

中國科學院植物研究所編
植物分類學

第一卷

植物分類學

中國科學院植物研究所編
第一卷

コロンビア共和国アルマゲール地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 2 年 次

JICA LIBRARY



1030171C13

12826

昭和 61 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 6. 26	705
	66.1
登録No. 12826	MPN

は し が き

日本国政府はコロンビア共和国政府の要請に応え、同国の南西部に位置するアルマゲール地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質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59年度を第1年次とする第2年次にあたり、金属鉱業事業団は7名の調査団を編成して、昭和60年7月3日から昭和61年1月17日まで、現地に派遣した。

現地調査は、コロンビア共和国政府関係機関、特に鉱山エネルギー省鉱山地質調査所の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたって御協力をいただいたコロンビア共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在コロンビア日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

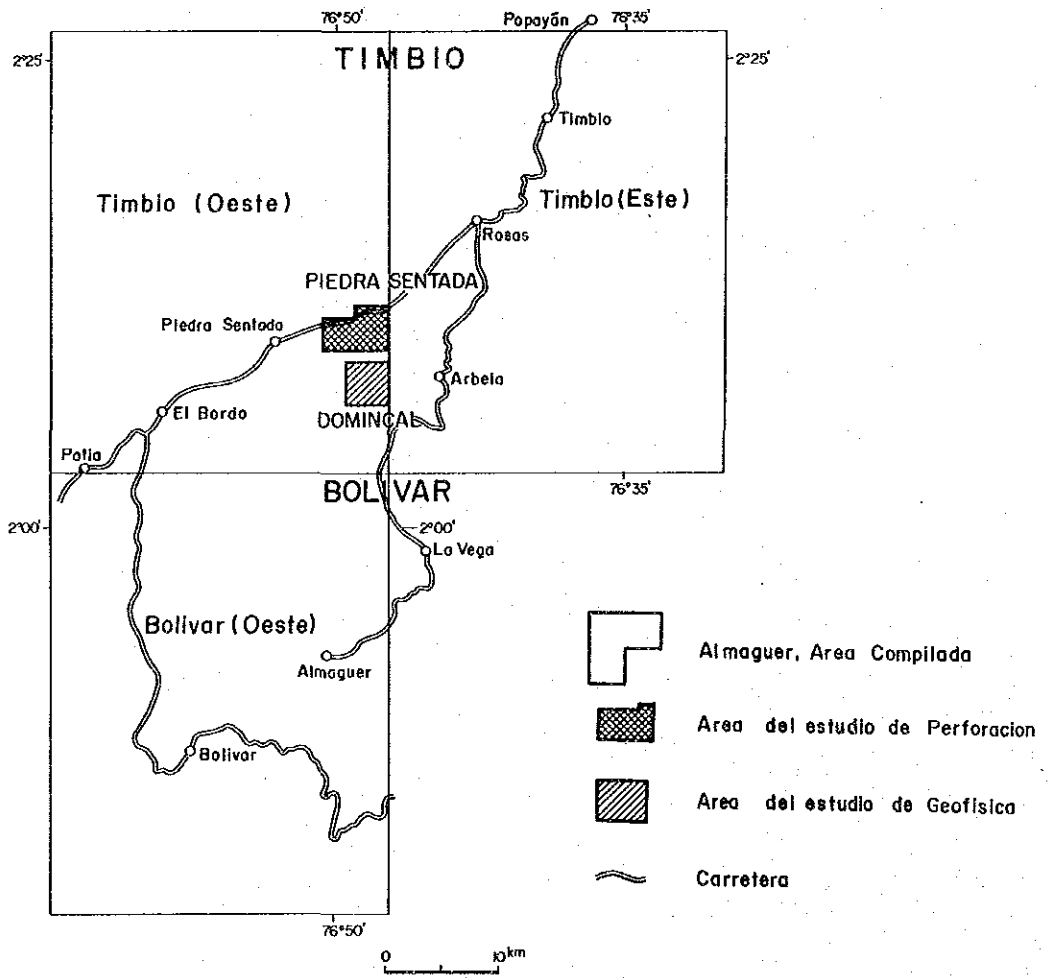
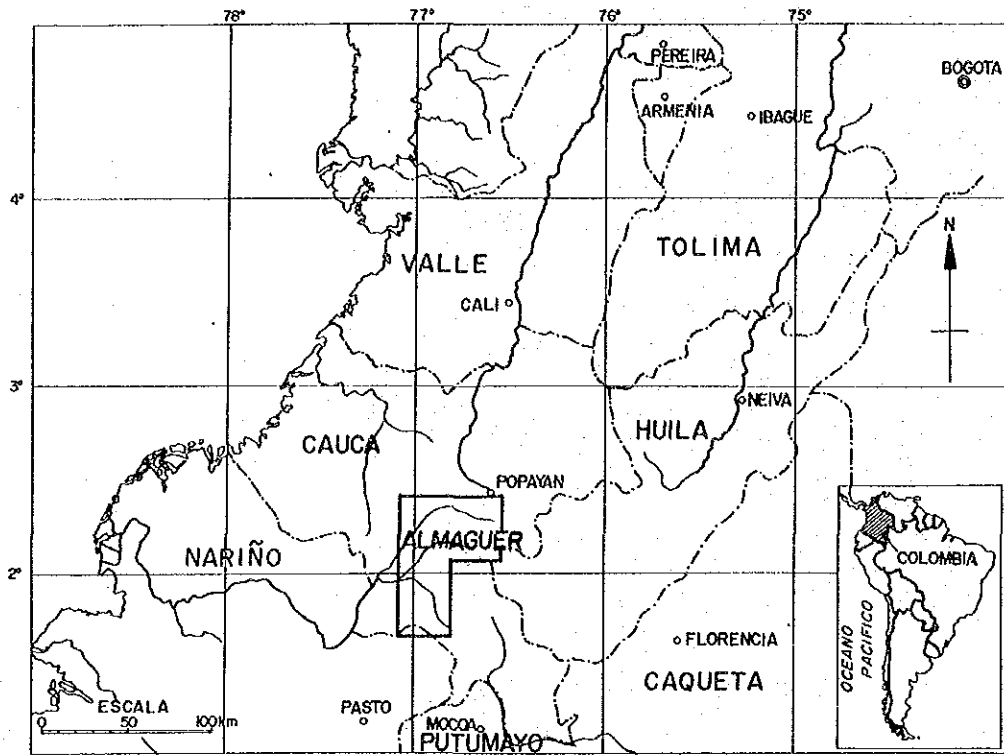
昭和61年 2 月

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 有 田 圭 輔

金 属 鉱 業 事 業 団

理 事 長 西 家 正 起



第 1 - 1 图 调查地域位置图

要 約

コロンビア共和国南西部に位置する Almaguer (アルマゲール) 地域に於ける資源開発協力基礎調査は第1年次は既存資料のコンパイル作業によって鉱床賦存の可能性の高い地区の抽出を行い、このうちから3地区に対して地質調査、地化学探査を、1地区に対して地質調査、物理探査を実施した。これらの調査の結果 Dominical (ドミニカル) 地区及び Piedra Sentada (ピエドラセンターダ) 地区に於いてポーフィリー銅型銅鉱床の賦存する可能性が予測された。

本年次は上記の作業仮説を検証するため、Dominical 地区に対しては物理探査を、Piedra Sentada 地区に対してはボーリング調査を実施した。

調査の内容は次のとおりである。

地 区 名	調 査 方 法	作 業 量
Dominical 地区	物 理 探 査	
	SIP法	4 測線延長 6 km, 212点
	IP法	4 測線延長 6 km, 212点
Piedra Sentada 地区	ボーリング調査	5 孔 延長 1,655.6 m
		仕様内訳
		垂直孔 300 m …… 2 孔
		垂直孔 350 m …… 3 孔

主要試験項目は次のとおりである

試 験 項 目	数 量
岩石物性測定	SIP法 23 個
	IP法 22 個
鉱石化学分析	107 個
岩石薄片鑑定	16 枚
鉱石研磨片鑑定	11 枚
X線回折解析	10 個
均質化温度測定	10 個

現地調査期間は昭和60年7月3日から昭和61年1月17日にかけて、この間7名の日本人技師と5名のコロンビア技師が調査に参加した。

調査結果を要約すると次のとおりである。

Dominical 地区：

本地区の地質は第三紀の堆積岩及びこれに貫入する花崗閃緑岩類からなり、第1年次の調査によって、地区の中央部に銅を主としモリブデンを従とする地化学異常帯が検出された。

地質状況から、この異常帯はポーフイリーカッパー型の鉱徴を示す可能性が予測されたので、これを検証するためSIP法及びIP法による物理探査を実施した。

SIP法、IP法によって捕捉された見掛比抵抗は、地層の境界線を切って分布し、周波数効果(PFE)の分布傾向とはほぼ一致している。これは、PFE異常をもたらした鉱化作用による岩質の変化を示しているものと考えられる。

SIP法の特徴を基に、位相差擬似断面図、各種スペクトル擬似断面図、スペクトルタイプ分類図、コール・コール図並びにこれらの電磁カップリング処理結果図を作成した。

これらの各種擬似断面図にみられる特徴は、PFE擬似断面図にみられる傾向とほぼ同じといえる。

PFEは0.2%から13.2%の値を示し、平面図に於ける等値線は、調査域東部から中央付近までNE-SW方向に、また、中央付近から西部へはNW-SE方向に連続する。このPFEの強異常値は前年次に抽出された地化学探査異常の南側を取り囲む半環状の形状を示しており、地化学異常に対応する付近では中程度のPFE異常値を示している。

地表踏査によってPFEの強異常帯には、黄鉄鉱の鉱染状及び細脈状の鉱化作用が認められた。また地化学異常帯中ではネットワーク状の石英細脈群及びリモナイト焼けが認められ、更に、その西方延長の沢には、珪化作用、粘土化作用を伴う黄鉄鉱、黄銅鉱、輝水鉛鉱の鉱染鉱化作用が確認された。本地区では地化学異常帯を中心とするポーフイリーカッパー型鉱化作用の存在がほぼ確実となり、強PFE異常帯は同種鉱化作用ではしばしば主鉱体外縁部に観察される黄鉄鉱濃集帯に相当するものと考えられる。

Piedra Sentada 地区：

本地区の地質は、白亜紀のDiabasa層群及び第三紀の堆積岩を基盤とし、これに貫入する花崗閃緑岩類からなる。地区の中央部に於いて、貫入岩中にプロピライト変質を伴う黄鉄鉱化作用が認められ、この中に銅の地化学異常帯が検出されている。第1年次に実施された物理探査によって、上記の異常帯中に強PFE異常帯が抽出されポーフイリーカッパー型鉱徴の賦存する可能性が指摘された。これを確認するため実施したボーリング調査によりポーフイリーカッパー型鉱徴をもたらしたと考えられる花崗閃緑斑岩は漏斗状に浅所で広がる小貫入岩体であり、また300~350mの深度のボーリングによって下盤側のDiabasa層群に相当する緑色火山岩が出現することが判明した。

鉍化作用は黄鉄鉍を主とし、少量の黄銅鉍及び輝水鉛鉍の鉍染及び石英細脈が観察され、ボーフィリー-銅型鉍徴であることが確認されたが、概して品位は低く金が0.1g/t、銅が0.03%程度、その他の元素も低品位であって、経済的な意味で鉍床になり得るとは考えられない。

本鉍化帯ではボーリング孔CJM-2孔の近傍を中心とする鉍化、変質作用の帯状分布が認められ、前年次調査に於いて判明した物理探査(SIP法)の強PFE異常帯は鉍化帯の周縁に位置する黄鉄鉍帯に相当するものであることが判明した。

コロンビア共和国アルマゲール地域
資源開発協力基礎調査報告書
第2年次

目 次

は し が き

調査地域位置図

要 約

第1章 序 論	1
1-1 調 査 経 緯	1
1-2 調 査 目 的	1
1-3 調 査 地 域	1
1-4 位 置 交 通	1
1-5 調 査 方 法 及 び 調 査 量	2
1-6 調 査 期 間 及 び 調 査 団 の 編 成	2
第2章 ドミニカル地区 物理探査	3
2-1 調 査 目 的	3
2-2 調 査 範 囲	3
2-3 調 査 仕 様	3
2-4 調 査 方 法	4
2-5 調 査 機 器	5
2-6 データ処理及び解析方法	7
2-7 調 査 結 果	11
2-8 解 析 結 果	17
2-9 考 察	19
第3章 ピエドラセンターダ地区 ボーリング調査	23
3-1 ボーリング調査概要	23
3-2 ボーリング調査工事	24
3-3 ボーリング孔の地質及び鉍化作用	31

第4章 結論及び第3年次への提言	39
4-1 結 論	39
4-2 第3年次への提言	40
参 考 文 献	41
付 帯 資 料	

目 次

- 第 1 - 1 図 調査地域位置図
- 第 2 - 1 図 測線位置図
- 第 2 - 2 図 SIP 測定機器配置概念
- 第 2 - 3 図 電磁カップリング除去例
- 第 2 - 4 図 ダイポール・ダイポール電極配置
- 第 2 - 5 図 測定値の表示方法
- 第 2 - 6 図 見掛比抵抗に於ける地形の影響
- 第 2 - 7 図 スペクトルタイプのカテゴリー概念
- 第 2 - 8 図 シミュレーション例
- 第 2 - 9 図 位相差 擬似断面図 (RAW Phase 0.125Hz)
- 第 2 - 10 図 Phase - PFE 相関関係
- 第 2 - 11 図 3PT デカップル位相差図
- 第 2 - 12 図 3PT - PFE 相関関係
- 第 2 - 13 図 コール・コール図
- 第 2 - 14 図 規格電圧強度図
- 第 2 - 15 図 位相差スペクトル図
- 第 2 - 16 図 スペクトルタイプ図
- 第 2 - 17 図 岩石試料のコール・コール図
- 第 2 - 18 図 岩石試料測定結果 (SIP 法)
- 第 2 - 19 図 岩石試料測定結果 (SIP 法)
- 第 2 - 20 図 シミュレーション結果
- 第 2 - 21 図 総合解析図
- 第 3 - 1 図 ボーリング位置図
- 第 3 - 2 図 ボーリング地質断面図

表 目 次

第 1 - 1 表	調査内容
第 1 - 2 表	調査工程
第 2 - 1 表	Dominical 地区物理探査作業仕様
第 2 - 2 表	岩石試料物性測定表 (SIP 法)
第 2 - 3 表	岩石試料物性測定表 (IP 法)
第 3 - 1 表	ボーリング孔一覧表
第 3 - 2 表	分析結果のまとめ

LISTA DE PLANOS

PL. 1	MAPA DE PUNTOS Y LINEAS DE MEDIDA
PL. 2	MAPA EN PLANO DE RESISTIVIDADES APARENTES (n=2)
PL. 3	SEUDOSECCION DE RESISTIVIDAD APARENTE SIP (0.125 Hz)
PL. 4	SEUDOSECCION DE ESISTIVIDAD APARENTE IP (0.3-3.0 Hz)
PL. 5	MAPA EN PLANO DE PFE
PL. 6	SEUDOSECCION DE PFE (SIP, 0.125 Hz)
PL. 7	SEUDOSECCION DE PFE (IP, 0.3-3.0 Hz)
PL. 8	LOCALIZACION DE LAS PERFORACIONES EN EL AREA DE PIEDRA SENTADA
PL. 9	SECCION GEOLOGIA GENERALIZADA POR CJM-1, CJM-2, Y CJM-3
PL. 10	SECCION GEOLOGIA GENERALIZADA POR CJM-4, CJM-2 Y CJM-5
PL. 11	REGISTRO NUCLEO CJM-1
PL. 12	REGISTRO NUCLEO CJM-2
PL. 13	REGISTRO NUCLEO CJM-3
PL. 14	REGISTRO NUCLEO CJM-4
PL. 15	REGISTRO NUCLEO CJM-5

付 帯 図 表 目 次

A. 2- 1	デカップリングコール・コール図	
A. 2- 2	デカップリング規格化電圧強度	
A. 2- 3	デカップリング位相差スペクトル図	
A. 2- 4	デカップリングスペクトルタイプ図	
A. 2- 5	デカップリング位相差擬似断面図	A 測線
A. 2- 6	デカップリング位相差擬似断面図	B 測線
A. 2- 7	デカップリング位相差擬似断面図	C 測線
A. 2- 8	デカップリング位相差擬似断面図	D 測線
A. 2- 9	岩石試料のコール・コール図	
A. 3- 1	主要機材, 設備類表	
A. 3- 2	消耗品使用状況表	
A. 3- 3	孔別移設及び搬入総括表	
A. 3- 4	孔別掘進実績表	CJM-1
A. 3- 5	孔別掘進実績表	CJM-2
A. 3- 6	孔別掘進実績表	CJM-3
A. 3- 7	孔別掘進実績表	CJM-4
A. 3- 8	孔別掘進実績表	CJM-5
A. 3- 9	孔別掘進作業総括表	
A. 3-10	孔別掘進工程総括表	
A. 3-11	ダイヤモンドビット使用状況表	
A. 3-12	ダイヤモンドビット類明細表	
A. 3-13	孔別掘進工程表	CJM-1
A. 3-14	孔別掘進工程表	CJM-2
A. 3-15	孔別掘進工程表	CJM-3
A. 3-16	孔別掘進工程表	CJM-4
A. 3-17	孔別掘進工程表	CJM-5
A. 3-18	化学分析結果一覧表	
A. 3-19 (1)	検鏡結果一覧表	薄片
A. 3-19 (2)	検鏡結果一覧表	研磨片
A. 3-20	X線回折結果一覧表	

- A. 3-21 均質化温度測定値
- A. 3-22 均質化温度
- A. 3-23(1) 顕微鏡写真 薄片
- A. 3-23(2) 顕微鏡写真 研磨片
- A. 3-24 X線回折チャート

第 1 章 調 査 概 要

1-1 調 査 経 緯

Almaguer (アルマゲール)地域の調査は、第1年次には既存データのコンパイルーションにより鉱床賦存の可能性の高い地区の抽出作業を行い、更に抽出された有望地区のうちから4地区を取上げ地質・地化学探査〔Dominical (ドミニカル), Cerro Negro (セロネグロ), La Medina (ラメディナ)の3地区〕及び地質調査・物理探査〔Piedra Sentada (ピエドラセネターダ)地区〕を実施した。

この調査の結果、Piedra Sentada 地区及び Dominical 地区には、ポーフイリー銅鉱床の賦存する可能性が高いと予想されるに至ったので、これを検証するために上記2地区に対し更に第2年次の調査を加えることとなった。

1-2 調 査 目 的

本年次の調査は前年次調査の結果、ポーフイリー銅鉱床の賦存が予想されたPiedra Sentada 及び Dominical の両地区に於いてそれぞれボーリング及び物理探査により、地質状況を解明すること及び鉱床賦存状況を把握することを目的とした。

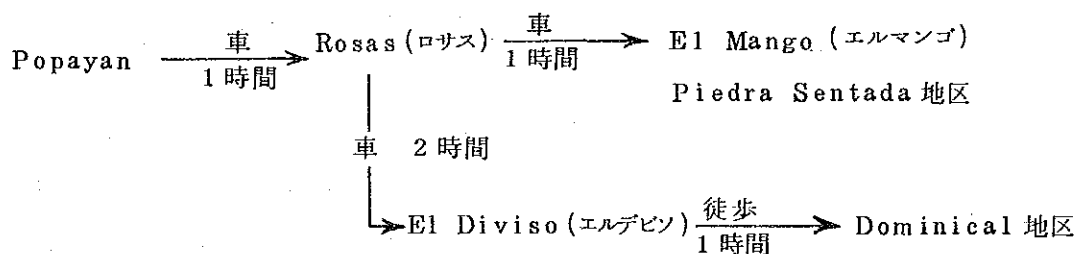
1-3 調 査 地 域

Almaguer 地域はコロンビア共和国の南西部に位置し、行政区分では Cauca (カウカ) 県の La Sierra (ラシエラ), Vega (ベガ), Almaguer, El Bordo (エルボルド)の各郡にまたがっている。このうち本年度の調査はLa Sierra 郡に属するPiedra Sentada 地区とVega 郡に属するDominical 地区とを対象とした。

1-4 位 置 交 通

調査を実施したPiedra Sentada 地区、Dominical地区は南北に並ぶ隣接地であるが両者の間に大河があり交通路を異にする。両地区はCauca 県の中央部南寄りに位置し、県都の Popayan (ポバヤン)の南西方約40 km (直距)に所在する。

両地区への交通は以下のとおりである。



Popayan から パンアメリカンハイウェイを南下すること車で1時間にてRosas 町に到達する。Piedra Sentada 地区へは国道を更に南西方へ車で1時間乗継ぎ、El Mango と呼ばれる小集落に着く。こゝが同地区の北部を占めており、地区の中央部を東西方向に貫通する El Mango-La Sierra 県道の分岐点となっている。一方Dominical 地区へは、前述のRosas から未舗装の県道を南下し、車で約2時間、El Diviso と呼ばれる地点に到着する。

El Divisoからは徒歩または馬上にて約1時間の行程でDominical 地区の東端に到達する。

1-5 調査方法及び調査量

本年次の調査方法は、Dominical地区に於いては、SIP法及びIP法による物理探査を、Piedra Sentada 地区に於いてはボーリング調査を実施した。

それぞれの地区に於ける調査量及び主要試験項目を表1-1に示す。

1-6 調査期間及び調査団の編成

本年次の現地調査は昭和60年7月3日から昭和61年1月17日にかけて行った。この間、物理探査は昭和60年7月8日から同年8月22日、ボーリング調査は昭和60年7月15日から昭和61年1月12日にかけて実施し、現地解析の結果は昭和61年2月末日に報告書としてまとめられた。

本年次調査に参加した調査員は次のとおりである。

。 調査計画策定及び折衝

日 本 側		コ ロ ソ ビ ア 側	
上 木 隆 司	MMAJ	Raul Duran	INGEOMINAS
遠 藤 泰 生	MMAJ	Luis Jaramillo C.	INGEOMINAS

。 調査団

担 当	日 本 側	コ ロ ソ ビ ア 側
総括・解析	南 雲 義 広 MINDECO	Pedro A. Marin INGEOMINAS
物理探査総括	三 好 福次郎 MINDECO	Clemente Ropain INGEOMINAS
物理探査	石 川 次 男 MINDECO	Miguel Garzon INGEOMINAS
物理探査	江 川 昭 MINDECO	
ボーリング調査総括	山 本 延 彦 MINDECO	Alfonso Arias INGEOMINAS
ボーリング調査	清 水 久 司 MINDECO	Hector Castro INGEOMINAS
ボーリング調査	佐 藤 善 信 MINDECO	

第 1 - 1 表 調査内容

Area de Trabajo	Métode	Cantidad del Trabajo				Prueba laboratorio
Dominical	SIP	Línea A Línea B Línea C Línea D Total	1.5km 1.5 1.5 1.5 6.0km	212 puntos	Medición caracter física de la muestra de roca 23 piezas	
	IP	Línea 1 Línea 2 Línea 3 Línea 4 Total	1.5km 1.5 1.5 1.5 6.0km	212 puntos	Medición caracter física de la muestra de roca 22 piezas	
Piedra Sentada	Perforación	CJM-1 CJM-2 CJM-3 CJM-4 CJM-5 Total	301.8m 351.4 300.6 351.2 350.6 1,655.6m	Vertical Vertical Vertical Vertical Vertical	Análisis químicos de testigos 107 Secciones delgadas 16 Secciones pulidos 11 Difracción rayos X 10 Temperature homogéneo 10	

第 1-2 表 調査工程

GRUPOS DE TRABAJO	EQUIPOS DE TRABAJO	1985 JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	1986 ENERO
Geofísica	Japón 3 Colombia 2		8 14 Mobilización Trabajo en el campo	12 15 22 Análisis en Bogotá Trabajo en el campo					
Perforación	Japón 4 Colombia 3		3 15 Preparación		Trabajo en el campo				12 17 Despacho de trabajo

第 2 章 ドミニカル地区 物理探査

2-1 調査目的

前年次に Dominical 地区で実施された地質調査並びに地化学探査の結果、Cu-Mo地化学異常を中心とする鉍化圏の存在が確認され、更にポーフイリィー銅型鉍床の周縁変質相を示唆する変質分帯が確認された。しかし地表示徴としてCu,Mo量の少ないため深部の状況を把握する目的で同地区に於いてSIP法並びにIP法による物理探査を実施した。

SIP法によって捕捉される分極異常、スペクトル異常から地下に於ける鉍化の状況を探り、更にIP法によりその拡がりまたは連続性を追跡した。

2-2 調査範囲(第1-1図,第2-1図)

Dominical 地区で捕捉された地化学異常を中心として、約7km²の範囲にSIP法4測線、測線A~測線Dを実施し、その東西両外側に各々2測線計4測線、測線1~測線4のIP法を実施した。

2-3 調査仕様

本調査地区で実施された物理探査仕様を第2-1表に示す。

2-4 調査方法

2-4-1 SIP法 (Spectral Induced Polarization Method)

従来のIP法は、周波数領域IP法の場合、0.1から5.0Hz程度の範囲の二つの周波数の変化による比抵抗の変化を、周波数効果として観測する。これに対してSIP法では実用上0.01から100Hz程度の周波数の広い範囲にわたって比抵抗と位相差を測定し、地層や鉱床の周波数応答特性(スペクトル特性)から、IP効果を生じさせる異常源を探る方法である。

本調査の測定にはZonge Engineering & Research Organization(以下Zonge社と称する)のシステムを採用し、周波数領域測定方式とした。

電極配置はダイポール・ダイポール配置とし、電極間隔(水平距離) $a = 100m$ 、電極隔離係数 $n = 1 \sim 5$ まで測定した。

測定周波数は0.125Hz、1.0Hz、8.0Hzを基本周波数とし、この基本周波数の応答から第3、第5、第7、第9、第11次の高周波をフーリエ解析により得て0.125~88Hzまで18周波数のIP効果(応答)として測定した。

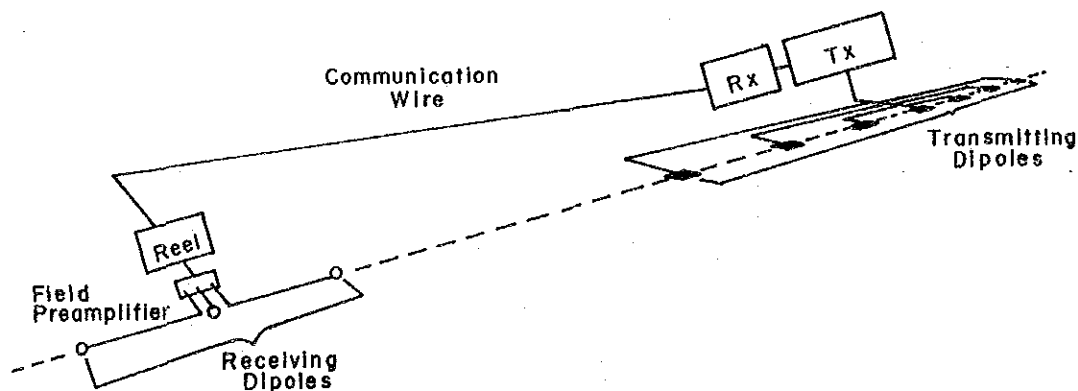
測定成分は電圧強度並びに送受信信号間の位相差である。

各周波数に於いて、位相差を高精度で測定するために送信機と受信機の同期をとる必要がある。このため受信機は移動せずに送信機の近くに常置する必要から、電位測定のためにCommunication Wireと呼ばれる信号線を用いた。信号線は電流電線との間に生じる電磁カップリングを除く目的で電流線から20m以上離して布設された。

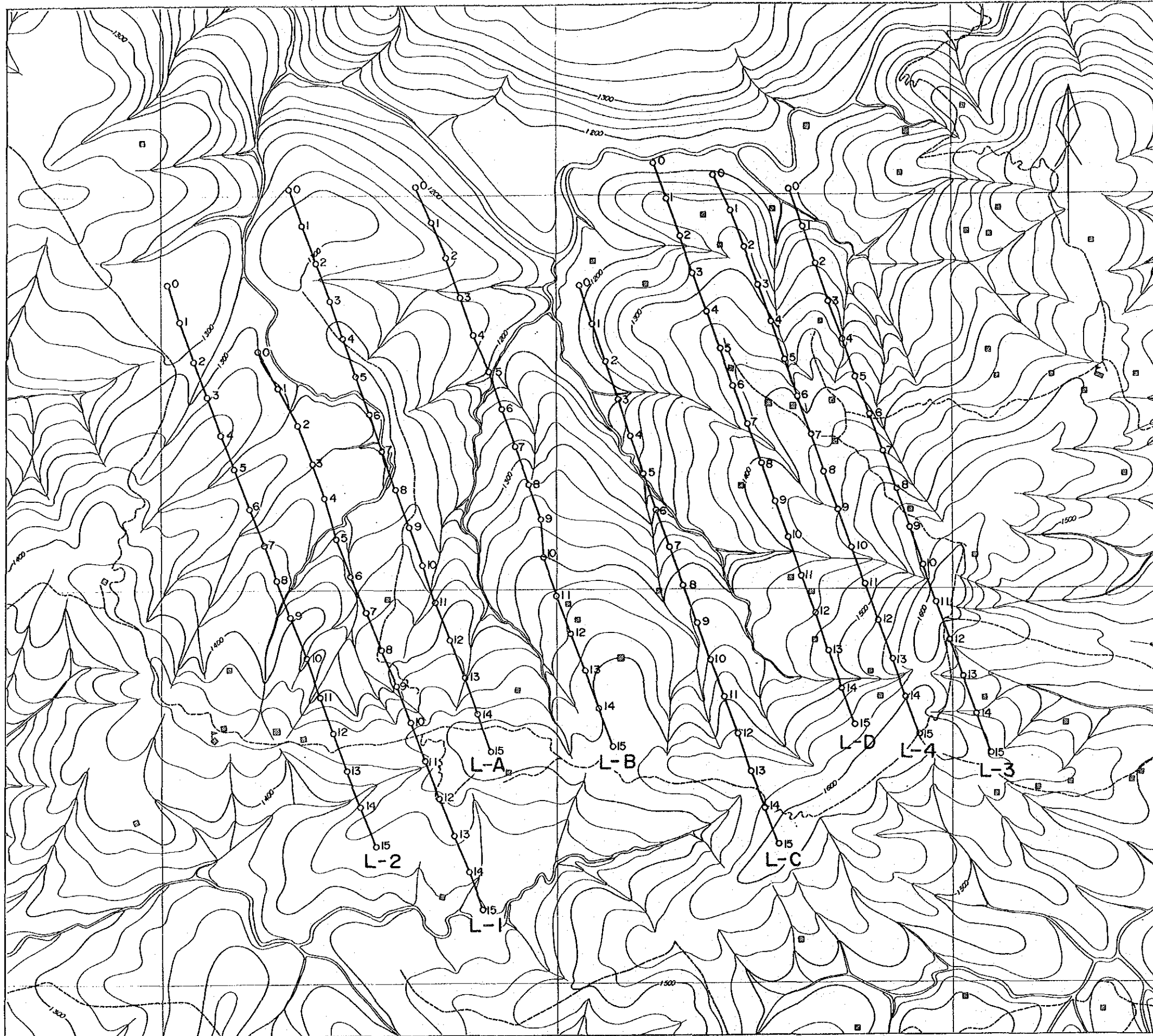
電流電極は、30cm平方程度の銅板を、50cm程度の深度に埋設した。通電電流は0.3から1.0Aであった。

電位電極は素焼のポットに硫酸銅の飽和溶液を入れ、銅棒を電極とした非分極性のものを用いた。

SIP法の配線並びに機器配置概念は第2-2図のとおりである。



第2-2図 SIP測定機器配置概念



0 300m

LEYENDA

- 0 1 2 3
o-o-o L-A Líneas de SIP
- 0 1 2 3
o-o-o L-1 Líneas de IP

第 2 - 1 図 測線位置図

第2—1表 Dominical 地区物理探査作業仕様

調査方法名	仕 様	記 事
SIP法	作 業 量	測線A 1.5 km 53点
		測線B 1.5 km 53点
		測線C 1.5 km 53点
		測線D 1.5 km 53点
		計 6.0 km 212点
	測線方向	340°
	測線間隔	300m
	電極配置	ダイポール・ダイポール
	電極間隔	100m
	電極隔離係数	1～5
測定周波数	0.125, 0.375, 0.625, 0.875, 1.125, 1.375 1, 3, 5, 7, 9, 11, 8, 24, 40, 56, 72, 88Hz	
岩石試料測定	22個	
IP法	作 業 量	測線1 1.5 km 53点
		測線2 1.5 km 53点
		測線3 1.5 km 53点
		測線4 1.5 km 53点
		計 6.0 km 212点
	測線方向	340°
	測線間隔	150m
	電極配置	ダイポール・ダイポール
	電極間隔	100m
	電極隔離係数	1～5
測定周波数	0.3, 3Hz	
岩石試料測定	23個	

測量基点は地形と地形図の明瞭な対応点を基点と定め、その標高は地形図(1/5,000)から読取った。

測線測量はこの基点を基にポケットコンパス及びエスロンテープを用いた開放トラバース測量によった。各測線の途中馬道と交差する近傍にコンクリート製標識を埋設し、今後の識別に供した。

2-4-2 IP法

本探査では周波数領域によるIP法を実施した。

使用機器は日本国政府がコロンビア共和国政府に1984年供与したものである。

電極配置、電極間隔、電極隔離係数等はSIP法と同一である。

測定周波数は0.3Hz及び3.0Hzである。

作業方式として送信機を各測線のほぼ中央部に配置し、受信機は逐次測線上を移動させた。送信は受信機側からの指示により、指定された電流電極に送信し、受信機側では必要な電位電極間の電位差を受信した。

測線設定はSIP法により捕捉された異常の延長を追跡するため、SIP測線の西外側に測線1,2,東外側に測線3,4,各1.5kmを各々150m間隔で設定した。測量方法並びに標識の設置はSIP法と同様である。

2-5 調査機器

調査に使用した測定装置の仕様を以下に示す。

2-5-1 SIP法

(1) 送信機

◦ Zonge社製	GGT-6
重量	95Kg
出力電圧	Max 1000V
出力電流	0.2~20A
送信周波数	DC~10kHz
入力電源	400Hz, 100V, 3相

(2) 受信機

◦ 本体：Zonge社製	GDP-12-2GB
重量	15Kg
感度	0.2μV
受信周波数	1/8~4,096Hz 16レンジ

その他 A/D変換器 12ビット
RS 232Cインターフェイス使用により各種記録を出力

- 記録器；エプソン社製 HC-20
- 重量 1.7 kg
- メモリ RAM 16kバイト
- マイクロプリンタ インパクトドットマトリクス方式
印字速度 0.7行/秒
- インターフェイス RS 232C
- マイクロカセットドライブ付

(2) エンジン発電機

- 三徳航空-富士重工業製
- 重量 95 kg
- 電圧 115 V
- 周波数 400Hz, 3相
- 出力 3.5 kW

2-5-2 IP法

本調査に於いて使用した測定装置と、その主な仕様は次の通りである。

(1) 送信機

- 横浜電子研究所製 Model L-5804A・B
- 重量 50 kg
- 出力電圧 Max 800V
- 出力電流 0.20A ~ 2A
- 送信周波数 0.1Hz, 0.3Hz, 1.25Hz, 2.5Hz, 5Hz
- 入力電源 60Hz or 400Hz, 100V, 単相

(2) 受信機

- 横浜電子研究所製 Model DF-58AJ
- 重量 約7.5 kg
- 感度 10 μ V
- 受信周波数 0.1Hz, 0.3Hz, 1.25Hz, 2.5Hz, 5Hz
- 入力インピーダンス 10M Ω

(3) エンジン発電機

- Geotronics社製 Model 421

重量	約 37 Kg
電圧	115 V
周波数	400 Hz, 単相
出力	2 kW

2-6 データ処理及び解析方法

2-6-1 SIP法

(1) データ処理

野外調査では0.125～88Hzまでの18周波数について位相差と電圧強度が測定され、送信電流、各種測定条件等と共にマイクロプロセッサ（受信機GDP-12）に入力される。

マイクロプロセッサではメモリーに保存されているキャリブレーション値を基に測定値を自動校正後各周波数に於ける実数部、虚数部が計算され、更に3基本波（0.125, 1, 8Hz）の見掛比抵抗値（RHO）、スリーポイントデカップル位相差（3PT）、及び多で表わした周波数効果（PFE）が算出される。

この場合の計算式はそれぞれ次式による。

$$[RHO] = \frac{MG_{0.125}}{i} \times \pi \cdot A \cdot N(N+1)(N+2) \times C$$

$$[PFE] = \frac{MG_{0.125} - MG_1}{MG_1} \times 100$$

$$[3PT] = \frac{10}{8} \phi_{0.125} - \frac{10}{8} \phi_{0.375} + \frac{3}{8} \phi_{0.625}$$

但し、 ϕ_i ：周波数*i*に於ける位相差

MG_i：周波数*i*に於ける電圧強度

A：電極間隔

N：電極隔離係数

C：システム定数

これらの値は、電流値（比抵抗計算に使用された値）、位相差についての誤差（SEM）及び電極番号、測定条件（スタッキング、50/60Hz ノッチフィルターの有無、利得）などとともにHC-20へ出力される。HC-20ではこれらの数値をプリントアウトすると共に内蔵マイクロカセットに磁気記録する。

データ処理としては磁気テープに記録された各周波数毎の実数部、虚数部を用い、一番低い周波数データにより規格化した電圧強度と位相差並びにその場合の実数部、虚数部を求める。

(2) 補正

(a) 電磁カップリングの除去

f/ρ 値の増大、探査深度の増加につれ電磁カップリングが大きくなる。SIP法の場合多周波数にわたる測定値から電磁カップリングの除去が可能となる。本調査で用いた計算はP.G. Hall of等(1977)の方法によるもので、地下の比抵抗構造とは無関係にSIP法で得られる複素インピーダンス $Z(\omega)$ を

$$Z(\omega) = R_0 \left\{ 1 - m_1 \left[1 - \frac{1}{1 + (i\omega\tau_1)^{c_1}} \right] - m_2 \left[1 - \frac{1}{1 + (\tau\omega\tau_2)^{c_2}} \right] + m_3 \left[1 - \frac{1}{1 + (\tau\omega\tau_3)^{c_3}} \right] \right\}$$

と表わし、 m_1, τ_1, c_1 で決まる項をIP応答項、 m_2, τ_2, c_2 で決まる項を均質大地のもとでの電磁カップリング応答項、及び m_3, τ_3, c_3 で決まる項を良電導体による電磁カップリング応答項とするものである。

