

國際協力事業團 資源開發協力開發調查報告書

(第 2 年次)

平成 4 年 3 月

LIBRARY



J 1149205 (5)

國際協力事業團
金屬礦業部

1992
03-04

メキシコ合衆国インマクラーダ・オレガノ・インデウノ地域
資源開発協力基礎調査報告書

(第 2 年 次)

平成11年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1149205 (5)

はしがき

日本国政府はメキシコ合衆国の要請に応え、同国の中西部に位置するインマクラダ・オレガノ・インデウノ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査・地化学探査・物理探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が、地質および鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は、平成9年度を第1年次とする2年次にあたり、金属鉱業事業団は2名の調査団を編成して平成10年8月17日から平成10年12月12日まで現地に派遣した。

現地調査は、メキシコ合衆国政府機関、エネルギー鉱山国営企業省鉱物資源局(CONSEJO DE RECURSOS MINERALES)の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は、本年度の調査結果をまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

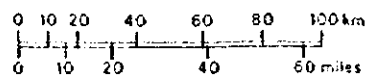
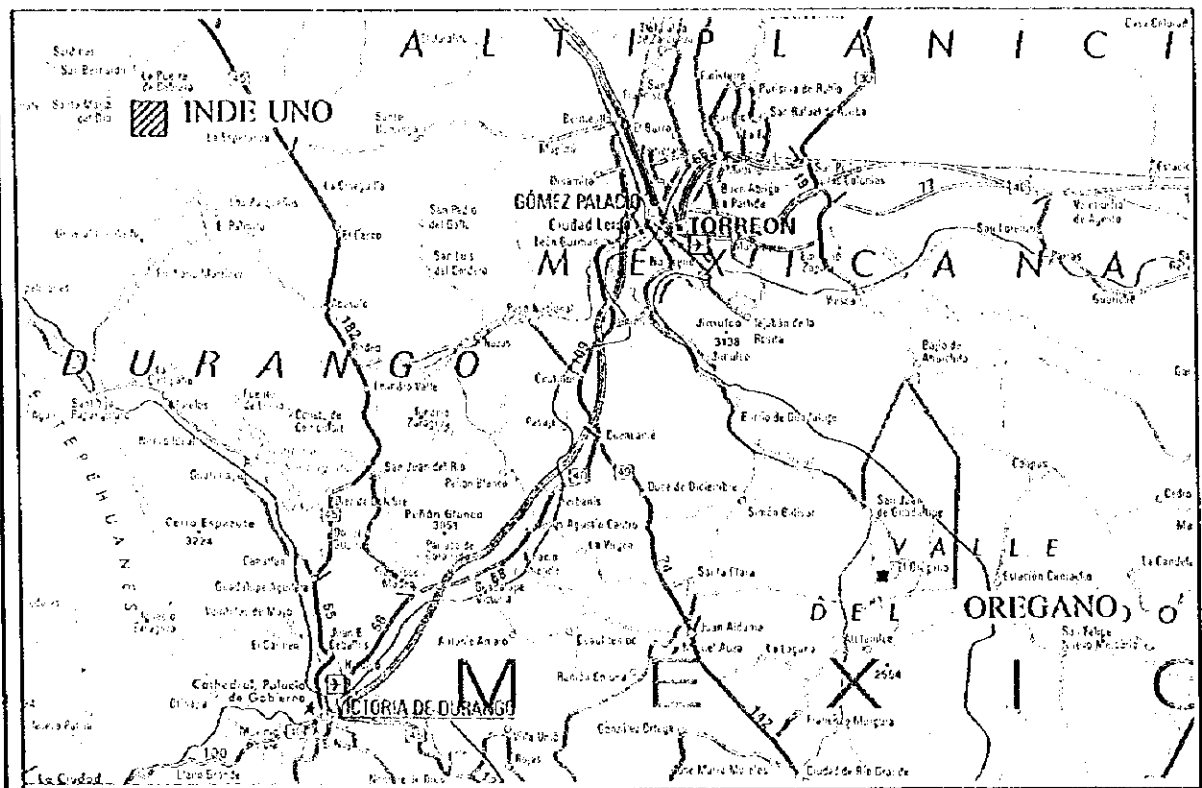
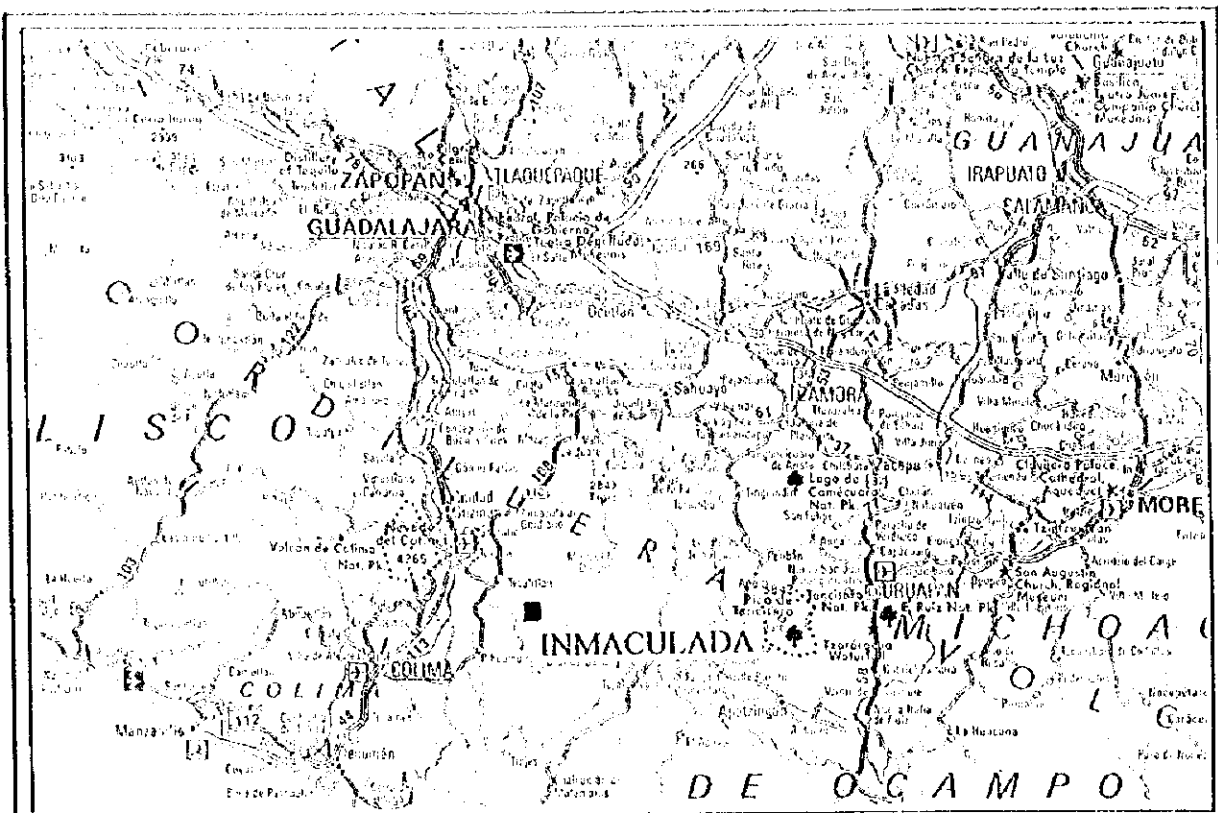
おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたメキシコ合衆国政府機関ならびに外務省、通商産業省、在メキシコ合衆国日本国大使館および関係各位に衷心より感謝の意を表するものである。

平成11年3月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

金属鉱業事業団
理事長 檜山 博昭





1:2500000
1 meter = 3.28 feet

图 I-1-2 调查地区位置图

要 約

本調査は、メキシコ合衆国ハリスコ州のインマクラダ地区、およびドラongo州のオレガノ地区とインデウノ地区の3地区において、地質状況、鉱床賦存状況を解明することにより、新規鉱床の発見を目的として調査を実施したものである。

第2年次の調査として、インマクラダ地区およびインデウノ地区に対しボーリング調査を実施するとともに、ボーリングで捕捉した鉱化帯の比較、検討および評価のため、調査地区周辺の鉱徴地調査を実施した。

インマクラダ地区のボーリング調査では、昨年度の地質調査および物理探査により、鉱床賦存ポテンシャルの高い地区として抽出された地区中央部の含金、銅鉱脈密集地に対し、300mのボーリング2本、総計600mを行い、地表に出現する鉱脈の下部発展性を調査した。この結果、ほぼ推定した位置で鉱脈の下部延長を確認したが、脈幅50~60cm、微量の銅、亜鉛の鉱徴を捕捉するに留まった。昨年度の地表調査結果を含めて総合的に検討すると、当地区では、同一地区に時間的に前後する2回の鉱化作用があり、前期の鉱脈片が後期の鉱脈に取り込まれていると考えられる。従って、地表で見られる角礫鉱脈は、前期鉱化作用を反映している可能性がある。

インデウノ地区では、第1年次調査結果に加え、地区中央山塊の既知鉱脈を解析し、経済性のある鉱床が期待できる地区として、2系統以上の鉱脈会合部を中心に300mのボーリング5本、総計1,500mのボーリングを実施した。結果、多数の鉛・亜鉛鉱脈を捕捉したが、高品位鉱脈は脈幅1m以下と小さく、脈幅数mに達する比較的規模の大きい鉱脈は品位が低く、今年度調査では、稼行経済性のある鉱床は確認できなかった。しかし、当地区では、鉛・亜鉛鉱脈の下位に、金、銅を随伴するスカルン鉱化帯が発見され、鉱化作用を統一的に説明する探査モデルの構築が可能となった。即ち、深部鉱化溶液が上昇して、石灰質の地層に遭遇すれば、その地点の温度、圧力条件に応じて金-銅型、あるいは鉛-亜鉛型のスカルン鉱床が形成され、裂罅帯に遭遇すれば鉱脈鉱床が形成される、というものである。

以上により、次年度調査への優先順位を検討すると、第一にインデウノ地区の浅所スカルンの調査、第二に、同地区の含金銀、鉛・亜鉛鉱脈の追跡、そして第三にインマクラダ地区の角礫鉱脈の下部調査があげられる。



目 次

はしがき

位 置 図

要 約

第I部 総論	1
第1章 序論	1
1-1 調査の経緯および目的	1
1-2 第1年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第1年次調査の結論	1
1-2-2 第2年次調査への提言	1
1-3 第2年次調査の概要	2
1-3-1 調査地域	2
1-3-2 調査目的	2
1-3-3 調査方法	2
1-3-4 調査団の編成	3
1-3-5 調査期間	4
第2章 調査地区の地理	5
2-1 位置および交通	5
2-2 地形、気候および植生	5
第3章 一般地質	5
3-1 広域地質	5
3-2 調査地区周辺の地質	5
3-3 調査地区の鉱床および鉱化帯	6
第4章 調査結果の総合検討	6
4-1 鉱化作用の状況と鉱化規制について	6
4-1-1 インマクラダ地区の調査結果	6
4-1-2 インデウノ地区の調査結果	9
4-2 鉱床賦存のポテンシャルについて	10
第5章 結論および提言	11
5-1 結 論	11
5-2 第3年次調査への提言	11

第II部 各論	13
第1章 インマクラダ地区	13
1-1 調査方法	13
1-2 地質	13
1-3 調査結果	13
1-3-1 ボーリング調査	13
1-3-2 鉱徴地調査	25
第2章 インデウノ地区	37
2-1 調査方法	37
2-2 地質	37
2-3 調査結果	37
2-3-1 ボーリング調査	37
2-3-2 鉱徴地調査	60
第III部 結論および提言	63
第1章 結論	63
1-1 インマクラダ地区	63
1-2 インデウノ地区	63
第2章 第3年次調査への提言	64
文献リスト	65
巻末資料	付-1
巻末図表類	付-1
顕微鏡写真	付-43

添付図表類

図Ⅰ-1-1	調査地域全体図	
図Ⅰ-1-2	調査地区位置図	
図Ⅰ-3-1	インマクラータ地区鉍化モデル	7
図Ⅰ-3-2	鉍微地調査模式断面図	8
図Ⅱ-1-1	インマクラータ地区調査位置図	14
図Ⅱ-1-2	インマクラータ地区ボーリング位置図	20
図Ⅱ-1-3	インマクラータ地区ボーリング地質断面図	21
図Ⅱ-1-4	鉍微地調査位置図	26
図Ⅱ-1-5	コディシアダ重晶石鉍山調査結果	32
図Ⅱ-1-6	アウイフヨ地区重晶石鉍山調査結果	33
図Ⅱ-1-7	ラ・ミニータ鉍山調査結果	34
図Ⅱ-1-8	アローヨ・セコ鉍山調査結果	35
図Ⅱ-2-1	インデウノ地区調査位置図	38
図Ⅱ-2-2	MJMI-3号、MJMI-4号調査位置図	41
図Ⅱ-2-3	MJMI-3号地質断面図	42
図Ⅱ-2-4	MJMI-4号地質断面図	46
図Ⅱ-2-5	MJMI-5号、MJMI-6号調査位置図	49
図Ⅱ-2-6	MJMI-5号地質断面図	50
図Ⅱ-2-7	MJMI-6号地質断面図	53
図Ⅱ-2-8	MJMI-7号調査位置図	57
図Ⅱ-2-9	MJMI-7号地質断面図	58
表Ⅰ-1-1	調査数量一覧表	3
表Ⅱ-1-1	使用機器およびダイヤモンドビット使用状況一覧表	16
表Ⅱ-1-2	使用消耗品一覧表	17
表Ⅱ-1-3	ボーリング工事工程表	18
表Ⅱ-1-4	岩石薄片鑑定結果一覧表	付-1
表Ⅱ-1-5	流体包有物測定結果一覧表	付-2
表Ⅱ-1-6	鉍石研磨片鑑定結果一覧表	付-3
表Ⅱ-1-7	EPMA定量分析結果一覧表	付-3
表Ⅱ-1-8	X線回折結果一覧表	付-4

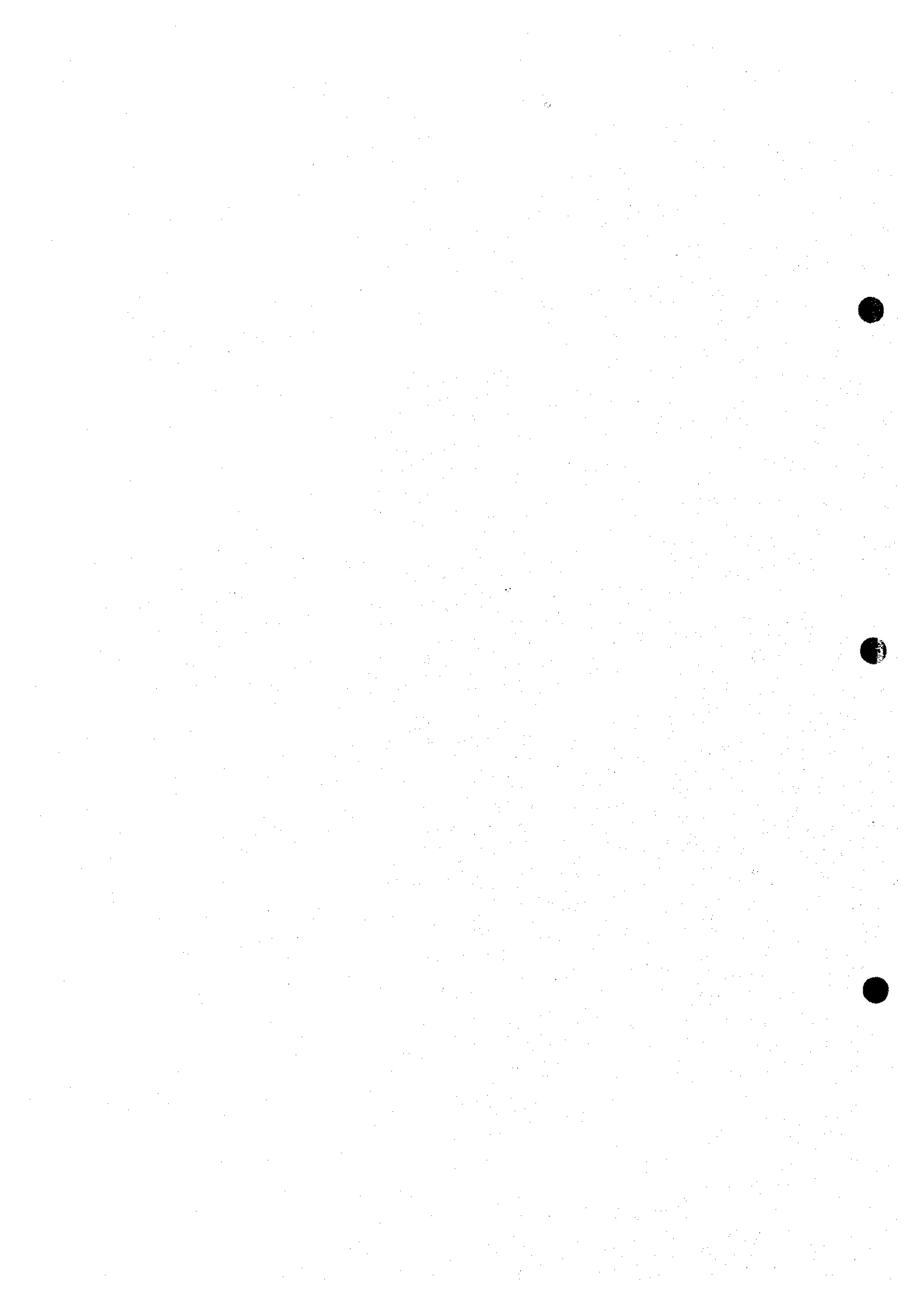
卷末図表

卷末図Ⅱ-1-9	MJMI-1 ボーリング柱状図	付-12
卷末図Ⅱ-1-10	MJMI-2 ボーリング柱状図	付-15
卷末図Ⅱ-2-10	MJMI-3 ボーリング柱状図	付-18
卷末図Ⅱ-2-11	MJMI-4 ボーリング柱状図	付-21
卷末図Ⅱ-2-12	MJMI-5 ボーリング柱状図	付-24
卷末図Ⅱ-2-13	MJMI-6 ボーリング柱状図	付-27
卷末図Ⅱ-2-14	MJMI-7 ボーリング柱状図	付-30
卷末図Ⅱ-2-15	流体包有物温度ヒストグラム	付-33

