

100. 4-1


上海图书馆藏

上海图书馆藏

上海图书馆藏

上海图书馆藏

JICA LIBRARY



1124313(6)

上海图书馆藏

100. 4-1

メキシコ合衆国カンポセコ地域
資源開発協力基礎調査報告書

(第 1 年 次)

平成 7 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1124313(6)

00

00

00

は し が き

日本国政府はメキシコ合衆国政府の要請に応え、同国の南部に位置するカンボセコ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査・地化学探査・物理探査・ボーリング調査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質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、平成6年度を第1年次とし、金属鉱業事業団は9名の調査団を編成して平成6年10月6日から平成6年12月10日まで現地に派遣した。

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

本報告書は、本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ご協力いただいたメキシコ合衆国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在メキシコ合衆国大使館及び関係各位に衷心より感謝の意を表するものである。

平成7年2月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

金属鉱業事業団
理事長 石川 丘

0

0

0

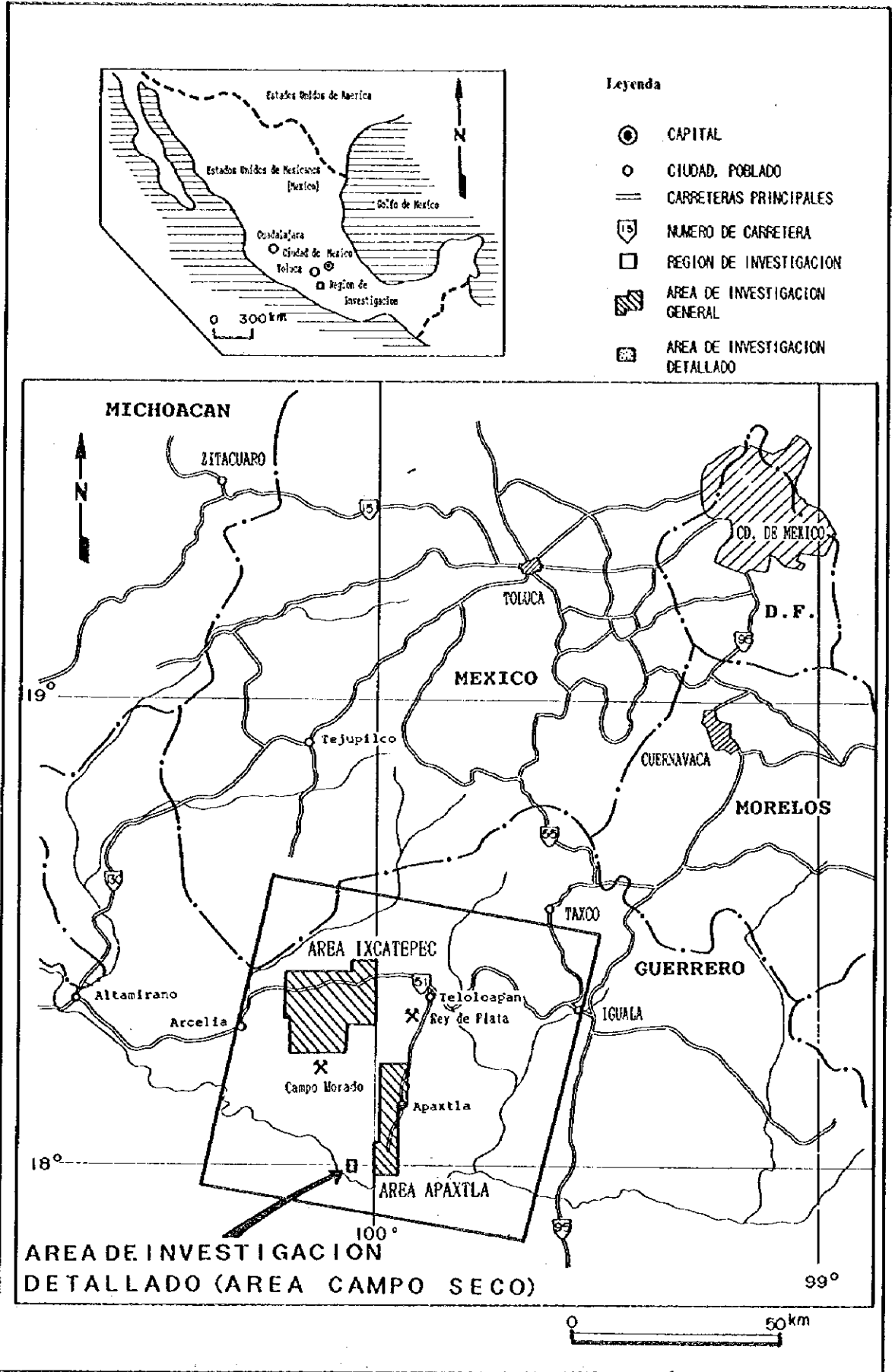


图 1-1-1 調查地域位置图

0

0

0

要 約

本調査はメキシコ合衆国カンボセコ地域において資源開発協力基礎調査を行い、地質状況を解明することにより、鉱床賦存状況を把握することを目的として調査を実施した。

第1年次の調査として、衛星画像解析、既存データ解析、地質調査及び物理探査を実施した。

衛星画像解析では、JERS-1のOPSデータを用いたフォールスカラー画像により、広域的な地質構造及び地層分布を把握した。

既存データ解析では、当地域に関するデータから、本地域の地質状況及び鉱化作用の特徴を把握した。その結果、本調査地域での有用な鉱床は塊状硫化物鉱床であり、本調査地域西側部分が有望で、特に、カンボ・モラドを中心としてカンボ・セコを含む地域の二疊系～白亜系及び白亜系下部層分布域が鉱床胚胎の場として有望であると判断された。

地質調査では、地質精査、地質概査及び同位体的手法適用調査を実施した。地質精査の結果、精査地区の地質構造及び鉱床胚胎の場が明らかになり、鉱床は白亜系の流紋岩～デイサイトの近傍に分布し、これらの岩石が鉱床の関係火成岩と推定された。また、地表では、珪化変質帯、白色化変質帯、ゴッサンなどが確認された。地質概査では、衛星画像解析及び既存データ解析で推定して層準よりやや上位層準が当地区の塊状硫化物鉱床胚胎の場として有望であり、同層準が分布するラ・リベルラ鉱床周辺から西側の地区が有望であることが判明した。また、同位体手法適用調査からは、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値が鉱化作用を受けた地区の選定などに有効であるとの探査指針が得られた。

物理探査では、当地域の地下深部の比抵抗構造が明らかになり、地質構造を解釈するための必要データを取得した。

以上の結果を踏まえ、第2年次の調査として次のことを提案する。

- ・ カンボ・セコ精査地区において、既存データ解析、地質精査及び物理探査結果により、最も有望であると推定された場所に対してボーリング調査を実施し、鉱床賦存状況の確認に努める。また、このボーリングコア及びボーリング孔周辺の地表から採取した変堆積岩類試料の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ を測定することにより、鉱化作用の影響の及んだ範囲などを検討する。
- ・ イスカテペック地区において、塊状硫化物鉱床胚胎が有望と判断されたラ・リベルラ鉱床周辺から西側の地区での地質精査及び地下深部での地質構造把握のためのIP法による物理探査を実施し、潜頭性の塊状硫化物鉱床の賦存が推定されれば、ボーリング調査で確認する必要がある。

0

0

0

目 次

はしがき	
位置図	
要 約	
第 I 部 総 論	1
第 1 章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 第 1 年次調査の範囲、目的及び作業の概要	1
1-3 調査団の編成	3
1-4 現地調査期間	4
第 2 章 調査地域の地理	5
2-1 位置及び交通	5
2-2 地形及び水系	5
2-3 気候及び植生	6
第 3 章 調査地域の既存地質情報	7
3-1 既往調査概要	7
3-2 一般地質（調査地域周辺）	7
3-3 調査地域の地質的位置付け	9
3-4 調査地域の鉱業略史	10
第 4 章 調査結果の総合検討	11
4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制について	11
4-2 期待鉱床賦存のポテンシャルについて	11
第 5 章 結論及び提言	13
5-1 結 論	13
5-2 第 2 年次調査への提言	15
第 II 部 各 論	17
第 1 章 衛星画像解析	17
1-1 解析方法	17
1-2 解析結果	17
1-3 考 察	25
第 2 章 既存データ解析	27
2-1 解析方法	27
2-2 解析結果	27
2-2-1 地質データの概要	27
2-2-2 地質構造データ	30
2-2-3 鉱床データ	31

2-2-4 物理探査データ	36
第3章 地質調査	39
3-1 調査方法	39
3-2 調査結果	39
3-2-1 地質精査	39
3-2-1-1 地質	39
3-2-1-2 地質構造	47
3-2-1-3 地化学探査	47
3-2-1-4 鉍化作用	52
3-2-1-5 同位体測定	60
3-2-2 地質概査	75
3-2-2-1 地質	75
3-2-2-2 地質構造	79
3-2-2-3 地化学探査	80
3-2-2-4 鉍化作用	84
3-3 考察	88
第4章 物理探査	90
4-1 調査方法	90
4-1-1 測定方法	90
4-1-2 解析方法	94
4-2 調査、解析結果	99
4-2-1 調査結果	99
4-2-2 解析結果	113
4-3 考察	163
第Ⅲ部 結論及び提言	167
第1章 結論	167
第2章 第2年次調査への提言	173
参考文献(収集資料一覧)	175
付 録	
添付図表類	
顕微鏡写真	

添付図表類

図 I - 1 - 1	調査地域位置図	巻頭
図 II - 1 - 1	衛星画像解析範囲図	18
図 II - 1 - 2	フォールスカラー画像 (フルシーン)	19
図 II - 1 - 3	リニアメント分布図	21
図 II - 1 - 4	リニアメントのローズダイアグラム	22
図 II - 1 - 5	リニアメント長の頻度分布図	22
図 II - 1 - 6	衛星画像解析結果図	24
図 II - 2 - 1	鉱区位置図	32
図 II - 2 - 2	鉱山・鉱微地分布図	33
図 II - 2 - 3	既存データ解析結果総括図	34
図 II - 3 - 1	地質調査地区位置図	40
図 II - 3 - 2	カンボセコ地区 試料採取位置図	41
図 II - 3 - 3	模式地質層序図	42
図 II - 3 - 4	地区別模式柱状対比図	43
図 II - 3 - 5	カンボセコ地区 地化学探査用試料採取位置図	48
図 II - 3 - 6	ヒストグラム・累積頻度曲線図	巻末
図 II - 3 - 7	散布図	巻末
図 II - 3 - 8	カンボセコ地区濃度分布図 (Au, Ag, Cu)	巻末
図 II - 3 - 9	カンボセコ地区濃度分布図 (Pb, Zn)	巻末
図 II - 3 - 10	カンボセコ地区濃度分布図 (Fe, Mn)	巻末
図 II - 3 - 11	カンボセコ地区濃度分布図 (Ba, S)	巻末
図 II - 3 - 12	カンボセコ地区濃度分布図 (Na, K)	巻末
図 II - 3 - 13	カンボセコ地区濃度分布図 (Ca, Mg)	巻末
図 II - 3 - 14	イスカテベック地区濃度分布図 (Au, Ag)	巻末
図 II - 3 - 15	イスカテベック地区濃度分布図 (Cu, Pb, Zn)	巻末
図 II - 3 - 16	イスカテベック地区濃度分布図 (Fe, Mn)	巻末
図 II - 3 - 17	イスカテベック地区濃度分布図 (Ba, S)	巻末
図 II - 3 - 18	イスカテベック地区濃度分布図 (Na, K)	巻末
図 II - 3 - 19	イスカテベック地区濃度分布図 (Ca, Mg)	巻末
図 II - 3 - 20	アパストラ地区濃度分布図 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn)	巻末
図 II - 3 - 21	アパストラ地区濃度分布図 (Fe, Mn, Ba, S)	巻末
図 II - 3 - 22	アパストラ地区濃度分布図 (Na, K, Ca, Mg)	巻末
図 II - 3 - 23	鉱山・鉱微地分布図	53
図 II - 3 - 24	同位体調査位置図	61
図 II - 3 - 25	同位体試料位置図	63

図 II - 3 - 26	質量分析計概念図	64
図 II - 3 - 27	水素同位体測定結果図	66
図 II - 3 - 28	酸素同位体測定結果図	69
図 II - 3 - 29	硫黄同位体測定結果図	70
図 II - 3 - 30	ストロンチウム同位体測定結果図	71
図 II - 3 - 31	ラ・ルイサ鉱床坑内図	85
図 II - 3 - 32	ラ・リベルラ鉱床坑内図	85
図 II - 4 - 1	物理探査調査範囲図	91
図 II - 4 - 2	物理探査測線及び測点位置図	92
図 II - 4 - 3	C S A M T法の測定概念図	93
図 II - 4 - 4	C S A M T法の解析フローチャート	96
図 II - 4 - 5	見掛比抵抗平面図 (4,096 Hz)	101
図 II - 4 - 6	見掛比抵抗平面図 (64 Hz)	103
図 II - 4 - 7	見掛比抵抗平面図 (2 Hz)	105
図 II - 4 - 8	見掛比抵抗断面図 (B、F測線)	107
図 II - 4 - 9	見掛比抵抗断面図 (K測線)	109
図 II - 4 - 10	物性測定における岩種と比抵抗の関係図	112
図 II - 4 - 11	比抵抗構造平面図 (地表下100m)	115
図 II - 4 - 12	比抵抗構造平面図 (地表下200m)	117
図 II - 4 - 13	比抵抗構造平面図 (地表下300m)	119
図 II - 4 - 14	比抵抗構造平面図 (地表下400m)	121
図 II - 4 - 15	比抵抗構造平面図 (地表下500m)	123
図 II - 4 - 16	比抵抗構造断面図 (A測線)	131
図 II - 4 - 17	比抵抗構造断面図 (B測線)	133
図 II - 4 - 18	比抵抗構造断面図 (C測線)	135
図 II - 4 - 19	比抵抗構造断面図 (D測線)	137
図 II - 4 - 20	比抵抗構造断面図 (E測線)	139
図 II - 4 - 21	比抵抗構造断面図 (F測線)	141
図 II - 4 - 22	比抵抗構造断面図 (G測線)	143
図 II - 4 - 23	比抵抗構造断面図 (H測線)	145
図 II - 4 - 24	比抵抗構造断面図 (I測線)	147
図 II - 4 - 25	比抵抗構造断面図 (J測線)	149
図 II - 4 - 26	比抵抗構造断面図 (K測線)	151
図 II - 4 - 27	比抵抗構造断面図 (L測線)	153
図 II - 4 - 28	比抵抗構造断面図 (M測線)	155
図 II - 4 - 29	比抵抗構造断面図 (N測線)	157

図Ⅱ-4-30	比抵抗構造断面図 (O測線)	159
図Ⅱ-4-31	2次元シミュレーション解析図 (パネルダイアグラム)	161
図Ⅲ-1-1	カンボ・セコ地区総合解析結果図	171
表Ⅰ-1-1	調査数量一覧表	2
表Ⅱ-1-1	衛星画像判読結果一覧表	23
表Ⅱ-2-1	層序対比表	28
表Ⅱ-2-2	鉍区一覧表	巻末
表Ⅱ-2-3	既知鉍微地一覧表	35
表Ⅱ-2-4	既知物理探査調査量一覧表	37
表Ⅱ-3-1	岩石薄片観察結果一覧表	巻末
表Ⅱ-3-2	岩石分析結果一覧表	巻末
表Ⅱ-3-3	基本統計量一覧表	巻末
表Ⅱ-3-4	相関係数一覧表	巻末
表Ⅱ-3-5	鉍床・鉍微地調査結果一覧表	54
表Ⅱ-3-6	鉍石研磨片観察結果一覧表	55
表Ⅱ-3-7	鉍石分析結果一覧表	56
表Ⅱ-3-8	X線回折結果一覧表	58
表Ⅱ-3-9	同位体組成測定試料内訳表	63
表Ⅱ-3-10	同位体組成測定結果一覧表	67
表Ⅱ-3-11	変堆積岩類及び方解石の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	74
表Ⅱ-4-1	C S A M T法の測定装置及び機材一覧表	95
表Ⅱ-4-2	岩石物性試験結果一覧表	111

写真

顕微鏡写真	巻末
-------------	----

別添図

別添図Ⅱ-3-1	地質図 (カンボセコ地区) (縮尺 1:2,500)
別添図Ⅱ-3-2	地質断面図 (カンボセコ地区) (縮尺 1:2,500)
別添図Ⅱ-3-3	地質図及び地質断面図 (イスカパ°地区及びア°ストラ地区) (1:50,000)
別添図Ⅱ-3-4	試料採取位置図 (岩石・鉍石) (イスカパ°地区及びア°ストラ地区) (1:50,000)
別添図Ⅱ-3-5	試料採取位置図 (地化学探査) (イスカパ°地区及びア°ストラ地区) (1:50,000)

第 I 部 總 論

第 I 部 総 論

第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

カンボセコ (Campo Seco) 地域は調査地域位置図に示すとおりメキシコ合衆国の略々南部に位置し、塊状硫化物鉱床の賦存可能性が高く、鉱物資源局 (Consejo de Recursos Mimerales、以下CRM) による探鉱作業が精力的に進められている地域である。従って、メキシコ政府は当地域の資源開発協力基礎調査を日本国政府に要請してきた。日本国政府はこの要請に応じて、当地域において地質状況を解明することにより、新鉱床を発見することを目的として調査を実施した。また、調査期間を通じて相手国機関に対し技術移転を図ることを目的とする。

1-2 第 1 年次調査の範囲、目的及び作業の概要

カンボセコ地域は次の 4 点で囲まれた範囲である。

北西限：北緯 18° 37' 00"	西経 100° 13' 00"
北東限：北緯 18° 30' 00"	西経 99° 31' 00"
南西限：北緯 17° 58' 00"	西経 100° 22' 00"
南東限：北緯 17° 50' 00"	西経 99° 40' 00"

第 1 年次の調査として、衛星画像解析、既存データ解析、地質調査及び物理探査を実施した。これらの調査は下記のことを重点課題とした。

- (a) 衛星画像解析により、本地域を構成する地質単元及びその分布状況、地質構造を判読し、塊状硫化物鉱床の胚胎層準の分布を把握することにより、地質概査の対象範囲の選定を行う。
- (b) 既存データ解析により、本地域の地質・鉱床及び既往探査結果に係る資料を収集し、地質調査及び物理探査を実施するのに必要な知見を得る。また、衛星画像解析の結果と併せて、地質概査の対象範囲の選定を行う。
- (c) 地質調査により、本地域の地質及び地質構造と鉱化作用の関係を把握する。また、地化学探査の結果と併せて有望地区の抽出を行う。また、同位体的手法適用調査を実施し、探鉱に有効であるとことが検証できれば、次年度の調査に積極的に活用する。
- (d) 物理探査 (CSAMT法) により、深部の比抵抗構造を明らかにし、室内試験結果と併せて、地質構造を解釈するために必要なデータを取得する。

作業の内容は、表1-1-1に示すとおりである。

表1-1-1 調査数量一覧表

調査内容	調査数量等	分析項目及び成分	数量
①衛星画像解析	調査面積 5,000 km ² (全域)	・フールスカー画像 (7A7-7)	1種類
②地質調査	1) 地質精査 調査面積 5 km ² 踏査距離 30 km	・岩石薄片作成 ・研磨片作成 ・粉末X線回折 ・化学分析 岩石(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, S, Ba, Mn, Ca, Na, K, Mg) 鉱石(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, S)	33件 12件 13件 168件 21件
	2) 同位体調査 調査面積 2 km ² 踏査距離 8.9 km	・同位体組成測定 δD δ ¹⁸ O δ ³⁴ S ⁸⁷ Sr / ⁸⁶ Sr ・岩石薄片作成 ・鉱石研磨片	 12件 13件 14件 11件 12件 4件
	3) 地質概査 調査面積 500 km ² 踏査距離 350 km	・岩石薄片作成 ・研磨片作成 ・粉末X線回折 ・化学分析 岩石(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, S, Ba, Mn, Ca, Na, K, Mg) 鉱石(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, S)	61件 25件 12件 714件 61件
③物理探査	調査面積 5 km ² 測線延長 15 km 測点数 150点	・比抵抗測定	55件

1-3 調査団の編成

本プロジェクト推進のための調査計画、協定締結の折衝及び現地調査に参加した調査団員は次のとおりである。

調査計画及び折衝

日本側

養輪 厚彦	金属鉱業事業団
中埜 征子	通商産業省
両角春寿	金属鉱業事業団
目黒 清太郎	金属鉱業事業団
霜島 洋	金属鉱業事業団

メキシコ合衆国側

Dr. Luis Chavez Martinez	鉱物資源局
Ing. Sergio Almazan Esqueda	鉱物資源局
Ing. Hector Rodriguez Medina	鉱物資源局
Ing. Luis Brizuela Venegas	鉱物資源局
Ing. Raul Morales Garcia	鉱物資源局
Ing. Miguel Luis Carrasco Centino	鉱物資源局
Ing. Gastavo Zamorano Montiel	鉱物資源局
Ing. Julio Velez Lopez	鉱物資源局
Ing. Jorge Fernandez Fuentes	鉱物資源局
Ing. Heriberto Martinez Amador	鉱物資源局

現地調査

日本側

増渕 和芳	統括・技術責任者	同和工営株式会社
両角 春寿	地質調査	金属鉱業事業団
亀山 正義	地質調査	金属鉱業事業団
石川 潤一	地質調査	同和工営株式会社
植田 和幸	地質調査	同和工営株式会社
及川 宏	地質調査	同和工営株式会社
吉川 稔	物理探査	同和工営株式会社
森川 剛夫	物理探査	同和工営株式会社
斉藤 秀樹	物理探査	同和工営株式会社

メキシコ合衆国側

Ing. Heriberto Martinez Amador	総括	鉱物資源局
Ing. Gerardo Mercado Pineda	地質調査	鉱物資源局
Ing. Diego Edgar Cruz	地質調査	鉱物資源局
Ing. Lazaro Onofre Espinoza	地質調査	鉱物資源局
Ing. Cesar Alam Hernandez	物理探査	鉱物資源局
Ing. Jorge Hernandez Lopez	物理探査	鉱物資源局
Ing. Alejandro Lozano Zapata	測量	鉱物資源局
Ing. Antonio Nambo Hernandez	測量	鉱物資源局

1-4 調査期間

現地調査は下記の工程で実施された。

現地調査：1994年10月6日～12月10日

既存データ解析：1994年10月8日～10日18日

地質調査(地質精査・概査)：1994年10月17日～12月10日

地質調査(同位体的手法適用調査)：1994年10月17日～11月6日

物理探査：1994年10月17日～11月16日

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

カンボセコ地域は、メキシコ合衆国南部のゲレロ州 (Estado de Guerrero) に位置し、首都メキシコシティ (Ciudad de Mexico) からの交通手段、距離及び所要時間は次のとおりである。

	300 km		30 km		5 km	
メキシコシティ	—————	アパストラ	—————	ヌエボ・ポブラド	—————	カンボセコ
	5.0 時間		1.0 時間		0.5 時間	

メキシコシティからイグアラ (Iguala) までは高速道路があり、さらにテロロアパン (Teloloapan) までは国道51号がある。カーブは多いが、メキシコシティからヌエボ・ポブラド (Nuevo Poblado) 間は舗装されており、道路事情は良好で乾期、雨期を問わず通行可能である。メキシコシティからアパストラ (Apaxtla) 間の直通バスが一日2便あり、所要時間は約6時間を要する。乗用車で高速道を利用した場合は約5時間でメキシコシティからアパストラに至る。アパストラからヌエボポブラドまでは発電所のための道路があり、通行するためには許可が必要である。バルサス川岸 (Rio Balusas) のヌエボ・ポブラドからカンボセコ地区南東端まではボーリングのために造成した山道があり、人力による補修作業を行った結果、通行可能であったが、雨期には通行困難な箇所が数箇所あり、頻繁に補修作業を行う必要がある。

調査地域位置図を図1-1-1に示す。

2-2 地形及び水系

調査地域は、メキシコ合衆国南部で、太平洋沿岸とほぼ平行である北西-南東方向に分布する南部シエラマドレ帯 (Sierra Madre del Sur) 及びバルサス流域亜帯の標高約500~1,800mの山岳地帯に位置する (Ordenez, 1946)。特に、北部では標高が高く、南部では低くなっている。

地形は、地質を明瞭に反映し、全体的には壮年期の開析が進んだ複雑な山脈である。

調査地域全域では山脈がほぼ南北に走り、比較的大きな沢も南北系のものが多い。このため、調査地区北部にみられるアルタミラノ (Altamirano)-イグアラ間の国道51号が東西にある以外は南北系の道路が多く、東西方向の道路は少ない。

