

# 長野県西部地震震源域での地殻比抵抗構造(序報)

地殻比抵抗研究グループ(発表者 笠谷貴史<sup>1)</sup>)

1) 京都大学防災研究所

The resistivity structure around the source region of the Western Nagano Prefecture Earthquake

Research Group for Crustal Resistivity Structure (Takafumi Kasaya<sup>1)</sup>)

1) Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ.

## 1・はじめに

我々地殻比抵抗研究グループは、1996,1997年度の2年にわたって長野県木曽御嶽山周辺においてMT法による地殻比抵抗調査を行った。御嶽山周辺は1984年9月14日におこった、長野県西部地震(M6.8)の震源域にあたり、現在でも微小地震活動が活発である。この地域では地震観測などから地震波の反射面がおよそ地下10km付近に分布することが指摘されている(溝上,1988)。また長野県西部地震の震源断層域では重力の急変帯も認められ(志知,1998)、内陸地震発生の要因を考える上で非常に興味深い地域である。そこで我々は地震学から指摘されている反射面を電磁気学的な手法でその存在を検証し、かつその空間的な分布がどのようなになっているかを調べ、地震発生の要因をも含めて考察することを大きな目的としている。

## 2・観測の概要

観測は1996,1997年度の2年にわたって行われた。観測点の配置を第1図に示す。観測点は全部で12点で、白丸が1997年度に新たにおいた観測点、黒丸は両年度にわたって観測を行った観測点である。またこれらの観測点は長野県西部地震の震源域と地震波の反射面の位置を横切るように設定した。またRemote Reference法を用いたノイズリダクションのために参照点を岐阜県の上宝村に設置し、観測期間中常にデータを取得した。

1996年度の観測では広帯域MT計のV5のみを用いて、全9観測点で観測を行った。この年の観測ではV5のシステム上のトラブルが発生し、思ったような観測ができなかった。当初の計画では各観測点とも数日の観測を行う予定であったが、先に述べたようなトラブルにより観測日数が限られてしまった。また図1からも分かるように、本観測地域の東縁をJR中央本線(直流電化)が走っており、その漏洩電流の影響を非常に大きく受けている。特に長周期側のデータの質に影響を大きく与えている。

地下10km前後に位置すると考えられている反射面を検出するには長周期側のデータの質を向上させる必要がある。そこで97年度の観測では長周期側のデータの質を向上すべく、新たに次の様な改善を試みた。まずは長周期側のデータのスタッキング数を稼ぐために、ULF-MT計であるU36を全観測点に観測期間中設置し、10日以上

観測を行った。それによりスタッキング数の不足によって生じている長周期側のエラーを減らすことを考えた。またノイズの低減化に役立てるために、あえて電車軌道の近くに U36 を 1 台設置し、漏洩ノイズの参照点とした。U36 は 2Hz sampling で観測を行った。

### 3・観測結果

現時点では U36 の解析が進んでいないため、今回は V5 の解析結果についてのみ述べる。よって解析に用いる観測点は全部で 11 観測点である。一般的に深夜はノイズレベルは低いはずであるが、各観測点の観測波形を見てみると、全観測点で深夜(2:00 ~ 4:00)にも特徴的なノイズ波形が見受けられる。時刻表との対比から、このノイズは 2:30 前後に木曽福島駅ですれ違いをする夜行急行によるノイズであることが分かった。そこで出来るだけこのノイズの影響を減らすために、単純に深夜のデータをそのまま解析には使用せずに質の良い時間のみを切り出すデータのエディットを行って見かけ比抵抗、位相を求めた。ただしこのデータの切り出しは Phenix 社のソフトを用いているため、個々の電車ノイズに対して完全な除去が出来ているわけではない。また三次元性の強い地域であることが予想されることもあり、また今回は予察的な結果でもあるので、主軸の回転は行わないで両モードの平均値として見かけ比抵抗と位相を計算している。

全観測点とも 1 ~ 10(s)より長周期側のデータはノイズの影響を大きく受け、ニアフィールドを起こしている。特に JR 中央線に近い観測点(測線東側)でその影響が大きい。またデータのエディットを行っているためスタッキング数が減少し、エラーが大きくなってしまった。

