

好であると推定される。

⑥しかし、TEM法調査の結果からも明らかなように、当地区では地下浅部と鉱床下盤側に高比抵抗岩が分布し、その間に鉱床及び上側の石墨片岩層から成る低比抵抗層が挟在するために、この層に電流が集中し易く、見掛上、鉱床が連続しているように見える可能性もあるので注意を要する。

⑦⑥に関連して、MJM-4試錐のみならず他の試錐孔内にもC1極を接地して、もっと詳細に試錐孔相互間の測定を実施し、鉱床の連続性を判定することが望ましい。

### 1-3-3 岩芯試料のIP測定

#### (1) 目的

チサバ地区に広く分布する石墨類は低比抵抗を示すために、TEM法等の比抵抗調査だけでは低比抵抗異常が鉱化帯を反映したものかどうかを判断するのは困難である。そこで、共に低比抵抗を示す鉱化帯と石墨片岩類とがIP応答の違いによって区別できるかどうかを調べることを主目的に、試錐コアを用いてサンプル測定試験を実施した。

#### (2) 試料及び測定器

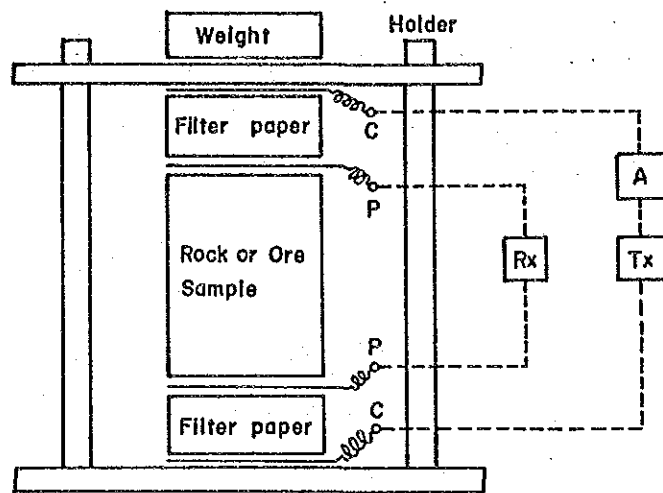
- ・試料 MJM-1～MJM-7試錐より65個サンプリング
- ・試料整形 試錐コアの軸方向に垂直に上下面をカット（5～7cm長）、一部、軸方向と平行にカットし、異方性のチェックを実施
- ・送信器 千葉電子製室内実験用IP送信器  
送信電流：10 $\mu$ A  
送信波形：2秒on、2秒off方形波電流
- ・受信器 Huntec社製 MK-III時間領域型IP受信器  
分極率測定：電流切断後900msec時
- ・測定系 図II-1-50参照

#### (3) 測定結果

表II-1-20に測定結果一覧表を、図II-1-51～図II-1-55に試錐別のIP値と比抵抗値とをログ形式でそれぞれ示す。IP値は電流切断後900msec時の分極率M(%)を採用した。なお、サンプルは水道水( $\rho = 200 \Omega \cdot m$ )で飽和されている。

鉱石の部分はいずれもIP値が高くM=25～50%を示し、比抵抗 $\rho$  ( $\rho \perp$ )は10 $\Omega \cdot m$ 前後と低くなっているが、 $\rho$ 自体は予想された程には低くはない。

石墨片岩のIP値はM=1から13%の範囲で変化するが、概して高い値を示している。 $\rho$ も50～5,000 $\Omega \cdot m$ の範囲で変化し、予想に反して全体的に高い値を示している。一部、試錐コアの軸方向に平行な方向に通電し測定を実施したが、この場合の $\rho$  ( $\rho \parallel$ )は一般に低めで、 $\rho \perp$ の1/2～1/4程度の値となっている。従って、石墨片岩は大きな異方特性を示すことが判った。



- Tx Transmitter
- Rx Receiver
- A Ampere meter

Fig. 11-1-50 Diagrama de Colocación de los Equipos de Medición de la Muestra IP, Area Tizapa  
 サンプル IP測定機器配置図

Tabla 11-1-20 Tabla del Resultado de la Medición de IP de  
Muestra(1)・(2), Area Tizapa

サンプル IP 測定結果一覧表(1)・(2)

(1)

No.	Muestra No.	Hole No.	Profundidad (m)	Nombre de Roca	M (%)	$\rho$ ( $\Omega$ -m)	
						$\rho \perp$	$\rho \parallel$
1	1	MJM-7	72.0	Filitas Grafíticas	1.47	77.7	79.4
2	2	"	90.0	"	2.36	198.5	
3	3	"	95.0	"	2.17	348.1	
4	4	"	104.0	"	3.24	94.5	
5	5	"	108.0	"	9.51	138.4	
6	6	"	114.0	"	13.9	221.0	144.2
7	7	"	115.0	Sulfuros Masivos	25.8	10.9	
8	8	"	117.0	Filitas Grafíticas	1.95	864.1	
9	9	"	120.0	"	0.47	10139.4	8628.5
10	10	"	130.0	"	1.11	2965.7	1505.8
11	11	"	140.0	Esquistos de Clorita	0.76	2751.9	
12	12	"	150.0	"	1.28	3294.7	
13	13	"	160.5	"	1.34	484.3	
14	14	"	170.0	Esquistos de Mica	0.78	859.0	
15	15	"	210.0	Esquistos de Biotita	1.78	313.1	
16	16	"	231.0	"	3.33	40.8	
17	17	"	249.0	"	1.02	817.6	
18	18	"	12.0	Basalto	1.34	1488.6	
19	19	"	22.0	"	0.74	2366.9	
20	20	"	40.0	"	0.56	12527.7	
21	21	"	46.5	"	0.72	11654.7	
22	22	"	59.0	Filitas Grafíticas	1.00	58.6	63.9
23	23	"	62.0	"	1.30	5463.5	4774.2
24	24	MJM-4	20.0	Basalto	1.53	659.1	
25	25	"	29.0	"	0.23	1090.3	
26	26	"	50.0	Arcilla	0.52	76.8	
27	27	MJM-4	75.5	Conglomerado	0.24	1616.5	
28	28	"	138.0	Filitas Grafíticas	9.52	1745.2	
29	29	"	147.2	"	10.0	682.4	
30	30	"	151.0	"	8.31	1519.2	
31	31	"	155.3	Sulfuros Masivos	25.7	9.57	
32	32	"	166.5	Esquistos de Clorita	2.60	3900.4	
33	33	"	171.0	"	1.05	1143.3	
34	34	"	201.0	"	1.74	1420.5	
35	35	"	250.0	"	0.96	812.9	
36	36	MJM-2	59.0	Basalto	0.39	3633.5	
37	37	"	83.8	Esquistos de Clorita	0.83	186.1	
38	38	"	96.7	"	0.48	15887.9	
39	39	"	109.0	Sulfuros Masivos	48.0	9.44	
40	40	"	113.0	"	42.0	9.02	
41	41	MJM-1	122.0	Esquistos de Clorita	4.48	1425.2	
42	42	"	139.0	"	1.71	1876.2	
43	43	"	124.0	Filitas Grafíticas	10.9	475.9	
44	44	"	132.0	Lodo	1.58	138.4	
45	45	"	147.5	Filitas Grafíticas	4.63	676.5	

(2)

No.	Muestra No.	Hole No.	Profundidad (m)	Nombre de Roca	M (%)	$\rho$ ( $\Omega$ -m)	
						$\rho \perp$	$\rho \parallel$
46	46	MJM-1	160.3	Filitas Grafíticas	7.82	945.0	
47	47	"	169.1	"	11.1	783.8	159.1
48	48	"	179.8	"	7.59	866.9	
49	49	"	191.0	"	8.18	3800.9	
50	50	"	202.0	Esquistos de Mica	3.65	1253.7	
51	51	"	228.5	Esquistos de Clorita	2.15	2157.2	
52	52	"	257.0	Sulfuros Masivos	41.0	13.9	
53	53	MJM-6	36.2	Basalto	0.05	4857.2	
54	54	"	68.5	Conglomerate	0.12	1747.0	
55	55	"	75.8	Esquistos de Mica	1.03	267.6	
56	56	"	114.3	Filitas Grafíticas	8.73	4317.6	
57	57	"	130.0	"	12.6	738.2	213.2
58	58	"	133.0	"	4.21	812.9	239.3
59	59	"	139.0	"	8.93	2004.9	
60	60	"	148.8	"	7.39	1798.7	
61	61	"	160.0	"	10.3	646.4	257.0
62	62	"	170.0	"	12.3	285.6	85.7
63	63	"	185.7	"	8.24	887.6	
64	64	"	188.9	Sulfuros Masivos	29.0	10.8	
65	65	"	250.0	Esquistos de Mica	1.46	714.7	

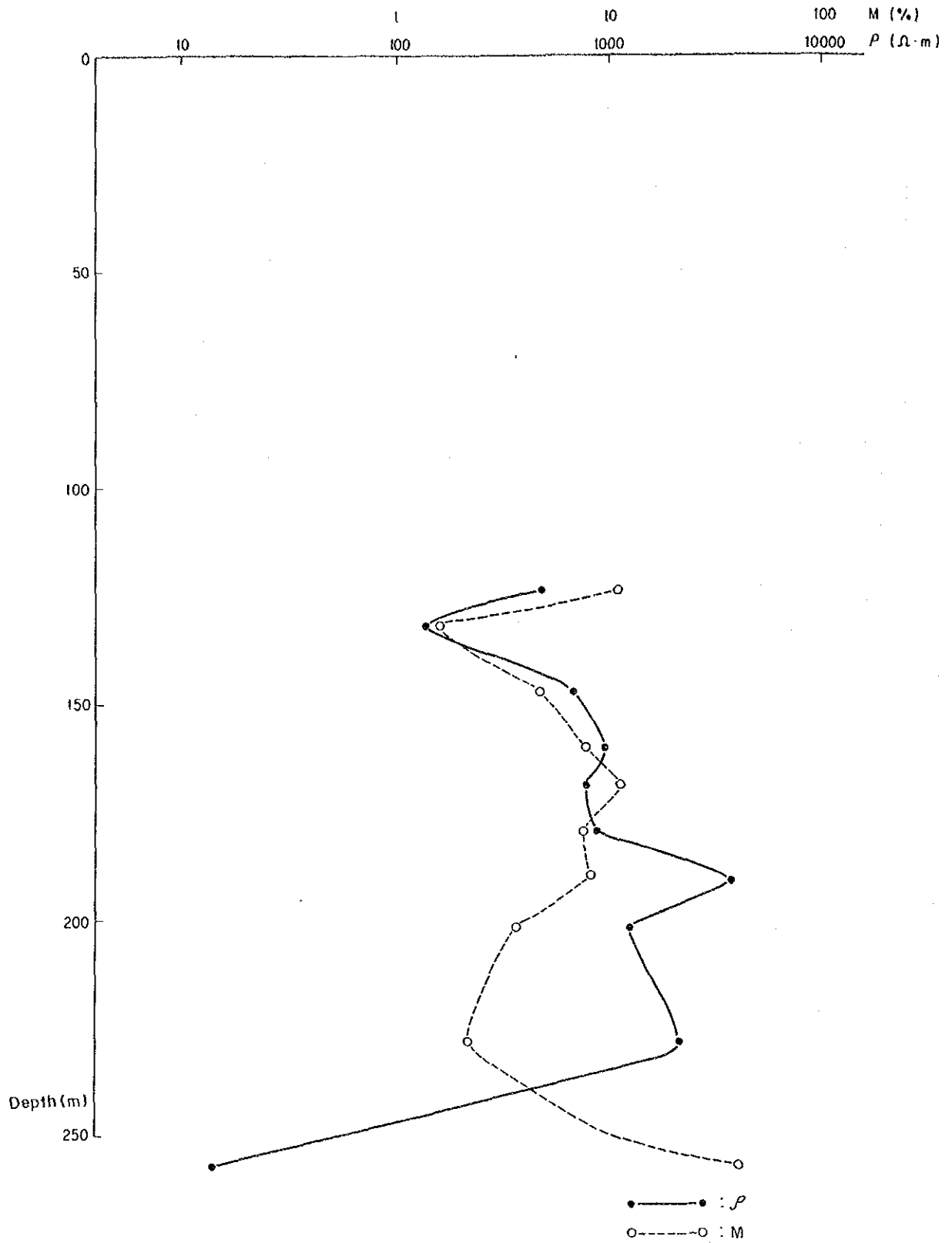


Fig. II-1-51 Registro de los Sondeos del Efecto IP de la Resistividad Interna (MJM-1), Area Tizapa  
室内比抵抗・IP 効果柱状图 (MJM-1)

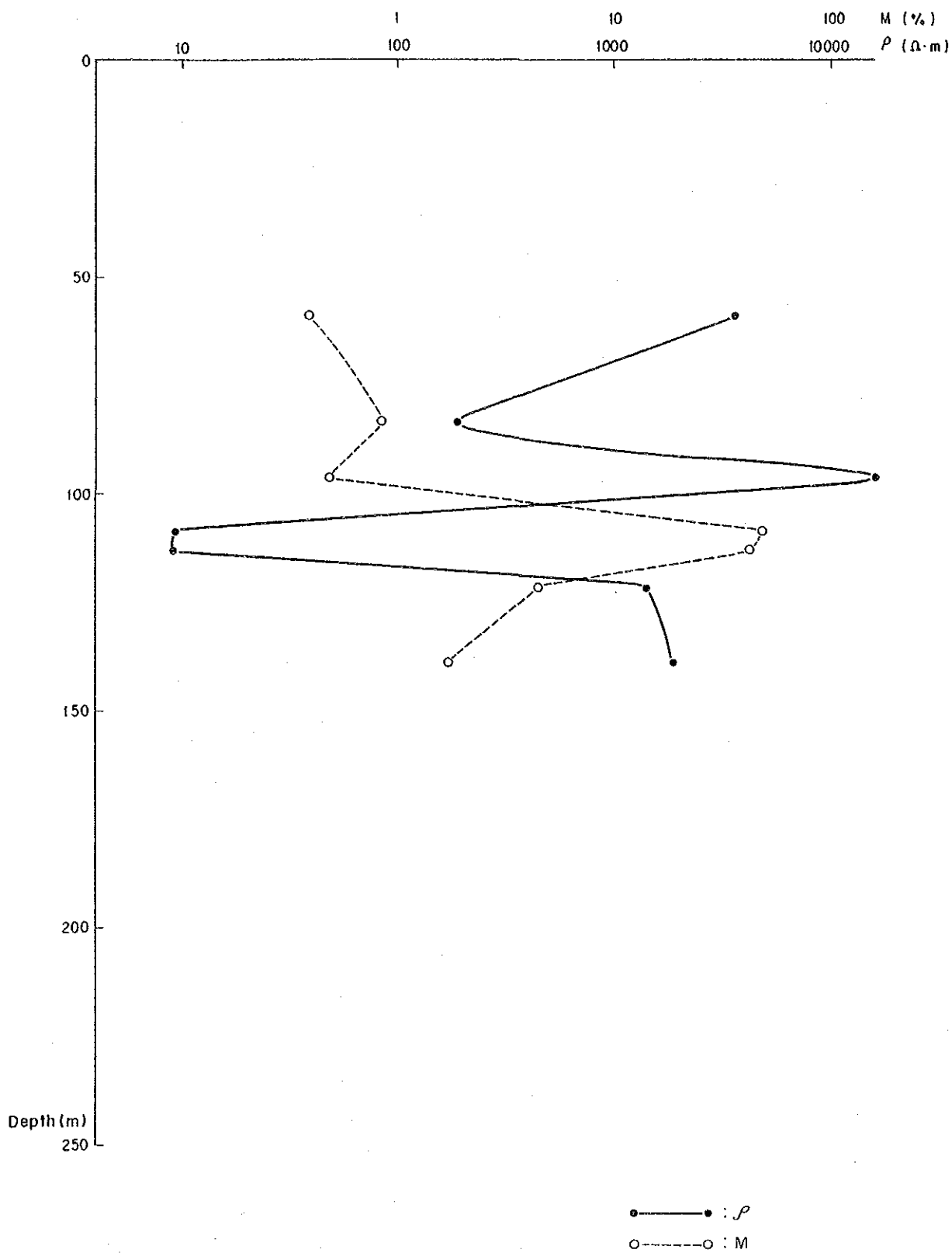


Fig. II-1-52 Registro de los Sondeos del Efecto IP de la Resistividad Interna (MJM-2), Area Tizapa  
室内比抵抗・IP 効果柱状図 (MJM-2)

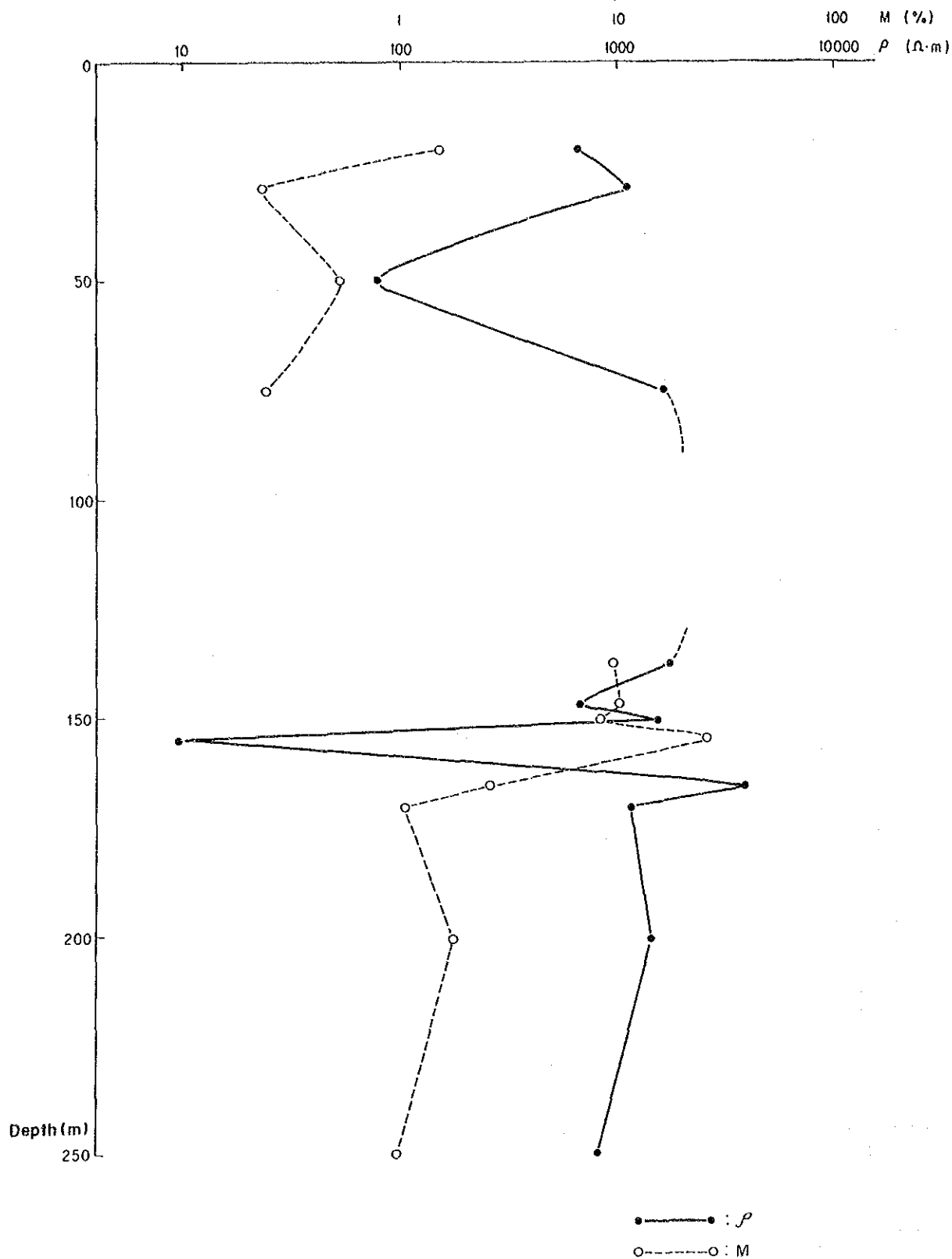


Fig. 11-1-53 Registro de los Sondeos del Efecto IP de la Resistividad Interna (MJM-4), Area Tizapa  
室内比抵抗・IP 効果柱状图 (MJM-4)