$\omega = 2\pi f$ 及び電圧強度、位相を与えて最小自乗近似で各項を求めた。

計算例を第2-3図に示す。

(b) 地形補正

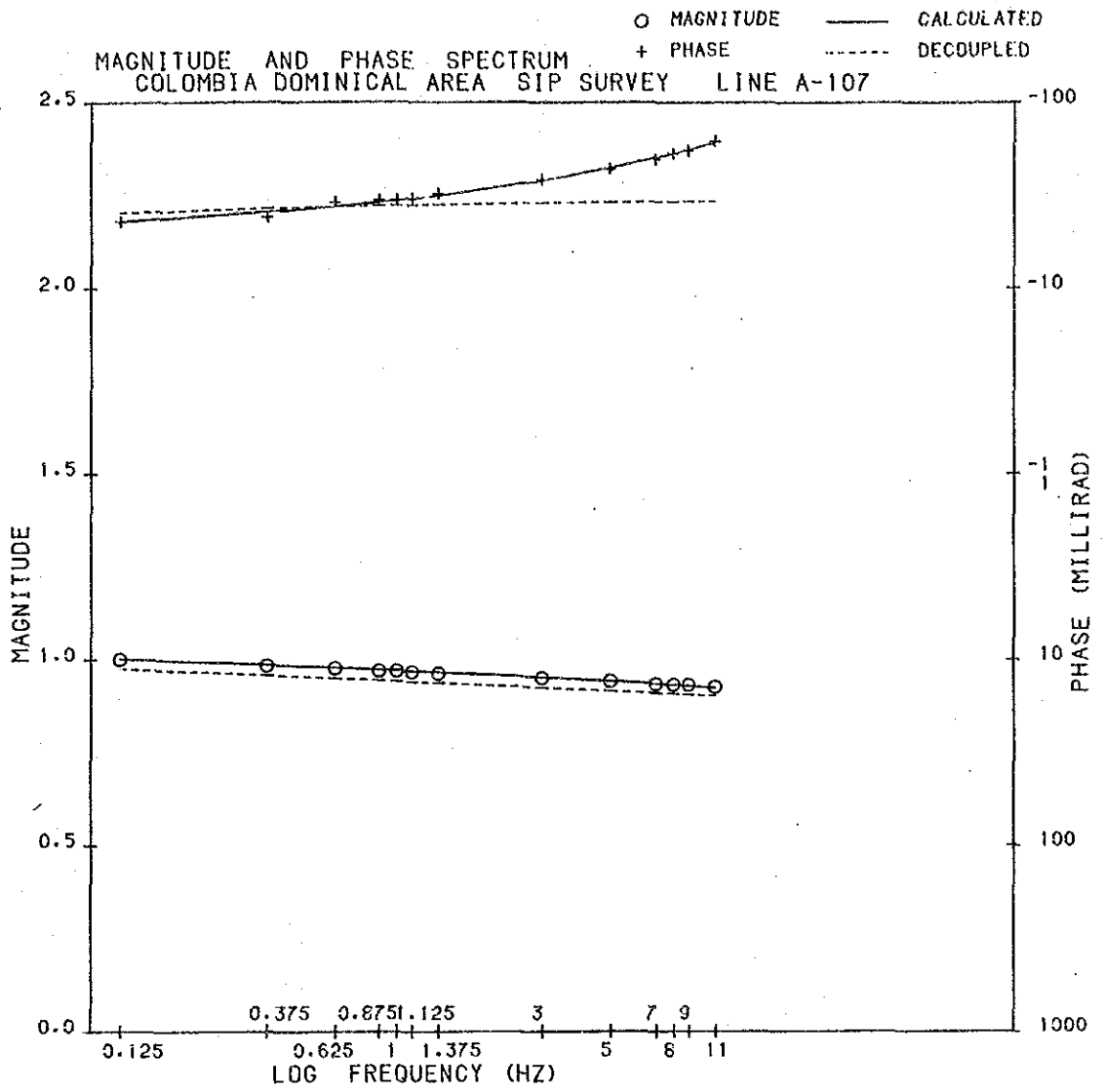
ダイポール・ダイポール電極配置第2-4図により測定される見掛比抵抗には、地下構造からの情報以外に地形の影響があらわれる。第2-6図は、地下構造が均質で、凸地形の場合の見掛比抵抗の分布を示したものである。即ち、山頂部では見掛比抵抗が増加し、谷部では実際の値より低下する傾向が認められるので、地形の起伏の激しい地域の構造解析をする場合には、見掛比抵抗について地形補正を行い、その影響を除いて解析することが必要である。

本調査の解析に際しても、電子計算機に2次元地形モデルを与え、地形の影響を係数として計算させ、これをもとに解析を進めた。

(3) 解析方法

(a) 調査結果図

各種の測定データ及び前項(2)の補正を施したデータを基に各測線毎に下記の図を作成

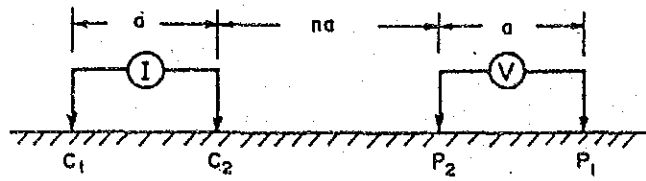


	R0	M1	M2	M3	T1	T2	T3	C1	C2	C3
INITIAL	1.3500	0.4400	0.6600	0.1500	3.5000	0.0003	0.0019	0.3100	0.5500	0.6100
FINAL	1.1428	0.3962	0.6803	0.0974	0.0389	0.0002	0.0000	0.1471	0.7376	0.0958

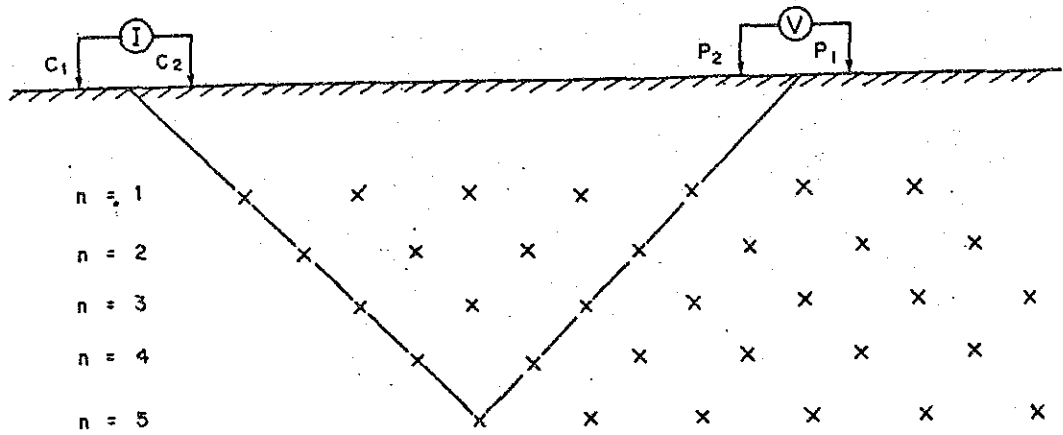
NO.	F (HZ)	MAGNITUDE			PHASE		
		OBSERVED	CALCULATED	DECOUPLED	OBSERVED	CALCULATED	DECOUPLED
1	0.125	1.0000	1.0008	0.9745	-22.60	-22.73	-25.25
2	0.375	0.9826	0.9847	0.9566	-23.90	-25.41	-26.63
3	0.625	0.9757	0.9769	0.9482	-28.60	-27.15	-27.18
4	0.875	0.9681	0.9715	0.9427	-29.30	-28.60	-27.52
5	1.000	0.9680	0.9694	0.9404	-29.40	-29.26	-27.64
6	1.125	0.9653	0.9674	0.9385	-30.00	-29.88	-27.75
7	1.375	0.9609	0.9641	0.9351	-31.80	-31.06	-27.92
8	3.000	0.9481	0.9503	0.9220	-37.90	-37.44	-28.49
9	5.000	0.9402	0.9403	0.9134	-43.20	-43.91	-28.77
10	7.000	0.9322	0.9331	0.9077	-48.80	-49.63	-28.91
11	8.000	0.9303	0.9300	0.9055	-52.40	-52.31	-28.95
12	9.000	0.9300	0.9272	0.9035	-54.20	-54.90	-28.99
13	11.000	0.9246	0.9223	0.9001	-60.90	-59.83	-29.04

MAGNITUDE MEASURED AT 0.125 HZ IS 1.0000
 THE SUM OF SQUARES OF RESIDUALS IS 0.00083

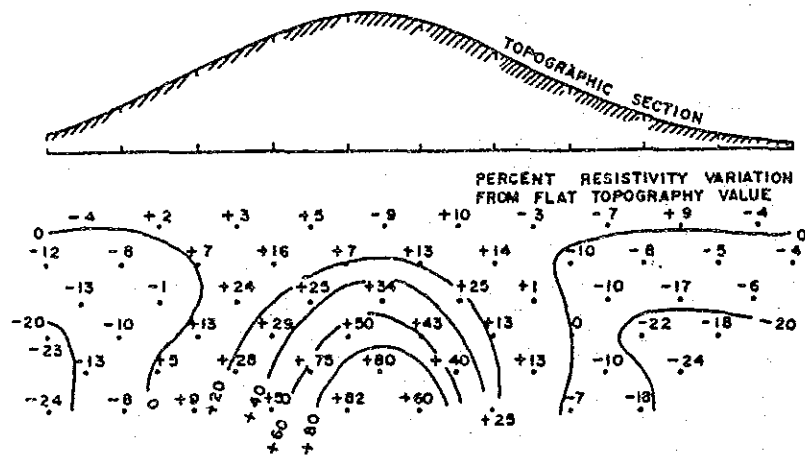
第2-3図 電磁カップリング除去例



第2-4図 ダイポール・ダイポール電極配置



第2-5図 測定値の表示方法



第2-6図 見掛比抵抗における地形の影響

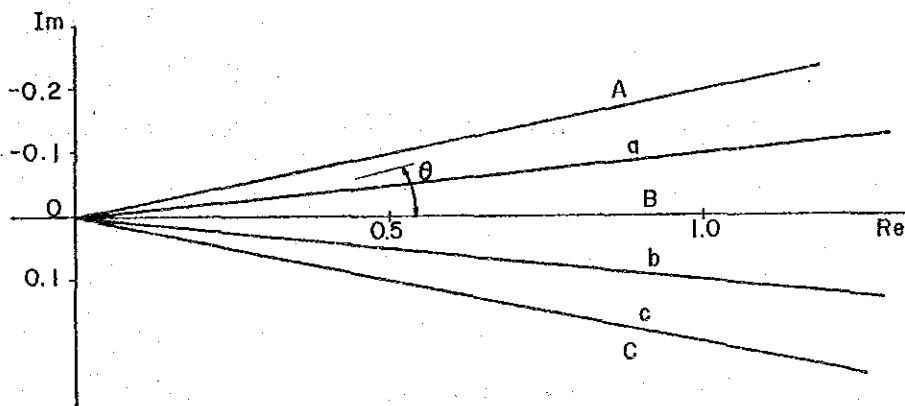
した。断面図は第2-5図に示すように、電流電極の中心と、電位電極の中心を結ぶ線を底辺とする直角二等辺三角形の頂点に測定値、計算値をプロットする方法を用いた。

- (1) 見掛比抵抗擬似断面図 (0.125Hz)
- (2) PFE擬似断面図 (0.125Hz - 1Hz)
- (3) Raw Phase擬似断面図 (0.125Hz)
- (4) 3PTデカップル位相差図 (0.125Hz - 0.375Hz - 0.625Hz)
- (5) コール・コール図
- (6) 規格化電圧強度スペクトル図
- (7) 位相差スペクトル図
- (8) スペクトルタイプ図
- (9) 見掛比抵抗分布平面図 $n = 2$
- (10) PFE分布平面図 $n = 2$

これらのうちSIP特有のデータとしては、(3)~(8)のものである。

(b) スペクトルタイプの検討

スペクトルタイプの分類はコール・コール図の曲線の勾配に依って行なう。基本周波数 0.125Hz 及び 1Hz による高調波グループ毎に曲線の傾斜を一次回帰式の勾配から求め、下図に示す区分 A~C によって分類した。



$$\frac{-Im}{Re} = \tan \theta$$

$\tan \theta \geq 20\% \text{ --- A}$
 $20\% > \tan \theta \geq 10\% \text{ --- a}$
 $10\% > \tan \theta \geq 0\% \text{ --- B}$
 $0\% > \tan \theta \geq -10\% \text{ --- b}$
 $-10\% > \tan \theta \geq -20\% \text{ --- c}$
 $-20\% > \tan \theta \text{ --- C}$

第2-7図 スペクトルタイプの分類法概念

なお電磁カップリング除去前及び後のコール・コール図について、スペクトルタイプ図第2-16図、A・2-4図を作成した。擬似断面上では〔a・b〕等の表現を用いているが、この場合〔a〕：低周波数域，〔b〕：高周波数域としている。

(c) シミュレーション

全測線断面について、見掛比抵抗 ρ_a と周波数効果PFEのそれぞれにつき電子計算機によるシミュレーションを次の順序で行った。

- 1) 地形補正係数の算出
- 2) 地形補正後の見掛比抵抗値の表示
- 3) 地形補正済見掛比抵抗値とPFE値、及び分布形態をシミュレーションの目標値とし、地質調査結果並びに岩石試料測定資料を勘案して地下モデルを設定する。一般にモデル設定は、今まで集積してきた多数の例を参考とするが、これらのうちの例として断層状構造、傾斜板状構造の計算例を第2-8図に示す。
- 4) 地下モデルによるPFE値、見掛比抵抗値の計算
- 5) 計算値と測定値の比較検討
- 6) 計算値と測定値の一致が悪い場合には、試行錯誤による地下モデルの変更。
- 7) 計算値と測定値の分布傾向がほぼ一致した時に、その地下モデルを最終地下モデルとして採用。

2-6-2 IP法

(1) 測定結果の処理

測定値より見掛比抵抗 ρ_a (Apparent Resistivity) を算出する場合、次式により見掛比抵抗を算出した。

$$\rho_a = K \frac{V}{I} \quad (\Omega \cdot m)$$

ここに

K：幾何係数 (Geometric Constant)

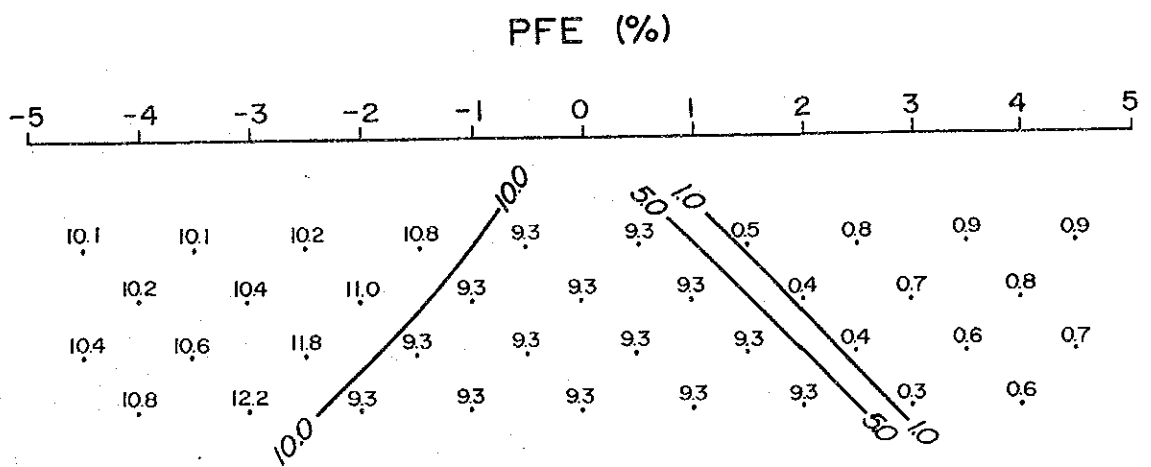
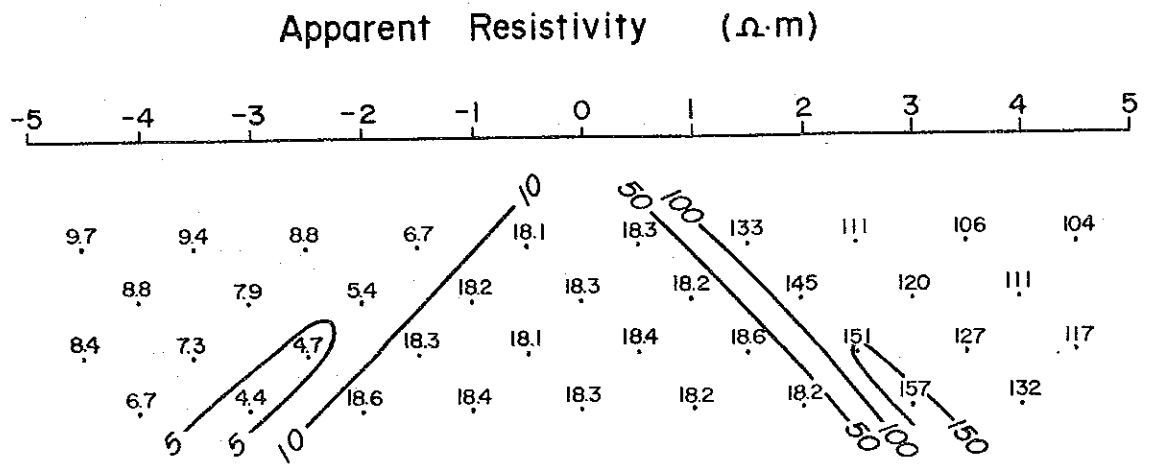
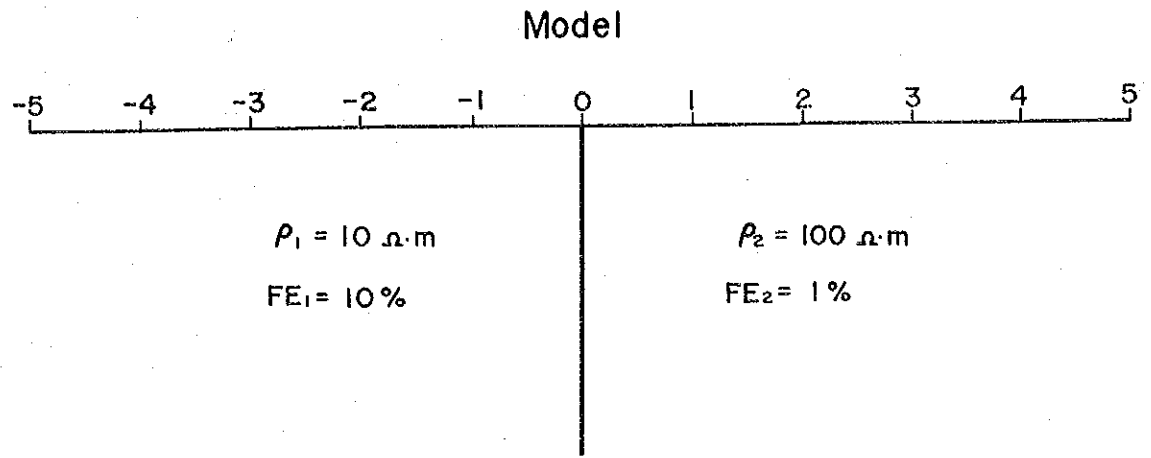
V：P₁、P₂間の受信電位 (V)

I：C₁、C₂間の送信電流 (A)

但し、V及びIはACH (3.0Hzによる信号) によった。

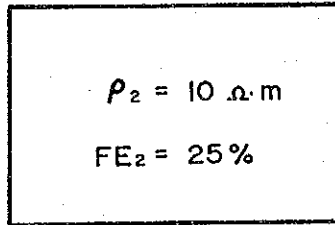
周波数効果PFEは下記のように定義した。

$$PFE = \frac{\rho_{aL} - \rho_{aH}}{\rho_{aH}} \times 100\%$$



第2-8図 シミュレーション例

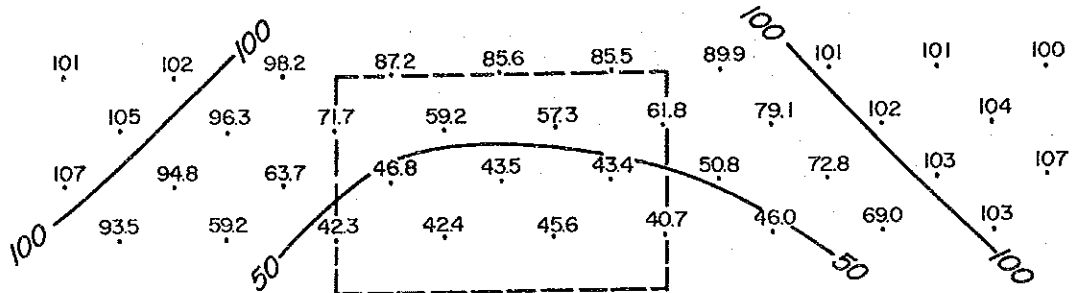
Model



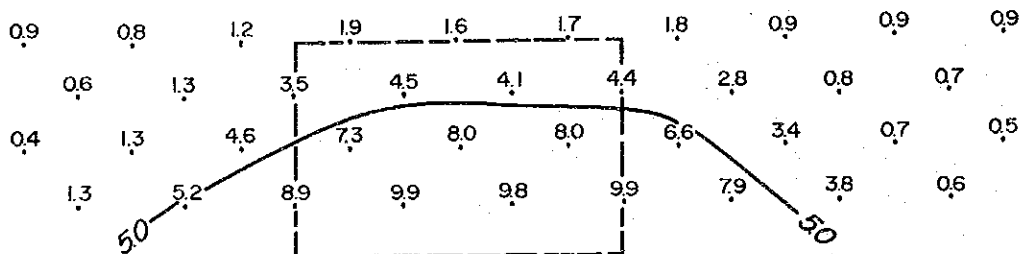
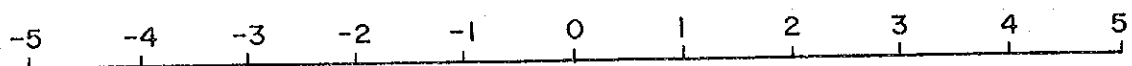
$\rho_1 = 100 \Omega \cdot m$

$FE_1 = 1\%$

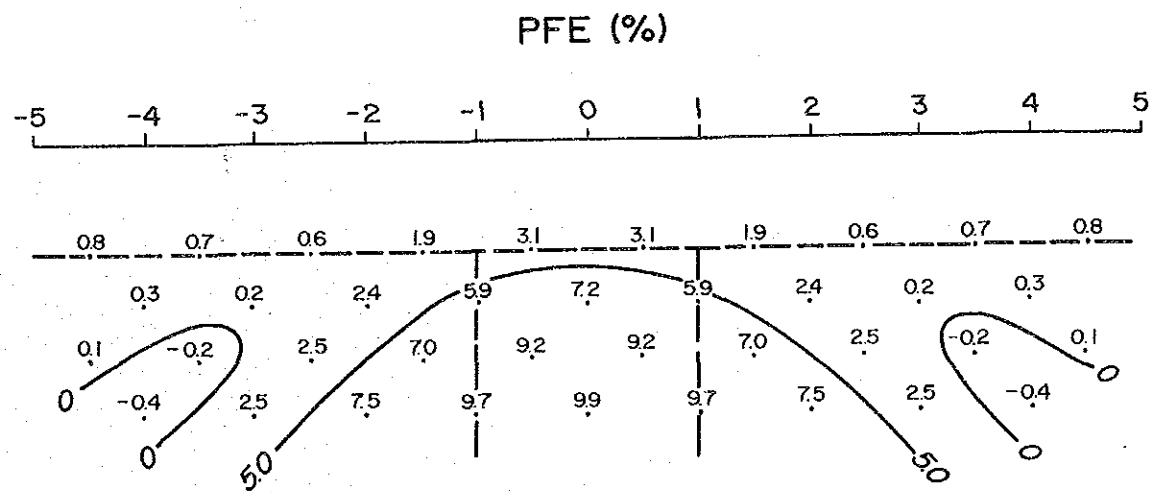
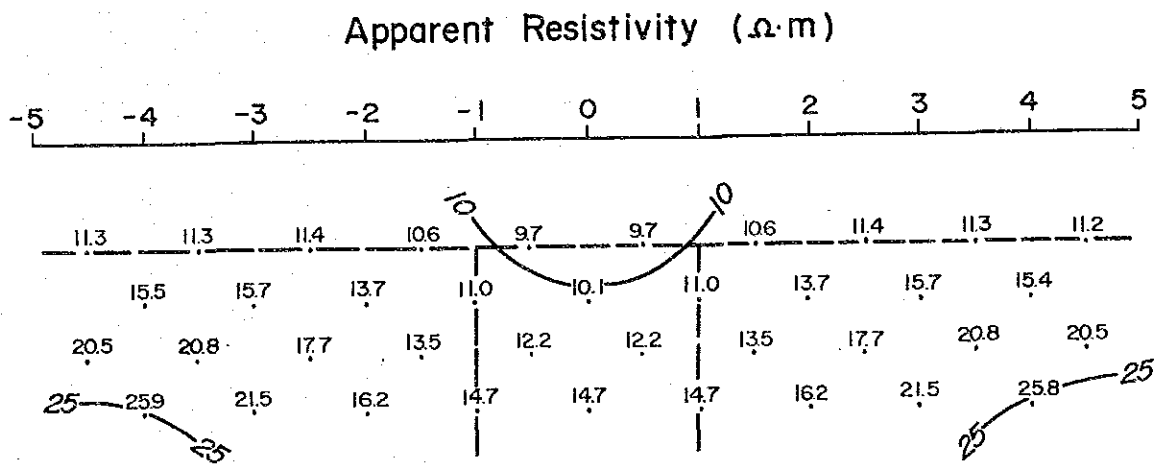
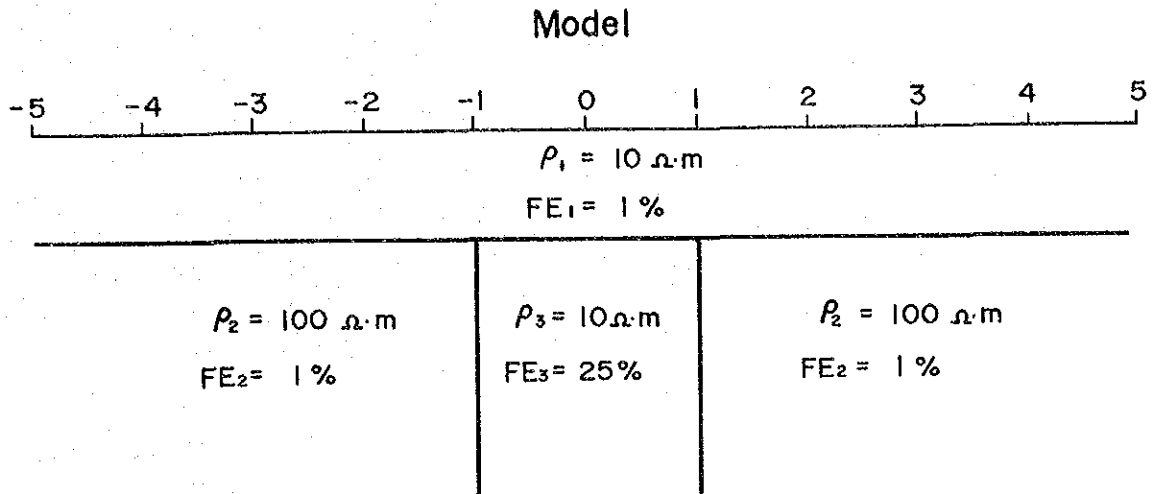
Apparent Resistivity ($\Omega \cdot m$)



PFE (%)



第2-8図 シミュレーション例



第2-8図 シミュレーション例

ここに

ρ_{aL} : 低い方の周波数(ここでは 0.3Hz)で測定した見掛比抵抗 ($\Omega \cdot m$)

ρ_{aH} : 高い方の周波数(ここでは 3.0Hz)で測定した見掛比抵抗 ($\Omega \cdot m$)

(2) 補正及び解析方法

地形補正, 結果の断面表示方法, シミュレーション方法は S I P 法と同一である。

2-6-3 岩石試料物性測定

岩石試料の物性測定は調査地に分布する岩石の比抵抗値や位相差について I P 特性を知るために実施するものである。限られた試料によって地下に分布する岩石の比抵抗値や P F E 値, 位相差を代表させることは危険もあり, 限界もあるが, 調査地域に分布する岩石の特性を知るとは重要であり, データを解釈するうえで, また, I P 異常のモデル計算時には重要な値となる。

本調査では地表に分布する岩石を 51 個採取し, これらの試料を日本に持ち帰り S I P 特性 23 個, I P 特性 22 個を測定した。

岩石試料測定結果を第 2-2, 2-3 表に示し, 第 2-18, 2-19 図に比抵抗値, P F E 値の関係を岩石別に図示した。

2-7 調査結果

2-7-1 S I P 法

(1) 見掛比抵抗 (P L . 2 ~ P L . 3)

見掛比抵抗は約 30 $\Omega \cdot m$ から 1,000 $\Omega \cdot m$ 以上までの値を示した。平断面図の等値線は 100, 250, 500, 750, 1,000 $\Omega \cdot m$ としたが, これを下図の 5 帯に区別して説明する。

100 $\Omega \cdot m$	250 $\Omega \cdot m$	500 $\Omega \cdot m$	1,000 $\Omega \cdot m$	
VL	L	M	H	VH

- 1) 見掛比抵抗分布は各測線間の類似性が高い。
- 2) 総じて測線中央付近から南側にかけて M ~ H となり, 中央付近から北側で M ~ L となる。
- 3) L の分布は測線 A から D の順で狭くなるが, M ~ H は逆に測線 A から D の順で拡大する傾向がある。
- 4) 地表に分布する岩石は主に閃緑岩類 (T d), 安山岩質玢岩並びに石英安山岩質斑岩 (以下玢岩類 (T a - d a) と称す) であるが, 岩種の差は見掛比抵抗分布に現われて

おらず、両方の岩石分布に対応してL~Hの分布が存在する。これは閃緑岩類(Td)、玢岩類(Tada)共極めて類似した岩石で、漸移的であること、並びに高比抵抗をもたらす原因は閃緑岩類(Td)、玢岩類(Tada)の区分とは直接関係が無い事を示す。測線A、Bの北端部でEsmita(エスマタ)層(Tme)が分布するが、Mに対応している。

(2) PFE (PL.5~PL.6)

PFEの測定値は最高約13%までの値を示した。平断面図の等値線を2.5, 5, 7.5, 10%とし、これを5帯に区分けして説明する。

2.5%	5%	7.5%	10%	
バックグラウンド	W	M	S	VS

- 1) PFEの分布は測線A、B共類似している。測線南端の深部にS以上が存在する。測線中央部ではWが広く分布し、測点4付近ではバックグラウンドとなる。
- 2) 測線C、DのPFE分布は類似する。測線中央部に「ハ」の字型のS~VSが存在する。この強異常の頂部は、測線Cでは測点5~7付近に、測線Dでは測点6~7付近のいずれも浅部に存在する。
- 3) 測線C、Dの南北両端はそれぞれバックグラウンドとなる。
- 4) N=2の平面分布をみると、地化学異常の南側に沿ってS、VSがNE-SW方向に連続する。
- 5) 測線C、Dでは閃緑岩類(Td)が分布する付近にS、VSが分布している。測線A、Bでは玢岩類(Tada)の分布域にS、VSが存在する。

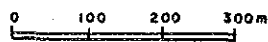
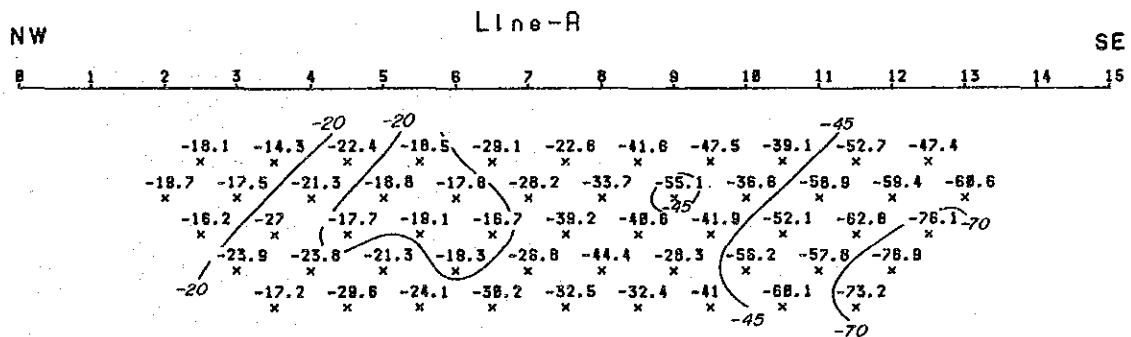
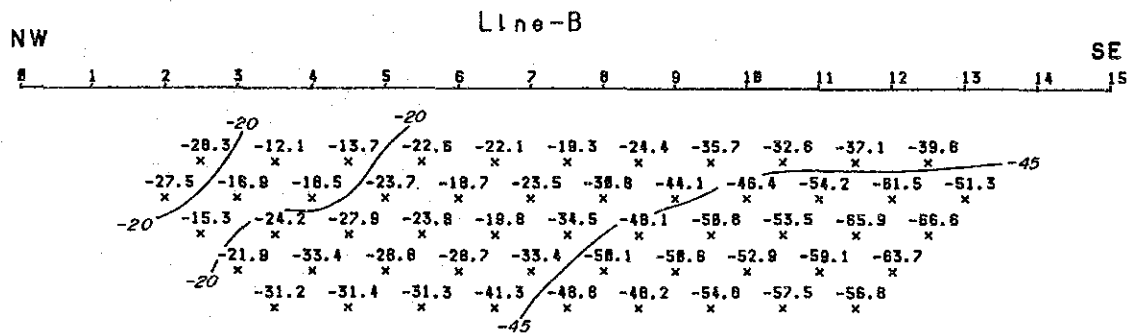
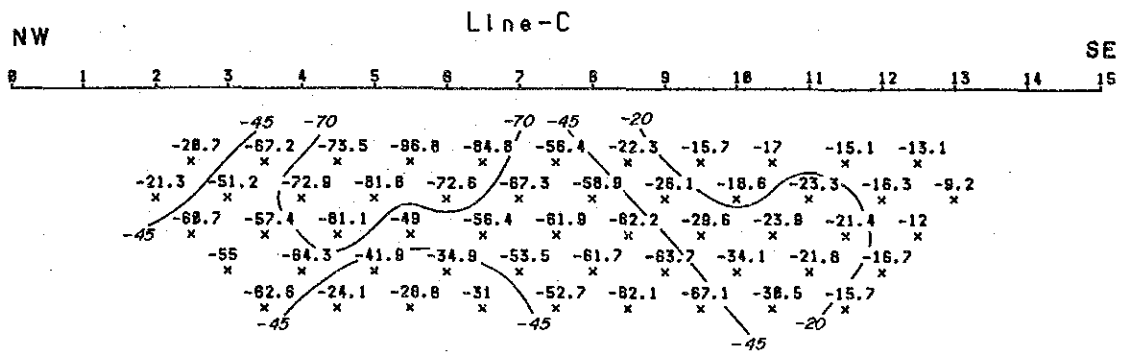
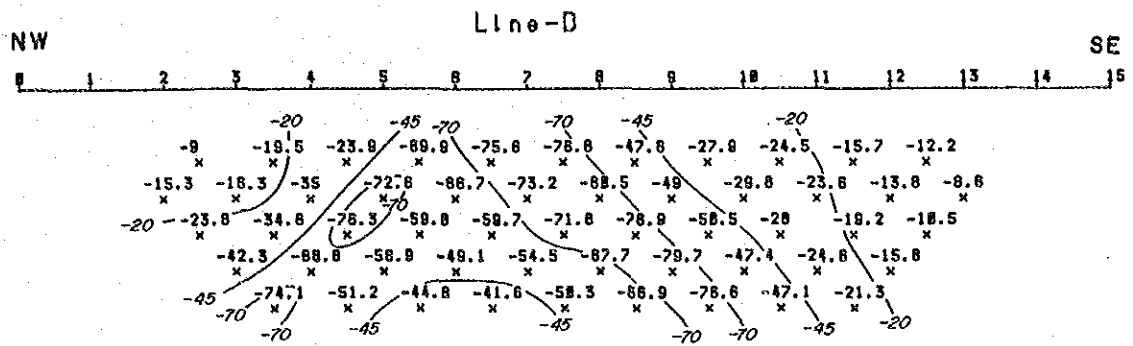
(3) Raw Phase 擬似断面図(第2-9図)

Phaseの測定値は-9から-96.8 mradまでの値を示した。平断面図の等値線を-20, -45, -70として表現すると、等値線が示す傾向は各測線共PFEのそれと殆んど一致する。

PhaseとPFEは同じ現象を説明するものであり、本質的に差は無い。PhaseとPFEとの相関を求め図示すると第2-10図のとおりである。相関係数は $R = 0.989$ となり、両者の相関が極めて高い。回帰直線の一次方程式は

$$[\text{Phase}] = 2.9 - 7.5 \times [\text{PFE}]$$

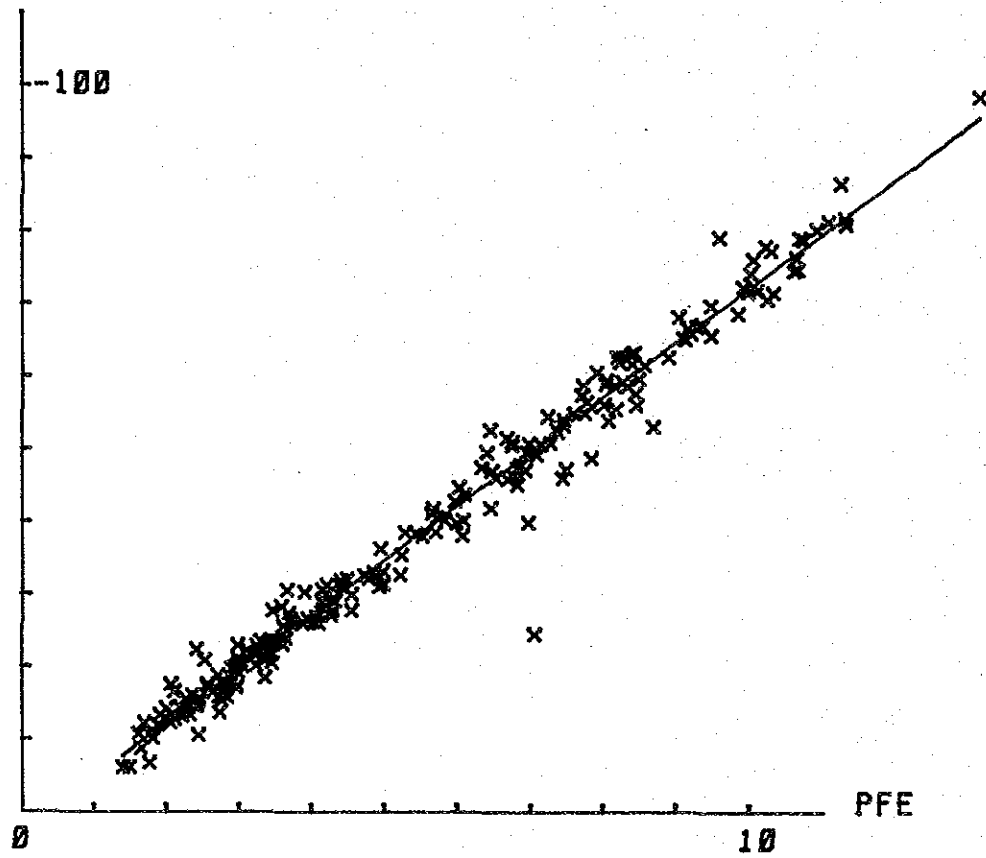
となる。



第2—9图 位相差 疑似断面图

PHASE-PFE Sookan Graf

PHASE $Y = 2.86206 - 7.47457 * X$: $R = .988989$



第2-10圖 Phase-PFE 相關關係

(4) 3PT デカップル位相差図 (第2-11図)

3PT の値は -6.2 から -9.85 mrad となった。

PFE との相関は第2-12図のとおりである。相関係数は $R = 0.994$ であり, Raw Phase よりも 3PT の方が PFE との相関が高い。これは 3PT は Raw Phase から 3点法によって電磁カップリングを除いた値であるという理由によると考えられる。

(5) コール・コール図 (第2-13図)

本図は測定データの離相成分を縦軸に同相成分を横軸として各周波数成分毎にプロットしたものである。

分を各周波数毎にプロットしたものである。

図から次の点が指摘される。

- 1) 各測線に共通して強PFE箇所では長い平坦部を有する曲線が、また、5%以下のPFE箇所では短い平坦部を有する曲線が得られている。

これは低周波数域では規格化電圧強度 (以下NMVと称す) の変化の大きさがPFE値を示すものである所から、強PFE箇所に於いてコール・コール曲線の低周波数部分で曲線が平坦になることと、強PFEとは同義であるからである。またこのことは更に低周波数域に於けるNMVの変化の割合が高周波数域にまで保持されていることを示し、一般に鉱化や変質帯の示徴とされている。

- 2) 各測線に共通して高周波数域で曲線が立上がるが、これは電磁カップリングによるものであり、特にB測線ではその立上がりの程度が大きい。

(6) 規格化電圧強度スペクトル図 (第2-14図)

