

第1章 磁気探査

1-1 磁気探査の概要

1-1-1 磁気探査法の概要

大地を構成する岩石は、それに含まれる磁性鉱物の種類や量に応じて磁性を持っており、地球磁場による誘導磁化や岩石固有の残留磁化を発生させている。この磁化によって形成される磁場は標準地球磁場に比べ非常に小さいが、測定された地球磁場から標準地球磁場を差し引くことによって磁気異常として検出することができる。

一般に岩石の磁化の強さはその岩石の帯磁率(K)に比例する。帯磁率はその岩石に含まれる磁性鉱物の含有量に依存し、通常、堆積岩や変成岩より火成岩の方が帯磁率が高く、火成岩では酸性岩より塩基性岩の方が高い。

磁気探査はこのように岩石の磁気的性質の違いを利用して、岩石の分布状況や広域的地質構造を推定する方法である。

今回、調査を行ったAgadir地区においては第2年次の地質調査で花崗岩の進入によって石灰岩にスカルン帯が形成され、その一部に鉱化帯が確認された。この鉱化帯の中には強い磁性を示す磁硫鉄鉱が含まれていることから、鉱化帯がまとまって存在するならば磁気異常として検出される筈である。以上のような理由から、本磁気探査は磁気分布と地質構造、磁気分布と鉱化帯の分布の関係を把握するため実施したものである。

一般的な磁気測定から報告書作成までの工程をフローチャートにして第II-1-1図に示す。

1-1-2 現地調査

調査地は標高1,800m~2,600mで、その殆どは急峻な山地となっている。調査地の地質は第II-1-2図に示すように片岩類が広範に分布し、東側には石灰岩が400mの幅をもって南~北に分布している。また、大小、多数の花崗岩の進入がみられる。

1) 測点および基点

磁気探査は第II-1-2図に示す4km×2kmの地域で行った。測定は地質調査および地化学探査で設定した測点を使用し、下記の520点で行った。基点はAgadir部落の西端に設置し、磁気探査期間中は常時、地磁気の日変化観測を行った。

- ・ 調査地全域 主な沢沿いのルート、測点間隔約100m、220測点
- ・ グリッド調査地区 東西方向の測線、測点間隔約50m、300測点
(グリッド調査地区は重点調査地区で、地層の走向にはほぼ直交する、長さ約450m)

の測線を、100mの間隔で合計30本設定した)

測定は各測点で3回以上行い、その平均値をもって磁力値とした。測定値のバラツキは10nT以内と少かった。

2) 測定機器

探査に用いた主な機器は次のとおりである。

① 探査

- ・ プロトン磁力計：G846型，EG&G GEOMETRICS，感度1nT(r)

② 基点観測

- ・ プロトン磁力計：G806型，GEOMETRICS，感度1nT(r)
- ・ ペンレコーダー：EPR-100A型，東亜電波工業，感度1mV/7.5cm

1-1-3 データ処理方法

1) 日変化補正

一般にある地点における地球磁場は、磁気嵐による不規則かつ急激な変化と1日を周期とするかなり規則的な変化がある。測定時刻の異なる各々の測点の測定値には、こうした地磁気の日変化補正を施す必要がある。

第II-1-3図、第II-1-4図は基点の観測結果である。これによると、日変化の振幅は10nT～50nT程度で、著しい磁気変化を示す磁気嵐は認められなかった。

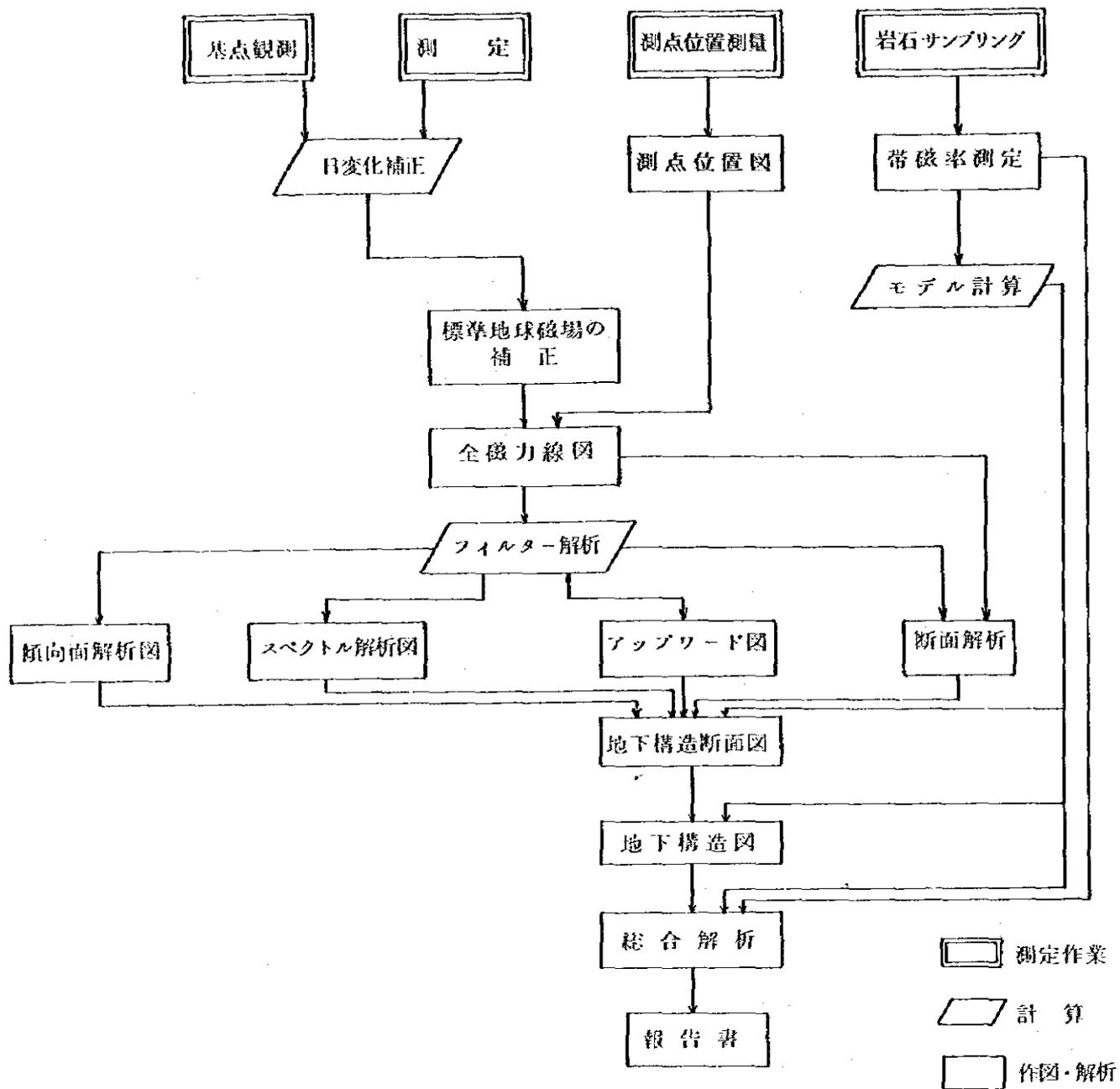
日変化補正のための基点の基準磁力値は、1985年7月1日の測定値39780nTとした。

各測点の日変化補正済磁力値は次式で求められる。

$$R_s = \overline{R_{st}} + \Delta R_t = \overline{R_{st}} + (39780 - R_{st})$$

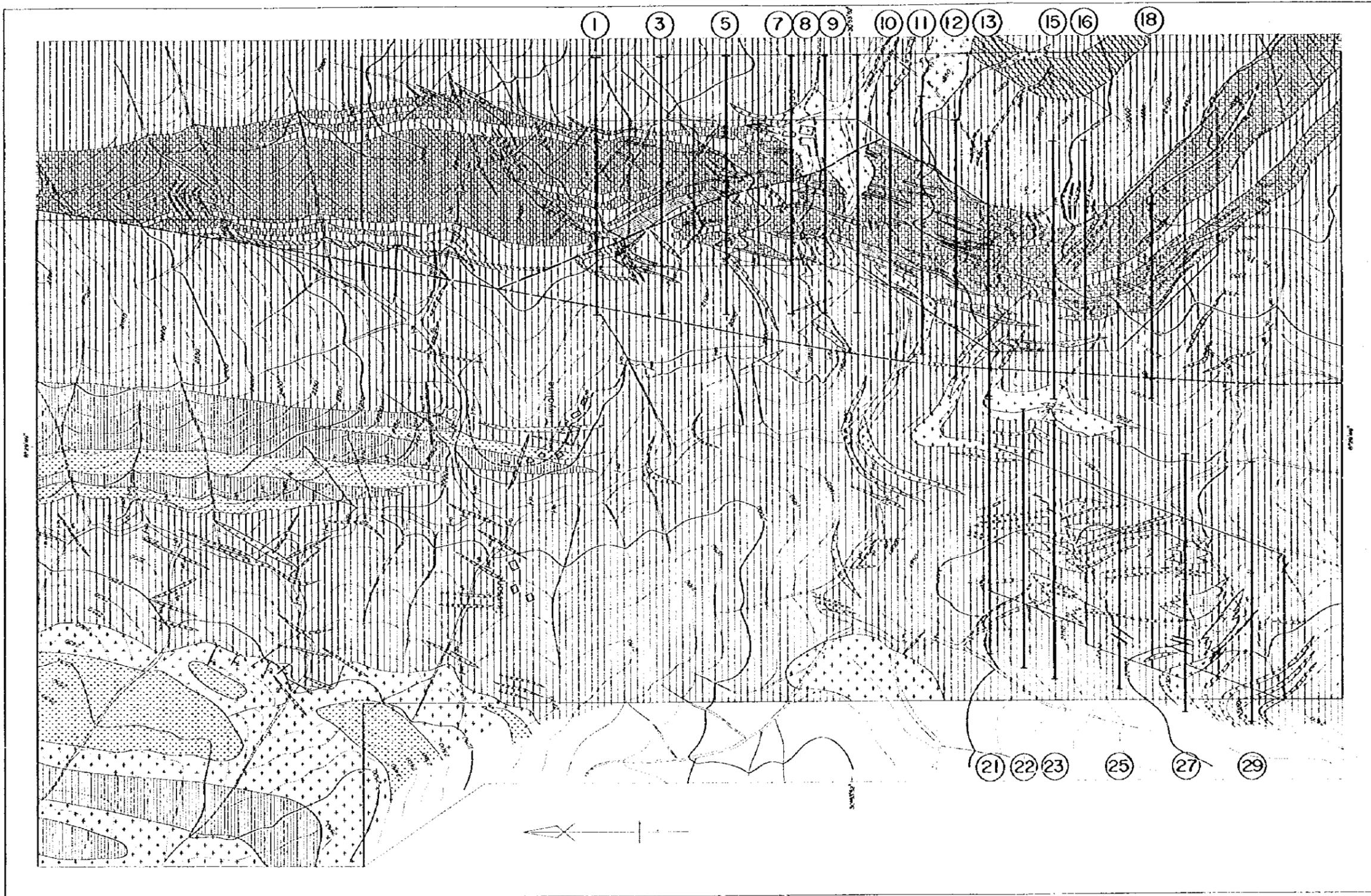
- ここに
- R_s : 日変化補正済磁力値
 - $\overline{R_{st}}$: 時刻tにおける各測点の測定値平均
 - R_{st} : 時刻tにおける基点の磁力値
 - ΔR_t : 時刻tにおける日変化補正值

なお、基点(定点)の観測値は第II-1-1表(本文末尾)に示す。



第Ⅱ-1-1図 磁気探査フローチャート

第Ⅱ-2-1 図 調査位置図 (IP 法電気探査)

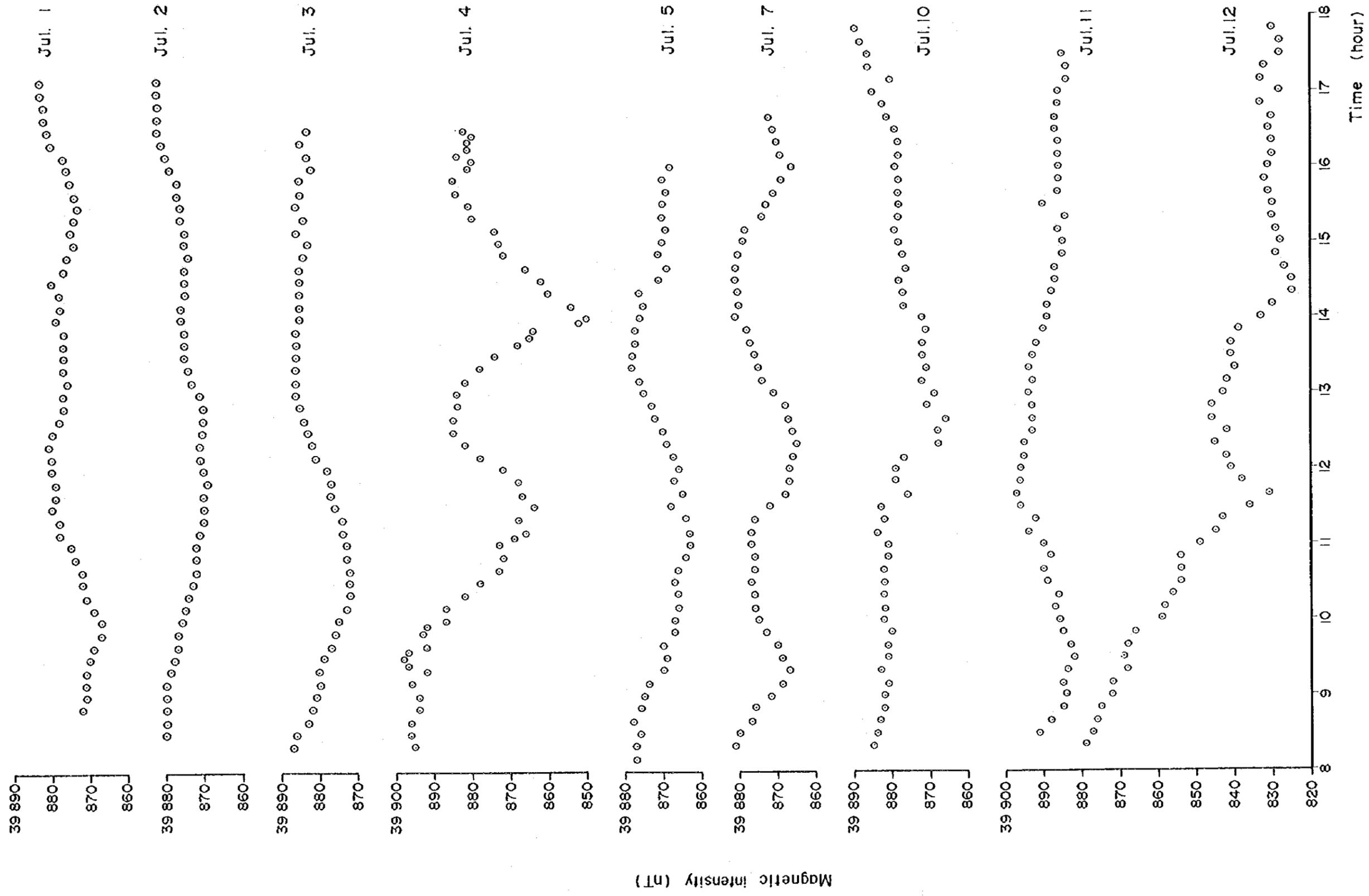


LEGEND

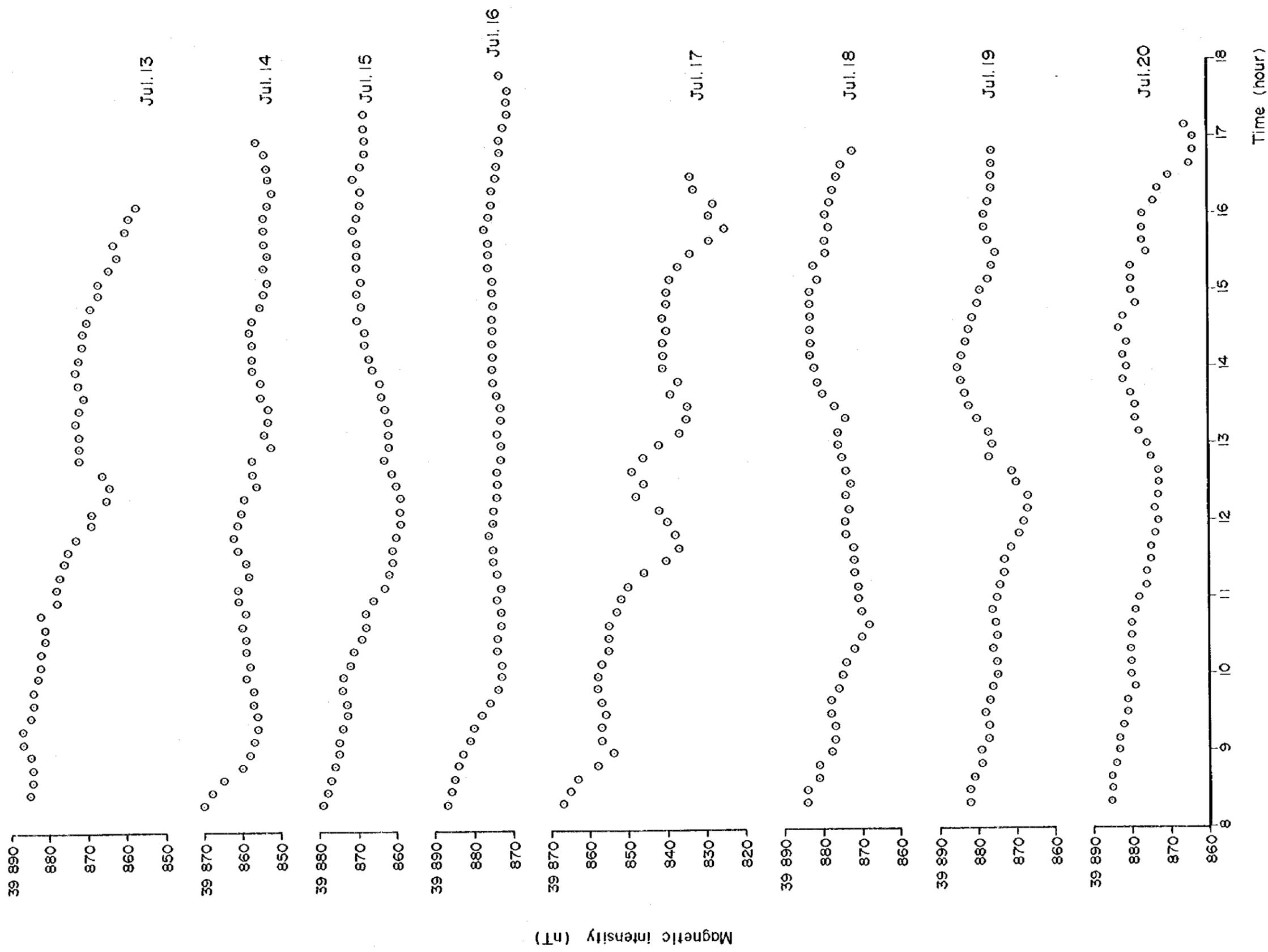
- | | | | |
|---|-----------------------------------|---|------------|
|  | green schist (tuff, tuff breccia) |  | granite |
|  | pelitic schist |  | porphyrite |
|  | psammitic schist |  | skarn |
|  | limestone |  | fault |
|  | calcareous schist |  | ore vein |

- ① Line number
 |
 IP Survey line

S=1:12,500
 0 500m



第I-1-3図 基点における全磁力の日変化



第II-1-4図 基点における全磁力の日変化

2) 全磁力線図の作成

各測点の日変化補正済磁力値 R_s から標準地球磁場を差し引いたものが磁気変化値で、これにより全磁力線図を作成した。調査範囲が $2\text{ km} \times 4\text{ km}$ と狭小のため、標準地球磁場は一定と考えてよく、ここでは測定値を概観し 39900 nT を調査地の標準磁力値と仮定した。

全磁力線図の作成は次のように行った。測定値 R_s より作業素図を作成し、これから $50\text{ m} \times 50\text{ m}$ の格子点の磁力値を読み取る。格子点の磁力値を電算機に入力し、標準磁力値を差し引いて、プロッターで作図した。

3) 傾向面解析

全磁力線図にみられる広域的な磁気変化の傾向を検出するため、3次傾向面を求めた。これは全磁力線図を次式の3次曲面で近似したもので、格子点磁力値を用いて最小2乗法により計算した。

$$\begin{aligned} Z(x, y) = & -0.3048 - 17.079x - 5.6735y + 0.72583x^2 + 0.30784xy \\ & + 0.1488y^2 - 0.007832x^3 - 0.003422x^2y - 0.002594xy^2 \\ & - 0.00106y^3 \end{aligned}$$

4) アップワード図の作成

アップワード図は空中で測定を行ったような効果をもち、地表付近の小規模構造による短波長(高周波数)の異常を減衰させ、長波長の磁気異常を卓越させて、磁気図の大きな特徴を捉え易くすることができる。

アップワード図(地上50m)は、全磁力線図の格子点磁力値について、アップワードコンティニューエーションの係数をコンボリューション法で掛け合わせて作成した。

5) スペクトル解析

全磁力線図には種々の要素による波長が含まれている。この波長の大小によって、浅部構造と深部構造に区分する方法がスペクトル解析である。

スペクトル解析図は種々の周波数 f における対数エネルギースペクトル $\log E$ を図示したものである。全磁力線図の X 方向の周波数 f_x 、Y 方向の周波数 f_y 、振幅および位相に関する複素スペクトルを $S(f_x, f_y)$ とすれば、エネルギースペクトル E はこれらの関数として求められる。

第 II - 1 - 5 図のスペクトル解析図で、周波数 f (cycle/km) に対する対数エネルギー

ベクトルE (f) の分布から、ほぼ2本の直線が近似され、この回帰直線の勾配から本地域の磁気異常をもたらす異常源の平均深度H (m) が次式によって求められる。

$$H = -\frac{1}{4\pi} \cdot \frac{\int \log E}{\int f}$$

これによって本調査地域内の磁気構造は、平均深度760mの深部成分と平均深度80mの浅部成分に大別される。

さらに、スペクトル解析図の要素から計算される加重関数と格子点磁力値のコンボリューションにもとづいて、深部成分解析図を作成した。

6) モデル計算

磁性体による応答は調査地域の磁気3要素(全磁力、偏角、伏角)によって様々に変化するので、調査地域ごとにその特性を明らかにしておく必要がある。そこで、ダイク状モデルと断層状モデルについて磁北からの角度と傾斜を変化させて2次元モデル計算を行った。その結果を第II-1-6図に示す。

図はモデルの潜在する深度、ダイクの角度、構造の走向によって、走向に垂直な断面に現われる磁気分布が変化する様子を示している。

$\alpha = 90^\circ$ の場合は、磁性体が南北方向に存在する場合の東西断面での磁気分布を示したものである。

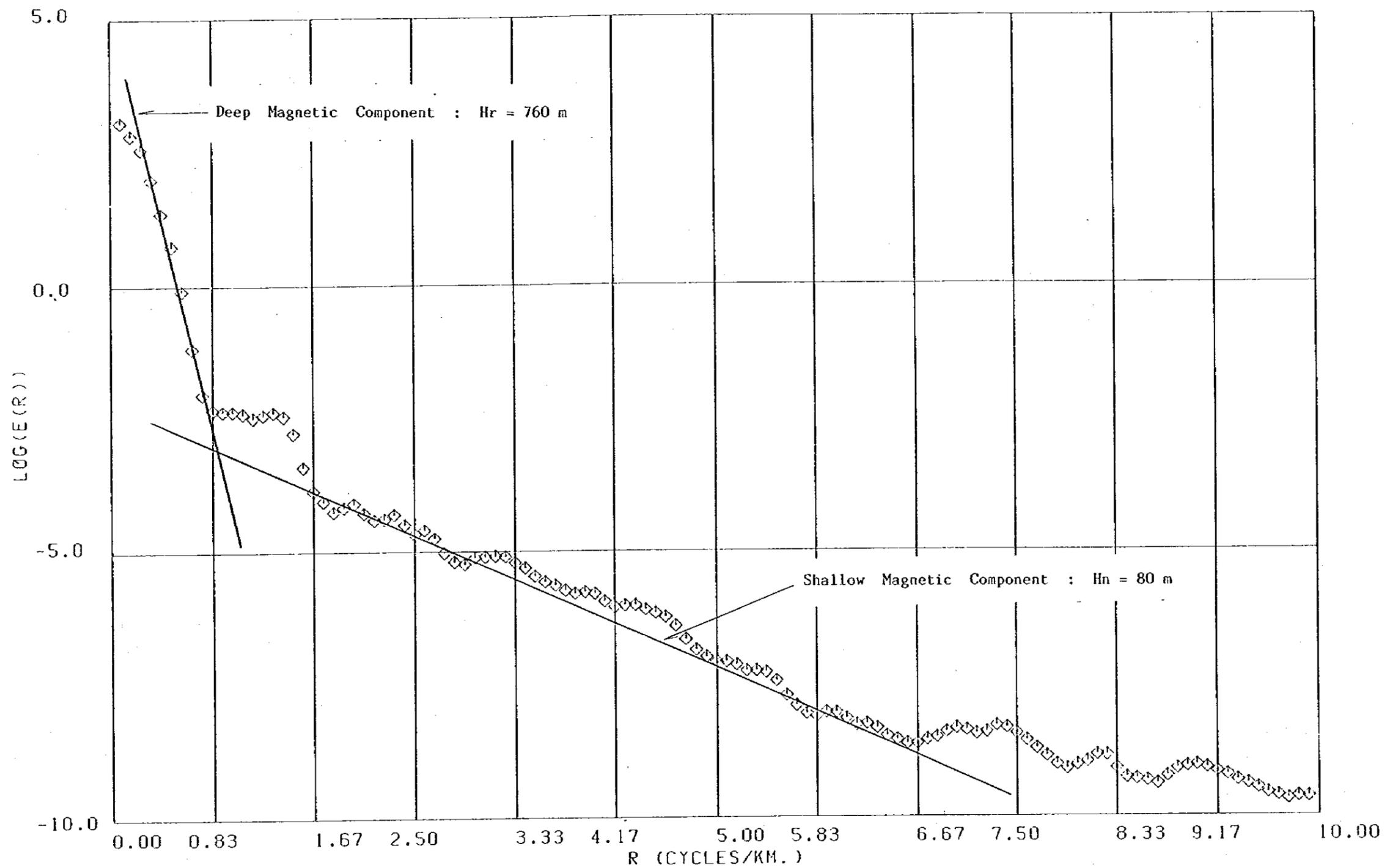
調査地域は南北系の地質構造が卓越しており、 $\alpha = 90^\circ$ のモデルが適合すると考えられる。これらのモデル計算結果から本地域ではダイク状構造の場合、比較的小規模な正異常または、片側に小規模な負の領域を伴った急峻な勾配の正異常が考えられる。ダイクの傾斜が反対の場合は磁気分布は反転している(⑤と⑥)。

7) 断面解析

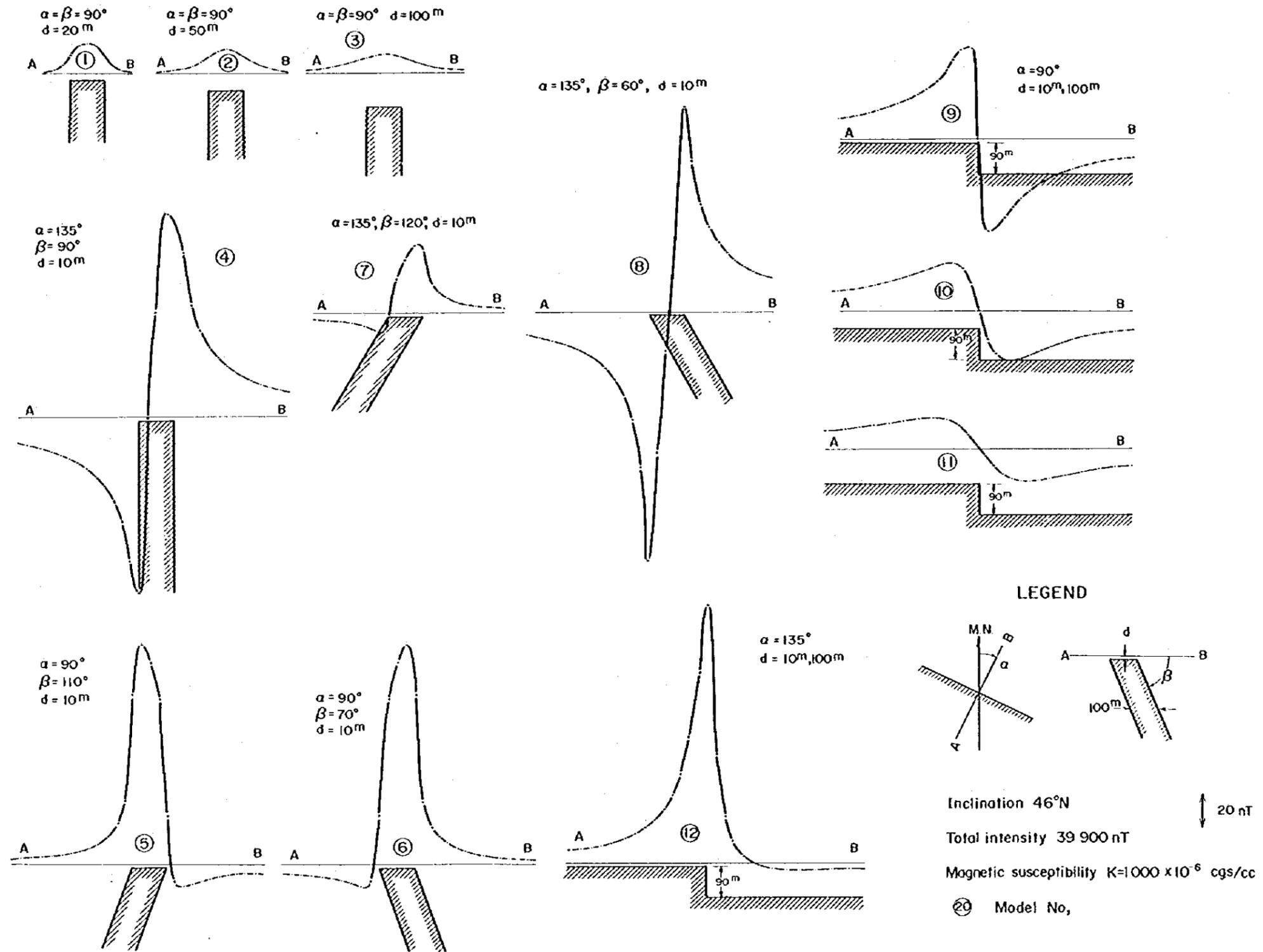
全磁力線図に示した4本の断面線について2次元断面解析を行った。断面解析の方法は次の通りである。

- ① 全磁力線図から磁気断面図を作成し、フィルター解析の結果を参考とし、広域のトレンドを除去した磁気分布値を電算機に入力する。
- ② 地質情報、岩石の帯磁率、モデル計算結果を考慮し、地下構造モデルを作り電算機に入力し、地表での磁気応答を計算する。
- ③ 計算結果と磁気分布値を比較し、一致の悪い場合は地下構造モデル(位置、形状、帯磁率)を自動的に変化させ、再度磁気応答を計算する。

LOGARITHMIC ENERGY SPECTRUMS



第II-1-5図 スペクトル解析図



第II-1-6図 ダイクモデルおよびステップモデルによる磁気応答

④ ③までの手順によってもなお一致の悪い場合、解析者が上記の計算結果を加味して、新しく地下構造モデルを作り直し、電算機に入力し直す。

③と④の操作を繰り返し行うことによって、入力した磁力値と一致の良い計算結果を示す地下構造モデルができる。しかし、同一の磁気分布を示す地下構造モデルは理論的には無限に存在するので、計算の結果得られた地質構造モデルと地質情報との整合性に十分留意する必要がある。

1-2 磁気探査結果

1-2-1 磁気探査解析図

解析結果にもとづいて、次の図面を作成した。

PL. II-1-2	全磁力線図
PL. II-1-3	3次傾向面図
PL. II-1-4	アップワード図
PL. II-1-5	深部成分解析図
PL. II-1-6	断面計算結果図
PL. II-1-7	断面解析図

各図にみられる特徴は次の通りである。

1) 全磁力線図 (PL. II-1-2)

- ① 等磁力線は南-北、北東-南西方向に配列する傾向がある。全般的特徴として、調査地の北部では磁力値の変化が小さく、中部~南部では磁力値の変化が大きい。
- ② グリッド調査地域では波長の短い高異常、低異常が数多く見られる。個々の異常の大きさは、外径が50m~100m程度、磁力値の振幅が50nT~200nT程度である。ただし、南東部は異常の数、規模ともに小さい。このほか、地域全般にわたってコンタ-の歪状の小規模な異常がみられる。
- ③ グリッド調査地域の外側では、波長と振幅の大きな3つの顕著な異常がある。
 - ・ 北部 測点323付近を中心とする高異常、低異常
 - ・ 中部 測点394付近を中心とする高異常、低異常
 - ・ 南部 測点439付近を中心とする高異常、低異常
- ④ 磁力値の変化は基点(測点394)付近の異常によるものが最も大きく、最低-440(+39900)nT, 最高390(+39900)nTを示した。

2) 3次傾向面図(PL. H-1-3)

- ① 等磁力線は調査地域南部を除き北北東-南南西方向に配列しており、磁力値は東側に向かって一様に高くなり、全体で125 nT増加する。
- ② Agadir 部落より南側では等磁力線が東-西方向に変わり、次第に磁力値が減少し、全体で125 nT減少する。

3) アップワード図(PL. H-1-4)

全般に次に述べる深部成分解析図とよく似ているが、アップワード図の方が、磁気異常の数が減少しており、より深部の構造を反映していると考えられる。すなわち、全磁力線図で多くみられた短波長の異常が、深部成分解析図より一層減衰し消失している。しかし、全磁力線図にみられた波長の長い異常は、本図でも規模の大きな異常として残っている。

4) 深部成分解析図(PL. H-1-5)

- ① 全磁力線図で多くみられた短波長で振幅の小さな異常や、コンターの歪状の異常が減衰して、殆ど認められなくなった。しかし、全磁力線図でみられる波長の長い異常や振幅の大きな異常は、依然として本図でも残っている。
- ② 全磁力線図で近接して分布する異常は、まとまって一つの異常と表現されたものが多い。
- ③ 全磁力線図では他の異常と混在し不明瞭であったが、調査地の南西端の規模の大きな異常が明瞭となった。
- ④ 等磁力線は調査地北東部から南西部にかけて、南北に配列する傾向がある。

5) 断面計算結果図(PL. H-1-6)

全磁力線図(PL. H-1-2)に示す4本の断面の代表的な磁気異常について、断面モデル計算を行い、磁性体モデルを作成した。

磁気異常はダイクモデルで説明され、周囲の岩層との帯磁率の差は(1200~9000) $\times 10^{-6}$ cgs/cc, 平均 3200×10^{-6} cgs/cc と見積られた。

6) 断面解析図(PL. H-1-7)

地層の走向とはほぼ直交する上記の4本の断面について、全磁力値、フィルター磁力値、地質推定断面、断面モデル計算の結果得られたモデルを表現した。断面の位置は全磁力線図に示す。

- ① B-B' 断面およびC-C' 断面の東側(右側)に波長の短い100 nT~300 nTの異

常がある。これらの異常はいずれも幅50m~90m, 長さ100m以上の垂直または東側に急傾斜したダイクモデルで説明される。磁性体の帯磁率は $(1300\sim4700)\times 10^{-6}$ cgs/ccと見積られた。

