

第 3 章 Kamiyobo 地区

3-1 地質・鉱床

調査地区の地質は炭酸塩岩類とその上位の砂質～泥質変堆積岩類及びこれらを含む閃長斑岩並びに第四系風化残留物から成る（第 19 参照）。

炭酸塩岩類は上部の相である層状石灰岩からなり、しばしば変砂岩及び頁岩の数 mm 程度の薄層を挟在する。砂質～泥質変堆積岩類は全体として泥質岩が優勢で含礫頁岩、頁岩などから成り一部に石灰質岩、礫岩の薄層を挟在する。砂質岩は砂質～珪質変砂岩より成る。

貫入岩類は閃長斑岩に類似した小岩体として地区北西部及び南東部に点在する。

地質構造は地区北西部の炭酸塩岩類を核とする NNW-SSE 系の背斜構造により支配されている。

鉱化作用としては南西部では褐鉄鉱、赤鉄鉱を伴う数 mm の層状脈が散見される。また南東部の赤鉄鉱～磁鉄鉱露頭が認められるが、この分析値は銅、鉛、亜鉛ともに極く微量である。但し、当地区北方約 600 m には Kamiyobo 鉱化帯があり、優勢な銅鉱化作用が確認されている。

3-2 地化学探査

3-2-1 試料採取

試料の採取は南北方向に 100 m、東西方向に 50 m 間隔で、合計 635 個を地区全域から採取した。

3-2-2 指示元素

1 年次の地化学探査結果に基づき、指示元素は銅、鉛、亜鉛の 3 成分とした。

3-2-3 データ処理

分析データの統計処理は、異常を示すものが多い南部のデータ 185 個を除いた 450 個について行った。また本地区は貫入岩類及び炭酸塩岩類の分布範囲が少ないためクラス分けはしなかった。

これらはほぼ対数正規分布に近い傾向を示した。平均値 (M) 及び標準偏差 (σ) は次の通りで

ある。

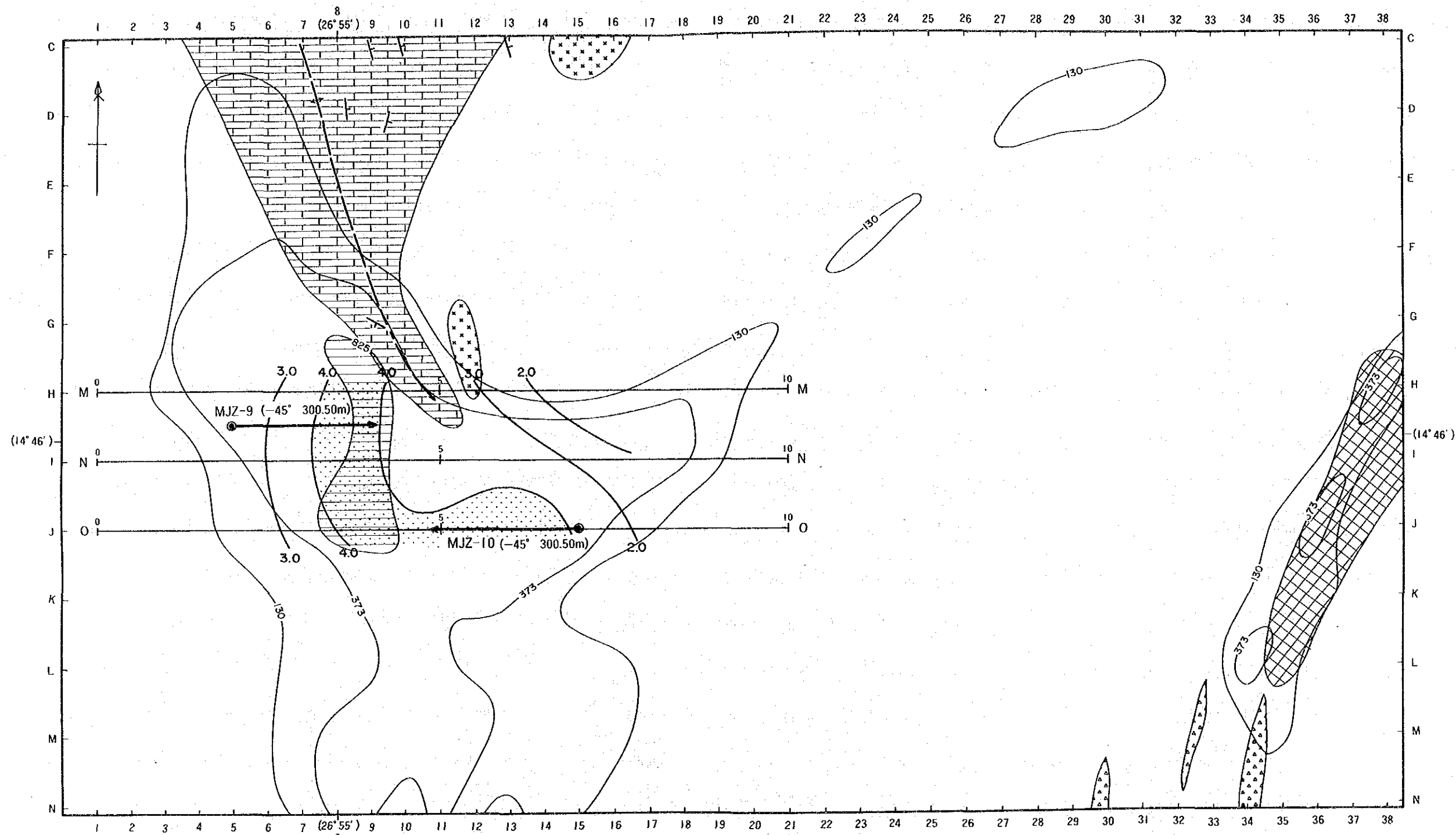
指示元素	平均値 (M)	標準偏差 (σ)
Cu	37	•303627
Pb	29	•317458
Zn	45	•382264
Pb+Zn	77	•344227
Cu+Pb+Zn	117	•320779

又、成分間の相関は次の通りで、いずれも極めて高い。

指示元素	相関係数
Cu——Pb	•76
Pb——Zn	•80
Zn——Cu	•74
Zn——Pb+Zn	•97
Zn——Cu+Pb+Zn	•98
Pb+Zn——Cu+Pb+Zn	•95

平均値及び標準偏差から計算される $M+\sigma$ 、 $M+2\sigma$ 、 $M+3\sigma$ の各値及び累積頻度分布図から得られるしきい値(t)は次の通りである。

指示元素	$M+\sigma$	$M+2\sigma$	$M+3\sigma$	しきい値(t)
Cu	74 ppm	149 ppm	299 ppm	62 ppm
Pb	61	126	262	76
Zn	108	260	628	100
Pb+Zn	169	373	825	130
Cu+Pb+Zn	244	510	1,068	230



LEGEND

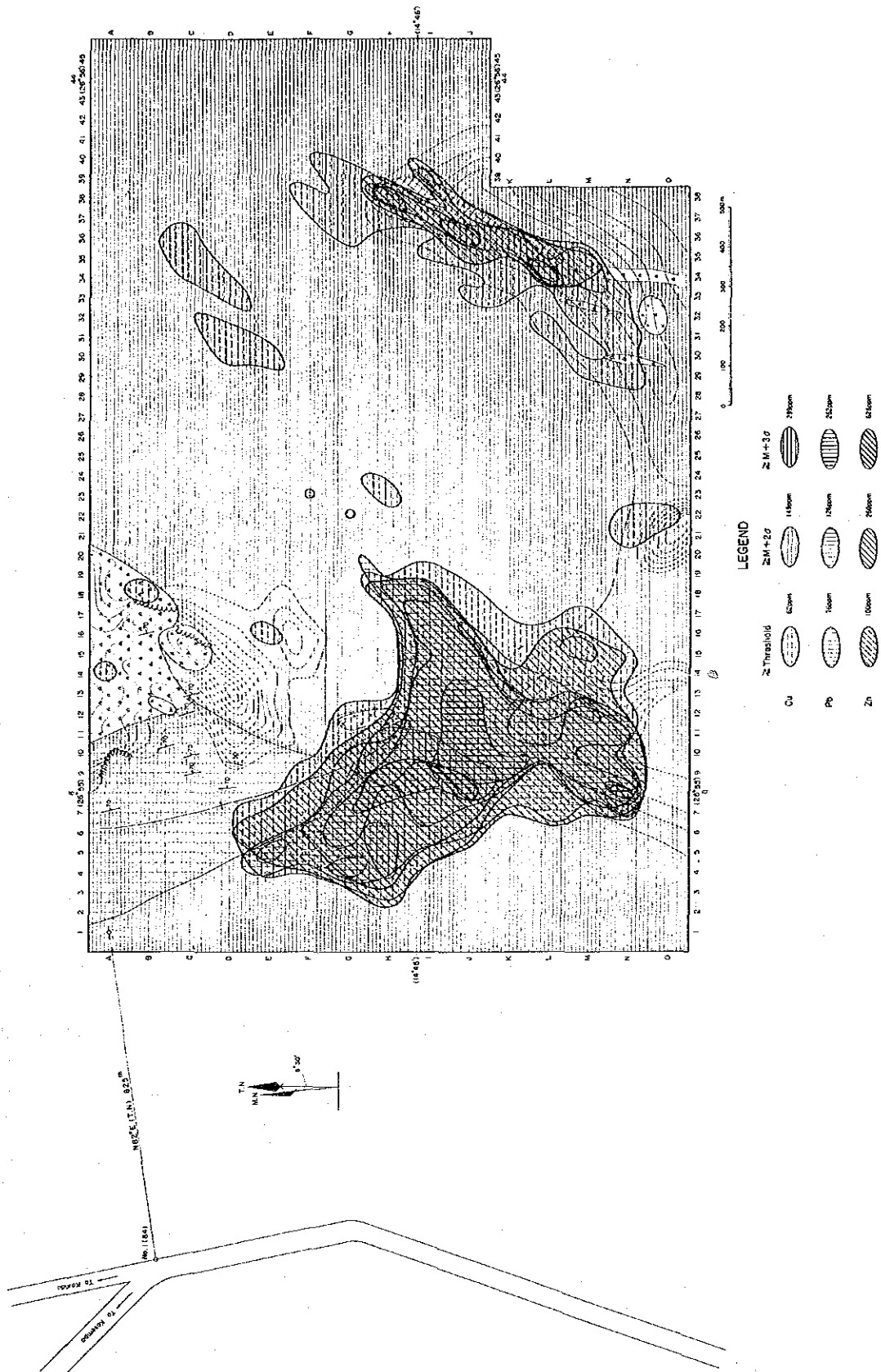
- Shale With intercalated metasandstone and limestone
- Bedded limestone with intercalated metasediments
- Syenites (Intrusive)

