

MT法による下北半島の比抵抗構造(序報)

高倉伸一・光畑裕司・横田俊之・小川康雄(地質調査所)

PRELIMINARY REPORT ON RESISTIVITY STRUCTURE OF SHIMOKITA PENINSULA BY MT METHOD

Shinichi TAKAKURA, Yuji MITSUHATA, Toshiyuki YOKOTA, and Yasuo OGAWA

(Geological Survey of Japan)

1. はじめに

本州最北端の下北半島(第1図)では、温泉型金鉱床に関する多くの調査が実施されている。その一環として、温泉型金鉱床を生成させる環境となる活動的熱水系の調査を目的に、地質調査所によるMT法調査が1990年と1991年に実施された。現在、全データの第1次的な処理・解析が終わった段階であり、データの検討に着手したところである。そこで、本報告では、データの紹介の意味も含め、MT法の調査の概要、データ処理結果および2次元解析結果について速報的に述べる。なお、下北半島の比抵抗構造の解釈については、詳細な解析が終了後に別途報告するつもりである。また、MT法と重力法の比較・検討については別報¹⁾に報告してあるので、本報告では重力解析の結果については割愛した。

2. 地質の概要

本地域の地質図²⁾を第2図に示す。本地域の地質構造は、先第三系を基盤とし、それを不整合に覆う新第三系とその上位の第四系で構成される。先第三系は半島の東部および西部の海岸付近に、新第三系は半島の西部を中心に広い範囲に分布している。半島中央部では第四系の恐山火山(釜臥山・大尽山・朝比奈岳等)や燧岳火山の火山噴出物が広く分布しており、むつ市周辺では沖積層の下位に第四紀・第三紀層が厚く堆積している。地質構造の大局的な走向は北北東-南南西であり、ブーゲー異常図³⁾にもその傾向は現れている。

地熱活動は、主として第四紀更新世に活動を開始した恐山火山や燧岳火山に関連する。両火山の周辺では熱水変質帯が広がり、いくつかの温泉が分布する。なかでも宇曾利山湖の北岸は、現在でも熱水活動や噴気活動が活発であり、その地表は著しい熱水変質を受けている。

3. MT法調査の概要

MT法の測点は全46点であり、第2図中に●で示す。測定は、1990年7月(測点数13点)、1991年7月(測点数24点)、1991年9月(測点数9点)に実施された。測定機器にはカナダのPhoenix社製のV5システム⁴⁾を使用し、シングルサイトあるいはショートリフレックス配置で電場2成分、磁場3成分を夜間16~20時間測定した。電場センサーには鉛-塩化鉛電

* 現在、石油公団石油開発技術センター(JNOC TRC)

極を用いた長さ30~100mの接地ダイポールを使用し、磁場センサーにはインダクションコイルを使用した。

4. データ処理

カスケードデシメーション法によりパワースペクトルを求めた後、320~0.0005Hzの範囲の40周波数でインピーダンスと磁場伝達関数を算出した。以下に、代表的な周波数におけるインピーダンスとインダクションベクトルを図示する。

4-1 インピーダンスの主軸の方向と大きさ

第3図に120, 6, 0.3, 0.01, 0.004, 0.001 Hzのインピーダンスの主軸の方向とそれから計算される見掛比抵抗の大きさを示す。直交する2つの実線の方向が主軸の方向を、その長さが見掛比抵抗の大きさの対数を表している。インピーダンスの主軸の方向は、高周波で北東-南西と北西-南東方向が多いが、低周波で東西と南北方向になる傾向がある。見掛比抵抗の大きさは半島中央部で小さく、その周辺が大きい傾向がある。これは、第四紀火山の周辺には低比抵抗と考えられる熱水変質帯が広がることと、半島周辺で高比抵抗と考えられる先第三系の基盤が浅いことに対応する。高周波で低比抵抗を示す測点は低周波でも低比抵抗を示す傾向があり、データがスタティック効果の影響を受けていることがわかる。低周波になるほど東西方向の見掛比抵抗が大きくなる比抵抗異方性がみられ、半島の東海岸や西海岸付近の測点ではそれが顕著である。これより、比抵抗構造は南北走向の2次元性が強いと判断できる。

