃木谿谷も深い谷溝である。依つて此二者にも鉛直地電位傾度變化測定装置を設置した。此結果と研究所構内で得た所謂殘差と比較したら面白い關係のある事を發見したので本報告を提出したのである。

2. 中岳火口内鉛直地電位傾度變化計の模様

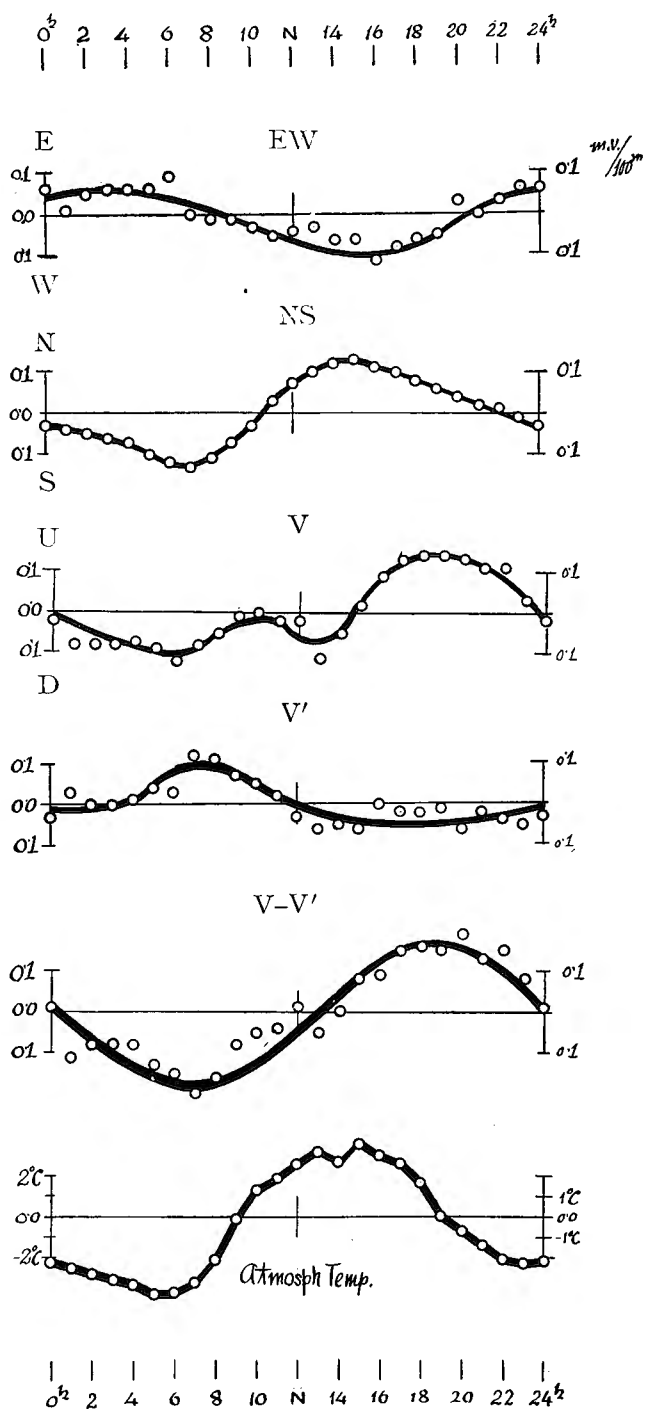
阿蘇中岳火口群は略 1000 m×350 m の谷溝狀を呈し、此深溝の底部に北方から南に呼上げて第一、二、三、四及第五の火口が略一列に竝んでゐる。此附近は活火口のため不毛の砂地である。最北にある第一火口の西側の火口内壁は約70米の斷崖をなしてゐる。鉛直距離50米を有する上下二點に電極を設置した(口繪参照)。各電極は2米以上深く埋める。此電極は架空ケーブル線に依つて火口壁の中腹に設けてある横穴式の暗室に導かれる。此横穴は奥行6米幅2mで、奥の半分は記録装置を置く爲の暗室とし、前半分は準備室として用ひ且つ噴火の際の避難用として使用した。コンクリート作りである。暗室内の溫度は年間 63°—62°C であつた。濕氣は殆んど無い。故に装置各部の leakage の心配は全く無かつた。溫度が少々高すぎた事と火山瓦斯のために起る故障の考慮が必要であつた。之がために次の諸點に注意を拂つた。

