

7. DIPOLE FIELD 解析による 山崎断層構造の研究

弘前大学理学部

鍋谷 祐夫

1. 調査法

山崎断層地域の深部の深部電気探査によってその電気伝導度構造と断層地質構造との関係を見る目的をもって、西は山崎町谷から東の福崎町中村まで約20Kmの断層を中心に南北に総計32の観測点を分布させ、安富町狭戸一三坂に設けた11kW電流電源による信号電位を観測した。

第1図は Dipole 電源 (A-B) と観測点の配置を示すが、この地区の南部に向っては竜野市、姫路市となり、東は播但線沿いに、いずれも信号検出の困難な地帯に囲まれており、一方北方に向っては峰山に続く地形のため観測点の配置が困難となり、加えて観測日程の制限もあったので最小限の展開による調査とならざるを得なかった。

しかしながら、この調査の目標の一つは従来実施されている定型的な Dipole Method、即ち相向型配置— Schlumberger 法解析を中心とした次元探査型式 (前報参照) ではなく、電流源を固定して測定点を平面的に自由に移動配置して能率よく全区域を調査する事によって三次元的構造を迅速に把握する方法を確立する事であったので、この様な調査法の実施は我国のみならず国際的観点からも極めてユニークなものとなった。

定型法 (DOS, DESその他) の特長は電界の均質な方向、例えば第2図A-Bに沿ったり、それに垂直な ($n \approx 0$) 方向に最大電界方向に電位差を測定する事にあるから S/N が大きく精度が高くなる事にある。今回の様な平面上に分布した観測では電位の乱れや傾度の大きな領域と Dipole への対向角によって測定電極の配置角に制限があるなど、観測上の条件を考慮する必要がある、その意味で粗雑な測定では S/N の悪化はまぬがれないが、この事は充分に克服できるものであり、一方かくして平面的に得られたデータもある場合には Schlumberger 法などの従来の方法や三次元モデルによる処理法によって解析されるのであるから、総合的には大きな Advantage がある。

測定法は各観測点において2方向に50~300mの間隔で電極を配置しその電位差をペンレコーダーにより記録する事とし、A-B Dipole で30分おきに送出する周期約10秒24 A-p-pの矩形波を測定した。能率上、測定は3班に分かれた他、4箇所定点における常時

観測も併せ収集する事にし、解析過程においてはDOS測線 (E25-W23) の記録も使用した。測定点是不特定の地点に随所設けられたが、なるべく山崎構造線を挟むような一対の地点に多く配置する事としたので、最終的には第1図の様な分布となった。

2. 解 析

第2図には測定された電場をAが正電極、Bが負電極の場合につき矢印と数値(mV/m・A)で表わしている。媒質が均質の時の等電位線を併せ示すと共に、各測定点におけるその電場計算方向を点線で示してある。ここにn値は Equipotential Circle の中心点をCとした時

$$\overline{BC} / \overline{AC} = e^n$$

で電位、比抵抗に比例する。

実測電場が計算電場に合わないのは当然でそのずれの大きさは地下比抵抗構造の異常を示していると考えてよい。

両者の値の違いを補償電場で償うとしてそれらを (USZ) を基準にし、又、比率のみで表わすと第3図の矢印の様になり、したがってこの補償成分は均等媒質から異常媒質へのずれを示す事になり、Structural Trend の異常量又は方向を示す事になる。

さて見掛比抵抗の算定は種々の方法によって行われてよいが、(1)観測点から Dipole に向う方向— Radial Resistivity, (2)同様に Tangential Resistivity, (3)最大電位勾配方向のもの(仮に狭義の Apparent Resistivity と云う事にする)などを計算したが、その中で後の2種をここでは示す事にする。

Dipole Center に経緯座標原点をとり、種々方向に存在する観測点の見掛比抵抗を図示すると Tangential Resistivity については第4図、Apparent Resistivity については第5図の様になる。前者は異方性ある場合には解釈が困難であるが、後者は最大電位勾配というものの一応その点に至る等方媒質を仮定した見掛けの比抵抗であるから常とう的解析法の対象となるものであるのでこの値のみについて議論したい。しかし第4、5図を比較しても大きな差異は少ない事がわかる。

