

第 I 部 総論

第I部 総論

第1章 調査概要

1-1 調査地域および目的

1-1-1 調査地域

本調査は南北に約1,000Km離れた3地区を対象としている。調査位置図(図I-1-1)に示す通り、ハリスコ州インマクラダ地区、ドラongo州東部のオレガノ地区、および同北西部のインデウノ地区である。

調査対象の国有鉱区の位置は、大略、次の通りである。

	中心位置 (北緯 西経)		面積 (Km ²)
インマクラダ地区	19° 18'	103° 13'	40
オレガノ地区	24° 28'	102° 43'	3
インデウノ地区	25° 53'	105° 15'	180

1-1-2 調査目的

3地区とも、鉱物資源局(CONSEJO DE RECURSOS MINERALES (以下 C.R.M.))により、優勢な鉱床が期待できる地区として抽出され、精力的な地表調査がおこなわれてきた地域である。このため、メキシコ政府は、当地区の資源開発協力基礎調査を日本国政府に要請してきた。日本国政府はこの要請に応じて、当地区において地質状況を解明することにより、新鉱床を発見することおよび調査期間を通じて相手国機関に対し技術移転を図ることを目的として調査を実施した。

1-2 調査方法および調査量

当調査は、図I-1-3に示す調査フローチャートおよび図I-1-4の鉱床有望地抽出フローチャートに従って実施した。各年次の調査方法および作業量を表I-1-1に示す。

1-3 調査期間および調査員

当調査の各年次における調査期間および調査員を表I-1-2に示す。

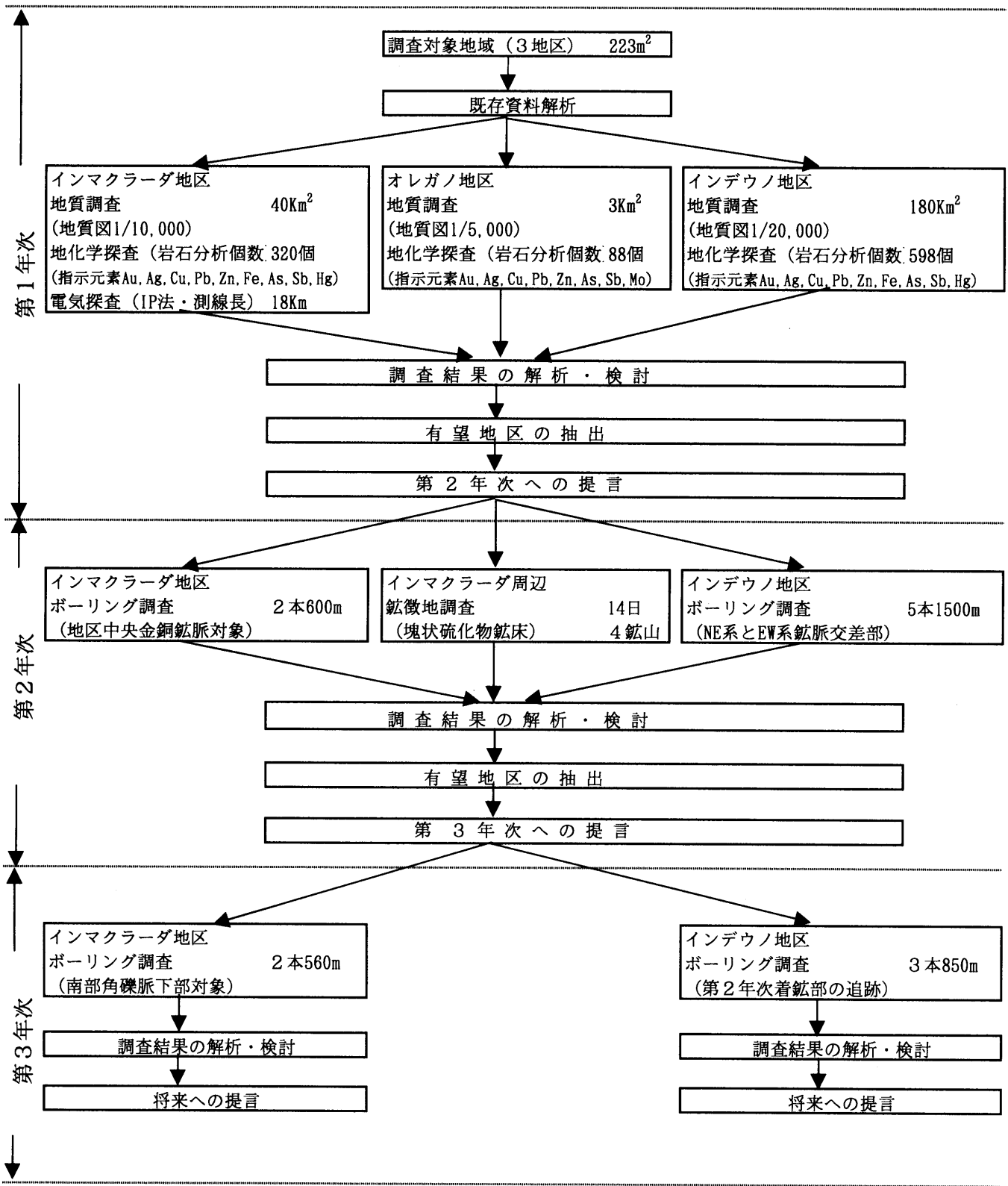


図 I - 1 - 3 調査フローチャート

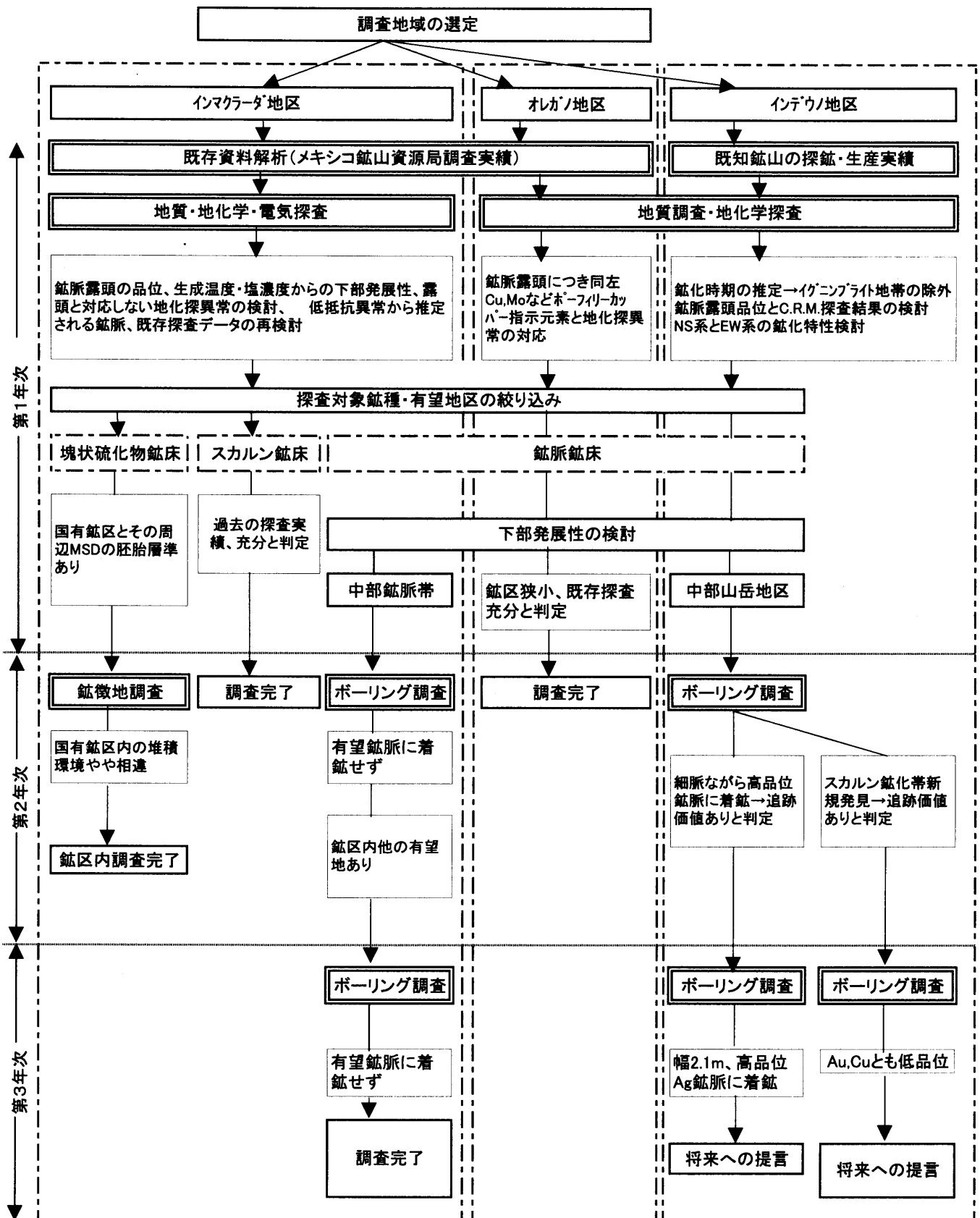


図 I - 1 - 4 鉱床有望地域抽出フローチャート

表 I-1-1 年度別調査期間および調査員

年度	調査期間	日本側メンバー		メキシコ側メンバー	
第1年次	1997年 10月 1日 ～1998年2月27日	調査計画および折衝 伊藤 正 原田 武 目黒 清太郎 現地調査 山田 亮一 横山 裕 岡村 浩之 菅原 一安 岩城 倉榮 日下部和宏 前川 勝利	MMAJ MMAJ MMAJ DEC DEC DEC DEC DEC DEC DEC	Dr. Luis Chavez Martínez Ing. Sergio Almazan Esqueda Ing. Raúl Morales Galcía Ing. Ubaldo Alarcón López Ing. Gerardo Mercado Pineda Ing. Alfred de la Calleja Moctezuma Ing. Oniver Lemus Bostos Ing. Guillermo Gúzma Arenaz Ing. Jose Guadalupe Salas Vázquez Ing. Jaime Raúl Ríos Vázquez Ing. Srael Hernandez Perez Ing. Cesar Alam Hernandez Sr. Atanacio Carrizalez Pérez	CRM CRM CRM CRM CRM CRM CRM CRM CRM CRM CRM CRM CRM
第2年次	1998年 8月14日～ 1999年2月26日	現地調査 山田 亮一 横山 裕 作業監理 佐藤 彬 高田 武千代 香川 浩昭 岡島 弘二 神谷 太郎	DEC DEC MMAJ MMAJ MMAJ MMAJ JICA	Ing. Gerardo Mercado Pineda Ing. Jose Guadalupe Salas Vázquez Sr. Atanacio Carrizalez Pérez Ing. Ubaldo Alarcón López Ing. Amador Merida Cruz Ing. Sergio Andrade Blanco	CRM CRM CRM CRM CRM CRM
第3年次	2000年 1月 8日～ 2000年3月24日	現地調査 竹下 陽一 大沢 考一郎 作業監理 岡島 弘二	DEC DEC MMAJ	Ing. Gerardo Mercado Pineda Ing. Jose Guadalupe Salas Vázquez Ing. Jaime Raúl Ríos Vázquez Ing. Ubaldo Alarcón López Ing. Amador Merida Cruz Ing. J. Jesús Martín del Campo Esparza	CRM CRM CRM CRM CRM CRM
DEC:同和工営株式会社 CRM:メキシコ鉱山資源局 MMAJ:金属鉱業事業団 JICA:国際協力事業団					

表 I-1-2 年度別調査方法および調査総括表

年度	調査方法	地区		数量	単位	調査内容	
第1年次	既存データ解析						
							地質調査
	岩石薄片	24	個				
	鉍石研磨片	10	個				
	粉末X線回折	26	個				
	岩石分析	320	個	Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, As, Sb, Hg			
	鉍石分析	20	個	Au, Ag, Cu, Pb, Zn			
	流体包有物温度・塩濃度	15	個				
	年代測定	4	個	K-Ar法			
	踏査距離	15	Km				
	岩石薄片	17	個				
	鉍石研磨片	4	個				
	粉末X線回折	15	個				
	岩石分析	88	個	Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, As, Sb			
	鉍石分析	14	個	Au, Ag, Cu, Pb, Zn			
	流体包有物温度・塩濃度	4	個				
	年代測定	3	個	K-Ar法			
	踏査距離	180	Km				
	岩石薄片	19	個				
	鉍石研磨片	16	個				
粉末X線回折	21	個					
岩石分析	598	個	Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, As, Sb, Hg				
鉍石分析	12	個	Au, Ag, Cu, Pb, Zn				
流体包有物温度・塩濃度	5	個					
年代測定	5	個	K-Ar法				
物理探査	インマクレータ		測線延長	18	Km		
			測点数	700	個		
			比抵抗および分極率測定	25	個		
第2年次	ボーリング調査	インマクレータ	ボーリング本数	2	本		
			総掘進長	600	m		
		インデウノ	ボーリング本数	5	本		
			総掘進長	1500	m		
		室内試験	岩石薄片	10	個		
			鉍石研磨片	7	個		
			EPMA定量	1	個		
			粉末X線回折	23	個		
			鉍石分析	174	個	Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, As, Sb, Hg	
			流体包有物温度・塩濃度	9	個		
	鉍微地調査	調査日数	室内試験	調査日数	14	日	
				岩石薄片	5	個	
				鉍石研磨片	5	個	
				EPMA定量	1	個	
粉末X線回折	11	個					
鉍石分析	23	個					
流体包有物温度・塩濃度	4	個					
第3年次	ボーリング調査	インマクレータ	ボーリング本数	2	本		
			総掘進長	560	m		
		インデウノ	ボーリング本数	3	本		
			総掘進長	850	m		
		室内試験	岩石薄片	10	個		
			鉍石研磨片	10	個		
			粉末X線回折	15	個		
			鉍石分析	131	個	Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, As, Sb, Hg	
流体包有物温度・塩濃度	5	個					

第2章 従来の調査

インマクラダ地区では、1991 から 1993 年まで、C. R. M. による広域調査、精密地質調査、地化探調査、物理探査、ボーリングおよび各種サンプル試験などが実施されている。ボーリングは地区北東部のスカルン型鉱化帯を対象に 2 本、418m 実施され、スカルン帯と局部的な銅、鉄の鉱化帯を捕捉したものの、発展せず中断した。日本側調査に先立ち、1997 年 2 月から 6 月まで準精査が実施され、全域の沢砂地化探を始め、鉱脈露頭や変質帯の化学分析、および各種の鉱床学的試験が行なわれている。

オレガノ地区は、1990 年にヘリコプターによる空中からの変質帯調査で発見された。1996 年に C. M. R. による総合的な調査が計画され、地質調査、土壌地化学探査、物理探査に加え、旧坑の取り開け調査や有望鉱化帯の掘割り調査が実施された。この結果、地域南部のフリアス(Frias)、ショーテ(Shote)鉱床、および北部のヒニート(Jinto)鉱脈が詳細に調査されたが、品位、規模とも稼行対象に発展せず中断した。但し、地域北部の貫入岩体中にやや優勢な地化探異常が抽出され、地表変質帯とも対応することから、今後の検討課題とされた。

インデウノ地区は、植民地時代からドラゴ州でも有数の鉱山地帯として知られていた。C. R. M. では 1978 年から当地域の総合的な調査を実施し、旧坑調査による鉱脈の規模、平均品位を算定するとともに、坑道探鉱や鉱脈延長部に対する多数のボーリングを実施した。しかし、鉱業権の制約(国家指定地域内に多数の個人鉱区が存在していた)もあり、開発可能な鉱床を発見することなく中断した。最近になって国家指定地域(asignación)に存在する多数の個人鉱区の権利が消滅したこともあり、1996 年から既存データ再評価のための調査が再開された。

第3章 一般地質

3-1 地質

メキシコ合衆国の広域地質構造は、北米大陸太平洋岸の骨格構造、即ちカナダからアメリカ合衆国を経て NNW 方向に連続するコルディレラ造山帯の帯状分布と調和的である。北部では、カリホルニア湾岸とほぼ平行に、西から東に、西シエラマドレ山脈(Siera Madre Occidental)、コアウイラ高原、および中央台地(Altiplanicie de Coahuila y Mesa Central)、東シエラマドレ山脈(Siera Madre Oriental)、および湾岸低地(Llanura Costera del Golfo)の順に配列する。メキシコ南部では、これら NNW 方向の全体構造に重複して、東西系の新生代火山列(Trans-Mexican 火山列、あるいは Eje Neovolcanico)が存在する。

調査対象の3地区とも、東西シエラマドレ山塊を構成する基盤の上に、白亜紀の海成堆積物が厚く発達し、その時代の浅海域に石灰岩を挟在する、という共通の特徴を有する。また、これらの地層中に、ララミーデ造山運動末期の花崗岩質～石英モンゾナイト質の貫入活動があり、北部の2地域では、これら酸性貫入活動に起因する流紋岩ドームや流紋岩質溶岩、凝灰岩を随伴する。鉱化作用は、いずれの地域も、この時期の酸性火成活動に関連しており、白亜紀後期～第三紀中期にかけておこなわれている。

インマクラダ地区は、西シエラマドレ山脈の南延長部にあり、トランスメヒカン火山列の前縁部に位置している。地質層序は、白亜紀前期～中期に対比される安山岩質溶岩、凝灰岩を主とするテカリトラン層と石灰岩、堆積岩を挟在する安山岩類のエンチノ(Encino)層からなり、これらを第三紀初期のヒロトラン(Jilotlán)バソリスが貫いている。

オレガノ地区は、中央台地から東シエラマドレ山塊との境界部に位置し、北米大陸西部に広範囲に分布する東シエラマドレ基盤からなる。基盤岩を不整合に覆って、白亜紀の海成層が厚く堆積し、砂岩・頁岩の互層からなる下部層(カラコル(Caracol)層)が発達する。これらを第三紀中期のモンゾニ斑岩や閃長岩が貫き、白亜系に強い接触変成(ホルンフェルシ化)を与えている。

インデウノ地区は、西シエラマドレ山塊東縁部、中央台地に移行する境界部に位置し、基盤構造は東シエラマドレ山塊と一連と考えられている。当地区の最下底には古生界の結晶片岩が存在し、衝上断層により地表に露出している。層序的上位には、砂岩、シルトを主とし、石灰岩を挟在するメスカレラ(Mezcalera)層があり、この石灰岩は下部白亜系のオーロラ(Aurora)層に対比される。また、調査地域の大半は第三系のイグニンプライトに広く覆われる。

