

# 北海道駒ヶ岳における MT 探査

山谷祐介・谷元健剛・西田泰典・茂木透  
宮原昌一・吉田邦一・佐波瑞恵・N. P. Singh (北大・理)  
高橋幸祐 (東北大・理)  
新屋雅之・菊池晃太郎・大前幹夫・渡辺友浩 (北大・理)

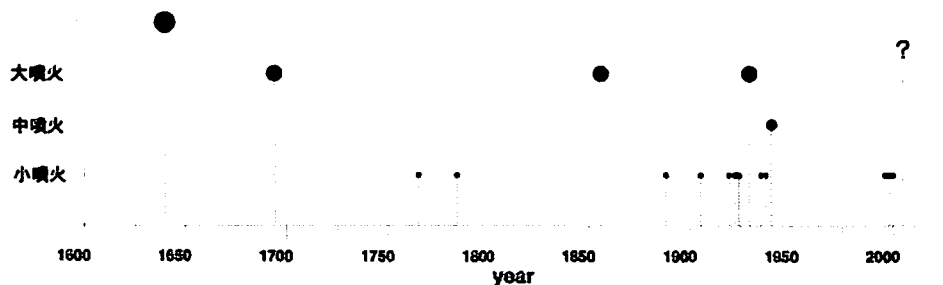
## MT Survey on Hokkaido Komagatake Volcano

Yusuke Yamaya, Kengo Tanimoto, Yasunori Nishida, Toru Mogi, Masakazu Miyahara,  
Kunikazu Yoshida, Mizue Saba, N. P. Singh(Graduate School of Science, Hokkaido Univ.),  
Kosuke Takahashi(Graduate School of Science, Tohoku Univ.),  
Masayuki Shinya, Koutarou Kikuchi,  
Mikio Omae, Tomohiro Watanabe(Faculty of Science, Hokkaido Univ.)

### 1 はじめに

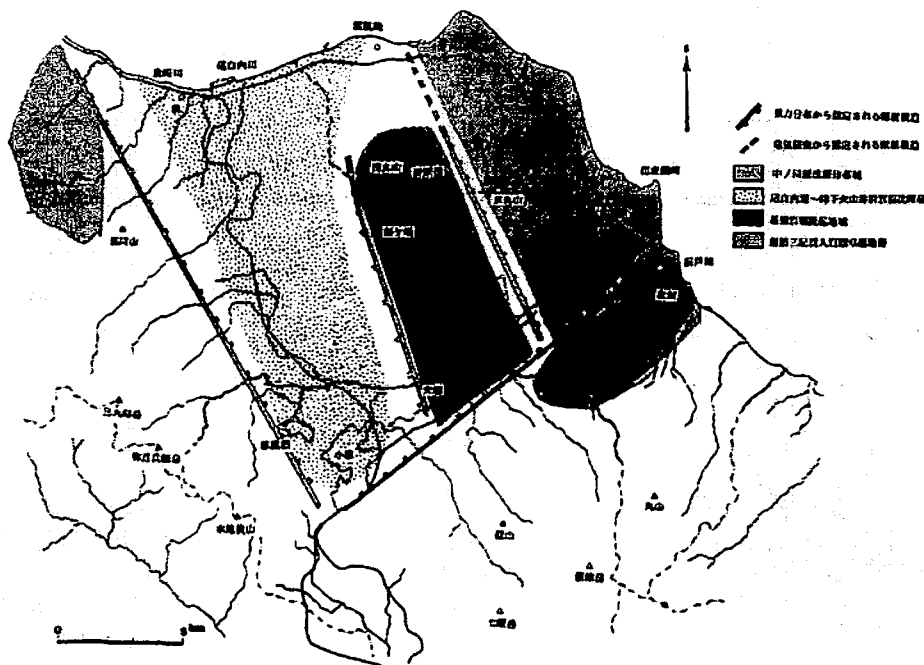
北海道駒ヶ岳（以下，駒ヶ岳）は，渡島半島南東部に位置する円錐形の成層火山である。数万年前に成層火山を形成し，以降歴史時代にかけて，2回の山体崩壊を起こし，現在では山頂部が大きくえぐられた格好となっている。歴史時代以降は，1640年，1694年，1856年，1929年に火砕流をともなう軽石噴火を繰り返しており，現在，最も活動的な火山の一つとして認識されている（勝井・他，1989）。

