

六十年來各國經濟發展

資源開發協力基金調查

綜合報告書

昭和三十一年三月

國際協力事業團
金屬礦業部編輯

JVCEC
615
661
NPN
LIBRARY

總計表
1931
08

メキシコ合衆国パチュカ地域

資源開発協力基礎調査

JICA LIBRARY



1029945[1]

総合報告書

昭和58年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

國際協力事業団	
受入 月日	84. 8. 22
	615
	66.1
登録No.	13472
	MPN

は し が き

日本国政府はメキシコ合衆国政府の要請に応え、同国 Hidalgo (イダルゴ) 州 Pachuca (パチュカ) 地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等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及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和 54 年度から昭和 57 年度までの 4 年間にわたって実施され、メキシコ合衆国政府関係機関特に同国鉱物資源審議局の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は 4 年間の調査結果をとりまとめたものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力いただいたメキシコ合衆国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在メキシコ日本大使館及びその他関係者各位に対して衷心より感謝の意を表する次第である。

昭和 58 年 3 月

国際協力事業団

総裁 有田圭輔

金属鉱業事業団

理事長 西家正起

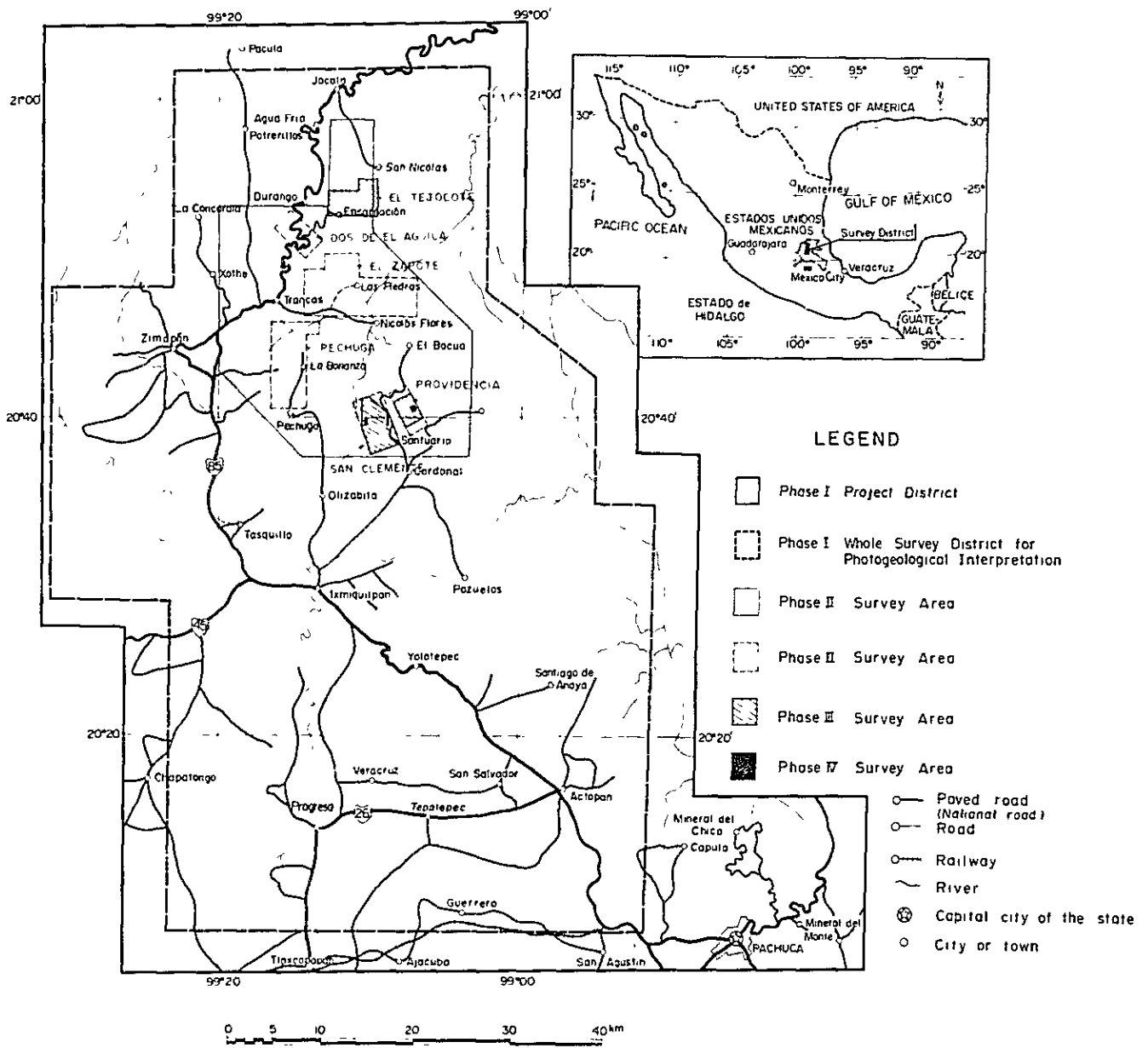


Fig. G-1 Location Map of the Survey District

要 約

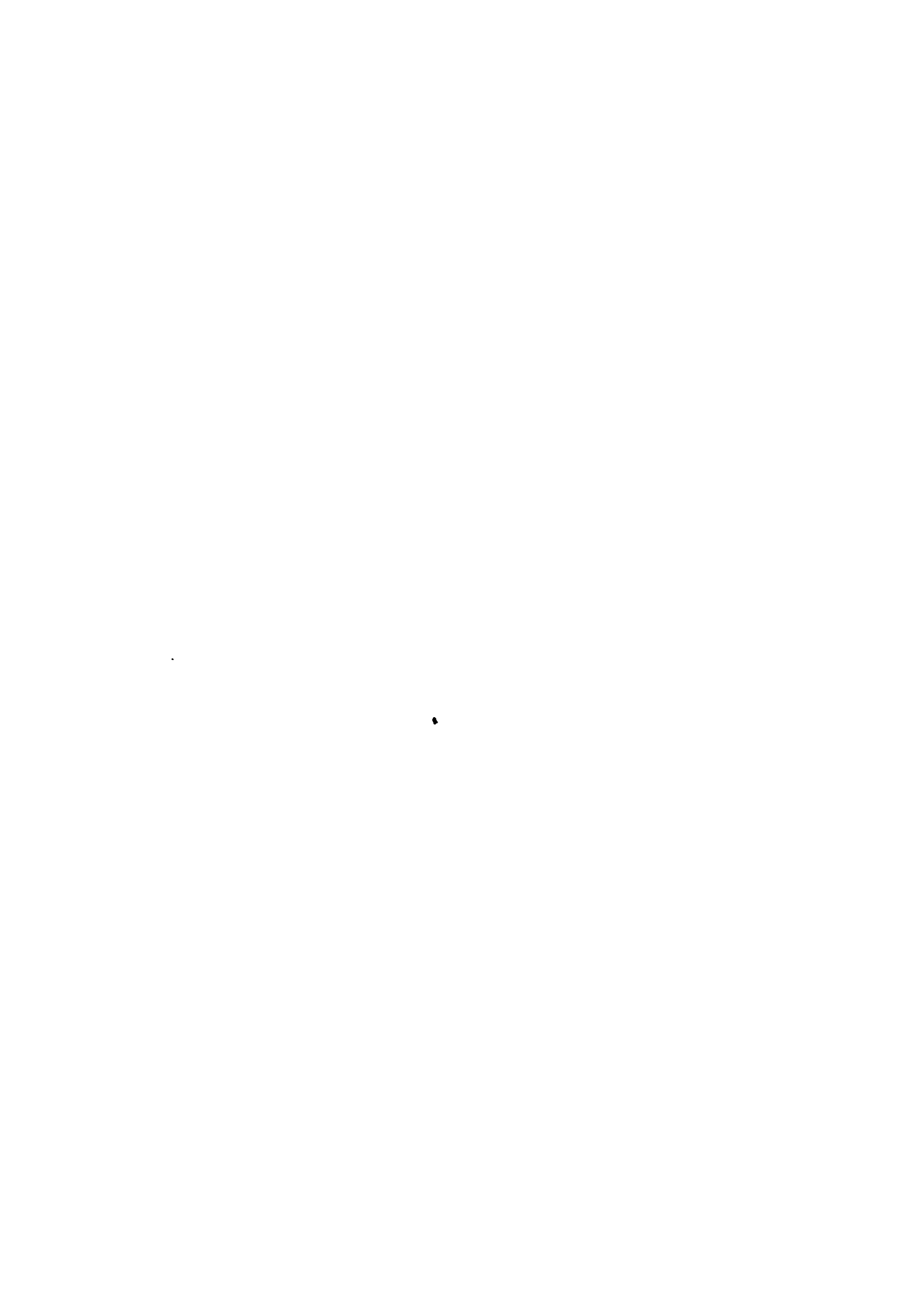
本報告書は、メキシコ合衆国パチュカ地域において、1979年から1982年に至る4年にわたって実施された鉱物資源開発のための協力基礎調査の結果を総括的にとりまとめたものである。調査の目的は、パチュカ地域における地質・地質構造及びこれらと鉱化作用の関係を解明し、次段階の探鉱並びに鉱山開発に有益な指針を得ることにある。

パチュカ地域は、メキシコ中央部 Hidalgo (イダルゴ) 州北西部に位置し、首都メキシコ市より地域中央まで約165 kmの距離にある、面積5,250 km²の区域を占める。

この区域に対して、地形図作成、写真地質解析及び現地調査などの広域調査から、地質調査・地化学探査が順次、段階的に行なわれ、接触交代型鉄・銅鉱微地3ヶ所、不規則塊状～鉱脈状銀・鉛・亜鉛鉱微地2ヶ所、網状～鉱染型金・銀鉱微地1ヶ所が有望地区として抽出された。この内、銀・鉛・亜鉛鉱微地に対しては地質調査(精査)・地化学探査(土壌試料)・電気探査(IP法)を実施し、この内の1ヶ所である PROVIDENCIA 地区に対しては300 m×2孔のボーリング調査も実施した。また、金・銀鉱微地である SAN CLEMENTE 地区に対しては、地質調査(精査)のほか岩石試料による地化学探査を順次、採取密度を高くしながら実施し、最終年次には300 m×3孔のボーリング調査を実施した。このように、PROVIDENCIA 及び SAN CLEMENTE 両地区に対しては下部の鉱況探査まで実施した。

本調査地域中央部から北半部の東シエラ・マードレ帯には先第三系石灰質～泥質堆積岩類が卓越分布し、これらを貫ぬく岩株状閃緑岩質貫入岩の点在分布も認められる。接触交代型鉱化帯は、これら貫入岩類と先第三系との接触部付近に発達するが、熱水型と考えられる銀・鉛・亜鉛鉱化帯は、貫入岩からはなれた周辺部の先第三系堆積岩中に分布し、貫入岩その他の火成岩類との関係は明らかでない。また網状～鉱染型金・銀鉱化帯は、地域内に只一ヶ所分布するカリ流紋岩体の一部にあり、同岩の活動と密接な関係があるものと考えられる。4年間の調査中に、地化学探査では河床堆積物試料946個、土壌試料443個、岩石試料1,706個及びボーリングコア試料300個、露頭・鉱石試料278個の分析を行なったほか、年代測定試料12件、全岩分析107個、岩石・鉱石顕微鏡観察516件、大型化石鑑定92件、超微化石鑑定254件等の研究を行ない、地質及び鉱化作用究明の基礎資料となった。

これらの総合的調査により、SAN CLEMENTE 地区の SAN SEVERIANO 鉱化帯で(200 m×400 m)集中的に実施した金・銀鉱化帯に対する地質調査(精査)・地化学探査及びボーリング調査によって、同鉱化帯にみられる金・銀・銅・鉛・亜鉛鉱化作用の累帯配列の傾向性、地表のAu地化学異常帯中の鉱化帯の断続分布性などが明らかになった。また、PROVIDENCIA 地区では、ボーリング調査の結果、同地区の酸化帯がかなり地下深部まで発達していることが判明した。そして、SAN CLEMENTE 地区においては、鉱化帯の分布・規模・品位などが明らかになったが、やや低品位・小規模であった。



目 次

は し が き	
調 査 位 置 図	
要 約	i
目 次	ii
第1章 序 論	1
1-1 調 査 経 過	1
1-2 調 査 団 員	3
1-3 調 査 地 域 の 概 要	4
1-3-1 位 置 ・ 交 通	4
1-3-2 気 候 ・ 植 生	4
1-3-3 鉱 業	5
1-4 謝 辞	5
第2章 調 査 概 要	6
2-1 年 次 別 調 査 項 目	6
2-2 調 査 方 法	7
2-2-1 写 真 地 質 解 析	7
2-2-2 地 質 調 査	8
2-2-3 地 化 学 探 査	9
2-2-4 物 理 探 査	10
2-2-5 ボーリング調査	11
第3章 一 般 地 質	12
3-1 地 質 概 要	12
3-2 先 第 三 系	12
3-3 第 三 系	13
3-4 貫 入 岩 類	14
3-5 第 四 系	14
3-6 地 質 構 造	15

3-7 地 史	17
第4章 鉍床概要	19
4-1 鉍床概要	19
4-2 EL TEJOCOTE 鉍化帯	19
4-3 EL ZAPOTE 鉍化帯	22
4-4 DOS DE EL AGUILA 鉍化帯	24
第5章 SAN CLEMENTE 地区の鉍化帯	26
5-1 金鉍化帯概要	26
5-2 金鉍化帯の分布	26
5-3 鉍床の形態、主要鉍石鉍物及びその産状	27
5-4 銀鉍化帯の分布	28
5-5 変質作用	28
5-6 裂 か 系	29
5-7 ボーリング岩芯試料と地表試料の金・銀含有量の比較	29
第6章 PROVIDENCIA 地区の鉍化帯	30
6-1 鉍化帯の分布及び鉍化帯と地質構造との関係	30
6-2 鉍床の規模・品位	30
6-3 鉍石鉍物とその産状	30
6-4 地化学異常とIP異常	31
6-5 考 察	32
第7章 結論及び勧告	34
7-1 結 論	34
7-2 勧 告	37

List of Tables

Table 1-1	Member's List
Table 2-1	Method and Type of Survey Work
Table 2-2	Laboratory Examinations
Table 2-3	Classification Standard of Geological Unit by the Photogeological Interpretation
Table 2-4	Geochemical Prospecting in the Project District (Phase II -Phase IV)
Table 3-1	Whole-rock K-Ar Datings of Igneous Rocks
Table 3-2	Chemical Composition and C.I.P.W. Norm of Igneous Rocks
Table 4-1	List of Mineralized Zone
Table 4-2	Mines, Prospects and Ore Showings in the EL TEJOCOTE Area
Table 4-3	Metal Contents of Ore Samples from the EL TEJOCOTE Area
Table 5-1	Extents and Average Au and Ag Contents of the Mineralized Portions
Table 5-2	Qualitative Analysis of Complex Sulfosalts Mineral by EPMA
Table 6-1	List of Mines, Prospects and Ore Showings in the PROVIDENCIA Area
Table 6-2	Statistical Classification of Geochemical Element (stream sediment) of Phase II
Table 6-3	Statistical Classification of Geochemical Element (soil sample) of Phase III

List of Illustrations

Fig. G-1	Location Map of the Survey District
----------	-------------------------------------

- Fig. 1-2 Geomorphological Provinces of Mexico (after G.P., Salas, 1975)
- Fig. 3-1 Generalized Stratigraphic Column of the Survey District
- Fig. 3-2 Geological Map of the Survey District
- Fig. 3-3 Stratigraphic Correlation of Geological Units in the Sierra Madre Oriental
- Fig. 3-4 Location Map of Rock Samples for K-Ar Dating of Igneous Rocks
- Fig. 3-5 Normative Quartz-Orthoclase-(Albite+Anorthite) Triangular Diagram of Some Igneous Rocks
- Fig. 3-6 Geotectonic Frame of Mexico in Early Cretaceous Age (after Imlay, 1944)
- Fig. 4-1 Location Map of the Mines and Ore Showings in the Survey District
- Fig. 4-2 Location Map of the Mines, Prospects and Ore Showings in the EL TEJOCOTE Area
- Fig. 4-3 Location Map of the Metal Mines in the Encarnación-El Zapote Area
- Fig. 4-4 Geological Sketch of the EL ZAPOTE Mining Area
- Fig. 4-5 Geological Sketch of the Esmeralda and the Dos de El Aguila Mines
- Fig. 5-1 Geological Map of the SAN CLEMENTE Area
- Fig. 5-2 Geological Sketch of the San Severiano Mine, SAN CLEMENTE (after JICA and MMAJ 1982)
- Fig. 5-3 Secondary Electron Image and Characteristic X-Ray Images of Electron Grains from the San Severian Mine, San Clemente
- Fig. 5-4 Photomicrographs Showing Textures of Complex-Sulfosalts Minerals by Reflecting Microscope
- Fig. 5-5 Backscattered Electron Images and Characteristic X-Ray Images of the Complex-Sulfosalts Minerals
- Fig. 6-1 Geological Sketch of the PROVIDENCIA Mineralized Area

- Fig. 6-2 Geological Sketch of No. 2 Open Pit of the PROVIDENCIA Area
- Fig. 6-3 Geological Sketch of No. 3 Open Pit of the PROVIDENCIA Area
- Fig. 7-1 Interpretation Map of the SAN SEVERIANO Mining Area, SAN CLEMENTE
- Fig. 7-2 Interpretation Map of the PROVIDENCIA Mining Area, PROVIDENCIA

List of Attached Sheets

- PL. 1 GEOLOGICAL MAP

List of Appendices

- Apx. 1 Identified Macrofossils
- Apx. 2 Stratigraphic Correlation of the Jurassic and Cretaceous System by the Identified Macrofossils
- Apx. 3 Identified Nannofossils
- Apx. 4 Age Determination by the Identified Nannofossils
- Apx. 5 Geological Log of Diamond Drilling Hole in the SAN CLEMENTE Area (MJM-1)
- Apx. 6 Geological Log of Diamond Drilling Hole in the SAN CLEMENTE Area (MJM-2)
- Apx. 7 Geological Log of Diamond Drilling Hole in the SAN CLEMENTE Area (MJM-3)
- Apx. 8 Geological Log of Diamond Drilling Hole in the PROVIDENCIA Area (MJM-4)
- Apx. 9 Geological Log of Diamond Drilling Hole in the PROVIDENCIA Area (MJM-5)

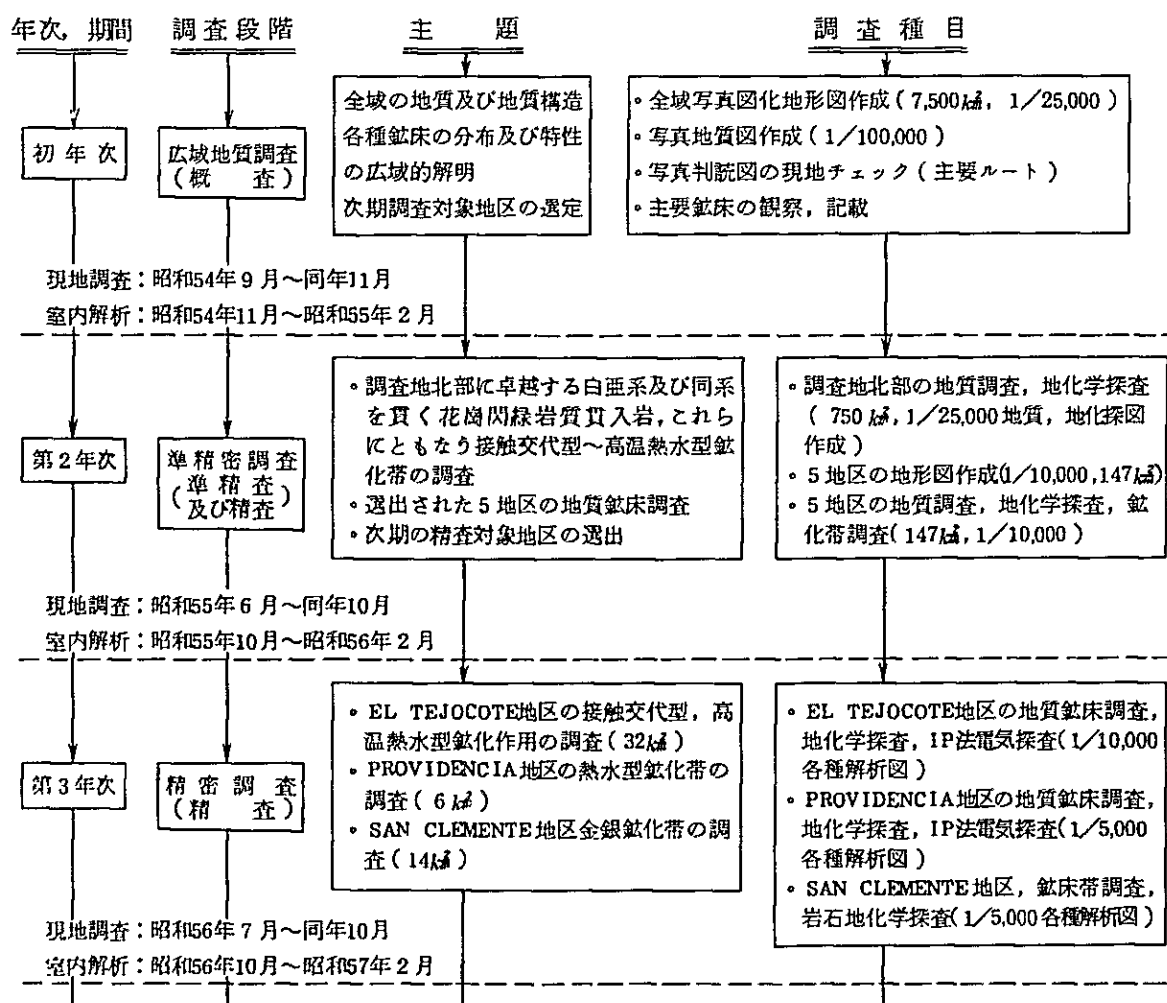
第 1 章 序 論

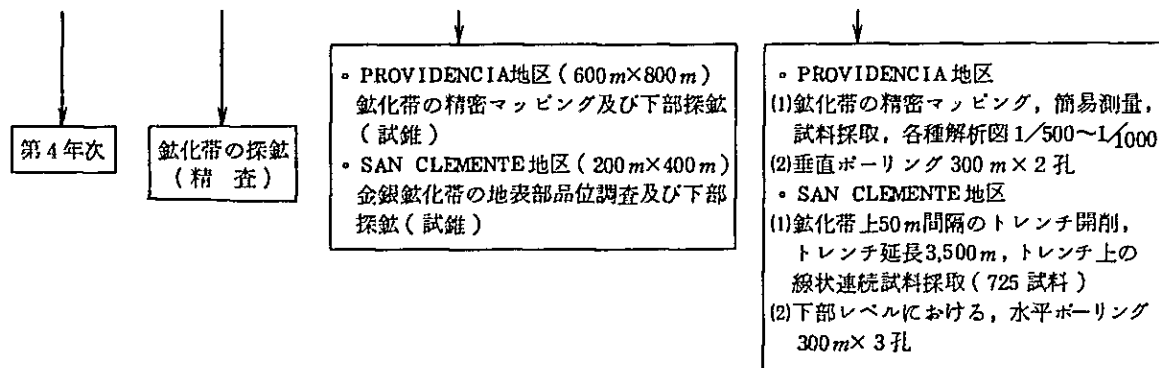
本報告書は昭和54年度から昭和57年度までの4年間にわたり、日本及びメキシコ合衆国両国政府が、メキシコ中央部に位置する Hidalgo 州 Pachuca 地区を対象として行った資源開発協力基礎調査の各年度毎の結果をとりまとめた総合報告書である。

調査の詳細は各年度別報告書によって既に報告されているので、ここでは各種調査の概要と各年度調査結果の総合的な要約について述べる。

1-1. 調査経過

4年間に亘り実施された調査の実施時期及び経過は次のように要約される。





このように、初年次における全域の広域地質調査によって、まず本地域内に分布する各種の鉍化作用の特性と、これらと地質、地質構造との関係を研究し、次期以降の調査の重点地区を選定し、以後順次、調査地区を有望と考えられる小範囲にしほりながら、調査の精度を向上させる方法がとられた。

具体的には、(1)白亜系石灰岩と同岩を貫く第三紀の花崗閃緑岩質貫入岩の接触部に発達する接触交代型鉄・銅鉍床、(2)白亜系石灰岩中に不規則塊状～マント状を示し胚胎する含銀鉛・亜鉛鉍床（浅熱水性と考えられる）及び(3)本地域内に只一ヶ所分布する、カリ流紋岩中の鉍染型金・銀鉍床が主要な探鉍対象となった。そして、これらの各鉍化帯について、各年毎に有望性の比較評価を行い、最終的に(2)の型に属する PROVIDENCIA地区と(3)の型に属する SAN CLEMENTE 地区について最終年次まで継続して調査を実施した。

1-2 調査団員

本プロジェクトの参加者を次表に示す。

Table 1-1 Member's List

	日 本 側	メ キ シ コ 側
昭和五十四年度	(1) 事前調査協定折衝団 (昭和54年7月)	
	団長 坊城 俊厚 国際協力事業団	Guillermo P. Salas メキシコ鉱物資源局 (El Consejo de Recursos Minerales)
	沢田 賢治 金属鉱業事業団	José L. Lee Moreno "
	原田 幸雄 " , メキシコ海外調査員	Gustavo Camacho Ortega "
	(2) 現地調査団 (昭和54年9月~同年11月)	
	団長 清川 求 住鉱コンサルタント(株)	Panfilo Sanchez Alvarado "
	中島 清治 "	José de Jesus Rodorigues Salinas "
昭和五十五年度	(1) 事前調査協定折衝団 (昭和55年5月)	
	団長 沢谷 勝三 金属鉱業事業団	Guillermo P. Salas "
	沢田 賢治 "	José L. Lee Moreno "
	竹端賢二郎 " , メキシコ海外調査員	Gustavo Camacho Ortega "
	清川 求 住鉱コンサルタント(株)	
	(2) 現地調査団 (昭和55年6月~同年10月)	
	団長 清川 求 住鉱コンサルタント(株)	Panfilo Sanchez Alvarado "
中島 清治 "	Meliton Figueroa Palacios "	
佐藤 哲男 "	José de Jesus Rodorigues Salinas "	
阿部 昭夫 "	Mario Ernesto Vazquez Meneses "	
堀越 孝昌 "	Luis Tarcisio Arteaga Pineda "	
昭和五十六年度	(1) 事前調査協定折衝団 (昭和56年5月)	
	団長 中村 祐三 金属鉱業事業団	Guillermo P. Salas "
	向井 英昭 国際協力事業団	José L. Lee Moreno "
	沢田 賢治 金属鉱業事業団	Gustavo Camacho Ortega "
	竹端賢二郎 " , メキシコ海外調査員	Cesar J. Villegas "
	清川 求 住鉱コンサルタント(株)	
	(2) 現地調査団 (昭和56年7月~同年10月)	
団長 清川 求 住鉱コンサルタント(株)	Panfilo Sanchez Alvarado "	
高橋 満弥 "	Meliton Figueroa Palacios "	
中島 清治 "	Noel Arnold Reyes Reyes "	
佐藤 哲男 "	Luis Tarcisio Arteaga Pineda "	
阿部 昭夫 "	Felipe Ramires "	
昭和五十七年度	(1) 事前調査協定折衝団 (昭和57年5月)	
	団長 沢谷 勝三 金属鉱業事業団	Guillermo P. Salas "
	中島 信久 "	José L. Lee Moreno "
	竹端賢二郎 " , メキシコ海外調査員	Gustavo Camacho Ortega "
	清川 求 住鉱コンサルタント(株)	Raul Cruz Rios "
	(2) 現地調査団 (昭和57年7月~昭和58年1月)	
	団長 清川 求 住鉱コンサルタント(株)	Panfilo Sanchez Alvarado "
中島 清治 "	Meliton Figueroa Palacios "	
吉岡 康宜 "	Luis Tarcisio Arteaga Pineda "	
村瀬 昭彦 "	Victor Manuel Luna Castillo "	
		Lucio Perez Colin "

1-3. 調査地域の概要

1-3-1. 位置・交通 (Fig. G-1 参照)

調査地域は、Hidalgo州の中央部から北西部にかけて、長方形に延長する面積 5,250 km^2 の区域であって、北緯 20° 07' から 21° 01'、西経 98° 51' から 99° 32' の間にある。

首都メキシコ市から調査地中央部の Ixmiquilpan (イスキルパン) 市に至る経路は次のように 2 経路ある。すなわち、

- (1) 国道57号線を北上し、約 100 km 地点で州道に沿って Tula (ツラ) に入り、以後 Progreso (プログレソ) を経由する経路と、
- (2) 国道85号線を北上し、Pachuca を経由する経路である。

