

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

1954

PHYSICS DEPARTMENT

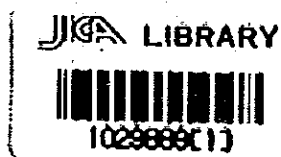
33
33
33

PHYSICS DEPARTMENT
UNIVERSITY OF CHICAGO
1954



グアテマラ共和国東部地域 資源開発協力基礎調査報告書

(総括報告書)



1982年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

國際協力事業團	
第 57-8/225	61b
登録No: 1413708	661
	MPN

は し が き

日本国政府はグアテマラ共和国政府の要請に応え、同国の東部に位置する Chiquimula 地区および Mataquescuintla 地区における鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床調査を実施することとし、また、昭和51年から3年間にわたって実施された同国西部地区資源開発協力基礎調査により発見された Huehuetenango 県 Llano del Coyote 地区の鉱化帯の探査をこれに平行して推進することとして、これら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、これらの調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は、昭和54年度から3か年にわたって実施されたもので、金属鉱業事業団は第1年次に昭和54年9月24日から同年12月13日まで8名、第2年次に昭和55年8月6日から同年12月5日まで9名、第3年次に昭和56年7月8日から同年11月22日まで5名の調査団を現地に派遣した。現地調査はグアテマラ共和国政府関係機関、特に鉱山・炭化水素・核エネルギー庁の協力を得て、予定通り完了した。

本報告書は、第1年次から第3年次に至る3か年の調査結果を総合・要約したものである。各年次の調査結果の詳細は、それぞれの年次報告書にとりまとめている。

おわりに本調査の実施にあたって御協力いただいたグアテマラ共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在グアテマラ日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表する次第である。

昭和57年2月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

要 約

(1) 調査概要

この報告書は、国際協力事業団と金属鉱業事業団が、グアテマラ共和国鉱山・炭化水素・核エネルギー庁の鉱山・炭化水素局と共同して実施したグアテマラ共和国東部地域資源開発協力基礎調査の結果をまとめたものである。

この調査は、1979年8月6日、上記の両事業団と鉱山・炭化水素・核エネルギー庁との間で合意された「グアテマラ共和国鉱物資源調査計画」に基づき、1979年度から1981年度までの3か年にわたってChiquimula, Mataquescuintla及びLlano del Coyoteの3地区に分かれて実施されたものである。

Chiquimula地区では、全域の概査から鉱化帯の精査に至る地質調査・地化学探査と、Tercerón鉱山の下部探鉱のための試錐が実施された。

まず、地質調査・地化学探査としては、第1年次に全域(1450km²)にわたる写真地質調査及び河川堆積物の地化学探査(概査)が実施され、変質帯・転鉱帯及び鉛・亜鉛地化学異常を含むA-2地区(30km²)と、金及び鉛・亜鉛地化学異常とベントナイト鉱床を含むA-3地区(100km²)が有望地区として抽出された。第2年次には、この2地区に対して、地質調査・地化学探査の準精査が実施され、A-3地区の中北部で金・銀地化学異常帯、南部でベントナイト化帯が明瞭に検出された。一方、その他の鉱徴地では注目に値する鉱化は認められなかった。第3年次には、A-3地区の金・銀地化学異常帯の中央部に位置するEl Pate-El Poxté地区で地質調査・地化学探査精査が実施され、その結果、多数の含金露頭・転鉱帯・地化学異常帯が新たに発見された。南部のベントナイト化帯は、1981年度の地域開発計画調査の主対象として取り上げられ、別途、開発のための研究が実施されている。

試錐探査としては、Tercerón鉱山の鉱化帯の深部における鉱況及び地質構造を解明するため、第2年次に3孔、第3年次に4孔が掘さくされた。そのうちの1孔で高品位塊状銅鉱に着鉱したものの、その他の試錐孔では、その延長を確認することができなかった。

Mataquescuintla地区では、第1年次と第2年次に、地質調査と地化学探査が実施された。

まず、第1年次には、Chiquimula地区と同様に、全域にわたる写真地質調査と河川堆積物の地化学探査が実施され、その結果、Mataquescuintla鉱山の鉱化帯、その他の変質帯、金・銀・銅・鉛・亜鉛の地化学異常帯を含むB-1地区(80km²)が有望地区として抽出された。

第2年次には、このB-1地区に対して、地質調査・地化学探査の準精査が実施され、その結果、Mataquescuintla鉱山及びその周辺の変質帯や数か所の地化学異常帯が抽出された。しかし、これらはどれも小規模であり、注目に値するほどの鉱徴は認められなかった。

Llano del Coyote地区においては、1978年度のMJ-9試錐により捕捉された亜鉛の高品位部の追跡を目的として、第1年次にその周辺で2孔(何れも150m級で垂直)が掘さくされ、この結果、両孔とも亜鉛鉱体に着鉱した。

第2年次には、この高品位亜鉛鉱帯の東方延長部での鉱況及び地下地質構造を解明するため、さらに2孔(何れも150m級で垂直)が掘さくされた。結果的には、2孔とも高品位鉱には達着せず、この高品位鉱帯の分布は、平面的には直径約100mの範囲に止まっていることが判明した。

(2) Chiquimula地区

地質 本地区の地質は、東西性のMotagua断層及びJocotán断層により、Motagua断層以北の地帯、Motagua・Jocotán両断層に挟まれた地帯、及びJocotán断層以南の地帯に3分される。

Motagua断層以北の地帯は、本地区内では、北西隅の極く限られた範囲に現われるのみで、その詳細は明らかでないが、主として、中生代あるいはそれ以前の変成岩類及びそれを貫ぬく蛇紋岩よりなる。

Motagua・Jocotán両断層間の地帯は、本地区の主要部をなすもので、中～古生代、あるいはそれ以前の変成岩類が帯状に配列し、東部ではこれらを白亜紀後期～第三紀前期の稜柱～中柱完晶質岩類(Chiquimula複合貫入岩類)が貫ぬいている。また、一部には中生代中～後期の石灰岩や第三紀以後の火山岩類・堆積岩類が分布する。

Jocotán断層以南の地帯は、火山岩類を主とする第三系が広く分布する地帯である。

鉱床 本地区には、Chiquimula市南方で、Tercecerón鉛山及びXororagua鉛徴地の銀鉛床が知られている。また、地区の中央部で変成岩類をNE-SW方向に貫ぬく蛇紋岩中に小規模なクローム鉛床があり、また、その付近の変成岩中には、マンガン鉛床が賦存される。また、非金属鉛床として、変成岩中の石灰岩鉛床、Jocotán断層以南の第三系中の石膏鉛床及びベントナイト鉛床がある。以上のほかに、本プロジェクトによって、Chiquimula市西方のEl Pato-El Poxte地区で、Chiquimula複合貫入岩類中に新たに金鉛床が発見された。

地化学探査 本地区では、まず第1年次に、全域に対して、河川堆積物を対象とする広域的な概査が実施された。指示元素としては、期待される鉱化のタイプから、通常のAg・Cu・Pb・Znが採用され、そのほか、風化による溶脱・流失に対する抵抗の強いAuが、新しい試みとして指示元素に加えられた。探査の結果、4か所で地化学異常帯が検出された。

第2年次には、これらの異常帯のうちから南西隅の鉛・亜鉛異常帯(A-2地区)と、南東部の金及び鉛・亜鉛異常帯(A-3地区)が選出され、それらに対して、主として土壌を対象とする地化学探査(準精査)が実施された。指示元素としては、第1年次の調査結果に基づき、Au・Ag・Pb・Znが採用された。その結果、2地区内で合計4か所の地化学異常帯が確認された。

第3年次には、これらのうち特に顕著な Chiquimula 市西方の El Pato-El Poxté 地区における金・銀異常帯が精査の対象として取り上げられ、土壌及び岩石を対象として地化学探査が実施された。指示元素としては、Au・Ag が採用された。その結果、5か所で金・銀異常帯が検出され、そのうち、4異常帯は、地質調査によって確認された合金鉱化帯及びその延長部を示徴した。

試錐探査 Tercecerón 地区では、NW-SB 方向の3断面に7孔の傾斜試錐が配置された。この付近では、下位より上位に向って、黒色泥質片岩を主とする変成岩類(古生代?)、石灰岩(白亜紀)、安山岩質火砕岩類及び赤色層(白亜紀末期～第三紀前期)が累重し、これらはNB-SW系平行断層によりブロック化している。また、これらの断層に沿って、斑状安山岩や石英斑岩の岩脈群が貫入し、最後に、これらのすべてを第四系が不整合に被覆している。断層としては、東端部鉱体が賦存する南錐断層帯及びその北西側に平行する北錐断層帯が顕著である。

結果的には、1孔によって北錐断層帯で高品位塊状銅鉛(Zn: 14830m～14870m, Cu: 10.50%)に着鉱したものの、その他の試錐孔では、顕著な鉱化は認められなかった。

(3) Mataquescuintla 地区

地質 本地区は、変成岩類やそれを貫ぬく深成岩類を基盤として、第三系及び第四系が広く分布する。第三系の下部層は基底礫岩及び赤色砂岩よりなり、白亜紀末期～第三紀前期の Subinal 層に対比される。中部層及び上部層は中新世ないし鮮新世の酸性火砕岩類を主とし、安山岩・石英安山岩・流紋岩などの溶岩を伴う。