主な水系は調査地域南部で西流するバルサス川であり、本川はミステカ山脈 (Sierra de la Mixteca) を源流として、オアハカ州 (Oaxaca)、プエブラ州 (Puebla) 及びゲレロ州を流下する。このバルサス川支流が調査地区全体にN-S方向に湾曲しながら発達する。水系は

一般には不明瞭な樹枝状を示し、これらの河川では急峻なV字谷を形成している。

2-3 気候及び植生

調査地域の気候は亜熱帯性である。しかし、全体的には高地の山岳地帯に位置するため、気候は温暖で典型的な夏季降雨・冬季乾燥型である。調査地区南部のカンボセコ地区の年間総雨量は約1,070mmで、平均気温は20℃以上であり、4月～5月には40℃に達する。雨期は6月から10月であり、この間の月平均降水量は230mm～260mmである。このうち9月は降水量が最も多く260～280mmである。乾期は10月から5月であり、この間の降水量は30mm以下である。

植生は乾燥から亜乾燥地帯の特徴を示し、灌木やカシの木が多く、高地ではカシの木が多い。民家にはオレンジ、アボカド、レモン、マンゴー、パパイヤなどの樹木が植えられているほか、民家近くの山にはサボテンなどがみられる。

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 既往調査概要

本調査地区内にはカンボ・モラド(Campo Morado)鉱山やレイ・デ・プラタ(Rey de Plata)鉱山などがある。カンボ・モラド鉱山は1903~1910年及び1920~1927年にかけて酸化帯をAu、Agなどを対象として採掘した。1973年~1977年の間にはレフォルマ(Reforma)鉱床を対象として探鉱活動が行われ、品位は Ag 112 g/t、Cu 0.68 %、Pb 1.07 %及び Zn 3.12 % である。総鉱量は9.5百万トンと見積もられている (Lorinczi y Miranda、1978)。

CRMは、1977年に”新期火山帯”と呼ばれる鉱床生成区について衛星画像の解析を行った。その結果、本地帯には塊状硫化鉱床の生成に関係する、火山性起源の変成岩が分布することが判明した。また、この結果を踏まえ、本調査地域北東のティサパ(Tizapa)地区で本格的に広域地質調査が開始された。このティサパ地区では、1979年から1982年にかけて地質調査、物理探査、地化学探査、ボーリング調査、坑道探鉱、立坑開削が実施された。さらに、1987年~1991年にかけて実施された資源開発協力基礎調査により、その全容が解明され、その結果、鉱化帯は地表下80~290mにあり、鉱床の最大厚さ20m、延長約420m、鉱量560万トン(平均品位Au 1.6 g/t、Ag 246 g/t、Cu 0.68 %、Pb 1.24 %、Zn 6.00 %、Fe 30.76 %)と評価され、ティサパ鉱山が1994年に開山した。

また、CRMは、1985年10月から本調査地域内のアルセリア(Arcelia)南東部の探鉱活動を開始し、ロッサナ(Rossana)-エル・ファイサン(El Faisan)の鉱床は、火山堆積作用の一連のもので、同成の層状塊状硫化物多金属鉱床であるとした。このEl Faisan鉱床付近において、1987年には資源開発協力基礎調査の一部として地化学探査が実施された。

さらに、CRMは、1988年に塊状硫化物鉱床を探すために、ヘリコプターを利用して異常な色を示す地区の広域探鉱を実施した。その後、地上において、火山性堆積岩の分布域の探鉱及び検証を行った。1991年からはカンボセコ鉱区の本格的探鉱活動を実施した。物理探査としては、IP法調査、自然電位法調査、VLF及び磁力探査を行った。また、ボーリング調査としては総掘進長1,043.6mを実施し、一部で鉱染帯を把握した。

3-2 一般地質(調査地域周辺)

本地域は、メキシコの地質構造帯のうち、南部シェラマドレ帯に属する。この地帯は南部で比較的古い時代の岩石が分布し、北部で新期の岩石が分布する。この構造帯の北側には新期火山地帯があり、メキシコ中央部をWNW-ESE方向に太平洋側からメキシコ湾側のベラクルス州にかけて横切るものであり、中新世以降現在に至るまで活発な火山活動が続いている。

本調査地域には、古生界から白亜系の変成岩類~弱変成岩類、第三系、第四系などが分布する。

南部シェラマドレ帯では、メキシコ州からバルサスにかけての基盤は古生層に対比されるタスコ片岩(Esquisto Taxco)であり、本岩はタスコの東側及び南東に露頭が分布している。地層は泥質片岩、砂質片岩、緑色片岩、珪質片岩などからなり、構成鉱物は主に石英、長石及び絹雲母からなる。これらの変成岩類の正確な年代はまだ求められていないが、タスコ片岩のRb-Sr法では 79 ± 5 Ma (Fries ほか, 1965) が得られているが、花崗岩の貫入岩の影響があると考えられている。

タスコ片岩を不整合に覆って、タスコ・ビエッホ緑色岩(Roca Verde Taxco Viejo)が分布する。本岩は凝灰岩、角礫岩、安山岩溶岩などであり、後期ジュラ紀に対比される。

Campa(1979)は、Titoniano-Albiano時代のテロロアパンーアルセリアーイスタパン・デラ・サル(Ixtapan de la Sal)地区に分布するタスコ片岩を伴うタスコ・ビエッホ緑色岩は、安山岩-ディサイトの互層、凝灰岩、火山集塊岩、千枚岩、砂岩などからなり、後期ジュラから前期白亜紀の海縁部の島弧に対比した。

上部ジュラ系から下部白亜系に対比されるアンガオ(Angao)層は、泥岩、グレイワッケ、安山岩質凝灰岩を伴う礫岩質グレイワッケなどからなり、Kimmeridgiano-Portlandiano統にあたる。

Aptiano-Albiano時代の下部白亜系に対比されるアカウイソトラ(Acahuizotla)層は、緑灰色を呈し、泥灰質岩に変化する粘土質石灰岩からなり、Chilacachapa向斜に分布する。また、同時代のサン・ルーカス(San Lucas)層は下部では凝灰岩を伴う砂岩及び泥岩のリズミカルな層序を持つ。上部ではサンゴ質石灰岩に移る褐鉄鉱からなる。

中部白亜系は、Albiano-Cenomaniano時代に対比され、2つの岩石相を示す。一つは明灰色、クリーム色及び暗灰色の厚い石灰岩層を伴うサンゴ礁堆積物からなるもので、モレロス(Morelos)層及びクアウトラ(Cuautla)層と命名されている (Fries, 1960)。もう一方は、ソチカルコ(Xochicalco)層(Fries, 1960)または上部タマウリパス(Tamaulipas)層(Tarango, 1973)と命名されているAptiano-Albiano時代のラミナ中にレンズ状や多くのシリカを含む暗灰色の薄い石灰岩を伴う石灰質ものである。同時代のものには、モレロス層(Pantoja, 1959)及びクンブルンディオ(Cumburundio)(Salazar, 1973)と命名されているものがある。

上部白亜系に対比される地層にはソチパラ(Xochipala)層(Cserna et al., 1978)、アルセリア層(Cserna, 1987)、メスカラ(Mexcala)層などがある。ソチパラ層は、安山岩質火山岩類、礫岩、砂岩、グレイワッケなどからなり、下位のアマテペック(Amatepec)層を整合に覆う。アルセリア層は、珪質な黒色泥岩、褐鉄鉱、グレイワッケ、灰色～暗灰色の石灰岩などからなり、薄から中層として分布する。本層中には安山岩溶岩、安山岩-玄武岩などの火山碎屑岩など多く含む。

メスカラ層 (Fries, 1969)は、フリッシュ砂岩と命名されている海成堆積物を伴う堆積岩及び中粒から細粒の砂岩と泥岩のリズミカルな互層からなり、ローカルのには薄い石灰岩、

炭質物含有泥岩、石灰質砂岩を挟むさまざまな変化がみられる。タスコからバルサス(Balsas)にかけて向斜の谷を形成している。

第三系は、バルサス層(Fries, 1960, Cserna, 1965)、ティルサポトラ(Tilzapotla)流紋岩などがある。バルサス層はすべての堆積物は陸成であり、礫岩、砂岩、アルコーズ、褐鉄鉱、安山岩質火砕岩、玄武岩質火砕岩などから構成される。ティルサポトラ流紋岩類は流紋岩類、溶結凝灰岩を主とし、安山岩溶岩及び安山岩質火砕岩を伴う。この流紋岩類は特徴的な火砕流台地を形成している。テフピルコ(Tejupilco)地域に分布するものはOligocenoに対比される。

第四系は、玄武岩溶岩、スコリア丘、沖積層からなる。玄武岩溶岩は地形的に明瞭な溶岩流地形と台地を形成しており、スコリア丘を伴う場合が多い。調査地域の北方に分布し、テフピルコでは火山円錐丘がみられ、下位の地層を不整合に覆っている。沖積層は盆地や河川沿いに分布し、未固結の礫・砂を主としている。

3-3 調査地域の地質的位置付け

本調査地域外の北西方には、ティサパ鉱床、サンタ・ロサ(Santa Rosa)鉱床があるほか、北方のアスラケス(Azulaquez)地区にはラ・アメリカ(La America)、エル・カピエ(El Capire)及びラ・アウロラ(la Aurora)などがある。いずれも層状規制型の塊状硫化物鉱床である。

これらの鉱床はほぼ同一層準であるタスコ片岩類の最上部に胚胎する。鉱床上盤は石灰質層群の石灰質粘板岩が分布し、鉱床近傍及び下盤には主に火山岩起源の緑色片岩や珪質片岩がみられ、火山活動と密接な関係があることが判明している。

これらの鉱床を胚胎する二疊系～白亜系の変成岩類は、走向がNNW～SSEで、傾斜はWまたはEを示し、同方向の葉状構造を伴う。この方向は本地域の基本的な構造方向を示し、変成作用はコルディレラ造山運動によって生じたものである。白亜系はコニャック期末期に重力的な構造運動を被り、非対象褶曲を生じている。褶曲軸の方向はN-S方向を示す。

これら二疊系～白亜系の変成岩類がティサパ鉱床付近から本調査地域まで南北方向に連続している。本調査地域は、これらの南側延長部にあたる。また、本調査地域内には、カンボ・モラド鉱床やレイ・デ・プラタ鉱床、カンボ・セコ及びテウエウエトラ(Tehuahueta)鉱床などが分布し、いずれも塊状硫化物鉱床である。

カンボ・セコ鉱床及びテウエウエトラ鉱床の位置は、ティサパ鉱床、サンタ・ロサ鉱床からカンボ・モラド鉱床の分布するNNW-SSE方向とラ・アメリカ鉱床、エルカピエ鉱床からレイ・デ・プラタ鉱床の分布するNE-SW方向の交差部にあたり、鉱床胚胎のポテンシャルの高い地区である。

また、本調査地域には白亜系の粘板岩、千枚岩などの弱変成岩類が広く分布しているが、カンボ・セコ地区にはこれらの岩石以外に流紋岩～デイサイト溶岩及び火砕岩が分布して

おり、これらの火山性堆積岩は塊状硫化物鉱床と密接な関係を有していると考えられている。よって、本地域は塊状硫化物鉱床賦存のポテンシャルの高い地域と判断できる。

3-4 調査地域の鉱業略史

本調査地区内には、カンボ・モラド鉱山があり、この鉱山は1903~1910年及び1920~1927年にかけて酸化帯をAu、Agなどを対象として採掘した。この1903~1910年の間にレフォルマ鉱床から3.9トンの金、125.2トンの銀及び4,157トンの鉛を生産した(T. Flores, 1936)。1973年~1977年の間には、レフォルマ鉱床を対象として探鉱活動が行われた。その結果、鉱石品位は、Au 1.2 g/t、Ag 112 g/t、Cu 0.68 %、Pb 1.07 %及びZn 3.12 %である。総鉱量は、9.5百万トンと見積もられている(Lorinczi y Miranda, 1978)。

ラ・スリアナ(La Suliana)鉱床では、1912までに高品位の金銀を伴う鉛を採掘した。1924年までは、Cia. Minera Penoles, S. A. が採掘した鉱石を2 t/日であり、その後、10 t/日になった。1927年には300 t/日の設備を増設した。採掘した酸化帯の品位はAu 9 g/t、Ag 690 g/tであり、塊状硫化物の品位はAu 3 g/t、Ag 307 g/tである。1929年の10月から12月に採掘した鉱石は225 t/日で、品位はAu 7.2 g/t、Ag 565 g/t であり、精鉱の品位はAu 7.5 kg/t、Ag 470 kg/tであった(C. Bruchhold, 1929)。

エル・ファイサン(El Faisan)鉱床では、1940年代にMinera Asarco社により、探鉱活動により坑道が250mほど掘削された。

レイ・デ・プラタ鉱山では、正式には1925~1929年、1946~1949年及び1964~1968年にかけて開発された。また、Penolesによる探鉱活動は、1976年6月~1980年11月まで行われ、その結果、52本のボーリングが行われ、31本において着鉱した。鉱床はレイ・デ・プラタとテウイストラ(Tehuixtla)の2つの鉱体からなり、600mほど離れている。鉱石品位はAu 0.8 g/t、Ag 275 g/t、Cu 0.3 %、Pb 1.7 %及びZn 7.8 % である。可採鉱量は1.7百万トンと見積もられている(Javier G., et al, 1981)。現在、立坑が掘削されており、使用されている。

第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制について

褶曲軸は、全体的にはN-S方向であり、地層は南北に連続する傾向にある。さらに、イスカテペック(Ixcatepec)地区では、E-W系の褶曲軸により曲げられており、複雑な形態を示す。しかし、全体的にはイスカテペック地区では北部でより深部の地層が分布し、南部で上位の地層が分布する傾向にある。中生代の岩石におけるこれらの変形作用は、重力テクトニクスの結果もたらされたと解釈される。これらの褶曲作用は、第三系のバルサス層やティルサポトラ流紋岩類には及んでいない。第三系の地層は白亜系の谷部を埋めるように分布している傾向にある。

本地域には、第三系のバルサス層やティルサポトラ流紋岩よりも若い断層が存在する。これらの方向は、NW-SE系及びNE-SW系を示し、メキシコの南太平洋海縁に沿って、中新世の終わりから今日に続く、沈み込み過程に関係した圧縮場によって形成された断層系であると考えられる。

本調査に認められる鉍化作用には塊状硫化物型、鉍脈型及び接触交代型がある。このうち、重要なものは塊状硫化物型である。

本調査地域内には、塊状硫化物鉍床として、カンボ・セコ、カンボ・モラド、レイ・デ・プラタなどの鉍床が認められる。カンボ・セコ鉍床では、950万トンの鉍量が見積もられている。いずれの鉍床も黄鉄鉍を主とし、閃亜鉛鉍、方鉛鉍、黄銅鉍及び四面銅鉍などを伴う。一般に鉍石鉍物は細粒であり、黄鉄鉍にはコロフォーム組織がしばしば認められる。

鉍化作用の時期は、調査地域外のティサバ鉍床、サンタ・ロサ鉍床、ラ・アメリカなどの鉍床はいずれも二畳系～白亜系のタスコ片岩類に胚胎しているが、本調査地域に分布する鉍床は層準的には、より上位の白亜系のイスカテペック層に胚胎していると判断される。

概査地区であるイスカテペック地区の南西部に認められる鉍化帯は、黄鉄鉍を主としているが、層準はカンボ・モラドの延長部にあたるほか、鉍化帯近傍には流紋岩溶岩及び火砕岩が分布し、これらのフェルシクな岩体は本鉍床の関係火成岩と推定される。鉍脈型鉍床は、小規模ながら概査地区にみられ、イスカテペック地区北東部のブエナ・ビスタ(Buena Vista)及びアパストラ(Apaxtla)地区の中央部のエル・ビエテ(El Billeto)に見られる。鉍床は、黄鉄鉍の鉍染及び石英脈を主とし、断層・断裂に規制されている。第三紀の活動であり、ブエナ・ビスタ鉍床の鉍脈方向はNW-SE系である。この方向は調査地区外のテピルコ地域などに分布する大規模な鉍脈型鉍床の方向と一致しており、当地域の鉍脈型鉍化作用の特徴である。

4-2 期待鉍床賦存のポテンシャルについて

本調査地域に分布する主な鉍床は、塊状硫化物鉍床、鉍脈型鉍床と交代鉍床である。

このうち、重要なものは塊状硫化物鉍床であり、カンボ・モラド鉍床、レイ・デ・プラ

タ鉱床、カンボ・セコ鉱床などがその代表である。これらの鉱床は、白亜系の堆積岩類中に胚胎している。特に、レイ・デ・プラタ鉱床は、中性の岩石とフェルシクな岩石の境界部に胚胎している。また、カンボ・モラド鉱床は、フェルシクな岩石と粘板岩や凝灰岩などとの境界部に胚胎している。一方、カンボ・セコ鉱床も鉱床周辺には流紋岩質岩石が広く分布している。

また、イスカテペック地区の南西部のラ・リベルラ(La Libelula)鉱床及びラ・ルイサ(La Luisa)鉱床周辺にも、流紋岩質岩が分布している。

当調査地域北方には、ティサパ鉱床、サンタ・ロサ鉱床、アスラケス鉱床はじめ、多くの塊状硫化物鉱床が分布する。これらの鉱床を含め、カンボ・モラド鉱床、レイ・デ・プラタ鉱床などの塊状硫化物鉱床近傍には、火山岩起源の流紋岩などのフェルシクな火山岩を起源とする酸性片岩や火山岩類がすべて分布しており、これらの火成活動と塊状硫化物鉱床は密接な関係を有していると判断される。

ティサパ鉱床やサンタ・ロサ鉱床などはタスコ片岩類中に胚胎しているが、本地域の鉱床は扇準的にはその上位の白亜系中に胚胎しており、母岩の変成度が弱い。ティサパ鉱床からサンタ・ロサ鉱床、カンボ・モラド鉱床及びカンボ・セコ鉱床と南方向に行くに従い、鉱床の生成時期がやや新しくなると推定される。

以上の結果、塊状硫化物鉱床と密接な関係を有するフェルシクな岩石が広く分布するカンボセコ鉱床周辺及びイスカテペック地区の南西部は、塊状硫化物鉱床胚胎のポテンシャルが高い地区と判断できる。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

本年次は、衛星画像解析（解析対象 5,000 km²）、既存データ解析、地質調査（精査地区：5 km²、概査地区：500 km²）及び物理探査（精査地区：5 km²）を実施した。

① 衛星画像解析結果：

判読されたリニアメントは、N-S系及びNW-SE系を示すものが卓越した地域であることが判明した。これらの方向は、地層の走向方向、褶曲軸方向、貫入岩の貫入方向などと一致している。また、フォールスカラー画像からは、変成岩類と白亜系堆積岩類の境界、それらを不整合に覆う第三系の火山岩類、第四系の分布などといった大まかな地質が判読できたが、それらを構成する岩相の違いなどの判読は困難であった。また、既存データとの対比などから、本地域の塊状硫化物鉱床の胚胎層準の分布域は調査地域西側部分で、特に、カンボ・モラドを中心としてカンボ・セコを含む二疊系～白亜系及び白亜系下部層分布域が鉱床胚胎の場として有望であると限定することができた。

② 既存データ解析結果：

本調査地域に関する資料の多くはCRMによる鉱床調査プロジェクトの報告書であり、そのほかは地質図幅、メキシコ国立自治大学関係論文などである。調査地域全体を包括する地質図幅は少なかった。

本地域の地質は、古生界から白亜系の変成岩類～弱変成岩類、第三系、第四系、貫入岩類などから構成される。

鉱床は、塊状硫化物鉱床が主であり、そのほかには鉱脈型鉱床及び接触交代鉱床が認められている。塊状硫化物鉱床には、カンボ・モラド鉱床、レイ・デ・プラタ鉱床、カンボ・セコ鉱床などがある。カンボ・モラド鉱床は、フェルシクな岩石と粘板岩、凝灰岩などとの境界部に胚胎し、鉱石品位はAu 1.2 g/t, Ag 112 g/t, Cu 0.68 %, Pb 1.07 %及びZn 3.12 %で、総鉱量は9.5百万トンと見積もられている(Lorinczi et al., 1978)。また、レイ・デ・プラタ鉱床は、中性の岩石とフェルシクな岩石との境界部に胚胎し、鉱石品位はAu 0.8 g/t, Ag 275 g/t, Cu 0.3 %, Pb 1.7%及びZn 7.8 %で、総鉱量1.7百万トンが見積もられている(Juvier et al., 1981)。また、カンボ・セコ鉱床も鉱床周辺には流紋岩～デイサイトが広く分布している。よって、本地域にみられる塊状硫化物鉱床は、フェルシクな岩石と密接な関係を有していると判断できる。

精査地区のカンボ・セコ地区については、CRMによる探鉱活動が積極的に行われた地区であり、カンボ・セコ鉱体とテウエウエトラ鉱体が認められている。また、このカンボ・セコ地区では地質調査のほかに、物理探査（IP法及び比抵抗法、自然電位法（SP）、電磁法（VLF）、磁気探査法など）及びボーリング調査が実施されている。

③ 地質調査の結果：

地質調査は精査、概査及び同位体的手法適用調査を実施した。

地質精査は、カンボ・セコ地区において行った。本地区は、白亜系のイスカテペック層の変流紋岩～デイサイト、及び粘板岩～千枚岩が広く分布し、一部に第三系のアヨトチ安山岩類や流紋岩～デイサイト貫入岩などが分布する。鉱床は塊状硫化物鉱床であり、カンボ・セコ鉱体とテウエウエトラ鉱体からなる。これらの鉱体は変流紋岩が卓越している層準の最上部に賦存している。また、これらの変流紋岩の多くの部分では、白色化変質及び珪化変質が認められたほか、部分的にゴッサンが認められ、黄鉄鉱などの硫化物が存在したことを示している。

地質概査は、イスカテペック地区及びアパストラ地区の2地区で行った。これらの地区には白亜系のイスカテペック層、第三系のバルサス層、ティルサポトラ流紋岩、アヨトチ安山岩、第四系及び貫入岩から構成される。イスカテペック地区の南西部には、ラ・リベルラ鉱床及びラ・ルイサ鉱床が認められ、これらの鉱床近傍には流紋岩が分布するほか、珪化変質及びゴッサンが認められた。また、既存資料などから推定していた層準よりもやや上位層準が塊状硫化物鉱床胚胎の場として有望で、ラ・リベルラ鉱床から概査地区西側まで連続していることが明瞭となった。また、アパストラ地区ではエル・ビエテ鉱床などが認められたが、いずれも鉱脈型鉱床であり、小規模であると判断される。

また、地質調査と並行して行った地化学探査結果では、カンボ・セコ地区では鉱体付近では、Auの異常値が認められたが、他の元素においてはAg、Cu、Pb、Zn、Sなどの直接鉱化作用を示すと考えられる元素の添加が認められず、むしろ溶脱している。これらの結果については不明な点が多く、再検討を要すると考えられる。

一方、同位体的手法適用調査では、硫黄同位体組成($\delta^{34}\text{S}$)の検討から本地域産出の鉱石は、ティサパ鉱床との同位体的類似性を持ち、同様の性質を有する可能性が明らかとなった。また、ストロンチウム同位体組成($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)の検討により、変火山岩類は相対的に重い値を示し、変堆積岩類は相対的に軽く、かつ海水と類似の値を示し、鉱石がこれらの中間的な値を示すことより、鉱化熱水の起源は海水と火山岩との反応に求められ、本地域の鉱化作用が黒鉱と同様に噴気堆積性のものであると考えられた。さらに、海水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ である0.708を基準にして、これより重い値を示す変堆積岩は鉱化作用の影響を受けているものと考えられた。鉱石の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値である約0.712に近づくほど、鉱化作用の中心部(鉱床)に近いとの探査指針が得られた。

④ 物理探査の結果：

カンボ・セコ地区においてCSAMT法による物理探査を実施した。

1次元解析の結果、本調査地区の大部分の表層部は、 $100\ \Omega\cdot\text{m}$ 以上(所によっては数 $100\ \Omega\cdot\text{m}$ 以上)の高比抵抗帯により覆われているが、この主な原因は分布している岩石本

米の物性によるが、その他の原因としては、表層部の地層の乾燥及び岩石中の電解質物質の溶脱或いは珪化などの相乗作用によるものと考えられる。また、地表下300m以下では、鉛直方向の不連続線を伴う比較的まとまった帯状の比抵抗構造の存在が認められ、本調査地域の地質構造が急傾斜を示していることが推定され、地質調査結果とも一致する。また、白亜系の地層と流紋岩貫入岩との比抵抗の差が明瞭に現れていると考えられる。