- Iron oxides (Magnetite - Hematite)
- Brecciated part

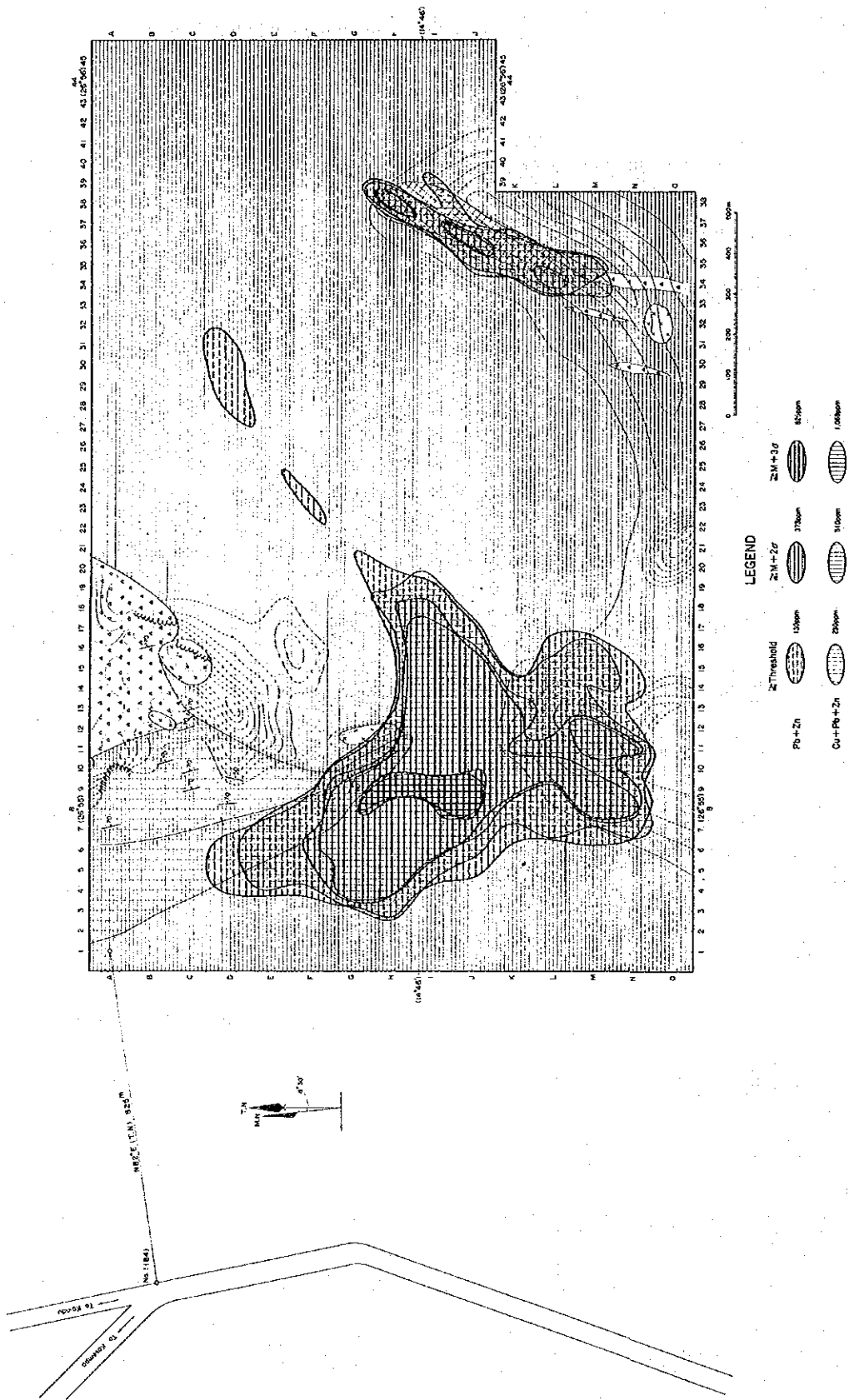
- \geq Threshold
Pb+Zn 130 ppm
- $\geq M+2\sigma$
373 ppm
- $\geq M+3\sigma$
825 ppm

- SIP Line
- PFE(%) n=3
- >4%
- Drilling Site

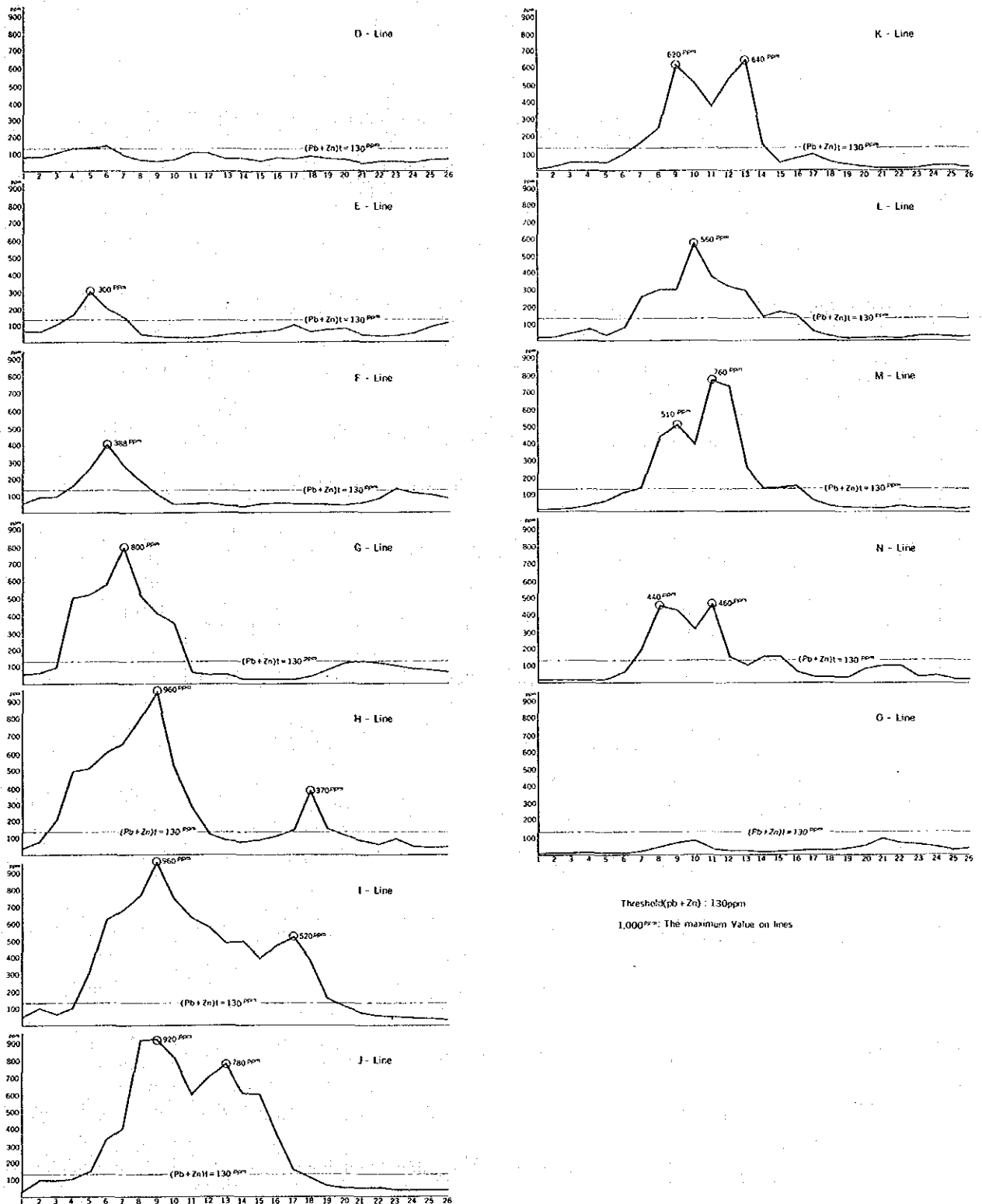
第19図 Kamiyobo地区 ボーリング位置、地質、地化学異常、物探異常関係図



第20图 Kamiyobo地区 元素别地化学異常域分布图



第21图 Kamiyobo地区 Pb+Zn、Cu+Pb+Zn 地化学异常域分布图



第22図 Kamiyobo地区地化学異常値強度断面図

第6表 Kamiyobo地区地化学異常域一覽表

Anomalous Zone	Amounts of over Critical Value (t)		Maximum Value (ppm)	Extention of Anomalous Zone (m)		Rock	* Evaluation
	Element	$\geq t$		High Anomalous Zone ($>M+3\sigma$)	Whole Zone ($\geq t$)		
South West NNW-SSE Anomalous Zone	Cu	/	220	-	1,100	Meta Sediments	A
	Pb		400	250	1,000		
	Zn		800	300	1,050		
	Pb + Zn		960	300	1,150		
	Cu+Pb+Zn		1,180	300	1,050		
South West NE-SW Anomalous Zone	Cu	/	200	-	900	Meta Sediments	B
	Pb		380	100	950		
	Zn		540	-	900		
	Pb + Zn		780	-	1,000		
	Cu+Pb+Zn		800	-	900		
South West NNW-SSE + NE-SW Anomalous Zone	Cu	91	/	/	/	/	/
	Pb	64					
	Zn	85					
	Pb + Zn	96					
	Cu+Pb+Zn	82					
South East NNE-SSW Anomalous Zone	Cu	33	200	-	900	Meta Sediments	B
	Pb	2	100	-	100		
	Zn	11	600	-	650		
	Pb + Zn	9	700	-	650		
	Cu+Pb+Zn	11	900	-	650		

* A : Progressive prospections necessary

B : To be studied after result of A

3-2-4 異常域の決定

$M + \sigma$ と t とはほぼ同様の形状で異常域を抽出し得たが、第1年次地化学探査に準じて異常値はしきい値以上とした。

3-2-5 異常域の選定

前項の異常値の等値線を用いて抽出された異常域は第20図～第22図のとおりである。これらの図に示されるように各成分の異常域は極めて良く一致している。

鉛+亜鉛異常域は地区南西部で比較的広範囲に、地区南東部で脈状に抽出された。前者はNNW-SSE系とNE-SW系の2つの異なる方向性をもつ異常値ピークからなっているが、NNW-SSE系の異常値が最も高い。南東部のものはNNE-SSW系を示し、前述した赤鉄鉱-磁鉄鉱露頭の境界沿いに伸長している。

南西部のNNW-SEE方向に伸長する異常帯は異常帯の規模、異常値の成分、数及び高さ並びに高異常値 ($\geq M + 3\sigma$) の分布状況において最も大きく、かつまとまっており、最も有望であると判断された。(第6表地化学異常域一覧表参照)。

3-3 物理探査(SIP法)