鉱床 この地区には Mataquescuintla 鉱山の含銀-銅鉛床が存在する。この鉱床は第三紀中部層の流紋岩質凝灰角礫岩の珪化帯内にある。ただし、この珪化帯は東西約170m、南北約100mの広がりをもつに過ぎない。このほか、アンチモン・金・鉛・亜鉛などの鉱徴地や情報地がある。

地化学探査 本地区でも、まず第1年次には、全域に対して河川堆積物を対象とする広域的な概査が実施された。指示元素としては、期待される鉱化のタイプから、通常の Ag・Cu・Pb・Zn が採用され、そのほか、風化による溶脱・流失に対する抵抗の強い Au が、新しい試みとして指示元素に加えられた。その結果、4か所で地化学異常帯が検出された。

第2年次には、これらのうちから、Mataquescuintla 鉱山周辺及びその北方の金・銀・銅・鉛・亜鉛異常帯(B-1地区)が選出され、土壌を対象とする地化学探査が実施された。指示元素としては、第1年次の調査結果に基づき、Au・Ag・Cu・Pb・Zn が採用された。その結果、B-1地区内で4か所の異常帯が検出されたが、何れも微弱であった。

(4) Llano del Coyote 地区

地質構造 本プロジェクトの4孔に過去に掘さくされた数孔の地質データを併せて、付近の地

下地質構造の全貌がほぼ明らかになった。すなわち、本地区では下位から上位に向って、主として火山岩源の変成岩よりなる Chicol 層及び主として砂・泥質砕屑岩源の変成岩よりなる Tactic 層（何れも古生代の Santa Rosa 層群）が平坦に分布し、それを中生代の Todos Santos 層が不整合に被覆し、さらにそれらを第四系が被覆している。

鉍化作用 鉍化作用は Chicol 層及び Tactic 層に含まれる層状スカルン帯に伴ない、とくに顕著な鉍化は Chicol 層最上部の火山岩源変成岩層準で認められ、MJ-9 などで確認されている高品位亜鉛鉍化帯もまた、この層準に胚胎されることが判明した。なお、Zn: 5% 以上の高品位亜鉛鉍化体は、今のところ、MJ-9 (88.60m~98.10m, Zn: 12.76%), MJ-12 (107.70m~111.60m, Zn: 13.11%), LC-1 (121.55m~131.10m, Zn: 5.13%) の3孔で認められ、平面的には直径約100mの範囲に止まっている。

(5) 今後の問題点

Chiquimula, Mataquescuintla 及び Llano del Coyote 地区において、3か年にわたって展開された基礎的探査の結果、将来の開発につながる可能性のある探査標的は、Chiquimula 地区の Los Cimientos ベントナイト化帯と El Pato-El Poxté 合金鉍化帯に示ばられた。前者はすでに昭和56年度地域開発計画調査の主要対象として取り上げられ、開発研究が進められている (JICA-NMAJ, 1982-b)。後者については、まだ露頭探査の域を出ないので、今後これを開発するに当たっては、その前提として、まず鉍化作用の特性及び鉍床規模をさらに正確に把握する必要があり、そのためには、下記の各種調査の実施が要請される。

- a. 中央鉍化帯・F-500 鉍化帯の地質・地化学探査・電気探査（比抵抗法）・試錐による総合精密探査。
- b. 南西隣接地区の地質調査・地化学探査。
- c. 北西隣接地区の地質調査・地化学探査。
- d. 高品位合金露頭・鉍化帯のトロンチ探査。

目 次

はしがき	1
要 約	ii
I 序 言	1
II 一般事項	6
II-1 概 況	6
II-2 位 置	8
II-3 交 通	8
II-4 地 形	8
II-5 気 候	9
II-6 植 生	10
II-7 従来の調査及び研究	10
III 調査の経過	11
III-1 Chiquimula 地区	11
III-2 Mataquescuintla 地区	11
III-3 Llano del Coyote 地区	12
IV 地 質	13
IV-1 概 要	13
IV-2 調査方法	13
IV-3 調査結果	14
IV-3-1 地質概説	14
IV-3-2 Chiquimula 地区	15
IV-3-3 Mataquescuintla 地区	20
V 鉱 床	23
V-1 金・銀鉱床	23
V-2 銅・鉛・亜鉛鉱床	25
V-3 アンチモン鉱床	28
V-4 クローム鉱床	28
V-5 マンガン鉱床	29
V-6 褐鉄鉱床	29
V-7 大理石鉱床	30

V-8	石膏鉍床	30
V-9	ベソトナイト鉍床	30
II	地化学探査	31
II-1	調査概要	31
II-2	化学分析	31
II-3	数値処理	32
II-4	地化学異常帯及びその意義	32
II-4-1	第1年次	32
II-4-2	第2年次	34
II-4-3	第3年次	36
III	試錐探査	37
III-1	概 要	37
III-2	Llano del Coyote 地区の探査結果	37
III-3	Tercerón 地区の探査結果	41
IV	総括及び結論	43
IV-1	調査経過	43
IV-2	Chiquimula 地区	44
IV-2-1	地質及び鉍床	44
IV-2-2	地化学探査	44
IV-2-3	試錐探査	45
IV-3	Mataquesuintla 地区	46
IV-3-1	地質及び鉍床	46
IV-3-2	地化学探査	46
IV-4	Llano del Coyote 地区	47
IV-4-1	地質構造	47
IV-4-2	鉍化作用	47
IV-5	今後の問題点	47
	文 献	48

FIGURAS

Fig. I-1	Mapas de localización de las áreas investigadas.....	4,5
(1)	Mapa del índice	
(2)	Áreas de Chiquimula, Mataquescuintla y Llano del Coyote	
(3)	Áreas de A-2, A-3 , B-1 y Tercerón	
(4)	Área de El Pato-El Poxte	
Fig. V-1	Mapa geológico de la zona de mina Mataquescuintla, 1:10,000.....	27
Fig.VII-1	Ubicación de los pozos perforados, Área de Llano del Coyote, 1:5,000.....	38
Fig.VII-2	Ubicación de los pozos perforados, Área de Tercerón, 1:5,000.....	39

TABLAS

Tabla I-1	Listas de las obras realizadas	2
Tabla I-2	Lista del personal	3
Tabla II-1	Producción de minerales metálicos de Guatemala	7
Tabla VI-1	Umbral y frecuencias de las poblaciones elementales.....	33

PLANOS

PL. IV-1	Mapa geológico del área de Chiquimula, 1:50,000	
PL. IV-2	Secciones geológicas del área de Chiquimula, 1:50,000	
PL. IV-3	Mapa geológico del área de Mataquescuintla, 1:50,000	
PL. IV-4	Secciones geológicas del área de Mataquescuintla, 1:50,000	
PL. V-1	Mapa y secciones geológicas, Área de El Pato- El Poxte, 1:5,000	
PL. V-2	Mapa de la zona mineralizada central, Área de El Pato-El Poxte, 1:2,000	
PL. VI-1	Mapa integrado de los resultados de exploración geoquímica por Au de 1ª a 3ª fase, Área de Chiquimula, 1:50,000	
PL. VII-1	Secciones geológicas (NO-SE y NE-SO), Área de Llano del Coyote, 1:1,000	
PL. VII-2	Sección geológica (NO-SE) a través de MJT-1, 2, y 3, Área de Tercerón, 1:1,000	
PL. VII-3	Secciones geológicas (NO-SE) a través de MJT- 4-5 y MJT- 6-7, Área de Tercerón, 1:1,000	

I 序 言

この報告書は、国際協力事業団（JICA）と金属鉱業事業団（MMAJ）が、グアテマラ共和国鉱山・炭化水素・核エネルギー庁（SMHEN）に属する鉱山・炭化水素局（DGMH）と共同して実施したグアテマラ共和国東部地域資源開発協力基礎調査の結果をまとめたものである。

この調査は、1979年8月6日、上記の両事業団と鉱山・炭化水素・核エネルギー庁との間で合意された「グアテマラ共和国鉱物資源調査計画」に基づき、昭和54年度から昭和56年度までの3か年にわたって実施されたもので、同国東部のChiquimula地区（1450km²）及びMataquescuintla地区（750km²）における地質調査・地化学探査・試錐探査と、同国西部のHuehuetenango県Llano del Coyote地区における試錐探査よりなる。Chiquimula及びMataquescuintla地区における調査は、これらの地区で新たに開始された資源開発協力基礎調査を示すもので、これらの地区における鉱物資源開発の今後を方向づけるためのものである。一方、Llano del Coyote地区の試錐探査は、昭和51年度から3年間にわたって、すでに実施された同国西部地区資源開発協力基礎調査の結果をフォローアップするもので、同調査によって検出された鉱化帯の広がりを追求するためのものである。

3か年にわたる本プロジェクトの年次別調査実績及び参加人員を一括して表I-1及び表I-2に示した。また、調査地区の位置の概略をFig I-1 (1), (2), (3), (4)に示した。

