

30. 1980年伊豆半島東方沖地震前後での大島 三原山火口周辺の電気抵抗変化

地震研究所 { 行 武 毅
 吉 野 登 志 男
 歌 田 久 司
 下 村 高 史
 木 本 栄 次

(昭和56年7月6日受理)

1. ま え が き

1975年3月以来、伊豆大島三原山の火口周辺で、人工電位法による電気抵抗の測定を繰り返して、その時間変化を調べている。1978年の伊豆大島近海地震では、地震発生の3ヶ月前から変化が認められた¹⁾。1980年6月29日に発生したマグニチュード6.7の伊豆半島東方沖地震に際しても、顕著な見かけ比抵抗変化が得られたので、ここに報告する。

2. 測 定 方 法

測定は、Fig. 1 に示すように、三原山火口を通る東西線上に電極を配置して行なっている。東側の I_1, I_2, I_3 が電流電極で、西側の V_1, V_2, V_3 が電位電極である。例えば I_1-I_2 間に直流電流を流し、 V_1-V_2 間の電位差を測定する、いわゆる同軸双極子配置の測定である。電極 I_1-I_2 間に定電流を流して、電極 V_1-V_2 間の電位差を測定し、見かけ比抵

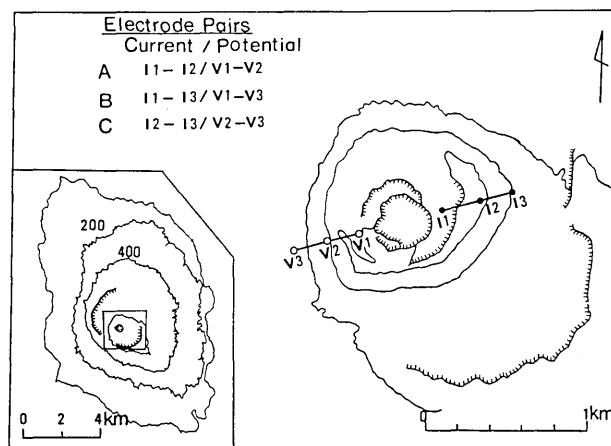


Fig. 1. Electrode arrangements.
 I_1, I_2, I_3 the current electrodes.
 V_1, V_2, V_3 the potential electrodes.

抗を計算する. この電極組み合わせを「A」の組み合わせと呼ぶことにする. さらに, 電極 I_1-I_3 間に定電流を流し, 電極 V_1-V_3 間の電位差を測定する. この電極組み合わせを「B」と呼ぶ. 同様に, 電流電極 (I_2-I_3) と電位電極 (V_2-V_3) とで測定を行ない, この組み合わせを「C」とする. 地中に流す電流は周期10秒の交代直流で, 電流値は0.5%の精度で一定に保たれている. 電流振幅は, 測定時期によって異なるが, 0.1~0.8 A の範囲である.

3. 見かけ比抵抗変化

1975年3月の測定で, A, B, Cの電極組み合わせによって得られた見かけ比抵抗は, それぞれ $84 \Omega\text{-m}$, $112 \Omega\text{-m}$, $168 \Omega\text{-m}$ であった. 電極間隔を拡大するとともに, 見かけ比抵抗が増加している. 一見, 深さとともに比抵抗が増加しているように見える. しかし, これは深さによる変化を表すものではなく, 現在の火口の状態を反映したものと考えられる¹⁾.

1974年の三原山小噴火の際, マグマは火孔内を上昇し, 表面から約 200 m の深さに達したが, その後噴火活動の低下とともに, 固結した溶岩を火孔内に残し, マグマは火孔深部に後退したと推定される. 現在火孔は, 途中を塞いでいる固結した溶岩部分を除いて, 大部分中空状態にある. 双極子法で得られた見かけ比抵抗測定結果には, この火孔の中空状態が強く反映されている. Aの電極組み合わせで得られた見かけ比抵抗変化が最も小さいのは, そのためであると考えられる. もし火孔が周囲と同じ抵抗の岩石で満たされると, Cの組み合わせと同じ見かけ比抵抗が得られることになる. このように考えると, 火孔をマグマが上昇するにつれ, 組み合わせAの見かけ比抵抗に, 顕著な変化が起ると予想される. これに対し, 組み合わせCの測定結果には, 火孔の形状の影響が最も小さく, その時間変化

