

1961年10月10日

中国科学院植物研究所

中国科学院

植物研究所

1961年10月

中国科学院植物研究所

615
66.1
MPN

メキシコ合衆国パチュカ地域

資源開発協力基礎調査報告書

(第 3 年次)

地質調査

地化学探査

物理探査

昭和57年 2 月

国際協力事業団

金属鉱業事業団

JICA LIBRARY



1052678C8J

1984. 8. 22

国際協力事業団

1984. 8. 22
5615
66.1
MPN

国際協力事業団	
1984. 8. 22	5615
	66.1
登録No. 13473	MPN

は し が き

日本政府はメキシコ合衆国政府の要請に応え、同国の中央部に位置する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、地化学探査及び物理探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、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。

本調査は昭和56年度が第3年次にあたり、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して、昭和56年7月15日から10月11日まで、現地に派遣した。

現地調査はメキシコ合衆国政府関係機関、特に鉱物資源審議局(C R M)の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第3年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

本調査の実施にあたって御協力をいただいたメキシコ合衆国政府関係機関並びに外務省、通商産業省、在メキシコ日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

昭和57年2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

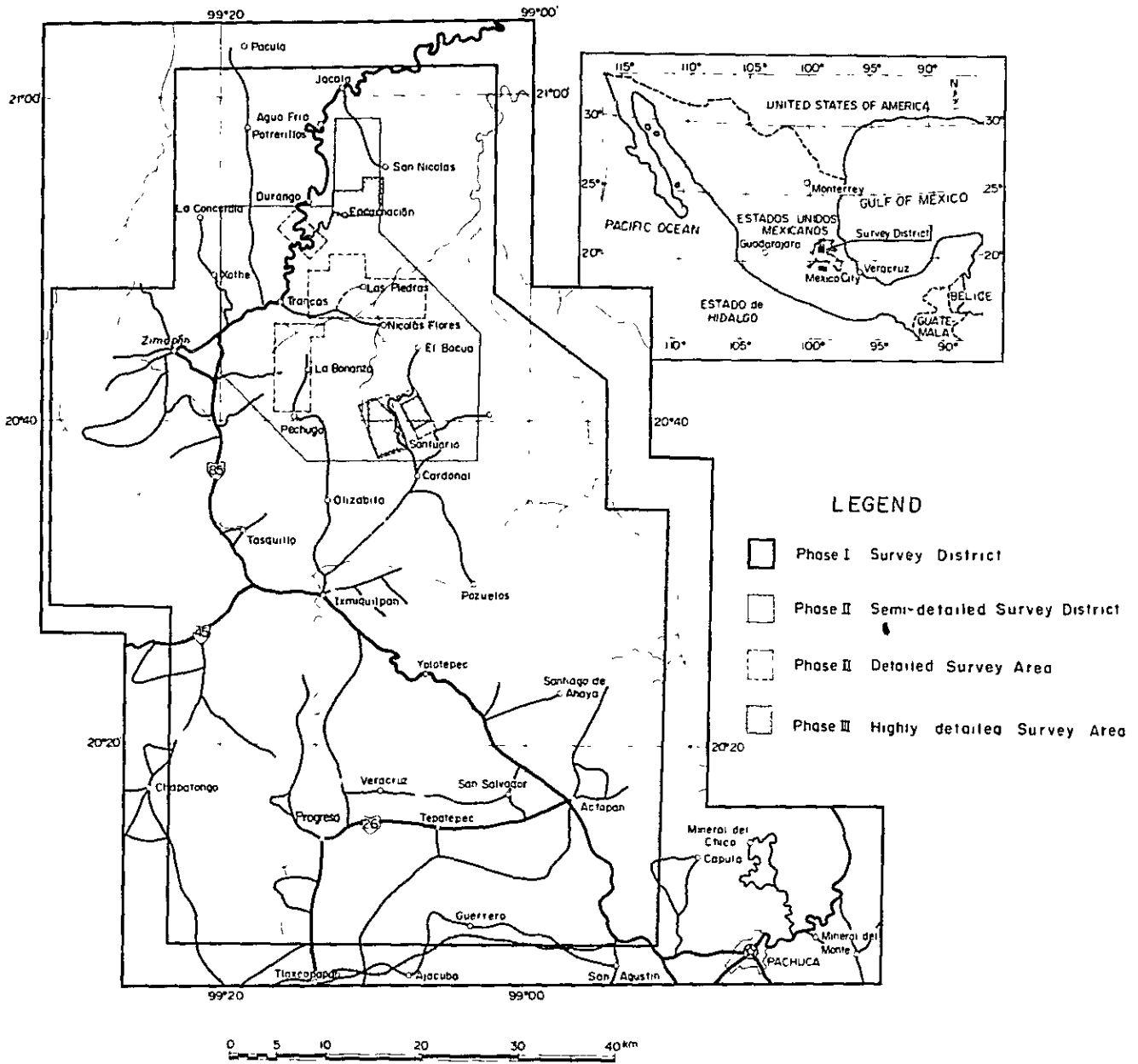


Fig. G-1 Location Map of the Survey District

要 約

本報告書は、メキシコ合衆国パチュカ地域を対象とする鉱物資源開発協力基礎調査計画の第3年次の調査結果をとりまとめたものである。

現地調査は、1981年7月15日から同年10月11日までの間、メキシコ鉱物資源審議局の密接な協力のもとに、国際協力事業団及び金属鉱業事業団派遣の調査団によって行われた。

今年次の調査の主題は、第2年次までの調査結果にもとづいて選出された、EL TEJOCOTE、SAN CLEMENTE及びPROVIDENCIA 3地区において、より詳細な地質・地化学的資料を得ると共に今後の探鉱対象となり得る有望鉱化帯を抽出することであった。

この為、今年次調査は3地区を対象とする精密地質調査及び地化学探査のほか、EL TEJOCOTE及びPROVIDENCIA 2地区を対象とするIP法電気探査も加えられている。それらの調査結果は地区別につきのように要約される。

(1) EL TEJOCOTE 地区

本地区はプロジェクト地域最北部に位置し、面積32km²の範囲を占める。その中の27km²の小区域が地化学探査並びにIP法電気探査の対象区域となっている。本地区の地質は、El Doctor 累層の厚層理～塊状石灰岩(Kd1)部層の卓越分布と、これらを一貫貫入岩類によって特徴づけられる。本地区が今年次の調査対象となった主たる理由は、昨年次の川砂による地化学探査の結果、本地区内に鉛と銀の地化学異常帯が検出されたためであった。

調査の結果、貫入岩類と石灰岩との接触部に部分的に発達するスカルン帯が観察され、それにもなわけて、磁鉄鉱を主とし銅鉱物を副次的にもつ高温交代型鉱化作用が認められる。さらに、これらの外側周辺の石灰岩中には熱水性鉱脈～マント型含銀鉛・亜鉛鉱床が分布している。このような分布は、一連の鉱化作用によって生じた鉱化帯の累帯配列を示しているものと考えられる。

スカルン型鉱床は、幅数mから20m前後、延長100m前後のスカルン帯中にあり、レンズ状～不規則塊状～鉱脈状形態を示し、最大規模のものでも数万t程度の鉱量しかもない。一方熱水型鉱床は完全に酸化されており、現在は褐鉄鉱・赤鉄鉱・ジャロサイトからなる鉱石に変わっている。鉱石は、Zn 10～15%、Pb 1%、Ag 20～65g/t、Cu 0.1%程度の品位を示す高品位鉱とそれより低品位の値を示す多くのものからなる。

地化学探査及びIP法電気探査は、このような熱水型鉱床分布域に含まれる、27km²の小区域を対象として実施された。

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級異常帯であって、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あって、区域外北東方に連続

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であって、Pb異常帯に重複して検出されている。

また、区域南半部の異常帯は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理解される。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、後述する他の2地区で検出されたものより劣勢であると結論づけられる。

(2) PROVIDENCIA 地区

第2年次調査対象地域の南部に位置する本地区の地質は、Las Trancas 累層 (Jts)、El Doctor 累層 (Kd1, Kdn, Kdf 部層) 及び Mendez 累層 (Kms) などのジュラ紀～白亜紀堆積岩類の卓越した分布と、これら堆積岩類を貫く第三紀の小規模岩脈 (T1rh, T1an) によって構成される。しかし、これらの中で主要なものは El Doctor 累層の Kdf 部層であって、地区の中央部に広く分布する。本層は薄層理の黒色フリントを規則的に挟む、中層理石灰岩からなる。本地区の含銀鉛・亜鉛鉱化帯は、El Doctor 累層の Kdf 部層分布域において、NS 方向に伸長する約 1,000 m の長径と、これに直交する約 700 m の短径をもつ楕円形の範囲に点在する鉱床露頭として観察される。露頭で観察される鉱床形態は、不規則塊状・マント状・鉱脈状など変化に富んでおり、只一ヶ所の石英細脈に含まれる硫化鉱露頭を除き、すべての鉱床は酸化鉱からなる。探鉱・探掘跡から判断して、各露頭の規模は、不規則塊状のもので、数10m×数10m×100m前後とみられる。露頭周辺の中層理石灰岩は、僅かに珪化作用及び角礫化作用を受けている部分もあるが、一般的には殆ど熱水変質作用を受けていない。

鉱石鉱物は酸化鉄鉱のほか、鏡下で鉛・亜鉛の炭酸塩鉱物が観察される。鉱石は Pb n%、Zn n×10%、Ag n×10～n×100g/t の品位を示すが、銅は極く微量しか含まれない。

地化学探査及び IP 法電気探査は、この鉱化帯を含む 1.5 km×1.9 km の範囲を対象として実施された。その結果、Pb 成分を主とする大規模且つ高品位の地化学異常帯と高分極率異常帯が検出された。それらの概要はつぎのとおりである。

地化学異常帯

N S 方向に約 1,000 m 伸長する鉍化帯の中央部は、地形的に、同方向に伸びる山稜部をもちその東側及び西側は山腹斜面になっている。地化学異常帯は、鉍化帯の東側山腹斜面に沿って、南北方向に 1,000 m 連続している。その幅は、南部では約 200 m であるが中央部よりやや北側においては、東西方向に約 400 m の幅をもっている。この地化学異常帯の主成分は鉛であって、A 級及び AA 級異常値 21 点を含んでいる。これらは Pb 0.3%~9.8% の非常に高い値を示している。

銀及び銅成分は、小規模ながら Pb 異常帯の中心部に重複して現われている。銀は 10 ppm~100 ppm の値、銅は 180 ppm~500 ppm の値をそれぞれ示している。

高分極率異常帯

鉍化帯中央部の山稜付近に中心をもつ、不規則楕円形の高分極率異常帯が検出された。この異常帯を深度別 (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が認められた。この異常帯の広がり、深度毎に若干の変化はあるが、平均して、350 m × 500 m である。各深度毎の異常帯の分布位置は、ほぼ重複しており、この分極率異常の原因となっている物体が、やや不規則に枝をだすものの、全体として鉍筒状形態をもって胚胎していることを示している。

地化学異常帯との位置関係は、高分極率異常帯が鉍化帯中央部山稜付近に位置し、これより地形的に下方の東側山腹斜面に地化学異常帯が現われているので、相互に密接な関係があるものと理解される。また、鉍化露頭は、深度 100 m における分極率異常帯の外側周縁をふちどるような、位置関係を示している。

以上述べたように、高品位且つ大規模な地化学異常帯・多くの鉍床露頭・高分極率異常帯などが相互に密接な関係をもって検出されたことから、本鉍化帯は今後の探鉍対象として第 1 級にランクされ、今後の探鉍の重点を深部の鉍況探査におく必要があると結論された。

(3) SAN CLEMENTE 地区

今年次の本地区における調査は、第 2 年次の岩石試料による地化学探査によって得られた、アルカリ流紋岩中の金・銀の地化学異常帯を対象として、50 m 方眼間隔で岩石試料を採取し金・銀鉍化帯を検出することと、流紋岩体の精密地質調査からなっている。その結果は以下のように要約される。

流紋岩体の形状

San Clemente 山塊の主体をなす緻密質流紋岩は、山塊東部では緩傾斜で開き、下位の岩層を被覆するが、南西部では、急傾斜の接触面をもって他の岩層を切る関係を示す溶岩円頂丘の形態をもつ。そして金・銀鉍化帯は、同岩体の根幹部に相当する、岩体南西部に位置している。

鉍化帯の規模・品位 (註 品位は金・銀合計品位で「 Au 品位+ Ag 品位 $\times\frac{1}{50}$ 」式により計算した。)

A及びBの2鉍化帯が検出された。A鉍化帯は、全体で $300m \times 500m$ の面積を占め、この中にA-1からA-6まで6ヶ所の高品位部をもつ。そして、A-1からA-3までが西部にあって西部鉍化帯、A-4からA-6までが東部にあって東部鉍化帯を形成し、中央部は低品位である。

西部鉍化帯は低品位部を含めて $200m \times 400m$ の範囲を占め、全体の平均品位は $3.06g/t$ である。鉍石鉍物の主体は、含金複硫塩鉍物(Ag, Sb, Te, Pb, Cu を主成分とし、 Bi, Se, As, Ni, S を副成分とする)の微粒であって、流紋岩中に鉍染する産状を示す。通常 $0.1mm$ 前後又はそれ以下の微粒子である。したがって、岩石試料を 200 メッシュ程度に磨鉍し、水篩によって分離しなければ、観察できない。この鉍化帯の銀の金に対する含有倍率は 50 前後である。

東部鉍化帯は約 $200m \times 250m$ の広がりをもつが、品位は $1.5g/t$ 前後である。しかし、過去からの探鉍・探掘跡が多いのは、本鉍化帯の鉍石鉍物の主体が、自然金に近いエレクトラムで占められ、探鉍の際金粒として識別することが容易であったためと考えられる。その為、本鉍化帯の金に対する銀含有倍率は $1\sim 2$ である。またエレクトラムは $0.1mm$ 前後の微粒として、節理や微細な割目の赤鉄鉍皮膜上に沈着している例が多く、西部鉍化帯が鉍染型であるのに比較すると、やや、割目や節理系に規制された産状を示している。

B鉍化帯はA鉍化帯の約 $200m$ 南方にある。鉍化帯は約 $150m \times 300m$ の広がりをもつが、前者に比較して低品位である。

一般の鉍染型金・銀鉍床の品位

貫入岩、火山岩あるいは堆積岩などを母岩とする鉍染型金・銀鉍床はアメリカ及びカナダで稼行された例が多い(Boyle.R.W,1976)。このような鉍床の粗鉍品位は変化に富んでいるが、その殆どは低品位($0.1oz/t$)大規模鉍床である。このような例として、

- (1) Howey and Hasaga Mine, Red Lake, Ontario, Canada Au $0.10oz/t$, Ag $0.05oz/t$
- (2) Young - Davidson Mine, Matachewan, Ontario, Canada Au $0.1oz/t$ Ag, $0.02oz/t$
- (3) Box Mine, Goldfields, Saskatchewan, Canada Au $0.05oz/t$, Au/Ag = 5
- (4) Sunbeam Kirkland Mine, Manitoba, Canada Au $0.23oz/t$, Au/Ag = 1

などを挙げることができる。

以上のように、現在迄の調査結果に基づけば、本地区の金・銀鉍化帯は、低品位・大規模鉍床に発展する大きな可能性をもっているものと判断される。したがって、今後の、より精密な探鉍が必要であると結論される。

目 次

は し が き	
調 査 位 置 図	
要 約	I
目 次	V
第 1 章 序 論	1
1 - 1 諸 言	1
1 - 2 位 置 ・ 交 通	1
1 - 3 調 査 内 容	2
1 - 4 調 査 者	4
1 - 5 謝 辞	5
第 2 章 地 質 調 査	6
2 - 1 地 質 概 要	6
2 - 2 EL TEJOCOTE 地区	9
2 - 2 - 1 位 置 ・ 集 落 ・ 地 形 ・ 植 生	9
2 - 2 - 2 一 般 地 質	9
2 - 2 - 3 鈇 床	14
2 - 2 - 4 調 査 結 果 の 総 括	22
2 - 3 PROVIDENCIA 地区	24
2 - 3 - 1 位 置 ・ 集 落 ・ 地 形 ・ 植 生	24
2 - 3 - 2 一 般 地 質	24
2 - 3 - 3 鈇 床	27
2 - 3 - 4 調 査 結 果 の 総 括	30
2 - 4 SAN CLEMENTE 地区	31
2 - 4 - 1 調 査 経 緯	31
2 - 4 - 2 位 置 ・ 集 落 ・ 地 形 ・ 植 生	31
2 - 4 - 3 一 般 地 質	32

2-4-4	地質構造	36
2-4-5	鉍床	37
2-4-6	探鉍対象3区域の金・銀平均品位	41
2-4-7	考察及び今後の探鉍	44
第3章	地化学探査	46
3-1	調査概要	46
3-2	試料採取	46
3-3	分析方法	46
3-4	データ処理	47
3-5	EL TEJOCOTE地区の地化学異常帯	48
3-6	PROVIDENCIA地区の地化学異常帯	50
3-7	総括	52
第4章	物理探査(IP法電気探査)	55
4-1	調査概要	55
4-2	調査要項	55
4-2-1	調査地区及び測線配置	55
4-2-2	調査数量	55
4-2-3	測定機器	55
4-2-4	測線設定	56
4-3	測定方法	57
4-4	測定結果の解析	58
4-4-1	EL TEJOCOTE地区	58
4-4-1-1	分極率平面図の解析	58
4-4-1-2	見掛比抵抗平面図の解析	62
4-4-1-3	見掛金属ファクター平面図の解析	64
4-4-1-4	測線断面図の解析	64
4-4-1-5	地化学異常帯との比較	65

•

4-4-2	PROVIDENCIA地区	65
4-4-2-1	分極率平面図の解析	65
4-4-2-2	見掛比抵抗平面図の解析	67
4-4-2-3	見掛金属ファクター平面図の解析	69
4-4-2-4	測線断面図の解析	69
4-4-2-5	地化学異常帯との比較	70
4-5	IPシミュレーション	70
4-5-1	EL TEJOCOTE地区	71
4-5-2	PROVIDENCIA地区	71
4-6	岩石標本の比抵抗測定	72
4-7	調査結論	72
第5章	結論及び今後の探鉱	75
5-1	結論	75
5-2	今後の探鉱	75

List of Tables

Table 1-1	Location of the Surveyed Area
Table 1-2	Kind of Works
Table 1-3	Laboratory Examinations
Table 2-2-1	Chemical Compositions and CIPW Norms of the Dioritic Rocks in and around the EL TEJOCOTE Area
Table 2-2-2	K-Ar Whole-rock Ages of the Dioritic Rocks in and around the EL TEJOCOTE Area
Table 2-2-3	Mines, Prospects and Ore Showings in the EL TEJOCOTE Area
Table 2-2-4	Metal Contents of Ore Samples from the EL TEJOCOTE Area
Table 2-2-5	Metal Contents of Ore Samples from the Mines around the EL TEJOCOTE Area
Table 2-3-1	K-Ar Absolute Age Determination and Chemical Composition of PROVIDENCIA and SAN CLEMENTE Phylolite
Table 2-3-2	List of Mines, Prospects and Ore Showings in the PROVIDENCIA Area
Table 2-3-3	Metal Contents of Ore Samples from the PROVIDENCIA Area
Table 2-3-4	Assay Values of Ore Samples of the Mines
Table 2-4-1	Average Chemical Composition and Some Metal Contents of the SAN CLEMENTE Rhyolitic Rocks (after JICA and MMAJ, 1981)
Table 2-4-2	Chemical Analyses of Samples of the San Severiano Mineralized Zone
Table 2-4-3	Occurrences of the Open Pits, Tunnels and Trenches in the San Severiano Mining Area
Table 2-4-4	Qualitative Analysis of Complex Sulfosalts Mineral Grains by E P M A

Table 2-4-5	Statistical Classification for Au and Ag Contents of Rock Samples from the Geochemical Anomalous Zones in the SAN CLEMENTE Area
Table 2-4-6	Scale and Grade of the A Mineralized Zone
Table 2-4-7	Scale and Grade of the B Mineralized Zone
Table 3-1	Number of Geochemical Samples from the EL TEJOCOTE and the PROVIDENCIA Area
Table 3-2	Statistical Classification of Geochemical Elements of the EL TEJOCOTE Area
Table 3-3	Statistical Classification of Geochemical Elements of the PROVIDENCIA Area
Table 4-1	Measured Chargeability Anomaly (EL TEJOCOTE Area)
Table 4-2	Average of Chargeability and Apparent Resistivity in Anomalous Zones of Chargeability (EL TEJOCOTE Area)
Table 4-3	Result of Profile Analysis (EL TEJOCOTE Area)
Table 4-4	Measured Chargeability Anomaly (PROVIDENCIA Area)
Table 4-5	Average of Chargeability and Apparent Resistivity in Anomalous Zones of Chargeability (PROVIDENCIA Area)
Table 4-6	Result of Profile Analysis (PROVIDENCIA Area)
Table 4-7	List of Resistivity (ρ) and Frequency Effect (FE) of Rocks Sampled in the Survey Area
Table 5-1	調査結果の要約及び結論

List of Illustrations

- Fig. G-1 Location Map of the Survey District
- Fig. 2-1-1 Geological Map of the Phase II Survey District
- Fig. 2-1-2 Generalized Stratigraphic Column of the Phase II Survey District
- Fig. 2-1-3 Stratigraphic Correlation of Geological Units in the Sierra Madre Oriental
- Fig. 2-2-1 Geological Map of the EL TEJOCOTE Area
- Fig. 2-2-2 Stratigraphic Column of the EL TEJOCOTE Area
- Fig. 2-2-3 MFA and Alkali-lime Index Diagrams for the Dioritic Rocks in and around the EL TEJOCOTE Area
- Fig. 2-2-4 Normative Q-(An+Ab)-Or Diagram for the Dioritic Rocks in and around the EL TEJOCOTE Area
- Fig. 2-2-5 Location Map of the Mines, Prospects and Ore Showings in the EL TEJOCOTE Area
- Fig. 2-2-6 Geological Sketch Map of the Las Delicias Mine Area
- Fig. 2-2-7 Geological Sketch Map of the Las Delicias Mine
- Fig. 2-2-8 Geological Sketch of the Main Face of the Las Delicias Mine
- Fig. 2-2-9 Geological Sketch of the Main Adit of the El Cambio Mine
- Fig. 2-2-10 Schematic Profile of the Santo Domingo Mine
- Fig. 2-3-1 Geological Map of the PROVIDENCIA Area
- Fig. 2-3-2 Schematic Geological Profile of the PROVIDENCIA Area
- Fig. 2-3-3 Stratigraphic Column of the PROVIDENCIA Area
- Fig. 2-3-4 Distribution Map of Mines, Prospects and Ore Showings in the PROVIDENCIA Area
- Fig. 2-3-5 Sketch of the Providencia Mine in the PROVIDENCIA Area

- Fig. 2-3-6 Sketch of the San Juan Mine in the PROVIDENCIA Area
- Fig. 2-4-1 Geological Map of the SAN CLEMENTE Area
- Fig. 2-4-2 Stratigraphic Column of the SAN CLEMENTE Area
- Fig. 2-4-3 Fracture Pattern in the Compact Rhyolite in and around the San Severiano Mine
- Fig. 2-4-4 Geological Sketch of the San Severiano Mine, SAN CLEMENTE
- Fig. 2-4-5 Photomicrographs of Electrum Grains from the San Severiano Mine by Scanning Electron Microscope
- Fig. 2-4-6 Photomicrographs of Complex-sulfosalts Mineral Grains by Scanning Electron Microscope
- Fig. 2-4-7 Photomicrographs Showing Textures of Complex-sulfosalts Minerals by Reflecting Microscope
- Fig. 2-4-8 Backscattered Electron Images and Characteristic X-ray Images of the Complex-sulfosalts Minerals
- Fig. 2-4-9 Cumulative Frequency Distribution of Au, Ag and $Au + Ag \times \frac{1}{50}$ Contents of Rock Samples from the SAN CLEMENTE Area
- Fig. 2-4-10 Coefficient and Diagram of Correlation for Au and Ag
- Fig. 2-4-11 Geochemical Au Anomalies of the SAN CLEMENTE Area
- Fig. 2-4-12 Geochemical Ag Anomalies of the SAN CLEMENTE Area
- Fig. 2-4-13 Geochemical $Au + \frac{1}{50} Ag$ Anomalies of the SAN CLEMENTE Area
- Fig. 3-1 Cumulative Frequency Distribution of Ag, Cu and Pb Contents of Soil Samples from the EL TEJOCOTE Area
- Fig. 3-2 Cumulative Frequency Distribution of Ag, Cu and Pb Contents of Soil Samples from the PROVIDENCIA Area

- Fig. 3-3 Correlation Diagrams and Coefficients among Geochemical Cu, Pb and Ag Elements of the EL TEJOCOTE Area
- Fig. 3-4 Correlation Diagrams and Coefficients among Geochemical Cu, Pb and Ag Elements of the PROVIDENCIA Area
- Fig. 4-1 Location Map of IP Survey Areas
- Fig. 4-2 Location Map of IP Survey Lines and Points of EL TEJOCOTE Area
- Fig. 4-3 Location Map of IP Survey Lines and Points of PROVIDENCIA Area
- Fig. 4-4 Wave Forms of Primary Current and Measured Voltage
- Fig. 4-5 Electrode Configuration of Pole-dipole Array
- Fig. 4-6 Relation of Chargeability and Apparent Resistivity inside the IP Anomalous Zone
- Fig. 4-7 IP Profile (Chargeability, EL TEJOCOTE Area, L-10, L-12)
- Fig. 4-8 IP Profile (Chargeability, EL TEJOCOTE Area, L-14, L-16)
- Fig. 4-9 IP Profile (Chargeability, EL TEJOCOTE Area, L-18, L-20)
- Fig. 4-10 IP Profile (Chargeability, EL TEJOCOTE Area, L-22, L-24)
- Fig. 4-11 IP Profile (Chargeability, EL TEJOCOTE Area, L-26, L-28)
- Fig. 4-12 ρ_a Profile (Apparent Resistivity, EL TEJOCOTE Area, L-10, L-12)
- Fig. 4-13 ρ_a Profile (Apparent Resistivity, EL TEJOCOTE Area, L-14, L-16)
- Fig. 4-14 ρ_a Profile (Apparent Resistivity, EL TEJOCOTE Area, L-18, L-20)

- Fig. 4-15 ρ_a Profile (Apparent Resistivity, EL TEJOCOTE Area, L-22, L-24)
- Fig. 4-16 ρ_a Profile (Apparent Resistivity, EL TEJOCOTE Area, L-26, L-28)
- Fig. 4-17 AMF Profile (Apparent Metal Factor, EL TEJOCOTE Area, L-10, L-12)
- Fig. 4-18 AMF Profile (Apparent Metal Factor, EL TEJOCOTE Area, L-14, L-16)
- Fig. 4-19 AMF Profile (Apparent Metal Factor, EL TEJOCOTE Area, L-18, L-20)
- Fig. 4-20 AMF Profile (Apparent Metal Factor, EL TEJOCOTE Area, L-22, L-24)
- Fig. 2-21 AMF Profile (Apparent Metal Factor, EL TEJOCOTE Area, L-26, L-28)
- Fig. 4-22 Relation of Chargeability and Apparent Resistivity inside the IP Anomalous Zone
- Fig. 4-23 IP Profile (Chargeability, PROVIDENCIA Area, L-12, L-14)
- Fig. 4-24 IP Profile (Chargeability, PROVIDENCIA Area, L-16, L-18)
- Fig. 4-25 IP Profile (Chargeability, PROVIDENCIA Area, L-20, L-22)
- Fig. 4-26 IP Profile (Chargeability, PROVIDENCIA Area, L-24, L-26)
- Fig. 4-27 IP Profile (Chargeability, PROVIDENCIA Area, L-28, L-30)
- Fig. 4-28 ρ_a Profile (Apparent Resistivity, PROVIDENCIA Area, L-12, L-14)
- Fig. 4-29 ρ_a Profile (Apparent Resistivity, PROVIDENCIA Area, L-16, L-18)
- Fig. 4-30 ρ_a Profile (Apparent Resistivity, PROVIDENCIA Area, L-20, L-22)

- Fig. 4-31 ρ_a Profile (Apparent Resistivity, PROVIDENCIA Area, L-24, L-26)
- Fig. 4-32 ρ_a Profile (Apparent Resistivity, PROVIDENCIA Area, L-28, L-30)
- Fig. 4-33 AMF Profile (Apparent Metal Factor, PROVIDENCIA Area, L-12, L-14)
- Fig. 4-34 AMF Profile (Apparent Metal Factor, PROVIDENCIA Area, L-16, L-18)
- Fig. 4-35 AMF Profile (Apparent Metal Factor, PROVIDENCIA Area, L-20, L-22)
- Fig. 4-36 AMF Profile (Apparent Metal Factor, PROVIDENCIA Area, L-24, L-26)
- Fig. 4-37 AMF Profile (Apparent Metal Factor, PROVIDENCIA Area, L-28, L-30)
- Fig. 4-38 Result of IP Model Calculation (EL TEJOCOTE Area, L-26)
- Fig. 4-39 Result of IP Model Calculation (EL TEJOCOTE Area, L-28)
- Fig. 4-40 Result of IP Model Calculation (PROVIDENCIA Area, L-18)
- Fig. 4-41 Result of IP Model Calculation (PROVIDENCIA Area, L-20)
- Fig. 5-1 Interpretation Map of the EL TEJOCOTE Area
- Fig. 5-2 Interpretation Map of the PROVIDENCIA Area
- Fig. 5-3 Interpretation Map of the SAN CLEMENTE Area