(1) 鉛直地電位傾度に及ぼす地表溫度及び降水の影響、本誌第3卷第3號、227頁。

- (1) 電流計はこの目的のために all sealed type のものを製作した。
- (2) 抵抗箱も硬質磁器で作り、all sealed type とした。terminals も金屬部の露出を防いだ。
- (3) 電流計、抵抗箱、時計等は皆二重箱に入れ且つ防濕劑ですき間をつめた。
- (4) 暗室の内壁は防濕セメント塗裝を入念にして濕氣及び瓦斯の侵入を防いだ。出入口からの瓦斯の侵入に對しては前諸項の考案を以て應じたのである。
- (5) 室内溫度は横穴起工前の豫想よりは餘程高きに過ぎたのであるが費用の關係上改作出来なかつた。高溫度のための故障としては光源用ランプのソケット及導線の損傷が主なものであつたが、結局對策出来て後には故障が殆んど無かつた。夏季に對しては室内の高溫度は相當苦難ではあつたが冬期にあつては全く有難い事であつた。火口縁では -23°C になつた事さへあつて仕事は全く手につかぬ有様であつたが、横穴にたどり着けさへすれば暖房に對する手配全く不用で安心して泊り込みで諸觀測が遂行出来た。此點での利益は前の困難と相濟されてよいと思ふ。
- (6) ポテンシオメーター装置の部分は導線との接合點の考慮のみで故障とは何一つ無かつた。
- (7) 遠距離式自記寒暖計を設備して地中溫度を記録した。2 米以下では全く不變であつた。依つて野滿教授の要求により目下は 20 種の深さの溫度を記録せしめてゐる。
- (8) 火山彈の落下に對しては此横穴で充分心配無くやれたが、火山灰を混じた火山密雲に襲はれた(火山雷を伴ふてゐた)時は呼吸の困難を伴ひ少々參つた事が觀測をはじめて以來唯一回あつたのみであつた。
- (9) 觀測装置で故障の最も起り易い部分は何と云つても兩電極間の導線であつた。最初は地下ケーブルにしてゐたが、豪雨の際や霜解け、雪解けの際に崖崩を起して爲に導線を切斷されることがある。その切斷箇所が発見修理に手敷を要するので後には架空線にした。架空線では投身者のため切斷された事が數回あつた。蓋し絶好の斷崖である事が此被害の原因であつたかも知れぬ。ケーブルは全面にビッチを塗布し竹管で掩ひ火山瓦斯と機械的の故障を防止した。

要するに阿蘇火口内に於ける不測の災害は、噴火の際の噴石及び噴出瓦斯に依るものと冬

第 1 圖 研究所構内に於ける地電位傾度日變化



期の嚴寒に依るものが主なるものであるやうである。温度の高過ぎたと思うた横穴も冬期に於ては全く有り難く、しかも弱電流につきものの leakage の心配のなかつたのは最も有り難い事であつた。

3. 栃木谿谷での鉛直地電位傾度計の模様

阿蘇舊火山口原の南半(南郷谷と云ふ)の水を集めて白川は鮎返瀧に至つて深く浸蝕谷を作る。直下100mの絶壁を有し、幅 150 m 長さ10杆に及ぶ。所謂栃木戸下谿谷と呼ばれてゐるものこれである。谿谷は全面草木鬱蒼と生茂り阿蘇唯一の原始林と云はれてゐる。谷の西側は海拔約 900 m に近い外輪山が屏風の如く迫つてゐて朝は日射遅く夕刻は早く日足がかける。此斷崖の 50 m を鉛直距離とする二電極を栃木温泉のコンクリート製半地下室に導き

