

3. 地化学探査

方法：地域内全域に亘り、概ね 300m 間隔で採取した試料 320 個をカナダ、CHEMBX Lab 社の原子吸光分析に供した。分析元素は Au (5ppb), Ag (0.2ppm), Cu (1ppm), Pb (1ppm), Zn (1ppm), Fe (0.1%), As (1ppm), Sb (0.2ppm), Hg (10ppb) の 9 元素、括弧内は分析限界を示す。

全試料から鉱脈部分を除外した 291 個の分析値に対し基本統計量を計算した後、多変量解析の 1 手法である主成分分析を実施した。統計処理に際し、検出限界値未満の試料には、限界値の半分を与えた上で、対数変換を行って計算した。

統計処理：基本統計量と相関係数行列を、表 II - 2 - 1 上段に示す。

相関係数 0.5 以上の弱い相関は、Au-Cu (0.58)、Au-Ag (0.54) に認められた。但し、後者は Au, Ag とも検出限界値以下の値が多く、統計的には有意の相関とは言えない。ついで Cu と Ag に 0.49 の弱い相関が検出された。また、有意の逆相関は認められなかった。

主成分分析の結果を、表 II - 2 - 1 下段に示す。

固有値 1 以上の主成分は 3 本抽出された。第 1 主成分は、Ag, Pb, Cu, Au に強く相関し、Sb, As, Hg に弱い相関を持つが、Fe, Zn には殆ど相関しない。鉱石分析値から見て当地域の鉱化作用に関連する元素ほど高い相関が認められる。即ち、当地域の鉱化強度を示す軸（主成分）と推定される。第 2 主成分は、Au, Cu, Ag が正、Fe, Zn, As, Sb が負に分離し、Pb, Hg には殆ど相関しない。即ち、当地域の鉱化帯は、Au-Cu-Ag 群と Fe-Zn-(As, Sb) 群の 2 つのグループが存在することを示唆する。ここで第 1 主成分の寄与率が 28%、第 2 主成分の寄与率が 26% である。即ち、全試料の内、鉱化に関連する元素の異常が約 50% あり、その半数が、Au-Cu グループと Fe-Zn グループに分離される、と解釈できる。そこで、元素毎の異常値を第 2 主成分の組み合わせでプロットすれば、当地域の鉱化作用を最も効果的に表現できると推定された。

元素毎の度数分布と累積正規確率分布を巻末図 II - 2 - 1 に示す。

Au は、全体の 80% が検出限界未満であった。この場合、検出限界以上を異常値と見なすのが妥当である。従って、しきい値は 5ppb となる。

Ag は全体の 82% が検出限界値未満となった。検出限界以上の値は、ほぼ正規分布をなす独立母集団を構成する。よって、しきい値は Ag 0.2ppm とする。

Cu は正規確率グラフでみると、2 つの母集団からなり、グラフ上では勾配の異なる 3 つのセグメントで構成される。下のしきい値は 67ppm、上のしきい値は 299ppm となる。統計的には両者の中点を採用する方法もあるが、上のしきい値は、ほぼ片側 1 σ （全試料のおよそ 16% に相当）点にあり、他の元素とのバランスから 299ppm を採用する。

Pb は、50% が検出限界未満である。検出限界値以上の分布を正規確率グラフでみると 13.5ppm に変換点がある。よって、Pb 13.5ppm をしきい値に採用する。

Zn は、90ppm と 172ppm で勾配の異なるセグメントに分割できる。Cu と同様の理由で、Zn 172ppm をしきい値とする。

表II-2-1 インマクラダ地域 統計処理結果一覧表

基本統計量

変数	N	平均	最小値	最大値	基準偏差
Au(ppb)	291	4.43	2.50	780.00	3.86
Ag(ppm)	291	0.15	0.10	11.60	2.59
As(ppm)	291	4.53	0.50	148.00	2.68
Cu(ppm)	291	16.94	0.50	920.00	6.11
Fe(%)	291	2.37	0.10	20.00	2.26
Hg(ppb)	291	6.28	5.00	1330.00	2.02
Pb(ppm)	291	1.45	0.50	570.00	4.54
Sb(ppm)	291	0.35	0.10	115.00	3.02
Zn(ppm)	291	37.68	1.00	620.00	3.10

相関係数行列

変数	Au	Ag	As	Cu	Fe	Hg	Pb	Sb	Zn
Au	1.00								
Ag	0.54	1.00							
As	-0.01	0.16	1.00						
Cu	0.58	0.49	0.06	1.00					
Fe	-0.17	-0.12	0.41	-0.04	1.00				
Hg	0.05	0.17	0.28	0.08	-0.05	1.00			
Pb	0.11	0.46	0.30	0.20	-0.06	0.26	1.00		
Sb	0.02	0.19	0.46	0.07	0.25	0.29	0.47	1.00	
Zn	-0.25	-0.21	0.31	-0.12	0.70	-0.04	0.02	0.10	1.00

因子負荷量

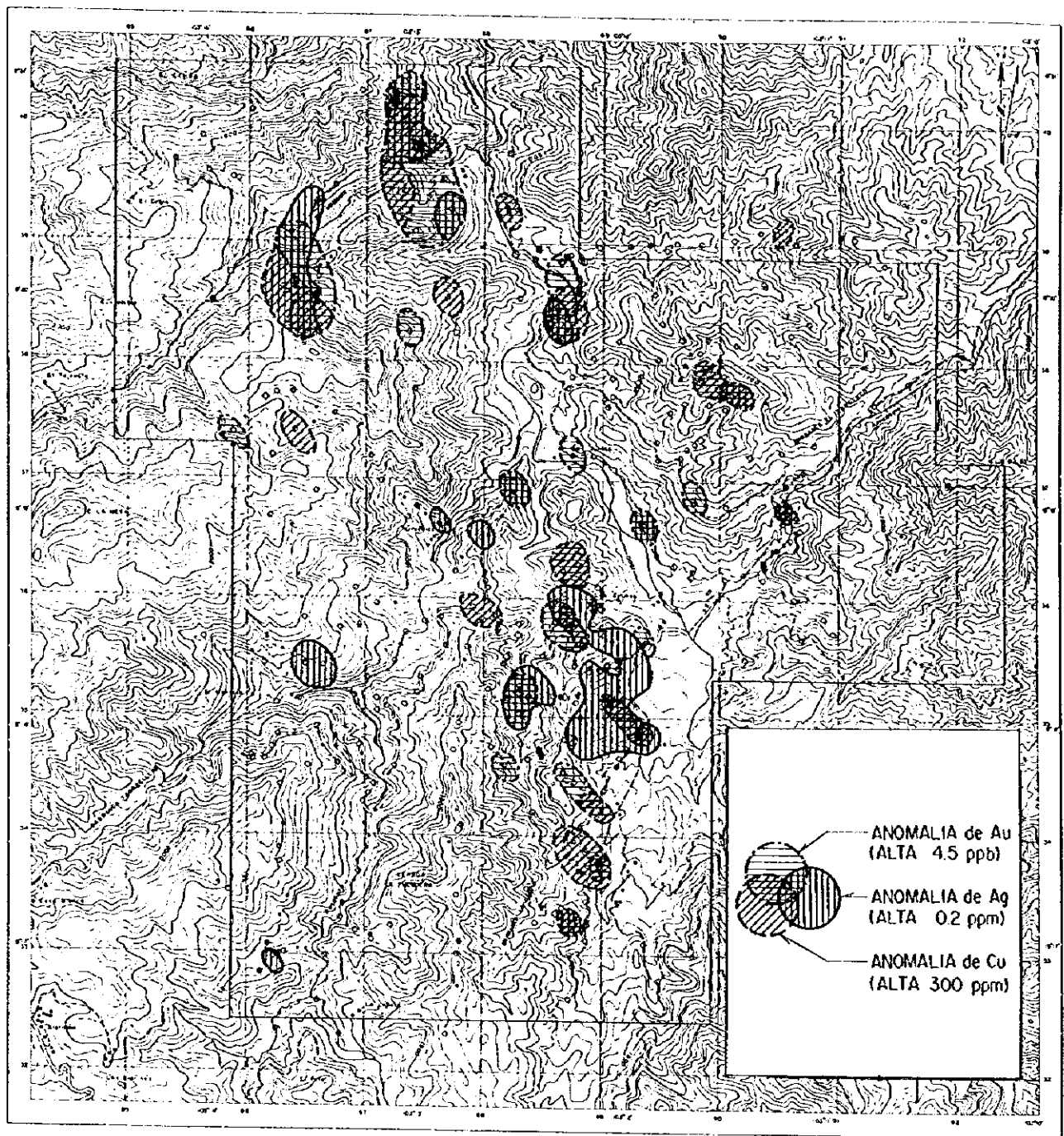
変数	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	主成分 5
Au	-0.623	0.413	0.433	-0.155	-0.165
Ag	-0.800*	0.201	0.146	0.152	0.151
As	-0.407	-0.678	-0.029	-0.140	-0.261
Cu	-0.652	0.248	0.485	-0.130	0.045
Fe	0.070	-0.791*	0.467	-0.052	-0.027
Hg	-0.434	-0.191	-0.499	-0.672	0.232
Pb	-0.669	-0.214	-0.326	0.453	0.351
Sb	-0.515	-0.523	-0.298	0.198	-0.417
Zn	0.179	-0.765*	0.392	-0.003	0.353
固有値 寄与率	2.558 0.284	2.299 0.255	1.260 0.140	0.783 0.087	0.597 0.066

Feは2.2%と6.0%を境に3つのセグメントに分割できる。Cu,Znと同様にFe6%を採用する。

Asはヒストグラム上でも、正規確率グラフからも19ppmを境に2つの母集団から構成される。従って、しきい値はAs 19ppmとなる。

SbはCu,Zn,Feと同様に2.0ppmと2.7ppmにグラフの変換点があるが、この値の差は有意とはいえ、1σに近いものとしてSb 2.0ppmとする。

HgはAu,Agと同様全体の85%が検出限界値未満である。よって検出限界値以上を異常値とする。



図Ⅱ-2-3 インマクラダ地域 岩石地化探異常分布図 (Au, Ag, Cu)

結果：以上の定義による異常値の分布を、Au-Ag-Cu 群と Fe-Zn-As 群に分け、それぞれ図Ⅱ-2-3～図Ⅱ-2-5（図Ⅱ-2-4と5は巻末）に示す。

Au-Ag-Cu 群は地域中央と北西部に集中し、全体として、NNW-SSE のトレンドを有する。特に、2つ以上の異常値の重複する地域は、既知鉱脈やスカルン鉱床をほぼ完全に包含する。既知鉱化帯と対応しないまとまった異常地はなく、当地域の金銀銅鉱化作用は、ほぼこの図で説明できる。

Fe-Zn-As 群は、Au-Ag-Cu 群とちょうど反対の傾向を有する。即ち、地域南西部と北東部に集中し、鉱脈の分布する中央部には存在しない。これらの異常の重複する南西部と北東部の鉱区境付近には顕著な珪化帯があり、0.1~0.2%程度の Cu,Zn の鉱化が認められる。即ち、当地域にはスカルン型や既知鉱脈とはタイプの異なる鉱化帯が存在する可能性がある。

Sb-Pb-Hg 群の異常地は地域全域に分散し、鉱化帯との相関は認められなかった。中央部の既知鉱脈地帯や上記の Fe-Zn-As 異常地にも重複するし、また、両者の中間領域にも存在する。従って、結果的に、当地域における地化学探査指針としては余り有効とはいえない。

4. 鉱化作用

鉱石分析のうち、Au 1g/t, あるいは Cu,Pb,Zn 0.1%以上検出された地点を図Ⅱ-2-6 に示し、これに対応する分析結果を表Ⅱ-2-2に示す。また、流体包有物の均質化温度と塩濃度を図Ⅱ-2-7に、X線による粘土鉱物の分帯を図Ⅱ-2-8に、またその分帯基準を表Ⅱ-2-3に示す。

北部のエルコブレ脈では標高差 300m、延長 800m に亘って鉱脈露頭が断続的に追跡できる。北部、即ち、地形的上部 150m は、脈幅 1.0~2.5m の含金石英脈、下部 150m は、ほぼ同規模の含銅角礫質鉱脈からなる。上部金帯で Au 1.0~4.4 g/t、銅帯で Cu 0.2~1.5%であった。流体包有物の均質化温度と塩濃度は、それぞれ上部の石英脈で 124℃と 2.18%、下部の角礫脈で 169℃と 4.76%となり、比較的低温であった。しかし、下部の角礫質脈は、熱水角礫岩の空隙をより後期の石英脈が充填する構造を有するため、銅鉱化時期より後期の活動の影響を受けている恐れがある。肉眼的変質帯は、鉱脈の周辺、数 10cm に限られ、平面的広がりには認められない。脈際の変質は、下部の含銅鉱脈で、セリサイトと少量のカリ長石、上部の含金石英脈で、混合層粘土鉱物とカリ長石であった。これらを総合すると、エルコブレ脈は、地形に応じて、一連の鉱化システムの上部から主部までが露出しており、主部が銅帯、上部が金帯の累帯構造を有すると考えられ、尾根上の露頭が、金帯の上限から頂部バレン帯に移行する辺りと推定される。エルコブレ脈の南延長、断層を挟んでエルバブエナ鉱脈が存在する。この鉱脈は、石灰岩との接触部に胚胎し、本調査で最高の Au 30 g/t が検出された。走向 N-S 傾斜 50° NE、脈幅 0.5~0.7m。当脈南東には走向 N40° W、傾

