

スウェーデン在米田舎労働者の地域

経済生活と労働環境の調査報告

(第2巻)

生活環境
労働環境

昭和55年7月

労働部労働政策課
労働環境調査課

615
61
111
LIBRARY

0111
0111

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2年次)

地質調査
地化学探査

昭和56年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

JICA LIBRARY



1052682[03]

國際協力事業団	
受入 月日 58418.22	615
登録No. 13470	60.1
	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55年度が第2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55年6月18日から昭和55年10月22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2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。

おわりに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ならびに外務省、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るものである。

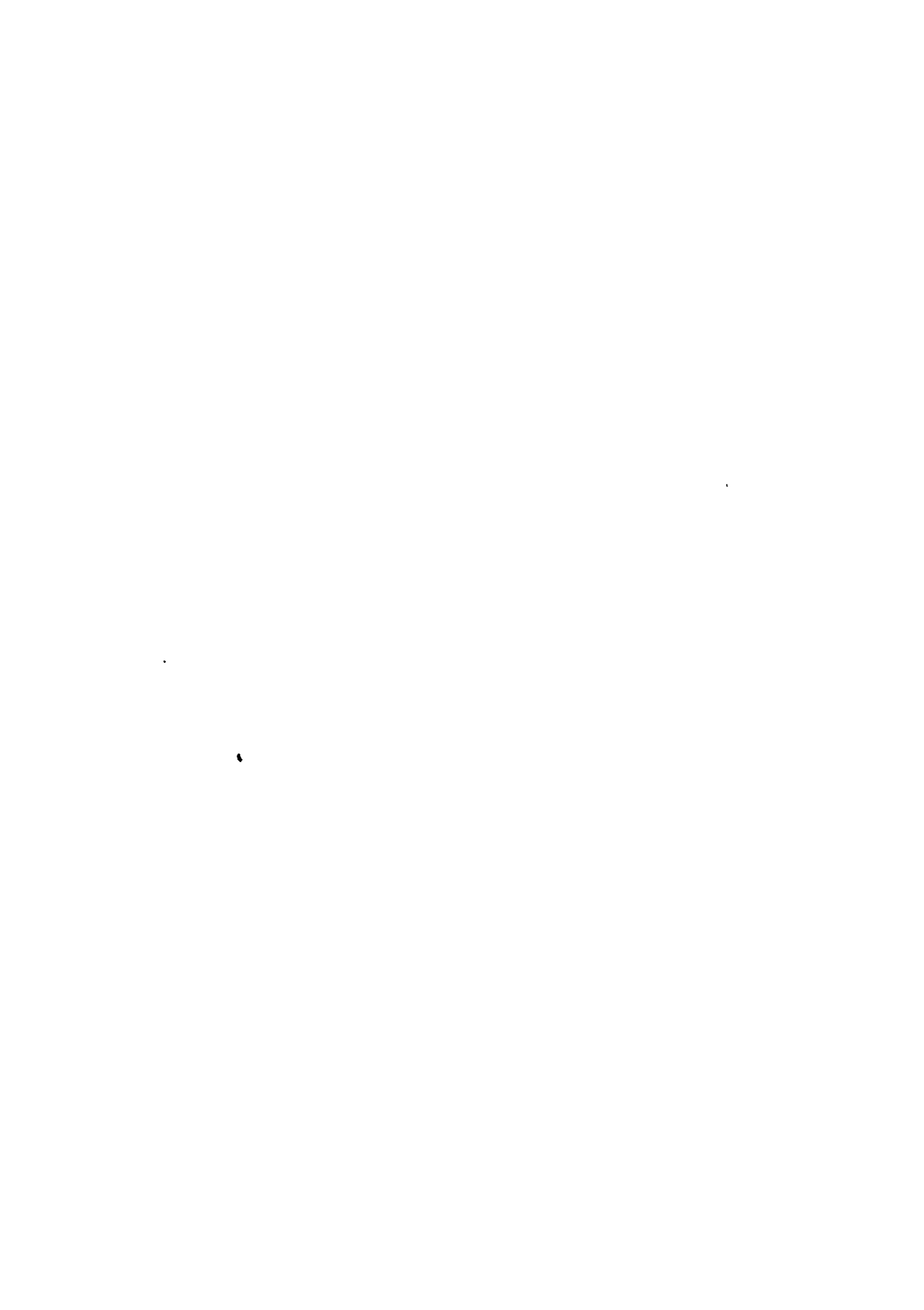
昭和56年2月

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



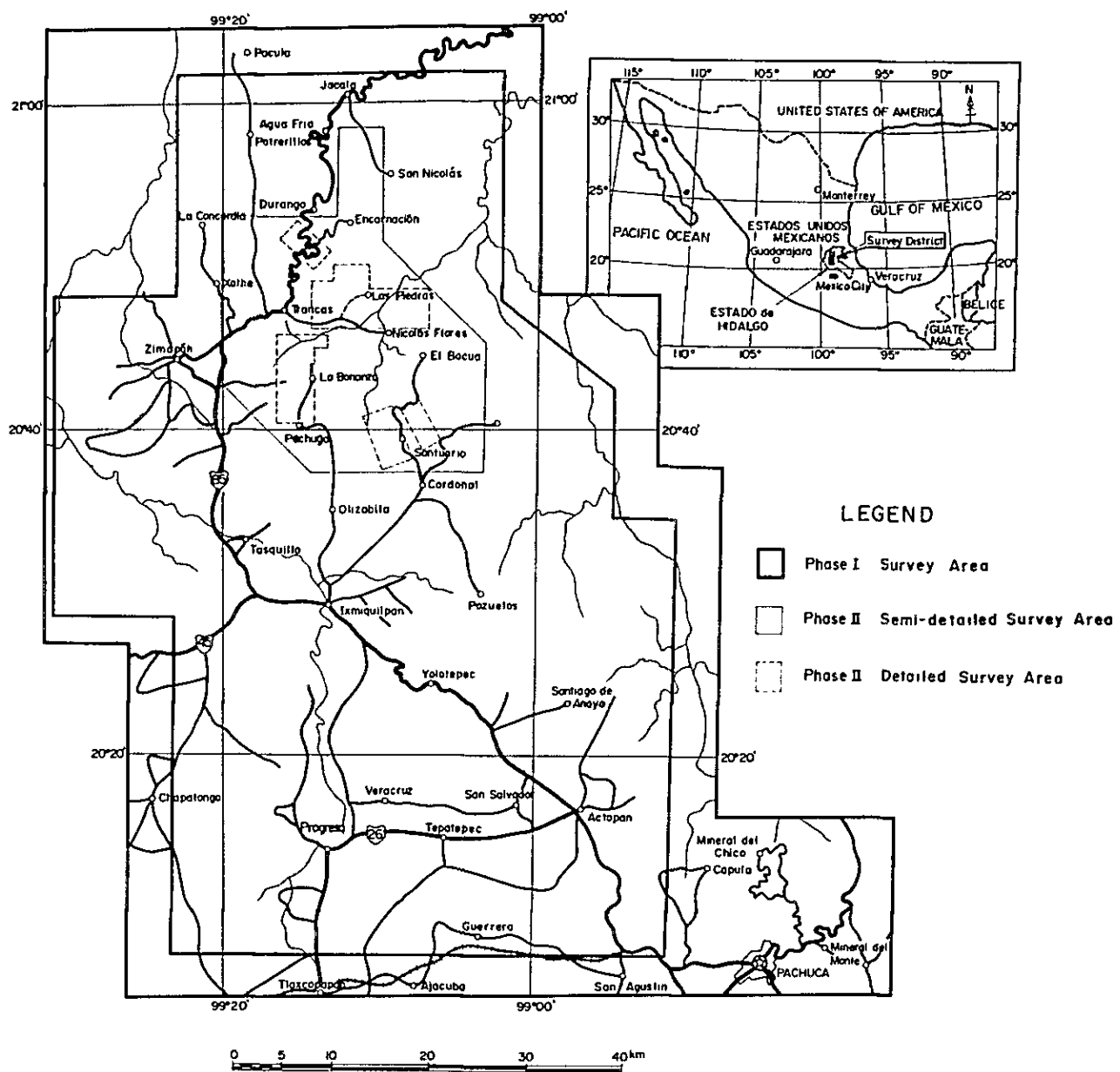


Fig. G-1 Location Map of the Survey District

要 約

メキシコ合衆国Hidalgo州Pachuca地域における本年次(Phase II)の調査は、第一年次の調査結果に基づいて、鉛床賦存の可能性が高い北部の面積750km²の地域に対して実施された。調査期間は、野外調査が昭和55年6月中旬より同年10月下旬まで、同年11月から昭和56年2月までが各種室内解析で、それらの結果を本報告書にとりまとめたものである。

初年次地域の北半部において実施された本年次の地質調査と地化学探査は、750km²の地域に対する準精査と、同地域に包含される5地区に対する精密調査からなる。準精査は全域の層序、地質構造の解明および広域的地化学探査に重点がおかれ、一方、既知鉛化帯のある5地区に対する精査は、鉛化帯の形態、規模、規制要因などを明らかにし、周辺への発展の可能性を調査することを目的として、より密度の高い地化学探査を併用して実施された。その結果の主要な点はつぎのようにまとめられる。

[全域の層序]

調査地域に分布する第三紀以前の堆積岩類は、下位より順に、ジュラ系最上部ティトン階から白亜系最下部ネオコム階に対比されるLas Trancas累層(Jtc, Jtc, Jtl 部層)、下部白亜系中部オーブ階から上部白亜系上部チューロン階に属するEl Doctor累層(Kdl, Kdf, Kds 部層)および上部白亜系最上部チューロン階からシャンパーニュ階のMendez累層(Kms)からなる。

これらの堆積岩類中には、大規模な一対の過褶曲背斜および向斜構造と多数の小褶曲構造が発達し、地質構造は著しく複雑化されている。しかし、この一対の過褶曲背斜・向斜構造は、走向NWの軸と西傾斜の軸面をもつので、地質構造は、一見、正常な層序関係を示す単斜構造状を呈するが、実際は、両軸面に挟まれた部分が逆転層序関係を示す過褶曲構造である。

昨年度調査においては、Las Trancas累層から示準化石が発見されなかった為に、同累層の堆積時期をジュラ紀まで下げることはできなかった。その為、既往調査結果と不調和な結論をださざるを得ず、この問題は本年度の調査で解決すべきものとして繰越されてきた。しかし本年度調査における大型化石および超微化石の組織的な採取・鑑定により、Las Trancas累層を上述の時代に決定することができたものである。

[第三系]

本地域の第三系は、基底礫岩と考えられるEl Morro礫岩層の小分布を除き、すべて火山岩類よりなる。これらは玄武岩、安山岩、石英安山岩および流紋岩類に分けられる。それらの中で主要なものは次のとおりである。玄武岩類の中で主要なものはTba1に属する橄欖石・輝石玄武岩溶岩で、本岩は地域西央部、中央部および南央部などに断続的に広い分布を占め、地域西央部および中央部ではEl Morro礫岩層およびジュラ系～白亜系堆積岩類を直接被覆し、一

般的に変質を受けていることから、その活動時期は漸新世初期と推定される。

安山岩類はTan 1とTan 2に分けられ、Tan 1は変質安山岩で、地域東央部において独立山塊を形成し孤立した分布を示す。本岩の活動年代はK-Ar絶対年代測定によれば、 38.1 ± 1.9 Maであって漸新世初期であるが、本岩と類似する礫がEl Morro礫岩層に含まれることから、上述のTba1玄武岩より古く、第三系中最も古い活動時期のものと考えられる。

Tan 2に属する安山岩は、その主要な分布が地域外にあって、本地域南西部にその1部が分布する新鮮な角閃石・両輝石安山岩溶岩である。

流紋岩類の中で大規模なのはTrhy 2に属するカリ流紋岩で、地区南部でTba 1に属する玄武岩を被覆してSan Clemente山塊を形成している。本岩類の活動時期は、K-Ar絶対年代測定結果によれば 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むアルカリ流紋岩であって、金の鉍化作用と密接な関係をもつものと考えられている。

これらの他に、漸新世～中新世と考えられる石英安山岩および玄武岩の小規模な活動がみられる。

〔貫入岩類〕

地域内に分布する貫入岩類の主要なものは、石英閃緑岩類(Tidi)、閃緑斑岩(Tidp)およびパーサイト花崗岩類(Tigd)の3種類に大きく分けられ、その他は火山岩類が小規模岩脈状の形態を示すものである。

石英閃緑岩類(Tidi)は不規則岩株状形態を示し、その分布は地域北部に集中し一定の方向に配列する傾向を示す。この方向性は地域内にみられる主要断層の2方向系列に調和的である。本岩類は主として石灰質岩類からなるEl Doctor累層中に貫入し、接触変成作用を与え、鉍化作用をともなっている。本岩のK-Ar絶対年代は47 Ma前後の年代を示し始新世中期に相当する。

閃緑斑岩(Tidp)はPechuga部落付近、Providencia地区などに小規模岩株～岩脈の形態をもって分布するが、被貫入岩類である石灰質岩類に鉍化作用をともなった接触変成作用を与えており、前者同様重要である。K-Ar絶対年代は 31.1 ± 1.6 Maを示し、漸新世中期の活動である。

パーサイト花崗岩は地域東央部において4岩体の分布を示す。本岩は頁岩を主体とするMendez累層中に、岩株の形態をもって貫入し、若干の接触変成作用を与えているが、注目すべき鉍化作用はみられない。

〔地化学探査〕

本年次の地化学探査は、準精査地域、およびDos de El Aguila, El Zapote, PechugaおよびProvidenciaからなる4精査地区において、Ag・Cu・Pb 3元素を指示元素とし、河川堆積物を対象とした調査と、San Clemente地区においてAu・Agを主たる指示元素とし、岩石試

料を対象とした調査からなる。

河川堆積物による調査では、熱水型鉍化帯の特徴を示すA級の異常が2地区、B級の異常が1地区、接触交代型に属する鉍化帯の特徴を示すB級の異常が2地区に、それぞれ検出された。これらの結果は、今後の調査地区の選定およびその評価の基礎資料として十分に活用された。

また、San Clemente地区における岩石試料による金鉍化帯の探査は、同地区の金鉍化帯が顕著な熱水変質帯を随伴せず、新鮮な流紋岩体中にあるのでその分布規模および流紋岩類の活動と鉍化作用の関係などを解明するために、Au, Ag, Cu, Pb, Znなどの金属成分のほかSiO₂, Al₂O₃, MgO, K₂O, Na₂Oなど主要造岩8成分の地化学的挙動を研究する目的をもって実施された。その結果、3種類に分類される流紋岩類の噴出順序およびそれらの化学組成の変化と鉍化作用が密接な関係をもつことが明らかにされた。具体的に、主要鉍化帯は、流紋岩類の中で最も後期の緻密質流紋岩中にあり、同岩中の共役節理系に支配されて分布していることが判明し、この結果、今後さらに精密な調査を継続すべき区域はSan Clemente岩体西央部であると結論された。

〔地域内の鉍床および今後の探鉍〕

地域内に観察される重要な鉍化帯は、

(1) 閃緑岩体(T₁di)の貫入によって、被貫入岩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鉍床〔Fe - Cu - (Pb - Zn - Ag - Au)型〕(代表例としてEl Zapote, Encarnacion 鉍化帯),

(2) 上記貫入岩体から離れた周辺部、または閃緑斑岩(T₁dp)貫入岩体周辺の石灰質岩類中に不規則塊状～マント状～鉍脈などの形態で胚胎する熱水型鉍床〔Pb - Ag (Zn - Au - Cu)型〕(代表例としてSanta Elena, Pechuga, Providencia 鉍化帯),

(3) 地域南部のSan Clemente山塊を形成するカリ流紋岩中にみられる熱水型金鉍床(代表例として同地区のSan Severiano 鉍山), の3型が挙げられる。

このような各種鉍化帯に対する探鉍または採掘は古くから行なわれているが、現在は中断されているものが多い。しかしこの中の幾つかは、現在も作業が継続されている。

このような地区を除外して、今後本プロジェクトによって、さらに精密調査をすすめるべき鉍化帯あるいは鉍化帯の存在が期待される地区として、(1)接触交代型鉍化帯はSan Jose del Oro 部落付近およびLas Pridras 部落の北方の閃緑岩体周辺部、(2)熱水型鉍化帯はProvidencia, El Tejocote 部落付近, Dos de El Aguila 北方およびColorado 部落付近,(3)San Clementeの金鉍化帯としては、San Clemente 流紋岩体の西半部などが挙げられる。そして地化学探査の結果を加えて、これらの地区を総合的に評価すると、El Tejocote, Providencia およびSan Clementeの3地区が最上位に位置づけられる。

目 次

は し が き	
調 査 位 置 図	
要 約	
目 次	iv
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 調査日程および調査団の編成	2
1-5 謝 辞	4
第2章 準精査地域の地質・鉱床	5
2-1 地質概要	5
2-2 層 序	9
2-2-1 最上部ジュラ系～最下部白亜系	10
2-2-2 白 亜 系	13
2-2-3 第 三 系	21
2-2-4 第 四 系	27
2-2-5 貫入岩類	28
2-3 地質構造	33
2-4 地 史	36
2-5 鉱化帯の分布	38
2-5-1 鉱化帯の概要	38
2-5-2 鉱化帯各論	41
第3章 精査地区の地質・鉱床	45
3-1 Dos de El Aguila 地区	45
3-1-1 位置・交通・地形・植生	45
3-1-2 一般地質	45
3-1-3 鉱 床	47
3-1-4 今後の探鉱	50

3-2	El Zapote 地区	51
3-2-1	位置・交通・地形・植生	51
3-2-2	一般地質	51
3-2-3	鉍床	56
3-2-4	今後の探鉍	59
3-3	Pechuga 地区	60
3-3-1	位置・交通・地形・植生	60
3-3-2	一般地質	60
3-3-3	地質構造	64
3-3-4	鉍床	65
3-3-5	今後の探鉍	69
3-4	Providencia 地区	70
3-4-1	位置・交通・地形・植生	70
3-4-2	一般地質	70
3-4-3	鉍床	72
3-4-4	今後の探鉍	73
3-5	San Clemente 地区	75
3-5-1	調査経緯	75
3-5-2	位置・交通・地形	75
3-5-3	一般地質	77
3-5-4	流紋岩類の化学組成	81
3-5-5	鉍床	84
3-5-6	今後の探鉍	91
第4章	地化学探査	92
4-1	調査概要	92
4-1-1	試料採取	92
4-1-2	分析方法	93
4-2	データ処理	93
4-2-1	データの整理・分類	93
4-2-2	母集団の分類および検討	93
4-2-3	異常値の決定	95
4-2-4	異常値の分布	95
4-3	考察	98

第 5 章 調査結果の総括および結論	100
5 - 1 調査結果の総括	100
5 - 2 結 論	101

List of Tables

Table 1-1	Kind of Works
Table 1-2	Laboratory Examinations
Table 2-1	Mineralized Zones in the Survey District
Table 2-2	Metal Contents of Ore Samples from the Encarnacion Mineralized Zone
Table 2-3	Metal Contents of Ore Samples from the La Luz Mineralized Zone
Table 3-1-1	Metal Contents of Ore Samples from the Dos de El Aguila Mining Area
Table 3-2-1	Metal Contents of Ore Samples from the El Zapote Mining Area
Table 3-3-1	Metal Contents of Ore Samples from the Santa Elena Mine, Bonanza
Table 3-3-2	Metal Contents of Ore Samples from the San Miguel Mine and Its Surrounding, Pechuga
Table 3-4-1	Metal Contents of Ore Samples from the Providencia Mining Area
Table 3-5-1	Average Chemical Composition of the San Clemente Rhyolitic Tuff Breccia
Table 3-5-2	Average Chemical Composition of the San Clemente Rhyolite Lava
Table 3-5-3	Average Chemical Composition of the San Clemente Compact Rhyolite
Table 3-5-4	Average Chemical Composition of the San Clemente Rhyolite Dike
Table 3-5-5	Chemical Compositions and Some Metal Contents of the San Clemente Rhyolitic Rocks

Table 3-5-6	Assay Result of Gold Grain from the San Severiano Mine, San Clemente
Table 3-5-7	Arithmetic Means of Au and Ag Contents of Rock Samples from the San Clemente Area
Table 3-5-8	Statistical Values of Au and Ag Contents of Rock Samples from the San Clemente Area
Table 4-1-1	Number of Geochemical Samples
Table 4-1-2	Statistical Classification of Geochemical Elements
Table 4-2	List of Geochemical Anomalies
Table 5-1	Survey Area and Method in the Next Phase

List of Illustrations

- Fig. G-1 Location Map of the Survey District
- Fig. 2-1 Geological Map of the Survey District
- Fig. 2-2 Generalized Stratigraphic Column of the Survey District
- Fig. 2-3 Schematic Geological Profiles of the Survey District
- Fig. 2-4 Schematic Stratigraphic Column of the Survey District
- Fig. 2-5 Stratigraphic Correlation of Geological Units in the
Sierra Madre Oriental
- Fig. 3-5-1 Geological Map of the San Clemente Area
- Fig. 3-5-2 Variation Diagram for the San Clemente Rhyolitic Rocks
by Their Average Chemical Compositions
- Fig. 3-5-3 K₂O-Na₂O Correlation Diagram for the San Clemente
Rhyolitic Rocks by Their Average Chemical Compositions
- Fig. 3-5-4 Secondary Electron Images and Characteristic X-ray
Images of Electrum Grains from the San Severiano Mine,
San Clemente
- Fig. 3-5-5 Cumulative Frequency Distribution of Au and Ag Contents
of Rock Samples from the San Clemente Area
- Fig. 3-5-6 Geochemical Au-anomalies of the San Clemente Area
(Rock Samples)
- Fig. 3-5-7 Geochemical Ag-anomalies of the San Clemente Area
(Rock Samples)
- Fig. 3-5-8 Geochemical Au-anomalies of the San Severiano Mining
Zone, San Clemente (Rock Samples)
- Fig. 3-5-9 Geochemical Ag-anomalies of the San Severiano Mining
Zone, San Clemente (Rock Samples)

- Fig. 3-5-10 Variation Diagram for the San Clemente Rhyolitic
 -(1) ~ (7) Rocks
- Fig. 3-5-10-(8) K₂O-Na₂O Correlation Diagram for the San Clemente
 Rhyolitic Rocks
- Fig. 3-5-11 Au-Ag, Cu, Pb and Zn Contents Diagram of the
 San Clemente Rhyolitic Rocks
- Fig. 3-5-12 Fracture Pattern in the San Clemente Rhyolitic Rocks
- Fig. 4-1-1 (Ag) Cumulative Frequency Distribution of Ag Contents of
 Stream Sediments from the Semi-Detailed Survey
 District
- Fig. 4-1-1 (Cu) Cumulative Frequency Distribution of Cu Contents of
 Stream Sediments from the Semi-Detailed Survey
 District
- Fig. 4-1-1 (Pb) Cumulative Frequency Distribution of Pb Contents
 of Stream Sediments from the Semi-Detailed Survey
 District
- Fig. 5-1 Recommendation Map

List of Attached Sheets

PL. 2-1	Geological Map of the Semi-Detailed Survey District (Northern Half)	Scale 1:25,000
PL. 2-2	Geological Map of the Semi-Detailed Survey District (Southern Half)	Scale 1:25,000
PL. 2-3	Geological Profiles of the Semi-Detailed Survey District	Scale 1:25,000
PL. 2-4	Location Map of Rock Samples for Laboratory Examination (Northern Half District)	Scale 1:25,000
PL. 2-5	Location Map of Rock Samples for Laboratory Examination (Southern Half District)	Scale 1:25,000
PL. 3-1	Detailed Geological Map of the Dos de El Aguila Area	Scale 1:10,000
PL. 3-2	Detailed Geological Map of the El Zapote Area	Scale 1:10,000
PL. 3-3	Detailed Geological Map of the Pechuga Area	Scale 1:10,000
PL. 3-4	Detailed Geological Map of the Providencia and the San Clemente Areas	Scale 1:10,000
PL. 3-5	Geological Profiles of the Dos de El Aguila and the El Zapote Areas	Scale 1:10,000
PL. 3-6	Geological Profiles of the Pechuga, the Providencia, and the San Clemente Areas	Scale 1:10,000
PL. 3-7	Geological Sketch of the Esmeralda and Dos de El Aguila Mines	Scale 1:1,000
PL. 3-8	Geological Sketch of the El Zapote Mining Area	Scale 1:4,000
PL. 3-9	Geological Sketch of the Santa Elena Mine, Bonanza	Scale 1:2,000

PL. 3-10	Geological Sketch of the San Miguel Mine, Pechuga	Scale 1:1,000
PL. 3-11	Geological Sketch of the Providencia Mine, Providencia	Scale 1:1,000
PL. 3-12	Geological Sketch of the San Severiano Mine, San Clemente	Scale 1:1,000
PL. 3-13	Geological Sketch of the Fluoruros de Hidalgo Mine, San Clemente	Scale 1:2,000
PL. 4-1	Geochemical Sample Location Map of the Survey District (Northern Half : Stream Sediments)	Scale 1:25,000
PL. 4-2	Geochemical Sample Location Map of the Survey District (Southern Half : Stream Sediments)	Scale 1:25,000
PL. 4-3	Ag, Cu, and Pb Distribution Map of the Survey District (Northern Half : Stream Sediments)	Scale 1:25,000
PL. 4-4	Ag, Cu, and Pb Distribution Map of the Survey District (Southern Half : Stream Sediments)	Scale 1:25,000
PL. 4-5	Geochemical Ag, Cu, and Pb Anomalies of the Survey District (Northern Half : Stream Sediments)	Scale 1:25,000
PL. 4-6	Geochemical Ag, Cu, and Pb Anomalies of the Survey District (Southern Half : Stream Sediments)	Scale 1:25,000
PL. 4-7	Geochemical Sample Location Map of the Dos de El Aguila Area (Stream Sediments)	Scale 1:10,000
PL. 4-8	Geochemical Sample Location Map of the El Zapote Area (Stream Sediments)	Scale 1:10,000
PL. 4-9	Geochemical Sample Location Map of the Pechuga Area (Stream Sediments)	Scale 1:10,000
PL. 4-10	Geochemical Sample Location Map of the Providencia and San Clemente Areas (Providencia--Stream Sediments; San Clemente--Rocks)	Scale 1:10,000