一般に、鉱床及び鉱化作用に伴う粘土化変質帯は低比抵抗帯に対比される。本調査の結果、低比抵抗帯に対比されたものは、地表下300 m以深において、カンボ・セコ鉱体深部及びその南西部、テウエウエトラ鉱体の東側などで認められ、これらの低比抵抗帯は鉱化変質帯を示している可能性がある。また、テウエウエトラ鉱体は地表付近より深部にいたるまで高比抵抗帯内に位置するが、これは鉱化変質による比抵抗の低下よりも珪化作用による比抵抗の増加の方がより強く影響しているためと考えられる。

以上の結果、カンボ・セコ鉱床周辺の地表下300 m以深における高比抵抗帯は、地表の貫入岩とよく対応していることから、貫入岩体を示していると推定される。

鉱床は白亜系イスカテベック層の流紋岩～デイサイトなどの酸性火山岩類の堆積時の末期に生成したと考えられる。したがって、本地区の塊状硫化物鉱床が胚胎する層準は、イスカテベック層の酸性火山岩類の分布の上限付近に限定される。地表下300 m以下における低比抵抗帯は、カンボ・セコ鉱体西方、テウエウエトラ鉱体南東方などの既知鉱体近傍に認められ、本地区の地質構造が急傾斜であることとも一致し、潜頭性の鉱化変質の賦存が考えられる。特に、テウエウエトラ鉱体南東方の低比抵抗帯は南側に連続する。

5-2 第2年次調査への提言

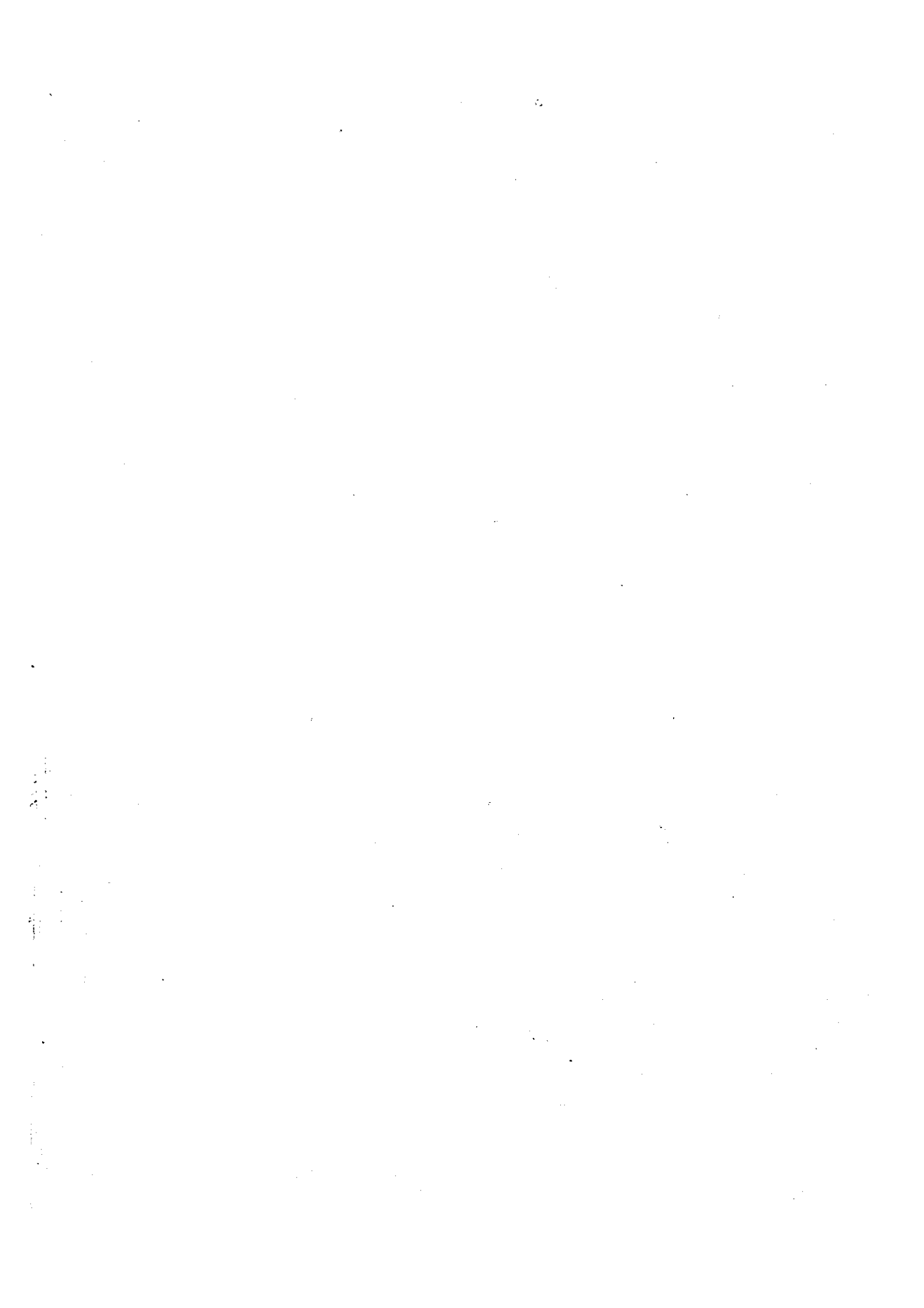
第1年次の調査結果とその検討によって得られた結論に基づき、第2年次では次の調査を実施することを提言する。

- (1) カンボ・セコ地区においては、既存データ解析、地質精査及び物理探査結果により、有望であると推定された場所に対してボーリング調査を実施し、鉱床賦存状況の確認に努める。また、このボーリングコア及びボーリング孔周辺の地表から採取した変堆積岩類試料の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ を測定することにより、鉱化作用の影響の及んだ範囲などを検討する。
- (2) イスカテベック地区においては、ラ・リベルラ鉱床及びラ・ルイサ鉱床付近で、白亜系の流紋岩～デイサイトの分布、珪化変質帯、硫化物よりなる鉱石及びゴッサンなどの変質帯が確認された。本地区は塊状硫化物鉱床賦存のポテンシャルの高い地区として限定できる。しかし、鉱床層準の追跡には詳細な地質調査が必要である。また、地下深部での地質構造把握のためにIP法による物理探査を実施し、潜頭性の塊状硫化物鉱床の賦存が推定されれば、ボーリング調査で確認する必要がある。

0

0

0



第Ⅱ部 各論

第 II 部 各 論

第 1 章 衛星画像解析

1-1 解析方法

衛星画像解析に使用した JERS-1 の OPS データは、以下のとおりである。

パス	ロー	撮影年月日
495	270	1993年 1月10日

解析にあたって UTM 座標変換して作成した画像は、以下のとおりである。

画像処理	縮尺
JERS-1 OPS カラー画像 (BGR 1 2 3) フルシーン	1/200,000

図 II-1-1 に作成した衛星画像解析範囲図を示す。また、図 II-1-2 に解析に使用した画像をそれぞれ示す。

解析にあたっては、1:50,000 地形図の地形・水系パターンや航空写真、既存地質・地質構造を参考にして、画像上の水系・起伏の変化や色調の変化を読み取り、判読図を作成した。

解析の概要は以下のとおりである。

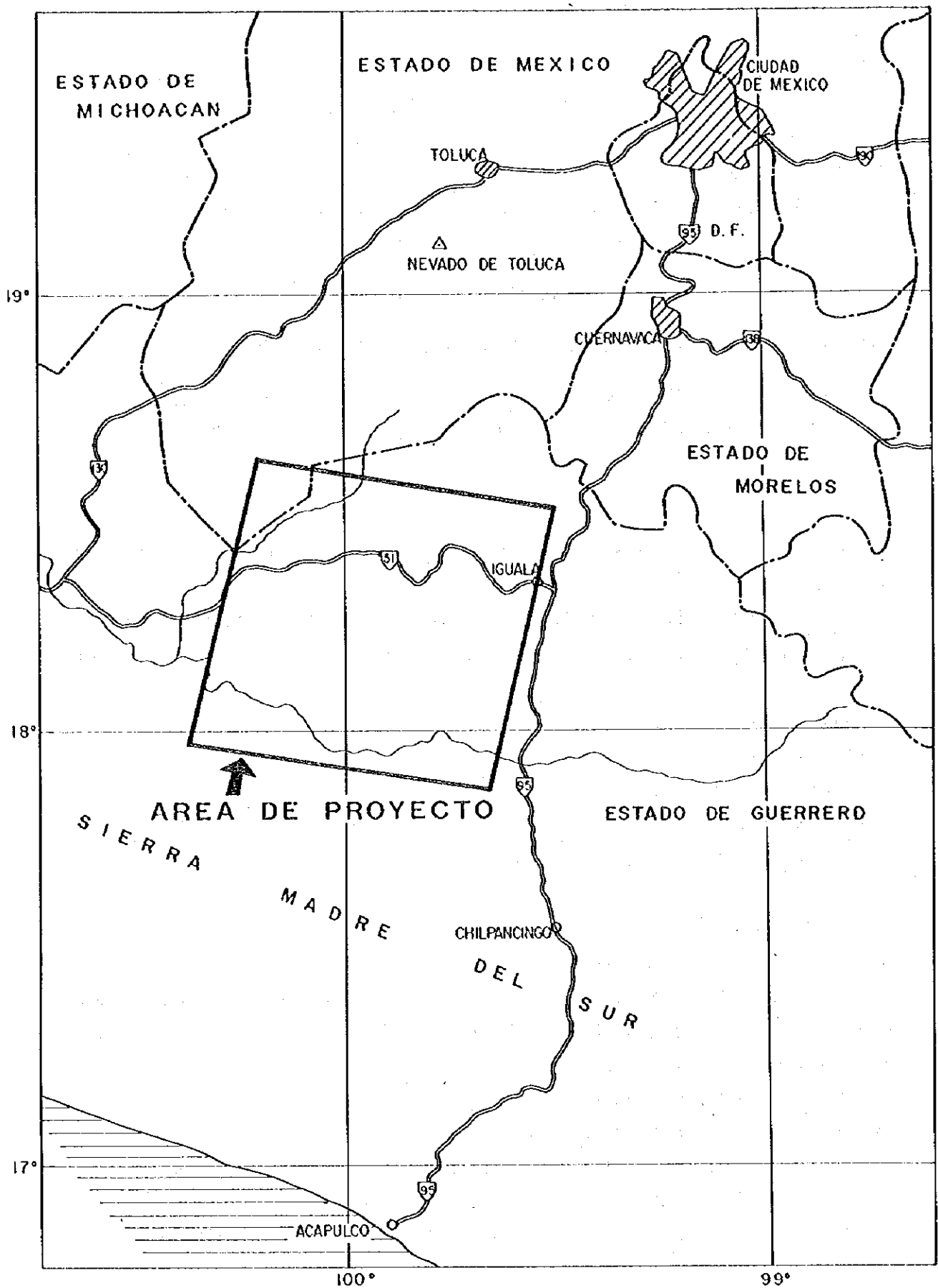
- ・リニアメント、褶曲構造の抽出
- ・解析画像の色調、地形区分
- ・既存地質図との対比
- ・リニアメント分布図・画像判読区分図の作成

1-2 解析結果

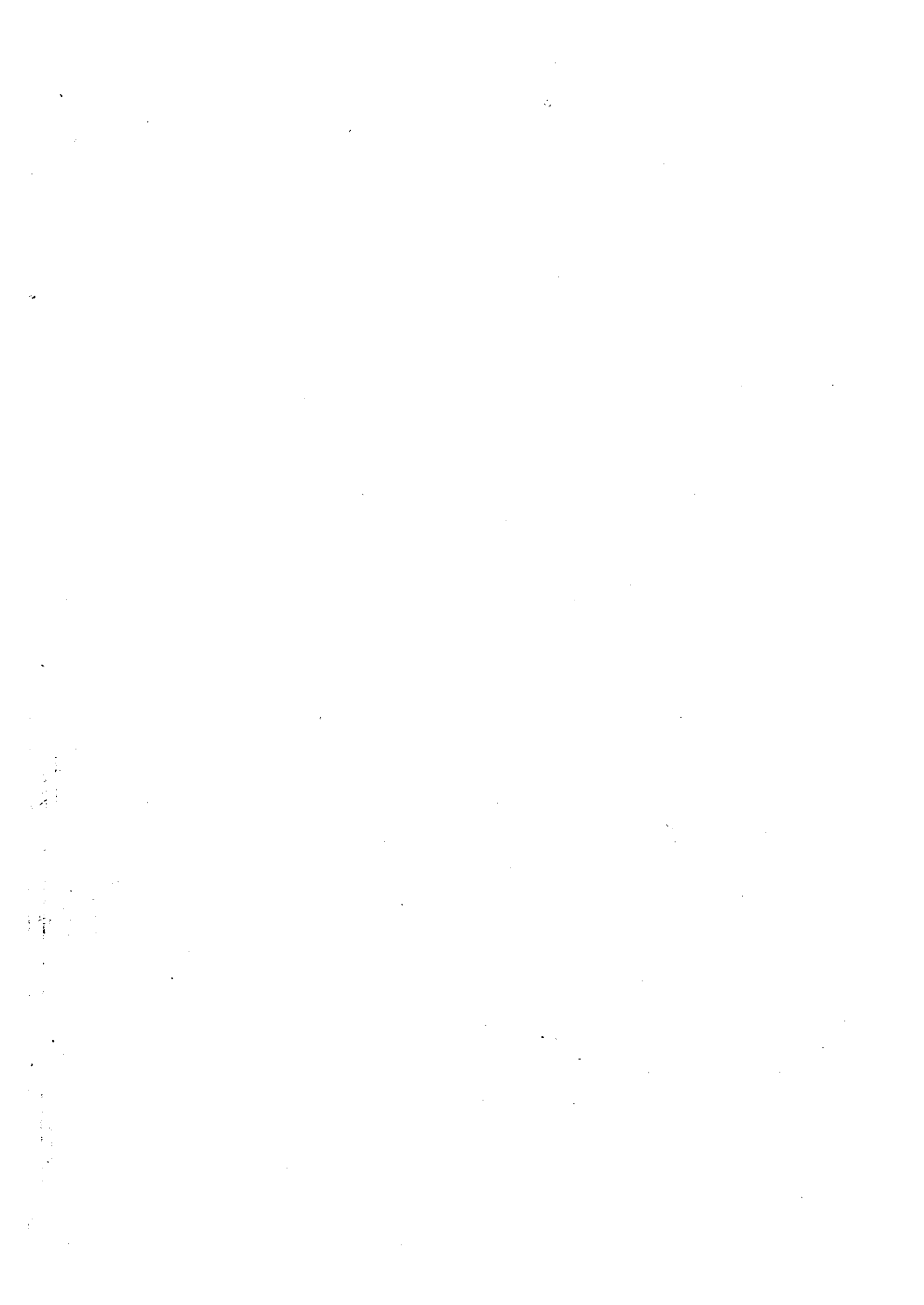
1. リニアメント、褶曲構造の抽出

図 II-1-3 にリニアメント分布図を、図 II-1-4 にリニアメントのローズダイアグラムを、図 II-1-5 にリニアメント長の頻度分布図をそれぞれに示す。判読リニアメントは 604 条、リニアメント密度は 0.38 km/km^2 である。

調査地域全体で見えた場合のもっとも卓越するリニアメント方向は N-S 系であり、次いで NW-SE 系が多く認められる。リニアメント長は 1.5~2 km の長さが最頻度を示し、全体に 5 km 以下のリニアメントに卓越しており、10 km を越えるリニアメントは全体数の 1% にも満たない。N-S 系の代表的なリニアメントは、調査地域の北西-中央-南東にかけて、比較的リニアメント長の長い構造が連続して認められる。NW-SE 系のリニアメントは、



図Ⅱ-1-1 衛星画像解析範囲図



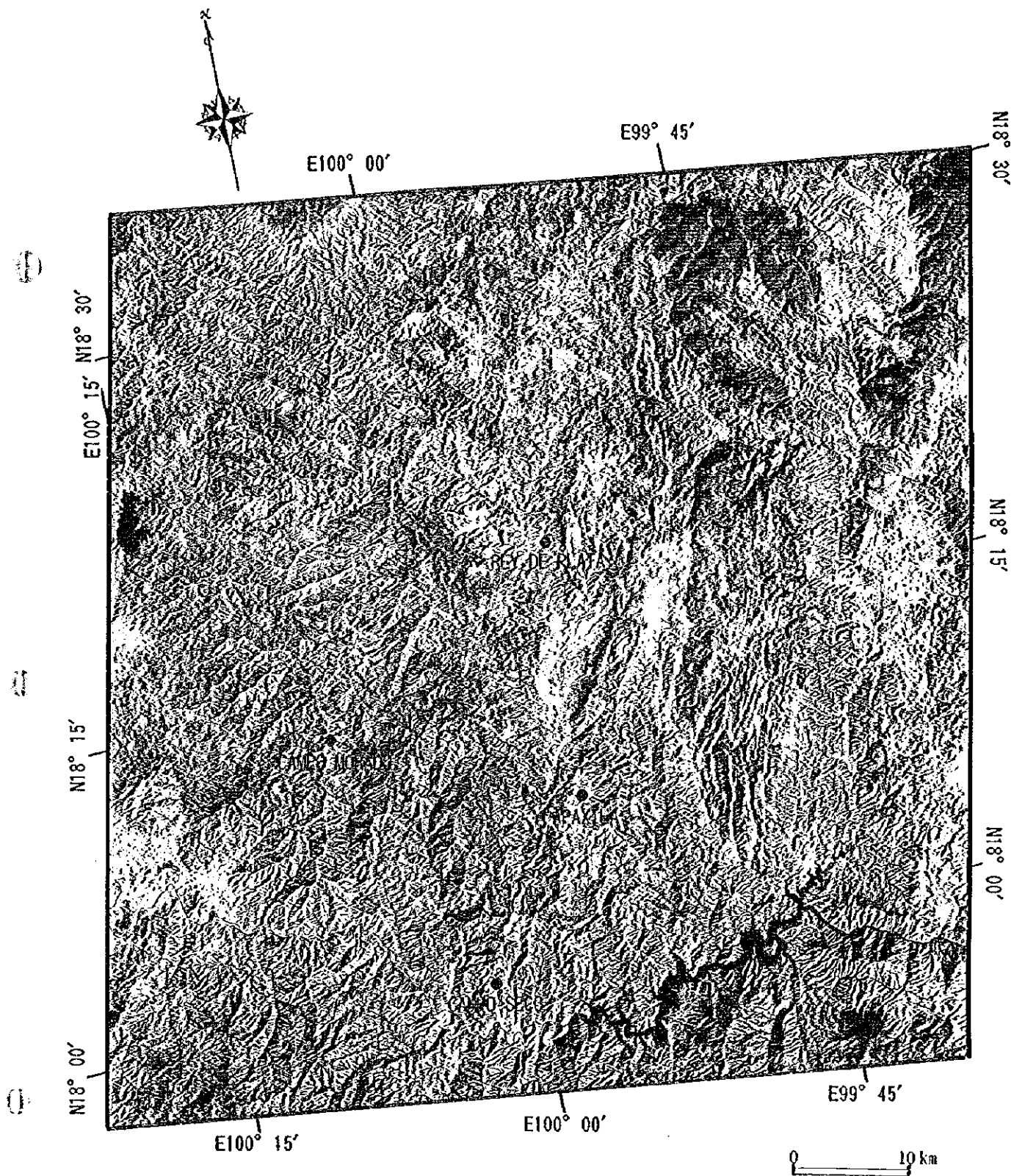
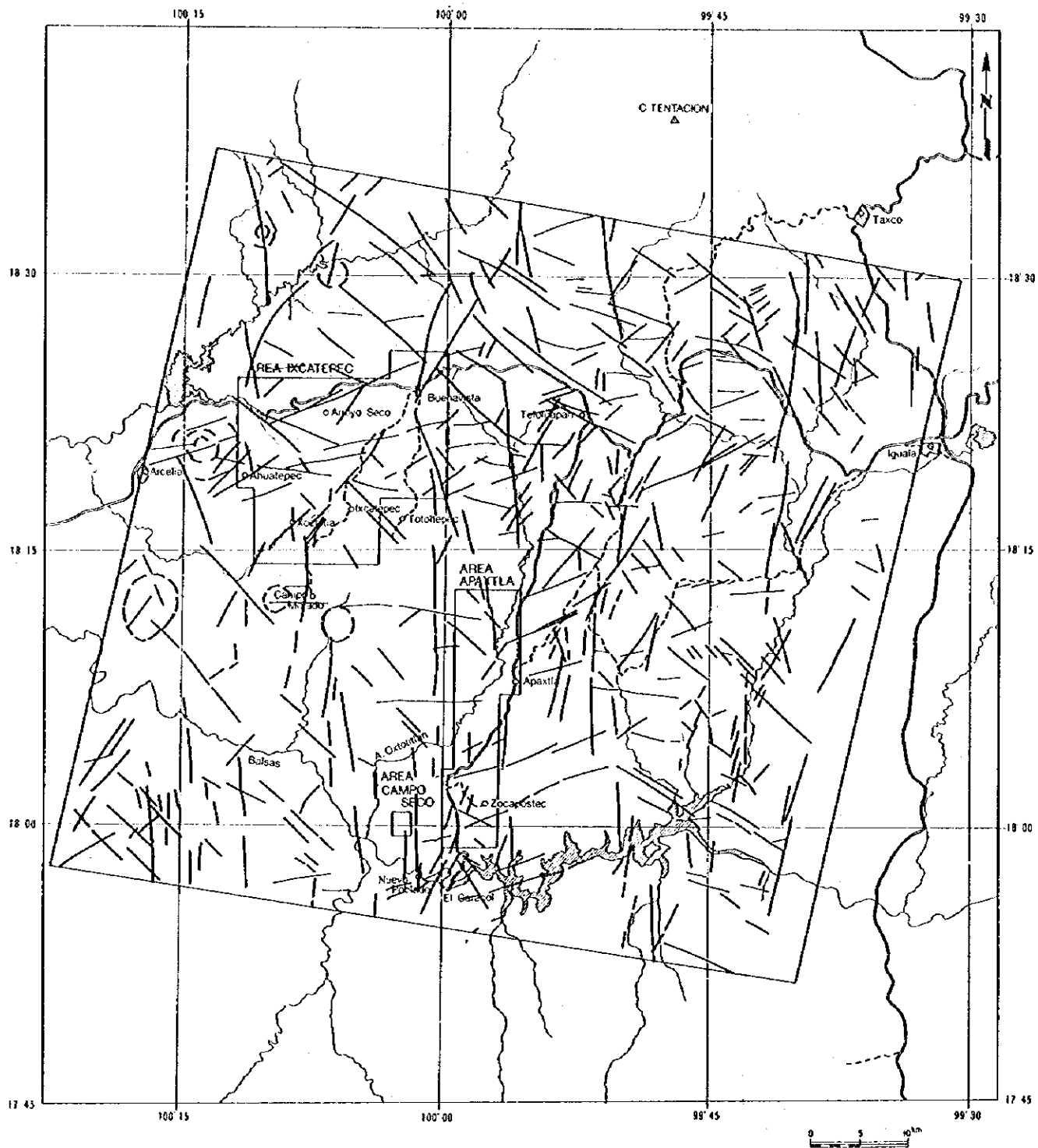


図 II - 1 - 2 フォールスカラー画像 (フルシーン)

