

日本經濟調查會 日本外資銀行
五週年紀念報告書

總 序 言

昭和二十八年三月

國際經濟調查會
東京經濟調查會

1953
3
1953.19

ブラジル連邦共和国 パルメイロポリス地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 2 年 次

JICA LIBRARY



1097639(7)

昭和63年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



国際協力事業団

26210 〇

は し が き

日本国政府はブラジル連邦共和国政府の要請に応え、同国の中央部に位置するパルメイロポリス地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査・地化学探査、物理探査及びボーリング調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は、昭和61年度を第1年次とする2年次にあたり、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成し昭和62年8月18日から12月20日まで現地に派遣した。

現地調査は、ブラジル連邦共和国政府関係機関である鉱山動力省鉱山局及び鉱物探鉱公社の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、第2年次の調査結果をとりまとめたものである。

おわりに、本調査と実施にあたって御協力いただいたブラジル連邦共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在ブラジル連邦共和国日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和63年2月

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉱業事業団

理事長 佐 藤 淳一郎

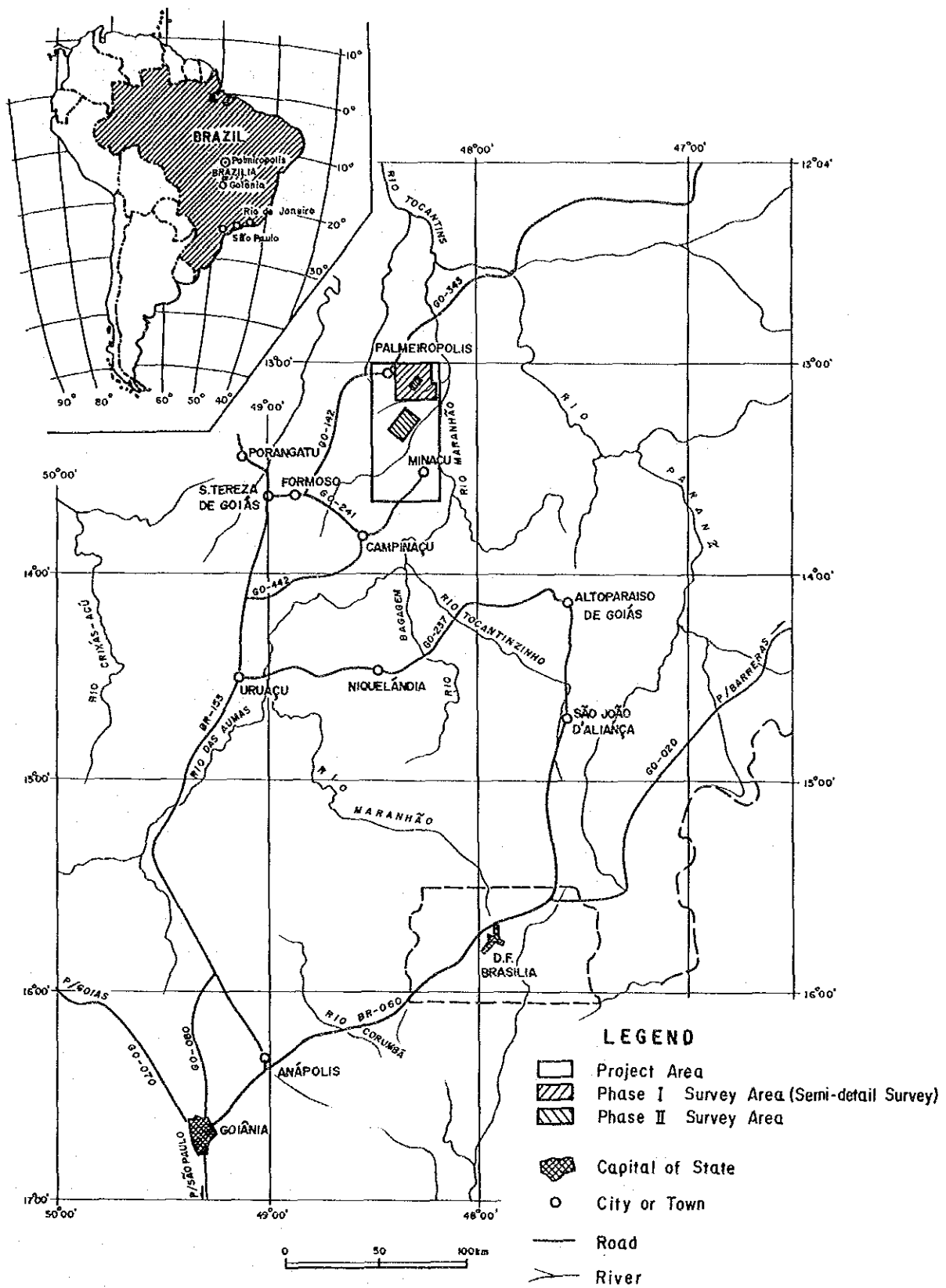


Fig. 1 Location Map of the Project Area

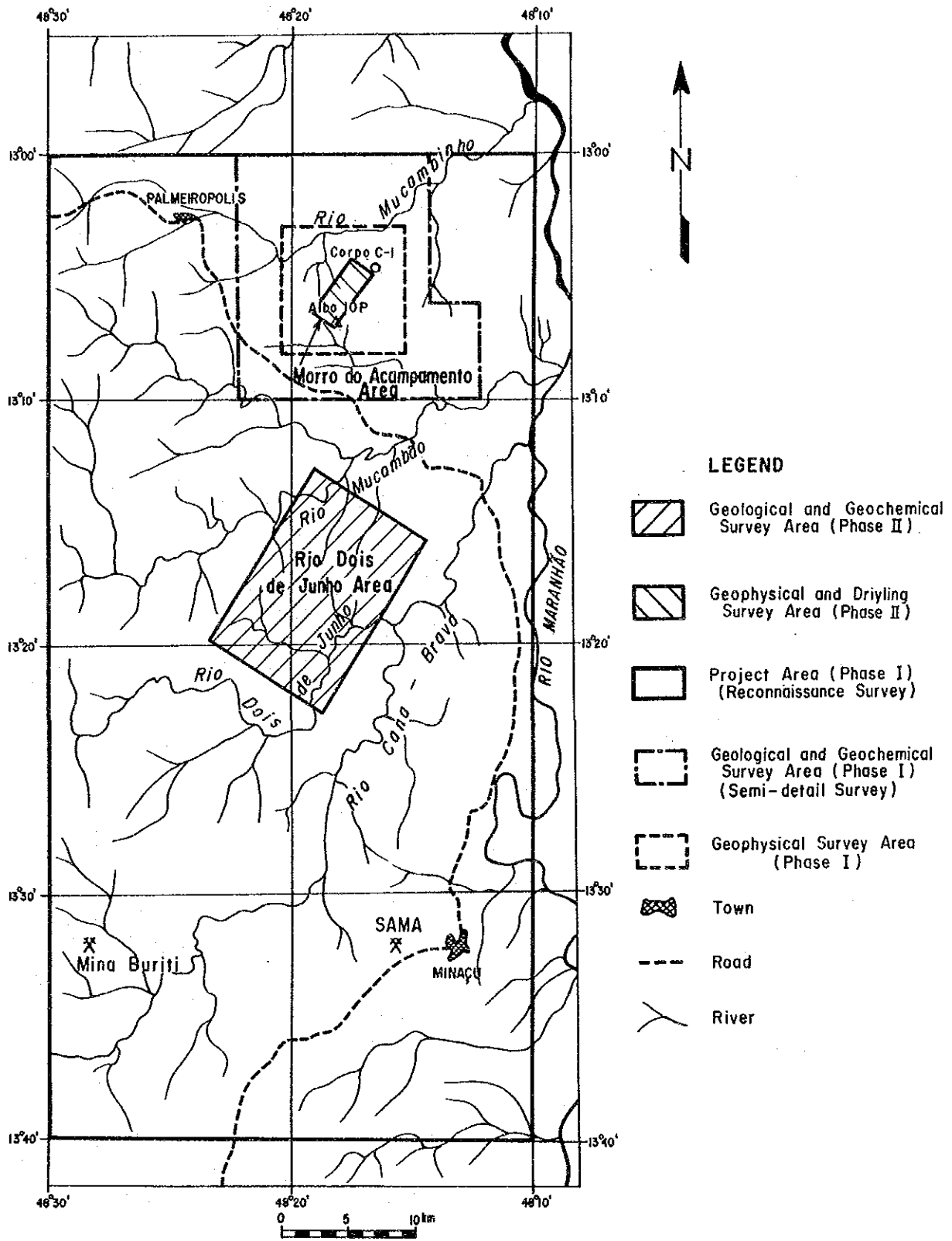


Fig. 2 Location Map of the Surveyed Area

目 次

はしがき

調査地域位置図

要 約

第 1 部 総 論

第 1 章 序 論	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 第 1 年次の結論と提言	1
1-2-1 第 1 年次の結論	1
1-2-2 第 1 年次の提言	2
1-3 第 2 年次調査の概要	2
1-3-1 調査地域	2
1-3-2 調査目的	2
1-3-3 調査方法	3
1-3-4 調査団の編成	3
1-3-5 調査期間	6
第 2 章 調査地域の地理	7
2-1 地形及び水系	7
2-2 気候及び植生	7
第 3 章 一般地質	9
第 4 章 調査結果の総合検討	11
4-1 RIO DOIS DE JUNHO 地区	11
4-2 MORRO DO ACAMPAMENTO 地区	11
4-2-1 地質鉱床及び地化学異常について	12
4-2-2 物理探査結果	12

4-2-3	ボーリング調査結果	13
第5章	結論及び第3年次調査への提言	16
5-1	結 論	16
5-2	第3年次調査への提言	16

第II部 各 論

第1章	調査概要	17
1-1	調査方法	17
1-1-1	地質調査・地化学探査	17
1-1-2	物理探査	17
1-1-3	ボーリング調査	23
1-2	解析方法	26
1-2-1	地質調査・地化学探査	26
1-2-2	物理探査	35
1-2-3	ボーリング調査	37
第2章	RIO DOIS DE JUNHO 地区	39
2-1	地質調査・地化学探査結果	39
2-1-1	地質層序	39
2-1-2	貫入岩類	45
2-1-3	変成作用	47
2-1-4	地質構造	47
2-1-5	鉱化作用	47
2-1-6	地化学探査解析結果	47
2-2	地質調査・地化学探査結果の考察	51
第3章	MORRO DO ACAMPAMENTO 地区	55
3-1	物理探査結果	55
3-1-1	断面解釈	55
3-1-2	平面解釈	81

3-1-3	スペクトル解析	107
3-1-4	モデルシミュレーション解析	110
3-2	ボーリング調査結果	117
3-2-1	MBP-1 孔の地質及び鉱化作用	117
3-2-2	MBP-2 孔の地質及び鉱化作用	125
3-2-3	MBP-3 孔の地質及び鉱化作用	129
3-3	考 察	130
3-3-1	物理探査結果の考察	130
3-3-2	ボーリング調査結果の考察	136

第III部 結論及び提言

第1章	結論	137
1-1	RIO DOIS DE JUNHO 地区	137
1-2	MORRO DO ACAMPAMENTO 地区	139
第2章	第3年次調査への提言	139
LIST OF ILLUSTRATIONS		141
LIST OF TABLES		143
LIST OF APPENDICES		143
LIST OF PLATES		144
REFERENCES		145
APPENDICES		

要 約

パルメイロポリス地域の資源開発協力基礎調査は、昭和61年度を第1年次として3ヶ年計画で実施されているものである。

第1年次は、プロジェクト地域全域の地質調査・地化学探査（河川堆積物）及び既知鉱床周辺の地質調査・地化学探査（土壌）並びに物理探査（CSAMT法・SIP法）を実施し、Rio Dois de Junho地区及びMorro do Acampamento地区を鉱床賦存の可能性の高い地域として抽出した。

第2年次は、Rio Dois de Junho地区において地質調査・地化学探査（土壌）を、Morro do Acampamento地区において物理探査（SIP法）及びボーリング調査を実施した。

Rio Dois de Junho地区における地質調査・地化学探査（土壌）の結果、地区西部でCu-Pb-Znの地化学異常を捕捉したが、小規模で鉱床賦存の可能性は低いと判断した。

一方、Morro do Acampamento地区における物理探査（SIP法）では、ブロック北部で測線150S以南深部にIP異常を、ブロック南部の西部に低～中比抗帯中で南北に伸びるC-1鉱床に匹敵する強いIP異常を検出した。これらの異常源について検討した後、ブロック北部で1孔、ブロック南部で2孔、合計3孔900mのボーリングを実施した。

その結果、ブロック北部で実施したMBP-1孔では顕著な鉱化作用を捕捉するに至らなかった。おそらく測線150S付近に検出されたIP異常は、測線160S付近の異常源によって三次元的な影響を受けて生じたものと考えられる。また、ブロック南部で実施したMBP-2及びMBP-3孔では最大7%程度の硫化鉱物鉱染と含石墨石英片岩薄層を角閃岩類中に捕捉したが、黄銅鉱などの有用鉱物は微量であった。

第3年次の調査については、第1年次及び第2年次の調査結果を検討して、Morro do Acampamento地区ブロック南部の最終評価のための追加ボーリング調査及びその南部のAlvo 10pの物理探査（SIP法）及びボーリング調査を提言した。

第1部 総論

第1章 序 論

1-1 調査の経緯

ブラジル連邦共和国のバルメイロポリス地域及び周辺には、先カンブリア紀の始生代及び原生代の各地層とこれらを貫く酸性及び塩基性・超塩基性の貫入岩類が分布しており、原生代のバルメイロポリス火山-堆積岩類中に銅-鉛-亜鉛鉱床（3鉱床：C-1, C-2, C-3）の存在することがこれまでのブラジル側の探査活動（1975～1984）によって明らかとなっている。

バルメイロポリス地域の資源開発協力基礎調査は、ブラジル連邦共和国側の既存資料を十分検討した後、鉱床賦存の可能性が高い地域として抽出されたこの地域を対象として、昭和61年度から3ヶ年計画で実施されているものである。

第1年次（昭和61年度）には、調査地域全域（面積2,750km²）の地質調査・地化学探査（川砂）及びこの地域内にあって既知鉱床を含む準精査地区（面積300km²）の地質調査・地化学探査（土壌）並びに物理探査（CSAMT法・SIP法）を実施した。

1-2 第1年次調査の結論と提言

1-2-1 第1年次調査の結論

第1年次調査の結果から得られた結論は以下のとおりである。

- (1) 調査地域に広く分布するバルメイロポリス火山-堆積岩類は、下位より、角閃岩類（Pip₁層）、火山碎屑岩・片岩（Pip₂層）、角閃岩類（Pip₃）、中性～酸性片岩類（Pip₄層）及び泥質片岩類（Pip₅層）に区分される。
- (2) バルメイロポリス鉱床（C-1鉱床）は、Pip₄層中でPip₃層の直上に胚胎する層状～レンズ状銅-鉛-亜鉛鉱床であり、主要鉱石鉱物は、閃亜鉛鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱及び方鉛鉱である。
- (3) 調査地域全域における地化学探査（川砂）によって、①既知鉱床を含む準精査地区の中央、②地域中央部のPip₄層分布域、③地域中央北東部のPip₁・Pip₃層分布域、④地域中央北西部のPip₅層分布域、⑤地域西部のPm_{1xt}層・Pmsm層分布域、及び⑥地域南部のPip₃層・Pip₅層分布域の6つの異常域を抽出した。
- (4) 準精査地区における地化学探査（土壌）によってC-1鉱床付近のCu-Pb-Zn高異常帯のほか、Alvo 7PのPip₄層分布域、9Pの南東部、13P及び10PにNE-SW方向に配列したPb-Zn異常帯を、またAlvo 7Pの南部にCu-Zn異常帯を抽出した。
- (5) 準精査地区における物理探査（CSAMT法）によって、Alvo 7PからAlvo 10P付近のNE-SW方向の構造線周辺C-1鉱床付近の比抵抗構造と類似する緩やかな比抵抗傾斜を抽出した。さらに、

SIP 法によって、C-1 鉱床のほかに測線150S の西端に IP 異常帯を捕捉し、C-1 鉱床と類似したスペクトル・パターンを認めた。

1-2-2 第1年次の提言

準精査地区における総合検討の結果、有望地域は、Alvo 7P から Alvo 9P 南東部までと考えられ、第2年次はこの地域において、物理探査 (IP, SIP 法) 及びボーリング調査を実施することが提言された。^{*}

全域では、地化学探査 (河川堆積物) により、地域の中央部の Rio Dois de Junho 下流域の片岩類 (Pip₄vs 層) 分布域に抽出された Cu-Pb-Zn の地化学異常帯を対象に土地化学探査及び地質調査を実施することが提言された。

1-3 第2年次調査の概要

第2年次調査は、第1年次調査の結果より抽出された有望地区において実施された。

1-3-1 調査地域

調査地域は、対象とする異常帯が南北に分散しているため、地域を北部の南部の2地区に分割した。今後、この2地区を地域北部は Morro do Acampamento 地区、地域南部は Rio Dois de Junho 地区と呼称する。

1-3-2 調査目的

本調査の目的は、Rio Dois de Junho 地区及び Morro do Acampamento 地区で、地質状況の解明と鉱床賦存有望地域を抽出することにある、

(1) RIO DOIS DE JUNHO 地区

本地区は昭和61年度の調査により、パルメイロポリス鉱床を胚胎する母岩と同一層準の Pip₄ 層が分布することが把握され、分布域には Cu-Pb-Zn 異常が捕捉された。本年度は、Pip₄ 層の分布形態を明確にすることにより鉱徴の発見に努め、かつ地化学探査 (河川堆積物) の異常帯を解明することを目的として、地質調査及び土地化学探査を実施した。

(2) MORRO DO ACAMPAMENTO 地区

本地区は、昭和61年度の土地化学探査により Cu-Pb-Zn 異常帯と物理探査 (CSAMT, SIP 法) により C-1 鉱体に類似の比抵抗構造及びスペクトル・パターンが捕捉されている。

脚注※Alvo 10P は第1年次に抽出された地化学異常と物理探査異常とが重複した地域の一つであるが、本年度は調査されていない。過去の探査でも地表浅部の物理探査とボーリング調査により若干の鉱化帯を捕捉しているが、探査深度が充分ではなく取り残されたままになっている区域である。

本年度は、Cu-Pb-Zn 異常帯と C-1 鉱体に類似の比抵抗構造分布域において、SIP 法電気探査を実施することにより、IP 異常帯を誘起する異常源の特性を解明し、有望地を抽出することを目的とした。抽出された有望地に対しては、ボーリング調査を実施して、鉱床胚胎の可能性を検証した。

1-3-3 調査方法

Rio Dois de Junho 地区では地質調査・地化学探査を、Morro do Acampamento 地区では物理探査及びボーリング調査を実施した。第 I-1-1 表に調査内容・調査量及び第 I-1-2 表に分析項目・数量をそれぞれ示す。

(1) RIO DOIS DE JUNHO 地区

本地区における地質調査・地化学探査は、調査面積150km²を6ブロックに分割し、ブラジル側のカウンターパートの応援を得て、地質技師が1ブロックずつ担当して実施した。

地質調査は、1/50,000を1/10,000に拡大した水系図と1/25,000の空中写真を携行し、1/10,000ルートマップを作成した。本地区は露頭が極めて少ない地域であるが、露頭の発見に努め、更に地化探土壤試料の特徴を記して地質調査の補助手段とした。

合計2,008個の土壤試料は、主要な道路沿いで採取し、更に採取密度が出来るだけ均等になるように測線伐開を行って採取した(13~14個/km²)。

(2) MORRO DO ACAMPAMENTO 地区

本地区には、Morro do Acampamento が地区中央部に分布し、この間には測線が設定されなかったため、調査地区を調査の都合により、ブロック北部及びブロック南部の2つのブロックに分割した。両ブロックでは、SIP 法電気探査及びボーリング調査を実施した。

SIP 法電気探査は、測線を地質構造にはば直交するように設定して実施した。測線は、ブロック北部に6本、ブロック南部に5本の11測線を測線間隔200mで設置し、測点間隔100mで測定した。測線総延長は16.7kmであり、総測点数は559点である。各測点で得られたデータはベース・キャンプに設置したコンピュータにより処理し、その結果をもとに現地で解析を行い、ボーリング位置を決定した。

ボーリング調査は、ブロック北部で1本(MBP-1:300.15m)、ブロック南部で2本(MBP-2:300.12m, MBP-3:300.10m)の合計3本、900.37mを実施した。

1-3-4 調査団の編成

本年度調査のための計画と折衝及び現地調査に参加した団員は以下のとおりである。

現地調査は、ブラジル連邦共和国より鉱山局(Departamento Nacional da Produção Mineral: DNPM)の地質技師及びDNPMの委託を受けた鉱物探鉱公社(Companhia de Pesquisa de Recursos

Table I-1 Substance of Survey and Survey Figures

Substance of Survey and Area	Survey Figures
Geological · Geochemical Survey (Semi-detail)	Area 150km ²
	Route Length 560km
	Soil 2,008 samples
Geophysical Survey (SIP Method)	Line Length 16.7km
	Line Numbers 11Lines(N : 8.3km, S : 8.4km)
	Measuring Points 559 points
	Measuring Interval 100m
	Penetration Depth 300m
Drilling Survey	Total Length 900.37m

Table I-2 Items Analysed and Numbers

Items Analyzed and Components	Numbers
Thin Section	30
Polished Section	5
Chemical Analysis	
Ore : Au, Ag, Cu, Pb, Zn, S	10 (60 elements)
Ag, Cu, Pb, Zn, S	10 (50 elements)
Geochemical Analysis	
Soil : Cu, Pb, Zn	2,008 (6,024 elements)
Physical Property	31

Minerais : CPRM) の地質技師が参加した。

① 調査計画策定及び折衝

日本側調査計画策定及び折衝

狩野一憲 (Kazunori Kano)	金属鉱業事業団
馬場洋三 (Yozo Baba)	金属鉱業事業団
林 歳彦 (Toshihiko Hayashi)	金属鉱業事業団
松本勝時 (Katsutoki Matsumoto)	金属鉱業事業団

(1)オデシヤネイロ掘削

ブラジル側調査計画策定及び折衝

José Belfort dos Santos Bastos	DNPM
Carlos Oiti Berdert	DNPM
Bolivar Gonçalves Siqueira	DNPM
Walter Hugo Schmaltz	DNPM

② 現地調査

日本側調査団員

林 育浩 (Ikuhiro Hayashi)	(団 長) 大手開発㈱
池田則生 (Norio Ikeda)	(地 質) 大手開発㈱
鈴木 強 (Tsuyoshi Suzuki)	(物理探査) 大手開発㈱
田中富雄 (Tomio Tanaka)	(物理探査) 大手開発㈱
田中啓二 (Keiji Tanaka)	(物理探査) 大手開発㈱

ブラジル側調査団員

Homero Lacerda	(団 長) DNPM
Arpuim Araújo Pereira	(地 質) DNPM
Valdemar José de Almeida	(地 質) DNPM
José Ribamar Constancio da Silva	(地 質) DNPM
Ivan Wilson Brandão Oliveira	(地 質) CPRM
José dos Anjos Barreto	(物理探査) DNPM

1-3-5 調査期間

① 地質調査・地化学探査

調査期間 昭和62年8月18日～昭和62年10月6日

現地調査期間 昭和62年8月28日～昭和62年9月30日

② 物理探査

調査期間 昭和62年8月18日～昭和62年11月1日

現地調査期間 昭和62年8月27日～昭和62年10月17日

③ ボーリング調査

調査期間 昭和62年10月1日～昭和62年12月20日

現地調査期間 昭和62年10月5日～昭和62年12月14日

④ 報告書作成期間

昭和62年10月7日～昭和63年2月20日

第2章 調査地域の地理

本調査地域は、ゴイアス州の中央部、Parana Municipio のパルメイロポリス部落東～東南部に位置しており、調査地域へはゴイアス州の州都ゴイアニアから州道 GO-080, 国道 BR-153 で Uruaçu, Sta. Tereza de Goiás を経由し、未舗装の州道 GO-142 を通りパルメイロポリス部落に至る。ゴイアニアからパルメイロポリス部落までの距離は約617km である。

地質調査・地化学探査の対象となった Rio Dois de Junho 地区へはパルメイロポリス部落からさらに南へ42km, 車で約1時間を要し、Morro do Acampamento地区は、パルメイロポリス部落の東方約20km に位置し、車で約30分を要する。

2-1 地形及び水系

調査地域の地形は、一般になだらかな丘陵地や平坦地形を呈するが、各河川及び支流の近傍や Morro de Acampamento では急崖を形成している。

水系は、地域の東部を Rio Tocantins の上流の Rio Maranhão が北流し、その支流の Rio Mocambinho, Rio Mocambão, Rio Dois de Junho, Rio Cana Brava, Rio Bonito 等が地域を横切って東流する。

2-2 気候及び植生

本調査地域は、アマゾン地帯の南端に位置しているため、熱帯湿潤型気候に属し、雨期と乾期が明瞭に分れている。降雨量及び気温は次のとおりである。

雨 期 11月～3月 降雨量 1,300～1,800mm

乾 期 4月～10月 降雨量はほとんどなし

気 温 年平均 23～24℃

最 高 41℃

最 低 15℃

植生は、セラード型～サバンナ型に属し、かん木と雑草が繁茂する。一方ラテライト質土壌の低地では6 m に達する樹木が多い。

第3章 一般地質

パルメイロポリス地域の地質は、南米大陸の大地質構造上からブラジル中央楕状地塊に属し、先カンブリア系始生代 (Archaean) ~ 原生代 (Proterozoic) の変成岩類及び火成岩類で構成されている。

ブラジルにおける原生代の地層に胚胎する金属鉱床は多種、多数発見されているが、ゴイアス (Goias) 州においても原生代の地層は広く分布している。

パルメイロポリス地域を含むゴイアス州で、これらの地層に胚胎する主な鉱床は、超塩基性岩中の Cu-Ni 鉱床、アスベスト鉱床、超塩基性~酸性火山岩-堆積岩起源の変成岩中の Cu 鉱床、Cu-Pb-Zn 鉱床及びこれらを貫く花崗岩類に伴う Sn-W 鉱床等が知られている。

本地域の地質層序区分は先カンブリア時代の始生代及び原生代の地層に大別され、原生代はさらに下部、中部、上部に区分されている。

① 始生代

Complexo Cana Brava.....グラニュライト-塩基性~超塩基性複合岩、花崗岩-片麻岩-ミグマタイト複合岩

② 原生代

(a) 原生代下部; Sequencia Vulcano-Sedimenter de Palmeiropolis

.....超塩基性~塩基性岩、片岩、花崗岩

(b) 原生代中部; Grupo Serra da Mesa

.....珪岩、片岩類、石灰岩~大理石、塩基性岩類

Grupo Arai

.....変アルコーズ砂岩、変グレイワッケ、礫岩

(c) 原生代上部; Grupo Paranoa

.....珪岩、ドロストーン、粘土岩、礫岩

パルメイロポリスの Cu-Pb-Zn 鉱床は原生代下部の "Sequencia Vulcano-Sedimenter de Palmeiropolis" に胚胎することが DNPM/CPRM (1983, 1984) により解明されている。

Sequencia Vulcano-Sedimenter は CPRM によればさらに西部ユニット、中部ユニット、東部ユニットに細分されているが、この層序区分の適用範囲は、本調査地域の北部に限られるため、広域には DNPM/CPRM (1983) の分類が有効である。即ち、下位より Pip₁、Pip₂、Pip₃、Pip₄及び Pip₅と分類する。パルメイロポリスの Cu-Pb-Zn 鉱床は、Pip₃と Pip₄の間に胚胎する。

Geological Unit	Symbol	Columnar Section	Lithology	Geohistory	Metallurgy	Tectono-Magmatic Cycles	Geologic Age
Peracas Group	Ppa		Photo interpretative Unit: quartzite, calcareous and graphitic phyllite, calc-schist, marble and sericite-quartzite	Sedimentation	* Limestone associated with Pb-Zn-Cu-Ag Showings. * Graphite. * Magnetite dissemination and Mn supergene Belt.	Brasiliano Cycle (700-550 m.a.)	Late Proterozoic (1,100 - 570 m.a.)
Rio Maranhão (Catastrophic Zone)	Cl		r : granite intrusive qt : quartzite xt : qtz-mv sch., qtz sch., bt-mv sch., gnt-mv sch., calc sch. and cl-mv-qtz sch. af : amphibolite intrusion gn : gneiss (basement)	Cataclastic metamorphism including basement and orogenic belt	Sa and other minerals associated with pegmatite within and around granitic body.		
Serra da Mesa Group (MARINI, 1976)	Pmi		qt : mg-bearing sc. quartzite fl : gray phyllite, with mg. in local xt : qtz-cl sch. and cl-qtz sch. with lenticular friable quartzite and graphite sch. mb : basic rock in sch. with mg. (post-metamorphism) cc : marble clst : cl. sch. and foliated quartzite	Sedimentation with subordinate volcanism. Intrusion of stanniferous granite during orogeny of Serra da Mesa Group.	④ Limestone and graphite. Magnetite dissemination in phyllite.	Urucaçu Cycle (1,300 - 900 m.a.)	Middle Proterozoic (1,900 - 1,100 m.a.)
	Pmms		Photointerpretative Unit: r : Serra Dourada and Serra da Mesa Granite Pmms : graphite sch., mv-qtz sch., gnt-mv-qtz sch., bt-mv-qtz sch. and quartzite cc : calcareous quartzite		④ ** Barite, limestone and graphite. ⑦ ** Sn, F, Ta, Nb, beril, tourmaline and muscovite.		
Palmatópolis Volcano-Sedimentary Sequence (RIBEIRO FILHO and TEIXEIRA, 1981)	Pp		r : Filo granite s : str-bt-mv-qtz sch., ky-bt-mv-qtz sch., gnt-mv-qtz sch. and ky-str-mv-qtz sch. associated with basic sill and dyke (db), banded iron formation (ff) and quartzite (qt)	Aluminous pelitic sedimentation	④ Fe in iron formation. ⑤ Kyanite associated with quartzite along fault.	Tremacão Cycle (2,200 - 1,900 m.a.)	Early Proterozoic (2,600 - 1,900 m.a.)
			4vat : sc-mc-qtz sch. (rhyolitic composition) 4vxt : pl-mc-bt-qtz sch. and pl-bt-qtz sch. intercalated with amphibolite (af) 4vxt : rhyolite to rhyodacitic composition) 4vxt : feldspathic bt-qtz sch., str-gnt-bt-qtz sch., bt-and sch., biotite and cl. rock (facile to rhyodacitic composition) 4rs : feldspathic gnt-bt-qtz sch. and mica sch. including ky. and gneiss meta tuff, with quartzite (qt) and amphibolite (af)	Volcanism-Sedimentation: acidic-intermediate fissure eruption and "neck" (?) Concentration of base metal and Au.	④ "Stratabound"-type volcanogenic Zn-Cu-Pb massive and disseminated sulfide ore deposits. (Corpo C-1 and Albo 10P)		
			3 : dark line-grained amphibolite with quartzite (qt), ferruginous quartzite (qfe), gnt-bt-mv-qtz sch. (xt) and basic to ultrabasic dyke (db, ub) r : Morro Solto granite 2zv : melagraywacke, matacongglomerate and ultrabasic sill (ub) 2vc : acidic to intermediate tuff, lapilli tuff, volcanic breccia and their schist 1 : gabbroic banded coarse-grained amphibolite	Basic fissure eruption with volcanoclastics. Sedimentation of graywacke. Intrusion of Morro Solto Granite and basic to ultrabasic rock.	① Volcanogenic Zn-Cu-Pb massive sulfide mineralization detected by drilling hole of Billiton Metals. ② Supergene lateritized Ni ore deposit concentrated with ultrabasic "sill" in mine claim of Billiton Metals.		
Cará Brava Basic-Ultrabasic Massif	Acb		mg : metagabbro, metanorite and metagabbro-norite sp : serpentinite px : pyroxenite ub : serpentinite and pyroxenite mb : basic to ultrabasic rock (post-metamorphism)	Basic-ultrabasic complex.	① *** Asbestos mineralization consisting of chrysotile (ct), "Stockwork" type in serpentine - SAMA	Archaean (2,600 m.a.)	