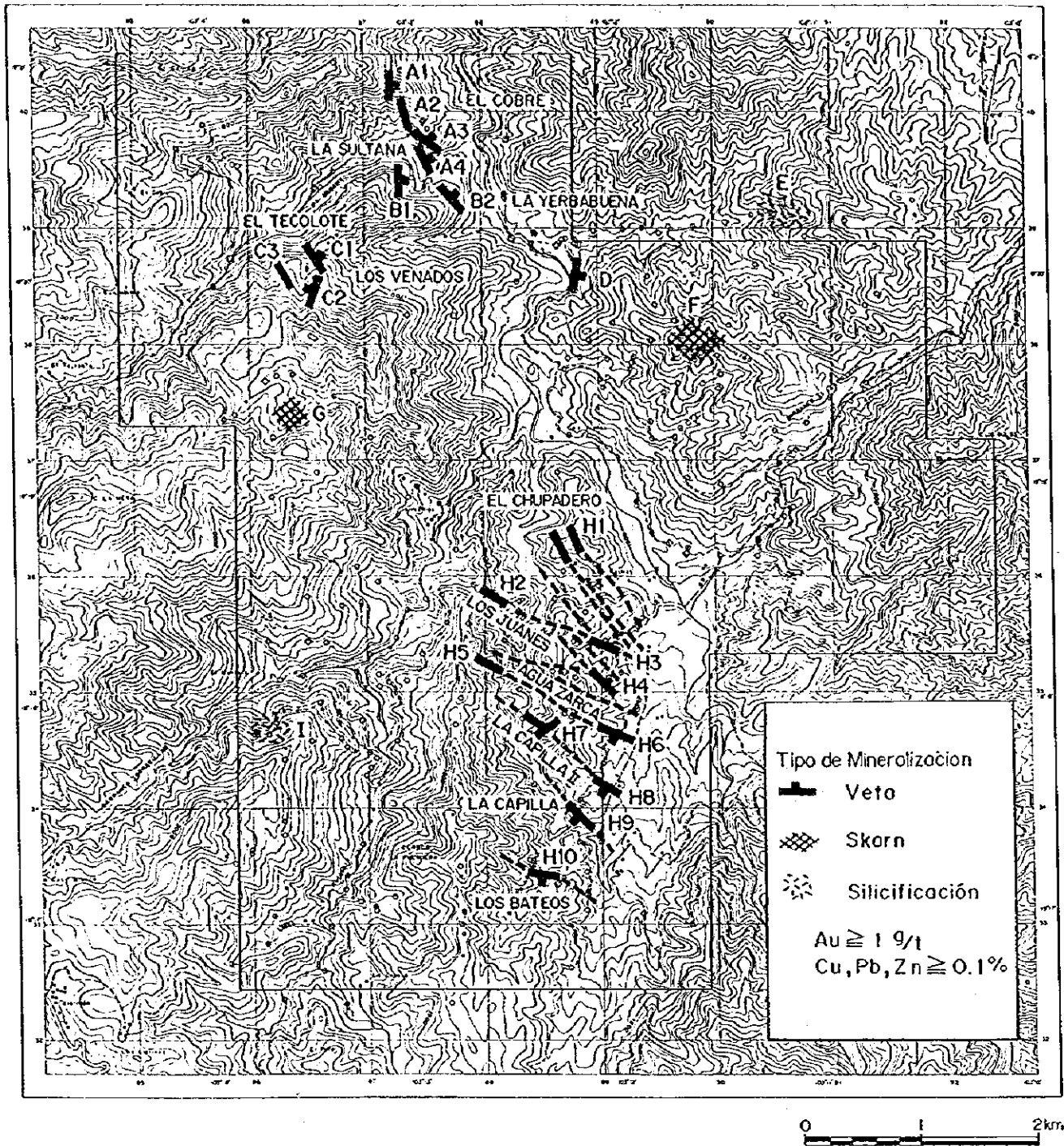
斜 55° NE で露頭部の脈幅 1.1m、強珪化岩脈からなり、角礫化した部分には網状の石英細脈が認められる。約 80m 南の走向延長上に幅 2.5m の同様な石英細脈網状脈があるが、金、銅ともに検出されなかった。当露頭から、西に 300m 離れて、やや方向は異なるものの、平行脈と思われる珪質脈があり、酸化帯の分析では、幅 0.7m 間で Au 4.8 g/t が検出された。この露頭の石英細脈から、包有物温度 211 °C、塩濃度 4.6% が得られている。

地域中央部、ラスアニマスの南方には、南北 3 Km に亘って 10 数条の石英脈群が存在する。北部より、チュパデロ (Chupadero) 脈、ロスファネス (Los Juanes) 脈、アグアサルカ (Agua Zarca) 脈、カピージャ II (La Capilla II) 脈、同 I 脈、パテオス (Los Bateos) 脈と命名されている。鉍脈群は 2 系統あり、N10~30° W 方向の石英脈群と N50~70° W 方向の角礫脈からなる。前者がチュパデロ脈、後者がロスファネス脈以下 5 脈で、後者は約 500m の等間隔に存在する平行脈群といえる。

チュパデロ脈は、脈状変質帯中の石英細脈群や網状脈として存在し、鉍脈帯全体の規模は東西 500m に亘って 6~7 条存在する。個々の鉍脈帯の規模は、幅 3~5m、N10~30° W 方向、垂直から東に急傾斜を呈し、幅 5~10cm の石英細脈が混合層粘土変質帯中に不規則に存在するという産状を持つ。露頭部の品位は低く、Au 0.1~0.2 g/t、この部分の包有物温度は 105~134 °C と低温であり、塩濃度は、1 試料で 12.7% があるが、その他は 5~8% を示した。露頭延長の尾根状の転石で Au 1.4 g/t、Cu 0.2% が検出された。鉍脈の産状、脈質、変質鉍物、温度など総合して、鉍化システムの上部が露出しているものと推定される。

ロスファネス脈は、N50~70° W 方向、傾斜は 70~85° S、石英脈岩片を含む角礫鉍脈からなり、2~3 本の平行脈から構成される。走向延長に約 1 Km 追跡でき、脈幅は広いところで 2.5m、全体的に 0.7~2.0m 程度である。品位は東部で高く、Au 12.4 g/t、同一脈の西延長部では、少量の黄銅鉍を含み Cu 0.3% が検出された。脈際変質は、少量のセリサイトを伴う混合層粘土鉍物、生成温度と塩濃度は、角礫を充填する石英で、それぞれ、135 °C と 2.57%、角礫脈に平行する石英脈で 235 °C と 12.2% を示した。

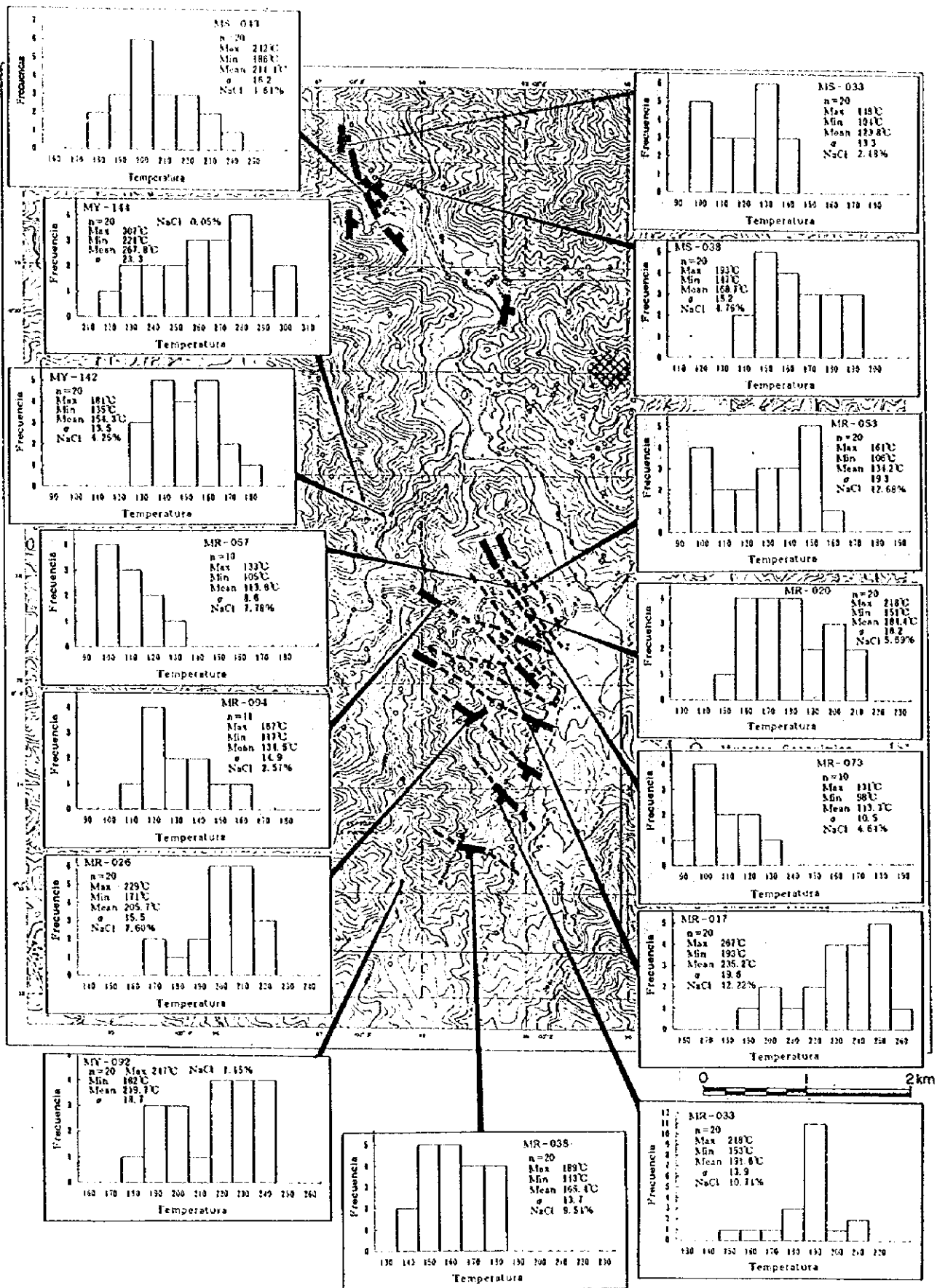
他の 4 脈もロスファネス脈と類似した産状を呈する。品位的には、すぐ南に隣接するアグアサルカ脈まで金が検出され、Au 2.8 g/t、温度 206 °C、塩濃度 7.6% であった。しかし、更に南のカピージャ脈では銅のみ検出され、Cu 0.4~0.9%、温度 191 °C、塩濃度 10.74%、最南部のパテオス脈では金、銅とも低く、温度 165 °C、塩濃度 9.54% を示した。即ち、温度、塩濃度データからは、南部で、再び、鉍脈上部の値となり、変質鉍物や地質的産状が鉍脈主部から下部の産状を呈するのと矛盾する結果となった。この理由は、これらの東西系の脈は、いずれも、石英脈片を含む熱水角礫岩を主体とし、この角礫間を後期の石英脈が充填する構造を呈する。即ち、前後 2 回の鉍化作用が重複しているためと推定される。



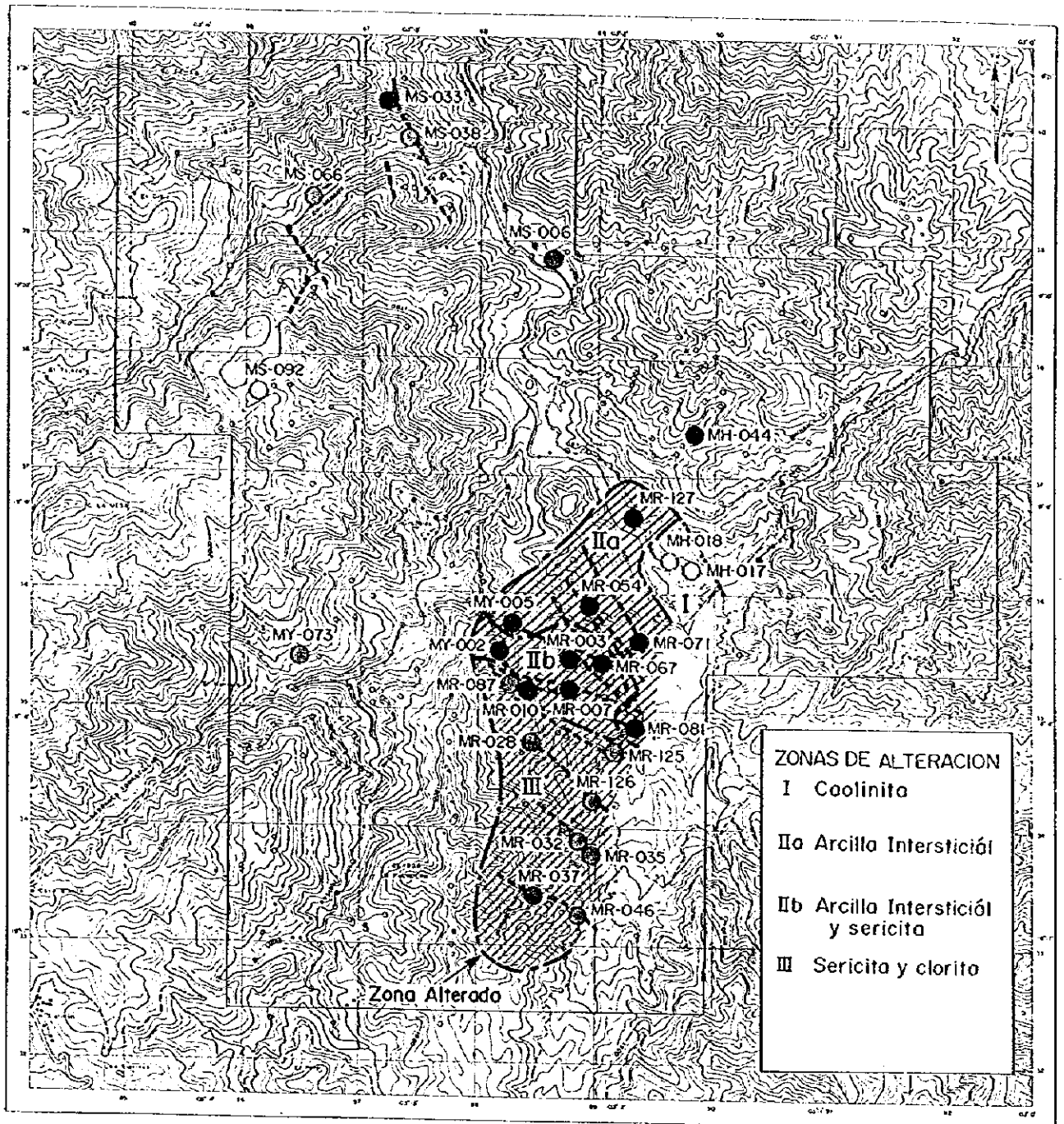
図Ⅱ-2-6 インマクラダ地域 鉱化帯分布図

表 II - 2 - 2 インマクラダ地域 鉛石分析結果一覧表

	TIPO	RUMBO	ECHADO	ANCHO m	MUESTRAS	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
A 1	Stock V. Cuarzo	N-S	90	2.5	MS-23	1,295	4.7	369	<1	5
A 1	Veta Cuarzo	N-S	90	2.0	MS-24	1,540	0.8	290	<1	9
A 1	Veta Cuarzo	N-S	90	1.7	MS-27	1,000	1.6	340	<1	5
A 1	Veta Cuarzo	N-S	90	2.5	MS-28	1,040	2.0	189	<1	8
A 2	Veta Cuarzo	N15W	70SW	1.5	MS-15	4,060	11.8	1990	1	22
A 2	Veta Cuarzo	N16W	70SW	1.0	MS-19	4,440	5.8	940	<1	21
A 3	Veta Cuarzo				Terrero MS-36	1,840	8.0	3460	2	22
A 3	Veta Cuarzo	N15W	35NE	2.5	MS-38	30	4.0	1020	<1	30
A 3	Veta Brecha	N10W	50NE	2.4	MS-40	110	15.0	15300	<1	167
A 3	Contacto Caliza	N10E	70SE	1.0	MS-41	110	14.0	15200	<1	163
A 4	Veta Brecha	N15W	90	2.0	MS-14	30	4.5	1750	11	120
B 1	Contacto Caliza	N-S	50E		MS-43	30,000	22.0	12300	6	249
B 1		N-S	50E	0.7	MS-44	4,820	25.0	6300	22	95
B 1		N-S	50E	0.5	MS-45	35	4.6	4590	<1	24
B 2	Contacto Caliza	N40W	55NE	1.1	MS-48	360	1.3	350	21	46
C 1	Veta Cuarzo	N40W	85NE	0.8	MS-52	1,920	0.7	107	2	84
C 1					Flotad MS-63	130	75.0	17000	22	83
C 2	Contacto Caliza	N25E	70SW	1.8	MS-56	860	3.2	1360	31	79
C 3	Contacto Caliza	E-W	90	0.5	MS-60	40	2.0	2080	156	60
D 1	Veta Cuarzo	N-S	60E	0.1	MS-09	<5	<2	1340	<1	51
E	Z. Silicificada	N60W	70SW		MH-84	<5	<2	1290	<1	28
F	Z. Silicificada	N85W	55NE	1.0-3.0	MH-50	65	2.6	1030	9	310
F	Z. Silicificada				MH-51	<5	<2	2300	<1	404
G	Z. Diseminada	N60E	30SE		MY-151	<5	1.5	1480	2	25
H 1	Veta Cuarzo				Flotad MR-59	10	<2	2310	<1	46
H 1	Veta Cuarzo				Flotad MR-60	1,390	2.7	1630	1	13
H 2	Veta Cuarzo	N20W	90		MY-09	<5	<2	3130	<1	157
H 3	Veta Brecha	N60W	90	2.5	MR-66	12,400	10.5	763	37	207
H 4	Veta Cuarzo	N50W	90	1.0	MR-76	1,620	27.3	163	25300	962
H 5	Red Cuarzo				MR-92	<5	<2	1180	<1	241
H 6	Veta Brecha	N60W	90	0.3	MR-21	5,400	3.4	7700	11	120
H 7	Veta Brecha	N50E	65NW	7.0	MR-26	50	8.2	2760	47	73
H 7	Veta Brecha			3.0	MR-27	2,810	8.9	3380	30	340
H 8	Veta Brecha	N60W	90	2.0	MR-23	419	9.4	9110	52	89
H 9	Veta Brecha	N20W	50SW	0.1	MR-34	120	0.5	4190	<1	28
H 1 0	Veta Brecha	N70W	40SW	1.2	MR-38	23	3.2	880	220	98
I 1	Z. Diseminada	N20W	30SW		MY-57	<5	<0.2	3130	1	1560