いずれも約 165 km の道路距離にあり、全天候型完全舗装道路であり、約 2 時間で到達可能である。

大略東西幅 50 km で南北に 100 km の広がりをおさめる調査地域内の交通は、唯一の幹線道路である国道85号線とこれより発する支道を経由して行われる。

Fig. G-1 に示されているように、同国道は調査地域南東端から北西方に向って、対角線状に調査地域を通過し、その後方向を北東方に転じ調査地域北部を横断している。

調査地域南東部の Actopan (アクトパン) から北西部の Zimapán (シマパン) を結ぶ国道85号線より東側～北側は東シエラ・マードレ山岳地帯であって、地形急峻なため車輛による進入経路は非常に限られ、調査には野営のための前進キャンプ設営が必要である。一方、その西側～南側は、主として火山岩類の分布する地区のため、比較的多くの経路が発達し進入は容易である。

1-3-2. 気候・植生 (Fig. 1-2 参照)

本調査地域の地形は東シエラ・マードレ山岳地帯に属する急峻なものと火山地帯中央高原部に二分されるが、気候及び植生もこれら地形的相違を反映して 2 つに分けられる。前者の年間平均気温は約 17℃ であるが、後者は約 19℃ (最高 39℃ 土、最低 -1℃ 土) であって大きくは変わらないが、降雨量は、前者の平均年間降雨量が 1,500 mm 以上に達するのに対し、後者のそれは 300 mm ~ 400 mm であって大きく異なる。しかし両地区共、冬期の降雪はまれで、氷結は数回程度と報告されている。

植生もこれら気候差、特に降雨量の差を反映して両地区の間には差異が認められる。調査地南西部～西部に分布する平野部では砂漠型植生の疎な分布が一般的である。これらは、乾燥地型草類、サボテン類、いとらん及び竜舌らん、メスキータ等のとげのある小灌木などから構成される。一方、東シエラ・マードレ山岳地帯では、これら砂漠型植物のほかに松、樺、もみ、しゃくなげ等、主として松柏類からなる灌木類が増加する。特にこれら山岳地帯の中で、標高が 2,600 m 以上の山々の北東側斜面においては、これら松柏類の林が形成されていることが多く、

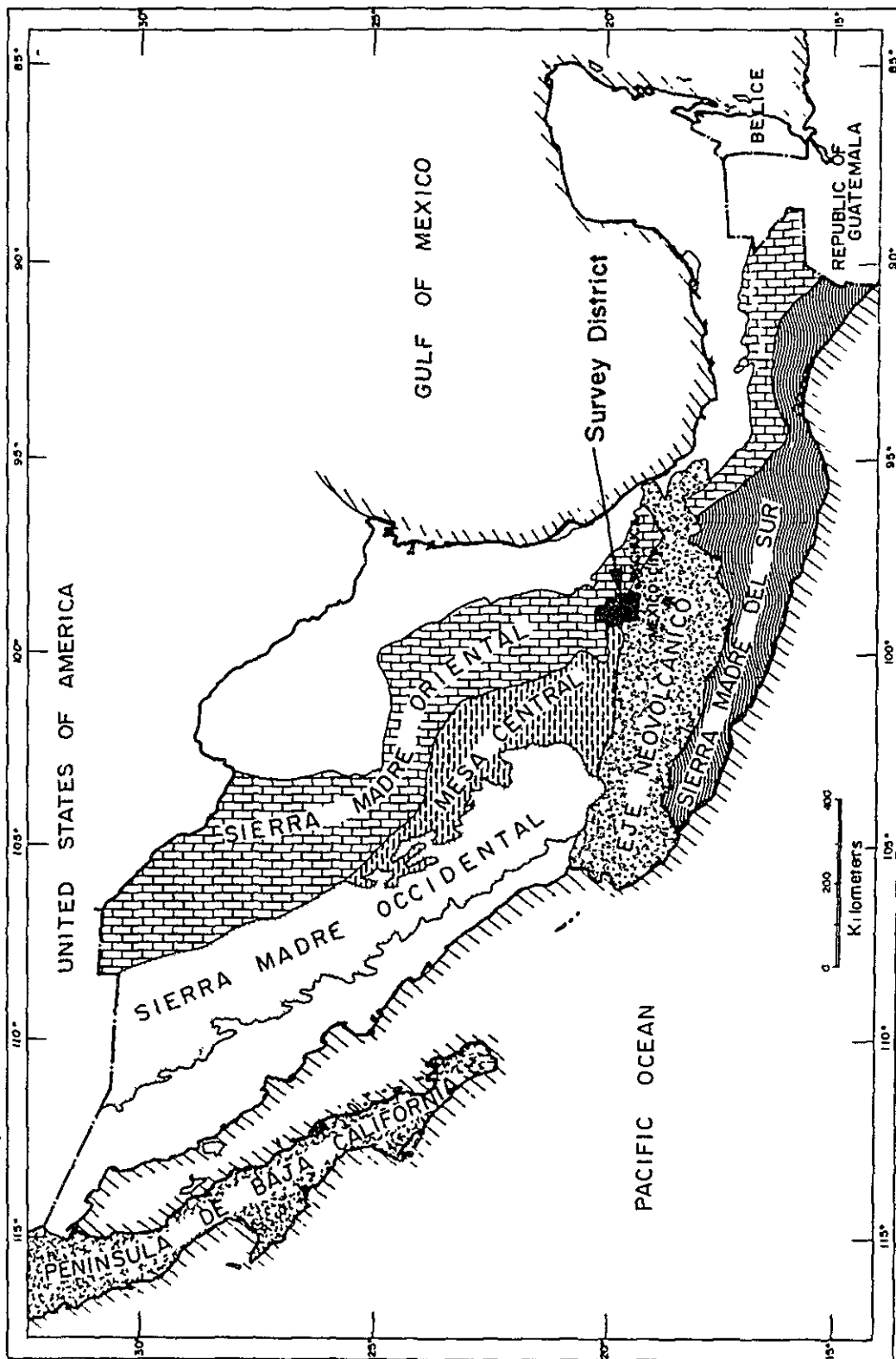


Fig. 1-2 Geomorphological provinces of Mexico (after G.P., Salas, 1975)

森林保護局によって管理されている。

このように、調査地域の植生は、調査地西部～南部の平野部にみられる砂漠型耐乾性植物相から、東シエラ・マードレ山岳地帯に発達する中湿性山岳疎林相までの範囲を示している。

1-3-3. 鉱 業

Hidalgo 州はメキシコにおいて最も古くから鉱山が開発された州の一つとして有名であり、特に調査地南東方に隣接する Pachuca - Real del Monte (レアル・デル・モンテ) 銀山は英国人によって16世紀から開発が始まり、現在迄に銀量 38,000 t, 金量 192 t が生産されたと報告されている (Geyne et al, 1963)。しかし現在は小規模な残鉱整理・探鉱が実施されているに過ぎない。

また調査地域北西端に位置する Zimapan 地区も一つの鉱山地帯で、前者と同じく古くから開発の歴史をもっている。そしてこの地区には金、銀をともなり鉛・亜鉛の中規模鉱床が点在しており、現在開発途上にあることから、今後より発展する可能性をもっている。

これらのほか、調査地域内には幾つかの小規模な金属鉱山が現在稼行されつつある。さらに大理石の採掘加工も行なわれている。このように鉱業は重要な産業の一つになっているが、本地域の主要産業は農業である。

1-4. 謝 辞

昭和54年度から開始された本プロジェクトは、昭和57年度を最終年次とする4ヶ年にわたって実施され、ここに予定どおり完了することができた。これは、現地及び日本国内において、関係者各位からいただいた多大なる御指導及び御配慮の賜物である。

メキシコにおいては、在メキシコ日本国大使館、国際協力事業団メキシコ事務所及び金属鉱業事業団メキシコ海外調査員他関係各位、国際協力事業団派遣専門家の竹田英夫博士、浦辺徹郎博士、平山昭氏、また日本国内においては、鹿児島大学浦島幸世教授、山形大学岡田尚武教授、工業技術院地質調査所田中啓策博士の各位から、それぞれ一方ならぬ御高配を賜った。

ここに明記して衷心から深謝の意を表する次第である。

第 2 章 調 査 概 要

2-1. 年次別調査項目

各年次別調査内容及び室内試験数量を Table 2-1, 2-2 に示す。

Table 2-1 Method and Type of Survey Work

(I) Preparation of photogrammetric topographical map						
Phase	Location name	Area (km ²)	Scale	Remark		
I	Whole project district	7,500	1 : 25,000	25m contour line		
II	DOS DE EL AGUILA	12.5	1 : 10,000	10m contour line		
	EL ZAPOTE	62.5	1 : 10,000	"		
	PECHUGA	38.0	1 : 10,000	"		
	PROVIDENCIA and SAN CLEMENTE	34.0	1 : 10,000	"		
	T O T A L	7,647				
(II) Photogeological interpretation						
Phase	Location name	Area (km ²)	Scale	Remark		
I	Whole survey district for photogeological interpretation	5,250	1 : 100,000	preliminary geological map		
(III) Geological survey						
Phase	Location name	Area (km ²)	Scale	Remark		
I	Whole survey district for geological reconnaissance	3,750	1 : 100,000	ground trace of photogeological map (regional geological reconnaissance)		
II	A northern part of the survey district	750	1 : 25,000	Semi-detailed geological survey		
	DOS DE EL AGUILA	12.5	1 : 10,000	Semi-detailed geological survey of mineralized zones		
	EL ZAPOTE	62.5				
	PECHUGA	38.0				
	PROVIDENCIA	10.0				
SAN CLEMENTE	24.0					
III	EL TEJOCOTE	32	1 : 10,000	Detailed geological survey of mineralized zones		
	PROVIDENCIA	6	1 : 5,000			
	SAN CLEMENTE	14	1 : 5,000			
IV	PROVIDENCIA	0.48	1 : 1,000	Target investigation of mineralized zones		
	SAN CLEMENTE	0.08				
(IV) Geochemical prospecting						
Phase	Location name	Area (km ²)	No. of Sample	Sampling density (No./km ²)	Indicator	Sample material
II	A northern part of the survey district	627	416	0.7	Ag, Cu, Pb	Stream sediments
	DOS DE EL AGUILA	12.5	51	4.0	"	
	EL ZAPOTE	62.5	200	3.2	"	
	PECHUGA	38	210	5.5	"	
	PROVIDENCIA	10	69	6.9	"	
	(Stream sediment total)	(750)	(946)	(1.6)		
	SAN CLEMENTE	24	379	15.8	Au, Ag	Rock
III	EL TEJOCOTE	2.7	213	78.9	Ag, Cu, Pb	Soil
	PROVIDENCIA	2.7	230	85.2	Ag, Cu, Pb	Soil
	(Soil Total)	(5.4)	(443)	(82.0)		
	SAN CLEMENTE	0.64	302	471.9	Au, Ag	Rock (chip Sample)
IV	SAN CLEMENTE	0.08	725	9,062	Au, Ag	Rock (channel sample)
(V) Geophysical survey						
Phase	Location name	Area (km ²)	Total line length	Line-spacing	No. of lines	Remark
III	EL TEJOCOTE	2.7	15 kms.	200m	10	point interval : 100m
	PROVIDENCIA	2.7	15 kms.	200m	10	
(VI) Diamond drilling						
Phase	Location name	Drillin No.	Direction	Inclination	Length	Remark
IV	SAN CLEMENTE	MJM-1	N30°E	horizontal	300m	wireline, all coring
		MJM-2	N50°E	horizontal	300m	" "
		MJM-3	S35°E	horizontal	300m	" "
	PROVIDENCIA	MJM-4	-	vertical	300m	" "
		MJM-5	-	vertical	300m	" "

Table 2-2 Laboratory Examinations

Type of examination	Number of samples				Total
	Phase I	Phase II	Phase III	Phase IV	
Microscopy of rock thin section	177	148	55	22	402
Microscopy of ore polished section	23	23	27	41	114
Chemical analysis of ore sample	65	84	88	41	278
E.P.M.A. quantitative analysis	6	14	14	25	59
E.P.M.A. qualitative analysis	36	10	28	-	74
Whole rock chemical analysis (rhyolitic rocks)	-	45	-	50	95
K-Ar age dating with whole rock chemical analysis	6	4	2	-	12
X-Ray powder diffractometry	11	15	11	-	37
Macrofossil determination	45	47	-	-	92
Nannofossil determination	10	244	-	-	254
Chemical analysis of geochemical soil samples	-	-	443	-	443
Geochemical stream sediments samples	-	946	-	-	946
Geochemical rock samples	-	379	302	1,025	1,706
Trace metallic elements analysis of rock samples	-	-	-	8	8
Measurement of rock resistivity	-	-	34	-	34
Measurement of rock frequency effect	-	-	34	-	34

2-2. 調査方法

2-2-1. 写真地質解析

初年次広域調査の一環として写真地質判読を行った。判読結果は、引続いて実施された地質調査(概査)によってチェックと補正を行い、最終的に縮尺1:100,000地質図としてまとめた。

1) 概要

判読に使用した空中写真および地形図類はつぎのとおりである。

(1) 空中写真

縮尺1:50,000 合計601葉

(2) 地形図

縮尺1:25,000, 全域7,500km², 初年次作成

(3) 既存地質資料

1. Plano Geológico del Estado de Hidalgo 1:500,000 (C.R.M.)

2. Geologic Map and Section of the Zimapán Mining District, State of Hidalgo, Mexico
1:25,000 (Simons, F. S. and Mapes V. E., 1957)

Table 2-3 Classification Standard of Geological Unit by the Photogeological Interpretation

Geological unit		Photographic		Drainage		Resis- tivity	Topography			Banding pattern of strat- ification	Lithofacies confirmed by field checking	
		Tone	Texture	Pattern	Density		Form	Section				
								Valley	Ridge			
Tertiary-Quaternary System	Tcgs	white grey to grey	granular	dendritic	dense	low	flat	∨	—	nil	gravel, sand, silt and ash	
	Tba3	grey	smooth	dendritic	rough	high	flat	∨	—	nil	basalt lava	
	Trhy2 (West of Santuario)	dark grey	granular, partly rugged	dendritic	dense	low to moderate	steep	∨	∧	nil	rhyolite lava dome	
	Trhy2	white grey to grey	granular, partly rugged	dendritic	rough	moderate	somewhat rounded	∨	∧	nil	rhyolite lava	
	Tan3	grey to dark grey	coarse and rugged	dendritic	moderate	moderate	intermediate	∨	∧	nil	andesite	
	Ttf2	white grey, grey and dark grey	granular to coarse	dendritic	moderate	low	somewhat rounded	∨	∧	distinct	tuff, lapilli tuff, tuff breccia, tuffaceous sandstone and conglomerate	
	Tan2 Tan1	grey to dark grey	granular	dendritic	moderate to dense	moderate and high	somewhat rounded partly steep	∨	∧	nil	andesite lava and pyroclastic rock	
	Tba2 Tbal	grey, partly white grey	fine to granular	dendritic	moderate	low and moderate	somewhat rounded partly steep	∨	∧	nil	basalt lava and pyroclastic rock	
	Tcg	grey	granular	dendritic	moderate	low	rounded	∨	—	indistinct	conglomerate	
Jurassic-Cretaceous System	Mendez F.	Kms (Bca, del Encino area)	white to grey	fine to granular	parallel, partly dendritic	dense	low	somewhat rounded	∨	∧	indistinct, partly distinct	shale
		Kns (Zimpan area)	white grey to grey	granular	parallel and dendritic	moderate to dense	low	somewhat rounded or intermediate	∨	∧	indistinct	siltstone, sandstone and shale
		Kms (Northern part of Yonthe)	white grey to grey	fine to granular	parallel to dendritic	dense	low to moderate	intermediate	∨	∧	indistinct, partly distinct	shale intercalated with calcareous shale, siltstone and sandstone
	El Doctor F.	Kds	light grey to grey	fine to granular	parallel	dense	low	steep, partly intermediate	∨	∧	indistinct	shale intercalated with calcareous shale, siltstone and sandstone
		Kdf	grey and dark grey	granular	parallel to dendritic	moderate	moderate	intermediate, partly steep	∨	∧	distinct, partly indistinct	alternation of limestone marl, calcarenite, shale and flint
		Kdl (Pozuelos)	white grey to grey	granular	parallel	rough to moderate	high to moderate	somewhat rounded	∨	∧	distinct, partly indistinct	massive limestone
		Kdl (North-eastern part of area)	grey to dark grey	granular to coarse	parallel to dendritic	rough or moderate	high or moderate	rounded or gentle	∨	∧	indistinct, partly distinct	massive limestone
	Las Trancas F.	Jts	white grey to grey	fine to granular	parallel partly trellis	dense	low to moderate	steep, partly intermediate	∨	∧	indistinct, partly distinct	shale intercalated with calcareous shale, siltstone, sandstone and andesitic tuff
Intru- sive rock	Tidi	white grey to grey	granular	dendritic	dense	low to moderate	steep	∨	∧	nil	quartz diorite, granodiorite and diorite	

3. Geologic Map and Section of South-Central Hidalgo and Northeastern Mexico, Mexico
1 : 200,000 (Segerstrom K. 1962)
4. Map and Section Showing the Relation of the Pachuca-Real del Monte Mining District
to the Regional Geology 1 : 200,000 (Geyne A. R. et al, 1963)
5. Plano Geológico Local del Area de Encarnación Municipio de Zimapán, EDO. de HGO.
1 : 20,000 (Restvic Perea, I. V., 1973)

2) 判読要素及び結果

予察判読に際して、既存資料に用いられている地質単元を分類整理して、各地質単元に対応する写真判読要素を定めた。そしてこれらを全域に適用して地質区分を行うとともに、地層の走向・傾斜の方向、断層構造、各種線構造および褶曲構造などの判読を行った。これらの判読結果は既存の10万分の1を拡大した5万分の1地形図に整理され、地質調査に供された。

地質調査の結果を考慮し、二次判読では各地質単元の判読要素をさらに細分して判読し、この結果は今回作成した5万分の1地形図に、地質調査の結果を合わせて整理され、これを縮小して、最終的に10万分の1広域地質図としてまとめられた。

判読に際して用いられた諸要素は白亜系、第三系～第四系、貫入岩類に大分類し、さらに各地層及び岩質毎に細分し、Table 2-3に示した。

判読によって得られた地質構造は地表調査結果と統合され、地質図に示した。しかし、地層の走向・傾斜、褶曲構造及び断層構造などの概略は比較的判読可能であったが、詳細な地質区分、各種構造や小岩体の区分の判読は困難で、そのほとんどは、現地調査によって得られたものである。

これらの判読結果は、既存資料及び本地域の調査から得られた各種資料などと共に総合的に検討された。

2-2-2. 地質調査

第1年次には、写真地質解析図の現地チェックのため、3,750 km²の地域内の主要河川沿いにルートを設定する地質調査(概査)と既知鉱床の記載を主目的とする野外調査を実施した。調査は、5班の調査班に分かれて、縮尺2万5千分の1地形図上に地質記載を行う方法により、最終的に、現地調査結果を写真地質解析図にもりこみ、縮尺10万分の1の地質図としてとりまとめた。

第2年次から第4年次の地質・地化学探査(準精査及び精査)においては、小型簡易トランシットと間継による測量を併用し、鉱化帯・旧坑及び試料採取位置の図上記載について正確さを期した。なお、第2年次は5班、第3年次は4班、第4年次は2班の調査班に分かれて調査を行った。

調査は各年次毎に範囲をしぼり、調査精度を高くしながら進められた。成果品として、縮尺2万5千分の1から千分の1の各種の図面が作成された。

2-2-3. 地化学探査

調査地域における鉱化変質作用に起因する地化学異常を検出する目的をもって、第2年次から第4年次にかけて地化学探査を実施した。

第2年次調査は河床堆積物を対象とした。調査地域北部地区750km²における準精査、その中に含まれる4地区における精査と調査地域中央部のカリ流紋岩体における岩石試料を対象とした地化学探査からなる。河床堆積物試料は、準精査においては500m前後離れた沢股毎に、精査では、300m前後の間隔でそれぞれ採取された。試料は80メッシュ以下の沢砂とし、銀・銅・鉛の3元素を分析した。本調査により、EL TEJOCOTE及びPROVIDENCIA両地区に銀及び鉛の大規模A級異常帯、SAN JOSE DEL ORO及びLAS PIEDRAS両地区に銀・鉛・銅のB級異常帯がそれぞれ検出された。SAN CLEMENTE地区の地化学探査は、幅約2.5km、延長約5kmの広がりをもつ流紋岩体を対象として、沢筋に沿って約200m間隔で岩石露頭から試料を採取する方法で、金及び銀を指示元素として実施された。合計379試料を採取した。結果、流紋岩体西部のSAN SEVERIANO鉱山付近、SAN SEVERIANO鉱山の南方500m付近及びその東方の3ヶ所において金・銀異常帯が検出された。

第3年次調査における地化学探査は、EL TEJOCOTE及びPROVIDENCIA両地区において、IP法電気探査測線に沿って土壌試料を採取する方法により銀・銅・鉛3元素を指示元素とするものと、SAN CLEMENTE地区において、第2年次調査で得られた3ヶ所の金・銀地化学異常帯を対象とする、50m格子状間隔の岩石試料採取により金・銀を指示元素とする調査からなっている(試料数:302)。EL TEJOCOTE及びPROVIDENCIA両地区における測線間隔は200m、試料採取間隔は100mである(試料数:443)。これらの調査の結果、PROVIDENCIA地区中央部の銀・鉛鉱化帯と、SAN CLEMENTE地区のSAN SEVERIANO鉱山西方の金・銀鉱化帯の輪郭が把握され、次期調査方針策定のための一つの重要資料となった。

第4年次調査においては、前述のSAN SEVERIANO鉱山西方の金・銀異常帯(200m×400m)において、50m間隔で格子状にトレンチを延3,500m開削し、トレンチに沿って連続する岩石露頭から5m区間の連続する線状試料を採取する方法(rock channel sampling)により行われた。試料数は725個であった。分析成分は第3年次と同様に金と銀で、有効な結果が得られた。

地化学探査試料の分析値は、それぞれコンピューターにより統計解析計算処理をほどこされ、ヒストグラム・累積頻度分布、標準偏差などを得て、後背値、しきい値、相関々係等の検討を行った。

このような各年次の各地区における地化学探査を次表に示す。

Table 2-4 Geochemical Prospecting in the Project District (Phase II—Phase IV)

	Survey area	Area (km ²)	Number of sample			Sampling density (per km ²)	Indicator elements	Remarks
			Stream sediments	Soil	Rock			
Phase II	A northern part of the district	627	416			0.67	Ag, Cu, Pb	random sampling
	DOS DE EL AGUILA	12.5	51			4.0	"	"
	EL ZAPOTE	62.5	200			3.2	"	"
	PECHUGA	38.0	210			5.5	"	"
	PROVIDENCIA	10.0	69			6.9	"	"
	SAN CLEMENTE	24.0			379	15.8	Au, Ag	"
Phase III	EL TEJOCOTE	2.7		213		78.9	Ag, Cu, Pb	line-spacing 200 m point interval 100 m
	PROVIDENCIA	2.7		230		85.2	"	"
	SAN CLEMENTE	0.64			302	471.9	Au, Ag	50m grid sampling
Phase IV	SAN CLEMENTE	0.08			725	9,062	Au, Ag	channel line-sampling on trenches of 50m grid line-spacing
Total		780.12	946	443	1,406	—		

2-2-4. 物理探査

第3年次に、EL TEJOCOTE地区およびPROVIDENCIA地区において、地下構造、鉍化変質帯、鉍床等についての電気的情報を得る目的で、両地区において、各15 km（合計30 km）のIP法電気探査を実施した。測定は、1人の日本人物理探査技師の協力のもとにメキシコ鉍物資源局が行い、解析作業は日本で行われた。

EL TEJOCOTE地区で測定された分極率は0.67～3.83 milli-secであった。また見掛比抵抗値は200～3,700 Ω-mである。分極率については、2.5 milli-sec未満の値を後背値とし、それ以上を異常とみなした。その結果、高見掛比抵抗帯中に幾つかの分極率異常帯が検出されたが、分極率異常値が後背値の1～2倍の範囲にあり、非常に低い値なので、鉍化変質帯あるいは硫化鉍物の存在の可能性は低いと結論された。

PROVIDENCIA地区での分極率は1.9～9.0 milli-secであり、3.5 milli-sec未満を後背値とした。見掛比抵抗値は170～3,400 Ω-mである。調査地区中央部に高分極率で見掛比抵抗の高い異常帯が発見された。そしてこの異常帯は、解析の結果、深部に向って分極率、見掛比抵抗共増大する傾向を示すことから、この異常帯は深部に潜在する鉍化変質帯を反映しているものと考えられた。このように、第3年次に実施された時間領域によるIP法電気探査結果は、両地区の探査指針策定に大きく貢献した。

2-2-5. ボーリング調査

第3年次までの調査結果を総合評価して、最も有望と考えられた2地区：PROVIDENCIA及びSAN CLEMENTE両地区において第4年次にボーリング調査を実施した。PROVIDENCIA地区においては、IP及び地化学両異常帯の深部状況探査のため、垂直ボーリング、300 m 2孔を、SAN CLEMENTE地区においては、SAN SEVERIANO西部の地化学異常帯の深部探査のため水平ボーリング、300 m 3孔、両地区合計5孔、延1,500 mを実施した。

作業は、日本人試錐技師2人の技術協力のもとにメキシコ鉱物資源局が実施した。使用機械はLong Year製L-38型2台及びJK-300型1台でワイヤーライン工法によった。試錐作業は昭和57年7月から同58年1月までの6ヶ月間と非常に長期にわたった。これは使用機械の老朽化による故障、経済状況の急激な変化による各種消耗資材の入手難など技術以外の困難な条件が重なったためである。

第3章 一般地質

3-1. 地質概要

調査地域の地質は、地域北部から東半部の東シェラ・マードレ地帯に卓越分布する先第三系堆積岩類、南部から西部の新时期火山帯に山塊状に断続的に分布する第三紀噴出岩、地域北部の先第三系中に点在する第三紀貫入岩類及び中央部から南部の地形的低地を埋める第四系からなる (Fig. 3-1, 3-2, PL.1 参照)。

東シェラ・マードレ帯は、北米大陸北部から中央部のアルプス造山帯の前縁に位置づけられるロッキー山脈の南東方延長部に相当する。一方、新时期火山帯は東シェラ・マードレ帯及びこれに平行な北西-南東系統の主要地質構造を切って東西方向に分布する。この地帯は、白亜紀の海進期には太平洋とメキシコ湾を結ぶ海であった証拠があるが、同時に、ここは太平洋海底から東に伸びるトランスフォーム断層の延長部にも相当し、現在に至るまで継続する烈しい火成活動の場となっていることから、大きな構造帯と考えられている。

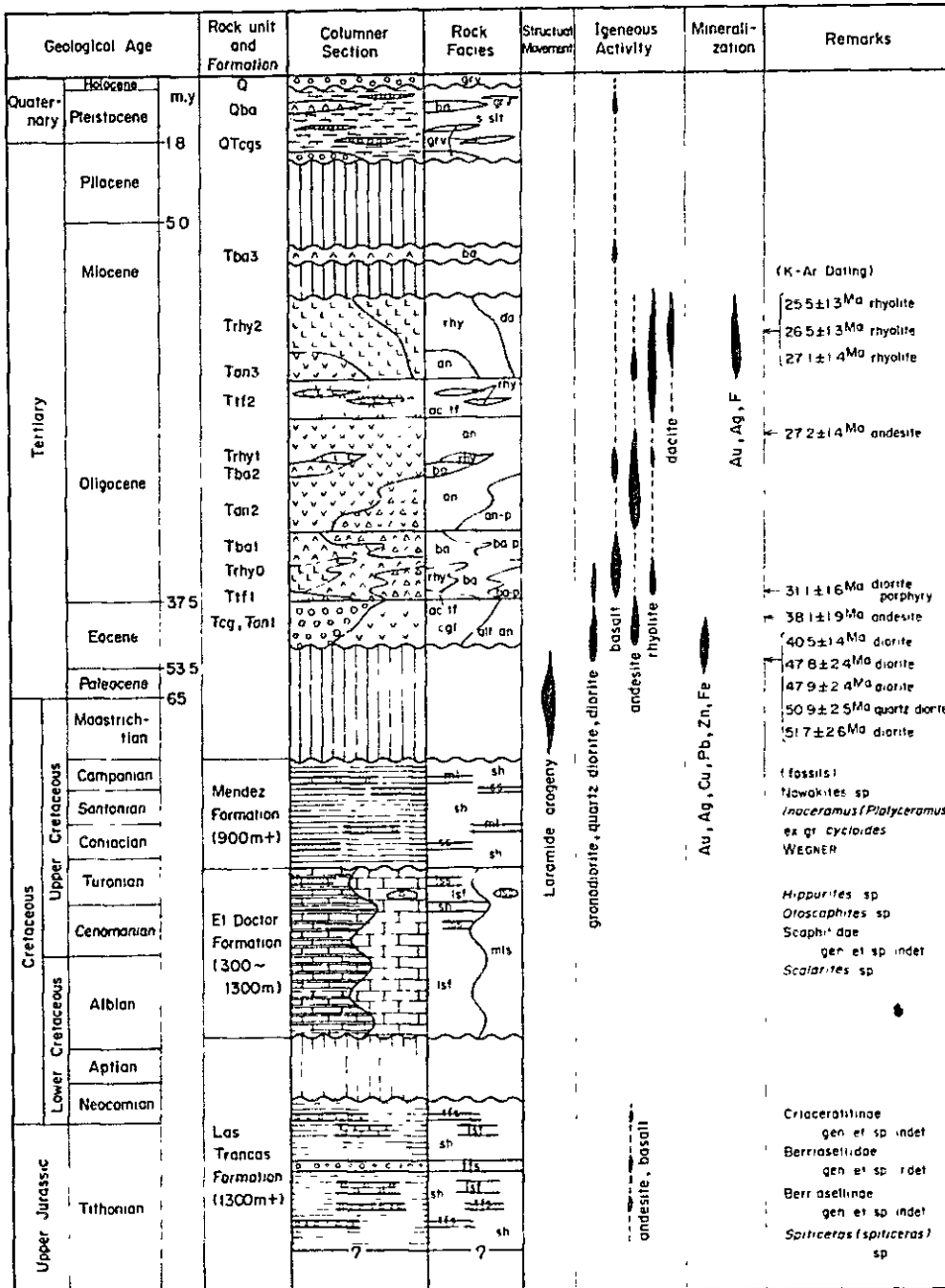
先第三系堆積岩中には、第三紀初期に起ったララミー造山運動の影響と考えられる過褶曲、層内褶曲、小褶曲及び折りたたみ構造などの発達が顕著に認められる。一方、第三系噴出岩類中には、小断層及び小褶曲構造が僅かに観察されるに過ぎない。