* Projeto Canabrava-Porto Real, CPRM/DNPM, 1979
 ** Projeto Serra Dourada, DNPM/FUB, 1974 and report of SAMA, 1977
 *** Report of SAMA, 1977
 Abbreviations: qtz-quartz, mv-muscovite, sc-sericite, bt-biotite, gnt-garnet, cl-chlorite, str-staurolite, ky-kyanite, pl-plagioclase, mc-microcline, sch-schist

①-⑦: ref. Fig. B-1.

Fig. I-3-1 Generalized Stratigraphic Columnar Section in the Project Area

第4章 調査結果の総合検討

4-1 RIO DOIS DE JUNHO 地区

既知パルメイロポリス鉱床は Pip₄層中で Pip₃層の直上に胚胎することが知られている。本地区では、地質調査によって Pip₄層の分布を把握し鉱徴の発見に努め、土壤地化学探査によってこの鉱化作用に関する地化学異常の抽出を試みた。

その結果、この地区の Pip₄層の大部分を占める片岩の分布と Pip₄層中に挟在される角閃岩及び Pip₁層と Pip₃層を構成する角閃岩類の分布の詳細が明らかになった (Fig. II-2-1 参照)。すなわち、Pip₄層及び Pip₃層は中東部に広く分布し、調査面積の 2/3 を占めている。そのうち Pip₄層の片岩は幅 1-1.5km で 2 帯、Pip₁層・Pip₃層及び Pip₄層の一部を構成する角閃岩類は 1.5-3 km で 3 帯、北東部では NE-SW 方向、南部では N-S 方向を示して、いずれもほぼ平行で帯状に分布している。

また、発見された鉱徴 2ヶ所のうち Pip₄・Pip₃両層の境界付近に認められたものは 1ヶ所のみで、そこでは、径約 50m の範囲に多数のゴッサン (最大径 1 m で、雲母-石英片岩を母岩とする石英網状細脈) が点在している。

一方、地化学探査解析結果 (Fig. II-2-3 参照) によると、第 1 因子 (Zn-Cu) の得点分布がこの地域の岩相分布を非常にうまく説明する。すなわち、1.0 以上の高得点は、北東部で NE-SW、南部で N-S 方向に伸長し帯状に比較的まとまって分布しており、角閃岩類 (Pip₁層、Pip₃層及び Pip₄層の一部) の分布と極めて良く一致している。

これに反し、鉱化作用に関係すると予想される第 2 因子 (Pb-Cu) の 1.0 以上の高得点は南部と西部に比較的多く認められるが、第 1 因子のようなまとまりは認められず、分布の方向性も顕著でない。この第 2 因子 (Pb-Cu) の高得点帯に Cu, Pb, Zn の第一級の異常帯が重なる地区として、南部の Pip₄ vs 層中に 2 か所抽出された。

しかしながら第 2 因子が、Pip₄層で Pip₃層との境界付近に存在するパルメイロポリス鉱床と同じタイプの鉱化作用に関係するものであるなら、第 2 因子の高得点は第 1 因子の得点分布すなわち角閃岩類の分布にほぼ平行して分布するであろうという地球化学的な理由、及び地質調査によって顕著な鉱徴が認められなかったという理由から、この地区にパルメイロポリス鉱床と同タイプの鉱床の存在する可能性は少なく、存在しても小規模なものであろうと予想される。

4-2 MORRO DO ACAMPAMENTO 地区

本地区の調査 (本年度) は物理探査及びボーリング調査が実施され、地質調査・地化学探査は行われていない。

したがって、ここで述べる地質調査・地化学探査の結果は、第1年次のものであり、本年度実施した物理探査及びボーリング調査の結果に関連すると考えられるため記載した。

4-2-1 地質・鉱床及び地化学異常について

本地区の地質は、原生代下部のバルメイロポリス火山—堆積岩類 (Pip₁層~Pip₅層) 中のPip₃層~Pip₅層から構成されており、NE-SW系及びNW-SE系の断層によりブロック化された複雑な地質構造をする。地区北部ではPip₄層の雲母-石英片岩が広く分布し、地区南部ではPip₄層の雲母-石英片岩、角閃岩類及び含石墨石英片岩と、Pip₅層の雲母-石英片岩が分布する(ボーリング調査の結果、角閃岩類及び含石墨石英片岩中に硫化鉱物が認められている)。

Pip₄層は重要な鉱床胚胎層準であり、本地区の北東部に位置するC-1鉱床は、Pip₄層中でPip₃層の直上に胚胎するCu-Pb-Zn鉱床である。又、地区南西部のAlvo 10PもPip₄層中の鉱徴地である。地区外北方のC-2、C-3鉱床は、従来C-1鉱床と同じ層準に考えられていたが、最近のCPRMの調査によりPip₄層最上部に位置づけられたIron Formationの層準の下位に胚胎し、角閃岩類も挟在する事が解明されつつある。本地区南部のボーリング調査で捕捉された硫化鉱物を伴う地質ユニットはC-2及びC-3鉱床に類似しており、周辺の地質状況も対比できるかも知れない。

土壌地化学探査の結果、北東部のC-1鉱床から南西部のAlvo 10PにかけてNE-SW方向にCu-Pb-Zn地化学異常区域が抽出された。これらはCu-Pb-Zn鉱化作用に関連した重要な地化学異常区域と考えられる。

4-2-2 物理探査結果

本調査地区の比抵抗分布は、ほぼN-S~NNE-SSWの方向性を示す。IP異常帯はブロック北部に1箇所、ブロック南部に2箇所に検出された。

ブロック北部では、高比抵抗帯(1,000Ωm以上)は、地区西方と東方に認められる。西方のものはPip₄vxt₂層に、東方のものはPip₄vxt₁層の一部にそれぞれ対応し、いずれも石英分の多い地層を反映している。前者は、分布域北方で東方に分布する高比抵抗帯に連続する傾向を示しながら、地区中央部にNE-SW方向に山体をなすMorro do Acampamentoを中心として分布する。後者は、深部にNW-SE方向に分布するものであり、更に南方深部へ分布する傾向を示す。

中比抵抗(1,000Ωm~500Ωm)は地区北部一帯に広く分布するPip₃角閃岩類及びPip₄vxt₁に対応し、地区北方に更に伸長分布する傾向を示し、調査地区外北方にもPip₃層及びPip₄vxt₁が広く分布することを示唆している。

一方、ブロック南部の比抵抗分布は、東方で高比抵抗帯、中~低比抵抗帯が優勢に分布する。これらの比抵抗帯の分布はコントラストが明瞭で、地質の境界及び構造線の推定が可能な形態を呈してい

る。推定される断層構造は、地区中央部に NE-SW 方向で認められるものが最大であり、それに斜交する NW-SE 系、N-S 系の小規模断層が推定される。また、ブロックの西方の中比抵抗は角閃岩類に、低比抵抗 (100Ωm 以下) は石墨片岩にそれぞれ対応し、比抵抗分布形態は褶曲構造、断層構造等複雑な地質構造を反映していると考えられるものである。

本ブロックの地質環境は、断層構造や褶曲構造が顕著であると考えられるが、このような地質環境下に胚胎する鉱床は、複雑な IP 示徴形態を誘起するため、その解析は非常に難しい。

ブロック北部の IP 異常は、南北に伸長する Pip_4vxt_1 層及び Pip_3 層に対応する高～中比抵抗分布域に認められる。第 1 年次のモデルシミュレーションの結果では、硫化鉱物の濃集部は測線 150S 付近に胚胎すると推定され、ボーリング調査を実施したが、硫化鉱物の濃集部を捕捉するにいたらなかった。第 2 年次のモデルシミュレーションの結果では測線 160S の地表下 250m 付近に硫化鉱物の濃集部が推定され、南に向うに従い深部に胚胎する傾向を示すことが判明した。したがって、測線 150S 付近の IP 異常源は測線 160S に分布する硫化鉱物の濃集部の横方向の影響と推定される。しかしながら、この硫化鉱物の濃集部は塊状鉱床とは考えられず、鉱染状鉱床の可能性が強いものである。

ブロック南部の IP 異常は、低～中比抵抗帯に分布するものと、高比抵抗帯に分布するものが検出された。前者は東傾斜の強い IP 示徴を呈し、石墨片岩の影響を受けた硫化鉱物のスペクトル・パターンを示すためボーリング調査を実施した。その結果、硫化鉱物の濃集部を確認することが出来なかったが、この IP 異常を誘起した異常源は、石墨片岩と硫化鉱物の相乗効果であることが判明した。

一方、後者のスペクトル・パターンは硫化鉱物によるものであるが、IP 異常分布形態、P. F. E. 値等から推定すると、弱い硫化鉱物の鉱染に起因する可能性の強いものである。

4-2-3 ボーリング調査結果

ボーリング調査は、物理探査結果、及び鉱化作用を検討して実施し、3 孔 900.37m を実施した。本年度の調査結果では、有望な鉱徴は捕捉出来なかったが、SIP 異常源や地質構造が解明された。

(1) MBP-1 孔

主として雲母-石英片岩を掘進した。深度 103.50~122.00m に認められる緑泥石・黒雲母・角閃石片岩は、 Pip_4vxt_1 層の挟みあるいは Pip_3 層の角閃岩類であるかを決定することは困難であるが、周辺の地質状況から判断してその層厚が薄いことと、 Pip_3 層に比べて石英及び黒雲母が多い事から判断して Pip_4vxt_1 層の挟みとした。ボーリング・コアの鉱石分析の結果、硫化鉱物量は 1% 以下である。物性試験においても P. F. E. 値は低く、IP 異常に相当する現象はボーリング孔では捕捉されていない。

(2) MBP-2, 3 孔

両孔とも、雲母-石英-角閃石片岩(角閃岩類)、含石墨石英片岩を挟在する角閃岩類及びザクロ

石—十字石—雲母—石英片岩を掘進した。

含石墨石英片岩を挟在するゾーン及びその深部の片岩類は、それぞれ地表の含石墨石英片岩及び Pip₅ 層の片岩類に連続すると考えられ、この解釈は物理探査の解析と一致する。

以上の諸事実の地表地質を検討すると、MBP-2, 3 孔を実施した地域の地質構造は横臥褶曲を示すものと解釈される。また、ボーリング・コアの鉱石分析の結果、硫化鉱物量は黄鉄鉱・磁硫鉄鉱及び石墨が認められるゾーンで最大値 7% と推定され、物性試験においても同ゾーンで P. F. E. 値が高いことから、ブロック南部の IP 異常は黄鉄鉱・磁硫鉄鉱及び石墨が認められるゾーンに起因すると考えられる。

第5章 結論及び第3年次への提言

5-1 結論

RIO DOIS DE JUNHO 地区

この地区の南部において、Cu-Pb-Znの地化学異常を捕捉したが、パルメイロポリス鉱床と同タイプ鉱床が存在する可能性は少なく、存在しても小規模なものであろうと予想される。

MORRO DO ACAMPAMENTO 地区

- (1) ブロック北部では、測線150S85W 付近深部のIP異常に対してボーリング(MBP-1)を実施したが、顕著な鉱化作用を捕捉するに至らなかった。
- (2) またブロック南部では、地区西部の低～中比抵抗帯中において南北方向に伸びるC-1鉱床に匹敵する強いIP異常帯を検出した。
- (3) この異常帯のうち、測線270Sの270-280W及び310Sの260-270W 付近深部の強いIP異常に対して2本のボーリング(MBP-2及びMBP-3)を実施し、幅70m～100mにわたって最大7%程度の硫化鉱物(主として黄鉄鉱及び磁硫鉄鉱) 鉱染と含石墨石英片岩薄層を角閃岩類中に捕捉したが、黄銅鉱などの有用鉱物は微量認めただけで過ぎなかった。

5-2 第3年次への提言

ブロック南部の含石墨石英片岩は、プロジェクト地域外で現在CPRMによって探鉱継続中のC-2及びC-3鉱床上盤側のIron Formationに対比される可能性がある。したがって、このブロック南部の鉱化作用は、C-2及びC-3鉱床の層準に相当する可能性があり、依然として探鉱余地は残されている。

また、過去のブラジル側の調査によって土壌の地化学異常とIP異常が確認されており、200m級のボーリングで鉱徴を掴むなど浅部情報は得られているが期待される深部の情報が未だ不十分なAlvo 10Pでは、深部情報を得るためのフォローアップ調査の実施が望まれている。

したがって、第3年次の調査では、Morro do Acampamento地区において、以下の調査の実施を提言する。

- (1) ブロック南部の最終評価のためにボーリング調査を実施する。
- (2) Alvo 10Pで、深部情報を得るために、物理探査(SIP法)及びボーリング調査を実施する。

第II部 各 論

第1章 調査概要

地質調査・地化学探査は、Rio Dois de Junho 地区で実施し、物理探査及びボーリング調査は、Morro do Acampamento 地区で実施した。

1-1 調査方法

1-1-1 地質調査・地化学探査

1/50,000水系図を1/10,000に拡大した水系図と1/25,000の空中写真を使用し、1/10,000ルートマップを作成した。同時に平均13~14個/kmの採試密度で合計2,008個の土壌(B層)試料を採取した(PL-II-1-1)。採試方法は主要な道路及び河川沿いに実施したほか、全域に亘り実施した測線伐開により採試点が均等分布するように心掛けた。採試点では試料番号、色、土壌の構成物質、採取深度及び地質ユニットなどを記録し、地質調査の補助手段とした。地区を6ブロックに分割し、それぞれのブロック番号を試料番号の頭に付けた。

採取試料はCu・Pb・Znの3成分を対象として原子吸光法による化学分析に供された。

そのほかの各種分析に供した試料の採取位置をFig. A-1に示し、検鏡結果をTable A-1・A-2に示す。

1-1-2 物理探査 (SIP 法電気探査)

(1) 調査目的

Morro do Acampamento 地区はCSAMT法により、比抵抗構造が解明されており、鉱化帯賦存の可能性の高い地域が抽出され、SIP法によりC-1鉱床のスペクトル・パターンが把握されている。

本年度は、比抵抗構造により抽出された鉱化帯賦存の可能性の高い地域、地質調査・地化学探査の異常帯及びSIP法により検出されたIP異常帯において、SIP法電気探査を実施することにより、C-1鉱床に類似するスペクトル・パターン(硫化鉱物に起因する)を補捉し、ボーリング位置決定を行うことを目的とした。

(2) 調査方法

SIP法電気探査は、従来のIP法電気探査に類似する手法であり、流電電極と受信電極の一对の電極(Dipole-Dipole法)により測定する方法である。一般にSIP法電気探査で使用する送受信周波数は0.1Hz~100Hzである。本調査では、0.125Hz~88Hzの範囲の周波数を用い、マグニチュード及び位相差等を『周波数領域法』で測定した。

測線は、Fig. II-1-1に示すように200m間隔で開放トラバース測量を実施して設定した。測定は各測線上に50m間隔で設定したが、測定は100m間隔で行った。また、各測線には信号中継線(コミュ

PALMEIRÓPOLIS

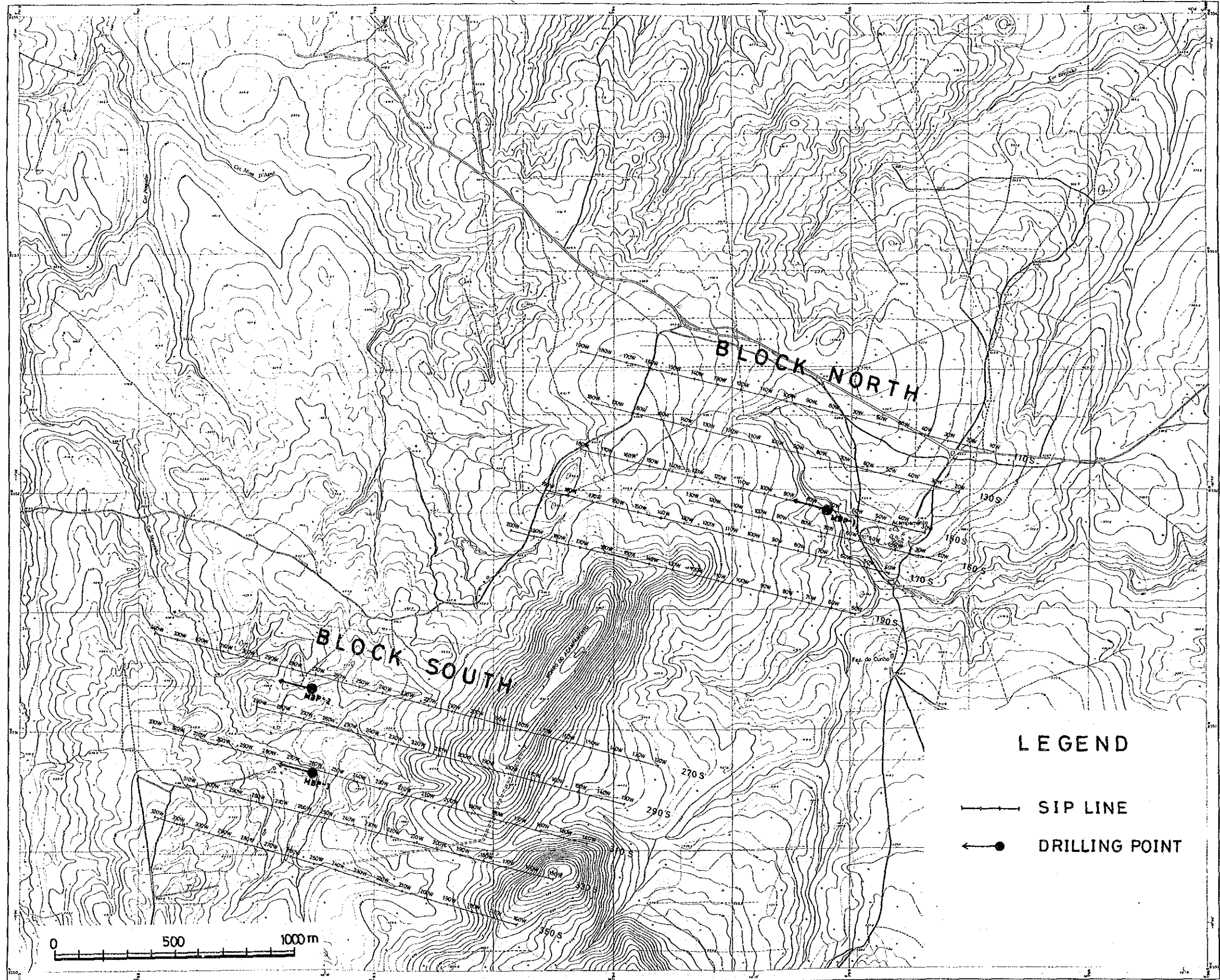


Fig. II-1-1 Location Map of the SIP Survey and Drilling Holes

ニケーション・ライン) が必要であるため, Fig. II-1-2に示すように信号中継線を本線から約25mの距離を置いて本線に平行に設定した。

本調査地域は, Morro do Acampamento がほぼ南北に分布するため, 南麓と北麓との2つのブロックに分け調査を実施した。以後, 2つのブロックをブロック北部及びブロック南部と呼称する。その調査内容を Table II-1-1に示す。

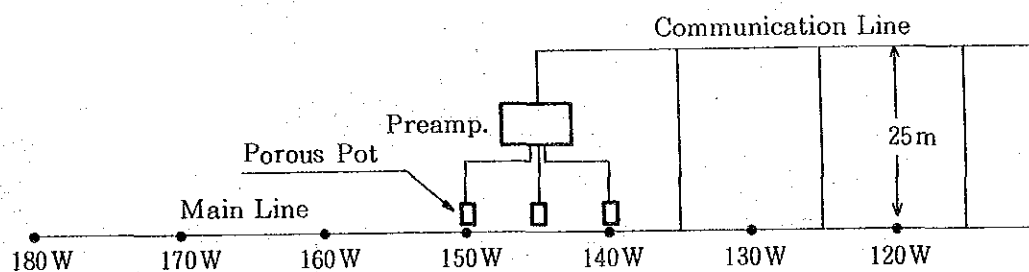


Fig. II-1-2 Electrode Configuration

Table II-1-1 Specifications and Survey Amounts for SIP Survey

地区	測線名及び測線長	測定点数	電極隔離係数及び測定間隔
ブ ロ ッ ク 北 部	測線 110 S ... 1,500 m	46 点	n=1~5, 測定間隔 (a=100 m)
	測線 130 S ... 1,500 m	48 点	n=1~5, 測定間隔 (a=100 m)
	測線 150 S ... 1,500 m	49 点	n=1~5, 測定間隔 (a=100 m)
	測線 160 S ... 1,500 m	28 点	n=1~5, 測定間隔 (a=100 m)
	測線 170 S ... 1,500 m	49 点	n=1~5, 測定間隔 (a=100 m)
	測線 190 S ... 1,500 m	49 点	n=1~5, 測定間隔 (a=100 m)
	(合計 8,300 m)	(計 269 点)	
ブ ロ ッ ク 南 部	測線 270 S ... 2,100 m	79 点	n=1~5, 測定間隔 (a=100 m)
	測線 290 S ... 1,500 m	49 点	n=1~5, 測定間隔 (a=100 m)
	測線 310 S ... 1,800 m	64 点	n=1~5, 測定間隔 (a=100 m)
	測線 330 S ... 1,500 m	49 点	n=1~5, 測定間隔 (a=100 m)
	測線 350 S ... 1,500 m	49 点	n=1~5, 測定間隔 (a=100 m)
	(合計 8,400 m)	(計 290 点)	

* 総測線数11測線 総測線長 16,700 m, 総測点数 559 点

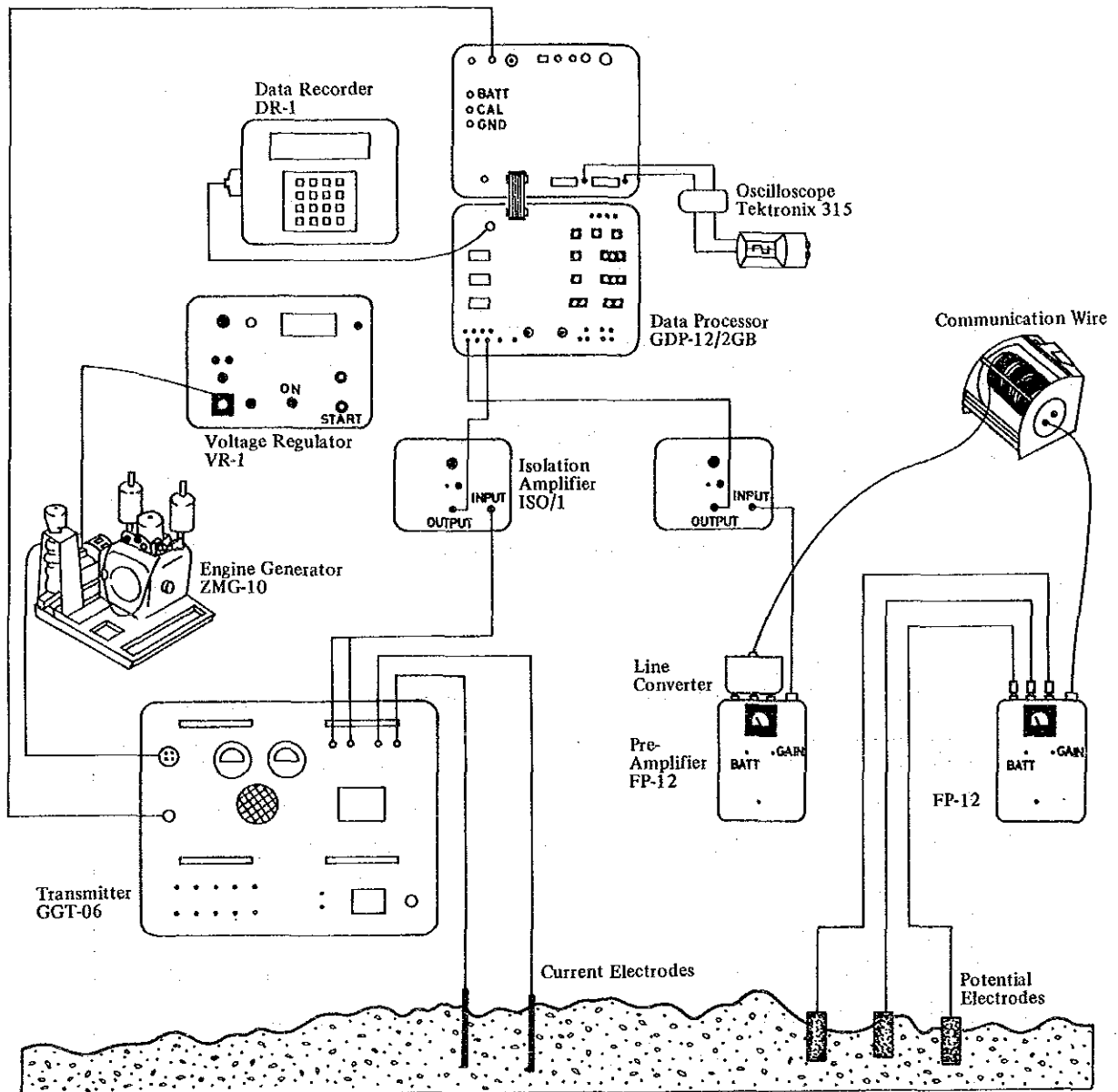


Fig. II-1-3 Diagram of SIP Survey System

(3) 調査使用機器

本調査は、Zonge Engineering & Research Organization, Inc., U. S. A. 社製の測定機器を使用した。Fig. II-1-3に使用測定機器を概念図として示す。

以下に主要機器の仕様を列記する。

(a) 送信部

エンジン・ジェネレータ (ZMG-10)

出力……10KVA/3,200RPM, 400Hz, 3phase

トランスミッタ (GGT-06)

出力……10KVA, 20A, 1,000V

周波数……DC~12KHz

(b) 受信部

データ・プロセッサ (GDP-12)

周波数……1/16~2,048Hz

A/D変換器12ビット, コンピュータ内蔵, 16KバイトRAM, 50/60Hzノッチフィルタ,

最小入力電圧0.2v/1,024スタッキング

(c) 記録部

データ・レコーダ (DR-1)

500KバイトRAM

1-1-3 ボーリング調査

ボーリング調査は Morro do Acampamento 地区の物理探査の結果により、ブロック北部で実施された。

掘進作業は、10月5日から11月26日まで、現地の探鉱会社 GEOSOL (Geologia e Sondagens LTDA) が2台のボーリング機械を用いて実施した。

各孔の掘進実績を TableA-4に、また使用機器、消耗品及び量、ダイヤモンドビット使用状況を TableA-5に示す。

(1) ボーリング位置 (Fig. II-1-1)

ボーリング調査はブロック北部で第1孔 (MBP-1)、ブロック南部で第2孔 (MBP-2) 及び第3孔 (MBP-3) が実施された。それぞれのボーリング位置は、以下のとおりである。

	位 置	方向・傾斜	確認したい異常源
MBP-1孔	E794.90 N8551.91	285 -60	S I P測線 150 s 85w 付近で 150 m 以深に予想される東傾斜異常源
MBP-2孔	E792.73 N8551.17	285 -60	S I P測線 270 s 270 - 280 w 付近で 150 m 以深に予想される東傾斜異常源
MBP-3孔	E792.73 N8550.82	285 -60	S I P測線 310 s 270 - 270 w 付近で 150 m 以深に予想される東傾斜異常源