3-3-1 調査概要

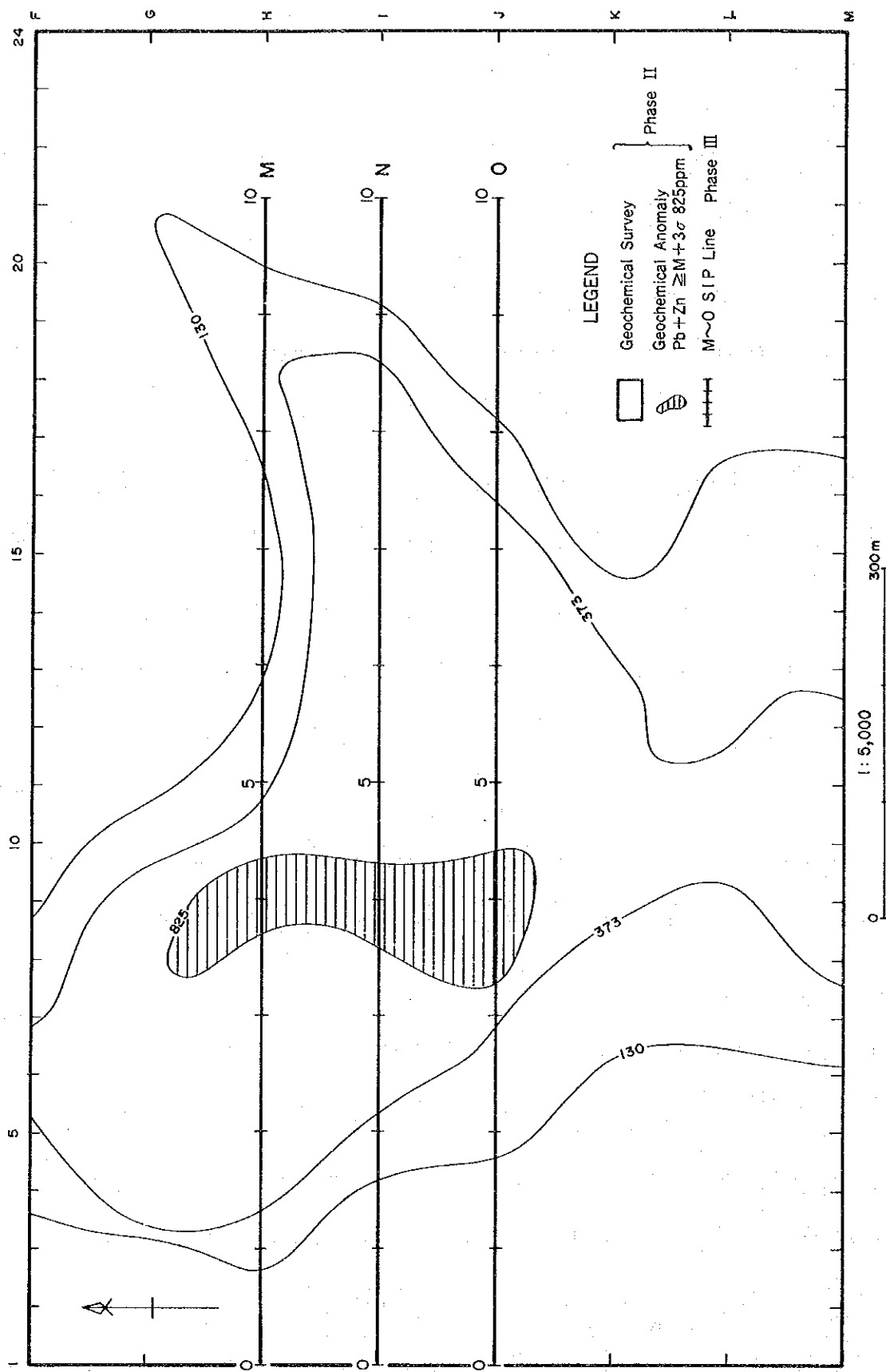
Kamiyobo地区では第2年次に実施した地質地化学探査(銅, 鉛, 亜鉛)によって2ヶ所に異常帯が把握された。

そのうち地域南西部の異常は数多くの銅, 鉛, 亜鉛の高異常値からなっておりもっとも有望であると判断されたため第3年次に物理探査SIP法を実施し鉱床胚胎深度, 傾斜等を明らかにした後試錐を行う事とした。

調査範囲は第23図に示すように面積約0.3km²で異常帯を横切る1kmの測線3本(M, N, O測線)で測定を実施した。

3-3-2 調査結果

M, N, O各測線共中央部の広い範囲にPFE3~4%の異常帯が把握された。これ等の異常帯はいづれも類似のPFEパターンを示しており頂部の深度は150m付近と考えられる。異常帯のARはおよそ300~500ohm-mの範囲にある。異常帯は南北に延びる傾向を示しているがPFE平面図(n=3)の高PFE帯(>4%)と地化学異常の中心部(>M+3σ)はほぼ



第23図 Kamiyobo地区 SIP 測線位置図

一致している（第28図後掲）。

位相差は各測線共-20~-30mradの異常が現われているが、これはPFE3~4%の異常帯と一致している。0.125Hzと0.375Hzでの位相差の変化を見ると、M測線では-20mradの領域が位相差の減少域（測点4より西側）と位相差の増加域にわかれているが、O測線では-20mradの領域はすべて位相差減少域となっている（第30図後掲）。位相差減少域のPFE異常に対して行われた試錐の結果、異常源は黄銅鉱、黄鉄鉱の鉱染する黒色頁岩である事がわかった。

3-4 ボーリング調査

3-4-1 目的及び実施位置

地化学探査異常の中心部及びその異常値ピーク並びに、物理探査異常帯に対して試錐を行い、深部の鉱化状況を確認することが本調査の目的であった。

実施位置は第19図及びボーリング地質断面図は第24図に示した通りである。

3-4-2 調査期間及び調査量

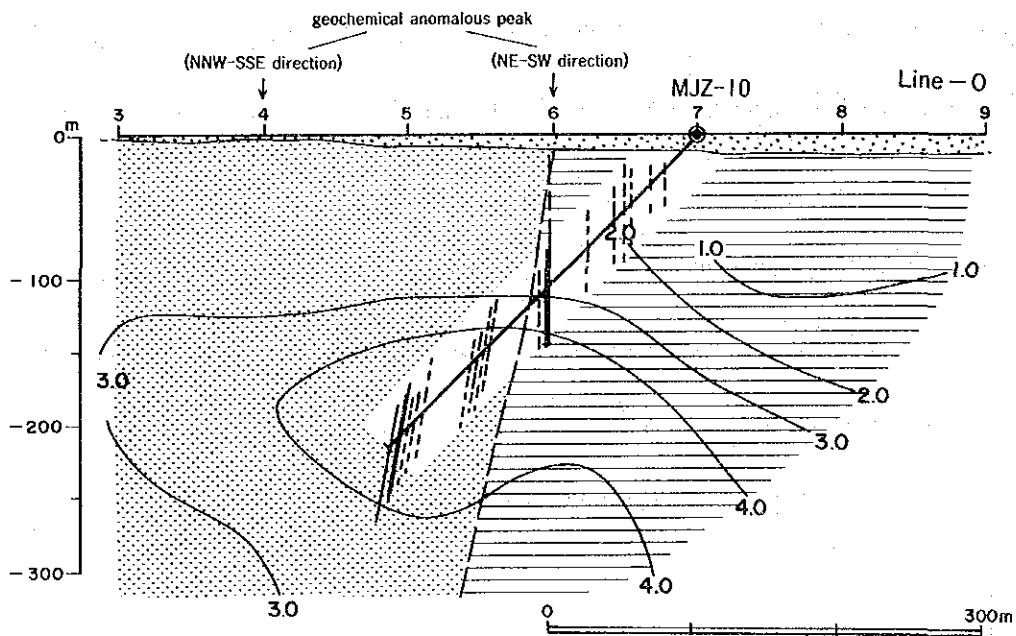
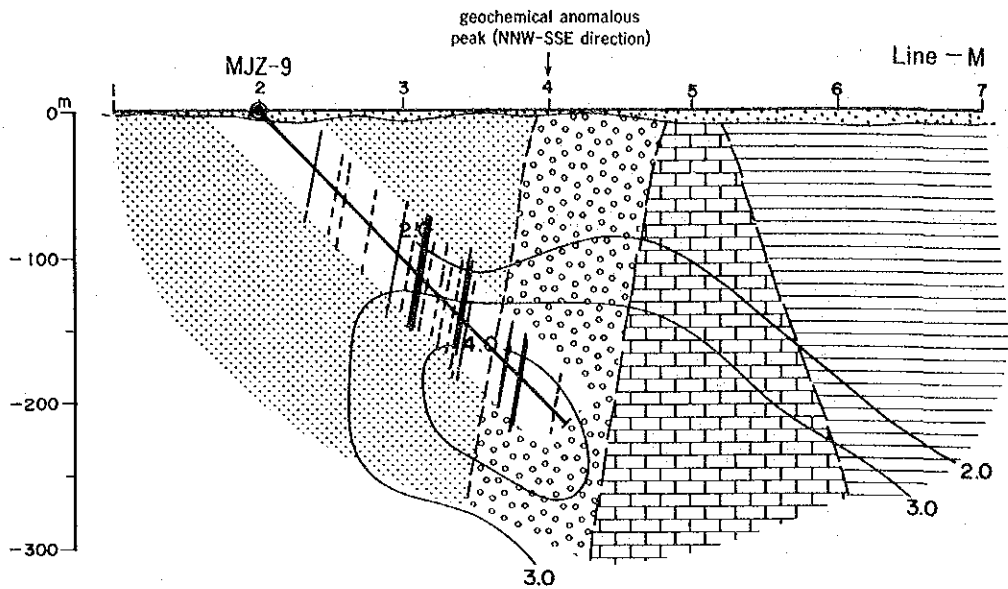
ボーリングは第3年次に実施されたが掘削期間及び掘削延長等は次表に示す通りである。

Drill Hole No.	Depth (m)	Inclination	Bearing	Depth of Laterite (m)	Length of Core (m)	Core recovery (%)	Term		Exploration Target
							Starting	Completion	
MJZ-9	300.5	-45°	90°	6.0	285.2	96.8	23 Aug	31 Aug	IP anomaly Zone and geochemical anomaly Zone
MJZ-10	300.5	-45°	270°	19.0	269.8	95.8	4 Sept	13 Sept	Ditto







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

3-4-3 地質・地質構造と鉱化帯の関係

ボーリング調査の結果、MJZ9孔及びMJZ10孔で銅、亜鉛、鉛の鉱徴が認められた。MJZ



LEGEND

-  Laterite soil
-  Black shale (conglomeratic)
-  Arenaceous rocks (intercarate conglomerate, limestone)
-  Chert
-  Cu, S mineralized zone
-  PFE (%) n=3