3-2 鉱床

インマクラダ地区は、調査地区内に既知鉱山は存在しない。調査地から南東 30Km にはスカルン型の Las Encinas 鉱山(HYLSA 社)、および Penoles グループの所有する Las Plomosas 鉱山(Pb, Zn)がある。調査地内のラスアニマスでは水利の便がよいことから、近郊の鉱山地帯の鉱石を処理する Au-Cu テスト選鉱場がもうけられ、1910～1926 年まで一時的に稼働した記録がある。

オレガノ地区には稼行鉱山の記録はない。地区周辺には、調査地から北北東約 8 Km に Constitución 鉱山、同 5 Km に Cerro Priet 鉱山がある。Constitución 鉱山(隣接の Don Felipe 鉱山を含む)は、花崗岩中の高温型鉱脈鉱床であり、3本の主要鉱脈と多数の平行脈群からなる。鉱山は 1969 年から 1974 年まで稼行され、銅 390ト、銀 230Kg、金 30Kg を生産した。また、Cerro Priet 鉱山は、ホルンフェルスの層理に調和的に進入した緩傾斜含金石英脈からなり、今世紀初

頭に発見され、小規模に稼行された記録があるが詳細は不明である。

インデウノ地域を含む一帯は、植民地時代から有数の鉱床地帯であり、そのうちの幾つかはスペイン人が到達する以前から地元の人々により稼行されていたとされる。1904年に調査地中央の Cieneguillas 付近で高品位の金鉱脈が発見された。平均品位 Au 30 g/t と非常に良質な鉱石が確認されたため、1905年からアメリカ資本により周辺6鉱山とともに総合的開発が行われた。当鉱山を含め、調査地内の多数の旧鉱山の生産に関する記録がなく、C.R.M.では1978年から10年間に亘って坑内の調査を行い、鉱山毎の規模、品位を算定している。また、調査開始時点では、調査地中央の Cieneguillas 東方で Scorpio 鉱山が稼行していた。

第4章 調査地域の概要

4-1 位置および交通

インマクラダ地区は、ハリスコ州南東部にあり、州都グアダラハラから南約 150Km に位置する。グアダラハラから調査地最寄りのテカリトラン(Tecalitlán)まで、高速道路を經由して車両で約 2 時間 30 分を要する。テカリトランから調査地までは、舗装道路 30 分(国道 110 号線、38Km)、林道 45 分(10Km)にてベースキャンプとなるラスアニマス(Las Animas)の集落に至る。

オレガノ地区は、ドラゴンゴ州東部、サカテカス州との州境に近く、コアウイラ州トレオンの南東約 120Km に位置する。州都ドラゴンゴからはトレオンに至る国道 40 号線を東北東に向かい、途中約 150Km 地点のクエンカメ市から東方に分岐する。分岐点から調査地最寄りのサンファン デ グアダルーペ(Sanjuan de Guadalupe)まで、直線距離にして 107Km、未舗装道路であり、車両にて 4~5 時間を要する。近年、トレオンから、サンファン デ グアダルーペに至るサカテカス州側の州道が整備され、舗装道路と林道を併用して、約 4 時間で達する。サンファン デ グアダルーペから調査地までは、車両にて約 30 分(4Km)を要する。

インデウノ地区はドラゴンゴ州北部にあり、トレオン市の西約 160Km に位置する。州都ドラゴンゴからチワワ州パラルに至る国道 45 号線を經由し、国道分岐点まで車両にて約 2 時間 30 分、そこから調査地内の町インディ(Indé)まで、林道を約 1 時間で達することができる。

4-2 調査環境

4-2-1 地形、気候および植生

インマクラダ地区は、標高 1,500~2,000m の山岳地帯で、地域東部は花崗岩地帯特有の比較的なだらかな丘陵地帯であるが、地域西部は比高 500~600m の急峻な地形を呈する。気候は、メキシコ合衆国としてはやや湿潤で、年平均気温は 16℃、雨量は年平均 1000mm で、夏季に集中する。植生は松柏類が多く、森林地帯である。

オレガノ地区は陥没カルデラ内にあり、玄武岩台地(テーブルマンテン)に取り囲まれた大平原中の小丘陵をなす。年間降水量 10~20mm と極度の乾燥地域であり、植生はほぼサボテン類に限られる。

インデウノ地区は、北米大陸から連続する大地溝帯から西シエラマドレ(Siera Madre)山脈に移行する境界部にあり、イグニンプライト平原から突出した小山岳地帯をなす。標高は台地ではほぼ 1,500m 前後、山岳地帯で 2,000~2,200m 程度である。気候はオレガノと同様、乾燥気候に属するが、雨期(夏季)には数 100mm 程度のややまとまった雨があり、サボテンの他に低灌木が見られる。

4-2-2 基盤整備状況(インフラストラクチャー)

インマクラダ地区最寄りの町テカリトランには、電力線、電話回線が敷設されているが、鉱業用資材には乏しく、近くの町に石灰石プラントとセメント工場があるのみである。テカリトランから約 30 分離れたグスマン市は、グアダラハラから太平洋岸のマンサニージョに至る鉄道の駅があり、当地域周辺の物流の拠点になっている。グスマン市にはスーパーマーケットを始め日常生活用品一式が取りそろえられ、また、機械、車両の修理工場、コンピューターをはじめとする精密、通信機器の購入、修理が可能である。テカリトランから調査地内の町ラスアニ

マスの分岐点までは国道 110 号線があり、舗装されてはいるが片側 1 車線の山岳道路である。分岐点からラスアニマスまでは山間部の悪路で、雨期にはしばし崖崩れで不通になる。調査地内は近年の森林伐採のため、仮設道路が縦横に伐開され、調査地西部の急峻な地域を除外すれば、試錐のための運搬路造成は比較的容易である。また、水利は調査地全域に亘り良好で、乾期でも用水の確保は可能である。

オレガノ地区は、調査地に隣接して電力線が敷設されている。電話回線は調査地最寄り町サンホソデグアタルパにある。サンホソデグアタルパは人口 2,000 人前後の小集落であり、日用生活用品は何とか入手できるものの、重機、精密機械部品、機械修理などはトレオン市まで出向くことになる。サンホソデグアタルパから 22Km 西方のアグアヌエバ(Agua Nueva)には Velardena 鉱山があり、その鉱石処理プラントがトレオン市にある。また、最も近い鉄道駅(シモン駅)まで 47Km 離れている。雨期の一時期を除き、ボーリング用水の確保はきわめて困難である。

インデウノ地区の調査地内にあるインディまでは電力線、電話回線が敷設されている。地域の物流の拠点であるサタリアデルロまでは、最近、舗装道路が新設され、約 40 分で達する。当調査地はドラングからチワワ州パラルにいたる国道 45 号線に近接しており、所要時間はかかるものの、物品、資材の搬入には便利である。なお、サタリアデルロは 1900 年代に繁栄した鉱山町であり、近年まで採鉱が続けられていた。水利は比較的良好で、調査地北東部にはセロプリエト(Ceroro Priet)川水系があり、少量ながらも常時水流がある。また、南東部は、水量豊富なセキステン(Sextin)川に隣接している。

第5章 結論および提言

5-1 結論

5-1-1 インマクラード地区

地質調査では、当地区の地質層序が明確となった。即ち、下部白亜系に対比されるテカリトラン層は、陸域の安山岩質溶岩、凝灰角礫岩の繰り返しからなる。その後、浅海域の環境へと変化し、安山岩質凝灰岩の間に石灰岩を挟在するようになり、また流紋岩質溶岩、凝灰岩の活動も認められる。この浅海域の活動がエンチノ層に対比される。その後第3紀始新世にヒロトランバノリスが進入し、スカルンおよび鉍脈の鉍化作用をもたらしたと推定される。

地化探調査では、鉍脈露頭の集中する領域に Au-Cu の異常が見いだされた。このため、当地区北部と、中央部の金銅累帯型鉍脈鉍床を精査対象として検討したが、各種室内試験の結果から、北部の鉍脈は、鉍化帯のかなりの部分が既に露出していると推定された。従って、中央部の鉍脈地帯をボーリング調査対象に選定した。

物理探査は、上記の中央部の鉍脈地帯に実施した。当地区の鉍脈は硫化物に乏しく、有望地区が IP 異常としては検出できなかったものの、鉍脈周辺の破碎帯が低抵抗異常として抽出された。

地質、地化探および物理探査の結果を総合的に検討して、4本、1,160m のボーリング調査を実施した。各孔とも、目的とした鉍脈を捕捉したが、いずれも脈幅数 cm から最大でも 25cm であり、品位的にも、Cu 0.5~1.0%が検出されたに止まった。

周辺鉍徴地調査は、調査地区内の塊状硫化物鉍床の存在の可能性を判定するため実施した。調査地区の地質は、ゲレロ州からミチュアカン州を経て、ハリスコ州に至る塊状硫化物鉍床ベルトの地質と同じ時代であることが判明したが、堆積環境が異なるために、塊状硫化物鉍床はあまり期待できず、鉍脈地帯特有の環境と考えられた。

5-1-2 オレガノ地区

既存データ解析と地質調査の結果、有望地は、過去に C.R.M. により坑道探鉍の行われたショーテ脈とフリアス脈に限定され、地区中央の石英脈群やモンゾナイト中の銅の鉍化帯（ヒニート脈）の下部発展性は疑問であると結論された。鉍区面積が 3Km² と小さく、他に発展する余地も少ないため、物理探査やボーリング調査に移行せず、終了した。

5-1-3 インデウノ地区

当地区は、古くから著名な鉍山地帯であり、15以上の鉍山が知られている。国の指定地区（アシグナシオン）になって以来、C.R.M.により精力的な坑道取り明け調査、物理探査およびボーリング調査が実施されている。従って、既存データ解析と地質調査による鉍脈露頭調査および各種試験結果を総合的に判定して、有望地区を選定した。

地質調査では、大きな地累—地溝構造をなすこと、地累部は古生界を基盤として下部白亜系の堆積岩類と白亜紀後期以降の古期火山岩類が分布すること、および地溝部は第3系の新期火山岩に属するイグニブライトに覆われることなどが判明した。

室内試験の結果、鉍化作用は古期火山岩類に関連しており、イグニブライトには鉍化作用が及んでいないと判定した。従って、イグニブライトの下位に鉍化作用が無いとは言えないものの、イグニブライトの層厚が不明であり、実質的な探鉍有望地は、地区中央を北西—南東に延

びる地累部に限定されると考えられた。

鉍化帯の露頭調査により、当地区の鉍脈群は、南北系（厳密には N10~30W°）の含金石英脈と東西系（同、N50~70E°）の含硫化物脈の2系統が存在することが判明した。これらの結果を総合的に判定して、地区中央部の山塊の2系統の鉍脈群が交差あるいは会合する地点を有望地に選定して、ボーリング調査を実施した。

ボーリング調査は、8本、2,350m 実施した。全孔で鉍脈を捕捉したが、脈幅や品位、連続性から判断して、下記3地点が特に優勢と考えられる。

1. MJMI-6号の4.8m間（真幅3.7m）含金銅スカルン Au 0.73g, Cu 1.43%
2. MJMI-7号の0.94m間（真幅同）Ag 422 gの銀鉍脈
3. MJMI-10号の真幅2.1m、Ag 550 gの銀鉍脈

5-2 将来への提言

5-2-1 インマクラダ地区

地区中央の鉍脈群について、ボーリング調査を含めた十分な調査が行われた。地区北部のスカルン鉍床についてはC.R.M.によるボーリング探鉍が実施されている。少なくとも地区中央部鉍脈群については、稼行経済性のある鉍床に発展する可能性は小さいと判断する。

当地区の約50Km南方には塊状硫化物鉍床地帯が存在する。鉍山としての発展性の観点から、将来の調査を検討する価値は高いと考える。

5-2-2 オレガノ地区

鉍区内の地質、鉍化状況については、十分に解明されたと考えられる。

5-2-3 インデウノ地区

MJMI-7号とMJMI-10号の高品位銀鉍脈は類似点が多い。連続すると仮定すると、脈幅1.0~2.0mで延長1Km以上、銀品位400~500g/t, Pb+Zn 2~3%程度が期待できる。

MJMI-6号と露頭部の含Au-Cuスカルンは、磁硫鉄鉍を伴うザクロ石スカルンであり、スカルン全体の高温部の産状と推定される。MJMI-10号では低品位であったが、より低温部を発見できれば、よりベースメタルに富むスカルンも期待される。将来の課題として検討する価値があると判断する。

第Ⅱ部 各論

第Ⅱ部 各論

第1章 既存データ解析

1-1 解析方法

調査地域を含む広域地質構造や鉱床生成区は、メキシコ合衆国商工省 (SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL) 監修、メキシコ合衆国鉱物資源局 (以下 C. R. M. と略称) 発行の州別地質、鉱床図幅を利用し、これに政府刊行物、学術雑誌を参考に解析した。また、メキシコ合衆国全土の広域地質構造発達史については、ECONOMIC GEOLOGY SPECIAL ISSUE(1988) や K. F. CLARK(1982) を参考とした。

調査地域の地質、鉱床データは、C. R. M. の内部資料を重点とし、調査報告書を始め、ボーリングや地質、地化学探査結果など未公表資料を中心に収集、検討した。

資料収集は、インマクラダ地区については、C. R. M. グアダハラ支部、オレガノ地区とインデウノ地区については、C. R. M. ドランゴ支部を拠点とした。

1-2 解析結果

1-2-1 インマクラダ地区

地質は、テカリトランの北東に露出するジュラ紀の変成岩類を基盤とし、三畳系や古成界は確認されていない。白亜系は、安山岩質火砕岩中に石灰質堆積岩を挟在する下部白亜系のテカリトラン層と一般に石灰岩や石灰質礫岩を主とし、これに砂岩や中性～酸性の火山岩類を挟在する中部白亜系のエンチノ層からなり、全体として海成の火山砕屑岩中に泥質～シルト質砂岩、リーフ石灰岩、あるいは層状石灰岩の薄層を挟在するという産状を呈する。

鉱床は、花崗岩と石灰岩の接触部に生成されたスカルン型鉱床と、金銀銅石英脈鉱床の2種が存在する。スカルン鉱床は地区北東部にあり、Filones de las Borregas 鉱床と Inmaculada 鉱床からなる。Filones de las Borregas 鉱床は、安山岩質凝灰岩に沿って層状に胚胎し、層厚2～3m、最大延長800mの含金銀銅鉱床である。品位は地表の酸化帯で高く Au 4.3 g/t, Cu 2.3% (旧坑廃石で Au 11.3 g, Cu 3.2%) であった。Inmaculada 鉱床は、石灰岩と安山岩質凝灰岩との間に胚胎する層状の Inmaculada II 鉱体が優勢で、層厚1～2m、延長200m、地表サンプルの平均で Au 4.9 g/t, Cu 2.0% が得られている。これらの下部延長を期待して、200m級の2本ボーリングが実施され、厚さ0.2～0.4m間の分析で Au 1～6 g/t, Cu 1.1～6.0% が検出されたが、鉱化帯が分散しており、発展せず探鉱は完了した。

鉱脈鉱床は、安山岩質凝灰岩や石灰岩中に胚胎する含金銅石英脈で、これまで16箇所の露頭が調査されている。このうち最も優勢な鉱脈は、地域北部の El Cobre 脈で、脈幅4m、Au 1～45 g/t, Cu 0.1～1.2% が得られている。

1-2-2 オレガノ地区

地質は、ジュラ紀中期の陸成の赤色礫岩や砂岩を基盤とし、白亜系中部から上部層の海成層が厚く発達している。この地層は下部が Indidura 層、上部が Caracol 層と呼ばれ、整合に重なっている。

鉱床は、石英モンゾナイト中に胚胎する銅鉱脈(Jinito 脈)、モンゾニ斑岩と砂岩、泥岩互層との接触部に調和して低角度に胚胎する鉛亜鉛-重晶石脈(Shote 脈と Frias 脈)、および貫入岩体に近

く、フォルンフェルス中に高角度に胚胎する多数の石英脈の3種類が存在する。Jinito 脈と Shote, Frias 脈に対して旧坑調査やピットによる調査が実施され、また地域内全域の石英脈に対し詳細な地表サンプリングが実施されている。調査結果は Frias 脈の一部で脈幅 0.3~0.5m, Pb 1.8%, Ag 372 g/t, Shote で幅 0.9m, Zn 2.1%, および Jinito 脈で 0.43m 間、Cu 0.7%などが検出されているが、他の石英脈は Au, Cu とも低品位であった。また、地域内全域で新たな鉱床を発見するため、25~50m 間隔の土壤地化学探査や物理探査が実施されたが、異常地は全域に分散し特に有望な地域は特定されていない。

1-2-3 インデウノ地区

基盤岩は石炭系~二畳系の Gran Tesoro 層に対比される泥質変成岩からなる。この上位に、砂岩、シルトを主とし石灰岩薄層を挟在する Mezcalera 層があり、挟在する石灰岩部層は下部白亜系の Aurora 層に対比されている。これらを不整合に覆って下部火山岩類に属する安山岩~流紋岩類の活動が開始された。この活動は、流紋岩質凝灰角礫岩の噴出に始まり、流紋岩ドームの上昇へと引き継がれた。それに続いて、揮発性成分の上昇に伴い、膨大な量の石英安山岩~流紋岩質凝灰岩、凝灰角礫岩の噴出へと移行し、地溝構造に沿って広大なイグニブライト台地が形成された。

鉱床は、いずれも鉱脈型鉱床で、金銀を主とする石英脈と鉛、亜鉛を主とする重晶石-石英脈の2種が存在する。近年の鉱山活動は20世紀初頭に開始され、地域中央西部の石灰岩との接触部で顕著に発達した鉱脈酸化帯の金を対象に稼行された。しかし、地域内の多数の旧鉱山は、個人により小規模に採掘されたために、その大部分が記録不明であった。このため、C. R. M. では1978年から旧坑調査や露頭調査を実施し、これらの概要を確認するとともに、既知鉱脈の延長部に多数のボーリングを実施してきた。

