

中華民國二十九年六月一日

行政院秘書長 蔣中正 先生

中華民國二十九年六月一日

行政院秘書長 蔣中正 先生

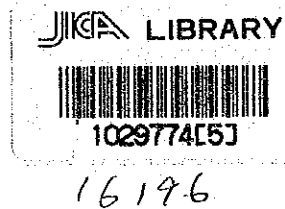
行政院秘書長 蔣中正 先生

SECRET

ザンビア共和国 カレンダ地域

資源開発協力基礎調査報告書

第三年次



昭和62年1月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

國際協力專業団	
輸入 年月日 '87. 4. 22	533
登録No. 16196	66.1 MPN

は し が き

日本国政府はザンビア共和国政府の要請に応え、同国カレンダ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61年度が第三年次にあたり、金属鉱業事業団は7名の調査団を編成して、昭和61年6月27日から昭和61年10月31日まで現地を派遣した。

現地調査はザンビア共和国政府関係機関、特に工鉱業公社鉱物探査局の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は第三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、本調査実施にあたって御協力いただいたザンビア共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在ザンビア日本大使館及び関係各位の方々に対して衷心より感謝の意を表するものである。

昭和62年1月

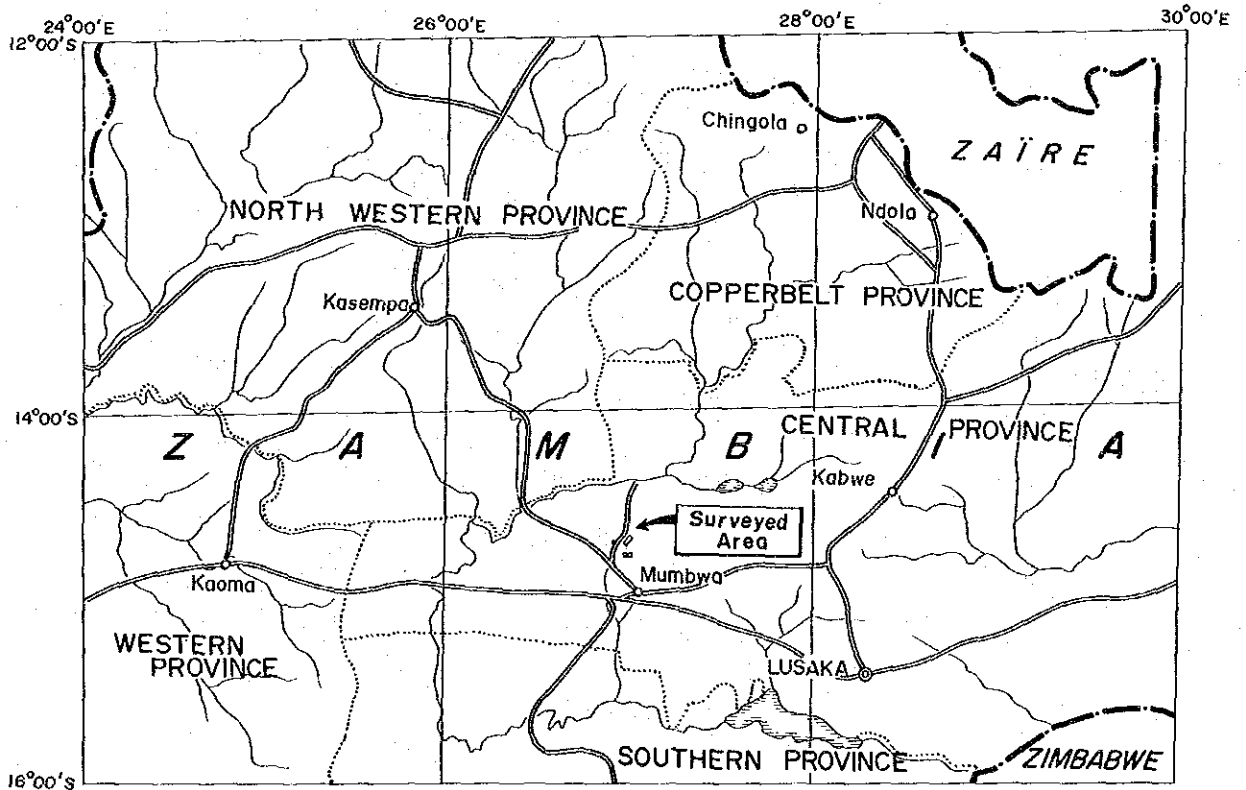
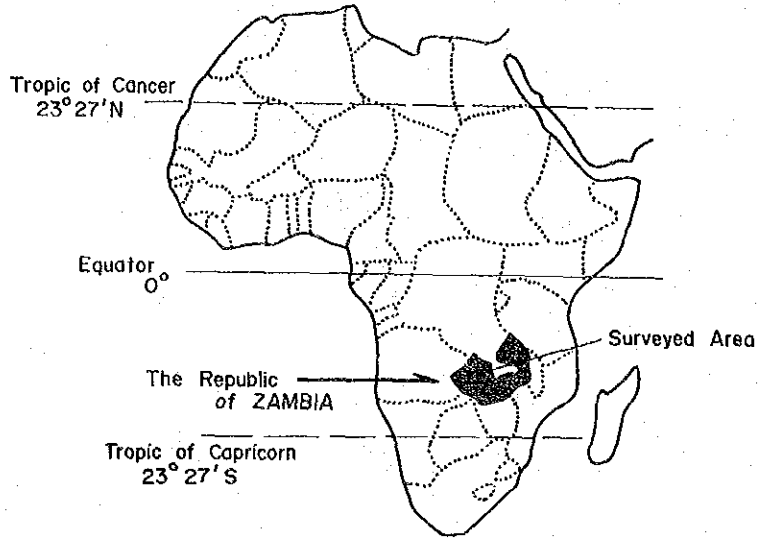
国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

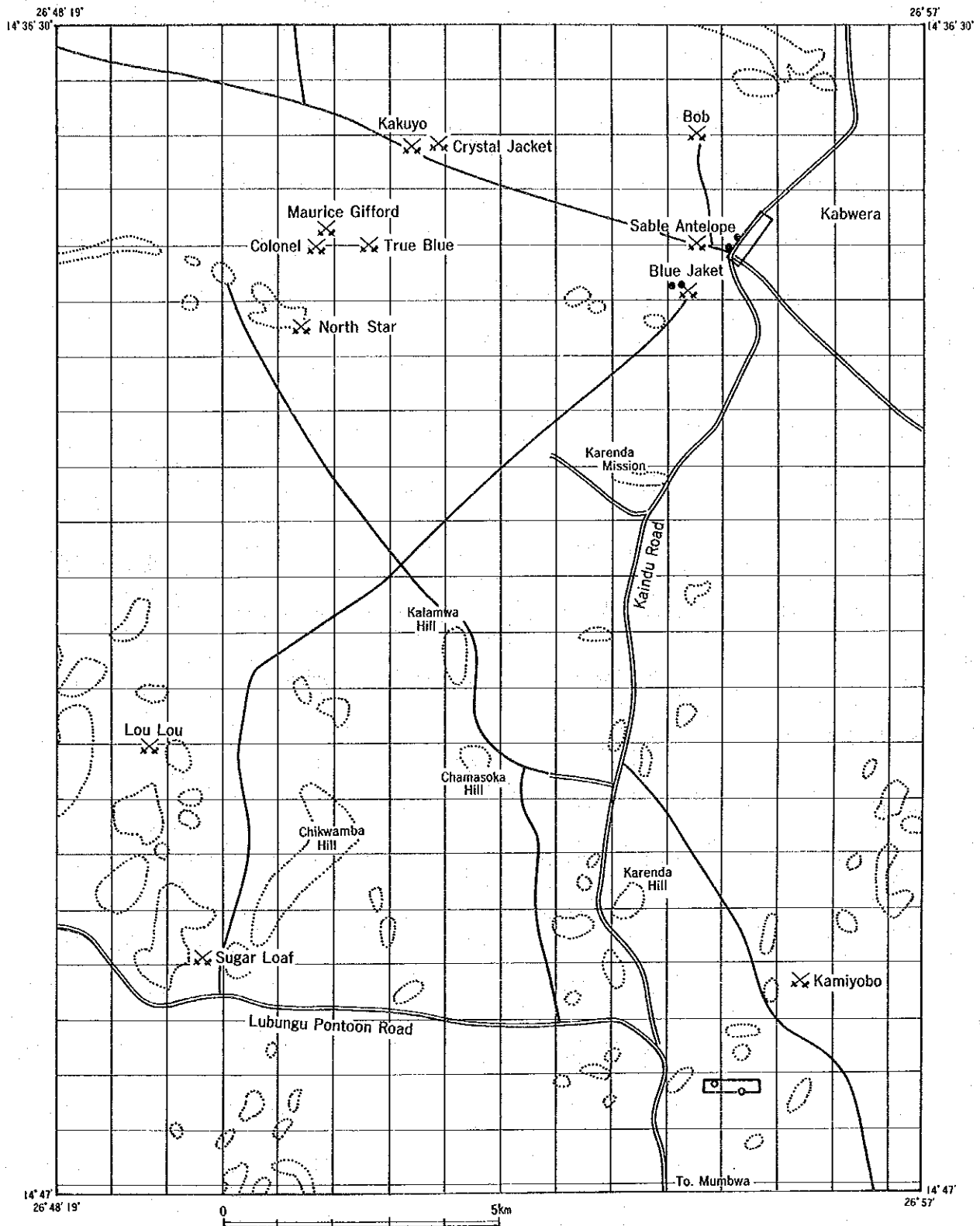
理事長 佐 藤 淳 一 郎

AFRICA



- Geophysical Exploration Area (S.I.P Method)
- Drilling Area

第1図 調査地域位置図



- Geophysical Exploration Area (Sable Antelope)
- Geophysical Exploration Area (Kamiyobo)
- Drilling Area (Blue Jacket~Sable Antelope)
- Drilling Area (Kamiyobo)

第 2 図 調査範囲図

要 約

本年次は、カレンダ地域において銀、銅、鉛、亜鉛、鉍床賦存状況の把握を目的とする調査の第3年次に当る。

第2年次調査地区に関して次のような提言がなされた。

① Sable Antelope (サブル アンテロープ)～Blue Jacket (ブルージャケット) 地区

物理探査No.3 IP異常帯を主体とし、No.2及びNo.1 IP異常帯を含め、これら異常帯における鉍化状況をボーリング調査で解明する。

② Kamiyobo (カミヨボ) 地区

南西部地区のNNW-SSE方向に伸長する銅、鉛、亜鉛地化学異常帯中心部における鉍化状況を、ボーリング調査で解明する。

なお、具体的なボーリング計画を策定するに当たっては、先ず物理探査により鉍床胚胎状況を明確にしてから行なう。

これに基づき本年次は上記2地区に対し、物理探査(SIP法、6測線、6km)とボーリング調査(6孔、1703.1m)を実施した。

1) Sable Antelope ～ Blue Jacket 地区

Blue Jacket (ブルージャケット) 鉍化帯付近にある物理探査No.3 IP異常帯に対しては、2孔のボーリングを実施し、異常帯の原因が主として黄鉄鉍鉍染を伴う黒色頁岩によるものであることが明らかになった。ボーリングMJZ-8孔では細粒砂岩中に銅を主とするいくつかの網状鉍化帯が認められ、この一部には黄銅鉍-斑銅鉍などの塊状脈部を伴ない、深度107.00mで脈幅10cm、銀480g/t、銅13.75%、亜鉛0.44%を示した。また黒色頁岩中には堆積性の黄鉄鉍がしばしば認められる。ボーリングMJZ-7孔にも類似の鉍化作用がみられ、これらの層準が続いていることが判明した。Sable Antelope (サブル アンテロープ) 鉍床付近にある物理探査No.2及びNo.1 IP異常帯はボーリングの結果、主として砂岩中の黄鉄鉍鉍染によるものであることが明らかになった。

No.2 IP異常帯ではボーリングMJZ-11孔により苦灰岩や苦灰岩質砂岩中の角礫破碎部に亜鉛、鉛、銅を伴う黄鉄鉍の鉍染帯を把握したが、これはSable Antelope 鉍床の周辺部に相当するものであることが判明した。

2) Kamiyobo 地区

地化学異常中心部域で実施した物理探査による IP 異常帯に対して 2 孔のボーリングを行った結果、IP 異常の原因である黄鉄鉱の鉱染を主として伴う黒色頁岩の存在が明らかになった。ボーリング MJZ-9, 10 孔の結果では、本地区には堆積性のもと思われる黄鉄鉱と黒色頁岩の細い互層帯のほか黄銅鉱、黄鉄鉱方鉛鉱の鉱染する網状脈及び鉱脈が発達している。上述の堆積性の黄鉄鉱は広く分布し黒色頁岩の礫質部に多くまた石灰岩層にも認められる。

本地区には高い銅、鉛、亜鉛地化学異常帯が存在するにもかかわらず地表深部で銅が濃集し鉛、亜鉛が低かった理由は地表剝削部には鉛、亜鉛の濃集した鉱化帯が存在していたためと思われる。

目 次

はしがき
要 約

第 I 部 序 論

第 1 章 調査概要	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 調査方法及び調査量	1
1-3 調査期間及び調査員	3
第 2 章 調査地域の概要	5
2-1 地 理	5
2-2 地質鉱床	6

第 II 部 各地区の調査結果

第 1 章 Sable Antelope 地区	11
1. 物理探査	11
1-1 調査位置及び方法	11
1-2 調査及び解析の結果	11
2. ボーリング調査	35
2-1 ボーリング位置及び方法	35
2-2 ボーリング工事	36
2-3 ボーリング孔の地質及び鉱化作用	41
第 2 章 Kamiyobo 地区	69
1. 物理探査	69
1-1 調査位置及び方法	69
1-2 調査及び解析の結果	69

2.	ボーリング調査	91
2-1	調査位置及び方法	91
2-2	ボーリング工事	92
2-3	ボーリング孔の地質及び鉍化作用	92
第Ⅲ部 総合解析		
1.	Sable Antelope 地区	109
1-1	物理探査異常と鉍化帯の関係	109
1-2	ボーリング調査結果の解析	109
2.	Kamiyobo 地区	115
2-1	物理探査異常と鉍化帯の関係	115
2-2	ボーリング調査結果の解析	119
第Ⅳ部 総合評価及び結論		
1.	総合評価	121
1-1	物理探査異常と鉍化帯の関係	121
1-2	調査地区における鉍化帯の特性	121
2.	結 論	123
3.	将来への提言	124
引用文献		125
参考文献		125
付帯資料(巻末)		

付 図 一 覧

- 第 1 図 調査地域位置図
- 第 2 図 調査範囲図
- 第 3 図 Karenda 地域探鉱総合図
- 第 4 図 Sable Antelope 地区SIP測線位置図
- 第 5 図 PFE・見掛比抵抗断面図 測線J, K, L
- 第 6 図 PFE平面図〔0.125-1.0Hz〕(n=1~5)
- 第 7 図 見掛比抵抗平面図〔0.125Hz〕(n=1~5)
- 第 8 図 位相差断面図 測線J
- 第 9 図 位相差断面図 測線K
- 第10 図 位相差断面図 測線L
- 第11 図 各種スペクトル図 測線J
- 第12 図 各種スペクトル図 測線K
- 第13 図 各種スペクトル図 測線L
- 第14 図 PFE断面図(デカップル処理後)測線J, K, L
- 第15 図 シミュレーション解析図 測線C
- 第16 図 Sable Antelope 地区 ボーリング位置, 地質, 物探異常関係図
- 第17 図 Sable Antelope 地区 ボーリング地質断面図
- 第18 図 掘進工程図 MJZ-7
- 第19 図 掘進工程図 MJZ-8
- 第20 図 掘進工程図 MJZ-11
- 第21 図 掘進工程図 MJZ-12
- 第22 図 ボーリング地質柱状図 MJZ-7 (I~III)
- 第23 図 ボーリング地質柱状図 MJZ-8 (I~III)
- 第24 図 ボーリング地質柱状図 MJZ-11 (I~III)
- 第25 図 ボーリング地質柱状図 MJZ-12 (I~II)
- 第26 図 Kamiyobo 地区SIP測線位置図
- 第27 図 PFE・見掛比抵抗断面図 測線M, N, O
- 第28 図 PFE平面図〔0.125-1.0Hz〕及び見掛比抵抗平面図〔0.125Hz〕(n=1~5)

- 第 2 9 図 位相差断面図 測線 M
- 第 3 0 図 位相差断面図 測線 N
- 第 3 1 図 位相差断面図 測線 O
- 第 3 2 図 各種スペクトル図 測線 M
- 第 3 3 図 各種スペクトル図 測線 N
- 第 3 4 図 各種スペクトル図 測線 O
- 第 3 5 図 P F E 断面図 (デカップル処理後) 測線 M, N, O
- 第 3 6 図 シミュレーション解析図 測線 O
- 第 3 7 図 Kamiyobo 地区 ボーリング位置, 地質, 地化学異常, 物探異常関係図
- 第 3 8 図 Kamiyobo 地区 ボーリング地質断面図
- 第 3 9 図 掘進工程図 MJ Z- 9
- 第 4 0 図 掘進工程図 MJ Z-1 0
- 第 4 1 図 ボーリング地質柱状図 MJ Z- 9 (I ~ III)
- 第 4 2 図 ボーリング地質柱状図 MJ Z-1 0 (I ~ III)
- 第 4 3 図 Sable Antelope 地区 物理探査異常及び試錐関係図
- 第 4 4 図 Sable Antelope 地区 物理探査異常及び試錐結果図 (I)
- 第 4 5 図 Sable Antelope 地区 物理探査異常及び試錐結果図 (II)
- 第 4 6 図 低周波領域での位相差の変化 (測線 I)
- 第 4 7 図 Kamiyobo 地区 物理探査異常及び試錐関係図
- 第 4 8 図 Kamiyobo 地区 物理探査異常及び試錐結果図