各周波数毎に測定される受信電圧を最小周波数 (0.125 Hz) の受信電圧で規格化した値を、測定毎に図示したものである。

低周波数域の傾斜はPFE値の算出基礎となる。

(7) 位相差スペクトル図 (第2-15図)

各周波数毎に測定される受信信号と送信信号との位相差を測点毎に図示したものである。 0.125 Hz に於ける位相差の値 (図の点線部分の大きさ) はPFEとの相関度が高い。

周波数の増大につれて曲線の勾配が大きくなり、曲線が急に立上がるのは、電磁カップリングによるものである。

(8) スペクトルタイプ図 (第 2-16 図)

本図は項 2-6-1-(3)-(b)に於いて説明した手法により作成したものである。A, B, C が示す一般的性質については項 2-7-3-6)にて説明する。

図から次の点が指摘される。

- 1) aB から cC までのタイプが得られた。
- 2) 全般に強 PFE 部分は B タイプとなり、弱 PFE 部分は C タイプとなっている。低周波数域のスペクトルタイプを B, b, c, C 群で区分すると、PFE 分布に類似した分布域が得られる。
即ち、B, b タイプは主に PFE 5% 以上の領域に、c, C タイプは主に PFE 5% 以下の領域に得られる。
- 3) 測線 A 測点 2 ~ 4 付近、測点 7 ~ 9 付近では PFE 5% 以下の箇所に b 群が得られている。また、測点 4, 5 間の深部に 1 点であるが B タイプが得られている。
- 4) 測線 B では測点 3 以北、及び測点 6 ~ 8 付近深部を中心に b タイプが PFE 5% 以下の領域に得られている。
- 5) 測線 C では測点 2 付近の PFE の小さい箇所に b タイプが得られている。
- 6) 上記 3) ~ 5) の b 群はいずれも地化学異常域に位置している。

2-7-2 I P 法

(1) 見掛比抵抗 (PL. 2, 4)

見掛比抵抗は $42 \sim 1,322 \Omega \cdot m$ までの値を示した。

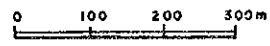
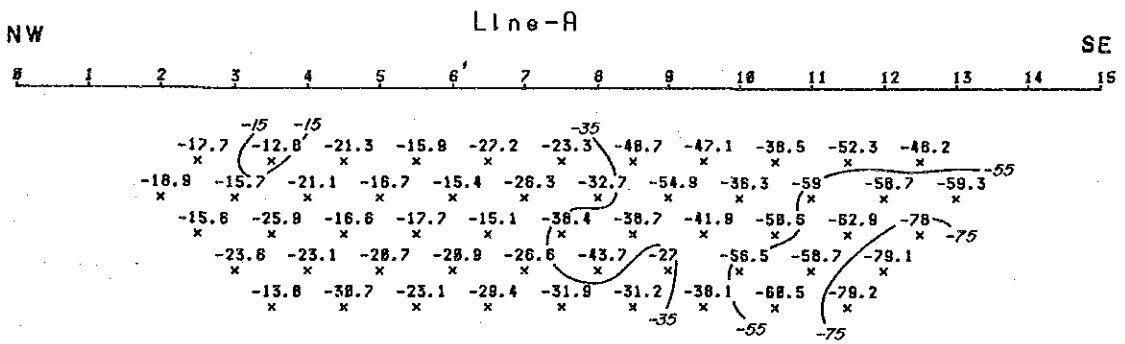
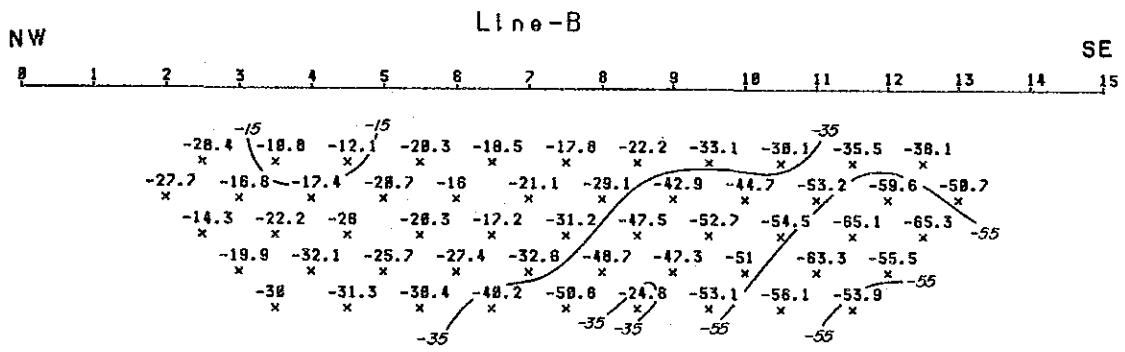
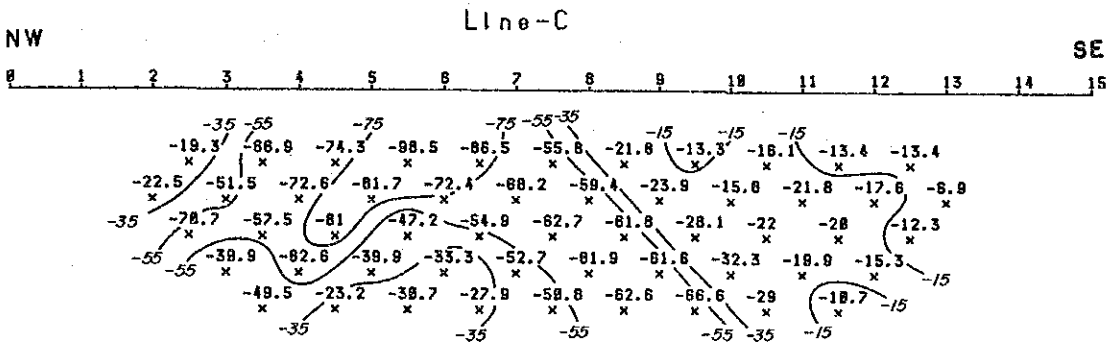
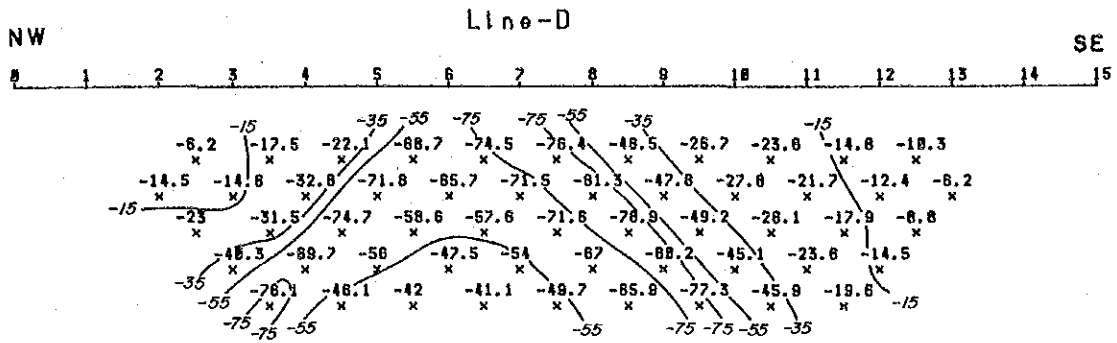
等値線区分は S I P 法と同一である。

- 1) 測線 3, 4 は調査域の東側、測線 1, 2 は調査域の西側に配置されている。
- 2) 全体として測線 3, 4 の方が測線 1, 2 よりも高見掛比抵抗となっている。これは本地域の高見掛比抵抗 H の中心が S I P 測線 C ~ D 付近にあって北東方向に延びていることを示す。
- 3) 測線 2 では全体に低く、 $250 \Omega \cdot m$ 以下の低見掛比抵抗域が大勢を占める。

(2) PFE (PL. 5, 7)

PFE は最高 12.8% までの値を示した。等値線区分は S I P 法と同一である。

- 1) 測線 4 では測点 3 から測点 6 の地下浅部を中心に 7.5% 以上の強 PFE 異常 S が「へ」の字形に捕捉されている。その中には 10% 以上の V S が含まれている。
- 2) 測線 3 は上記測線 4 の PFE 示徴と殆んど同じ分布パターンを示しているが、やや測線

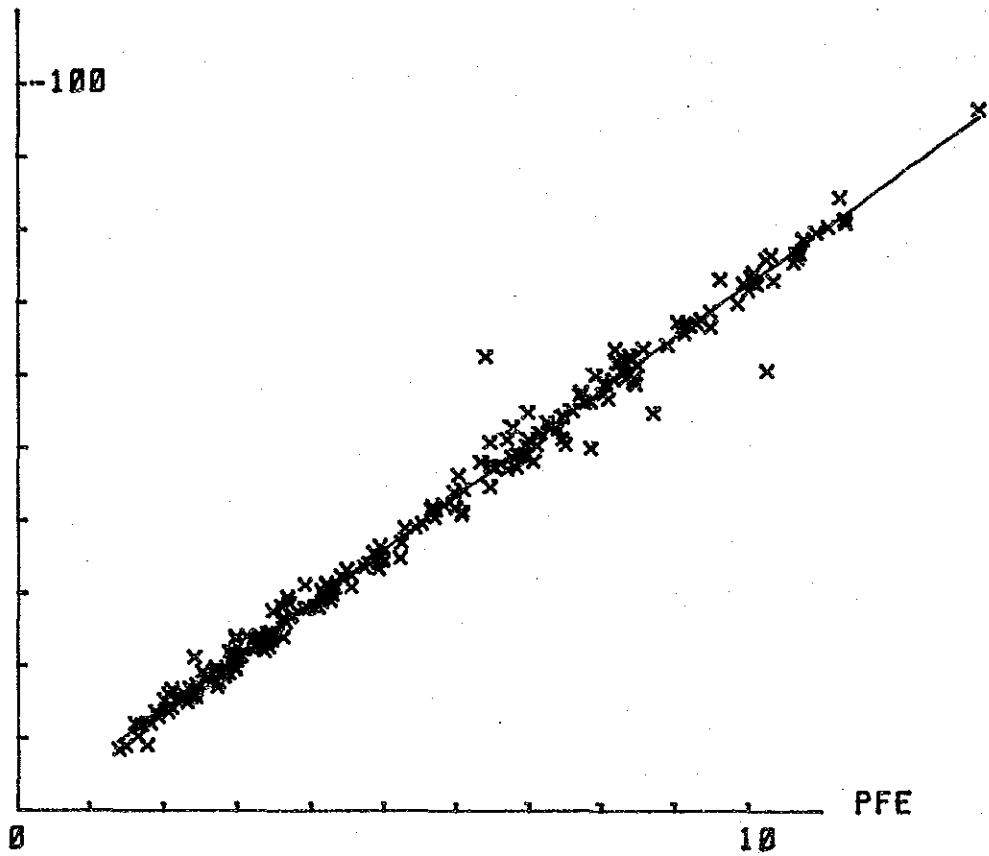


第2-11図 3PT デカップル位相差図

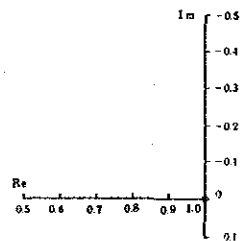
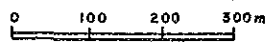
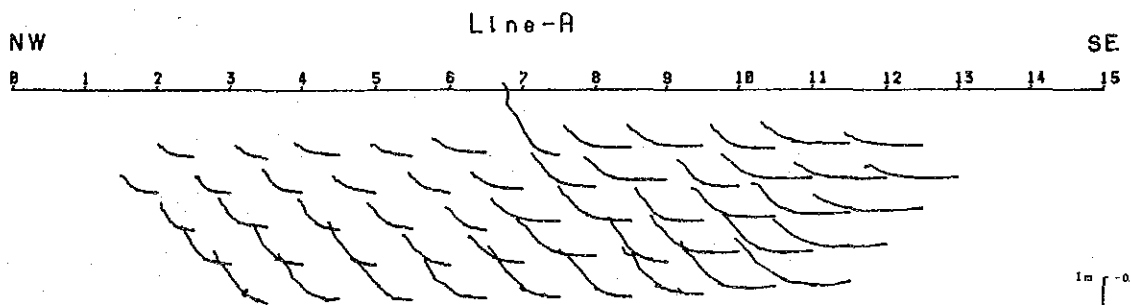
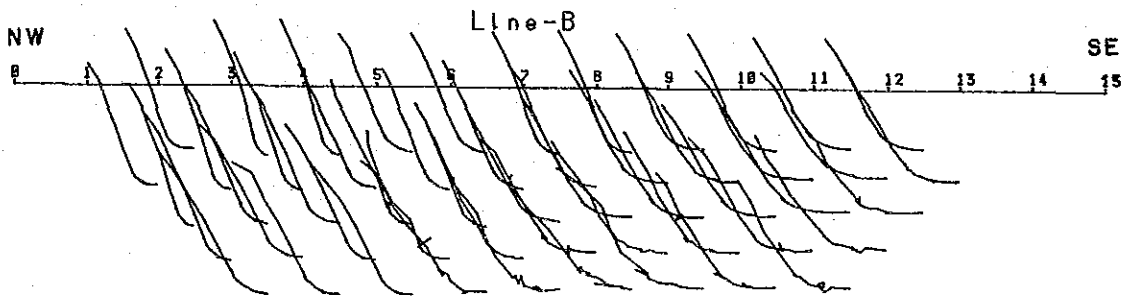
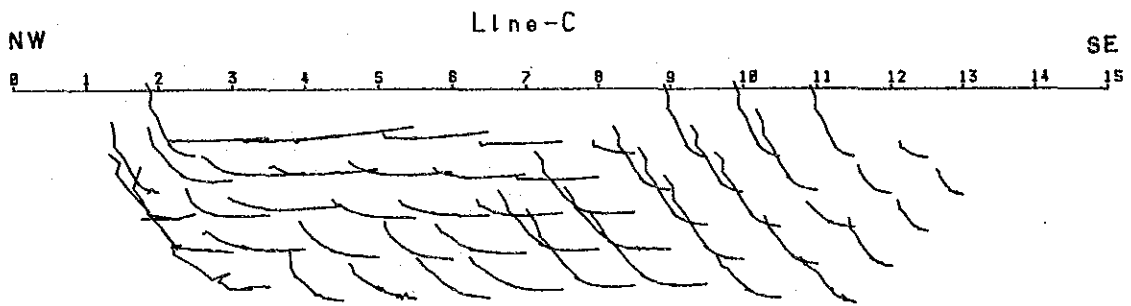
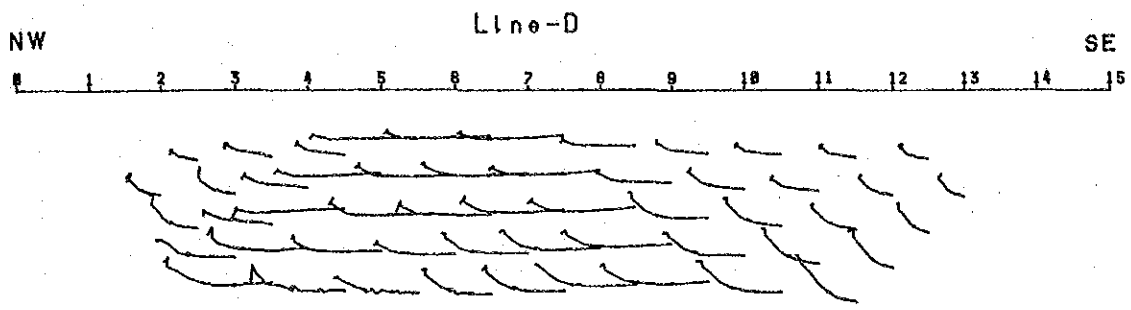
3PT-PFE Sookan Graf

3PT

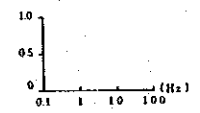
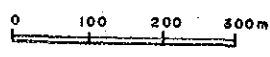
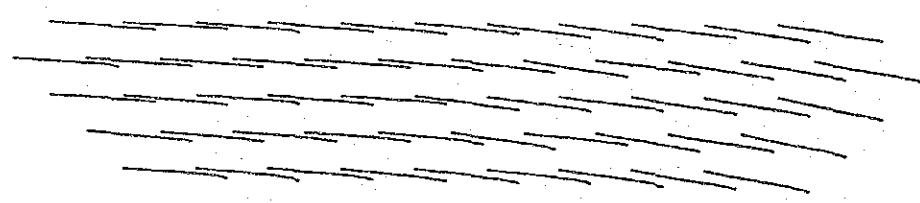
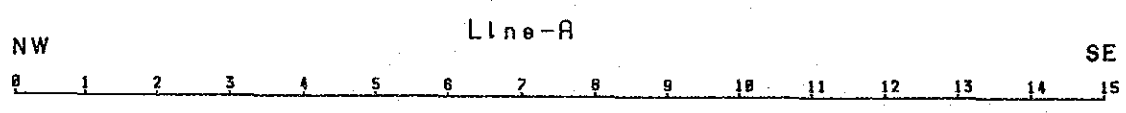
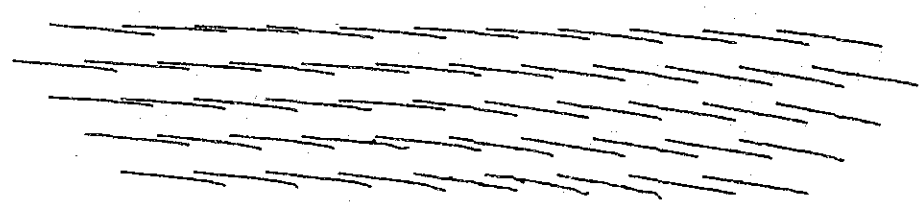
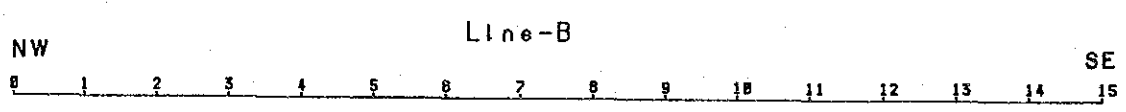
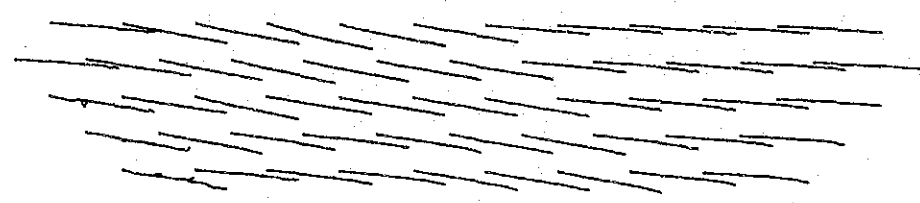
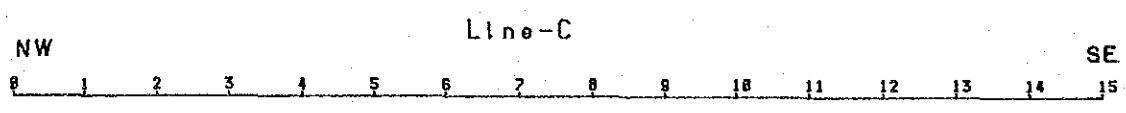
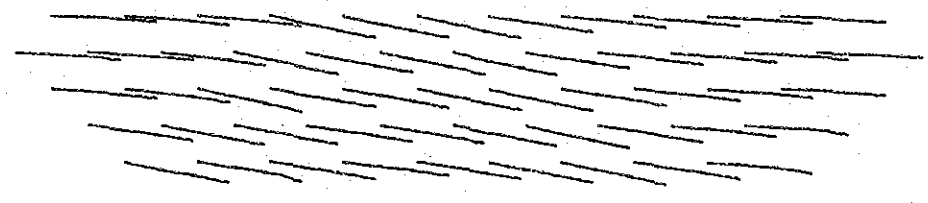
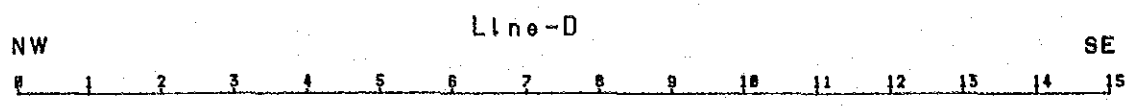
$$Y = .727242 - 7.3117 * X \quad : \quad R = .994223$$



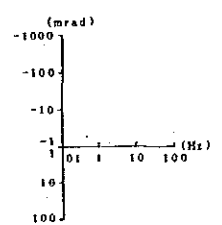
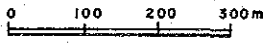
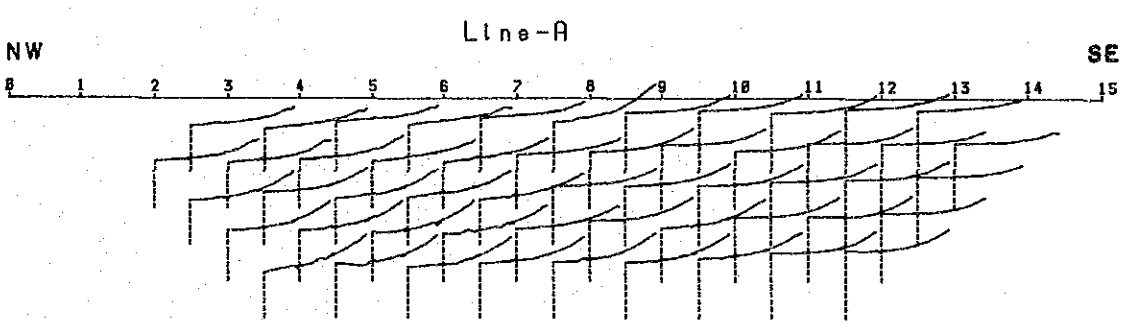
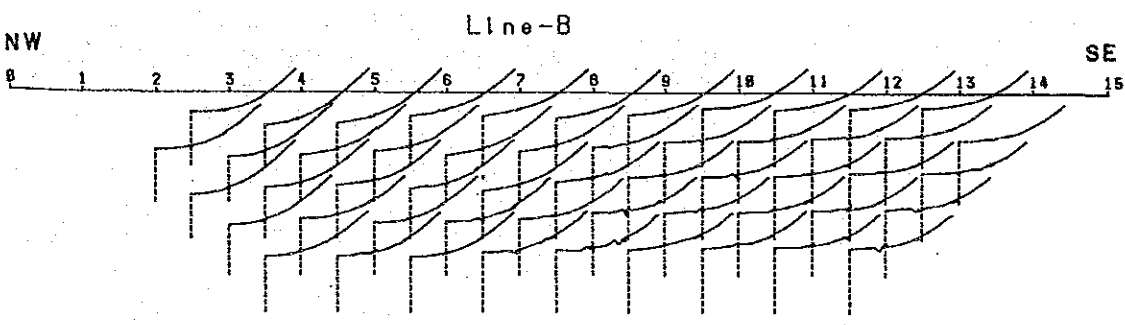
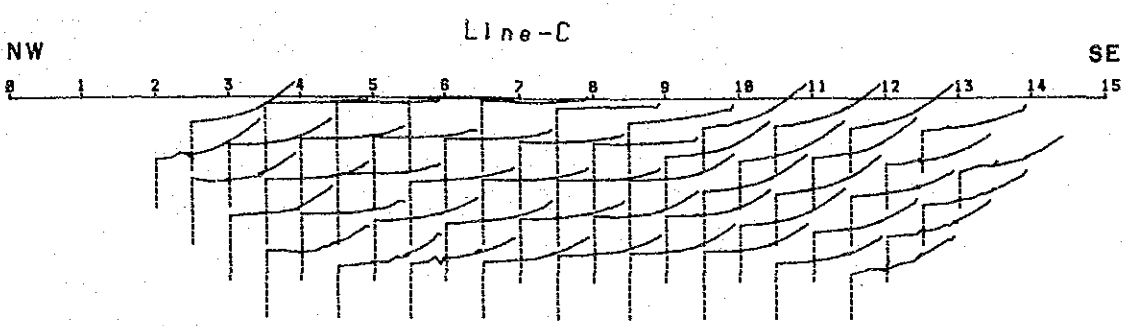
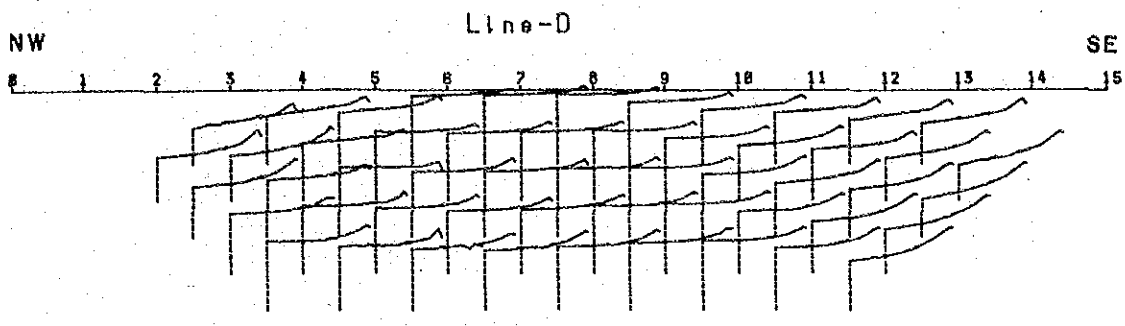
第2—12図 3PT—PFE 相關關係



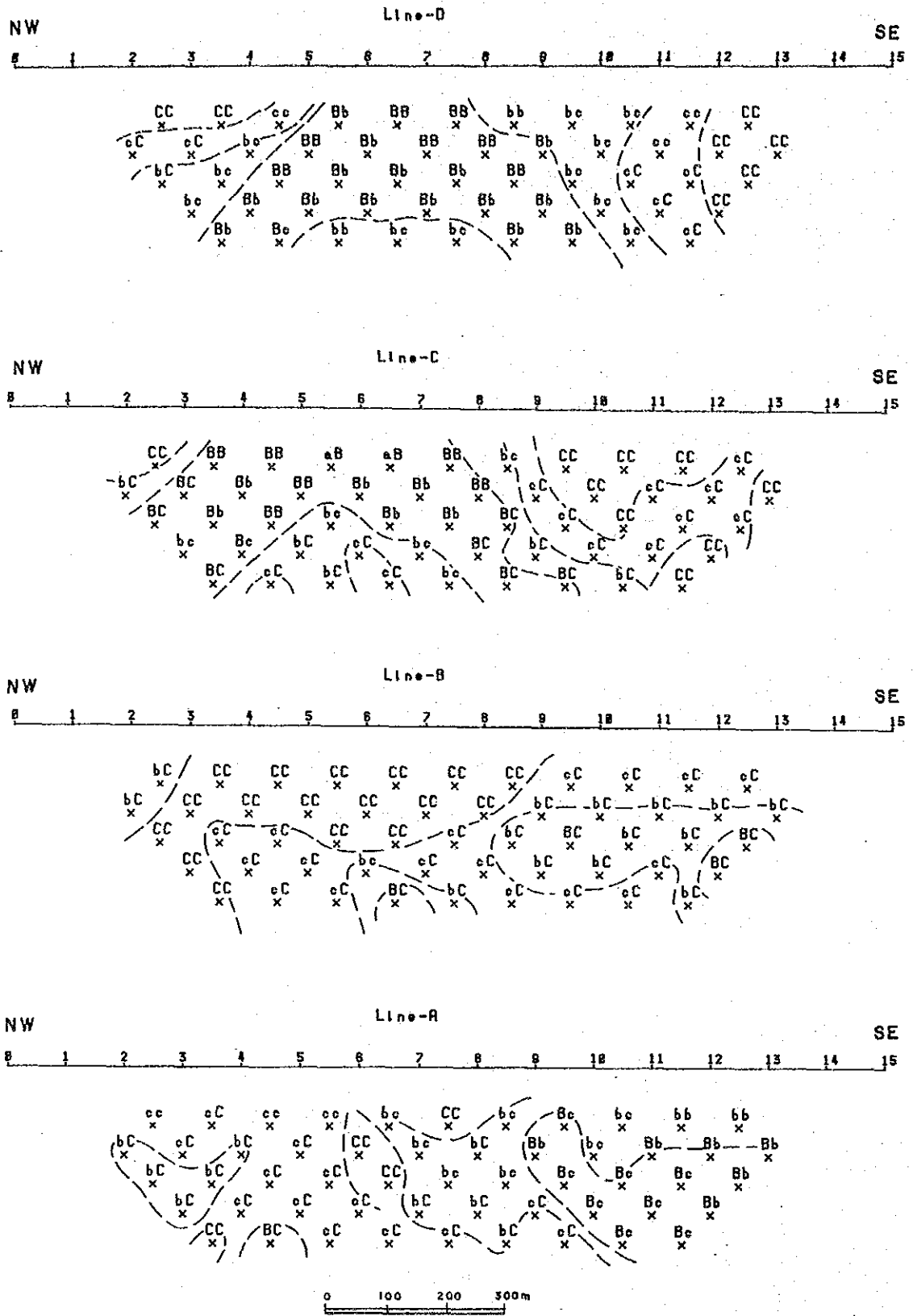
第2-13図 コール・コール図



第2-14図 規格化電圧強度図



第2-15図 位相差スペクトル図



第2-16図 スペクトルタイプ図

北端にPFE異常中心が位置している。

- 3) これらのPFE異常はSIP測線Dにて捕捉されたPFE異常の北東延長を捕えたものであり、更に北東方向へ伸長する可能性がある。
- 4) 測線1では7.5%以上の強異常Sが測線中央の深部に塊状に捕捉された。
5%以上のPFE異常Mは測線の両端部を除いて殆んど全体に広く捕捉されている。
- 5) 測線2では5%以上のPFE異常Mが、測線1と同じく殆んど全体に広く捕捉されている。その中で7.5%以上の強PFE異常Sの分布は測線1とは異なった形状を示し、規模はやや小さいが測線4の分布パターンに似る。
- 6) 平面的にはSIP測線Aで捕捉された強PFE異常Sの両方への連続をIP測線2, 1にて捕捉したものと考えられる。
- 7) IP測線3からIP測線2まで本地域に広く捕捉されたPFE異常は高見掛比抵抗帯を含んでそのやや北側に位置し、かつ地化学異常の南外側部に沿ってそれを取巻く形状で分布する。
- 8) 測線2と測線1は間隔150mと接近した位置であるにも拘らず、7.5%以上の強PFE異常Sの捕捉された位置が大きく北側にズレ、かつ分布のパターンが異なる。これはSIP測線で捕捉されたNE-SW系のPFE異常体の延長部が測線2では深部に移行または消滅する一方、測線2の測点5~6浅部から測点7~9の深部にかけて別の強PFE異常体が捕捉されたものとも考えられる。

2-7-3 岩石物性測定

測定結果をまとめると次の点が指摘される。

- 1) 閃緑岩類(Td), 玢岩類(Tada), Esmita層(Tme)のいずれの岩石も見掛比抵抗のバラツキが大きく、全体として約 $100\Omega\cdot m$ ~ $10,000\Omega\cdot m$ に分布する。平均値はいずれの岩石も $1,000\Omega\cdot m$ 前後と高い。
- 2) PFEの岩石試料結果は調査結果に比べると全体的に低く、0.3%~7.4%の間に大多数が分布する。黄鉄鉱が脈状に濃集した岩石試料(1-3)は1個であるが21.5%と強PFEを示すことから、調査結果が得られた強PFEをもたらず応答体はこの様な黄鉄鉱を主体とした硫化鉱が高密度に濃集している岩体であると考えられる。
- 3) PFEに関してはEsmita層(Tme), 玢岩類(Tada), 閃緑岩類(Td), の順に値が大きくなる傾向がみられる。

4) 物性測定に供した試料について変質を珪化変質と緑泥石化及び緑れん石化変質（以下綠色変質と称す）に区分すると、両者には次のような傾向が認められる。

珪化変質岩：他変質岩に比べ低見掛比抵抗を示し、 $500\Omega\cdot m$ 以下のものも存在する。

綠色変質岩：比較的高見掛比抵抗，比較的中PFEを示す。

風化岩：比較的低見掛比抵抗，比較的強PFEを示す。

5) スペクトルタイプを分類し，bを有するものを〔bタイプ〕，cを有するものを〔cタイプ〕，Cを有するものを〔Cタイプ〕に区分すると次のような傾向が認められる。

〔bタイプ〕：比較的強PFE，高見掛比抵抗で，閃緑岩類（Td）に多い。

〔cタイプ〕：比較的強PFE，低見掛比抵抗で，このタイプが多い順に並べると閃緑岩類（Td），玢岩類（Tada），Esmita層（Tme）となる。

〔Cタイプ〕：比較的弱PFEで玢岩類（Tada），Esmita層（Tme）に於てはこのタイプの占める比率は50%以上となる。

6) コール・コール曲線の形状とそれに関係すると推定される要因を対比すると次のように大別出来る。

〔推定される要因〕	〔曲線の形状〕	〔スペクトルタイプ〕
黄鉄鉱によるもの	比較的長い曲線で上向く形状	（AB型）
	タイコ橋の形状	（ABC型）
変質及び風化によるもの	長く横に広がる形状	（B型）
黄鉄鉱及び変質によるもの	比較的長い形状で上向く形状	（AB型）
Null Type	短かく，上向きの形状	（C型）

一般にスペクトルタイプは次のように分類される。

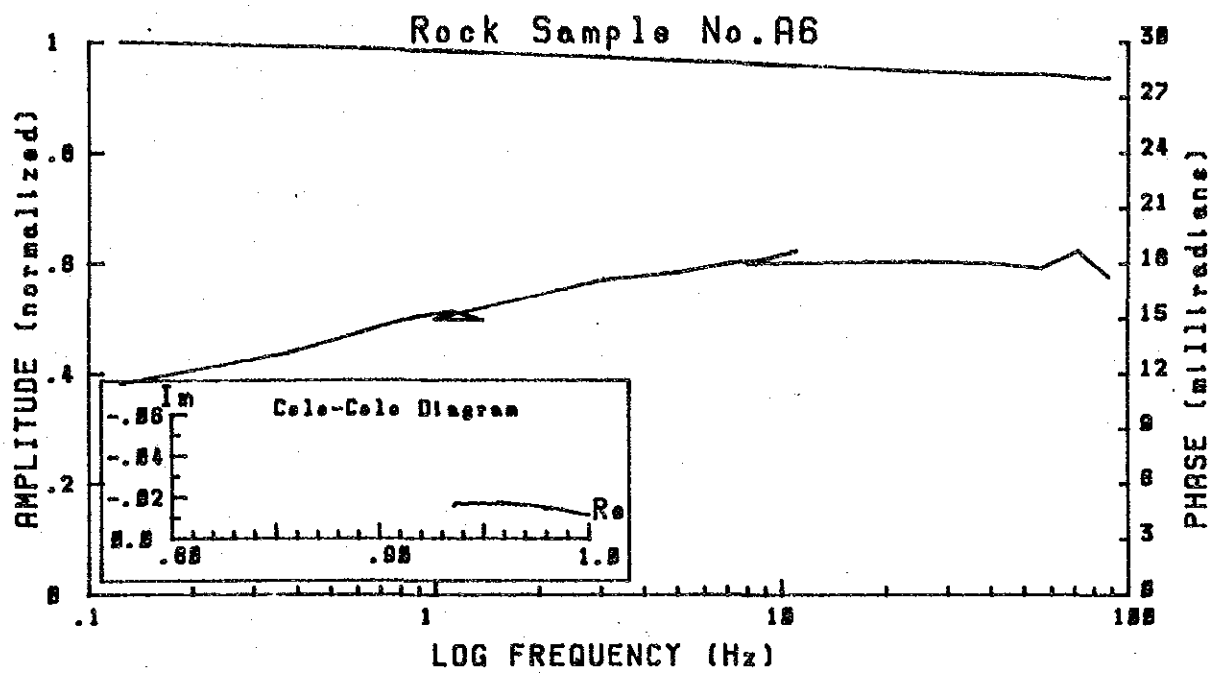
Aタイプ：強変質，硫化物，グラファイト，ある種の粘土鉱物等。

Bタイプ：中変質，少量の黄鉄鉱等。

Cタイプ：弱変質，緑泥石化，新鮮な火山岩，石灰岩等

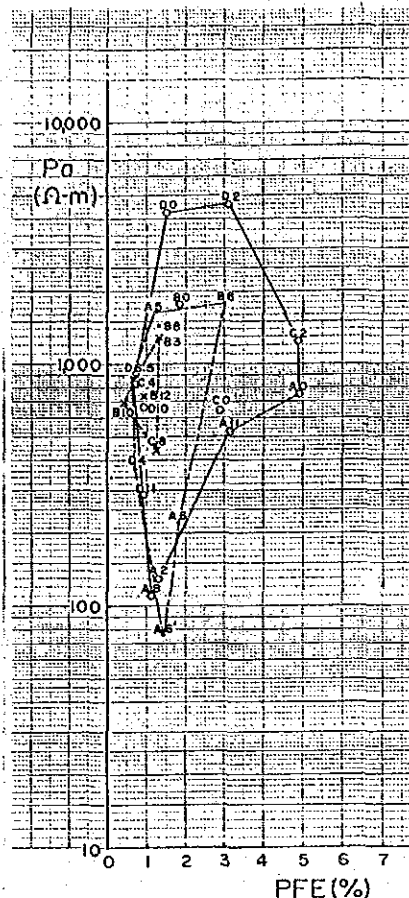
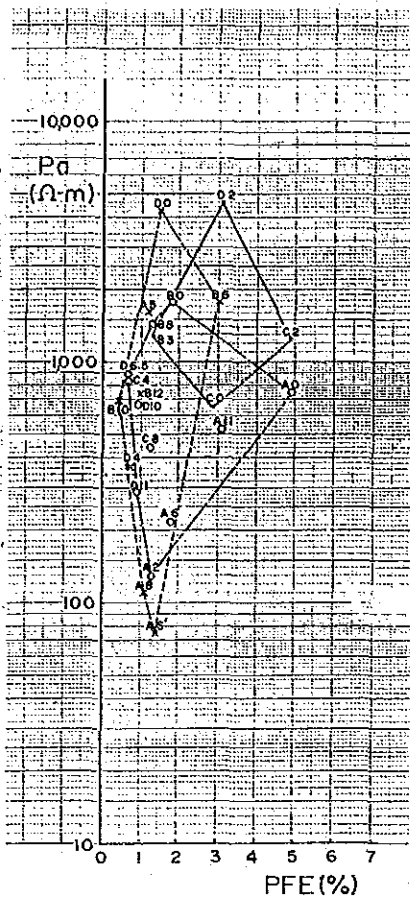
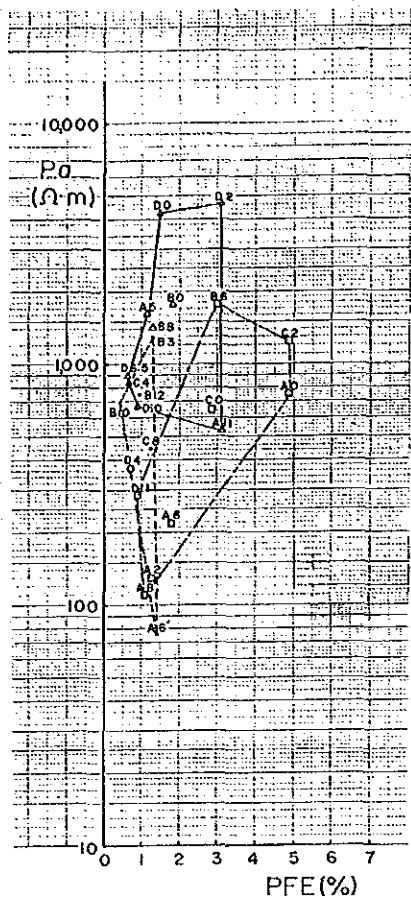
しかし今回岩石試料測定結果では，様々なタイプを前述程度に分類するに止まった。