図Ⅱ-2-7 インマクラダ地域 流体包有物温度、塩濃度測定結果図



EXPLICACION

0 1 2km

- Caolinita y Smectita
- clorita / sericita / smectita Intersticial Arcillas y smectita Intersticial Arcillas
- sericita / smectita Int. Arc. y Sericita
- ⊙ Sericita y Clorita
- Silicificación
- Minerales de Skarn

図Ⅱ-2-8 インマクラダ地域 変質分帯図

5. 考察

地質調査、地化学探査の結果から、地域北部のエルコブレ脈とその南延長部、あるいは地域中央部の鈳脈群が精査対象となる。これらの鈳脈は、全体に塩濃度が高く、鈳脈下部に黄銅鈳を随伴することおよび、閃緑岩の近傍にあり、成因的に関連することなどから、金、銅累帯型の鈳脈と考えられる。この型の大規模な鈳床は、日本国内では、秋田県の尾去沢鈳山や阿仁鈳山、当地域周辺では、グアダラハラ西方のエルバルケーニョ (ElBarqueno) 鈳床、また、スカルン鈳床を随伴するタイプとしては、ミチュアカン (MICHOACAN) 州のバスタン (El Bastan) 鈳山がある。これらの鈳床は、上部 100~150m が含金細脈群、下部で収斂して、幅数 m~最大 10m に達するが、一般に数 m 単位の鈳脈の集合からなる。生成温度は 200℃~300℃、銅鈳脈の下部で 350℃前後である。

当地域の鈳脈は、上部の金帯から主部の銅帯に移行する辺りまでが露出しているものと考えられ、下部でどの程度鈳脈が収斂するかが評価のポイントとなる。この観点から、鈳脈上部相の石英細脈群からなるチュパデロ脈の下部、角礫鈳脈中で Au 12 g/t が検出されたロスファネス脈の下部や、これとチュパデロ脈との交差部などが注目に値する。また、石灰岩との接触部で高品位となることから、地域北部のエルバプエナ鈳脈の下部も重要と考える。

表Ⅱ-2-3 インマクラータ地域 変質分帯

	Zona I Z. Caolinita	Zona II a Z. Interstitial Arcillas	Zona II b	Zona III Sericita	Zona IV Silicificada	Zona V Skarn
Cuarzo						
Feld. Potasica						
Albita/Plag						
Caolinita						
Smectita						
Cl/Sm Int. Arc.						
Sr/Sm Int. Arc.						
Clorita						
Sericita						
Grosularia						
Pirita						
Anatasa						

Feld.: Feldespato, Plag: plagioclasa, Cl.: Clorita, Sm. Smectita,

Int. Arc.: Arcillas Interstitial — Abundante — Medio — Raro

2-2-2 オレガノ地域

1. 地質

調査地域の地質図をII-2-9にしめす。当地域は、面積3Km²の小範囲であり、周辺は第三系の玄武岩やイグニブレイトに広く覆われ、堆積岩類の地質層序はよく判らない。既存資料によれば、白亜紀中期に対比されるカラコル(Caracol)層の砂岩、泥岩互層とされる。調査地内の岩相は、南部ほど砂岩が卓越し、中部は砂岩、泥岩互層、北部は泥岩の割合が高くなる。南西部の一部を除き、強いホルンフェルス化をうけており、初生構造は不明ながら、中深海環境におけるタービダイト性堆積物と推定される。

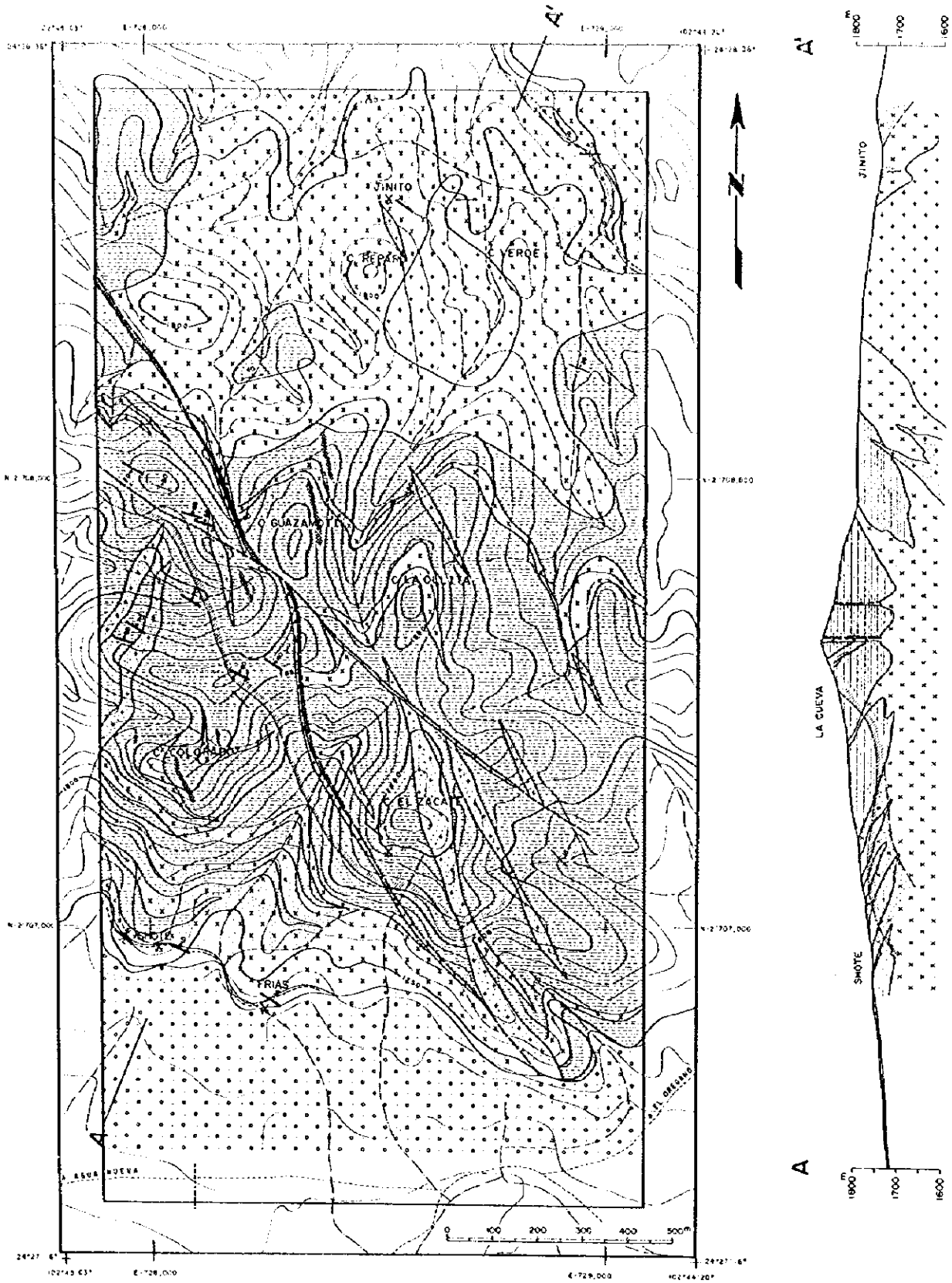
この堆積岩を貫いて、少なくとも3種類の貫入岩が存在する。薄片鑑定によれば、当地域の貫入岩類は全てアルカリ岩系に属し、アルカリ岩系の半深成岩は、世界的にも珍しいものとされている。アルカリモンソナイト、あるいはアルカリモンソニ斑岩は、地域北部の1/3の面積を占め、明らかに堆積岩類の層理を切って貫入している。岩体中央部には、径1cmに達する黒雲母の巨晶を持つモンソニ斑岩が存在する。地域中部から南部には、層理と平行に進入するシート状貫入岩があり、閃長岩～粗面岩質斑岩と鑑定された。成因的關係は不明ながら、露頭状況からは、中央部が含黒雲母アルカリモンソニ斑岩、周辺部がアルカリモンソニ斑岩、そして縁辺部がシート状の閃長斑岩へと漸移し、一連の累帯と考えられる。また、これらの貫入岩類を切って、ペグマタイト質の岩脈があり、薄片鑑定の結果、ランプロファイアーと判明した。なお、年代測定の結果、黒雲母モンソニ斑岩が149 ± 5.0Ma、角閃石モンソニ斑岩が143 ± 4.2Ma、地層と調和的に進入する閃長斑岩が65.9-66.3 ± 2.1Maが得られた。

2. 地質構造

砂岩、泥岩互層は、全体として、南方に10~20°の緩傾斜を呈するが、北部のモンソナイト周辺では貫入の影響により乱されている。当地域の断層、裂隙および岩脈には低角で斜交するN20~40°WとN60~70°Wの2方向があり、前者は熱水角礫岩脈とこれに隣接する方解石脈、ランプロファイアーおよび地域中央部の網状石英脈が該当し、後者には、断層と断層に沿う角礫岩脈および地域中央の石英脈群が該当する。ランプロファイアーや熱水角礫岩脈はN60~70°W方向の断層で転移しており、前後関係が認められる。

N20~40°W方向は当地域を含む東シエラマドレ山塊の広域構造と一致し、当地域の西5Kmのチュキウィティージョ(Chuquihuitillo)鉱床にも同方向の角礫岩脈が存在する。

この他、北部のモンソナイト中には、N80~90°Wの粘土変質帯が多数みられ、また南部の鉛亜鉛重晶石脈もほぼ東西方向に分布するが、前者は、モンソナイトの内部構造、後者は地層の走向に調和しているため、局所的構造と考えられる。



EXPLICACION

- | | | | | | |
|--|-------------------------------------|--|-----------------------------|--|---------------------|
| | Depósito de Talud | | Veto de Cuarzo | | Mina y/o Prospecto |
| | Lampróido | | Veinillas/zona mineralizada | | Inclinación y rumbo |
| | Pórfido Biotita-Monzonítico | | Veto de Calcita | | |
| | Pórfido de Hornblenda-Monzonítico | | Brecha Hidrotermal | | |
| | Pórfido Sienítico | | Límita de Hornfels | | |
| | Formación CARACOL (Luzas/Areniscas) | | Folio | | |
| | | | Línea de Sección | | |

図 II-2-9 オレガノ地域 地質図

3. 地化学探査

方法：地域内全域に亘り、概ね 150m 間隔で採取した試料 88 個をカナダ、CHEMEX Lab 社の原子吸光分析に供した。分析元素は Au(5ppb),Ag(0.2ppm),Cu(1ppm),Pb(1ppm),Zn(1ppm),Mo(1ppm),As(1ppm),Sb(0.2ppm),Hg(10ppb)の 8 元素、括弧内は分析限界を示す。

これらの分析値に対し、インマクラード地域と同様に、基本統計量を計算した後、主成分分析を実施した。

統計処理：基本統計量と相関係数行列を表Ⅱ-2-4に示す。相関係数 0.7 以上の弱い相関は、As と Sb が 0.76、0.5 以上の弱い相関が Ag と Pb(0.67)、Pb と Sb(0.54)に見られた。

主成分分析の結果を表Ⅱ-2-4に併記する。この結果、第 1 主成分に顕著な因子が抽出された。第 1 主成分は Ag,Pb,Sb に特に強く相関し、ついで As,Mo に相関するもので、当地域の鉱化特性を説明する因子と考えられる。この理由は、本年度調査範囲が鉱化帯の内部に限定されたため、鉱化特性が第 1 主成分に反映されたものである。即ち、地化学探査から推定される鉱化作用の特性は、Ag,Pb を主とし、これに As,Sb を含有するというもので、この因子により、全体の 40%が説明できる。この結果は、後の鉱化作用の項で報告する通り、現地調査や各種試験結果とも一致するものである。第 2 主成分は、Cu,Zn 群と As,Sb,Au 群に分離した。As-Sb-Au は浅熱水性金鉱脈に特有の元素であり、当地域にこのタイプの鉱化帯が、約 20%存在する可能性を示唆する。現地調査結果では、地域中央部の石英脈群が浅熱水性鉱脈の特徴を有するため、妥当な結果となった。また、統計処理的には、ポーフィリー銅-鉛-亜鉛鉱床と思われる鉱化特性は抽出できなかった。既存データによれば、含銀鉛亜鉛脈は、坑道を含めた十分な調査が実施されており、小規模、低品位との結果が得られているため、ここでは、金鉱脈に関連する異常を抽出するため、個々の元素の異常地を、第 2 主成分の区分に従ってプロットした。

個々の元素のヒストグラムと累積相対度数グラフを巻末図Ⅱ-2-2に示す。インマクラード地域で詳細に報告したのと同じ論理展開により下記のしきい値を決定し、このしきい値に基づく異常値分布を図Ⅱ-2-10～図Ⅱ-2-12（図Ⅱ-2-11と12は巻末）に示す。

第 1 群… Mo(67ppm),Pb(148ppm),Ag(1.5ppm)

第 2 群… As(735ppm),Sb(40ppm),Au(5ppb)

第 3 群… Cu(115ppm),Zn(90ppm)

この結果、第 2 主成分の分類による異常群分布は地域全体に分散し、特に集中する異常地は抽出できなかった。また、各元素毎の異常地分布も地域全体に分散し、岩質の差による偏在性も認められなかった。強いて検討を加えれば、Cu と Pb の異常は、地域中央から北部に点在し、Au は地域中央からやや南側のモンゾナイトと、その周辺に集中する傾向が見られた。

表Ⅱ-2-4 オレガノ地域 統計処理結果一覧表

基本統計量

変数	N	平均	最小値	最大値	基準偏差
Au(ppb)	88	2.77	2.50	45.00	1.57
Ag(ppm)	88	0.22	0.10	18.00	3.86
As(ppm)	88	100.67	8.00	4160.00	4.62
Cu(ppm)	88	31.32	5.00	174.00	2.44
Mo(ppm)	88	5.88	0.50	590.00	5.80
Pb(ppm)	88	9.86	0.50	580.00	5.98
Sb(ppm)	88	12.88	0.10	540.00	5.91
Zn(ppm)	88	28.66	2.00	1050.00	3.93