これらのモデルは地質断面に示すように、いずれもスカルンと良好な対応を示す。

- ② D-D' 断面の西端(左端)の磁気異常は、波長の長い異常の西側に波長の短い異常が存在すると解釈した。この短波長の異常は急傾斜のダイクモデルで説明され、地質断面では鉄脈鉄床に対比されるものと推定される。
- ③ その他の規模の大きな異常、およびそれから推定された磁性体モデルと、地質構造の関係については判然としない。

1-2-2 帯磁率測定結果

- ・ 測定機器 BISON INSTRUMENTS 製 3101型帯磁率計, 測定範囲
 $10^{-1}\sim 10^{-6}$ cgs/cc

調査地に分布する代表的な岩石試料23個を採取し、非磁性のミルを用いて径2mm~3mm程度に粉砕し比帯磁率の測定を行った結果を第II-1-2表および第II-1-7図に示す。測定結果から次のことが判明した。

- 1) 石灰岩及び花崗岩は低い帯磁率を示し、それぞれ平均 33×10^{-6} , 56×10^{-6} (cgs/cc)であった。これらとともに試料間の測定値のバラツキが少いことが特徴である。
- 2) 玢岩は平均 77×10^{-6} cgs/ccと幾分高い帯磁率を示し、試料間の測定値のバラツキは石灰岩、花崗岩と同様に少い。
- 3) 片岩類は第II-1-7図に示すように、帯磁率の低いグループ(平均 52×10^{-6} cgs/cc)と高いグループ(平均 860×10^{-6} cgs/cc)に明瞭にわかれる。スカルンも帯磁率の高いものと低いものがみられる。
- 4) 鉄石は試料によって測定値のバラツキが大きいが、平均的に高い帯磁率を示す。

- ・ 測定値 $(100\sim 27400)\times 10^{-6}$, 平均 1169×10^{-6} cgs/cc

試料数は少ないが、上記の結果は調査地の岩石の帯磁率の傾向を示すものと考えられる。花崗岩は石灰岩とほぼ同程度の低い帯磁率を示しており、磁性鉄物の少ないタイプと推定される。片岩類は泥質、砂質、燧質と3種類あり、特に、燧質の場合は燧の種類によって磁性鉄物の含有量にかなり差があることが予想され、全体としては低帯磁率と高帯磁率の2つのグループにわかれたものと考えられる。

1-3 考 察

1-3-1 探査結果と鉍微地の関係

1) 東部グリッド調査地区

石灰岩の分布地域に南北約2,000mの範囲に数条のスカルン帯が分布し、その一部は鉍化しており、黄銅鉍、磁鉄鉍などの鉍石が認められる。Agadir 部落付近を東に流下する河川の兩岸の地域に、比較的強い鉍化作用が認められる。

全磁力線図(PL. II-1-2)によると、石灰岩の分布地域のうち、Agadir 部落を中心として南北約1,500mの範囲に、短波長(径50m~100m)で中規模の振幅(±100nT~200nT程度)の異常が多数認められる。スカルンの分布地域のうち、北部および中部については、上記の磁気異常のみられる地域とはほぼ一致している。特にAgadir 部落を中心とする南北300mの間は異常が多く、鉍化スカルン帯とはほぼ対応している。

モデル計算の結果、これらの異常は 10^{-3} cgs/cc程度の帯磁率を持った貫入岩体が地表近くまで分布しているモデルで説明される。すなわち、帯磁率の低い石灰岩の中に磁性鉍物を多く含んだスカルンがまとまって存在し、磁気異常を生じたと推定することができる。

一方、本地区の南部にも狭小な幅でスカルンが分布するが、磁気異常は弱く、スカルン帯との対応は明らかでない。このことから、南部のスカルンは地表と同様に、地下でも小規模で、磁性鉍物に富んだ鉍化帯の発達の可能性は低いものと推定される。

2) 西部グリッド調査地区

片岩類が広く分布し、多数の花崗岩が小規模に侵入している。この片岩類の一部に、黄銅鉍、磁鉄鉍などの鉍石を含む、小規模な鉍脈鉍床が形成されている。

本地区も前述の東部地区と同様、波長の短い、100nT程度の異常が多く見られる。これらの異常と地表で見られる鉍微地とは必ずしも対応しない。後述するIP探査の結果によると、本地区は北東部を除き全般にFE効果が低く、規模の大きな鉍化帯の存在を示すような示徴は得られていない。従って本地区の磁気異常は、この地区にみられる弱い鉍化作用とかかわりをもつ磁性の高い物質、または片岩類中の磁性の高い岩層に対応している可能性がある。

なお、当地区の西縁部~南部の鉍微地には波長の長い磁気異常が存在し、鉍脈の伸長方向と一致した磁気分布を示すが、これは片岩類の構造を反映している可能性がある。

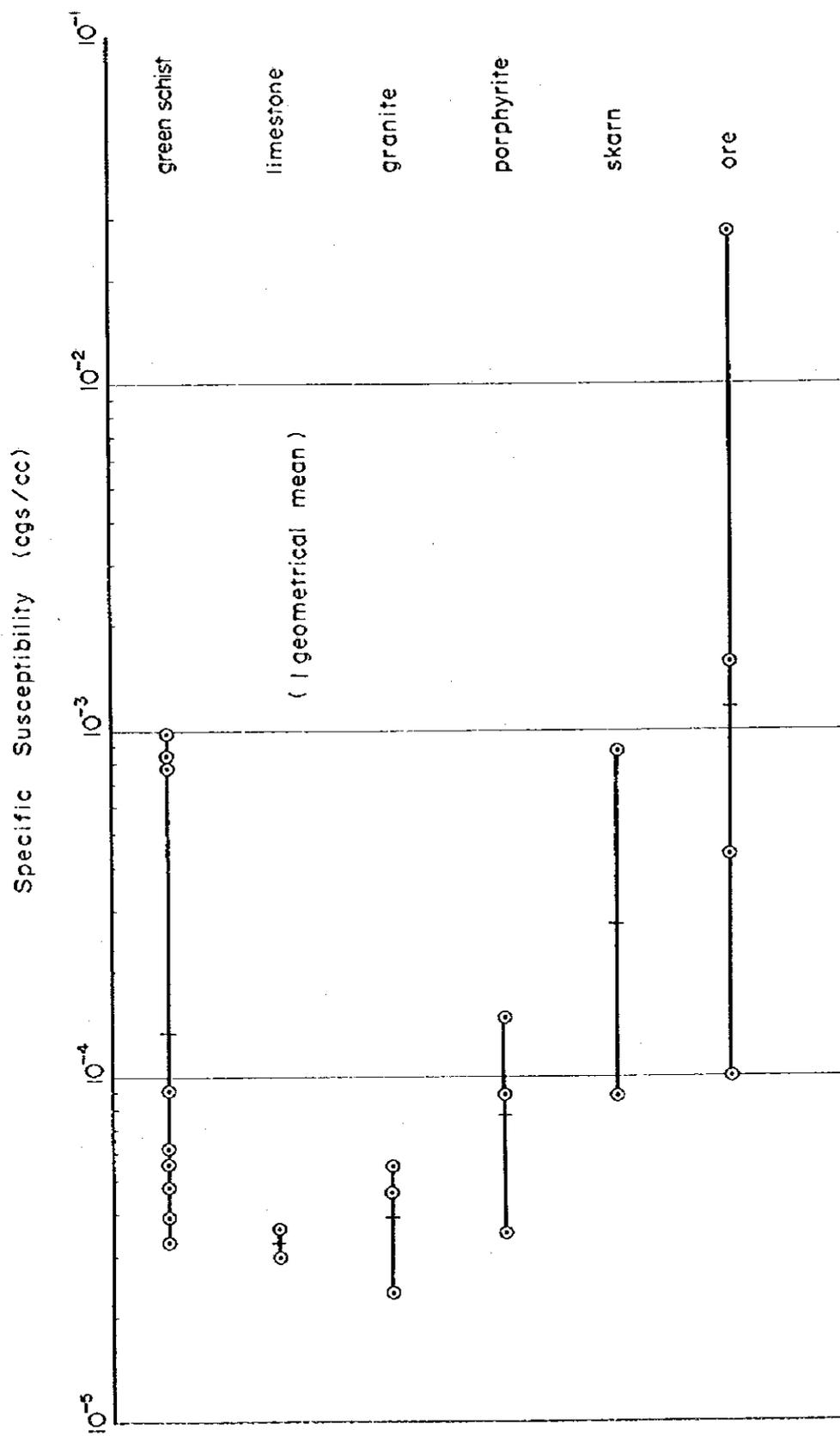
3) グリッド調査地区以外

既に述べたように、波長と振幅の大きな4ヶ所(西部グリッド調査地区南端の異常を含む)の主要な磁気異常が分布する。この異常はモデル計算の結果では 10^{-3} cgs/cc程度

第II-1-2 表 室内帯磁率試験一覧表

採取地点 (測点 No)	岩種	比帯磁率 ($\times 10^{-6}$ cgs/cc)
30	緑色片岩 緑色片岩 緑色片岩 緑色片岩 緑色片岩 緑色片岩 緑色片岩	840
103		91
209		33
240		784
284		48
393		967
458		62
E		56
F	39	
平均		(132)
44	石灰岩	36
68		30
平均		(33)
87	花崗岩	24
339		55
495		46
平均		(39)
47	玢岩	35
334		88
406		147
平均		(77)
82	スカルン	87
G		866
平均		(274)
A	鉍石	437
B		100
C		27400
D		1560
平均		(1169)

A, B, C, D, E, F 及び G は岩石試料採取地点 (磁気測定を行っていない) で、これらの位置は P.L. II - 1 - 1 に示す。



第 II - 1 - 7 圖 室內帶磁率試驗結果

の高帯磁率の磁性体が少くとも150m以上の幅をもって比較的地下浅所に存在することで説明される。前述のように調査地域の既存の鉱床はスカルン型および鉄脈型鉱床で、いずれも鉄化帯の幅はモデルで得られたような広いものは考えにくい。従って、上記の磁気異常が鉄化帯と関連している可能性は少いと判断される。磁気異常の原因としては、①高帯磁率の規模の大きな進入岩体の潜在 ②片岩類のなかの高帯磁率の岩石がまとまって分布などの可能性が考えられる。

その他に見られる異常はいずれも小規模なもので、スカルン帯などの高帯磁率をもった磁性岩体の発達は予想し難く、全体として磁氣的に均質であると判断される。

1-3-2 磁気分布と岩種の関係

磁気分布と調査地の主な岩層を対比し、第II-1-3表にまとめた。

第II-1-3表 磁気分布と地質の関係

岩 種	地 質 分 布	磁 気 分 布	帯磁率K	備 考
片 岩 類	礫質緑色片岩・砂質片岩・泥質片岩	4ヶ所の大規模異常・短波長の多数の異常	低・高	下部にKの大きい進入岩・Kの大きい片岩鉄化？
石 灰 岩	片岩類の東側に南北に分布	殆ど異常なし 磁気傾度小	低	均質，周囲の岩層とKが略同じ？
スカルン	石灰岩の分布域	短周期の異常多し	高	磁硫鉄鉱
花 崗 岩	西部に大きな岩体 東部に岩株 多数の進入岩脈	殆ど異常なし 磁気傾度小	低	周囲の岩層とKが略同じ
玢 岩	北西，北東，南東に小規模に分布	殆ど異常なし (南東を除く)	中	小規模岩体？ Kが周囲と大差ない？

調査地域の等磁力線は北東～南西の大きな方向性が見られる(PL-II-1-2～PL-II-1-5)。この方向性と石灰岩の分布は、調査地北部から中部にかけて一致するが、南部については一致せず、むしろ南西部では片岩類の走向を反映する傾向が見られ、磁気分布

を支配する要因が変化している可能性を示唆している。

1-3-3 ま と め

- 1) 磁気分布は全般的に南北方向への連続性があり、当地域の全体的な地質構造と整合的である。
- 2) 磁気分布の広域的傾向は、東側で磁力値が高くなっており、東側に磁性岩体が優勢であることが推定される。
- 3) 調査地の磁気異常は、㊶波長が長く、振幅の大きな異常 ㊷波長が短く、振幅の中規模な異常 の2つのタイプがある。
- 4) ㊶タイプは4ヶ所で認められ、いずれも片岩類の分布域にある。鉍化帯との直接的な関連は少いと考えられ、高帯磁率の侵入岩体の潜在または、片岩類中の高帯磁率の岩石を反映しているものと推定される。
- 5) ㊷タイプは次に述べるように調査地東部と南西部に多く見られた。
- 6) 東部の異常はAgadir 部落を中心に南北約 1,500m の区間に多く見られ、東西方向の拡がりには石灰岩の分布範囲とほぼ一致する。磁気異常の分布はスカルンの分布を反映しており、特に Agadir 部落周辺の異常は鉍化スカルン帯とほぼ対応している。モデル計算の結果、高い帯磁率をもつダイク状の磁性岩体が推定され、スカルンに対比される。上記の異常帯より南部では磁気異常が小規模となり、磁性鉍物に富んだ優勢な鉍化帯の存在を示すような示徴は得られていない。
- 7) 南西部の磁気異常はいずれも片岩類の分布地区に位置する。異常の位置と地表の鉍脈の位置との対応は必ずしも明確ではない。本地区の磁気異常は弱い鉍化作用とかかわりのある磁性の高い物質、または片岩類中の高帯磁率の岩石に対応しているかの何れかであろう。なお、IP法の結果では、規模の大きな鉍化帯の存在を示すような示徴は得られていない。
- 8) 花崗岩、玢岩の分布域に対応する磁気異常は殆どみられない。
- 9) 帯磁率の測定結果は、石灰岩と花崗岩が同程度に低く、続いて玢岩、スカルン、鉍石の順に高い値を示した。片岩類の帯磁率は石灰岩と同程度の低いタイプと鉍石とほぼ同じくらいに高いグループに分かれた。
- 10) 調査地東部のように、石灰岩、花崗岩の中にスカルン帯がある場合、帯磁率のコントラストが大きいので、磁気探査は有効である。

第2章 電 気 探 査 (IP法)

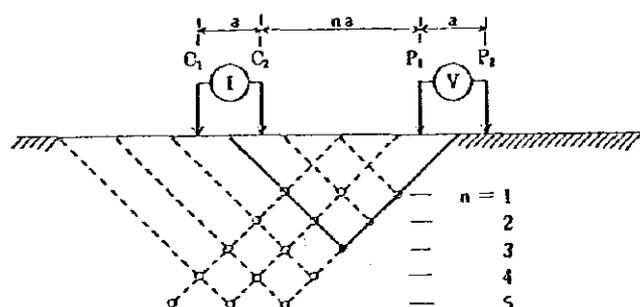
2-1 IP法探査の概要

2-1-1 IP法の概要

IP法 (Induced Polarization Method) は、鉱物や岩石の示すIP現象 (鉱物の界面に生じる電気化学的な分極現象) に着目した電気探査法である。IP法探査では、従来の比抵抗値の他に、IP現象によって生じるIP効果が測定される。IP効果は、すべての鉱物、岩石に認められるが、その程度は鉱種・岩種により大きく異なる。一般に、黄銅鉱、黄鉄鉱、輝銅鉱、碓硫鉄鉱、方鉛鉱その他の硫化鉱物や磁鉄鉱、黒鉛などが強いIP効果を持っている。

IP法の測定には時間領域と周波数領域の2つの方式がある。今回の調査で用いた周波数領域IP法は、2つの異なる周波数で測定した見掛け比抵抗値の違いより、IP効果をFE (Frequency Effect) 値として求めるもので、一般にIP効果が大きければFE値は大きい。

次図は本調査で用いたダイポール・ダイポール電極配置の概念図で、見掛け比抵抗値およびFE値は次式により求められる。



a : 電極間隔 (50m)

n : 電極隔離係数 (1~5)

C₁, C₂ : 電流電極

P₁, P₂ : 電位電極

ダイポール・ダイポール電極配置

$$\rho_h = K \cdot \frac{V_h}{I}$$

$$\rho_L = K \cdot \frac{V_L}{I} = \rho_h \cdot \left(1 + \frac{FE}{100} \right)$$

$$FE(\%) = \frac{\rho_L - \rho_h}{\rho_h} \times 100 = \frac{V_L - V_h}{V_h} \times 100$$

- ここに I : 流電電流
 ρ_h : 高周波による見掛比抵抗
 ρ_l : 低周波による見掛比抵抗
 V_h : 高周波による電位差
 V_l : 低周波による電位差
 FE : 周波数効果
 K : 電極配置係数 ($K = \pi a n \cdot (n+1)(n+2)$)

2-1-2 現地調査

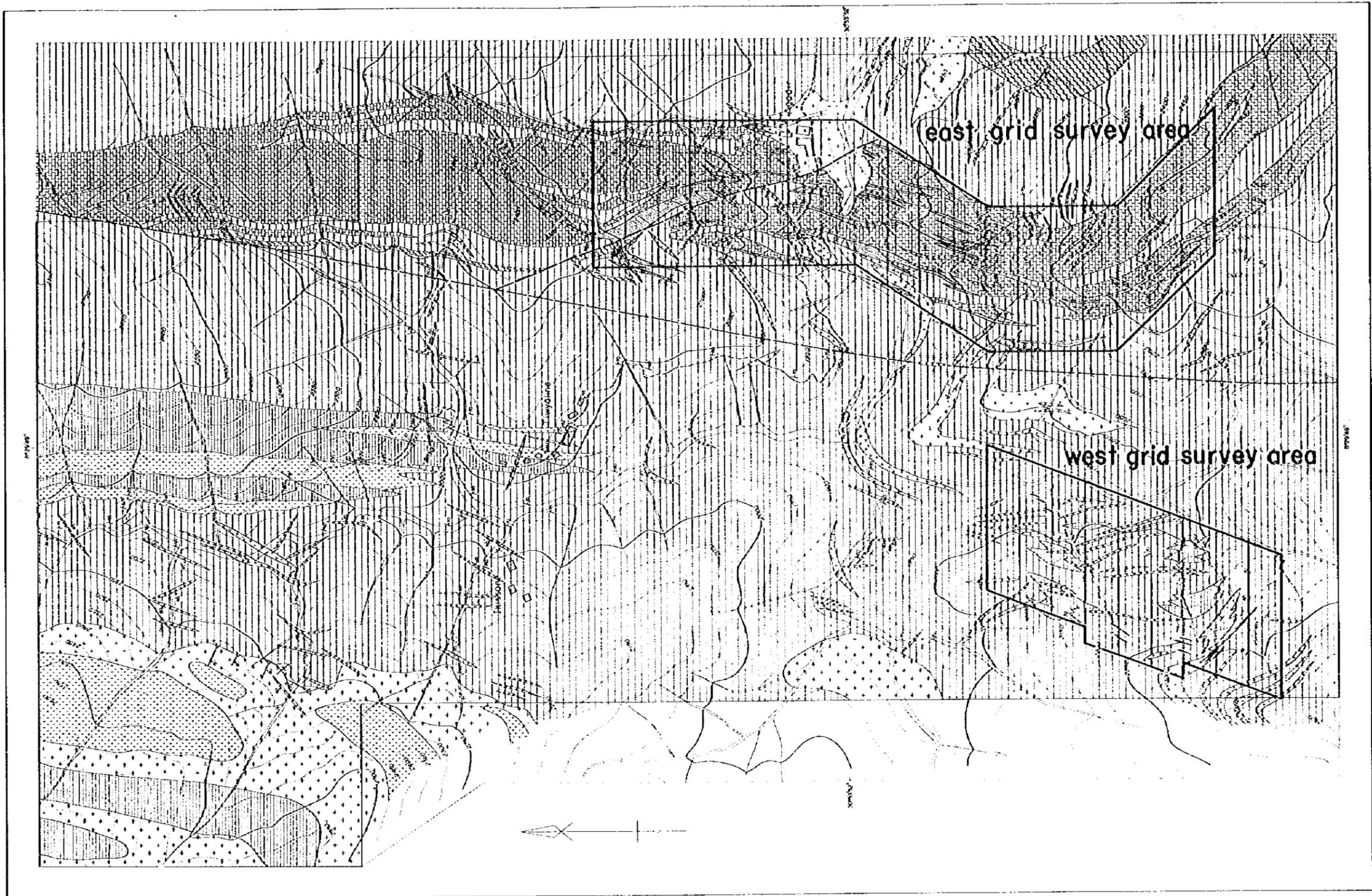
1) 測線設定

IP法の調査範囲は第II-2-1図に示す2km×2kmで、磁気探査区域の南側半分である。調査地の標高は1,800m～2,500mで、その殆どが急峻な山地である。

IP測線の設定は、地質踏査および磁気探査の結果を検討し、スカルンや鉱化作用の発達が予想される地域を有効にカバーするよう、監督員の指示によって決定された。測線は調査地東部のスカルンの分布する地域に13本、西部の片岩類の中に鉱化のみられる地域に6本、それぞれ設置した。測線はいつでも東西方向で、地化学探査用に設定した測点を利用し、不足する部分は、測線の両端よりポケットコンパスを用いて150m～200m東ないし西へ延長した。各測線間の間隔は100mないし200mで、測点の間隔は水平距離50mである。

測定量は次の通りである。

測線名 (Line No.)	測線長 (km)	測点数 (点)
1	0.8	17
3	0.8	17
5	0.8	17
7	0.8	17
8	0.8	17
9	0.8	17
10	0.8	17
11	0.8	17
12	0.8	17
13	0.8	17



LEGEND

- | | | | |
|--|-----------------------------------|--|------------|
| | green schist (tuff, tuff breccio) | | granite |
| | pelitic schist | | porphyrite |
| | psammitic schist | | skarn |
| | limestone | | fault |
| | calcareous schist | | ore vein |

S=1:12,500
 0 500m

第II-1-2 調査位置図 (磁気探査)

	15	0.8	17
	16	0.8	17
	18	0.6	13
	21	0.8	17
	22	0.8	17
	23	0.8	17
	25	0.8	17
	27	0.8	17
	29	0.8	17
計	19本	15.0km	319測点

2) 測定の概要

電流電極は30cm×30cmの真ちゅう板を用い、深さ約50cmの深さに埋設した。接地抵抗を下げるため、水と食塩とベントナイトを混合し、電極と周囲の土の間に流し込んだ。

測定は各測線のほぼ中央に送信機を設置し、受信機を適宜移動させて行った。流電電流は0.1A～0.5A程度であった。なお、測定周波数は0.3Hz及び2.5Hzを使用した。

3) 測定機器

IP探査に用いた主な機器は下記の通りである。

① 送信

- ・ トランスミッター：MI5609AB型、横浜電子研究所、最大出力800V、1A
- ・ 発電機：EG800F型、新大和工業kk、出力0.8kW、60Hz
- ・ 送信電極：30cm×30cm、真ちゅう板

② 受信

- ・ レシーバー：DZ58F型、横浜電子研究所、感度1μV
- ・ 受信電極：銅-硫酸銅系非分極性の電極壺

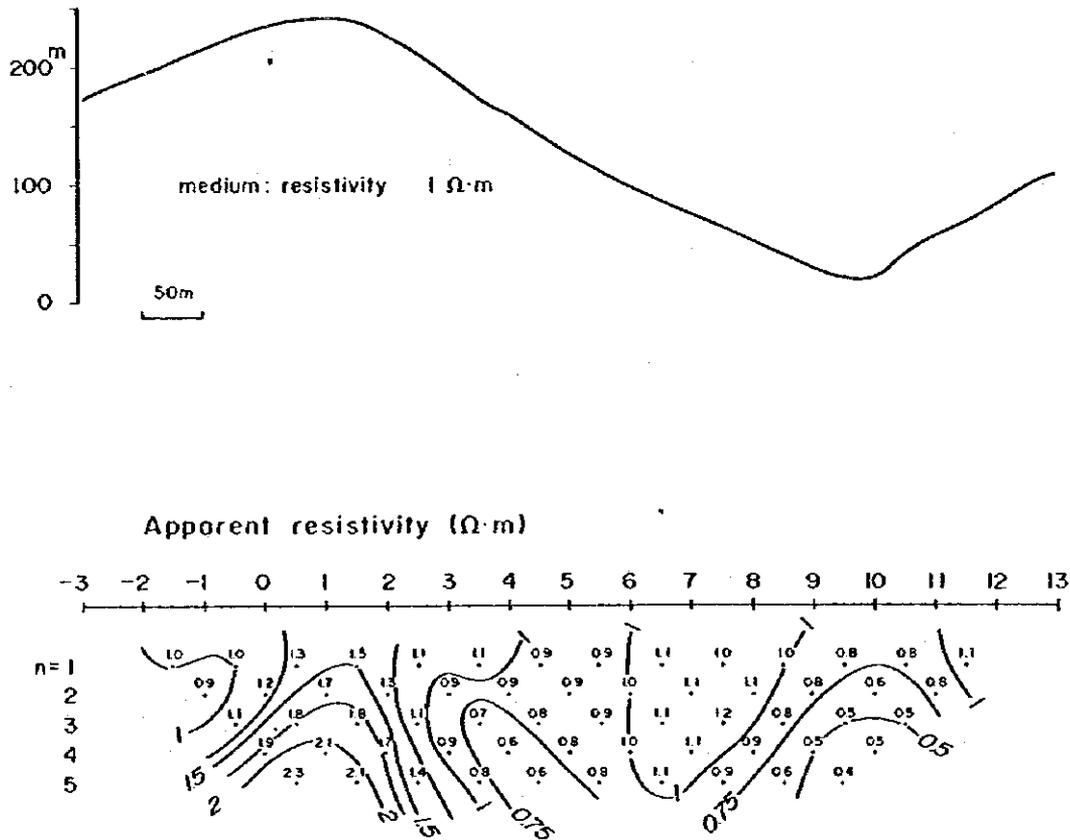
2-2 IP法探査結果

2-2-1 見掛比抵抗に及ぼす地形の影響

一般に、山や谷など地形の起伏のある測線で測定された見掛比抵抗は、地形の影響を含んでいるので、測定値の解釈に際しこの影響に留意する必要がある。ここでは山と谷のある次図に示す地形について、2次元（断面に垂直な方向に図の地形が続く）モデル計算により、地形の影響を計算した。図は $1\Omega\cdot m$ の一様な比抵抗の岩層に対する見掛比抵抗の分布で、こ

れより次のことが判る。

- 1) 山の直下に高見掛比抵抗域があらわれ、その両側に「ハ」の字型の低見掛比抵抗域が分布する。
- 2) 谷の直下に低見掛比抵抗域があらわれ、その両側に「ハ」の字型のやや高見掛比抵抗域が分布する。



見掛比抵抗に及ぼす地形の効果

2-2-1 各測線の見掛比抵抗およびFE効果の分布(第II-2-2図~第II-2-20図, 本文末尾)

1) Line 1

見掛比抵抗は $1\text{ k}\Omega\cdot\text{m} \sim 8\text{ k}\Omega\cdot\text{m}$ と変化するが、地形の影響を除くと数 $\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ 程度であらう。地形の影響は測点3付近に高見掛比抵抗、および測点8付近に低見掛比抵抗が現われている。

FE値は0.7%~2.0%の範囲にあり、平均約1.2%となっており、全体にFE値は低く

変化に乏しい。この測線ではFE異常は捕捉されていない。

2) Line 3

見掛比抵抗は $1.4 \text{ k}\Omega \cdot \text{m} \sim 12 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ と変化するが、全体に高い。この測線においても、測点3～測点5付近の高見掛比抵抗および測点9～測点11付近の低見掛比抵抗は、地形の影響と見られる。

FE値は0.9%～2.7%であるが、大部分は1.5%以上の低い値を示す。測線西端および測点6付近に少し高いFE値を捕捉したが、FE異常として採りあげる程のものではない。

3) Line 5

見掛比抵抗は $0.7 \text{ k}\Omega \cdot \text{m} \sim 11 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ と変化するが、Line 1, Line 3に比較すると若干低い値を示す。測点4～測点6付近に高見掛比抵抗、測点3付近、測点10付近に低見掛比抵抗が捕捉されているが、これは地形の影響であろう。

FE値は0.7%～3.0%の範囲にあり、全般に1.5%未満の低い値が卓越する。測線の西側(測点0～測点2)では2%以上のFE値がまとまって捕捉された。これはLine 3西端にやや高いFE値が捕捉されており、これと連なる可能性もある。

4) Line 7

見掛比抵抗は $0.5 \text{ k}\Omega \cdot \text{m} \sim 11 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ と変化する。測点0～測点1を頂部とする東傾斜のゾーンと、測点8付近は $1 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ 以下と低い。地形の影響は測点1付近と測点8および測点9付近に低見掛比抵抗、測点3～測点6付近に高見掛比抵抗として現われているが、測点1付近の低見掛比抵抗は地形の影響を勘案しても低いものである。

FE値は0.4%～4.1%の範囲にあり、測線西部の測点1付近を頂部とする東傾斜の区域が2%～4%と相対的にやや高い。これは北方の測線から連なっている異常で、低見掛比抵抗も伴っている。他は殆ど1%台の低FE値を示す。

5) Line 8

見掛比抵抗は $0.1 \text{ k}\Omega \cdot \text{m} \sim 13 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ と変化する。測点3～測点4を頂部とする、 $0.5 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ 以下の低見掛比抵抗帯が「ハ」の字型に分布しており、Line 9とともに調査地の中で最も低い見掛比抵抗を示す。地形の影響を考慮しても、この地域では低いものである。

FE値は0.9%～8.5%と変化に富んでいる。測点1～測点5の上部は4%以上の高FE値を示し、更に、見掛比抵抗と同様に測点3～測点4を中心とし、「ハ」の字型の高FE帯が分布している。また、測点3の下部でも4%～5%とFE値が高い。このFE異常帯

は北方の測線に連なるものと考えられる。

6) Line 9

見掛比抵抗は $0.1 \text{ k}\Omega \cdot \text{m} \sim 9.8 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ と変化する。測点 2～測点 5 を頂部とする $1 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ 以下の低見掛比抵抗帯が「ハ」の字型に分布している。

FE 値は 1.4 %～5.9 % とやや変化に富んでいる。測点 3～測点 5 を頂部とする 4 %～5 % の高 FE 帯が「ハ」の字型に分布している。また、測点 3～測点 4 の下部は低 FE である。この FE 異常帯も北方の異常帯に連なるものと考えられる。

7) Line 10

見掛比抵抗は $0.2 \text{ k}\Omega \cdot \text{m} \sim 36 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ と変化に富む。この測線の北方の Line 7, Line 8, Line 9 に比較すると、地形の影響を含んでいると思われる高見掛比抵抗が測点 5, 測点 8, 測点 11 付近に現れている。しかし、見掛比抵抗は全般に高くなってきている。測点 3 付近の見掛比抵抗は $1 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ 以下となっている。

FE 値は測点 1～測点 3 の下部および、測点 2～測点 3 を頂部とする東傾斜の区域で 4 % 以上と高い。測点 1 の西側および測点 5～測点 10 の下部は FE 値が 2 %～3 % であるが、さらに東側は 1 % 台の近い数値を示す。この異常帯は北方に連なるものと見られる。

8) Line 11

見掛比抵抗は全般に、測点 5 の西側で低く、東側で高い。地形の影響によって、測点 6 および測点 9 付近に高見掛比抵抗が現われている。一般に東側の高地は高く、西側の低地は低い見掛比抵抗を示す。さらに測線の西側、測点 2 付近を頂部とする $1 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ 以下の「ハ」の字型の低見掛比抵抗帯が分布する。

FE 値は見掛比抵抗と同様に、測点 2 を頂部とする 4 %～5 % と高い「ハ」の字型のゾーンが分布するが、その下部には低 FE 値のゾーンがみられる。測点 5 から東側では 1 % 台の低 FE 値の区域が広く分布する。

9) Line 12

見掛比抵抗は $0.3 \text{ k}\Omega \cdot \text{m} \sim 80 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ と変化に富む。測点 6～測点 7 の中部～下部に、若干地形の影響を含むと思われるが、 $1 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ 以下の低いゾーンがある。

FE 値は測点 6～測点 7 を頂部とする西傾斜の区域で 4 % 以上が捕捉され、その周辺部および測点 2～測点 6 の下部は 3 % 台である。この FE 異常も低見掛比抵抗を伴っており、性格的には北方の異常に連なるものであろう。測点 9 から東側では 0.4 %～1.7 % と低い

FE値である。

10) Line 13

見掛比抵抗は北方のFE異常帯が捕捉された測線に比較すると、全般に高くなってきており、測点3～測点10の $n = 1 \sim 4$ は広範囲に $5 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ 以上と高い値を示す。その他は $1.5 \text{ k}\Omega \cdot \text{m} \sim 5 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ の見掛比抵抗を示す。

FE値は測点6～測点8の下部が3%を超え、その周辺部は2%台である。このFE異常も相対的に低い見掛比抵抗に随伴するので、北方の異常帯に連なることも考えられるが、その程度は弱くなってきている。測点0～測点2から東傾斜の2%台のFE値を示すゾーンがある。

11) Line 15

見掛比抵抗は測点2から西側で $1.5 \text{ k}\Omega \cdot \text{m} \sim 3.8 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ と相対的にやや低いが、これから東側では殆ど $5 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ 以上と高い値を示す。

FE値は大部分が0.7%～1.8%と低い。2%以上を示すのは、西側の測点0～測点2の区域のみで、FE異常を示すものとは考え難い。

12) Line 16

見掛比抵抗は測点4から東側では殆ど $5 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ 以上の高見掛比抵抗であり、地形の影響を受けてはいるが、全般に高い。しかし、西側の測点1付近は $2 \text{ k}\Omega \cdot \text{m} \sim 4 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ の低い見掛比抵抗を示す。

FE値は測点3付近の西側で2.1%～3.4%とやや高いが、測点4から東側は1%台と低い。この測線でも相対的に低見掛比抵抗部で若干高いFE値を示すが、異常と考えられるほどのものではない。

13) Line 18

見掛比抵抗は殆どの測点で $5 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ 以上と高い。

FE値は測点0～測点1の下部で2%を超える値が数点捕捉されたが、これ以外はすべて1%台の低い値で、FE異常と考えられるものはない。

14) Line 21

見掛比抵抗は殆どの測点で $2 \text{ k}\Omega \cdot \text{m} \sim 9 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ と高い値を示す。測点2付近の高見掛比抵抗は地形の影響と考えられる。

FE値は測点7から東側および測点-1～測点2の上部($n=1,2$)で、全体として2%以上、一部は3%を多少超えるやや高い数値を捕捉した。これ以外は0.6%～1.9%と低い。

15) Line 22

見掛比抵抗は殆どの測点で $2\text{ k}\Omega\cdot\text{m}\sim 9\text{ k}\Omega\cdot\text{m}$ である。測点8, 測点11付近の高見掛比抵抗は地形の影響と考えられる。

FE値は測点7から東側では多くの測点で2%以上を示し、一部は3%以上となっている。このFE値がやや高い部分は、北側のLine 21に連なるものと見られる。

16) Line 23

見掛比抵抗は $2\text{ k}\Omega\cdot\text{m}\sim 5\text{ k}\Omega\cdot\text{m}$ が卓越する。測点1, 測点7, 測点9付近に地形の影響と思われる高見掛比抵抗が捕捉されている。

FE値は測点8から東傾斜のゾーンが3%台とやや高くなっており、これも北方のFEのやや高い部分に連なるであろう。また測点7以東は2%台となり、さらに西側は殆ど1%台である。

17) Line 25

見掛比抵抗は $2\text{ k}\Omega\cdot\text{m}$ 以上と全域にわたって高い。測点6付近, 測点11付近は地形の影響により高見掛比抵抗となっている。

FE値は大部分が2%台で、異常帯と考えられるものはない。

18) Line 27

見掛比抵抗は全域にわたって $2\text{ k}\Omega\cdot\text{m}$ 以上と高い。測点1および測点6付近から東側は地形の影響と見られる高い見掛比抵抗である。