PL. 4-11	Ag, Cu, and Pb Distribution Map of the Dos de El Aguila Area (Stream Sediments)	Scale 1:10,000
PL. 4-12	Ag, Cu, and Pb Distribution Map of the El Zapote Area (Stream Sediments)	Scale 1:10,000
PL. 4-13	Ag, Cu, and Pb Distribution Map of the Pechuga Area (Stream Sediments)	Scale 1:10,000
PL. 4-14	Ag, Cu, and Pb Distribution Map of the Providencia Area (Stream Sediments)	Scale 1:10,000
PL. 4-15	Geochemical Ag, Cu, and Pb Anomalies of the Dos de El Aguila Area (Stream Sediments)	Scale 1:10,000
PL. 4-16	Geochemical Ag, Cu, and Pb Anomalies of the El Zapote Area (Stream Sediments)	Scale 1:10,000
PL. 4-17	Geochemical Ag, Cu, and Pb Anomalies of the Pechuga Area (Stream Sediments)	Scale 1:10,000
PL. 4-18	Geochemical Ag, Cu, and Pb Anomalies of the Providencia Area (Stream Sediments)	Scale 1:10,000
PL. 4-19	Geochemical Au Anomalies of the San Clemente Area (Rock Samples)	Scale 1:10,000
PL. 4-20	Geochemical Ag Anomalies of the San Clemente Area (Rock Samples)	Scale 1:10,000
PL. 4-21	Geochemical Anomalies of the San Clemente Area (Rock Samples)	Scale 1:10,000
PL. 4-22	Geochemical Au Anomalies of the San Severiano Mining Zone, San Clemente (Rock Samples)	Scale 1:1,000
PL. 4-23	Geochemical Ag Anomalies of the San Severiano Mining Zone, San Clemente (Rock Samples)	Scale 1:1,000
PL. 5-1	Interpretation Map	Scale 1:50,000

List of Appendices

- Abbreviations for Tables and Figures
- Apx. 1 Identified Macrofossils
- Apx. 2 Stratigraphic Correlation of the Jurassic and
Cretaceous Systems by the Identified Macrofossils and
- Apx. 3 Identified Nanofossils
- Apx. 4 Age Determination by the Identified Nanofossils
- Apx. 5 Photomicrographs and Scanning Electron Images of the
Representative Nanofossils
- Apx. 6 Whole-rock K-Ar Datings of Some Igneous Rocks
- Apx. 7 Chemical Composition and C.I.P.W. Norm of Some Igneous
Rocks
- Apx. 8 Normative Quartz-Orthoclase-(Albite+Anorthite)
Triangular Diagram of Some Igneous Rocks
- Apx. 9 Microscopic Observations of Rock Thin Sections
- Apx. 10 Photomicrographs of the Representative Rock Thin
Sections
- Apx. 11 Microscopic Observations of Ore Polished Sections
- Apx. 12 Qualitative Analysis of Minerals by Electron Probe
Microanalyzer
- Apx. 13 Quantitative Analysis of Sphalerite by Electron Probe
Microanalyzer
- Apx. 14 Photomicrographs of the Representative Ore Polished
Sections
- Apx. 15 Chemical Analysis of Ore Samples
- Apx. 16 X-ray Powder Diffractions
- Apx. 17 X-ray Powder Diffraction Charts



- Apx. 18 Analytical Results of Geochemical Samples
- Apx. 19 Major Chemical Components and Some Metal Contents
of the Rhyolitic Rocks from the San Clements Area



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年度から開始され、本年は第二年次に当たる

第一年次調査は、全域の広域的地質・地質構造の解明および地域内に分布する金属鉱床の記載などに重点がおかれて実施され、本地域における今後の調査として(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花崗閃緑岩系貫入岩に関係する接触交代型～熱水型鉄・銅・鉛・亜鉛鉱床の精密調査、(3)San Clemente付近のカリ流紋岩中の金鉱床の精密調査、などが重要であると結論された。

この結論にもとづき、本年次の調査は北部の750 km²の面積を占める地域の準精密地質調査・地化学探査と、その地域に包含される5ヶ所の鉱化帯(面積計147 km²)に対する精密地質調査・地化学探査よりなっており、引続く第三年次調査のための探鉱指標を得ることを指向した。

現地調査は日本側から5名、メキシコ鉱物資源審議局(El Consejo de Recursos Minerales…略称 CRM)から5名、計10名の地質技師によって昭和55年6月18日に開始され、同年10月22日に終了した。

地化学探査のため採取された試料のうち、河川堆積物試料はIxmiquilpan市(調査基地所在地)にあるCRMの分析所において化学分析に供された。この結果を含むすべての調査資料は日本に持ち帰られ、その後実施された各種室内試験結果と併せて検討・解析され、その結果を、昭和56年2月に本報告書にとりまとめた。

1-2 位置・交通

当初プロジェクト地域の北半部に含まれる準精密調査地域は、次の4本の線に囲まれた範囲

北限……………北緯 20° 58' 55"

南限……………北緯 20° 37' 30"

西限……………西経 99° 20' 00"

東限……………西経 99° 07' 08"

内にあり、その面積は750 km²である。精密調査対象の5ヶ所の鉱化帯はこの中に含まれている(Fig.G-1 Location Map of the Survey District 参照)。

調査地に進入する主要経路は、調査地西方において南北に縦走し、北部において調査地を北東方向に横断する国道85号線とこれより発する支線道路であるが、これらは最寄りの集落に至るまでの経路であって、それ以後は徒歩によらねばならない。特に調査地中央部から東央部にかけて車輛による進入は不可能で調査用前進キャンプの設営が必要である。

1-3 調査内容

本年次に実施された各種調査および室内試験数量を Table 1-1 および Table 2 に示した。

Table 1-1 Kind of Works

Item	Area (km ²)	Remarks
Semi-detailed geological survey with geochemical sampling in the whole district	750	489 pcs. stream sediments samples were collected for geochemical prospecting.
Detailed geological survey with geochemical sampling in the following five areas	(Total) 147
(1) Dos de El Aguila	(12.5)	462 pcs. stream sediments samples were collected for geochemical prospecting. 379 pcs. rock samples were collected for geochemical prospecting.
(2) El Zapote	(62.5)	
(3) Pechuga	(38)	
(4) Providencia	(10)	
(5) San Clemente	(24)...	

1-4 調査日程および調査団の編成

本年次調査に際し、調査計画の協定折衝および現地調査への参加者はつぎのとおりである。

(1) 協定折衝 (昭和55年5月上旬~中旬)

団長 沢谷 勝三 (金属鉱業事業団)
 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55年6月18日~昭和55年10月22日)

団長 清川 求 (住鉱コンサルタント株式会社) 全般総括
 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
 堀越 孝昌 (住鉱コンサルタント株式会社) 地質調査・地化学探査

Table 1-2 Laboratory Examinations

Type of examination	Number of sample	Remarks
Chemical analysis of ore sample	84	84 for Au and Ag, 64 for Cu, Pb, Zn, and 4 for total Fe
Chemical analysis of igneous rock	4	4 for chemical composition of rocks (13 components)
Chemical analysis of geochemical samples:		
stream sediments	946	946 for Ag, Cu and Pb
" "	239	for checking above data
rock	379	379 for Au and Ag 45 for Cu, Pb, Zn, SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , FeO, MgO, CaO, Na ₂ O and K ₂ O
"		For checking above Au and Ag values
Microscopic observation of rock thin section	148	-
Microscopic observation of polished ore section	23	-
E.P.M.A. quantitative analysis	14	-
E.P.M.A. qualitative analysis	10	-
X-ray powder diffraction	15	-
K-Ar radiometric age determination	4	-
Macrofossil determination	47	-
Nannofossil determination	244	Nannofossils were detected only from 42 samples.

メキシコ側

(1) 協定折衝

Guillermo P. Salas (メキシコ鉱物資源審議局局長)

José L. Lee Moreno (メキシコ鉱物資源審議局特別研究部部長)

Gustavo Camacho Ortega (メキシコ鉱物資源審議局特別研究部次長)

(現地調査参加者)

Panfilo Sanchez Alvarado (メキシコ鉱物資源審議局広域調査課技師, Ixmiquilpan事務所長)

Meliton Figueroa Palacios (メキシコ鉱物資源審議局広域調査課技師)

José de Jesús Rodrigues Salinas (メキシコ鉱物資源審議局広域調査課技師)

Mario Ernesto Vázquez Meneses (メキシコ鉱物資源審議局広域調査課技師)

Luis Tarcisio Arteaga Pineda (メキシコ鉱物資源審議局広域調査課技師)

1-5 謝 辞

本調査報告書をとりまとめるにあたって、鉱石研磨片による鉱物同定は鹿児島大学浦島幸世教授、白亜紀大型化石同定は工業技術院地質調査所田中啓策博士、微化石鑑定は山形大学岡田尚武助教授にそれぞれ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。

第2章 準精査地域の地質・鉱床

第2章 準精査地域の地質・鉱床

2-1 地質概要

本年度調査地域は、昨年度調査地域のほぼ北半部に相当し、地質は、ジュラ系から白亜系に対比される堆積岩類、第三系の主として火山岩類および貫入岩類、第四系などで構成される (Fig.2-1, Fig.2-2 参照)。

最上部ジュラ～最下部白亜系に属する Las Trancas 累層は、調査地域で最も古い地層であり、薄層理頁岩・シルト岩・石灰質頁岩の互層 (J1s) を主体とする。本累層には、特徴的に、暗灰緑色～灰緑色の凝灰質礫石・砂岩・凝灰岩 (J1s) が挟まれるほか、一部にレンズ状石灰岩 (J1l) が挟まれる。本累層から今次調査の際採取された大型化石の鑑定結果によれば、その堆積時期は最上部ジュラ紀のティトン期から最下部白亜紀のネオコム期に対比される。

Las Trancas 累層の上位に不整合関係で接する El Doctor 累層は、塊状石灰岩部層 (Kdl) および黒色フリント挟在石灰岩部層 (Kdf) よりなり、両部層は同時異相の関係にある。Kdl 部層は灰色～淡灰色厚層理石灰岩を主体とし、主として調査地の北部に分布する。Kdf 部層は暗灰色～灰色薄層理または中層理板状石灰岩および泥灰岩を主体とし、黒色フリントを特徴的に含む地層であり、調査地の北西部から南中部に帯状に分布している。Kdl 部層を産出する化石種からのみでは時代決定はできないが、岩相と化石種の類似性などから、中部オーブ階～下部セノマン階とされている El Doctor 累層 (Segerstrom, 1962) に対比される。また Kdf 部層から産出する超微化石と大型化石の鑑定結果によれば、その堆積時期は中期オーブ期から後期チューロン期まで延長する可能性が大きい。したがって Kdl 部層と Kdf 部層との堆積時期はほぼ同時期で、両者は同時異相の関係にあると考えられる。本累層と下位の Las Trancas 累層との関係は、したがって不整合関係になるが、一見整合的に接している。

El Doctor 累層の上位に接する Mendez 累層は、全般に千枚岩質頁岩の厚層と中層理の石灰質頁岩・泥灰岩の互層を主体としており、調査地の東部で広い分布を示す。本層から産する超微化石および大型化石の鑑定結果によれば、本累層の堆積時期は後期チューロン期からシャンパーニュ期と推定される。本累層は Segerstrom (1962) による Soyatal 累層とその上位の Mendez 累層に対比される。本累層と下位の El Doctor 累層とは一部整合、一部不整合の関係にある。

第三系最下部の El Morro 累層 (Tcg) は調査地域南西部の山腹や沢沿いに小分布し、礫岩からなる。主として白亜系堆積岩類の角礫からなるが、少量の安山岩やチャートなどの角礫も含む。本累層の堆積時期は第三紀始新世末期～漸新世初期と推定されている。本累層は Simons and Mapes (1956) の El Morro fanglomerate に対比される。

〔 第三系火山岩類 〕

(1) 変質安山岩類 (Tan1) : 本岩類は安山岩溶岩, 安山岩質凝灰岩・火山礫凝灰岩などからなり, 全般に変質作用を強く受けている。本岩類は調査地東央部の Nicolas Flores 部落東方に独立山塊を形成して分布する。本岩の活動時期は前年度調査結果(JICA and MMAJ, 1980)によれば始新世と考えられ, 第三系噴出岩類で最も古いと考えられる。

(2) 玄武岩類 (Tba1) : 玄武岩溶岩および同質火山角礫岩からなり, 調査地西部, 南西部, 南部などに分布する。玄武岩溶岩は流理構造と杏仁状構造を有し, 玄武岩質火山角礫岩は溶岩流と同質の玄武岩礫を含み, 基質は固結度の悪い玄武岩質火山灰と小岩片である。本岩類は地区により変質を受けており, 緑泥岩や沸石を生じている部分もみられる。本岩類は第三系最下部の El Morro 累層 (Tcg) を調和的に被覆している。

(3) 流紋岩類 (Trhy 0) : 本岩は玄武岩類 (Tba1) の比較的下位に挟まれて分布しており, 主として流紋岩質凝灰岩からなる。

(4) 安山岩類 (Tan2) : 本岩類は調査地南西部に分布し, 紫蘇輝石・普通輝石・角閃石安山岩溶岩を主体とし, 一部に同質火山角礫岩を伴う。本岩類は玄武岩類 (Tba1) を調和的に被覆している。本岩類の活動時期は漸新世末期と推定される。

(5) 流紋岩類 (Trhy 1) および玄武岩溶岩 (Tba 2) : 調査地の南西部で安山岩類 (Tan 2) に挟まれて小規模に分布する。

(6) 流紋岩類 (Trhy 2) : 本岩類は調査地南央部 (San Clemente 地区) で, 東西 2.5 km, 南北 5 km の広がりをもつて分布する。本岩類は緻密質流紋岩, 流理構造の発達した流紋岩溶岩, 流紋岩質凝灰角礫岩～火山礫凝灰岩などからなる。本岩類は部分的に金鉱床を胚胎しており, 今次調査の主題の一つであった。金の鉱化作用は, 流紋岩類の活動と密接な関係があり, その化学組成および裂か系に規制されていることが明らかになった。なお, 本岩類の活動時期は K-Ar 絶対年代測定結果によれば, 26.5 ± 1.3 Ma で, 漸新世末期である。

(7) 石英安山岩類 (Tda) : 調査地中央部 Taxhai 部落南東方約 3.5 km 付近および調査地南東部の Tedra 部落付近に分布する。本岩類は角閃石石英安山岩溶岩を主体とし, 一部で同質火山角礫岩および凝灰角礫岩を伴う非変質岩である。本類岩の活動時期は明らかでない。

(8) 玄武岩 (Tba 3) : 本岩は調査地西部で台地を形成して分布する両輝石玄武岩である。本岩の活動時期は明らかでないが, 当地域の第三系火山岩類中で最も新しいものと推定される。

〔 貫入岩類 〕

当地域の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) および流紋岩 (Tirh) などである。

(1) 閃緑岩類 (Tidi) : 本岩類は調査地地域北部で岩株状の貫入岩として多数分布する。本岩類は鏡下で, 斜長石, 石英, 角閃石, 黒雲母, 金紅石, 燐灰石, チタン石および磁鉄鉱などから構成

され、石英モンゾニ閃緑岩に相当する。本岩類は白亜系に貫入して熱変成作用を与えており、当地域の高温交代型ないし熱水型鉱化作用と密接な関係を持ち、El Zapote, Encarnacion, Dos de El Aguilaなどの諸鉱化帯を形成している。本岩体の貫入時期は、K-Ar絶対年代測定結果によれば $40.5 \pm 2.0 \text{ Ma}$ ~ $50.9 \pm 2.5 \text{ Ma}$ で、始新世初期～後期である。

(2) 閃緑斑岩類 (Tidp) : 本岩類はPechuga 鉱山付近のジュラ系に貫入しており、鏡下に、斑状結晶は斜長石(1cm以下)で、石基部は斜長石、石英、角閃石、黒雲母などである。本岩は全般に変質作用を受けており、緑簾石やゾイサイトの細脈などを生じている。Pechuga 鉱山の鉱化帯は本岩の貫入と密接に関係している。本岩類の貫入時期は、K-Ar絶対年代測定結果によれば $31.1 \pm 1.6 \text{ Ma}$ で、漸新世を示している。しかし本岩は変質しており、貫入時期は漸新世より古くなる可能性がある。

(3) パーサイト花崗岩類 (Tigd) : 本岩類は調査地の東部で白亜系の頁岩層に貫入している。パーサイト花崗岩は、鏡下で、完晶質等粒状組織を示し、構成鉱物はパーサイト、石英、ヘスティングス角閃石、褐色角閃石、斜長石、褐簾石および青閃石などを含み、一般に、アルカリ質である。このほか本岩類には石英モンゾニ岩質～石英閃緑岩質などの部分も含まれ、岩相変化に富むが、全般的に、パーサイトを含むカリ長石に富む特性がある。本岩類は周辺部の白亜系に接触変成作用を与えているが、金属鉱物の濃集は認められない。本岩のK-Ar絶対年代測定結果は $23.2 \pm 1.2 \text{ Ma}$ を示した。しかし本岩類は変質していること、安山岩類 (Tan 1) に覆われることなどから判断して、その貫入時期は始新世まで下がる可能性がある。

(4) 玄武岩 (Tiba), 安山岩 (Tian), 流紋岩 (Tirh) : これらの岩脈類は、ジュラ系および白亜系の堆積岩類中に岩脈状またはシル状に小規模に多数貫入している。

[地質構造]

調査地域の地質構造に最も大きな影響を与えた構造運動は、ララミー造山運動であって、その結果として烈しい褶曲構造と断層構造などが観察される (Fig. 2-1, 2-3 参照)。

褶曲構造の中で大きなものは、Las Trancas 累層の分布域のほぼ中央に推定される過褶曲背斜構造および白亜系のMendez 累層の分布域に推定される過褶曲向斜構造であり、この両過褶曲構造によって当地域の地質構造は大きく特徴づけられる (Fig. 2-3 参照)。すなわち過褶曲背斜軸と過褶曲向斜軸に挟まれて分布するLas Trancas 累層、El Doctor 累層およびMendez 累層の層序関係は、逆転した西落しの単斜構造を示している。このほか当地域には背斜および向斜構造が多数認められるが、比較的大きなものは、調査地西部の背斜・向斜構造の繰り返し、南部のEl Doctor 累層の過褶曲背斜および向斜構造による西側への張り出しなどがある。

断層構造にはNW-SE系断層とNNE-SSW系断層の二系統がある。NW-SE系断層は、調査地東部で、El Doctor 累層とMendez 累層の境界に沿っており、落差の大きい断層と考え

られる。このほか Las Piedras 部落付近に同系の断層が認められる。NNE-SSW系の断層は、Durango 部落付近から Las Trancas 部落付近にかけて連続し、ジュラ系および白亜系の地層を切る胴切り断層である。

当地域の貫入岩類のうち、閃緑岩類 (Tidi), 閃緑斑岩類 (Tidp), パーサイト花崗岩類 (Tigd) などはほぼ直線上に配列し、その方向は NNE-SSW系および NW-SE系の2系統に分けられる。この方向性は当地域の断層系統と似ており、当地域の基盤の構造を反映しているものと考えられる。

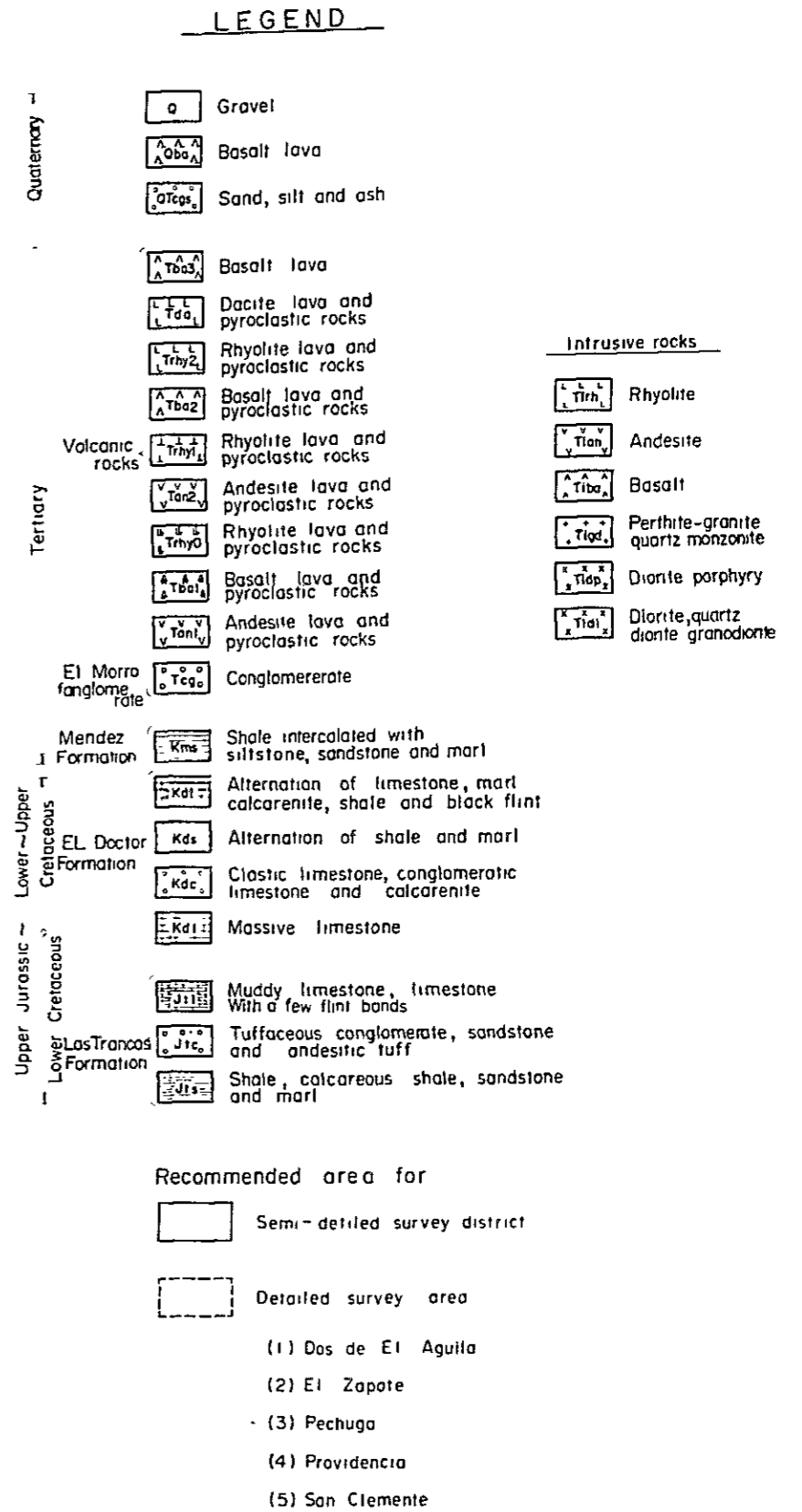
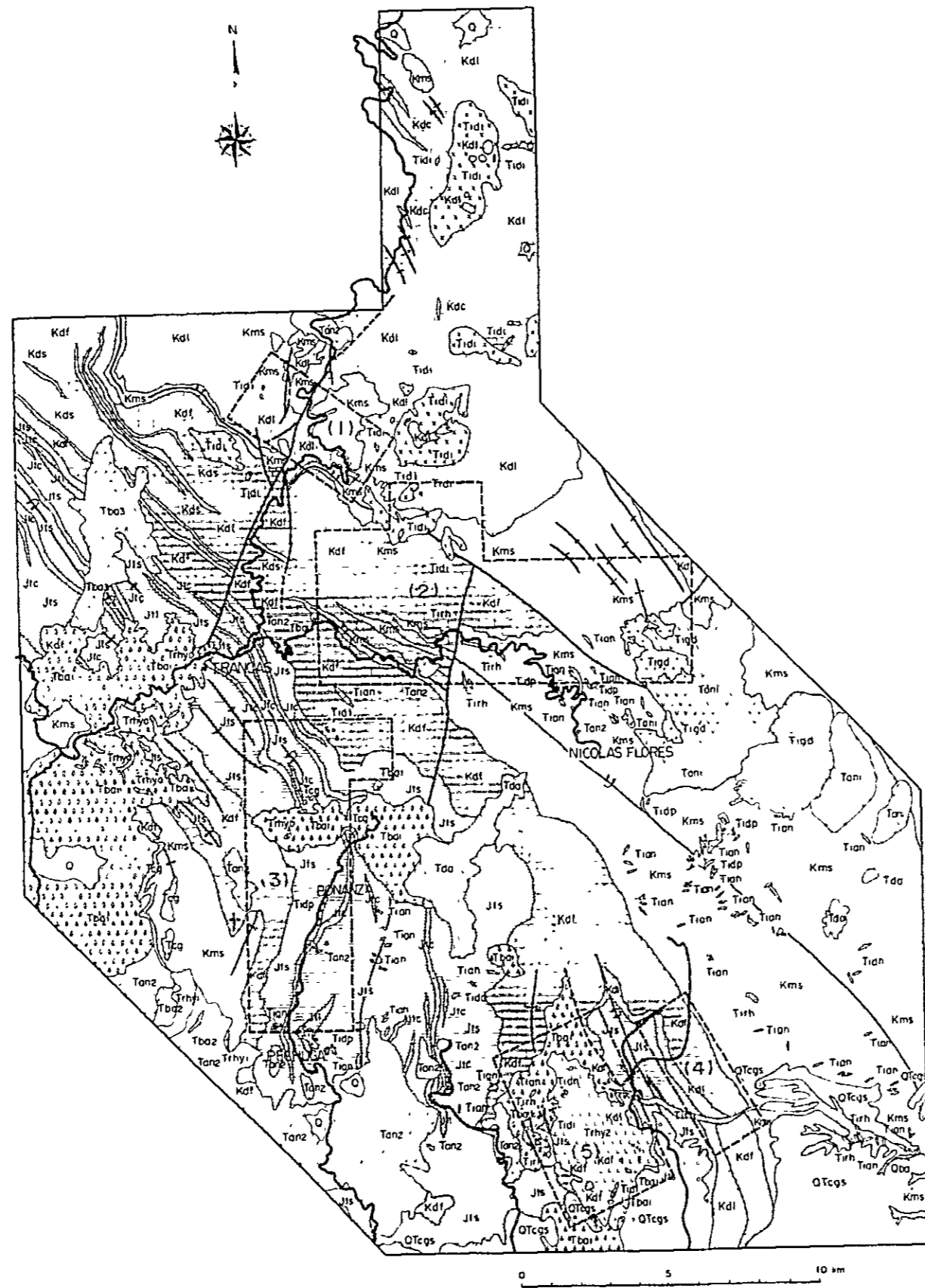
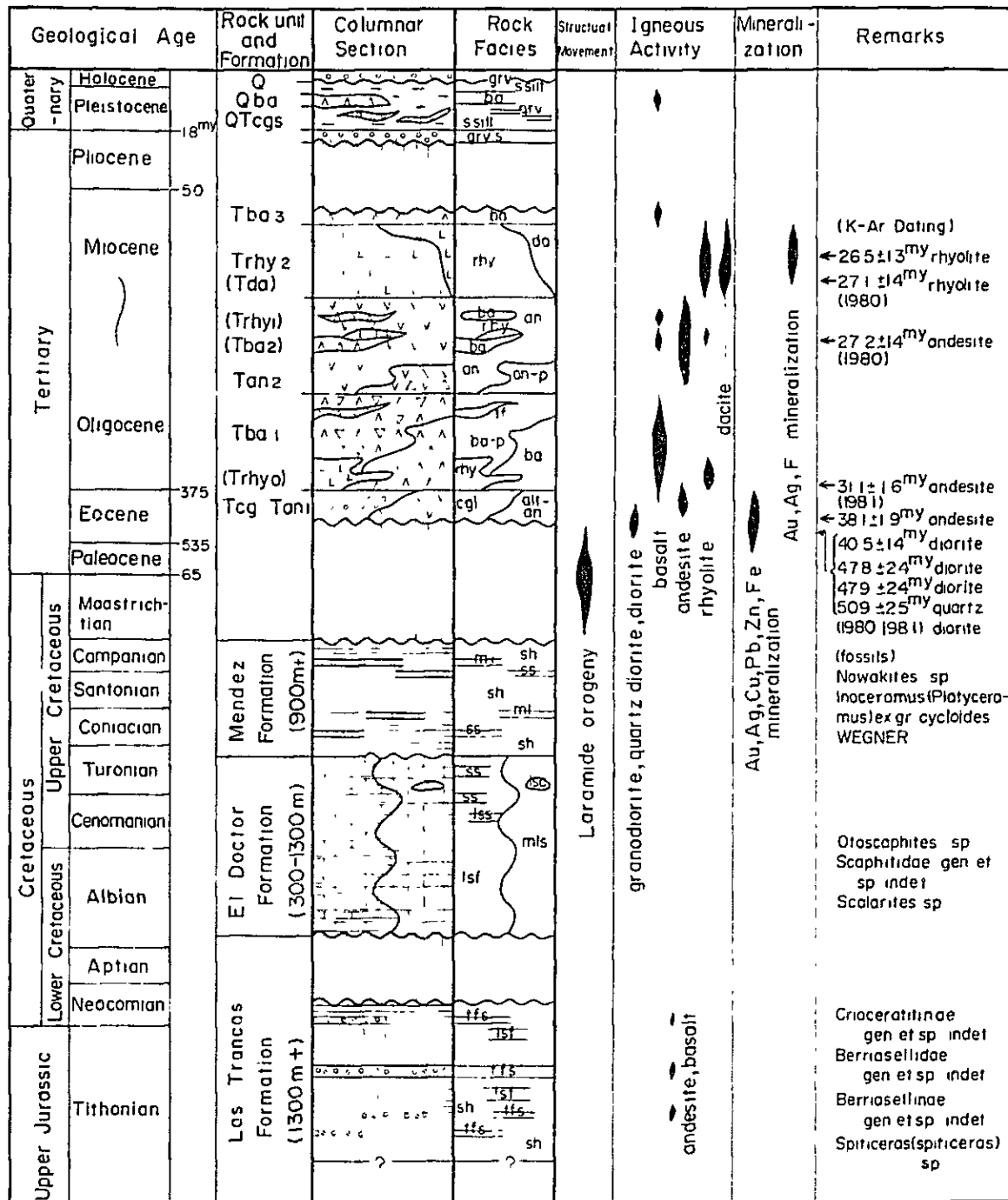