付 表 一 覧

第 1 表	ボーリング調査実施一覧表 (Sable Antelope 地区)
第 2 表	掘進作業実績表 MJZ- 7
第 3 表	掘進作業実績表 MJZ- 8
第 4 表	掘進作業実績表 MJZ-11
第 5 表	掘進作業実績表 MJZ-12
第 6 表	掘進成績総括表 MJZ- 7
第 7 表	掘進成績総括表 MJZ- 8
第 8 表	掘進成績総括表 MJZ-11
第 9 表	掘進成績総括表 MJZ-12
第 10 表	ボーリング調査実施一覧表 (Kamiyobo 地区)
第 11 表	掘進作業実績表 MJZ- 9
第 12 表	掘進作業実績表 MJZ-10
第 13 表	掘進成績総括表 MJZ- 9
第 14 表	掘進成績総括表 MJZ-10

添付図一覧

第 1 図	P F E ・見掛比抵抗断面図 測線 J , K , L	縮尺 1 : 5,000
第 2 図	P F E 平面図 [0.125 - 1.0 Hz] (n = 1 ~ 5)	縮尺 1 : 5,000
第 3 図	見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n = 1 ~ 5)	縮尺 1 : 5,000
第 4 図	各種スペクトル図 測線 J	縮尺 1 : 5,000
第 5 図	各種スペクトル図 測線 K	縮尺 1 : 5,000
第 6 図	各種スペクトル図 測線 L	縮尺 1 : 5,000
第 7 図	P F E ・見掛比抵抗断面図 測線 M , N , O	縮尺 1 : 5,000
第 8 図	P F E 平面図 [0.125 - 1.0 Hz] 及び見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n = 1 ~ 5)	縮尺 1 : 5,000
第 9 図	各種スペクトル図 測線 M	縮尺 1 : 5,000
第 10 図	各種スペクトル図 測線 N	縮尺 1 : 5,000
第 11 図	各種スペクトル図 測線 O	縮尺 1 : 5,000

付 帯 資 料

1. 物理探査（S I P法）の調査仕様	A-1
2. 調査方法	A-1
3. 測定機器及びブロックダイヤグラム	A-1
4. S I P法のデータ処理	A-3
5. デカップリング	A-5
6. サンプル測定	A-5

付帯資料付図一覧

- 付第 1 図 SIP調査ブロックダイヤグラム
- 付第 2 図 コール・コール図，振幅スペクトル，位相スペクトル
- 付第 3 図 岩石，鉍石サンプルの位相・振幅スペクトル，コール・コール図
- 付第 4 図 ケーシングプログラム

付帯資料付表一覧

- 付第 1 表 SIP機器一覧表
- 付第 2 表 岩石，鉍石の位相特性
- 付第 3 表 岩石，鉍石サンプル測定結果
- 付第 4 表 ボーリング使用機器一覧表
- 付第 5 表 ダイヤモンドビット使用タイプ一覧表
- 付第 6 表 ダイヤモンドビット使用状況表
- 付第 7 表 ボーリング消耗品使用明細表
- 付第 8 表 ボーリング作業時間総括表
- 付第 9 表 鉍石分析結果一覧表（1～2）
- 付第 10 表 検鏡結果一覧表（1～2）
- 付第 11 表 X線回折結果一覧表（1～2）

第 I 部 序 論

第 I 部 序 論

第 1 章 調査概要

1-1 調査の経緯及び目的

当調査はザンビア共和国Karenda (カレンダ) 地域における金属鉱物資源賦存の可能性を確認するために、1984年の第1年次に地質調査、地化学探査及び物理探査(CSAMT法)を実施した。

1985年、第2年次には、この結果にもとづいてKamiyobo(カミヨボ)地区の地質調査及び地化学探査、Sable Antelope地区の物理探査(IP法、SIP法)、Bob Zinc(ボブジンク)地区におけるボーリング調査を実施した。

本年、第3年次には前年次迄の結果にもとづいて、Sable Antelope地区およびKamiyobo地区において物理探査(SIP法)を実施し、併せてボーリング調査もそれぞれの地区で実施した。

1-2 調査方法及び調査量

調査位置は第1図及び第2図に示した。

調査量は次の通りであった。

Sable Antelope 地区	:	SIP 測線	3 km
		ボーリング 4 孔	1,100 m
Kamiyobo 地区	:	SIP 測線	3 km
		ボーリング 2 孔	600 m

1-2-1 物理探査

(1) Sable Antelope 地区

第2年次のIP探査によって把握された異常帯は若干の塊状鉱を伴いまた強い珪化を受けたSable Antelope 鉱床の付近に認められた。この異常帯の東方延長部の広がりを見SIP法により調査した。測定は1 km の測線を100 m 間隔に3本設け、100 m 間隔に測点を設け実施した。

(2) Kamiyobo 地区

第2年次に実施した地質調査と地化学探査の結果得られた地化学異常は銅、鉛、亜鉛の高い値を含む $M+3\sigma$ 以上の範囲が300 mにわたり延長している。

測定はこの異常帯の中央部をよぎるように1 kmの測線を100 m間隔で3本設け、100 m間隔に測点を設け実施した。

1-2-2 ボーリング調査

(1) Sable Antelope 地区

第2年次の物理探査で、Blue Jacket 鉍化帯の付近に異常帯(No.3)が把握された。この帯は高いIP効果を示し、低比抵抗帯をなし、南に急傾斜し、WNW-ESEの方向に連らなっている。この異常帯に対して300m、2孔のボーリング調査を実施した。

第2年次に実施された物理探査で把握されたNo.1 およびNo.2 異常帯はSable Antelope 鉍床とその北西付近に位置する。今年次この東部異常域に対して物理探査を行ないその結果にもとづいてNo.2 異常帯に対して1孔、300m、No.1 異常帯に対しては1孔、200mのボーリングをそれぞれ実施した。

(2) Kamiyobo 地区

当地区においては前年度に得られた地化学異常帯の下部及び今年次実施された物理探査で得られた異常帯に対してボーリング2孔、各300 mの調査を実施した。

1-2-3 室内試験

ボーリング・コアを用いてSIP試験、鉍石の顕微鏡観察、X線回折試験及び化学分析を実施した。

室内SIP試験	32件
鉍石研磨片検鏡	20件
X線回折試験	30件
鉍石分析(銀、銅、鉛、亜鉛)	77件

1-3 調査期間及び調査員

1-3-1 調査期間

昭和61年6月27日～昭和62年1月20日

現地調査期間；

ボーリング調査 昭和61年6月27日～10月31日

物理探査 昭和61年7月13日～8月15日

1-3-2 調査員

(1) 日本側

(a) 企画・調整

荒川 紘平(金属鉱業事業団)

山本 恭久()

北 良行()

沢田 賢治()

(b) 現地調査

北見 尹 団 長 (日鉱探開株式会社)

角田 晴信 ()

川村 行雄 ()

藤本 俊昭 ()

立川 三郎 ()

佐々木光男 ()

糸田 秀光 ()

(2) ザンビア側

総括責任者

Dr. S. N. Punukollu (Director, MINEX ZIMCO*)

W. B. Sikombe (Acting Director, MINEX ZIMCO)

コーディネーター

Dr. L. Borsch (Chief Chemist, MINEX ZIMCO)

A. S. Sliwa (Exploration Supervisor, MINEX ZIMCO)

G. R. Rao (" " ")

現場責任者

Elias Mbumba (Project Geologist, MINEX ZIMCO)

Charles Muyovwe (Project Geophysicist, MINEX ZIMCO)

現場調査

Albert Mutuma (Senior Field Assistant, MINEX ZIMCO)

Lazarus Tembo (" , " ")

Isaac Mwanza (" , " ")

Lashiki Patson (" , " ")

*MINEX ZIMCO : Mineral Exploration Department of Zambia
Industrial and Mining Corporation Limited

第2章 調査地域の概要

2-1 地 理

地 形：首都 Lusaka (ルサカ)より当 Karendia 調査地域一帯にかけては標高 1,100~1,300m のほぼ平坦な高原台地であるが、調査地域には比高 50~200m の小丘陵が各所に散在している。

気 候：首都 Lusaka と同じサヴァンナ気候であり、乾季(5月~10月)と雨季(11月~4月)に、更に乾季は冷気(5月~8月)と暑期(9月~10月)に分けられる。冷期の日中は 21°C に達するが、7月の夜間は 4°C まで下る。暑期では10月が最も暑い、35°C を越えることは稀である。年間平均降雨量は 810~1,020mm/年である。

植 生：首都 Lusaka より当調査地域一帯にかけては耕作地の割合は異なるが、同じ植生で、まばらな雑木と背の高い草から成るサヴァンナである。

交 通：首都 Lusaka より西北西へ 2 車線舗装道路沿いに 153 km, 車にて 2 時間で Mumbwa (ムンバ)に至る。これより北北西へ未舗装道路沿い約 25 km にて調査地域南東端に至る。更にこの道路沿い、約 25 km, Mumbwa より車にて約 1 時間で調査地域北東部の MINEX キャンプ (Bob Zinc 鉱床位置) に達する(第 2 図)。

調査地域内における車輛用道路は極めて疎であるが、当地域南東端で分岐し、地域東端沿いに北上し Kaindu (カインデュ) に至る Kaindu 道路と、地域南端から西端沿いに走り Kasempa (カセンパ) に至る Lubungu Pontoon (ルブングポントーン) 道路の 2 本が主要道路として利用されている。この他、これらから分岐する道路が数箇所存在するが、通行にはジープ級の車輛が必要である。なお、雨季には、車輛用道路でも一時的に通行不能となる。またジープ級の車輛を使用すれば若干の伐採を行うことによってほぼ全域を低速度ではあるが通行することが可能である。

集 落：調査地域内には Karendia 部落の民家が数軒から 10 数軒ずつの集合となって点在しているが、総人口 1,000 人未満の小規模な集落である。

調査地域に最も近い都市は Mumbwa である。これは Central Province (セントラルプロビンス) 第 2 の都市であり、銀行・警察・病院・ホテル・商店(スーパーマーケットを含む)をはじめ電力・水道の供給及びテレビ受信局がある。ここでは国際電話の交信も可能である。

産 業：ザンビアの最大の基幹産業は鋳業であるが、最近農業も重視している。調査地域周辺ではメイズ (Indian Corn) 及び綿の栽培が各所で行われており、国営農場 (National Service) も存在する。この他に地域周辺の産業は特にないが、住民のなかには燃料用木炭作り、狩猟、漁業等を行っている者がいる。

2-2 地質鋳床

2-2-1 Karenda 地域

当地域の地質は、先カンブリア界カタンガ系クンデルング統の炭酸塩岩類、砂質～泥質変堆積岩類及びこれらを通る閃長岩類、玢岩等の貫入岩類並びに第四系から成る。炭酸塩岩類は下部が主として塊状苦灰岩、上部が主として層状石灰岩から成る。砂質変堆積岩類は主として細粒石英質変砂岩、また泥質変堆積岩類は主として頁岩から成り、それらは層状石灰岩を整合に覆っている。

地質構造はN-S系及びN-S系の大断層によって大きく支配される。N-S系大断層西側で、E-W系大断層北側のブロック (北部ブロック) では炭酸塩岩類が最も優勢に発達し傾斜 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ Sの単斜構造を示す。N-S系大断層東側のブロック (東部ブロック) は主として炭酸塩岩類上部及び砂質～泥質変堆積岩類から成り、これらはN-S系の走向を有し、しばしば褶曲構造を示す。

当地域には14の鋳床及び鋳化帯が知られている。このうち過去に採掘されたものもあるが、多くはまだ完全に採鋳しつくされていない。鋳床はパイプ状及びレンズ状の形状を呈する。一部に塊状部を有する網状鋳染鋳床と脈状鋳床で、北部ブロックには従来稼行されたSable Antelope, Crystal Jacket (クリスタル ジャケット), Silver King (シルバークィング) 鋳床のほか、Bob Zinc 鋳床など数多くの鋳床やBlue Jacket 鋳化帯が、また東部ブロックにはKamiyobo 鋳化帯が知られている。

鋳石鋳物は露頭では酸化鉄鋳及び酸化銅鋳が認められるのみであるが、試錐岩芯及び採掘・探鋳研等から見ると、場所により違いが認められる。即ち鋳化帯下部まで削剝された北部のWonder Rocks (ワンダーロック) 及びBob Zinc 鋳化帯では銅酸化鋳物、亜鉛珪酸塩及び炭酸塩鋳物が認められるのみで硫化鋳物は全く認められない。これに対し、Sable Antelope, Crystal Jacket, Silver King 鋳床及びこれらより以南に位置する鋳化帯では黄銅鋳、黄鉄鋳等の硫化鋳物が認められる。Sable Antelope 鋳床の堆積研中からは輝銅鋳、斑銅鋳、黄銅鋳、四面

砒銅鉍，黄鉄鉍が観察される。

2-2-2 調査地区

本年次の調査対象地区は第1年次及び第2年次の調査結果にもとづき，Sable Antelope 地区及びKamiyobo 地区が選出された（第3図参照）。

その概要は以下の通りである。

(1) Sable Antelope 地区

当地区の地質は塊状苦灰岩，層状，塊状の石灰岩からなる炭酸塩岩類及び層状，塊状の苦灰岩質砂岩，頁岩等からなる砂質～泥質変堆積岩類からなる。

当地区内には往時稼行されたSable Antelope 鉍床があるほか，本鉍床の南西にはBlue Jacket 鉍化体や，この周辺にはいくつかの鉍化帯も認められる。

Sable Antelope 鉍床は塊状苦灰岩の角礫破碎部に胚胎する。鉍床は網状脈並びに鉍染帯に取り囲まれた小さな塊状硫化鉍体からなり，その形状はレンズ状を呈する。鉍化部では輝銅鉍，孔雀石，藍銅鉍，黄銅鉍，斑銅鉍，四面砒銅鉍，黄鉄鉍などが認められる。これらの強鉍化部では，銀22g/t，弱鉍化部では銀5g/tを示し，鉛，亜鉛も両鉍化部では若干認められる。

Blue Jacket 鉍化帯は主として層状，塊状の苦灰岩質砂岩中にみられる。主として黄銅鉍，斑銅鉍，四面砒銅鉍などが孔雀石や方解石が細脈中に鉍染状を呈して認められる。比較的孔雀石に富んだものでは銀17.5g/tを示し，亜鉛，鉛も認められる。

往時，MINDECO/NORANDA（ミンデコ/ノランダ社）により行われた地化学探査データを第1年次に再解析した結果では，それぞれ別々の銅異常域及び亜鉛異常域に集中している。

第1年次物理探査CSAMT法によって，Sable Antelope 鉍床からBlue Jacket 鉍化帯にかけてのN-S系の弱線帯とそれに沿う数箇所の物理探査異常が認められた。

第2年次調査ではIP法及びSIP法を実施し，その結果，Sable Antelope 鉍床付近とBlue Jacket 鉍化帯付近にIP異常帯が把握された。またこのIP異常帯に対して，ビット探鉍を行ない，ラテライト中に銅高異常値や酸化鉄鉍中に亜鉛異常値のあることが確認された。

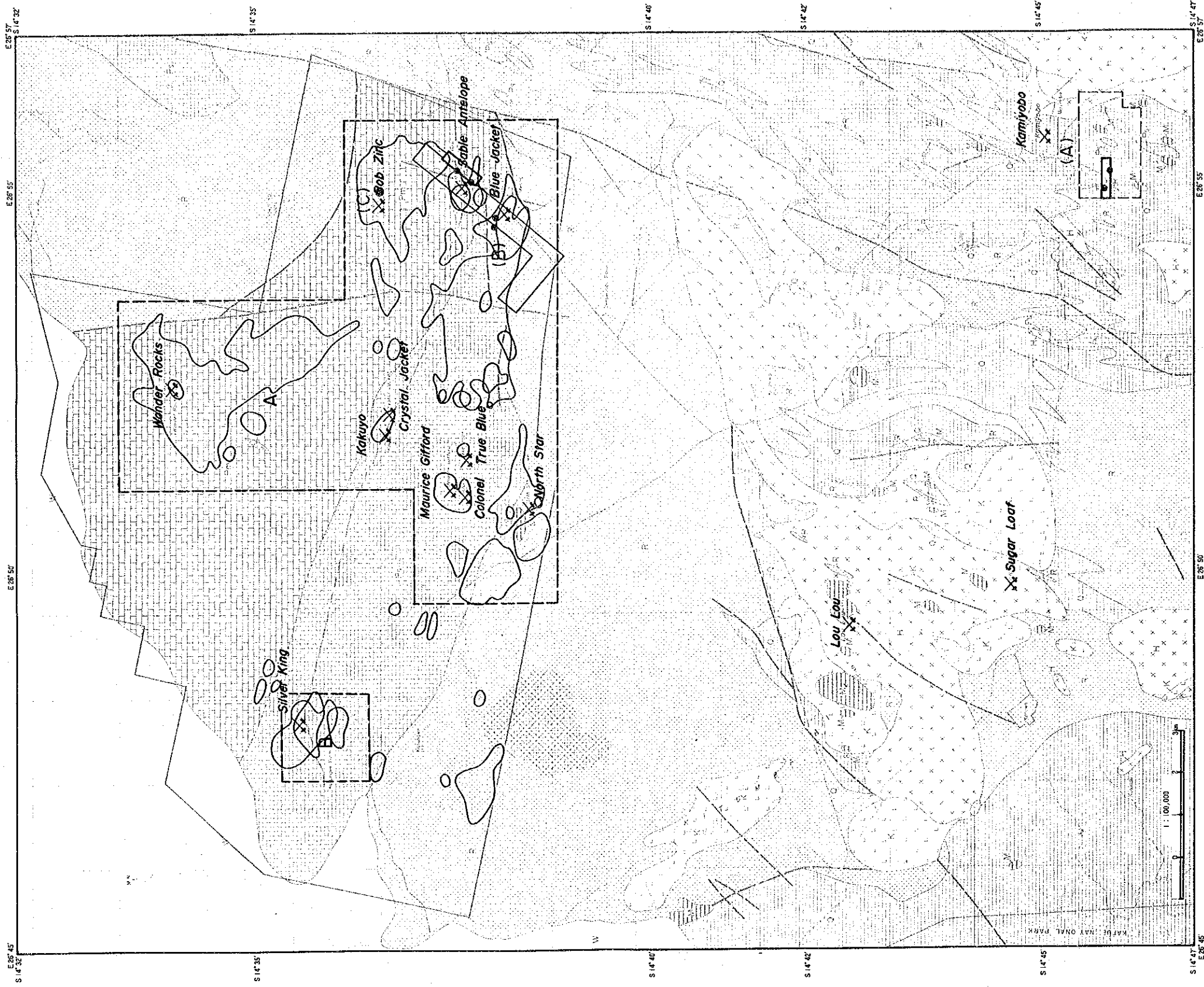
(2) Kamiyobo 地区

当地区の地質は炭酸塩岩類上部の相である層状石灰岩とこれを覆う砂質～泥質変堆積岩類の砂質～珪質岩，頁岩などから成る。このほか，貫入岩類として閃長斑岩に類似した小岩体が点在する。