FE値の分布は0.4%～3%であり、測点1～測点4の表部, 測点6～測点10の下部に2%台を示す区域がみられるが、FE異常帯として採りあげるものではない。

19) Line 29

見掛比抵抗は測点2～測点4の下部で $2\text{ k}\Omega\cdot\text{m}$ 以下とやや低いものがまとまって捕捉されているが、殆ど $2\text{ k}\Omega\cdot\text{m}$ 以上であり、測点8, 測点9および測点12以東は地形の影響で高見掛比抵抗となっている。

FE値は測点5～測点12が2%台を示しているが、これ以外は殆ど1%台と低い値で

あり、異常帯と思われるものはない。

2-2-2 見掛比抵抗平面分布 (PL. II-2-2~PL. II-2-11)

1) 電極隔離係数 $n = 1$

- ① $1\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ 以下の低い見掛比抵抗帯が、Line 7~Line 11まで測線の西側に連続して分布している。その幅は東西方向に 50m (Line 7, Line 10, Line 11)~ 200m (Line 8, Line 9), 南北方向に約 400m で、その中心部は $0.5\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ 以下の低見掛比抵抗帯である。また、Line 7, Line 8の測点8~測点10付近(Agadir 部落)も $1\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ 以下の見掛比抵抗帯である。
- ② 上記の低見掛比抵抗帯の周辺部(特に部落周辺)に $1\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ ~ $2\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ の地域がやや広く分布している。
- ③ 上記以外の地域(調査地域の大半を占める)は、見掛比抵抗が $2\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ 以上である。特にLine 9~Line 18の標高の高い東側および、Line 27~Line 29の東側には $5\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ ~ $10\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ の高見掛比抵抗域が広く分布している。

2) 電極隔離係数 $n = 2 \sim 5$

- ① $n = 1$ で見られた $1\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ 以下の低見掛比抵抗域は、 $n = 2 \sim 5$ でも膨縮しながら分布している。ただし、上記の低見掛比抵抗域の一部は、 $n = 3 \sim 5$ ではLine 8, Line 9の測点6, 7を中心とする独立した低見掛比抵抗域を形成している。Agadir部落の低見掛比抵抗域は消失している。
- ② 見掛比抵抗が $1\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ ~ $2\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ の地域は、 $n = 1$ と同様に①で述べた低見掛比抵抗域の周辺部にやや広く分布する。ただし、部落の周辺部については縮小している($n = 1$ で捕捉された低見掛比抵抗は畑地のためと推定される)。

2-2-3 FE平面分布 (PL. II-2-12~PL. II-2-16)

1) 電極隔離係数 $n = 1$

- ① 約4%以上の高FE値を示す地域が、Line 8の測点2, 3, 4, 5から、Line 9の測点5付近およびLine 10の測点3, 測点4付近から、Line 11の測点2付近で捕捉された。高FE地域の幅はLine 8で 150m と広く、Line 11では 50m と狭くなっている。さらに、Line 12の測点5, 測点6からLine 13にかけて3.5%以上の比較的高いFE値を示すゾーンが現われている。
- ② 3%前後のやや高いFE値を示す地区がLine 21~Line 23の東部にある。
- ③ 2%~3%のFE値を示す地域は、①で述べた高FE地区の周辺およびLine 21~

Line 29にかけて比較的広く分布している。

- ④ 上記以外は2%以下の低FE帯が広く分布している。

2) 電極隔離係数 $n = 2 \sim 5$

- ① $n = 1$ で捕捉された約4%以上の高FE地区は下部($n = 2 \sim 5$)へ連続している。ただし、 $n = 4$ および $n = 5$ ではLine 8~Line 9に低FE帯が介在するため、上記の高FE帯は2つに分離し存在する。
- ② 上記の高FE帯の周辺部に分布するFE値3%以上の区域は $n = 1$ に比べ東西方向に広がって分布している。Line 21~Line 23の東端に $n = 1$ でみられた3%前後のFE域は、 $n = 2 \sim 5$ でも膨縮しながら連続している。
- ③ Agadir 部落付近の高FE帯は、全体的な傾向としては南北系に連なっている。しかし詳細にみると、次の3つに分けられる。
- ・ Line 8~Line 9の測点2付近~測点5付近までの高FE帯
 - ・ Line 10, Line 11の測点3, 測点4付近から測点2付近までの高FE帯
 - ・ Line 12~Line 13の測点6付近の高FE帯
- ④ Line 21~Line 23の東側の3%台のやや高いFE帯は、弱いながらも南北系に連なるものと思われる。

2-2-4 IP応答体モデル計算(第II-2-21図~第II-2-23図)

東部グリッド調査地区で2測線、西部グリッド調査地区で1測線、FE効果の強い測線を選び、IPモデルシミュレーションを行い、FE応答体のモデルを作成した。

1) Line 8

モデル計算の結果、FE値6.5%以上の応答体が測点0~測点7の間に分散して存在するモデルが得られた。このモデルによると、高FE応答体は地表浅部に薄く分布しているが、その中に低FE応答体も狭んでいる。また、深部には膨縮しながら東落しに連なり、地表下100m強は断続しながら分布しているものと考えられる。

2) Line 9

モデル計算の結果、FE値5%以上の応答体が測点1~測点8の間に分散して存在するモデルが得られた。このモデルによると、測点6~測点7の下部に厚さ約30mの低FE応答体に覆われて、幅60m、高さ約100mの高FE応答体がほぼ垂直に潜在している。測点1~測点5の下部にもややまとまった高FE応答体があり、下部に数10m連なってい

る。全体的な構造としては垂直から東落しと考えられるが、これらの高FE応答体の間には低FE応答体が分布している。

3) Line 23

モデル計算の結果、FE値3.4%の応答体が測点7、測点8から東傾斜で下部に続くモデルが得られた。この応答体は幅約100m弱で、地表下約100m強まで続いている。また、上記の高FE応答体の東側全域および西側の下部には、この地域のバックグラウンドと思われるFE値2.5%の応答体が広く分布する。

2-2-5 室内IP試験結果

IP法探査地区から23個の岩石試料を採取し、比抵抗およびFE値の測定を室内で行った。試料は約6cm×5cm×4cmに成形した後、48時間水道水に浸し、自然乾燥状態で測定した。測定には野外調査と同じ、0.3Hzおよび2.5Hzの周波数を使用した。測定結果を第II-2-1表および第II-2-24図に示す。測定結果の特徴は次の通りである。

- 1) 石灰岩、片岩類、花崗岩、玢岩の比抵抗値はいずれも $1\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ 以上と高く、平均 $4.7\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ に達する。FE値は0.5%~2.1%、平均1.5%と低い値であるが、石灰岩はこれらの中でも一段と低い傾向を示す。
- 2) スカルンの比抵抗値は $0.6\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ ~ $25\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ と変化に富んでいるが、 $25\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ を示す試料を除くと、石灰岩、片岩類、花崗岩より低い値を示す。FE値は0.9%~2.4%、平均1.4%を示し、花崗岩、片岩類と同程度の値を示している。
- 3) 鉍石の比抵抗値は $0.002\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ ~ $1.3\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ 、平均 $0.12\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ と石灰岩、片岩類、花崗岩より明らかに低い値を示した。FE値は3.9%~28.7%、平均15.6%と高い値を示し、比抵抗値と同様に石灰岩、片岩類、花崗岩とはFE値が明瞭に異っている。

2-3 考 察

2-3-1 見掛比抵抗およびFE分布の全般的傾向

1) 見掛比抵抗

調査地域の見掛比抵抗は、後述のIP異常帯を除くと、すべて $1\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ 以上とかなり高い値を示した。特に、西部グリッド調査地区はIP異常帯を含め、すべて $1\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ 以上である。調査地に分布する石灰岩、片岩類、花崗岩、玢岩はすべて緻密堅硬な岩相であり、生成年代も古いものとされており、これが高い見掛比抵抗の原因と考えられる。

2) FE効果

調査地域のFE値の分布は、別に述べるIP異常帯を除くと、概ね1%~2%を示す。

但し、FE値が2%台を示す区域は、東地区に比べ西地区に広く認められ、東部地区の石灰岩が卓越する地区と比較すると、片岩類のFE特性に差があるものと考えられる。

以上の全般的な特徴は、次の室内IP試験結果と調和する。

- ・ スカルの一部および鉱石を除き、比抵抗値が $1\text{ k}\Omega\cdot\text{m}$ 以上と高い。
- ・ 石灰岩(東地区)より片岩類(西地区)の方がFE値が高い。

2-3-2 IP異常

調査地の場合、FE値3%以上を弱異常、同5%以上を強異常とすると、FE疑似断面図(第II-2-2図~第II-2-20図)には下記の異常個所が見られる。

- ① Line 7 測点1付近：東傾斜の弱異常
- ② Line 8 測点2~測点5：「ハ」の字型の強異常。測点3(下部)：強異常
- ③ Line 9 測点2~測点6：「ハ」の字型の強異常
- ④ Line 10 測点3付近：東傾斜の強異常。測点1~測点3の下部：強異常
- ⑤ Line 11 測点1~測点2：「ハ」の字型の強異常
- ⑥ Line 12 測点2(下部)：弱異常、測点5~測点6：弱異常
- ⑦ Line 13 測点6~測点8の下部：弱異常
- ⑧ Line 16 測点2付近：西傾斜の弱異常
- ⑨ Line 21 測点8、測点11付近：弱異常
- ⑩ Line 22 測点8~測点10の中部：弱異常
- ⑪ Line 23 測点8付近：東傾斜弱異常。測点9付近(下部)：弱異常
- ⑫ Line 25 測点9付近(下部)：弱異常

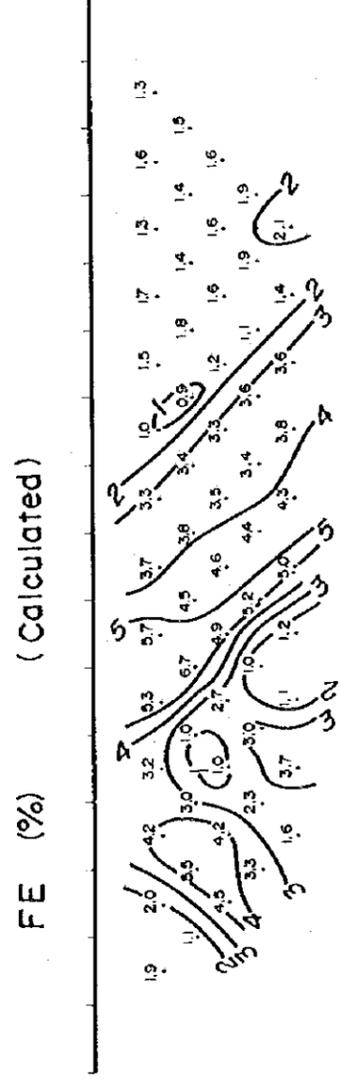
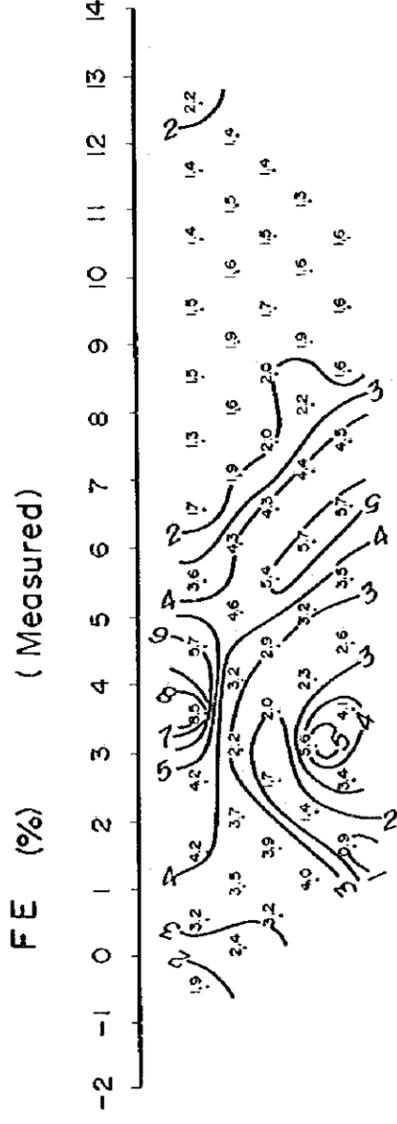
(上記の強異常はその周辺に弱異常域を伴っている)

これらの異常を検討し、主要なIP異常帯として次の2つを抽出した。

1) Agadir 異常帯

(位置および測定結果)

東部グリッド調査地区の中央に位置する3箇所の強い異常帯で、高FE値・低見掛比抵抗を示し、周辺に広く弱異常帯を伴っている。これらの弱異常帯は、南北方向にLine 7~Line 13まで約600mにわたって伸長し、東西方向にはLine 8~Line 9で約250mと最も広くなり、他の測線では約100m以下となっている。このように弱異常帯は比較的広範囲におよぶが、測定結果および地質構造よりIP効果の高い異常帯は3箇所に分布する(第II-2-25図)。3箇所の異常帯はそれぞれAgadir部落の南西約200m、南西約600m、南南西約600mに中心をもち、その広がりはそれぞれ、200m×200

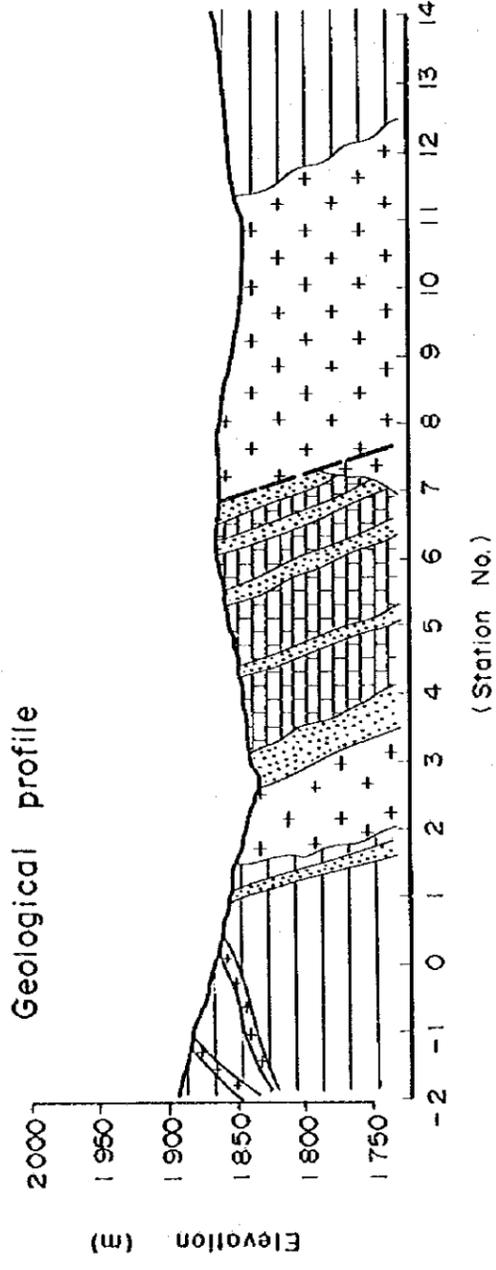
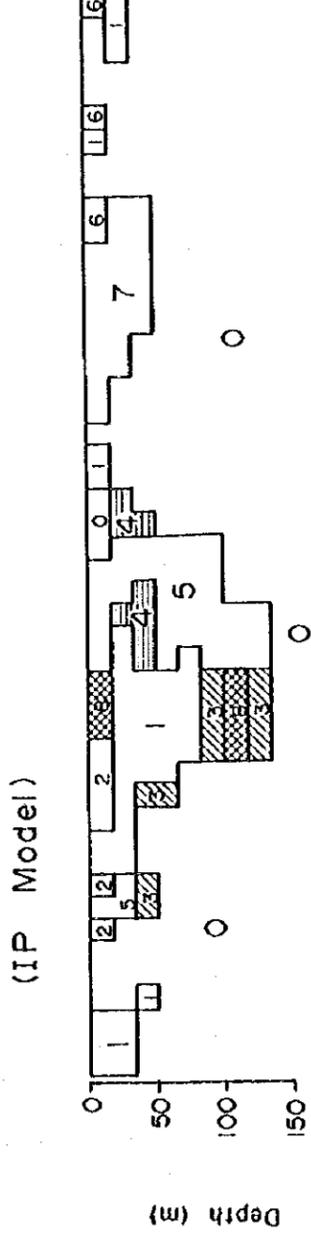


LEGEND

Scale 1:5000

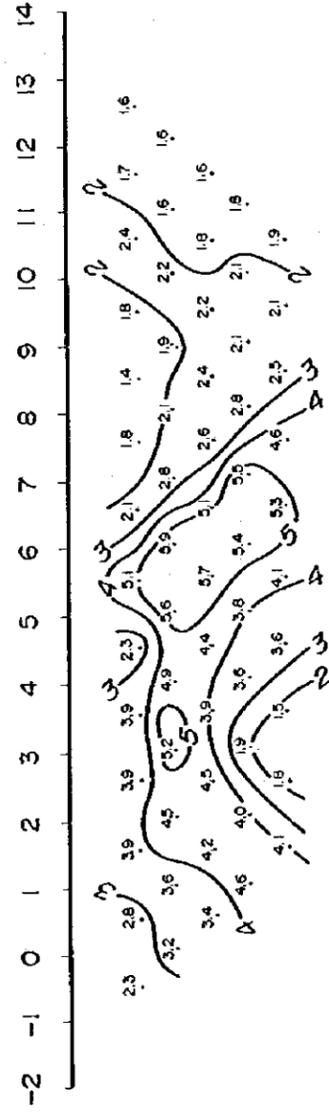


Resistivity (KΩ·m)	FE (%)
0	1.6
1	0.2
2	4.5
3	7.0
4	6.5
5	3.5
6	2.5
7	1.6
8	8.5

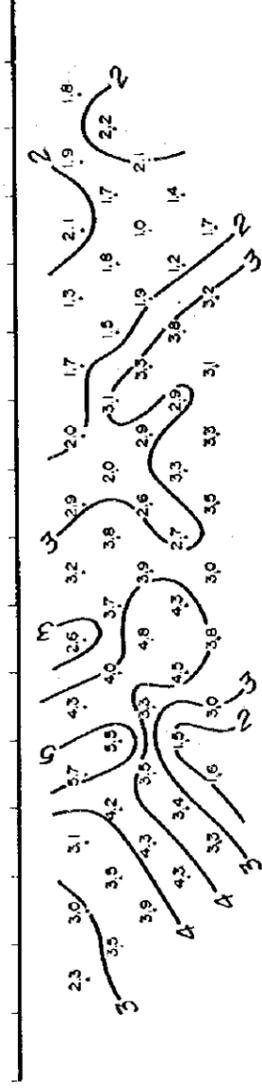


第II-2-21図 シミュレーション解析図 (Line 8)

FE (%) (Measured)



FE (%) (Calculated)

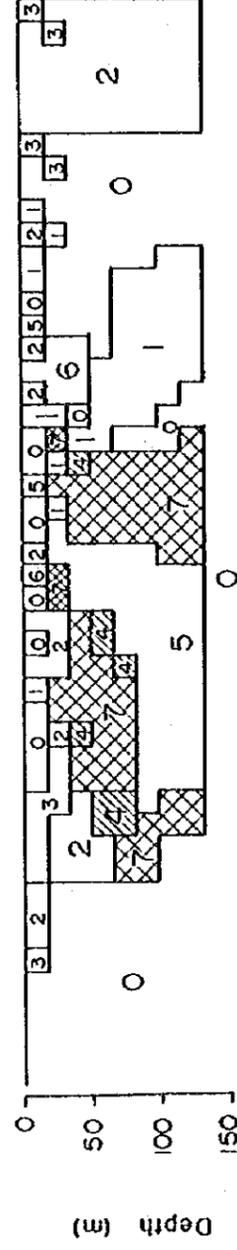


LEGEND

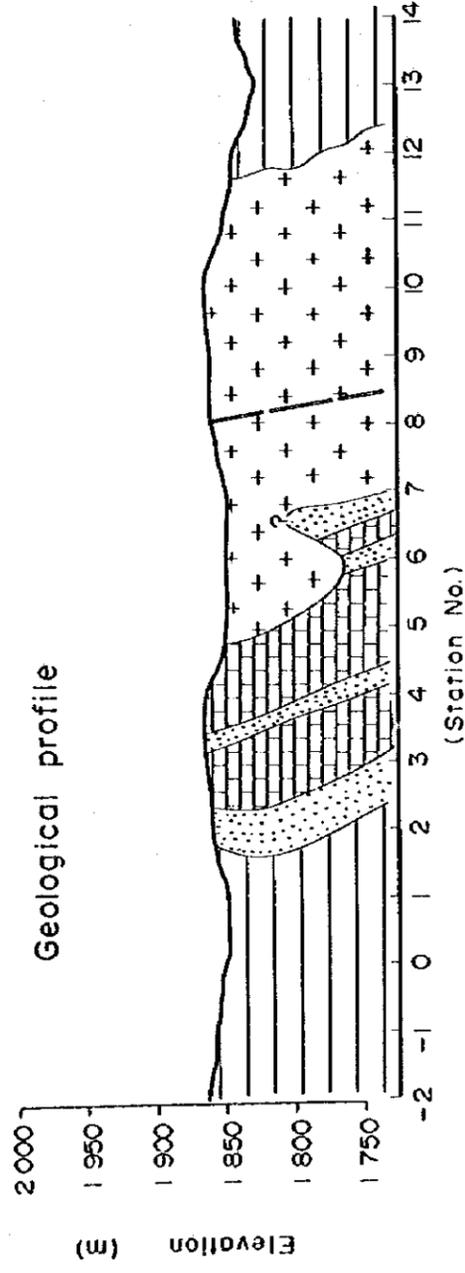


Resistivity (K Ω .m)	FE (%)
0	2.5
1	0.5
2	1.5
3	3.5
4	5.0
5	0.2
6	1.0
7	6.0

(IP Model)

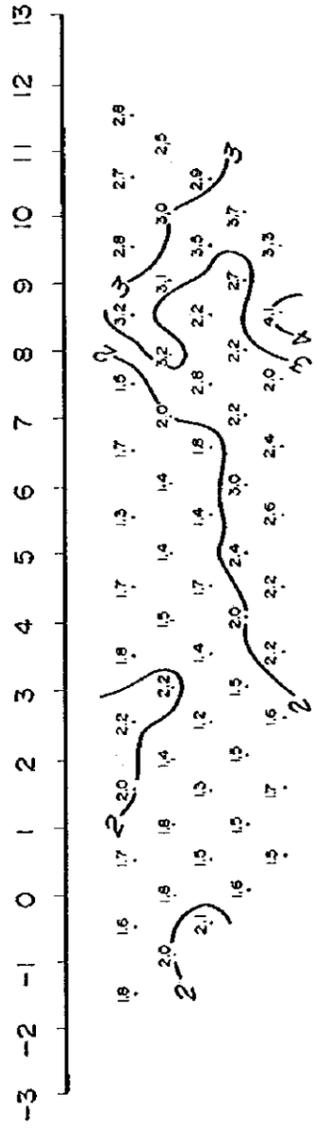


Geological profile

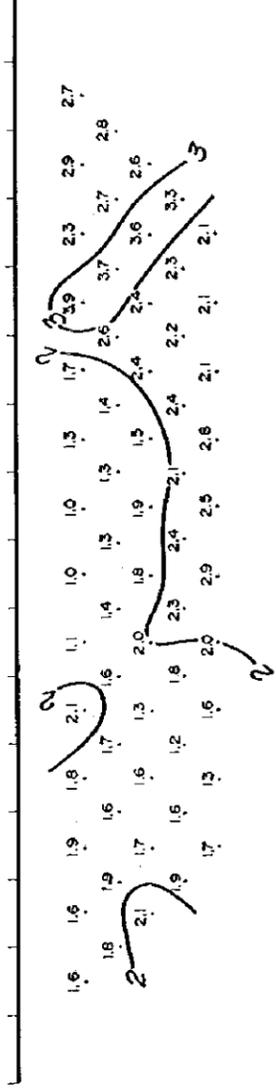


第II-2-22図 シミュレーション解析図 (Line 9)

FE (%) (Measured)



FE (%) (Calculated)

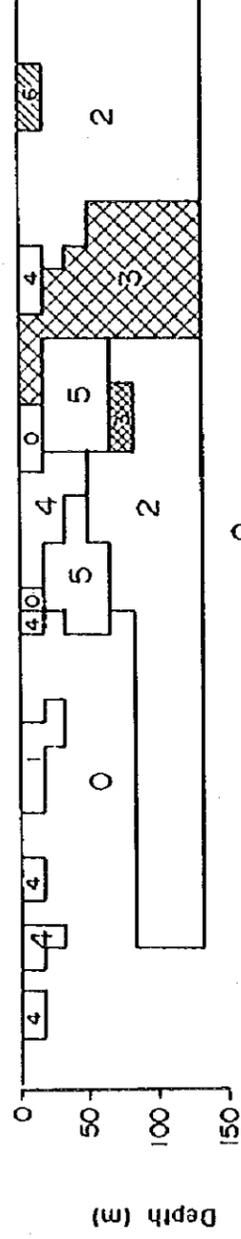


LEGEND

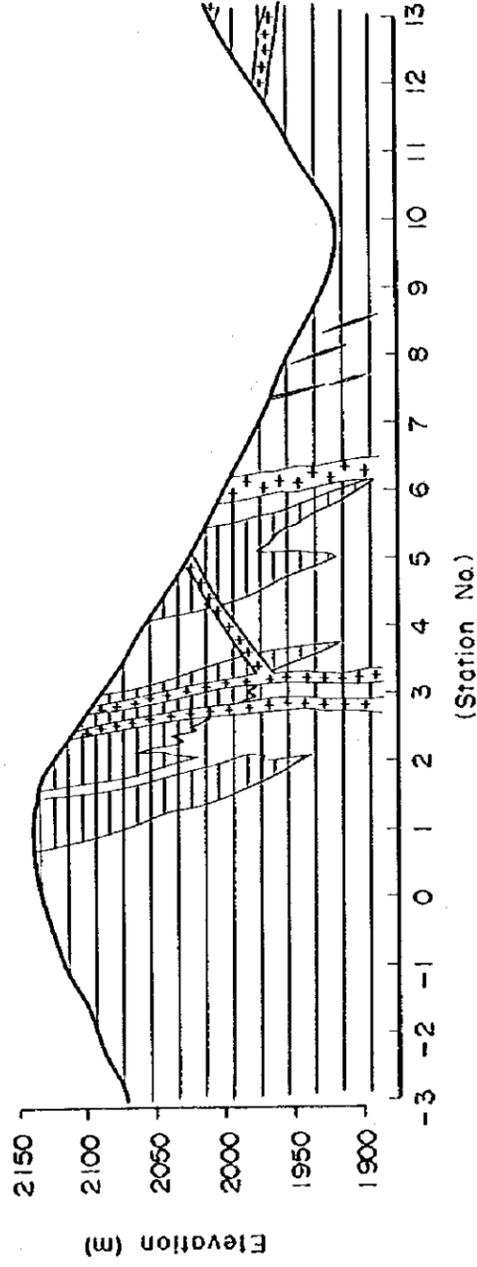


Resistivity (K Ω .m)	FE (%)
0	1.6
1	2.3
2	2.5
3	3.4
4	1.0
5	3.0
6	3.0

(IP Model)



Geological profile

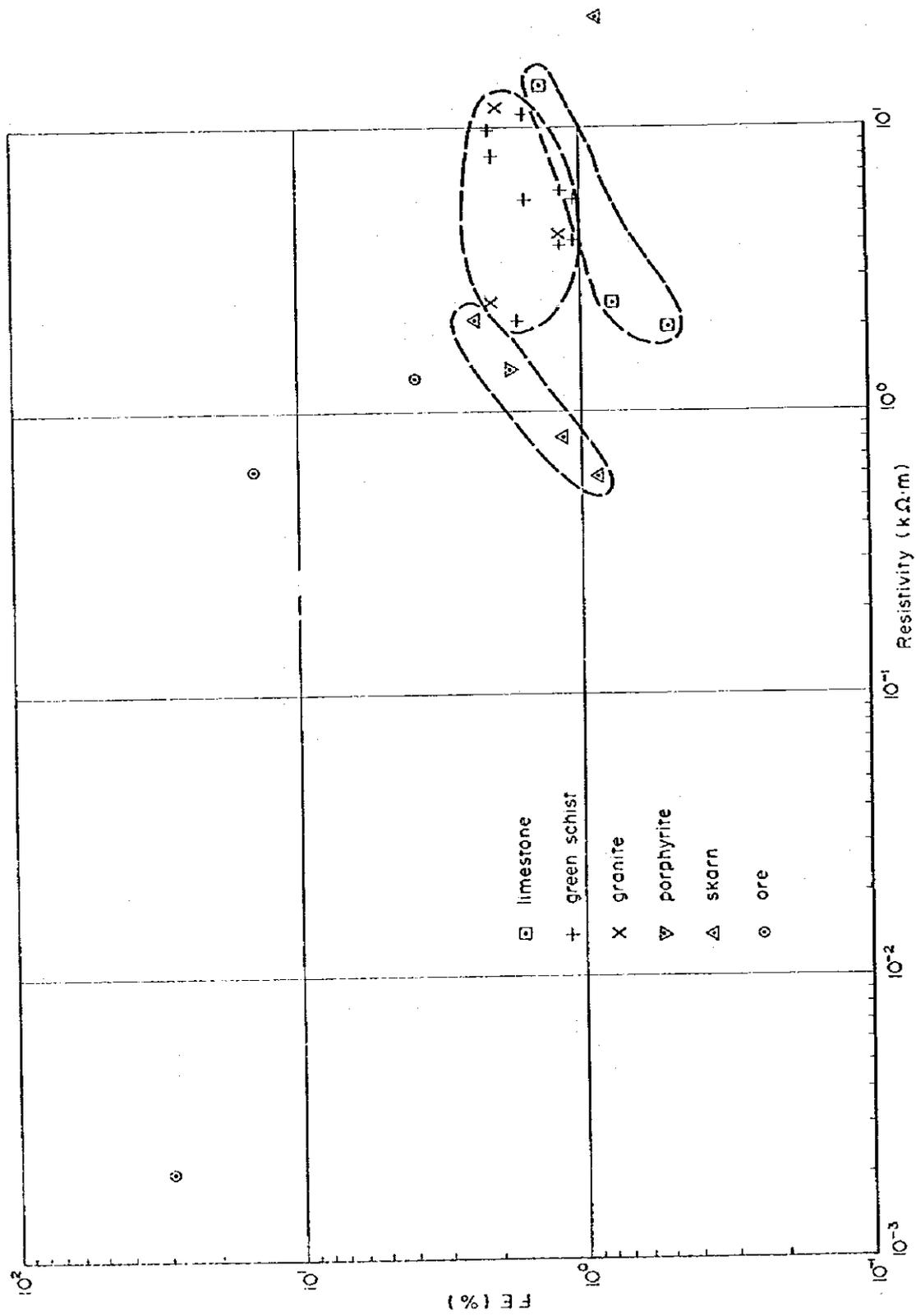


第II-2-23図 シミュレーション解析図(Line 23)

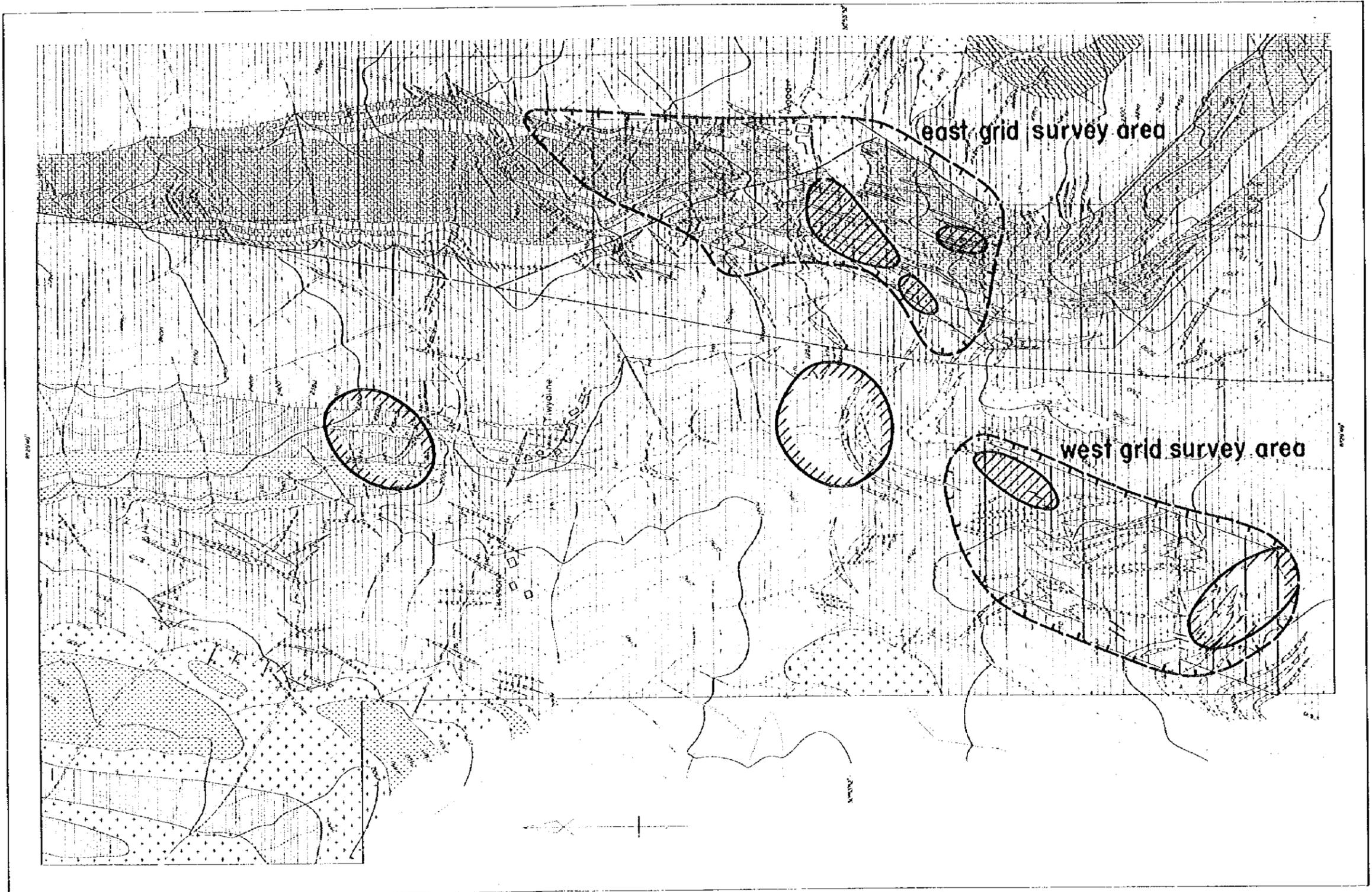
第Ⅱ-2-1表 室内IP試験結果一覧表

採取地 (測線-測点)	岩 種	比 抵 抗 (kΩ·m)	FE (%)
3 - 10	緑色片岩	4.0	1.2
11 - 3	緑色片岩	11.4	1.6
15 - 12	緑色片岩	5.6	1.1
21 - 3	緑色片岩	7.1	2.1
25 - 2	緑色片岩	2.1	1.7
25 - 9	緑色片岩	10.0	2.1
29 - 4	緑色片岩	5.6	1.6
29 - 12	緑色片岩	4.0	1.1
E	緑色片岩	6.1	1.2
平 均		(5.6)	(1.5)
1 - 7	石灰岩	14.2	1.4
7 - 8	石灰岩	2.3	0.8
15 - 6	石灰岩	2.0	0.5
平 均		(4.0)	(0.9)
9 - 7	花崗岩	2.4	2.1
J	花崗岩	12.1	2.0
K	花崗岩	4.2	1.2
平 均		(5.0)	(1.8)
5 - 7	玢岩	(1.4)	(1.8)
10 - 3	スカルン	0.59	0.9
23 - 8	スカルン	25.0	0.9
G	スカルン	0.81	1.2
H	スカルン	0.59	0.9
平 均		(2.2)	(1.4)
A	欽石	0.002	28.7
B	欽石	1.3	3.9
C	欽石	0.62	14.2
平 均		(0.12)	(15.6)

