


12-8-15

學工生物 研中 國研
華北工農醫藥 院中 國研

(第 2 卷)

1953年8月

JKA LIBRARY



J 1131780(7)

中國科學院
植物研究所

1953

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 2 年次)

平成 8 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1131780(7)

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年次とする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平成7年7月3日から平成7年12月16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、在メキシコ合衆国日本国大使館及び関係各位に衷心より感謝の意を表すものである。

平成8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 清瀧昌三郎

11

12

13

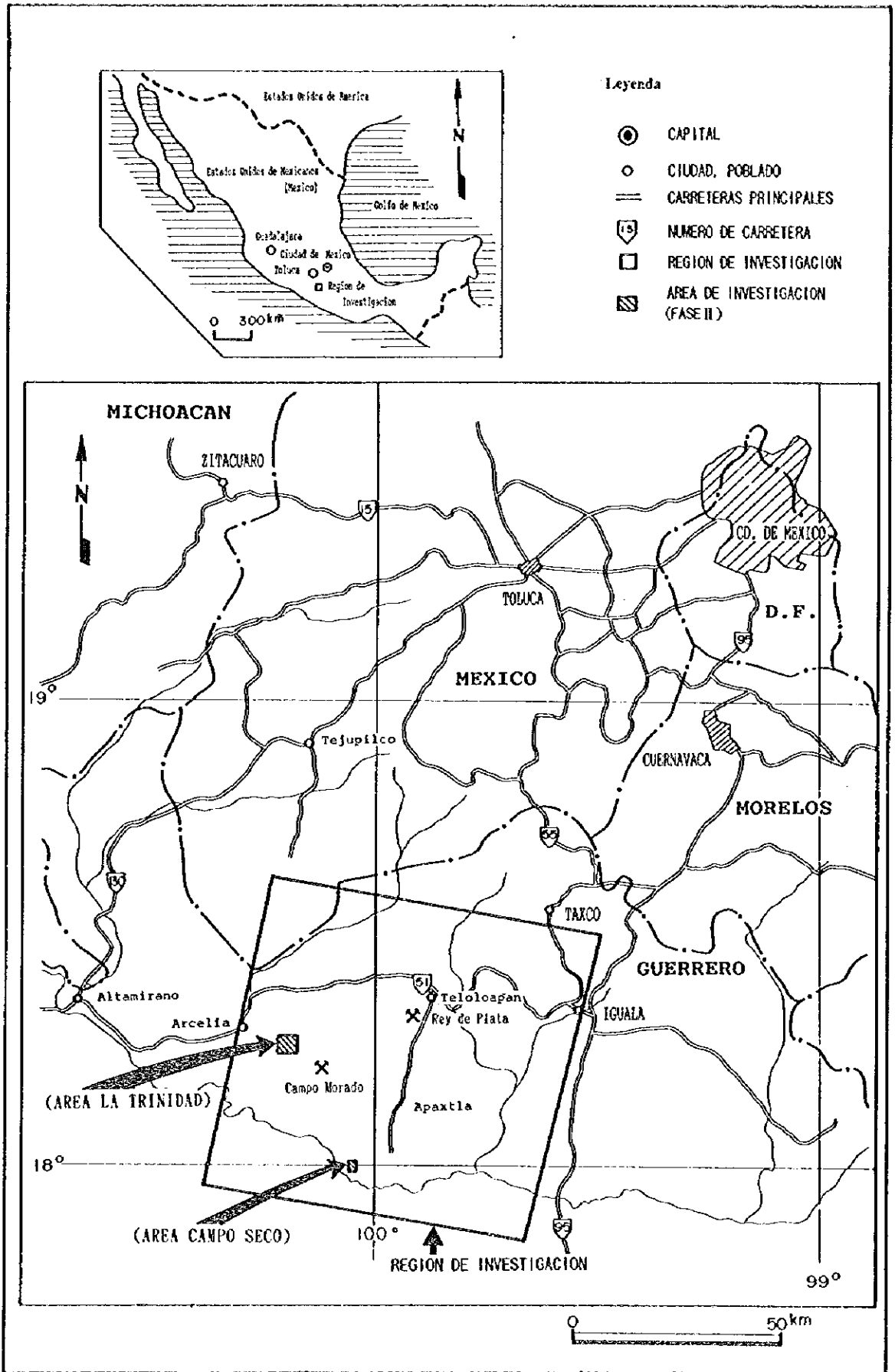


图 1-1-1 調查地域位置图

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、地質状況及び鉱床賦存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た。

第2年次の調査として、カンボセコ地区及びラ・トリニダード地区で調査を実施し、カンボセコ地区でボーリング調査を、ラ・トリニダード地区で地質調査、物理探査及びボーリング調査を実施した。

カンボセコ地区でのボーリング調査は、昨年度の地質調査及び物理探査（CSAMT法）などから塊状硫化物鉱床賦存のポテンシャルの高い地区に選定した。本調査では、MJMC-1～MJMC-4の4本で総掘進長1,738.10 m行い、地質構造を把握するとともに、各ボーリングとも数mm～数cmのレンズ～バンド状の黄鉄鉱を主とし、一部閃亜鉛鉱や黄銅鉱を伴う鉱石を把握した。MJMC-4では鉱脈型鉱床の一部である黄鉄鉱を主とするネットワーク～ストックワーク状の鉱石を流紋岩及び凝灰角礫岩中に認められた。また、ストロンチウム同位体の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値から、MJMC-1、MJMC-2及びMJMC-3は塊状硫化物鉱床の同位体比である7.012に近い値を得た。以上の結果、カンボセコ地区は比較的広範囲に弱い鉱化作用が及んでいる地区と判断される。

ラ・トリニダード地区では、地質調査の結果、鉱化作用と密接な関係を有する流紋岩の分布域を把握した。地表部ではゴッサンの分布、珪化帯をはじめ、旧坑など鉱山施設の一部とみられるものを確認した。また、坑内下底部では塊状硫化物の鉱石を確認した。一方、地化学探査ではラ・リベルラ鉱床からラ・ルイサ鉱床にかけてFe及びCuの異常帯が分布し、鉱化帯の分布域を示していると考えられる。物理探査では、当地区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データを取得するとともに、ラ・リベルラ鉱床付近でIP異常が検出され、これは鉱化変質帯またはこれと同質の物性を有する地質現象を示していると推定される。

ボーリング調査では、MJMC-5及びMJMC-6の2本で570.10m掘進し、地質構造を把握するとともに、MJMC-5では塊状硫化物鉱石の一部を把握した。鉱石は黄鉄鉱を主とし、黄銅鉱、閃亜鉛鉱が普遍的に認められる他、しばしばエレクトラム及び方鉛鉱を随伴し、ラ・リベルラ鉱床へ連続している可能性が高い。

以上の調査結果を踏まえ、第3年次の調査として次の地区でボーリング調査を実施することを提案する。

- ・ ラ・リベルラ鉱床周辺
- ・ ラ・ルイサ鉱床周辺地区
- ・ サン・ファン鉱化帯周辺
- ・ ラ・ルイシータ鉱化帯周辺

0

0

0

目 次

はしがき	1
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 年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第 1 年次調査の結論	1
1-2-2 第 2 年次調査への提言	3
1-3 第 2 年次調査の概要	5
1-3-1 調査地域	5
1-3-2 調査目的	5
1-3-3 調査方法	5
1-3-4 調査団の編成	8
1-3-5 調査期間	9
第 2 章 調査地域の地理	10
2-1 位置及び交通	10
2-2 地形及び水系	10
2-3 気候及び植生	11
第 3 章 一般地質	12
3-1 調査地域周辺の地質	12
3-2 調査地域の鉱床及び鉱化帯	13
第 4 章 調査結果の総合検討	15
4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制	15
4-2 岩石の地化学的特徴と鉱化作用との関係	16
4-3 I P 異常と鉱化作用との関係	16
4-4 鉱床賦存のポテンシャル	17
第 5 章 結論及び提言	18
5-1 結 論	18
5-2 第 3 年次調査への提言	21
第 II 部 各 論	23
第 1 章 カンボセコ地区	23
1-1 調査方法	23
1-2 地 質	23
1-3 調査結果	25

1-3-1	ボーリング調査	25
1-3-1-1	調査方法	25
1-3-1-2	調査結果	37
1-4	考察	55
第2章	ラ・トリニダード地区	59
2-1	調査方法	59
2-2	地質	59
2-3	調査結果	61
2-3-1	地質調査	61
2-3-1-1	調査方法	61
2-3-1-2	地質	61
2-3-1-3	地質構造	69
2-3-1-4	鉱化作用	69
2-3-1-5	地化学探査	79
2-3-1-6	同位体測定	103
2-3-2	物理探査	103
2-3-2-1	調査内容	103
2-3-2-2	測定方法	103
2-3-2-3	解析方法	109
2-3-2-4	調査結果	110
2-3-2-5	解析結果	130
2-3-3	ボーリング調査	169
2-3-3-1	調査方法	169
2-3-3-2	調査結果	173
2-4	考察	183
第Ⅲ部	結論及び提言	187
第1章	結論	187
第2章	第3年次調査への提言	192
参考文献		193
卷末資料		
添付図表類		
顕微鏡写真		

添付図表類

* A-は巻末

図 I - 1 - 1	調査地域位置図	.....	巻頭
図 II - 1 - 1	ボーリング位置図 (カンボセコ地区)	.....	26
図 II - 1 - 2	ボーリング柱状図	.....	A- 1
図 II - 1 - 3	地質断面図 (M J M C - 1)	.....	38
図 II - 1 - 4	地質断面図 (M J M C - 2)	.....	39
図 II - 1 - 5	地質断面図 (M J M C - 3)	.....	40
図 II - 1 - 6	地質断面図 (M J M C - 4)	.....	41
図 II - 1 - 7	ボーリングコア比抵抗測定結果図 (カンボセコ地区)	.....	50
図 II - 1 - 8	ボーリングコア比抵抗解析結果図 (M J M C - 1)	.....	51
図 II - 1 - 9	ボーリングコア比抵抗解析結果図 (M J M C - 2)	.....	52
図 II - 1 - 10	ボーリングコア比抵抗解析結果図 (M J M C - 3)	.....	53
図 II - 1 - 11	ボーリングコア比抵抗解析結果図 (M J M C - 4)	.....	54
図 II - 1 - 12	S r 同位体測定結果解析図 (カンボセコ地区)	.....	56
図 II - 2 - 1	調査位置図 (ラ・トリニダード地区)	.....	60
図 II - 2 - 2	地質図 (ラ・トリニダード地区)	.....	63
図 II - 2 - 3	地質模式層序図	.....	65
図 II - 2 - 4	試料採取位置図	.....	A-29
図 II - 2 - 5	鉍微地分布図	.....	70
図 II - 2 - 6	坑内地質図 (ラ・リベルラ鉍床) (No. 1 及び No. 2)	.....	74
図 II - 2 - 7	坑内地質図 (ラ・リベルラ鉍床) (No. 3)	.....	75
図 II - 2 - 8	坑内地質図 (ラ・リベルラ鉍床) (No. 4 及び No. 5)	.....	76
図 II - 2 - 9	坑内地質図 (ラ・ルイサ鉍床)	.....	78
図 II - 2 - 10	トレンチスケッチ(A)	.....	80
図 II - 2 - 11	トレンチスケッチ(B)	.....	81
図 II - 2 - 12	X線回折結果図	.....	85
図 II - 2 - 13	地化学探査用試料採取位置図	.....	A-31
図 II - 2 - 14	ヒストグラム・累積頻度曲線図	.....	A-33
図 II - 2 - 15	散布図	.....	A-37
図 II - 2 - 16	ラ・トリニダード地区濃度分布図 (Au)	.....	87
図 II - 2 - 17	ラ・トリニダード地区濃度分布図 (Ag)	.....	87
図 II - 2 - 18	ラ・トリニダード地区濃度分布図 (Cu)	.....	89
図 II - 2 - 19	ラ・トリニダード地区濃度分布図 (Pb)	.....	89
図 II - 2 - 20	ラ・トリニダード地区濃度分布図 (Zn)	.....	91
図 II - 2 - 21	ラ・トリニダード地区濃度分布図 (Fe)	.....	91
図 II - 2 - 22	ラ・トリニダード地区濃度分布図 (Mn)	.....	93

図 II-2-23	ラ・トリニダード地区濃度分布図 (Na)	93
図 II-2-24	ラ・トリニダード地区濃度分布図 (K)	95
図 II-2-25	ラ・トリニダード地区濃度分布図 (Mg)	95
図 II-2-26	ラ・トリニダード地区濃度分布図 (Ca)	97
図 II-2-27	ラ・トリニダード地区濃度分布図 (Ba)	97
図 II-2-28	ラ・トリニダード地区濃度分布図 (S)	99
図 II-2-29	Sr 同位体測定結果解析図 (ラ・トリニダード地区)	105
図 II-2-30	物理探査測線及び測点位置図	106
図 II-2-31	測定概念図	108
図 II-2-32	計測方法概念図	108
図 II-2-33	見掛比抵抗・分極率断面図 (A 測線)	111
図 II-2-34	見掛比抵抗・分極率断面図 (B 測線)	113
図 II-2-35	見掛比抵抗・分極率断面図 (C 測線)	115
図 II-2-36	見掛比抵抗・分極率断面図 (D 測線)	117
図 II-2-37	見掛比抵抗・分極率断面図 (E 測線)	119
図 II-2-38	見掛比抵抗・分極率断面図 (F 測線)	121
図 II-2-39	見掛比抵抗・分極率断面図 (G 測線)	123
図 II-2-40	見掛比抵抗・分極率断面図 (H 測線)	125
図 II-2-41	見掛比抵抗平面図 (n = 1)	131
図 II-2-42	見掛比抵抗平面図 (n = 2)	133
図 II-2-43	見掛比抵抗平面図 (n = 3)	135
図 II-2-44	見掛比抵抗平面図 (n = 4)	137
図 II-2-45	見掛比抵抗平面図 (n = 5)	139
図 II-2-46	分極率平面図 (n = 1)	141
図 II-2-47	分極率平面図 (n = 2)	143
図 II-2-48	分極率平面図 (n = 3)	145
図 II-2-49	分極率平面図 (n = 4)	147
図 II-2-50	分極率平面図 (n = 5)	149
図 II-2-51	比抵抗・分極率相関図	151
図 II-2-52	2次元シミュレーション解析図 (A 測線)	153
図 II-2-53	2次元シミュレーション解析図 (B 測線)	155
図 II-2-54	2次元シミュレーション解析図 (C 測線)	157
図 II-2-55	2次元シミュレーション解析図 (D 測線)	159
図 II-2-56	2次元シミュレーション解析図 (E 測線)	161
図 II-2-57	2次元シミュレーション解析図 (F 測線)	163
図 II-2-58	2次元シミュレーション解析図 (G 測線)	165

図Ⅱ-2-59	2次元シミュレーション解析図(H測線)	167
図Ⅱ-2-60	地質断面図(MJMC-5)	174
図Ⅱ-2-61	地質断面図(MJMC-6)	175
図Ⅱ-2-62	比抵抗・分極率相関図(ラ・トリニダード地区)	181
図Ⅱ-2-63	Sr同位体測定結果解析図(ラ・トリニダード地区)	182
図Ⅲ-1-1	総合解析結果図	189
表Ⅰ-1-1	調査数量一覧表	6
表Ⅱ-1-1	使用機器一覧表	27
表Ⅱ-1-2	使用消耗品一覧表	28
表Ⅱ-1-3	ダイヤモンドビット・リーマー使用状況一覧表	29
表Ⅱ-1-4	ボーリング工事工程表	31
表Ⅱ-1-5	掘進実績表(MJMC-1)	32
表Ⅱ-1-6	掘進実績表(MJMC-2)	33
表Ⅱ-1-7	掘進実績表(MJMC-3)	34
表Ⅱ-1-8	掘進実績表(MJMC-4)	35
表Ⅱ-1-9	岩石薄片鑑定結果一覧表(ボーリング)	A-38
表Ⅱ-1-10	鉍石研磨片鑑定結果一覧表(ボーリング)	A-41
表Ⅱ-1-11	鉍石分析結果一覧表(カンボセコ地区)	42
表Ⅱ-1-12	X線回折結果一覧表(ボーリング)	A-43
表Ⅱ-1-13	比抵抗測定結果一覧表(カンボセコ地区)	A-45
表Ⅱ-1-14	Sr同位体組成測定結果一覧表(カンボセコ地区)	56
表Ⅱ-2-1	岩石薄片観察結果一覧表(ラ・トリニダード地区)	A-46
表Ⅱ-2-2	岩石(全岩)分析結果一覧表	A-49
表Ⅱ-2-3	X線回折結果一覧表(ラ・トリニダード地区)	A-51
表Ⅱ-2-4	鉍石研磨片観察結果一覧表(ラ・トリニダード地区)	A-58
表Ⅱ-2-5	鉍石分析結果一覧表(ラ・トリニダード地区)	72
表Ⅱ-2-6	地化学探査分析結果一覧表	A-60
表Ⅱ-2-7	基本統計量一覧表	82
表Ⅱ-2-8	相関係数一覧表	83
表Ⅱ-2-9	Sr同位体組成測定結果一覧表(ラ・トリニダード地区)	104
表Ⅱ-2-10	サンプリングタイム一覧表	108
表Ⅱ-2-11	測定装置、機材一覧表	109
表Ⅱ-2-12	岩石物性試験結果一覧表	A-69
表Ⅱ-2-13	掘進実績表(MJMC-5)	171
表Ⅱ-2-14	掘進実績表(MJMC-6)	172

表Ⅱ-2-15	鉍石分析結果一覧表 (MJMC-5、MJMC-6)	176
表Ⅱ-2-16	岩石物性試験結果一覧表 (MJMC-5、MJMC-6)	181
表Ⅱ-2-17	Sr 同位体組成測定結果一覧表 (MJMC-5、MJMC-6)	182
表Ⅱ-2-18	地化学探査分析結果一覧表 (MJMC-5、MJMC-6)	A-73

写 真 A-74

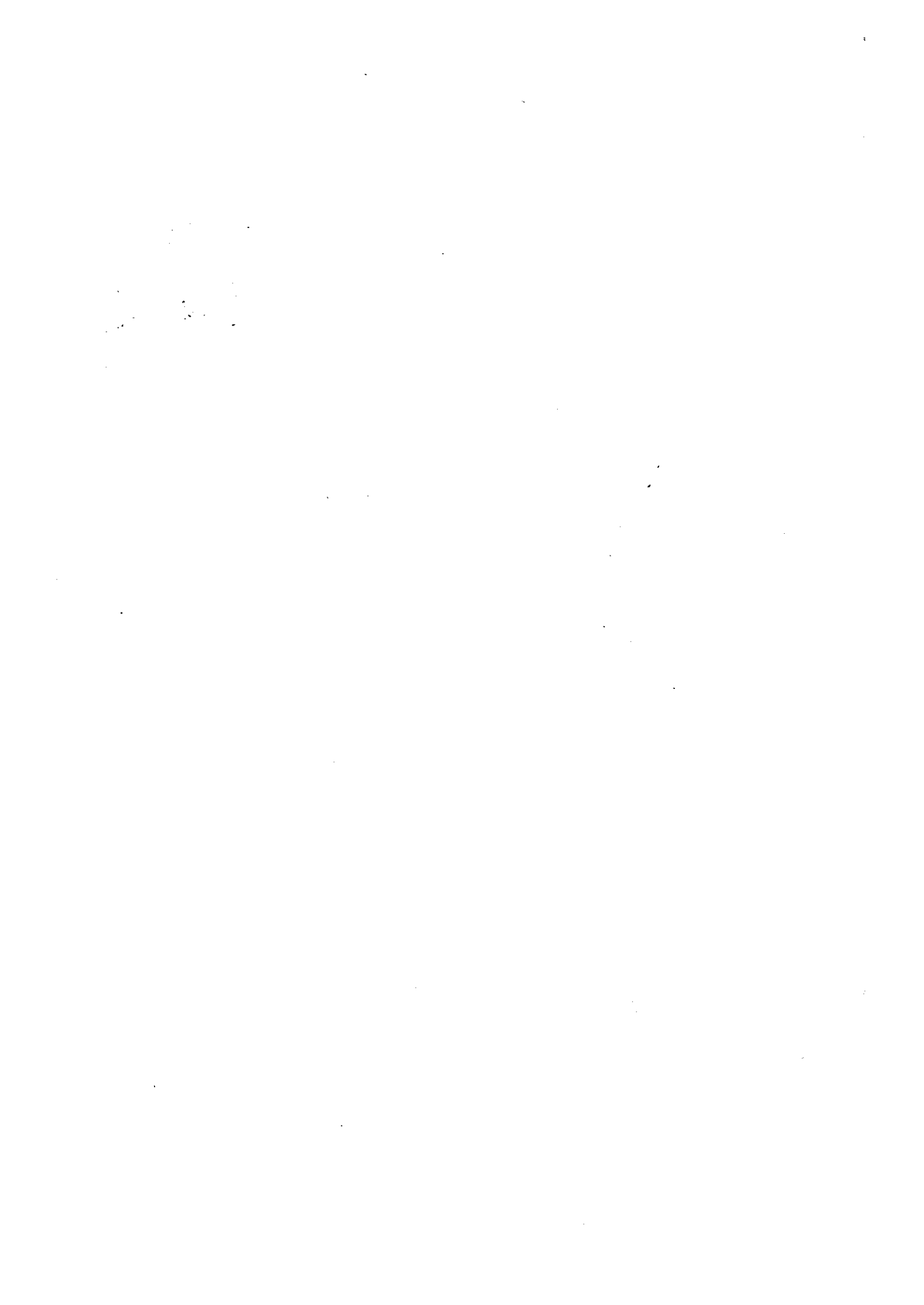
顕微鏡写真

別 添 図

- 別添図Ⅱ-2-1 準精査地質図及び地質断面図 (ラ・トリニダード地区)
(縮尺 1:10,000)
- 別添図Ⅱ-2-2 精査地質図 (ラ・トリニダード地区) 縮尺 1:2,500)
- 別添図Ⅱ-2-3 精査地質断面図 (ラ・トリニダード地区) (縮尺 1:2,500)
- 別添図Ⅱ-2-4 試料採取位置図 (室内試験) (ラ・トリニダード地区)
(縮尺 1:10,000)
- 別添図Ⅱ-2-5 坑内地質図 (ラ・リベルラ鉍床及びラ・ルイサ鉍床)
(縮尺 1:200)
- 別添図Ⅱ-2-6 試料採取位置図 (地化学探査) (ラ・トリニダード地区)
(縮尺 1:7,500)



第 I 部 総論



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 年次調査の結論及び提言

1-2-1 第 1 年次調査の結論

第 1 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、第四系の分布などの概略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 (Campo Morado) 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確認されている。塊状硫化物鉱床には、カンボ・モラド鉱床、レイ・デ・プラタ (Rey de Plata) 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 %, P

b 1.07 %及びZn3.12 %で、総鉍量は9.5百万トンと計上されている(Lorinczi et al., 1978)。また、レイ・デ・プラタ鉍床は、中性の岩石とフェルシクな岩石との境界部に胚胎し、鉍石品位はAu 0.8 g/t, Ag 275 g/t, Cu 0.3 %, Pb 1.7%及びZn 7.8 %で、総鉍量1.7百万トンが見積もられている(Juvier et al., 1981)。また、カンボセコ鉍床も鉍床周辺には流紋岩～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鉍床は、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による探鉍活動が積極的に行われた地区であり、カンボセコ鉍体とテウエウエトラ(Tehuahueta)鉍体が確認されている。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実施した。本地区は、白亜系のイスカテベック(Ixcatepec)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(Ayotchi)安山岩類や流紋岩～デイサイト貫入岩などが分布する。鉍床は塊状硫化物鉍床であり、カンボセコ鉍体とテウエウエトラ鉍体からなる。これらの鉍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大部分では、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、黄鉄鉍などの硫化物が存在したことを示している。

