

# 伊豆大島におけるCSAMT法探査

小川康雄\*・高倉伸一\*・高田亮\*・桑原保人\*・J. L. オービニャ\*\*

\*地質調査所, \*\*東大海洋研

## CSAMT Exploration in Izu-Oshima Island

Y.Ogawa\*, S.Takakura\*, R.Takada\*, Y.Kuwahara\*, and J.Oubiña\*\*

\*Geological Survey of Japan

\*\*Ocean Research Institute, University of Tokyo

### 1. はじめに

電磁探査法は、表層を比抵抗の高い火山岩が覆っている火山地域の2(3)次元的な比抵抗構造を研究するために適した方法である。電磁探査の中でも、CSAMT法は、信号源と受信点との距離が表皮深度の3倍以上離れている場合には、平面波が入射するMT法と同じ解析ができるという点で優れている<sup>1)2)3)</sup>。CSAMT法では、信号が人工的に制御できるため、自然信号を用いるMT/AMT法よりも精度の高い測定が可能である。CSAMT法は、これらの特徴をいかして、詳細な地質構造調査<sup>4)</sup>、とくに鉱床探査<sup>5)</sup>や地熱探査<sup>6)7)</sup>に用いられている。人工信号を用いた電磁法は、その高いS/N比を利用して、活火山のモニターにも使われている<sup>8)</sup>。

我々は、伊豆大島において1987年11月にCSAMT法を実施し、1986年11月に割れ目噴火を起こしたC火口列下の比抵抗構造を推定した。Fig.1にCSAMT法の送信機と測点位置を示す。この調査の目的は以下の点を明らかにすることにある。(1)C火口列下の深部マグマを捕らえるか?(2)低比抵抗ダイクあるいは高比抵抗ダイクを捕らえられるか?B火口列とC火口列との間の、深部にうもれたダイクが捕らえられるか?(3)熱的な影響が、割れ目からどのくらい広い範囲にどの深度まで広がっているのかを比抵抗構造から言えるか?

### 2. CSAMT法の測定方法

CSAMT法では、送・受信点間の距離と探査深度との関係に十分注意する必要がある。もし、送・受信点間の距離が表皮深度の3倍以下であると、いわゆるニア・フィールド効果<sup>1)2)3)9)</sup>が発生する。その場合、測定される電磁場は、空中を伝播する電磁波の効果より、電

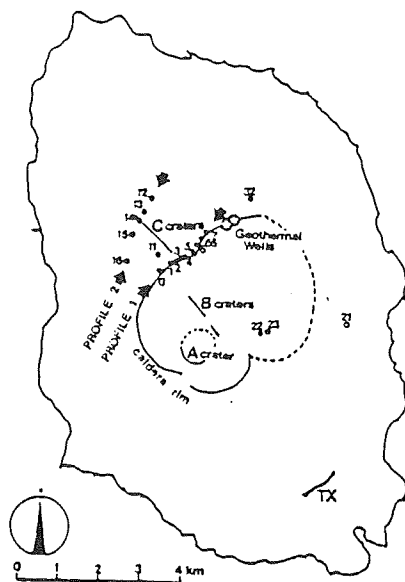


Fig.1 Location map of transmitter(TX) and observation sites(solid circles)

流ダイポールがつくる伝導電流の効果の方が支配的になってしまう。ニア・フィールド効果を軽減するため、送信局を調査範囲からできるだけ遠くすることを考え、Fig.1のように、島の南東部に送信機を設置した。その結果として、われわれの測定はTM mode(H-polarization)に限られることになった。

送信信号としては、両端を接地した電流ダイポールを使った。ダイポール長は、約1kmである。ダイポールの両端では、ステンレス棒電極をそれぞれ百数十本うちこみ、接地抵抗を約100Ωmまで低減させ、送信機(米国ソング社製GGT25)を用いて、ダイポールに7-11Aの電流を流した。送信周波数は、1Hzから2048Hzまでの2倍おきの周波数である。