A, B, C, E, G, H, J 及び K は岩石試料採取地点 (IP法探査を行っていない) で、これらの位置は PL. II-1-1 に示す。



第II-2-24図 室内IP試験結果図



S=1:12,500
 0 500m

LEGEND

- | | | | | | |
|--|-----------------------------------|--|------------|--|--|
| | green schist (tuff, tuff breccia) | | granite | | Magnetic anomalous area with many short wavelength anomalies |
| | pelitic schist | | porphyrite | | Magnetic anomaly of long wavelength |
| | psammitic schist | | skarn | | IP anomaly |
| | limestone | | fault | | |
| | calcareous schist | | ore vein | | |

第II-2-25図 磁気異常およびIP異常の分布図

m, 150m×60m, 150m×60m程度である。これらのなかでは部落南西約200m中心をもつ異常帯が、FE値も5%以上と高く勢力が最も強い。

ただし、FE値の分布の示徴、モデル計算結果、地質的所見から判断すると、図示の異常帯は強いIP効果をもつ応答体の存在範囲を示したもので、異常帯のすべてが塊状の強いIP応答体を示しているわけではない。実際には水平的にも垂直的にも膨縮して、上記の応答体は存在しているものと考えられる。

(モデル計算結果)

部落近傍に中心をもつ最も勢力の強い異常帯についてIPモデル計算を行った。その結果、幅60m～100m程度、FE値5%以上を示す応答体が水平的、垂直的に断続しながら、深度100m強まで分布するモデルが推定され、観測結果と調和している。

(解釈)

地質図(PL: I-1-4)と上記の異常帯を対比すると次の通りである。

- 部落の南西約200mに中心をもつ異常帯は、複数の鉍化スカルン帯に対応している。
- 部落の南西約600mに中心をもつ異常帯は、地表の露頭が少くスカルン帯は明確でないが、低見掛比抵抗・高FE値を示し、近傍の他の異常帯と同じ性質を示すことから、小規模な鉍化スカルン帯が潜在している可能性が考えられる。
- 部落の南南西約600mに中心をもつ異常帯は、複数の小規模なスカルン帯に対応しており、弱い鉍化作用を示すものと考えられる。

以上のことから判断すると、ある程度の鉍化帯が膨縮しながらも比較的まとまっていることが考えられるのは、Agadir部落南西の河川沿いの地区で、下部に100m程度は断続しながら存在する可能性がある。

Agadir異常帯の南方についてはIP異常帯はみられず、地表にスカルンは分布するものの、FE異常を示すような鉍化は予想しにくい。

2) Agadir西方異常

(位置および測定結果)

西部グリッド調査地区の北東部に位置し、Agadir部落の南西約1,200mに中心をもつ弱異常帯で、高見掛比抵抗・中FE値を示している。その範囲はLine 21～Line 23の測点8～測点9付近で、南北系に連なるものと推定される。この異常帯のFE値は3%強で、その周辺に2%台の地区が広く分布している。

(モデル計算結果)

FE値3%強を示す幅約70m～100mのダイク状の応答体が、地表下約100m強ま

で続くモデルを置く場合、測定結果と調和する。

(解 釈)

この異常帯は低比抵抗を示さず、スカルン帯で捕捉された異常と性質が異なる。西部グリッド調査地区には北東部(本異常帯がある)、西縁部、南部に小規模な鉍脈鉍床が分布しているが、後の2者はIP異常を示していない。したがって、本異常帯は鉍脈そのもの起因するものではなく、むしろ弱い変質または微弱な鉍化作用を表わしているものと考えられる。

3) その他

Line 16の測点3から西側はFE値が2%以上で、一部は3%を超えている。本区域は地表にスカルンが分布しており、このスカルンが応答したと考えられるが、その示徴は弱く小規模なFE応答体によるものと考えられる。以上、述べた以外には東部グリッド調査地区にIP異常帯は認められない。

一方、西部グリッド調査地区の異常帯は前述のように、ごく限られる。

2-3-3 まとめ

1) IP探査の結果、調査地東部のスカルンの分布地区に広い範囲のIP異常帯と、西部の片岩類が卓越する地域の鉍脈の分布地区に対応して、弱いIP異常帯が捕捉された。東部の異常帯は低見掛比抵抗($1\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ 以下)・高FE値(4~6%)、西部の異常帯は高見掛比抵抗($2\text{k}\Omega\cdot\text{m}$ 以上)・中FE値(3%強)を示す異常帯である。

2) 調査地東部の異常帯は、その周辺の弱異常帯を含めると南北に数100m伸長するが、高いFE値を示す測点の分布及び地表地質の所見から、次の3つの異常帯に分けられる。

① その中で最も優勢なものは、Agadir部落南西約200mの河川付近を中心とする異常帯で、200m×200m程度の広がりをもっている。地表地質と対比すると、複数の鉍化スカルン帯に対応している。

② Agadir部落の南西約600mに中心をもつ中規模な異常帯は、低見掛比抵抗・高FE値を示し、①の異常帯と同じ性質を示すことから、地表では認められないが、小規模な鉍化スカルン帯が潜在する可能性がある。

③ Agadir部落の南南西約600mの地点に中心をもつやや小規模な異常帯は、地表では比較的幅の狭いスカルン帯に対応し、前2者より、FE値が低く、弱い鉍化作用を示すものと考えられる。

3) 調査地西部の異常帯はAgadir部落の南西約1.2kmに中心をもつ弱い異常帯である。本異常帯の一部には鉍脈が分布するが、その南部の鉍脈の分布域にはIP異常が捕捉されて

いないことから、本異常帯は鉍脈そのものに起因するものではなく、鉍脈周辺の弱い変質または微弱な鉍化によるものと推定される。

- 4) Agadir 部落の南西 200 m に中心をもつ、本調査地区の中で最も優勢な異常帯を対象に、モデル計算を行った。その結果、幅 60 m ~ 150 m 程度、FE 値 5 多以上を示す応答体が、水平的、垂直的に断続しながら深度 100 m 強まで分布するモデルが得られた。
- 5) 探査結果によれば、調査地区の母岩の見掛比抵抗値は全般に高い。また、片岩類の FE 値は石灰岩よりやや高い傾向がある。室内 IP 試験結果も、鉍石は高 FE 値・低比抵抗を、片岩類は石灰岩や花崗岩と同じく高比抵抗を示すものの、FE 値は片岩類の方がやや高い値を示すなど、探査結果と調和的である。
- 6) 磁気探査の結果、調査地東部のスカルンの分布している IP 異常帯を中心に、短波長・中振幅の磁気異常が数多く捕捉された。この磁気異常のモデル計算の結果から、急傾斜のダイク状モデルが想定され、IP 探査の結果とも比較的調和している。
- 7) 磁気探査の結果も含めた IP 探査の結果、今回の調査地域のなかである程度の鉍化帯が膨縮しながらも、比較的まとまっていることが考えられるのは、Agadir 部落の南西約 200 m の河川沿いの地域で、下部に 100 m 程度は断続しながら分布している可能性がある。

第II-1-1表 定点観測値一覧表

No. 1

DATE: 1985/7/1

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39877	-5	
:				:10	876	-4	
:				:20	877	-5	
:				:30	"	"	
:				:40	"	"	
8:50	39872	0	Datum value	:50	"	"	
9:00	871	1		14:00	879	-7	
:10	"	"		:10	878	-6	
:20	"	"		:20	"	"	
:30	870	2		:30	880	-8	
:40	869	3		:40	877	-5	
:50	867	5		:50	876	-4	
10:00	"	"		15:00	874	-2	
:10	869	3		:10	875	-3	
:20	871	1		:20	874	-2	
:30	872	0		:30	873	-1	
:40	"	"		:40	874	-2	
:50	874	-2		:50	875	-3	
11:00	875	-3		16:00	876	-4	
:10	878	-6		:10	877	-5	
:20	"	"		:20	880	-8	
:30	880	-8		:30	881	-9	
:40	879	-7		:40	882	-10	
:50	"	"		:50	"	"	
12:00	880	-8		17:00	883	-11	
:10	"	"		:10	"	"	
:20	881	-9		:			
:30	880	-8		:			
:40	878	-6		:			
:50	877	-5		:			

Observed magnetic values at base station

No. 2

DATE: 1985/7/2

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13 : 00	39871	1	
:				: 10	873	-1	
:				: 20	874	-2	
8 : 30	39880	-8		: 30	875	-3	
: 40	"	"		: 40	"	"	
: 50	"	"		: 50	"	-3	
9 : 00	"	"		14 : 00	876	-4	
: 10	"	"		: 10	"	"	
: 20	879	-7		: 20	875	-3	
: 30	878	-6		: 30	"	"	
: 40	877	-5		: 40	"	"	
: 50	877	-5		: 50	874	-2	
10 : 00	876	-4		15 : 00	875	-3	
: 10	875	-3		: 10	"	"	
: 20	874	-2		: 20	876	-4	
: 30	873	-1		: 30	"	"	
: 40	872	0		: 40	877	-5	
: 50	"	"		: 50	"	"	
11 : 00	"	"		16 : 00	879	-7	
: 10	871	1		: 10	880	-8	
: 20	870	2		: 20	881	-9	
: 30	"	"		: 30	882	-10	
: 40	"	"		: 40	"	"	
: 50	869	3		: 50	"	"	
12 : 00	870	2		17 : 00	"	"	
: 10	871	1		: 10	"	"	
: 20	"	"		:			
: 30	870	2		:			
: 40	"	"		:			
: 60	"	"		:			

Observed magnetic values at base station

No. 3

DATE: 1985/7/3

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39886	-14	
:				:10	"	"	
8:20	39887	-15		:20	"	"	
:30	886	-14		:30	"	"	
:40	883	-11		:40	"	"	
:50	882	-10		:50	"	"	
9:00	881	-9		14:00	885	-13	
:10	880	-8		:10	"	"	
:20	"	"		:20	"	"	
:30	879	-7		:30	"	"	
:40	877	-5		:40	"	"	
:50	876	-4		:50	884	-12	
10:00	875	-3		15:00	883	-11	
:10	873	-1		:10	886	-14	
:20	872	0		:20	884	-12	
:30	"	"		:30	886	-14	
:40	"	"		:40	885	-13	
:50	873	-1		:50	"	"	
11:00	"	"		16:00	882	-10	
:10	874	-2		:10	883	-11	
:20	"	"		:20	885	-13	
:30	876	-4		:30	883	-11	
:40	877	-5		:			
:50	"	"		:			
12:00	878	-6		:			
:10	881	-9		:			
:20	882	-10		:			
:30	883	-11		:			
:40	884	-12		:			
:50	885	-13		:			

Observed magnetic values at base station

No. 4

DATE: 1985/7/4

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
8:20	39895	-23		12:40	39885	-13	
:30	896	-24		:50	884	-12	
:40	"	"		13:00	"	"	
:50	894	-22		:10	882	-10	
9:00	"	"		:20	878	-6	
:10	896	-24		:30	874	-2	
:20	892	-20		:40	868	4	
:25	897	-25		:45	868	4	
:30	898	-26		:50	864	8	
:35	897	-25		:55	852	20	
:40	892	-20		14:00	850	22	
:50	893	-21		:10	854	18	
:55	892	-20		:20	860	12	
10:00	887	-15		:30	862	10	
:10	"	"		:40	866	6	
:20	882	-10		:50	872	0	
:30	878	-8		15:00	873	-1	
:40	873	-1		:10	874	-2	
:50	872	0		:20	880	-8	
11:00	873	-1		:30	881	-9	
:05	869	3		:40	884	-12	
:10	866	6		:50	885	-13	
:20	868	4		16:00	881	-9	
:30	864	8		:05	880	-8	
:40	867	5		:10	884	-12	
:50	868	4		:15	881	-9	
12:00	872	0		:20	881	-9	
:10	878	-6		:25	880	-8	
:20	882	-10		:30	882	-10	
:30	885	-13		:			

Observed magnetic values at base station

No. 5

DATE: 1985/7/5

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39875	-3	
8:10	39877	-5		:10	876	-4	
:20	"	"		:20	878	-6	
:30	876	-4		:30	"	"	
:40	878	-6		:40	877	-5	
:50	876	-4		:50	"	"	
9:00	875	-3		14:00	876	-4	
:10	874	-2		:10	875	-3	
:20	870	2		:20	876	-4	
:30	869	3		:30	871	1	
:40	870	2		:40	869	3	
:50	867	5		:50	871	1	
10:00	"	"		15:00	870	2	
:10	866	6		:10	869	3	
:20	"	"		:20	870	2	
:30	867	5		:30	"	"	
:40	866	6		:40	869	3	
:50	864	8		:50	870	2	
11:00	863	9		16:00	868	4	
:10	"	"		:			
:20	864	8		:			
:30	868	4		:			
:40	865	7		:			
:50	867	5		:			
12:00	866	6		:			
:10	867	5		:			
:20	869	3		:			
:30	870	2		:			
:40	872	0		:			
:50	873	-1		:			

Observed magnetic values at base station

No. 6

DATE: 1985/7/7

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39871	1	
:				:10	874	-2	
8:20	39881	-9		:20	875	-3	
:30	880	-8		:30	876	-4	
:40	877	-5		:40	877	-5	
:50	876	-4		:50	878	-6	
9:00	872	0		14:00	881	-9	
:10	869	3		:10	880	-8	
:20	867	5		:20	"	"	
:30	869	3		:30	881	-9	
:40	870	2		:40	"	"	
:50	873	-1		:50	880	-8	
10:00	875	-3		15:00	879	-7	
:10	876	-4		:10	878	-6	
:20	"	"		:20	874	-2	
:30	877	-5		:30	873	-1	
:40	876	-4		:40	871	1	
:50	"	"		:50	869	3	
11:00	877	-5		16:00	866	6	
:10	"	"		:10	869	3	
:20	876	-4		:20	870	2	
:30	872	0		:30	871	1	
:40	868	4		:40	872	0	
:50	867	5		:			
12:00	"	"		:			
:10	866	6		:			
:20	865	7		:			
:30	866	6		:			
:40	867	5		:			
:50	868	4		:			

Observed magnetic values at base station

No. 7

DATE: 1985/7/10

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39869	3	
:				:10	872	0	
8:20	39885	-13		:20	871	1	
:30	884	-12		:30	872	0	
:40	883	-11		:40	"	"	
:50	882	-10		:50	871	1	
9:00	"	-10		14:00	872	0	
:10	881	-9		:10	877	-5	
:20	883	-11		:20	"	"	
:30	881	-9		:30	878	-6	
:40	"	"		:40	876	-4	
:50	880	-8		:50	877	-5	
10:00	882	-10		15:00	878	-6	
:10	"	"		:10	879	-7	
:20	"	"		:20	878	-6	
:30	"	"		:30	"	"	
:40	"	"		:40	"	"	
:50	881	-9		:50	"	"	
11:00	"	"		16:00	879	-7	
:10	884	-12		:10	878	-6	
:20	882	-10		:20	"	"	
:30	883	-11		:30	879	-7	
:40	876	-4		:40	881	-9	
:50	879	-7		:50	882	-10	
12:00	"	"		17:00	885	-13	
:10	877	-5		:10	880	-8	
:20	868	4		:20	886	-14	
:30	"	"		:30	"	"	
:40	866	6		:40	888	-16	
:50	871	1		:50	889	-17	

Observed magnetic values at base station

No. 8

DATE: 1985/7/11

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39894	-22	
:				:10	893	-21	
:				:20	894	-22	
8:30	39891	-19		:30	893	-21	
:40	888	-16		:40	892	-20	
:50	885	-13		:50	890	-18	
9:00	884	-12		14:00	889	-17	
:10	885	-13		:10	"	"	
:20	884	-12		:20	888	-16	
:30	882	-10		:30	887	-15	
:40	883	-11		:40	"	"	
:50	885	-13		:50	885	-13	
10:00	886	-14		15:00	"	"	
:10	887	-15		:10	886	-14	
:20	886	-14		:20	884	-12	
:30	889	-17		:30	890	-18	
:40	890	-18		:40	886	-14	
:50	888	-16		:50	"	"	
11:00	890	-18		16:00	"	"	
:10	894	-22		:10	"	"	
:20	892	-20		:20	"	"	
:30	896	-24		:30	887	-15	
:40	897	-25		:40	"	"	
:50	896	-24		:50	886	-14	
12:00	"	"		17:00	"	"	
:10	895	-23		:10	884	-12	
:20	"	"		:20	"	"	
:30	893	-21		:30	885	-13	
:40	"	"		:			
:50	"	"		:			

Observed magnetic values at base station

No. 9

DATE: 1985/7/12

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39843	29	
:				:10	842	30	
8:20	39879	-7		:20	840	32	
:30	877	-5		:30	841	31	
:40	876	-4		:40	"	"	
:50	875	-3		:50	839	33	
9:00	872	0		14:00	833	39	
:10	"	"		:10	830	42	
:20	868	4		:20	825	47	
:30	869	3		:30	"	"	
:40	868	4		:40	827	45	
:50	866	6		:50	829	43	
10:00	859	13		15:00	828	44	
:10	858	14		:10	829	43	
:20	856	16		:20	830	42	
:30	854	18		:30	"	"	
:40	"	"		:40	831	41	
:50	"	"		:50	832	40	
11:00	849	23		16:00	831	41	
:10	845	27		:10	830	42	
:20	843	29		:20	"	"	
:30	836	36		:30	831	41	
:40	831	41		:40	830	42	
:50	838	34		:50	833	39	
12:00	841	31		17:00	828	44	
:10	842	30		:10	833	39	
:20	845	27		:20	832	40	
:30	842	30		:30	828	44	
:40	846	26		:40	"	"	
:50	"	"		:50	830	42	

Observed magnetic values at base station

No. 10

DATE: 1985/7/13

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39872	0	
:				:10	"	"	
:				:20	873	-1	
8:30	39885	-13		:30	872	0	
:40	884	-12		:40	871	1	
:50	"	"		:50	872	0	
9:00	885	-13		14:00	873	-1	
:10	887	-15		:10	872	0	
:20	"	"		:20	871	1	
:30	885	-13		:30	"	"	
:40	884	-12		:40	870	2	
:50	"	"		:50	869	3	
10:00	883	-11		15:00	867	5	
:10	882	-10		:10	"	"	
:20	"	"		:20	864	8	
:30	881	-9		:30	862	10	
:40	"	"		:40	863	9	
:50	882	-10		:50	860	12	
11:00	878	-6		16:00	859	13	
:10	"	"		:10	857	15	
:20	877	-5		:			
:30	876	-4		:			
:40	875	-3		:			
:50	873	-1		:			
12:00	869	3		:			
:10	"	"		:			
:20	865	7		:			
:30	864	8		:			
:40	866	6		:			
:50	872	0		:			

Observed magnetic values at base station

No. 11

DATE: 1985/7/14

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39852	20	
:				:10	854	18	
8:20	39870	2		:20	853	19	
:30	868	4		:30	"	"	
:40	865	7		:40	855	17	
:50	860	12		:50	"	"	
9:00	858	14		14:00	857	15	
:10	857	15		:10	"	"	
:20	856	16		:20	"	"	
:30	"	"		:30	858	14	
:40	857	15		:40	857	15	
:50	"	"		:50	855	17	
10:00	859	13		15:00	854	18	
:10	858	14		:10	853	19	
:20	859	13		:20	854	18	
:30	"	"		:30	853	19	
:40	860	12		:40	854	18	
:50	859	13		:50	"	"	
11:00	861	11		16:00	"	"	
:10	"	"		:10	853	19	
:20	858	14		:20	852	20	
:30	859	13		:30	853	19	
:40	861	11		:40	"	"	
:50	862	10		:50	854	18	
12:00	861	11		17:00	856	16	
:10	860	12		:			
:20	859	13		:			
:30	856	16		:			
:40	857	15		:			
:50	"	"		:			

Observed magnetic values at base station

No. 12

DATE: 1985 / 7 / 15

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39862	10	
:				:10	"	"	
8:20	39879	-7		:20	"	"	
:30	878	-6		:30	863	9	
:40	877	-5		:40	864	8	
:50	876	-4		:50	"	"	
9:00	875	-3		14:00	866	6	
:10	"	"		:10	867	5	
:20	874	-2		:20	868	4	
:30	873	-1		:30	"	"	
:40	"	"		:40	870	2	
:50	874	-2		:50	869	3	
10:00	"	"		15:00	870	2	
:10	872	0		:10	869	3	
:20	871	"		:20	870	2	
:30	869	3		:30	"	"	
:40	868	4		:40	"	"	
:50	"	"		:50	871	1	
11:00	866	6		16:00	870	2	
:10	863	9		:10	869	3	
:20	862	10		:20	"	"	
:30	861	11		:30	871	1	
:40	"	"		:40	869	3	
:50	860	12		:50	868	4	
12:00	859	13		17:00	"	"	
:10	"	"		:10	"	"	
:20	"	"		:20	"	"	
:30	860	12		:			
:40	861	11		:			
:50	863	9		:			

Observed magnetic values at base station

No. 13

DATE: 1985/7/16

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39873	-1	
:				:10	874	-2	
8:20	39887	-15		:20	873	-1	
:30	886	-14		:30	"	"	
:40	885	-13		:40	874	-2	
:50	884	-12		:50	875	-3	
9:00	883	-11		14:00	"	"	
:10	881	-9		:10	"	"	
:20	880	-8		:20	"	"	
:30	878	-6		:30	"	"	
:40	876	-4		:40	"	"	
:50	874	-2		:50	"	"	
10:00	873	-1		15:00	"	"	
:10	"	"		:10	"	"	
:20	874	-2		:20	876	-4	
:30	"	"		:30	"	"	
:40	873	-1		:40	"	"	
:50	"	"		:50	877	-5	
11:00	874	-2		16:00	876	-4	
:10	873	-1		:10	875	-3	
:20	874	-2		:20	"	"	
:30	875	-3		:30	874	-2	
:40	"	"		:40	"	"	
:50	876	-4		:50	873	-1	
12:00	875	-3		17:00	"	"	
:10	"	"		:10	872	0	
:20	874	-2		:20	871	1	
:30	"	"		:30	"	"	
:40	"	"		:40	"	"	
:50	873	-1		:50	873	-1	

Observed magnetic values at base station

No. 14

DATE: 1985/7/17

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39842	32	
:				:10	837	35	
8:20	39867	5		:20	835	37	
:30	865	7		:30	"	"	
:40	863	9		:40	839	33	
:50	858	14		:50	837	35	
9:00	854	18		14:00	841	31	
:10	857	15		:10	"	"	
:20	"	"		:20	"	"	
:30	856	16		:30	840	32	
:40	857	15		:40	841	31	
:50	858	14		:50	840	32	
10:00	"	"		15:00	"	"	
:10	857	15		:10	839	33	
:20	855	17		:20	837	35	
:30	"	"		:30	834	38	
:40	"	"		:40	829	43	
:50	853	19		:50	825	47	
11:00	852	20		16:00	829	43	
:10	850	22		:10	828	44	
:20	846	26		:20	833	39	
:30	840	32		:30	834	38	
:40	837	35		:			
:50	838	34		:			
12:00	840	32		:			
:10	842	30		:			
:20	848	24		:			
:30	846	26		:			
:40	849	23		:			
:50	846	26		:			

Observed magnetic values at base station

No. 15

DATE: 1985/7/18

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39876	-4	
:				:10	"	"	
8:20	39884	-12		:20	874	-2	
:30	"	"		:30	877	-5	
:40	881	-9		:40	880	-8	
:50	"	"		:50	881	-9	
9:00	878	-6		14:00	882	-10	
:10	877	-5		:10	883	-11	
:20	"	"		:20	"	"	
:30	878	-6		:30	"	"	
:40	"	"		:40	"	"	
:50	876	-4		:50	"	"	
10:00	875	-3		15:00	"	"	
:10	874	-2		:10	881	-9	
:20	872	0		:20	882	-10	
:30	870	2		:30	879	-7	
:40	868	4		:40	"	"	
:50	870	2		:50	878	-6	
11:00	871	1		16:00	879	-7	
:10	"	"		:10	878	-6	
:20	872	0		:20	877	-5	
:30	"	"		:30	876	-4	
:40	"	"		:40	875	-3	
:50	874	-2		:50	872	0	
12:00	"	"		:			
:10	873	-1		:			
:20	874	-2		:			
:30	873	-1		:			
:40	874	-2		:			
:50	875	-3		:			

Observed magnetic values at base station

No. 16

DATE: 1985/7/19

Magnetometer: G-806

Country: Morocco

Area: Agadir

(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39876	-4	
:				:10	877	-5	
8:20	39882	-10		:20	880	-8	
:30	"	"		:30	882	-10	
:40	881	-9		:40	883	-11	
:50	879	-7		:50	884	-12	
9:00	"	"		14:00	885	-13	
:10	877	-5		:10	884	-12	
:20	"	"		:20	883	-11	
:30	878	-6		:30	882	-10	
:40	877	-5		:40	881	-9	
:50	876	-4		:50	880	-8	
10:00	875	-3		15:00	879	-7	
:10	"	"		:10	877	-5	
:20	876	-4		:20	876	-4	
:30	875	-3		:30	875	-3	
:40	"	"		:40	877	-5	
:50	876	-4		:50	878	-6	
11:00	875	-3		16:00	"	"	
:10	874	-2		:10	877	-5	
:20	873	-1		:20	876	-4	
:30	"	"		:30	"	"	
:40	871	1		:40	"	"	
:50	869	3		:50	"	"	
12:00	868	4		:			
:10	867	5		:			
:20	"	"		:			
:30	870	2		:			
:40	871	1		:			
:50	877	-5		:			

Observed magnetic values at base station

No. 17

DATE: 1985/7/20

Magnetometer: G-806

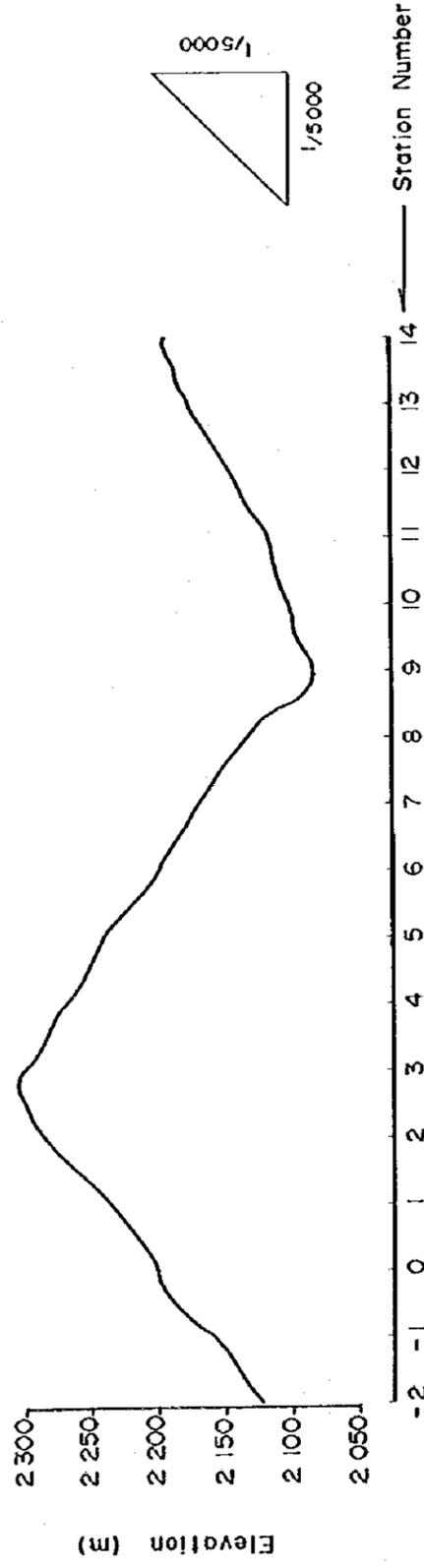
Country: Morocco

Area: Agadir

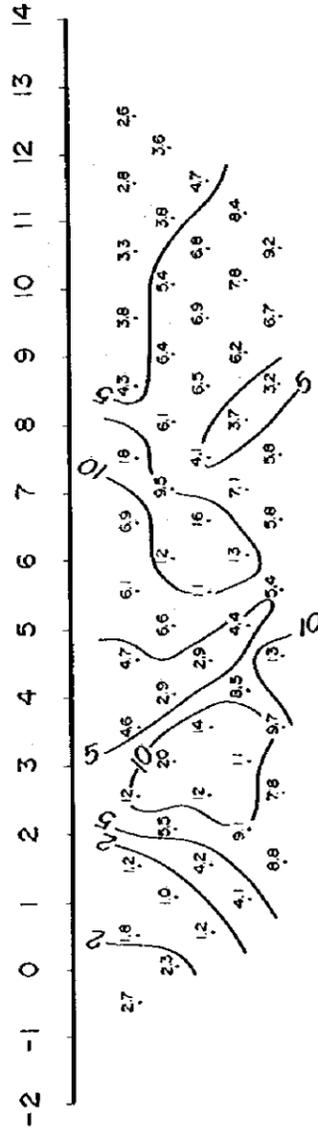
(Datum value 39872 nT)

Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks	Time	Observed value (nT)	Diurnal correction value (nT)	Remarks
:				13:00	39876	-4	
:				:10	878	-6	
8:20	39885	-13		:20	879	-7	
:30	"	"		:30	"	"	
:40	"	"		:40	880	-8	
:50	884	-12		:50	882	-10	
9:00	883	-11		14:00	881	-9	
:10	"	"		:10	882	-10	
:20	882	-10		:20	881	-9	
:30	881	-9		:30	883	-11	
:40	"	"		:40	882	-10	
:50	879	-7		:50	879	-7	
10:00	880	-8		15:00	880	-8	
:10	"	"		:10	"	"	
:20	"	"		:20	"	"	
:30	"	"		:30	876	-4	
:40	"	"		:40	877	-5	
:50	879	-7		:50	"	"	
11:00	878	-6		16:00	"	"	
:10	876	-4		:10	874	-2	
:20	"	"		:20	873	-1	
:30	875	-3		:30	870	2	
:40	"	"		:40	865	7	
:50	874	-2		:50	864	8	
12:00	873	-1		17:00	"	"	
:10	874	-2		:10	866	6	
:20	873	-1		:			
:30	"	"		:			
:40	"	"		:			
:50	875	-3		:			

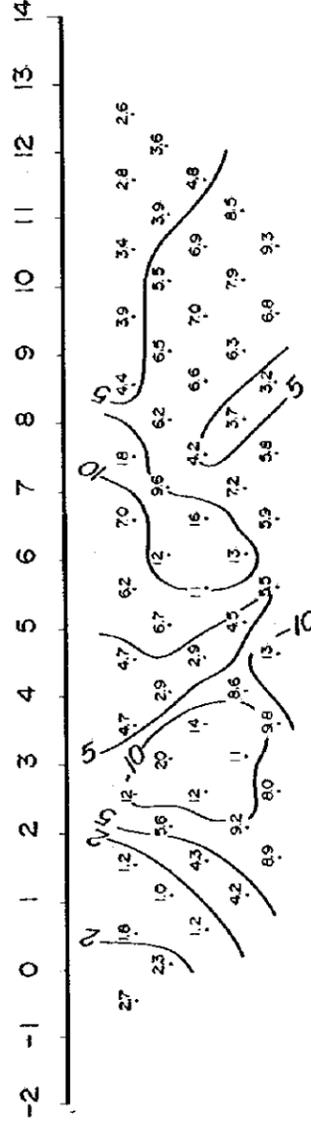
Topography



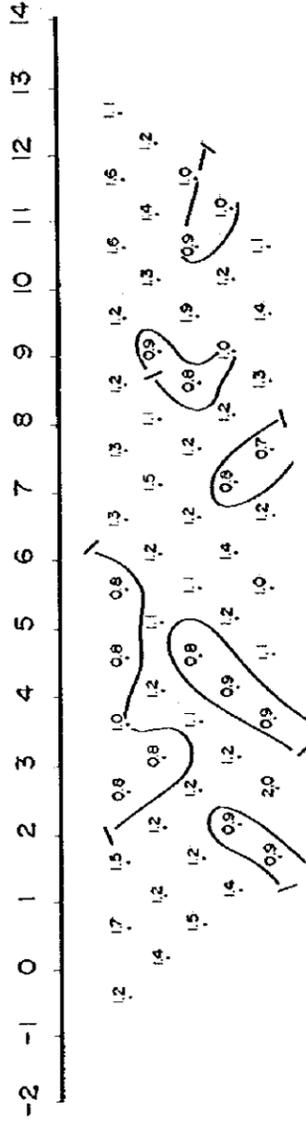
2.5 HZ APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



0.3 HZ APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)

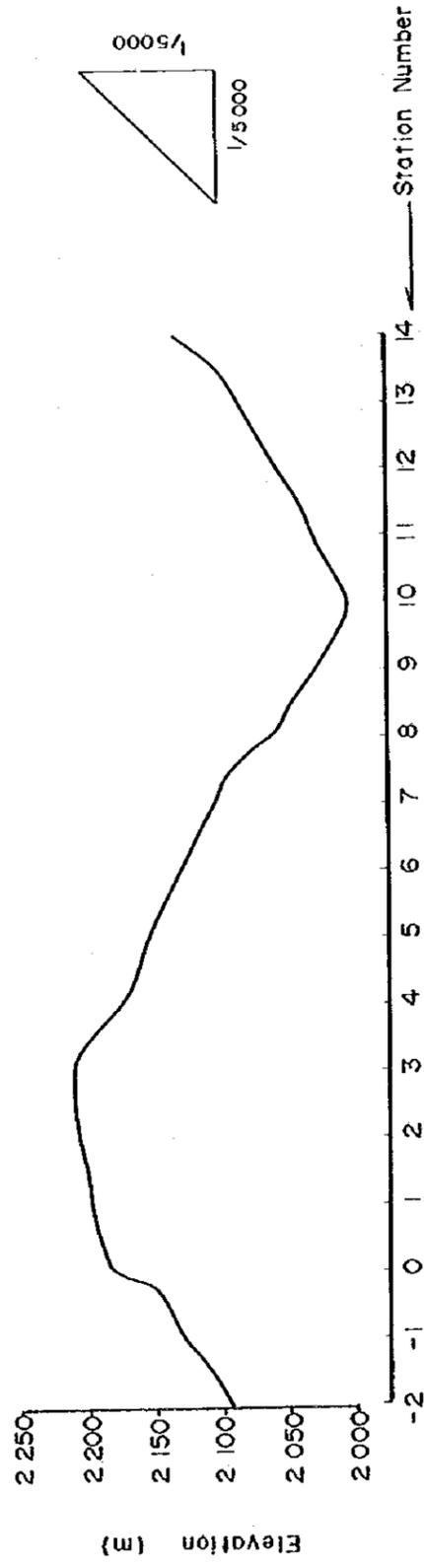


PFE (%)