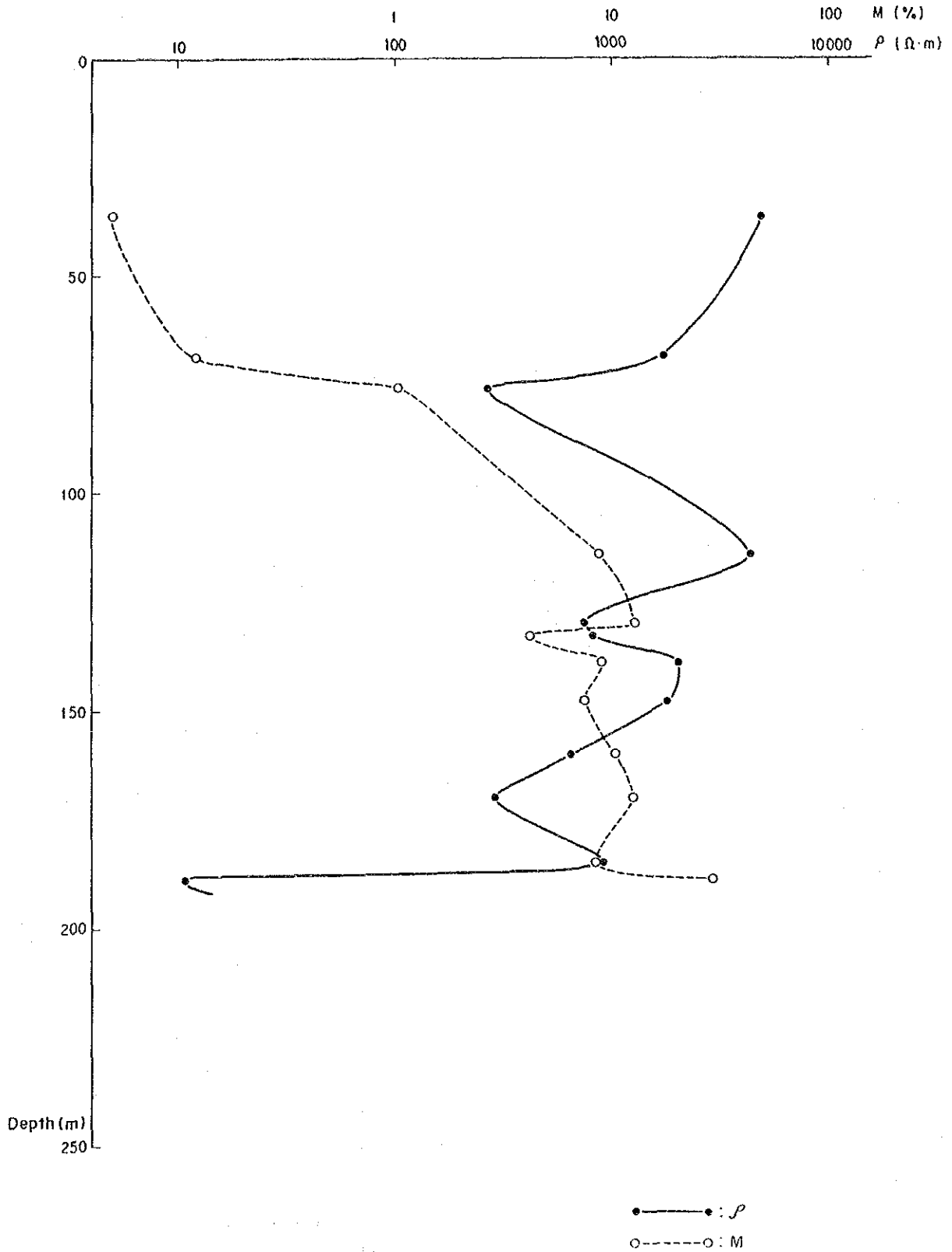


Fig. 11-1-54 Registro de los Sondeos del Efecto IP de la Resistividad Interna (MJM-6), Area Tizapa  
 室内比抵抗・IP 効果柱状図 (MJM-6)



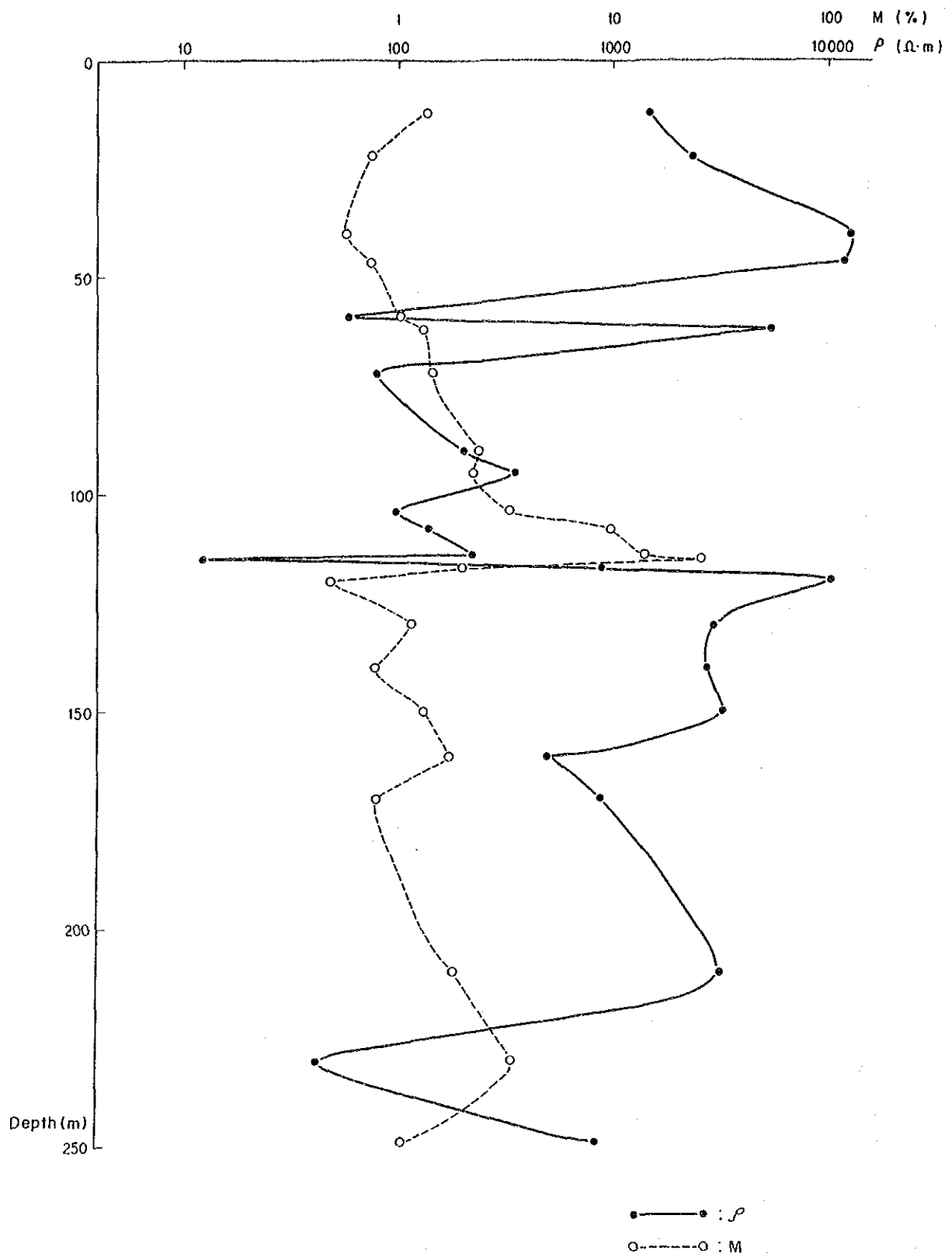


Fig. II-1-55 Registro de los Sondeos del Efecto IP de la Resistividad  
 Interna (MJM-7), Area Tizapa  
 室内比抵抗・IP 効果柱状図(MJM-7)

玄武岩のIP値は概して1%以下と低い。 $\rho$ は数1,000  $\Omega \cdot m$  (500~10,000  $\Omega \cdot m$ )と高い値を示している。現地での地表測定の結果では200~300  $\Omega \cdot m$ 程度の値となっており、サンプル測定の方が、10~30倍程度高めに出てくる。

その他の黒雲母片岩、雲母片岩、緑泥石片岩等は概してIP値が低く、 $\rho$ も高いので、電気探査を実施する上で妨害要因とならない。

鉍石は石墨片岩に比べて2倍以上のM値を示すことが判ったが、分布体積の上からは一般に石墨片岩の方が圧倒的に大きいので、このM値の差は地表IP測定を実施する上で一概に有意の差とは即断できない。この点に関しては、後述の(5)項で詳述する。

#### (4) スライス状試料の再測定

前(3)項で述べたように、5~7cm長の試錐コアを用いてのサンプル測定の結果では、石墨片岩の比抵抗値は予想外に高かった。一方、同一の石墨片岩のサンプルであっても、通電方向によって比抵抗値が大きく異なるいわゆる異方特性を有することが確認された。そこで、石墨片岩の予想外の高比抵抗を調べるために、5~7cm長の試料を1.0~1.5cm厚のスライス状に細分割して、その各々について比抵抗値を測定した。その理由は、石墨片岩のいずれのサンプルにおいても試錐軸に垂直あるいは斜交する方向に明瞭な縞状の片理が認められ、その一部が非常に高比抵抗であるために全体として高比抵抗側にシフトしているのではないかと考えたためである。

6個の石墨片岩サンプルを細分割して測定した結果を次に示す。

Sample No.	$\rho$ ( $\Omega \cdot m$ ) 5~7cmL	Slice thickness(cm)	$\rho$ ( $\Omega \cdot m$ )
28	1,745	1.65	537
		1.40	878
		1.66	355
43	476	1.66	155
		1.48	254
46	940	1.64	619
		1.54	282
		1.78	382
49	3,801	1.60	1,520
		1.60	1,087
56	4,318	1.70	637
		1.54	767
		1.62	898
57	738	1.72	208
		1.66	154
		1.58	409

予想したように、ある部分は1/3~1/5程度に比抵抗値が下がり、また、ある部

分は前と同様の高比抵抗を示している。異方特性の上からも、もっと細かいスライスに分割すれば、この低比抵抗部と高比抵抗部の分離の傾向は更に顕著になるものと予想される。従って、石墨質の部分は低比抵抗に、結晶片岩質の部分は高比抵抗にそれぞれ対比されバルクで見た場合に今回のTEM法で得られたような $10 \Omega \cdot m$ 前後の比抵抗値になるものと判断される。

なお参考迄に緑泥石片岩と玄部岩の場合のスライス状試料の測定結果を示すが、同様の傾向が認められる。

#### (5) サンプルのスペクトルIP測定

CRMでは、MJM-2、-4及び-7試錐を通る東西方向の測線を設定し、dipole-dipole配置による時間領域型IP測定を実施している。測定には、2sec On, 2sec offの矩形電流を流し、Scintrex IPR-8 IP受信器を用いている。双極子電極間隔は $a = 50m$ 、 $100m$ 及び $200m$ の3種類である。その結果を図II-1-56に示す。 $a = 100m$ 及び $200m$ 擬似断面において、鉱床賦存位置に対応して比較的明瞭な「ハの字」形("pants-legs pattern")のIP異常が認められ、鉱床をよく探知していると判断される。通常、石墨類は大きなIP効果を示し、IP調査の上でその存在は好ましくないとされているが、この結果を見る限りでは、石墨類はこのIP調査において妨害要因となっていないと考えられる。

そこで、鉱石や石墨片岩のIP特性をもっと詳細に調べる目的で、前(2)項のサンプルを用いてスペクトルIP測定(SIP)を実施した。送信器はZonge LAB0. TR.LDT/10を、受信器はZonge GDP-12/2GBをそれぞれ用いた。

測定結果として、図II-1-57~図II-1-59に鉱石、石墨片岩及び緑泥石片岩についてのマグニチュードスペクトルと位相差スペクトルとを示す。各々の特徴は次の通りである。

- ・時間領域型IP測定で大きな分極率(M)を示したサンプルは、マグニチュードスペクトル図においても大きな変化を示している。すなわち、周波数が高くなるにつれてマグニチュードが大きく減少する傾向が認められる。
- ・一方、緑泥石片岩のように小さいMを示すサンプルでは、マグニチュードがほとんど変化せず、測定周波数全域にわたって $0.9 \sim 1.0$ とほぼ一定の値を示している。
- ・位相差についても、大きなMのサンプルは大きく、小さいMのサンプルでは小さい傾向が認められる。
- ・鉱石と石墨片岩は共に大きなMを示すが、マグニチュードスペクトルの上で両者に大きな違いが認められる。すなわち、鉱石では $0.1Hz$ から $1.0Hz$ にかけて急激にマグニチュードが減少している。このことは、鉱石のMが石墨片岩のその約2倍であることを説明している。
- ・位相差スペクトルの上でも鉱石と石墨片岩とでは差異が認められる。すなわち、 $0.125Hz$ で鉱石の位相差が石墨片岩のそれよりも約2倍以上大きい上に、鉱石で

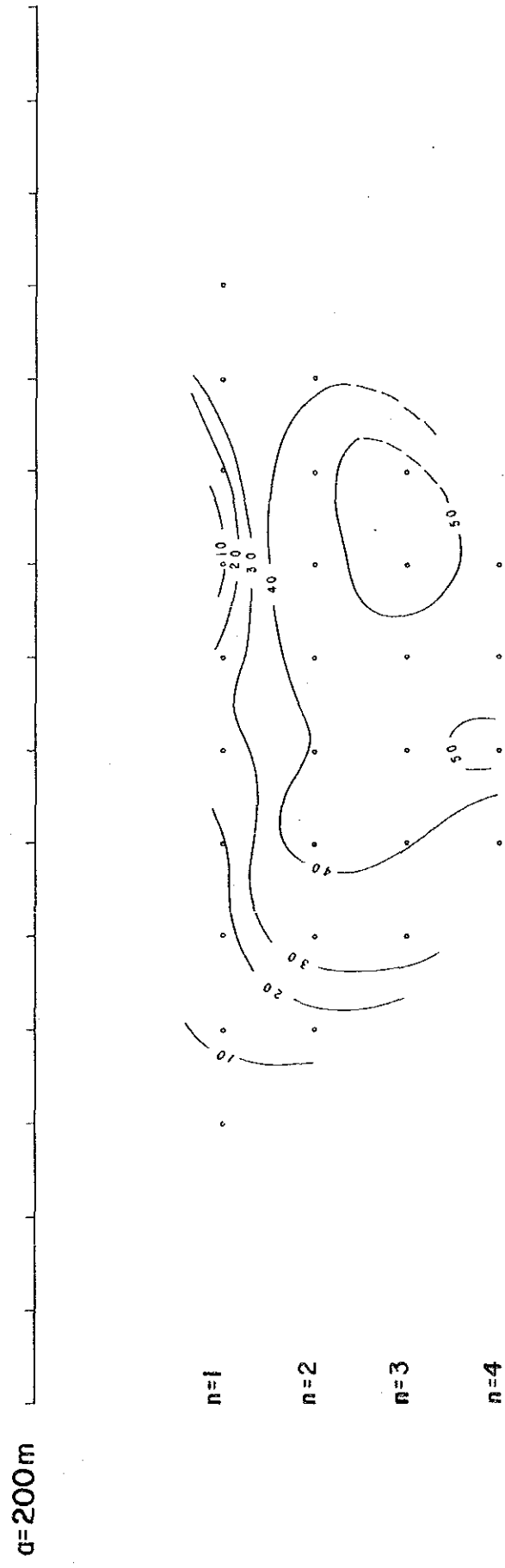
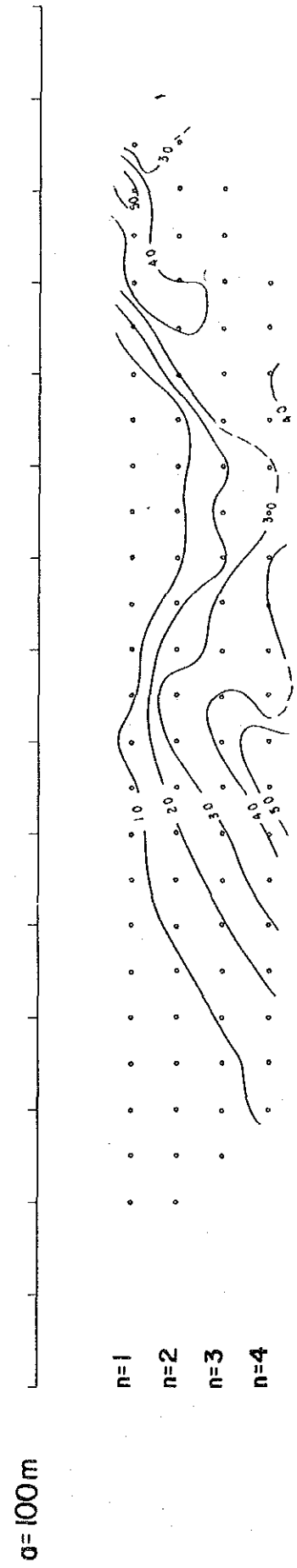
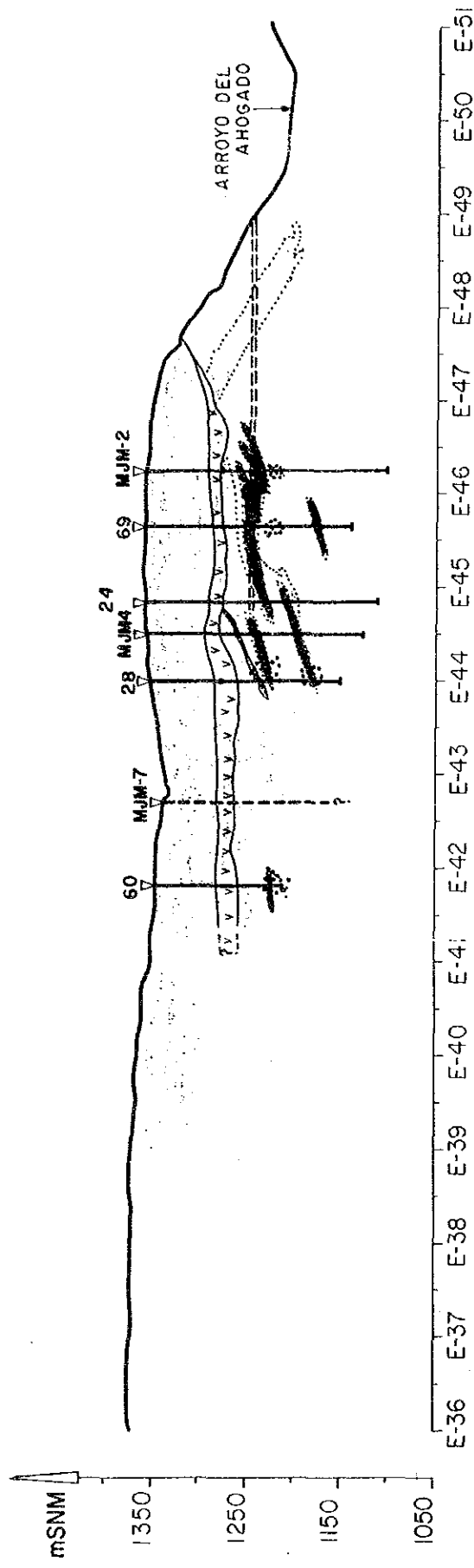


Fig. 11-1-56 Seudosección de Cargabilidad Aparente en Línea -N02  
 Area Tizapa  
 IP 測定結果図 (CRM)



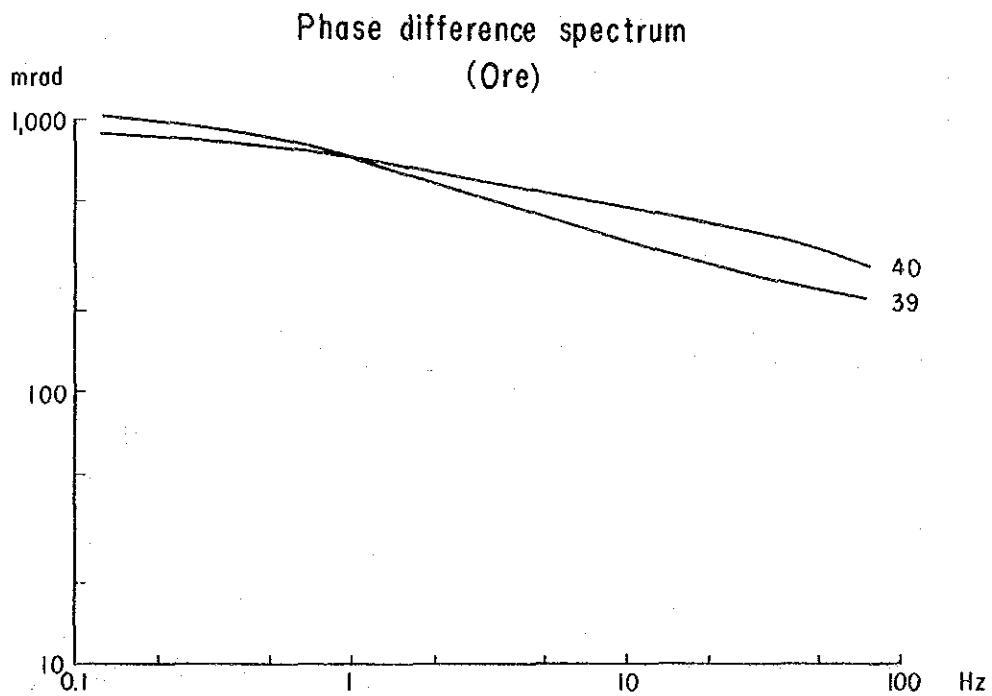
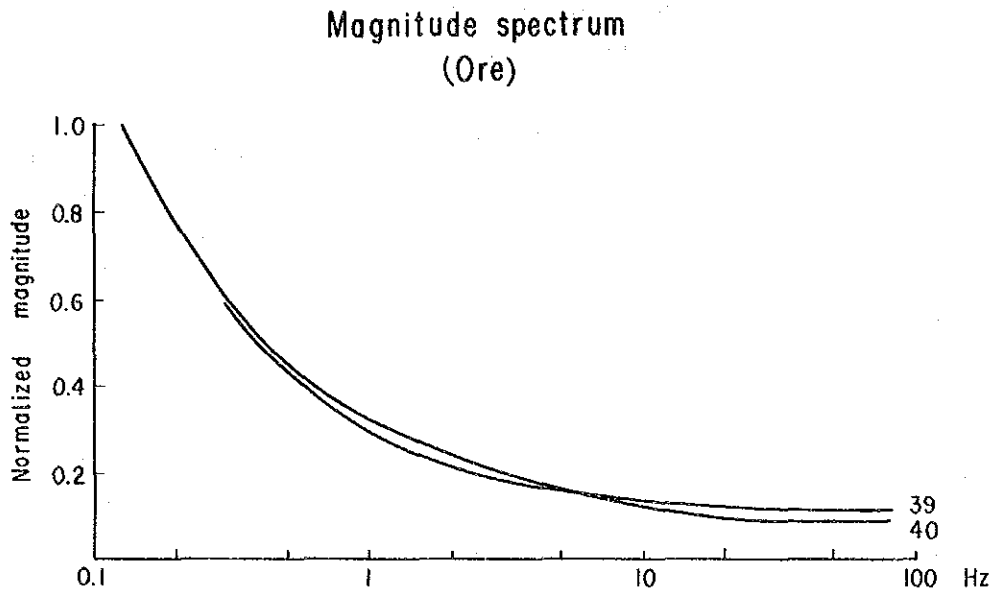


Fig. 11-1-57 Diagrama del Resultado de la Medición de SIP de Muestra  
(Sulfuros Masivos), Area Tizapa  
サンプルSIP測定結果図(鉱石)