相関係数行列

変数	Au	Ag	As	Cu	Mo	Pb	Sb	Zn
Au	1.00							
Ag	-0.06	1.00						
As	0.31	0.26	1.00					
Cu	-0.09	0.38	-0.15	1.00				
Mo	-0.04	0.43	0.26	0.25	1.00			
Pb	0.09	0.67	0.33	0.28	0.44	1.00		
Sb	0.12	0.46	0.76	0.06	0.38	0.54	1.00	
Zn	0.03	0.36	-0.07	0.37	0.22	0.38	0.06	1.00

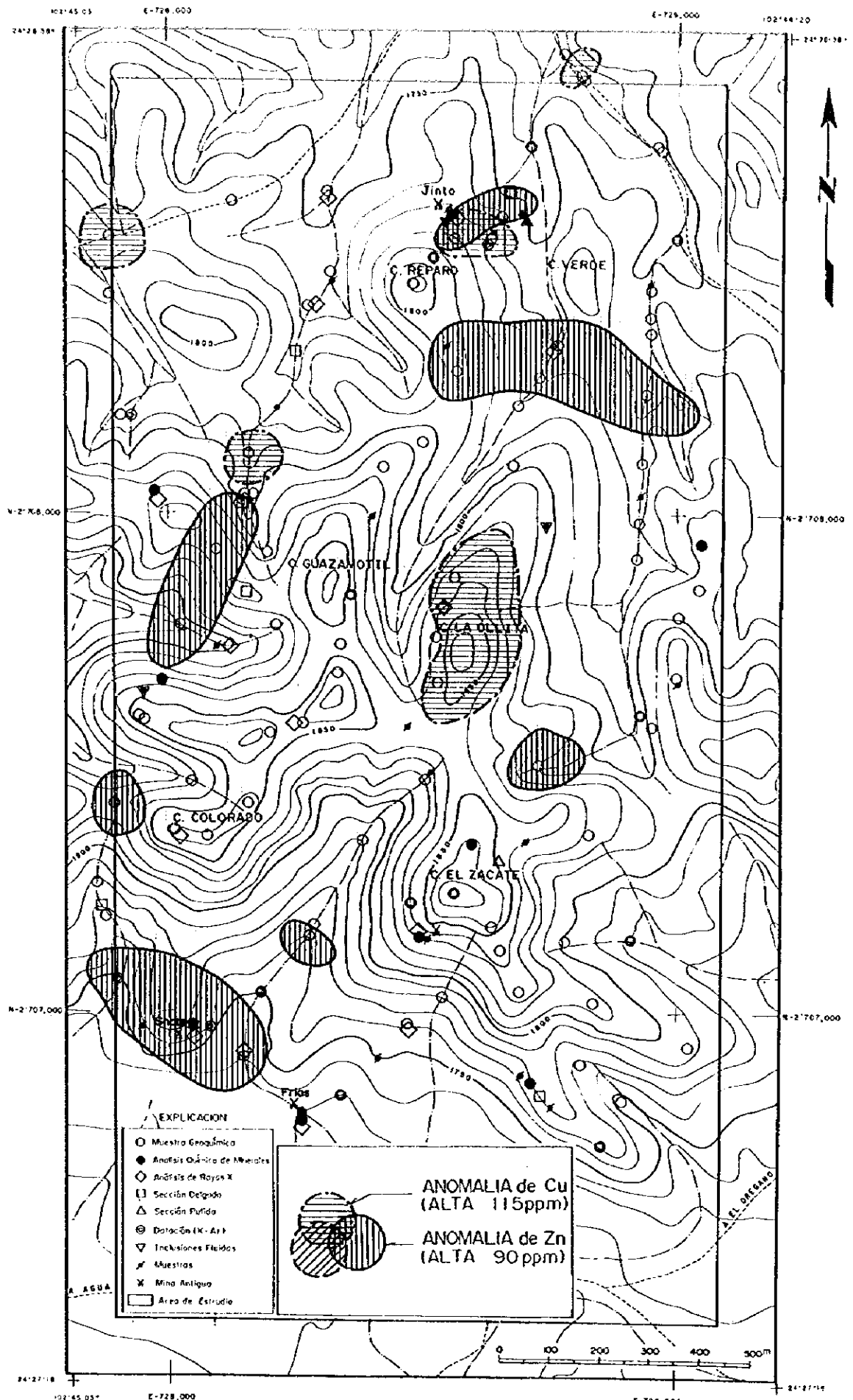
因子負荷量

変数	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	主成分 5
Au	0.121	-0.460	-0.823*	-0.233	0.002
Ag	0.801*	0.235	0.097	0.187	-0.145
As	0.577	-0.717*	0.030	0.005	-0.075
Cu	0.398	0.640	-0.133	-0.380	-0.486
Mo	0.656	0.103	0.250	-0.520	0.473
Pb	0.836*	0.089	-0.050	0.223	0.029
Sb	0.765*	-0.465	0.169	0.066	-0.156
Zn	0.442	0.540	-0.439	0.297	0.313
固有値	3.057	1.717	0.991	0.647	0.610
寄与率	0.382	0.215	0.124	0.081	0.076

4. 鉍化作用

鉍脈分布を図Ⅱ-2-13、これに対応する分析値を表Ⅱ-2-5に示す。また、流体包有物試験結果と変質鉍物分帯を、それぞれ図Ⅱ-2-14と図Ⅱ-2-15に示す。

当地域には3種類の鉍化作用が存在する。北部のモンソナイト中にはヒニート(Jinito)脈があり、C.R.M.の探鉍ピット内には、幅5mの変質帯中にN50°W方向、ほぼ垂直に傾斜した幅0.6mの石英脈が認められる。地表部には孔雀石、藍銅鉍を随伴する酸化帯があり、この部分の分析ではCu 4%, Pb 0.3%, Zn 0.2%が検出された。ピット内の石英脈の脈際変質はセリサイト、包有物均質化温度は191℃を示した。約100m東方に類似の変質帯があり石英細脈を分析に供したが、パレンであった。ヒニート脈、変質帯とも黒雲母を含むモンソニ斑岩の周辺に胚胎するため、黒雲母モンソニ斑岩に直接関連する鉍化作用の可能性も考えられる。しかし、包有物の塩濃度は0.06%であり、斑岩に直接関連する鉍床、例えばポーフィリー銅鉍床などと比較して、著しく低い結果となった。地域中央部には、



図Ⅱ-2-10 オレガノ地域 岩石地化探異常分布図(Cu, Zn)

ホルンフェルスを母岩とし、N50~70° Wに走向する平行石英脈群が存在する。走向延長、傾斜延長にまんべんなく7試料を分析したが、わずか1サンプルでCu 0.2%が検出されたのみで、他はバレンであった。地形上位の石英脈から、均質化温度161℃、塩濃度0.06%の結果が得られた。また脈際変質はカオリナイト、母岩変質は混合層粘土とセリサイトであった。

地域南部には、砂岩、泥岩互層の層理に調和的に胚胎する鉛亜鉛重晶石鉱脈があり、西側がショーテ(Shotc)脈、東がフリラス(Frias)脈と命名され、C.R.M.による坑道探鉱が実施された。鉱脈の上盤は層理に調和的に進入した閃長斑岩があり、岩体縁辺部から鉱脈にかけ連続した変質帯が認められる。ショーテ脈では脈幅0.2m間、Zn14.5%が検出され、フリラス脈からは、幅0.2mの脈で、Au 0.7 g/t, Ag 208 g/t, Pb 4.2%, Zn 0.5%が検出された。ショーテ脈の均質化温度は191℃、塩濃度0.04%の結果が得られている。

5. 考察

当地域の鉱化作用はモンゾニ斑岩の貫入、上昇活動に伴う共役割れ目の形成と、これを充填する熱水角礫岩と石英脈、即ち、裂隙充填型石英脈と推定される。ポーフイリー銅鉱床の上部鉱化帯の可能性も検討したが、斑岩中の鉱化が弱く、脈状であること、地化学探査におけるCuとMoとの相関も低いことおよび、単純石英脈と硫化物を含む石英脈の両者ともに包有物の塩濃度が低いこと、などを総合的に判断して、ポーフイリー銅鉱床の可能性は少なく、浅熱水性鉱脈と判断した。地形上位の石英脈生成温度が低く、地形下位の200℃程度の温度領域で、黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱の鉱化が認められるため、地域中央部の石英脈の下部、あるいは、最大脈幅20mに達する方解石脈の下部など、このタイプの金の沈殿領域である180~220℃の温度領域での金鉱化帯が期待される。しかし、地表部の鉱化帯の品位、規模ともに劣勢であり、本年度調査の他の2地域に比較した場合、相対的な評価は低いと判断した。

年代測定の結果、モンゾニ斑岩は白亜紀前期、シート状の閃長斑岩は白亜紀末期と判明した。地域南部の鉛、亜鉛鉱脈(SHOTE, FRIAS脈)や地域中央部の石英脈は、閃長斑岩と密接に関連しており、その鉱化時期は白亜紀末期以降と考えるのが妥当である。

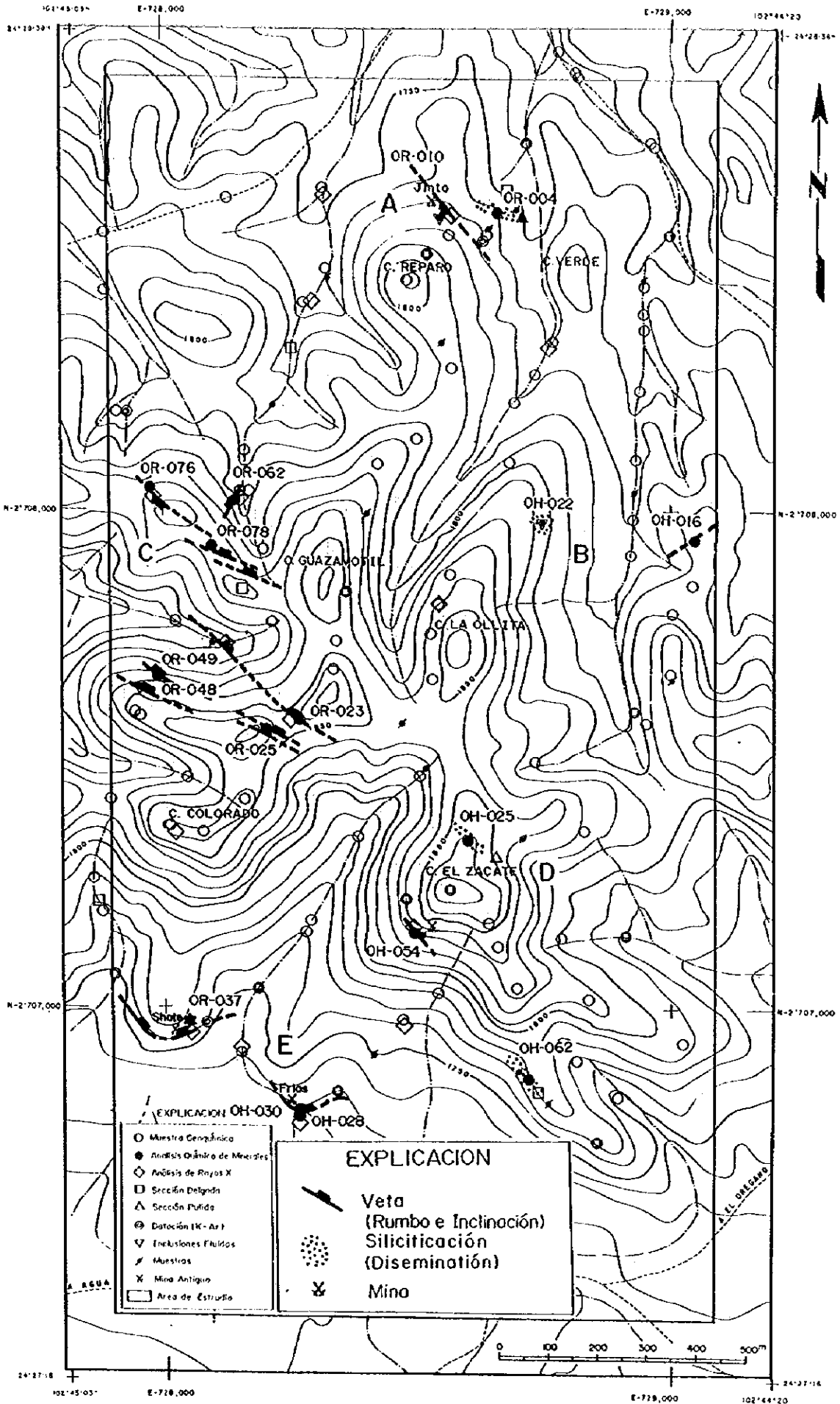
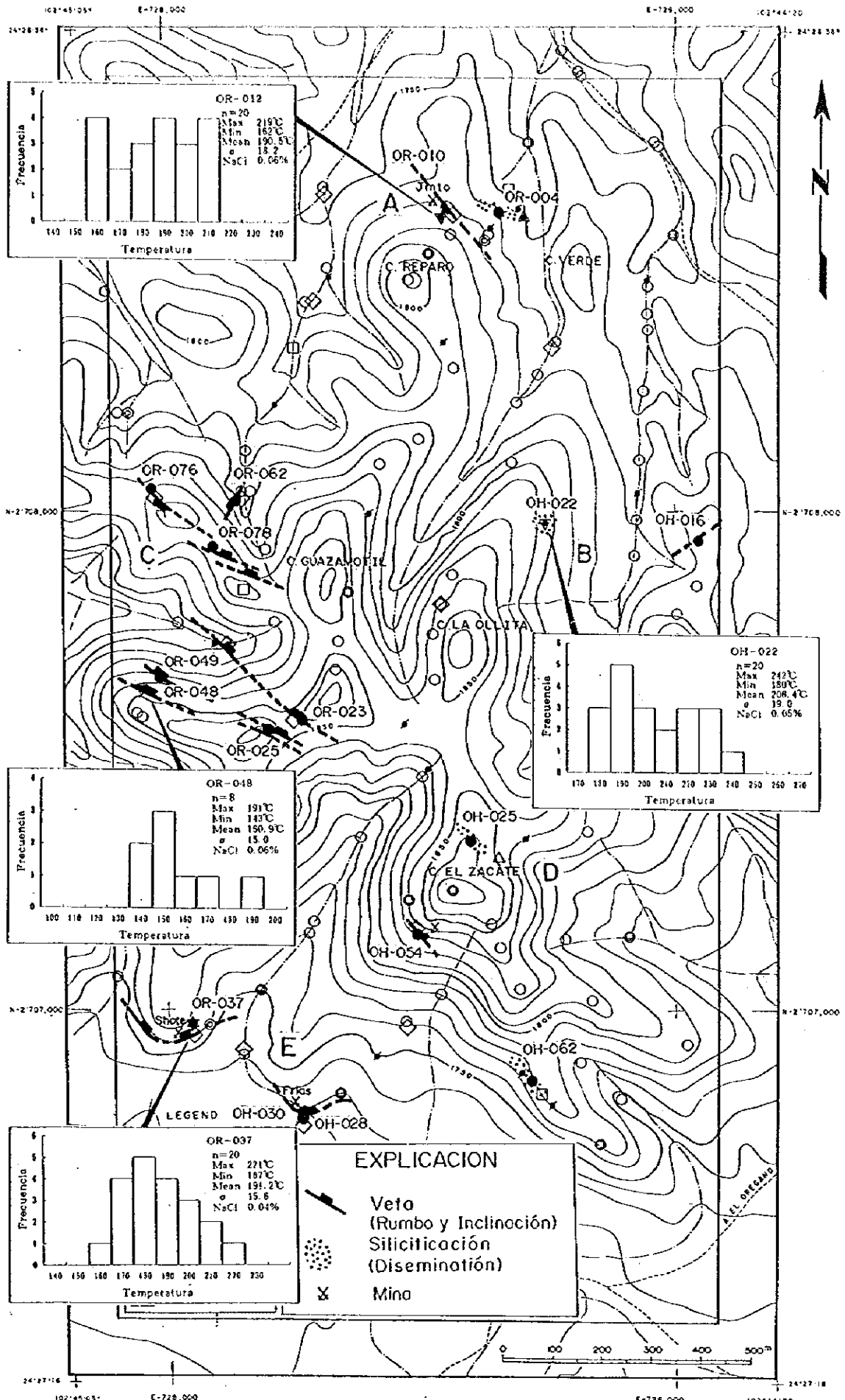