(2) 資機材搬入作業

ボーリング位置決定以前に、GEOSOLのボーリング担当者と資機材の搬入計画の大綱について打合わせ、ボーリング位置決定しだい直ちに掘進作業を開始できるように、資機材をバルメイロポリスまで搬入して決定まで待機するように指示した。

CPRM キャンプから MBP-1孔までの約200m 間は、今回新たに搬入路を開削したが、MBP-2及び MBP-3孔については、既存の道路及び今回の物理探査測定作業のために開削した道路を利用することができた。

したがって、位置決定後の機械搬入及び移設作業は、すべてトラックを利用し比較的短時間に実施することができた。

(3) 整地作業

MBP-1孔搬入路の開削時にブルドーザーを使ったが、MBP-2及び MBP-3孔については特に必要としなかった。

(4) ボーリング用水

MBP-1孔までは約50m、MBP-2孔、MBP-3孔まではそれぞれ約400m 及び100m に幅1~2 m の小川があり、そこからそれぞれ用水ポンプを使って給水した。これらの小川は乾季には枯渇するが、雨季の始まったこの時期には掘進作業に十分な用水を供給した。

ボーリング孔周辺はいずれも平坦で、各孔までの揚水高が10m を越えるものはなかった。

(5) 掘進作業

各孔とも、着岩までNWメタルビットによる普通工法で掘進し、着岩後HXあるいはNXダイヤモンドビットによる普通工法で掘進した。

各孔の掘進状況は次のとおりである (Fig. II-1-4 (1~3))。

MBP-1

0~11.55m

NWメタルビットによる普通工法で、表土及び強風化岩(雲母-石英片岩)を掘進した。

11.55~20.90m

HXダイヤモンドビットによる普通工法で、雲母-石英片岩を掘進した。20.90mでNXダイヤモンドビットに交換した。

20.90~300.15m

NXダイヤモンドビットによる普通工法で、雲母-石英片岩、角閃石片岩及び緑泥石-雲母-石英片岩を掘進した。岩質は安定しており、掘進は順調であったが、249.70mでポンプが故障し修理に1日を要した。その後予定深度に達したので掘進を完了した。傾斜測定後、11月4日にMBP-3孔掘進地点に移転した。

MBP-2

0~17.10m

NWメタルビットによる普通工法で表土及び強風化岩を掘進した。15.90mでポンプの調整及び交換を行った。

17.10~21.45m

HXダイヤモンドビットによる普通工法で風化岩(角閃岩)を掘進した。

21.45~300.12m

NXダイヤモンドビットによる普通工法で角閃石片岩、石墨片岩及び雲母片岩などを掘進し、99.50~168.20mで硫化鉱物鉱染帯を捕捉した。掘進は順調に進み、予定深度に達したので終了した。

MBP-3

0~13.70m

NWメタルビットによる普通工法で表土を掘進した。

13.70~300.10m

NXダイヤモンドビットによる普通工法で角閃石片岩、石墨片岩及び雲母片岩などを掘進し、56.00~162.50mで硫化鉱物鉱染帯を捕捉した。掘進は順調に進み、予定深度に達したので終了した。

(6) 孔曲り測定

孔曲りの状況を正確に把握するため、トロバリを用いて孔曲り測定を実施した。この結果、次のように掘進角度はほぼ計画どおり実施され、孔曲り角度の最大は4度であったが、方位の測定値は磁硫鉄鉱の影響で誤差が大きい。

MBP-1孔(計画傾斜角-60°)			MBP-2孔(計画傾斜角-60°)		
測定深度	角度	方位	測定深度	角度	方位
50 m	61°	306°	50 m	61°	288°
100 m	62°	314°	100 m	61°	249°
150 m	63°	322°	150 m	60°	274°
200 m	63°	318°	200 m	59°	287°
250 m	61°	280°	250 m	58°	249°
300 m	60°	269°	300 m	56°	253°

MBP-3孔(計画傾斜角-60°)		
測定深度	角度	方位
50 m	59°	287°
100 m	58°	267°
150 m	57°	291°
200 m	57°	290°
250 m	56°	287°
300 m	56°	286°

1-2 解析方法

1-2-1 地質調査・地化学探査

2,008個、3成分の分析結果は採試点の地質ユニットと共にコンピュータに入力され(Table A-6)、統計処理が行われた。

(1) 単成分解析

各成分の異常値を抽出する目的で、ヒストグラム及び累積頻度分布図を作成した(Fig. II-1-5)。

異常しきい値の決定は、Sinclair(1974)によった。すなわち、累積頻度分布図の変曲点から、Cu及びZnは異常値母集団(以下A母集団)と2つの後背値母集団(以下B(I)母集団、B(II)母集団)の3つの母集団に、PbはA母集団と後背値母集団(以下B母集団)の2つの母集団に分けられ、各母集団ごとに1%値と99%値を比較し、それぞれの元素のしきい値を決定した(Table II-1-2)。

各成分の相関係数はTable II-1-3に示すとおり、Cu及びZnの非常に強い正の相関が認められる。

(2) 多変量解析

昨年度同様、因子分析法により、2つの因子が抽出された(Table II-1-4)。第1因子はZn-Cu、第2因子はPb-Cu(-Zn)である。

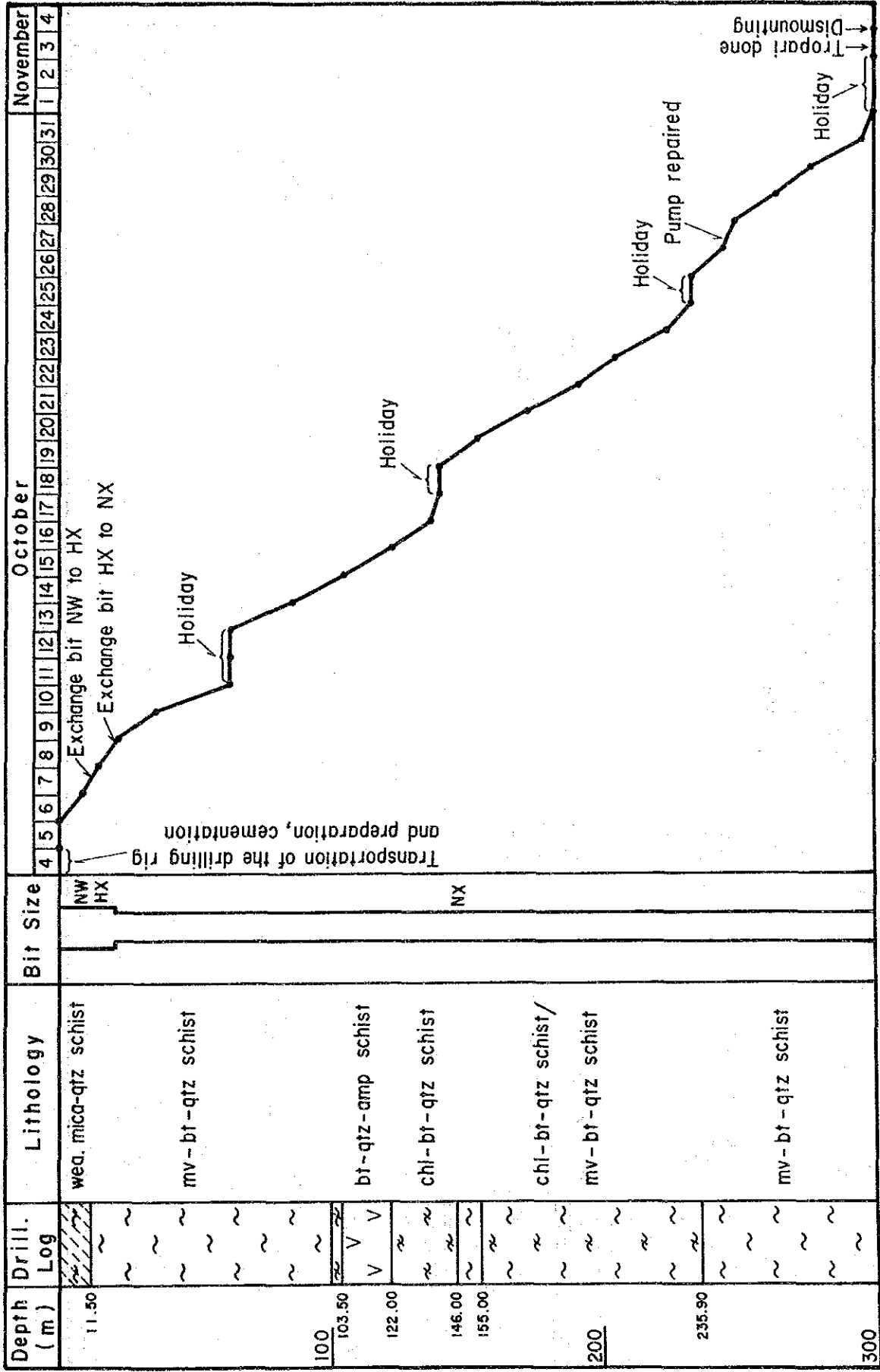


Fig. II-1-4 (1) Progress Record of Hole MBP-1

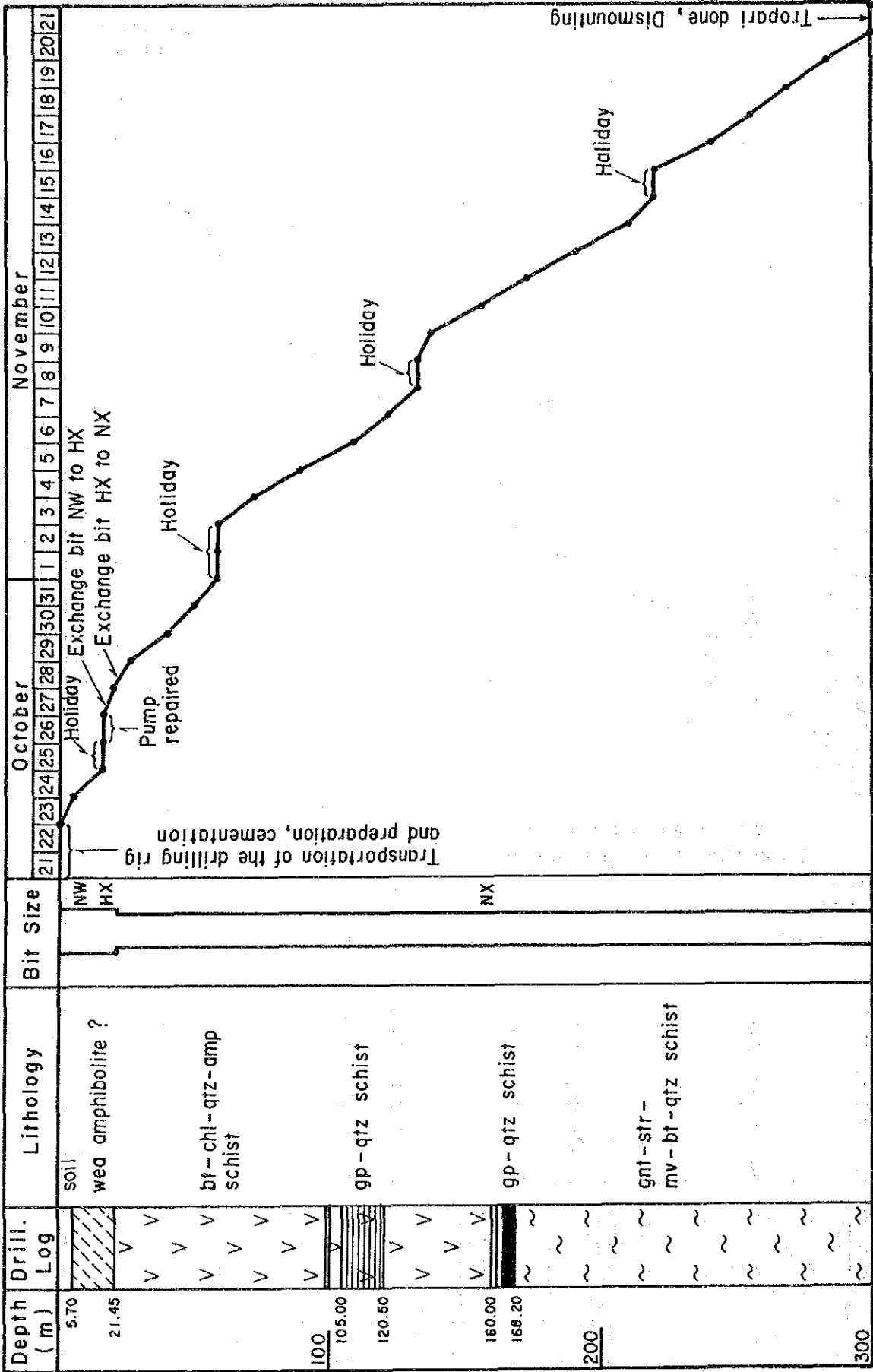


Fig. II-1-4 (2) Progress Record of Hole MBP-2

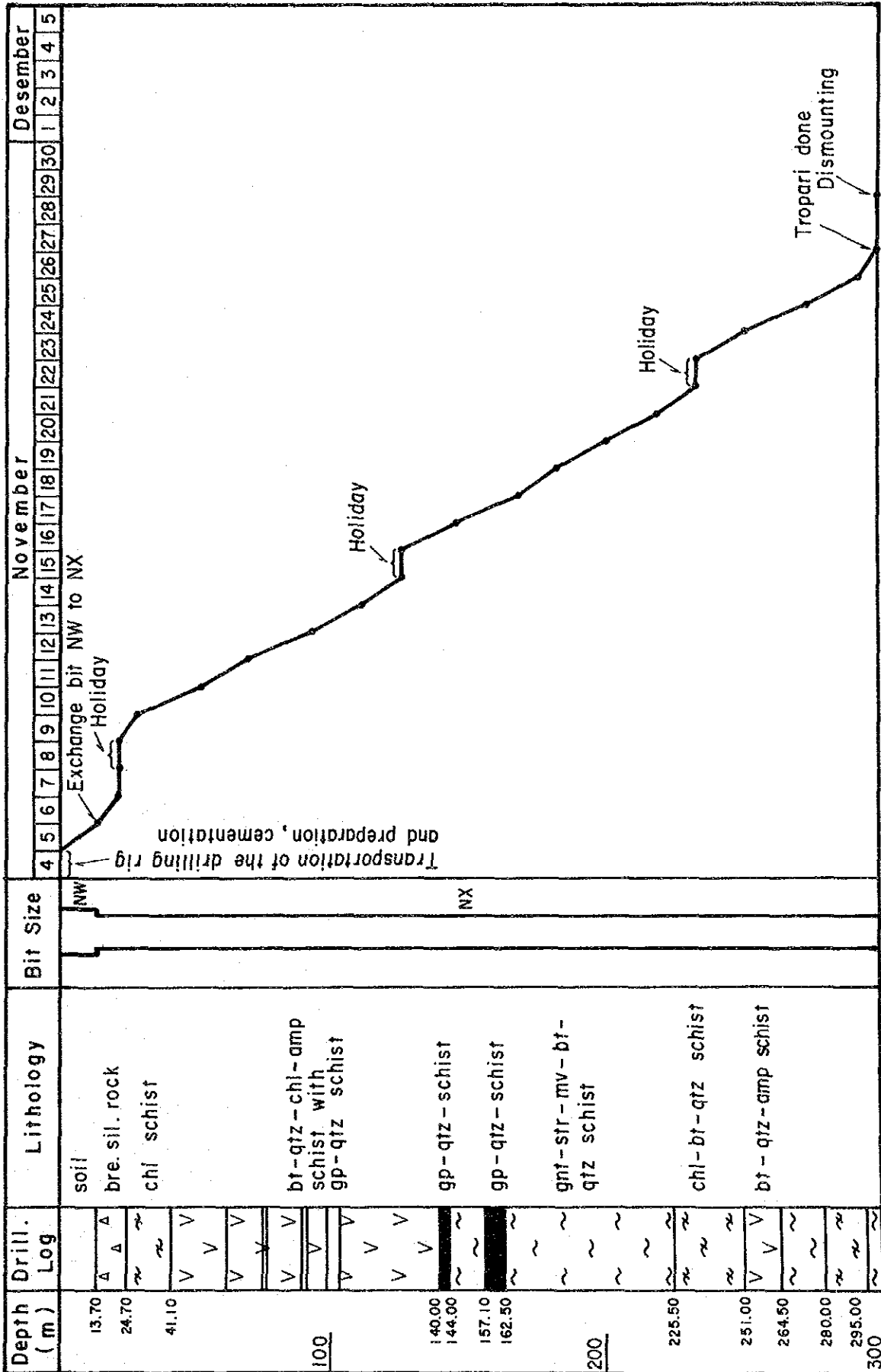


Fig. II-1-4 (3) Progress Record of Hole MBP-3

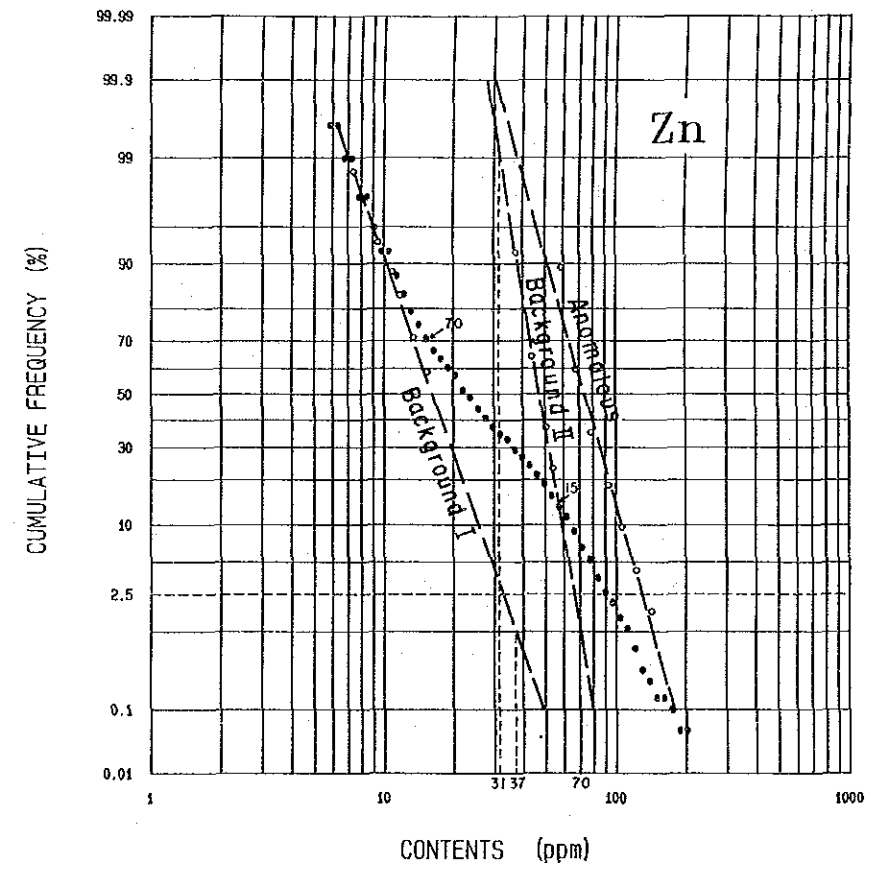
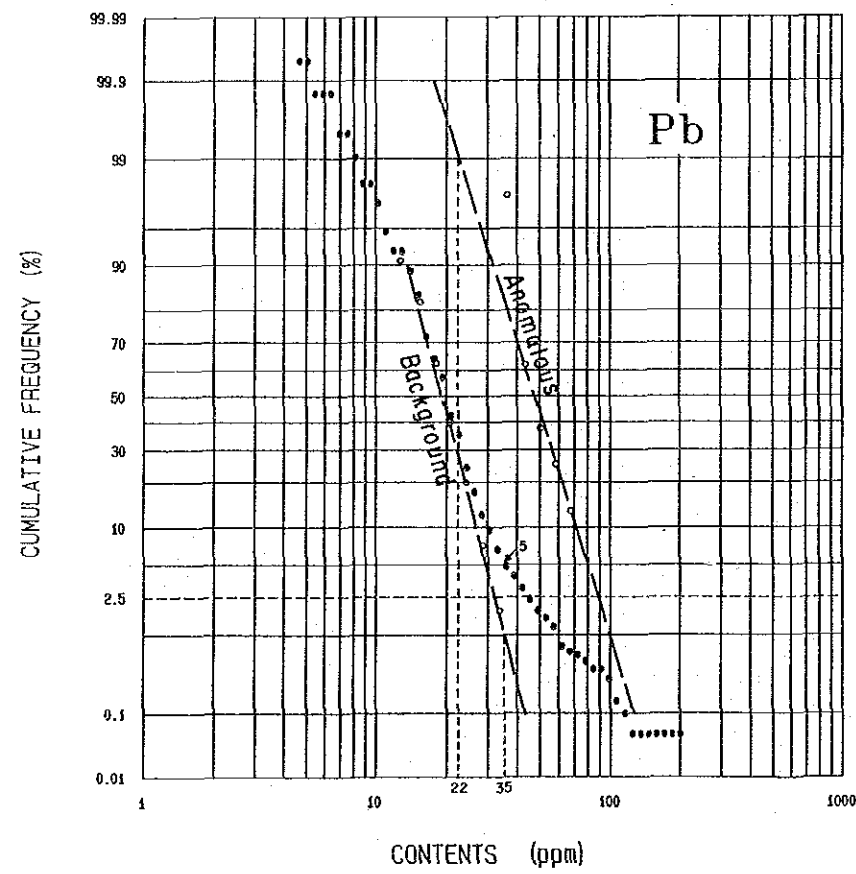
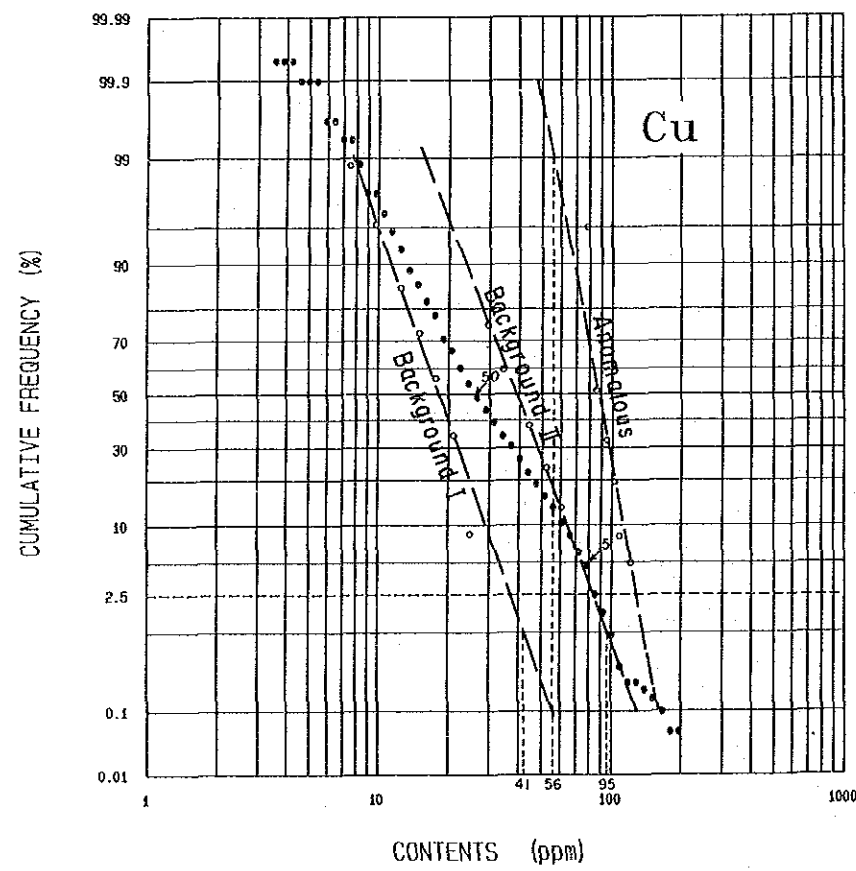
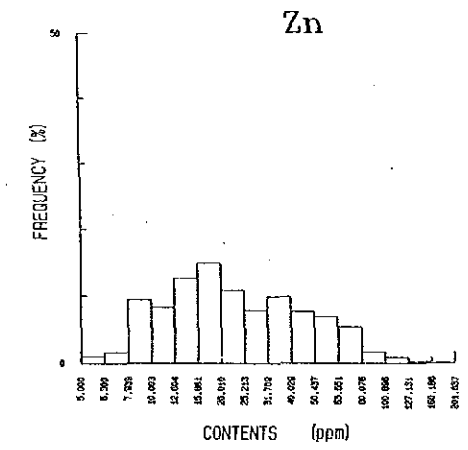
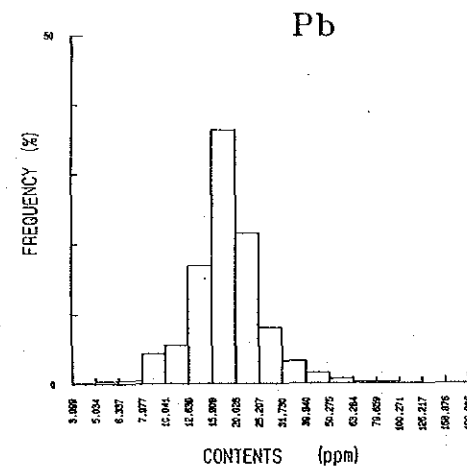
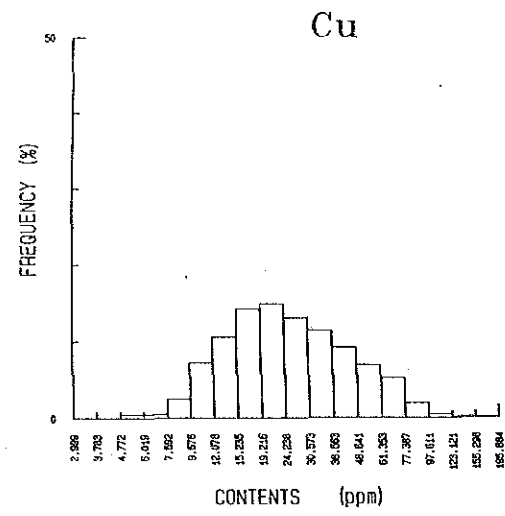


Fig. II-1-5 Histogram and Cumulative Frequency Distribution of Cu, Pb and Zn

Table II-1-2 Results of Simplified Statistical Treatment of Geochemical Data

	Values in ppm			Total data		Anomalous		Background (II)		Background (I)	
				%	No.	%	No.	%	No.	%	No.
Cu	Group I \geq 95			1.7	35	26	26	1	9	-	-
	Group II \geq 56			11.4	228	73	73	17	154	0.1	1
	Group III \geq 41			11.3	227	1	1	24	217	0.9	9
	Group IV < 41			75.6	1,518	-	-	58	524	99.0	994
	Max	Min	Mean	100	2,008	100	100 (5%)	100	904 (45%)	100	1,004 (50%)
196	3	25.1									
Pb	Group I \geq 35			4.9	99	80	80	/		1	19
	Group II \geq 22			26.6	534	19	19			27	515
	Group III < 22			68.5	1,375	1	1			72	1,374
	Max	Min	Mean	100	2,008	100	100 (5%)			100	1,908 (95%)
	200	4	18.6								
Zn	Group I \geq 70			8.7	174	54	163	1.0	11	-	-
	Group II \geq 37			56.8	1,141	45	136	90.5	999	1	6
	Group III \geq 31			4.9	98	1	3	7.5	83	2	12
	Group IV < 31			29.6	595	-	-	1.0	11	97	584
	Max	Min	Mean	100	2,008	100	302 (15%)	100	1,104 (55%)	100	602 (30%)
202	5	23.0									

Table II-1-3 Correlation Matrix of Three Elements of Geochemical Data

	Cu	Pb	Zn
Cu	1.000		
Pb	0.350	1.000	
Zn	0.713	0.211	1.000

Table II-1-4 Results of Factor Analysis of Geochemical Data

Factor Loadings (varimax rotation)			Communality
	Factor 1	Factor 2	
Cu	0.720	0.462	0.7315
Pb	0.098	0.587	0.3539
Zn	0.819	0.234	0.7255
Factor contributions	87.671%	14.291%	

1-2-2 物理探査

(1) 解析方法

野外調査で獲得したデータは、GDP-12 (データ・プロッサ) によりその場で、見掛比抵抗、位相差、マグニチュード、3-pt デカップリング値及び P. F. E. 値等が計算され、データ・レコーダに記憶される。記憶されたデータはコンピュータにより処理し、擬似断・平面図及び各種スペクトル図に表現する。これらの図面に地質条件を加味し、2-D モデルを作成し、シミュレーションすることにより、異常帯を誘起する異常源の三次元的分布が把握される。また、各周波数領域に於けるスペクトル特性を解析し、異常源の性質の解明を行う。

以下に作成した各図を示す。

- ① 見掛比抵抗擬似断面図 (0.125Hz)
- ② 見掛抵抗平面図 (n=1,3,5)
- ③ P. F. E. 擬似断面図 (0.125Hz-1.0Hz)
- ④ P. F. E. 平面図 (0.125Hz-1.0Hz, n=1,3,5)
- ⑤ RAW PHASE 擬似断面図 (0.125Hz-1.0Hz)
- ⑥ 3-pt デカップリング処理図 (0.125Hz-0.375Hz-0.625Hz)
- ⑦ デカップリング処理図 (3.0Hz, 5.0Hz, 8.0Hz, 16.0Hz, 32.0Hz)
- ⑧ コール・コール図
- ⑨ 位相差スペクトル図
- ⑩ マグニチュード・スペクトル図
- ⑪ 2-D 総合解析図

(2) 物性測定

物性測定は、調査地域に分布する岩石の物性の特性を把握することを目的として実施する。しかし、採取した岩石の自然分布状態を再現することは極めて困難である。また、現地調査データは周辺地質の影響を反映したものである。そのため測定値は必ずしも調査データに一致しない。