謝 辞

終始、御協力をいただいたグアテマラ共和国鉱山・炭化水素・核エネルギー庁の関係各位、とくにJorge Luis Monzón Juárez 長官、Eric Méza Duarte 同庁次官、Francisco Cosenza Chacón 鉱山・炭化水素局局長、Mario Escobar Carrera 同局次長、José Antonio González Cámara 核エネルギー局局長に深く感謝の意を表わす。また、各種の御援助・御指導を賜わった駐グアテマラ日本大使館浅田泰三特命全権大使、原富士男前大使及び館員の皆様に心から感謝する次第である。

表 I-1 調査実績一覧表

(I) 地質調査

A. 両地調査

年次	地区	面積 km ²	調査ルート長, Km	ルート長密度 km/km ²	地質図縮尺
1	A:Chiquimula	1,450	636.0	0.44	1:50,000
	B:Mataguaculatia (合計)	750 (2,200)	441.2 (1,077.2)	0.59 (0.49)	1:50,000
2	A-2	30	115.9	3.86	1:20,000
	A-3	100	290.8	2.91	1:20,000
	B-1	80	201.1	2.51	1:20,000
	(合計)	(210)	(607.8)	(2.89)	
3	El Pato-El Poste (合計)	6.0 (6.0)	48.0 (48.0)	8.00 (8.00)	1:5,000

B. 室内試験

項目	第一年次			第二年次			第三年次			合計
	地質	試験	小計	地質	試験	小計	地質	試験	小計	
薄片	150	35	186	229	109	338	15	39	54	578
研磨片	-	12	12	-	24	24	35	15	50	86
X線回折	43	10	53	15	16	31	14	7	21	105
年代決定 (K-Ar法)	7	-	7	3	-	3	-	-	-	10
全岩分析	8	-	8	3	-	3	-	-	-	11
鉱石分析	22	45	68	5	60	65	52	19	71	204
化石鑑定	6	-	6	6	6	12	-	-	-	18

(II) 地化学調査

年次	地区	面積 km ²	試料数	試料密度 1/km ²	指示元素	分析成分数
1	A:Chiquimula	1,450	533(S.A.)	0.37	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	2,665
	B:Mataguaculatia (合計)	750 (2,200)	384(S.A.) (917)	0.51 (0.42)	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	1,920 (4,585)
2	A-2	30	124(S)	4.1	Au, Ag, Pb, Zn	496
	A-3	100	425(S)	4.7	Au, Ag, Pb, Zn	1,892
	B-1	80	48(S.A.) 370(S)	4.6 (4.6)	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	1,850 (4,238)
	(合計)	(210)	(967)	(4.6)		
3	El Pato-El Poste	6	336(S)	56.0	Au, Ag	672
	(合計)	(6)	169(R) (505)	28.2 (42.1)	Au, Ag	338 (1,010)

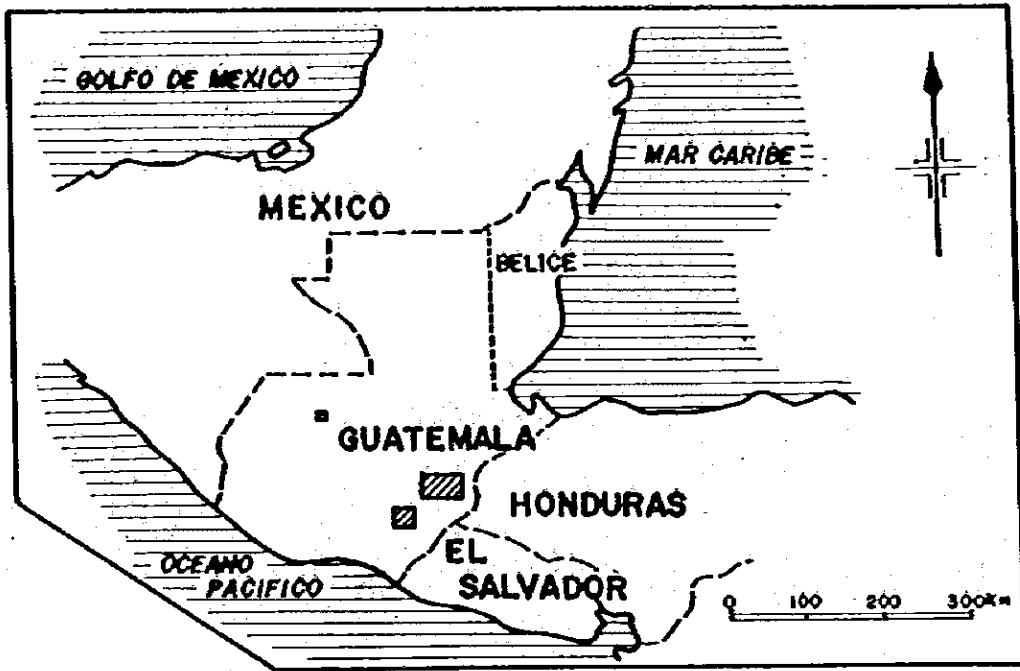
* S.A.: 河川堆積物 S:土壌 R:岩石

(III) 試験

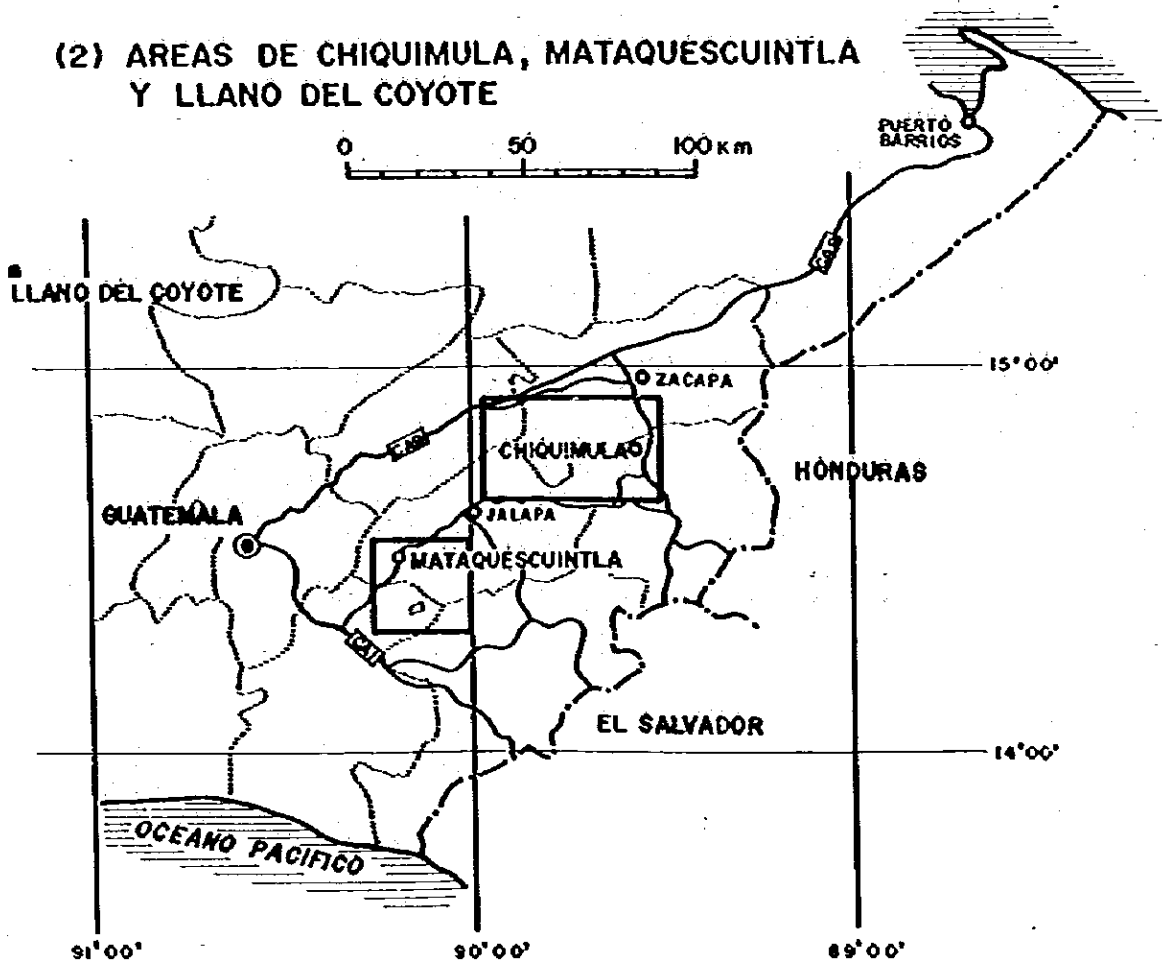
地区	試験孔	方位	傾斜	深度, m	期日
Elaso del Coyote	MJ-11	-	-90°	154.30	10. 23. - 11. 13. 1979
	MJ-12	-	-90°	148.20	11. 11. - 12. 13. 1979
	MJ-13	-	-90°	153.60	8. 28. - 10. 3. 1980
	MJ-14 (合計)	-	-90°	150.30 (606.40)	8. 6. - 9. 7. 1980
Tercerón	MJT-1	N36°E (324°)	-60°	302.30	8. 6. - 10. 2. 1980
	MJT-2	N36°E (324°)	-60°	320.00	9. 16. - 11. 4. 1980
	MJT-3	S36°E (144°)	-60°	280.10	10. 6. - 12. 5. 1980
	MJT-4	N40°E (320°)	-45°	280.90	9. 23. - 11. 7. 1981
	MJT-5	N40°E (320°)	-60°	320.70	8. 25. - 9. 22. 1981
	MJT-6	N40°E (320°)	-45°	200.20	8. 14. - 8. 31. 1981
	MJT-7 (合計)	N40°E (320°)	-70°	250.10 (1,954.30)	7. 8. - 8. 13. 1981