第24図 Kamiyobo地区 ボーリング地質断面図

- 9孔では154.27m~160.15m間で幅5.10m, 銅378ppm, 鉛54ppm, 亜鉛107ppm, その他240.20m~244.80m, 253.25m~257.75m間で銅, 亜鉛が若干認められる。MJZ-10孔では, 291.40m~293.75m間で, 幅1.20m, 銅0.14%, 鉛51ppm, 亜鉛190ppm, その他145.90m~149.70m間で細脈による銅, 亜鉛などの鉱徴が認められた。

上述の鉱徴には2つの形態が認められる。一つは脈巾数mmの苦灰石質方解石網状脈に黄銅鉱・黄鉄鉱が鉱染しこれらの脈が不規則に集って層理面に沿って層状を呈するものである。他の一つは脈幅1~2cm, 時に10cm程度の方解石脈あるいは石英脈に黄銅鉱・黄鉄鉱が鉱染する脈型のものである。黄銅鉱と黄鉄鉱の鉱化作用は含礫黒色頁岩あるいは礫岩中に顕著であるが, 堆積起源と思われる団塊状乃至層状の黄鉄鉱と共に認められる。局部的であるが方鉛鉱の鉱染も肉眼的に認められる。

銅の濃集はSable Antelope地区における場合よりも弱い。一方鉛/亜鉛比は小さく, 鉛, 亜鉛に若干富んでいる。

3-4-4 地化学異常と鉱化帯の関係

地化学異常の最も強いNNW-SSE系のもは含礫黒色頁岩及び礫岩の中に胚胎する銅硫化鉄を主とする鉱化によく対応していることが明らかである。またNE-SW系のもはチャート中に脈状を呈して認められる銅に比較的乏しい鉱化によるものであると考えられる。またこれら2つの地化学異常のうち, $M+2\sigma$ 以上の広い範囲はほぼ上述の諸岩にみられる鉱化に関連していると見做される。

地表部の土壌と地下深部のボーリングコアによって次のような鉱化状況が推察できる。

一般に鉱石コアでは銅の値は大きく, 亜鉛の値は小さく, 鉛の値は特に小さいという傾向がある。また同様に鉱石コアでは銅/鉛比の値は大きく, また亜鉛/鉛比の値も大きい。これらのことは当地表近くでの溶解沈積に関する銅鉛亜鉛各成分の挙動が厳密には明らかにされる必要があるが, カレンダ地域の鉱化特性からみて地下深部では銅に富み, 地表部では鉛亜鉛に富む鉱化作用が存在したと考えられる。

第Ⅳ部 総合検討

第Ⅳ部 総合検討

1. 地質・地質構造と鉍化帯の関係

1) Karendá地域

既知鉍床及び鉍化帯は大局的にはE-W系地質構造に沿って配列している。鉍化の強さ及び規模は角礫状破砕部に関係する傾向がある。またN-S系の断層沿いに鉍化帯が配列する例も見られ、E-W系及びN-S系の構造が交叉するところが鉍化の場となった可能性も考えられる。

主たる母岩は炭酸塩岩類であるが、変堆積岩類寄りに鉍化が集中しており、これら両岩類との境界付近は鉍化に適した場であるともいえる。

従って当地域の主たる鉍化は地質構造に規制されており、このような特殊な構造的な場に強い鉍化が行なわれたと考えられる。

2) 各調査地区

地化学探査及び物理探査による異常域に対してボーリング調査を実施したが、その結果としては経済的価値のある鉍床は確認できなかった。Bob Zinc地区では弱線に沿って形成され、その後削剝を受けたと考えられる角礫状菱鉄鉍質苦灰岩中の酸化亜鉛鉍化が認められた。またこれには微粒の黄鉄鉍、黄銅鉍を伴ったり、母岩中にかなりの亜鉛が含有されていることなどを認めた。

Sable Antelope鉍床の延長部付近では黄鉄鉍を主とする網状乃至鉍染状の鉍化が炭酸塩岩類中に認められ、鉛亜鉛鉍化も若干伴っている。Blue Jacket鉍化帯付近では鉍脈的要素の強い黄銅鉍・斑銅鉍を伴う網状鉍化帯が黒色頁岩中に認められ、その鉍石には離溶組織をなすものがあり高温生成によるものと考えられる。また鉍化は層内褶曲や破砕角礫化帯などに認められるが、そのほか鉍化の周辺相と思われる層状の黄鉄鉍鉍染帯、鉛亜鉛鉍化などを伴う。

Kamiyobo地区では黄銅鉍・黄鉄鉍が鉍染する網状脈が集って黒色頁岩中に層状に胚胎する鉍化や脈状鉍化が認められた。またこの頁岩中には堆積起源の団塊状あるいは薄い層状の黄鉄鉍の互層が認められた。

上述の各地区における銅鉛亜鉛鉍化の特徴として、炭酸塩岩類中では銅/鉛の比率が小さく、砂質～泥質堆積岩中ではその比率が大きい。また強い鉍化帯では銅/鉛の比率は極めて大きいか亜鉛/鉛の比率が極めて大きいという傾向がある。

堆積起源を示す鉍化の形態、これと密接する銅亜鉛等の濃集などから考えこれらの鉍化作用は堆積起源のものであると考えられる。

2. 地化学探査異常と鉍化帯の関係

1) Karendra 地域

当地域内で得られた銅、鉛、亜鉛各成分の異常域はいずれも既存の鉍床、鉍化帯及び鉍徴の分布域と良い対応を示している。

亜鉛示徴域は炭酸塩岩類と砂質～泥質岩類との E-W 系境界に調和した分布を示し、また N-S 系地質構造に関係する分布も認められる。

鉛及び亜鉛の異常は炭酸塩岩類のほか貫入岩類の分布域にも認められる。

銅示徴域は E-W 系地質構造と調和した分布を示すが、貫入岩類分布域に偏在することもある。

上述のように当地域では、各成分の異常域は岩相によって偏在することがあり、また地質構造によって規制されている場合のあることを示している。

2) 各調査地区

各調査地区内でも各成分の異常域は鉍化帯鉍徴などに良い対応を示している。

Bob Zinc 地区では菱鉄鉍化の強弱に応じて角礫状破碎部に亜鉛異常域が形成されている。Kamiyobo 地区では層状及び脈状の鉍徴に関係した銅、鉛、亜鉛異常域が明瞭に把握されている。但しこの地区ではこれらの成分とボーリングコアのそれとは異なる比率を示している。コア分析の結果では銅は砂質～泥質岩類中で富み、鉛、亜鉛はむしろ炭酸塩岩類中に伴われる。

上述のような関係から地化学探査異常を評価するに際して鉍化作用の特性、母岩などに関して充分留意する必要がある。

3. 物理探査異常と鉍化帯の関係

3-1 CSAMT 法の結果

Karendra 地域における物理探査は CSAMT 法(測点間隔東西系 400m, 南北系 600m)で始められた。CSAMT 法は比抵抗マッピングを能率的に行える物理探査法であり、この調査によって本地域の比抵抗構造がほぼ明らかになった。

2,048 Hz 見掛比抵抗平面図(第 10 図)で見られるように本地域の見掛比抵抗は 10~20,000 ohm-m の範囲にある。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くなっており、1,000 ohm-m のコンターが石灰岩と変砂岩・頁岩の分布境界にほぼ一致し

ている。これ等のデータはA地区東南部における2年次、3年次の物理探査(IP法, SIP法)および試錐の結果からも正しい事が裏付けられた。すなわちCSAMT法が本地域の地質マッピングの手段として極めて有効であったと判断される。

既知の鉍化帯付近の見掛比抵抗は200~20,000 ohm-mの広範囲に亘っている(第7表)。これ等の見掛比抵抗値は鉍化帯そのものの見掛比抵抗ではなく、周囲の岩石の見掛比抵抗をあらわしているものと見られる。

したがって鉍化帯の直接探査を行うには、鉍化帯の規模に見合った狭い測点間隔が必要と考えられる。

第7表 鉍化帯周辺部の見掛比抵抗

Ore Deposit	Apparent Resistivity(ohm-m)
Bob Zinc	4,640 ~ 10,000
Sable Antelope	10,000 ~ 21,500
Wonder Rocks	464 ~ 1,000
Crystal Jacket	2,150 ~ 4,640
Kakuyo	2,150 ~ 4,640
Maurice Gifford	1,000 ~ 2,150
Colonel	1,000 ~ 2,150
True Blue	2,150 ~ 4,640
Silver King	1,000 ~ 2,150
Blue Jacket	1,000 ~ 2,150
North Star	215 ~ 464

3-2 サンプル測定結果

第2年次と第3年次に実施した岩石・鉍石のサンプル測定結果ではSable Antelope鉍石、多くの頁岩、黄鉄鉍および黄銅鉍を含む砂岩、石灰岩が高いPFEと位相差を示している。