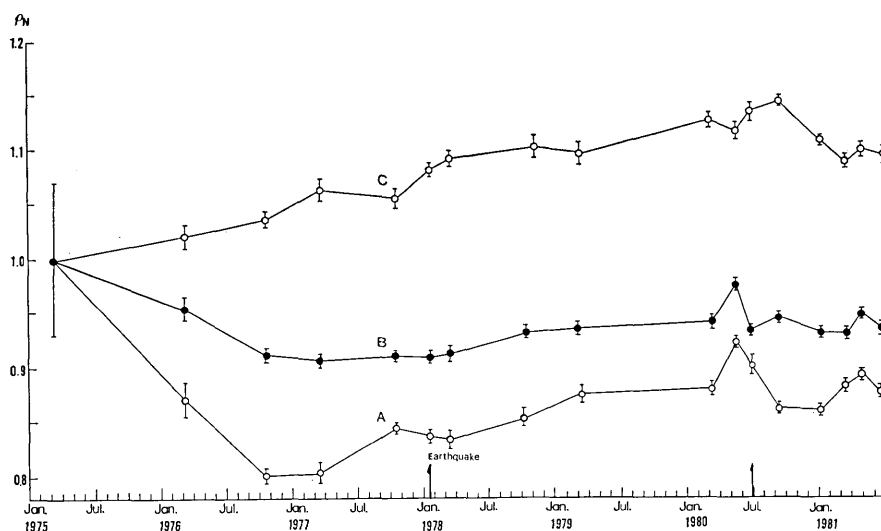


Fig. 2. Time variations in the apparent electrical resistivity of Mt. Mihara obtained by three pairs of electrodes as illustrated in Fig. 1.

は、むしろ深部の温度変化を反映すると推定される。一般に岩石の温度が上昇すれば、比抵抗は減少し、温度が低下すれば、比抵抗は増加する。したがって、火孔内をマグマが上昇してくれば、深部の岩石の温度が上昇して、組み合わせCで得られた見かけ比抵抗は減少し、火口の中空部の体積が縮小するために、組み合わせAの見かけ比抵抗は増加する、と予想される。

1975年3月の測定値を基準にとり、1975年以降得られた見かけ比抵抗を正規化して、その時間変化を示したのが Fig. 2 である。伊豆半島東方沖地震（マグニチュード 6.7）は1980年6月29日16時20分に発生した。その震源位置は $34^{\circ}55'N$, $139^{\circ}14'E$, 深さ 10 km とされている²⁾。その前後での見かけ比抵抗の時間変化を見てみよう。まず電極組み合わせAの結果を見ると、1980年3月13日の測定では、正規化された見かけ比抵抗 (ρ_N) が 0.880 であったのが、5月17日の測定では、0.924 と2ヶ月間で4.4% 増加している。6月29日の測定では0.902と、5月に比較して2.2% 減少した。6月29日、電気抵抗測定後数時間経って伊豆半島東方沖地震が発生した。9月16日の測定では、さらに減少して0.863となり、1981年1月13日の測定 ($\rho_N=0.861$) までほとんど変化がないように見られる。ところで、1%の見かけ比抵抗変化が、火孔内のマグマの昇降何mに対応するか、現在のところまだ確実な同定はできていないが、0.5~3 m の範囲であろう、と推定される¹⁾。一応の目安として、1%の見かけ比抵抗当たり 2 m のマグマの昇降があるものとする、先に述べた見かけ比抵抗変化は、マグマの昇降として読み直すことができる。1980年3月から5月にかけて約 9 m のマグマの上昇があり、その後下降に転じた。マグマの下降の段階で、伊豆半島東方沖地震が発生したことになる。

これに対して、電極組み合わせCで得られた見かけ比抵抗は、組み合わせAで得られた結果とは対称的な変化をしている。組み合わせAによる見かけ比抵抗が増加するとき、組み合わせCでは減少している。1980年3月には正規化された見かけ比抵抗は1.127であったが、5月には1.117で、この間1%の減少が見られる。その後は増加に転じ、6月に1.134、9月に1.144となる。この変化は深部の温度変化を反映したものだ、とすると、組み合わせAの変化と矛盾なく理解できる。3月から5月にかけては、マグマの上昇により、深部の温度も上昇し、電気抵抗が減少した、と考えられる。マグマの下降の段階では、温度下降に対応する、と見なされる。一方電極組み合わせBで得られた見かけ比抵抗は、変化量は小さいが、組み合わせAで得られた変化と同じ傾向を示す。

類似の見かけ比抵抗変化は、1978年1月に発生したマグニチュード7.0の伊豆大島近海地震の前後にも観測された¹⁾。電極組み合わせAの測定では、マグマの上昇を示唆する、約4%の見かけ比抵抗の増加が、地震に先立つ3ヶ月前の1977年10月に観測された。地震は見かけ比抵抗の減少の過程で発生している。組み合わせCによって得られた変化は、伊豆半島東方沖地震の場合と同様、Aによる見かけ比抵抗変化と対称的である。