地質概査は、イスカテベック地区及びアパストラ(Apaxtla)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ベック層、第三系のバルサス(Balsas)層、ティルサポトラ(Tilzapotla)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。イスカテベック地区の南西部には、ラ・リベルラ(La Libelula)鉍床及びラ・ルイサ(La Luisa)鉍床が確認され、これらの鉍床近傍には流紋岩が分布し、珪化変質及びゴッサンも認められる。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鉍床胚胎の場として有望で、ラ・リベルラ鉍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(El Billete)鉍床などが認められたが、いずれも鉍脈型鉍床であり、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鉍体付近では、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などの直接鉍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(Tizapa)鉱床との同位体的類似性をもち、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大きい値を示し、変堆積岩類は相対的に小さく、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、これより大き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 C S A M T 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来の物性によるが、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、垂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以下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ペック層の流紋岩～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、イスカテペ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。

1-2-2 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、鉍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、鉍化作用の影響の及んだ範囲などを検討する。

(2) イスカテペック地区においては、ラ・リベルラ鉍床及びラ・ルイサ鉍床付近で、白亜系の流紋岩～デイサイトの分布、珪化変質帯、硫化物よりなる鉍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鉍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、鉍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鉍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。

1-3 第2年次調査の概要

1-3-1 調査地域

本プロジェクト地域（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年次の調査結果、塊状硫化物鉱床の賦存可能性の高い地区としてカンボセコ地区（5 km²）及びラ・トリニダード（La Trinidad）地区（27.5 km²）を本年度の調査地区として抽出した（図1-1-1）。

1-3-2 調査目的

第2年次調査として、地質調査、物理探査及びボーリング調査を実施した。これらの調査は下記のことを目的とした。

- (a) 地質準調査により、ラ・トリニダード地区の地質及び地質構造と鉱化作用の関係を把握し、物理探査実施範囲の特定を行う。また、地質精査においては、地質準精査において有望とされた地区において精査（付帯調査として、地化学探査、旧坑調査及びトレンチ調査を含む）を行い、鉱化状況の詳細を把握する。
- (b) 物理探査により、ラ・トリニダード地区において、地質調査で得られた鉱化帯について電気探査IP法を実施することにより、地下深部の異常帯の連続性を把握し、ボーリング調査実施位置の選定に必要な資料を得る。
- (c) ボーリング調査により、カンボセコ地区及びラ・トリニダード地区において、物理探査により抽出された異常域において、鉱化帯の規模及び品位を確認する。

1-3-3 調査方法

本年次の調査では、カンボセコ地区及びラ・トリニダード地区の2地区において調査を実施した。その作業内容は、表1-1-1に示すとおりである。

カンボセコ地区においては、4本で総計1,730mのボーリング調査を実施した。

ラ・トリニダード地区においては、地質調査、物理探査及びボーリング調査を実施した。地質調査では地質準精査及び地質精査を行った。地質準精査を27.5 km²で実施し、その結果、鉱床胚胎の可能性の高い地区（5 km²）を抽出した。この抽出された地区に対して、地質精査を実施した。地質精査地区においては、地化学探査、旧坑調査及びトレンチ調査を行った。物理探査は地質準精査で確認された鉱化帯に対して電気探査IP法を実施した。また、地質調査及び物理探査などから抽出された異常域に対して2本で総計570mのボーリング調査を実施した。

表 I - 1 - 1 調査数量一覧表

(1)

調査内容及び調査地区		調査内容			
地質調査 (ラ・トリニダート地区)		[準精査]			
		調査面積	27.5 km ²		
		調査ルート長	68.75 km		
		[精査]			
		調査面積	5 km ²		
		調査ルート長	25 km		
		[地化学探査]			
調査量	岩石 433個、	5 km ²			
[坑内調査]					
調査量(ラ・リハル鉱床、ラ・M49鉱床)	合計 200 m				
[トレンチ調査]					
調査量	合計 50 m				
物理探査 (ラ・トリニダート地区)		測線延長	16 km		
		測線数	8 本		
ボ リ ン グ 調 査	カンボセコ地区	孔番号	掘進方位	傾斜	掘進長
		MJMC-1		-90°	407.60 m
		MJMC-2	N40° W	-75°	500.40 m
		MJMC-3		-90°	400.00 m
		MJMC-4	N60° W	-80°	430.10 m
	計 4 孔	1,738.10 m			
	ラ・トリニダート地区	MJMC-5		-90°	320.10 m
		MJMC-6		-90°	250.00 m
		計 2 孔	570.10 m		

第 1-1-1 調査数量一覧表

(2)

調査内容	試験項目	数量
地質調査：準精査 (ラトリニダート地区)	① 岩石薄片 ② 鉍石研磨片 ③ 粉末 X 線回析 ④ Sr 同位体測定 ⑤ 化学分析 (鉍石) 分析成分：Au, Ag, Cu, Fe, Pb, S, Zn	20 件 20 件 20 件 10 件 20 件
地質調査：精査 (ラトリニダート地区)	① 岩石薄片 ② 鉍石研磨片 ③ 粉末 X 線回析 ④ Sr 同位体測定 ⑤ 化学分析 (鉍石：7 成分) 分析成分：Au, Ag, Cu, Fe, Pb, S, Zn ⑥ 化学分析 (岩石：13 成分) 分析成分：Au, Ag, Cu, Fe, Pb, S, Zn Ba, Mn, Ca, Na, K, Mg ⑦ 全岩分析 (12 成分) 分析成分：SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , FeO, MnO, CaO, Na ₂ O, MgO, K ₂ O, P ₂ O ₅ , LOI	37 件 33 件 185 件 12 件 49 件 433 件 37 件
物理探査 (ラトリニダート地区)	① 比抵抗測定 ② 分極率測定	41 件 41 件
ボーリング調査 (カネベ地区)	① 岩石薄片 ② 鉍石研磨片 ③ 粉末 X 線回析 ④ Sr 同位体測定 ⑤ 化学分析 (鉍石) 分析成分：Au, Ag, Cu, Fe, Pb, S, Zn ⑥ 比抵抗測定	23 件 24 件 23 件 11 件 41 件 39 件
ボーリング調査 (ラトリニダート地区)	① 岩石薄片 ② 鉍石研磨片 ③ 粉末 X 線回析 ④ Sr 同位体測定 ⑤ 化学分析 (鉍石：7 成分) 分析成分：Au, Ag, Cu, Fe, Pb, S, Zn ⑥ 化学分析 (岩石：13 成分) 分析成分：Au, Ag, Cu, Fe, Pb, S, Zn Ba, Mn, Ca, Na, K, Mg ⑦ 比抵抗測定測定 ⑧ 分極率測定	12 件 20 件 30 件 4 件 27 件 55 件 13 件 13 件

1-3-4 調査団の編成

本年次の現地調査に参加した調査団員は次のとおりである。

現地調査

日本側

増淵 和芳	統括・技術責任者	同和工管株式会社
今野 宏秀	地質調査	同和工管株式会社
木村 邦雄	物理探査	同和工管株式会社
森川 剛夫	物理探査	同和工管株式会社
乳井 正	物理探査	同和工管株式会社

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. Raucei Pascacio Toledo	物理探査	鉱物資源局
Ing. Amancio Reyes Salazar	物理探査	鉱物資源局
Ing. Gilberto Reyna Vega	測量	鉱物資源局
Ing. Manuel Velazquez Escamilla	測量	鉱物資源局

現地指導監督

日本側

大西 清文	金属鉱業事業団
亀山 正義	金属鉱業事業団

メキシコ合衆国側

Ing. Sergio Almazan Esqueda	鉱物資源局
Ing. Hector Rodriguez Medina	鉱物資源局
Ing. Raul Morales Garcia	鉱物資源局
Ing. Felix Ubaldo Alarcon Lopez	鉱物資源局
Ing. Israel Hernandez Perez	鉱物資源局
Ing. Jose Luis Bustos Amador	鉱物資源局
Ing. Heriberto Martinez Amador	鉱物資源局
Ing. Gerardo Mercado Pineda	鉱物資源局

1-3-5 調査期間

現地調査は下記の工程で実施された。

現地調査：1995年7月3日～12月16日

地質調査：1995年7月3日～11月11日

物理探査：1995年8月3日～9月2日

ボーリング調査：1995年7月3日～12月16日

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

カンボセコ地区は、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		6 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、道路事情は良好であり、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る。バルサス川岸 (Rio Balsas) 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った。

また、ラ・トリニダード地区はアルセリア (Arcelia) の東南東方約11kmに位置する。イグアラからアルセリア (Arcelia) までは国道51号があり、舗装されている。アルセリアからラ・トリニダードまでは未舗装の道路があり、約1時間を要するが、橋がないために雨期にはしばしば通行不可能になる。また、テロロアパン西のビヤ・デ・アヤラ (Villa de Ayalá) から尾根沿いに南下する山道があり、これを利用するとビヤ・デ・アヤラからラ・トリニダードへは約2時間を要する。雨期には通行困難な箇所があるが、補修することにより通行可能である。

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する北西-南東西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)。一般に、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複雑な地形を示す。

調査地域全域では山脈はほぼ南北を示し、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)ーイグアラ間の国道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。

カンボセコ地区の主な水系は、調査地区南方の西流するバルサス川であり、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。

ラ・トリニダード地区では、バルサス川の支流がE-W方向に湾曲しながら発達し、これらに樹枝状の支流がみられる。

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1,070 mm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230 mm～260 mmである。このうち9月は降水量が最も多く260～280 mmである。乾期は10月から5月であり、この間の降水量は30 mm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 一般地質

3-1 調査地域周辺の地質

本プロジェクト地域は、メキシコの地質構造帯のうち、南部シエ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断するものであり、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。

南部シエラマドレ帯では、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(Esquistos 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。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、後期ジュラ紀から前期白亜紀の海縁部の烏狐に対比した。

上部ジュラ系から下部白亜系に対比されるアングアオ(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統に対比される。

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岩相を示す。上部では褐鉄鉱を主体とするサンゴ質石灰岩からなる。

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量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(De Cserna et al., 1978)、アルセリア層(De Cserna, 1978)、メスカラ(Mexcala)層などである。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、薄層～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、フレ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、石灰質砂岩を挟在し岩相変化が著しい。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陸成堆積物であり、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。

本年次の調査地区は白亜系の粘板岩～千枚岩、砂岩、流紋岩～デイサイトなどの弱変成岩類が広く分布し、これらの流紋岩～デイサイト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る。

3-2 調査地域の鉱床及び鉱化帯

カンボセコ地区では、これまでにカンボセコ鉱体及びテウエウエトラ(Tehuehuetla)鉱体の2つの鉱化帯が確認されており、これらはいずれも塊状硫化物鉱床である。

カンボセコ鉱体は、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。現在、沢の北岸の2箇所に旧坑が残っている。沢には鉱床の露頭があったとされるが、土砂に埋没しており、付近に鉱石片が散在するだけである。また、テウエウエトラ鉱体はカンボセコ鉱体の南方約1.3 kmに位置し、稼行されたことはない。現在、数mの露頭があり、CRMにより建設された道路が通じている。鉱体は黄鉄鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱などからなる塊状鉱床である。露頭でみられる鉱体は粘板岩～千枚岩の層理や葉理にほぼ整合的であるが、末端部では不規則な形状をなす。鉱体の厚さは概ね0.2～1.4m、延長

は走向方向に5 m以上である。また、これらの鉱体とは別に、流紋岩貫入岩の分布域とその付近では珪化作用及び黄鉄鉱鉱染が広範囲に観察される。塊状鉱床の形成の後に、更に周辺一帯では流紋岩の貫入に伴う黄鉄鉱鉱染を被っていると考えられる。

ラ・トリニダード地区では、ラ・リベルラ鉱床、ラ・ルイサ鉱床、サン・ファン(Sun Juan)鉱床及びラ・ルイシータ(La Luisita)鉱化帯(仮称)などの鉱床及び鉱化帯が認められる。ラ・リベルラ鉱床は塊状硫化物鉱床である。旧坑が4箇所存在し、中央部の旧坑では斜坑があり、入坑可能である。坑口付近の鉱石は酸化されてゴッサンになっているが、斜坑下底部では黄鉄鉱を主とする塊状硫化物の鉱石を確認した。鉱床は流紋岩と粘板岩の境界部に賦存し、斜坑下底部の坑内では最大2 mの鉱石が認められた。ラ・ルイサ鉱床は流紋岩、粘板岩及び砂岩が分布する地域に賦存し、鉱床付近にはゴッサンが広く分布している。鉱床は塊状硫化物鉱床のネットワーク～ストックワーク部に対応すると考えられる。1カ所の旧坑は水平坑道であり、入坑可能である。鉱石は黄鉄鉱と黄銅鉱を主とし、一部に閃亜鉛鉱、方鉛鉱を伴う。サン・ファン鉱床はラ・リベルラ鉱床の南西方約300 mに位置し、地表にはゴッサンが認められる。鉱床は鉱脈型～鉱染型と推定され、鉱石は銅を伴う石英脈～鉱染が認められる。ラ・ルイシータ鉱化帯には旧坑が6箇所ほど認められるほか、数mの穴(トレンチ?)が認められる。また、鉱山跡が広く分布している。地表にはゴッサンの転石が広く散在しており、地表付近の酸化帯にあたる金銀を採掘していた可能性がある。これらのことから、本地区は塊状硫化物鉱床及びその鉱床をもたらした鉱液の通路部にあたるネットワーク～ストックワークの鉱床が分布する地区と考えられる。

第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制について

(カンボセコ地区)

本地区の褶曲軸は、概ねN-S方向であり、地層も同方向に連続する傾向にある。概して急傾斜であるが、岩相から判断して東側が上位と考えられる。カンボセコ鉱体付近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、カンボセコ地区とその周辺に認められるリニアメントの方向と一致している。主要な断層は、カンボセコ地区中央部のNNE-SSW系の断層と地区中央西部のN-S系の断層であり、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。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。

本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及びテウエウエトラ鉱体からなる。これらはいずれも塊状硫化物鉱床であり、鉱石は黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱、四面銅鉱などからなり、脈石はほとんど石英を主体とする。黄鉄鉱はコロフォーム組織やフランボイダル組織が普遍的に観察される。鉱体は粘板岩～千枚岩の葉理に整合的であるが、テウエウエトラ鉱体露頭では断層の影響を受け、複雑で連続性に乏しい分布をしている。

全てのボーリング調査結果、バンド状～レンズ状の黄鉄鉱の薄層を把握した。鉱石鉱物は黄鉄鉱を主とし、閃亜鉛鉱や黄銅鉱を少量随伴する。鉱石の顕微鏡下の観察結果では、木片を交代した黄鉄鉱が認められるほか、石墨及び石炭片が観察された。また、MJMC-4では黄鉄鉱を主とする網状脈を流紋岩及び流紋岩質凝灰角礫岩中に把握したが、これは層状鉱床の下盤にしばしば認められるネットワーク状の鉱石の可能性がある。

(ラ・トリニダード地区)

本地区の地層は主にNW-SEの走向、SW傾斜を示し、南部で上位の地層が分布する傾向にある。主な断層はNW-SE系及びNE-SW系であり、本調査地域周辺の広域的な断層方向と整合的である。これらはメキシコの南太平洋海縁に沿って、中新世の末期から現在に続く、プレート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。

褶曲軸は主にN-S系であり、さらに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ベック地区では北部により深部の地層が分布し、南部では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。

本調査に認められる鉱化作用には塊状硫化物型及び鉱脈型がある。このうち、重要なものは塊状硫化物型である。

本地区周辺には、塊状硫化物鉱床として、カンボセコ、カンボ・モラド、レイ・デ・プ

ラタなどの鉱床が認められる。カンボ・モラド鉱床では、950万トンの鉱量が計上されている。いずれの鉱床も黄鉄鉱を主とし、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱及び四面銅鉱などを伴う。一般に鉱石鉱物は細粒であり、黄鉄鉱にはコロフォーム組織がしばしば認められる。

鉱化作用の時期は、調査地域外のティサパ鉱床、サンタ・ロサ鉱床、ラ・アメリカなどの鉱床はいずれも二疊系～白亜系のタスコ片岩類に胚胎しているのに対し、本地区に分布する鉱床は層準的には、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。

本地区のラ・リベルラ鉱床などは、黄鉄鉱を主としているが、層準的にはカンボ・モラドの延長部にあたるほか、鉱化帯近傍に流紋岩溶岩及び火砕岩が分布する。従って、これらのフェルシクな岩体は本鉱床の関係火成岩と推定される。

また、ラ・ルイサ鉱床は流紋岩中のネットワーク型の鉱床であり、塊状硫化物鉱床に伴うものの一部と考えられる。

4-2 岩石の地化学的特徴と鉱化作用との関係

ラ・トリニダード地区での地質調査結果、鉱床付近に分布している流紋岩は無斑晶質で角礫化構造が認められるものであり、斑状流紋岩は鉱化作用が乏しいことが明らかとなった。分析を行った13成分から次のことが言える。Au、Ag、Ba及びSは地質及び地質構造などとの関連が認められない。Sについてはゴッサンの発達状況などから判断して、酸化作用により溶脱されて地表ではほとんど残っていないと考えられる。Cu及びFeは既知鉱床を取り囲むように分布し、鉱化作用と密接に関連していると判断される。Pb及びZnは一部の鉱化帯で高濃度を示すものの明瞭な関係は認められない。Mnは岩相との関連が強く現れているが、鉱化帯付近でも高濃度を示す傾向を示す。Na、K及びCaは既知鉱化帯周辺で低濃度域が広がり、鉱化作用などにより溶脱されていると考えられる。Mgは既知鉱化帯及び貫入岩分布域で高濃度域を示した。以上の結果、探鉱指針としてはCu及びFeの高濃度とNa、K及びCaの低濃度域に注目する必要があると考えられる。

4-3 IP異常と鉱化作用との関係

ラ・トリニダード地区でIP法を実施し、以下にその結果を述べる。

岩石物性測定の結果、砂岩及び砂質成分の多い粘板岩などは比較的高いIP値(11~35 mV/V)を示し、粘板岩は低い値(数 mV/V)を示した。また、流紋岩は低い値(数 mV/V)を示す。一方、塊状硫化物鉱石は低比抵抗値、高いIP値を示し、他の岩石とは明瞭な差がみられる。これらのことから、砂岩及び砂質成分の多い粘板岩のIP値(35 mV/V)以上を示すものは鉱化の影響を受けている地区として考えることができる。

本地区の北東部の粘板岩地区では低比抵抗値とやや高いIP値を示す。しかし、この傾向はこの地区の粘板岩が砂質成分が少なく、炭質物を含む物性を反映しているものであり、

鉍化作用の影響は少ないと考えられる。

ラ・リベルラ鉍床からラ・ルイサ鉍床にかけての地区は流紋岩が分布し、珪化作用を強く受けている。また、西部及び南西部は粘板岩・砂岩互層を主としており、砂質部は石英質または石灰質であり、全体的に比抵抗値が高い。鉍石は珪質岩中に黄鉄鉍を主とする鉍石鉍物が含まれているものが多いため、比抵抗値が高く、IP値が低い場合が多い。これらのことから、本地区のIP異常は大きな値を示さず、バックグラウンドと区別が困難である場合が多い。よって、地表の地質調査結果などと総合的に判断すると、ラ・リベルラ鉍床の西200 m、北東200 m及び南西150 mなどのIP異常は鉍化作用を把握している可能性がある。

4-4 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であり、カンボ・モラド鉍床(調査地区外)、レイ・デ・プラタ鉍床(調査地区外)、カンボセコ鉍床などがその代表である。これらの鉍床は、白亜系の堆積岩類中に胚胎している。特に、レイ・デ・プラタ鉍床は、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・モラド鉍床は、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、カンボセコ鉍床も鉍床周辺には流紋岩質岩石が広く分布している。また、ラ・トリニダード地区のラ・リベルラ鉍床及びラ・ルイサ鉍床周辺にも、流紋岩質岩が分布している。

本調査の結果、カンボセコ地区においてはボーリング調査で黄鉄鉍を主とするバンド～レンズ状の数mm～数cmの薄層を数箇所把握したものの、まとまりがないことが判明した。また、塊状硫化物の礫も粘板岩中に把握したが、いずれも数cm以下である。構成鉍物は黄鉄鉍以外の鉍石鉍物は少量～微量の含有量であり、鉍石の経済性は低いと判断される。また、ラ・トリニダード地区では、ラ・リベルラ鉍床及びラ・ルイサ鉍床周辺に分布する流紋岩は無斑晶質であり、広範囲に珪化作用や鉍化作用を受けており、地表ではゴッサンがしばしば確認できた。坑内調査では、ラ・リベルラ鉍床の坑口周辺の硫化物は酸化作用によりゴッサンに変化しているが、坑内の一部で黄鉄鉍を主とする塊状硫化物の鉍石(最大幅2 m、最高品位(試料No. LBL111: Au 6.1 g/t, Ag 501.0 g/t, Cu 0.04 %, Pb 4.27 %, Zn 0.15 %, 試料No. LBL119: Au 6.0 g/t, Ag 657.0 g/t, 及び試料No. 114: Zn 3.60 %)を確認した。また、ボーリング調査結果では塊状硫化物礫を把握し、顕微鏡下の観察結果では、黄鉄鉍を主とし、黄銅鉍、閃亜鉛鉍、方鉛鉍などを伴うほか、一部でエレクトラムも認められた。

以上の結果、ラ・トリニダード地区は、塊状硫化物鉍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、カンボセコ地区においてボーリング調査、ラ・トリニダード地区において地質調査（準精査地区：27.75 km²、精査地区：5.0 km²）、物理探査（電気探査IP法）及びボーリング調査を実施した。各地区の調査結果は次のとおりである。

（カンボセコ地区）

① ボーリング調査結果：

ボーリング調査は4本で総掘進長1,738.10 m行った。

MJMC-1はテウエウエトラ鉱体の南東方約400 mで407.60 m掘進した。地質は白亜系のイスカテベック層に対比される粘板岩と粘板岩・砂岩互層を主とし、一部に小規模な流紋岩溶岩及び流紋岩貫入岩から構成される。鉱化したものとしては少量～微量の閃亜鉛鉱及び黄銅鉱を随伴する数mm～数cmの薄層レンズ状～バンド状の黄鉄鉱を主とする鉱石を確認した。従って、本孔は、鉱床胚胎層準を捕捉したと判断される。

MJMC-2はカンボセコ鉱体の地下深部における低比抵抗帯に対して500.40 m掘進した。地質はイスカテベック層に対比される粘板岩、粘板岩・砂岩互層、流紋岩及び凝灰角礫岩から構成される。鉱化作用としては、流紋岩及び凝灰角礫岩及びその周辺の粘板岩中の黄鉄鉱の鉱染～バンドを確認した。これらの鉱石は中量～微量の閃亜鉛鉱及び黄銅鉱を伴い、黄銅鉱黄鉄鉱を主体とする。