Fig. I-1 MAPAS DE LOCALIZACION DE LAS AREAS INVESTIGADAS

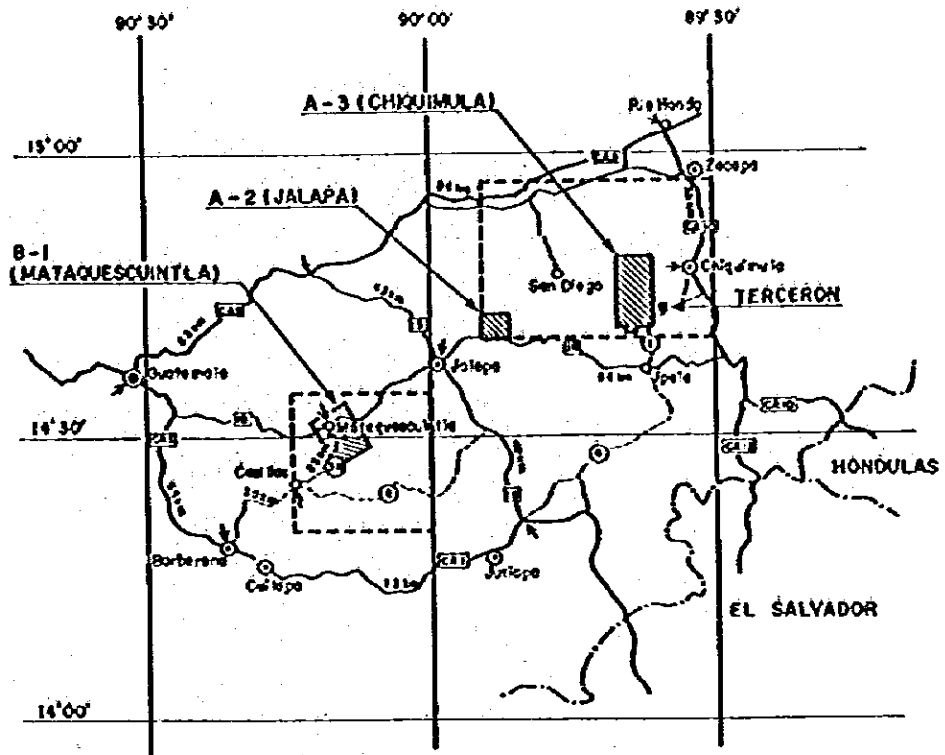
(1) MAPA DEL INDICE



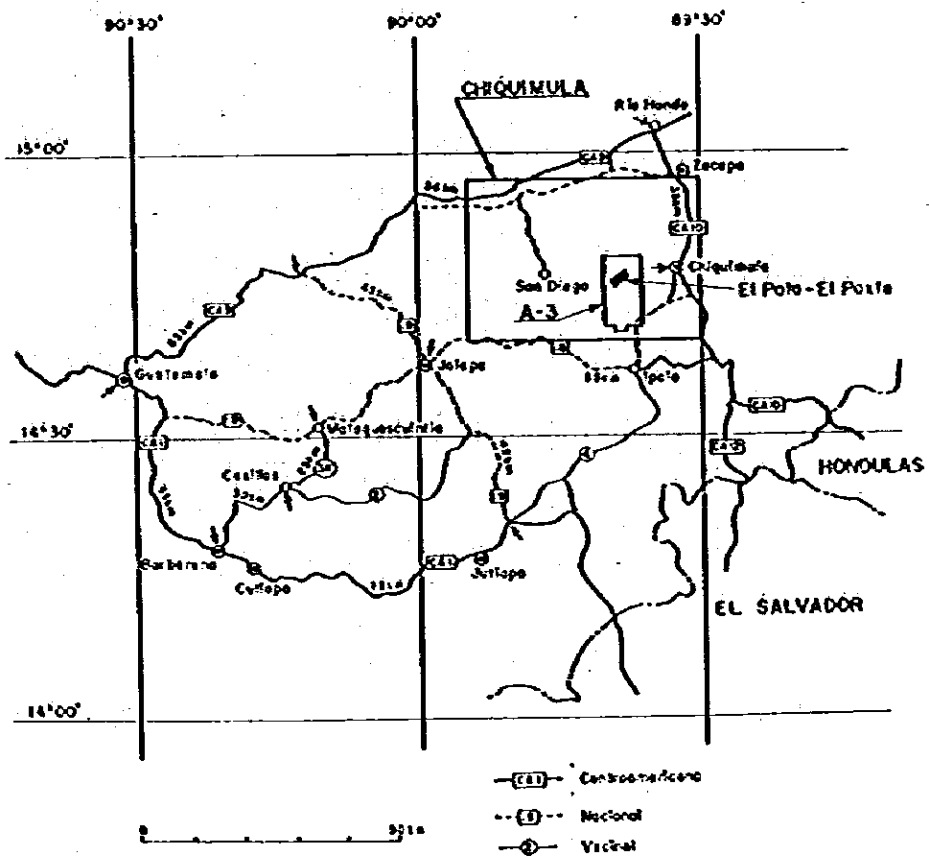
(2) AREAS DE CHIQUIMULA, MATAQUESCUINTLA Y LLANO DEL COYOTE



(3) AREAS DE A-2, A-3, B-1 Y TERCERON



(4) AREA DE EL PATO - EL POXTE



II 一 般 事 情

II-1 概 況

グアテマラ共和国は中央アメリカの北西端に位置し、メキシコ合衆国の南東側に隣接する。当国は中央アメリカ諸国のうち、第3位の面積(約109,000km²)と最大の人口(約660万人)を持つ。総人口のうちの47%はコロンブスによる新大陸発見以前の住民の子孫である。

最近数年間における国民総生産の推移は、次の通りである(Banco de Guatemala, 1979)。

1973	2,569.3	百万Q
1974	3,161.5	"
1975	3,646.0	"
1976	4,365.3	"
1977	5,480.5	"
1978	6,132.4	"
1979	7,058.1	"

現在まで、当国の経済はほとんど農業に依存して来た。主要な農業生産物はコーヒー、棉花、バナナ、砂糖で、これらはまた主要な輸出品となっている。

最近、DGMHにより集計された1961年から1978年にわたる鉱業生産実績一覧表をTable II-1に示した。この表からも明かなように、最近のグアテマラにおける主要金属鉱産物はアンチモン鉱及びニッケル鉱である。

アンチモン鉱はもっぱらHuehuetenange県のIxtahuacán 鉱山から産出する。本鉱山ではアンチモンとタングステンとが共生し、特異なテレスコーピングの現象を示すといわれている(Collins et al., 1969)。1981年に休山し、現在は出鉱されていない。

ニッケル鉱はもっぱらExmibal社(Exploraciones y Explotaciones Mineras Izabal S. A., INCO Ltd. とHanna Mining Co.の合弁会社)のIzabal湖北岸の鉱区から産出するラテライト鉱で、1977年にニッケル マット(Ni:75%, S:20%, Fe:1% 以下)の生産が開始された。同社は1960年から採鉱を開始し、1965年に鉱業権が設定された。現在までに6鉱体から、粗鉱品位としてNi:1.6%~1.7%, 67,000,000トンの鉱量が確認されている。これもまた、1981年には採業を停止し、現在に至っている。

当国の通貨はケツアル(Quetzal, Q)と呼ばれ、価値はあるものの、1対1の対ドル交換レートを維持している。米ドルは現金・旅行者小切手とも、一般銀行で自由に交換することができる。ただし、1981年に外国為替管理が強化され、ケツアルから米ドルへの交換は事実上できなくなった。

なお、Llano del Coyote 地区及びその周辺の一般状況はグアテマラ共和国西部地区鉱物資

Tabla II-1 PRODUCCION DE MINERALES METALICOS DE GUATEMALA
(TONELADAS METRICAS)

AÑO	1) ANTIMONIO	2) ANTIMONIO	TUNGSTENO	3) CADOMIO	4) CROMITA	5) HIERRO	6) PLOMO	7) PLOMO	8) PLATA	9) ZINC	10) COBRE	11) NIQUEL
1961	64			42,731	100	(e) 5,000	56	8,580	515,905	7,926		
1962	22			12,400	20	(e) 5,000	63	968	370,595	816		
1963	28			7,100		(e) 6,000	47	748	64,173	1,169		
1964				1,500		(e) 7,000	75	1,207	(e) 10,000	844	(a) 8,600	
1965				1,700		8,469	114	923	18,000	867	(e) 1,500	
1966	14			866		(e) 10,000	215	901	(e) 3,000	903	ND	
1967	50					9,000	(e) 71	1,160		434	(a) 1,250	
1968	15					3,667	200	1,475		492	1,250	
1969						3,817	215	1,087		506		
1970	2,857.70					1,600	225	1,087		506		
1971	1,700.8					3,265	90	154	7,000	929		
1972	1,176.77			207		2,505	200	152	6,000	309		
1973	706.935	1,297.187	997.789	63			72	112	3,888		1,207.187	
1974	675.650	825.270	15,000 TC				75 TC				6,699	
1975	1,533.025	690.000	21,842								11,082	
1976	1,315.145	515.350				(a) 2,578					11,078	
1977	1,530.36					2,113					7,371	397.65
1978	370.89					1,040					7,103	2,186

