

三宅島における電気抵抗測定*

東京大学地震研究所

火山活動に伴う岩石の温度変化,あるいは熔岩や熱水の移動などによって,地下の電気抵抗変化が期待される。火山噴火による電気抵抗変化の検出を目的として,三宅島でも1980年10月の火山集中総合観測以来,電気抵抗測定を実施してきた。ここでは1983年10月の噴火以降の測定結果と,噴火前の1980年10月の測定とを比較した結果について報告する。

二つの目標を立てて電気抵抗測定を行なった。ひとつは噴火後の火口列周辺の表面近くの電気抵抗時間変化を追うことである。これは熔岩や噴出物の冷却過程を調べる上での手掛りとなるものと思われる。もうひとつの目標は,1980年の集中総合観測結果と比較することにより,噴火前後での地下数百mないし1kmの深さの電気抵抗構造変化を調べることである。

測定には電磁誘導法を用いた。電場変化と磁場変化の同時測定から電気抵抗を求めるもので, magnetotelluric法(MT法)と呼ばれる手法である。火口列周辺の表層部の電気抵抗調査には,人工的に放射される17.4kHzの電磁波を測定した。測定した電磁波がVLF(Very Low Frequency)帯の波であることから,この方法をVLF法と呼ぶ。これに対して地下数百mないし1kmの深さの構造を調べるには,より低周波の電磁場変化を測定する必要がある。8~20Hzの自然現象を利用したので,その周波数帯域から,この方法をELF(Extremely Low Frequency)法と呼ぶことにする。

1. 火口列周辺の電気抵抗変化

第1図にVLF法探査地域を示す。二つの長方形で示した地域がそれで,さらにその拡大図が第1図にあわせて描かれている。拡大図の中の1,2,3,4が測線で,N70°Wの電波の到来方向(NDT)にとつてある。図の中の実線は割れ目噴火をした火口列を結ぶ線で,それと並行に走る破線は,火山噴出物の冷却過程でできた亀裂である。噴火直後の測定の際は,この亀裂には地表から10cm程の所に赤熱したスコリアが見られた。測定は亀裂の直上でも実施した。測線上5m間隔で,電波到来方向の電場変化とそれに直交する磁場変化とを同時測定して見かけ比抵抗を求めた。

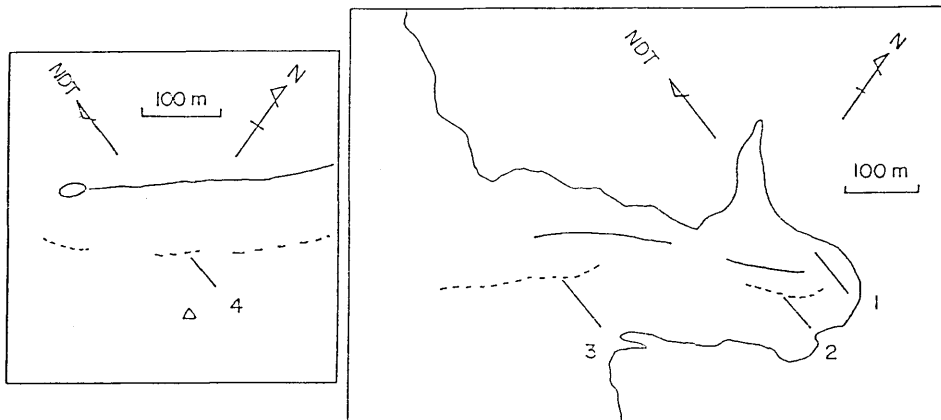
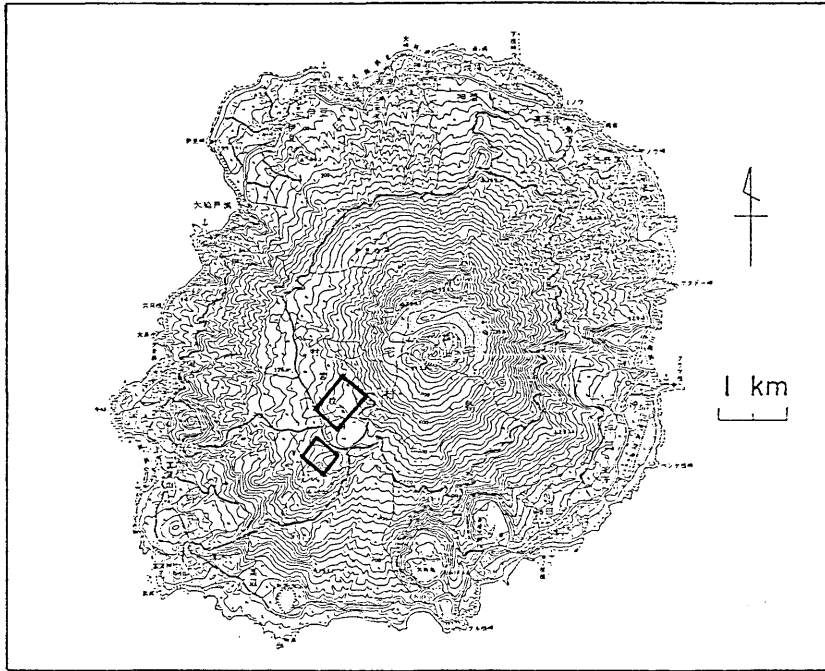
測線1および2については1983年10月8日,11月7日,12月6日および1984年2月8日の4回,測線3,4に関しては1983年10月8日,11月7日,12月6日の3回測定を実施した。第2図にその結果を示す。各測線について,それぞれ左側が見かけ比抵抗,右側が電場と磁場の値相差である。横軸は測線に沿った距離で,右側がN70°Wの電波の到来方向(NDT)に当たる。各測線ごとに,上から下へ1983年10月8日の測定から始まって測定順に並べてある。