List of Attached Sheets

PL. 2-2-1	Geological Map of the EL TEJOCOTE Area	1:10,000
PL. 2-2-2	Geological Profiles of the EL TEJOCOTE Area	1:10,000
PL. 2-2-3	Location Map of the Examined Rock and Ore Samples from the EL TEJOCOTE Area	1:10,000
PL. 2-2-4	Location Map of the Mines, Prospects and Ore Showings in the EL TEJOCOTE Area	1:10,000
PL. 2-3-1	Geological Map of the PROVIDENCIA Area	1: 5,000
PL. 2-3-2	Geological Profiles of the PROVIDENCIA Area	1: 5,000
PL. 2-3-3	Location Map of the Examined Rock and Ore Samples from the PROVIDENCIA Area ..	1: 5,000
PL. 2-3-4	Distribution Map of Mines, Prospects and Ore Showings in the PROVIDENCIA Area	1: 5,000
PL. 2-4-1	Geological Map of the SAN CLEMENTE Area	1: 5,000
PL. 2-4-2	Geological Profiles of the SAN CLEMENTE Area	1: 5,000
PL. 2-4-3	Location Map of the Examined Rock and Ore Samples from the SAN CLEMENTE Area	1: 5,000
PL. 2-4-4	Geological Sketch of the San Severiano Mine in the SAN CLEMENTE Area	1: 1,000
PL. 2-4-5	Geological Sketch of the Fluoruros de Hidalgo Mine in the SAN CLEMENTE Area ..	1: 1,000
PL. 2-4-6	Location Map of Rock Samples for Geochemical Exploration in the SAN CLEMENTE Area	1: 2,500

PL. 2-4-7	Geochemical Au Anomalies of the SAN CLEMENTE Area (Rock Sample)	1: 2,500
PL. 2-4-8	Geochemical Ag Anomalies of the SAN CLEMENTE Area (Rock Sample)	1: 2,500
PL. 2-4-9	Geochemical Au + $\frac{1}{50}$ Ag Anomalies of the SAN CLEMENTE Area	1: 2,500
PL. 3-1	Location Map of Soil Samples for Geochemical Exploration in the EL TEJOCOTE Area	1:10,000
PL. 3-2	Geochemical Cu, Pb and Ag Anomaly Maps of the EL TEJOCOTE Area	1:10,000
PL. 3-3	Location Map of Soil Samples for Geochemical Exploration in the PROVIDENCIA Area	1: 5,000
PL. 3-4	Geochemical Cu Anomalies of the PROVIDENCIA Area (Soil Sample)	1: 5,000
PL. 3-5	Geochemical Pb Anomalies of the PROVIDENCIA Area (Soil Sample)	1: 5,000
PL. 3-6	Geochemical Ag Anomalies of the PROVIDENCIA Area (Soil Sample)	1: 5,000
PL. 3-7	Geochemical Cu, Pb and Ag Anomalies of the PROVIDENCIA Area (Soil Sample)	1: 5,000
PL. 4-1	MAP of IP Survey (EL TEJOCOTE Area)	1:10,000
PL. 4-2	MAP of IP Survey (PROVIDENCIA Area)	1: 5,000
PL. 4-3	Interpretation Map of IP Survey (EL TEJOCOTE and PROVIDENCIA Areas)	{ 1: 5,000 1:10,000
PL. 5-1	Interpretation Map of the EL TEJOCOTE Area	1:10,000
PL. 5-2	Interpretation Map of the PROVIDENCIA Area	1: 5,000
PL. 5-3	Interpretation Map of the SAN CLEMENTE Area	1: 2,500

List of Appendices

- Apx. 1 K-Ar Whole-rock Datings, Chemical Analyses and CIPW Normative Calculations of the Igneous Rocks
- Apx. 2 Normative Q-(An+Ab)-Or Diagram for the Igneous Rocks
- Apx. 3 Microscopic Observations of the Rock and Ore Samples by Thin Sections
- Apx. 4 Photomicrographs of the Representative Rock Thin Sections
- Apx. 5 Microscopic Observation of Ore Polished Sections
- Apx. 6 Qualitative Analyses of Minerals by Electron Probe Microanalyzer
- Apx. 7 Quantitative Analyses of Minerals by Electron Probe Microanalyzer
- Apx. 8 Photomicrographs of the Representative Ore Polished Sections
- Apx. 9 Chemical Analyses of Ore Samples
- Apx. 10 X-ray Powder Diffraction
- Apx. 11 X-ray Powder Diffraction Charts
- Apx. 12 Analytical Values and there Ranking of Geochemical Samples

第 1 章 序論

•

第1章 序 論

1-1 諸 言

メキシコ合衆国パチュカ地域における資源開発協力基礎調査は、昭和54年度を初年次として開始され、本年度は第三年次に当たる。

初年次の調査は、調査地域全域の地形図作成、空中写真地質判読(5,250km²)及び地質踏査からなり、全域の広域的地質・地質構造の解明及び地域内に分布する金属鉱床の記載に重点をおいて実施された。この結果、今後の調査方針は、具体的に、

- (1) 全域に卓越する白亜系の層序の確立
- (2) 地域北半部に分布する閃緑岩～花崗閃緑岩質貫入岩に関する接触交代型～熱水型鉄・銅・鉛・亜鉛・銀鉱床の探査
- (3) SAN CLEMENTE 付近のカリ流紋岩中の金鉱床の探査

を指向するべきであると結論された。この結論にもとづき、第二年次の調査は地域北半部において、5区域の鉱化帯を含む面積750km²の地区を対象として、地質調査及び地化学探査が実施された。その結果、さらに精密調査が必要とされる鉱化帯あるいは鉱化帯の存在が期待される幾つかの地区が引続く第三年次の探鉱指標として推奨された。それらの中でも最も有望な地区として、(1) EL TEJOCOTE (2) PROVIDENCIA (3) SAN CLEMENTE の3地区が選出され、本年次の調査対象地区となった。本年次の調査は、EL TEJOCOTE 及び PROVIDENCIA 両地区では地質精査、鉱化帯露頭調査、地化学探査(土壌試料・定間隔採取)およびIP法電気探査、SAN CLEMENTE 地区では地質精査、鉱化帯露頭調査及び地化学探査(岩石試料・定間隔採取)からなっており、これらの調査によって具体的に、今後の精密探鉱指標を明確にすることを指向した。

現地調査は昭和56年7月15日に開始され同年10月11日に終了した。地質調査、鉱化帯露頭調査及び地化学探査は、日本側及びメキシコ側それぞれから4名、計8名の地質技師によって実施された。物理探査は、メキシコ鉱物資源審議局の物理探査班に日本側から1名の物理探査技師が参加して実施された。

地化学探査において採取された試料のうち土壌試料中のCu・Pb・Ag 3成分はメキシコ鉱物資源審議局Ixmiuilpan 分析所において、又、岩石試料中のAu・Ag 2成分は日本国内でそれぞれ分析された。これらの結果及びIP測定結果などすべての調査資料は日本国内においてその後実施された各種室内試験結果と共に検討・解析・整理され、その結果を本報告書にとりまとめた。

1-2 位置・交通

本年度の調査地区はEL TEJOCOTE, PROVIDENCIA 及び SAN CLEMENTE の3地区に分けられ、それぞれの位置及び交通は次のとおりである(Fig. G-1 参照)。

•

位置 Table 1-1 Location of the Surveyed Area

	EL TEJOCOTE 地区	PROVIDENCIA 地区	SAN CLEMENTE 地区
北限	北緯 20° 55' 44"	北緯 20° 41' 30"	北緯 20° 41' 02"
南限	北緯 20° 52' 30"	北緯 20° 39' 28"	北緯 20° 37' 50"
東限	西経 99° 09' 33"	西経 99° 06' 14"	西経 99° 07' 43"
西限	西経 99° 13' 02"	西経 99° 08' 02"	西経 99° 10' 07"
面積	32km ²	6km ²	14km ²
			総面積 52km ²

交通

EL TEJOCOTE 地区への進入道路としては、Ixmiuilpan から国道85号線に沿って北上し、Las Trancas 村より約 15km 北方の地点で同国道から分岐して東北東方向に延長する砂利道が利用できる。この砂利道に沿って約 4.5km で、同地区南西端にある Encarnación 村に到達する。この道路はさらに延長して調査地区のほぼ中央部に達し、その後南東方向に迂回して Las Delicias 鉱山まで通じており、大型トラックの通行が可能である。本地区の調査にあたっては Encarnación 村に前進キャンプを設置する必要があった。

PROVIDENCIA 地区へは、Ixmiuilpan から北東に延長し約 20km で Cardonal 村に至る舗装道路を利用して Cardonal 村に達し、さらに同村より北方に延長する砂利道を利用して約 2 km 前進し、そこから東に分岐する道路を約 4.5 km 進むことにより Yonthe 部落に達し、同部落から北北東方向に延び、当地区東端部に達する約 10km の砂利道を前進することによって、車で進入可能である。しかしながら、Yonthe 部落から当地区東端部に至る約 10km の砂利道は悪い状態のまま放置されており、小型トラックがかろうじて通行可能の現状にある。

SAN CLEMENTE 地区へは、Ixmiuilpan から北東に延長し Cardonal 村に至る道路を利用し、約 11km 地点の Olivo 部落に至り、同地点から北方に分岐して San Clemente 部落に通じる砂利道を利用することによって近づくことができる。この道は、調査地区南西端の約 1km 南西方を通っているため、これより先、調査地への進入は徒歩によらねばならない。

1-3 調査内容

今回実施された各種調査及び室内試験数量は Table 1-2 および Table 1-3 に示したとおりである。

Table 1-2 Kind of Works

Surveyed area	Detailed geological survey area(km ²)	Number of geochemical sample	Line kilometer of IP survey	Remarks
EL TEJOCOTE	32	213(soil)	15	
PROVIDENCIA	6	230(soil)	15	
SAN CLEMENTE	14	302(rock)	-	
Total	52	443(soil) 302(rock)	30	

Table 1-3 Laboratory Examinations

Type of examination	Number of sample	Number of analyzed element	Remarks
Chemical analysis of ore sample	52	{ Au 10 Ag 40 Cu 40 Pb 44 } 184 { Zn 39 Fe 10 Mn 1 }	
	36	{ Au 36 Ag 36 } 72	
Chemical analysis of geochemical sample	soil sample 443	{ Cu × 443 Pb × 443 } 1329 Ag × 443	
	rock sample 302	{ Au × 302 Ag × 302 } 604	
Check analysis	soil sample 80	{ Cu × 80 Pb × 80 } 240 Ag × 80	
	rock sample 10	{ Au × 10 Ag × 10 } 20	
Microscopic observation of rock thin section	55	—	
Microscopic observation of ore polished section	27	—	
E P M A analysis	20	—	
X-Ray powder diffraction	11	—	
K-Ar radiometric age determination	2	—	
Whole rock chemical analysis	2	13 components	

•

1-4 調査者

本年次調査に際し、計画の協定折衝及び現地調査への参加者は次のとおりである。

日本側

(1) 計画協定折衝団（昭和56年5月中旬～下旬）

団長 中村 祐三（金属鉱業事業団）
向井 英昭（国際協力事業団）
沢田 賢治（金属鉱業事業団）
竹端 賢二郎（金属鉱業事業団・メキシコ駐在）
清川 求（住鉱コンサルタント株式会社）

(2) 現地調査団（昭和56年7月15日～昭和56年10月11日）

団長 清川 求（住鉱コンサルタント株式会社） 全般総括
高橋 満弥（住鉱コンサルタント株式会社） 物理探査
中島 清治（住鉱コンサルタント株式会社） 地質調査・地化学探査
佐藤 哲男（住鉱コンサルタント株式会社） 地質調査・地化学探査
阿部 昭夫（住鉱コンサルタント株式会社） 地質調査・地化学探査

メキシコ側（メキシコ鉱物資源審議局・El Consejo de Recursos Minerales ……略称 CRM）

(1) 計画協定折衝

Guillermo P. Salas（CRM 局長）
José L. Lee Moreno（CRM 特別研究部長）
Gustavo Camacho Ortega（CRM 特別研究部次長）
Cesar J. Villegas（CRM 物理探査部長）

(2) 現地調査参加者

地質調査・地化学探査

Panfilo Sanchez Alvarado（CRM 広域調査課地質技術・Ixmiquilpan事務所長）
Melitón Figueroa Palacios（CRM 広域調査課地質技師）
Noel Arnald Reyes Reyes（CRM 広域調査課地質技師）
Luis Tarcisio Arteaga Pineda（CRM 広域調査課地質技師）

物理探査

Felipe Ramirez（CRM 物理探査部物探技師）
Bulmaro Herrea（CRM 物理探査部IP測定技手）
Miguel Figueroa Saigado（CRM 物理探査部地形測量技手）
Guillermo Soto Martinez（CRM 物理探査部地形測量技手）

1-5 謝 辞

本調査の実施にあたって、JICAの専門家派遣として短期的に現地滞在中であった工業技術院地質調査所竹田英夫博士、又、同じくJICA派遣の専門家としてCRMで御活躍中の平山昭氏、両氏から多大なる御指導をいただいた。ここに明記して深謝の意を表する次第である。

国内においては、鹿児島大学教授浦島幸世博士から特に金、銀鉱物のEPMAによる同定について御指導いただいた。厚く御礼申し上げる次第である。

第 2 章 地質調査

第2章 地質調査

2-1 地質概要

本年次の調査対象3地区は、第二年次の広域的な地質準精査地域(750km²)の中のごく小部分を占め、それぞれ孤立して分布する(Fig.G-1)。すなわち、EL TEJOCOTE地区(32km²)は地区北部、PROVIDENCIA地区(6km²)とSAN CLEMENTE地区(14km²)は並列して地域南央部に位置している。これら3地区を含む全域の地質概要は次のように要約される(Fig.2-1-1, 2-1-2, 2-1-3参照)。

本地域の地質は、最上部ジュラ系から白亜系に対比される泥質～石灰質堆積岩類、主として火山岩類からなる第三系、第三紀貫入岩類及び第四系で構成される。これらの内、ジュラ紀～白亜紀堆積岩類は全域にわたって優勢な分布を示すが、第三系は地域南半部において、溶岩流として部分的に点在し、第三紀貫入岩類は不規則岩株として北部に集中した分布を示すに過ぎない。

〔先第三系〕

ジュラ系-白亜系は、下位より、Las Trancas 累層(Jts, Jtc, Jtl 部層)、El Doctor 累層(Kdl, Kdf, Kdc 部層)及びMendez 累層(Kms)に分けられる。

Las Trancas 累層は、薄層理頁岩からなるJts 部層を主とし、砂質凝灰岩及び礫岩からなるJtc 部層及び石灰岩からなるJtl 部層を部分的に挟んでいる。

本累層は、NW-SEの方向性をもって地域西部から南部にかけて、幅5km前後の帯状に分布する。本累層の堆積時期はジュラ紀最上部ティトン階から白亜紀最下部ネオコム階であって、本地域内の最下位層である。

El Doctor 累層は、厚層理～塊状石灰岩からなるKdl 部層及び黒色フリント薄層を挟む中層理石灰岩からなるKdf 部層を主体とし、石灰礫岩及び石灰砂岩からなるKdc 部層が少量Kdl 部層中に挟在する。Kdl 部層は地域北部に広く分布し、Kdf 部層は、Las Trancas 累層(Jts)の帯状分布に平行して、その南西側と北東側に帯状に分布する。Kdl 部層とKdf 部層は互いに同時異相の関係にある。これらの堆積時期は白亜紀オーブ階中期からチューロン階後期である。

Mendez 累層(Kms)は、薄層理砂質頁岩及び薄層理泥灰岩を部分的に挟むが、薄層理頁岩を主体とする。地域東部に広く分布し、El Doctor 累層を整合または一部不整合の関係で覆っている。本層の堆積時期はチューロン階後期からシャンパーニュ階である。

これら堆積岩類中には、走向がNWで、軸面がSWに傾斜する褶曲軸をもつ一対の大規模な過褶曲背斜及び向斜構造と多数の小褶曲構造が発達しており、地質構造は著しく複雑化されている。

〔第三系〕

第三系は、基底礫岩と考えられるEl Morro 礫岩層の局所的な小分布を除き、すべて火山岩

類よりなる。これらは玄武岩、安山岩、石英安山岩及び流紋岩類に分けられ、さらにその噴出時期によって細分されている。しかし、ここでは本年次調査地区内に分布する主要なものについて以下に述べる。

玄武岩類の中で最も初期のものはTba 1に属する橄欖石・輝石玄武岩溶岩である。本岩類は地域西央部・中央部・南央部などに、やや広く分布し、El Morro 礫岩層及び先第三系を直接被覆している。一般的に粘土化を主とする変質作用を受けており、活動時期は漸新世初期と推定されている。

流紋岩類の中で大規模且つ重要なのはTrhy 2に属するアルカリ流紋岩類である。本岩類は、溶岩流、溶岩円頂丘、岩脈などの形態を示し地域南央部に限られた分布を示す。前者は地域南央部において突出したSan Clemente 山塊を形成し、後者は東側のPROVIDENCIA 地区にも分布する。SAN CLEMENTE地区においては、前述のTba 1に属する玄武岩溶岩を貫ぬきあるいは被覆する。K-Ar 絶対年代測定結果によれば、本岩類の活動時期は 26.5 ± 1.3 Maで漸新世末期を示している。本岩類はカリ又はソーダに富み、両成分の合計が8%前後であってアルカリ流紋岩に属し、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いる。

〔貫入岩類〕

地域内に分布する貫入岩類のなかで本年次調査地区に関係する主要なものは、石英閃緑岩類(Tidi), 閃緑斑岩(Tidp)及び小規模岩脈状形態の火山岩類である。

これらの中で重要なものは石英閃緑岩類(Tidi)である。これらは不規則岩株状形態を示しながら地域北部に集中して分布し、2方向に配列する傾向を示す。この方向性は地域内に観察される主要断層の方向系列に調和的である。その岩質は、一般に灰色～灰白色の完晶質等粒状組織を示し、角閃石・黒雲母・石英・斜長石からなるが、閃緑岩質～花崗閃緑岩質の変化もみられる。本岩類のK-Ar 絶対年代は始新世中期に相当する47 Ma前後を示しており、ララミー造山運動末期の貫入と考えられる。

本岩類は地域北部において、主に厚層理石灰岩からなるEl Doctor 累層中に貫入し、鉱化作用をとともなう接触変成作用を被貫入岩類に与えている。

本年次調査地区のEL TEJOCOTE 地区南部にその典型的産状が観察される。

閃緑斑岩(Tidp)は、昨年度調査地域中央部のPechuga 付近に岩脈状の分布が観察されるほか、本年次調査地区のSAN CLEMENTE地区に小分布がみられる。

一般に緑灰色～淡灰褐色の色調を示し、鏡下に、大きい斜長石の斑状結晶が特徴的で、細粒完晶質の斜長石・石英・角閃石及び黒雲母などからなる。本岩は全般に緑泥石化作用及び絹雲母化作用を中程度に受けている。Pechuga 付近の本岩のK-Ar 絶対年代は 31.1 ± 1.6 Maで漸新世を示している。

これらの他、PROVIDENCIA地区においては、San Clementeアルカリ流紋岩(Trhy2)に属する岩脈が数条観察される。

このように調査地域の一般地質は、全域に卓越する先第三紀泥質～石灰質堆積岩類、これらを買きあるいは被覆する第三紀火成岩類の局部的分布によって特徴づけられ、さらに第三紀火成活動と密接に関連した各種の鉍化変質作用も観察される。

EL TEJOCOTE 地区は地域北部に位置し、El Doctor 累層に属する厚層理石灰岩(Kdl)部層が卓越して分布する地区である。第三系としてはEl Morro累層(Tcg)の礫岩が小分布するのみである。第三紀貫入岩類として、閃緑岩類(Tidi), 玄武岩(Tiba), 安山岩(Tian)などが認められる。このうち大規模且つ重要なものは閃緑岩類(Tidi)であつて、この岩体と石灰岩の接触部に鉄・銅の鉍化帯をともなう接触変成帯が観察されるほか、周辺部においては銀・鉛・亜鉛の鉍化作用も認められる。

PROVIDENCIA 地区は地域南東部に位置し、地質は、Las Trancas 累層(Jts), El Doctor 累層(Kdl, Kdn, Kdf) 及びMendez累層(Kms) からなる先第三系及び小規模な第三紀貫入岩類からなる。先第三系は過褶曲構造によって逆転関係を示している。鉍化作用はEl Doctor 累層の中層理・含黒色フリント石灰岩(Kdf)部層中に認められ、銀・鉛及び亜鉛を含む不規則塊状～脈状の形態を示す酸化鉍体が認められる。

SAN CLEMENTE 地区は、PROVIDENCIA 地区の南西側に位置する San Clemente 山塊に相当し、アルカリ流紋岩(Trhy2)によって突出した山塊が形成されている。山麓部には、Las Trancas 累層(Jts 部層)、El Doctor 累層(Kdf 部層)の小分布がみられ、これらを覆って第三紀玄武岩溶岩(Tba1)が山麓部に分布する。これらを買きあるいは被覆してアルカリ流紋岩類が山塊の主体を構成している。同岩類のうち、溶岩円頂丘の形態を示す緻密質流紋岩相(Trhy2-C)を母岩として熱水性鉍染型金・銀鉍化作用が観察される。

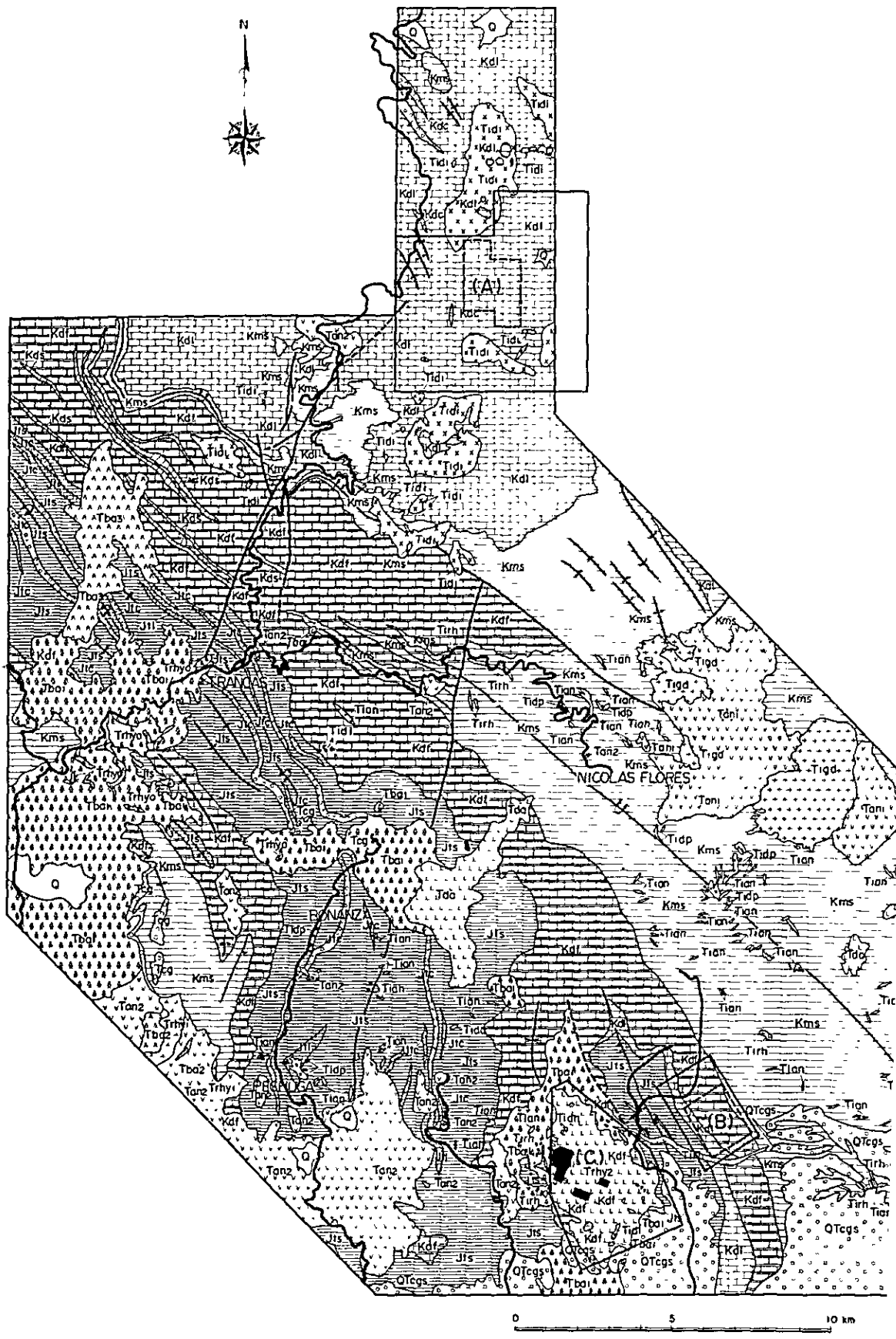
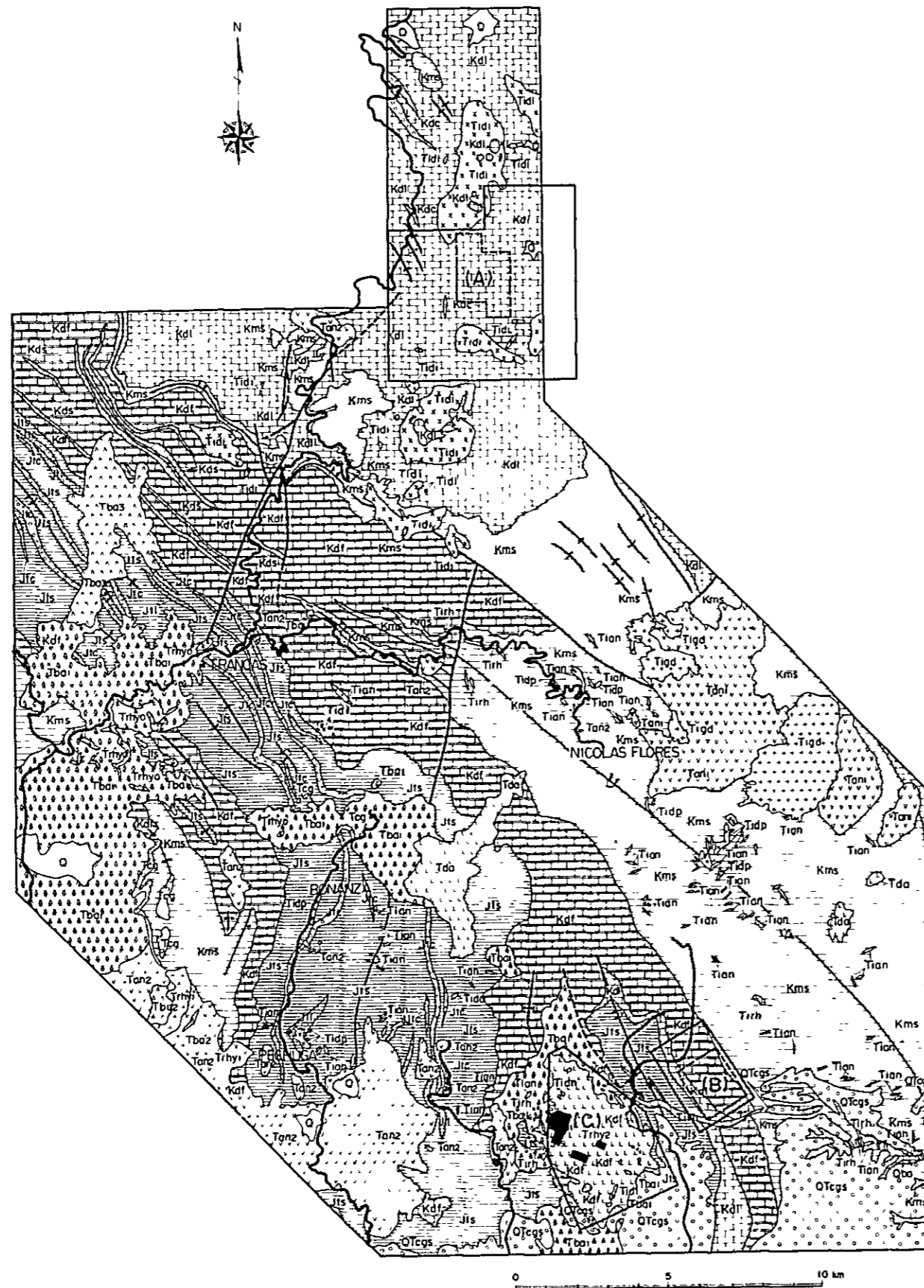


Fig.2-I-1 Geological Map of the Phase II



LEGEND

Quaternary		Gravel			
		Basalt lava			
		Sand, silt and ash			
	Tertiary		Basalt lava		
			Dacite lava and pyroclastic rocks		
			Rhyolite lava and pyroclastic rocks		
			Basalt lava and pyroclastic rocks		
			Rhyolite lava and pyroclastic rocks		
			Andesite lava and pyroclastic rocks		
			Andesite lava and pyroclastic rocks		
El Morro fanglomerate		Conglomerate			
	Mendez Formation		Shale intercalated with siltstone, sandstone and marl		
			Alternation of limestone, marl calcarenite, shale and black flint		
		EL Doctor Formation		Alternation of shale and marl	
				Clastic limestone, conglomeratic limestone and calcarenite	
	Upper Jurassic - Lower Cretaceous		Massive limestone		
			Muddy limestone, limestone with a few flint bands		
		Lower LasTrancas Formation		Tuffaceous conglomerate, sandstone and andesitic tuff	
			Shale, calcareous shale, sandstone and marl		