鉛直地電位傾度變化を自記せしめた。

4. 火山研究所構内に於ける鉛直地電位傾度計の模様

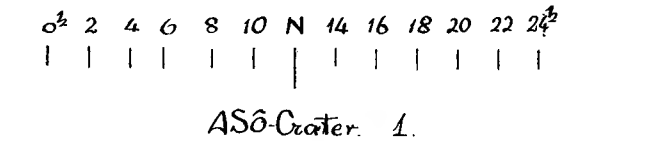
海拔567.7米の圓い丘が烏帽子岳の熔岩臺地の上に全山稚草に掩はれて孤立してゐる。山頂に約 40 m×40 m の鐵筋コンクリート建の火山研究所本館が約 3 米位の深さに基礎をおいてゐる。此近くに直径 2 米深さ 20 米の空井戸を掘つた。全く小石一ツ出なかつた。ローム層である。此空井戸の底に更に 2 米の深さに下の電極を埋め、空井戸の上縁から 2 米以上離れて 2 米の深さに他の電極を埋めた。空井戸は三ツあるが本報告には V_3 と呼ぶ空井戸についての結果を述べることにした。

第 2 圖

5. 觀測結果の記述

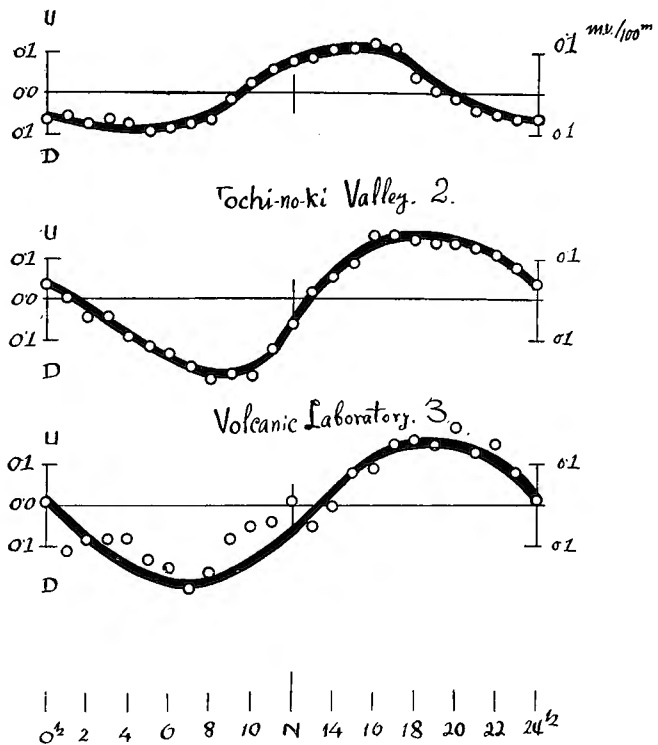
〔1〕 阿蘇火口内に於ける鉛直地電位傾度日變化。

上下兩電極間の抵抗は七月末で 250 オームあつた。直列抵抗 70000 オームの中から 160 オームを取る。昭和 14 年 8 月中の 14 日間の鉛直地電位傾度の平均日變化を第 2 圖に示した



〔2〕 栃木谿谷に於ける鉛直地電位傾度日變化。

上下兩電極間の抵抗 300 オーム。直列抵抗 30000 オームの中から 100 オームを取つた。昭和 14 年 8 月の末から 9 月初めにかけて 11 日間の平均日變化を第 2 圖に示した。



阿蘇に於ける鉛直地電位傾度日變化の所謂殘差に就て

〔3〕 研究所構内に於ける鉛直地電位傾度日變化。

上下兩電極間の抵抗は 200 オーム。9000 オームの直列抵抗の中 600 オームを取つた。昭和 14 年 8 月中の 11 日間の水平及鉛直の各分値の平均日變化を第 1 圖に示した。此期間中鉛直地電位傾度の變化が Up の時は水平地電位では W 及 S に變じ Down の時は E 及 N に變じた。此事實から前報告と同様に處理して所謂殘差を算出して見た。別表に示したのはこれである。此殘差を火口及栃木のものと同様に併記してみると第 2 圖下端の如くなるのである。此三者を比較してみると次の諸點に氣附く。