1929年の大噴火と，1942年の中規模の噴火の際には，数年前から小規模な水蒸気爆発を繰り返し，噴火に至っている。また，最近では1996年，1998年，2000年に水蒸気爆発を起こしている。このことから，近い将来に比較的大きな規模の噴火が起こることが懸念されている（第1図）。



第1図: 北海道駒ヶ岳の噴火史（勝井・他，1989，中川・他，2001より作成）。横軸に年代，縦軸と●の大きさで噴火規模を示す。なお，○は将来的に予測される噴火を模式的に示したものであり，年代と規模は求められていない。

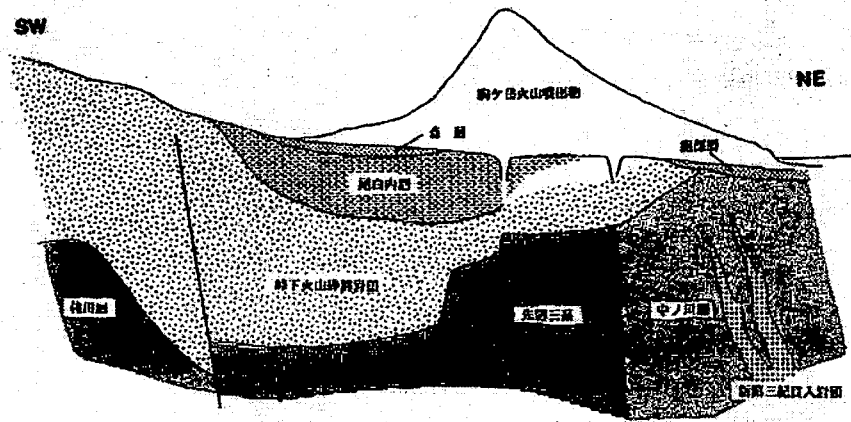
松波・他（1995）は重力，電気探査および孔井地質調査を行い，駒ヶ岳山体下の地質構造を推定した．表層地質及び重力，電気探査から推定される断層構造を第2図に，またNE-SW方向の推定地質断面を第3図に示す．それによると，西から東にかけて尾白内層，峠下火山碎屑岩類が広がり，さらに深部に第三系の基盤岩が存在している．さらに，NNW-SSE方向に断層構造が発達し，東側には基盤岩の隆起帯の存在が推定されている．しかし，これらの結果は探査深度が1km程度と，基盤岩以深の構造を推定するには至っていない．我々は広帯域MT法を用い，駒ヶ岳の深部の比抵抗構造を調べることにした．



第2図: 駒ヶ岳周辺の模式的な地質構造図 (松波・他, 1995)

## 2 観測の概要

駒ヶ岳火山の山体およびその周辺の3次元比抵抗構造を明らかにすることを目的として，広帯域MT法探査を2001年，2002年に行った．観測は，2001年は8月5日から13日までの14日間，2002年は6月3日から11日までの9日間にわたって行われた．測点は，火口原を中心とする半径約5kmの範囲内に34点設置した(第4図)．火口原内では，より詳細な比抵抗構造を調査するために，測点間隔をその外側よりも密になるように分布させた．観測は，Phoenix Geophysics社製のMTU-5を7台使用し，320 - 0.00055Hz間の40周波数について電場2成分，磁場3成分の測定を行った．得られた波形の記録例を第5図に示す．2001年の観測では全測点で電場および磁場を観測したが，2002年の観測では作業の効率化のために，電場の観測は全測点で行い，磁場の



第3図: 駒ヶ岳周辺の模式的地質断面図 (松波・他, 1995)

観測は観測地域内に固定した2点で代表させる, いわゆる Telluric-Magnetotelluric 法 (Hernance and Thayer, 1975) を採用した. その際, ノイズを避けて磁場観測点を移動したため, 測点図には磁場観測点は KMG-190, KMG-500, KMG-660, KMG-740 の計4点を表示した. より良好なデータの取得をするため, 観測はそれぞれの点で1-3日間行った.