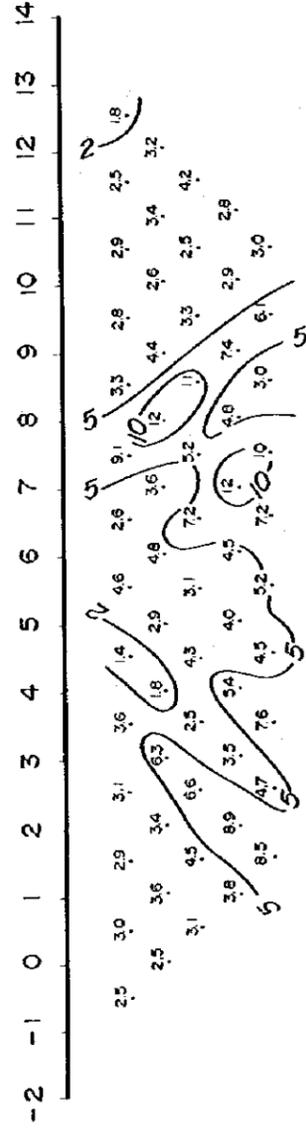


第II-2-2 見掛比抵抗断面図及UPFE断面図 (0.3Hz、2.5Hz、0.3~2.5Hz) Line 1

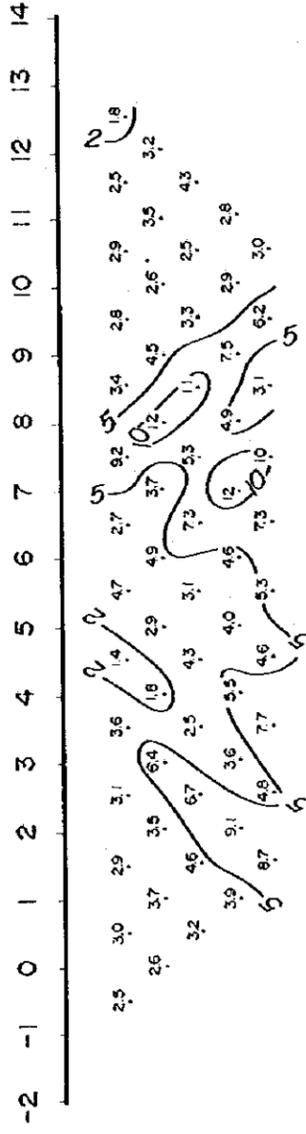
Topography



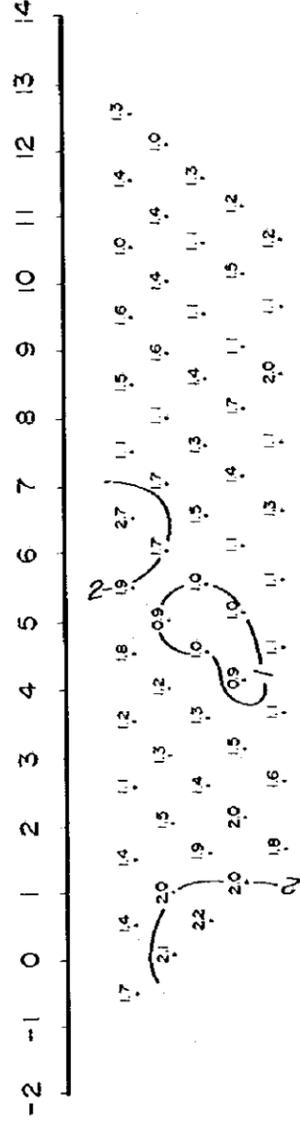
2.5 Hz APPARENT RESISTIVITY (kΩ·m) (RAW DATA)



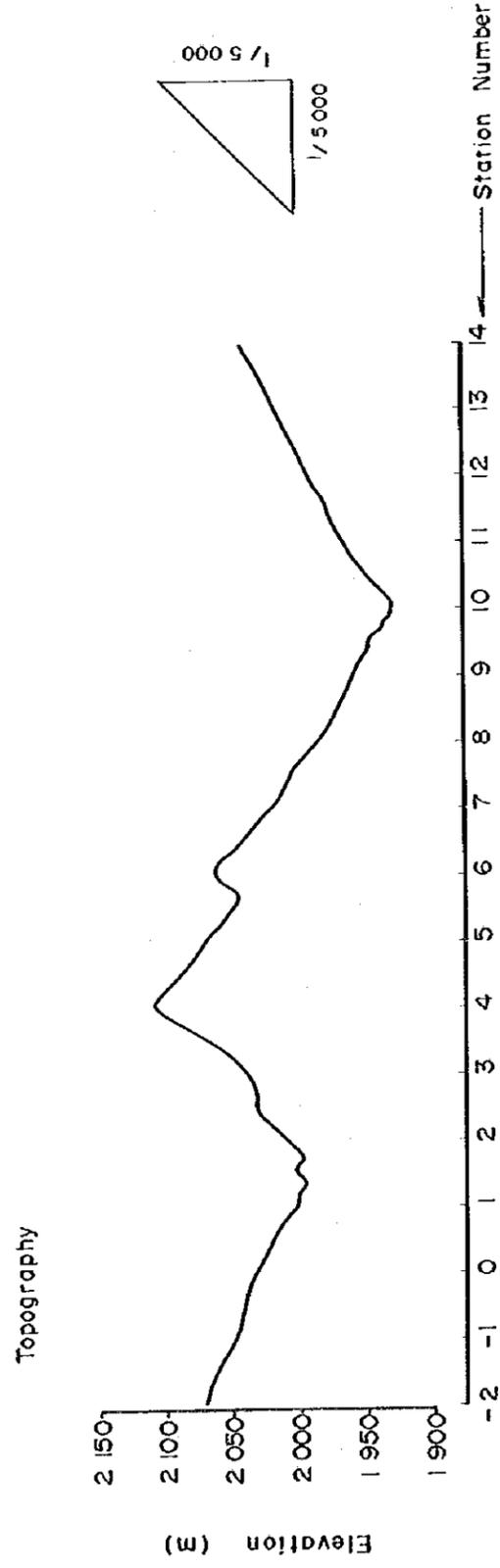
0.3 Hz APPARENT RESISTIVITY (kΩ·m) (RAW DATA)



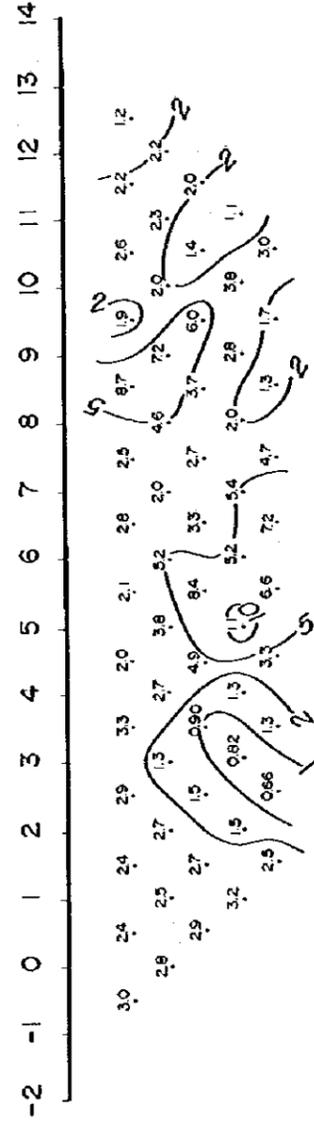
PFE (%)



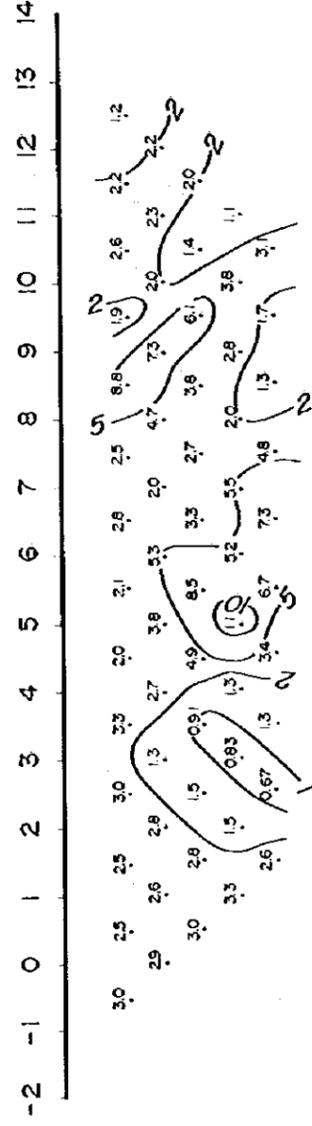
第II-2-3图 见挂比抵抗断面图及PFE断面图(0.3Hz、2.5Hz、0.3~2.5Hz) Line 3



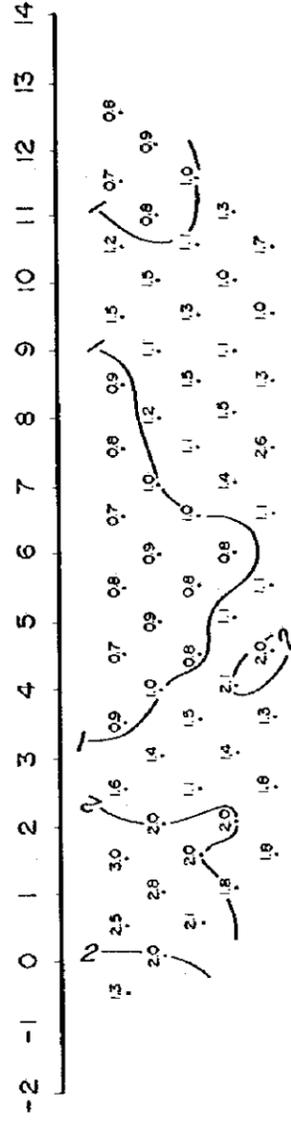
2.5 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



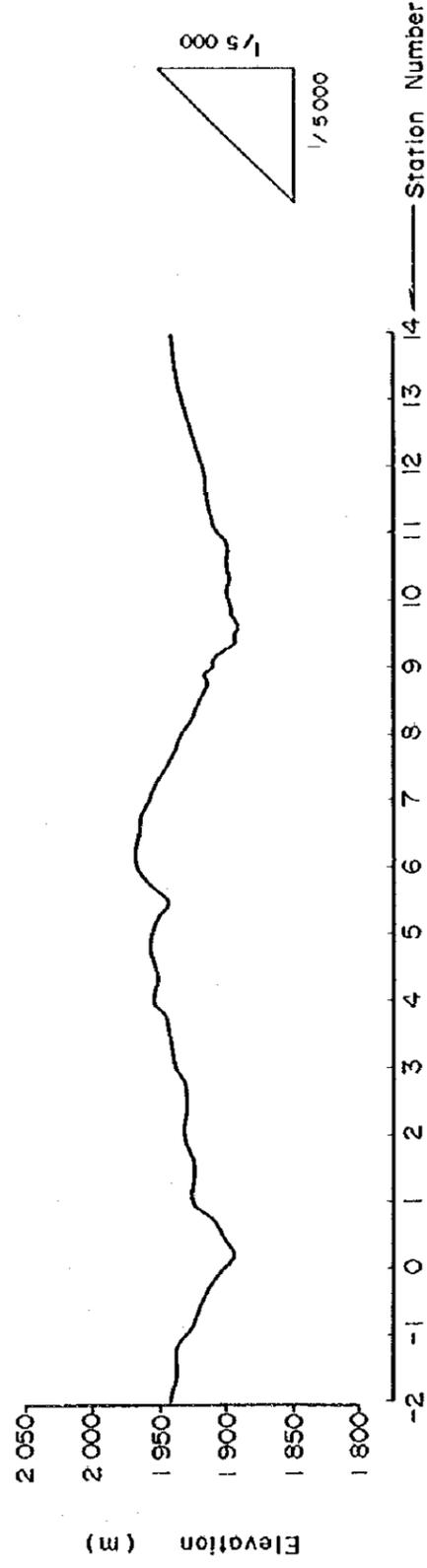
0.3 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



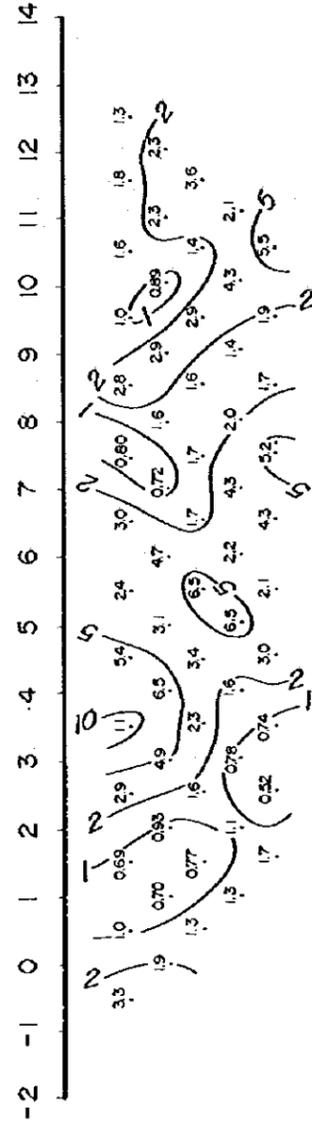
PFE (%)



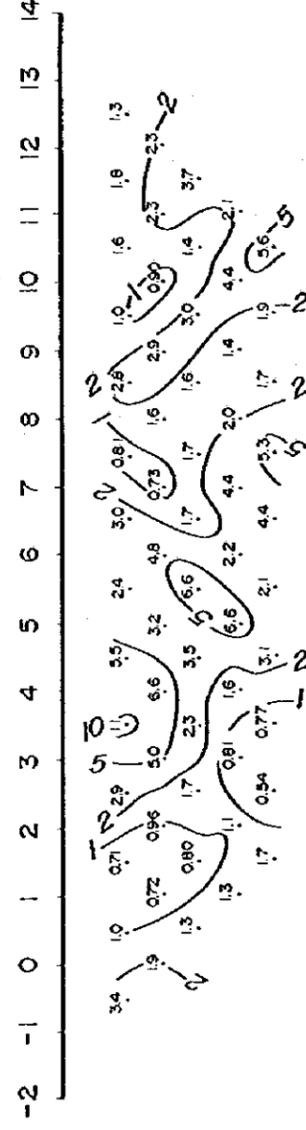
Topography



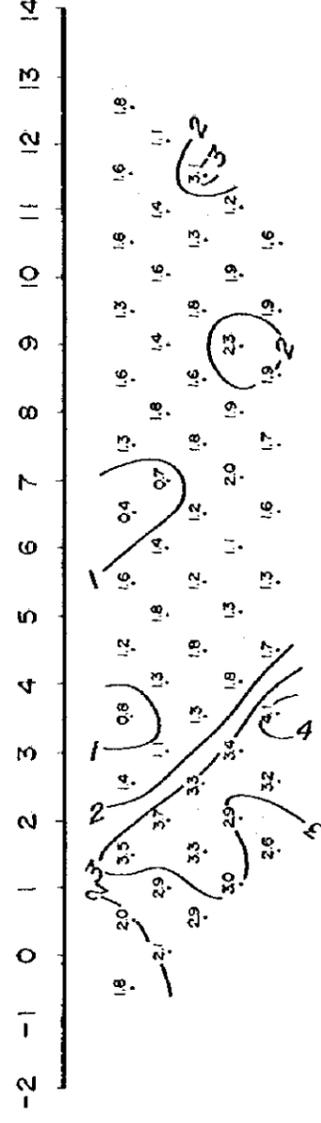
2.5 HZ APPARENT RESISTIVITY (kΩ·m) (RAW DATA)



0.3 HZ APPARENT RESISTIVITY (kΩ·m) (RAW DATA)

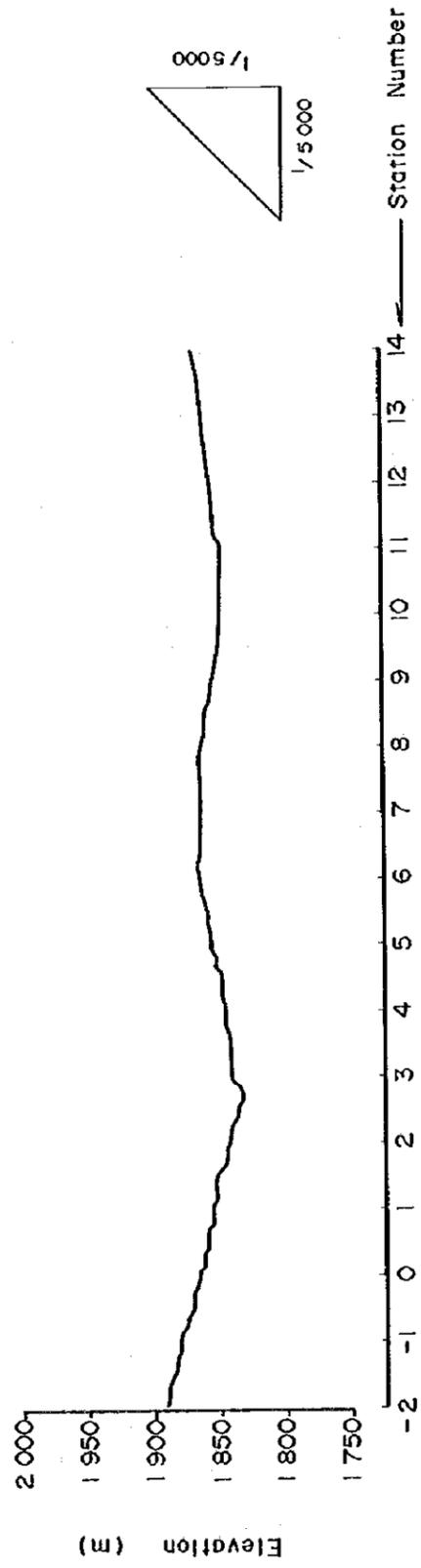


PFE (%)

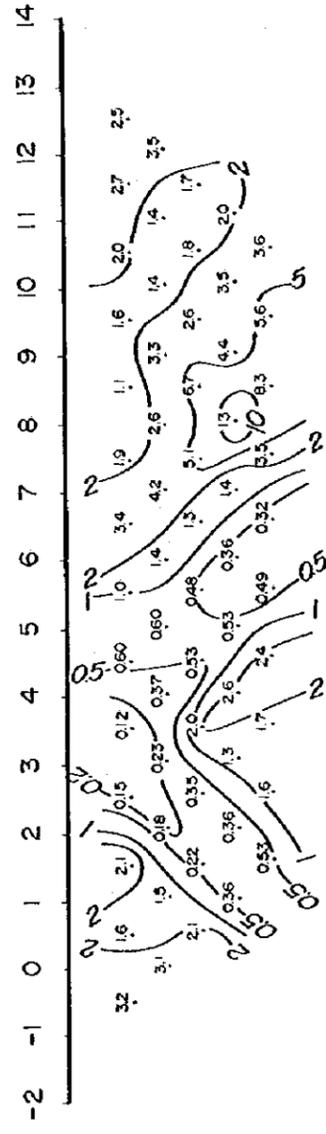


第II—2—5 图 晃掛比抵抗断面图及PFE断面图 (0.3Hz、2.5Hz、0.3~2.5Hz) Line 7

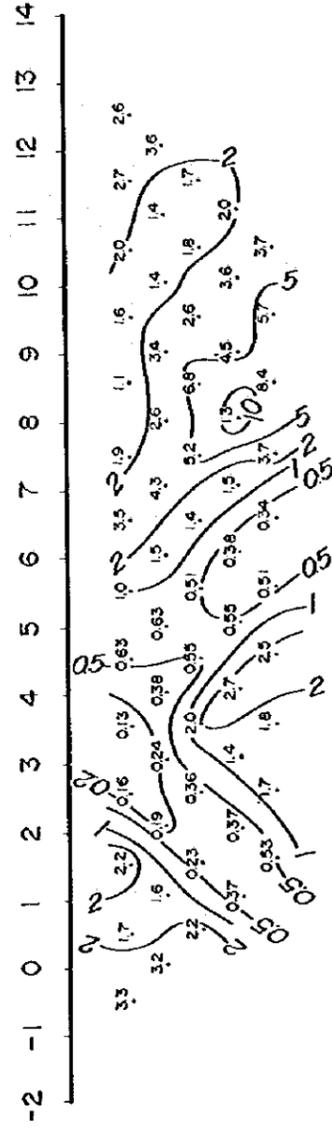
Topography



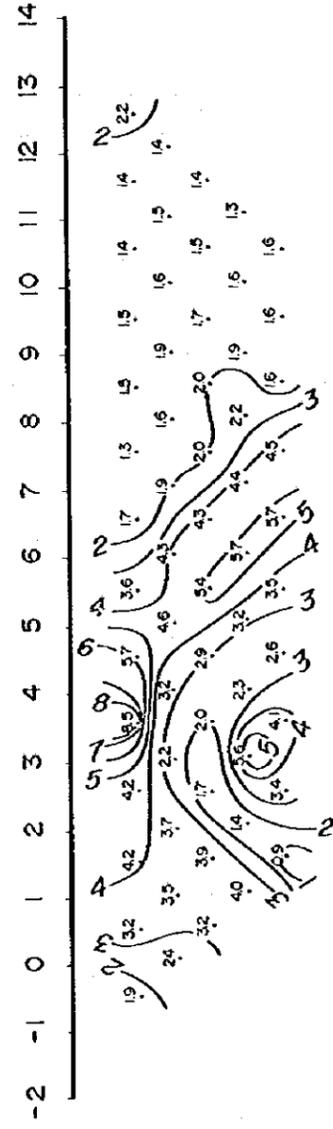
2.5 HZ APPARENT RESISTIVITY (kΩ·m) (RAW DATA)



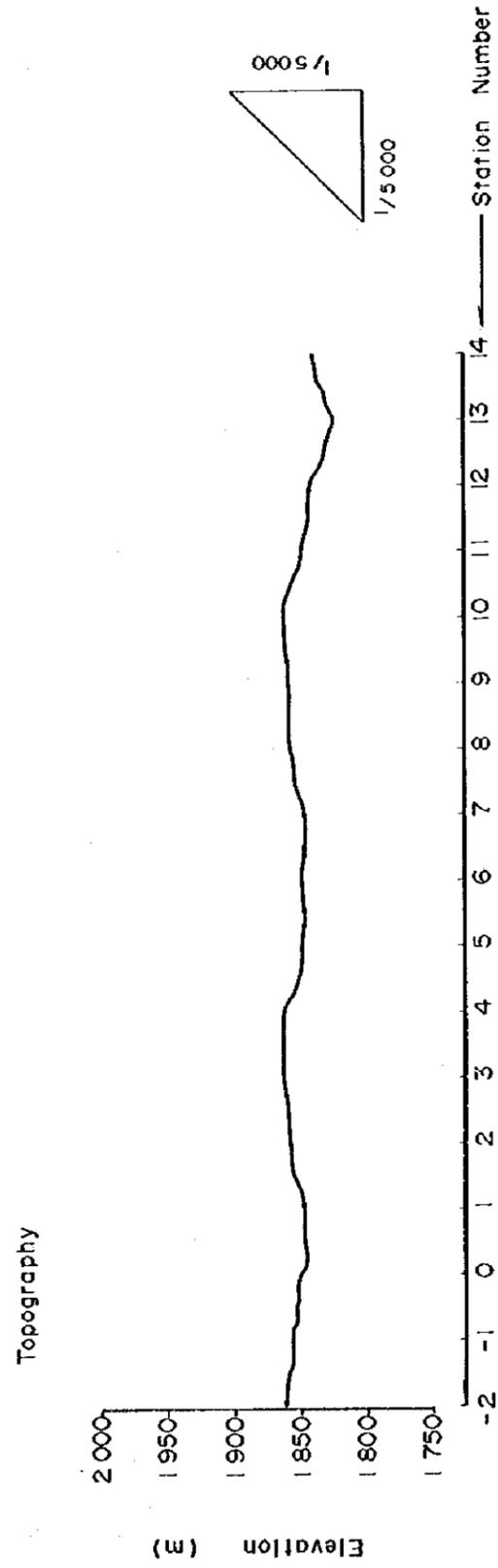
0.3 HZ APPARENT RESISTIVITY (kΩ·m) (RAW DATA)



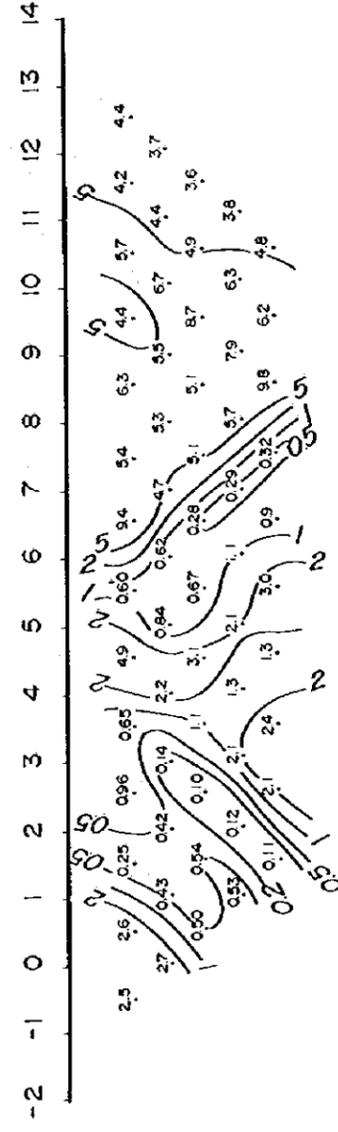
PFE (%)



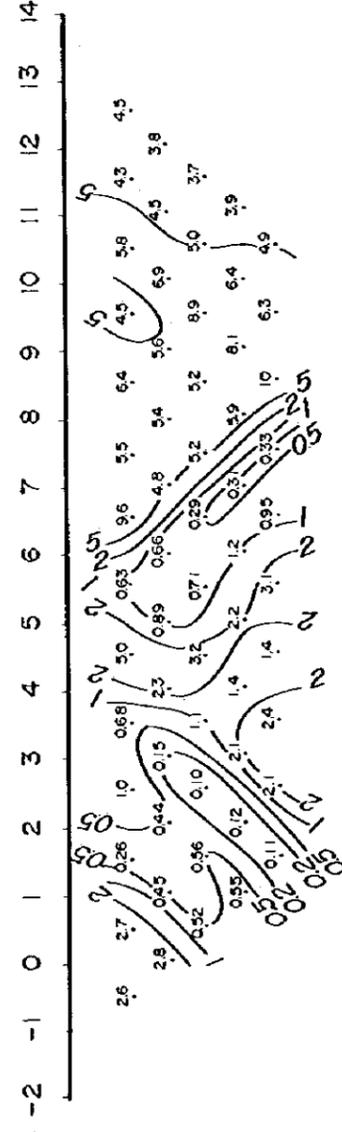
第 I-2-6 图 见推比抵抗断面图及 PFE 断面图 (0.3Hz、2.5Hz、0.3~2.5Hz) Line 8



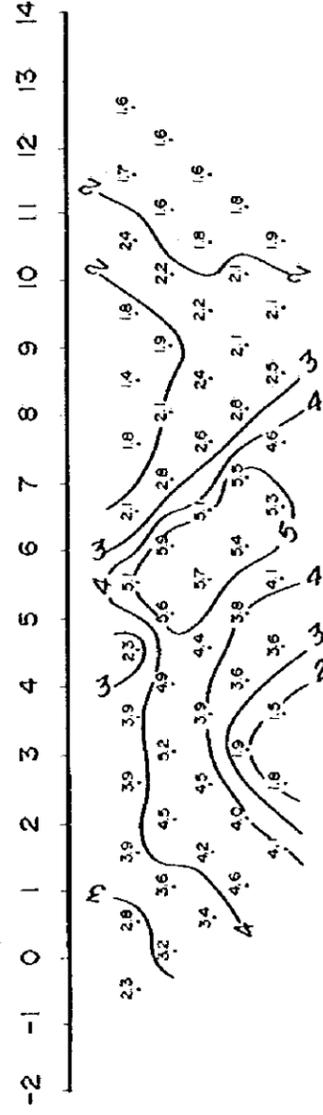
2.5 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



0.3 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)

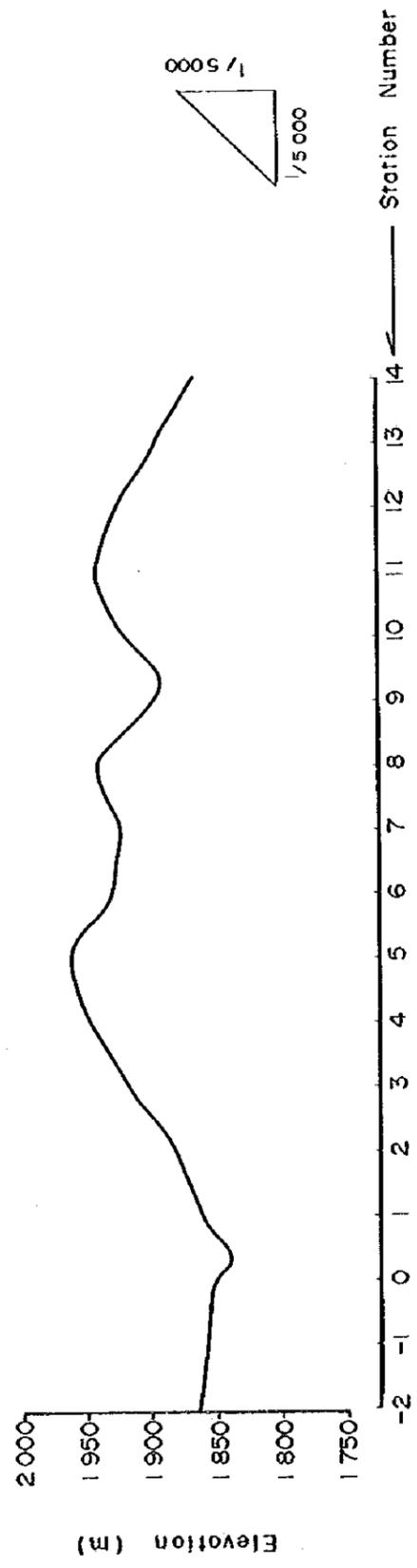


PFE (%)

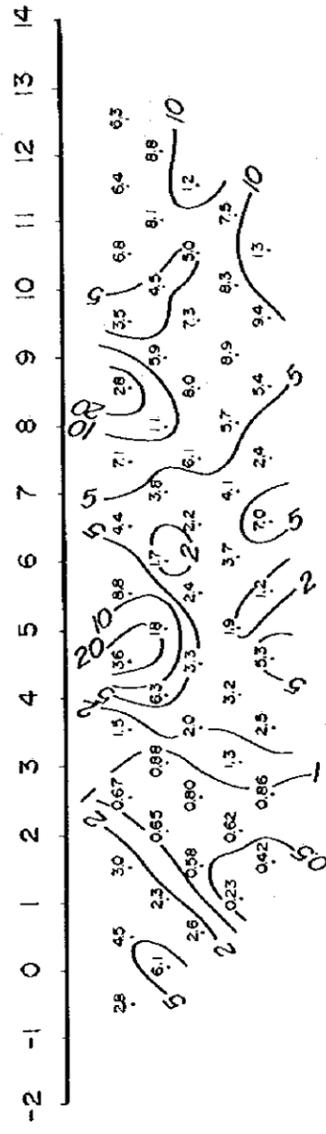


第 II - 2 - 7 图 見掛比抵抗断面图及 PFE 断面图 (0.3 Hz、2.5 Hz、0.3 ~ 2.5 Hz) Line 9

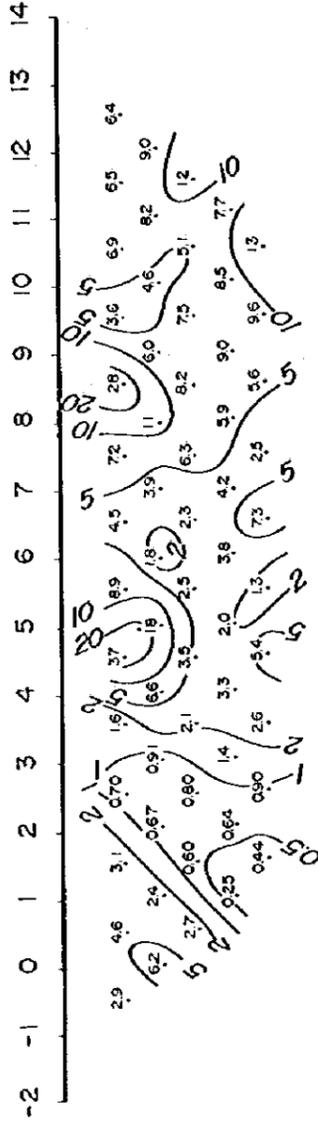
Topography



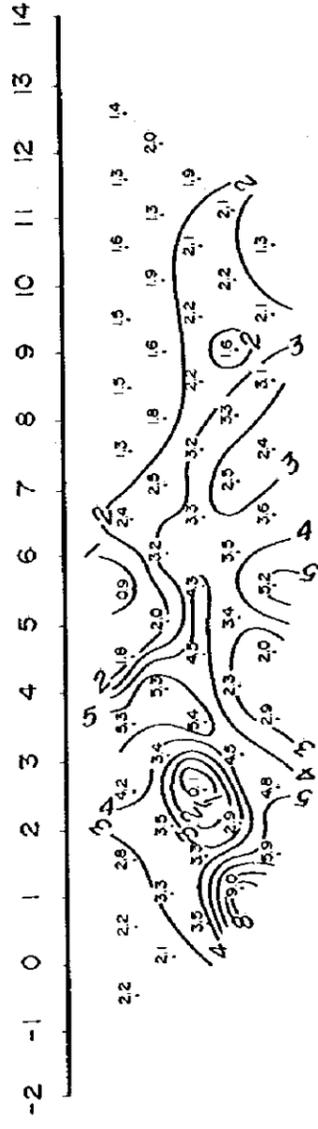
2.5 Hz APPARENT RESISTIVITY (kΩ·m) (RAW DATA)



0.3 Hz APPARENT RESISTIVITY (kΩ·m) (RAW DATA)

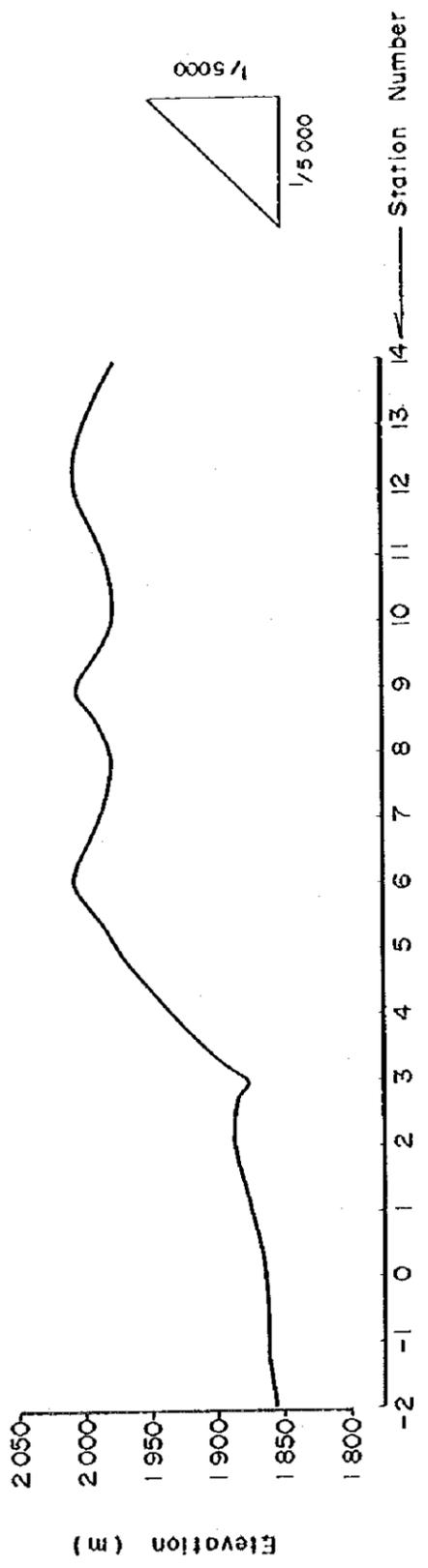


PFE (%)