例えば測線2の1983年10月8日の測定結果を見ると,測線の南東側(図の左側)から亀裂に近づくにつれて,見かけ比抵抗はいったん増加するが,矢印で示した亀裂上で10 ohm·m以下と極端に低くなる。恐らく亀裂から火口列にかけても同様の低比抵抗値が続くのであろう。これに対して亀裂の南東約30m

* Received Apr. 11, 1984

で見かけ比抵抗は 10 kilo-ohm·m と極大になる。同じような見かけ比抵抗分布は測線 3 についても見られる。

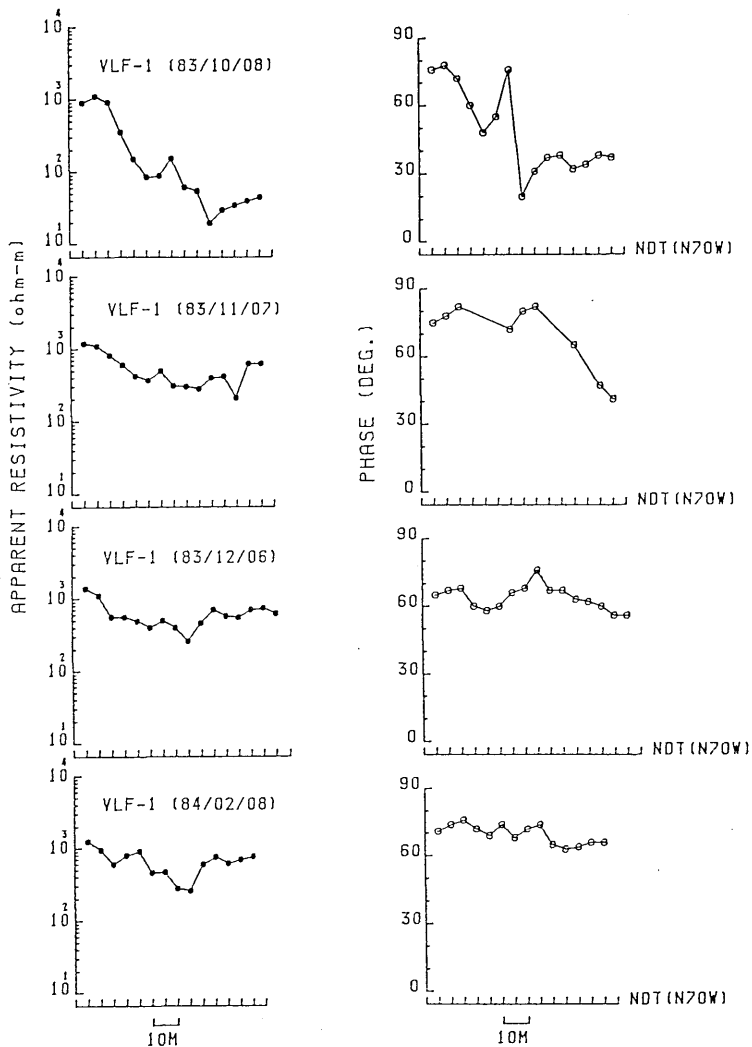
1983 年第 2 回の測定結果を見ると、亀裂の南東側にあった見かけ比抵抗の極大域が、亀裂側へ移動しているのがわかる。測線 2 については亀裂上で極大の 10 kilo-ohm·m となっている。測線 3 の測定では 1983 年 10 月 8 日には極大域が亀裂の南東 50 m にあったのが、11 月 7 日には亀裂から 20 m の地点まで移動し、12 月 6 日には亀裂上が極大域となっている。これに対して 測線 4 では 3 回の測定とも亀裂直上で見かけ比抵抗が低く、南東へいくに従って増加しており、見かけ比抵抗分布に著しい変化はない。