次に個々の観測点について考察する。sounding curve の傾向は広域的に、測線の東側・中央・西側の 3 種類に分けることが出来る。まず測線東側の代表的な sounding curve を第 2 図に示す。この領域では全体的に見かけ比抵抗は高い値を示す。また周波数が低くなるにつれ、位相が 30 度から徐々に大きくなっているのも特徴である。このことは地下により低比抵抗な層が存在する可能性を示唆している。溝上(1988)はこの付近の地下 10km 以深に反射面を検出しているが、先の低比抵抗層がそれに対応するのかどうかは明らかではない。しかしながら表層の抵抗値が高いため、表皮深度を考慮すると今回のデータでも 10km 程度の探査深度は得られている。今後の解析により反射面を検出できる可能性があると思われる。次の測線中央部(site1,2,3,4,8,10)では、観測点の中で最も低比抵抗な値を示す(第 3 図)。また位相が高周波数側で 45 度以上の値を示す観測点が多い。よってこの地域の地下に低比抵抗な領域の存在が予想される。この付近は長野県西部地震の震源域の直上で、重力異常の急変帯の位置(志知,1988)とも良く一致しており、地震断層周辺では低比抵抗を示すというこれまでの予備的な結果とも矛盾しないようである。また 10Hz 付近で位相の値が小さくなり、その後上昇するのも特徴で、上記の観測点で共通に見られる傾向である。ただし見かけ比抵抗に関してはそれぞれ sounding curve の形に違いが見られる。最後に測線の最も西側の領域

(site5,6,7)を見ると、そこでは比抵抗は中庸な値を示し、10Hz 付近で位相の値が急に小さくなり、その後再び大きくなることが特徴である(第4図)。しかし最も西側の観測点(site7)では上記のような位相の変化は見られず、7～8Hz 付近から位相が大きくなるのみである。

#### 4・御嶽山周辺の地質、地震活動

まずこの地域の地質の概略と各観測点との相関について述べる。地質図の概略と観測点の位置を示した図を第5図に示す。この地域は主に御嶽山からの噴火により供給された火山岩や火山性堆積物、凝灰岩などで構成されているが、それ以外に基盤の花崗岩や堆積物も見られ非常に複雑な分布をしている。しかしながら観測点との相関という観点で見ると、おおよそ3つの区域に分けることができる。その概略図を第5図に示す。まず断層東側では基盤である花崗岩が広く分布している。その区域に一致している観測点は site9,11,12 がそれである。このことは先の章で述べた比抵抗が全体的に高い値を示すこととよい相関があるといえる。次に観測側線の中央部では、一番複雑な構造であるが、おもに砂泥互層および凝灰岩で構成されている。一般に堆積物などは固い岩盤に比べて低い比抵抗値を示すので、この区域にあたる観測点の比抵抗値が全観測点中でもっとも低い値を示すことと矛盾しない。最後に側線の最も西側にあたる site5,6,7 では流紋岩質の溶結凝灰岩で構成されている。上記のような区分が高周波数側(浅部)の比抵抗の値の大小との相関が高い事が分かる。

この地域の地震の多くは、御嶽山の南麓 10km 付近(site1,3,10 付近)から北東方向におよそ 20～25km、幅 10km の領域に集中して分布している。その中でも特徴的なのが地震活動の深さ分布である。御嶽山南麓では深さ 10km 付近で多くの地震が発生しているが、北東側に行くにつれて地震発生の下限がどんどん浅くなっていく。御嶽山南東麓では震源の深さの下限が最も浅くなり 5km 程度になり、さらに北へ進むと再び深くなっている。この領域の比抵抗の値は観測点中最も低い値を示している。このことは地震断層周辺で比抵抗値が低くなるというこれまでの結果と矛盾するものではない。しかし測線の方角と震源分布との方向が交差しているため、先に述べた特徴的な震源の深さ分布と比抵抗値との関係は定かではない。また長野県西部地震の震源域の西側に当たる、測線西部(site5,6,7)ではあまり地震が起こっていない。

#### 5・まとめ、今後の課題

今回の解析で得られたことをまとめると次のようになる。

- [1] sounding curve の傾向はおおよそ3種類に分けることが出来る
- [2] 地質構造も3種類に分けることができ、その分布は観測結果と調和的である
- [3] 測線中央部では比抵抗値が低く、長野県西部地震の震源域とよい一致を示す
- [4] 反射面に当たるような明瞭な変化は見られなかった。