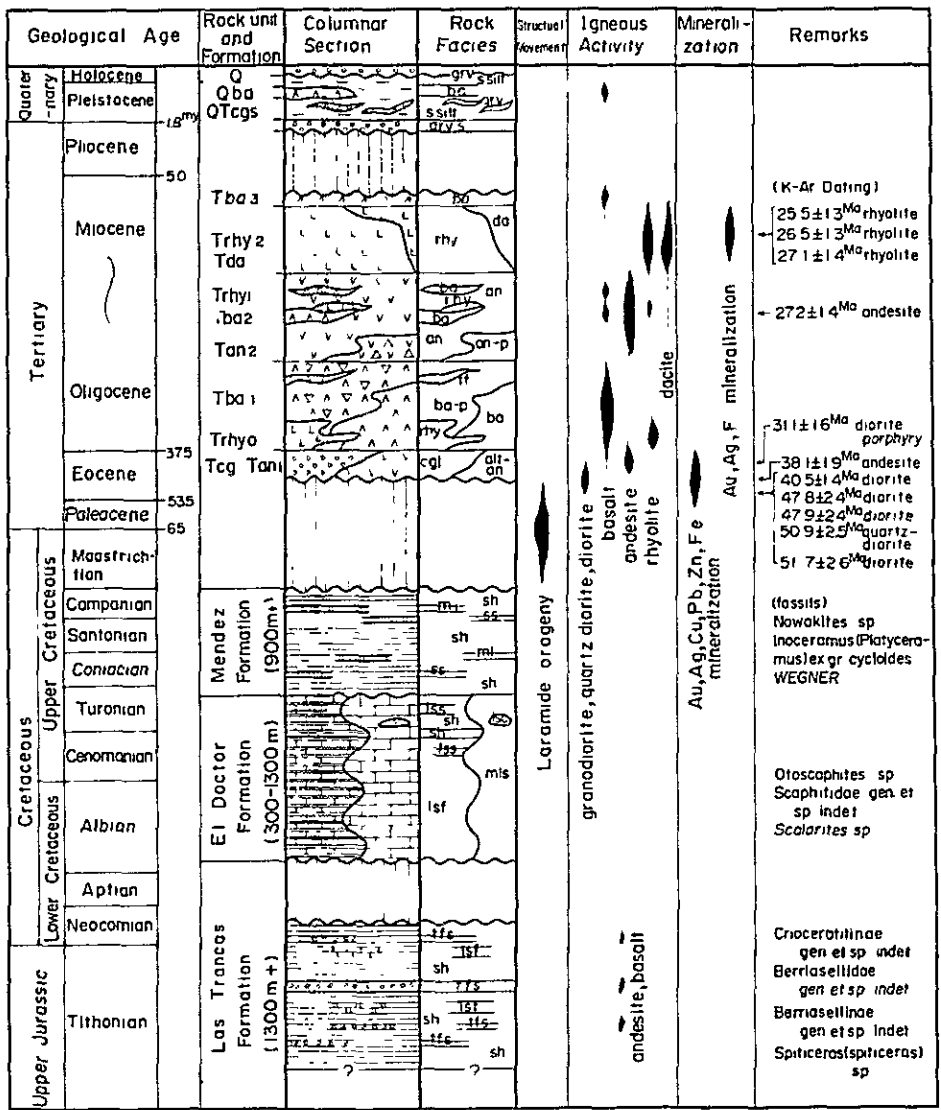
Intrusive rocks

	Rhyolite
	Andesite
	Basalt
	Perthite-granite, quartz monzonite
	Diorite porphyry
	Diorite, quartz-diorite, granodiorite

Survey area of Phase III

- Detailed geological survey area
- Extents of geochemical prospecting (soil sample) and geophysical survey works
- Extents of geochemical prospecting work (rock sample)
- (A)---- EL TEJOCOTE Area
- (B)---- PROVIDENCIA Area
- (C)---- SAN CLEMENTE Area

Fig.2-1-1 Geological Map of the Phase II Survey District



Abbreviations

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

Fig 2-1-2 Generalized Stratigraphic Column of the Phase II Survey District (after JICA and MMAJ 1981)

Area System, Series, and Stage	Southeastern San Luis Potosí (Imlay, 1944 & 1952)	Huasteca area (eastern Hidalgo and northern Veracruz) (Imlay, 1944 & 1952)	Eastern Querétaro, western Hidalgo, and northern Mexico (Imlay, 1944 & 1952)	Huayacocotla anticlinorium area (Carrillo Bravo, 1965)	Encarnación area Hidalgo (Restovic Perez, 1973)	Zimapan area Hidalgo (Simons & Mapes, 1957)	South-central Hidalgo and northeastern Mexico (Segerstrom, 1962)	Bonanza-Pechuga area, Hidalgo (Chaires Blanco, 1978)	Cardonal area, Hidalgo (Casarrubas Jimenes, 1973)	Pachuca- area Hidalgo (JICAB A 198)
Quaternary	Holocene					Alluvium Terrace deposits	Clastic deposits	Alluvium		Q Q
	Pleistocene				Alluvium	Zimapan fanglomerate Daxi fanglomerate	caliche and basalt		Alluvium	Q ₁ Q ₂
Neogene	Pliocene						Tarango and Atotonilco El Grande fms		Tarango fm	
					Volcanic rocks (basalt and rhyolite)		San Juan group Jaipan andesite	Intrusive rocks (quartz diorite lignite porphyry)	Don Guayo tuff ?	
	Miocene						Don Guayo tuffs Zumate and Tezuantla fms		Viscaino fm ?	Tb ?
Paleogene	Oligocene					Los Espinas volcanic rocks	Pachuca group	Extrusive rocks and tuff (andesitic rhyolitic)	Rhyolitic porphyry ?	Tfhy ₂ Tanz
	Eocene				Intrusive rock (granodiorite)		El Morro fanglomerate		El Morro fm ?	Tb El Morro fm ?
	Paleocene					Extrusive rock (trachyandesite)				
Upper Cretaceous	Maestrichtian	Cardenas fm	Mendez shale							
	Campanian	Mendez shale		Not identified						
	Santonian		San Felipe fm				Thin alternation of gray calcareous shale and grayish white limestone	Mexcala fm Mendez fm		Menc
	Coniacian	Tamaposa limestone						Soyatal fm		
	Turonian		Agua Nueva fm	Limestone thick-bedded, contains many rudistids	Not identified	Soyatal fm		Soyatal fm	Soyatal fm	
	Cenomanian	Agua Nueva fm								El D
Lower Cretaceous	Albian		Tamaulipas limestone	Limestone Rudistid limestone		El Doctor fm Tamaul- ipas fm	Gray thin-bedded limestone intercalating calcareous sandy shale and chert nodules or lens	El Doctor limestone	El Doctor fm	El Abra fm Cuesta del Cura fm
	Aptian	Not identified	Limestone marl, and shale		Otates beds					
	Barremian		Limestone, compact							Lower Tamaulipas fm
	Hauterivian				Not identified					
	Wangianian							Santuario fm	Santuario fm	Santuario fm
	Barriosian		Marl and shale							
Upper Jurassic	Portlandian	Pimienta fm	Pimienta fm							
	Kimmeridgian	Taman fm	Taman fm				Thin alternation of dark gray shale and limestone intercalating black limestone	Las Trancas fm	Las Trancas fm	
	Oxfordian	Not exposed								
	Callovian		Hulzachal F Dark limestone							

Fig. 2-1-3 Stratigraphic Correlation of Geological Units in the Sierra Madre Orient

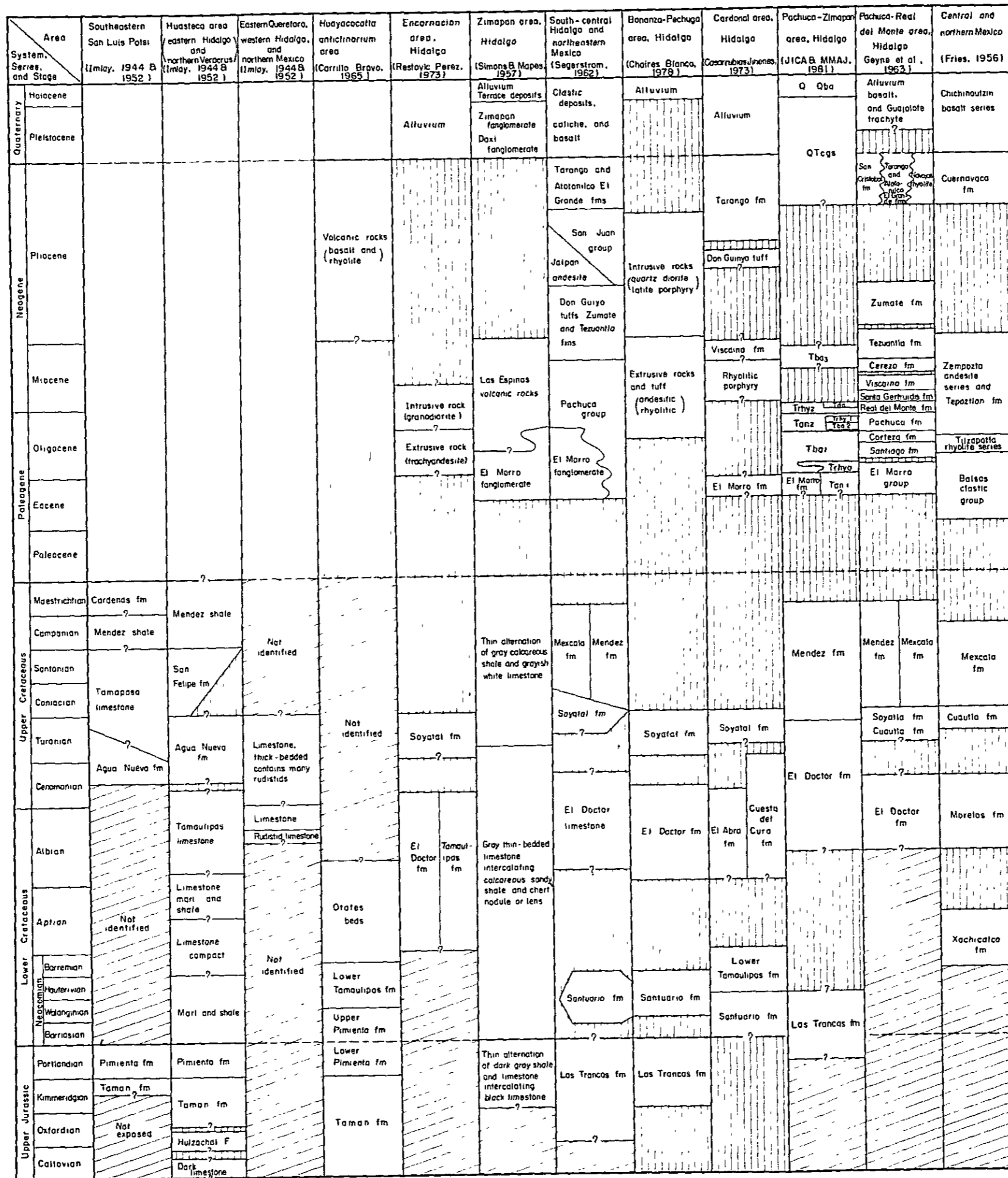


Fig.2-1-3 Stratigraphic Correlation of Geological Units in the Sierra Madre Oriental (after JICA and MMAJ 1981)

2-2 EL TEJOCOTE 地区

2-2-1 位置・集落・地形・植生

EL TEJOCOTE 地区は東西底辺6.4km、南北延長約5kmをもつ面積32km²の区域で、本プロジェクト地域の北部に位置する。一般に本地区には急峻な山岳地形の発達が見られるが、部分的に平坦な台地状地形も存在するため、Encarnaciónを筆頭にPlomosas, Mesa de la Cebada, El Cabre, El Cedral, El Tejacote, Peña Blanca, Molino, El Saltoなどの小集落が点在する。本地区を含めたEncarnación一帯は、19世紀半ばから20世紀初頭にかけて、Mexicoの鉄産地の一つとして知られ、Encarnaciónには当時の製鉄所跡が残っている。当時からEncarnaciónはこの付近の中心地であるが、近年Zimapán市やMexico市への移住者が増加し現在の人口は300人~400人と見積られる。PlomosasとMesa de la Cebadaは戸数十戸、El Cobreは15戸前後であり、その他は数戸の小集落である。

地区内の最高標高点はCerro Cangandhó山頂で海拔約2,830m、最底標高点はBarranca del Durazno河床の海拔1,125mで、最大標高差は1,705mに達する。一般に急峻な地形が発達するが、Mesa de la CebadaとPlomosas付近には比較的ゆるやかな台地がある。主としてこのような台地部には直径30m~100mのドリーネがしばしばみられるほか、山稜部にも幾つか認められる。このような地形は本地区に卓越するEl Doctor累層の石灰岩に起因して生じたものである。一方El Cobre付近では、やや不規則な小水系の発達が認められるが、これは付近に分布する閃緑岩質貫入岩に起因するものである。

当地区の山稜部及び山腹斜面には灌木類を主とする植生の発達がみられるが、耕地や放牧場に変えられた部分も散見される。植生は、主に松柏類喬木からなるが、耐乾性砂漠型の小灌木も認められる。耕地にみられる農作物の殆どはトウモロコシで、桃やリンゴも散見される。

2-2-2 一般地質

EL TEJOCOTE 地区の一般地質は、白亜系としてEl Doctor累層の厚層理~塊状石灰岩(Kdl)部層及び石灰礫岩(Kdc)部層、第三系に属するEl Morro礫岩(Tcg)層、及び第三紀貫入岩類からなる。第三紀貫入岩類は閃緑岩類(Tidi)を主体とし、小規模な玄武岩岩脈(Tiba)及び安山岩岩脈(Tian)などからなる(Fig.2-2-1, 2-2-2, PL2-2-1参照)。

El Doctor 累層

地区全域に卓越分布する本累層は2部層に分けられるが、このうち、厚層理~塊状石灰岩(Kdl)部層が圧倒的に多く、石灰礫岩(Kdc)部層は局所的な分布を示すに過ぎない。

厚層理~塊状石灰岩(Kdl)部層は、淡灰色ないし暗灰色の色調を示し、塊状無層理~厚層理(0.4m~2m)の石灰岩(一部ドロマイト質)からなり、その層厚は1,200m以上と推定される。石灰岩は、一般にマイクライト質であるが、中粒の石灰砂粒に富む碎屑質のものや、Rudistidなどの化石片を含む部分もみられる。大半の石灰岩は硫化水素臭と有機物

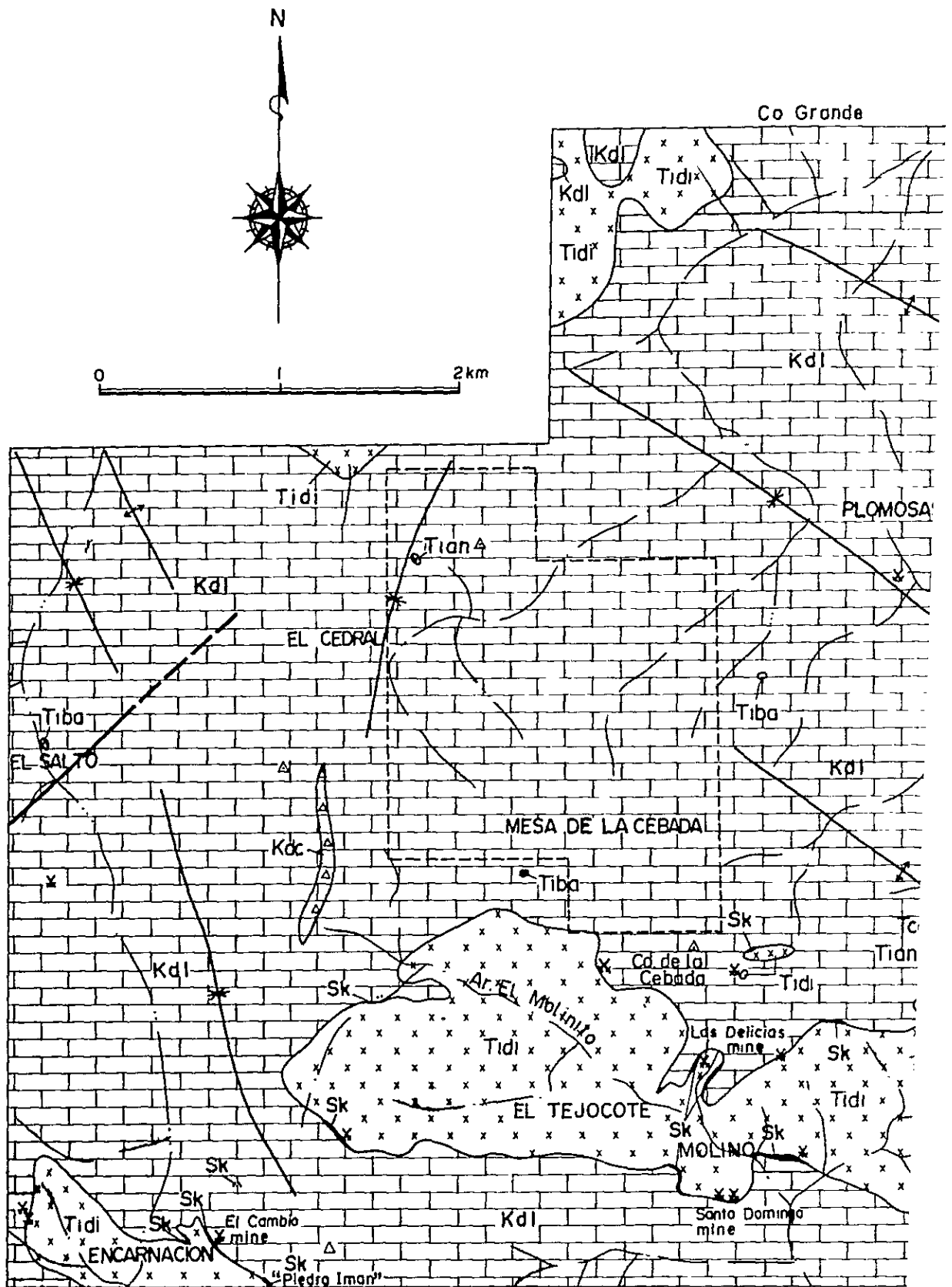


Fig. 2-2-1 Geological Map of the EL TEJOCOTE

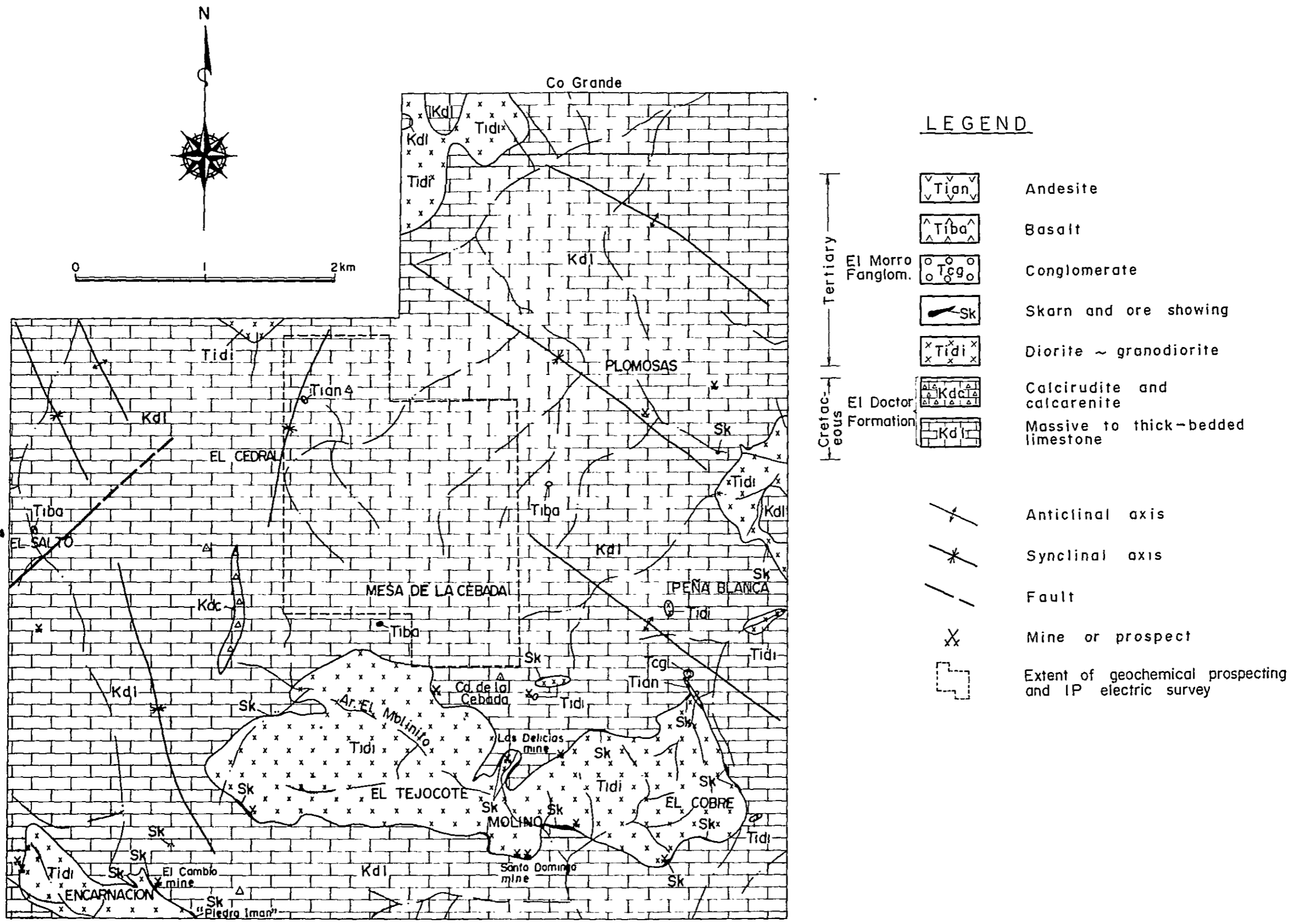
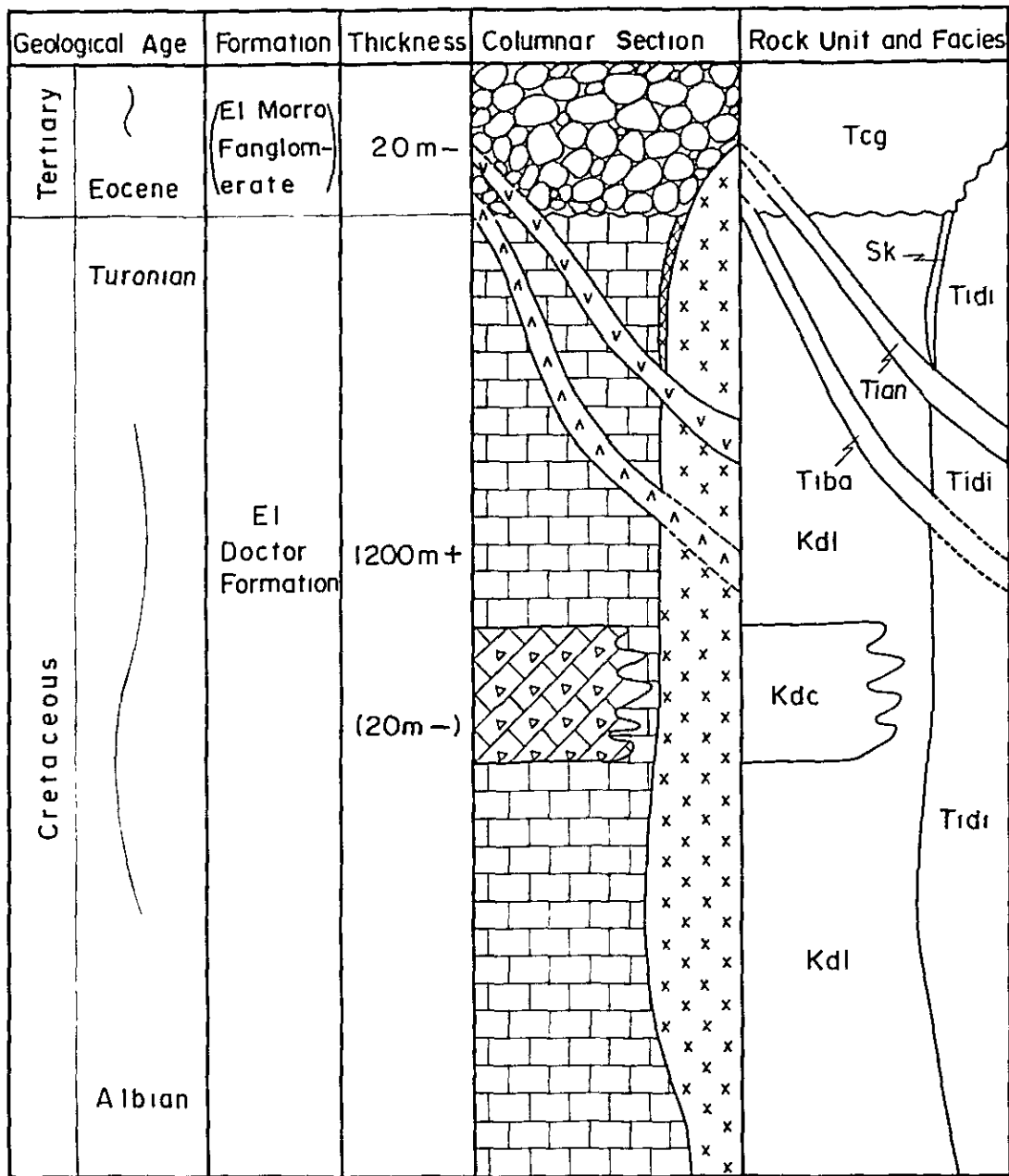


Fig.2-2-1 Geological Map of the EL TEJOCOTE Area



Rock facies

Tian , andesite

Tiba , basalt

Tidi , diorite ~ granodiorite

Sk , skarn and ore deposit

Tcg , conglomerate

Kdc , calcirudite and calcarenite

Kdl , thick-bedded to massive limestone.

Fig.2-2-2 Stratigraphic Column of the EL TEJOCOTE Area.