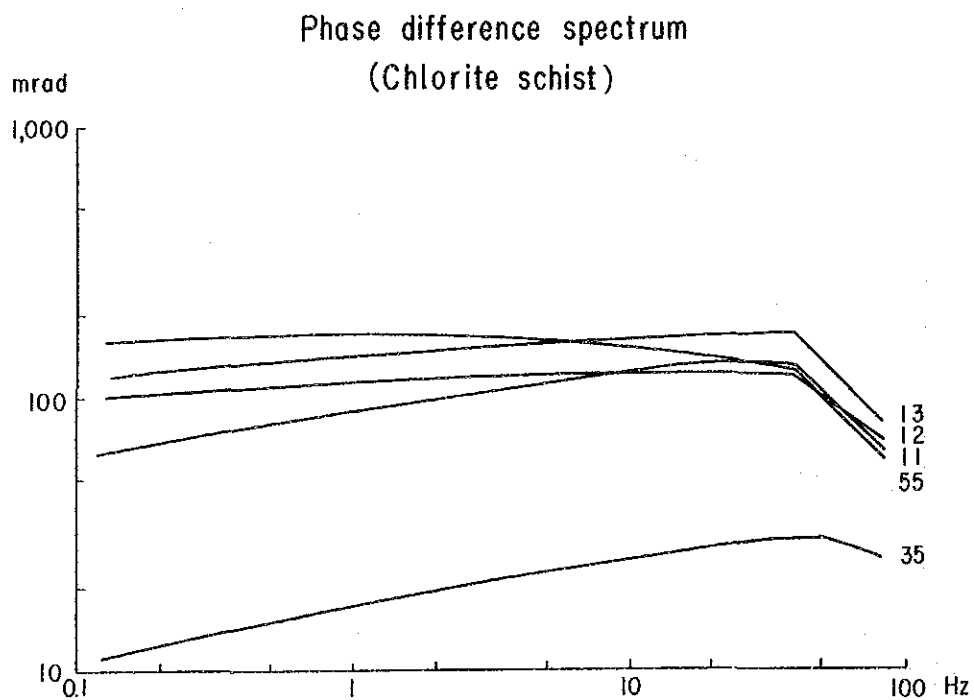
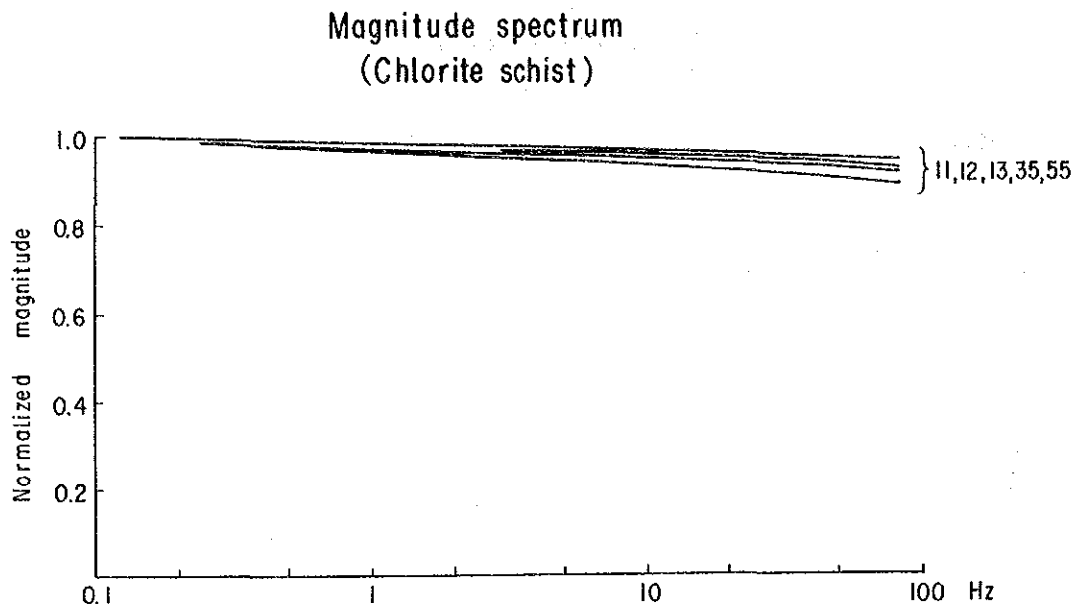


Fig. 11-1-58 Diagrama del Resultado de la Medición de SIP de Muestra  
(Esquistos de Clorita), Area Tizapa  
サンプルSIP測定結果図(緑泥石片岩)

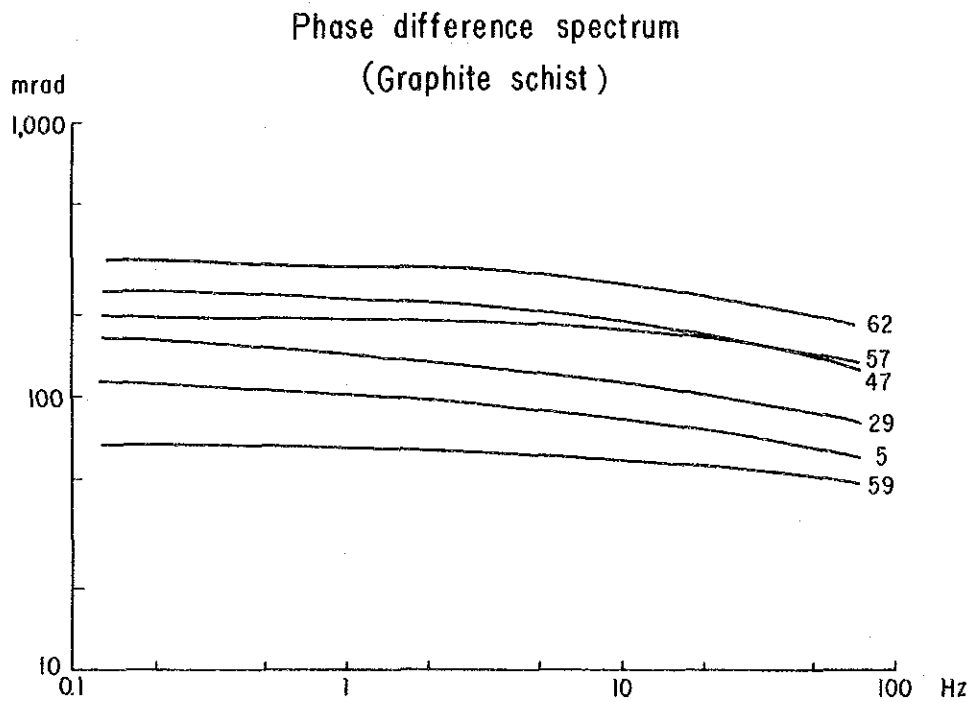
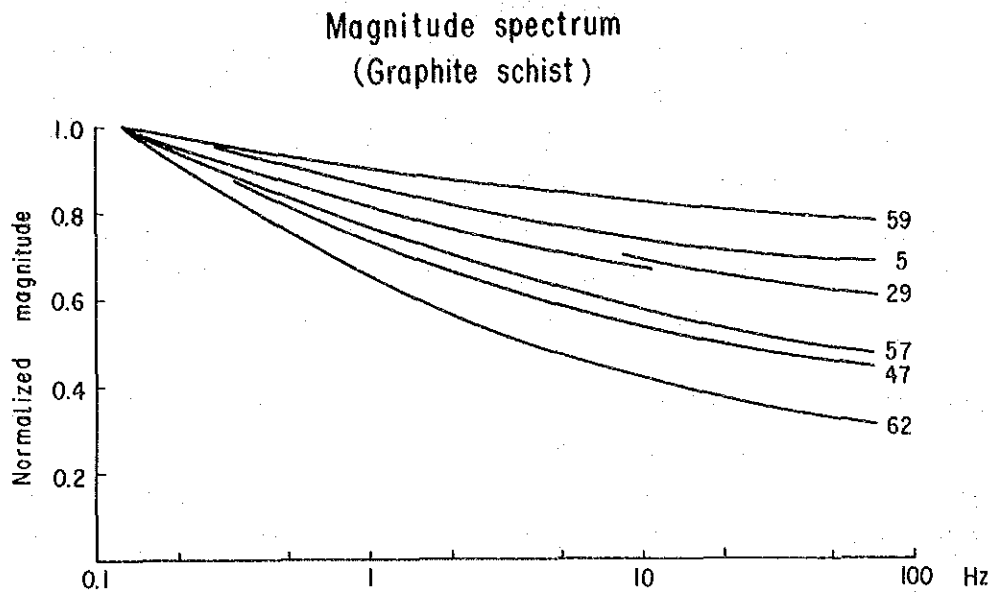


Fig. 11-1-59 Diagrama del Resultado de la Medición de SIP de Muestra (Filitas Grafíticas), Area Tizapa  
 サンプルS I P測定結果図(石墨片岩)



は0.1Hzよりも若干低周波数側で位相差のピークが認められるのに対し、石墨片岩の場合のそれはもっと低周波数側に移行する傾向を示しており、両者の間に時定数の違いがあるものと考えられる。

・この時定数の違いは鉱物の粒度の差を反映したものであって、チサバ鉱石は石墨片岩に比べて粒度が小さいものと判断される。

・また、今回の測定は試錐コアを用いているために大きさに限界があり、その影響を反映している可能性がある。石墨片岩は広範囲にわたって電氣的に繋がっていると考えられるので、実際の現位置試験では時定数にもっと顕著な差が出るものと予想される。

以上の結果より、チサバ鉱床の場合、2sec 0n、2sec off の時間領域型IP測定は時間（周波数）応答の面から見て好ましい条件にあったと考えられる。すなわち、2sec 0n、2sec offで鉱床は探知され得る程度まで十分大きく分極するが、一方、石墨片岩は時定数が大きいために2sec程度では十分に分極していないものと考えられる。

従って、チサバ地区において同種の鉱石を探鉱しようとする場合、IP法は有力な手段となるものと考えられ、通常のIP測定（2sec 0n、2sec off）でIP異常を探知し、そのIP異常に対してスペクトルIP測定を実施して異常の吟味を行うやり方が望ましいと結論される。

#### 1-4 結果の考察

1、チサバ地区の鉍化帯は、片岩類の地層中に整合的に胚胎するレンズ状又は板状の塊状緻密硫化鉍を主体とする。本鉍化帯の性格は、その鉍物の組織や産状からみると、日本の三波川帯における別子型鉍床のそれと似ているが、鉍物の組成は黒鉍型のそれと極めて類似している。本地域の岩石は変成作用を被り、その原岩の組織や構造をとどめていないので、鉍石の組織などから鉍床の型を論ずることは危険である。今後のPb、Sなどの同位体の検討を見なければ結論は出せないが、現在のところでは、やはり鉍石の組成からみて、黒鉍型の火山性塊状硫化物鉍床であるとするのが妥当であろう。

2、メキシコにおいてCRMが行った鉍石の化学分析の結果は、その粉碎後の試料の一部を日本に持ち帰って行った化学分析の結果と比べると、単純な算術平均でみると、Auで12%高く、Ag、Cu、Pb、Znでそれぞれ12%、20%、27%、14%低くなっている。統計処理を行って見ると両者間に有意差は認められないし、相互の対応も悪くないので、どちらの結果を使っても差し支えはないものと思われるが、鉍量計算やフィージビリティ・スタディを行う際には、安全性を考えて低い方の値を採用するか、あるいは審判分析を依頼してより信頼性における結果を得るようになるとかの措置が望まれる。

3、今年次のボーリング調査の結果、鉍化帯の形態、連続性、性格等がより明確になってきた。一方、前項に述べたような分析上の問題があるとはいえ、従来まで算定されていた鉍量や品位が大きく変ることはないと思われる。しかしAuについては、従来CRMで十分な分析資料がなく、平均約2g/t含有されているのではないかと推定されていたのみであったが、今回の分析結果その推定にほぼ間違いがなかったことが明らかになった。しかし、Auの品位は稼行の際の収益性に大きく寄与するので、フィージビリティ・スタディを行う際には、できるだけ既存ボーリングのコアーのAu再分析を行って品位をより確実なものとしておくことが望まれる。

4、ボーリング孔を利用した流電電位法による物理探鉍の結果では、鉍化帯の中心部における連続性は概してよいものと推定された。これはボーリング調査の結果推定した鉍化帯の形態を支持するものである。この点は、鉍量計算における鉍画の設定に有効な資料となる。

5、チサバ鉍化帯を含め約4km<sup>2</sup>の範囲に実施したTEM法による物理探鉍の結果では、鉍化帯の上盤側に発達する石墨片岩層が低抵抗帯としてよく検出され、これが鉍化帯の落としの方向であるNNWに向かってやや深度を増しながら広く発達するのが認められた。直接鉍化帯を反映と思われる低抵抗帯を検出するのは困難であるが、このような地質構造をよく表現しているので、鉍化帯の予想深度を推定することができ、今後の西北方への鉍化帯の落とし方向への連続性を確かめる探鉍に有力な指針を与えた。

6、現在までに、ここまで鉱化帯の形態や性格が明らかになってきたので、今後は坑道を入れることにより直接鉱化帯の産状を確かめ、また選鉱試験のための鉱石試料採取し、さらに次の段階の調査・開発（例えば50mグリッド精密ボーリングの実施など）に進むための資料を得ることが望まれる。

7、もし坑道掘進を行う場合には、上盤側の石墨片岩層は岩盤の状態が極めて脆弱で、坑道がその中に入る場合には、掘進コストが増大するのみならず、安全性の確保や工程管理上著しい困難を生ずるものと思われるので、極力これを避けなければならない。鉱石着鉱後のひ押し探鉱においても、特に上盤側の岩盤は劣悪であることが予想され、このような困難は発生するものと思われるが、これは全面留め付けを実施する等の対策を施して切り抜けなければならない。

## 第2章 エルファイサン地区

### 2-1 調査方法

本地区においては地質調査及び地化学探査を実施した。その調査内容及び調査量を表I-1-1に示す。

地質調査では、30 km<sup>2</sup>の範囲にわたって地質、地質構造、変質帯及び鉍化帯の野外観察を行い、その結果をルートマップに記載した。また採取した試料を用い、岩石薄片・鉍石研磨片鑑定、岩石・鉍石の化学分析及びX線分析を実施した。さらに地化学探査により、地区全域から鉍化作用による異常値（鉍微地）の分布地帯（異常帯）を抽出した。これらの結果をもとに、賦存する鉍床のタイプ、関係火成岩体、鉍化作用の構造規制・広がりについて解析をおこない、鉍床賦存のポテンシャルについて検討を加えた。

野外では下記の点に重点を置いて調査を行った。

地質・・・層序、貫入岩体の分布

地質構造・・・層理・断層・節理・流理・鉍脈の方向

変質帯・・・種類、規模、形態、鉍化作用との関係

鉍化帯・・・種類、規模、形態、連続性、鉍石の産状

地化学探査の土壌はなるべく粘土分の多いところから採取した。採取密度は鉍化帯付近で密、その他の場所では粗とした。

### 2-2 地質調査

#### 2-2-1 地質層序

調査地区の地質図を図II-2-1（別添図II-2-2）に、地質断面図を図II-2-2（別添図II-2-3）に、地質模式層序図を図II-2-3に、また岩石の採取位置を別添図II-2-1に、岩石の顕微鏡観察結果を表II-2-1に、全岩化学分析結果を表II-2-2に示す。

本地区は白亜系の堆積岩類及びこれを貫く貫入岩類からなる。

#### 白亜系

白亜系は岩相の違いから3つのユニットに区分され、下位からアルコース砂岩層、頁岩層、シルト岩・凝灰岩互層で構成される。これら3ユニットは整合的に重なり、NNW-SSEの走向を有し、一般的には西方に緩く傾斜している。

#### アルコース砂岩層(Ks)

アルコース砂岩層(Ks)は、地区東部のカニータ(Canita)川流域に分布する。調査地区内では狭い範囲にしか認められないが、地区の東方には広く分布している(Lorinczi and Miranda, 1978)。層厚は100m以上である。中粒から細粒の暗灰色で硬質なアルコース質砂岩を主とし、アルコース質シルト岩をレンズ状に伴う。層理はわずかながら認められる。顕微鏡下では石英を主体として、斜長石・カリ

長石・ジルコンを伴う。変質作用を受けている岩石には絹雲母・方解石が晶出している（試料番号X-69）。なお、全岩化学分析によるとSiO<sub>2</sub>は80%以上である（X-69）。

#### 頁岩層(Km)

頁岩層(Km)は地区東部のカニータ川流域に分布する。層厚は200m程である。層理の発達する硬質の黒色頁岩を主体とし、泥灰岩・シルト岩・砂岩・炭層を挟む。黒色頁岩・シルト岩には炭質物を含む場合が多い。広域変成作用により、部分的に粘板岩・石墨片岩様岩石に変わっている。顕微鏡下では、黒色頁岩(X-10)は石英・長石を主とし方解石・チタン石・炭質物を伴う。泥灰岩(X-63)は方解石を主とし、石英・炭質物を伴う。シルト岩(X-68)は石英・方解石を主とし、長石類・鉄鉱物を伴う。砂岩(X-11)は、下位のアルコース砂岩層(Ks)の岩石と鉱物組成がほぼ同じであるが、わずかに炭質物を伴う。変質作用を受けている岩石では緑泥石・絹雲母・石英・方解石・黄鉄鉱が生成している。全岩化学分析によると、黒色頁岩(X-10)はSiO<sub>2</sub>が約64%である。泥灰岩(X-63)ではSiO<sub>2</sub>は約34%と低く、CaOは約31%と高い。砂岩(X-11)は、下位のアルコース砂岩層(Ks)の岩石と同じように、SiO<sub>2</sub>は80%以上である。

#### シルト岩・凝灰岩互層(Kt)

シルト岩・凝灰岩互層(Kt)は地区中央部から西部にかけて広く分布する。本地区の西方にも広く分布しているため、層厚は600m以上である。本層は層理のある、中硬から軟質のシルト岩、及び酸性凝灰岩を主体とし、黒色頁岩・泥灰岩・フリント・炭層を挟む。シルト岩は黒色を呈し、炭質物が肉眼的に認められる場合がある。酸性凝灰岩は緑色を呈し、シルト岩と5-20cmの厚さで、薄く互層して産する場合が多く、また変成作用により緑色片岩様岩石に変わっているところも認められる。顕微鏡下では、シルト岩(X-75,103)は石英・長石類・炭質物を主とし、わずかに方解石を伴う。黒色頁岩(X-47,49,52)は石英・粘土粒子を主とし、方解石・チタン石・炭質物を伴う。泥灰岩(X-20,53)は方解石を主とし、石英・炭質物・粘土粒子を伴う。フリント(X-44)は石英からなる。変質作用を受けている岩石では、絹雲母・緑泥石・石英・方解石・黄鉄鉱・鉄酸化物・鉄水酸化物が生成している。全岩化学分析結果によると、SiO<sub>2</sub>は黒色シルト岩(X-75)で約70%、黒色頁岩(X-47,49,52)で56-86%である。泥灰岩(X-20,53)ではSiO<sub>2</sub>が18-43%と低く、逆にCaOが22-38%、LOIが23-32%と高い。

以上のように、白亜系は広域変成作用を弱く受けた堆積岩類が卓越し、酸性火砕岩が少なく、また次のような特徴を有している。

- 1) 堆積環境が海水、淡水、汽水と変化に富み、深海相を欠く。
- 2) 砂岩はアルコース質である。
- 3) 層理が発達して、級化成層に乏しい。
- 4) 挟炭層を含む。

これらのことから判断して、この堆積岩類はフリッシュ地向斜が山地と化した時期に生じた前縁凹地及び山間盆地を、隆起した山脈の削剝による碎屑物が埋めたモラッセであると考えられる。なお、この白亜系には石英安山岩溶岩などの溶岩類は認められなかった。

#### 貫入岩類

貫入岩類は石英安山岩類(Dc1, Dc2)、安山岩(Ad)、ひん岩(Pr)、及び斑れい岩(Gb)からなる。

これら貫入岩類は白亜系を貫いて、地区中央部に大規模に認められる。分布面積は調査地区のほぼ50%を占め、石英安山岩類(Dc1, Dc2)が一番広く、安山岩(Ad)、ひん岩(Pr)の順に少なくなり、斑れい岩(Gb)は小岩脈状に認められるにすぎない。これら貫入岩類の延びの方向は、一般的にNNW-SSEを有し、傾斜はほぼ垂直である。延びの方向には10km以上連続し、幅も1.5km以上にわたっている。貫入時期については、フィールド調査から、石英安山岩類(Dc1, Dc2)、安山岩(Ad)、及びひん岩(Pr)の間で、岩相及び鉱物組成の変化は漸移的であり、岩体間に明瞭な前後関係が認められないことから、比較的短期間でかつ一時期に、上昇して形成されたと考えられる。一方、斑れい岩(Gb)は石英安山岩(Dc2)及び安山岩(Ad)を明瞭に切って認められることから、貫入時期は他の貫入岩より後期のものと考えられる。

#### 石英安山岩類(Dc1, Dc2)

石英安山岩類は激しい岩相変化を示す岩石である。灰黒色-灰色-淡緑色を呈し、斑状-無斑晶状、珪長質-ガラス質、流理状-塊状のさまざまな組織を示す。構成鉱物の組み合わせも、肉眼的に石英、斜長石、及び有色鉱物が斑状に認められるものから、石英または斜長石のみからなったり、ほとんどガラスからなるものまで変化する。地質図上では、肉眼的に斑晶鉱物をわずかに伴うか、または無斑晶状でかつガラス質のものを石英安山岩(Dc1)、斑状組織のはっきり認められるものを石英安山岩(Dc2)に区分した。前者はCRMの調査によると、酸性凝灰岩に区分されていた岩石である。石英安山岩(Dc2)は調査範囲の北から南まで断続的に認められるが、石英安山岩(Dc1)は調査範囲の南東側に限って分布している。

顕微鏡下では、石英安山岩(Dc1)は石英、斜長石またはカリ長石の斑晶を中-少量伴い、石基はガラス・石英を主とし長石類・チタン石・ジルコンを伴う(X-62, 67, 93)。一方、石英安山岩(Dc2)は石英及び斜長石斑晶を多く含み、一部でカリ長石も認められる。石基は石英・斜長石を主とし、ガラス・カリ長石・燐灰石・チタン石・ジルコンを伴う(X-12, 14, 18, 19, 24, 28, 51, 66, 74, 81, 102)。また両岩石とも変質作用を強く受けている場合が多く、絹雲母・緑泥石・方解石・石英・黄鉄鉱・鉄酸化物が晶出している。特に石英安山岩(Dc1)は、ガラス部分が粘土化作用を強く受け、広域変成作用によって雲母・緑泥石片岩様岩石に変わっている。