4-2 インダクションベクトル

第4図に120, 6, 0.3, 0.01, 0.004, 0.001Hzのin-phase部分のインダクションベクトルを示す。図の影で示した部分や点線で示した部分は、複数の測点のベクトルが集まる領域である。また、+印で示した部分は、ベクトルが離れる領域である。高周波(120, 0.6Hz)のインダクションベクトルは、海岸の近傍では海の方向に向くが、半島中央部では恐山火山あるいはその南西部に向いている。これより、恐山火山周辺の比較的浅部に低比抵抗帯があると推定され、恐山火山の火山活動に関連する大規模な熱水貯留層あるいは熱水変質帯の存在が予想される。インダクションベクトルは、低周波になるにしたがい反時計回りに回転し、0.3, 0.01Hzでは、陸奥湾の近傍の測点を除き、半島のくびれの部分と津軽海峡に向くものが多くなる。これは、地峡効果や海峡効果の現れと判断され、陸域では点線で示した方向に、海域では津軽海峡に沿って誘導電流が集中すると考えられる。0.004, 0.001Hzのインダクションベクトルは、ほとんど北向きであり、これまでの結果⁵⁾と一致する。

5. 2次元解析

前述したように、データにスタティック効果が現れていることより、1次元解析は困難と判断した。そこで、本報告では2次元解析を実施した。前述したように、本地域の地質構造の走向が北北東-南南西となる2次元性が強いと考えられることから、第2図で示す測線(1-1')を2次元解析の対象とした。測線近傍の17測点を測線上に投影し、各測点の電場を測線方向に回転させ、それをTMモードのデータとした。第5図にその見掛比抵抗擬似

断面図を、第6図に位相断面図を示すが、これらの図からも、スタティック効果の影響が大きいのはあきらかである。また、第6図より、朝比奈岳から宇曾利山湖にかけての測点では、低周波で位相が90度を超えるという1次元や2次元あるいは簡単な3次元構造では説明できない異常があることがわかる。そこで、0.01Hz以下のデータを2次元解析から除外した。

第7図は2次元解析の解析結果である。+で示した部分は、重力基盤¹⁾を表している。低比抵抗の中心は、宇曾利山湖とむつ市直下にある。前者は地熱活動に伴う熱水あるいは熱水変質帯によるものと考えられる。後者は地下水および海水を多量に含む厚い堆積層によるものと考えられる。低比抵抗層の下位には高比抵抗層がみられ、それが測線の東部あるいは西部になるほど浅くなっている。また、恐山直下でも小さな隆起構造となっている。この高比抵抗層は、重力基盤と整合的であることから、先第三系の基盤岩あるいは地下深部からの貫入岩を反映していると考えられる。ただし、恐山直下ではその層の比抵抗は周辺と比較して1桁ほど小さく、基盤あるいは貫入岩自体が破碎や熱水変質化のため低比抵抗化していると予想される。

6. おわりに

本報告では、下北半島におけるMT法の結果について速報的に述べた。最後に、未検討のデータである、out-of-phase部分のインダクションベクトルの分布図と、前述した低周波の位相に異常がみられる測点の分布図を、それぞれ第8図と第9図に示す。周波数によってout-of-phase部分のインダクションベクトルに系統的な傾向がみえることや、位相に異常がみられる測点が恐山火山を中心に北北東-南南西の向きに分布していることは、本地域の比抵抗構造の特徴を表しているようで、たいへん興味のあるデータといえる。