ERA	PERIODO	EPOCA	AREA INDE UNO	AREA OREGANO	AREA INMACULADA
CENOZOICO	CUATERNARIO		Aluvion y Suelo Residual ~~~~~	~~~~~	Aluvion y Suelo Residual ~~~~~
		NEOCENO			
CENOZOICO	TERCIARIO	PALEOCENO	~~~~~ 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)		
		SENONIANO	PAQUETE VOLCANICO INFERIOR Tobas Rioliticas con Lentes de Lutitas Tobas Andesiticas (流紋岩 ~ 安山岩質凝灰岩質) Formación Indidura Conglomerado (礫岩) Caliza de Estratification, fosilifera (含化石成層石灰岩)	Domo Riolítico	Pórfido sienítico
MESOZOICO	CRETACICO	ALBAIANO	Formación Mezcalera Lutitas, Areniscas y Lentes de caliza 砂岩・泥岩互層 (含石灰岩レンズ)	Pórfido Dacítico	~~~~~ Formación Encino serie de rocas volcanoclasticas marinas con intercalaciones de areniscas, limolitas, lodolitas, calizas arrecifales y estratos de calizas fosiliferas (海性火山碎屑岩、含シルト、泥岩、石灰岩)
		APTIANO	~~~~~		
		NEOCONIANO	~~~~~	Curzo-Monzonítico	~~~~~
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		
					Batolito Jilotlán cuerpo Intrusivo de Granito Granodiorita, Monzonita

図 II - 2 - 1 調査地域層序対比図

第2章 インマクラダ地区

2-1 調査方法

地質調査、物理探査、鉱微地調査およびボーリング調査が実施された。地質調査に当たっては、既存データ解析の結果をもとに、調査ルートや重点調査地区を設定し、既存地質図のリバイス、鉱微地調査、および地質構造の把握を目的とし、また、付帯調査として岩石地化学探査を実施した。現地調査は、縮尺5万分の1の地形図を1万分の1に拡大して踏査し、ルートマップに観察事項を記載するとともに、岩石、鉱石などの必要な試料を採取した。このうち、重要な露頭についてはスケッチ、およびカラー写真撮影を行い、特に重要な鉱化帯については簡易測量によって位置を特定した。また、肉眼的に変質の認められた露頭については、変質鉱物簡易同定装置(POSAM)により変質帯の特性を把握した。調査結果は、縮尺1万分の1の地質図としてまとめた。

物理探査は、C.R.M.の実施した既存データに基づき、地区中央部の鉱脈密集地帯において、IP法電気探査を実施した。結果は二次元断面解析による最適モデルとしてまとめた。

鉱微地調査は、第1年次調査の結果に基づき、地域内の塊状硫化物鉱床の可能性を判定するため、地質、構造および鉱化帯の特性につき、調査地と周辺鉱微地との比較、検討を行った。

ボーリング調査は、既存データ解析ならびに第1年次の地質調査と物理探査の結果に基づき、地区中央部の鉱脈群の下部発展性を狙い、300m級の傾斜ボーリング4孔、総計1,160m実施された。

2-2 調査結果

2-2-1 地質調査

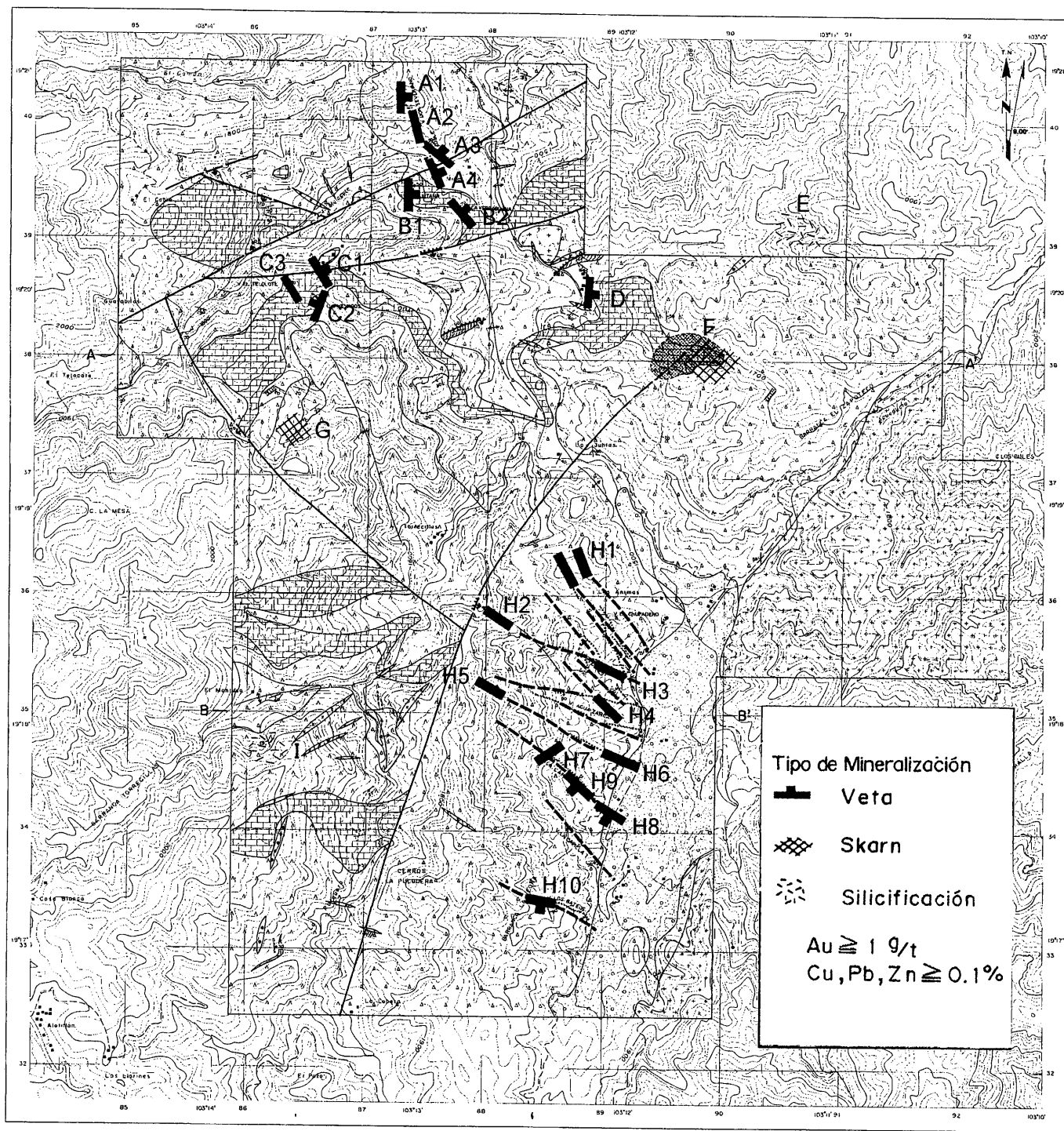
1. 地質

調査地区全般に亘って下部白亜系に属するテカリトラン層の安山岩質溶岩、凝灰岩が広く分布し、地区北部にかけて、徐々に中部～上部白亜系のエンチノ層の酸性凝灰岩や石灰岩を挟在する安山岩質凝灰岩へと移行する。調査地区南東部ではK-Ar法により第三系始新世と同定された花崗閃緑岩が侵入し、ほかにも数箇所の同種小岩体の貫入が認められる。これらは後述する鉱化作用の関係火成岩となっている。調査地区中央部には過褶曲構造の顕著な流紋岩溶岩の小岩体があり、当初、ジュラ系基盤の結晶片岩の衝上ブロックと判断したが、岩石試験の結果、流紋岩溶岩末端部に周囲の泥岩や安山岩岩片が捕獲され、引き伸ばされた構造と判明した。

テカリトラン層は、安山岩質凝灰角礫岩を主とし、流紋岩質凝灰岩を随伴する。安山岩類は、溶岩、凝灰角礫岩、凝灰岩および砂質凝灰岩の繰り返しからなり、一般に下部層ほど凝灰角礫岩の割合が高く、上部に行くにつれ砂質～泥質凝灰岩が多くなる。また、最上部には石灰岩や流紋岩質凝灰岩を挟在する。全体として、何回かのユニットをもつ火砕流堆積物と考えられ、各々のユニット境界に砂質凝灰岩や泥質岩を挟在する。

エンチノ層は、安山岩質ハイアロクラスタイトを主とし、活動休止期ごとに石灰岩層、あるいは石灰質砂岩、泥岩を挟在するのが特徴である。両層とも走向、傾斜は変化に富むが全体として北部から南部に単斜構造を呈する。

地質調査結果を1/5万分の1総括図(別添)および調査地域層序対比図(図I-1-1)に示す。



図Ⅱ-2-2 インマクラダ地区 鉱化帯分布図

表Ⅱ-2-1 インマクラータ地区 鉱石分析結果一覧表

	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	10,000	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	30,000	22.0	1000	6	249
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	9410	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

2. 地化学探査

地化学探査は、調査地区全域にわたりおよそ 300m 間隔、総計 320 個を採取し、Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Fe,As,Sb,Hg の 9 元素を分析し、基本統計処理を行った後、主成分分析を実施した。この結果、Au-Cu(0.58)、Au-Ag(0.54)、Cu-Ag(0.49)などに弱い相関が認められた。主成分分析では、Au,Ag,Cu に正相関、Fe,Zn,As に負の相関をもつ第 2 主成分が既知鉱脈と良く対応することが判明した。調査地内に既知鉱化帯と対応しない、まとまった異常地はなく、既知鉱化帯の下部発展性が評価のポイントと判断した。

3. 鉱化作用

鉱床は、花崗閃緑岩とエンチノ層石灰岩接触部のスカルン鉱床と鉱脈鉱床がある。鉱脈鉱床は、地区北部の石灰岩との接触部と地区中央の安山岩質凝灰岩中の鉱脈群に大別され、いずれも脈の下部が銅帯、上部が金帯の累帯を特徴とする金銅累帯型石英脈である。各々の鉱化帯調査から得られた特徴は次の通りである。

北部のエルコブレ(El Cobre)脈は、脈幅 1~2.5m、N0° ~N40° W に湾曲しつつ、南北延長 800m に亘り追跡でき、上部の金帯で Au 1~2.5 g/t、下部の銅帯で Cu 1.5%が検出された。鉱石鉱物組成、流体包有物温度、脈際変質帯の X 線解析などから総合的に判断すると、地形に応じて、下部から上部まで、鉱化システム全体が露出していると考えられる。当脈南のエルバブエナ脈は、石灰岩との接触部に胚胎し、脈幅 1.1m、Au 30 g/t の鉱脈であり、上記エルコブレ脈の南延長に相当する。各種室内試験結果から石灰岩との接触部で局所的富鉱部を形成したものと考えられる。地区中央の鉱脈群は、N10~30° W 系のチュパデロ(Chupadero)脈群と N60~80° W 系のロスホアネス(Los Juanes)、アグアサルカ(Agua Zarca)脈、カピージャ(La Capilla)脈およびバテオス(Bateos)脈群の 2 系統がある。チュパデロ脈は、混合層粘土鉱物変質帯中の網状細脈群からなり、生成温度も 105~135℃の低温生成と判明、鉱化システムの上部と考えられた。東西系の鉱脈群は、石英脈片や母岩片の集合した角礫脈からなり、南北 2 Km 以上に亘り、5 群の平行脈群からなる。南から北に向かって、順次、鉱化システムの下部相から上部相まで見られ、北部の金帯で脈幅 0.7~2.5m、Au 5~12 g/t、南部の銅帯で Cu 0.4~0.9%が検出されている。

鉱化帯分布図を図 II-2-2 に示し、これらの分析結果を表 II-2-1 に示す。

2-2-2 物理探査

物理探査は、地区中央部の鉱脈群に対し、地下数 100m までの比抵抗構造と分極率異常構造を解明するため IP 法電気探査を実施した。この結果 n=3~4 では、花崗岩に近接する部分と、地表に露出する鉱脈の下部とに低抵抗異常域が検出されたが、顕著な IP 異常は検出されなかった。当地区の鉱脈は硫化物に乏しく、裂隙充填型の鉱脈であるため、深部の低抵抗異常は鉱脈周辺の割れ目系に起因すると推定された。特に、N10-30° W 方向の鉱脈下部に顕著な低抵抗異常が見られ、地質調査でも、この方向の鉱脈は、当地域の鉱化システムの上部構造と見られることから、有望地の一つと判断した。なお、今回の測定方法から計算すると、この異常帯は地表下 150~200m 付近に存在すると推定された。

これらの結果を図 II-2-3 に示した。

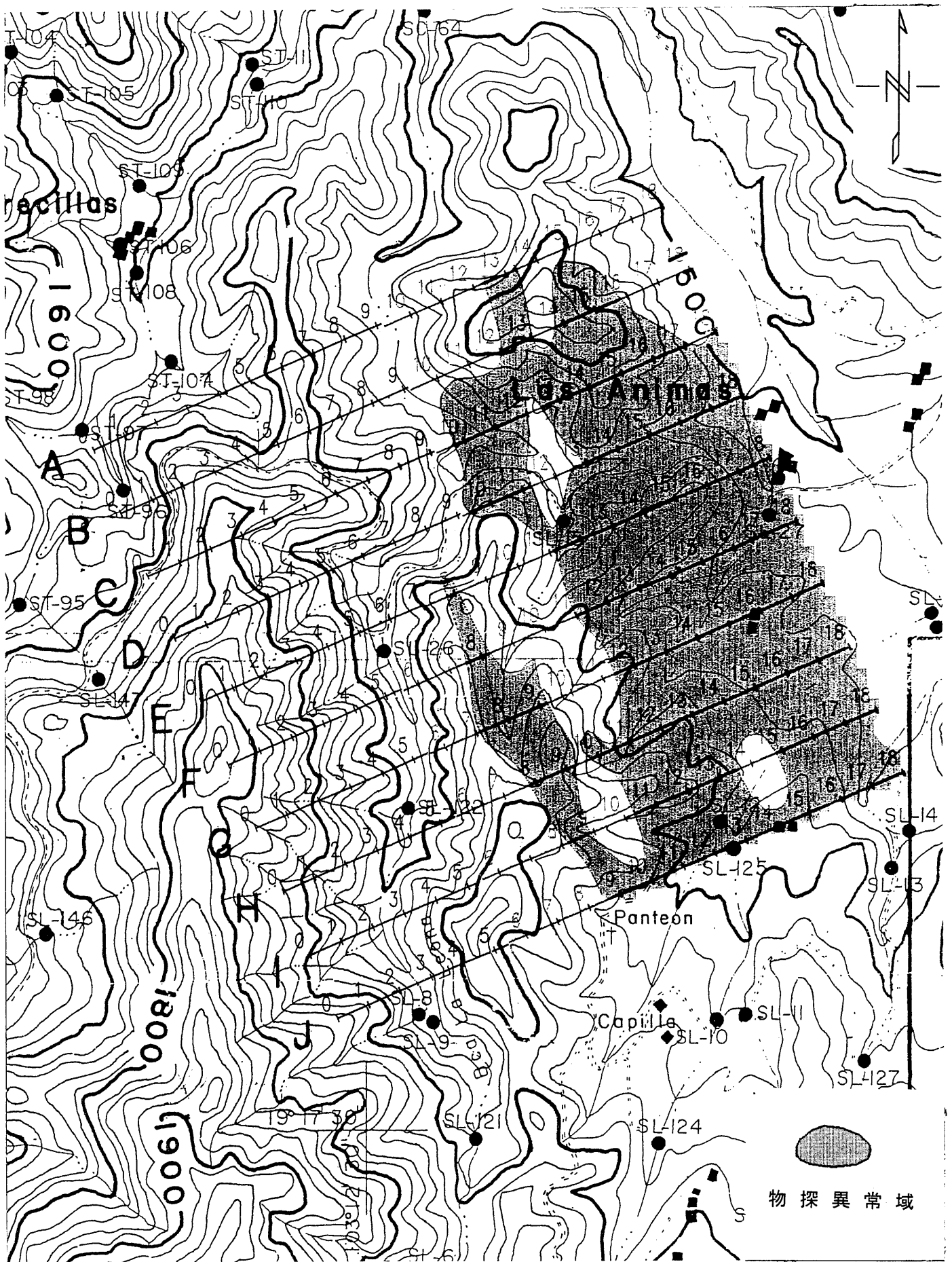


图 II-2-3 物理探查異常抽出域

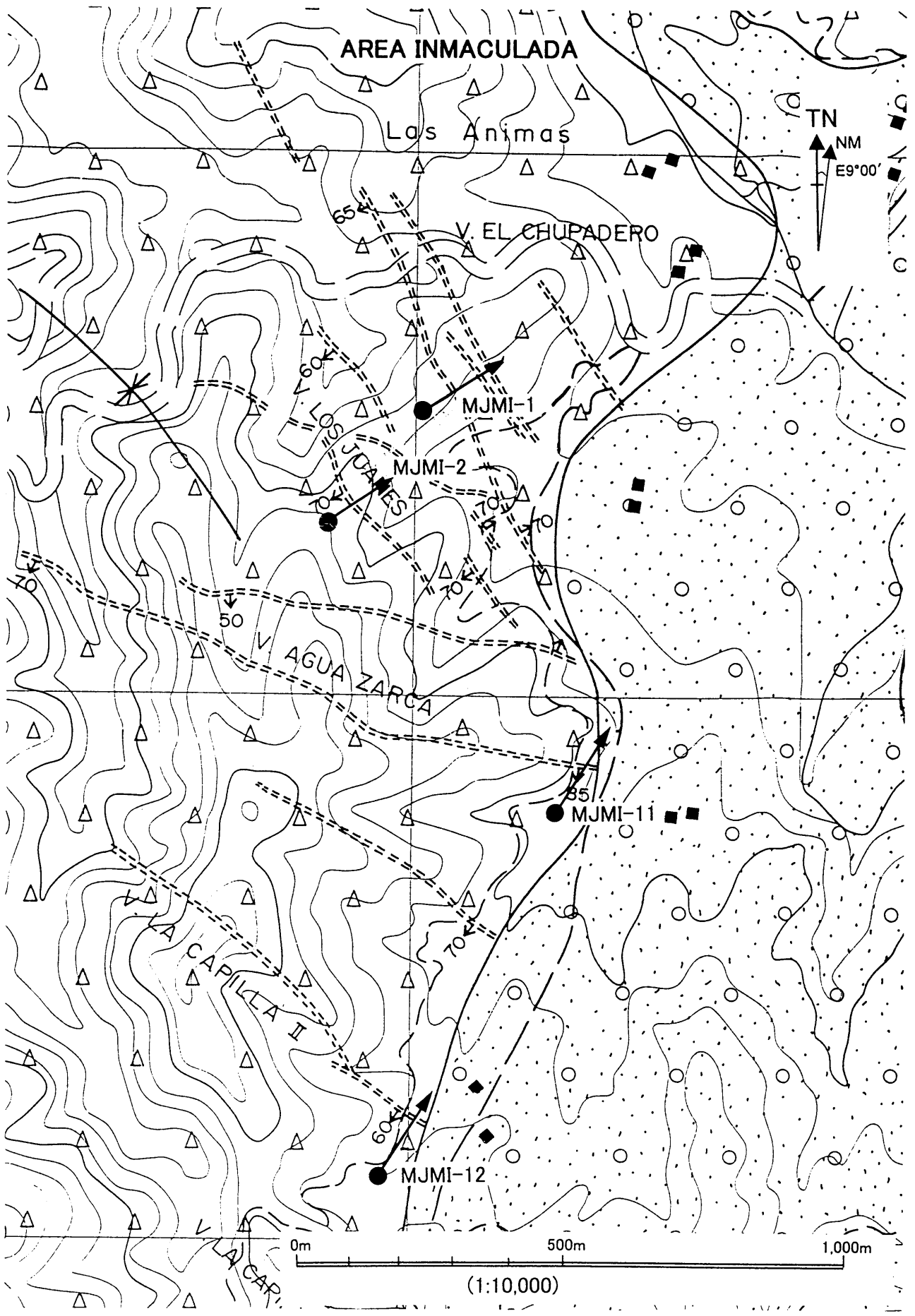


図 II-2-4 インマクラダ地区ボーリング位置図

2-2-3 ボーリング調査

地区中央部の鉱脈群に対し、2カ年に亘り4本、1,160mのボーリング調査を実施した。ボーリング作業は、メキシコの業者を用いて実施し、コア鑑定および室内試験試料の採取は、主任技師が実施した。コア鑑定は縮尺200分の1の柱状図にまとめ、鉱石着鉱部は原則として、1mごとにサンプリングをおこなったが、着鉱長が1m未満の部分は、着鉱幅でサンプリングした。なお、採取した全コアは、上下を明確にしてコア箱に収納し、コア箱の中および外に採取深度を記載してテカリトランの相手国側倉庫に保管した。ボーリング位置を図Ⅱ-2-4に示す。