Fig. 2-1 Geological Map of the Survey District

Fig.2-2 Generalized Stratigraphic Column of the 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	lfs	tuffaceous sandstone, conglomerate, tuff
cgl	conglomerate		

Fig. 2-3 Schematic Geological Profiles of the Survey District

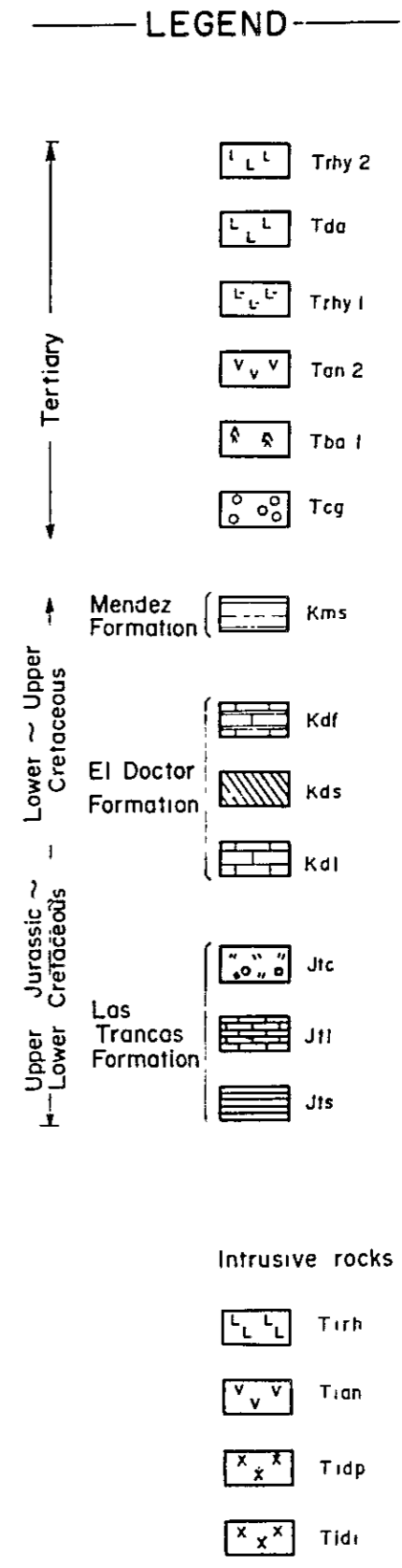
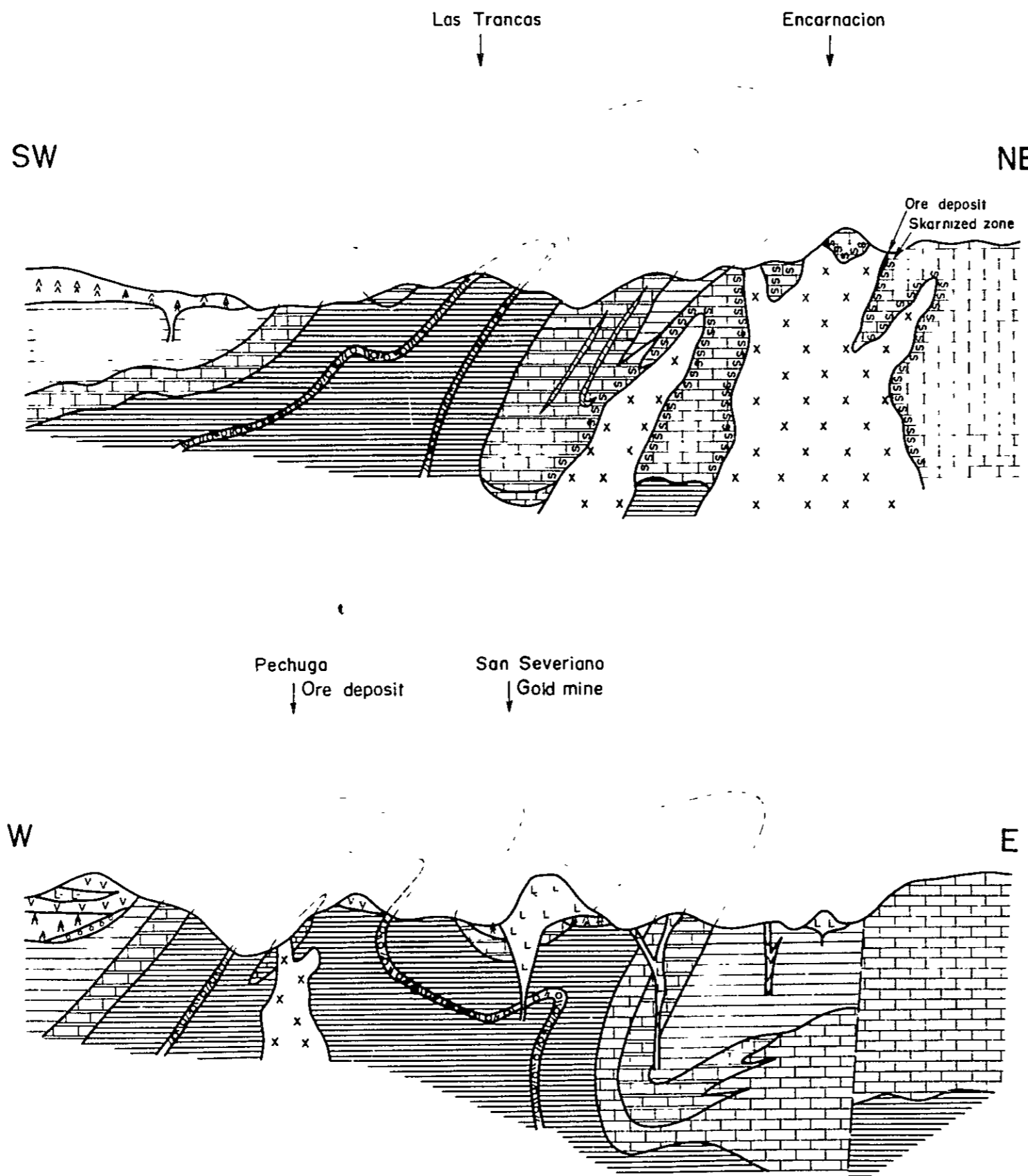


Fig. 2-4 Schematic Stratigraphic Column of the Survey District

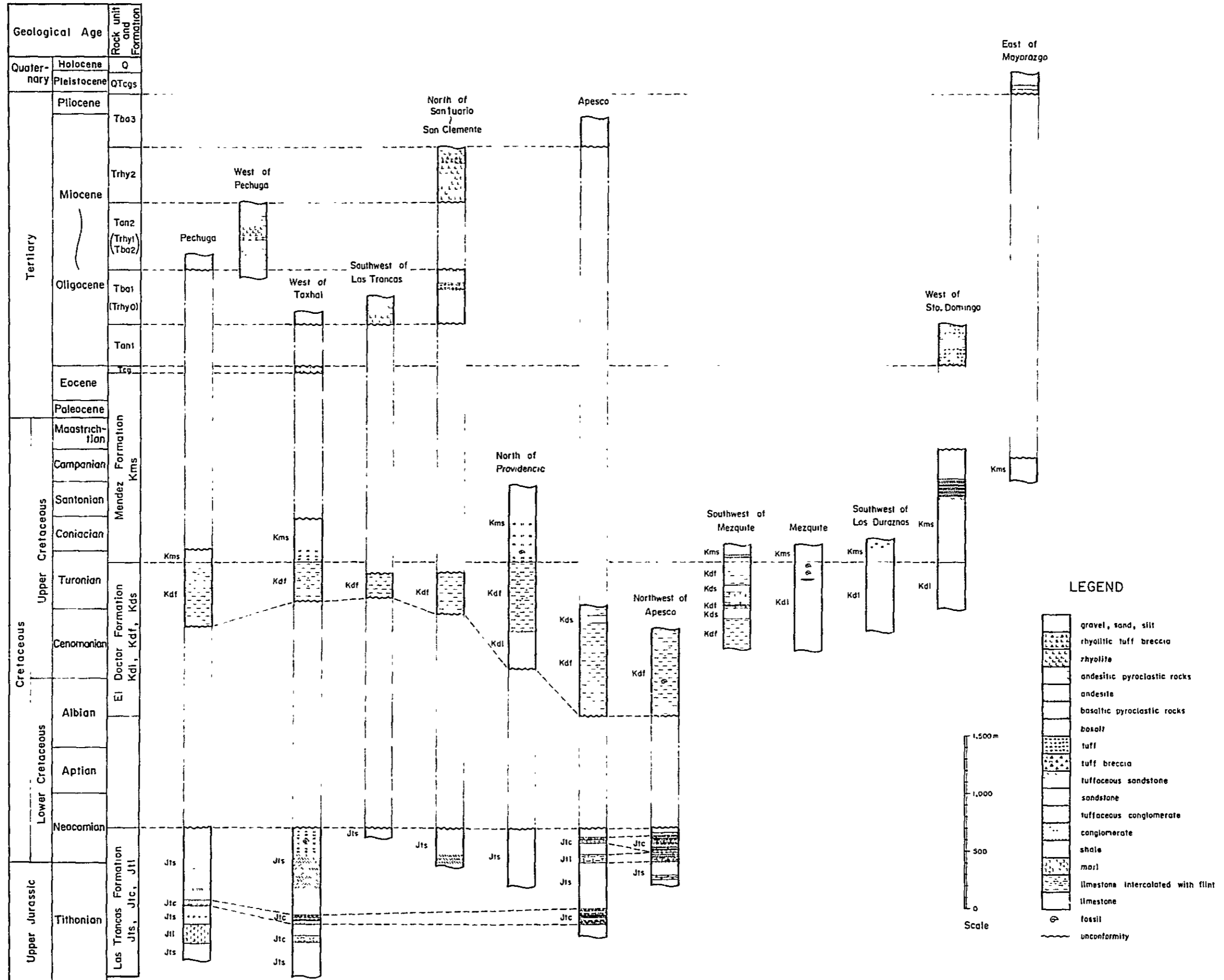


Fig. 2-5 Stratigraphic Correlation of Geological Units in the Sierra Madre Oriental

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 & Mages, 1957)	South-central Hidalgo and northeastern Mexico (Sagerstrom, 1962)	Bonanza-Pachuga area, Hidalgo (Chaires Blanco, 1978)	Cardonal area, Hidalgo (Casarrubas Jimenes, 1973)	Pachuca-Zimapan area, Hidalgo (JICA B MMAJ, 1981)	Pachuca-Real del Monte area, Hidalgo (Geyne et al., 1963)	Central and northern Mexico (Fries, 1956)	
Quaternary	Holocene					Alluvium Terrace deposits	Clastic deposits,	Alluvium		Q Qbo	Alluvium, basalt, and Guajalate trachyte	Chichinautzin basalt series	
	Pleistocene				Alluvium	Zimapan fanglomerate Dasi fanglomerate	caliche, and basalt		Alluvium	QTegs			
Neogene	Pliocene						Tarango and Atotonilco El Grande fms		Tarango fm		San Juan group Tarango and Atotonilco El Grande fms	Guernavaca fm	
					Volcanic rocks (basalt and rhyolite)		San Juan group Jalpon andesite	Intrusive rocks (quartz diorite, latite porphyry)	Don Guiryo tuff			Zumate fm	
							Don Guiryo tuffs, Zumate and Tezuantla fms			Viscaina fm		Tezuantla fm	
Miocene						Los Espinas volcanic rocks		Extrusive rocks and tuff (andesitic, rhyolitic)	Rhyolitic porphyry	Tbas	Cerezo fm Viscaina fm Santo Gertrudes fm Real del Monte fm	Zempoala andesite series and Tepoztlán fm	
					Intrusive rock (granodiorite)		Pachuca group			Trhyz	Pachuca fm		
Paleogene	Oligocene						El Morro fanglomerate			Tanz	Corteza fm	Tizapalapa rhyolite series	
						Extrusive rock (trachyandesite)				Tbas	Santiago fm		
										Trhyo	El Morro group	Balsas clastic group	
Eocene									El Morro fm	El Morro fm			
										Tan			
Paleocene													
Upper Cretaceous	Maestrichtian	Cardenas fm											
	Campanian	Mendez shale	Mendez shale	Not identified			Thin alternation of gray calcareous shale and grayish white limestone	Mexcala fm					
	Santonian		San Felipe fm							Mendez fm	Mendez fm	Mexcala fm	
	Coniacian	Tampeso limestone						Soyatal fm					
	Turonian		Agua Nueva fm		Not identified	Soyatal fm			Soyatal fm	Soyatal fm	Soyatal fm	Cuautla fm	
	Senomanian	Agua Nueva fm		Limestone, thick-bedded, contains many rudistids							El Doctor fm		
Lower Cretaceous	Albian		Tamaulipas limestone	Limestone				El Doctor limestone	El Doctor fm	El Abra fm	Cuesta del Cura fm	El Doctor fm	Morelos fm
				Rudistid limestone		El Doctor fm	Tamaulipas fm	Gray thin-bedded limestone intercalating calcareous sandy shale and chert nodules or lens					
	Aptian	Not identified	Limestone, marl, and shale		Otates beds								
	Barremian		Limestone, compact							Lower Tamaulipas fm			
	Maastrichtian			Not identified									
	Wangianian		Marl and shale			Upper Pimienta fm				Santuaria fm	Santuaria fm	Las Trancas fm	Xochicalco fm
Upper Jurassic	Portlandian	Pimienta fm	Pimienta fm		Lower 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		Huizachal F		Taman fm								

2-2 層 序

調査地域の地質は、ジュラ系から白亜系に対比される堆積岩類、第三紀の主として火山岩類および貫入岩類と第四系からなる (Fig. 2-1, 2-2, PL. 2-1, 2-2 参照)。

本地域に分布する白亜系およびそれ以前とされる堆積岩類中には、第三紀初期のララミ造山運動の影響と考えられる過褶曲、層内褶曲、小褶曲および折りたたみ構造などの発達が顕著に認められる。その上、産出する大型化石に乏しく、その保存が悪いことおよび岩相が相互に類似する地層があり、また、褶曲軸の方向がNW-SE系で、その軸面の傾斜が一樣にSW系であって、一見正常な単斜構造を示すことから、その実際の構造や層序関係を推定することは非常に困難な状況にある。

既往調査 (Seegerstrom, 1962) によれば、調査地域北西部の Las Trancas 部落付近に分布する、薄層理の頁岩を主体とし泥灰岩および細粒砂岩を挟む地層は上部ジュラ系とされ、Las Trancas 累層と命名される最も下位の地層であった。しかしながら昨年度の調査の際、前述の調査者によって指摘されたジュラ紀化石の産地を綿密に調べたが、そのような化石は発見されず、さらに、Las Trancas 層より下位にあると思われる石灰岩累層から白亜紀を示準する化石を産したので、昨年度報告書では、この問題を本年度に解決すべき未解決の問題として繰越したものである。

本年度の調査はこのような問題を解決するため、大型化石の鑑定のほか、石灰質泥岩に含まれる超微化石試料を併せて採取し鑑定を行なった。

その結果、Las Trancas 累層から、最末期ジュラ紀ティトン期から最初期白亜紀を示す、*Spiticeras* sp. 化石が発見され、当地域で最も古い地層であることが確認された。超微化石については、Las Trancas 累層から 113 試料、その他の地層から 135 試料の計 248 試料が採取され鑑定に供された。しかし、Las Trancas 累層の試料からは一つも超微化石が検出されないにも拘わらず、その上位の白亜系堆積岩類からの試料には多く含まれている事実が判明した。このことは間接的に、Las Trancas 累層の堆積時期が最も古く、続成作用による方解石結晶の成長によって同化石が破壊され消失したことを示していると考えられる。

このような本年度調査で得られた新しい知見にもとづいて、層序を以下に述べる。

2-2-1 最上部ジュラ系～最下部白亜系

Las Trancas 累層

本累層は調査地に分布する堆積岩類中最も古い地層で、岩相上、Jts（頁岩・石灰質岩・砂岩および泥灰岩の互層）、Jtc（凝灰質礫岩・凝灰質砂岩および安山岩質凝灰岩の互層）およびJtl（泥質石灰岩および含フリント石灰岩層）の3部層に分けられる。しかし本累層の主体を占めるものはJts部層であり、Jtc部層とJtl部層はJts部層の挟在層である。

〔分布〕

本累層は調査地の北西部から南西部にかけて帯状に連続した分布を示す。具体的に、調査地北西部のApesco部落付近を流れる沢沿いに、上流から部落付近にかけて約5km連続して分布する。本層の南東への連続は国道85号線沿いのLas Trancas部落付近に、さらに南東のTaxhai部落の北側を北東に流れるBarranca Seca川沿いに露出し、ここでの分布幅は約3.5kmである。本累層はさらに南側に広い分布を示し、Bonanza部落付近では東西約8kmの分布幅で調査地南西部に連続する。

調査地南央部のSantuario部落付近の本累層は分布幅約2kmで北西-南東方向に約5km延長分布している。

本累層に挟まれるJtc部層は二層準の連続が良く、他はこれらにほぼ平行して小分布する。Jtc部層の露出はApesco部落の南西0.75km、1.3km付近および部落の北東0.7km付近の沢中、Las Trancas部落の北東0.7km付近のNicolas Flores部落に通ずる道路沿い、Taxhai部落のN70°W方向に約1.5km地点および約3km地点のBarranca Seca川沿い、Bonanza部落のN30°E方向に2.5km地点の沢沿いなどで観察される。Jtl部層はApesco部落北東0.4km付近およびこの北西約4.5km付近に分布するほか、Pechuga鉞山付近、Lagunita部落の東方約2.5km付近などでレンズ状に分布している。

〔岩相・岩質〕

本累層の主体をなすJts部層は、全般に灰色～褐灰色を示す薄層理頁岩・シルト岩・石灰質頁岩および暗灰色～灰色の中層理泥灰岩・砂岩などの互層からなる。しかし部分的に若干の岩相変化も認められる。

調査地北西部から南東方向にTaxhai部落まで連続する本累層は、灰色～褐灰色薄層理頁岩と暗灰色～灰色薄層理石灰質頁岩や泥灰岩の互層からなり、一部で中層理砂岩を挟有する。Apesco部落の南西2.5kmから3.0km付近の沢沿いで、本累層には灰色薄層理(15cm以下)の砂岩層が多数挟まれ、また約2km付近では赤色～赤褐色薄板状頁岩層が挟まれる。国道85号線沿いのLas Trancas部落付近では、淡褐色～灰色薄層理千枚岩質頁岩・シルト岩の互層にまれに薄層理石灰岩が挟まれる。またこの部落北方約2km付近の沢では、薄層理板状の黒色～暗灰色石灰質頁岩と砂岩の互層を主体とする。

Bonanza 部落から Pechuga 部落にかけての本果層は、灰色～褐灰色薄層理頁岩と薄層理～中層理砂岩・シルト岩の互層を主体とし、これに中層理泥灰岩・石灰質頁岩が挟まれるが、北東部に比べて全般に砂質である。

Jtc 部層は暗灰緑色～灰緑色の色調を呈する凝灰質礫岩・砂岩および緑色～淡緑色の安山岩質凝灰岩の互層からなる。凝灰質礫岩は礫としてシルト岩・安山岩・細粒閃緑岩・細粒砂岩などの垂角礫（直径 0.5cm～1cm）とまれにレンズ状黒色頁岩礫（長さ 10cm 以下）を含む。基質部は黒色～暗灰緑色のガラス質凝灰岩で、凝灰質部はモンモリロン石様粘土に変質している。凝灰質砂岩は、礫岩に含まれる岩石の破片と石英・斜長石・不透明鉱物などの鉱物破片を含み、基質は礫岩と同様である。安山岩質凝灰岩はガラス質凝灰岩組織を示し、石英・長石などの破片（0.5mm 大）を含み、石基は無色ガラス質で、脱玻璃作用を受けてモンモリロン石－緑泥石の変質鉱物からなる。Apesco 部落の北東約 0.5km 付近と北西約 6 km 付近の本部層に局部的に玄武岩質凝灰角礫岩が挟まれる

Jtl 部層のうち、Apesco 部落東方および北西に分布するものは、暗灰色中層理石灰岩・泥灰岩の互層からなり、黒色フrintの小レンズや薄層を挟有している。Pechuga 鉱山付近の本部層は灰色～灰白色塊状石灰岩であるが、岩体の北東部は暗灰色泥灰岩である。

[化石および対比]

烈しい構造運動の影響を受けて、本層からの化石の産出は乏しく、保存も比較的悪い。しかし今次調査の際、つぎに述べる化石が採取された。超微化石鑑定試料は 113 地点で採取されたが、鑑定に耐えるものはなかった。

1. Taxhai 部落の N73°W の方向に 4 km 地点の枝沢
Berriasellinae gen. et sp. indet.
2. Taxhai 部落西方 5.1 km 地点の本流
Crioceratitinae gen. et sp. indet.
3. Taxhai 部落の N60°W の方向に 2.7 km 地点
Berriasellidae (Berriasellinae) gen. et sp. indet.
4. Bonanza 部落の北部 2.5 km 地点
Crioceratitinae gen. et sp. indet.
5. Bonanza 部落の N20°E の方向に 2.3 km 地点
Berriasellidae (Berriasellinae) gen. et sp. indet.
Spticeras (*Spticeras*) sp.
6. その他の地域
Bivalvia

このような大型化石の組合せは、本果層が最末期ジュラ紀のティトン期から最初期白亜紀の

ネオコム期に堆積したことを示している (Apx.2 参照)。

本層は Segerstrom (1962) の Las Trancas 累層および Santuario 累層に対比される。

〔層厚〕

本累層の基底部は未確認であり、さらに褶曲構造が多数観察されるので、正確な層厚は測定できないが、露出部から判断して本累層全体で約 1300 m 以上の層厚が推定される。Jtc 部層の層厚は 50 m ～ 150 m である。

〔層序関係〕

本調査地域には基盤岩類が露出せず、本層と下位層の関係は不明である。

2-2-2 白亜系

調査地域の白亜系は昨年度の調査で(a)塊状石灰岩累層, (b)フリント挟在累層, (c)頁岩累層に分類された。しかし本年度の調査結果, (a)と(b)は互いに同時異層の関係にあることが明らかになり, これはWilson and others(1955)のEl Doctor累層に対比され, (c)はSegerstrom(1962)のSoyatal累層およびMendez累層に対比されることが明らかとなった。したがってこれらの地層名を踏襲して記載する。

(1) El Doctor 累層

本累層は岩相上, 塊状石灰岩部層(Kdl)とこれに挟まれる碎屑性石灰岩・石灰礫岩・石灰砂岩部層(Kdc), および黒色フリント挟在石灰岩部層(Kdf)とこれに挟まれる頁岩・泥灰岩部層(Kds)に分けられる。

(1)-1 塊状石灰岩部層(Kdl)および碎屑性石灰岩・石灰礫岩・石灰砂岩部層(Kdc)

[分布]

塊状石灰岩部層(Kdl)は調査地北部に主として分布する。すなわち調査地北西部のMezquite部落付近, 国道85号線沿いのSan Vicente部落付近の溪谷, さらにこの東南東にあるLas Milpas部落付近をほぼ南西限とし, これらの北東部に広く分布する。これらの露出はMezquite部落付近および国道85号線のDurango部落から北部のAgua Fria Grande部落にかけての道路の切割や付近の崖などで観察される。また本部層は調査地域外の北東側に広い分布を示すことが知られており, この一部が調査地北東部のSto. Domingo部落付近および東部のChichicaxtla部落の南方約2.5km~6km付近に分布する。調査地南央部のSantuario部落の東方約2km付近で, 幅約400m~500mをもってNNW-SSE方向に約10km帯状に分布する。

本部層に挟まれるKdc部層はAgua Fria Grande部落の南方約2.5km付近および東方約4km付近などに小分布する。

[岩相・岩質]

調査地北部の塊状石灰岩部層(Kdl)はEl Tejocote部落付近およびPlomosas部落付近でカルスト地形を形成しているが, 一般に急傾斜の地形を示す所が多く, しばしば断崖絶壁を形成する。本部層の走向・傾斜は, Mezquite部落付近でN20°~40°W, 10°~30°SWを示すが, 国道85号線付近の本部層はほぼ水平に近い構造を示している。またDurango部落から北部の国道85号線沿いの本部層中では, 緩い背斜および向斜構造の繰り返しが認められる。このように本部層全体はほぼ水平に近い構造をもつものと推定され, 本部層上部は地形的高所に, 下部は地形的低所に露出すると考えられる。本部層は全般に厚層理(単層の層厚は30cm~200cm)の灰色~淡灰色(一部褐色または暗灰色)を呈する細粒・緻密質石灰岩である。本部層の比較的上部に, 暗灰色~灰色の碎屑性石灰岩・石灰礫岩・石灰砂岩(Kdc)が挟まれるほか, 一般に本部層上位付近は含化石質であり, 有孔虫や大型化石を特徴的に含んでいる。

調査地南部に露出する本岩は暗灰色～灰色の細粒緻密質の厚層理石灰岩である。

[化石および対比]

塊状石灰岩部層(Kdl)から以下に示される化石が採取された (Apx 1, PL. 2-4, 2-5 参照)。

Mezquite 部落の南西 2 km 付近の沢沿い。

Caprinula sp.