当地区北方約 600 m に Kamiyobo 鉍化帯があり，この露頭は層状石灰岩直上の頁岩中の裂かを充填した含孔雀石酸化鉄鉍脈である。地表近くで品位は銅 3.60% を示し，銀，鉛，亜鉛も若干認められる。

第 1 年次地化学探査では鉛－亜鉛異常域を示したため，第 2 年次には地質調査，地化学探査を行い，かなり広範囲の地化学異常帯を南西部で把握した。

当地区の地化学異常帯周辺部には磁鉄鉍が残存していることにより，風化の影響も小さく初生硫化鉍床の賦存する可能性が考えられる。



LEGEND

- | | | | |
|----------------------------------|---|---|---|
| Quaternary | Alluvial Deposits | Metasandstone, quartzite with intercalated shale and limestones | Exploration Area of [Phase I] |
| Lower~Middle Kundelungu Series | Shale with intercalated metasandstone and limestone | Bedded limestone with intercalated metasediments | Geological and Geochemical Survey |
| Intrusive Rocks | Massive dolomitic limestone~dolomite | Porphyry | Whole Area : Geological and Geochemical Survey |
| | Quartz porphyry | Brecciated part | [A], [B] : Geophysical Survey [CSAMT] |
| | Syenites | Iron oxides | Exploration Area of [Phase II] |
| Brecciated part | Disused mine or Mineralized Area | Exploration Area of [Phase III] | (A) : Geological and Geochemical Survey |
| Iron oxides | | Geophysical Survey (S. I. P) | (B) : Geophysical Survey (I. P. and S. I. P) |
| Disused mine or Mineralized Area | | Drilling Exploration | (C) : Drilling Exploration |
| X | | Anomalies of Geochemical Survey | Cu : Over critical value (Threshold) |
| | | Cu : Over critical value (Threshold) | Zn : Over critical value (Threshold) |
| | | Old Surveyed Area | Old Surveyed Area |
| | | Geophysical Surveyed Area by Noranda Ltd. and reanalysed on [Phase I] | Geophysical Surveyed Area by Noranda Ltd. and reanalysed on [Phase I] |

第3図 Karenda 地域探鉱総合図

第Ⅱ部 各地区の調査結果

第Ⅱ部 各地区の調査結果

第1章 Sable Antelope 地区

1. 物理探査 (SIP法)

1-1 調査位置及び方法

Sable Antelope 地区では第2年次に実施した物理探査 (IP法, SIP法) によって5つの異常帯No.1~No.5が発見されている。そのうちNo.1, No.2の異常帯は有望と考えられ、更に東方へ延びる可能性が期待されている。

本年次はNo.1, No.2異常帯の東部でSIP調査を実施し異常帯の中心部を把握し試錐地点を選定することとした。

調査の範囲は第4図に示すようにNo.1, No.2異常帯に隣接する面積約0.3km²で1km長の測線3本 (J, K, L測線) で測定を実施した。

調査の仕様, 調査方法, 測定機器, データ処理・解析, サンプル試験等の詳細については付帯資料 (巻末) 1~6に一括して示す。

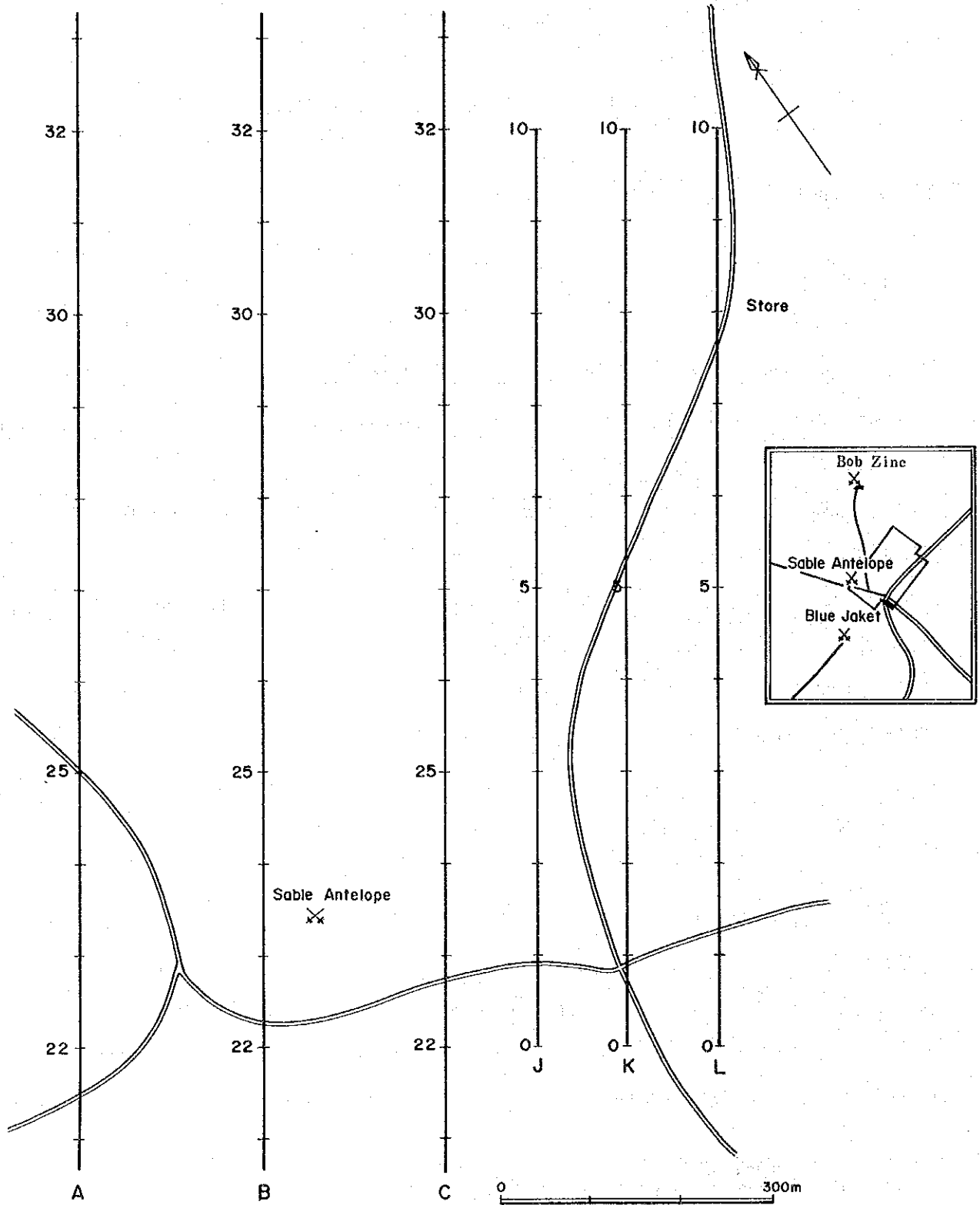
1-2 調査および解析の結果

第2年次の調査で得られたNo.1, No.2の異常帯はSable Antelope 鉱床を含みその延長部および周辺に認められたものである。これらはいずれも石灰岩中の異常値であり, PFE異常値は2%台でやや弱い。No.1はWNW-ESE方向, No.2はほぼE-W方向の連続性が認められた。またこれ等異常帯の見掛け抵抗は5,000~10,000 ohm-mの高い値を示しており珪化変質した鉱化帯と考えられた。



1-2-1 周波数効果 (PFE) 及び見掛け抵抗 (AR) 断面図 (第5図)

J, K, L各測線共PFEは2%以下であり, 第2年次に得られた異常値は減少する傾向にある事が判明した。

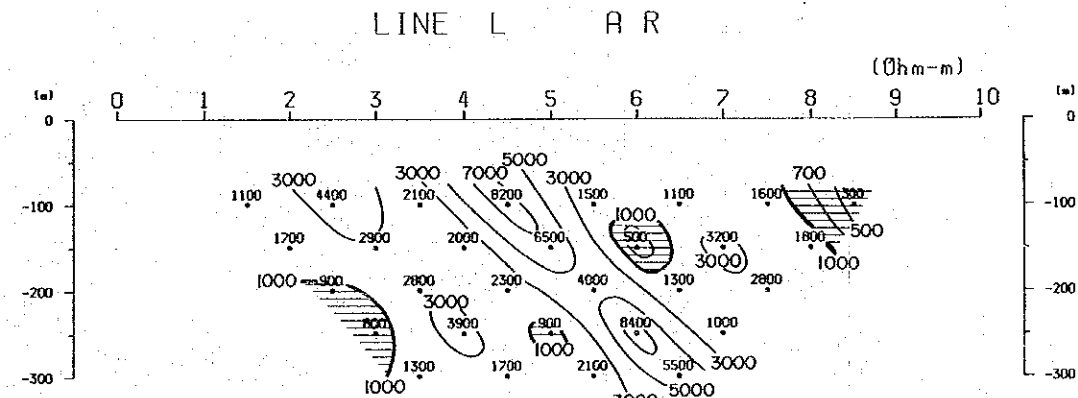
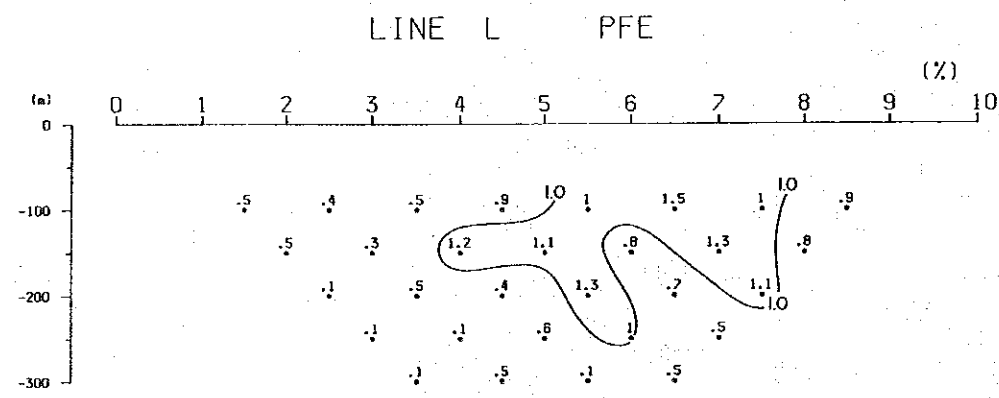
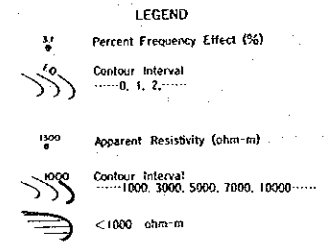
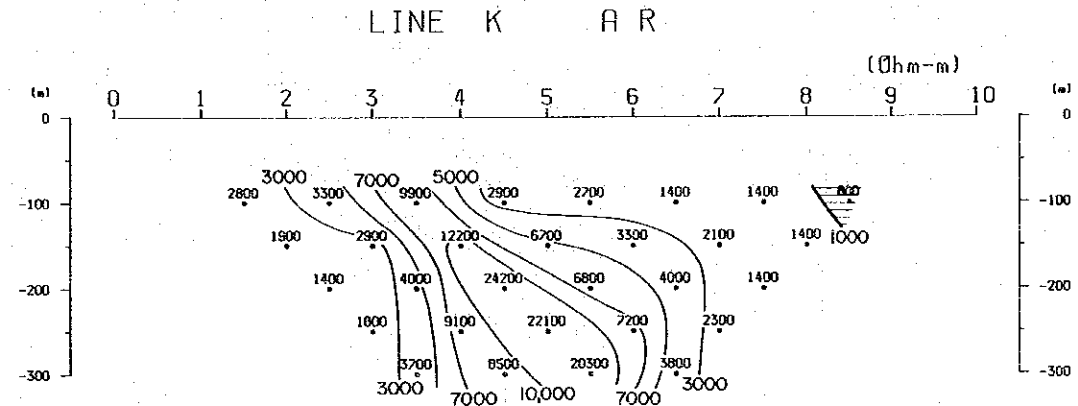
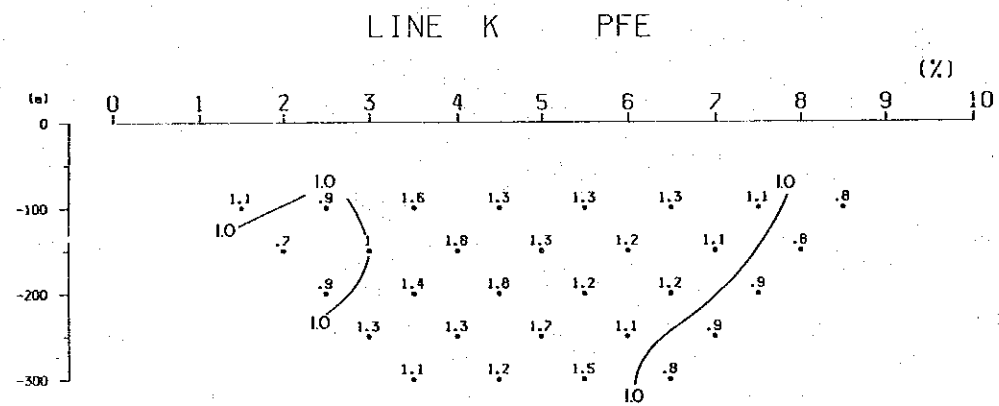
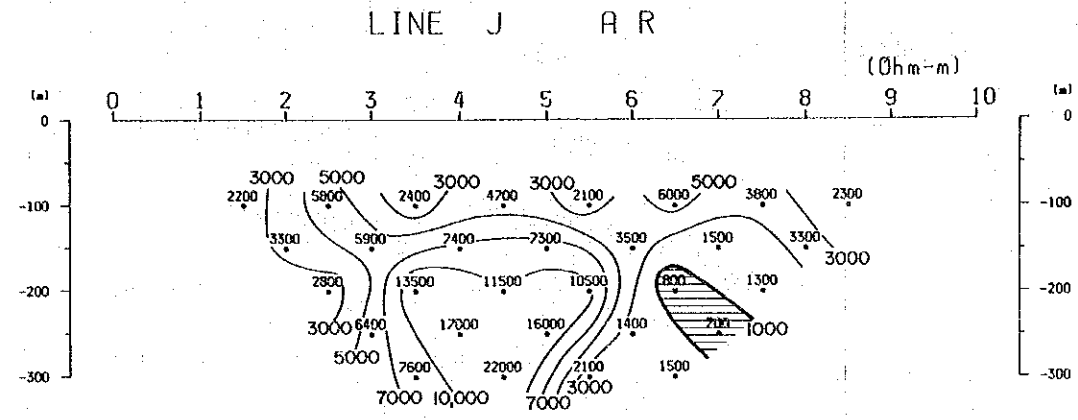
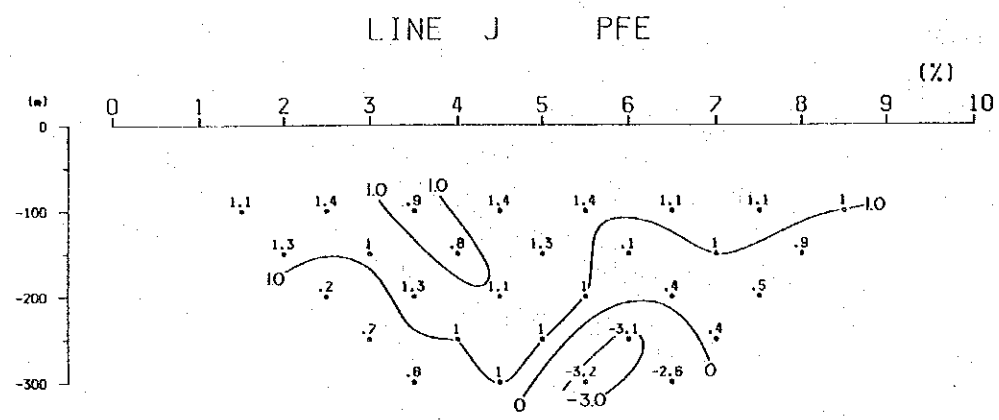
J測線のPFEは最大1.4%で西側に隣接するC測線 (第2年次のIP測線) の異常値より



LEGEND

- 
A~C IP Line (Phase II)
- 
J~L SIP Line (Phase III)

第4图 Sable Antelope 地区 SIP 测线位置图



第5図 PFE・見掛比抵抗断面図 測線 J, K, L

小さくなっており、またPFEのコンターパターンもC測線との類似性は殆んど認められない。一方J測線のARは700~2,200 ohm-mの範囲にあつて、中央部の測点4~5付近が10,000 ohm-m以上の高比抵抗帯、測点6~7付近が1,000 ohm-m以下の低比抵抗帯となつており、C測線との類似性が認められる。したがつて比抵抗構造はC測線とほぼ同じと考えられる。なお、測点6付近に負のPFE(電磁カップリング)が現われているが、これ等はARの急変する所に位置している。