MJMC-3はテウエウエトラ鉱体の約300 m東方での地下深部における低比抵抗帯に対して400.00 m掘進した。地質はすべてイスカテベック層の粘板岩と粘板岩・砂岩互層である。鉱化作用としては数カ所で幅数cm以下のバンド～レンズ状の鉱石を把握したが、鉱石は黄鉄鉱を主体とし、少量～微量の閃亜鉛鉱及び黄銅鉱を伴うものである。

MJMC-4はテウエウエトラ鉱体の約700 m北方で430.10 m掘進した。地質はテラス堆積物、粘板岩、粘板岩・砂岩互層、流紋岩及び凝灰角礫岩であり、185.90 m以深は塊状鉱床の下盤に分布する流紋岩と考えられる。171.00～185.90 mは凝灰角礫岩であり、鉱床胚胎層準と考えられる。鉱化作用としてはこれらの岩石及びその下部に黄鉄鉱を主とする鉱染～ネットワークが認められ、鉱脈型鉱床の一部を把握したものと考えられる。

また、ボーリングコアを用いて⁸⁷Sr/⁸⁶Srの同位体組成を測定した。11試料のうち、8試料は海水(0.708)と鉱石(0.712)との中間の値を示した。4本のボーリングのうち、MJMC-2の試料は最も鉱石の値に近い値を示し、MJMC-4の2試料は海水より小さい値を示した。これらの結果は地表地質などのデータとも整合性があり、探査手段として活用し得るものと考えられる。

本年度の調査結果、カンボセコ地区の鉱化作用は広範囲に発達するものと判断される。しかし、鉱化の程度が弱いこと、断層や褶曲作用などの影響を強く受けていることなど

から鉍化帯の連続性が乏しく、大規模な鉍化帯を把握することは困難であると考えられる。

(ラ・トリニダード地区)

本調査地区の各手法別の結果は次のとおりである。

① 地質調査の結果：

地質調査は準精査及び精査を実施した。

調査地区の地質は、イスカテベック層の粘板岩・砂岩互層(Kp)が広く分布し、本互層中に安山岩及び安山岩質～流紋岩質凝灰岩(Ka)、流紋岩及び流紋岩質凝灰岩(Kr1、Kr2及びKr3)、流紋岩質凝灰岩(Kt)及び礫岩(Kc)が挟在される。また、調査地区北西方では、斑状流紋岩貫入岩(Ir)の貫入が認められた。

既知鉍床及び鉍微地であるラ・リベルラ鉍床、ラ・ルイサ鉍床、ラ・ルイシータ鉍床及びサン・ファン鉍床を確認した。これらは、流紋岩及び流紋岩質凝灰岩(Kr2)中あるいはその近傍に分布する。本岩類(Kr2)は、全般に赤褐色化し、各所で針鉄鉍を主としたゴッサンの転石が散在している。地表の岩石中には針鉄鉍あるいは赤鉄鉍化した黄鉄鉍の仮晶が普通に認められ、本岩類(Kr2)は、広い範囲にわたって硫化物の鉍染を伴い、鉍化作用を被っている。

ラ・リベルラ鉍床の坑内では、幅約2mで走向延長20m以上にわたって連続する塊状硫化物の鉍体を確認された。本坑内での高品位な主なものは試料番号LBL111のAu 6.10 g/t、Ag 501.00 g/t、Cu 0.04 %、Pb 4.27 %、Zn 0.15 %、試料番号LBL119のAu 6.00 g/t、Ag 657.00 g/t及び試料番号LBL114のZn 3.60 %などであった。ラ・ルイサ鉍床は流紋岩中の網状脈を主としており、最大品位は試料番号LIS111のAu 0.53 g/t、Ag 517.00 g/t、Cu 0.19 %、Pb 0.05 %、Zn 0.02 %を示す。ラ・ルイシータ鉍床は坑口が数カ所確認されたが、付近の状況から判断して酸化帯を採掘対象にしていたと考えられる。この坑口付近には旧鉍山跡と推定されるものが散在している。サン・ファン鉍床は坑口があり、付近のズリには黄鉄鉍及びマラカイトを伴う石英脈中の鉍石が確認され、Cuなどを対象にしていたと考えられる。

地質調査と並行して行った地化学探査は、433試料のAu、Ag、Cu、Pb、Zn、Fe、Mn、Na、K、Ca、Mg、Ba及びSの13成分について分析を行った。これらの成分のうち、上記の既知鉍床及び鉍微地周辺では、Fe及びCuの高濃度域及びCa、Na及びKの低濃度域が広がっており、これらが鉍化作用の指示元素として有効であると判断される。また、X線回折試験に基づく鉍物学的特徴は、長石類を欠くことであり、一部ではカオリナイトが検出されたことである。これらの特徴は、本鉍微地付近で広範囲にわたる酸性変質作用が起こったことを示すが、この変質作用と鉍化作用が同時期であったかについては現段階では不明である。

② 物理探査の結果：

IP法による電気探査を実施した。ラ・トリニダード集落東方は比抵抗が低くややIPが高い傾向にあるが、これは粘板岩を主とし、砂岩部が少ないことなどの岩石の物性を反映しており、鉍化変質の可能性が低いと判断される。また、調査地区北部の流紋岩貫入岩の下部に比抵抗が低いIP異常が検出された。流紋岩貫入岩の厚さが薄いことが推定されるので、このIP異常帯は鉍化変質による可能性がある。また、ラ・リベルラ鉍床からラ・ルイサ鉍床周辺及びその西側は全体的には比抵抗が高く、IPが低い傾向にある。この付近の主な地質は流紋岩や粘板岩・砂岩互層であり、砂岩部を多く挟むことや珪化作用を強く受けていることなどから鉍化作用による比抵抗の低下よりも珪化による比抵抗の増加の方がより強いために比抵抗が高くなっていると考えられる。また、同様にIPが低いことも珪化作用が強いことによると判断されるが、数カ所において弱いIP異常が認められ、これらは鉍化作用の影響を示唆している可能性がある。

③ ボーリング調査の結果

ボーリング調査は2本で総掘進長570.10 m行った。

MJNC-5はラ・リベルラ鉍床の南西方100 mで320.10 m掘進した。地質精査及び物理探査（IP法）の結果、ラ・リベルラ鉍床は35~70°で西に傾斜していることと推定された。ボーリングの結果、地質はイスカテバック層の粘板岩、粘板岩・砂岩互層、流紋岩及び凝灰角礫岩からなり、28.80~30.70 m、38.60~39.00 m、80.60~80.80 mなどに数cm径の塊状硫化物鉍石礫を把握した。これらの鉍石には多量の黄鉄鉍のほか、黄銅鉍、閃亜鉛鉍が普遍的に認められ、しばしばエレクトラム及び方鉛鉍を伴う。これらの鉍石はラ・リベルラ坑内で確認された鉍石と同質のものであり、付近に塊状硫化物鉍体が存在する可能性が大きい。

MJNC-6はラ・ルイサ鉍床の南西約400 m方で250.00 m掘進した。本孔の東側約600 mに硫化物の鉍染帯がトレンチ調査などで確認され、地下深部への連続性を把握するために実施した。地質はテラス堆積物が厚く堆積し、118.00 m以浅では数m~10mの砂岩を互層状にはさむ粘板岩であり、それより下部は数mm~数cm単位の砂岩と粘板岩の互層である。コアはしばしば破碎されているほか、テラス堆積物が厚く堆積していることなどから判断して、付近に大きな断層があると推定することができる。数箇所において微細な黄鉄鉍を主とするバンド~レンズ状の鉍石及び礫などのほか、微粒な石炭の濃集部などが認められたが、鉍徴は微弱であった。

また、ストロンチウム同位体組成も同様な結果であり、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値はMJNC-5では海水と鉍石の中間の値である0.709及び0.710を示したが、MJNC-6では0.7087及び0.734を示し、鉍石の値と大きく離れており、鉍化中心から離れていると推定される。

5-2 第3年次調査への提言

第2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3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、ボーリング調査結果から判断して、鉱化作用を広範囲に受けている地区と判断されるが、鉱化の程度が弱く、濃集が悪いこと及び断層や褶曲作用などの影響を強く受けた地区であり、大規模な鉱床賦存の場の特定が困難である。従って、今後の探鉱活動を行う経済効果は低いと判断される。
- (2) ラ・トリニダード地区においては、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、塊状硫化物鉱床と密接な関係を有する流紋岩溶岩と岩体を限定することができた。また、ラ・リベルラ鉱床西で実施したボーリング調査からはラ・リベルラ鉱床へ連続する可能性の大きい鉱石の一部を把握した。
従って、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であり、ボーリング調査で確認する必要がある。また、そのボーリング調査の結果、有望な鉱徴地を捕捉した場合は、その鉱徴地の連続性や広がりを把握するためにポアホールIP又はIPトモグラフィーを実施することが望ましい。

11

10

9



第Ⅱ部 各論

第 II 部 各 論

第 1 章 カンボセコ地区

1-1 調査方法

本地区においては、昨年度地質調査及び物理探査（CSAMT法）を実施した。一般に、鉱床及び鉱化作用に伴う粘土化変質帯は低抵抗帯に対比される。本地区の低抵抗帯は、地表下300m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の既知鉱床近傍に認められ、本地区の地質構造が急傾斜であることとも一致し、これらの低抵抗帯は鉱化変質帯を示している可能性がある。よって、これらの低抵抗帯に対してボーリング調査を実施した。

1-2 地質

本地区には、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～デイサイト貫入岩が分布する。

イスカテベック層は、白亜系に対比され、弱い変成作用を受けた、千枚岩～粘板岩（Kp）、流紋岩～デイサイト（Kr）、凝灰岩（Kt）、石灰岩（Kc）からなる。また、千枚岩～粘板岩は、砂岩や安山岩の薄層を挟む。本層はカンボセコ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、カンボセコ地区内では、1,700 m以上と推定される。

大局的にはN-S系の走向を示し、垂直に近い急傾斜をなすが、岩相から判断して東側が上位と推定される。

千枚岩～粘板岩は、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数枚の薄層を伴う。カンボセコ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。

流紋岩～デイサイトはカンボセコ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。本岩は、弱い変成作用を受けた流紋岩～デイサイトである。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、黄鉄鉱鉱染が頻繁に認められる。

凝灰岩は、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。本岩は、流紋岩質～デイサイト質であり、淡灰色～白色を呈し、火山礫凝灰岩～細粒凝灰岩と岩相の変化が著しい。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。

石灰岩は、カンボセコ地区内ではイスカテペ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。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・葉理の発達は弱い。石灰質千枚岩～粘板岩と漸移することがある。

アヨトチ安山岩類は、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、イスカテペ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。下位のイスカテペック層とは、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、分布の周縁部ではイスカテペ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。

安山岩は、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。本岩は、主として塊状溶岩からなり、局部的に同質凝灰岩の薄層を挟在する。暗灰色で、緻密であり、デイサイトに類似するが、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。

安山岩質凝灰角礫岩は、主としてアヨトチ安山岩類の下底部を構成する。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、角礫の長径は5 cm以下で、その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。

貫入岩は、流紋岩～デイサイトからなる。流紋岩～デイサイト貫入岩は、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。全般に珪化作用が見られるが、岩体の周縁部で珪化と白色化作用が顕著となる傾向がある。変質が著しい箇所では白色、風化面が鉄分によって褐色を呈する。随所で黄鉄鉱鉱染が観察される。一部にごく弱い葉理が認められることがある。

本地区のイスカテペック層は、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、アヨタ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。

1-3 調査結果

1-3-1 ボーリング調査

1-3-1-1 調査方法

1. 調査概要

ボーリング作業は、メキシコの業者を用いて実施し、コア鑑定及び付近の地質調査などは、地質担当者が実施した。これらのボーリングの結果は地表地質調査とともに総合検討し、次年度以降に実施する調査の資料とした。コア鑑定は縮尺200分の1の柱状図にまとめ、鉱石着鉱部は原則として1mごとにサンプリングを行い化学分析を行った。しかし、鉱石の産状に変化のみられる部分では、産状に応じてサンプリング間隔を縮めた。また、代表的な岩石は薄片を作成し、顕微鏡観察を行い、鉱化の認められる部分については、鉱石研磨片を作成し顕微鏡観察を行った。また、X線回折、ストロンチウム同位体測定及び比抵抗測定を実施した。なお、採取した全コアは、上下を明確にしてコア箱に収納し、コア箱の中及び外に採取深度を記載してアパストラの倉庫に保管した。

なお、ボーリング位置図は図II-1-1に示す。

2. 工法及び使用機材

本調査の掘削作業は、メキシコ国内のボーリング会社(Core Drilling社)により実施された。ボーリング機械、ビット類、泥材、切削油、セメントなどの消耗品類などは、すべてメキシコ国内で調達された。

ボーリング調査はワイヤーライン工法を採用した。調査にはロングイヤー44(Long Year-44)のボーリング機械3台を使用し、破碎帯、逸水帯及び変質帯におけるボーリングコア採取率の向上を図るため、ベントナイトやケーシングパイプを適宜使用した。本調査に使用した主要機材及び消耗品などを表II-1-1～表II-1-3に示す。

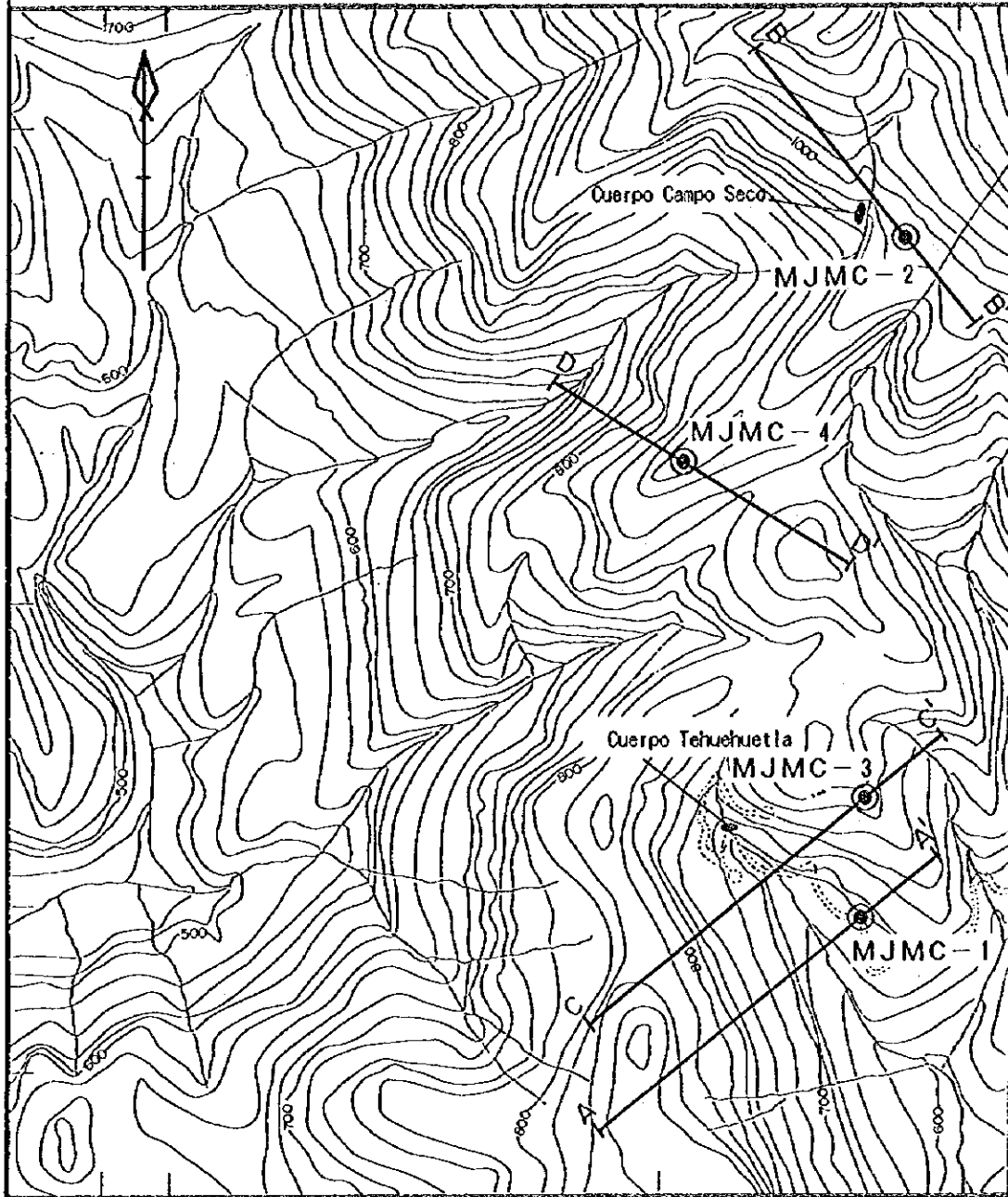
3. ボーリング作業

(1) 道路造成

W100° 03' 07"

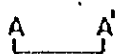
W100° 01' 55"

N18° 01' 02"



N17° 59' 40"

LEYENDA



Linia de sección



punto de perforación

図 II-1-1 ボーリング位置図 (カンボセコ地区)

表 II - 1 - 1 使用機器一覧表

品名	形式	仕様	数量	備考
試錐機	L-44 (07台)	掘削能力：NQ 810m 8段変速 ディーゼルエンジン：710馬力， 80馬力/2,200R.P.M.	3	
試錐ポンプ	RQ520 (07台)	三連式単動ポンプ 最大圧力：49kg/cm ² 最大吐出量：76リットル/min ディーゼルエンジン：空冷4気筒 15馬力/1,500R.P.M.	1	
	RQ535 (07台)	三連式単動ポンプ 最大圧力：56kg/cm ² 最大吐出量：140リットル/min ディーゼルエンジン：空冷4気筒 15馬力/1,500R.P.M.	2	
マッドミキサー	MGA-100A	タワ容量：125リットル 攪拌容量：100リットル/1,000R.P.M. 原動機：モーター-1.5KW/4馬力	3	
ロッド	NC-WL	3.00m/本	60	
	NX-WL	3.00m/本	450	

表 II-1-1-2 使用消耗品一覧表

品名	仕様	単位	数量 (MJMC-1)	数量 (MJMC-2)	数量 (MJMC-3)	数量 (MJMC-4)	数量 (MJMC-5)	数量 (MJMC-6)	合計
アクターチューブ (NC)	76.2mm×88.9mm×3.0m	本	1	1	2	1	1	1	7
アクターチューブ (NX)	60.7mm×73.0mm×3.0m	本	1	2	2	0	1	0	6
インナーチューブ (NC)	NC×3.0m	本	0	1	1	0	0	0	2
インナーチューブ (NX)	NX×3.0m	本	1	1	1	1	1	1	6
インナーチューブヘッド	NC	組	1	1	1	1	1	1	6
インナーチューブヘッド	NX	組	1	1	1	1	1	1	6
オーバージョット	NC(垂直用)	本	1	0	1	0	1	1	4
オーバージョット	NX(垂直用)	本	1	0	1	0	1	1	4
ワイヤーライン用ワイヤー	5mm×500m	巻	1	0	0	1	1	1	4
ケーシングパイプ (NW)	76.2mm×88.9mm×3.0m	本	2	5	7	15	2	3	34
ケーシングシュー (NW)	75.9mm×91.8mm	個	1	2	1	2	1	2	9
コアリフター	NX	個	2	4	3	5	2	3	19
コアリフターケース	NX	個	2	1	3	1	2	3	12
軽油		リットル	2,780	4,085	2,570	4,760	2,030	1,410	17,635
ガソリン		リットル	255						255
タービン油		リットル	39	133	37	51	12	30	302
セメント		kg	100	100	250	400	100	100	1,050
ベントサイト		kg	520	1,240	1,320	2,560	1,480	1,400	8,520

表 II-1-3 ダイヤモンドビット・リーマー使用状況一覧表

品名	形式	仕様	数量 (MJMC-1)	数量 (MJMC-2)	数量 (MJMC-3)	数量 (MJMC-4)	数量 (MJMC-5)	数量 (MJMC-6)	合計
ダイヤモンドビット									
	NC	69.5mm×92.7mm		2	1	1	1	1	6
	NX	50.8mm×75.4mm	3	6	5	8	3	4	29
リーマー									
	NC	92.7mm		2	1	1	1	1	6
	NX	75.8mm	3	6	5	8	3	3	28
ケーシングシュエービット (コンポジット)									
	NW	75.9mm×91.8mm	1	1	1	1	1	1	6

ボーリング機材運搬のために既成道路からボーリング基地(MJMC-1)まで、ブルドーザーで道路整備及び造成を行った。ブルドーザーはチルパンシンゴ(Chilpancingo)からヌエボ・ポブラド集落までトラックで運搬し、そこからMJMC-1付近まで、約6km間の道路整備及び造成を行った。調査期間中は雨期にあたり、道路が頻繁に壊されたが、人力により補修整備を行った。

(2) 設営作業

ボーリングに使用した機材は、すべてメキシコシティから8トントラック2台、3トントラック1台及びピックアップ型トラック2台を使用し、MJMC-1ボーリング基地まで運搬した。MJMC-2及びMJMC-4の機材はヌエボ・ポブラド集落からヘリコプターを使用してボーリング基地へ搬入した。また、MJMC-3の機材はMJMC-1の機材をボーリング機械の動力を使用してボーリング機械本体を輸送した。

作業員はヌエボ・ポブラドの民家を借り受けて宿舍とし、そこから作業現場へ通った。ボーリング作業は主に1方/日で行い、1方の作業時間は10時間であった。掘削孔の状態により作業時間を変更し、一部は2方及び3方で行った。

(3) 撤収作業

MJMC-1で使用した機材はすべてMJMC-3へ移設した。MJMC-2及びMJMC-4の機材はヘリコプターによりヌエボ・ポブラドまで撤収した。全作業終了後、MJMC-3及びMJMC-2の機材はヌエボ・ポブラド集落からラ・トリニダード地区のヌエボ・レオン集落までトラックにより輸送した。また、MJMC-4の機材は作業終了後、機材はすべてメキシコシティに運搬した。また、ボーリングコアはすべてアパストラの民家を借りた事務所の倉庫に収納した。作業全体の工程表を表II-1-4に示す。

(4) コアリング状況と泥水管理

各ボーリングともコアリングは、すべてN x 径で採取した。

MJMC-1の100mごとのコア採取率は、99.6mまでは91.3%であり、99.6~200.3m間は100.0%、200.3~299.8m間は98.0%、それ以深は100.0%であり、全体では97.4%である。MJMC-2の100mごとのコア採取率は、101.7mまでは93.7%、それ以深はほぼ100.0%であり、全体では98.5%である。MJMC-3の100mごとのコア採取率は、99.4mまでは79.2%であり、それ以深はほぼ100.0%であり、全体では94.2%である。MJMC-4の100mごとのコア採取率は、103.5mまでは51.4%であり、それ以深はほぼ100.0%であり、全体では88.0%である。

各孔ごとのコア回収状況は表II-1-5~表II-1-8に示すとおりであり、最低88.0%、最高98.5%であった。掘削はペントナイト泥水を使用し、岩盤の特性に応じて適宜ポリマーを添加して使用した。また、MJMC-4は逸水が著しく、11月には水の供給が困難なため、