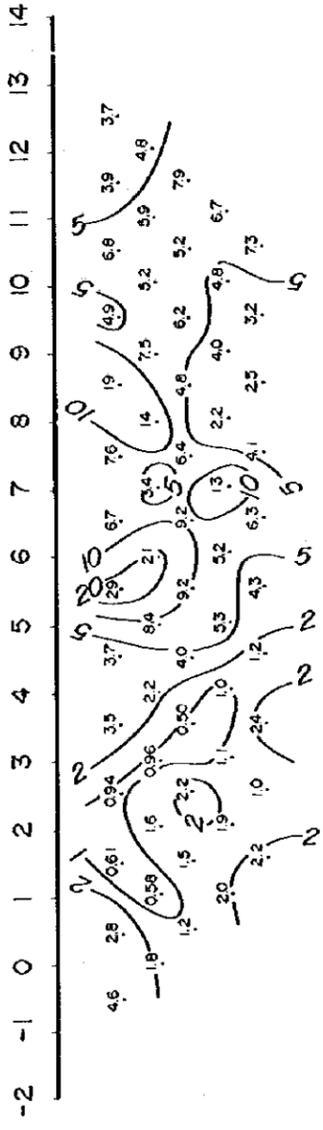


第II-2-8 圖 見掛比抵抗断面圖及PFE断面圖(0.3Hz、2.5Hz、0.3~2.5Hz) Line 10

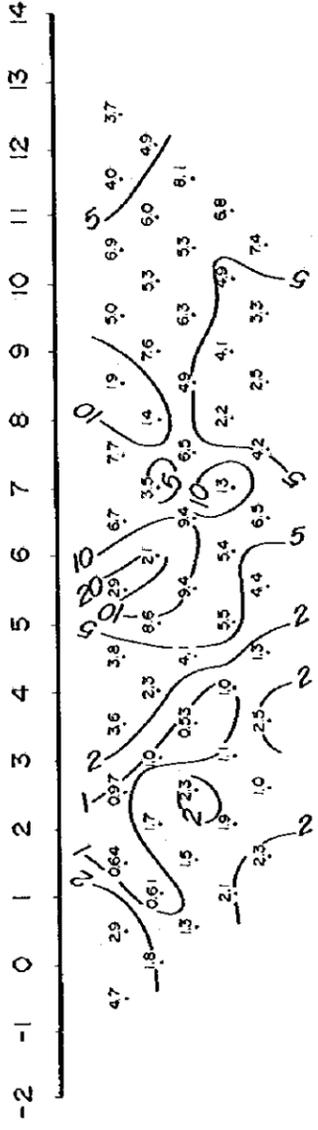
Topography



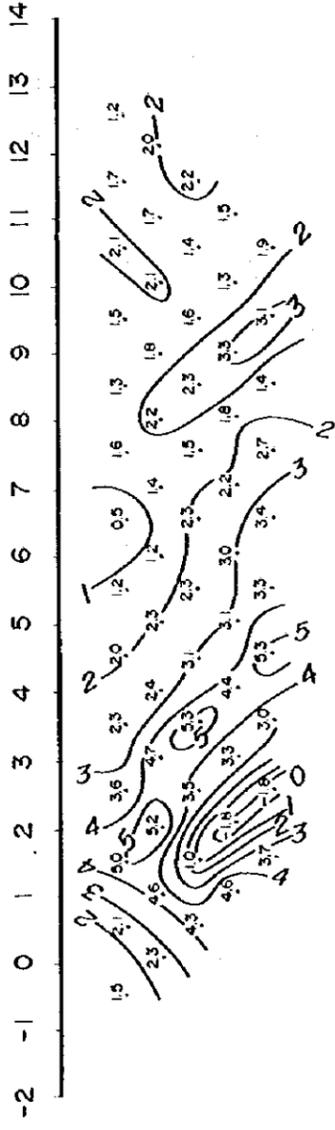
2.5 HZ APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



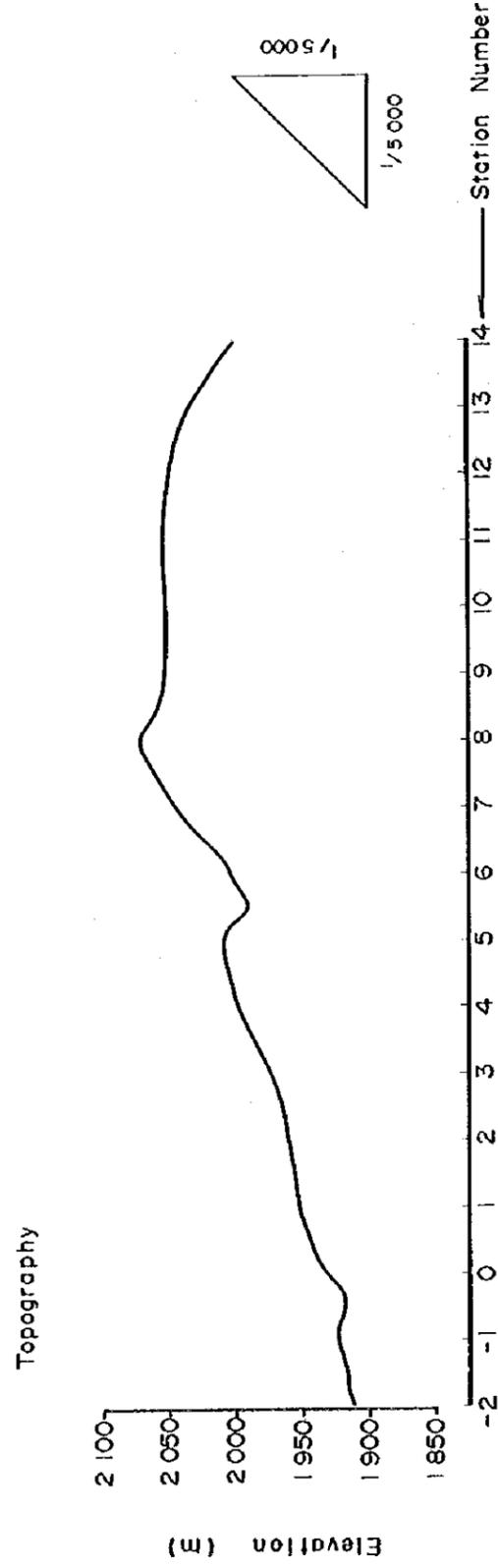
0.3 HZ APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



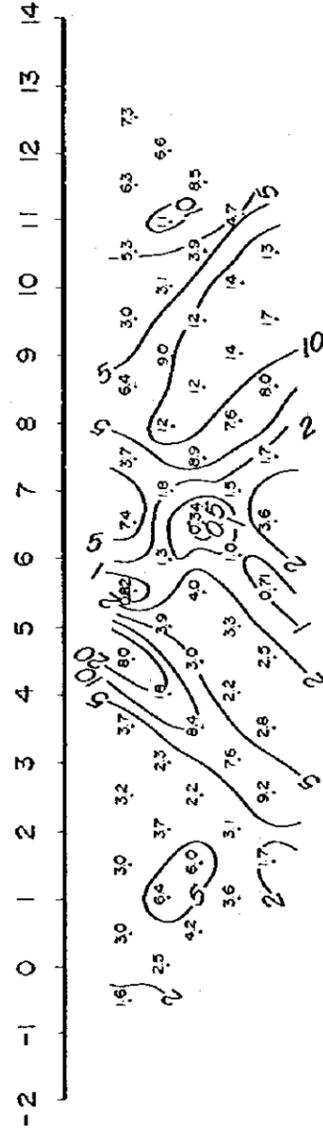
PFE (%)



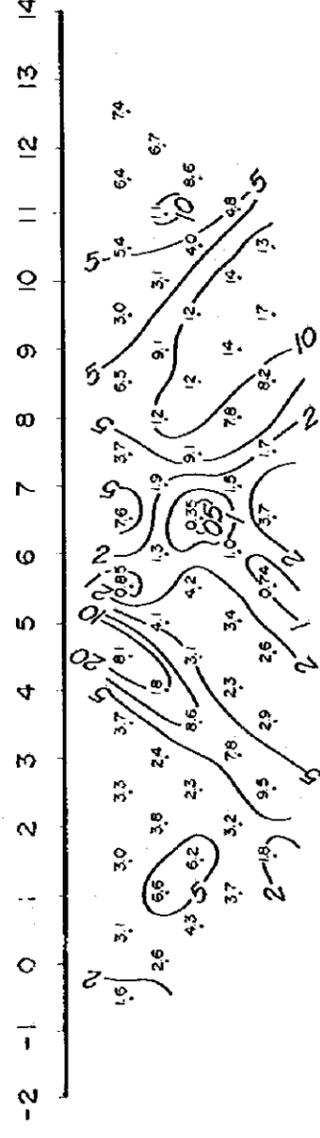
第 I - 2 - 9 图 见掛比抵抗断面图及 PFE 断面图 (0.3Hz、2.5Hz、0.3~2.5Hz) Line 11



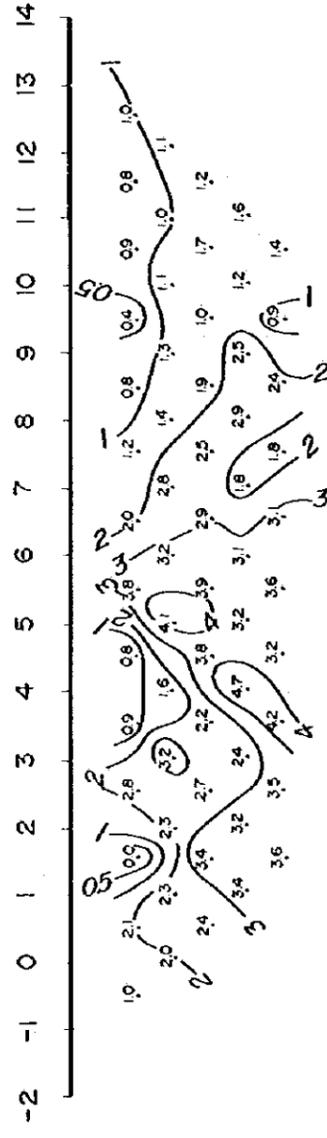
2.5 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)

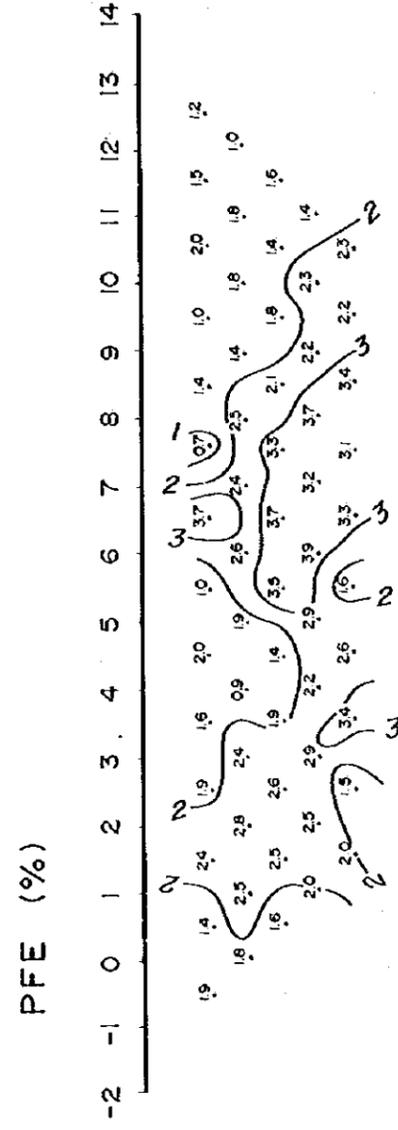
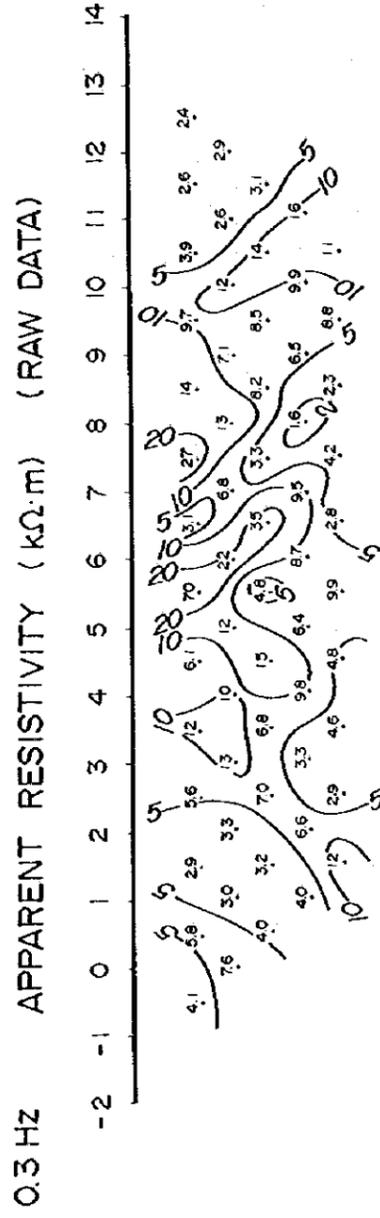
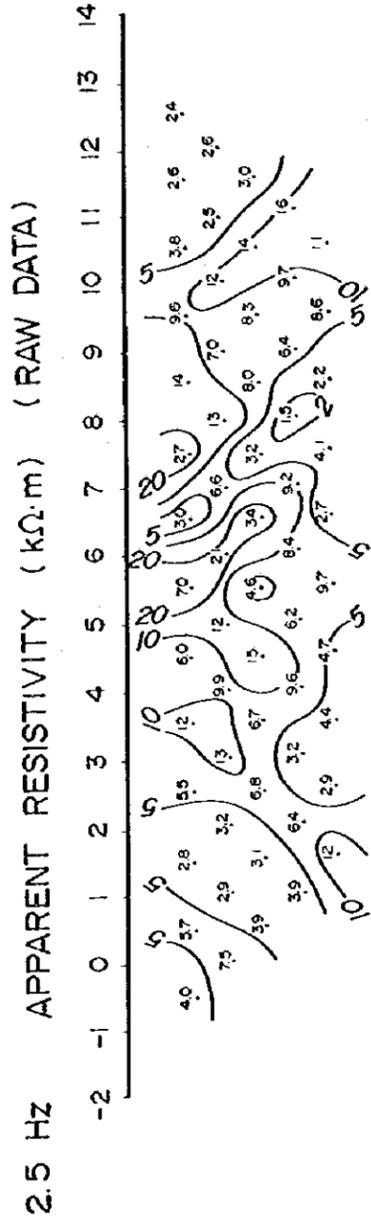
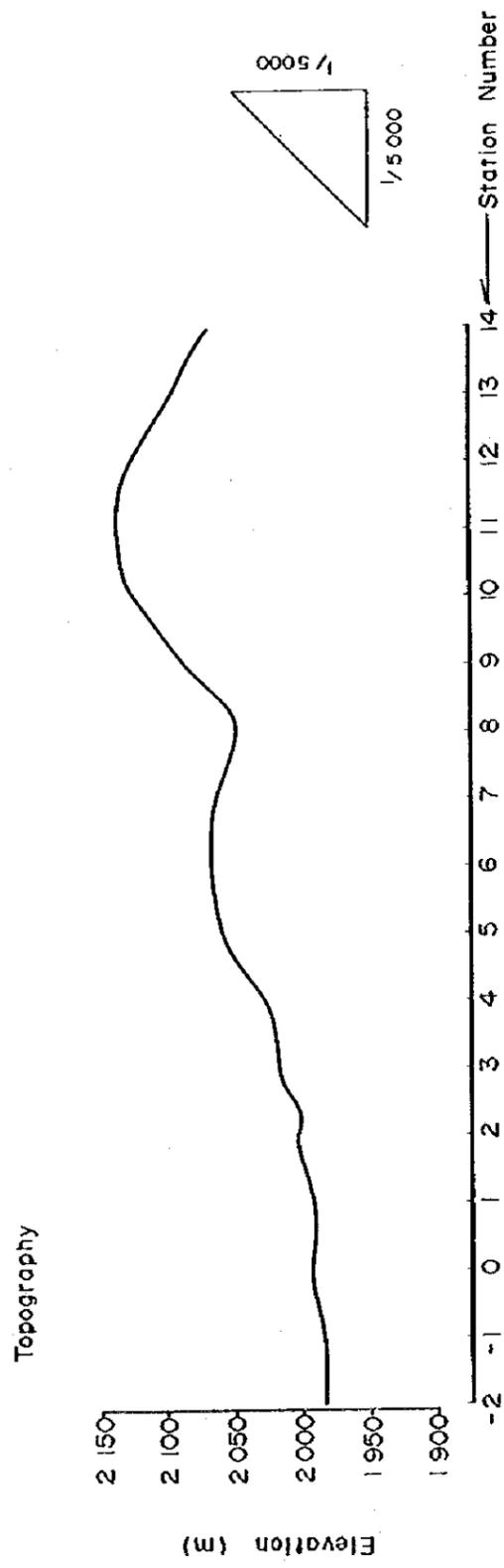


0.3 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)

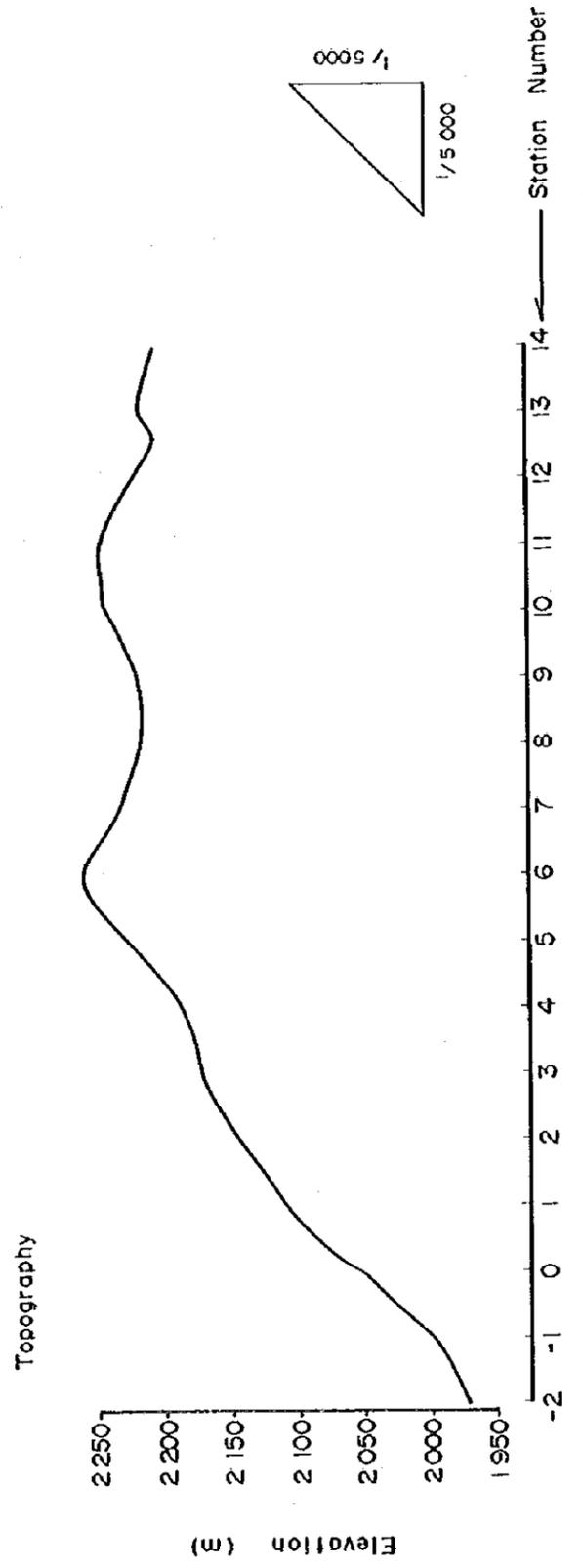


PFE (%)

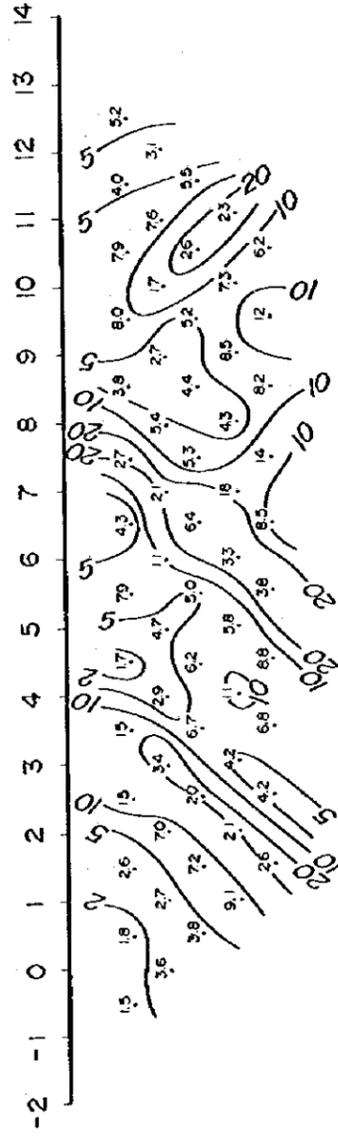




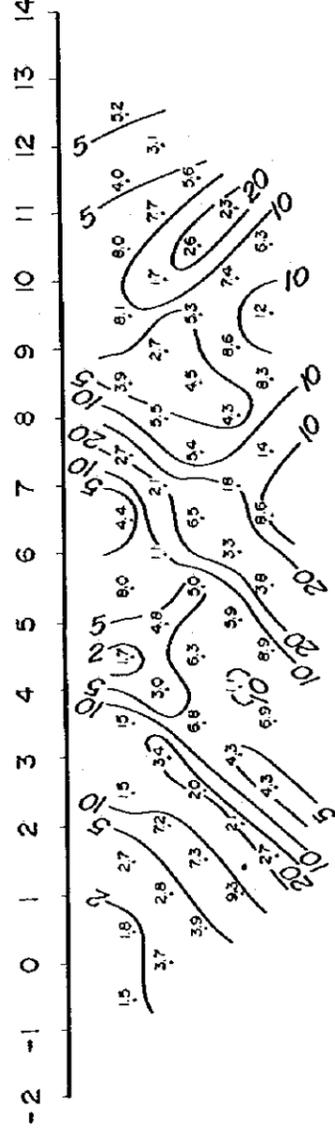
第II-2-11图 悬挂比抵抗断面图及PFE断面图(0.3Hz、2.5Hz、0.3~2.5Hz) Line 13



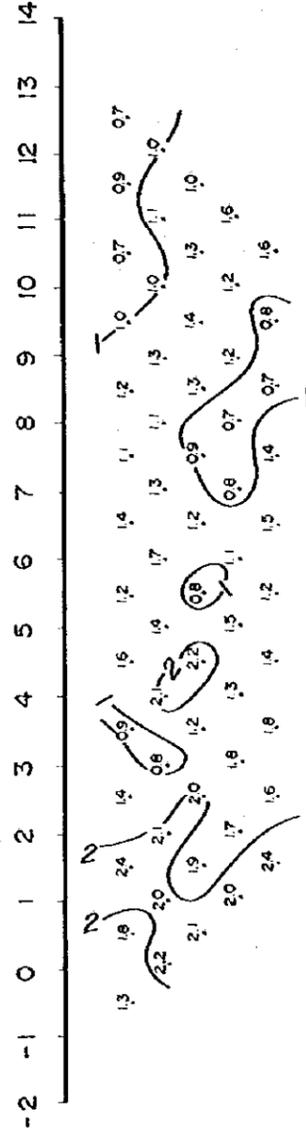
2.5 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



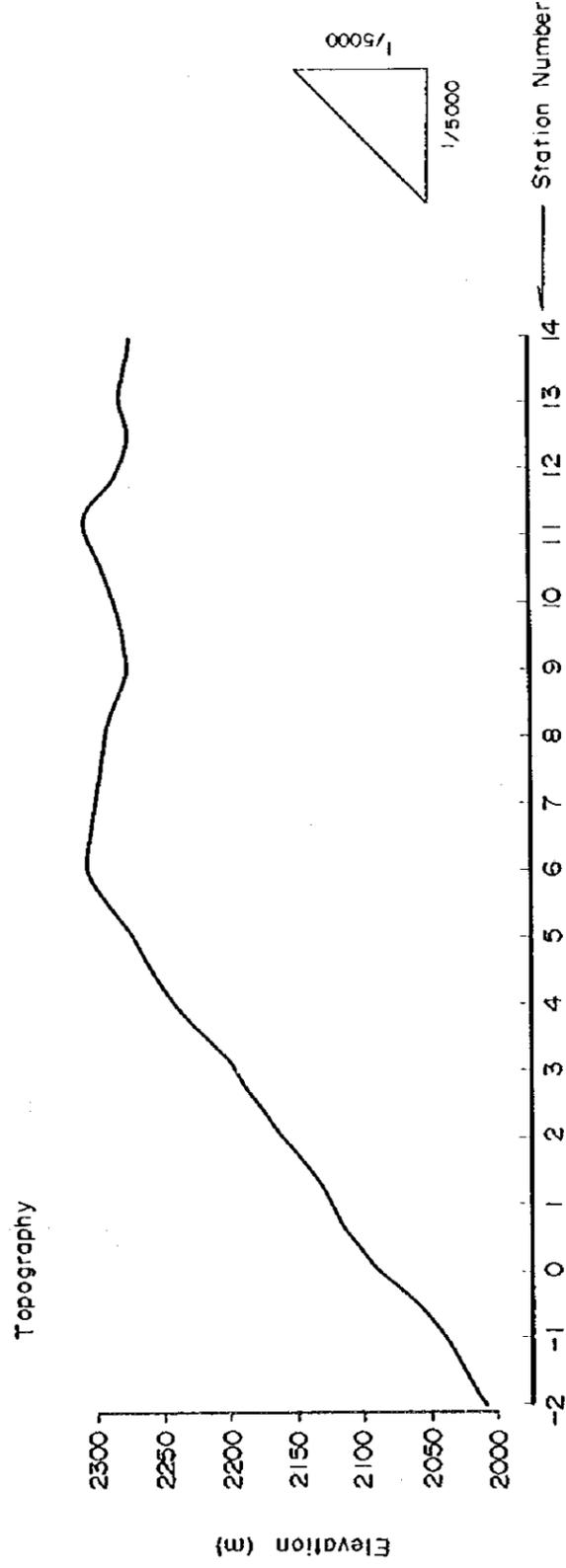
0.3 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



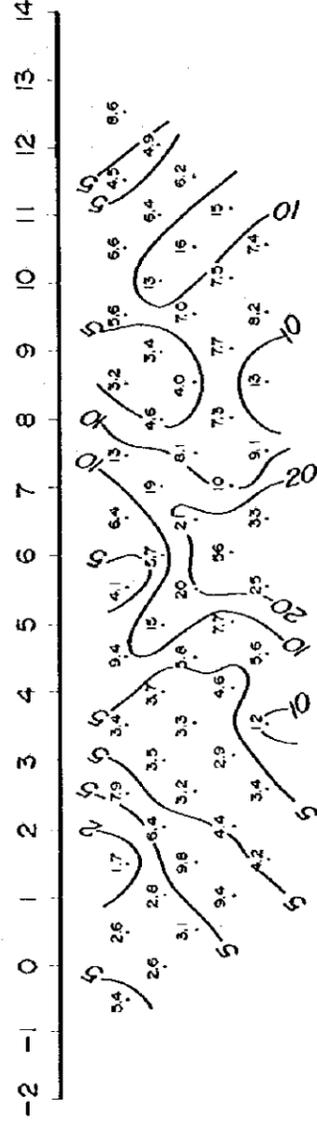
PFE (%)



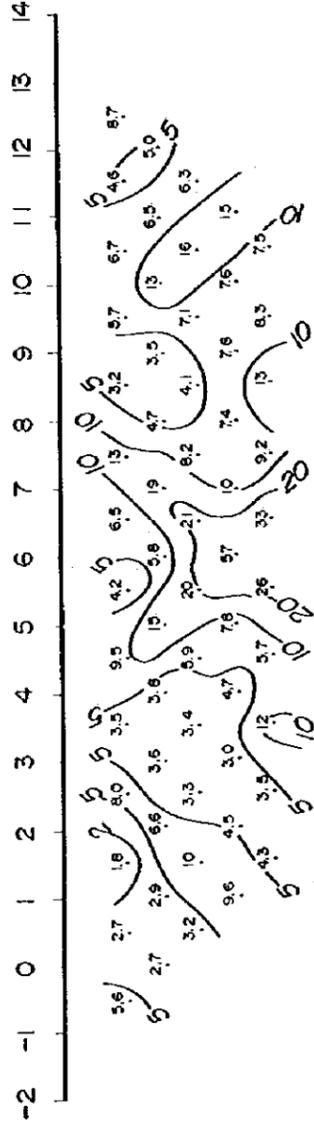
第II—2—12图 见挂比抵抗断面图及PFE断面图(0.3Hz、2.5Hz、0.3~2.5Hz) Line 15



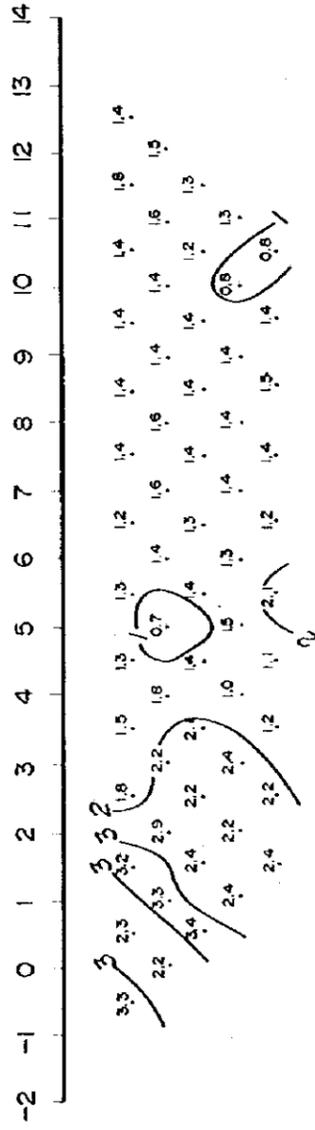
2.5 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



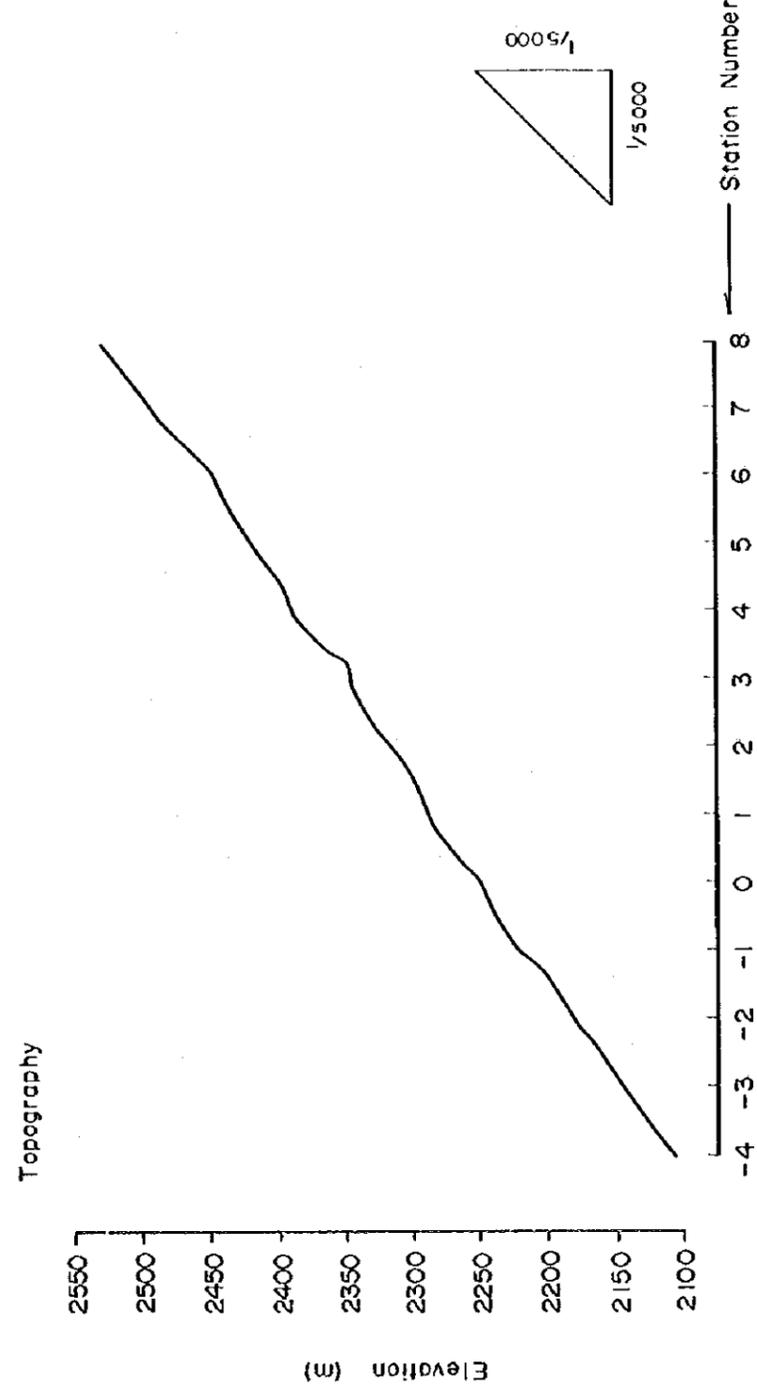
0.3 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



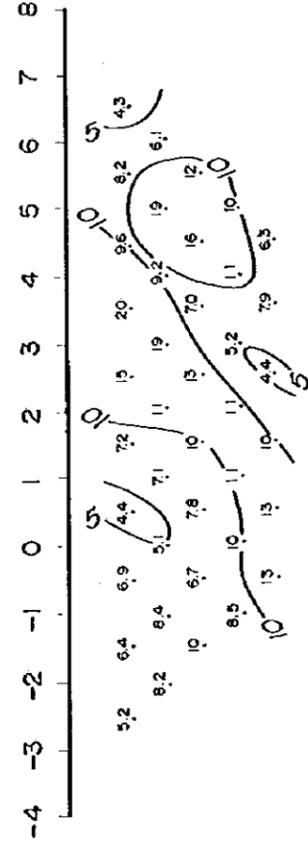
PFE (%)



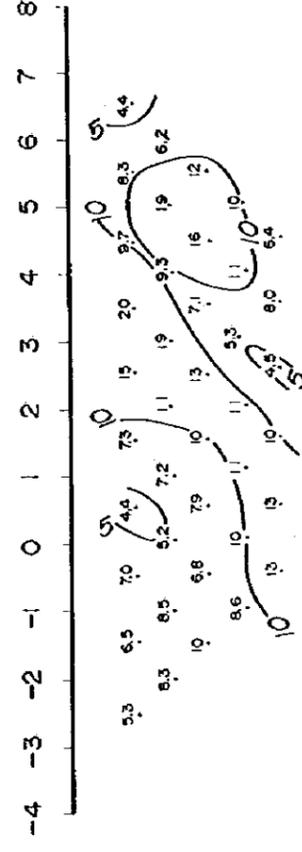
第II—2—13图 见挂比插抗断面图及PFE断面图(0.3Hz、2.5Hz、0.3~2.5Hz) Line 16