第 1 図 VLF 法による電気抵抗観測測線 (VLF-1, -2, -3, -4)

Fig. 1 Survey lines for VLF measurements (VLF-1, -2, -3, -4).

亀裂の南東側に見られた見かけ比抵抗の極大域は、火山噴出物が溶融状態に近い高温状態から冷却するにつれて乾燥し、高抵抗になるため形成されると考えられる。したがって見かけ比抵抗極大域の移動は、噴出物の冷却過程を反映していると解釈される。測線4についての見かけ比抵抗分布に大きな変化がないのは、亀裂直下での高温状態が続いており、地下の温度分布に変化のないことを示唆している。

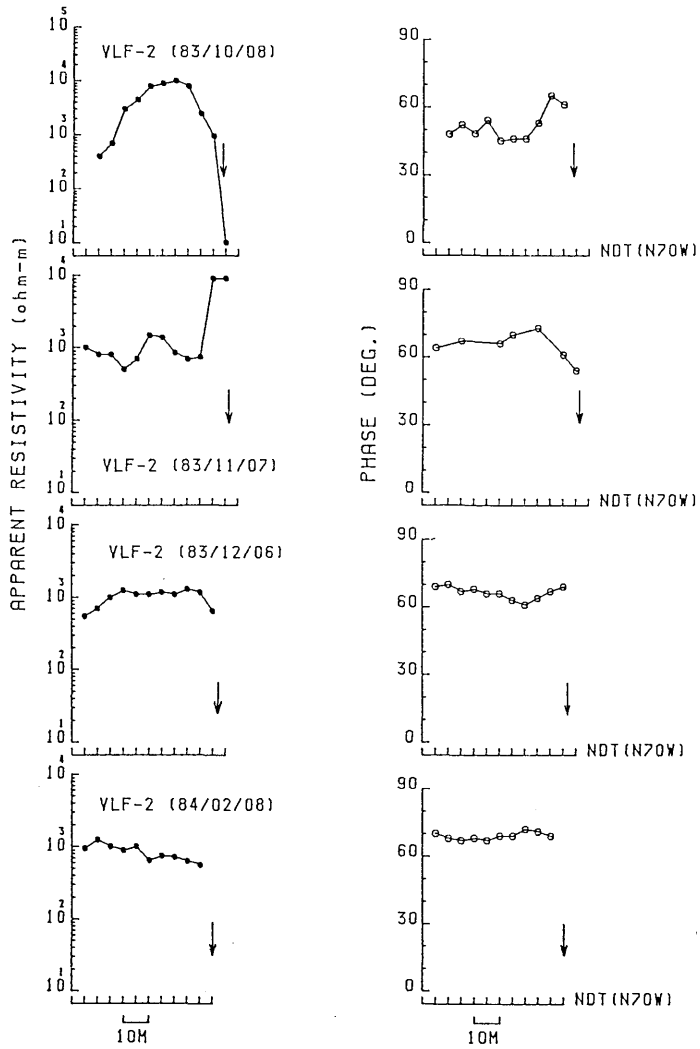


第2図 VLF(17.4 kHz)法によって求められたVLF測線上的見かけ比抵抗と電場・磁場間の位相差

第2(a)図 VLF-1 測線

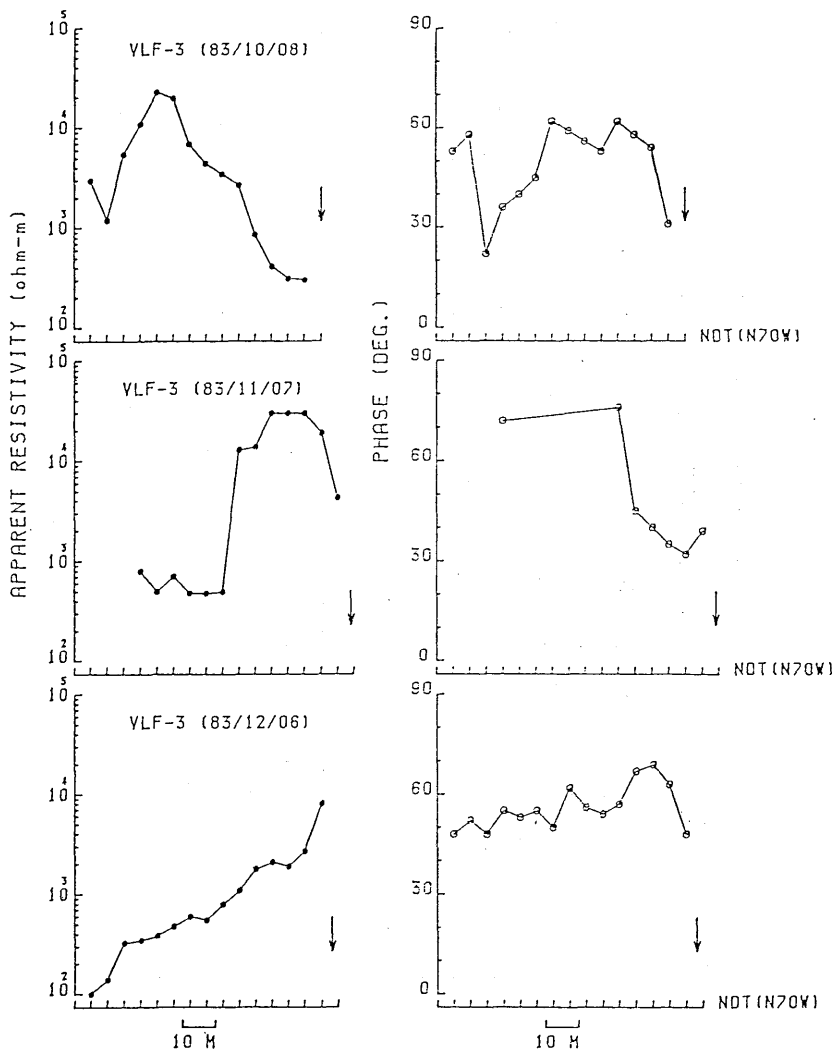
Fig. 2 Apparent resistivities and phase differences between electric and magnetic variations obtained by VLF(17.4 kHz) measurements.