卷末表Ⅱ-1-9	掘進実績表 (MJMI-1 号)	付-5
卷末表Ⅱ-1-10	掘進実績表 (MJMI-2 号)	付-6
卷末表Ⅱ-2-1	掘進実績表 (MJMI-3 号)	付-7
卷末表Ⅱ-2-2	掘進実績表 (MJMI-4 号)	付-8
卷末表Ⅱ-2-3	掘進実績表 (MJMI-5 号)	付-9
卷末表Ⅱ-2-4	掘進実績表 (MJMI-6 号)	付-10
卷末表Ⅱ-2-5	掘進実績表 (MJMI-7 号)	付-11
卷末表Ⅱ-2-6	鉍石分析結果一覧表	付-36

写真	顕微鏡写真	付-43
----	-------	------

第 I 部 総 論



第I部 総論

第1章 序論

1-1 調査の経緯および目的

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。3地区とも、鉱物資源局(CONSEJO DE RECURSOS MINERALES、以下 C.R.M.)により、優勢な鉱脈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区である。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えて、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を目的として調査を実施した。また、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も目的の一つである。

1-2 第1年次調査の結論と提言

1-2-1 第1年次調査の結論

第1年次は、既存データ解析、地質調査および物理探査(インマクラダ地区)を実施し、下記結論を得た。

(1) 調査3地区とも、鉱脈鉱床が対象となる。インマクラダ地区とインデウノ地区は、国有鉱区の規模、設定状況を勘案すると、ほぼ同等の鉱床胚胎ポテンシャルを有するが、オレガノ地区のポテンシャルはこれより小さいと判断された。

(2) インマクラダ地区では、地化探調査の異常地は、ほぼ既知鉱脈に対応し、かつスカレン型鉱化帯は既に C.R.M.によるボーリングが実施されていることから、地区北部と中央部の金・銅累帯型鉱脈群が重要である。地区中央のチュパデロ脈の下部、あるいはチュパデロ脈と東西系の脈群とが重複する地区などが有望と考えられる。物理探査もこれを裏付ける結果が得られている。即ち、鉱脈露出域の下部、地表下 150~200m 下位に顕著な低抵抗異常が抽出された。また、地区北部のエルコブレ脈と中央部のチュパデロ脈を結ぶ構造線と石灰岩とが交差する地区もポテンシャルが高い地区と判定した。

(3) インデウノ地区は、国有鉱区内にあり、東西系と南北系の2系統の脈が交差するマリボサ脈周辺や、石灰岩が国有鉱区に延長し、かつ東西系の鉱化帯と交差する中央南部地区、および C.R.M.の坑内調査で有望と判断されながら鉱業権の制約で探鉱できなかった(現在は国有鉱区となった)アルヘンティナ脈などが有望地区と判断された。

1-2-2 第2年次調査への提言

本年度調査3地区とも、既に十分な地表調査が行われており、今後は、インマクラダ地区とインデウノ地区で鉱況を直接確認するボーリングが必要である。

1-3 第2年次調査の概要

1-3-1 調査地域

第1年次調査を実施した3地区の内、鉱床胚胎のポテンシャルの高い地区として、インマクラダ地区とインデウノ地区が選択された。インマクラダ地区では、地区中央部の鉱脈地帯が対象となり、インデウノ地区では、地区中央山塊の鉱脈地帯が調査対象に選定された。第2年次の調査対象地区は、大略、次の通りである。位置を図1-1-2に示す。

	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
インデウノ地区	25° 53'	105° 15'	180

1-3-2 調査目的

第2年次調査として、インマクラダ地区、インデウノ地区ともボーリング調査を実施した。また、インマクラダ地区の鉱化状況を周辺既知鉱床と比較検討するため、インマクラダ地区周辺の鉱徴地調査を実施した。各地区の目的は下記の通りである。

(1) インマクラダ地区には、本年度調査対象となった地区中央部において、東西500m、南北2Kmに亘って、10本以上の含金、銅鉱脈が集中している。これらはN10-30°W方向とN60-80°W方向の2系統から構成される。各種室内試験の結果、当地区の鉱脈は、鉱化システムの上層構造であり、もし富鉱部が存在するならば、それは地下浅所に保存されていると推定されること、および鉱脈の規模は、これら2系統の鉱脈の会合部付近が最も有望と判断された。物理探査結果もこれを支持しており、低抵抗で示される有望地点の深度は地下150-200m程度と推定された。

(2) インデウノ地区は、昨年度調査結果に加え、相手国カウンターパート(C.R.M.)の探査資料が蓄積されている。これらの総合的解析から、地区中央山塊で確認された多数の鉱脈群のうち、南北系の含金石英脈と東西系の鉛・亜鉛鉱脈を対象とし、とりわけ鉱脈の規模拡大を期待して、2系統以上の裂罅系の会合部を主な探査対象に選定した。

1-3-3 調査方法

調査数量を表1-1-1に示す。

インマクラダ地区では、2本、各300m、合計600m、またインデウノ地区では、5本、各300m、合計1,500m、全体として7本、2,100mのボーリング調査を行った。各ボーリング孔で得られた鉱化帯の試料について、顕微鏡観察、X線による変質鉱物の判定、流体包有物を利用した生成温度の推定および微量成分を含めた化学分析を実施し、周辺既

知鉱床のデータと比較しつつ、鉱床形成ポテンシャルを評価した。

表 I - 1 - 1 調査数量一覧表

調 査 業 務 内 容				
(1)ボーリング調査	孔番号	傾斜	方位	掘進長
(インマクラダ地区)	MJMI-1	-40°	54°	300m
	MJMI-2	-45°	54°	300m
(インデウノ地区)	MJMI-3	-50°	180°	300m
	MJMI-4	-50°	210°	300m
	MJMI-5	-50°	197°	300m
	MJMI-6	-50°	180°	300m
	MJMI-7	-60°	150°	300m
	合 計	2,100m		
(2)鉱徴地調査	14日			
室内試験	試料数 (ボーリング調査 鉱徴地調査)			
(1)岩石薄片	15試料	10	5	
(2)鉱石研磨片	12試料	7	5	
(3)E PMA定量分析	2試料	1	1	
(4)X線回折、鑑定	34試料	23	11	
(5)流体包有物温度、塩濃度測定	13試料	9	4	
(6)化学分析(鉱石) (Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Fe,As,Sb,Hg)	197試料	174	23	

1-3-4 調査団の編成

本年度の調査に関わった調査団員は下記の通りである。

現地調査

日本側	(担当)	(所属)
山田 亮一	統括・技術責任者	同和工営株式会社
横山 裕	地質調査	同和工営株式会社
メキシコ側		
Ing. Gerardo Mercado Pineda	地質調査	鉱物資源局
Ing. J. Guadalupe Salas Vázquez	地質調査	鉱物資源局
Sr. Atanacio Carrizalez Pérez	車両運転	鉱物資源局

調査計画および作業監理

日本側

佐藤 彬	金属鉱業事業団	
高田 武千代	金属鉱業事業団	作業監理
香川 浩昭	金属鉱業事業団	作業監理
原田 武	金属鉱業事業団	
岡島 弘二	金属鉱業事業団	作業監理
神谷 太郎	国際協力事業団	作業監理

メキシコ側

Dr. Luis Chavez Martinez	鉱物資源局	局長
Ing. Sergio Almazan Esqueda	鉱物資源局	副局長
Ing. Raúl Morales Garcia	鉱物資源局	開発部長
Ing. Ubaldo Alarcón Lopez	鉱物資源局	プロジェクト責任者
Ing. Amador Merida Cruz	鉱物資源局	グアダハラ支所長
Ing. Sergio Andrado Blanco	鉱物資源局	ドラongo支所長

1-3-5 調査期間

現地調査は下記の工程で行われた。

現地調査 平成10年8月17日～12月12日

第2章 調査地区の地理

2-1 位置および交通

(1) インマクラダ地区は、ハリスコ州南東部にあり、グアダラハラ以南南東約 120Km に位置する。調査地内の集落ラスアニマス(Las Animas)に至るには下記の通りである。

(車両)	(車両)
グアダラハラ——高速道路——テカリトラン——ラス・アニマス——試錐基地	
(2時間)	(1時間) (10分)

(2) インデウノ地区はドラゴンゴ州北部にあり、トレオン市の西北西約 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 号線を経由し、調査地内の町、インディまでは下記の通りである。

(車両)	(車両)
トレオン——サンタマリア・デル・オロ——インディ——試錐基地	
(3時間)	(30分) (30分)

2-2 地形、気候および植生

(1) インマクラダ地区は、標高 1,500~2,000m の山岳地帯で、地区東部は丘陵地帯であるが、地区西部は比高 500~600m の急峻な山岳地形を呈する。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°C、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。

(2) インデウノ地区は、中央台地から西シエラマドレ山脈に移行する境界部にあり、台地から突出した小山塊なす。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。気候は乾燥気候に属し、サボテンの他に低灌木が見られる。

第3章 一般地質

3-1 広域地質

本年度調査対象の2地区とも、東西シエラマドレ山塊を構成する基盤の上に、白亜紀前期から中期の海成堆積物(インデウノ地区)や陸成安山岩(インマクラダ地区)が厚く発達し、その上位層は、堆積岩や安山岩中に、白亜紀後期の浅海域に堆積した石灰岩を挟在するのが特徴である。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~石英モンソナイト質の貫入活動があり、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および同質凝灰岩を随伴する。鉱化作用は、両地区とも、この時期の酸性火成活動に関連しており、白亜紀後期から第三紀初期にかけておこなわれている。

3-2 調査地区周辺の地質

(1) 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、白亜紀前期から中期の安山岩質溶岩、凝灰岩を主とするテカリトラン層と、同後期の石灰岩、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。

(2) 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結晶片岩が存在し、衝上断層により地表に露出している。基盤岩の上位には、砂岩、シルトを主とし、石灰岩を挟在するメスカレラ(MEZCALERA)層が不整合に覆い、本層は、下部白亜系のオーロラ(AURORA)層に対比される。メスカレラ層の上位には、石灰質礫岩と石灰岩からなるインディドゥラ(INDIDURA)層があり、化石から白亜系上部のカラコル(CARACOL)層に対比される。これらを貫いてシエラマドレ古期火山活動と称される斑岩、流紋岩があり、当地区の鉱化関係火成岩となっている。調査地区の大半は、シエラマドレ新規火山活動と呼称される第三系のイグニンプライトに広く覆われる。

3-3 調査地区の鉱床および鉱化帯

(1) インマクラダ地区は、花崗岩(ヒロトランバソリス)に関連するスカルン型鉱床と鉱脈鉱床があり、両者とも、含金銀・銅鉱床である。スカルン鉱床は地区北東部にあり、過去に相手国カウンターパートにより探鉱されている。鉱脈鉱床は、地区北部の鉱脈群と、地区中央の安山岩質凝灰岩中の鉱脈群があり、いずれも、鉱脈の下部が銅帯、上部が金帯の累帯を特徴とする。花崗岩(花崗閃緑岩)に関連する金-ベースメタル累帯型鉱脈鉱床と考えられる。

(2) インデウノ地区は、含金銀石英脈と含銀鉛亜鉛石英-重晶石脈の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。鉱脈は、基盤の結晶片岩、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ンプライト中には存在しない。従って、当地区の鉱化作用は、白亜紀後期~第三紀初期のララミーデ変動に伴う酸性火成活動に関連して生じたと考えられる。

第4章 調査結果の総合検討

4-1 鉱化作用の状況と鉱化規制について

4-1-1 インマクラダ地区の調査結果

(1) インマクラダ地区のボーリング調査結果は、下記の通りであった。

MJMI-1号は、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。しかし、分析の結果、金銀ベースメタルとも検出されなかった。

MJMI-2号は、上部の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、下記の通りである。

MJMI-1 号の鉱脈の流体包有物は、300°C以上の高温生成を示し、産状からボイリングしたと推定される。また、変質はス멕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。

MJMI-2 号の 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°C 前後、塩濃度は 3% 程度である。

(2) これらの特徴から推定される鉱化モデルを図 I-3-1 に示す。

当地区の鉱化規制は次のように考えられる。

上昇した深部鉱化熱水は、塊状均質安山岩が不透水層の役割を果たして滞留する間に温度低下と希釈により、安山岩下位に石英脈を沈殿した(A)。引き続き鉱化作用により、安山岩下底部の圧力が徐々に上昇し、ついには岩盤を破壊し噴出した(B)。この結果、安山岩下位の初期ステージの石英脈は破碎され、ガス相の卓越する熱水角礫岩として上昇し、地表部のロス・ホアネス(LOS JUANES)脈を形成した(C)。この熱水は、急激な圧力開放によって沸騰を生じ、また地表水にも希釈されて、チュパデロ脈群と広範囲のス멕タイト変質をもたらした(D)。

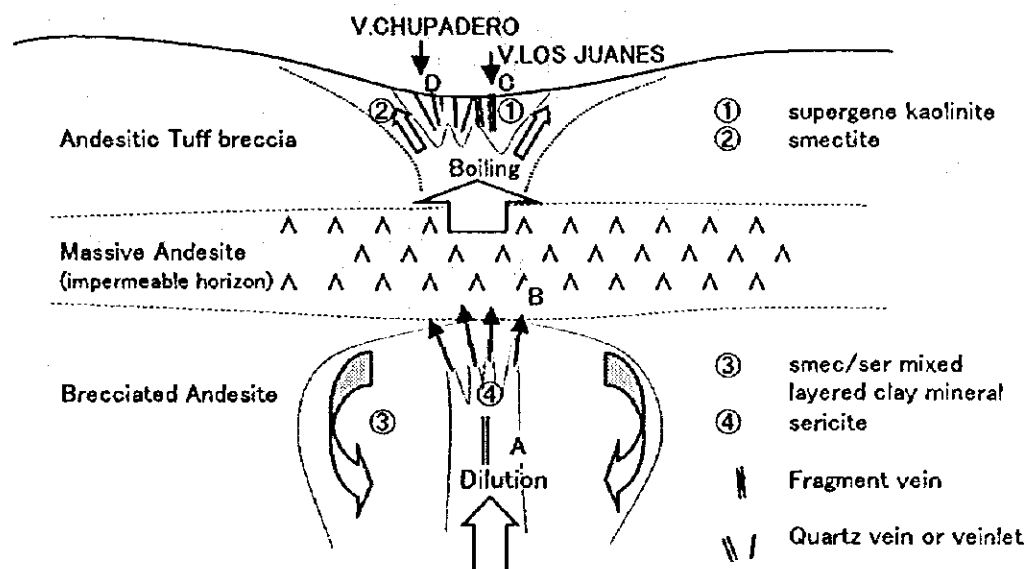


図 I-3-1 インマクラダ地区鉱化モデル

(3) 鉱徴地調査の結果

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 I-3-2 に示す。

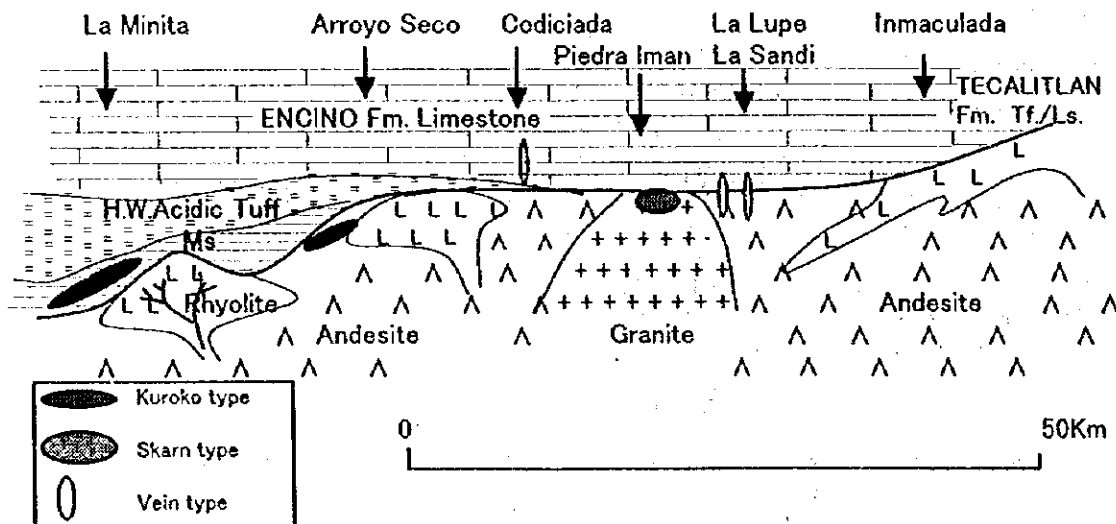


図 I-3-2 鉱徴地調査模式断面図

4-1-2 インデウノ地区の調査結果

(1) インデウノ地区は、5本のボーリングを実施し、その結果は下記の通りである。

・ MJMI-3号は、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。

・ MJMI-4号は、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、ELJDA脈の下部延長と推定される。

・ MJMI-5号は、細脈ながら多数の鉱脈を捕捉した。主なものは、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、および④256.6m、0.2m間、石英網状細脈帯、Pb+Zn 5.62%などである。

・ MJMI-6号は、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151.2m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%。

・ MJMI-7号は、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・磁鉄鉱・石英脈、Ag 422g/t、Pb+Zn 0.92%

(2) ボーリングコアの観察と各種室内試験を総合的に判断し、当地区の鉱化規制は下記の通りと考える。

南北系の石英脈は、規模は大きいものの、地表露頭、下部延長とも低品位であった。生成温度や変質鉱物組成は、ポナンザ帯の条件に近いにも拘わらず低品位であることから、下部や延長部での発展性は余り期待できない。

東西系の鉛・亜鉛脈は、細脈単位では部分的に高品位部が存在するが、鉱脈規模が小さい。しかし、既存の割れ目系に支配されており、割れ目系の収斂する場所では経済性のある鉱脈に発展する可能性を持っている。

今年度確認したスカルンは、金、銅、磁鉄鉱、モリブデンを随伴する柘榴石スカルンで、高温型スカルンの特徴を持ち、東西系の鉛・亜鉛脈の下位に存在する。即ち、上昇した熱水が石灰質層に遭遇してスカルンを形成し、石灰質堆積物のないところでは、更に上昇して鉛・亜鉛脈を形成したと推定される。