0

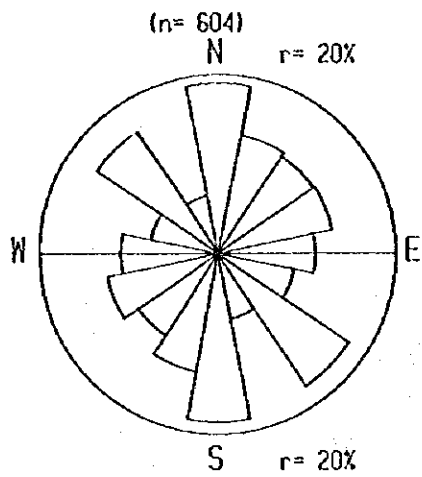
0

0



- 凡 例
- リニアメント
 - 環状構造

図Ⅱ-1-3 リニアメント分布図



上半部：リニアメント数の相対頻度
 下半部：リニアメント長の相対頻度
 r : 半径の相対頻度

図 II - 1 - 4 リニアメントのローズダイアグラム

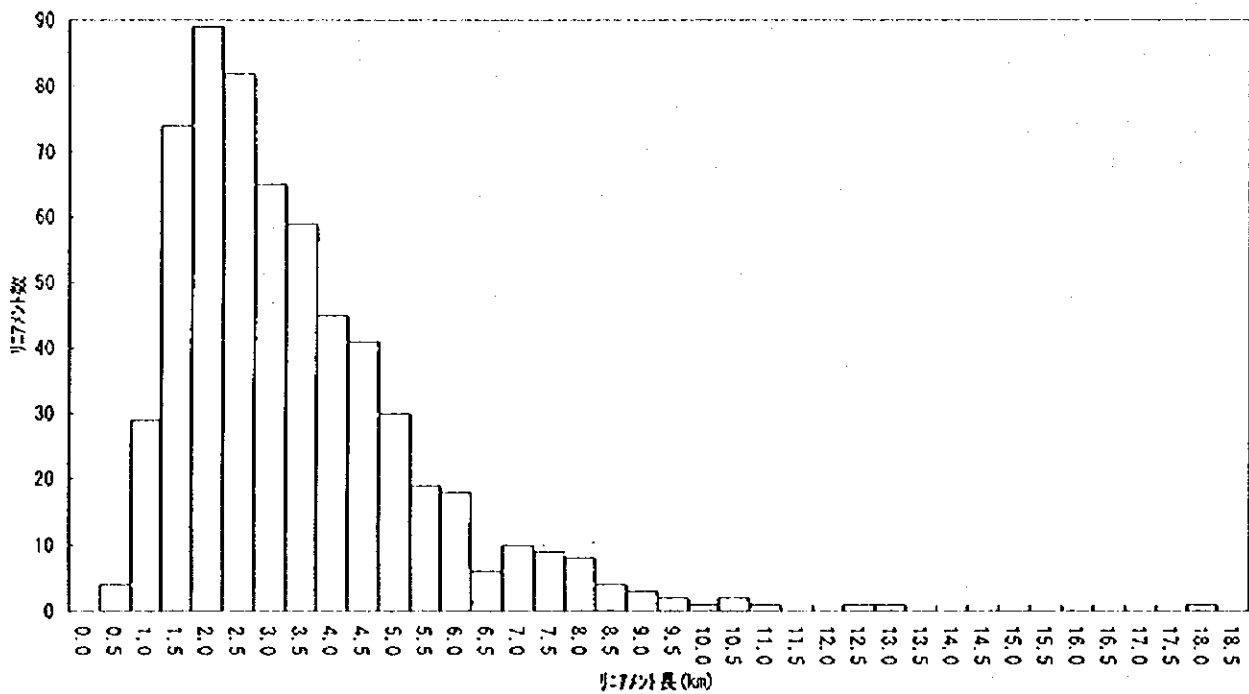


図 II - 1 - 5 リニアメント長の頻度分布図

調査地域中央-南にかけて比較的多く発達しているのが認められる。

2. 画像の色調、地形区分

衛星画像を概観すると、調査範囲の西部では赤色系の色調が強く、東部では緑色系及び灰色系の色調が強い傾向が認められる。さらに東側では、水系の密度が緑色系で低く、灰色系で高い特徴が認められる。このような色調及び地形の特徴は地質を反映したものであると考えられ、既存地質図との対比から表II-1-1に示す区分についての判読を行った。図II-1-6に画像解析結果図を示す。

表II-1-1 衛星画像判読結果一覧表

地質区分	分布域	水系パターン	水系密度	地形	層理の明瞭度	画像上の特徴
Tc	東北、中央、西	不規則～亜樹枝状	粗	平地	不明瞭	緑色～赤色
Cmv	北中央-南中央	樹枝状	密	山地	不明瞭	白色～灰白色
Cii	南東、西、北東	樹枝状～亜平行状	粗	山地	不明瞭	灰白色～赤褐色
Ks	中央-東	亜樹枝状～平行状	密～中	山地	不明瞭	灰白色～赤褐色
Km	中央-東	亜平行状	粗	山地	やや不明瞭	灰緑色
Ki	西	樹枝状	中～密	山地	不明瞭	青灰色～赤褐色
Pmet	北、北東、中西	亜樹枝状～平行状	密	山地	不明瞭	灰色～青緑色

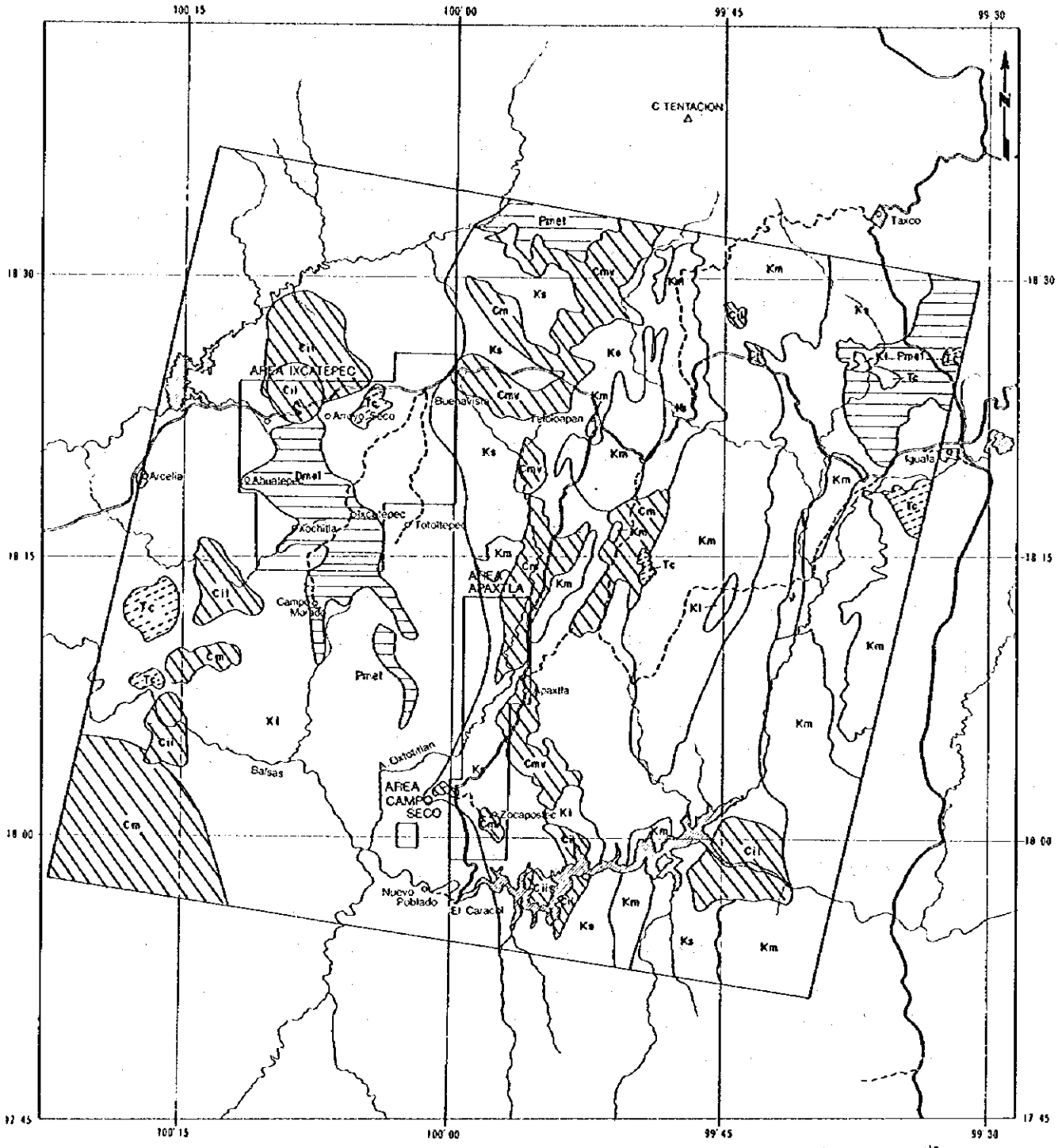
衛星画像から判読した各地質単元の主な特徴は次のとおりである。

Tc:

第四系の扇状地堆積物や河川堆積物などから構成される。調査範囲の北東、中央及び西に小規模に分布する。水系はほとんど認められないか、僅かに不規則～亜樹枝状に発達しているのが認められる程度である。一般に平地からなり、山地間では盆地を形成している場合も認められる。色調は緑色～赤色の雑色を呈する。画像からは畑などが開発されているのが判読される。

Cmv:

第三系の玄武岩～流紋岩質溶岩及び火砕岩から構成される。ティルサポトラ流紋岩類、ブエナビスタ玄武岩～安山岩などが含まれる。調査範囲の中央部をほぼ南北に分布する。水系は樹枝状を示し、密に発達する。一般に起伏に富む山地から構成されるが、深い峡谷や高い山脈は形成されない。色調は灰色～灰白色を呈する。







- 凡 例
-  Tc : 第四系相当層の单元
 -  Cmv, Cii : 第三系
 -  Ks, Km, Ki : 白亜系
 -  Pmet : 二疊系~白亜系

図 II - 1 - 6 衛星画像解析結果図

Cii:

第三系の変成作用や褶曲は認められない火山岩類、安山岩類、礫岩、砂岩などから構成される。調査範囲の南東及び西に分布するほか、北東に小規模に分布する。水系は樹枝状～亜平行状を示し、水系密度は低い。一般に山地から構成される。色調は灰白色～赤褐色を呈する。

Ks:

白亜系上部の流紋岩質凝灰岩、赤色層、泥岩、砂岩などから構成される。調査範囲の中央部～東に広く分布する。調査範囲の中央部付近から東に広範に分布する。水系は亜樹枝状～平行状を示し、密度は一般にやや密に発達し、東部では密に発達している。一般に山地から構成されるが、比較的標高は低い。色調は灰色～灰緑色を呈する。

Km:

白亜系の堆積岩類から構成される。調査範囲の中央～東に比較的広く分布する。水系は亜平行状を示し、水系密度は粗である。一般に山地から構成され、浸食過程の比較的若い幼年期様の地形を呈する。色調は灰緑色を呈し、他地域との区別は明瞭である。一部層理構造が認められ、背斜軸が判読される。

Ki:

白亜系の堆積岩類、粘板岩～千枚岩、流紋岩、変流紋岩質火砕岩、安山岩溶岩及び同質火砕岩などから構成される。調査範囲の中央～西にかけて広範に分布する。水系は一般に樹枝状を呈し、比較的密～中に発達している。一般に山地から構成され、起伏に富む地形を呈する。色調は青灰色～赤褐色を呈し、色調の変化は大きい。

Pmet:

二畳系～白亜系の泥質片岩及び砂質片岩を主とした変成岩類から構成される。調査範囲の北部、東北部及び中西部に分布する。水系は一般に亜樹枝状～平行状を示し、密度が高く発達している。一般に山地から構成されるが、比較的標高差は少ない。色調は灰色～青緑色を呈する。

1-3 考 察

本地域は、変成岩から第四系まで広い時代幅の地層が分布している。

本調査は、広範囲な地質単元及びその分布、地質構造を判読し、塊状硫化物鉱床の胚胎層準の分布を把握することにより、地質概査地域の選定を行う一資料とすることを目的として行った。

画像からは、変成岩類と白亜系堆積岩類の境界、それらを不整合に覆う第三系の火山岩類、第四系の分布などといった大まかな地質構造が判読できたものの、それらを構成する岩相の違いなどの判読は困難であった。判読されたリニアメントはN-S系、NW-SE系が卓越するが、これらの方向は、変成作用による褶曲軸方向を反映したものである。また、NW-SE系は、調査地域北西方にあたるテフピルコ地域における鉍脈型鉍床の主な鉍脈走向であり、貫入岩なども同方向を示すものが多い。

以上の結果、塊状硫化物鉍床の胚胎層準の分布は、既存データとの対比から調査地域西側部分で、特にカンボ・モラドを中心としてカンボ・セコを含む二畳系～白亜系及び白亜系下部層分布域が鉍床胚胎の場として有望であると限定することができるが、さらに画像上で絞り込むことは困難であった。また、調査地区東側部分は鉍床層準より上位の地層が分布しているため、鉍床層準は下位に存在することは推定されるが、かなり深くなることが予想される。

第2章 既存データ解析

2-1 解析方法

メキシコ合衆国鉱物資源局 (CRMと略称) 内部資料、政府刊行物、メキシコ国立自治大学 (Universidad Nacional Autonoma de Mexico、UNAMと略称) 関係、メキシコ合衆国内の学術雑誌等から当該地域に関連する既存資料について目録を作成し、CRM Chilpancingo事務所を拠点として収集業務を行った。

検索した既存資料リストは巻末に示す。一部資料についてはその所在が不明であり、未収集のものがある。メキシコ合衆国内で収集した既存資料は、地質図幅、CRMによる鉱床調査プロジェクトの報告書、UNAM関係論文等である。そのほか日本国内にメキシコ合衆国の鉱山に関するいくつかの邦文論評がある。

2-2 解析結果

2-2-1 地質データの概要

本調査域をすべて包括する広域地質図幅は、2,000,000分の1地質図幅 (Ernesto et al, 1976) 及び1,000,000分の1 (SPP, 1981) などがある。また、一部の地質図としては、CD, Altamirano図幅250,000分の1 (SPP, 1983)、Hoja Tejupilco図幅 100,000分の1 (SPP, 1982)、Hoja Taxco (SPP, 1981)、などがある。また、Fries et al, (1957)、De Cserna (1955, 1974, 1978, 1982)、Pantoja Alor (1959)、Campa et al. (1974, 1977)、Campa (1978)、Campa 及び Ramirez (1979) によるウエモト (Huétamo)、ミチョアカン (Michoacan) 及びタスコを含む地域の地質層序及び地質についての著名なものがある。

これらのほか、カンボ・セコ地区については鉱物資源局による縮尺5,000分の1の鉱床周辺の地質図 (Gerarudo Mercado, 1994) がある。

以下では、これらの文献をもとに地域の地質概要について述べる。また、層序対比表を表II-2-1に示す。

本調査地域には、古生界から白亜系の変成岩類～弱変成岩類、第三系、第四系などが分布する。

メキシコ州からリオ・バルサスにかけての地域の基盤はタスコ市の東及び南東部に露出しているタスコ片岩であり、上部古生界?に対比される。本岩類は、2,000m以上の層厚を示し、泥質岩、砂質岩及び火山岩起源で、現在は絹雲母-石英片岩、緑泥石片岩、石墨片岩、透角閃石/アクチノ角閃石、黒色頁岩、珪岩、変凝灰岩、変溶岩などからなる。本層は、ティサパ鉱床やサンタ・ロサ鉱床などの塊状硫化物鉱床の胚胎層であるが、既存資料からはいくつかの鉱床胚胎層準に分かれている (Ileredia-Barragan et al, 1989)。

タスコ・ビエホ緑色岩は、タスコ片岩を不整合に覆う。本岩は、安山岩質、安山岩質-玄武岩質溶岩、泥流堆積物及び黒色頁岩、グレイワッケなどからなる。本岩の層厚は200m～250mである。後期ジュラ紀に対比される。

表 II - 2 - 1 雁序对比表

EDAD REGION CAMPO SECO (1)	HOJA TEJUPILCO (2)	HOJA TAXCO (3)	REGION DE HUETAMO (4)	ARCELIA-TEOLOAPAN (5)	GUERRERO (6)
CUATER NARIO	ALUVION BASALTO	ALUVION BASALTO	ALUVION	ALUVION	
ANDASITA AYOTOCHI	FORMACION ZINACANTEPTEL ANDESITA BASALTICA TOBA Y LAHAR	FORMACION ZINACANTEPTEL ANDESITA BUENAVISTA ANDESITA ZEMPOALA FORMACION TENZTLAN	SERIE VOLCANICA	ANDESITAS Y BASALTOS	SECUENCIA VOLCANICO CHACHARANNO
RIOLITA TILZAPOTLA	RIOLITA TILZAPOTLA	RIOLITA TILZAPOTLA	GRUPO BALSAS		GRUPO BALSAS
FORMACION BALSAS	FORMACION BALSAS	FORMACION BALSAS	FORMACION MAL PASO	FORMACION MEXCALA	FORMACION HAPPOCO
	FORMACION ARGELIA FORMACION XOCHIPALA	FORMACION TETELCINGO FORMACION MEXCALA FORMACION GUATLA	FORMACION MORELOS	FORMACION POCHOTE FORMACION MORELOS	FORMACION MORELOS
FORMACION IXCATEPEC	FORMACION AMATEPEC	FORMACION AMATEPEC FORMACION MORELOS ANHIDRITA HUITZUCO FORMACION RODRIGUEZ	FORMACION SAN LUCAS	FORMACION IXCATEPEC	COMPLEJO TIERRA CALIENTE
	FORMACION ACUITLAPAN	FORMACION ACUITLAPAN	FORMACION ANGAO		FORMACION ANGAO
	ROCAVERDE TAXCO VIEJO	ROCAVERDE TAXCO VIEJO			
	ESQUISTO TAXCO	ESQUISTO TAXCO			SECUENCIA TUMBISCATO
MESOZOIC					
PALFOZOICO					

(1) el presente estudio, (2) Cserna(1982), (3) Cserna y Fries(1981), (4) Pantoja Alor(1959), (5) Ubaldo(1976), (6) S. Alarcón et al.(1984)

Campa(1979)は、テロロアパン-アルセリア-イスタパン・デ・ラ・サル 地区に分布するタスコ片岩を伴うタスコ・ピエホ緑色岩は、安山岩-ディサイトの互層、凝灰岩、火山集塊岩、千枚岩、砂岩などからなり、三疊系?から中部ジュラ系の海縁部の島弧に対比した。

また、Ernesto ら(1976)は、カンボ・モラド鉱床周辺の岩石を、タスコ片岩及びタスコ・ピエホ緑色岩などに対比している。

タスコ片岩及びタスコ・ピエホ緑色岩を不整合に覆う地層として、アクウイトラパン層(Acuítlapan) (Cserna et al., 1981)、アンガオ層 (Pantoja Alor, 1959)、イスカテベック層(Ubaldo, 1976)などがあり、これらは上部ジュラ系~白亜系にあたる。

アクイトラパン層は、頁岩、グレイワッケ、砂岩、礫岩及び石灰岩からなる。

アンガオ層は、上部ジュラ系から下部白亜系に対比され、泥岩、グレイワッケ、安山岩質凝灰岩を伴う礫岩質グレイワッケなどからなる。

アマテベック層は、層厚300~350mであり、アクイトラパン層を整合に覆い、外洋の葉理構造を持つマイクライトから構成され、中~薄層の頁岩を挟在する。

サン・ルカス層は下部白亜系に対比され、下部では凝灰岩を伴う砂岩及び泥岩の互層な層序を持つ。上部ではサンゴ質石灰岩に移る褐鉄鉱からなる。下位のアンガオ層を不整合に覆う。

Ubaldo(1976)は、アンガオ層及びサン・ルカスを合わせてイスカテベックとしたが、本報告書ではこの地層名を使用した。当地域の塊状硫化物鉱床は本層準に胚胎する。

中部白亜系は、2つの岩石相を示す。一つは明灰色、クリーム色、及び暗灰色の厚い石灰岩層を伴うサンゴ礁堆積物からなるもので、モレロス層及びクアウトラ(Cuautla)層(Fries, 1960)と命名されている。もう一方は、ソチカルコ層(Fries, 1960)と命名されている Aptiano-Albiano時代のラミナ中にレンズ状や多くのシリカを含む暗灰色の薄い石灰岩を伴う石灰質なものである。同時代のものには、モレロス層(Pantoja, 1959)及びクンブルンディオ層(Cumburundio)(Salazar, 1973)と命名されているものがある。

上部白亜系に対比される地層には、ソチパラ層(Cserna et al., 1978)、アルセリア層(Cserna, 1987)、メスカラ層(Cserna et al., 1981)などがある。

白亜紀後期のソチパラ層は、上部層と下部層に分かれる。下部層は、緑泥石化した安山岩~玄武岩質安山岩の溶岩流及び同質火砕堆積物より構成される。上部層は、礫岩、砂岩、グレイワッケ及び中~薄層の葉理の発達した石灰岩より構成される。下位のアマテベック層を整合に覆う。

アルセリア層は、珪質な黒色泥岩、褐鉄鉱、グレイワッケ、灰色~暗灰色の石灰岩などからなり、薄~中層として分布する。本層中には安山岩溶岩、安山岩~玄武岩などの火山砕屑岩など多く含む。下位のソチパラ層を整合に覆う。

メスカラ層 (Fries, 1969)は、フリッシュとよばれる海成堆積物を伴う堆積岩及び中粒から細粒の砂岩と泥岩の互層からなる。岩相は大変変化に富み、その基底は粘土質石灰岩

であり、上部は泥岩及び砂岩互層がみられる。本層は一般にオリーブ緑色を呈するが、風化により明褐色から暗褐色を呈する。

第三系は、バルサス層(Fries, 1960、Cserna, 1965)、ティルサポトラ流紋岩類などがある。バルサス層は、すべての堆積物は陸成であり、礫岩、砂岩、アルコーズ、褐鉄鉱、安山岩質火砕岩、玄武岩質火砕岩などから構成され、全体に赤褐色を呈する。礫岩は石灰岩礫及び火山岩礫からなり、生地は赤色の褐鉄鉱である。下位の地層を不整合に覆う。

ティルサポトラ流紋岩類は、流紋岩質火砕岩を主とし、黒色及び赤色～灰色などを呈する。流紋岩は斑状を呈し、斑晶として石英、サニディン及び黒雲母を含む。

安山岩溶岩は、玄武岩質であり、ティルサポトラ流紋岩類を不整合に覆う。本岩は灰色～暗灰色を呈し、細粒～中粒であり、細粒の長石の斑晶を伴う。

第四系は、玄武岩溶岩、スコリア丘、沖積層からなる。玄武岩溶岩は地形的に明瞭な溶岩流地形と台地を形成しており、スコリア丘を伴う場合が多い。沖積層は盆地や河川沿いに分布し、未固結の礫・砂を主としている。

2-2-2 地質構造データ

調査地域は、3回の累進変成期と1回の後退変成期に対応した、3回の圧縮変形と1回の伸張変形を被っているとされる(Cserna, 1982)。

タスコ片岩類の構造の全体的特徴は、NNE-SSW走向で、緩傾斜(25-30°)SEないしNW落ちのフォリエーションを持つ。最初の変形(S₁)で形成されたこのフォリエーションは、第2期の変形(S₂)によってへき開やキンクバンドを形成して変位している。この第2期のフォリエーションはNNW-SSE走向SW傾斜を示す。このような面構造は、変形が西側で活動的であり、コルディレラ(Cordilleran)造山帯に関係していたと考えられている。その広域変成作用は、下位層準に角閃石相があるほかは緑色片岩相に相当する中温低圧であった。

中生代の岩石は、アルセリア層堆積以降からバルサス層堆積以前にかけて変形した。この変形作用は、重力テクトニックスの結果もたらされたと解釈されている。これらの褶曲はN-S方向に配列し、東に向かって非対称となるが、タスコ片岩類の最上位部を含めた変位約1,000mの衝上断層に沿ったデコルマン面上で発達するとされている。

中生代後期の変形作用は、主要な基盤褶曲であるテフピルコ隆起運動及び2つの褶曲運動、1つは堆積以前形成された構造、もう1つはサブカプアト(Zapcapuato)褶曲運動時に代表される。これらの基盤褶曲はN-S系を示し、バルサス層の堆積以前、たぶんサントピアン(Santopian)期前期に形成された。これらの構造はいくつかの衝上断層運動によって形成され、西から東にかけての地殻深部まで達し、造山時火成岩体の上昇によって引き起こされたと考えられる。

本地域にはバルサス層やテルサポトラ流紋岩よりも若い多数の断層が存在する。これらは、主にNW-SE系、NE-SW系、E-W系及びN-S系の4方向を示す。これらの断層は、メキシコの南太平洋海縁に沿って、中新世の終わりから今日まで連続する沈み込み過程に関係した圧縮場によって形成された断層系であると考えられている。

2-2-3 鉱床データ

図II-2-1に本調査地域内における鉱区位置を示す。また、鉱区一覧表(巻末)を表II-2-2に示す。本調査地域内にあるCRM鉱区は、カンボ・セコ地区の5 km²以外には地域南東部のコクラ(Cocula)及びズンパンゴ・デ・ネリ(Zumpango de Neri)にある鉱区である。この鉱区は接触交代鉱床を対象にしたものである。図II-2-1に示したように、カンボ・セコからカンボ・モラド周辺及びレイ・デ・プラタ周辺には大規模な民間鉱区が設定されており、鉱床胚胎のポテンシャルが高い地区であると判断できる。