以上の結果から次の点が考察される。



RHO: 216 ohm.m PFE: 1.8 % PHASE: -12 mrad SPECT. TYPE: cc

第2-17図 岩石試料のコール・コール図



CLASIFICACION POR ALTERACION SIP
LEYENDA

- efflorescence
- alteration silicificada
- △— alteration verde
- fresco

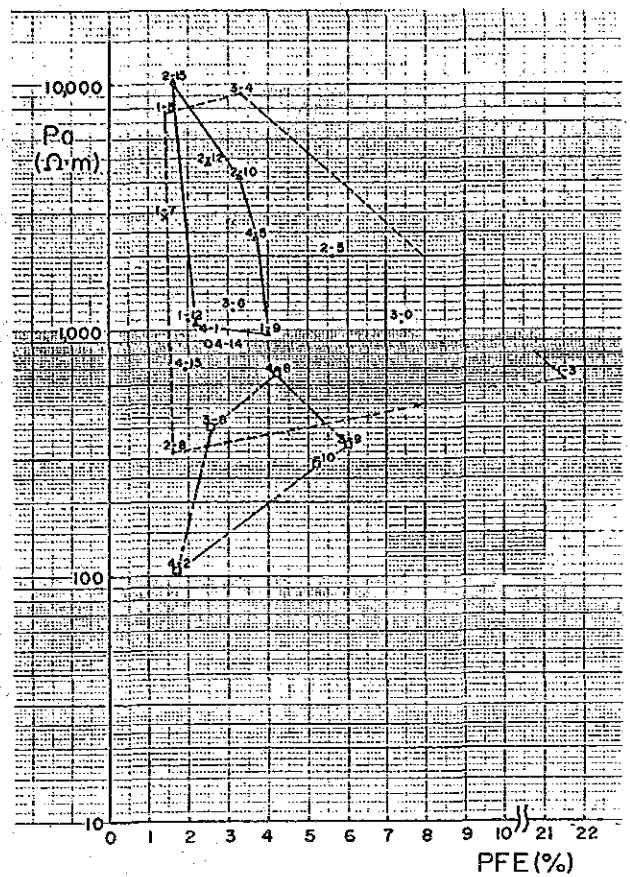
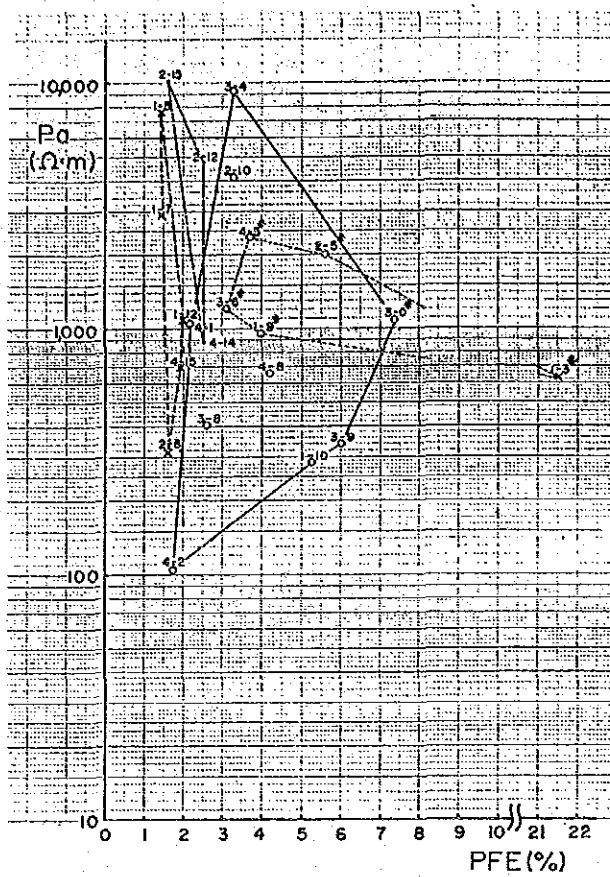
CLASIFICACION POR TIPO SPECTRO SIP
LEYENDA

- bb
- {bc, cb, CB
cc, Cc, cC
- x— CC

CLASIFICACION POR ROCAS SIP
LEYENDA

- x— Tme
- Ta-da
- Td

第 2—18 圖 岩石試料測定結果 (SIP法)



CLASIFICACION POR
ROCAS IP
LEYENDA

- x Tme
- Ta-da
- Td
- 4-5^x Pyrite

CLASIFICACION POR
ALTERACION IP
LEYENDA

- eflorescence
- alteración silicificada
- △ alteración verde
- fresco
- x alteración arcilla

第 2-19 圖 岩石試料測定結果 (IP法)

第2—2表 岩石試料物性測定表 (SIP法)

(1)

No.	Sample Name	Resistivity ($\Omega \cdot m$)	Raw Phase (-mrad)	3PT Decoupled (-mrad)	PFE %	Type of Cole-Cole	Rock Name	Note
1	A0	763	32	30	4.9	cb	granodiorite	WeS
2	A2	131	9.3	8.6	1.3	cC	granodiorite	WeS EpM
3	A5	1,650	7.5	6.3	1.2	CC	andestic porphyrite	ChW
4	A6	216	12	11	1.8	cc	andestic porphyrite	WeW
5	A6'	77	8.6	6.3	1.4	CC	dacite porphyry	SiS
6	A8	110	8.2	7.4	1.1	CC	grano-diorite	WeM SiS
7	A11	518	17	1.4	3.1	CB	grano-diorite	EpW ChW
8	B0	1,757	12	10	1.8	Cc	granite porphyry	EpW
9	B3	1,276	9.4	9.4	1.3	bb	csg sandstone	SiW
10	B6	1,792	20	18	3.0	CC	andestic porphyrite	WeM
11	B8	1,436	8.6	8	1.3	cb	andestic porphyrite	EpW
12	B10	685	2.4	1.7	0.4	CC	siltstone	SiW
13	B12	747	5.7	4.4	0.9	CC	csg sandstone	SiW
14	C0	643	20.3	19	2.9	bB	grano-diorite	ChW WeW
15	C2	1,260	34	32	4.9	bb	grano-diorite	WeS
16	C4	867	3.8	2.7	0.6	bc	grano-diorite	ChW

No.	Sample Name	Resistivity ($\Omega \cdot m$)	Raw Phase (-mrad)	3PT Decoupled (-mrad)	PFE %	Type of Cole-Cole	Rock Name	Note
17	C8	450	7.9	7.0	1.2	cc	siltstone	SiW
18	D0	4,310	9.6	8.1	1.5	CC	csg granite porphyry	EpM
19	D2	4,710	22	21	3.1	bb	fng grano-diorite	EpW
20	D4	371	4.5	4.0	0.7	CC	dacite porphyry	Fresh
21	D6.5	885	4.1	3.9	0.6	cb	andestic porphyrite	EpW
22	D10	668	6.0	5.4	0.9	cc	granodio	EpM
23	D11	284	6.6	6.1	0.9	Cc	Micro granodiorite	WeM

* Remark

Ch : Chrolitized csg coarse grained
 Ep : Epidotized fng fine grained
 Si : Silicificated
 We : Weathered
 S : Strong
 M : Middle
 W : Weak

第2—3表 岩石試料物性測定表 (IP法)

No.	Sample Name	Resistivity ($\Omega \cdot m$)	PFE (%)	Rock Name	Note
1	1-3	63	21.5	sandstone	SiM py vein marked
2	1-5	7,580	1.4	sandstone	SiM
3	1-7	290	1.4	fng sandstone	ArW
4	1-9	964	4.2	micro granodiorite	ChM dotted py
5	1-10	287	5.2	granodiorite	WeM
6	1-12	1,095	2.0	siltstone	SiM
7	2-5	2,022	5.6	csg granodiorite	SiM py f. vein
8	2-8	323	1.6	siltstone	SiW
9	2-10	4,126	3.3	csg granodiorite	ChW
10	2-12	4,750	2.5	andestic porphyrite	EpW
11	2-15	10,320	1.6	andestic porphyrite	EpW
12	3-0	1,090	7.4	csg granodiorite	SiW dotted py
13	3-4	9,261	3.3	csg granodiorite	EpW
14	3-6	1,207	3.1	csg granodiorite	EpW dotted py
15	3-8	406	2.6	csg granodiorite	WeW
16	3-9	342	6.0	csg granodiorite	WeM
17	4-1	1,060	2.2	csg granodiorite	Ep, WhW
18	4-2	104	1.7	csg granodiorite	WeM
19	4-5	2,370	3.7	granodiorite	Ep, ChW dotted py
20	4-8	666	4.2	granodiorite	WeM
21	4-14	870	2.5	andestic porphyrite	Fresh
22	4-15	688	1.9	sandstone	SiM

* Remark

Ch : Chrolitized	M : Middle
Ep : Epidotized	W : Weak
Si : Silicificated	csg : coase grained
Ar : Argillized	fng : fine grained
We : Weathered	py : pyrite
S : Strong	f : fine

- 1) 地域全体として閃緑岩類が強PFEを示しており、スペクトルタイプも〔bタイプ〕の占める割合が多い。これにより閃緑岩類のうち、貫入性のものが本地域の鉱化活動に関係し、周辺の岩石に黄鉄鉱染並びに変質を与えた可能性が考えられる。
- 2) 強PFE値に対応する応答体は高密度に濃集した黄鉄鉱を主体とした硫化鉱を含有する岩体と推定され、比較的高見掛比抵抗を示すものが多い。
- 3) 物性測定に供した試料では緑色変質岩は比較的高見掛比抵抗であり、珪化変質岩は低見掛比抵抗を示すものがある。これは珪化変質岩は裂隙が多いために低見掛比抵抗を示したと考えられる。特に $500\Omega\cdot m$ 以下を示す珪化変質岩試料の採取位置は調査結果の低見掛比抵抗帯に対応し、調査結果と整合的である。

2-8 解析結果

2-8-1 シミュレーションによる地下構造の推定(第2-20図)

本調査によって捕捉された見掛比抵抗分布、PFE分布に対し、各測線毎にシミュレーションを行い、地下構造の推定を行った。シミュレーションの結果見掛比抵抗、PFE共実測値に近似するパターンが得られた。

(1) IP測線3

本測線上の地質は、南端部が玢岩類(Tada)である他は全て閃緑岩類(Td)が分布する。

比抵抗構造として $300\sim 400\Omega\cdot m$ のほぼ一様なバックグラウンド中に高比抵抗なブロック①,⑤が測点5~9付近に潜在する。

②,③,⑤は強PFEなブロックであるが、中程度のPFEブロック④,⑥の縁辺部に存在する。この強PFEブロックは測線4へ連続する応答体であり、地質との対比を推定すれば高比抵抗な閃緑岩類(Td)中に黄鉄鉱を主体とする硫化鉱が多量に存在するためと考えられる。この点は以下全ての測線について共通するので、以下の測線では地質との対比を省略する。

測点3~5付近の地表ではアンチモニー鉱山の旧坑口が存在しており、この付近の示徴は含金アンチモニー鉱床を含めその周辺の物性を示すものと考えられる。

(2) IP測線4

本測線の地質は測点13付近以南は玢岩類(Tada)である他は全て閃緑岩類(Td)が分布する。

地下モデルから測点3~4間に比抵抗的境界が存在する。しかるにこの付近で岩相的変

化は認められないので、①地表付近に於ける風化等による低比抵抗化または他の理由による低比抵抗帯の存在が考えられる。

ブロック①,③はバックグラウンド $400 \sim 500 \Omega \cdot m$ の中に存在する高比抵抗なブロックである。

PFEとしてブロック①,③,④,⑦が $7 \sim 20\%$ と高いPFE値を有し、測点4付近から9付近にブロック状に潜在することが考えられる。

(3) S I P 測線 D

本測線は南端部が玢岩類 (T a - d a) である他は閃緑岩類 (T d) であり、地質環境的には I P 測線 3, 4 と同一である。

シミュレーションの結果測点3付近に比抵抗境界が存在し、北側では $100 \Omega \cdot m$ の低比抵抗なブロック⑤,⑥が、南側では高比抵抗なブロック⑨,⑧,①が存在する。

高PFEブロック⑥,⑦は高比抵抗帯中及び縁辺部に存在し、高PFEブロック④,③は高比抵抗ブロックの間に存在する。

(4) S I P 測線 C

本測線のAR, PFE示徴は測線Dに於ける各示徴と殆んど同一であり、D測線に於けるPFE応答体がC測線へ連続していると考えられる。

地表に分布する岩石は測線北部から南部へ、閃緑岩類 (T d), 玢岩類 (T a - d a), Esmita層 (T me) である。

測点3付近に比抵抗境界が存在し、北側が低く南側が高い。測点8付近から北側には $1,500 \Omega \cdot m$ の高比抵抗帯が存在する。

ブロック②,⑥はPFE 15% の強PFE応答体であり、 $7 \sim 5\%$ 程度の強PFE岩体中及びその縁辺部に存在し、D測線の②,⑥に対応する。ブロック②付近の地表では鉍化が認められ、ブロック⑥付近の地表では地化学異常が対応する。

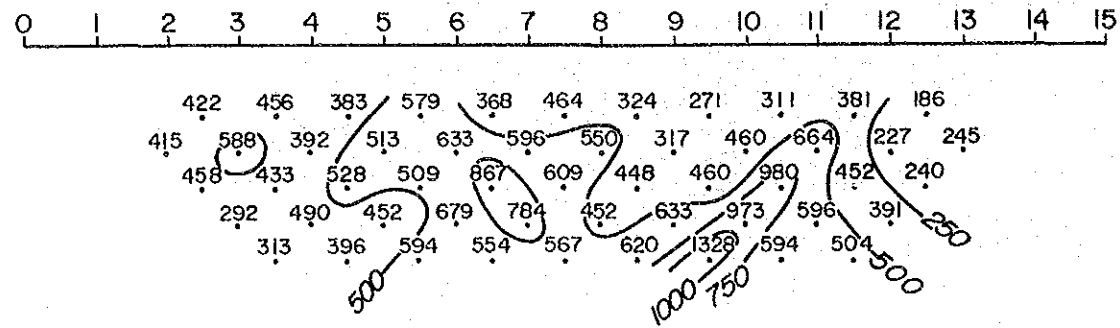
(5) S I P 測線 B

本測線の地質は両測線端がEsmita層 (T me) である他は閃緑岩類 (T d) が分布する。

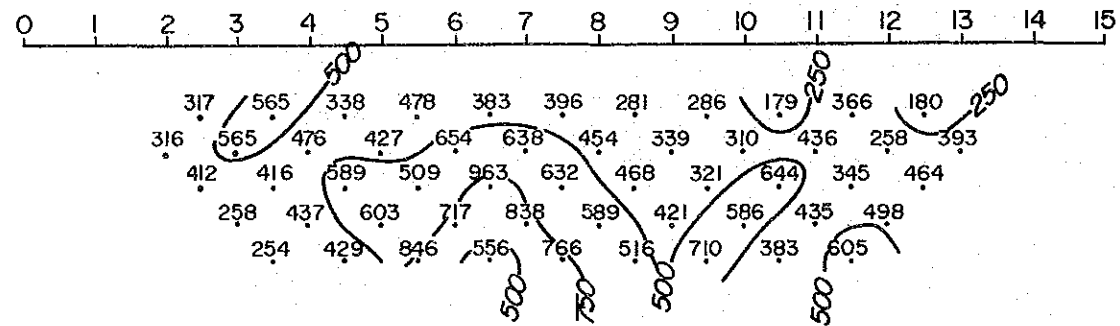
$1,000 \sim 1,500 \Omega \cdot m$ の高比抵抗ブロック④,⑦が両測線端に存在し、 $300 \Omega \cdot m$ の中比抵抗ブロックが中央を占める。測点3~7付近の地表部には $100 \Omega \cdot m$ 程度の低比抵抗の薄い層が存在する。⑦は強PFEなブロックであるが、中程度のPFEブロック①,⑥

LINE - 3

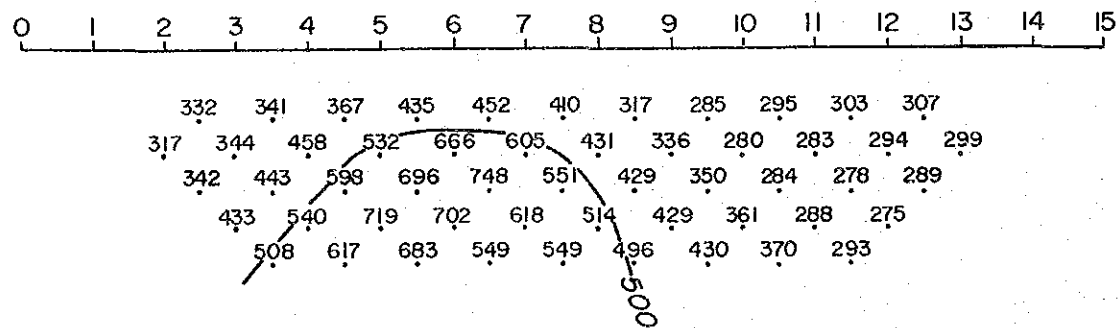
OBSERVED DATA AR ($\Omega \cdot m$)



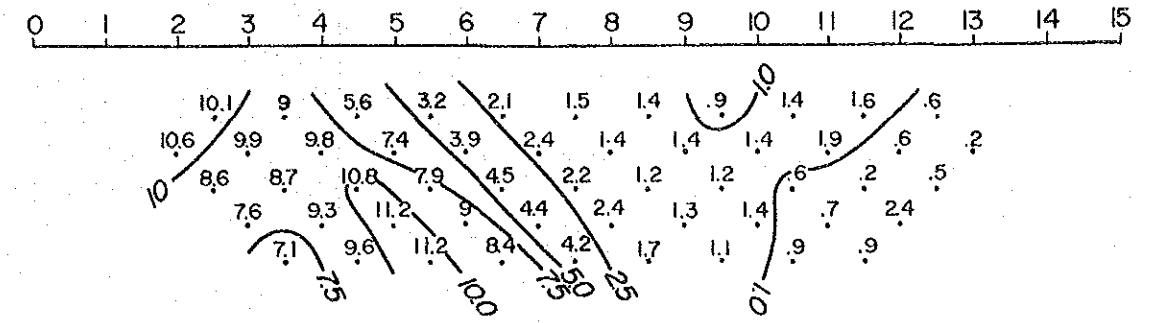
CORRECTED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



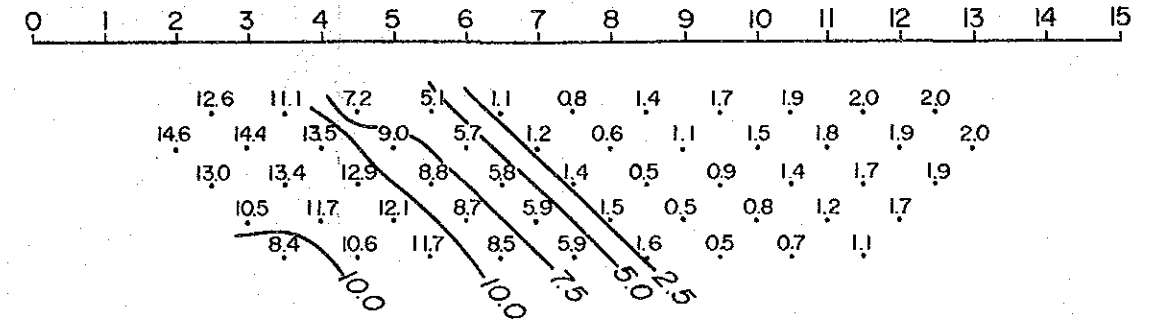
CALCULATED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



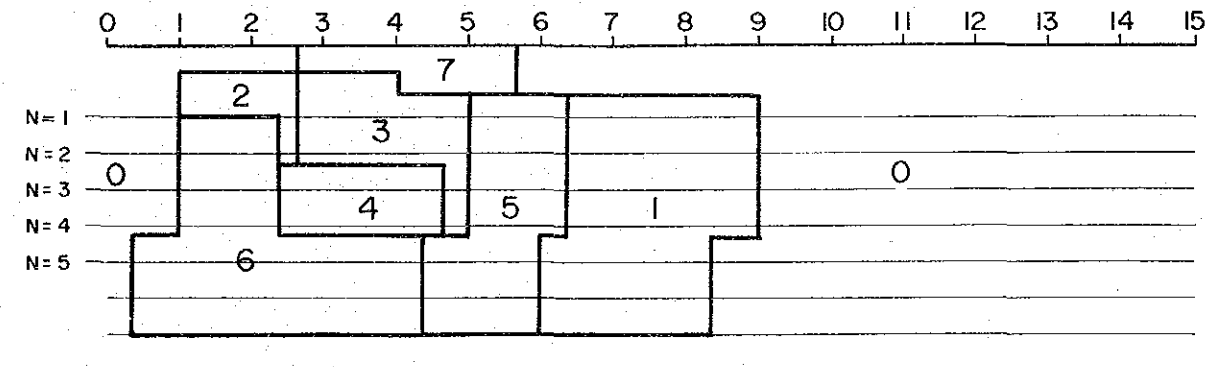
OBSERVED DATA PFE (%)



CALCULATED RESULTS PFE (%)



SIMULATED MODEL

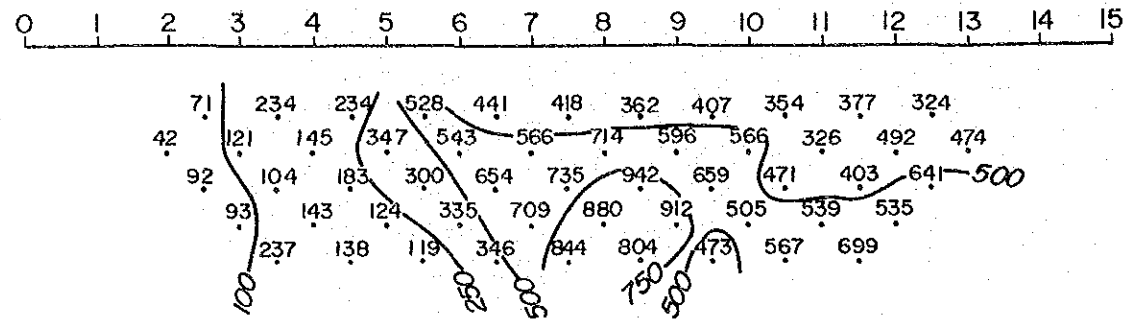


第2-20図(1) シミュレーション結果

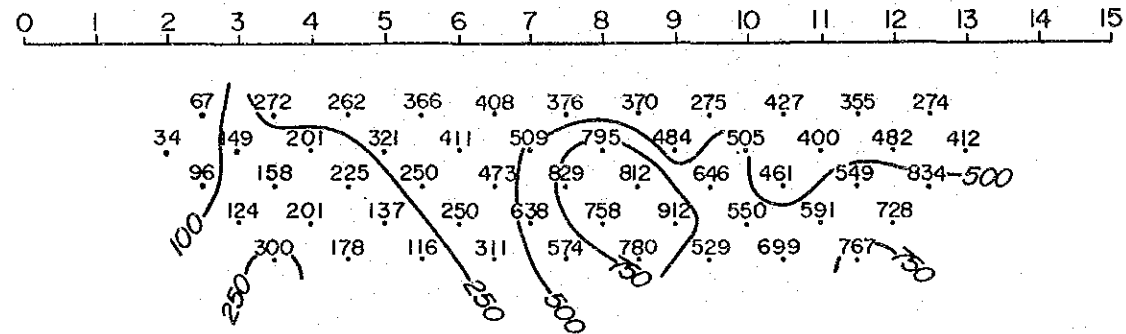
MODEL No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RESISTIVITY ($\Omega \cdot m$)	300	1000	300	400	400	1000	300	300		
FREQUENCY EFFECT (%)	2.0	2.0	15.0	15.0	5.0	15.0	5.0	4.0		

LINE - 4

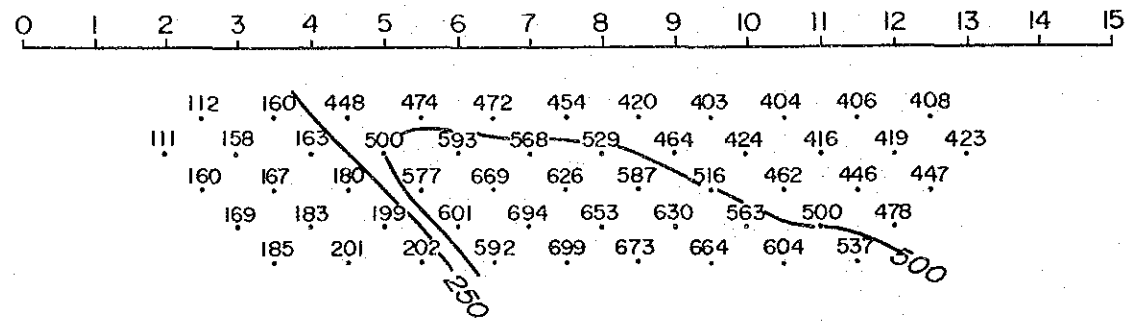
OBSERVED DATA AR ($\Omega \cdot m$)



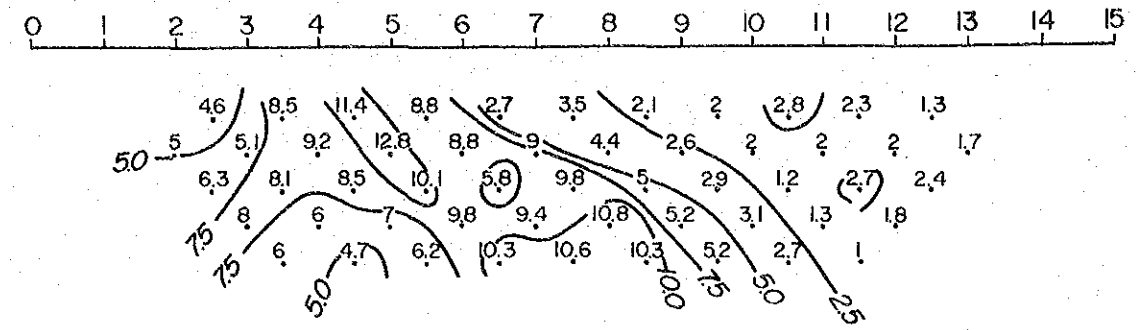
CORRECTED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



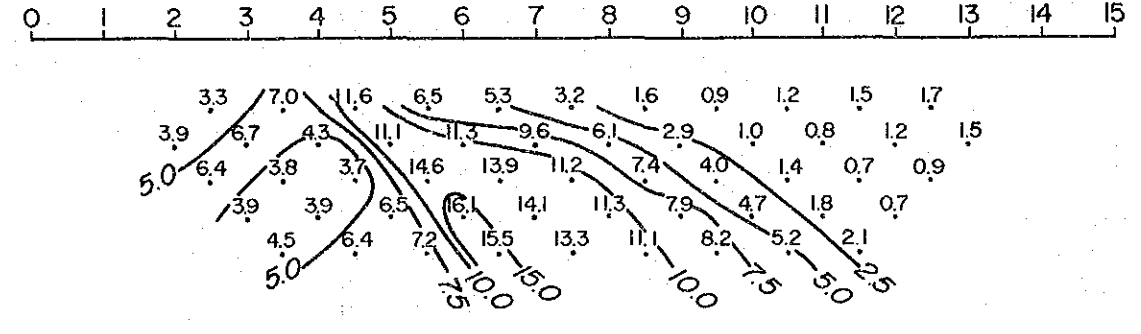
CALCULATED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



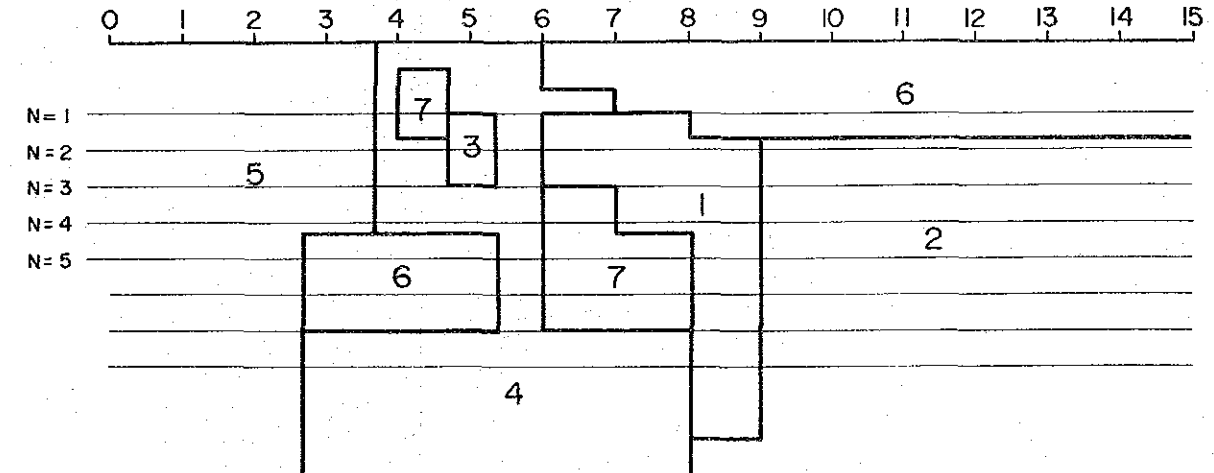
OBSERVED DATA PFE (%)



CALCULATED RESULTS PFE (%)



SIMULATED MODEL

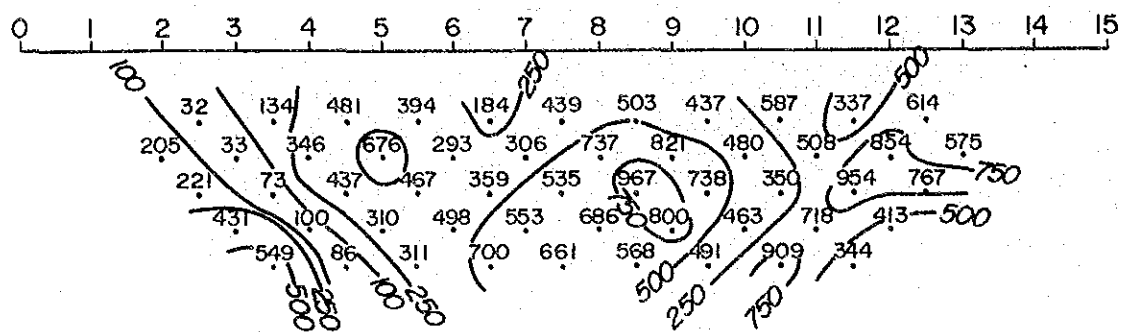


第2-20図(2) シミュレーション結果

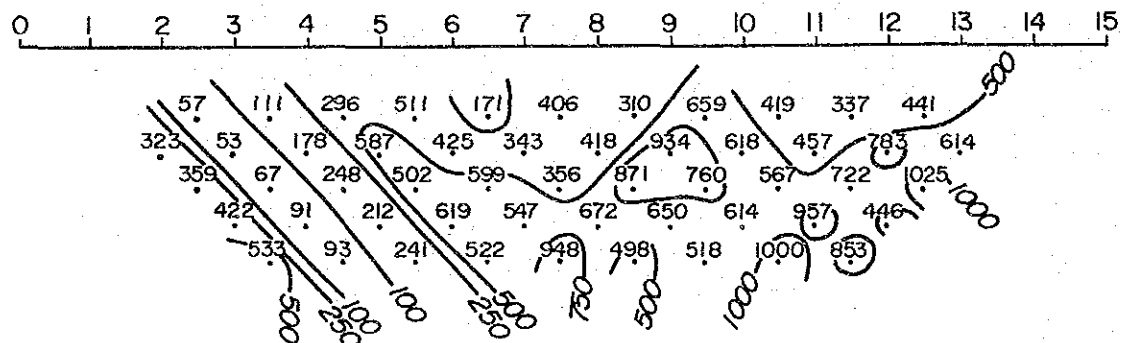
MODEL No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RESISTIVITY ($\Omega \cdot m$)		1000	500	1000	400	100	400	400		
FREQUENCY EFFECT (%)		20.0	2.0	10.0	7.0	3.0	2.0	20.0		

LINE - D

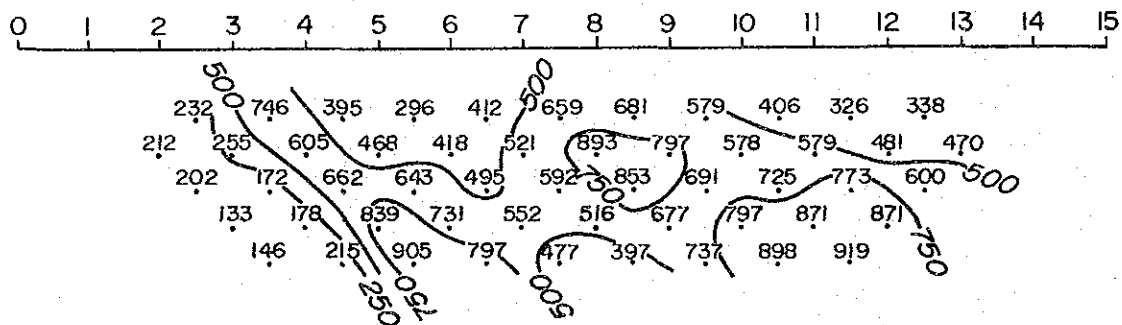
OBSERVED DATA AR ($\Omega \cdot m$)



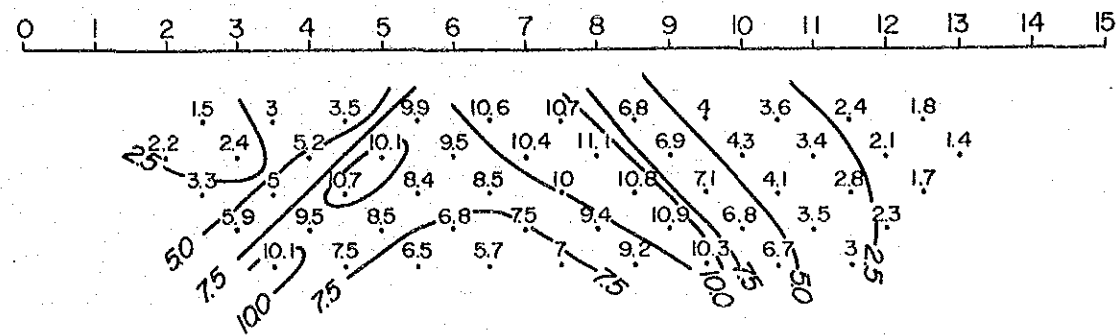
CORRECTED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



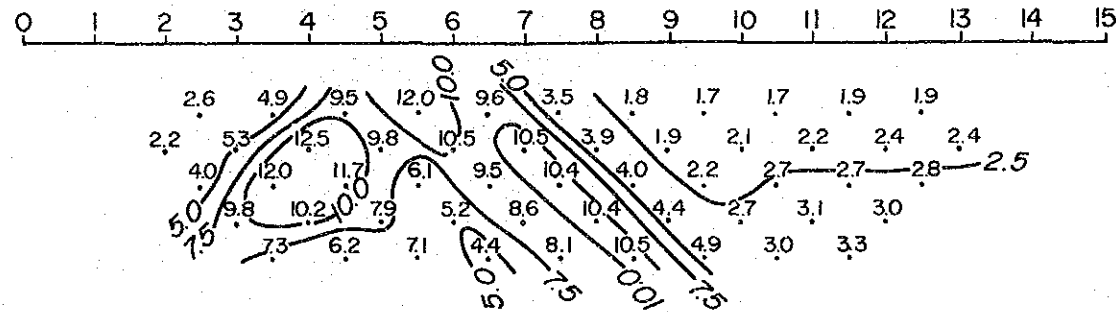
CALCULATED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



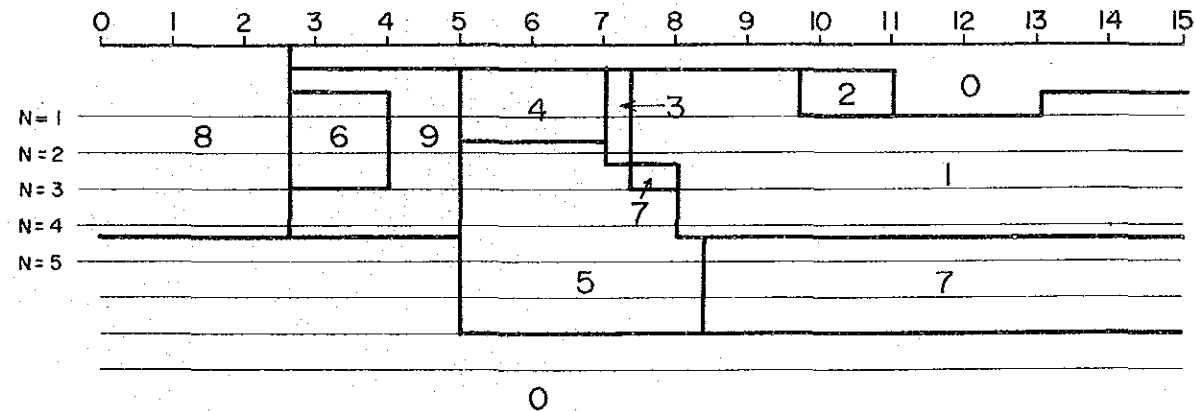
OBSERVED DATA PFE (%)



CALCULATED RESULTS PFE (%)



SIMULATED MODEL

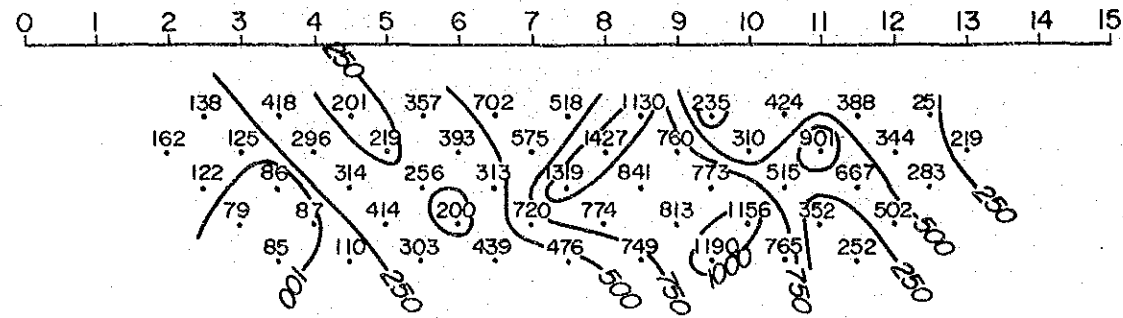


第2-20図(3) シミュレーション結果

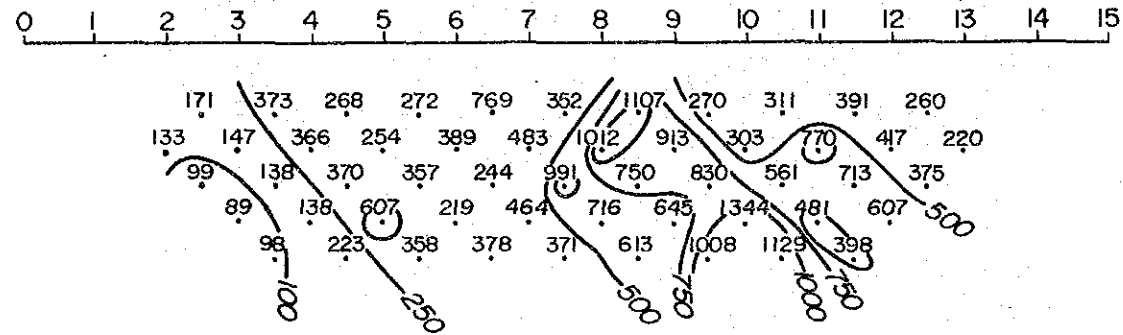
MODEL No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RESISTIVITY ($\Omega \cdot m$)	300	1000	1000	1000	300	300	900	300	100	900
FREQUENCY EFFECT (%)	2.0	4.0	2.0	15.0	15.0	7.0	15.0	4.0	2.0	2.0