調査結果は次の通りである。ボーリング孔の地質、鉱化帯および各種試験結果を図Ⅱ-2-5～図Ⅱ-2-7に示す。

1. MJMI-1

チュパデロ脈の下部に実施した。安山岩質凝灰岩と塊状均質安山岩中を掘進し、塊状均質安山岩の上面と下面付近に、それぞれ脈幅0.3~0.5mの石英脈および石英網状帯、あるいは黄鉄鉱を多量含む珪質岩を捕捉した。分析の結果、金銀ベースメタルとも検出されなかった。流体包有物は、300℃以上の高温生成を示し、産状からボーリングしたものと同様に推定される。また、変質はスメクタイト/セリサイト混合層粘土鉱物からなり、この粘土変質帯は、急激に上部に向かって開口するロート状構造を呈する。

2. MJMI-2号

ロスホアネス脈の金鉱化帯(Au12.4 g/t)の下部に実施した。塊状安山岩と下部の同質溶岩および凝灰角礫岩を掘進し、両者の境界部付近を中心として、下記の通り、微量の金、銅を含む石英脈が認められた。

・184.4~185.0m、0.6m間、Au 0.14 g/t、Cu 0.05 %、252.2~252.7m、0.5m間、Cu 0.36 %

室内試験の結果は、200m以浅の鉱脈は、有意のAu異常を示し、200m以深の鉱脈はCu(黄銅鉱)を伴う。母岩変質はMJMI-1号よりややセリサイト成分に富む混合層粘土鉱物帯であり、脈際の変質はセリサイトであった。

流体包有物から推定される生成温度は160℃前後、塩濃度は3%NaCl程度である。

3. MJMI-11号

アグアサルカ脈周辺のAu、Cu地化学探査異常帯の下部に実施した。全体に安山岩質凝灰岩が卓越し、80~190m間に塊状均質安山岩を挟む。多数の破碎帯、鉱脈帯に遭遇したが、150m付近に3cm間、Au 0.25 g/t、185m付近に7cm間、Cu 0.43 %の細脈を捕捉したにとどまった。

鉱石鉱物は150.12m地点の石英脈を鑑定したが、微量の黄鉄鉱が認められたのみである。

変質鉱物は、全体として緑泥石に富み少量のセリサイト/スメクタイト混合層粘土鉱物および方解石が認められ、プロピライト変質を主とする。

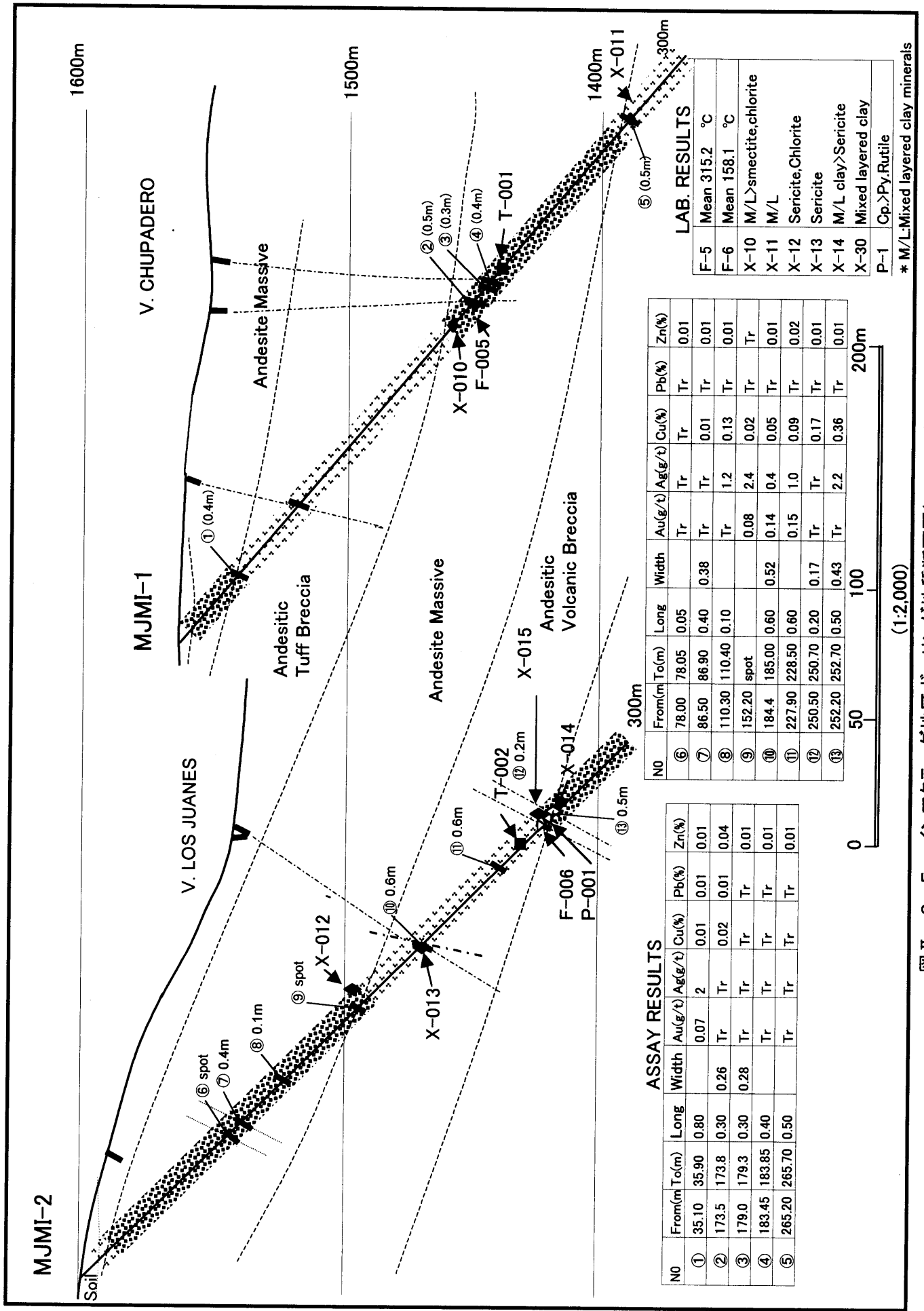
流体包有物は、上部の77.57m地点の石英脈を測定し、208.4℃、塩濃度3.44%NaClであった。

4. MJMI-12号

カピージャ脈の含銅角礫脈の下部に実施した。全体に塊状安山岩を掘進し、多数の破碎帯に遭遇した。このうち、259m付近に脈幅44cm、内13cm間でAu 0.64 g/t、Cu 0.97 %が検出された。

鉱石鉱物は、195.3m地点の石英脈を鑑定したが、微量の黄鉄鉱がみとめられたのみである。

変質鉱物は、140m地点のカピージャ脈の粘土を鑑定したが、多量の緑泥石と微量のスメクタイトが検出された。



ASSAY RESULTS

NO	From(m To(m)	Long	Width	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
①	35.10 35.90	0.80		0.07	2	0.01	0.01	0.01
②	173.5 173.8	0.30	0.26	Tr	Tr	0.02	0.01	0.04
③	179.0 179.3	0.30	0.28	Tr	Tr	Tr	Tr	0.01
④	183.45 183.85	0.40		Tr	Tr	Tr	Tr	0.01
⑤	265.20 265.70	0.50		Tr	Tr	Tr	Tr	0.01

LAB. RESULTS

	Mean 315.2 °C	Mean 158.1 °C
F-5	Mean 315.2 °C	
F-6	Mean 158.1 °C	
X-10	M/L>smectite, chlorite	
X-11	M/L	
X-12	Sericite, Chlorite	
X-13	Sericite	
X-14	M/L clay>Sericite	
X-30	Mixed layered clay	
P-1	Cp.>Py, Rutile	

* M/L: Mixed layered clay minerals

(1:2,000)

図 II-2-5 インマクラダ地区ボーリング地質断面図(MJMI-1,2)

流体包有物は、241.96m 地点の石英脈を測定し、生成温度 140.2℃、塩濃度 0.38%NaCl であった。

2-2-4 鉱微地調査

ボーリング調査地南東の重晶石鉱山(Codiciada, La Lupe, La Sandi)、火山性塊状硫化物鉱床(La Minita, Arroyo Seco)、およびスカルン鉱床(Piedra Iman)を現地調査し、各種室内試験を実施して、ボーリング調査地の地質および鉱化帯と比較検討した。

重晶石鉱山は全て鉱脈型であり、ボーリング調査地と同じテカリトラン層の安山岩やその上位のエンチノ層石灰岩を母岩としている。品位的には、ほとんど重晶石のみからなるが、石灰岩中に胚胎するコーディシアダ(Codiciada)鉱山から Ag 63 g/t が検出された。

スカルン鉱床はボーリング調査地と同じ花崗岩類（ヒロトラン岩体）に関連する磁鉄鉱スカルンであり、少量の鉛(Pb 0.68%)が検出された。

火山性塊状硫化物鉱床は、全体として本邦の黒鉱鉱床に類似している。ミニータ(La Minita)鉱山では、高品位の鉛・亜鉛鉱があり、アローヨ・セコ(Arroyo Seco)鉱山では、含方鉛鉱-重晶石鉱中に Ag 330~3500 g/t の銀が検出された。

火山性塊状硫化物鉱床、重晶石鉱山、スカルン鉱山の関係火成岩は、ボーリング調査地区の流紋岩や花崗閃緑岩と同時代、かつ、ほぼ同等の組成であった。しかし、ボーリング調査地が陸域の火山活動であるのに対し、重晶石鉱山から黒鉱鉱山地区にかけ海成層が厚く発達する。この堆積環境の差が、同時代の同様な火成活動にも拘わらず、鉱床タイプの相違をもたらしたと考えられる。

これらの模式断面を図 II-2-8 に示す。

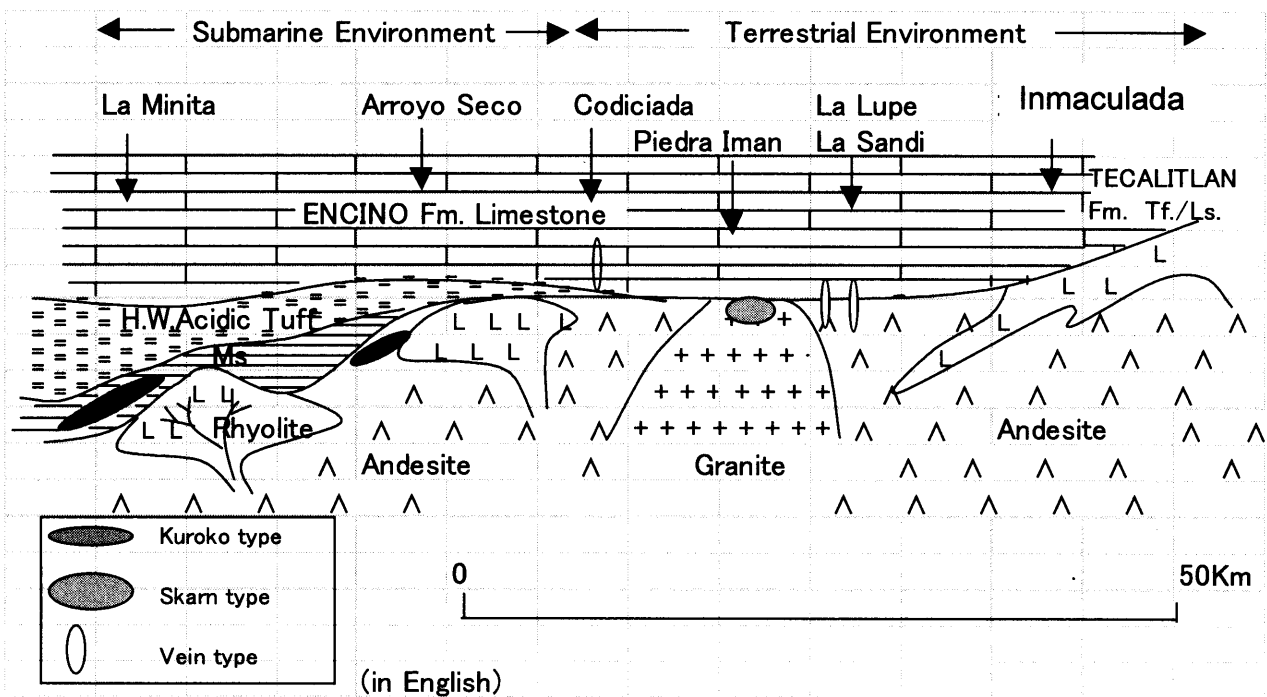


図 II-2-8 鉱微地調査模式断面図

第3章 オレガノ地区

3-1 調査方法

当地区では地質調査のみが実施された。地質調査はインマクラダの章で述べた方法と原則的に同じである。異なる点は、ポーフリーカッパー鉱床の可能性を考慮し、地化学探査の対象元素として、FeとHgに代わってMoを加えたこと、および対象面積が3 Km²と小さいため、調査結果を縮尺5千分の1で表現したことである。

3-2 調査結果

3-2-1 地質調査

多種多様なアルカリ岩系火成岩と下部白亜系に対比される砂岩・泥岩互層からなる。火成岩体は、中央部に黒雲母花崗斑岩、周辺の堆積岩中にシート状に侵入したモンゾニ斑岩そして岩脈状のランプロファイアーと閃長斑岩からなる。前者が白亜紀前期(149~143Ma)、後者が白亜紀末期(65.9~66.3Ma)の年代を示す。砂岩、泥岩互層は、全体として海底乱流堆積物(タービダイト)の産状を呈し、火成岩体周辺では著しいホルンフェルス化を蒙っている。

地質調査結果を1/5万分の1総括図(別添)および調査地域層序対比図(図I-1-1)に示す。

1. 地化学探査

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、当地域の鉱化帯の特性を説明する因子と考えられる。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。両者の異常帯とも調査地全体に分散し、特に集中した強い異常地は存在しなかった。

2. 鉱化作用

地区内に3種類の鉱化作用が存在する。北部のモンゾナイト中にはヒニート(Jinito)脈があり、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。酸化帯の分析ではCu 4%, Pb 0.3%, Zn 0.2%が検出された。脈際変質はセリサイト、包有物均質化温度は191°Cを示した。地域中央部には、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。地形的上位の石英脈から均質化温度161°C、塩濃度0.06%NaClの結果が得られ、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(Shote)脈、東がフリアス(Frias)脈と命名され、過去にC.R.M.による坑道探鉱が実施されている。鉱脈の上盤は層理に調和的に侵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、Zn 14.5%が検出され、フリアス脈からは、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°C、塩濃度0.04%の結果が得られている。