物性試験に供された岩石試料は、31個である。このうち13個は地表より採取したものであり、18個はボーリング・コアである。

地表から採取した試料は、片岩が多く試料全体の84.6% (13個中11個) を占める。ボーリング・コアは含種断面を検討し、推定異常源胚胎深度周辺の試料を採取した。Table II-1-5に採取位置別に分類し測定した結果を示す。

物性測定に供された全岩石試料の平均比抵抗は2,628 Ω m、平均 P. F. E. 値は2.34%である。また、試料を採取場所別に分類した平均比抵抗は MBP-1孔の試料では4,973 Ω m (1.55%)、MBP-2孔で3,716 Ω m (2.74%) 及び MBP-3孔では3,628 Ω m (3.85%) であり、MBP-2,3孔の比抵抗値はほぼ同数

Table II-1-5 Electrical Property of Rock and Core Samples

試料採取位置	比抵抗 (Ωm)	位相差 (-mrad)	P. F. E. 值 (%)	備 考
110S-130W	50	1.8	0.3	Quartzite
150S-235W	370	5.8	1.1	Amphybolite
270S-165W	497	18.6	2.5	Schist
270S-235W	4,490	12.8	1.8	Amphybolite
290S-145W	203	17.0	2.3	Schist
290S-245W	1,870	17.9	2.6	Quartzite
310S-165W	499	12.6	1.8	Schist
310S-176W	600	8.0	1.1	Schist
330S-252W	1,620	8.5	1.1	Amphybolite
330S-259W	855	12.5	1.7	Amphybolite
330S-165W	1,060	7.3	1.1	Schist
350S-280W	53	10.1	1.8	Schist
350S-205W	184	16.0	2.2	Schist
01- 34.45m- 35.50m	3,050	8.1	1.2	
87.50m- 87.55m	1,480	7.5	1.1	
194.00m-194.05m	7,170	18.1	2.8	
267.00m-267.05m	8,190	7.6	1.1	
02- 62.45m- 62.50m	1,860	3.1	0.5	
94.45m- 94.50m	9,310	15.8	2.3	
114.45m-114.50m	3,130	67.5	8.2	
149.95m-150.00m	6,770	36.2	5.2	
195.60m-195.65m	2,180	13.0	1.8	
233.20m-233.25m	1,790	10.3	1.5	
249.75m-249.80m	1,500	7.7	1.2	
289.50m-289.55m	3,190	7.4	1.2	
03- 39.95m- 40.00m	5,040	5.1	0.8	
111.95m-112.00m	351	188.1	17.8	
165.00m-165.05m	6,750	8.3	1.3	
185.50m-185.55m	1,610	4.1	0.6	
230.10m-230.15m	3,390	9.8	1.4	
290.00m-290.05m	4,630	9.9	1.2	

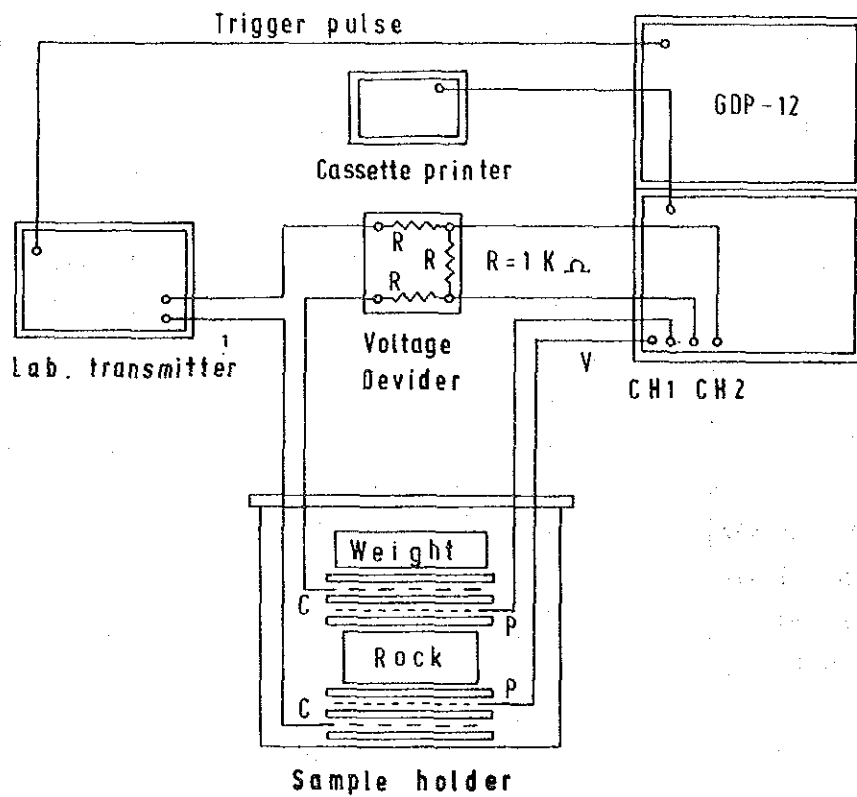


Fig. II-1-6 Brock Diagram for Sampling Measurements

値であるが、P. F. E. 値は MBP-3孔の試料の方が高い。

地表から採取した試料の平均比抵抗は $950\Omega\text{m}$ (1.6%)であり、ボーリング・コアよりかなり低い値が得られた。比抵抗値が低いことは、測線110S-100W, 290S-145W, 350S-205W 及び測線350S-250W で採取された試料のように強い風化変質を受けた試料もあるためである。これらの試料を除いた平均比抵抗値は $1,186\Omega\text{m}$ である。

また、物性測定に供された全試料のうち、高い P. F. E. 値を示すものは MBP-2孔 (114.45~114.50m, 145.95~150.00m), MBP-3孔 (111.95~112.00m) で採取されている。

1-2-3 ボーリング調査

(1) ボーリング・コア鑑定及び試験・分析用サンプルの抽出

ボーリング・コア鑑定及びサンプルの抽出作業は、CPRM キャンプの作業場において行った。

コア鑑定は、あらかじめ準備していた縮尺1:100のコア鑑定用データ・シートを用いて、深度0.5 m 毎に構成鉱物を半定量で記載し、最終的には縮尺1:200の柱状図 (Fig. A-5 参照) にまとめた。また、鑑定と並行して、原則としてコア箱2箱分 (約7.5m) 毎に写真の撮影を行い、さらに主要な鉱微部については近接撮影を実施した。

試験・分析用サンプルの抽出作業は、各孔のコア鑑定が完了した後にまとめて実施した。SIP 物性測定用、岩石薄片用、鉱石研磨片用及び鉱石分析用の各サンプルは、解析に際してそれぞれの試験・分析結果が相互に比較検討できるように、できるだけ隣接した深度区間から抽出するように配慮した。このようにして目的の決まったコアは、原則として縦割りにして、半分を保管し残り半分を各種試験・分析用に割当てた。

抽出された試験・分析用サンプルは、岩石薄片用16個、鉱石研磨片用4個、鉱石分析用20個である。

抽出した試験・分析用サンプルはすべて日本に持ち帰り、それぞれの試験・分析を実施した。これらの結果は詳細は関係する各項で述べる。

第2章 RIO DOIS DE JUNHO 地区

2-1 地質調査・地化学探査結果

2-1-1 地質層序

Rio Dois de Junho 地区周辺の広域的地質は、下位より始生代の Cana Brava 塩基性-超塩基性岩体 (Acb), 原生代下部のバルメイロポリス火山-堆積岩類 (Pip), 原生代中部の Serre de Mesa 層群 (Pmsm, Pml), Rio Maranhão カククラサイト化帯 (ct) 及び原生代上部の Paranoa 層群 (Pspa) から構成されている。

この地質のうち、本地区にはバルメイロポリス火山-堆積岩類が分布する (Fig. II-2-1, Fig. II-2-2, PL. II-2-1, PL. II-2-2)。

バルメイロポリス火山-堆積岩類は、更に Pip₁, Pip₂, Pip₃, Pip₄ 及び Pip₅ に細分される (DNPM/CPRM, 1983)。これらはほぼ NE-SW 系-N-S 系の分布を示す。

(1) Pip₁ 層

分布

本地区最下位の地質で、地区北東端部に小規模に分布する。新鮮な岩石の露出は沢沿いに限られる。

岩相

暗緑色を呈し、斑レイ岩質粗粒角閃岩より成る。風化部は赤褐色細粒の土壌となっている。

代表的岩石の検鏡結果は次のとおりである。

粗粒角閃岩 (IH2021, Pip₁)

位 置 : 796.70, 8532.12

組 織 : ネマトプラスチック

構成鉱物 : ホルンブレンド > 斜長石 > 石英, 不透明鉱物, 炭酸塩鉱物 > リン灰石, 絹雲母, 緑泥石, 緑レン石, カリ長石, 粘土鉱物

斜長石の一部を炭酸塩鉱物, 絹雲母及び粘土鉱物が交代している。

(2) Pip_{2vc} 層

分布

本層は、北東端部及び東端部に極く小規模に分布する。北東端部では、今回の調査で数ヶ所の露頭が認められ、本層の分布が新たに確認された。

岩相

灰色~褐色を呈し、白雲母, 黒雲母, 長石及び石英を含むラテライト化した片岩で、東端部では

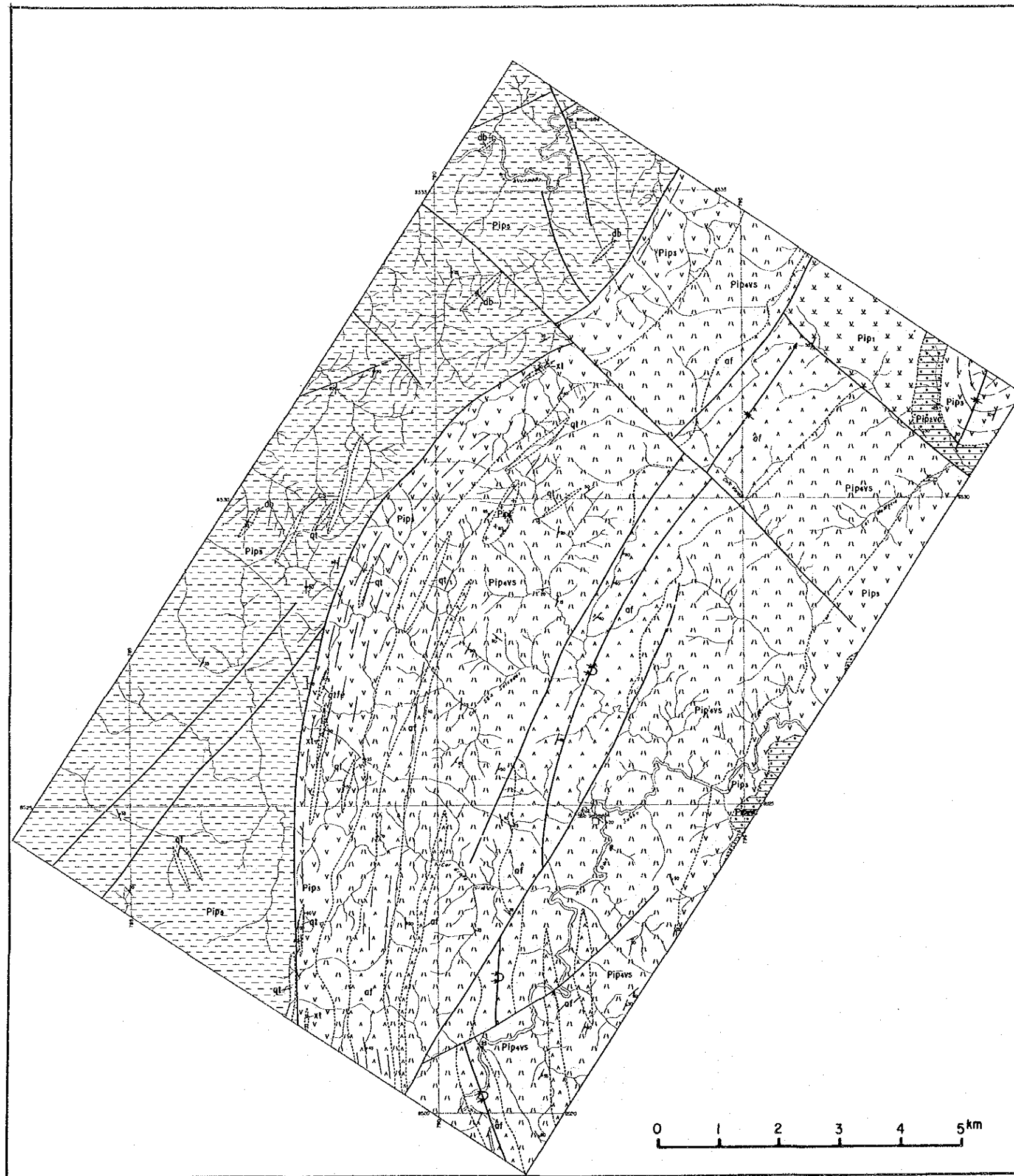
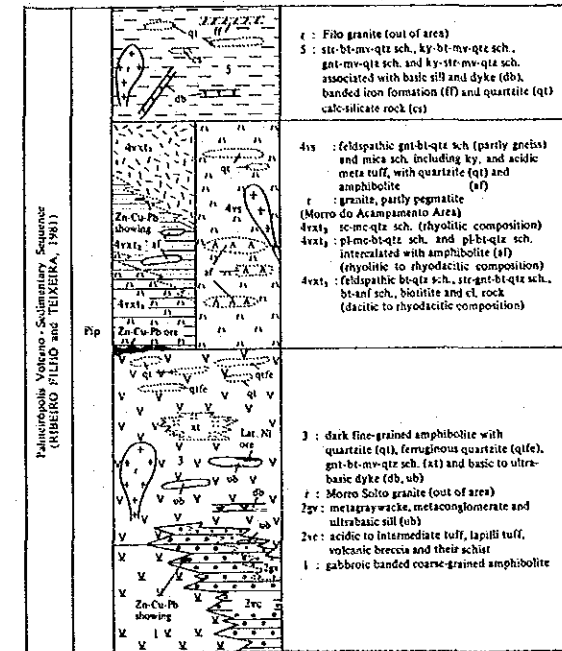


Fig. II-2-1 Geological Map of the Rio Dois de Junho Area



- Geological boundary
- Fault
- ⌒ Synclinal axis
- ⌒ Anticlinal axis
- 17° Bedding plane
- 25° Schistosity (S1)
- ▲ Schistosity (S2)
- 10° Lineation
- Lineament
- ◆ Gossan
- * Sulphide dissemination

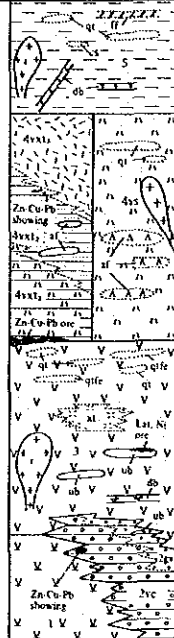
Geological Unit	Symbol	Columnar Section	Lithology	Geohistory	Metallurgy	Tectono-Magmatic Cycle	Geologic Age
Painópolis Volcano - Sedimentary Sequence (RIBEIRO FILHO and TEIXEIRA, 1981)	Pip		<p>1 : Filo granite (out of area)</p> <p>5 : stc-bt-mv-qtz sch., ky-bt-mv-qtz sch., gnt-mv-qtz sch. and ky-str-mv-qtz sch. associated with basic sill and dyke (db), banded iron formation (ff) and quartzite (qt) calc-silicate rock (cs)</p>	Aluminous pelitic sedimentation	Fe in iron formation. Kyanite associated with quartzite along fault.	Transmagmatic Cycle (2,700 - 1,900 m.a.) Early Proterozoic (2,600 - 1,900 m.a.)	
		<p>4va : feldspathic gnt-bt-qtz sch (partly gneiss) and mica sch. including ky. and acidic meta tuff, with quartzite (qt) and amphibolite (af)</p> <p>r : granite, partly pegmatite (Morro do Acampamento Area)</p> <p>4vt1 : sc-mc-qtz sch. (rhyolitic composition)</p> <p>4vt2 : pl-mc-qtz sch. and pl-bt-qtz sch. intercalated with amphibolite (af)</p> <p>4vt3 : rhyolitic to rhyodacitic composition)</p> <p>4vt4 : feldspathic bt-qtz sch., str-gnt-bt-qtz sch., bt and sch., biotite and cl. rock (dacitic to rhyodacitic composition)</p>	Volcanism-Sedimentation: acidic-intermediate fissure eruption and "hexa" (?) Concentration of base metal and Au.	"Stratabound" type volcanogenic Zn-Cu-Pb massive and disseminated sulfide ore deposits. (Corpo C-1 and Albo 10F)			
		<p>3 : dark fine-grained amphibolite with quartzite (qt), ferruginous quartzite (qtfc), gnt-bt-mv-qtz sch. (st) and basic to ultrabasic dyke (db, ub)</p> <p>r : Morro Solto granite (out of area)</p> <p>2gv : metagraywacke, melaconglomerate and ultrabasic sill (ub)</p> <p>2vc : acidic to intermediate tuff, lapilli tuff, volcanic breccia and their schist</p> <p>1 : gabbroic banded coarse-grained amphibolite</p>	Basic fissure eruption with volcanoclastics. Sedimentation of graywacke. Intrusion of Morro Solto Granite and basic to ultrabasic rock.	Volcanogenic Zn-Cu-Pb massive sulfide mineralization detected by drilling hole of Biflitoz Metals. Supergene lateritized Ni ore deposit concentrated with ultrabasic "sill" in mine claim of Biflitoz Metals.			
<p>Abbreviations: qtz-quartz, mv-muscovite, sc-sericite, bt-biotite, gnt-garnet, cl-chlorite, str-staurolite, ky-kyanite, pl-plagioclase, mc-microcline, sch-schist</p>							

Fig. II-2-2 Generalized Stratigraphic Columnar Section in the Rio Dois de Junho Area

ザクロ石を含む。又、北東端部の一部では、花崗岩質のところもあり、近傍にはペグマタイトの転石も見られる。

(3) Pip₃層

分布

本層は、北東部から東部及び北部から南西部にかけて帯状に分布する。

岩相

暗緑灰色堅硬緻密な細粒角閃石片岩を主体とし、上位の Pip₄vs 層に近い所では、場所によって石英-斜長石から成る優白質部と角閃石から成る優黒質部との縞状組織あるいはレンズ状の石英が見られる。ほかに珪岩 (qt)、含鉄珪岩 (qtfe)、雲母-石英片岩 (xt) を挟在する。

代表的岩石の検鏡結果は次のとおりである。

細粒角閃石片岩 (IH2003, Pip₃)

位置：792.46, 8532.19

組織：ネマトプラスチック

構成鉱物：ホルンブレンド、斜長石、スフェーン、炭酸塩鉱物、緑レン石、石英、不透明鉱物

粘土鉱物

ホルンブレンド-緑レン石の組合せが認められる。

磁鉄鉱-石英片岩 (VJ2008, qtfe)

位置：793.08, 8533.51

組織：グラノプラスチック、モザイク

構成鉱物：石英、不透明鉱物

粗粒石英と細粒石英-不透明鉱物による縞状構造が特徴的。鉱物の配列と粗粒石英の波状消光の方向は斜交する。

(4) Pip₄vs 層

分布

本層は、北東部から南西部に調査面積の約2分の1を占め広く分布する。

岩相

新鮮な岩石は灰色の長石-白雲母-黒雲母-石英片岩～片麻岩より成るが、岩質が花崗岩 (γ) と酷似するため一部は花崗岩とされていた。しかし、今回の調査では縞状組織が認められたものは花崗岩として扱わなかった。また、本層は風化すると赤褐色を呈した雲母-石英片岩となる。南東部 Rio Dois de Junho 沿いの Faz. São Salvador 周辺の露頭スケッチを Fig. A-2 に示す。

ほかに珪岩 (qt) 及び角閃岩 (af) を挟在する。角閃岩の岩相は Pip₃層の岩相とほとんど変化がなく、主として暗緑灰色で細粒の角閃石片岩より成る。

代表的岩石の検鏡結果は次のとおりである。

ザクロ-石斜長石-白雲母-黒雲母-石英片岩 (TS2008, Pip₄vs)

位置：789.75, 8521.40

組織：レピドブラスチック

構成鉱物：石英>黒雲母, 白雲母>斜長石>ザクロ石>カリ長石, 不透明鉱物, スフェーン,
絹雲母, ゾイサイト, 粘土鉱物

細粒角閃石片岩 (IH2010, af)

位置：792.62, 8528.09

組織：ネマトブラスチック

構成鉱物：ホルンブレンド>斜長石, 緑レン石>石英>不透明鉱物, 絹雲母, 粘土鉱物

(5) Pip₅層

分布

本層は、北部から南西部、更に地域外へ広く分布する。

岩相

黄褐～赤褐色を呈し、ザクロ石-雲母-石英片岩を主体とし、北西部で Pip₃層との境界から500m以西に最大1 cmの十字石が認められる。局部的に珪岩(qt)及び明灰色で緻密な炭酸塩-珪酸塩岩(cs)を挟在する。本層は塩基性岩シル・岩脈(db)に貫かれている。

代表的岩石の検鏡結果は次のとおりである。

十字石-白雲母-石英片岩 (VJ2019, Pip₅)

位置：790.50, 8532.94

組織：レピドブラスチック

構成鉱物：石英, 白雲母>十字石>不透明鉱物, 紅柱石>黒雲母

炭酸塩-石英片岩 (JR2001, cs)

位置：787.57, 8529.39

組織：モザイク, 縞状

構成鉱物：石英>ホルンブレンド, 炭酸塩鉱物>透閃石, スフェーン, ゾイサイト, 緑レン石
径0.5m/mの石英と径0.1m/mの石英-ホルンブレンド(炭酸塩化)の縞状構造が特徴的。

2-1-2 貫入岩類

本地区内の貫入岩類は、花崗岩類(γ)及び塩基性岩類(db)から成る。

(1) 花崗岩類(γ)

分布

地区中央のやや北部に、幅約200m、延長約1.2kmの花崗岩々体がNNE-SSW系に分布する。

岩質

明灰色で平均2 m/m大の結晶から成る等粒状白雲母花崗岩で、局部的に5 m/m以上の結晶から成る白雲母-カリ長石-石英ペグマタイトをレンズ状に伴う。又、前述のPip₄vs層の新鮮な岩相と全く同じ片麻岩類の捕獲岩が数ヶ所で認められる (Fig. A-3)。花崗岩類と片麻岩類の境界は、野外においても鏡下でも明瞭ではない。

代表的岩石の検鏡結果は次のとおりである。

白雲母花崗岩 (JR2008)

位置：790.89, 8529.58

組織：グラノブラスチック

構成鉱物：石英、カリ長石>斜長石、白雲母>ザクロ石、ゾイサイト、緑レン石>絹雲母、粘土鉱物

ペグマタイト/片麻岩 (NI2018)

位置：790.89, 8529.58

組織：グラノブラスチック/縞状

構成鉱物：ペグマタイト；石英>カリ長石>斜長石、白雲母、緑レン石>不透明鉱物

片麻岩；石英>斜長石、黒雲母、白雲母>カリ長石、緑レン石>ザクロ石、不透明鉱物、絹雲母、ゾイサイト

貫入時期

本プロジェクト地域内の花崗岩類の貫入時期は、原生代中期前後と考えられている (JICA/MMAJ, 1986)。

(2) 塩基性岩類 (db)

分布

Pip₅層中に小規模に見られる。

岩質

緑色～暗緑色を呈した粗粒角閃岩で、一部細粒の斑レイ岩も認められる。場所によって微小な硫化鉱物を含む石英細脈あるいは硫化鉱物鉱染が認められる。

代表的岩石の検鏡結果は次のとおりである。

斑状粗粒角閃岩 (JR2005)

位置：786.95, 8529.62

組織：ポーフィロブラスチック、ネマトブラスチック

構成鉱物：ホルンブレンド＞斜長石，緑レン石＞石英，スフェーン＞不透明鉱物，リン灰石
ホルンブレンドの巨晶は，細粒鉱物による組織を切って成長している。

2-1-3 変成作用

本地区の岩石の変成度は，第一年度調査で野外観察，全岩分析結果及び岩石薄片の検鏡結果などから推定されたものを参考にし，更に本年度調査の野外観察及び岩石薄片の検鏡結果などから，次のように推定される。

Pip₁層及びPip₃層（角閃岩類）は緑レン石-角閃岩相～角閃岩相に属し，Pip_{2vc}層，Pip_{4vs}層及びPip₅層はザクロ石帯～十字石-紅柱石帯に属すると考えられる。

2-1-4 地質構造

本地区のように露頭状況が悪く，片岩類が発達する所では，原岩の層理面を認める事はほとんどできない。従って岩石の分布形態，2，3の挟在される薄層の走向・傾斜，土壌の性質及び写真地質などを参考にすると，ほぼNE-SW系～N-S系の地質構造が卓越する。すなわち，Pip₅層を除くと，地区中央やや東側の向斜軸（一部転倒）を中心にPip₃層とPip₄層がほぼ対称的な分布を示している。

断層構造は，NE-SW系とNW-SE系が顕著である。両者の関係は，水平成分の転位のセンスを比較すると，前者が右手横ずれ断層，後者が左手横ずれ断層で，互いに共役な関係にあると推定される。

中規模構造としての片理面は，複数の方向が認められるが，主要な片理面の方向は，地層の分布とそれ程斜交しない。

2-1-5 鉱化作用

本地区の鉱徴地は，東端部のPip_{4vs}層とPip₃層の境界部に分布するゴッサン及び北部の変塩基性岩類中の硫化鉱物鉱染の2ヶ所のみである。

前者のゴッサンは，褐鉄鉱及び石英網状細脈から成る最大径1 mの転石が，50mの範囲内に点在している。分析値は，Au・Ag：Tr，Cu・Pb：0.00%，Zn：0.01%である。

後者の硫化鉱物は，10mの範囲内に点在している最大径50cmの角閃岩の転石中に鉱染状に，局部的に石英細脈中に認められる。鏡下では，脈石鉱物中に粒状の磁硫鉄鉱が散在し，極く少量の黄銅鉱及び硫鉄ニッケル鉱と共生する。さらに磁鉄鉱やチタン鉱物も少なからず認められる。

2-1-6 地化学探査解析結果

(1) 単成分解析

データ処理段階で得られた各成分の異常値は，水系図にプロットされた（Fig.II-2-3（上図））。

昨年度は、各成分とも岩相（角閃岩類と片岩類）によって含有量が異なることから、岩相別に解析されたが、本年度は、それ程の含有量の差がないため、全試料の解析のみ実行された。

銅 (Cu)

A 母集団の1%、B(II)母集団の24%及びB(I)母集団の0.9%を含む41ppm以上56ppm未満のグループIIIは、ほとんど角閃岩の分布域と一致する。又、A 母集団の73%、B(II)母集団の17%を含む56ppm以上95ppm未満のグループIIは、角閃岩の分布域のうち、特にCu含有量の高い地域である。A 母集団の26%、B(II)母集団の1%を含む95ppm以上のグループIは、比較的まとまったものは角閃岩の分布域で5ヶ所、角閃岩以外の地域で同様5ヶ所抽出された。

鉛 (Pb)

A 母集団の19%及びB 母集団の27%を含む22ppm以上35ppm未満のグループIIの分布域と、A 母集団の80%及びB 母集団の1%を含む35ppm以上のグループIの分布域は、岩相の分布とは一致しない。しかし、角閃岩中のグループIの分布域より、片岩類中のものがより多く抽出された。特にまとまったものとして中央やや南部のPip₄層中のものが2ヶ所あげられる。

亜鉛 (Zn)

Cuの分布域と似た分布を示す。すなわちA 母集団の1%、B(II)母集団の7.5%及びB(I)母集団の2%を含む31ppm以上37ppm未満のGroup IIIの分布域と、A 母集団の45%、B(II)母集団の90.5%及びB(I)母集団の1%を含む37ppm以上70ppm未満のGroup II分布域は、角閃岩の分布域とほとんど一致する。又、A 母集団の54%及びB(II)母集団の1%を含む70ppm以上のGroup Iの分布域も、角閃岩分布域に含有されるが、角閃岩分布以外では、4ヶ所が抽出された。

(2) 多変量解析

第1因子、第2因子の解析図を第II-2-3図（下図）に示す。

第1因子 (Zn-Cu)

因子得点が1.0以上を高因子得点、0.5以上1.0未満を中因子得点として表示した結果、単成分解析のCu・Zn同様、角閃岩の分布域とほとんど一致した。

本因子は、角閃岩で代表される母岩の特性を反映したものと考えられる。

第2因子 (Pb-Cu-(Zn))