### 3 解析

まず, 観測地域内の2点間でのリモートリファレンス処理を行った. 各測点のデータについては, 手動でエディットし, ノイズの比較的少ない時間帯のデータを選択した. 探査曲線を見ると, 多くの測点において, 周期1秒付近のいわゆるデッドバンドや周期100秒以上の長周期帯でノイズが大きくなる (第6図). 測点 KMG-510 のようにエラーバーが小さくなるのが理想であるが, 測点 KMG-680 等の山体西側の測点ではエラーバーが大きくなった. これらのノイズの多い周波数帯のデータは以後の解析に用いないこととした.

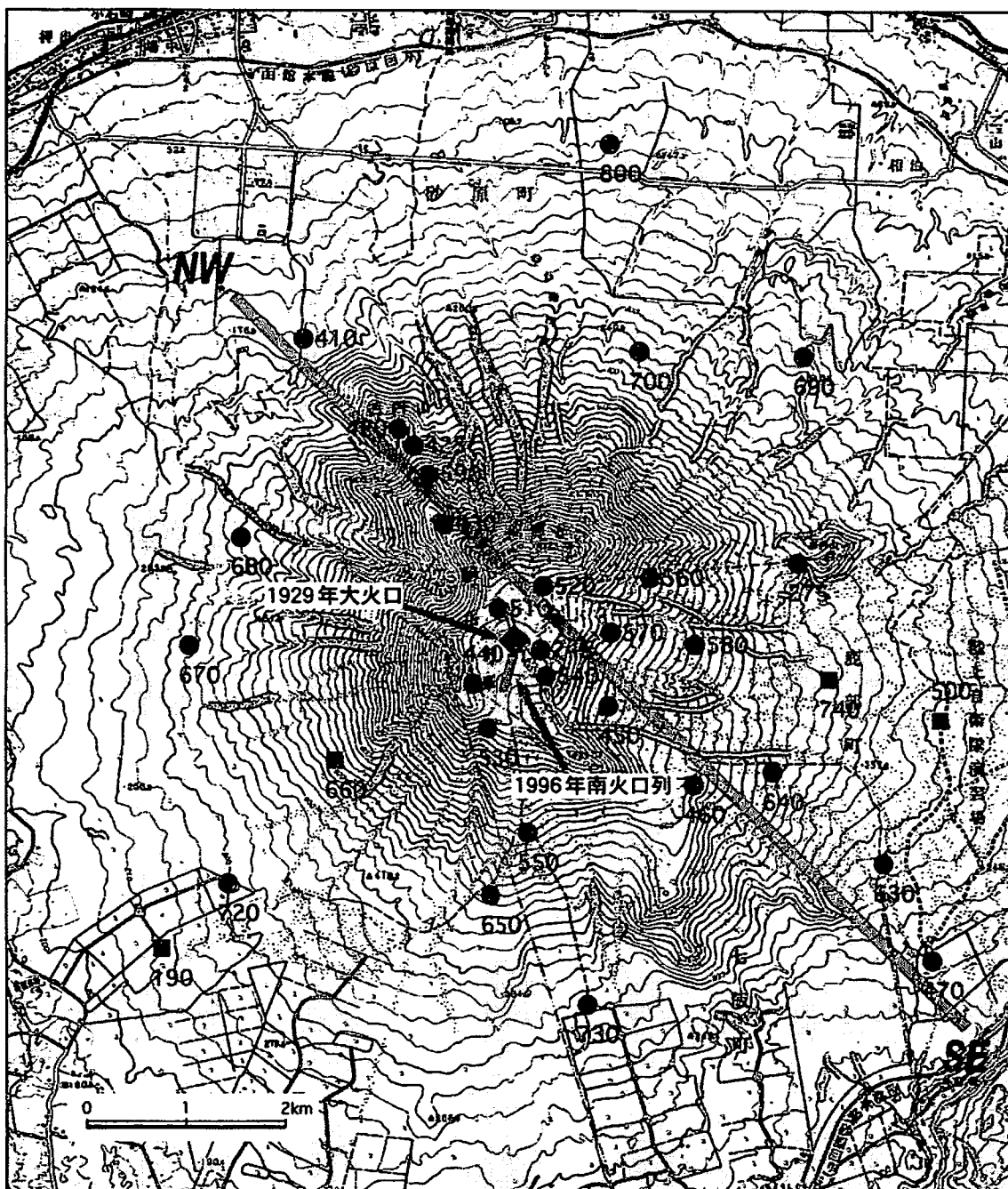
本観測での最終目標は3次元比抵抗構造を求めることであるが, その第1段階として, 層構造を仮定した1次元比抵抗構造をインバージョンによって求めた. インバージョンには, 回転不変量  $Z_d$  (determinant tensor impedance) を用いるのが良いとされている (Ingham, 1988). この  $Z_d$  は,