図II-2-2に鉱山・鉱徴地の分布図を、図II-2-3に既存データ解析結果総括図を、表II-2-3に既知鉱徴地一覧表を示す。

現在、稼働中の鉱山はない。鉱床は、過去に採掘されたものないしは現在探鉱中のものとして、塊状硫化物鉱床、金・銀(・鉛・亜鉛)鉱脈鉱床及び接触交代鉱床といった形式の鉱床がある。

探鉱中のものとしては、カンボ・セコ鉱床、カンボ・モラド鉱床及びレイ・デ・プラタ鉱床などがある。いずれも塊状硫化物鉱床である。

カンボ・セコ鉱床においては、CRMによる探鉱であり資料が保存されているものの、カンボ・モラド鉱床及びレイ・デ・プラタ鉱床については民間企業によるものであり、Lorinczi et al(1978)及びJavier et al.(1981)の報告があるにすぎない。

カンボ・モラド鉱山は、1903~1910年及び1920~1927年にかけて酸化帯をAu、Agなどを対象として採掘した。この1903~1910年の間にレフォルマ鉱床から3.9トンの金、125.2トンの銀及び4,157トンの鉛を生産した(T. Flores, 1936)。1973年~1977年の間にはレフォルマ鉱床を対象として探鉱活動が行われた。その結果、鉱石品位はAu 1.2 g/t、Ag 112 g/t、Cu 0.68 %、Pb 1.07 %及びZn 3.12 %である。総鉱量は9.5百万トンと見積もられている(Lorinczi y Miranda, 1978)。

レイ・デ・プラタ鉱山では、正式には1925~1929年、1946~1949年及び1964~1968年にかけて開発された。また、ペニョーレス(Penoles)による探鉱活動は、1976年6月~1980年11月まで行われ、その結果、52本のボーリングが行われ、31本において着鉱した。鉱床はレイ・デ・プラタ鉱体とテウストラの2つの鉱体からなり、600mほど離れている。鉱石品位は、Au 0.8 gr/tn、Ag 275 gr/tn、Cu 0.3 %、Pb 1.7 %及びZn 7.8 %である。可採鉱量は、1.7百万トンと見積もられている(Javier G., et al, 1981)。現在、立坑が掘削されており、使用可能である。

ラ・スリアナ鉱床では、1912までに高品位の金銀を伴う鉛を採掘した。1924年まではペニ

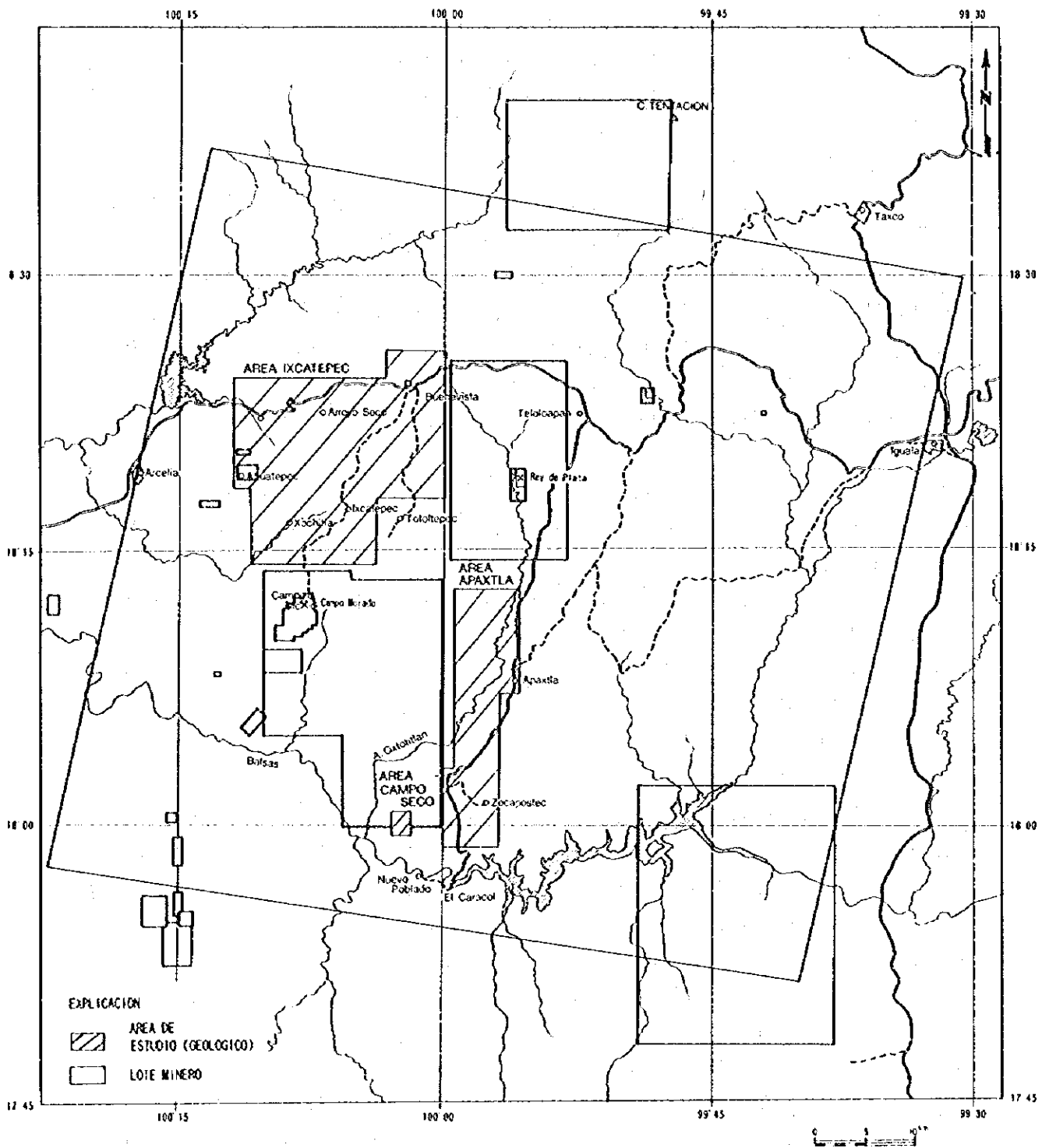


图 II - 2 - 1 研究区位置图

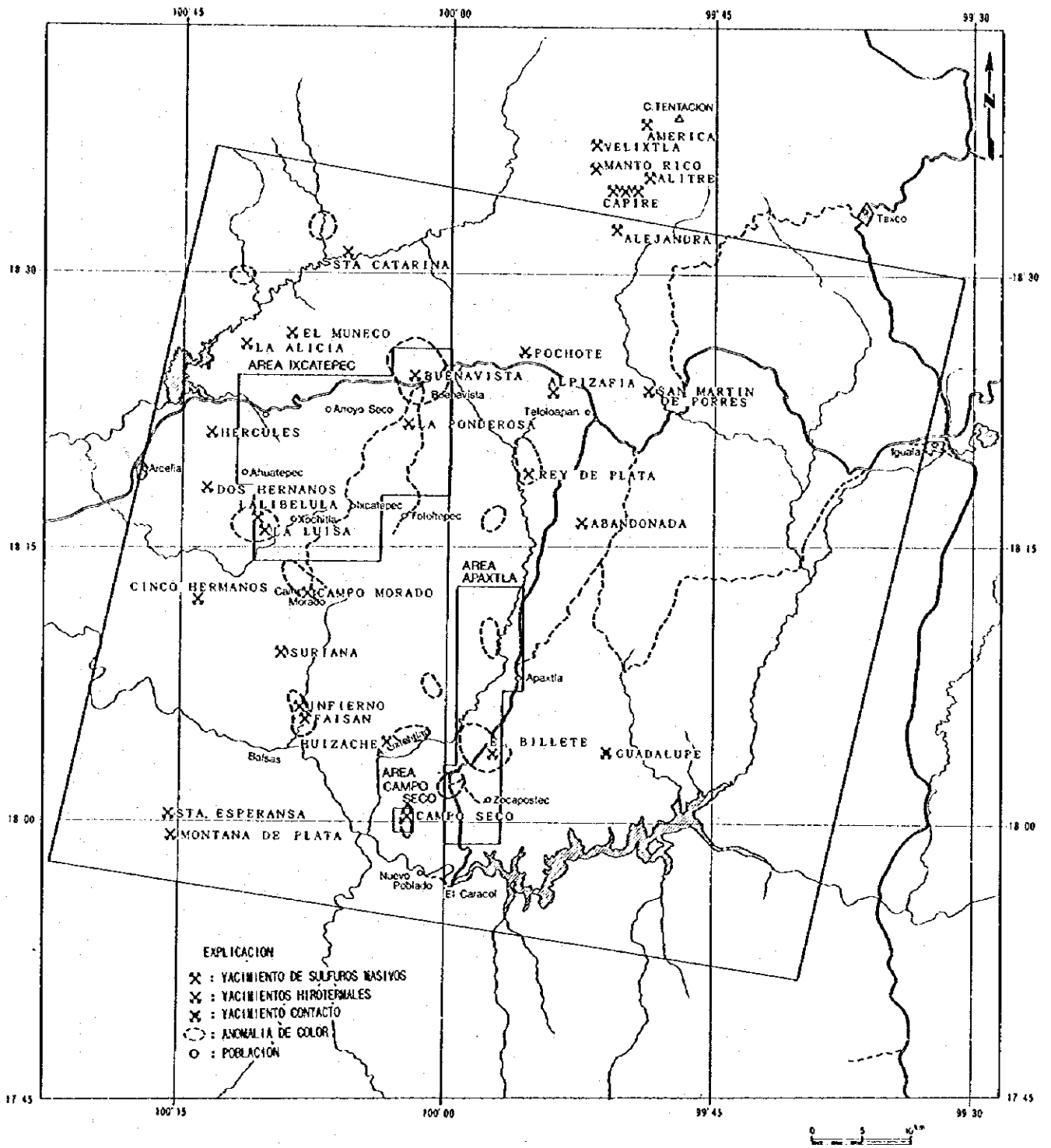


图 II - 2 - 2 鮎山・鮎微地分布图

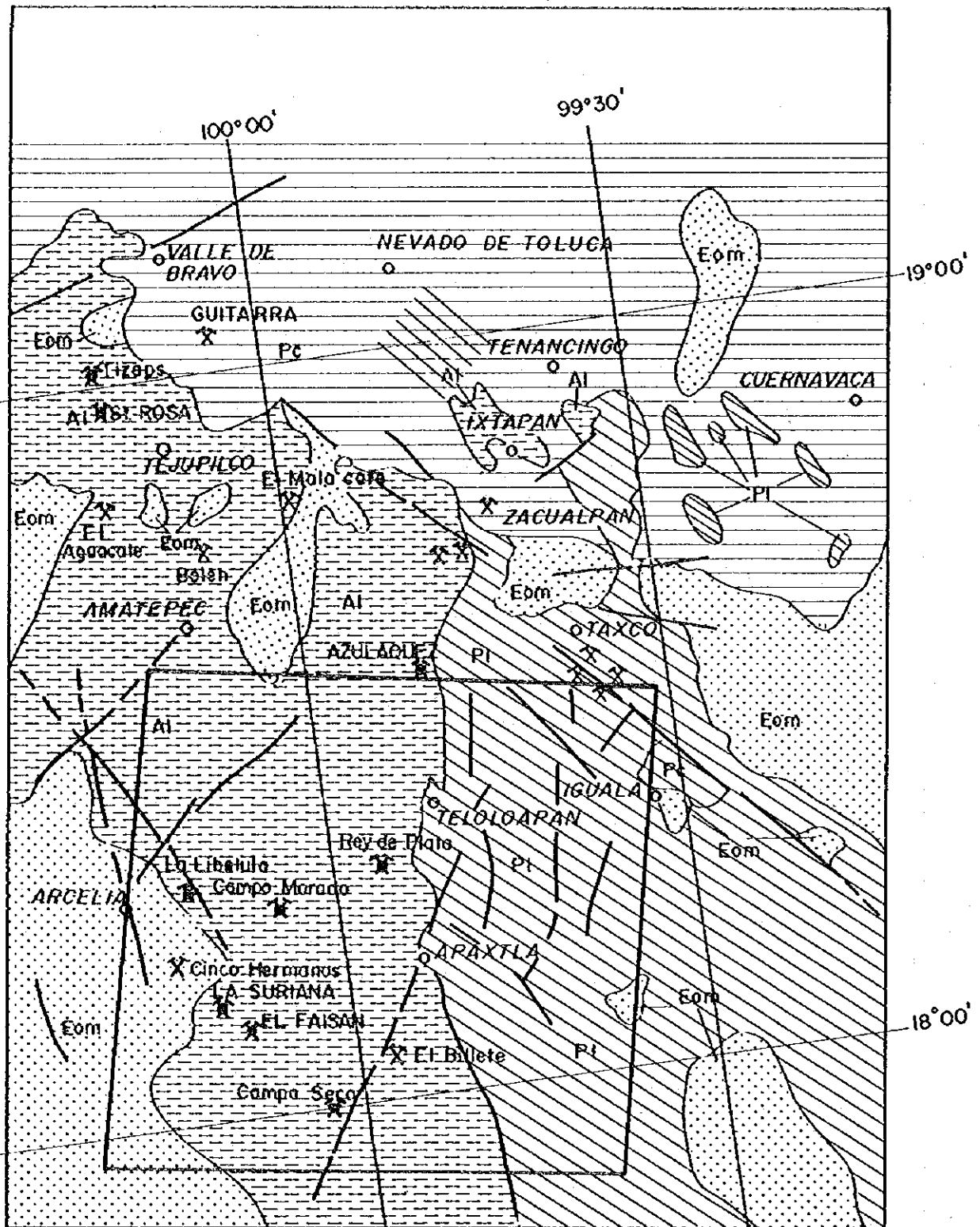


図 II - 2 - 3 既存データ解析結果総括図

表 II - 2 - 3 既知鉱微地一覽表

No.	鉱微地	場所	鉱床タイプ	鉱床周辺の地質、岩相	鉱種	品位	緯度	経度	文献
1	Campo Morado	Arcelia Guerrero	Sulfuros masivos	Pilita, Pizarra Volcanosedimentaria yaches	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	Au 1.2 g/t, Ag 112 g/t, Pb 1.07% Zn 3.12%, Cu 0.68%	N18° 12' 32"	W100° 08' 21"	Lorinczi et al. (1978) Gustavo G. L. et al. (1991)
2	Rey de Plata	Teloloapan Guerrero	Sulfuros masivos	Piroclastico de Plioceno-dacitico y andesitico	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	Au 0.8 g/t, Ag 275 g/t, Pb 1.7% Zn 7.8%, Cu 0.3%	N18° 23' 22"	W99° 58' 00"	Garcia Fons, et. al. (1981) Gustavo G. L. et al. (1991)
3	Campo Seco	Apaxtia de Castrojon Guerrero	Sulfuros masivos	Fn. Ixcatepec Metariorita pizarra, firita	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	Au 1.05 g/t, Ag 139 g/t, Pb 2.98% Zn 0.005%, Cu 1.18% (Campo seco) Au 4.25 g/t, Ag 231 g/t, Pb 2.96% Zn 2.91%, Cu 0.17% (Tehuahuactla) Au ind. Ag 6.9 g/t, Zn 0.2%	N18° 00' 08"	W100° 02' 16"	Gerardo Mercado (1994)
4	La Libelula	Arcelia Guerrero	Sulfuros masivos	Fn. Ixcatepec volcanicas, pizarra	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	-	N18° 16' 37"	W99° 57' 27"	Gustavo G. L. et al. (1991)
5	La Luisa	Arcelia Guerrero	Sulfuros masivos	Roca verde Taxco viejo Rocas metavolcanicas	Au, Ag, Cu,	-	N18° 16' 05"	W100° 10' 37"	Gustavo G. L. et al. (1991)
6	Cinco Hermanos	Arcelia Guerrero	Hidrotermales	Fn. Balsas	-	-	N18° 12' 08"	W100° 14' 09"	Gustavo G. L. et al. (1991)
7	La Suriana	Arcelia Guerrero	Sulfuros masivos	capas rojas	pirita, galena esfalerita etc.	Au 7.2 g/t, Ag 565 g/t	N18° 08' 47"	W100° 09' 38"	Gustavo Zamorano, M. (1987) Gustavo G. L. et al. (1991)
8	Inferno	Arcelia Guerrero	Sulfuros masivos	Pilita, Pizarra Fn. Ixcatepec	pirita, galena esfalerita etc.	-	N18° 06' 16"	W100° 08' 12"	Gustavo Zamorano, M. (1987) Gustavo G. L. et al. (1991)
9	Falsan	Arcelia Guerrero	Sulfuros masivos	Fn. Ixcatepec	pirita, galena esfalerita etc.	-	N18° 05' 44"	W100° 08' 29"	Gustavo Zamorano, M. (1987) Gustavo G. L. et al. (1991)
10	Ruizache	Arcelia Guerrero	Hidrotermales	Fn. Ixcatepec	-	-	N18° 04' 22"	W100° 03' 32"	Gustavo G. L. et al. (1991)
11	El Biliete	Apaxtia de Castrojon Guerrero	Hidrotermales	Metavolcanicas	-	-	N18° 03' 49"	W99° 57' 19"	Gustavo G. L. et al. (1991)
12	La Aricia	Arcelia Guerrero	Hidrotermales	Rocas peliticas	-	-	N18° 26' 11"	W100° 11' 28"	Gustavo G. L. et al. (1991)
13	El Muneo	Arcelia Guerrero	Hidrotermales	Metavolcanicas	-	-	N18° 26' 35"	W100° 09' 04"	Gustavo G. L. et al. (1991)
14	Sa. Catarina	Arcelia Guerrero	Hidrotermales	Fn. Ixcatepec Rocas volcanicas	-	-	N18° 30' 49"	W100° 05' 48"	Gustavo G. L. et al. (1991)
15	La Ponderosa	Vill de Ayala Guerrero	Hidrotermales	Rocas peliticas	-	-	N18° 21' 49"	W100° 01' 59"	Gustavo G. L. et al. (1991)
16	Abandonada	Teloloapan Guerrero	Hidrotermales	Metavolcanicas	-	-	N18° 16' 38"	W99° 52' 30"	Gustavo G. L. et al. (1991)
17	Alpizafia	Teloloapan Guerrero	Hidrotermales	Metavolcanicas	-	-	N18° 23' 27"	W99° 54' 12"	Gustavo G. L. et al. (1991)
18	Pochote	Teloloapan Guerrero	Hidrotermales	Metavolcanicas	-	-	N18° 25' 38"	W99° 55' 45"	Gustavo G. L. et al. (1991)
19	San Martin de Torre	Teloloapan Guerrero	Hidrotermales	Metavolcanicas	-	-	N18° 23' 44"	W99° 48' 41"	Gustavo G. L. et al. (1991)
20	Sa. Esperansa	Arcelia Guerrero	Hidrotermales	Fn. Balsas	-	-	N18° 00' 26"	W100° 15' 34"	Gustavo G. L. et al. (1991)
21	Montana de Plata	Arcelia Guerrero	Hidrotermales	Fn. Balsas	-	-	N17° 59' 12"	W100° 15' 17"	Gustavo G. L. et al. (1991)
22	Guadalupe	Cuetzala de Progreso Guerrero	Contacto	Granodiorita, caliza arcillosa	AU, AG	Au 7.19 g/t, Ag 118 g/t,	N18° 04' 03"	W99° 50' 57"	Gustavo G. L. et al. (1991)

ョーレス社が採掘した鉱石を2トン/日であり、その後、10トン/日になった。1927年には300トン/日の設備を増設した。採掘した酸化帯の品位はAu 9 g/t、Ag 690 g/tであり、塊状硫化物の品位はAu 3 g/t、Ag 307 g/tである。1929年の10月から12月に採掘した鉱石は225トン/日で、品位はAu 7.2 g/t、Ag 565 g/tであり、精鉱の品位はAu 7.5 kg/t、Ag 470 kg/tであった(C. Bruchhold, 1929)。

エル・ファイサン鉱床では、1940年代にミネラ・アサルコ(Minera Asarco)社により、探鉱活動により坑道が250mほど掘削された。

また、エル・ファイサン地区において、1987年～1988年にかけて資源開発協力基礎調査の一部として土壌による地化学探査が実施された。調査面積30km²で、土壌試料を1,210個採取し、6元素(Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Hg)について分析を実施した。その結果、全元素の添加を示す第1主成分では、異常帯はマチェテ、スリアナ、インフェルノ及びエル・ファイサンの各鉱化帯付近に分布し、これらの鉱化帯では金のポテンシャルが高く、鉱脈型鉱床の鉱徴としている(JICA, WMAJ, 1988)。

また、CRMは、1985年10月から本調査地域内のアルセリア南東部の探鉱活動を開始し、ロッサナーエル・ファイサンの鉱床は火山堆積作用の一連のもので、同成の層状塊状硫化物多金属鉱床であるとした。このエル・ファイサン鉱床付近において、1987年には資源開発協力基礎調査の一部として地化学探査が実施された。

さらに、CRMは、1988年に塊状硫化物鉱床を探すために、ヘリコプターを利用して異常な色を示す地区の広域探鉱を実施した。その後、地上において、火山性堆積岩の分布域の探鉱及び検証を行った。1991年からはカンボセコ鉱区の本格的探鉱活動を実施した(Gerardo, 1994)。

主な調査内容は、次のとおりである。

- ・地質精査 1 5 1 Has.
- ・地質準精査 1 4 3 8 Has.
- ・トレンチ 4 2 8 7 m³
- ・ボーリング調査 1 0 4 3. 6 m

これらの調査結果、カンボ・セコ鉱体の鉱石品位は、Au 1.05 g/t、Ag 139 g/t、Pb 2.98 %、Zn 0.005 %、Cu 1.18 %である。また、テウエウエトラ鉱体の鉱石品位は、Au 4.25 g/t、Ag 231 g/t、Pb 2.90 %、Zn 2.91 %、Cu 1.17 %である。

2-2-4 物理探査データ

物理探査は、CRMによりカンボ・セコ地区において実施されている。

実施した方法は、IP法及び比抵抗法、自然電位法(SP)、電磁法(VLF)、磁気探査法などを実施するため総延長57kmの測線を設定した。これらの調査量を表II-2-4に示す。

表Ⅱ-2-4 既知物理探査調査量一覧表

方法	電極表	測線数	測線延長	測点間隔外
I P、比抵抗	Dipole-Dipole a=100m n=1. 2. 3.	23	22.0 km	50m, 100m
I P、比抵抗	傾度法 AB=400m MN= 20m	5	2.0 km	20m
自然電位 (S P)	傾度法	5	2.0 km	20m
電磁法 (V L F)	傾度法	4	2.1 km	
鉱体流電		21	14.0 km	20m
磁気探査		22	15.0 km	20m
測線測量		29	27.8 km	トランソット使用
合計			57.0 km	

I P法のデータでは、この地域に存在する岩石あるいは地層の特徴が比較的明瞭に反映されていると見られ、地層の分布形態及び地層構造の状況等から、以下の様な3ブロックの分類が可能と考えられた。

- ブロックⅠ : 変火山岩、千枚岩
- ブロックⅡ : 炭化物を含む粘板岩
- ブロックⅢ : 未確認地層

比抵抗法による解析では、3ブロックともに上記とほぼ類似の地層状況にあるが、一般的方法によっても断層と鉱化帯の両方は検出可能である。

テウエウエトラ鉱体地区における鉱体流電法の結果では、得られた電位異常は、側方に延びる鉱化帯に起因するものと理解される。

カンボ・セコ鉱体地区の鉱体流電法の電位異常は、明らかに鉱化帯上にあり、更に西方に連続する傾向が見られる。

これらの電位異常は、ブロックⅠに存在するが、その分布は周辺の構造、すなわち東方の断層、電位異常端近くにある峡谷、その他の断層等に規制されていると見られる。

その他の実施された調査である電磁法(VLF)、自然電位法(SP)、磁気探査法では、重要な地下情報は得られなかった。調査に関する直接的指針としては、掘削場における鉱化帯の性状、あるいは付近の状況が大きく関与しており、これによると、炭化物を含む粘板岩(ブロックⅡ)中に存在する鉱化帯の支脈と見るのが妥当のようである。

探査上、重要な指針となる高IP、低比抵抗(一般的な鉱化帯に比べ更に高い異常)に対応する応答は得られているが、実際には、これに対応する高品位鉱化帯は発見されていない。むしろブロックⅡに存在する粘板岩中の断層に関係ある示徴の可能性が推測される。

