

# 日光地域における MT 観測

大谷冬彦・本蔵義守・松島政貴・黒木英州 (東工大理)  
小川康雄 (地質調査所)、光畑裕司 (石油公団)  
大志万直人・坂中伸也 (京大防災研)、橋本武志 (京大理)

## MT Survey in the Nikko Area

Fuyuhiko Ohtani<sup>1)</sup>, Yoshimori Honkura<sup>1)</sup>, Masaki Matsushima<sup>1)</sup>,  
Hidekuni Kuroki<sup>1)</sup>, Yasuo Ogawa<sup>2)</sup>, Yuji Mitsuhata<sup>3)</sup>, Naoto Ohshiman<sup>4)</sup>,  
Shinya Sakanaka<sup>4)</sup>, Takeshi Hashimoto<sup>5)</sup>

- 1) Faculty of Science, Tokyo Institute of Technology
- 2) Geological Survey of Japan
- 3) Technology Research Center, Japan National Oil Corporation
- 4) DPRI, Kyoto University
- 5) Faculty of Science, Kyoto University

### 1. はじめに

我々は日光地域において、1993年より MT 観測を行なっている。観測を行なった背景と目的は、以下の通りである。

日光地域は従来から微小地震活動の活発な地域として知られている (伊藤・他, 1994)。近年、この地域において地殻深部からの顕著な地震波反射波が見いだされた。そして、このような研究から、日光地域の地殻にはいくつかの地震波反射面があることが指摘された (溝上, 1980)。その内の一つは日光白根火山の南東域に位置している (第 1 図参照)。さらにこの反射面は地下の部分溶融体によるものではないかということも指摘された。

最近では 1993 年 4 月頃から中禅寺湖以北の地域、特に日光白根火山近傍でいくつかの群発地震が起こり始めた。さらに、これまでに地下 20 km 以深に発生する低周波地震も見つかっており、この地域の地震・火山活動と地下構造との関係が注目され、1993 年には日光地震合同観測が実施された。

我々はこの反射面に注目し、電磁気学的見地から本当に反射面、もしそれが低比抵抗体ならばその存在を確認できるか、そして存在するならばその空間的な広がりはどのようになっているのかを、MT 法を用いて調べることにした。

## 2. 1994、1994 年観測

1993 年は足尾地域で計 6 点で観測を行なった。第 1 図における 101 から 106 が観測点である。ここは地震波反射面の南限と考えられる地域である。ここで、測線は皇海山南部を中心とした東西断面が調べられるようにとった。観測装置は Phoenix 社製の V5 を用いた。解析の結果、この付近の地殻深部に低比抵抗は見いだせなかった。

1994 年は中禅寺湖の北側の計 8 点で観測を行なった。第 1 図における 200 から 207 が観測点である。ここは地震波反射面の東限にあたりと考えられ、東西方向の構造断面に着目し観測点を選んだ。site 200 は、日光白根火山の北側に位置し、reference 点とした。観測装置は 1 Hz、32 Hz sampling に対して テラテクニカ製の U36、AMT 観測に対して V5 を用いた。

ここで、32 Hz sampling は日中のみ、1 Hz sampling は日中と夜中にかけて観測を行なった。AMT 観測は日中のみで、reference は無しとした。解析の結果、1 Hz、32 Hz sampling とも日中のデータはノイズレベルが高く、remote reference 処理をしても信頼の置ける結果が得られなかった。ただし、1 Hz sampling に関しては夜中の電車が動いていない時間帯のデータに対しては解析が可能で、0.1 Hz 以下の低周波域は信頼できることが分かった。しかし、夜のデータでも主観測域の西側半分は、発生源は明確には分からないが、1 分ごとに決まった形のノイズが電場に現われることが分かった(第 2 図参照)。これに関してはノイズを除去することは可能であるが、いずれにせよ構造解析をするにはデータの質、量共に不十分である。よって、1995 年に再度 MT 観測を行なうことにした。

## 3. 1995 年観測について

9 月 11 日から 22 日まで観測を行なった。今回の観測点は nkk000 から nkk007 までで、1994 年と同じ位置を選んだ。ただし、nkk003、nkk005 は観測条件や日程の都合などのために行なわなかった。また、今回は 1993 年観測の site102 においても再度観測を行なった(nkk008)。位置の対応については第 1 表を参照されたい。