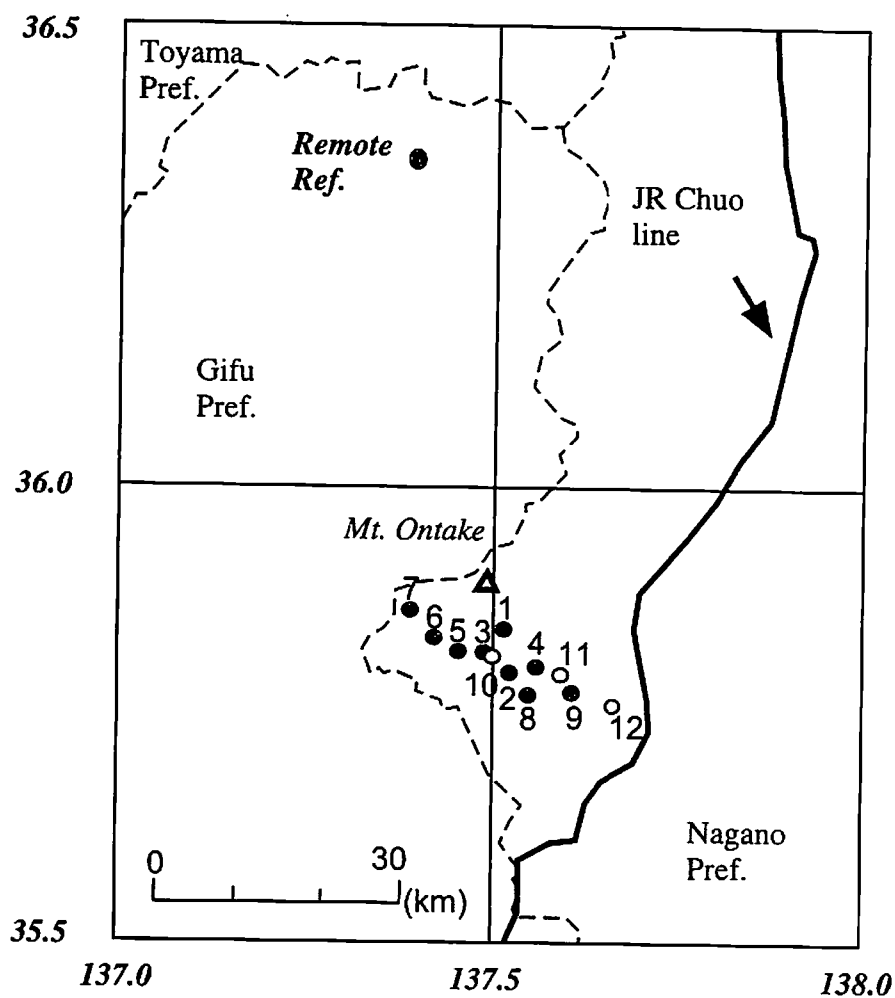
今回の解析では以上のような結果が得られたが、Remote Reference 処理後の V5 のデータについてのみの定性的な議論にとどまった。今回の解析には static shift の補正や主軸方向など補正を全く考慮しておらず、地下構造のモデリングも行っていない。今後はまず第一にこれらに補正を行い地下構造モデルを確立し、地震活動・反射面と比抵抗構造とのより詳しい関係を調べる必要がある。

また一般的に行われているノイズ除去法である Remote Reference 処理だけでは、今回の観測データに対してノイズの除去が完全ではないことが明らかになった。そのため 1 ～ 10s 程度までが V5 で見ることの出来る最も低い周波数となり、反射面との対応を考えるためには U36 の解析に期待するところが大きい。今回は Remote Reference 処理まで至らなかったため U36 の結果は示さなかったが、早急に U36 の解析を進めていきたい。97 年度の観測ではノイズ除去を目的とした観測点を電車軌道近くに配置し、明瞭なノイズ波形を取得した。現在その時系列データを用いたノイズ処理の手法を色々試している段階である。