臭をもっている。又同石灰岩は、貫入閃緑岩の周辺部で再結晶化作用を受け、白色糖晶質となっている。又同貫入岩との接触部においては、しばしば、柘榴石と緑簾石を主とするスカルン化作用を受けており、含銅鉄鋳床の胚胎の場となっている。

石灰礫岩(Kdc)部層はMesa de la Cebada西方1.3kmの道路付近においてほぼ南北に延びたレンズ状分布を示し、その層厚は20m以内である。又、この地点以外にも、層厚が1m~3mの石灰礫岩~石灰砂岩の挟みが石灰岩中に観察されるが、これらはごく局所的であって、これらは地質図上では石灰岩部層に含めた。この石灰礫岩は、10cm以下の灰色石灰岩角礫~亜円礫を灰色石灰質基質が埋めたもので、塊状無層理である。

本地区においては、未だ鑑定可能な化石が採取されていないが、昨年度までの広域調査により、本累層は白亜紀オーブ階からチューロン階であることが同定されている(JICA & MMAJ, 1980 & 1981)。

El Morro 礫岩層

本岩はEl CobreとPeña Blancaの間の山腹に小規模に分布し、その層厚は20m以下と推定される。その岩質は、El Doctor累層に由来する灰色あるいは淡灰色の結晶質あるいは非晶質石灰岩や淡赤褐色・褐鉄鋳化石灰岩の角礫ないし亜角礫(10cm以下、普通0.5~0.3cm)を褐色石灰質基質が充填固結したものである。

本岩が結晶質石灰岩の礫及び石灰岩の風化に由来する褐鉄鋳化石灰岩礫を含むことから、その堆積期は、閃緑岩類の貫入時期(始新世)以後であると考えられ、Zimapán付近を模式地とするEl Morro礫岩層(漸新世)に対比される。

第三紀貫入岩類

貫入岩類のうち大規模なものは閃緑岩類(Tidi)である。これらは、Cerro Grande南西方、El Cedral北方、Plomosas南東方、Peña Blanca付近及びその東方、Cerro de la Cebada東方、Arroyo El MolinitoからEl Cobreの区域及びEncarnación付近の8ヶ所に観察される。これらのうち、最大規模のものはArroyo El MolinitoからEl Cobreにかけて東西方向に伸長して分布する、短径最大1.3km、長径4kmの規模をもつ。Cerro Grande南西方のものとEl Cedral北方のものは同一岩体の端部であって、その主岩体は本地区北西方に位置する。Encarnación付近の岩体は、その主体がこの南東方にある2.5km×2.5kmの規模をもつ岩体の一部である。これらは中粒石英閃緑岩であって、主構成鋳物は普通輝石・普通角閃石・黒雲母・斜長石・アルカリ長石(正長石・パーサイト)及び石英で、副成分鋳物は磷灰石・チタナイト・ルチル・磁鉄鋳などである。部分的に岩相変化を示し、その岩質は場所及び岩体によって若干の差異が認められる。本年度までに得られた本地区及び周辺の5岩体の化学分析結果によれば、各岩体とも $Na_2O > K_2O$ であり、又、MFA図及び59前後を示すアルカリせっかい指数から本岩類はカルク-アルカリ岩系に属する(Table 2-2-1, Fig. 2-2-3参照)。又、ノルム石英-斜長石-正長石比では、Plomosas南東方の岩体(A57DTC)が花崗閃緑岩に相当するが、他の4岩体は石英モンゾ閃緑岩の範囲に含まれる(Fig. 2-2-4)。岩体

周縁部あるいは小岩株・小岩脈の一部では細粒となり、斜長石や黒雲母による斑状組織がみられる。又同岩類末期の活動の産物とみられる淡桃色アブライト質黒雲母花崗岩の転石や幅1cm~10cmの淡灰色アブライト岩脈もみられる。アブライト岩脈はLas Delicias鉞山付近の道路沿いでよく観察できる。風化作用を除いて、一般に変質作用は弱い、石灰岩との接触部付近では緑簾石など顕著なスカルン化作用がしばしば観察される。

本岩類の全岩K-Ar絶対年代は $5.17 \pm 2.6 \sim 4.05 \pm 2.0$ Maであって、始新世初期~後期を示している (Table 2-2-2)。

玄武岩(Tiba)は、El Salto付近、Plomosas南西方約1kmの山腹およびMesa de la Cebadaの南方に、厚さ3m以下の小岩床として出現する。El Salto付近では暗灰色緻密新鮮であるが、その他の2ヶ所では、風化して褐色粗鬆である。El Salto付近の本岩は、橄欖石・普通輝石・普通角閃石玄武岩で、鏡下で、自形普通輝石とその間隙を埋める短冊状斜長石からなる細粒完晶質石基中に、変質橄欖石、普通輝石、褐色普通角閃石及び斜長石の斑晶が多数認められる。橄欖石は外形を残すのみで、すべて方解石・蛇紋石・緑泥石に交代されている。本岩は地域内の玄武岩の活動の内、Tbalに属するものと考えられる。

安山岩(Tian)は、El Cedral北東0.6kmの尾根付近とEl Cobre北方0.8kmの山腹に出現する。前者は、露頭が少なく産状は明らかにし得ないが、後者では幅5mの岩脈(N35°W, 90°, 延長約300m)として石灰岩及び閃緑岩体中に貫入している。新鮮な部分では、淡灰色緻密で、長柱状普通角閃石の斑晶が明瞭に認められる。鏡下では、短冊状斜長石と他形カリ長石などが毛せん状に分布する石基中に淡緑色普通角閃石と斜長石の斑晶が散在する組織が観察される。普通角閃石斑晶は輝石(?)微粒集合体に囲まれ、斜長石の一部はへき開に沿って方解石に交代されている状態も観察される。本岩の活動時期は、地域内に分布する同様な岩質の安山岩(Tan 2)の活動期と同時期と考えられ、漸新世後期と推定される。

地質構造

本地区に卓越分布するEl Doctor累層中にみられるゆるい褶曲構造は、地区東部では北西-南東、地区西部では北々西-南々東、El Cedral付近では北々東-南々西の褶曲軸をもっている。これらの褶曲軸方向の内、北西-南東系ものは地域全域の構造方向に一致している。北々西-南々東系及び北々東-南々西系の構造は大構造から派生した局所的構造と考えられる。Mesa de la Cebada周辺では、石灰岩類の構造変化が比較的著しいが、これは石英閃緑岩の貫入による構造の乱れと考えられる。

断層は、El Salto付近を通り、北東-南西の方向性を示すものが唯一最大である。この断層の南西延長は本地区外に約12kmにわたって連続するものであり、本地域に分布する、東シェラ・マードレ山脈を横断する性格をもっている。本地区内では、断層の両側に鍵層を欠くため、落差の算定は困難であるが、El Saltoの南西方約4kmに位置するEl Cobre付近では約200mと見積られている (JICA & MMAJ, 1981)。

Table 2-2-1 Chemical Compositions and CIPW Norms of the Dioritic Rocks in and around the EL TEJOCOTE Area

	Sample №	Cd134DTC	A57DTC	C102DTC	Cb1DTC	B500DTC	
	Sample Locality	21Km WNW of Cerro Grande	2Km SE of Plomosas	Arroyo El Molinito	09Km SE of Encarnación	38Km S of Encarnación	
Chemical Composition	SiO ₂ (%)	56.95	62.4	61.61	59.11	60.41	
	TiO ₂	1.34	0.76	0.83	1.00	0.83	
	Al ₂ O ₃	17.82	16.4	16.34	17.20	17.57	
	Fe ₂ O ₃	3.80	2.75	2.83	3.39	3.41	
	FeO	3.59	2.50	2.73	2.80	2.03	
	MnO	0.15	0.09	0.13	0.14	0.12	
	MgO	3.36	1.76	2.44	2.58	2.00	
	CaO	6.61	4.80	5.00	5.99	4.84	
	Na ₂ O	3.25	3.50	3.48	3.83	4.14	
	K ₂ O	2.02	2.46	2.99	2.78	3.54	
	P ₂ O ₅	0.31	0.39	0.39	0.45	0.32	
	H ₂ O (+)	0.65	0.72	0.73	0.60	0.65	
	H ₂ O (-)	0.10	0.51	0.51	0.11	0.48	
	Total	99.95	99.04	100.01	99.98	100.34	
Normative Composition	Quartz (%)	11.91	20.45	16.43	11.48	10.94	
	Corundum	0	0.18	0	0	0	
	Orthoclase	11.94	14.68	17.67	16.43	20.85	
	Albite	27.51	29.90	29.44	32.41	34.91	
	Anorthite	28.09	21.50	20.13	21.54	18.84	
	Diopside	2.15	0	1.71	4.17	2.35	
	Hyperssthene	8.87	5.67	6.81	5.41	3.87	
	Magnetite	5.51	4.03	4.10	4.92	4.51	
	Hematite	0	0	0	0	0.29	
	Ilmenite	2.55	1.46	1.58	1.90	1.57	
	Apatite	0.71	0.91	0.90	1.04	0.73	
		Salic tot.	79.45	86.71	83.67	81.86	85.54
		Femic tot.	19.79	12.07	15.10	17.44	13.32
	D.I.	5.14	65.03	63.5	60.3	66.7	

Table 2-2-2 K-Ar Whole-rock Ages of the Dioritic Rocks in and around the EL TEJOCOTE Area.

Sample No	Sample locality	K (%)	SCC ⁴⁰ Ar ^R / mg×10 ⁻⁵	⁴⁰ Ar ^R (%)	Age (Ma)
Cd134DTC	2.1Km west-northwest of the Cerro Grande	1.76	0.269	74.8	40.5±2.0
		1.75	0.290	74.2	
A57DTC	2Km southeast of Plomosas	2.06	0.413	87.8	51.7±2.6
		2.06	0.426	84.6	
C102DTC	Upstream of the Arroyo El Molinito	2.53	0.470	76.9	47.9±2.4
		2.54	0.487	80.5	
Cb1DTC	0.9Km south-southeast of Encarnación	2.29	0.458	79.5	50.9±2.5
		2.29	0.460	80.2	
B500DTC	3.8Km south of of Encarnación	2.96	0.556	81.8	47.8±2.4
		2.99	0.567	79.3	

$$\lambda\beta = 4.962 \times 10^{-10} \text{ yr}^{-1}, \quad \lambda\epsilon = 0.581 \times 10^{-10} \text{ yr}^{-1}, \quad {}^{40}\text{K}/\text{K} = 1.167 \times 10^{-4}$$

All samples were analyzed in duplicate

Cd134DTC: medium-grained augite-biotite-hornblende quartz diorite

A57DTC: medium-grained weakly porphyritic hornblende-biotite granodiorite

C102DTC: medium-grained biotite-hornblende quartz diorite

Cb1DTC: medium-grained augite-biotite-hornblende quartz diorite

B500DTC: medium-grained hornblende quartz diorite

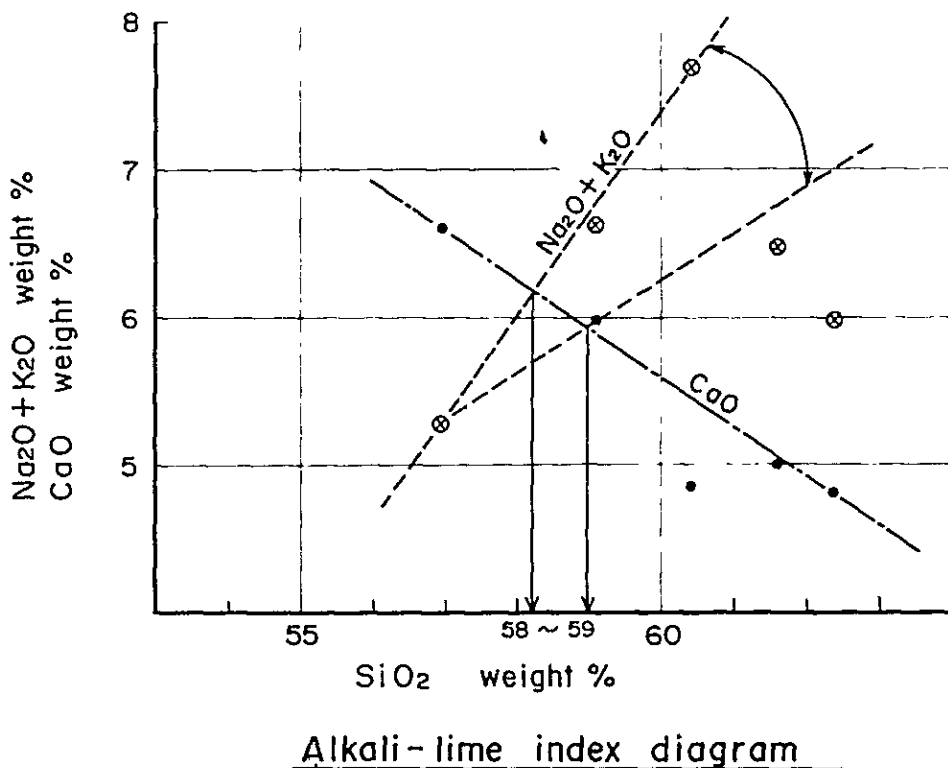
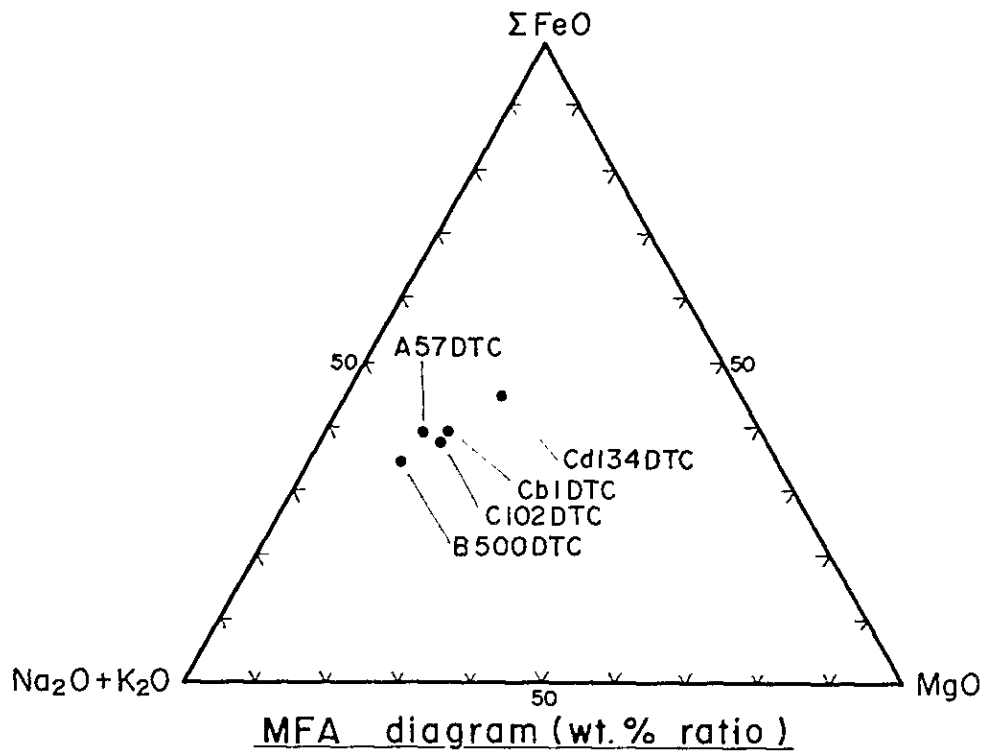


Fig.2-2-3 MFA and Alkali-lime Index Diagrams for the Dioritic Rocks in and around the EL TEJOCOTE Area

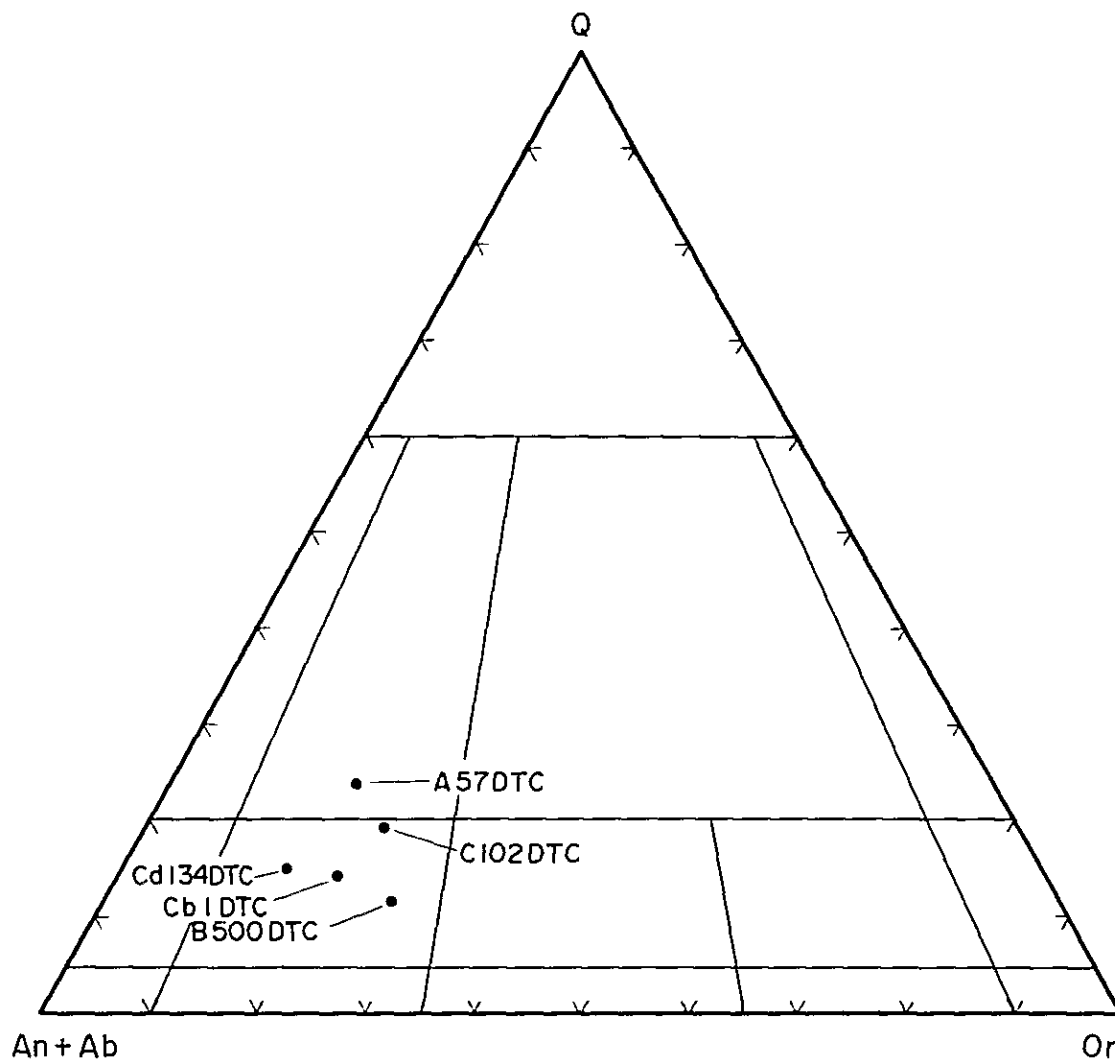


Fig.2-2-4 Normative Q - (An+Ab)-Or Diagram for the Dioritic Rocks in and around the EL TEJOCOTE Area.

2-2-3 鋳 床

鋳産史及び鋳床概要

本地区を含むEncarnación 一帯においては1852年以前の鉄産出の記録があり(Julio Guillerme, 1918), 1865年頃にはEncarnaciónはMexico市向けの国内鉄主要生産地の一つに数えられ、その製品は“Zimapán鉄”として知られていた。Encarnaciónに現在残っている製錬所跡には1911年当時の高炉1基(10t/日)、容量125kgの練炉3基、容量1tの溶炉3基、小規模製錬用キューボラ2基、蒸気ハンマー1台、ロール圧延機2台が設置され使用された形跡が認められる。本地区内のEl Cambio 鋳山は1850~1910年の間に開発・稼行されたものとみられるが、1911年当時の稼行鋳山はSanto Tomas 鋳山(Encarnación南々東方約1.8km, 地区外)のみとなり、その採掘規模も小規模になりつつあった。その頃から、製錬用木炭の入手がますます困難となり、又、ヨーロッパ及びアメリカからの輸入鉄との競合ができなくなり、メキシコ革命(1910~1917年)の経済混乱にあって製錬所は操業を停止し、鋳山もすべて休山した。その後、1966年頃から、Patricio Honey氏の鋳業権を借り受けて、Zimapán市のAlmando Martinez氏によりSanto Tomas 鋳山が再開され、その付近のDulces Nombres, San Francisco両鋳山や本地区内のLas Delicias鋳山も開発された。又、1973年頃にAguila Roja 鋳山(Encarnación東南東1.7km, 地区外)も開発される。ほとんどすべての鋳山では削岩機による露天掘りと小坑道で、手積みにより鋳石を搬出したらしいが、Aguila Roja 鋳山では鋳体の規模がやや大きく(30m(h)×50m(w)×50m(d)), ブルドーザーとダンプトラックを坑内に入れ一種のルームアンドピラー方式で採掘を行なっている。これらは、現在Aguila Roja 鋳山を除きすべて休山している。

このように本地区付近には、鉄(±銅)鋳床あるいは銅鋳床をもたらした高温交代型鋳化作用が観察されるほか、小規模な鉛・亜鉛鋳床をもたらした熱水鋳脈型(一部マント)鋳化作用も認められる。後者は、高温交代型鉄・銅鋳床が閃緑岩質貫入岩体と石灰岩との接触部に位置することと対照的に、この外側周辺部に分布している(Table 2-2-3, Fig. 2-2-5, PL. 2-2-4)。

高温交代型鋳床

鋳床は石灰岩と閃緑岩質貫入岩との接触部各所で認められるスカルン帯中に胚胎する。これらは、鉄(磁鉄鋳)を主とし銅(黄銅鋳, 二次的孔雀石)をとともなう例が一般的であるが、銅鋳石を殆どともなわない磁鉄鋳だけの鋳体、またこれとは反対に、Santo Domingo 鋳山やその他の鋳化スカルンのように磁鉄鋳がごく少なく硫化鋳物起源の褐鉄鋳に孔雀石が鋳染している例もみられる。これら鋳床の地区内における分布はFig. 2-2-5に示したとおりであって、各鋳床の状況はつぎのとおりである。

i) Las Delicias鋳山・№20, 鋳区番号3085, 面積6.0ha

本鋳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、鋳化範囲は最大幅約20m・延長約100m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18m・延長100m以上の鉍化スカルン体(№19)が賦存する(Fig. 2-2-6 参照)。

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。鉍床は幅12mの柘榴石・緑簾石スカルン中に磁鉄鉍と硫化鉍物が含まれる通常のスカルン型鉍体と、石灰岩中の緩傾斜及び急傾斜の含硫化鉍磁鉄鉍脈とからなる(Fig. 2-2-7 参照)。後者は少量の黄鉄鉍・磁硫鉄鉍・黄銅鉍が鉍染する磁鉄鉍脈で、脈石鉍物を殆ど含まない。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2m以上、延長20m以上に発達している。緩傾斜脈は1m~2mのみかけの厚さを持ち、断続しながら約45m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。このマント型鉍体は、下方で急傾斜脈に連絡している(Fig. 2-2-8)ことから、裂か沿いに石灰岩を通過した鉍化溶液が石灰岩中の多孔質部あるいは空隙に出会って鉄・銅を沈殿させて生成されたものと考えられる。貯鉍のうち、磁鉄鉍主体のものはT.Fe 44%, Cu 1.4~2.0%, 黄銅鉍, 黄鉄鉍が鉍染するスカルン鉍は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 2-2-4)。石英閃緑岩をへだてた南側鉍化スカルン帯では、ごく小規模な磁鉄鉍や孔雀石の濃集部は認められるものの全体としてLas Delicias 鉍山採掘跡より低品位である。仮りにT.Fe 55%及びCu 1%以上の鉍石を対象として鉍量を見積れば、Las Delicias 鉍山付近の埋蔵鉍量は5万トン未満と計算される。

ii) El Cambio 鉍山・№27, 鉍区番号916, 面積6.0ha

本鉍山は石英閃緑岩が石灰岩中に不規則舌状に張り出した部分に位置する。この付近では石灰岩と石英閃緑岩の境界沿いに最大幅5m, 延長約300mの柘榴石・緑簾石スカルン帯が形成されている。主坑道の坑口は道路からやや上に離れて位置し、さらにその上方30m高所に鉍区標識及び崩壊した坑道がある。この外主坑道坑口から約180m南東に探鉍坑道(S 64°E, 延長15m)がある。鉍化作用は鉍区標識付近で強く、又、主坑道坑口南西約100mの道路付近で幅5mのスカルン中に少量の孔雀石と磁鉄鉍が観察される。

主坑道では、石灰岩中にある坑口からは約40m入った地点で鉍化スカルン帯に縫着し、以後引立てまで連続する(Fig. 2-2-9)。鉍化スカルンは、小断層で複雑に分断された変質石英閃緑岩中に脈状(幅1m以下)に生成している。この鉍化帯には2~3の掘上り跡がみられるが、現在は進入不可能である。主坑道より約180m南東方の探鉍坑道は、坑口付近の弱鉍化柘榴石スカルンをかすめて(NE側壁に4m区間)石英閃緑岩体に入り、引立ての珪灰石一方解石脈(幅40cm, N40°E, 85°SE)で終わっている。鉍石試料の分析結果によれば、主坑道引立て付近の鉍石(eA3M)はCu 0.19%, 鉍区標識地点の残鉍(A62M)はCu 2.3%, Ag 66g/t, 主坑道坑口南西約100mの鉍化スカルン(eA6M)はCu 0.19%, Ag 9.3g/tなどで(Table 2-2-4), 前述のLas Delicias 鉍山よりも小規模かつ低品位である。

Table 2-2-3 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)	30(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	20(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 Iman"	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, pyrrhotite; 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. 2-2-5

Table 2-2-4 Metal Contents of Ore Samples from the EL TEJOCOTE Area

Ser. №	Sample №	☆ Index № 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	39.2	—
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	⑫ 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*	⑯ Las Delicias	0.19	30	2.02	0.004	0.24	—
13	A19M	⑰ Las Delicias	0.26	20	1.4	—	—	44
14	A20M	⑱ Las Delicias	—	13	1.8	—	—	—
15	A40M	⑲ Santo Domingo 1	2.0	66	1.8	0.02	0.04	—
16	A39M	⑳ Santo Domingo 2	—	11	1.4	1.3	1.57	—
17	A38M	㉑ Outcrop	—	20	0.02	0.03	0.34	—
18	eA20M	㉒ Outcrop	—	0.5	0.029	0.003	—	—
19	A35M	㉓ Prospect	—	9	0.38	0.01	0.04	—
20	eA7M	㉔ Outcrop	—	0.7	0.016	0.003	—	—
21	eA3M	㉕ El Cambio	—	45.4	0.192	0.003	—	—
22	eA6M	㉖ El Cambio	—	9.3	0.192	0.004	—	—
23	A62M	㉗ El Cambio	1.6	66	2.3	0.02	0.12	29
24	A63M	㉘ "Piedra Iman"	—	—	0.42	—	—	62
25	A43M	㉙ Nameless mine	—	50	0.01	0.44	—	—
26	A45M	㉚ Nameless mine	0.11	2	0.25	0.01	0.18	—
27	eA9M	㉛ (Floats)	—	0.7	0.003	0.011	—	—
28	eA12MR	㉜ (Floats)	—	7	0.01	0.02	0.15	62

(—: not analyzed)

* Samples were analyzed in the phase II (JICA and MMAJ 1981)

☆ Index number corresponds number of mine on the Fig 2-2-5

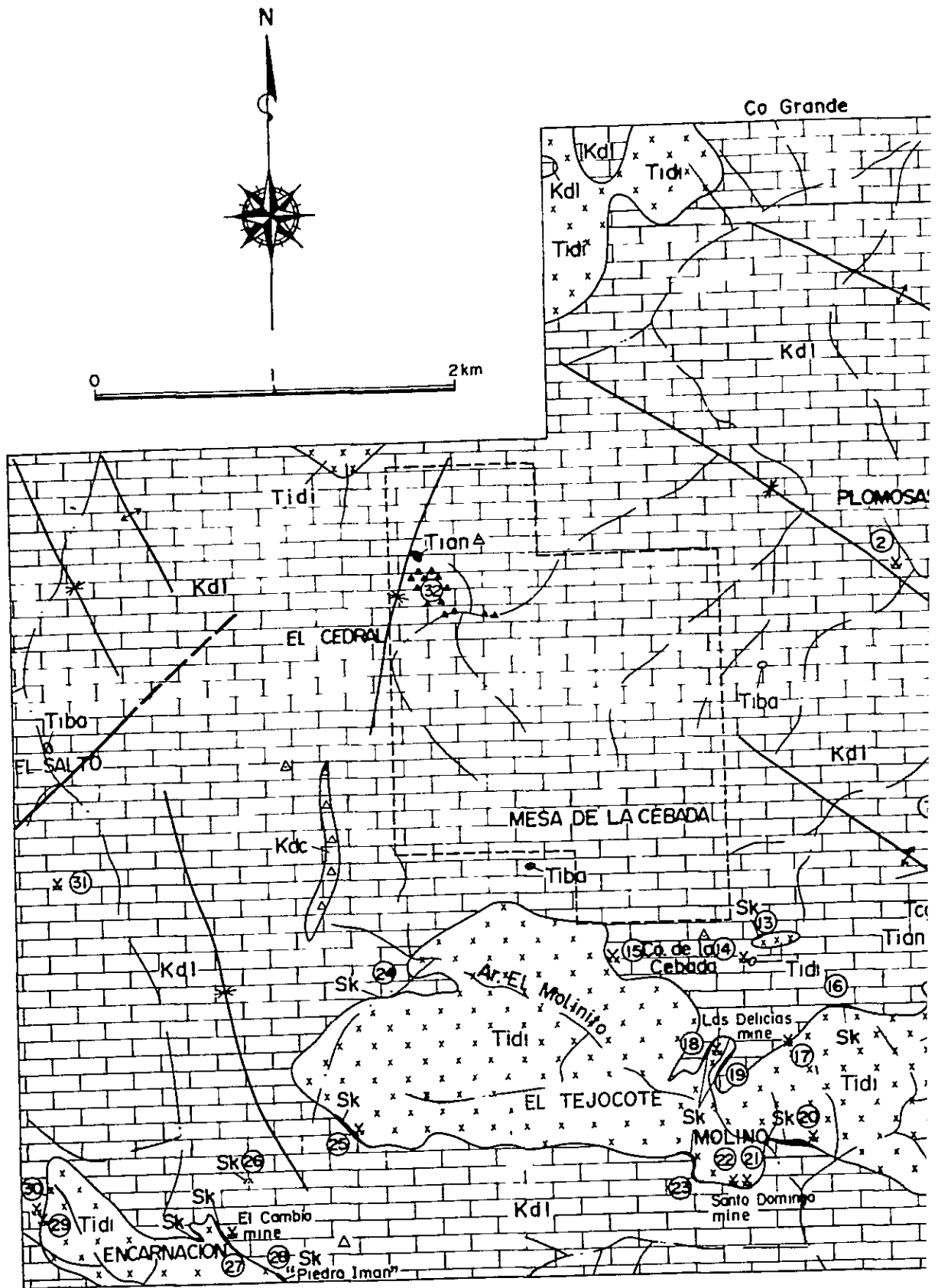


Fig.2-2-5. Location Map of the Mines, Prospects and Showings in the EL TEJOCOTE Area.

