

新編 中華書局 叢書

新編 中華書局 叢書

新編 中華書局 叢書

新編 中華書局 叢書

新編 中華書局 叢書

新編 中華書局 叢書

中華書局  
CHINESE BOOKS  
1957



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

総括報告書

JICA LIBRARY



1029776[0]

16198

昭和62年1月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

国際協力事業団		
導入 年月	'87.4.22	533
登録No.	16198	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59年度から昭和61年にわたって実施され、ザンビア共和国関係機関の協力を得て予定どおり完了した。本報告書は3ヶ年の調査結果をとりまとめたものである。

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

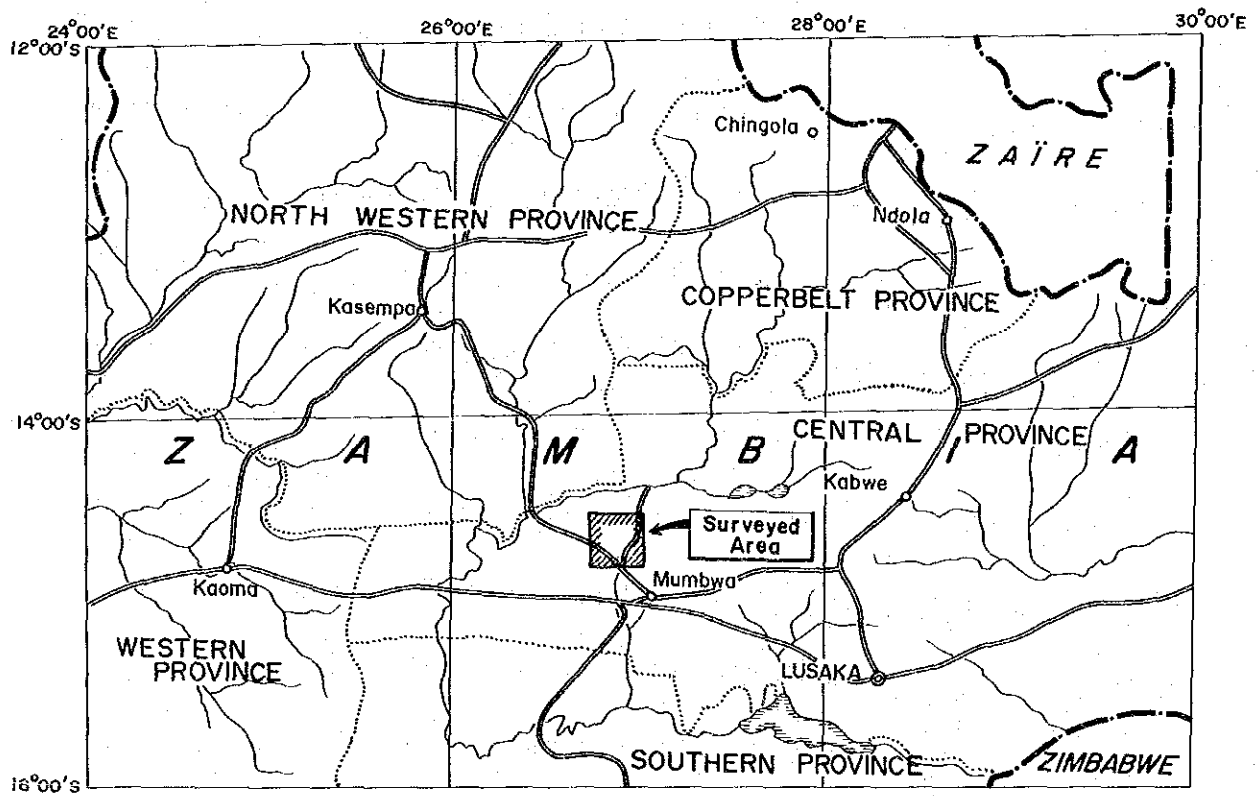
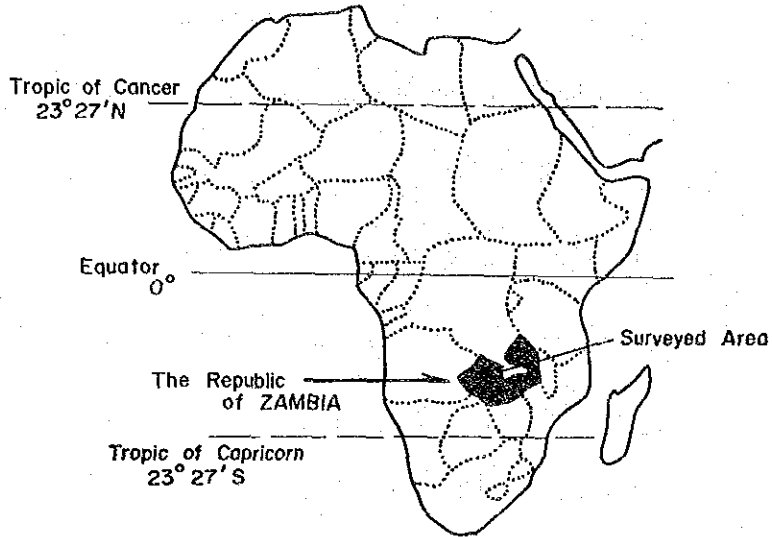
国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

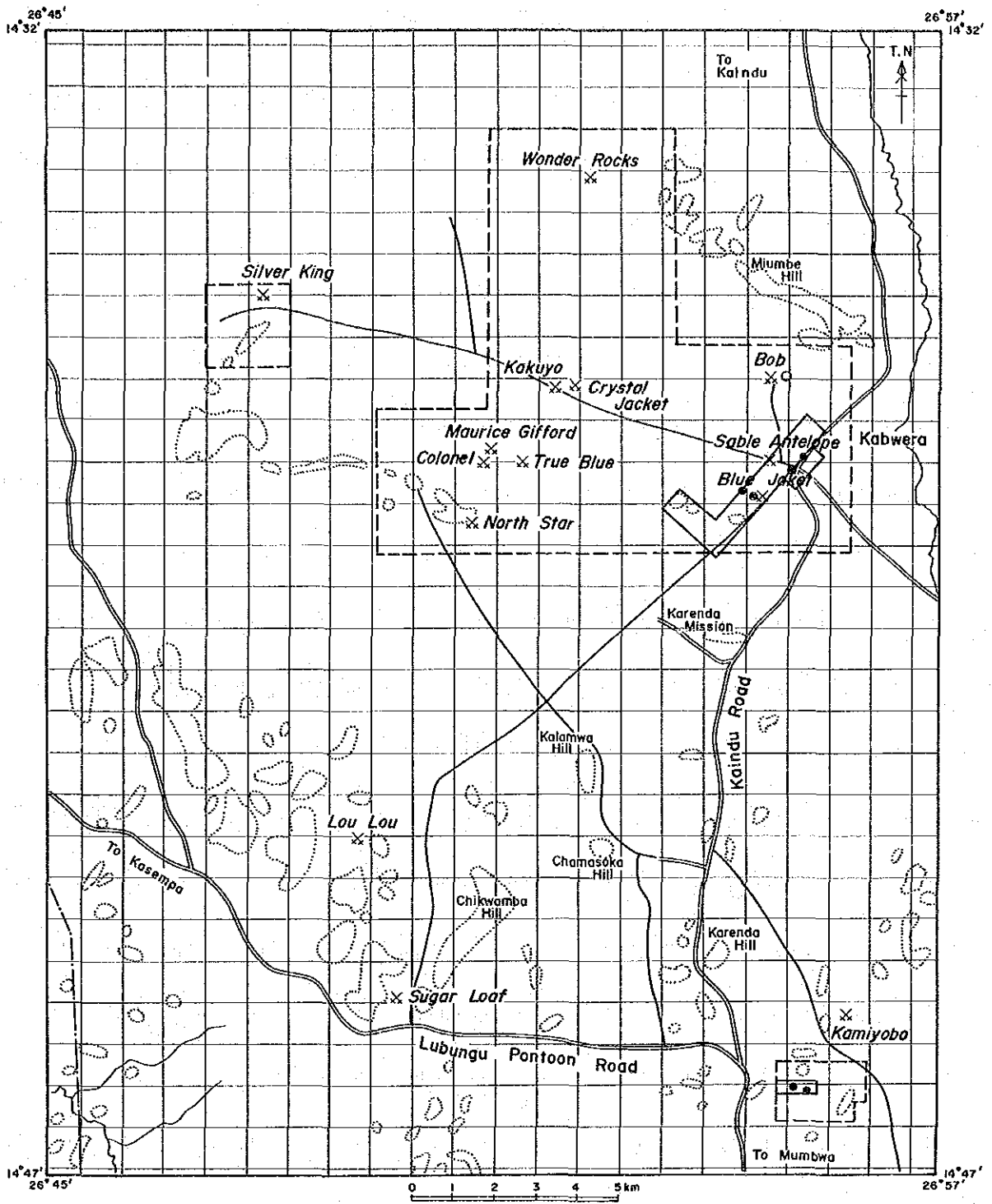
金属鉱業事業団








理事長 佐 藤 淳 一 郎

# AFRICA



第1図 調査地域位置図



- |   |   |             |
|---|---|-------------|
|  | Geological and Geochemical Survey Area            | } Phase I   |
|  | Geophysical Survey Area A, B (CSAMT Method)       |             |
|  | Geologically and Geochemical Survey Area          | } Phase II  |
|  | Geophysical Exploration Area (I.P, S.I.P. Method) |             |
|  | Drilling Area                                     | } Phase III |
|  | Geophysical Exploration Area (S. I. P)            |             |
|  | Drilling Area                                     |             |

第 2 図 調査範囲図





## 要 約

本調査では Karenda (カレンダ) 地域の銀, 銅, 鉛, 亜鉛鉱床賦存状況を把握することを目的とし, 昭和59年から昭和61年に亘り地質調査, 地化学探査, 物理探査及びボーリング調査を実施した。

これらの調査結果は次のように要約される。

### 1. Karenda 地域 (600Km<sup>2</sup>)

当地域の地質は先カンブリア界 Katanga (カタンガ) 系 Kundelungu (クンデルング) 統の炭酸塩岩類, この上位の砂質～泥質変堆積岩類及びこれらを貫く閃長岩類, 石英斑岩等の貫入岩類並びに第四系沖積堆積物から成る。

地質構造は E-W 系及び N-S 系の大断層により支配され, 東部, 北部及び南部の3ブロックに大別される。

北部ブロックの地層は E-W 系の単斜構造を示し, 炭酸塩岩類分布域においては, しばしば角礫状構造が認められる。個々の角礫状破碎部は各々独立しているが, E-W 系の地質構造に調和したゾーンとそれに直交する弱線沿いのゾーンに分布している。

銅, 亜鉛を主とする鉱化作用は大部分上述の角礫状破碎帯に集中しているが, その他砂質～泥質変堆積岩類及び閃長岩類中の裂か等弱線部に局部的に認められる。鉱床の形状はパイプ状, レンズ状及び脈状を呈している。

当地域の地化学探査データ (500 試料) 及び 1977 年の MINDECO/NORANDA (ミンデコ・ノランダ) 社データ (4110 試料) について解析コンパイルした結果, 把握された異常域のうち地域南部の Kamiyobo (カミヨボ) 銅鉱化帯周辺とその西方延長における鉛-亜鉛異常域及び地域北部の Bob Zinc (ボブジンク) 鉱体周辺で得られた亜鉛異常域がもっとも注目された。地域北部においては上述の E-W 系地質構造にほぼ調和したゾーンと E-W 系及び N-S 系の弱線が交叉するゾーンに地化学異常が顕著であった。

物理探査 (CSAMT 法) は A 地区 (75Km<sup>2</sup>), B 地区 (4Km<sup>2</sup>) で実施した結果, 比抵抗構造が把握され, Blue Jacket (ブルージャケット)～Sable Antelope (サブランテローブ)～Bob Zinc を結んだ弱線帯, Crystal Jacket (クリスタルジャケット)～Kakuyo (カクヨ) 周辺及び Wonder Rocks (ワンダーロックス) 周辺などの鉱化帯が異常域として注目された。

## 2. 各調査地区

### 1) Bob Zinc 地区

当地区には炭酸塩岩類下部の塊状苦灰岩～苦灰岩質石灰岩の角礫状破碎部に Bob Zinc 鉱体が位置し、その東方に亜鉛の地化学異常域が認められた。角礫状破碎部の中心部では強い、周辺部では弱い菱鉄鉱化を受けている。Bob Zinc 鉱体は主として珪酸亜鉛鉱からなる層状鉱体である。

ボーリング調査では MJZ-5 孔で地表下 60 m に脈幅 6.60 m 亜鉛 0.31%，MJZ-6 孔で地表下 100 m に脈幅 12.70 m 亜鉛 1.64% の弱い亜鉛鉱化帯を確認したが、地表浅部に亜鉛珪酸塩鉱物の濃集部が残存するのみで、下部で急激に劣化尖滅していることが判明した。これらの結果から塊状炭酸塩岩類分布域における鉱床及び鉱化帯はその深部まで削剥されており、初生硫化鉱物に乏しいものと判断された。

### 2) Sable Antelope 地区

#### (1) Blue Jacket 鉱化帯付近

砂質～泥質変堆積岩類最下部の頁岩、苦灰岩質砂岩などから成る。銅を主体とする鉱化帯が砂岩中に主としてみられ、層内異常褶曲や角礫破碎帯を伴う層準に沿ってレンズ状を呈して断続する。

物理探査 No.3 IP 異常帯はこの Blue Jacket 鉱化帯周辺で得られたもので、高周波数効果、低比抵抗帯を示すものであった。ボーリング調査の結果、この異常の原因は黄鉄鉱鉱染を伴う黒色頁岩に主として起因していることが判明した。MJZ-8 孔では地表下 75 m で脈幅 4.10 m 銅 0.34% の銅鉱化帯があり、その一部では高温の生成を示す黄銅鉱、斑銅鉱等からなる塊状鉱が確認された。また黒色頁岩中には堆積性のものと思われる黄鉄鉱の鉱染がかなり認められた。

#### (2) Sable Antelope 鉱床付近

Sable Antelope 鉱床は塊状炭酸塩岩類に属する破碎、角礫化した苦灰岩縁辺部にある。鉱化作用は銅を主体として角礫状苦灰岩の膠結部に著しく、周辺には珪化作用が認められる。

物理探査 No.1, No.2 IP 異常帯は当鉱床周辺で得られたもので、異常帯の比抵抗は高いが、周波数効果異常が認められた。ボーリング調査の結果、IP 異常の原因は苦灰岩質砂岩中の黄鉄鉱鉱染によるものであることが確認された。MJZ-11 孔で把握された弱い黄鉄鉱鉱化帯は Sable Antelope 鉱床の周辺部と思われる。黄鉄鉱には堆積性のものが認められ、また鉛、亜鉛も伴っている。

### 3) Kamiyobo 地区

当地区の地質は炭酸塩岩類上部の層状石灰岩と砂質～泥質変堆積岩類の砂岩、チャート及び含礫頁岩などから成る。

鉍化作用としては酸化鉄鉍の露頭が認められるにすぎないが、地化学探査によって地区南西部に銅、亜鉛、鉛の地化学異常が把握された。この異常帯は上述の石灰岩を核とする背斜構造軸部付近に沿って伸長するものと脈状を呈するものが交叉して形成されている。