第1因子同様の処理をした結果、因子得点1.0以上の高因子得点帯のほとんどはPbのグループIの分布域に一致する。

したがって本因子は、鉛鉱化作用に関連したものかも知れない。

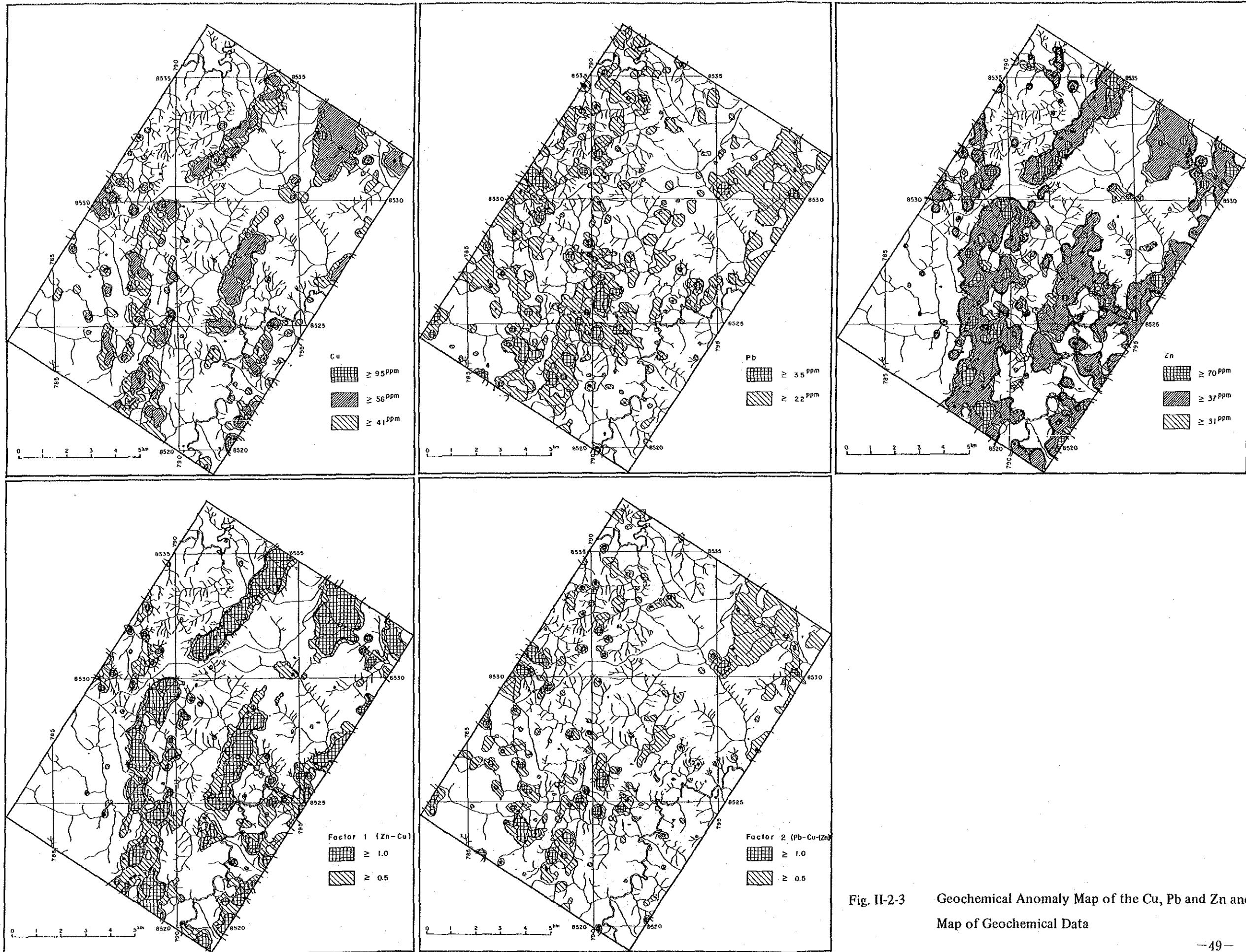


Fig. II-2-3 Geochemical Anomaly Map of the Cu, Pb and Zn and Factor Analysis Map of Geochemical Data

2-2 地質調査・地化学探査結果の考察

単成分解析による各成分のグループ I に含まれる第 1 級の異常帯と、因子分析による第 2 因子の高因子得点帯を示し、それらの異常帯と鉱化作用との関連性を検討し、地化学異常地区を抽出した (Fig. II-2-4)。

すべての成分のグループ I に含まれ、なおかつ第 2 因子の高因子得点帯にも包含された地区として南部に 2 地区抽出された。これらは Pip₄vs 層中の異常地区であり、特に南側のものは Pip₃層の直上で層準的に興味深いが、極く小規模であった。

そのほか、角閃岩中の異常を除いたもので比較的まとまった地区は、中央や南部の Pip₄vs 層中の Pb 帯、西部及び南西部の Pip₅層中の Pb-Zn-(Cu)帯が挙げられる。

本地区唯一のゴッサンの分布箇所では、興味ある地化学異常は得られなかった。

第3章 MORRO DO ACAMPAMENTO 地区

3-1 物理探査結果

3-1-1 断面解釈

本調査地域 (Palmeiropolis 地域) の物理探査は、Morro do Acampamento 地区で SIP 法電気探査を実施した。測線は昨年度 (昭和61年度) の地化学探査、物理探査 (CSAMT 法) の結果を考慮し、この地区をブロック北部 (Morro do Acampamento の北麓)、ブロック南部 (Morro do Acampamento 南麓) の2つのブロックに分け NW-SE 方向に設定した。ブロック南部の測線は、ブロック北部の測線190S から800m の距離を置いて、ブロック北部の測線に平行に北端の測線 (測線270S) を設定した。

設定測線数は、ブロック北部では追加測線 (測線160S, 800m) を含め6測線であり、ブロック南部では5測線の合計11測線である。また、ブロック南部では、有望な IP 示徴が各測線の西端に検出されたため、測線の延長 (測線270S=600m, 測線310S=300m) を行った。

作成した各測線の擬似断面図を Fig. II-3-1 ~ Fig. II-3-11 に示し、それについて解釈した結果を以下に述べる。

(I) ブロック北部 (Fig. II-3-1 ~ Fig. II-3-6)

本ブロックには、測線110S, 130S, 150S, 160S, 170S 及び測線190S の6測線を設定した。このうち、測線130S 及び測線150S は昭和61年度の測線に重複する。また、測線160S は IP 異常の形態、連続性を捕捉することを目的として追加設定した。

① 測線110S

本測線の測点80W-90W 間には信号不透過層があり、この間では深部データが得られていない。

見掛比抵抗 (以下比抵抗と呼称する) は、比抵抗差の大きい地質を反映した分布形態を示す。1,000 Ωm 以上の比抵抗は、測点110W~130W 間にブロック状に分布する。500 Ωm 以下のものは、1,000 Ωm 以上の比抵抗分布域を包含するように広範囲に分布する。測点100W~110W 間は、断層構造が推定できる比抵抗分布形態を示す。

RAW PHASE (0.125Hz) の位相差断面図では、位相差は本調査地域のバックグラウンドに近い値である -10mrad 以下が得られており、興味ある IP 示徴形態は認められない。これは、3-pt. デカップリング断面図においても同様である。

P. F. E. 値は2.0%以下が一般的であり、2.0%以上は測点130W~150W 及び測点12W の深部に局部的に分布する。

② 測線130S

本断面の比抵抗分布は、強い比抵抗コントラストを呈する。

1,000 Ω m以上の比抵抗は、測点100W～130W間及び測点130W～150W間に認められる。測点100W～130W間のものは、 $n = 2$ 以深にやや西傾斜で分布する。測点130W～150W間のものは、測点150Wの地表付近から測点130Wの深部に東傾斜で分布する。

500 Ω m以下の比抵抗は、測点70W～120W及び測点130W～160Wに認められる。測点70W～120W間のものは、測点70W～110W間の地表に分布する。測点130W～160W間のものは、測点160の地表から130Wの深部に東傾斜で分布する。

-20mrad以上の位相差は、測点100W～130W間の1,000 Ω m以上の比抵抗分布域に認められ、この分布及び形態は3-ptデカップリング断面図においても同様である。

2.0%以上のP. F. E.値は、測点80W～120W間及び測点130W以西に認められ、1,000 Ω m以上の比抵抗分布域に分布する。

③ 測線150S

本測線の比抵抗は、500 Ω m～1,000 Ω mが広く分布する。

1,000 Ω m以上の見掛比抵抗は、測点110W～150W間の深部に分布し、500 Ω m以下の見掛比抵抗は、測点100W～90W及び測点110W～120W間に認められる。

RAW PHASE (0.125Hz) 断面図では、-20mradの位相差は測点100W-90W間及び測点100W以西に認められる。測点100W-90W間では、地表から分布しているが、測点100W以西では深部($n = 5$)に分布する。この2つの-20mrad以上の位相差分布形態は、東傾斜の異常源の胚胎を示唆するものであり、その形態は3-ptデカップリング断面図に良く表現されている。

P. F. E.値は、強いIP示徴を示す2.0%以上が測点80W以西に広く分布する。この中で特に強い異常源を反映していると考えられる3.0%以上の分布形態は東傾斜であり、1,000 Ω m以上の比抵抗分布域に認められる。

④ 測線160S

1,000 Ω m以上の比抵抗は、測点90W～60Wの深部に分布する。500 Ω m以下の比抵抗は、測線全体の $n = 1$ に分布する。-20mrad以上の位相差は、1,000 Ω m以上の見掛比抵抗分布域に認められ、分布形態は東傾斜である。この形態は、3-pt, P. F. E. 断面図に於いても同様である。

⑤ 測線170S

1,000 Ω m以上の比抵抗は、測点120W以西及び測点80W～60W間の深部に、500 Ω m以下の比抵抗は、測点120W以西及び測点100W以東の地表浅部に分布する。

-20mrad以上の位相差は、測点80W下の $n = 5$ 、測点110W～150W及び測点100W下の $n = 4$ に認められる。測点80W下及び測点110W～150W間のものは、深部に比較的広く分布するが、測点

100W 下のものは一点異常的要素を有する。これらの分布形態は、3-pt においても同様の傾向を呈する。

3.0%以上の P. F. E. 値は、 -20mrad 以上の位相差分布形態に類似する。

⑥ 測線190S

1,000 Ωm 以上の比抵抗は、測点120W 以西及び測点80W 以東に認められる。測点120W 以西のものは、 $n = 2$ から深部に広く分布する。測点80W 以東のものは、測線の東端の深部から調査地域東部に伸長分布する傾向を有する。

-20mrad 以上の位相差は一点異常で認められるが、 $-15\text{mrad} \sim -20\text{mrad}$ は測線全体に分布する。この分布形態は、3-pt 断面図においても同様である。

2.0%以上の P. F. E. 値は、測点100W \sim 110W、測点90W、測点120W 及び測点140W \sim 170W 間に認められる。測点100W \sim 110W、測点90W のものは、やや東傾斜の異常源によると考えられる分布形態を呈するが、他のものは一様に分布する異常源によると考えられる。

(2) ブロック南部 (Fig. II-3-7 ~ Fig. II-3-11)

本ブロックの東部には Morro do Acampamento があり、これを縦断するように各測線を設定した。設定した測線は、270S、290S、310S、330S 及び350S の5 測線である。測線270S 及び測線310S については、IP 異常が測線の西端に検出されたため、IP 異常分布形態の把握を目的として測線を延長した。以下に各測線毎の解釈結果を述べる。

① 測線270S

見掛比抵抗 (以下比抵抗と呼称する) は、測点230W を境として分布が異なる。

測点230W 以西では500 Ωm 以下の比抵抗が地表から深部において分布するが、以東では1,000 Ωm 以上が広範囲に分布する。また、測点230W 付近では断層構造あるいは地層の境界部を反映し、測点280W の地表付近では低比抵抗層が分布すると考えられる分布形態を呈する。

RAW PHASE (位相差) 断面図では、 -15mrad 以上の位相差は測点220W 以東及び測点260W \sim 310W 間に認められる。測点220W 以東のものは、1,000 Ωm 比抵抗分布域に分布し、弱い IP 示徴形態を呈する。測点260W \sim 310W 間のものは、東傾斜の強い IP 示徴形態を呈し、300 Ωm 以下の比抵抗分布域に分布する。P. F. E. 断面図の IP 示徴形態は、位相差断面図に類似する。3-pt 断面図では、測点260W \sim 310W 間の IP 異常は地表浅部に分布する低比抵抗高 F. E. 異常源とその下部に分布する東傾斜の中比抵抗・高 F. E. 異常源によると考えられる IP 示徴形態を呈している。

② 測線290S

比抵抗分布は、測点210W \sim 220W、170W 及び測点250W 付近を境として異なる。測点210W \sim 220W、170W 及び測点250W 付近は、地層の境界部及び断層構造を示唆する分布形態を示す。

測点220W \sim 250W 間には、500 $\Omega\text{m} \sim 1,000\Omega\text{m}$ の比抵抗が均質に分布する。測点160 \sim 220W 間に

は、1,000Ωm以上の比抵抗が分布する。

RAW PHASE 断面図では、-20mradの位相差は測点190W下のn=2から西傾斜で1,000Ωm以上の比抵抗分布域に認められる。1,000Ωm以下の分布域では、-15mrad以下の位相差が一般的である。

3-pt 断面図及びP. F. E. 断面図のIP示徴形態は、RAW PHASE 断面図に類似する。2.0%以上のP. F. E. 値は、測点190W以下のn=2以深に西傾斜のIP示徴を呈し分布する。

③ 測線310S

比抵抗は、測線290Sに類似する分布形態を示す。

測点240W以西は500Ωm以下の分布域であり、測点240W付近には断層構造を示唆する分布形態が認められる。1,000Ωm以上は、測点240Wの深部から測点170Wまで広範囲に分布する。

RAW PHASE 断面図では強いIP効果を示す-30mrad以上の位相差が測点270W~280W下に東傾斜で300Ωm以下の比抵抗帯に分布する。また、測点220W付近には測線290Sから連続すると考えられる-15mrad~-20mradの弱いIP示徴が認められる。これは、1,000Ωmの比抵抗帯に分布する。3-pt 断面図のIP示徴形態はRAW PHASE 断面図に類似し、低周波数領域において位相の変化が一定であることを示唆している。

P. F. E. 断面では、2.0%以上の値は測点220W、240W及び測点270W~300W間に認められる。測点220W、240Wのものは、東傾斜の弱いIP異常源を示唆する分布形態を示す。測点270W~300W間のものは、地表浅部とその深部に分布する2つの異常源を反映したIP示徴形態を示す。地表浅部の異常源は、100Ωm以下の比抵抗分布域に認められ、西傾斜の分布形態を呈する。深部のものは、測点270Wのn=2付近からやや東傾斜で100Ωm~300Ωmの比抵抗分布域に分布する。

④ 測線330S

比抵抗分布は、測点250Wを境として異なる。

測点250W以西では、1,000Ωm以下の比抵抗が西に向かうほど低くなる傾向を示して分布し、測点270W付近では200Ωm以下である。測点250W以東では、1,000Ωm以上が広範囲に分布し、深部ほど高比抵抗である。測点250W付近には地層の境界部に伴う断層構造が推定できる。

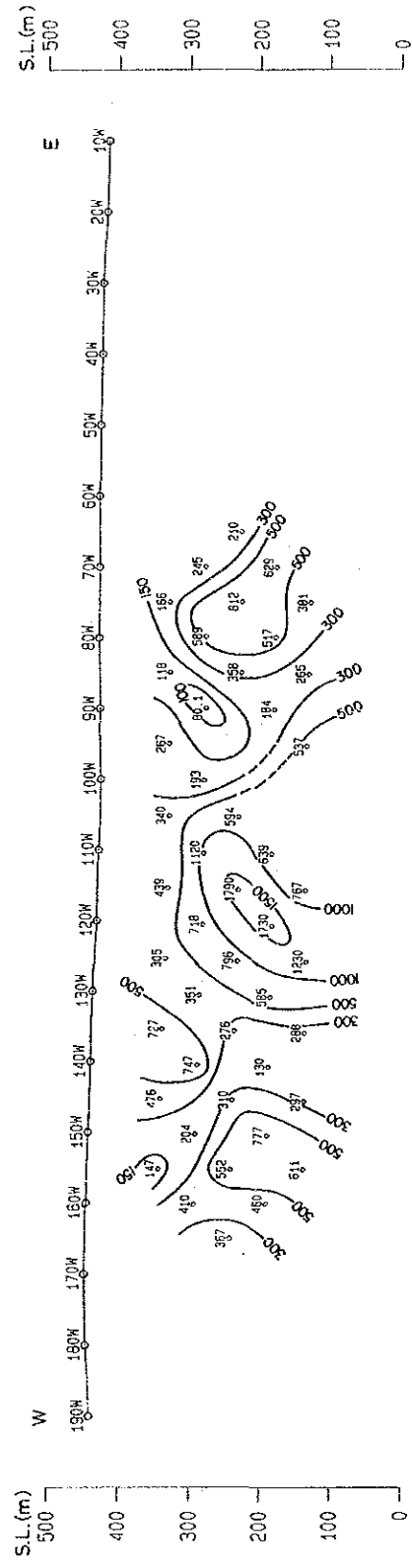
RAW PHASE 断面図では、-30mrad以上の位相差が測点280W以下に東傾斜で分布しており、強いIP示徴形態を呈する。-15mrad~-20mradの弱いIP示唆は、測点200W~260W間の1,000Ωm以上の比抵抗分布域に分布する。これは測線310Sから連続したものであると考えられる。

3-pt 断面図のIP示徴形態は、RAW PHASE 断面図に類似する。

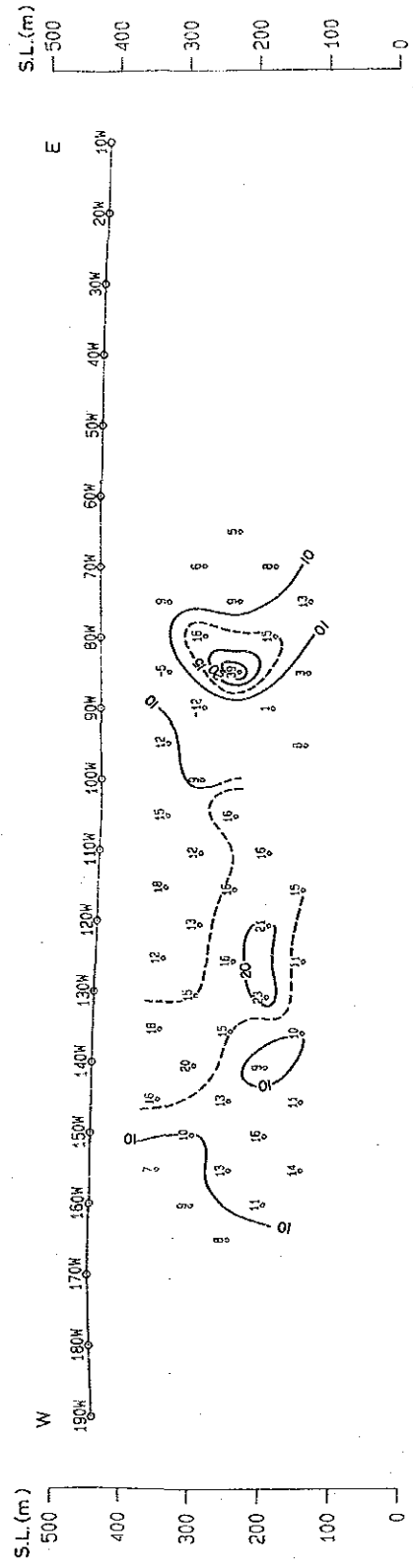
2.0%以上のP. F. E. 値は、測線全体に分布する。分布形態は、-15mrad以上の位相差の分布形態に類似する。測点290W以下には4.0%以上のP. F. E. 値が認められ、強いIP異常源の分布が考えられる。この異常源は、測線310Sから連続していると考えられ、異常源の連続性を示唆している。

LINE-110S

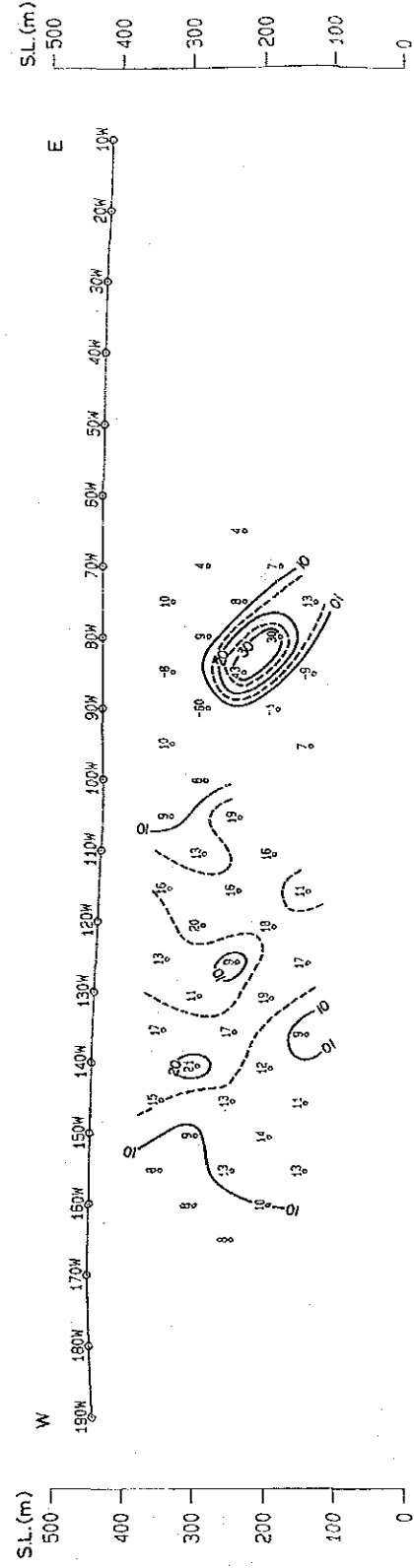
Apparent Resistivity (Ohm-m) [0.125Hz]



Raw Phase (-mrad) [0.125Hz]



3-Point Decoupled Phase (-mrad) [0.125-0.375-0.625Hz]



Percent Frequency Effect (%) [0.125-1.0Hz]

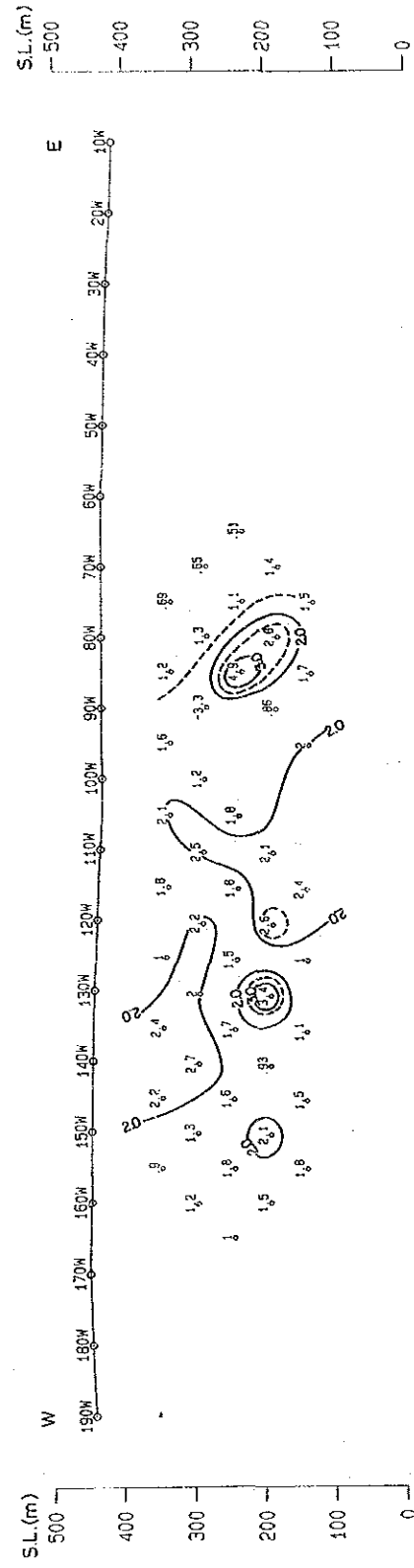
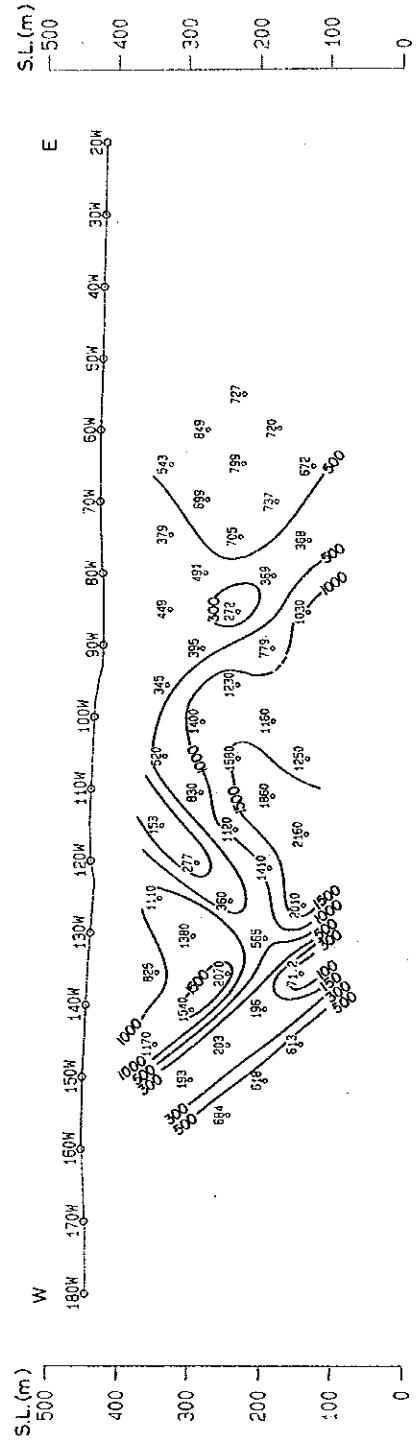


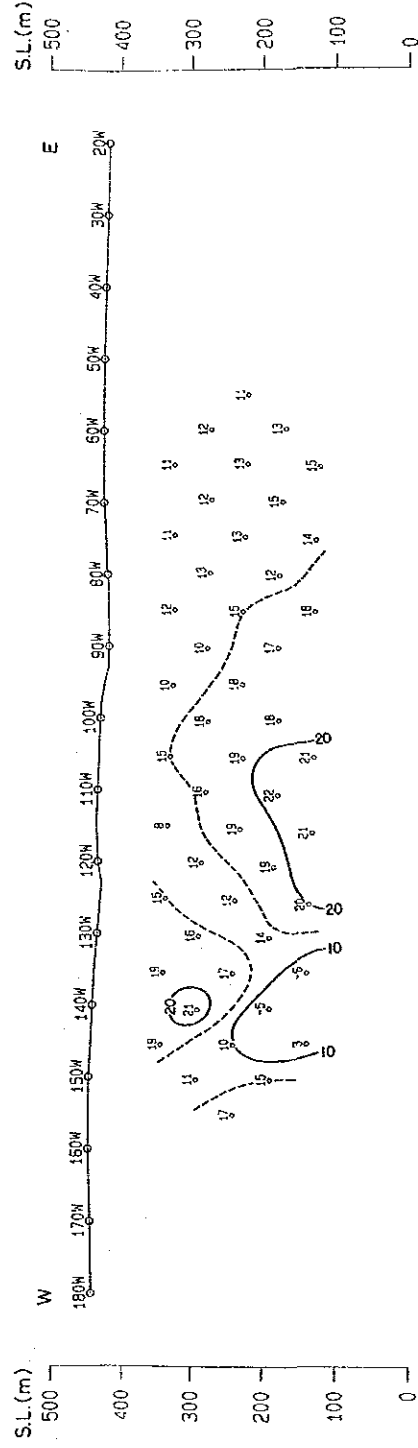
Fig. II-3-1 SIP Pseudo-Section (Line-110S)

LINE-130S

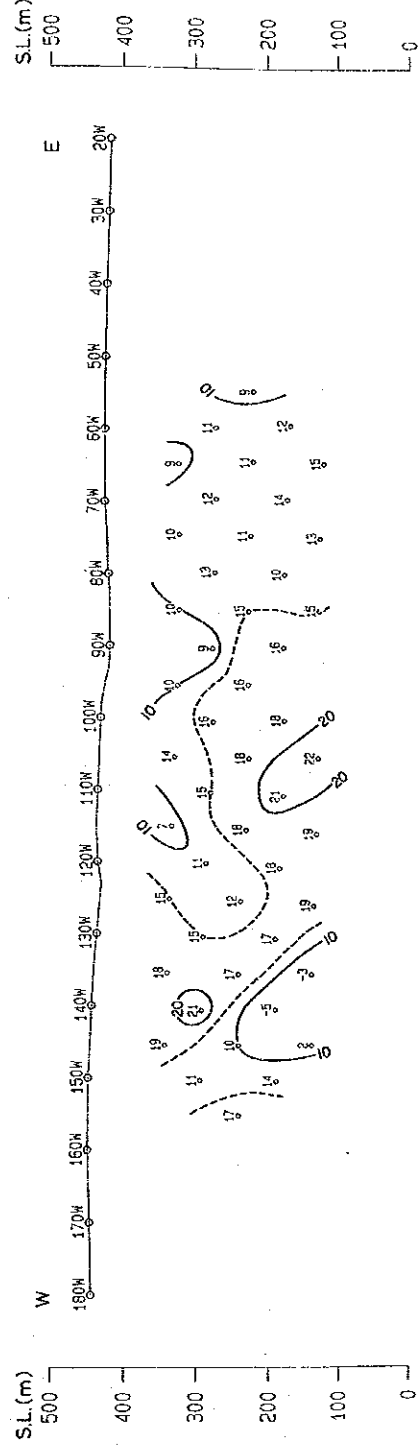
Apparent Resistivity (Ohm-m) [0.125Hz]



Raw Phase (-mrad) [0.125Hz]



3-Point Decoupled Phase (-mrad) [0.125-0.375-0.625Hz]



Percent Frequency Effect (%) [0.125-1.0Hz]