LINE - C

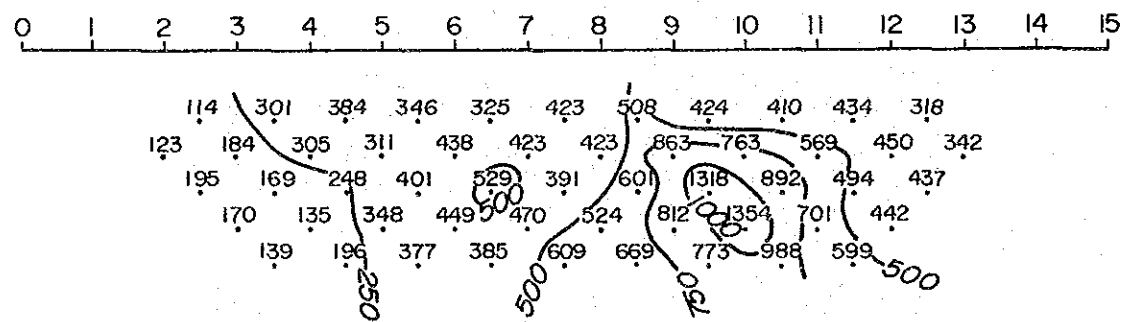
OBSERVED DATA AR ($\Omega \cdot m$)



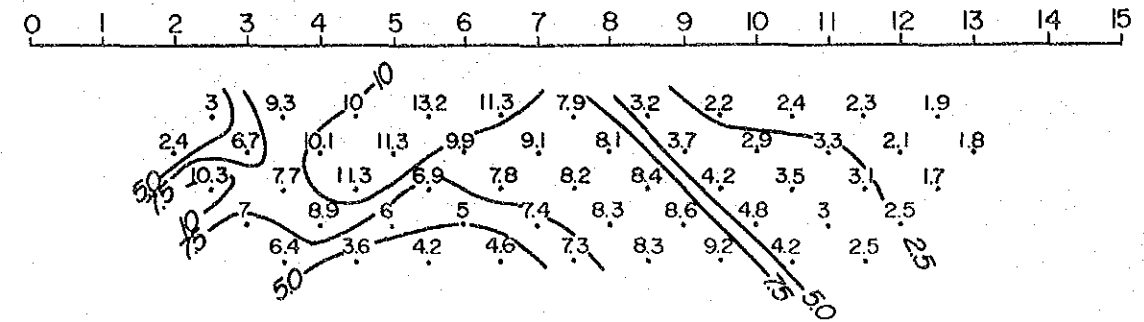
CORRECTED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



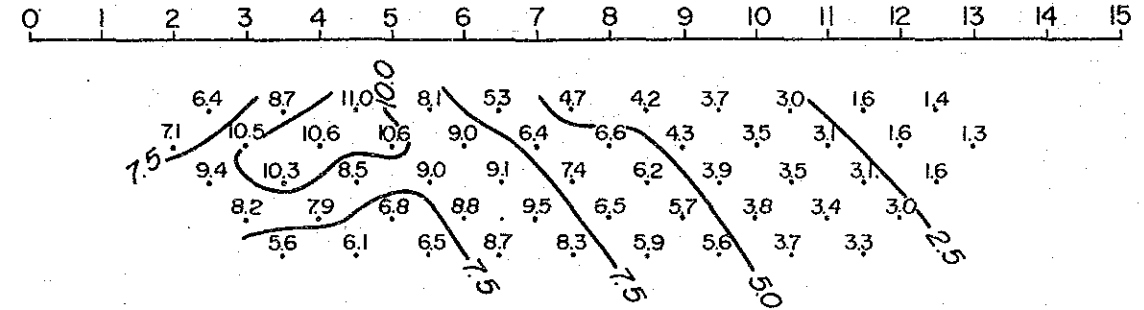
CALCULATED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



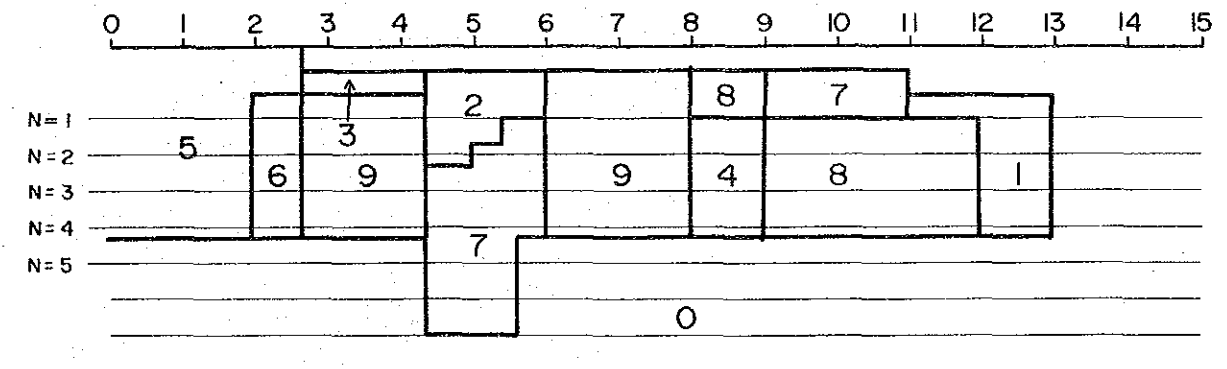
OBSERVED DATA PFE (%)



CALCULATED RESULTS PFE (%)



SIMULATED MODEL

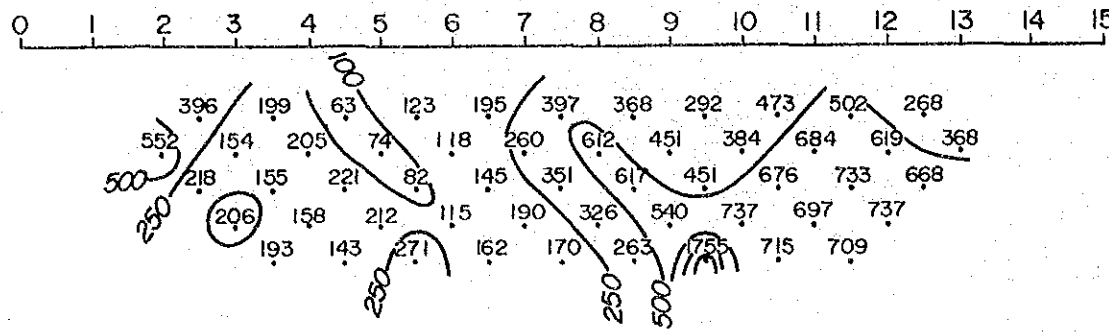


第2-20図(4) シミュレーション結果

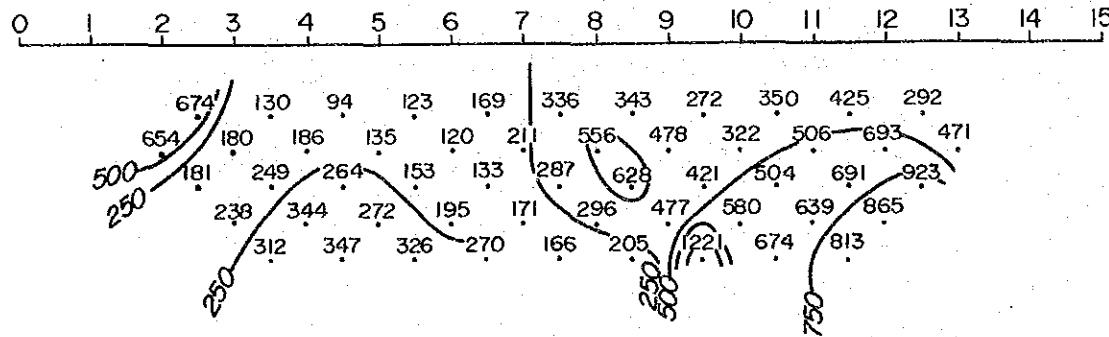
MODEL No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RESISTIVITY ($\Omega \cdot m$)	300	1500	500	100	1500	100	100	300	1500	300
FREQUENCY EFFECT (%)	2.0	2.0	15.0	7.0	10.0	2.0	15.0	5.0	5.0	7.0

LINE - B

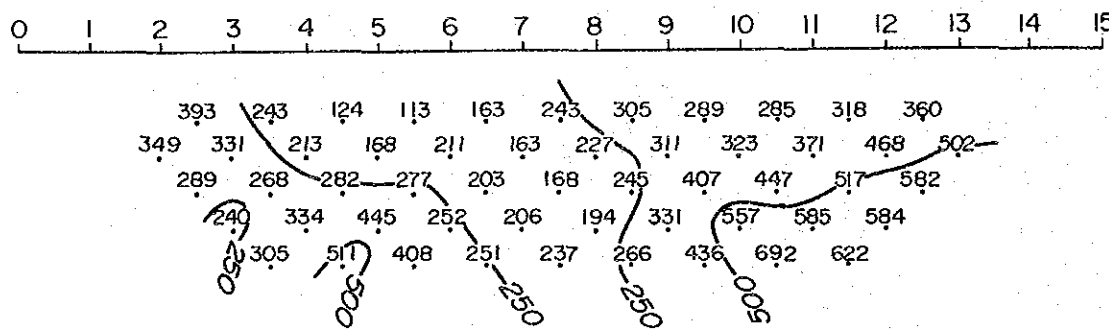
OBSERVED DATA AR ($\Omega \cdot m$)



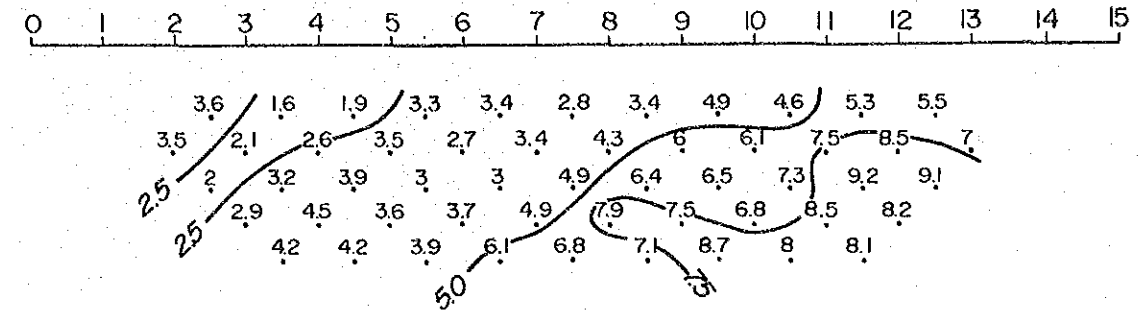
CORRECTED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



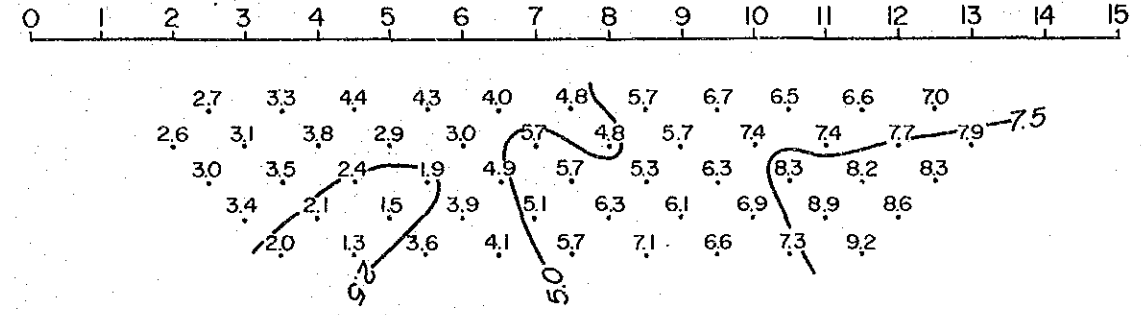
CALCULATED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



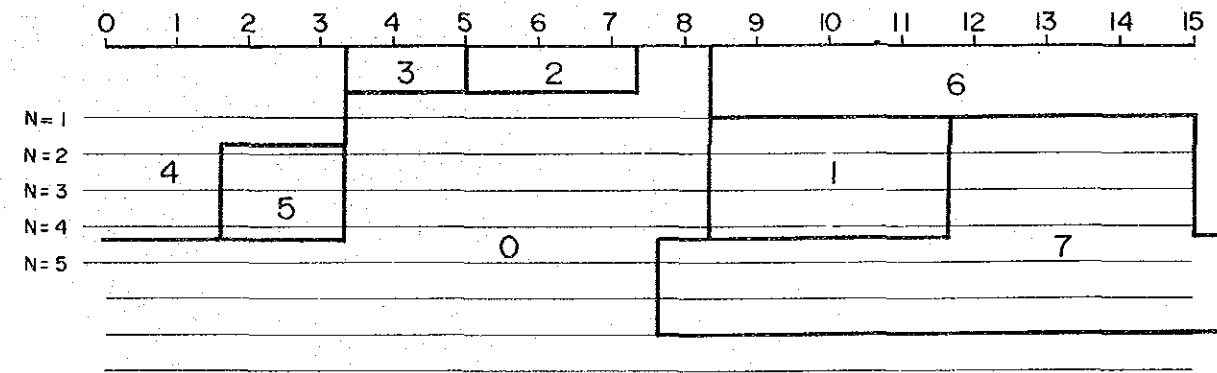
OBSERVED DATA PFE (%)



CALCULATED RESULTS PFE (%)



SIMULATED MODEL

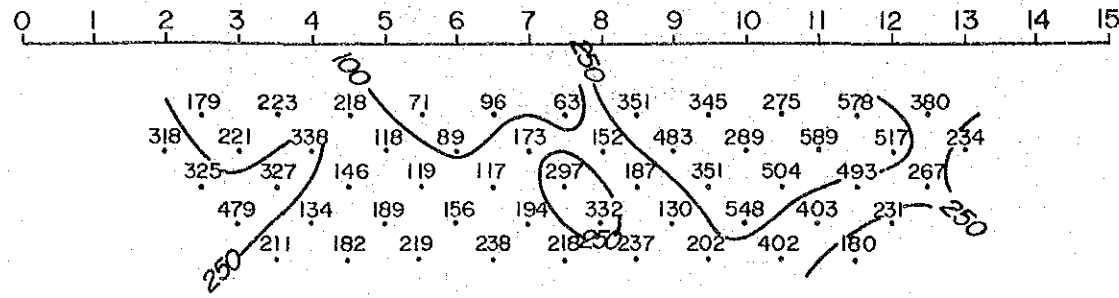


第2-20図(5) シミュレーション結果

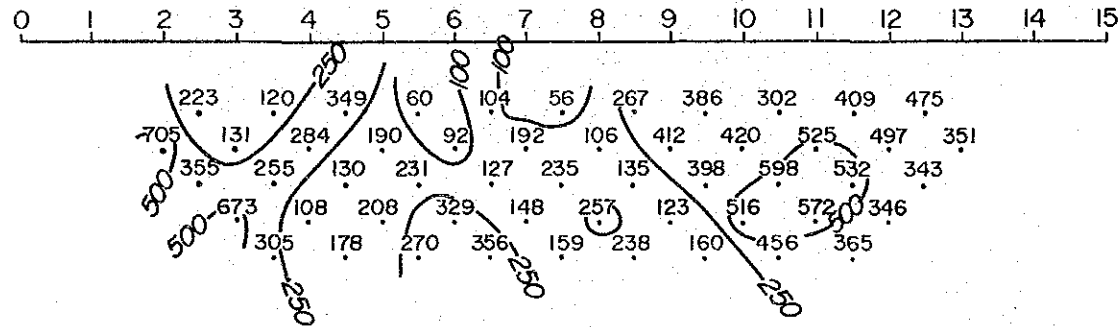
MODEL No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RESISTIVITY ($\Omega \cdot m$)	300	300	100	200	1000	200	300	1500		
FREQUENCY EFFECT (%)	3.0	6.0	5.0	3.0	2.0	2.0	6.0	10.0		

LINE - A

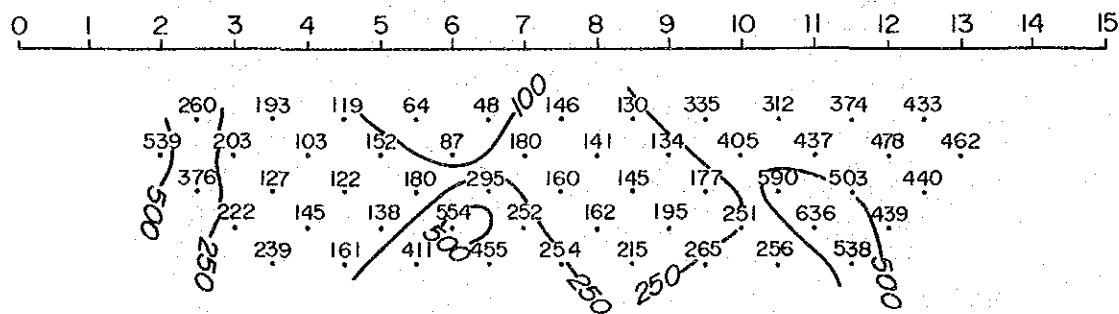
OBSERVED DATA AR ($\Omega \cdot m$)



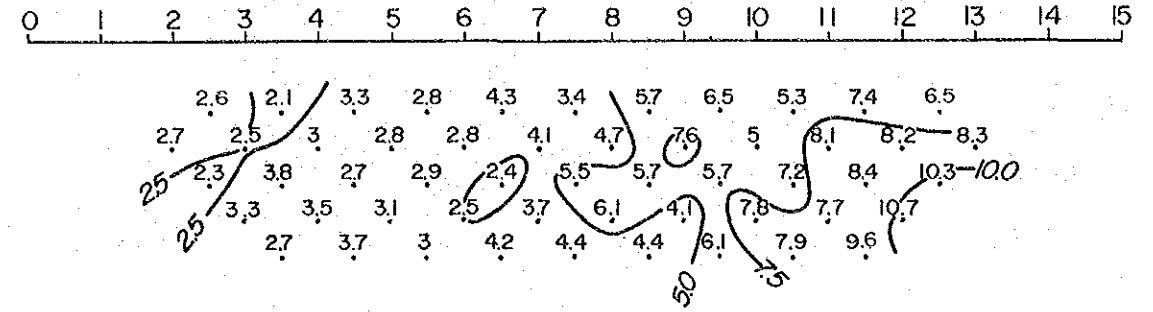
CORRECTED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



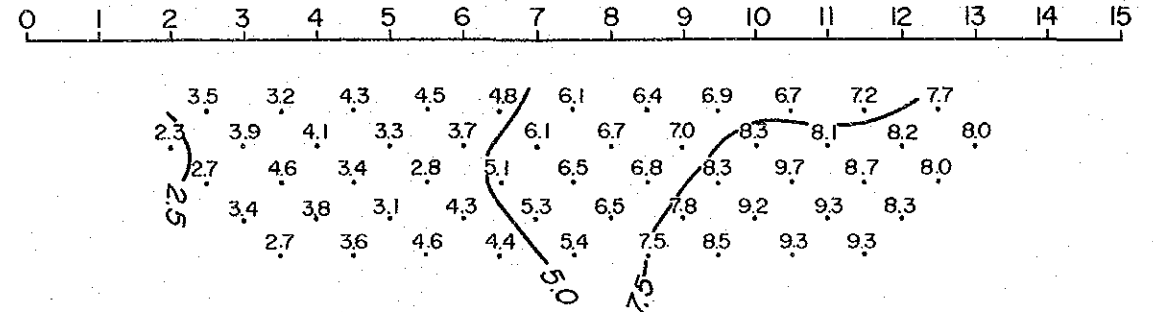
CALCULATED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



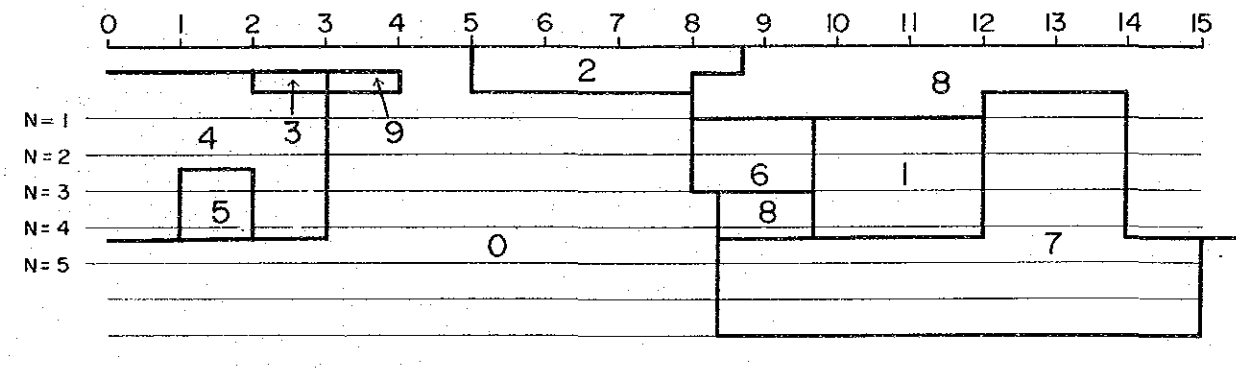
OBSERVED DATA PFE (%)



CALCULATED RESULTS PFE (%)



SIMULATED MODEL

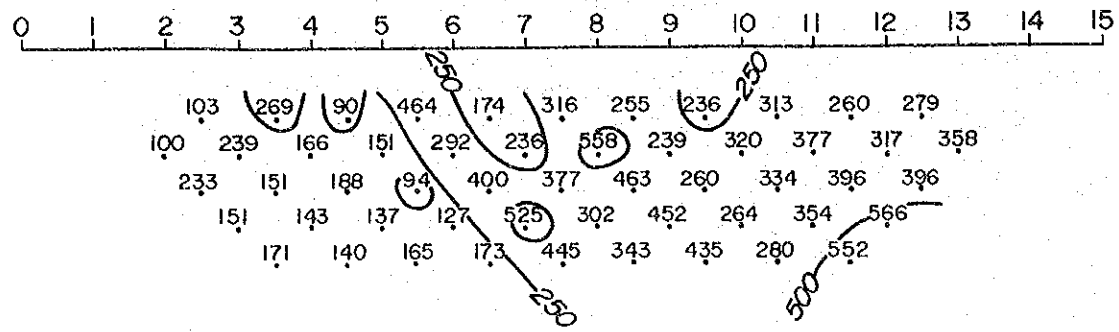


第2-20図(6) シミュレーション結果

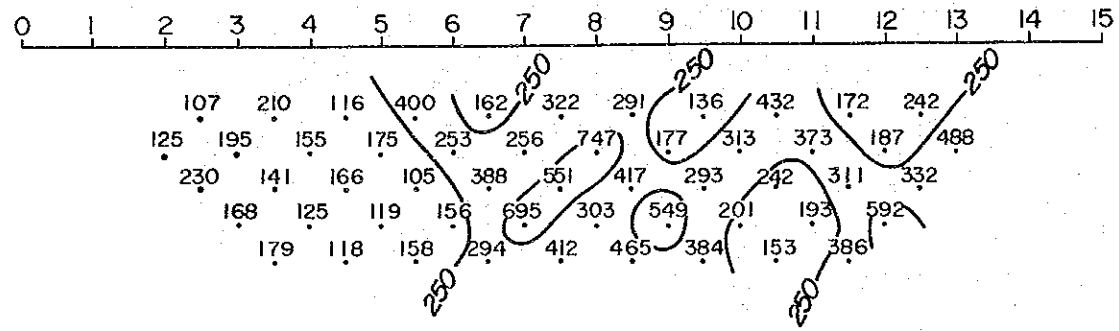
MODEL No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RESISTIVITY ($\Omega \cdot m$)	300	300	60	100	1000	200	300	1000	300	200
FREQUENCY EFFECT (%)	3.0	6.0	5.0	6.0	2.0	2.0	10.0	10.0	6.0	2.0

LINE - I

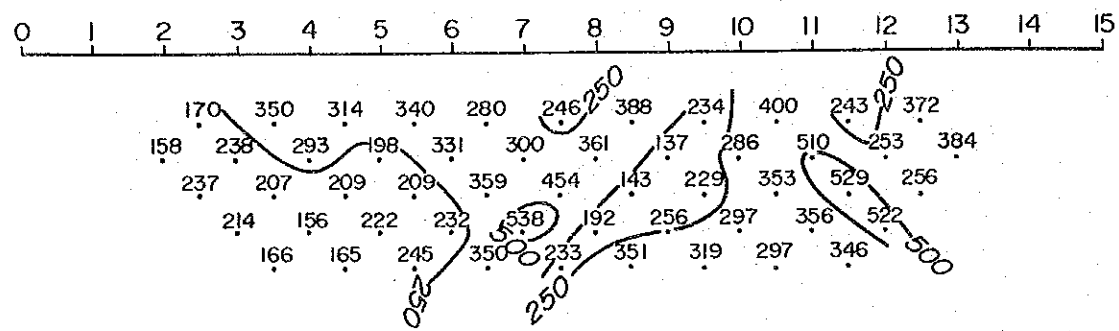
OBSERVED DATA AR ($\Omega \cdot m$)



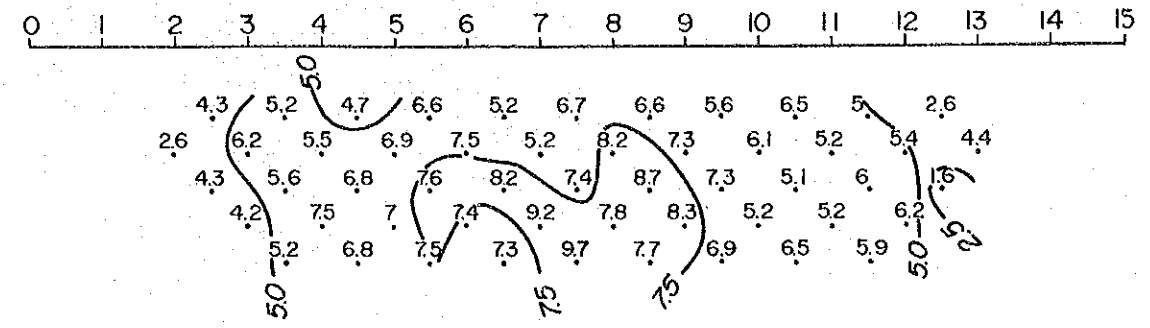
CORRECTED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



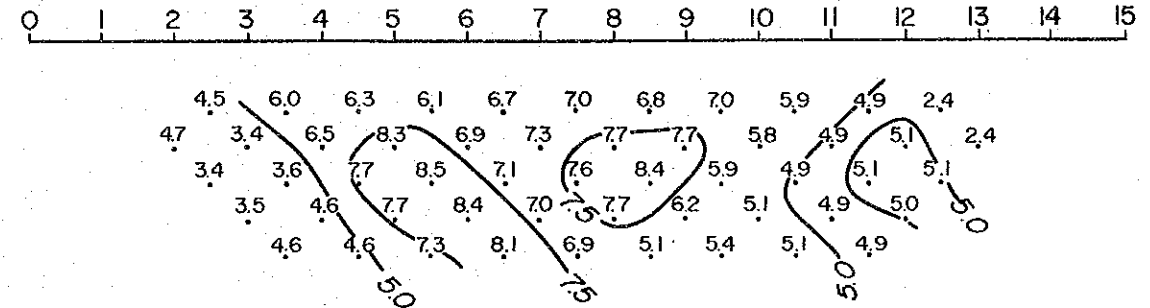
CALCULATED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



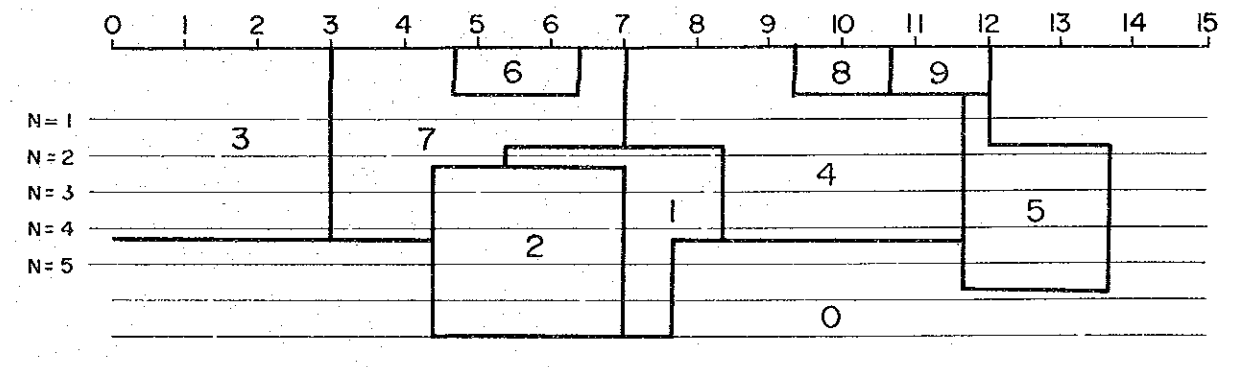
OBSERVED DATA PFE (%)



CALCULATED RESULTS PFE (%)



SIMULATED MODEL

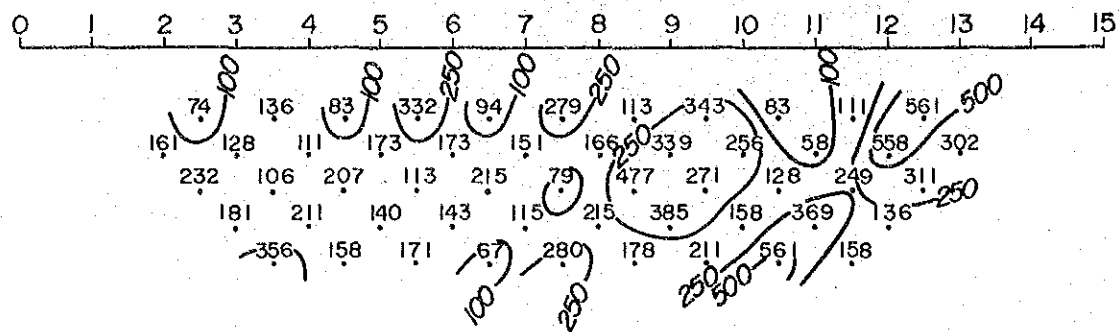


第2-20図(7) シミュレーション結果

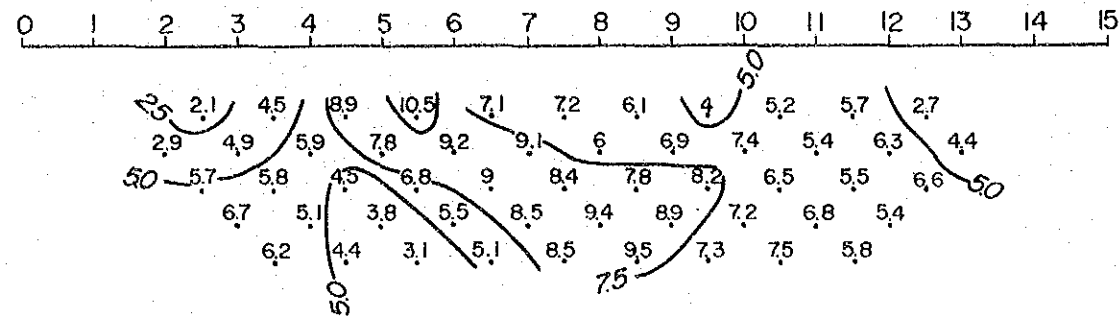
MODEL No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RESISTIVITY ($\Omega \cdot m$)	350	350	300	150	250	600	500	250	700	200
FREQUENCY EFFECT (%)	2.5	10.0	2.5	2.5	6.0	4.0	4.0	6.0	6.0	6.0

LINE - 2

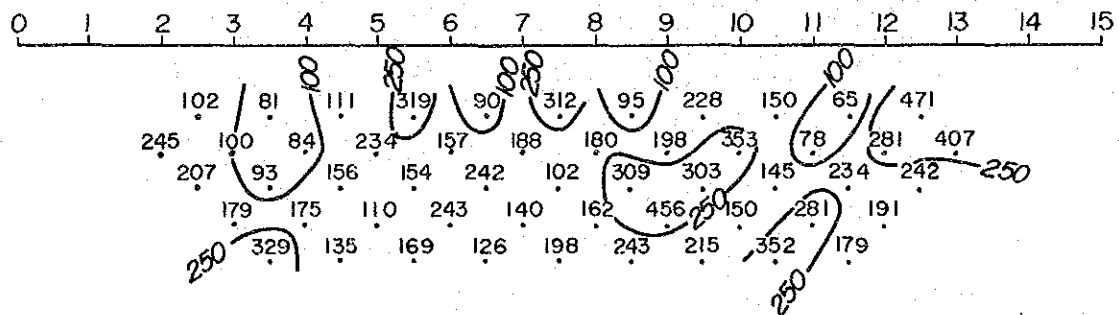
OBSERVED DATA AR ($\Omega \cdot m$)



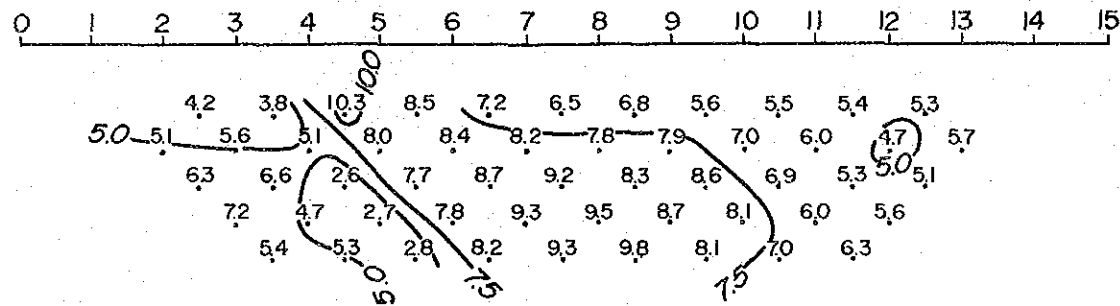
OBSERVED DATA PFE (%)



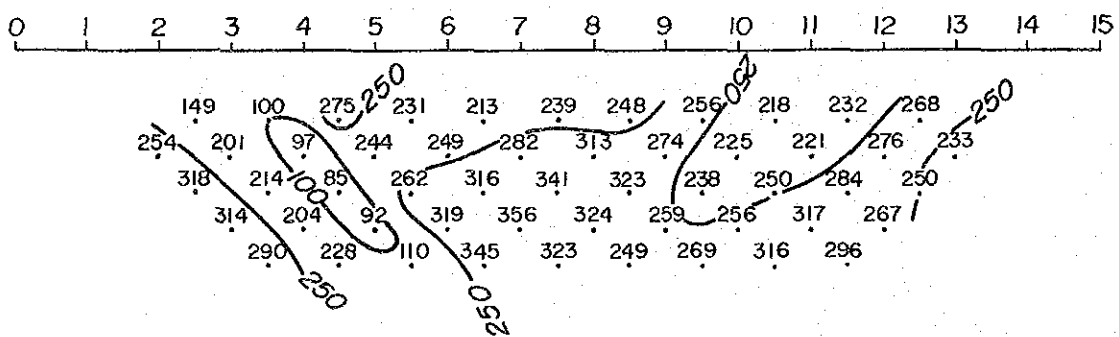
CORRECTED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



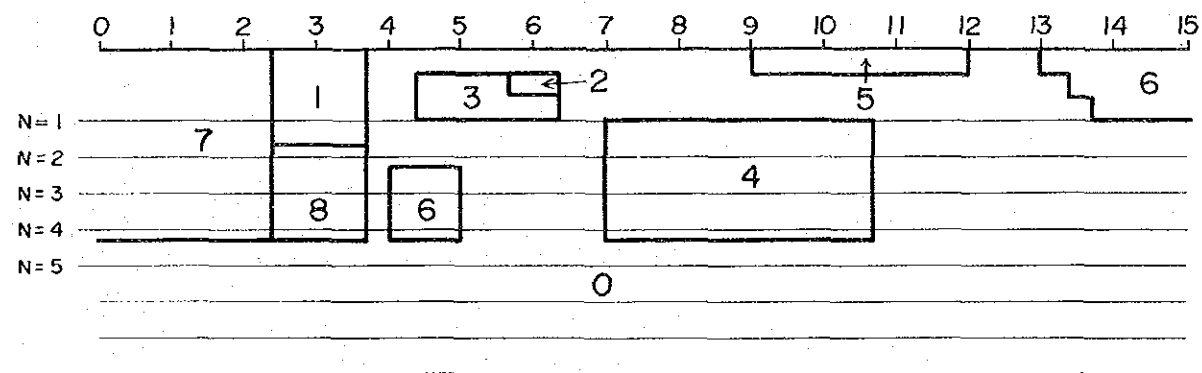
CALCULATED RESULTS PFE (%)



CALCULATED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



SIMULATED MODEL



第 2-20 図(8) シミュレーション結果

MODEL No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RESISTIVITY ($\Omega \cdot m$)	200	70	300	300	500	300	500	300	300	
FREQUENCY EFFECT (%)	6.0	2.0	15.0	10.0	10.0	3.5	2.0	5.0	5.0	

の中に潜在する。測点 8 付近以北では 3 % 程度以下となる。

(6) S I P 測線 A

本測線の地表地質は両測線端に Esmita 層 (Tme) が分布し、閃緑岩類 (Td), 玢岩類 (T a - d a) が中央部に分布する。

本測線の A R , P F E 示徴は測線 B と殆んど同じである。

比抵抗分布からは殆んど一様な構造が考えられ、低比抵抗なブロック②, ③, ⑤が局部的に存在する。

強 P F E 応答体⑥, ⑦は測点 8 以南に潜在する。ブロック⑥は地化学異常分布の北側に隣接し、ブロック⑦は測線端の強 P F E 異常の分布に対応する。地表で鉍化の認められた箇所は測点 No. 2, No. 6 であるが、強 P F E 応答体からは遠く、低比抵抗帯②, ③の付近に対応する。

(7) I P 測線 1

本測線の地質は Esmita 層 (Tme), 閃緑岩類 (Td), 玢岩類 (T a - d a) が入り混り分布する。

測点 3 付近に比抵抗境界が存在し、北側の比抵抗は低く、南側は高い。測点 3 から測点 1 2 付近まで 7 % 程度の強 P F E 応答体が存在し、その中に更に 1 0 % の強 P F E 応答体①が存在する。この強 P F E ブロックは A 測線の強 P F E ブロック⑥の連続体であり、またブロック⑦, ④は同様 A 測線の⑦ブロックの連続体と考え得る。

(8) I P 測線 2

本測線は Esmita 層 (Tme) の占める割合が大きく、閃緑岩類 (Td), 玢岩類 (T a - d a) は測点 5 ~ 9 間の狭い範囲に存在する。比抵抗的にはほぼ均質と考えられるが、地表の局部的変化が見掛比抵抗断面に影響を与えていると考えられる。

測点 4 ~ 1 3 付近迄 P F E 5 % 程度の応答体が存在し、その中に強 P F E 1 0 ~ 1 5 % のブロック②, ③, ④が存在する。

測線 1 と比較すると強 P F E 応答体の平面的位置のズレが大きい。しかし中 P F E 応答体は伸長方向を N E - S W 系に変えて連続すると云える。

2 - 9 考 察

- 1) 本調査域の地質は、第三紀の Esmita 層 (Tme) とこれに貫入する閃緑岩、玢岩類、細粒閃緑岩から成る。Esmita 層 (Tme) は調査域西部から南部に、玢岩類は調査域中央

部から西部及び南部に、閃緑岩は主に北東部に分布するが、閃緑岩の一部は中央部から西部にも貫入状に分布する。

SIP法、IP法によって捕捉された見掛比抵抗平面分布は、地層の分布との相関性は認められず、各地層をNE-SW方向に横断し、むしろPFEの平面分布の傾向と類似している。