$$Z_d = \sqrt{Z_{xx}Z_{yy} - Z_{xy}Z_{yx}} \quad (1)$$

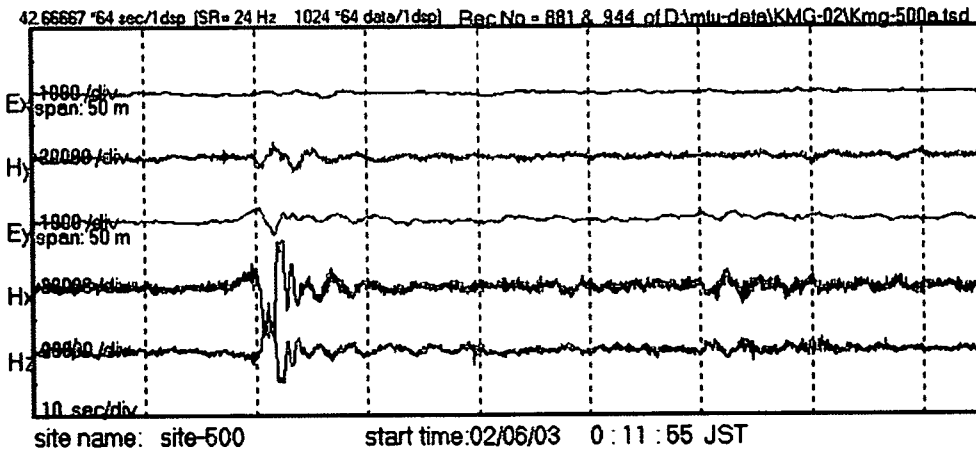
で与えられ, それより見かけ比抵抗 ( $\rho$ ) と位相差 ( $\phi$ ) は

$$\rho(f) = \frac{1}{5f} |Z_d(f)|^2 \quad (2)$$

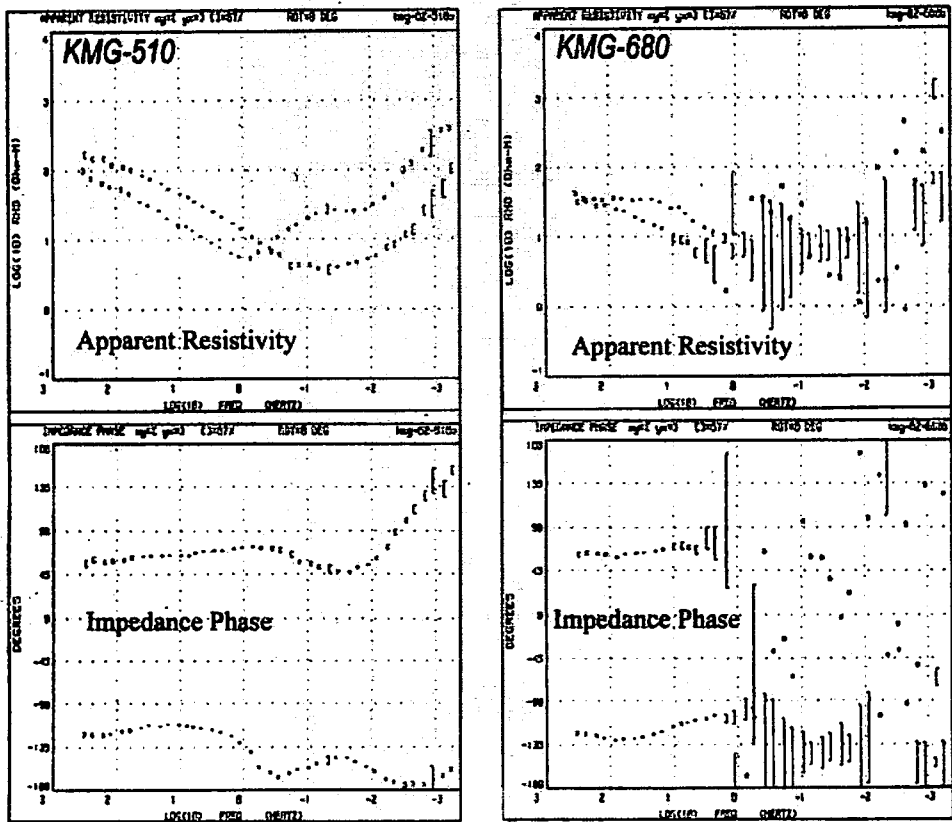
$$\phi(f) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{\text{Imag}Z_d(f)}{\text{Real}Z_d(f)} \quad (3)$$