平均 水平地電位傾度日變化 1939 Aug 11 days) の表
平均 鉛直地電位傾度日變化 (火口, 栃木, 所内)

	$E_W \frac{m.v.}{100m}$	$N_S \frac{m.v.}{100m}$	$E_W + N_S$	V	$\frac{E_W + N_S}{V}$	$\frac{E_W + N_S}{1.1} \equiv V'$	$V - V'$	火口 V	栃木 V	氣温變化
0時	0.06	-0.08	-0.03	-0.02	1.5	-0.08	0.01	-0.06	0.04	-2.2
1時	0.01	-0.04	0.08	-0.08	0.4	0.03	-0.11	-0.05	0.01	-2.5
2時	0.05	-0.05	0.0	-0.08	0	0.0	-0.08	-0.07	-0.04	-2.8
3時	0.06	-0.06	0.0	-0.08	0	0.0	-0.08	-0.06	-0.04	-2.1
4時	0.06	-0.07	0.01	-0.07	0.1	0.01	-0.08	-0.07	-0.09	-3.3
5時	0.06	-0.10	0.04	-0.09	0.4	0.04	-0.13	-0.09	-0.11	-2.8
6時	0.09	-0.12	0.03	-0.12	0.3	0.03	-0.15	-0.08	-0.13	-2.7
7時	0.0	-0.13	0.13	-0.08	1.6	0.12	-0.20	-0.07	-0.16	-3.2
8時	-0.01	-0.11	0.12	-0.05	2.4	0.11	-0.16	-0.06	-0.19	-2.1
9時	-0.01	-0.07	0.08	-0.01	8.0	0.07	-0.08	-0.01	-0.18	-0.1
10時	-0.03	-0.03	0.06	0.0	—	0.05	-0.08	0.03	-0.18	1.3
11時	-0.05	0.03	0.02	-0.02	1.0	0.02	-0.04	0.06	-0.12	1.9
12時	-0.04	0.07	-0.03	-0.02	1.5	-0.03	0.01	0.08	-0.06	2.6
13時	-0.03	0.10	-0.07	-0.11	0.6	-0.06	-0.05	0.09	0.02	3.2
14時	-0.06	0.12	-0.06	-0.05	1.2	-0.05	0.0	0.11	0.06	2.7
15時	-0.06	0.13	-0.07	0.02	3.5	-0.06	0.08	0.11	0.09	3.6
16時	-0.11	0.11	0.0	0.09	0	0.0	0.09	0.12	0.16	2.0
17時	-0.08	0.10	-0.02	0.13	0.2	-0.02	0.15	0.11	0.16	2.6
18時	-0.06	0.08	-0.02	0.14	0.1	-0.02	0.16	0.04	0.15	1.7
19時	-0.05	0.06	-0.01	0.14	0.1	-0.01	0.15	0.01	0.14	0.0
20時	0.03	0.04	-0.07	0.13	0.5	-0.06	0.19	-0.01	0.14	-0.7
21時	0.0	0.02	-0.02	0.11	0.2	-0.02	0.13	-0.04	0.13	-1.4
22時	0.03	0.01	-0.04	0.11	0.4	-0.04	0.15	-0.05	0.11	-2.1
23時	0.06	-0.01	-0.05	0.03	1.7	-0.05	0.03	-0.06	0.03	-2.3
24時	0.06	-0.03	-0.03	-0.02	1.5	-0.03	0.01	-0.06	0.04	-2.2
	八月中 十一日間の 平均				Mean 1.1			八月中 十四日間の 平均	八月九 月の交 十一日 間の平均	Mean 23.5°C 八月中 十一日 間の平均 (水平 分と同 日)