K測線のPFEは最大1.8%であり、測点3~4付近の浅部から測点5~6の深部にかけて1.5%以上の極めて弱い異常が認められる。ARは800~24,000 ohm-mの範囲にあつて、測点3~4から5~6にかけて10,000 ohm-m以上の高比抵抗帯があり弱いPFE異常帯と一致している。

L測線のPFEは最大1.5%、測点5~8の浅部を除き他は1%以下と極めて小さく異常は殆んど存在しない。ARは測点4~5から5~6にかけて5,000 ohm-m以上の高比抵抗帯があり、1,000 ohm-m以下の低比抵抗帯が測線南端の深部や北端の浅部など数ヶ所に現われている。

1-2-2 周波数効果(PFE)平面図及び見掛比抵抗(AR)平面図(第6図~第7図)

PFE平面図($n=2, 3$ 等)に見られるように第2年次の調査で得られたNo.1およびNo.2の異常帯の東側への延長は認められなかった。すなわち2%のコンターで囲まれるこれらの異常帯の東側のPFEは1%台にとどまった。

一方PFE異常を伴う7,000~10,000 ohm-mの高見掛比抵抗帯はその規模を減じつつも東方へ続いている。

1-2-3 位相差断面図(第8図~第10図)

位相差については、各測線毎に0.125, 0.375, 0.625, 1, 3Hzの5種類の周波数について作成した。また後述するデカップル処理を実施したものを併せて表示した。

各測線のデカップル処理前の位相差について検討すると0.125HzではK測線の-10~-12 mradが最も大きい値で、PFE1.4~1.8%に相当している。全般的には、周波数の増加に伴い位相差が増加する傾向が見られるが、測線毎に若干の相違がある。例えば0.125Hzと0.375 Hzでの位相差の変化を見ると、J測線では測点2~3の深部、測点5~8の浅部で位相差が減少しているが、K測線では位相差はすべて増加している。L測線では測点3~4の深部で位

相差が減少しているが他の大部分では増加している。

サンプル測定結果（付帯資料参照）によれば一般にバックグラウンドの位相差はP F Eと同様に小さい値であり、周波数の増加に伴い増加する傾向を示すが、黄鉄鉱染帯の位相差は一般に大きく、周波数の増加に伴い減少する傾向を示す。

P F E断面では前述の通りJ測線とK測線でP F E値に殆んど差は見られないが、位相差の変化を見ると両測線は明らかに異っている。すなわちJ測線では一部に周波数の増加に伴い位相差が減少するという黄鉄鉱染帯の影響が出ているが、K測線ではその影響は全くなくなっていると解釈できる。

1-2-4 各種スペクトル図（第11図～第13図）

位相差スペクトル、振幅スペクトル、コール・コール図について擬似断面表示をした。またデカップル処理後の各種スペクトルも併せて表示した。

これらのスペクトル図は0.125～88Hzの全周波数領域での特徴を示している。

位相差は低周波領域で周波数の増加に伴って増加するのが大部分であるが、J測線とL測線の一部に減少する所がある。高周波領域では位相差は通常急激に増加するが、J測線測点5～7では正の位相差が現れている。振幅スペクトルは各測線共周波数の増加に伴うわずかの減少が見られるのみである。

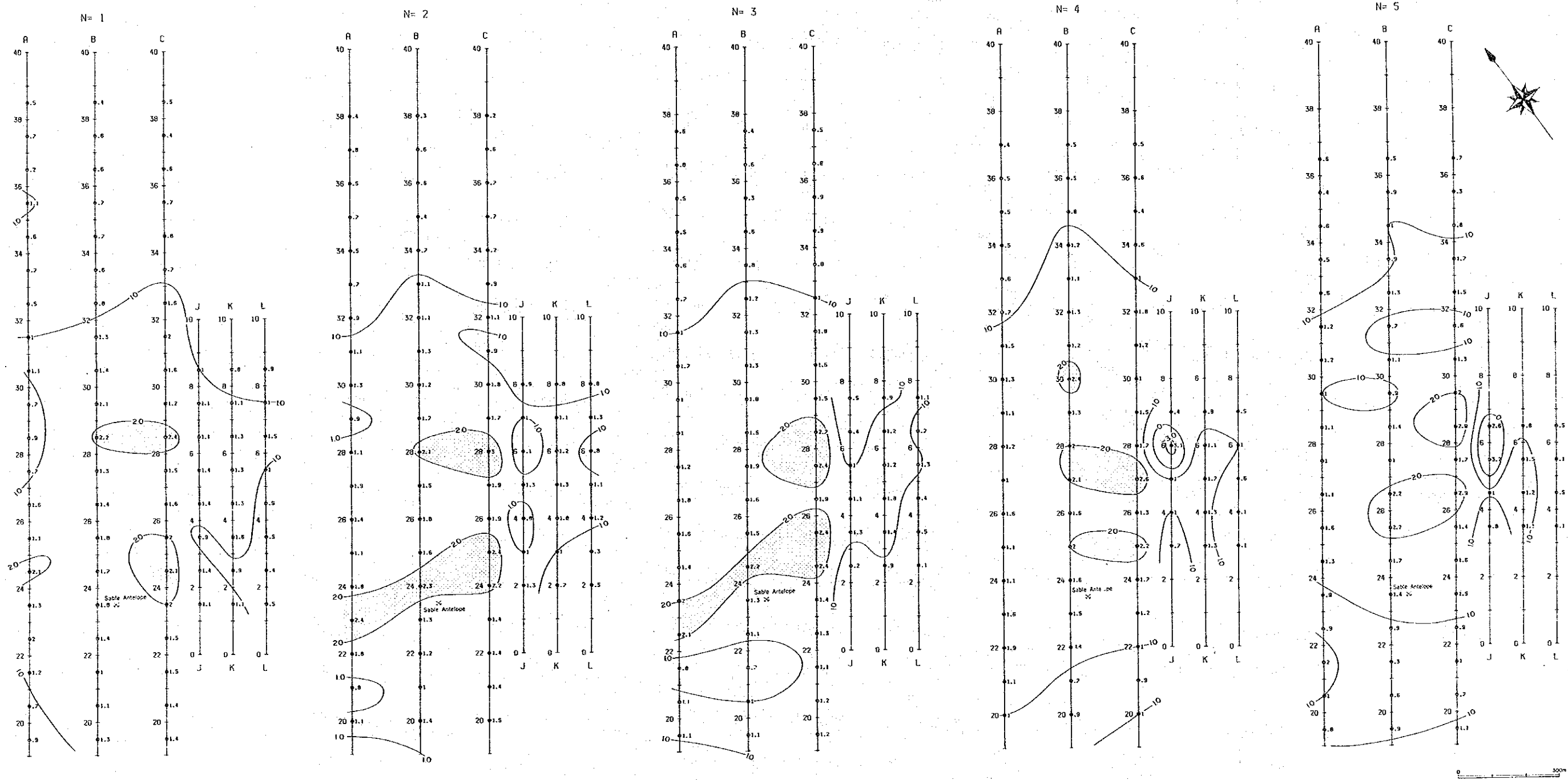
1-2-5 デカップリング処理図（第8図～第14図）

付帯資料で述べている様にHall of等は電磁カップリングを均質大地によるものと良導体によるものにわけている。

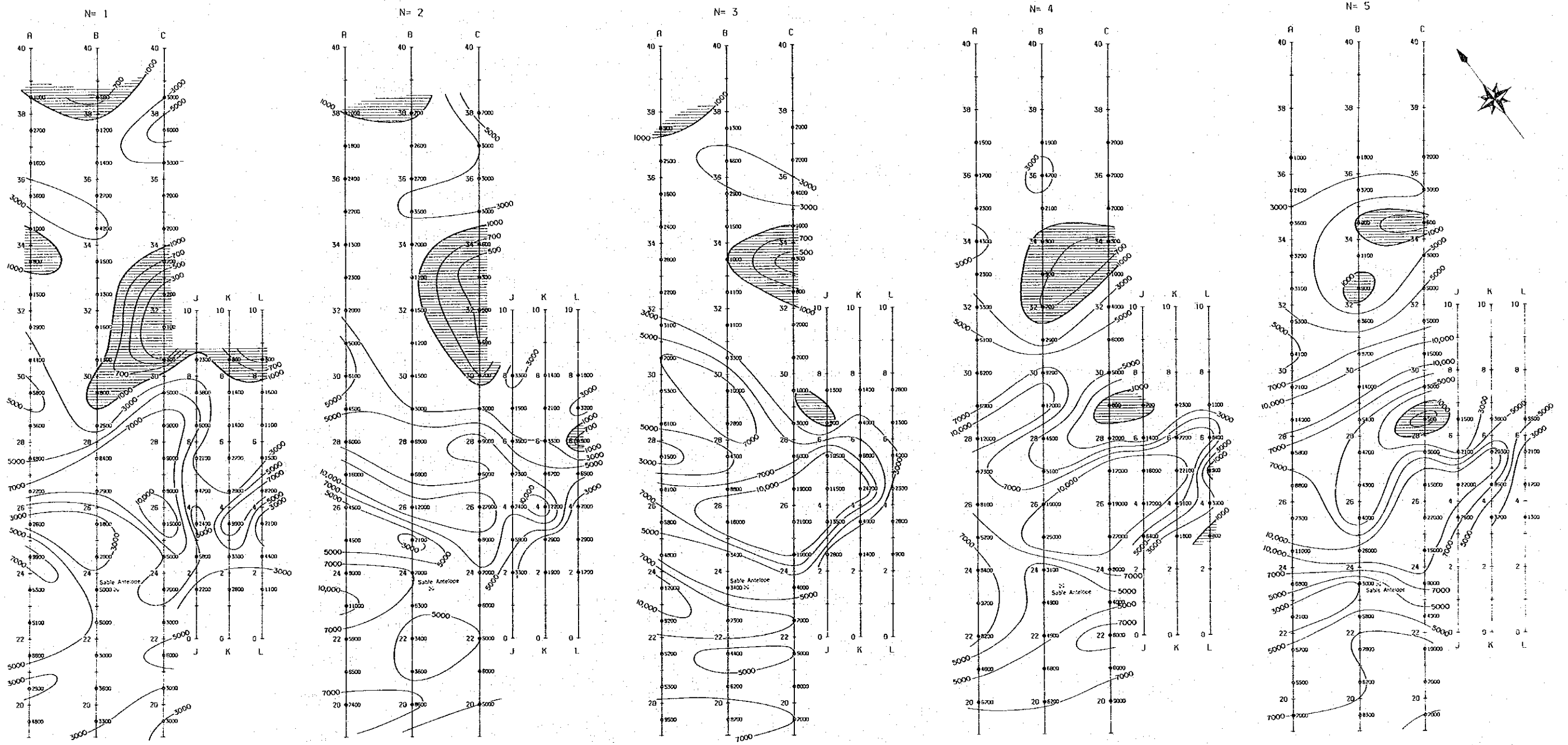
均質大地による電磁カップリング（通常の電磁カップリング）は周波数の増加につれて負の位相差の増加、振幅の減少として現れる。

一方良導体による電磁カップリングは周波数の増加につれて正の位相差及び振幅の増加として現れる。この種の電磁カップリングは低比抵抗帯が存在し、比抵抗が垂直方向あるいは水平方向に急変化する所でしばしば観測される様である。J測線測点6付近、K測線測点7付近でこれが見られる。

デカップリング処理により各種スペクトル図の補正がなされたが、同時に低周波領域でのI P応答の一部が失われているように思われる。それは、例えば位相差断面図（デカップリング後）で、0.125Hzと0.375Hzの位相差の変化を見るとすべて増加している事による。

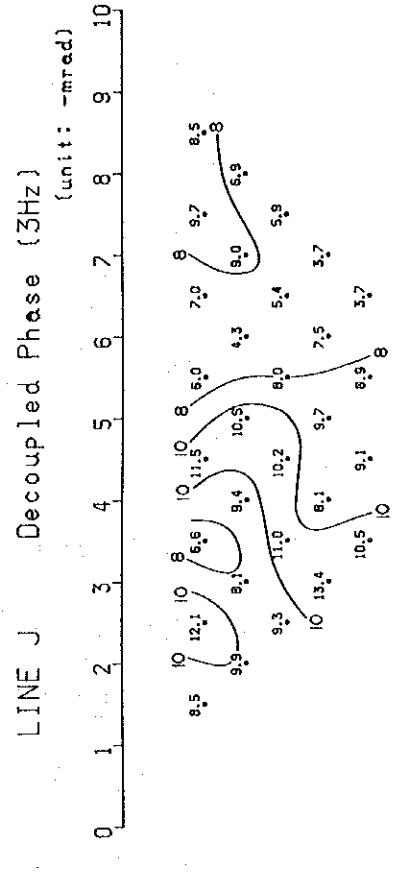
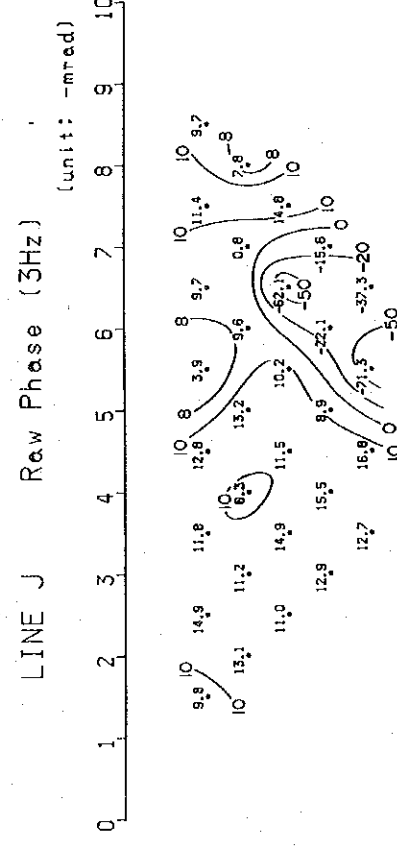
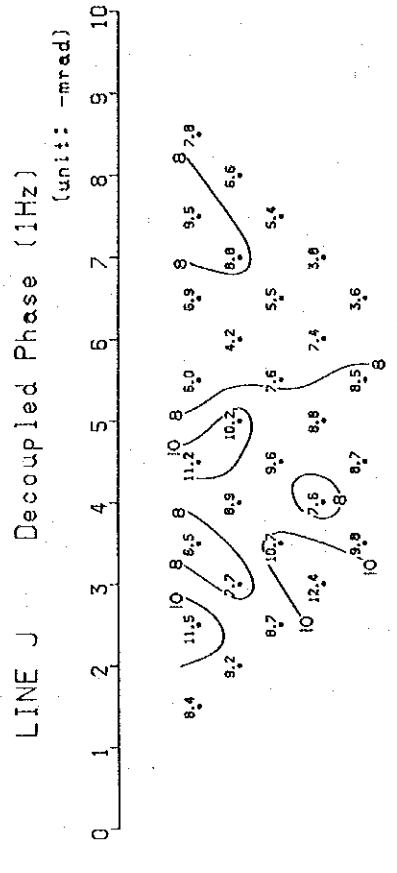
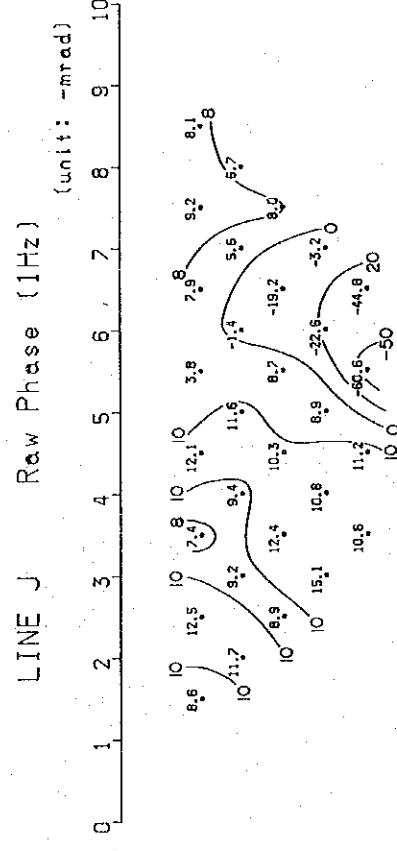
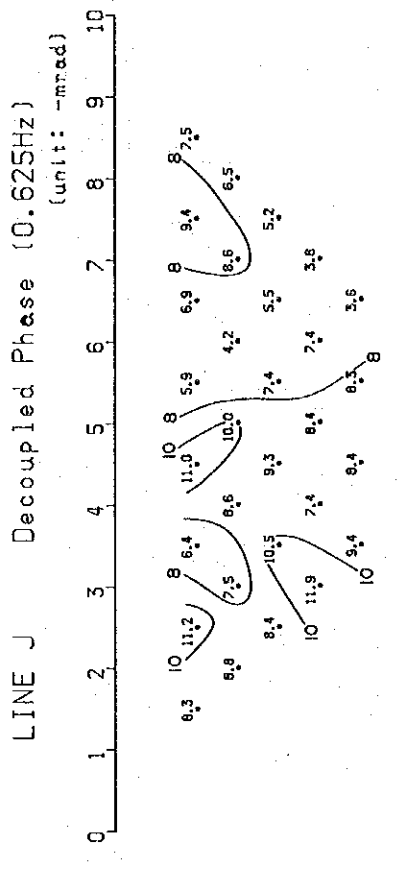
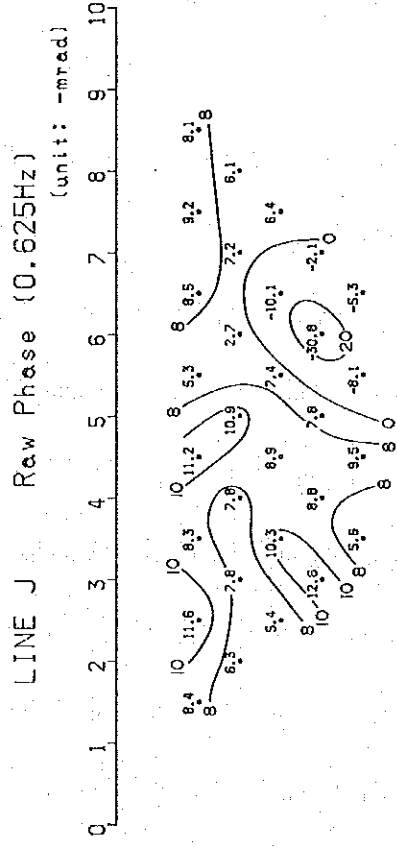
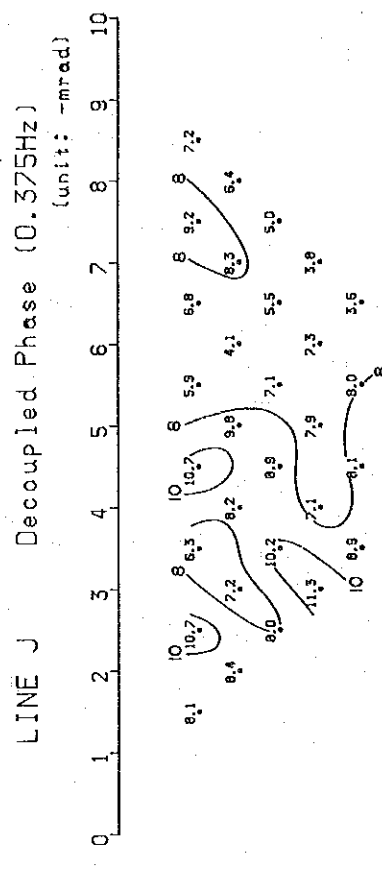
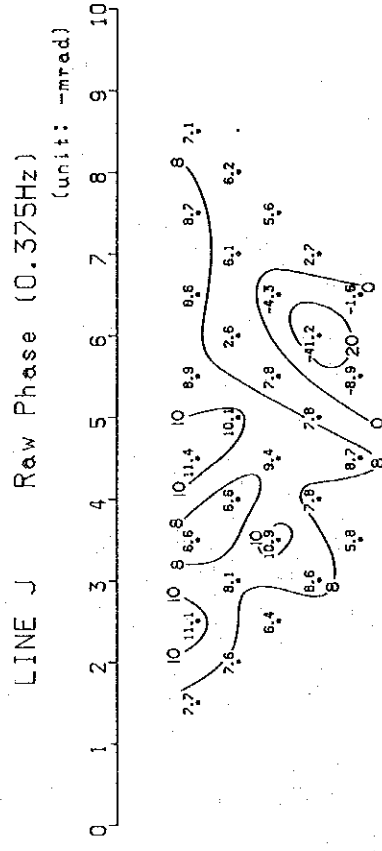
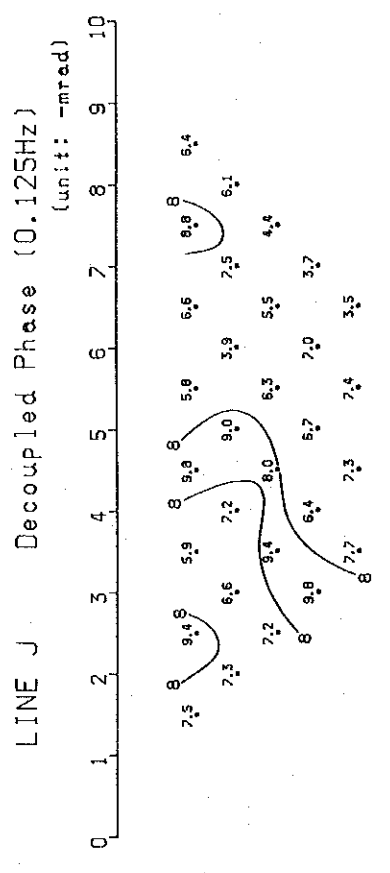
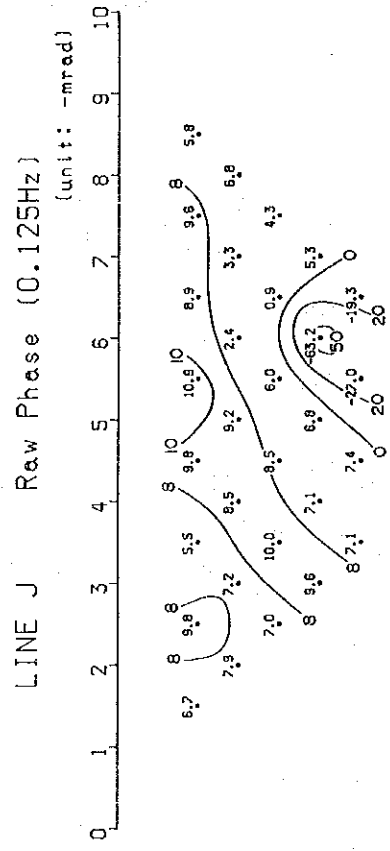