Radiolites sp.

Sauvagesinae gen. et sp. indet.

Titanosarcobites sp.

Nerinea sp.

国道 85 号線沿いの Cobrecito 部落の南東 500m 地点

Monopleuridae gen. et sp. indet.

Nerinea sp.

Cobrecito 部落の西方の Barranca de los Marmoles 川の上流付近

Rudistid

Radiolitidae gen. et sp. indet.

Santuario 部落北東 1.7 km 付近

Scaphitidae gen. et sp. indet.

これらの化石種から正確な時代決定はできないが、

- 1) 本年度および昨年度の産出化石の種類が El Doctor 累層 (Segerstrom, 1962) の産出化石に類似している。
- 2) 本部層が塊状～厚層理石灰岩であること。
- 3) *Radiolites* sp. がセノマン階およびその上位の地層に出現する化石である。
- 4) Scaphitidae gen. et sp. indet. は上部オーブ階からマーストリヒト階に出現する化石である。

などを考慮すると、この塊状石灰岩部層は中部オーブ階から下部セノマン階とされている El Doctor 累層 (Segerstrom, 1962) に対比される。

[層厚]

調査地域内では北部の塊状石灰岩部層 (Kdl) が下位のジュラ系と接する所が確認されなため、正確な層厚は測定できない。しかし露出部分のみで上限から下位に約 800 m 以上の層厚が確認される。また調査地南中央部の Santuario 部落東方に分布する本部層の厚層は Providencia 鉾山西方付近で約 300 m である。しかしこの北西部では徐々に層厚は薄くなり、また、南部では徐々に層厚を増す傾向にある。

〔層序関係〕

北部に分布する塊状石灰岩の下位層は未確認である。南央部の Santuario 部落東方に分布する本層は、部落北東約 2 km の沢において下位の Las Trancas 累層と接しているが、接触部に基底礫岩はなく一見整合的である。しかし、時代的に間隙があり、不整合である。

(1) - 2 黒色フリント挟在石灰岩部層 (Klf) とこれに挟まれる頁岩・泥灰岩部層 (Kds)。

〔分布〕

本部層は調査地域の北西部から南央部にかけて帯状に広く分布するものと、この南西側で、これにほぼ平行に帯状分布するものがある。具体的に、本部層は調査地西部において、国道 85 号線 Puerto de Estancia 部落から北方 8.5 km の地点より北側に広く分布する。この南東延長は国道 85 号線沿いの Las Trancas 部落の北東約 1 km 付近から北方に約 5 km の分布幅をもって連続している。この南東延長は、北半部が Las Piedoras 部落をとおり、さらに南東へ 3.5 km 連続し NW-SE 系の断層に切られる。一方南半部の南東延長は Taxhai 部落北東の Barranca Seca 川沿いに約 4.5 km 連続して露出し、さらに Santuario 部落北方で褶曲を挟んで二層に分かれる。この一方は Providencia 鉞山付近から南方に連続し、他方は San Clemente 部落の方向に連続するが、その南部は第三系の火山岩類に覆われる。

調査地の南西側に分布するものは、国道 85 号線と Puerto de Estancia 部落の東方約 2.2 km 付近の沢沿いから南東方向に連続し、Bonanza 部落の北西約 2.5 km 付近から方向を南南西に変えて、Bonanza, Pechuga 両部落の西方で急崖を形成しながら帯状に分布する。

〔岩相・岩質〕

黒色フリント挟在石灰岩部層 (Kdf) は、暗灰色～灰色の薄層理 (20 cm 以下) なし中層理 (20 cm～50 cm) 板状石灰岩および泥灰岩を主体とするが、一部で厚層理 (50 cm～150 cm) 石灰岩も挟まれる。これらの石灰岩や泥灰岩には黒色～暗灰色薄層理 (2 cm～5 cm) のフリントが特徴的に挟まれている。厚層理 (50 cm 以上) 石灰岩中で、黒色フリントはしばしばレンズ状になる傾向がみられる。本層には薄層理 (10 cm 以下) 千枚岩質頁岩や板状石灰質頁岩がしばしば挟まれ、これらの比較的まとまっている所を Kds 部層とした。

Apesco 部落の北東 1.5 km 付近より北側に分布する Kdf 部層下部は暗灰色～灰色の中層理石灰岩・泥灰岩に薄層理 (2 cm～5 cm) 黒色フリントを多数挟む岩相を主体とし、薄層理頁岩や中層理石灰砂岩もしばしば挟むが、この上位では石灰砂岩の挟みは減少する傾向をみせる。本部層中部から上部は、Mezquite 部落の南西約 3.5 km～2.5 km 間の沢沿いに露出し、ここでは黒色フリントを含む中層理 (10 cm～50 cm) 石灰岩を主体とする部分と、薄層理板状または千枚岩質頁岩を主体とする部分が交互に繰り返す。最上部は厚層理石灰岩で、層内褶曲が著しく、レンズ状の黒色フリントを含む特徴をもっている。

Nicolas Flores の南西 2.5 km～4.0 km 間に露出する本部層は、下部から中部にかけて、暗灰

色～灰色の中層理(30cm～50cm)石灰岩とこれに挟まれる多くの黒色フリントからなり、まれに薄層理頁岩もみられる。本部層の中部には烈しい褶曲構造が認められる。本部層最上部付近では、黒色フリントを含む暗灰色中層理石灰岩と灰色石灰砂岩の互層を主とする。

Providencia 鉱山付近の本部層は、塊状石灰岩(Kd1)と漸移関係で接し、下部100m間は厚層理石灰岩にレンズ状黒色フリントを含む岩相を示し、層内褶曲も認められる。この上位は、主に中層理の板状暗灰色石灰岩・泥灰岩の互層に黒色フリントの薄層を多数挟む岩相を示し、まれに薄層理頁岩の挟みもみられる。

[化石および対比]

本部層から採取された大型化石および超微化石はつぎのとおりである。なお超微化石は、本部層に挟まれる頁岩および石灰質頁岩から37試料を採取して鑑定した結果、11試料から検出された(Apx.1, 2, 3, 4, PL.2-4, 2-5参照)。

超微化石

Braarudosphaera africana

Cretarabdus crenulatus

Crucellipsis chiastia

Eiffellithus turris Eiffeli

Lithastrinus floralis

Micula staurophora

Parhabdolithus angustus

Parhabdolithus embergeri

Prediscosphaera columnata

Tranolithus orionatus

Watznaueria barnesae

Watznaueria communis

Zygodiscus diplogrammus

これらの超微化石のうち、*Micula staurophora*, *Crucellipsis chiastia* などを含み、*Eiffellithus eximius* を含まない組合わせにより、本層の堆積時期の上限はほぼ後期チャーロン期と推定される。しかし下限は中期オーブ期またはそれより後期であって、明らかにし得ない。

大型化石

調査地北西部のMojonera 部落の南方道路沿い。

Baculitidae gen. et sp. indet.

Scalarites sp.

Polyptychoceras sp.

Otoscaphtes? sp.

Collignoniceratidae gen. et sp. indet.

Ammonoidea

Uncoiled ammonite

Bivalvia

Gastropoda

Las Trancas 部落の北方 5 km の沢中

Otoscaphtes? sp.

Coiled ammonite

Las Trancas 部落の南東約 3.5 km の沢中

Scaphites sp.

Providencia 鉾山付近

Polyptychoceras sp.

これらの大型化石の組合せから本部層の堆積時期は、下限は明らかでないが、上限はチューロン期までと考えられる。

本部層と塊状石灰岩部層 (Kd1) との関係は Santuario 部落東方で観察される。ここでは塊状石灰岩部層の上位に本部層が漸移的に累重する。また、調査域北部の塊状石灰岩部層と本部層との直接の関係は確認されないが、塊状石灰岩部層は中部オーブ階から下部セノマン階 (Segerstrom, 1962) とされ、本部層は中部オーブ階から後期チューロン階と考えられ、前者が後者よりも若干堆積期間が長いものの両者の堆積時期はほぼ同時と考えられ、両者の関係は同時異層と考えられる。

[層厚]

本部層には多くの場所で急傾斜の褶曲構造が観察される。また本部層には地層の上下関係を判断するための鍵層や砂質岩の級化層理なども認められない。したがって本部層の正確な層厚は測定できない。しかし各露出から判断して各地区の層厚を堆定すれば、Aspeco 部落の北方で約 1300m, Providencia 鉾山北方沢沿いで約 600m, Bonanza 部落西方で約 500m である。

[層序関係]

本部層と下位の Las Trancas 累層は、調査地域の北西部から南央部において過褶曲構造のために逆転した上下関係を示す。

そして、Las Trancas 累層の堆積時期の上限は白亜紀ネオコム期であり、一方本部層の堆積時期の下限はオーブ期中期より古くはならない。それ故、両者の間にはアプト階からオーブ階下部に属する地層が欠除していることになる。したがって両者は不整合関係にある。

(2) Mendez 累層

本累層は調査地域に分布する白亜系の最上位を占め、千枚岩質頁岩層 (Kms) を主体とする地層である。

〔分布〕

本累層は調査地の東央部から南東部にかけて広く分布するほか、南西部にも小分布を示す。すなわち、東央部の Las Milpas 部落付近から南東の Nicolas Flores 部落、El Bocua 部落、Tedra 部落、Mayorazgo 部落などを含む幅約 9 km × 長さ約 25 km の広がりをもつて分布している。

Las Milpas 部落の南西側から北西方向に連続する本累層は、Puerto de Vigas 部落、San Vicente 部落、Mesquite 部落の南西付近にかけて帯状に El Doctor 累層に挟まれて分布する。

調査地南西部に分布する本累層は、Guadalupe 部落の東方約 3.5 km 付近で、幅 2 km で NW-S E 方向に約 12 km の広がりをもつ。このほか調査地北部の Agua Fria Chica 部落の北西側に小分布する。

〔岩相・岩質〕

本累層は全般に千枚岩質頁岩の厚層と中層理の塊状石灰質頁岩・泥灰岩の互層帯を主体とするが、地区によって若干の岩相変化がみられる。

本累層の下部は一般に薄層理頁岩および泥灰岩の互層が卓越する。具体的に、Providencia 部落北方において、El Doctor 累層 (Kdf) に接する本累層は、下部 100 m ~ 200 m 間は暗灰色～灰色薄層理 (20 cm 以下) の板状または千枚岩質頁岩と黒色～暗灰色薄層理～中層理 (10 cm ~ 30 cm) 泥灰岩との互層からなり、この上位で漸次頁岩層が増し、泥灰岩層が少なくなる。

Ixtlaxco 部落の南東の本層は、下部 50 m 間は中層理～厚層理の灰色砂岩と薄層理頁岩の互層からなる。この上位で薄層理頁岩が優勢となる。Las Milpas 部落の南西では、下部数メートル間は、薄層理板状の暗灰色泥灰岩と黒色頁岩の互層からなり、その上位で黒色厚層理 (風化部は灰色～淡褐色千枚岩質) 頁岩層が優勢である。国道 85 号線沿いの San Vicente 部落付近の本累層下部 3 m ~ 4 m 間は、灰褐色～灰色の薄層理頁岩と泥灰岩の互層からなり、一部でレンズ状灰色石灰岩を伴う。しかしこの互層帯の連続は悪く、千枚岩質頁岩層が直接下位の El Doctor 累層 (Kdl) に接する所も認められる。

本累層の中部から上部と考えられる地層は、Nicolas Flores 部落、El Bocua 部落、Tedra 部落付近に広く分布する。本累層の中部から上部に相当する部分では、全般に灰色～淡褐色の中～厚層理の千枚岩質頁岩を主体とし、まれに薄～中層理の泥灰岩・石灰質頁岩・シルト岩・砂岩などを挟有している。特に Tedra 部落の南東付近では砂岩・シルト岩がしばしば挟まれる。

〔化石および対比〕

本累層から超微化石と大型化石を産出する。超微化石の試料として 98 地点の頁岩を採取し鑑

定した結果、39 試料から超微化石を検出した (Apx. 2,3,4, PL. 2-4, 2-5 参照)。大型化石は 5 地区から採取した (Apx. 1,2, PL. 2-4, 2-5 参照)。

超微化石

本果層の比較的下位から産出する超微化石の主なもの。

Cruciellopsis chiasia
Lithastrinus floralis
Parhabdolithus embergeri
Prediscosphaera columnata
Prediscosphaera spinosa
Watznaueria communis

本果層の中部付近から産出する超微化石の主なもの。

Broinsonia enormis
Chiasozygus litterarius
Eiffellithus eximius
Gartnerago striatum
Kamptnerius magnificus
Lucianorhabdus cayeuxii
Micula staurophora
Parhabdolithus angustus
Prediscosphaera cretacea
Watznaueria communis
Zygodiscus diplogrammus

本果層の上部付近から産出する超微化石の主なもの。

Broinsonia parca
Cribrosphaerella ehrenbergii
Gartnerago obliquum
Micula concava
Tetralithus aculeus

これらの超微化石の組合せから本果層の堆積時期は後期チューロン期からシャンパーニュ期と推定される。

大型化石

Pajeadi 部落の南西 200m 付近の沢中

Inoceramus (Platyceramus) aff. platinus LOGAN

Santuario 部落の北東約 4 km の沢中

Inoceramus (Platyceramus) ex gr. cycloides WEGNER

Inoceramus sp.

Bivalvia

Mayorazgo 部落の北方 3 km 地点

Trace fossil (feeding burrow)

Mayorazgo 部落の北東 1 km 地点

Nowakites sp.

Anisomyon sp.

これらの大型化石の組合せから、本累層の堆積時期はコニャック期から初期シャンパーニュ期と判断される。

したがって、超微化石と大型化石の鑑定結果を総合すると、本累層の堆積時期は後期チューロン期からシャンパーニュ期と推定される。

本累層は、その層序関係、岩相、堆積時期などを考慮すれば、Segerstrom, (1962) の Soyatal 累層と Mendez 累層に対比される。このうち Soyatal 累層は本累層の最下部付近に相当する地層と考えられるが、地表調査で岩相区分ができないので、本調査では一括して Mendez 累層に含めた。

[層厚]

本累層の上部付近は削剝されており、最上部は未確認である。さらに本累層中には多数の褶曲構造が観察されるので、正確な層厚は測定できない。露出部から判断して本累層の層厚は 900 m 以上と推定される。

[層序関係]

本累層と下位の El Doctor 累層との関係は、一般に整合関係であるが、一部で不整合関係が認められる。具体的に、Providencia 鉱山北部約 1.5 km 付近の沢中で、本累層は逆転構造で下位の El Doctor 累層 (Kdf) と漸移的に接しており、整合関係である。Barranca de los Marmoles 川上流の国道 85 号線沿いで、本累層は緩傾斜で下位の El Doctor 累層 (Kdl) と整合的に接している。またこの南西側の山腹で本累層の上位に El Doctor 累層の Kdf 部層が重なるが、これは過褶曲構造により、逆転した上下関係を示している。Mezquite 部落南西約 2.5 km 付近で、本累層が El Doctor 累層に挟まれて露出し、北東側は Kdl 部層と整合的に接し、南西側は Kdf 部層と接する。調査地域北部の Agua Fria Chica 部落の北西で、本累層は下位の Kdl 部層と斜交する層序を示し、両者は不整合の関係にある。このように本累層と下位の El Doctor 累層とは一部整合、一部不整合の関係である。

2-2-3 第三系

本地域の第三系は、El Morro 累層を除き、殆んどが火山岩類で構成される。火山岩類は本地域内で散点的な分布を示すものが多く、全岩類について相互の火山層序を確認することはできない。昨年度および本年度の調査による岩相・岩質および活動時期などを考慮してそれらを9種に分類した。

(1) El Morro 累層 (Tcg)

本累層は Simons and Mapes (1956) の El Morro fanglomerate 累層に対比される。

[分布]

本累層は調査地域南西部において小規模に点在した分布を示す。その中の比較的広い分布は、Guadalupe 部落の東方 2.5 km 付近にみられ、山腹に沿った細長い形を示す。その他、Taxhai 部落の西方 1 km 付近、西方 2 km 付近の沢沿いおよび南西 1.2 km 付近の道路沿いなどに小分布する。また、San Clemente 部落の北北西約 5 km の沢沿いで小分布する。

[岩相・岩質]

本累層は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他、安山岩、チャートなどの角礫も少量含まれる。礫径は 20 cm～30 cm のものが多く、その他 2 m～3 m 大の角礫を含む所もある。これらの礫は灰色の泥灰質または砂質の基質によって固結されているが、基質部が酸化して赤褐色～褐色の色調を示す所もある。本累層に分級作用は認められない。

[化石]

本累層から化石は産出しない。

● [累重関係]

Guadalupe 部落の東方に分布する本累層は、白亜系最上部の Mendez 累層を傾斜不整合で覆い、他の地区に分布するものは下位の Las Trancas 累層を傾斜不整合の関係で覆っている。

本累層は下位のジュラ系と白亜系を不整合に被覆すること、下位の地層に発達する烈しい褶曲構造が認められないこと、安山岩礫を含有すること、昨年度の調査地域の Zimapan 部落西方に分布する礫岩層と岩相が類似することから本累層の堆積時期は第三紀始新世末期～漸新世初期と推定される。

本累層は、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などから、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。

(2) 変質安山岩類 (Tan 1)

[分布]

本岩類は地域東部の Nicolas Froles 部落の東方で約 3 km×5 km の山塊を形成して分布するものと、この南東部で約 1.5 km×3 km、0.7 km×2 km の広がりをもって分布するものがある。

〔岩相・岩質〕

本岩類は安山岩溶岩と安山岩質凝灰岩・火山礫凝灰岩からなる。全般に変質作用を強く受けている。

安山岩溶岩は肉眼的に、灰色～灰緑色で緻密質である。鏡下に斑状組織および流理組織が認められ変質作用を受けている。斑晶は斜長石・角閃石・普通輝石および不透明鉱物などで、石基は石英と斜長石の珪長岩状組織と輝石粒からなる。本岩は石基の石英を除き殆んど緑簾石に変質しているほか、緑簾石の細脈（幅 0.1mm）なども観察される。

安山岩質凝灰岩・火山礫凝灰岩は肉眼的に灰緑色の色調を示し、緑色岩片を含む。鏡下に、岩片は斜長石の斑晶を有するものと無斑晶の変質（緑簾石化）安山岩・玢岩・粗面岩質安山岩などの礫からなり、鉱物片は変質した斜長石片である。基質は斜長石の微破片と無色ガラス片などである。全般に変質しており、変質鉱物として緑簾石、ゾイサイトなどが多量に認められる。

〔累重関係〕

本岩類は他の火山岩類の分布域から孤立しており、白亜系最上部の Mendez 累層を不整合に覆っている。昨年度の調査で、本岩類と一連の活動と考えられる安山岩岩脈の K-Ar 絶対年代は 38.1 ± 1.9 Ma で第三紀始新世を示しており、且つ、本岩と類似の安山岩礫が El Morro 累層 (Tcg) に含まれることから、本岩類の活動時期は調査地域内の火山岩類中最も古いものと考えられる。

(3) 玄武岩類 (Tba 1)

〔分布〕

本岩類は三地区に分かれて比較的広い分布を示す。調査地西部では Guadalupe 部落付近から Las Trancas 部落の西方にかけて広く分布し、この分布幅は東西約 4 km、南北約 11 km にわたっている。当地区での露出は地域西方の国道 85 号線に沿って、Las Trancas 部落付近まで良好である。地域中央部の Taxhaí 部落の南側では、東西約 6 km、南北 1 km～3 km の範囲に分布する。また地域南央部の San Clemente 部落付近から北北東方向に幅 1 km～1.5 km で、約 5.5 km 延長する。さらにこの岩体の北方と南方に独立して小分布するものがある。

〔岩相・岩質〕

本岩類は玄武岩溶岩および同質火山角礫岩からなるが、Tba 1 として一括した。

調査地域西部において大規模に分布する本岩類の岩相は北半部と南半部で異っている。北半部は玄武岩質火山角礫岩が卓越し、これに玄武岩溶岩がレンズ状に挟まれる所が多い。また南半部では逆に玄武岩溶岩が卓越し、一部で玄武岩質火山角礫岩が挟まれる。

玄武岩溶岩は肉眼的に黒灰色～褐灰色で緻密質～多孔質と多様な変化を示すが、一般的に流理構造や杏仁状構造などが認められる。溶岩は鏡下に、斑状組織と気泡組織が観察され、斑晶

は橄欖石(3mm以下)で、石基は短冊状斜長石・粒状輝石・橄欖石・不透明鉱物(磁鉄鉱)などである。石基の斜長石は一定方向に配列して流理組織を示している。また気泡内は沸石で充填されている。

玄武岩質火山角礫岩は肉眼的に暗褐色～赤褐色の色調を示し、礫は20cm～30cm大の玄武岩角礫を主体とするが大小さまざまで分級作用は認められない。基質部は玄武岩質火山灰と小岩片からなる。

Taxhai 部落付近の本岩類は西半部で暗灰色の変質玄武岩溶岩を主体とするが、東半部では変質玄武岩溶岩と同質火山角礫岩からなる。変質玄武岩溶岩は鏡下に、間粒状組織、斑状組織を示し、斑晶として紫蘇輝石を含むが、全体に緑泥石-沸石に変質している。石基は短冊状斜長石による寄木状組織を示し、その間を方解石が充填している。また気泡部分は緑泥石と沸石によって充填されている。玄武岩質火山角礫岩は暗灰緑色～暗灰色で、変質玄武岩の角礫を多量に含み、杏仁状構造が認められる。本岩体の西側の一部は著しく変質して、灰白色～褐色の粘土化岩になっている。

南部の San Clemente 部落付近の本岩類は Taxhai 部落付近と同様の岩相・岩質を示すが、 Santuario 部落北西3km付近の本岩類中に、暗緑色～緑色の変質安山岩質凝灰岩～火山礫凝灰岩の挟みが観察される。したがって本岩類の活動期に、一部で安山岩類の活動があったものと推定される。

〔 累重関係 〕

本岩類の大半は、下位のジュラ系～白亜系を不整合に被覆する。また、地域西部に分布する本岩体の南東部では、第三系最下部とされる El Morro 累層(Tcg)を調和的に被覆している。

(4) 流紋岩類(Trhy 0)

〔 分布 〕

本岩類は Las Trancas 部落の南西4km付近で、玄武岩類(Tba 1)に挟まれて、1.2km×0.7kmの広がり分布するほか、この南西側にもレンズ状に小分布する。また Taxhai 部落の西南西2.7km付近の玄武岩類中にも小分布が認められる。

〔 岩相・岩質 〕

本岩類は流紋岩質凝灰岩を主体とし、一部で流紋岩溶岩を伴う。流紋岩質凝灰岩は暗褐紫色～暗灰紫色で、一部で異質礫として偏平に伸ばされた安山岩の小礫を含むところがある。鏡下に、斑晶は他形または粒状の石英(最大3mm)、半自形または破片状の斜長石(最大2mm)、一部に緑泥石化した紫蘇輝石(0.8mm)などを含み、基質は透明ガラス破片の密集したガラス質凝灰岩組織を示している。

〔 累重関係 〕

本岩類の大半は玄武岩類(Tba 1)の比較的下位に挟まれており、玄武岩類(Tba 1)の活動と

相前後して活動したものと考えられる。

(5) 安山岩類 (Tan 2)

[分布]

本岩類は調査地域南西部・Pechuga部落の南方で、ほぼ東西に伸びる山稜を形成して、東西8 km、南北6 kmの広がりをもつて分布する。なお、この分布の南西延長は調査地域外に連続している。この他、San Clemente部落西方の山頂付近で0.4 km×2 km、Bonanza部落の北西3 km付近で、0.3 km×2.0 km、Pajeadi部落付近で0.4 km×0.4 km、Durango部落の南側で、0.4 km×1 kmなどに分れて分布している。

[岩相・岩質]

Pechuga部落南方およびSan Clemente西方の本岩類は紫蘇輝石・普通輝石・角閃石安山岩溶岩を主体とし、一部で同質火山角礫岩を伴う。

紫蘇輝石・普通輝石・角閃石安山岩は、肉眼的に褐灰色～灰色で、斑晶角閃石のめだつ斑状岩である。鏡下では、斑晶として斜長石(1.5 mm以下)、角閃石(3 mm以下)、普通輝石(0.3 mm以下が小量)、紫蘇輝石(2 mm以下が小量)および磁鉄鈷を含み、石基は斜長石、鱗珪石、輝石、磁鉄鈷からなる。一般に石基の短冊状斜長石(0.2 mm以下)が一定方向に配列して流理組織を呈している。

火山礫凝灰岩は赤褐色～褐灰色で、角礫として普通輝石・角閃石安山岩を含み、基質は破碎火山礫、鈷物片と少量の火山ガラスからなる。

Pajeadi部落付近では、灰色～淡灰色の角閃石安山岩溶岩と同質火山角礫岩からなる。

Durango部落南方の本岩類は、肉眼的に褐灰色で流理構造の顕著な角閃石安山岩溶岩と赤褐色の同質火山角礫岩である。安山岩溶岩は鏡下に斑状組織を呈し、斑晶は角閃石と少量の斜長石で、石基は斜長石・鱗珪石・輝石・磁鉄鈷などである。石基の短冊状斜長石(0.2 mm)は一定方向に配列し、流理組織を示している。

[累重関係]

本岩類は、調査地域南西のGuadalupe部落の南東2.5 km付近およびSan Clemente部落の西方山腹で、下位の玄武岩類(Tba 1)を被覆している。他の地区では、ジュラ系～白亜系の堆積岩類を被覆している。昨年度の調査で、Actopan山脈東側山麓のArroyo Cerro Blanco沢底(調査地域外)で採取された安山岩のK-Ar絶対年代測定結果は 27 ± 1.4 Maであった。この岩体と本岩類は岩相・岩質がよく類似しており、本岩類の噴出時期は漸新世末期と推定される。

(6) 流紋岩類 (Trhy 1)

[分布]