かくして第1図の各観測点にその Apparent Resistivity を併記したが、それらの値は数百オームといった所で、中には数千オーム以上の地点もいくつか分布している。この様な高い比抵抗は古生層特有のもので、したがって双極子電源からの信号の到達距離は甚だ大きく、ほとんどの地点では mV/m 程度以上の信号を検出する事ができた。しかし同時に人為雑音もそれに比例して大きく、S/Nに関して極めて条件の悪い環境も多く、ある場合には裏日本新

第三系地域の非常に低い比抵抗構造の探査（別報：岩木山地震群発地区の例を参照）よりも困難があった。

3. 断層構造

第4図又は第5図の比抵抗分布から山崎断層は東西両端に向って比抵抗が低くなっている。

これは当調査地帯がこの程度の大きさの基盤構造に支えられているのかも知れない。

更にこの範囲で安富町（YST）及び夢崎町野畑（NBT）近傍に比抵抗の高まりと（USZ）近傍にその谷があって、他の東方観測点（Eシリーズ）、西方観測点（Wシリーズ）及び北方観測点（Nシリーズ）の値を総合してこの範囲に断層から南側に2構造、北側に1構造の南北性構造帯が存在する。

観測点配置の不充分さはあるが、上述の事を考慮して第1図から比抵抗分布図を構成する場合、どうしても断層近傍において図化に無理が伴う。しかし強いて実行した場合には第3図も参照して第6図の様な構造が最も妥当であろう。幸い、もし1 k Ω -mをもって白亜紀前期基盤岩類（High）と後期火山岩類（Low）を境すれば、この様な構成は基盤地質と概略対応するのであって、故に大局的には現構造に沿った図化と考える。しかしこれは上述の様に断層近傍において物理的な不自然をもたらし、特にUSZ近辺における極めて微細な構造は、この探査法が深部すなわち長波長領域のそれであり Dipole からその程度（数Km）隔っている事から局所的な Anomaly を取上げる事は差控えなければならない。

境界においては電流も電界接線成分も連続であるが、この境界近傍領域を無視した場合には不連続と見る事ができるので、上の考え方とは違って山崎断層を不連続面として処理する事とすると一つのモデル構造として第7図、第8図を得る。上述の議論が明らかな様に物理的な不自然はなく構成が簡単である。両図の違いは観測点E21近傍の低比抵抗領域の取扱いにあって、Dipole特異点に近い一般には警戒すべきものであるが、それが低比抵抗（高比抵抗となるのが自然である）であるため一応実在の異常として処理した。

この様な不連続処理の場合、第7、8図から明かな様に、その南北両側において構造に大きな変位が生じて来て、これは地質構造図には表現されていない基盤に至る物理的な Trend の不連続を示す。この Trend を復元するために第7図、第8図の両モデル構造についてそれぞれ第9図、第10図の様に断層線に沿って Right-lateral に南北両側を移動させると、構造の傾向は南北に大きな矛盾なく自然に接続され、この事は当該断層運動が Left-lateral である事からも、この状態が山崎断層運動以前の物理構造すなわち地質構造であったものと推定される。それぞれのモデルに対する復元量は図示する通り 1.9 Km および 5.6 Km であるが、現調査時点においては測定点分布の不足があってこれ以上の深い議論はできない。

いずれにしても興味ある量であつて、平均変位を 2 mm/year とすれば 100, 300 万年という時間が算出され Pliocene 後期以後という事になるが、この様な時間の算出は鮮新世から第四紀にかけて、更に現在にも続く日本列島弧に平行な島弧変動期（藤田至則，1972）に合致する事は山崎活動層において甚だ興味深い事である。とにかく今後は以上の解析に不備な東西両端部及び南側 Dipole 近傍の比抵抗構造を知る事が必要である。

YAMAZAKI DISTRICT
APPARENT RESISTIVITY(KΩ-M)