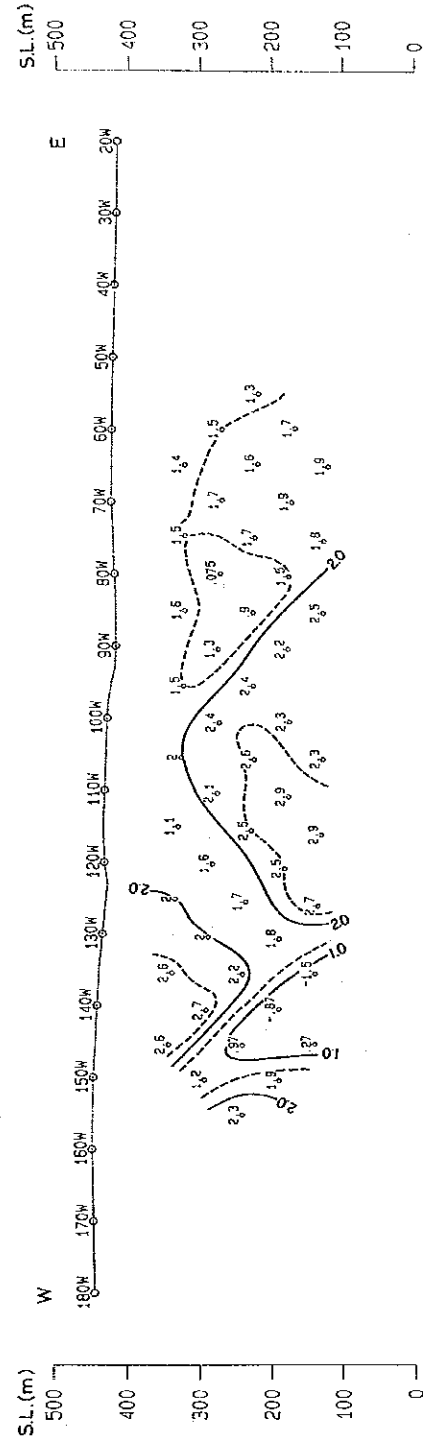
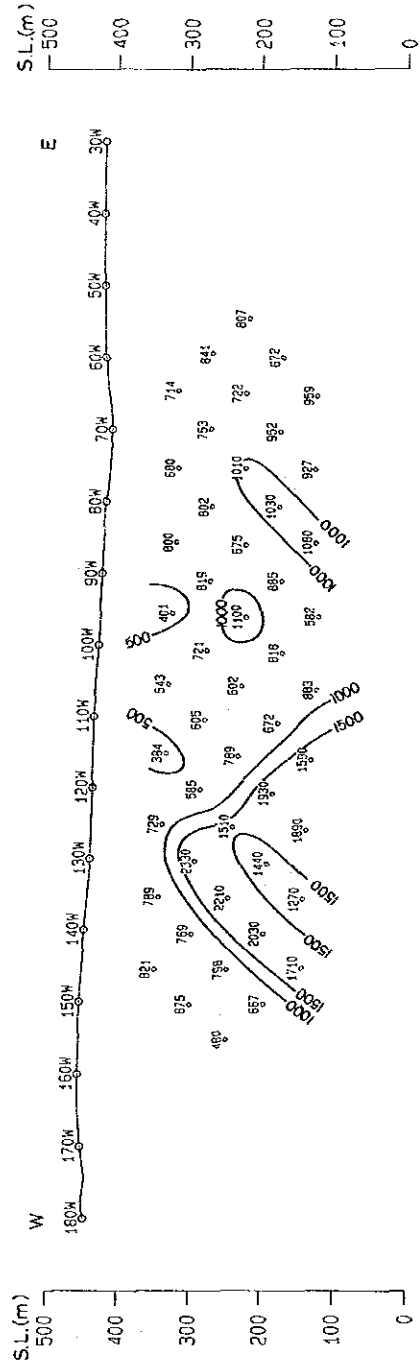


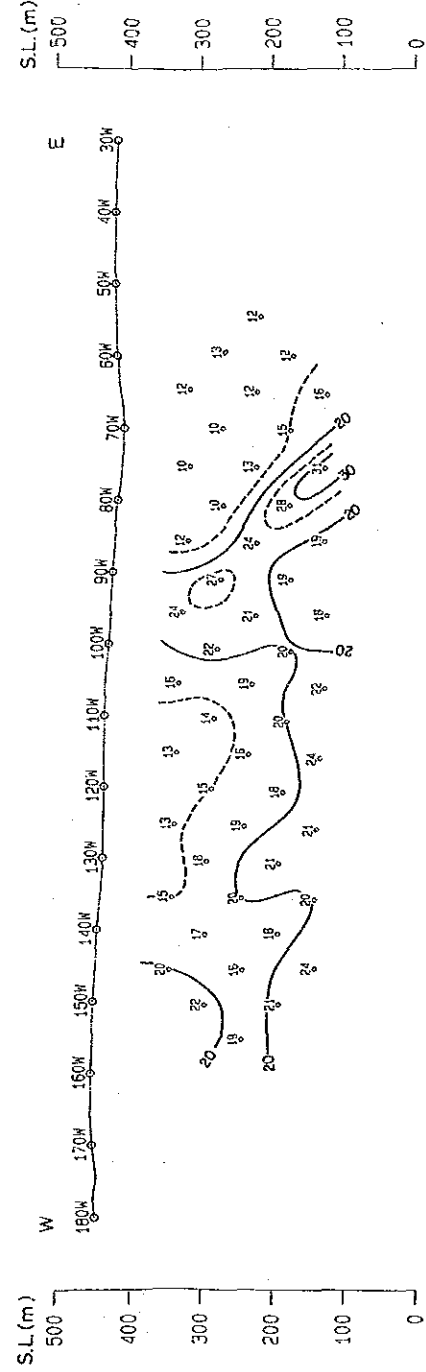
Fig. II-3-2 SIP Pseudo-Section (Line-130S)

LINE-150S

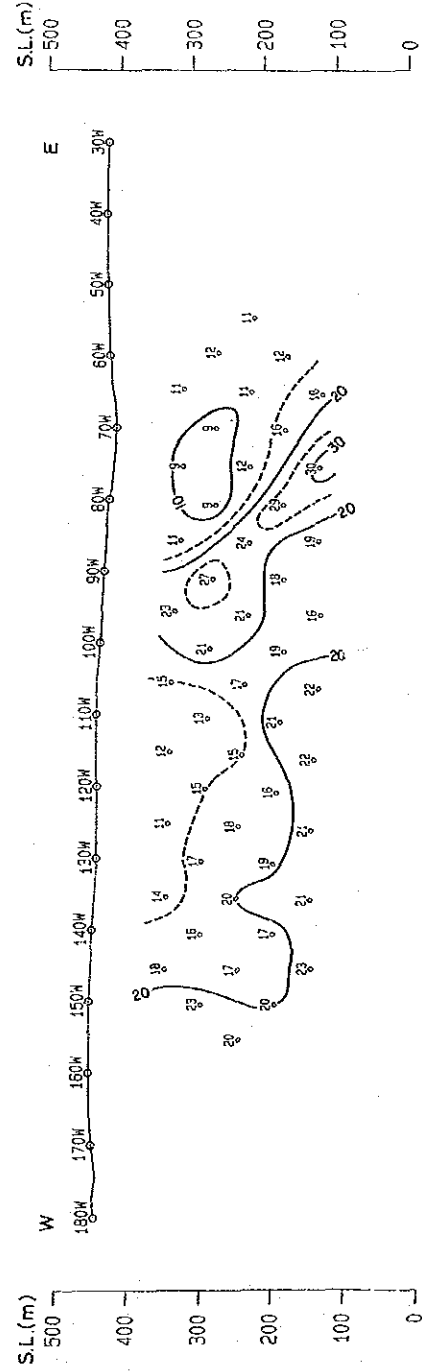
Apparent Resistivity (Ohm-m) [0.125Hz]



Raw Phase (-mrad) [0.125Hz]



3-Point Decoupled Phase (-mrad) [0.125-0.375-0.625Hz]



Percent Frequency Effect (%) [0.125-1.0Hz]

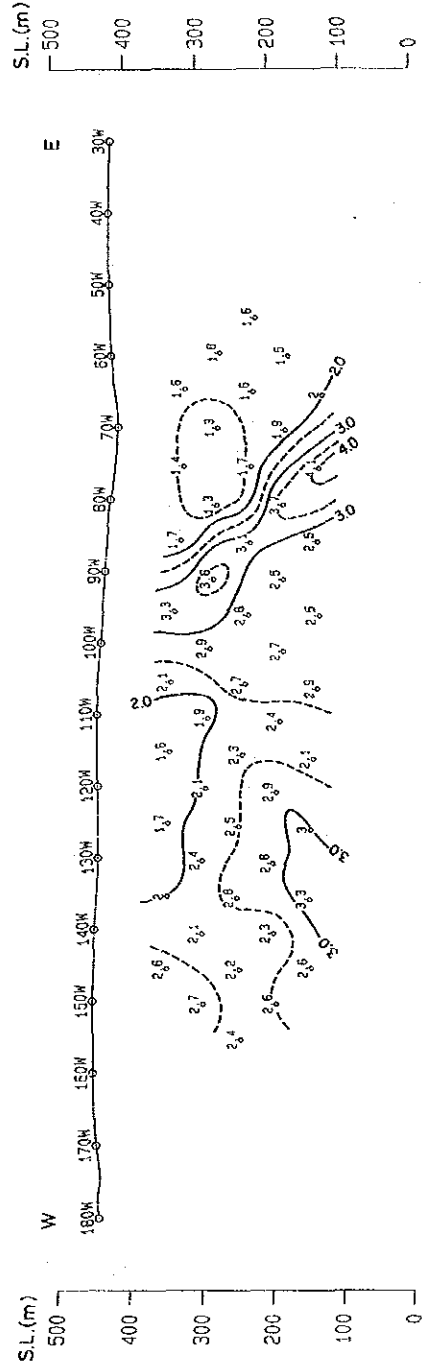
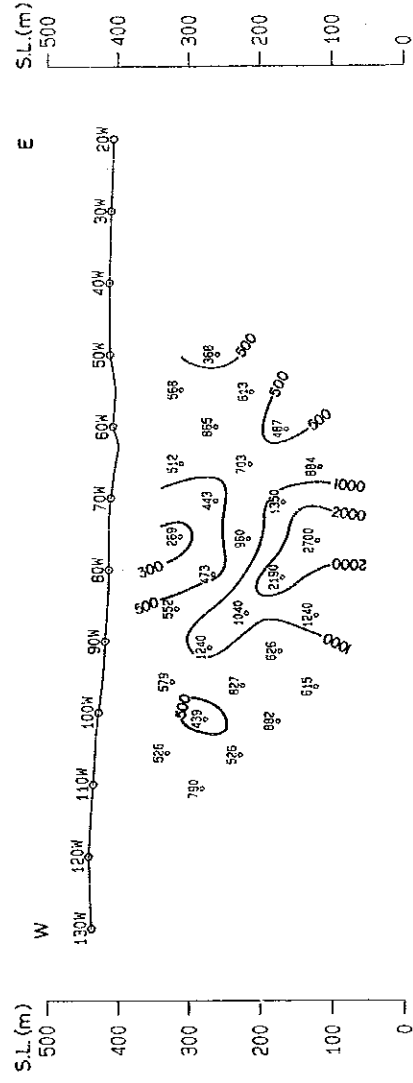


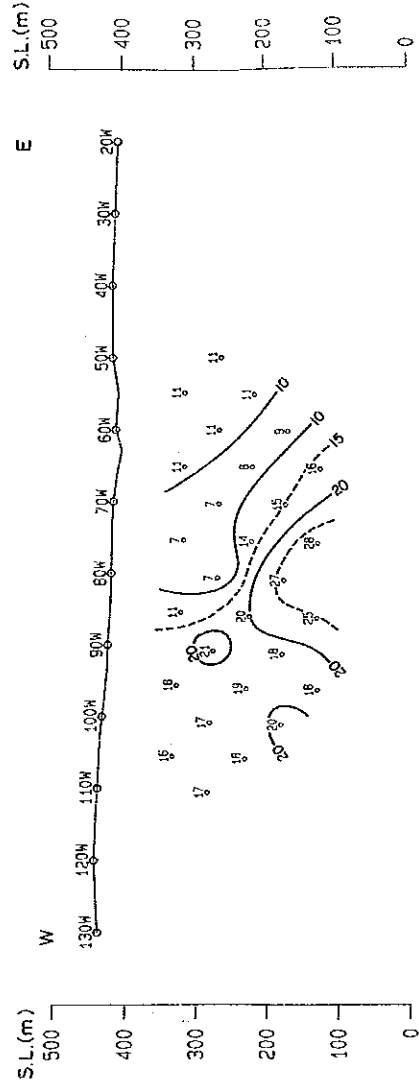
Fig. II-3-3 SIP Pseudo-Section (Line-150S)

LINE-160S

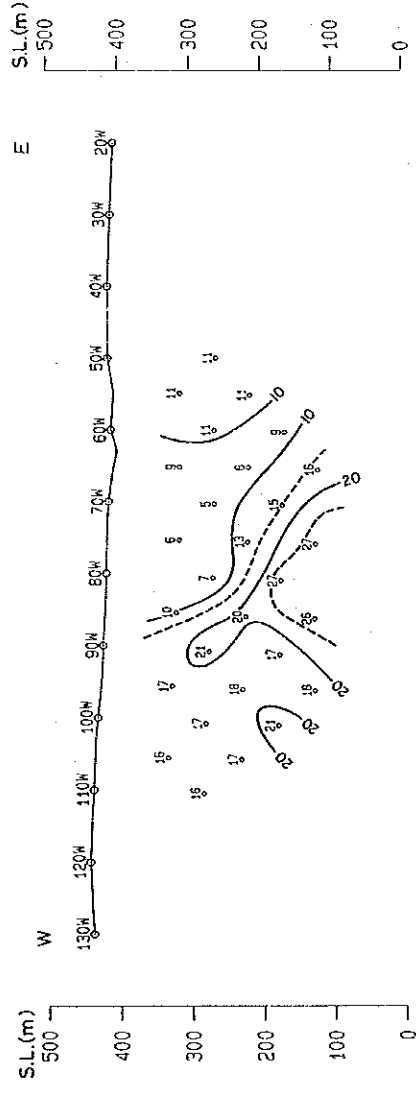
Apparent Resistivity (Ohm-m) [0.125Hz]



Raw Phase (-mrad) [0.125Hz]



3-Point Decoupled Phase (-mrad) [0.125-0.375-0.625Hz]



Percent Frequency Effect (%) [0.125-1.0Hz]

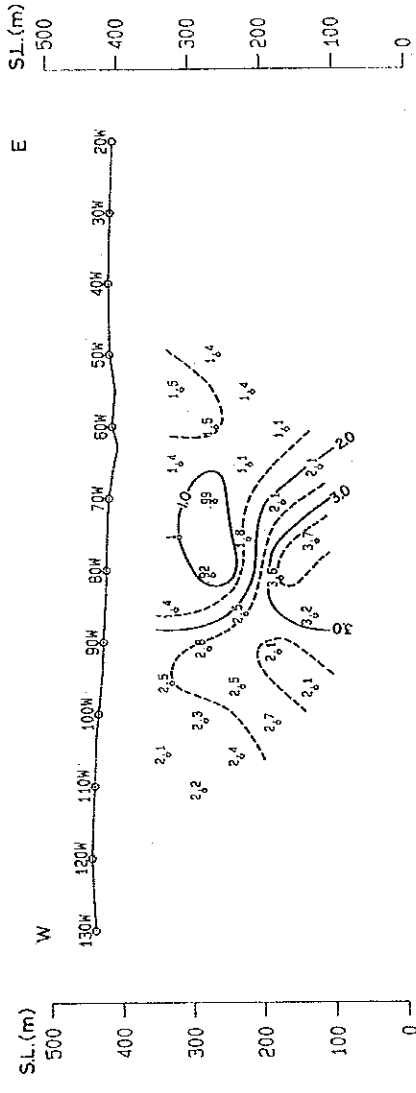
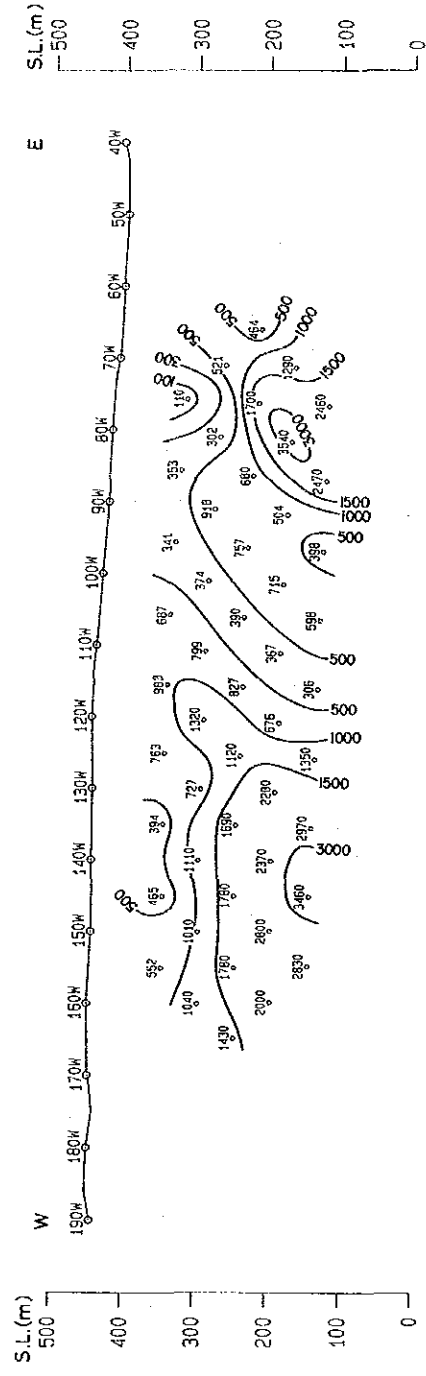


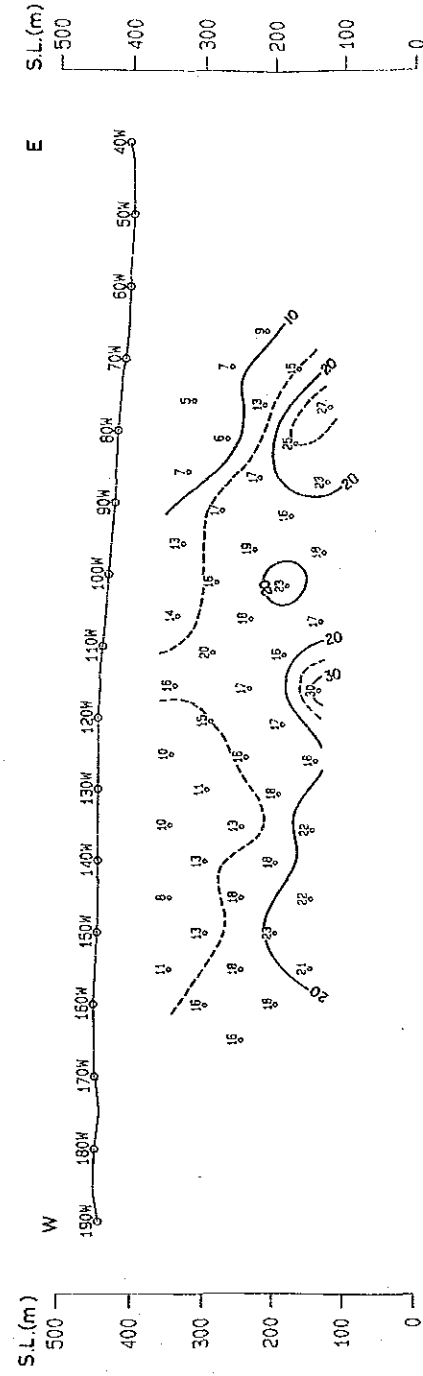
Fig. II-3-4 SIP Pseudo-Section (Line-160S)

LINE-170S

Apparent Resistivity (Ohm-m) [0.125Hz]

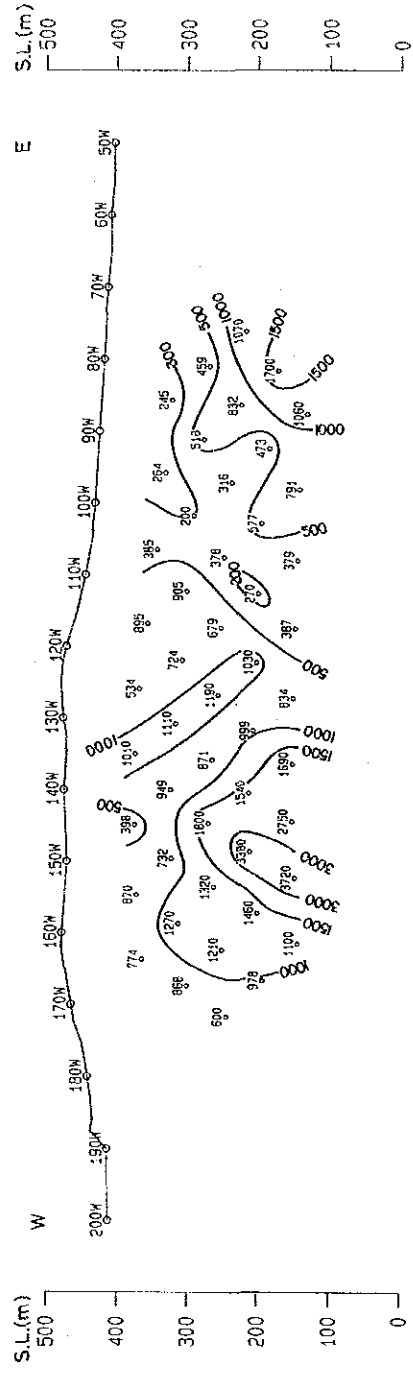


Raw Phase (-mrad) [0.125Hz]

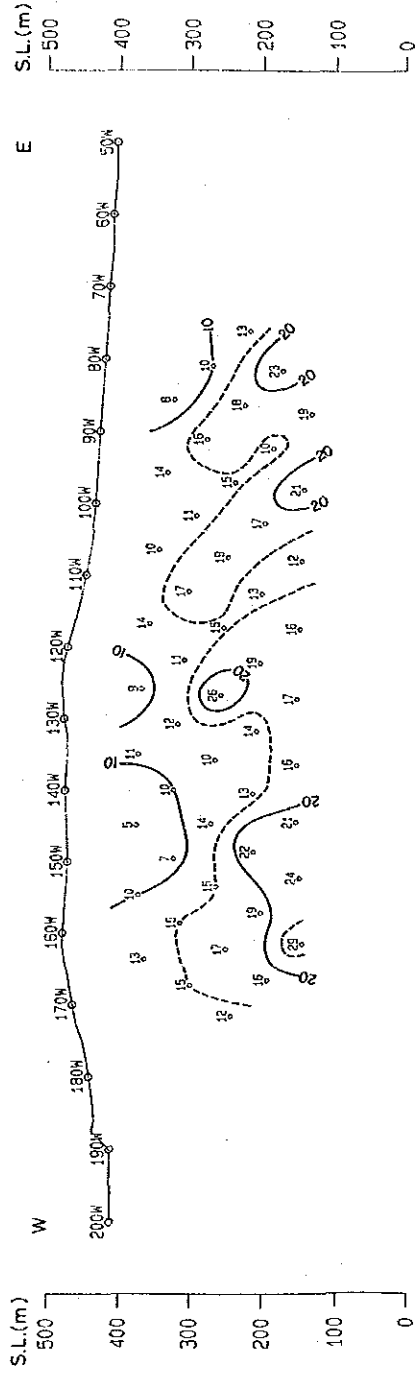


LINE-190S

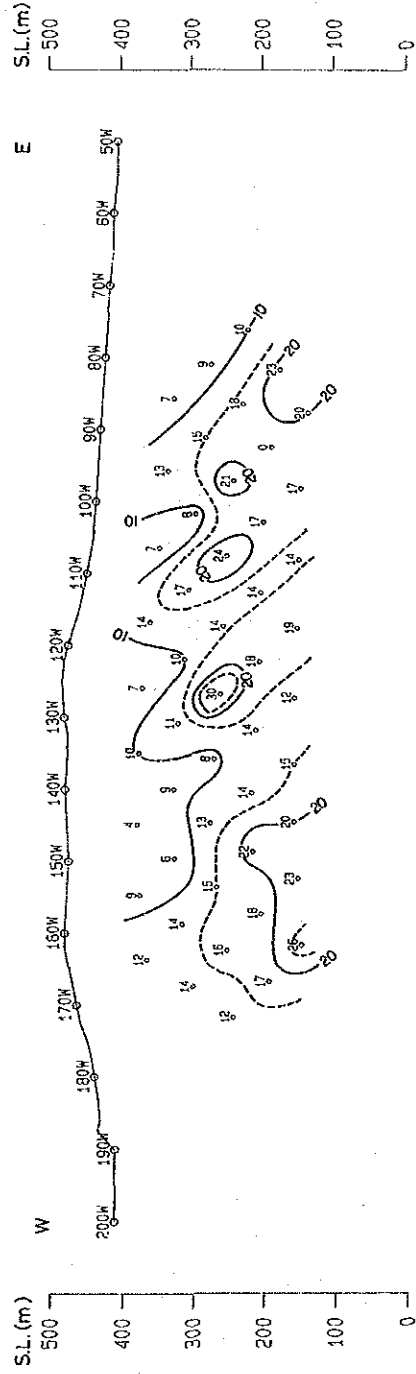
Apparent Resistivity (Ohm-m) [0.125Hz]



Raw Phase (-mrad) [0.125Hz]



3-Point Decoupled Phase (-mrad) [0.125-0.375-0.625Hz]



Percent Frequency Effect (%) [0.125-1.0Hz]

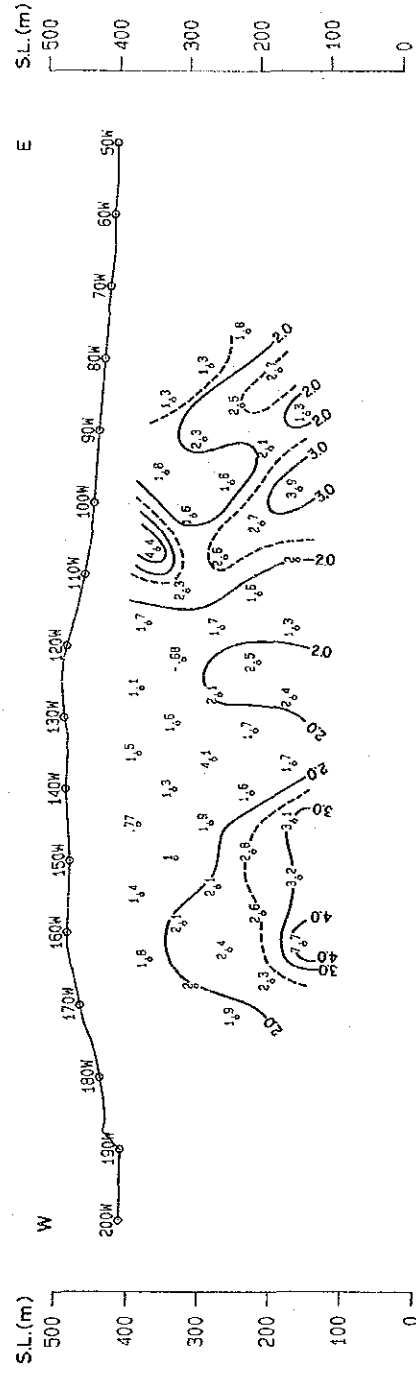
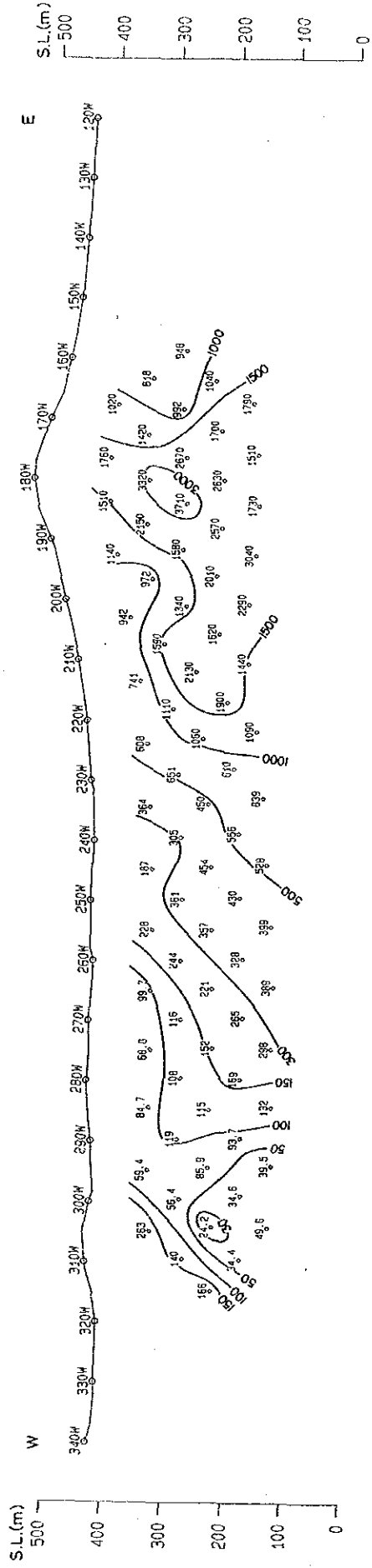


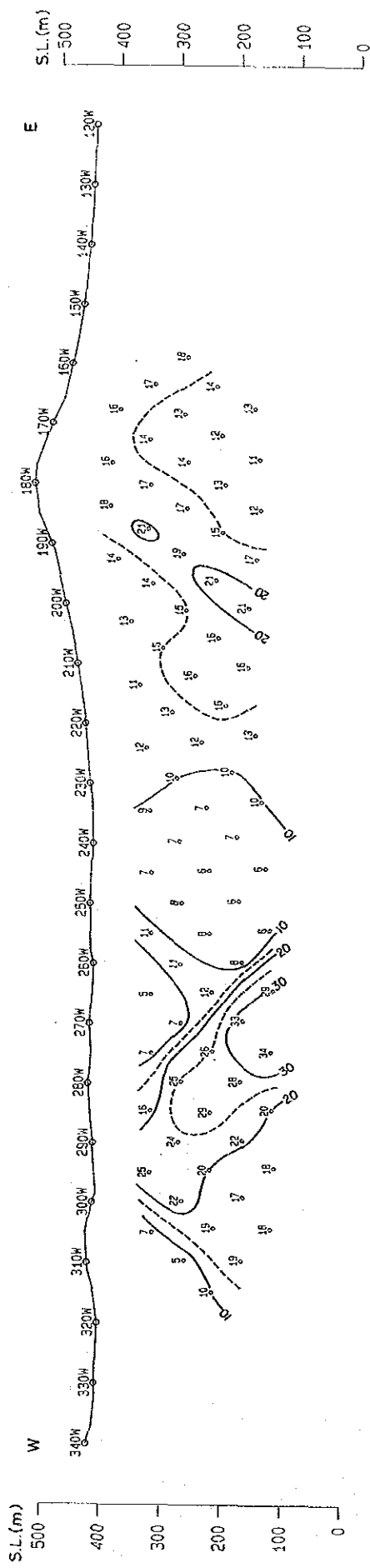
Fig. II-3-6 SIP Pseudo-Section (Line-190S)