受信点では、送信局のアンテナと平行な方向に電場を測定し、それと直交する方向に磁場を測定することにより、スカラーの見掛け比抵抗と位相を測定する。電極はCu-CuSO<sub>4</sub>を用い、電極間隔は50mである。磁場センサーはインダクション・コイルを用いた。これらの信号は、データ・プロセッサ(米国ソング社製GDP12)を経てラップトップ・コンピュータ(NEC PC98LT)に保存される。現場では、データのプロットおよび1次元解析まで行うことができる。2Hz以下では、磁場に入る風による振動のノイズ、電場にはいる人工ノイズ、およびスタッキングが少ないことによって、データの質が悪いことが多かった。

### 3. データと1次元解析

【測線1のデータ】 測線1は、C火口列の南西端をかすめるように設定した。地表で見限り、測線上に地熱異常や地質の違いは認められない。Fig.2(a)は見掛け比抵抗疑似断面、Fig.2(b)は位相疑似断面である。Fig.2(a)から2つのことが言える。1つは、C火口列の延長と思われる地点にならぬ異常が無いことである。むしろ比抵抗異常は測点5,6にある。Fig.2(b)では、位相のコンターがほとんど水平になり、この測線の深部の比抵抗構造がほとんど1次的になっていることを意味する。見掛け比抵抗コンターに現れた測点5,6の異常は、浅部の局所的な構造によると考えられる。

Fig.3に1次元解析結果を示す。ほぼ標高200m以浅に比抵抗の高い溶岩(300-1000Ωm)と、それ以深の10-20Ωmの低比抵抗とに特徴がある。測点5,6では、深度300mまでの比抵抗が周囲より相対的に低く、第2層の低比抵抗層の比抵抗値も周囲より小さい。これをそのまま解釈すると、測点5,6付近にダイク状の低比抵抗異常が推定される。しかし、前述の通り、浅部の局所的な構造の影響を考慮して2次元解析を行う必要がある。

【測線2のデータ】 測線2は、C火口列を横切る。Fig.5(a)(b)に、測線2のデータを示す。測点14は、火口列の直上の測点であり、見掛け比抵抗(Fig.4(a))でも、測点14が顕著な低比抵抗になっているのがわかる。しかしこの測線でも位相の疑似断面(Fig.4(b))では、コンターが水平になる。

Fig.5に1次元解析結果を示す。浅部の局所的な比抵抗変化が考慮されていないため、C火口列の下には、比抵抗の低いダイク構造が現れている。この測線に付いても、浅部の局所的な比抵抗分布が深部情報を乱し、結果として1次元解析結果を歪めている可能性が高い。

### 4. 議論およびまとめ

測線1、2ともに、それぞれ標高200m、0m以浅に高比抵抗層、それら以深に低比抵抗層があることがわかった。低比抵抗層の上面深度は温泉ボーリング(Fig.1)で得られた地下水位

面(標高200m程度)<sup>11)</sup>とほぼ近い深度にある。よってこの低比抵抗層は、fractureに富む熱水を含んだ岩層に対応すると考えられる。C火口列と関係したダイク構造は測線1では何も見えていないが、測線2では、1次元解析から見る限り、C火口列下に低比抵抗ダイクが見えている。しかしながら、詳細な深部構造の推定のためには、2次元構造解析<sup>10)</sup>が必要になる。