更にIP法効果のやや低い異常については、岩石変質の変化に起因すると考えられる。

テウエウエトラ地区の測線1826は、グリンゴ(Gringo)峡谷に沿って通っており、同一測線で3ブロック(Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ)が認められることから、基本的なものではあるが、この測線上での深い試錐を推薦している。その外に、カンボ・セコ鉱体及びテウエウエトラ鉱体における試錐も推薦している。

これらの物理探査データの解析結果、次のごとく判断される。

1. IP法、(dipole-dipole)

- (1) 比抵抗断面図について、谷、尾根地形と電極配置による比抵抗変化、すなわち地形の影響がそのまま表れていると見られる。
- (2) 全般に深部に向かって高IPとなる傾向が見られる。(バックグランドか?)。
- (3) 地形の影響か、鉱化変質の影響によるものか、比抵抗低下の原因不明。
- (4) 比抵抗と地質との特徴的示徴は必ずしも明瞭ではない。3ブロックの分類の根拠が不明瞭である。

2. 鉱体流電法

本調査結果は、カンボ・セコ鉱体の異常は、電極の位置を変えてはいるが基本的な異常の形態に変化が見られない。この一因として、鉱化帯の連続性に乏しいことも考えられる。また、テウエウエトラ鉱体では、略東西性の方向をもつ帯状の電位異常を示すが、鉱化帯あるいは断層帯のいずれかに起因するかは不明である。

第3章 地質調査

3-1 調査方法

本調査は、地質精査、地質概査及び同位体手法適用調査よりなる。現地調査に際しては、精査地区、概査地区共に、衛星画像解析及び既存データ解析の結果をもとに、調査ルートを設定し地質調査を行った。現地調査及びルートマップ整理に際しては、精査地区については2,500分の1の地形図（5万分の1地形図を拡大）、概査地区については5万分の1の地形図を使用した。

ルートマップに観察事項を記入し、重要な露頭については、スケッチ及びカラー写真撮影を行い、精査地区については2,500分の1、概査地区については5万分の1の地質図にそれぞれまとめた。また、踏査にあたっては、要所でGPSを活用した。鉍化帯、露頭位置は簡易測量により求め、岩石、鉍石などの必要な試料を採取した。

3-2 調査結果

3-2-1 地質精査

3-2-1-1 地質

地質調査地区位置図を図Ⅱ-3-1に示す。精査地区（カンボ・セコ地区）には、中生代のイスカテベック層、新生代のアヨトチ安山岩類及び流紋岩～石英安山岩貫入岩が分布する。

イスカテベック層は、白亜系に対比され、精査地区全体に広く分布する。同層は、大局的にはN-Sの走向を示し、東側が上位と推定される。本精査地区は、同層のうち流紋岩類が多く分布する地区に相当する。

アヨトチ安山岩類は、西部でイスカテベック層を覆って分布する。流紋岩～石英安山岩貫入岩は、南東部で大規模に分布するほか、東部と北部でNW-SE系の岩脈状に貫入している。

精査地区（カンボ・セコ地区）の地質図及び地質断面図を別添図Ⅱ-3-1に、地質断面図を別添図Ⅱ-3-2に示す。

また、各種試験試料の採取位置を図Ⅱ-3-2に示す。概査地区を含めた模式地質層序図を図Ⅱ-3-3に、地区別模式柱状対比図を図Ⅱ-3-4に示す。また、岩石薄片観察結果を表Ⅱ-3-1（巻末）に示す。

1. イスカテベック層

本層は、弱い変成作用を受けた、千枚岩～粘板岩（Kp）、流紋岩～石英安山岩（Kr）、凝灰岩（Kt）、石灰岩（Kc）からなる。また、地質図には表現されていないが、千枚岩は砂岩や安山岩の薄層を挟む。白亜系に対比される。

本層は、本精査地区全体に広く分布し、西部のアヨトチ周辺では、アヨトチ安山岩類に覆われて潜在する。層厚は、本精査地区内だけでも1,700m以上と見積もられる。

大局的にはN-S系の走向を示し、鉛直に近い急傾斜をなすが、岩相から判断して東側が上

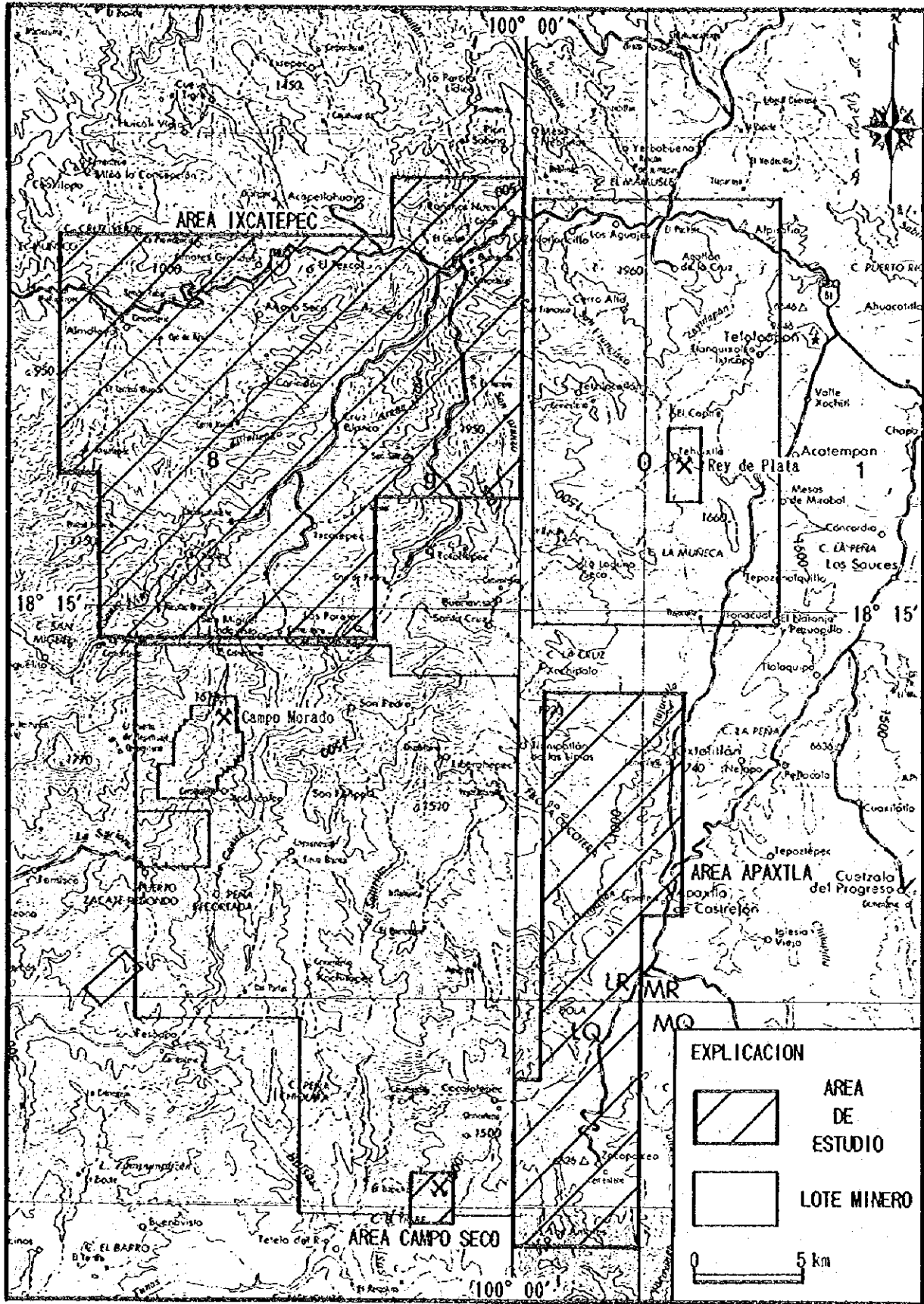
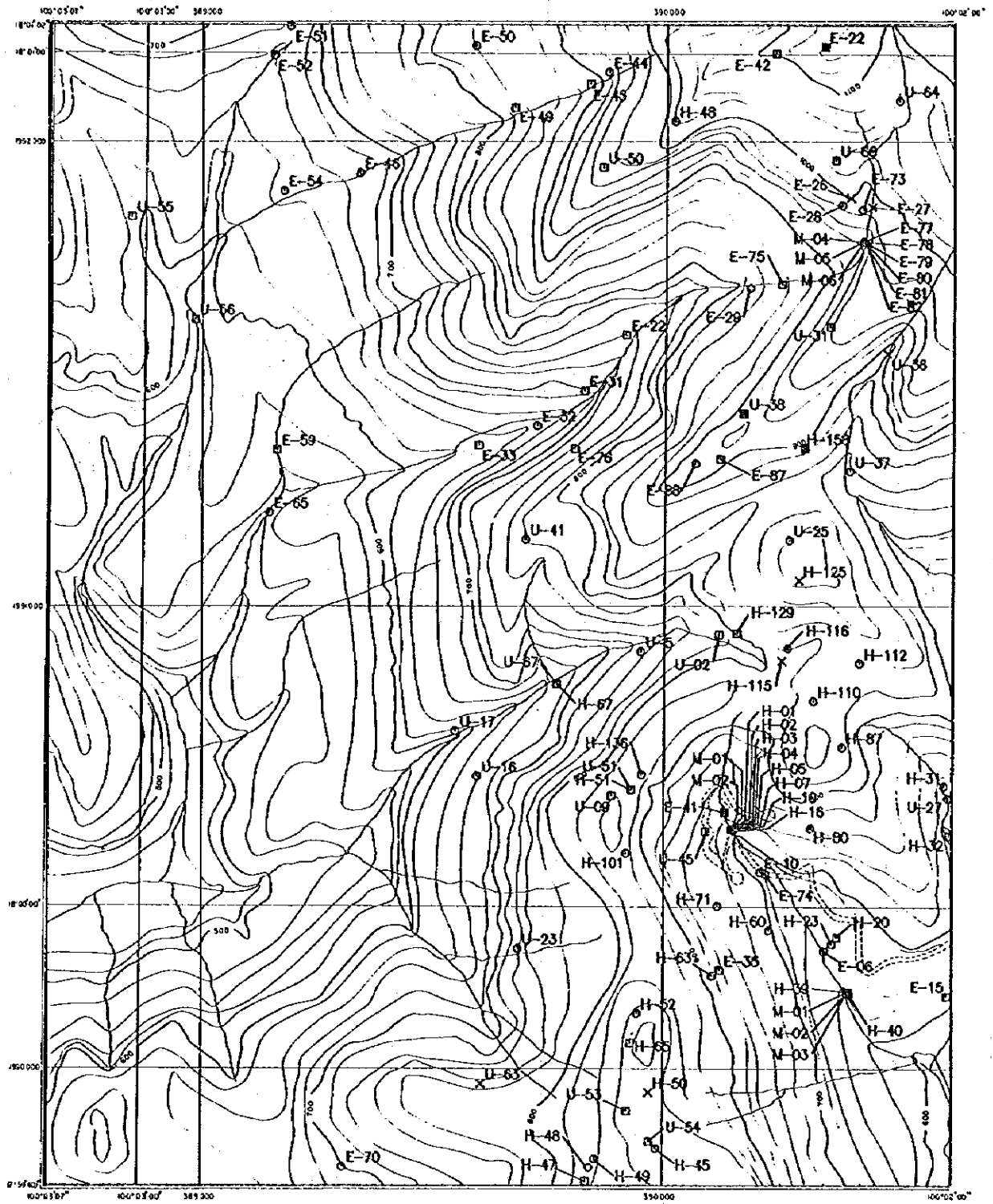


图 II - 3 - 1 地質調查地区位置图



- SECCION DELOADA
- ▲ SECCION PULIDA
- × PAYOS-X
- ANALISIS QUIMICO (MENA)
- ⊙ RESISTIVIDAD

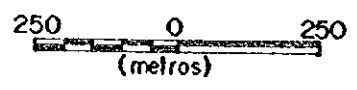


図 II - 3 - 2 カンボセコ地区 試料採取位置図

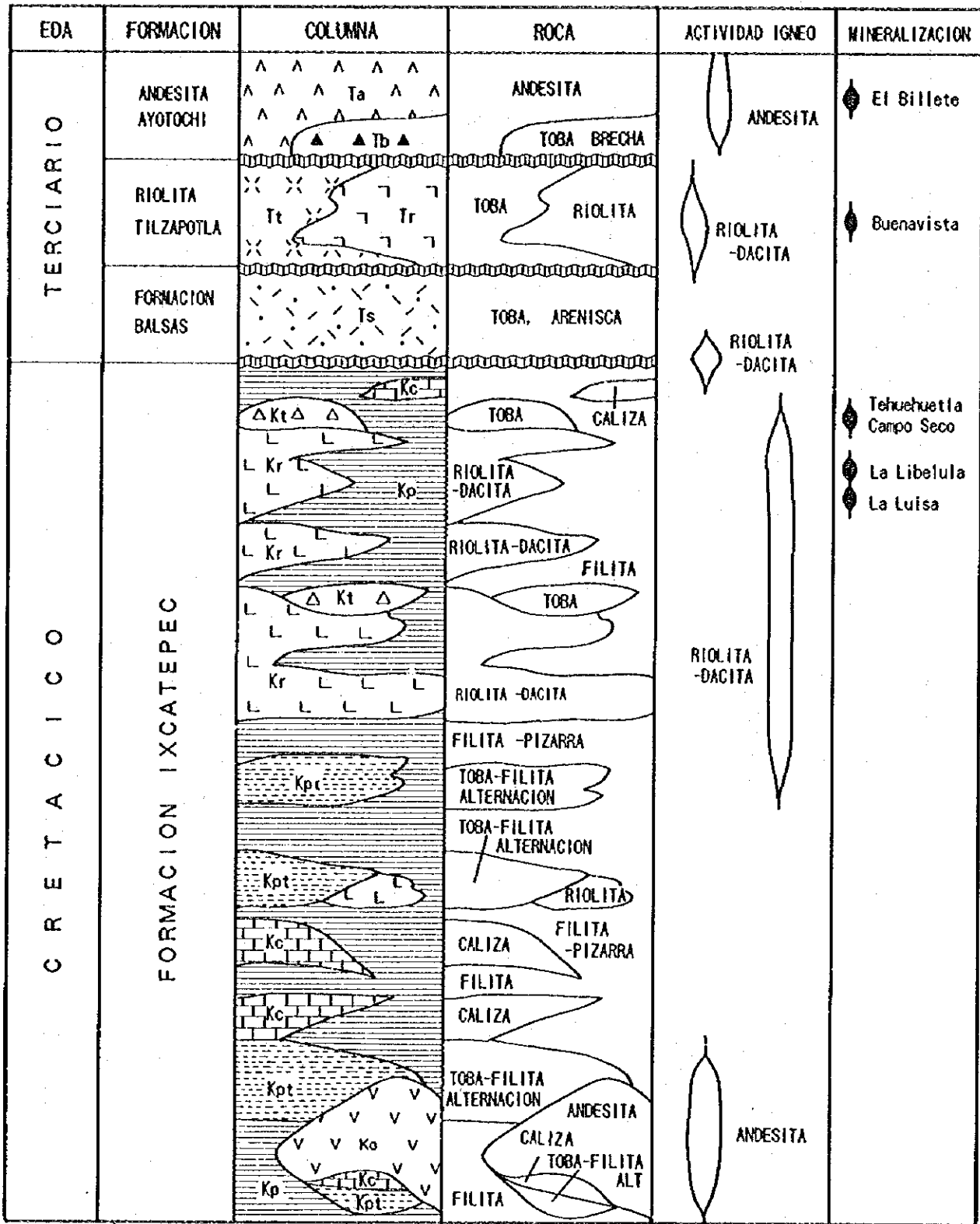
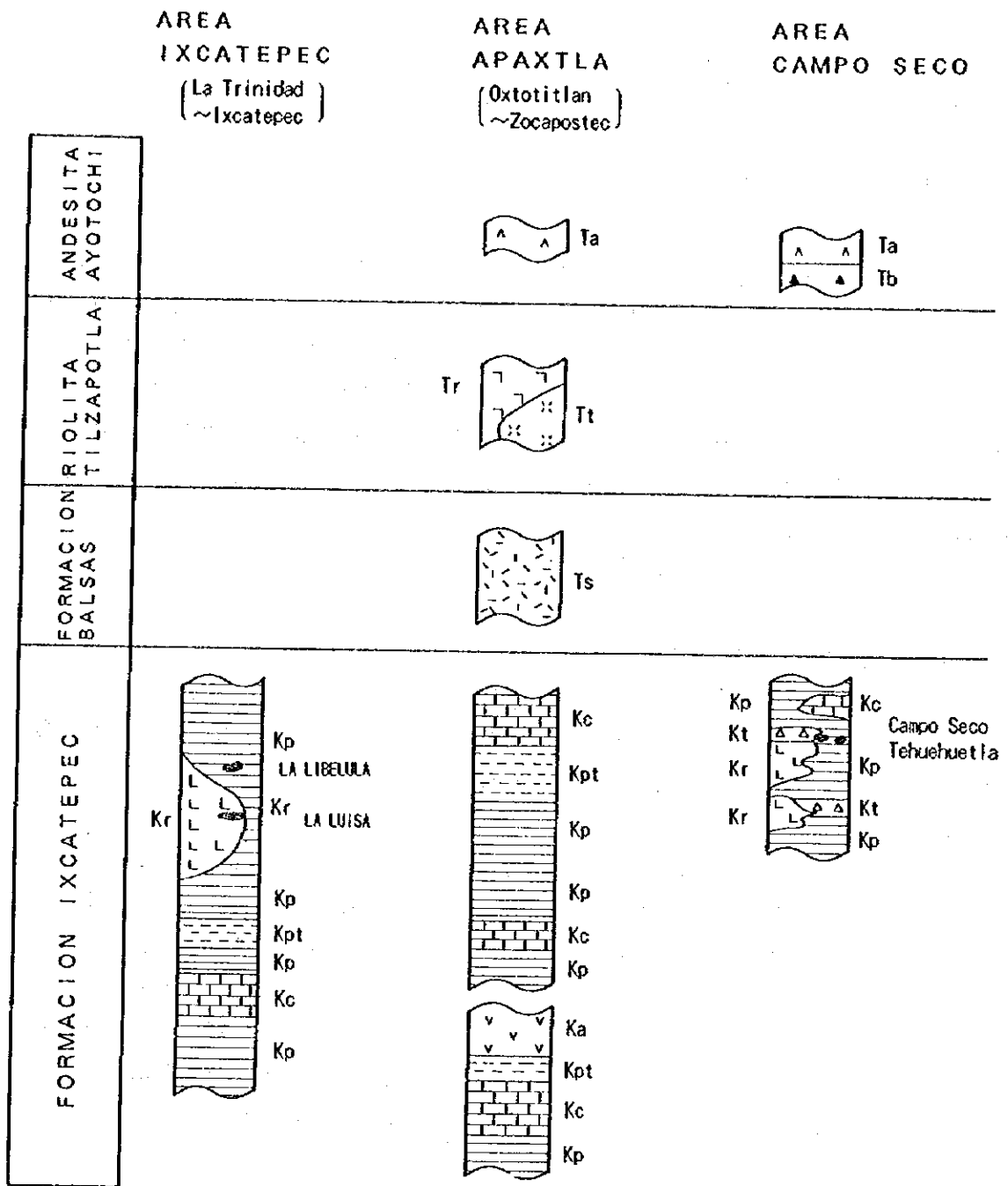


图 II - 3 - 3 模式地質層序图



EXPLICACION













- | | | |
|--|---|--|
|  Ta : Andesita |  Ts : Toba, Arenisca |  Kpt : Toba-Filita Alternacion |
|  Tb : Toba Brecha |  Kp : Filita~Pizarra |  Kc : Caliza |
|  Tt : Toba |  Kt : Toba |  Ka : Andesita |
|  Tr : Riolita |  Kr : Riolita |  : Sulfuro masivo |

图 II - 3 - 4 地区别模式柱状对比图

位と推定される。

(1) 千枚岩～粘板岩 (Kp)

【分布】

本精査地区全体に最も広く分布する。

【岩相】

本岩は、泥質岩が概して弱い変成作用を受けた岩石である。暗灰色、稀に炭質物を含み黒色を呈するが、カンボ・セコ鉱体とテウエウエトラ鉱体付近及び流紋岩貫入岩の周辺では、珪化・変質を受け、淡灰色である。西部では変成度がやや高くなりスレート劈開が認められる。珪質な砂岩、シルト岩及び凝灰岩の薄層を頻繁に伴うほか、カンボ・セコ鉱体の西方では、暗青灰色な安山岩の薄層を数層伴う。精査地区東部では石灰質となり、石灰岩や鉄分の多い石灰質角礫岩の薄層を伴う。セグリゲーション石英を伴うことがある。鏡下では、一般に石英、絹雲母及び鉄鉱物などが観察されるが、東部では珪化・粘土化などの変質を受け、絹雲母化や緑泥石化が進んでいる。

(2) 流紋岩～石英安山岩 (Kr)

【分布】

本精査地区全体に広く分布するが、中央部では南北性のトレンドを持った卓越した分布がみられる。千枚岩～粘板岩と指交する。調査地区南端部で層厚が増す傾向がある。

【岩相】

本岩は、弱い変成作用を受けた流紋岩～石英安山岩である。淡灰色～白色で時に帯褐灰色や帯緑灰色を呈する。塊状～自破砕溶岩状などの岩相変化が認められ、同質火山砕屑岩の薄層を伴う。一般に片理・葉理が認められる。北部や中央部の一部では灰色を呈し、石基が少なく、閃緑岩様～ヒン岩様を呈する。カンボ・セコ鉱体とテウエウエトラ鉱体付近及び南部の流紋岩貫入岩の周辺などでは、珪化・変質を受け、白色化が著しく、黄鉄鉱染が頻繁に認められる。鏡下では、斑晶は斜長石からなるが、カオリンまたは絹雲母に置換されている。石基は、変質した斜長石やガラス、珪化石英などからなる。時にガラス基流晶質組織が認められる。

(3) 凝灰岩 (Kt)

【分布】

本岩は、流紋岩～石英安山岩の火山活動によって噴出したと考えられ、千枚岩や流紋岩に薄層として挟在されるほか、地区の北部や西部でややまとまった分布を示す。

【岩相】

本岩は、流紋岩質～石英安山岩質であり、淡灰色～白色を呈し、火山礫凝灰岩～細粒凝灰岩と岩質の変化が著しい。弱い変成作用を受けており、細粒凝灰岩では片理・葉理が観

察される。基質の量比なども変化し、石質～砂質を示す箇所もある。流紋岩、千枚岩及び軽石の岩片を含むことがある。鏡下では、基質は、石英、長石、火山ガラスからなるが、石英以外はほとんど絹雲母または緑泥石に交代されている。フランボイダル黄鉄鉱や方解石、ジルコンを含むことがある。

(4) 石灰岩 (Kc)

【分布】

本岩は、精査地区内ではイスカテベック層上部の層準に位置し、地区北東部のカンボ・セコ鉱体の東方に小規模に分布する。その他、地質図に表現されていないが、地区東部では千枚岩や火山礫凝灰岩との互層が観察される。

【岩相】

本岩は、灰色～帯褐淡灰色で、細粒～中粒、硬質であるが、塊状で片理・葉理は弱い。石灰質千枚岩～粘板岩と漸移することがある。

2. アヨトチ安山岩類

本岩類は、安山岩 (Ta) と安山岩質凝灰角礫岩 (Tb) からなる。片理・葉理が全く認められず、肉眼で観察される変質も弱いので、イスカテベック層よりはるかに新期の火山噴出物と考えられる。第三系と推定されるが、正確な年代は不明である。安山岩と安山岩質凝灰角礫岩からなる。

下位のイスカテベック層とは、不整合の関係にある。地区内では、NNE-SSW系とN-S系の2つの断層の運動によって相対的に沈下した低所に堆積しており、分布の縁部ではイスカテベック層とアバットの関係にあると考えられる。層厚は、地区内では100m以下と考えられる。

(1) 安山岩 (Ta)

【分布】

本岩は、アヨトチ安山岩類の大部分を構成し、地区西部のアヨトチ集落跡地周辺の南北に伸長した低所に分布する。分布や岩相及び舌状溶岩流地形の痕跡から判断して、噴出源は本地区外北方と推定される。

【岩相】

本岩は、主として塊状溶岩からなり、時に同質凝灰岩の薄層を挟在する。暗灰色で、緻密であり、石英安山岩に類似するが、概して非顕晶質で、弱い流理に沿った板状節理が観察されることがある。鏡下では、斑晶は主に斜長石、普通角閃石及び鉄鉱物からなり、石英斑晶を少量含む。石基は、多量の斜長石と少量の鉄鉱物からなり、方解石と緑泥石が認められる。ガラス質を欠き、ピロタキシチック組織を示す。