位相差スペクトルは特に低周波領域(0.125→3Hz)での特性がほぼ次の様にまとめられる。

第8表 岩石、鉱石の位相特性

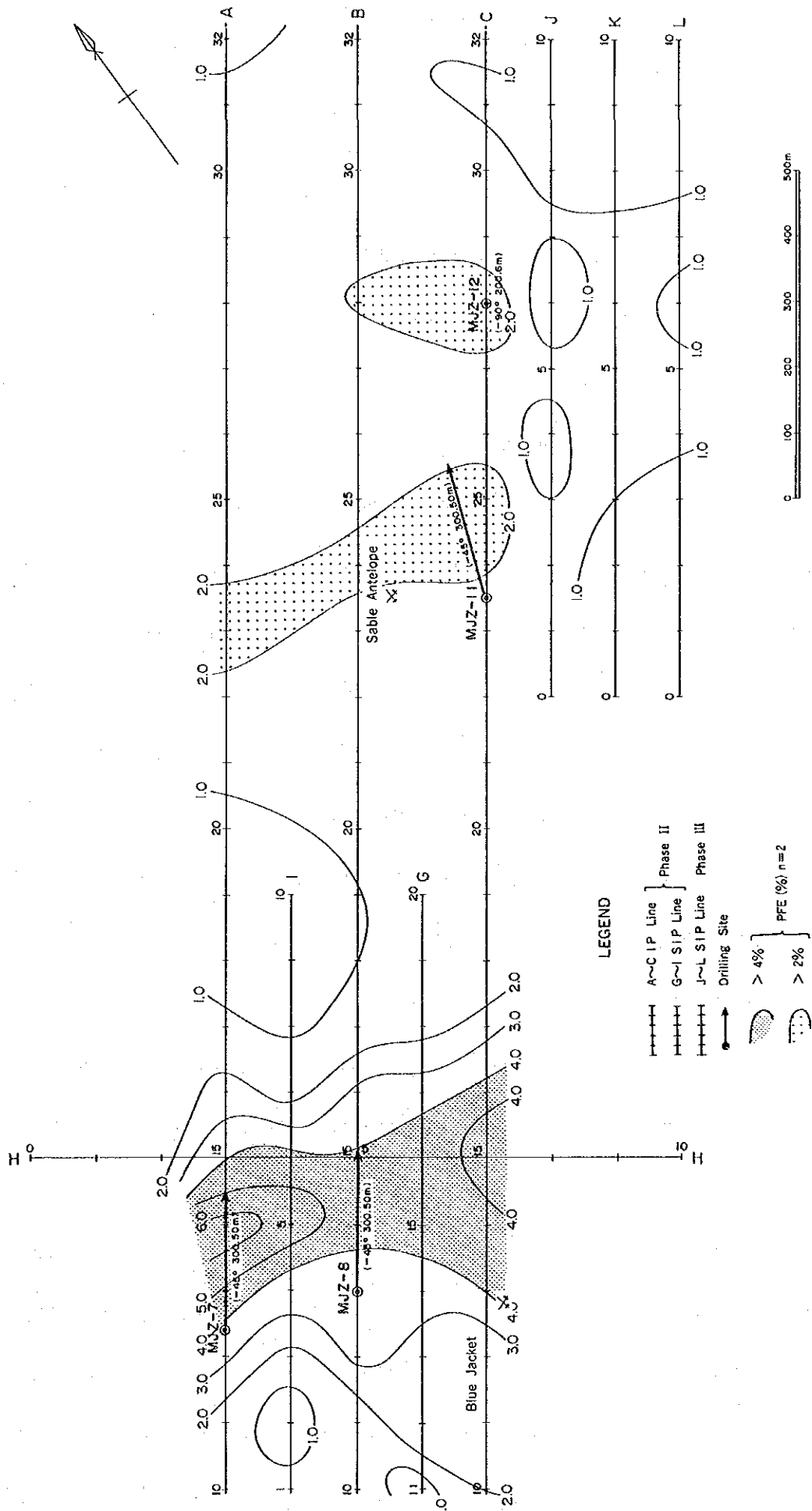
岩石・鉱石	位 相 差		
	0.125 Hz	0.125 Hz → 0.375 Hz	1 Hz → 3 Hz
黄銅鉱, 黄鉄鉱を含む Sable Antelope の鉱石	大きい > -20 mrad	増加かほぼ一定	不確定
黄銅鉱, 黄鉄鉱鉱染の黒色頁岩	同 上	減少かほぼ一定	不確定
黄銅鉱, 黄鉄鉱鉱染のない黒色頁岩	同 上	増 加	増 加
黄鉄鉱鉱染の砂岩・石灰岩	同 上	減 少	減 少
黄鉄鉱鉱染のない砂岩・石灰岩	小さい < -20 mrad	増 加	増 加

黄銅鉱, 黄鉄鉱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。一方黄銅鉱, 黄鉄鉱を含む Sable Antelope の鉱石は, 周波数の増加 (0.125 → 0.375 Hz) につれて位相差が増加するものが多い。岩石・鉱石の位相特性の差異は物理探査異常の解析に役立つものと思われる。

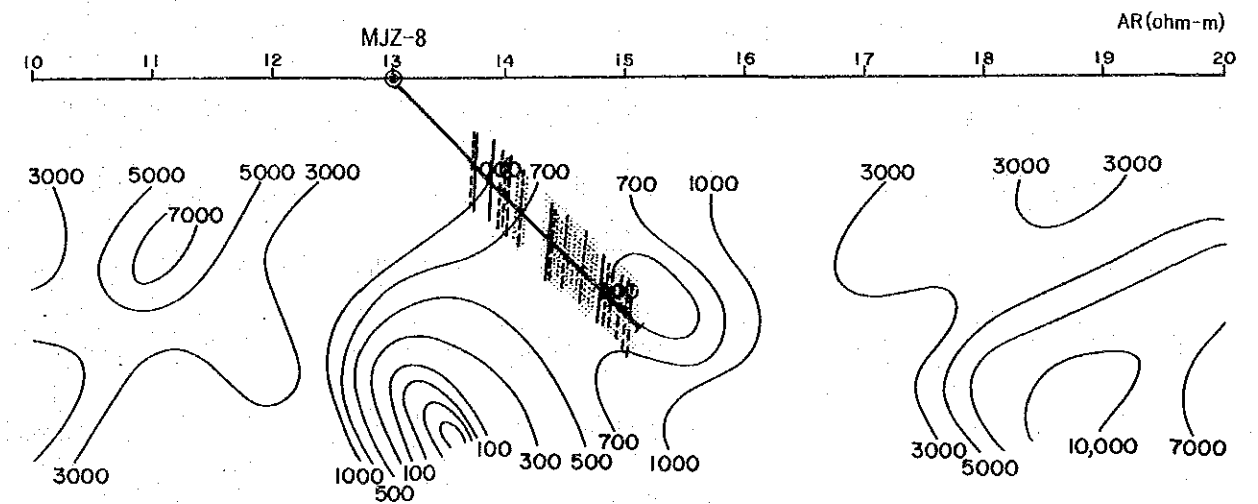
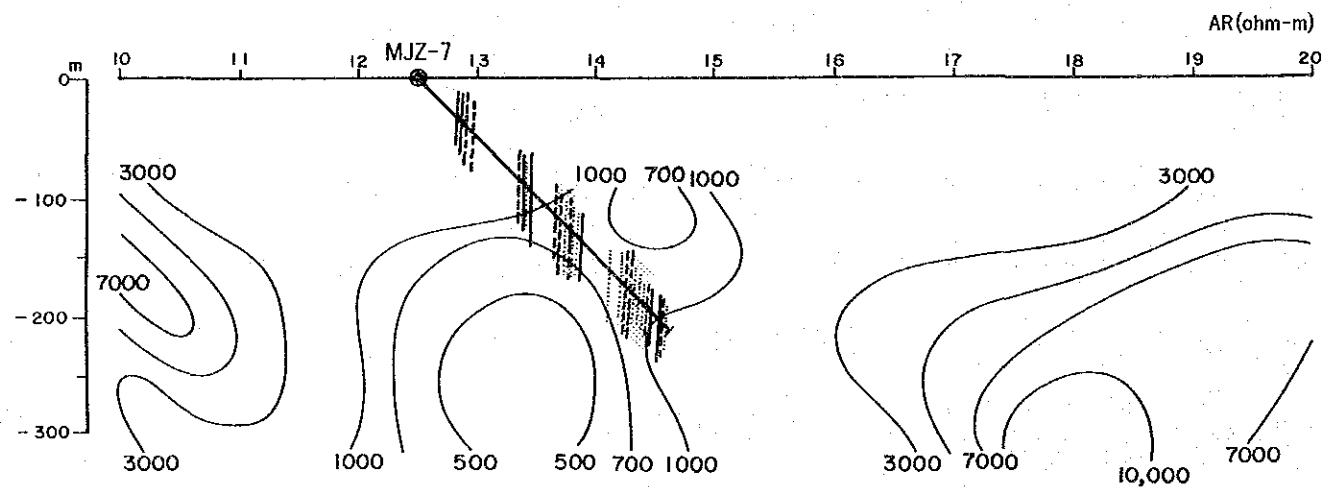
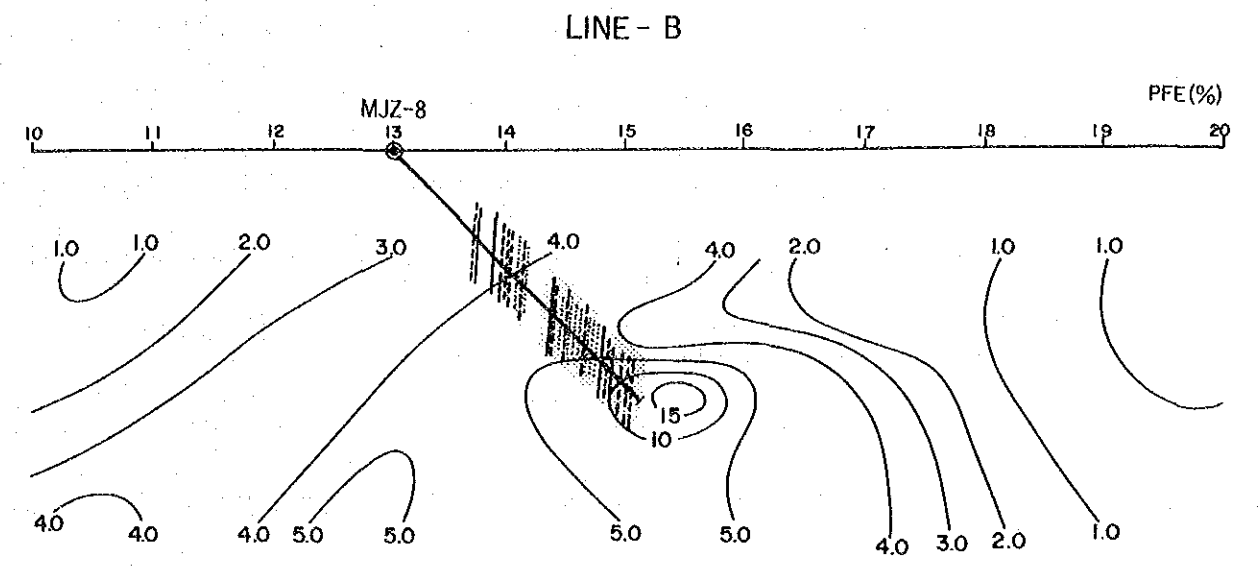
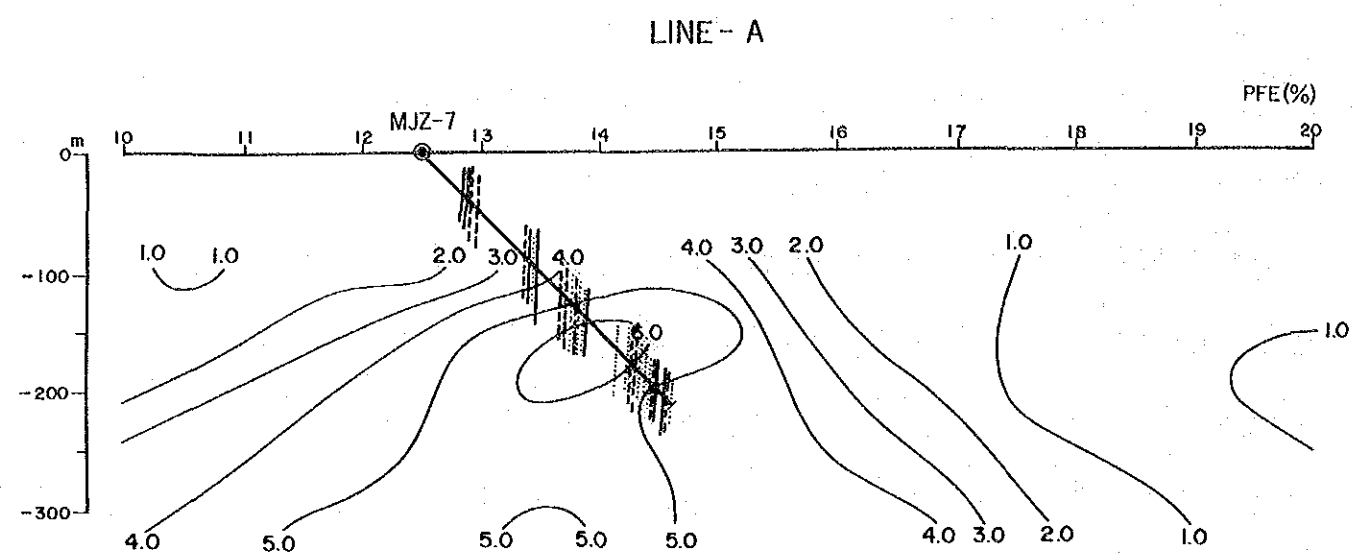
3-3 IP法, SIP法の結果