本岩類は調査地域南西部のGuadalupe部落の南東5 km付近の山腹に小分布する。

〔岩相・岩質〕

本岩類は淡赤褐色を示す流紋岩溶岩と同質凝灰石からなり、石英の斑晶が認められる。流紋岩質凝灰岩は、鏡下に、赤褐色異質岩片と石英・長石・角閃石・磁鉄鉱などの鉱物片を火山ガラスでセメントしたものである。

〔累重関係〕

本岩類は安山岩類(Tan 2)に挟まれており、安山岩類の活動時期に部分的に本岩類の活動があったと考えられる。

(7) 玄武岩溶岩(Tba 2)

〔分布〕

本岩は流紋岩類(Trhy 1)と同様に、ほぼ同地区において、安山岩類に挟まれて小分布する。

〔岩相・岩質〕

本岩は緑泥石化作用を受けて暗緑色を呈し、杏仁状構造をもつ玄武岩溶岩である。

〔累重関係〕

安山岩類(Tan 2)に挟まれるが、一部は流紋岩類(Trhy 1)と接している。

(8) 流紋岩類(Trhy 2)

本岩体についての詳細は、第3章の5節のSan Clemente地区の地質の項で記載する。したがって、ここでは概略を述べる。

〔分布〕

本岩類は調査地域南央部のSan Clemente部落とSantuario部落の間に溶岩円頂丘を形成し、東西2.5 Km, 南北5 Kmの分布を示す。

〔岩相・岩質〕

本岩類は灰白色～淡灰褐色、一部褐色の岩相を呈する緻密質流紋岩、淡褐色～灰褐色で流理構造の発達した流紋岩溶岩と流紋岩質凝灰角礫岩～火山礫凝灰岩からなる。緻密質流紋岩は本岩類が形成する山岳の南西斜面に、流紋岩溶岩および凝灰岩類は北東側斜面に主として分布する。

本岩類は部分的に金鉱床を胚胎しており、今次調査の主題の一つであった。本調査でこの岩体の岩石地化学探査、主成分分析、鉱床露頭調査などを実施している。したがって本岩類の岩相・岩質・鉱床・各種試験結果などの詳細は、第3章の地質調査で詳述する。

〔累重関係〕

本岩類は北西部と南端部において、玄武岩類(Tba 1)を被覆しており、南東部ではジュラ系から白亜系の堆積岩類を直接覆っている。昨年度実施した本岩のK-Ar絶対年代測定結果は 26.5 ± 1.3 Maであり、本岩類の活動時期は漸新世末期である。

(9) 石英安山岩類 (Tda)

[分布]

本岩類は Taxhai 部落の南東 3.5 Kmにある標高 2,775m の山稜を形成し、北東および南南東方向に伸びる山稜に沿って、北東へ 4 Km, 南南東に 2.5 Km連続して分布する。また調査地域東方の Tedra 部落の北東 750m, 2.5 Km付近および東方 3.5 Km付近で小丘を形成して分布する。

[岩相・岩質]

本岩類の主体は淡灰色～灰色・細粒緻密質の角閃石石英安山岩からなるが、岩体の下部付近で暗灰色～褐灰色の石英安山岩質火山角礫岩を伴う所がある。また Tedra 部落の北東の本岩類は凝灰角礫岩を主体としている。

角閃石石英安山岩は、鏡下に、斑晶は自形柱状の角閃石 (1mm) で、内部は強いオパサイト化を受けており、普通輝石・黒雲母・不透明鉱物などが形成されている。石基は短冊状斜長石 (0.1mm), 不透明鉱物粒, および無色ガラスなどから成り、ガラス基流晶質である。本岩類はきわめて新鮮な非変質岩である。

[累重関係]

Taxhai 部落南東に分布する本岩類の西部は、玄武岩類 (Tba 1) を直接被覆し、この東側および他域区に分布する本岩類はジュラ系および白亜系の堆積岩類を被覆している。

本岩類と安山岩類 (Tan 2) や流紋岩類 (Trhy 2) との直接の関係は認められないが、本岩類は肉眼的にきわめて新鮮であり、鏡下にも非変質であることから、Tan 2 や Trhy 2 の活動よりも後期の活動によるものと推定される。

(10) 玄武岩 (Tba 3)

[分布]

調査地域北西部・Apesco 部落の南西 2.5 Km付近から北方にかけて、なだらかな台地を形成して、幅 1 Km～2 Kmで南北に約 6 Km連続して分布する。

[岩相・岩質]

本岩は暗青灰色～灰色の緻密質塊状の両輝石玄武岩溶岩で、上部および下部には 10 cm～30 cm, また中部には数m間隔の柱状節理の発達が見られる。

本岩は鏡下に、斑晶は自形の普通輝石 (0.6 mm以下) と少量の紫蘇輝石 (0.5 mm以下) の二種からなり、石基は斜長石 (0.1 mm～0.2 mm) ・輝石・無色ガラス・磁鉄鉱からなる。石基の斜長石は短冊状～針状を呈し、一定方向に配列して流理組織を呈している。本岩に変質は認められない。

[累重関係]

本岩は分布域の南端で玄武岩類 (Tba 1) を、他はジュラ系と白亜系の堆積岩類を被覆している。分布が孤立しているので、本岩の活動時期を推定することは困難であるが、本岩が非変質

岩であること、平坦な台地を形成し、削剝作用をあまり受けていないことなどから、第三系火山岩類の中で最上位のものと推定される。

2-2-4 第四系

第四系は固結度の低い円礫層、砂層、シルト層および火山灰層などの互層(QTcgs)、玄武岩溶岩(Qba)および砂・礫・粘土(Q)などである。

[分布]

調査地域南方のSan Miguel 部落付近、Santuario 部落南東、San Clemente 部落南西部などで、第四系が下位のジュラ系・白亜系・第三系等の地層を不整合に被覆して広い分布を示す。また調査地北部のDurango 部落付近および最北部のAgua Fria Grande 部落付近とこの東方2.5Km 付近などで、地形的底地に小分布する。

[岩相・岩質・累重関係]

QTcgs 層は、固結度の低い円礫層・砂層・シルト層および火山灰層の互層からなる。Qba は黒色塊状の非変質普通輝石玄武岩溶岩で、San Miguel 部落北東2.5Km 付近のQTcgs 層に挟まれる。調査地域北部のQ層は、未固結の礫・砂・粘土からなる。

QTcgs 層は第三紀末期から第四紀に、本地域の構造的低地あるいは削剝性盆地に生じた内陸湖沼性の堆積物と推定される。

2-2-5 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) および流紋岩 (Tirh) などであり, これらはいずれもジュラ系および白亜系の堆積岩類中に貫入している。

(1) 閃緑岩類 (Tidi)

[分布]

本岩類は調査地域の北部で主として岩株状に貫入している。具体的にこれらの貫入岩類は El Zapote 部落付近で大小 4 岩体 (最大 2.5 Km × 0.4 Km), Encarnacion 部落東方岩体 (2.5 Km × 2.5 Km) とこの西方の 3 小岩体, El Tejocote 部落南方の大小 4 岩体 (最大 2.5 Km × 0.5 Km), Agua Fria Chica 部落の南南東岩体 (4.5 Km × 1.5 Km) とこの北東岩体 (1.5 Km × 0.7 Km) および 2 小岩体などで, ほぼ北北東-南南西に配列して分布する。このほか Dos de El Aguila 鉞山付近の 3 箇所に小岩体, Colorado 部落付近の 2 岩体 (最大 2 Km × 1 Km), Taxhai 部落の北北東で 4 小岩体および San Clemente 部落の東方 700m と南東 3.5 Km 付近の小岩体などがある。

[岩相・岩質]

本岩類は一般に暗灰色～灰色の完品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および花崗閃緑岩質な部分などからなる。

鏡下に, 構成鉱物として, 自形斜長石 (2.0 mm 以下), 他形石英 (1 mm 以下), 半自形角閃石 (1.5 mm 以下), 黒雲母 (1 mm 以下), 金紅石, 鱗灰石, チタン石および磁鉄鉱などが含まれる。また一部では, これらの他に普通輝石, カリ長石, パーサイトなどが少量含まれる。

本岩類の全岩化学分析結果は, El Zapote 北部の小岩体で SiO₂ 60.41%, Na₂O 4.14%, K₂O 3.54%, Encarnacion 部落東方岩体で SiO₂ 59.11, Na₂O 3.83%, K₂O 2.78% (昨年度資料), El Tejocote 部落南方岩体で SiO₂ 61.61%, Na₂O 3.48%, K₂O 2.99%, Agua Fria Chica 部落南南東岩体で SiO₂ 56.95%, Na₂O 3.25%, K₂O 2.02% (昨年度資料) などを示し, 石英モンゾニ閃緑岩に相当する (Apx.7, 8 参照)。

変質作用としては風化による粘土化が一般的であるが, El Zapote, Encarnacion 部落付近の岩体周縁部の一部はスカルン化作用を受けている。

これらの閃緑岩～花崗閃緑岩類は, 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, Encarnacion, Dos de El Aguila などの鉱床がある。

[貫入時期]

本年度実施の K-Ar 絶対年代測定結果によれば, El Zapote の岩体は 47.8±2.4 Ma, El Tejocote 南方岩体は 47.9±2.4 Ma を示し, 昨年度の調査で Encarnacion の岩体は 50.9±2.5 Ma, Agua Fria Chica 南南東岩体で 40.5±2.0 Ma などを示している。したがって本岩類の貫入時期は始新世初期から後期と考えられる。

(2) 閃緑斑岩類 (Tidp)

[分布]

本岩類の分布は Pechuga 鉱山付近(2 岩体, 最大 0.8 Km×0.3 Km), Bonanza 部落の北北東 1 Km 付近(小岩体, 0.9 Km×0.1 Km), El Bocua 部落の東方 1 Km 付近(4 箇所の岩脈状小岩体) および Santuario 部落東方 2.5 Km (小岩体) などに認められる。

[岩相・岩質]

本岩類は一般に緑灰色～淡灰褐色の閃緑斑岩～花崗閃緑斑岩で, 鏡下に, 斑状組織をもつ完晶質岩で, 大きい斑状結晶は自形の斜長石(1 cm 以下)で, 石基部分は斜長石(0.5 mm 以下), 石英(0.5 mm 以下), 角閃石(4 mm 以下), および黒雲母などが観察される。また随伴鉱物は金紅石, 燐灰石, 緑簾石などである。本岩類は全般に変質が著しく, 斑晶斜長石は緑泥石化作用, 絹雲母化作用を, 黒雲母は緑泥石化作用を受けている。Pechuga 鉱山周辺の本岩類は著しく変質を受けており, 緑簾石-ゾイサイトの細脈を生じている所がある。Santuariao 東方の本岩類は, 斜長石, 石英, 微斜長石, 黒雲母, 赤鉄鉱からなる斑状花崗閃緑岩で未変質である。Pechuga 鉱化帯は当地区の花崗閃緑斑岩の貫入と密接に関係していると考えられる。

[貫入時期]

Pechuga 鉱山付近で採取した閃緑斑岩の K-Ar 絶対年代測定結果は, 31.1 ± 1.6 Ma で, 漸新世を示している。しかし, 本岩は全般に強い変質作用を受けており, 貫入時期は漸新世より古くなる可能性がある。

(3) パーサイト花崗岩類 (Tigd)

[分布]

本岩類は Nicolas Flores 部落の北東 3.5 Km 付近と東北東 2.5 Km 付近(大小 5 岩体, 最大 2 Km×1 Km) および El Bocula 部落の北東 5 Km 付近(2.5 Km×4 Km) に分布する。

[岩相・岩質]

本岩類は暗灰色, 灰色, 淡灰色および淡桃灰色などと色調変化が著しく, かつ, 岩質もパーサイト花崗岩・石英モノゾニ岩・花崗閃緑岩・石英閃緑岩質などと変化に富む。

パーサイト花崗岩質の部分では, 鏡下に, 完晶質等粒状組織を示し, 構成鉱物はパーサイト, 石英, ヘスティングス角閃石, 褐色角閃石, 斜長石, 褐簾石, および青閃石などである。パーサイト(2 mm 大)は他形または卵状で全量比の 40%～50% を占める。石英(1 mm 以下)はパーサイト間を充填している。褐色角閃石(0.8 mm)の一部は青閃石によって置換されている。青閃石は褐簾石の外縁をふちどり, ケバ状に 0.2 mm 大の微晶集合帯となっている。

石英モノゾニ岩質の部分では, 鏡下に, 構成鉱物は斜長石, 石英, カリ長石, 普通輝石, 紫蘇輝石, 褐色角閃石および黒雲母などで, 随伴鉱物は燐灰石, 金紅石, チタン石および不透明鉱物などからなる。斜長石(3 mm 大)は自形を示し, 外周縁にカリ長石を伴うことがある。



カリ長石（1mm大）は他形を示し、パーサイトと正長石で、量的に10%位含まれる。

石英閃緑岩質の部分では、鏡下に、やや斑状の完晶質等粒組織を示し、構成鉱物はパーサイト（3mm）と斜長石（2mm）が斑状を示し、石基部は斜長石、カリ長石、石英および少量の黒雲母からなる。

本岩類は岩相変化に富むが、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は、SiO₂ 61.38%, Na₂O 4.76%, K₂O 4.09%を示し、石英モンゾニ閃緑岩（Apx.7,8 参照）に相当するが、石英モンゾニ岩の領域に接近している。

本岩類は周辺部の白亜系に接触変成作用を与えているが、鉍化作用は認められない。

〔貫入時期〕

今次調査の石英モンゾニ岩によるK-Ar絶対年代測定結果は23.2±1.2 Maを示し、新第三紀中新世に相当する。しかし、本岩類は当地区に分布する安山岩類（Tan1）に覆われること、本岩類が若干の風化作用と変質作用を受けていることなどから、この絶対年代測定値には疑問が残り、その年代は始新世後期までさかのぼる可能性がある。

(4) 玄武岩類（Tiba）

〔分布〕

本岩類は、Nicolas Flores 部落の北東部や南東部、El Bocua 部落南東部などで、白亜系のMendez 累層（Kms）中に幅2m～5mの不規則岩脈またはシル状に貫入している。また調査地西部のApesco 部落北東700m付近の沢沿いではジュラ系に貫入している。

〔岩相・岩質〕

本岩類は一般に黒灰色～暗灰緑色の細粒緻密質の玄武岩、変質玄武岩および粗粒玄武岩などである。

Nicolas Flores 部落北北東2.5kmの沢沿いの小岩脈は、鏡下に間粒状組織を示し、構成鉱物は斜長石、普通輝石、不透明鉱物からなり、二次鉱物として緑簾石、緑泥石および方解石などが観察される玄武岩である。

El Bocua 部落南東2.5kmの沢沿いの小岩脈は、鏡下に間粒状組織を示し、構成鉱物は斜長石、輝石、石英（少量）および不透明鉱物からなるが、全般に強い炭酸塩化作用または緑泥石化作用を蒙っている変質玄武岩である。

Apesco 部落の北東のレンズ状岩脈は黒灰色で、まれに石英の斑晶を含む石英玄武岩岩脈である。

〔貫入時期〕

本岩類は第三系の火山岩類中には貫入していないこと、全般に変質していることなどから、その貫入時期は、第三紀の比較的初期と考えられるが、明らかではない。

(5) 安山岩類 (Tian)

[分布]

本岩類は Nicolas Flores 北方, El Bocua 部落周辺, Tedra 部落の南東沢沿い, Santuario 部落北部周辺などに, 多数の小岩脈として認められる。また Las Trancas 部落付近, Bonanza 部落付近にも小岩脈がみられる。

[岩相・岩質]

Nicolas Flores 部落北方の岩脈は角閃石安山岩で, 肉眼的に, 暗灰色～灰褐色で斜長石と角閃石の斑状組織を示し, 鏡下に, 斑晶として斜長石 (5 mm以下), 角閃石 (2 mm以下) があり, 石基は微斜長石 (0.05 mm) と脱ハリしたガラスからなっている。本岩類は全般に変質作用を受けて, 斑晶の角閃石は緑泥石に, 斜長石は炭酸塩鉱物に, また石基は方解石-緑泥石-曹長石化作用を受け, これに伴って自形の黄鉄鉱を生じ, 一部にモルタル状の二次石英の密集が生じている。本岩類と同様の岩石が El Bocua 部落東方にも多数みられる。

その他の地区に認められる本岩脈類は, 暗灰色～灰緑色の細粒緻密質の変質安山岩岩脈であって, 鏡下に斜長石 (1 mm以下) の斑晶を含み, 石基は微斜長石 (0.2 mm以下) とガラスからなり, 斑晶は方解石に, 石基は緑泥石と方解石に変質している。

[貫入時期]

昨年度の調査で, El Bocua 東方の斑状黒雲母・角閃石安山岩の K-Ar 絶対年代は 38.1 ± 1.9 Ma で, 第三紀始新世末期の年代を示している (JICA and MMAJ, 1980)。

(6) 流紋岩類 (Tirh)

[分布]

本岩脈類は, Santuario 部落と San Clemente 部落の間に分布する流紋岩類 (Trhy 2) の周辺部, Pechuga 鉱山周辺部, Bonanza 部落東方約 2.5 km 付近の沢沿い, 調査地南東の Tedra 部落南方にかけての沢沿い, 調査地中央部の Pejeadi 部落の北東の道路沿いなどで, ジュラ系～白亜系の堆積岩類中に不規則岩脈～シル状に多数認められる。これらのうち最大の岩脈は, Santuario 部落東方で, ほぼ東西方向に幅 250 m で 5 km 連続して分布する。このほか Pejeadi 部落の北東道路沿いで, シル状に貫入し, 幅約 5 m で約 1.5 km 連続して分布する。

[岩相・岩質]

本岩類は淡灰白色～淡灰褐色, 細粒緻密の流紋岩や石英の斑晶のめだつ流紋岩岩脈などからなる。鏡下に, 斜長石 (1 mm以下) と石英 (0.5 mm以下) を斑晶とする斑状組織を呈し, 基質はほぼ完全に脱ハリし, 玉髓や石英の密集組織 (再結晶) に変わっているものが多い。Pejeadi 部落北東の淡褐色流紋岩岩脈は, 鏡下に両錐石英 (2.2 mm以下) と自形斜長石 (1 mm以下) を斑晶とする斑状組織を呈し, 石基は斜長石 (0.3 mm以下), 球顆状細粒石英および輝石微晶などからなる。



〔貫入時期〕

本岩脈類で流紋岩類(Trhy 2)の周辺部に貫入しているものは、流紋岩類(Trhy 2)とほぼ同時期に貫入したものと考えられ、その貫入時期は漸新世後期と推定される。しかし他地区の流紋岩岩脈については不明である。

2-3 地質構造

調査地域において観察される最も顕著な地質構造は、第三紀以前の堆積岩類中の褶曲および断層構造である。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、一般に非常に烈しく、大小多様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の繰り返し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系の洞切断層の2系統がみられ、各断層の規模は大きいのが数は少ない。

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、地域の北西部から南部に延長する一対の過褶曲背斜および向斜構造である。過褶曲背斜構造の軸は、北西部から西中央部まではNW-SEの方向で延長するが、それより南西部にかけてはN-S方向に僅かに折れ曲り、その軸面は 40° ~ 70° SW~W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、さらに西中央部のTaxhai 部落をとって南方に抜ける。この褶曲軸に沿って、地域中で最下位の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、地域中央部の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られ、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、下位のEl Doctor 累層(Kdf 部層)が、上位に接する逆転構造を示す。

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系向斜軸をもち、その軸面はSWに緩傾斜(20° ~ 40°)でおとしている。本地区においてMendez 累層は下位のEl Doctor 累層のKdf 部層およびKdl 部層に折りたたまれた構造を示す(Fig. 2-3 参照)。

これらの大褶曲構造のほか、当地区には多様な褶曲構造が認められる。すなわち、調査地域西部の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-SSW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およびこの西側の向斜構造によって、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・向斜の繰り返しが認められる。

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石灰岩部層 (Kdf) および Mendez 累層中に、急傾斜の烈しい小褶曲 (折りたたみ状) 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抵抗性の差をあらわしているものと推定され、特に地層が泥質なものほど烈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、調査地北半部では 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→N-S 系→NNE-S SW 系と順次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-S SW 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、上下の落差も大きいものと推定される。ここでは断層を挟んでその南西側の Mendez 累層が塊状石灰岩部層 (Kdl) に対して、相対的に落ちているものと考えられる。もう 1 本は Las Piedras 部落の北東部にある NW-SE 系で、黒色フリント挟在石灰岩部層 (Kdf) の北東延長を切っている。ここでは断層北東側の Mendez 累層が、南西側の Kdf 部層に対して相対的に落ちこんだことを示している。このほか Santuario 部落の北西で、第三系の玄武岩類 (Tba1) を切る NW-SE 系の小規模な断層がある。

NNE-S SW 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。両断層は第三紀以前の堆積岩類を切る胴切断層である。また Dos de El Aguila 鉞山付近とこの南方などで、NNE-S SW 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) およびパーサイト花崗岩類 (Tigd) などの貫入位置は、NNE-S SW 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、Encarnacion 鉞山付近、El

Zapote 鉈山付近, Taxhai 部落の北北西の小岩体, Bonanza 部落の北北東付近および Pechuga 鉈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-S SW 方向を示す直線上に配列している。また NW-S E 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 鉈山付近, 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。

2-4 地 史

北米大陸西部に起こったネバタ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された、ジュラ系最上部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、凝灰質砂岩およ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および砂質頁岩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前期オーブ階に対比される地層の分布は本地域では認められない。この期間は海退期であったと考えられる。その後、中部オーブ期から海進が始まり海成の堆積が上部チューロン期まで卓越する。しかし、中部オーブ階から上部チューロン階に対比される 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 Kdl 部層であり、地域北西部から南央部では特徴的に黒色フリントおよ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 Kdf 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～南央部とで著しい変化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。

上部チューロン階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砕屑物が多量に補給され、泥質および砂質の堆積が卓越する。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烈しく褶曲し陸化した。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石灰岩部層および Mendez 累層などの泥質物に富む地層中に発達したものと考えられる。

ララミー造山運動の終了後、当地区に起った火成活動は、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 絶対年代測定結果によれば 40.5 ± 1.4 Ma から 50.9 ± 2.5 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 累層の礫岩が局部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絶対年代測定結果によれば $31.1 \pm \text{Ma} \sim \sim 26.5 \pm 1.3 \text{Ma}$ とほとんど漸新世に集中しているのが特徴的である。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。

2-5 鉍化帯の分布

2-5-1 鉍化帯の概要

調査地域は鉍床生成区的に、東シェラ・マードレ帯および新期火山帯に属する。

東シェラ・マードレ帯に属する鉍化帯は、第三紀の閃緑岩質貫入岩体と密接に関係して白亜系の堆積岩類中に生成している。鉍化帯はスカルンを伴う高温交代型鉍床または熱水型鉍床などを主体としており、その鉍床形態は鉍脈・鉍筒・マント・塊状・レンズ状などと多様性に富んでいる。鉍化帯に産する鉍石鉍物の主要なものは、磁鉄鉍・黄鉄鉍・黄銅鉍・磁硫鉄鉍・閃亜鉛鉍・方鉛鉍などの初生鉍物と、赤鉄鉍・針鉄鉍・孔雀石および多くの酸化鉍などの二次鉍物である。また脈石鉍物には、柘榴石・珪灰石・緑簾石・方解石などが一般に含まれる。

新期火山帯に属する鉍化帯としては、調査地南央部の流紋岩体中の金鉍床がある。

Table 2-1 Mineralized zones in the Survey District

No.	Mineralized zone	Name of mine	Type of ore deposit	Produced metal	Operation	Mine works
	I Encarnacion	1 Delicias	Pyrometasomatic : massive	Fe, Cu	Active	1 adit
		2 Santo Domingo	"	Fe, Cu	Inactive	Adit and pit
		3 Iron(-copper) prospect	"	—	"	Pits
		4 El Cambio	"	Fe, (Cu)	Inactive	"
		5 Corral Viejo	"	Fe, (Cu)	"	"
		6 Aguila Roja	"	"	Active	1 adit
		7 La Cueva del Tejon	"	"	Inactive	Pits
		8 Santo Tomas	"	"	"	"
		9 Dulces Nombres	"	"	"	"
		10 San Francisco	"	"	"	"
		11 Iron showing	"	—	—	—
		12 Rigel	"	"	Inactive	Pits
		13 Socorro	"	"	"	"
		14 Iron-copper prospect	"	—	"	"
		15 Iron-copper showing	"	—	—	—
	II El Zapote	16 El Conejo	"	Fe, Cu	Inactive	1 adit, 1 shaft
		17 Copper prospect	"	—	"	1 adit
		18 Huilco	"	"	"	"
		19 San Vicente	"	"	"	"
		20 Ignacio Zaragoza	"	Fe, Cu, (Au, Ag, Zn)	Active	2 adits
		21 San Jose del Oro	"	Fe, Cu, (Au, Ag)	Inactive	2 adits, 2 old shafts

No.	Mineralized zone	Name of mine	Type of ore deposit	Produced metal	Operation	Mine works	
II	El Zapote	22	Corcus	Pyrometasomatic: massive	Fe, Cu, (Au, Ag)	Active	2 adits
		23	Santa Eleanora	"	"	"	1 adit
		24	Trinidad	"	"	"	2 adits
		25	Concordia	"	"	Inactive	3 adits
		26	Los Gallos	"	"	"	4 adits
		27	Derrumbada	"	"	"	1 adit, 1 shaft
III	Dos de El Aguila	28	Esmeralda(ampl.)	"	Fe, (Pb, Zn, Ag)	Active ?	Pits
		29	Esmeralda	"	Ag, Pb, Zn	Active	2 adits, 1 shaft
		30	Dos de El Aguila	"	"	"	2 adits, 1 shaft
		31	Lead-zinc-silver prospect	Hydrothermal-replacing?: manto	—	Inactive	Trench
IV	La Luz	32	San Antonio	"	Ag, Pb, Zn, (Au)	"	1 adit
		33	La Luz	"	"	Active	1 adit
		34	Bonanza	"	"	Inactive	1 adit
V	Bonanza	35	Santa Elena	Hydrothermal: vein	Ag, Pb, Zn	"	> 5 adits, > 4 shafts
VI	Pechuga	36	San Miguel	Pyrometasomatic to hydrothermal: massive	"	Active	2 adits
		37	Lead-zinc showing	"	—	—	—
VII	Providencia	38	Providencia	Hydrothermal-replacing: manto and vein	Ag, Pb, Zn	Inactive	Open pits, shafts, adits
		39	San Joaquín	"	"	" ?	Adits
		40	San Vicente	"	"	Active	Shafts, adits
VIII	San Clemente	41	San Severiano	Hydrothermal-disseminating	Au, (Ag)	Active	3 main open pits
		42	Fluoruros de Hidalgo	Hydrothermal-replacing: massive	F	Inactive	2 open pits, 2 adits

調査地に存在する鉱床および鉱徴地は、地理的分布・母岩の種類・主産出金属の種類により次のような鉱化帯にまとめられる (Table 2-1, PL. 5-1 参照)。