4-2 鉱床賦存のポテンシャルについて

(1) インマクラータ地区では、今年度調査地点には経済性のある鉱脈は確認できなかった。しかし、前述の鉱化モデルに示す通り、当地区には、少なくとも2回の鉱化作用があり、初期ステージの鉱脈は、その一部が破壊され、熱水角礫岩として地表に噴出したものであると解釈できる。この観点から、今年度調査地区の南方の角礫脈群は、脈規模、分布範囲も大きく、地下浅所に初期ステージの鉱脈が保存されている可能性が考えられる。

(2) インディウノ地区では、MJMI-3号の高品位亜鉛脈、MJMI-5号の150m以深の含金鉛・亜鉛細脈群、MJMI-6号のスカルンなどが注目に値する。このうち、発展性の観点からは、MJMI-6号のスカルンが重要と考える。即ち、当地区の鉱化作用は、下部の金・銅スカルンから上部の鉛・亜鉛脈まで一連の活動であり、鉱種の相違は、温度など生成条件の差による累帯配列、また形状の相違は、鉱化位置に石灰質の地層があつたか、割れ目が存在したのか、という物性的相違によるものである可能性が高い。この観点から、本年度ボーリング地点の北西方や南方に、より金・銅に富むスカルン、あるいは銀・鉛・亜鉛スカルンとの累帯が存在することも期待される。また、鉱徴地調査の結果、このスカルン化した石灰質層は、平均傾斜40° NEで地表近くまで上昇しており、大部分が上位層に覆われているものの、窓状露出域には、金に富む(Au 2.3 g~最高 27 g/t)二次富化帯がある。これは、現実的な稼行経済性から極めて重要な点と考えられる。

第5章 結論および提言

5-1 結論

インマクラダ地区、インデウノ地区ともほぼ予想した位置に多数の鉱脈を捕捉した。しかし、インマクラダ地区では、品位、規模とも劣勢であり、インデウノ地区では、高品位の亜鉛鉱脈や含金銀、鉛・亜鉛脈を捕捉したものの、脈幅1m以下と細く、また、新たに含金銅スカルン帯を発見したが、スカルン帯全体では品位が低く、いずれも今年度調査では、稼行経済性のある鉱床は確認できなかった。しかし、両地区とも鉱化作用の様式がかなり明らかとなった。

インマクラダ地区では、今年度知見に基づいて、時間的に前後する2回の鉱化作用が推定される。この観点から、角礫鉱脈の下部に探査余地が残されている。

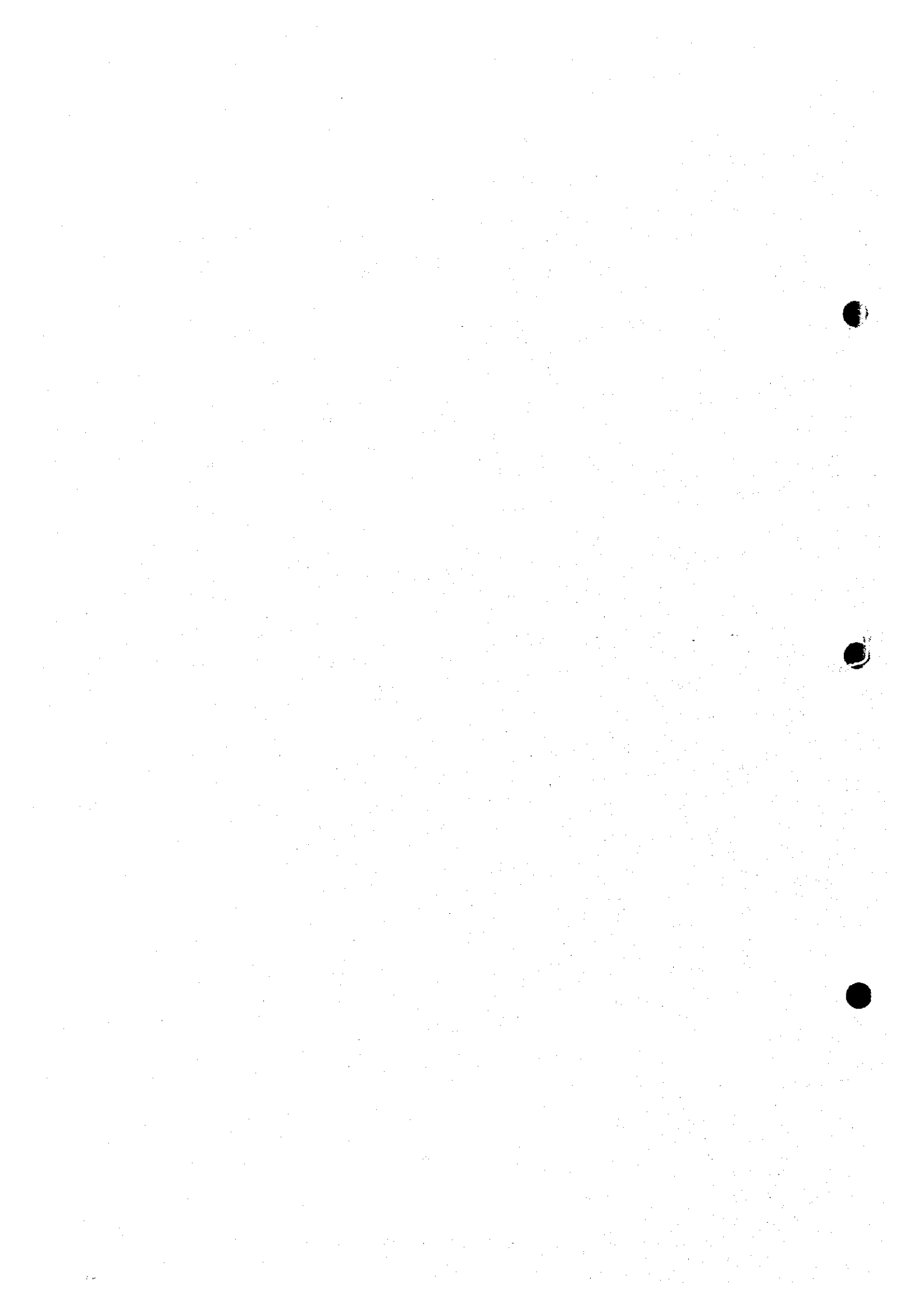
インデウノ地区では、室内試験を通じて、いずれの鉱化帯もフォローアップする価値があると判断された。とりわけ、鉛・亜鉛鉱脈の下位に金・銅スカルンが発見され、当地区の鉱化作用全体を統一的に説明する作業仮説が構築できた。

5-2 第3年次調査への提言

経済性のある鉱床発見のためには、ボーリング調査を継続する必要がある。優先順位は、第一にインデウノ地区の浅所スカルンの調査、第二にマリボサ脈～ラトン脈付近の追跡調査、そして第三にインマクラダ地区の角礫鉱脈下部の調査、の順に重要と考えられる。



第Ⅱ部 各 論



第II部 各 論

第1章 インマクラダ地区

1-1 調査方法

本地区においては、昨年度、地質調査および物理探査を実施した。この結果、地区中央部において、東西 500m、南北 2Km の範囲に亘って N10~30° W 系と N 0~40° W 系の2系統の鉱脈群が発見され、物理探査の結果、地表下 150~200m 付近に顕著な低抵抗帯が抽出された。また、変質鉱物組成や鉱脈生成温度など各種室内試験の結果でも、地表部の鉱脈群は予想される鉱化システムの上層構造と判定された。但し、地表に露出する鉱脈自体は、脈幅数 10cm~1 m 内外、金品位も一部で Au 5~12 g/t が検出されたが、大部分は細脈、低品位であった。従って、2系統の鉱脈群の会合部を狙って 300m 級、2本のボーリングを実施したものである。調査地区を図II-1-1に示す。

1-2 地 質

本地区には、下部白亜系下位層のテカリトラン(TECALITLAN)層と、同上位層のエンチノ(ENCINO)層が分布する。調査地区南東部には、白亜紀末期に貫入した花崗閃緑岩(Jilotlán Batholith)が広く分布し、また地区中央部や北部にも同種花崗岩類の岩株がみられる。

テカリトラン層は、主として安山岩質火山岩類からなり、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、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や溶岩の割合が高く、上部に行くにつれ砂質~泥質凝灰岩が多くなる。そして、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陸上火砕流堆積物と考えられる。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。

当地区の鉱化作用は、上記花崗閃緑岩に関連する含金銅鉱脈と、花崗閃緑岩と石灰岩との境界部に胚胎するスカルン型鉱化作用が知られている。今年度調査対象とした鉱脈型鉱化作用の時期は、白亜紀中期から後期に行われた。

1-3 調査結果

1-3-1. ボーリング調査

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、1 m ごとにサンプリングをおこなったが、着鉱長が 1 m 未満の部分は、着鉱幅でサンプリングした。また、代表的な岩石は薄片を作成し、顕微鏡観察を行い、肉眼的に鉱石鉱物が認められる部分については鉱石研磨片を作成して、顕微鏡による鉱物判定を

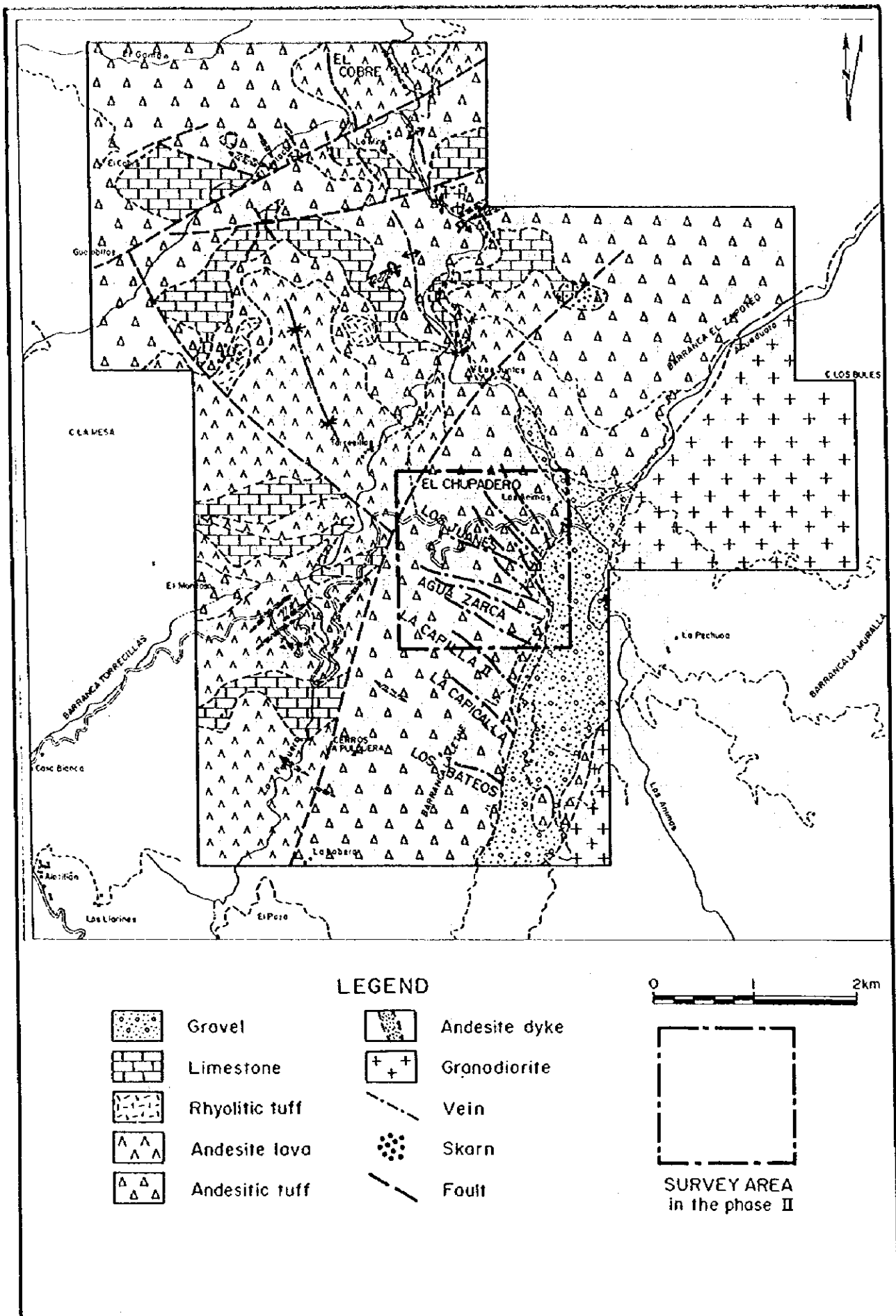


図 II - 1 - 1 インマクラダ地区調査位置図

実施した。更に、鉱脈近傍の粘土に対しX線回折による粘土鉱物の判定を行い、また鉱脈の生成条件を推定するため流体包有物の温度・塩濃度の測定を行った。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、および機材運搬路を図Ⅱ-1-2に示す。

(1) 掘削作業

① 工法および使用機材

本調査の掘削作業は、メキシコ国内のボーリング会社 (Core Drill 社) を使って実施した。ボーリング機械、ポンプ、ロッド類およびその他の消耗品は、すべてメキシコ国内で調達した。ボーリング工法は、ワイヤーライン工法を採用し、試錐機はロングイヤー社のL44型機2台を使用した。掘削は、常時、ベントナイト泥水を使用するとともに、破碎帯、逸水帯の掘削には切削油、セメントを使用し、状況に応じて適宜、ケーシングを挿入した。本調査に使用した主要機材および消耗品などを表Ⅱ-1-1、表Ⅱ-1-2に示す。

② 掘削準備および撤収作業

・道路造成：道路造成は、メキシコ国内の環境保全に配慮して必要最小限とし、MJMI-1号とMJMI-2号は同一搬入路を兼用した。この結果、1ルート、900mの道路造成を実施した。

・設営作業：ボーリング機材の搬入は、地区内の既存林道までトラック輸送し、既存林道から試錐基地まで専用運搬路をブルドーザにて搬入した。作業員は地区内のラス・アニマス集落にあるカウンターパートの宿舎を借用し、そこから作業現場まで約10分を通勤した。掘削作業は2方/日で行い、1方の作業時間は10時間を原則としたが、掘削孔の状況により実働時間を変更した。

・撤収作業：本地区で使用したボーリング機材は、すべてサカテカス州のフレスニージョ(Fresnillo)にあるCore Drill社の修理工場で点検、整備したのち、補充物品、消耗品とともに、インデウノ地区へ移設した。

③ 全体作業工程

全体作業工程を表Ⅱ-1-3に示す。後述するが、MJMI-2号は断層破碎帯に遭遇し、再掘削を余儀なくされ、また、撤収に当たり、予期せぬ大雨による既存林道の決壊等トラブルのため、予定工期を大幅に延長した。

④ 掘進状況と泥水管理

各ボーリングは、表土部分の掘削はHQ径、コアリングはすべてNQ径で実施した。100m

表II-1-1 使用機器およびダイヤモンドビット使用状況一覧表

品名	型式	仕様	数量	備考
試錐機	L-44 (ロングイヤー社製)	掘削能力: NQ 810m 8段変速 ディーゼルエンジン、特約タイプ 80馬力/2200 R.P.M	4	
試錐ポンプ	RQ535 (ロングイヤー社製)	三連式単動ポンプ 最大圧力: 56Kg/cm ² 最大吐出量: 140リットル/min エンジン: ディーゼル空冷4気筒 15馬力/1500RPM	4	
マッドミキサー	MGA-100A	タンク容量: 125リットル 攪拌容量: 100リットル/1000RPM 原動機: モーター1.5Kw, 4馬力	2	
発電器	COLEMAN POWERMATE 19G412	4000W, 120-240V, C.A 原動機: モーター8馬力	1	
ロッド	HQ-WL	3.05m/本	30	
		1.00m/本	10	
	NQ-WL	3.05m/本	360	
	BQ-WL	3.05m/本	120	

品名	形式	仕様	数 量							合計
			MJMI-1	MJMI-2	MJMI-3	MJMI-4	MJMI-5	MJMI-6	MJMI-7	
ダイヤモンドビット	HQ	63.5mm × 96.3mm	1	1	1	0	0	1	2	6
	NQ	47.6mm × 75.7mm	4	3	3	4	3	3	2	22
	BQ	36.4mm × 59.9mm	0	0	0	5	0	0	0	5
リーマー	HQ	96.3mm	1	1	1	0	0	0	1	4
	NQ	75.7mm	1	1	1	2	1	1	1	8
	BQ	59.9mm	0	0	0	2	0	0	0	2
ケーシングシュービット	HW	99.6mm × 117.4mm	1	0	1	1	0	0	1	3
	NW	75.9mm × 91.8mm	1	1	1	1	1	1	1	7
	BW	60.1mm × 75.3mm	0	0	0	2	0	0	0	2

表II-1-2 使用消耗品一覧表

品名	仕様	単位	数量 (MJMI-1)	数量 (MJMI-2)	数量 (MJMI-3)	数量 (MJMI-4)	数量 (MJMI-5)	数量 (MJMI-6)	数量 (MJMI-7)	合計
アウターチューブ(HQ)	77.8mm×92.1mm×3.00mts	本	1	1	1	1	0	0	0	4
アウターチューブ(NQ)	60.3mm×73.0mm×3.00mts	本	2	1	1	2	1	1	1	9
アウターチューブ(BQ)	46.0mm×57.2mm×3.00mts	本	0	0	0	1	0	1	0	2
インナーチューブ(HQ)	HQ×3.00mts	本	1	1	1	1	0	0	0	4
インナーチューブ(NQ)	NQ×3.00mts	本	2	1	1	2	1	1	1	9
インナーチューブ(BQ)	BQ×3.00mts	本	0	0	0	1	0	1	0	2
インナーチューブヘッド	HQ	組	1	1	1	1	0	0	0	4
インナーチューブヘッド	NQ	組	2	1	1	2	1	1	1	9
インナーチューブヘッド	BQ	組	0	0	0	1	0	1	0	2
オナーショット	HQ(Perpendicular)	本	1	1	1	1	0	0	0	4
オナーショット	NQ(Perpendicular)	本	1	1	1	0	0	1	1	5
オナーショット	BQ(Perpendicular)	本	0	0	0	1	0	1	0	2
ワイヤイン用ワイヤ	5mm×500mts	巻	0	0	1	1	0	0	0	2
ケーシングパイプ(HW)	101.6mm×114.3mm×3.00mts	本	7	4	4	7	5	6	14	47
ケーシングパイプ(NW)	76.2mm×88.9mm×3.00mts	本	4	3	4	7	3	3	4	28
ケーシングパイプ(BW)	60.3mm×73.0mm×3.00mts	本	0	0	0	70	0	0	0	70
ケーシングシュ-HW	99.6mm×117.4mm	個	1	0	1	0	0	0	1	3
ケーシングシュ-NW	75.9mm×91.8mm	個	1	1	1	1	1	1	1	7
ケーシングシュ-BW	60.1mm×75.3mm	個	0	0	0	2	0	1	0	3
コリアター		個	9	5	7	10	7	4	6	48
コリアターケース		個	6	4	3	7	4	3	3	30
軽油		l	9900	7700	6500	9500	8300	4700	6200	52800
ガソリン		l	1600	950	1100	1800	1000	650	1300	8400
タービン油		l	230	180	205	250	150	105	80	1200
セメント		kg	155	60	75	180	90	72	88	720
ペントナイト		kg	3510	2350	2110	4110	1670	2550	2450	18750