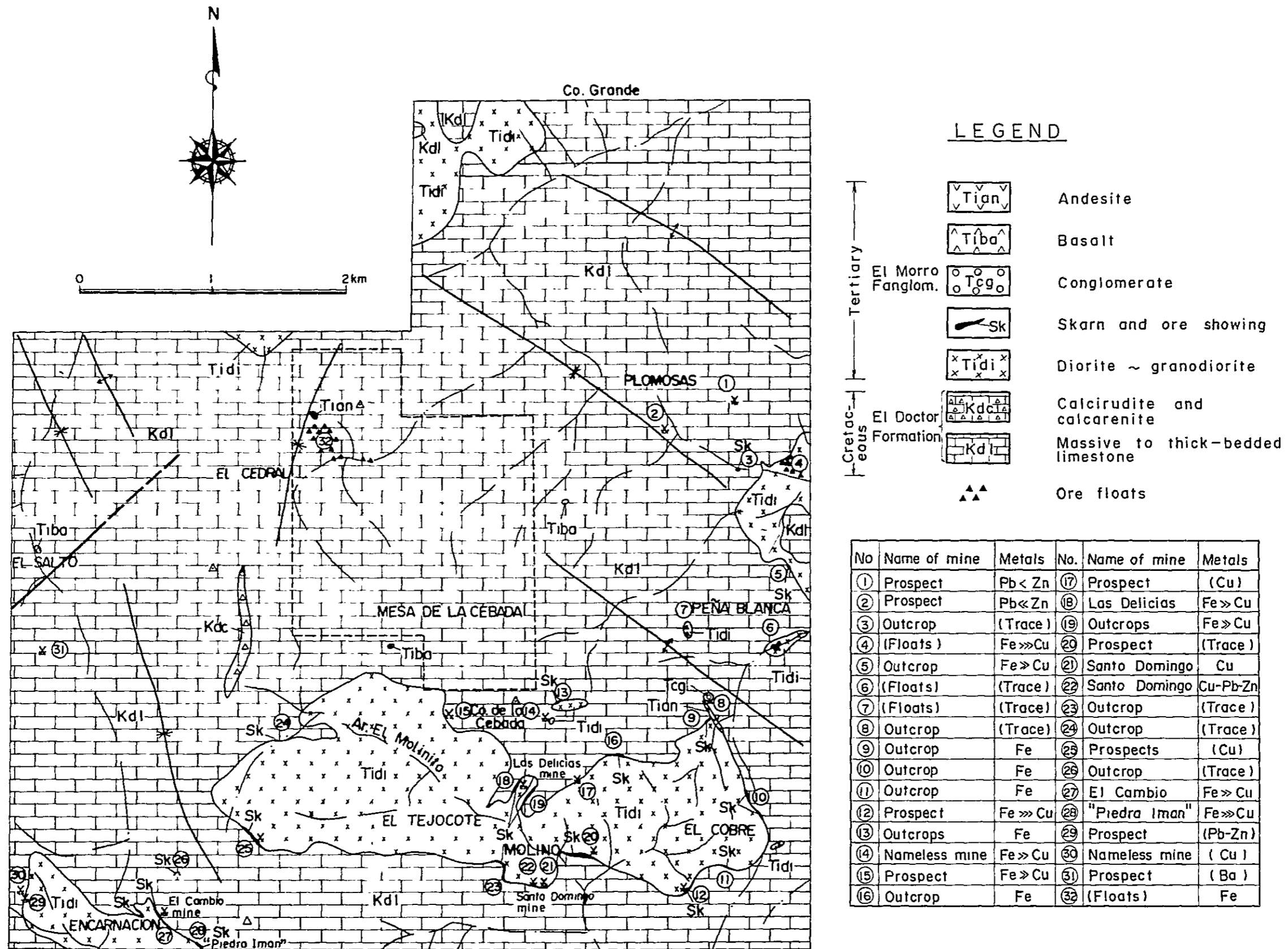


Fig.2-2-5. Location Map of the Mines, Prospects and Ore Showings in the EL TEJOCOTE Area.

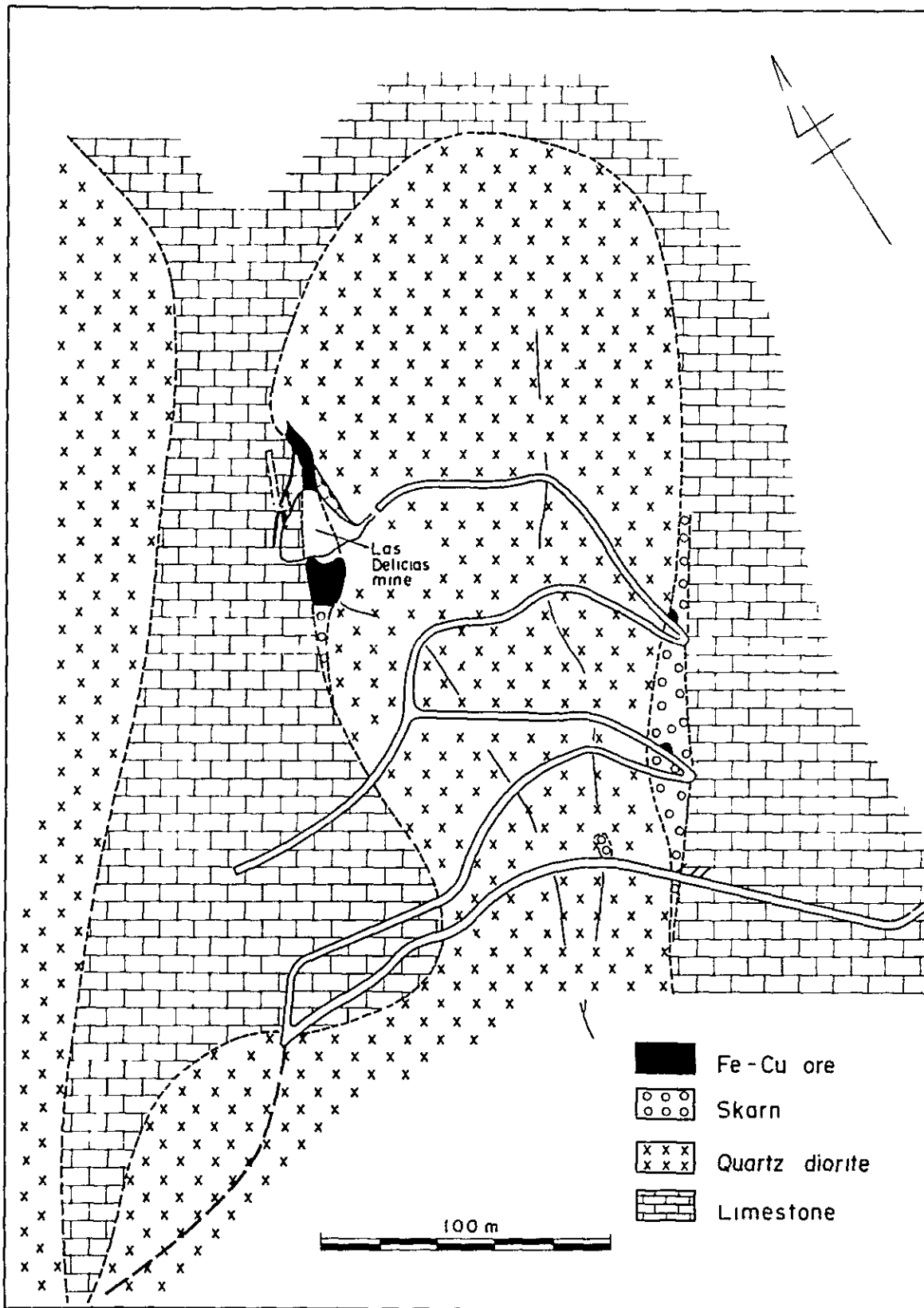
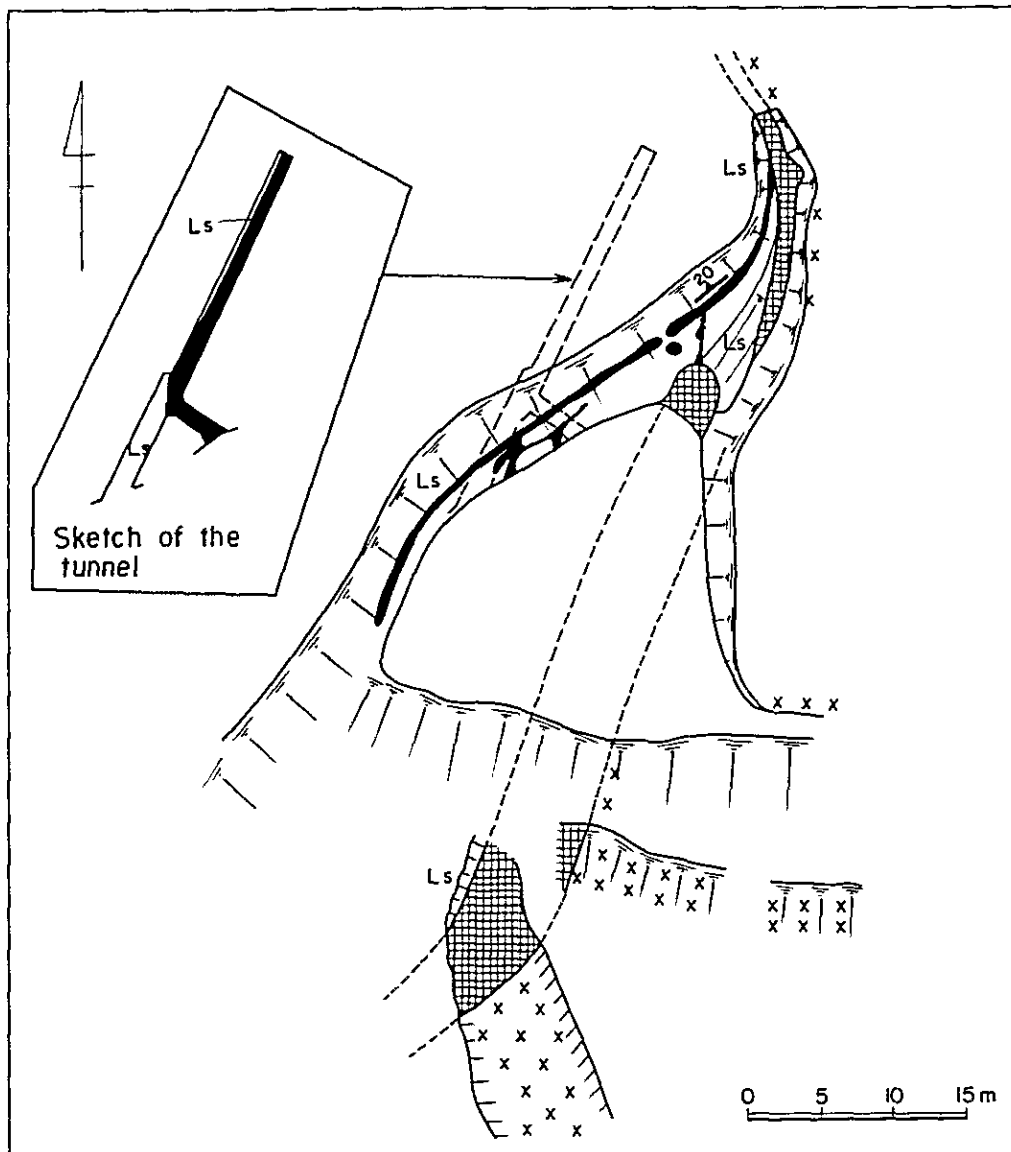


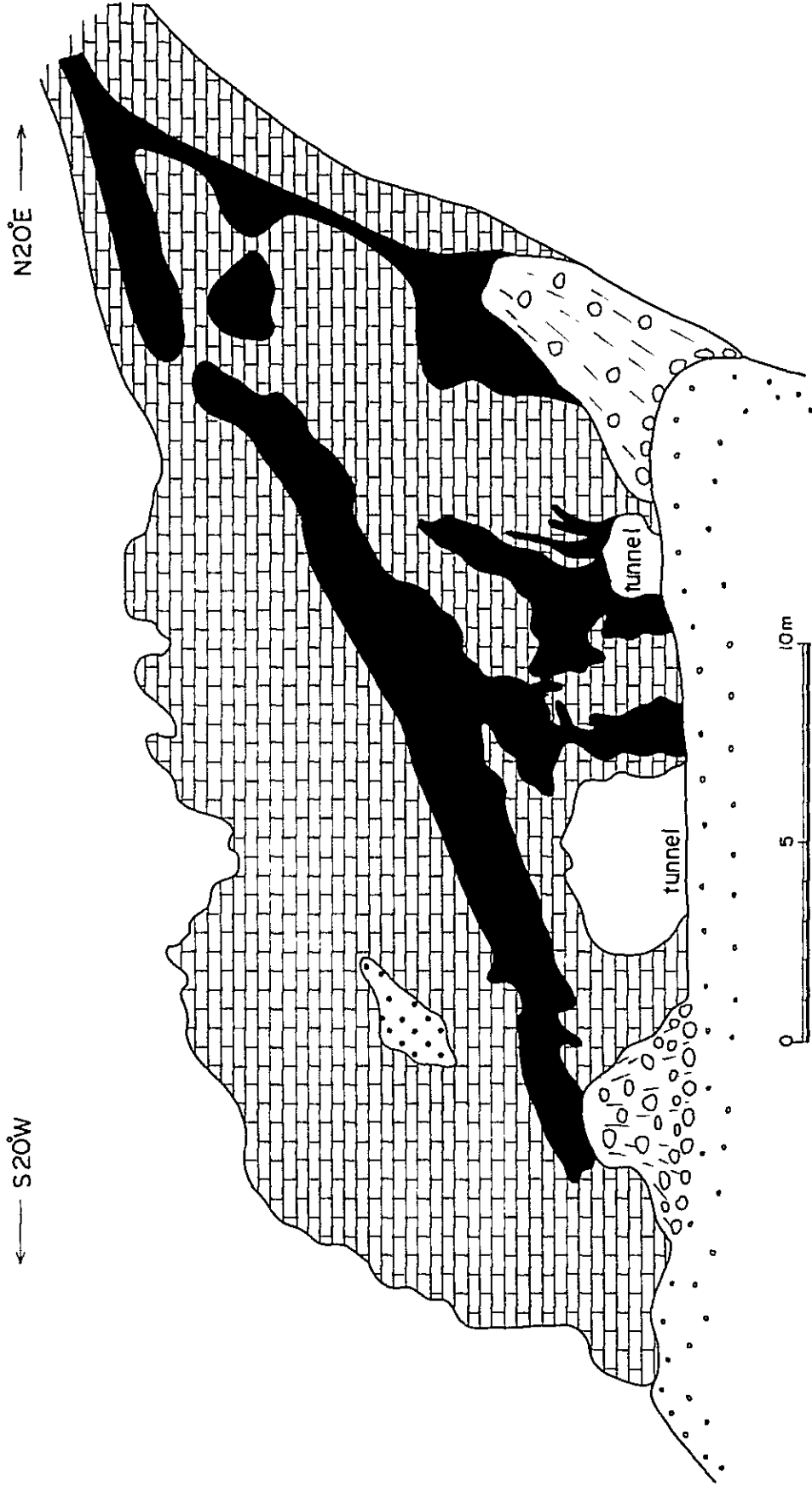
Fig. 2-2-6 Geological Sketch Map of the Las Delicias Mine Area.

•



- | | | | |
|---|----------------|---|-------------------------|
|  | Quartz diorite |  | Magnetite bearing skarn |
|  | Limestone |  | Magnetite vein |

Fig.2-2-7 Geological Sketch Map of the Las Delicias Mine.



-  Limestone
-  Malachite film
-  Fe - Cu ore

Fig. 2-2-8 Geological Sketch of the Main Face of the Las Delicias Mine.

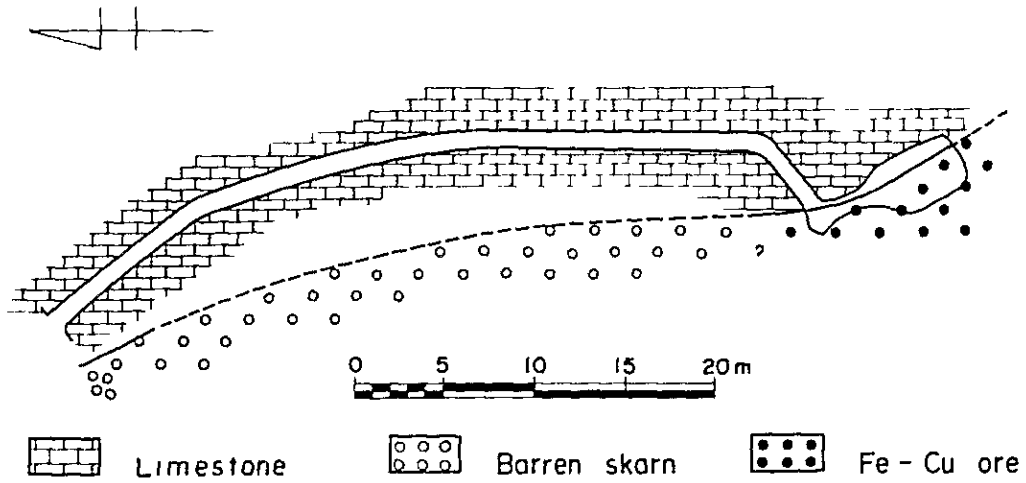


Fig. 2-2-9 Geological Sketch of the Main Adit of the El Cambio Mine.

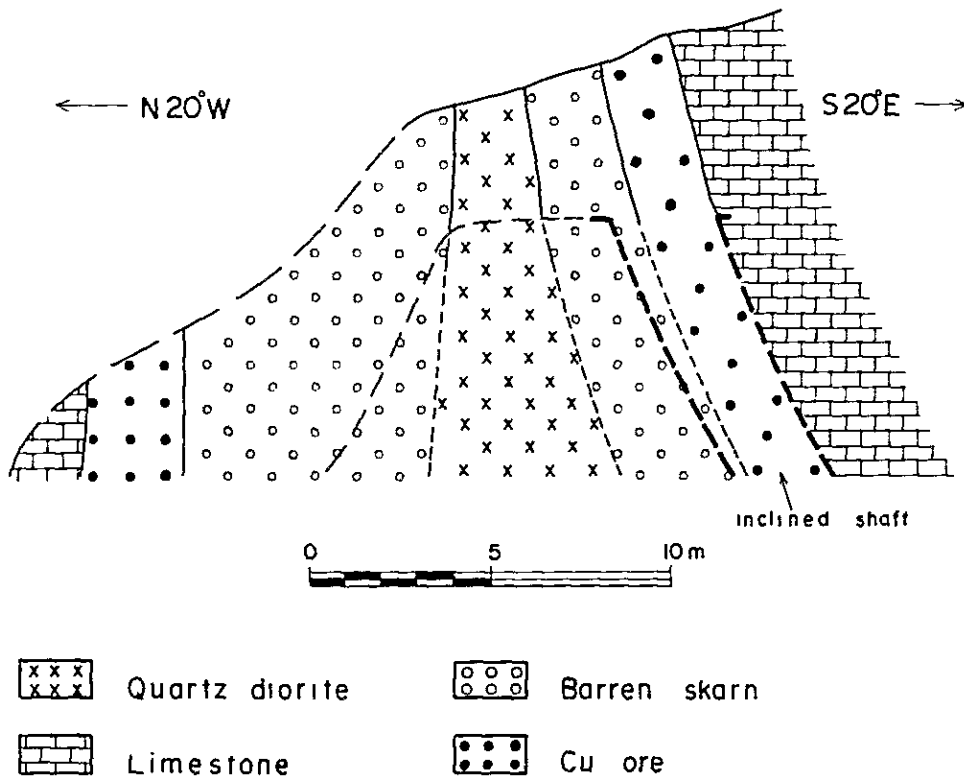


Fig. 2-2-10 Schematic Profile of the Santo Domingo Mine.

III) Santo Domingo 鋳山, №21 及び 22

本鋳山は、石英閃緑岩体を挟んで南北両側接触部に発達する鋳化スカルン帯の内、南側に位置する（北側は Las Delicias 鋳山）。小規模露天採掘跡〔2m(w)×7m(L)×5m(h)〕, 斜坑(-60°, 15m(d)+), 水平坑道（以上 Santo Domingo №21）と、そこから約80m西方の地点の、5mの掘下りとその坑底からS15°Wの方向に延びる水平坑道（Santo Domingo №22）などが観察される。Santo Domingo №21 においては、石灰岩中に貫入した石英閃緑岩脈の両側に珪灰石・柘榴石・緑簾石スカルンが生成しているが、同岩脈自身もスカルン化作用を受けており、現在その幅は約2mしか残っていない（Fig. 2-2-10）。初生鋳石鋳物はスカルン中に鋳染する黄鉄鋳と黄銅鋳で、スカルンの割れ目や孔隙を充填する褐鉄鋳、孔雀石、珪孔雀石及び藍銅鋳が二次鋳物として認められる。鋳石鋳物は石灰岩寄りに濃集する傾向をもち、南々東側（斜坑側）で約2m, 北々西側では約2.5mの石灰岩寄りの範囲は、比較的銅鋳物の濃集がみられる。斜坑々口の残鋳（試料 №A40M）はCu 1.8%, Ag 66g/tの品位であった。水平坑道は石灰岩中を掘進されているが内部の状況は不明である。Santo Domingo №22においては、石灰岩中に幅1mの褐鉄鋳化鋳脈（N15°E, 90°）があり、周囲の石灰岩は弱い珪化作用を受けている。本鋳脈からの採取試料（全脈幅, 試料番号 A39M）は、Cu 1.4%, Pb 1.3%, Zn 1.57%, Ag 11g/tの品位を示し、銅のほか、若干の鉛及び亜鉛をともなっている。ここからさらに200m西方には、厚さ10m以上の緑簾石スカルン帯（№23）が発達し、その表面には褐鉄鋳ゴッサンがみられる。その代表的試料（A38M）の分析値はCu 0.02%, Pb 0.03%, Zn 0.34%, Ag 20g/tであった。

このように、Santo Domingo 鋳山における鋳化作用は、Las Delicias 及び El Cambio 両鋳山と異なり、小規模であるが磁鉄鋳を欠き、貫入岩と石灰岩の接触部には銅単味の後期高温交代型鋳化作用としてみられ、さらに貫入岩から離れた位置には銅・鉛・亜鉛の鋳脈型鋳化作用が観察される。これは本地区内の鋳化作用の累帯分布の好例と考えられる。

以上の3鋳山のほか、地区内には無名・小規模の採掘跡あるいは探鋳跡が数ヶ所存在するので、以下それらを鋳化規模の順に記載する。

Cerro de la Cebada の0.2km南東方に位置する石英閃緑岩小岩株の北西側には、約20m×10mの範囲内に深さ3m程度の採掘跡（№14）が幾つか認められる。ここでは、磁鉄鋳は Las Delicias 鋳山と同様の産状を示し、石灰岩と石英閃緑岩の境界に幅1m程濃集するほか、石灰岩中にも幅1mの鋳脈（N30°W, 90°）あるいは厚さ0.4m~1mのレンズとしても胚胎する。スカルン鋳物は緑簾石を主とし、鋳石鋳物は磁鉄鋳のほか孔雀石も認められる。貯鋳（試料 A58M）はCu 3.3%, T.Fe 38%の品位を示した。

Cerro de la Cebada の0.5km西南西の地点においては、石灰岩中をN10°Eの方向で約10mの探鋳坑道（№15）が掘削されている。この坑口から4m入った地点から6.5mの地点にかけて、その西側壁に磁鉄鋳、孔雀石及び珪孔雀石を含むスカルン帯が観察される。

さらに又、8mの地点には、石英閃緑岩々脈（幅20cm, N80°E, 90°）が石灰岩中に貫入

し、その周囲の石灰岩は部分的に緑簾石スカルン化している状況が認められる。鉍化スカルン試料(A15M)はCu 1.4%の品位を示した。

Cerro de la Ayuda 東方 0.4km の地点には崩壊した採掘跡(№12)があり、磁鉄鉍(ごく稀に孔雀石を含む)の残鉍が散在している。この付近には石灰岩中の褐鉄鉍化鉍脈(幅30cm, N45°W・70°E)を2m程度追跡した採鉍跡がみられる。ピット側壁の一部には孔雀石が付着しているが、ここからの試料(A10M)はCu 0.14%, Pb 0.01%と低品位であった。

Cerro de la Cebada の南東 0.8km の地点には、ごく小規模の褐鉄鉍化柘榴石スカルン帯(幅約3m)があり、若干の孔雀石鉍染部が観察され、採鉍されている(採鉍跡№17)。

Molino 東方 0.7km の地点(地形的鞍部)には、鉍化作用が殆ど認められない。最大幅40mの緑簾石・柘榴石スカルン帯が発達しているのが観察される。このスカルン帯の延長部にある褐鉄鉍化帯(幅約2m)に、約4m掘り下がった後水平に掘削された採鉍跡(№20)が存在する。しかし注目すべき鉍化作用は認められない。

Cerro Cangandhó の 0.5km 北方の地点には、最大幅12m, 延長約200mの柘榴石・緑簾石スカルン帯が観察されるが、全体に鉍化作用は弱い。一部に少量の黄鉄鉍(+黄銅鉍)が鉍染しており、深さ5mの立坑と斜坑(長さ4m)により採鉍されている(№25)。前者の研中には僅かに黄鉄鉍のみの鉍染が認められ、後者の残鉍には淡黄褐色ジャロサイトにより空隙部が満たされた暗赤褐色褐鉄鉍が混在している。この試料(A35M)の分析結果はCu 0.38%, Pb 0.01%, Zn 0.04%, Ag 9g/tであって少量の銅を含んでいる。

以上述べた旧坑あるいは採鉍跡のほか、石英閃緑岩と石灰岩との接触部付近の各所には未採鉍の孔雀石・磁鉄鉍露頭が点在している。それらの中で最大のものは、Cerro Cangandhó の南西方 0.4km にある "Piedra Iman" (磁石岩) と現地住民に呼ばれている露頭(№28)で、厚さ5m・走向延長約30m・傾斜延長約20mの規模で露出している。本露頭においては、孔雀石を少量含む磁鉄鉍が石灰岩側に濃集して鉍体を形成し、その外側に柘榴石スカルン帯(幅3m)をともなっている。代表的鉍石試料(A63M)の分析値はCu 0.42%, T.Fe 62%である。

この他に、Peña Blanca の東北東 0.9km の山腹(№5)、同南々東 0.8km の小径沿い(№9) El Cobre 周辺(№10, 11), Cerro de la Cebada 東方の道路沿い(№13, 16)などに孔雀石・磁鉄鉍露頭が観察されるが、一般に小規模である(Table 2-2-5)。

Table 2-2-5 Metal Contents of Ore Samples from the Mines around the EL TEJOCOTE Area

Ser №	Sample №	Name of mine	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	T.Fe %	Mn %
1	A46M	Corral Viejo	0.30	17	1.1	0.02	0.28	-	-
2	A49M	"	-	100	4.0	-	-	-	-
3	A66M	Nuevo Encino Prieto	6.7	130	0.32	8.5	5.78	18	1.30

これら鉍化露頭のほかに、磁鉄鉍(±銅)の鉍石あるいは褐鉄鉍化スカルン等の転石が比較的まとまって存在する例がある。それらは、Plomosas南東1.2kmの沢沿い(Ⅸ4)では、1m大及びそれ以下の大きさの多数の磁鉄鉍塊が全体で数tみられ、付近には炭緑色の柘榴石・緑簾石スカルンの転石も散在している。磁鉄鉍塊の一部は黄鉄鉍と黄銅鉍も含んでいる。このような鉍石試料(A25M)の品位は、Cu 0.68%, Pb 0.01%, Zn 0.26%, Ag 44g/tであった。Peña Blanca 東南東0.8kmの沢沿い(Ⅸ6)では、褐鉄鉍化柘榴石スカルンの転石が在るが、これらの化学分析値に注目すべきものはない。El Cedral 付近(Ⅸ32)には、尾根から沢までの約100m×200mの範囲に、磁鉄鉍の大～小礫が多量(約10t)認められる。代表的試料(eA12MR)の分析結果は、Cu 0.01%, Pb 0.02%, Zn 0.15%, Ag 7g/t, T.Fe 62%であった。

このような転鉍について、Ⅸ4とⅨ6のものは石英閃緑岩と石灰岩の接触部に接近した位置にあるので、原位置に近いと考えられる。これに反しⅨ32付近には石英閃緑岩も認められず、石灰岩の再結晶作用の程度も弱いことから、これら転鉍は現地性のものではない可能性が強い。

熱水鉍脈型～マント型鉍床

前述したように、磁鉄鉍を主とする高温交代型鉍化作用は石英閃緑岩と石灰岩との接触部に観察されたが、これらの外側周辺部の石灰岩中に熱水鉍脈型～マント型鉍床が分布する。これらは、Plomosas 周辺、Peña Blanca 南東方及び Encarnación 西北西方の採掘跡、探鉍地、露頭などに分布し、小規模な鉛・亜鉛・銀を含む鉍体として認められる。しかし、これら鉍体の露頭部は酸化されており、鉍石は褐鉄鉍及びジャロサイトとして産出する。

Plomosas 周辺には、2本の立坑(Ⅸ1)、2ヶ所の露天探鉍跡と坑道(Ⅸ2)、及び露頭(Ⅸ3)がある。Ⅸ1は、互いに4m離れて石灰岩中に掘下げられたもので、南側の立坑は幅1.2m(N25°E, 84°E)の赤褐色褐鉄鉍化脈を約10m追跡している。主脈から分岐した幅0.8m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(A14M)は、Pb 1.8% Zn 3.73%, Ag 65g/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。Ⅸ2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5m×12mの範囲に存在している。南東側の露天探鉍跡(3m×3m)では、石灰岩中の裂か沿い(N35°W, 80°W, N10°E, 65°W)に褐鉄鉍のしみこみが認められる。研中の褐鉄鉍試料(A13M)は、Pb 0.74%, Zn 3.92%, Ag 23g/tの品位を示し、亜鉛に富んでいる。この亜鉛は菱亜鉛鉍及び異極鉍として存在するものと考えられる。北西側にある露天探掘跡(1.5m×4m)と坑道(<5m, N34°W)においては、鉍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。Ⅸ3は厚さ3m、延長15mの、いわゆる、マント型鉍化露頭で、鉍化帯の下部1mと南東端3mは赤褐色褐鉄鉍と黄褐色ジャロサイトの鉍染帯であるが、中心部は褐鉄鉍及びジャロサイトの不規則網状脈(幅10cm~30cm)からなる。この鉍化帯は延長方向に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(A21M)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。

Peña Blanca 南東の小径沿いでは、再結晶化石灰岩中に、2m×1mの赤褐色褐鉄鉱露頭(№8)がポケット状の形態で認められる。この主体は石灰岩中の網状脈とみられ、周囲の石灰岩には褐鉄鉱のしみ込みと弱い珪化が認められる。試料(A31M)の分析結果は、Pb 0.17%, Zn 0.64%, Ag 12 g/t で、弱い鉛・亜鉛の鉱化作用を示している。