- (1) 堆積岩を主な母岩とし、Fe (および Cu) を主に産出するもの
 - I. Encarnacion Fe (一部 Cu を含む)
 - II. El Zapote Fe・Cu (Au・Ag)
- (2) 堆積岩を主な母岩とし、Ag・Pb・Zn を主に産出するもの
 - III. Dos de El Aguila Ag・Pb・Zn (一部 Fe・Cu を含む)
 - IV. La Luz Ag・Pb・Zn
 - V. Bonanza Ag・Pb・Zn
 - VI. Pechuga Ag・Pb・Zn (一部 Cu を含む)

VI. Providencia …………… Ag・Pb・Zn

(3) 堆積岩を主な母岩とし、Fを主として産出するもの

Ⅳa. San Clemente (Fluoruros de Hidalgo 鉱山) …… F

(4) 火山岩を母岩とし、Auを主として産出するもの

Ⅳb. San Clemente (San Severiano 鉱山) …………… Au(Ag)

Encarnacion・El Zapote・Dos de El Aguila・La Luzの4 鉱化帯は調査地北部に位置し、また Bonanza・Pechuga の2 鉱化帯は調査地南西部に位置している。いずれも閃緑岩質貫入岩体と密接に関連した高温交代型あるいは熱水型鉱床で、Encarnacion・El Zapote・Dos de El Aguila の各鉱化帯では柘榴石スカルンを伴う典型的な高温交代型鉱化作用が認められる。調査地には、これらの鉱化帯に関連する岩体を含めて、閃緑岩質貫入岩体と花崗岩質ないし石英モンゾニ岩質貫入岩体が分布するが、巨視的にはこれらはNW-SEとNNE-SSWの2方向に配列している。NE-SWの方向は、調査地を含む東シェラ・マードレ帯の延長方向である。一方、NNE-SSWの方向はこれに斜交しており、東シェラ・マードレ帯を分断する構造の存在を示すのかも知れない。上述した6 鉱化帯は、このような大構造を背景とする火成活動に伴った鉱化作用によると思われる。

Providencia 鉱化帯は、調査地南東端部に分布し、熱水鉱脈型鉱床である。東シェラ・マードレ帯の前縁部にあたり、新期火山帯に接近している。

San Clemente 鉱化帯は、調査地南端中央部に位置し、熱水鉱脈型鉱床 (Fluoruros de Hidalgo 鉱山) と熱水鉱染型鉱床 (San Severiano 鉱山) がある。新期火山帯の前縁部にあたり、東シェラ・マードレ帯に面している。

2-5-2 鉍化帯各論

1. Encarnacion 鉍化帯

〔位置〕 Encarnacion 部落周辺

〔鉍床〕 白亜系 El Doctor 累層の塊状石灰岩部層 (Kd1) と閃緑岩質貫入岩岩株の接触部に胚胎する高温交代型鉍床である。この鉍化帯中には、閃緑岩質岩体が10岩体ほど認められ、そのうちの3岩体は3 km²以上の面積をもつ。最大の岩体は Encarnacion 部落南東に位置し、約6.5 km²の面積を占め、塊状石灰岩層のルーフペンダントをもつ。鉍床はこれらの岩体の周縁部に主に位置し、Delicias・Santo Domingo・El Cambio・Corral Viejo・Aguila Roja・La Cueva del Tejon・Santo Tomas・Dulces Nombres・San Francisco・Rigel・Soccoro・その他の13の鉍山・探鉍地と数箇所の鉍徴地が知られている。各鉍床は、不規則塊状あるいはレンズ状形態をもつことが多いが、Delicias 鉍山では石灰岩の層理に沿ったマント状形態を示す。各鉍体の規模は一般に小さく、Delicias 鉍山では約3 m×10 m×80 m、Aguila Roja 鉍山では約30 m×50 m×50 mの規模である。鉍石鉍物は、初生鉍物としては、磁鉄鉍が最も多く、黄鉄鉍・黄銅鉍がこれに次ぎ、まれに磁硫鉄鉍・閃亜鉛鉍が認められる。地表部では、これらの初生鉍物は、赤鉄鉍・針鉄鉍・孔雀石などの二次鉍物に変わっている。脈石鉍物は、柘榴石が主で、珪灰石・緑簾石・方解石などが伴われる。Table 2-2に各鉍山・探鉍地および鉍徴地からの鉍石試料の分析結果を示す。

Table 2-2 Metal Contents of Ore Samples from the Encarnacion Mineralized Zone (※は第一年次調査による)

No.	Sample No.	Name of mine	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
1	C103MR	Delicias	0.19	30	2.02	0.004	0.24
2	Cb164PC [※]	Aguila Roja	0.3	1.4	0.21	0.009	0.018
3	Cb149PC [※]	Dulces Nombres	0.2	0.5	0.084	0.009	0.063
4	Cb159PC [※]	"	0.1	0.7	0.13	0.008	0.060
5	Cb162PC [※]	"	0.1	1.4	0.077	0.016	0.23
6	Cb154PC [※]	San Francisco	0.8	5.7	1.63	0.007	0.093
7	Cb156PC [※]	"	0.1	2.3	1.03	0.006	0.30
8	Cb168PC [※]	San Ricardo	0.3	2.1	2.14	0.009	0.20
9	Cb169PC [※]	"	0.1	1.2	0.11	0.007	0.020
10	Cb119PC [※]	prospect	tr.	0.9	4.51	0.007	0.063
11	B431M	iron showing	0.02	2	—	—	—
12	C2MR	copper-iron showing	0.34	19	1.20	0.004	0.26
13	C5M	Rigel	2.5	4	0.013	0.014	0.020
14	C7MR	"	0.22	8	0.51	0.014	0.032
15	C12MR	iron showing	0.02	2	0.042	0.002	0.11

この分析値にみられるように、Delicias・San Francisco・San Ricardo 鉱山産鉛石と1探鉱地からの試料が1.03~4.51% Cuを示すものの、その他はAu・Ag・Cu・Pb・Znとも低い。Feは分析されていないが、ほとんどの試料で磁鉄鉱が卓越していることから55~60% Feと思われる。

〔生産〕 調査時における稼働鉱山は、Delicias・Aguila Rojaの2鉱山のみで、他は終掘あるいは休止中である。Delicias・Aguila Roja両鉱山ともZimapan在住のAlmando Martinez氏の所有である。Delicias 鉱山では、10人程度の人員により地表部からさく岩機により採掘されており約20t/dayの生産量である。ここでは鉱体の幅の確認のため、N24°Eの方向に延長20mの探鉱坑道が開さくされているが、鉱体はこの坑道引立て付近で終わっている。Aguila Roja 鉱山は1973年頃に開発され、現在鉱山長以下15人程度の人員により、削岩機・ブルドーザー・ダンプトラックの組み合わせによるルームアンドピラー方式で採掘されており、約100t/dayの生産量である。

〔今後の探鉱〕 既知の鉱山や探鉱地における鉱体の規模は小さく、地表部の状況では、スカム帯が大規模に連続する傾向も認められないので、既知鉱床以上の規模の鉱床が賦存している可能性は低い。またFe単味の鉱体が大半である。しかしながら、地化学探査の章で詳述するように、本鉛化帯北部に隣接した箇所にPbの異常帯が存在することは興味深い。本鉛化帯での主要金属はFeとCuであることを考えると、その外側にPb(-Zn・Ag)が分布しているように見える。鉱床規模は不明であるが、河川堆積物試料は0.1%Pbの値を示し、比較的高品位と考えられ、今後この箇所付近の精密な調査が必要であろう。鉛化帯内においても、既知鉱床程度の規模の未発見鉱床が賦存している可能性は残っている。

II. El Zapote 鉛化帯

本鉛化帯は、Encarnacion 鉛化帯の南方に隣接した高温交代型鉛床で、Fe・Cuを主とし、一部Au・Ag・Znを伴い、約12箇所に鉱山・探鉱地が存在する。この鉛化帯の主要部はEl Zapote 精査地区に含まれるので、地質精査の章で詳述する。

III. Dos de El Aguila 鉛化帯

本鉛化帯は、Encarnacion 鉛化帯の西方に位置した同様の高温交代型鉛床で、Ag・Pb・Znを主とし、数箇所に鉱山・探鉱地が存在する。この鉛化帯はDos de El Aguila 精査地区に含まれるので、地質精査の章で詳述する。

IV. La Luz 鉛化帯

〔位置〕 Maguey Verde 部落北北西約3.5kmのEl Jaguey 部落付近

〔鉱床〕 白亜系El Doctor 累層のフリント挟在石灰岩部層(Kdf)を母岩とする熱水型鉛床で、付近には第三紀閃緑岩質貫入岩が分布している。La Luz・San Antonio・Bonanzaの3鉱山がある。鉱床は堆積岩類の層理に沿ったマント状形態を示し、La Luz 鉱山では、



厚さ1～2mの酸化鋳体が上盤の薄層理頁岩・シルト岩の互層と下盤の灰白色再結晶石灰岩にはさまれて認められ、約10°の傾斜方向に断続的に約100m延長している。鋳体は部分的に縞状構造を示す酸化鋳からなり、肉眼では赤鉄鋳・針鉄鋳・ジャロサイトを主とし、わずかに二酸化マンガン鋳が認められる。鋳石試料の分析結果では、Ag・Pb・Znを多く含有するものがあることから、Agの塩化鋳物やPb・Znの炭酸塩鋳物・酸化鋳物が局部的に濃集していると思われる。脈石鋳物は方解石を主とし、珪化部では石英が伴われる。Table 2-3 に鋳石試料の分析結果を示す。

Table 2-3 Metal Contents of Ore Samples from the La Luz Mineralized Zone (*は第一年次調査による)

No.	Sample No.	Name of mine	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	T.Fe (%)
1	Da44C*	La Luz	21.7	720.0	0.006	12.05	0.11	—
2	Da45C*	"	4.8	475.6	0.027	2.57	0.38	—
3	Da46C*	"	tr.	1.2	0.002	0.012	0.082	—
4	B451MR	"	3.8	170	0.010	9.50	0.31	—
5	B452MR	"	0.28	22	0.032	0.40	1.12	19.0
6	B453MR	"	0.81	19	0.018	1.40	0.47	—
7	B455MR	San Antonio	0.08	28	0.32	0.06	1.20	—
8	Da47C*	Bonanza	0.5	4	0.031	0.60	0.14	—
9	B457MR	"	0.08	1,995.1	0.003	0.007	0.018	—

この分析値にみられるように、本鋳化帯ではAg・Pbに富む鋳石があり、これが主採掘対象となっている。1試料から21.7g/t Auの値が得られている。

〔生産〕 調査時における稼働鋳山はLa Luz鋳山のみで、S20°W方向に延長約100mの通洞があり、数人の地元人により手掘り式で小規模に採掘されている。生産量は約50t/monthである。鋳山所有者は、Mexico市在住のArberto Magos氏といわれる。

〔今後の探鋳〕 本鋳化帯周辺には、既知の閃緑岩質貫入岩体以外の小岩体の分布が予想されるので、その確認と鋳化・変質帯の規模を確認するための調査が必要であろう。

V. Bonanza 鋳化帯

Bonanza 部落東方に位置する熱水性鋳脈型鋳床でAg・Pb・Znを主とする。Pechuga 鋳化帯とともにPechuga 精査地区に含まれるので、地質精査の章で詳述する。

VI. Pechuga 鋳化帯

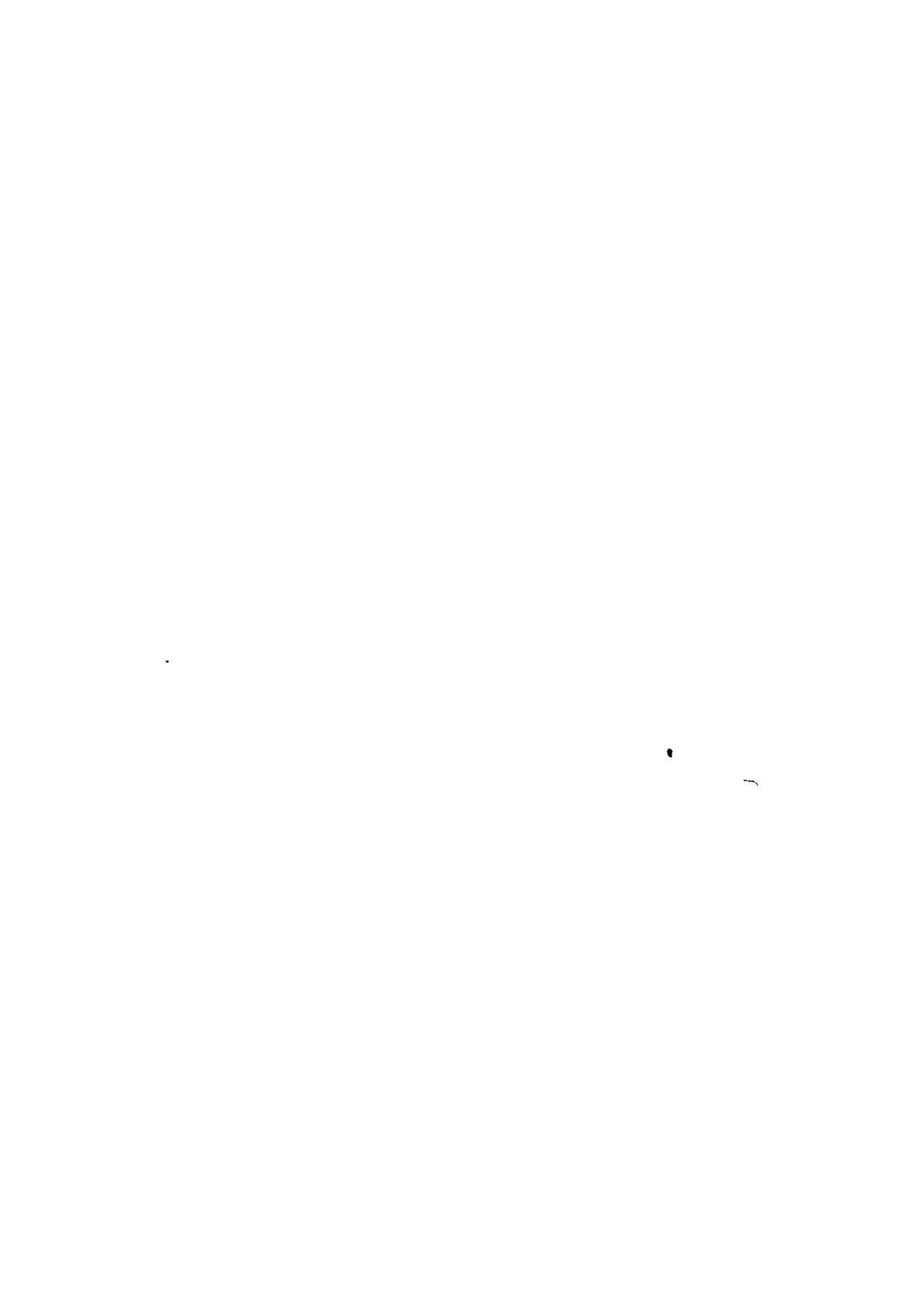
Pechuga 部落北東に位置する高温交代～熱水型鋳床で、Ag・Pb・Znを主とする。前述のBonanza 鋳化帯同様Pechuga 精査地区に含まれるので、地質精査の章で詳述する。

Ⅴ. Providencia 鉍化帯

Santuario 部落東方に位置する熱水鉍脈型鉍床で、Ag・Pb・Znを主とする。Providencia 精査地区に属するので、地質精査の章で詳述する。

Ⅵ. San Clemente 鉍化帯

San Clemente 部落東方に位置する熱水鉍染型 Au 鉍床 (San Severiano 鉍山) と、熱水鉍脈型 F 鉍床 (Fluoruros de Hidalgo 鉍山) からなる。San Clemente 精査地区に属するので、地質精査の章で詳述する。



第3章 精査地区の地質・鉱床

第3章 精査地区の地質・鉱床

3-1 Dos de El Aguila地区

3-1-1 位置・交通・地形・植生

Dos de El Aguila地区は調査地の北部に位置し、長辺5 Km・短辺2.5 Kmの北西-南東に伸長した矩形の区域である。地区内には、Cobrecito, Los Duraznos, San Vicenteなどの集落がある。

地区内の主要交通路は国道85号線とこれから分岐する地方道路である。85号線はBarranca de Los Marmolesとその支流の急崖を巻いて大きく蛇行しながら地区を南北に走っている。地方道路のうちSan Vicente西方で国道と分かれるものはEncarnacionに通じており、また地区南端部でBarranca de Los Marmoles沿いに逆行するものはEl Zapote地区の鉱山群に連絡している。この2つの道路を連絡して、地区東端部の稜線西側に車両通行可能な道路があるが、Encarnacionに向かう道路との会合部はやや悪路となっている。また、Cobrecito付近からDos de El Aguila・Esmeralda両鉱山に至る小道の一部は1980年に拡張工事がなされているが、車両通行可能部分は国道から約500mの間に過ぎず、それ以西は急斜面のためか、コンプレッサーその他の機材搬入に必要最小限の拡張にとどまっている。

地区内の最高標高点は約2640m、最低標高点は約1530mであり、最大標高差は約1,110mに達し、地形は一般に急峻である。特に、地区南半部を北西に流下しているBarranca de Los Marmolesとその支流沿いやCobrecito東方などでは100~250mに達する断崖があり、その他にも急崖が多く認められる。これらの断崖や急崖はEl Doctor累層の塊状石灰岩(Kdf)の分布範囲に多いが、一部のものは断層崖である。一方、急崖の上部では部分的にはあるが、比較的なだらかな斜面が存在する。この部分はMendez累層(Kms)の泥灰岩・頁岩互層の分布範囲にほぼ一致している。

植生は各種の松柏類が主体で他種灌木を混える。比較的ゆるやかな斜面には、桃・リンゴなどの果樹やトウモロコシが栽培されている。

3-1-2 一般地質

地区内には白亜系堆積岩類とこれに貫入した第三紀閃緑岩質貫入岩が分布する(PL. 3-1および3-5)。

白亜系堆積岩類は、El Doctor累層に属する塊状石灰岩部層(Kd1)、同フロント挟在石灰岩部層(Kdf)およびMendez累層(Kms)に分けられる。塊状石灰岩部層(Kd1)は、Barranca de Los Marmolesとその支流の急崖部および地区東端部を占めて分布しており層厚は約600mと推定される。暗灰色ないし淡灰色の厚層理(普通0.3~2m)あるいは塊状無層理の石灰

岩を主体とする。ごくまれに数cm程度の淡灰褐色の薄層理石灰質頁岩をはさむ。N15°~35°Wの一般走向をもち、全体としては10°~35°SWの傾斜であるが、ゆるい褶曲構造が部分的に認められることがあり、このような箇所では10°~35°NEの逆傾斜を示すことがある。閃緑岩質貫入岩体の周辺では脱色して白色を呈し、また再結晶により糖晶質となっている。貫入岩体との接触部では高温交代作用により柘榴石を主とするスカルン鉱物が認められる。フロント挾在石灰岩部層(Kdf)は分布の主体が地区南西方にあるため、地区内では南端部の山腹にごく一部が認められるに過ぎない。厚さ10cm以下の黒色フロント層あるいはフロントのレンズ・団塊を含む暗灰色ないし淡灰色の中~厚層理(普通0.1~1m)石灰岩を主とし、石灰質頁岩をはさむ。一部の石灰岩はかなり泥質で泥灰岩というべきものもある。NW-SEの一般走向で30°~40°SWの傾斜である。Mendez累層(Kms)は、地区内の斜面上部を占めて分布しており地区内における層厚は約200mである。暗灰色の薄~中層理泥灰岩(石灰質頁岩、普通0.1~0.5m)と暗灰色頁岩(普通0.1~0.8m)の互層を主とする。最下部には淡灰褐色薄層理石灰質頁岩が認められることがあり、またこの一部は黒色石墨質となっている箇所がある。N20°W~N50°Wの一般走向をもち、15°~50°SWに傾斜していることが多いが、ゆるい褶曲構造が認められ、このような箇所では逆傾斜を示す。閃緑岩質貫入岩との接触部では再結晶作用と弱いスカルン化作用が認められる。

閃緑岩質貫入岩体(Tidi)は、地区内では南東部に3岩体、北西部に4岩体が分布しているが、いずれも小規模で、最大のもでも幅70m・延長約200mに過ぎない。中~細粒の完晶質岩で有色鉱物として黒雲母・角閃石(輝石)を含む、北西部の4岩体はDos de El Aguila-Esmeralda両鉱山の鉱化作用に密接に関連しており、母岩となっているEl Doctor累層の塊状石灰岩部層(Kdl)にスカルン化作用を及ぼしている。

地区付近における最大規模の褶曲構造は、地区南部のBarranca de Los Marmolesの南岸山腹にMendez累層(Kms)を分布せしめた過褶曲向斜構造である。ここでは見かけ上、下位からEl Doctor累層の塊状石灰岩部層(Kdl)-Mendez累層(Kms)-El Doctor累層のフロント挾在石灰岩部層(Kdf)の順に重なっており、この順序は広域的な層序と矛盾している。層序を繰り返させるような大規模な断層が存在する証拠はなく、またMendez累層とEl Doctor累層の間に大きな不整合が存在する確証は得られていない。従って過褶曲向斜構造の存在が推定される。向斜軸の正確な位置は決定しがたいがMendez累層中にあり、地層の連続状況から向斜軸はNW-SEの走向で30°~50°SWの傾斜と考えられる。北東翼相当部に10°~30°の傾斜が多く、南西翼相当部に30°~50°の傾斜が多いことから、この褶曲構造は非対称性と考えられる。この褶曲構造以外の褶曲構造は局部的なもので、ゆるい波状の構造が短い距離で確認できることが多い。本地区にみられる断層のうちで最大のはCobrecito付近を通過してNNE-SSW方向に地区を横断しているもので、その南西連続部は2つに分岐している。Cobrecito

南方の国道沿いの切り割りに好露出があり、ここでは、走向 $N20^{\circ}E$ 、傾斜 $70^{\circ}NW$ ・幅3mの断層破砕帯を境として東側のEl Doctor累層の塊状石灰岩部層(Kd1)と西側のMendez累層(Kms)が接している。この走向方向には断層崖とみられる断崖がよく連続している。この断層による落差は約200mと推定される。この断層の西方にも $N10^{\circ}E$ 方向の断層とこれから派生するN-Sあるいは $NN E-S SW$ 方向の断層があり、El Doctor累層の塊状石灰岩部層(Kd1)とMendez累層に変位を与えており、最大落差は150mに達するとみられる。これらの断層は、白亜系の一般走向方向や褶曲構造の延長方向とは直交あるいは斜交しており、東シエラ・マードレ帯の延長方向を分断する線構造の一部と考えられる。これらの外に地区中央部に地層の一般走向と平行な断層が認められる。地区内には閃緑岩質小貫入岩体が分布するが、褶曲構造や断層構造との直接的関連は不明瞭である。

3-1-3 鉱 床

本地区には、地区北西部にDos de El Aguila・Esmeralda両鉱山があり、また地区中央部(Cobrecito南西約800m)には探鉱地がある。いずれもAg・Pb・Znを主対称としていていると思われるが、Esmeralda鉱山の拡張鉱区(Amplification)では磁鉄鉱を主とする鉱体が露出している。

Dos de El Aguila・Esmeralda両鉱山はBarranca de Los Marmoles本流と南西方から流下する支流の合流箇所付近に位置し、鉱区を接している(PL.3-7)。この両鉱山の北方約500mには、Esmeralda鉱山の拡張鉱区(鉱区番号5889号、面積6.8ha)がある。

この付近には、El Doctor累層の塊状石灰岩部層(Kd1)とこれに貫入した閃緑岩質小岩体が分布する。塊状石灰岩部層を構成しているのは、淡灰色厚層理ないし塊状無層理石灰岩で、貫入岩体の周辺では白色結晶質となっている。閃緑岩質貫入岩体は、Esmeralda 鉱山拡張鉱区内のものも含めて4岩体が認められ、一部のものには $NN E$ 方向に伸長した岩脈状の形態をもつがいずれも小規模で、最大のものでも幅約60m・延長約300mと推定される。4岩体とも中粒の完晶質岩で、有色鉱物は黒雲母が多く少量の角閃石(および輝石)を伴う。一部自形の斜長石や石英によりやや斑状を呈することがある。多くの露頭では、風化により斜長石は粘土化して白濁しており、また石灰岩との境界付近では緑泥石化や緑簾石化している箇所がある。

鉱床は、石灰岩と閃緑岩質貫入岩体の境界部に賦存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(初生の赤鉄鉱)・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一般で、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20~40m、延長約260m、西側では幅15~25m・

延長約 200m 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、鉍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 140m、西側のもので約 70m である。鉍石は酸化鉍が主体で、採取試料の分析結果では、0.02~2.7g/t Au、4~140g/t Ag、0.00n~14.49% Cu、0.004~1.59% Pb、0.098~1.62% Zn の値が得られているが、126~140g/t Ag を含むものや 14.49% Cu 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鉍化が進んだ試料でも 27.6% T. Fe にとどまっている (Table 3-1-1)。鉍石鉍物はごく一部で初生の赤鉄鉍 (鏡鉄鉍)・方鉛鉍・黄鉄鉍・黄銅鉍が認められるものの、ほとんどの場合赤鉄鉍・磁赤鉄鉍・針鉄鉍・ジャロサイト・白鉛鉍・孔雀石などの二次鉍物である。酸化鉍の顕微鏡観察によれば、初生の黄鉄鉍粒子を周縁や亀裂沿いに赤鉄鉍が交代し、さらに赤鉄鉍が磁赤鉄鉍と針鉄鉍に交代されて、全体として黄鉄鉍を核にした同心円状組織や、赤鉄鉍と針鉄鉍の小葉片が脈石中に不規則に鉍染している中で白鉛鉍粒子が散在している様子が明瞭である。白鉛鉍の存在は粉末 X 線回析によっても確認されている。銀鉍物および亜鉛鉍物は鏡下でも X 線回析でも確認されていないが、酸化鉍中では銀鉍物は恐らく塩化物、亜鉛は恐らく炭酸塩鉍物として主に存在していると思われる。脈石鉍物は柘榴石を主とし、緑簾石・方解石・石英・緑泥石を伴う。

Esmeralda 鉱山拡張鉍区における鉍化帯は、沢底に位置する幅最大 50m・延長約 100m の規模の閃緑岩質貫入岩体をはさむ東西両側でその外見を異にし、東側では、延長約 50m・高さ約 15m 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いて黒褐色ないし赤褐色の多孔質酸化鉍体として認められるのに対し、西側では、幅 3~7m・延長約 30m・高さ 10m 以下の赤鉄鉍化磁鉄鉍鉍体が N10°W・80°~90°NW の走向・傾斜で石灰岩と接している。両者からの鉍石試料の分析結果では、前者が 5.8g/t Au を示す他は目立った金属濃集がないのに対して、後者では、1.18% Zn、62.4% T. Fe を示す (Table 3-1-1)。前者の Fe 含有量は分析されていないが、肉眼では後者よりかなり低いと思われる。このようなことから、前者は初生的には硫化鉍物の鉍染を主体とした鉍床であり風化溶脱により現在の外観をもつものと考えられる。後者は磁鉄鉍が圧倒的に濃集する一方で閃亜鉛鉍などの硫化鉍物をわずかに伴ったものであろう。鉍石鉍物は、前者では赤鉄鉍・針鉄鉍などの二次鉍物がほとんどであるが、後者では初生の磁鉄鉍が卓越している。脈石鉍物は方解石・石英で、柘榴石・緑簾石はほとんど認められない。

Dos de El Aguila 鉱山は Zimapan 在住の Chilististino Palmas 氏の所有といわれ、Esmeralda 鉱山との鉍区境界付近に深さ約 10m の立坑があり、またその南方斜面の鉍化露頭に延長 8m 以下の通洞が 2 箇所認められる他は目立った探鉍・採掘跡はなく、調査時においては

Table 3-1-1 Metal Contents of Ore Samples from the Dos de El Aguila Mining Area

No.	Sample No.	Name of mine	Au(g/l)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb (%)	Zn (%)	T.Fe(%)
1	B155MRX	Esmeralda	2.7	140	0.046	1.59	0.26	—
2	B156MR	"	0.22	130	2.17	0.094	0.47	—
3	B158MR	"	0.52	32	0.038	0.038	0.49	—
4	B202M	" (amplification)	5.8	5	0.14	0.008	0.40	—
5	B204M	" (")	0.19	4	0.054	0.015	1.18	62.4
6	B217M	"	0.34	17	0.25	0.018	0.73	27.6
7	B302M	Dos de El Aguila	0.02	5	0.24	0.004	0.36	—
8	B303aM	"	0.12	2	0.56	0.004	0.74	—
9	B303bMX	"	0.15	6	0.99	0.007	0.97	—
10	Dd153C*	"	0.1	34.5	14.49	0.016	1.62	—
11	Dd155C*	"	0.1	126.5	0.52	0.032	1.19	—
12	Dd157C*	"	0.2	4.9	0.34	0.012	0.082	—
13	B433M	prospect (pit)	0.10	9	0.006	1.55	0.48	—
14	B434M	"	0.02	8	0.007	0.95	0.61	—
15	B435M	"	0.54	28	0.004	5.38	0.10	—
16	B436M	"	0.47	31	0.006	7.00	0.41	—
17	Dd149C*	"	0.3	16.2	0.004	4.72	0.098	—
18	Dd151C*	"	0.2	5.8	0.042	2.36	0.31	—

* : data from the Phase I survey (JICA and MMAJ, 1980).