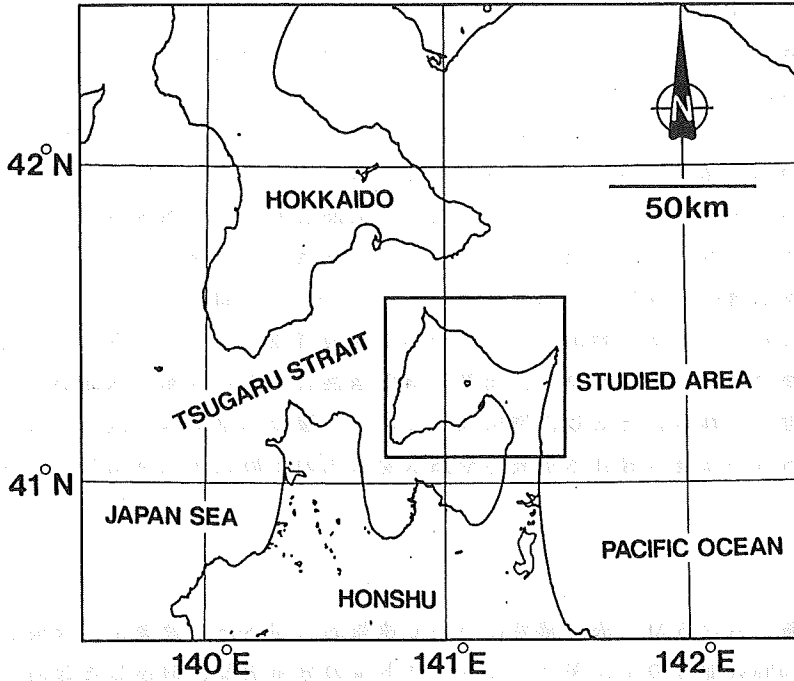
今後、これらのデータの詳細な解析を進め、本地域の3次元的な比抵抗構造を推定する予定である。

7. 謝辞

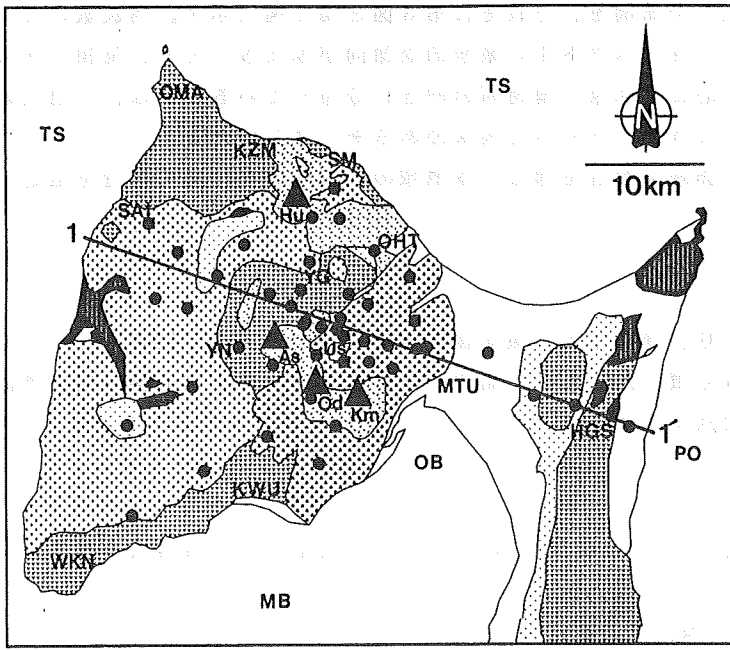
MT法の現地調査にあたり、青森県鉱政保安課、大畑・大間・川内・佐井・むつ・脇野沢の各営林署に便宜をはかって頂いた。また、測定では住鉱コンサルタント㈱の関係者に多大な協力を頂いた。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 高倉伸一, 下北半島の比抵抗構造と密度構造, 物理探査学会第86回学術講演会講演論文集, 297-301, 1992
- 2) 地質調査所, コンピュータ編集による日本地質図, 1990
- 3) 地質調査所, 青森地域重力図, 1989
- 4) 小川康雄, MT法による地下構造探査, 地質ニュース, 428, 48-54, 1990
- 5) 山下済・横山泉, 北海道南西部における地磁気短周期変化(その1), 北海道大学地球物理研究報告, 15-44, 1975