(e): Estimada, (a): Aproximada

(DOMR)

- 1) Concentrado para exportación 55 - 65%
 2) A granel para exportación 30 - 40%
 3) En concentrado de zinc (kilogramos)
 4) Mineral
 5) Concentrado para exportar
 6) Fundido para consumo local
 7) Onzas troy
 8) Concentrado
 9) Concentrado para exportación 28%
 10) Onzas troy (libre aprovechamiento)
 11) Sinter 75%

源開発基礎調査報告書（第1年次：1977，第2年次：1978，第3年次：1979，総合：1979）に詳述されているので，ここでは省略し，新たに調査対象となった東部のChiquimula及びMataquescuintla地区の一般状況を，以下に記すことにする。

II-2 位置 (Fig. 1-1)

Chiquimula地区は主都グアテマラ市の東北東70~110kmに位置し，Chiquimula，Zacapa，El Progreso，Jalapaの4県(Departamento)にまたがる。本地区は，北緯14°40'~14°57'30"，西経89°30'~89°55'に囲まれた直方形をなし，面積は約1,450km²である。

一方，Mataquescuintla地区はグアテマラ市の東南東30~60kmにあり，Jalapa，Santa Rosa，Jutiapaの3県にまたがる。本地区は北緯14°20'~14°35'，西経90°00'~90°15'の範囲で，面積は約750km²を占める。

これらの両地区は，1979年に国家保有鉱区に指定されている。

II-3 交通

現地調査期間中，現地連絡事務所が開設されたChiquimula市はChiquimula地区内にある。同市までの交通は至って便利で，グアテマラ市からはCA9及びCA10（何れも中央アメリカ道路に属する全天候舗装道路）により，車で約3.5時間で達することができる。両市間にはバスの便もある。同市には小型飛行機用の滑走路（私用）があるが，商業定期航空便は開かれていない。Chiquimula地区には，ほぼその南縁を通過する国道18号線及び地方道1号線があり，Chiquimula市からJalapa市及びMataquescuintla地区方面に達することができる。これらの道路は全天候未舗装道路で，Chiquimula市からJalapa市までは車で約3時間をする。Chiquimula地区の内部には，上記の諸道路から，車によって進入可能な道路が数本あるが，何れも幅3m程度の狭い道路で，そのほかは徒歩によるしかない。

グアテマラ市からMataquescuintla地区に至るには，CA-1（汎米ハイウェイ）及び国道3号線経由の便があり，地区北西部のMataquescuintlaまではグアテマラ市から車で約3時間で達することができる。地区の北部は国道18号線，南部は地方道2号線があり，車の通行が可能であるが，それら以外は徒歩によるほかはない。

II-4 地形

地形的に見た場合，Chiquimula地区とMataquescuintla地区とでは，かなりの差違がある。まず，Chiquimula地区の大部分は，Motagua断層谷の南側に接する山岳地に属し，Río Motaguaへ向って北流するRío Grande de Zacapa水系，Río San Vicente水系及びRío El Tambor o Jalapa水系の流域に含まれる。当地区はこれらの水系に属する諸河川により侵食

され、一般にやや急峻な壮年期の地貌を呈する。まとまった平地としては、北部のRío Motagua 沿いの断層谷や、東部の Chiquimula 盆地があり、その他は、諸河川沿いに小規模な平地が開けているに過ぎない。Chiquimula 市街地北方には第四紀の玄武岩溶岩流上に、卓状の平原が広がっている。標高は、地区の北縁を東流する Río Motagua 沿いの低平地における海拔約 200m を下限とし、西縁中央の Montaña de Silencio における海拔約 2,000m を上限とする。当地区の政治・経済の中心である Chiquimula 市は、東縁の Chiquimula 盆地中央にあり、標高約 400m に位置する。

一方、Mataquescuintla 地区は、北流して Río Motagua に合流し、ついにはカリブ海に入る Río Los Plátanos 及び Río Jalapa 水系、南流して太平洋に入る Río Paz および Río Los Esclavos 水系、南東流して El Salvador 国内を經由し、同じく太平洋に入る Río Grande de Mita (Río Lempa 上流) 水系などの源流部に当り、水系が複雑に入り雑っている。

Jalapa から Mataquescuintla に至る国道 18 号線は、上記のカリブ海へ出る水系と太平洋へ出る水系を両す分水嶺を通る。この分水嶺は当地区の最高所をなすもので、標高は 2,700 m に達する。この分水嶺の周辺一帯は、一般に諸河川の侵食が進み、急峻な壮年期の地貌を呈している。ただし、中央西部の Río San Rafael 沿いには、平地が開け、とくに Mataquescuintla (標高 1,600m 前後) や San Rafael Las Flores (標高 1,300~1,400m) 付近には、平坦な盆地が発達している。また、地区の中央のやや南よりには、Ayarza 湖がある。この湖は東西約 6 km、南北約 3 km に及ぶカルデラ湖で、急峻なカルデラ壁に囲まれ、水面の標高は約 1,400m である。Ayarza 火山からのものと推定される第四紀火山噴出物は、湖の南西側から東側にかけて広く分布し、概して平坦な平原を形成し、幼年期の地形を保持している。

II-5 気 候

気候もまた、Chiquimula 地区と Mataquescuintla 地区とでは、互に接近しているにもかかわらず、かなりの差違が認められる。Instituto Geográfico Nacional (IGN と略称) の資料 (1972) によれば、Chiquimula 地区では平均気温及び平均年間降雨量が、それぞれ 25℃、500 mm 前後であるのに対し、Mataquescuintla 地区では、それぞれ 20℃、1,000 mm 前後となっている。この差は主として標高の差によるものと考えられ、概して標高の低い Chiquimula 地区では、標高の高い Mataquescuintla 地区に比較して、気温が高く、降雨量が少なくなっている。

Chiquimula 地区では、とくに北部の Río Motagua 及び東部の Río Grande de Zacapa 沿いの低平地で、高温・乾燥の特徴が著しく、Chiquimula 市街地周辺では慢性的な水不足に悩まされている程である。一般的に言って、低平地は乾燥した熱帯～亜熱帯性の気候が卓越し、山地ではやや降雨量が多く、亜熱帯性～低山性の気候が優勢である。当地区では 5～10 月に

降雨が集中し、Chiquimulaでは月平均50~150mm程度の降雨があるが、それ以外では、ほとんど雨は降らない。

一方、Mataquescuintla地区では、概して気温が低く、降雨量が多く、とくに、北部の高標高地帯で著しい。一般に、山地では低山性、低地では亜熱帯性の気候が卓越している。当地区も5~10月が雨期で、北東に隣接するJalapaでは月平均100~250mm程度の降雨があり、この期間以外では降雨は少ないが、年によりかなりの変動がある。

II-6 植 生

両地区とも、低平地では植生に乏しく、牧草地~草原が多く、また、サボテンや龍舌蘭などの耐乾性植物相が認められる。山地も開墾が進んでいて、主にとうもろこしが山頂に至るまで耕作されている。耕地以外は松・杉などを含む森林に覆われる場合が多い。

II-7 従来の調査及び研究

1966年から1967年にわたり、国連はグアテマラの東部及び西部の2地域で、合計約12,000km²に対して、広域的な地化学探査を実施した(U.N., 1968)。このうち、Area Iは今回の調査のChiquimula地区の南半及びMataquescuintla地区の全域を含むものであり、捕捉された14か所の主要地化学異常地のうちの6か所が、今回の調査範囲に含まれている。捕捉された異常地のうち、第1優先順位の銅異常地であるMataquescuintla及びXororaguatに対して、物理探査・地化学探査・地質調査及び試錐を含む補足調査が実施された(U.N., 1970, 1971)。

今回の調査地区を含む広域地質図としては、IGNにより編集された縮尺1:250,000地質図幅Chiquimula(IGN, 1969)があり、この図幅には今回のChiquimula地区の全域が含まれている。

Williamsら(1964)は、グアテマラ南東部の地質予察調査を行ない、地質予察図を作成した。この予察範囲にChiquimula地区の南縁部が含まれる。

Schwartz及びClemonsは縮尺1:50,000 Zacapa図幅地域及びChiquimula図幅地域の地質調査をそれぞれ実施した。その結果はINGによりそれぞれZacapa地質図幅及びChiquimula地質図幅として発表された(Schwartz, 1976及びClemons, 1966)。これらの図幅の範囲はChiquimula地区の東半と重複している。

III 調査の経過

1979年8月6日、JICA-MMAJとSMHENの間で合意された「グアテマラ共和国鉱物資源調査計画」に基づき、国家保有鉱区に指定されているChiquimula、Mataquescuintla及びLlano del Coyotéの3地区（Fig I-1）で、基礎的な鉱物資源探査が3年計画で1979年に開始された。各地区における調査経過の概要をまとめて、ここに述べることにする。