表Ⅱ-1-4 ポーリング工事工程表

区分	7月	8月	9月	10月	11月	12月	方位	傾斜	掘進長	採取率
移動及び準備	3 6									
MJMC-1	設定作業	7 24								
	掘進作業	25	3							
	解体作業	7 16	4 6				-	-90°	407.6m	97.37%
MJMC-2	設定作業	17		15						
	掘進作業			16 28			N40° W	-75°	500.4m	98.50%
	解体作業		3 11							
MJMC-3	設定作業		12		19					
	掘進作業			20 24			-	-90°	400.0m	94.23%
	解体作業		14 28							
MJMC-4	設定作業		29		29					
	掘進作業				30 9		N60° W	-80°	430.1m	88.03%
	解体作業			16 2						
MJMC-5	設定作業				3 9					
	掘進作業				10 11		-	-90°	320.1m	95.10%
	解体作業			16 10						
MJMC-6	設定作業				11 7					
	掘進作業				8 11		-	-90°	250.0m	87.08%
	解体作業				12 16					
撤去及び移動										
報告書作成						17				

表Ⅱ-1-5 掘進実績表 (MJMC-1)

工 事 期 間							
区 分	工 事 期 間			期 間 内 訳			
	期 間			延 日 数	実働日数	休業日数	作業工数
設 営 作 業	7. 7月.1995 ~ 24.7月.1995			18	16	2	80
掘 進 作 業	25. 7月.1995 ~ 3.9月.1995			41	41	0	325
解 体 撤 去 作 業	4. 9月.1995 ~ 6.9月.1995			3	3	0	19
合 計	7. 7月.1995 ~ 6.9月.1995			62	60	2	424
掘 進 深 度				100m毎のコア採取率			
計 画 深 度	400.00 m	表 土	3.0 m	深 度 (m)	コア長及びコア採取率		累 計
増 掘 長	7.60 m	コア長	396.90 m	0.00 ~ 99.60	90.90 m	91.27 %	91.27 %
検 尺 深 度	407.60 m	コア採取率	97.4 %	99.60 ~ 200.30	100.70 m	100.00 %	95.66 %
作 業 時 間				200.30 ~ 299.80	97.50 m	97.99 %	96.43 %
掘 削 時 間	417.0 h	56.2 %	49.1 %	299.80 ~ 407.60	107.80 m	100.00 %	97.37 %
ロッド揚降	23.0 h	3.1 %	2.7 %				
インナー揚降	43.0 h	5.8 %	5.1 %				
付 帯 作 業	11.0 h	1.5 %	1.3 %	掘 進 能 率			
事故回復作業	117.0 h	15.8 %	13.8 %	掘進深度(m)/延日数		6.57 m/日	
その他	131.0 h	17.7 %	15.4 %	掘進深度(m)/実働日数		6.79 m/日	
小 計	742.0 h	100.0 %	87.4 %	掘進深度(m)/延掘進日数		9.94 m/日	
移 設 作 業				掘進深度(m)/実掘進日数		9.94 m/日	
設 営 作 業	87.0 h		10.2 %	掘進深度(m)/延工数		0.96 m/工	
解 体 作 業	20.0 h		2.4 %	純掘進工数/掘進深度(m)			
合 計	849.0 h		100.0 %	0.80 工/m			
ケーシングパイプ				記 事 A : 掘進長 B : 挿入長			
ケーシングパイプ挿入深度 およびケーシングサイズ	B/A×100 (%)	ケーシングパイプ 回収率 (%)					
77mm 26.0m	6.4	100.0					

表Ⅱ-1-6 掘進実績表 (MJMC-2)

工 事 期 間							
区 分	工 事 期 間			期 間 内 訳			
	期 間			延 日 数	実働日数	休業日数	作業工数
設 営 作 業	7. 7月.1995 ~ 16. 7月.1995			10	10	0	46
掘 進 作 業	17. 7月.1995 ~ 15.10月.1995			91	90	1	691
解 体 撤 去 作 業	16. 10月.1995 ~ 28.10月.1995			13	9	4	26
合 計	7. 7月.1995 ~ 28.10月.1995			114	109	5	763
掘 進 深 度				100m毎のコア採取率			
計 画 深 度	500.00 m	表 土	0.0 m	深 度 (m)	コア長及びコア採取率		累 計
増 掘 長	0.40 m	コア長	492.90 m	0.00 ~ 101.70	95.30 m	93.71 %	93.71 %
検 尺 深 度	500.40 m	コア採取率	98.5 %	101.70 ~ 201.20	99.10 m	99.60 %	96.62 %
作 業 時 間				201.20 ~ 301.85	100.65 m	100.00 %	97.75 %
掘 削 時 間	591.0 h	47.9 %	41.2 %	301.85 ~ 401.55	99.70 m	100.00 %	98.31 %
ロッド揚降	53.0 h	4.3 %	3.7 %	401.55 ~ 500.40	98.15 m	99.29 %	98.50 %
インナー揚降	108.0 h	8.8 %	7.5 %	掘 進 能 率			
付帯作業	23.0 h	1.9 %	1.6 %	掘進深度(m)/延日数		4.39 m/日	
事故回復作業	262.0 h	21.2 %	18.2 %	掘進深度(m)/実働日数		4.59 m/日	
その他	196.0 h	15.9 %	13.6 %	掘進深度(m)/延掘進日数		5.50 m/日	
小 計	1233.0 h	100.0 %	85.9 %	掘進深度(m)/実掘進日数		5.56 m/日	
移 設 作 業				掘進深度(m)/延工数		0.66 m/工	
設 営 作 業	111.0 h		7.7 %	純掘進工数/掘進深度(m)		1.38 工/m	
解 体 作 業	92.0 h		6.4 %	記 事 A : 掘進長 B : 挿入長			
合 計	1436.0 h		100.0 %				
ケーシングパイプ							
ケーシングパイプ挿入深度 およびケーシングサイズ (m)	B/A×100 (%)	ケーシングパイプ 回収率 (%)					
77mm 49.50m	9.9	100.0					

表Ⅱ-1-7 掘進実績表 (MJMC-3)

工 事 期 間								
区 分	工 事 期 間			期 間 内 訳				
	期 間			延 日 数	実働日数	休業日数	作業工数	
設 営 作 業	3. 9月.1995 ~ 11. 9月.1995			9	9	0	90	
掘 進 作 業	12. 9月.1995 ~ 19.10月.1995			39	39	0	361	
解 体 撤 去 作 業	20. 10月.1995 ~ 24.10月.1995			5	5	0	39	
合 計	3. 9月.1995 ~ 24.10月.1995			53	53	0	490	
掘 進 深 度				100m毎のコア採取率				
計 画 深 度	400.00 m	表 土	0.0 m	深 度 (m)	コア長及びコア採取率		累 計	
増 掘 長	0.00 m	コア長	376.90 m	0.00 ~ 99.40	78.70 m	79.18 %	79.18 %	
検 尺 深 度	400.00 m	コア採取率	94.2 %	99.40 ~ 199.35	99.95 m	100.00 %	89.62 %	
作 業 時 間				199.35 ~ 302.10	101.95 m	99.22 %	92.88 %	
掘 削 時 間	406.0 h	61.2 %	50.0 %	302.10 ~ 400.00	96.30 m	98.37 %	94.23 %	
ロッド揚降	23.0 h	3.5 %	2.8 %					
インナー揚降	43.0 h	6.5 %	5.3 %					
付帯作業	9.0 h	1.4 %	1.1 %	掘 進 能 率				
事故回復作業	61.0 h	9.2 %	7.5 %	掘進深度(m)/延日数		7.55 m/日		
その他	121.0 h	18.3 %	14.9 %	掘進深度(m)/実働日数		7.55 m/日		
小 計	663.0 h	100.0 %	81.7 %	掘進深度(m)/延掘進口数		10.26 m/日		
移 設 作 業				掘進深度(m)/実掘進口数		10.26 m/日		
設 営 作 業	99.0 h		12.2 %	掘進深度(m)/延工数		0.82 m/工		
解 体 作 業	50.0 h		6.2 %	純掘進工数/掘進深度(m)			0.90 工/m	
合 計	812.0 h		100.0 %	掘 進 能 率				
ケーシングパイプ				純掘進工数/掘進深度(m)				0.90 工/m
ケーシングパイプ挿入深度 およびケーシングサイズ (m)	B/A×100 (%)	ケーシングパイプ 回収率 (%)		記 事 A : 掘進長 B : 挿入長				
77mm 60.00m	15.0	100.0						

表Ⅱ-1-8 掘進実績表 (MJMC-4)

工 事 期 間							
区 分	工 事 期 間			期 間 内 訳			
	期 間			延 日 数	実働日数	休業日数	作業工数
設 営 作 業	14. 8月.1995 ~ 28. 8月.1995			15	13	2	67
掘 進 作 業	29. 8月.1995 ~ 29.11月.1995			93	93	0	625
解 体 撤 去 作 業	30. 11月.1995 ~ 9. 12月.1995			10	8	2	66
合 計	14. 8月.1995 ~ 9. 12月.1995			118	114	4	758
掘 進 深 度				100m毎のコア採取率			
計 画 深 度	430.00 m	表 土	46.2 m	深 度	コア長及びコア採取率		累 計
増 掘 長	0.10 m	コア長	378.60 m	(m)			
検 尺 深 度	430.10 m	コア採取率	88.0 %	0.00 ~ 103.50	53.20 m	51.40 %	51.40 %
作 業 時 間				103.50 ~ 201.60	97.40 m	99.29 %	74.70 %
掘 削 時 間	482.0 h	35.9 %	32.2 %	201.60 ~ 301.50	99.90 m	100.00 %	83.08 %
ロッド揚降	45.0 h	3.4 %	3.0 %	301.50 ~ 430.10	128.10 m	99.61 %	88.03 %
インナー揚降	52.0 h	3.9 %	3.5 %	掘 進 能 率			
付 帯 作 業	39.0 h	2.9 %	2.6 %	掘進深度(m)/延日数		3.64	m/日
事故回復作業	476.0 h	35.5 %	31.8 %	掘進深度(m)/実働日数		3.77	m/日
その他	247.0 h	18.4 %	16.5 %	掘進深度(m)/延掘進日数		4.62	m/日
小 計	1341.0 h	100.0 %	89.6 %	掘進深度(m)/実掘進日数		4.62	m/日
移 設 作 業				掘進深度(m)/延工数		0.57	m/工
設 営 作 業	100.0 h		6.7 %	掘進深度(m)/掘進日数		1.45	工/m
解 体 作 業	55.0 h		3.7 %	純掘進工数/掘進深度(m)			
合 計	1496.0 h		100.0 %	掘進工数/掘進深度(m)			
ケーシングパイプ				ケーシングパイプ			
ケーシングパイプ挿入深度				回収率			
およびケーシングサイズ	B/A×100			(%)			
(m)	(%)			(%)			
77mm	89.60m	20.8		6.7			
				記 事			
				A : 掘進長			
				B : 挿入長			

一部油をコアチューブに塗り、掘進作業を行った。

(5) ボーリング用水

MJMC-1の用水は、ボーリング基地北西にあるテウエウトラ鉤体付近でCRMが実施したボーリング孔からの湧水をホースでボーリング基地の約2,000リットルのタンクに集水して使用した。MJMC-2の用水は、ボーリング基地北西にあるカンボセコ鉤体付近でCRMが実施したボーリング孔及び沢水からポンプアップして、2,000リットルのタンクに集水して使用した。MJMC-3はMJMC-1同様に集水し、MJMC-1基地からポンプアップして2,000リットルのタンクに集水して使用した。また、MJMC-4の用水は、MJMC-2と同位置からポンプアップし、約650m間をホースで配水したが、工事時期が乾期にかかりCRMで実施したボーリング孔からの湧水だけの水になり、集水に時間を要した。11月にはボーリング基地に2,000リットルのタンクを追加し貯水して使用したが、逸水が著しい箇所があり、給水が困難な場合があった。

4. 掘進状況

作業全体の工程表は表II-1-4、各孔ごとの掘進実績は表II-1-5～表II-1-8に示したとおりである。

各孔ごとに岩石の状態に応じてケーシングパイプを挿入した。

MJMC-1は287.8mまでは2方/日、それ以深は1方/日で掘進を行った。MJMC-2は48.3mまでは1方/日、140.3mまでは2方/日、177.2mまでは1方/日、285.6mまでは2方/日、363.6mまでは1方/日、それ以深はほぼ2方/日で掘進を行った。機械の故障などで掘進中断が行われ、ヘリコプターを利用して部品交換などを行ったために多くの日数を要した。MJMC-3は全行程をほぼ2方/日で掘進を順調に行った。MJMC-4は201.6mまでは一部2方/日があるもののこの大部分を1方/日で掘進し、342.9mまでは2方/日、それ以深は用水不足のために1方/日で行った。

各孔の掘進状況は次のとおりである。

(1) MJMC-1

掘進作業は7月25日から9月3日まで行い、掘進能率は6.57m/日であった。全体をN x サイズのビットで掘進したが、26.0 mまでは内径76 mmのNcのケーシングパイプを挿入して掘進を行った。

(2) MJMC-2

掘進作業は7月17日から10月15日まで行い、掘進能率は4.39m/日であった。全体をN x サイズのビットで掘進したが、49.5 mまでは内径76 mmのN cのケーシングパイプを挿入して掘進を行った。

(3) MJMC-3

掘進作業は9月12日から10月19日まで行い、掘進能率は7.55m/日であった。全体をN x サイズのビットで掘進したが、60.0 mまでは内径76 mmのN cのケーシングパイプを挿入して掘進を行った。

(4) MJMC-4

掘進作業は8月29日から11月29日まで行い、掘進能率は3.64m/日であった。全体をN x サイズのビットで掘進したが、89.6 mまでは内径77 mmのN cのケーシングパイプを挿入して掘進を行った。本孔では100~120 m間に大きな逸水帯があり、掘進が困難であった。201.6mまで掘進した後で、100~120m間の逸水を防止するためにセメントを注入し、再掘進を行ったが、再掘進後の孔が前の孔と多少ずれたために、120mからは新規掘り直しとなった。また、11月19日以降は水不足のために1方で作業を行い、ロッドには油を塗布して掘進作業を行った。

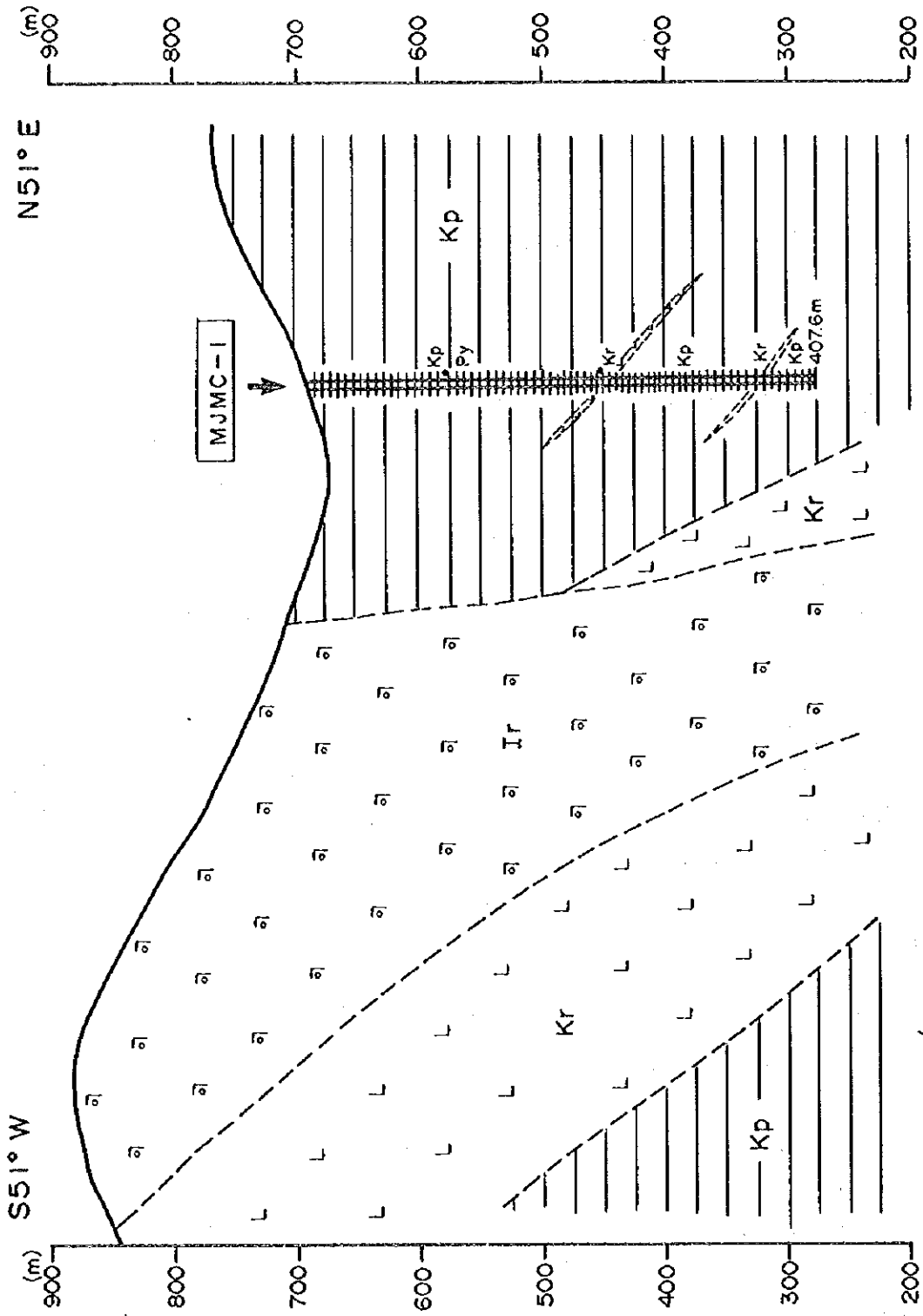
1-3-1-2 調査結果

1. 地質・鉱化・変質

ボーリング柱状図を図II-1-2(巻末)、地質断面図を図II-1-3~図II-1-6に示す。また、岩石薄片鑑定結果は表II-1-9、鉱石研磨片鑑定結果は表II-1-10、鉱石分析結果は表II-1-11及びX線回折結果は表II-1-12に示す。また、各孔の地質概要は次のとおりである。

(1) MJMC-1

- ・0.0~3.0 m. テーラス堆積物であり、褐色を呈する。石英、粘板岩などの礫から構成される。
- ・3.0~60.30 m. 黒色粘板岩で、塊状を呈する。3.0~22.2 m間は風化作用を受けて部分的に褐色~暗灰色を呈する。
- ・60.30~86.30. 黒色粘板岩と灰色砂岩の互層である。互層は数mmオーダーであり、砂質部はやや石灰質である。
- ・86.30~164.00 m. 黒色粘板岩で、塊状を呈する。部分的には砂岩の薄層を伴う。薄いバンド状~レンズ状の黄鉄鉱がしばしば認められる。フォリエーションは40~60°程度である。



Explicación





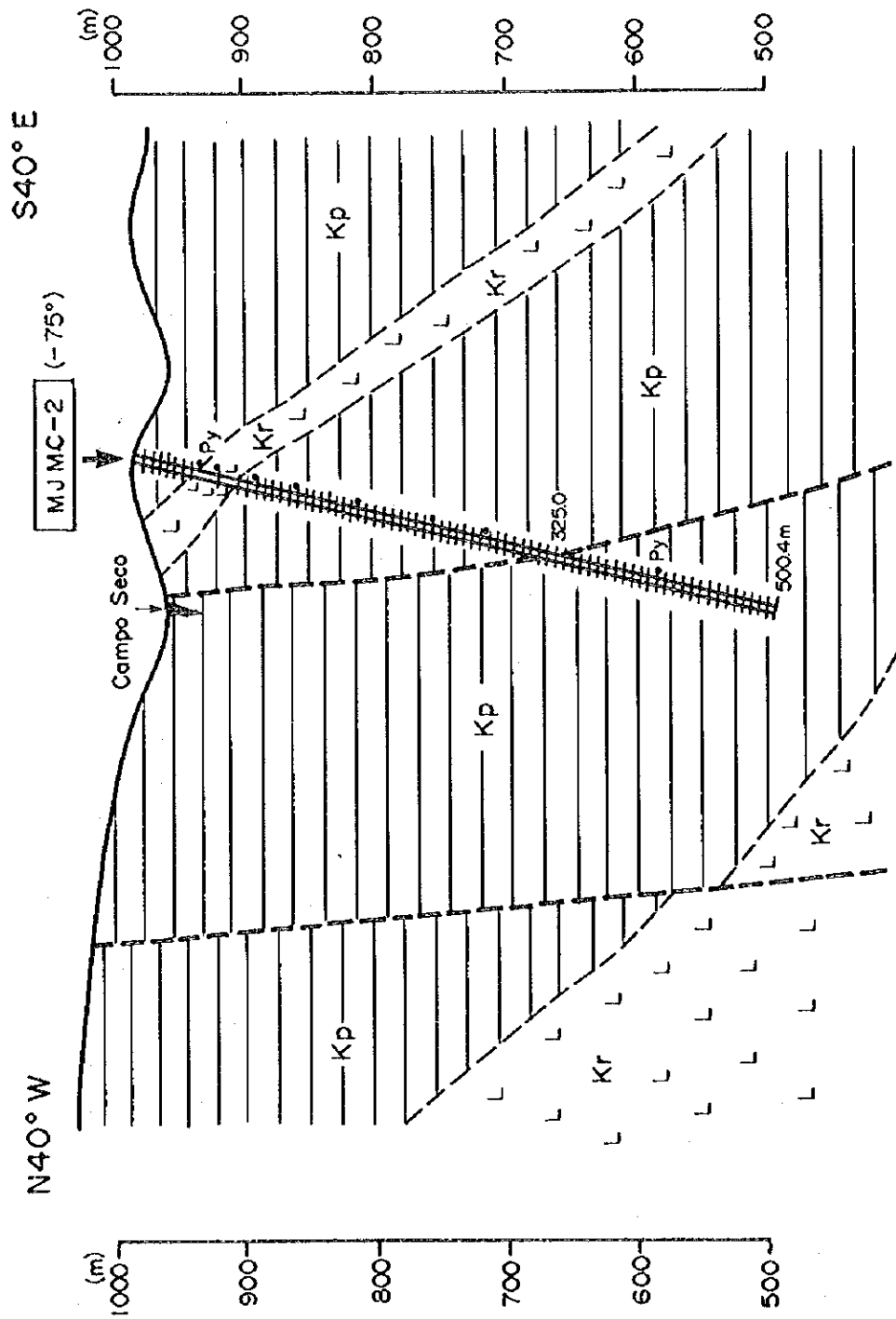
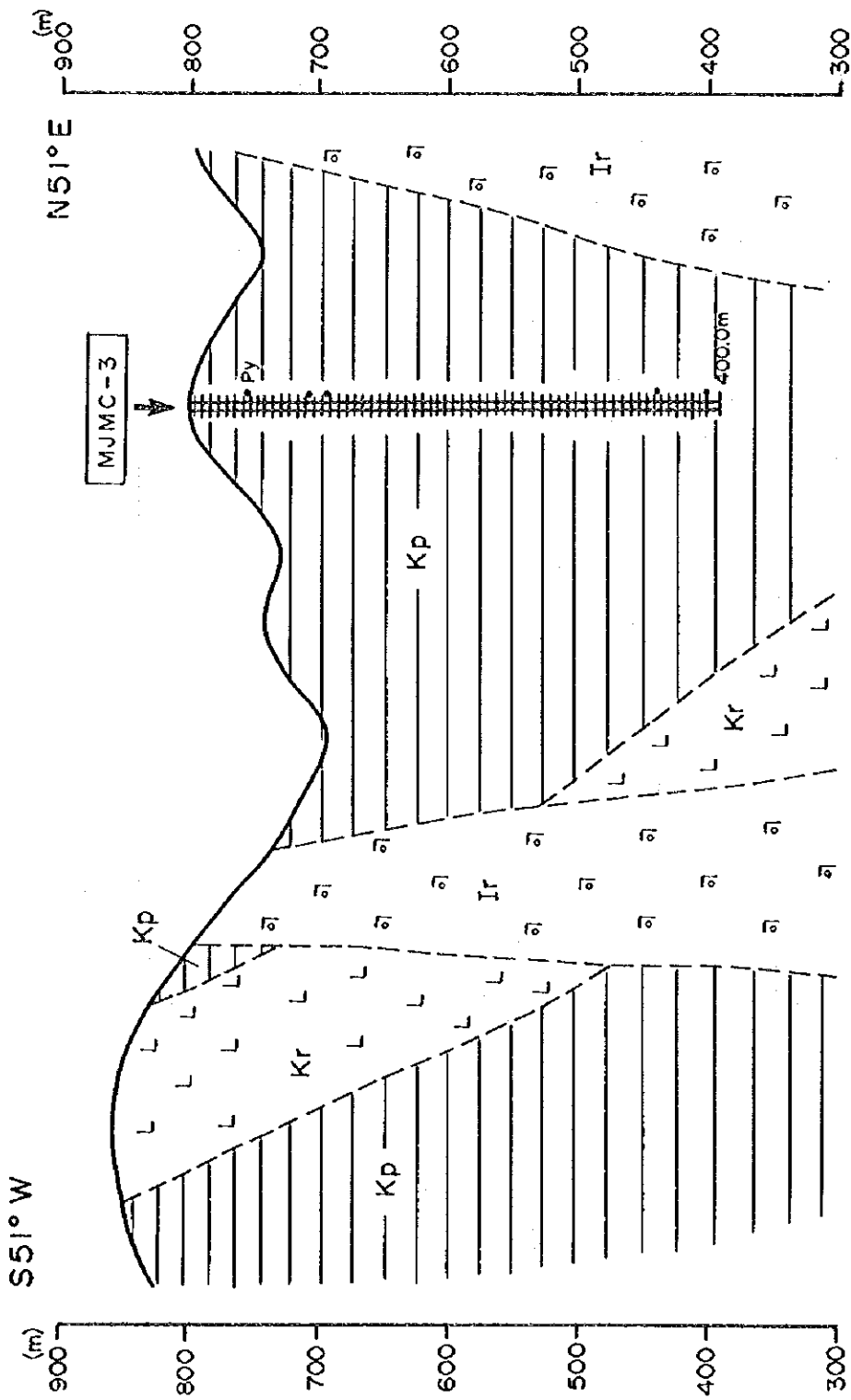
	Kp: Pizarra		Kr: Riolita		Ir: Riolita Intrusiva
	Py: Mineralización				