鉱山、鉱化帯分布図を図II-3-1に示し、これらの分析結果を表II-3-1に示す。

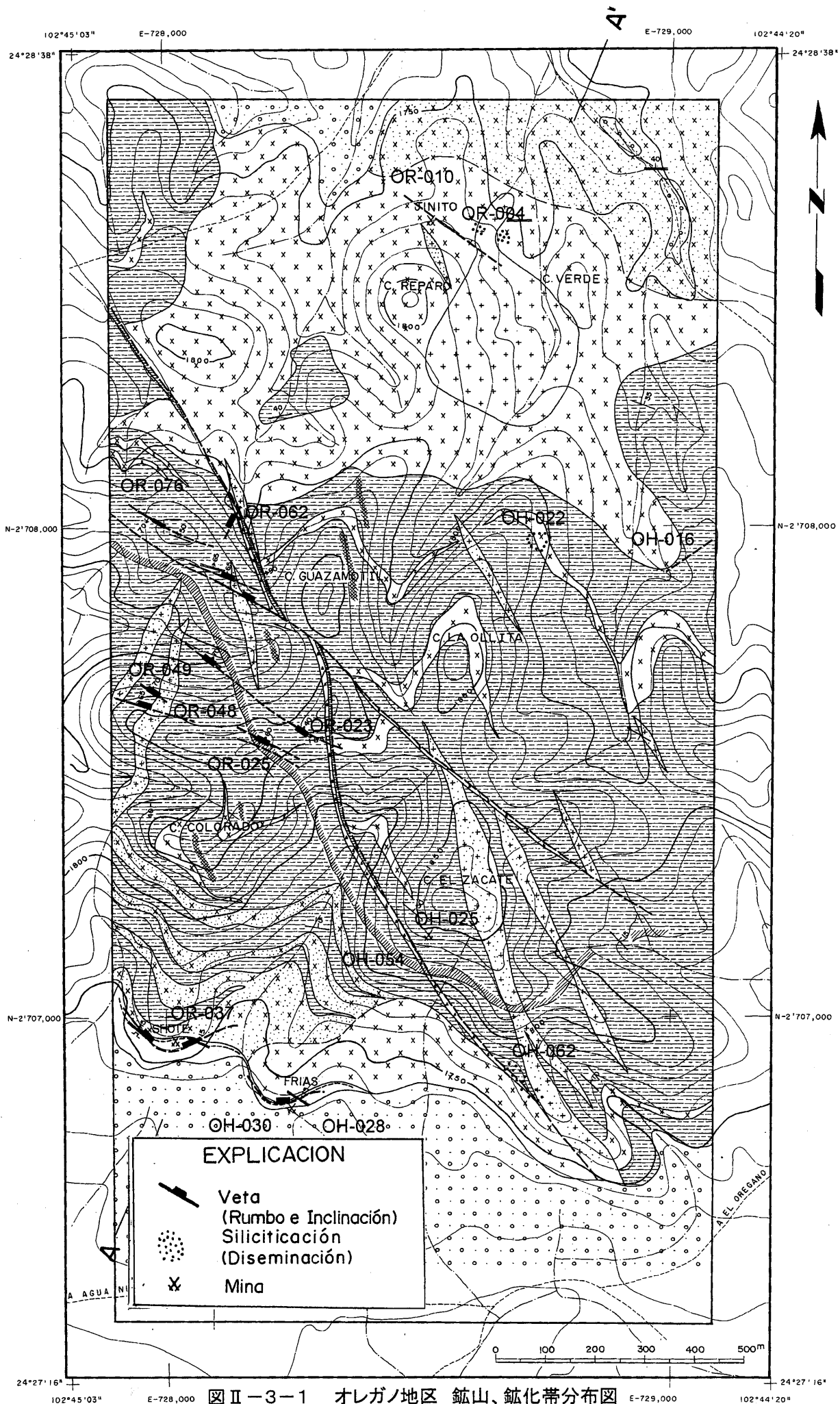


図 II - 3 - 1 オレガノ地区 鉱山、鉱化帯分布図

表 II - 3 - 1 オレガノ地区 鉱石分析結果一覽表

NOMBRE de VETA	MUESTRAS	TIPO	RUMBO	ECHADO	ANCHO m	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Mo ppm
A	JINITO	OR-004	SiLic.	90	3.0	4	15.9	149	428	251	392
		OR-010	Veta	90	0.6	<1	25.8	40,400	3,040	2,230	395
		OH-016	Veta	15NW	0.01	3	2.9	44	843	951	15
B		OH-022	SiLic.	30NE		2	18.3	174	948	206	16
		OR-062	Veta	85NW	0.2	<5	1.5	56	258	313	164
		OR-076	Vetilla	70SW	0.5	<1	6.5	87	1,500	216	753
C		OR-078	Veta	60NE	0.2	<5	3.8	34	480	700	110
		OR-023	Veta	40NE	0.6	<5	<2	8	7	15	<1
		OR-025	Vetilla			<5	<2	81	3	4	<1
D		OR-048	Vetilla	65NE	2.0	3	2.3	15	84	86	6
		OR-049	Vetilla	70NE	5.0	<1	2.1	51	86	579	20
	ZACATE	OH-025	Disem.	45NW		<1	1.3	57	72	191	12
E		OH-054	Vetilla	35NE		22	0.8	13	45	20	5
		OH-062	Disem.	90		43	1.2	26	173	227	31
	SHOTE	OR-037	Veta	15NE	0.2	3	28.8	1,490	2,100	145,000	4
FRIAS		OH-028	Flotad.	15NE		10	1.5	11	69	95	24
		OH-030	Veta	15NE	0.2	727	208.0	776	42,300	5,310	28

第4章 インデウノ地区

4-1 調査方法

地質調査とボーリング調査が実施された。地質調査はインマクラダの章で述べた手法とほぼ同じである。調査面積が 180Km² と大きく、調査結果を縮尺 2 万分の 1 で示した。ボーリング調査は地区中央部の鉱脈地帯を対象とし、東西系と北西-南東系の 2 系統の鉱脈の会合部を重点として 8 本、総計 2,350m 実施した。第 2 年次の調査結果に基づき、スカルン鉱床も調査対象に加えた。ボーリング調査の手法、手順はインマクラダの章で述べた方法と同じである。

4-2 調査結果

4-2-1 地質調査

1. 地質調査

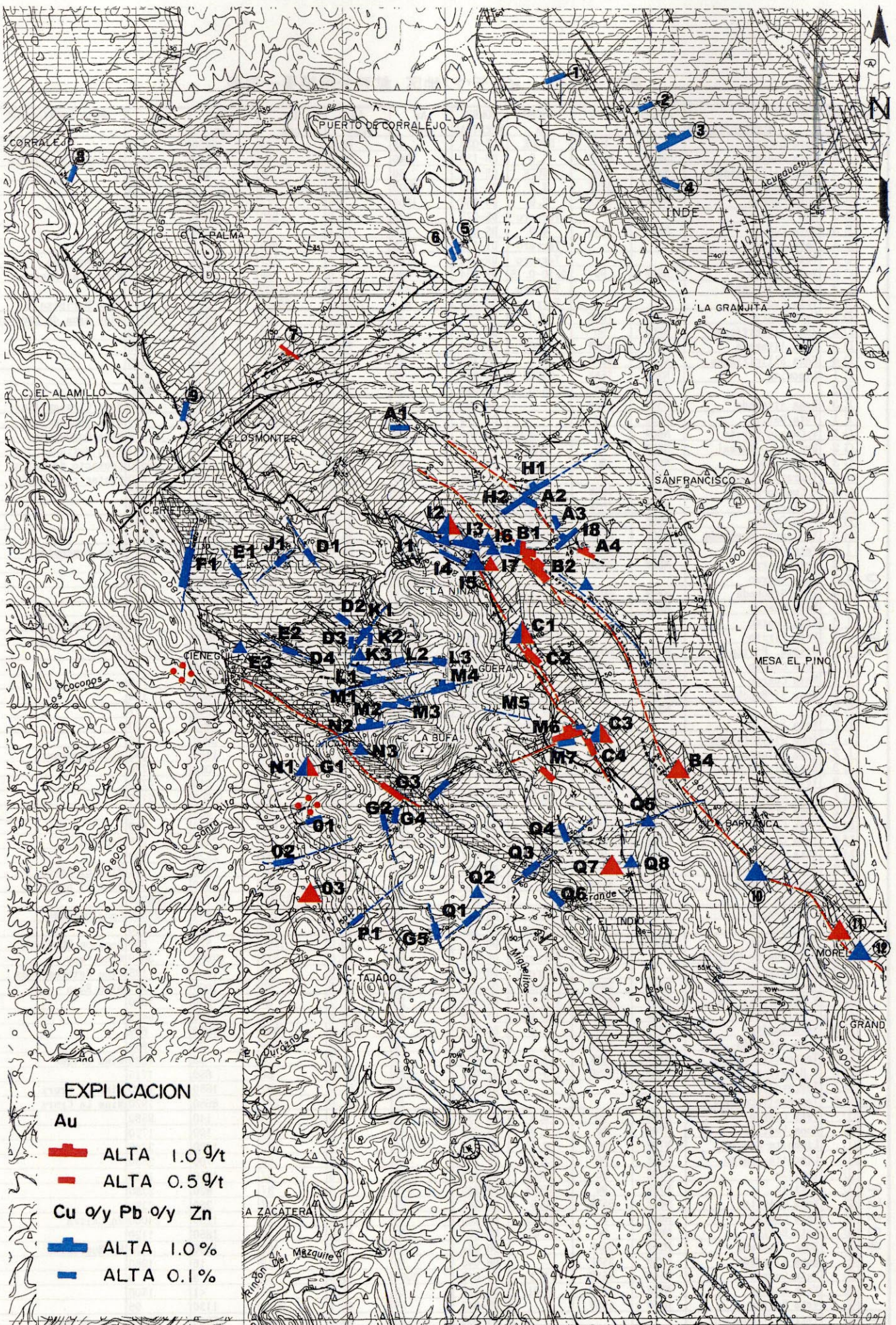
地区全体の地質は、北西～南東に配列する顕著な地壘地溝構造を呈し、地壘部には古生界から中生界の堆積岩類が分布し、地溝部は白亜紀後半から第三紀に活動した火成岩類が覆う。基盤岩は、石炭系～二畳系の泥質結晶片岩からなり、調査地区中央を北西から南東に走る低角衝上断層に沿って出現する。本層は、岩相の類似から二畳系の Gran Tesoro 層に対比されている。泥質片岩の上位は下部～中部白亜系に対比されるメスカレラ層の砂岩・泥岩互層に覆われる。メスカレラ層は、下部ほど乱流堆積性の砂岩・泥岩互層、徐々に礫岩層を挟み、最上位は石灰質礫岩からなる。メスカレラ層中に侵入するモンゾナイトから 136~106Ma の年代が得られている。メスカレラ層を不整合に覆って、淘汰不良の礫岩層が存在し、上部白亜系のインディドゥラ層に対比される。礫岩層の下底付近に多量の二枚貝や珊瑚の化石を含む石灰岩部層があり、地区南部でレンズ状に尖滅する。

これらの白亜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～流紋岩質の陸性火山岩が分布する。火山岩類は下部の凝灰角礫岩と上部のイグニンプライトに大別され、両者の境界時期に流紋岩ドームの活動がある。流紋岩ドームは 70.7Ma の年代を示し、最も若い鉱脈の生成年代は 26.2Ma を示す。従って、火山岩類は、下部火山岩類が白亜紀後期の安山岩および安山岩質凝灰岩から白亜紀末期の流紋岩ドームまで、上部イグニンプライトが第 3 紀初頭から漸新世中期まで活動したと考えられる。

地質調査結果を 1/5 万分の 1 総括図（別添）および調査地域層序対比図（図 I-1-1）に示す。

2. 地化学探査

地化学探査では、第 1 主成分に顕著な傾向が見られた。即ち、Ag, As, Sb に強い正の相関、Pb, Au, Hg にやや強い相関を持つ因子が抽出され、これらの元素の異常地は、イグニンプライトに覆われていない地域に限られることが判明した。即ち、地質調査結果と同じく、鉱化作用はイグニンプライト堆積以前に完了したことが裏付けられた。また、第 3 主成分で Au-Fe 異常群と Pb-Zn 異常群とに分離した。しかし、両群の異常地分布は、平面的にほぼ重複している。この理由は、当地域に 2 種類の鉱化作用が存在し、鉱脈単位では、金銀脈と鉛亜鉛脈が分離しているものの、同一地域に時間的前後関係で鉱化が重複したためと解釈される。



図Ⅱ-4-1 インデウノ地区 鉱山、鉱化帯分布図

0 1 2km

表 II-4-1 インデウノ地区 鉱石分析結果一覧表

ZONA	SYMBOLIA	TIPO de MINERALIZACION	RUMBO	ECHADO	ANCHO m	NOMBRE MUESTRAS	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	ROCA ENCAJONANTE		
CENTRO	A 1	Veta Barita	E-W	40N	STOCK	DS-038	45	36.0	35	3450	148			
	A 2	Veta Cuarzo	N60W	80NE	1.0	DS-130	940	80.0	89	3400	2080	Arenisca y pizarra		
	A 3	Zona Silicificada	N30W	65NE	STOCK	DS-102	30	7.5	51	400	1130			
	A 4	Veta Cuarzo	N70W	65NE	1.0	DS-100	7000	89.0	10	4	43			
	B 1	Veta Cuarzo	N45W	55NE	2.0	DS-068	1800	1.5	<1	6	14			
	B 2	Red Limonita				Terrero	DS-075	430	98.0	500	6750	1150		
	B 3	Veta Cuarzo	N50W	70NE	4.0	DS-074	170	12.4	47	2250	130			
	B 4	Veta Cuarzo				Terrero	DY-172	1175	94.0	860	112	125		
	C 1	Veta Cuarzo				Terrero	DR-014	4760	89.0	127	14300	686	Mina Repecho	
	C 2	Veta Cuarzo	N50W	90	0.10-0.15	DR-024	680	75.0	69	2200	229	2200	Mina Gran Lucero	
	C 3	Limonita-Cuarzo				Terrero	DY-163	2360	7.4	34200	<1	198		
	C 4	Veta Cuarzo				Terrero	DR-029	811	1700.0	26500	391	1200	Mina Mariposa II	
	D 1	Veta Cuarzo	N20W	70NE	>0.5	DS-021	40	2.6	160	2200	9310		Mina Agua de Enmedio	
	D 2	Zona Silicificada	N50W	90		DR-070	<5	5.4	6	1100	130			
	D 3	Zona Alterada	N10W	65SW	STOCK	DS-104	110	25.8	20	3900	4200			
	D 4	Zona Silicificada	N10E	60NW		DS-105	60	24.5	69	5900	303			
	E 1	Limonita	N35W	75NE	STOCK	DS-016	20	0.3	32	32	4000			
	E 2		N50W	90	0.05-0.10	DR-065	30	25.0	120	2300	6680			
	E 3	Zona Alterada	N30W	30SW		DR-063	55	1.0	36	190	1460		Mina Cieneguillas	
	F 1	Veta Barita	N15E	90		DS-014	45	24.6	18500	5	220		Mina Tepeyac	
	G 1	V. Cuarzo-Barita	N60W	90	2.0-3.0	DR-002	596	10.7	598	168	376		Mina Guadalupe	
	G 2	Brc. Hydro-Termal	N60W	90	>10m	DR-015	935	8.0	64	64	107		Mina Matracal	
	G 3	Z. Alterada	N50W	90	>5m	DY-103	80	12.8	81600	4550	6520		Contacto de Caliza	
	G 3	Terrero (V. Cuarzo)	N50W	90	>5m	DY-104	200	882.0	700	10400	1670		Contacto de Caliza	
	G 4	V. Cuarzo-Barita	N10W	75SW	1.0	DY-098	20	66.0	85	5350	7950			
	G 5	Z. Alterada	N10W	70SW	2.0	DY-110	50	3.2	540	500	3200			
	H 1	Veta Cuarzo	N60E	90	0.05	DS-132	25	51.0	71	11100	980			
	H 2	V. Cuarzo Brechada	N50E	60NW	2.0	DS-126	260	34.0	205	13100	6300			
	I 1	Veta Cuarzo	N75W	85SW	Terrero	DS-030	130	30.0	192	12000	166		Mina Esmeralda	
	I 2	Veta Cuarzo	N80W	75SW	2.0	DS-029	135	0.7	22	12	1660			
	I 3	Veta Cuarzo				DS-031	4340	35.0	40	26100	102			
	I 4	Zona Brechada	N80W	60NE	Vetilla	DS-056	610	73.0	120	23200	410			
	I 5	Veta Cuarzo	N80W	60NE	Vetilla	DS-055	345	46.0	450	3450	3620			
	I 6	Veta Cuarzo				Vetilla	DS-054	531	219.0	337	30500	1670	Mina Esmeralda	
	I 7	Veta Pirita				Terrero	DS-066	10900	150.0	227	23600	96	Mina La Colmena	
	I 8	Dissem. Pirita	N45E	60NW		DS-101	745	335.0	820	57000	61500			
	J 1	Veta Cuarzo	N50E	75NW	0.6	DS-019	90	199.0	269	4550	99			
	J 1	Veta Cuarzo	N50E	75NW	0.6	DS-020	145	58.0	285	8200	750			
	K 1	Zona Si-Brechada	N40E	90	1.0	DS-107	345	122.0	45	27600	128			
	K 2		N30E	90	0.3-0.5	DR-071	40	12.8	64	4250	77			
	K 3	Veta Sulfido				Terrero	DS-106	50	19.2	47	4850	4660		
	L 1	Zona Silicificada	N60W	50NE	STOCK	DS-108	10	6.0	18	2800	720			
L 2	Zona Alterada	N80E	75NW		DS-109	10	9.0	63	1450	590		Mina Esperanza		
L 3	Zona Si-Brechada	N80W	90		DS-113	80	8.9	93	1000	780				
L 3	Veta Cuarzo	N80W	90	0.5	DS-114	100	3.0	24	340	4730				
M 1	Veta Cuarzo	N80E	70NW	0.5	DS-123	185	66.0	460	13300	2150				
M 2	Zona Brechada	N80W	90		DS-119	<5	0.6	59	355	1240				
M 3	Veta Cuarzo	N40W	60NE	0.03	DS-116	90	6.2	156	1250	670				
M 4	Veta Cuarzo	N80E	55NW	0.1	DS-115	345	244.0	178	12400	270		Socavon		
M 5	Veta Cuarzo	N80W	90	2.0-3.0	DR-037	10	10.0	62	2220	199				
M 6	Terrero (V. Cuarzo)	N75E	55NW	>0.7	DR-032	1380	316.0	306	955	101		Mina El Raton II		
M 7	Zona Alterada	N75E	55NW		DR-033	10	77.0	310	2000	270		Mina El Raton II		
N 1	Terrero				DY-260	180	1165.0	32100	52700	268000				
N 2	Veta Cuarzo	N60E	90	0.1	DS-120	<5	86.0	105	11900	27500		Conglomerado		
N 3	Limonita				Terrero	DS-122	175	47.0	710	5900	4220			
O 1	Veta Cuarzo	N70E	90	0.3	DR-005	<5	40.0	1550	520	860		Socavon Obsoleta		
O 2	Veta Cuarzo-Calcita				Terrero	DR-008	96	262.0	515	22800	3060	Mina Paco		
O 3	Brc. Hydro-Termal				Terrero	DR-006	5120	3.2	89	1000	135	Mina Petoronillas		
P 1	Veta Cuarzo	N50E	75NW	0.3	DR-057	139	16.5	72	1000	897		Mina Roca		
Q 1	V. Barita-Calcita	N40W	80NE	1.0-2.0	DY-109	10	1.2	33	760	1080				
Q 2	Z. Silicificada	N60W	90	Max. 10m	DY-108	45	2.6	14	180	5470				
Q 3	Veta Barita	N45E	90	3.0	DR-045	9	636.0	967	1050	699				
Q 4	Zona Alterada	N20W	40NE		DR-042	10	0.5	189	23	1650				
Q 5	Terrero (V. Cuarzo)	N70E	45NW	2.0	DY-066	<5	1.1	174	38	1220		Mina Urique		
Q 6	V. Hematita-Cz.	N60W	60NE	1.5-2.0	DY-084	120	43.5	38	650	1715				
Q 7	Terrero (V. Cuarzo)				DY-151	1600	151.0	92	1650	1890		Mina La Cruz		
Q 8	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 Vetilla	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	Vetilla	N70E	90	STOCK	DS-242	60	13.0	57	1850	1920			
	①	Vetilla	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			
	③	Veta Cuarzo	N65E	90	STOCK	DH-103	<5	14.2	37	1250	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 Monzonita	
	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			
SUR	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			
	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		