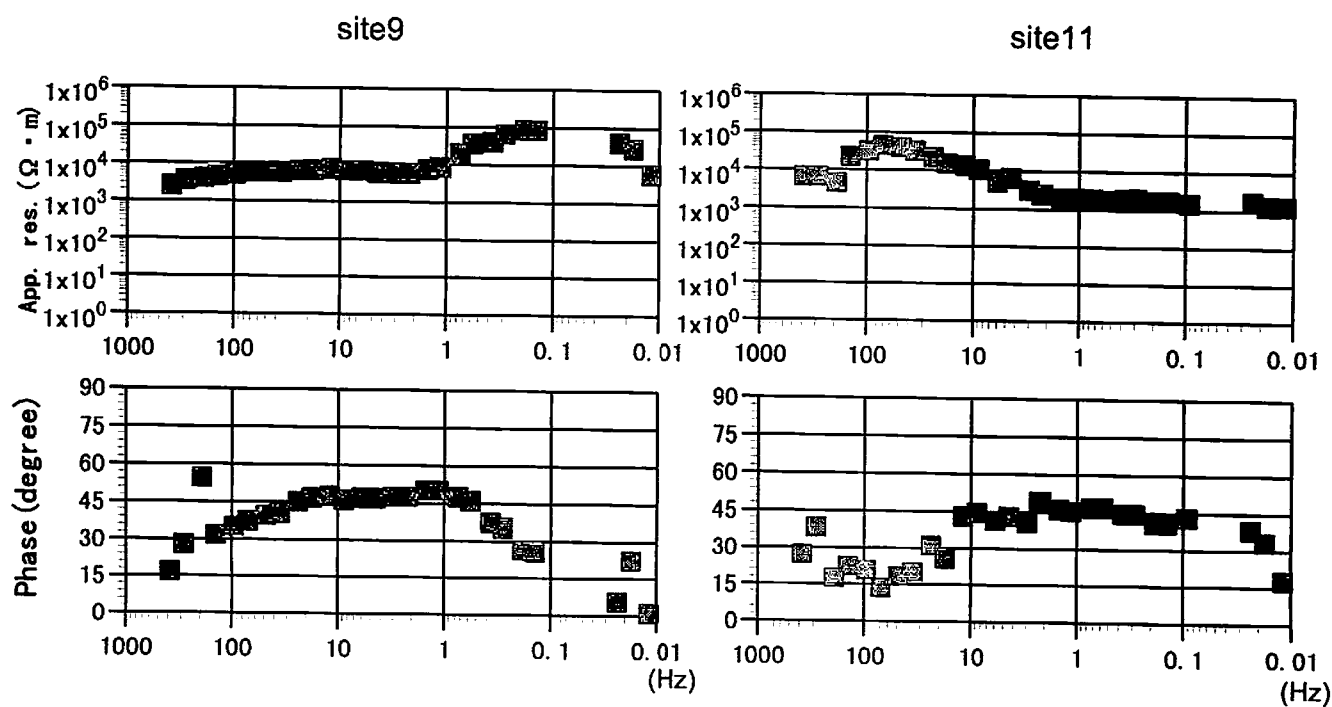
地震活動との関連の章で述べたが、この地域の特徴的な震源分布は北東-南西方向で、今回の測線(西北西-東南東方向)と交差している。よって現在の測線のデータからだけでは、その興味深い分布と比抵抗構造との関連を調べることが簡単ではない。しかしながら震源分布の方向に近い防災科研の測線のデータを用い、かつ独自の補観測をすることで地震活動との関連性を議論できると思われる。以上のことと、既に得られたデータの解析の結果をもふまえた上で、より詳細な地震活動との関連を調べるための補観測を 98 年度に計画している。