謝辞 東京大学地震研究所、工業技術院地質調査所の関係者の方々には、ご協力いただきました。

#### 参考文献

- 1) Goldstein, M.A. and W.D. Strangway, Audio-frequency magnetotellurics with a grounded dipole source, *Geophysics*, 40, 669-683, 1975.
- 2) Zonge, L.K., A.G. Ostrander, D.F. Emer, Controlled-source audiofrequency magnetotelluric measurements, *Geophysics reprint series No.5*, 749-763, 1986.
- 3) Yamashita, M., Controlled source audiofrequency magnetotellurics, Phoenix Geophysics Ltd., 43pp.
- 4) 内田利弘、村上裕、田中信一、小川康雄、常総台地におけるシュランベルジャー法とCSAMT法の2次元解析、*物理探査*、第39巻、243-254, 1986.
- 5) 横川勝美、CSAMT探査法の概要、*物理探査*、第37巻、279-286, 1984.
- 6) Sandberg, S.K. and G.W. Hohman, Controlled-source audiomagnetotellurics in geothermal explorations, *Geophysics*, 47, 100-116, 1982.
- 7) Bartel, L.C., R.D. Jacobson, Results of a controlled-source audiofrequency magnetotelluric survey at the Puhimau thermal area, Kilauea Volcano, Hawaii. *Geophysics*, 52, 665-677, 1987.
- 8) Jackson, D.B., J. Kauahikaua, and C.J. Zablocki, Resistivity monitoring of an active volcano using the controlled-source electromagnetic technique: Kilauea, Hawaii, *J. Geophys. Res.*, 90, 12545-12555, 1985.
- 9) Kaufman, A.A. and J.V. Keller, Frequency and transient soundings, Elsevier Science Publishers, 213-314, 1983.
- 10) Ogawa, Y. and Takakura, S., CSAMT investigation of detailed resistivity structure across the 1986 craters of Izu-Oshima island, Japan, 1988 (準備中)
- 11) 一色直記、中村一明、早川正巳、平沢清、行武毅、荒井綏、岩崎文嗣、試錐結果からみた伊豆大島火山のカルデラの構造、*火山第2集*、第8巻、61-106, 1963.

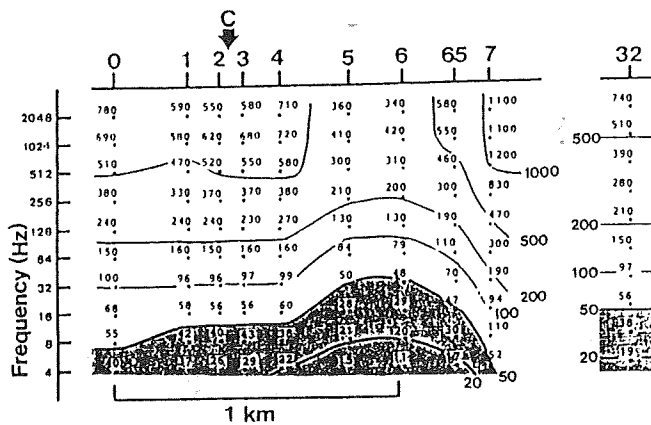


Fig.2(a) Apparent resistivity pseudo section (unit  $\Omega m$ ) for the profile 1. 'C' corresponds to the C craters.

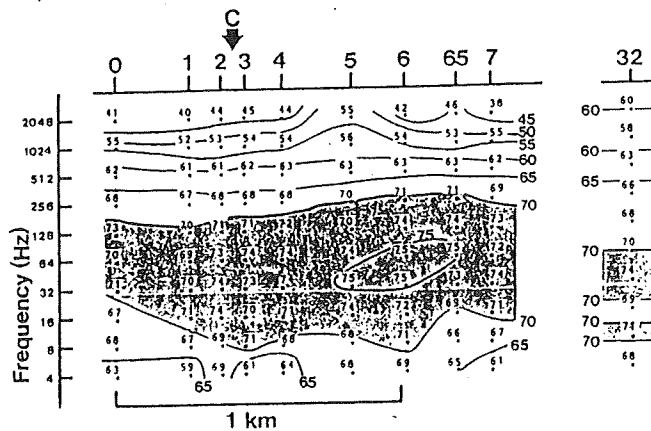


Fig.2(b) Phase pseudo section (unit degree) for the profile 1.

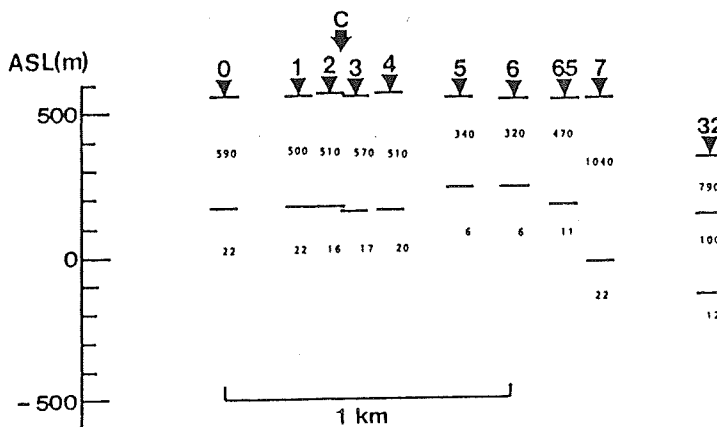


Fig.3 Inverted resistivity structure for the profile 1. Numerals denote resistivity in  $\Omega m$ .