图 II-1-3 地质断面图 (MJMC-1)



- Explicación
- Kp: Pizarra
 - Kr: Riolita
 - L: Riolita Intrusiva
 - Py: Mineralización

图 II-1-4 地质断面图 (MJMC-2)



Explicación





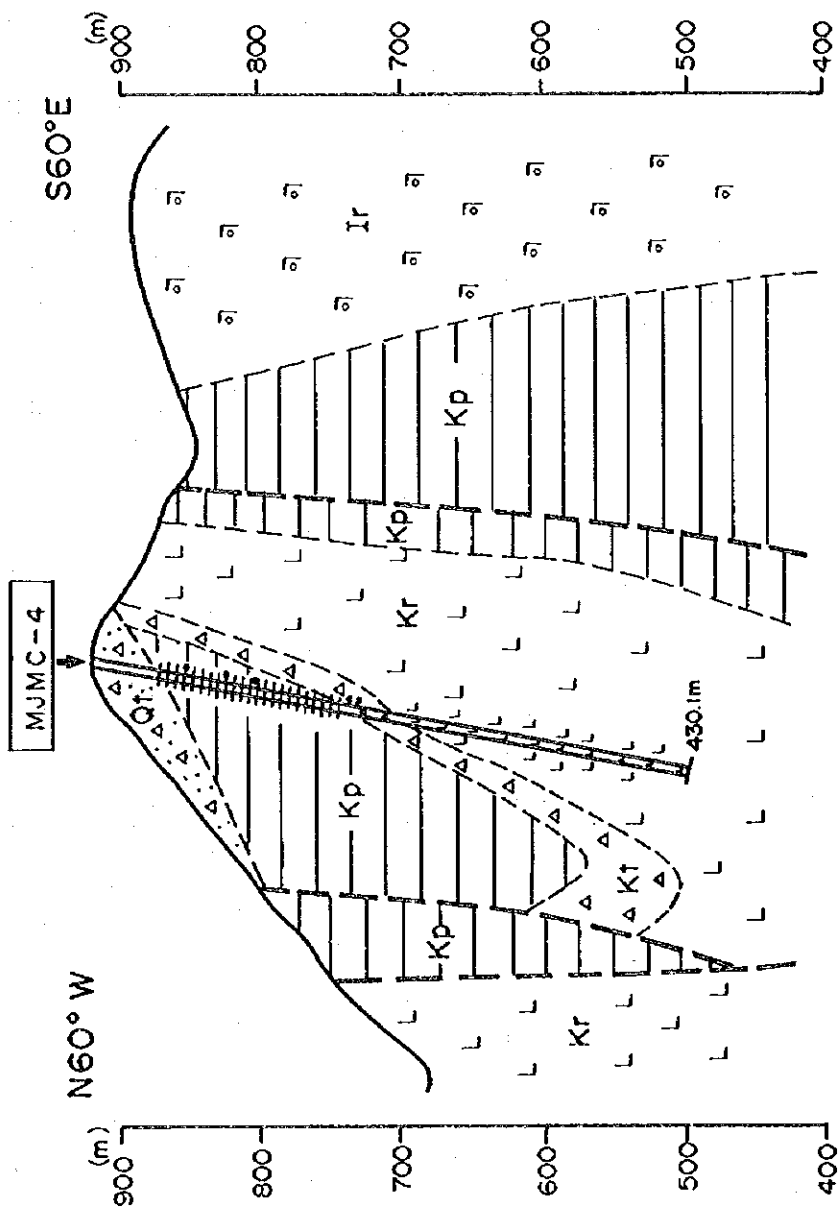
	Kp: Pizorra		Kr: Riolito		Ir: Riolito Intrusiva
	Py: Mineralización				

图 II-1-5 地质断面图 (MJMC-3)



Explicación

- △△△ Qt : Deposito
- ▨▨▨ Kp : Pizarra
- Py : Mineralización
- △△ Kt : Toba riolitica
- ▨▨ Ir : Riolita Intrusiva
- LL Kr : Riolita

圖 II-1-6 地質斷面圖 (MJMC-4)

表Ⅱ-1-11 鉱石分析結果一覧表(カンボセコ地区)

No.	試料 番号	ホ-リング 名	深度 (m)		Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Fe (%)	S (%)
			自	至							
1	1A- 1	MJMC- 1	110.35	110.85	0.03	2.10	0.01	0.01	0.02	4.47	4.00
2	1A- 2	MJMC- 1	115.60	115.70	0.05	2.20	0.01	0.01	0.01	7.50	8.35
3	1A- 3	MJMC- 1	125.00	126.00	0.03	1.92	0.01	0.01	0.05	3.60	2.36
4	1A- 4	MJMC- 1	134.00	135.00	0.04	1.96	0.01	0.01	0.02	3.72	1.53
5	1A- 5	MJMC- 1	365.50	365.60	0.04	1.78	0.01	0.01	0.02	6.72	6.49
6	1A- 6	MJMC- 1	350.30	350.40	0.01	1.73	0.00	0.01	0.02	4.00	2.18
7	2A- 1	MJMC- 2	30.80	31.00	0.08	4.05	0.02	0.01	0.01	4.10	4.68
8	2A- 2	MJMC- 2	34.00	34.30	0.02	3.04	<0.01	0.01	0.02	2.38	2.47
9	2A- 3	MJMC- 2	35.15	35.35	0.04	6.72	0.03	0.01	0.03	5.90	6.57
10	2A- 4	MJMC- 2	38.00	39.00	0.14	11.30	0.04	0.01	0.03	4.95	5.27
11	2A- 5	MJMC- 2	39.00	40.00	0.05	8.47	0.03	0.01	0.03	5.14	5.50
12	2A- 6	MJMC- 2	42.80	43.00	0.06	3.32	0.01	0.01	0.01	9.96	11.37
13	2A- 7	MJMC- 2	43.00	43.40	0.03	3.32	0.01	<0.01	<0.01	6.03	6.55
14	2A- 8	MJMC- 2	43.40	44.40	0.10	3.78	0.01	0.01	0.01	10.12	10.88
15	2A- 9	MJMC- 2	45.40	46.40	0.10	6.40	0.01	0.02	0.03	22.07	21.52
16	2A- 10	MJMC- 2	46.40	47.40	0.09	2.58	<0.01	0.01	0.01	4.71	4.65
17	2A- 11	MJMC- 2	54.00	56.00	0.08	2.23	<0.01	<0.01	0.01	1.84	1.90
18	2A- 12	MJMC- 2	56.00	57.00	0.03	2.55	<0.01	0.01	0.02	10.61	12.42
19	2A- 13	MJMC- 2	90.50	92.50	0.05	2.69	0.01	0.01	0.04	3.63	3.60
20	2A- 14	MJMC- 2	100.00	100.50	0.13	3.74	0.02	0.01	0.02	5.23	6.22
21	2A- 15	MJMC- 2	194.50	194.70	0.10	2.46	<0.01	0.01	0.02	6.59	4.15
22	2A- 16	MJMC- 2	286.25	286.65	0.02	3.01	0.01	<0.01	0.02	1.82	1.54
23	2A- 17	MJMC- 2	295.60	295.70	0.06	2.51	<0.01	0.01	0.01	2.77	1.30
24	3A- 1	MJMC- 3	59.60	60.10	<0.01	1.87	<0.01	0.01	0.02	6.60	1.32
25	3A- 2	MJMC- 3	67.70	68.70	0.02	1.92	0.01	0.01	0.01	3.16	1.40
26	3A- 3	MJMC- 3	112.30	113.30	0.04	1.87	<0.01	<0.01	<0.01	0.86	0.52
27	3A- 4	MJMC- 3	393.75	394.75	0.01	1.96	0.01	<0.01	0.01	1.33	0.96
28	4A- 1	MJMC- 4	74.00	76.00	0.09	2.69	0.01	0.01	0.02	3.51	2.79
29	4A- 2	MJMC- 4	83.50	85.50	0.06	4.51	0.02	0.01	0.06	4.08	3.52
30	4A- 3	MJMC- 4	88.00	89.00	0.11	2.96	0.02	0.01	0.01	3.44	3.64
31	4A- 4	MJMC- 4	111.00	112.00	0.19	4.40	0.05	0.01	0.03	3.93	3.96
32	4A- 5	MJMC- 4	114.00	116.00	0.12	6.18	0.02	0.01	0.26	8.90	4.86
33	4A- 6	MJMC- 4	177.50	179.50	0.12	2.75	0.01	0.01	0.04	5.27	3.62
34	4A- 7	MJMC- 4	179.50	180.90	0.12	9.43	<0.01	0.01	0.01	5.97	2.81
35	4A- 8	MJMC- 4	180.90	181.90	0.11	2.70	<0.01	0.01	0.02	11.32	10.02
36	4A- 9	MJMC- 4	191.50	191.90	0.04	3.53	0.02	0.02	0.01	11.62	8.30
37	4A- 10	MJMC- 4	203.70	204.00	0.09	2.52	<0.01	0.01	0.01	8.01	1.26
38	4A- 11	MJMC- 4	234.50	235.50	0.10	8.24	<0.01	0.01	0.01	5.61	1.78
39	4A- 12	MJMC- 4	255.00	255.80	0.06	2.61	<0.01	0.01	0.01	7.57	5.19
40	4A- 13	MJMC- 4	346.20	349.20	0.16	2.56	0.01	0.01	0.01	2.41	1.36
41	4A- 14	MJMC- 4	424.00	426.00	0.22	<0.01	<0.01	0.01	0.01	7.00	1.31

- ・ 164.00~206.80 m. 黒色粘板岩と灰色砂岩の互層であり、石英の不規則なネットワークが見られる。
- ・ 206.80~244.10 m. 黒色粘板岩で、塊状を呈する。フォリエーションは60°程度である。239.90~240.90 m. 間には灰色を呈する流紋岩貫入岩があり、黄鉄鉱染が認められる。
- ・ 244.10~407.60 m. 大部分黒色粘板岩と灰色細粒砂岩の互層であり、互層は数mmオーダーである。このうち、320.70~323.20 m間は礫岩をはさむ。礫径の最大は4cm程度である。また、365.70~366.00 m間は白色を呈する流紋岩溶岩であり、黄鉄鉱染を伴う。

岩石薄片の顕微鏡観察結果は次のとおりである。

- ・ 38.00mは石灰質粘板岩を主とし、一部に炭質粘板岩を挟む。石灰質部は多量の炭酸塩、石英及び粘土と少量の不透明鉱物及び炭質物からなり、炭質部は多量の炭質物及び粘土、中量の炭酸塩及び少量の石英からなる。
- ・ 71.30m、263.20m、351.50m、395.70mは粘板岩と砂岩互層からの試料であり、粘板岩部は多量の粘土、多量~少量の炭酸塩及び炭質物と少量の石英からなり、砂岩部は多量の炭酸塩、多量~中量の石英、少量の炭質物からなるほか、黄鉄鉱がしばしば認められる。
- ・ 322.70mは礫岩であり、粘板岩を主とし、一部に砂岩礫を含む。粘板岩部は多量の粘土、中量の炭酸塩と炭質物及び少量の石英が認められる。砂岩礫は極細粒の石英からなり、礫径は4mm以下である。変質鉱物としてセリサイト、黄鉄鉱、炭酸塩及び石英などがみられる。
- ・ 240.90mは無斑晶質流紋岩（貫入岩）であり、斑晶として稀に石英があり、石基は多量のガラスからなる。変質鉱物として石英、黄鉄鉱、粘土鉱物、炭酸塩などが認められる。珪化作用を強く受けている。
- ・ 366.80mは無斑晶質流紋岩であり、多量のガラスからなる。変質作用を強く受けており、変質鉱物として方解石、石英、黄鉄鉱などが認められる。

研磨片の顕微鏡観察結果は次のとおりである。

- ・ 110.35 mは鉱石鉱物として多量の黄鉄鉱が認められる。自形を示し、大きさが0.01~0.07 mm程度のものと、framboidal ~ colloformを呈し、大きさが0.001~0.02mm程度のものが認められる。脈石鉱物としては、多量の石英が認められる。
- ・ 115.60mは鉱石鉱物として多量の黄鉄鉱、中量の硫砒鉄鉱及び微量の黄銅鉱が認められる。黄鉄鉱は自形を呈するものとcolloformを呈するもの及び木材のcellを交代したものが認められる。大きさは0.1 mm以下である。硫砒鉄鉱は自形~半自形を呈し、大きさは0.05~0.2 mmである。黄銅鉱は硫砒鉄鉱中に包有されて産し、不定形で大きさは0.01~0.03 mm程度である。脈石鉱物としては、多量の石英と中量の石墨が認められる。石墨は

colloform及びcellを交代した黄鉄鉱と共生し、破碎されている。

- ・ 231.40m及び349.80mのものは、鉍石鉍物として多量の黄鉄鉱と微量の閃亜鉛鉍が認められる。黄鉄鉱は自形を呈し、大きさが0.01~0.5mmのものと、colloformを呈し大きさが0.05~0.02mm程度のものが認められる。閃亜鉛鉍は不定形で大きさは0.01~0.03mm程度であり、自形を呈する黄鉄鉱と共生する。脈石鉍物としては、多量の石英と微量の石墨が認められる。
- ・ 350.30m、365.20m、365.50m及び395.40mは鉍石鉍物として多量の黄鉄鉱、少量の閃亜鉛鉍及び微量の黄銅鉍が認められる。黄鉄鉱はcolloformを呈するものが多いが、一部自形~半自形を呈するものもあり、大きさは0.01~0.15mmの自形~半自形からcolloformを示し、0.02mm程度のものがある。閃亜鉛鉍は不定形を示し、大きさは0.02~0.005mm程度であり、自形を呈する黄鉄鉱に包有されて産するが、一部colloformを呈する黄鉄鉱とも共生する。黄銅鉍は不定形を呈し、0.01~0.02mm程度であり、自形の黄鉄鉱中に包有して産する。脈石鉍物としては多量の石英と石墨が部分的に認められる。

鉍石分析結果は表II-1-11に示したとおりであり、6試料での各成分の最高品位はAu 0.05g/t、Ag 2.2g/t、Cu 0.01%、Pb 0.01%、Zn 0.05%、Fe 7.50%であり、全体的に品位が低い。

X線回折結果は表II-1-12に示したとおり、石英、黄鉄鉱及びカオリナイトが普遍的に認められ、その他の鉍物としてセリサイト、方解石、苦灰石、菱鉄鉱及び石膏が認められた。粘板岩では石英、セリサイト、苦灰石及びカオリナイトの組み合わせである。流紋岩では多量のカオリン鉍物が認められ、セリサイトが欠如するほか、366.0mでは石英が欠如している。また、71.30mの粘板岩と砂岩互層では少量ながら石膏が認められた。

(2) MJMC-2

- ・ 0.0~45.40 m. 黒色粘板岩であり、塊状を呈する。0.0~25.0m付近までは風化作用により暗灰色~褐色を呈する。
- ・ 45.40~50.65 m. 灰色を呈する流紋岩質凝灰岩であり、黄鉄鉱の鉍染を伴う。45.90~46.10 m及び46.40~46.45 mにはセグリゲーション石英が認められる。
- ・ 50.65~65.80 m. 淡灰色を呈する流紋岩であり、全体に変質作用を受けており、角礫状構造が認められる。部分的に珪化及び黄鉄鉱鉍染が認められる。
- ・ 65.80~78.00 m. 火山礫凝灰岩~凝灰角礫岩であり、灰色を呈する。礫質は灰色粘板岩、凝灰岩、流紋岩などであり、フォリエーションは40~50°である。66.90~67.00 m間には黄鉄鉱が多い。
- ・ 78.00~83.50 m. 暗灰色~黒色粘板岩と灰色砂岩互層であり、厚さ50 cm前後のオーダ

一互層である。78.20~78.90 m間には黄鉄鉱鉱染が多く認められる。

- 83.50~89.10 m. 細粒礫岩であり、中に粘板岩の薄層を挟む。最大礫径は3 cm程度であり、礫質は粘板岩、砂岩及び流紋岩などが認められる。一部グレーディングがあり、下部で礫径が大きい。
- 89.10~292.50 m. 黒色粘板岩であり、194.20m以深には数mm~数cmオーダーの灰色を呈する砂岩を挟在する。しばしば厚さ1 cm以下のバンド状の黄鉄鉱薄層が認められる。89.10~194.20m間及び203.00~327.20m間の砂質部はやや石灰質である。
- 292.50~500.40 m. 黒色粘板岩及び灰色砂岩互層であり、数mm~数cmオーダーの互層である。このうち、327.20~330.30 m間には灰色を呈する細粒砂岩を挟在する。全体に均質である。408.60m及び411.00mには径3 cm以下の塊状硫化物の礫を含む。肉眼的には黄鉄鉱が多い。

岩石薄片の顕微鏡観察結果は次のとおりである。

- 53.00mは無斑晶質流紋岩であり、斑晶として少量の石英、石基として多量のガラスが認められる。珪化変質作用を強く受けており、セリサイト、方解石、石英、黄鉄鉱などがみられる。
- 71.00mは流紋岩質火山礫凝灰岩であり、岩片として径32mm以下の多量の粘板岩、少量の細粒砂岩を含む。基底は多量のガラスからなる。変質鉱物として石英、セリサイト、方解石及び黄鉄鉱が認められる。
- 87.50mは礫岩であり、岩片として多量の粘板岩、中量の細粒砂岩を含む。基底は中量の粘土、少量の石英、炭酸塩などが認められる。変質鉱物としては石英、セリサイト、黄鉄鉱、炭酸塩などが認められる。
- 298.00m及び498.00mは粘板岩と砂岩互層であり、粘板岩部は多量の粘土、中量の炭質物、多量~少量の炭酸塩、中量~少量の石英などからなる。砂岩部は極細粒であり、石灰質である。多量の炭酸塩と石英、中量の石英、少量の炭質物などがみられる。変質鉱物として黄鉄鉱や炭酸塩が認められる。

研磨片の顕微鏡観察結果は次のとおりである。

- 32.20m、42.80m、46.00m、56.15m及び100.00mは鉱石鉱物として多量の黄鉄鉱、中量~微量の閃亜鉛鉱が認められる。黄鉄鉱は自形を示すものとframboidal~colloform組織を呈するものがあり、自形を示すもの大きさは0.3mm~0.01mmである。framboidal~colloform組織を呈するものは大きさが0.01~0.02mmである。閃亜鉛鉱は主に自形を呈する黄鉄鉱と共生し、大きさは0.01~0.02mm程度である。脈石鉱物としては多量の石英と中量の方解石などが認められる。
- 295.65m及び408.60mは鉱石鉱物として多量の黄鉄鉱、少量の閃亜鉛鉱及び微量の黄銅鉱

が認められる。黄鉄鉱は自形～半自形を呈するものとframboidal～oolitic組織を呈するものが認められ、大きさは0.1mm以下である。閃亜鉛鉱は不定形であり、大きさは0.15～0.005mm程度であり、散点状に産するほか、一部脈状に産する。多量の脈石鉱物を伴う。

鉱石分析結果は表II-1-11に示したとおりであり、17試料での各成分の最高品位はAu 0.14g/t、Ag 11.3g/t、Cu 0.04%、Pb 0.02%、Zn 0.03%、Fe 22.07%であり、全体的に品位が低い。

X線回折結果は表II-1-12に示したとおり、石英、黄鉄鉱及びセリサイトが普遍的に認められ、その他の鉱物として緑泥石、緑泥石・モンモリロナイト混合層鉱物、方解石、苦灰石(dolomita)及び石膏が認められた。カオリナイトは認められなかった。また、緑泥石が本孔深部で分布するほか、石膏が194.50mで少量認められた。

(3) MJMC-3

- 0.0～185.40 m. 黒色粘板岩で塊状を呈するが、0.0～38.80 m間は風化作用を受けて、部分的に赤褐色を呈する。40.60～41.80 m間に黄鉄鉱を主とする塊状硫化物のレンズ状のものが認められるほか、63.70 m、65.70m、65.70m、85.50m、99.30m、145.00mなどにバンド状～レンズ状の黄鉄鉱の薄層を伴う。しばしば石英及び方解石の網状脈が認められる。
- 185.40～204.80 m. 黒色粘板岩と灰色砂岩の互層であり、部分的に石英網脈が認められる。
- 204.80～290.30m. 黒色粘板岩を主とし、少量の砂岩部を含む。しばしば数cmの石英網状脈を含む。フォリエーションは70～90°と急傾斜である。
- 290.30～296.30m. 黒色粘板岩と灰色砂岩の互層であり、一部不規則な石英網状脈を含む。
- 296.30～324.00m. 黒色粘板岩で塊状を呈するが、306.60m以深には数mm～数cmオーダーの灰色砂岩と互層する。300.30～304.50m間に幅20cm以下の石英脈が認められる。
- 324.00～340.80m. 黒色粘板岩と灰色砂岩の互層であり、フォリエーションは60～70°である。
- 340.80～360.00m. 黒色粘板岩であり、塊状を呈する。一部に散点状の微量の黄鉄鉱を含む。
- 360.00～396.90m. 黒色粘板岩と灰色砂岩の互層であり、砂質部は細粒で石灰質である。361.80～364.50m及び393.80～396.90m間に薄いレンズ状～バンド状の黄鉄鉱が認められる。また、フォリエーションは20～80°と変化に富む。
- 396.90～400.00m. 黒色粘板岩で塊状を呈する。一部に石英網状脈を含む。