## 6 ・ 参考文献

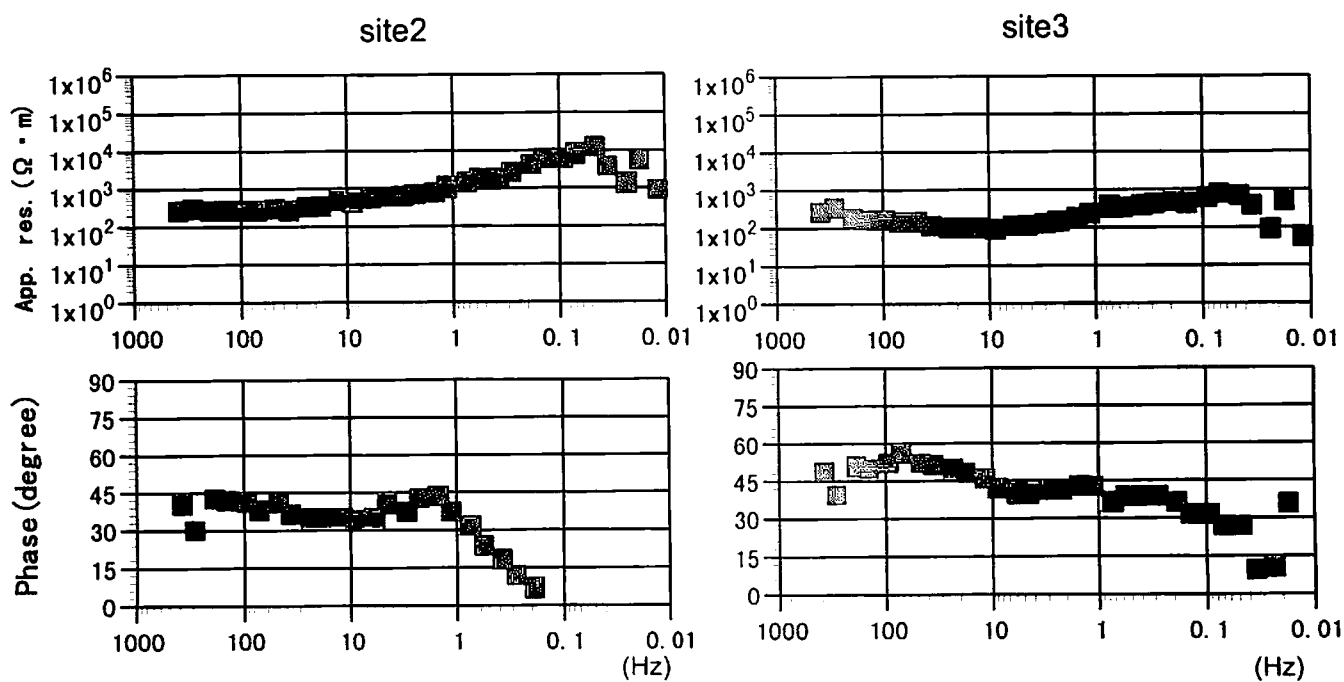
- 1) 伊神輝・山田守・山崎文人・竹内文朗・渋谷拓郎・尾池和夫・藤井巖・中村勝・大井田徹, 1986 年長野県西部合同地震観測終了後の同地域における地震活動, 月刊地球, vol.10, no.12, 735-740, 1988
- 2) 溝上恵・石桁征夫, 微小地震反射波による長野県西部, 御嶽山南東麓における地殻深部溶融帯の検出, 月刊地球, vol.10, no.11, 701-705, 1988
- 3) 長野県西部合同地震観測班, 長野県西部合同地震観測による精密震源決定, , 月刊地球, vol.10, no.11, 660-667, 1988
- 4) 志知龍一, 御嶽山周辺の重力異常, 月刊地球, vol.10, no.11, 668-675, 1988
- 5) 山田直利・小林武彦, 御嶽山地域の地質, 地質調査所 5 万分の 1 地質図幅, 1988
- 6) 大志万直人・地殻比抵抗研究グループ, 1996 年飛騨電磁気合同観測(序報), 866, 1997