全岩化学分析によると、石英安山岩(Dc2)のうち、比較的新鮮な岩石(X-28, 66,

81,91)では、SiO<sub>2</sub>が65-68%である。一方、変質作用を強く受けたもの(X-14,18,19,24,51,74,59)では、一般の石英安山岩の組成と比較すると、SiO<sub>2</sub>が54-61%と低く、LOIが4-9%と高い。同様に石英安山岩(Dc1)も強く変質作用を受けているために、SiO<sub>2</sub>が49-62%と低く、逆にLOIは6-12%と高い(X-62,76,93)。このことから石英安山岩のうちガラス成分の多い岩石は、変質作用を受けて脱ハリ現象を強くおこしたものと判断される。

#### 安山岩(Ad)

安山岩(Ad)は、本地区の中央部から、やや北方のアチョトラ村落-旧スリアナ鉱山間に、東西1km・南北3kmの大きさで、岩株状に認められる。石英安山岩類(Dc1,Dc2)と同様に、NNW-SSEの延びの方向を有する。淡緑色-緑色-灰色を呈し、斑状組織を有する塊状緻密な岩石である。肉眼的には斑晶として斜長石と有色鉱物が認められる。

顕微鏡下では斑状組織のほか、ガラス基流晶質組織をもつ。斑晶は斜長石・有色鉱物(輝石)からなり、石基は斜長石・ガラスを主とし、石英・燐灰石・チタン石・ジルコンを伴う(X-31,40,41,82)。変質作用を受けてガラス・珪酸塩鉱物が交代され、絹雲母・緑泥石・緑簾石・方解石・黄鉄鉱が晶出している。全岩化学分析によると、SiO<sub>2</sub>は56-64%であり、安山岩の組成を有する(X-31,40,41,82)。

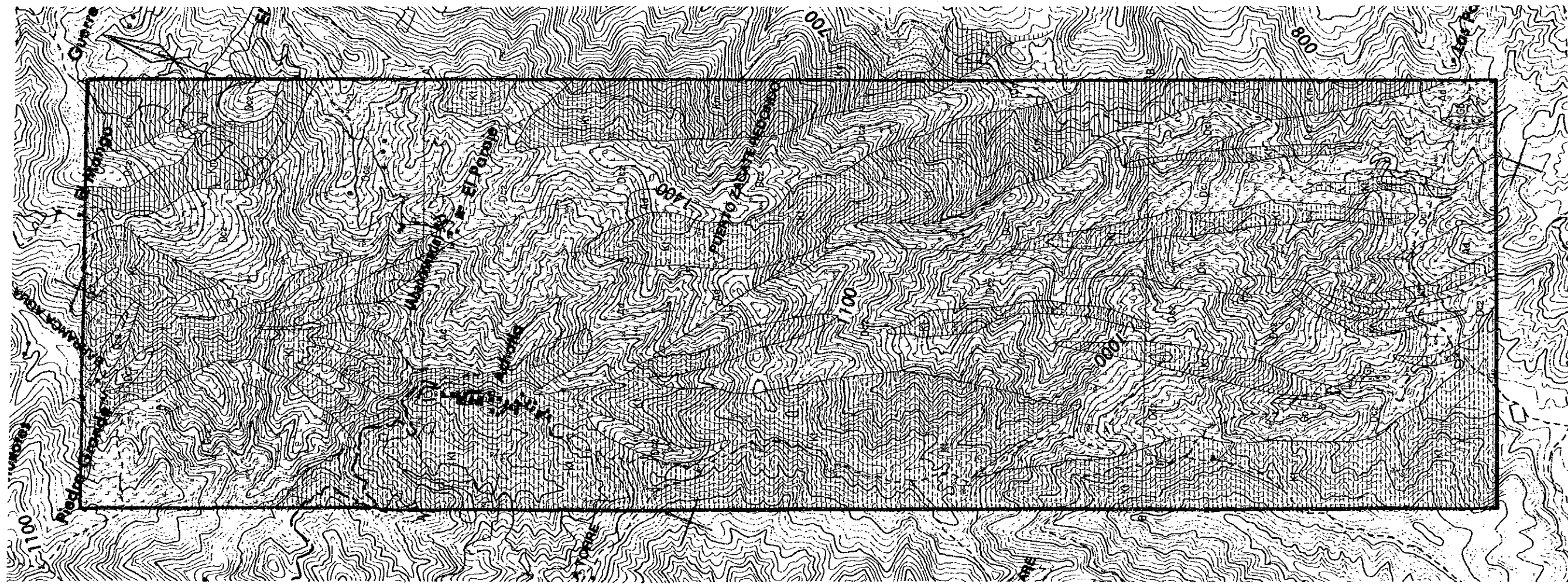
#### ひん岩(Pr)

ひん岩(Pr)は旧スリアナ鉱山近くに、長径500m・短径300mの小規模岩脈として認められる。灰色-淡緑色を呈し、塊状緻密である。変質作用を強く受けているところでは、石英安山岩との区別は難しい。肉眼的には長石類と有色鉱物が斑状に認められる。

顕微鏡下では、完晶質斑状組織を示す。斑晶は長石類と角閃石を主とし石英を伴う。石基は石英・チタン石・鉄鉱物からなる(X-46)。変質作用を受けて石基の大部分は交代され、緑泥石・絹雲母・石英・緑簾石・ゾイサイト・方解石が晶出している。全岩化学分析によると、SiO<sub>2</sub>は46%と低く、塩基性岩石の化学組成を持つ(X-46)。しかし、鉱物組成が中性-酸性岩石の特徴を有するため、変質作用により、石基部分の珪酸成分が溶脱したものと考えられる。

#### 斑れい岩(Gb)

斑れい岩(Gb)は安山岩(Ad)及び石英安山岩(Dc2)を貫いて、地区南部の数箇所で見られるが、幅は50cm-2mであり、貫入規模は小さい。石英安山岩類(Dc1,Dc2)と同様にNNW-SSEの延びの方向を有する。顕微鏡下では、完晶質等粒状の組織を示し、主成分鉱物は長石類・角閃石・輝石からなり、副成分鉱物は石英・チタン石である(X-100)。変質作用を受けて、沸石・緑泥石・絹雲母が晶出している。全岩化学分析によると、SiO<sub>2</sub>は53%であり、そのほかの化学組成も塩基性岩石の特徴を有する(X-100)。



Leyenda

Cretácico

[Horizontal lines]	Kt
[Vertical lines]	Km
[Dotted pattern]	Ks

Alternancia de Limolita y Toba con Lutita, Pedernal, Marga y Carbón  
 Lutita con Limolita, Arenisca, Marga y Carbón  
 Arenisca Arcóscica con Limolita

Intrusivas

[Cross-hatch]	Gb
[Vertical lines]	Pr
[Horizontal lines]	Dec
[Vertical lines]	Ad
[Dotted pattern]	Dc

Gabro  
 Pórfido  
 Dacito Porfirítico  
 Andesito  
 Dacito Vítreo

Símbolos

[Line with 20°/45°]	Rumbo e Inclinación de Estrato
[Line with 20°/45°]	Rumbo e Inclinación de Liniación
[Line with 60°/45°]	Rumbo e Inclinación de Fractura y Diaclasa
[Line with 70°/40°]	Rumbo e Inclinación de Veto
[Dotted pattern]	Zona Mineralizada
[Symbol]	Socavón Inactivo
[Symbol]	Falla

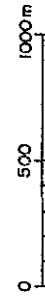
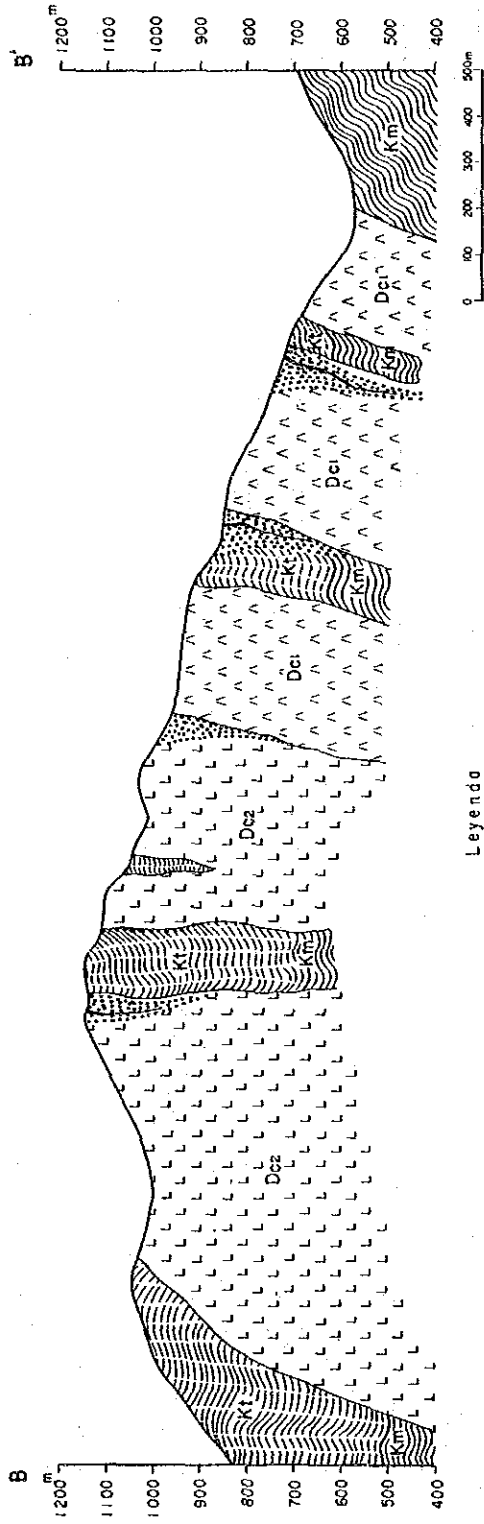
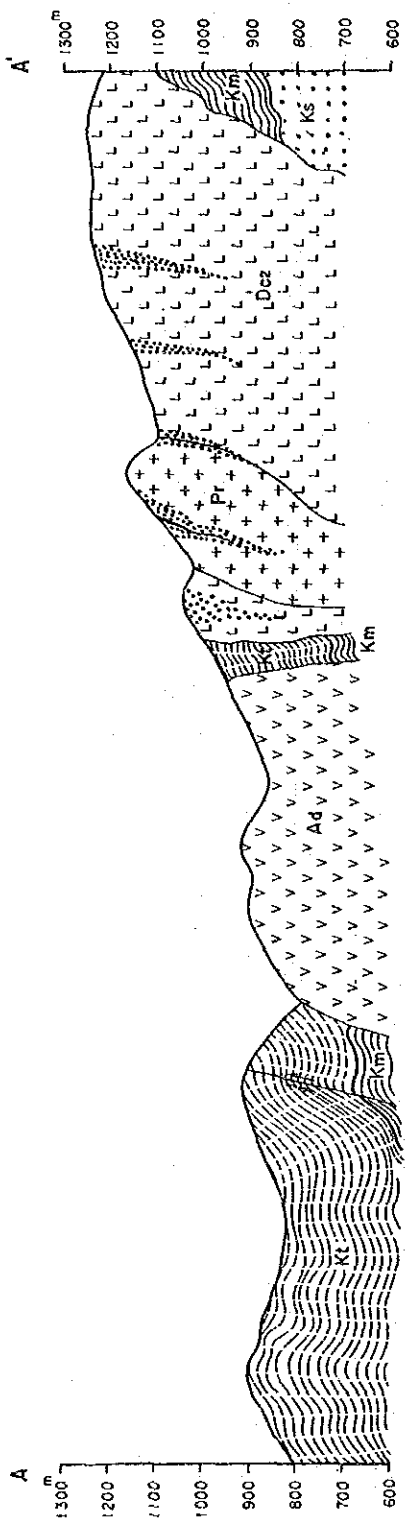


Fig. 11-2-1 Mapa Geológico del Area El Paisán  
 エル Paisán 地区地質図







Leyenda

Cretacico		Intrusivas		Símbolos	
	Alternancia de Limbello y Toba con Lutito, Pedernal, Marga y Carbón		Gabro		Rumbo e Inclinación de Vero
	Lutito con Limbello, Arenisco, Marga y Carbón		Péridoto		Zona Mineralizada
	Arenisco Arcófico con Limbello		Decite Peridotita		Fallo
			Andesito		
			Decite Vitrea		

Fig. 11-2-2 Perfil Geológico del Area El Faisán  
エルファアイサン地区地質断面図

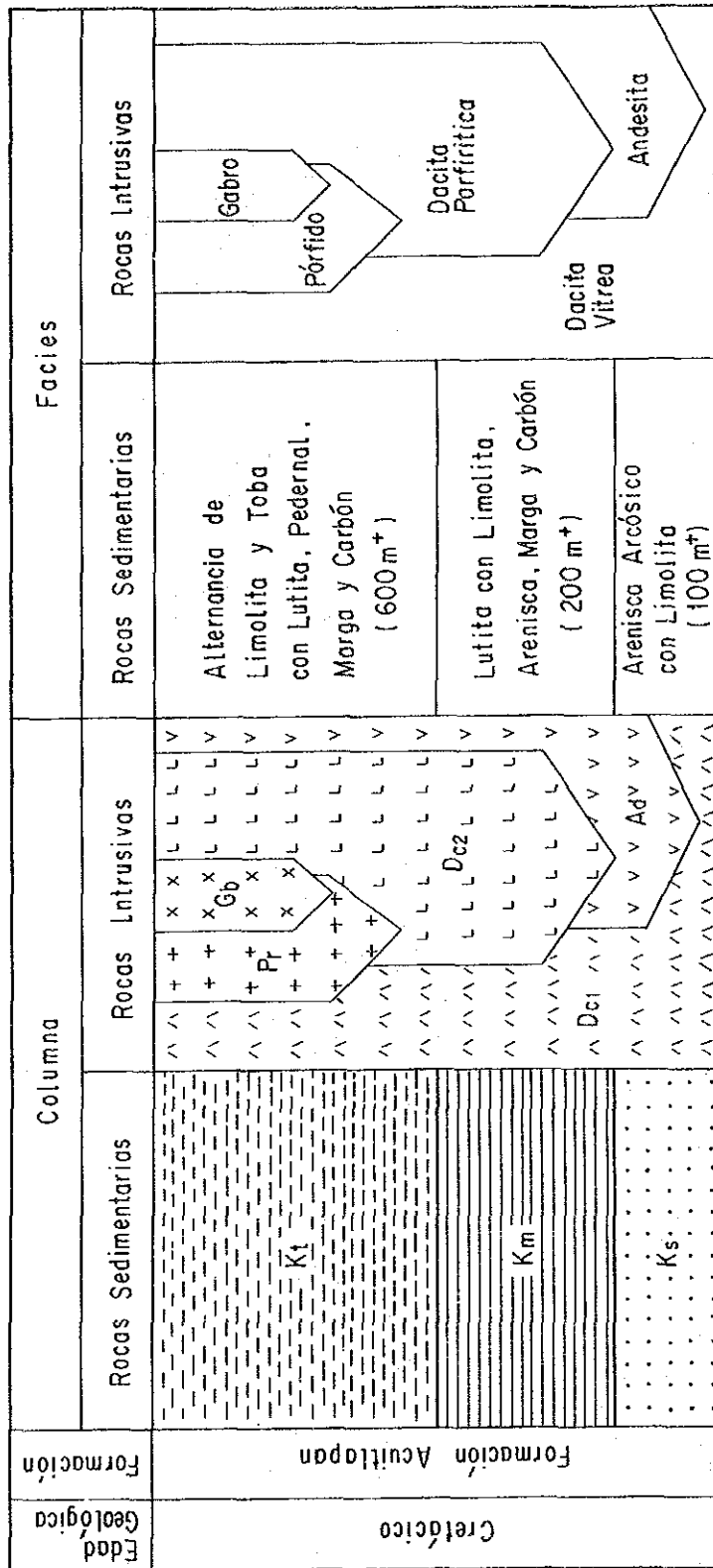


Fig. 11-2-3 Columna Geológica del Area El Faisán  
エルファイサン地区地質模式層序図

Tabla 11-2-1 Resultados de Observación Microscópica de Secciones  
 Delgadas de rocas, Area El Faisán  
 エルファイサン地区岩石検鏡結果一覧表

(1)

No	Roca	Fenocrista o Fragmento												Matriz												Mineral por Alteración												Textura o Nota	
		Qz	Pl	Kf	Fl	Hb	Px	Mf	Fl	Sh	Cl	Qz	Pl	Kf	Fl	Ca	Ap	Sp	Zr	Fe	Gh	Ch	Ep	Zo	Ze	Ca	Pr	Py	Ox										
X- 10	pizarra(Nm)										◎				○	△		•																					
X- 11	arenisca(km)										◎			△				•																					
X- 12	dacita(Dc2)	◎		△														•																	○				
X- 14	dacita(Dc2)	•	◎																																			alterado	
X- 18	dacita(Dc2)	◎																•																				alterado	
X- 19	dacita(Dc2)	△																																				alterado	
X- 20	marga(kt)																																						
X- 24	dacita(Dc2)	△		△														•	•	•																		alterado	
X- 28	dacita(Dc2)	○	◎								◎							•																					alterado
X- 31	andesita(Ad)	◎																																					alterado
X- 40	andesita(Ad)	◎																																					alterado
X- 41	andesita(Ad)	◎																•	•	•																			alterado

(2)

No	Roca	Fenocrystal o Fragmento												Matriz												Mineral por Alteración										Textura o Nota			
		Qz	Pl	Kf	F1	Hb	Px	Mf	Fl	Sh	Cl	Qz	Pl	Kf	F1	Ca	Ap	Sp	Zr	Fe	Gh	Cb	Gt	Qz	Se	Ch	Ep	Zo	Ze	Ca	Pr	Py	Ox						
X- 44	pedernal(kt)																																			Δ	microfossil		
X- 46	pórfido(Pr)	.										Δ								.																	porfiritico		
X- 47	lutita(kt)																																			.	alterado		
X- 49	lutita(kt)																																			Δ			
X- 51	dacita(Dc2)	Δ																																					
X- 52	lutita(kt)																																				.		
X- 53	marga(kt)																																						alveolar
X- 62	dacita(Dc1)	Δ	Δ																																		.	alterado	
X- 63	marga(km)																																						
X- 66	dacita(Dc2)	○																																					felsico
X- 67	dacita(dci)	Δ	Δ	Δ																																			
X- 68	limonita(km)																																						

No	Roca	Fenocristal o Fragmento													Matriz													Mineral por Alteración													Textura o Nota
		Qz	Pl	Kf	F1	Hb	Px	Mf	Fl	Sh	Cl	Cl	Qz	Pl	Kf	F1	Ca	Ap	Sp	Zr	Fe	Gh	Cb	G1	Qz	Se	Ch	Ep	Zo	Ze	Ca	Pr	Py	Ox							
X-69	arenisca(ks)												△	●						*																					
X-74	dacita(Dc2)	●				○						△						*						○		○	⊙						*								
X-75	limonita(Kt)							△				⊙			△								⊙			*												microfossil			
X-81	dacita(Dc2)	*											*	△				*						○	⊙	*	○					*				*	alterado				
X-82	andesita(Ad)	⊙											*											○	*	*	○						△				alterado				
X-92	fillita(Km)												*		⊙								*			*										*					
X-93	dacita(Dc1)	△											△			○								○	△	○	○	○				△		△				alterado			
X-100	gabro(Gb)											*			○			*										△	△	△								alterado			
X-102	dacita(Dc2)	*																						○	○	○	○	○				○		△				alterado			
X-103	limonita(Kt)												*			*							○		*		*										*				

Abreviacion

Qz:cuarzno Pl:plagioclasa Kf:feldspato potasio F1:feldspato Hb:hornblenda Px:piroxeno Mf:minerales maficos Sh:lutita  
 Cl:arcilla Ca:calcita Ap:apatita Zr:zircon Fe:minerales fierros Ch:grafito Cb:carbon Fl:pedernal  
 Ch:clorita Ep:epidoto Zr:zoisita Pr:prhenita Py:pirita Ox:oxido o hidroxido de hierro G1:vidrio Se:sericita

Tabla 11-2-2 Lista de Análisis Químico de Rocas, Area El Faisan  
エルファイサン地区岩石分析結果一覧表