3-2. 先第三系

先第三系堆積岩類は、下位より Las Trancas 累層、El Doctor 累層、Mendez 累層に分けられる。

Las Trancas 累層は調査地域内で最も古期の地層で、調査地域北西部に認められる大きな過褶曲背斜構造の軸部に沿って帯状の分布を示す。岩相上、Jts (頁岩・石灰質頁岩・砂岩及び泥灰岩の互層)、Jtc (凝灰質礫岩・凝灰質砂岩及び安山岩質凝灰岩の互層)及びJtl (泥質石灰岩及び含フリント石灰岩)の3部層に分けられるが、主体をなすのはJts部層であって、Jtc及びJtl部層はJts部層の挟在層である。採取された大型化石の組み合わせにより、本累層の堆積時期はジュラ紀最末期のティトン期から白亜紀最初期のネオコム期までであることが明らかにされた (Apx.1, 2)。本累層は Segerstrom (1962) の Las Trancas 累層及び Santuario 累層に対比される (Fig. 3-3 参照)。1,300 m以上の層厚が推定される。

El Doctor 累層は調査地域北部、中央部及び東部にかけて広く分布する。互いに同時異相の関係にあり、塊状石灰岩部層 (Kdl) と黒色フリント挟在中層理石灰岩部層 (Kdf) に分けられ、前者には碎屑性石灰岩・石灰礫岩・石灰砂岩等の岩相 (Kdc) が、後者には頁岩・泥灰岩等の岩相 (Kds) がそれぞれ挟在している。Kdl部層は東シェラ・マードレ帯の中核部にバンク状の広大な分布を示し、その地質構造は比較的安定しているが、Kdf部層はKdl部層の西側に帯状



Abbreviations

grv	gravel	cgl	conglomerate
s	sand	alt	altered
silt	silt	ml	marl
ba	basalt	sh	shale
rhy	rhyolite	ss	sandstone
da	dacite	lsc	clastic limestone, limestone conglomerate
an	andesite	lss	calcarenite
p	pyroclastic rock	lsf	thin to medium-bedded limestone with black flint
tf	tuff	mls	massive limestone
ac-tf	acidic tuff, tuff breccia	lfs	tuffaceous sandstone, conglomerate, tuff

Fig.3-1 Generalized Stratigraphic Column of the Survey District

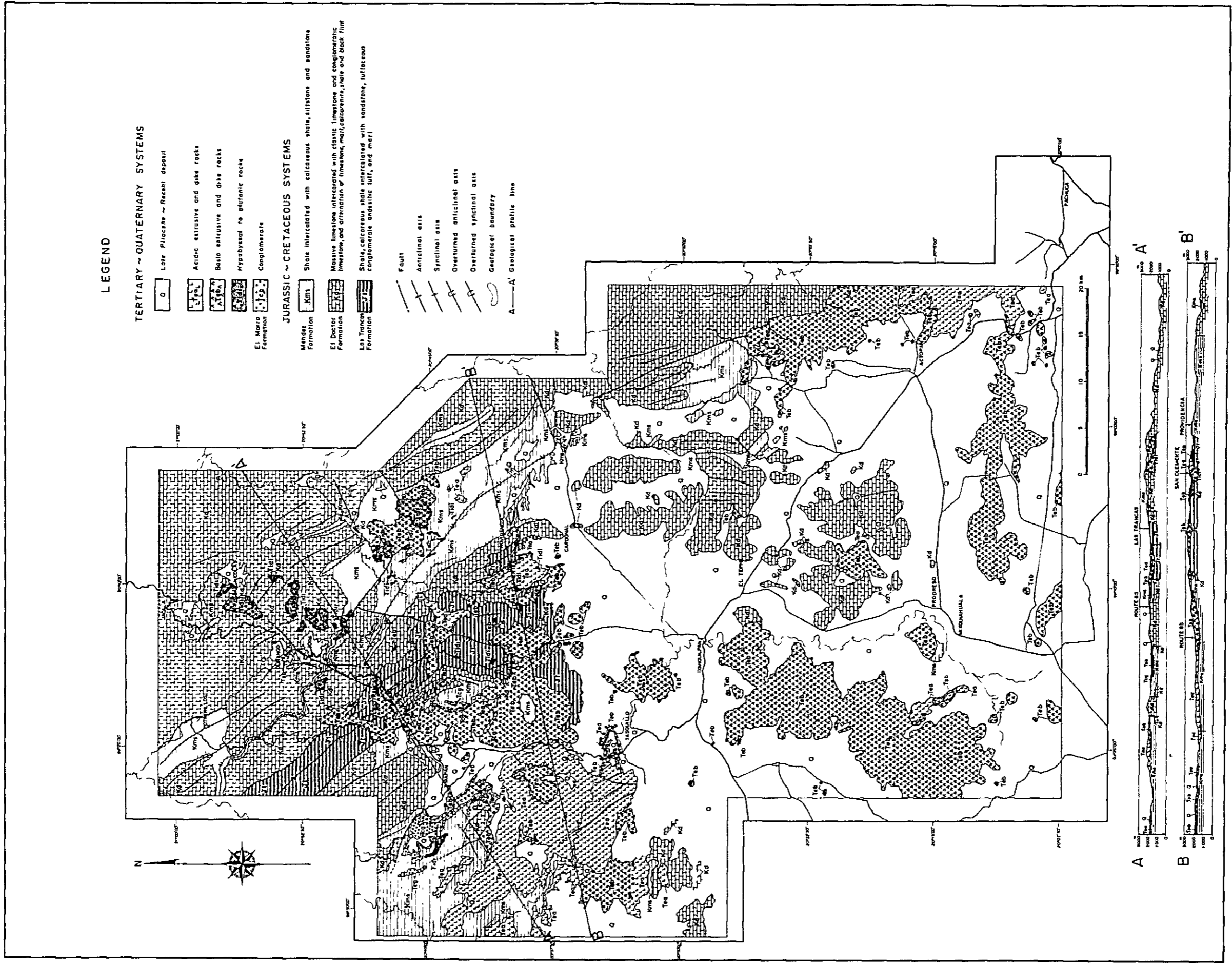


Fig.3-2 Geological Map of the Survey District

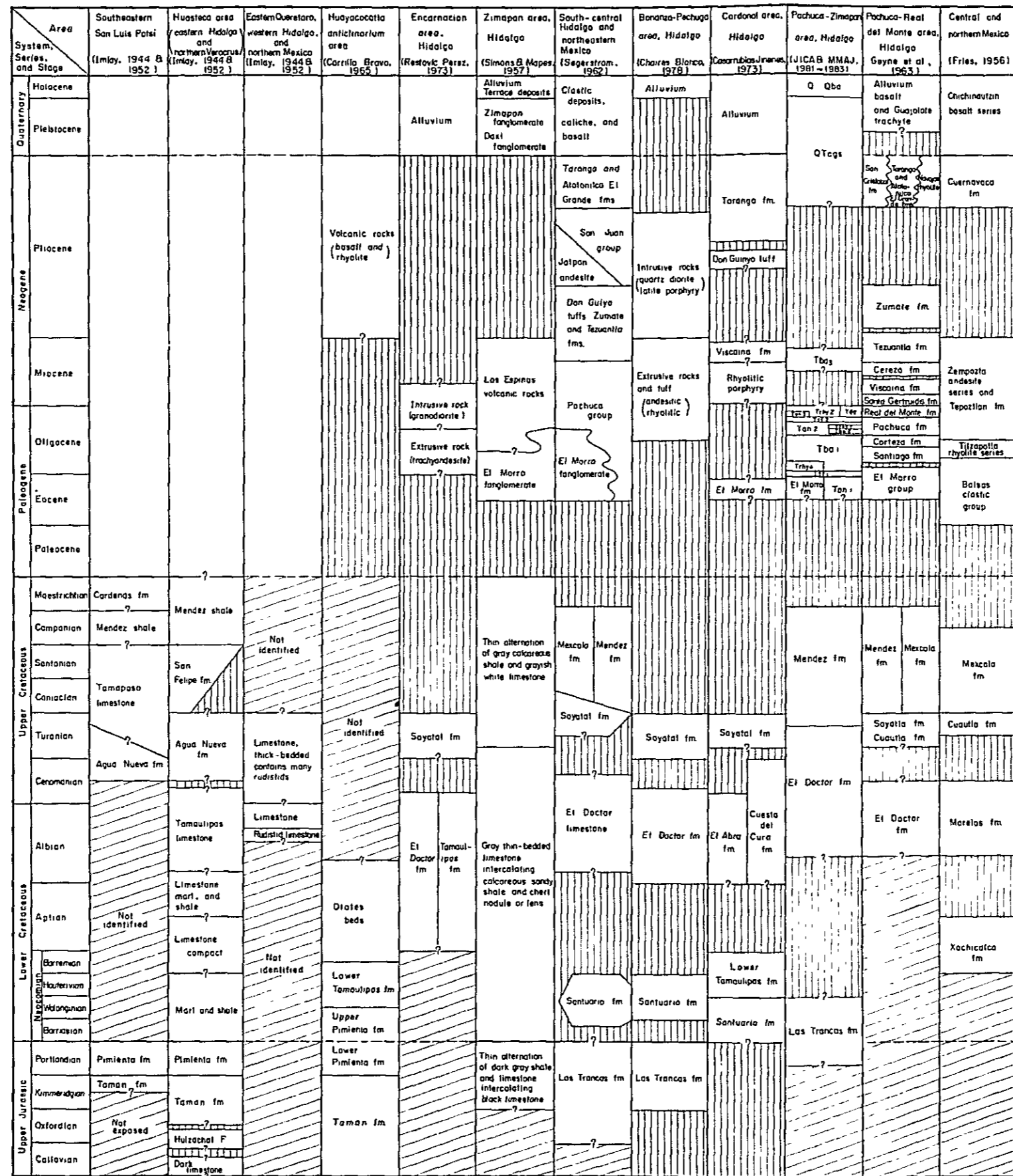


Fig.3-3 Stratigraphic Correlation of Geological Units in the Sierra Madre Oriental

に分布し、Kd1部層とは対照的に複雑な地質構造を示している。PROVIDENCIA地区のKdf部層中には鉍化作用が認められ、銀・鉛・亜鉛を含む不規則塊状～脈状の酸化鉍体が胚胎している。本累層は下位のLas Trancas累層を一見整合的に被覆するが、化石から推定される本累層の時階はオーブ階中部からチューロン階上部で(Apx.1~4)、Las Trancas累層の堆積時期とは時代的に間隙がある。本累層はSegerstrom(1962)のEl Doctor累層に対比される。層厚はKd1部層で300~800m以上、Kdf部層で500~1,300mである。

Mendez累層は調査地域の白亜系の最上位を占め、調査地の北東部から東部にかけて広く分布するほか、西部にも小分布を示す。岩相は千枚岩質頁岩の厚層と中層理の塊状石灰質頁岩・泥灰岩の互層を主体とし、中上部は砂岩・シルト岩が頻繁に挟在する。化石から本累層の堆積時階はチューロン階上部からシャンパーニュ階と推定された(Apx.1~4)。本累層は上位のEl Doctor累層と一般には整合関係であるが、調査地の北部では傾斜不整合の関係にある。本累層はSegerstrom(1962)のSoyatal累層とMendez累層に対比される。900m以上の層厚が算定された。

3-3. 第三系

本地域の第三系はEl Morro累層を除き、ほとんどが火山岩類で構成される。これらは塩基性火山岩類(安山岩～玄武岩)と酸性火山岩類(石英安山岩～流紋岩)に大別され、さらに岩相・岩質及びK-Ar年代測定結果(Fig.3-4, Table3-1参照)や野外での層序関係により推定される噴出順序などにより細分される。ここでは主要なものについて以下に述べる。

El Morro累層は調査地域の北西部に孤立した小規模な分布を示し、下位の主として白亜系の堆積岩類の角礫～亜角礫を多量に含む淘汰の悪い礫岩より構成される。堆積時期は始新世末期～漸新世初期と推定されている。分布が局所的であり、分級作用を受けておらず、ジュラ系や白亜系とは傾斜不整合の関係にあることから、内陸部に局所的に形成された凹地に堆積した陸成層とみられる。

塩基性火山岩類の中で比較的広い分布を示すものはTba1に属するカンラン石・輝石玄武岩及び石英玄武岩とTba3に属する両輝石玄武岩である。前者は調査地北西部、中央部、南端部などに分布し、El Morro礫岩層及び先第三系を傾斜不整合で直接被覆している。一般に粘土化を主とする変質作用を受けている。活動時期は漸新世初期と推定される。一方、後者は調査地の北西部になだらかな台地を形成して分布している。分布が孤立しており、活動時期を推定するのは困難であるが、本岩類は一般に非変質であること、平坦な台地を形成し、剝削作用をほとんど受けていないことから、第三系火山岩類中で最上位のものと推定される。

酸性火山岩類中で大規模かつ最も重要なものはTrhy2に属するカリ流紋岩である。本岩類は塊状緻密質流紋岩、流理構造の発達した流紋岩溶岩及び流紋岩質火砕岩を主体とし、一部で岩

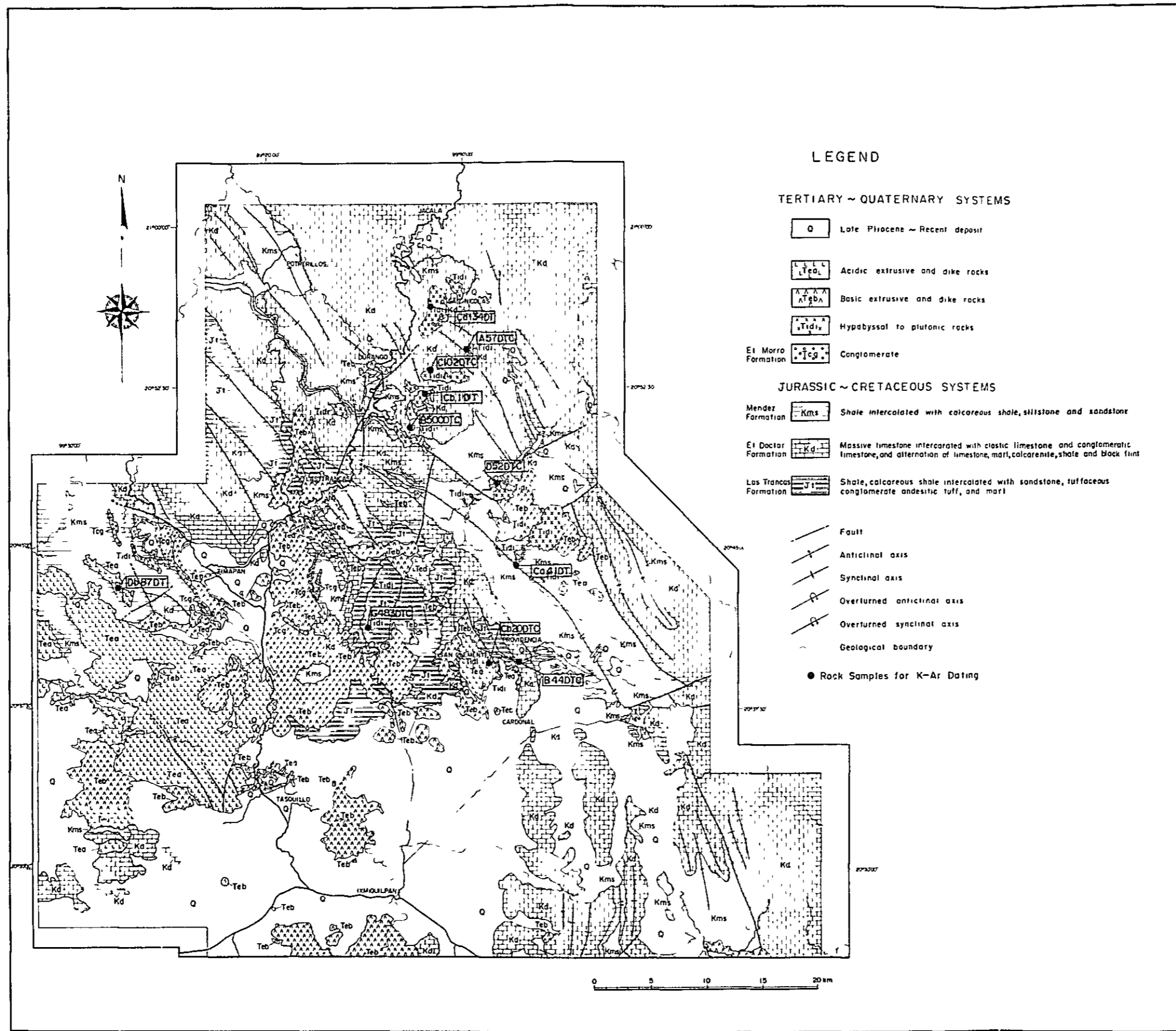


Fig.3-4 Location Map of Rock Samples for K-Ar Dating of Igneous Rocks

Table 3-1 Whole-rock K-Ar Datings of Igneous Rocks

No.	Sample No.	Coordinates		Rock name	Stratigraphic unit	K (%)	SCC ⁴⁰ Ar ^R /g×10 ⁻⁵	⁴⁰ ArR (%)	Age (Ma)
		E	N						
1	Ca41DT	487525	2292775	Altered biotite-hornblende andesite	Tian	3.40 3.39	0.506 0.512	74.8 78.7	38.1±1.9
2	Ba70D	Out of the survey area		Andesite	Tan2	1.47 1.45	0.152 0.159	64.3 61.8	27.2±1.4
3	Cb1DT	478800	2307650	Quartz diorite	Tidi	2.29 2.29	0.458 0.460	79.5 80.2	50.9±2.5
4	Cb20DTC	485075	2284300	Hornblende-biotite rhyolite	Trhy2	7.02 7.00	0.731 0.724	90.2 92.6	26.5±1.3
5	Db87DT	452250	2291025	Biotite rhyolite	Trhy2	3.57 3.56	0.831 0.375	79.5 80.1	27.1±1.4
6	Cd134DT	479700	2315525	Biotite-augite diorite	Tidi	1.76 1.75	0.269 0.290	74.8 74.2	40.5±2.0
7	B500DTC	478210	2304805	Quartz diorite	Tidi	2.96 2.99	0.556 0.567	81.8 79.3	47.8±2.4
8	Cl02DTC	479975	2309845	Quartz diorite	Tidi	2.53 2.54	0.470 0.487	76.9 80.5	47.9±2.4
9	D52DTC	485725	2299916	Quartz monzonite	Tigd	3.69 3.72	0.332 0.340	34.3 63.4	23.2±1.2
10	G483DTC	474472	2287728	Diorite porphyry	Tidp	2.01 2.02	0.249 0.243	48.3 54.2	31.1±1.6
11	A57DTC	483500	2310810	Quartz diorite	Tidi	2.06 2.06 2.09	0.413 0.426	87.8 84.6	51.7±2.6
12	B44DTC	488385	2284625	Rhyolite	Tirh	2.74 2.75 2.77	0.272 0.279	82.7 80.9	25.5±1.3

$\lambda\epsilon=0.581\times 10^{-10}\text{yr}^{-1}$, $\lambda\beta=4.962\times 10^{-10}\text{yr}^{-1}$, ${}^{40}\text{K}/\text{K}=1.167\times 10^{-4}$, ${}^{40}\text{ArR}$; radiogenic argon 40. All samples were analyzed in duplicate.

脈として産する。緻密質流紋岩は San Clemente 山塊の南西斜面に、流紋岩溶岩及び火砕岩類は北東側斜面に主に分布する。岩脈は San Clemente 山塊周辺部に散点的に認められるほか、PROVIDENCIA 地区にも分布する。本岩類の K-Ar 年代値は 27.1 ± 1.4 Ma, 26.5 ± 1.3 Ma, 25.5 ± 1.3 Ma である (Table 3-1)。これは漸新世後期に相当する。本岩類は SAN CLEMENTE 地区の金・銀および PROVIDENCIA 地区の鉛・亜鉛両鉱化作用と密接な関係をもっており、調査の主題の一つであった。

3-4. 貫入岩類

貫入岩類は、閃緑岩類 (Tidi), 閃緑斑岩類 (Tidp), パーサイト花崗岩類 (Tigd), 玄武岩 (Tiba), 安山岩 (Tian) などが認められる。これらの中で鉱化作用に関連して最も重要なものは閃緑岩類 (Tidi) である。

閃緑岩類 (Tidi) は不規則岩株状の形態を示し、調査地域の北部で NNE - SSW の方向に配列して分布している。この方向性は地域内に観察される主要断層の走向と調和的である。本岩類は一般に暗灰色～灰色を呈し、完晶質等粒状組織を示し、角閃石閃緑岩質、黒雲母・角閃石石英閃緑岩質及び花崗閃緑岩質な部分などからなる。本岩類の K-Ar 年代値は 40~50 Ma を示し (Table 3-1) 貫入時期は始新世初期から後期と推定される。本岩類は当地区の高温交代型ないし熱水型鉱化作用と密接に関係しており、岩体周辺には El Zapote, Encarnación, Dos de El Aguila などの鉱床がある。

閃緑斑岩類 (Tidp) は Pechuga 鉱山付近, Bonanza 部落付近, San Clemente などに認められる。本岩類は一般に緑灰色～淡灰褐色の閃緑斑岩～花崗閃緑斑岩より構成され、鏡下に特徴的な自形斜長石の大型結晶が認められる。本岩類は全般的に変質が著しく、斜長石斑晶は緑泥石化作用、絹雲母化作用を、黒雲母は緑泥石化作用を受けている。本岩類の K-Ar 年代測定結果は 31.1 ± 1.6 Ma で漸新世を示している。Pechuga 鉱化帯は本岩類の貫入と密接に関係していると考えられる。

パーサイト花崗岩類 (Tigd) は地域北部の数ヶ所に散点的な分布を示す。本岩類はパーサイト花崗岩・石英モンゾニ岩・花崗閃緑岩・石英閃緑岩などと岩相変化に富むが、全般にパーサイトを特徴的に含んでいる。パーサイト花崗岩の全岩化学分析結果をノルム計算し (Table 3-2), 石英・正長石・(曹長石+灰長石) 三角ダイアグラム上にプロットした所、本岩の鉱物組成は石英モンゾニ閃長岩の範囲に入る (Fig. 3-5)。本岩類は周辺の白亜系に接触変成を与えているが、鉱化作用は認められない。

玄武岩類 (Tiba), 安山岩類 (Tian) は地域北部で主に白亜系の堆積岩中に小岩脈として認められる。

3-5. 第四系

第四系は調査地中央部から南部に広い分布を示し、固結度の低い円礫層・砂層・シルト層及び火山灰などの互層 (QTeg), 玄武岩溶岩 (Qba) 及び砂・礫・粘土などから構成される。

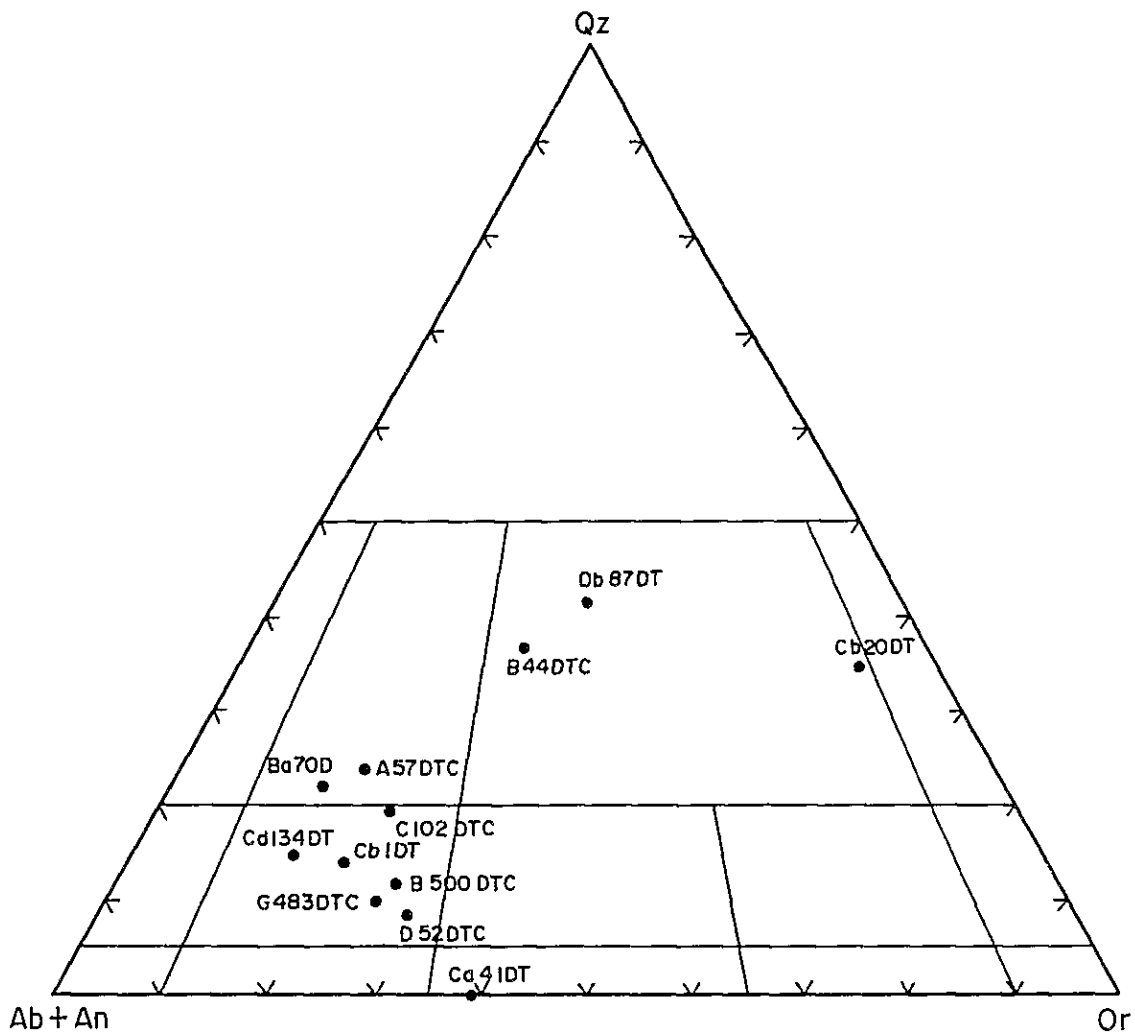


Fig.3-5 Normative Quartz-Orthoclase-(Albite+Anorthite) Triangular Diagram of Some Igneous Rocks.