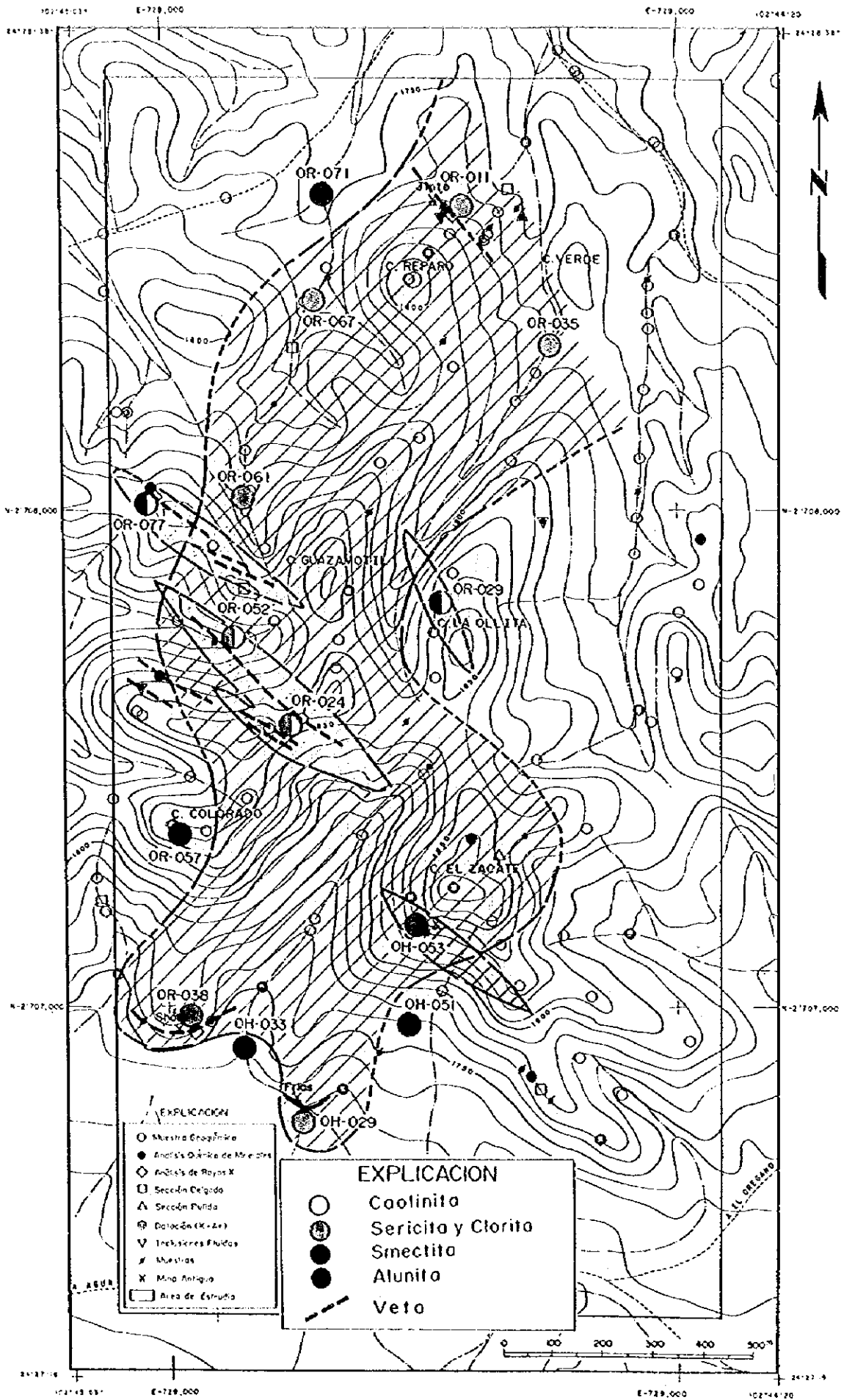
図 II - 2 - 13 オレガノ地域 鉱山、鉱化帯分布図

表 II - 2 - 5 オレガノ地域 鉱石分析結果一覧表

NOMBRE de VETA	MUESTRAS	TIPO	RUMBO	ECHADO	ANCHO m	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Mo ppm
A	OR-004	Silic.	E-W	90	3.0	4	15.9	149	428	251	392
	OR-010	Veta	N50W	90	0.6	<1	25.8	40,400	3,040	2,230	395
B	OH-016	Veta	N55E	15NW	0.01	3	2.9	44	843	951	15
	OH-022	Silic.	N50W	30NE		2	18.3	174	948	206	16
C	OR-062	Veta	N25E	85NW	0.2	<5	1.5	56	258	313	164
	OR-076	Vetilla	N60W	70SW	0.5	<1	6.5	87	1,500	216	753
	OR-078	Veta	N75W	60NE	0.2	<5	3.8	34	480	700	110
	OR-023	Veta	N60W	40NE	0.6	<5	<2	8	7	15	<1
	OR-025	Vetilla				<5	<2	81	3	4	<1
	OR-048	Vetilla	N70W	65NE	2.0	3	2.3	15	84	86	6
	OR-049	Vetilla	N60W	70NE	5.0	<1	2.1	51	86	579	20
D	ZACATE	Disem.	N85E	45NW		<1	1.3	57	72	191	12
		Vetilla	N20W	35NE		22	0.8	13	45	20	5
	OH-062	Disem.	N30W	90		43	1.2	26	173	227	31
E	SHOTE	Veta	N40W	15NE	0.2	3	28.8	1,490	2,100	145,000	4
	FRIAS	Flotad.	N30W	15NE		10	1.5	11	69	95	24
	OH-030	Veta	N20W	15NE	0.2	727	208.0	776	42,300	5,310	28



図Ⅱ-2-14 オレガノ地域 流体包有物温度、塩濃度測定結果図



図Ⅱ-2-15 オレガノ地域 変質分帯図

2-2-3 インデウノ地域

1. 地質

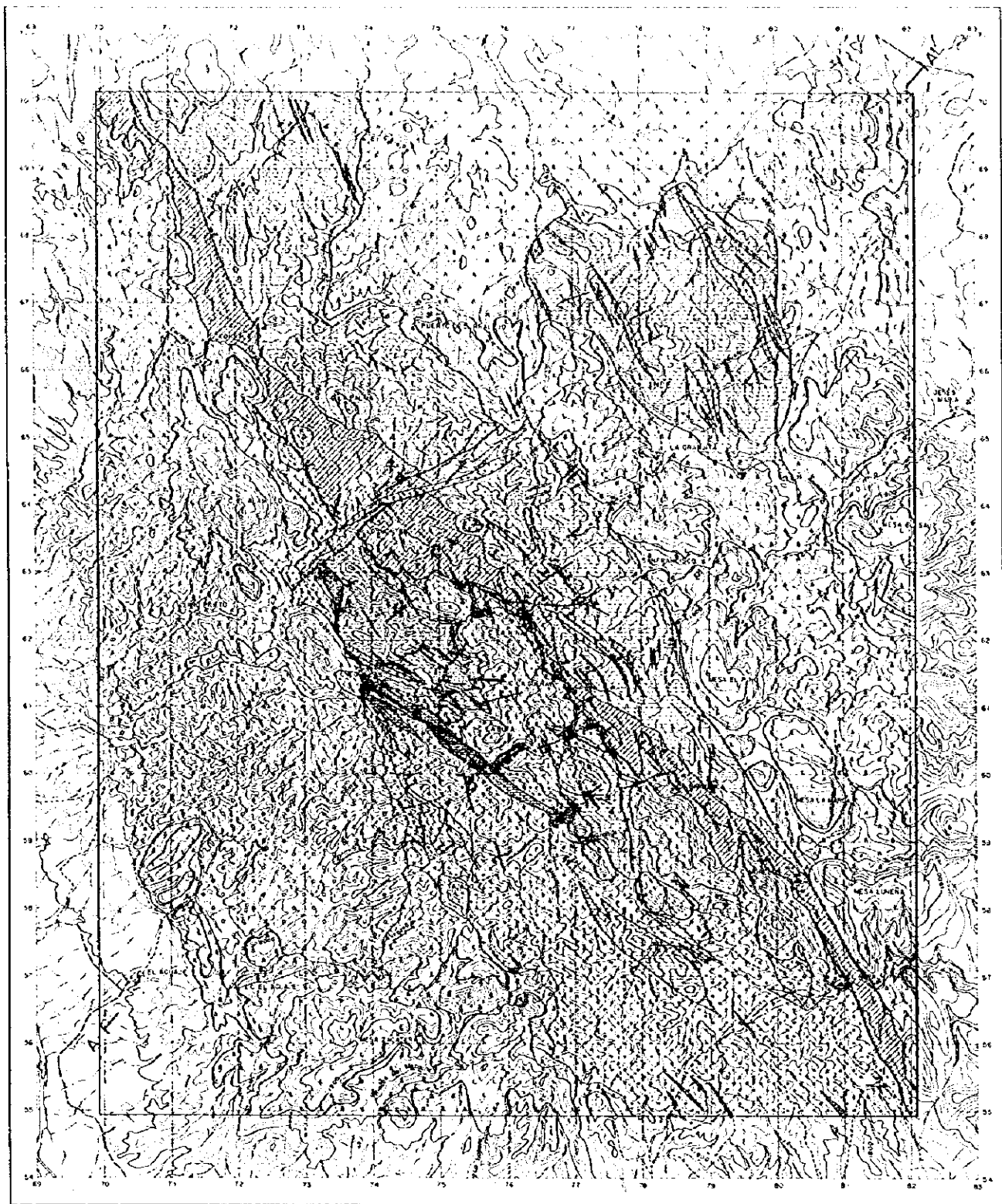
地質図および地質層序を図II-2-16および図II-2-17に示す。当地域の基盤岩は、アメリカ合衆国西海岸から連続するコルディレラ造山帯に属する結晶片岩からなる。調査地西方5 Kmのサンタマリア デル オロ (Santamaria del Oro) 近傍の堆積岩の年代は 326 ± 26 Ma が得られている。従って、古生界、石炭系から二畳系に対比され、ジュラ紀前期に変成作用を蒙ったとされる。当地域では、地域中央部を北西-南東に走る低角衝上断層に沿って出現し、幅 500m~1 Km、延長 15Km に達する。岩相は、大部分が泥質、砂質片岩からなり、石灰岩レンズを挟在する。数 10cm~数m 単位の激しい折り畳み褶曲を受けているが、鏡下では変成度は比較的弱く、一部に絹雲母、緑泥石、方解石が配列した片状構造が認められるのみである。

この泥質、砂質片岩に密接に関連して変形した礫岩が存在する。後述する上位のメスカレラ層 (Mezcalera) との境界部に多く出現する傾向があり、周辺の広域層序から三畳系のトレスパロネス (Tres Varones) 層に対比する意見もあるが、同種の礫岩はメスカレラ層中にも見られることから、本調査では、メスカレラ層の基底礫岩とした。

メスカレラ層は、約 2~3Km の幅をもって、地域中央を北西から南西に、帯状に広く分布するほか、地域北部のインディ集落の東方にも独立した露出域がある。後の、構造の項で詳しく述べるが、本層は広域的な地塁-地溝構造により隆起したブロックとして露出しており、地域全体を覆うイグニンプライトの下部に広く存在するものと推定される。岩相は砂岩、泥岩互層を主とし、石灰岩レンズや礫岩を挟在する。時に数m~数 10 m 単位の過褶曲構造をもつが、変成作用は蒙っていない。全体的には東落しと推定されるが、褶曲や岩脈により走向、傾斜は著しく乱されており、詳細は不明である。本層中の石灰岩レンズに含まれる化石から、下部白亜系のオーロラ (Aurora) 層に対比されているが、標識地のオーロラ層に比較して、石灰岩が少なく、タービダイト性の砂泥互層を主体とするため、オーロラ層の半深海相とするのが妥当である。

メスカレラ層を不整合に覆って、固結度の悪い礫岩が存在する。礫岩層の下底部に多量の貝や珊瑚の化石を含む石灰岩部層があり、地域南部の鈹床母岩となっている。この石灰岩は南東方向に徐々に尖滅し、地域南端では、礫岩中の石灰岩レンズに移化する。本礫岩は、径数 cm ~ 数 10cm 程度の多様な亜円礫からなり、全般に淘汰の悪い浅海性の堆積環境を持つ。これに挟在する石灰岩は珊瑚礁性であり、いずれも陸域に近い生成環境を示している。石灰岩中の化石は厚歯二枚貝、藻類の他、サンゴや石灰質海綿の破片が認められる。厚歯二枚貝はシルル紀から白亜紀まで生息したが、ジュラ中期以降に大発生したとされ、藻類や海綿は中生代型であることから、生成年代は、ジュラ中期以降、恐らく白亜紀と推定された。

これらの先第三系を不整合に覆って、西シエラマドレ火山活動に相当する安山岩質~流



EXPLICACION

- | | | |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Conglomerado y Gravas | Conglomerado | Vía |
| Igneo Básico (SUPERIOR) | Café de Etnofoliar | Cercositas |
| Básico Dúctil (SUPERIOR) | Lutita y Arenisca | Falla |
| Igneo Andésico (SUPERIOR) | Esquistos Félsico y Psamítico | Rumbo e Inclinación de Estrata |
| Igneo Básico (INFERIOR) | Domo Andésico | A. Mito Antiguo |
| Igneo Andésico (INFERIOR) | Pánfilo Dúctil | A. L. Línea de Secar |
| | Pánfilo Granodiorico | |

図 II - 2 - 16 インデウノ地域 地質図

COLUMNA GEOLOGICA

PROYECTO: CONVENIO MEXICO - JAPON (R.M.N. INDE UNO)

ERA	PERIODO	EPOCA / PISO	SYMBOLS	LITOLOGIA	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO			
		PLEISTOCENO			
	TERCIARIO	NEOGENO	PLIOCENO	no Aflora	F.M. SANTA INES Conglomerados y Gravas
			MIOCENO		
		PALEOGENO	OLIGOCENO		PAQUETE VOLCANICO SUPERIOR Constituido por Ignimbritas (Dacitas~Andesitas Tobas y Brechas) (流紋岩~安山岩質イグインブライト)
			EOCENO	Doma Riolitica	PAQUETE VOLCANICO INFERIOR Tobas Rioliticas con Lentes de Lutitas Tobas Andesiticas (流紋岩~安山岩質凝灰岩質)
			PALEOCENO	no Aflora	
	MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR		F.M. INDIDURA Conglomerado (礫岩) Caliza de Estratification, fosilifera (含化石成層石灰岩)
			INFERIOR		F.M. MEZCALERA Lutitas, Areniscas y Lentes de caliza 砂岩・泥岩互層(含石灰岩レンズ)
JURASICO					
TRIASICO			no Aflora		
PALEOZOICO		PERMICO			
		CARBONIFERO		F.M. GRAN TESORO Esquistos-pelitico, psammitico con Caliza 泥質・砂質片岩、含石灰岩レンズ	