このことは当地域の比抵抗分布は、局地的な風化帯による低比抵抗帯を除き、各地層の分布を示すだけでなく、PFE異常をもたらした鉱化変質作用によって生じた岩相の変化を示しているものと考えられる。これにより、岩石試料の物性測定の結果地層ごとのまとまりが無くバラツキが極めて大きいことも説明できる。

2) PFE分布の傾向は次の様に区分できる。

① 東部

測線3から測線CまでPFE値7.5%以上が占める割合が大きく、10%以上の強PFE応答体の大きなブロックを測線中央部に置くことによってPFE分布が説明される。PFE分布のパターンはこれらの測線で殆んど同じでNE系に分布しており、類似する地下構造が連続が考えられる。

② 中央部

測線A、Bに於ける分布パターンは極めて類似し、互にE-W系の連続を示す。ここでは7.5%以上の強PFE値は測線端に位置し、10%以上の強PFE応答体は測線中央部深部から南端部の浅部にかけて存在すると考えられる。この測線付近では、2.5%~5%のPFE値が測線の大半を占めるが、測点8付近以北に分布する。

地化学探査異常は測線Dから測線Aまでに連続して分布するが殆んどがこの2.5~5%のPFE分布位置に対応する。

③ 西部

測線1、2では比抵抗構造は連続的でNE系を示すが、PFE分布は異なり、NW系の分布に変わる。また、5%以上のPFE値が全体を占める他、7.5%以上のPFE分布の形状も測線1、2では異なる。

測線Aと1の間には地質調査により断層の存在が推定されており、この付近の地化探異常の形状も断層に沿う形に変っている事から、PFE分布の変化もこの断層の存在と関係する可能性がある。

3) 各測線毎に実施したシミュレーションの結果、PFE異常に対応する応答体が解析された。全測線に共通してPFE5~8%の応答体が幅広く解析され、更にその応答体の中央

または縁辺部に更に10%以上の強PFE応答体の存在が解析された。これらの強PFE応答体は高比抵抗体と一致する場合や低比抵抗体中に解析される場合があるが、物性測定結果や現地露頭の状況から主に閃緑岩、または玢岩類中に、広範に鉱染状に分布する黄鉄鉱を主とする硫化鉱、更に鉱脈状乃至塊状に濃集した黄鉄鉱を主とする硫化鉱を示すものと考えられる。

- 4) 各測点毎にスペクトルタイプを分類した結果PFE値とスペクトルタイプは極めて相関が高い結果となった。低周波数域(0.125~1Hz)のスペクトルタイプによってB, b, c, C毎に区分するとPFEの等値線の傾向と殆んど一致する。しかし、低PFE中にも鉱化変質を示すb, Bタイプが解析された。これらは低いPFE値2.5~5%帯の中にあつてかつその分布域は広く地化学異常とも対応している。

その箇所は次のとおりである。

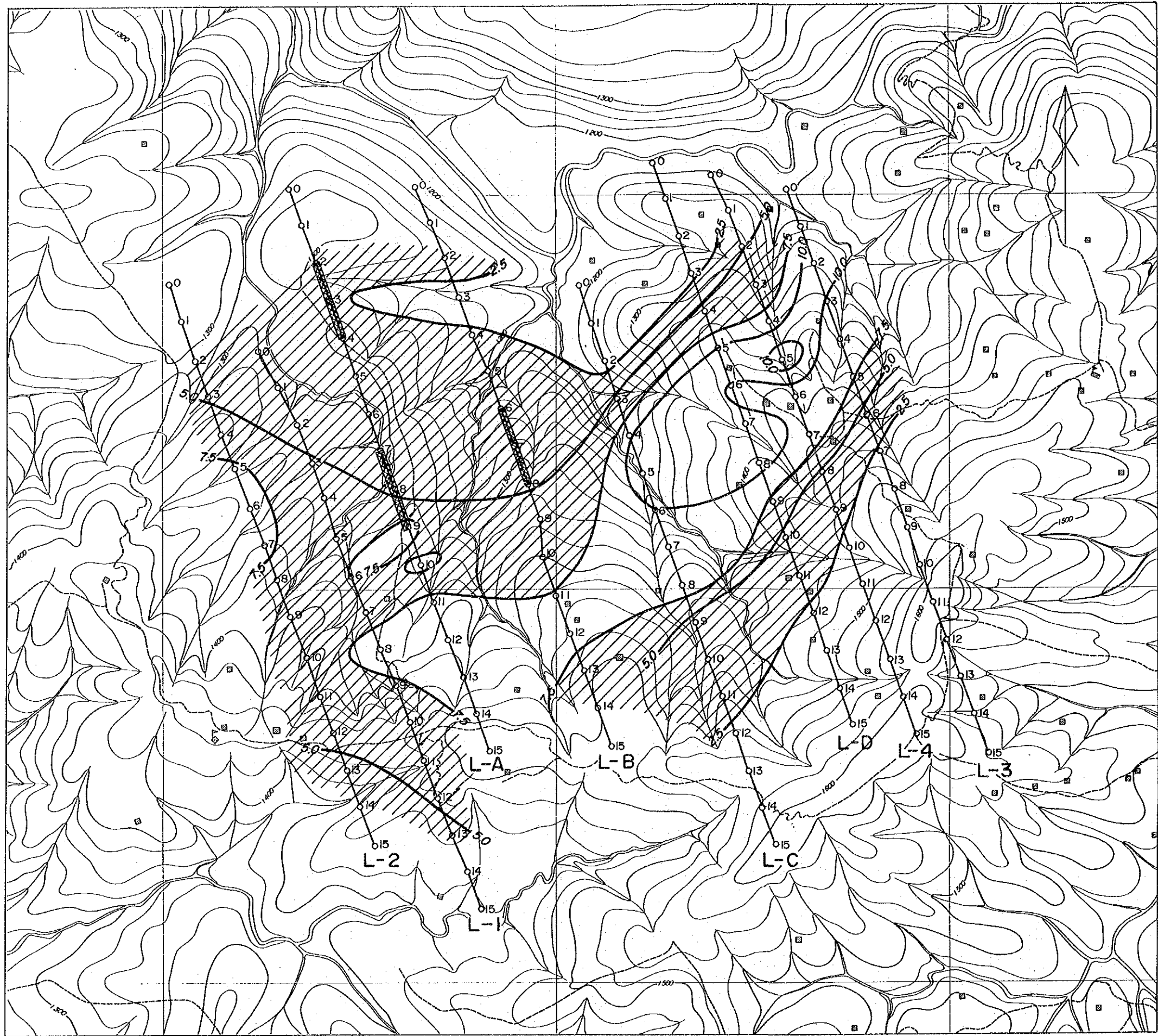
A 測線	測点 2 ~ 5 付近	深部
	測点 6 ~ 9 付近	深部
B 測線	測点 6 ~ 8 付近	深部

- 5) PFE分布の5%以上の等値線は地化学異常を取り巻く形状で、地化学異常の南外側部に分布する。このPFE異常と地化学異常の両者が位置的形状的に高い相関をもって存在する所から、ポーフイリー銅型鉱床の存在を予想させる。

一般にポーフイリー銅型鉱床の場合鉱化帯を中心として、その周辺に変質帯、黄鉄鉱帯が形成される。これが強PFE異常をもたらす、鉱化帯は地化学異常としてその強PFE異常帯の周辺部の弱PFE異常帯に対応するのが一般的モデルである。したがって本調査結果の様な強PFE異常帯が強黄鉄鉱帯を示すとすれば、その強PFE異常帯を含め周辺の弱PFE異常帯が要探鉱地として着目すべき箇所となる。

ただし、弱PFE異常は強PFE異常が存在すれば、そのハローとして必ず存在するので、探鉱箇所としてはハローである場合の様な分布幅の狭い箇所でなく、弱PFE異常の充分広い分布領域を持つ必要がある。

これに相当する箇所は測線Bから測線1であるが、前項4)の如くこの弱PFE異常帯の幅が広い箇所に鉱化変質の性格を示すスペクトルタイプのb, Bタイプが解析されている付近は要試鉱箇所として指摘される。



Leyenda

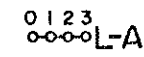
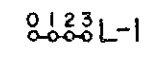