Table 3-2 Chemical Composition and C.I.P.W. Norm of Igneous Rocks

Sample No.	Ca41DT	Ba70D	Cb1DT	Cb20DTC	Db87DT	Cd134DT	B500DTC	C102DTC	D52DTC	G483DTC	A57DTC	B44DTC	
Coordinates	E	487525	Out of Out of the survey area area	478800	485075	452250	479700	478210	479975	485725	474472	483500	488385
	N	2292775		2307650	2284300	2291025	2315525	2304805	2309845	2299916	2287728	2310810	2284625
Rock name	Andesite	Andesite	Quartz diorite	Rhyolite	Rhyolite	Quartz diorite	Quartz diorite	Quartz diorite	Quartz monzonite	Diorite porphyry	Quartz diorite	Rhyolite	
Stratigraphic unit	Tian	Tan2	Tidi	Trhy2	Trhy2	Tidi	Tidi	Tidi	Tigd	Tidp	Tidi	Tirh	
Chemical composition	SiO ₂	51.81	60.24	59.11	72.31	75.40	56.95	60.41	61.61	61.38	58.34	62.4	73.8
	TiO ₂	1.25	0.82	1.00	0.28	0.10	1.34	0.83	0.83	1.19	0.66	0.76	0.25
	Al ₂ O ₃	15.85	18.66	17.20	13.77	13.22	17.82	17.57	16.34	16.73	19.94	16.4	13.1
	Fe ₂ O ₃	0.49	2.32	3.39	2.06	0.60	3.80	3.41	2.83	0.97	1.54	2.75	1.38
	FeO	5.42	1.58	2.80	0.33	0.58	3.59	2.03	2.73	4.58	2.35	2.50	0.49
	MnO	0.16	0.08	0.14	0.02	0.02	0.15	0.12	0.13	0.11	0.05	0.09	0.07
	MgO	4.97	2.15	2.58	0.15	0.15	3.36	2.00	2.44	1.75	2.13	1.76	0.30
	CaO	8.84	4.34	5.99	0.10	0.57	6.61	4.84	5.00	3.48	4.96	4.80	1.52
	Na ₂ O	3.14	3.85	3.83	0.75	2.59	3.25	4.14	3.48	4.76	4.93	3.50	3.47
	K ₂ O	4.10	1.95	2.78	9.06	4.49	2.02	3.54	2.99	4.09	1.94	2.46	4.08
	H ₂ O(+)	3.02	3.17	0.60	1.07	1.45	0.65	0.65	0.73	0.50	2.08	0.72	0.49
	H ₂ O(-)	0.19	1.10	0.11	0.22	0.82	0.10	0.48	0.51	0.26	0.56	0.51	0.60
	P ₂ O ₅	0.49	0.18	0.45	0.04	0.02	0.31	0.32	0.39	0.32	0.25	0.39	0.13
Total	99.73	100.50	99.98	100.16	100.01	99.95	100.34	100.01	100.12	99.73	99.04	99.68	
weight in percent													
C.I.P.W. normative calculations	apatite	1.13	0.41	1.04	0.09	0.05	0.71	0.73	0.90	0.74	0.58	0.91	0.30
	orthoclase	24.30	11.47	16.43	53.46	26.53	11.94	20.85	17.67	24.14	11.50	14.68	24.19
	albite	20.86	32.41	32.41	6.34	21.91	27.51	34.91	29.44	40.23	41.83	29.90	29.40
	nepheline	3.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	anorthite	17.09	20.26	21.54	0.24	2.70	28.09	18.84	20.13	12.19	23.05	21.50	6.72
	corundum	0	2.74	0	2.64	3.11	0	0	0	0	1.31	0.18	0.52
	ilmenite	2.38	1.55	1.90	0.53	0.19	2.55	1.57	1.58	2.26	1.26	1.46	0.48
	magnetite	0.71	2.96	4.92	0.32	0.87	5.51	4.51	4.10	1.40	2.24	4.03	1.08
	diopside	19.32	0	4.17	0	0	2.15	2.35	1.71	2.49	0	0	0
	hematite	0	0.33	0	1.84	0	0	0.29	0	0	0	0	0.64
	hypersthene	0	5.33	5.41	0.37	0.81	8.87	3.78	6.81	8.94	7.37	5.67	0.75
	olivine	7.86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	quartz	0	18.29	11.48	32.94	41.56	11.91	10.94	16.43	6.85	8.23	20.45	34.78
Total	96.77	95.75	99.29	98.72	97.74	99.25	98.86	98.77	99.24	97.37	98.76	98.91	



3-6. 地質構造 (Fig. 3-6 参照)

調査地域において観察される最も顕著な地質構造は、先第三系中の褶曲及び断層構造である。褶曲構造の発達には堆積岩類の岩相によって若干規制されているが、一般に非常に著しく、さまざまな規模のものが観察される。それらの中でも、非常に大規模な幾つかの過褶曲構造が本地区の地質構造を大きく特徴づけている。

断層はNW-SE系の走向断層とNNE-SSW系の胴切断層の2系統がみられる。各断層の規模は大きい、数は少ない。

このような、第三紀以前の堆積岩類中の諸地質構造の発達に比較して、第三系中には、顕著な褶曲や断層は認められない。しかし第三紀貫入岩類は2方向に配列した分布を示し、断層あるいは基盤の構造を反映している可能性がある。以上の詳細はつぎのとおりである。

〔 褶曲構造 〕

最大のものは、地域の北中央部に認められる一対の過褶曲背斜及び向斜である。過褶曲背斜構造の軸は、北西部から中央部まではNW-SEの方向で延長するが、それより南方にかけてはN-S方向に僅かに折れ曲り、その軸面は 40° ~ 70° SWの傾斜を示す。この褶曲軸は、地域北西部のApescoおよびLas Trancas部落のやや西方を通過して南東方向にむかい、さらに中央部のTaxhai部落を通過して南方に抜ける。この褶曲軸に沿って、地域内で最下位のLas Trancas累層が分布し、その両翼には上位の白亜系に属するEl Doctor累層(Kdf)が配列するが、軸面が西傾斜であるため、みかけ上、単斜構造を呈している。

一方、本構造に平行して対をなす過褶曲向斜構造が東側に発達する。この構造は白亜系堆積岩の中で最上位のMendez累層の分布域に向斜軸をもっている。軸面が西急傾斜のこの向斜軸はLas Trancas部落の東北東方約3 kmの地点から南東方の、Pajeadi・Nicolas Flores・El BocuaおよびTedraなどの部落付近を通過して南へ抜ける線上に位置する。この過褶曲向斜構造の東側は断層で切れ、Mendez累層と下位のEl Doctor累層(Kdl部層)は断層関係で接する。また、西側は、地層が逆転している。

また、もう一つの過褶曲向斜構造は地域北部のMesquite部落から南西のLas Piedras部落の東方にかけて分布するMendez累層中にみられるもので、NW-SE系向斜軸をもち、その軸面はSWに 20° ~ 40° 傾斜する。本地区においてMendez累層は下位のEl Doctor累層のKdf部層及びKdl部層に折りたたまれた構造を示し、衝上断層の存在が推定される。

これらの大褶曲構造のほか、本地区には多数の褶曲構造が認められる。すなわち、Las Trancas部落の南西からGuadalupe部落の北東にかけて、NW-SE系の褶曲軸をもつ背斜・向斜の繰り返しが認められる。この褶曲の一部はBonanza部落の西方2 km付近に連続し、ここでは褶曲軸の方向がNNW-SSE方向に湾曲しており、この付近の地質構造を複雑にしている。

Santuario部落の北北西では、NNW-SSE系の軸をもつ過褶曲背斜及びこの西側の向斜構

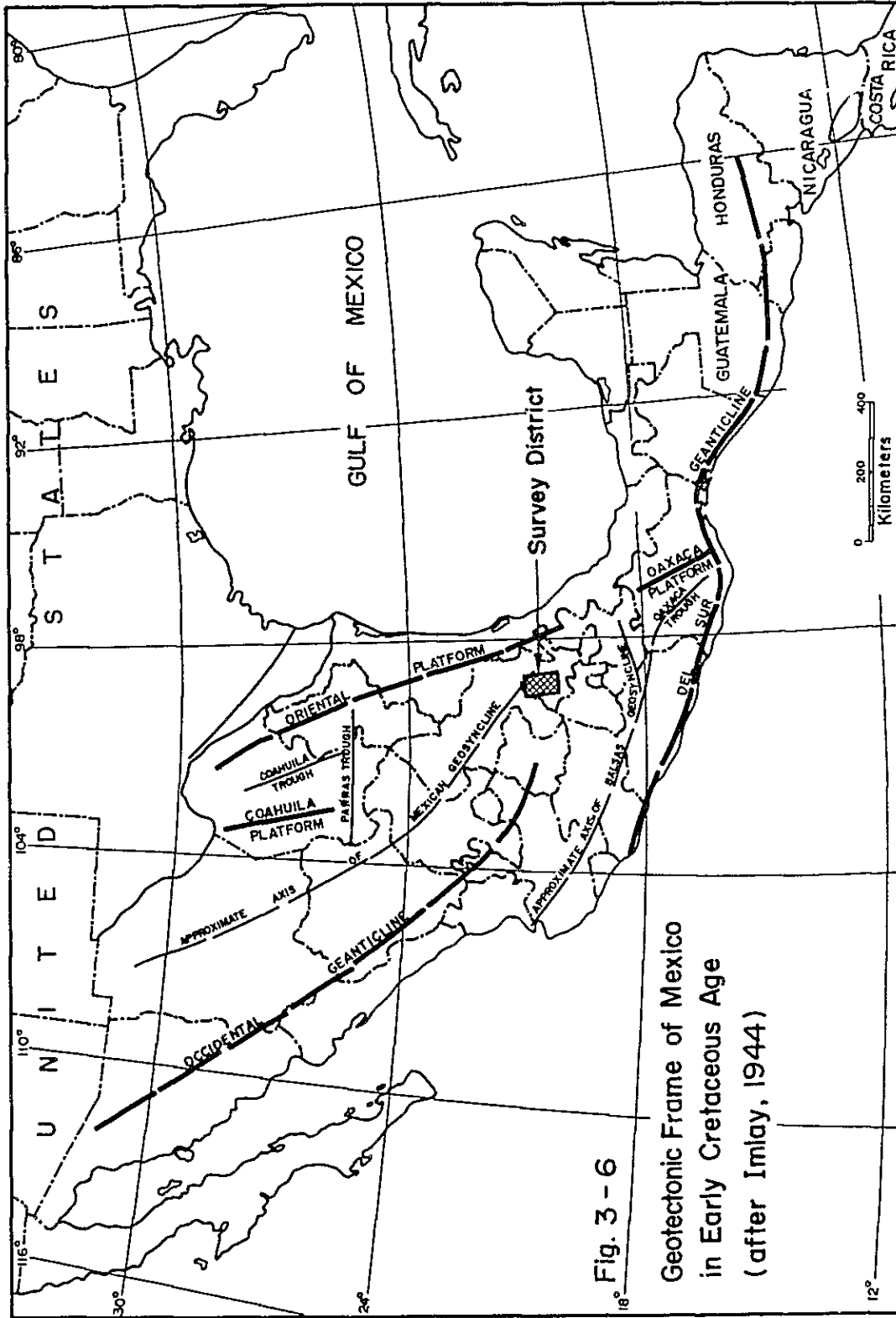


Fig. 3 - 6

Geotectonic Frame of Mexico
in Early Cretaceous Age
(after Imlay, 1944)

造によって、El Doctor 累層は南西側に張り出す分布を示している。

調査地北東部の Itatlaxco 部落の南西側の Mendez 累層には、NW—SE 系の軸をもつ、小規模な背斜・向斜の繰り返し認められる。

その他の小褶曲構造としては、Las Trancas 累層 (Jts)、El Doctor 累層の黒色フリント挟在中層理石灰岩部層 (Kdf) 及び Mendez 累層中に、急傾斜の折りたたみ褶曲が多数観察される。しかし地区北部に分布する塊状石灰岩部層 (Kdl) 中では、地層の傾斜が 20° 前後のゆるい背斜・向斜構造が観察されるだけである。このように岩相や岩質による褶曲構造の差は、各地層の構造運動に対するコンプレッションの差を表わしていると推定され、特によりインコンプレッテントなものほど著しい褶曲構造を示す傾向にある。

以上述べてきた諸褶曲構造の軸は調査地最北部では NW—SE 系の方向性をもつが、Guadalupe 部落と Nicolas Flores 部落を結ぶ線より南側では、褶曲軸の方向が、NNW—SSE 系から N—S 系と変化する傾向を示す。

〔断層構造〕

調査地域の断層は NW—SE 系の断層とこれに斜交する NNE—SSW 系の 2 系統がみられる。

NW—SE 系の断層は 2 本あり、その 1 本は調査地域東部で、塊状石灰岩部層 (Kdl) と Mendez 累層を境するものである。この断層は調査地域外まで連続する大規模なもので、落差も大きいものと推定される。もう 1 本は Las Piedras 部落の北東部にあるもので、黒色フリント挟在中層理石灰岩部層 (Kdf) の北東延長を切っている。

NNE—SSW 系に属する断層は、調査地北部の Durango 部落の東側から南南西方向へ Las Trancas 部落まで連続する断層と、Las Piedras 部落から南南西に伸びる断層である。両断層は先第三系の堆積岩類を切る胴切断層である。また Dos de El Aguila 鉦山付近と、この南方などで、NNE—SSW 系断層から派生した小断層として、N—S 系断層が認められるが、小規模なものである。

〔第三紀貫入岩類の配列〕

第三紀貫入岩類のうち、閃緑岩類 (Tidi)、閃緑斑岩類 (Tidp) 及びパーサイト花崗岩類 (Tigd) などの貫入位置は、NNE—SSW 方向と NW—SE 方向の 2 方向に配列している。すなわち調査地の北部の Agua Fria Chica 部落の南東から順次、Encarnación 鉦山付近、El Zapote 鉦山付近、Taxhai 部落の北北西の小岩体、Bonanza 部落の北北東付近および Pechuga 鉦山付近などに認められ、これらは大規模または小規模な岩株状貫入岩体として NNE—SSW 方向を示す直線上に配列している。また NW—SE 方向に配列するものは、調査地北西部の Colorado 部落付近から南東に、El Zapote 鉦山付近、Nicolas Flores 部落北東および El Bocua 部落の北東部などに分布するもので、ほぼ直線上に配列している。これらの 2 種類の配列方向は、当地域の断層構造の方向性とほぼ一致しており、地下深部の基盤構造を反映しているものと考えられる。

3-7. 地 史

北米大陸西部に起こったネバダ造山運動に起因して、ジュラ紀後期から形成が始まったメキシコ劣地向斜の南端部に位置する本調査地域には、地向斜の発展にともなって堆積した、最上部ジュラ系ティトン階から上部白亜系シャンパーニュ階までの海成層が卓越する。

本地域に分布する最下位層は Las Trancas 累層であって、最上部ジュラ系ティトン階から最下部白亜系ネオコム階に対比される。本累層中には、しばしば、安山岩質凝灰岩、凝灰質砂岩及び凝灰質礫岩などの薄層が挟在層としてみられるが、一般に、均質な千枚岩質頁岩と砂質頁岩との互層を主体としている。したがって当時の堆積環境は、陸に近い浅い海で、小規模な火山活動と海進、海退の繰り返しがあったことを示している。そして、その上位のアプト階からオーブ階下部に対比される地層の分布は本地域では認められず、この期間は海退期であったと考えられる。その後、オーブ期中期から海進が始まり、海成層の堆積がチューロン期後期まで卓越する。オーブ階中部からチューロン階上部に対比される El Doctor 累層は、地域北部～北東部では厚層理石灰岩を主体とする Kd1 部層であり、地域北西部から中央部では特徴的に黒色フリント及び石灰質頁岩の薄層をしばしば挟む中層理石灰岩からなる Kd1 部層であって、両者は同時異相の関係にある。したがって、この期間の堆積環境は、地域北部～北東部と北西部～中央部とで著しい相異があったと考えられる。これは、下位層の分布方向や、両者の分布域を考慮すれば、当時の基盤構造に支配されて生じたものと考えられる。

チューロン階上部からシャンパーニュ階に対比され、頁岩を主体とする Mendez 累層の堆積が引き続き始まる。そして、この時期は、堆積盆が埋められるに従い、海進・海退の頻度が増加すると共に陸源碎屑物が多量に供給され、泥質岩及び砂質岩の堆積が卓越する。したがって本累層と El Doctor 累層の関係は一部整合・一部不整合の関係にある。

白亜紀末期から第三紀始新世初期にかけて起ったララミー造山運動によって、当地域の地向斜堆積物は烈しい圧縮応力を受けて褶曲し陸化した。この褶曲構造は、El Doctor 累層の塊状石灰岩部層を壁として、この南西側の Las Trancas 累層、El Doctor 累層の黒色フリント挟在中層理石灰岩部層及び Mendez 累層などの泥質物に富む地層中に発達したのと考えられる。

ララミー造山運動の終了後、当地区に起こった火成活動は、閃緑岩類、閃緑斑岩類およびパーサイト花崗岩類などの貫入で始まり、これらは基盤構造に支配されて、NW-SE 系および NNE-SSW 系に配列した。当地域の高温交代鉱床～熱水型鉱床などは、これら貫入岩類と密接な関係をもって形成された。閃緑岩類の貫入時期は K-Ar 年代測定結果によれば $40.5 \pm 1.4 \text{ Ma}$ から $50.9 \pm 2.5 \text{ Ma}$ を示しており、始新世である。

第三紀始新世末期から漸新世初期にかけて、El Morro 累層の礫岩が局所的に下位の主として白亜系の堆積岩類を不整合に覆って堆積した。このころから当地区の火成活動は徐々に活発になり、調査地東部の変質安山岩類 (Tan 1) は始新世末期に噴出した。その後、玄武岩類、安山

岩類，流紋岩類，石英安山岩類などの火成活動が活発に起こるが，これらの活動時期は，K—Ar年代測定結果によれば $31.1 \pm 1.6 \text{ Ma} \sim 26.5 \pm 1.3 \text{ Ma}$ とほとんど漸新世に集中しているのが特徴的である。この中で重要なのは San Clemente 山塊を形成する流紋岩類 (Trhy-2) の活動であって，この活動にともなって金，銀，銅，鉛，亜鉛の鉱化作用が観察され，第4年次調査の主題の一つとなっている。第三紀末期から第四紀にかけて，調査地南部の構造的底地に内陸湖沼性堆積物が堆積して現在に至っている。

第4章 鋳床概要

4-1. 鋳床概要

調査地域は鋳床生成区的に、東シェラ・マードレ帯及び新期火山帯に属する。

東シェラ・マードレ帯に属する鋳化帯は、第三紀の閃緑岩質貫入岩体と密接に関係してジュラ紀～白亜紀の堆積岩類中に生成している。また新期火山帯に属する鋳化帯は流紋岩体中の金鋳床である。これらの鋳徴地及び既知鋳床は Fig.4-1, Table 4-1 に示したとおりである。

本地域内に観察される鋳化帯は、これまでの調査によって大きく次のように分類される。

- (1) 調査地域の北部に集中して分布する閃緑岩体 (Tidi) の貫入によって、被貫入岩体である石灰質岩類中に生じた接触変成帯に胚胎する接触交代型鋳床 [Fe-Cu (Pb-Zn-Ag-Au) 型]
: EL TEJOCOTE, ENCARNACION, EL ZAPOTE, DOS DE EL AGUILA, LA LUZ,
ZIMAPAN 鋳化帯
- (2) 上記貫入岩体から離れた周辺部、または閃緑斑岩 (Tidp) 貫入岩体周辺の石灰質岩類中に不規則塊状～マント状～鋳脈状などの形態で胚胎する熱水型鋳床 [Pb-Ag (Zn-Au-Cu) 型]
: PECHUGA, PROVIDENCIA, EL TEJOCOTE 鋳化帯
- (3) 地域中央部の SAN CLEMENTE 山塊を形成するカリ流紋岩中にみられる熱水型金鋳床 [Au-Ag] : SAN CLEMENTE 鋳化帯の San Severiano 鋳山

上記の(1)及び(2)の鋳化帯は、いずれもスカルンを伴う接触交代型鋳床または熱水型鋳床を主体としており、その鋳床形態は鋳筒・マント状・不規則塊状・レンズ状などと多様性に富んでいる。鋳化帯に産する鋳石鋳物の主要なものは、磁鉄鋳・黄鉄鋳・黄銅鋳・磁硫鉄鋳・閃亜鉛鋳・方鉛鋳などの初生鋳物と、赤鉄鋳・針鉄鋳・孔雀石及び多くの酸化鋳などの二次鋳物である。また脈石鋳物は柘榴石・珪灰石・緑簾石・方解石などが一般に含まれる。

(3)の鋳化帯は、流紋岩体 (Trhy-2) に含まれる緻密質流紋岩を母岩とし、割れ目沿いの酸化帯や新鮮と思われる同岩中にエレクトラムを伴う不規則網状～鋳染型鋳床の形態を示している。

本地域には Table 4-1 に示したような多数の鋳床が知られている。これらのうち、大半の鋳床は過去小規模に採掘が行なわれたものである。現在稼行されている鋳床は 15ヶ所あり、その主なものは、ZIMAPAN 鋳化帯の El Carrizal, San Parcual, Lomo de Toro 及び EL ZAPOTE 鋳化帯の Corcus, Santa Eleanora, La Trinidad などの鋳床であり、他のものはごく小規模に稼行されている。

4-2. EL TEJOCOTE 鋳化帯 (Fig.4-2, Table 4-2 参照)

[位置] 調査地域の北部にある Encarnación 部落の北東部に位置する。

[地質及び鋳化帯] 鋳化帯付近の地質は、El Doctor 累層の厚層理塊状石灰岩 (Kd1) 部層と、

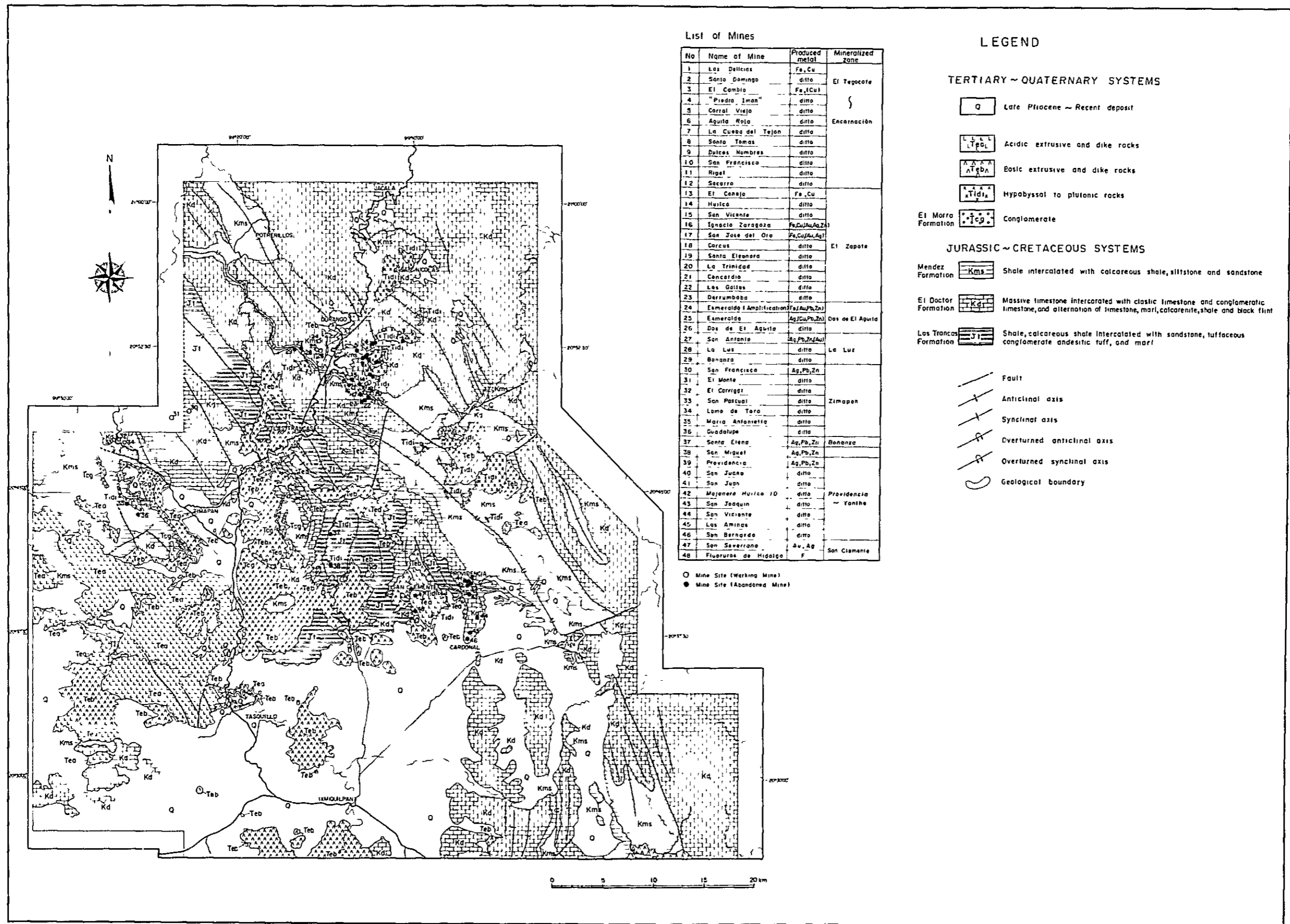


Fig.4-1 Location Map of Mines and Ore Showings in the Survey District

Table 4-1 List of Mineralized Zone

Mineralized zone	No.	Name of mine	Type of ore deposit	Produced metal	Operation	Mine works
EL TEJOCOTE	1	Las Delicias	Pyrometasomatic: massive	Fe, Cu	Active	1 adit
	2	Santo Domingo	ditto	Cu, Pb, Zn	Inactive	adit and pit
	3	El Cambio	ditto	Fe, (Cu)	ditto	pits
	4	Piedra Iman	ditto	ditto	ditto	?
	5	Corral Viejo	ditto	ditto	ditto	pits
	6	Aguila Roja	ditto	ditto	Active	1 adit
ENCARNACION	7	La Cueva del Tejon	ditto	ditto	Inactive	pits
	8	Santo Tomas	ditto	ditto	ditto	ditto
	9	Dulces Nombres	ditto	ditto	ditto	ditto
	10	San Francisco	ditto	ditto	ditto	ditto
	11	Rigel	ditto	ditto	ditto	ditto
	12	Socorro	ditto	ditto	ditto	ditto
	13	El conejo	ditto	Fe, Cu	ditto	1 adit, 1 shaft
	14	Huilco	ditto	ditto	ditto	1 adit
	15	San Vicente	ditto	ditto	ditto	1 adit
	16	Ignacio Zaragoza	ditto	Fe, Cu, (Au, Ag, Zn)	Active	2 adits
	17	San Jose del Oro	ditto	Fe, Cu, (Au, Ag)	Inactive	2 adits, 2 shafts
	18	Corcus	ditto	ditto	Active	2 adits
EL ZAPOTE	19	Santa Eleonora	ditto	ditto	ditto	1 adit
	20	La Trinidad	ditto	ditto	ditto	2 adits
	21	Concordia	ditto	ditto	Inactive	3 adits
	22	Los Gallos	ditto	ditto	ditto	4 adits
	23	Derrumbada	ditto	ditto	ditto	1 adit, 1 shaft
	24	Esmeralda (Amplification)	ditto	Fe, (Au, Pb, Zn)	Active?	pits
	25	Esmeralda	ditto	Ag, (Cu, Pb, Zn)	Active	2 adits, 1 shaft
	26	Dos de El Aguila	ditto	ditto	ditto	2 adits, 1 shaft
	27	San Antonio	Hydrothermal-replacing: mant	Ag, Pb, Zn, (Au)	Inactive	1 adit
	28	La Luz	ditto	ditto	Active	1 adit
LA LUZ	29	Bonanza	ditto	ditto	Inactive	1 adit
	30	San Francisco	Pyrometasomatic, Hydrothermal: manto, chimney	Ag, Pb, Zn	Active	adits?
	31	El Monte	ditto	ditto	ditto	adits?
	32	El Carrizal	ditto	ditto	ditto	adits
	33	San Pascual	ditto	ditto	ditto	ditto
	34	Lomo de Toro	ditto	ditto	ditto	ditto
	35	Maria Antonietta	Hydrothermal: vein	ditto	Inactive	adit
	36	Guadalupe	ditto	ditto	ditto	pits
	37	Santa Elena	Hydrothermal: vein	Ag, Pb, Zn	ditto	>5 adits, >4 shafts
	38	San Miguel	Pyrometasomatic to hydrothermal: massive	Ag, Pb, Zn	ditto	2 adits, 2 pits
PECHUGA	39	Providencia	Hydrothermal: vein, mant	Pb, Zn, (Ag)	ditto	>6 adits, >6 pits
	40	San Juana	ditto	ditto	ditto	4 adits, 3 pits
	41	San Juan	ditto	(Pb, Zn)	ditto	1 adit
	42	Mojonera of Huilco 10	ditto	ditto	ditto	4 adits, 8 pits
	43	San Joaquin	Hydrothermal: chimney	ditto	ditto	adits
	44	San Viciente	ditto	ditto	ditto	shafts, adits
PROVIDENCIA YONTH	45	Las Aminas	ditto	ditto	ditto	adits, pits
	46	San Bernardo	ditto	ditto	ditto	adits, pits
	47	San Severiano	Hydrothermal: dis-semination	Au, Pb, Zn, (Ag)	ditto	many pits & adits
	48	Fluoruros de Hidalgo	Hydrothermal-replacing: massive? vein?	F	ditto	pits