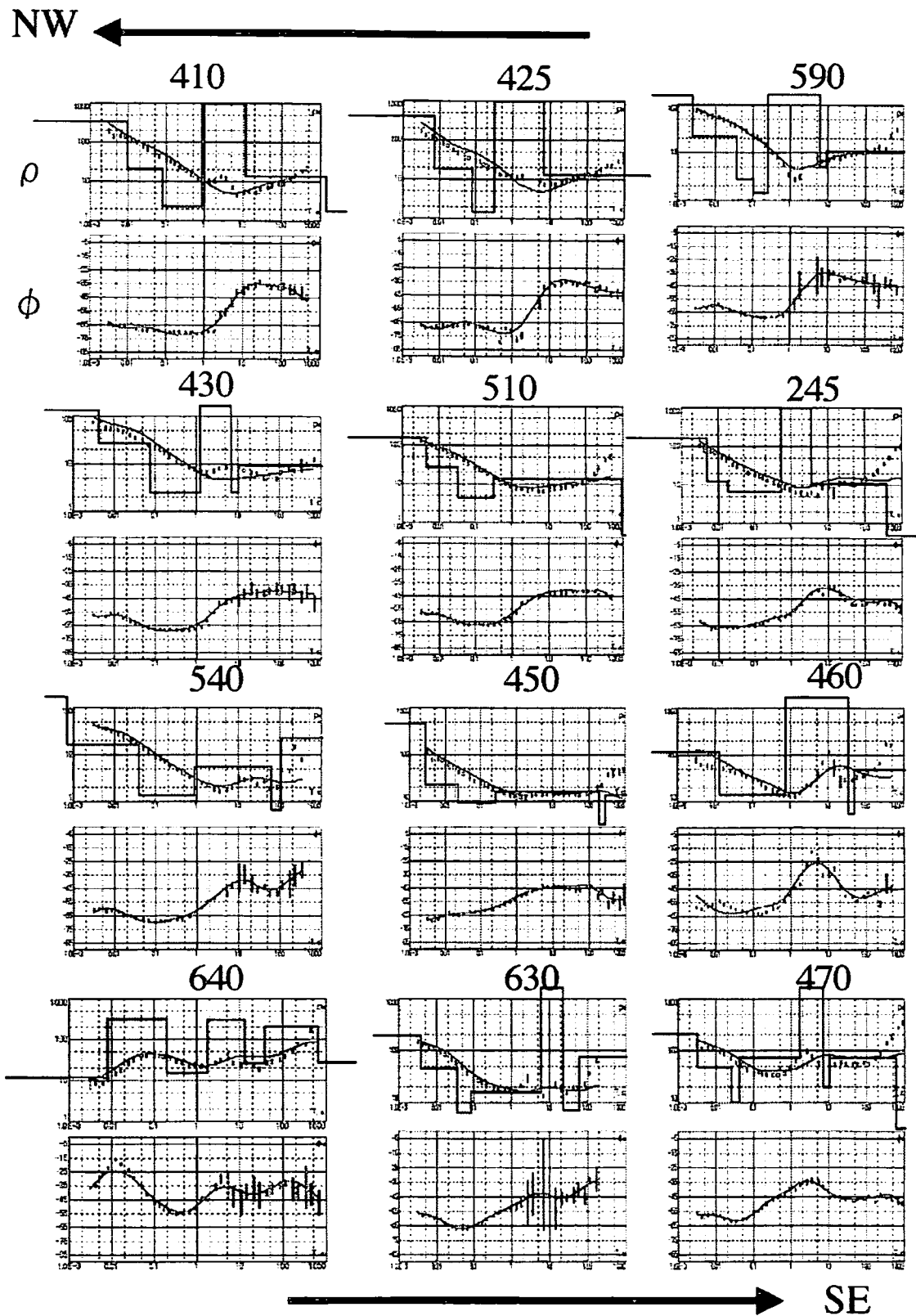
第4図: 2001年及び2002年のMT観測の測点図。●は各測点を示し、■は2002年観測での磁場観測点を示す。直線はNW-SE測線を示す。