ごとのコア採取状況は孔別工程表(巻末表II-1-9、表II-1-10)に併記したが、全体として98~99%を達成した。掘削はベントナイト泥水を使用し、岩盤の状況に応じて適宜、ポリマーを添加し、逸水層に達した際にはセメンディング、あるいはケーシング挿入で対処した。

⑤ ボーリング用水

本地区は、メキシコ南部の多雨地区に属し、かつ雨期であったためボーリングサイト近傍の小沢に十分な量の用水を確保することができた。このため MJMI-2 号の逸水層に対しても用水の不足が生ずることはなかった。

表 II - 1 - 3 ボーリング工事工程表

区分		8月	9月	10月	11月	12月	方位	傾斜	掘進長	コア採取率
	道路造成	17 = 20								MJMI-1, 2
MJMI-1	設営作業 掘進作業 解体作業	20 = 21 = 7 9 = 11					54°	-40°	300.0m	98.60%
MJMI-2	設営作業 掘進作業 解体作業	20 = 21 = 9 10 = 17					54°	-45°	300.0m	99.30%
	道路造成		5 = 10							MJMI-3, 4
MJMI-3	設営作業 掘進作業 解体作業		18 = 19 = 20 21 = 22				180°	-50°	300.0m	98.60%
MJMI-4	設営作業 掘進作業 解体作業		28 = 2 3 = 3 3 = 5				210°	-50°	300.0m	98.30%
	道路造成		11 = 16							MJMI-5, 6, 7
MJMI-5	設営作業 掘進作業 解体作業			13 = 14 = 28 29 =			197°	-50°	300.0m	97.60%
MJMI-6	設営作業 掘進作業 解体作業			24 = 25 = 18 19 =			180°	-50°	300.0m	99.90%
MJMI-7	設営作業 掘進作業 解体作業			24 = 25 26 = 20 21, 3 = 5			150°	-60°	300.0m	95.60%

(2) 掘進状況

各孔ごとの工程、および掘進状況は表Ⅱ-1-9、表Ⅱ-1-10 (巻末) に示した。MJMI-1、MJMI-2 号とも設営は短期間で完了しているが、これは、道路造成時に併せて、試験錐基地台座とウオーターピット、および囲い柵等、予め設置していたためである。全体として、MJMI-1 号は、降雨による中断を除外すると、掘削自体は順調であり、当初計画に近い掘削能率 13.0m/日 (総日数) を達成した。

MJMI-2 号は、94m 地点で 3 m 間以上に亘る断層破碎帯に遭遇し、掘孔、ケーシングを繰り返したが、97m 地点でジャーミングトラブル発生、掘進続行不能となり、孔口より再掘削を余儀なくされた。また、工程後半に大雨による林道不通トラブルが頻発し、交換部品、消耗品不足による中断があった。このため作業能率は 5.1m/総日数まで低下した。

(3) 調査結果

ボーリング柱状図を図Ⅱ-1-9～図Ⅱ-1-10 (巻末) に示す。また、着脈状況と地質および鉱石分析結果、およびその他室内試験試料の採取位置を、図Ⅱ-1-3 (断面図) に示す。岩石薄片鑑定結果、鉱石研磨片鑑定結果、流体包有物測定結果、および X 線による変質鉱物鑑定結果を、それぞれ表Ⅱ-1-4～表Ⅱ-1-8 (巻末) に示す。

各孔の鉱化帯および地質概要は次の通りである。

MJMI-1 :

①地質状況：下記の通りである。

- ・ 0.0~9.3m 表土、赤褐色を呈し、安山岩岩片や石英脈片を含む。
- ・ 9.3~170.5m 全体として赤褐色安山岩質火山角礫岩～同質凝灰角礫岩、数回の flow unit からなり、各ユニット間には火山礫凝灰岩あるいは砂質凝灰岩を挟在する。全般にプロピライト変質を蒙っている。
- ・ 170.5~253.3m 一連の Lava flow、灰褐色、緻密質安山岩部と自破碎溶岩部分との繰り返し、全体にプロピライト変質を受けているが、均質塊状部には方解石細脈が発達し、赤鉄鉱の鉱染も認められる。また、自破碎溶岩部分は顕著な赤褐色を呈し、多量の赤鉄鉱の鉱染がみられる。
- ・ 253.3~300.0m 地表から 170.3m までの安山岩質凝灰岩類と同岩相、やや火山角礫岩が多い。方解石網状細脈がより顕著に発達する。

②岩石薄片の鑑定：

188.1m 地点の緻密質塊状安山岩について、岩石の種類を明確にするため、顕微鏡観察をおこなった。その結果、岩石的には、輝石・普通角閃石安山岩に分類される。斑晶の割合は 5% 程度、斑晶鉱物は、多い順に、普通角閃石、斜長石、輝石。輝石は変質著しく種

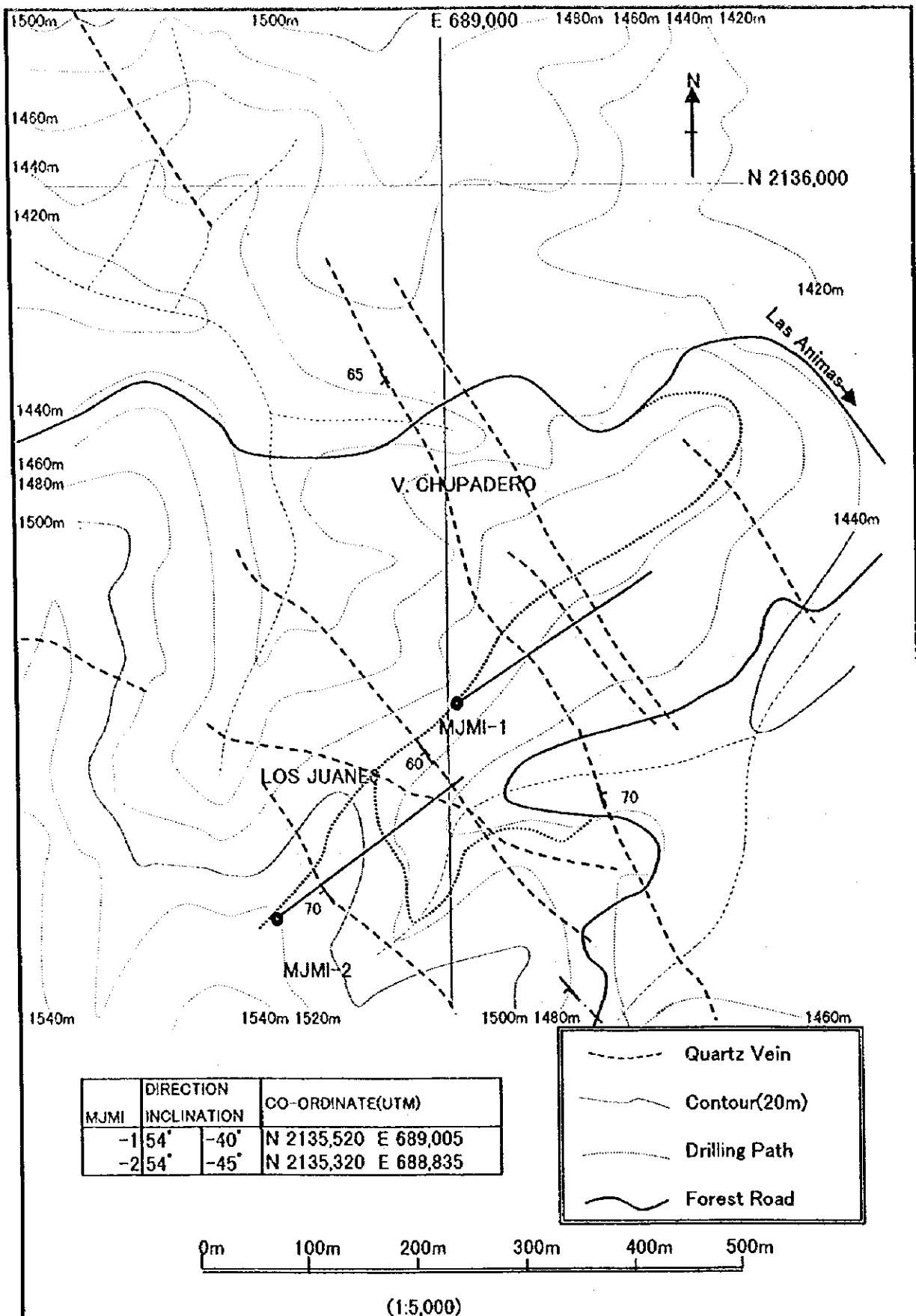
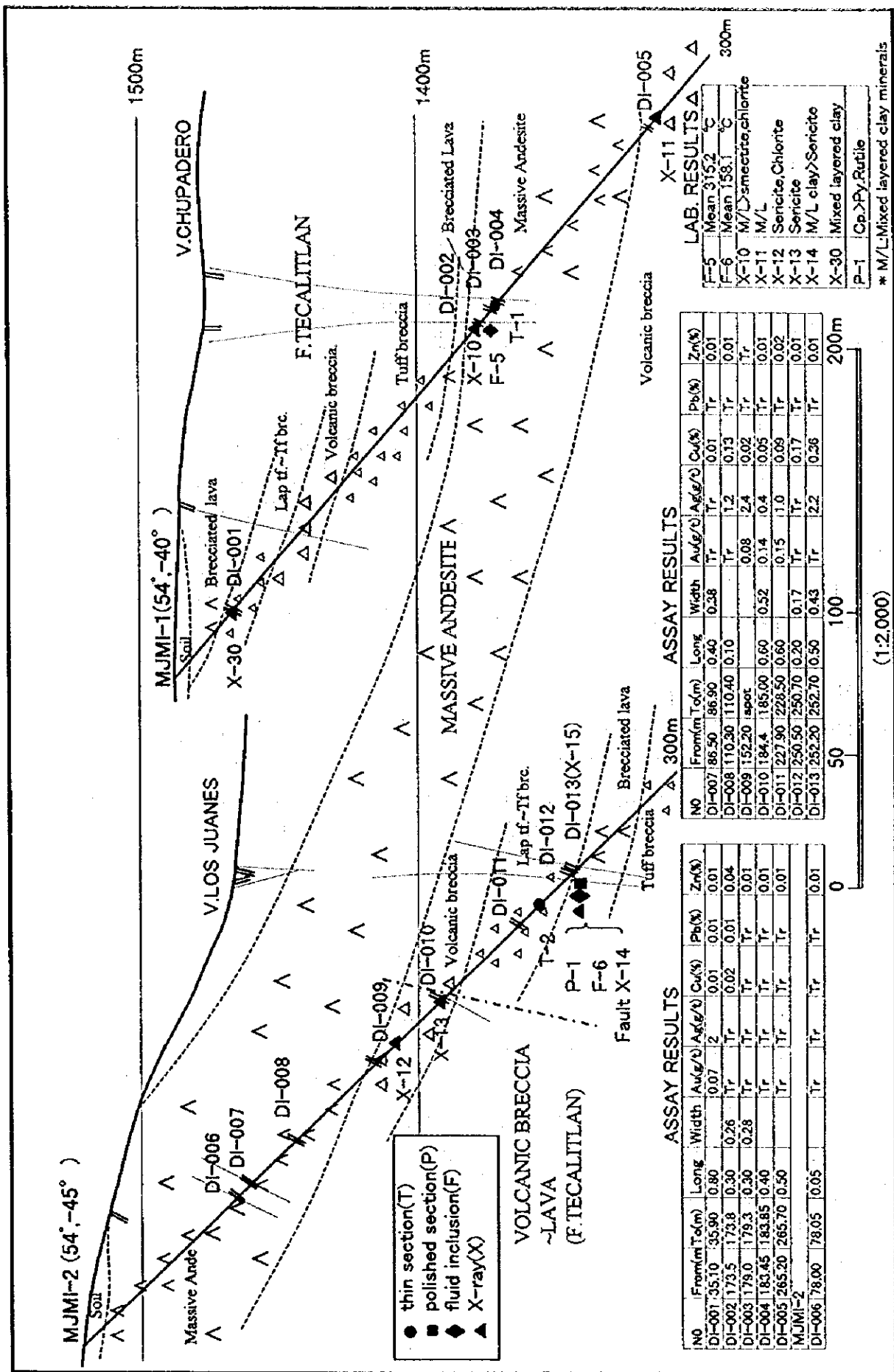


図 II - 1 - 2 インマクラダ地区ボーリング位置図



MJMI-2 (54°, -45°)

1500m

- thin section(T)
- polished section(P)
- ◆ fluid inclusion(F)
- ▲ X-ray(X)

ASSAY RESULTS

NO	From(m)	To(m)	Long	Width	Aug(%)	Ag(%)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
DJ-001	35.10	35.90	0.80	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
DJ-002	173.5	173.8	0.30	0.26	Tr	Tr	0.02	0.01	0.04
DJ-003	179.0	179.3	0.30	0.28	Tr	Tr	Tr	Tr	0.01
DJ-004	183.45	183.85	0.40	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0.01
DJ-005	265.20	265.70	0.50	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0.01
MJMI-2	78.00	78.05	0.05	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0.01

ASSAY RESULTS

NO	From(m)	To(m)	Long	Width	Aug(%)	Ag(%)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
DJ-007	86.50	86.90	0.40	0.38	Tr	Tr	0.01	Tr	0.01
DJ-008	110.30	110.40	0.10	Tr	1.2	0.73	Tr	Tr	0.01
DJ-009	152.20	apoc	Tr	0.08	2.4	0.02	Tr	Tr	Tr
DJ-010	184.4	185.00	0.60	0.52	0.4	0.05	Tr	Tr	0.01
DJ-011	227.90	228.50	0.60	0.15	1.0	0.09	Tr	Tr	0.02
DJ-012	250.50	250.70	0.20	0.17	Tr	Tr	0.17	Tr	0.01
DJ-013	252.20	252.70	0.50	0.43	Tr	2.2	0.26	Tr	0.01

LAB. RESULTS

F-5	Mean 315.2	°C
F-6	Mean 158.1	°C
X-10	M/L	Smeectite, 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	Op.	Py, Rutile

* M/L: Mixed layered clay minerals

(1:2,000)

図 II-1-3 インマクラダ地区ボーリング地質断面図

の同定不可、角閃石はオパサイト化している。不規則形状の気泡が散点し、陸上の噴出岩と推定される。変質の結果、気泡内部に方解石や緑泥石が生成している。後述する MJMI-2 号の凝灰角礫岩の鑑定結果から推定して、本孔の凝灰岩類と溶岩とは同一火山活動の岩相違いと考えられる。

③ 鉱石分析：

173.5~173.8m, 0.3m 間、黄鉄鉱を含む珪質岩で弱い鉄化 (Cu 0.02%, Pb 0.01%, Zn 0.04%) が検出されたが、その他の鉄化帯からは有用金属は検出されなかった。この地点の鉄脈群と変質帯がチュパデロ(CHUPADERO)脈の下部延長と推定した。

④ 変質鉄物鑑定：

35.1m と 168.7m 地点の脈際粘土および 279.2m 地点の母岩変質帯について X 線回折を実施した。この結果、いずれも *smectite* 混合層粘土鉄物の変質帯に属するが、35.1m の脈際変質が $2\theta = 6\sim 8^\circ$ にブロードの典型的混合層粘土、168.7m 地点のサンプルは、少量のセリサイトを随伴し、約 50% のスメクタイト分子を含む混合層粘土であるのに対し、279.2m 地点では、幅広セリサイトとしてもよいものであった。即ち、脈際、母岩を問わず、上部から下部に、混合層粘土帯、セリサイト帯の累帯が識別できる。

⑥ 流体包有物温度・塩濃度：

測定は、179m 地点の石英細脈で実施した。包有物 20 個を測定し、最小 283°C、最大 347°C、平均 315.2°C と高温生成の結果が得られた。詳細は後述するが、当ボーリングの鉄脈群は、塊状安山岩が不透水層の役割を果たし、上昇熱水が安山岩下面で極めて高い温度、圧力条件となり、その圧力により安山岩が破碎されて急激な圧力開放→沸騰により生成したと推定される。塩濃度は 0.02% 程度と低く、上記推定を支持する。

MJMI-2：

① 地質状況は下記の通りである。

- ・ 0.0~11.9m 表土、赤褐色を呈し、安山岩岩片を多く含む。
- ・ 11.9~70.5m 全体として暗褐色安山岩質溶岩、角礫部と塊状均質部の繰り返しからなる。
- ・ 70.5~169.7m 暗灰色、緻密質安山岩を主とし、陸上溶岩流の産状を呈する。全般に方解石細脈が発達し、赤鉄鉱の鉄染も認められる。断層破碎帯が多く、断層に沿って強い中性粘土化変質(Argillic alteration)を受けている。
- ・ 169.7~300.0m 地表から 70.5m までの安山岩質溶岩とはほぼ同じ岩相を持つ。大きく 2 回の flow unit があり、比較的基質の乏しい角礫溶岩、火山礫凝灰岩および凝灰角礫