Encarnación 西北西には、石灰岩と石英閃緑岩の接触部付近の露天採掘跡(№29)と、それより約30m離れた石灰岩中の探鉱跡(№30)がある。№29は約7m(w)×7m(l)×4m(d)の規模をもつ採掘跡で、そこには柘榴石スカルン化した石英閃緑岩と幅1.5mの磁鉄鉱露頭が観察され、高温交代型鉱床の様相を示す。しかし、貯鉱は強珪化石灰岩中にジャロサイト及び褐鉄鉱が細縞状に鉱染した鉱石を主とし、その代表的な試料(A43M)の分析結果は、Cu 0.01%, Pb 0.44%, Ag 50 g/t である。№30はトレンチとそれに続く坑内採掘跡(5m×8m×5m)で、後者には赤褐色褐鉄鉱と黄褐色ジャロサイトが塊状に胚胎していたものと考えられる。この部分の平均試料(6m幅, A45M)は、Cu 0.25%, Pb 0.01%, Zn 0.18%, Ag 2 g/t, Au 0.11 g/t であった。

El Salto 南方0.7kmの尾根には、石灰岩中の小規模試掘跡(№31)があって、石英・重晶石脈の残鉱が散在している。この付近では、約50mの範囲の石灰岩中に多数の裂かが発達しており、石英・重晶石脈はそれらの裂かを充填したものとみられる。ここには鉛・亜鉛を伴う鉱化作用は認められない。

以上、本地区内の鉱山あるいは鉱徴地のほかに、本地区に隣接した地区に位置する2鉱山があり、その概要は次のとおりである。

j) Corral Viejo 鉱山

本鉱山は、Encarnación 西方1.2kmの小尾根下部の石英閃緑岩と石灰岩の接触部に位置する。主体は約12m(w)×20m(l)×10m(h)の露天採掘跡であるが、この北方100mにも小規模採掘跡がある。前者は、白色粘土化した石英閃緑岩に接して賦存する幅5mの褐鉄鉱化スカルンを採掘したもので、石英閃緑岩中にも幅1m以下の柘榴石スカルン脈がレンズ状に3条みられる。褐鉄鉱化スカルンの前後の両延長方向には、孔雀石を比較的多量にもつスカルン化石英閃緑岩が小規模に認められる。その脈幅平均採取試料(A46M)は、Cu 1.1%, Pb 0.02%, Zn 0.28%, Au 0.30 g/t, Ag 17 g/t の品位を示し、延長部の孔雀石を多く含む部分の試料(A49M)はCu 4.0%, Ag 100 g/t であり、銅及び銀の鉱化作用を主としている。

ii) Nuevo Encino Prieto 鉱山

本鉱山は Plomosas 北々西約5kmの尾根下部の石灰岩と石英閃緑岩の接触部にあり、上部坑道(S44°W, 30m以上)と下部疎水坑道をもつ。上部坑道は錠付鉄柵で閉められており入坑できず、状況は不明である。坑口付近の露頭や貯鉱から判断すると、鉱床は柘榴石・緑簾石スカルン中に胚胎する鉛・亜鉛を主体とし、若干の銀・銅・鉄及びマンガンをとまな

ているものであろう。貯鉱は、初生鉱物として、磁鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱・方鉛鉱・閃亜鉛鉱、二次鉱物として、赤鉄鉱・針鉄鉱・孔雀石・藍銅鉱・サイロメレーンなどを含んでいる。貯鉱の平均的試料 (A66M) の分析結果は、Cu 0.32%, Pb 8.5%, Zn 5.78%, Au 6.7g/t, Ag 130g/t, T.Fe 18%, Mn 1.30%を示した。

2-2-4 調査結果の総括

Encarnación 一帯を含めた EL TEJOCOTE 地区の地質は、白亜紀 El Doctor 累層に属する層厚理~塊状石灰岩 (Kd1) 部層の卓越する分布と、大小様々の規模の岩株状形態で石灰岩中に貫入する石英閃緑岩によって特徴づけられる。そして本地区にみられる鉱床は、大きく次の2種類に分類される。すなわち、石灰岩と石英閃緑岩の接触部付近に賦存する高温交代型銅・鉄鉱床と、これらの外側周辺部において石灰岩中に賦存する熱水型銀・鉛・亜鉛鉱床である。

Las Delicias, Santo Domingo, El Cambio および "Piedra Iman" 等の各鉱床に代表さ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硫化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・黄銅鉱などが鉱染したレンズ状型及び、この型にさらに方鉛鉱・閃亜鉛鉱も含まれている型に分けられる。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 $20m$ 、その延長は数 $100m$ 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 $15m$ 程度で、延長は数 $10m$ 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%、硫化鉄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 0.2~0.3g/t, Ag 20~50g/t、などで、鉛・亜鉛の含まれている、まれな例 (Nuevo Encino Prieto 鉱山) では、Au 6.7g/t, Ag 130g/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、主として、Plomosas 周辺、Peña Blanca 南東方および Encarnación 西北西などに分布している。これらは石灰岩中の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す。弱~中程度の珪化作用を鉱床の上・下盤にともない、厚さ $1m$ ~ $3m$ 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とまなり場合もみられる。鉱石の品位は、Ag 20~65g/t, Pb n %, Zn n %~ $n \times 10$ %, Cu 0. n % 程度が一般的である。

本年次、本地区において、精密な地質調査、IP 調査及び IP 測線上における土壌試料

による地化学探査が実施された主目的は、昨年次調査において Mesa de la Cebada 北方にあり、北東方に流下する 2 水系中にあらわれた沢砂中の鉛及び銀の高異常の原因を探査することであった。地質調査の結果のみから判断すれば、現在まで明らかにされた、本地区内に賦存する鉍床は、規模が小さく且つ低品位である。

しかし、今後の探鉍価値あるいは探鉍方針は、第三章地化学探査と第四章物理探査の結果を総合判断して検討すべき事項として第五章の結論及び今後の探鉍の項で述べられる。

2-3 PROVIDENCIA 地区

2-3-1 位置・集落・地形・植生

PROVIDENCIA 地区は、2 km の北東-南西方向の底辺をもち、3 km 北西-南東方向に延長する、面積 6 km² の区域であって、第二年次調査地の南部に位置する。

本地区の地形は、地区中央部を、南から北～北西に伸びる Providencia 山塊主峰とその両側及び北側の山麓部で大きく特徴づけられる。主峰の最高標高点 (Puerto Grande) は約 2,670 m あり、山麓の最底点は約 2,100 m なので比高は 570 m である。よく解析された地貌を示すものの、山麓から尾根にいたる斜面の勾配は比較的急傾斜である。水系は、地区北部において Providencia 山塊を分断し、東北東方向に流下する Salina 川 (Arroyo Salina) 主流と、Providencia 山塊から発する Salina 川の支流からなる。Salina 川主流は乾期においてもかなりの流量をもつが、その他の支流は枯れ沢である。

一般に本地区に認められる植生は松柏類の疎林で代表されるが、地形的低所には、メキシコ特有のサボテン類や耐乾性植物相もみられる。

2-3-2 一般地質

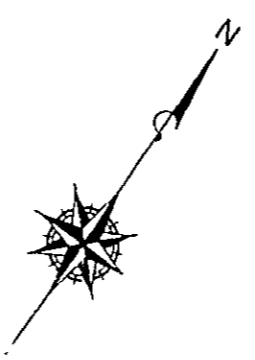
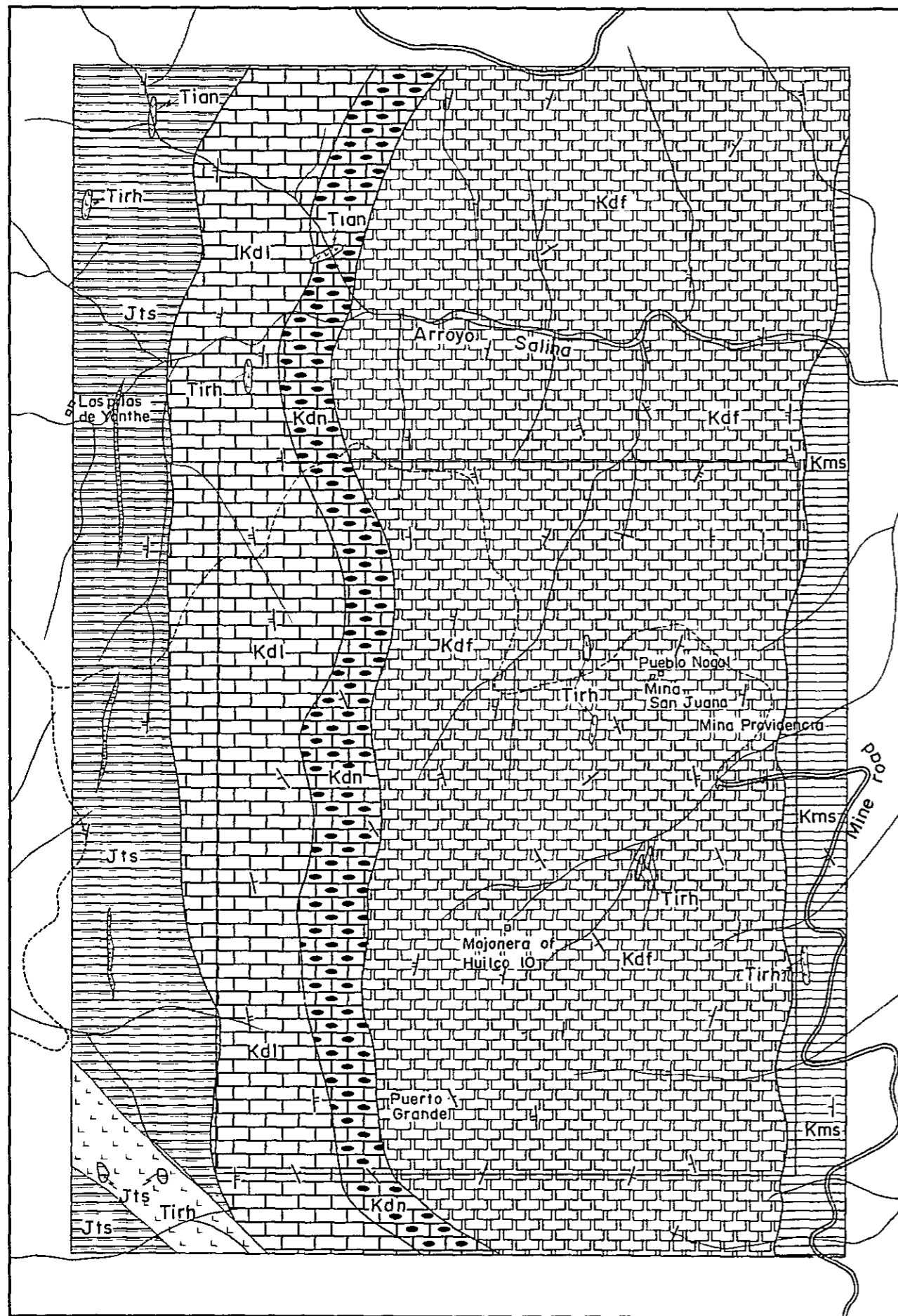
本地区の地質は、先第三紀の泥質～石灰質堆積岩類とこれらを一貫する第三紀貫入岩類より構成される。先第三系は、下位より Las Trancas 累層 (Jts), El Doctor 累層 (Kd1, Kdn, Kdf 部層) 及び Mendez 累層 (Kms) よりなり、第三系は、小規模岩脈状の安山岩類 (Tian) と流紋岩類 (Tirh) よりなる (Fig. 2-3-1, 2-3-3, PL. 2-3-1, 2-3-2 参照)。

地質構造上、本地区は一対の大規模な過褶曲背斜および向斜構造の軸に挟まれた位置にあるので、地区東側から西側にかけて、それぞれ北西-南東方向に帯状分布する先第三系は逆転した層序関係を示している (Fig. 2-3-2 参照)。

Las Trancas 累層 (Jts)

本地区西端部において、北西-南東方向に細長く帯状に小分布する。地区外西方において、北々西-南々東の走向と西傾斜の軸面をもつ過褶曲背斜構造の軸部に露出する本累層は、頁岩・泥灰質頁岩・石灰砂岩・凝灰質礫岩などからなり、700 m 以上の層厚を示す。

しかし、本地区においてはその上部約 300 m の部分が分布するに過ぎない。その岩質は、薄層理 (1 cm~5 cm)、一部千枚岩質の黒色頁岩と、中層理 (5 cm~20 cm) の暗灰色石灰質頁岩ないし泥灰岩の互層及びこの互層に部分的に挟まれる、中層理~厚層理 (20 cm~100 cm) の石灰砂岩によって代表される。これらは地表において、頁岩は風化作用により軟弱化し、泥灰岩及び石灰砂岩は堅硬で、両者の風化侵食に対する抵抗度の差を示し、凹凸に富んだ露頭の形状をみせる。本累層の一般走向傾斜は、北部で N 15°~40°W・40°~80°SW, 中央部で N 45°~65°W・40°~50°SW である。そして、El Doctor 累層の上位に整合的に連続し、逆転した層序関係を示しているが、地区南端部においては、その走向・傾斜は N 30°~50°W・50°~70°NE であり、正規の層序関係にもどっている。このような大きな一般走向・傾



LEGEND

- | | | |
|--------------------------|--|--|
| Tertiary Intrusive rocks | | Rhyolite |
| | | Andesite |
| Mendez Formation | | Shale intercalated with siltstone and marl |
| | | Alternation of muddy limestone and black flint band |
| El Doctor Formation | | Limestone with black flint nodule |
| | | Massive limestone |
| Las Trancas Formation | | Calcareenite |
| | | Alternation of shale calcareous shale marl and muddy limestone |
| | | Bedding (dip: 0°~39°) |
| | | Bedding (dip: 40°~90°) |
| | | PROVIDENCIA Area
Extent of geochemical prospecting and IP electric survey |

Fig.2-3-1 Geological Map of the PROVIDENCIA Area

0 50 100 500m

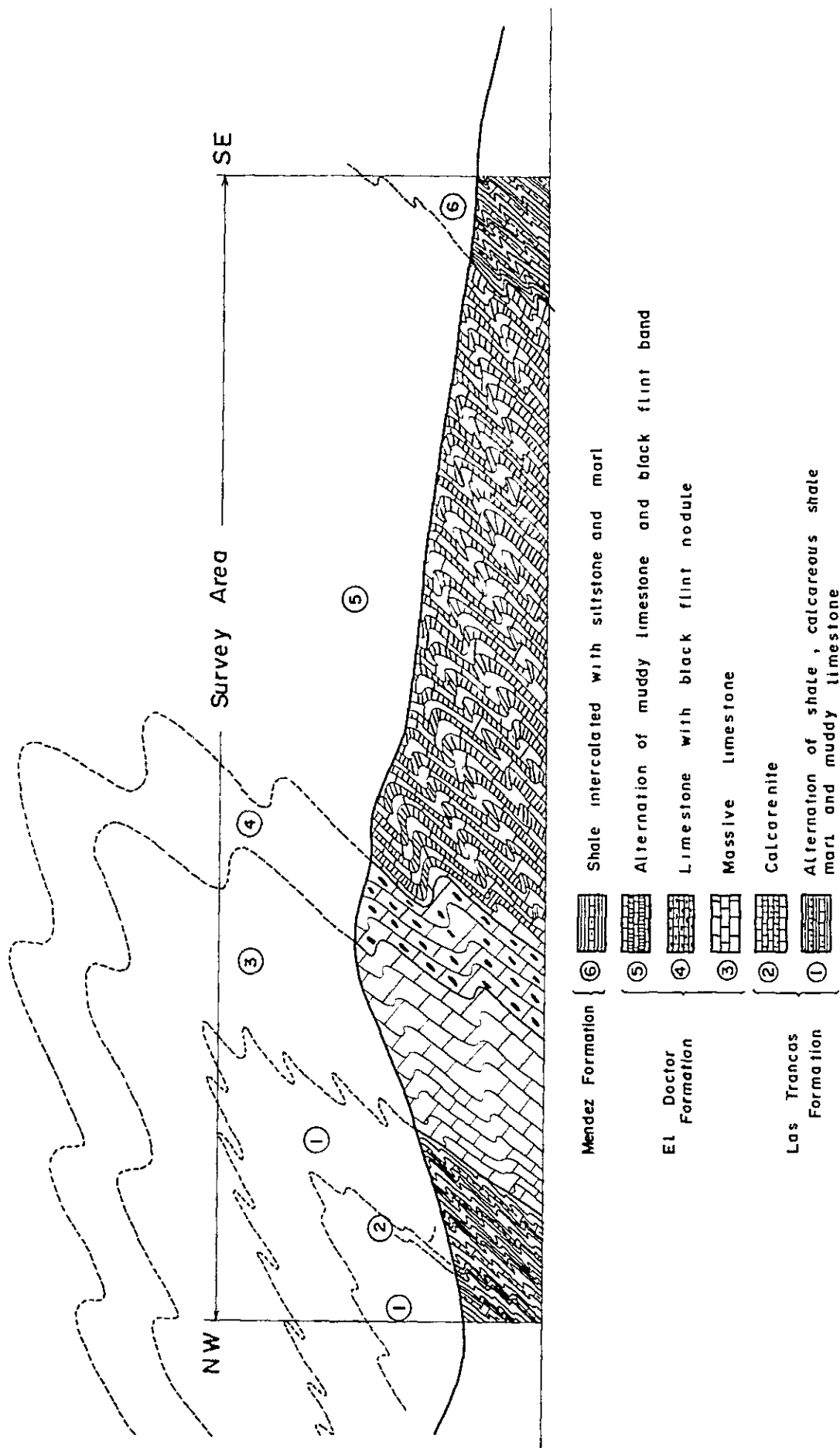


Fig. 2 - 3 - 2 Schematic Geological Profile of the PROVIDENCIA Area

•

Formation	Thickness (m)	Column	Description	Igneous Activity
Mendez Formation	260 ^m _±		alternation of dark gray, dark brownish shale and dark gray marl	Andesite Rhyolite
El Doctor Formation	1000 ^m _±		marl ~ muddy limestone with shale	
			muddy limestone ~ marl intercalated with calcareous shale and flint band	
			alternation of muddy limestone and thin layer or nodule of black flint	
			alternation of muddy limestone and black flint	
Limestone with flint nodule member	160 ^m _±		thick bedded limestone with black flint nodule	
	Massive limestone member	260 ^m _±	thick bedded ~ massive limestone	
medium to thick bedded limestone				
Las Trancas Formation	300 ^m _±		alternation of calcareous shale, phyllitic shale, marl and muddy limestone calcarenite stratification, average 2 ~ 15 cm max. 60 ~ 100 cm	

Fig. 2-3-3 Stratigraphic Column of the PROVIDENCIA Area

斜とは別に、本地区内の随所に、主過褶曲構造から派生した小褶曲構造が認められ、小規模な背斜・向斜の繰り返しが観察される。堆積時期は、第二年次調査の際採取された化石により、最上部ジュラ紀ティン階から最下部白亜紀ネオコム階である。

El Doctor 累層 (Kd1, Kdn, Kdf 部層)

本累層は岩相上つぎの3部層に分類されている。すなわち、暗灰色～灰色・厚層理(30cm～100cm以上)～塊状の石灰岩(Kd1)部層、黒色フリントの団塊またはレンズを含む厚層理～塊状石灰岩(Kdn)部層及び、黒色フリントと暗灰色泥質石灰岩の薄層をリズムックに挟む中層理石灰岩(Kdf)部層である。これら3部層の境界は相互に漸移的であり、本地区においては下部からKd1部層、Kdn部層、Kdf部層の順に堆積がみられ、これらは本地区の大半を占めて卓越的に分布する。Providencia山塊の西側をKd1部層及びKdn部層が、東側をKdf部層がそれぞれ占めている。

本累層の一般走向傾斜はN35°～40°W・50°～60°SWで下位層のLas Trancas累層のそれにほぼ準じている。そして、Las Trancas累層中にみられた小褶曲構造の繰り返しも本累層中に認められるが、その繰り返しの頻度は各部層によって異なっている。Kd1部層は少なくとも50m以上、またKdn部層は50mよりやや短かい軸間隔をもつ緩慢な向・背斜の繰り返し構造をもつものに対し、Kdf部層は、Las Trancas累層と同様に、1m～2mの軸間隔で複雑に向・背斜を繰り返す部分をしばしばもつ。このような差異は、各部層の岩相に起因して、それぞれがもつ褶曲運動に対する抵抗性の差をあらわしているものと考えられる。

第二年次調査においては、Kdn部層はKdf部層に含め一括されていた。それは、広域的には、本地区以外にKdn部層に相当する岩相を示す地層が確認されず、しかもKdn部層とKdf部層の境界が漸移的であったためである。

本地区における本累層の層厚は地質図上で、Kd1部層が約260m、Kdn部層が約160m、Kdf部層は約1000mと概算されるが、小褶曲構造を考慮すると、これらの数字より少なくなる可能性が強い。

本累層の堆積時期は、本地区外と同累層からの産出化石により、白亜紀オーブ階中期～上部チューロン階である。下位層であるLas Trancas累層とは整合的に接しているが、両者の間にアプト階からオーブ階前期に属する地層を欠除している。

Mendez 累層 (Kms)

本累層の主要な分布は地区外東方にあり、その層厚は約900mと推定されているが、この内、最下部に相当する約260mの部分が地区東端部の山麓低地に分布する。

本地区における本累層は、薄層理(1cm～3cm)の暗灰色～暗褐色頁岩及びシルト岩と、中層理(5cm～30cm)の暗灰色泥灰岩との互層からなる。一般に頁岩・シルト岩などの泥質部が優勢である。泥質部は層理に不規則な方向の小節理・裂かなどが密に発達し、板状細片に剝離する。これとは反対に泥灰質の部分は堅硬である。

下位のEl Doctor累層Kdf部層との境界付近には、泥灰岩が多少優勢になる。この部分

は、Segerstrom (1962)による Soyatal 層の分布域にあたる。しかしこの部分の岩相は走向方の連続に乏しいので Mendez 累層として一括した。

本累層の一般走向傾斜は $N5^{\circ}\sim 40^{\circ}W \cdot 40^{\circ}\sim 50^{\circ}SW$ であるが、本累層中に認められる小褶曲構造の繰り返しは、他のどの累層中のそれより多くの頻度で観察される。

本累層の堆積時期は、白亜紀チューロン階後期からシヤンバーニュ階であって、メキシコ中央部に一般的に同岩相の地層の分布が観察されている。

下位の El Doctor 累層との関係は、全域内では一部整合、一部不整合であるが、本地区内においては整合である。

第三紀貫入岩類

本地区において先第三系を貫ぬく第三紀貫入岩類は、安山岩類(Tian)と流紋岩類(Tirh)よりなる。

安山岩類(Tian)は、地区北西部を流れる Salina 川の上流において、Las Trancas 累層(Jts)を貫ぬくシルト状小岩脈及び El Doctor 累層の Kdn 部層に貫入する小岩脈として 2 岩体みられる。これらは緑灰色の色調と明らかな斑状構造をもち、堅硬緻密質である。鏡下では、斜長石、石英及び方解石からなる石基中に斜長石及び輝石が斑晶として点在する斑状構造と石基中にはオフィティック組織が観察される。全体的に炭酸塩化作用および熱水変質作用を受けており、輝石と斜長石は完全に緑泥石に(一部は方解石)変わり、石基中には不規則形状の方解石が生成している。しかし、石基中の石英はそのまま残っている。

流紋岩類(Tirh)は、地区南端部にある、幅 170m の中規模岩脈と Providencia 鉦山付近及び北西部などに分布する小規模な岩脈 6 岩体からなる。

地区南端部の中規模岩脈は、地区西方の San Clemente 山塊から始まり、本地区南端部及び地区南東方の Cerro de Cardonal など Providencia 山塊を横断通過し、総延長約 5 km にわたって連続する。本岩は、石英結晶を特徴的に含み、灰褐色・堅硬である。鏡下で、石英とカリ長石を主とし、斜長石を少量含む斑晶と細粒の石英、斜長石、カリ長石、白雲母などからなる石基が観察され、石基中にはスフェルライト組織がよくみられる。しかしながら、本地区南端部及び Cerro de Cardonal 付近の同岩体の一部は、石基が完晶質であって花崗斑岩質岩相を示す。本岩の貫入によって、接触部付近の堆積岩類は若干の珪化作用を受けているが、その他の著しい変質作用はみられない。

地区東央部 Providencia 付近の小規模岩脈は、弱い珪化作用と粘土化作用を受け、灰褐色の色調を呈する。鏡下では、珪化作用によって生じた石英の細粒結晶と少量のカリ長石および赤鉄鉦とこれらを通る石英細脈が観察される。本岩脈周辺の El Doctor 累層 Kdl 部層は酸化溶脱しているものが多い。

本岩類の貫入時期は、Cerro de Cardonal 付近の花崗斑岩質部分から採取された試料の K-Ar 放射年代によって、 $25.5\pm 1.3\text{Ma}$ で、ほぼ漸新世末期を示している。なお San Clemente 流紋岩の K-Ar 放射年代が $26.5\pm 1.3\text{Ma}$ で(MMAJ & JICA, 1980)ありほぼ同時期の活

動の産物であることを示している。これら2岩体のK-Ar放射年代および化学組成をTable 2-3-1に示す。

Table 2-3-1 K-Ar Absolute Age Determination and Chemical Composition of Providencia and San Clemente Rhyolite

K-Ar Age by Whole Rock

Area	Sample No	K%	SCC $^{40}\text{Ar}^R/\text{g} \times 10^{-5}$	$^{40}\text{Ar}^R$	Age(Ma)
* SAN CLEMENTE	Cb20DTC	7.02	0.731	90.2	26.5 ± 1.3
		7.00	0.724	92.6	
PROVIDENCIA	B44DTC	2.74	0.272	82.7	25.5 ± 1.3
		2.75	0.279	80.9	
		2.77			

Chemical Composition

Sample No	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	P ₂ O ₅	Total(%)
*Cb20DTC	7231	0.28	1377	206	0.33	0.02	0.15	0.10	0.75	906	1.07	0.22	0.04	10016
B44DTC	7380	0.25	1310	138	0.49	0.07	0.30	1.52	3.47	4.08	0.49	0.60	0.13	9968

* Examined in Phase I

2-3-3 鉍 床

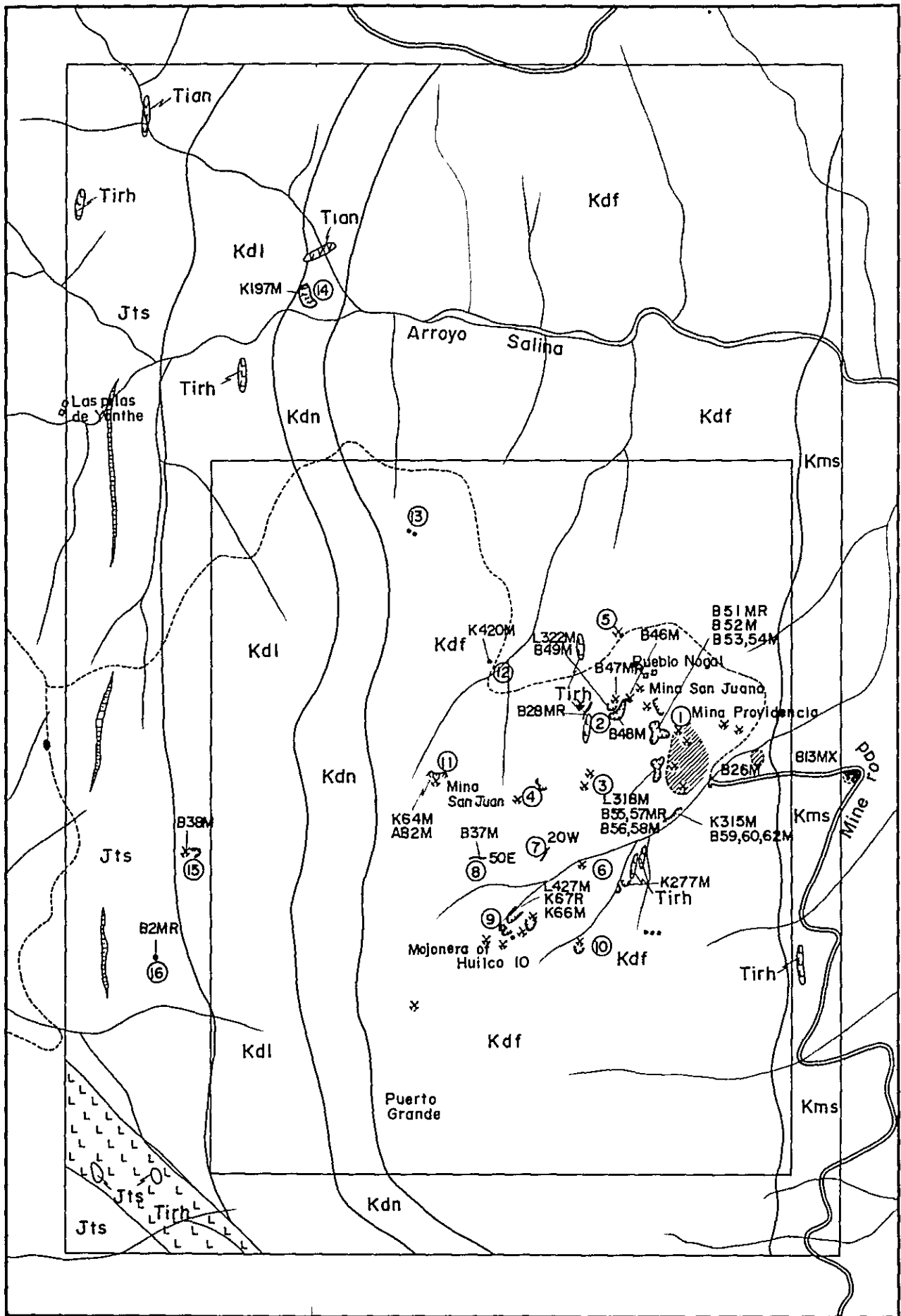
本地区東央部から南東部にわたる、約0.7km×1.0kmの範囲には露天掘り跡や旧坑が散在している。これらの内で主要なものは、Providencia鉍山、San Juan鉍山およびSan Juana鉍山であって、古くから断続的に採鉍・採掘が行なわれたと云われるが、現在は全く放置されている。