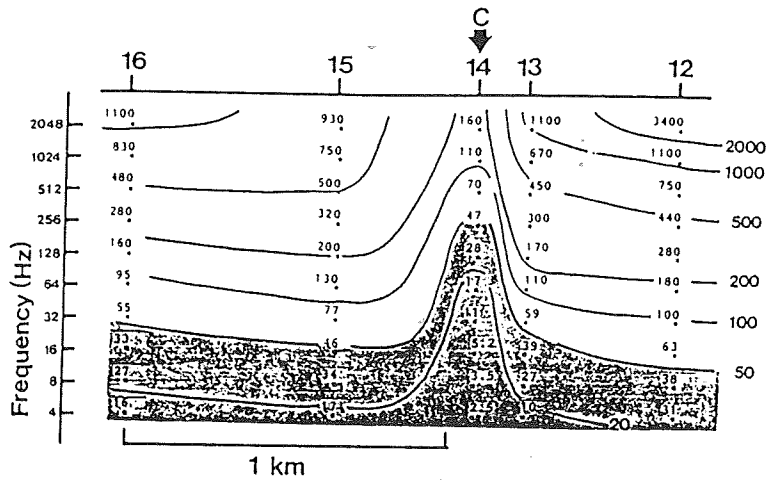


Fig.4(a) Apparent resistivity pseudo section (unit  $\Omega m$ ) for the profile 2.  
'C' corresponds to the C craters.

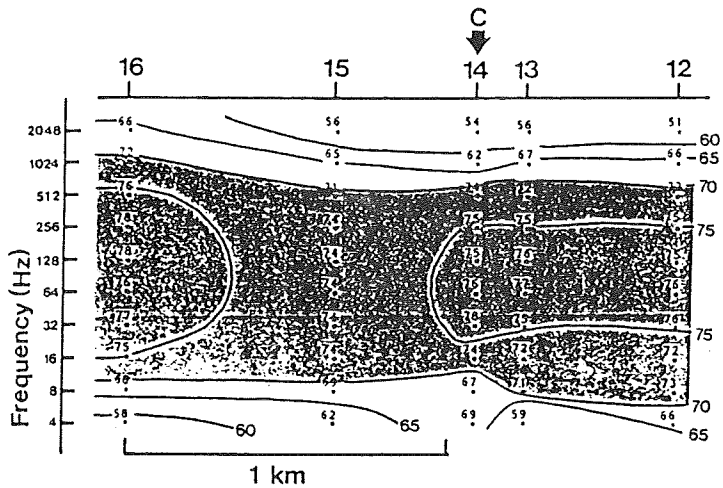


Fig.4(b) Phase pseudo section (unit degree) for the profile 2.

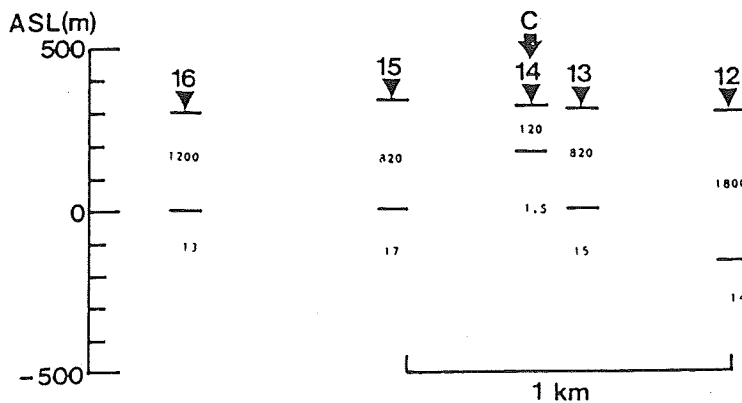


Fig.5 1D inverted resistivity structure for the profile 2.