III-1 Chiquimula 地区

本地区では第1年次から第3年次に至る地質調査・地化学探査及び第2・3年次の試錐探査が実施された。

地質調査・地化学探査としては、第1年次に全域にわたる写真地質判読及び現地チェックを含む地質予察と河川堆積物の地化学探査が実施され、その結果、金地化学異常、鉛・亜鉛地化学異常及びペントナイト鉱床を含むA-3地区（100km²）と、Jocotán断層沿いの変質帯、転鉱帯及び鉛・亜鉛地化学異常を含むA-2地区（30km²）が、有望地区として抽出された（Fig. I-1）。

第2年次には、これらの地区に対して、地質調査・地化学探査の準精査が実施され、その結果、A-3地区の中北部で金・銀地化学異常帯、南部でペントナイト化帯が明確に検出された。一方、この地区の鉛・亜鉛異常帯やA-2地区では、注目に値するほどの鉱徴が認められず、一応この時点で調査は打ち切られた。

第3年次には、A-3地区の金・銀異常帯の中央部に位置するEl Pato - El Poxté 地区（Fig. I-1）で地質調査・地化学探査の精査が実施され、多数の含金鉄頭、転鉱帯、地化学異常帯が新たに発見された。Los Cimientos 周辺のペントナイト化帯は、昭和56年度の地球開発計画調査の主要対象として、別途、開発研究調査が展開されている（JICA-MMAJ, 1982-b）

試錐探査としては、Tercerón 鉱山の鉱化帯の深部における鉱況及び地下地質構造を解明するために、先づ第2年次に3孔の掘さくが実施され、そのうちの1孔で高品位塊状銅鉱に着鉱した。その延長を追跡するために、第3年次に2か所で各2孔、合計4孔の掘さくが実施されたが、結果的にはその延長は発見されなかった。

III-2 Mataquescuintla 地区

本地区では、第1年次と第2年次に、地質調査及び地化学探査が実施された。

まず、第1年次には、Chiquimula 地区と同様に、全域にわたる写真地質判読及び現地チエ

ックを含む地質予察と河川堆積物の地化学探査が実施され、その結果 Mataquescuintla 鉱山の鉛化帯、その他の変質帯及び金・銀・銅・鉛・亜鉛の地化学異常を含むB-1地区(30km²)が有望地区として抽出された(Fig. 1-1)。

第2年次には、このB-1地区に対して、地質調査・地化学探査の準精査が実施され、その結果、Mataquescuintla 鉱山及びその周辺の変質帯や数か所の地化学異常帯が抽出された。しかし、これらはどれも小規模であり、注目に値するほどの鉛徴が認められず、一応この時点で調査は打ち切られた。

III-3 Llano del Coyote 地区

Llano del Coyote 地区においては、1978年度のMJ-9試錐により捕捉された亜鉛の高品位部の追跡を目的として、第1年次にその周辺でMJ-11及びMJ-12の2孔(何れも150m 級で垂直)が掘さくされた。この結果、両孔とも亜鉛鉱体に着鉛し、MJ-11では2.50m間でZn:1.93%(原子吸光法)、2.87%(湿式)、またMJ-12では3.90m間でZn:13.11%(原子吸光法)、17.77%(湿式)の品位が得られた。

第2年次には、この高品位亜鉛鉛帯の東方延長部での鉛況及び地下地質構造を解明するために、MJ-13及びMJ-14の2孔(何れも150m 級で垂直)が掘さくされた。結果的には、2孔とも高品位鉛には達着せず、この高品位鉛帯の分布は、平面的には直径約100m の範囲に止まっていることが判明したので、一応調査は打ち切られた。

IV 地 質

IV-1 概 要

本プロジェクトにおける地質調査は、広域から小区域へ、概査から精査へと、段階を追って3か年にわたって実施された。

第1年次(1979年)には、国家保有鉱区に指定された Chiquimula 地区(1450 km²)及び Mataquescuintla 地区(750 km²)の全域にわたって、空中写真の地質判読、現地チェック、室内解析からなる概査が、河川堆積物の地化学探査と並行して実施され、その結果は縮尺1:50,000の地質図にまとめられた。

第2年次(1980年)には、第1年次の調査結果により有望地区として抽出された3地区(合計210 km²)に対して、主に土壌を対象とする地化学探査と並行して、地質調査(準精査)が実施され、その結果は縮尺1:20,000の地質図にまとめられた。

第3年次(1981年)には、Chiquimula市の西方山地で確認された金・銀地化学異常帯の中心部に位置する El Pato - El Poxte 地区(4 km×1.5 km)において、土壌及び岩石の地化学探査に並行して、地質調査(精査)が実施され、その結果は縮尺1:5,000の地質図にまとめられた。

IV-2 調査方法

写真地質判読 第1年次に実施された空中写真の地質判読は、日本人地質技師3名により、日本において実施された。この作業は空中写真上での地質及び構造の判読、縮尺1:50,000地形図への転写、既存地質資料との比較照合の手順で実施され、判読結果は地質判読図として縮尺1:50,000地形図上にまとめられた。この判読図は、現地調査に当って、基本図として使用され、現地調査結果や室内試験結果をもり込んで、最終的な地質図として完成された。

今回の調査に使用した空中写真は、両地区を併せて137枚である。

地形図 第1年次の現地調査には、IGN発行の縮尺1:50,000地形図(Chiquimula地区: San Agustín Acasaguastlán, Zacapa, San Diego, Chiquimula; Mataquescuintla地区: Mataquescuintala, Laguna de Ayarza)を基本図として使用した。写真地質判読図や最終的な地質図には、これらの縮尺1:50,000地形図を使用し、現地調査のルートマップにはこれらを縮尺1:25,000に拡大して使用した。また鉱化帯の調査には縮尺1:50,000地形図をさらに縮尺1:10,000に拡大して使用したほか、国連の調査結果(U.N., 1968)を利用し、また一部では今回新たにコンパス・テープ法により簡易測量を実施して、小範囲の地形図(縮尺1:1,000)を作成した。

第2年次に使用した地形図は、IGN発行の縮尺1:50,000地形図を原図とし、これから

所要部分を縮尺1:10,000に写真拡大し、トレースしたものである。野外調査資料はすべて、この縮尺1:10,000地形図に整理・記入された。一方、野外調査資料に各種室内試験結果を加味して総合解析された資料はすべて、上記縮尺1:10,000トレース図面から縮尺1:20,000に正確に写真縮小された地形図を用いて整理された。

一方、第3年次の現地調査は、ポケットコンパス(牛方式S-25)とテーブを使用して、地化学探査試料採取地点及び地形を測量しながら、地表地質調査及び地化学探査用土壌・岩石試料採取を実施し、各種の現地調査データは、縮尺5,000分の1、一部2,000分の1実測地形図上にまとめられた。

現地調査 第1年次及び第2年次には、日本人地質技師1名に対し、グアテマラ側からDGMH職員1名が配属され、さらに現地にて雇い入れた労務者3~4名を加え、これにJeep1台を配して1班とし、常時4~5班が現地調査に当たった。現地調査にはJICAから鉱山地質部門の専門家として派遣されていた根本 徹氏が特別技術顧問として常時参加された。

一方、第3年次では、日本人地質技師1または2名に対し、グアテマラ側からDGMH職員3名が配属され、さらに現地にて雇った10名前後の労務者を加えて、1~2班編成の地質調査班が地表調査に従事した。

IV-3 調査結果

IV-3-1 地質概説

Chiquimula及びMataquesuintla地区は、何れも、中央アメリカ北部の中核をなすグアテマラコルディレラ帯に属し、その中央南部のやや東寄りに位置する。

Chiquimula地区の主要部は、東西性のMotagua及びJocotán断層に挟まれ、古生代~中生代の各種堆積岩・変成岩・蛇紋岩類、中生代~新世代の酸柱~中柱深成岩類、これらを覆う第三紀及びそれ以後の堆積岩・火山岩類などの諸種の岩石よりなる。当地区における既知の鉱化作用としては、古生層~中生層中の大理石鉱床・マンガン鉱床、蛇紋岩中のクローム鉱床、深成岩類の進入に伴う(?)銅鉱床(酸化帯の褐鉄鉱床を含む)、第三系中のペントナイト鉱床・石膏鉱床などがある。また、本プロジェクトによって、Chiquimula市西方で中生代~新世代の深成岩類中に、新たに含金鉱化帯が発見された。

一方、Mataquesuintla地区の大部分は、新第三紀及びそれ以後と推定される諸種の火山岩・火山砕屑岩からなり、とくに南部は、Ayarza火山その他からの第四紀火山噴出物により、広く被覆されている。当地区の鉱化作用としては、新第三紀の火山活動に関連すると推定される銀・銅・アンチモンなどの熱水柱鉱化が認められるほか、金・鉛・亜鉛の鉱徴に関する若干の情報が得られている。

IV-3-2 Chiquimula 地区 (PL.N-1, PL.N-2)

(1) 概 要

本地区は、ENE-WSW系のMotagua断層及びJocotán断層により、地質構造的に3大分される。Motagua断層以北の地帯は、本地区内では、北西隅の極く限られた範囲に現われるのみで、その詳細は明らかでないが、主として中生代あるいはそれ以前の諸岩石により構成される。Motagua及びJocotán断層間の地帯は、当地区の主要部をなすもので、中～古生代、あるいはそれ以前の諸岩層が帯状に分布し、東部ではこれらを生代～新生代の酸性～中性完晶質岩類（Chiquimula複合貫入岩類）が貫ぬいている。また、一部では、新第三紀以後の堆積岩類や火山岩類が、これらを被覆している。一方、Jocotán断層以南は第三系の分布地帯で、各種の火山岩が広く分布している。