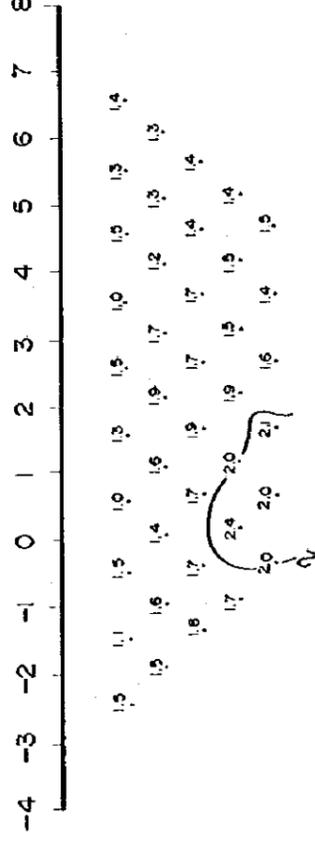
2.5 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



0.3 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)

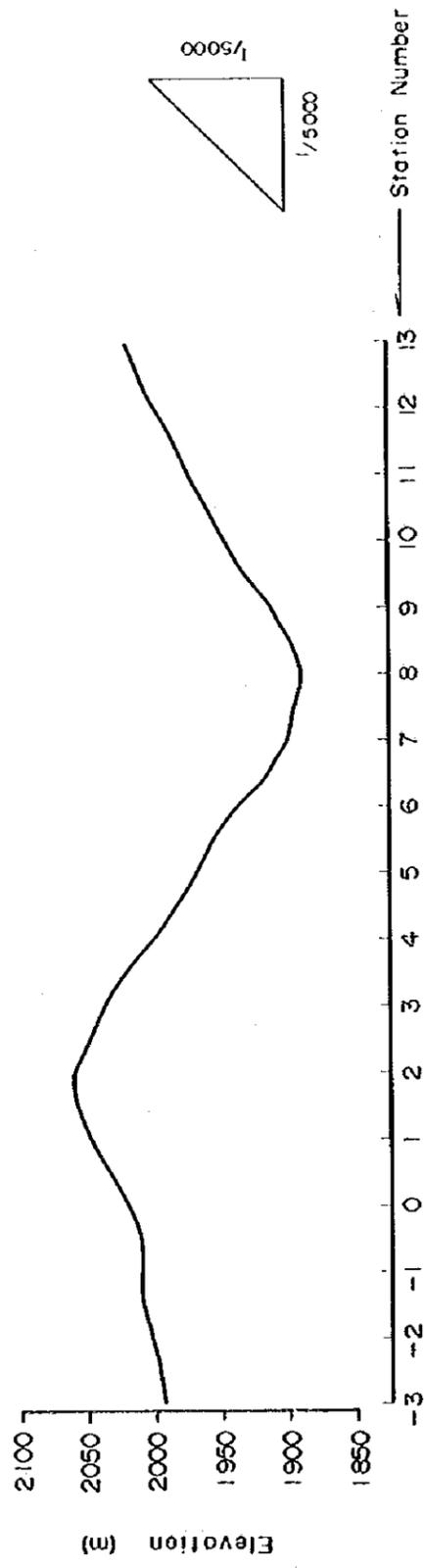


PFE (%)

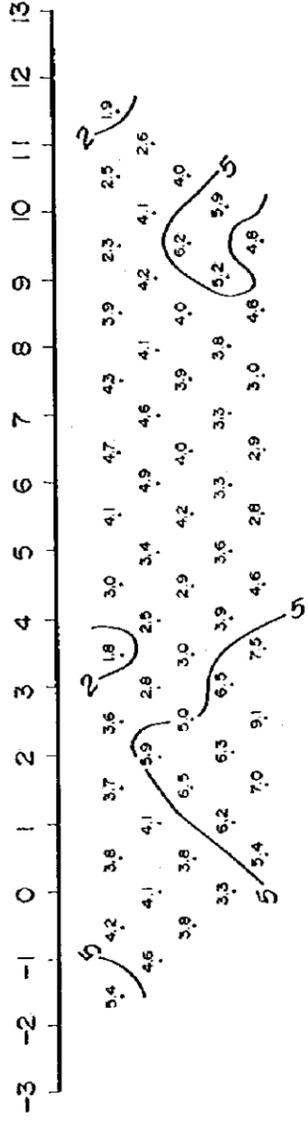


第II-2-14图 见槽比抵抗断面图及PFE断面图(0.3Hz、2.5Hz、0.3~2.5Hz) Line 18

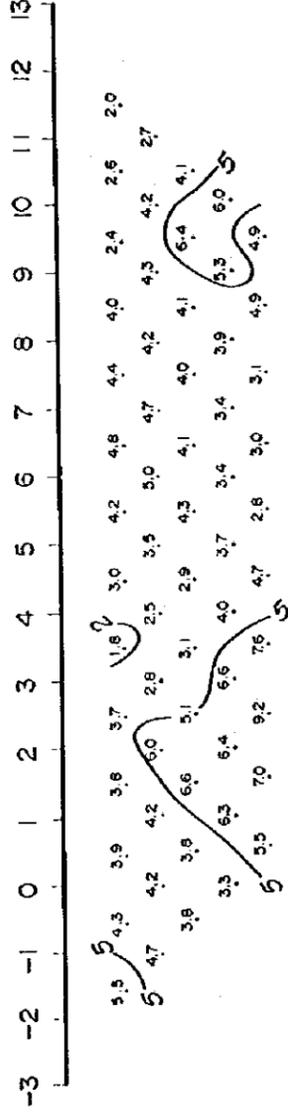
Topography



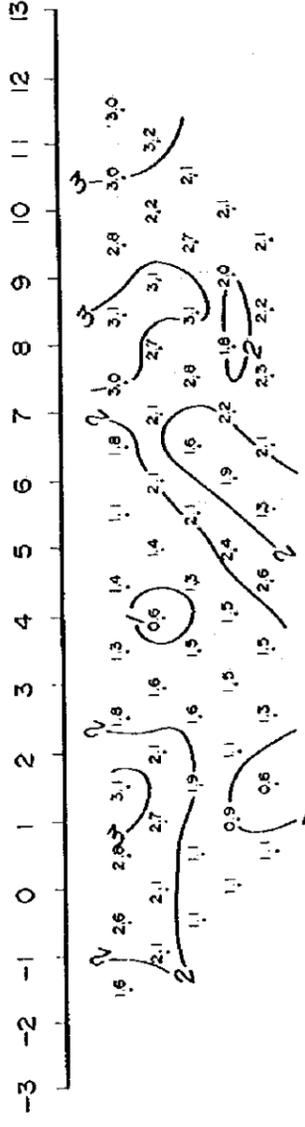
2.5 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



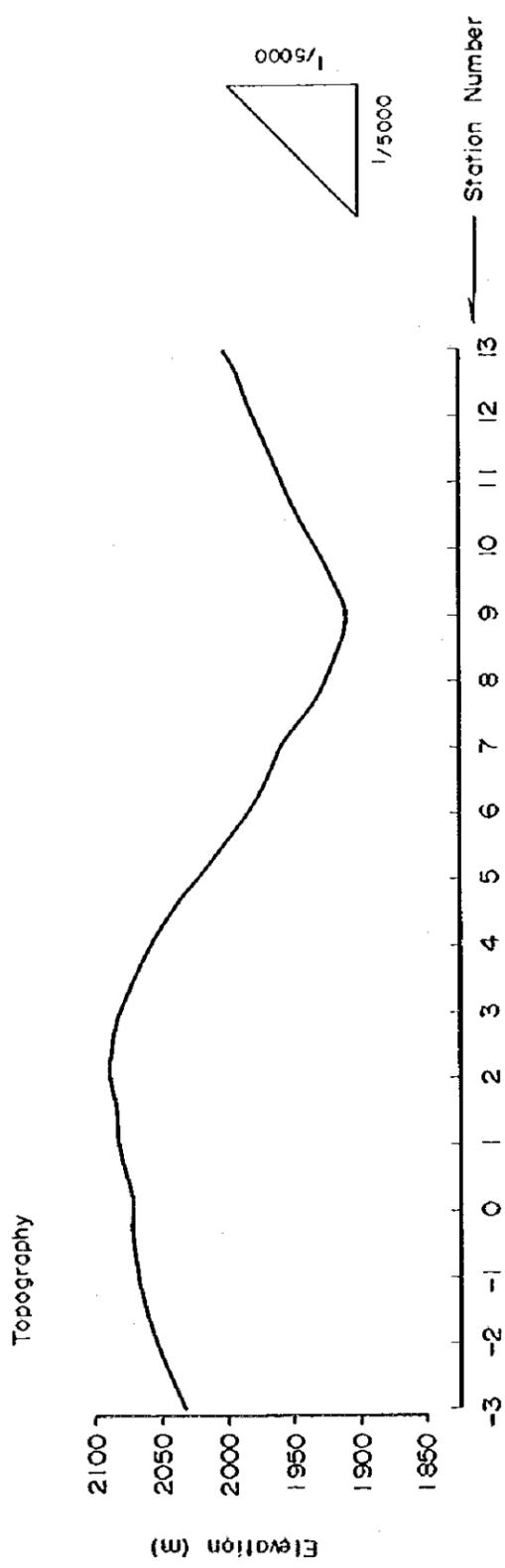
0.3 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



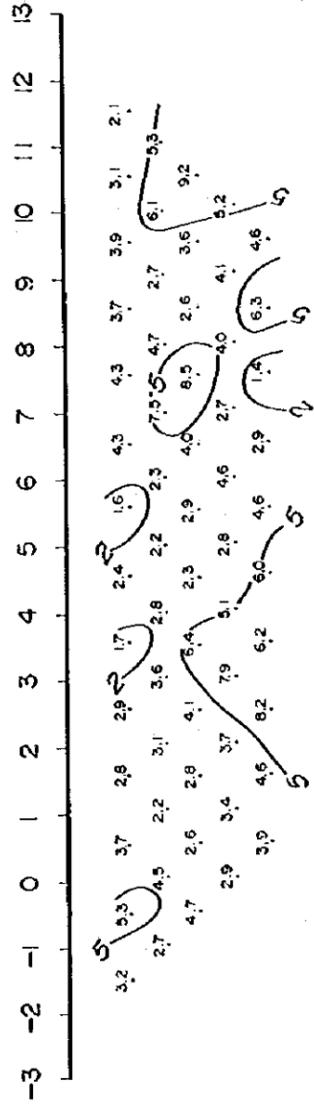
PFE (%)



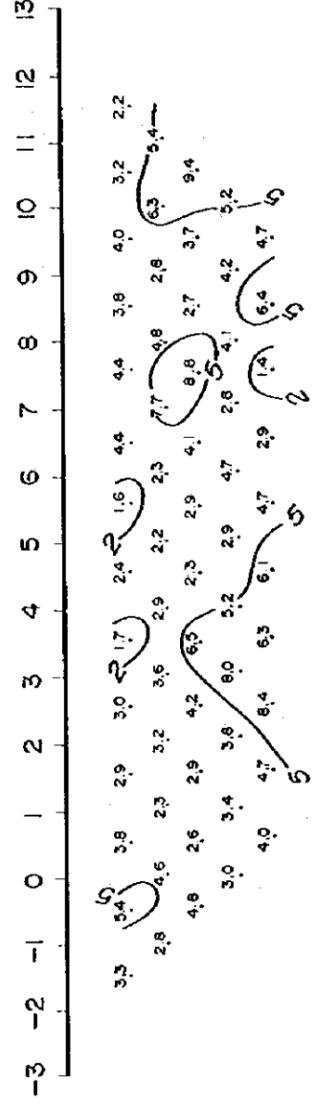
第 II - 2 - 15 图 悬挂比抵抗断面图及 PFE 断面图 (0.3 Hz、2.5 Hz、0.3 ~ 2.5 Hz) Line 21



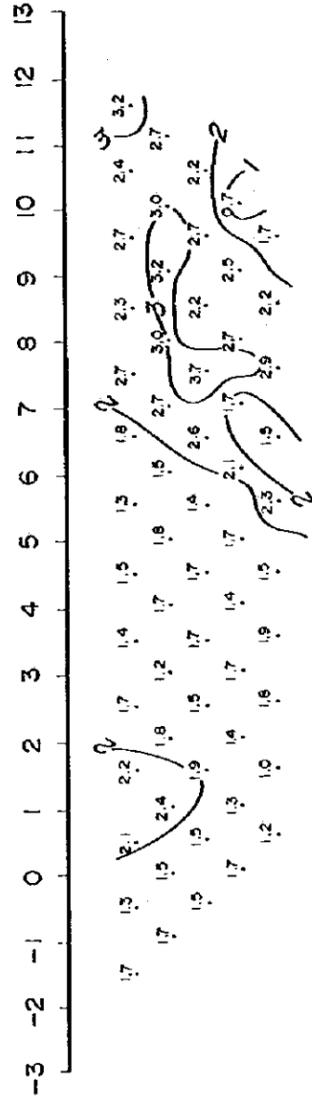
2.5 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



0.3 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)

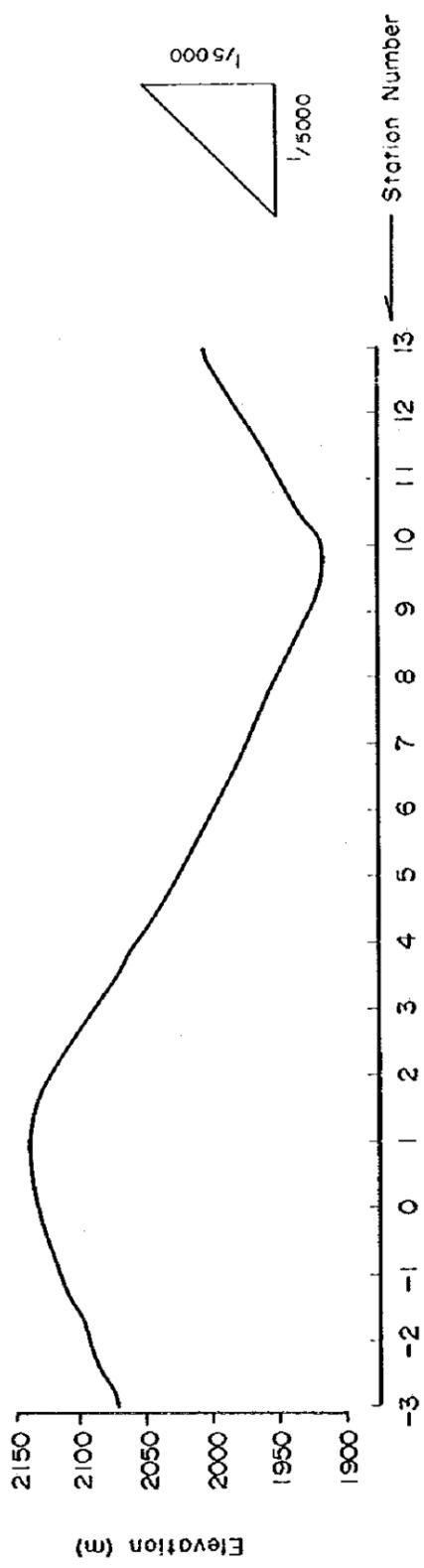


PFE (%)

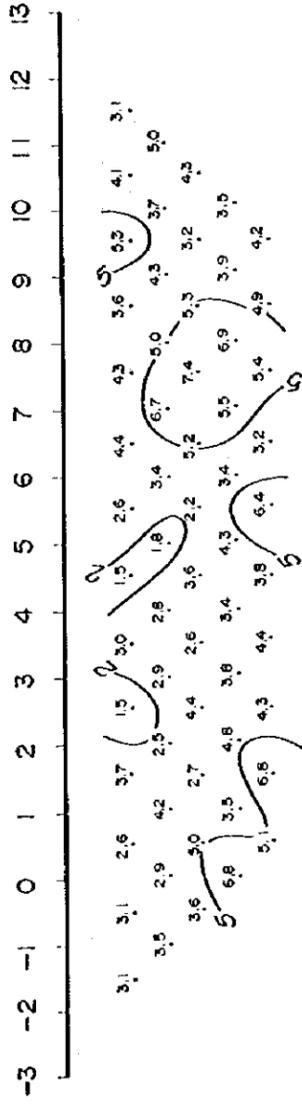


第 II - 2 - 16 图 見掛比抵抗断面图及 PFE 断面图 (0.3 Hz, 2.5 Hz, 0.3 ~ 2.5 Hz) Line 22

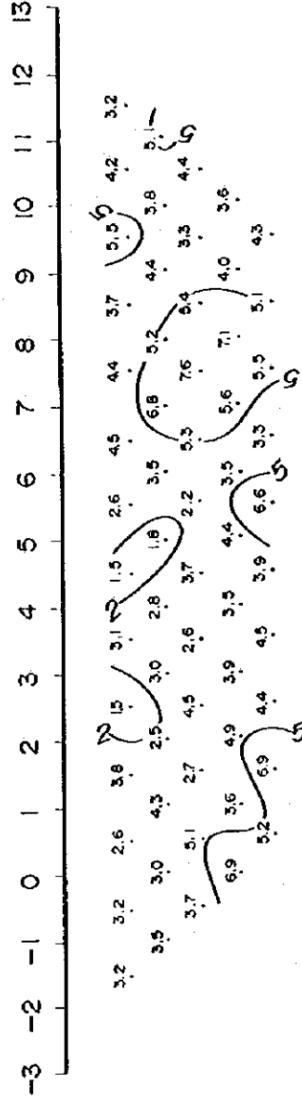
Topography



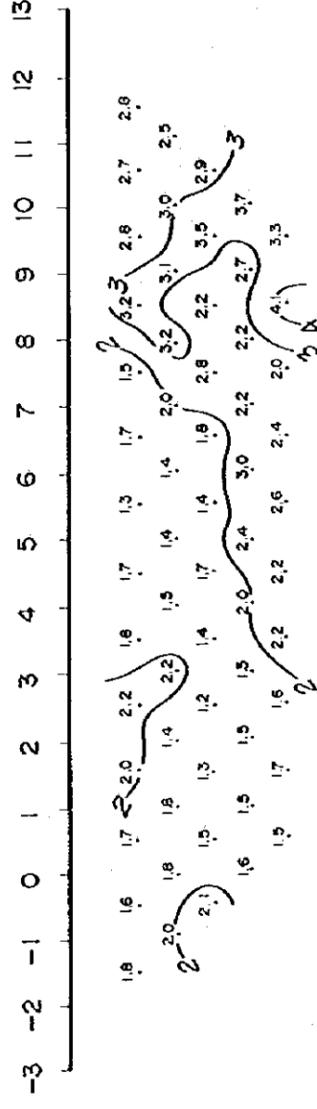
2.5 Hz APPARENT RESISTIVITY (kΩ·m) (RAW DATA)



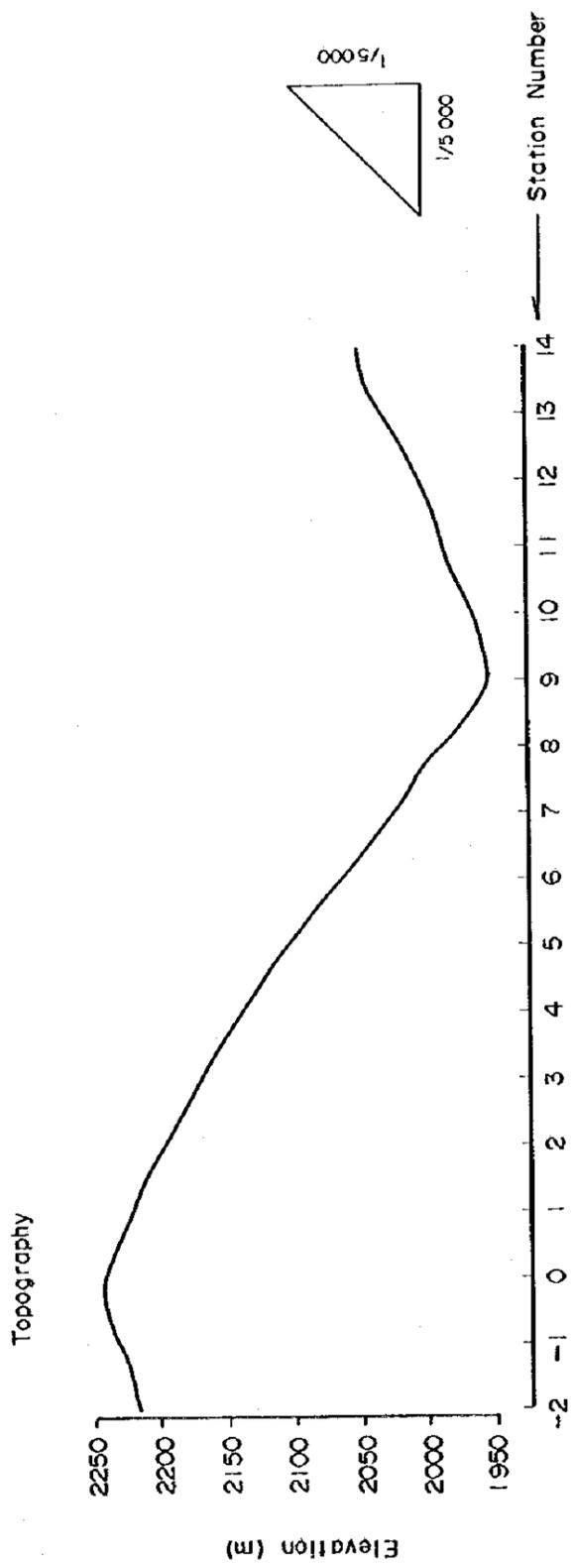
0.3 Hz APPARENT RESISTIVITY (kΩ·m) (RAW DATA)



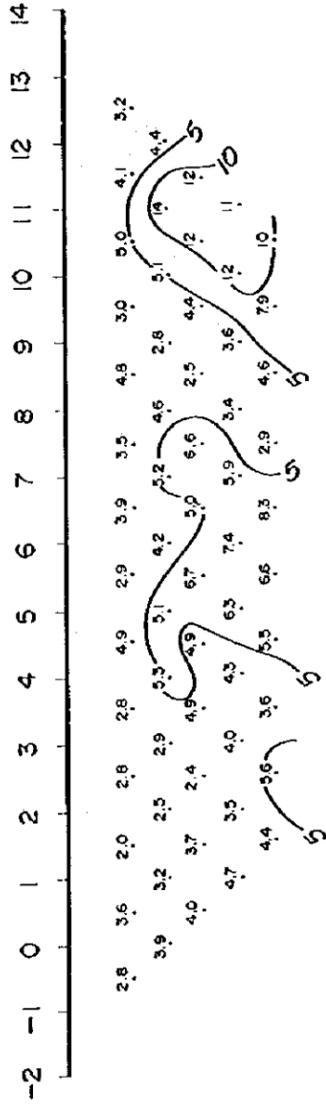
PFE (%)



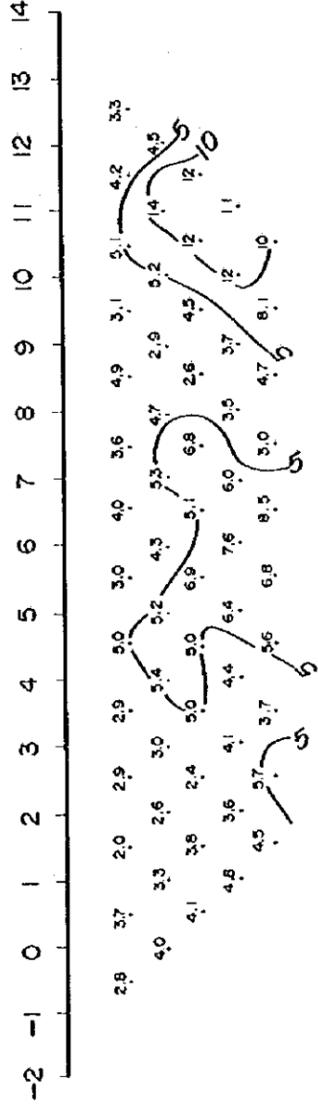
第 I - 2 - 17 图 見掛比抵抗断面图及 PFE 断面图 (0.3 Hz, 2.5 Hz, 0.3 ~ 2.5 Hz) Line 23



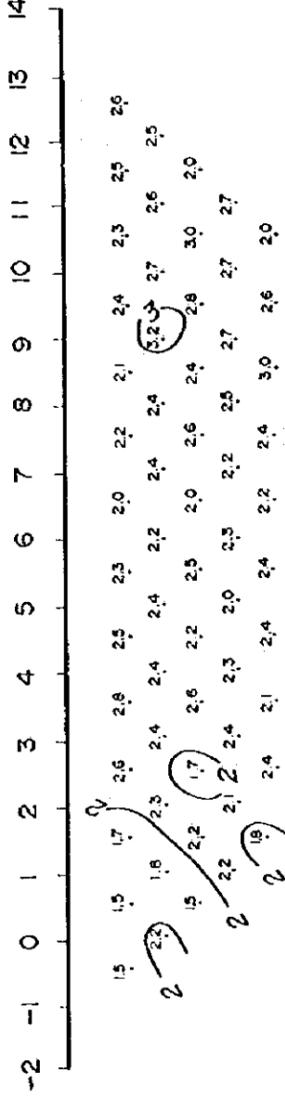
2.5 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)

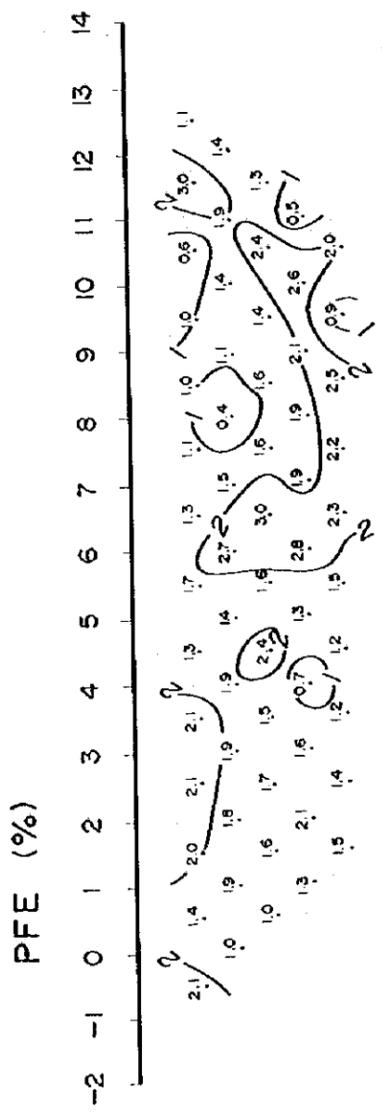
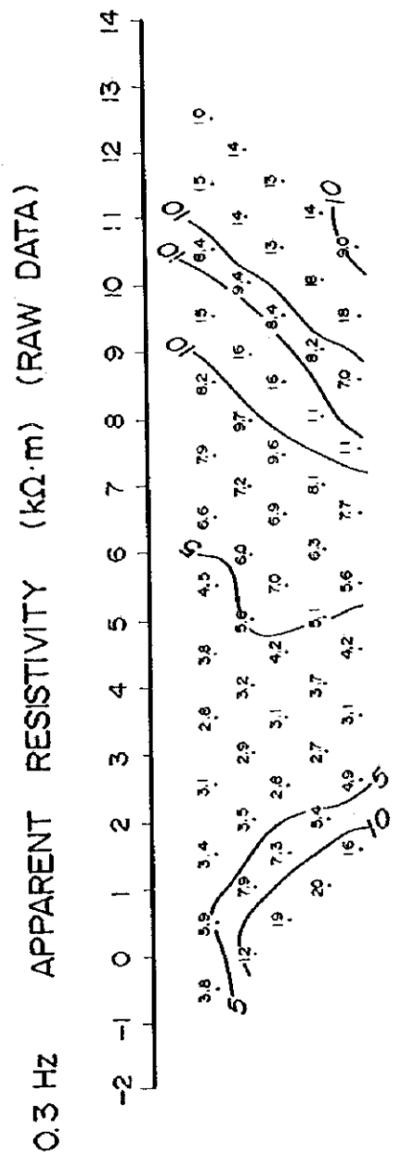
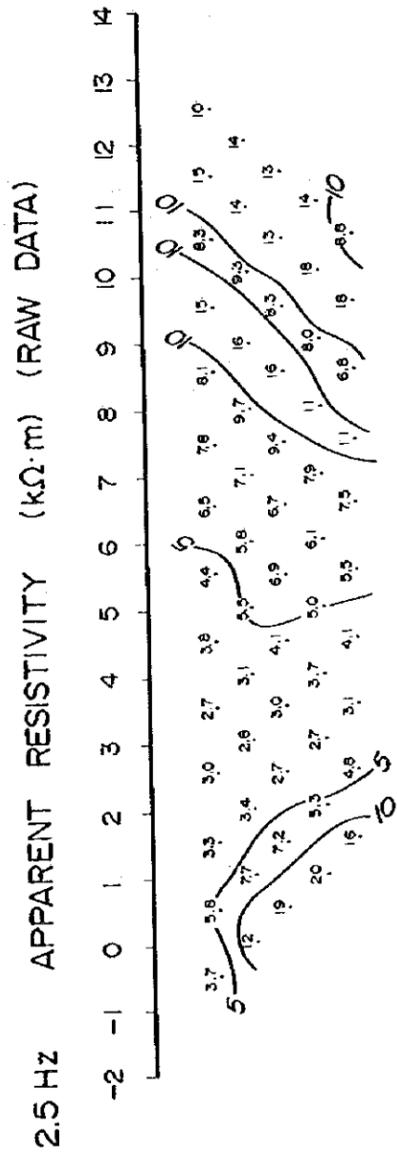
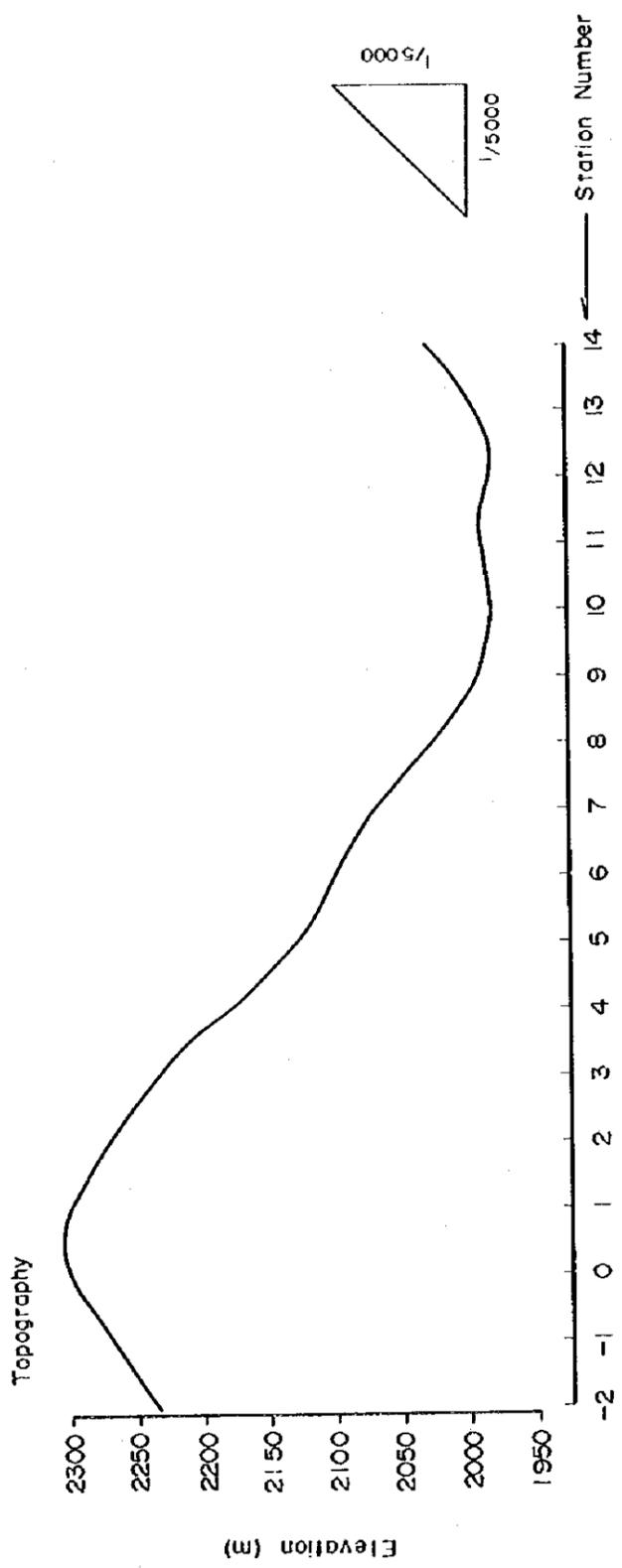


0.3 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)

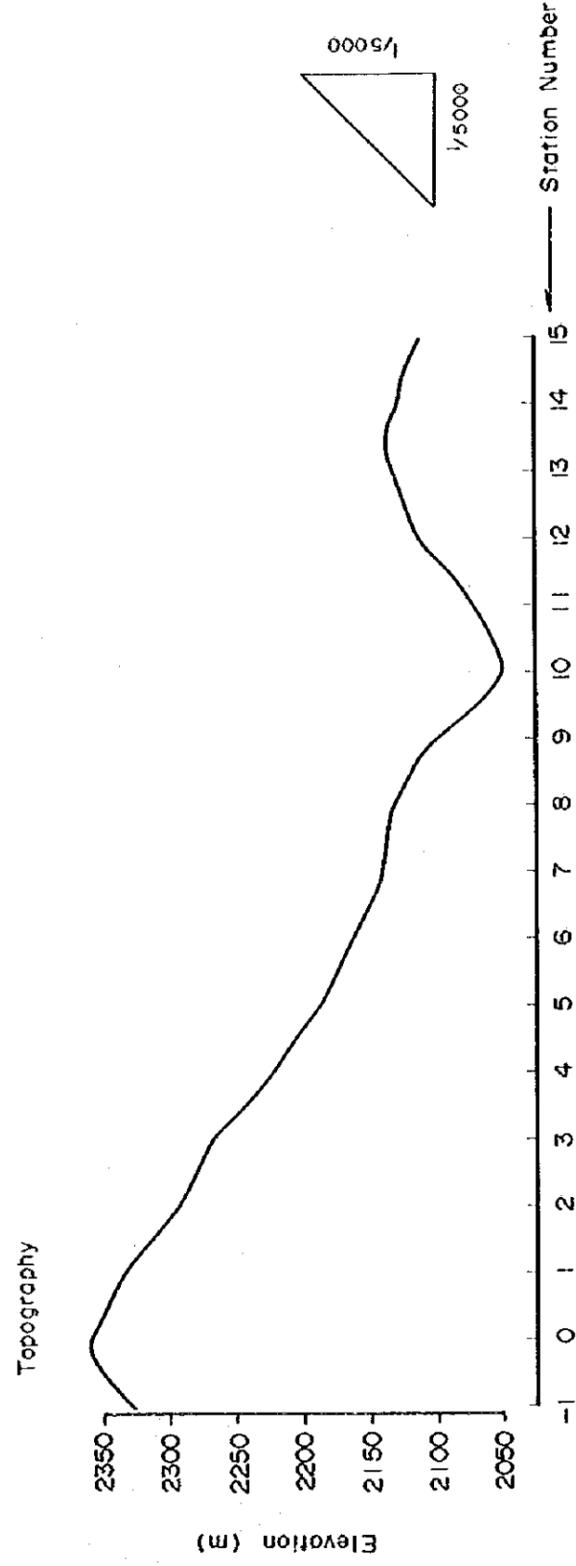


PFE (%)