(2) 安山岩質凝灰角礫岩 (Tb)

【分布】

本岩は、主としてアヨトチ安山岩類の下底部を構成する。地区西部に狭長な範囲に露出する。安山岩の下に潜在する。

【岩相】

本岩は、前述の安山岩の活動に伴う凝灰角礫岩で、安山岩質凝灰岩や凝灰質砂岩を挟在することがある。暗灰色～灰色を呈し、角礫は長径は5 cm以下、異質礫を多く含む箇所と、本質～類質礫を多く含む箇所がある。基質は安山岩質凝灰岩である。一部では本岩中に方解石が細脈状に発達する。

3. 貫入岩

貫入岩は、流紋岩～石英安山岩からなる。

(1) 流紋岩～石英安山岩貫入岩 (Ir)

【分布】

本岩は、南東部で大規模に分布するほか、東部と北部でNW-SE方向の岩脈として貫入している。

【岩相】

流紋岩～石英安山岩貫入岩 (Ir) は、南東部では大規模な岩体をなし、テウエウエトラ鉱体の南方で岩壁を形成している。一般に淡灰色～淡紅灰色である。斑状で、斜長石と時に石英の斑晶が認められる。全般に珪化が見られるが、岩体の縁部で珪化と白色化が強くなる傾向がある。変質が著しい箇所では白色、風化面は鉄分によって褐色を呈する。随所で黄鉄鉱染が観察される。概して片理・葉理はみられないが、一部にごく弱い葉理が認められることがある。鏡下では、斑晶は斜長石と石英からなり、石基は石英、スフェーン、黄鉄鉱からなる。変質鉱物として、絹雲母、緑泥石及び石英が認められる。

テウエウエトラ鉱体～カンボ・セコ鉱体間の山稜部に分布するNW-SE系の岩脈状の本岩岩体は、ごく弱い葉理が認められることがある。淡灰色～褐灰色で南東部の岩体と異なり非顕晶質、時に珪化が著しい。後述する物理探査結果から判断すれば、深部で大規模な岩体をなしている可能性がある。

地区北部のNW-SE系の岩脈を構成する本岩は、珪化・白色化が著しい。硬質で周囲の岩石に比較して風化し難いので、やや突出した地形をなすことがある。肉眼で長石と石英の斑晶が観察される。鏡下では、斑晶は斜長石と石英からなり、石基はガラスを交代した珪化石英、カオリン、黄鉄鉱及びジルコンからなる。

なお、本岩は一部で葉片状構造が観察されることから、貫入時期はアヨトチ安山岩類の活動以前と考えられる。

3-2-1-2 地質構造

本地区のイスカテベック層は、大局的にN-S系の走向を示す。概して極めて急傾斜であるが、岩相から判断して東側が上位と考えられる。北東部では断層に沿った小規模な背斜軸及び向斜軸が分布するほか、随所に微褶曲を示す露頭が観察される。これらの地層や褶曲軸の方向性は、精査地区とその周辺に認められるリニアメントの方向性と一致している。

主要な断層は、地区中央部のNNE-SSW系の断層と、地区中央西部のN-S系の断層の2断層があり、地形や断層付近の剪断帯の状況から判断すれば、いずれも東側が隆起していると推定される。従って、本地区内の北西部は相対的な沈降部となっており、アヨトチ安山岩類の堆積盆が形成されている。

また、カンボ・セコ鉱体周辺では、NNE-SSW方向の断層から枝状に派生したと考えられる小規模なNE-SW系の断層が分布する。

N-S系の走向を持つ地層の急傾斜や褶曲、N-S系とNNE-SSW系断層の縦ずれ、及びNE-SW系の断層の一部に認められる右横ずれの状況などから判断すれば、以上の地質構造は、基本的には東西方向の圧縮応力場で形成されたものと考えられる。また、流紋岩～石英安山岩貫入岩の一部には弱い葉理が観察されるのに対して、アヨトチ安山岩類には葉理や片理が全く認められないことは、流紋岩～石英安山岩の貫入の後、アヨトチ安山岩類の噴出以前に、構造運動が活発な時期があったことを示唆している。

3-2-1-3 地化学探査

1. 概要

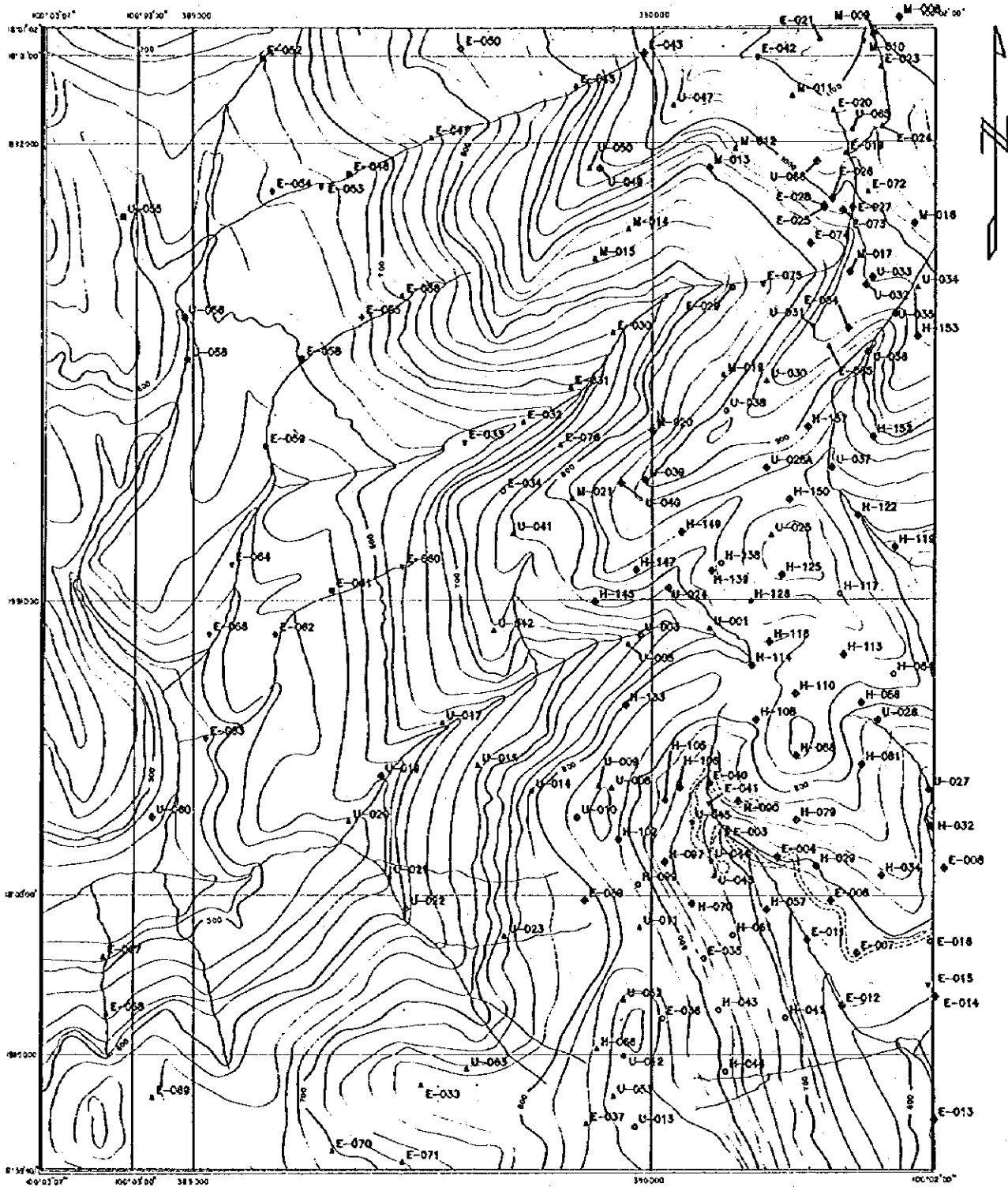
精査地区の地化学探査試料採取位置図を図II-3-5に示す。カンボ・セコ地区内で採取した試料の総数は168個で、このうち流紋岩～石英安山岩は71個、千枚岩～粘板岩は72個、凝灰岩は13個、第三系安山岩類は12個である。試料は、現地で採取したものの一部を日本へ持ち帰り、以下に示す分析方法と検出限界で化学分析を行った。

化学分析内容

成分	分析手法	検出限界	成分	分析手法	検出限界
Au	原子吸光法	0.01ppm	Ba	ICP法	2 ppm
Ag	原子吸光法	0.01ppm	S	燃焼法	0.01%
Cu	原子吸光法	1 ppm	Na	原子吸光法	0.01%
Pb	原子吸光法	2 ppm	K	原子吸光法	0.01%
Bi	原子吸光法	2 ppm	Ca	原子吸光法	0.01%
Zn	原子吸光法	0.01%	Mg	ICP法	0.01%
Fe	原子吸光法	2 ppm			
Mn	ICP法	2 ppm			

2. 分析結果

統計処理は、探査精度の相違に配慮して、精査地区については概査地区と別個に実施し



- SECCION DELGADA
- ▲ SECCION PULIDA
- X PAYOS-X
- ANALISIS QUIMICO (MENA)
- ⊙ RESISTIVIDAD

図 II - 3 - 5 カンボセコ地区 地化学探査用試料採取位置図

た。岩石分析結果一覧表を表Ⅱ-3-2(巻末)に、基本統計量一覧表を表Ⅱ-3-3(巻末)に示す。精査地区には中生界が広く分布するが、岩相(岩種)により地球化学的バックグラウンドは異なる可能性があると考えられるため、各岩相ごとに検討を行った。

分析を行った元素のうち、Au、Ag、Cu、Pb、Znについては、精査地区ではイスカテベック層千枚岩～粘板岩で高い傾向がある。また、Baについては、精査地区内では特にBaを多く含有する塩基性の岩石が分布しないので、岩相による変化が認められなかった。その他の7元素について岩相による違いが認められた。特にFe、Mn、Na、K、Ca及びMgは安山岩を主体とする第三系(アヨトチ安山岩類)で濃度が高い。また、イスカテベック層流紋岩～石英安山岩では他の岩石と比較して、SとCaの濃度が低い傾向が顕著に認められた。

精査地区全体及び岩相別に作成したヒストグラム及び累積頻度曲線を図Ⅱ-3-6(巻末)に示す。Ag、Cu、Pb、Znなどでは、高異常値集団の存在が推定される。また、これらの元素のうち、Cu、Pb、Znについては、高異常集団や非異常集団とは別に、低異常集団も推定される。Kも、地区全体とイスカテベック層千枚岩～粘板岩で低異常集団の存在が推定され、同一岩種でもKの溶脱を蒙った範囲が存在することが示唆される。

元素間の相関について相関係数一覧表を表Ⅱ-3-4に、代表的な元素間の散布図を図Ⅱ-3-7(巻末)に示す。第三系(アヨトチ安山岩類)を除く各岩石で、Cu-Pb-Zn-MnとMg-Feについて正の相関がみられる。各岩相に共通して、K-Ba及びCa-Sについて、正の相関が認められる。

精査地区における各元素の濃度分布図を図Ⅱ-3-8～図Ⅱ-3-22に示す。濃度区分に際しては、各元素について、岩相ごとの幾何平均(\bar{M})とその標準偏差値(σ)により区分して表した。以下各元素ごとの特徴について述べる。

(1) Au

各地層ごとのヒストグラム及び累積頻度曲線からは、検出限界未満の試料があるので明瞭でないが、0.02g/l以上の分析値は鉍化作用を反映したと考えられる高異常値集団を構成すると推定される。高異常値の分布は、鉍化帯に対応している。

(2) Ag

ヒストグラムと累積頻度曲線から、少なくとも2g/l以上の試料は明らかに高異常値と考えられる。カンボ・セコ鉍体の周辺に高濃度の分布認められるが、Auに比較すると、やや不明瞭である。これらの鉍化帯周辺以外では南西部のイスカテベック層流紋岩～石英安山岩分布地に高異常がみられ、地表で観察される珪化帯と対応する。

(3) Cu

ヒストグラムと累積頻度曲線はやや錯綜し、主集団や高異常集団とともに10ppm以下の低異常を示す集団の存在が推定される。カンボ・セコ鉍体の付近ではCuの高異常が認められるのに対して、テウエウエトラ鉍体の付近はCuの低異常域となっている。

(4) P b

ヒストグラムと累積頻度曲線からは、主集団や高異常集団とともに7ppm以下の低異常を示す集団の存在が推定される。カンボ・セコ鉱体の付近とテウエウエトラ鉱体の付近は低異常となっている。カンボ・セコ鉱体北方も山稜部は高異常となっている。

(5) Z n

ヒストグラムと累積頻度曲線からは、主集団や高異常集団とともに20ppm以下の低異常を示す集団の存在が推定される。カンボ・セコ鉱体の付近では概して高異常が認められるのに対して、テウエウエトラ鉱体の付近は低異常域となっている。

(6) F e

ヒストグラムと累積頻度曲線は比較的正規分布に近い濃度分布を示す。東部のカンボ・セコ鉱体とテウエウエトラ鉱体を通過する南北性の鉱床層準で、低異常と高異常が分布する。

(7) M n

Mnはチサパタイプの鉱化作用に伴い減少する元素とされている。精査地区内のMnは、その分析値の大半が1000ppm以下と低く、地区の広い範囲が類似の鉱化作用を受けている可能性を示唆している。

ヒストグラムと累積頻度曲線からは、全体に分析値が小さいながらも、更に10ppm前後で区分される、2つの集団の存在が推定される。

東部のカンボ・セコ鉱体とテウエウエトラ鉱体を通過する南北性の鉱床層準が、大規模な低異常域となっている。

(8) B a

鉱化作用に伴い添加されると考えられる元素であるが、ヒストグラムと累積頻度曲線は、分析値が高く分析個数の多い主集団と、その他の複数の集団の存在を示す。

カンボ・セコ鉱体の周辺では、低異常が分布するが、テウエウエトラ鉱体の周辺では高濃度の部分が分布している。

(9) S

精査地区内のSは、その分析値の大半が0.2%以下と低く、ヒストグラムと累積頻度曲線からは、0.08%以下の更に低い異常を示す集団がむしろ主体をなしていると考えられる。

そのような更に低い異常を示す範囲は、東部のカンボ・セコ鉱体とテウエウエトラ鉱体を通過する南北性の鉱床層準に散在している。

(10) N a

精査地区内のNaは、その分析値の大半が0.3%以下と低く、ヒストグラムと累積頻度曲線からは、0.04%以下の更に低い異常を示す集団が存在すると考えられる。

そのような更に低い異常を示す範囲は、東部のカンボ・セコ鉱体とテウエウエトラ鉱体の下盤付近に分布する。

(11) K

鉱化作用に伴い添加されると考えられる元素である。ヒストグラムと累積頻度曲線からは、0.4%前後で区分される2つの集団が存在すると考えられるが、高異常集団が主体をなす。

ただし、カンボ・セコ鉱体とテウエウエトラ鉱体の付近では、むしろ相対的に低い値を示す傾向が見られ、鉱床層準よりやや下位の層準が分布する地区中央を通過する南北に伸びる範囲は、相対的な低異常域となっており、低異常が散在する。

(12) Ca

ヒストグラムと累積頻度曲線からは、1%前後で区分される2つの集団が存在すると考えられるが、低濃度集団が主体をなす。

地区の大半ではCa濃度が低い、地区東端部の鉱床層準より上位の地層の分布域でCa濃度が相対的に高くなっている。

(13) Mg

精査地区内のMgは、その分析値の過半が2%以下と低く、ヒストグラムと累積頻度曲線からは、1%以下の更に低い異常を示す集団が主体をなすと考えられる。

そのような低い異常を示す範囲は、東部のカンボ・セコ鉱体とテウエウエトラ鉱体を通過する南北性の鉱床層準に散在している。

3. 地化学異常と鉱化作用

前項で述べた、本地区における既知鉱床付近における各元素の濃度分布状況は、以下のようによまとめられる。

	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Ba	S	Na	K	Ca	Na
カンボ・セコ	+	+	+	-	+	±	-	-	-	-	-	=	-
テウエウエトラ	+		-	-	-	±	-	+	-	-	-	=	-

凡例： +：高異常

-：低異常

±：高異常と低異常が分布

=：鉱床層準で低、鉱床層準より上位で高

Mn、S、Na、Ca、Naについては、精査地区内におけるこれらの元素濃度の絶対値が低く、鉱床付近では更に低いことから、鉱化作用に関連した熱水変質によって溶脱したと考えられる。それらのうちCaについては、ティサパタイプの塊状硫化物鉱床の上位で泥質岩中のCaCO₃が多くなるとされるが、本精査地区においてもCaが鉱床層準の上位の地層が分布する

東端部で相対的に高くなっていることは、ティサパタイプと類似した鉱化作用によって本地区の鉱床が生成した可能性を示唆している。Kも本地区内では、Mnなどと類似した分布状況を示すが、地区全体の濃度は高いので、鉱床の周囲にKが濃集し、鉱床の近傍で逆に溶脱している状況を反映すると考えられる。Feは鉱床の付近では濃度分布は錯綜するが、地区全体ではその濃度は低く、特に鉱床層準で低くなっている。濃度分布は、熱水作用によりFeが溶脱したが、一部では黄鉄鉱の鉱染及びその酸化などによって、Feが付加している状況を示していると考えられる。

Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Baについては、カンボ・セコ鉱体とテウエウエトラ鉱体の両鉱体とも、付近でAu、Agの高異常、Pbの低異常が認められる。鉱体の下盤側の熱水の通路に相当する部分で一定のPbの溶脱が起きた可能性が考えられる。Cu、Zn、Baについてはカンボ・セコ鉱体とテウエウエトラ鉱体で異なった濃度分布状況が認められる。

3-2-1-4 鉱化作用

精査地区内には、カンボ・セコ鉱床が分布し、同鉱床はカンボ・セコ鉱体とテウエウエトラ鉱体からなる。これらの鉱体の位置は、図II-3-23の鉱山・鉱微地分布図などに示し、概要は表II-3-5の鉱床・鉱微地調査結果一覧表に記載した。鉱石研磨片観察結果一覧表を表II-3-6に、鉱石分析値一覧表を表II-3-7に、X線回折結果一覧表を表II-3-8に、それぞれ示す。

1. カンボ・セコ鉱床

A. カンボ・セコ鉱体

【位置】

精査地区北東部の標高約950~1,000mの範囲に分布する。

【沿革】

近代以前に採掘及び試掘されたものとされるが、詳細は不明である。

近年では、鉱山資源局(CRM)は、1988年に塊状硫化物鉱床を対象として、ヘリコプターによる探査を実施した。更に、地上調査を実施した後、1991年からは、物理探査(IP法、自然電位法(SP)、VLF、及び磁力探査)を行った。また、ボーリング調査が実施されている。

【現況】

沢の北岸の2箇所に旧坑が残っている。沢には鉱石片が散在する。かつて鉱床の露頭があったとされるが、土砂により埋積されており、今回トレンチ作業を行ったが、確認できなかった。

【地質及び鉱床】

付近の地質は、イスカテベック層の千枚岩、砂岩、流紋岩、凝灰岩などからなる。鉱体

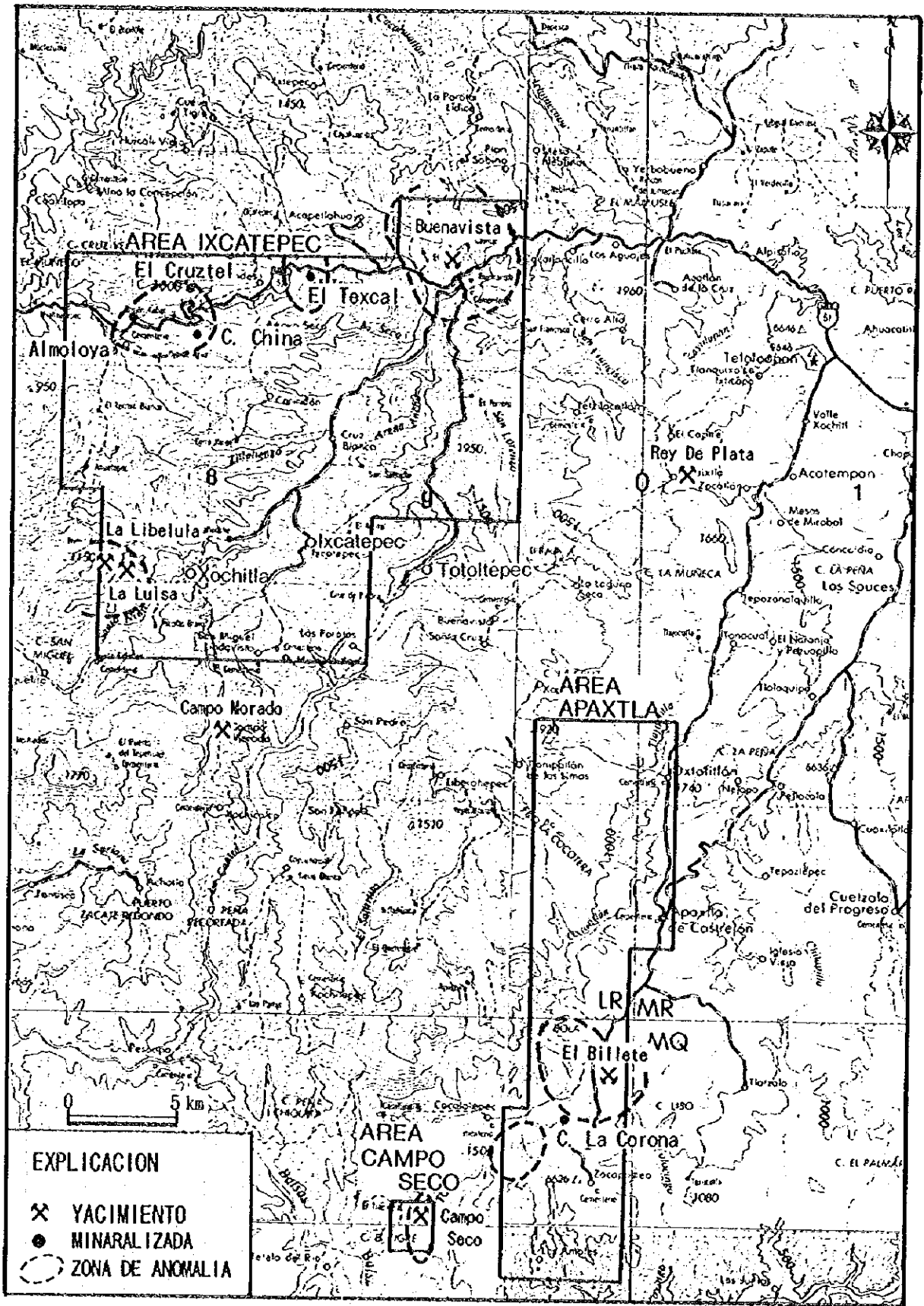


图 II - 3 - 23 鈺山・鈺微地分布图

表 II-3-5 鉱床・鉱微地調査結果一覧表

No.	鉱微地名	位置	地域	現況	タイプ	鉱石鉱物	脈石鉱物	品位	母岩	変質	備考
1	カンボ・セコ Campo Seco	X: 390430 Y: 1992758	Campo Seco	休山中	塊状硫化物	黄鉄鉱、閃亜鉛鉱 方鉛鉱、黄銅鉱 四面銅鉱、磁鉄鉱 Pb/Zn 比、銅 磁鉄鉱	石英	試料数: 12個 Au: ~4.4g/t Ag: ~105g/t Cu: ~11.2% Pb: ~3.3% Zn: ~13.9%	イコパ・ナ 千枚岩 流紋岩	浸化 絹雲母化 カオリン化 ゴツサン	旧坑があるが、詳細な品位不明。 CRMにより浸化。
2	チウエウエトラ Tehuahuatla	X: 390600 Y: 1990500	Campo Seco	未開発	塊状硫化物	黄鉄鉱、閃亜鉛鉱 方鉛鉱、黄銅鉱 四面銅鉱	石英 石膏	試料数: 9個 Au: ~11.8g/t Ag: ~81g/t Cu: ~0.3% Pb: ~3.1% Zn: ~20.0%	イコパ・ナ 千枚岩 流紋岩	浸化 絹雲母化 カオリン化 ゴツサン	鉱床露頭。 CRMにより浸化。
3	ラ・ルイサ La Luisa	X: 375400 Y: 1919800	Ixoatepec	休山中	塊状硫化物	黄鉄鉱、閃亜鉛鉱 黄銅鉱、方鉛鉱	石英	試料数: 8個 Au: ~0.8g/t Ag: 3~32g/t Cu: ~0.4% Pb: ~0.1% Zn: ~0.2%	イコパ・ナ 流紋岩	浸化 絹雲母化 結晶石化 ゴツサン	旧坑あり。入坑可能。 1900年頃閉山。1910年頃閉山。
4	ラ・リベルラ La Libelula	X: 375000 Y: 1920400	Ixoatepec	休山中	塊状硫化物	黄鉄鉱、閃亜鉛鉱 方鉛鉱、黄銅鉱、銅 輝石	石英	試料数: 12個 Au: 0.2~5.0g/t Ag: 15~101g/t Cu: ~0.5% Pb: 0.1~3.1% Zn: ~2.1%	イコパ・ナ 千枚岩 流紋岩	浸化 ゴツサン	旧坑あり。入坑可能 1890年頃閉山。1910年頃閉山。
5	ヌエボ・レオン Nuevo Leon	X: 377100 Y: 1921700	Ixoatepec	未開発	鉱床・勝状	黄鉄鉱、閃亜鉛鉱	石英	試料数: 2個 Ag: ~0.95g/t S: 1.1%	イコパ・ナ 千枚岩	絹理化	千枚岩の層状に沿って黄鉄鉱露頭。 コロフォアーム浸化。
6	アルモロヤ Almoloya	X: 375770 Y: 1931696	Ixoatepec	未開発	鉱床	黄鉄鉱 閃亜鉛鉱	石英	Au: 0.02g/t Ag: 0.64g/t	イコパ・ナ 安山岩		
7	チノ山 C Chino	X: 379700 Y: 1932200	Ixoatepec	未開発	鉱床	黄鉄鉱 黄銅鉱		Au: 0.02g/t Ag: 0.3g/t	イコパ・ナ 安山岩	結晶石化 絹雲母化	
8	エル・クルズテル El Cruztel	X: 378400 Y: 1933200	Ixoatepec	未開発	鉱床	黄鉄鉱 黄銅鉱		Ag: 0.2g/t Cu: 0.01%	イコパ・ナ 安山岩		
9	エル・ナスカル El Texcal	X: 394000 Y: 1934000	Ixoatepec	未開発	鉱床	黄鉄鉱		Au: ~0.04g/t Ag: ~0.04g/t	イコパ・ナ 千枚岩・流紋岩		新露頭に沿った硫化物。
10	ブエナビスタ Buenvista	X: 391300 Y: 1934000	Ixoatepec	休山中	熱水性鉱脈	黄鉄鉱 閃亜鉛鉱	石英	試料数: 2個 S: ~1.2%	イコパ・ナ 安山岩 石英安山岩 (重入岩)		旧坑あり。入坑可能。
11	ラ・コロナ山 C. La Corona	X: 397200 Y: 1996300	Apaxtla	未開発	鉱床	黄鉄鉱		Ag: 1g/t S: 2.3%	サルパト 流紋岩		第三系中
12	エル・ビエテ El Billete	X: 398862 Y: 1998252	Apaxtla	休山中	熱水性鉱脈	黄鉄鉱、黄銅鉱 白鉄鉱	石英	試料数: 2個 Ag: 0.15~0.20g/t S: ~0.21%	サルパト 流紋岩 73号安山岩類	浸化 絹雲母化 カオリン化	旧坑あり。入坑可能。 第三系中