物理探査は上述の異常帯の中心部に対して実施し、高周波数効果、低比抵抗帯を示す幅広い I P 異常帯を確認した。

ボーリング調査の結果、I P 異常の原因は黄鉄鉍の鉍染を主として伴う黒色頁岩の存在によることが明らかになった。地化学異常はこの黒色頁岩中に層状に胚胎する銅、亜鉛、鉛の弱い鉍化帯と鉍脈の存在によるものであることが判明した。当地区の鉍化作用の傾向からみて、地表深部では銅を主とする、地表削剥部では亜鉛、鉛を主とする鉍化帯が存在していた可能性もある。

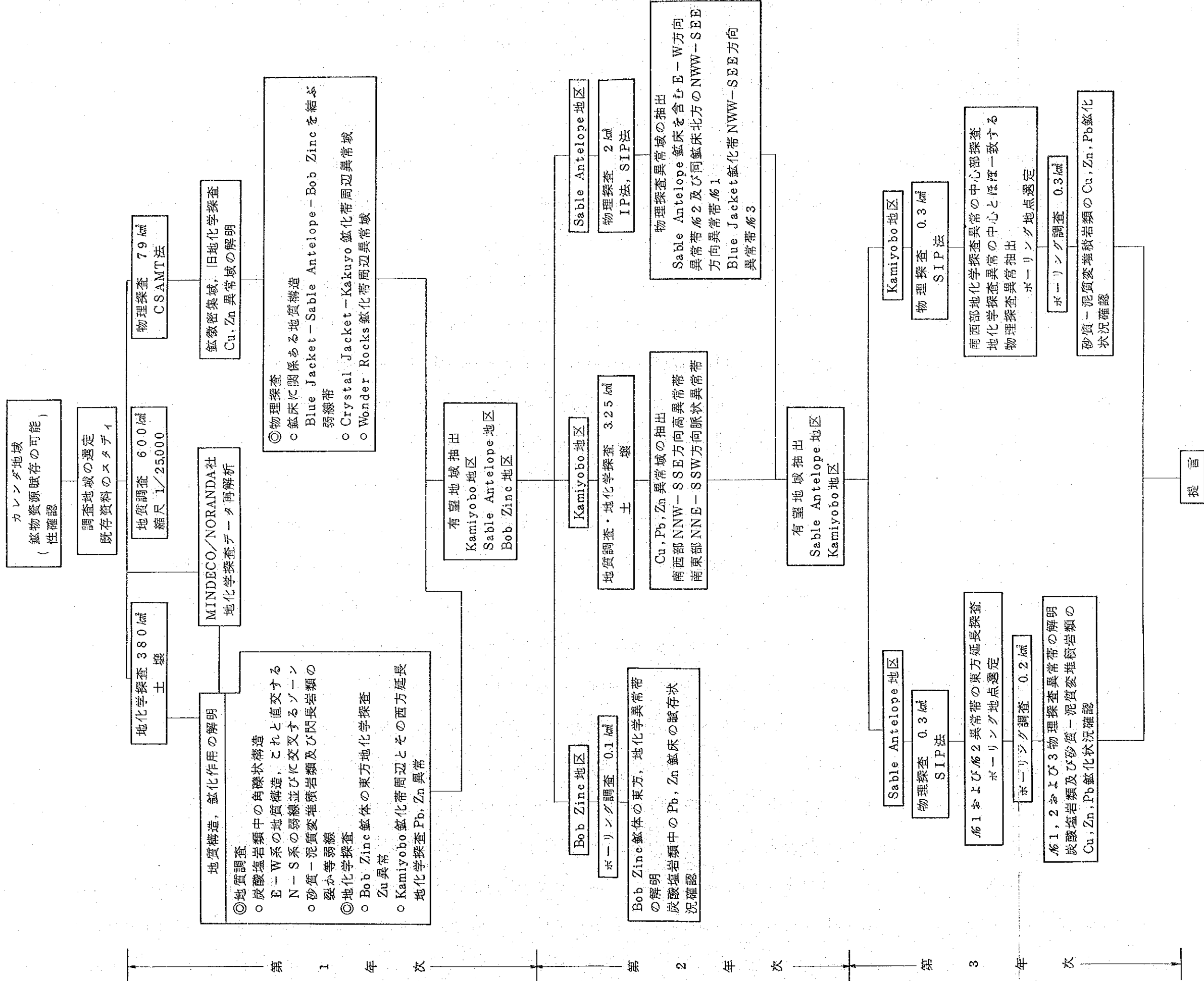
### 3. 上述のように、

- (1) 各地区における調査結果では、経済的価値のある鉍床を確認するには至らなかった。
- (2) 然しながら、Karenda 地域にみられる鉍化作用の特性や物理探査の I P 特性が明らかにされ、今後類似のフィールド調査とその解析を行うにあたり有益な知見が得られた。
  - ① 当地域の鉍化作用の機構は総括すると次のようになる。
    - (a) 炭酸塩岩類の堆積—主として鉛、亜鉛、硫化鉄の沈積
    - (b) 砂質～泥質変堆積岩類の堆積—主として銅、鉛、亜鉛、硫化鉄の沈積
    - (c) 褶曲運動、火成岩類の活動
    - (d) 角礫状破碎部、裂かの形成（火成活動—構造運動）
    - (e) 硫化鉍物鉍化作用（銅、鉛、亜鉛等の移動、濃集）
    - (f) 褶曲、断層運動
    - (g) 隆起、侵蝕
    - (h) 二次鉍物の生成、移動
  - ② 物理探査 I P 異常には黄鉄鉍鉍染を伴う黒色頁岩に起因しているものが認められた。

サンプル試験の結果では黄銅鉍、黄鉄鉍を含む黒色頁岩では周波数の増加（0.125 → 0.375 Hz）につれて位相差が減少するものが多い。一方 Sable Antelope の鉍石は、周波数の増

加 ( 0.125→0.375Hz )につれて位相差が増加するものが多い。従って、鉍石の低周波領域での位相特性を用いて鉍化帯と黒色頁岩が識別できるものと考えられる。





第 3 図 鉱床有望地区抽出フローシート



# 目 次

はしがき  
要 約

## 第 I 部 序 論

第 1 章	調査概要	1
1-1	調査の経緯及び調査目的	1
1-2	調査方法及び調査量	2
1-3	調査期間及び調査員	2
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 Karenda地域の調査結果

1.	地質・鉱床及び従来 of 調査	11
1-1	地質層序	11
1-2	貫入岩類	11
1-3	地質構造	15
1-4	鉱 床	15
1-5	従来 of 調査	16
2.	地化学探査	17
2-1	土壤による地化学探査	17
2-2	既存地化学データの再解析	22
3.	物理探査 (CSAMT 法)	22
3-1	調査概要	22
3-2	調査結果	24



第 III 部	各地区の調査結果	
第 1 章	Bob Zinc 地区	29
1-1	地質・鉱床	29
1-2	地化学探査	29
1-3	ボーリング調査	31
第 2 章	Sable Antelope 地区	34
2-1	地質・鉱床	34
2-2	物理探査 (IP 法, SIP 法)	37
2-3	ボーリング調査	45
第 3 章	Kamiyobo 地区	49
3-1	地質・鉱床	49
3-2	地化学探査	49
3-3	物理探査 (SIP 法)	57
3-4	ボーリング調査	59
第 IV 部	総合検討	
1.	地質・地質構造と鉱化帯の関係	63
2.	地化学探査異常と鉱化帯の関係	64
3.	物理探査異常と鉱化帯の関係	64
4.	総合評価	78
第 V 部	結論及び提言	
1.	調査結果の結論	81
2.	将来への提言	81
引用文献		82
参考文献		82

## 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 鉱床有望地区抽出フローシート
- 第 4 図 Karenda 地域調査フローシート
- 第 5 図 Karenda-kabwe 地域地質図
- 第 6 図 Karenda 地域探鉱総合図
- 第 7 図 Karenda 地域地質図
- 第 8 図 Karenda 地域地質層序
- 第 9 図 Karenda 地域地化学探査異常域図
- 第 10 図 見掛比抵抗分布図 (2048Hz)
- 第 11 図 CSAMT 解析図
- 第 12 図 Bob Zinc 地区 ボーリング位置, 地質, 地化学異常関係図
- 第 13 図 Bob Zinc 地区 ボーリング地質断面図
- 第 14 図 Sable Antelope 地区 ボーリング位置, 地質, 物探異常関係図
- 第 15 図 Sable Antelope 地区 IP, SIP 異常図
- 第 16 図 Sable Antelope 地区 PFE 平面図
- 第 17 図 低周波領域での位相差の変化 測線 G, I
- 第 18 図 Sable Antelope 地区 ボーリング地質断面図
- 第 19 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 20 図 Kamiyobo 地区 元素別地化学異常域分布図
- 第 21 図 Kamiyobo 地区 Pb+Zn, Cu+Pb+Zn 地化学異常域分布図
- 第 22 図 Kamiyobo 地区 地化学異常値強度断面図
- 第 23 図 Kamiyobo 地区 SIP 測線位置図
- 第 24 図 Kamiyobo 地区 ボーリング地質断面図
- 第 25 図 Sable Antelope 地区 物理探査異常及び試錐関係図
- 第 26 図 Sable Antelope 地区 物理探査異常及び試錐結果図(I)
- 第 27 図 Kamiyobo 地区 物理探査異常及び試錐関係図
- 第 28 図 Kamiyobo 地区 物理探査異常及び試錐結果図
- 第 29 図 低周波領域での位相差の変化 測線 J, K, M, O
- 第 30 図 Sable Antelope 地区 物理探査異常及び試錐結果図(II)

## 付 表 一 覧

- 第 1 表 Karella 地域調査日程, 調査員表
- 第 2 表 Karella 地域地化学探査異常域評価一覧表
- 第 3 表 Karella 北部地域の地化学探査データ統計値一覧表
- 第 4 表 CSAMT 異常のリスト
- 第 5 表 低比抵抗帯のリスト
- 第 6 表 Kamiyobo 地区地化学異常域一覧表
- 第 7 表 鉍化帯周辺部の見掛比抵抗
- 第 8 表 岩石, 鉍石の位相特性



# 第 I 部 序 論





# 第 I 部 序 論

## 第 1 章 調査概要

### 1-1 調査地域及び調査目的

ザンビア共和国 Karendia 地域において既存の資料と現地調査により鉱物資源賦存の可能性を確かめることにある。

調査地域は第 1 図調査地域位置図に、及び第 2 図調査範囲図に示す。

#### 1) 調査地域

次の経緯点で囲まれた面積 600km<sup>2</sup> (東西約 20km×南北約 30km) の範囲である。

南緯	14° 32'	東経	26° 45'	} 北限
"	14° 32'		26° 57'	
"	14° 47'		26° 57'	} 南限
"	14° 47'		26° 45'	

#### 2) 調査地区

##### a) Bob Zinc 地区

調査地域北東部に位置し、前項 Sable Antelope 地区の北約 2km に、Bob Zinc 鉱床がある。調査面積 0.1 km<sup>2</sup> である。