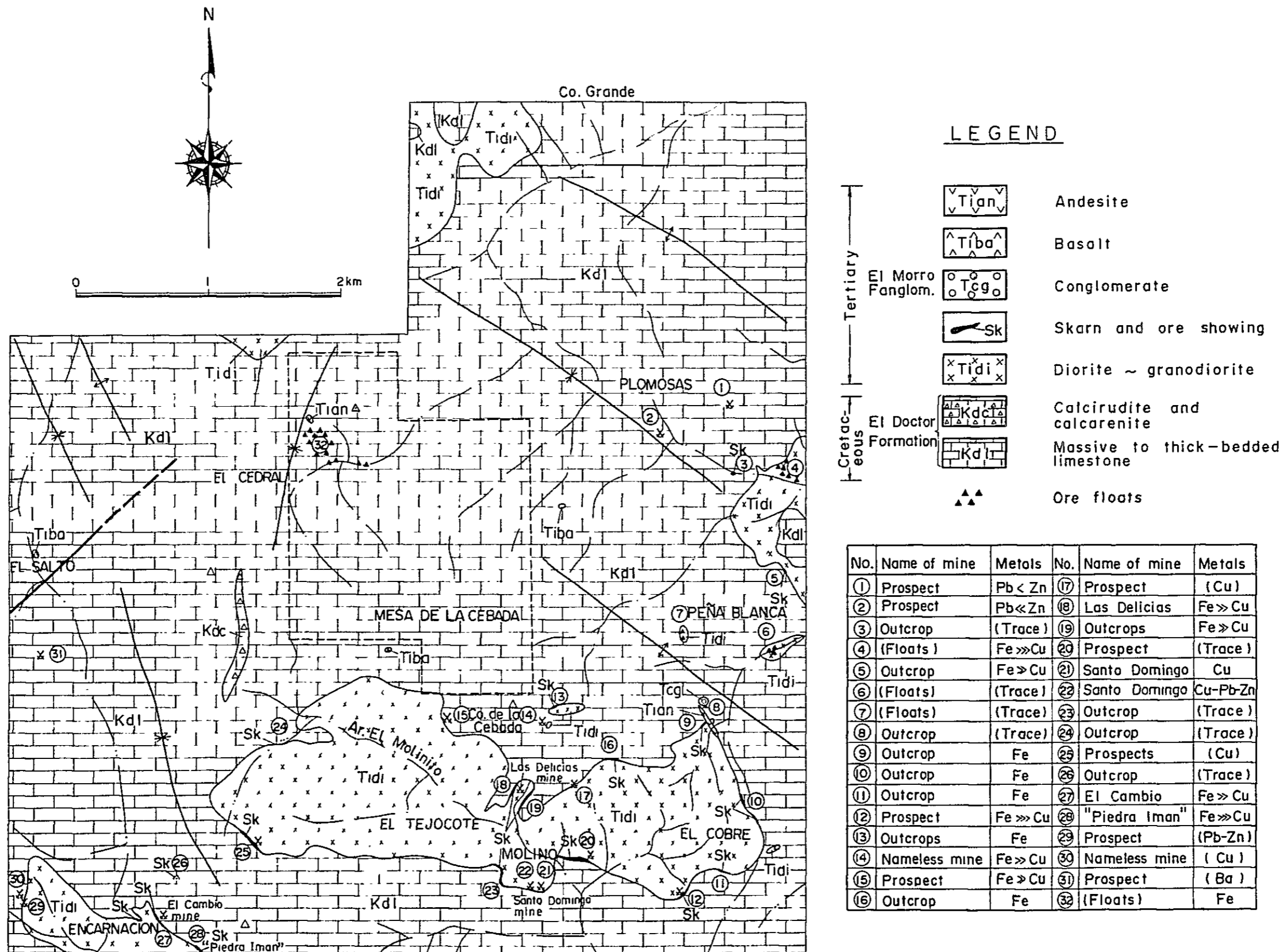


Fig. 4-2 Location Map of the Mines, Prospects and Ore Showings in the EL TEJOCOTE Area.

Table 4-2 Mines, Prospects and Ore Showings in the EL TEJOCOTE Area

Index ☆№	Name of Mine	Type of Mineralization	Scale of Orebody (m)	Ore Minerals	Gangue Minerals	Workings
①	Prospect	Ht vein	1.2(w), +10(l)	lm, jr	ca, qz?	2 shafts
②	Prospect	Ht veinlets	0.3(w), +3 (l)	lm, jr	ca	2 pits
③	Outcrop	Ht veinlets(manto)	3.0(w), 15(l)	lm, jr	ca	—
④	(Floats)	Pm	?	mg, py	ga, ep	—
⑤	Outcrop	Pm	+1.0(w), 10(l)	mg, ml	ga, ca	—
⑥	(Floats)	Ht(?)	?	lm, jr	ca	—
⑦	(Floats)	Ht(?)	?	lm	—	—
⑧	Outcrop	Ht network	1.0(w), 2(l)	lm, jr	ca	—
⑨	Outcrop	Pm	1.5(w)	mg	ca, ga	—
⑩	(Floats)	Pm	?	mg	—	—
⑪	Outcrop	Pm	+3 (w), 10(l)	mg	ca	—
⑫	Prospect	Pm and Ht vein	0.3(w), +2(l)	lm, mg, ml	ca, ga	1 pit
⑬	Outcrop	Pm	+1 (w), 20(l)	mg, lm	ep, ga, ca	—
⑭	Nameless working	Pm	10(w), 18(l)	mg, ml	ga, ep, ca	3 pits
⑮	Nameless working	Pm	2.5(w)	mg	ga, ca	1 tunnel
⑯	Outcrop	Pm	2.0(w)	lm, ml	—	—
⑰	Prospect	Pm	1.5(w)	mg, cp, py, po, ml	ga, ca	2 pits
⑱	Las Delicias	Pm	16(w), 40(l)	mg, cp, py, po, ml	ga, ep, ca	2 pits, 1 tunnel
⑲	Outcrops	Pm	+16(w), 90(l)	lm	ga, ep, ca	—
⑳	Prospect	Pm	1.2(w), 20(l)	ml, lm	ga, ep, ca	1 shaft-tunnel
㉑	Santo Domingo 1	Pm	2.5(w)	lm	ga, ep, wo	1 shaft, 1 pit
㉒	Santo Domingo 2	Ht vein	1.0(w)	lm	ca	1 shaft-tunnel
㉓	Outcrop	Pm	1.0(w)	py, lm	ep, ca	—
㉔	Outcrop	Pm	+1.0(w)	lm	ca	—
㉕	Prospect	Pm	1.5(w)	py, lm	ga, ep, ca	1 shaft, 1 tunnel
㉖	Outcrop	Ht vein	0.4~0.8(w)	ml, lm	ca	—
㉗	El Cambio	Pm	15(w), 40(l)	mg, cp, py, ml	ga, ep, ca	3 tunnels
㉘	"Piedra Inan"	Pm	5(w), 30(l)	mg, ml	ga, ep, ca	—
㉙	Nameless working	Ht ~ Pm	1.5(w)	mg, lm	ga, qz, ca	open pit
㉚	Nameless working	Ht cavity-filling	5(w), 8(l)	lm, jr	ca	1 tunnel
㉛	Prospect	Ht vein	3~4(w)	mg	—	1 pit
㉜	(Floats)	Pm	?	ba	ca, qz	—

Abbreviations: Ht, hydrothermal; Pm, Pyrometasomatic; w, width; l, length; mg, magnetite; cp, chalcopyrite; py, pyrite; po, pyrrohotite; ml, malachite; lm, limonite; jr, jarosite; ba, barite; ga, garnet; ep, epidote; ca, calcite; qz, quartz.

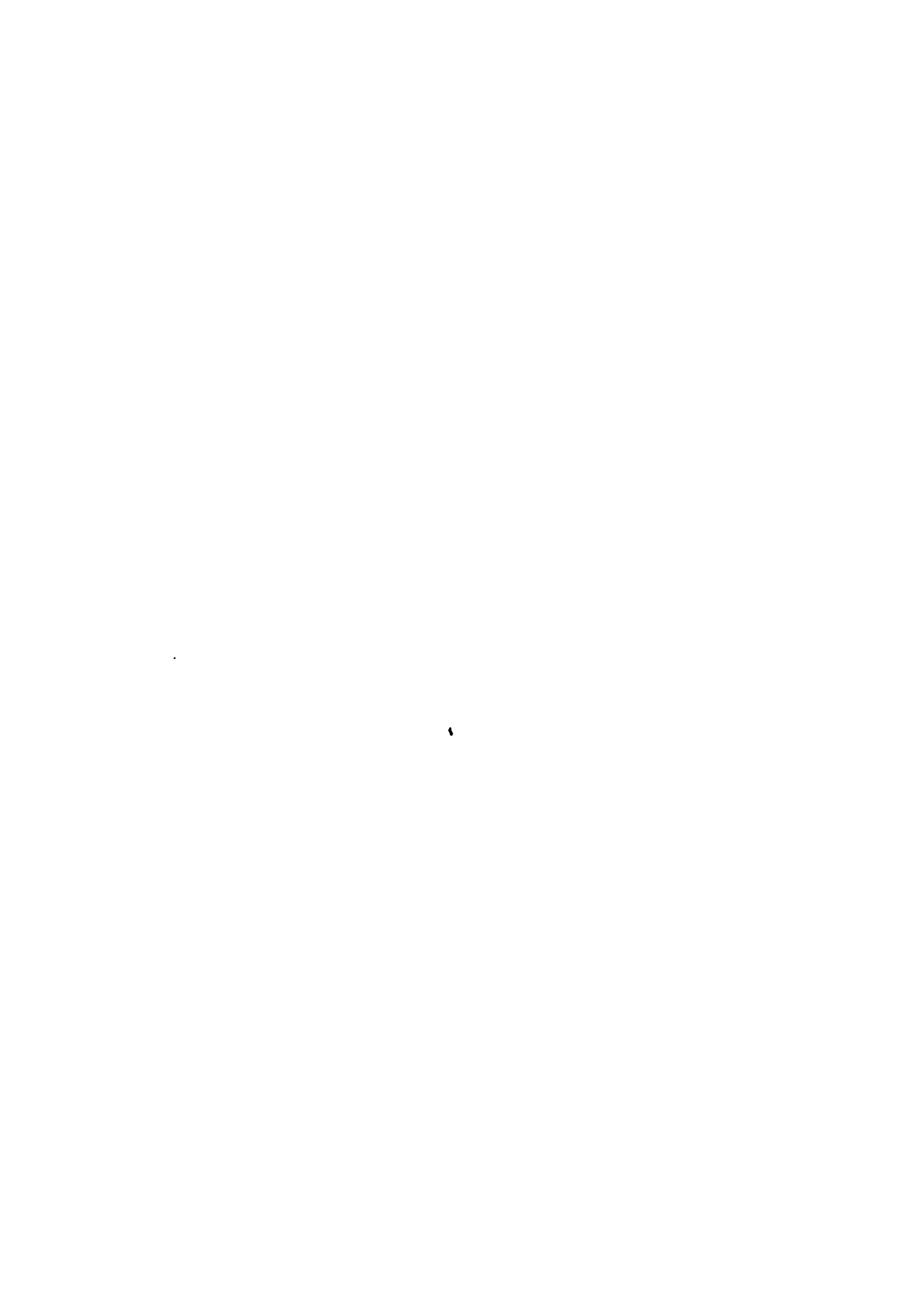
☆ Index number corresponds number of mines on the Fig. 4-2

Table 4-3 Metal Contents of Ore Samples from the EL TEJOCOTE Area

Ser. No	Sample No	☆ Index No and Name of Mine	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	T.Fe %
1	A14M	① Prospect	—	65	—	1.8	3.73	—
2	A13M	② Prospect	—	23	—	0.74	3.92	—
3	A21M	④ Outcrop	—	9	0.06	0.01	0.03	—
4	A25M	③ (Floats)	—	44	0.68	0.01	0.26	—
5	A55M	⑤ Outcrop	—	—	1.3	—	—	—
6	A 6M	⑥ (Floats)	—	—	0.07	0.01	0.09	—
7	A31M	⑧ Outcrop	—	12	—	0.17	0.64	—
8	A10M	⑩ Prospect	—	—	0.14	0.01	—	—
9	C12MR	⑬ Outcrop	0.02	2	0.042	0.002	0.11	—
10	A58M	⑭ Nameless mine	—	—	3.3	—	—	38
11	A15M	⑮ Prospect	—	16	1.4	—	—	—
12	C103MR	⑰ Las Delicias	0.19	30	2.02	0.004	0.24	—
13	A19M	⑱ Las Delicias	0.26	20	1.4	—	—	44
14	A20M	⑲ Las Delicias	—	13	1.8	—	—	—
15	A40M	⑳ Santo Domingo 1	2.0	66	1.8	0.02	0.04	—
16	A39M	㉑ Santo Domingo 2	—	11	1.4	1.3	1.57	—
17	A38M	㉒ Outcrop	—	20	0.02	0.03	0.34	—
18	eA20M	㉓ Outcrop	—	0.5	0.029	0.003	—	—
19	A35M	㉔ Prospect	—	9	0.38	0.01	0.04	—
20	eA7M	㉕ Outcrop	—	0.7	0.016	0.003	—	—
21	eA3M	㉖ El Cambio	—	45.4	0.192	0.003	—	—
22	eA6M	㉗ El Cambio	—	9.3	0.192	0.004	—	—
23	A62M	㉘ El Cambio	1.6	66	2.3	0.02	0.12	29
24	A63M	㉙ "Piedra Iman"	—	—	0.42	—	—	62
25	A43M	㉚ Nameless mine	—	50	0.01	0.44	—	—
26	A45M	㉛ Nameless mine	0.11	2	0.25	0.01	0.18	—
27	eA9M	㉜ (Floats)	—	0.7	0.003	0.011	—	—
28	eA12MR	㉝ (Floats)	—	7	0.01	0.02	0.15	62

(-:not analyzed)

☆ Index number corresponds number of mine on the Fig 4-2



これらを貫く閃緑岩質貫入岩類によって特徴づけられる。鉱床は、石灰岩と貫入岩類との接触部に部分的に発達するスカルン帯に伴われて、磁鉄鉱を主とし銅鉱物を副次的にもつ高温交代型鉱床が認められる。さらに、これらの外側周辺の石灰岩中には熱水鉱脈型～マント型含銀鉛・亜鉛鉱床が分布している。

本鉱化帯の Las Delicias 及び Santo Doming 両鉱山の鉱床は高温交代型鉱床で、Plomosas 周辺、Peña Blanca 南東方などの探採掘跡にある鉱床は熱水鉱脈型～マント型鉱床である。

高温交代型に属する Las Delicias 鉱山は、石英閃緑岩中にルーフペンダント状に細長く突き出た石灰岩の南東に位置し、鉱化範囲は最大幅約 20 m・延長約 100 m の規模をもつが、石英閃緑岩体をへだててその南東方にも最大幅約 18 m・延長 100 m 以上の鉱化スカルン体(Ⅱ19)が賦存する。

石灰岩に挟まれた小舌状の石英閃緑岩はやや斑状を呈し、スカルンとの境界部や裂か沿いに著しく緑簾石化作用を受けている。鉱床は幅 12 m の柘榴石・緑簾石スカルン中に磁鉄鉱と硫化鉱物が含まれる通常のスカルン型鉱体と、石灰岩中の緩傾斜及び急傾斜の含硫化鉄磁鉄鉱脈とからなる。石灰岩中の鉱脈は、少量の黄鉄鉱・磁硫鉄鉱・黄銅鉱が鉱染する磁鉄鉱脈で、脈石鉱物をほとんど含まない。急傾斜脈は、露天採掘壁では石灰岩中の不規則裂かを充填しており、一般に小規模であるが坑道内部では幅 2 m 以上、延長 20 m 以上に発達している。緩傾斜脈は 1 m～2 m のみかけの厚さを持ち、断続しながら約 45 m の区間にわたって観察され、石灰岩中に層状に胚胎しているように見える。このマント状緩傾斜脈は、下方で急傾斜脈に連絡していることから、裂か沿いに石灰岩を通過した鉱化溶液が石灰岩中の多孔質部あるいは空隙に出合って鉄・銅を沈殿させて生成したものと考えられる。貯鉱のうち、磁鉄鉱主体のものは T・Fe 44%，Cu 1.4～2.0%，黄銅鉱・黄鉄鉱が鉱染するスカルン鉱は Cu 1.8% の品位を示した。金、銀、鉛、亜鉛各成分については注目すべき分析値は得られなかった (Table 4-3)。石英閃緑岩をへだてた南側鉱化スカルン帯では、ごく小規模な磁鉄鉱や孔雀石の濃集部は認められるものの全体として Las Delicias 鉱山より低品位である。仮りに T・Fe 55% 及び Cu 1% 以上の鉱石を対象として鉱量を見積れば、Las Delicias 鉱山付近の埋蔵鉱量は 5 万 t 未満と計算される。

熱水鉱脈型～マント型の鉱化帯に属する Plomosas 周辺には、2 本の立坑(Ⅱ1)，2ヶ所の露天掘跡と坑道(Ⅱ2)，及び露頭(Ⅱ3)がある。Ⅱ1は、互いに 4 m 離れて石灰岩中に掘下げられたもので、南側の立坑は幅 12 m (N 25°E, 84°E) の赤褐色褐鉄鉱化脈を約 10 m 追跡している。主脈から分岐した幅 0.8 m の脈 (EW, 60°S) もあるが連続はよくない。脈ぎわの石灰岩は弱く珪化しているほか、脈中に珪化石灰岩が残存している部分もある。主脈の平均試料は、Pb 1.8%，Zn 3.73%，Ag 65 g/t の品位を示した。北側の立坑は進入困難で内部の状況は未確認である。Ⅱ2に属するものは、細かく裂かの発達した暗灰色石灰岩中の約 5 m×12 m の範囲に存在している。南東側の露天探鉱跡(3 m×3 m)では、石灰岩中の裂か沿い(N 35°W,

80°W, N10°E, 65°W)に褐鉄鉱のしみこみが認められる。研中の褐鉄鉱試料は, Pb 0.74%, Zn 39.2%, Ag 23 g/tの品位を示し, 亜鉛に富んでいる。この亜鉛は菱亜鉛鉱及び異極鉱として存在するものと考えられる。北西側にある露天掘跡(1.5 m × 4 m)と坑道(<5 m, N34°W)においては, 鉱化部は採掘され尽し, その状況を観察することはできない。No.3は厚さ3 m, 延長15 mの, いわゆるマント型鉱化露頭で, 鉱化帯の下部1 mと南東端3 mは赤褐色褐鉄鉱と黄褐色ジャロサイトの鉱染帯であるが, 中心部は褐鉄鉱及びジャロサイトの不規則網状脈(幅10 cm ~ 30 cm)からなる。この鉱化帯は延長方向に10°以下の緩やかな傾斜を示す。褐鉄鉱とジャロサイトが優勢な部分の試料の分析結果は, Cu 0.06%, Pb 0.01%, Zn 0.03%, Ag 9 g/tで, ごく低品位である。

本地区の鉱化帯を総括すると次のようにまとめられる。

高温交代型鉱床は, 一般に石英閃緑岩質貫入岩と石灰岩との接触部に発達する柘榴石・緑簾石・(まれに珪灰石)スカルン帯の中に胚胎し, 磁鉄鉱を主とし若干の黄鉄鉱及び黄銅鉱を随伴する不規則塊状~レンズ状~脈状の型, スカルン帯に磁鉄鉱・磁硫鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱・(一部で方鉛鉱・閃亜鉛鉱)などが鉱染したレンズ状型に分けられる。そしてこれらは地表部において酸化作用を受け, 多くの鉱石鉱物は酸化鉱に変わっている例が多い。

スカルン帯の規模は, 幅数mから約20 m, その延長は数100 mに及ぶが, 貫入岩と石灰岩との接触部に沿って断続的に分布し, 一般に不規則である。したがって, スカルン帯中に胚胎する鉱化帯の規模は, 最大のもので幅15 m程度で, 延長は数10 m以内である。

鉱石の品位は, 磁鉄鉱を主とするものでT・Fe 44%~66%, 硫化鉱々染型スカルンあるいは褐鉄鉱, ジャロサイト・孔雀石などからなる鉱石では, Cu 1~2%, Au 0.2~0.3 g/t, Ag 20~50 g/tなどで, 鉛・亜鉛の含まれているまれな例では, Au 6.7 g/t, Ag 130 g/t, Pb 8.5%, Zn 5.78%の品位もみられる。その他部分的に, 二次富化作用により亜鉛に富む鉱石もみられる。

一方, 熱水型鉱床は, 貫入岩から離れて石灰岩中に胚胎し, 裂かあるいは空隙を充填する不規則脈状あるいは緩傾斜のマント状形態を示し, 弱~中程度の珪化作用を鉱床の上・下盤にともない, 厚さ1 m~3 mで10数m程度の延長をもっている。鉱体は完全に酸化されているので, 鉱石鉱物は褐鉄鉱・ジャロサイトを主とし, 少量の孔雀石と磁鉄鉱を伴う場合もみられる。鉱石の品位は, Ag 20~65 g/t, Pb n%, Zn n%~n×10%, Cu, 0 n%程度が一般的である。
〔地化学探査及びIP法電気探査〕河床堆積物による地化学異常帯から選出された2.7 km²の小区域に対して, IP測線上における土壤試料による地化学探査が実施された。その結果, 地化学異常帯は, 区域北東部と南半部にそれぞれ検出された。区域北東部の地化学異常帯は, Pb・Ag成分のB級異常値の集合からなるB級異常帯であり, 両成分共比較的大きな広がりをもつが, その中に含まれるA級異常帯は小規模で, 地区外北東方に連続する傾向を示している。Pb成分

の A 級異常値は、1,230 ppm～1,500 ppm の値をもって数個が検出されている。また、Ag 成分は 8 ppm～13 ppm であり、Pb 異常帯に重複して検出されている。

また、区域南半分の異常帯は Cu 成分によるもので、比較的大きな広がりをもつ B 級異常帯とこれに含まれる小規模の A 級異常帯からなる。そして A 級異常値の最高値は 394 ppm であった。

一方、IP 法電気探査の結果、高比抵抗・高分極率異常帯は区域南部において、Cu 成分の地化学異常帯に重複し、低比抵抗・高分極率異常帯は小規模に、区域中央部及び北東部に点在し、幾つかは Pb・Ag 成分の地化学異常帯に重複し、それぞれ分布している。

このような測定結果を地質的に考察すると、地区南部の異常帯は、貫入岩にともなわれる高温交代型鉄・銅鉱化帯及び潜在する貫入岩体の分布を暗示しているものであり、一方、区域中央部並びに北東部のものは熱水型鉛・亜鉛鉱化帯の存在を示徴しているものと解釈される。しかし、これらの地化学及び分極率異常帯を構成する各種測定値及び分布規模を検討すると、本地区に大規模な鉱化帯が潜在している可能性は少ないと結論づけられる。

4-3. EL ZAPOTE 鉱化帯

〔位置〕 Encarnación 鉱化帯の南方に隣接し、Arroyo de Flojonales 最上流部とその周辺に位置する (Fig.4-3)。

〔地質及び鉱化帯〕 鉱化帯付近の地質は、北東部に El Doctor 累層の塊状石灰岩部層 (Kd1) 北西部及び南西部から南東部にかけては El Doctor 累層の黒色フリント挟在中層理石灰岩部層 (Kdf) 及び Mendez 累層 (Kms) が分布しており、その中間に大規模 (0.9 km × 3 km) な閃緑岩質貫入岩 (T1d1) が分布している。

鉱床は、堆積岩類と閃緑岩質貫入岩体との境界付近に胚胎する高温交代型鉱床で、Fe・Cu を主とし、一部で Pb・Zn・Au・Ag を伴う。スカルン化帯は中央部の閃緑岩質岩体の周辺によく発達しており、一般には 30 m～150 m の幅をもつ。また、岩体中央部では、ルーフペンダント状にスカルン化しているが、不純物の多い泥質部ほどスカルン化され易い傾向があり、一般に、El Doctor 累層の黒色フリント挟在中層理石灰岩部層と Mendez 累層の分野でやや広いスカルン帯が発達している (Fig.4-4)。

鉱床はスカルン帯中に不規則塊状～レンズ状に磁鉄鉱・黄銅鉱・斑銅鉱などが濃集したもので、一般に小規模と思われ、鉱体の状況の一部が判明している Corcus・Santa Eleanora・La Trinidad 鉱山では、鉱体幅 (厚さ) 5～10 m・走向延長 100 m 程度・傾斜延長 70～120 m の規模と推定される。

鉱石は、磁鉄鉱が卓越し黄銅鉱その他の硫化鉱物が鉱染しているものと、ほとんど硫化物からなるものの 2 種がある。主に前者の産出が多いが、Ignacio Zaragoza・San José del Oro・La Trinidad・Los Gallos 鉱山などでは、後者も混じっている。地表付近の鉱石は風化により