観測装置は V5 を用いた。今回の測定は 1994 年の経験をふまえて夜中のみに限定した。夜 12 時から朝 5 時 30 分まで測定し、測定開始から 30 分と終了前 30 分は 2560 Hz、320 Hz、それ以外の時間帯は 24 Hz sampling を行なった。

また、今回の観測中に読売新聞社からの取材を受け、9 月 15 日の朝刊に我々の観測の記事が掲載されたので、ここに報告しておく。

#### 4. 観測結果

観測の結果、1994年と同様に主観測域の西側では、約1分ごとに決まったパルス状のノイズが現われることが分かった。現在その周期的に現われるノイズを除去したデータを基に解析中であるが、今回は生のデータを用いて求めた sounding curve を示す。

第3図は nkk004、第4図は nkk000 における見掛比抵抗、位相である。主観測域における結果は傾向がほぼ似ているので、ここでは代表として nkk004 を示す。

第3図から主観測域では、TM mode において 1 Hz 付近から一度低比抵抗になることが分かる。ここで TM mode、TE mode は地磁気の東西南北を基準にしている。さて、ここで見掛比抵抗が低くなり始める 3 Hz での induction arrow を各観測点について求めてみた。その結果を第1図に示す。すると、予想では走向が南北で、induction arrow が東西方向を向くと思われていたが、実際はほぼ北を向くことが分かった。

第4図からは、日光白根火山の地下は 1 次元的な比抵抗構造をしていることが分かる。そして、両 mode とも深さ数 km 付近で低比抵抗になることを表している。また、同様に induction arrow を求めてみると、主観測域に比べれば大きさは小さいが、やはり北を向くことが分かった。

これらをもとに、1次元比抵抗構造モデルを求めた。第5図は nkk004、第6図は nkk000 である。この結果によると、nkk004 では地下 20 km 付近にやや低い比抵抗層があるように見える。nkk000 ではまず地下 4 km 付近にやや低い比抵抗層があり、さらに 20 km 辺りにかなり低い比抵抗層があるように見える。

ここで、足尾地域 (nkk008) の再観測について触れる。今回 100 Hz から 1 Hz 程度までの sounding curve しか得られなかった。図では示さないが、1993年の結果と比較すると、低周波になるにしたがって傾向が異なる傾向にある。

#### 5. まとめ

1995年の観測により、日光白根火山の東部から北部にかけて低比抵抗体が存在している可能性が高く、また induction arrow の分布から、走向はほぼ東西方向であり、主測線とほぼ平行となることが分かった。現在解析中であるが、このような場合 2次元モデルを求めるよりは 1次元モデルから地殻の比抵抗構造に関する情報を引き出すほうがよいかも知れない。

1993年の日光地震合同観測からは詳細な地下構造のモデルが出されてい

る (松本・他, 1994 ; 松本・長谷川, 1994)。今回このような低比抵抗構造が見えたことは調和的な結果である。ただし、より詳細な構造を解明するには測線を南北にとることが重要であるが、実際の地形から、そのような観測点を設けることは大変困難であると思われる。