LINE-270S

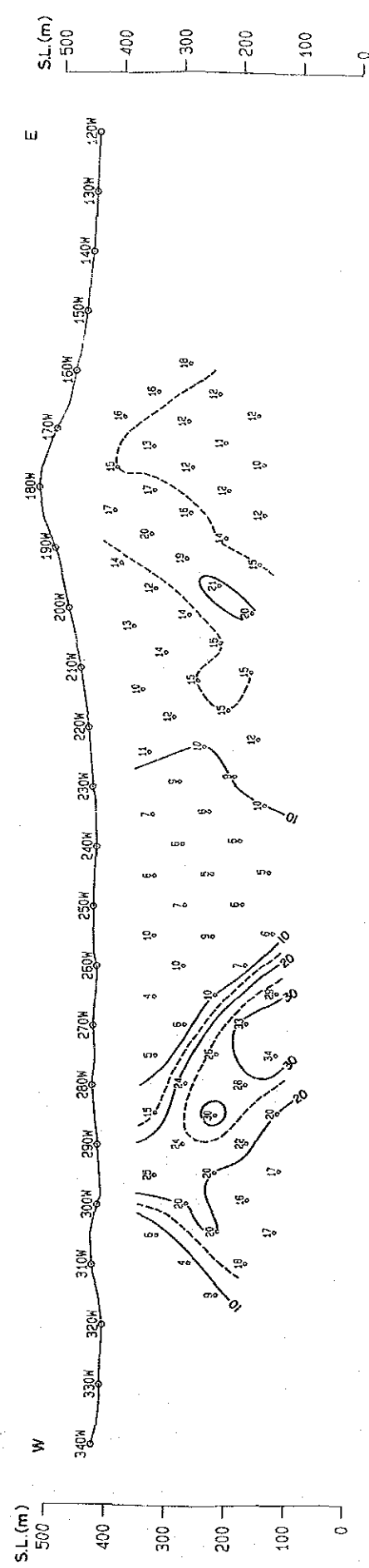
Apparent Resistivity (Ohm-m) [0.125Hz]



Raw Phase (-mrad) [0.125Hz]



3-Point Decoupled Phase (-mrad) [0.125-0.375-0.625Hz]



Percent Frequency Effect (%) [0.125-1.0Hz]

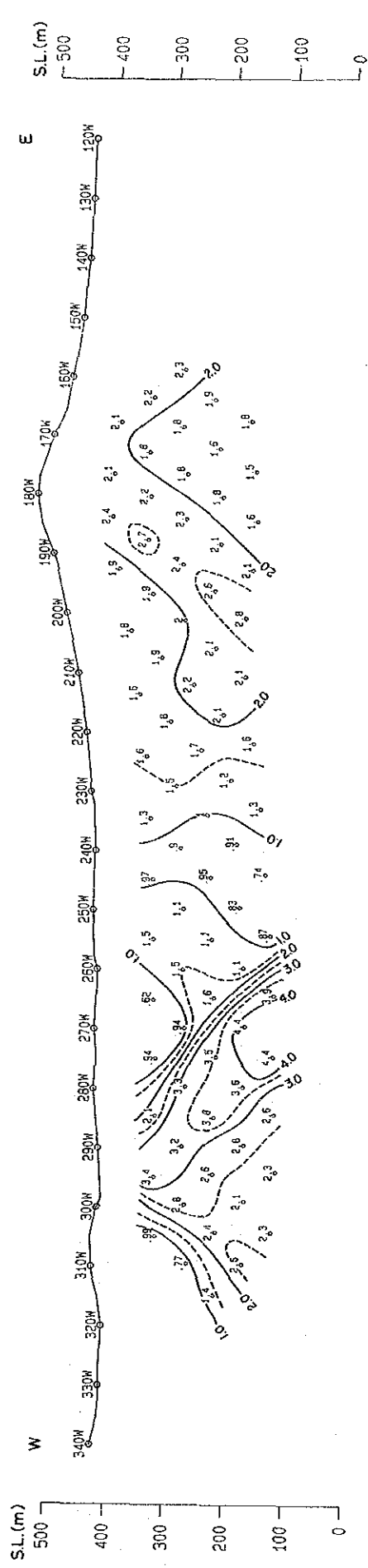
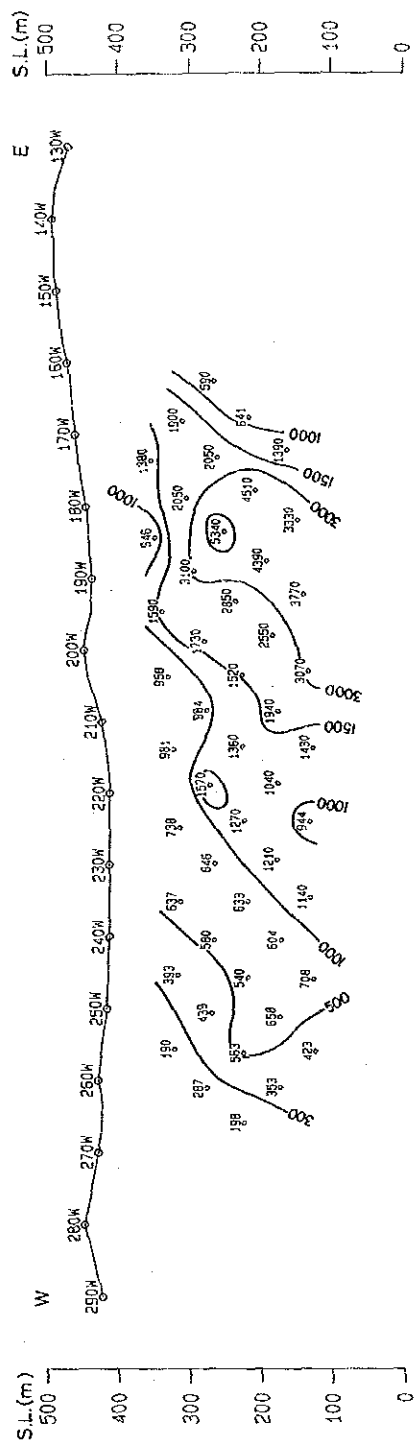


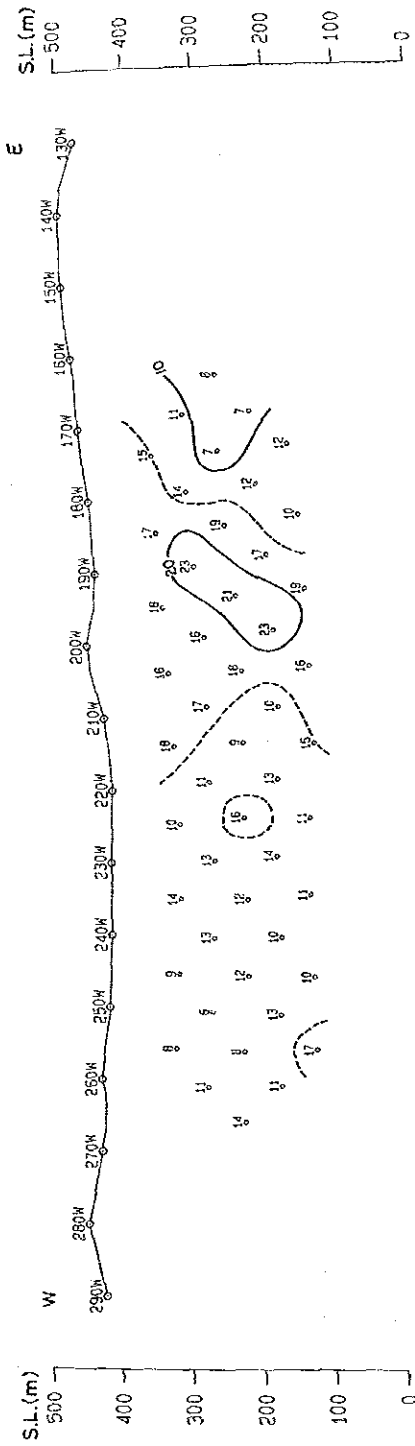
Fig. II-3-7 SIP Pseudo-Section (Line-270S)

LINE-290S

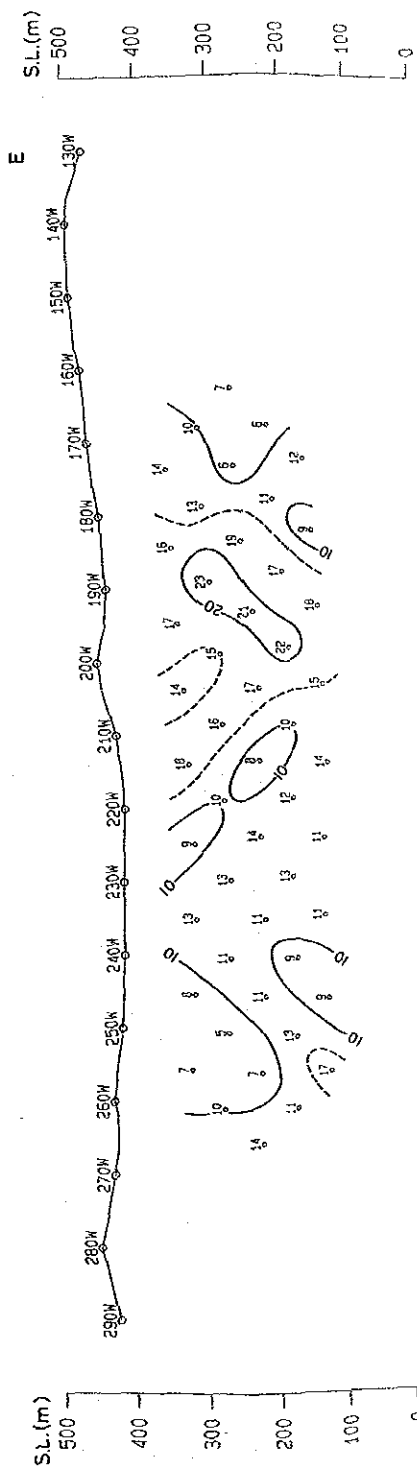
Apparent Resistivity (Ohm-m) [0.125Hz]



Raw Phase (-mrad) [0.125Hz]



3-Point Decoupled Phase (-mrad) [0.125-0.375-0.625Hz]



Percent Frequency Effect (%) [0.125-1.0Hz]

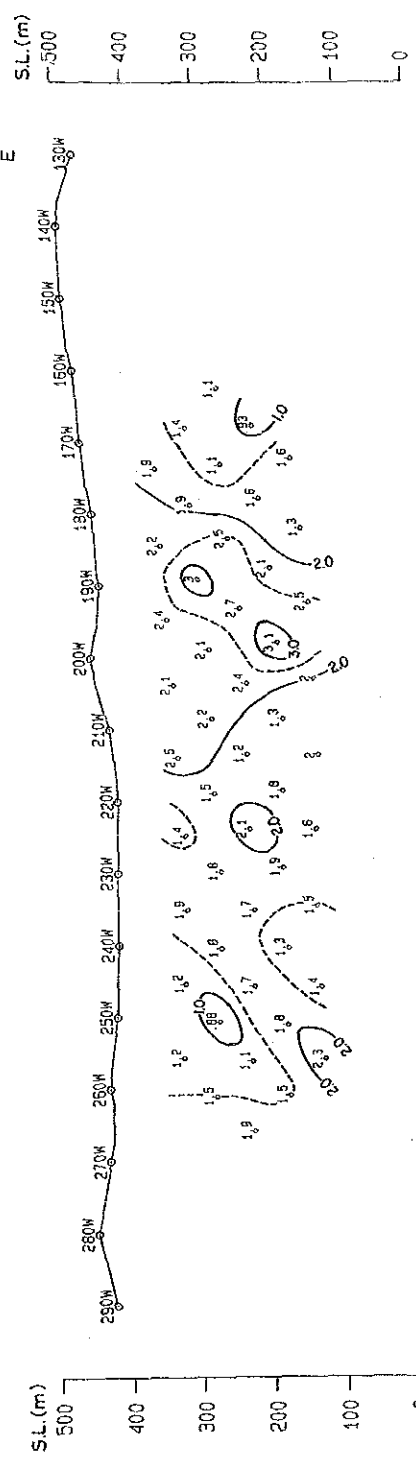
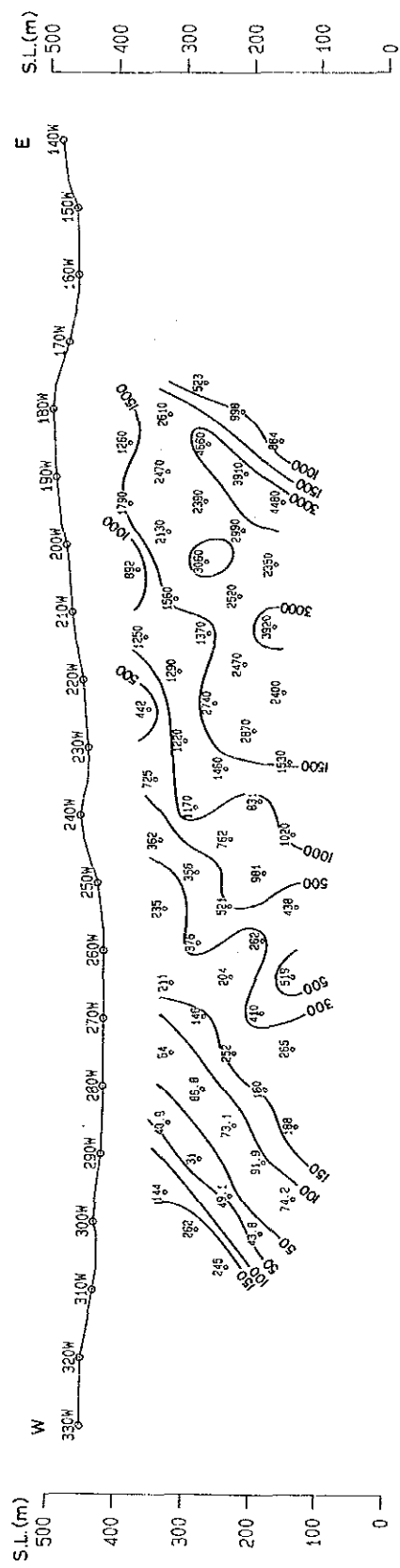


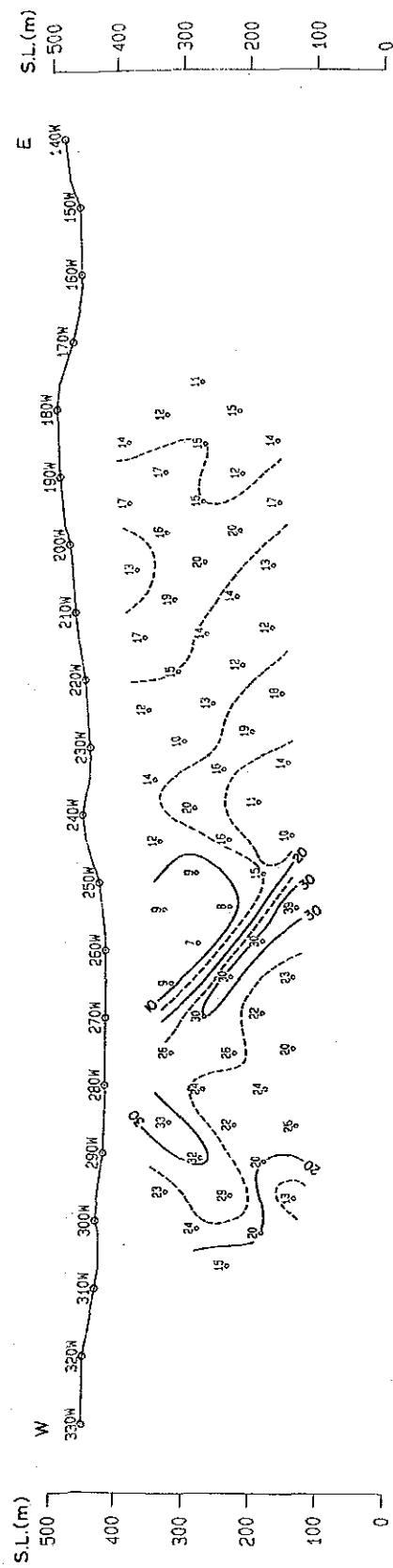
Fig. II-3-8 SIP Pseudo-Section (Line-290S)

LINE-310S

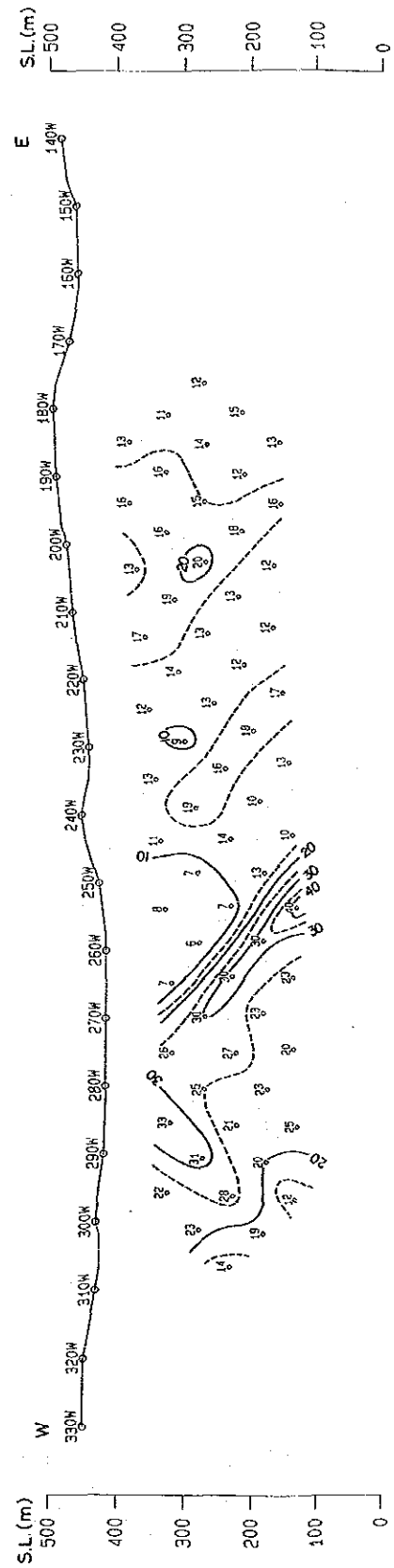
Apparent Resistivity (Ohm-m) [0.125Hz]



Raw Phase (-mrad) [0.125Hz]



3-Point Decoupled Phase (-mrad) [0.125-0.375-0.625Hz]



Percent Frequency Effect (%) [0.125-1.0Hz]

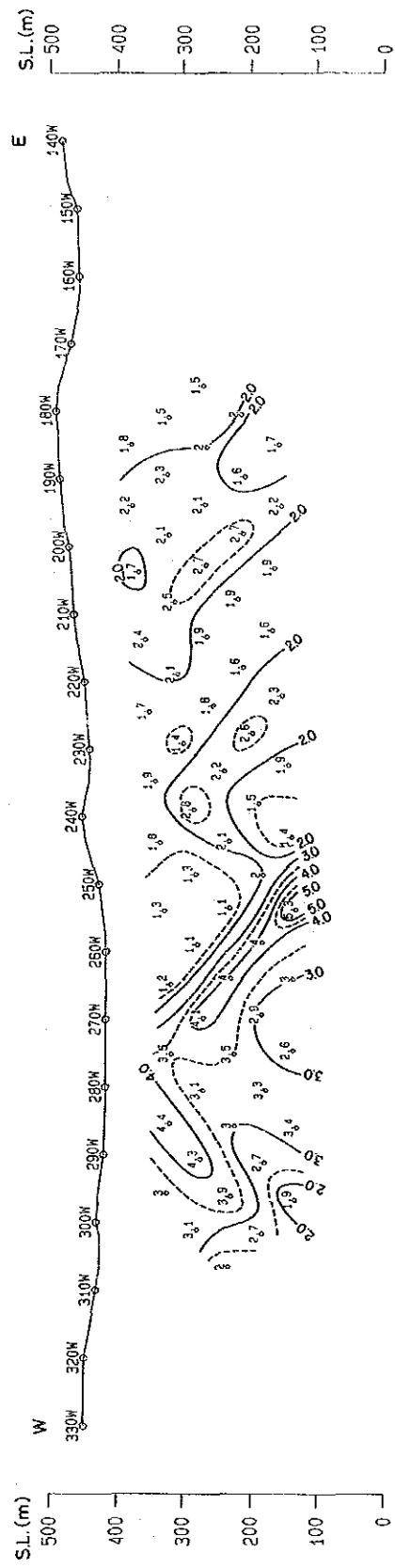
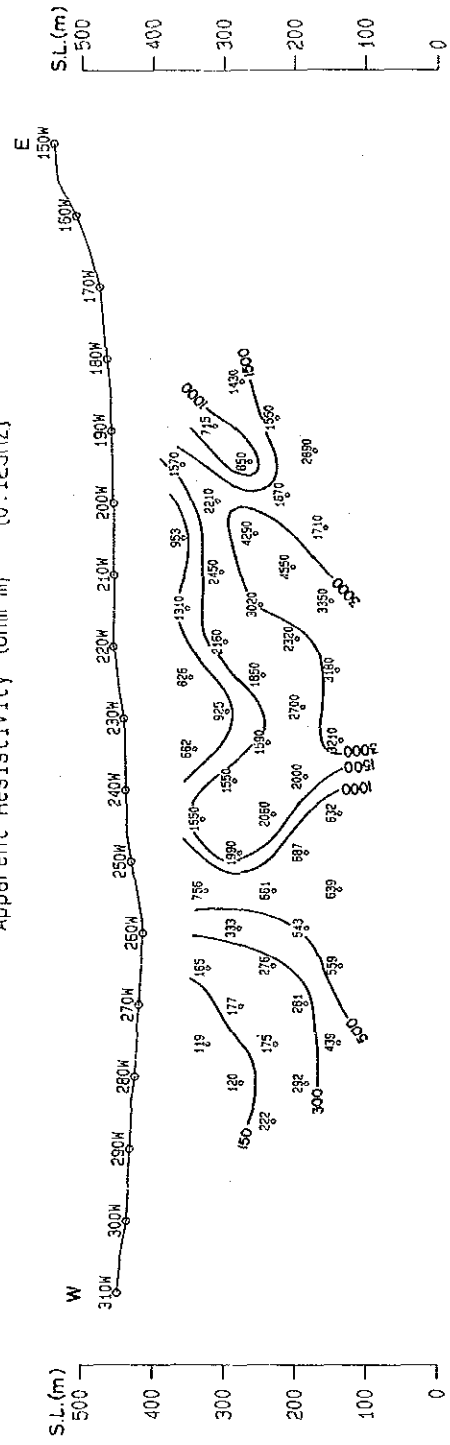


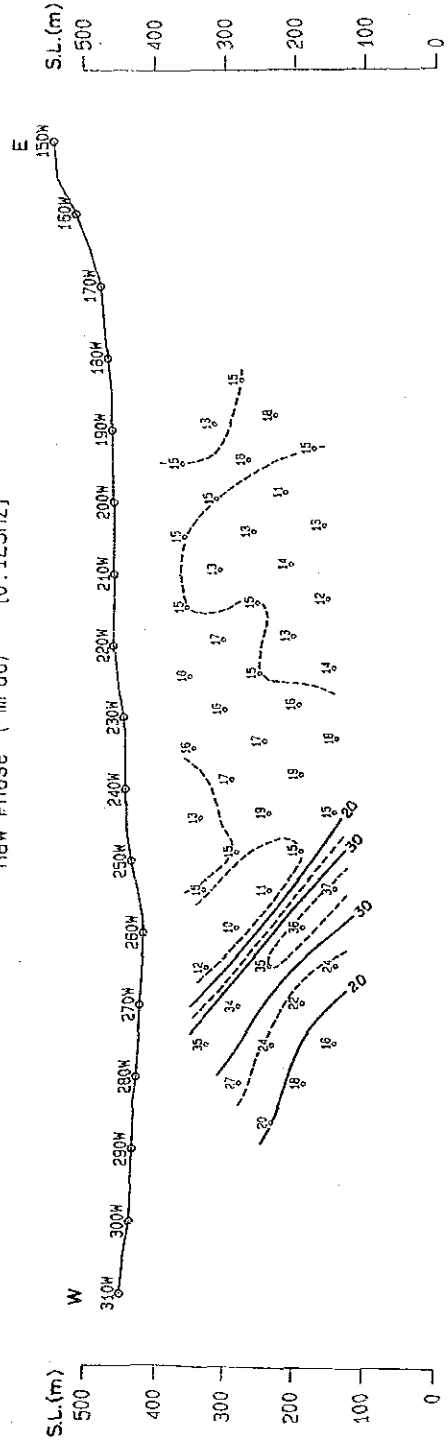
Fig. II-3-9 SIP Pseudo-Section (Line-310S)

LINE-330S

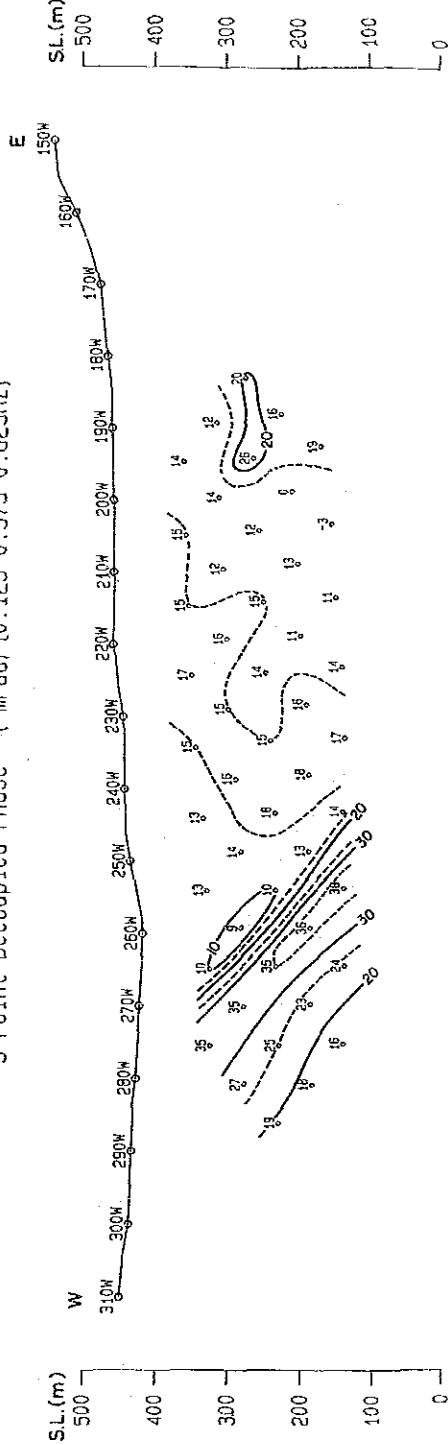
Apparent Resistivity (Ohm-m) [0.125Hz]



Raw Phase (-mrad) [0.125Hz]



3-Point Decoupled Phase (-mrad) [0.125-0.375-0.625Hz]



Percent Frequency Effect (%) [0.125-1.0Hz]