図 II - 2 - 17 インデウノ地域 地質層序図

流紋岩質の陸性火山岩が分布する。火山岩類は下部の安山岩質～流紋岩質凝灰角礫岩と上部の石英安山岩質～流紋岩質イグニンプライトに大別され、下部の凝灰角礫岩類は、地塁－地溝構造の隆起部の先第三系露出域を不整合に覆い、上部のイグニンプライトは、地溝部低地を広く埋めて、特異な台地地形を形成している。両者の境界時期に流紋岩ドームの活動があり、地域中央部の隆起帯の基盤構造に沿って、隆起帯境界とやや斜交しつつ北西から南東に点々と連なり分布する。下部層は、西シエラマドレ古期火山活動、上部層は、同新規火山活動に対比される。下部層は安山岩の溶岩、火砕岩の噴出に始まり、徐々に、石英安山岩質から流紋岩質の活動に移行し、末期の流紋岩ドームの進入で終息したと考えられる。これらの火山活動に関連して2種類の岩脈が存在し、検鏡の結果、花崗閃緑斑岩と石英安山岩質斑岩と判明した。上部層もまた、安山岩質火砕岩の噴出に始まり、徐々に石英安山岩となり、最後に流紋岩質溶結凝灰岩へと移行した。後の鉍化作用の項で詳述するが、鉍化作用は、下部層の火山岩類中や流紋岩ドームに存在し、上部層のイグニンプライトには全く認められない。年代測定の結果、花崗閃緑斑岩や石英安山岩質斑岩が $136\sim 106 \pm 3.0\sim 8.1\text{Ma}$ 、流紋岩ドームが $70.8 \pm 1.6\text{Ma}$ 、鉍脈中の氷長石が $25.7\sim 27.1 \pm 8.6\text{Ma}$ が得られている。即ち、古期火成活動は、白亜紀中期から後期に始まり、第三紀暁新世から始新世の陸成火成活動に移行し、始新世最末期、あるいは漸新世初期の鉍化作用で収斂したと考えられる。

2. 地質構造

当地域の地質構造、岩脈の方向、流紋岩ドームの配列および鉍脈の方向は、全て3系統に集約される。一つは、隆起帯の中に見られる $N50\sim 60^\circ W$ の方向であり、低角衝上断層、石英安山岩岩脈と流紋岩ドームの配列および多くの含金石英脈などが該当し、また先第三系の地層の分布ともほぼ一致している。この方向は、当地域を含むメキシコ合衆国北部の広域的な基盤構造に一致しており、ララミーデ変動による隆起活動に関連するものと見なされる。これとやや斜交して、 $N20\sim 30^\circ W$ の方向があり、隆起帯の方向、即ち、イグニンプライトとそれ以前の地層を境する正断層や、地域南部の含金石英脈の方向と一致する。この方向はララミーデ変動最末期の地塁－地溝運動に関連するものと考えられ、イグニンプライトは、地溝部を埋め、地塁部に対しアバットの関係にある。この他、上記2方向とほぼ直交する $N60\sim 80^\circ E$ の方向があり、多くの鉛亜鉛重晶石鉍脈や一部の花崗閃緑斑岩の方向がこれに該当する。広域的には、ララミーデ変動をもたらした北米プレート進行方向に平行な横ずれ断層群の方向と一致する。

3. 地化学探査

方法：既存データ解析の結果、鉍化作用は隆起帯に限られ、イグニンプライト中には存在しない事が予想された。しかし、地質年代的にはほぼ同時期の流紋岩ドームは、明らか

に鉱化作用の影響を受けていることから、完全には否定できず、計画採取量のおよそ 80% を隆起帯から採取し、イグニンプライト地域では採取密度を粗くすることで対処した。この結果、隆起帯では、およそ 200m 間隔、イグニンプライト地域では、約 500m 間隔の密度となった。全試料 598 個をカナダ、CHEMEX Lab 社の原子吸光分析に供した。分析元素は Au (5ppb), Ag (0.2ppm), Cu (1ppm), Pb (1ppm), Zn (1ppm), Fe (0.1%), As (1ppm), Sb (0.2ppm), Hg (10ppb) の 9 元素、括弧内は分析限界を示す。全試料から鉱脈部分を除外した 526 個の分析値に対し基本統計量を計算した後、多変量解析の 1 手法である主成分分析を実施した。統計処理に際し、検出限界値未満の試料には、限界値の半分を与えた上で、対数変換を行って計算した。

統計処理：基本統計量と相関係数行列を表 II - 2 - 6 に示す。相関係数 0.5 以上の弱い相関は、As-Sb (0.68)、Au-Ag (0.60)、Ag-As (0.57)、Au-As (0.51) に認められた。但し、Au, Ag とも検出限界値以下の値が多く、Au, Ag の相関は、統計的には有意の相関とは言えない。ついで Ag と Sb、Pb-Sb にそれぞれ 0.49 の弱い相関が検出された。また、有意の逆相関は認められなかった。

表 II - 2 - 6 インデウノ地域 統計処理結果一覧表

基本統計量

変数	N	平均	最小値	最大値	基準偏差
Au(ppb)	526	3.41	2.50	450.00	2.36
Ag(ppm)	526	0.19	0.10	68.00	3.16
As(ppm)	526	26.49	0.50	20000.05	4.05
Cu(ppm)	526	12.09	0.50	890.00	3.04
Fe(%)	526	1.56	0.10	40.00	2.53
Hg(ppb)	526	96.25	5.00	50600.16	5.80
Pb(ppm)	526	7.48	0.50	700.00	4.39
Sb(ppm)	526	4.11	0.10	1000.00	5.26
Zn(ppm)	526	47.42	2.00	980.00	3.11

相関係数行列

変数	Au	Ag	As	Cu	Fe	Hg	Pb	Sb	Zn
Au	1.00								
Ag	0.60	1.00							
As	0.51	0.57	1.00						
Cu	0.18	0.23	0.24	1.00					
Fe	0.09	0.05	0.24	0.42	1.00				
Hg	0.23	0.34	0.36	0.21	0.12	1.00			
Pb	0.21	0.47	0.45	0.12	-0.07	0.31	1.00		
Sb	0.38	0.49	0.68	0.18	0.21	0.46	0.49	1.00	
Zn	0.09	0.21	0.28	0.38	0.41	0.21	0.40	0.28	1.00

因子負荷量

変数	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	主成分 5
Au	0.589	-0.285	0.609	0.158	0.072
Ag	0.757*	-0.319	0.185	0.208	0.214
As	0.817*	-0.140	0.099	0.022	-0.293
Cu	0.455	0.601	0.176	0.049	0.495
Fe	0.350	0.749*	0.266	-0.088	-0.352
Hg	0.581	-0.046	-0.166	-0.717*	0.255
Pb	0.632	-0.232	-0.581	0.259	0.075
Sb	0.791*	-0.150	-0.102	-0.191	-0.325
Zn	0.520	0.540	-0.399	0.276	-0.011
固有値	3.548	1.496	1.051	0.772	0.682
寄与率	0.394	0.166	0.117	0.086	0.076

主成分分析の結果を表Ⅱ-2-6に併記した。固有値1以上の主成分は3本抽出された。このうち第1主成分は、Ag,As,Sbに強く相関し、Au,Hg,Pb,Znに弱い相関を持つ。鉱石分析値から見て当地域の鉱化作用に関連する元素ほど高い相関が認められる。即ち、当地域の鉱化強度を示す軸（主成分）と推定される。第2主成分は、Fe,Cu,Znが正、Au,Ag,Pbなどが負に分離し、As,Hg,Sbとは殆ど相関しない。ここで、最も強く関与するFeの異常地がイグニンプライト中にも存在すること、およびこの主成分で説明される割合が全体の15%であることから判断して、イグニンプライト中の含有率特性と推定される。第3主成分はAuが正、Pb,Znが負相関に分離した。地質調査の結果でも、当地域には、含金石英脈と鉛亜鉛脈とが存在する事が判明しており、これを裏付ける結果となった。これらの結果を総合して、第1主成分が鉱化強度、第3主成分が鉱化特性を表す軸（主成分）と判断した。そこで、元素毎の異常値を第3主成分の組み合わせでプロットすれば、当地域の鉱化作用を最も効果的に表現できると推定される。

元素毎の度数分布と累積正規確率分布を巻末図Ⅱ-2-3に示す。

インマクラード地域やオレガノ地域と同じ手法により、下記のしきい値を決定し、この結果を図Ⅱ-2-18~21（図Ⅱ-2-20、21は巻末）に示す。

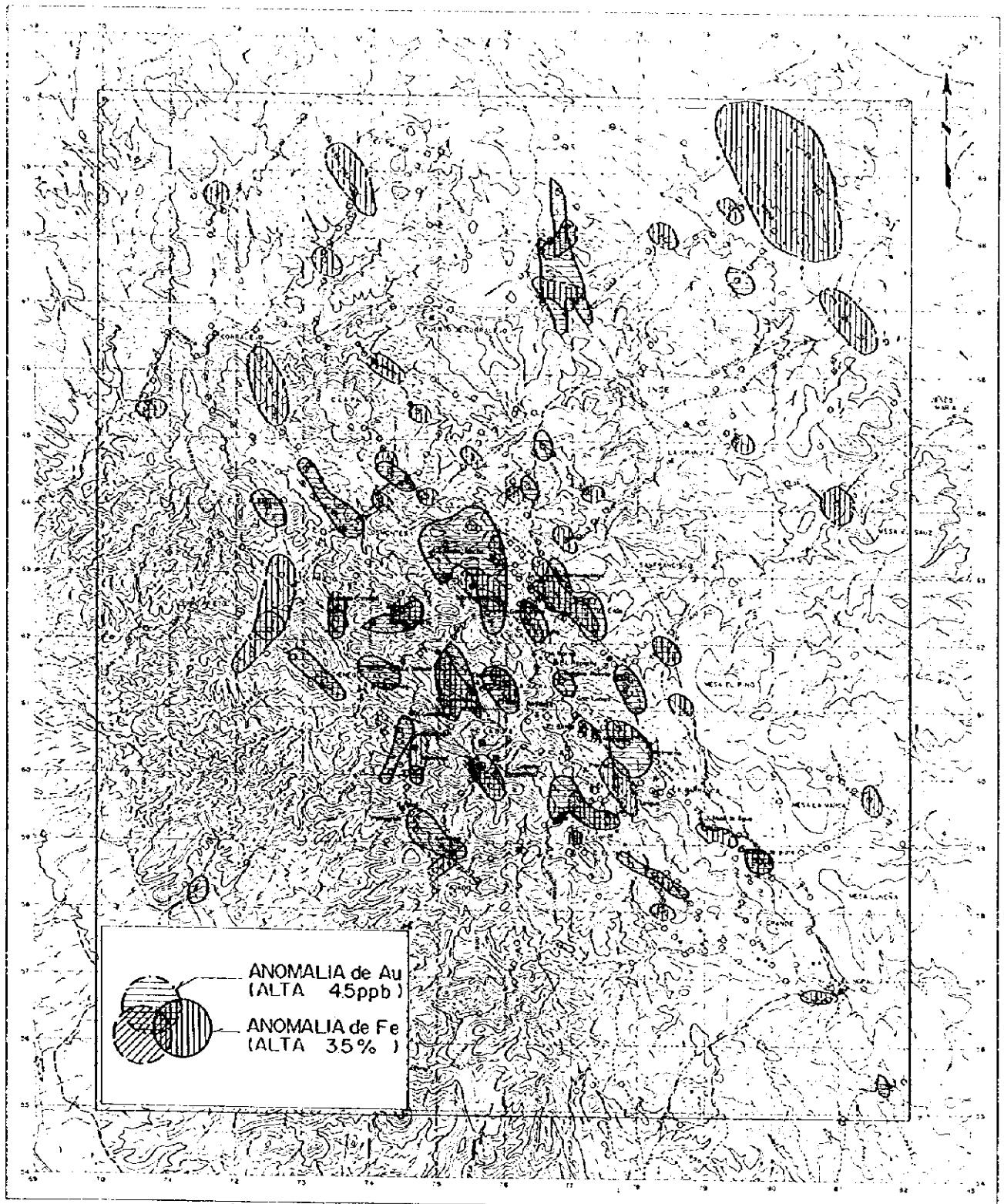
第1群、金鉱脈に関連する元素：Au(5ppb),Fe(3.45%)

第2群、鉛亜鉛鉱脈に関連する元素：Pb(39.6ppm),Zn(148ppm)

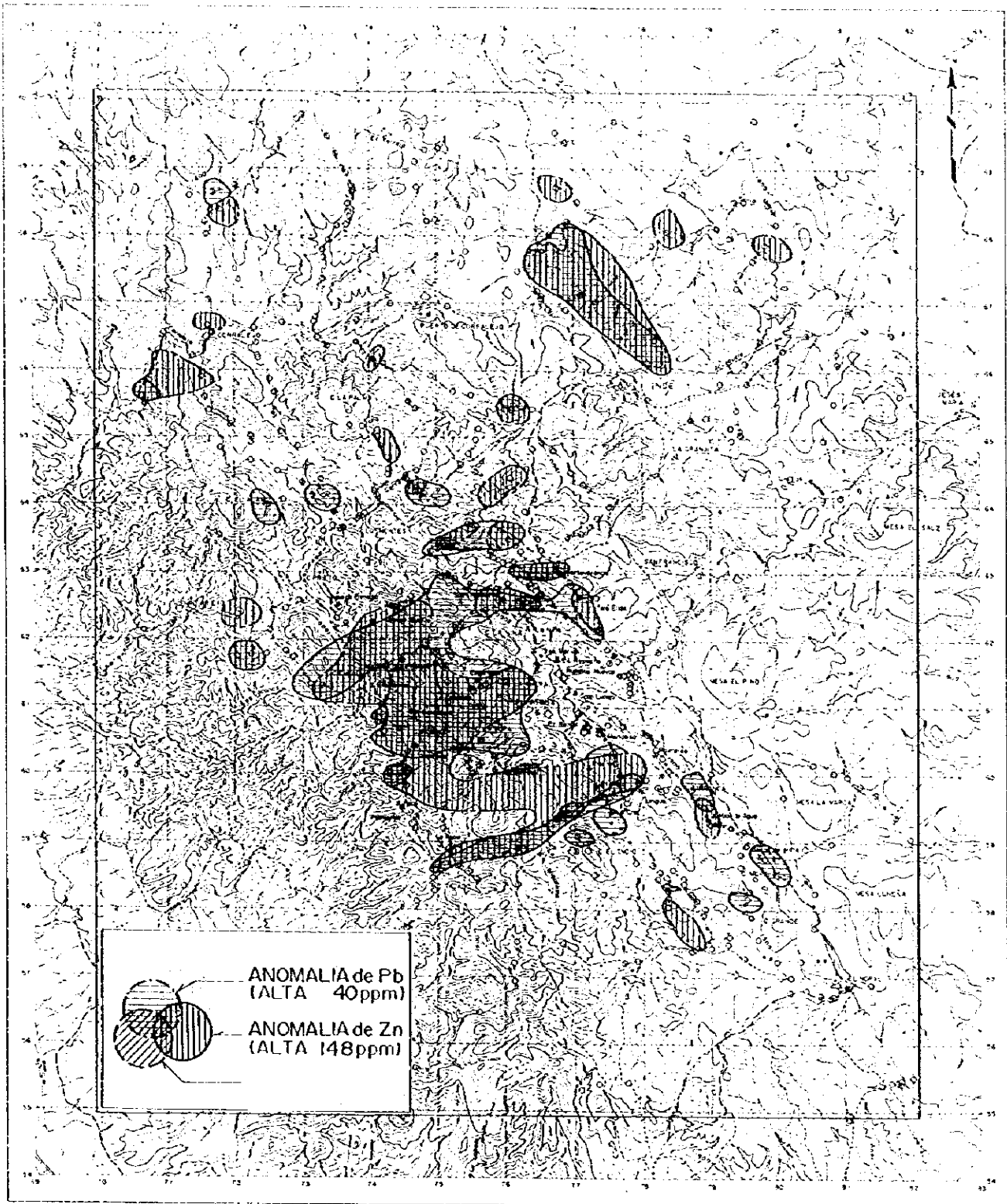
第3群、どちらも言えない元素：Ag(0.4ppm),Cu(37ppm),As(150ppm)
Hg(1300ppb),Sb(27ppm)