1981年3月13日に行なった測定では、電極組み合わせAによる見かけ比抵抗は、1月の測定に比べて2.2% 増加し、組み合わせCによる見かけ比抵抗は2.1% 減少している。5月1日の測定では、組み合わせAによる見かけ比抵抗は3月の測定より若干増加し、1月から積算すると約3%の増加を示したことになる。この変化量は小さく、わずかに測定精度の限界を越える程度であるが、マグマの上昇を示唆する変化であり、1978年伊豆半島近海地震

や、1980年伊豆半島東方沖地震に先立って見られた変化と類似している。今後の推移に注意を要する。

4. む す び

1980年6月29日の伊豆半島東方沖地震に先立って、5月にマグマの上昇を示唆する見かけ比抵抗変化が観測された。その後反転して、マグマは下降した、と見られるが、地震はマグマの下降の段階で発生している。この経過は、1978年の伊豆大島近海地震前後で観測された見かけ比抵抗変化とほとんど同じである。伊豆地域では、1974年5月9日の伊豆半島沖地震（マグニチュード6.9）発生以来、群発地震や地殻変動など異常な地殻活動が、広範囲に続いている。この間この地域で発生した大きな地震といえば、1974年5月の伊豆半島沖地震（マグニチュード6.9）、1978年1月の伊豆大島近海地震（マグニチュード7.0）、および1980年6月の伊豆半島東方沖地震（マグニチュード6.7）である。伊豆半島沖地震の際は、地震に先立って約100mに及ぶマグマの上昇があり、三原山の小噴火が見られた。電気抵抗測定は1975年1月に開始され、見かけ比抵抗変化は噴火活動の衰退期からしか得られていない。しかしその後の観測では、伊豆大島近海地震、伊豆半島東方沖地震いずれの場合も、地震発生に先立ってマグマの上昇を示唆する見かけ比抵抗変化が観測された。伊豆大島の火山活動がこの地域の地震活動と無関係ではなかったと見なされ、大変興味深い。

参 考 文 献

- 1) 行武 毅・吉野登志男・歌田久司・下村高史, 1978, 大島三原山火口周辺の電気抵抗変化と1978年伊豆大島近海地震, 地震研究所彙報, 53, 961-972.
- 2) 気象庁地震課地震予知情報室, 1981, 1980年6月～7月の伊豆半島東方沖の群発地震, 地震予知連絡会会報, 25, 134-140.

30. *A Change in the Apparent Electrical Resistivity of Mt. Mihara of Oshima Volcano Observed in Association with the Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake, 1980.*

By

Takesi YUKUTAKE, Toshio YOSHINO, Hisashi UTADA,
Takafumi SHIMOMURA and Eiji KIMOTO,

Earthquake Research Institute.

Since 1975, we have been making repeated measurements of the earth resistivity of Mt. Mihara on Oshima Volcano by the direct current method with current and potential electrodes fixed in a bipole-bipole configuration (Fig. 1). A remarkable change in the apparent resistivity was observed before and after the Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake of magnitude 6.7 which took place about 30 km northwest of Oshima Volcano on June 29, 1980.

Measurements are being made with three pairs of electrodes with different spacings. We shall call the measurement with the shortest spacing between the midpoints of the current and the potential electrodes measurement A, the measurement with the longest spacing C, and that with intermediate spacing B. The results of measurement A are greatly influenced by a surface feature. At present, unfilled with molten lava, the crater forms a big open hole at the surface. As the lava rises through the volcanic vent and the volume of the hole decreases, the apparent resistivity computed from measurement A is expected to increase.

In May, 1980, more than one month before the Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake, an increase of the apparent resistivity for measurement A amounting to 4.4% was seen. It then gradually decreased. The earthquake took place during this decrease. The increase in the apparent resistivity of 4.4% preceding the earthquake may be interpreted to be due to a 10 m uprise of molten lava. The decrease in the apparent resistivity that followed the rather steep increase seems to suggest that the molten lava subsided at a slower rate over four months. A similar change in the apparent resistivity was also observed at the time of the Oshima-Kinkai Earthquake of magnitude 7.0 that took place about 10 km north-west of the Oshima Volcano on January 14, 1978. It may be said that the volcano has not been immune from the abnormal tectonic activity in this area, characterized by a high level of seismic activity, anomalous land deformation etc., which has been continuing since the time of the Izu-Hanto-Oki Earthquake in 1974.