2.37
N35

0.679
N36

E32
0.779

F106
0.305

YAMAZAKI

F107
0.305

N34
1.65

33
0.294

N32
1.05

N31
5.08

F103
0.459

F104
0.325

F101
0.61

F102
1.16

F102
1.17

ATN
0.700

E36
0.284

NBT
1.71

E37
1.71

E34
0.278

E35
0.167

E25
2.44

E24

E23
23.7

E22
1.92

E21
0.262

A B

1.37
F105

2.59
W21

96.2
W22

7.65
W23

0.562
E25

2.44
E24

23.7
E23

1.92
E22

0.262
E21

A B

0.262
E21

1.92
E22

23.7
E23

2.44
E24

0.562
E25

0.167
E35

0.278
E34

1.71
E37

0.284
E36

0.700
ATN

1.16
F102

1.17
F102

0.61
F101

0.459
F103

5.08
N31

1.05
N32

0.294
33

1.65
N34

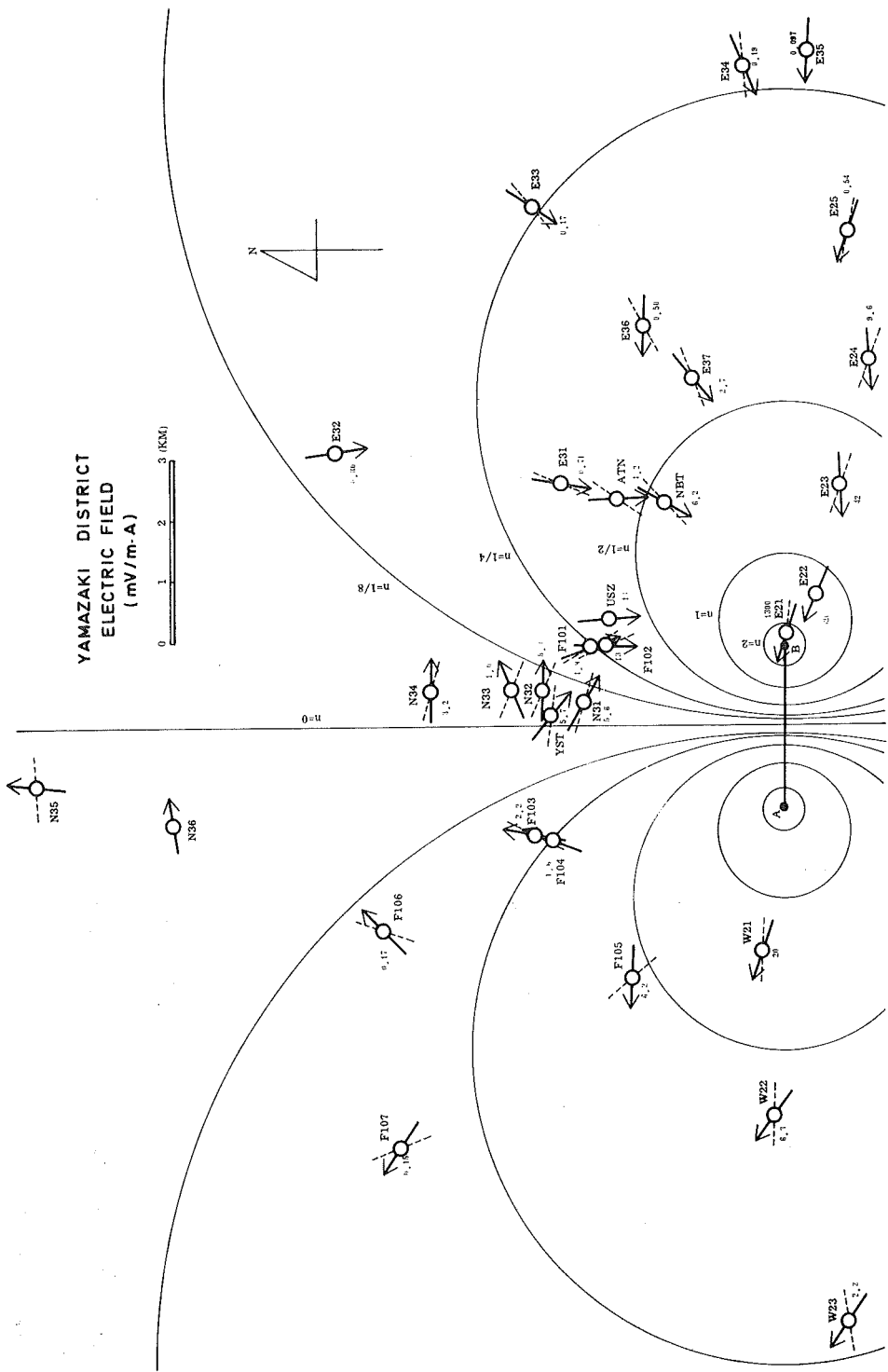
0.305
F106

0.305
F107

第1図 電源(A-B)及び観測点配置図。

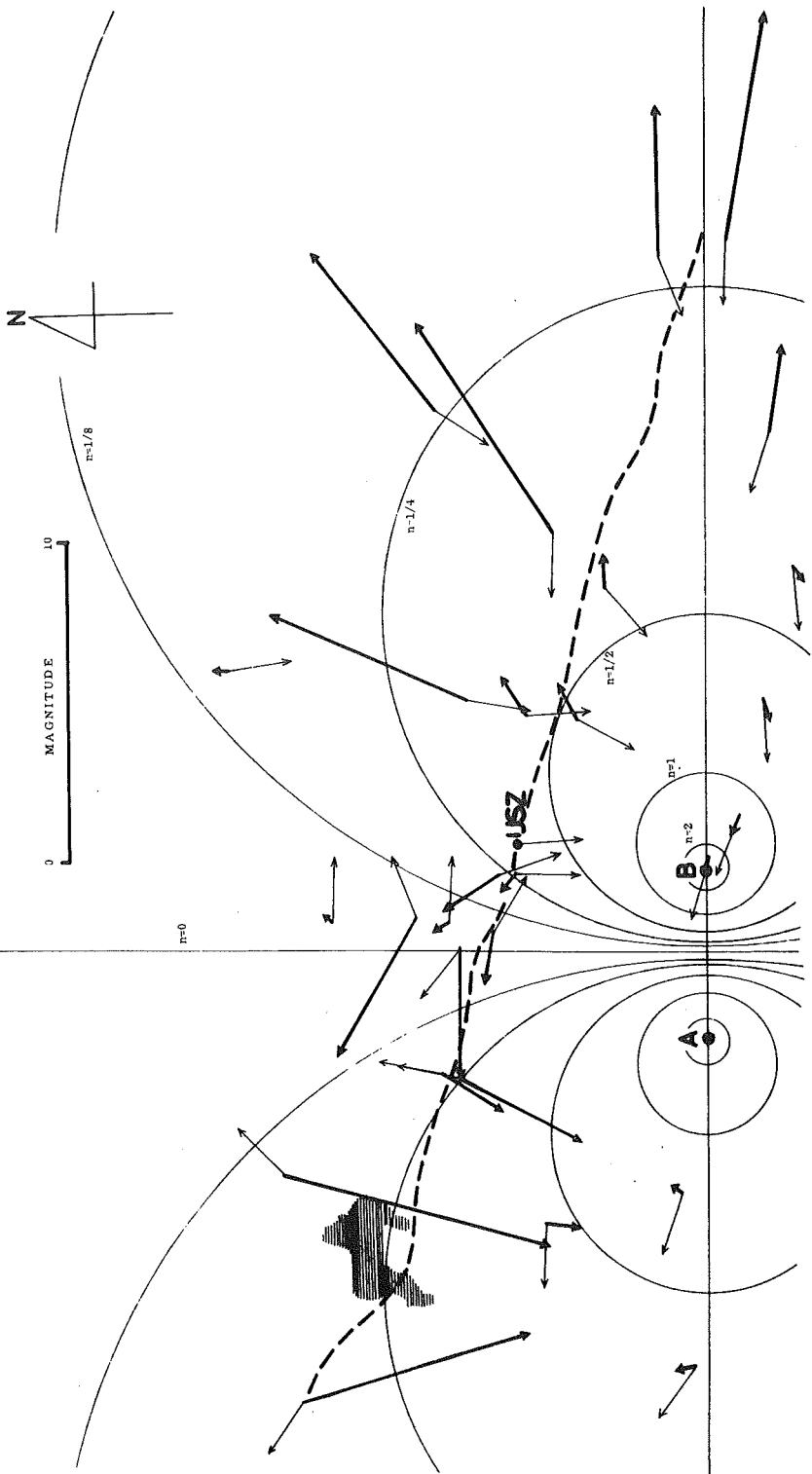
観測点に併記した数値は見掛け比抵抗値(kΩ-m)。C-J HWY は中国縦貫自動車道で山崎断層線に沿っているのをこれを一応構造線とみなす。