Fig. 2(a) VLF-1



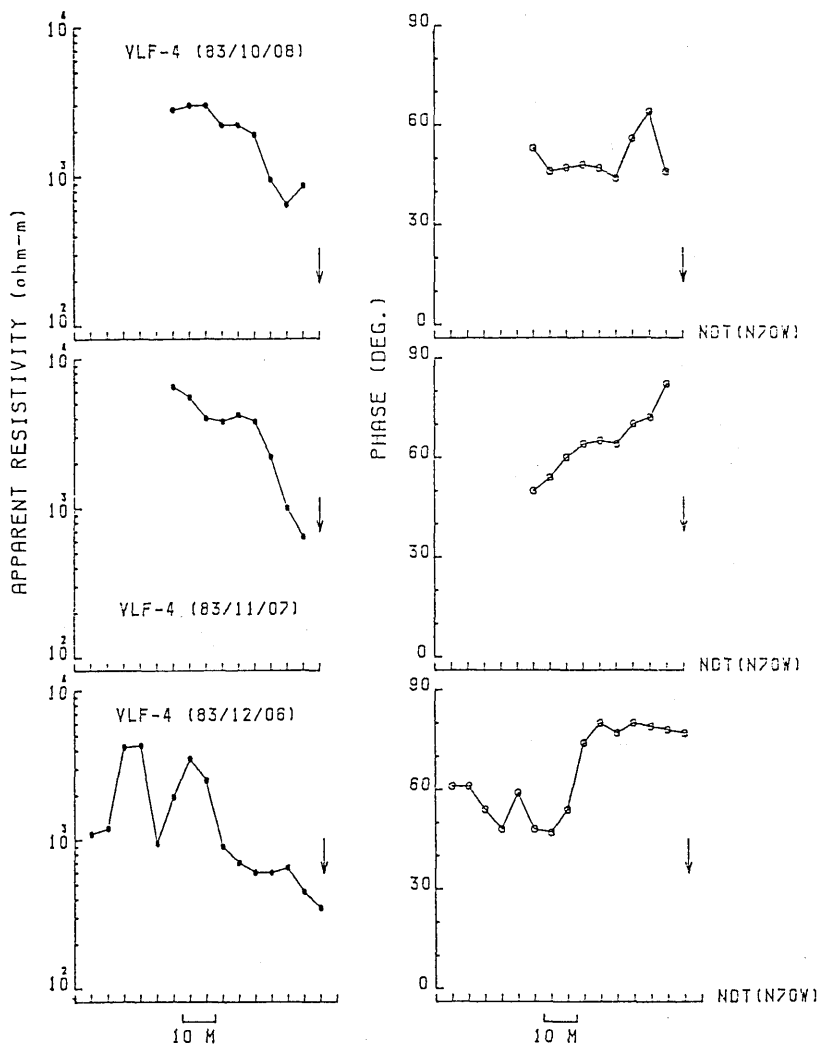
第2-(b)図 V L F - 2 測線

Fig. 2(b) V L F - 2



第2-(c)図 VLF-3 測線

Fig. 2(c) VLF-3



第2-(d)図 VLF-4 測線

Fig. 2(d) VLF-4

2 噴火前後での電気抵抗構造の変化

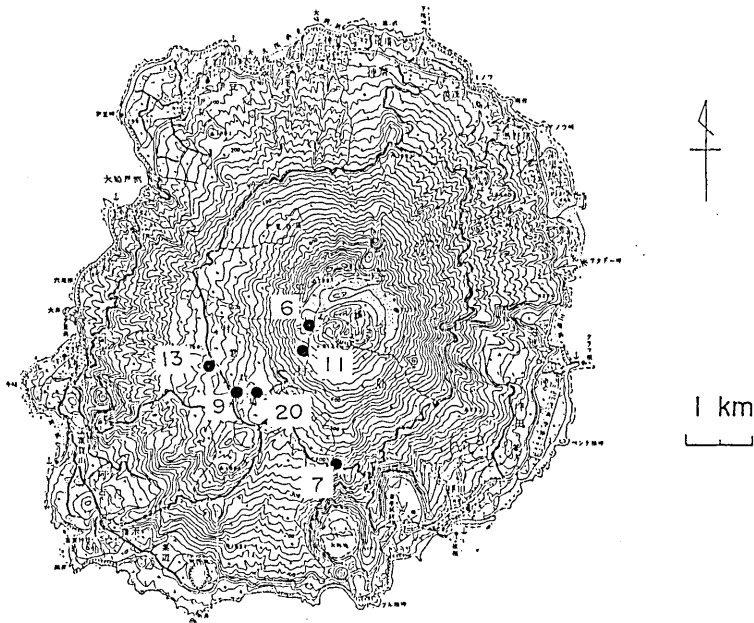
1980年10月の集中観測の際、島内各地でVLF帯およびELF帯の電場・磁場変化を測定して、MT法を用いて地下電気抵抗構造を調べた。¹⁾1983年11月にその中の4点で同様の測定を実施するとともに、新しい測点も新設した。第3図に再測を行なった測点分布を示す。測点20は新設点で、今回の噴火火口列から約50m離れた地点である。

3層構造を仮定して、各層の厚さと比抵抗を求めた。第4図にその結果を示す。第4(a)図は、1980年10月の測定より求めた構造で、第4(b)図は噴火後の1983年11月の測定による構造である。縦軸は海水面からの高度を表す。各柱の頭の数字は測点番号、柱の横の数字は各層の比抵抗値($\text{ohm}\cdot\text{m}$)である。

海水の浸透を反映して、島内では、海水面高度より深い部分の比抵抗が低いところが多い。測点7はその例である。この点では測定誤差によるモデルの不確かさを考慮すると、噴火前と噴火後とで、構造に有意な変化があったとは認められない。