IP法, SIP法によって得られた異常帯に対し6本の試錐が行われた (MJZ-7, 8, 9, 10, 11, 12号)。

そのうちMJZ-7, 8は2年次調査で発見された#3異常帯に対して行われた (第25図～第26図)。その結果物理探査異常のPFE 4%～6%, AR300～1,000 ohm-mのゾーンは黄銅鉱, 黄鉄鉱鉱染の黒色頁岩による事が判明した。#3異常帯はPFEおよびARのデータではA, B, C各測線共ほぼ類似の値を示しているが, I測線とG測線で得られた異常の位相特性が異っている (第17図)。I測線の異常の位相特性 (0.125 → 0.375 Hz) はすべて減少であるが, G測線の異常の位相特性 (0.125 → 0.375 Hz) は増加 (測点15より南西側) と減少 (測点15より北東側) に分かれる。そしてこの位相差増加域の一部が周波数の変化 (1 → 3 Hz) に伴い位相差減少域に変っている。この位相特性は Sable Antelope の鉱石と類似性があり興味深い。



第25図 Sable Antelope地区 物理探査異常及び試錐関係図

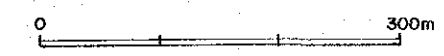


LEGEND

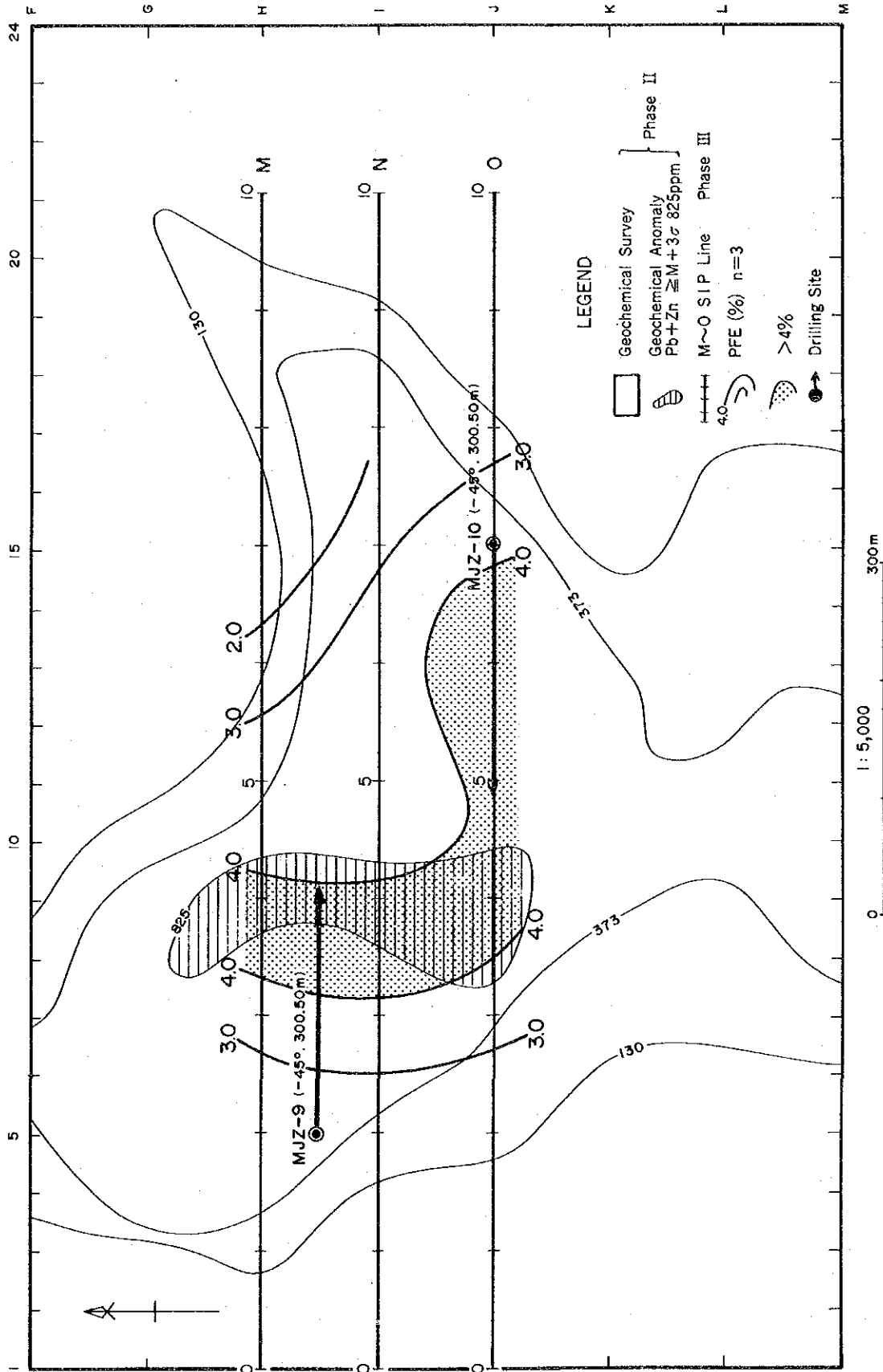
Phase II IP much ↑ sulphides (Cp, Py) disseminated

↓ less

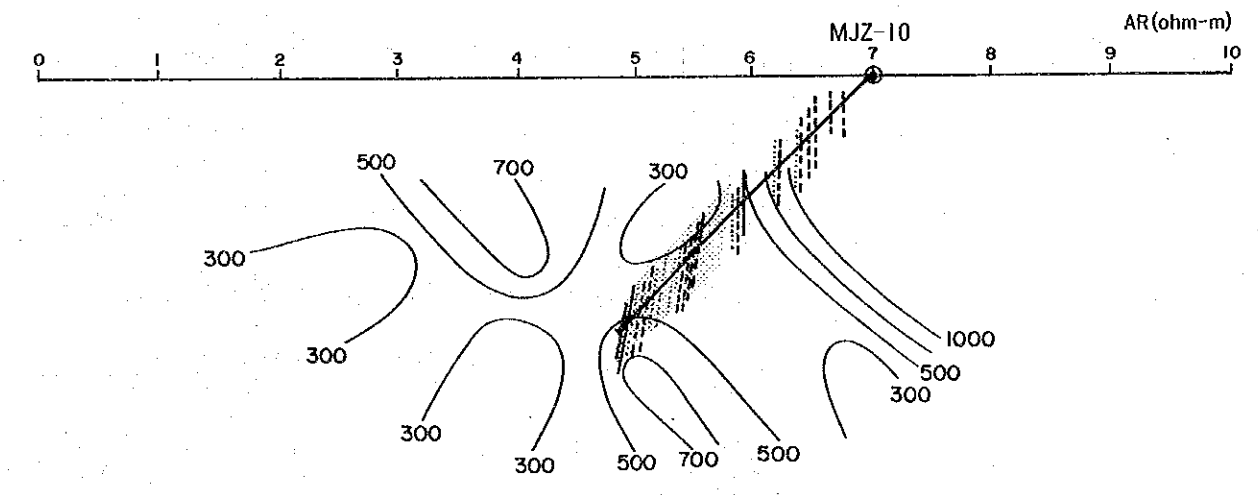
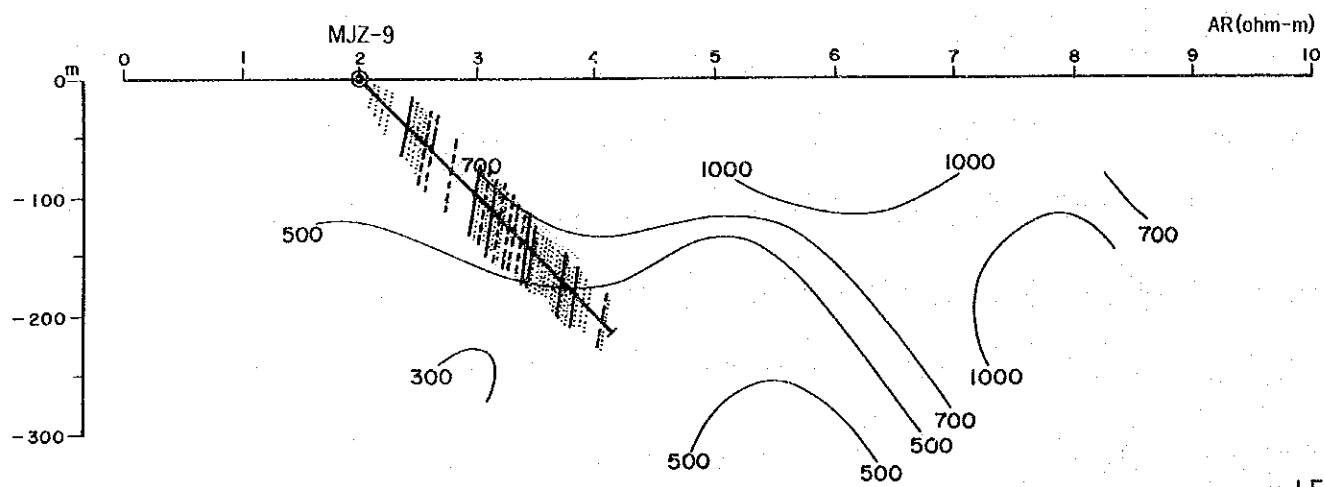
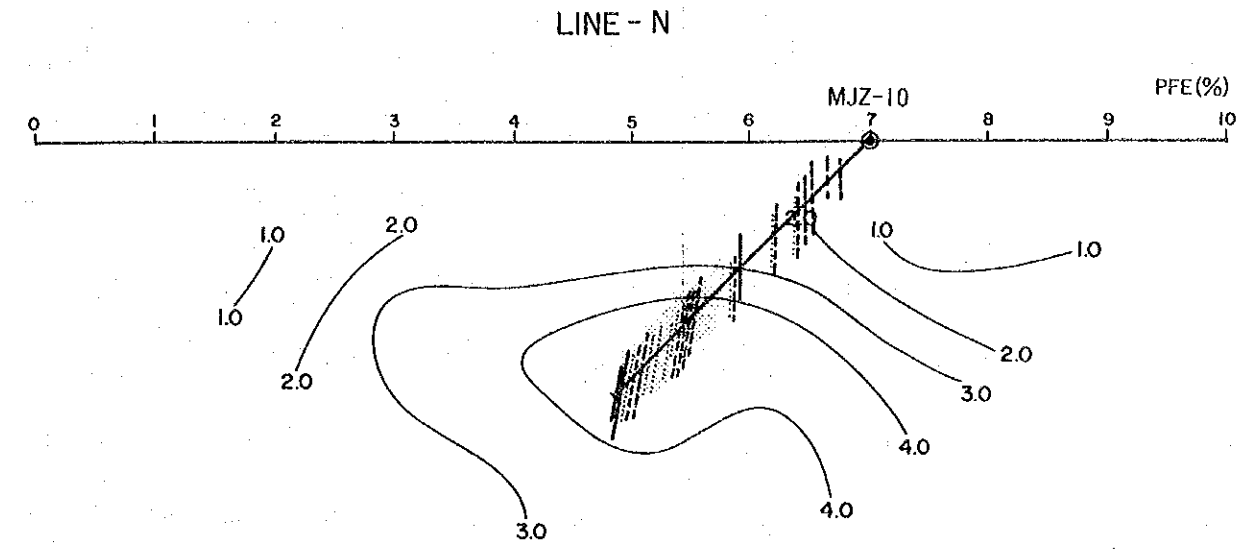
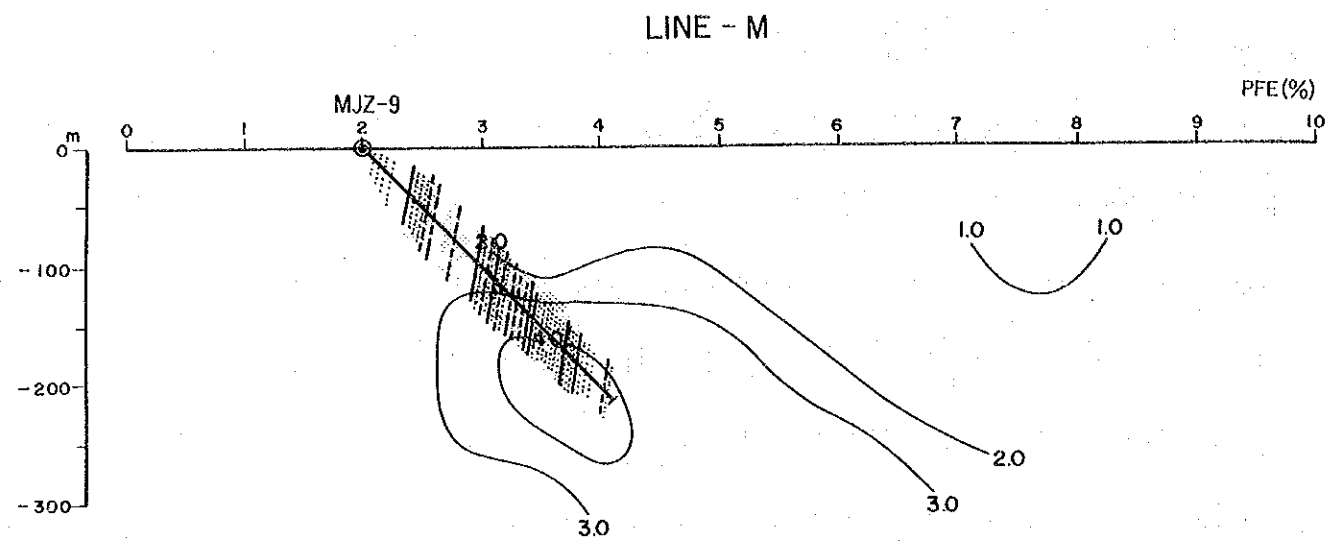
black shale