2. 鉍化作用

石英脈と鉛亜鉛石英脈の2種があり前者は N10-30° W、後者は N50-70° E 方向を持ち、それぞれ多数の平行脈群から構成されている。鉍脈は、古生界の結晶片岩、中生界白亜系の砂岩、泥岩互層や石灰岩、および第三系の安山岩や流紋岩など多様な地層中に胚胎するが、中新世以降のイグニブライト中には存在しない。当地域の鉍脈は、石灰岩中、あるいは石灰岩との接触部で富鉍部を形成する傾向がみられる。

N10-30° W 系脈は3群の平行脈群に大別される。代表的なものは次の通りである。

	平均脈幅	平均品位	延長	生成温度・塩濃度	主な鉍山	特徴
東部	2.0~4.0m	Au 1~2 g/t Pb 0.2~0.3%	7 Km	167~176℃ NaCl 0~0.03%	Esperanza, Gambucinos Las Guijas, La Barranca Siera de Plata	結晶質石英脈
中央	1.0~2.5m	Au 0.7~4.8 g/t Cu 2.7~3.4 % Pb 1.4 %	4Km	149,151,168℃ NaCl 0~0.5%	San Francisco, La Niña Gran Lucero, Mariposa	硫化物石英脈
西部	2~5 m Max.15m	酸化帯で 10~30 g/t	5Km	214℃ NaCl 0.21%	Cieneguillas Matracal	石灰岩接触部 スカルン、 熱水角礫岩

東西系の脈は、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。代表的旧坑露頭や廃石の試験結果を下記に示す。

旧鉍山	脈幅	品位	生成温度	塩濃度	特徴および変質
GARABATOS	2.0m	Pb 1.3, Zn 0.6%			方鉛鉍、混合層粘土鉍物
ELIDA		Pb 5.7, Zn 6.1%			方鉛鉍・閃亜鉛鉍、セリサイト
EL RATON	0.7m	Au 1.4, Ag 316g	151℃	19.6 %	黄鉄鉍・重晶石、セリサイト
LA CRUZ		Au 1.6, Ag 151 g/t	151℃	17.6 %	石英脈、セリサイト

上記の通り、N10~30° W 系と N50~70° E 系の脈とは、構成鉍物や品位が異なり、また生成条件も異なっている。年代測定のコアデータは乏しいが、生成時期も異なる可能性が高い。

スカルンの鉍化帯は当地区のちょうど中央部、2系統の鉍脈が複雑に交差する場所にあり、ARGENTINA 脈と EL RATON 脈の延長部に位置する。メスカレラ層上部の砂岩・礫岩互層帯の石灰質砂岩を交代して胚胎する。露頭部では、層厚5mと20mの2層準あり、いずれも柘榴石スカルンである。前者の5mスカルンから下記の品位が検出された。

露頭延長 平均層厚 Au(g/t) Ag(g/t) Cu(%) Fe(%) (4個分析)

30m 5m 0.4~27.3 0.6~5.0 0.15~0.55 10.0~20.0

鉍山、鉍化帯分布図を図II-4-1に示し、これらの分析結果を表II-4-1に示す。

4-2-2 ボーリング調査

地区中央部の2系統の鉱脈群の会合部を重点として、2カ年に亘り8本、2,350mのボーリングを実施した。観察、記載の方法はインマクラダの章で述べたものと同じである。

ボーリング調査地点を図II-4-2に示す。

調査結果は次の通りである。ボーリング孔の地質、鉱化帯および各種試験結果を図II-4-3～図II-4-10に示す。

1. MJMI-3号

156.5~157.2m、0.7m間、高品位亜鉛鉱脈(Zn 25.5%)を捕捉。ガラバトス(GARABATOS)鉱山の鉱脈延長と考えられ、真幅0.5mと推定される。他に、0.15m幅の含閃亜鉛鉱石英脈を捕捉している。

地質は、メスカレラ(MEZCALERA)層の砂岩・泥岩互層。地層と調和的に進入する閃緑斑岩の岩脈が多数存在する。

母岩変質は、上部(62.3m)でスメクタイト>セリサイトおよび緑泥石変質、脈際変質は、上部(88.1m)でスメクタイト(サポナイト成分)、亜鉛鉱脈(156.8m)近傍で斜長石の欠如したセリサイト、下部の250.1mの石英脈群付近でピーク明瞭なセリサイトであった。

生成温度・塩濃度の測定は、156.8m地点の亜鉛鉱脈と249.2m地点の相対的に金、銀、銅を含む石英脈で実施した。各々包有物20個を測定し、どちらもきれいな正規分布を示し、亜鉛鉱脈で、温度平均165.0℃、塩濃度16.84%、下部石英脈で温度平均175.3℃、塩濃度0.56%となり、ほぼ同じ生成温度ながら塩濃度は全く異なる結果が得られた。詳細は後述するが、この両者は、鉱脈の方向も異なっており、異なる時期、異なる環境で生成されたと推定できる。

2. MJMI-4号

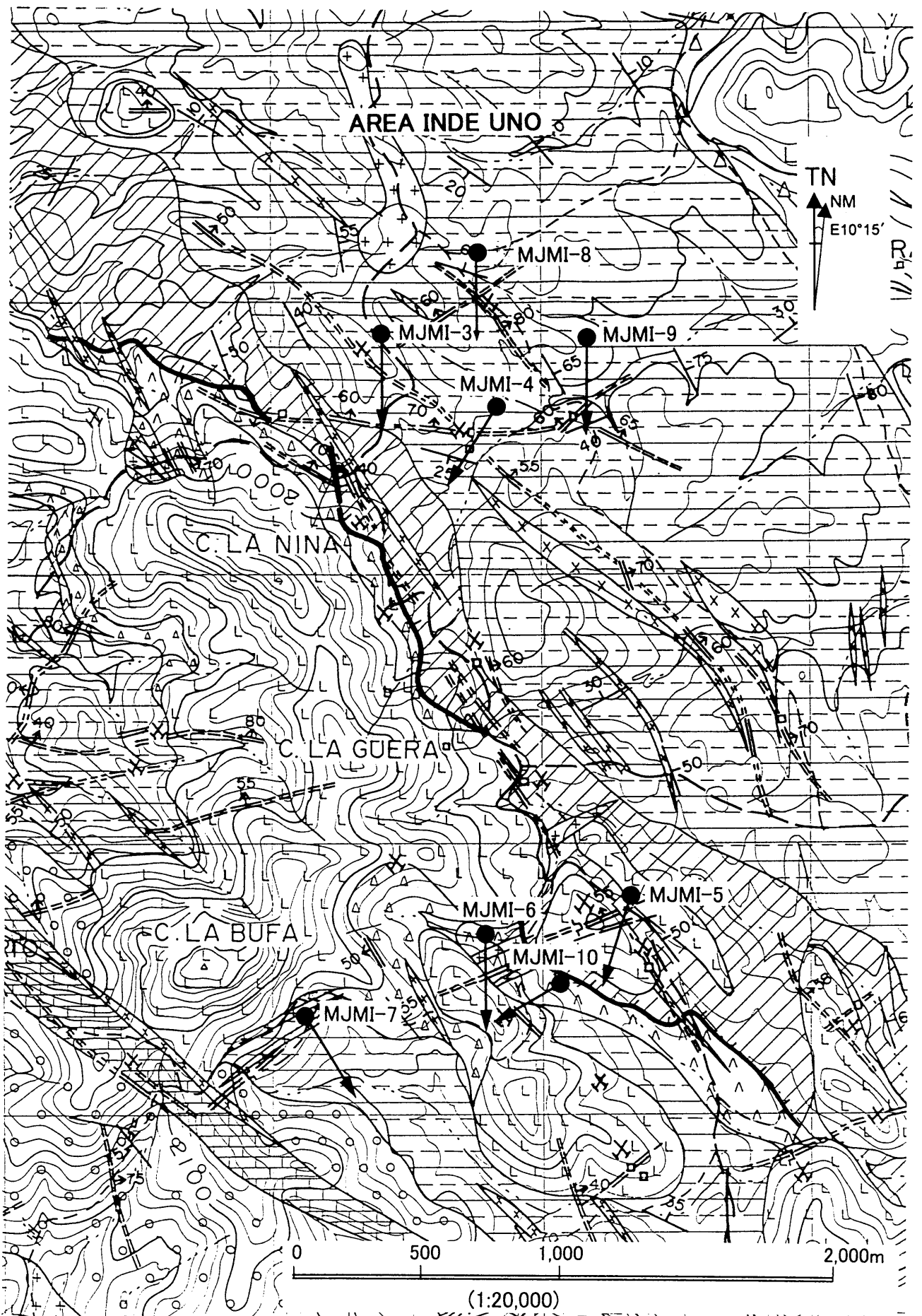
119.05~123.35m、4.25m間、泥岩、砂岩互層中の縞状微粒黄鉄鉱濃集帯を捕捉した。縞状構造は層理面に一致することや鉱物の組織から見て、堆積性の黄鉄鉱と推定される。また、上記に重複して(121.4~122.35m、0.95m間)、鉛・亜鉛脈(Au 0.9g/t、Ag 45g/t、Pb+Zn 3.02%)を捕捉した。この部分は、ELIDA脈の下部延長と推定される。

地質は、上部がメスカレラ層の泥岩・シルト岩の細かい互層、中部は、主として、砂岩からなり、少量の泥岩を挟在する。下部は、白色流紋岩質凝灰岩あるいは流紋岩溶岩の先端部(Lava front)の岩相を呈する。

121.5m地点の微粒黄鉄鉱の層状濃集部につき、塊状硫化物鉱床の可能性を判定する一助として研磨片を作成し、反射顕微鏡による鑑定をおこなった。この結果、必ずしも明確ではないが、虫食い状に方鉛鉱に交代された自形黄鉄鉱と硫砒鉄鉱のレリクトがあり、これらの粒間に閃亜鉛鉱、方鉛鉱が成長している。従って、黄鉄鉱-硫砒鉄鉱が先に存在し、その後、閃亜鉛鉱-方鉛鉱の鉱化が重複したことを推定させる。

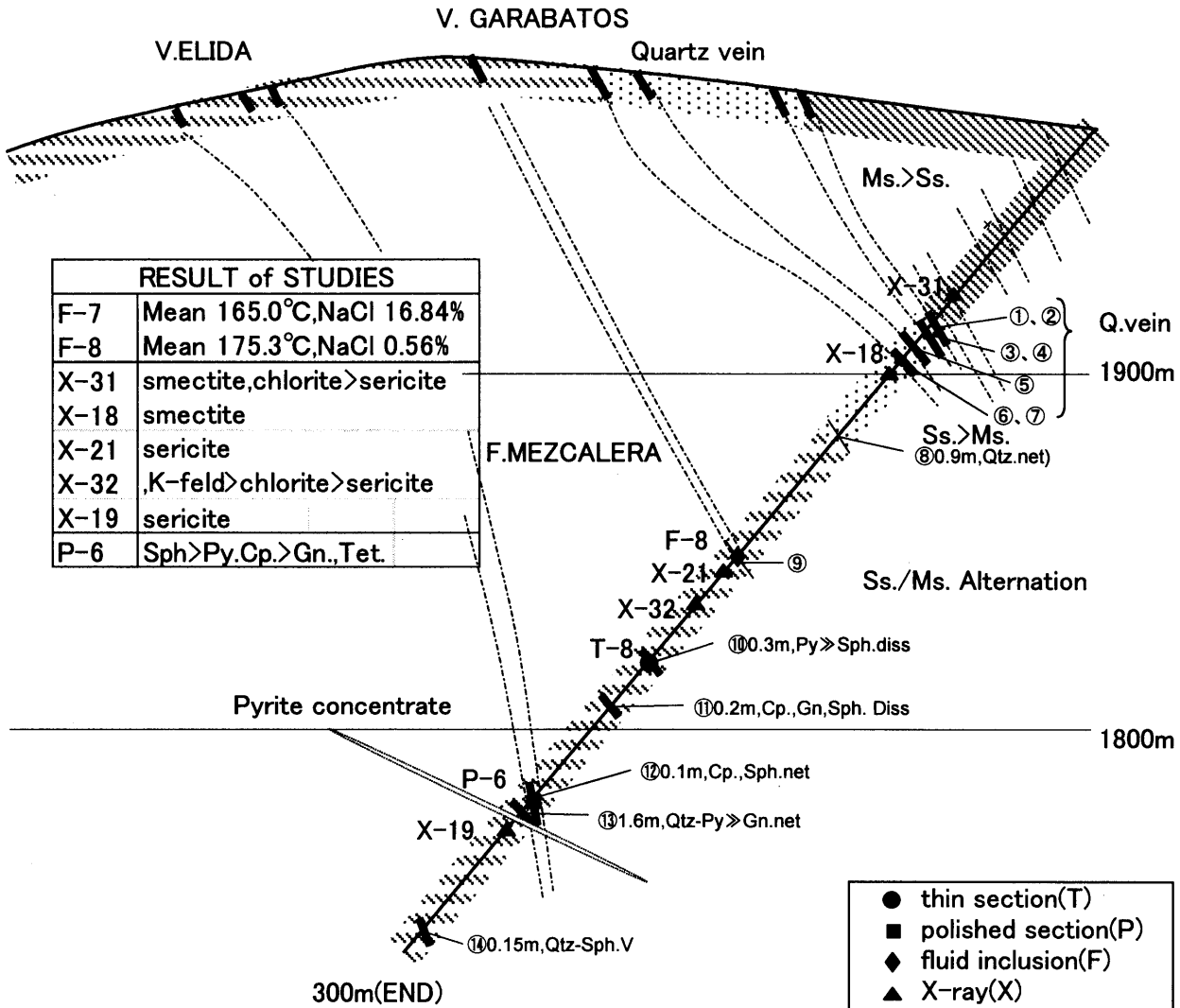
変質は、121.0m地点と282.0mの母岩変質について実施した。121m地点の鉱化変質は特徴的な2M1タイプのセリサイトと石英からなり、282m地点の母岩変質は、スメクタイト、クロライトと微量のスメクタイト/セリサイト混合層粘土鉱物を随伴し、かなりの初生斜長石を残存する。

流体包有物の測定は、121.0m地点の黄鉄鉱バンドに随伴する縞状石英で実施した。包有物20



図Ⅱ-4-2 インデウノ地区ボーリング位置図

MJMI-3



No	FROM (m)	TO (m)	LONG (m)	WIDTH (m)	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb	Zn(%)	Fe(%)	As(ppm)	Sb(ppm)	Hg(ppb)
①	73.60	73.95	0.35		0.02	1	Tr	0.01	0.02	1.35	123	22.0	380
②	73.95	74.55	0.60		0.01	1	Tr	0.01	0.02	1.05	109	8.2	120
③	74.55	74.85	0.30		0.02	2	Tr	0.01	0.04	3.50	328	20.0	190
④	76.45	77.95	1.50		Tr	0	Tr	Tr	0.02	1.20	88	9.2	380
⑤	81.75	82.30	0.55		Tr	1	Tr	Tr	0.01	3.10	9	4.6	50
⑥	84.50	85.50	1.00		0.01	1	Tr	Tr	0.02	1.00	34	5.8	450
⑦	86.60	87.00	0.40		Tr	1	1.00	Tr	0.01	3.20	45	38.0	600
⑧	111.70	112.60	0.90	0.78	0.15	2	Tr	0.01	0.03	2.20	167	14.0	110
⑨	156.50	157.20	0.70	0.49	0.17	6	0.03	0.14	25.50	5.55	1485	46.0	9480
⑩	195.70	196.00	0.30		0.03	Tr	Tr	Tr	0.12	5.00	59	8.6	250
⑪	211.60	211.80	0.20	0.19	0.17	31	0.14	0.18	0.37	14.20	3860	830.0	260
⑫	246.90	247.00	0.10		0.37	56	0.52	0.04	1.10	8.50	7780	450.0	280
⑬	248.50	250.10	1.60	1.50	0.35	11	0.01	0.17	0.09	6.20	6120	910.0	60
⑭	293.65	293.80	0.15		0.19	10	0.02	0.07	3.06	13.80	1325	64.0	490