(2) Motagua断層以北の地帯

調査地区の北西隅に、中生代又はそれ以前と推定される蛇紋岩や泥質堆積岩起源の変成岩類が、EW系の走向を示して帯状に分布する。詳細は明らかでないが、Motagua断層の北のSierra de Las Minasを構成するグアテマラコルディレラ中核帯の一部であろう。

(3) Motagua断層 - Jocotán断層間の地帯

a 中生界～古生界

この地帯の古期岩類には、岩相に基づく明瞭なNE-SW系帯状配列が認められる。すなわち、本地帯の南東半部（南帯）は、主として泥質堆積岩起源の変成岩類により構成される。その北西側（中帯）には、火山岩起源と推定される緑色岩層をしばしば挟む地帯があり、一部では緑色岩類がまとまって広い分布を示す。また、その北東部分は強く変成作用を受け、片麻岩になっている。一方、Motagua断層の南側に沿う北西部（北帯）には、石灰質の岩層が広く分布する。この地帯には、各種の片麻岩がしばしば挟まれる。

南 帯

本帯は主として泥質堆積岩起源と推定される黒～暗灰色の石英・石墨片岩ないし千枚岩により構成され、中帯に近い北西部では、細～中粒のアレナイト質片状砂岩や絹雲母片岩をしばしば挟む。これらの諸岩層は、一般に緑色片岩相の変成作用を受けている。

これらの泥質岩を主とする岩層は、Schwartz (1976) のSan Diego千枚岩に相当するもので、岩相的にSanta Rosa層に類似しているところから、その堆積や変成の時期はペソルパニア紀ないしベルム紀と推定されている。しかし、後述するように、Tercerón 鉾山付近では、中生代の石灰岩層へ整合漸移すると考えられる産状が観察され (Ⅴ-3)、少なくとも一部には中生代のものが含まれる可能性がある。

本岩層は一般にNE-SW系の走向を示し、北西へ20°～60°傾斜するが、傾斜が逆転する場合もあり、構造は必ずしも単調ではない。

本岩層は、南部では Jocotán 断層により、後述する第三系に接し、東部では Chiquimula 複合貫入岩類に貫ぬかれる。北西方の中帯との関係は明らかでなく、今回の地質図ではその境界を推定断層として表現した。

以上のような泥質岩を主とする岩層とは別に、San José La Arada の北東には、石灰岩を主とする岩層が小規模に分布する。本岩層は Chiquimula 複合貫入岩類およびその衛星岩体と推定される小岩株に貫ぬかれ、Tercerón 鉱山の鉱床を胚胎する。

この石灰質岩層は、前記の泥質岩層を覆うもので、第2年次及び第3年次の試錐探査により厚歯二枚貝類に属する Rudistid (ジュラ紀末～白亜紀)らしい化石が発見されており(W-3)、したがって中生代の中～後期の地層と考えられる。

中 帯

本帯は当地区のほぼ中央部をNE-SW方向に走る推定境界線(Santo Tomás から San Diego 南方を経て、Río Jalapa 上流方面に至る)で南帯と境し、北西側は San Vicente 付近から El Rosario 北方を通るEW性の推定境界線により、北帯と境する。また東部では、Chiquimula 複合貫入岩類の進入を受けている。

本帯は Riachuelo Santo Tomás 付近を境にして、北東側と南西側とでは、変成作用に大きな差が認められている。北東側は変成度が高く、主として片麻岩・片岩・片状角閃岩・大理石などよりなり、Schwartz (1976)により、Las Ovejas 複合岩類として一括されている。これらの複合岩類は、Schwartzによれば、Motagua 断層以南における基盤岩で、火山岩及び堆積岩起源のものと、酸性～中性深成岩起源のものがある。前者は、ペンシルバニア紀前期以前のものとして推定され、一方、後者は主として変動期のものと推定される進入岩類起源の正片麻岩で、ペンシルバニア紀前期～中期のものとして推定されている。

Las Ovejas 複合岩類相当の変成岩類には、一般に、変成鉱物として、ざくろ石・十字石・珪線石・カリ長石・角閃石などが生成し、角閃岩相の変成作用が認められている。

一方、Riachuelo Santo Tomás 付近から南西側では、片麻岩は認められず、主として泥質片岩と火山岩起源と推定される緑色片岩よりなる。これらの変成岩類は、緑色片岩相を示すもので、前記の Las Ovejas 複合岩類に比較して変成度が低く、Schwartz (1976)により El Tambor 層と称され、白亜紀のものとして推定された。また、本層は Las Ovejas 複合岩類上に街上しているとされた。今回の調査では、本層が中生代のものである積極的な証拠は得られておらず、また、Las Ovejas 複合岩類との構造的な関係も明瞭には捕捉されなかった。ここでは、何れも火山岩起源の緑色岩層を含む地帯として特徴付けられるところから、中帯として一括して示すに止めた。

中帯の諸岩層は、一般にNE-SW系の走向で北西へ20°～60°傾斜する場合が多く、したがって、見かけ上は南帯の上位に重なるような分布を示している。

また本帯には、特徴的に蛇紋岩が貫入している。この蛇紋岩は主として Riachuelo Santo Tomás の南西側に分布し、暗緑～黒色で緻密な岩相を呈し、後述するように、小規模・高品位のクロム鉄鉱濃集部を含む。

北 帯

中帯の北側に分布する北帯は、石灰岩片岩や大理石を主とし、珪質片麻岩・角閃石片麻岩などを挟む。片麻岩類はとくに南部で多い。

中帯との境界付近には広く閃緑岩が貫入し、両帯の直接の関係は明らかでない。この閃緑岩は一部で明瞭な片麻状構造を有し、また広く緑泥石化作用を受けている。本帯の形成時期は明らかでない。

本帯もまた、一般に NE-SW 系の走向を有し、北西へ傾斜する場合が多い。本帯の石灰質岩層の堆積年代は明らかでないが、縮尺 1:250,000 地質図 (IGN, 1969) では、中帯の Las Ovejas 複合岩類と共に、古生界下部層として示されている。

b Chiquimula 複合貫入岩類

Chiquimula - Zacapa 間の CA-10 号線の西側一帯に広く分布する酸性～中性完晶質岩類で、南帯および中帯の変成岩に進入し、東西約 20 km、南北約 20 km の広い範囲を占め、NE-SW 方向にやや伸長した形態を呈する。

本岩類は第 2 年次の A-3 地区の主要部分をなすもので、第 2 年次調査によれば、閃緑岩・石英閃緑岩・花崗閃緑岩・花崗岩等の各種の完晶質深成岩相を有する花崗岩質岩石のほか、グラノファイヤーや斜長斑岩等の細粒半深成岩相も伴う複雑な構成を有し、半花崗岩・閃緑斑岩・微閃緑岩等の花崗岩活動に伴われた岩脈や、安山岩・玄武岩等の火山活動に関係する岩脈の貫入を受けている。

各種の花崗岩質岩は、岩相ごとに比較的まとまった分布を有しており、本岩類が複数回の貫入活動によって形成された複合岩体を構成していることを示している。今回の調査では、岩相と分布に基づいて、Plan del Guineo 閃緑岩・Guior 石英閃緑岩・Tashán 花崗閃緑岩・Río Tacó 花崗岩・Tobar グラノファイヤーの 5 岩体に区分された。

Plan del Guineo 閃緑岩は細～中粒の閃緑岩を主とし、石英閃緑岩や玢岩などの半深成岩相を伴うもので、第 3 年次調査により、Río Tacó 花崗岩に属する閃雲花崗閃緑岩に貫ぬかれていることが確認された。Guior 石英閃緑岩は細～中粒の石英閃緑岩～花崗閃緑岩よりなり、Plan del Guineo 閃緑岩にゼノリスとして取り込まれている。Tashán 花崗閃緑岩は主として中粒花崗閃緑岩からなり、一部に石英閃緑岩を伴うもので、Tobar グラノファイヤーをゼノリスとして取り込んでおり、 50.9 ± 2.5 Ma の K-Ar 年代を示す。Río Tacó 花崗岩は、第 3 年次調査により、閃雲花崗閃緑岩・黒雲母花崗岩・優白質花崗岩に区分され、閃雲花崗閃緑岩が Plan del Guineo 閃緑岩に進入していることが確認された。また黒雲母花崗岩及び優白質花崗岩は閃雲花崗閃緑岩に進入し、黒雲母花崗岩は優白質花崗岩の急冷周縁相であると考えられ

る。閃雲花崗閃緑岩は 88.6 ± 4.4 Ma, 優白質花崗岩は 71.9 ± 3.6 Ma の K-Ar 年代を示した。Tobar グラノファイヤーは暗灰色・細粒のグラノファイヤーを主とし、一部に斜長斑岩を伴うもので、第三紀前期のものと推定される Tontol 玄武岩に貫入している。Chiquimula 複合貫入岩体の南縁における急冷周縁相と考えられる。