Providencia鉍山は、Yontheからの鉍山道路終点の西側山腹付近に位置し、4ヶ所の露天採掘跡(最大100m×110m×5m)、5本の小規模立坑及び研段(最大140m×70m×2m)などからなる。また、Providencia鉍山の西に隣接する丘陵上のSan Juana鉍山は1ヶ所の露天採掘跡(55m×5m×2.5m)と3本の小規模立坑からなり、若干の貯鉍が認められる。San Juan鉍山は、San Juana鉍山の南西方約300mの位置にあり、小規模露天採掘跡及びこれに連絡する水平坑道からなる。その他、Providencia鉍山の南方約500mの位置に鉍区標識(Mojonera Huilco 10)があり、この付近にも3ヶ所の露天採掘跡(最大30m×40m×25m)と1本の立坑、2本の水平坑道などが認められる(PL 2-3-4, Fig. 2-3-4 参照)。

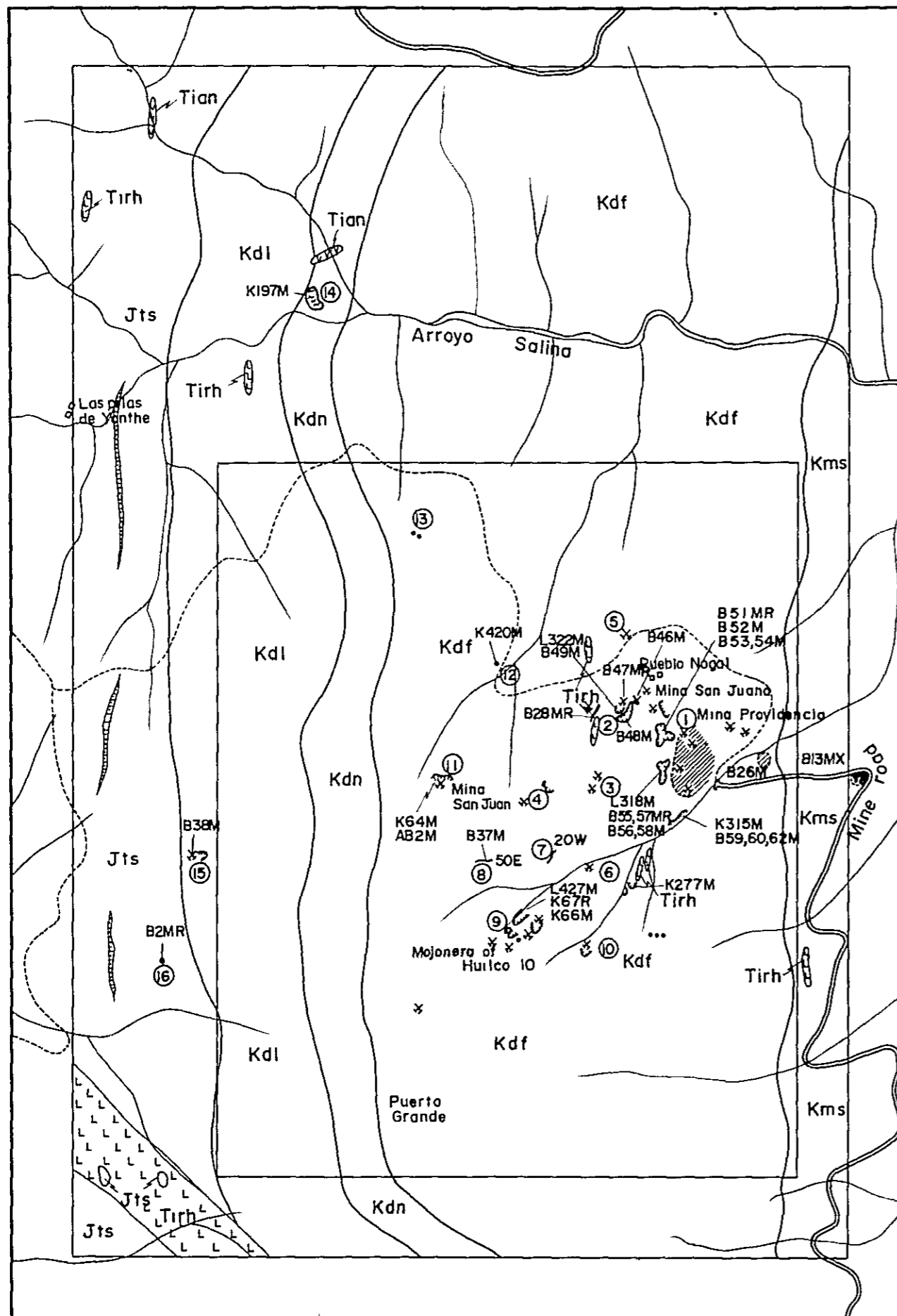
これらの採鉍・採掘活動の時期は、鉍区標識の設定が1892年となっていることから、多分1890年代から1900年初期であったと考えられる。

鉍床はいずれも、El Doctor累層の黒色フリント挟在石灰岩(Kdf)部層中の層理沿いあるいは裂かなどに沿って胚胎し、不規則塊状~マント状~鉍脈状形態を示す。

鉍石鉍物は褐鉄鉍・赤鉄鉍・針鉄鉍など酸化鉄鉍を主体とし、これらと共存するジャロ



0 50 100 300 m



LEGEND

- | | | |
|--------------------------|------|--|
| Tertiary intrusive rocks | | Rhyolite |
| | | Andesite |
| Mendez Formation | | Shale intercalated with siltstone and marl |
| | | Alternation of muddy limestone and black flint band |
| El Doctor Formation | | Limestone with black flint nodule |
| | | Massive limestone |
| Las Trancas Formation | | Calcarenite |
| | | Alternation of shale, calcareous shale, marl and muddy limestone |
| | | Open pit |
| | | Old mine or prospect |
| | | Waste dump |
| | | Ore bank |
| | | Slag dump |
| | | Ore vein (out crop) |
| | | Ore float |
| | | Mining claim stake |
| | B53M | Ore Sample |
| | ② | Index number of mineralized unit |

Fig. 2-3-4 Distribution Map of Mines, Prospects and Ore Showings in the PROVIDENCIA Area

0 50 100 500 m

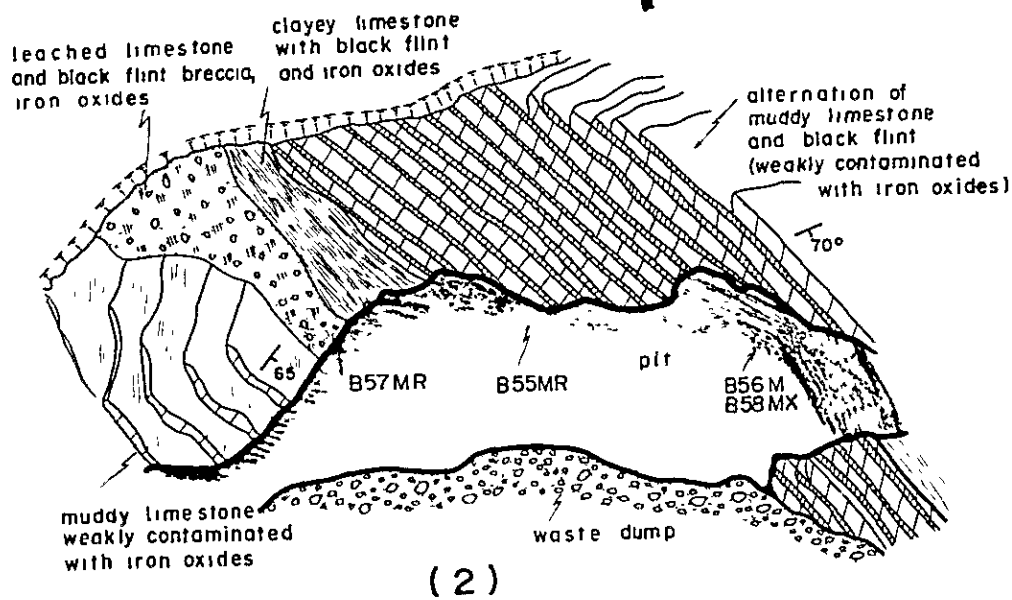
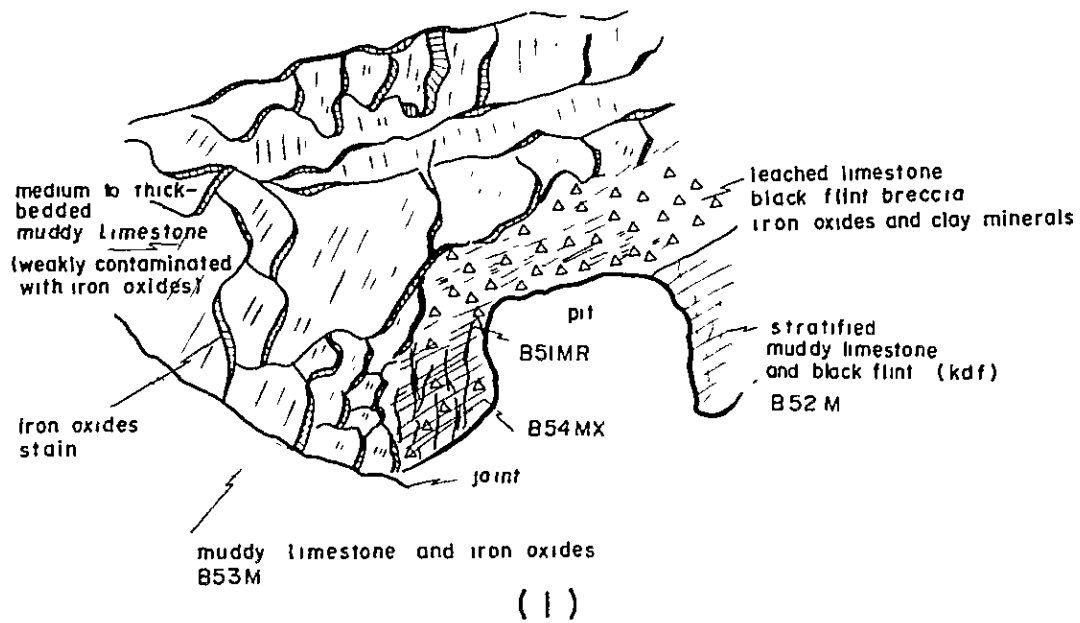


Fig. 2-3-5 Skech of the Providencia Mine in the PROVIDENCIA Area

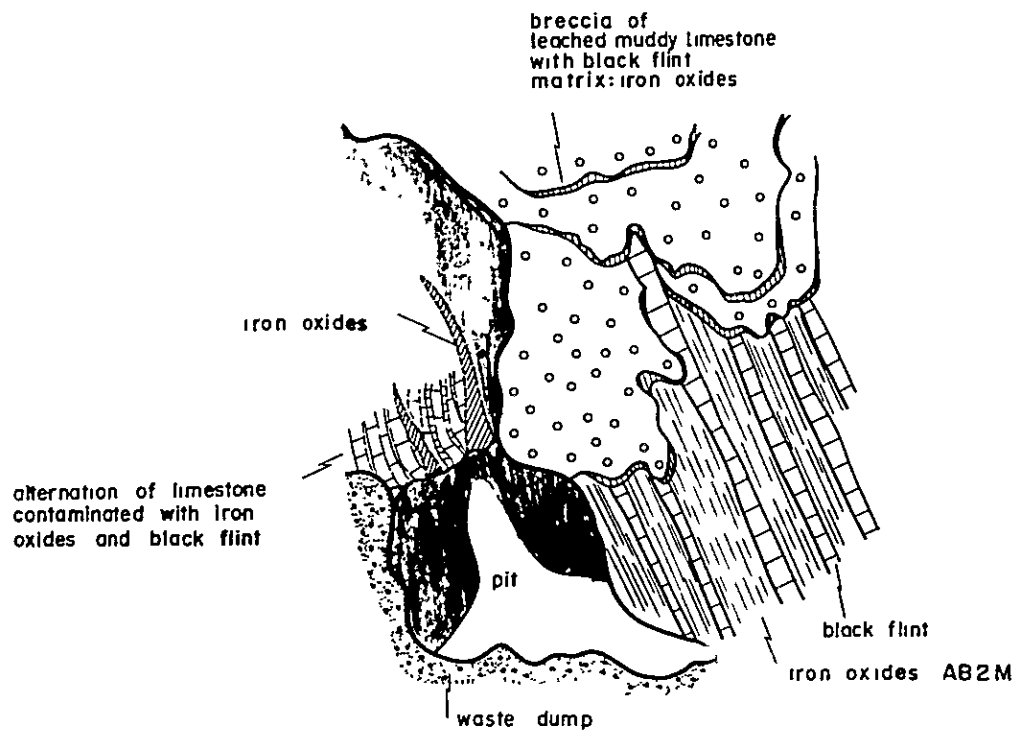


Fig. 2-3-6 Sketch of the San Juan Mine
in the PROVIDENCIA Area

Table 2-3-2 List of Mines, Prospects and Ore Showings in the

Index ★№	Name of Mine	Type of Mineralization	Workings	Trend of Ore Showing	Principal Ore Minerals	Gen
①	Providencia	Ht massive and vein	4 open pits 70m×4m×5m 100m×110m×5m 70m×5m×5m 20m×20m×2m 6 shafts waste dump max 140m×70m×2m	N20°-35°W	hm,gt,jr,sm, hem	qz.
②	San Juana	Ht,vein	1 open pit 55m×5m×2.5m 4 shafts	N20°W?	hm,gt,jr,sm, hem	qz,
③	Prospect	Ht	2 small adits	—	hm,gt	ca
④	Prospect	Ht	1 small open pit 1 shaft	—	hm,gt,jr	ca
⑤	Prospect	Ht	1 adit	—	hm,jr	cl
⑥	Prospect	Ht	2 small open pits 1 shaft	—	hm,jr	ca
⑦	Outcrop	Ht,vein	1.0m×3m	N20°W	hm	
⑧	Outcrop	Ht,vein	0.5m×4m	N50°E	hm,jr	
⑨	Mojonera Huilco 10 and its surrounding	Ht,vein	3 open pits max:30m×40m×25m 1 shaft 2 adits	—	gn,hm,jr,gt	qz
⑩	Prospect	Ht,vein	1 open pit+adit	—	hm,jr	ca
⑪	San Juan	Ht,mant	1 open pit+adit	—	hm,jr	ca
⑫	Floats	—	a small amount	—	hm,jr	
⑬	Floats	—	a small amount	—	hm,jr	
⑭	Slag dump	—	30m×30m×1m	—	—	
⑮	Prospect	Ht,vein	1 open pit+adit 4m×3m×1m	N30°W	hm,jr	c
⑯	Floats	—	a small amount	—	hm,gt	

Abbreviations: Ht Hydrothermal, hm hematite, gt goethite, jr jarosite, cl clay mineral

★ Index number corresponds number of mines on the Fig 2-3-4

Table 2-3-2 List of Mines, Prospects and Ore Showings in the PROVIDENCIA Area

Index ★/6	Name of Mine	Type of Mineralization	Workings	Trend of Ore Showing	Principal Ore Minerals	Gangue Minerals	Alteration	Stratigraphic Unit of Country Rock	Reference Sample
①	Providencia	Ht massive and vein	4 open pits 70m×4m×5m 100m×110m×5m 70m×5m×5m 20m×20m×2m 6 shafts waste dump max 140m×70m×2m	N20°-35°W	hm,gt,jr,sm, hem	qz,ca,cl	oxidation carbonitization argillization	Kdf (leached limestone, brecciated limestone)	B13MX, B26M, B51MR, B52M, B53M B54MX, B55MR, B56M, B57MR, B58 MX, B59M, B60M, B62M, L315M*, L318M*
②	San Juana	Ht,vein	1 open pit 55m×5m×2.5m 4 shafts	N20°W?	hm,gt,jr,sm, hem	qz,ca	oxidation carbonitization silicification	Kdf	B28M, B46M, B47M, B48MX, B49M, L322M*
③	Prospect	Ht	2 small adits	—	hm,gt	ca	oxidation carbonitization	Kdf	—
④	Prospect	Ht	1 small open pit 1 shaft	—	hm,gt,jr	ca	oxidation	Kdf	—
⑤	Prospect	Ht	1 adit	—	hm,jr	cl	oxidation argillization	Kdf	—
⑥	Prospect	Ht	2 small open pits 1 shaft	—	hm,jr	ca	oxidation	Kdf	K277M*
⑦	Outcrop	Ht,vein	1.0m×3m	N20°W	hm	—	oxidation	Kdf	—
⑧	Outcrop	Ht,vein	0.5m×4m	N50°E	hm,jr	—	oxidation	Kdf	B37M
⑨	Mojonera Huilco 10 and its surrounding	Ht,vein	3 open pits max:30m×40m×25m 1 shaft 2 adits	—	gn,hm,jr,gt	qz,ca	oxidation silicification carbonitization	Kdf	L427M*, K66M
⑩	Prospect	Ht,vein	1 open pit+adit	—	hm,jr	ca	oxidation	Kdt	—
⑪	San Juan	Ht,mant	1 open pit+adit	—	hm,jr	ca,cl	oxidation carbonitization argillization	Kdf (muddy limestone)	AB2M, K64M*
⑫	Floats	—	a small amount	—	hm,jr	—	—	—	K420M*
⑬	Floats	—	a small amount	—	hm,jr	—	—	—	B23M
⑭	Slag dump	—	30m×30m×1m	—	—	—	—	—	K197M*
⑮	Prospect	Ht,vein	1 open pit+adit 4m×3m×1m	N30°W	hm,jr	ca	oxidation carbonitization	Kdf	B38M
⑯	Floats	—	a small amount	—	hm,gt	—	—	—	B2MR

Abbreviations: Ht Hydrothermal, hm hematite, gt goethite, jr jarosite, sm smithsonite, hem hemimorphite, qz quartz, ca calcite, cl clay mineral

★ Index number corresponds number of mines on the Fig 2-3-4

Table 2-3-3 Metal Contents of Ore Samples from the PROVIDENCIA Area

Name of Mine	№	Sample	Coordinates		Type of Ore	Metal Contents					
			E	N		Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	T. Fe%
Providencia mine	1	B13MX	488410	2286625	iron oxides ore	—	25	0.01	0.63	35.8	—
	2	B26M	488175	2286500	iron oxides ore	—	2	0.01	4.9	0.22	—
	3	B51MR	487945	2286400	iron oxides gossan	—	—	—	0.74	1.04	—
	4	B52M	487945	2286400	iron oxides with limestone	0.01	42	0.01	0.26	1.26	2.9
	5	B53M	487945	2286400	iron oxides gossan	—	—	—	1.0	7.86	—
	6	B54MX	487945	2286400	iron oxides gossan	—	42	0.19	0.32	2.90	—
	7	B55MR	487985	2286305	iron oxides with limestone	—	—	—	1.1	8.20	—
	8	B56M	487985	2286305	iron oxides gossan	0.08	130	0.02	0.90	0.83	4.7
	9	B57MR	487985	2286305	iron oxides ore breccia	—	—	—	1.2	1.34	—
	10	B58MX	487985	2286305	iron oxides ore breccia	—	10	0.02	0.52	3.95	—
	11	B59M	488082	2286265	iron oxides gossan	—	—	—	1.7	2.27	—
	12	B60M	488082	2286265	iron oxides gossan	0.20	24	0.05	1.5	1.82	3.5
	13	B62M	488082	2286265	iron oxides ore	—	—	—	1.3	1.54	—
	14	*L315M	488085	2286270	iron oxides pool	0.01	80	0.023	1.81	1.01	—
	15	*L318M	487980	2286325	iron oxides pool	0.01	150	0.014	0.52	2.35	—
San Juana mine	16	B28MR	487750	2286325	iron oxides ore	—	10	<0.01	0.21	0.18	—
	17	B46M	487820	2286440	iron oxides ore	—	—	—	2.1	1.82	—
	18	B47MR	487800	2286410	iron oxides ore	0.08	14	0.02	6.2	2.05	3.0
	19	B48MX	487815	2286370	iron oxides ore	—	—	—	2.1	3.93	—
	20	B49M	487790	2286385	iron oxides ore	—	44	0.01	8.9	5.45	—
	21	*L322M	487800	2286410	iron oxides pool	0.24	200	0.10	7.03	0.15	—
San Juan mine	22	AB2M	487015	2285960	stratified iron oxides ore	—	8	0.09	5.3	2.03	—
	23	*K64M	487015	2285960	iron oxides ore	0.04	14	0.022	1.12	0.42	—
Mojonera Hiuco 10 and its surrounding	24	B37M	487735	2285865	iron oxides ore	—	46	0.03	0.13	0.27	—
	25	*K66M	487905	2285760	galena-quartz veinlets	0.94	53	0.006	4.78	3.96	—
	26	*L427M	487900	2285795	veinlets of iron oxides	<0.01	120	0.011	0.71	3.20	—
	27	*K277M	488065	2286036	network of iron oxides	0.09	24	0.005	4.00	1.38	—
	28	*K420M	487485	2286300	iron oxides ore	0.02	14	0.009	0.02	0.035	—
Scattered old pit in the area	29	B23M	487125	2286440	iron oxides ore	—	2	0.01	0.29	0.13	—
	30	B38M	487135	2285455	iron oxides ore	—	1	<0.01	0.01	0.04	—
	31	B2MR	487225	2285195	iron oxides ore	—	2	<0.01	0.01	0.20	—
	32	*K197M	486583	2286700	slag	0.04	20	—	—	—	—

(—: not analyzed)

* Samples were analyzed in the phase II (JICA and MMAJ, 1981)

サイト・菱亜鉛鉱・異極鉱・白鉛鉱などからなる。しかし、これら鉛・亜鉛の鉱石鉱物は酸化鉄鉱及びジャロサイト中に微粒な結晶として複雑に混合されており、肉眼的に識別することは非常に困難である。鉱石の化学分析結果によれば、銀が10g/t ~ 200g/t 含まれているが、銀品位と鉛品位両者の間に顕著な相関は認められない。

このように、地表部において観察される鉱石鉱物は酸化鉱及び炭酸塩鉱物からなり、硫化鉱物は一般的には認められない。しかし、本地区内において唯一ヶ所、Mojonera Huilco 10 付近の採掘跡において例外的に、方鉛鉱をともなう石英細脈が観察されている。

脈石鉱物としては方解石・石英及びカオリンなどが一般的に観察される。

Providencia 鉱山における採掘跡にみられる鉱床の形態は、Fig. 2-3-5(1) (2), 2-3-6 に示されているように、石灰岩中の不規則な空隙を充填した塊状型、黒色プリントと互層する石灰岩が溶脱された部分を充填するマント型及び裂かを充填した鉱脈型など変化に富んでいる。しかし、これらはほぼN20°~35°Wの方向に配列し、母岩の走向傾斜に調和的である。

San Juana 鉱山では、L字型を示し、やや傾斜した露天掘り跡と垂直立坑があり、脈状ないし網状の鉱体を採掘したものと考えられる。Mojonera Huilco 10 付近では小規模塊状の鉱体があったとみられる縦楕円体の採掘跡及び鉱脈型鉱体を下部に錘押ししたと考えられる採掘跡が観察される。

これら鉱山付近には、幅1 mから2 m程度のやや珪化した流紋岩の小規模岩脈が、NW-SEの方向性をもって数岩体分布している。

採掘跡付近においては、鉱床母岩となっている石灰岩類は石英細脈や方解石細脈に切られ、弱い珪化作用・再結晶化作用および粘土化作用などを受けている。しかし、鉱床からちよつとはなれた部分の石灰岩類は新鮮で再結晶化作用も殆ど認められない。

これら鉱床の形態・母岩・変質作用などをTable 2-3-2に、又それらの鉱石の化学分析値をTable 2-3-3に一括して示した。それらの内、各鉱山の代表的鉱石の化学分析値はつぎのとおりである。

Table 2-3-4 Assay Values of Ore Samples of the Mines

Location	Type of ore body	Sample No.	Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Cu (%)	Au (g/t)
San Juana mine, open pit	irregular vein, oxides	B48MX	2.1	39.3	—	—	—
San Juana mine, shaft	stocked ore, oxides	B49M	8.9	54.5	44	0.01	—
Providencia mine open pit	iron oxides-stained limestone	B54MX	0.32	29.0	42	0.19	—
ditto	brecciated limestone oxides	B58MX	0.52	39.5	10	0.02	—
Providencia mine road terminal	stocked ore oxides	B13MX	0.63	35.8	8	0.01	—
Mojonera Huilco 10 quartz vein	quartz sulfide ore	K66M	4.78	39.6	53	n.d.	0.94

この結果に認められるように、主金属成分は亜鉛及び鉛であって、副成分として銀をあげることができる。しかし銅は無視し得る程度しか含まれない。

鉱山付近で採取された 21 試料の内、鉛が 5% 以上のもの 4 試料、亜鉛が 7 % 以上のものが 13 試料ある。特に亜鉛が 40% 前後の品位を示す試料は、それぞれ別の採掘跡から採取されており、平均的に亜鉛に富んでいることを示している。なお 28 試料の亜鉛・鉛の比率は 4.83 : 1 を示している。また、銀の値は最高で 200g/t であり、鉱石の代表的試料の平均は 40 ~ 50g/t である。

このような鉱床の本地区内における分布は、ほぼ N S の方向に約 1000m の延長をもち、これと直交する E W 方向に約 700m の幅をもつ楕円形の範囲に限られている。

2 - 3 - 4 調査結果の総括

PROVIDENCIA 地区の地質は、先第三系に属する Las Trancas 累層 (Jts), El Doctor 累層 (Kdl, Kdn, Kdf 部層) などの泥質～石灰質堆積岩類の卓越する分布と第三紀の安山岩類及び流紋岩類の小規模岩脈の小分布からなる。これらの中で本地区の大半を占めるのは、El Doctor 累層の Kdf 部層であって、中層理石灰岩を主体とし、黒色フリント薄層をリズムカルに挟む岩相で特徴づけられ、鉱床母岩となっている。

第三紀貫入岩類の内、安山岩類 (Tian) は地区北西部において小規模岩脈として 2 岩体観察されるのみであるが、流紋岩類は、地区南部の大規模岩脈、地区北西部の小規模岩脈 (2 岩体) 及び鉱化帯付近の小規模岩脈 (5 岩体) などあわせて 8 岩体が認められ、本地区の亜鉛・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。

流紋岩類は石英結晶を特徴的に含み石英・斜長石・カリ長石からなる石基をもち斑状・スフェルライト組織を示すものが一般的であるが、一部に、石基が完晶質となり花崗斑岩質岩相も認められる。

鉱床は、地区東央部から南東部において、ほぼ N S 方向に伸長する約 1000m の長径とこれに直交する約 700m の短径をもつ楕円形の範囲に分布し、不規則塊状～マント状～脈状の形態を示す。主要鉱石鉱物は赤鉄鉱・褐鉄鉱・針鉄鉱・ジャロサイト・菱亜鉛鉱・異極鉱・白鉛鉱などで、脈石鉱物は石英・方解石・カオリンからなる。

鉱体は大小様々な規模で地表に露出し、1980年代から1990年代初期にかけて探鉱採掘が行なわれたものとみられるが、これらの殆どは地表部のみを対象としており、深部は未探鉱である。代表的鉱石は亜鉛 40% 前後、鉛 5% 前後、銀を 50g/t 程度含んでいる。

これらの鉱化帯の今後の探鉱については、本年次行われた地化学探査及び物理探査 (IP 法) の結果を総合評価して決める事項として第 5 章の結論及び今後の探鉱の項で述べられる。

•

2-4 SAN CLEMENTE 地区

2-4-1 調査経緯

第一年次広域調査の際、本地区に卓越分布する流紋岩類の一部に金の鉱化作用が観察され、San Severiano 鉱山として小規模な手掘り探鉱が行なわれていた。同鉱山の金の産状は通常の鉱脈型鉱床と異なり、顕著な珪化作用や熱水変質作用をとみなわない、比較的新鮮な流紋岩中の不規則・微細な割目に、銀を約25%含むエレクトラムの微粒として賦存する、網状鉱染型とも云える状況を示した。そこで、本地区の流紋岩体各所から採取された岩石試料8ヶ全部の金含有量を調べた結果、同流紋岩は、地球化学的に異常と考えられる $\text{Au } 0.11\text{g/t}$ 又は、それ以上の値を示した (JICA and MMAJ, 1980)。

そこで、第二年次調査では、約 $2.5\text{km} \times 5.0\text{km}$ の広がりをもつ流紋岩体全体を対象として379ヶの岩石試料を採取し、主要造岩成分及び金、銀含有量について地球化学的検討を加えると共に地質精密調査を実施した。

その結果、本地区の流紋岩類は、流紋岩浴岩、流紋岩質凝灰角礫岩・緻密質流紋岩及び岩脈の4相に分類され、それぞれの岩相によって K_2O 及び Na_2O 成分含有量は変化するものの、両成分の合計は8%前後のアルカリ岩であることが判明した。そして、金を含有する大多数の岩石試料は緻密質流紋岩に属し、且つ、 SiO_2 が7.44%より高含有量側で Na_2O が2.0~4.0%、 K_2O が3.8~5.6%の区間に集中する組成を示した。このように、金の鉱化作用は緻密質流紋岩の活動と密接な関係をもつことが明らかにされると同時に、同岩上に数ヶ所のA級 ($\text{Au}:1.16\text{ ppm}$ 以上)の地化学異常帯の分布も確認された。

このような経緯により、本年次調査は、流紋岩体及び、地化学異常帯を含む3ヶ所の小区域を対象として、さらに精密な地質調査・地化学探査 (50m方眼による岩石試料採取) を実施し、今後の探鉱価値を検討する資料を得ることを指向した。