岩石薄片の顕微鏡観察結果は次のとおりである。

- ・74.50m、149.50m及び328.20mはいずれも粘板岩と砂岩互層であり、粘板岩部は炭質である。多量の粘土のほか、多量～少量と量的に変化する石英、炭酸塩、炭質物などがみとめられる。砂質部は細粒であり、多量の石英及び炭酸塩のほか、粘土、炭質物などからなる。また、いずれの試料中にも黄鉄鉱が認められる。

研磨片の顕微鏡観察結果は次のとおりである。

- ・56.95mは鉱石鉱物として多量の黄鉄鉱、中量の白鉄鉱及び微量のウルツ鉱が認められる。黄鉄鉱はframboidal～oolitic組織を示し、大きさは0.02～0.2mmである。白鉄鉱は柱状を示し、大きさは0.01～0.02mmであり、脈状に産する。ウルツ鉱は短柱状で、大きさは0.01～0.03mmであり、黄鉄鉱と共生する。また、多量の脈石鉱物を伴う。
- ・61.90m及び63.60mは鉱石鉱物として多量の黄鉄鉱、少量～微量の閃亜鉛鉱及び微量の黄銅鉱からなる。黄鉄鉱はframboidal～colloform組織を示し、大きさが0.15～0.01mmのものを多く含むほか、自形で大きさが0.15～0.05mmのものもみられる。閃亜鉛鉱は外形不定であり、大きさが0.1～0.01mmのものが黄鉄鉱中に認められるほか、63.60mでは脈状のものもみられる。黄銅鉱は外形不定で、大きさは0.01～0.03mmであり、黄鉄鉱中に産する。また、多量の脈石を伴う。

鉱石分析結果は表Ⅱ-1-1に示したとおりであり、4試料での各成分の最高品位はAu 0.04 g/t、Ag 2.0 g/t、Cu 0.01 %、Pb 0.01 %、Zn 0.02 %、Fe 6.60 %であり、全体的に品位が低い。

X線回折結果は表Ⅱ-1-2に示したとおり、石英、セリサイト、カオリナイト、苦灰石及び黄鉄鉱が普遍的に認められ、その他の鉱物として方解石、菱鉄鉱及び石膏が認められた。石膏は379.00mの試料でのみ少量認められた。

(4) MJMC-4

- ・0.0～46.20 m. テーラス堆積物であり、褐色～赤褐色を呈する。灰色流紋岩を主とし、少量の粘板岩礫から構成される。
- ・46.20～68.60 m. 灰色砂岩と黒色粘板岩の互層帯であるが、46.20～51.50 m、55.80～63.40 m、65.30～66.60 m及び68.10～68.60 m間は灰色砂岩であり、それ以外は黒色粘板岩である。砂岩部は塊状を呈し、一部褐鉄鉱の網状脈を伴う。
- ・68.80～116.60 m. 黒色粘板岩であり塊状を呈する。69.00～74.00 m、94.80 m、109.70～111.50 m、114.00 m及び114.70 mなどにレンズ状～バンド状の黄鉄鉱鉱染などが認め

られる。また、74.10~80.15 m、84.50~88.00 m、95.60~95.70 m、103.60~107.30 m 及び113.40~115.80 mは破砕帯であり、粘土化している。

- ・116.60~134.50 m. 流紋岩で灰色を呈する。斑晶として石英及び斜長石が認められる。部分的に変質しており、118.80~119.00m及び126.50~127.30 m間にネットワーク状の褐鉄鉱が認められる。
- ・134.50~143.45 m. 黒色粘板岩で塊状を呈する。弱い珪化作用を受けている。フォリエーションは70~80°と急傾斜である。
- ・143.45~154.00 m. 流紋岩質凝灰角礫岩及び流紋岩からなり、灰色~暗灰色を呈する。流紋岩は一部角礫状構造が認められる。148.70~148.80 m間に黄鉄鉱の鉱染が認められる。
- ・154.00~171.00 m. 黒色粘板岩であり、塊状を呈する。159.20~161.30 m間に黄鉄鉱の薄層バンドがあり、一部珪化作用を受けている。
- ・171.00~185.90 m. 流紋岩質凝灰角礫岩で灰色を呈する。177.00m以深に黄鉄鉱の鉱染及びネットワークが認められる。
- ・185.90~430.10 m. 流紋岩溶岩であり、淡灰色~淡緑色を呈する。角礫状構造が部分的に認められる。342.10~346.30 m間に暗灰色を呈する粘板岩を挟み、この粘板岩は珪化作用を受けているほか石英網状脈が多量含まれる。流紋岩中にしばしば精鋭石英及び黄鉄鉱の網状脈が認められる。

岩石薄片の顕微鏡観察結果は次のとおりである。

- ・83.00mは粘板岩であり、多量の粘土、中量の炭質物、少量の炭酸塩、石英、不透明鉱物などからなる。一部にシルト岩~細粒砂岩を挟む。構成鉱物は粘板岩部と同じであるが、珪質である。
- ・126.00mは斑状流紋岩であり、斑晶として径5~1mm程度の少量の石英及び長石を含み、石基は多量のガラスからなる。変質鉱物として石英及びセリサイトが認められる。強変質作用を受けており、原岩の組織が認められない。
- ・238.00m及び334.00mは無斑晶質流紋岩であり、一部に斑晶として微量の斜長石や石英が認められる。石基は多量のガラスからなる。著しい炭酸塩化作用や珪化作用を受けている。変質鉱物として炭酸塩、石英、黄鉄鉱、セリサイトなどが認められる。
- ・368.00m及び391.00mは流紋岩であり、斑晶として10%程度の斜長石と稀に石英が認められる。石基は多量のガラスからなり、変質作用を強く受けており、原岩組織はみられない。変質鉱物として炭酸塩、石英、セリサイト及び黄鉄鉱が認められる。

研磨片の顕微鏡観察結果は次のとおりである。

- ・111.10 mは鉱石鉱物として多量の黄鉄鉱、微量の黄銅鉱、白鉄鉱、斑銅鉱及び銅藍がみ

られる。黄鉄鉱は外形不定なものと同framboidalなものがあり、大きさは0.01~0.15mmである。黄銅鉱は外形不定で、大きさは0.01~0.02mmである。白鉄鉱は柱状で、大きさは0.01~0.02mmで黄鉄鉱に伴う。斑銅鉱は外形不定で、大きさは0.02mm程度であり、銅藍により交代(reemplazo)されている。銅藍は板状結晶の集合体で一部斑銅鉱を交代する。大きさは0.02mmである。また、多量の脈石を伴う。

- 177.75m、203.90m及び255.50mは鉱石鉱物として多量~中量の黄鉄鉱、多量~少量の白鉄鉱を普遍的に含み、一部に微量の閃亜鉛鉱及び黄銅鉱を伴う。白鉄鉱の一部は黄鉄鉱により交代されている。これらの鉱石は鉱脈型鉱石として産している。いずれの鉱石鉱物とも0.3mm程度以下の大きさである。
- 191.80mは鉱石鉱物として多量の黄鉄鉱、少量の車骨鉱($PbCuSbS_3$)、微量の白鉄鉱、閃亜鉛鉱及び極微量の四面銅鉱が認められる。黄鉄鉱には自形~半自形を呈し、大きさが0.1~0.3mmのものと白鉄鉱を交代したものが認められる。車骨鉱は短柱状で、大きさが0.1~0.3mmであり、黄鉄鉱と組み合って産する。また、白鉄鉱は大きさが0.05~0.1mmであり、黄鉄鉱に交代された残りが認められる。四面銅鉱は車骨鉱に伴って産し、大きさは0.02~0.05mm程度であり、粒状に産する。
- 428.80mは鉱石鉱物として多量の黄鉄鉱、微量の閃亜鉛鉱及び黄銅鉱が認められる。黄鉄鉱は脈状に産し、粒状の結晶集合体からなり、大きさは0.15~0.02mmである。黄銅鉱は外形不定であり、脈石中に単独で産し、大きさは0.01~0.09mmである。閃亜鉛鉱は外形不定で大きさは0.02~0.04mmであり、黄鉄鉱と共生するものと散在するものがある。

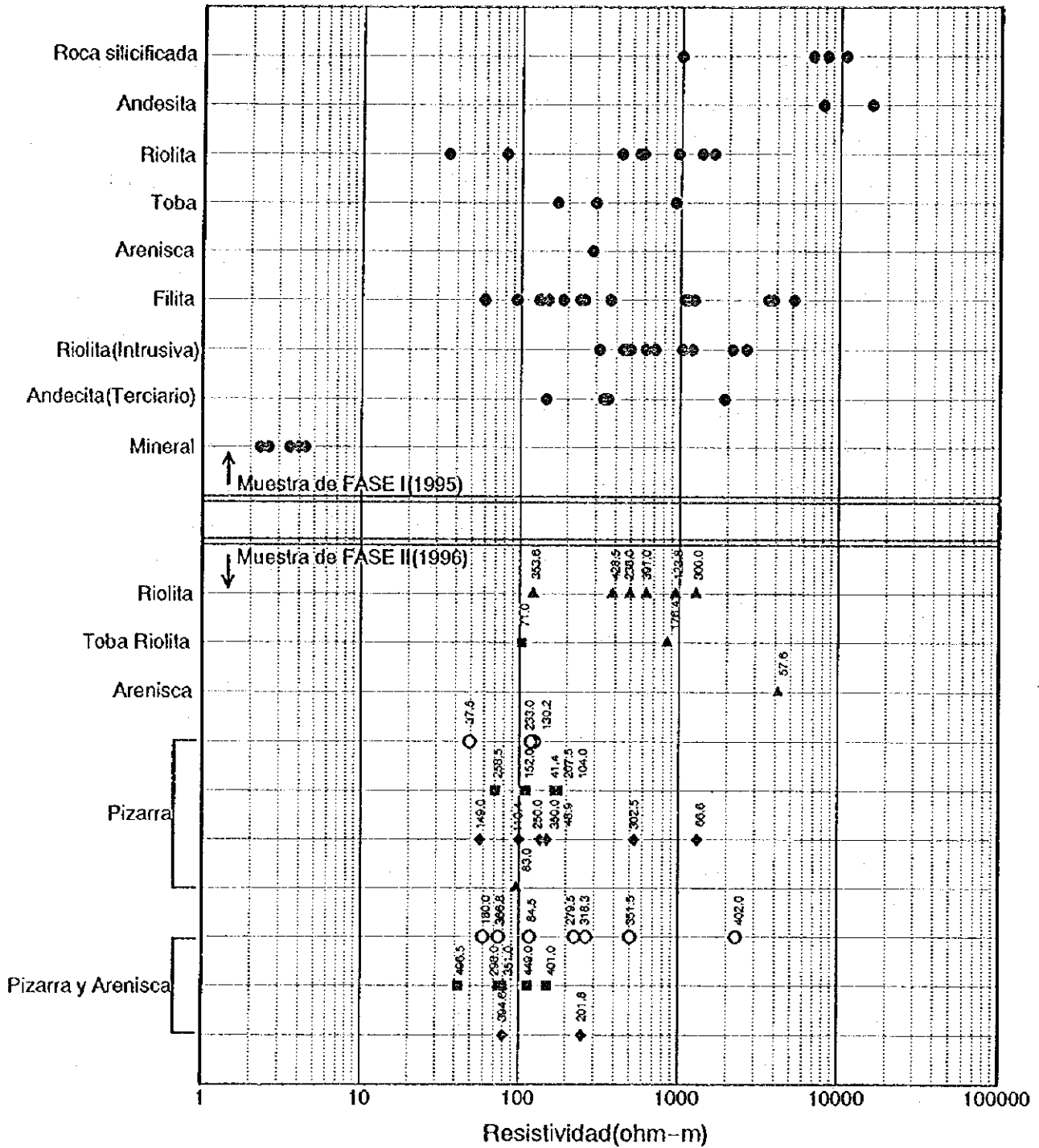
鉱石分析結果は表II-1-11に示したとおりであり、14試料での各成分の最高品位はAu 0.22g/t、Ag 9.4g/t、Cu 0.05%、Pb 0.02%、Zn 0.26%、Fe 11.62%であり、全体的に品位が低い。

X線回折結果は表II-1-12に示したとおり、石英及びセリサイトが普遍的に認められ、その他の鉱物として緑泥石、カオリナイト、方解石、苦灰石、菱鉄鉱及びアルバイトが認められた。本孔の粘板岩では苦灰石が欠如しているのに対し、流紋岩では普遍的に苦灰石が認められた。

2. 比抵抗測定結果

ボーリングコアの比抵抗測定結果を表II-1-13及び図II-1-7に、その解析結果を図II-1-8~11に示す。

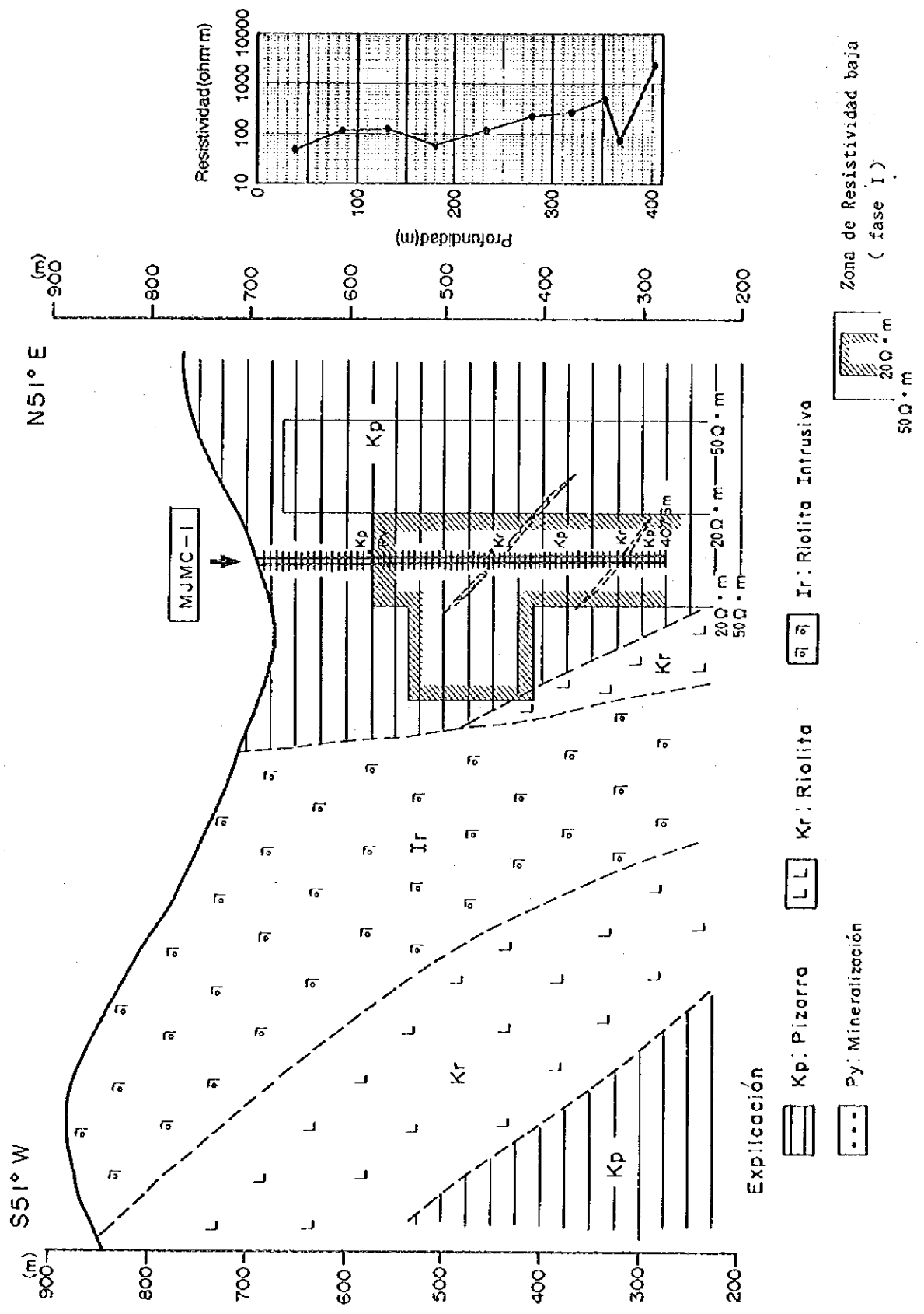
粘板岩の試料は17試料あり、49~1,314 $\Omega \cdot m$ であるが、このうち2試料(3B-2、3B-7)を除くとすべて177 $\Omega \cdot m$ 以下であり、全体に比抵抗が低い。粘板岩・砂岩互層からの試料は14試料あり、42~2,300 $\Omega \cdot m$ で、比抵抗値の変化が大きい。砂岩の試料は1試料だけであ



LEYENDA

- Muestra de Fase I (1995)
- MJMC-1
- MJMC-2
- ◆ MJMC-3
- ▲ MJMC-4
- ← Profundidad(m)
- 359.6
- 359.6

図 II - 1 - 7 ボーリングコア比抵抗測定結果図 (カンボセコ地区)



図II-1-8 ボーリングコア比抵抗解析結果図 (MJMC-1)

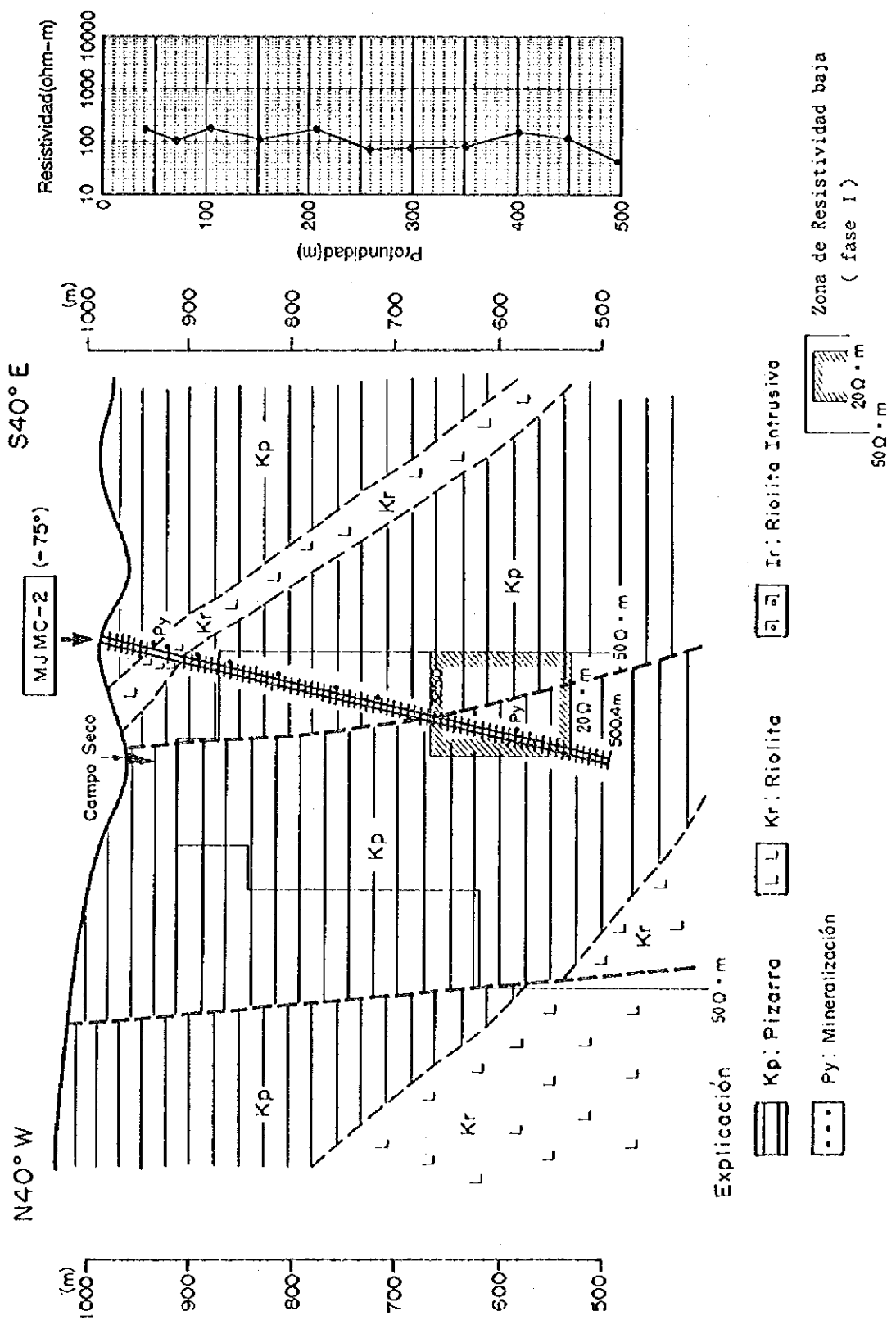
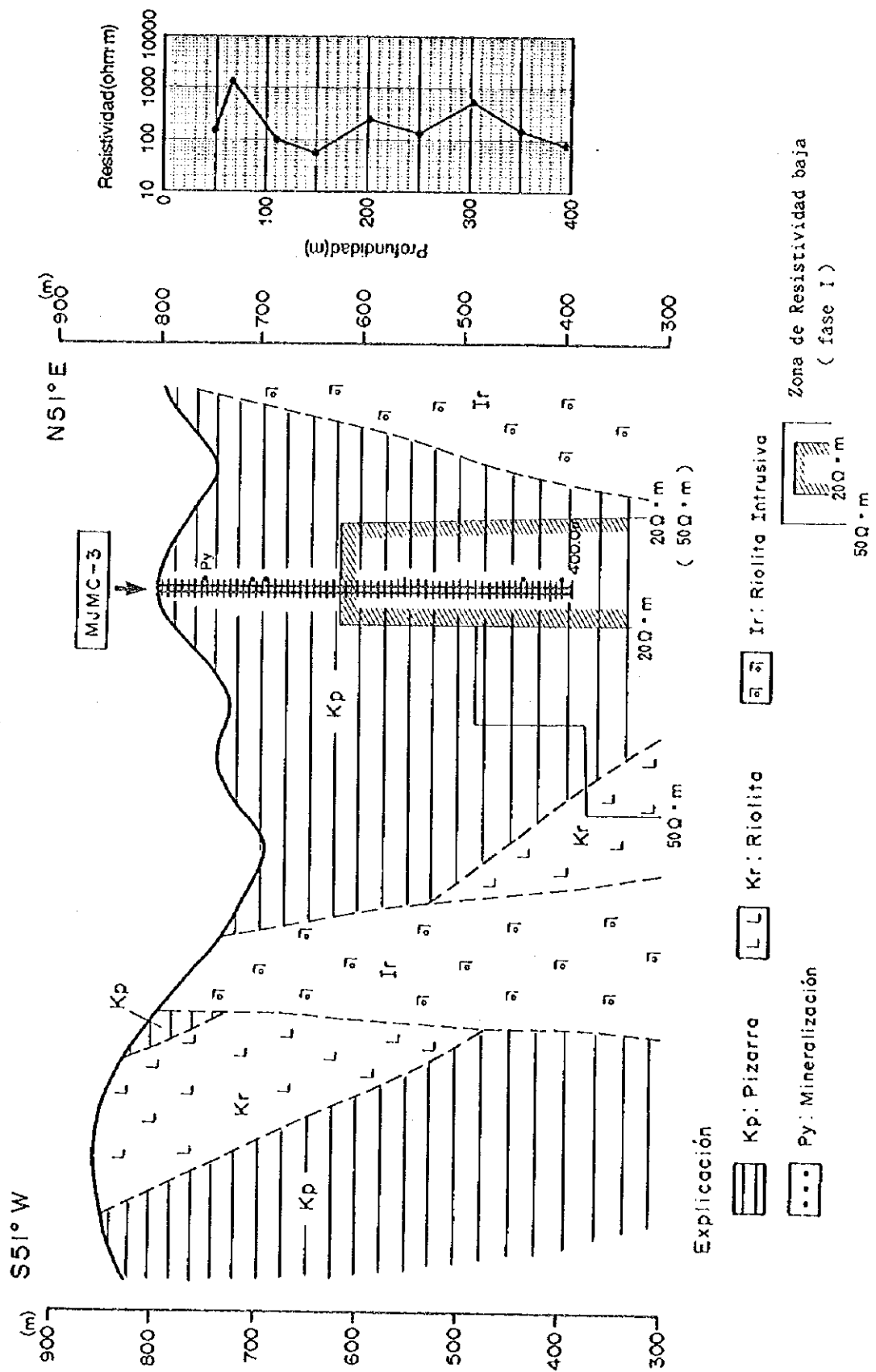
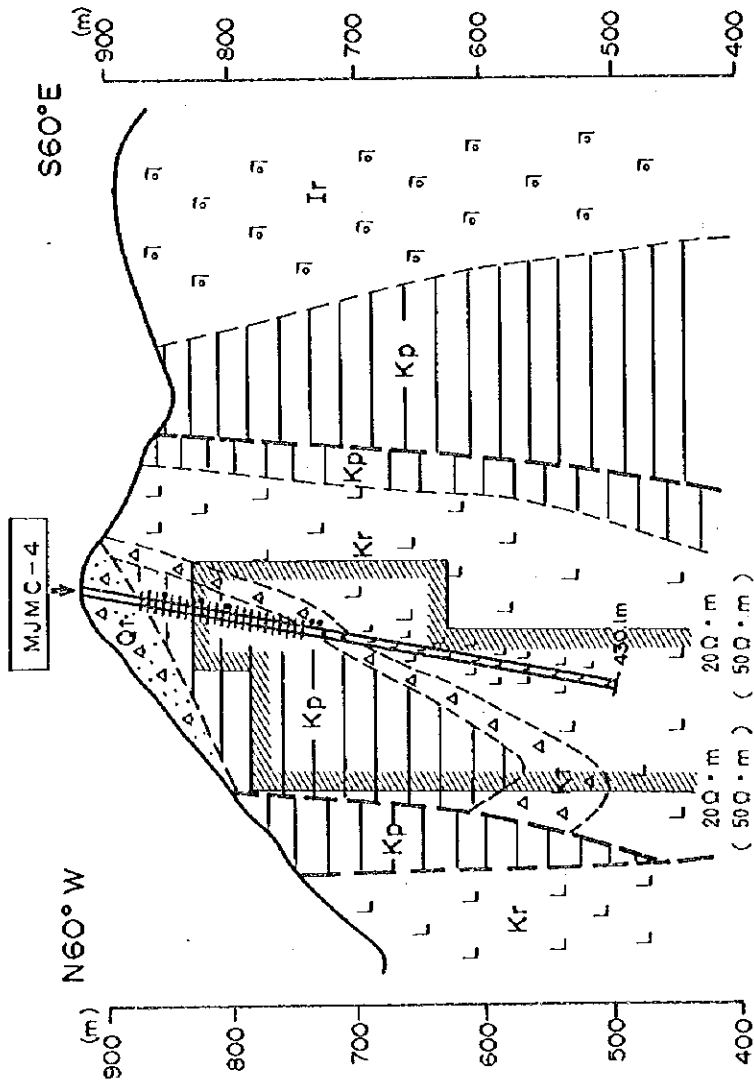
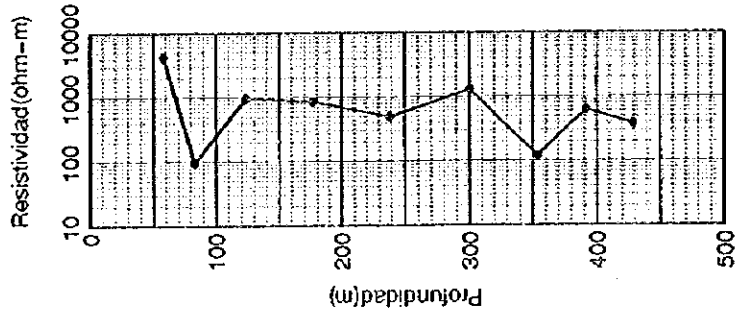