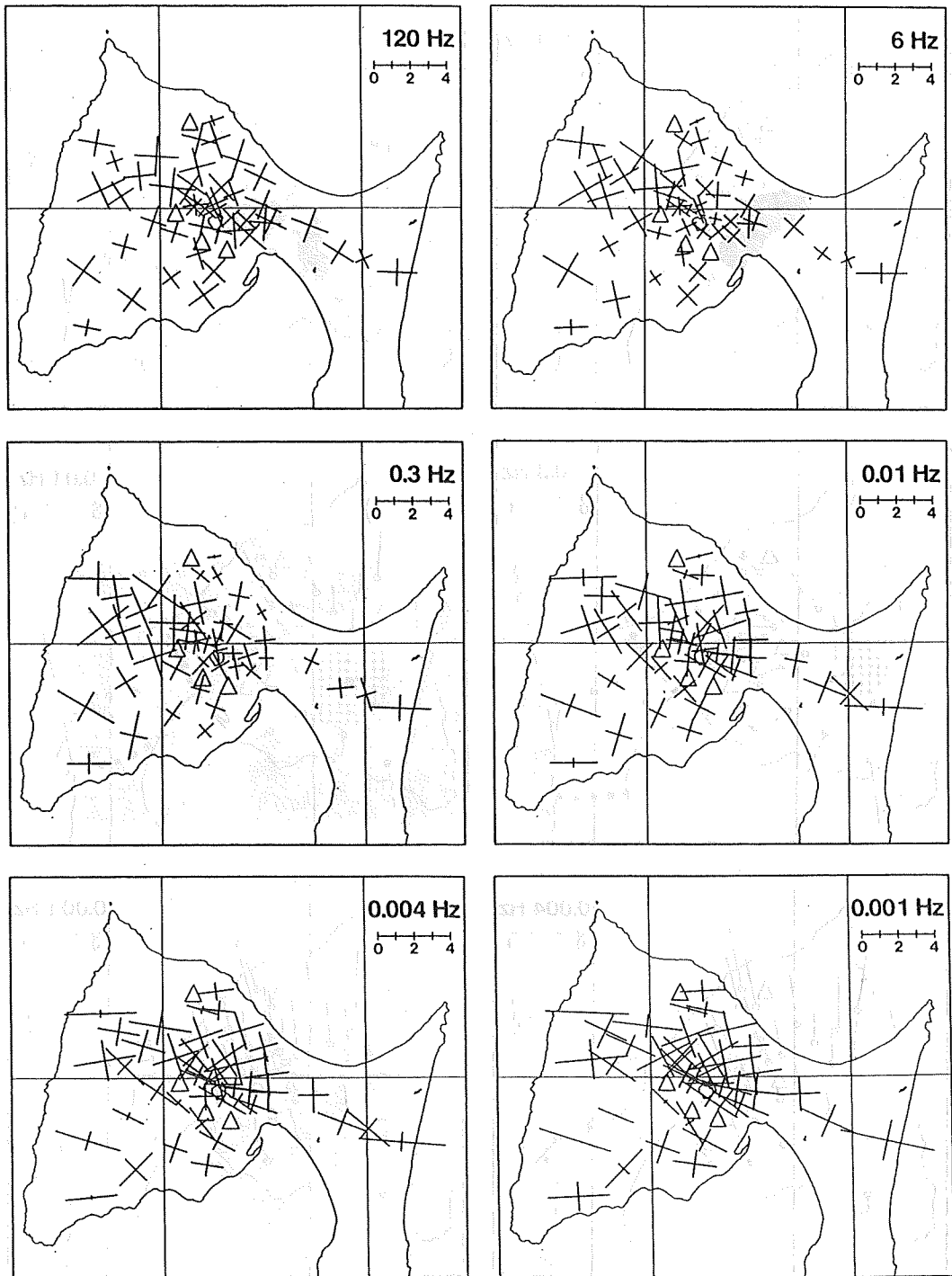
第1図
調査地域の位置図



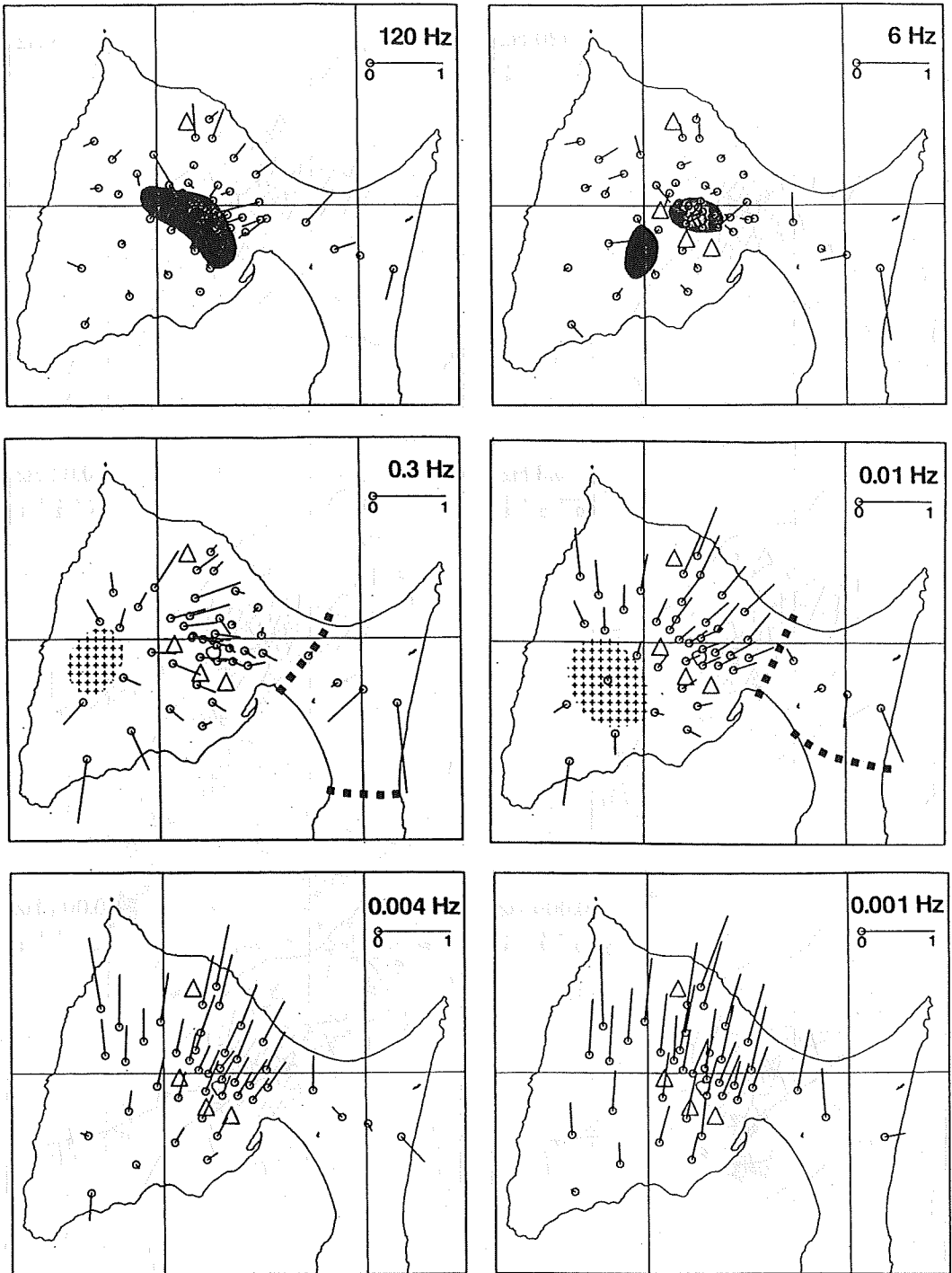
- Sedimentary Rocks (Late Pleistocene to Holocene)
- Dacite and Rhyolite (Late Pleistocene to Holocene)
- Andesite (Late Pleistocene to Holocene)
- Dacite and Rhyolite (Pliocene to Early Pleistocene)
- Sedimentary Rocks (Pliocene)
- Volcanic Rocks (Middle to Late Miocene)
- Volcanic Rocks (Early to Middle Miocene)
- Basement Rocks (Permian to middle Mesozoic)
- Intrusive Rocks

第2図 下北半島の地質図 (地質調査所(1990)を加筆)