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 μ 試錐関係図



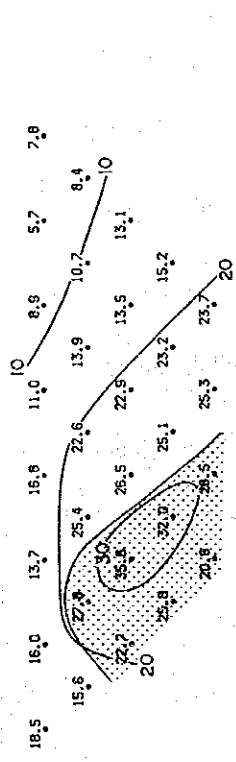
LEGEND

- much
 sulphides (Cp, Py) disseminated
- less
 sulphides (Cp, Py) disseminated
- black shale

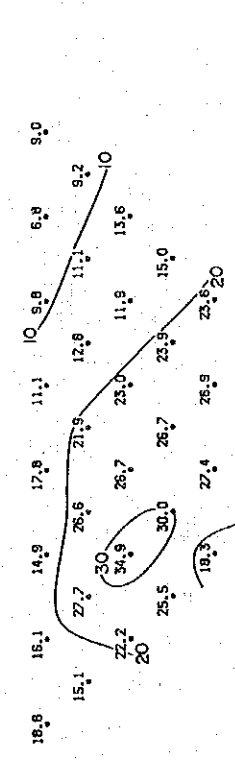
0 300m

第28図 Kamiyobo地区 物理探査異常及び試錐結果図

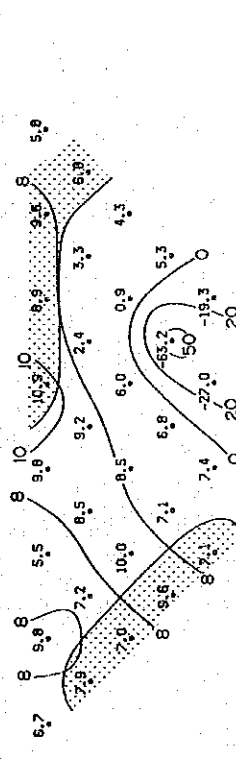
LINE M Raw Phase (0.125Hz)
(unit: -mrad)



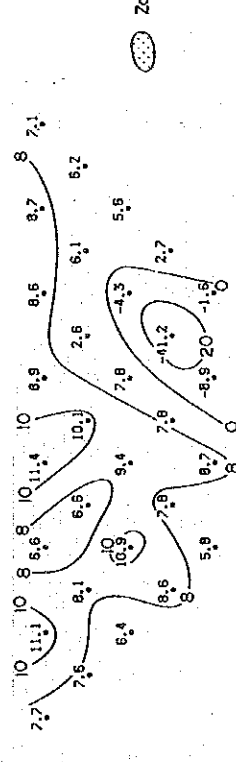
LINE M Raw Phase (0.375Hz)
(unit: -mrad)



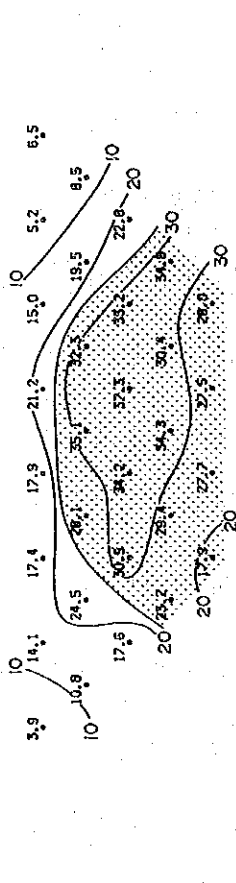
LINE J Raw Phase (0.125Hz)
(unit: -mrad)



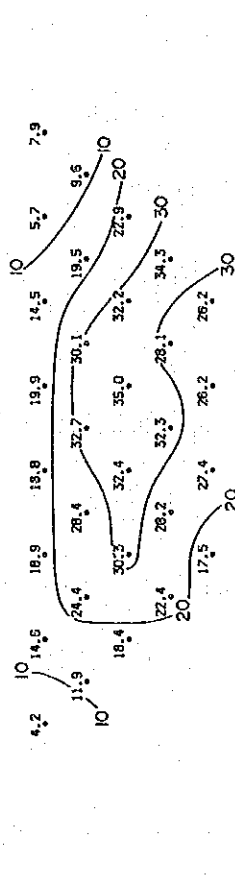
LINE J Raw Phase (0.375Hz)
(unit: -mrad)



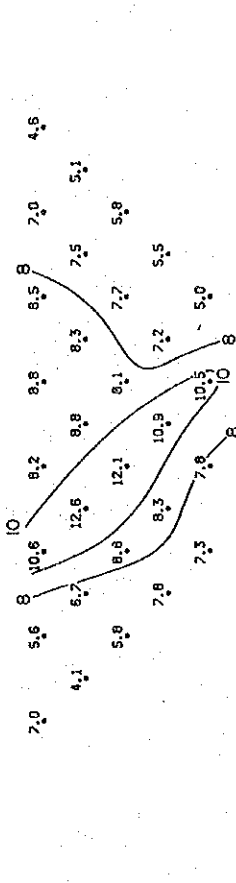
LINE O Raw Phase (0.125Hz)
(unit: -mrad)



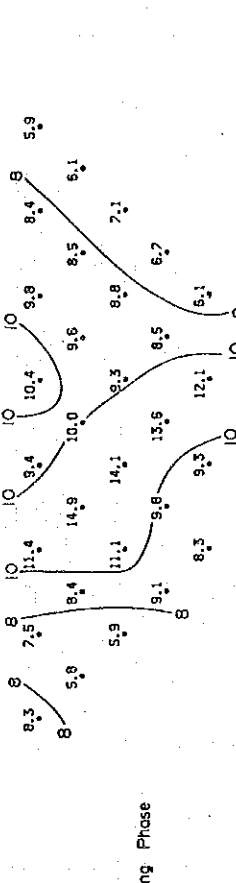
LINE O Raw Phase (0.375Hz)
(unit: -mrad)