図 II-1-9 ボーリングコア比抵抗解析結果図 (MJMC-2)

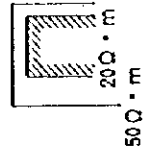


図Ⅱ-1-10 ボーリングコア比抵抗解析結果図 (MJMC-3)



Explicación

- Qt: Deposito
- Kp: Pizarra
- Kr: Riolita
- Ir: Riolita Intrusiva
- Py: Mineralización



Zona de Resistividad baja
(fase I)

図 II-1-11 ボーリングコア比抵抗解析結果図 (MJMC-4)

るが、 $4,180\Omega\cdot m$ と比抵抗値が高い。流紋岩は6試料あり、 $121\sim 1,276\Omega\cdot m$ である。また、凝灰岩からの試料は2試料であり、 $103\Omega\cdot m$ 及び $849\Omega\cdot m$ であった。粘板岩は概ね低比抵抗値を示すが、高比抵抗値を示すものは石英脈や珪化変質作用を受けた影響と考えられる。また、粘板岩・砂岩互層は数mm~cm単位の互層であり、比抵抗値の低い泥質部と比抵抗値の高い砂質部の互層であり、比抵抗値はこれらの入り方などにより大きく変化し、互層に平行な方向では低比抵抗値を示し、直角な方向では高比抵抗値を示す傾向にある。よって、本地区では粘板岩・砂岩互層の比抵抗値のパラッキは試料の方向による影響が鉱化の影響より大きいと考えられる。

3. ストロンチウム同位体組成結果

昨年度の調査の結果、ストロンチウム同位体組成の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値が0.712に近づくほど、鉱化作用の中心部、すなわち鉱床に近いという探鉱指針が得られた。この結果を基にボーリングコアを利用してストロンチウム同位体組成の測定を実施した。測定結果を表II-1-14に示す。また、図II-1-12に既知の値と測定結果を図示する。

試料の内訳は粘板岩が4試料、粘板岩・砂岩互層が6試料及び凝灰岩が1試料である。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ は0.7069から0.7211間の値を示す。白亜紀初期の海水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ である0.708 (faure and powell, 1972)と比較するとMJNC-4の2試料(4Sr-2, 4Sr-3)がこの海水より軽い値を示した。また、鉱化作用の中心部の値と考えられる $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値0.712に近いものとしてMJNC-2の2Sr-2と2Sr-1及びMJNC-1の1Sr-3などが0.7106~0.7211の値を示した。このうち、2Sr-2試料の約10m下位には径数cmの塊状硫化物礫が認められている。また、2Sr-1試料は黄鉄鉱鉱染を伴い、試料採取位置の下位約5mにもセグリゲーション黄鉄鉱及び黄鉄鉱の鉱染が認められる流紋岩質凝灰岩が分布している。また、軽い値を示した試料のうち、4Sr-2は黄鉄鉱鉱染が認められる凝灰岩の試料であり、4Sr-3は粘板岩で珪化作用を受けているものである。また、最も重い値(0.7211)を示したMJNC-2の2Sr-1は黄鉄鉱の薄層を含むものである。これらの結果、軽い方の2試料ともっとも重い値の1試料を除くとすべて海水と鉱石の値との中間値を示す。

1-4 考察

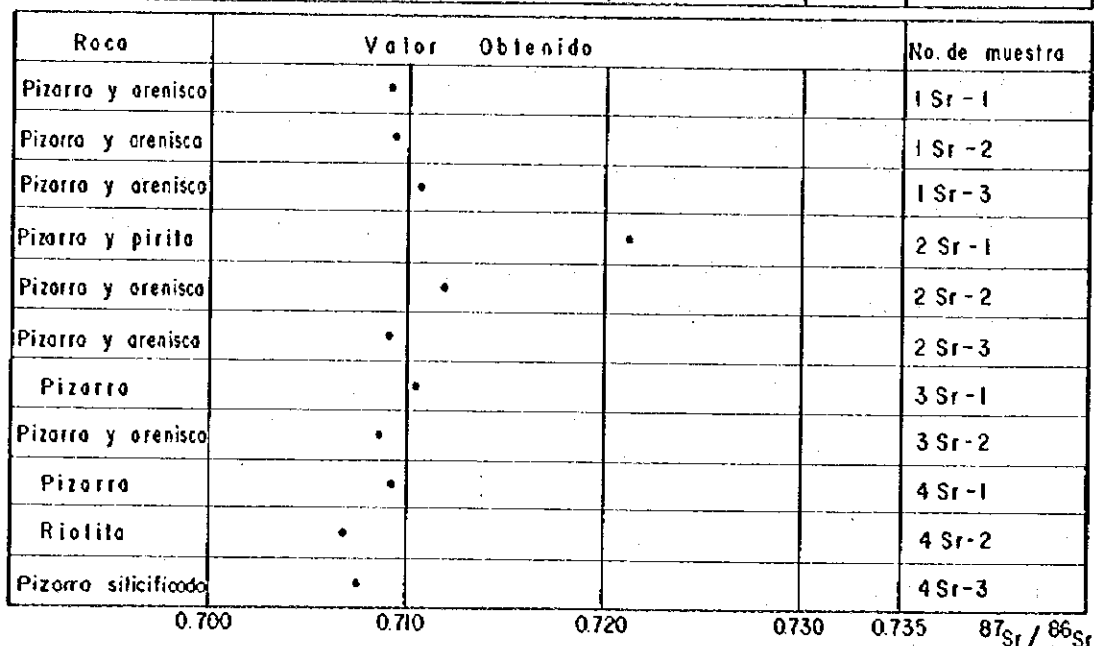
本ボーリング調査は物理探査により抽出された異常域において、鉱化帯の規模及び品位を確認することを目的として実施した。

MJNC-1では、0.0~3.0mがテラス堆積物であり、それ以深は白亜系のイスカテベック層に対比される粘板岩と粘板岩・砂岩互層を主とし、一部に流紋岩溶岩及び流紋岩貫入岩を少量伴う。イスカテベック層中に薄層のレンズ状~バンド状の黄鉄鉱を主とする鉱石が捕捉されたほか、少量~微量の閃亜鉛鉱及び黄銅鉱も含有していることから、鉱床胚胎層準は捕捉したと考えられる。本孔の粘板岩・砂岩互層の砂岩部は全体に石灰質であり、一般

表 II - 1 - 14 Sr 同位体組成測定結果一覧表 (カンボセコ地区)

No.	No. de muestra	Localidad		Nombre de muestra	87Sr/86Sr	Error
		No. de barreno	(m)			
1	1Sr-1	MJNC-1	262.00	pizarra y arenisca	0.709125	0.000041
2	1Sr-2	MJNC-1	365.10	pizarra y arenisca	0.709432	0.000022
3	1Sr-3	MJNC-1	398.50	pizarra y arenisca	0.710630	0.000032
4	2Sr-1	MJNC-2	39.75	pizarra y pirita	0.721108	0.000028
5	2Sr-2	MJNC-2	400.10	pizarra y arenisca	0.711762	0.000022
6	2Sr-3	MJNC-2	495.30	pizarra y arenisca	0.709051	0.000039
7	3Sr-1	MJNC-3	66.00	pizarra	0.710433	0.000024
8	3Sr-2	MJNC-3	390.00	pizarra y arenisca	0.708744	0.000021
9	4Sr-1	MJNC-4	88.80	pizarra	0.709028	0.000025
10	4Sr-2	MJNC-4	180.90	riolita	0.706910	0.000031
11	4Sr-3	MJNC-4	343.00	pizarra silicificada	0.707838	0.000027

	Valor Conocido				
Graníticos (*)	—	—	—	—	Faure and Powell (1972)
Agua de Mar (**)	-				
Depósito Kuroko (***)	—				Nakano (1987)
Depósito Sulfuro		-			JICA, MMAJ (1995)



* Graníticos : Jurásico Cretácico
 ** Agua de Mar : Inicio de Cretácico
 *** Depósito Kuroko : Data de Barilino y Anhidrito de Kuroko

図 II - 1 - 12 Sr 同位体測定結果解析図 (カンボセコ地区)

に石灰岩は比抵抗が高いことが知られている。粘板岩と石灰質に富む砂岩は地層中では不規則に入り込んでいる。また、鏡下の観察では、粘板岩及び砂岩中に微細な炭質物及び石灰片が不規則に含有しており、木片などのcell組織を交代した黄鉄鉱などが認められた。これらのことから、粘板岩では低比抵抗を示す傾向にあり、中に炭質物などが含まれていることによりさらに比抵抗が下がることが考えられる。しかし、砂質部は石灰質の部分が多く、これらが数mm～数cmオーダーで粘板岩部と互層している部分が多いので、石灰質の量などによっては比抵抗が高くなることが推察され、本地区の地下深部で抽出された低比抵抗帯は鉱化変質よりも地層の影響を強く現れていたと考えられる。また、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値は0.709から0.711間を示し、0.712の値が鉱床の値とすると鉱床に近いことが推定される。

MJMC-2では、カンボセコ鉱体の地下深部における低比抵抗帯に対してボーリング調査を実施した。粘板岩、粘板岩・砂岩互層、流紋岩及び凝灰角礫岩などが分布し、いずれもイスカテペック層に対比される。流紋岩及び凝灰角礫岩は45.40～78.00m間に認められ、これらの岩石中及びその周辺に黄鉄鉱の鉱染～バンドが認められた。これらの鉱染～バンドは黄鉄鉱を主とし、中量～微量の閃亜鉛鉱がいずれの鉱石でも認められたほか、295.65m以深の試料では微量の黄銅鉱も確認された。これらのことから、鉱床胚胎層準は捕捉したと考えられる。また、400.10mの $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値は0.7118を示し、鉱化中心部の値とする0.712に極めて近い値である。この試料の近くには鉱石が認められたが微細なものである。このことから判断すると鉱化作用が弱かったと推定される。一方、39.75mの $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値は0.7211と高い値を示すが、これは比較的若い時代に高い $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値を持つ地下水などによる変質作用の影響などが考えられる。

MJMC-3では、テウエウエトラ鉱体の約300m東方での地下深部における低比抵抗帯に対してボーリング調査を実施した。地質はすべて粘板岩と粘板岩・砂岩互層であり、イスカテペック層に対比される。地表～185.40mは比較的塊状の粘板岩であり、それ以深では粘板岩・砂岩互層を主とし、粘板岩と砂岩の量比は変化するが、数mm～数cmオーダーの互層である。砂岩部は細粒シルト岩質であり、石灰質である。数カ所においてバンド状～レンズ状の黄鉄鉱を主とする鉱石を把握したが、いずれも幅数cm以下である。試料の比抵抗測定結果は、肉眼的な観察による岩相及び鉱化の差が明瞭に現れていない。しかし、炭質物及び石灰質な部分の量比を示し、鉱化作用や変質作用を示したものではないと考えられる。また、2試料の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値は0.7087及び0.7104を示し、海水と鉱石の中間の値を示しているが、上記MJMC-1及びMJMC-2よりは鉱床の値より小さい値であり、鉱化中心から離れていると考えられる。

MJMC-4では、テウエウエトラ鉱体の約700m北方での地下深部における低比抵抗帯に対してボーリング調査を実施した。地質は、0.0~46.20mはテラス堆積物であり、46.20~68.60mは砂岩と粘板岩の数m単位の互層、68.60~116.60mは粘板岩、116.60~154.00mは流紋岩、凝灰角礫岩及び粘板岩の数m~数10m単位の互層、154.00~171.00mは粘板岩、171.00~185.90mは凝灰角礫岩、185.90m以深は流紋岩である。185.90m以深の流紋岩は塊状鉱床の下盤に分布する流紋岩と考えられる。昨年度の物理探査結果で低比抵抗を示した100m以深は粘板岩、流紋岩及び凝灰角礫岩に対応し、177.00~188.00mには黄鉄鉱の鉱染~ネットワークが認められ、171.00~185.90mの凝灰角礫岩は鉱床胚胎層準と考えられる。鏡下の観察では、ほとんどの鉱石は鉱脈型の鉱石であり、他のボーリング孔と異なる産状を示す。これらのことから、本孔では鉱脈型鉱床の一部を把握したものと考えられる。また、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値は0.7069から0.7087間を示し、他のボーリング孔の値と比較すると軽い値であり、本孔顕微鏡下などの他のデータとも整合性があり、塊状硫化物鉱床とは離れた位置であることを示唆していると考えられる。

今回行ったボーリングに見られる地質、鉱石の産状及び顕微鏡観察や分析などの室内試験結果から判断すると、塊状硫化物鉱床胚胎層準及び鉱化帯の一部が把握されたが、鉱化帯のまとまりがなく、比較的広範囲に鉱化作用が弱く及んでいる地区にあたり、大規模な塊状硫化物鉱床及び品位を把握することは困難な地区と判断される。

第2章 ラ・トリニダード地区

2-1 調査方法

本地区においては、昨年度の地質概査でラ・リベルラ鉱床及びラ・ルイサ鉱床の存在が明らかになり、鉱床付近に白亜系の流紋岩～デイサイト、珪化変質帯、硫化物からなる鉱石、ゴッサンなどが分布しており、塊状硫化物鉱床胚胎のポテンシャルの高い地区と判断された。よって、今年度は地質調査、物理探査及びボーリング調査を実施した。地質調査はラ・リベルラ鉱床及びラ・ルイサ鉱床を中心として27.5 km²を対象に準精査を実施した。準精査の結果、塊状硫化物鉱床と密接な関係を有していると考えられる流紋岩の分布域が明らかになり、この流紋岩周辺を塊状鉱床胚胎の可能性の高い地区として5.0 km²を抽出した。この5.0 km²の地区に対して、地質精査を実施した。地質精査では付帯調査として地化学探査、旧坑調査及びトレンチ調査を実施した。地化学探査は岩石を対象に行った。旧坑調査はラ・リベルラ鉱床及びラ・ルイサ鉱床を対象として実施した。物理探査は地質精査地区を対象に、電気探査IP法を実施し、地下深部の異常帯の連続性を把握した。また、これらの調査結果を基に、鉱化帯の規模及び品位を確認することを目的としてボーリング調査を実施した。これらの調査位置図を図II-2-1に示す。

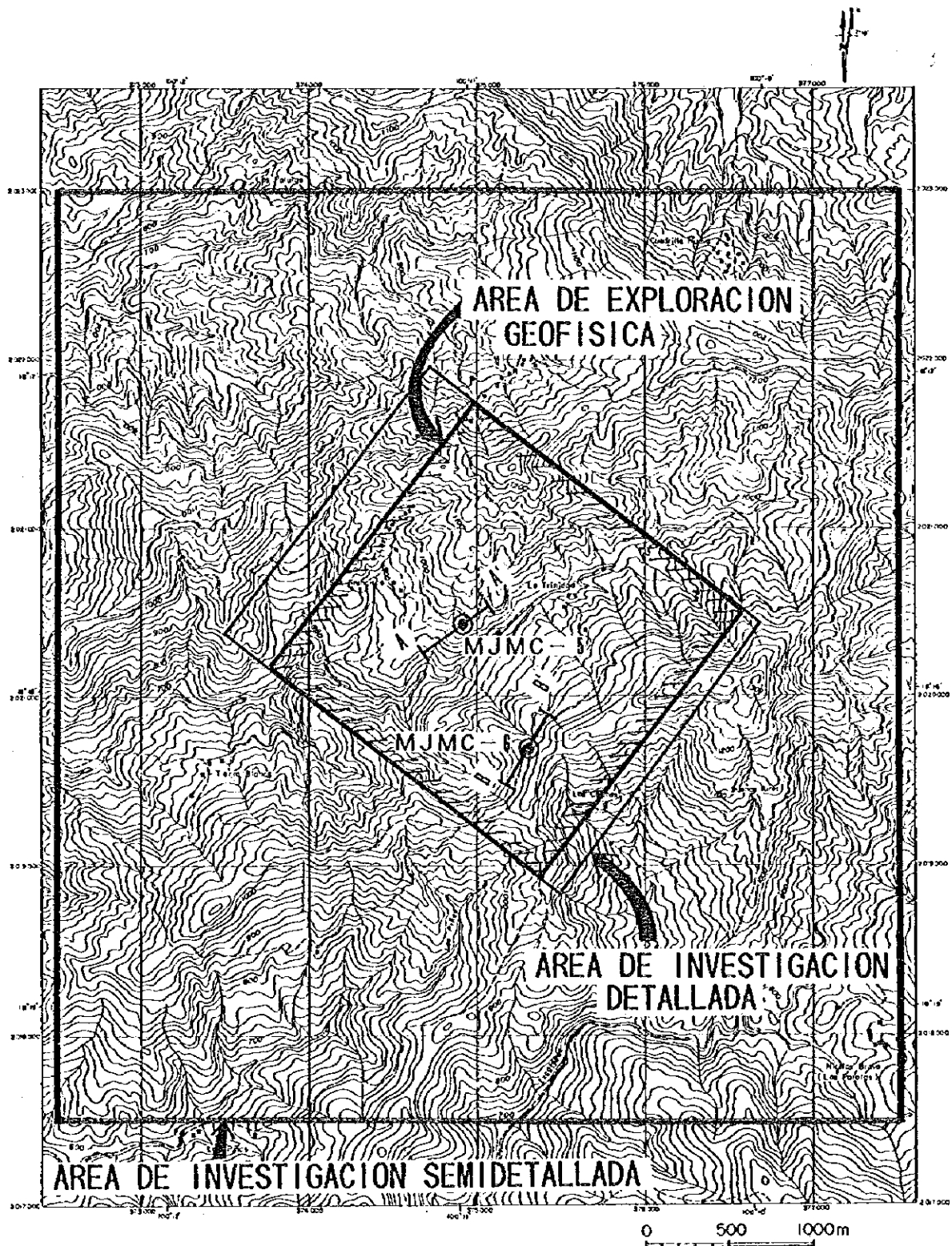
2-2 地質

本地区は、中生代のイスカテベック層がほぼ全域に分布するほか、流紋岩貫入岩が分布する地区にあたる。

イスカテベック層は粘板岩、粘板岩・砂岩互層、砂岩、礫岩、安山岩、流紋岩、流紋岩質凝灰岩などからなる。粘板岩は一般に塊状で黒色～灰色を呈し、しばしば砂岩及び凝灰岩の薄層を伴う。調査地区北東部に広く分布する粘板岩・砂岩は黒色を呈する粘板岩と灰色を呈する砂岩の数mm～数cm単位の互層であり、粘板岩部には炭質物を含み、砂岩部は石灰質なものや石英質なものがあるが、いずれも細粒である。調査地区南西部で多く分布する。砂岩は灰色を呈し、均質であり、石英質なものや凝灰質なものが見られる。数m～10数mの単位で粘板岩と互層する。流紋岩は、灰色～褐色を呈し、無斑晶質なものや斑状を示すものが見られ、鉱床と密接な関係を有している流紋岩は、一般に無斑晶質で白色化変質を受けている。安山岩は暗緑色～暗褐灰色であり、しばしば同質火砕岩を伴う。鏡下では斑晶として斜長石、普通輝石、紫蘇輝石からなり、普通角閃石を伴うことがある。調査地区北西部に分布している。