第 5 図: KMG-500 で観測された電場・磁場変動記録例.



第 6 図: 探査曲線の例. 左に KMG-510, 右に KMG-680 の見かけ比抵抗 (上) と位相差 (下) を示した.

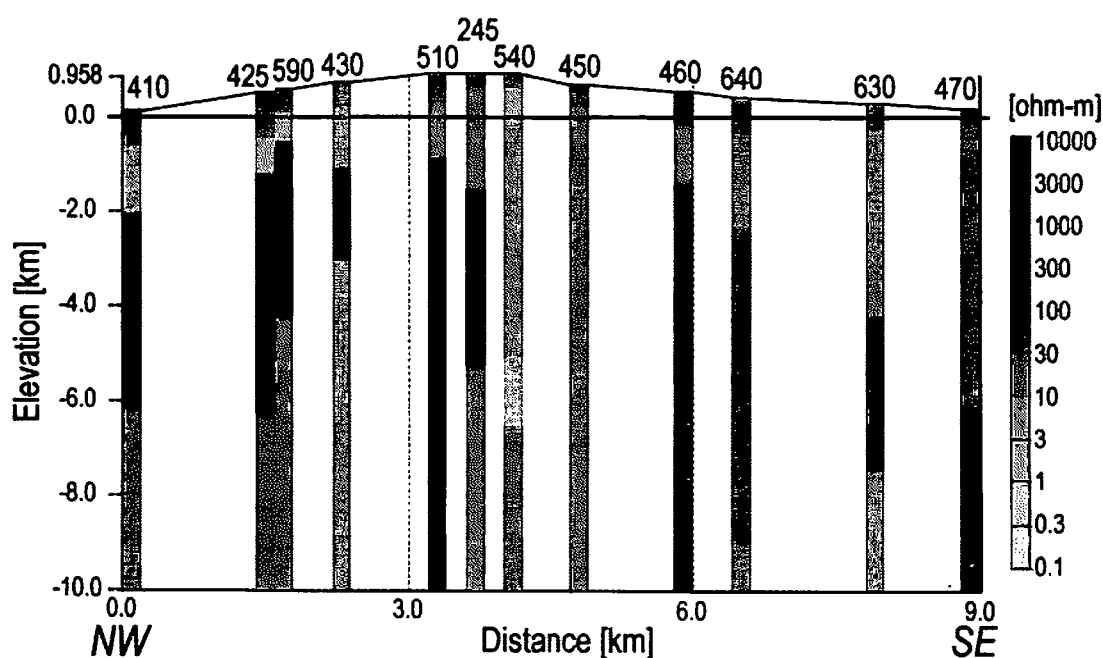


第 7 図: NW-SE 測線の 12 点についての見かけ比抵抗, 位相及び比抵抗構造. 縦に伸びるバーは観測値, 曲線はフィッティングカーブを示す. 矩形状の直線は, 各測点での比抵抗構造を表している. NW 側の測点が左上に, SE 側の測点が右下になるように順に並べた.