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



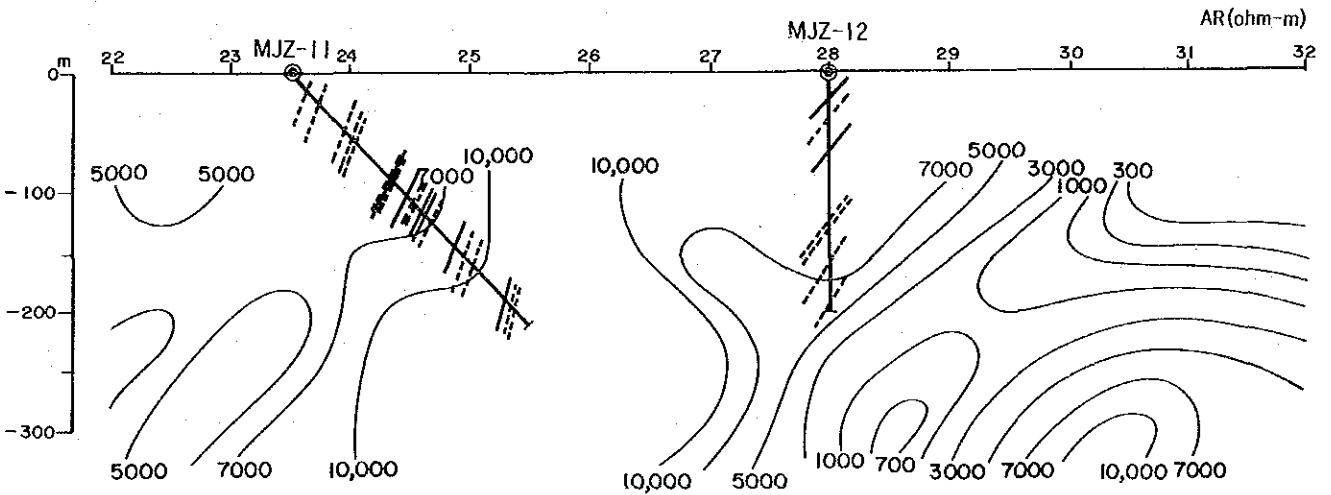
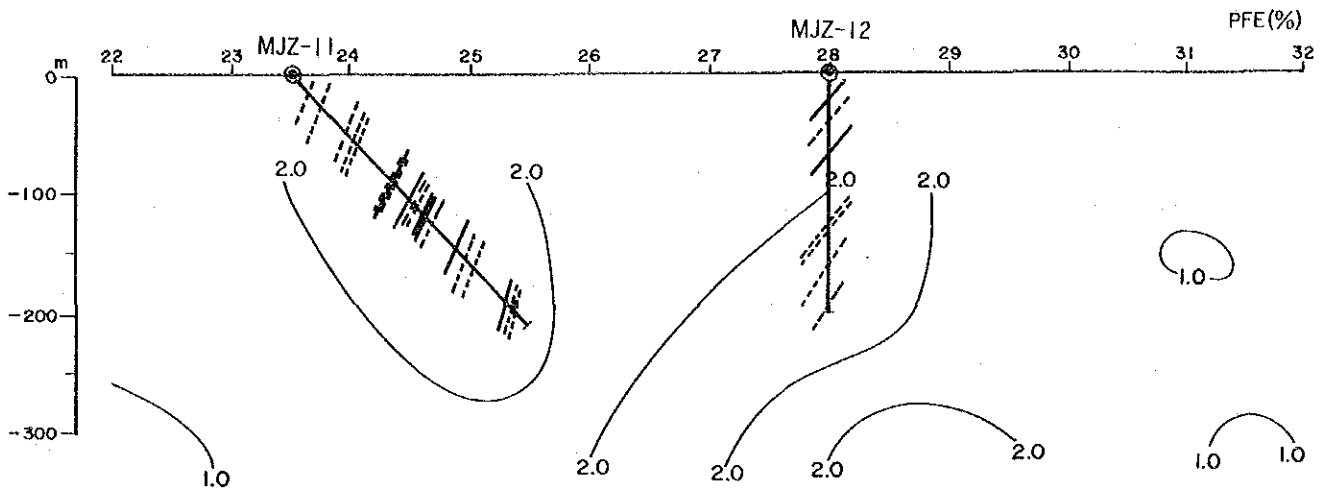
LINE K Raw Phase (0.375Hz)
(unit: -mrad)




Zone of Decreasing Phase

第29図 低周波領域での位相差の変化 測線 J, K, M, O

LINE - C



LEGEND

Phase II IP  much ↑ Py. disseminated
 ↓ less



第30図 Sable Antelope地区 物理探査異常及び試錐結果図(II)

MJZ-9, 10はKamiyoboの物理探査異常に対して行われた。その結果物理探査異常のPFE 3~4%, AR 300~500 ohm-mのゾーンは、黄銅鉱・黄鉄鉱・黄鉄鉱染の黒色頁岩、含礫頁岩によるもので ρ_3 異常帯の原因と殆んど同じである(第27図~第28図)。低周波領域での位相特性もM, N, O各測線共I測線と同じと見られる。すなわちPFE異常の大部分は位相の減少域(0.125→0.375 Hz)である。M測線の異常の一部(測点4~5)に位相の増加域(0.125→0.375 Hz)があるがこのゾーンの位相は周波数の変化(1→3 Hz)に対して増加しており、G測線測点15の南西部のスペクトルとは異っている。

したがってM測線のPFE異常は黄銅鉱、黄鉄鉱・黄鉄鉱染の強い所と、黄鉄鉱の極めて弱い所に分かれる可能性も考えられる(第29図)。

MJZ-11, 12は2年次調査で発見された ρ_1 , ρ_2 異常帯に対して行われた。その結果物理探査異常のPFE 2~3%, AR 7,000~10,000 ohm-mのゾーンは黄鉄鉱・黄鉄鉱染の石灰岩による事が判明した(第30図)。 ρ_1 , ρ_2 異常帯の位相特性をJ, K測線から推定すると、J測線は位相差は小さいながらも位相特性は減少(0.125→0.375 Hz)する領域が見られるが、K測線では増加の領域のみである事から、この2つの異常帯はK測線では完全に消滅しているものと推定される(第29図)。

4. 総合評価

1) 当調査地域内において、地質調査、地化学探査およびボーリング調査によって得られた鉱化作用に関する知見を総合すると次のようになる。

- ① カレンダ地域にみられる鉱床及び鉱化帯としては炭酸塩岩類及び砂質~泥質堆積岩を母岩とするものが重要である。
- ② 上述の母岩中に発達する角礫破碎帯は鉱化の主要な場を提供している。また一部は地層に沿って発達する小裂隙が鉱化の場となっている。
- ③ 鉱化帯の形態は網状一部で脈状をなすもの、および微細な網状脈あるいは堆積構造を伴ない層状をなすものに大別される。
- ④ 銅の鉱化は砂質~泥質堆積岩類に、亜鉛、鉛の鉱化は炭酸塩岩類にそれぞれ見られる傾向がある。黄鉄鉱の鉱化は両岩類中に認められる。また銅/鉛の割合は砂質~泥質堆積岩類中で大きく、炭酸塩岩類中で小さい。
- ⑤ 網状脈あるいは細脈に認められる銅鉛亜鉛は母岩からは二次的に濃集生成され、また多く

の黄鉄鉱は堆積起源のものと考えられる。

⑥ 従って当地域の主要な鉱床鉱化帯は二次的に著しい移動、濃集を受けているものと考えられる。

⑦ 当地域における鉱化作用の機構を総括すると次のように考えられる。

- (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) 硫化鉱物鉱化作用（銅 鉛 亜鉛等の移動、濃集）
- (f) 褶曲、断層運動
- (g) 隆起、浸蝕
- (h) 二次鉱物の生成、移動

2) 本地域の物理探査は貴重な経験であり、今後類似のフィールドの調査や解析を行うにあたって以下に述べるような情報をもたらした。

① CSAMT法による地質マッピングの有効性が、特に石灰岩と変堆積岩の分布域での比抵抗の差による区分について確認された。

今後も露出の良くない他の地域での概査法として活用が考えられる。

② IP法、SIP法の異常源として黄銅鉱・黄鉄鉱・黒色頁岩の存在が明らかになった。今後、黒色頁岩と塊状鉱床との判別が重要な課題であり、この問題に対するアプローチの方法として、

(a) 低周波領域（0.125Hz～3Hz）における位相差スペクトルがIP異常源の判別に役立つ可能性が見出された。

(b) 比抵抗データの活用。黒色頁岩分布域の見掛比抵抗は300～800 ohm-mであったが、塊状鉱床の場合は見掛比抵抗がもっと低くなるべきであるとも考えられる。したがって金属係数(MF)による検討も必要となる。又、擬似断面における周波数効果(PFE)と見掛比抵抗(AR)のパターンの類似性に一層の注意を払う必要がある。

(c) 発見されたIP異常に対する精密重力探査。これは地形条件の良い所に限られるが、高密度塊状鉱床と黒色頁岩との判別が可能と思われる。

第 V 部 結 論 及 び 提 言

第 V 部 結論及び提言

1. 結 論

カレンダ地域に対して、地質調査、地化学探査及び物理探査を行いさらにこれらの結果に基づき Bob Zinc, Sable Antelope および Kamiyobo の各地区に対しては、ボーリング調査を実施した。

1) 上述の諸地区においてはまとまりのない弱鉍化帯のみで、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、当地域にみられる鉍化作用の特性が明らかになった。この鉍化作用の機構は次のように総括される。

- (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，浸蝕
- (h) 二次鉍物の生成，移動

3) 物理探査で把握された 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。ボーリング・コア・サンプル試験の結果では鉍石の低周波領域での位相特性は岩石のそれと差異があることが判明した。これは I P 異常の解析に役立つと思われる。

2. 将来への提言

調査の結果からは本地域に経済性のある鉍床が賦存する可能性は低いと判断される。

しかし、カレンダ地域と類似のフィールドに直面した場合今回の調査結果に基づき得られた鉍化作用の特性と物理探査データの解析に留意して鉍床探査を進めることを提言する。

引用文献

国際協力事業団, 金属鉱業事業団 (1985): 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1年次)

国際協力事業団, 金属鉱業事業団 (1986): 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2年次)

国際協力事業団, 金属鉱業事業団 (1987): 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3年次)

参考文献

金属鉱業事業団 (1980, 1981, 1982, 1983, 1984): 鉱物資源探査技術開発報告書 (深部電気探査技術開発)

Pelton, W. H., Ward, S. H., Hallof, P. G., Sill, W. R. and Nelson, P. H. (1978): Mineral discrimination and removal of inductive coupling with multifrequency IP, *Geophysics*, Vol. 43, No. 3.

Hallof, P. G. and Pelton, W. H. (1980): The removal of inductive coupling effects from spectral IP data, S.E.G. 50th Annual international meeting in Houston.

Hallof, P. G. and Pelton, W. H. (1980): Spectral IP Survey Elura Deposit (Line 50800 N) Cabar, NSW, Bull. Aust. Soc. Explor. Geophys., Vol. 11, No. 4.

Webster, S. S. (1980): Implication of a Spectral IP Survey at Elura, Bull. Aust. Soc. Explor. Geophys., Vol. 11, No. 4.