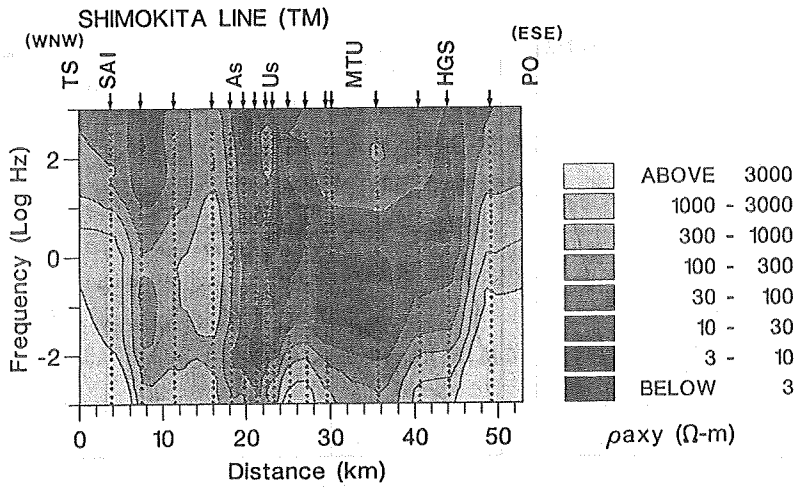
TS:津軽海峡, PO:太平洋, OB:大湊湾, MB:陸奥湾, Hu:燧岳, Us:宇曾利山湖, Kn:釜臥山, Od:大尻山, As:朝比奈岳
 SM:下風呂温泉, YG:薬研温泉, YN:湯ノ川温泉
 OMA:大間町, KZM:風間浦村, SAI:佐井村, OHT:大畑町, MTU:むつ市, HGS:東通村, KWU:川内町, WKN:脇野沢村
 ●はMT法の測点、実線(1-1)はMT法の2次元解析の測線



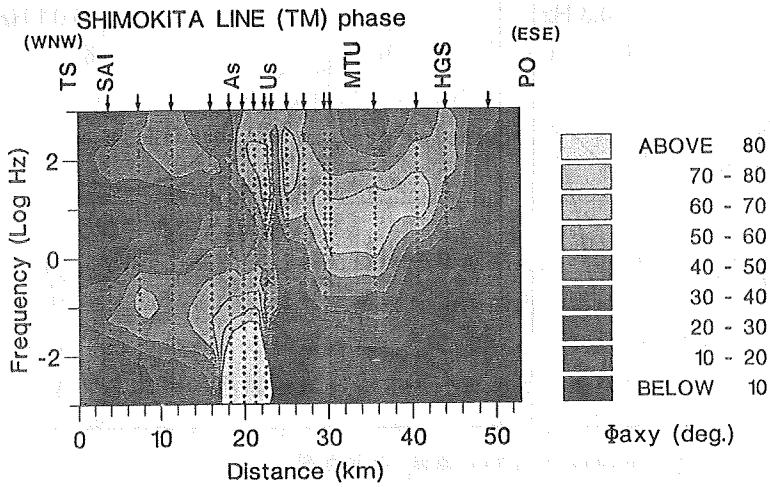
第3図 インピーダンスの主軸の方向と見掛比抵抗の大きさの分布図
 左上:120Hz, 右上: 6 Hz, 左中:0.3Hz, 右中:0.01Hz, 左下:0.004Hz, 右中:0.001Hz



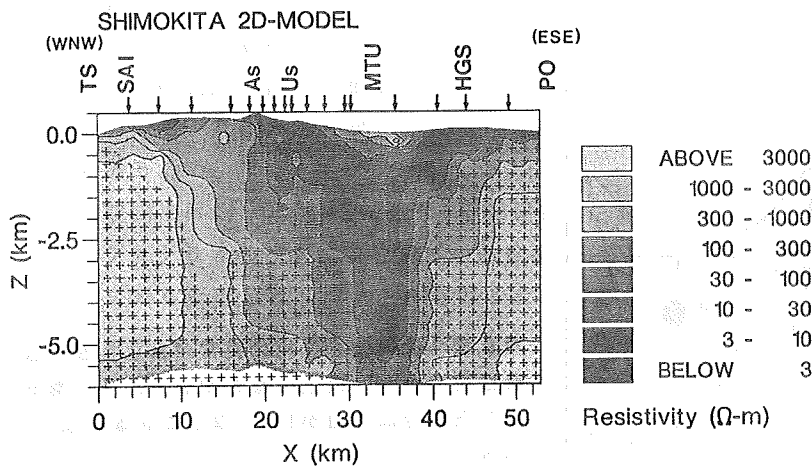
第4図 インダクションベクトル(in-phase部分)の分布図
 左上:120Hz, 右上: 6 Hz, 左中:0.3Hz, 右中:0.01Hz, 左下:0.004Hz, 右中:0.001Hz