〔A〕 三者共に略同形である。

〔B〕 研究所構内の地電位傾度變化(3)に於いては 5 時及 10 時頃に少々異狀があるがその外は栃木のもの(2)と殆んど一致する。

(2) 前出。

阿蘇に於ける鉛直地電位傾度日變化の所謂殘差に就て

[C] 火口のもの(1)は(2)及び(3)の約半分の値である。

[D] Down 最大の起る時刻は(1)最も早く(3)(2)の順になる。

[E] Up 最大となる時刻は(1)最も早く(2)(3)の順になる。

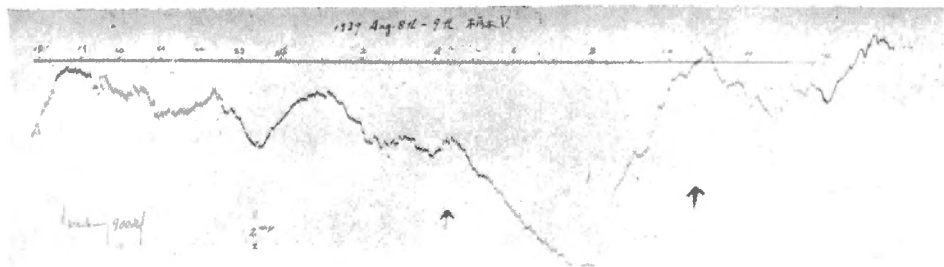
之等の觀測事實を如何に解釋すべきものであらうか。次節に於いて私見を述べよう。

6. 觀測結果に對する考察

火山研究所での空井戸に於て得た鉛直地電位傾度日變化(簡單のために井戸式鉛直地電位の日變化と呼ぶ)に於ける殘差が谿谷の斷崖を利用して得た鉛直地電位傾度日變化(簡單のために谿谷式地電位の日變化と呼ぶ)に極めてよく似てゐると云ふ結果は何を意味するものであらうか。筆者の考ふる所に依ると井戸式鉛直地電位變化には水平地電位變化と相關關係にある鉛直分値(略して推定鉛直地電位と呼ぶ)が強く現はれ谿谷式地電位變化には推定鉛直地電位變化の影響の現はれ方が弱いためであると見るのが至當ではあるまいか。此日變化の場合も同様であると思はれる。依つて今假りに此殘差を固有鉛直地電位傾度の日變化であると見なすことが出来るものとする、井戸式鉛直地電位の變化には一般には兩電極間の距離短かい爲に固有鉛直地電位變化に影響を及ぼす推定鉛直地電位變化の割合が大きく現はれ、谿谷式鉛直地電位變化に於いては兩電極間の距離大きく従つて推定鉛直地電位變化が弱く影響したものが現はれると解せられるやうである。筆者は此論旨を進めるに最も必要な谿谷式鉛直地電位變化に加ふべき修正値を觀測する装置を有してゐないのは最も残念とする次第であるが、次の諸點に依つて補ひうと思ふのである。

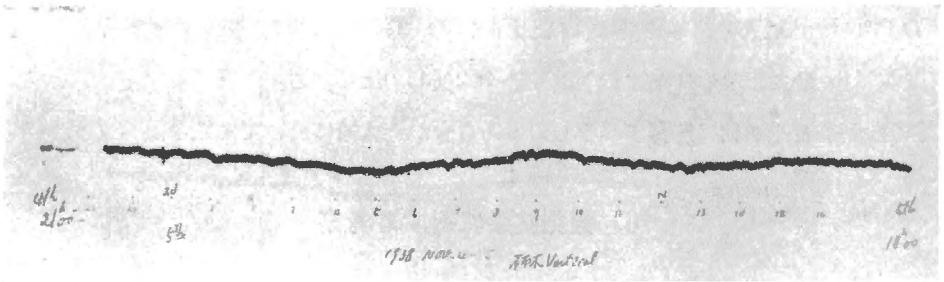
(i) 第三圖に示した如く谿谷式地電位傾度記録に於いて井戸式の日變化殘差に現はれてゐる「5時及10頃の異狀を見る事が出来る。