## 謝辞

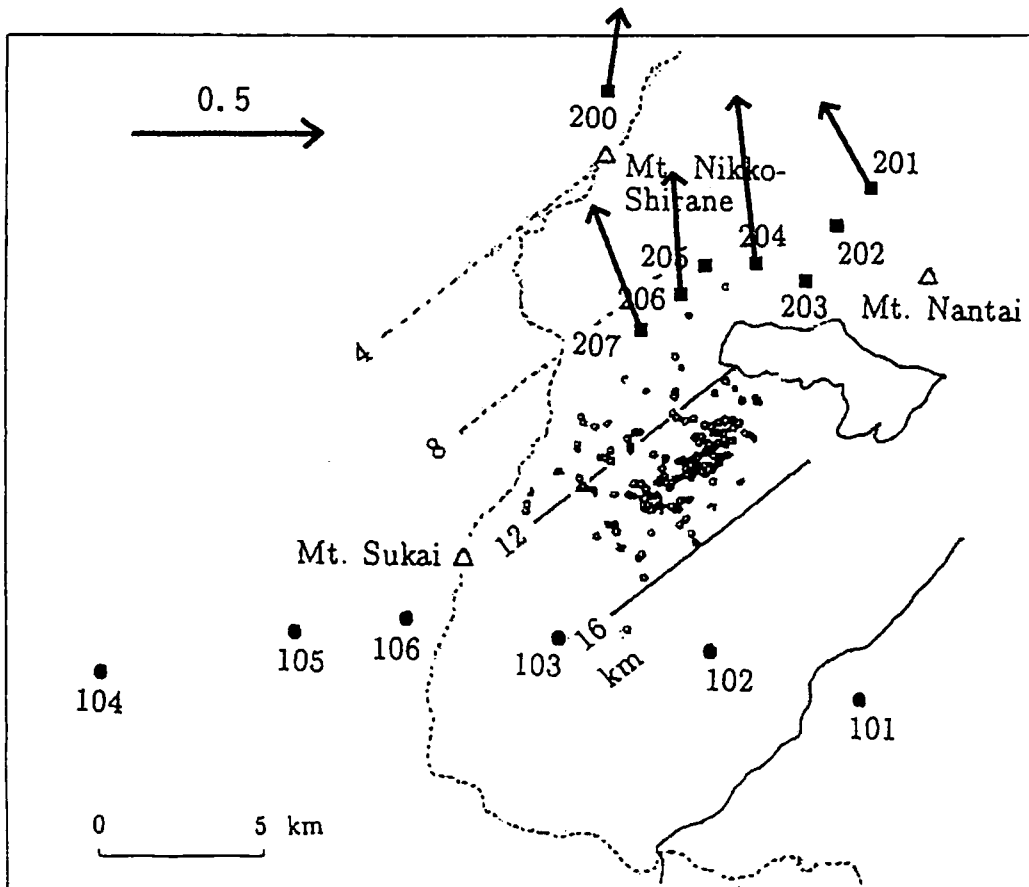
今回の観測中、V5 のトラブルが幾度かあり、途中から日鉄鉱コンサルタント株式会社より V5 を 1 台お借りした。ここに深くお礼を申し上げます。

## 参考文献

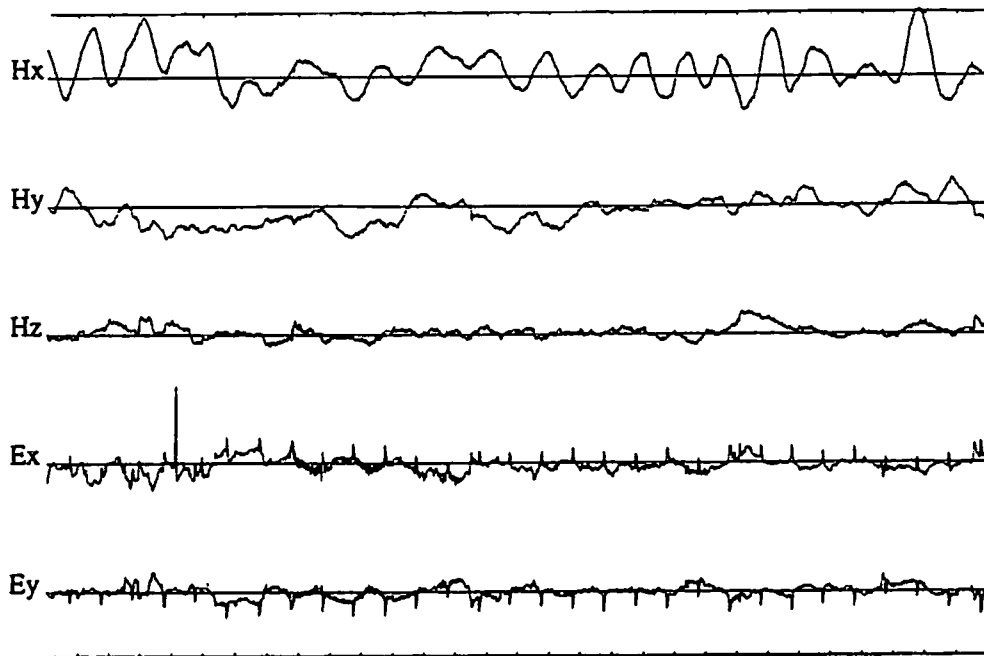
- [1] 伊藤明彦, 鈴木将之, 長谷川昭, 松本聡, 堀内茂木, 松澤暢, 山本明, 海野徳仁, 堀修一郎, 津村紀子, 田中和夫, 佐藤魂夫, 小菅正裕, 笠原稔, 岡山宗夫, 長谷川昌子 : 地震, II, 43, 287-302, 1994.
- [2] 溝上恵 : 地震研究所彙報, 55, 705-735, 1980.
- [3] 松本聡, 津村紀子, 岡田知己, 長谷川昭 : 月刊地球, Vol. 17, 81-85, 1994.
- [4] 松本聡, 長谷川昭 : 月刊地球, Vol. 17, 85-89, 1994.