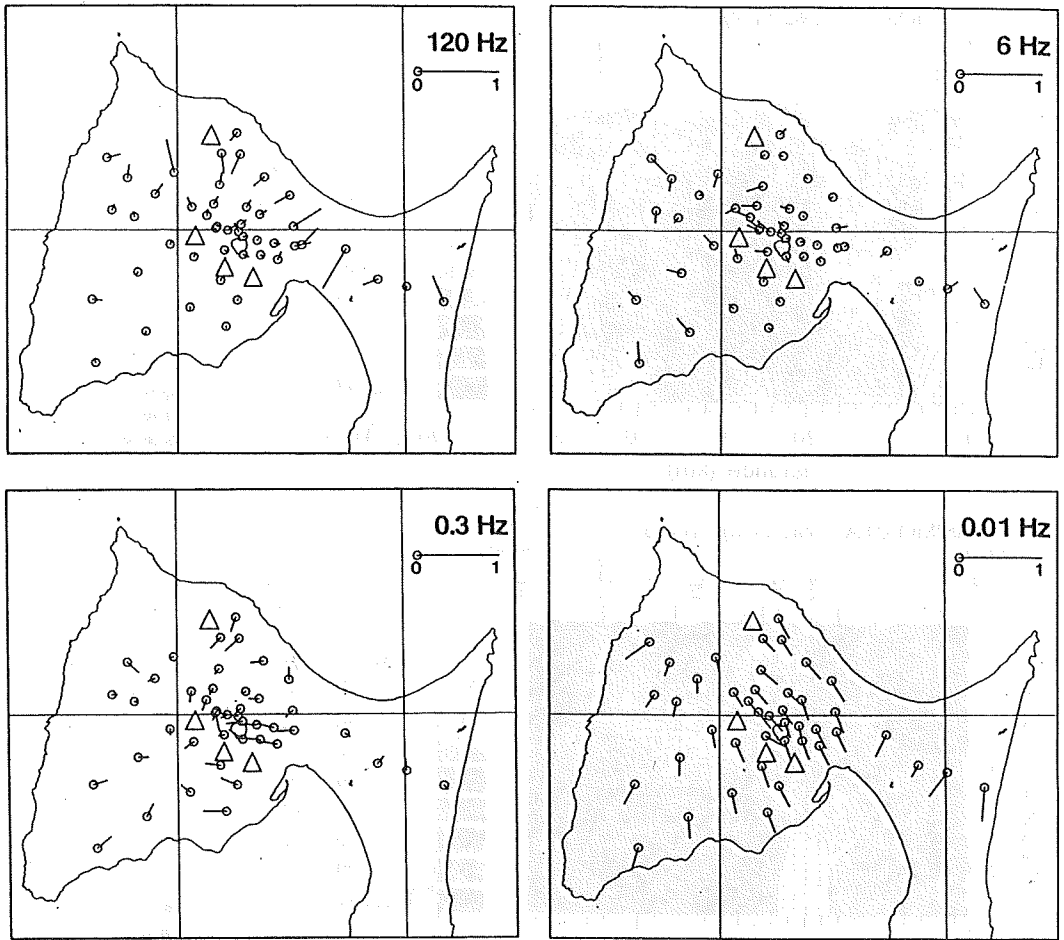
第 5 図
湖線(1-1')の
見掛比抵抗擬似
断面図



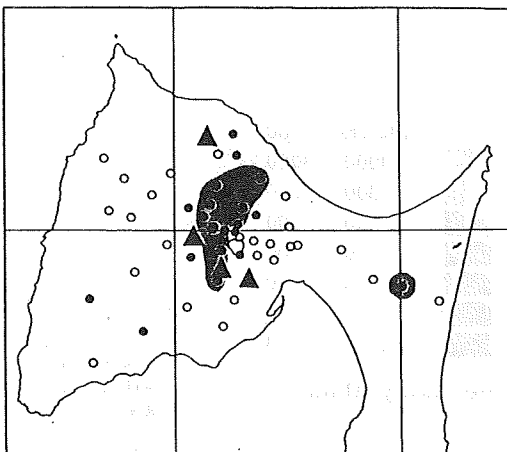
第 6 図
湖線(1-1')の
位相断面図



第 7 図
湖線(1-1')の
2次元解析結果
+印は重力基準
を表す。



第8図 インダクションベクトル(out-of-phase部分)の分布図
 左上:120Hz, 右上: 6 Hz, 左下:0.3Hz, 右下:0.01Hz



第9図 低周波で位相に異常がみられる測点
 ●は位相が 90° 以上になる測点であり、影で示した部分は位相が 135° 以上になる地域である。