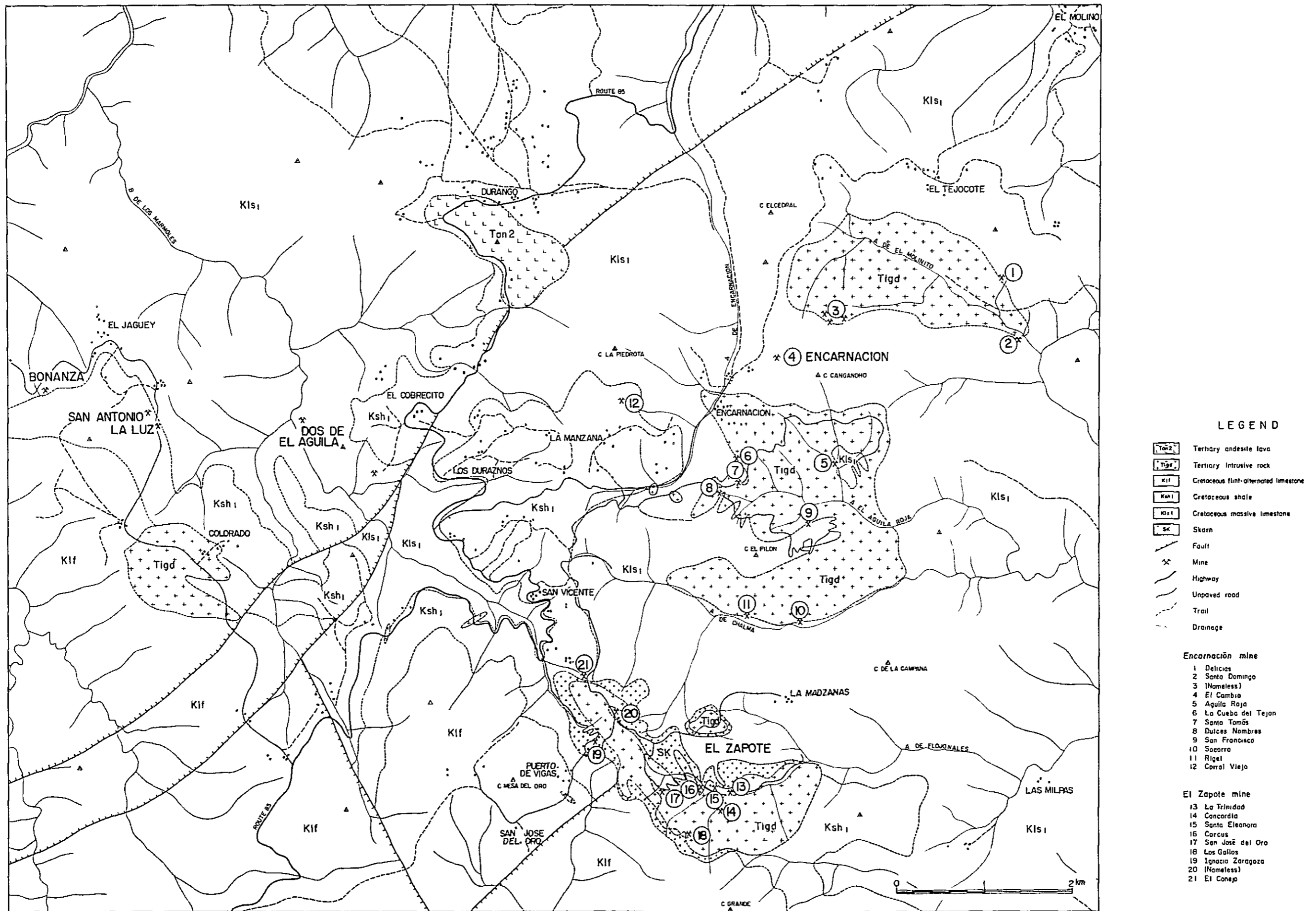


Fig. 4-3 Location Map of Metal Mines in the Encarnación-El Zapote Area

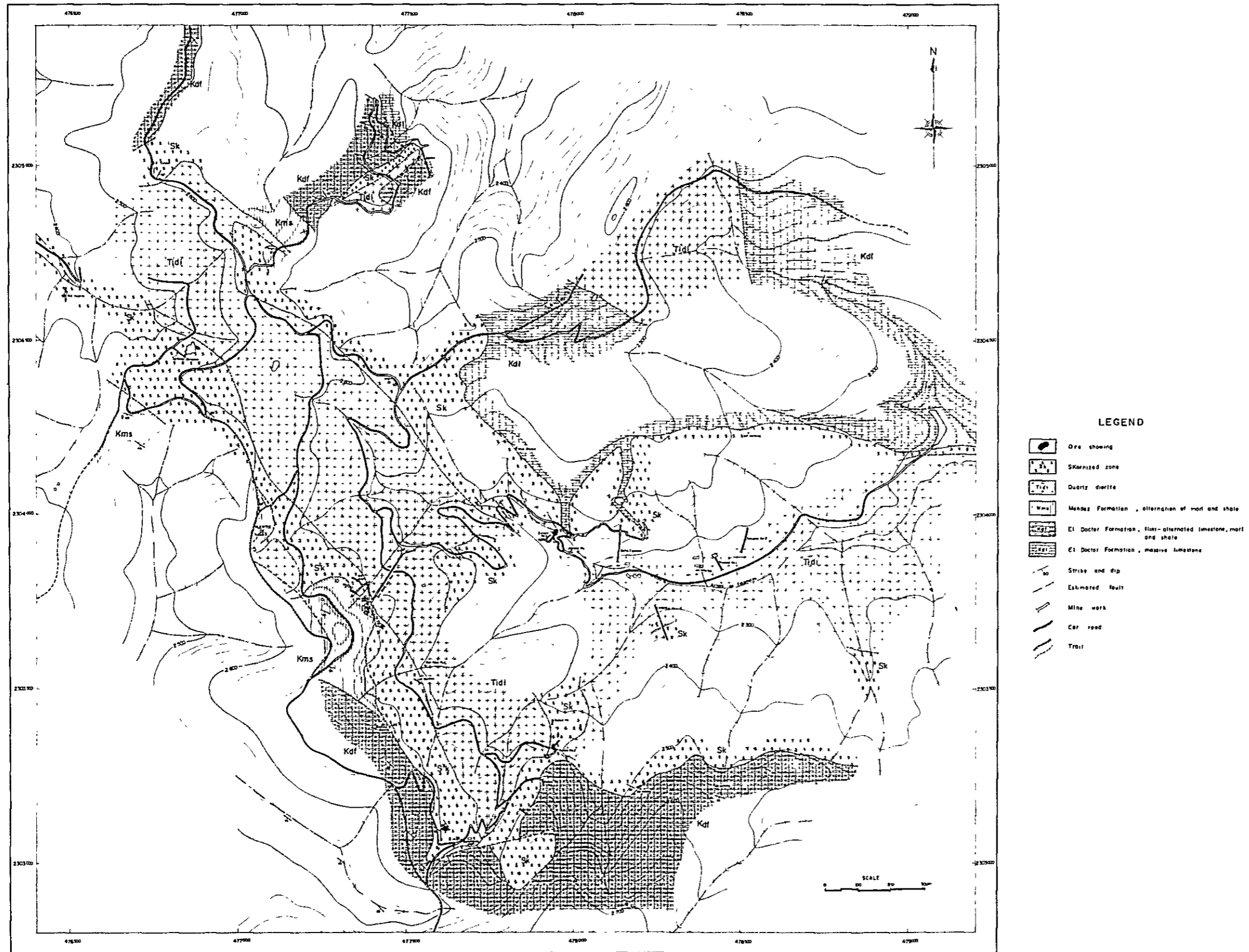


Fig. 4-4 Geological Sketch of the EL ZAPOTE Mining Area

酸化鉱となっている。

鉱石鉱物は、初生鉱物として磁鉄鉱・磁硫鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱・斑銅鉱・閃亜鉛鉱・自然金などが認められ、二次硫化鉱物としては銅藍・輝銅鉱がある。これらの風化変質鉱物は、赤鉄鉱・針鉄鉱・ヒシングライト様鉱物・孔雀石・珪孔雀石・藍銅鉱などである。脈石鉱物は柘榴石が最も多く、緑簾石・方解石・石英がこれに次ぎ、透輝石・珪灰石は局部的に産出する。

各鉱山・探鉱地・鉱徴地からの鉱石試料の分析結果は、Au 0.02～43.4 g/t・Ag 0.02～313.9 g/t・Cu 0.26～23.70%・Pb 0.006～3.18%・Zn 0.04～5.20%及び1試料T・Fe 24.6%である。これはT・Feが比較的少ない試料の値であり、磁鉄鉱主体の鉱石では、T・Fe 55%以上が普通とみられる。San José del Oro・Los Gallos 鉱山の試料にはAu 13.8～43.3 g/tと高Au品位を示すものがあり、また、La Trinidad・Los Gallos 産試料にはAg 167～313 g/tと比較的Agを多く含むものがある。

本鉱化帯のうち現在稼行している鉱山は、Corcus・Santa Eleanora・La Trinidad・Ignacio Zaragozaの4鉱山で、他は休山中である。

Las Piedras 部落北東1 kmには、EL ZAPOTE 鉱山群付近と同様の閃緑岩体が分布しており、この岩体周辺にも約80 mの幅のスカルン帯が生成している部分がある。岩体の形態・スカルン帯の規模・金属濃集の程度などの詳細は不明な点が多い。

〔地化学探査〕 河床堆積物による地化学異常のうち、既知鉱床による汚染地域以外のものが2地区に認められる。1地区は、EL ZAPOTE 鉱化帯の西方約1 kmにあり、San José del Oro 部落の南方及び西方の支沢上に約1 km連続する地化学異常がある。この異常の階級はAg成分のA級異常を含みB級異常を主体としている。この地区は黒色フリント挟在中層理石灰岩部層の分布域で、これらの小規模な異常が、潜在する貫入岩体に関係する鉱化帯を暗示している可能性がある。他の1地区は、EL ZAPOTE 鉱山群に隣接する南東側で、Las Piedras 部落の約1 km北方に位置し、東に流れる水系及びその支流上に約2 km連続する地化学異常がある。この異常の階級は、Cu成分のB級異常を含みC級異常を主体とする。この地区には黒色フリント挟在中層理石灰岩部層、これと断層で接し、頁岩層及びこれらを通く小規模・舌状の閃緑岩などの分布域で、貫入岩と石灰岩層の接触部にはスカルン帯の発達が認められるので、このスカルン帯に起因する異常と考えられる。

EL ZAPOTE 鉱山群区域はかなり詳細に探鉱されており、また、操業中の鉱山もあるため、新たな探鉱余地はほとんどない。しかし、EL ZAPOTE 貫入岩体の北半分、特にSan José del Oro 西方の石灰岩分布域でAgを主成分とする地化学異常が検出されており、スカルン帯が潜在している可能性がある。さらに、Las Piedras 北東部のスカルン化帯については、地形的条件のためか組織的探鉱の形跡は見あたらない。EL ZAPOTE 鉱山群と同様の鉱床胚胎条件を満たしており、また、Cuを主成分とする地化学異常が検出されたことから、鉱化帯の存在が期待される。

4-4. DOS DE EL AGUILA 鉱化帯 (Fig. 4-5 参照)

〔位置〕 Encarnación 部落西方の Barranca de Los Marmoles 本流付近に位置する。

〔地質及び鉱化作用〕 鉱化帯付近の地質は、El Doctor 累層の塊状石灰岩部層 (Kd1) とこれに貫入した小規模岩株状閃緑岩からなる。閃緑岩は 4 岩体認められ、最大のものは幅約 60 m、延長約 300 m と推定される。

鉱床は、石灰岩と閃緑岩質貫入岩体の境界部に胚胎する高温交代型鉱床で、初生的には柘榴石を主とする脈石中に磁鉄鉱・鏡鉄鉱・方鉛鉱・閃亜鉛鉱・黄銅鉱・黄鉄鉱などが鉱染しているものが主体と思われるが、地表部では風化により赤褐色の酸化鉱として産出する場合が普通で、初生鉱石鉱物は顕微鏡下でしか確認できない場合が大半である。

Dos de El Aguila・Esmeralda 両鉱山隣接区域における主要鉱化スカルン帯は中央の閃緑岩質岩体の両側に発達しており、東側では幅 20 m ~ 40 m、延長約 260 m、西側では幅 15 m ~ 25 m、延長約 200 m の規模と推定される。両側のものは、Dos de El Aguila 鉱山の立坑付近で母岩の石灰岩と N5°W・55°~70°SW の走向・傾斜で接していることからすると、閃緑岩質貫入岩体は急傾斜しており、鉱化スカルン帯もそれに従って地表下に連続するものと予想される。現在地表で確認されているスカルン帯の標高差は東側のもので約 140 m、西側のもので約 70 m である。

鉱石は酸化鉱が主体で、採取試料の分析結果では、Au 0.02 ~ 2.7 g/t、Ag 4 ~ 140 g/t、Cu 0.00n ~ 14.49 %、Pb 0.004 ~ 1.59 %、Zn 0.098 ~ 1.62 % の値が得られているが、Ag 126 ~ 140 g/t を含むものや Cu 14.49 % を含むものを除いてはそれほど高品位を示す値は得られていない。Fe については比較的赤鉄鉱化が進んだ試料でも T・Fe 27.6 % にとどまっている。

鉱石鉱物は、ごく一部で初生の赤鉄鉱 (鏡鉄鉱)・方鉛鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱が認められるものの、ほとんどの場合赤鉄鉱・磁赤鉄鉱・針鉄鉱・ジャロサイト・白鉛鉱・孔雀石などの二次鉱物である。脈石鉱物は柘榴石を主とし、緑簾石・方解石・石英・緑泥石である。

Esmeralda 鉱山拡張鉱区における鉱化帯には、沢底に位置する幅最大 50 m・延長約 100 m の規模の閃緑岩貫入岩体を挟み東西両側に鉱体が存在する。東側の鉱体は延長 50 m、高さ約 15 m の露天切羽に不規則舌状の風化閃緑岩質貫入岩をとりまく黒褐色ないし赤褐色の多孔質酸化鉱体であるのに対し、西側の鉱体は、N10°W・80°~90°NW の走向・傾斜で石灰岩と接している、幅 3 ~ 7 m・延長約 30 m・高さ 10 m 以下の赤鉄鉱化磁鉄鉱体である。両者からの鉱石試料の分析結果では、前者が Au 5.8 g/t を示すほかは目立った金属濃集がないのに対して、後者では Zn 1.18 %、T・Fe 62.4 % を示す。鉱石鉱物は、前者で赤鉄鉱・針鉄鉱などの二次鉱物がほとんどであるが、後者では初生の磁鉄鉱が卓越している。脈石鉱物は方解石・石英で、柘榴石・緑簾石はほとんど認められない。このように、東側と西側の鉱体間には、相違が認められる。

〔地化学探査〕 第 2 年次実施の河床堆積物による地化学探査の結果、本地区の北部の数本の支沢に、Pb・Ag 成分を主体とする異常が検出された。これらの異常は本地区の鉱化帯自身に

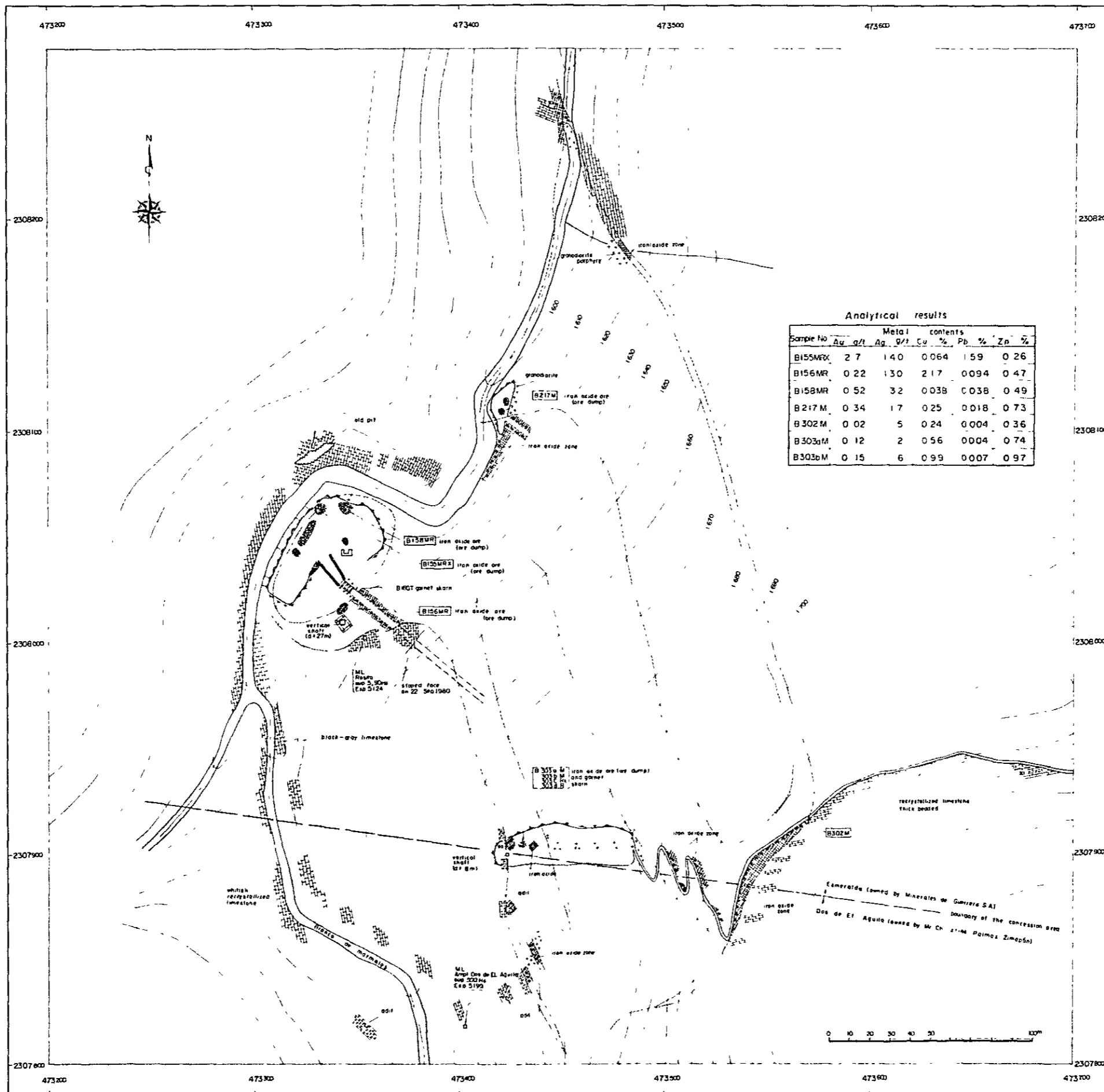


Fig. 4-5 Geological Sketch of the Esmeralda and the Dos de El Aguila Mines

由来するものでなく、その北東部及び南西方に 2 km 程離れた位置にある。このことから、既知鉱化帯の北東－南西延長方向に別の鉱化帯が発達することが予想される。

現在確認されている鉱化部の延長は大きく期待できないが、本地区南西側山稜には貫入岩体があり、LA LUZ 鉱化帯も近くにあることから、この Pb 地化学異常地から LA LUZ 鉱化帯にかけて既知鉱床以外の鉱化帯が存在する可能性があり今後の調査が必要と考えられる。

第5章 SAN CLEMENTE地区の鉱化帯

5-1. 金鉱化帯概要

主としてカリ流紋岩からなる SAN CLEMENTE 山塊の西央部にある金・銀鉱化帯は、南北幅約 300 m で東西方向に 600 m 延長する範囲に含まれる (Fig. 5-1, 5-2 参照)。

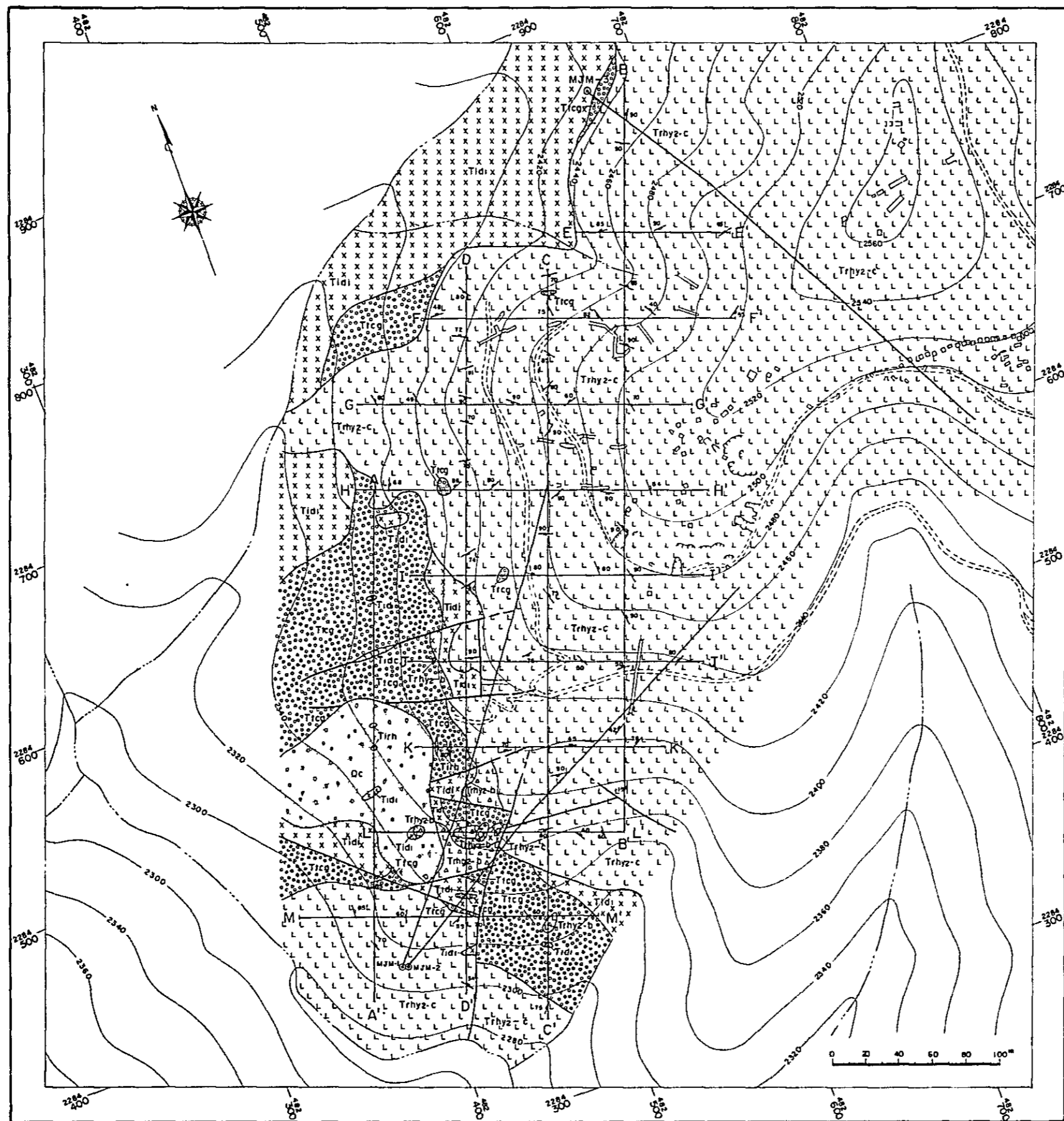
本鉱化帯の東部には、二つの採掘ピットと多くの小規模な探鉱跡からなる SAN SEVERIANO 鉱山があり、初年次調査当時そこでは小規模ながら手掘り採掘が行なわれていた。採掘された鉱石は小型ジョークラッシャーで破砕された後、袋に詰めて貯蔵されていた。しかし、その後、採掘活動は中止されたままであった。そこで 1981 年 11 月、メキシコ鉱物資源局は、新たに国有鉱区を本地区に設定するに至った。本地区に対する調査は、第 2 年次の SAN CLEMENTE 山塊 (2.5 km × 5 km) 全体の地質調査・地化学探査、第 2 年次調査で検出された 3 区域の地化学異常帯に対する第 3 年次の地質調査・地化学探査、及び第 3 年次調査で得られた西部鉱化帯に対する第 4 年次の地質調査・地化学探査・ボーリング調査からなる。これらの調査中得られた試料の化学分析・顕微鏡観察・EPMA・X線回折その他の室内試験結果と地質調査の結果を総合して、鉱化帯の規模・鉱化帯の配列及び今後の探鉱区域などの検討を行った。これらの内、特記すべき事項は以下の通りである。

5-2. 金鉱化帯の分布 (Fig. 7-1 参照)

地化学異常帯の中で、Au 1 g/t 以上の品位を示す部分を鉱化帯として区分した。それらの規模・品位はつぎの通りである。これら鉱化帯の内、Western Zone に含まれる W-1 ~ W-4 鉱化

Table. 5-1 Extents and Average Au and Ag Contents of the Mineralized Portions

Location	Scale	No of sample	Average contents (g/t)		Remarks
			Au	Ag	
SAN SEVERIANO Mining Zone					
Open pit-A	10m×40m	4	1.95	2.32	channel sample (No 2~5)
A-tunnel	5m	2	1.43	4.40	chip sample (No 6,7)
Open pit-B	30m×40m	10	1.31	2.41	channel sample (No 10~19)
B-tunnel	5m	2	4.05	2.45	chip sample (No 20, 21)
Central Zone					
C-1 tunnel	0.5m	1	18.6	72.2	chip sample (No 24)
C-2 pits	20m×30m	4	1.02	5.75	chip sample (No 31~34)
Western Zone					
W-1	10m×20m	5	0.90	0.12	channel sample (No 43,44,48,49,50)
W-2	15m×100m	11	1.18	0.85	channel sample B 45,46,47, I 36~41 H 35,36
W-3	12m×50m	6	1.50	0.72	channel sample C 79~81, G 24~26
W-4	15m×?	3	2.59	0.13	channel sample F 44~46

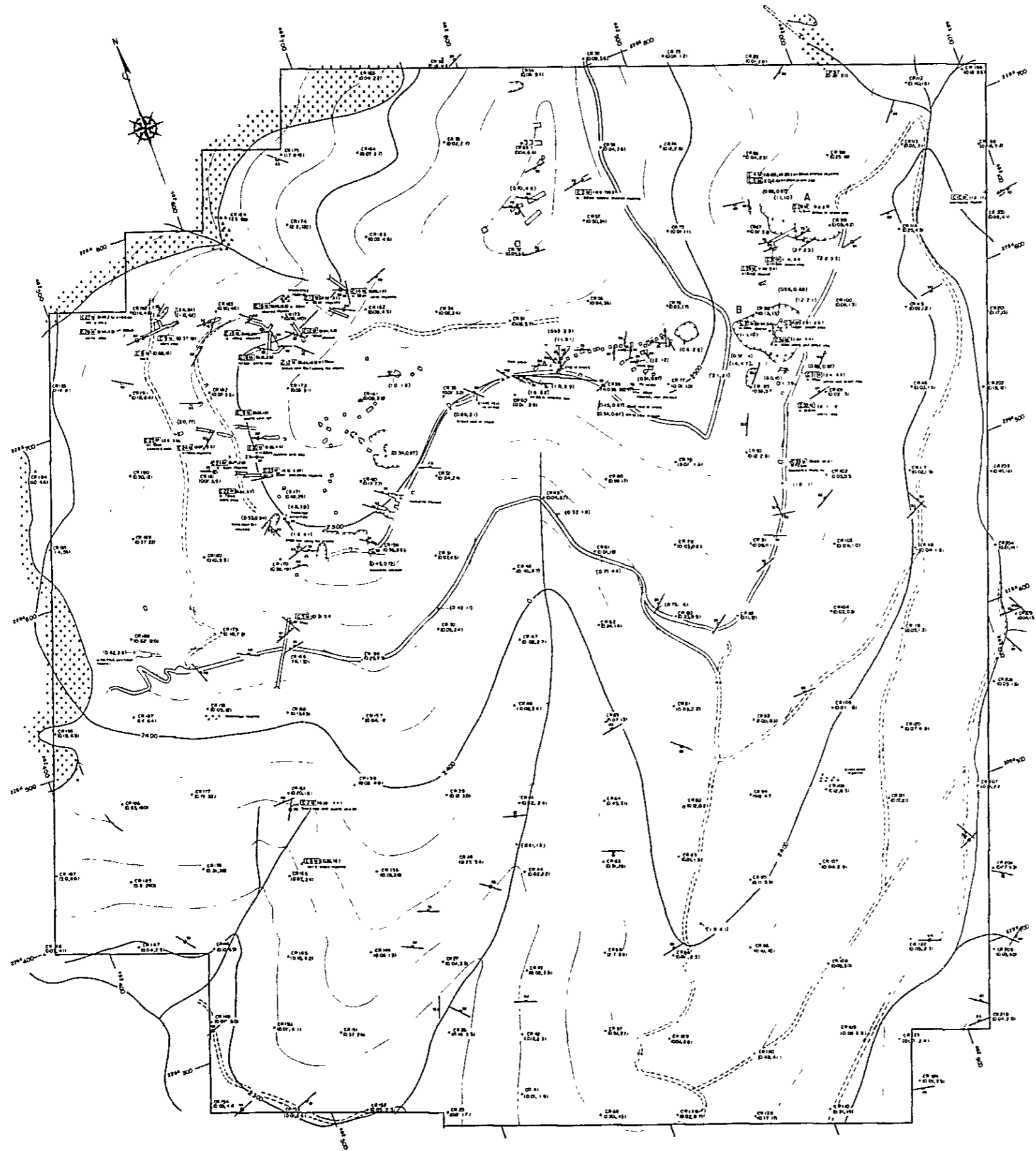


LEGEND

- (Qc) Caliche
- (Trhyz-c) Compact rhyolite
- (Trhyz-b) Brecciated rhyolite
- (Trcg) Tuffaceous conglomerate

- Intrusive rocks**
- (Tidc) Dacite
 - (Tirh) Rhyolite
 - (Tidi) Altered diorite
- Strike and dip of strata
 - Strike and dip of joint
 - Fault
 - Tunnel
 - Open pit
 - Trench
 - Diamond drilling
 - Line of trench
 - Trail

Fig. 5-1 Geological Map of the SAN CLEMENTE Area



LEGEND











-  Compact rhyolite
-  Diorite porphyry
-  Brecciated rhyolite
-  Oxidation zone
-  Fault
-  Joint
-  Adit
-  Open pit
-  Trench and pit
- CR 25 Geochemical rock sample
-  Sample of ore
- (035,35) Analytical results of Au ^g/_t, Ag ^g/_t (1982)
- (035,36) Analytical results of Au ^g/_t, Ag ^g/_t (1981)

Fig.5-2 Geological Sketch of the San Severiano Mine, SAN CLEMENTE (after JICA and MMAJ 1982)

帯は第4年次地化学探査の channel sample によって、Central Zone 及び SAN SEVERIANO Mining Zone に含まれるものは第2年次及び第3年次調査の chip sample によってそれぞれ検出された。したがって、Western Zone に含まれるものは、後の2者に比較して信頼性がより高いと考えられる。これらの分布を大局的にみれば、本地区における Au 鉱化帯は SAN SEVERIANO 鉱山付近から西方にかけて断続的に配列すると考えられる。そして、第4年次の精密地化学探査の実施された Western Zone を除き、Central Zone 及び SAN SEVERIANO Mining Zone に含まれる鉱化帯の解明には、さらに両 Zone に対する精密地化学探査が必要である。

5-3. 鉱床の形態、主要鉱石鉱物及びその産状

本地区の金鉱化作用は、緻密質流紋岩を母岩とし、同岩中に部分的に発達する共役節理系や弱い粘土化帯などの他、新鮮な同岩中にも観察され、不規則網状～鉱染型鉱床の形態を示す。通常の間鉱床に観察される、珪化作用を含む顕著な熱水変質作用や石英脈をともなっていないのが本鉱床の特徴である。このように特定の探鉱、採掘の対象がないため、金鉱物の産状を直接観察することは非常に難しい。しかしルーペで観察可能な金粒をもった多くの試料と、高品位の値をもつ化学分析試料残末から複硫塩鉱物が得られ、これらの観察結果から主要鉱石鉱物とその産状はつぎのように分類される。

(1) 赤鉄鉱皮膜型エレクトラム

微細な節理系割目あるいは網状割目に沿う、褐色～チョコレート色赤鉄鉱皮膜上に、不規則粒状～イモ状の微粒（0.05 mm～0.2 mm 径）として産する。赤鉄鉱皮膜上には、石英微晶が観察されることもある。粒子の表面に結晶面の発達は認められない。

(2) 粘土-赤鉄鉱網状脈型エレクトラム

流紋岩の破碎部を貫く、緑灰色粘土（モンモリロン石及びカオリン）をともなう赤鉄鉱網状脈中において、粘土中に産する型（0.05 mm 程度）。

これら(1)及び(2)型に産するエレクトラムは、通常の黄金色を呈し、ルーペで識別可能である。EPMA の定量分析によれば、これらは、原子比で Au 65～67%、Ag 33～35% の組成をもつ、自然金に近いエレクトラムである（Fig. 5-3 参照）。

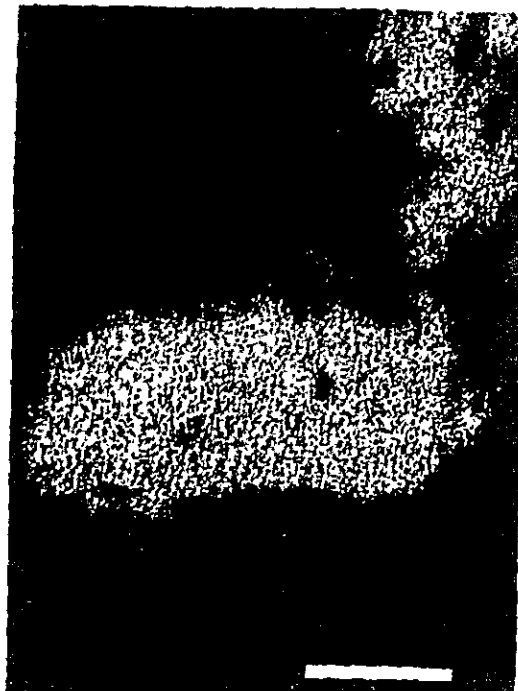
(3) 鉱染型複硫塩鉱物

西部鉱化帯北東部において、第3年次調査の岩石試料中で最高品位を示した試料（ μ CR-175, Au 17 g/t, Ag 870 g/t）の分析試料残末を水篩した。その結果、多数の不規則粒状の重鉱物粒子（0.05 mm～0.2 mm 径）が多数発見され、EPMA の分析に供した所、含金・銀複硫塩鉱物と同定された（Fig. 5-4, 5-5 参照）。この試料が採取された付近では、現地調査の際、顕著な節理系や熱水変質作用あるいは旧探鉱跡などは観察されていない。

この重鉱物の EPMA 定性分析結果は次表の通りである。



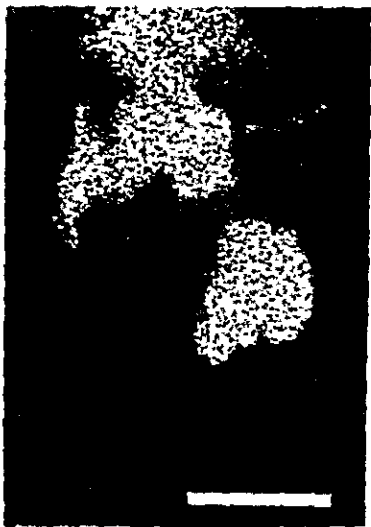
SE



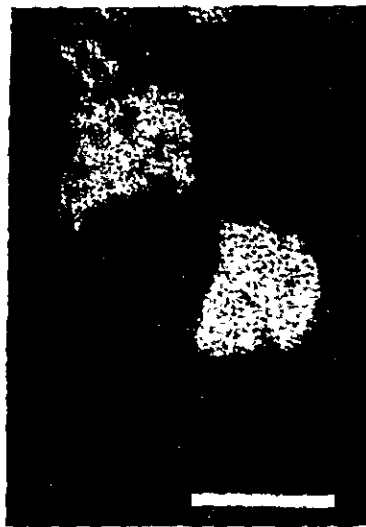
Au Mα



SE



Au Mα



Ag Lα

Fig. 5-3 Secondary Electron Images and Characteristic X-ray Images of Electrum Grains from the San Severiano Mine, San Clemente: bar scales show 40 μm .