##### b) Sable Antelope 地区

調査地域北東部にあり、調査面積 2 km<sup>2</sup> である。Sable Antelope 鉱床、Blue Jacket 鉱化帯などが位置する。

##### c) Kamiyobo 地区

調査地域南東縁部に位置し、0.6 km 北方には Kamiyobo 鉱化帯がある。調査面積 3.25 km<sup>2</sup> である。

##### d) その他、上述の a)、b) 両地区を含む調査

地域北部の鉱床密集域、A 地区 (調査面積 7.5 km<sup>2</sup>)、及び B 地区 (調査面積 4 km<sup>2</sup>) がある。

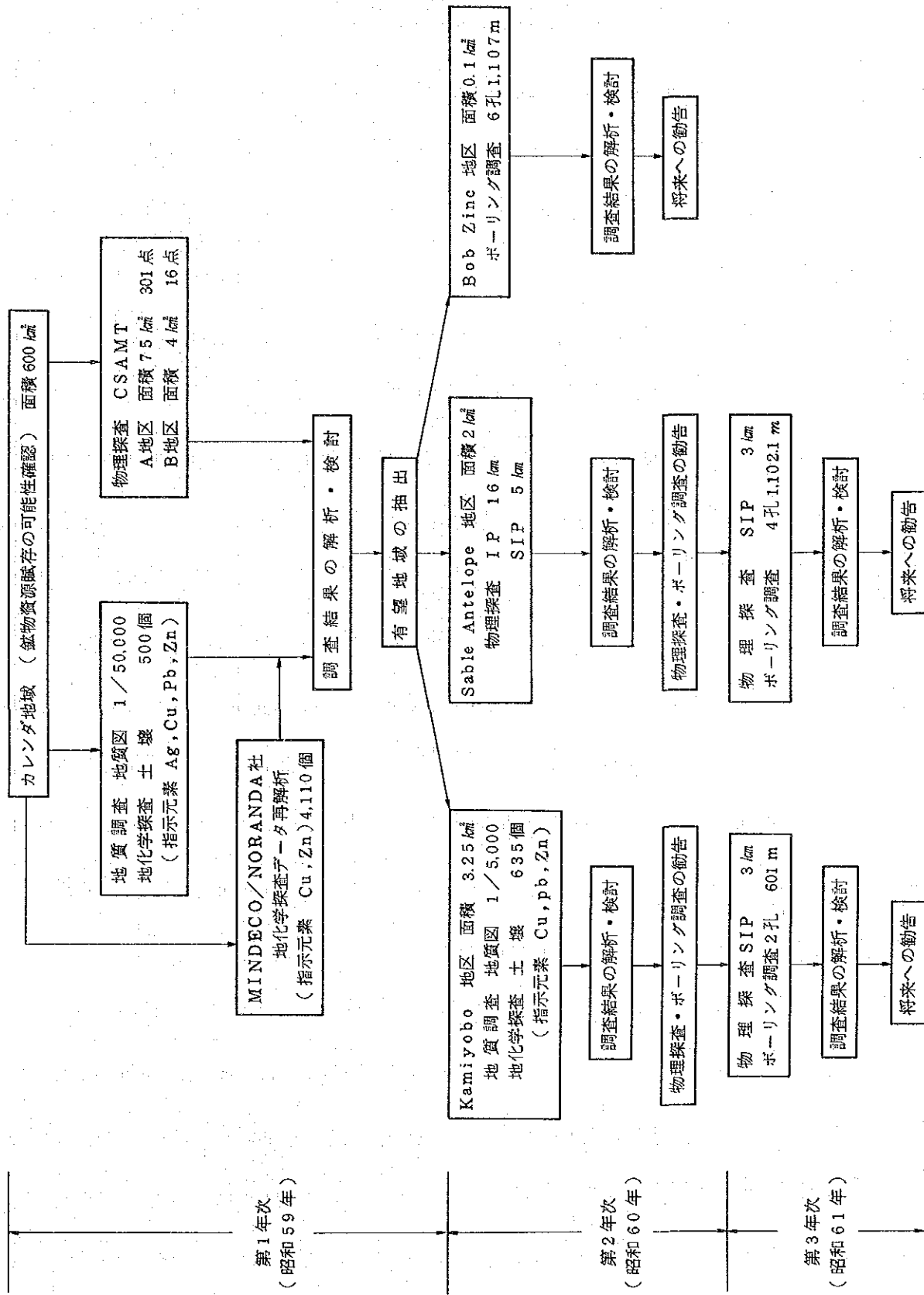


## 1-2 調査方法及び調査量

調査は昭和59年より昭和61年の3ヶ年にわたり実施された。年次別調査方法及び調査量は第4図に示すとおりである。

## 1-3 調査期間及び調査員

年次別調査期間及び調査員は第1表に示すとおりである。



第4図 Karendá地域調査フローシート

第I表 Karenda地域調査日程、調査員表

年次	調 査	現地調査期間	調 査 員	
			日本調査団	ザンビア調査団
第1年次 (昭和59年)	調査計画策定及び折衝		中山 健 江沢 忠昭	S.N. Punukollu L. Borsch
	地質調査・地化学探査	昭和59年 9月 9日 ) 昭和59年11月15日	藤岡 洋介 佐藤 哲男	A.S. Sliwa G.R. Rao Elias Mbumba
	物理探査(CSAMT法)	昭和59年 8月19日 ) 昭和59年11月15日	角田 晴信 藤本 俊昭 立川 三郎	Simasiku Simasiku
第2年次 (昭和60年)	調査計画策定及び折衝		山本 恭久 北 良行	S.N. Punukollu L. Borsch
	地質調査・地化学探査	昭和60年 7月30日 ) 昭和60年10月29日	藤岡 洋介	W.B. Sikombe A.S. Sliwa G.R. Rao
	物理探査 (IP法・SIP法)	昭和60年 6月12日 ) 昭和60年 8月10日	角田 晴信 藤本 俊昭 立川 三郎	Elias Mbumba
	ボーリング調査	昭和60年 7月30日 ) 昭和60年10月29日	川村 行雄 佐々木 光男 石川 宏	
第3年次 (昭和61年)	調査計画策定及び折衝		荒川 紘平 山本 恭久 北 良行 沢田 賢治	S.N. Punukollu W.B. Sikombe L. Borsch A.S. Sliwa
	ボーリング調査	昭和61年 6月27日 ) 昭和61年10月31日	北見 尹 川村 行雄 佐々木 光男 糸田 秀光	G.R. Rao Elias Mbumba Charles Muyovwe
	物理探査(SIP法)	昭和61年 7月13日 ) 昭和61年 8月15日	角田 晴信 藤本 俊昭 立川 三郎	

## 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 1,100m~1,300m のほぼ平坦な高原台地であるが、Karendia 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 と同じサバンナ気候であり、乾期 (5月~10月) と雨期 (11月~4月) に、更に乾期は冷期 (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 より調査地域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バンナである。

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 キャンプに達する (第 1 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 (カセムパ) 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代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：ザンビア最大の基幹産業は鉱業であるが、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・鉱床

当地域一帯の基盤岩類は、Kabwe(カブエ)～Lusaka間道路以東及びLusaka～Mumbwa間道路南方へ発達する。これら基盤岩類は主として花崗片麻岩、花崗岩-混成岩等からなる下部基盤岩類及び主として変泥質-砂質岩、珪岩、変炭酸塩岩、変火成岩類等から成る上部基盤により構成されている(第5図)。

この基盤岩類を不整合に覆いまたは断層で接して先カンブリア界Katanga系が地域中央部に広く発達する。これは下位よりMine(マイン)統、Kundelungu(クンデルング)統からなる。Mine統は基盤岩類を取り巻く様に分布しており、更に北方のカッパーベルト地域へ連続して発達する。当地域のMine統は珪岩、アルコーズ砂岩、頁岩、苦灰岩、礫岩等であり、層序的にはカッパーベルトの鉱床母岩より下位に相当する。Kundelungu統は炭酸塩岩類と泥質～砂質変堆積岩類から成る。炭酸塩岩類はKabwe～Mumbwa～Karendaにかけて断続的に分布している。

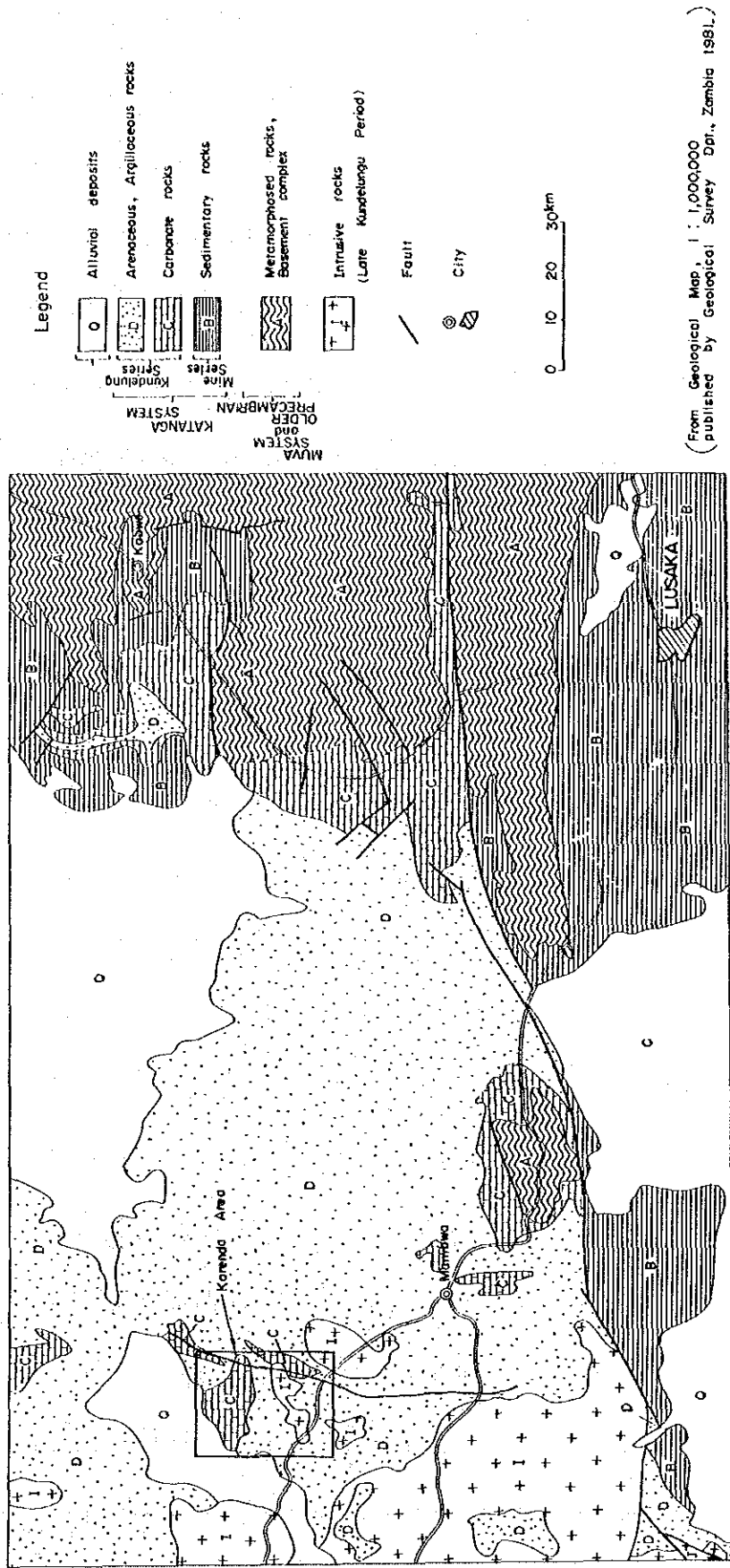
泥質～砂質変堆積岩類は前述の炭酸塩岩類を整合に覆って地域全域に亘って広く分布している。

上記の各岩類を貫いてHook(ホック)花崗岩体が地域西方に広く発達する。この衛星岩体である閃長岩類が調査地域に分布している。

地域北部及び南部には第四紀沖積層が発達するが更にその北方には主としてKundelungu統が、南方には主として基盤岩類が発達する。

この地域内で稼行中の鉱床はKabwe(旧ブロークンヒル: Broken Hill)鉱床のみである。当鉱床周辺の地質は、下位より塊状炭酸塩岩類、層状炭酸塩岩類、変堆積岩類より成っており、鉱床は塊状炭酸塩岩類中の角礫状破碎帯を充てん及び一部交代した産状を呈し、主として閃亜鉛鉱、方鉛鉱から成るが、珪酸亜鉛鉱、亜鉛-隣鉱物ならびに黄銅鉱を主とした相当量の銅鉱物をも伴う。

上記の通り、Kabwe鉱床には調査地域のSable Antelope鉱床等との類似点が多く認められるため、昔時よりKabwe鉱床地域から調査地域にかけては鉛-亜鉛鉱床探査の対象地域として注目されていた。

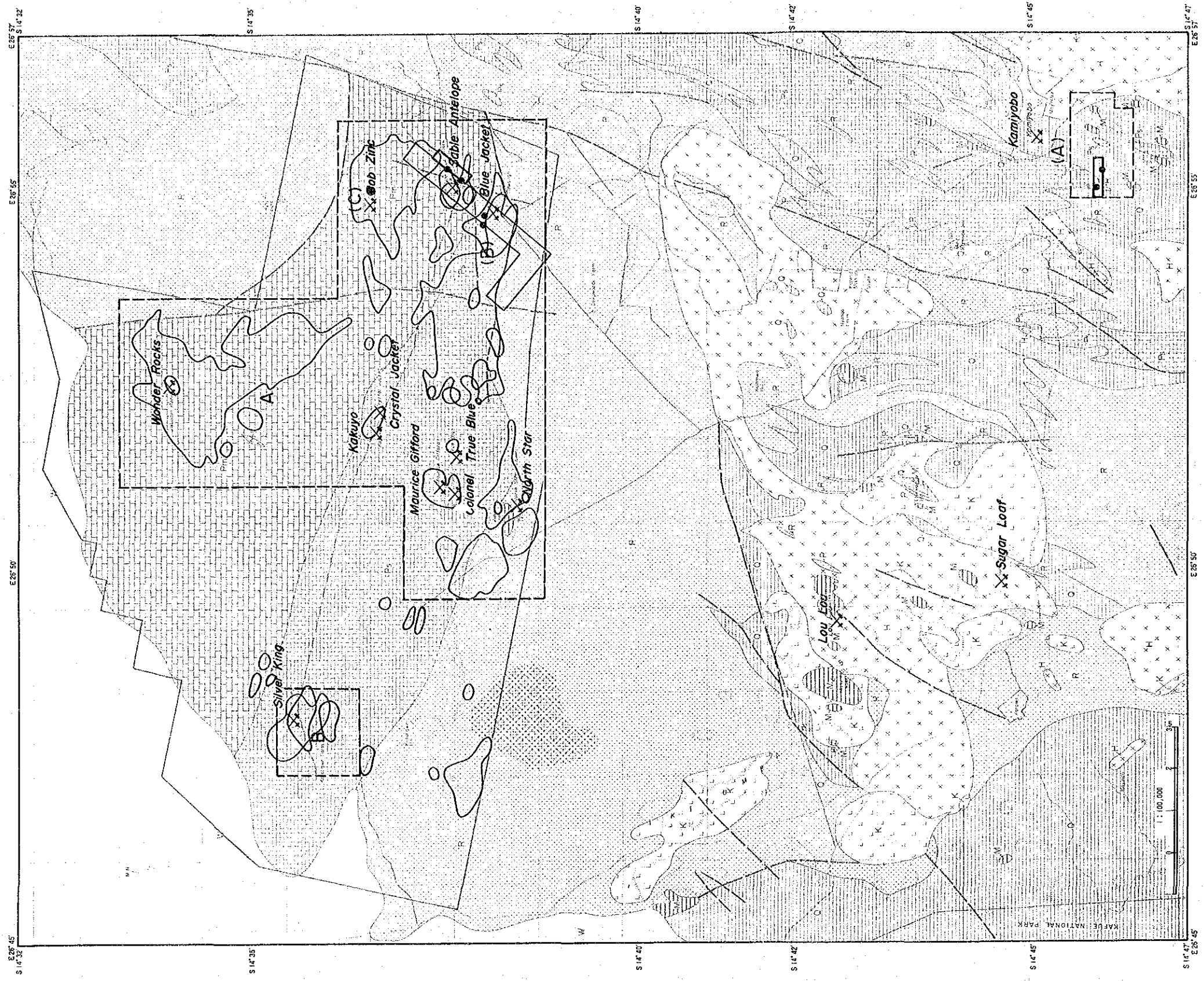


第5图 Karenda-Kabwe地域地質图









LEGEND

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

第 6 図 Karenda 地域探鉱綜合図

## 第Ⅱ部 Karendra 地域の調査結果





## 第 II 部 Karella 地域の調査結果

### 1. 地 質

#### 概 要

調査地域の地質は炭酸塩岩類，砂質～泥質変堆積岩類及びこれらを貫く閃長岩類，石英斑岩，玢岩等の貫入岩類並びに第四系沖積堆積物から成る。

#### 1-1 地質層序

調査地域の地質図を第 7 図に，地質層序及び火成活動等は第 8 図に示す。

##### 1-1-1 炭酸塩岩類

調査地域の炭酸塩岩類は下部の塊状苦灰岩，苦灰岩質石灰岩と上部の層状石灰岩とに分けられる。下部の塊状苦灰岩は調査地域北部に広く分布している。上部の層状石灰岩はその南隣接部，地域の東部に断続的に分布する。

##### 1-1-2 砂質～泥質変堆積岩類

本岩類は前述の層状石灰岩を整合に覆い，調査地域北西部を除き全域に亘って広く分布している。このうち地域北部では砂質変堆積岩類が優勢であり，南部では両者がほぼ同程度の割合で分布している。これら両者は互層並びに指交関係にある。なお，北部の砂質変堆積岩類は南部のそれに比し，より多量の泥質変堆積岩類を挟在する。