No	Roca	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	BaO	Na2O	K2O	P2O5	LOI	TOTAL
x- 10	pizarra(Km)	64.46	0.45	17.66	2.10	3.05	0.04	0.88	0.26	0.07	0.76	2.95	0.15	6.44	99.27
x- 11	arenisca(Km)	88.89	0.18	5.75	0.39	1.36	0.01	0.11	0.10	0.02	0.58	0.73	0.06	0.98	99.16
x- 14	dacita(Dc2)	60.97	0.49	13.71	0.59	4.21	0.04	4.00	3.86	0.02	1.92	0.36	0.08	8.86	99.11
x- 18	dacita(Dc2)	61.39	0.73	14.94	1.27	4.93	0.24	6.24	1.49	0.24	0.88	2.27	0.07	4.60	99.29
x- 19	dacita(Dc2)	59.72	0.50	18.59	0.57	4.41	0.06	5.34	2.54	0.16	1.08	2.09	0.06	4.21	99.33
x- 20	marga(Kt)	43.37	0.13	3.97	1.34	2.60	0.22	2.72	22.01	0.01	0.05	0.11	0.11	22.52	99.16
x- 24	dacita(Dc2)	57.67	0.55	18.91	1.42	2.39	0.05	0.91	4.33	0.10	2.03	2.79	0.11	7.86	99.12
x- 28	dacita(Dc2)	67.72	0.24	16.69	1.19	1.92	0.10	1.22	3.10	0.07	2.69	2.20	0.14	2.03	99.31
x- 31	andesita(Ad)	83.24	0.57	14.36	1.06	3.67	0.08	4.50	4.01	0.02	2.68	0.45	0.08	4.50	99.22
x- 40	andesita(Ad)	57.58	0.76	17.39	1.70	4.61	0.05	5.95	2.31	0.03	3.49	0.74	0.10	4.37	99.08
x- 41	andesita(Ad)	63.97	0.63	15.22	0.46	3.82	0.05	3.37	4.55	0.02	2.73	0.95	0.08	3.40	99.25
x- 44	pedernal(Kt)	63.97	0.63	15.22	0.46	3.82	0.05	3.37	4.55	0.02	2.73	0.95	0.08	3.40	99.25
x- 46	pórfido(Pr)	88.04	0.10	3.13	4.05	1.24	0.03	0.27	0.07	0.02	0.02	0.57	0.09	1.53	99.16
x- 47	lutita(Kt)	45.55	1.15	16.83	2.23	8.23	0.19	9.23	9.73	0.01	1.51	0.31	0.17	3.95	99.09
x- 49	lutita(Kt)	85.90	0.26	4.85	0.09	2.86	0.03	1.70	0.98	0.02	0.68	0.33	0.05	1.40	99.15
x- 51	dacita(Dc2)	54.16	0.52	17.22	0.89	5.67	0.10	4.41	5.45	0.04	2.39	1.10	0.15	6.89	99.09
x- 52	lutita(Kt)	56.00	0.68	23.99	3.59	0.60	0.01	1.78	0.17	0.13	0.61	6.08	0.05	5.44	99.13
x- 53	marga(Kt)	18.27	0.23	5.09	0.06	2.91	0.27	1.46	38.17	0.02	0.19	0.73	0.18	31.69	99.27
x- 62	dacita(Dc1)	56.64	0.52	10.01	0.60	2.64	0.12	2.11	11.94	0.12	0.44	1.86	0.20	11.92	99.12
x- 63	marga(Km)	34.82	0.22	4.74	0.57	0.55	0.05	0.63	30.83	0.04	0.26	0.80	0.11	25.78	99.40
x- 66	dacita(Dc2)	67.08	0.43	15.35	0.04	4.07	0.08	2.15	1.99	0.05	2.30	1.69	0.10	3.89	99.22
x- 69	arenisca(ks)	82.84	0.21	8.69	1.40	1.25	0.02	0.24	0.11	0.04	1.55	1.07	0.06	1.61	99.09
x- 74	dacita(Dc2)	57.47	0.64	14.81	0.44	5.63	0.11	5.97	7.56	0.02	1.51	0.55	0.09	4.33	99.13
x- 75	limolita(Kt)	69.52	0.49	10.25	1.84	0.86	0.01	1.11	3.83	0.08	0.41	2.13	0.24	8.57	99.34
x- 76	dacita(Dc1)	48.98	0.86	15.53	0.21	7.85	0.16	7.76	6.04	0.08	1.23	0.61	0.17	9.70	99.18
x- 81	dacita(Dc2)	65.43	0.72	14.92	0.03	4.90	0.04	4.41	1.17	0.01	4.22	0.14	0.18	2.92	99.09
x- 82	andesita(Ad)	61.84	0.65	14.98	0.10	5.13	0.08	4.93	5.04	0.01	3.37	0.24	0.10	2.88	99.35
x- 91	dacita(Dc2)	67.04	0.23	14.99	0.01	3.86	0.07	1.95	2.70	0.03	2.19	1.70	0.09	4.38	99.24
x- 93	dacita(Dc1)	62.29	0.37	14.83	1.99	3.23	0.09	2.71	3.77	0.06	1.26	2.26	0.08	6.10	99.04
x-100	gabro(Gb)	53.43	0.63	11.32	2.39	6.02	0.15	9.69	11.51	0.01	1.33	0.36	0.19	2.08	99.11
x-102	dacita(Dc2)	59.60	0.58	12.47	0.49	5.51	0.08	6.46	8.86	0.01	0.25	0.53	0.03	4.58	99.45

## 2-2-2 地質構造

白亜系の堆積岩類は微褶曲を繰り返すとともに、石英安山岩類などに貫入されているため、局所的な激しい乱れが認められる。特に貫入岩類付近では、白亜系の堆積岩が走向方向に細長く、かつ急傾斜で分布しているため、一見貫入岩類と互層状に見えるところもある。しかし、全体的に白亜系は、NNW-SSEの走向方向を有し、西方に緩く傾斜しているため、地区西部に向かうに従って上位の地層が認められる。

貫入岩類は白亜系と同じように、NNW-SSEの延びの方向を示すが、傾斜は西方または東方に急傾斜している。

白亜系に認められる地層のずれのセンスから判断して、貫入岩類は白亜系に形成された正断層に沿って貫入してきたものと推定される。この貫入岩類は地区範囲を越えて延びの方向に連続するとともに、東・西側にも同一の延びの方向で分布している。従って、この貫入岩類の分布する地域は、多くの正断層の発達した大規模な破砕帯域であったと考えられる。

## 2-2-3 鉱化作用

### 本地区内の開発状況

本地区内の鉱化帯は1980年からCRMにより探鉱されており、ピエドラグランデ(El Piedra Grande)、マチェテ(El Machete)、スリアナ(La Suriana)、ボネテ(El Bonete)、エルファイサン(El Faisan)、インフェルノ(El Infierno)に区別されている(図II-2-4)。

スリアナ鉱化帯ではかつて、シンコ エルマノス(Cinco hermanos)鉱山の支山であるスリアナ鉱山が、金を対象として操業されていたが、その稼行実績については不明である。

エルファイサン鉱化帯では42mの坑道、16mの掘上がり、30mの立入が開削されたが、現在は水没して入坑不能である。CRMにより、坑内から採取された6個の鉱石試料の平均品位は、Au 0.1g/t、Ag 8.6g/tである。

インフェルノ鉱化帯では136mの水平坑道と40mの立入が開削されたが、現在は入坑不能である。CRMにより、坑内から採取された7個の鉱石試料の平均品位はAu 3.0g/t、Ag 10.6g/tである。また、1本のボーリング(ボーリング番号:BF-1)が、坑道探鉱箇所の北西500mで実施されている(図II-2-4、5)。ボーリングの方向はN90°E、傾斜は64度、掘削深度は250mである。101.50-102.50m間で着鉱し、今回分析した試料(X-96)では、その品位はAu 1.1g/t、Ag 59.8g/t、Cu 0.35%、Pb 0.29%、Zn 2.58%である(表II-2-4)。

そのほかピエドラグランデ、及びマチェテ鉱化帯でも10m程の坑道探鉱が実施されたが、良好な結果は得られていない。



## 鉍化作用

鉍化帯は石英安山岩類(Dc1, Dc2)などの貫入岩類のなか、及び白亜系との境界部付近に多数認められ、それらから離れるに従って減少する傾向を有している(図II-2-4)。つまり調査地区の中央部では鉍化作用が強く、周辺では微弱である。特にスリアナ、エルファイサン、及びインフェルノの各鉍化帯はその規模が大きく、走向方向に膨縮を繰り返しながら幅約200m、長さ1.5km以上にわたって連続するとともに、平行にも多数認められる。これらの鉍化帯は、脈状・網状・鉍染状・角礫状のものが組合わさった形態を有し、後述する変質帯のなかに認められる。脈の走向方向は、おおよそNNW-SSEを示し、傾斜は西または東に70から90度と急傾斜である。脈幅は大部分で20cm前後であるが、エルファイサン鉍化帯で最大10mを越えるものも認められる。

鉍脈により充填された割れ目の多くは、破砕帯や断層粘土帯を伴わず、また変位量も少ない。従って多くの鉍脈は張力裂力に胚胎したものと考えられる。

鉍化作用の特徴は各鉍化帯とも同一であり、鉍化期は鉍石の産状及び鉍物の組合わせから、前期と後期に区分される。前期の鉍脈は後期の鉍脈に切られ、また両者の鉍石の性質も異なる。地表付近では前期に比して後期の鉍化作用が卓越し、このため鉄酸化物・鉄水酸化物による赤い焼けの露頭が特徴的に連続して認められる。

肉眼的に、前期の鉍石は石英を主とし黄鉄鉍を伴ったり、黄鉄鉍を主とし粘土鉍物・石英をともなうことを特徴としている。後期の鉍石は褐鉄鉍・赤鉄鉍からなり、石英はほとんど認められない。この褐鉄鉍・赤鉄鉍の大部分は、天水などにより二次的に生成したのではなく、初生的に晶出したものである。なお、肉眼では黄銅鉍・閃亜鉛鉍・方鉛鉍は認められなかった。

## 鉍石・鉍物

鉍石の採取位置を別添図II-2-1に、鉍石の顕微鏡観察結果を表II-2-3に、また鉍石の化学分析結果を表II-2-4に示す。

鏡下による観察では、鉍化期前期の鉍石(X-2, 43, 73, 89, 96A, 96B)は、初生の鉍石鉍物として黄鉄鉍を普遍的に伴い、一部で閃亜鉛鉍・方鉛鉍・黄銅鉍が認められる。脈石鉍物は石英・方解石などからなる。二次鉍物としては硫化鉍物を交代して、褐鉄鉍が少量生成している。

鉍化期後期の鉍石(上記番号以外のもの)では、初生の鉍石鉍物は褐鉄鉍を主とし、黄鉄鉍を伴い、一部で黄銅鉍(X-8A, 8B)・閃亜鉛鉍(X-1)・赤鉄鉍(X-98)・白鉄鉍(X-1, 26)・エレクトラム(X-78, X-85A)が認められる。褐鉄鉍の一部(X-90)は針鉄鉍、鱗織石と同定できたが、そのほかの鉍石では細粒かつ他形であるため、同定はできなかった。しかし、X線分析を行った鉍石(X-8, 32, 90, 99)では、褐鉄鉍に含まれる鉍物として、針鉄鉍・赤鉄鉍が同定された。一方、脈石鉍物はほとんど認められない。鉍石組織は、褐鉄鉍による墨流し状組織やコロフォーム

組織が観察される。また、褐鉄鉱には黄鉄鉱・白鉄鉱を交代して、二次鉱物として晶出したものもあるが、量的には少ない。

鉱石分析によると前期の鉱石(X-2A,3,89,96)は、最高でAu 1.1g/t、Ag 60g/t、Cu 0.05%、Pb 0.02%、Zn 2.68%を示す。一方、後期の鉱石(上記番号以外のもの)は、最高でAu 1.9g/t、Ag 286g/t、Cu 0.96%、Pb 0.62%、Zn 2.10%を示す。

以上のことから、稼行対象として期待される金属元素は、Cu・Pb・ZnではなくAu・Agであると判断される。

#### 2-2-4 変質作用

##### 変質状態

地表変質帯は鉱化帯を取り巻くように分布し、また石英安山岩類(Dc1,Dc2)などの貫入岩類の中又は周辺で多く認められる(図II-2-4)。変質帯は白色、灰色、又は赤褐色を呈している。変質の程度は鉱化帯付近で強く、それから離れるに従って、微弱になる傾向を有する。

変質帯の大きなものはスリアナ(La Suriana)、エルファイサン(El Faisan)及びインフェルノ(El Infierno)の各鉱化帯付近に分布し、幅500m・長さ2km以上にわたって認められる。

変質作用の種類は粘土化作用、珪化作用、及び赤鉄鉱・褐鉄鉱化作用である。強変質帯では特に白色粘土鉱物、及び赤鉄鉱・褐鉄鉱により交代され、原岩の識別も困難であるが、弱変質帯に向かうに従ってこれら変質作用が弱くなり、原岩も食い残されている。

CRMにより実施された、ボーリングBF-1(図II-2-5)を観察した結果、深度20mまでは赤鉄鉱・褐鉄鉱化作用及び粘土化作用が、また20m以深では珪化作用及び黄鉄鉱化作用が優勢である。

##### X線分析

変質鉱物を同定するために、X線分析を行った。測定条件は次のとおりである。

使用機器 : 理学電気(株)製ガイガーフレックス2078型  
対陰極 : Cu  
フィルター : Ni  
電圧 : 30kV  
電流 : 15mA  
フルスケール : 2000CPS  
時定数 : 1sec.  
スリット系 : 1°-0.3mm-1°  
走査速度 : 2°/mm  
チャート速度 : 20mm/min.

走査範囲 :  $2\theta = 2 - 40^\circ$

検出された鉱物は、石英指数(林、1979)を用いて相対的量比で表した。石英指数とは試料中の個々の鉱物の最強X線強度  $I_m$  を、同じ実験条件下で測定した純粋石英の最強X線強度  $I_q$  の百分率で表したものである。

$$\text{石英指数}(Q.I) = \frac{I_m}{I_q} \times 100$$

石英については、第1ピークがスケールアウトした場合、第2ピークから第1ピークを推定した。

X線解析結果を表II-2-5に示す。検出された鉱物は下記の通りである。

珪酸鉱物 : 石英

長石類 : 曹長石、カリ長石

粘土鉱物 : モンモリロナイト、絹雲母、緑泥石、カオリナイト

炭酸塩鉱物 : 方解石、苦灰石、菱鉄鉱

硫化鉱物 : 黄鉄鉱

解析に用いた試料は、中一強変質した岩石である。従って、同定された鉱物のほとんどが変質作用によって生成したものである。しかし、石英には初生的に含まれるものと、変質作用によって生成されるものがあり、石英安山岩ではとくに両者の区別が困難である。

X線解析の結果、変質作用(鉱化作用)の中心では、石英・カオリナイトが生成している。また、中心から離れるに従って、これら鉱物に代わって緑泥石・絹雲母・曹長石・カリ長石が出現し、周辺ではモンモリロナイト・炭酸塩鉱物が認められる。

なお、炭酸塩鉱物は変質作用の末期にも、上述した変質帯を切って細脈状に認められる。

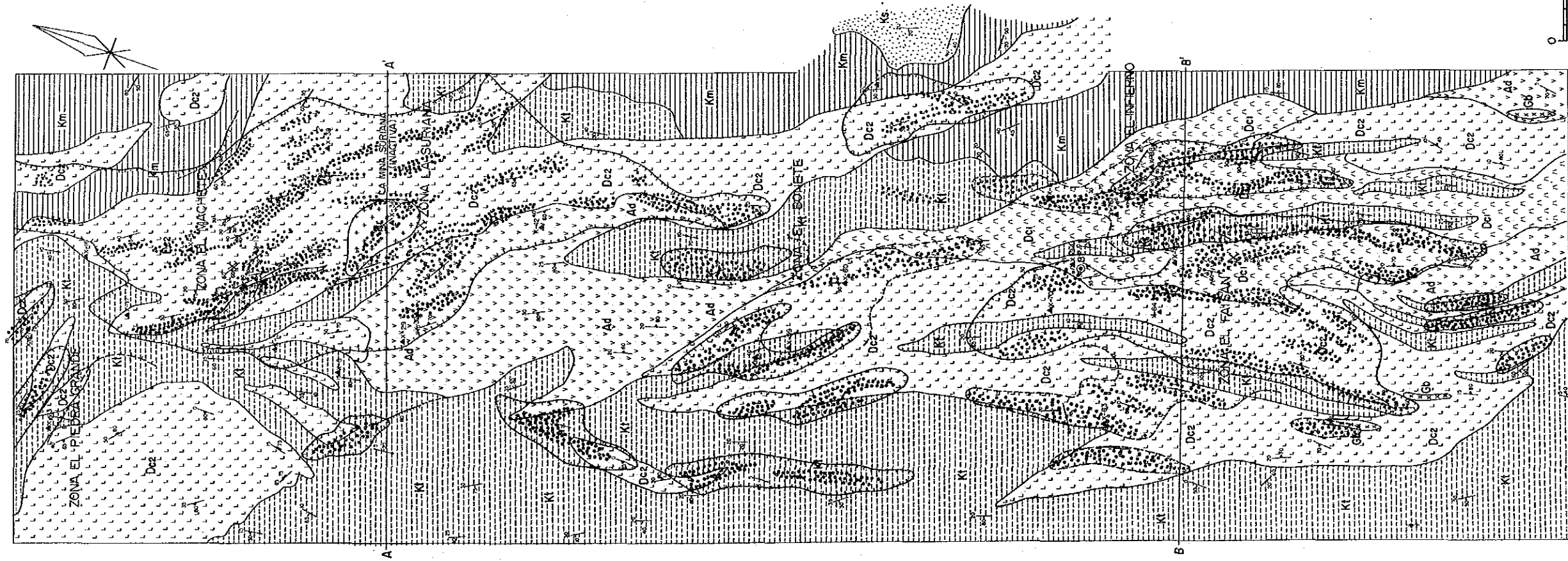
#### 変質分帯

Utada(1980)を参考にして、比較的多くの試料に出現する変質鉱物を用い、変質帯を酸性変質帯(Acidic Zone)と中性変質帯(Intermediate Zone)に分帯(図II-2-4)した。

酸性変質帯はカオリナイトと石英を主体とし、絹雲母、モンモリロナイト、黄鉄鉱、炭酸塩鉱物の数種を伴う。中性変質帯は絹雲母、緑泥石、モンモリロナイト、石英の数種を主体とし、カオリナイトを欠く。一部で曹長石、カリ長石または炭酸塩鉱物を伴う。

酸性変質帯はスリアナ、マチェテ、エルファイサン、インフェルノなどの各鉱化帯の中心部に分布し、一方、中性変質帯はこれら鉱化帯の周辺部に分布している。特に、スリアナ鉱化帯付近では酸性変質帯が大規模に発達している。

このように、変質帯は鉱化帯に密接に関係して分布しているために、これら鉱



**Legenda**

- Cretacico**
- Alteración de Limolita y Toba con Lutita, Pedernal, Marga y Carbón
  - Lutita con Limolita, Arenisco, Marga y Carbón
  - Arenisca Arcósico con Limolita

- Intrusivos**
- Gabro
  - Párfido
  - Dacita Porfiritica
  - Andesita
  - Dacita Vítreo

**Símbolos**

- Rumbo e Inclinación de Estrato
- Rumbo e Inclinación de Limitación
- Rumbo e Inclinación de Fractura y Diaclasa
- Rumbo e Inclinación de Veta
- Zona Mineralizada
- Socavón Inactivo
- Falla
- Veta
- Zona Mineralizada
- Zona Alterada (Alteración Ácida)
- Zona Alterada (Alteración Intermedia)
- Prospecto
- Socavón
- Muestra por Análisis de Rayos-X
- BF-1 Barreno por CRM
- Rumbo : 90°
- Inclinación : 64°
- Profundidad : 250m

Fig. 11-2-4 Zonas de Mineralización y Alteración, Area El Faisán  
エルファイスン地区鉱微地・変質帯分布図



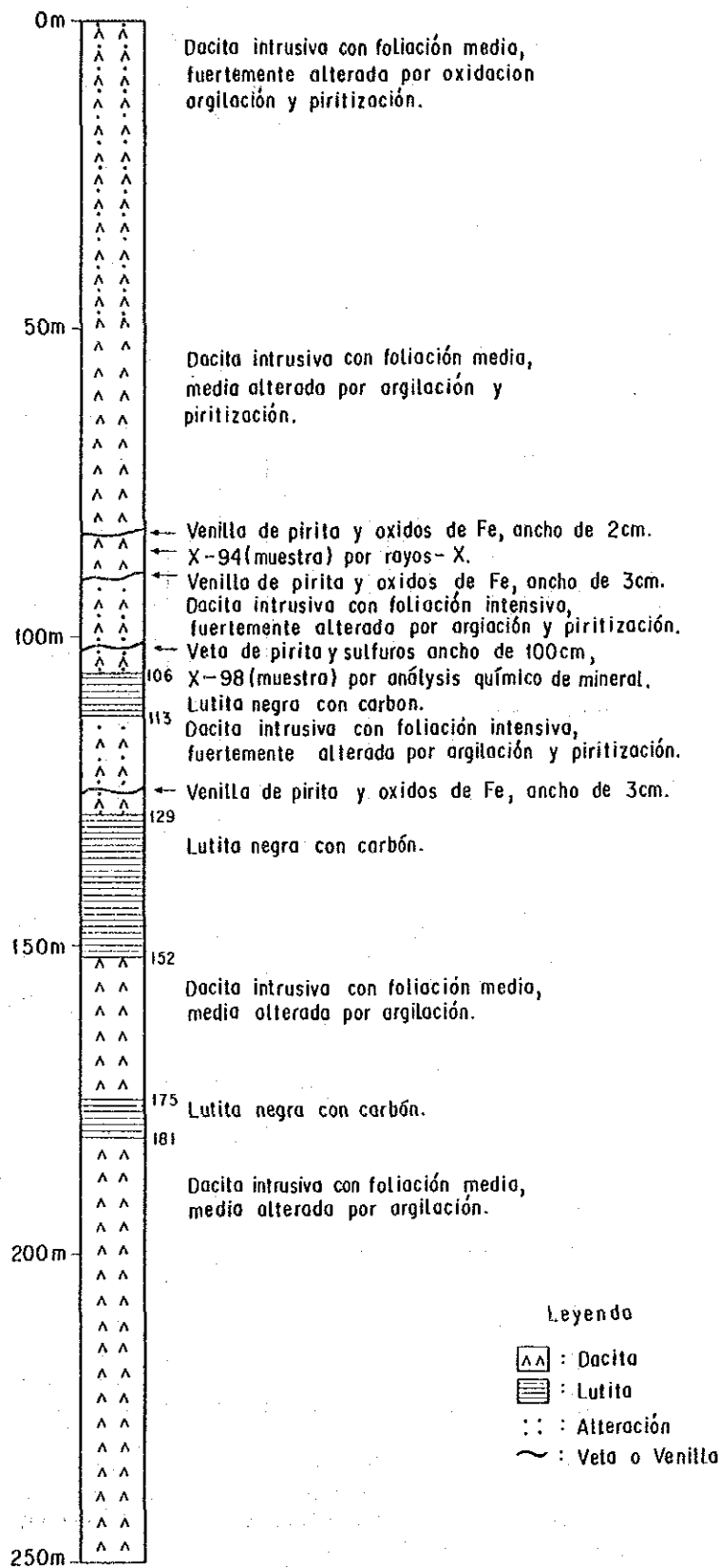


Fig. II-2-5. Columna geológica del Sondeo BF-1, Area El Faisán  
 エルファイサン地区BF-1ボーリング柱状図

Tabla 11-2-3 Resultados de Observación Microscópica de Secciones Pulidas de Minerales, Area El Faisán  
 エルファイサン地区鉱石検鏡結果一覧表