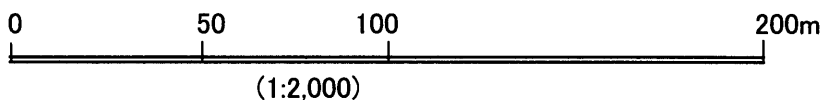


图 II-4-3 MJMI-3 号 地质断面图

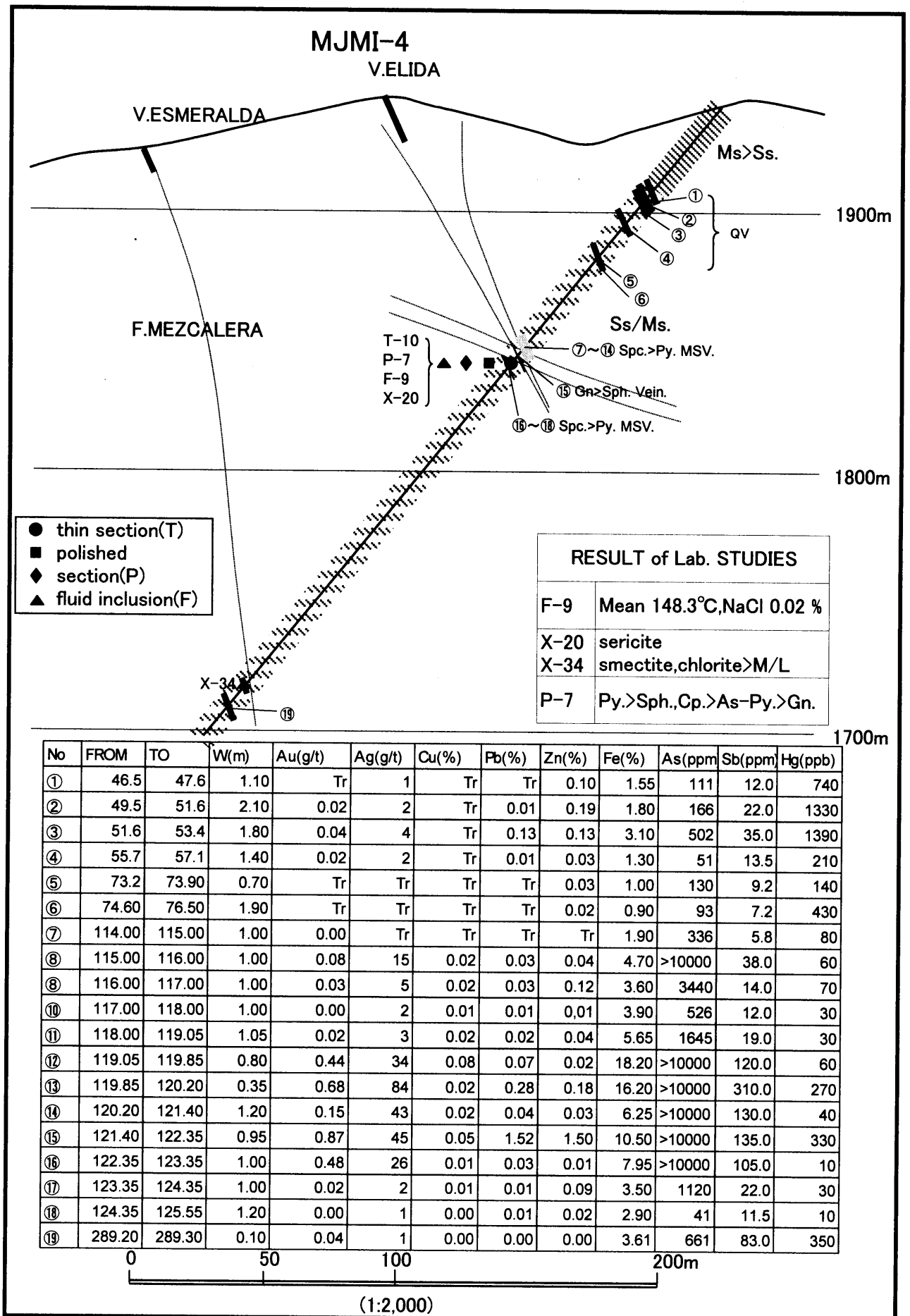


图 II-4-4 MJMI-4 号 地质断面图

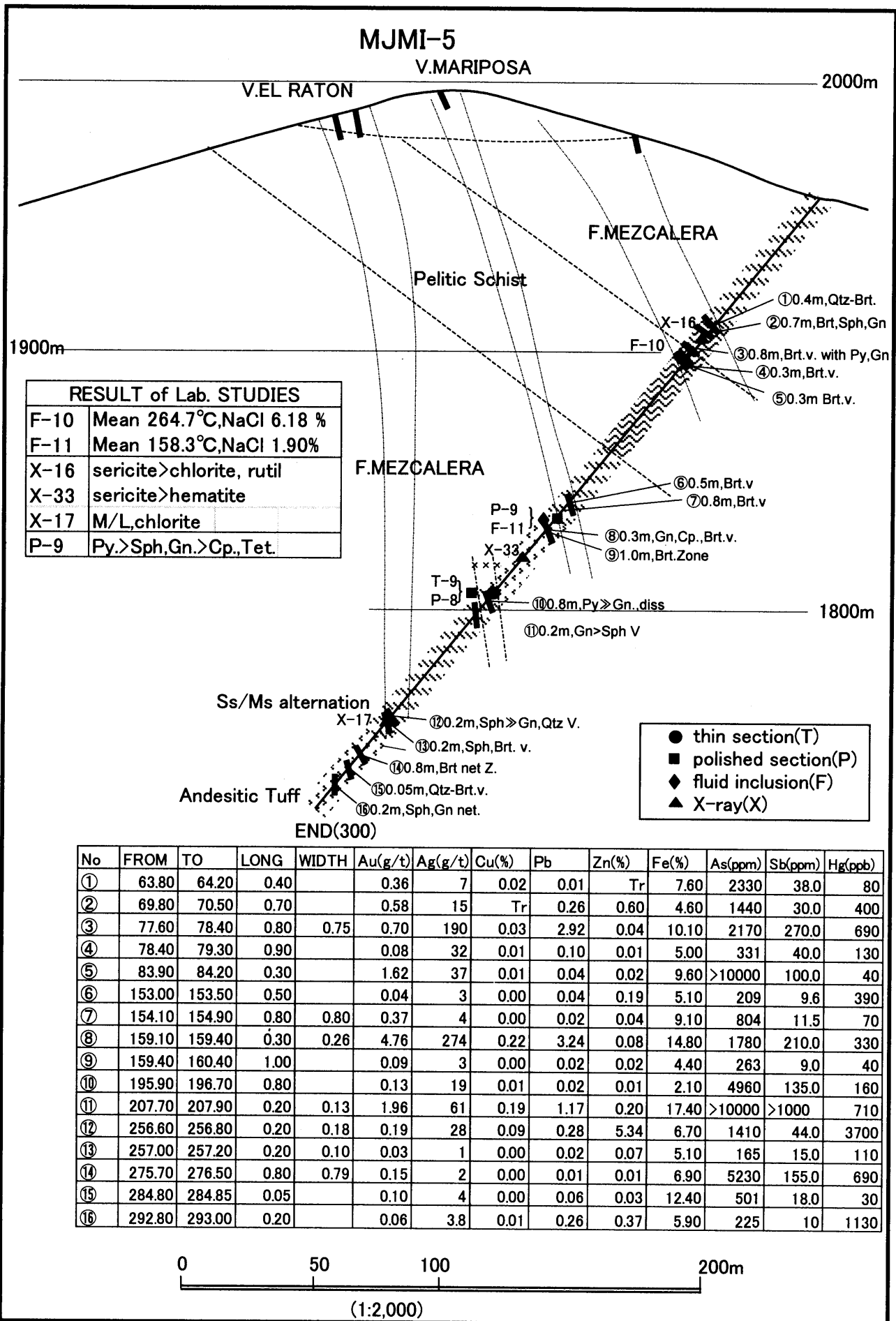
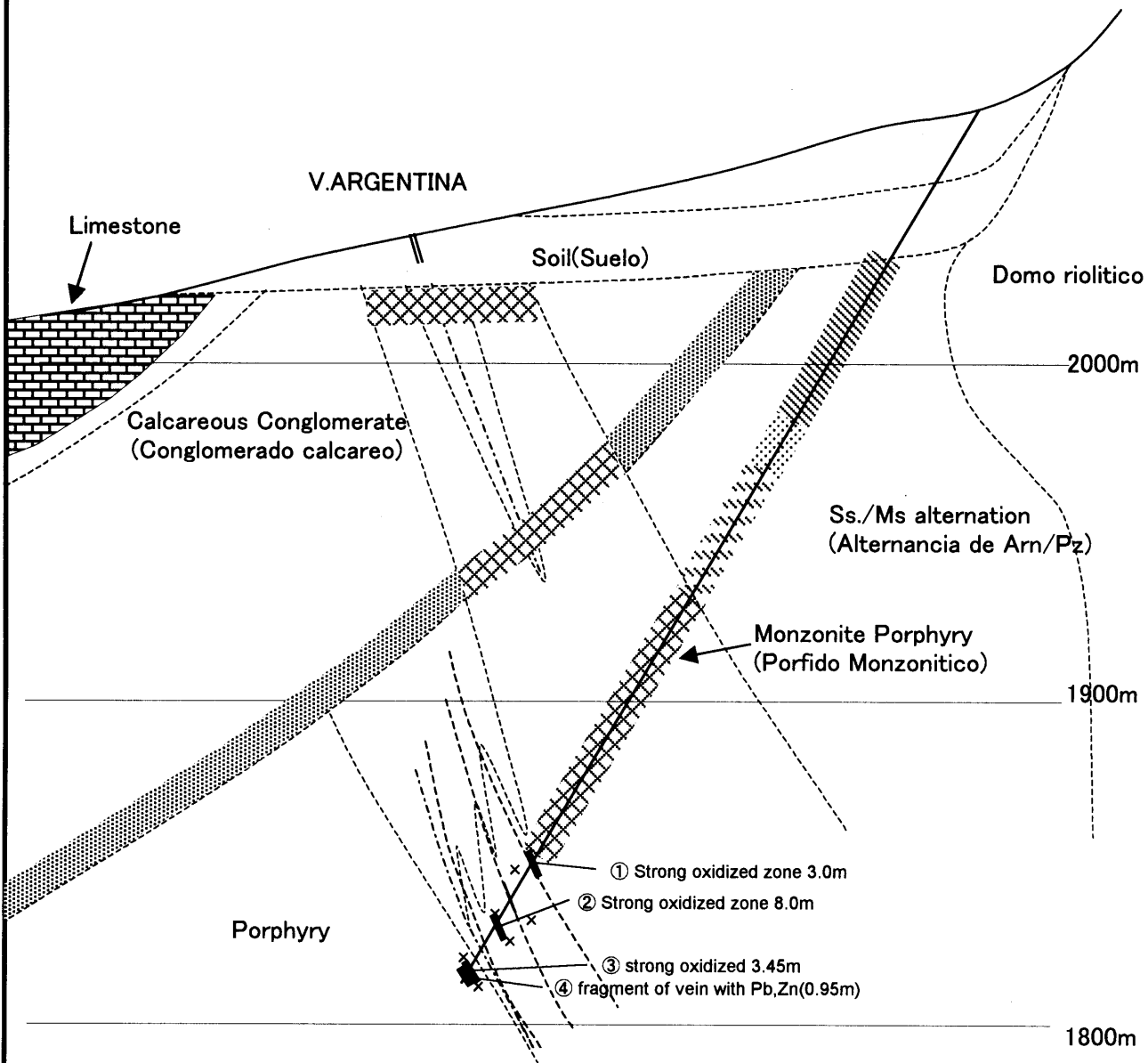


图 II-4-5 MJMI-5 号 地質断面图

MJMI-7



No	FROM	TO	WIDTH (m)	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Fe(%)	As(ppm)	Sb(ppm)	Hg(ppb)
①	266.30	269.30	3.00	0.06	4	0.01	0.12	0.18	4.02	406	58	4070
②	278.30	286.30	7.70	0.16	9	0.00	0.02	0.14	3.86	313	89	1711
③	294.20	297.65	3.30	0.15	31	0.00	0.08	0.17	2.41	466	79	5485
④	297.65	298.60	0.94	0.42	422	0.01	0.53	0.38	4.70	1050	290	9870

RESULT of Lab. STUDIES	
F-13	Mean 194.8°C, NaCl 13.50 %
X-26	sericite, kaolinite
X-27	sericite
P-11	Gn>Py.>Ag-mineral

* WIDTH: True width calculated



(1:2,000)