Au,Feの異常値分布は、ほぼ隆起帯に集中し、特にAu,Feの異常値の重複する試料は、地域中央の鉱脈密集部や、インディ東方の独立した鉱脈地帯と一致した。Pb,Znの異常値分布は、Au,Fe異常地とほぼ同じ地域に重複し、地域中央の鉱脈地帯に、更に集中する傾向が見られた。不明瞭ながら、個々の異常地の方向性は、Au,Feが隆起帯のトレンドに調和的であり、Pb,Znが東西方向に配列する傾向も見いだされた。

以上から、当地域のポテンシャルの高い地区は、地域中央の既知鉱脈密集地であること、イグニンプライト中には有意の異常地は存在しないことおよび含金石英脈と鉛亜鉛重晶石脈とは、鉱脈単位では分離しているが、ほぼ同じ地域に重複していること、などが判明した。これらの結果は、全て地質調査の結果と一致しており、ここで展開した解析手法や作業仮説が妥当であったことを意味する。従って、たとえ異常地が小規模であっても、既知鉱脈と対応しない異常は、検討に値すると考えられる。



図Ⅱ-2-18 インデウノ地域 岩石地化探異常分布図(Au, Fe)



図Ⅱ-2-19 インデウノ地域 岩石地化探異常分布図(Pb, Zn)

4. 鈳化作用

当地域の鈳化作用は全て鈳脈型鈳床であり、含金石英脈と含鉛亜鉛重晶石—石英脈に大別される。また、脈方向からは、NW系とNE系の2系統があり、一般にNW系が含金石英脈、NE系が鉛亜鉛脈であることが多い。Au 0.5 g/t以上、あるいはCu, Pb, Znのどれかが0.1%以上検出された鈳脈を図Ⅱ-2-22に示し、分析値を表Ⅱ-2-7に示す。

また、流体包有物の温度、塩濃度を図Ⅱ-2-23に示す。

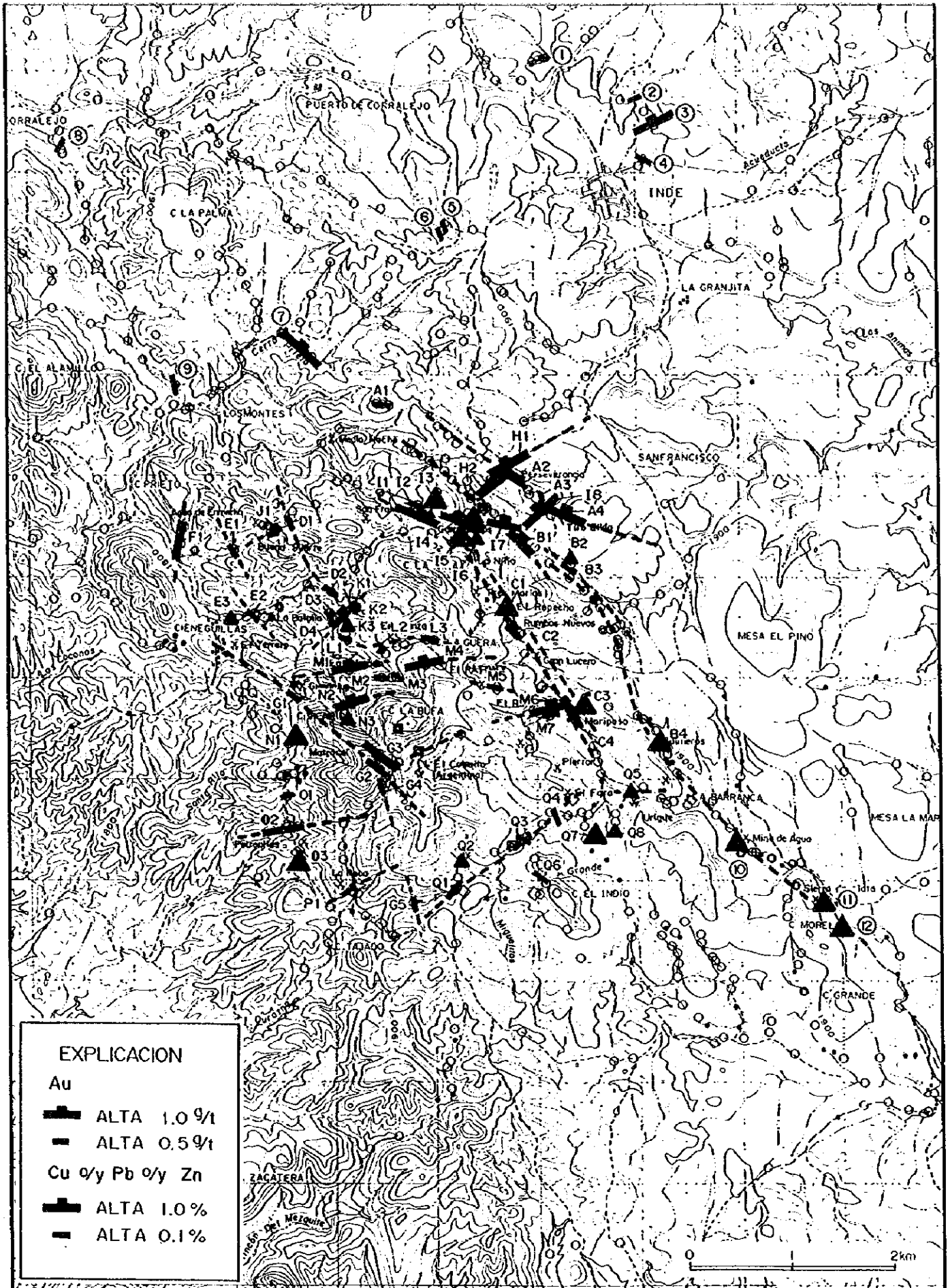
これら鈳脈は、必ずしも既知鈳山とは対応しないので、地域北部の鈳脈群を①～⑨、地域南部を⑩～⑫とし、地域中央の鈳脈群は、NW系がA-Gまで、NE系がH-Qに分類した。

地域中央部では、A脈はPerseverancia鈳山を含み、N50-60°W、脈幅およそ1.0mで、走向延長2Km以上、南半分は個人鈳区に含まれる。品位は高いところでAu 1-7 g/t、0.2～0.3%のPb, Znを随伴する。

B脈は、当地域最長の鈳脈帯で、北部のEsperanza鈳山からGambucinos鈳山、Las Guijas脈、La Barranca鈳区を経て、南部のSirena鈳山まで、N50-30°Eに湾曲しつつ、総延長7Kmに及ぶ。このうち、約半分が国有鈳区となっている。全体として、2～3条の平行脈からなり、脈幅最大4.0mに達するが、品位は概して低く、Au 1-2 g/t、Pb 0.2-0.7%程度である。当脈の包有物温度は167～176℃、塩濃度は0～0.03%を示した。

C脈は、B脈の約500m西方に離れて、ほぼ平行に配列し、走向延長はおよそ5Kmに及ぶ。この鈳脈に沿って多数の旧鈳山が配列し、北からSan Francisco、La Nina、Tres Marias、Gran Lucero、Mariposa鈳山があり、この南で東西系の脈と交差し、分断、あるいは転移するが、石英脈露頭は更に南にも延長している。当脈は、幅100-150mの鈳化変質帯の中に、単位脈幅0.7-1.2m、2～3条の平行脈群があり、全体として断続しつつN30°W方向に延長している。品位は概して高く、Au 0.7-4.8 g/t、Cuに富む鈳脈でCu 2.7-3.4%、Pb帯でPb 1.4%が検出された。包有物温度は、149℃、151℃、168℃と概して低く、塩濃度は、北部の方鉛鈳随伴、含金石英脈で0-0.5%NaCl、東西系脈との交差部にある含銅石英脈で同19.7%と極端な相違がある。この含銅石英脈鈳石は廃石試料であり、NW系坑口から採取したものの、NE系脈の可能性はある。

D、E、F脈は、脈幅、延長とも小規模であり、金、ベースメタルとも低品位であった。G脈は石灰岩中、あるいは石灰岩との接触部に貫入した花崗斑岩との境界部に胚胎し、脈幅は、当地域最大の2～5m、上部で熱水角礫岩に移行し、この部分で15m以上に開口する。N60°W方向に約5Km延長し、北部はCieneguillas鈳山、中間部がGuadalupe鈳山、南部がMatracal鈳山と呼ばれ、同一鈳脈を分割して採掘したものとされる。鈳脈は銅、鉛を主とし金、銀、亜鉛を随伴する石英—重晶石鈳脈で、鈳脈自体の金品位は余り高くなく、初成帯でAu 1g/t以下であった。当脈の包有物温度は214℃、塩濃度は0.21%でNW系脈の妥当な値にある。なお、往時稼行されたのは、鈳脈上部の酸化帯で、Au 10-30 g/t



図Ⅱ-2-22 インデウノ地域 鉍山、鉍化帯分布図

表 II - 2 - 7 インデウノ地域 鉱石分析結果一覧表

ZONA	SYMBOLA	TIPO de MINERALIZACION	RUMBO	ECHADO	ANCHO	NOBRE MUESTRAS	Au Ppb	Ag PPM	Cu PPM	Pb PPM	Zn PPM	ROCA ENCAJONANTE	
CENTRO	A1	Veta Barita	E-W	40N	STOCK	DS-038	45	36.0	35	3450	148		
	A2	Veta Cuarzo	N60W	80NE	1.0	DS-130	910	80.0	89	3400	2080	Arenisca y pizarra	
	A3	Zona Silicificada	N30W	65NE	STOCK	DS-102	39	7.5	51	400	1130		
	A4	Veta Cuarzo	N70W	65NE	1.0	DS-100	7000	89.0	10	4	43		
	B1	Veta Cuarzo	N15W	55NE	2.0	DS-068	1800	1.5	<1	6	14		
	B2	Red Limonita				Terrero	DS-075	430	98.0	509	6750	1150	
	B3	Veta Cuarzo	N50W	70NE	4.0	DS-074	170	12.4	47	2250	130		
	B4	Veta Cuarzo				Terrero	DY-172	1175	91.0	860	112	123	
	C1	Veta Cuarzo				Terrero	DR-014	4760	89.0	127	11300	686	Mina Repecho
	C2	Veta Cuarzo	N50W	90	0.10-0.15	DR-024	660	75.0	69	2200	229	Mina Gran Lucero	
	C3	Limonita Cuarzo				Terrero	DY-163	2360	7.4	34200	<1	198	
	C4	Veta Cuarzo				Terrero	DR-029	811	1700.0	26500	391	1200	Mina Mariposa II
	D1	Veta Cuarzo	N20W	70NE	>0.5	DS-021	40	2.6	160	2200	9310	Mina Agua de Enmedio	
	D2	Zona Silicificada	N50W	90		DR-070	<5	5.4	6	1100	139		
	D3	Zona Alterada	N10W	65SW	STOCK	DS-104	110	25.8	20	3900	4200		
	D4	Zona Silicificada	N10E	60NW		DS-105	60	24.5	69	5900	303		
	E1	Limonita	N35W	75NE	STOCK	DS-016	20	0.3	32	32	4000		
	E2		N50W	90	0.05-0.10	DR-065	30	25.0	120	2300	6680		
	E3	Zona Alterada	N30W	30SW		DR-063	55	1.0	36	190	1460	Mina Cieneguillas	
	F1	Veta Barita	N15E	90		DS-014	45	21.6	18500	5	220	Mina Tepeyac	
	G1	V. Cuarzo-Barita	N60W	90	2.0-3.0	DR-002	596	10.7	598	168	376	Mina Guadalupe	
	G2	Brc. Hydro-Termal	N60W	90	>10m	DR-015	935	8.0	64	64	107	Mina Matracal	
	G3	Z. Alterada	N50W	90	>5m	DY-103	80	12.8	81600	4550	6520	Contacto de Caliza	
	G3	Terrero (V. Cuarzo)	N50W	90	>5m	DY-104	200	882.0	700	10400	1670	Contacto de Caliza	
	G4	V. Cuarzo-Barita	N10W	75SW	1.0	DY-098	20	66.0	85	5350	7950		
	G5	Z. Alterada	N10W	70SW	2.0	DY-110	50	3.2	540	500	3200		
	H1	Veta Cuarzo	N60E	90	0.05	DS-132	25	51.0	71	11100	980		
	H2	V. Cuarzo Brechada	N50E	60NW	2.0	DS-126	260	34.0	205	13100	6300		
	I1	Veta Cuarzo	N75W	85SW	Terrero	DS-030	130	30.0	192	12000	166	Mina Esmeralda	
	I2	Veta Cuarzo	N80W	75SW	2.0	DS-029	135	0.7	22	12	1660		
	I3	Veta Cuarzo				DS-031	4340	35.0	40	26100	102		
	I4	Zona Brechada	N80W	60NE	Vequilla	DS-056	610	73.0	120	23200	410		
	I5	Veta Cuarzo	N80W	60NE	Vequilla	DS-055	345	46.0	450	3450	3620		
	I6	Veta Cuarzo			Vequilla	DS-054	531	219.0	337	30500	1670	Mina Esmeralda	
	I7	Veta Pirita			Terrero	DS-066	10900	150.0	227	23500	96	Mina La Colmena	
	I8	Dissem. Pirita	N15E	60NW		DS-101	745	335.0	820	57000	61500		
	J1	Veta Cuarzo	N50E	75NW	0.6	DS-019	90	199.0	269	4550	59		
	J1	Veta Cuarzo	N50E	75NW	0.6	DS-020	145	58.0	285	8200	750		
	K1	Zona Si-Brechada	N40E	90	1.0	DS-107	345	122.0	45	27600	128		
	K2		N30E	90	0.3-0.5	DR-071	40	12.8	64	4250	77		
	K3	Veta Sulfido			Terrero	DS-106	50	19.2	47	4850	4660		
	L1	Zona Silicificada	N60W	50NE	STOCK	DS-108	10	6.0	18	2800	720		
	L2	Zona Alterada	N80E	75NW		DS-109	10	9.0	63	1450	590	Mina Esperanza	
	L3	Zona Si-Brechada	N80W	90		DS-113	80	8.9	93	1000	780		
	L3	Veta Cuarzo	N80W	90	0.5	DS-114	100	3.0	24	340	4730		
M1	Veta Cuarzo	N80E	70NW	0.5	DS-123	185	66.0	460	13300	2150			
M2	Zona Brechada	N80W	90		DS-119	<5	0.6	59	355	1240			
M3	Veta Cuarzo	N40W	60NE	0.03	DS-116	90	6.2	156	1250	670			
M4	Veta Cuarzo	N80E	55NW	0.1	DS-115	345	241.0	178	12400	270	Socavon		
M5	Veta Cuarzo	N80W	90	2.0-3.0	DR-037	10	10.0	62	2220	199			
M6	Terrero (V. Cuarzo)	N75E	55NW	>0.7	DR-032	1380	316.0	306	955	101	Mina El Raton II		
M7	Zona Alterada	N75E	55NW		DR-033	10	77.0	310	2000	270	Mina El Raton II		
N1	Terrero				DY-260	180	1165.0	32100	52700	268000			
N2	Veta Cuarzo	N60E	90	0.1	DS-120	<5	86.0	105	11900	27500	Conglomerado		
N3	Limonita			Terrero	DS-122	175	47.0	710	5900	4220			
O1	Veta Cuarzo	N70E	90	0.3	DR-005	<5	40.0	1550	520	860	Socavon Obsoleta		
O2	Veta Cuarzo-Calcita			Terrero	DR-008	96	262.0	515	22800	3060	Mina Paco		
O3	Brc. Hydro-Termal			Terrero	DR-006	5120	3.2	89	1000	135	Mina Petronillas		
P1	Veta Cuarzo	N50E	75NW	0.3	DR-057	139	16.5	72	1000	897	Mina Roca		
Q1	V. Barita-Calcita	N40W	80NE	1.0-2.0	DY-109	10	1.2	33	760	1080			
Q2	Z. Silicificada	N60W	90	Max. 10m	DY-108	45	2.6	14	180	5470			
Q3	Veta Barita	N45E	90	3.0	DR-045	9	636.0	967	1050	699			
Q4	Zona Alterada	N20W	40NE		DR-042	10	0.5	189	23	1650			
Q5	Terrero (V. Cuarzo)	N70E	45NW	2.0	DY-066	<5	1.1	174	38	1220	Mina Urique		
Q6	V. Hematita-Cz.	N60W	60NE	1.5-2.0	DY-084	120	43.5	38	650	1715			
Q7	Terrero (V. Cuarzo)				DY-151	1600	151.0	92	1650	1890	Mina La Cruz		
Q8	Terrero (V. Cuarzo)				DY-150	45	147.0	271	8650	1920	Mina La Cruz		
NORTE	①	Veta Cuarzo	N70E	90	0.5	DS-238	10	4.8	115	140	9580		
	①	Zona Vequilla	N70E	90	1.0	DS-239	<5	0.2	37	100	1720		
	①	Limonita-Cuarzo	N70E	90	0.5	DS-240	110	4.1	102	1600	3240		
	①	Limonita-Cuarzo	N70E	90	3.0	DS-241	15	1.5	50	700	2530		
	①	Vequilla	N70E	90	STOCK	DS-242	60	13.0	57	1850	1920		
	①	Vequilla	N70E	90	STOCK	DS-243	245	6.6	37	820	2280		
	②	Veta Calcita	N65E	55NW	0.5	DS-245	<5	1.4	17	250	2390		
	④	Veta Cuarzo	N65E	90	STOCK	DH-103	<5	14.2	37	1230	24000	En Caliza	
	④	Veta Barita	N65W	90	0.05	DH-102	30	47.0	42	1850	1120		
	⑤	Zona Alterada	N25W	35NE		DH-044	<5	6.4	102	1450	730	En Mazonita	
	⑥	Zona Alterada	N25W	35NE		DH-045	<5	0.3	19	16	1980		
	⑦	Veta Cuarzo	N50W	85SW	1.2	DS-010	2000	1.5	33	8	9		
	⑧	Veta Barita	N25E	45NW	0.01	DH-026	<5	<2	17	<1	1500		
	⑨	Veta Barita	N15W	15SW		DH-047	59	86.1	2930	1130	96		
	SUR	⑩	Terrero (V. Cuarzo)			DY-053	93	49.0	101	15900	9700	Mina de Agua	
⑪		Terrero (V. Cuarzo)			DY-204	3960	2160.0	2950	2750	2800	Mina Molelos II		
⑫		Terrero (V. Cuarzo)			DY-202	35	16.8	75	10000	1900	Mina Molelos I		