測点記号の中, Y S T (安富), U S Z (春), A T N (荏野), N B T (野畑) は常時観測点。

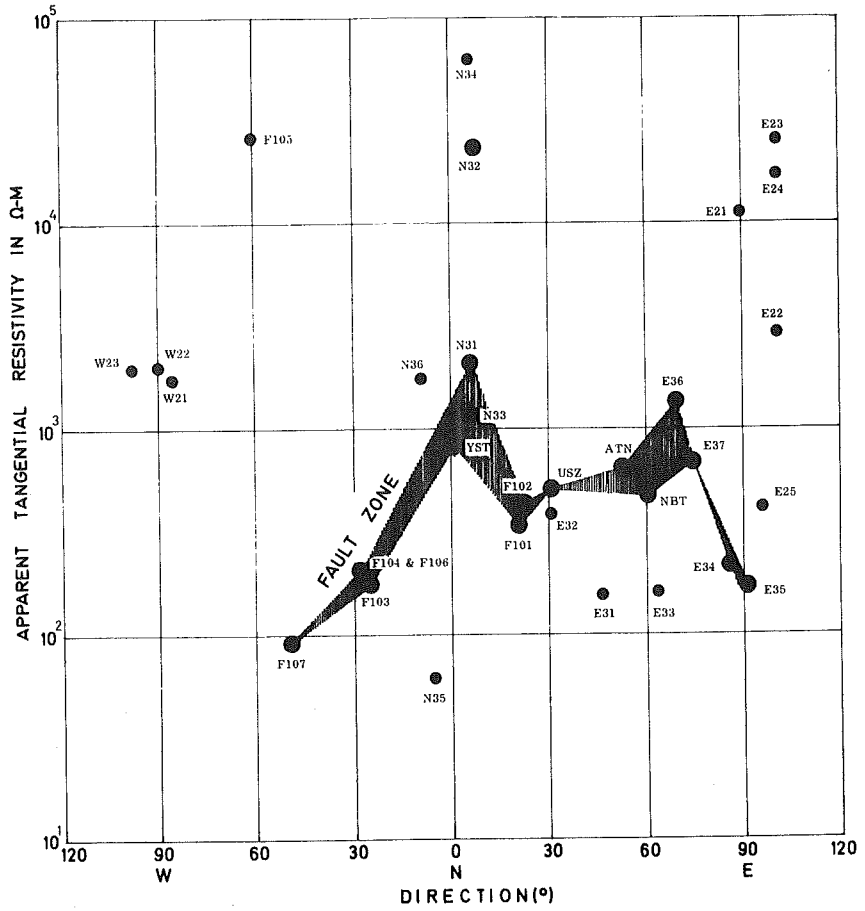


第2図 実測電場 (矢印および数値 $mV / m \cdot A$) と均等媒質仮定の計算電場 (点線) と等電位線 (円) 。