2-4-2 位置・集落・地形・植生

Ixmiquilpan 市の北々東約21kmの位置にある本地区は、3.5kmの幅をもつて北々東-南々西に5.5km延長する、14km²の範囲を占める。最寄の部落は、地区東端の Santuario と地区外西方約2kmの San Clemente がある。両部落とも民家数10軒の小集落である。

地形は、地区中央部に突出して聳え、流紋岩体で形成される独立山塊によって特徴づけられる。最高標高点は地区中央の山頂で海拔標高約2,900m、最低標高点は地区南西端の沢底で海拔標高約2,060mで、標高差は840mに達する。一般的に、約2,600mより高所では断崖絶壁がいたる所にあり急峻であるが、それより低所では山麓緩斜面が発達し比較的緩い。しかし、沢沿いの一部には急傾斜地形もみられる。

植生は、標高2,400m付近を境として、高所側の松柏類疎林相と低所側のサボテンや竜舌ランからなる耐乾性植物相に分けられる。

2-4-3 一般地質

本地区の地質は、ジュラ紀～白亜紀の堆積岩類と、これらを買きあるいは被覆する第三紀貫入岩類及び火山岩類よりなる。

堆積岩類は、地区内周縁部において、断続的に小分布し、それらは Las Trancas 累層 (Jts), El Doctor 累層 (Kdf) に分けられる。

第三紀火山岩類は、玄武岩類 (Tba 2) と流紋岩類 (Trhy 2) よりなり、玄武岩類は地区内周縁の堆積岩類を被覆し、あるいは流紋岩体周縁部に窓状の小分布を示す。しかし流紋岩類は本地区の大部分を占め、San Clemente 山塊を形成している。

貫入岩類は、堆積岩類を買き、火山岩類に被覆される閃緑斑岩 (Tidp) と、玄武岩類及び流紋岩類を買く、玄武岩 (Tiba), 安山岩 (Tian), 石英安山岩 (Tide) 及び流紋岩 (Tirh) などの小規模岩脈からなる (Fig. 2-4-1, Fig. 2-4-2, PL. 2-4-1, PL. 2-4-2 参照)。

これらそれぞれの概要はつぎのとおりである。

〔堆積岩類〕

Las Trancas 累層 (Jts)

地区東端・南東端および南西端に断続的に小分布する。岩質は、黒色～暗灰色の薄層理頁岩を主体とし、薄層理～中層理石灰質砂岩及び泥灰岩の挟みからなる。地区南端部では、流紋岩に貫かれ、南東部においては流紋岩質凝灰角礫岩に被覆される。本累層中には、特に著しい熱水変質作用は観察されないが、強く風化侵食作用を蒙り、脆弱化している。

El Doctor 累層 (Kdf 部層)

Las Trancas 累層とはほぼ同様に、地区東端と南西端に小分布する。岩質は、暗灰色～灰色、中層理石灰岩及び泥灰岩を主体とし、黒色フリント薄層又はレンズを特徴的に挟んでいる。地区南西端では流紋岩に貫かれ、東端では流紋岩溶岩に被覆される。一般に再結晶化作用は認められず、新鮮である。

〔第三紀火山岩類〕

玄武岩類 (Tba 1)

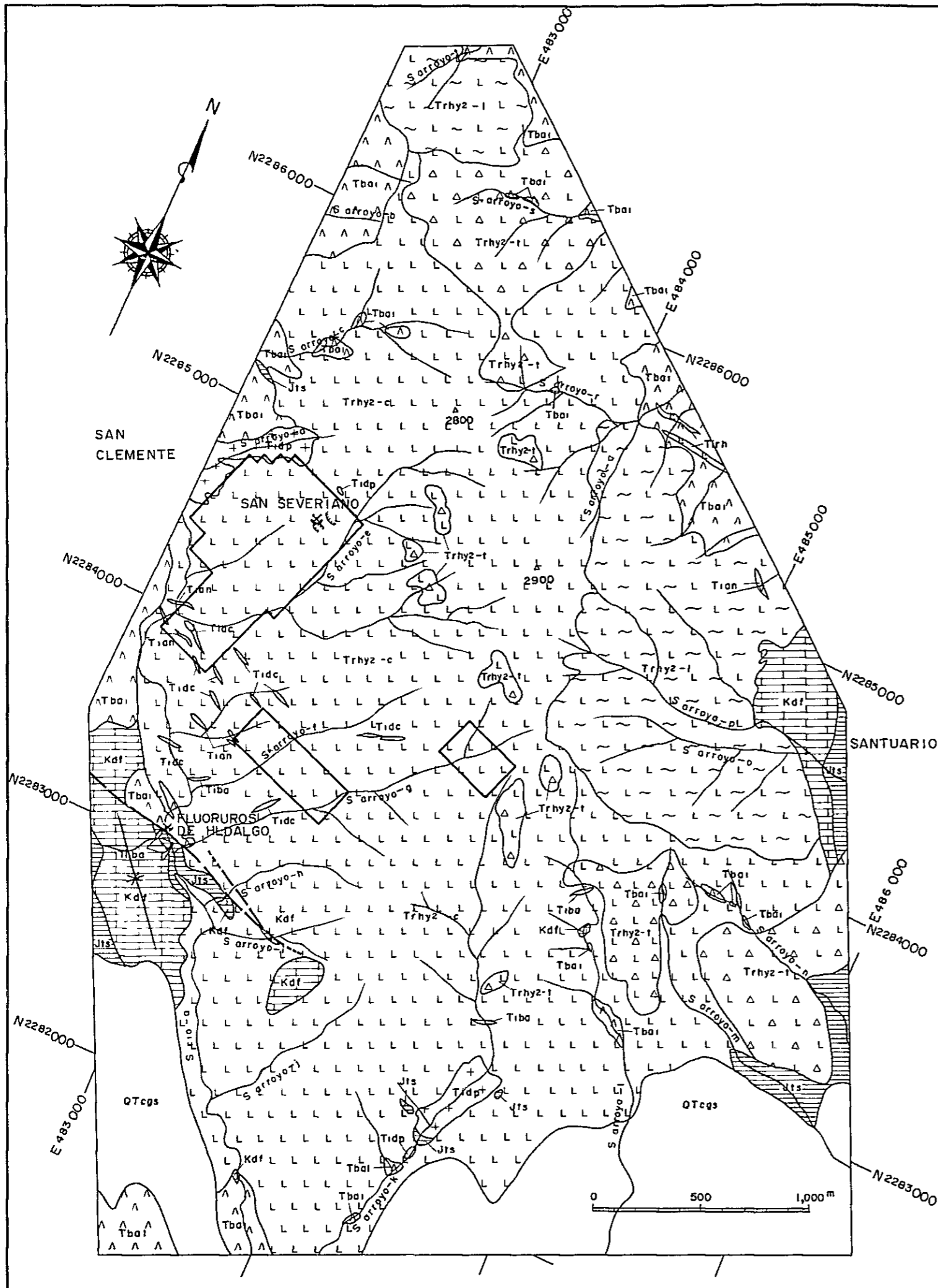
本岩類は San Clemente 山塊をとり巻く山麓周縁の、主として、沢沿いの低地に断続的に分布する。一般に、黒灰色～暗灰緑色の色調をもつ、杏仁状構造の顕著な玄武岩溶岩を主体とし、一部に、同質自破碎溶岩、同質火山角礫岩および安山岩質火山礫凝灰岩などを挟有する。

その岩質は鏡下で、短冊状斜長石 (0.5 mm 前後) が寄木状に組合い、その間を無色ガラスが充填した填間状組織が認められる。一般に破碎され、変質作用を受けた輝石や斜長石は緑泥石や方解石に置換されている。特に、自破碎溶岩及び火山角礫岩の部分で、緑泥石化作用によって暗灰緑色を呈する所が多い。

安山岩質火山礫凝灰岩は、地区北西部において玄武岩溶岩の小さな挟みとして分布する。

本岩は鏡下に、普通輝石安山岩礫、斜長石や石英の結晶片が火山ガラスに埋められた組

•

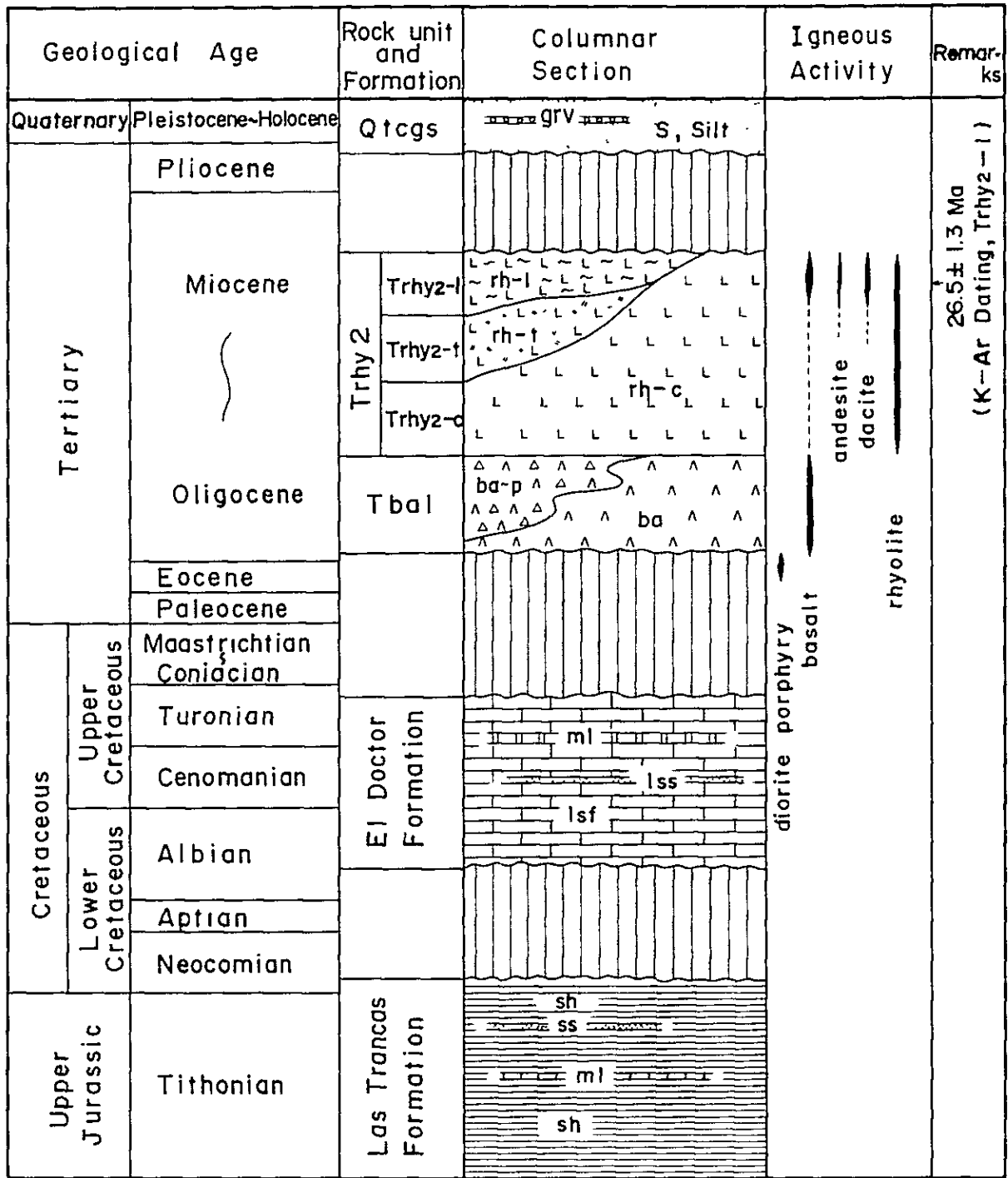


LEGEND

- | | | | |
|-------------------------|--|-----------|--|
| Quaternary | | (QTcgs) | Sand, silt and ash |
| Tertiary volcanic rocks | | (Trhy2-l) | Banded rhyolite lava |
| | | (Trhy2-t) | Rhyolitic tuff breccia |
| | | (Trhy2-c) | Compact rhyolite |
| | | (Tba1) | Basalt lava and pyroclastic rocks |
| El Doctor Formation | | (Kdf) | Alternation of limestone, marl, calcarenite, shale and black flint |
| Las Trancas Formation | | (Jts) | Alternation of shale, calcareous shale, sandstone and marl |
| Intrusive rocks | | | |
| | | (Tirh) | Rhyolite |
| | | (Tidc) | Dacite |
| | | (Tian) | Andesite |
| | | (Tiba) | Basalt and dolerite |
| | | (Tidp) | Diorite porphyry |
| | | | Synclinal axis |
| | | | Fault |
| | | | Extents of rock sampling (50m grid interval) |
| | | | Mine site |
| | | | Open pit |

Fig.2-4-1

Geological Map of the SAN CLEMENTE Area



Abbreviations

- | | | | |
|------|--------------------------|-----|------------------------------|
| grv | : gravel | ba | : basalt |
| s | : sand | lsf | : limestone with black flint |
| silt | : silt | ml | : marl |
| rh-l | : banded rhyolite | lss | : calcarenite |
| rh-t | : rhyolitic tuff breccia | ss | : sandstone |
| rh-c | : compact rhyolite | sh | : shale |
| p | : pyroclastic rocks | | |

Fig.2-4-2 Stratigraphic Column of the SAN CLEMENTE Area

織を示す。

これら玄武岩類は直接先第三系を不整合関係で被覆して分布し、ほかの第三紀火山岩類に覆われ、あるいは貫かれる。プロジェクト地域内に分布する第三紀火山岩類の中では、最も初期の活動の産物であって、その時期は漸新世初期から中期と考えられている。

流紋岩類 (Trhy 2)

地区中央部に聳える San Clemente 山塊を形成し、地区の殆どの部分を占める本岩類は、(i)流紋岩質凝灰角礫岩 (Trhy2-0), (ii)流紋岩溶岩 (Trhy2-1), (iii)緻密質流紋岩 (Trhy2-c), (iv)流紋岩岩脈 (Tirh) の4種類に分類される。そして、これらは一連の活動の産物ではあるが、それぞれの化学組成は微妙に変化しており、前後関係をもっていることを裏付けている (MMAJ and JICA, 1981)。それらの平均化学組成を Table 2-4-1 に示す。

Table 2-4-1 Average Chemical Composition and Some Metal Contents of the San Clemente Rhyolitic Rocks (after JICA and MMAJ, 1981)

Classification of rocks	SiO ₂ %	TiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	FeO* %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Remarks
Compact rhyolite (Trhy2-c)	75.77	0.09	12.85	1.11	0.12	0.16	3.47	4.28	0.57	16.06	9.98	5913	4682	average value of 22 samples
Rhyolitic tuff breccia (Trhy2-t)	74.46	0.18	12.42	1.49	0.26	0.11	0.63	7.66	0.10	6.48	6.82	3782	6227	average value of 11 samples
Banded rhyolite lava (Trhy2-1)	73.85	0.21	12.82	1.81	0.15	0.08	0.42	7.87	0.21	10.2	4.38	2838	4938	average value of 8 samples
Rhyolite dike (Tirh)	73.9	0.2	13.68	1.78	0.21	0.38	2.55	4.58	0.65	17.9	12	31.5	210	average value of 2 samples

* Total Fe as FeO

一般的に、流紋岩溶岩 (Trhy2-1) は顕著な縞状流理構造をもち、流紋岩質凝灰角礫岩 (Trhy2-t) と共に典型的な噴出岩の組織を示し、これらとは対照的に、緻密質流紋岩 (Trhy2-c) 及び岩脈 (Tirh) は、部分的に斑状・細粒完晶質であって、半深成岩相の組織を示す。そして、金及び銀の鉱化作用は、緻密質流紋岩 (Trhy2-c) 中に、特に集中する傾向をもっている。これら各相の状況はつぎのとおりである。

(1) 流紋岩溶岩 (Trhy 2-1)

本岩は、北端の山麓と東央部の山腹にかけて分布する。北端部においては、玄武岩溶岩 (Tba 1) を被覆し、流紋岩質凝灰角礫岩 (Trhy2-t) の上に、又、東央部においては、玄武岩溶岩 (Tba 1) 及び白亜系を被覆し、緻密質流紋岩 (Trhy2-c) の上に乗っている。

色調は灰～暗灰～灰赤紫～褐色など様々に変化し、縞状の流理構造が特徴的で、比較的粗しょうな外観を呈する。粘土化した斜長石結晶の顕著なもの、石英が含まれるもの、及びこれらの結晶の少ないものなど岩相変化に富む。

鏡下で、斜長石及び石英の斑状構造が観察され、半自形～自形卓状斜長石(3 mm以下)は、石英と曹長石の微晶集合に変質している。石英は1 mm前後のもので融食されている。少量であるが黒雲母(0.5 mm)もみられる。石基は淡褐色ガラスであるが、殆どの部分は脱玻璃化作用により玉髓～玉髓質石英及びクリストバル石の微晶集合になっている。又、石基には顕著な流理構造の縞が筋状に認められる。地区東央部の本岩のK-Ar絶対年代は 26.5 ± 1.3 Maである(JICA & MMAJ, 1981)。

(2) 流紋岩質角礫凝灰岩(Trhy2-t)

本岩は、北部山稜から北東山麓付近と南東部山麓付近に主に分布するほか、北西-南東に延びる主山稜付近に点々と断続して小分布する。北部山稜付近で流紋岩溶岩(Trhy2-1)におおわれるが、その他の部分では、ルーフペンダント状に緻密質流紋岩(Trhy2-c)上に乗っている。

桃褐色～赤褐色の色調を呈し、流紋岩角礫(5 cm以下)からなる本質礫と、少量の頁岩・玄武岩・珪岩などの異質礫を含む。鏡下に、流紋岩礫のほか、安山岩片やシルト岩片、石英、斜長石及び黒雲母結晶片などが褐色ガラスに埋められた組織がみられる。なお、褐色ガラスは脱玻璃化作用により、沸石、クリストバル石及び玉髓などの微晶に変わっている。

(3) 緻密質流紋岩(Trhy2-c)

本岩は調査地区の大半を占め、幅約2 km・北々西-南々東延長約4.5 kmの広がりをもって分布し、San Clemente山塊の主体をなす。

肉眼的に灰白色～灰桃色～淡褐色の色調を呈し堅硬・緻密である。そして、斑晶として石英結晶及びカリ長石結晶を特徴的にもつものが一般的であるが寡斑晶質のものもみられる。またこれらに黒雲母が含まれている部分もみられる。

鏡下では、石英及びカリ長石斑晶による斑状構造が顕著で、黒雲母や白雲母も少量ながら認められる。石英は融食されて他形を示すものが多く、カリ長石は集斑状に幾つかの結晶が組合わされ、その内部は微細な二次絹雲母に置換されており、カールスバッド双晶がしばしば観察される。又部分的に石英とカリ長石のミルメカイト様組織も観察されることもある。又、少量であるが斑晶斜長石もみられる。An₁₅₋₃₀の灰曹長石である。

石基は、大きさ0.05 mm～0.1 mmの澄んだ石英微晶を主とし、カリ長石及び斜長石を含む、微晶のモザイク状集合体からなり、細粒であるが完晶質である。

本岩は一般に均質であり、又、鉍化帯付近においても顕著な熱水変質作用は認められない。本岩は地区西部においては、下位のLas Trancas累層(Jts), El Doctor累層Kdf部層、玄武岩類(Tba1)及び閃緑斑岩類(Tidp)などを切っており、その接触部は急傾斜で、一部に被貫入岩が破碎されている。しかし、北部や南東部では本岩中に下位の地層が窓状に露出し、下位層を緩傾斜に覆っている。したがって本岩体は北端及び南東部では溶岩流とみられるが西部～南西部においては溶岩円頂丘の形をもつものと考えられる。

一方、流紋岩岩脈 (T_{1rh}) は、緻密質流紋岩 (Trhy2-c) と同様な岩相を示す。しかし、前述したように、その化学組成は若干異なり、SiO₂ 含有量がやや低く、Al₂O₃ 含有量がやや高い傾向を示す。本岩脈は、先第三系及び玄武岩類 (T_{1ba}) 中にのみ貫入しており流紋岩類の他の岩相との前後関係は明らかでない。

〔第三紀貫入岩類〕

閃緑斑岩類 (T_{1dp})

本岩類は、地区西部においては、San Severiano 鉱山西方の d 沢中に幅 150m×延長 600m の規模で露出するものと、同鉱山北方の流紋岩中に窓状に小分布する 2 岩体あり、地区南部の小規模 2 岩体とあわせて 4 ヶ所に分布する。

一般に暗灰緑色～灰褐緑色の色調を呈する細粒完晶質岩である。しかし、岩相は変化に富み、閃緑斑岩質～閃緑岩質～斜長岩質などに移り変わり、非常に不均質である。さらに、これらは強い変質作用を受けており、有色鉱物の多くは緑泥石や方解石に置換されているほか、風化作用を強く受け脆弱化し、マサ状の外観を呈する。鏡下では、卓状斜長石 (0.5mm 以下)、他形石英 (0.5mm 以下)、及び角閃石などを主とし、少量のカリ長石などが観察されるが、強い変質作用を受けて、緑泥石、方解石、ゾイサイト、緑簾石などを生じている。

このような岩類は、本地区外の西方の Pechuga 地区にも分布が認められるので、これらを同一の活動の産物とすれば、その貫入期は漸新世初期である。

玄武岩岩脈 (T_{1ba})

本岩脈は、Fluoruros de Hidalgo 鉱山付近において先第三系中に 2 岩体、さらに北方において流紋岩中に 2 岩体、又地区南部において流紋岩中に 2 岩体の貫入が認められる。

暗灰色～暗灰緑色・緻密・堅硬で、鏡下に斑状組織及び塊間状組織が認められる。斑晶は自形卓状で内部の変質した斜長石 (1.5mm 以下)、半自形の普通輝石と斜方輝石及び、ごく少量の石英などからなり、石基は新鮮な短冊状斜長石、粒状の普通輝石と少量の斜方輝石、不透明鉱物及び二次生成の蛇紋石や緑泥石からなる。

これらは、幅 10m 前後でその延長は約 100m 程度である。その貫入方向は、N70°～80°E, N20°～30°E, N50°E など、傾斜は急傾斜である。

安山岩岩脈 (T_{1an})

小規模岩脈の形態をもつ本岩は、地区南西部に 5 岩体及び地区東部に 1 岩体それぞれ認められる。地区南西部のものは緻密質流紋岩 (Trhy2-c) 中に、又地区東部のものは流紋岩溶岩 (Trhy2-1) 中にそれぞれ貫入している。

一般に、灰緑色～淡緑褐色の色調を示し、白濁した斑晶斜長石が肉眼で顕著に観察される。鏡下に、斑晶は主に斜長石からなるが、少量のカリ長石及び石英も認められる。斜長石は自形柱状で、0.5mm 前後のものを主体とする。石英は他形で一部に波動消光するものもみられる。石基は斜長石、カリ長石、石英微晶からなり、有色鉱物はすべて緑泥石および

緑簾石に置換され、その他、カリ長石及び斜長石は絹雲母化されている部分が多い。

地区南西部の5岩体は、N55°~70°Wの方向をもって貫入し、南に急傾斜する。岩脈の幅は3m~10mである。

石英安山岩岩脈 (T_{1dc})

地区南西部の安山岩岩脈分布域において、緻密質流紋岩 (Trhy2-c) 中に貫入する小規模な岩脈として11岩体が観察される。色調及び白濁した斜長石が特徴的であることは、上述の安山岩岩脈と非常に類似しているが、鏡下では、石英斑晶がやや多量である点が異なる。

しかし、分布域が同じであり、大きくみれば安山岩と類似していることから、一連の活動の産物と考えられる。

2-4-4 地質構造

既述したように、本地区の大半は流紋岩類で占められ、その周縁部に堆積岩類の小分布が認められるに過ぎない。したがって、主要な地質構造として、堆積岩類中の褶曲構造のほか、僅かの断層を挙げることにとどまる。これは当地区を含むプロジェクト地域全域が、白亜紀末期から第三紀初期（漸新世初期）にかけて、ララミー造山運動の影響下にあったため、堆積岩類中には褶曲構造の発達認められるが、漸新世後期の活動の産物である流紋岩類中には顕著な構造運動の痕跡は認められない。しかし流紋岩類の分布状況は鉍化作用との関連上重要と考えられるので、あわせて本項でまとめて述べる。

褶曲構造

地区南西部の Fluoruros de Hidalgo 鉍山南西方に分布する El Doctor 累層 Kdf 部層中に、北々西-南々東方向の軸をもつ向斜構造が認められる。この向斜構造は、San Clemente 山塊の東半部の流紋岩溶岩に覆われる El Doctor 累層中に推定される大規模向斜構造に平行するものである。

断層

地区南西部の Fluoruros de Hidalgo 鉍山付近で西北西-東南東の方向性の断層が観察される。この断層は同鉍山露天掘跡で、幅30m~40mの破砕帯をとまない、付近の岩石中には節理系の顕著な発達が認められる。

このほか、Las Trancas 累層 (Jts) 中の小褶曲構造及び流紋岩中の小断層が観察されるが、いずれも小規模である。しかし、地区南西部に集中して分布する安山岩 (T_{1an}) 及び石英安山岩岩脈 (T_{1dc}) は、西北西-東南東方向に貫入する傾向を示し、断層と同様の方向性をもっていることは興味ある事実である。

緻密質流紋岩 (Trhy2-c) と他岩体との接触関係

北々西-南々東方向に伸長する San Clemente 山塊全体を俯瞰すれば、山塊の西~南西部における本岩は他岩類と貫入関係で接し、東~南東側では堆積岩類及び玄武岩溶岩 (T_{ba1}) を被覆する。又、中央部から西部の本岩上には堆積岩類及び凝灰角礫岩 (Trhy2-t) のルーフ

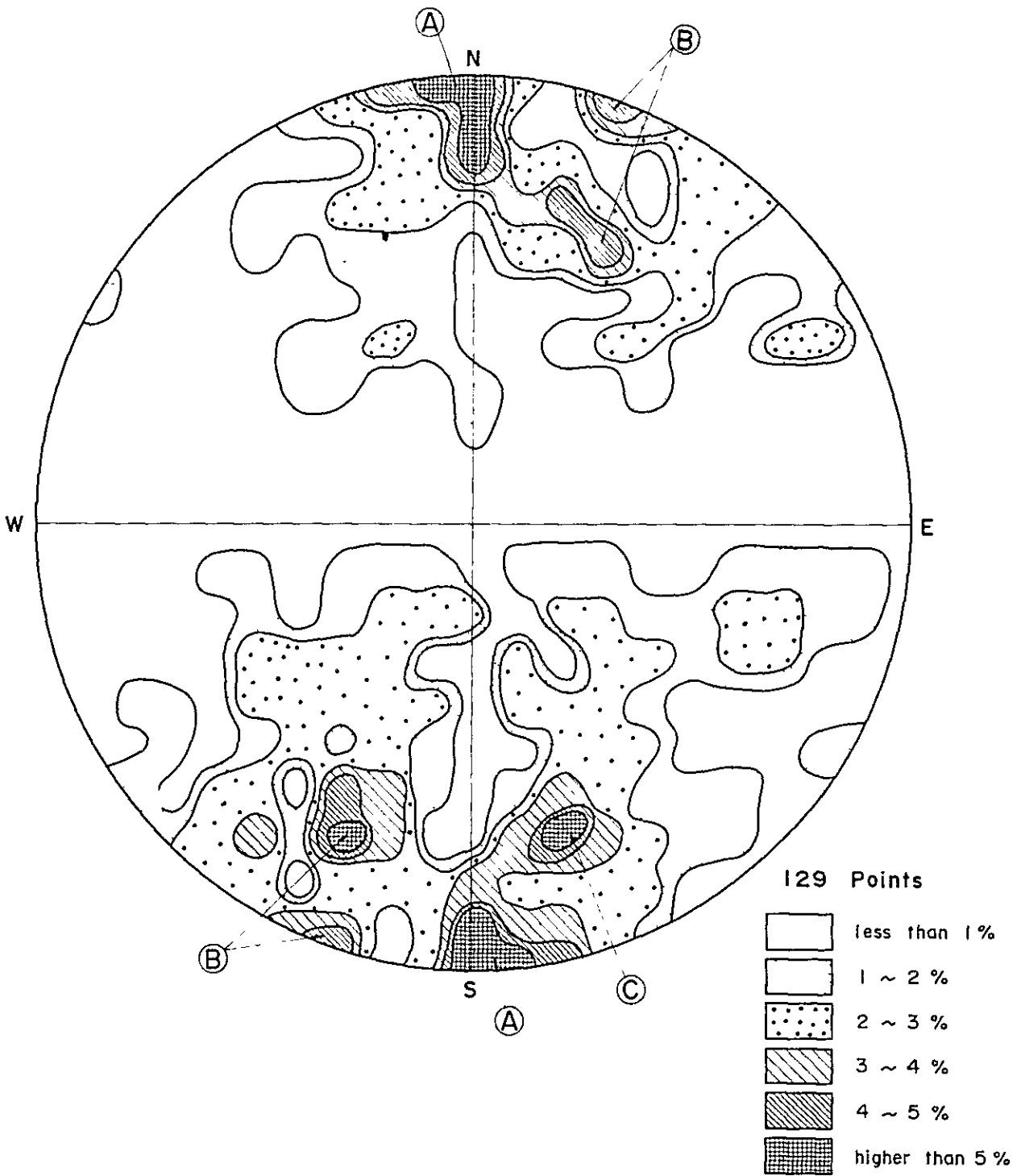


Fig.2-4-3 Fracture Pattern in the Compact Rhyolite in and around the San Severiano Mine