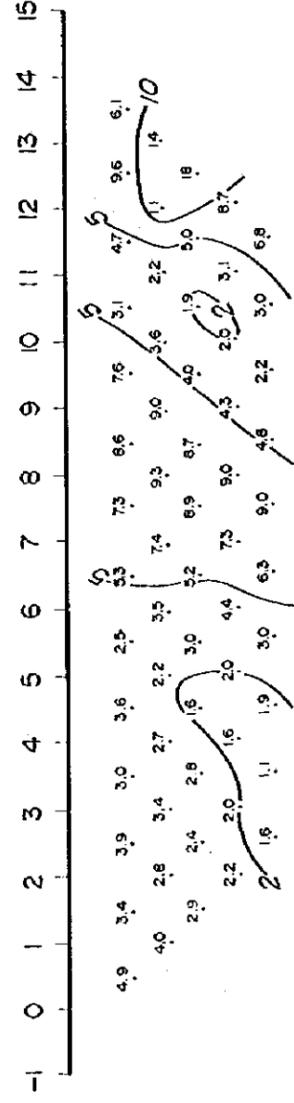




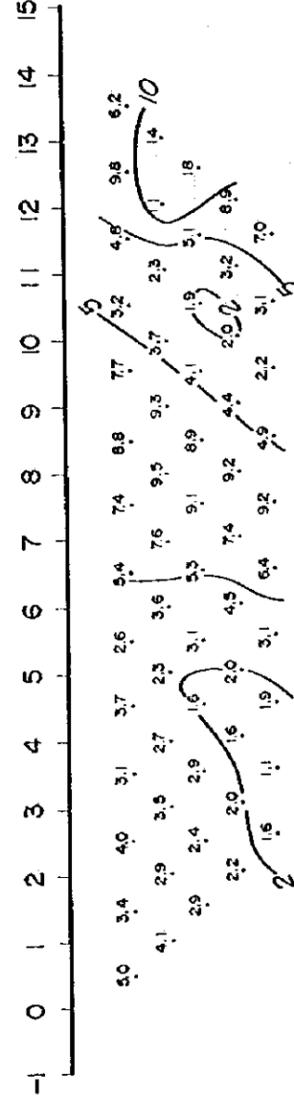
第II-2-19图 見掛比抵抗断面図及PFE断面図(0.3Hz、2.5Hz、0.3~2.5Hz) Line 27



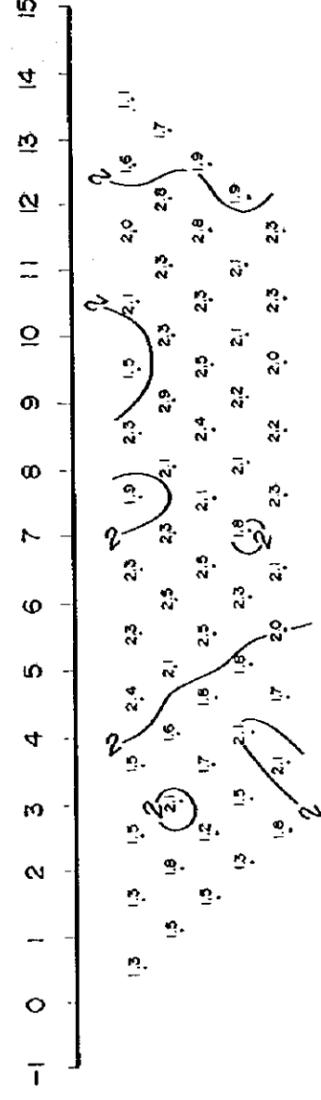
2.5 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



0.3 Hz APPARENT RESISTIVITY ($k\Omega \cdot m$) (RAW DATA)



PFE (%)



結論及び勧告

第 1 章 結 論

モロッコ王国オートアトラス西部地域における第 3 年次調査は、第 2 年次までの調査結果によって鉱床賦存が有望視された Agadir 地区の地質調査（準精査）、地化学探査（岩石）、物理探査（磁気探査、IP 法電気探査）及び Iguidi 地区、Taddart 地区の地質調査（準精査）と地化学探査（岩石）を実施することによって各地区における鉱床胚胎状況を明らかにして、その連続性を確認することを目的とした。

第 3 年次調査によって得られた新知見とその考察結果は次のとおりである。

1-1 Agadir 地区

本地区の地質は古生界、中生界とヘルシニア期の貫入岩類からなる。古生界はその構成岩石の違いから、さらに C_{II} 層、C_{III} 層及び C_{IV} 層に区分される。C_{II} 層は本地区の西部に南北方向に分布する泥質片岩を主体とする地層である。本層の下部は花崗岩の侵入を受けて、しばしば片麻岩状の岩石となる。C_{III} 層は本地区の大半を占めて広く分布する地層で、緑岩質緑色片岩、砂質片岩、泥質片岩、結晶質石灰岩、石灰質片岩の互層からなる。C_{IV} 層は厚い泥質片岩からなる地層で、本地区の東縁以東に分布する。古生界の各層間は整合関係にあり、一般に南北ないし北東-南西の走向、50°~70°東傾斜の単斜構造を示すが、一部では北西-南東走向の所も認められる。

貫入岩類としては、岩床状、岩脈状の花崗岩類と玢岩岩脈とがある。花崗岩類は中粒-細粒の黒雲母花崗岩を主体とするが、一部ではアブライト質、玢岩質のものもある。とくに本地区の西部には Tichka 花崗岩体（直径約 20 km）の東縁にあたる花崗岩体の広い露出があり、周辺岩石に強い熱変質を与えている。岩脈は幅数 m から十数 m で全域に認められ、急傾斜のものと緩傾斜（10°~20°）のものがある。

中生界は三畳系の赤色砂岩層で、本地区の南東端に小規模に分布し、古生界とは断層で接する。

本地区の地質構造は古生界の単斜構造と断層による地塊化で特徴づけられている。断層としては N80°E 系、N80°W 系、NS 系、N50°E 系などがあり、これらの断層による地層の引摺り褶曲や大きな転位が認められる。

本地区にはスカルン鉱床と鉱脈鉱床が認められるが、鉱化作用の規模、品位において重要と考えられるのは Agadir 部落付近のスカルン鉱床（Agadir 鉱床）である。

本鉱床は幅約 400 m の石灰岩中に数層のスカルン帯を形成し、その一部に磁硫鉄鉱、黄銅鉱を主体とする鉱化作用が認められるものである。スカルン化作用は Agadir 部落を中心として南北約 2 km に及び幅数 m から 30 数 m、延長 10 数 m から 500 m の数層のスカルン帯を形成

している。とくに、石灰岩層の上・下盤や花崗岩体との接触部で肥大化する傾向がある。鉍化作用はスカルン中に幅数 m から20数 m 、延長15 m ~100 m の規模で認められ、とくに川床付近で優勢である。この付近での露頭品位はCu 0.60%, Mo 0.01%, W 0.03%であった。また、本地区西方約1 km のMauass地区では、幅1 m 以下の黄銅鉍、鏡硫鉄鉍の鉍脈鉍床があり、微量のスカルン鉍物を伴う。

岩石による地化学探査は、Agadir地区のスカルン鉍床とMauass地区の鉍脈鉍床の分布する範囲に東西方向の測線を30本設定し、各測線上で50 m 間隔に試料を採取して、Cu, Mo, Wの3成分について検討を行った。その結果、Cuの強異常帯はスカルン帯中の鉍化部や鉍脈の存在位置とはほぼ一致し、さらに弱異常帯値を含めると地表では鉍化の認められないスカルン帯にも対応する分布を示した。Moの異常値は鉍脈と対応しWの異常値はスカルン帯と対応する傾向がある。しかし、両者ともその大部分は検出限界以下のものが多く、対応性には問題を残している。

Agadir鉍床を含む面積約8 km^2 の範囲で実施した磁気探査の結果では、磁気異常は波長が長く、振幅の大きな異常と、波長が短く振幅の中規模の異常が検出された。前者はいずれも礫岩質緑色片岩分布域にあり、鉍化帯との関連は少なく、高帯磁率の潜在岩体または、片岩中の高帯磁率岩相を反映している可能性がある。後者のうち、東部に見られる異常は石灰岩分布域にある。磁気異常は鉍化の認められるスカルン帯と明らかな対応を示しており、本調査方法が石灰岩中の鉍化スカルン帯の有無を検出するのに有効であることを立証した。また、後者のうち、南西部に存在する異常は鉍脈の存在する礫岩質緑色片岩中に分布している。しかし、鉍脈との明確な対応は認められず、片岩中の帯磁率の高い部分を反映しているものと考えられる。

IP法による電気探査の結果では、Agadir部落南西方約200 m を中心とするIP異常域と同部落西方約1.2 km の所に中心をもつIP異常域が認められた。前者は低比抵抗・高FE値を示す異常帯で、FE値3%以上の規模は中心部の幅約300 m 、南北延長約600 m であり、この範囲は地質調査の結果による鉍化スカルン帯の分布範囲とほぼ対応している。また、この中でFE値5%以上の高い異常を示す所は4箇所認められ、これらは個々に認められるスカルン帯とそれぞれ対応している。シミュレーションによる結果では、地表下100 m 程度まで連続する垂直ないし東傾斜のダイク状の高FE値応答体が考えられる。後者は、高比抵抗・中FE値(3%±)を示す異常帯で、その範囲は約200 m ×250 m である。近傍にある鉍脈との関係は明確ではなく、弱い変質作用を反映しているものと考えられる。なお、南西部の鉍脈に対応するIP異常は認められない。

以上の調査結果から、本地区の鉍化作用の中で、規模的に大鉍床を形成する可能性のある鉍床として、Agadirスカルン鉍床が挙げられる。しかし、現段階では地表における露頭品位はCu 0.6%, Mo 0.01%, W 0.03%と低く、稼行対象とはなり難い。地化学探査の結果からは、

スカルン帯沿いにやや拵がる傾向が認められ、微気探査の結果も同様の傾向を示した。また、IP法による電気探査の結果でも鉍化スカルン帯と対応する傾向が認められ、深度約150m程度の下部連続が推測された。しかも鉍化作用の強い範囲としては、Agadir部落付近の川床を中心として南北600m以内の石灰岩中に限られている。したがって、今後の探鉍としては、鉍床の下部連続性と下部鉍況の確認が必要と考えられる。

1-2 Iguidi 地区

本地区の地質は、先カンブリア界の安山岩類と古生界C₁層及び粗粒玄武岩の貫入岩とから構成されている。古生界は先カンブリア界を不整合に覆うほか、本地区の北西縁に拵ったN50°E系の断層によって接する。上記断層の南東側に広く分布する古生界C₁層は、上・中・下部の3層のドロマイトとシルト岩からなり、走向N50°E、北西傾斜30°~70°を示す。粗粒玄武岩は上記断層沿いに貫入し、全体として強い変質作用を受けている。

本地区の地質構造は上記断層による南東側地塊の沈下と古生界の北西傾斜の単斜構造、古生界中に存在する南北系断層による小規模な転位及びドロマイト層中に発達する南北系、北東-南西系の裂罅の発達で特徴づけられている。

本地区の鉍化作用は上記の断層形成後、侵入した粗粒玄武岩の後火成作用に伴って形成されたものと考えられ、南北系断層を主要な鉍液の通路とし、ドロマイト中の裂罅を充填した石英脈に伴う銅の網状鉍染鉍床である。微弱な鉍化作用はドロマイト層とくに中部ドロマイト層に拵って約2,000mに亘って認められる。その中でも西部田坑付近の鉍化帯は幅1m~15m、延長約250m、銅品位1.3%の規模を有する。

岩石による地化学探査の結果では、Cuの異常帯は地表における鉍化作用を反映した分布を示した。しかし、Agの異常値とは全く異った分布を示し、本鉍床はCuの単味鉍床として考える必要のあることを示している。

以上のように、今回の調査結果では、鉍化作用としては広範囲に亘り、田坑付近のように鉍化のままとまっている所もある。しかし、現時点では鉍量よりも品位の点で問題があり、ただちに採行の対象とはなり難い。今後の問題として、下部の鉍況確認が必要である。

1-3 Taddart 地区

本地区の地質は、古生界のC_{II}層と古生界のC_{III}層から構成されている。古生界C_{III}層は緑色片岩、泥質片岩、砂質片岩及び石灰岩からなり、C_{II}層は泥質片岩と砂質片岩とからなる。C_{III}層とC_{II}層は整合関係にあり、地層の一般走向はNSないしN30°Eで東方へ30°Eないし、70°の単斜構造を示している。これらの地層はEW走向、NE-SW走向の断層による転位を受けており、各地塊毎に異なった岩相を示している。

鉍化作用は石英脈に伴う銅の鉍脈鉍床であり、本地区の西部の上記断層で囲まれた礫岩質緑色片岩中、とくに400m×400mの範囲に多数の鉍脈の密集する地域を作って存在する。鉍脈の規模は、幅数cmから数m、延長数10数mから数100mである。鉍脈の走向は、東西系、南北系、北東-南西系、北西-南東系があり、40°前後の緩傾斜のものが多い。鉍脈の最高品位としては脈幅40cmでCu品位8.2%、Ag品位114g/tである。しかし、一般にCu品位0.5%~4%のものが多く、鉍脈の平均品位としてはCu 2.5%、Ag 20g/tと考えられる。本地区の鉍脈部から採取した岩石による地化学探査の結果では、Cu、Ag両成分ともほぼ一致した挙動を示し、強異常帯は上記鉍脈密集地の西縁と南縁に沿って伸長する形を示し、地質調査による鉍石部と対応する傾向が認められた。

以上の結果から、本地区の鉍化作用は古生界の地層が断層による地塊化運動を受けた際生じた2次的な割目に沿って鉍液が上昇し、銅、銀を含む石英脈を形成したものと考えられる。

個々の鉍脈では、Cu品位で数%を示すものがあるが、全体としては低品位のものが多く、現段階では鉍量的にも、品位の点でも稼行の対象とするには十分でない。したがって、本地区の鉍床についてはこの下部での品位の上昇を期待できるかどうかの問題である。

第 2 章 勸 告

本年度の調査結果とその検討によって得られた結論では、各地区とも品位がやや低く、高品位・大規模鉱床の賦存する可能性は薄いと考えられる。しかしながら、いずれも下部での好況好転の可能性がない訳ではない。したがって、可能であれば、下記のような調査を実施するとを勧告する。

- (1) Agadir 地区：Agadir 部落近傍の河川付近における下部連続性を確認するための試験。
- (2) Iguidi 地区：フロマイト中のN10°E系断層付近、南北系裂罅付近における下部連続性を確認するためのIP法による電気探査及び試験。
- (3) Taddart地区：本地区西部の鉱脈密集地帯における下部連続性を確認するためのIP法による電気探査及び試験。

参 考 文 献

参 考 文 献

(Geology)

- Agard, J. (1977): Prospection pour wolfram et molybène de la bordure E et NE du massif granitique du Tichka (Haut Atlas Occidental)
B.R.P.M.
- Alaoui, A.M., et al (1970): Resultats des recherches structurales - géologique et géophysiques sur le gisement d'Azegour
Rapport S.E.G.M./N° 887
- Allon, A., Alaoui R., Delgrange H. (1972): Reconnaissance générale de la zone NE du Massif de Tichka (Haut Atlas occid.) Rapport spécial sur la 1^{ère} phase des travaux
B.R.P.M.
- Amade, E. (1959): Compte rendu de mission dans le Haut Atlas de Marrakech
B.R.P.M. Ex. No. 816
- Belkasmi, A. (1978): Programme de travaux de recherches à réaliser sur le gisement d'Azegour au courant de l'année 1978
Carte Azegour au 1/50,000 Haut Atlas de Marrakech
- Belkasmi, A. (1980): Gisement d'Azegour (Haut-Atlas de Marrakech) Bilan des réserves en wolfram
- Berger M.V. (1955): Gisement de Cuivre de L'Ounein
- Cabla, V. (1973): Bilan des indices métallifères du Haut Atlas de Marrakech (entre Amizmiz et jmin'Tanout)
B.R.P.M. 432-71
- Chazan, W. (1957): Noté sur la mine de l'Assif el mal
B.R.P.M.
- Choubert, G. and Faure-Muret, A. (1971): Grands bassins sédimentaires de l'Afrique occidentale, Tectonics of Africa, Unesco, Paris, 267-293
- Clariond, L. (1954): Rapport sur le gisement de plomb et zinc de l'Erdouzmine nord (U.M.A.O.)
B.R.P.M.
- El Omari (1971): Notes explicatives des minéralisations sur la carte géol. du massif du Tichka (Haut Atlas occid.) de Het G. Termier Rapport S.E.G.M 410-00 gar-93/1.
- Faure-Muret, A. and Choubert, G. (1971): Le Maroc. Domaine rifain et atlasique, Tectonic of Africa, Unesco, Paris, 17-46
- Hunting (1978): Leve aéromagnétique du Haut Atlas occidental et de l'Anti-Atlas
- El-Omari, L. (1972): Inventaire et prospection des minéralisations de la région comprise entre le Tichka et le J. Erdouz
Rapport S.R.G./Mar/No.31
- Kucera, J. (1972): Convention BRPM-BRCM-SOGEREM Rapport de la 1^{ère} phase de reconnaissance générale de la zone SW du Massif de Tichka (Haut Atlas)
B.R.P.M.
- Lehman, W. (1979): Rapport géologique et Technique de la mine d'Azegour (W03)
Klockner
- Lehman, W. (1980): Etude de Pre-faisabilité concernant le gisement de Zchéélite (Molybdénite) Minéral de Cuivre-Pyrite de Azegour-Haut Atlas Maroc Rabat Duisburg, Klockner et Co-E.L.R
- Michard, A. (1976): Eléments de Géologie Marocaine
Royaume du Maroc
Ministère du Commerce, de l'Industrie, Des Mines et de La Marine
Marchande Direction des Mines, de La Géologie et de L'Energie
Division de La Géologie
Notes et Mémoires du Service Géologique No. 252

- Moret, L. (1931, a): Recherches géologiques dans l'Atlas de Marrakech. Notes et M. Serv. Mines et Carte géol. Maroc, No. 18.
- Moret, L. (1931, b): Carte géologique. de l'Atlas de Marrakech au 1/200,000 et notice explicative. Idem. Rabat, No. 19.
- Moret, L. (1934): Sur la non existence de la nappe de l'Erdouz de A. Heim. C.R. somm. Soc. géol. Fr., pp. 53-55.
- Neltner, L. (1938): Etudes géologiques dans la sud marocain (Haut Atlas et Anti-Atlas). Notes et M. Serv. Mines et Carte geol. Maroc, No. 42.
- Permingeat, F. (-): Les filons de minette, satellites du granite d'Azegour (Haut Atlas) Notes du S.G.M. IX No. 122 Rabat
- Permingeat, F., et Bourg, P. (1957): Le gisement de molybdène, tungstén et cuivre D'azegour (Haut Atlas)
Editions du service géologique du Maroc Rabat, Notes et mém. No. 141
- Schurmann, H.M.E. (1974): The Pre-Cambrian in North Africa by E.J.Brill, Leiden, Netherlands pp 161-177 IX. South Morocco
- Termier, H. et G. (-): Les skarns dans le massif du Tichka (Haut Atlas, Maroc) Notes et mém, S.G.M. 141 No. 285
- Termier, H et Termier G (1971): Le massif granito-dioritique du Tichka (Haut Atlas Occidental, Maroc) Vol. I les regons et less terrains Notes et mém. S.G.M. No. 216 Rabat
- Tixerout, M. (1973): Lithostratigraphie et mineralisation cuprifères et uraniferes stratiformes syngenitiques et familiares des formations détritque permo-triasique du couloir d'Argana. Haute Atlas occidental (Maroc)
Notes et Mem. S.G.M. t 33 No. 249
- Viland, J.C. (1977): Documentation geologique generale et inventaire des mines et indices du massif ancien du Haut Atlas occidental
Rapport S.E.G.M. No. 995 Fase. II
- Viland, J.C. (1972): La concession des Gundafa historique et perspectives nouvelles
Rapport S.E.G.M. No. 931, Royaume du Maroc
- Windley, B.F. (1976): The Evolving Continents
John Wiley & Sons

(Geophysics)

- Goldstein M.A., and D.W. Strangway (1975): Audio-frequency magnetotellurics with a grounded electric dipole source, Geophysics, v.40, n.4, p.669-683
- Keller G.V., and Frischknecht F.C. (1966): Electrical methods in geophysical prospecting, Pergamon Press, Oxford, 519p.
- Pelton W.H., S.H. Ward, et al. (1978): Mineral discrimination and removal of inductive coupling with multifrequency IP, Geophysics v.43, n.3, p.588-609
- Strangway D.W., and A. Kozier (1978): Audio-frequency magnetotelluric sounding - a case history at the Cavendish geophysical test range, Geophysics, v.44, n.8, p.1429-1446
- Strangway D.W., C.M. Swift, and R.C. Holmer (1973): The application of audio-frequency magnetotellurics (AMT) to mineral exploration, Geophysics, v.38, p.1159-1175
- Zonge K.L., and J.C. Wynn (1975): Recent advance and applications in complex resistivity measurements, Geophysics, v.40, n.5, p.851-864
- Zonge Engineering & Research Organization, Inc.: Interpretation guide for CSAMT data, Tucson USA

卷末資料

資料 I-1 岩石薄片顯微鏡觀察結果一覽表

No.	Sample No.	Location	Rock Name	Texture	Primary Minerals													Secondary Minerals																					
					Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Biotite	Hornblende, Amphibole	Muscovite	Allanite	Sphene	Zircon	Garnet	Apatite	Opaque minerals	Quartz	Carbonate	Epidote	Chlorite	Sericite	Biotite	Amphibole	Opaque minerals	Sphene	Muscovite	Sillimanite	Plagioclase	Tourmaline	Rutile									
1	a3	Agadir	Aplite	Aplitic, granular	⊙	⊙	⊙																																
2	a58	Agadir	Granodiorite porphyry	Porphyritic	⊙	⊙																																	
3	a67	Agadir	Cabonaceous schist	Banding																																			
4	a77	Agadir	Skarnized porphyrite		⊙	⊙																																	
5	al31	Ikissane	Aplite	Aplitic, granular	⊙	⊙																																	
6	al36	Ikissane	Granodiorite		⊙	⊙																																	
7	al38	Ikissane	Biotite schist	Banding	⊙	⊙																																	
8	al43	Igherm	Psammitic schist		⊙	⊙																																	
9	al87	Tawzait	Porphyrite	Porphyritic	⊙	⊙																																	
10	S6	Agadir	Aplite	Aplitic, granular	⊙	⊙																																	
11	S35	Agadir	Altered porphyrite		△	⊙																																	
12	S38	Agadir	Porphyrite		⊙	⊙																																	
13	S58	Mauass	Biotite-sillimanite schist	Banding	⊙	⊙																																	
14	S62	Agadir	Altered tuff(?)		⊙	⊙																																	
15	S63	Agadir	Granophyre	Micrographic intergrowths	⊙	⊙																																	
16	W1	Agadir	Granophyre	Micrographic intergrowths	⊙	⊙																																	
17	W2	Agadir	Fine grained biotite granite	Granular	⊙	⊙																																	
18	W3	Agadir	Carbonate rock		△	⊙																																	
19	W4	Tiwaline	Porphyrite	Porphyritic	⊙	⊙																																	
20	W7	Tiwaline	Biotite schist	Blastoporphyratic	⊙	⊙																																	
21	W21	Agadir	Granodiorite porphyry	Porphyritic	⊙	⊙																																	
22	W34	Taddart	Qz diorite porphyry	Porphyritic	⊙	⊙																																	

⊙ abundant ⊙ more ⊙ common △ Less + Scarce

- a3
Aplite
Weakly sericitized aplite.
It is composed mainly of quartz, plagioclase and K-feldspar with subordinate amounts of muscovite. Zircon and apatite are present in accessory amount. Plagioclase, with albite twinning and upto 1.2mm in length, has been weakly sericitized along the crystal margin and cleavages.
- a58
Granodiorite porphyry
Granodiorite porphyry altered at hydrothermal condition. The constituents are plagioclase, quartz and biotite, as accessories sphene and apatite. Phenocryst plagioclase, with zonal texture and well developed twinning, has been strongly sericitized. Groundmass consists of lath shaped plagioclases, anhedral quartz and biotite with partly replaced by chlorite.
- a67
Carbonaceous schist
Greenish schist with well developed schistosity. It is chiefly composed of carbonate minerals and quartz with small amounts of chlorite and tour maline.
- a77
Skarnized porphyrite
Skarnized porphyrite penetrated by carbonate vein. There are actinolite and epidote as skarn minerals, accompanied by a little quartz. The constituent of porphyrite is plagioclase and has been strongly replaced by carbonate minerals and epidote.
- a131
Aplite
Weakly argillized aplite.
It is composed mainly of quartz, plagioclase and K-feldspar, with accessory muscovite.
Plagioclase, with albite twinning and upto 1.0mm in length, occurs in tabular crystals with weakly sericitization.
- a126
Granodiorite
Medium grained granodiorite.
The constituent are quartz and plagioclase, next in abundance is hornblende, then biotite and K-feldspar.
Pale green hornblend with developed cleavages and twinning, shows weak pleocroism.
- a138
Biotite schist
Dark grey biotite schist came from pelitic sediments. It is chiefly composed of quartz and brown biotite, with small amounts

of plagioclase and apatite.

al83
Psalmitic schist
Fine grained schistose rock came from arkose sandstone. Main constituent is quartz, next in abundance plagioclase, then sericite and carbonate minerals. Fircon is present in accessory amounts.

al87
Porphyrite
Green porphyrite weakly altered by secondary quartz. It is composed mainly of plagioclase, biotite and hornblende, with accessory sphene and apatite. Plagioclase, with zonal texture and upto 2.3 mm in length, occurs in tabular to columnar crystals. Groundmass consist of lath shaped plagioclase with a little sericite and anhedral quartz.

S6
Aplite
Fine grained garnet bearing aplite. It is chiefly composed of quartz, plagioclase and K-feldspar, subordinate amounts of muscovite and garnet. Plagioclase occurs in subhedral crystals with well developed albite twinning. Granules of partly chloritized garnet are scattered throughout.

S35
Altered porphyrite
Strongly hydrothermally altered porphyrite. Main constituent is plagioclase, next in abundance is quartz. Zircon and apatite are present in accessory amount. Lath shaped plagioclases of up to 2.5 mm in length is moderately turbid in the interior.
Mafic minerals, probably pyroxenes, also suffered the alteration into the assemblage of biotite and chlorite showing their pseudomorphs.

S38
Porphyrite
Dark greenish porphyrite altered at hydrothermal condition. It is composed essentially of plagioclase and actinolite. Actinolite, with distinct pleocroism of pale green to yellowish green, occurs in long prismatic crystals and columnar to fibrous aggregate with partly biotitized and chloritized. A little of epidote accompanied by sphene, also occurs in euhedral crystals.

S38
Biotite-sillimanite schist
Fine grained biotite-sillimanite schist. Main constituent is quartz, next in abundance is biotite, then sillimanite. There is a little plagioclase and K-feldspar interstices of quartz.

S62 Well developed myrmekite is observed in contact of plagioclase and K-feldspar.

Altered tuff

Altered tuff accompanied by a lot of actinolite. Clastic grains are of plagioclase and K-feldspar with partly silicified. Matrix is composed of secondary, fine grained quartz with accessory biotite.

W2 Fine grained biotite granite

Weakly argillized, fine grained biotite granite. The constituents are quartz, plagioclase and K-feldspar, with subordinate amounts of biotite partly replaced by chlorite.

W3 Apatite and sphene are dispersed as accessory minerals, Quartz occurs in micrographic intergrowths with K-feldspar. Plagioclase is often turbid in the interior, owing to sericite and fine dust.

Carbonate rock

Carbonate rock accompanied by small amounts of quartz and Fe-oxide minerals.

W4 Carbonate minerals are divided into two kinds by grain size, rhombohedral and medium-grained, and detrital and fine-grained. The later occurs in euhedral to anhedral crystals and is dispersed throughout.

Porphyrite

Strongly biotitized porphyrite.

It is composed mainly of plagioclase and actinolite, as accessory sphene and apatite.

Phenocryst plagioclase, with zonal texture and twinning, has commonly been replaced by sericite. Actinolite, with twinning

S63

Granophyre

Weakly argillized granophyre accompanied by biotite.

There is a lot of myrmekite at the contact between plagioclase and K-feldspar.

W1 Plagioclase, with zonal texture and stripe twinning, occurs in tabular crystals up to 1.5 mm in length and is moderately turbid in the interior, owing to sericite.

Granophyre

Weakly argillized granophyre.

It is composed of quartz, K-feldspar, plagioclase and small amounts of muscovite.

W4 K-feldspar, with perthite texture, mainly occurs as microcline. Plagioclase shows euhedral to subhedral crystals with albite or carlsbad twinning.

W34

Quartz diorite porphyry

Quartz diorite porphyry completely altered at hydrothermal condition.

It is composed mainly of plagioclase and quartz, with accessory zircon and apatite.

Phenocryst plagioclase of 1.2x0.4 mm in average has been replaced by sericite and small amount of chlorite.

Groundmass consists of anhedral quartz and albitic lath shaped plagioclase.

and up to 2.0 mm in length, occurs in tabular and prismatic crystal and has partly been replaced by biotite. Groundmass is occupied mostly by medium grained plagioclase, anhedral quartz and secondary biotite.

W7

Biotite schist

Biotite schist with blastoporphyratic texture. Euhedral plagioclase, with albite twinning and up to 2.5 mm in length, has been argillized and partly replaced by quartz.

Groundmass is composed mainly of recrystallized, fine quartz and biotite with fine opaque minerals. Sphene and apatite are present in accessory amounts.

W21

Granodiorite porphyry

Altered granodiorite porphyry.

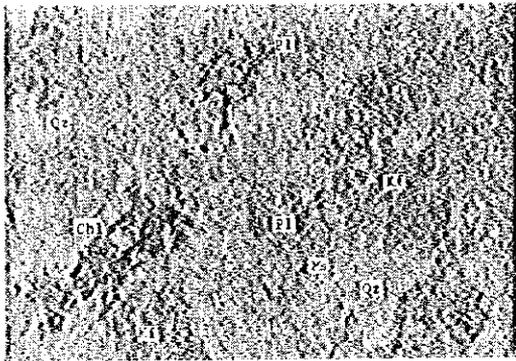
It is composed mainly of plagioclase, quartz and K-feldspar. In this rock, the graphic intergrowths texture consisted of K-feldspar and vermicular quartz, is commonly to be found at the margin of a plagioclase crystal.

Phenocryst plagioclase has strongly been replaced by sericite and chlorite, and mafic minerals altered to chlorite and a little of carbonate minerals. Sphene and zircon are scattered in a groundmass.

資料 I—2 岩石薄片顯微鏡写真

Abbreviation

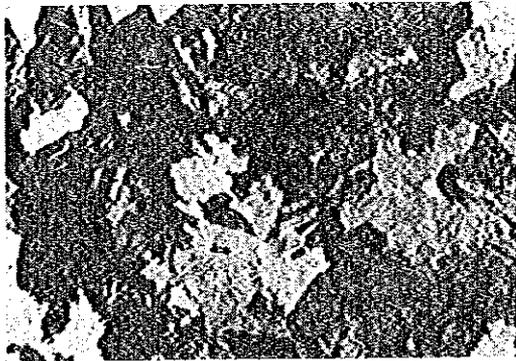
Act	:	actinolite
Ap	:	apatite
Bi	:	biotite
Carb	:	carbonate
Chl	:	chlorite
Ep	:	epidote
Gar	:	garnet
Hb	:	hornblende
Kf	:	K-feldspar
Mic	:	microcline
Myr	:	myrmekite
Opq	:	opaque
Pl	:	plagioclase
Qz	:	quartz
Ser	:	sericite
Sil	:	silimanite
Sph	:	sphene
Tour	:	tourmaline



Sample No. : a-3
 Rock name : Aplite
 Location : Agadir
 Texture : Aplitic, granular

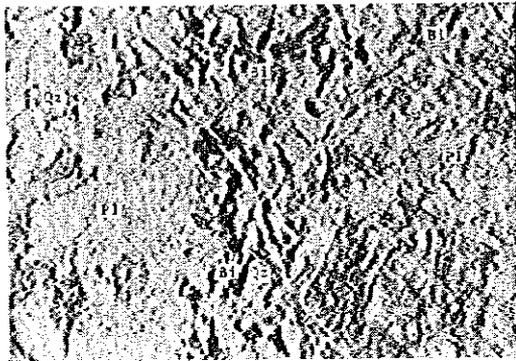
(open nicol)

0 0.5mm



(crossed nicols)

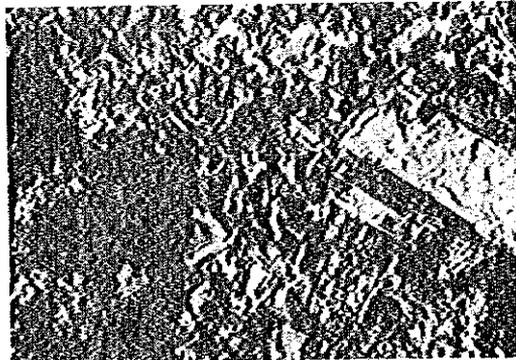
0 0.5mm



Sample No. : a-58
 Rock name : Granodiorite porphyry
 Location : Agadir
 Texture : Porphyritic

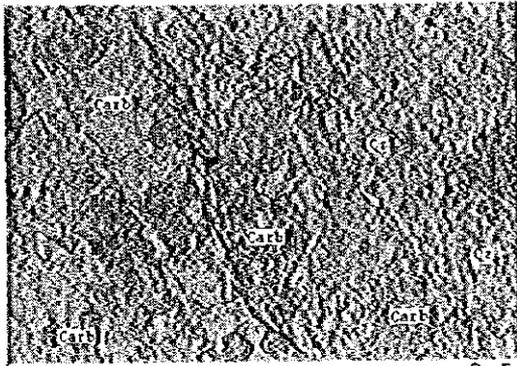
(open nicol)

0 0.5mm



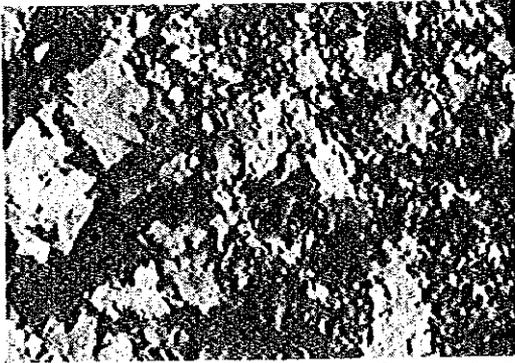
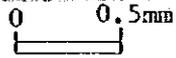
(crossed nicols)

0 0.5mm

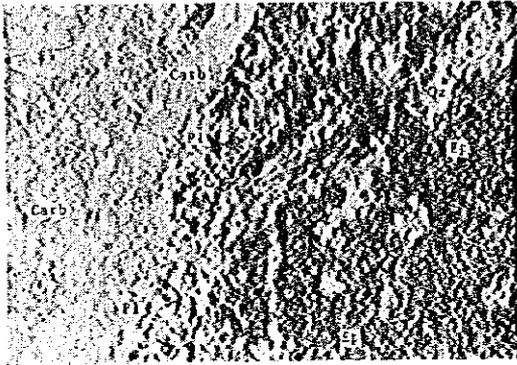
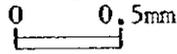


Sample No. : a-67
Rock name : Carbonaceous schist
Location : Agadir
Texture : Banding

(open nicol)

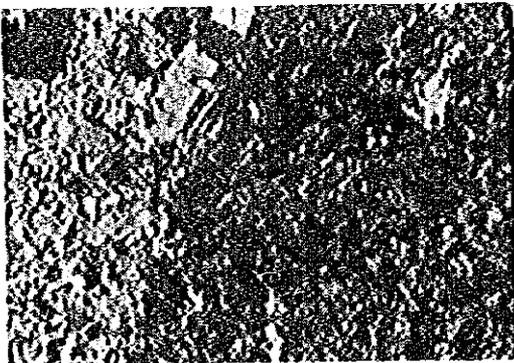
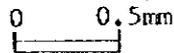


(crossed nicols)



Sample No. : a-77
Rock name : Skarnized porphyrite
Location : Agadir

(open nicol)



(crossed nicols)