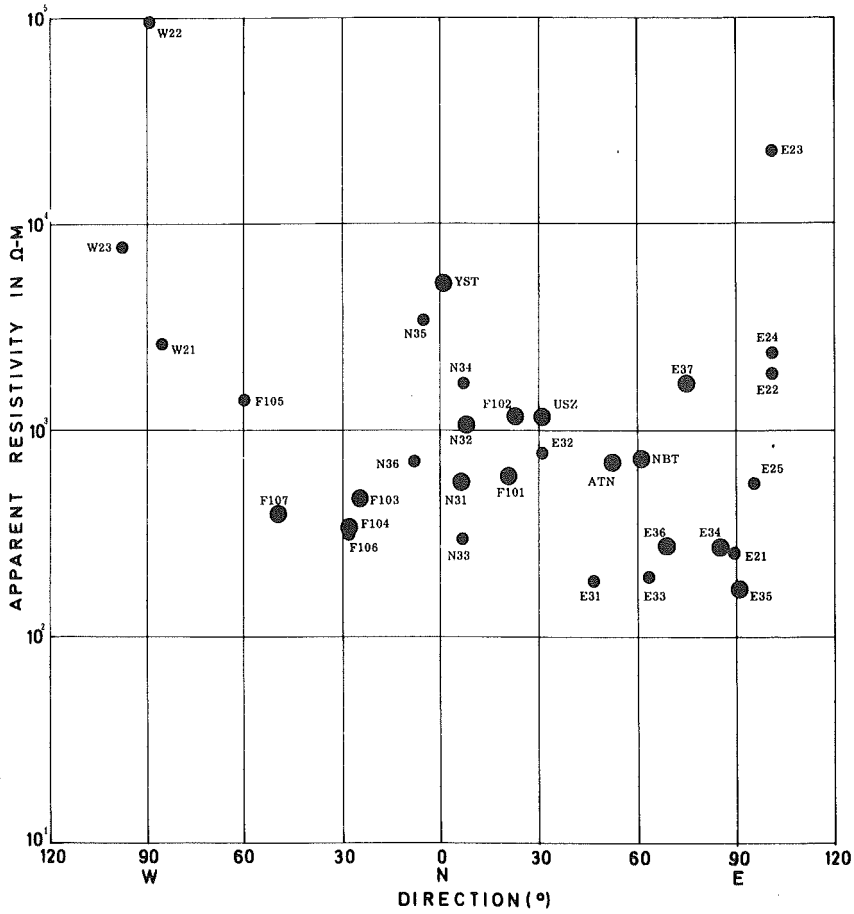
COMPENSATIONAL FIELD



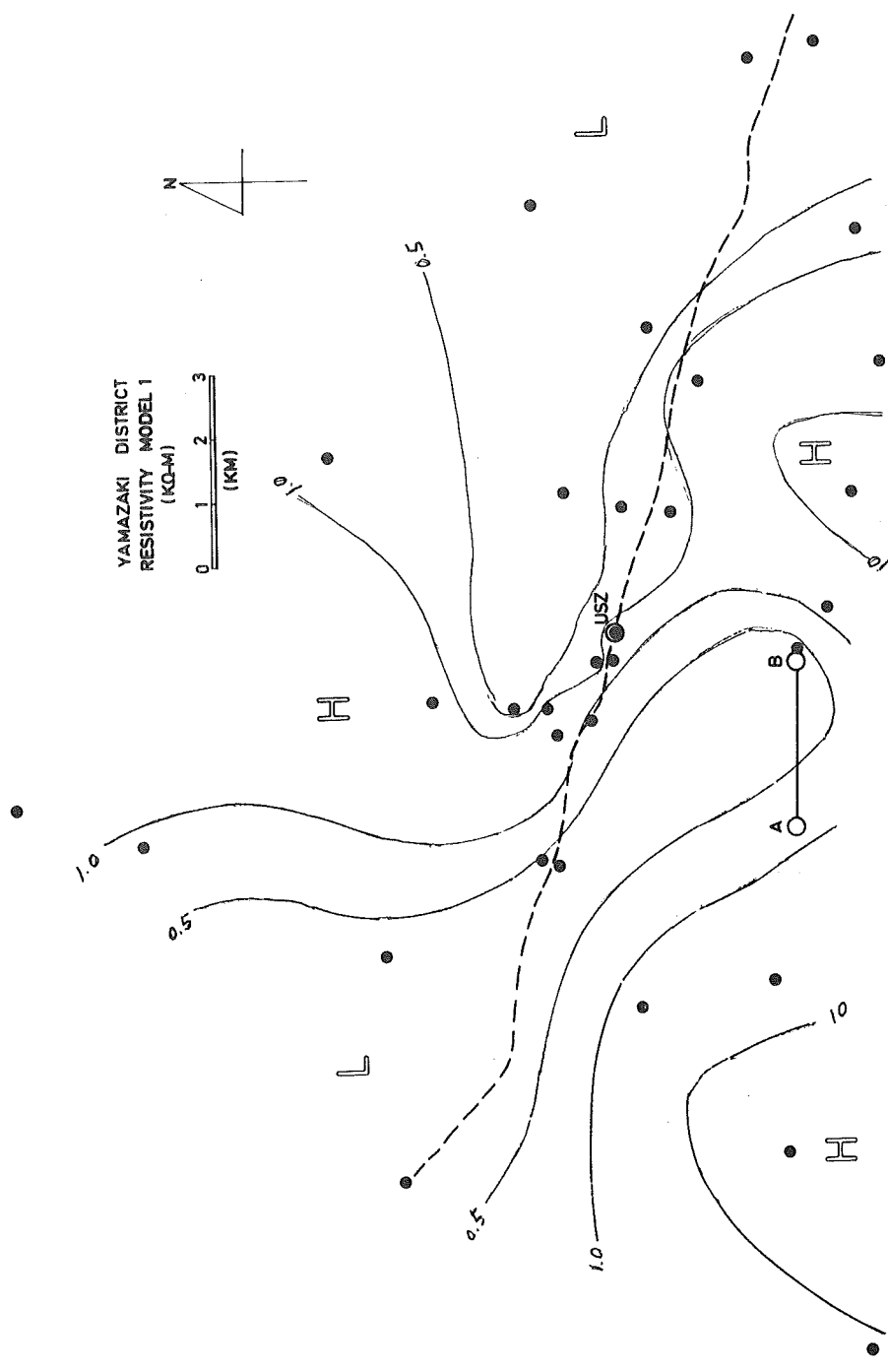
第3図 前図の実測・計算電場の補償正規電場。基準はUSZとする。