本地区内にはラ・リベルラ鉱床及びラ・ルイサ鉱床が認められる。ラ・リベルラ鉱床付近には流紋岩が見られ、塊状硫化物からなる鉱石が坑口付近に認められるほか、ゴッサン、珪化帯などが分布している。鉱石は黄鉄鉱と黄銅鉱を主とし、時に閃亜鉛鉱を伴う。二次鉱物として銅藍と輝銅鉱が見られ、脈石は石英からなる。

ラ・ルイサ鉱床付近は流紋岩が分布し、珪化作用を強く受けているほか、ゴッサンなど



LEYANDA

⊙ : BARRENO

A—A' LINIA DE SECCION

図 II - 2 - 1 調査位置図 (ラ・トリニダード地区)

の変質帯が認められる。鉱石は黄鉄鉱を主とし、時に閃亜鉛鉱を伴うほか、鏡下では黄銅鉱や方鉛鉱を伴う。鉱床は塊状硫化物型であるが、酸化変質が著しく大部分の鉱石はゴッサンになっている。

本地区の約10kmSE方向には塊状硫化物鉱床であるカンボモロードがあり、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9.5百万トンと見積もられている(Lorinczi y Miranda, 1978)。本地区のイスカテペック層は大局的にはNW-SE方向の走向で、平均25°程度のSW傾斜を示しており、カンボモロード鉱床とラ・リベルラ鉱床は同じような地質環境にあると推定される。

2-3 調査結果

2-3-1 地質調査

2-3-1-1 調査方法

地質準精査は、27.5km²の範囲を対象とした。更に、準精査の調査結果から判明した旧坑、鉱化作用及び変質作用の分布を基に5km²を選定し、精査を行った。準精査は、縮尺5万分の1の地形図を縮尺1万分の1に拡大した基本図を用い、ルートマップを作成した。精査は、縮尺1万分の1基本図を更に2千5百分の1に拡大した基本図を基にし、踏査結果を踏まえて地形を補正しながらルートマップを作成した。

精査は、間縄及びコンパスを用いた解放トラバース測量を行いながら実施した。測量の際の起点は、GPSで測定された緯度・経度座標があるラ・トリニダードの鉱区標識とした。鉱区標識の座標は以下のとおりである。なおGPSを用いた座標測定は、CRM(1995)によって実施された。

緯度・経度		UTM座標	
18° 16' 19.429" N	100° 10' 41.098" W	2020565.882N	375468.792E

精査では、ルートマップの作成と共にトレンチ調査、既存坑道調査、地化学探査用の岩石試料採取、及び各種室内試験用の岩石試料採取も併せて行った。

2-3-1-2 地質

準精査及び精査の各調査範囲の位置図を図II-2-1に示す。準精査の地質図、地質断面図、及び精査範囲の地質図・地質断面図をそれぞれ別添図II-2-1～3及び図II-2-2に示す。地質模式層序図は図II-2-3に示す。各室内試験に供した試料の採取位置を図II-2-4及び別添図II-2-4に示す。岩石の薄片観察結果、岩石(全岩)化学分析結果及びX線回折試験結果をそれぞれ表II-2-1、表II-2-2及び表II-2-3

に示す。なおX線回折結果は、石英指数（林、1979）を用いて表記した。

調査地区には、中生代のイスカテベック層及び流紋岩貫入岩が分布する。以下では、各層のついて記述する。

1. イスカテベック層

イスカテベック層は、白亜系に対比される。本層は、調査地区全体に分布する。粘板岩、粘板岩・砂岩互層及び石英質砂岩（Kp）、安山岩及び安山岩質～流紋岩質凝灰岩（Ka）、流紋岩及び流紋岩質凝灰岩（Kr1）、流紋岩、流紋岩質凝灰岩及び凝灰質砂岩（Kr2）、流紋岩質凝灰岩（Kt）、流紋岩及び流紋岩質凝灰岩（Kr3）及び礫岩（Kc）から構成される。

（1）粘板岩、粘板岩・砂岩互層及び石英質砂岩（Kp）

分布：調査地区全体に広く分布する。

岩相：粘板岩及び粘板岩・砂岩互層は、黒色～暗緑色を呈する泥質岩を主とする。後述の流紋岩～流紋岩質凝灰岩（Kr2）の分布域周辺では、暗灰色～灰色を呈する中～細砂岩との厚さ数mm単位の細互層をなす場合がある。また、準精査地区北東部では、数10m幅の淡緑色軽石質凝灰岩の薄層を挟む。粘板岩は、石灰質部分と、非石灰質部分がある。石灰質粘板岩中には、方解石セグレーションがしばしば認められる。本岩類中には、一般にNW-SE走向の片理構造が顕著に発達する。

石英質砂岩は、粘板岩中に挟在する。厚さは数10mm～数10m単位である。暗灰色～黒色を呈し、等粒状の中粒石英鉱物片から構成される。本岩中には幅数mmの石英脈が発達する。一般に塊状で、片理構造は発達しない。

地質図上には表現していないが、粘板岩は北東部、粘板岩・砂岩互層は中央部、及び石英質砂岩は南西部でそれぞれ卓越する傾向がある。

顕微鏡下での観察結果は、以下のとおりである。

基質中の物質及び鉱物：石英、斜長石、角閃石、ジルコン、スフェーン、炭酸塩鉱物、不透明鉱物、及び炭質物

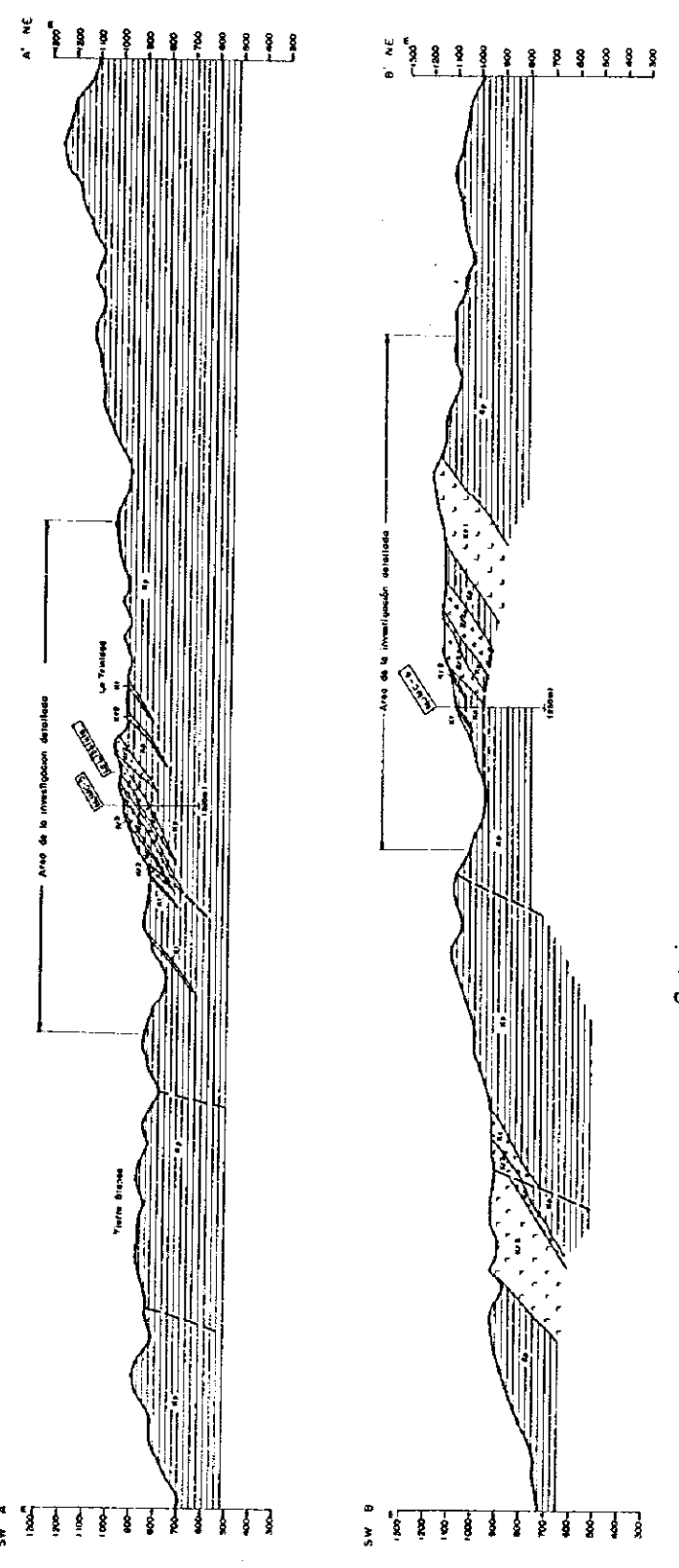
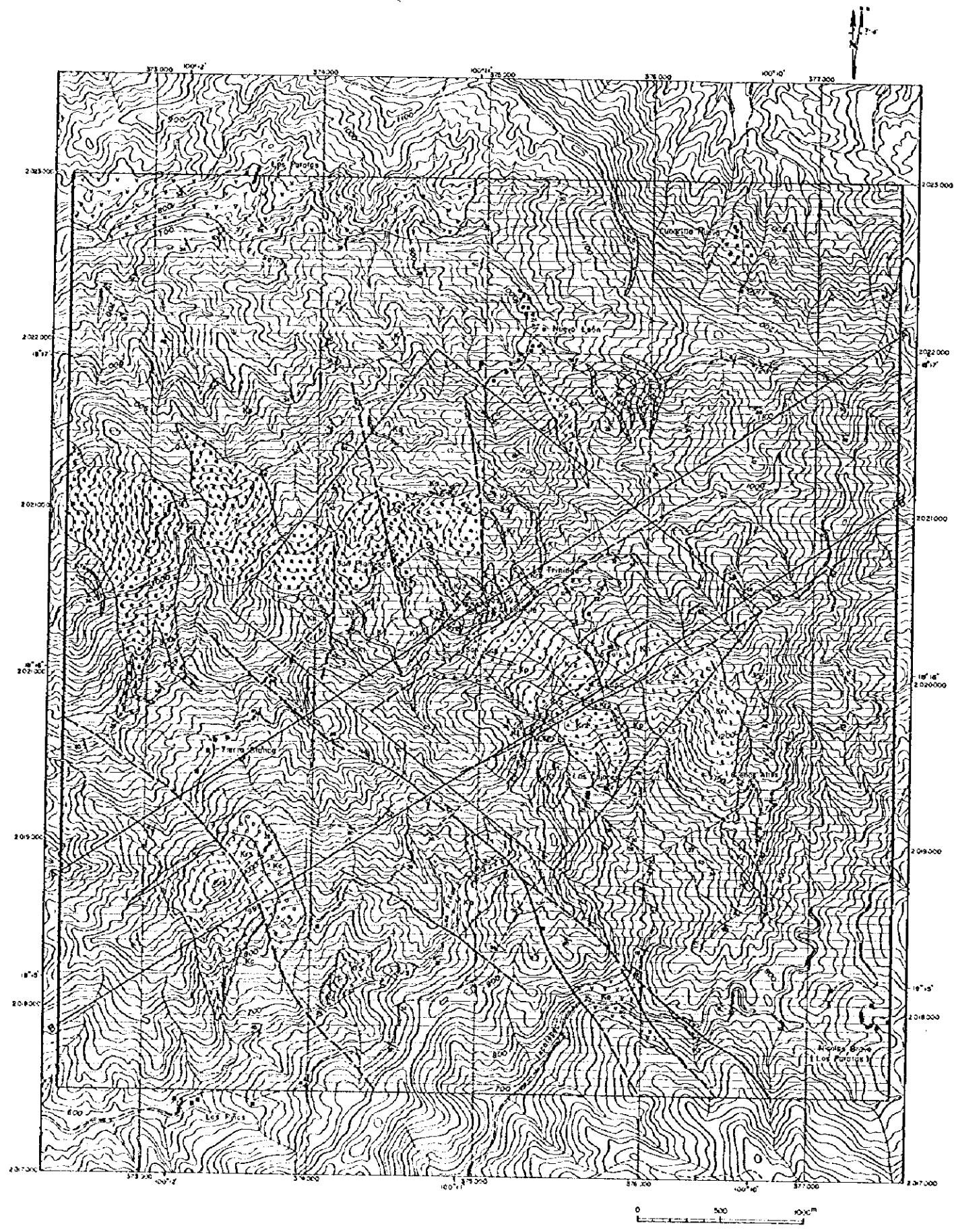
変質鉱物：（石英）、緑簾石、緑泥石、セリサイト、（炭酸塩鉱物）、針鉄鉱、及び黄鉄鉱

鏡下観察結果を基にした記載岩石学的分類によると、本岩類に区分した岩石は、緑泥石を主とする粘板岩、炭酸塩鉱物（方解石）を主とする泥質～砂質石灰岩、及び石英を主とする細粒～中粒石英質砂岩の3種類に大別できる。

X線粉末回折試験によって同定された鉱物は、次のとおりである。

珪酸及び珪酸塩鉱物：石英、曹長石、カリ長石、緑泥石、緑泥石／モンモリロン石混合層鉱物、セリサイト、カオリナイト、及びハロイサイト

炭酸塩鉱物：方解石、苦灰石、及び菱苦土鉱



- Leyenda
- Formación Ixcatepec
- Kc Conglomerado
 - Kr3 Riolita y toba riolítica
 - Kt Toba riolítica
 - Kr2 Riolita, toba riolítica y arenisca tobacea
 - Kr1 Riolita y toba riolítica
 - Ka Andesita y toba andesítica-riolítica con pizarra
 - Kp Pizarra, alternancia de pizarra y arenisca fina, y arenisca cuarzosa
- Roca Intrusiva
- Ir Riolita porfídica
- Rumbos e inclinación de foliación
 - Falla
 - Bocamina
 - Barreno
 - Área de investigación detallada
 - Línea de sección geológica

图 II-2-2 地質圖 (ラ・トリニダード地区)

0

0

0

EDA FORMACION	COLUMNA	ROCA	ACTIVOS IGNEOS	MINERALIZACION
CRETACICO	FORMACION IXCATPEC	<p>RIOLITA y TOBA RIOLITICA</p> <p>TOBA RIOLITICA</p> <p>RIOLITA, TOBA RIOLITICA y ARENISCAS FINA</p> <p>PIZZARA, ALTERNANCIA DE PIZZARA y ARENISCAS</p> <p>RIOLITA y TOBA RIOLITICA</p> <p>TOBA RIOLITICA</p> <p>ANDESITA y TOBA ANDESITICA-RIOLITICA</p>	<p>ANDESITA</p> <p>RIOLITA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • LA LIBELULA • SAN JUAN • LA LUISA • LA LUISITA

图 II - 2 - 3 地質模式層序圖

磷酸塩鉱物：燐灰石

硫化物：黄鉄鉱

硫酸塩鉱物：明ばん石

酸化物・水酸化物：針鉄鉱

これらの産出鉱物のうち、主要なものについては、2-3-1-4項で述べる。

(2) 安山岩及び安山岩質～流紋岩質凝灰岩 (Ka)

分布：調査地区の北部のロス・パロタス(Los Parotas)からヌエボ・レオン及び南部のラス・ピニャ(Las Pina)川及びイスカテペック川流域に数カ所にわたって分布する。ロス・パロタス付近の岩体は、地区外北方にその分布が続く。

岩相：安山岩は全般に塊状無層理である。暗灰緑色～灰緑色を呈し、粒径1mm程度の斜長石及び有色鉱物の斑晶が認められる。

顕微鏡下での観察結果は、以下のとおりである。

斑晶：斜長石、及び有色鉱物(変質作用を被り、原鉱物は不明)

石基：ガラス、斜長石、燐灰石、ジルコン、及びスフェーン

変質鉱物：石英、曹長石、緑泥石、セリサイト、及び黄鉄鉱

X線粉末回折試験によって同定された鉱物は、次のとおりである。

珪酸及び珪酸塩鉱物：石英、曹長石、緑泥石、及びセリサイト

炭酸塩鉱物：方解石

調査地区北西に分布する安山岩質～流紋岩質凝灰岩は、粘板岩との互層をなす。淡緑色を呈しする。調査地区中央部からクワドリージャ・ヌエバ(Cuadrilla Nueva)では、粘板岩中の薄層として挟在される。地層の走向・傾斜と調和的な片理構造が発達する。

顕微鏡下での観察結果は、以下のとおりである。

基質中の物質及び鉱物：ガラス

変質鉱物：石英、曹長石、緑泥石、セリサイト、方解石、及び黄鉄鉱

(3) 流紋岩及び流紋岩質凝灰岩 (Kr1)

分布：ラ・トリニダードからブエノス・アイレス(Buenos Aires)にかけて分布する。

岩相：明灰色から明黄緑色を呈する。全般に角礫状構造が発達するが、一部では、柱状節理が認められる。本岩体の南部側は、珪化作用が著しく発達する。見かけの上位では、片理構造が発達する。

X線粉末回折試験によって同定された鉱物は、次のとおりである。

珪酸及び珪酸塩鉱物：石英、カリ長石、緑泥石、絹雲母及びハロイサイト

炭酸塩鉱物：方解石及び苦灰石

硫酸塩鉱物：ブーダンタイト (beudantite; $\text{PbFe}_3(\text{AsO}_4, \text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$)

水酸化物：針鉄鉱

ハロイサイトは、地表での風化生成物と考えることができる。

ブーダンタイトは、岩体中央部のゴッサン化した褐色流紋岩中の試料中に針鉄鉱と共に検出された。鉛硫化物（方鉛鉱等）を含む岩石の風化生成物と考えることができる。

(4) 流紋岩質凝灰岩 (Kt)

分布：調査地区中央部から南部にかけて、幾つかの小規模な岩体が分布する。

岩相：本岩は、凝灰角礫岩から細粒凝灰岩の産状を示す。白色から明緑色を呈する。一般に片理構造が発達するが、珪化作用が著しい場合は塊状となる。

顕微鏡下での観察結果は、以下のとおりである。

基質中の物質及び鉱物：軽石、ガラス、石英、斜長石、有色鉱物（変質作用を被り、原鉱物は不明）、燐灰石、ジルコン、スフェーン及び不透明鉱物

変質鉱物：（石英）、カリ長石、緑泥石、セリサイト及び黄鉄鉱

X線粉末回折試験によって同定された鉱物は、次のとおりである。

珪酸及び珪酸塩鉱物：石英、曹長石、カリ長石、緑泥石及びセリサイト、カオリナイト及びハロイサイト

炭酸塩鉱物：方解石及び苦灰石

水酸化物：針鉄鉱

(5) 流紋岩、流紋岩質凝灰岩及び凝灰質砂岩 (Kr2)

分布：ラ・トリニダードからロス・カホネスにかけて分布する。

岩相：流紋岩は角礫状構造を呈し、凝灰角礫岩から火山凝灰岩相に移化する。本岩類中には軽石質凝灰岩及び凝灰質砂岩を挟在する。露頭は少ないものの、本岩類分布地域では、褐鉄鉱化した転石 (rodado) が多数散在し、土壌は赤褐色化している。また、ラ・トリニダードの南方では、原岩が不明となるほどの著しい珪化作用を被っている。流紋岩は、無斑晶質である。塊状角礫部が褐色風化作用されている場合は、肉眼によって流紋岩と凝灰質砂岩と区別することが困難である。流紋岩質凝灰岩は、肉眼で識別できる鉱物片は乏しい。本岩は、片理構造が発達することを特徴とする。

本岩類中には、ラ・ルイサ鉱床、サン・ファン鉱床及びラ・ルイシタ鉱床が胚胎し、本岩類と上位の粘板岩との境界部には、ラ・リベルラ鉱床が胚胎する。前者の鉱床群は、鉱脈型鉱床、後者の鉱床は、塊状硫化物鉱床と考えられる。サンファン鉱床上の尾根付近、及びラ・リベルラ鉱床の下の小道及び沢沿いにはゴッサンの転石が認められる。また、針鉄鉱化した黄鉄鉱の仮晶が普通に認められる。本岩類は、広い範囲にわたって硫化物を作う鉱化作用を被っていることを特徴とする。

本岩のうち、流紋岩質凝灰岩の顕微鏡下での観察結果は以下のとおりである。

基質中の物質及び鉱物：軽石、ガラス、石英、長石（斜長石）、煨灰石、ジルコン、及びスフェーン

変質鉱物：（石英）、緑泥石、セリサイト、針鉄鉱及び黄鉄鉱

X線粉末回折試験によって同定された鉱物は、次のとおりである。

珪酸及び珪酸塩鉱物：石英、緑泥石及びセリサイト、カオリナイト及びハロイサイト

硫酸塩鉱物：ブーダンタイト（beudantite; $PbFe_2(AsO_4, SO_4)_2(OH)_6$ ）

硫化物：黄鉄鉱

水酸化物：アナターゼ、赤鉄鉱及び針鉄鉱

本岩類は、長石類及び炭酸塩鉱物を欠き、セリサイトも乏しいことを特徴とする。

（6）流紋岩及び流紋岩質凝灰岩（Kr3）

分布：ラス・ピニャス北部及びラス・ピニャス川流域に分布する。

岩相：流紋岩および流紋岩質凝灰岩からなる。

流紋岩は、明灰色から明灰緑色を呈し、粒径1mm前後の斜長石及び石英の斑晶が認められる。一般に珪化作用を被り、局部的に細粒（粒径1mm以下）黄鉄鉱の鉱染を被っている。ラス・ピニャ川流域の粘板岩との境界部付近では、本岩中に泥岩がレンズ状あるいは墨流し状に取り込まれている。片理構造は認められないか弱い。

顕微鏡下での観察結果は次のとおりである。

斑晶：石英、斜長石、有色鉱物

石基：煨灰石及びスフェーン

変質鉱物：石英、緑泥石、セリサイト、方解石及び黄鉄鉱

流紋岩質凝灰岩は、凝灰角礫岩から火山礫凝灰岩相を示す。明灰色から明灰緑色を呈する。珪化作用を被っており、黄鉄鉱の鉱染も認められる。本岩中には、レンズ状の泥質岩片を捕獲している。

（7）礫岩（Kc）

分布：ラス・ピニャ北部に小規模に分布する。見かけ上、流紋岩岩体（Kr3）の下盤側に位置する。

岩相：中礫サイズの円礫からなり、淘汰は悪い。礫は、砂質粘板岩から構成される。礫は、やや扁平している。

顕微鏡下での観察結果は、以下のとおりである。

基質中の物質及び鉱物：細粒砂岩、珪化岩、泥質岩及び石英

変質鉱物：（石英）、セリサイト、針鉄鉱、及び黄鉄鉱