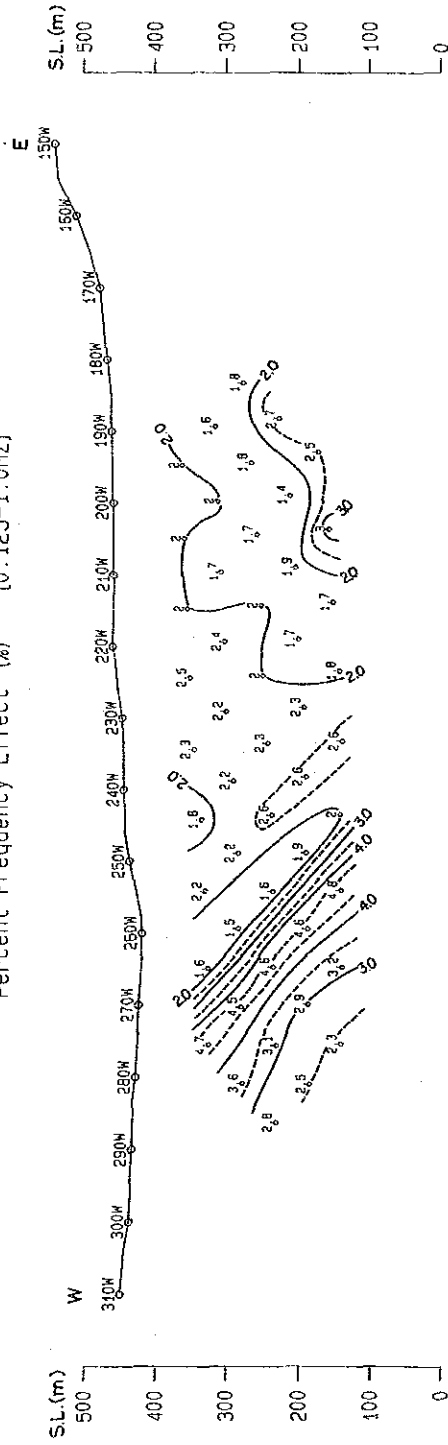
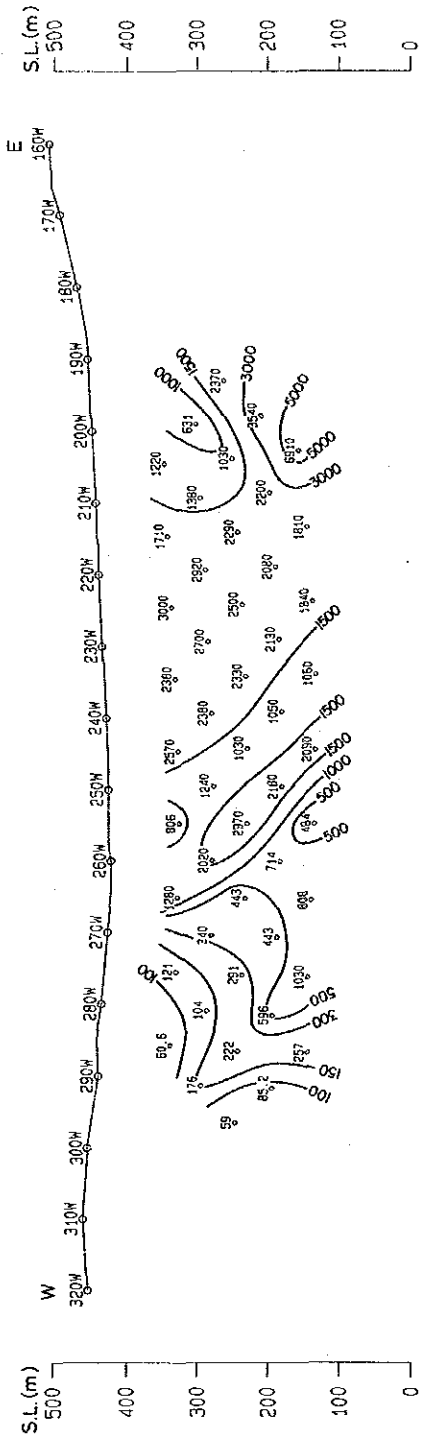


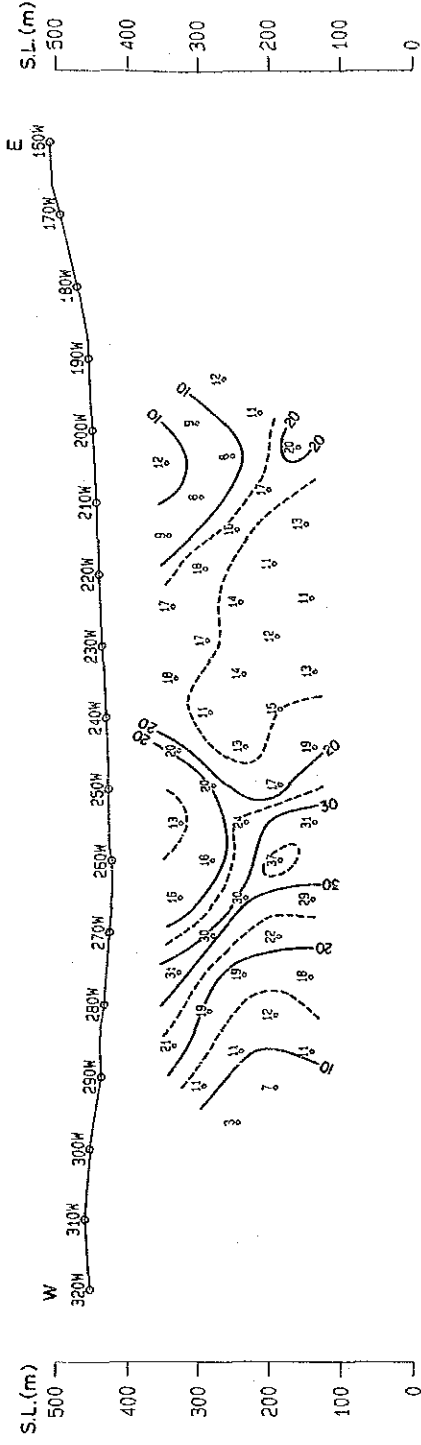
Fig. II-3-10 SIP Pseudo-Section (Line-330S)

LINE-350S

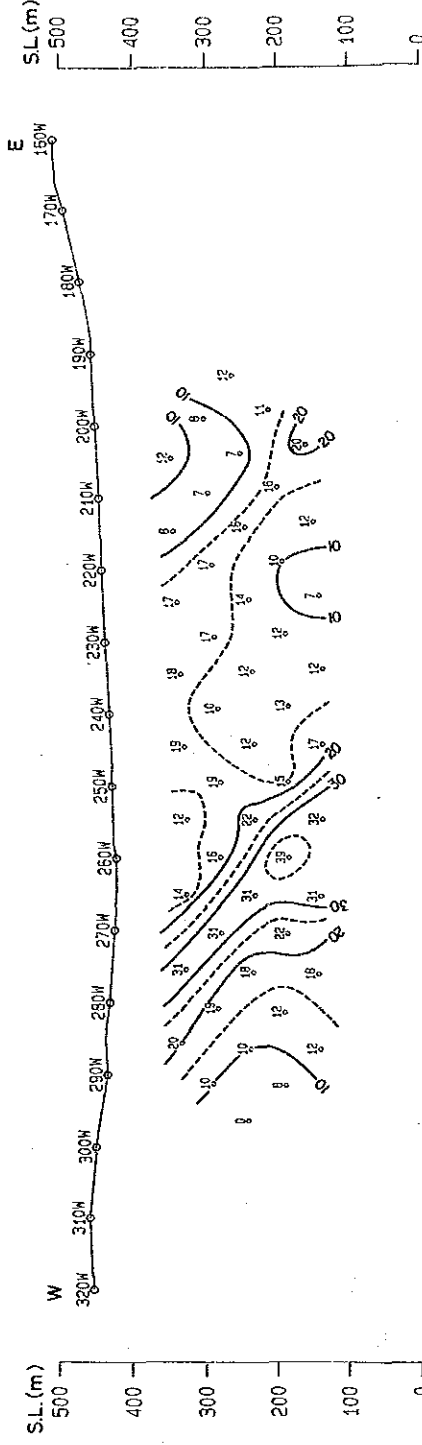
Apparent Resistivity (Ohm-m) [0.125Hz]



Raw Phase (-mrad) [0.125Hz]



3-Point Decoupled Phase (-mrad) [0.125-0.375-0.625Hz]



Percent Frequency Effect (%) [0.125-1.0Hz]

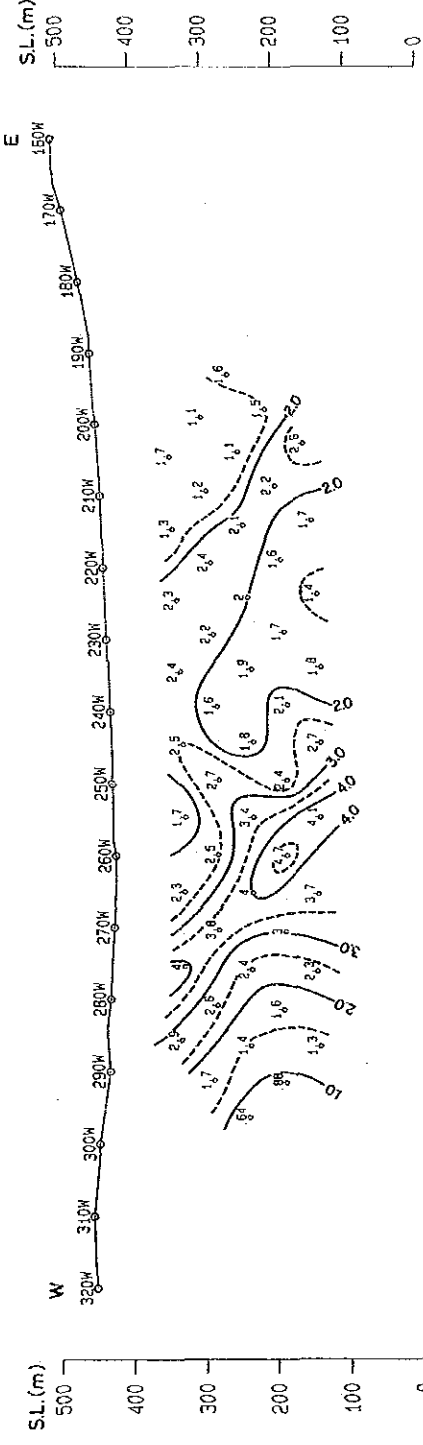


Fig. II-3-11 SIP Pseudo-Section (Line-350S)

⑤ 測線350S

比抵抗分布は、測点270W-280W間を境として異なる。

測点280W以西では、1,000 Ω m以下が分布し、比抵抗は西ほど低くなる傾向を有する。測点280W以東では、1,000 Ω m以上が広範囲に分布する。測点270W-280W間の比抵抗コントラストの強い箇所は、断層構造を反映していると考えられ、NNE-SSW方向で測線290S-310S-330Sから連続している。

RAW PHASE及び3-pt断面図のIP示徴分布形態は測線330Sに類似する。-15mrad以上の位相差は、測点220W-240W間及び270W以西に分布する。測点220W-240W間のものは、地表付近に分布するほぼ水平状のIP効果の弱い異常源の分布を示唆し、270W以西のものは、地表から深部に連続する東傾斜の異常源に起因すると考えられる。

3-1-2 平面解釈

平面図は、見掛比抵抗及びP.F.E.値について、地質断面及びIP示徴形態を考慮し、地表下100m、200m、300m付近の情報を反映していると考えられる $n=1, 3, 5$ の3種類を作成した。

作成した平面図をFig. II-3-12~Fig. II-3-17に示し、解釈した結果を以下に述べる。

(1) 見掛比抵抗平面図

Fig. II-3-12~Fig. II-3-14に示す見掛比抵抗平面図は、地形補正後の値を使用している。

本調査地域の見掛比抵抗は、ほぼN-S系の分布を示し、地質の境界あるいは断層構造を反映していると考えられる比抵抗変化の大きい分布形態を呈する。

① $n=1$ (Fig. II-3-12)

ブロック北部の見掛比抵抗(以下比抵抗という)は、1,000 Ω m以下が広く分布し、1,000 Ω m以上は局部的に点在する。500 Ω m以下はブロックの北方、南東、北西及び南方の4箇所それぞれ独立して認められ、いずれもブロック外へ伸長分布する傾向を示す。500 Ω m~1,000 Ω mは、各測線の測点110W~130W以西及び測線130Sの測点70W以東~測線160Sの測点110W以東に500 Ω m以下の比抵抗分布域を分割するように分布する。

ブロック南部の比抵抗は、NNE-SSW系の分布形態を顕著に示す。比抵抗分布は、ブロックの西側ほど値が低くなり、低比抵抗層の分布を示唆している。1,000 Ω m以上の比抵抗は各測線の東側に分布し、更にブロック外へ伸長分布する傾向を呈する。100 Ω m以下は、測線270S付近では300m以上の分布域を有しブロック西方にNNE-SSW方向で分布するが、分布域南部では範囲が減少する。

② $n=3$ (Fig. II-3-13)

ブロック北部では、500 Ω m以上の比抵抗が広範囲に分布する。この分布範囲は、 $n=1$ の平面図より広い。500 Ω m以下の比抵抗は、ブロックの北方に3箇所及び南方に1箇所分布するが、それぞ

れ独立した分布形態を呈し、これらには連続性が認められない。1,000 Ω m以上は、ブロック中央に2箇所認められる。その一つは測線110S付近からNNW-SSE系でブロックの南東方向へ分布する。他の一つは、測線130S以南ではほぼN-S方向に分布し、南部ほど分布域が広い。これらは、 $n = 1$ の平面図では認められないものであり、高比抵抗岩体が地表下100m以深にN-S系で分布することを示唆している。

ブロック南部の比抵抗は、NNE-SSW系の分布形態を呈し、ブロック中央部を境として異なる。ブロック東方では1,000 Ω m以上が、ブロック西方では500 Ω m以下が広範囲に分布する。

③ $n = 5$ (Fig. II-3-14)

比抵抗分布は、ほぼ $n = 3$ の平面図に類似する。

ブロック北部では、1,000 Ω m以上の比抵抗はブロック面積のほぼ50%に分布し、その分布形態は $n = 3$ の平面図に類似する。500 Ω m以下は、1,000 Ω m以上と同様、 $n = 3$ の平面図に分布傾向及び範囲とも類似する。1,000 Ω m以上のものは、ブロック中央部に雁行状分布形態を示し、分布域の南部ほど分布範囲を拡大する傾向を呈する。500 Ω m以下の比抵抗はブロックの北西、北東及び南方にそれぞれ独立して分布する。

ブロック南部の比抵抗は、ブロックの中央～東方では1,000 Ω m以上、西方では500 Ω m以下が、それぞれNNE-SSWの方向をもって分布する。これらは、いずれもブロック外へ伸長分布する傾向を示す。

(2) P. F. E. 平面図

本平面図では、2.0%以上をIP異常値とした。

強いIP異常(3.0%以上)は、帯状の分布形態を呈し、ブロック北部の深部及びブロック南部地表から深部に分布する。分布形態は、IP異常が深部ほど広範囲に分布する傾向を示す。

① $n = 1$ (Fig. II-3-15)

ブロック北部のIP異常は、ブロックの中央部にN-S方向で分布する以外認められず、本調査地域のバックグラウンド値と考えられる2.0%以下が広く分布する。

ブロック南部のIP異常は、ブロックのほぼ中央及び西方の2箇所に分布する。ブロックの中央のものは、ほぼNNE-SSW方向に分布する。ブロックの西方のものはN-S方向に分布し、その中央には4.0%以上のP. F. E. 値が局所的分布形態を示して認められる。

② $n = 3$ (Fig. II-3-16)

ブロック北部のIP異常は、測線130S以南に広範囲に分布する。これは、地表下100m以深に広くIP異常源が分布することを示唆するものであり、調査地域外南方に更に伸長する傾向を示す。

ブロック南部のIP異常は、ブロックの西部及び中央部から東部に分布する。ブロックの西部に分布するIP異常は、 $n = 1$ の平面図に比べ分布域が広く、4.0%以上のP. F. E. 値は測線310S以南

PALMEIRÓPOLIS

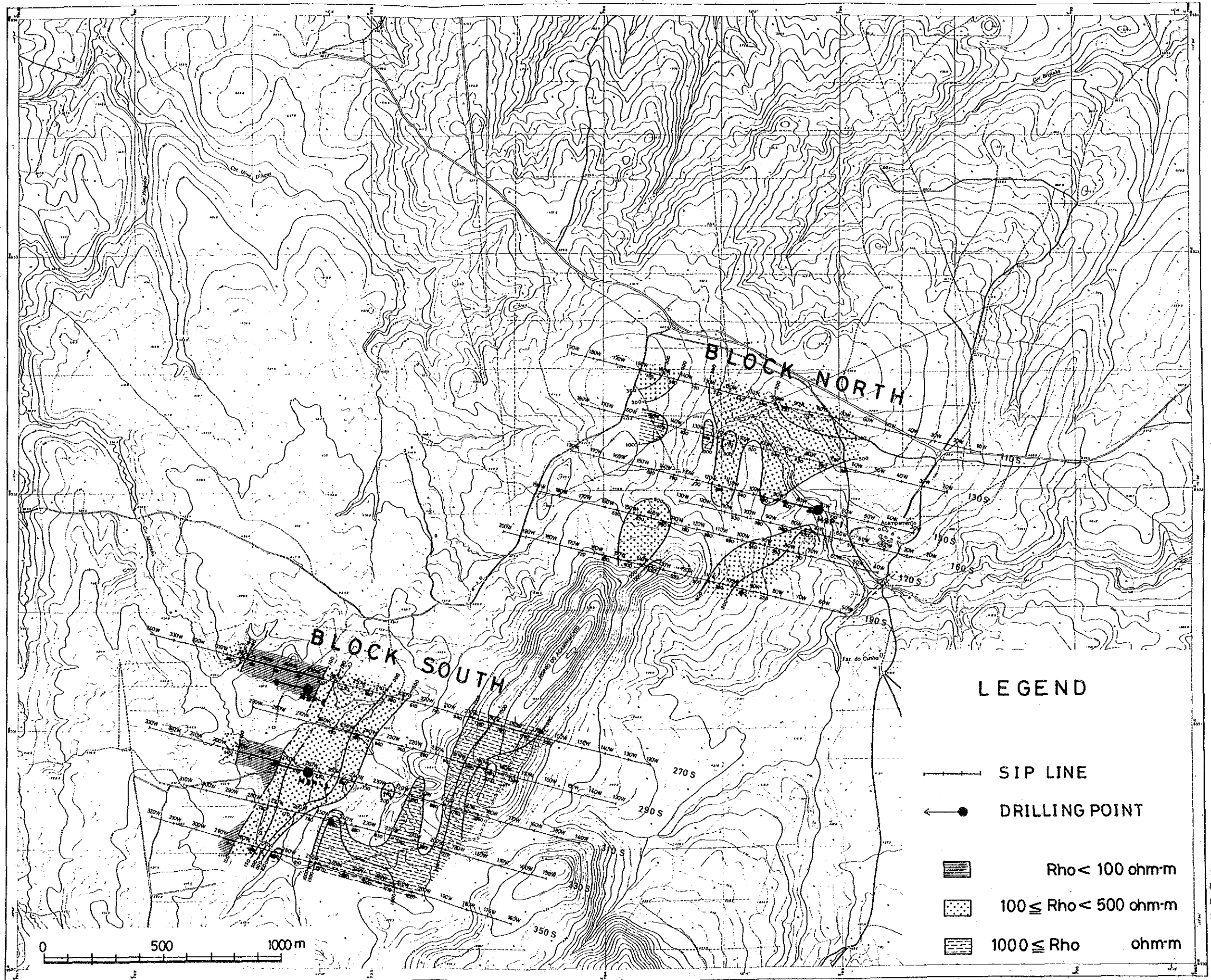


Fig. II-3-12 Apparent Resistivity Map [n-spread 1]

PALMEIRÓPOLIS

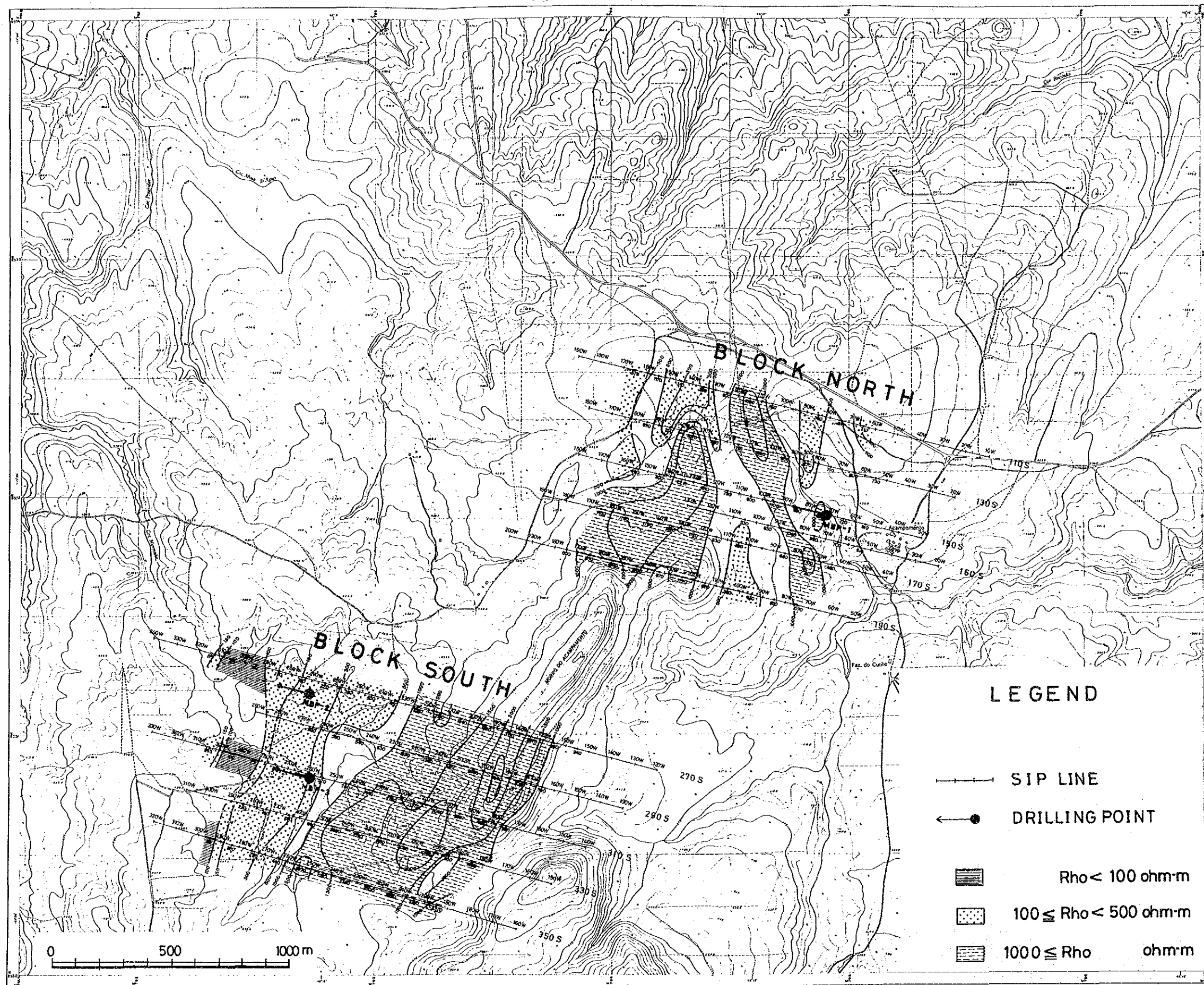


Fig. II-3-13 Apparent Resistivity Map [n-spread 3]

PALMEIRÓPOLIS

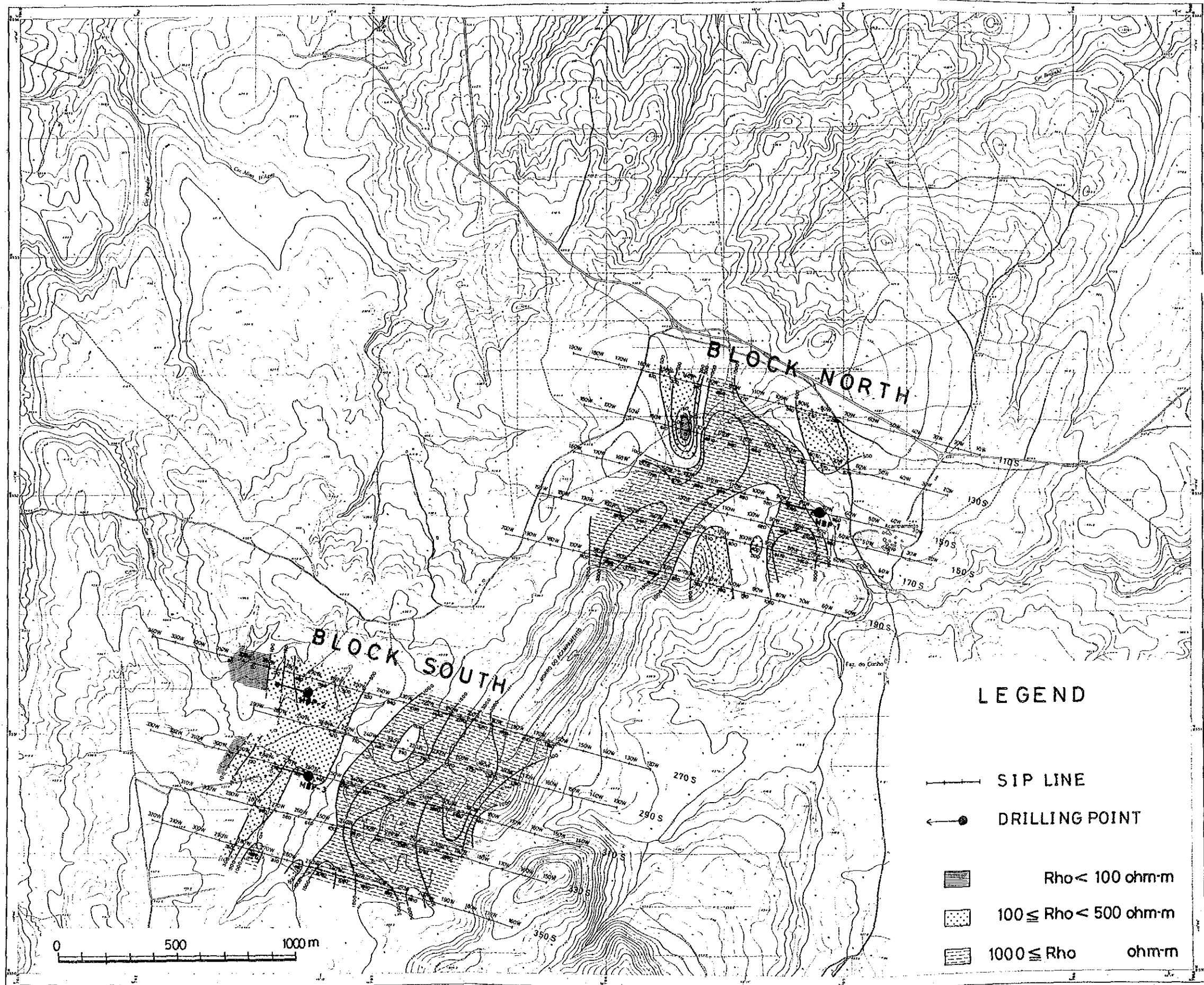


Fig. II-3-14 Apparent Resistivity Map [n-spread 5]

PALMEIRÓPOLIS

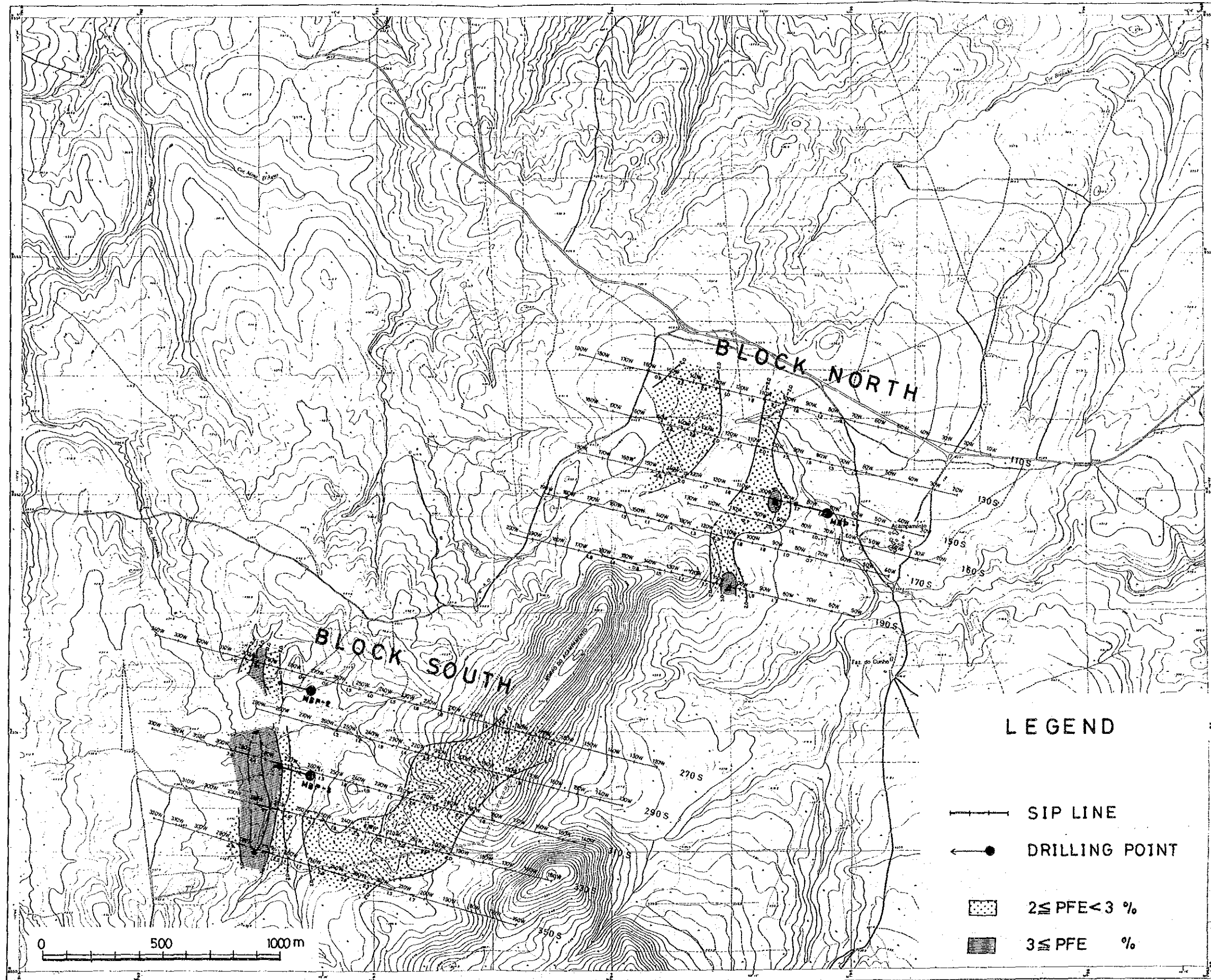


Fig. II-3-15 Frequency Effect Map [n-spread 1]