第6图 PFE平面图(0.125-1.0 Hz) (n=1~5)



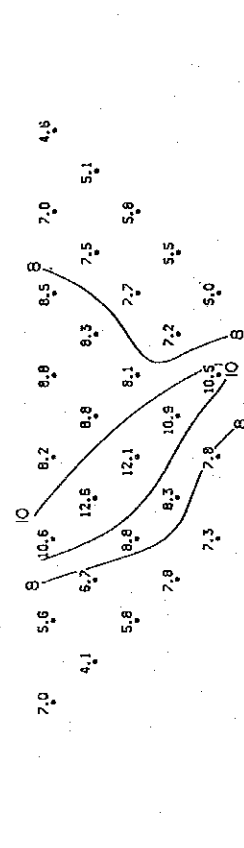
LEGEND
 A-C @ Line (Dose II)
 J-K-L @ Line (Dose II)
 Apparent Resistivity (ohm m)
 Contour Interval
 1000, 2000, 5000, 10000, 15000
 1:500 scale

第7図 見掛比抵抗平面図(0.125 Hz) (n=1~5)

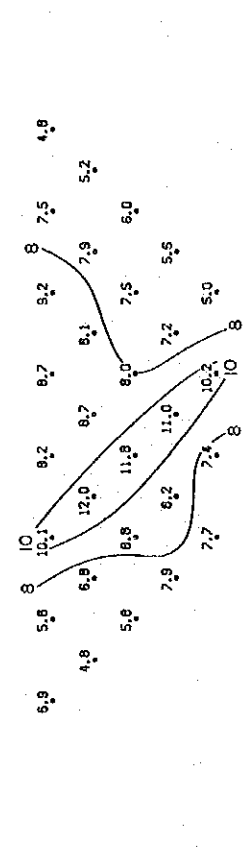


第8图 位相差断面图 测线 J

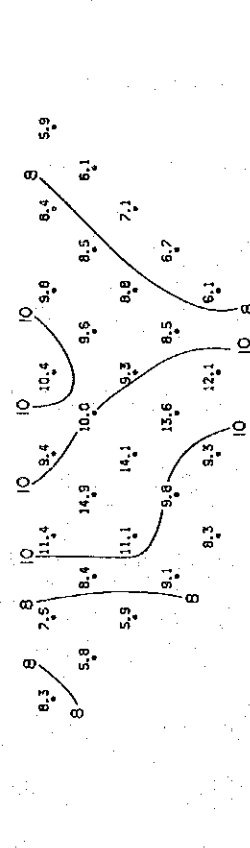
LINE K Raw Phase (0.125Hz)
(unit: -mrad)



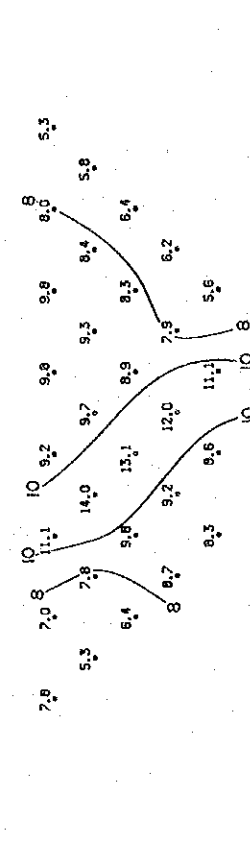
LINE K Decoupled Phase (0.125Hz)
(unit: -mrad)



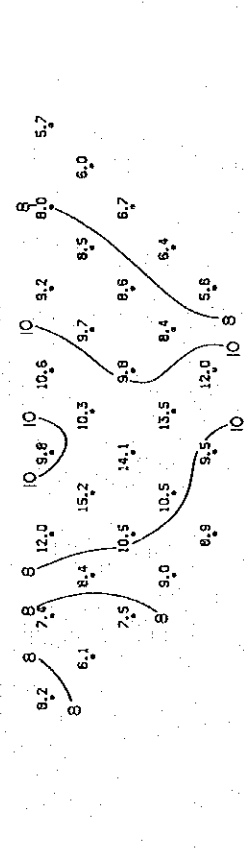
LINE K Raw Phase (0.375Hz)
(unit: -mrad)



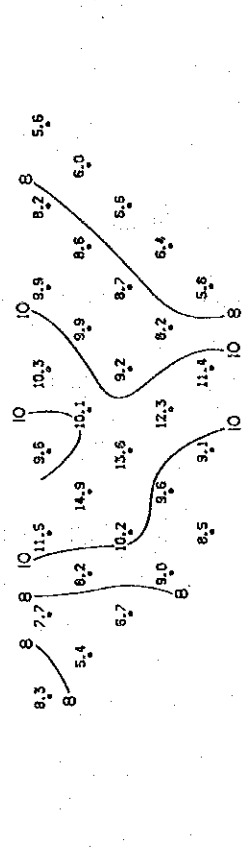
LINE K Decoupled Phase (0.375Hz)
(unit: -mrad)



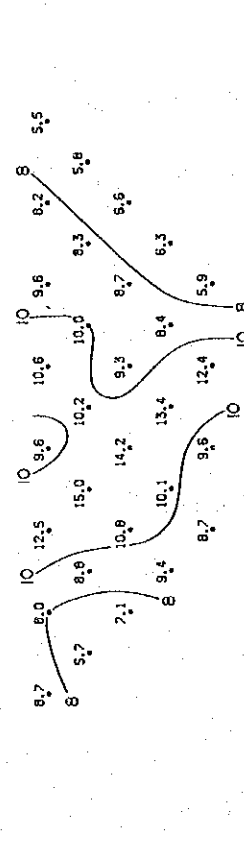
LINE K Raw Phase (0.625Hz)
(unit: -mrad)



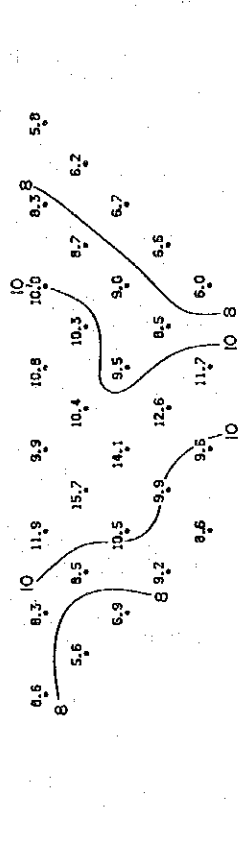
LINE K Decoupled Phase (0.625Hz)
(unit: -mrad)



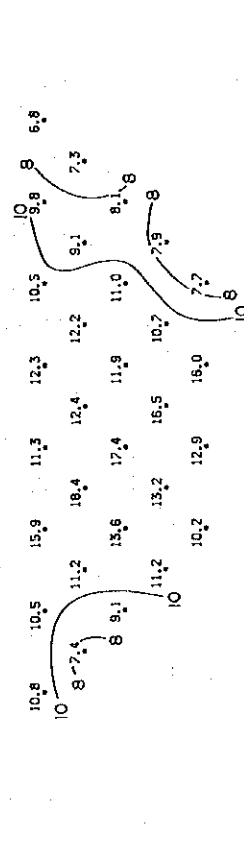
LINE K Raw Phase (1Hz)
(unit: -mrad)



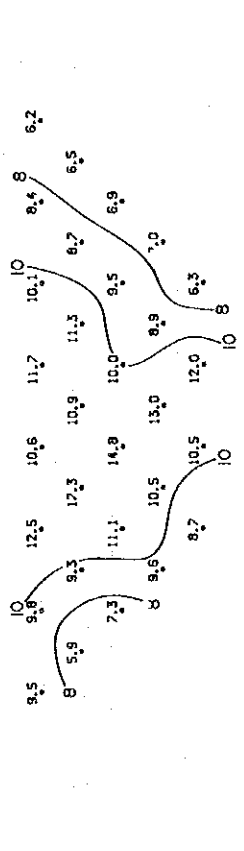
LINE K Decoupled Phase (1Hz)
(unit: -mrad)



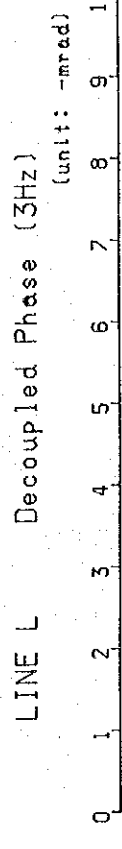
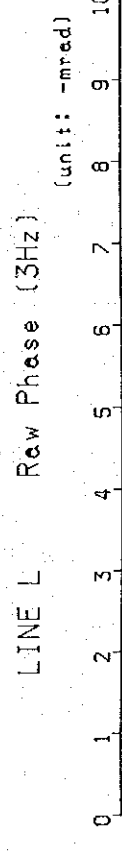
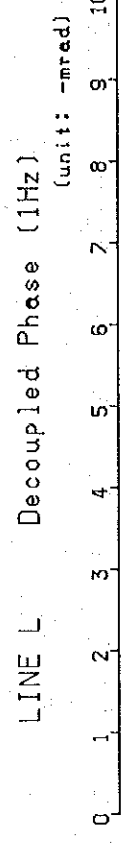
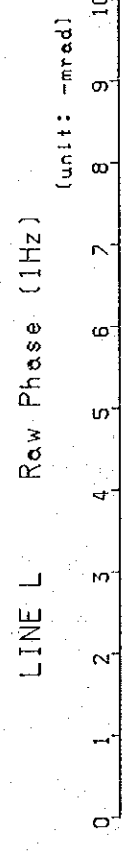
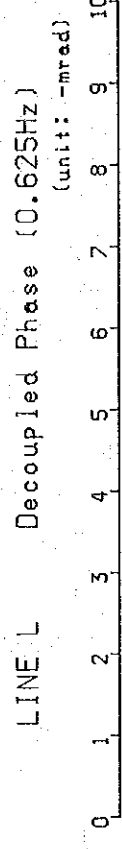
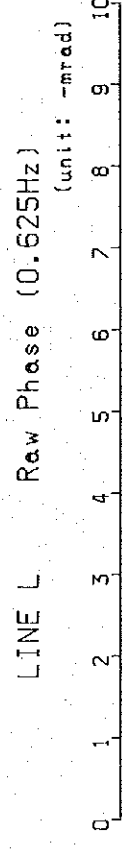
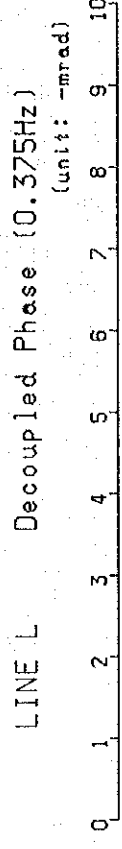
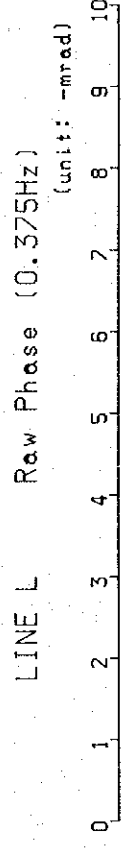
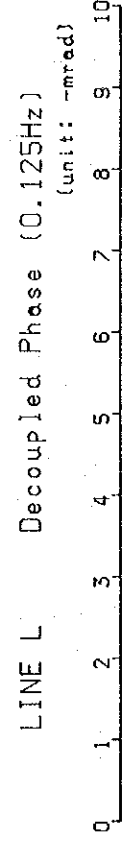
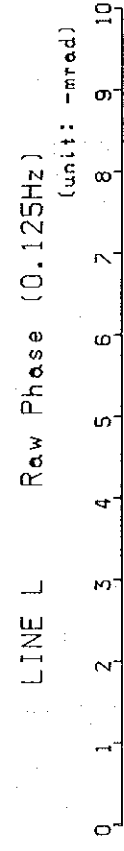
LINE K Raw Phase (3Hz)
(unit: -mrad)



LINE K Decoupled Phase (3Hz)
(unit: -mrad)