岩と変化し、ユニット境界には砂岩サイズの砕屑岩を挟在する。上位の緻密質安山岩との境界部に向け、強い熱水変質が見られる。

②岩石薄片の鑑定：

236.1m 地点の安山岩質凝灰角礫岩について、MJMI-1 号の塊状均質安山岩と比較検討のため、岩石薄片を作成して顕微鏡観察をおこなった。その結果、岩石学的には、火山礫凝灰岩に分類される。基質は、径 3mm 以下の安山岩起源の火山砕屑物からなり、希に 5mm に達する火山礫（玄武岩、安山岩）を含む。基質の火山灰は高温酸化を受けており陸上噴火の産物と推定される。変質の結果、緑泥石、方解石、その他粘土鉱物が生成している。変質が進んでいるが、MJMI-1 号の塊状安山岩の凝灰岩相としてまちがいない。

③鉱石分析結果：

下部の安山岩溶岩中に 4 本の石英脈および石英細脈群を捕捉した。比較的上部の 184.4~185.0m(0.6m 間 Au 0.14 g/t、Cu 0.05%)と 227.9~228.5m(0.6m 間 Au 0.15 g/t、Cu 0.09%)の鉱脈は、少量の金と銅が検出され、下部の 250.5~250.7m(0.2m 間、Cu 0.17%)と 252.2~252.7m(0.5m 間 Cu 0.36%)の鉱脈は、肉眼的に認められる黄銅鉱を含む。その他の鉱脈は品位、規模とも劣勢であった。250~253m 付近の細脈群がロス・ホアネス(LOS JUANES)脈の下部延長と推定される。

④鉱石研磨片の鑑定：

肉眼的に黄銅鉱の認められた 252.2m 地点の鉱脈に対し、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、幅 0.5~1.0mm の石英—黄銅鉱の網状脈からなり、黄銅鉱中に微量の自形黄鉄鉱が認められた。

⑤変質鉱物鑑定：

152.2m と 184.4m の脈際粘土、および 256.5m 地点の母岩変質部について実施し、また、鉱脈構成鉱物の鑑定のため、252.6m 地点の鉱脈に対し X 線回折を実施した。

脈際変質はいずれも幅広セリサイトに少量の緑泥石を随伴するセリサイト変質帯であったが、母岩変質はスクリューサイト混合層粘土鉱物を主とし、初成の斜長石を少量残存する変質であった。従って、全体としては混合層粘土鉱物帯に属し、脈に沿って、より高温のセリサイト変質が存在するという変質構造を持つことが判明した。

また、252.6m 地点の鉱脈中の脈石鉱物については石英の他に、方解石と少量の重晶石と判明した。

⑥流体包有物による温度・塩濃度の測定：

252.2m 地点の石英脈で実施した。包有物 20 個を測定し、最小 138°C、最大 181°C、平

均 158.1℃と低温生成と判明した。塩濃度は、平均 3.49% (NaCl 換算) となり、昨年度の地表調査で得られた温度-塩濃度相関からみても、ほぼ妥当な値であった。

(4) ボーリング調査結果の考察

ボーリングコアの鑑定および上述した室内試験の結果を総合して、ボーリング調査地区の鉱化帯の特徴は次の通り要約できる。

- ・ MJMI-1 号の鉱脈は、塊状均質安山岩の最上部からその上位の凝灰岩中に胚胎し、石英-方解石網状脈からなり、晶洞性の不規則形状メノウ質石英を伴う。MJMI-2 号の鉱脈は、均質塊状安山岩の下底部から下位の溶岩中に胚胎し、比較的上部の鉱脈は、有意の Au 異常を示し、下部の鉱脈は Cu (黄銅鉱) を伴う。

- ・ MJMI-1 号の流体包有物は、300℃以上の高温生成を示し、液層 1 相の包有物と気液 2 相の包有物とに分離しており、急激な圧力低下の証拠を持つ。MJMI-2 号の流体包有物から推定される鉱脈生成温度は 160℃前後、塩濃度は 3%程度であった。

- ・ MJMI-1 号の変質はマクバレン混合層粘土鉱物からなり、この中性変質帯は、昨年度の地表調査結果を加えると、急激に上部に向かって開口するロート状構造を呈する。MJMI-2 号の母岩変質は 1 号よりややセリサイト分子に富む混合層粘土鉱物帯であり、鉱脈に沿ってセリサイトが生成している。

以上の特徴から、当地区の鉱化様式は下記の通りと推定する。この関係を図示した鉱化モデルを前章の図 I-3-1 に示した。

- ・ 上昇した深部熱水溶液は、塊状均質安山岩が不透水層の役割を果たして滞留する間に、下位の安山岩溶岩中に温度の低下と希釈とにより、黄銅鉱を含む石英脈を形成した (MJMI-1, 252.2m)。引き続き鉱化作用により、安山岩下底部の温度、圧力が徐々に上昇し、ついには岩盤を破壊し噴出した。この結果、安山岩下位の初期ステージの石英脈は破碎され、ガス相の卓越する熱水角礫岩として上昇し、地表部のロス・ホアネス脈を形成した。また、熱水は、急激な圧力開放によって、沸騰が生じ、また地表水にも希釈されて、チュパデロ脈群と広範囲の混合層粘土変質帯をもたらしたと推定される。

MJMI-1、MJMI-2 号の結果を総合して、塊状安山岩上位の変質帯、塊状安山岩中の網状鉱化帯、および塊状安山岩下位の初成石英脈帯のいずれについても、十分なデータが得られており、また、当初予定したチュパデロ脈やロス・ホアネス脈の下部延長を捕捉している。その結果が、脈幅が細く、かつ低品位であった事実は、少なくとも、当地点においては、当初期待した下部発展性の可能性は低いと考えられる。

1-3-2 鉍徴地調査

(1) 調査の目的

本調査地区一带は、ハリスコ州南西部からミチョアカン州にいたる鉍床区を構成し、鉍脈鉍床の他に、スカルン鉍床、火山性塊状硫化物鉍床（黒鉍鉍床）および火山性鉄鉍床など、多種多様な鉍床が知られている。昨年度調査で得られた地質地化探異常を検証し、また今年度のボーリング調査で得られた鉍化帯のポテンシャル評価のため、調査地区周辺部の既知鉍床を調査し、比較検討をおこなったものである。

(2) 調査方法

当調査は、地質調査技師を中心とし、ボーリング工事の合間をみて、主任技師および相手国カウンターパートも同行して断続的に実施した。その日程は下記の通りである。調査地区を図Ⅱ-1-4に示す。

地区名	目的とした鉍徴地	日程
テパルカテペック地区	重晶石鉍山調査、	8月22日
アウイフヨ地区	スカルン、重晶石鉍山	8月24~26日
ミチョアカン州	黒鉍鉍山	8月27~29日
インマクラダ地区	地化探異常地	8月21日~9月3日間(随時)

また、調査結果を基に、ボーリング調査地およびボーリング調査で得られた鉍化帯の鉍床胚胎ポテンシャルを評価するため、各種室内試験を実施した。各鉍山の鉍石の微量元素分析を始めとして、流紋岩質岩石の顕微鏡観察、鉍石研磨片による鉍石鉍物の鑑定、流体包有物の生成温度・塩濃度の測定、X線回折による変質鉍物の判定などを実施した。これらの室内試験の結果は、各地区別の調査結果図（図Ⅱ-1-5~図Ⅱ-1-8）に併記した。

(3) 調査結果

①テパルカテペック(TEPALCATEPEC)地区

- ・位置：当地区には鉍脈型重晶石鉍山のコーディシアダ(La Codiciada)鉍山が存在する。
- ・交通：鉍山に至るルートは下記の通りである。

	(舗装道)	(未舗装)	(林道)
TECALITLAN	—65Km—	JILOTLAN—38Km—	TEPALCATEPEC—22Km— 山元
	(1時間20分)	(1時間40分)	(1時間)

- ・地質、鉍床：コーディシアダ鉍山は、白亜系のエンチノ層の石灰岩中に胚胎する鉍脈型重晶石鉍床である。鉍床は直径70~80m程度、深さ50~60mの露天掘りで採掘され、主に

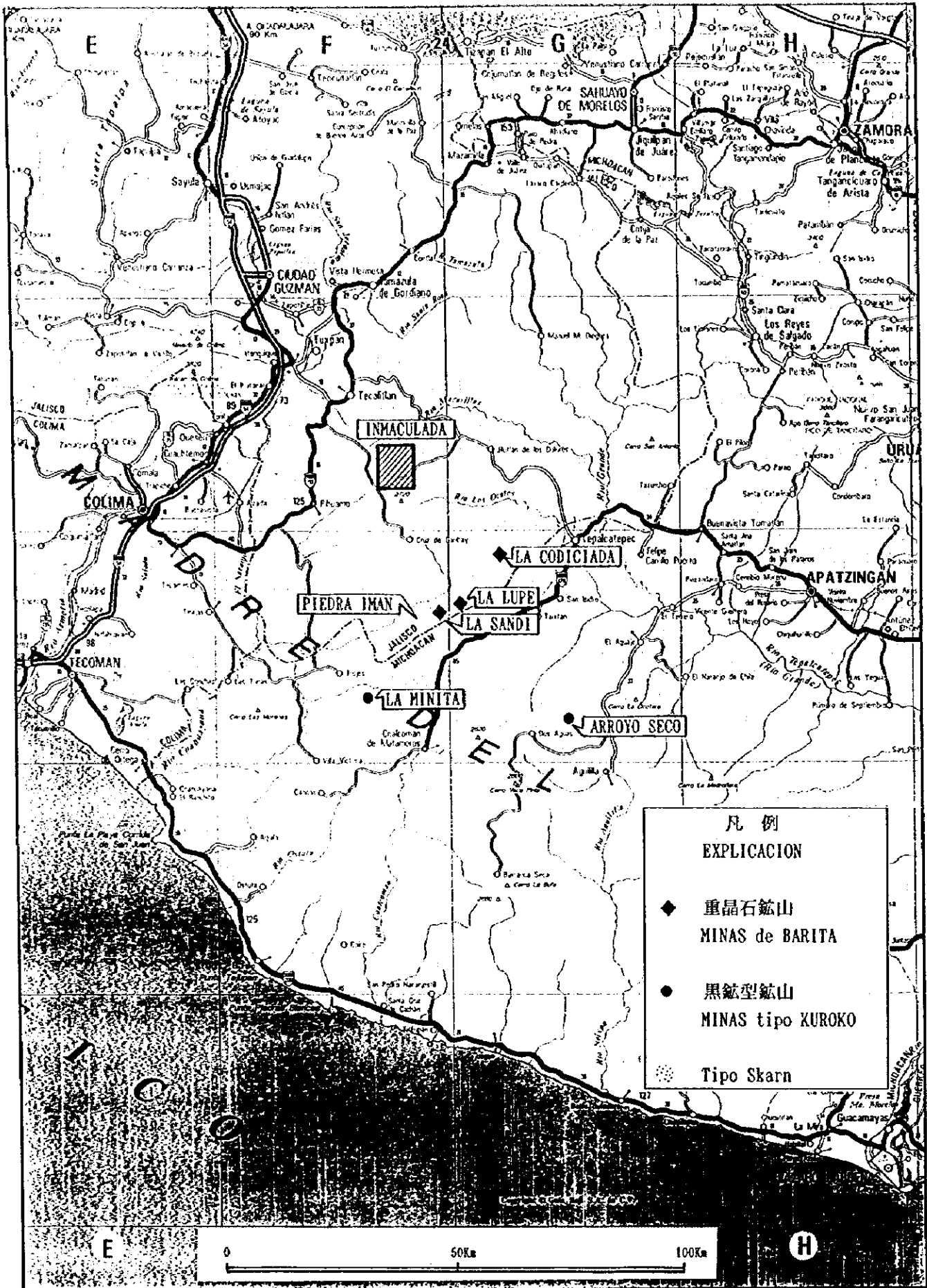


図 II - 1 - 4 鉍微地調査位置図

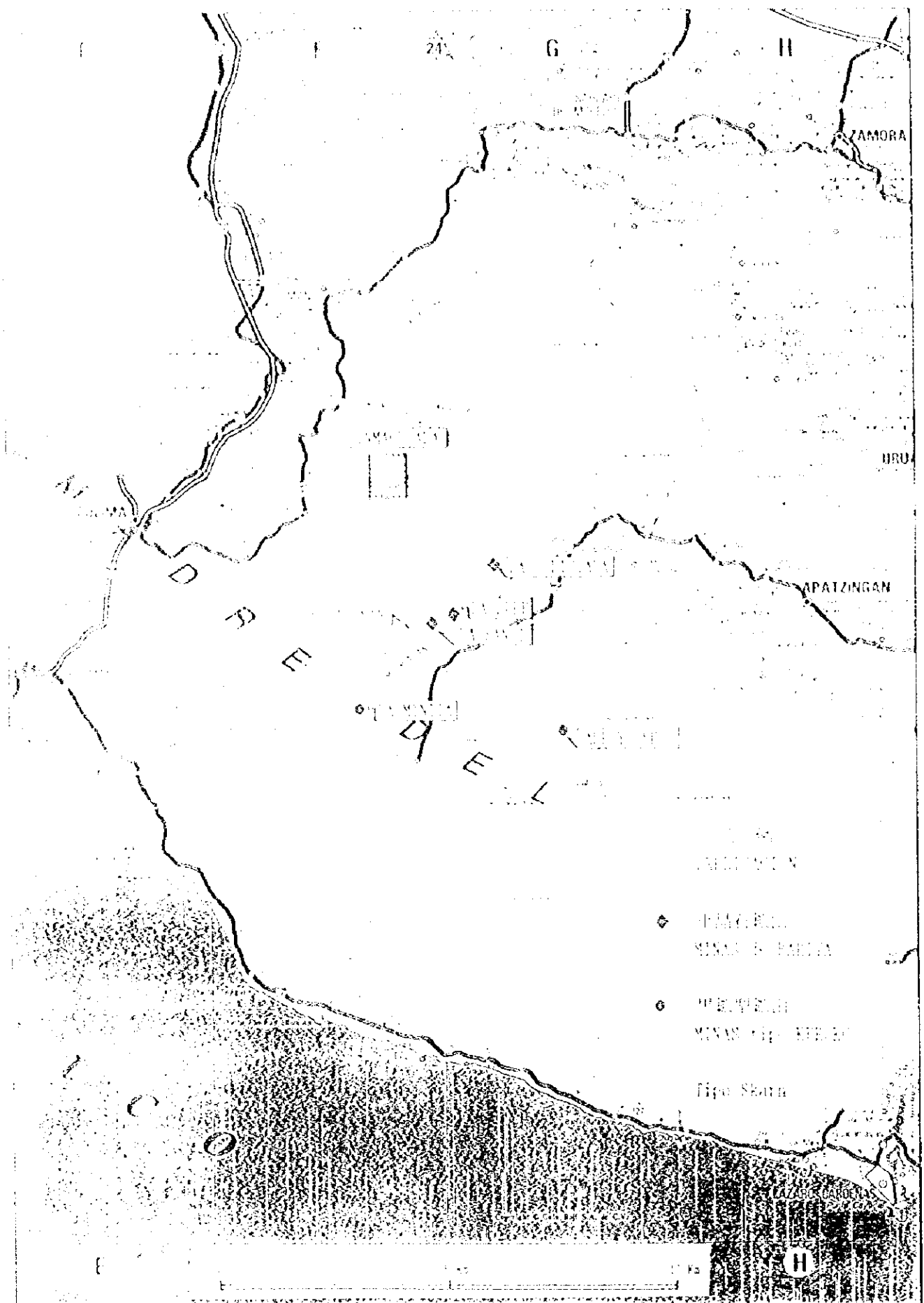


圖 II-1-4 鈹微地調查位置圖

石灰岩中の重晶石網状細脈群を採掘したものとみられる。露天掘り中央には、脈幅 4~5m、走向 N-S~N15° W の主脈があり、この部分には 4 段の坑道が見られる。

重晶石脈は白色、緻密な重晶石のみからなり、酸化帯には銅の二次鉱物 (malachite?) が認められるため、初成的に微量の銅鉱物を含むと推定される。主脈に平行して安山岩質~石英安山岩質の岩脈があり、鉱化関係火成岩の可能性もあるが、幅数mと小規模であり、明確ではない。鉱脈の方向と、地層の走向は全く異なっており、鉱脈は明らかに地層を切って胚胎している。このため、上昇した鉱化溶液が石灰岩と遭遇して生成した鉱脈鉱床と推定される。肉眼的には卑金属やスカルン鉱物は全く見られず、低温生成と考えられる。調査ルートマップを図 II-1-5 に示し、分析値、各種室内試験結果を併記した。

分析の結果、銀(Ag 63 g/t)および微量の鉛、亜鉛(各々 Pb 0.04%、Zn 0.02%)を含むことが判明した。

②アウイフヨ(AHUIJULLO)地区

・位置：重晶石鉱山としてルーペ(La Lupe)鉱山、サンディ(La Sandi)鉱山があり、他に、磁鉄鉱スカルンのピエドラ・イマン(Piedra Iman)鉱山がある。

・交通：TECALITLAN~TEPALCATEPEC までは同じ、山元までを以下に記す

(未舗装)

(悪路)

TEPALCATEPEC—(13Km)— ESTANZUELA—(27Km)—AHUIJULLO———山元
(車両 45 分) (車両 2 時間 20 分) (徒歩)

・地質、鉱床

ルーペ鉱山：テカリトラン層の安山岩中に胚胎する重晶石鉱脈、約 200m 離れて 2 個所のピット採掘が行われ、最大脈幅 20m、走向 N30~40° E、傾斜 N60° SE、小規模。記録不詳だが、跡地の状況から探鉱程度と推定される。脈質は白色、板状の結晶質重晶石のみからなる。

サンディ鉱山：1985 年頃の採掘とされる。テカリトラン層の安山岩中に胚胎し、幅 10m 程度の変質帯中に脈幅 20cm 程度の複数の鉱脈群からなる。採掘跡地の鉱脈は走向 N30° W、傾斜 85° NW であるが、約 500m 南に東西系の重晶石脈があり、その走向延長部の約 2 Km 離れた林道上にも EW~N30° E 方向の重晶石脈が確認された。脈質は上記のルーペ鉱山と同様に板状結晶質重晶石を主とする。

ピエドラ・イマン鉱山：エンチノ層石灰岩と花崗岩(ヒロトランバソリス)の接触部に胚胎するスカルン型磁鉄鉱鉱床。1880 年代に米国の会社が酸化帯の金を対象に探鉱、また 1973 年に地元の人がボーリングを実施したとされる。酸化帯は 200m×300m 程度と大規模であり、磁鉄鉱鉱染部の他に、酸化作用により鏡鉄鉱に変化し、殆ど磁性を失った部分とが観察できる。当鉱山の 300m 北に、かつて銅を採掘した跡があるとの情報があったが、