NO	período	Mineral										Ganga		Nota	
		Py	Mc	Li	He	Cp	Gl	Sp	Ap	El	Qz	Ca			
X- 1	segundo	•	•	◎				•							limonita bandeada
X- 2	primero	•										◎	△		
X- 8A	segundo	•		◎		•									limonita bandeada
X- 8B	segundo	•		◎		•									limonita concentrica
X-13A	segundo	△		◎											limonita bandeada
X-13B	segundo	△		◎											limonita bandeada
X-26	segundo	•	•	△											
X-32	segundo	•		◎											
x-35	segundo	•		◎											
X-43	primero	•										◎	•		
X-73	primero											◎	•		
x-77	segundo	△		◎											limonita bandeada
X-78	segundo			○							•				limonita bandeada
x-85A	segundo	•		△								•			limonita colomorfa
X-85B	segundo	•		△											limonita colomorfa
X-89	primero	○		•											
X-90	segundo	△		◎											goethita, Lepidocrocita
X-96A	primero	◎				•	•	○	•						
X-96B	primero	◎				•	•	○	•						
X-98	primero	◎			△	•		△				◎			
X-99	segundo	•		◎											limonita colomorfa

Leyenda

◎:abundante

Py:pirita

Cp:calcopirita

El:electrum

○:común

Mc:marcasita

Gl:galena

Qz:cuarzo

△:escaso

Li:limonita

Sp:esfalerita

Ca:calcita

•:raro

He:hematita

Ap:arsenopirita

Tabla 11-2-4 Lista de Análisis Químico de Minerales, Area El Faisan

エルファイサン地区鉱石分析結果一覧表

No	Mineral	Período	Tipo	Ancho de Veta	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
X- 1	Limonita	segundo	Veta-Venilla	200cm	< 0.1	6.0	0.11	0.05	0.30
X- 2A	Pirita	primero	Veta	30cm	< 0.1	4.8	<0.01	0.02	0.02
X- 2B	Limonita	segundo	Veta	10cm	< 0.1	1.4	0.01	0.01	0.02
X- 3	Pirita	primero	Venilla	40cm	< 0.1	1.3	0.05	0.01	0.02
X- 7	Limonita	segundo	Veta-Venilla	30cm	0.1	0.9	0.17	0.01	0.11
X- 8	Limonita	segundo	Veta	70cm	0.3	8.8	0.33	0.01	0.11
X-13	Limonita	segundo	Veta-Venilla	30cm	< 0.1	3.1	0.02	0.18	0.04
X-26	Limonita	segundo	Veta-Venilla	20cm	< 0.1	23.7	0.02	0.41	0.05
X-32	Limonita	segundo	Veta	20cm	< 0.1	14.0	0.11	0.12	0.52
X-35	Limonita	segundo	Veta	40cm	1.9	285.9	0.03	0.62	0.10
X-45	Limonita	segundo	Veta	40cm	< 0.1	8.2	0.48	0.02	2.10
X-56	Limonita	segundo	Veta-Venilla	20cm	0.1	13.0	0.05	0.02	0.08
X-57	Limonita	segundo	Veta-Venilla	20cm	< 0.1	3.7	0.02	0.06	0.01
X-77	Limonita	segundo	Venilla	20cm	0.1	2.2	0.02	0.01	0.03
X-78	Limonita	segundo	Veta	40cm	< 0.1	3.7	0.20	0.01	0.08
X-80	Limonita	ssegundo	Brecha	400cm	< 0.1	2.5	0.25	0.01	0.37
X-85	Limonita	segundo	Diseminación	500cm	0.1	1.1	0.05	<0.01	0.02
X-89	pirita	primero	Diseminación	100cm	< 0.1	8.9	0.06	0.01	0.02
X-90	Limonita	segundo	Veta	30cm	0.2	17.5	0.19	0.07	0.13
X-96	Cuarzo-Pirita	primero	Veta	40cm	1.1	59.8	0.35	0.29	2.58
X-98	Limonita	sgundo	Veta	20cm	0.1	22.3	0.31	0.01	0.06
X-99	Limonita	segundo	Veta	20cm	< 0.1	1.0	0.96	0.01	0.14



Tabla 11-2-5 Resultados de Análisis por Rayos-X, Area El Faisán  
 エルファイサン地区 x 線解析結果一覧表

(1)

No	Roca	Mineral por Alteración										
		Q	Ab	Kf	M	S	Ch	K	Ca	Do	Sd	Py
X- 1	dacita	27.4				5.8		7.1				
X- 2	dacita	70.8				1.5		1.5				
X- 3	dacita	38.1				5.8		10.8			8.3	
X- 5	dacita	34.5				5.8		9.6				
X- 6	dacita	33.3				3.8	5.8					
X- 9	dacita	27.4				4.2		4.2				
X- 13	dacita	32.1				2.9		3.3				
X- 15	dacita	39.3				7.5		4.0				
X- 16	dacita	21.4	23.3				6.7					
X- 17	dacita	29.8						12.9				
X- 23	dacita	28.6		10.4		2.1						
X- 27	limorita	14.3						9.2	14.3			
X- 29	andesita	42.9	3.8		6.7	2.9		3.3				
X- 30	andesita	45.2						12.1				
X- 32	andesita	35.7		4.0		3.3		5.4				
X- 36	dacita	35.7						1.7				
X- 38	dacita	36.9				3.3		5.4				
X- 39	dacita	21.4				11.7						

(2)

No	Roca	Mineral por Alteración										
		Q	Ab	Kf	M	S	Ch	K	Ca	Do	Sd	Py
X- 42	andesita	41.7						9.2				
X- 50	dacita	55.9				2.7		7.1				
X- 59	dacita	35.8	10.8		7.1	2.9						
X- 60	dacita	35.8	18.3		5.8		2.9					
X- 61	dacita	38.1				5.2	4.2					
X- 70	dacita	7.1						2.1	22.9	16.9		
X- 71	marga	52.4		2.9		1.7		8.8	4.2			
X- 76	dacita	21.4	7.9			2.9	23.3					
X- 79	dacita	52.4				5.8						
X- 83	dacita	27.4	10.4		2.9	4.2						
X- 84	dacita	47.6				11.3		7.5				
X- 85	dacita	45.2				5.0		10.4				
X- 88	dacita	51.2						13.3				
X- 94	dacita	32.1				4.6		13.8		2.5	12.5	3.3
X-102	dacita	28.6				8.8		2.9				

## Leyenda

Q :Cuarzo

M :Monmorillonita

K :Caolinita

Sd:Siderita

Ab:Albita

S :Sericitita

Ca:Calcita

Py:Pirita

Kf:Feldspato Potasico

Ch:Clorita

Do:Dolomita

27.4:Cuarzo Indice

化帯及び変質帯は一連の熱水活動によって形成されたものと考えられる。さらにこの熱水活動は酸性変質帯で示されるように、酸性環境下で行われたものと判断される。

## 2-3 地化学探査

### 2-3-1 試料の採取及び分析方法

地化学探査は土壌試料を用いて行った。土壌試料は鉱化帯周辺では密に、その他の所では粗に採取した(別添図II-2-1)。土壌は原則としてB層としたが、地形が急峻でB層の発達していない所では、最も粘土粒子に富む部分を選んだ。採取試料は風乾したのち80メッシュのふるいにかけて、通過土壌を分析試料とした。

分析した試料数は1210個である。分析元素はCu, Pb, Zn, Au, Ag, Hgの6元素であり、検出限界はそれぞれ0.1 ppm, 0.1 ppm, 0.1 ppm, 1 ppb, 0.1 ppm, 1 ppbである。分析方法はCu, Pb, Znが原子吸光法、Hgが還元気化法及び原子吸光法、Au, Agが蛍光法及びゼーマン原子吸光法である。なお、分析は鶴飯島分析センターで行った。

### 2-3-2 解析方法

鉱化作用及び変質作用に関連した異常帯を抽出するために、各元素の分析値から平均値・標準偏差などの基本統計量(表II-2-7)、相関係数(表II-2-8)を求め、頻度分布図・累積度数分布図(図II-2-6)、散布図(図II-2-7)を作成した。また分析元素間の挙動を明らかにするため主成分分析(表II-2-9)を行った。なおAu、Agには検出限界値以下の値を示すものがあるが、それぞれ検出限界値の1/2を与えて数値処理を行った。

### 2-3-3 解析結果

土壌分析結果一覧表を表II-2-6に、分析値の基本統計量を表II-2-7に示す。Rose, A.W.(1979)によると、土壌中のCu, Pb, Zn, Au, Ag, Hgの平均含有量は、算術平均でそれぞれ15 ppm, 17 ppm, 36 ppm, 2 ppb, 0.1 ppm, 56 ppbである。本地区では幾何平均値でも、それぞれ60 ppm, 44 ppm, 115 ppm, 4 ppb, 0.5 ppm, 221 ppbの値を示し、一般的な含有量よりも2から4倍高い。

有意検定は、分析値を常用対数変換し、元素間の相関係数を求めて行った。これらの結果を表II-2-8に、また散布図を図II-2-7に示す。6元素すべてについて、それぞれ危険率1%で正の相関が認められる。特にCu、Pb、Zn間相互の相関が強く、またAu、Ag、HgはそれぞれPbと相関が強いという結果を得た。

分析値の頻度分布図、及び正規確率紙上の相対累積度数分布図を図II-2-6に

表した。頻度分布図の区間幅は標準偏差値の $1/2$ とした。また、それぞれの相対累積曲線に対してはKolmogorov-Smirnov検定(Govett, G. J. S, 1983)を行うために、危険率5%の信頼曲線も併記した。各元素とも一部区間で、危険率5%の信頼曲線の間から外れる。したがって、各元素とも単一の対数正規母集団からなるのではないことが判る。また頻度分布図の形及び相対累積曲線の傾きから、各元素とも明瞭な正のヒズミ(positive skewness)を示し、分析値の大きな方へ偏奇している。

#### 2-3-4 異常値の抽出と評価

鉍化作用または変質作用により、母岩に元素が添加したり、または母岩から元素が溶脱され、本来の岩石が示す元素の含有量(バックグラウンド)から離れた高い値または低い値、つまり異常値(アノマリー)をとることがある。

本地区の各元素の平均値は、一般土壌の平均含有量より高い値を示し、各元素の分析値は頻度分布図・累積度数分布図では、値の大きな方へ偏奇している。このことから、鉍化作用または変質作用により母岩に各元素が添加されたものと判断される。

また、累積度数曲線の屈曲点(breaking point)は平均値と標準偏差 $\sigma$ の間に認められる。この屈曲点はLepeltier(1969)によると、バックグラウンドと異常値の境界を示す「しきい値」であると考えられている。しかし各元素とも標準偏差 $\sigma$ 以下ではバックグラウンドの値も含んでいるため、本地区では、 $\sigma$ から $2\sigma$ までを準異常値に、また $2\sigma$ 以上を異常値に区分し(表II-2-10)、土壌分析値の分帯図を作成した。

各元素の異常値・準異常値の分布状態は以下のとおりである。

#### Cu (図II-2-8、別添図II-2-5)

異常値はマチェテ、スリアナ、インフェルノ、エルファイサンの、各鉍化帯付近にまとまって分布している。これら異常値の分布域(異常帯)はそれぞれ約 $300\text{m} \times 500\text{m}$ である。

準異常値の分布域(準異常帯)は上記異常帯の周辺、及びボネテ鉍化帯付近に分布している。そのほかスリアナ鉍化帯の西方、及びボネテ鉍化帯の西方にも準異常帯が認められるが、その規模は小さい。

#### Zn (図II-2-8、別添図II-2-5)

異常帯はCuと同様に、マチェテ、スリアナ、インフェルノ、エルファイサンの、各鉍化帯付近に認められる。しかし、異常帯の広がりにはCuに較べて小さく、またスリアナ鉍化帯以外は、Cuの異常帯とはややずれて分布する。つまり、マチェテ鉍化帯ではCu異常帯の南西に、ボネテ鉍化帯では北に、インフェルノ鉍化帯では西に、エルファイサン鉍化帯では南西に、Pbの異常帯が位置している。これら異常帯のうち、スリアナ鉍化帯とエルファイサン鉍化帯のものが比較的ま

とまっております、200m×400mの大きさを有する。

準異常帯はボネテ鉱化帯付近、及び本地区の北側境界部付近に認められる。

#### Pb (図II-2-9、別添図II-2-6)

異常帯はマチェテ・スリアナ鉱化帯付近、及び本地区の北側境界部付近にまとまって分布するが、エルファイサン及びインフェルノ鉱化帯ではその規模は小さい。また異常帯の分布がCu、Znと異なるところがある。それはスリアナ鉱化帯の西方に位置し、準異常帯も含めると、マチェテ・スリアナ鉱化帯に連続し、1.5km×1.5kmの大規模な異常帯を形成する。

準異常帯はボネテ鉱化帯付近で認められるが、まとまりが悪い。

#### Ag (図II-2-9、別添図II-2-6)

異常帯はマチェテ、スリアナ、及びインフェルノの各鉱化帯付近にまとまって分布する。マチェテ及びスリアナの異常帯は、Pbの異常帯と同じ位置に分布し、インフェルノの異常帯はCuの異常帯と同じ位置に分布している。そのほか、スリアナ鉱化帯の西方にもPbと同様な位置に異常帯が認められる。

異常帯の大きさは、スリアナ鉱化帯で200m×400mほどである。しかし、そのほかの異常帯の大きさは、上記Cu、Pb、Znの3元素の異常帯と較べると狭い。

準異常帯はエルファイサン及びボネテ鉱化帯付近で認められるが、ボネテ鉱化帯付近のものはまとまりが悪い。

#### Au (図II-2-10、別添図II-2-7)

異常帯はマチェテ、スリアナ各鉱化帯付近、及びスリアナ鉱化帯の西方に分布する。これら異常帯はPb及びAgの異常帯とほぼ同じ位置に分布している。異常帯で比較的まとまっているのは、マチェテ鉱化帯付近のものであるが、200m×200mとその規模は小さい。また調査地区の南部のインフェルノ、エルファイサン鉱化帯付近には、上記Cu、Pb、Zn、Agの4元素と異なり準異常帯しか認められていない。準異常帯はそのほかボネテ鉱化帯付近及びボネテ鉱化帯の西方にも認められるが、まとまりが悪い。

#### Hg (図II-2-10、別添図II-2-7)

異常帯はマチェテ、スリアナ各鉱化帯付近に認められる。マチェテの異常帯はPb、Auの異常帯と同じ位置に分布し、スリアナの異常帯は上記5元素の異常帯とほぼ同じ位置に分布する。そのほかスリアナの西方、及びマチェテの西方にも異常帯が認められる。スリアナ西方の異常帯は一部Pb、Au、Agの異常帯と重なるが、単独で異常帯を形成しているところもある。マチェテ西方の異常帯も他の元素と重ならない単独の異常帯を形成している。これら異常帯は500m×200mと比較的大きな規模を有する。

調査地区の南部のインフェルノ、エルファイサン鉱化帯付近には、Auと同様に準異常帯しか認められず、またその規模も小さい。準異常帯はボネテ鉱化帯の

北方にも認められるが、まとまりが悪い。

### 主成分分析

前項では、各元素毎に異常帯を抽出し、分布状態を解析した。しかし、この方法では鉱化作用及び変質作用により、元素がどのように関わりあって異常帯を形成しているか、判然としない場合が多い。したがって、これら元素間の関係、連動性を把握するため主成分分析を行った。

主成分分析結果を表Ⅱ-2-9に示す。寄与率は元素間の全変動に対する各主成分が説明できる元素間の変動の割合をいう。また因子負荷量は各主成分から得られた主成分得点と元素の相関をあらわしている。

第1主成分(Z1)では、各元素とも第1主成分得点に対して正の相関を有する。因子負荷量(第1主成分得点と元素の相関)はCu・Pb・Znで高く、Auでやや低い。つまり全元素が同じような挙動を示す場合が多く、特にCu・Pb・Znの連動性の高いことを示している。この第1主成分は元素間の全変動の44%(寄与率)を説明している。

第2主成分(Z2)は、第2主成分得点に対してAu・Hgは正の相関を示し、Cu・Znとは負の相関を示している。特にAuの因子負荷量が一番高い。またAg・Pbは第2主成分の変動とあまり関連性がない。つまり、Cu・Znの低い分析値のところ、逆にAu・Hgに高いことがあることを示している。この第2主成分は元素間の全変動の17%を説明している。

第3主成分(Z3)及び第4主成分(Z4)の寄与率はともに12%と低く上記成分とは無関係なわずかな変動を表している。

前項において、鉱化作用及び変質作用によってCu・Pb・Zn・Au・Ag・Hgの各元素が母岩中に添加され、正の異常帯を形成することが明らかになっている。したがって第1主成分では、その得点に対して全元素が正の相関を示すため、得点が高いほど鉱化作用及び変質作用により、全元素が強く添加されていることを示している。また第2主成分では得点が高いほどAu・Hgが強く添加され、逆にCu・Znはあまり含まれていないことを示している。第3・4主成分は寄与率が低いため、鉱化作用または変質作用による上記以外の微弱な変動、基盤岩の後背値の差、またはそのたの不確定要因によると考えられる。

各元素の変動を総合的に評価する、第1主成分及び第2主成分を分帯して、図Ⅱ-2-11及び別添図Ⅱ-2-8に示す。この分帯は、表Ⅱ-2-10に示すように、両主成分得点の $\sigma$ (標準偏差)及び $2\sigma$ を基準にして行った。両成分とも得点が高くなると、鉱化作用及び変質作用の示徴を強く示すと考えられるため、 $\sigma$ から $2\sigma$ までを準異常値、 $2\sigma$ 以上を異常値とした。

Cu・Pb・Zn・Au・Ag・Hg全元素の添加を示す第1主成分では、異常帯はマテテ、スリアナ、インフェルノ、及びエルファイサンの各鉱化帯付近に分布する。特にスリアナ鉱化帯付近のものが比較的まとまっており、300m×80

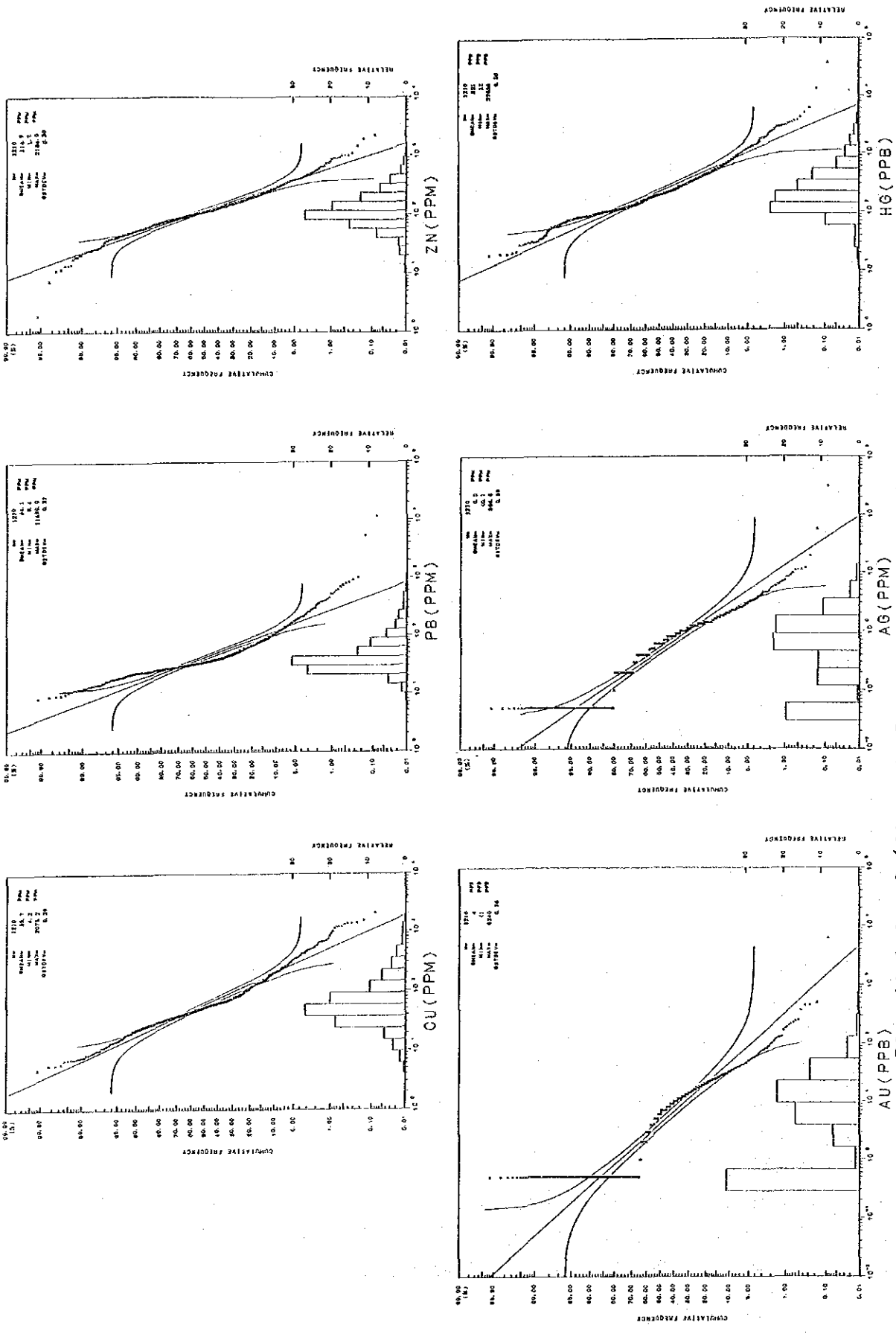


Fig. 11-2-6 Gráficas de Frecuencias Relativas y Acumulativas por Elementos de Suelos, Area El Faisán  
エルファイサン地区土壌分析値の頻度分布・累積度数分布図