砂質変堆積岩類は主として変砂岩，珪岩から成り，下位に石灰質岩の薄層を挟在する。

#### 1-2 貫入岩類

調査地域の貫入岩類は閃長岩類，石英斑岩及び玢岩である。

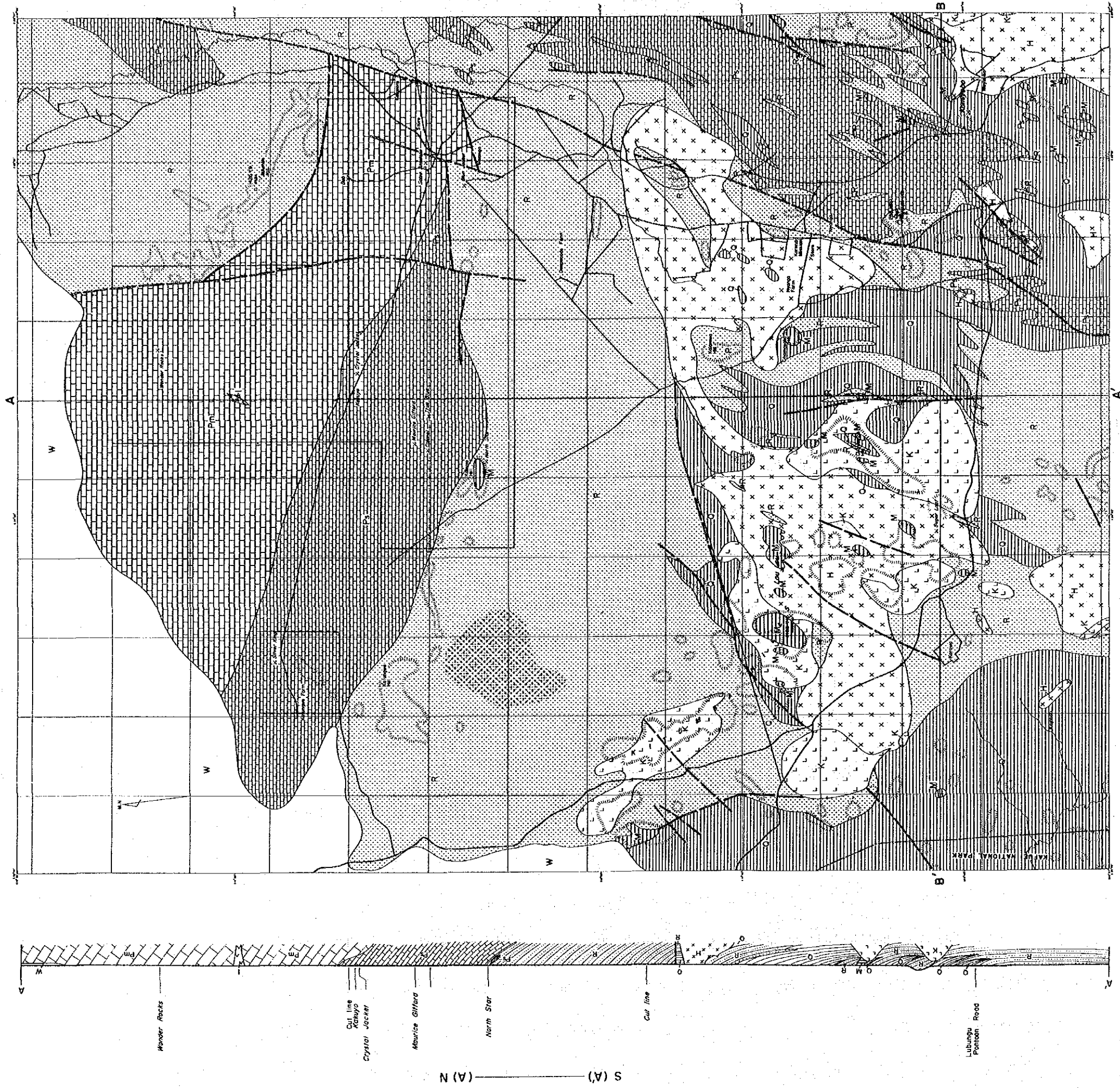
##### 1-2-1 閃長岩類

本岩類は調査地域南部にて層状石灰岩及び砂質～泥質変堆積岩類を貫いて比較的大岩体とし

Geological Age		Group	Columnar Section	Rock Facies	Igneous Activities	Tectonics	Mineralization
Cenozoic	Quaternary	Alluvial Deposits		gravel and sand			
Precambrian	System	Upper Kundelungu Series			Porphyrite Quartz porphyry  Syenite	Faults  Flexure Folds and Faults  Brecciation Shear zones and Refolds of Primary Lufilian structure	Cu, Zn, (Pb) Fe
		Katanga Series		meta sandstone with intercalated shale and limestone shale with intercalated meta sandstone and limestone			
		Lower ~ Middle Kundelungu Series		bedded limestone with intercalated metasandstone and shale  massive dolomitic limestone, dolomite			
		Carbonates					

第 8 図 Karella 地域地質層序





Scale 1:100,000

W (B) — (B) E

- |  |  |  |  |  |                                  |
|--|--|--|--|--|----------------------------------|
|  | Quaternary                                       |  | Alluvial Deposits  |  | Periphyrite                      |
|  | Lower-Middle Lufuungu Series                     |  | Metasediments, quartzite with intercalated shale and limestone |  | Quartz porphyry                  |
|  | Shale with intercalated metasediments            |  | Syenites   |  | Brecciated part                  |
|  | Bedded limestone with intercalated metasediments |  | Iron oxides  |  | Disused mine or Mineralized Area |
|  | Massive dolomitic limestone - dolomite           |  | Geological profile line  |  |                                  |

第7图 Karenda地域地质图





て発達している。閃長岩，閃長斑岩，石英閃長斑岩，石英閃緑岩，閃緑岩及びモンゾニ岩等と岩相変化に富む。

#### 1-2-2 石英斑岩

本岩は調査地域南部にて層状石灰岩，砂質～泥質変堆積岩類及び閃長岩類を貫いて分布している。

#### 1-2-3 玢岩

本岩は調査地域北部の Wonder Rocks 南方にて1箇所認められるのみである。そこでは塊状苦灰岩を幅1～2mの小岩脈として貫いている。

### 1-3 地質構造

調査地域の地質構造はE-W系及びN-S系の大断層により支配され，3つのブロックに分けられている。E-W系の断層はN-S系の断層により切られている。

東部ブロックの地層はN-S系の走向を有し，しばしば褶曲しており，50°～60°EまたはWの傾斜を示す。

北部ブロックの地層はE-W系の走向を有し傾斜30°～40°Sの単斜構造を示す。南部ブロックの地層は，風化並びに貫入岩類の発達のため明瞭な層理の発達に乏しいが，地層の分布状況よりN-S系の走向を有し，全体として西傾斜を示すものとみなされる。

角礫状構造は北部ブロックにおいてしばしば認められる。炭酸塩岩類分布域に認められる鉍化帯はいずれもこの角礫状の部分に発達している。

### 1-4 鉍床

調査地域内に認められる鉍化作用は銀・銅・(鉛)・亜鉛の他，鉄及び燐があるが，本調査は銀・銅・鉛・亜鉛鉍床に主体をおいて行った。これらの鉍徴は次の14箇所に認められた。

これら各鉍徴地のうち，Sable Antelope, Silver King (シルバーキング), Cyslal Jacket 鉍床は採掘された。また，Bob Zinc, Wonder Rocks, Sugar Loaf (シュガーローフ), Lou Lou (ルゥルゥ) 鉍化帯に対しては試錐探鉍まで行われている。その他の鉍徴地に対し

ては地化学探査，ピット，トレンチ等の採鉱が行われている。しかし，これら採掘及び採鉱の多くは昔時に行われているため十分な資料が残されておらず，鉱化の詳細は明らかにし得ない。概略的には銀・銅・（鉛）・亜鉛の鉱化は塊状炭酸塩岩類，層状炭酸塩岩類，泥質変堆積岩類，砂質変堆積岩類及び閃長岩中の角礫状破碎部及び裂かに認められ，その形状はパイプ状，レンズ状及び脈状を呈している。なお，鉱化に伴う変質は珪化である。

露頭は主として酸化鉄鉱及び酸化銅鉱により成るが，採取跡の鉱石には鉱石鉱物として輝銅鉱，斑銅鉱，黄銅鉱，四面砒銅鉱，黄鉄鉱等の硫化鉱物が認められる。また，試錐により珪酸亜鉛鉱が知られている。

Geological Block	Name of the Mineralized Area	Components	Mineralized Place
Northern B.	Sable Antelope	Ag, Cu, Zn	Brecciated Part in Massive Carbonates
"	Bob Zinc	Ag, Zn	
"	Wonder Rocks	Ag, Cu, Zn, Fe	
"	Silver King	Ag, Cu, Fe	Brecciated Part in Bedded Carbonates
"	Crystal Jacket	Ag, Cu	
"	Kakuyo	Ag, Cu	
"	Maurice Gifford	Ag, Cu	
"	Colonel	Ag, Cu	
"	True Blue	Ag, Cu	
"	Blue Jacket	Ag, Cu	Fracture in Metasandstone
"	North Star	Ag, Cu	
Eastern B.	Kamiyobo	Ag, Cu, Fe	Fracture in Shale
Southern B.	Sugar Loaf	Ag, Cu, Fe, P	Fracture in Syenites
	Lou Lou	Ag, Cu, Fe, P	

#### 1-5 従来の調査

調査地域一帯はビッグコンセッション ( Big Concession ) として知られており，これに対する地質調査並びに鉱床探査は相当古くから行われている。鉱業権の設定は1895年に始まるが，当時既に Sable Antelope, Silver King, Crystal Jacket 等の鉱化帯が知られていた。これらのうち Sable Antelope 及び Silver King からの生産は1906年に開始され，以後1923年まで操業が行われた。

ビッグコンセッションからの生産量は次の通り報告されている。

## Copper and Silver Production From the Big Concession

(after Brandt (1955) and Bishopp (1932))

Year	Copper(tons)	Silver (kg)
1911 ~ 12	2,646	-
1914	43	85.8
1915	192	354.4
1916	187	273.7
1917	130	136.8
1918	108	71.5
1919	204	273.2
1920	117	202.4
1921	206	300.1
1922	182	248.9
1923	139	223.2
1925	10	-
<b>Total</b>	<b>4,164</b>	<b>2,169.9</b>
<b>Grand Total</b>	<b>4,230</b>	<b>2,170</b>

1955年以降は、Minerale Search For Africa (Pty)社、(Rio Tinto Zinc社)、1971年～1973年にかけては国連、1975年にはNCC社ブロークンヒル鉱山(Broken Hill Division)、1977年にはMINDECO/NORANDA社により各種の調査が行なわれた。最近ではZIMCO社MINEX部門により Sable Antelope に対する地質精査、Lou Lou, Sugar Loaf における燐を対象とした地質精査、地化学探査、トレンチ、ピットが行われており、現在まだ探鉱継続中である。

## 2. 地化学探査

### 2-1 土壤による地化学探査

#### 2-1-1 試料採取

MINDECO/NORANDA社が行なった北部地域を除いた南部地域において南北1km～2km、東西500mスパンで実施し、合計500個の試料を採取した。

#### 2-1-2 指示元素

鉱化作用の特性を考慮して、指示元素は銅、鉛、亜鉛、銀の4成分とした。

2-1-3 データ処理

統計処理は砂質～泥質変堆積岩類，炭酸塩岩類および貫入岩類の岩相別に，銅，鉛及び亜鉛について行った。銀は1ppm以上の値を地化学異常とみなし，統計処理から外した。

得られた成分間の相関は次のとおりである。

Rock Unit	Amount of Samples	Elements	Coefficient of correlations
Argillaceous ~Arenaceous metasediments	327	Cu-Zn	•695940
		Cu-Pb	•766132
		Pb-Zn	•861135
Carbonates	74	Cu-Zn	•338802
		Cu-Pb	•573899
		Pb-Zn	•624339
Intrusives	99	Cu-Zn	•445525
		Cu-Pb	•563532
		Pb-Zn	•756473

銅，鉛及び亜鉛間の相関はどの成分間でも極めて良い相関がみられ，特に鉛-亜鉛の相関が高く，次いで銅-鉛，銅-亜鉛という特徴が認められる。

各成分の平均値(M)及び標準偏差( $\sigma$ )は次の通りである。

Rock unit	Amount of samples	Element	Mean(M)	Standard deviation( $\sigma$ )
Argillaceous ~Arenaceous metasediments	327	Cu	34	•479417
		Pb	24	•231199
		Zn	20	•349456
Carbonates	74	Cu	38	•266944
		Pb	27	•167414
		Zn	37	•333302
Intrusives	99	Cu	62	•433765
		Pb	27	•146957
		Zn	21	•325906
All unit	500	Cu	39	•455848
		Pb	25	•210091
		Zn	22	•354404

#### 2-1-4 異常値の決定

M+ $\sigma$  値, M+2 $\sigma$  値及び累積度数分布図から読まれるしきい値(t)はそれぞれ次の通りであるが, しきい値以外のものには偏りがみられるので, 異常値はしきい値以上のものとした。

Rock unit	Element	M+ $\sigma$	M+2 $\sigma$	Threshold Value(t)
Argillaceous Arenaceous metasediments	Cu	105	317	305
	Pb	40	69	73
	Zn	45	102	90
Carbonates	Cu	71	132	137
	Pb	40	60	62
	Zn	80	173	185
Intrusives	Cu	169	460	395
	Pb	38	53	49
	Zn	46	98	62
All units	Cu	113	324	300
	Pb	40	66	70
	Zn	51	115	137

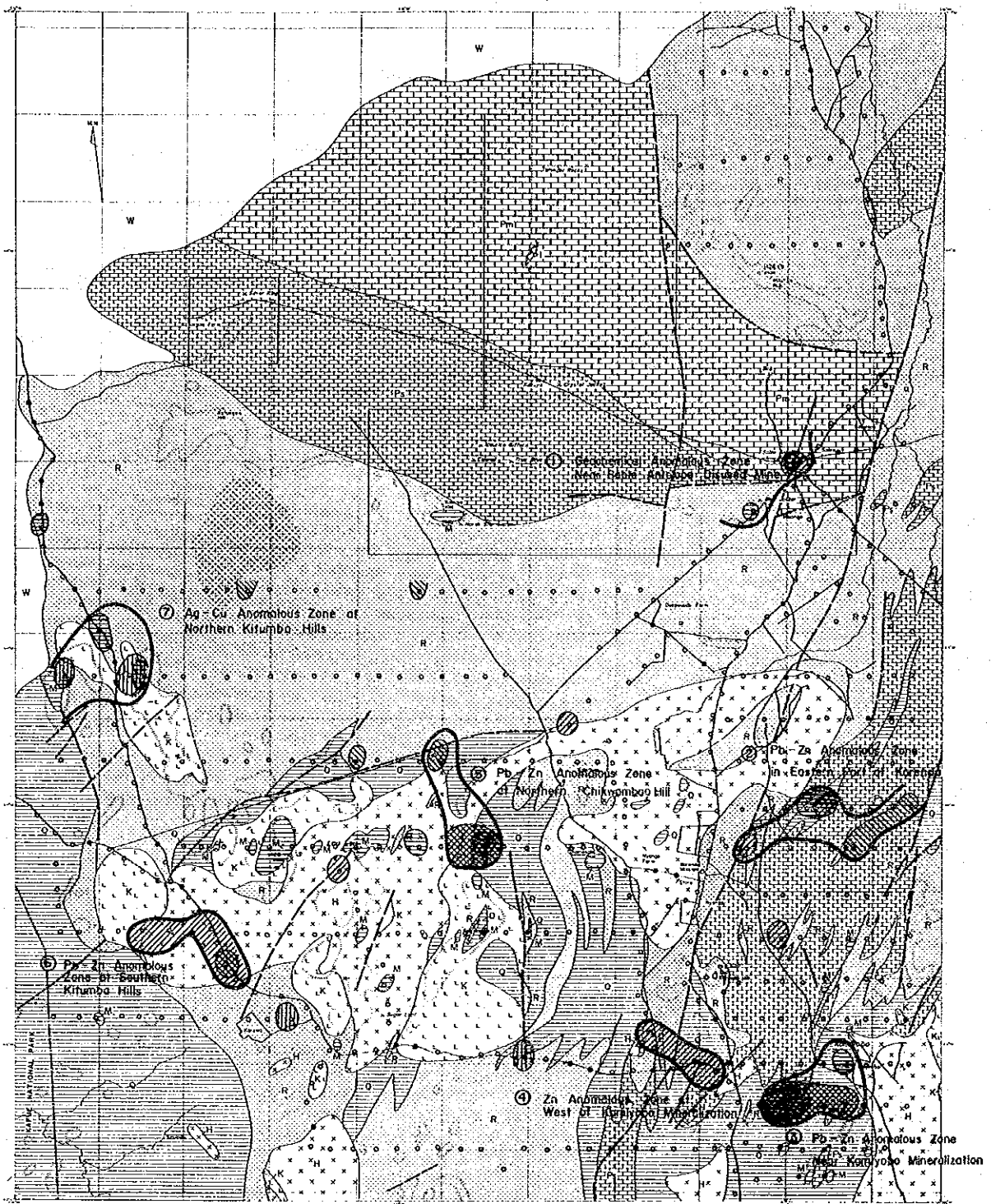
#### 2-1-5 異常域の選定

前項のしきい値による異常値の等値線を用いて抽出された異常域及びその評価は第9図及び第2表の通りである。

なお, 異常域の定義は複成分の異常値が重なるか, 若しくは2個以上の異常値が含まれる地域に限定した。

異常域は成分毎に偏在性がみられ, 銅の異常は貫入岩類, 鉛及び亜鉛の異常は貫入岩類及び炭酸塩岩類の分布域に認められる。銀の異常はこれらの成分で形成される異常域内にはほぼ重複している。