1993, 1994	102	200	201	202	203	204	205	206	207
1995 (nkk)	008	000	001	002	—	004	—	006	007

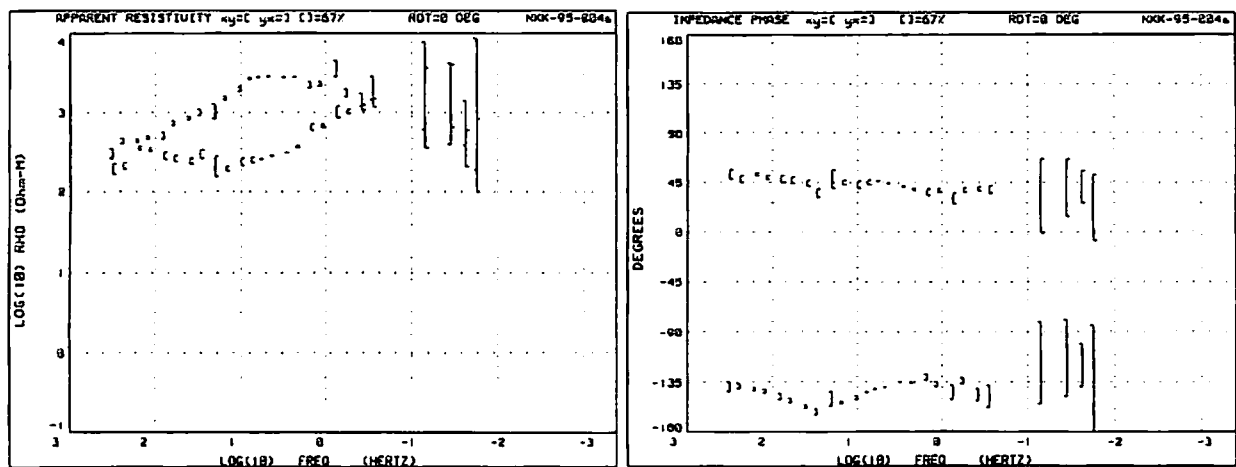
第 1 表 観測点の対応表.



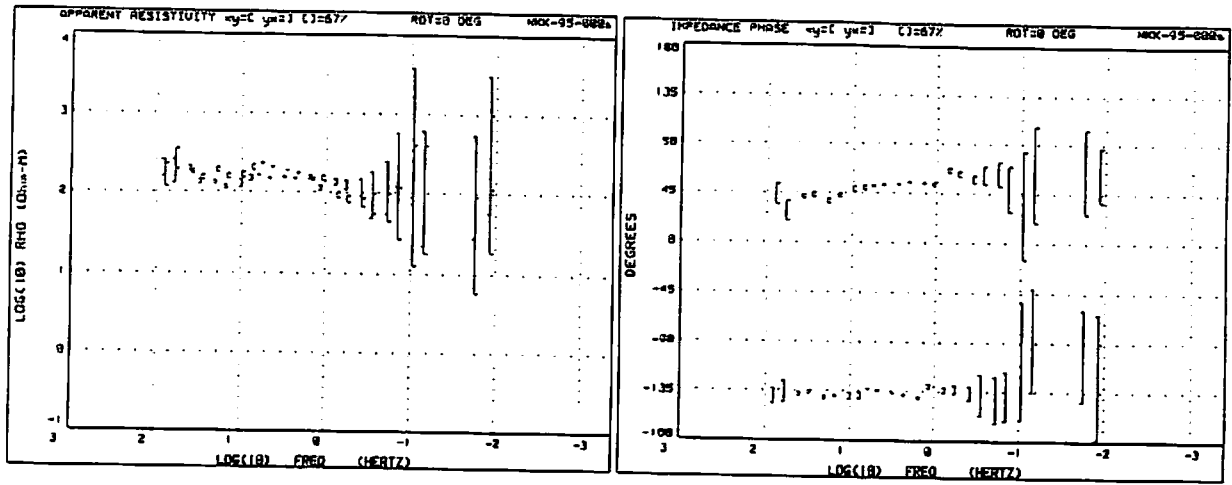
第 1 図 全観測域図. 矢印は induction arrow.  
中央の数字は反射面までの深さを示している.