立ち入りを拒まれ、調査を断念した。
これらの調査結果を図II-1-6に示す。

・顕微鏡観察の結果：

ルーペ鉱山近傍の流紋岩質岩石は、流紋岩質粗粒凝灰岩と判明。構成岩片は無斑晶流紋岩が多く、まれに斜長石斑晶のみからなる流紋岩岩片を含む。後述するが、ミチョアカン州の黒鉱鉱山の下盤流紋岩に類似する。

・化学分析の結果：

各重晶石鉱山の鉱石はほぼ重晶石のみで構成される。しかし、磁鉄鉱スカルンのピエドライマン鉱山からは、少量の銀と鉛が検出(Ag 21 g/t、Pb 0.68%)された。

・流体包有物の測定：

ルーペ鉱山の重晶石鉱脈で実施し、最小 181°C、最大 257°C、平均 215.6°C、塩濃度はほぼゼロに近い。

・母岩変質の判定：

サンディ鉱山の鉱脈母岩で実施し、初成の斜長石やカリ長石を残存するスリット状付合層粘土鉱物帯に属するものであった。

③ミチョアカン州黒鉱鉱山調査

・位置：ミニータ(La Minita)鉱山とアロヨ・セコ(Arroyo Seco)鉱山を調査した。これらは、ボーリング調査地区南南東 50Km に位置し、両者は、東西に約 40Km 離れている。

・交通：ミニータ鉱山は、調査地より COLIMA に至る国道を経て、車両にて約 2 時間 30 分で山元に達する。アローヨ・セコ鉱山は、ここから山道を約 2 時間でコアルコマン(COALCOMAN)に至り、国道を東方に約 1 時間でアパツィンガン(APATZINGAN)に至る。アパツィンガンには、重晶石鉱山の項で述べた TEPALCATEPEC を経て達することもできる。ミニータ鉱山への交通は下記の通りである。

	(舗装道)		(未舗装)		(林道)	
TECALITLAN	—36Km—	PIHUAMO	—60Km—	TROJES	—10Km—	山元
	(30分)		(2時間30分)		(30分)	

また、アローヨ・セコ鉱山に至るアパツィンガンから先の交通は、下記の通りである。

	(舗装道)		(未舗装)		(非常な悪路)	
APATZINGAN	—40Km—	LIMON	—6Km—	Arroyo Seco	—直線 4Km—	山元
	(30分)		(30分)		(2時間30分)	

・地質、鉱床：

ミニータ鉱山は 1982~1994 年までペニョーレス社により採掘され、埋蔵鉱 4.5mil ton、品位 Ag 61 g/t, Pb 0.36 %, Zn 2.77 %とミチョアカン州最大の黒鉱鉱床である。現在は閉山し、鉱水処理のみ行われている。直径 500m 程度の露天掘（後に鉱水処理用石灰岩の採掘のため拡張された形跡がある）と立坑および水平坑道があり、選鉱場が残されている。

露天掘西半部は水没しているが、中央部の露頭で黒鉱、重晶石および鉱床上下盤の地層が観察できる。鉱床は、褶曲を受け、うねっているが、全体として水平に分布し、露頭部がドーム構造の頂部に相当し、そこでは、黒鉱が劣化しているものの、東西両翼に発達していると見受けられる。露頭部では、下部から、流紋岩溶岩、同凝灰角礫岩を下盤とし、薄い粘土を挟在して、黒鉱、重晶石鉱が重なる。黒鉱、重晶石鉱はお互いに補間関係にあり、黒鉱が劣化すると重晶石鉱が発達する傾向が見られる。その上位には、黒鉱鉱床特有の鉄-石英層、即ち、赤色の形質沈殿物がレンズ状に発達し、これ等の鉱床層準を薄い優黒色泥岩が覆う。その上位には、上盤凝灰岩質砂岩、泥岩が厚く発達する。ピット内の廃石には、黄鉱や硫化鉱（黄鉄鉱）もあり、鉱種や火山層序とも、全体として、本邦の典型的黒鉱鉱床によく類似する。鉱床層準は南西方に徐々に潜頭し、またピット東部の断層により東側で落下し、潜在するものと推定される。調査結果を図Ⅱ-1-7に示す。

アローヨ・セコ鉱山は、古くから知られ、CRMにより試錐探鉱が実施されている。現在は、斜坑と小規模な廃石が存在する。CRMの記録では、鉱区内に3-4個所の鉱化露頭があるとのことであるが、時間の関係からCRMが試錐を実施した旧坑露頭1個所を調査した。

旧坑露頭では、鉱体は、走向 N30° W、傾斜 30° E の珪質泥岩中の方鉛鉱、閃亜鉛鉱鉱染帯となっており、鉱体の厚さは 40cm、この鉱体を沿層斜坑で探鉱している。鉱体上位には、鉄-石英レンズ、あるいは赤色シミ状の赤鉄鉱鉱染部を含む珪質岩がある。更にその上位には凝灰質砂岩・泥岩互層が厚く発達する。また、廃石中には流紋岩質凝灰岩が認められる。廃石を丹念に調査したが、いわゆる緻密質黒鉱や黄鉱は発見できず、上述した珪質泥岩中に重晶石が比較的多量に鉱染したもの、方鉛鉱・閃亜鉛鉱の他に少量の黄銅鉱が存在するものなどが多く見られた。周辺の露頭調査では、凝灰質砂岩、泥岩の上位に優黒色泥岩があり、またその上位には塊状安山岩が存在する。構造的には、東西方向の軸を持ち、東にプランジした褶曲構造と推定される。

本邦の黒鉱鉱床との比較からは、当鉱床は典型的黒鉱鉱床とは異なり、黒鉱地区の周辺部に出現する黒鉱類似鉱床に分類されるものである。調査結果を図Ⅱ-1-8に示す。

・岩石薄片の顕微鏡観察：

鉱床下盤岩石は、いずれも無斑晶質流紋岩に分類され、極めて希に、斜長石、石英の小

型斑晶を伴う。一般に流理組織を示し、僅かな組成の差による縞模様が観察される。

・ 鉱石分析の結果：

ミニータ、アローヨ・セコ鉱山とも銀、重晶石に富み、特にアローヨ・セコ鉱山の銀品位は著しく高く、Ag 数 100g~数 1000g/t に達することが判明した。ミニータ鉱山の黒鉱は鉛、亜鉛に富み、アローヨ・セコ鉱山では、一般に鉛は検出されるが亜鉛が極端に少ない特徴がみられる。

・ 研磨片観察の結果：

ミニータ鉱山の黒鉱は、閃亜鉛鉱を主とし、粒間に少量の黄鉄鉱、四面銅鉱を随伴する。また、多量の黄鉄鉱を含む半黒鉱様鉱石も同様の組成であった。両者とも、閃亜鉛鉱中に点滴状黄銅鉱が見られる。アローヨ・セコ鉱山では、方鉛鉱と少量の閃亜鉛鉱、微量の黄銅鉱のほか、二次的な銅藍、輝銅鉱が認められた。

・ 流体包有物の測定：

ミニータ鉱山の黒鉱中の石英で、平均 257.9℃、塩濃度 0.90%が得られ、アローヨ・セコ鉱山の重晶石鉱で平均 254℃、塩濃度 17.8%、下盤流紋岩中の珪鉱で平均 201.9℃、塩濃度 1.62%が得られた。

・ X線回折：

母岩変質は、鉱床下盤流紋岩で、ミニータ鉱山がセリサイト変質、アローヨ・セコ鉱山がスクリュー状混合層粘土鉱物、鉱床上盤凝灰岩で緑泥石変質であった。また、ミニータ鉱山の上盤泥岩中からカオリン鉱物に伴い、菱マンガン鉱、アンケライトが観察された。

(4) 鉱徴地調査の考察

重晶石鉱山、黒鉱鉱山とも、テカリトラン層あるいはテカリトラン層とエンチノ層との境界部に胚胎し、インマクラダ地区にも出現する白亜紀後期の流紋岩の活動に関連している。またテカリトラン層の安山岩中には花崗閃緑岩の進入があり、この上部に磁鉄鉱スカルンを生成している。この様に、室内試験結果から推定される鉱床生成条件や関係火成岩など、全体として、鉱徴地調査地区とインマクラダ地区とはよく類似している。

しかし、テカリトラン層堆積後期からエンチノ層の時代の堆積環境は大きく異なり、インマクラダ地区がほぼ陸域の安山岩活動場であるのに対し、重晶石鉱山地帯からミチョアカン州黒鉱鉱山地帯に向けて同時代の海成堆積物が発達し、黒鉱鉱山地帯で深海相を示す黒色泥岩が存在する。これらの堆積環境の相違が、同時代の鉱化作用にも拘わらず異なる鉱床タイプを形成した原因と推定される。この関係を図示した模式断面を前章の図 I-3-2 に示した。

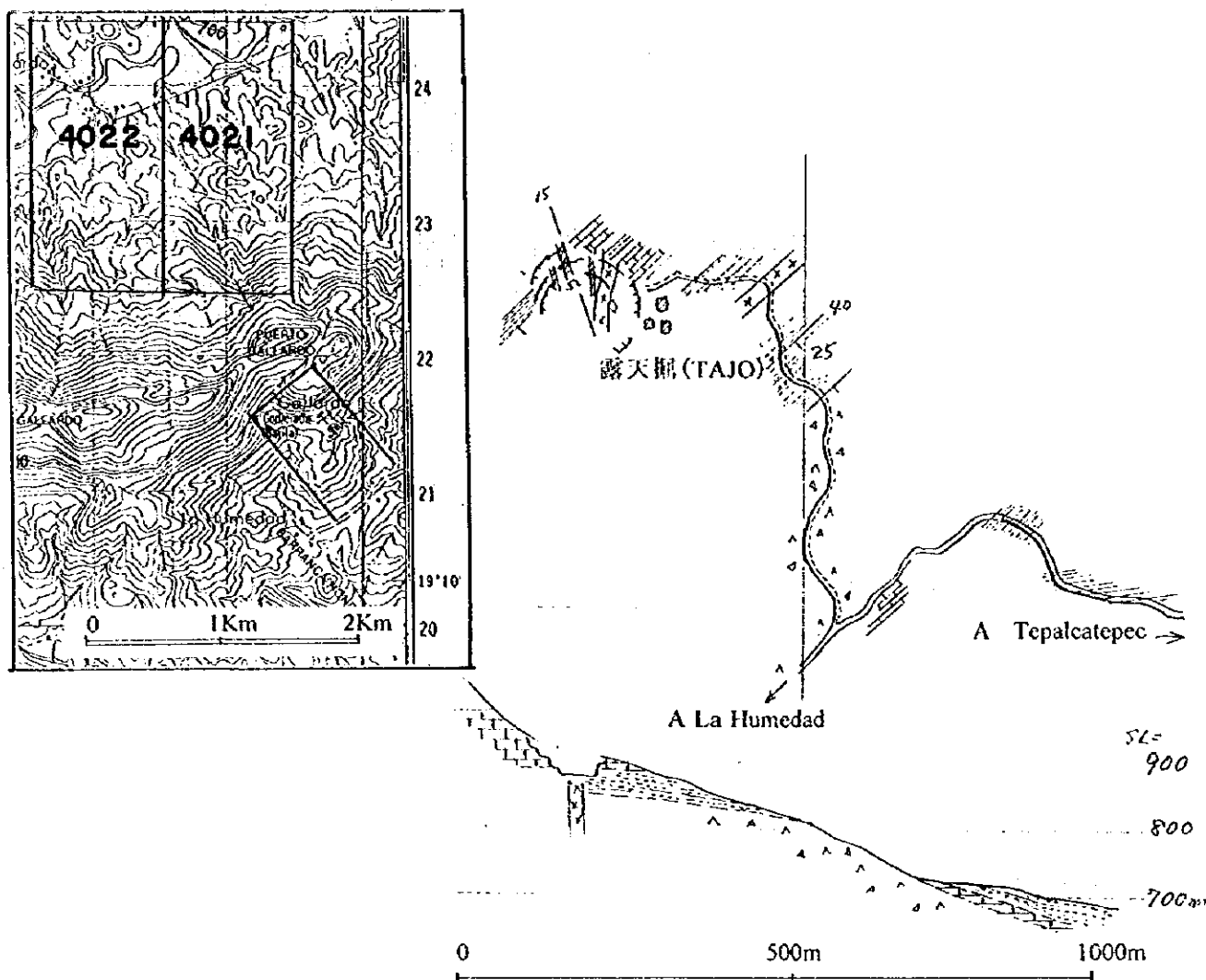
当地区の鉱化作用は下記の通りと考えられる。

白亜紀前期のテカリトラン層堆積時は、インマクラダ地区は陸域、あるいは浅海域であり、陸域には安山岩が活動し、近傍の陸棚には石灰岩が生成した。この時代のアウイフ

ヨ以南には海盆が発達していた。テカリトラン層後期の流紋岩の活動に伴い、この海盆域では黒鉄鉱床が生成され、アウイフヨにかけての浅海域で重晶石鉄床が形成された。しかしインマクラード地区では陸域であったために、この時期の酸性火成活動は、流紋岩ドームや溶結凝灰岩となり、顕著な鉄化作用を随伴しなかった。その後、インマクラード地区を含めた全域が浅海域となり、エンチノ層の石灰岩を堆積した。第三紀始新世となりララミード変動に伴う花崗閃緑岩の進入があり、エンチノ層石灰岩を交代してスカルン鉄床を生成した。

従って、インマクラード地区には、この時代の流紋岩活動は存在するが、堆積環境が相違していたために、黒鉄鉱床やその他の火山性塊状硫化物鉄床が存在する可能性は小さいものと考えられる。

LA CODICIADA バライト鉱山調査 (VISITA A LA MINA DE BARITA "LA CODICIADA")



	Au ppb	Ag ppm	Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	BaSO4 %
Piedra Iman	<5	20.8	0.01	0.68	0.02	42.90	0.20
La Sandi	<5	1.0	<0.01	0.03	<0.01	2.01	63.61
La Lupe	<5	1.4	<0.01	0.09	<0.01	0.84	75.62
La Codiciada	10	63.4	<0.01	0.04	0.02	0.46	77.88

- 石灰岩 (Caliza)
- 砂岩、泥岩互層
(Alternancia de pizarra y areniscas)
- 安山岩類 (Rocas andesiticas)
- 中性岩脈 (Dique andesiticos)
- バライト脈、バライト網状帯
(Veta de barita y/o network de barita)

STUDY	TARGET	RESULT
Thin Section	T-5 Rhy AHUIJULLO	Plag Glass in gdm.
Fluid Inclusion	F-4 Barite La Lupe	181~257°C, Mean 215.6°C, NaCl 0.04%
X-ray	X-6 And La Sandi	M/L, K-feld

phc.: phenocryst glm.: groundmass K-feld.: Potassic feldspar
M/L: sericite/smectite mixed layered clay minerals

図 II - 1 - 5 コディシアダ重晶石鉱山調査結果

AHUIJULLO 地域バライト鉱山調査 (VISITA A LA MINAS DE BARITA)

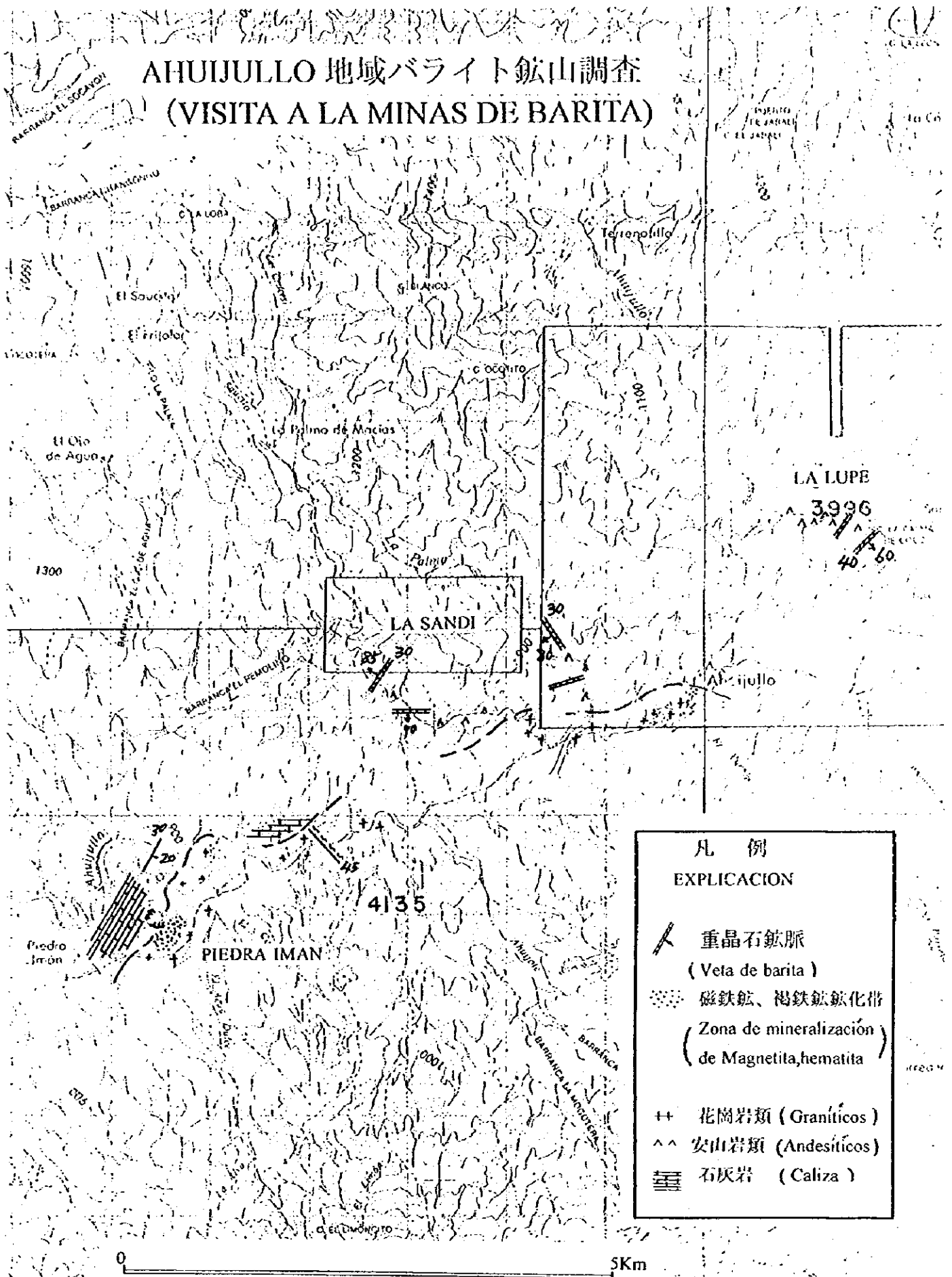
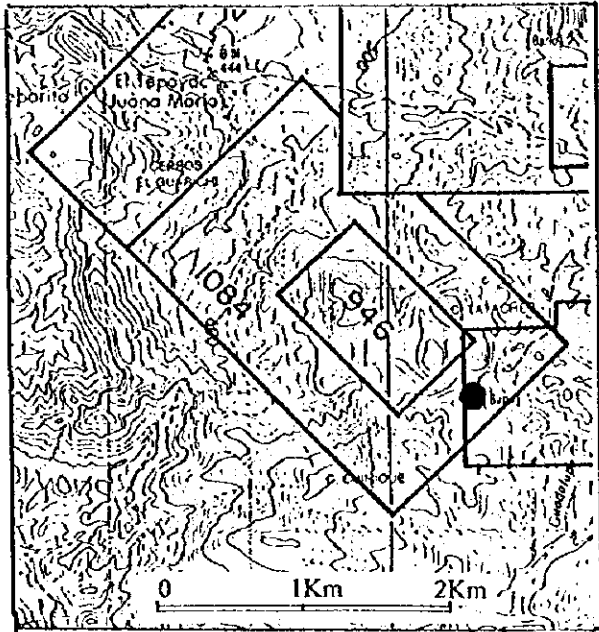