上述の各異常域のなかでKamiyobo 鉍化帯周辺及びその西方延長における鉛-亜鉛異常域は最も有望と認められる。



Scale 1:100,000

LEGEND

- |    |   |
|----|---|
|    | Geochemical Anomalous Zone  |
| Cu | 1: Argillaceous ~ Arenaceous metasediments $\geq 305$ ppm<br>2: Carbonates $\geq 137$ ppm<br>3: Intrusives $\geq 395$ ppm |
| Pb | 1: $\geq 73$ ppm<br>2: $\geq 62$ ppm<br>3: $\geq 49$ ppm  |
| Zn | 1: $\geq 90$ ppm<br>2: $\geq 185$ ppm<br>3: $\geq 62$ ppm   |
| Ag | $\geq 1$ ppm  |

(See Fig. II-1 on Geological Legend)

第9图 Karenda地域地化学探查异常域图

第2表 Karenda地域地化学探查異常域評価一覽表

No.	Anomalous Zone	Amounts of over Critical value(t)		Maximum value (ppm)	Extension of anomalous zone(km)		Rock unit	Evaluation
		element	≥t		High anomalous zone	Whole zone		
1	Geochemical Anomalous Zone Near Sable Antelope Disused Mine	Cu	-	(230)	-	1.0×0.5	Pm, Ps	-
		Pb	-	(59)	-			
		Zn	1	222	0.5×0.5			
		Ag	2	1	0.5×1.0			
2	Pb-Zn Anomalous Zone in Eastern Part of Karenda	Cu	-	(100)	-	2.0×4.0	Ps	B
		Pb	2	85	2.0×0.5			
		Zn	2	212	0.5×0.5			
		Ag	2	1	0.5×0.5			
3	Pb-Zn Anomalous Zone Near Kamiyobo Mineralization	Cu	-	(290)	-	1.5×2.0	Q, Ps	A
		Pb	3	253	1.0×2.0			
		Zn	3	523	1.0×2.0			
		Ag	3	1	0.5×0.5			
4	Zn Anomalous Zone at West of Kamiyobo Mineralization	Cu	-	(110)	-	0.5×2.0	Q, R	A
		Pb	-	(56)	-			
		Zn	3	147	0.5×2.0			
		Ag	-	1	-			
5	Pb-Zn Anomalous Zone at Northern Chikwamba Hill	Cu	-	(173)	-	3.5×1.0	Q, R, H	B
		Pb	3	90	1.0×1.0			
		Zn	2	197	1.0×1.0			
		Ag	1	1	0.5×0.5			
6	Pb-Zn Anomalous Zone at Southern Kitumba Hill	Cu	-	(260)	-	1.5×2.0	H, K	B
		Pb	1	77	0.5×0.5			
		Zn	6	181	1.5×2.0			
		Ag	-	1	-			
7	Ag-Cu Anomalous Zone at Northern Kitumba Hill	Cu	3	670	0.5×0.5	2.0×2.0	K, R	B
		Pb	-	69	-			
		Zn	-	140	-			
		Ag	3	2	0.5×0.5			

( ): less than critical value

\* A: detailed geochemical survey necessary

B: to be studied after the results of A



## 2-2 既存地化学データの再解析

MINDECO/NORANDA社によって測線400m間隔、測点100m間隔の地化学探査が実施され、これによって得られた異常域に対しては測線100m間隔、測点50m間隔の地化学探査が実施されている。これらのデータに対し、前章2-1-3と同様のデータ処理を行った結果を第3表に示す。またこれに基づいた地化学探査示徴図を第9図に示す。またこの亜鉛に関する値を用いたBob Zinc 鉍化帯地化学精査示徴図は第12図に示した。

地化学異常域と各鉍床、鉍化帯、鉍徴が極めて良く一致している銅示徴域は、Sable Antelope 鉍床及びBlue Jacket 鉍化帯からKakuyo 鉍床—Crystal Jacket 鉍化帯、Maurice Gifford(モーリスギフォード) 鉍化帯—Colonel(コロネル) 鉍化帯及びNorth Star(ノーススター) 鉍化帯を経て、Silver King 鉍床に至る略々N70°~80°W方向に連続し、大きくは地質構造方向と調和した分布を示している。

亜鉛示徴値は、Blue Jacket 鉍化帯からNorth Star 鉍化帯にかけてE-W方向に良い連続性がみられ、大きくは炭酸塩岩類と砂質変堆積岩類との境界に調和した分布を示している。

Wonder Rocks 鉍化帯ではN80°Eを主方向とし、これにN20°W方向が加わっている。またBob Zinc 鉍化帯ではN70°W方向を主方向とし、これにSable Antelope 鉍床から連続するN-S方向の示徴が加わっている。

上述の鉍床、鉍化帯等の関係から、Bob Zinc 鉍化帯の2異常域が最も有望であると判断された。

## 3. 物理探査(CSAMT法)

### 3-1 調査概要

第1年次の物理探査(CSAMT法)の調査地域はAおよびB地区の2地区に分かれておりA地区はSable Antelope 鉍山他を含む75km<sup>2</sup>の範囲でB地区はSilver King 鉍山を含む4km<sup>2</sup>である(第6図)。これらの鉍山はいずれも休止しているが、地質分布、地質構造、鉍床(鉍化帯)など不明な点が多い。本地域は、比抵抗が高い石灰岩が広く分布するため物理探査ではCSAMT法を適用して低比抵抗帯の抽出およびその性質の解明を行う事とした。

第3表 Karenda北部地域の地化学探査データ統計値一覧表

	Class		Frequency	Cumulative frequency
Cu	1	14000.00000 - 8247.40000	1( 0.02%)	1( 0.02%)
	2	8247.40000 - 4858.55000	1( 0.02%)	2( 0.05%)
	3	4858.55000 - 2862.17000	0( 0.00%)	2( 0.05%)
	4	2862.17000 - 1686.11000	0( 0.00%)	2( 0.05%)
	5	1686.11000 - 993.28900	8( 0.19%)	10( 0.24%)
	6	993.28900 - 585.14700	22( 0.54%)	32( 0.78%)
	7	585.14700 - 344.71000	34( 0.83%)	66( 1.61%)
	8	344.71000 - 203.06900	135( 3.28%)	201( 4.89%)
	9	203.06900 - 119.62800	397( 9.66%)	598( 14.55%)
	10	119.62800 - 70.47300	551(13.41%)	1149( 27.96%)
	11	70.47300 - 41.51570	868(21.12%)	2017( 49.08%)
	12	41.51570 - 24.45690	1201(29.22%)	3218( 78.30%)
	13	24.45690 - 14.40760	650(15.82%)	3868( 94.11%)
	14	14.40760 - 8.48752	175( 4.26%)	4043( 98.37%)
	15	8.48752 - 5.00001	67( 1.63%)	4110(100.00%)
Zn	1	12000.00000 - 7142.23000	2( 0.05%)	2( 0.05%)
	2	7142.23000 - 4250.95000	0( 0.00%)	2( 0.05%)
	3	4250.95000 - 2530.10000	2( 0.05%)	4( 0.10%)
	4	2530.10000 - 1505.88000	2( 0.05%)	6( 0.15%)
	5	1505.88000 - 896.28000	24( 0.59%)	30( 0.73%)
	6	896.28000 - 533.45300	57( 1.39%)	87( 2.12%)
	7	533.45300 - 317.50400	112( 2.73%)	199( 4.84%)
	8	317.50400 - 188.97400	174( 4.23%)	373( 9.08%)
	9	188.97400 - 112.47400	392( 9.54%)	765( 18.61%)
	10	112.47400 - 66.94310	799(19.44%)	1564( 38.05%)
	11	66.94310 - 39.84360	1161(28.25%)	2725( 66.30%)
	12	39.84360 - 23.71440	633(15.40%)	3358( 81.70%)
	13	23.71440 - 14.11450	528(12.85%)	3886( 94.55%)
	14	14.11450 - 8.40072	195( 4.74%)	4081( 99.29%)
	15	8.40072 - 4.99999	29( 0.71%)	4110(100.00%)

Element	Population	Maximum value	Minimum value	Mean(M)	Standard deviation ( $\sigma$ )	M + $\sigma$	M + 2 $\sigma$	M + 3 $\sigma$	Threshold value (t)
Cu	4110	ppm 14000	ppm 5	44	.38771	109	266	650	250
Zn	4110	ppm 12000	ppm 5	54	.415258	140	366	953	129

測点は東西系 400m, 南北系 600m 間隔の格子点上に配点し, 測点数は A 地区 301 点, B 地区 16 点である。

使用周波数は 2,048, 1,024, 512, 256, 128, 64, 32, 16, 8, 4 Hz である。  
得られたデータは次の各図に示されている。

- (1) 見掛比抵抗平面図 ( 2,048Hz ~ 4Hz の 10 周波数 )
- (2) 見掛比抵抗および比抵抗断面図 ( 1 ~ 11 断面 )
- (3) 比抵抗平面図 ( 0, -100, -200, -300, -400m )

### 3-2 調査結果

2,048Hz の見掛比抵抗平面図 ( 第 10 図 ) は 10 ~ 20,000 ohm-m の広範囲の見掛比抵抗値を示しており, 比抵抗のコントラストが大きい事が特筆される。1,000 ohm-m 以上の高見掛比抵抗値が A 地区のほぼ全域に分布しており, 100 ohm-m 以下の低見掛比抵抗値が A 地区の南東周辺部に分布している。

一般的に見掛比抵抗は石灰岩分布地域で高く, 変砂岩, 頁岩の分布地域で低い。1,000 ohm-m のコンターは石灰岩と変砂岩, 頁岩の分布境界にはほぼ一致している。

解析の結果明らかにされた低比抵抗帯を第 4 表に示す。これ等低比抵抗帯の比抵抗値はほぼ次の範囲にある。

石灰岩中の低比抵抗帯…………… 30 ~ 100 ohm-m

変砂岩・頁岩中の低比抵抗帯…… 0.2 ~ 100 ohm-m

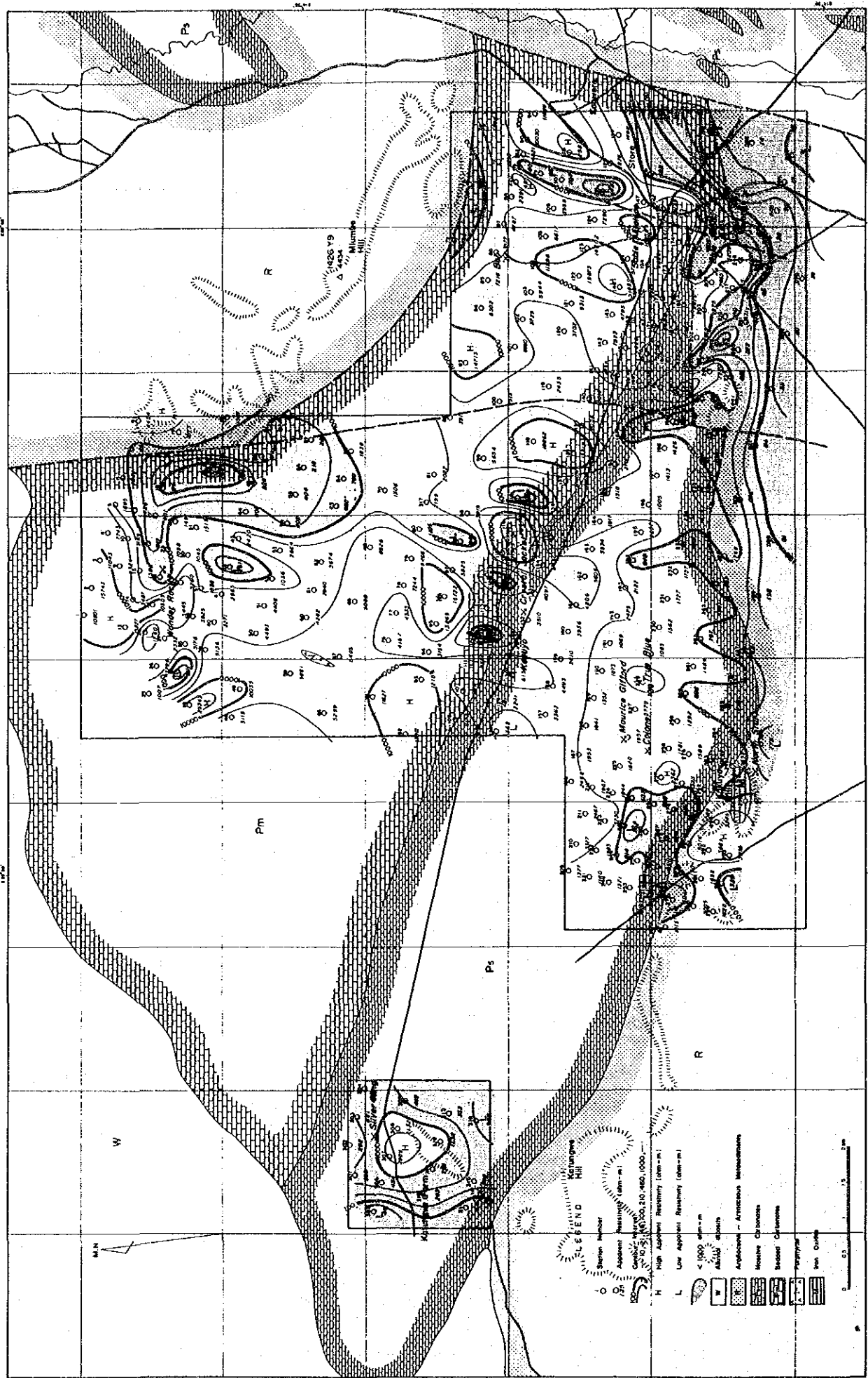
鉍床の比抵抗値は一般に塊状硫化鉍床が 10 ohm-m 以下, 鉍染状鉍床が 100 ohm-m 以下と考えられる。