第 三 圖

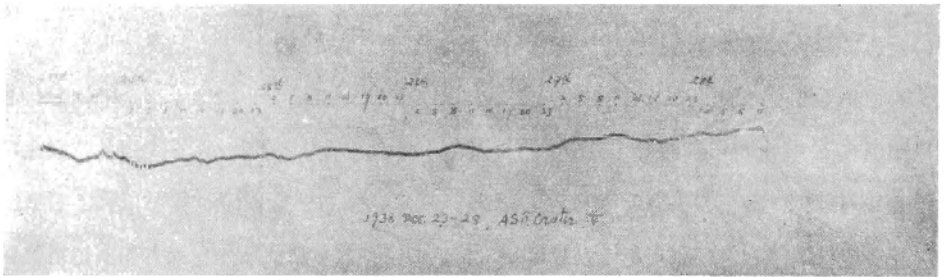


阿蘇に於ける鉛直地電位傾度日變化の所謂殘差に就て

第 四 圖



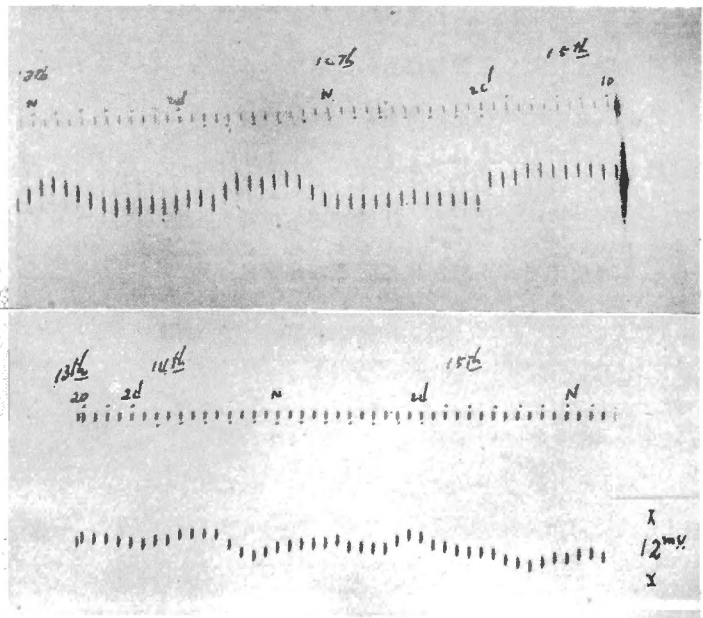
栲木に於ける記象



火口に於ける記象

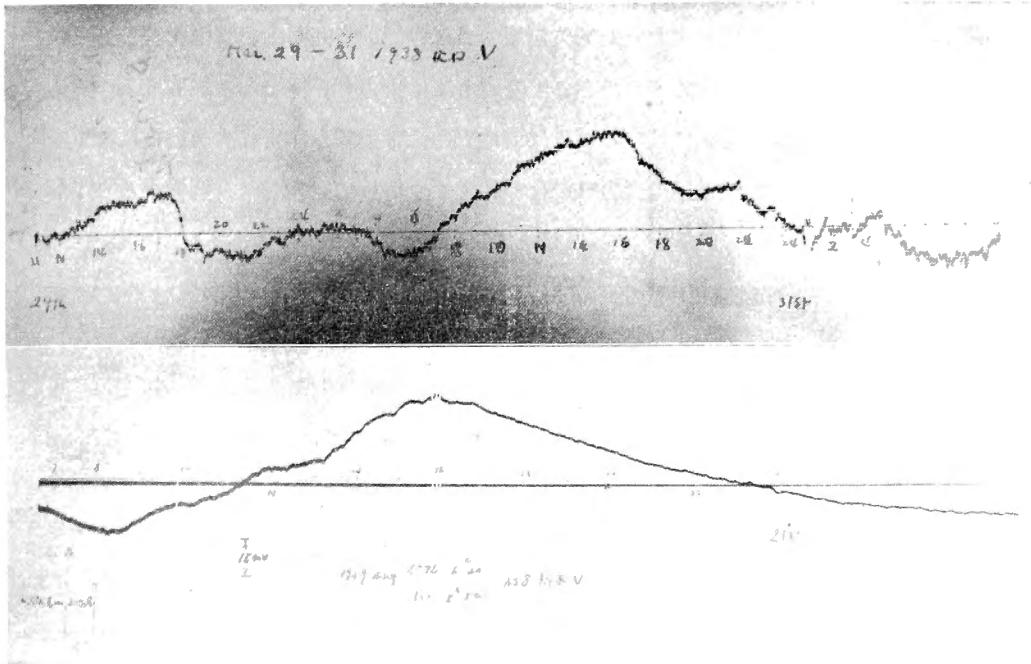
(ii) 第四圖をみると昭和13年11月の栲木での谿谷式鉛直地電位日變化記錄に推定地電位變化 V' (第1圖)を比較すると殆んど合致するのが知れる。同様に昭和13年12月の火口に於ける鉛直地電位變化記錄をみても(第四圖) V' と相似た形をしてゐる事を知ることが出来る。