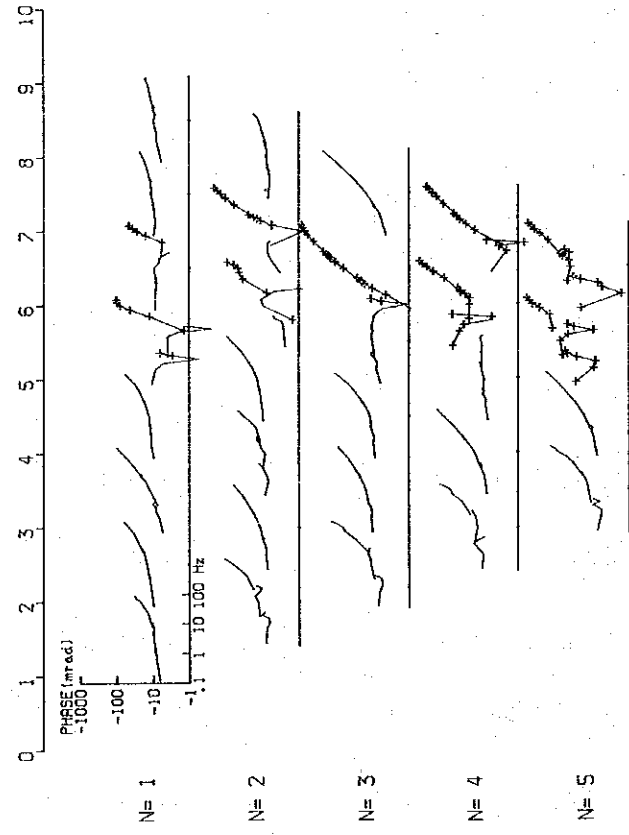


第9图 位相差断面图 测线 K

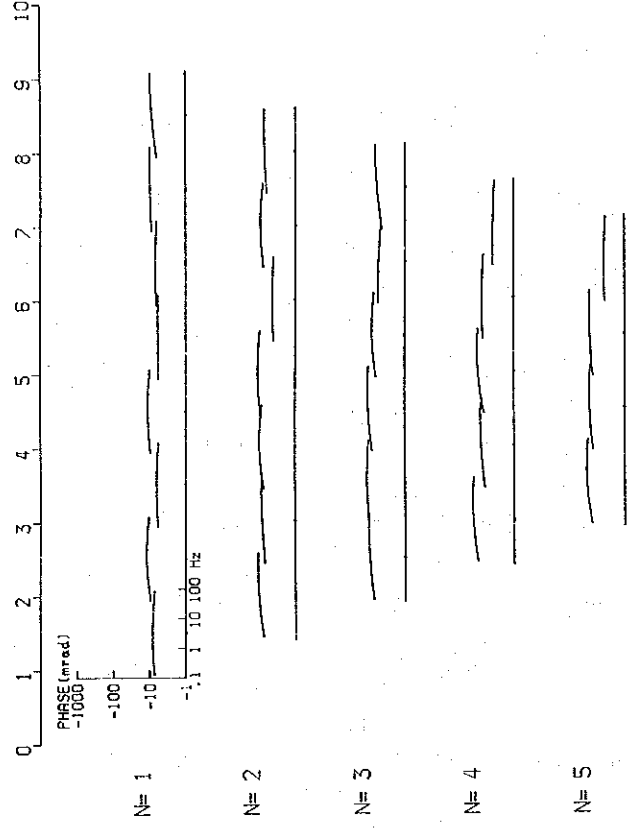


第10图 位相差断面图 测线 L

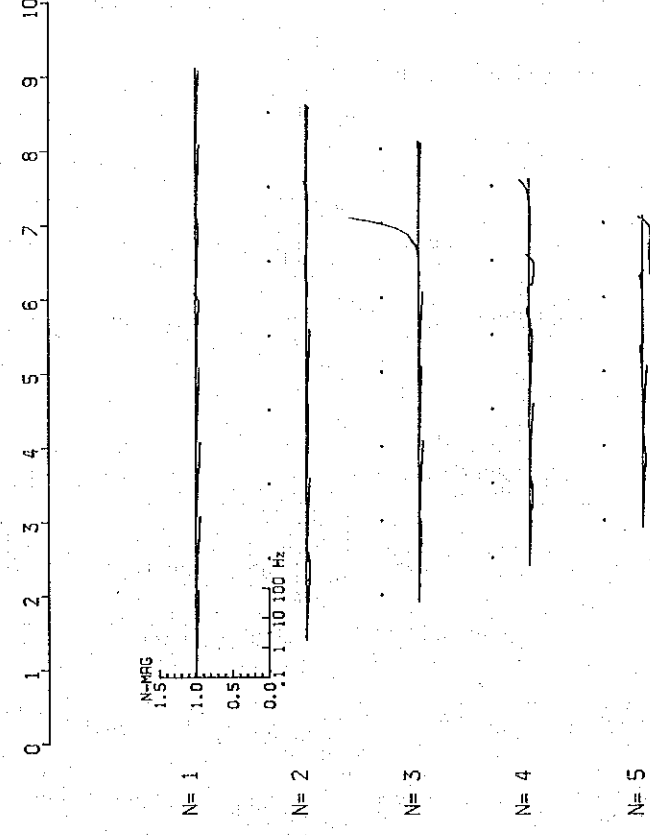
LINE J Phase Spectrum



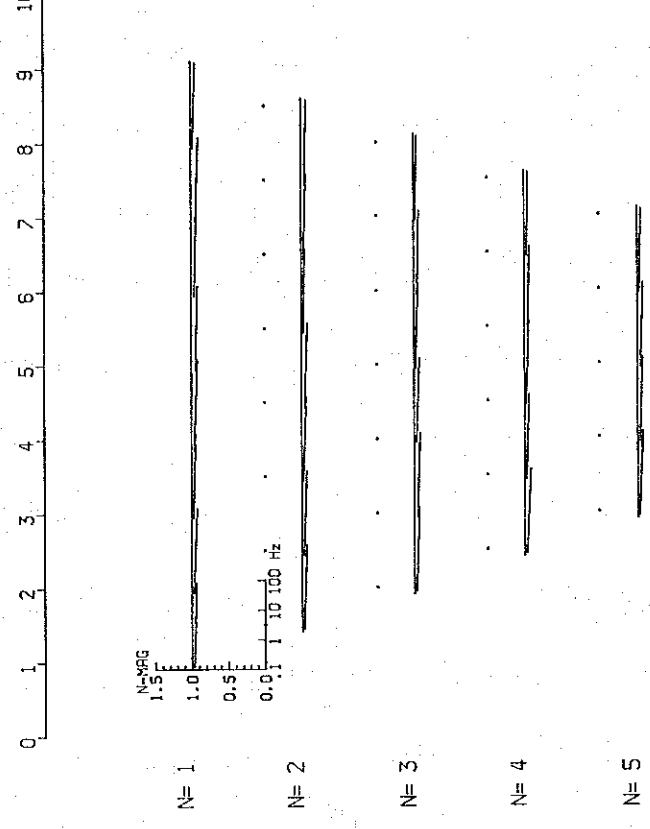
LINE J Decoupled Phase Spectrum



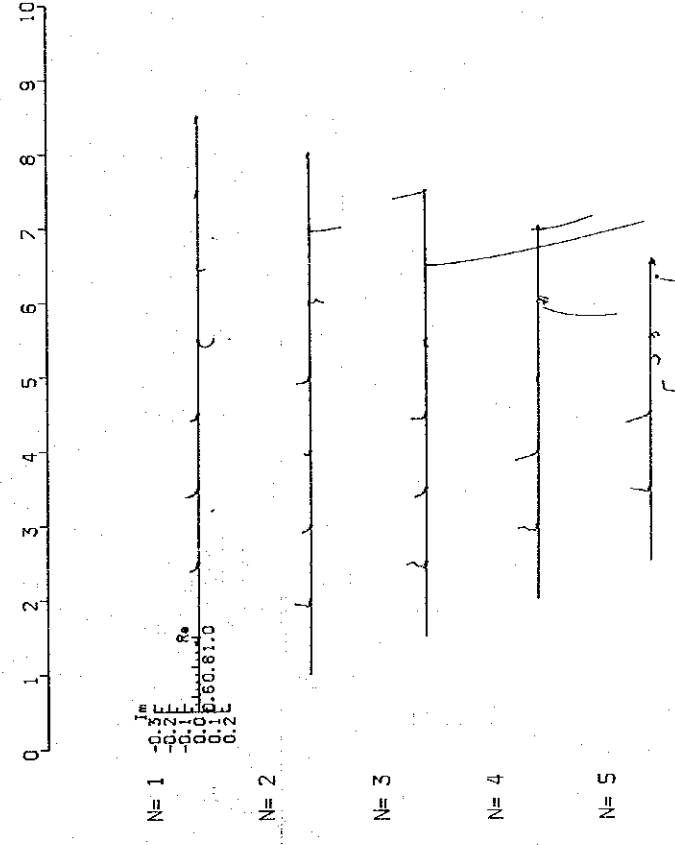
LINE J Magnitude Spectrum



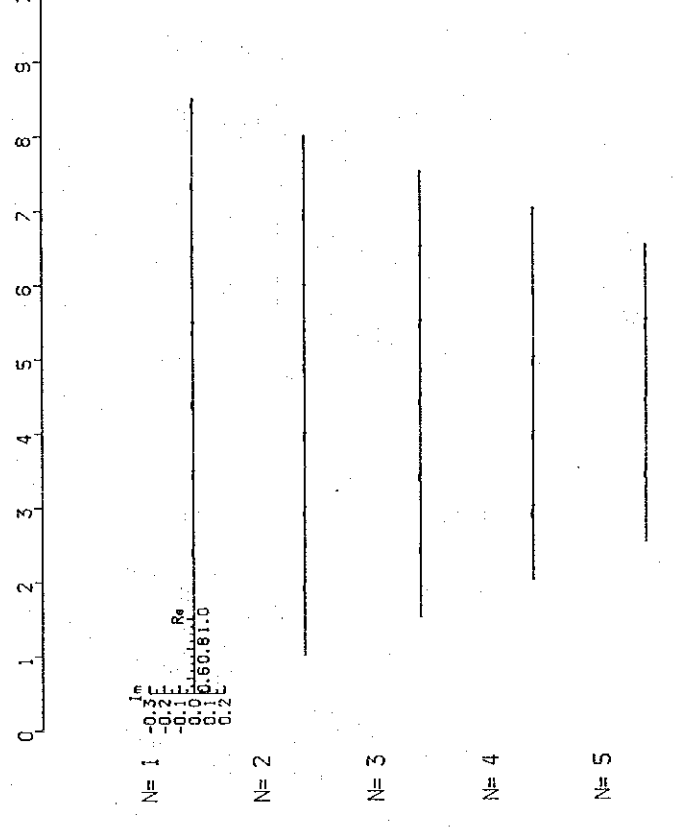
LINE J Decoupled Magnitude Spectrum



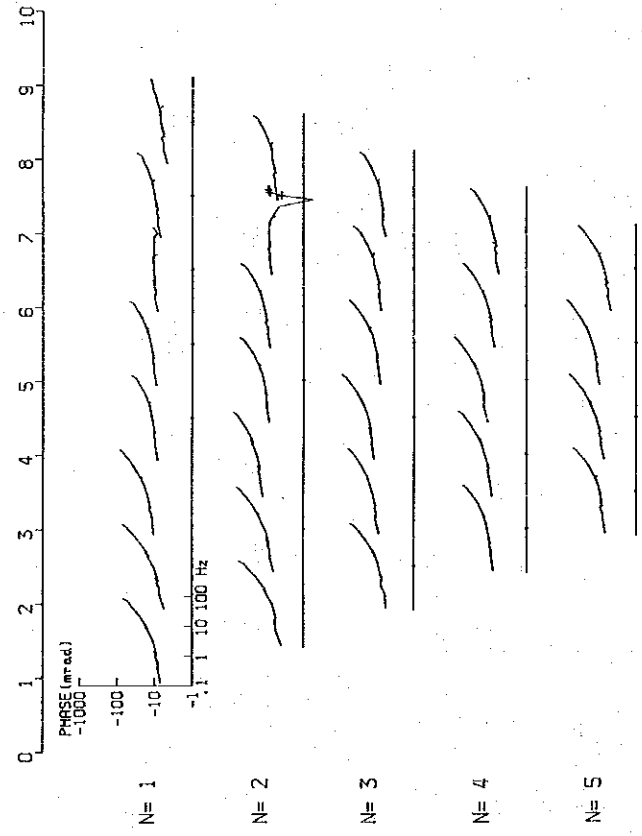
LINE J Cole-Cole Diagram



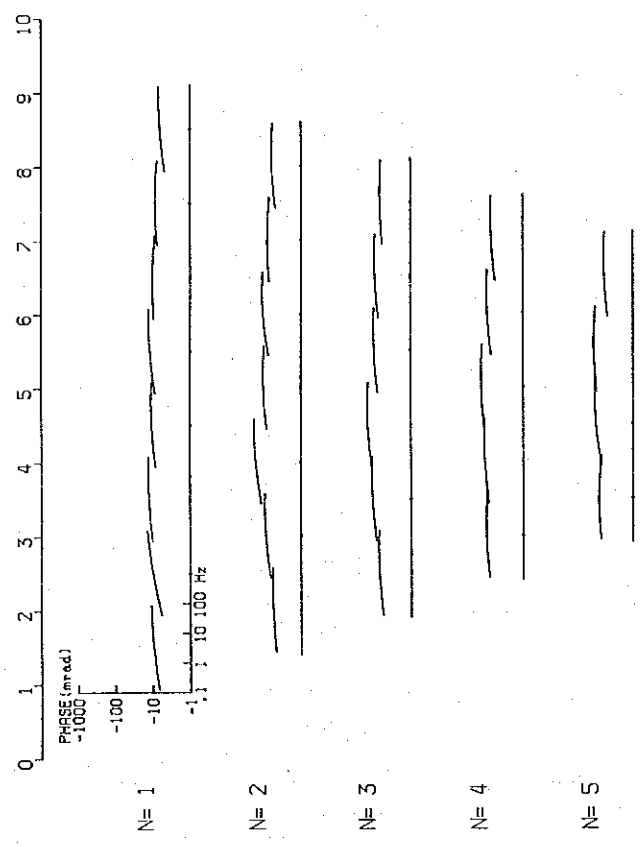
LINE J Decoupled Cole-Cole Diagram



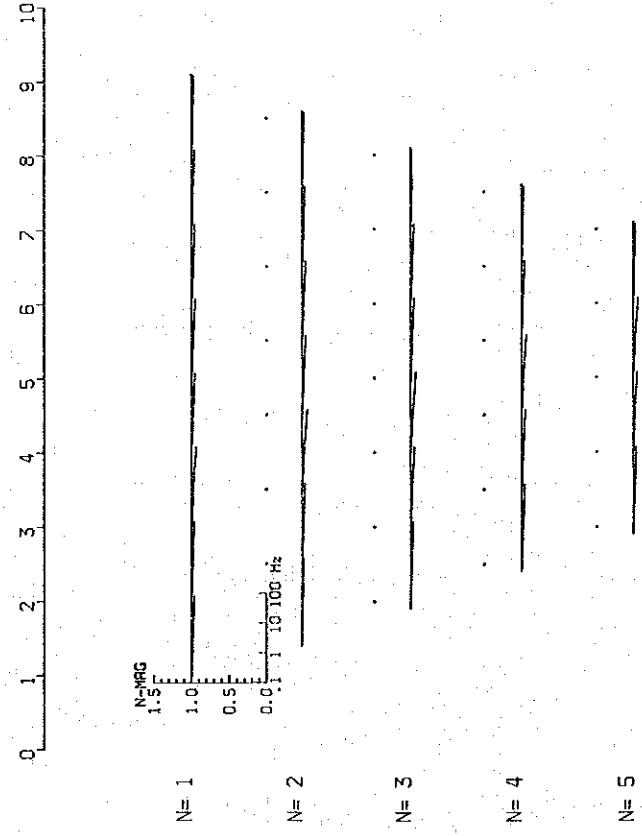
LINE K Phase Spectrum



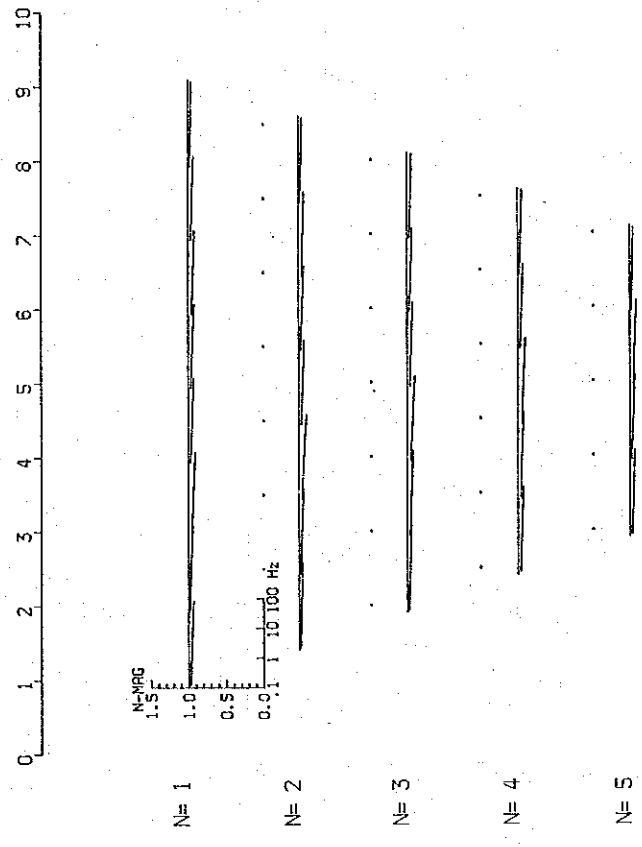
LINE K Decoupled Phase Spectrum



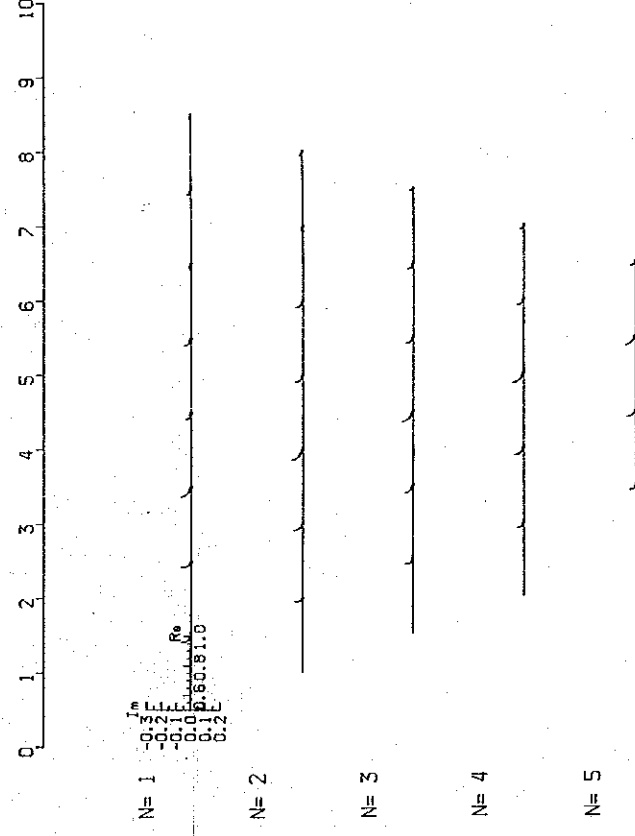
LINE K Magnitude Spectrum



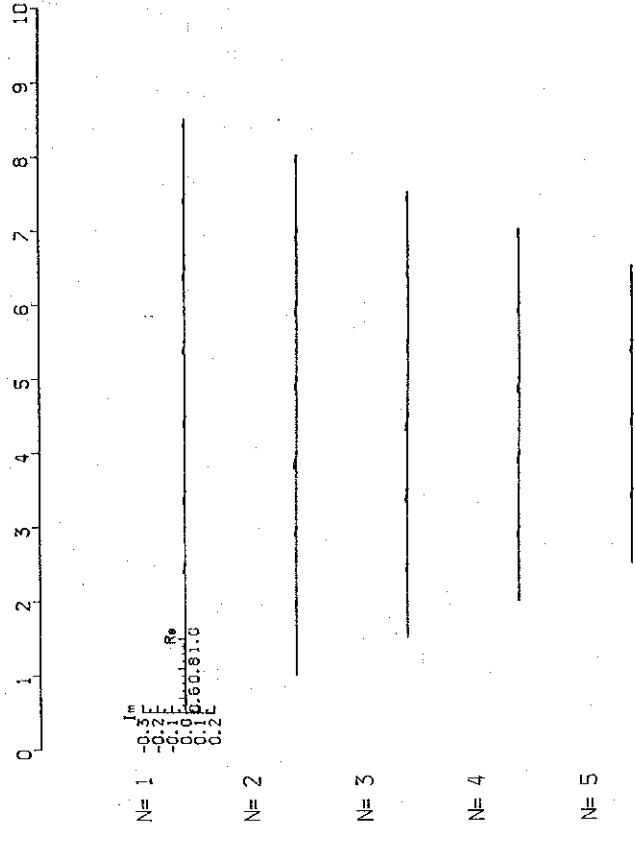
LINE K Decoupled Magnitude Spectrum



LINE K Cole-Cole Diagram

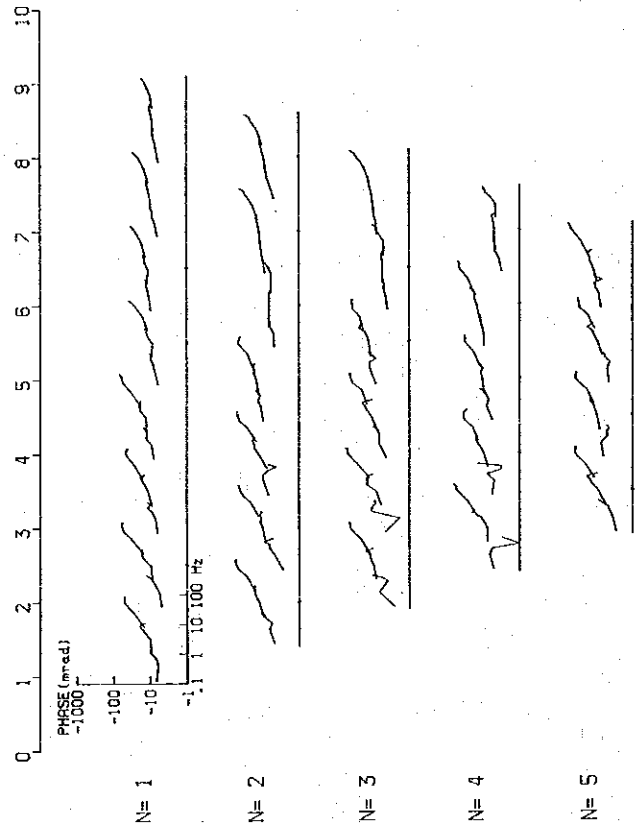


LINE K Decoupled Cole-Cole Diagram

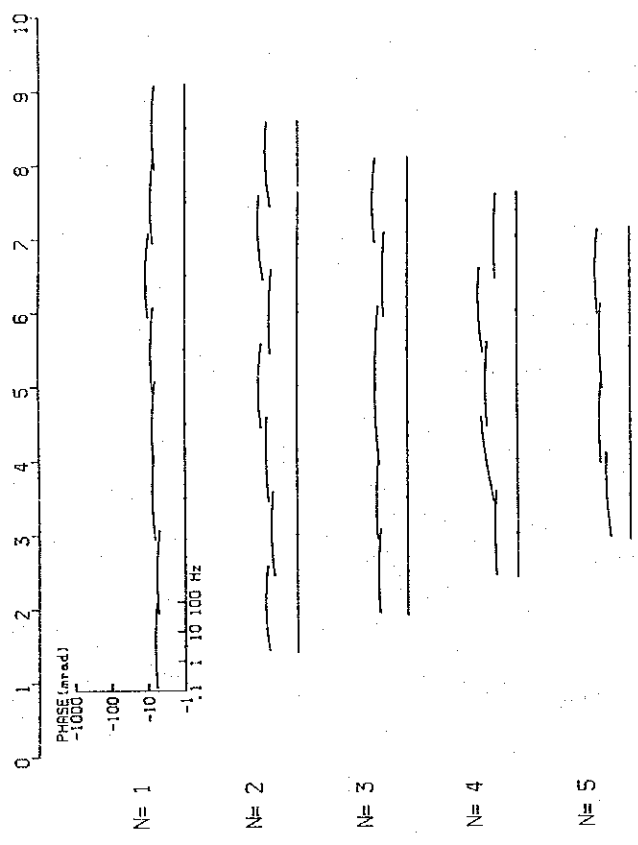


第12図 各種スペクトル図 測線 K