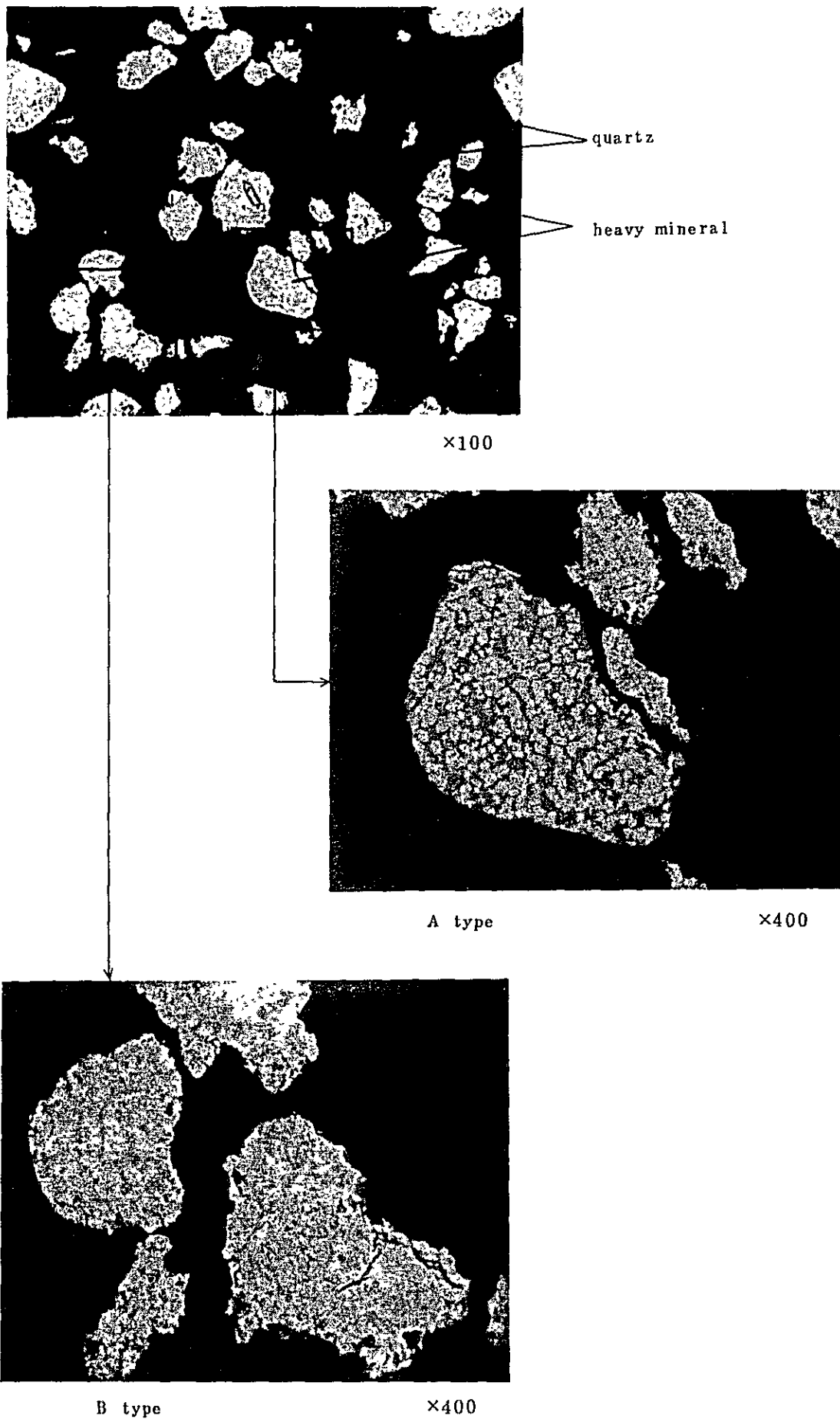
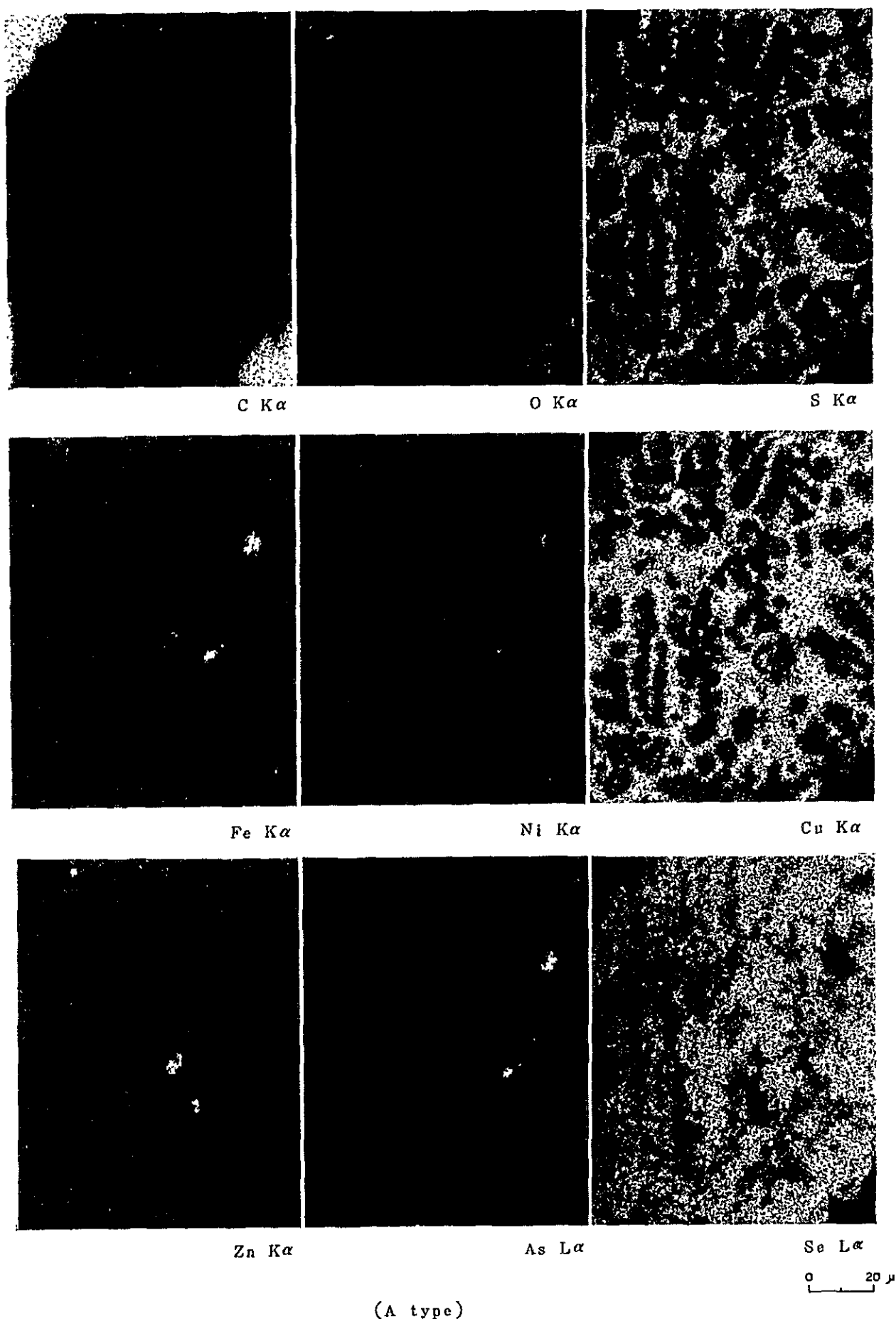
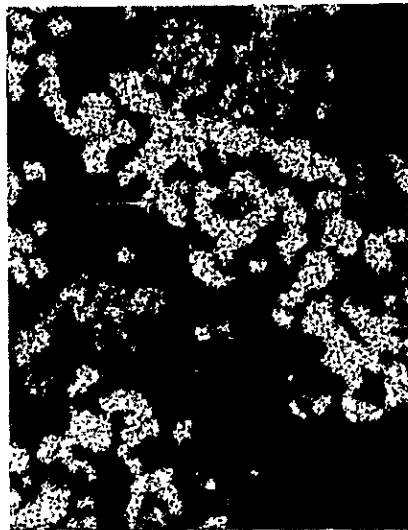


Fig. 5-4 Photomicrographs Showing textures of Complex-sulfosalts Minerals by Reflecting Microscope

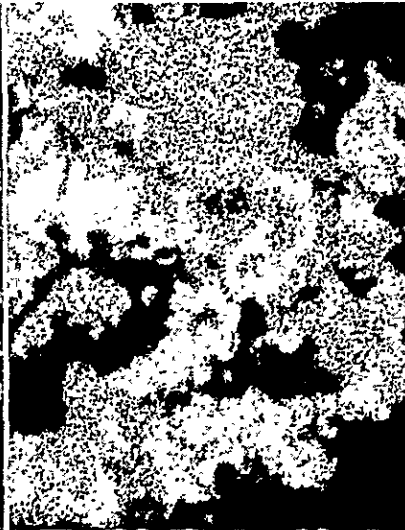


(A type)

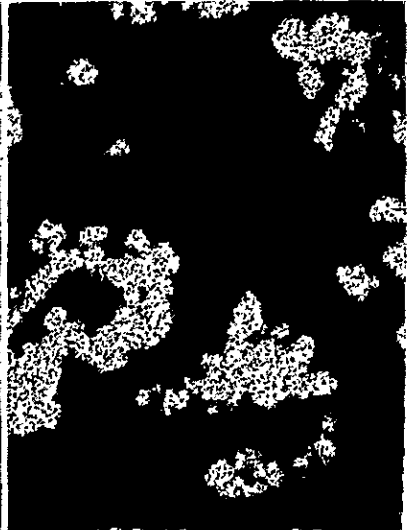
Fig. 5-5 Backscattered Electron Image and Characteristic X-ray Images of Complex-Sulfosalts Minerals



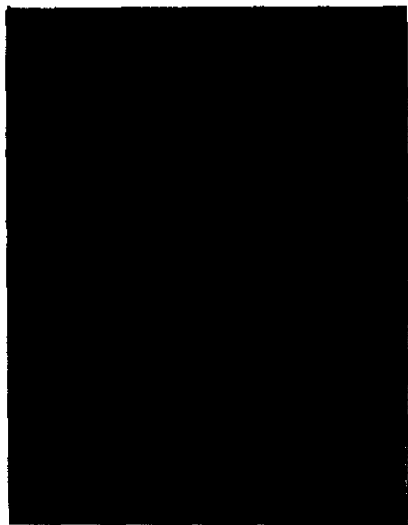
Ag L α



Sb L α



Te L α



Au M α

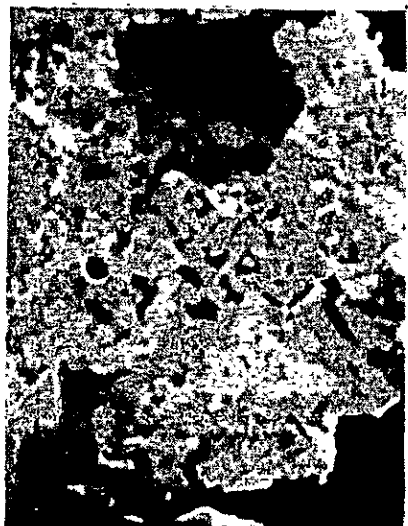


Pb M α



Bi M α

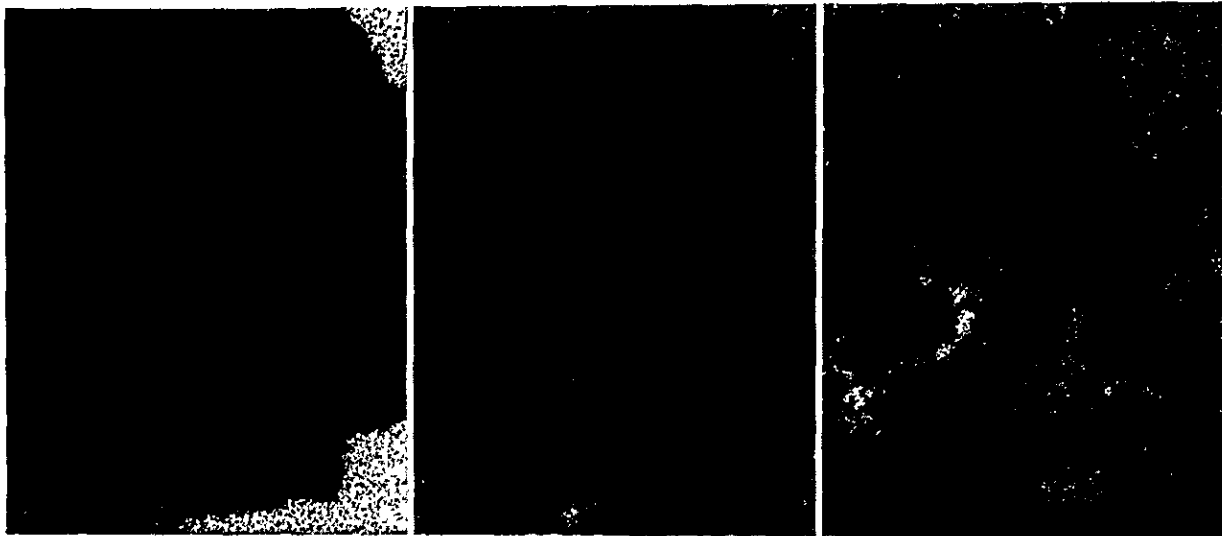
0 20 μ



BEI

(B type)

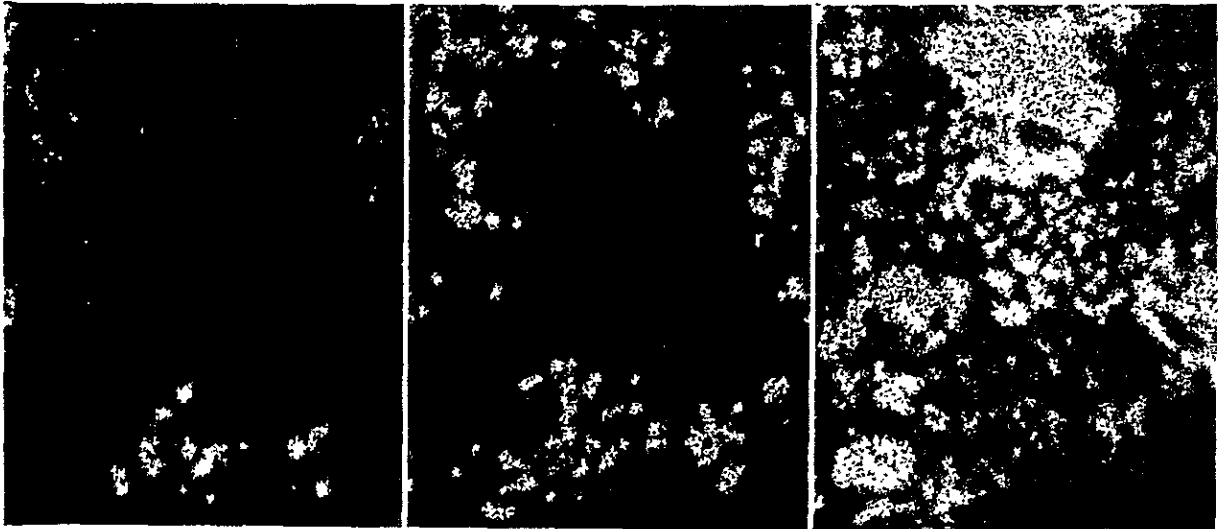
Fig. 5-5 (Continued)



C K α

O K α

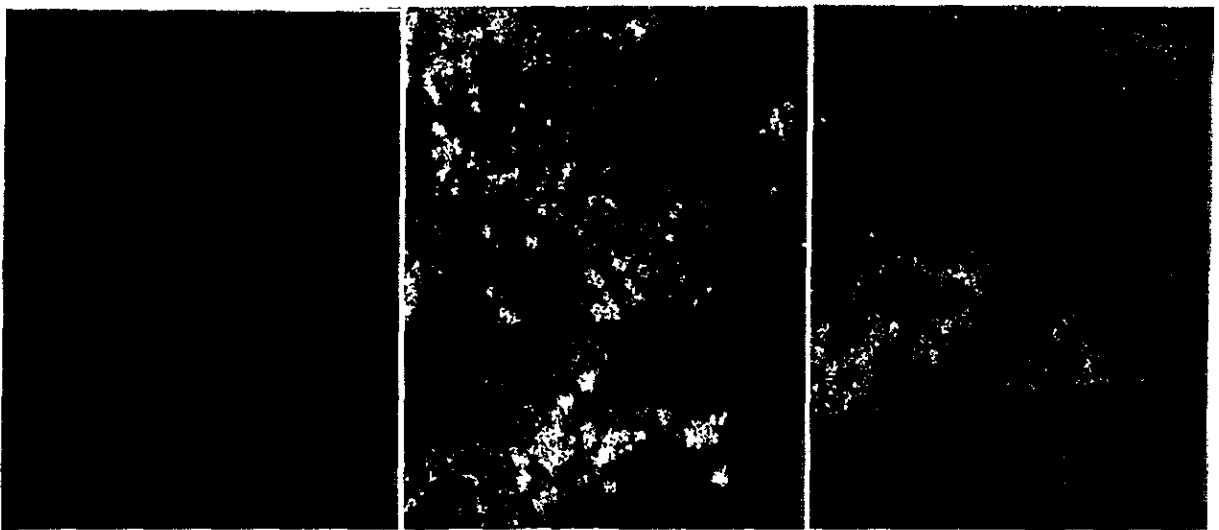
S K α



Fe K α

Ni K α

Cu K α



Zn K α

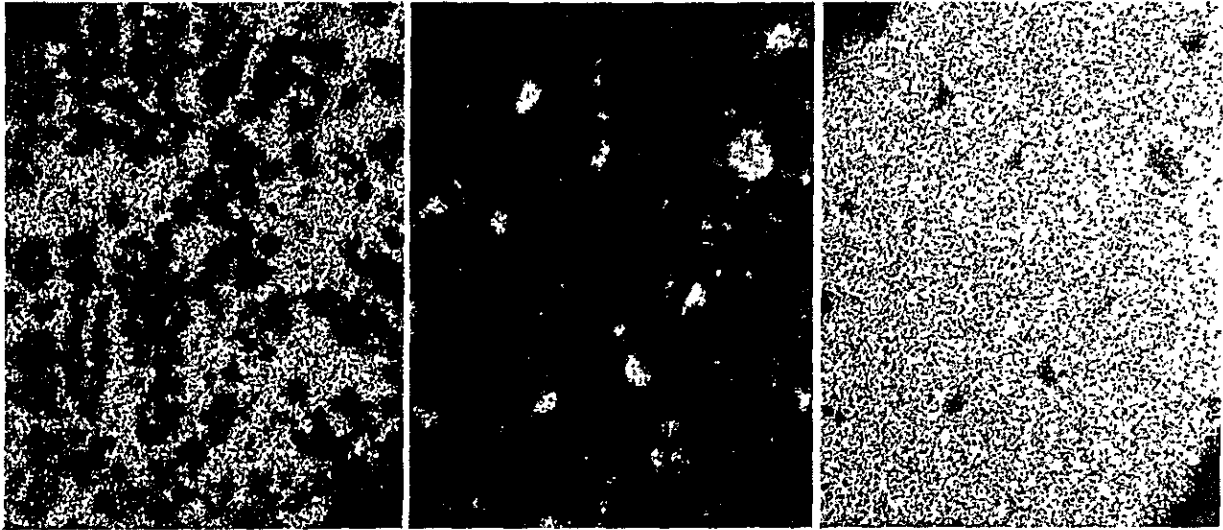
As L α

Se L α

0 20 μ

(B type)

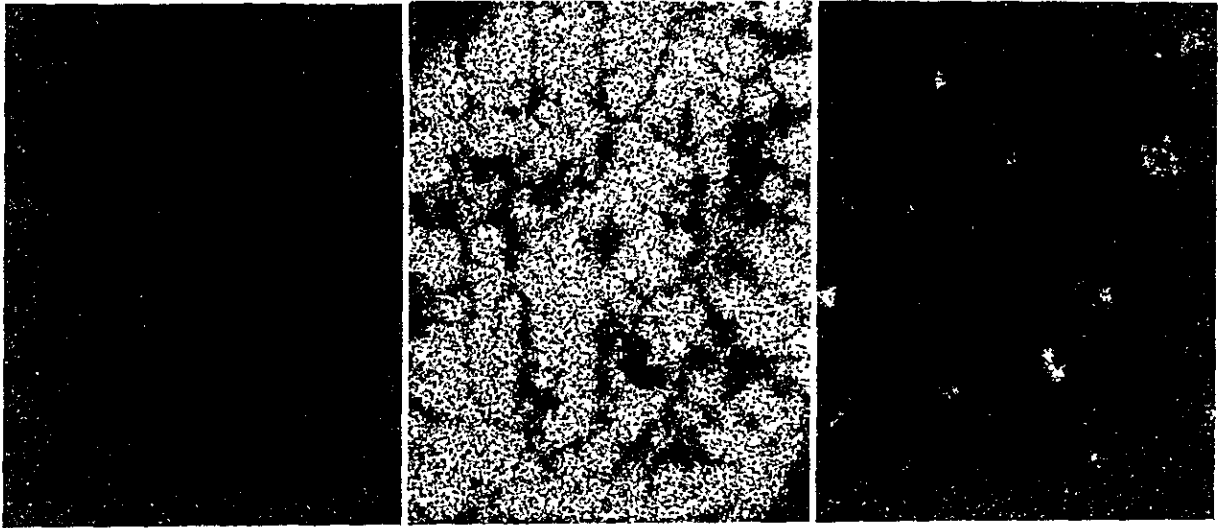
Fig. 5-5 (Continued)



Ag L α

Sb L α

Te L α



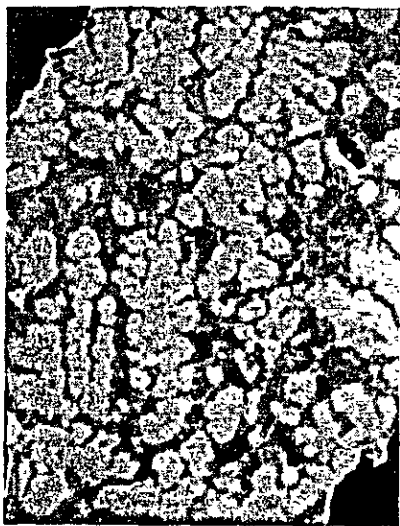
Au M α

Pb M α

Bi M α

0 20 μ

(A type)



BEI

Fig. 5-5 (Continued)

Table.5-2 Qualitative Analysis of Complex Sulfosalts Mineral by EPMA

	C	O	S	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Se	Ag	Sb	Te	Pb	Bi	Au	others
A-type	△	△	○	△	△	◎	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	△	×	×
B-type	△	△	△	△	○	◎	×	○	△	◎	◎	◎	◎	○	?	×
D-type	△	△	△	?	○	◎	×	○	△	◎	◎	◎	◎	○	△	×

◎ : abundant ○ : common △ : rare × : not identified
 ? : difficult to identify beam spot size : approx. 80 μm φ

このように、本地区の金・銀鉱床の主要鉱石鉱物はエレクトラムと複硫塩鉱物である。しかし、Table 5-1にみられる各鉱化部の金・銀平均品位をみると、金に対する銀倍率について相互に差がみられる。著しいのは、Central ZoneのC-1 tunnelからの試料で例外的に約50倍の銀倍率を示すが、Western Zoneでは1/2～1/10倍であり、SAN SEVERIANO Mining Zoneでは1/2～3倍である。このことは、両鉱石鉱物が混在しているためと考えられるが、主体をなすのはエレクトラムとも考えられる。

第4年次調査によって行なわれたWestern Zone下部に対するボーリング調査で、流紋岩の下盤にある凝灰質流紋岩中に銅・鉛・亜鉛の鉱化作用が観察された。ここでは、主要鉱石鉱物は黄鉄鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱からなり、付随的に黄銅鉱・四面銅鉱・磁鉄鉱・赤鉄鉱・針鉄鉱なども認められる。しかしながらこの部分では、銀含有量がごく僅かに高くなる傾向を示すものの、金含有量は上がり、これら鉛・亜鉛・銅鉱化作用に金の鉱化作用は伴われていないことを示している。

5-4. 銀鉱化帯の分布 (Fig. 7-1参照)