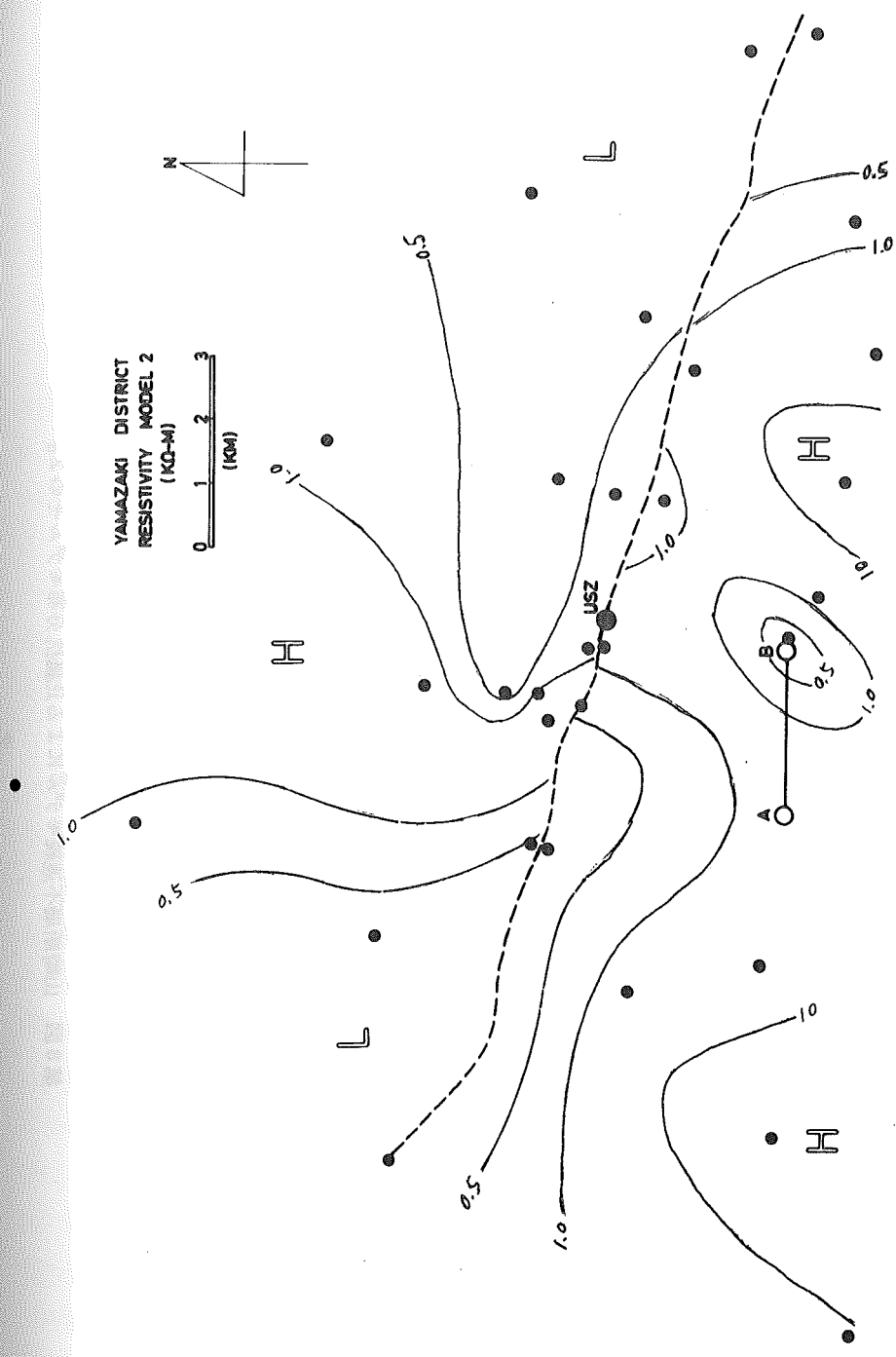
第4図 Dipole Center から見た接線方向の見掛け比抵抗。



第5図 Dipole Center から見た見掛け比抵抗。

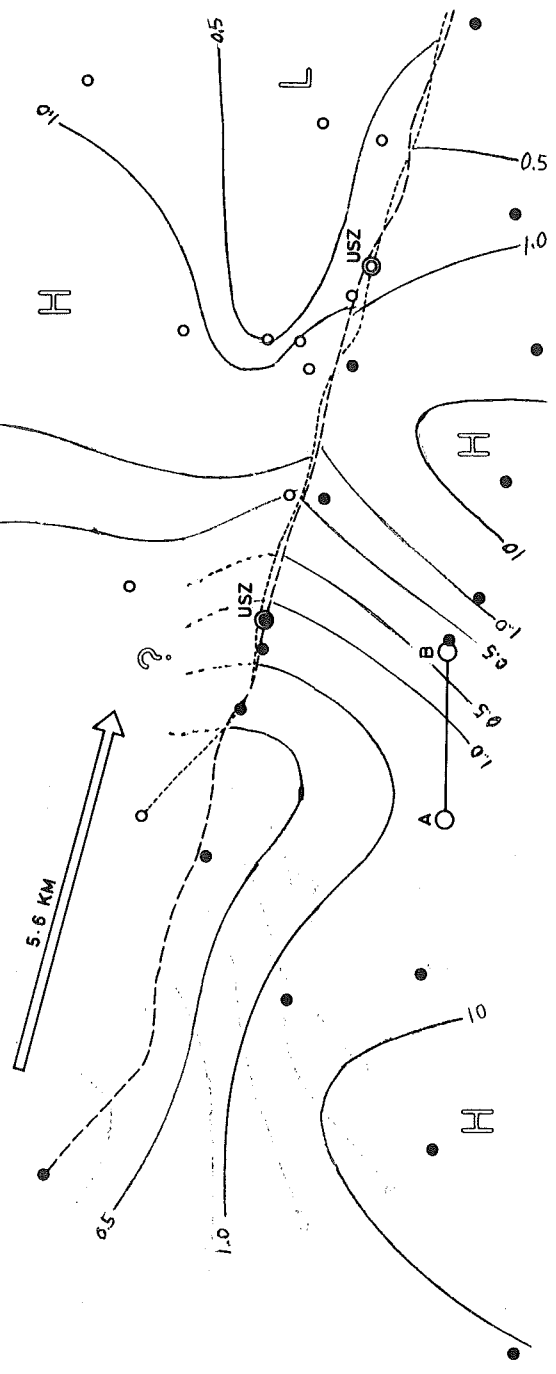
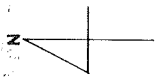


第6図 連続モデルによる比抵抗分布図。



第7図 山崎断層不連続モデルによる比抵抗分布モデルその1。

YAMAZAKI DISTRICT
RESTORATION MODEL-3



第10図 モデル-2 による復元構造。黒丸は南側観測点、白丸は移動させた北側観測点で矢印は復元変位量。