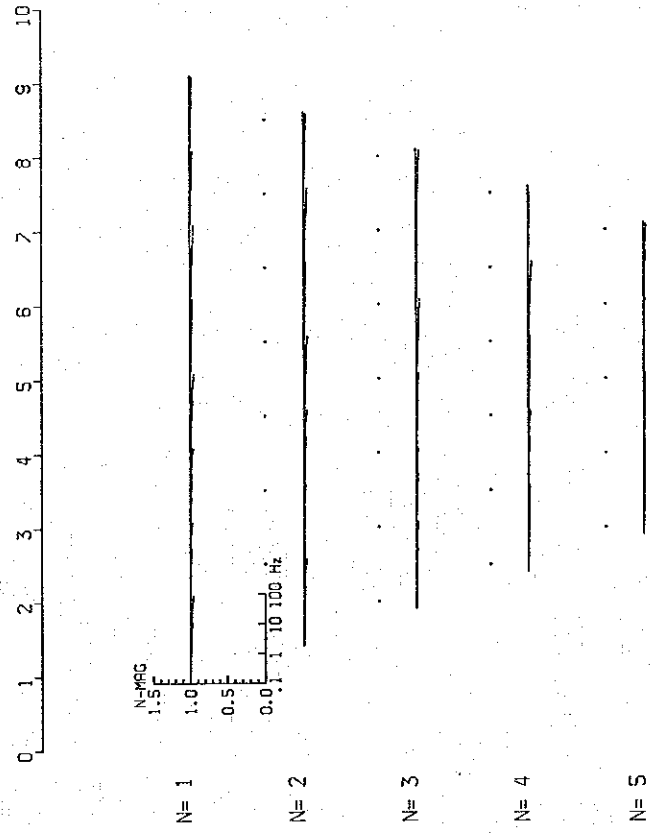
LINE L Phase Spectrum



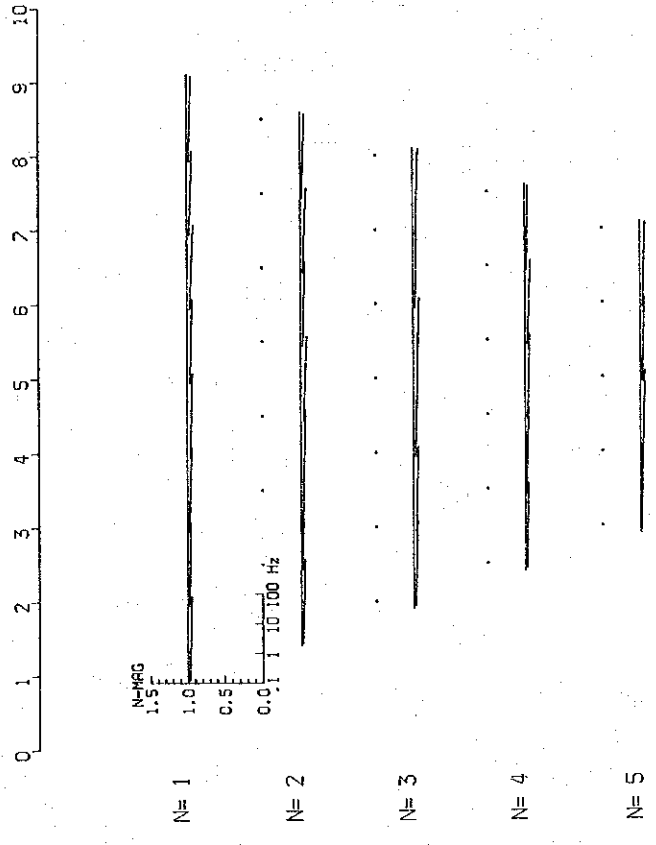
LINE L Decoupled Phase Spectrum



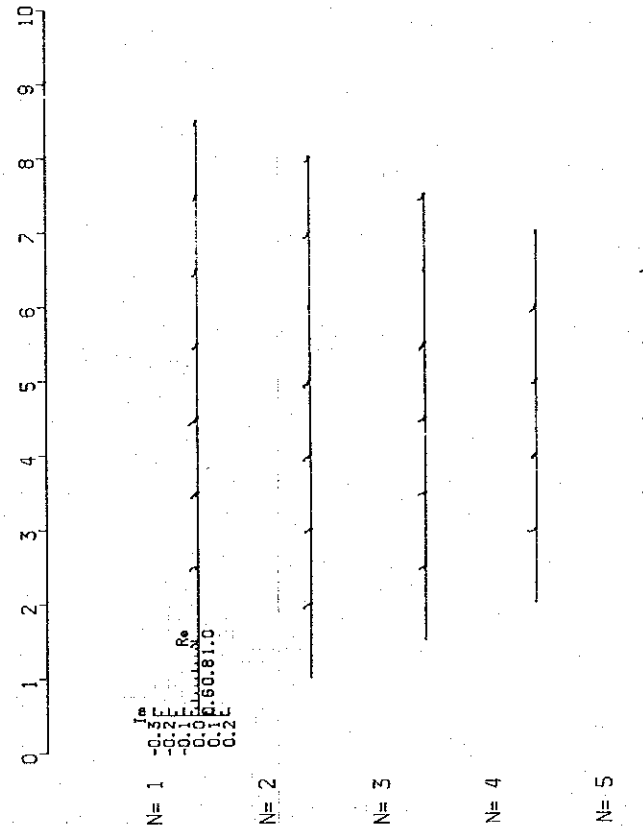
LINE L Magnitude Spectrum



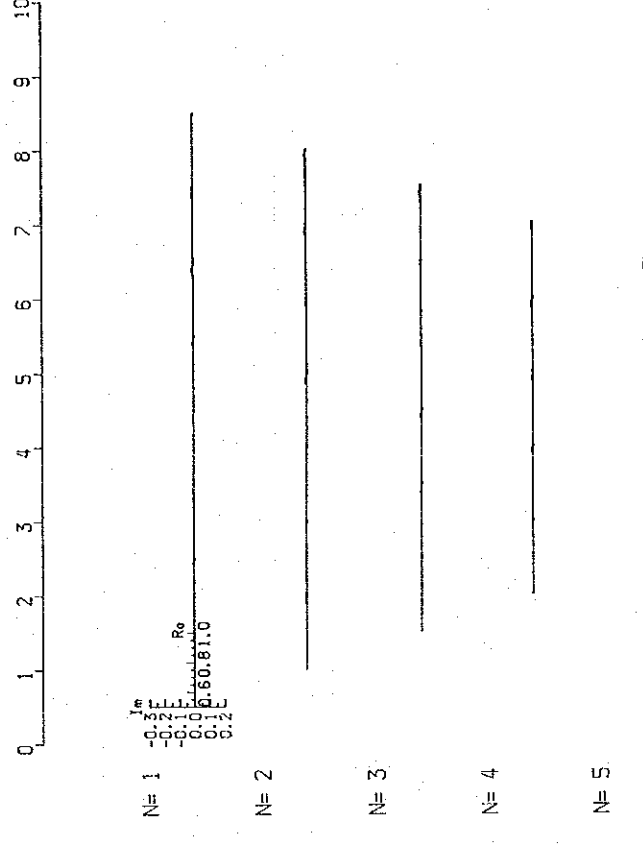
LINE L Decoupled Magnitude Spectrum



LINE L Cole-Cole Diagram

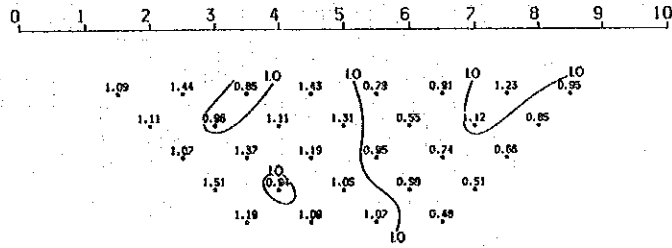


LINE L Decoupled Cole-Cole Diagram



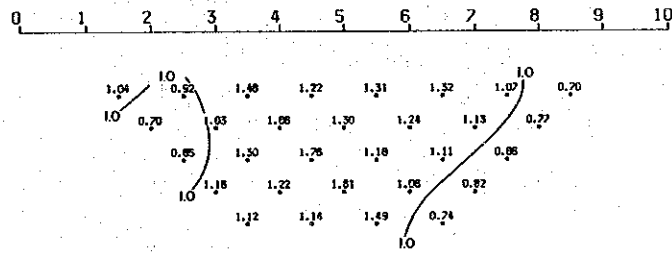
LINE J Decoupled FE (0.125Hz/1Hz)

(unit: %)



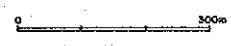
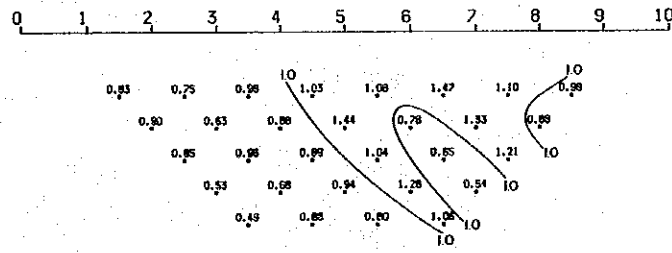
LINE K Decoupled FE (0.125Hz/1Hz)

(unit: %)



LINE L Decoupled FE (0.125Hz/1Hz)

(unit: %)



第14図 PFE 断面図 (デカップル処理後) 測線 J, K, L

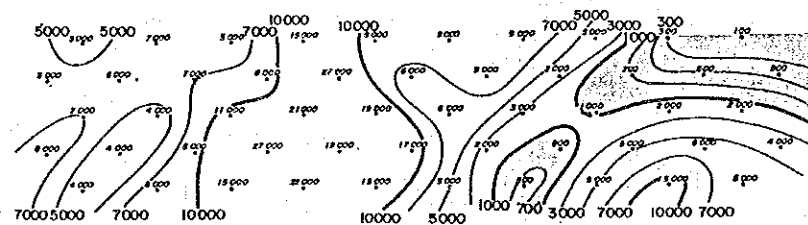
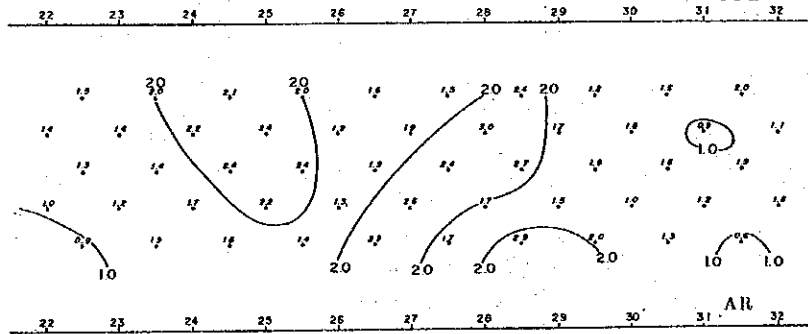
MODEL NO. C-11

Simulation Model

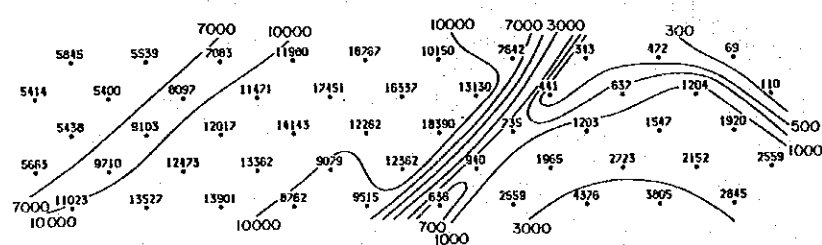
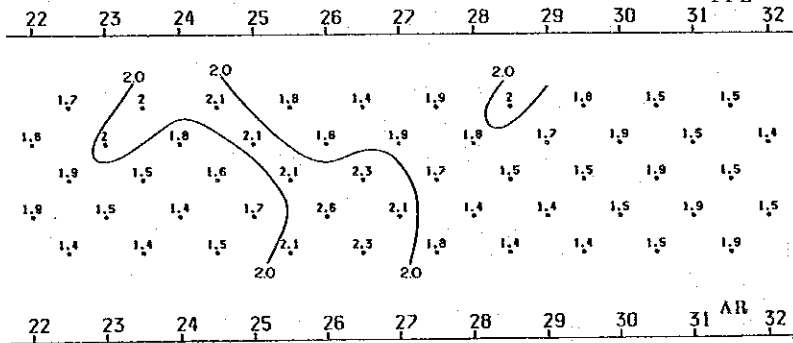
CODE	RESISTIVITY OHM M	F. E. %
1	200.	1.5
2	6000.	1.5
3	30000.	1.5
4	8000.	2.5
5	0.	0
6	0.	0
7	0.	0
8	0.	0
9	0.	0