表 II - 3 - 6 鉍石研磨片觀察結果一覽表

No	No. de	MUESTRA	LOCALIZACIÓN		COORDENADAS		MINERALES														TEXTURA		
			AREA	LUGAR	X	Y	Pi	Mc	Cp	Gn	Es	Te	Dg	Cv	Cs	El	Ag	Pr	Fe	Cz			
1	E-77	Sulf. MSV	Campo Seco	Campo Seco	390431	1991786	⊙														⊙	Colomorfo	
2	E-78	Sulf. MSV	Campo Seco	Campo Seco	390431	1991786	⊙															⊙	Colomorfo
3	E-79	Sulf. MSV	Campo Seco	Campo Seco	390431	1991786	⊙															⊙	Colomorfo
4	E-81	Cz-veta	Campo Seco	Campo Seco	390431	1991786	⊙															⊙	Colomorfo
5	M-04	Sulf. MSV	Campo Seco	Campo Seco	390431	1991786	⊙															⊙	Colomorfo
6	M-05	Sulf. MSV	Campo Seco	Campo Seco	390431	1991786	⊙															⊙	Colomorfo
7	M-06	Sulf. MSV	Campo Seco	Campo Seco	390431	1991786	⊙															⊙	Colomorfo
8	M-01	Sulf. MSV	Campo Seco	Tehuahueta	390150	1990513	⊙															⊙	Colomorfo
9	M-02	Sulf. MSV	Campo Seco	Tehuahueta	390150	1990513	⊙															⊙	Colomorfo
10	H-01	Sulf. MSV	Campo Seco	Tehuahueta	390150	1990513	⊙															⊙	Colomorfo
11	H-03	Sulf. MSV	Campo Seco	Tehuahueta	390150	1990513	⊙															⊙	Colomorfo
12	H-04	Sulf. MSV	Campo Seco	Tehuahueta	390150	1990513	⊙															⊙	Colomorfo
13	AO-08	Pi-Cz veta	Ixcatepec	Almoloya	375769	1931895	⊙															⊙	Colomorfo
14	D-83	Pi imp	Ixcatepec	C. El Jumil	382947	1971729	+															⊙	
15	D-173	Pr imp	Ixcatepec	Anates G.	382213	1933696	-															⊙	
16	C-02	Pr imp	Ixcatepec	Buenavista	376179	1926515	-															⊙	
17	B-157	Pi-Cz veta	Ixcatepec	Buenavista	391243	1934941	⊙															⊙	
18	B-162	Pi-Cz veta	Ixcatepec	Buenavista	391367	1934668	⊙															⊙	
19	AO-45	Pi-Cz veta	Ixcatepec	Buenavista	391314	1934769	⊙															⊙	
20	C-44	Sulf. MSV	Ixcatepec	La Libelula	374962	1920468	+															⊙	
21	C-46A	Sulf. MSV	Ixcatepec	La Libelula	375018	1920413	⊙															⊙	
22	C-46C	Sulf. MSV	Ixcatepec	La Libelula	375018	1920413	⊙															⊙	
23	C-46D	Sulf. MSV	Ixcatepec	La Libelula	375018	1920413	⊙															⊙	
24	C-46F	Sulf. MSV	Ixcatepec	La Libelula	375018	1920413	⊙															⊙	
25	C-46G	Sulf. MSV	Ixcatepec	La Libelula	375018	1920413	⊙															⊙	
26	AO-50	Sulf. MSV	Ixcatepec	La Libelula	375018	1920413	⊙															⊙	
27	AO-51	Sulf. MSV	Ixcatepec	La Libelula	375018	1920413	⊙															⊙	
28	C-37	Sulf. MSV	Ixcatepec	La Luisa	375415	1919858	⊙															⊙	
29	C-38	Sulf. MSV	Ixcatepec	La Luisa	375414	1919858	⊙															⊙	
30	C-40A	Sulf. MSV	Ixcatepec	La Luisa	382005	1922333	⊙															⊙	
31	C-40B	Sulf. MSV	Ixcatepec	La Luisa	382005	1922333	⊙															⊙	
32	C-174	Pi-imp	Ixcatepec	C. Chino	379746	1932719	+															⊙	
33	D-171	Pi-imp	Ixcatepec	El Cruzte	378415	1933290	+															⊙	
34	C-51	Sulf. Extra	Ixcatepec	Nuevo Leon	377119	1921755	⊙															⊙	
35	FO-32	Sulf. Zonal	Apaxtla	Las Borregas	398874	1992258	⊙															⊙	
36	J-51	Verrilla	Apaxtla	El Billete	398861	1992251	⊙															⊙	
37	J-52	Pi-imp	Apaxtla	El Billete	398861	1992251	-															⊙	
38	MO002Y	Sulf. MSV	Campo Seco	Campo Seco	390430	1991792	⊙															⊙	
39	MO004Y	Sulf. MSV	Campo Seco	Campo Seco	390405	1991758	⊙															⊙	
40	MO005Y	Sulf. MSV	Campo Seco	Campo Seco	390405	1991758	⊙															⊙	
42	MO016R	Sulf. MSV	Campo Seco	Tehuahueta	390603	1990503	⊙															⊙	

LEYENDA

- Pi:Pirita
 Mc:Marcasita
 Cp:Calcopirita
 Gn:Galena
 Es:Esferalita
 Te:Tetraedrita
 Dg:Digenita
 Cv:Covelina
 Cs:Calcosita
 El:Electrum
 Ag:Ag mineral
 Pr:Pirrotita

Fe:Fe hidro-oxido

Cz:Ouzarzo

- ⊙:abundante
 ○:comun
 △:menor
 +:raro
 -:muy raro

表 II - 3 - 7 鉍石分析結果一覽表

1 / 2

No.	No. de MUESTRA	AREA	LOCALIZACION		Tipo de mina	AU (ppm)	AG (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	S (%)
			LUGAR	COORDENADAS X Y							
1	E - 22	Campo Seco	390347	1992205	Sulfuro Masivo	0.04	0.15	< 0.01	< 0.01	0.01	0.08
2	E - 29	Campo Seco	390184	1991685	Sulfuro Masivo	< 0.01	1.25	0.01	0.01	0.66	0.06
3	E - 73	Campo Seco	390429	1991854	Sulfuro Masivo	0.09	1.20	0.12	0.02	0.14	0.18
4	E - 77	Campo Seco	390432	1991786	Sulfuro Masivo	2.09	763	9.28	2.46	7.12	36.59
5	E - 78	Campo Seco	390432	1991786	Sulfuro Masivo	3.12	1056	2.29	3.32	9.85	42.02
6	E - 79	Campo Seco	390432	1991786	Sulfuro Masivo	2.53	751	5.71	2.61	8.85	41.44
7	E - 80	Campo Seco	390432	1991786	Sulfuro Masivo	3.08	866	6.33	2.78	6.92	40.72
8	E - 81	Campo Seco	390432	1991786	Hidrotermales	0.44	3.90	0.02	0.11	0.18	1.08
9	E - 82	Campo Seco	390432	1991786	Sulfuro Masivo	0.46	23.40	0.35	0.06	0.30	1.02
10	H - 1	Campo Seco	390151	1990513	Sulfuro Masivo	3.02	630	0.33	2.49	14.78	38.37
11	H - 2	Campo Seco	390151	1990513	Sulfuro Masivo	5.97	686	0.34	3.11	12.65	34.69
12	H - 3	Campo Seco	390151	1990513	Sulfuro Masivo	1.29	39.90	0.33	0.10	4.99	37.29
13	H - 4	Campo Seco	390151	1990513	Sulfuro Masivo	11.81	288	0.04	1.76	0.14	31.42
14	H - 5	Campo Seco	390151	1990513	Sulfuro Masivo	10.72	811	0.04	2.74	1.53	32.24
15	H - 39	Campo Seco	390403	1990160	diseminado	0.04	1.55	0.06	0.01	0.02	0.61
16	H - 48	Campo Seco	390432	1989781	diseminado	0.06	1.10	0.03	0.01	0.04	0.67
17	M - 1	Campo Seco	390403	1990160	Sulfuro Masivo	3.24	689	0.04	3.00	20.04	33.51
18	M - 2	Campo Seco	390403	1990160	Sulfuro Masivo	7.73	511	0.04	2.50	0.15	5.09
19	M - 4	Campo Seco	390432	1991786	Sulfuro Masivo	2.35	406	11.23	3.06	2.53	37.65
20	M - 5	Campo Seco	390432	1991786	Sulfuro Masivo	2.78	494	2.45	2.40	13.91	38.32
21	M - 6	Campo Seco	390432	1991786	Sulfuro Masivo	4.41	715	0.40	2.66	17.04	40.88
22	A0 - 8	Xcatepec	375770	1931696	Hidrotermales	0.02	0.64	< 0.01	0.03	0.01	1.97
23	A0 - 26	Xcatepec	382840	1933782	diseminado	0.02	0.44	0.02	0.02	0.02	2.59
24	A0 - 27	Xcatepec	383175	1934158	diseminado	0.02	0.98	0.01	< 0.01	0.01	1.32
25	A0 - 45	Xcatepec	391314	1934169	Hidrotermales	< 0.01	1.03	0.03	0.01	0.01	1.24
26	A0 - 50	Xcatepec	375018	1920413	Sulfuro Masivo	0.45	79.10	0.51	1.06	2.14	18.45
27	A0 - 51	Xcatepec	375018	1920413	Sulfuro Masivo	0.59	58.40	0.04	1.15	0.10	17.82
28	A0 - 52	Xcatepec	375018	1920413	Sulfuro Masivo	0.26	18.20	0.49	0.27	0.38	41.22
29	B - 34	Xcatepec	393250	1933911	Hidrotermales	0.02	0.49	< 0.01	0.02	< 0.01	0.36
30	B - 37	Xcatepec	392697	1934567	Hidrotermales	0.03	0.69	0.01	0.01	< 0.01	0.49
31	B - 53	Xcatepec	388995	1926794	diseminado	< 0.01	0.59	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.36
32	B - 73	Xcatepec	392974	1937234	diseminado	0.01	0.49	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.43
33	B - 74	Xcatepec	392970	1937240	diseminado	< 0.01	0.39	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.06
34	B - 148	Xcatepec	391340	1934009	Hidrotermales	0.03	0.44	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.13
35	B - 149	Xcatepec	391340	1934009	Hidrotermales	< 0.01	0.49	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.22
36	B - 156	Xcatepec	391243	1934942	diseminado	< 0.01	1.38	< 0.01	< 0.01	< 0.01	1.05
37	B - 157	Xcatepec	391243	1934942	diseminado	0.02	0.74	< 0.01	0.02	< 0.01	24.76
38	B - 158	Xcatepec	391232	1934935	diseminado	0.03	0.64	< 0.01	< 0.01	< 0.01	2.12
39	B - 159	Xcatepec	391231	1934934	diseminado	0.04	0.64	< 0.01	< 0.01	< 0.01	2.14
40	B - 162	Xcatepec	391992	1934591	diseminado	0.02	0.69	< 0.01	< 0.01	< 0.01	17.37
41	C - 2	Xcatepec	391469	1933881	diseminado	0.03	0.74	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.51

表 II - 3 - 7 鉱石分析結果一覽表

No.	No. de MUESTRA	AREA	LOCALIZACION		Tipo de mina	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	S (%)
			LUGAR	COORDENADAS							
			X	Y							
42	C - 3	Ixcatepec	Guanavista	391527 1933953	diseminado	0.02	0.69	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.54
43	C - 21	Ixcatepec	El Rincon	380041 1916242	diseminado	0.03	0.98	< 0.01	< 0.01	< 0.01	1.08
44	C - 36	Ixcatepec	La Luisa	375420 1919858	Sulfuro Masivo	< 0.01	2.85	0.06	0.01	0.05	0.92
45	C - 37	Ixcatepec	La Luisa	375415 1919859	Sulfuro Masivo	0.39	20.20	0.41	0.08	0.16	21.69
46	C - 38	Ixcatepec	La Luisa	375415 1919859	Sulfuro Masivo	0.71	31.40	0.10	0.13	0.05	24.60
47	C - 39	Ixcatepec	La Luisa	375415 1919856	Sulfuro Masivo	0.04	7.87	0.26	0.01	0.03	3.39
48	C - 40 A	Ixcatepec	La Luisa	375458 1919916	Sulfuro Masivo	0.10	26.70	0.10	0.04	0.03	17.79
49	C - 40 B	Ixcatepec	La Luisa	375458 1919916	Sulfuro Masivo	0.40	32.90	0.08	0.07	0.02	37.54
50	C - 40 C	Ixcatepec	La Luisa	375458 1919916	Sulfuro Masivo	0.75	15.30	0.03	0.03	0.01	24.76
51	C - 40 D	Ixcatepec	La Luisa	375458 1919916	Sulfuro Masivo	0.08	15.80	0.36	0.02	0.02	11.17
52	C - 44	Ixcatepec	La Libelula	374963 1920439	Sulfuro Masivo	0.22	26.30	0.16	0.62	0.03	0.75
53	C - 45	Ixcatepec	La Libelula	374963 1920470	Sulfuro Masivo	5.03	23.80	0.05	3.03	0.02	2.05
54	C - 46 A	Ixcatepec	La Libelula	375018 1920413	Sulfuro Masivo	0.54	68.00	0.02	3.14	0.03	13.37
55	C - 46 B	Ixcatepec	La Libelula	375018 1920413	Sulfuro Masivo	0.30	15.60	0.29	0.17	0.18	43.62
56	C - 46 C	Ixcatepec	La Libelula	375018 1920413	Sulfuro Masivo	0.29	15.30	0.18	0.31	0.20	43.34
57	C - 46 D	Ixcatepec	La Libelula	375018 1920413	Sulfuro Masivo	0.86	63.80	0.06	0.61	0.23	29.14
58	C - 46 E	Ixcatepec	La Libelula	375018 1920413	Sulfuro Masivo	1.74	101.00	0.04	0.10	0.01	15.61
59	C - 46 F	Ixcatepec	La Libelula	375018 1920413	Sulfuro Masivo	1.16	59.10	0.02	0.56	0.03	1.30
60	C - 46 G	Ixcatepec	La Libelula	375018 1920413	Sulfuro Masivo	< 0.01	72.00	0.22	0.75	0.50	31.55
61	C - 50	Ixcatepec	Nuevo Leon	377114 1921738	diseminado	< 0.01	0.30	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.19
62	C - 51	Ixcatepec	Nuevo Leon	377120 1921736	diseminado	0.02	0.85	< 0.01	< 0.01	< 0.01	1.14
63	C - 61	Ixcatepec	Zumpango	378463 1918964	diseminado	0.04	0.45	0.01	< 0.01	0.02	0.16
64	C - 76 B	Ixcatepec	Potrerrillos	377288 1924156	diseminado	< 0.01	0.45	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.25
65	C - 122	Ixcatepec	C. Chino	379633 1932212	diseminado	0.02	0.25	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.05
66	C - 124	Ixcatepec	C. Chino	379747 1932220	diseminado	0.01	0.35	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.11
67	C - 125	Ixcatepec	C. Chino	380356 1932233	diseminado	0.04	0.30	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.06
68	C - 153	Ixcatepec	El Texcal	384337 1934619	diseminado	0.04	0.45	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.10
69	C - 154	Ixcatepec	El Texcal	384138 1934530	diseminado	0.03	0.30	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.05
70	C - 159	Ixcatepec	El Texcal	382547 1932433	diseminado	0.02	0.20	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.08
71	D - 83	Ixcatepec	El Cirian	382948 1917130	diseminado	< 0.01	0.30	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.32
72	D - 173	Ixcatepec	El Batiman	382214 1933606	diseminado	< 0.01	0.20	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.16
73	D - 177	Ixcatepec	El Cruzte	378415 1933290	diseminado	< 0.01	0.20	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.03
74	FO - 3	Apaxtla	Los Amates	395367 1938576	diseminado	< 0.01	0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.10
75	FO - 5	Apaxtla	Los Amates	395561 1939230	diseminado	< 0.01	0.35	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.06
76	FO - 26	Apaxtla	C. La Cañama	397225 1936313	diseminado	< 0.01	1.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	2.30
77	FO - 32	Apaxtla	Las Borregas	398874 1939239	diseminado	< 0.01	0.45	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.35
78	J - 30	Apaxtla	Zocapostec	397757 1933459	diseminado	< 0.01	0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.02
79	J - 51	Apaxtla	El Billete	398862 1938232	Hidrotermales	< 0.01	0.15	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.21
80	J - 52	Apaxtla	El Billete	398862 1938252	Hidrotermales	< 0.01	0.20	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.06

表 II - 3 - 8 X 綫回折結果一覽表

No. de MUESTRA	Tipo de roca	Coordenados		Minerales																		
		X	Y	Oz	Ab	Kf	Am	Ser	Ch	Kao	Al	Ja	Go	Hh	Py	Sp	Gn	Goe	Ca	Do	Mg	
1 E-22	Riolita	390346	1992204	85				2														
2 E-26	Roca Silicificada	390403	1991879	81				1														
3 E-27	Filita	390449	1991859	90				1														
4 E-41	Toba	390135	1990549	44				9														
5 H-02	Sulfuro Masivo	390150	1990513	7				<1														
6 H-50	Riolita	389970	1989942	84				<1														
7 H-115	Filita	390256	1990877	27				3														
8 H-125	Toba	390293	1991052	39				3														
9 H-158	Filita	390305	1991340	99				<1														
10 M-03	Sulfuro Masivo	390402	1990159	27				8														
11 U-36	Filita	390484	1991543	2																		
12 U-38	Riolita	390171	1991413	86																		
13 U-63	Riolita	389602	1989962	60				2														
14 C-16	Riolita	381639	1918680	40				2														
15 C-20	Filita	380028	1918242	38				3														
16 C-37	Riolita	375415	1919858	41																		
17 C-41	Riolita	375752	1920111	72				4														
18 C-44	Roca Silicificada	374962	1920468	55																		
19 C-45	Roca Silicificada	374962	1920469	75				<1														
20 C-46	Sulfuro Masivo	375018	1920413	6																		
21 C-124	Andesita	379746	1932219	13				<1														
22 J-29	Andesita	397757	1993562	25																		
23 J-51	Roca Alterada	398861	1998251	10																		
24 J-52	Roca Alterada	398861	1998251	7				<1														
25 J-54	Roca Alterada	398861	1998251	33																		

Oz : Cuarzo
 Ab : Albita
 Kf : Feldspato potasico
 Am : Anfibol
 Ser : Sericita
 Ch : Clorita
 Kao : Caolin

Al : Alunita
 Ja : Jarosita
 Go : Yeso
 Hh : Hemihidrita
 Py : Pirita
 Sp : Esfalerita
 Gn : Galena

Goe : Goethita
 Ca : Calcita
 Do : Dolomita
 Mg : Magnesita

Indice de cuarzo(I. Q) = (Im/Iq) × 100
 Im: Los mas fuertes rayos-X de mineral en las muestras provadas.
 Iq: Los mas fuertes rayos-X de cuarzo puro.

の近傍では千枚岩が卓越する。東方には石灰質千枚岩が分布する。地層の大局的な走向は概略N-S、傾斜はほぼ鉛直である。沢の兩岸で地質が異なる箇所が散見されることから沢に沿ってNE-SW方向の断層が存在すると推定される。鉱体付近の千枚岩は、沢の北側で変質と黄鉄鉱鉱染が著しい。西部では珪化または粘土化、東部では珪化が顕著で、地表には酸化を伴った塊状珪化岩が分布する。鉱体周辺の広範囲でカオリン化が見られるが、鉱体近傍の変質は絹雲母化と珪化で特徴づけられる。

鉱床は、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱、四面銅鉱などからなる塊状鉱床で、採取された鉱石片には鏡下で、ダイジェナイト、銀鉱物も認められる。黄鉄鉱には頻りにコロフォーム組織やフランボイダル状をなすものが観察される。二次鉱物として銅藍、輝銅鉱が認められることがある。脈石はほとんど石英からなる。資料によれば、かつて観察された鉱体は千枚岩の葉理に整合的で、N5~10°E70~80°SW、延長10m、鉱体の厚さは1mとされる。今回の調査で採取された鉱石片の分析値は、高品位の試料(E-78)で、Au 3.12g/t、Ag 1.056 g/t、Cu 2.29 %、Pb 3.32 %、Zn 9.85 %である。

資料によれば、CRMによるボーリング調査結果の概略は以下のとおりである。

坑井名	掘削方向	掘進長	特記事項
BDWCS-1	N80°E 63°	75.07 m	粘板岩(千枚岩)。10~12m、17~21m 38~50mでPb-Zn異常。 異常部で黄鉄鉱鉱染。
BDWCS-2	N85°E 55°	19.8 m	断裂の多い黒色粘板岩(千枚岩)。 地化学異常は認められず。
BDWCS-3	N80°E 83°	75.19 m	黒色粘板岩(千枚岩)。 11~12m、18~20mでPb-Zn異常。 異常部で黄鉄鉱鉱染。

B. テウエウエトラ鉱体

【位置】

精査地区南東部の沢に鉱床露頭が存在する。

【沿革】

稼行されたことはない。

近年、CRMによりカンボ・セコ鉱体と同時に探鉱された。

【現況】

鉱体露頭まで、CRMにより建設された車道が通じている(今回の調査で補修)。