従って第 4 表の低比抵抗帯から, バックグラウンドの比抵抗値が高い石灰岩地域では 100 ohm-m 以下の低比抵抗帯を, バックグラウンドの比抵抗値が低い変砂岩・頁岩分布域では 1 ohm-m 以下の低比抵抗帯を比抵抗異常帯として抽出した ( 第 5 表 )。これ等のデータから, 物探異常として第 11 図に示す次の地区が第 2 年次以降の調査によってフォローされるべきであると考えられた。

第4表 CSAMT異常のリスト

Station No.	Section No.	Resistivity(ohm-m)	Depth(m)
32	5	35	0~ 61
		6	61~ 91
42	5	99	79~143
112	3	85	119~195
114	3,7	33	177~207
125	3,13	93	0~ 42
		37	> 459
178	8	1	44~ 55
215	10	0.3	126~242
242	11	0.2	95~125

- (1) A地区東部，東南部（測点125，215，242，Sable Antelope，Blue Jacket及びBob Zincを含む範囲）。
- (2) A地区中央部（測点58，112，114，Crystal Jacket，Kakuyoを含む範囲）。
- (3) A地区北部（測点32，42及びWonder Rocksを含む範囲）。第2年次の物理探査はこれ等の地区のうちA地区東部，東南部に対して実施した。



第10図 見掛比抵抗分折図(2048 Hz)

第5表 低比抵抗帯のリスト

Type	Area	Station No.	Geology
Deep Fractured Zone	North-east of Sable Antelope East of Crystal Jacket South-west of Blue Jacket 1 Km West of Blue Jacket 2 Km West of Blue Jacket South-eastern part of A area	71, 89, 107, 125 117 242 215 199 206, 219, 244	Massive Limestone Massive Limestone Metasandstone, shale Metasandstone, shale Bedded Limestone Metasandstone, shale
Low Resistivity Zone (1,000 > > 100 ohm-m)	East and West of Wonder Rocks North-east of Crystal Jacket West of Colonel North of Blue Jacket 2 Km South-south-east of Crystal Jacket South of True Blue North-east of Bob Zinc	16, 17, 18, 22, 34 58 255, 256, etc. 183, 184 194, 233 260, 262 72, 73	Massive Limestone Massive Limestone Bedded Limestone Metasandstone, shale Bedded Limestone bedded Limestone Massive Limestone
Low Resistivity Zone (100 > > 10 ohm-m)	South and South-east of Wonder Rocks North-west of Crystal Jacket North-east of Crystal Jacket East of Crystal Jacket North-east of Sable Antelope South-eastern Part of A area	32, 42 112 114 117 89, 107, 125 177, 207, 208, 245, 246	Massive Limestone Massive Limestone Massive Limestone Massive Limestone Massive Limestone Metasandstone, shale
Low Resistivity Zone ( < 10 ohm-m)	1 Km West of Blue Jacket South-west of Blue Jacket South-eastern Part of A area Southern Part of A area Western Part of B area	215 244 178, 208, 247 266, 267, 268, 269, 270 305, 310, 315	Metasandstone, shale Metasandstone, shale Metasandstone, shale Metasandstone, shale Bedded Limestone







### 第Ⅲ部 各地区の調査結果





## 第 III 部 各地区の調査結果

### 第 1 章 Bob Zinc 地区

#### 1-1 地質鉱床

当地区一帯の地質は炭酸塩岩類下部の塊状苦灰岩～苦灰岩質石灰岩から成る。これらは再結晶化作用を蒙っており、局部的には大理石、糖晶質石灰岩となっている場所もある。

Bob Zinc 鉱体及びその東方は上記炭酸塩岩類の角礫状破碎部に位置している（第12図）。破碎された角礫状苦灰岩は破碎中心部で強い、周辺部で弱い菱鉄鉱化を蒙っている。この菱鉄鉱化の強い部分は、Bob Zinc 鉱体域とその東方の地化学異常域とで夫々独立しており、約300m×200m程度、後者では約250m×150mの規模で発達している。この菱鉄鉱化の強い部分はほぼE-W方向に伸長しており、Bob Zinc 鉱体の走向方向に一致している。

1957年および1964年に計18本の試錐が行われ、うち8本の試錐がBob Zinc 鉱体に着鉱している。この結果、当鉱体は、主として珪酸亜鉛鉱から成る層状鉱体であり、走向延長109m、平均厚さ12m、深度106mで鉱量305,000t、平均品位 銀 164g/t、亜鉛11.6%と報告されている。

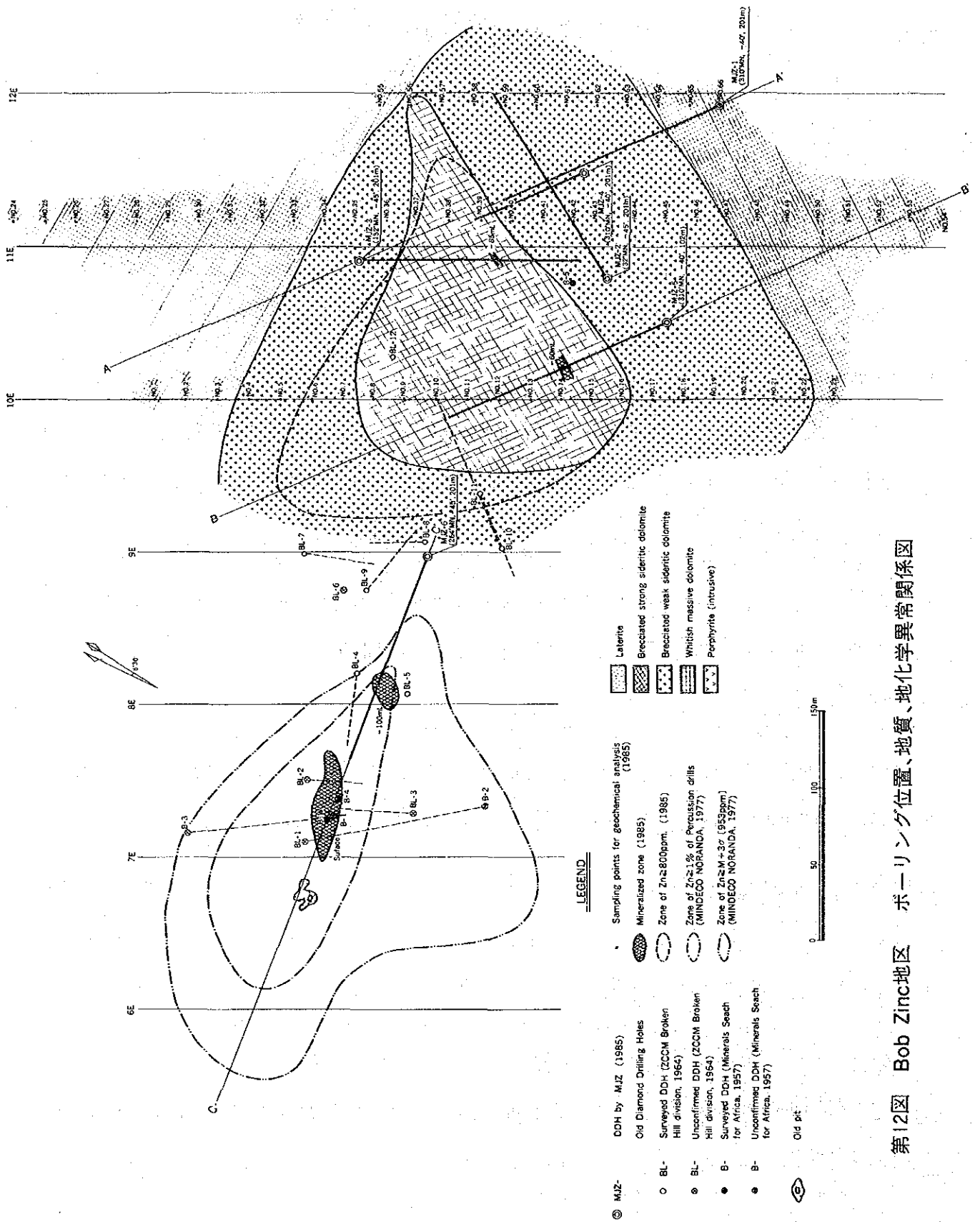
上記試錐に基づき検討した結果、Bob Zinc 鉱体は、走向略E-W、傾斜70°～80°S、走向延長地表部70～80m（地表下50mで80～100m）、脈幅10～20mでESEにシュートし、地表下80mでは最大径約30mのパイプ状の形状を呈する。

#### 1-2 地化学異常

1977年にMINDECO/NORANDA社が実施した地化学精査及びパークッション浅掘試錐データを第1年次に再解析した結果、亜鉛高異常域が上記Bob Zinc 鉱体と極めて良く調和して分布している他、東方にも同様の形状を示し66個の地化学探査試料（土壌）を採取し、亜鉛地化学異常をチェックした。亜鉛800ppm以上の範囲は前記菱鉄鉱化の強い部分と概ね一致した分布を示す。

これをボーリング調査対象地区とした。

地化学探査試料のスペクトル分析の結果、当地域一帯の土壌（ラテライト）からはCu, Pb,



第12図 Bob Zinc地区 ボーリング位置、地質、地化学異常関係図

B, Ni, Zn, Ag, Cr, Co, V, Mn, Ti 等が検出された。このうち、試錐岩芯鉍化部のそれと比較してより富んでいる成分はCu, Ni, Cr, Co, Mn, Ti 等である。

### 1-3 ボーリング調査

#### 1-3-1 目的及び実施位置

Bob Zinc 鉍体東方の地化学探査 亜鉛高異常域の深部鉍化状況を確認する。

実施位置は第12図及びボーリング地質断面図は第13図に示すとおりである。

#### 1-3-2 調査期間及び調査量

ボーリングは第2年次に実施されたが掘削期間及び掘削延長等は次表に示すとおりである。

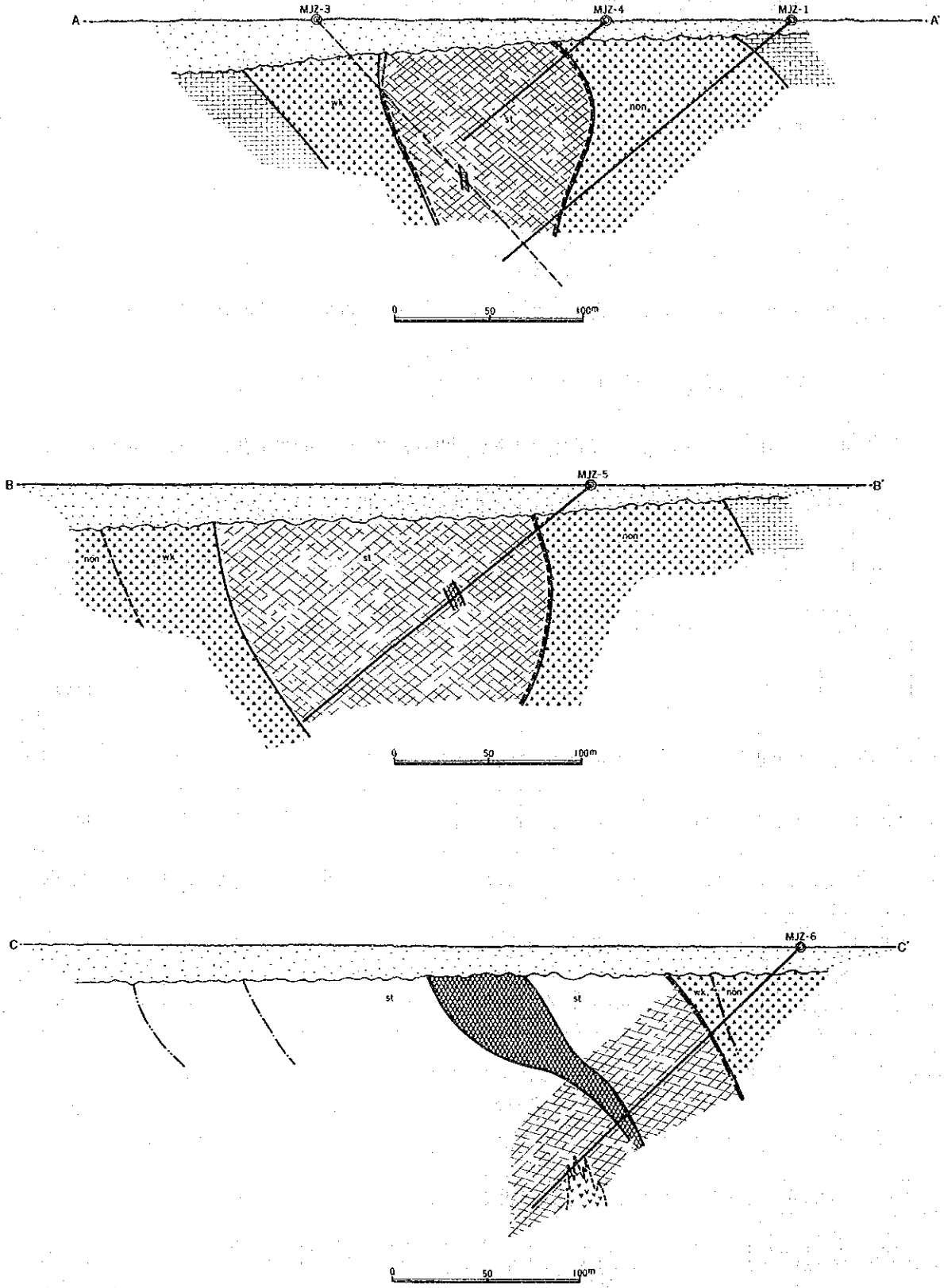
Drill Hole No.	Depth (m)	Inclination	Bearing (M.N)	Depth of Laterite (m)	Length of Core (m)	Core recovery (%)	Term		Exploration Target
							Start-ing	Comple-tion	
MJZ-1	201.0	-40°	N50°W	11.5	186.9	98.6	24 Aug.	1 Sep.	East Zinc Geo-chemical Anomaly
MJZ-2	201.0	-45°	N32°E	14.0	183.0	97.9	5 Sep.	9 Sep.	Ditto
MJZ-3	201.0	-45°	S28°E	27.6	170.6	98.4	16 Sep.	21 Sep.	Ditto
MJZ-4	102.0	-40°	N50°W	14.8	85.9	95.5	8 Oct.	12 Oct.	Ditto
MJZ-5	201.0	-40°	N50°W	23.3	175.6	98.8	15 Oct.	22 Oct.	Ditto
MJZ-6	201.0	-45°	S84°W	20.0	176.3	97.4	27 Sep.	4 Oct.	Ditto

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

#### 1-3-3 地質・地質構造と鉍化帯の関係

ボーリング調査の結果、MJZ-5孔及びMJZ-6孔で亜鉛鉍化を認めた。

前者は91.90m～98.50m間の幅6.60m、亜鉛0.31%、うち最高品位91.90m～93.30m間の幅1.40m、亜鉛0.58%、後者は124.60m～137.30m間の幅12.70m、亜鉛1.64%、



第13图 Bob Zinc地区 地质断面图

うち最高品位 134.30m～134.90m間の幅 0.60m, 亜鉛 5.97%であった。これら鉍化部の深度は前者が地表下 60m, 後者が 100m であり, 後者はより浅所で鉍況が好転していることより, 前者もより浅所で鉍況が好転する可能性はあるが規模的にはそれ程期待できないものと解析される。