第 五 圖



火口及び栲木に於ける記象一例

第 6 圖 火口及び栃木に於ける記象一例



扱て然らば固有鉛直地電位變化の原因は何であるかが問題となる。前報告に於いて其日變化の原因の一つとして地表面温度の日變化を考へたのである。勿論之が全部の原因であると斷言するには資料不充足であるが、相當優勢な部分である事は次の顯著な事柄で判斷出来る。前の三ヶ所の曲線を日射の點から讀解すると

1) Down 最大の起る時刻は全く不毛の砂地である火口(1の曲線)が最も早く、次で雑草に掩はれてゐる研究所構内(3の曲線)となり、樹木繁茂した栃木谿谷(2の曲線)が最も遅い。

2) 研究所構内及栃木谿谷は所謂烏帽子岳第一期熔岩臺地であつて、阿蘇舊火口内では最も古いロームの地で同質の地質である。之に反し火口は粗鬆なる新生火山灰地である。従つて土壤中の濕氣の様子も前者とは著しく異つてゐるから日變化の數値に顯著な相違があつてもよいと思はれる。

3) Up 最大の起る時刻は(1)(2)(3)の順になつてゐるが、栃木谿谷は前に記したやうに谷の西側に海拔900米に近い外輪山があつて研究所構内より早く日がかかる事も當然である。

4)日變化の量も前報告に得てる値からみて無理のない數値である。

以上の如き見方からして固有鉛直地電位傾度の日變化は地表面溫度の日變化及び之と並行的に變化する要素に原因するものであると斷言してもよろしい様である。Walker 等の山頂と山麓との地電位差變化に関する報告は兩地點の水平距離が非常に大きい事に難點を見出しうるが、固有鉛直地電位傾度の日變化が相當大きい量で影響したと解釋すると了解出来ない結果ではあるまい。

最後に然らば鉛直地電位傾度變化の觀測には如何なる型の方法を採用すべきかの問題が起る。此間に對しては次の諸點を考慮して決定さるべきものと思ふ。

(1) 井戸式鉛直地電位變化にあつては

- (A) 一般に空井戸の深いものを得難いので電極間の距離を大になし得ない。従つて推定鉛直分變化の影響著しい。
- (B) 兩電極自身の溫度變化に相異がある事が大きい心配の種である。
- (C) 然し任意の場所に觀測實施が出来るの便がある。

(2) 谿谷式鉛直地電位變化にあつては

- (A) 一般に電極距離を大にすることが出来る。従つて推定鉛直分變化の影響を少くしうる。特に電車の leakage による stray current の影響を除去する。
- (B) 兩電極自身の溫度變化を同じ條件におき得る特點がある。
- (C) 然し都合よい場所に適當な谷溝の發見される事はまれである。

以上の諸點を考慮する時は自ら方式は決定せられる。固有鉛直地電位傾度の研究には勿論谿谷式の方法に依るべき事を提唱すべきものである。筆者は阿蘇火山活動と鉛直地電位傾度との相關の研究に際しては火口内壁を利用して谿谷式の方法を採用してゐる。Palmeri の Vesuvius 火山に於いて實施した地電位變化の觀測は嚴密な意味での谿谷式鉛直地電位傾度變化の觀測ではないがまづ之に準すべきものと見なしうるかと思ふ

本報告は野滿教授の御懇切なる御指導と日本學術振興會の援助とに依つて遂行されたものである。筆者は茲に深甚なる謝意を表する次第である。