休山している。Esmeralda 鉱山は、Guerrero 州の Minerales de Guerrero, S.A. の所有で、1980 年 5 月頃に探鉱活動が再開され、Barranca de Los Marmoles の沢底に近いレベルから、鉱化スカム帯の延長方向に斜交した S 55°E・S 50°E 方向の 2 つの探鉱坑道が掘進されている。1980 年 9 月 22 日現在の掘進実績は、北東側の S 55°E 方向のものが 13.5 m、南西側の S 50°E 方向のものが 45.5 m である。北東側のものは鉱化スカム中で掘進を中断している模様であるが、南西側のものは、坑口付近の閃緑岩質貫入岩から鉱化スカム帯を経て石灰岩中を掘進中で、鉱化スカム帯の配列を横切る計画という。コンプレッサー一台とレッグドリル数台で 15 人程度の人員により作業が進められている。

Cobrecito 南西約 800 m に位置する探鉱地における鉱徴は、El Doctor 累層の塊状石灰岩 (Kd1) と Mendez 累層 (Kms) の境界部に接近した塊状石灰岩層に認められる。この探鉱地付近

には閃緑岩質貫入岩体は確認されていない。探鉱は N75°W 方向に伸びた幅最大 4.5 m・長さ 9 m・深さ 7.3 m の試掘溝により行なわれている。試掘溝壁面の観察では、N40°~80°E・80°SE の断層角礫部（幅 0.3~1.5 m）を境に北西側には酸化鉱を主とする塊状鉱化部が認められ、また南東側ではやや珪化した再結晶石灰岩中の N70°E, 70°SE などの小裂か沿いに数 cm 以下の酸化鉱が脈状にみられる。このような産状から本鉱徴地は熱水鉱脈型鉱化作用によるものと考えられる。肉眼で認められる鉱石鉱物は赤鉄鉱・ジャロサイトのみで、脈石鉱物は方解石・石英が主でまれに緑簾石を伴う。鉱化部試料の化学分析結果は、0.10~0.54 g/t Au, 5.8~31 g/t Ag, 0.004~0.042% Cu, 0.95~7.00% Pb, 0.098~0.61% Zn を示す（Table 3-1-1）。分析結果は Pb にやや富む傾向を示すが、塊状鉱化部を約 4.5 m にわたって連続的に採取した試料（B433M）の Pb 分析値は 1.55% であることから、この探鉱地の平均 Pb 値は 1~2% と推定される。この試掘溝の外には付近に探鉱形跡を示すものはなく、調査時には探鉱活動は中断している。

3-1-4 今後の探鉱

Dos de El Aguila 地区においては、Dos de El Aguila・Esmeralda 鉱山周辺と Cobrecito 南西約 800 m の探鉱地に鉱化作用が認められ、そのうち Esmeralda 鉱山では私企業により既に探鉱坑道が掘進されつつある。Dos de El Aguila・Esmeralda 鉱山周辺についてはこの探鉱成果を検討した後対処すべきであろう。Cobrecito 南西の探鉱地周辺では、現在確認されている鉱化部の延長はそれほど期待できない。

しかしながら、後述するように、河川堆積物による地化学探査により本地区北東端部に中程度の Pb 異常値が検出されていることは興味深く、この異常地付近に Dos de El Aguila・Esmeralda 鉱山型か Cobrecito 南西の探鉱地型の鉱化作用の存在が期待される。一方、本地区南西の山稜部には、Dos de El Aguila・Esmeralda 鉱山付近に分布するものと同様の閃緑岩質貫入岩体が知られ、La Luz・San Antonio・Bonanza の各鉱山の鉱化作用に関連していると考えられており、既知鉱床以外の鉱化部の存在が期待される。以上のことから地化学的 Pb 異常地から La Luz 鉱山南方の閃緑岩質貫入岩体分布地にかけての調査を行ない、Pb 異常の原因を究明するとともに、区域内での既知鉱床以外の鉱化作用の有無を確認する必要がある。

3-2 El Zapote 地区

3-2-1 位置・交通・地形・植生

El Zapote 地区は、調査地中央部に位置し、1.25 kmの東西底辺をもち8隅で囲まれた面積62.5 km²の区域である。この地区内あるいは地区に接近している集落は、地区北西部の Puerto de Vigas・San Jose del Oro, 中央北端部の Las Milpas, 北東隅部の Itatlaxco・Santo Domingo, 中央北部の Las Piedras, 中央南端部の Pajeadi, および南東方への Nicolas Flores などである。

地区内の主要交通路は、未舗装地方道路で、地区北西隅部では El Zapote 鋳山群を連絡しており、また Las Trancas で国道85号線から分岐して Nicolas Flores に至る道路が地区南端部を東南東に横断している。この2つの他の車両道路は、Las Piedras への分岐点から約800mの区間と、Pajeadi への区間のみで、それ以外は全て徒歩道である。

地区内の山頂標高は2,500mを越えることがしばしばで、最高標高点は約2,770mである。一方、河川の主要部の標高は1,500m以下で、最低標高点は約865mである。最大標高差は1,905mに達し、比高500~1,000mの急峻な地形が一般的である。斜面最上部はややなだらかであるが中部以下は平均傾斜35°の急斜面で、特に45°以上の急崖となっている。このような地形は El Doctor 累層の塊状石灰岩部層(Kdl)およびフリント挟在石灰岩部層(Kdf)の分布地域内に多くみられるが、一部では Méndez 累層(Kms)の分布地域にもみられる。Las Piedras 東南東約3km付近の斜面中部には比較的ゆるやかな部分がしばしばみられるが、この付近は Méndez 累層の分布域である。主要河川は、地区北部をほぼ東方に流下する Arroyo de Flojonales, 地区南半部を東北東に流下する Arroyo Cuesta Colorada の支流、および地区東部を蛇行しながら北東に流下する Arroyo Cuesta Colorada である。これらの河川の上流部および支流ではしばしば高さ10m以上の滝がみかけられる。水系密度は地区の西半部にみられるようにやや疎であるが、地区南東隅ではやや密となっており、ここには第三紀のパーサイト花崗岩類(Tigd)と変質安山岩類(Tan1)が分布している。

植生は各種の松柏類が主で他種灌木を混えて比較的密である。緩傾斜の斜面や沢沿いではトウモロコシの栽培が行なわれている。

3-2-2 一般地質

El Zapote 地区には、白亜系堆積岩類・第三系火山岩類・第三紀貫入岩類が分布する。白亜系堆積岩類は、El Doctor 累層に属する塊状石灰岩部層(Kdl), フリント挟在石灰岩部層(Kdf), 泥灰岩・頁岩互層(Kds)および Méndez 累層(Kms)に分けられ、第三系火山岩類はその活動期の新旧により2つの安山岩質火山岩類(Tan1・Tan2)に分けられる。第三紀貫入岩類には、閃緑岩類(Tidi)・パーサイト花崗岩類(Tigd)・閃緑斑岩類(Tidp)・玄武岩および粗

粒玄武岩(Tiba)・安山岩(Tian)・流紋岩(Tirh)がある(PL.3-2)。

El Doctor 累層の塊状石灰岩部層(Kdl)は、地区北端部と北東隅部に分布する。調査地全域を通してその下限は露出しないため全層厚は不明であるが、本地区に分布している部分だけでも600mを越える。灰色ないし淡灰色で厚層理(普通1~3m)あるいは塊状無層理の不純物の少ない石灰岩により構成される。時に層理と平行な縞状構造やスティロライト構造を示すことがある。局部的には急傾斜することもあり、褶曲している箇所も認められるが、全体としてはN40°Wの走向をもち15°~25°SWに傾斜していると思われる。閃緑岩~花崗閃緑岩の周辺部では、脱色されて白色を呈し、また再結晶作用により糖晶質となっている。

El Doctor 累層のフリント挟在石灰岩部層(Kdf)は、地区西半部を占めて分布する。黒色フリントの薄層(10cm以下)・レンズ・団塊をもつ暗灰色ないし灰色の中~厚層理(普通5~50cm, まれに2m)の石灰岩が卓越しており、淡褐灰色の薄層理石灰質頁岩(数cm以下)をはさむ。本部層最上部はやや泥質で、石灰岩は暗灰色で泥質物が多く泥灰岩ともいふべきものになり、また縞状の薄層理をもつ褐灰色頁岩が多くはさまれ、フリント薄層は2cm以下でごくまれにしか認められない。分布域西半部ではN40°~60°W・30°~60°SWの走向傾斜をもつことが一般的であるが、Las Piedras-Pajeadiの付近からその東方ではN60°~80°W・40°~60°SWの一般走向傾斜となり、やや走向方向を変えている。本部層は著しい褶曲作用をうけており、分布域の随所で褶曲構造を観察できる。Pajeadi付近の道路沿では、特にその状況がよく観察され、N40°~70°W・35°~60°SWの褶曲軸面が3~10m毎にあり背斜・向斜をくり返している。閃緑岩類の周辺部では、石灰岩は再結晶してやや糖晶質となり、また黒色フリントは脱色して白色を呈することがある。

Mendez累層(Kms)は、El Doctor累層の2部層をとりまいているが、地区東半部で特に広い分布を示す。Pajeadiからその北西にかけては、見かけ上El Doctor累層のフリント挟在石灰岩部層(Kdf)にはさまれてレンズ状あるいは層状に分布する。著しい褶曲構造を示し、また連続性のある鍵層を欠くため、層厚は確定しがたいが、地区内における最大層厚は約900mと推定される。本層は、下部の約100mの厚さの薄~中層理泥灰岩・石灰質頁岩互層、中部の約400mの厚さの中~厚層理泥灰岩・頁岩互層(一部では中~厚層理砂岩を多く含む)、上部の約400mの厚さの薄~中層理頁岩・シルト岩からなる。下部の泥灰岩・石灰質頁岩互層は、Pajeadi付近の道路沿に好露出が連続している。5~30cmの暗灰色泥灰岩と2~10cmの暗灰色ないし灰褐色の薄層理縞状石灰質頁岩の互層で、比較的固結度がよく頁岩も中部のものよりは堅硬である。El Doctor累層との境界付近では、一部の頁岩は黒色石墨質となっている箇所がある。中部の泥灰岩・頁岩互層は、普通15~80cmの暗灰色泥灰岩およびそれと同程度の暗灰色の頁岩からなる。頁岩は風化に弱く小片状にくずれ易い。このため、この互層部は泥灰岩部が突出し頁岩部がへこんだ凹凸の風化露頭面を特徴とし、この状況はPajeadi北東約1.5Km

以東の道路沿いで典型的である。地区北東隅部の Itatlaxco 付近では、この層準に普通 10～30 cm の灰色中粒砂岩が多く認められるが、この砂岩含有部は調査地全域においても Mendez 層の北東～東縁部にのみ発達しているもので、地区中央部ではほとんど認められない。上部の頁岩・シルト岩は、1～5 cm の暗灰色頁岩・シルト岩の互層で、いわゆる縞状頁岩の外観をもち、Arroyo Cuesta Colorada とその北西方に広く分布している。Mendez 累層の走向傾斜は、ほとんどの箇所では下位の El Doctor 累層と調和的で、El Doctor 累層がやや EW 寄りの走向をもつ Pajeadi 付近とその東方を除いては $N40^{\circ}\sim 60^{\circ}W$ 、 $4^{\circ}\sim 7^{\circ}SW$ が一般的走向傾斜である。El Doctor 累層のフロント挟在石灰岩部層 (Kdf) と同様に、本累層中にも著しい褶曲構造が一般的で、Pajeadi 付近やその東方の道路沿いで好例が観察できる。Pajeadi からその北西にかけて、見かけ上 El Doctor 累層のフロント挟在石灰岩部層に挟まれた分布を示す原因は、西傾斜する軸面をもつ過褶曲構造の繰り返しによる。本累層は閃緑岩類やその他の貫入岩類の周辺では、その影響により再結晶・スカルン化・珪化などの諸作用を受けている。特に、地区北部の Arroyo de Flojonales 最上流部付近では強くスカルン化されており、また地区東端部の Arroyo Cuesta Colorada では、珪化により淡灰白色（あるいは緑灰色）化したシルト岩薄層と黒色頁岩薄層が互層して、明瞭な縞状模様を呈する。

第三系安山岩質火山岩類のうち、早期の変質安山岩類 (Tan 1) は、地区東端部の山腹中部以上を構成して分布する。淡灰緑色の安山岩溶岩が卓越しているが、下部では黄褐色ないし淡緑色の安山岩質凝灰岩・凝灰角礫岩が発達している。安山岩溶岩は角閃石・普通輝石安山岩が一般的である。鏡下では、脱ハリしてフェルサイト様組織をもつ石基中に、斜長石・角閃石・普通輝石などの斑晶が散在し流理構造を示すが、全体に変質して斑晶・石基ともに緑簾石化している。安山岩質凝灰岩は斜長石片・無色ガラス片からなり同質の変質角礫を含む。斜長石片はカオリン化し、基質は緑簾石化している。凝灰岩の一部は溶結凝灰岩となっている箇所がある。本岩類は、褶曲する Mendez 累層の上位にほぼ水平に近いゆるやかな傾斜で累重している。

後期の安山岩質火山岩類 (Tan 2) は、地区内では、Pajeadi 付近の山頂部の小分布に過ぎない。この付近での本岩類は安山岩溶岩と同質火山角礫岩～凝灰角礫岩からなる。安山岩溶岩は褐灰色～淡灰色の緻密堅硬岩で、角閃石の細長い自形結晶が特徴的である。火山碎屑岩類は、黄褐色ないし暗紫灰色を呈し、安山岩溶岩の下位に位置している。本岩類はほとんど無層理塊状で、褶曲する El Doctor 累層や Mendez 累層をおおっている。

第三紀貫入岩類のうち、閃緑岩類 (Tid1) は地区北部で El Doctor 累層や Mendez 累層を貫ぬいている。最大規模の岩体は Arroyo de Flojonales 最上流部に位置するもので、岩体全体としては幅最大約 0.9 km・延長約 3 km の南々西に突な三日月状形態をもつが、地区内にはその東半部が分布している。この岩体の周囲には同質岩が分布しており、岩体北方の最大幅約 0.6 km の岩株状のものや、岩体南東の最大幅約 0.3 km・延長約 1 km の不規則形状のものが代表例で

ある。本岩の大部分は中粒の等晶質組織をもつ角閃石石英閃緑岩で、主構成鉱物は角閃石・斜長石・石英であり少量のパーサイト・磷灰石・金紅石・スフェン・不透明鉱物を含む。岩体の一部では黒雲母や普通輝石を含むことがあり、またパーサイト・正長石の量がやや多くなって花崗閃緑岩質～モンゾニ岩質への岩相変化を示す箇所もある。角閃石石英閃緑岩部の全岩化学分析結果は、60.41% SiO₂・4.14% Na₂O・3.54% K₂Oを示し、ノルム鉱物による分類ではモンゾニ閃緑岩に相当する(B500 DTC: Apx. 7および8)。全岩K-Ar法による年代測定結果は47.8±2.4Maを与え、本岩の貫入固結時期は始新世中期である。Arroyo de Flojonales 最上流部に位置する岩体は、この付近に分布するEl Zapote 鉱山群の鉱床生成に密接な関連がある。この岩体以外でも岩体周辺部の堆積岩はスカルン化している例が多い。

パーサイト花崗岩類(Tigd)は地区南東部のArroyo Cuesta Coloradaとその東側支流沿いの約2×2.5 Kmの区域に不規則外形を示して分布する。本岩は中粒の等粒状組織を示し、構造組成からみて花崗岩質から石英モンゾニ岩質の岩相である。花崗岩質部はアルカリ角閃石・褐簾石含有(普通)角閃石花崗岩でアルカリに富み、全調査地でも特異な岩相である。アルカリ角閃石はヘスティングサイトとクロッサイトで前者は普通角閃石とほぼ同量である。またパーサイトが多く含まれ、鉱物容量比で40～50%を占める。石英モンゾニ岩質部は角閃石・輝石石英モンゾニ岩で、主構成鉱物は普通輝石・紫蘇輝石・角閃石・斜長石・アルカリ長石(パーサイトと正長石)・石英で、アルカリ長石は10%程度の容量比である。黒雲母を少量伴う他、金紅石・スフェン・磷灰石・不透明鉱物を少量含む。石英モンゾニ岩質部の全岩化学分析結果は、61.38% SiO₂・4.76% Na₂O・4.09% K₂Oを示し、ノルム鉱物による分類ではモンゾニ閃緑岩に相当する(D52 DTC: Apx. 7および8)。全岩K-Ar法による年代測定結果は23.2±1.2Maを示し、本岩の貫入固結時期が第三紀漸新世から中新世までの間にあることになる。しかしながら本岩は、26.5±1.3Maの年代をもつ流紋岩溶岩(Trhy 2: JICA and MMAJ, 1980)よりは古い始新統上部の変質安山岩類(Tan 1)に覆われる産状を示しており、本岩の年代測定値がそのまま貫入固結時期と考えるにはやや問題がある。本岩はMendez 累層に貫入しており、堆積岩類に再結晶作用や珪化作用を主として与えているが、接解部では緑灰色スカルン化作用も与えている。

閃緑斑岩類(Tidp)は、Arroyo Cuesta Colorada流域に集中しており、最大幅50mの岩脈あるいは岩床としてみられる。岩脈・岩床とも母岩のMendez 累層の走向傾斜と調和的で一般にNW方向に伸長し40°以上で急傾斜しているが、一部ではWNW～EW方向に伸長するものもある。本岩は1cm大の斜長石斑晶を含む黒雲母・角閃石閃緑斑岩で、脱ハリして微潜晶組織を示す石基中に角閃石・黒雲母・斜長石が斑状に散在する。多くの場合変質しており、有色鉱物は緑泥石化し斜長石は絹雲母化している。また全体に黄鉄鉱化をうけており、風化露頭表面は黄褐色を呈することが多い。本岩の一部は安山岩とすべき石基をもつものもあるが、他の安

山岩質貫入岩(Tian)とは斜長石の大斑晶の有無で容易に区別できるので、それらにも本岩石名を与えてある。

玄武岩および粗粒玄武岩(Tiba)の多くは、El Doctor 累層やMendez 累層の中で、それらの走向方向に一致した幅1 m~3 mの岩脈あるいは岩床としてみられる(地質図にはその代表例を示した)。未変質部は暗灰色であるが、多くは変質して緑色を呈する。一般に普通輝石玄武岩で、普通輝石と斜長石による間粒組織を示すが、一部の普通輝石は含チタン普通輝石である。輝石は緑簾石化・緑泥石化・方解石化していることが一般的である。

安山岩(Tian)は、El Doctor 累層やMendez 累層を貫いて玄武岩および粗粒玄武岩と同様の産状を示すが、やや規模が大きいものもあり最大のは幅200m以下で地区外への延長部を含めた総延長が約1 Kmに達する。本岩の未変質部は暗灰色の角閃石安山岩で角閃石・斜長石の斑晶が斜長石を主とする石基中に散在している。変質部は緑灰色ないし灰色を呈し、角閃石の緑泥石化・斜長石の方解石化・石基のガラスの曹長石化・緑泥石化および黄鉄鉱化などの変質作用が顕著である。

流紋岩(Tirh)は、Pajeadi 北東の道路沿いやその南方の沢中に岩脈あるいは岩床としてみられ、岩脈のうちには約50 mの最大幅をもちほぼ南北に延長するものがあり、また岩床のうちにはほぼEW・40°~45°Sで約1.5 Km以上連続する厚さ約5 mのものがある。本岩は灰白色の緻密質岩で、少量の両錐石英・斜長石斑晶が斜長石・石英を主とする石基中に散在している。石基の短冊状斜長石の配列による流状組織や石英による球顆状組織が認められるものもある。

El Zapote 地区では3つの主要な過褶曲構造が存在すると考えられる。それらは北から順に、(i)El Doctor 累層の塊状石灰岩部層(Kdl)と黒色フリント挟在石灰岩部層(Kdf)の間にMendez 累層(Kms)を位置せしめた過褶曲向斜構造、(ii)San Jose del Oro からLas Piedras およびその東方にかけて広く分布するEl Doctor 累層の黒色フリント挟在石灰岩部層中の過褶曲背斜構造、(iii)Pajeadi 付近とその北西部で、El Doctor 累層の黒色フリント挟在石灰岩部層にレンズ状にMendez 累層を位置せしめた過褶曲向斜構造である。これらのうち(i)はほぼNW-S E方向に延長しているが、(ii)と(iii)は地区北西部ではNW-S E方向に延長するものの中央部で向きをWNW-E NEに変え、その東方ではほぼEWに近い延長をもつ傾向を示す。地区内随所で細かくおりたたまれた褶曲構造が観察できるが、それらはこれらの主要褶曲構造の二次以下の規模の構造であろう。

地区内を通る大規模断層は地区北部から南東方向に連続するものと、これから分かれて南々西方向に連続するものの2つがある。前者はEl Doctor 累層の黒色フリント挟在石灰岩部層(Kdf)とMendez 累層(Kms)を境しており、その中央部ではほぼ東西に延びる黒色フリント挟在石灰岩部層を遮断している。後者はWNW-E NEに延長する過褶曲構造をほぼ直交して分断している。

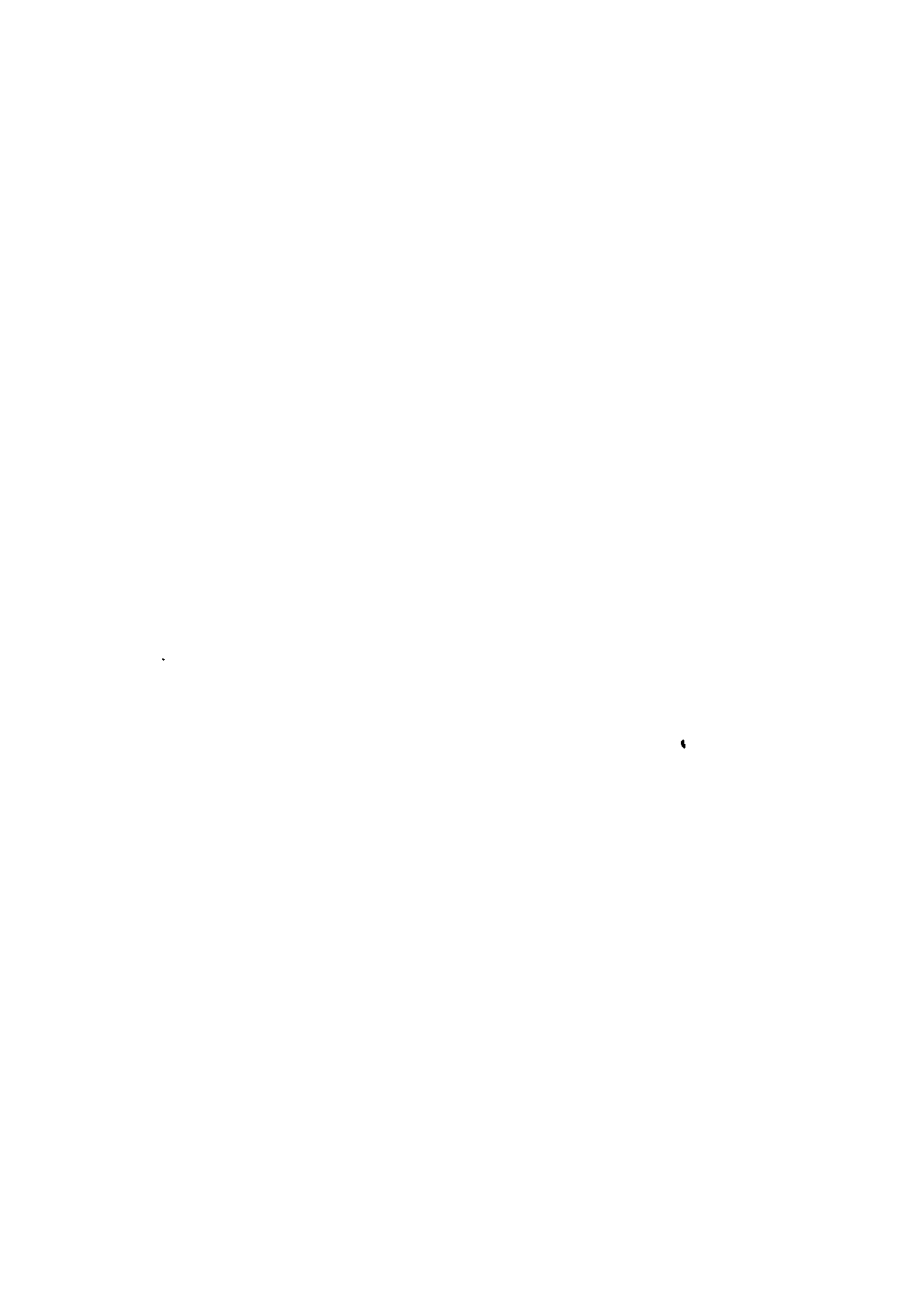
地区内に分布する貫入岩類のうち閃緑岩類その他の完品質貫入岩体は巨視的にはNW-S E方向に配列している。地区北部のArroyo de Fiojonales最上流部の岩体は過褶曲向斜構造の軸部やNW-S E方向に連続する断層の延長上に位置している。閃緑斑岩や玄武岩などの岩脈・岩床もこの方向に延長するものが多い。このNW-S Eの構造方向は、調査地全域で一般的なもので、東シエラ・マードレ帯の大規模構造の延長方向である。一方、NNE方向の岩脈・岩床は大規模構造の延長を分断している構造の反映と思われる。また、NS方向やEW方向の岩脈・岩床はこれらの大構造の二次剪断構造を示している可能性がある。地区内に分布する貫入岩類はこのような地質構造を背景にして貫入している。