とされる。また、当鉍脈は国有鉍区外にある。

東西系、あるいはNE系の脈は、品位的には、ほぼ共通した特性を持つ。即ち、方鉛鉍を主体とし、時に閃亜鉛鉍を随伴する石英—重晶石—方解石脈であり、金銀を随伴する。また、鉍脈特性は、中央地域北部ほど石英に富み、幅1m内外で、雁行、あるいは断続的に延長し、最大500m程度に亘って追跡できる。一方、南部では重晶石、方解石に富み、脈幅も広いところで2~3mに拡大し、鉍脈ゾーンは、2~4Km延長する。M脈にはEl Caballo (Argentina) 鉍山、El Raton 鉍山が位置し、O脈はPetronillas 鉍山、P脈にはLa Roca 鉍山がある。またQ脈は雁行、あるいは断続する多数の鉍脈群からなり、脈幅1~3m、総延長3Kmにおよぶが露頭品位はあまり高くない。表II-2-7のうち、相対的に金の高いQ6とQ7は主脈と交差するNW系の脈から検出されたものである。包有物温度は、中央部のM脈で186~244℃、南部のP脈、Q脈で150~203℃と南部ほど低温であった。塩濃度はP脈の1個を除き高く、14~19%NaClを示す。

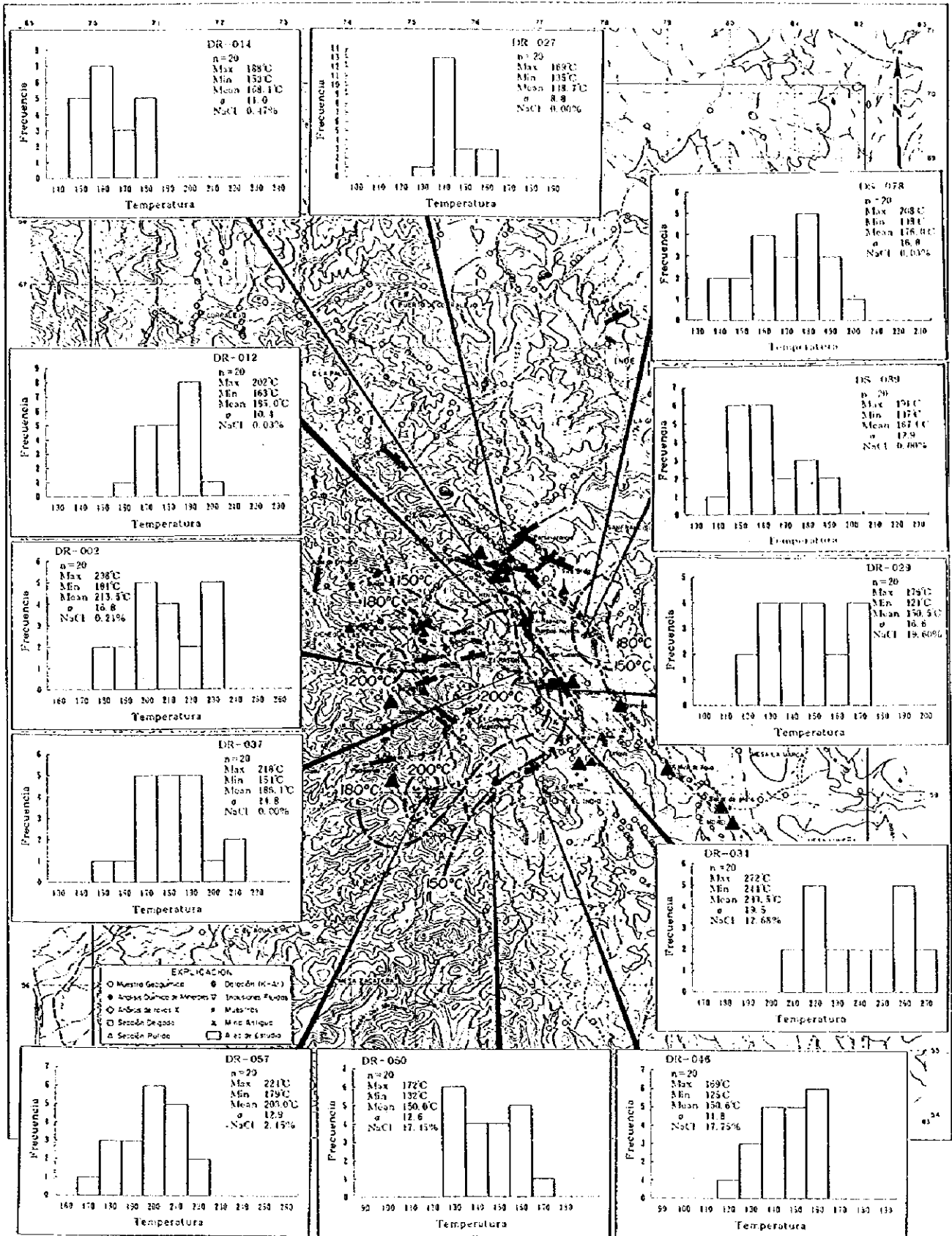
調査地域北部の脈のうち、インディ集落東方の先第三系中の脈は、規模、品位とも劣性で、1露頭からZn 2.4%が検出されたに留まった。また地域中央の鉍脈帯の延長部に該当する⑦~⑨脈からは、1露頭のみAu 2 g/tを示した。地域南部の旧坑廃石からは、Sierra de Plata 坑からAu 4 g/t、Ag 2,160 g/tが検出されたが、鉍脈規模は小さい。

粘土変質帯は鉍脈密集地と良く対応し、粘土鉍物の累帯は温度分布と調和的である。即ち、生成温度150℃ラインを境に、混合層粘土鉍物帯とセリサイト帯に分帯された。この結果を図II-2-24に示す。また、NW系とNE系の脈の交差するMariposa IIやRaton脈から財付付とジャ付付が検出された。これらの脈が多量の黄鉄鉍を随伴することから、二次的な成因と考えられる。

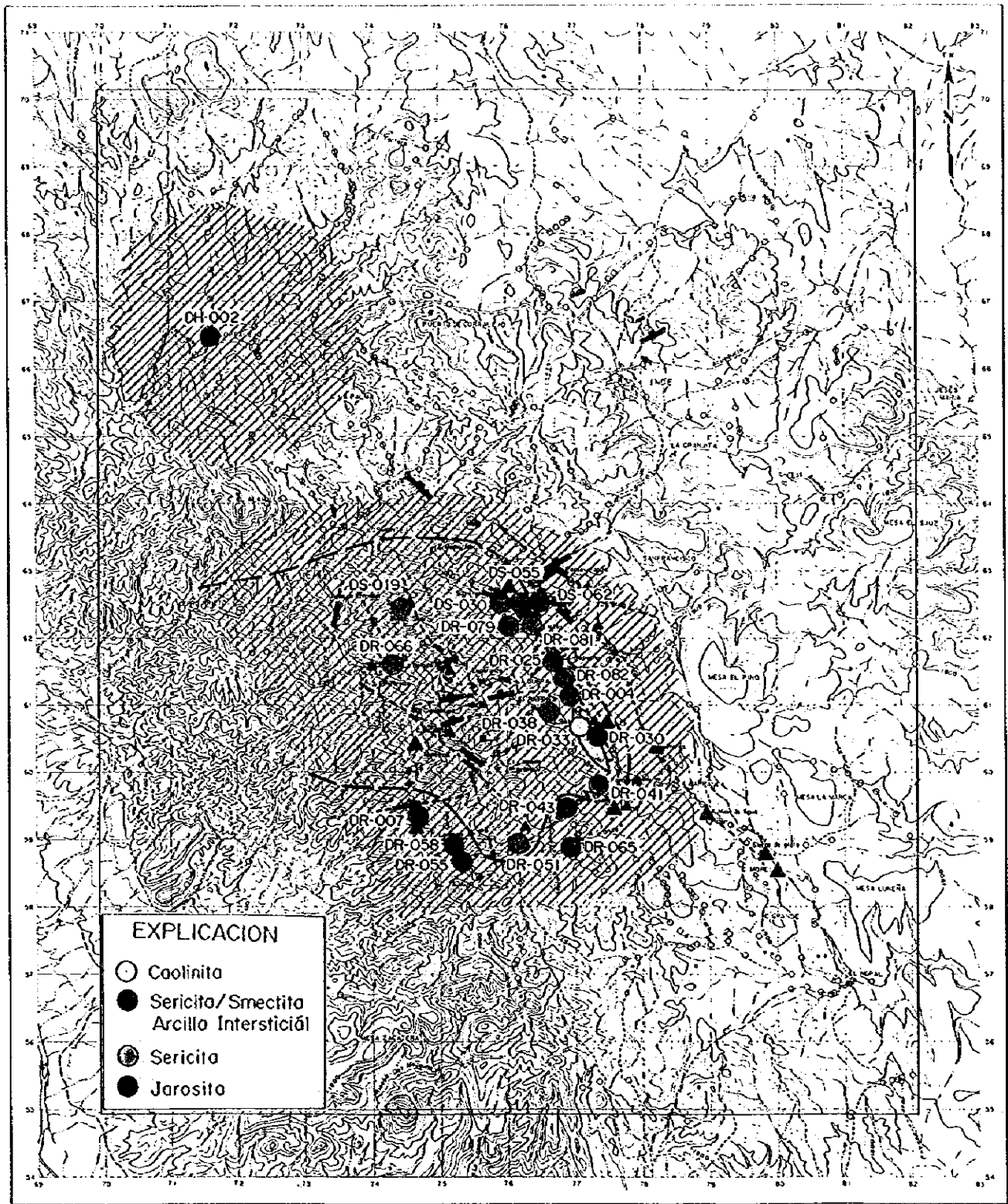
鉍床母岩は、古生界の結晶片岩、中生界の砂岩、泥岩互層や石灰岩、礫岩、第三系の凝灰岩類や流紋岩など、イグニブライトを除く全ての地層中に胚胎するが、石灰岩中で優勢となる傾向が見られる。また、流紋岩ドーム基部の花崗斑岩や石英斑岩（岩石学的には石英安山岩質斑岩）に密接に関連する傾向がある。

5. 考察

以上を総合して、当地域には、明らかに塩濃度の異なる2系統の脈があり、恐らく時間的前後関係で同一鉍床場に重複している。品位的には余り顕著ではないが、NW系の脈は含金石英脈が、NE系は含金銀硫化物脈が主たる調査対象となると考えられる。鉍石鉍物組成からは、いずれも浅熱水性鉍脈と予想され、塩濃度から推定される富鉍体の生成温度は、NW系で180~250℃前後、NE系で250~350℃前後と考えるのが妥当である。この観点から、両系統の脈とも下部発展性が期待できる。当地域の問題は、鉍脈の数は多いが、全体に分散し、まとまりが悪い点にある。この観点から、NW系とNE系脈の交差する地区、あるいは、石灰岩との接触部などが重要と判断する。



図Ⅱ-2-23 インデウノ地域 流体包有物温度、塩濃度測定結果図



図Ⅱ-2-24 インデウノ地域 変質分帯図