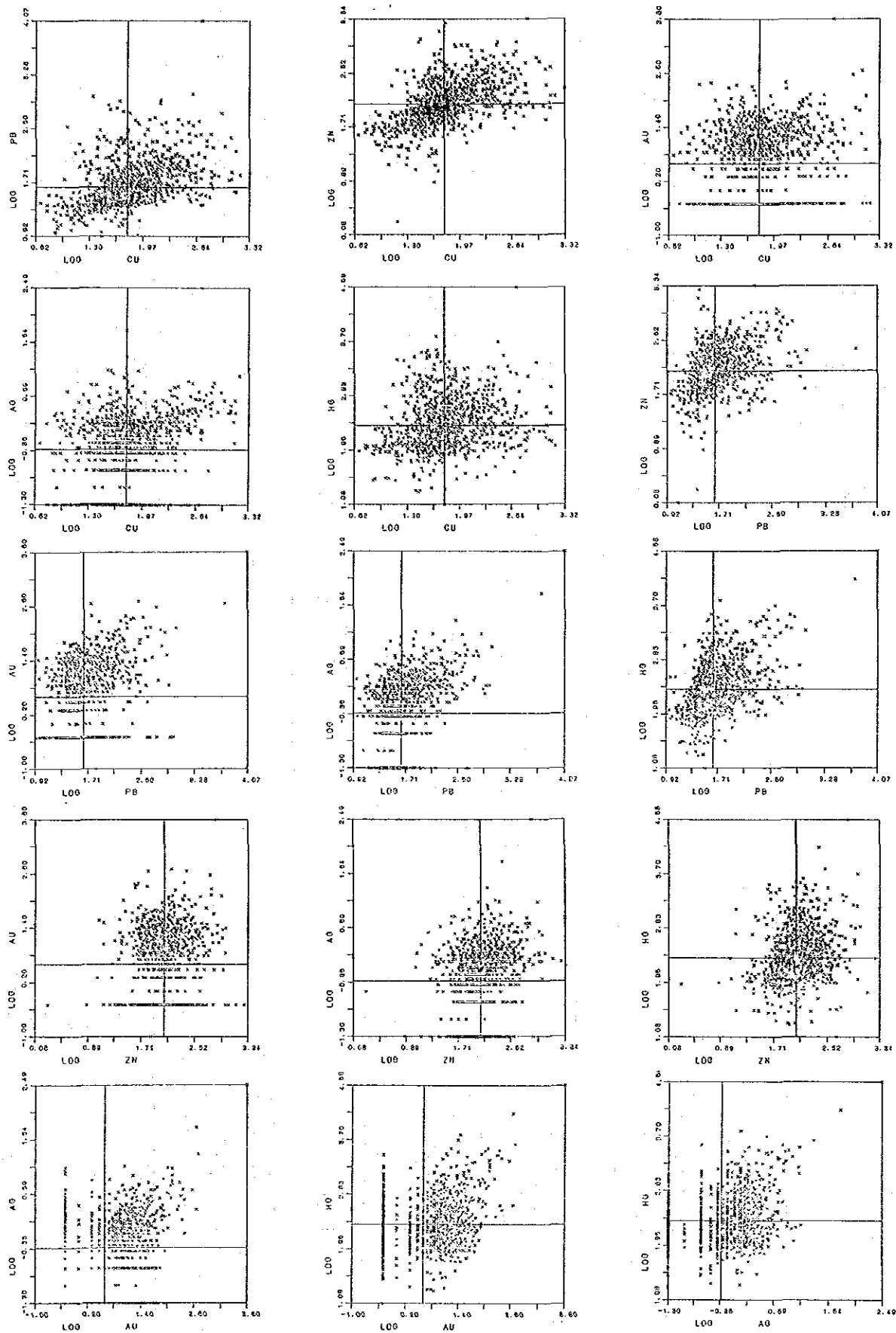


Fig. 11-2-7 Diagramas de Dispersión por Elementos Suelos,  
Area El Faisán

エルファイサン地区土壤分析値の散布図



Tabla 11-2-7 Factores Estadísticos de Elementos de Suelos,  
 Area El Faisán  
 エルファイサン地区土壌分析値の統計量

Elemento	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor de Medio Aritmético	Valor de Desviación	Valor de Medio Geométrico	Coefficiente de Desviación
Cu(ppm)	4.2	2075.2	99.2	162.4	59.7	0.39
Pb(ppm)	8.4	11690.0	75.5	377.6	44.1	0.32
Zn(ppm)	1.2	2184.0	149.7	151.0	114.9	0.31
Au(ppb)	<1	6240	20	182	4	0.76
Ag(ppm)	<0.1	306.8	1.2	9.0	0.5	0.59
Hg(ppb)	12	37656	390	1241	221	0.39

Tabla 11-2-8 Correlación Coeficiente Entre elementos de Suelos,  
 Area El Faisán  
 エルファイサン地区相関係数マトリックス

	Cu	Pb	Zn	Au	Ag
Pb	0.46				
Zn	0.54	0.45			
Au	0.15	0.34	0.09		
Ag	0.32	0.43	0.26	0.17	
Hg	0.22	0.48	0.29	0.25	0.24

Confianza de 5% = 0.06 Datos Logarítmicos  
 Confianza de 1% = 0.07

Tabla 11-2-9 Lista de Análisis de Componentes Principales,  
 Area El Faisán  
 エルファイサン地区主成分分析結果表

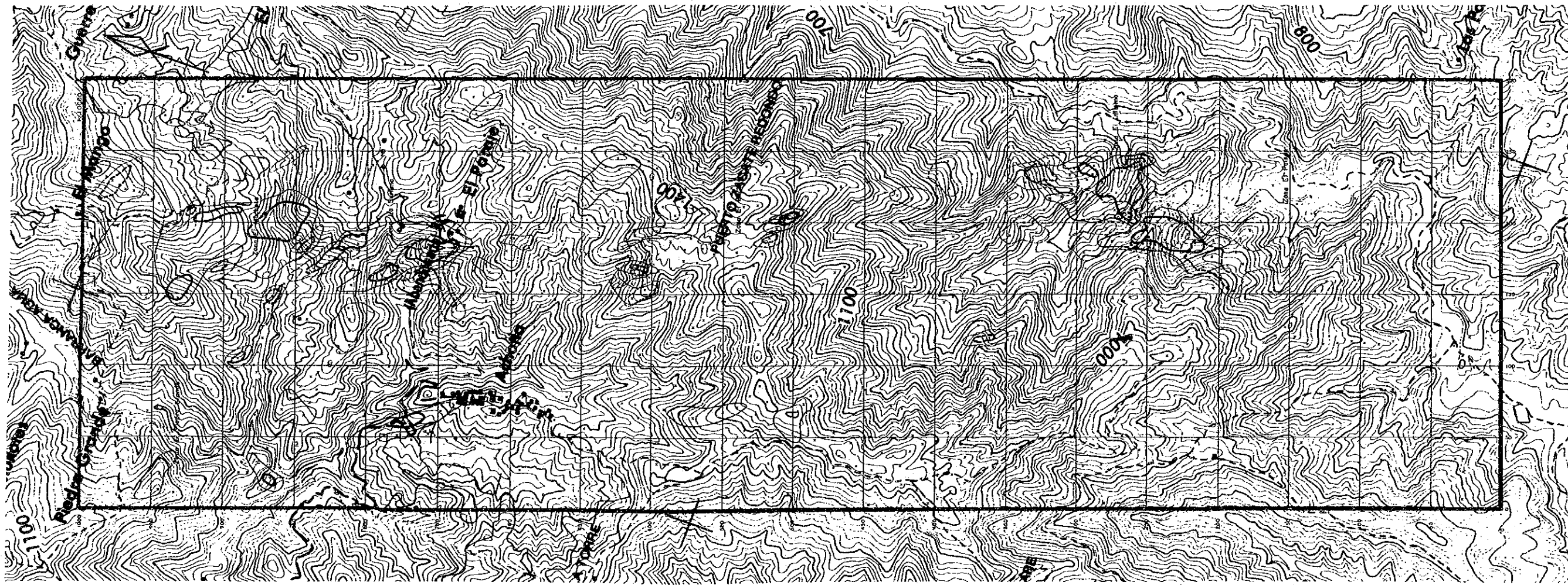
Componente Principal	Proporción (%)	Carga de Factor					
		Cu	Pb	Zn	Au	Ag	Hg
Z1	43.8	0.71	0.83	0.70	0.44	0.61	0.62
Z2	17.1	-0.43	0.11	-0.45	0.71	-0.01	0.35
Z3	12.8	-0.04	0.00	-0.27	-0.01	0.74	-0.37
Z4	12.2	-0.32	0.09	-0.10	-0.53	0.21	0.54

Tabla 11-2-10 Clacificación de Zona Anmalia, Area El Faisán  
 エルファイサン地区異常帯区分表





Elemento	Sub-Anomalía ( $\sigma - 2\sigma$ )	Anomalía (más de $2\sigma$ )
Cu(ppm)	147.0- 362.2	362.2- 2075.2
Pb(ppm)	91.2- 188.6	188.6-11690.0
Zn(ppm)	232.0- 468.4	468.4- 2184.0
Au(ppb)	23 - 132	132 - 6240
Ag(ppm)	1.8- 7.1	7.1- 306.8
Hg(ppb)	537-1304	1304 -37656

Componente Principal	Sub-Anomalía ( $\sigma - 2\sigma$ )	Anomalía (más de $2\sigma$ )
Z1(Primero)	1.62-3.24 Escor	3.24-11.24 Escor
Z2(Segundo)	1.01-2.02 Escor	2.02- 4.04 Escor





Leyenda

- |             |   |  |
|-------------|---|--|
| Elemento Cu |  | : Sub - Anomalía ( 147.0 - 362.2 ppm ) |
|             |  | : Anomalía ( 362.2 - 2075.2 ppm )      |
| Elemento Zn |  | : Sub - Anomalía ( 232.0 - 468.4 ppm ) |
|             |  | : Anomalía ( 468.4 - 2184.0 ppm )      |

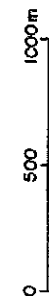
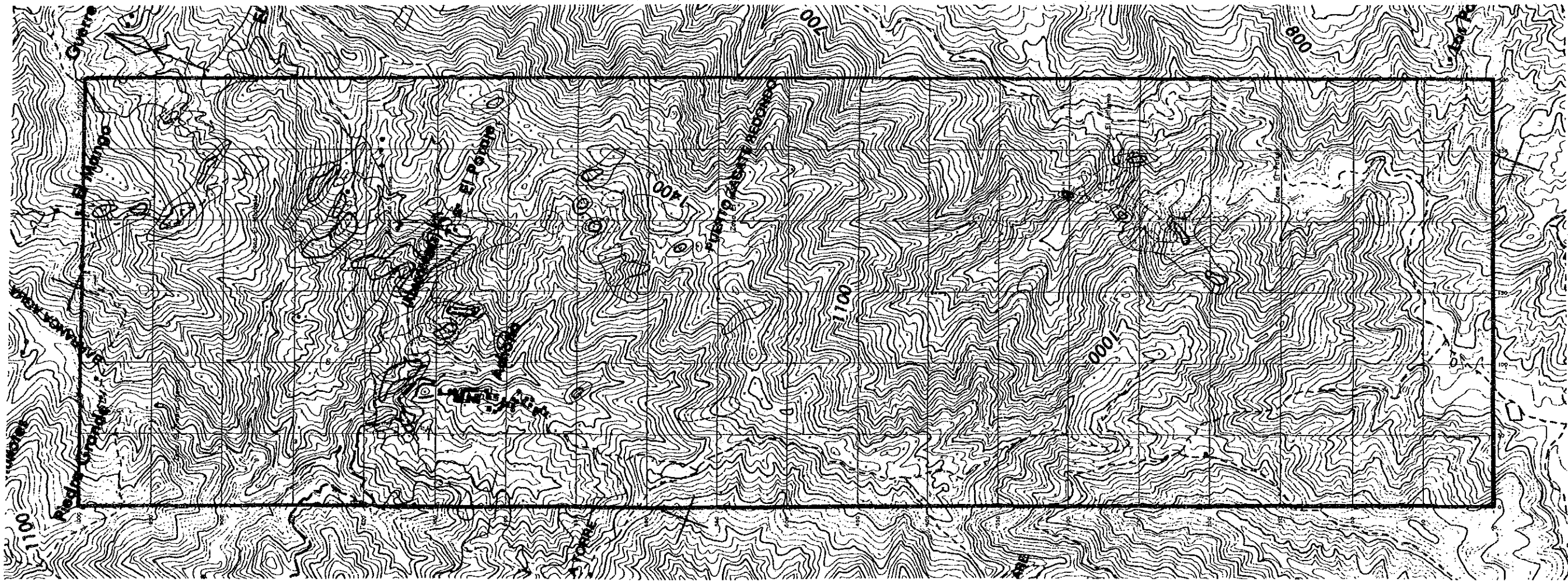


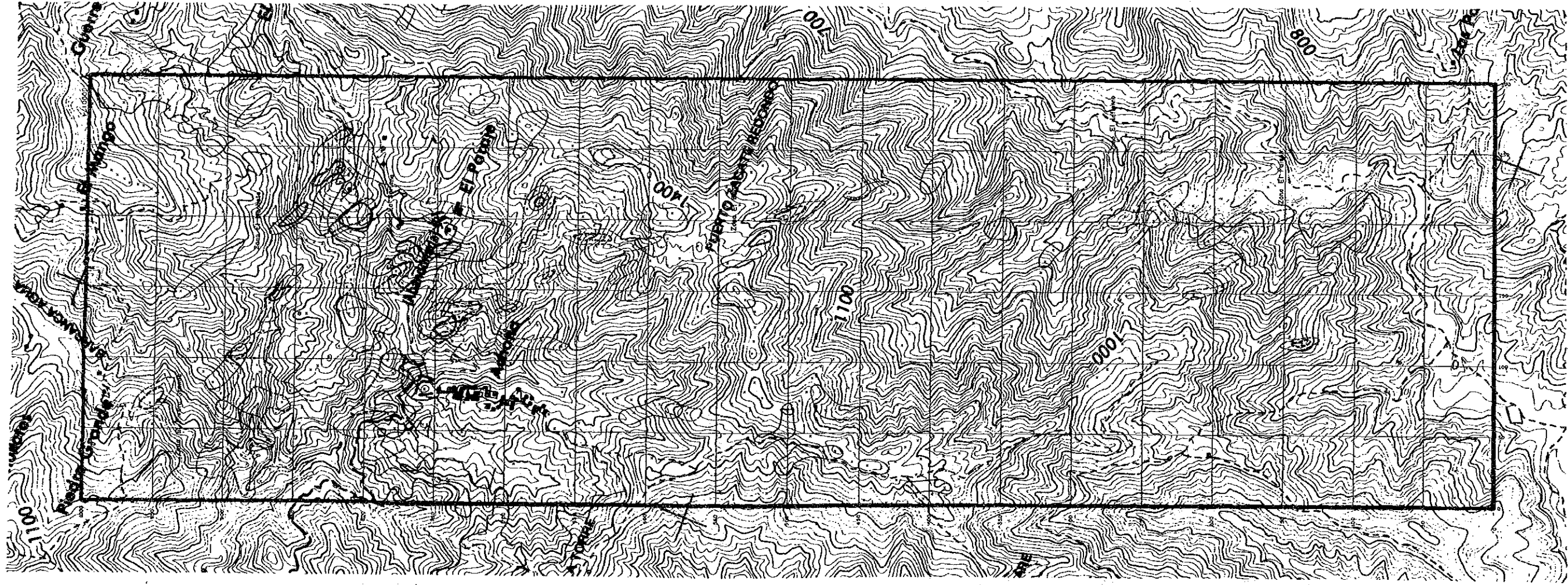
Fig. 11-2-8 Resultados de Análisis de Elementos (Cu,Zn),  
 Area El Faisán  
 エルファイサン地区地化学探査解析結果図 (Cu・Zn)



Leyendo

- Elemento Pb
- : Sub-Anomalía ( 91.2 - 188.6 ppm )
  - : Anomalía ( 188.6 - 11690.0 ppm )
- Elemento Ag
- : Sub-Anomalía ( 1.8 - 7.1 ppm )
  - : Anomalía ( 7.1 - 306.8 ppm )

Fig. 11-2-9 Resultados de Analisis de Elementos (Pb,Ag),  
 Area El Faisán  
 エルファイサン地区地化学探査解析結果図 (Pb・Ag)



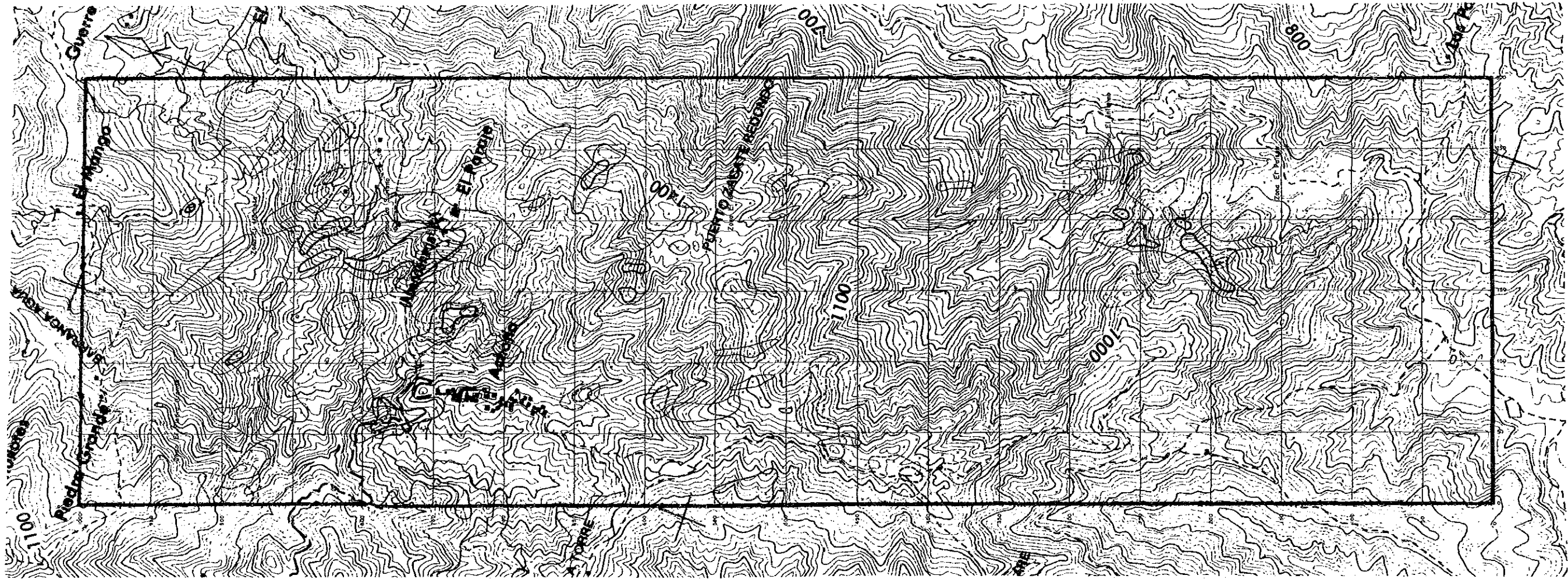
Leyenda

- Elemento Au
- : Sub-Anomalía ( 23 - 132 ppb )
  - : Anomalía ( 1132 - 6240 ppb )
- Elemento Hg
- : Sub-Anomalía ( 537 - 1304 ppb )
  - : Anomalía ( 1304 - 37656 ppb )

Fig. 11-2-10 Resultados de Analisis de Elementos (Au,Hg),

Area El Faisán  
 エルファイサン地区地化学探査解析結果図 (Au・Hg)





Leyenda

Escor de Primero Componente (Z1)

○ : Sub-Anomalia ( 1.62 - 3.24 )

○ : Anomalia ( 3.24 - 11.24 )

Escor de Segundo Componente (Z2)

○ : Sub-Anomalia ( 1.01 - 2.02 )

○ : Anomalia ( 2.02 - 4.04 )

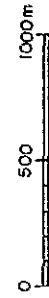


Fig. 11-2-11 Resultados de Análisis de Componentes Principales (Z1,Z2)

Area El Faisán

エルファイスン地区地化学探査解析結果図 (第1・第2主成分)





0 mほどの規模を有する。そのほかボネテ鉱化帯の北方、スリアナ鉱化帯の西方にも認められるが、規模は小さい。準異常帯はマチェテの西方及び北方、ボネテの西方にも認められるがまとまりが悪い。

Au・Hgの示徴を示す第2主成分では、異常帯はマチェテ及びスリアナ鉱化帯付近で認められる。この第2主成分の異常帯は、マチェテでは第1主成分の東方に、スリアナでは第1主成分の西側に位置している。特にマチェテ鉱化帯付近のものが比較的まとまっており、400 m×500 mほどの規模を有する。一方第1主成分の異常帯があるインフェルノ及びエルファイサン鉱化帯付近では、第2主成分の異常帯及び準異常帯がほとんど認められない。またスリアナの西方、ボネテの北西にも異常帯があるが、その規模は小さい。準異常帯はボネテの南西、エルファイサンの南方に認められるがまとまりが悪い。

## 2-4 結果の考察

本地区は従来、塊状硫化物鉱床胚胎地区と考えられ鉱床探査が実施されてきた。実際に、本地区の北方6 kmには塊状硫化物鉱床であるカンボ モラド(Campo Morado)鉱山が存在し、また広域的な地質条件を考えると、本地区周辺は興味を持たれる地域である。しかし、今回の調査を進めるにつれて、従来考えられていた事実とは異なる結果を得るにいたった。以下に、今回の調査から得られた地質、鉱化作用、変質作用、及び地化学探査結果に基づいて、考察を加えた。

### 2-4-1 地質

本地区には、塊状硫化物鉱床の胚胎層準である石英安山岩溶岩などの酸性火山噴出物が、千枚岩、石墨片岩を挟在して分布すると考えられていた。しかし本調査では、白亜系のモラッセ型堆積物と、これを貫く石英安山岩類(Dc1, Dc2)などの貫入岩類が広く分布し、酸性火山噴出物はあまり認められないことが判明した。

Lorinczi and Miranda(1978)によると、このモラッセ型堆積物は、本地区周辺の鉱床上盤を形成する岩石である。またSPP(1983)及びCzerna(1982)による広域地質図(図I-3-1)では、一般的な地層の走向はN-Sであり、西に緩く傾斜している。従ってモラッセ型堆積物の下位に位置する鉱床層準の酸性火砕岩は、調査地区より更に東側に広く分布していると判断される。