图 II-4-7 MJMI-7 号 地質断面图

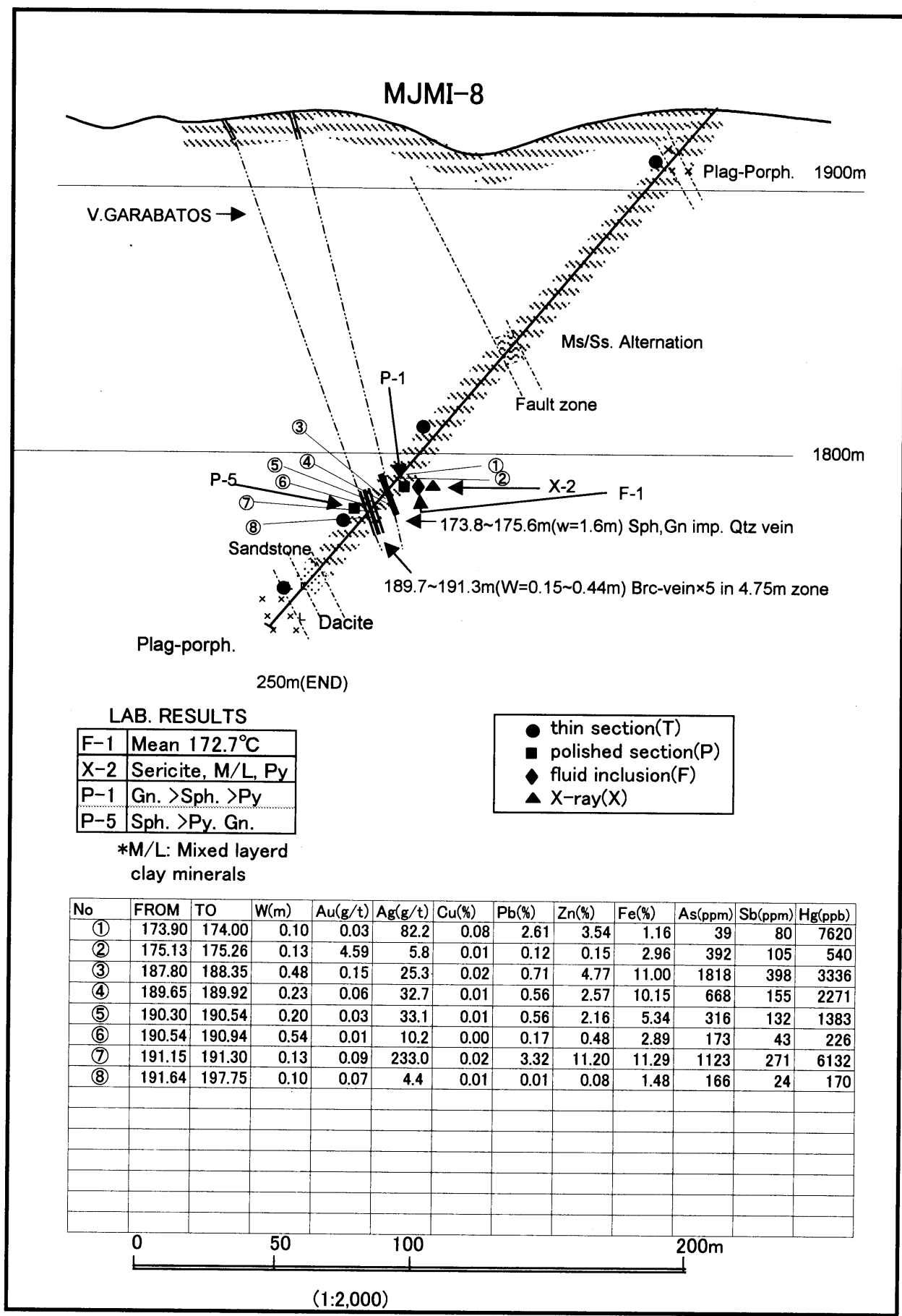


图 II-4-8 MJMI-8 号 地質断面图

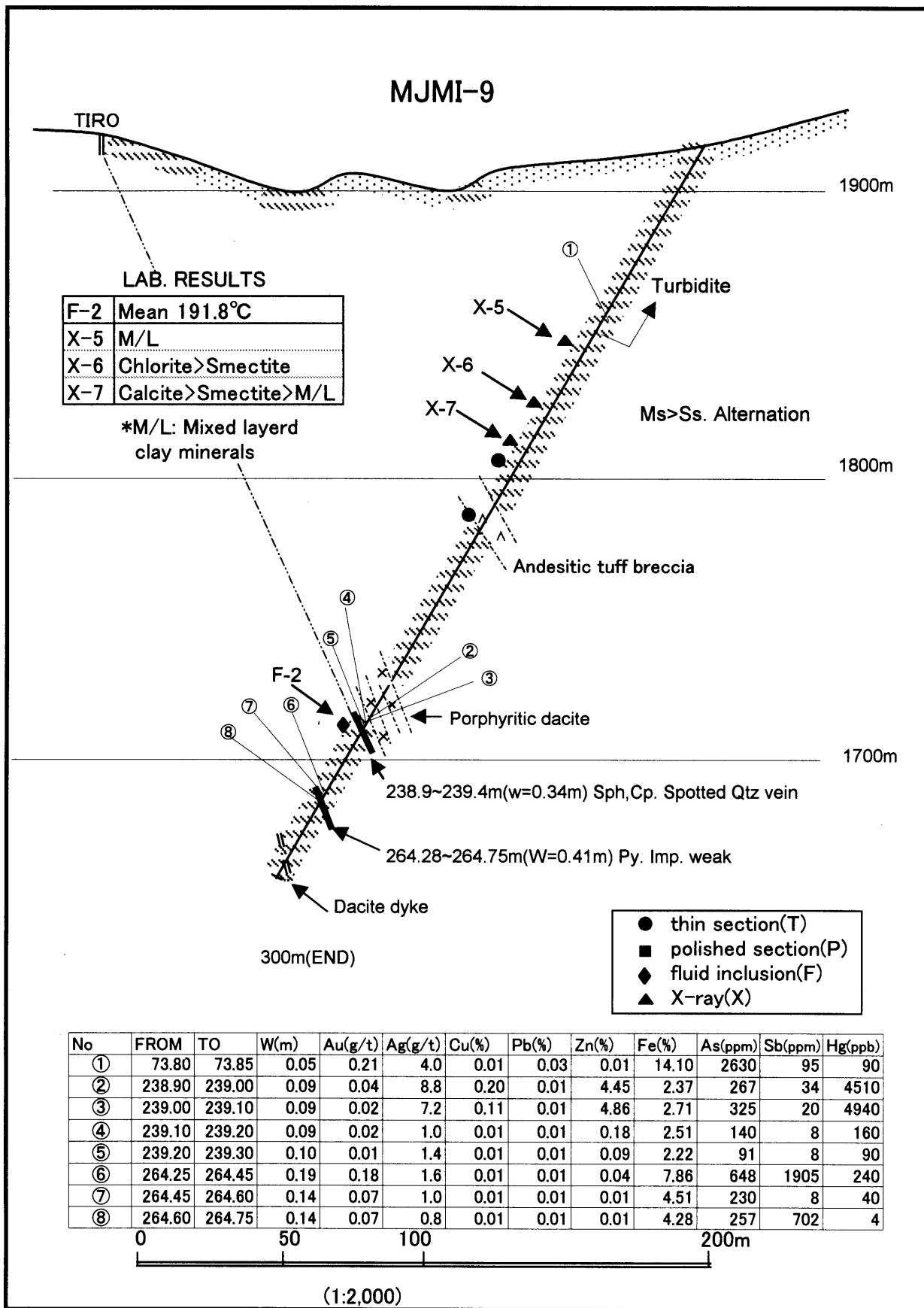


图 II-4-9 MJMI-9 号 地质断面图

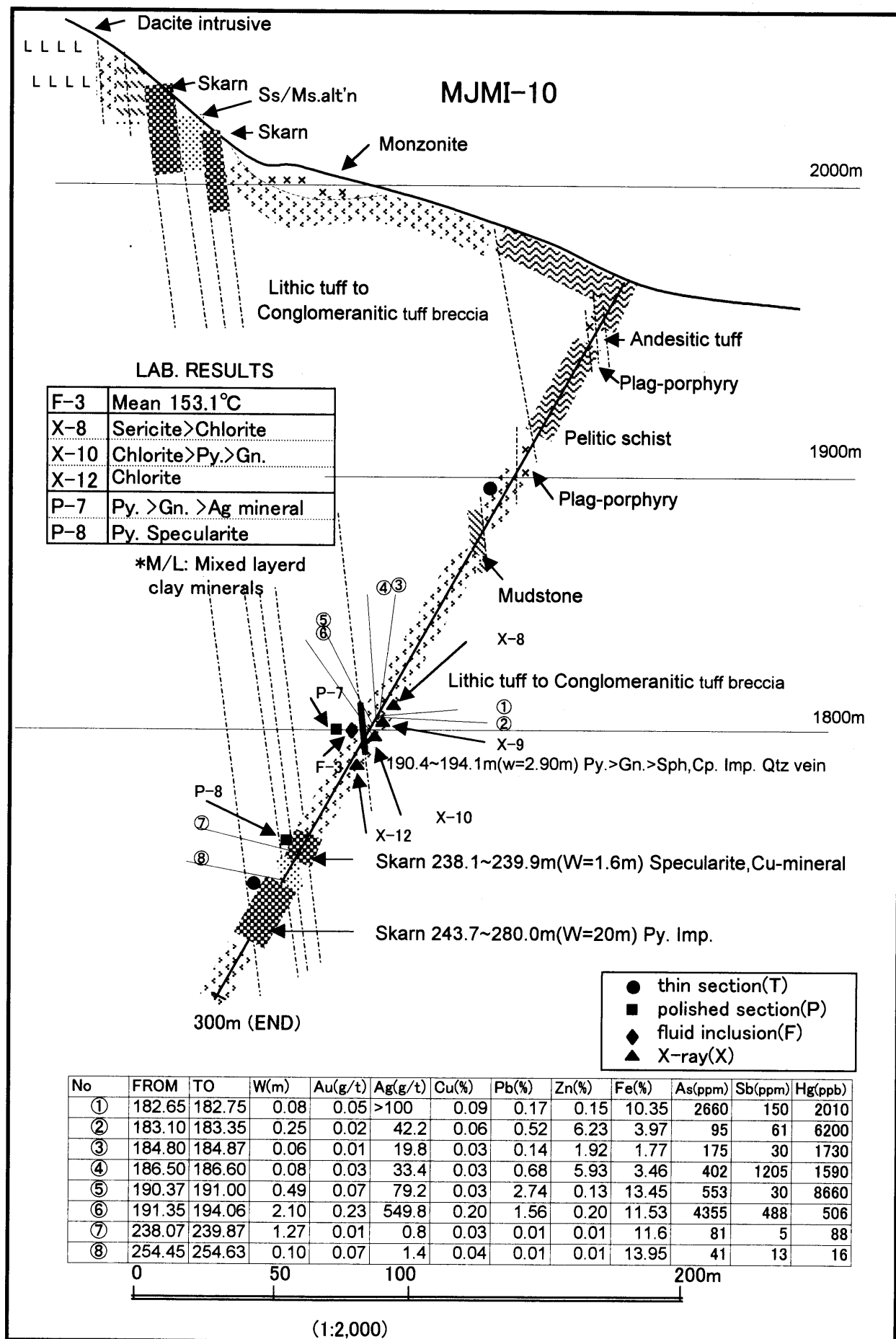


图 II-4-10 MJMI-10 号 地質断面图

個を測定し、最小 132℃、最大 167℃、平均 148.3℃と低温生成であり、また塩濃度は、0.02%NaCl と極めて低いことが判明した。

3. MJMI-5 号

細脈ながら多数の鉱脈を捕捉した。主なものは、次の通りである。

- ①77.6~78.4m、0.8m 間、Ag 190 g/t、Pb+Zn 2.96%
- ②159.1~159.4m、0.3m 間、重晶石-石英脈、Au 4.8 g/t、Ag 274 g/t、Pb+Zn 3.32 %
- ③207.7m、0.2m 間、重晶石-石英網状帯、Au 2g/t、Ag 61 g/t
- ④256.6m、0.2m 間、石英網状細脈帯、Pb+Zn 5.62 %

地質は、上部がメスカレラ層の泥岩・砂岩・礫岩の級化互層、中部は黒色泥質変成岩、下部が淡緑色流紋岩質凝灰岩を挟み、メスカレラ層の礫岩、砂岩および泥岩および最下底で赤褐色安山岩質火山礫凝灰岩からなる。地層と調和的に進入する閃緑斑岩の岩脈や淡緑色凝灰岩を挟在する。

鉱石鉱物の鑑定は、上記②の 159.1m で実施した。黄鉄鉱>方鉛鉱>閃亜鉛鉱の順に認められ、黄銅鉱は、閃亜鉛鉱中に点滴状、または上記鉱物の粒間に四面銅鉱とともに存在する。方鉛鉱の周辺部に濃紅銀鉱(Pyrrargyrite)が存在する。

変質鉱物鑑定は、鉱脈近傍の 3カ所で実施した。72.6m 地点が 2M1 セリサイトと少量の緑泥石、175m 地点がセリサイト、そして 256.6m 地点がスカイト/セリサイト混合層粘土鉱物と緑泥石であった。これらの結果は、鉱脈を捕捉した深度に拘わりなく、相対的に孔口に近い鉱脈帯ほど鉱脈下部相であることを意味しており、鉱石分析結果や後述する流体包有物温測定結果とも一致している。

流体包有物の測定は、78.0m では最小 234℃、最大 294℃、平均 264.7℃、また塩濃度は 6.18%NaCl であり、159.0m 地点では最小 141℃、最大 177℃、平均 158.3℃、また塩濃度は 1.90%NaCl であった。これらの温度結果は、上記でのべた通り孔口に近い鉱脈ほど相対的に下部相であることと一致する。

4. MJMI-6 号

鉛、亜鉛脈の推定位置に、スカルン型鉱化帯を捕捉した。スカルンは 51.2m から孔底近くまで、約 150m 間に亘り断続的に出現し、スカルン型鉱化帯の合計は 34.2m に達した。鉱化作用は、250m 以浅の上部で柘榴石スカルンに随伴する Au, Cu タイプ、下部では、柘榴石の他に緑廉石、磁鉄鉱を含む高温型スカルンに変化した。スカルン帯の主な品位は、下記の通りである。

- 152.0~156.8m、4.8m 間、Au 0.73 g/t、Ag 25 g/t、Cu 1.43 %

地質は、上部が主として礫岩・砂岩互層、中間部に石灰質砂岩と石灰質泥岩の細かい互層、特に石灰質に富む砂質部が選択的に柘榴石スカルンに変化している、下部は礫岩と砂岩の互層から石灰質砂岩・石灰質泥岩の細かい互層、最下底に乳白色~白色流紋岩岩脈が存在する。鉱化関係火成岩の斑岩(186.35m)は、普通角閃石含有黒雲母斑岩と判定され、顕著な斑状組織を有する。最大 7mm に達する大型斜長石が約 30%、その他、黒雲母、普通角閃石、ルチルおよびリン灰石が存在する。石基は細粒完晶質で、主として石英と長石からなる。他のボーリング孔で捕捉した斑岩岩脈と比較して、やや花崗岩質といえる。

スカルンは、95%以上の柘榴石からなり、柘榴石は、大型自形結晶(3mm 程度)と、その粒間を

埋める半自形～他形の小型結晶がある。大型自形結晶には顕著な累帯がみられ、中心部はアンドラダイト、周辺部はアンドラダイト～グロシュラライトの固溶体である。柘榴石の他には、粒間を埋めて極く少量の石英と硫化物が認められる。

変質鉱物は、上部の 188.5m 地点がスメクタイトと緑泥石、下部の 292m 地点がスメクタイト/クワイト混合層粘土鉱物であった。

流体包有物は、スカルン関係火成岩に近接する 186.35m の試料で実施した。石英中の包有物 20 個を測定し最小 228℃、最大 277℃、平均 253.6℃、また塩濃度は 0.09%NaCl であった。

5. MJMI-7 号

東西系鉛・亜鉛脈のアルヘンティナ(ARGENTINA)脈の東方延長探査として実施した。しかし、鉱脈推定位置の 266.3~298.6m 間に破碎された閃緑斑岩が貫入し、鉱脈は大きく乱されているが、孔底近くで下記鉱脈を捕捉した。

297.65~298.6m、0.95m 間、方鉛鉱・鉛・亜鉛・銅・銀・鉄・硫黄質脈、Ag 422g/t、Pb+Zn 0.92 %

地質は、黒色泥岩、および泥岩・砂岩の細かい互層から礫岩・砂岩互層、下部は、時に斑岩ラピリを伴う淡緑色流紋岩質凝灰岩、最下底は斑岩岩片の集合からなる。

鉱石研磨片の鑑定は、銀品位の高い鉱脈部 (298.2m) で実施した。この結果、自形の黄鉄鉱と方鉛鉱があり、その粒間を埋めて方鉛鉱と濃紅銀鉱が認められる。

変質鉱物は、上盤の 291.0mm 地点が幅広セリサイトと少量のカオリナイト、下盤の 299.5m 地点が鋭いピークのセリサイトであった。上盤の試料は破碎帯に沿って酸化した斑岩岩片帯である点を考慮すると、カオリナイトはスパージーン起源と考えられる。

流体包有物の測定は、298.2m 地点の鉱脈試料で実施した。石英中の包有物 20 個を測定し最小 165℃、最大 221℃、平均 194.8℃、きれいな正規分布を呈する。また塩濃度は 13.50% NaCl であった。

6. MJMI-8 号

MJMI-3 号の高品位亜鉛・鉛脈の北東延長を探るため、2系統の会合部に実施した。結果、173.8~175.62m(1.6m)間に南北系石英脈を捕捉し、細脈単位では下記の品位を得た。

・ 173.9~174.0m (0.10m) Ag 82 g, Pb+Zn 6.15%

・ 175.13~175.26m (0.13m) Au 4.59 g/t, Pb+Zn 0.37%

189.7~191.3m(4.75m)間に5条の東西系～北東系鉱脈を捕捉、方鉛鉱、閃亜鉛鉱を随伴し、下記品位が検出された。

・ 187.80~188.35m (0.48m) Ag 25 g, Pb+Zn 5.48%

・ 191.15~191.30m (0.13m) Ag 233 g, Pb+Zn 14.52%

地質は、メスカレラ層の砂岩・泥岩互層からなり、石英安山岩～斜長石斑岩を挟む。

研磨片の鑑定は、南北系石英脈が方鉛鉱、閃亜鉛鉱と少量の黄鉄鉱、東西系の脈が閃亜鉛鉱、方鉛鉱と多量の黄鉄鉱を含み、著しく破碎されている。

変質は、全体にセリサイトと少量のクワイト/スメクタイト混合層粘土鉱物であった。

流体包有物から得られた南北系脈の生成温度は 173℃、塩濃度は 0.1%NaCl と低い。MJMI-3 号の北東～南西系脈が 16.8%、南北系が 0.56%であり、当地区の全体的傾向と一致する。

7. MJMI-9号

MJMI-3号の高品位亜鉛鉱脈の平行脈に相当する廃石から Pb+Zn 11.85%が検出された旧坑下部に実施した。結果、2カ所で幅 0.3~0.4m の鉱脈を捕捉し 239m 付近の含硫化物脈から次の品位を得た。238.9~239.1m (0.18m) 間 Pb+Zn 4.66%

地質は、孔底までメスカレラ層の砂岩・泥岩互層からなり、140m 付近と孔底付近に数本の石英安山岩脈が存在する。

母岩変質は、MJMI-8号よりも弱く、少量のセリサイト/スマクタイト混合層粘土鉱物とスマクタイトであり、MJMI-4号とほぼ同程度である。

包有物から得られた硫化物脈の生成温度は 191.8℃、塩濃度は硫化物脈としては低く 0.15%NaCl であった。

8. MJMI-10号

MJMI-6号の含金銅スカルンの鉱況を確認するため、露頭の高品位金スカルン (Au 27 g/t) の下部に実施した。結果、スカルンに近接して、脈幅 2.1m の高品位銀鉱脈を捕捉した。

191.35~194.06m (2.1m) 間 Au 0.23 g, Ag 549.8 g/t, Pb 1.56%, Zn 0.20%

190.37~191.00m (0.49m) 間 Ag 79.2 g/t, Pb 2.74%, Zn 0.13%

また、上下2層のスカルンを捕捉したが、品位的には Au, Cu とも不毛であった。

地質は、74m 地点まで泥質片岩、それ以深は、衝上断層により上位層のメスカレラ層の凝灰角礫岩~火山礫岩を挟在する砂岩、泥岩互層からなる。

鉱石部の研磨片の鑑定では、少量の方鉛鉱と微量の閃亜鉛鉱、多量の黄鉄鉱からなり、淡紅銀鉱と推定される銀鉱物を伴う。スカルン部分では多量の黄鉄鉱以外の鉱石鉱物は認められなかった。

変質鉱物は、多量の緑泥石と少量のセリサイトからなり、脈際でセリサイトにとむ傾向がある。流体包有物から得られた銀鉱脈の生成温度は 153.1℃、塩濃度は 0.06%NaCl と低い。

第Ⅲ部 結論および提言

第Ⅲ部 結論および将来の提言

第1章 結論

1-1 インマクラータ地区

地質調査では、当地区の地質層序が明確となった。即ち、下部白亜系に対比されるテカリトラン層は、陸域の安山岩質溶岩、凝灰角礫岩の繰り返しからなる。その後、浅海域の環境へと変化し、安山岩質凝灰岩の間に石灰岩を挟在するようになり、また流紋岩質溶岩、凝灰岩の活動も認められる。この浅海域の活動がエンチノ層に対比される。その後第3紀始新世にヒロトランパソリスが侵入し、スカルンおよび鉍脈の鉍化作用をもたらしたと推定される。

地化探調査では、鉍脈露頭の集中する領域に Au-Cu の異常が見いだされた。このため、当地区北部と、中央部の金銅累帯型鉍脈鉍床を精査対象として検討したが、各種室内試験の結果から、北部の鉍脈は、鉍化帯のかなりの部分が既に露出していると推定された。従って、中央部の鉍脈地帯をボーリング調査対象に選定した。

物理探査は、上記の中央部の鉍脈地帯に実施した。当地区の鉍脈は硫化物に乏しく、有望地区が IP 異常としては検出できなかったが、鉍脈周辺の破碎帯が低抵抗異常として抽出された。

地質、地化探および物理探査の結果を総合的に検討して、4本、1,160m のボーリング調査を実施した。各孔とも、目的とした鉍脈を捕捉したが、いずれも脈幅数 cm から最大でも 25cm であり、品位的にも、Cu 0.5~1.0%が検出されたに止まった。

周辺鉍微地調査は、調査地区内の塊状硫化物鉍床の存在の可能性を判定するため実施した。調査地区の地質は、ゲレロ州からミチュアカン州を経て、ハリスコ州に至る塊状硫化物鉍床ベルトの地質と同じ時代であることが判明したが、堆積環境が異なるために、塊状硫化物鉍床はあまり期待できず、鉍脈地帯特有の環境と考えられた。

1-2 オレガノ地区

既存データ解析と地質調査の結果、有望地は、過去に C.R.M.により坑道探鉍の行われたショーテ脈とフリアス脈に限定され、地区中央の石英脈群やモンゾナイト中の銅の鉍化帯（ヒニート脈）の下部発展性は疑問であると結論された。鉍区面積が 3Km²と小さく、他に発展する余地も少ないため、物理探査やボーリング調査に移行せず、終了した。

1-3 インデウノ地区

当地区は、古くから著名な鉍山地帯であり、15以上の鉍山が知られている。国の保護地区（アシグナシオン）になって以来、C.R.M.により精力的な坑道取り明け調査、物理探査およびボーリング調査が実施されている。従って、既存データ解析と地質調査による鉍脈露頭調査および各種試験結果を総合的に判定して、有望地区を選定した。

地質調査では、大きな地累—地溝構造をなすこと、地累部は古生界を基盤として下部白亜系の堆積岩類と白亜紀後期以降の古期火山岩類が分布すること、および地溝部は第3系の新时期火山岩に属するイグニンプライトに覆われることなどが判明した。

室内試験の結果、鉍化作用は古期火山岩類に関連しており、イグニンプライトには鉍化作用が及んでいないと判定した。従って、イグニンプライトの下位に鉍化作用が無いとは言えないものの、イグニンプライトの層厚が不明であり、実質的な探鉍有望地は、地区中央を北西—南東に延

びる地累部に限定されたと考えられた。

鉍化帯の露頭調査により、当地区の鉍脈群は、南北系（厳密には $N10\sim30W^\circ$ ）の含金石英脈と東西系（同、 $N50\sim70E^\circ$ ）の含硫化物脈の2系統が存在することが判明した。

これらの結果を総合的に判定して、地区中央部の山塊の2系統の鉍脈群が交差あるいは会合する地点を有望地に選定して、ボーリング調査を実施した。

ボーリング調査は、8本、2,350m 実施した。全孔で鉍脈を捕捉したが、脈幅や品位、連続性から判断して、下記3地点が特に優勢と考えられる。

1. MJMI-6号の4.8m間（真幅3.7m）含金銅スカルン Au 0.73g, Cu 1.43%
2. MJMI-7号の0.94m間（真幅同）Ag 422 gの銀鉍脈
3. MJMI-10号の真幅2.1m、Ag 550 gの銀鉍脈

第2章 将来への提言

2-1 インマクラータ地区

地区中央の鉱脈群について、ボーリング調査を含めた十分な調査が行われた。地区北部のスカルン鉱床については C.R.M.によるボーリング探鉱が実施されている。少なくとも地区中央部鉱脈群については、稼行経済性のある鉱床に発展する可能性は小さいと判断する。

当地区の約 50Km 南方には塊状硫化物鉱床地帯が存在する。鉱山としての発展性の観点から、将来の調査を検討する価値は高いと考える。

2-2 オレガノ地区

鉱区内の地質、鉱化帯の特性は十分に解明されたと考える。

2-3 インデウノ地区

MJMI-7 号と MJMI-10 号の高品位銀鉱脈は類似点が多い。連続すると仮定すると、脈幅 1.0~2.0m で延長 1Km 以上、銀品位 400~500g/t, Pb+Zn 2~3%程度が期待できる。

MJMI-6 号と露頭部の含 Au-Cu スカルンは、磁硫鉄鉱を伴うザクロ石スカルンであり、スカルン全体の高温部の産状と推定される。MJMI-10 号では低品位であったが、より低温部を発見できれば、よりベースメタルに富むスカルンも期待される。将来の課題として検討する価値があると判断する。