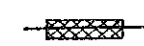
- 
 0123 L-A Líneas de SIP
- 
 0123 L-1 Líneas de IP
- 
 ~~~~~    Isolíneas de PFE
- 
 2.5%  
7.5%    Zona de PFE entre 7.5 por ciento y 2.5 por ciento
- 
 Partes Anomalia por Clasificación Espectral



Fig. 2-21 総合解析図



## 第3章 ピエドラセンタダ地区 ボーリング調査

### 3-1 ボーリング調査概要

#### 3-1-1 目的

コロンビア共和国Almaguer(アルマゲール)地域に於ける第1年次の地質調査・地化学探査の結果、第2年次の調査地区の一つとしてPiedra Sentada(ピエドラセンタダ)地区が抽出された。

本地区に於いて地質構造と鉱化作用との関連を解明することを目的としてボーリング調査が実施された。

#### 3-1-2 概要

1985年7月15日、日本から調査員3名が渡航し、既に5月23日に横浜港から船積み海上輸送されていた資機材をBuenaventura(ブエナビエンタラ)港に於いて荷受けを行った。その後、7月31日からPiedra Sentadaまで2日かかりでトラック輸送した。

次いで山内運搬等の作業を終了し、CJM-2から掘進作業を開始した。

使用機械は、TOM-3(掘進能力NQ 590m, BQ 750m)1台を用い、ボーリング孔5孔総掘進長1,655.60mを掘進した。

作業形態は原則として、1方8時間の3交代制作業とした。各方の構成は原則として、日本人調査技師1名、現地人作業員3名の編成とした。

掘進方法はワイヤーライン工法を採用し、コア採取率及び工程の向上に努めた。

各孔毎のボーリング工事量は次の通りである。

| 孔名    | 掘進長<br>(m) | コア長<br>(m) | コア採取率<br>(%) |
|-------|------------|------------|--------------|
| CJM-1 | 301.80     | 300.50     | 99.6         |
| CJM-2 | 351.40     | 348.20     | 99.1         |
| CJM-3 | 300.60     | 296.85     | 98.8         |
| CJM-4 | 351.20     | 345.90     | 98.5         |
| CJM-5 | 350.60     | 346.40     | 98.8         |
| 合計    | 1,655.60   | 1,637.85   | 98.9         |

ボーリング工事期間は7月20日から1986年1月4日までの169日間であった。

#### 3-1-3 コア鑑定及び解析作業

ボーリング孔の全コアについて、岩質及び鉱化状況について鑑定を行い、縮尺1:200の地質柱状図にまとめた。

鉍化部については、コアの $\frac{1}{4}$ 片を採取し、金、銀、銅、鉛、亜鉛、モリブデンの6元素について分析を行った。また鉍石部及び鉍微部について研磨片を作成し、顕微鏡による観察を行った。一部試料について、X線回折分析による鉍物鑑定及び石英脈中の石英結晶に包含される流体包有物について均質化温度測定を行った。

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| (1) 岩石薄片顕微鏡観察                       | 16個  |
| (2) 鉍石研磨片顕微鏡観察                      | 11個  |
| (3) 鉍石部の分析 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo) | 107個 |
| (4) X線回折                            | 10個  |
| (5) 流体包有物                           | 10個  |

### 3-2 ボーリング調査工事

#### 3-2-1 資機材搬入工事

7月19日、Pidra Sentadaに到着後、まず試錐現地の踏査を行った。

踏査結果に基づいて、機材の山内運搬路計画を立案すると共に、作業員の調達を行った。またPidra Sentada地区の地主との間に、宿舍、ボーリング工事用地、放牧地内への立入許可並びに山内運搬路の建設の了解をとりつけた。

山内運搬用に総延長3.085m、幅員2mの運搬路を人力にて建設した。

#### 3-2-2 ボーリング地点

各ボーリング孔の位置(経距・緯距)及び標高は次の通りである。

| 孔名    | 経距 (E)    | 緯距 (N)  | 標高 (m) |
|-------|-----------|---------|--------|
| CJM-1 | 1,027,560 | 732,720 | 1,321  |
| CJM-2 | 1,027,080 | 733,000 | 1,285  |
| CJM-3 | 1,026,480 | 733,030 | 1,247  |
| CJM-4 | 1,026,740 | 733,340 | 1,220  |
| CJM-5 | 1,027,150 | 732,000 | 1,280  |

#### 3-2-3 設営作業

##### (1) 資機材の搬入

資機材は通関後1985年7月31日Buenaventura港から20tトラック1台によってCali(カリ)、Popayan(ポパヤン)の各都市を経由して8月3日Pidra



Sentada まで運搬した。山内に於ける各孔間の移動は 4 t トラック 1 台、チルホール及び自走方法を併用し人力で運搬した。

## (2) 設 営

設営は C J M - 2 から開始し、C J M - 1、C J M - 3、C J M - 4 及び C J M - 5 の順に移設、掘進を行った。

各孔間の山内運搬路は、総延長 3,085 m、幅員 2 m であり、各ボーリング座の整地及び山内運搬路の建設は人力で行った。

## (3) ボーリング用水

ボーリング用水は C J M - 2、C J M - 1 孔については Zanja Grande (サンファーン グランデ) より  $1\frac{1}{2}$  インチポリ管約 550 m の配管を行い、C J M - 3、C J M - 4 孔は Zanja Santa Lucia (サンファーン サンタルシア) より  $1\frac{1}{2}$  インチポリ管約 700 m の配管を行い、C J M - 5 孔は付近の谷川より  $1\frac{1}{2}$  インチポリ管約 100 m の配管を行い、揚水ポンプを使用して給水した。

## 3-2-4 掘進作業

表土は 131 mm ダイヤモンドビットにて掘進を行った。着岩後は、H Q ワイヤーライン工法で掘進し、逐次ケーシングパイプを挿入設置して、最終口径は B Q とした。

常時ベントナイト泥水を使用した。

### (1) C J M - 1

掘 進 長 : 3 0 1.8 0 m

コ ア 長 : 3 0 0.5 0 m

コア採取率 : 9 9.6 %

掘進開始日 : 1 9 8 5 年 9 月 9 日

掘進終了日 : 1 9 8 5 年 9 月 2 4 日

#### 0.00 m ~ 6.20 m

131 mm ダイヤモンドビットにて、風化帯を掘進し、127 mm 及び H W ケーシングパイプを 6.20 m まで挿入設置した。

#### 6.20 m ~ 102.50 m

H Q、ワイヤーライン、ダイヤモンドビットにて、花崗閃緑岩を 102.50 m まで掘進した。岩質が安定したので、H W ケーシングダイヤモンドシュールビットにて掘孔しながら、H W ケーシングパイプを 7.00 m まで挿入設置し、その後 N W ケーシ

グパイプを102.50 mまで挿入設置した。

102.50 m ~ 201.30 m

NQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて, 花崗閃緑岩, 頁岩を201.30 mまで掘進した。岩質が安定したので, BWケーシングパイプを201.30 mまで挿入設置した。

201.30 m ~ 301.80 m

BQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて, 花崗閃緑岩を301.80 mまで掘進し, 目的を達成して終了した。

(2) C J M - 2

掘進長 : 351.40 m

コア長 : 348.20 m

コア採取率 : 99.1 %

掘進開始日 : 1985年8月 6日

掘進終了日 : 1985年8月28日

0.00 m ~ 5.50 m

131 mmダイヤモンドビットにて, 表土, 風化帯を掘進し, 127 mm及びHWケーシングパイプを5.50 mまで挿入設置した。

5.50 m ~ 25.50 m

HQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて, 花崗閃緑岩を25.50 mまで掘進した。岩質が安定したので, HWケーシングダイヤモンドシュービットにて拡孔しながら, HWケーシングパイプを25.50 mまで挿入設置した。

25.50 m ~ 117.60 m

HQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて, 花崗閃緑岩を117.60 mまで掘進した。岩質が安定したので, NWケーシングパイプを117.60 mまで挿入設置した。

117.60 m ~ 252.60 m

NQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて, 花崗閃緑岩を252.60 mまで掘進した。岩質が安定したので, BWケーシングパイプを252.60 mまで挿入設置した。

252.60 m ~ 351.40 m

BQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて, 花崗閃緑岩を351.40 mまで掘進し, 目的を達成して終了した。

(3) C J M - 3

掘進長：300.60 m

コア長：296.85 m

コア採取率：98.8 %

掘進開始日：1985年10月5日

掘進終了日：1985年10月22日

0.00 m ~ 1.80 m

131 mmダイヤモンドビットにて、風化帯を掘進し、127 mm、及びHWケーシングパイプを1.80 mまで挿入設置した。

1.80 m ~ 15.50 m

HQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて、花崗閃緑岩を15.50 mまで掘進した。この間13.20 m ~ 15.50 mは破碎質花崗閃緑岩のため孔内状況が悪化したので、HWケーシングダイヤモンドシュールビットにて拡孔しながらHWケーシングパイプを15.50 mまで挿入設置した。

15.50 m ~ 99.20 m

HQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて、頁岩, 花崗閃緑岩を99.20 mまで掘進した。岩質が安定したので、NWケーシングパイプを99.20 mまで挿入設置した。

99.20 m ~ 199.50 m

NQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて、花崗閃緑岩, 緑色岩(緑色火山岩類, Grupo Diabasico に対比される)を199.50 mまで掘進した。岩質が安定したので、BWケーシングパイプを199.50 mまで挿入設置した。

199.50 m ~ 300.60 m

BQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて、緑色岩を300.60 mまで掘進し、目的を達成して終了した。

(4) C J M - 4

掘進長：351.20 m

コア長：345.90 m

コア採取率：98.5 %

掘進開始日：1985年11月3日

掘進終了日：1985年11月27日

0.00 m ~ 5.00 m

131 mmダイヤモンドビットにて、表土、花崗閃緑岩を掘進し、127 mm及びHWケーシングパイプを5.00 mまで挿入設置した。

5.00 m ~ 9.900 m

HQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて、花崗閃緑岩, 頁岩を9.900 mまで掘進した。岩質が安定したのでNWケーシングパイプを9.900 mまで挿入設置した。

9.900 m ~ 206.90 m

NQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて、花崗閃緑岩, 緑色岩を206.90 mまで掘進した。岩質が安定したので, BWケーシングパイプを206.90 mまで挿入設置した。

206.90 m ~ 351.20 m

BQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて、緑色岩を351.20 mまで掘進し、目的を達成して終了した。

(5) C J M - 5

掘進長: 350.60 m

コア長: 346.40 m

コア採取率: 98.8 %

掘進開始日: 1985年12月 5日

掘進終了日: 1985年12月23日

0.00 m ~ 9.00 m

131 mmダイヤモンドビットにて、表土を掘進し、127 mm及びHWケーシングパイプを9.00 mまで挿入設置した。

9.00 m ~ 15.00 m

HQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて、砂状の花崗閃緑岩を15.00 mまで掘進した。岩質安定したのでHWケーシングダイヤモンドシュールビットにて掘孔しながらHWケーシングパイプを15.00 mまで挿入設置した。

15.00 m ~ 96.00 m

HQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて、花崗閃緑岩を96.00 mまで掘進した。岩質が安定したので, NWケーシングパイプを96.00 mまで挿入設置した。

96.00 m ~ 207.60 m

NQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて、花崗閃緑岩を207.60 mまで掘

進した。岩質が安定したので、BWケーシングパイプを207.60 mまで挿入設置した。

#### 207.60 m ~ 350.60 m

BQ, ワイヤーライン, ダイヤモンドビットにて, 花崗閃緑岩, 磁鉄鉱, 緑色岩を350.60 mまで掘進し, 目的を達成して終了した。

### 3-2-5 移設・撤収作業

#### (1) 移 設

各孔の移設作業に要した日数は次のとおりである。

|            |     |
|------------|-----|
| 移設 CJM-1 : | 7日  |
| CJM-2 :    | 5日  |
| CJM-3 :    | 8日  |
| CJM-4 :    | 9日  |
| CJM-5 :    | 7日  |
| 計          | 36日 |

#### (2) 撤 収

CJM-5孔からの撤収に際し, 天候が悪化して搬出路の状態が悪くなった。作業員10人により常時道路を補修しながら, キャンプ(4.5 km)まで資機材を運搬し整備・格納した。撤収作業には7日間を要した。

### 3-2-6 掘進実績

#### (1) 作業能率

A. 3-9 に示すとおり, 掘進総延長1,655.60 m に対し掘進作業1方当りの平均掘進長は5.67 m/方で, 実掘進作業1方当りでは6.52 m/方であった。  
掘進速度とビット回転数は次のとおりである。

|       | 掘進速度           | ビット回転数          |
|-------|----------------|-----------------|
| 硬 岩   | 1.0 ~ 2.0 cm/分 | 400 ~ 500 r.p.m |
| 中 硬 岩 | 2.0 ~ 3.0 cm/分 | 300 ~ 400 r.p.m |
| 軟 岩   | 3.0 ~ 4.0 cm/分 | 100 ~ 200 r.p.m |

#### (2) コア採取率

A. 3-9 に示すとおり, 総掘進長1,655.60 m に対して, 1,637.85 m のコアを採

取した。

平均コア採取率は98.9%である。

### 3-3 ボーリング孔の地質及び鉱化作用

本年次に実施された5孔のボーリングの掘進位置、孔口標高、掘進深度、孔方向等を3-1表に示す。これら全てのボーリング孔は、さきにコロンビア側で実施した地化学探査により抽出された Piedra Sentada 地区の中央部にNE-SW方向に伸長する楕円形(約2 km×3 km)の地質、地化学異常域にて実施された。このうちCJM-1, CJM-2, CJM-3の各孔は前年次に実施された物理探査SIP法による異常帯と鉱化作用との関係を追求するために、SIPの測線上に配置された。また他の2孔は上記のボーリング箇所南北延長を探索するために、北方及び南方に各1孔ずつ実施された。孔別地質を以下に記述する。

第3-1表 ボーリング孔一覽表

| 孔名    | 経 緯 距 距                      | 孔口標高 (m) | 深 度 (m) | 孔 方 向 | 目 的                            |
|-------|------------------------------|----------|---------|-------|--------------------------------|
| CJM-1 | X = 732,720<br>Y = 1,027,560 | 1,321    | 301.8   | 垂 直   | 東部SIP強異常帯の検証                   |
| CJM-2 | X = 733,000<br>Y = 1,027,080 | 1,285    | 351.4   | 垂 直   | 中央部SIP弱異常帯の検証                  |
| CJM-3 | X = 733,030<br>Y = 1,026,480 | 1,247    | 300.6   | 垂 直   | 西部SIP強異常帯の検証                   |
| CJM-4 | X = 733,340<br>Y = 1,026,740 | 1,220    | 351.2   | 垂 直   | CJM-2孔, CJM-3孔の北方延長部探索         |
| CJM-5 | X = 732,000<br>Y = 1,027,150 | 1,280    | 350.6   | 垂 直   | CJM-1孔, CJM-2孔, CJM-3孔の南方延長部探索 |

#### 3-3-1 CJM-1 孔

##### 0 ~ 4.9 m

褐色土壌。風化した花崗閃緑斑岩の岩片を含む。

##### 4.9 ~ 119.4 m

花崗閃緑斑岩ないし石英安山岩質斑岩。

自形・粗粒(0.5 ~ 1.0 cm径)の黒雲母及び石英を含むことが特徴である。

緑れん石が鉱染状及び小節理沿いに観察される。

鉱染状及び割目沿いに黄鉄鉱化作用が普遍的に観察され、磁硫鉄鉱、黄銅鉱が断

片的に認められる。

119.4 ~ 179.2 m

細粒緻密の堆積岩及びこれに貫入する花崗閃緑斑岩の互層帯から成り、前者が卓越する。0.2 ~ 1.5 cm 脈幅の黄鉄鉱 - 石英脈が多い。

179.2 ~ 301.8 m

花崗閃緑斑岩ないし石英安山岩質斑岩が再度出現するが、変質作用には石英脈を伴う珪化作用が目立つ。

黄鉄鉱を主とし、少量の磁硫鉄鉱及び黄銅鉱が全体にわたって観察される。

3-3-2 CJM-2 孔

0 ~ 5.0 m

淡褐色の土壌とこのうちに包含される花崗閃緑斑岩の風化した岩片から成る。

5.0 ~ 22.0 m

自形の黒雲母と石英を含む花崗閃緑斑岩である。

鉱染状及び節理を充填する黄鉄鉱と緑れん石が観察される。

22.0 ~ 59.0 m

暗灰色の花崗閃緑岩ないし閃緑岩で見かけは粒状組織に見える。他岩との境界部は、深度 22.0 m では、粘土化した裂か、また深度 59.0 m では不規則な漸移を示しながら花崗閃緑斑岩と接している。

黄鉄鉱と少量の黄銅鉱が認められる。変質鉱物は節理沿いの緑れん石が目立つ。

59.0 ~ 138.6 m

閃緑岩と花崗閃緑斑岩との互層帯である。黄鉄鉱鉱染が普遍的であるが、容易に認定できる程度の黄銅鉱を含有する。

変質作用は緑泥石化及び緑れん石化作用が上部に、珪化作用が下部にて発達する。

138.6 ~ 351.4 m

花崗閃緑斑岩が孔底まで続く。黄鉄鉱化作用に加えて、少量の黄銅鉱、更に黄鉄鉱 - 黄銅鉱 - 輝水鉛鉱 - 石英脈が観察される。変質作用は緑れん石化と珪化作用とが混合しているが、珪化作用が下位で増加する傾向が見られる。

3-3-3 CJM-3 孔

0 ~ 1.8 m

褐色風化した土壌。



1.8 ~ 2.1.3 m

花崗閃緑斑岩。鉍染状及び節理充填の黄鉄鉍を含む。

2.1.3 ~ 3.0.6 m

閃緑岩質玢岩。主要構成鉍物は針状または柱状外形を示す角閃石と短冊状の長石である。鉍化作用は鉍染状及び節理充填した黄鉄鉍を主とし、少量の黄銅鉍が認められる。

3.0.6 ~ 5.1.2 m

緑色ないし帯紫黒色の細粒頁岩で花崗閃緑斑岩がこれを貫く。

黄鉄鉍化作用が多量に観察される。

5.1.2 ~ 12.4.3 m

閃緑岩質玢岩。本岩は針状結晶の角閃石と半自形短冊状の見かけを有する長石の結晶が目立つ。

緑れん石—緑泥石細脈が黄鉄鉍—輝水鉛鉍—石英脈を切っている。

全岩にわたって、黄鉄鉍及び少量の黄銅鉍の鉍化が見られる。

12.4.3 ~ 30.0.6 m

緑色ないし暗緑色、細粒塊状の火山岩である。Diabasa 層群に対比される。

黄鉄鉍を主とする硫化鉍の鉍化作用は斑岩等の貫入岩に比べて、本岩中では減少している。

深度 22.5.7 ~ 22.6.8 m 及び深度 28.1.0 ~ 28.1.9 m の2箇所において石英脈が出現し、含金量は夫々 0.42 g/t, 0.20 g/t であった。

更に深度 24.0.0 ~ 24.1.5 m の火山岩中にて金品位 0.96 g/t と全分析試料中の最高品位を得た。これは含金石英小脈に起因すると見られる。

3-3-4 CJM-4 孔

0 ~ 5.0 m

崖錐堆積物。

5.0 ~ 5.6.8 m

含針状角閃石閃緑岩質玢岩。

深度 3.3.6 ~ 4.2.6 m に黒色ないし紫黒色細粒の磁鉄鉍を含む。

玢岩は全般に黄鉄鉍化作用を受けている。

5.6.8 ~ 15.5.2 m

花崗閃緑斑岩であって上位岩との接触部の深度 5.6.8 m に於いて急冷相を形成し

ている。

鉍染状及びネットワーク状の黄鉄鉍化作用が普遍的に観察される。

1 5 5.2 ~ 2 4 4.4 m

閃緑岩玢岩。深度 1 8 1 ~ 1 8 7 m 及び深度 2 0 2 ~ 2 0 3 m の 2 箇所磁鉄鉍鉍石を含む。少量の花崗閃緑斑岩及び等粒状の閃緑岩を挟在する。

鉍染状ないし節理充填の黄鉄鉍化が普遍的に観察される。変質作用は弱い緑泥石化作用と珪化作用とである。

2 4 4.4 ~ 3 5 1.2 m

Diabasa 層群の緑色火山岩が孔底迄続く。

深度 2 4 4.4 m の玢岩との接触部には、磁鉄鉍鉍石を生じており、玢岩は磁鉄鉍に対して急冷相を持って接している。

黄鉄鉍脈は玢岩、磁鉄鉍の両者を切って生成している。

Diabasa 層群中の黄鉄鉍の含有量は貫入岩中に比べて少量となっている。

3 - 3 - 5 C JM - 5 孔

0 ~ 1 0.6 m

褐色土壌化した花崗閃緑斑岩。

1 0.6 ~ 3 5.0 m

花崗閃緑斑岩。自形の黒雲母と粗粒の石英結晶が目立つ。

黄鉄鉍化作用と緑れん石化作用が容易に認められる。本岩は深度 3 5.0 m の下位の玢岩との接触部にて急冷相を形成している。

3 5.0 ~ 6 2.6 m

短冊状の角閃石を包有する閃緑岩玢岩。

黄鉄鉍化作用及び緑れん石化作用が普遍的に認められる。

6 2.6 ~ 2 1 2.6 m

花崗閃緑斑岩。本岩は深度 1 4 9.6 ~ 1 2 3.2 m 及び深度 1 4 9.6 ~ 1 5 5.6 m の 2 箇所に於いて磁鉄鉍化作用が全岩にわたって普遍的に認められる。深度 1 9 0 ~ 2 1 0 m では輝水鉛鉍 - 黄銅鉍 - 石英細脈が多く観察される。

断続的な緑れん石化作用と珪化作用とが認められる。

2 1 2.6 ~ 2 8 8.2 m

本帯は次の 4 種の岩相の混在帯をなしている。

- 即ち (1) 白色アプライト状ないし晶洞入石英脈  
(2) 暗黒色、細粒の低品位磁鉄鉍鉍石

(3) Diabasa 層群に対比される緑色細粒火成岩

及び (4) 花崗閃緑斑岩

である。全ての岩種に黄鉄鉱化作用が認められる。

288.2 ~ 350.6 m

暗緑色、細粒の変成した火山岩であって Diabasa 層群に対比される。

黄鉄鉱化作用は鉱染状及び節理充填状に続くが、黄鉄鉱量は貫入岩部位に比べて減少している。

### 3-3-6 ボーリング結果の総括

本年次に実施したボーリング調査により多くの新知見が得られたが、その主なものを記述する。

#### 1) 地 質

ボーリングの5孔は全て酸性～中性貫入岩の分布する地点にて実施されたが、これらの貫入岩は次の3岩相に大別される。即ち

④灰色、中～細粒安山岩質玢岩、⑤灰色～灰白色中粒等粒状組織の閃緑岩または細粒閃緑岩及び⑥灰白色粗粒斑状組織の顕著な石英安山岩質斑岩または花崗閃緑岩質斑岩である。

前二者の相互関係は明らかでないが、⑥の斑岩は前二者に対して明瞭な急冷相を持って接しており、貫入岩中最末期の生成物であることを示している。

鏡下の観察では、安山岩質玢岩は(CJM-3, 25.5 m)半自形粒状組織を呈するが、強い変質作用を受けているため有色鉱物としては二次生成と見られる黒雲母、緑泥石、緑れん石、及び絹雲母が、また、透明鉱物としては自形ないし半自形の石英と半自形～他形の斜長石が認められる。

閃緑岩または細粒閃緑岩は、見かけは等粒状であるが、鏡下では斑状組織が明瞭に認められる。(CJM-2, 39.6 m, CJM-2, 53.1 m, CJM-2, 94.4 m)

鉱物組成は角閃石-黒雲母-斜長石-石英を示し角閃石と斜長石を多量に含むことを特徴とする。

石英安山岩質斑岩は、閃緑岩と同じ主成分鉱物組成を有するが、自形かつ粗粒の黒雲母と石英に富むことが特徴的である。

#### 2) 変質作用

貫入岩体中に肉眼鑑定された変質作用は鉱染状及び節理沿いの緑れん石、緑泥石化作用と、石英脈ないし岩石の白色緻密化を伴う珪化作用であるが、前者は全孔にわたり、量の多少はあるが認められる。一方珪化作用はCJM-1, CJM-2, CJM-5の各孔に多く観察されており、特にCJM-2, CJM-5の各孔では深部に於いて強くなる傾向がある。

更にCJM-1, CJM-2, CJM-3孔より16個の薄片を作製し、それらの鏡下観察によれば、貫入岩中に普遍的に認められるのは、炭酸塩化作用であり、ついで黒雲母化作用、珪化作用、緑れん石化-緑泥石化作用となっている。黒雲母化作用はCJM-2孔に最も多く認められる。

また、CJM-1, CJM-2, CJM-3の各孔から合計10試料を採取し、これらにX線回折を行った結果、緑泥石の量が、CJM-2孔を中心として外側へ行くほど増加し、カリ長石はこれと反対の傾向を示している。

以上の諸事実を総合すると、本地区は、変質帯の区分では緑泥石-緑れん石を含むプロピライト帯と、黒雲母化作用を伴うカリウム添加帯とが混合しており、変質作用の中心はCJM-2孔のごく近傍にあると想定される。

### 3) 鉍化作用

ボーリング探鉍によって、本地区内の鉍化作用には二つのタイプのあることが明らかとなった。一つは貫入岩体及び被貫入岩体中に硫化物が鉍染状ないし細脈状をなすポーフイリーカッパー型であり、他は被貫入岩である緑色火山岩中の層状磁鉄鉍鉍化作用である。前者は地表調査及びボーリング5孔の全孔に観察されるが、後者は緑色火山岩に逢着したCJM-3, CJM-4, CJM-5の3孔中で認められた。

磁鉄鉍鉍化作用は黒色細粒緻密なものと同豆大のピソライト状を呈するものがあり、CJM-3孔の深度56.5~61.4m, CJM-4孔の深度33.4~42.5m, 180.8~187.0m, 202.2~203.0m, 244.4~246.8m, CJM-5孔の深度119.6~123.2m, 149.6~155.6m, 218.6~220.0m, 222.8~225.8m, 272.8~276.6mの各深度に於いて捕捉されている。分析の結果鉄の含有量はCJM-3, 58.5~60.0mにて20%を示した。

磁鉄鉍と接する貫入岩には、境界部に急冷相を有する箇所(CJM-5, 244.4m)も観察され、かつ磁鉄鉍を切って硫化鉄鉍の鉍染及び細脈鉍化が認められる。従って磁鉄鉍鉍化作用は硫化鉄鉍の鉍化作用以前に生成したものと考えられる。

ボーリングコアに於いて深度15m間隔、かつ1.5m長の四分割試料を分析した結果をまとめると、以下の如くポーフイリーカッパー型の鉍化作用は全般に低品位であった。

試料全体の平均値は金が0.1g/t, 銅が0.03%程度、その他の分析成分である銀, 鉛, 亜鉛, モリブデンは更に低品位であって、経済的鉍床とはなり難い。銅の鉍化作用はCJM-2及びCJM-5孔が他孔よりも若干強い。(Tab 3-2 参照)

CJM-1, CJM-2, CJM-3の各孔に於いて鏡下観察された鉍石鉍物は、黄鉄鉍-黄銅鉍-磁硫鉄鉍-磁鉄鉍等であり、ごく少量の斑銅鉍(CJM-2, 156.4m), キューバ鉍(CJM-1, 148.0m), 四面銅鉍(CJM-2, 190.0m), 車骨鉍(CJM-1,

12.2 m)等の銅鉱物が同定された。また、石英脈に伴い葉片状の輝水鉛鉱がしばしば観察される。

石英脈中の石英結晶に含まれる流体包有物による均質化温度は、CJM-1及びCJM-2孔がほぼ同じ温度の325°-351°Cを示しており、CJM-2孔では深度150 m付近が最高温度を示し、深部に於いて温度低下を示している。

一方、CJM-3孔は平均温度240°-291°C(4点)を示し、深度を増すにつれて温度上昇の傾向を示している。これらの温度分布は変質帯の分布と略一致しており、当地区での鉱化作用の局部中心はCJM-2孔の近傍にあることを示している。

#### 4) 貫入岩体の形態

試錐により判明した最も顕著な事項は貫入岩の形態が明らかになったことである。CJM-3, CJM-4, CJM-5の各孔は地表の貫入岩分布区域で行われたものであるが、被貫入岩である緑色火山岩類(Diabasa 層群相当)が浅所から広範囲にわたって出現した。即ち、貫入岩は漏斗状あるいはキノコの傘の如く浅所で平面的に広がった餅盤状を呈している。

#### 5) SIP異常と鉱化作用との関係

本年次は、地質調査、地化学探査によって抽出された異常帯中に於いて、物理探査、SIP法により得られた異常部と鉱化作用との関係を検証するために2本のSIP測線上に於いて東から西へCJM-1, CJM-2, CJM-3と3孔のボーリングを実施した。

SIP異常の強さは、測線上の両端部に於いて最大値を示し、中央部に強度の低い異常部が検出された。

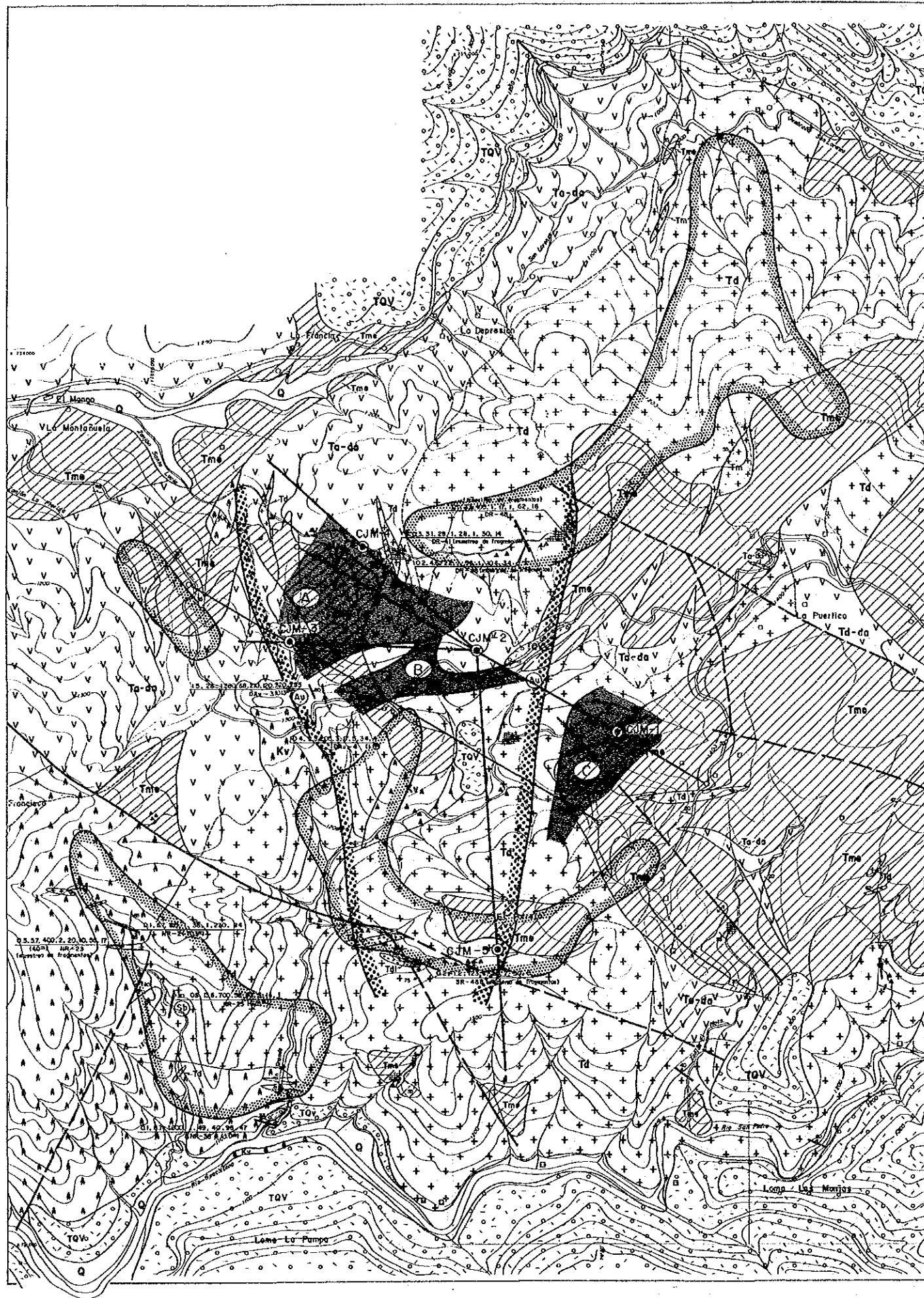
異常源の位置は測線両端部では地表浅所に、中央部では地表下200~300 mの所に塊状形態で存在すると想定された。

ボーリングの結果、3孔の鉱化作用は、いずれも黄鉄鉱を主とする硫化鉱が鉱染状及び節理沿い石英細脈として出現し、3孔間で硫化鉱物の量に肉眼鑑定上では大きな変化は認められなかった。

中央部に於いて実施したCJM-2孔は他と比べて高い銅品位を有し、変質分帯や均質化温度からもCJM-2孔の近傍が鉱化作用の局部中心であると予想された。SIP異常部の最強部は銅の最大賦存域の外側を囲み、黄鉄鉱を主とする帯に相当するものと考えられる。







LEYENDA

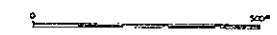
- CJM-1 Numero del pozo
- Localización del pozo (1985)
- Línea de geofísico SIP (1984)
- Anomalia de geofísico SIP (1984)
- Zona mineralizada alta (1984)
- Anomalia geofísica de Cu de sedimentos ocultos (1970)

ROCAS ESTRATIFICADAS

| PERÍODO    | Formación | Descripción                                   | Composición                            |
|------------|-----------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|
| CUARCUERO  | Q         | Depósitos no consolidados                     | arenas, arcillas                       |
|            | TQV       | Formación Tepayón                             | arenas, arcillas, limos                |
|            | Tme       | Formación Estirio                             | arenas, arcillas, limos, conglomerados |
|            | Tm        | Formación Mosquera                            | arenas, arcillas, limos, conglomerados |