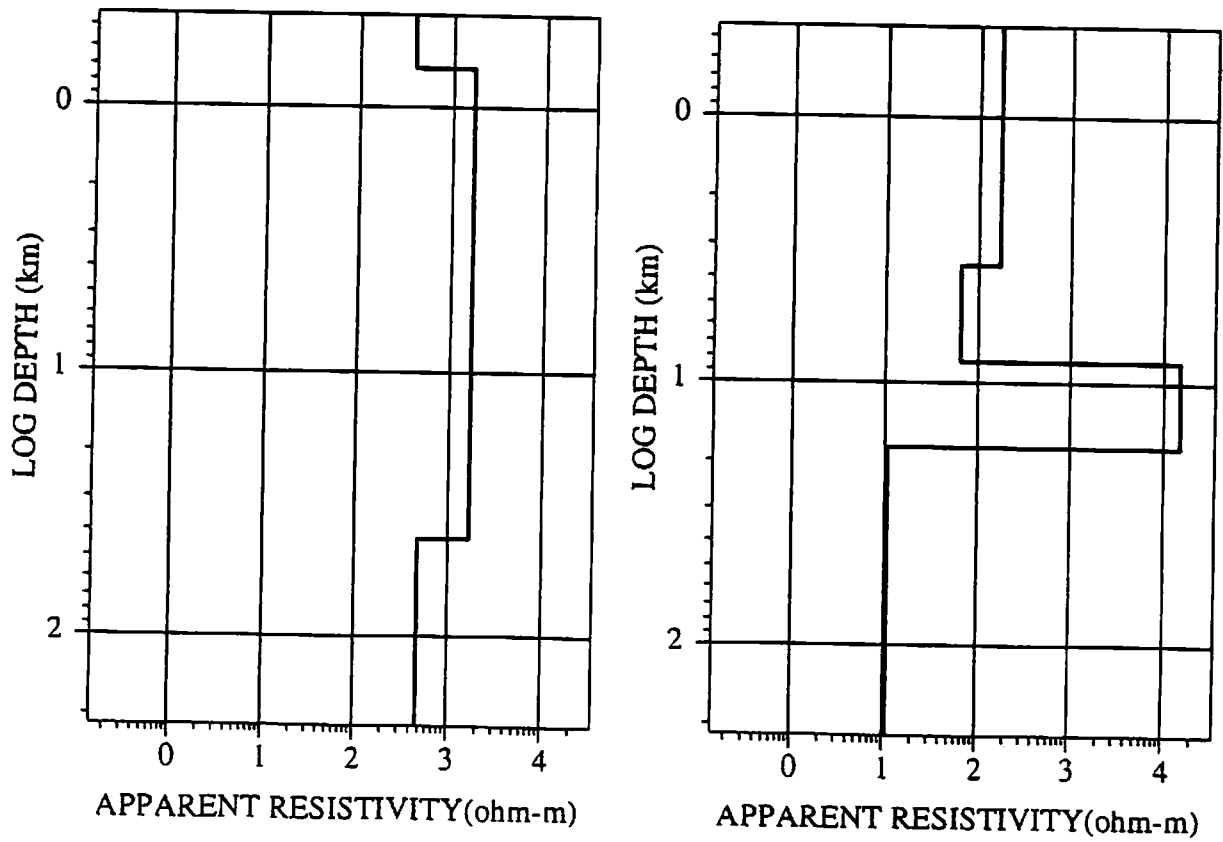
第 2 図 約 1 分毎に現われるノイズの例 (夜間のデータ).



第 3 図 nkk004 における見掛比抵抗と位相.



第 4 図 nkk000 における見掛比抵抗と位相。



第 5 図 nkk004 の 1 次元モデル. 第 6 図 nkk000 の 1 次元モデル.