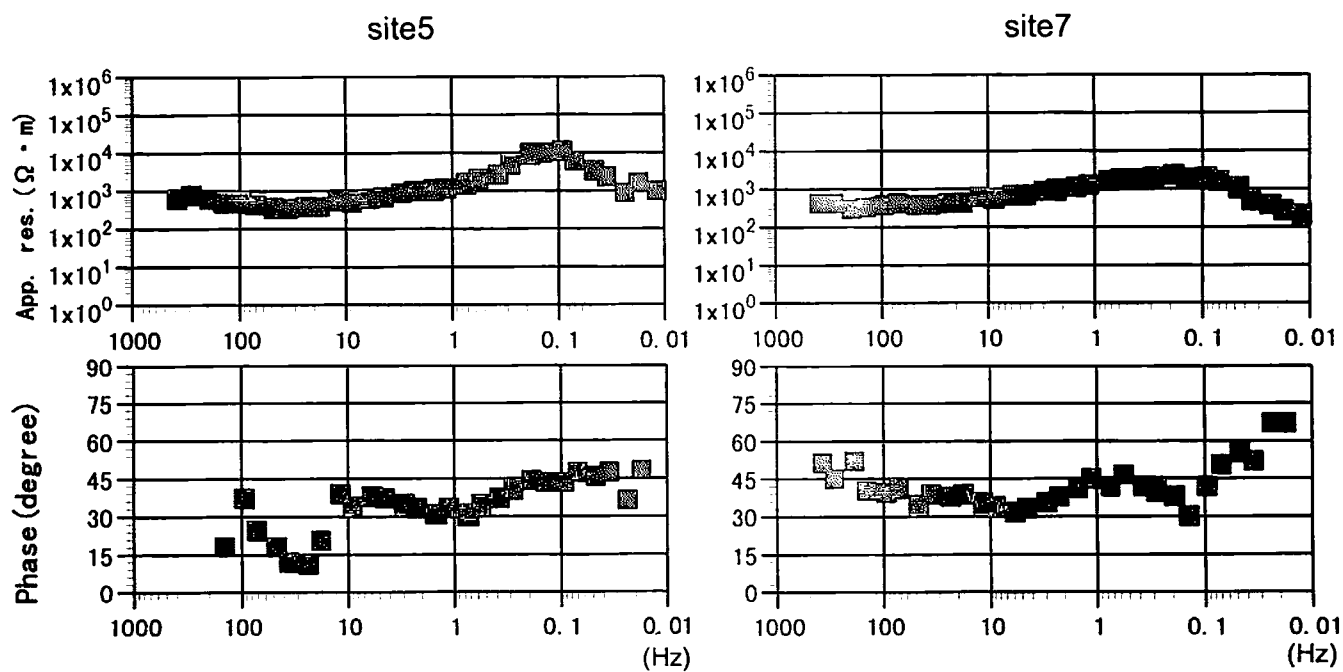
第1図  
観測点配置図  
黒丸は96、97年ともデータを取った観測点  
白丸は97年に新規に設置した観測点



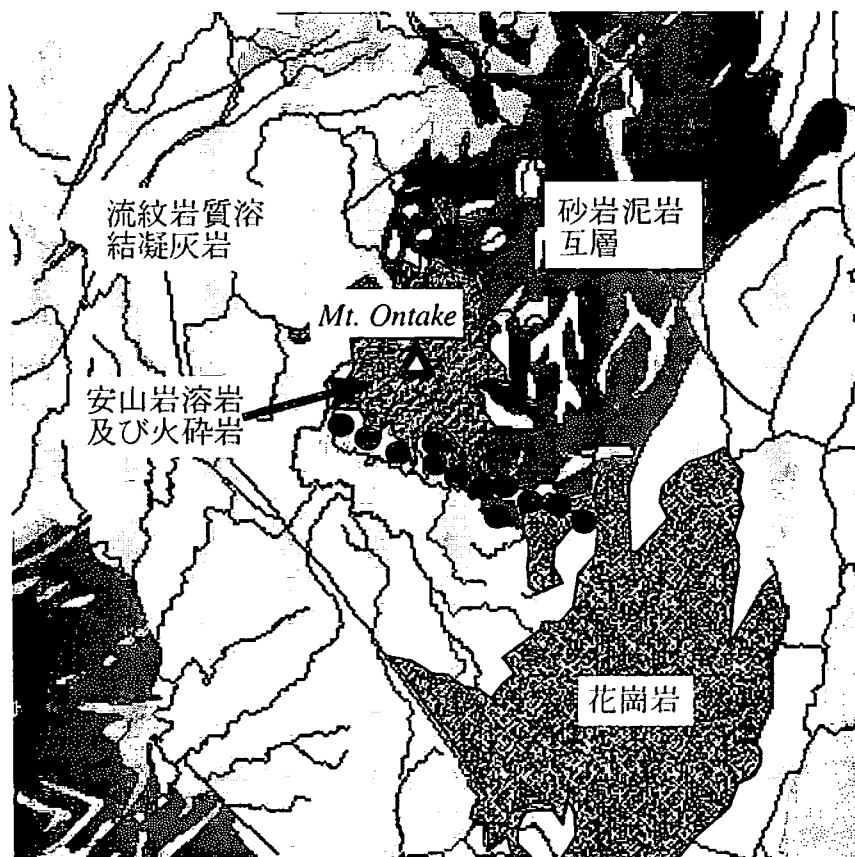
第2図 測線東側の観測点(site9,11)でのsounding curve



第3図 測線中央部の観測点(site2,3)でのsounding curve



第4図 測線西側の観測点(site5,7)でのsounding curve



第5図 観測点周辺の地質の概略と観測点配置図  
 主な層序のみ記載した  
 図中の黒丸はMT観測点