	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
-100m	1 222	222	222	222	222	222	222	222	222	111	111
	2 222	444	444	444	333	333	333	444	422	111	112
	3 222	444	444	444	333	333	334	444	422	111	112
	4 222	444	444	444	333	333	334	444	422	111	112
	5 222	444	444	444	333	333	334	444	422	222	222
-200m	6 222	222	222	222	333	333	332	222	222	222	222
	7 222	222	222	222	333	333	332	222	222	222	222
	8 222	222	222	222	333	333	332	222	222	222	222
	9 222	222	222	222	333	333	332	222	222	222	222
-300m	10 222	222	222	222	333	333	333	222	222	222	222
	11 222	222	222	222	333	333	333	222	222	222	222
	12 222	222	222	222	333	333	333	222	222	222	222

Pseudo-Section of Line C



Calculated Anomaly



第15図 シミュレーション解析図 測線 C

1-2-6 シミュレーション解析図(第15図)

J, K, L各測線の異常が極めて弱かったため No.1, No.2 異常帯のいずれも C測線の異常が最大であると判断されたので, C測線の異常帯についてシミュレーションを実施した。鉍化帯は測線中央部の高比抵抗帯の両側に位置していると考えられる。

2 ポーリング調査

2-1 ポーリング位置及び方法

2-1-1 ポーリング位置及び実施状況

本地区ではMJZ-7孔および8孔の2孔をBlue Jacket 鉍化帯付近で, またMJZ-11孔および12孔の2孔をSable Antelope 鉍床付近でそれぞれ実施した。

ポーリング孔の位置を第16図に, ポーリング地質断面図を第17図に, 及びその実施状況を第1表に示す。

第1表 ポーリング調査実施一覧表(Sable Antelope 地区)

Drill Hole No	Depth (m)	Inclination	Bearing	Depth of Laterite (m)	Length of Core (m)	Core recovery (%)	Term		Exploration Target
							Start-ing	Comple-tion	
MJZ-7	300.5	-45°	36°	10.4	283.8	97.8	1 Aug.	11 Aug.	IP anomaly Zone, No 3
MJZ-8	300.5	-45°	36°	2.7	281.3	94.4	12 Jul.	25 Jul.	Ditto
MJZ-11	300.5	-45°	20°	1.5	285.1	95.3	21 Sept.	29 Sept.	IP anomaly Zone, No 2
MJZ-12	200.6	-90°	-	1.0	198.5	99.4	4 Oct.	9 Oct.	IP anomaly Zone, No 1

$$\text{Core Recovery} = \frac{\text{Length of Core}}{\text{Depth} - \text{Depth of Laterite}} \times 100$$

2-1-2 地表地質

当地区は一部の地域の露出状況が不良で, 地質及び鉍化の状況を詳細に把握することは難しいが, ポーリング調査期間中コア鑑定に伴う地表地質との対比を行なう目的で, 地表地質調査を実施した。

当地区は炭酸塩岩類に属する塊状苦灰岩~苦灰岩質石灰岩及び塊状~層状石灰岩を主体とす

るが、その上部の砂質～泥質変堆積岩類に属する塊状～層状の苦灰岩質砂岩が南西縁部を占めている。これらの砂岩中には頁岩や石灰岩を挟在している（第16図）。

(1) Blue Jacket 鉍化帯付近

当地区南西縁部には炭酸塩岩類上部の灰色層状石灰岩とその上位に砂質～泥質堆積岩類最下部の頁岩、苦灰岩質砂岩などが分布する。

頁岩は地表では脱色されて灰色乃至褐色を示す。層厚は西部で薄く、東部で厚いが100 m～150 m程度である。苦灰岩質砂岩には成層構造が顕著に発達しているものと塊状をなすものがある。

地質構造は走向 WNW-ESE で、傾斜 80～90° S の単斜構造を示している。なお、砂岩層中には顕著な層間褶曲一異常褶曲帯が発達し、これらの構造をきって鉍化作用が行なわれている。

Blue Jacket 鉍化帯及びその付近にみられる鉍化は主として苦灰岩質砂岩中に発達するが、頁岩中にも認められる。鉍化は黄銅鉍を主体とし一部に斑銅鉍、四面砒銅鉍を伴ない、鉍染状の苦灰石質方解石細脈乃至網状脈をなし、全体としてレンズ状を呈して断続する。鉍化帯には菱鉄鉍乃至菱鉄鉍質方解石の細脈が発達するし、苦灰石化が普遍的に認められる。

(2) Sable Antelope 鉍床付近

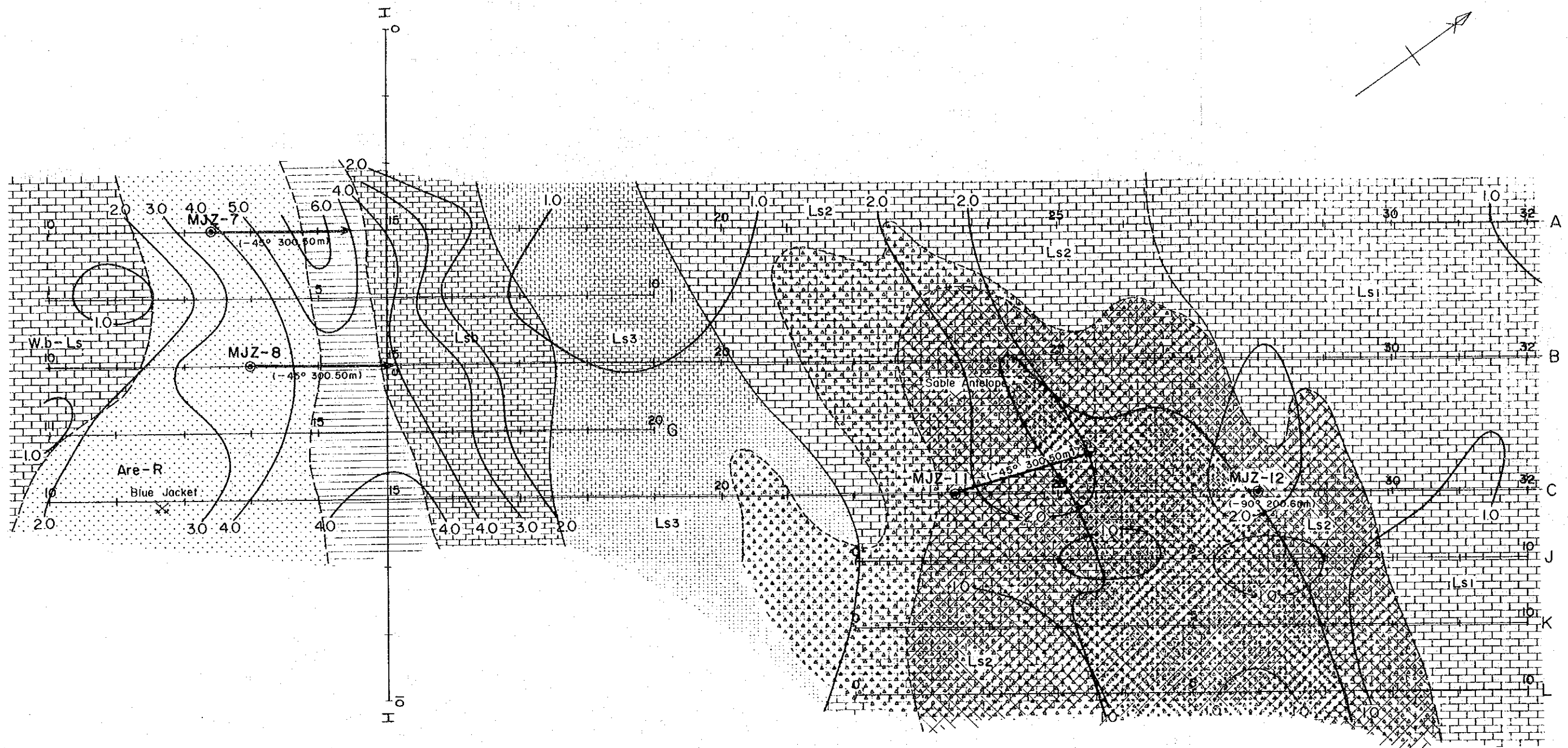
当地区中央部～北東部では上位の灰色層状石灰岩及び比較的不純物を多く伴う下位の帯桃色乃至灰色石灰岩からなる。前者は東部で著しく肥大する緻密塊状の砂岩を介在している。

地質構造は明瞭でないが、走向 WNW-ESE ，傾斜 60° S の単斜構造をなすと思われる。上位の層状石灰岩層には破碎角礫化がみられ、特に東部で広く発達する。この破碎角礫化帯には苦灰岩化が強く生じているが、西部では苦灰岩化が弱くなる。

Sable Antelope 鉍床は、破碎角礫化し苦灰岩化した縁辺部付近に位置している。主鉍体は地表で延長約 100 m ，幅 2～10 m ，その走向 N60° W ，傾斜 80～90° S と推定される。鉍化は主として角礫状苦灰岩の膠結部にみられ、珪化も著しい。鉍化及び珪化は角礫部にも及んでいる。菱鉄鉍及びアンケライトが生成しており、これらは広域に亘って所々に発達する。

2-2 ボーリング工事

(1) ボーリング工法

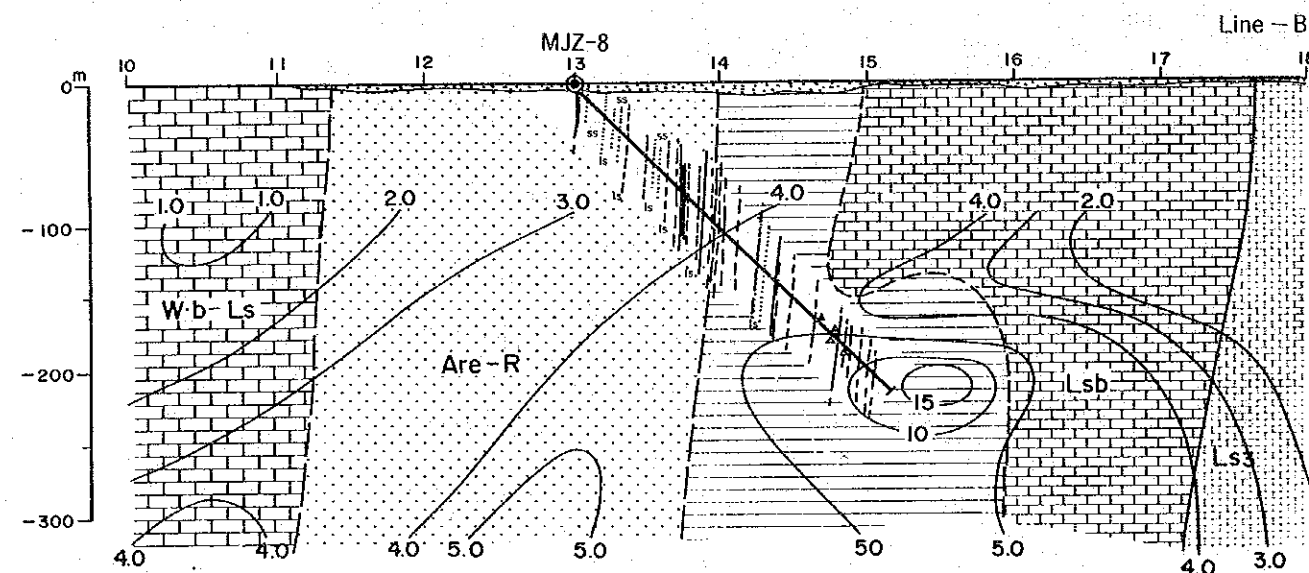
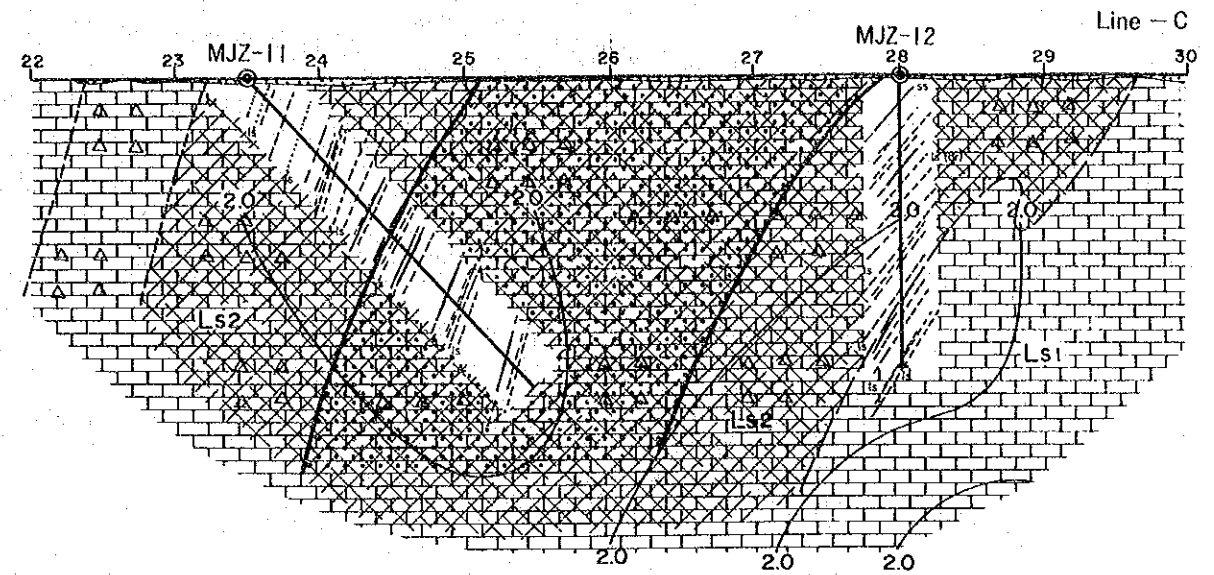
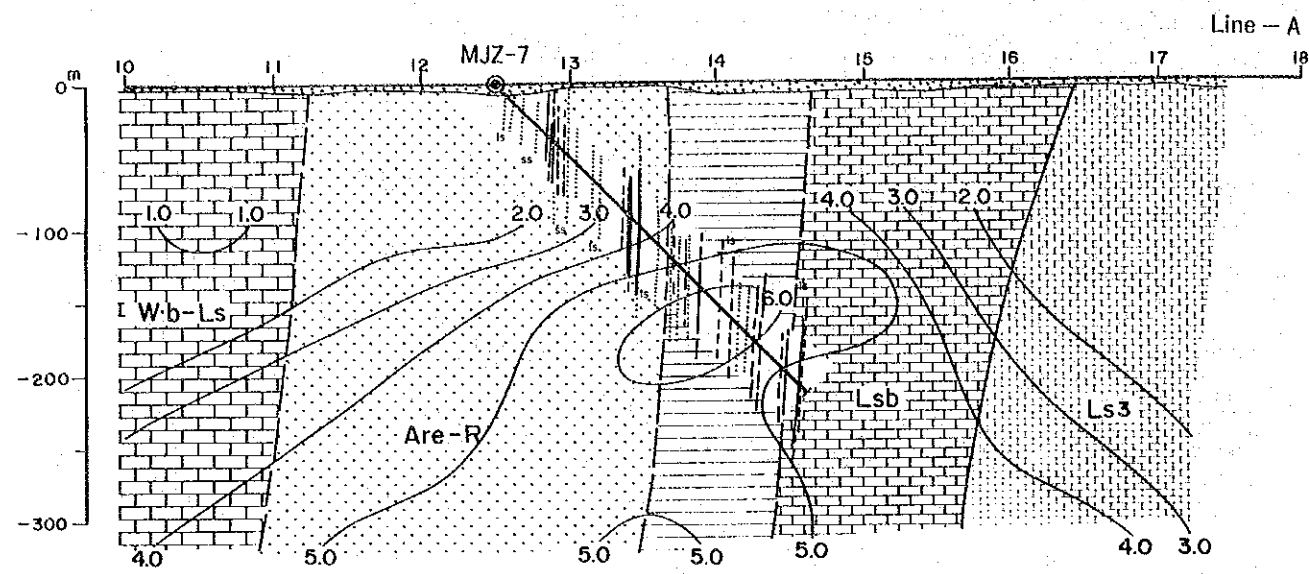


LEGEND

- | | | | | | |
|--|---|--|---|--|-----------------|
| | Laterite soil | | Arenaceous rocks (intercalate limestone)/dolomitized zone | | A~C I.P. Line |
| | Well bedded limestone | | Dolomite/dolomitized zone | | G~I S.I.P. Line |
| | Arenaceous rocks (intercalate brown limestone, white limestone) | | Argillaceous limestone | | J~L S.I.P. Line |
| | Black shale (intercalate arenaceous rocks, white limestone) | | Brecciated zone | | P.F.E. (%) n=2 |
| | Bedded grey limestone | | Cu, S minerlized zone | | |
| | Massive white limestone | | | | |

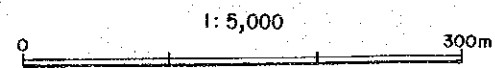


第16図 Saddle Antelope 地区ボーリング位置、地質、物探異常関係図



LEGEND

- Laterite soil
- Well bedded limestone
- Arenaceous rocks (intercalate brown limestone, white limestone)
- Black shale (intercalate arenaceous rocks, white limestone)
- Bedded grey limestone
- Massive white limestone
- Arenaceous rocks (intercalate limestone)/dolomitized zone
- Dolomite/dolomitized zone
- Argillaceous limestone
- Brecciated zone
- Cu, S mineralized zone
- PFE (%) Phase II



第17图 Sable Antelope 地区地质断面图