に適用して求めた。これらのインバリエント見かけ比抵抗と位相差を用い, "IPI2Win(MT)" (モスクワ大学, Bobachev による) によりインバージョンを行った。このとき, スタティックシフトの効果を軽減するために位相に見かけ比抵抗の2倍の重みをかけてフィッティングした。駒ヶ岳をNW-SEに横切る測線(第4図)上に並ぶ12測点での見かけ比抵抗, 位相, 及びそれをもとに得られた比抵抗構造を第7図に示す。

## 4 結果

1次元インバージョンから得られた, NW-SE 測線の12点についての1次元比抵抗モデルを柱状図として並べたものを第8図に示す。測線を通して, 表層の数千 $\Omega\text{m}$ から, 約2km程度の深さの数十 $\Omega\text{m}$ まで, 比抵抗は単調に減少している。NW側では2-7km程度に数千 $\Omega\text{m}$ の高比抵抗層が認められるが, 測点KMG-630よりSE側では5-10km程度とやや深くなっている。また, 火口原東縁付近(KMG-540, KMG-450)では10km以上の深部まで数十 $\Omega\text{m}$ の様な低比抵抗帯が存在し, 周囲の高比抵抗層とは不連続となっている。



第8図: NW-SE 測線の12点についての1次元比抵抗構造モデル。

## 5 考察と今後の課題

比抵抗構造は, 松波・他(1995)による地質構造図(第3図, 第2図)をもとに以下のように解釈できる。地表から1km程度の深さの高比抵抗層は, 第四系の火山噴出物

に相当し、深さ1-2kmの数十 $\Omega\text{m}$ の低比抵抗層は峠下火山碎屑岩類に相当する。これ以深ではNW側とSE側で構造が大きく異なる。NW側では、深さ2-7kmの数千 $\Omega\text{m}$ の高比抵抗層が先第三系の基盤岩に相当するが、SE側ではこの層は5-10kmの深さに存在する。このことから、先第三系の下限は7-10kmであると推定される。さらにSE側には、1-4kmの深さに数百 $\Omega\text{m}$ の層があり、これは新第三系に相当する。比抵抗から見た構造の境界はKMG-640とKMG-630の間に存在し、重力探査から推定されているおよそNNW-SSE走向の断層と位置的に一致している。

また、上に述べたように火口原東縁付近(KMG-540, KMG-450)で、比抵抗構造が周囲とは不連続であることが認められる。これは、地質構造が火山活動によって乱されていることを示唆する。この付近にマグマの上昇域があるとすれば、マグマの供給が最近の火口よりやや東側の深部からなされていると推定される。

2002年の観測では、特に山体西側の測点においては、良好なデータを得られなかった。周波数1Hz以下のデータにノイズが多かったためである。そのため、これらの周波数帯のデータは解析に用いておらず、深さ約1km以深の構造が不明な測点が生じた。今後この点を改善し、火山活動の様子を探るために、深さ10km程度までの構造を明らかにすることが望まれる。また、本研究の目的は3次元比抵抗構造を明らかにすることにより、駒ヶ岳火山の実態を調べることにある。そのためには、本観測でノイズが多く十分な解析に耐えられなかった測点の再測定や、空間的により均質な測点分布を得るため、新たな測点の増設などが必要であろう。

## 参考文献

- Hermance, J. F. and Thayer, R. E., The telluric-magnetotelluric method, *Geophysics*, **40**, 664-668, 1975.
- Ingham, M., The use of invariant impedances in magnetotelluric interpretation, *Geophysical Journal*, **92**, 165-169, 1988.
- 勝井義雄・鈴木武雄・曾屋龍典・吉久康樹, 北海道駒ヶ岳火山地質図, 地質調査所, 1989.
- 勝井義雄・横山泉・藤田隆男・江原幸雄, 駒ヶ岳 - 火山地質・噴火史・活動の現況および防災対策, 北海道防災会議, 北海道における火山に関する研究報告書第4編, 1975.
- 松波武雄・岡崎紀俊・秋田藤夫・若浜洋, 北海道駒ヶ岳地域の熱水系について, 地下資源調査所報告, **67**, 1-40, 1995.
- 中川光弘・野上健治・石塚吉浩・吉本充弘・高橋良・石井英一・江草匡倫・宮村淳一・志賀透・岡崎紀俊・石丸聡, 北海道駒ヶ岳, 2000年の小噴火とその意義: 噴出物と火山灰付着成分の時間変化から見たマグマ活動活発化の証拠, *火山*, **46**, 295-304, 2001.