3-2-3 鉍 床

El Zapote 地区には、その北西隅部にEl Zapote 鉍山群の一部の鉍山があり、また、Las Piedras 北東1 Kmに分布する閃緑岩岩体の周辺には、El Zapote 鉍山群と同様のスカルン化帯が認められる。

El Zapote 鉍山群とは、Arroyo de Fiojonales 最上流部とその周辺に分布する約12の鉍山・探鉍地を総称したもので、鉍山名の判明しているものは北から、El Conejo・Huilco San Vicente・Ignacio Zaragoza・San Jose del Oro・Corcus・Santa Eleanora・Trinidad・Concordia・Los Gallos・Derrumbadaの11鉍山である(PL. 3-8)。

この付近では、北東部にEl Doctor 累層の塊状石灰岩部層(Kdl)・北西部およ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石灰岩部層(Kdf)およびMendez 累層(Kms)が分布しており、その間に比較的大規模な閃緑岩質貫入岩(Tidi)が位置している。閃緑岩質岩は、この外にも、北東部の塊状石灰岩部層分布域・Huilco 鉍山への道路・Puerto de Vigas 南方などに分布する。塊状石灰岩部層は、厚層理～塊状石灰岩からなり、程度の差はあるがほとんどの箇所再結晶しており、淡灰白色～白色を呈する。黒色フリント挟在石灰岩部層は、El Conejo 鉍山北方からHuilco 鉍山南西にかけての区域では白色化した珩質薄層をはさむ泥質石灰岩・頁岩の薄・中層理互層(5～35cm)からなり、またDerrumbada 鉍山やLos Gallos 鉍山南方では黒色フリント層(3～7cm)をはさむ暗灰色の中層理石灰岩(10～30cm)と石灰質頁岩からなるが、一部の石灰岩はかなり泥質である。石灰岩は再結晶・脱色してしばしば淡灰色となっている。Mendez 累層は暗灰色の泥灰岩・薄層理石灰質頁岩・頁岩の中層理互層(普通5～25cm)からなるが、泥灰岩はまれに1m程度の厚さのものもある。また頁岩の一部は、黒色石墨質となっている。泥灰岩は貫入岩の周辺では再結晶・脱色して淡灰白色を呈することがある。閃緑岩質岩のうち、中央に広く分布するものは、その北西半部は約200～400mの幅をもち北西に伸長しているが、東半部は最大600mの幅でほぼ東西に伸長しており、全体としては南々西に凸な三日月状形態を示す。中央部でMendez累層と思われるスカルン



化した堆積岩のルーフ・ペンダントをもつ。この岩体の北東の最大幅約600mの岩体や、Huilco 鉍山への道路にある岩体の規模・形態の詳細はまだ明らかではない。この閃緑岩質岩は岩石名区分としては、角閃石石英閃緑岩で、中粒等粒状組織を示し、主な構成鉍物は角閃石（黒雲母微小片を包含する）・斜長石（An 25-40）・石英で、パーサイト・金紅石・スフェン・アバタイト・不透明鉍物が少量含まれる。局部的に変質して、緑簾石・緑泥石化し、黄鉄鉍・黄銅鉍が鉍染しているものもある。

El Doctor 累層とMendez 累層の堆積岩類中には褶曲構造を示す箇所があり、大きくはMendez 累層を中心としてNW方向にのびる過褶曲向斜構造がこの付近を通っていると考えられる。堆積岩類を分断している中央の閃緑岩質岩体は、この褶曲軸部に貫入しており、特にその北半部は、堆積岩類の走向連続方向と一致している。白亜系の大規模な構造が、閃緑岩類貫入の場となっていることの一例と思われる。

鉍床は、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鉍床で、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の閃緑岩質岩体の周辺によく発達しており、一般には30~150mの幅をもつ。また、岩体中央部には、ルーフペンダント状にスカルン化堆積岩類（恐らくMendez 累層）が認められる。El Doctor 累層・Mendez 累層のいずれの堆積岩類も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石灰岩部層とMendez 累層の分布域でやや広いスカルン帯が発達している。またごくまれではあるが、閃緑岩質岩起源のスカルンがあり、Trinidad 鉍山東方の道路沿いでは、閃緑岩質岩体と塊状石灰岩との境界部で直径10cm以下の円礫状~角礫状の閃緑岩質レリックが柘榴石スカルン中に多数認められる。

鉍体はスカルン帯中に不規則~レンズ状に磁鉄鉍・黄銅鉍・斑銅鉍などが濃集したもので、一般に小規模と思われ、鉍体の状況の一部が判明しているCorcus・Santa Eleanora・Trinidad 鉍山では、鉍体幅（厚さ）5~10m・走向延長100m程度・傾斜延長70~130mの規模と推定される。

鉍石は、磁鉄鉍が卓越し黄銅鉍その他の硫化物が鉍染しているものと、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 Jose del Oro・Trinidad・Los Gallos 鉍山などでは、後者も混じっている。地表付近の鉍石は風化により酸化鉍となっている。鉍石鉍物は、初生鉍物として磁鉄鉍・磁硫鉄鉍・黄鉄鉍・黄銅鉍・斑銅鉍・閃亜鉛鉍・自然金などが認められ、二次硫化鉍物としては銅藍・輝銅鉍がある。これらの風化変質鉍物は、赤鉄鉍・針鉄鉍・ヒンゲライト様鉍物・孔雀石・珪孔雀石・藍銅鉍などである。磁鉄鉍は自形粒状を呈することが多く、結晶面沿いに赤鉄鉍に交代されたウィドマンシュテッテン像様の組織を示すことがある。黄銅鉍を初めとする硫化鉍物は磁鉄鉍や柘榴石などの粒子間隙をうめて晶出している。黄銅鉍の一部は、粒子縁部から銅藍や輝銅鉍に交代

されたり、ヒシングライト様鉱物に交代されたものがある。またさらに銅藍・輝銅鉱が赤鉄鉱・針鉄鉱・透明脈石鉱物に交代された同心円状の細い縞にとりまかれて、黄銅鉱の残晶を核にした同心円状構造が認められる。自然金が肉眼で確認できる鉱石は、Corcus 鉱山（あるいは Santa Eleanora 鉱山）などでまれに産出し、自然金は磁鉄鉱中に 2 mm 以下の小粒子あるいは小葉片として認められる。この自然金は EPMA による定量結果では 80～85 % Au, 20～25 % Ag の組成である。風化変質鉱物は主に磁鉄鉱の割れ目沿いや硫化鉱物および方解石の溶脱跡をうめて生成している。脈石鉱物は石榴石が最も多く、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、0.02～43.4 g/t Au・0.02～313.9 g/t Ag・0.26～23.70 % Cu・0.006～3.18 % Pb・0.04～5.20 % Zn および 1 試料で 24.6 % T.Fe である (Table 3-2-1)。T.Fe は比較的磁鉄鉱の少ない試料の値であり、磁鉄鉱主体の鉱石では、55 % T.Fe 以上が普通とみられる。San José del Oro・Los Gallos 鉱山の試料には 13.8g～43.4 g/t Au と高 Au 品位を示すものがあり、また Ignacio Zaragoza・

Table 3-2-1 Metal Contents of Ore Samples from the El Zapote Mining Area

No.	Sample No.	Name of mine	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	T.Fe(%)
1	B 307 M	copper showing	0.46	3	0.26	0.008	0.31	—
2	B 320 M	El Conejo	0.12	5	0.39	0.020	5.20	—
3	Cc 113 C*	"	0.5	30.0	3.00	0.012	0.40	—
4	Cc 112 TC*	prospect(adit)	0.5	6.30	4.42	0.009	0.47	—
5	B 496 MR	Huilco	0.08	22	0.94	0.052	0.052	—
6	B 311 M	San Vicente	1.0	36	0.062	0.15	0.21	—
7	Cc 115 PC*	Ignacio Zaragoza	4.6	180.0	23.70	0.007	5.00	—
8	Cc 77 TPC*	San José del Oro	13.8	56.2	8.69	0.007	0.040	—
9	B 480 MR	Corcus	0.02	0.02	8	3.18	0.32	—
10	B 481 MR	"	0.70	46	1.45	0.25	0.56	24.6
11	Cc 76 C*	"	2.8	45.0	2.21	0.010	1.60	—
12	Cc 75 C*	Santa Eleanora	1.0	30.0	1.90	0.012	0.27	—
13	Cc 70 C*	Trinidad	4.2	167.1	8.63	0.010	0.17	—
14	Cb 216 PC*	Los Gallos	1.4	313.9	13.33	0.009	0.14	—
15	Cb 217 PC*	"	1.8	25.6	1.46	0.009	0.013	—
16	Cb 218 C*	"	43.4	9.3	0.77	0.006	0.013	—
17	Cb 219 PC*	"	13.8	65.6	5.06	0.009	0.15	—

* data from the Phase I survey (JICA and MMAJ, 1980).

Trinidad・Los Gallos 産試料には 167～313g/t Ag と比較的 Ag を多く含むものがある。Cu は変動はあるが、1.5～8.6% 程度が普通の鉱石の含有量であろう。Pb・Zn については、Corcus 鉱山産の 1 試量の 3.18% Pb, El Conejo・Ignacio Zaragoza・Corcus 鉱山産試料の 1.6～5.2% Zn と例外的な値を除いては、一般に低い。このように、本鉱山群では 55～60% T. Fe・1.5～8.6% Cu の品位を示す磁鉄鉱主体の鉱石が主産物と思われる。

El Zapote 鉱山群のうち現在稼行している鉱山は、Corcus・Santa Eleanora・Trinidad・Ignacio Zaragoza の 4 鉱山で、他は休山中である。これらの鉱山は Cia Asarco, S. A. 系の Cia. Metalurgica Mexicana, S.A. の所有らしいが、実際の採掘は Corcus・Santa Eleanora・Trinidad の 3 鉱山を Zimapan の La Pal 社 (Alonso Ancira 氏所有) があたり、Ignacio Zaragoza 鉱山は他の某社が行なっている。Corcus・Santa Eleanora・Trinidad の 3 鉱山は Arroyo de Flojonales 最上流部に位置する。Corcus 鉱山は 2 通洞・Santa Eleanora 鉱山は 1 通洞から、それぞれ下部に坑道が展開されており、地下では立坑で互いに連絡している。最高レベルの Corcus No. 2 通洞から最低レベルの Santa Eleanora 125 ML まで約 160m の間で採掘・採鉱が行なわれている。Trinidad 鉱山は 2 通洞あるが、そのうち No. 1 通洞レベルから下方に 150 ML まで探鉱されており、採掘主体は 45ML～75ML である。これら 3 鉱山は 20 人程度の人員により操業され、合計生産量は約 50t/day といわれる。Ignacio Zaragoza 鉱山での採掘は、10 人程度の人員により通洞レベルの立入れを拡張しながら行なわれ、生産量は 10t/day 未満と推定される。

Las Piedras 北東 1 km には、El Zapote 鉱山群付近と同様の閃緑岩質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。

3-2-4 今後の探鉱

本地区内の鉱山・鉱徴地のうち、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。一方、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みあたらない。El Zapote 鉱山群と同様の鉱床胚胎条件を満たしており、なんらかの金属濃集部が期待される。立地条件と鉱業権関係を検討した上で重大な支障がない限り、今後の調査が必要と思われる。

地化学探査の章でふれるように、本地区南東隅部の花崗岩～石英モンゾニ岩質貫入岩体の分布区域で若干の Cu・Pb の異常値が得られているが、異常の程度も中程度以下で、かつ散発的であることから継続調査の意欲は持てない。

3-3 Pechuga 地区

3-3-1 位置・交通・地形・植生

本地区は今年次調査地域の南西部に位置し、北辺5 Km、南辺3 Km、長辺10 Kmの逆L字型を示す面積38 km²の区域を占める。ベースキャンプを設営した Ixmiquilpan 市からは、車輛で Cardonal 町に至る舗装道路から分かれて、Olizabita 部落を経由する未舗装道路により、約1時間半で本地区のほぼ中央に達する。しかしながら中央より北部へは馬または徒歩となる。また、東部および西部に分岐進入する道路もない。

地区内のもよりの部落は南端部に Pechuga 部落、中央部に Bonanza 部落、そして北東端に Taxhaí 部落がある。但し、いずれの部落も民家数10軒の小部落であるため、部落での物資の調達は不可能である。

地区内の最高標高は南端山稜の2,550 m、最低標高は地区北部をほぼ西に流れる Barranca Seca 川の川床の1,380 mでその標高差は1,170 mに達する。

本地区は西側および東側が急峻な山稜からなり、両者に挟まれた中央を Barranca de Pechuga 川が北に流れる。

植生は地区の西側と東側山稜に差がみられ、西側ではサボテン、リゅうぜつ蘭等と刺げを持つ小灌木類であるのに対し、東側では前述の小植物類が少く、かわりに松柏類の雑木林の所が多い。

3-3-2 一般地質

本地区の地質は、Las Trancas 累層 (Jts・Jtc・Jtl)・El Doctor 累層 (Kdf)・Mendez 累層 (Kms) などジュラ系～白亜系の堆積岩類、火山岩類を主体とする第三系および貫入岩類からなる (PL.3-3 参照)。

Las Trancas 累層 (Jts), (Jtc), (Jtl)

本累層の堆積時期は、産出化石から最上部ジュラ紀ティトン期から最下部白亜紀ネオコム期である (第2章参照)。そして本累層は (Jts), (Jtc) および (Jtl) の3部層により構成されるが、その主体をなすのは Jts 部層であって、Jtc 部層 および Jtl 部層は Jts 部層中の挟在層である。それらの分布状況はつぎのとおりである。

(1) Jts 部層： 本部層は調査地区の北部から南部にかけて最も広い分布を占める。暗灰色から黒色の薄層理 (0.5 cm～2 cm) の頁岩を主とし、堅硬な細粒砂岩・石灰質頁岩および泥灰岩などをしばしば挟む。一般に著しい褶曲構造の発達が認められるが、その一般走向傾斜は N10°～40°W・40°～70°W である。地区南部の閃緑岩との接触部付近の本岩は、鏡下に透輝石・透角閃石・珪灰石・緑簾石などを示し、スカルン化作用を蒙っているが、鉍化作用は認められない。

(2) J1c 部層： 本部層は J1s 部層中の挟在層として、走向方向に細長い、よく連続する分布を示す。本部層は暗緑色ないし暗茶色の凝灰質砂岩および礫岩からなる。砂岩は緻密堅硬で、砂粒の円磨度は高く、よく淘汰されており、砂岩が粗粒になり礫岩に漸移する部分もある。これらの基質は緑色および暗茶色を呈し、モンモリロン石化および緑泥石化した安山岩質～石英安山岩質凝灰岩である。このような基質が卓越する部分も多く、その部分を凝灰岩とした。また砂岩および礫岩には級化層理が認められる。地質図上では、本部層の主要なもの3層が記載されているが、そのほかにも、本層と同様の岩質を示す薄層が数層みとめられる。本部層の層厚は40m～150mである。

(3) J11 部層：本部層は、地区北部および南部の2ヶ所に分布する。北部の本部層は J1s 部層の挟在層として、小規模且つ調和的に分布する。その岩相は薄層理の泥質石灰岩および泥灰岩を主とし、石灰岩薄層および黒色フリントをとまなり。層厚は100m前後である。地区南部のものは、Pechuga 鉱山付近の J1s 部層中にレンズ状形態を示して分布する。走向延長約1.3kmで最大層厚は約500mとみられる。本岩は黒色ないし暗灰色（一部白色）を呈する石灰岩よりなり黒色フリントは殆んど含まれない。しかし、後述する閃緑斑岩(Tidp)の貫入を受け、スカン化をとまなり再結晶化作用によって白色糖晶質になっている部分が多く、その部分では原岩の色調および岩質を推定するのは困難である。Pechuga 鉱山はこの J11 部層と閃緑斑岩との接触部に胚胎する接触交代型鉱床を採鉱したものである。

以上3部層からなる Las Trancas 累層の層厚は、本累層の下位層が露出しないので、明らかにし得ないが、800m以上と見積られる。

El Doctor 崇層 (Kdf)

下部白亜系中部オーブ階から上部白亜系上部チューロン階に属する本部層は地区北東部と西部に分かれて分布する。北部のものは今年次の調査地域の中央にNNW方向で広範囲に分布しているものの一部であり、西部のものは本地区からさらに、今年次の調査地域の西央端部まで延びて分布しているものの一部である。本部層は造崖性があり、地区西部では約170mの断崖を構成している。

本部層は暗灰色から黒色を呈する泥質な石灰岩と、黒色フリント薄層の互層からなる。層理は一般に中層理で5～20cmのものが多い。

北部では閃緑岩類(Tidi)小岩脈の貫入影響により、接触部付近で黄鉄鉱化および弱再結晶化作用が認められる。

本部層の走向・傾斜は北部のものうち、西半部ではおおむねN25°～60°Wで、35°～60°W落とし、東半部では走向がN70°～80°EないしEWで、傾斜が40～70°Sを示す。西部のもの

は走向N 5°~25° Eないし、N 5°~15° Wで、傾斜は30°~70°Wを示す。

下位のLas Trancas累層と直接接触している箇所もよくみられるが、両者の関係は調和的で、不整合礫や構造上の差異は認められない。本部層の層厚は地区内に限れば約600mである。

Mendez 累層 (Kms)

本地区南西部に分布する本累層は暗灰色ないし灰色を呈する薄層理の縞状頁岩を主とし、薄層理から中層理の泥灰岩、薄層理のシルト岩および細粒砂岩との互層よりなる。各単層は堅硬緻密であるが、脆く貝殻状に細かく割れる。層理に斜交する数mm単位から1cm程度までの方解石細脈がよくみられる。本累層の走向・傾斜はおおむねN 5°~20° Eで50°~75° Wである。下位のEl Doctor 累層の黒色フリント挟在石灰岩部層(Kdf)と本累層との接触部は調和的で、明瞭な境界を引くのは困難であるが、黒色フリントがみられなくなり、泥質部が卓越してくる部分から本累層とした。

本累層の層厚は地区内に限れば160m前後である。

第三系

(Tcg): 本岩は地区西方のZimapan盆地のEl Morro 礫岩層に相当する礫岩で、Barranca Seca 川の南西支流沿いやBarranca de Pechuga 下流に分布する。Bonanza 部落から続いている道路の終了点近くでは、Las Trancas 累層と後述する玄武岩質火山岩類(Tba1)との間に小規模に分布している。

本岩は角礫ないし垂角礫状の石灰岩中礫および巨礫が、暗茶色ないし褐色を呈する泥灰質基質部中に混在する礫岩である。基質部と礫の比は1:6程度で圧倒的に礫が多い。基質部は一般に固結度が低く、風化が進んでいる。下位のLas Trancas 累層と本層は直接接触しており、本層とは傾斜不整合の関係にある。

本層中には層理の発達が見られず走向・傾斜とも不明である。露出部のみの層厚は8m前後である。

(Tba1): 本岩類は地区北部において短径約1.3km、長径約4.3kmの楕円形を示し、東西方向に延びた分布を示す。

本岩類は暗緑色ないし暗紫褐色を呈する玄武岩溶岩および同質火山砕屑岩よりなる。鏡下では一般に紫蘇輝石・橄欖石・斜長石・磁鉄鉱を含む輝石・橄欖石玄武岩であるが、斑状を呈するドレライト質のものや、緑泥石やゼオライトによって埋められた気包を含む変質玄武岩も含まれる。溶岩と火山砕屑岩はほぼ同比であり、火山砕屑岩は殆んどが溶岩と同質であるが、一部で安山岩質のものもみられる。本岩類の一部に温泉変質と思われる脱色作用と粘土化作用がみられる。

本岩類の層厚は地形に調和して分布することから約300mである。

(Trhy0): 本岩類は前述の玄武岩および同質火山砕屑岩(Tba1)に挟まれて小規模に分布し、

流紋岩溶岩および同質火山砕屑岩よりなるが、主体は火山砕屑岩である。

本岩類は白色ないし淡灰色を呈し、鏡下では、石英、斜長石を主要鉱物とする流紋岩である。凝灰質部も同質であり、基質部の無色ガラス片は脱玻璃して、沸石やモンモリロン石に変わっているものが多い。また、凝灰質部に溶結組織が認められる。本岩類中にも(Tba1)同様な温泉変質と思われる脱色および粘土化作用がみられる。

本岩類の層厚は上下盤を(Tba1)でおさえられ、最大でも7mを越えない。

(Tan2)：本岩類は地区西央端にNNW方向で短径300m、長径1.3kmの分布を示す。

本岩類は暗褐色ないし灰褐色を呈する安山岩溶岩および同質火山砕屑岩よりなる。鏡下では自形ないし半自形長柱状の角閃石・普通輝石を含む安山岩で斑状組織および粗面岩状組織が普通にみられる。斑晶の多くはオバサイト化している。基質部は短冊状の斜長石および黒色ガラスよりなり、流理組織を呈する。同質の火山砕屑岩は本岩体の一部に認められるにすぎない。本岩類には全く鉍化作用は認められない。

本岩類の層厚は最大180mである。

貫入岩類

(Tid1)：本岩類は地区北部で黒色フリント挟在石灰岩部層(Kdf)中に貫入する小規模な閃緑岩質岩株で、地表では短径70m、長径200mのほぼ楕円形を示す岩体と、それより小さい3つの岩体の分布が認められる。

本岩類は完晶質で灰色を呈し、鏡下では自形卓状の斜長石と自形の角閃石、石英、金紅石を含む閃緑岩および石英閃緑岩である。一部斑状組織を呈する同質の斑岩も含む。黒色フリント挟在石灰岩と本岩類との接触部には酸化鉄の汚染および黄鉄鉍の鉍染が認められるもののスカルン鉍物および顕著な鉍化作用は認められない。

(Tidp)：本岩類はBonanza部落北方とPechuga部落北東に分布する閃緑斑岩類である。Bonanza部落北方のものはLas Trancas累層の頁岩(Jts)を貫きNNEに伸長した幅100~150m、延長約1kmの岩体であり、Pechuga部落北東ではLas Trancas累層の石灰岩部層(Jtl)と頁岩部層(Jts)を貫ぬいてNNW方向に短径200m、長径800mの不規則形を示す中規模の岩体の他、直径が100m前後の楕円形を示す小規模な2岩体が分布している。

本岩類は斜長石の巨晶(1cmまたはそれ以下)を特徴的に含み、鏡下では半自形の斜長石・石英・角閃石および黒雲母を含む閃緑斑岩ないし石英閃緑斑岩である。他に閃緑斑岩類と同貫入方向を示す小規模なグラノファイヤー岩脈があり、これも本岩類に含めた。閃緑斑岩質のものには中程度の緑泥石化、絹雲母化が観察される。本岩類は後述するPechuga鉍床の関係火成岩であり、鉍床付近の石灰岩部層(Jtl)との接触部には柘榴石、珪灰石、緑レン石、ゾイサイトなどのスカルン鉍物を伴うスカルン化作用および珪化作用が認められる。本岩類の比較的新

鮮な部分の全岩K-Ar法年代測定結果では 31.1 ± 1.6 Maの値が得られている。

(Tiba)：本岩類はBonanza部落の東方においてLas Trancas累層の頁岩部層(Jts)をNWないし、EW方向に貫ぬいて分布している。最大のもは短径130m、長径450mで他にも幅6～15m程度の小岩脈が数条みられる。

本岩類は緑色あるいは暗緑色を呈する玄武岩岩脈で、鏡下では自形長柱状の斜長石斑晶に小さい普通輝石や紫蘇輝石の粒子が包含されたポイキリティック組織を示す玄武岩で、斑状組織をもつものが多い。一部にはドレライト質のものもある。気泡部分には緑泥石-沸石がみられる。

本岩類および被貫入岩である頁岩部層(Jts)には弱い黄鉄鉱化および緑泥石化が認められる。

(Tian)：本岩類は幅1～20m程度の小岩脈として地区内に点在して分布する安山岩岩脈で、貫入方向はおおむねNNW系とNNE系に分けられる。

本岩類は暗緑色ないし褐緑色の斑状組織を呈し、主構成鉱物として斜長石、角閃石および若干の石英を含む安山岩岩脈である。本岩脈および被貫入岩には緑泥石化および絹雲母化などの粘土化作用がわずかに認められる。

(Tirh)：本岩類は地区内の随所に幅1～30m程度の規模で、NW方向、NE方向およびEW方向の3系列の方向性を示す流紋岩質岩脈である。

鏡下では斜長石を多く含み、カリ長石や石英が殆んどみられない斜長石流紋岩、斜長石のほかには石英、カスミ石を含む石英安山岩および普通にみられる流紋岩の3岩相に分けられる。このうち斜長石流紋岩は石基が著しく脱玻璃し、玉髄が生じている。また石英安山岩には同じく石基は脱玻璃し、絹雲母、石英、緑泥石などが生じている。本岩類および被貫入岩には珪化作用、黄鉄鉱化作用と粘土化作用が認められ、それは玄武岩岩脈や安山岩岩脈と比べ、やや強い傾向にある。

3-3-3 地質構造

本地区の地質構造は、全調査地域中で最大級の、過褶曲背斜構造で特徴づけられる。この構造は、本地区北部から南部にかけて分布するLas Trancas累層中に軸をもち、その走向は地区南部ではNNEであるが、北部ではNNWと若干の変化をみせ、西方に急傾斜する軸面をもつ。この過褶曲背斜構造の中央部には、全域で最下位のLas Trancas累層が南北に延長して分布する。この構造の西翼では、Las Trancas累層の上位にEl Doctor累層のKdf部層、さらにその上位にはMendez累層(Kms)と順次正常に累重する。しかし、地区北東部、本構造の東翼に相当する位置では、El Doctor累層のKdf部層の上位にLas Trancas累層が接し、逆転している。一方これを裏づけるように、地区北部で向斜軸をはさんで1対をなすLas Trancas累層中のJtc礫岩部層は西側のものが順級化層理、東側のものが逆級化層理を示して