図 II - 1 - 6 アウイフヨ地区重晶石鉱山調査結果

LA MINITA 鉍山調査 VISITA A LA MINA "LA MINITA"

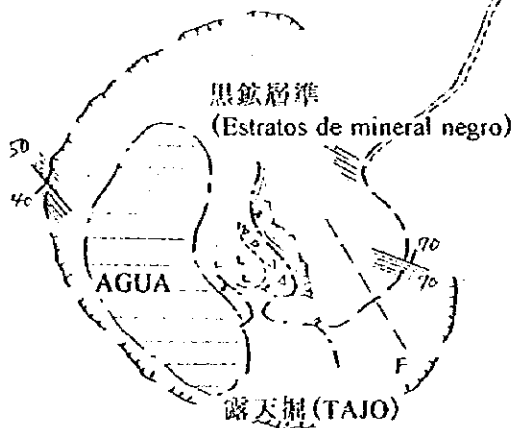


	Au ppb	Ag ppm	Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	BaSO4 %
La Minita Ba-O	<5	82.2	<0.01	0.02	<0.01	2.52	71.37
La Minita B-O	<5	45.2	0.14	0.08	33.20	2.87	49.16
La Minita B-O,Py.	<5	82.2	0.02	2.37	11.50	13.60	46.82
La Minita Py-O	<5	97.0	0.01	1.27	2.38	28.90	

STUDY	TARGET	RESULT
Thin Section	T-3 Rhy	Pl(phc.), Glass(gdm.)
Polished Section	P-2 B-O	Sph.>Py.>Cp., Gn., Tet.
	P-3 SB-O	Py.>Sph.>Gn.>tet.
Fluid Inclusion	F-1 B-O	235-283°C, Mean 257.9°C, NaCl 0.90%
X-ray	X-1 FW-rhy	K-feld>M/L clay minerals
	X-2 HW-Ms	Chl.+Rhodocroite, Ankerite

phc.: phenocryst, gdm.: groundmass K-feld.: Potassic feldspar
M/L: sericite/smectite mixed layered clay minerals

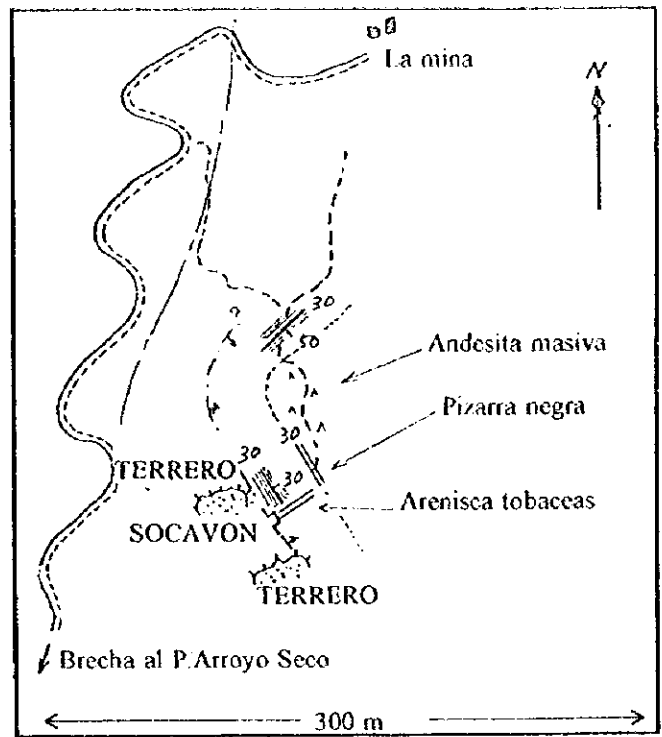
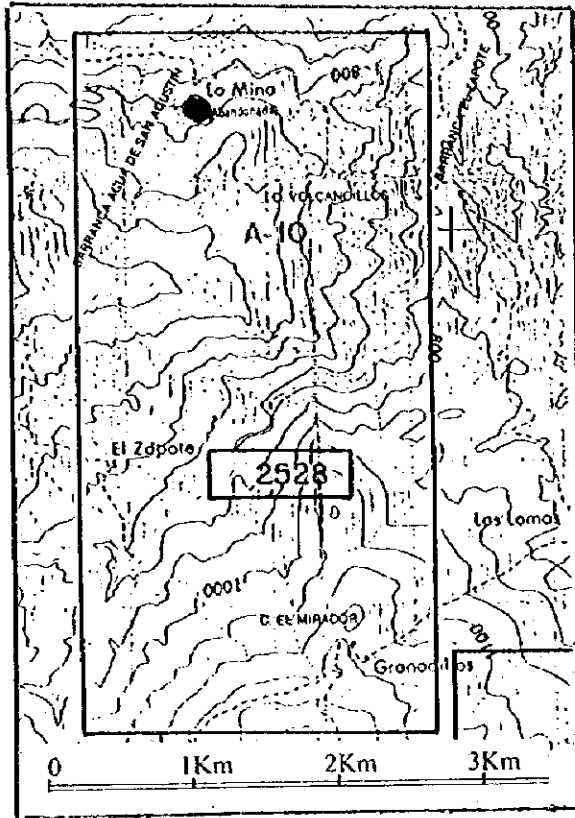
ESP. (mts)	COL.	DESCRIPCION
0.5		凝灰質砂岩・泥岩五層 (Alternancia de pizarras y areniscas tobaceas)
0.2		黑色泥岩 (Pizarra negra)
1.0~2.0		鉄-石英層 (Jasperoides rojas)
0.4~2.0		重晶石層 (Barita masiva y arenosas)
		黑鉍 (Mineral negro con bandas de pizarra)
		流紋岩質凝灰岩、網狀鉍化 (Toba riolitica con vetillas de barita)
		流紋岩溶岩 (Riolita masiva)



0 500m 1Km

図 II - 1 - 7 ラ・ミニータ鉍山調査結果

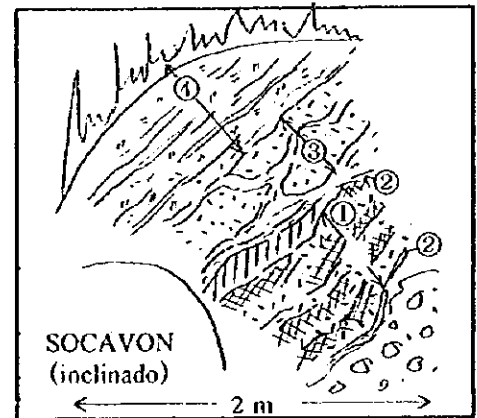
ARROYO SECO 鉱山調査 (VISITA A LA MINA "ARROYO SECO")



	Au ppb	Ag ppm	Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	BaSO ₄ %
Arroyo Seco Ba-O	<5	581.0	0.39	0.04	0.20	2.77	25.49
Arroyo Seco Y-O	70	>3500	3.31	0.01	0.32	1.01	
Arroyo Seco B-O	<5	336.0	0.02	37.10	0.03	0.77	1.46

STUDY	TARGET	RESULT
Thin Section	T-4 Rhy	Qtz, Pl(phc.), Glass(gdm.)
Polished Section	P-4 B-O	Galena
	P-5 SB-O	Gn.>Cp.>Sph., Cc., Cv.
Fluid Inclusion	F-2 Si-O	172-239°C, Mean 201.9°C, NaCl 1.62%
	F-3 B-O	219-277°C, Mean 254.0°C, NaCl 17.83%
X-ray	X-2 FW-rhy	M/L clay minerals>K-Feld.
	X-3 HW-Tf	Chlorite>M/L
	X-4 HW-Ms	M/L, Chlorite

phc.: phenocryst, gdm.: groundmass K-feld.: Potassic feldspar
M/L: sericite/smectite mixed layered clay minerals



- ① Gn., Sph. 鉱染、珪化黑色泥岩
(Zona diseminada de galena y esfalerita en la pizarra negra con fragmentos de tobas)
- ② セリサイト粘土層
(Arcilla sericita estratificada)
- ③ 鉄石英レンズを含む珪質岩
(Zona de silificación con lentes de jasperoides rojas)
- ④ 凝灰質砂岩、泥岩互層
(Alternancia de areniscas y lutitas tobaceas)

* 糜石中に流紋岩質溶岩、凝灰岩
(Rocas acidas en el terrero)

図 II - 1 - 8 アロ-ヨ・セコ 鉱山調査結果



第2章 インデウノ地区

2-1 調査方法

本地区は古くからの鉱山地帯であり、地区内に15以上の既知鉱山が存在するが、現存稼行中の鉱山はない。当地区に対し、昨年度、地質調査を実施し、地区中央部の先第三系露出域、即ち、イグニブライトに覆われていない山塊に多数の鉱脈を確認した。鉱脈はN10-40°W系とN50-70E°系の2系統があり、概して南北系が含金銀石英脈、東西系が含銀、鉛・亜鉛脈である。昨年度の野外調査と各種室内試験結果を総合して、既知鉱山の多くは地表近くの酸化帯を対象に小規模に採掘されたものであり、下部発展性が期待できること、および鉱区が分割され、多くの鉱山が存在するが、もともと6~8Kmに及ぶ一連の長大な鉱化帯を分割採掘したものであり、系統的探査により連続性が確認できると期待された。裂隙系発達の観点から南北系脈と東西系脈の2系統の脈の会合部が最も重要と考え、地区中央北部に2本、地区中央中部に3本、いずれも300m級のボーリング5本を実施したものである。

2-2 地質

本地区は、広域地質構造的には、中央低地から西シエラマドレ山塊に移行する部分にあつて、北西から南西方向の顕著な地塁—地溝構造を呈する。この地塁部には、白亜系から古第三系の堆積岩、火山岩が分布し、地溝部は第三系のイグニブライトに広く覆われる。基盤岩はジュラ系（最近の研究でジュラ紀とされた）の泥質片岩からなり、衝上断層に境されて地区中央に帯状に分布する。白亜系は、砂岩、泥岩の互層からなる下部層のメスカレラ (MEZCALERA) 層と、主として石灰岩と石灰質礫岩からなる上部層のインディウラ (INDIDURA 層) からなり、各々、挟在する石灰岩の化石から白亜系下部と、同上部に対比される。これら白亜系を不整合に覆って、西シエラマドレ山塊古期火成活動と呼ばれる白亜紀後期から古第三系の陸成安山岩～流紋岩の活動があり、地区中央部の山塊を構成している。地溝部を覆うイグニブライトは西シエラマドレ新規火山岩類とよばれ、古第三紀から新第三紀に活動した溶岩、溶結凝灰岩からなる。

当地区の鉱化作用は、全て古期火山活動に関連している。従って、既知鉱山や鉱化帯は、新規火山活動のイグニブライトに覆われていない地塁部に集中して分布する。

2-3 調査結果

2-3-1. ボーリング調査

ボーリング業者、掘削作業、コア鑑定、サンプリングおよび各種室内試験ともインマクラ地区の章で述べたものと、全く同じ仕様にて実施した。なお、採取した全コアは、インマクラ地区と同じ仕様にて、サンタマリア・デル・オロの相手国側倉庫に保管した。

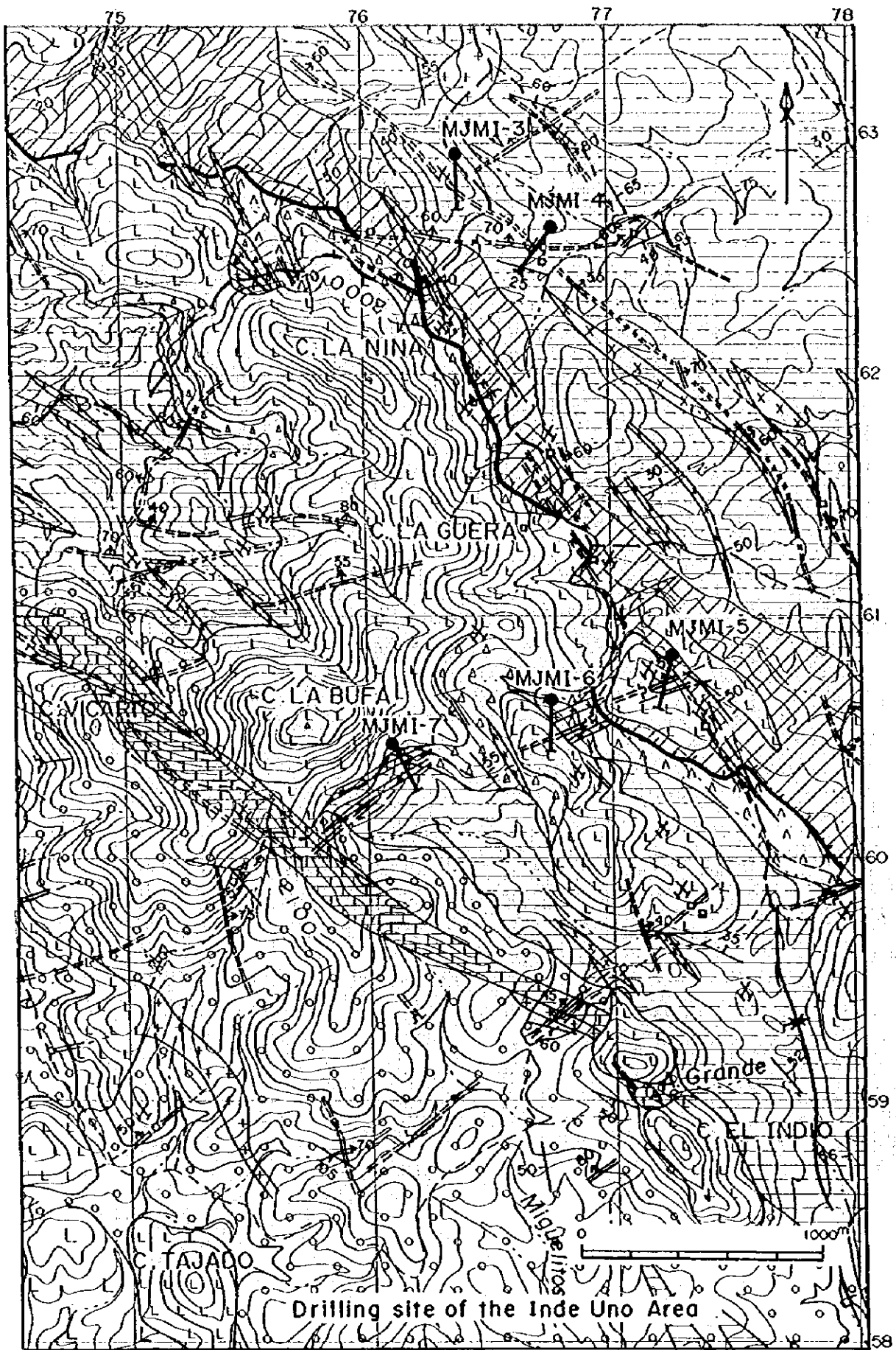


図 II - 2 - 1 インデウノ地区調査位置図

ボーリング位置を図Ⅱ-2-1に示すとともに、各孔ごとの詳細なボーリング位置や機材運搬路を図Ⅱ-2-2、図Ⅱ-2-5、図Ⅱ-2-8に示した。

(1) 掘削作業

①工法および使用機材

本調査の掘削作業は、インマクラダ地区と同じ業者、同じ仕様にて実施した。当初、試錐機2台を使用したが見、作業工程に遅延があり、最終的には同機種4台を投入した。本地区区に使用した主要機材および消耗品などを、前章のインマクラダ地区と一括して表Ⅱ-1-1～表Ⅱ-1-2に示した。

②道路造成：

道路造成は、MJMI-4号、MJMI-6号およびMJMI-7号に専用運搬路として、総計900mを造成した。

③設営作業

ボーリング機材の搬入は、地区内の既存林道までトラック輸送し、既存林道から試錐基地まで専用運搬路をブルドーザにて搬入した。作業員は地区内のインディ集落にあるカウンターパートの宿舎を借用し、そこから作業現場まで約30分を通勤した。掘削作業は、原則として2方/日で行い、1方の作業時間は10時間を原則としたが、掘削工程により8時間/方、3方/日を採用した。

④撤収作業

本地区区で使用したボーリング機材は、すべてサカテカス州のFresnilloにあるCore Drill社の機材倉庫に移設した。

⑤全体作業工程

全体作業工程は、前章のインマクラダ地区と一括して、表Ⅱ-1-3に示した。MJMI-4号は多数の断層破碎帯に遭遇し、当初予定工期を大幅に延長した。

⑥掘進状況と泥水管理

各ボーリングは、表土部分の掘削はHQ径、コアリングは原則としてNQ径で実施したが、MJMI-4号とMJMI-6号は、多数の破碎帯、逸水帯に遭遇し、孔底までの約100m区間はBQで掘削した。各100m区間ごとのコア採取状況は表Ⅱ-2-1～同5(巻末)に示したが、全体として95～98%を達成した。掘削はベントナイト泥水を使用し、岩盤の状況に応じて適宜、ポリマーを添加し、逸水層に逢着した際にはセメンティング、あるいはケーシング