| MIOCENO    | Ks        | Rocas sedimentarias Cretácicas sin clasificar | arenas, arcillas                       |
|            | Kd        | Grupo Diabásico                               | diabásico, basáltico, andesítico       |
|            | Kio       | Diatitas                                      | diatitas                               |
| PALEOZOICO | Pzm       | Grupo Cañonero (?)                            | arenas, arcillas, limos, conglomerados |

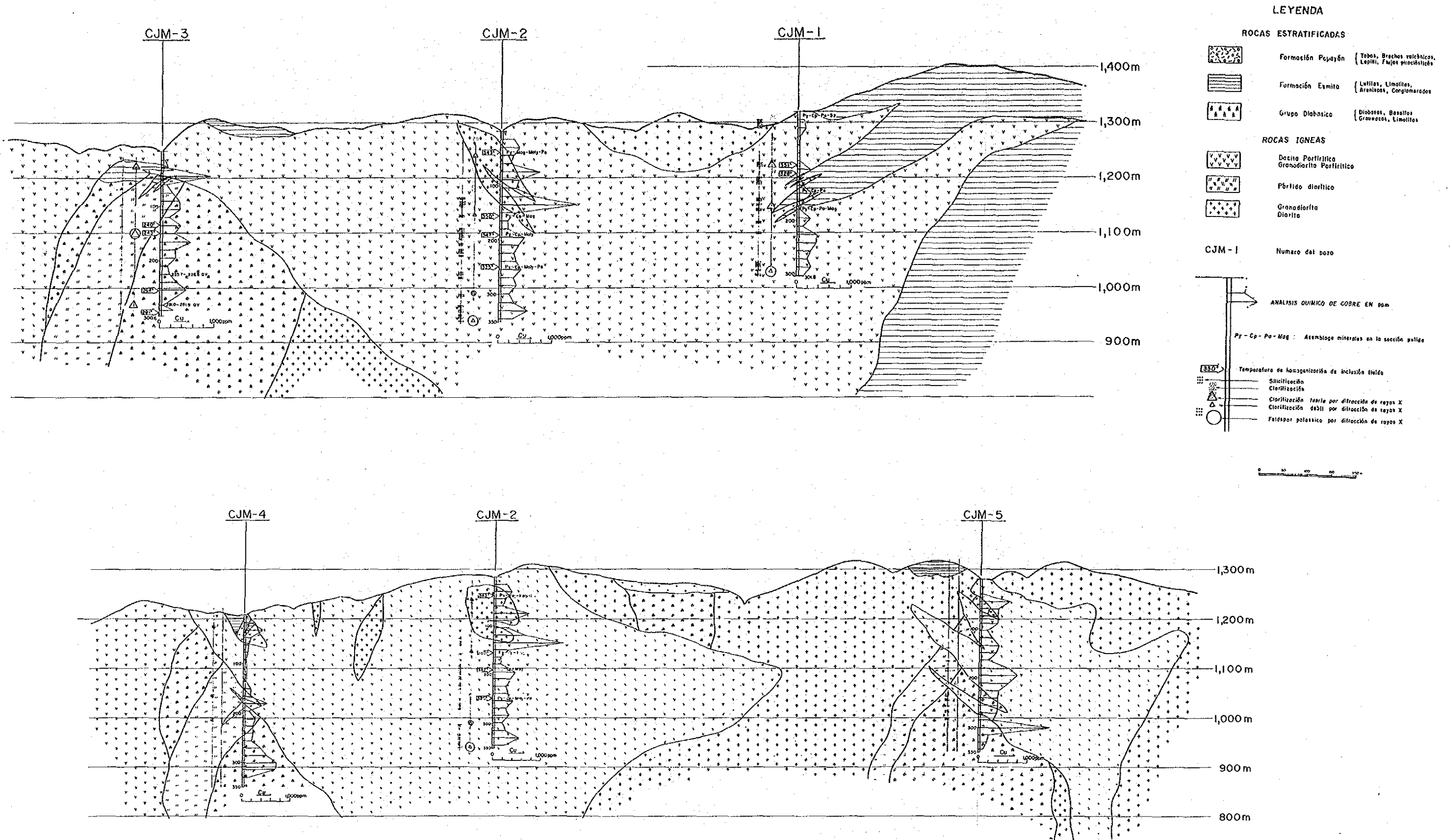
ROCAS IGNEAS

|           |       |                                   |
|-----------|-------|-----------------------------------|
| Terciario | Tds   | Diabásico                         |
|           | Tt    | Basaltos-Porfíricos               |
|           | Td-da | Andesito Porfírico Dato Porfírico |
|           | Tm    | Moestaria                         |
|           | Td    | Granodiorita Dato Cuatrecasas     |
|           |       | Zona silicificada                 |
|           | ▲     | Mineralización de Sulfuros        |
|           | —     | Falla                             |
|           | —     | Vato curvilinear                  |
|           | —     | Esquistosidad                     |
|           | —     | Eje Sínclinal                     |
|           | —     | Eje Anticlinal                    |
|           | —     | Sección                           |



第3-1図 ボーリング位置図





第3-2図 ボーリング地質断面図

第3-2表 分析結果のまとめ

| Pozo No. | Cantidad de muestras | Análisis (ppm) |       |       |      |      |       |      |      |       |  |  |  |
|----------|----------------------|----------------|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|--|--|--|
|          |                      | Au             |       |       | Ag   |      |       | Mo   |      |       |  |  |  |
|          |                      | Min.           | Max.  | Prom. | Min. | Max. | Prom. | Min. | Max. | Prom. |  |  |  |
| CJM-1    | 20                   | 0.08           | 0.46  | 0.17  | <1   | <1   | <1    | 2    | 22   | 5.3   |  |  |  |
| CJM-2    | 23                   | 0.06           | 0.30  | 0.12  | <1   | 2    | 1.09  | 2    | 48   | 12.9  |  |  |  |
| CJM-3    | 19                   | 0.01           | 0.96  | 0.14  | <1   | 3    | 1.32  | 1    | 14   | 6.8   |  |  |  |
| CJM-4    | 22                   | <0.005         | 0.335 | 0.095 | 0.1  | 0.9  | 0.29  | 1    | 8    | 2.7   |  |  |  |
| CJM-5    | 23                   | 0.005          | 1.030 | 0.102 | 0.1  | 1.1  | 0.27  | 1    | 150  | 17.3  |  |  |  |
| Total    | 107                  | <0.005         | 1.030 | 0.12  | 0.1  | 3    | 0.77  | 1    | 150  | 9.24  |  |  |  |

| Pozo No. | Cantidad de muestras | Análisis (ppm) |      |       |      |      |       |      |      |       |  |  |  |
|----------|----------------------|----------------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|--|--|--|
|          |                      | Cu             |      |       | Pb   |      |       | Zn   |      |       |  |  |  |
|          |                      | Min.           | Max. | Prom. | Min. | Max. | Prom. | Min. | Max. | Prom. |  |  |  |
| CJM-1    | 20                   | 26             | 387  | 158   | 3    | 10   | 6.8   | 10   | 34   | 22.6  |  |  |  |
| CJM-2    | 23                   | 148            | 1440 | 382   | 6    | 44   | 10.9  | 10   | 36   | 19.0  |  |  |  |
| CJM-3    | 19                   | 59             | 910  | 283   | 6    | 62   | 13.8  | 11   | 182  | 29.7  |  |  |  |
| CJM-4    | 22                   | 56             | 720  | 250   | 1    | 22   | 2     | 10   | 27   | 17.4  |  |  |  |
| CJM-5    | 23                   | 45             | 1450 | 389   | 1    | 19   | 1.83  | 12   | 70   | 18.3  |  |  |  |
| Total    | 107                  | 26             | 1450 | 297   | 1    | 62   | 6.87  | 10   | 182  | 21.1  |  |  |  |

## 第4章 結論及び第3年次への提言

### 4-1 結論

#### 4-1-1 ドミニカル地区

本年次SIP法、IP法調査を実施した結果、前年次に捕捉された地化学探査異常の南側にそれを取り巻く形状で顕著な周波数効果(PFE)異常が捕捉された。

この外局部的には測線Aと1間に存在する断層がこのPFE異常の形成に影響を与えた可能性も考えられるが、この分布の形状と地化学探査異常との位置関係及び地質状況から強PFE異常帯は主に閃緑岩類、玢岩類中に広く鉱染する黄鉄鉱と、その中でも更に高濃度で鉱脈状あるいは塊状に存在する黄鉄鉱であり、多くのポーフイリーカッパー型鉱床に付随する環状の黄鉄鉱帯に相当するものと推定される。

一般にポーフイリーカッパー型鉱床に付随する黄鉄鉱帯である場合は、強PFE異常帯及びその周辺の弱PFE異常帯が銅鉱床帯として、調査の有望箇所となる。スペクトルタイプの検討の結果、広い分布幅を持つ弱PFE異常帯中に鉱化変質を示すと考えられるスペクトルタイプが検出され、有望な鉱化帯の存在が期待できよう。

#### 4-1-2 ピエドラセンターダ地区

本年次に実施した5孔、延長1,655.6mのボーリング調査により判明した事項は次のようにまとめられる。

本地区には二期にわたる鉱化作用が認められる。一つは基盤をなすDiabasa層群中の磁鉄鉱鉱化帯であり、他はポーフイリーカッパー型と認められる中新世の酸性ないし中性の貫入岩に伴う鉱染状及びネットワークの硫化物による鉱化帯である。

前者の磁鉄鉱鉱化帯はFe20%と低品位であり、後者のポーフイリーカッパー型鉱徴の局部中心を取り巻いて生成している。ポーフイリーカッパー型鉱徴は、緑泥石-緑れん石化の変質作用が広く分布し、中心部に位置するCJM-2孔では緑泥石化が減じて、代りに黒雲母化作用及びカリ長石が多くなるという変質分帯を示している。

石英脈中の石英試料に含有される流体包有物の均質化温度も、変質分帯に調和的にCJM-2孔、CJM-1孔で高温、CJM-3孔では低温となっており中心部のCJM-2孔周辺に変質作用の局部中心が想定される。

鉱化作用は黄鉄鉱が卓越し、金が0.1g/t程度、銅が0.03%程度と低品位であるほか銀、モリブデン、鉛、亜鉛は極微量であった。

鉱化作用の関連火成岩である貫入岩類の形態は小規模な餅盤ないし漏斗状の形態を示すと

考えられる。

第1年次の調査の結果得られたSIPの異常と鉱化作用との関係は、SIPの強PFE異常部よりもこれに囲まれた内側の中程度のPFE異常部の方が、より含銅量が高いという結果を得た。

これはポーフイリーカッパー型鉱床によく見られる帯状分布であり、強PFE異常部が銅の主鉱化帯を囲む環状の黄鉄鉱卓越帯に相当しているためと考えられる。

#### 4-2 第3年次への提言

Piedra Sentada 地区ではポーフイリーカッパー型鉱化帯の賦存を確認したが、低品位であり、これ以上探鉱を行っても経済的鉱床に発展する可能性は乏しいと考えられる。

一方、Dominical 地区は前年次の地質調査並びに地化学探査の結果ポーフイリーカッパー型鉱化帯の周縁変質相が確認されたうえ、本年次調査によって物性的にこの点を確認され、地下深部に至る鉱化が幅広く存在することが推定された。

第3年次の調査としては、このDominical 地区に存在すると予測されるポーフイリーカッパー型鉱化帯の性状を把握するために物理探査(SIP法もしくはIP法)、ボーリング調査を実施することが必要である。



## 参 考 文 献



## 参 考 文 献

- Carson, D.J.T. and Jambor, J.L. 1974 - Mineralogy, Zonal Relationships and Economic Significance of Hydrothermal Alteration at Porphyry Copper Deposits, Rabine Lake Area, British Columbia  
CIM Bulletin, February 1974 pp 110 - 133
- Chakrabarti, A.K. and Durango, J.M. (1979)  
Observations on A Porphyry Copper Prospect in Choco, Western Colombia  
ECONOMIC GEOLOGY, 1979 pp 1687 - 1692
- Guilbert, J.M. and Lowell, J.D. (1974)  
Variations in Zoning Patterns in Porphyry Ore Deposits  
CIM Bulletin, February 1974 pp 99 - 109
- Gustafson, L.B. and Hunt, J.P. (1975)  
The Porphyry Copper Deposit at El Salvador, Chile  
ECONOMIC GEOLOGY VOL. 70, 1975, pp 857 - 912
- Hollister, V.F. Anzalone, S.A. and Richter, D.H. (1975)  
GEOLOGY OF MINERAL DEPOSITS  
Porphyry Copper Deposits of Southern Alaska and Contiguous Yukon Territory  
CIM Bulletin, April, 1975 pp 104 - 112
- Kesler, S.E. Sutter, J.F. Issigonis, M.J. Jones, L.M. and Walker, R.L. (1977)  
Evolution of Porphyry Copper Mineralization in an Oceanic Island Arc: Panama  
ECONOMIC GEOLOGY VOL. 72, 1977, pp 1142 - 1153
- Sillitoe, R.H. Jaramillo, L. Damon, P.E. and Escover, R. (1982)  
Setting, Characteristics, and Age of the Andean Porphyry Copper Belt in Colombia  
ECONOMIC GEOLOGY VOL. 77, 1982, pp 1837 - 1850
- Sillitoe, R.H. and Bonham, H.F. (1984)  
Volcanic Landforms and Ore Deposits  
ECONOMIC GEOLOGY VOL. 79, 1984, pp 1286 - 1298
- Titley, S.R. (1975)  
Geological Characteristics and Environment of Some Porphyry Copper Occurrences in the Southwestern Pacific  
ECONOMIC GEOLOGY VOL. 70, 1975, pp 499 - 514



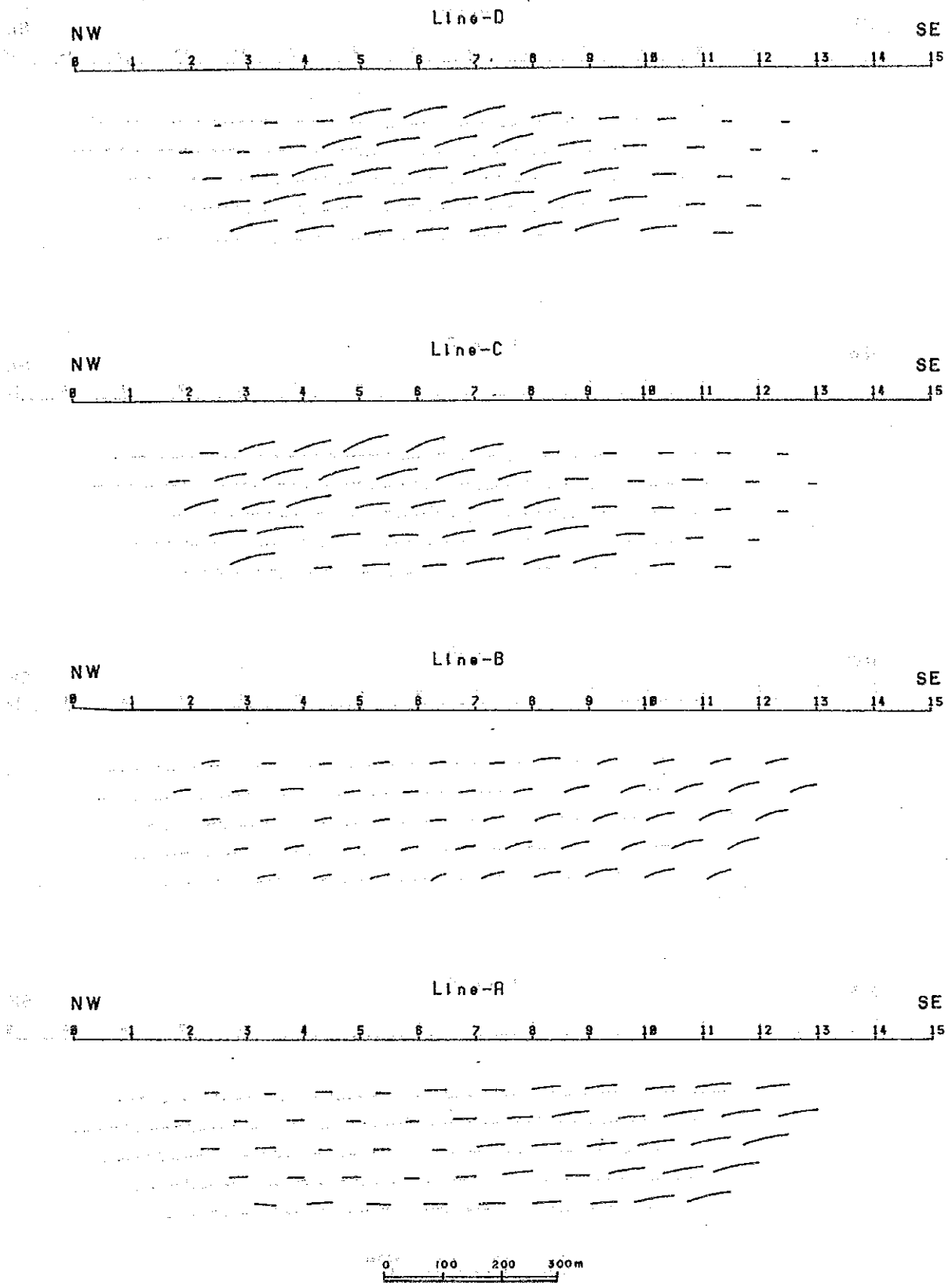


付 帶 図 表

**APENDICE**

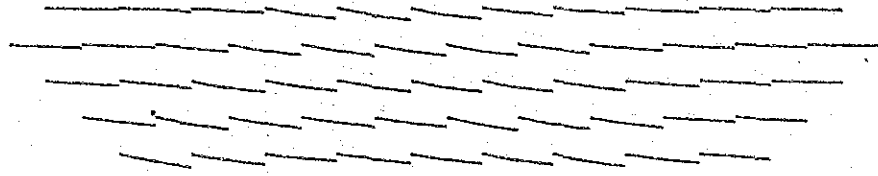




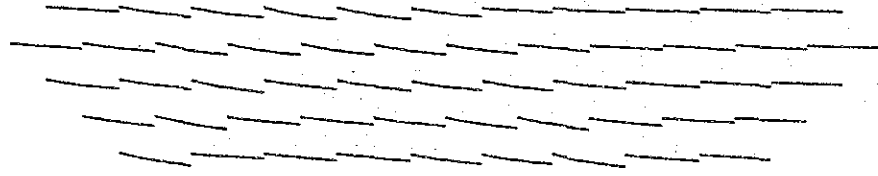


■ A-2-1 ■ デカップリングコール・コール図

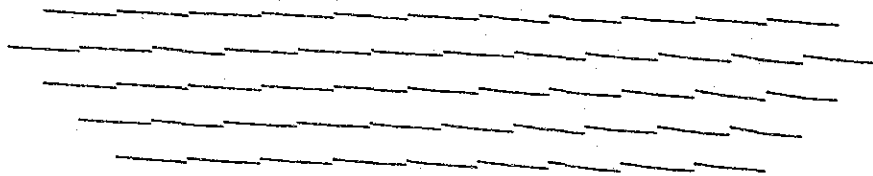
NW Line-D SE  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15



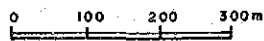
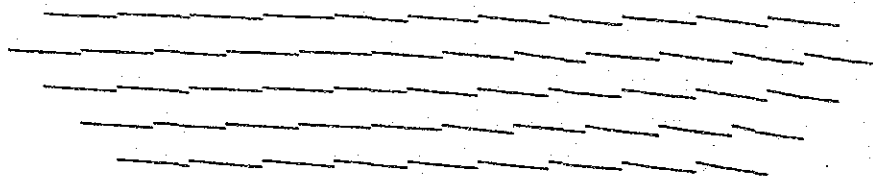
NW Line-C SE  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15



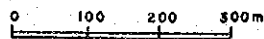
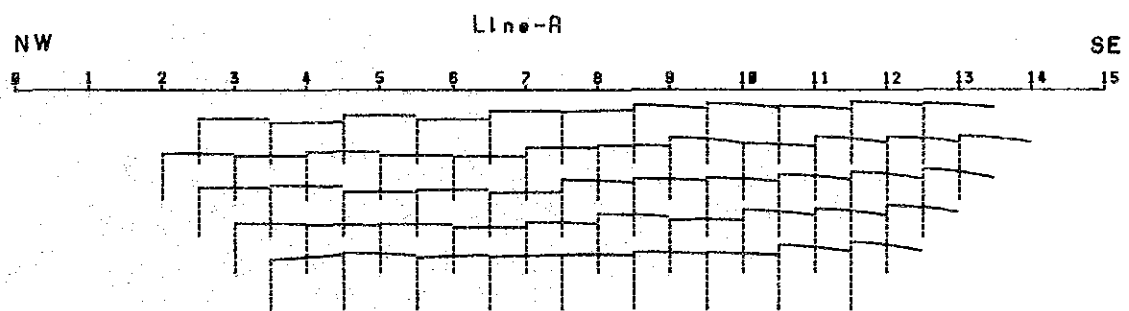
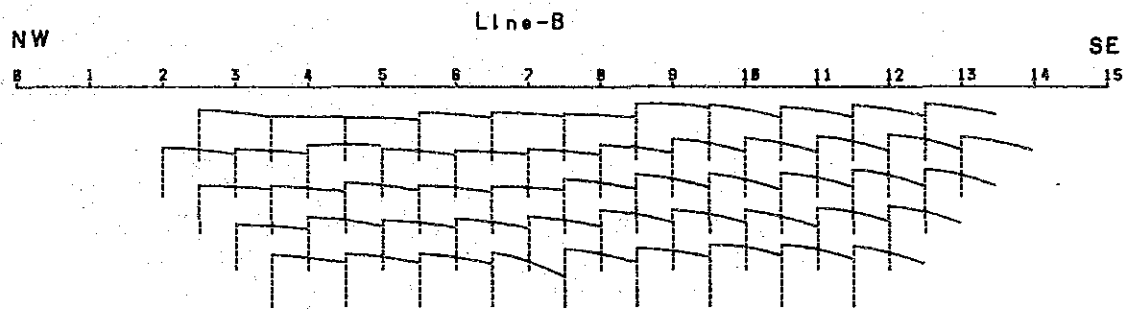
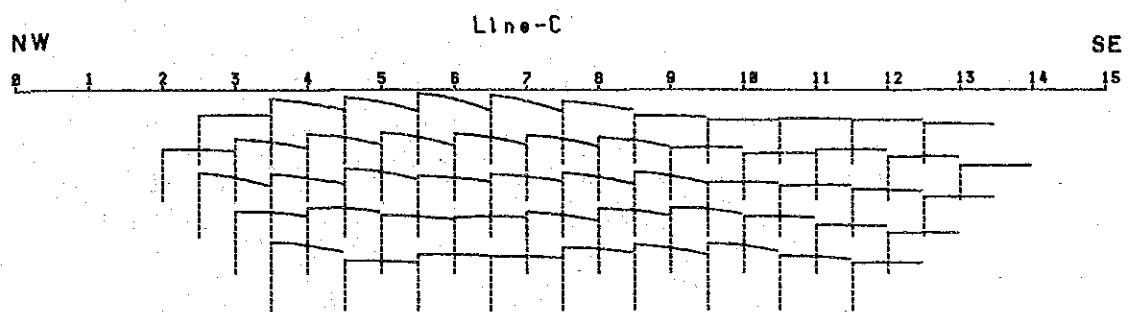
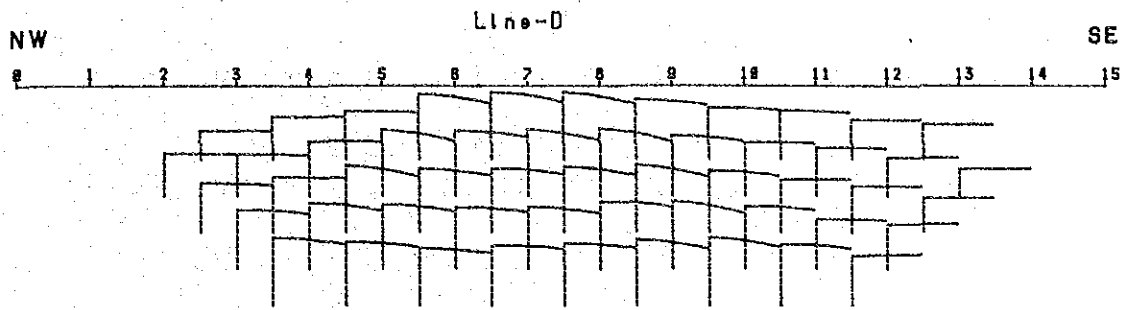
NW Line-B SE  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15



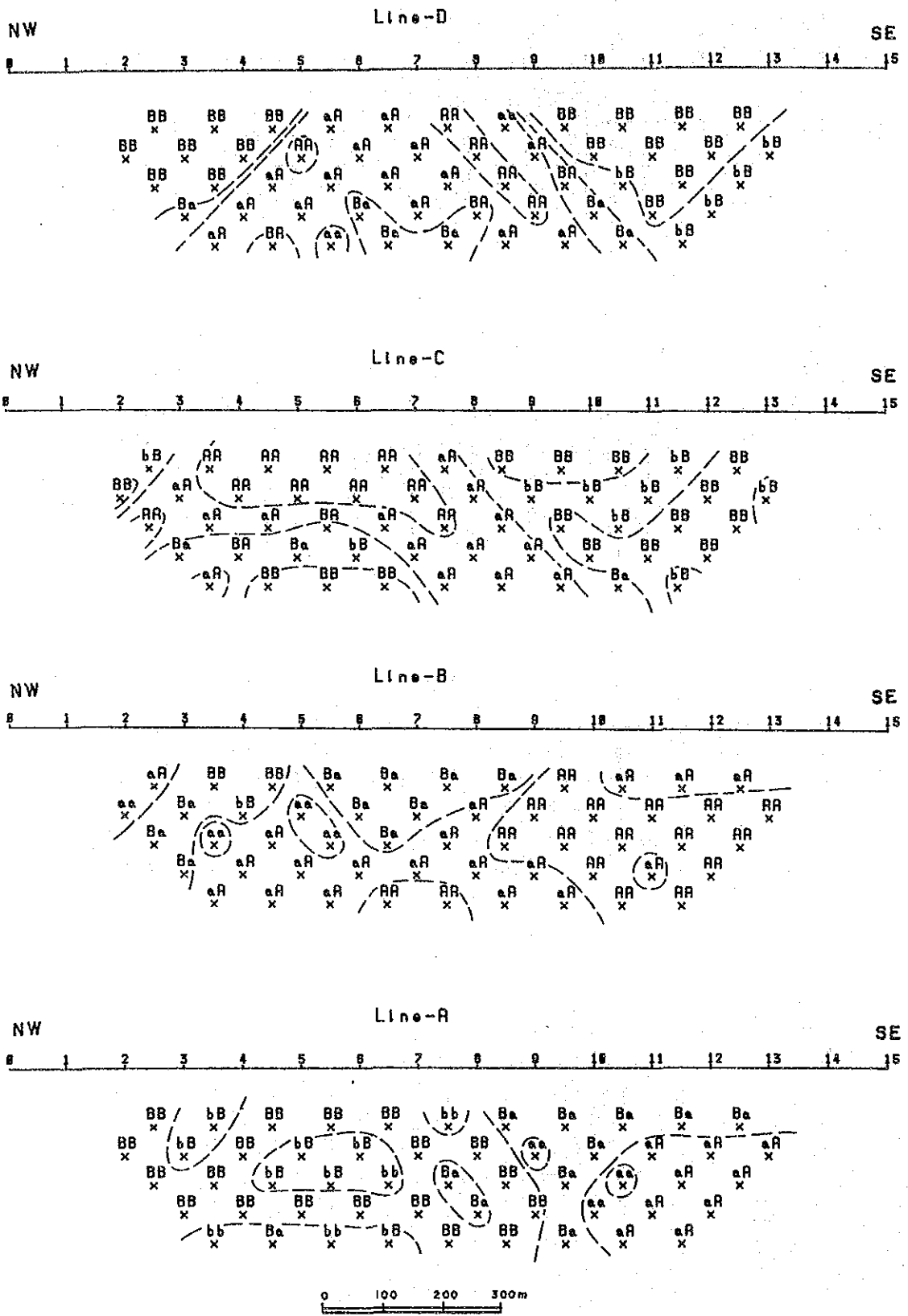
NW Line-A SE  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15



A. 2-2 デカップリング規格化電圧強度図

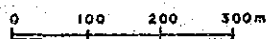
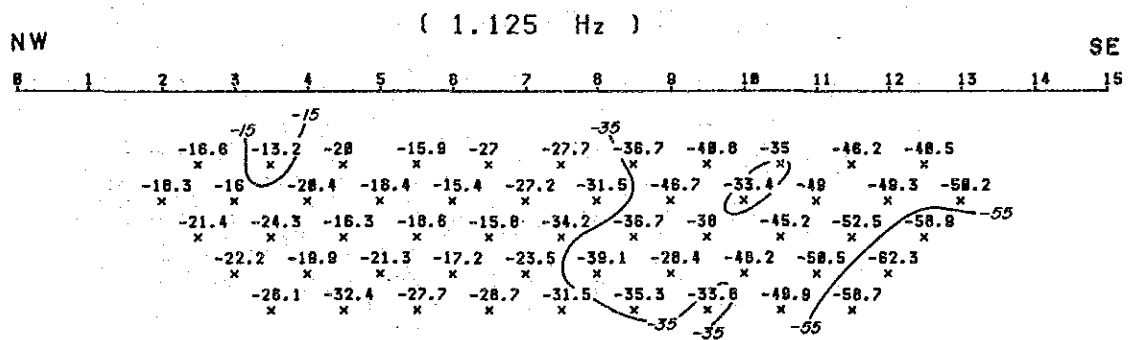
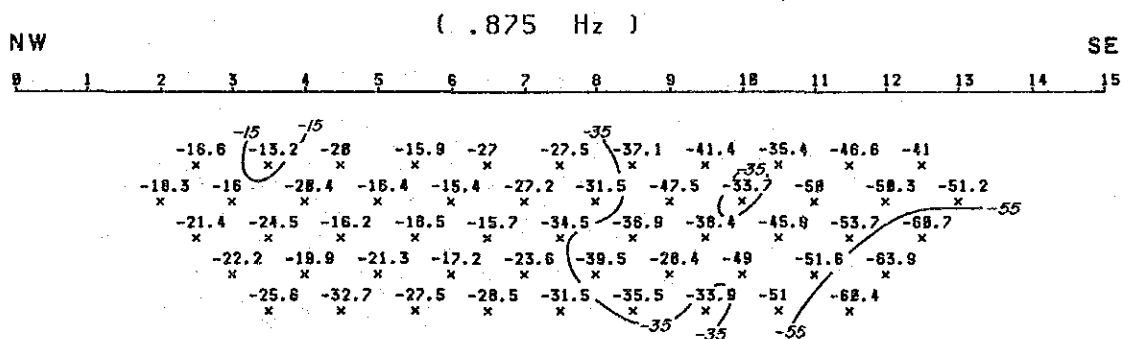
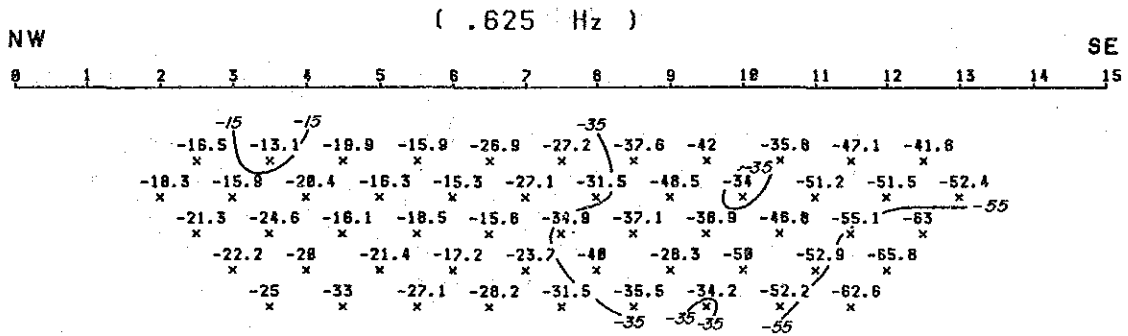
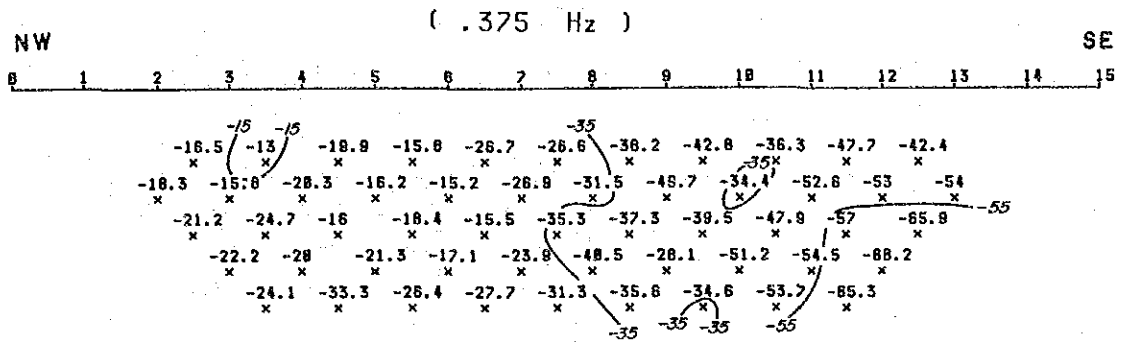
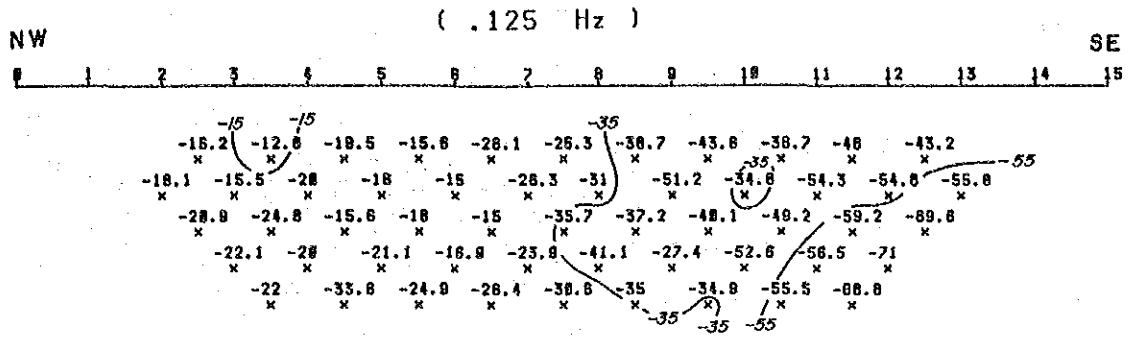


A. 2-3 デカップリング位相差スペクトル図

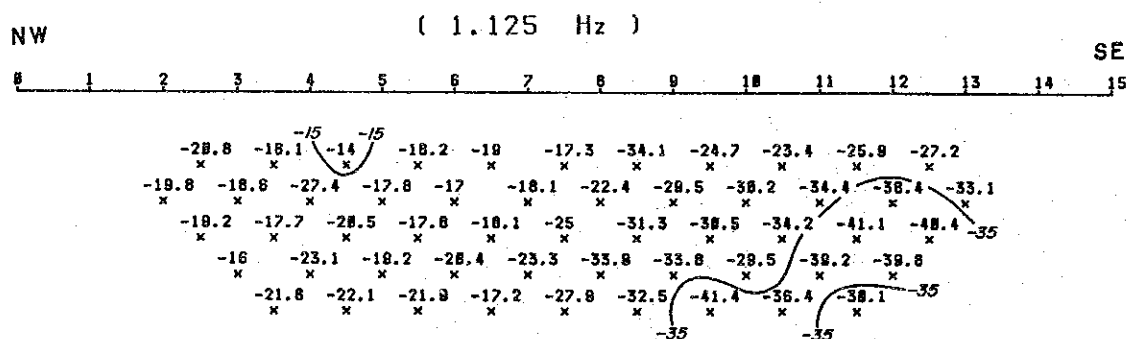
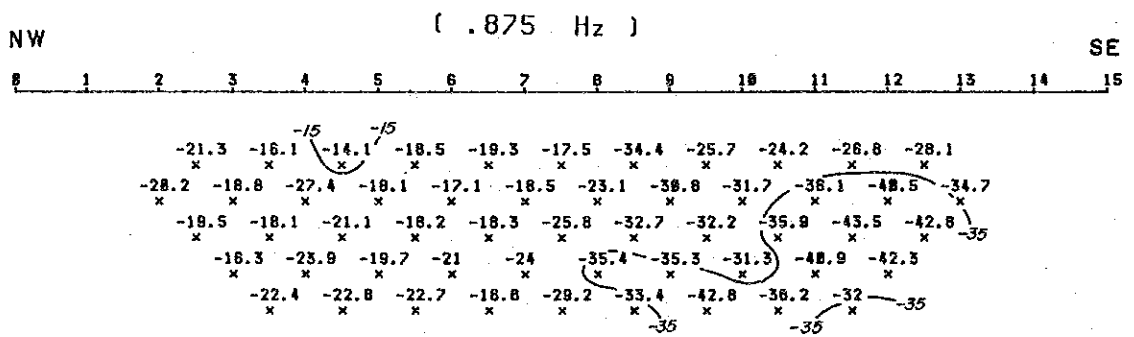
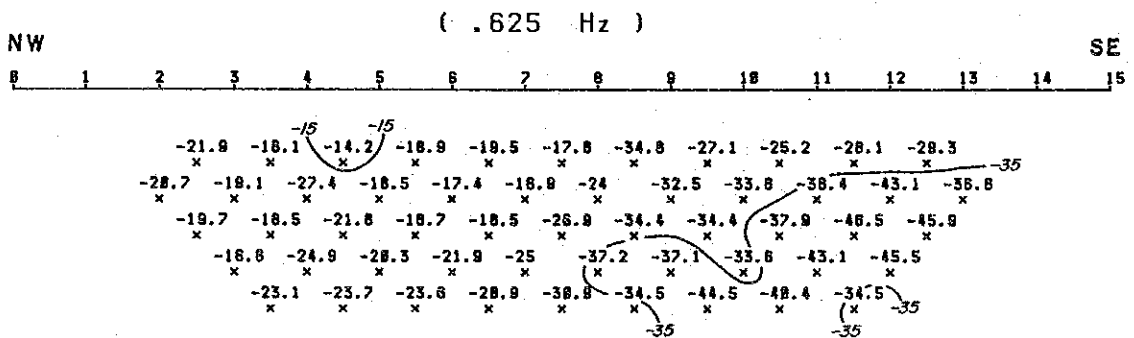
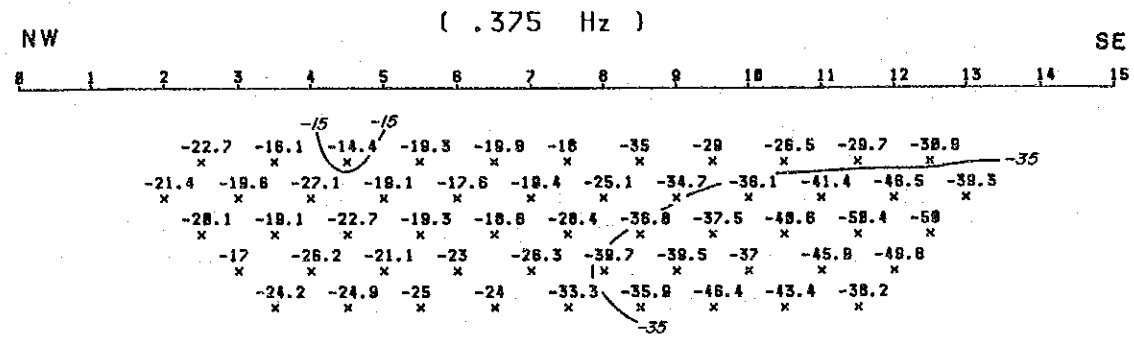
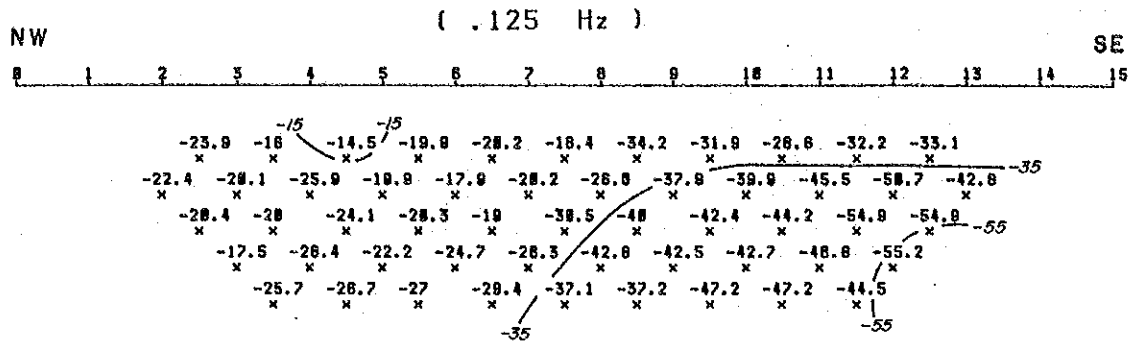


A. 2-4 デカップリングスペクトルタイプ図

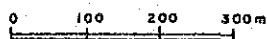
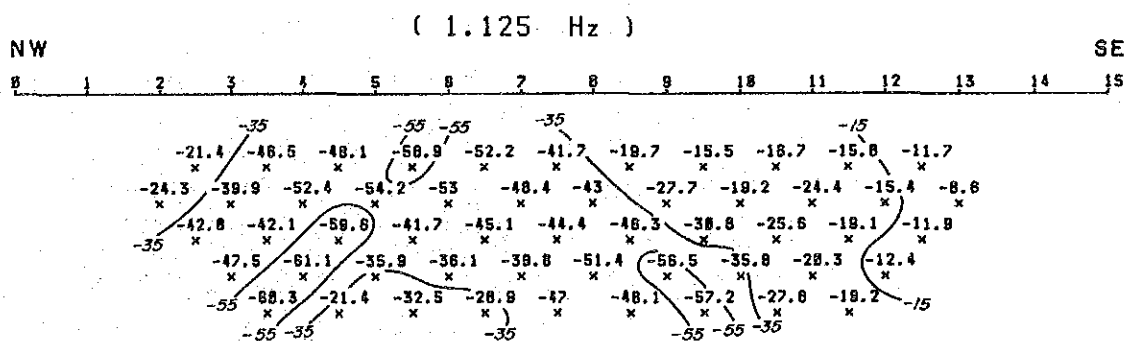
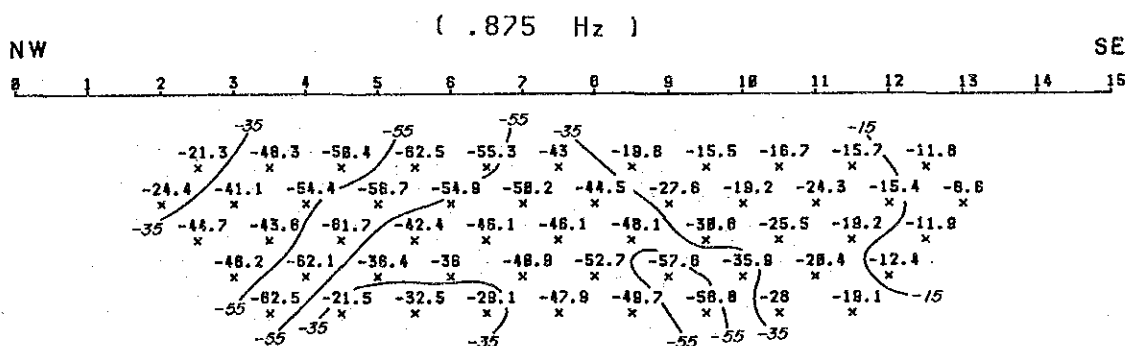
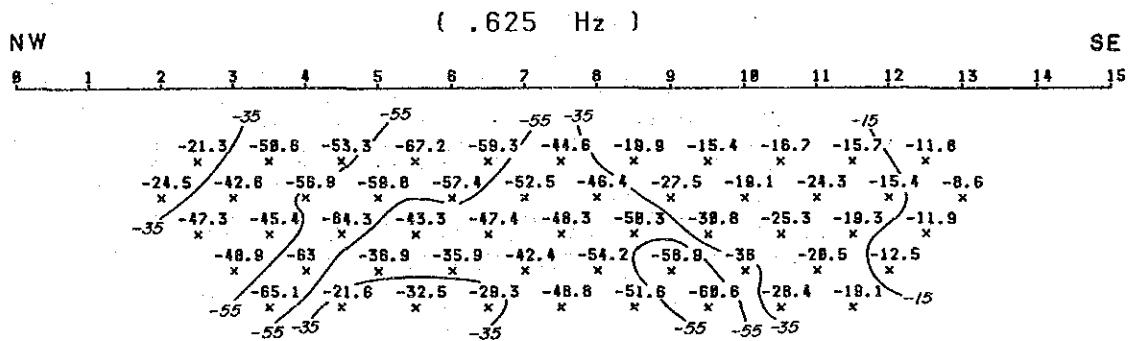
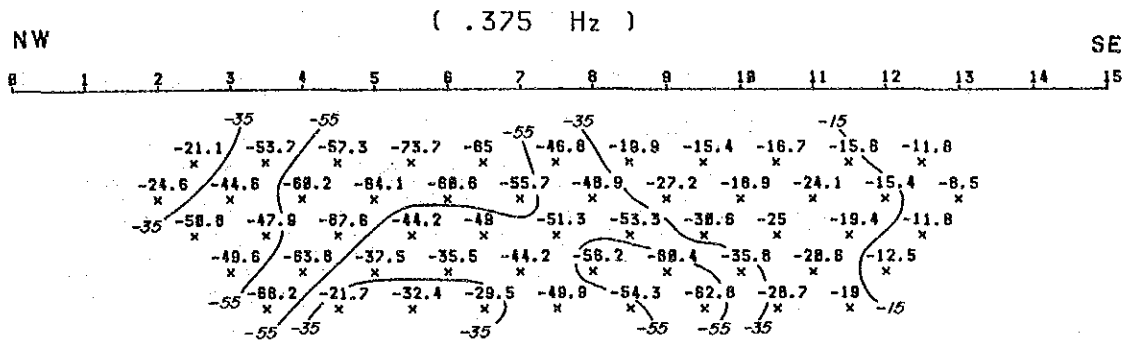
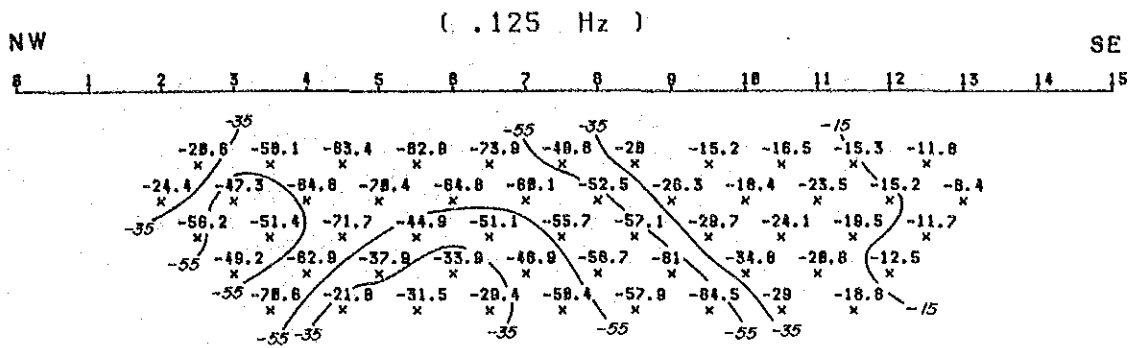




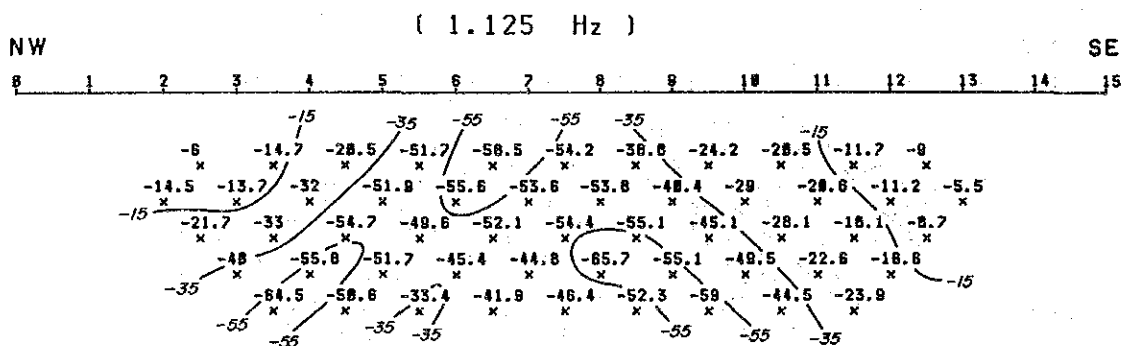
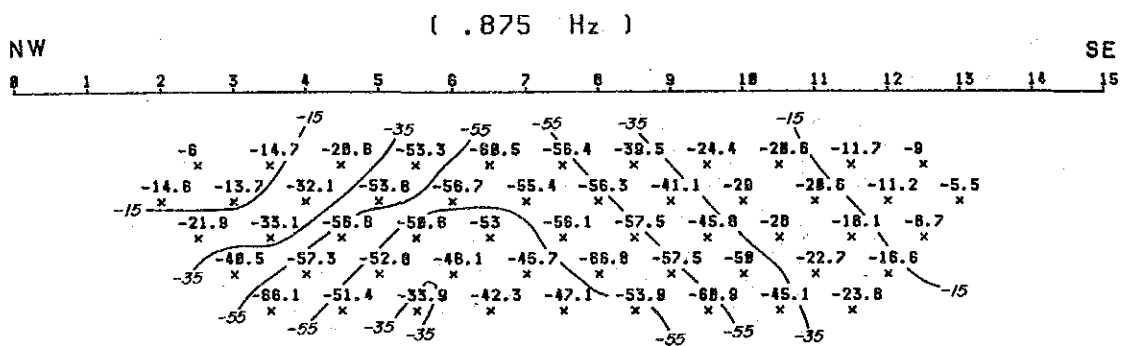
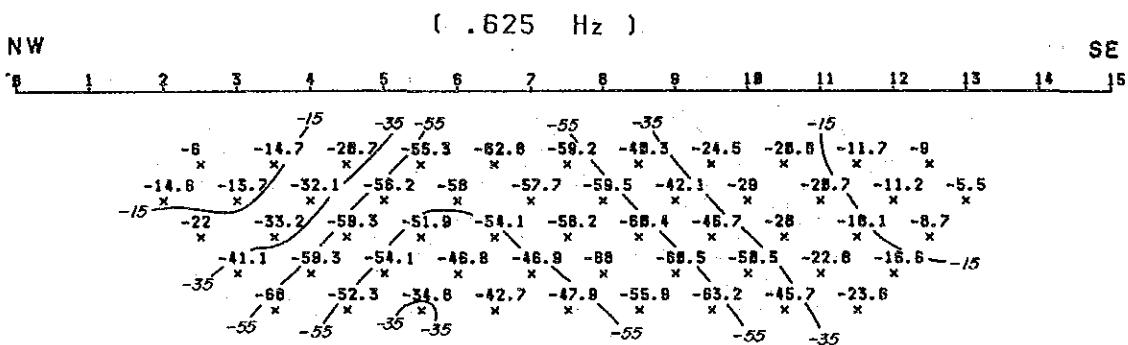
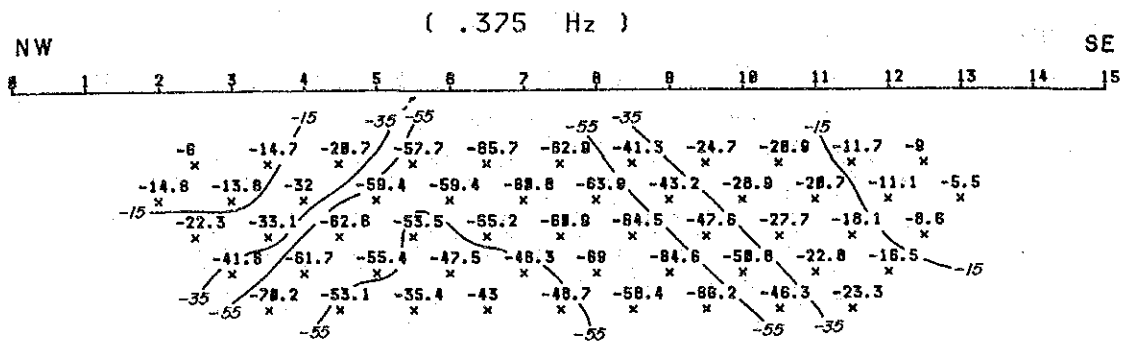
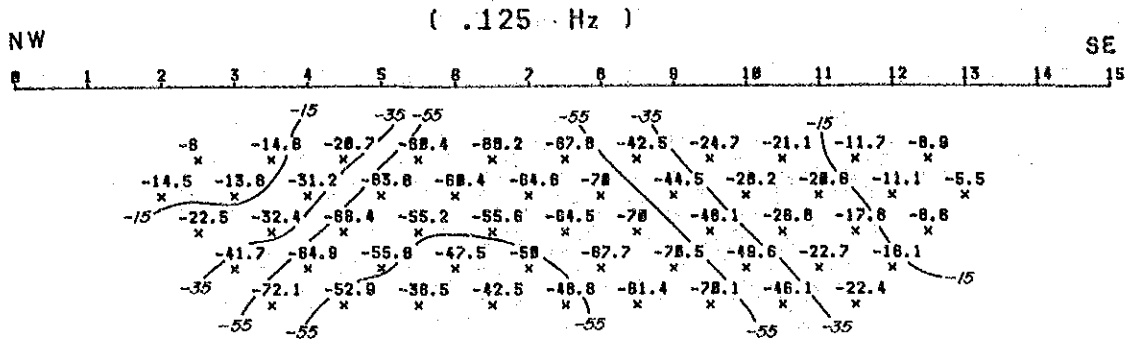
A. 2-5 デカップリング位相差擬似断面図 A測線  
付-5



A. 2-6 デカップリング位相差擬似断面図 B測線  
付-6

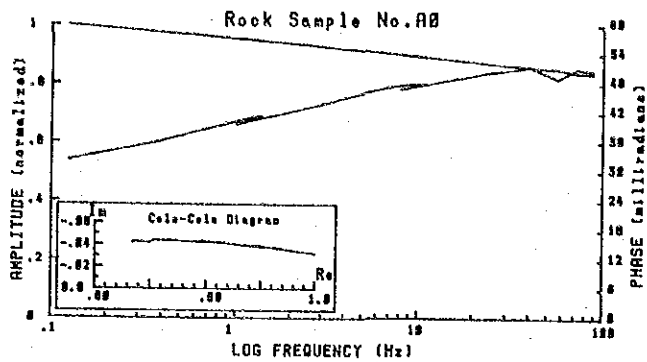


A. 2-7 デカップリング位相差擬似断面図 C測線  
付-7

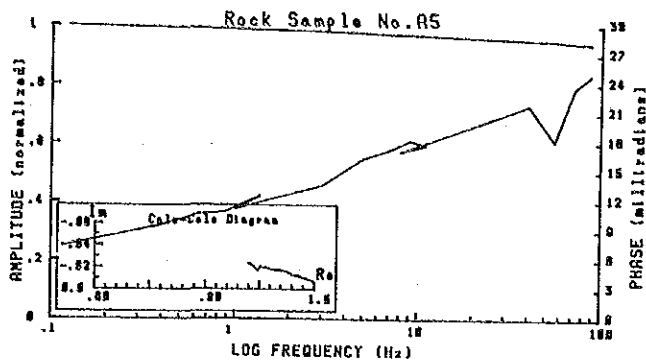


0 100 200 300m

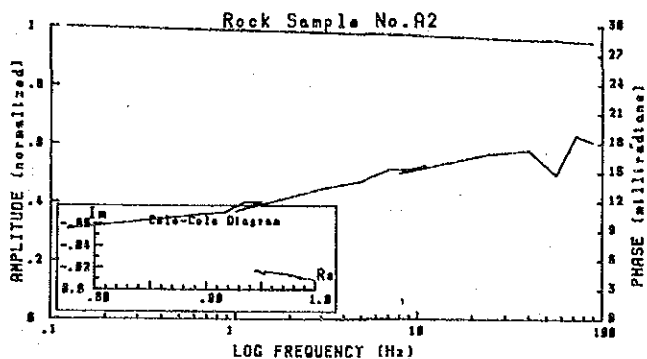
A. 2-8 デカップリング位相差擬似断面図 D測線  
付-8



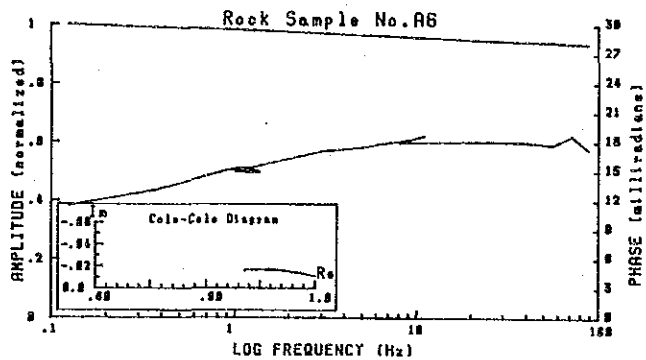
RHO: 783 ohm.m PFE: 4.9 % PHASE: -32 mrad SPECT. TYPE: ob



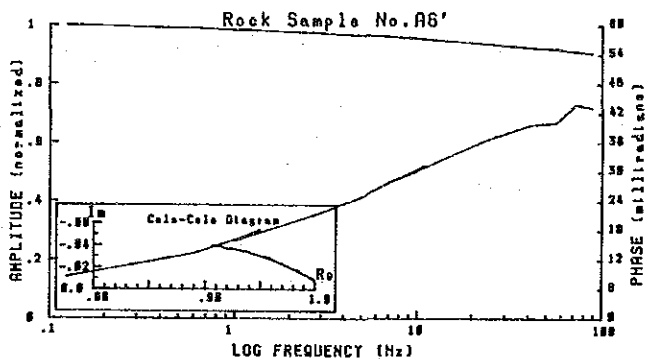
RHO: 1650 ohm.m PFE: 1.2 % PHASE: -7.5 mrad SPECT. TYPE: CC



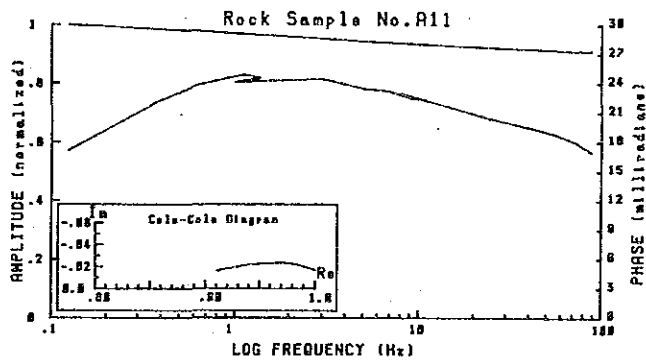
RHO: 131 ohm.m PFE: 1.3 % PHASE: -9.3 mrad SPECT. TYPE: oc



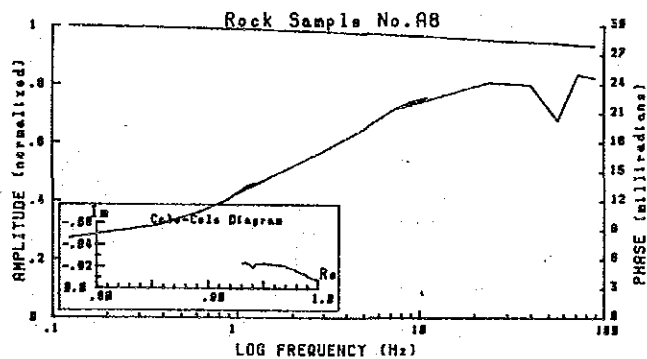
RHO: 216 ohm.m PFE: 1.8 % PHASE: -12 mrad SPECT. TYPE: oc



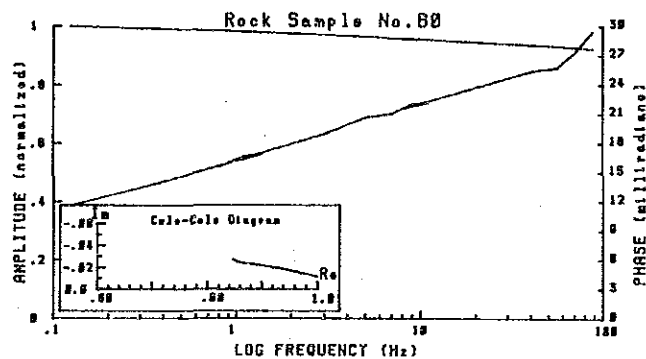
RHO: 77 ohm.m PFE: 1.4 % PHASE: -0.6 mrad SPECT. TYPE: CC



RHO: 518 ohm.m PFE: 3.1 % PHASE: -17 mrad SPECT. TYPE: CB

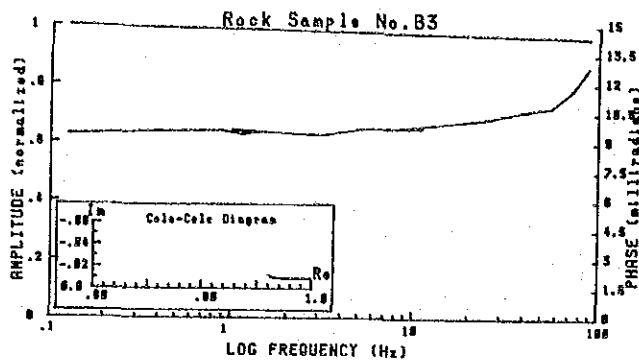


RHO: 118 ohm.m PFE: 1.1 % PHASE: -8.2 mrad SPECT. TYPE: CC

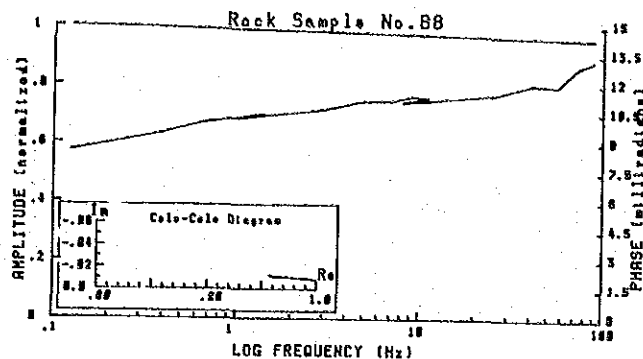


RHO: 1757 ohm.m PFE: 1.8 % PHASE: -12 mrad SPECT. TYPE: Co

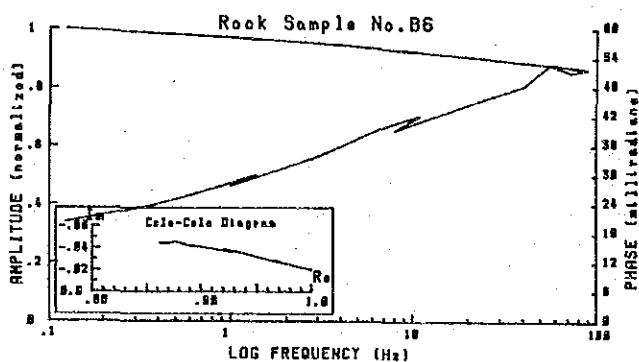
A. 2-9(1). 岩石試料のコール・コール図



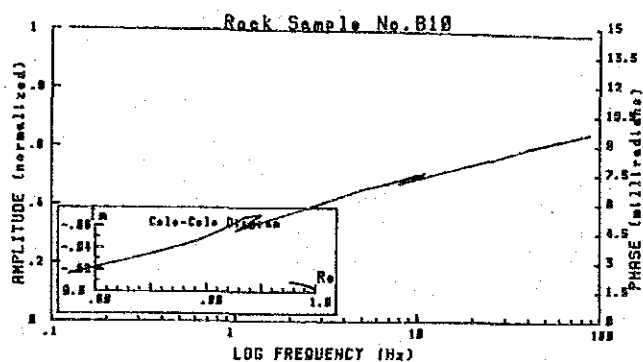
RHO: 1276 ohm.m PFE: 1.3 % PHASE:-9.4 mrad SPECT. TYPE: bb



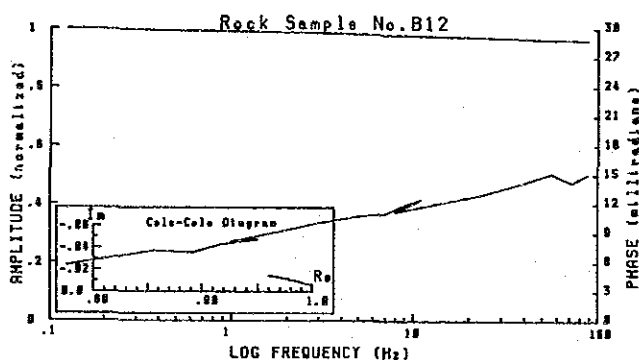
RHO: 1436 ohm.m PFE: 1.3 % PHASE:-8.6 mrad SPECT. TYPE: ob



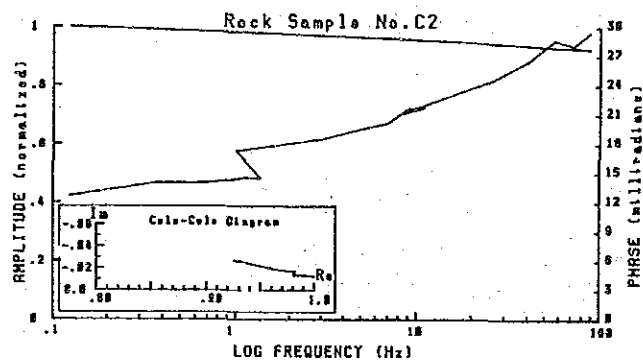
RHO: 1792 ohm.m PFE: 3 % PHASE:-28 mrad SPECT. TYPE: CC



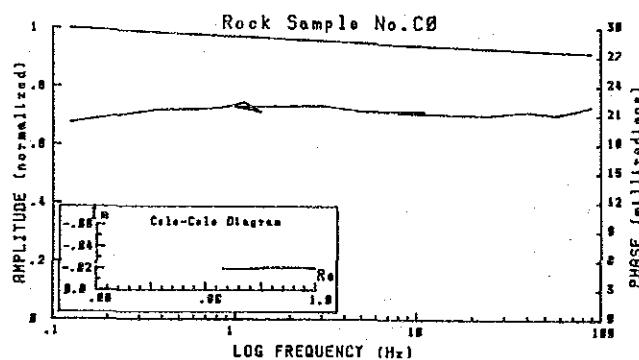
RHO: 685 ohm.m PFE: .4 % PHASE:-2.4 mrad SPECT. TYPE: CC



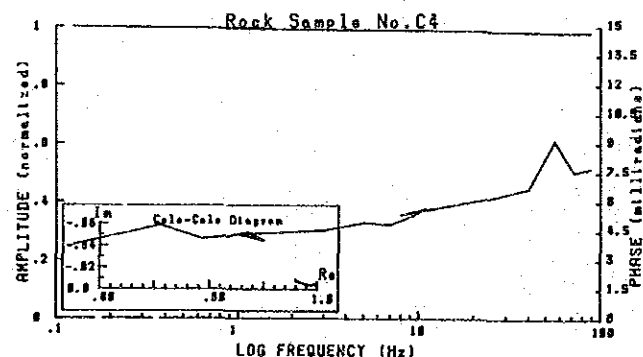
RHO: 747 ohm.m PFE: .9 % PHASE:-5.7 mrad SPECT. TYPE: CC



RHO: 1268 ohm.m PFE: 4.9 % PHASE:-34 mrad SPECT. TYPE: bb

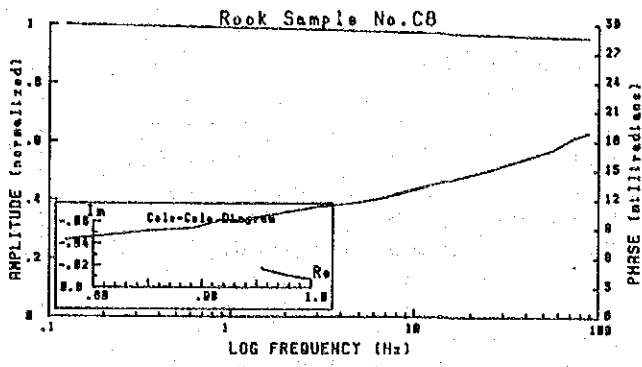


RHO: 643 ohm.m PFE: 2.9 % PHASE:-20.3 mrad SPECT. TYPE: bb

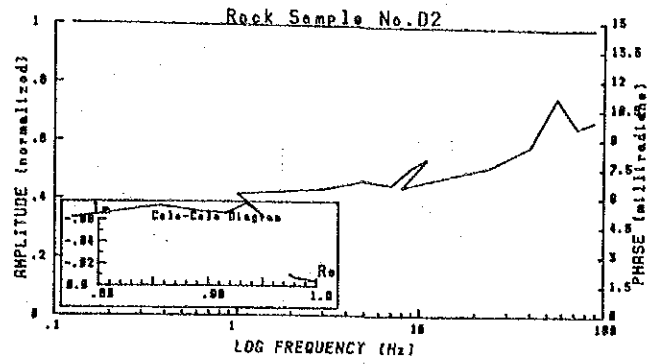


RHO: 667 ohm.m PFE: .6 % PHASE:-3.0 mrad SPECT. TYPE: bb

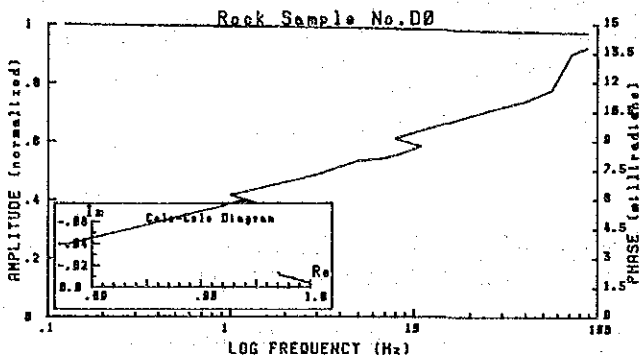
A. 2-9(2) 岩石試料のコール・コール図



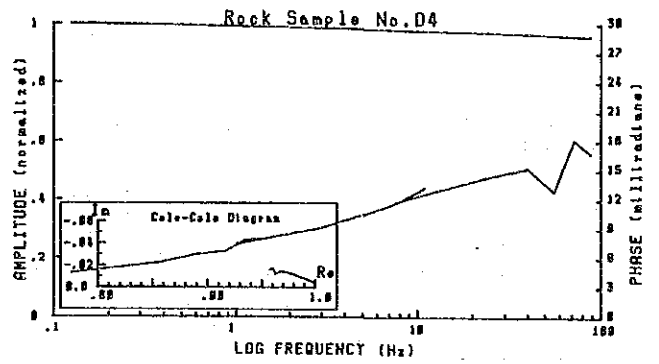
RHO: 450 ohm.m PFE: 1.2 % PHASE: -7.9 mrad SPECT. TYPE: oo



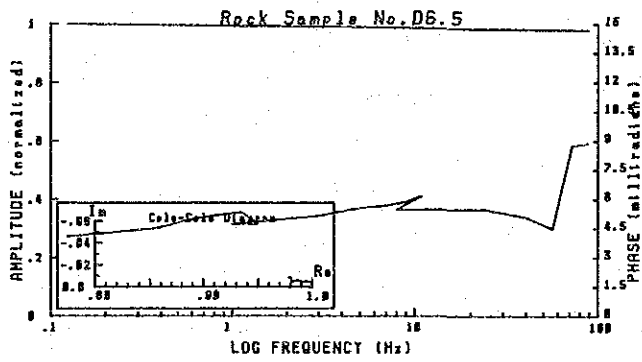
RHO: 4718 ohm.m PFE: 3.1 % PHASE: -22 mrad SPECT. TYPE: bb



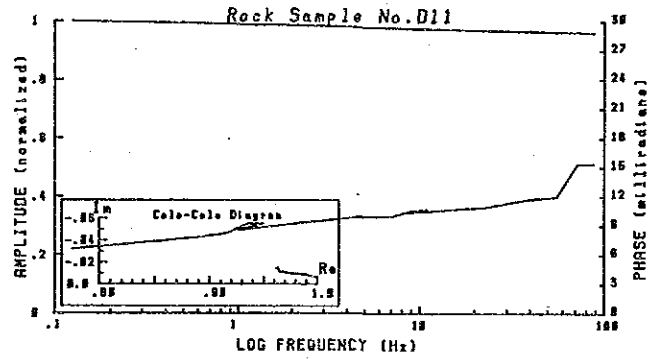
RHO: 4318 ohm.m PFE: 1.5 % PHASE: -9.6 mrad SPECT. TYPE: CC



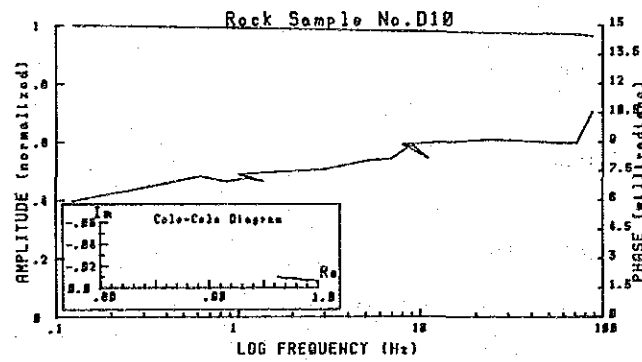
RHO: 371 ohm.m PFE: .7 % PHASE: -4.5 mrad SPECT. TYPE: CC



RHO: 885 ohm.m PFE: .6 % PHASE: -4.1 mrad SPECT. TYPE: ob



RHO: 284 ohm.m PFE: .9 % PHASE: -6.6 mrad SPECT. TYPE: Co



RHO: 668 ohm.m PFE: .9 % PHASE: -8 mrad SPECT. TYPE: oo

A. 2-9(3) 岩石試料のコール・コール図

A. 3-1 主要機材、設備類表

(1)

| Detalle                            | Modelo   | Cantidad | Capacidad, tipo y especificaciones                                                            |
|------------------------------------|----------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Máquina de perforación             | TOM-3    | 1        | Capacidad NQ 600m, BQ 790m<br>Diámetro interno del mandril 92 mm<br>Peso (sin motor) 1,350 kg |
| Bomba                              | BBP-40   | 1        | piston 64mm<br>Capacidad 31, 62, 109, 182 ℓ/minuto<br>Presión 14 - 56 kg/cm <sup>2</sup>      |
| Bomba                              | L-33     | 1        | Piston 47mm<br>Capacidad 93, 124, 166, 208 ℓ/minuto<br>Presión 10 - 40 kg/cm <sup>2</sup>     |
| Motor de la máquina de perforación | F3L-912  | 1        | Motor diesel 2,300 rpm/44HP                                                                   |
| Motor de la bomba                  | SR3      | 1        | Motor diesel 1,500 rpm/15HP                                                                   |
| Motor de la bomba                  | NS-130CG | 1        | Motor diesel 1,800 rpm/9.5PS                                                                  |
| Motor de la Mezclador lodo         | NSA-50C  | 1        | Motor diesel 1,800 rpm/5.5PS                                                                  |
| Mezclador lodo                     | MCE-100A | 1        | Tamaño 100ℓ                                                                                   |
| Generador                          | YSG-3SN  | 1        | 3KVA 1,800 rpm/5.5PS                                                                          |
| Generador                          | YSG-5SN  | 1        | 5KVA 1,800 rpm/9PS                                                                            |
| Sostenedor tubería                 | LH       | 1        | Tipo de mano                                                                                  |
| Tubos de perforación               | HQ-WL    | 40       | 3.00m c/u                                                                                     |
| Tubos de perforación               | HQ-WL    | 2        | 1.50m c/u                                                                                     |
| Tubos de perforación               | NQ-WL    | 95       | 3.00m c/u                                                                                     |
| Tubos de perforación               | NQ-WL    | 2        | 1.50m c/u                                                                                     |
| Tubos de perforación               | BQ-WL    | 135      | 3.00m c/u                                                                                     |
| Tubos de perforación               | BQ-WL    | 2        | 1.50m c/u                                                                                     |



(2)

| Detalle        | Modelo | Cantidad | Capacidad, tipo y especificaciones |
|----------------|--------|----------|------------------------------------|
| Tubería casing | 127mm  | 2        | 3.00m c/u                          |
| Tubería casing | 127mm  | 5        | 1.50m c/u                          |
| Tubería casing | 127mm  | 10       | 0.50m c/u                          |
| Tubería casing | HW     | 5        | 3.00m c/u                          |
| Tubería casing | HW     | 6        | 1.50m c/u                          |
| Tubería casing | HW     | 4        | 0.50m c/u                          |
| Tubería casing | NW     | 40       | 3.00m c/u                          |
| Tubería casing | NW     | 20       | 1.50m c/u                          |
| Tubería casing | NW     | 4        | 0.50m c/u                          |
| Tubería casing | BW     | 85       | 3.00m c/u                          |
| Tubería casing | BW     | 20       | 1.50m c/u                          |
| Tubería casing | BW     | 4        | 0.50m c/u                          |