石英安山岩類(Dc1, Dc2)などの貫入岩類は、NNW-SSEの延びの方向を有し、西または東に急角度で傾斜している。この貫入岩類は調査地区を越え、延びの方向に20 km以上分布している。また白亜系には、貫入岩類の方向と平行で急傾斜な割れ目が多数発達し、一部のものでは正断層系であることが確認された。これらの割れ目には低角度のものが認められていない。したがって、これら貫入岩類の形態及び白亜系の断裂形態から判断すると、白亜系中の断裂系はENE-WSSW方向の最小主応力軸、鉛直方向の最大主応力軸もつ構造運動で形成され、

貫入岩類はこの断裂系に沿って貫入したものと考えられる。

一方、鉱脈で充填されている割れ目は、貫入岩類中またはその周辺に分布している。これらの割れ目は、貫入岩類の貫入後に形成されたもので、貫入方向に平行に多数認められる。垂直方向に変位のある割れ目は形成されていないため、これら割れ目は貫入後の、冷却過程で生じた引張割れ目であると考えられる。この割れ目の方向は、白亜系の断裂系の方向及び貫入岩類の貫入方向に規制されている。

#### 2-4-2 鉱化作用及び変質作用

鉱化帯は脈状、網状、鉱染状、角礫状部よりなり、後成的である。この鉱化帯は石英安山岩類(Dc1, Dc2)などの貫入岩類中または白亜系との境界部付近で多数認められ、貫入岩から離れるに従って微弱になる傾向がある。また変質帯は鉱化帯を取り囲むように分布し、鉱化帯に向かうに従って変質の程度が強くなる傾向にある。このことから、鉱化作用と変質作用は、貫入岩類の貫入後に発生した一連の熱水活動に関係していると判断される。

鉱石には黄鉄鉱や閃亜鉛鉱などの硫化鉱物のほかに、初生的に針鉄鉱や赤鉄鉱が認められるため、熱水が酸化状態でこれらの鉱物が晶出したと考えられる。また変質鉱物にはカオリナイト、絹雲母、緑泥石が認められるため、これら鉱物は酸性から中性の熱水から晶出したと判断される。このように鉱石鉱物や変質鉱物が地表近くでの熱水の活動に特徴的な産状をしめすため、鉱床は地表直下そして一部は地表に噴き出した熱水によって形成された浅熱水鉱床と推定される。

鉱石の分析では、主要金属元素のCu・Pbが1%以下、Znが3%以下と非常に微量である。一方、Au・Agはそれぞれ最大で1.9g/t、286g/tである。土壌の分析結果でもAu・Agはそれぞれ最大で6.2g/t、307g/tの値を示し、Cu・Pb・Znの含有量は少ない。このように鉱石の分析結果からはAu・Ag以外稼行対象となりうる元素はない。したがって本地区の鉱化作用は金銀鉱床に関係するものと判断される。

浅熱水金鉱床のなかには、現在も活動的な地熱系の特徴と類似するものがあり、最近では「温泉型金鉱床」と呼ばれている。この「温泉型金鉱床」はGiles and Nelson(1982)の分類に基づくものであり、カリフォルニア州のマクラフリン鉱床、ネバダ州のラウンド・マウンテン鉱床、日本の南薩型金鉱床などがこれに相当する(松久、1987)。これら鉱床の特徴は、基盤の破碎活動ののちに生じた、新しい火成活動にともなう熱水鉱化作用により形成され、地表付近には珪化帯や酸性変質帯が分布し、金は珪化岩や石英脈または酸化物に伴うこと、さらに黄鉄鉱以外の硫化鉱物は少なく、微量元素ではHg・As・Sbが濃集していることである。

本地区の鉱床のタイプも、関係火成岩体、変質状態、鉱床の産状、鉱石の品位

から「温泉型金鉱床」と推定される。金の富鉱部は、マクラフリン鉱床のように深部まで連続する場合と、南薩型のように浅所にしか認められない場合がある。本鉱床の場合、深部でAu・Agの鉱況がどのように変化するか明らかでないが、CRMによるボーリング結果では、Cu・Pb・Znタイプの鉱床に移行しないのは確かなようである。

一方、海底噴気堆積性鉱床である塊状硫化物鉱床賦存の可能性は、胚胎層準である石英安山岩溶岩などの酸性火山噴出物層が未発達であること、母岩と同成的である塊状の鉱石を伴う鉱微地が認められないこと、変質の中心が酸性変質であること、さらにモラッセが堆積するような陸成または瀬海成の環境であることから考えて、非常に少ないと判断される。

#### 2-4-3 地化学探査

土壌中の6元素(Cu・Pb・Zn・Au・Ag・Hg)を分析し、基本統計量を算出するとともに、主成分分析を行った。

これら元素は鉱化作用または変質作用により、母岩に添加されたり、または母岩から溶脱され、バックグラウンドから離れた値を示すことがある。本地区では各元素の平均値は、一般土壌のバックグラウンドより高い値を示し、また分析値も頻度分布図・累積度数分布図で見ると、値の大きな方へ偏奇している。したがって各元素は母岩に添加されたものと判断される。さらに地質、鉱化作用、変質作用の調査結果も総合して考えると、各元素の異常帯は石英安山岩類(Dc1, Dc2)などの貫入後に始まった、Au・Agの鉱化作用に係る熱水活動によって形成されたと判断される。

これら元素間の挙動は、主成分分析で明らかになった。第1主成分では、その得点に対して全元素が正の相関を示し、第2主成分ではAuとHgのみが正の相関を示す。従って、第1主成分では各元素の分析値が高いほどその得点が高くなり、第2主成分ではAu・Hgが高いほどその得点も高くなる。またこの第1主成分は元素間の全変動の44%（寄与率）を、第2主成分は17%を説明している。第3主成分以降は寄与率が低いため、有効な情報は得られない。これらのことから、Au・Agの鉱化作用に伴う元素の挙動は、第1、第2主成分に集約されたと考えられる。

第1主成分の異常帯はマチェテ、スリアナ、インフェルノ、エルファイサンの各鉱化帯付近、及びスリアナ鉱化帯の西方に分布する。特にスリアナ鉱化帯付近のものが比較的まとまっており、300m×800mほどの規模を有する。第2主成分の異常帯はマチェテ及びスリアナ鉱化帯付近で認められるが、第1主成分とは若干ずれて位置している。マチェテ鉱化帯付近のものは400m×500mほどの規模を有する。また第1主成分の異常帯があるインフェルノ及びエルファイサン鉱化帯付近では、第2主成分の異常帯及び準異常帯がほとんど認め

られない。

両主成分の異常帯の分布の違いは、一連の鉱化作用でも時期により熱水の性質が変化し、それが反映したのかもしれない。鉱石の産状をみても前期の鉱石は石英・黄鉄鉱を、後期の鉱石は褐鉄鉱を主とし、熱水の性質が変化していることを支持している。

Rose et al.(1979)によると、熱水鉱床のうちベースメタルタイプはCu、Pb、Zn、Au、Agの、金銀タイプはAu、Ag、Hg、As、Sbの異常帯を形成する。本地区の鉱化作用は、前期がベースメタルタイプに、後期が金銀タイプに類似する。したがって、第一主成分が鉱化作用の前期の異常を反映していると考えられる。

Auは化学分析の結果、鉱化作用の前期鉱石にも後期鉱石にも含まれている。したがって、第1、2両主成分の両異常帯が探鉱箇所として有望である。これら異常帯は既存の探鉱箇所(鉱化帯)にあり、そのほかの場所では有望な異常帯は抽出されなかった。したがって異常帯の分布位置、規模から判断すると、探鉱箇所はスリアナ及びマチュエテ鉱化帯付近がもっとも有望であり、次はインフェルノ、エルファイサン地区であると考えられる。

#### 2-4-4 金鉱床のポテンシャル

本地区の鉱床と同型と推定される「温泉型金鉱床」は、近年アメリカ合衆国、日本などで稼行されているが、メキシコ合衆国ではその実績はない。CRMは、本地区以外でも同型の鉱床については、ボーリング調査や鉱石分析などの試験を開始した段階であり、まだ鉱床の特徴については十分に解明されていない。

この型の鉱床は下部に向かうにつれて、金の鉱況が優勢になる場合と劣化する場合がある。また、現在世界的に開発されている「温泉型金鉱床」は脈状、網状、鉱染状、角礫状鉱石が組合わさって、塊状の形態を有する場合が多い。金の賦存状態も脈としてではなく塊状体として計算されており、また採掘には経済的な効率を考えて大規模な露天掘の方法がとられている。

一方、本地区の鉱化帯は貫入岩類の貫入方向に規制された形態を取り、塊状よりも脈状の形態が優勢であり、深部で塊状の形態に移行するとは考えにくい。従って採掘方法は、露天掘りではなく坑内掘りを取らざるを得ないと考えられる。坑内掘りの場合かなりの品位が期待できないと開発は不可能である。鉱脈型金鉱床では金品位が高く、坑内掘りされているものは多数あるが、「温泉型金鉱床」ではそれほど金品位(0.5-10g/t)の高いものは知られていない。

したがって、基礎調査又は研究のために、さらに深部情報を得て鉱床の特徴を把握できる物理探査やボーリング調査を実施することは望ましいが、開発を前提として考えた場合、本地区の鉱化帯は塊状体としてのひろがりがないため、現在の経済的な状況下では、これ以上の積極的な探鉱は推奨できないと判断される。















(13)

SEQ. NO.	NO.	COORDENADAS		CU	PB	ZN	AU	AG	HG
		X	Y	(PPM)	(PPM)	(PPH)	(PPB)	(PPM)	(PPB)
1201	G- 40	64	717	57.4	86.0	135.8	1	0.4	576
1202	G- 43	49	730	61.6	27.0	120.2	<1	<0.5	191
1203	G- 44	49	737	67.5	28.3	147.4	<1	<0.5	234
1204	G- 45	37	741	37.7	24.4	75.6	<1	<0.5	134
1205	G- 47	38	756	56.9	41.1	141.6	5	0.2	555
1206	G- 49	54	758	131.2	44.9	192.0	3	1.0	448
1207	G- 50	68	748	213.0	61.6	242.4	10	1.0	555
1208	G- 52	48	768	112.2	102.7	176.4	7	0.2	709
1209	G- 54	25	769	57.1	38.5	106.6	<1	0.2	632
1210	G- 56	15	750	41.3	28.3	97.0	<1	<0.5	178



## 第Ⅲ部 結論及び提言



## 第1章 結 論

### 1-1 チサバ地区

(1) 本年次のボーリング調査の結果、7本のボーリングにおいてそれぞれ鉱化帯を捕捉し、地質状態とともにチサバ鉱化帯の形態や性格が明らかとなった。すなわち本鉱化帯は、上盤側の石墨片岩層と下盤側の各種片岩層との境界部に胚胎する連続性のよい鉱化帯と、上盤側に胚胎する薄い数枚の鉱化帯、及び下盤側に胚胎する厚いが連続性の良くない鉱化帯と数枚の薄い鉱化帯とからなる。また、ボーリング・コアの種々な分析や試験の結果、本鉱床の型は、その鉱物組成から見て黒鉱型の塊状硫化物鉱床に属するものと推定される。

(2) 着鉱した鉱化帯の分析結果は、 $Au$  0.8-4.4 g/t、 $Ag$  51-1,263 g/t、 $Cu$  0.1-2.11%、 $Pb$  0.12-3.89%、 $Zn$  0.98-19.56%を示した。 $Ag$ 、 $Cu$ 、 $Pb$ 、 $Zn$ に関しては、今までのCRMによる結果と大差はないが、従来データの不足していた $Au$ に関しては、塊状硫化物部分では1.8 g/tから4.4 g/tの値を示した。この結果は、今までCRMによって予想されていた $Au$ 約2 g/tがほぼ正しいものあることを示す。これから行われるであろう鉱量の再計算や収支計算には、このような $Au$ の含有を織り込んでよいものと思われる。

(3) 本年次のTEM法による地表物理探査の結果、上盤側の石墨片岩層が低比抵抗帯としてよく検出され、これがチサバ鉱化帯の全般的な落とし方向であるNNWに向けて深度を増しながら広く発達していることが判明した。この結果は、鉱化帯がこの落としの方向に向け連続している可能性があることを示す。

(4) また、ボーリング孔を利用した流電電位法による物理探鉱の結果、チサバ鉱化帯中心部の鉱化帯の連続はかなり良いものと判断される。この結果は、ボーリング断面図で予想したものとよく一致している。

### 1-2 エルファイサン地区

(1) 本地区は従来、塊状硫化物鉱床胚胎地区と考えられ、鉱床探査が実施されてきた。しかし今回の調査によって、ランドサットの画像でも識別できるほどの大規模な鉱化帯は、白亜系を貫く石英安山岩類などの貫入に伴う熱水活動により形成された、石英と黄鉄鉱を主要構成鉱物とする前期鉱化帯と、赤鉄鉱と針鉄鉱とを主要構成鉱物とする後期鉱化帯とからなることが判明した。

(2) これらの鉱化帯は、金・銀を主要含有元素とし、銅・鉛・亜鉛をほとんど伴わず、地表付近の酸化、酸性条件下で形成された特徴を有するため、浅熱水性鉱脈型鉱床のうちの「温泉型金鉱床」に対応すると考えられる。このタイプの鉱床は、鉱脈型金鉱床ほど金の含有量が多くないため、大規模・塊状で露天掘りの可能なもののみが開発されている。しかし、本地区の鉱化帯は脈状を示す場合

が多く、今のところ大規模塊状鉱床となるような示徴はない。

(3) しかし、地化学探査の結果スリアナ、マチェテ、インフェルノ、エルファイサンの諸鉱化帯の上には大規模な異常が認められており、これらの鉱化帯における金のポテンシャルは否定することは出来ない。したがって、今のところ性急な積極的な探鉱の実施は勧められないが、周辺の探鉱開発状況を見ながら、将来の金の探鉱価値の検討を行うのがよいと考える。

(4) 一方、本地区の北東6 kmにはカンボ・モラードなどの塊状硫化物鉱床が存在し、この型の鉱床の胚胎に適した石英安山岩溶岩などの酸性火山噴出岩類を含有するいわゆる鉱床胚胎層準は、本地区の東方に分布しているものと思われる。しかし、本地区周辺の広域的地質調査はまだ十分なされていないので、塊状硫化物鉱床の探鉱のためには、まず既知鉱床の胚胎層準を正確に追跡するための十分な精度の地質図を作成し、その層準での変質帯調査や地化学探査を実施し、鉱床胚胎有望地区を選定することが望まれる。



## 第2章 第2年次調査への提言

### 2-1 チサバ地区

(1) 本年次のボーリング調査及び物理探査の結果、鉬化帯の構造と連続性はかなり明らかとなったが、まだボーリング・コアで鉬石を見たのみで、実際の鉬床の産状がどのようなものであるかは確かでない。鉬化帯の性格を確かめ、その連続性を確かめるものとするためには、探鉬坑道を掘削することによって鉬化帯を実際に確認・観察することが必要と思われる。また、この坑道からは、選鉬試験のためのまとまった量の鉬石試料を採取し、将来のフィージビリティ・スタディのための資料を提供することが出来る。

(2) また、チサバ鉬化帯は西北方の落としで下部に連続すると期待されるが、この方向の探査は未だ実施されていない。鉬量を増加させるためにはこの探査が是非必要である。今回の物理探査の結果からも、その延長が期待できることが判明したので、これを確かめるための深掘りボーリングを実施することが望まれる。



## 参考文献



参考文献

チサバ地区

\* 英文

1. Leech, G.B., and Lydon, J.W.  
1979: Report on work with CONSEJO DE RECURSOS MINERALES, p.24
2. Yousefpour, M.V.  
1980: Report on work with CONSEJO DE RECURSOS MINERALES RESULTING from observation of metamorphic rocks associated with massive sulphide deposits at the Tizapa Mine area, Tizapa, Zacazonapan, Mexico, p.26
3. Hirayama, A.  
1981: Report on the exploration project of the Tizapa area, Estado de Mexico, p.6
4. Campa, N.F., and Coney, P.J.  
1983: Tectono-stratigraphic terranes and mineral resources distributions in Mexico, Can.J Earth Sci. 20. p.1040-1051
5. Barnett, C.T.  
1972: Theoretical modeling of induced polarization effects due to arbitrarily shaped bodies. Colorado School of Mine, doctoral thesis, T-1453
6. Parasnin, D.S.  
1973: Mining Geophysics
7. Kaufman, A.A. and Keller, G.V.  
1983: Frequency and Transient Sounding. Elsevier, Amsterdam, p.685
8. Fitterman, D.V. and Anderson, W.L.  
1987: Effect of Transmitter Turn Off Time on Transient Sounding, Geoexploration, 24, p.131-146

\* スペイン語

1. J.J.Parga Perez, M.Elias Herrera, E.Romo Vargas, E.Obregon Ramos, y V.Rivera Betancourt  
1981: Estudio geologico-minero del yacimiento de sulfuro masivos de Tizapa, Municipio de Zacazonapan, Estado de Mexico, Gerentia de estudios especiales departamento de investigacion aplicada, Proyecto rocas metamorficas, Informe Anual/ 81, p.49

2. J.J.Parga Perez  
1981: Geologia del Area de Tizapa municipio de Zacazonapan, Mexico  
Tesis, Universidad Nacional Autonoma De Mexico, p.135
3. J.J.Parga Perez, M.Elias Herrera, y E.Romo Vargas  
1981: Geologia, estratigrafia y yacimientos minerales del area de  
Tizapa, Estado de Mexico, Inf.Anual 1981, p.135
4. J.J.Parga Perez, J.J.Rodriguez Salinas, y Romo Vargas  
1982: Estudio geologico-minero y evaluativo de Tizapa, Zacazonapan  
Edo. de Mexico, Inf.Anual 1982, p.29
5. J.J.Parga Perez  
1982: Calculo de reservas probables del yacimiento de Tizapa  
utilizando el metodo de "triangulacion", y ley media pesada  
p.39
6. J.L.Lee Moreno, J.J.Parga Perez, y J.J.Rodriguez Salinas  
1983: Analisis de previabilidad en el prospecto Tizapa, Zacazona-  
pan, Edo. de Mexico, p.15
7. R.Dias Lopez, J.F.Mendoza, y D.Gutierrez Palomares  
1983: Memoria de calculo de reservas del Proyecto Tizapa y de sus  
leyes medias, por la Direccion General Minero-Metalurgica,  
SEMIP, p.8
8. J.J.Parga Perez  
1983: Calculo de reservas probables por medio del metodo "areas de  
influencia" del yacimiento de Tizapa, Municipio de  
Zacazonapan, Estado de Mexico, p.4
9. J.J.Parga Perez  
1983: Algunos factores tecnico-economicos a considerar en la  
evaluacion del yacimiento de sulfuros masivos polimetalicos  
de Tizapa, Zacazonapan, Mexico, p.14
10. I.Fernandez Perez  
1979: Informe de los trabajos geofisicos realizados en el area  
Tizapa, Municipio de Zacazonapan, Estado de Mexico, p.7
11. H.A.Concha Perez, y Y. Itoh  
1981: Beneficio de sulfuros masivo tipo volcanogenicos,  
XIV Convencion de la AIMMGM, p.797-830
12. R.L.Gutierrez Tapia  
1981: Geoquimica de vapores de mercurio en el area Tizapa,  
Zacazonapan, Estado de Mexico, p.12

13. R.L.Gutierrez Tapia, y V.M.Gomez Moreno  
1982: Estudio geoquimico de vapores de mercurio en las area Tizapa Esmeralda y Ciruelo-Campanario, Mpios. de Zacazonapan y Temascaltepec, Edo. de Mexico, p.8
14. J.J.Parga Perez, E.Romo Vargas, y H.R.Ochoa Camarillo  
1984: Informe preliminar respecto a la perforacion de tres barrenos en el Proyecto Tizapa, p.47
15. A.Gasca Duran  
1985: Informe de microsonda electronica, p.23
16. A.Castrio Izquierdo  
1985: Datos recopilados del yacimiento de sulfuros polimetalicos de Tizapa, p.54
17. R.Gonzalez L., J.M.Garcia H., y M.L.Rivas S.  
1985: Estudio metalurgico sobre muestras de nucleos de barrenacion (sulfuros) procedentes de Tizapa, Mpio. de Zacazonapan, Edo. de Mexico., Comicion de Fomento Minero, Laboratorio de Tecamachalco, p.71

\*日本語

1. 山岡一雄

1984: 鉱石面からみた三波川帯・田老帯・グリーンタフ地域の層準規制型硫化物鉱床、岩石鉱物鉱床学会誌 v.79, p.455-473

エルファイサン地区

1. Fujii, N. and Aquino, A.

1987: Preliminary Survey of Level No.6, Campo Morado Mine P.1-12. (Manuscript)

2. 林 正雄

1979: 地熱井コア・スライムの定量的記載、日本地熱学会誌、第1巻、第2号、p.103-116.

3. Howarth, R. J. ed.

1983: Statistic and Data Analysis in Geochemical Prospecting. Elsevier Scientific Publishing Company. 437P. Japan International Cooperation Agency(JICA)

4. Japan International Cooperation Agency

1980: Report for the Preliminary Study of the Project for Integral Utilization of Pyrites in the State of Guerrero,

United States of Mexico.52P.

5. Lepeltier, C.  
1969: A Simplified Statistical Treatment of Geochemical Data by Graphical Representation. Economic Geology, Vol. 64, p. 538-550.
6. Lorinzi, G. I. and Miranda V., J. C.  
1987: Geology of the Massive Sulfide Deposits of Campo Morado, Guerrero Mexico. Econ. Geol. vol. 73, P. 180-191.
7. 松久幸敬  
1987: 温泉型金鉱床と地熱系、地質ニュース、2月号、P. 20-43.
8. Nelson, C. E. and Giles D. L.  
1985: Hydrothermal Eruption Mechanisms of Hot Spring Gold Deposits., Economic Geology, vol 80, P1633-1639.
9. Rose, A. W. et al.  
1979: Geochemistry in Mineral Exploration. Academic Press, 657P.
10. Utada, M  
1980: Hydrothermal Alteration Related to Igneous Activity in Cretaceous and Neogene Formation of Japan. Mining Geology Special Issue, No. 8, P. 67-83.
11. Zoltan De Cserna  
1982: Carta Geologica De Mexico, Hoja Tejupilco 14Q-g (1:100,000) y Resume de la Geologia de la Hoja Tejupilco, Estados de Guerrero, Mexico y Michoacan p. 1-28.