挿入で対処した。

⑦ボーリング用水

本地区は、砂漠地帯ではあるが、西シエラマドレ山塊の麓に位置する。このため、調査地区内にはボーリング用水を確保できる河川はないが、地区に隣接するセキステン(SEXTIN)川の支流ティソナソ(TIZONAZO)川には若干の流水があり、通常は、ここから給水車で運搬した。しかし試錐基地から約 18Km あり、逸水層に達した場合には水不足が生じたため、地区内の旧坑(La Urique や Mina de Agua 鉱山)の溜まり水も併用した。

(2) 掘進状況

各孔ごとの工程、および掘進状況は表Ⅱ-2-1～表Ⅱ-2-5 (巻末) に示した。インマクラダ地区と同様に、道路造成時に、試錐基地台座とウオーターピット、および囲い柵等、予め設置し設営作業能率の向上を図った。全体として、鉱脈に伴う亀裂や逸水帯が多く、MJMI-5 号を除くと作業は難航した。

MJMI-3 号は、56m、83m および 93m 地点で断層破碎帯に遭遇、セメンディングを余儀なくされ、最終作業能率は 7.14m/日 (総日数) に低下した。

MJMI-4 号は、90m 付近と 196m 地点で二度のジャーミングトラブルがあり、故障回復作業のため、掘進能率は 4.35m/総日数であった。

MJMI-5 号は総じて順調に掘削し、予定能率以上の 17.65m/総日数を達成した。

MJMI-6 号は、214m で破碎帯に遭遇したが、ケーシングを挿入して口径を BQ サイズに変更して突破した。このため、作業能率は 10.71m/総日数とやや低下した。

MJMI-7 号は、地表部の崖錐堆積物が 52m と極めて厚く、難航したが、着盤してからは順調に推移し、最終能率は 10.34m/総日数となった。

(3) 調査結果

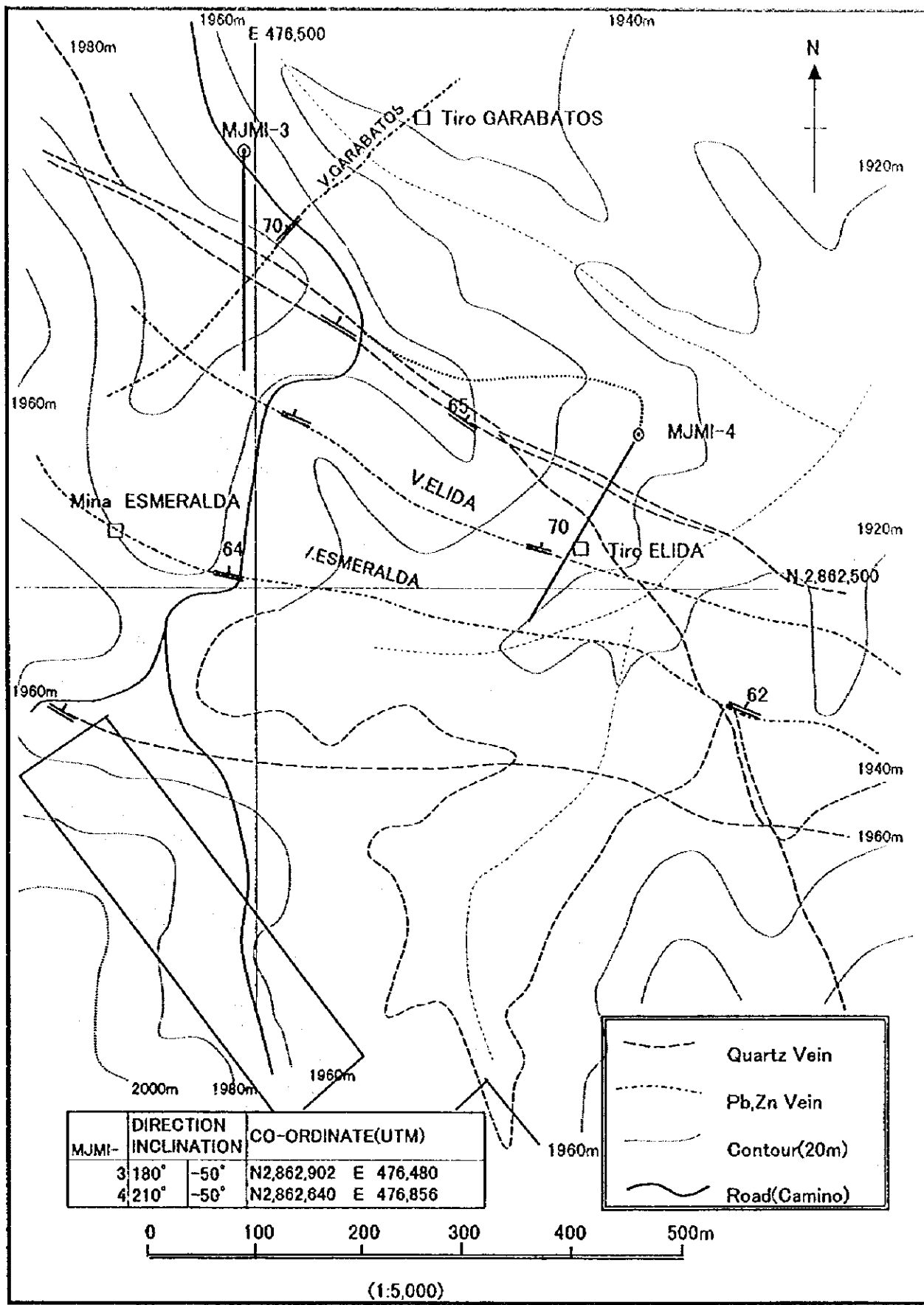
ボーリング柱状図を図Ⅱ-2-10～図Ⅱ-2-14 (巻末) に示す。また、着脈状況と地質および鉱石分析結果、およびその他室内試験試料の採取位置と結果の抜粋を、図Ⅱ-2-3, 4, 同 6, 7, および同 9 (断面図) に示す。岩石薄片鑑定結果、鉱石研磨片鑑定結果、流体包有物測定結果、および X 線による変質鉱物鑑定結果 (それぞれ一覧表) は、インマクラダ地区と一括して、表Ⅱ-1-4～表Ⅱ-1-8 (巻末) に示した。

各孔の鉱化帯および地質概要は次の通りである。

MJMI-3

①地質状況は下記の通りである。

- ・ 0.0~1.0m 表土。
- ・ 1.0~164.0m 下部白亜系に対比されるメスカレラ(MEZCALERA)層の砂岩・泥岩互



図Ⅱ-2-2 MJMI-3号、MJMI-4号調査位置図

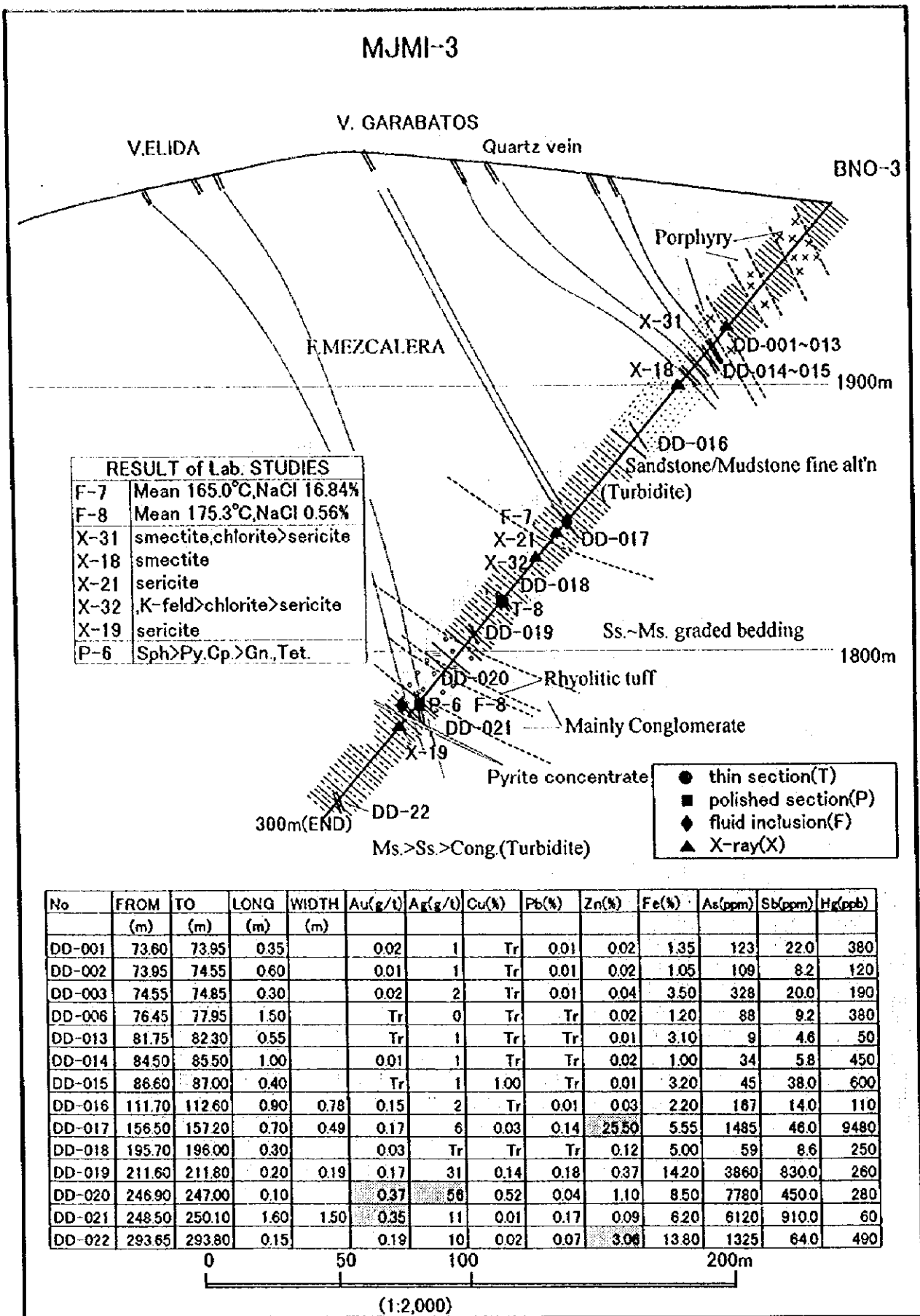


图 II - 2 - 3 MJMI-3 号 地質断面图

層。何回かの海底乱泥流(Turbidite)堆積物の累層からなり、概して、単位ユニット上部で泥岩が多く、下部で砂岩に富む傾向が見られる。本層は著しい変形はみられるが、広域変成作用は受けていない。地層と調和的に侵入する閃緑斑岩の岩脈が多数存在する。

・ 164.0~215.6m メスカレラ層シルト岩を主とする。乱流堆積物特有の周律縞状互層は少なく、全体にシルト岩、泥岩の繰り返り。全体として上記と同じ地層の岩相の相違、即ち、淘汰の悪い部分に相当する。当部分にはほぼ一致して、強いホルンフェルス化を受けている。

・ 215.6~240.0m 礫岩を主体とする。岩相は暗灰色、直径 2~5cm の泥岩、砂岩、斑岩礫から構成され、基質は泥質、セグリゲーション起源の黄鉄鉱レンズを含む。上部層と同じ泥岩、砂岩から徐々に本岩に移行するため、上記2層と同じくメスカレラ層と判断される。本層中に白色~乳白色細粒凝灰岩薄層を挟在する。

・ 240.0~300.0m 泥岩、砂岩および礫岩の累層。泥岩・砂岩互層部は、海底乱泥流堆積物を含み、孔口から 164m 間の岩相に類似する。

②岩石薄片の鑑定：

192.6m 地点のホルンフェルス化したシルト岩について、原岩の判定と変成程度の判定を目的として、顕微鏡による鑑定を行った。この結果、もともと、斜長石や炭質物を伴う頁岩が、炭酸塩化作用を受けて方解石と緑泥石に変化したものであり、岩石名は石灰質頁岩とした。熱変成作用により再結晶しているが、特徴的な熱変成鉱物は生成していない。

③鉱石分析結果：

73.60~81.20m、7.6m 間、石英脈と網状細脈群、82.20~85.50、3.3m 間、石英脈および 86.6~87.0m、0.4m 間、石英脈を捕捉した。平面図に示す通り、地表部に N10~30W° 方向の大規模な石英脈群の露頭があり、この下部 50~70m 地点を通過したが、品位的には、ごく微量の亜鉛 (Zn 0.01~0.04%) が検出されたのみであった。

156.5~157.2m、0.7m 間、Zn 25.5% の高品位亜鉛鉱脈を捕捉した。出現位置および鉱質から判断し、N50° E 方向のガラバトス(GARABATOS)脈の南西延長 250m、下部延長 150m と考えられる。ボーリング方位と鉱脈走向の交角から、鉱脈の真幅は 50cm 程度となる。

200m 以深では、211.6m、246.9m および 293.7m 地点に脈幅 10~20cm の含銅、亜鉛、石英脈を捕捉した。これらから Au 0.2~0.4 g/t、Ag 10~56 g/t、Cu 最大 0.52%、Zn 最大 3.06% が検出された。脈幅も細く、品位も余り高くはないが、ELIDA 鉱山の北西延長 400m、下部延長 200~250m を捕捉したものと推定される。

④ 鉱石研磨片の鑑定：

246.9m の鉱脈について実施した。この結果、閃亜鉛鉱を主とし、少量の黄銅鉱と黄鉄鉱を伴うことが判明した。また、黄鉄鉱は、閃亜鉛鉱中に点滴状組織として含有され、その他、ごく少量の四面銅鉱、方鉛鉱が硫化鉱物の周辺に微粒子として存在している。

顕微鏡写真を巻末に添付した。

⑤ 変質鉱物鑑定：

62.3m の母岩変質を鑑定した。脈際変質は、タイプの異なる3個所の鉱化帯、即ち、88.1m の石英脈、156.8m 地点の亜鉛鉱脈および250.1m 地点の石英脈群で実施した。また、169.4m 地点の鉱化した斑岩があり、他のボーリングとの比較のためX線回折を実施した。

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。関係火成岩(169.4m)は、初成のカリ長石>斜長石の他に、緑泥石と微量のセリサイトを伴うため花崗斑岩と推定した。

⑥ 流体包有物：

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。

⑦ 当ボーリング結果の考察

MJMI-3号とMJMI-4号は、同一の鉱脈帯を調査した。即ち、調査地点付近の構造は、全体としN30°W方向に連続する石英脈とN60~80°W方向の断裂帯が交差し、更に後期のN60°E方向の鉱脈が重複するという複雑な構造を呈する。

孔口から100m以内に2条の大規模な石英脈帯を捕捉したが、有用金属は検出されなかった。この脈はN30°W系の石英脈の下部延長に相当するが、脈質は結晶質であり、変質鉱物は混合層粘土であること、および微量成分分析のAs、Sb値などから類推して、金やベースメタルを沈殿する生成環境の一部であったと推定できる。この環境下で有用金属が検出されなかった事実は、当石英脈が下部および側方で発展する可能性は小さいと考える。

200m以深に出現する含閃亜鉛鉱細脈群は、地表部のELIDA脈の下部および側方延長に相当する。いずれも脈際の変質鉱物はセリサイトであり、生成温度は175℃であり、塩濃度は1%以下であった。また、微量成分のAsが、数1000ppm以上、Sbが数100ppm以上

と高い値が得られた。これらの結果を総合すると、さらに下部および側方延長が期待できる結果となった。

156.5~167.2m 地点の鉍脈は、脈幅、0.7m ながら、亜鉛品位が高く (Zn 25.5%)、生成温度は 165°C と低いものの塩濃度は極めて高く (16.8%)、また変質は中性変質の特徴 (セリサイトのみからなる) を有する。全て当地区の東西系の脈の特徴を持つ。着脈位置や鉍質から、ボーリング地点東方 200m にあるガラバトス脈の延長であることはまちがいない。それ故、鉍脈走向とボーリング方位との交角は約 60°、鉍脈傾斜とボーリング傾斜の交角が約 70° であり、鉍脈の真の脈幅は 50cm となる。ガラバトス脈は探査不十分であり、追加探鉍を検討する価値はある。

3 方向の鉍脈の前後関係は N30° W 方向の石英脈が N60~80° W 方向の鉛・亜鉛脈に切られ、東方に約 500m 転移している。N60° E のガラバトス脈は、上記 2 系統の割れ目に影響を受けておらず、より後期に重複したものと推定される。

MJMI-4

①地質状況は下記の通りである。

・ 0.0~3.0m 表土。

・ 3.0~84.3m 下部白亜系に対比されるメスカレラ層の泥岩・シルト岩互層。細かい互層の繰り返したが、一般に淘汰悪く、タービダイト構造もみられない。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。

・ 83.4~98.0m 特異な岩相を呈する。即ち、亜角礫~亜円礫の砂岩を黒色泥岩が膠結する構造を有する。メスカレラ層の砂岩、泥岩が海底地滑りにより再堆積したものと推定され、MJMI-3 号で捕捉したタービダイトに相当する。

・ 98.0~199.8m 主として、砂岩からなり、少量の泥岩を挟在する。泥岩から砂岩への変化は級化構造を呈する。層序的には、上記 2 層と同じくメスカレラ層と判断される。

・ 199.8~215.9m 乳白色流紋岩質凝灰岩あるいは流紋岩溶岩の先端部(Lava front)の岩相を呈し、MJMI-3 号の 230m 付近の凝灰岩に類似する。

・ 215.9~300m 全体として砂岩、泥岩の細かい互層。両者の境界は級化構造を呈して徐々に移化する。245m 以深では、タービダイト構造も見られ、下部ほど泥岩の割合が増大する。

②岩石薄片の鑑定：

123.0m 地点の鉍化関係火成岩について、他のボーリング孔の関係火成岩との比較のため、顕微鏡による鑑定を行った。結果、強い珪化作用により源岩組織が残存していないので正確な岩石は判らない。現在は、石英とセリサイトのみからなり、微量の緑廉石や黒雲母を伴う。