鉍石鉍物は主として二次生成の菱亜鉛鉍, 珪酸亜鉛鉍等であり, 微粒の黄鉄鉍, 黄銅鉍が極く少量残存している。

二次生成の亜鉛鉍物は破砕部でかつ風化部に濃集している。なお, しばしば母岩の角礫状菱鉄鉍質苦灰岩中にも数千 ppm 台の亜鉛成分が含有されている。このような箇所では比較的小裂かが発達している。

Bob Zinc 鉍化帯は弱線沿いに形成され, その後削剝され, 更に残存部が風化され二次鉍物が生成されたものと解析される。

#### 1-3-4 地化学異常と鉍化帯の関係

Bob Zinc 鉍体東方域の亜鉛地化学異常帯には亜鉛鉍化作用は認められたが, 鉍体は認められなかった。

この亜鉛地化学異常帯に対する第 2 年次のボーリング調査の岩芯分析結果, 菱鉄鉍化の強い角礫状苦灰岩からは亜鉛数百～数千 ppm 台の, 菱鉄鉍化の弱い角礫状苦灰岩からは亜鉛数十～数百 ppm 台の値が得られた。また, 土壌の分析値は, 塊状苦灰岩分析域のそれが大半は亜鉛 200～300 ppm, 菱鉄鉍化の弱い分布域のそれが主として亜鉛 400～600 ppm, またその強い分布域のそれが亜鉛 800 ppm 以上で最高値は亜鉛 1800 ppm であった。

上記のとおり, Bob Zinc 鉍体東方域の亜鉛地化学異常は菱鉄鉍化の強い角礫状苦灰岩が亜鉛分を多く含有していることに起因しているものと解析される。

今後, 層状石灰岩と泥質～砂質変堆積岩類との境界沿いに分布する地化学異常帯(第 12 図)の解析に当っては,  $M+3\sigma$  以上の範囲と菱鉄鉍化の強い角礫状破砕部との関係を詳細に調査する必要があるものと判断される。



## 第 2 章 Sable Antelope 地区

### 2-1 地質・鉱床

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 14 図）。

#### (1) Blue Jacket 鉱化帯付近

当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及至褐色を示す。層厚は西部で薄く、東部で厚いが 100m～150m 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-異常褶曲が発達し、これらの構造をきって鉱化作用が行なわれている。

Blue Jacket 鉱化帯及びその付近にみられる鉱化は主として苦灰岩質砂質岩中に発達するが、頁岩中にも認められる。

鉱化は黄銅鉱を主体とし、一部に斑銅鉱、四面砒銅鉱を伴い、鉱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。鉱化帯には菱鉄鉱乃至菱鉄質方解石の細脈が発達する。また苦灰石化が普遍的に認められる。

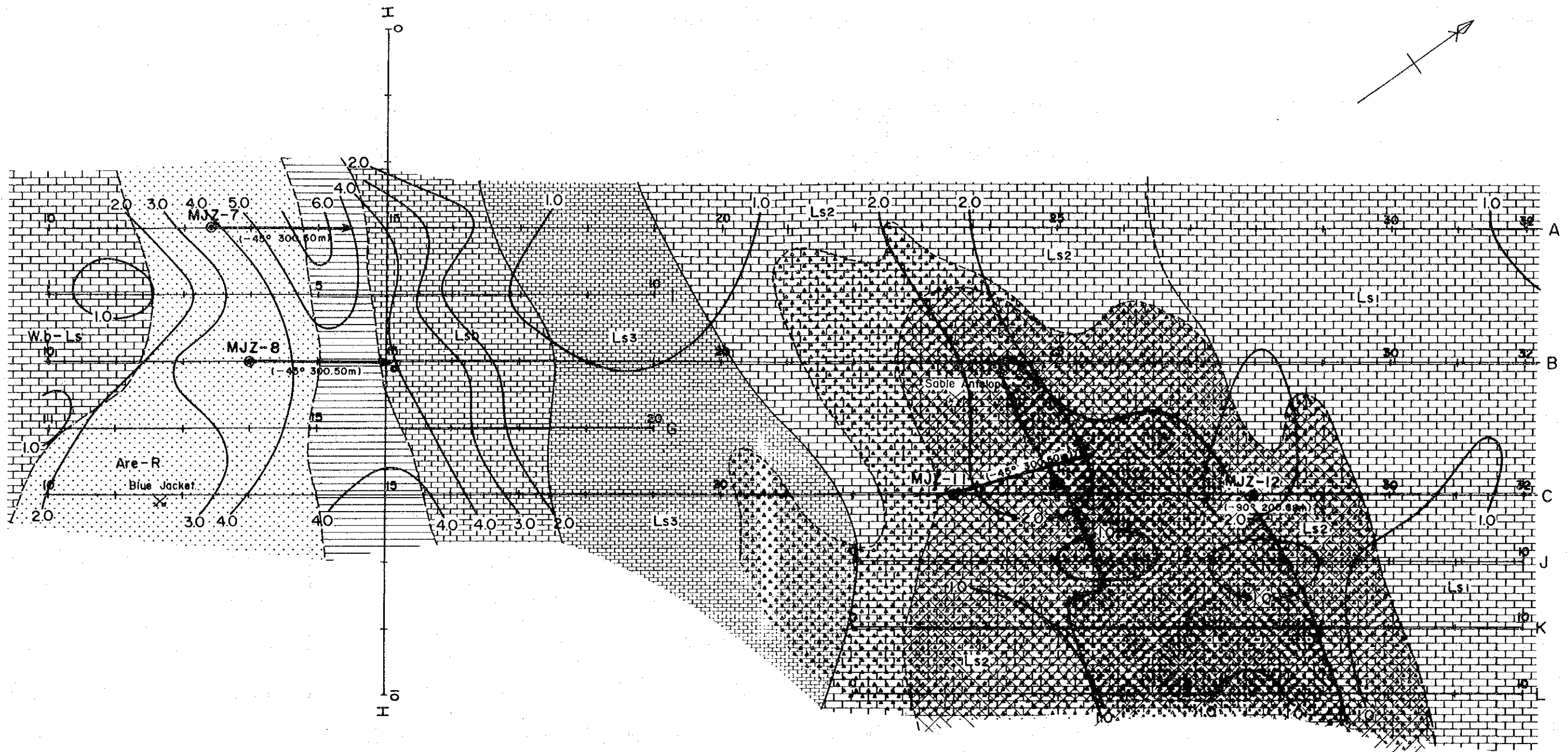
#### (2) Sable Antelope 鉱床付近

当中央部～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層を介在している。

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 鉱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。主鉱体は地表で延長約 100m、幅 2～10m、その走向 N 60°W、傾斜 80°～90°S と推定される。鉱化は





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                                     |  | Phase II        |
|  | Massive white limestone   |  |   |  | Phase III       |



第14図 Saddle Antelope 地区ボーリング位置、地質、物探異常関係図



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 物理探査（IP法，SIP法）

### 2-2-1 調査概要

本調査地域は第1年次の物理探査（CSAMT法）により抽出された低比抵抗帯，Sable Antelope 旧鉍山およびBlue Jacket 鉍化帯を含む面積約2 km<sup>2</sup>の範囲である。

第2年次にIP法16 km（A，B，C，D，E測線），SIP法5 km（F，G，H，I測線）を実施し（第15図）その結果発見された5つの異常帯のうち最も有望と考えられたNo.3異常帯に対して第3年次に2本の試錐が実施された。

また，No.1，No.2の異常帯は興味深いもので，更に東方へ延びる可能性が期待されたので，第3年次にこれ等2つの異常帯に隣接する面積約0.3 km<sup>2</sup>の範囲でSIP法3 km（J，K，L測線）を実施した。

用いられたIP法は周波数領域IP法で，0.125Hzと1Hzの2つの周波数における見掛比抵抗の変化を周波数効果（PFE）として表わすものである。

一方SIP法は広範囲の周波数でIP現象を測定し，測定された結果を位相および振幅スペクトル図，コール・コール図に表示する。SIP法の特徴はIP現象の周波数スペクトルを解析することにより，鉍種の判別や電磁カップリングを除去できる可能性を有している事である。

本調査ではZonge Inc（ゾング社，米国）の開発したハーモニック システムを使用した。この装置は0.125，1，8Hzの3つの基本波で測定を行い，測定結果をFFT（高速フーリエ変換）によりフーリエ解析し，基本波の3倍，5倍，7倍，9倍，11倍の周波数応答を計算で求める。そうして0.125～88Hzの範囲のIPスペクトルが求められる。

### 2-2-2 調査結果

第2年次のIP，SIP調査によりNo.1～No.5の5箇所の異常帯が得られた（第15図）。

各異常帯の特徴は次の通りである。

- (1) No.1およびNo.2は石灰岩中の異常帯で，いずれもWNW-ESE方向の連続性が認められる。特にNo.2異常帯はSable Antelope 鉍床を横切っている。異常帯の周波数効果PFEは2～3%，見掛比抵抗ARは5,000～10,000 ohm-mを示しており，珪化変

質した鉱化帯と考えられる。鉱化帯頂部の深度は100m以浅であろう。

(2) No. 3は石灰岩に囲まれた変堆積岩の中あるいはそれ等の境界付近の異常でWNW-ESE方向の連続性が認められる。異常帯のPFEは4~6%, ARは300~800 ohm-mである。異常帯の比抵抗はシミュレーション結果によれば100 ohm-m程度で位相差スペクトルには鉱石サンプルの物性データとの類似性があり鉱化帯が期待できる。鉱化帯の頂部の深度は100m程度と見られる。

(3) No. 4は変堆積岩中の異常である。異常帯のPFEは4~7%でARは10~100 ohm-mである。この異常帯は東西性の構造線に沿った異常と南端部の異常よりなっている。これ等の異常帯は広範囲に存在する低比抵抗帯の中にあるため電磁カップリングが含まれているが、特に南端部の異常には強い電磁カップリングが見られる。したがって、構造線に沿った異常帯の方が面白いと考えられる。

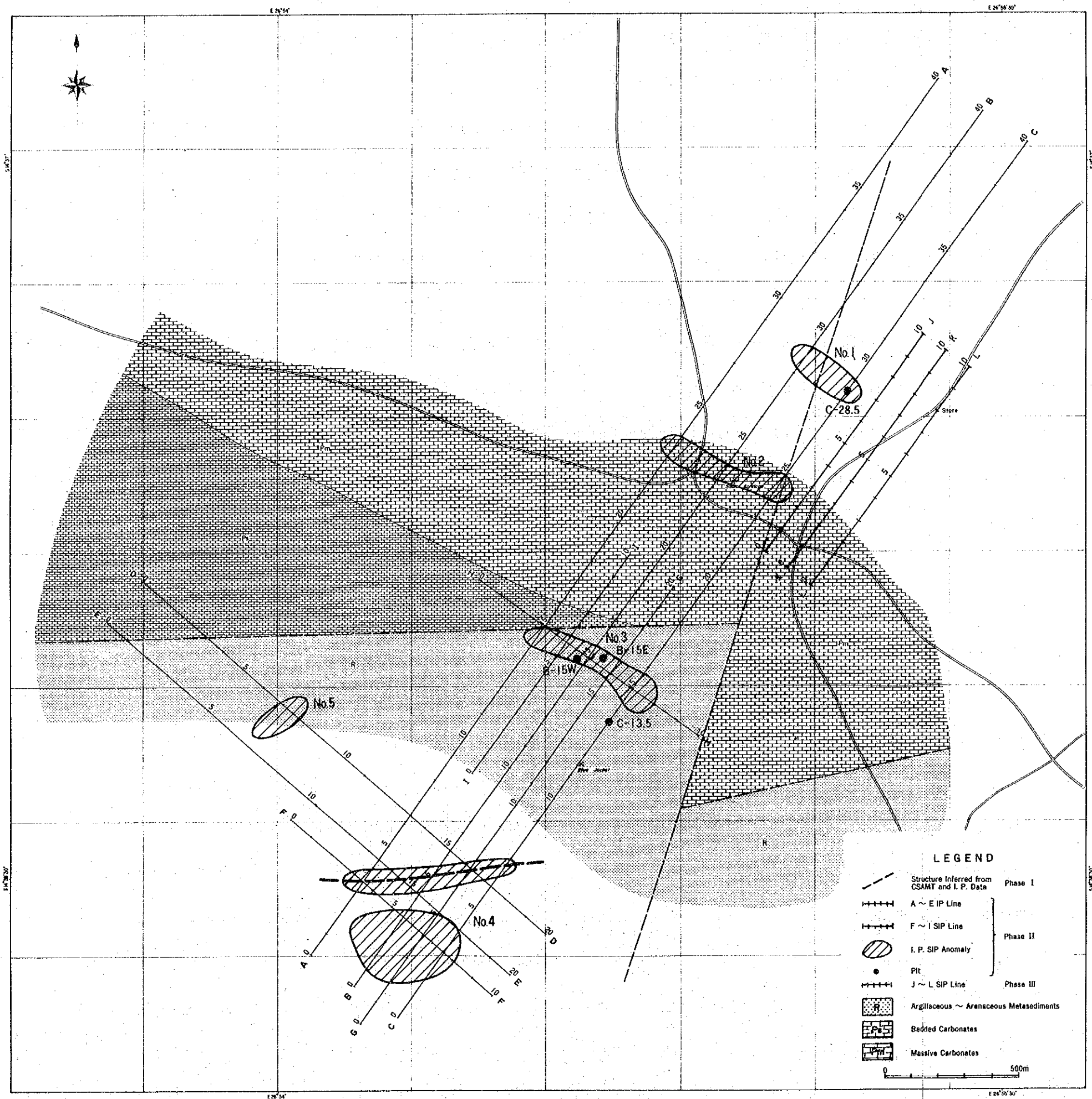
(4) No. 5は石灰岩と変堆積岩の境界付近の異常である。異常帯のPFEは3%, ARは1,000~2,500 ohm-mである。比抵抗が高いため石灰岩中の異常であろう。深度は200m以深と見られる。

第3年次のSIP法調査(J, K, L測線)は第2年次調査で発見されたNo. 1, No. 2の異常帯の東側で行われたが、PFE値は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。したがってNo. 1, No. 2の異常帯のいずれもC側線の異常が最大であった(第16図)。

位相差は低周波領域(0.125~3Hz)における値が役立つと考えられた。No. 3異常帯を横切るSIP測線のI測線の結果によれば異常帯の位相差は、-30~-40mradで周波数の変化(0.125→0.375Hz)に従って減少している(第17図)。試錐の結果この異常帯は黄銅鉱、黄鉄鉱の鉱染する黑色頁岩である事がわかった。