前節で述べられた金鉱化帯の銀品位は、Central ZoneのC-1 tunnelを除き、一般に低く、僅かに金に伴われているに過ぎない。しかし、鉱石鉱物の主体が複硫塩鉱物の場合は、銀品位は大幅に上昇するはずであって、C-1 tunnelのように銀倍率が50前後の部分があっても当然と考えられる。第4年次調査におけるトレンチサンプリング結果からみると、銀の地化学異常帯は金の鉱化帯及び地化学異常帯をとりまく周辺部に分布し、両者は累帯配列の傾向を示している。

5-5. 変質作用

本鉱化帯にみられる変質作用は珪化作用及び粘土化作用であって、この他二次的な酸化作用も観察される。緻密質流紋岩は顕微鏡観察と全岩分析結果からみて初生的に珪質ではあるが、全体が平均して弱い珪化作用を受けているものと考えられる。部分的には、不規則な石英細脈が網状に観察され、まれには、幅20 cm以下の連続性の悪い網状石英脈もみられる。しかし、こ

これらの部分から採取された試料の金含有量は高い値を示していない。地表部とボーリング調査の岩芯を比較すると、珪化作用は岩芯試料中に顕著に観察されるが、これは風化作用の程度差による可能性がある。

酸化作用は割れ目に沿って発達しており、そこでは酸化鉄が皮膜状に沈殿している。この周辺部は酸化鉄のしみ込み汚染によって褐色の“やけ”を形成している。このような酸化作用が顕著に観察される部分を第4年次調査において、A、B、C及びD酸化帯として区分し、Au地化学異常帯の分布と対比した所、かなりよい対応を示した。このことは、2次的酸化作用より、むしろ、金の鉱化作用が節理系など微細な裂かに規制されていることを示しているものと考えられる。

粘土化作用は、酸化帯の一部に小規模に認められる他、裂か、断層や破砕帯に沿ってみられる。これらの内、鉱化帯中の裂かに沿う粘土化帯の金品位は、しばしば高い値を示すので、このような粘土化帯は探鉱指標の一つとなっている。

5-6. 裂か系

鉱化帯にみられる裂か系（主として節理）は、EW～N70°Eの方向性で傾斜が70°SE～90°と80°NWの2種類ある系統、N5°E～N15°Wの方向性で傾斜が70°NE～90°と80°SW～90°の2種類ある系統及びEW～N65°Wの方向性で80°NE～90°の傾斜をもつ3系統が観察される。これらの内、EW方向性のものは、第4年次調査地区南部に発達する断層の方向性及び鉱化帯の分布方向によく一致している。

5-7. ボーリング岩芯試料と地表試料の金・銀含有量の比較

ボーリング岩芯試料のAu分析値は、地表試料に比較して一般に低い。しかし、MJM-3号において、深度200mから孔底に至る区間は一般に高く、Au 1.65 g/tの最高値を示す区間もあった。この区間は、鉱化帯の内Central Zoneの下部、地表下70mの位置に相当し、深度的に地表から最も浅い位置にある。一方、MJM-1及び2号は流紋岩体の基底付近の凝灰質礫岩中を掘削し、火山層序的に深い位置である。ここでは、金品位は低いものの、銅・鉛・亜鉛の鉱化作用が顕著に認められる。

地表における金と銀の地化学異常帯の分布関係、これらとボーリングコア中の鉱化作用の種類及び母岩などを総合的にみれば、本地区の鉱化作用は、上部の流紋岩体中で金、その周辺部に銀、さらに深部の流紋岩基底付近では鉛・亜鉛・銅の各鉱化作用が主体を占める、垂直的累帯配列を示しているものと考えられ、このことは、今後の探鉱方針策定の際の一つの重要な資料と考えられる。

第6章 PROVIDENCIA 地区の鉱化帯

6-1. 鉱化帯の分布及び鉱化帯と地質構造との関係

本地区は地区外南西にあるNW-SE走向、SW傾斜の軸をもつ大規模な過褶曲背斜構造の東翼部に位置し、このような構造を形成した造山運動（ラミー造山運動）から派生して生じた小褶曲構造や断層が本地区の大部分を占め分布する黒色フリント挟在中層理石灰岩部層中に多数認められる。本地区には、このような断層や小褶曲軸付近の破碎帯などに沿って胚胎した、不規則塊状、角礫状及び一部で鉱染状をなす鉱体と、石灰岩の層理面に沿って胚胎した鉱染状の鉱体が認められる。この中で前者はその規模、品位ともに優勢である。鉱体はこのように地質構造、特に断層の分布に規制され、本地区内の東央部から南東部にかけてN-S方向に伸長する長径約1,000m、短径約700mの楕円形の範囲内に多数認められる。その中で規模が大きく、かつて探採鉱の対象となったものには、本地区のほぼ中央部を南西から北東に流下する枯沢の北西側に位置するMina Providencia, Mina San Juana, 及びMina San Juanと枯沢上流の南側に位置するMojonera of Huilco 10などがある（Fig.6-1）。

このような本地区の鉱化作用をもたらした要因については解明されなかった部分が多いが、地区周辺に分布する流紋岩岩脈は亜鉛・鉛・銀の鉱化作用と密接な関係をもつものと考えられ重要である。

6-2. 鉱床の規模・品位

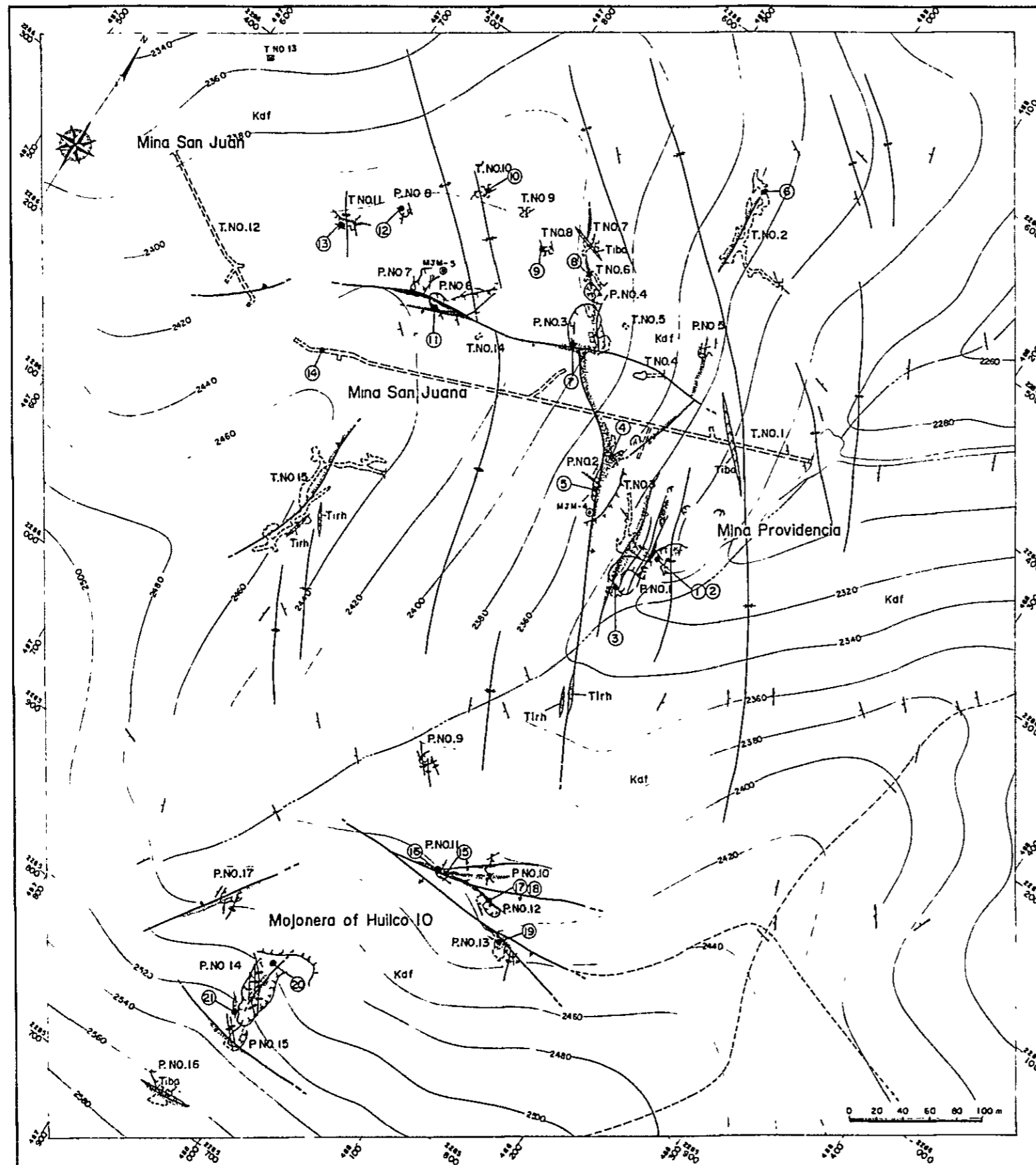
本地区の鉱床は、すでに述べたように、いずれも石灰岩中の層理面あるいは裂かなどに沿って胚胎し、不規則塊状～マント状～鉱脈状など変化に富んだ形態を示し、只一ヶ所の石英細脈に含まれる硫化鉄露頭を除き、すべての鉱体は酸化鉄よりなる。

個々の鉱体は通常幅数10cm～1m前後、走向延長は10～10数mほどであるが（Table.6-1）、P.層2から、この北北西方向にT.層7まで連続する鉱体は幅約2mでNNW-SSE系の断層破碎帯に沿って、約200m連続する（Fig.6-2, 6-3）。鉱床露頭周辺の中層理石灰岩は僅かに珪化作用、再結晶作用、および粘土化作用などを受けている場合があるが、一般にはほとんど熱水変質作用を受けていない。

鉄石の品位は鉛数%, 亜鉛数10%, 銀 $n \sim n \times 100\%$ /tであるが、銅は極く微量である。

6-3. 鉄石鉱物とその産状

鉄石鉱物は褐鉄鉱・赤鉄鉱・針鉄鉱などの酸化鉄鉱を主体とし、これらと共存するジャロサイト・菱亜鉛鉱・異極鉄・白鉛鉱・Mn鉱物などからなる。鏡下にこれらの鉛・亜鉛の鉄石鉱物は赤鉄鉱や針鉄鉱と葡萄状組織や累帯構造を示し共生し、肉眼的に識別することは非常に困難



LEGEND

- Altered augite basalt
- Rhyolite
- Alternation of medium bedded limestone, thin bedded calcarenite and black flint band
- Strike and dip of strata
- Fault
- Anticlinal axis
- Synclinal axis
- Overturned anticlinal axis
- Overturned synclinal axis
- Oxide ore
- Tunnel
- Open pit
- Diamond drilling site and number
- Sample Location and number

Chemical Analysis of Ore Samples

Ser No	Sample No.	Metal Contents				
		Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %
1	KP-1PM	0.01	11	0.01	6.06	0.52
2	KP-2PM	—	10	0.03	2.56	2.63
3	KP-3PM	—	13	0.08	1.38	41.78
4	KP-4M	0.01	19	0.01	0.94	32.87
5	VL-aPM	<0.01	12	0.02	1.18	7.61
6	VL-11PM	—	7	Tr	7.90	1.91
7	KP-6M	0.03	21	0.05	8.80	33.39
8	VL-8PM	—	10	0.01	6.66	0.90
9	VL-3PM	<0.01	14	0.02	0.55	44.78
10	KP-8PM	—	18	0.01	10.28	25.71
11	KP-9PM	—	8	0.04	0.24	43.25
12	VL-2PM	0.03	3	0.01	0.06	0.72
13	VL-5PM	—	4	Tr	0.04	37.77
14	OM-1M	—	3	0.01	0.01	0.22
15	NP-5M	<0.01	6	0.02	1.98	4.65
16	NP-7M	—	7	0.02	1.93	3.97
17	NP-9M	—	5	Tr	0.93	23.76
18	NP-10PM	<0.01	3	Tr	0.91	6.41
19	NP-8M	—	4	0.02	1.33	2.62
20	NP-3PM	0.01	8	0.01	1.63	4.08
21	NP-2M	0.05	15	0.01	2.34	18.96

Tr. Trace — Not assayed

Fig. 6-1 Geological Sketch of the PROVIDENCIA Mineralized Area

Table 6-1 List of Mines, Prospects and Ore Showings in the PROVIDENCIA Area

Name of Mine	Pit and Tunnel No.	Mode of occurrence	Principal ore mineral	Scale of ore body	General trend of ore body	Reference Sample
				width, length		
Mina Providencia	P No.1	massive and dissemination	hematite, goethite	4m± , 25m±	N20°W	KP-1PM, KP-2M
	P No.1 T No.3	massive and dissemination	goethite	1m± , 45m±	N10°W	KP-3PM
	T No.2	brecciated ore and dissemination	hematite, cerussite	0.7± 60m±	NS	VL-11P
	T No.5	dissemination	goethite	1m- , 5±	N40°W	
	P No.2	brecciated ore, dissemination and partly massive ore along the fault	hematite, goethite	2m±, 200m±	N30°W	KP-4M, KP-5P, VL-aM
	P No.3					KP-6M, KP-7T,
	P No.4					VL-8PM
	T No.6					KP-11T
	T No.7	KP-11T				
	T No.8	massive and dissemination	Mn-mineral, hemimorphite	0.3m±, 15m±	N30°E	VL-3PM
	T No.9	calcite vein network	goethite	0.5m±, —	—	
P No.5	dissemination	goethite	0.5m±, 15m±	N20°W		
Mina San Juana	P No.6	massive and dissemination	hemimorphite, hematite	1.5m-, 60m±	N80°E	KP-9PM, KP-10T
	P No.7	ore along the fault				
	P No.8	dissemination	hematite, goethite	1m- , 10m±	N10°E	VL-2PM
	T No.10	dissemination	hemimorphite, goethite, hematite	1m- . 10m-	N50°E	KP-8PM
	T No.11	massive and dissemination	Mn-mineral	0.5m±, 15m±	N70°E	VL-5PM
	T No.14	dissemination	goethite, hematite	0.3m±, 3m±	N10°E	
	T No.15	brecciated ore and dissemination	goethite, hematite	1.5m±, 70m±	NS	
Mina San Juan	T No.12	calcite vein with iron oxides	goethite, hematite	0.3m, 2m±	N35°E	
Mojonera of Huilco 10	P No.10	massive and brecciated ore	goethite, hematite	0.3m-, 15m±	N45°W	
	P No.11	massive and brecciated ore	goethite, hematite	1.0m±, 30m±	N70°E	NP-5M, NP-6P, NP-7M
	P No.12	massive and dissemination	goethite, hematite	0.85m-, 10m±	N60°W	NP-9M, NP-10PM
	P No.13	brecciated ore and massive	goethite, hematite	0.75m, 10m±	N80°E	NP-8M
	P No.14	massive (stocked ore)	hematite, goethite, barite	? ?	?	NP-2M, NP-3PM, NP-4P
	P No.15	massive	goethite, hematite	2m±, 10m±	N80°W	
	P No.16	massive	goethite, hematite	1m± 10m±	N80°E	
	P No.17	brecciated ore	goethite, hematite	1m±, 30m±	N35°E	

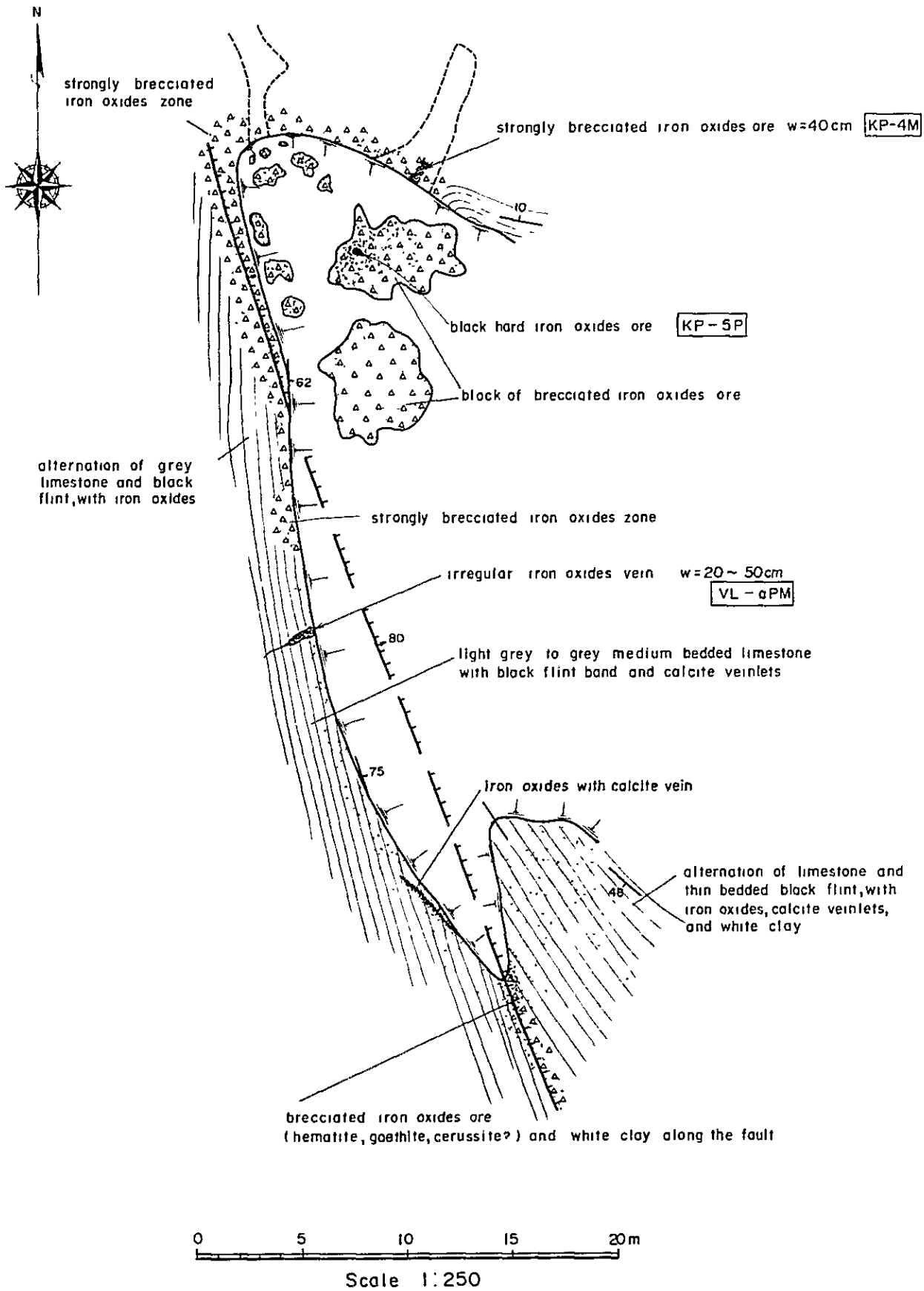


Fig.6 -2 Geological Sketch of No.2 Open Pit of the PROVIDENCIA Area

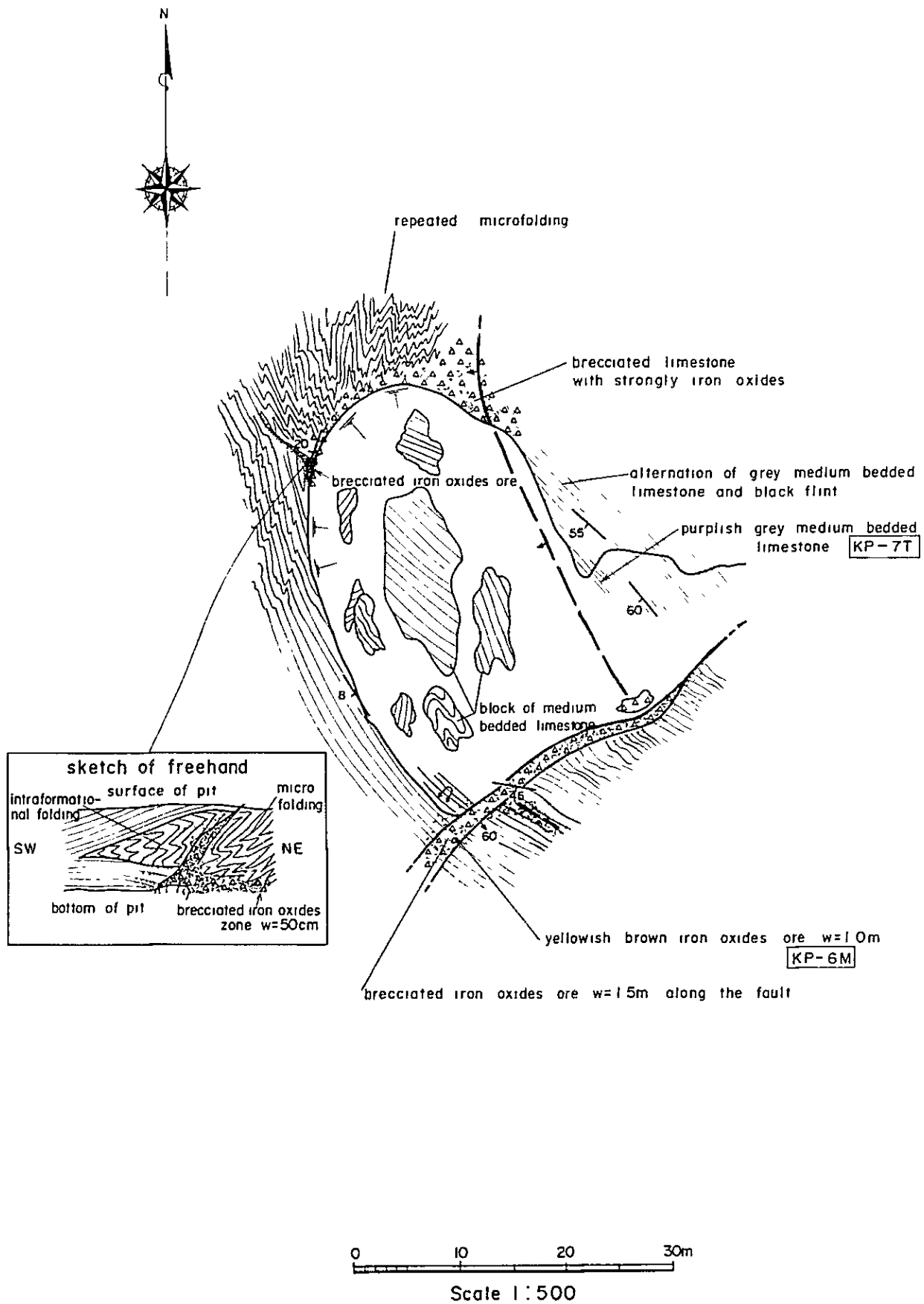


Fig.6-3 Geological Sketch of No.3 Open Pit of the PROVIDENCIA Area

である。

6-4. 地化学異常とIP異常 (Fig. 7-2参照)

第2年次に調査地区全域を対象に Ag・Ca・Pb 3 元素を指示元素とした地化学探査(河床堆積物)が実施された。得られた分析値は累積頻度分布図を使用する図法解析により考察され、地化学後背値および異常値の階級分けが行なわれた。階級分類および異常値は元素ごとに次のようにまとめられる。

Table 6-2 Statistical Classification of Geochemical Element (stream sediment) of Phase. II

Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)
A 級異常値 ≥ 2.9 $M+2\sigma$	A 級異常値 ≥ 1148 $M+2\sigma$	A 級異常値 ≥ 1072 $M+2\sigma$
$2.9 > B$ 級異常値 ≥ 1.7 折れ曲り点	$1148 > B$ 級異常値 ≥ 417 中間点	$1072 > B$ 級異常値 ≥ 372 中間点
$1.7 > C$ 級異常値 ≥ 1.2 $M+\sigma$	$417 > C$ 級異常値 ≥ 95 $M+\sigma$	$372 > C$ 級異常値 ≥ 135 $M+\sigma$
$1.2 > D$ 高後背値 ≥ 0.7 M	$95 > D$ 高後背値 ≥ 49 M	$135 > D$ 高後背値 ≥ 58 M

この結果、本地区には中央部から南央部にかけて伸長する山稜から発する主要水系(北側の7系, 南西側5系), 地区北西半部のほぼ中央を横断して北東に流下する沢から北西に分枝する枝沢(4系)の異常および地区北西部の散点的な異常などが認められた。

3年次には2年次の地化学探査結果及び探鉱対象鉱化帯の鉱石を考慮して指示元素は Ag・Cu・Pbとした地化学探査(土壌試料)が実施された。試料は同時に実施された物理探査(IP法電気探査)の測線(200m間隔)に沿って約100m間隔で採取された。得られた分析結果は2年次と同様な方法で階級分類された(Table 6-3)。

Table 6-3 Statistical Classification of Geochemical Element (soil sample) of Phase. III

Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)
A 級異常値 ≥ 6.6 折れ曲り点	A 級異常値 ≥ 141 折れ曲り点	AA 級異常値 ≥ 2570 折れ曲り点
$6.6 > B$ 級異常値 ≥ 3.2 折れ曲り点	$141 > B$ 級異常値 ≥ 33 $M+\sigma$	$2570 > A$ 級異常値 ≥ 923 $M+\sigma$ 値
$3.2 > C$ 級異常値 ≥ 2.0 M	$83 > C$ 級異常値 ≥ 50 M	$923 > B$ 級異常値 ≥ 457 折れ曲り点
		$457 > C$ 級異常値 ≥ 302 M

この中で Pb が特に優勢で AA 級 9 点, A 級 12 点が検出された。AA 級異常値のうち 6 個は 10,000 ppm 以上の値を示す。このように鉱石に準ずる値を示しているのは旧採掘跡の研石の影響を受けているためであるが、同時に本地区の鉱化作用の主体が鉛であることを示している。

Ag 成分は Pb 成分の異常帯の中心部を重複してやや小規模な分布をする。これらは 10 ppm~100 ppm の値をもっている。

3 年次には地化学探査と同時に地下構造, 鉱化変質帯, 鉱床等の物理的情報を得る目的で電気探査 (IP 法) が実施された。

その結果地区東央部において, 地化学異常帯より地形的上位に, 不規則楕円形の分布を示す高分極率異常帯が検出された。これらを深度別 (100 m, 200 m, 300 m) に解析した結果, 深くなるにつれて分極率が高くなる傾向にある。大きさは平均して 350 m × 500 m ほどである。各深度ごとの異常帯は, 部分的変化を除けばよく重複し, この異常をもたらした物体が, やや不規則ながら鉱筒状の形態をもって深部に連続していることを示している。

6-5. 考 察

以上のような高品位かつ大規模な鉛と銀の地化学異常帯, 鉱床露頭の分布及び IP 異常帯の位置, 形態, 深部に深くなる傾向を総合し, 4 年次にはこれらの異常が重複する地点, すなわち Mina Providencia 鉱化帯の P. 62 露天掘跡の南側 (MJM-4 号) と Mina San Juana 鉱化帯の P. 67 露天掘跡の北東側 (MJM-5 号) で鉱化帯深部の鉱況を把握する目的で 2 本の 300 m 垂直ボーリングが実施された。このうち 4 号は 6ヶ所で幅 15 cm~170 cm の鉱化部に着鉱した。鉱石は鏡下で針鉄鉱と赤鉄鉱を主体とする酸化鉱で 67.00 m~68.70 m 間に見られる最も優勢な塊状酸化鉱の平均分析品位は Pb 11.87%, Zn 0.68%, で 96.72 m~97.12 m 間の酸化鉱は Pb 0.13%, Zn 29.16%, 深度 57.85 m~58.10 m 間の酸化鉱は Pb 1.69%, Zn 1.84% を示したが他は 1% 以下の低品位なものである。MJM-5 号孔では顕著な鉱化帯は認められない。

以上述べてきた地化学探査, 電気探査 (IP 法), ボーリング調査結果等との関係は次のように考察される。

MJM-4 号孔で確認された鉱化帯を地質構造から判断して, 地表部のものと対比すると, すべての鉱化帯が Pb の地化学異常帯の中に含まれる。一方 MJM-5 号孔は地質構造的にボーリングの孔井地質を地表部に投影すると, 実際の位置は地化学異常帯から外れていることになり, 両者とも地化学探査の結果とは整合的であるが, 電気探査 (IP 法) による高分極率異常帯に対比されるものは 5 号孔には現われていない。地表部では本地区の鉱化帯と密接な関係をもつと思われる火成岩体が確認されていないことから, この高分極率異常は, さらに地下深部に潜在する火成岩体あるいは本地区の鉱化帯深部の鉱化作用を反映している可能性がある。

このように 2 本の垂直ボーリングは未だ酸化帯あるいは酸化溶脱帯の中にあり, 当地区の酸

化帯は少なくとも地表から 300 m 付近まで深部に展開していると考えられる。このようなことから本地区の今後の探鉱はさらに深部に存在が推測される硫化鉱体の鉱況探査を主題として行なうべきものと結論され、そのため地表で確認された主鉱化帯の深部に試錐を 2 本行い、その結果によって将来の探鉱方針を策定することが望ましい。