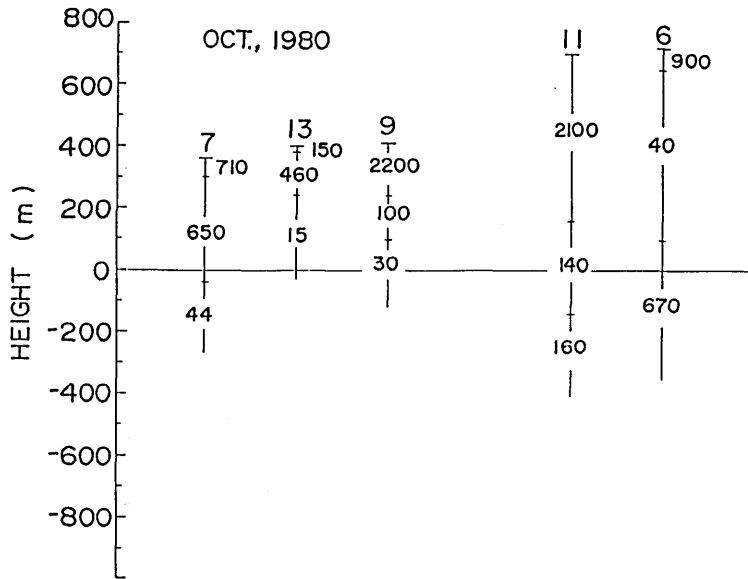
これに対して古いカルデラが存在すると推定される地域では、噴火前は海水面より浅い部分に低比抵抗層が求まっていた。測点9および13がそれである。カルデラ底に水が貯えられていたと推定される。ところが噴火後の構造を見ると測点9では、この低比抵抗層が消失している。水が流出したのではないかと考えられる。これに対して測点13では噴火後も顕著な変化は認められない。

中央火口丘雄山の噴気孔に近い測点6では、噴火前は浅い部分に低比抵抗層があり、高度100m以深はむしろ高比抵抗であった。この低比抵抗層は熱水溜りの存在を示唆するものであろうと解釈されていた。噴火後は低比抵抗層の下の高比抵抗体が消失し、深部まで低比抵抗となっている。同様の変化が測点11についても認められる。深部から新たに熱水の供給が行なわれるなどして、熱水領域が広がったことを示唆しているのではないかと考えられる。



第3図 VLF・ELF-MT法測定点

Fig. 3 Magnetotelluric measuring sites.

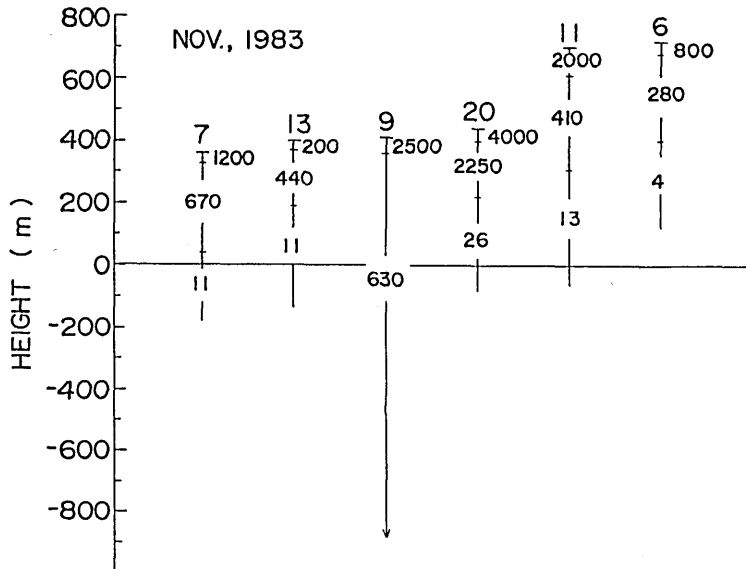


第4図 MT法によって得られた各測点での電気抵抗構造
柱の頭の数字は測点番号，柱の横の数字は比抵抗値，単位は $\text{ohm}\cdot\text{m}$

第4(a)図 1980年10月の測定結果

Fig. 4 Electrical resistivity structures obtained by magnetotelluric methods for VLF and ELF range. Resistivity is given in $\text{ohm}\cdot\text{m}$.

Fig. 4(a) Results for the survey in October, 1980.



第4(b)図 1983年11月の測定結果

Fig. 4(b) Results for the survey in November, 1983.

参 考 文 献

- 1) 行武毅・吉野登志男・歌田久司・河村謙・大地洗・小池捷春・O. A. Veliz Castillo・田中良和・三品正明(1982)：三宅島における電気抵抗測定，三宅島集中総合観測報告，43-53.