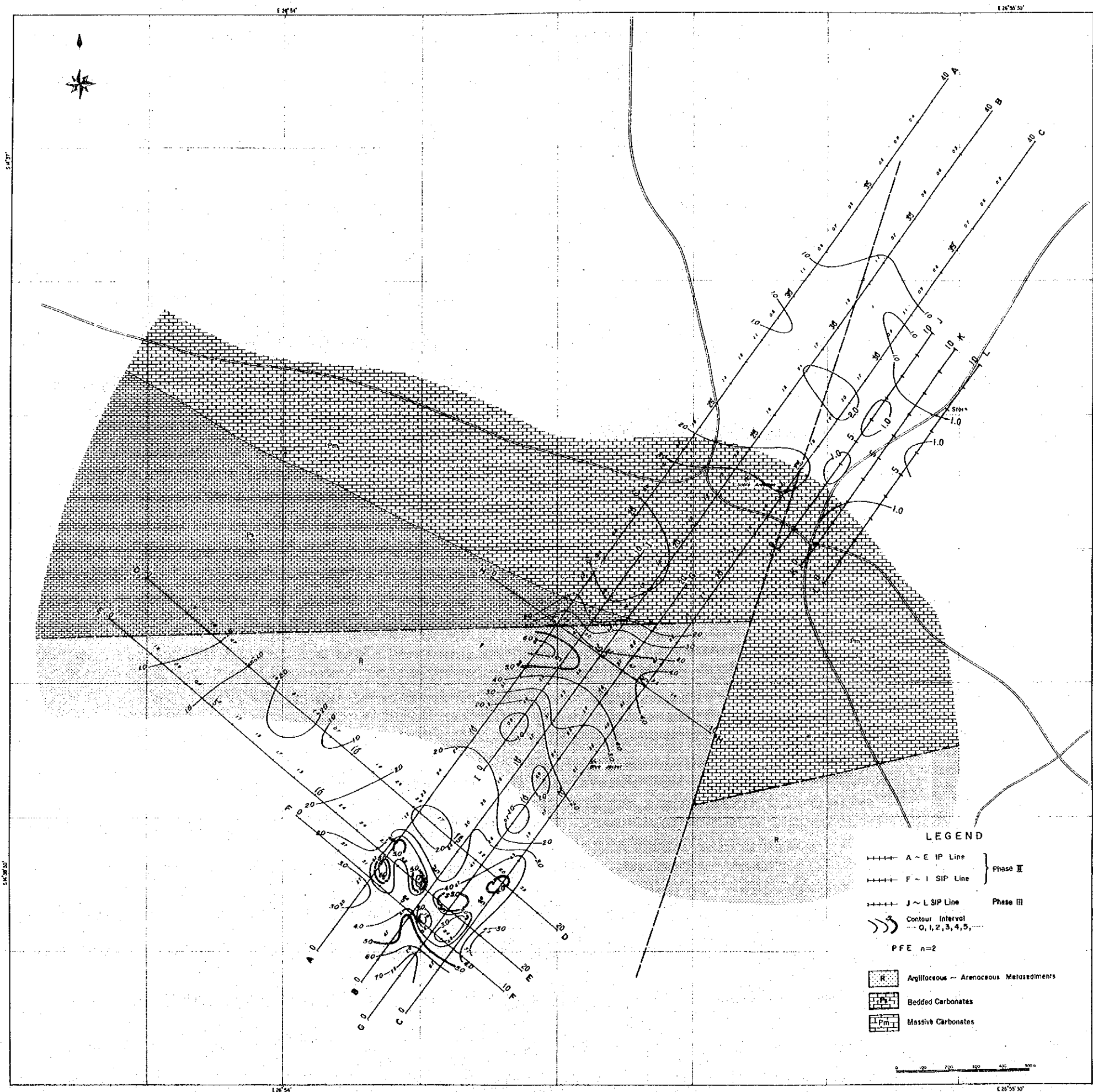
一方G測線におけるNo. 3異常帯の位相差は周波数が変化した場合(0.125→0.375Hz)位相差の増加域(測点15より南西側)と減少域(測点15より北東側)に分かれている。そしてこの位相差増加域の一部が周波数の変化(1→3Hz)に伴い位相差減少域に変わっている。この位相特性はSable Antelopeの鉱石に類似しており、1つのIP異常帯が位相特性によって2つの領域に分けられる点が興味深い。





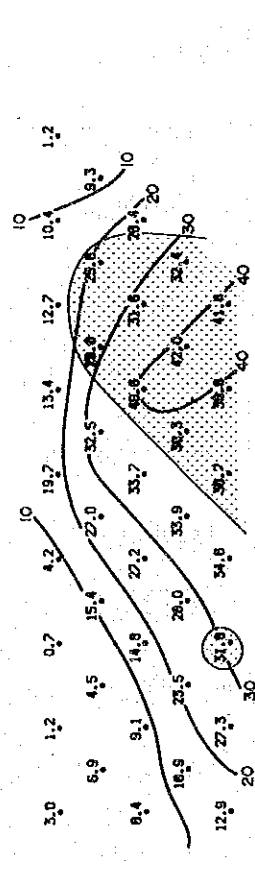
第15图 Sable Antelope地区 IP, SIP 异常图





第16图 Sable Antelope地区 PFE 平面图

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





## 2-3 ボーリング調査

### 2-3-1 目的及び実施位置

Blue Jacket 鉍化帯及び Sable Antelope 鉍床付近で高い IP 効果を示した物理探査異常帯における鉍化状況を確認する。

実施位置は第 14 図及びボーリング地質断面図は第 18 図に示すとおりである。

### 2-3-2 調査期間及び調査量

ボーリングは第 3 年次に実施されたが、掘削期間及び掘削延長等は次に示すとおりである。

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

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

### 2-3-3 地質・地質構造と鉍化帯の関係

Blue Jacket 鉍化帯付近では、ボーリング調査の結果、MJZ-8 孔では 104.80m~109.5m 間で幅 4.10m、銅 0.34%、銀 11g/t の銅鉍化帯を認め、うち 107.00m~107.10m、では銅 1.375%、銀 480g/t、亜鉛 0.44% を示した。このほか MJZ-7 孔では 128.66m~132.67m 間で幅 3.20m の弱い黄鉄鉍鉍染、280.56m~281.63m 間で幅 0.9m の弱い鉛・亜鉛の鉍徴などが認められた。

また Sable Antelope 鉍床付近では、MJZ-11 孔で 125.75m~127.50m 間で幅 1.10m、212.40m~213.70m 間で幅 0.8m など弱い鉛亜鉛鉍徴が認められた。

上述のように、いずれも鉍化作用は弱いものであるが、それらは次のような特徴が認められ

る。Blue Jacket 側では網状脈を主体とする鉍脈の要素が強く、一方 Sable Antelope 側では角礫破碎帯に規制される要素が強い。鉍化の特徴としては銅の鉍化が中心で砂質～泥質岩類に多い。銅鉍化の周辺相として黄鉄鉍鉍化が認められるが、特に泥質岩類に多い。鉛亜鉛の鉍化も銅鉍化の周辺相と考えられ、炭酸塩岩類中に認められる (MJZ-7 280 m 以深及び MJZ-11, 12 参照)。

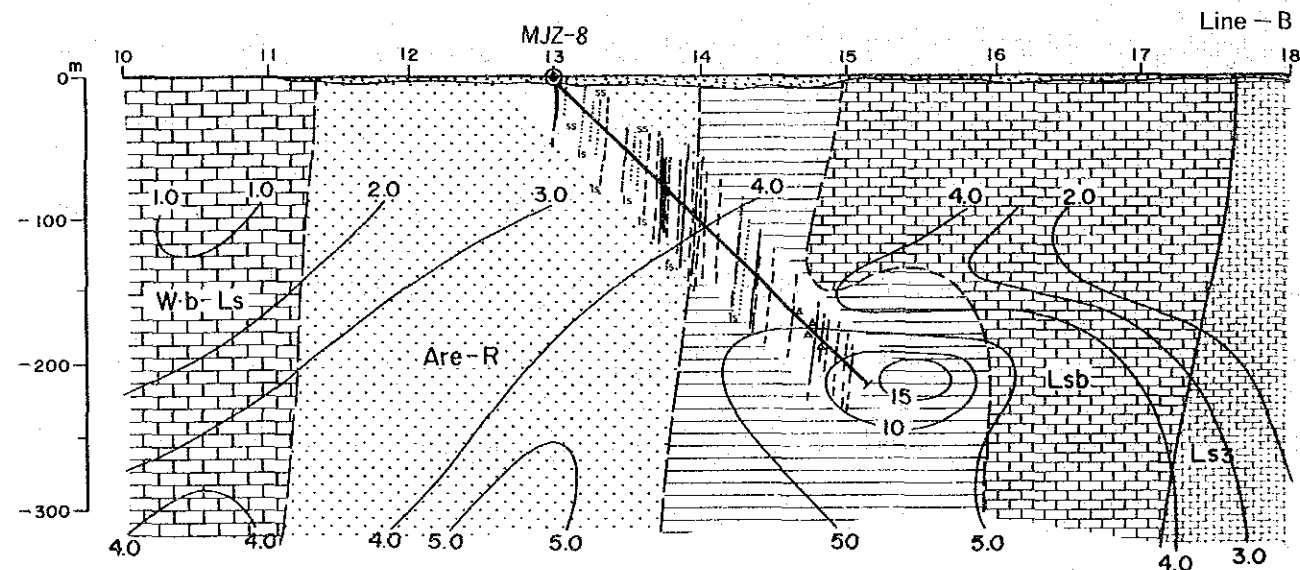
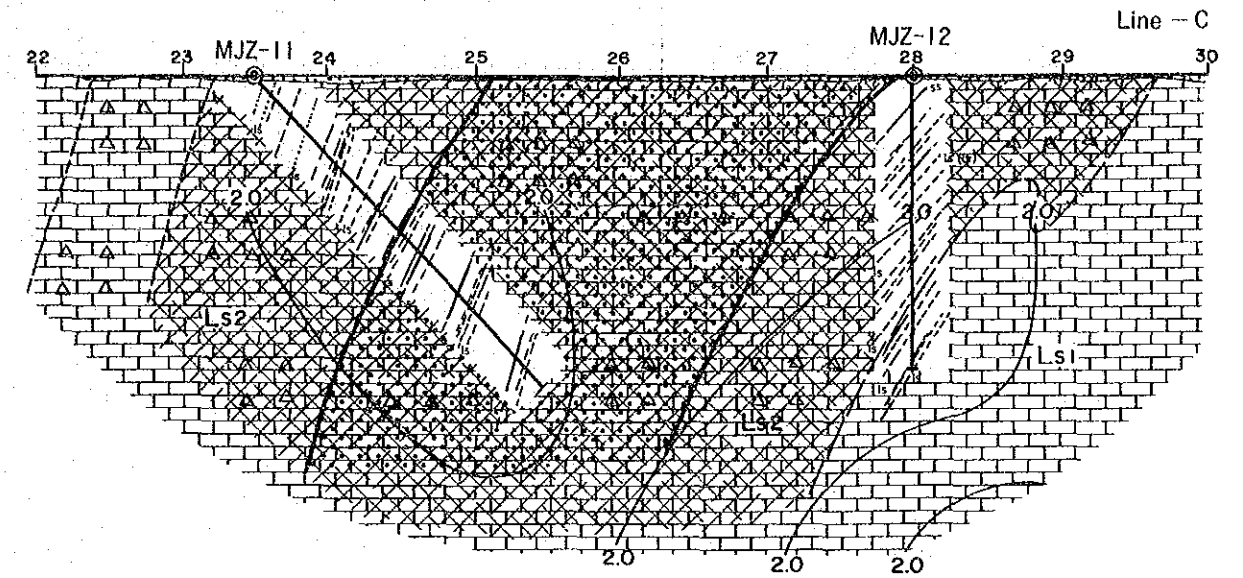
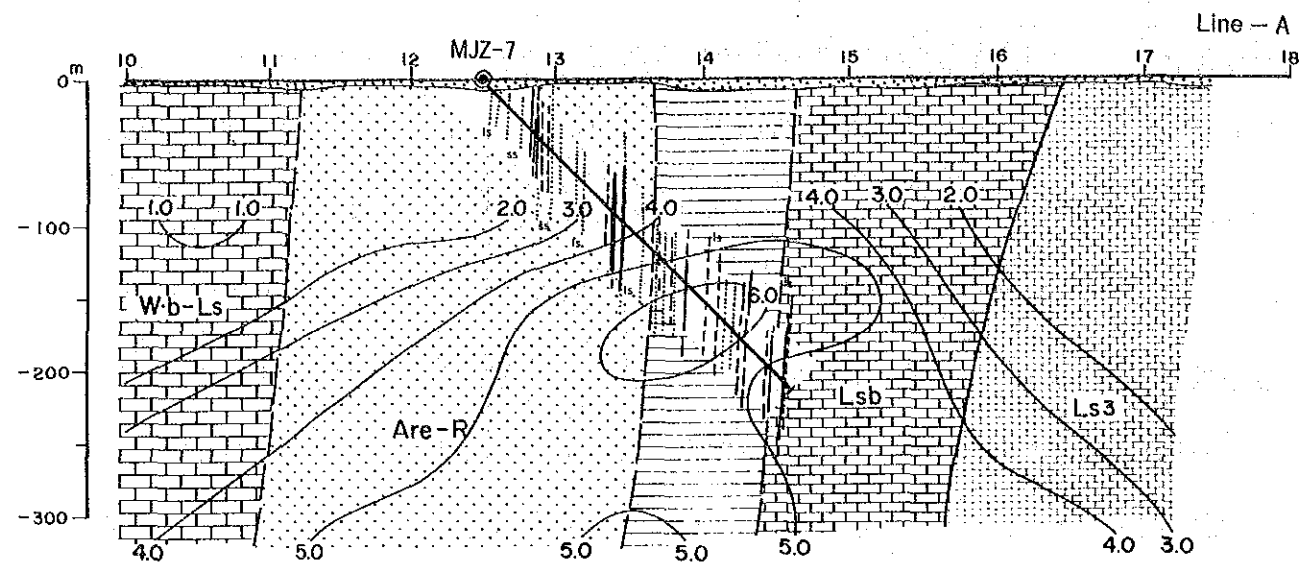
鉍化の中心側の MJZ-8 において黄銅鉍斑銅鉍を主とする細脈ながら塊状鉍 (脈幅 10 cm) を確認した。本鉍化は細粒砂岩層中にレンズ状で断続する比較的脈状形態が強い。

MJZ-7 は MJZ-8 より黄鉄鉍を比較的良く伴い、深部では鉛亜鉛を若干増す傾向が認められるが鉍化は全体に弱い。

Sable Antelope 鉍床の東方延長で実施した MJZ-11 は黄鉄鉍を主とする網状乃至鉍染状の鉍染状の鉍化を確認した。本鉍化は苦灰岩、細粒砂岩中にみられるが、全体に鉍化は弱い。肉眼的に確認できないが、分析結果では銅の鉍化に比べ、鉛亜鉛の鉍化が比較的良く認められ、鉍化の特徴として比較的低温側に位置していると考えられる。

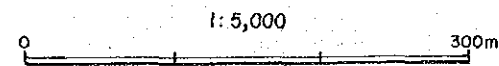
MJZ-7 は Blue Jacket 鉍化帯の北西縁部また MJZ-11 は Sable Antelope 鉍床の東縁部を把握したものと考えられる。MJZ-8 では黄銅鉍と斑銅鉍の離溶組織があり、高温相を示す。一方 MJZ-7 では銅/鉛および亜鉛/鉛の比が小さいので、これは周辺の低温側にあると考えられる。MJZ-11 においても MJZ-7 に類似した鉍化を示し、Sable Antelope 鉍床の周辺相を示していると考えられる。





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18図 Sable Antelope地区ボーリング地質断面図