Chiquimula 複合貫入岩類の生成年代として、Clemons ら (1971) は 50 ± 5 Ma の Rb-Sr 年代を報告している。一方、84 Ma, 95 Ma, あるいはまた 215 Ma の年代も報告され、Clemons らは基盤岩の同化を考えている。

今回の調査では、Tashán 花崗閃緑岩から 50.9 ± 2.5 Ma と 62.1 ± 3.1 Ma の K-Ar 放射年代が得られ、また Río Tacó 花崗岩から 71.9 ± 3.6 Ma, 88.6 ± 4.4 Ma の放射年代が得られた。

215 Ma の値はさておき、その他の値は白亜紀後期から第三紀前期にまたがっており、これらは北米大陸の Laramide 造山運動の時期に一致している。また、これらの放射年代と貫入関係を考慮すれば、Chiquimula 複合貫入岩体は、Guior 石英閃緑岩・Plan del Guineo 閃緑岩・Río Tacó 花崗岩・Tobar グラノファイヤー、Tashán 花崗閃緑岩の順に活動したと考えられる。

c Tontol 玄武岩

本玄武岩は、従来全く記載されていなかったもので、Chiquimula 地質図幅 (Clemons, 1966) では Chiquimula 複合貫入岩体に含まれていた。しかし、今回の調査の結果、Tontol 付近にかなりまとまった噴出岩を伴う塩基性～中性火山岩が分布することが明らかになったので、これを Tontol 玄武岩と称した。

本岩は輝石玄武岩・安山岩・火山礫凝灰岩・凝灰岩等からなり、輝石玄武岩及び安山岩は主に Tontol 付近の台地部に分布し、火砕岩は同台地部及びその南斜面、Tobar 西等に分布する。Chiquimula 複合貫入岩体の周縁相である Tobar グラノファイヤーによって貫ぬかれ、スカルンを生じている。とくに、Tambor から Tontol にかけてのスカルン化が著しい。不整合に片岩類を覆い、白亜紀石灰岩と断層で接する。また、A-2 地区の第三紀礫岩層頂部に伴われる凝灰質部と酷似した岩相を伴うことから、第三紀の火山岩であると考えられ、Subinal 相当層の頂部にしばしば伴われる凝灰質部をもたらした火山活動とほぼ同時期のものと推定される。

d 新第三系及び第四系

Chiquimula 複合貫入岩体を被覆して、新第三紀と推定される酸性火山岩溶岩及び火砕岩が分布する。さらに、第四紀と推定される黒色多孔質の玄武岩溶岩が、Chiquimula 北方、東方及び南方に広く分布している。同様な玄武岩溶岩は、Molagua 谷の低地にも小規模に分布する。

本地区の南西の Río Grande 流域には、古期岩類を不整合に覆って、異質礫の多い石英安山岩質火山礫凝灰岩が広く分布する。この岩層も新第三系に属するものと推定される。

(4) Jocotán断層以南の地帯

Jocotán断層以南には、第三系が広く分布する。これらの第三系は、Jocotán断層北側の古期岩類の多くが北へ傾斜していたのに反して、一般に南へ傾斜する。すなわち、Jocotán断層沿いに下位層が分布し、南へ向って、順次上位層が累積する。

a 第三系下部層

主としてJocotán断層の南に接して分布し、一部はJocotán断層の北側でも認められ、礫岩・火砕岩及び赤色砂岩を主とする。Jocotán断層北側では、南帯の泥質変成岩を不整合に覆う基底礫岩として現われ、同断層の南側では、下位はJocotán断層に切られ、上位は中部層に整合漸移し、あるいは上部層により不整合に被覆されている。第2年次のA-3地区ではEl Rincón層と命名された。

本層は一般にEW系の走向を示し、南へ急斜(60°~80°)するもので、上位の新第三系が30°前後以下の緩傾斜を示すのと対照的である。一部で石膏含有ソルト~泥岩層や石灰岩層を挟む。

Schwartz(1976)により、Motagua谷の赤色陸成層であるSubinal層に対比され、El SalvadorのMetapán層上部に相当すると推定され、白亜紀後期~第三紀のものと考えられている。

b 第三系中部層

上記の第三系下部層から整合漸移するもので、Clemens(1969)によりPadre Miguel層群と称され、中新世中期及びその以後のものと考えられている。石英安山岩質ないし流紋岩質の火砕岩や溶岩を主とし、EW系の走向を有し、南へ20°~40°傾斜する場合が多い。A-3地区のLos Cimientos付近では、流紋岩溶岩が卓越し、Los Cimientos流紋岩と命名されている。この流紋岩は広くベントナイト化し、Los Cimientos西方では小規模に露天採掘されている。中新統に属すると考えられる。

c 第三系上部層

下部層及び中部層を不整合に被覆するもので、下底部には、新鮮・緻密な玄武岩溶岩が分布し、A-3地区ではEncarnación玄武岩と命名されている。また、本部層の上部には、軟弱な酸性凝灰岩及び石英安山岩質溶岩が分布する。前述のChiquimula複合貫入岩体上の第三系は、岩相的には本層に類似している。中新統ないし鮮新統と推定される。

d 未区分第三系

地区の南西隅には、Jocotán断層の南北にわたって、第三系が分布する。同断層南方に分布するものは、石英安山岩溶岩及び同岩質凝灰岩で、石英斑晶に富み、固結度が高い。

Jocotán断層以北のものを含めて、層序及び対比が確立していないので、今回は未区分第三系として一括して示すに止めた。

e 時代未詳石灰岩層

地区南西隅（第2年次のA-2地区及びその周辺）には、第三系分布域内に、石灰岩層が東西性の平行断層に境されて、幅2~3 kmの帯状に分布している。本岩層は石灰岩・泥灰岩を主とし、石灰礫岩・石灰砂岩を挟むもので、断層によりブロック化されていて、構造や層序関係は明らかでない。また、化石も発見されておらず、時代は明らかでないが、Jocotán断層以南の第三系の基盤岩である可能性がある。

IV-3-3 Matáquescuintla 地区 (PL. N-3, PL. N-4)

(1) 概 要

本地区は、Jocotán断層の西方延長部の南側にあり、Guatemala から南の太平洋岸沿いに広く発達する第三紀~第四紀火山岩地帯の北縁に位置している。

地質は、古生界と推定される片岩及びこれを買ぬく花崗岩類を基盤として、これを不整合に覆う新生代の陸成層からなっている。新生界は、基底礫岩と推定される第三系下部層、酸性火山噴出物を主とした第三系中部層及び上部層からなり、固結度の低い軽石凝灰岩を主とした第四系によって覆われている。

(2) 基盤岩類

基盤岩類は、本地区中央や、南寄りに位置するLaguna de Ayarza（複式カルデラ湖）の北側に主に露出し、深く侵食された地形的低地部に新生代の地層の内産層として分布する。

これらの露出にみられる基盤岩類は、堆積岩源の片岩及びこれを買ぬく花崗岩類からなっている。堆積岩源の片岩類は、細粒~中粒のアレナイト質砂質片岩を主とするもので、その露出が狭小であり、分布が散点的であるため、その構造及び時代は明らかでないが、岩相的には前述のChiquimula地区のMotagua及びJocotán断層に挟まれた地帯における南帯の北西部のものに類似している。

片岩類を買く花崗岩類は、主に細粒~中粒の閃雲花崗閃緑岩からなっているが、一部に閃雲石英閃緑岩もみられ、全体に緑泥石化されている。

これらの花崗岩類には全く片状構造が認められないことから、Chiquimula地区のChiquimula 複合貫入岩類と同時期の貫入岩であると推定される。

(3) 新 生 界

a 第三系下部層

本層は、第2年次のB-1地区でRío Dorado層と命名された地層で、礫岩が卓越する岩相と赤色砂岩が卓越する岩相がある。前者は第三系下部層の下部をなすもので、新生界の基底礫岩であると考えられる。礫岩は、珪質岩を主とした基盤岩類の礫を含むほか、安山岩礫も多く伴っており、しばしば赤色砂岩を挟み、これと互層する。

赤色砂岩が卓越する岩相は、主として、上記の礫岩に卓越する岩相の分布地の構造的上位に分布するもので、赤褐色を呈する細～中粒砂岩を主とし、細粒礫岩をレンズ状に挟んだり、これと互層することが多い。

本層は、所によっては $0^{\circ}\sim 15^{\circ}$ の緩傾斜を示すことがあるが、一般に $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ で急傾斜を示すことが多い。一方、走向は露出地毎に異った傾向を有し、本層が激しい地塊化作用や傾動運動を受けたことを示している。層厚は明らかでないが、礫岩に富む部分で最大100m、赤色砂岩に富む部分で最大200m程度の層厚が予想される。

本層は、その岩相から酸性環境下での陸成層と推定され、礫岩に富む部分は新生界の基底礫岩と考えられる。本層からの化石の産出は知られていないため、その堆積年代は明らかでないが、岩相及びその堆積環境の類似性から、Motagua谷に分布するSubinal層に対比され、白堊紀後期ないし第三紀前期のものと推定される。また、Chiquimula地区のJocotán断層以南の地帯における第三系下部層(A-3地区のEl Rincón層)に相当すると考えられる。

b 第三系中部層

本層は第2年次のB-1地区でRio Tapalapa層と命名された地層で、流紋岩質な火山活動により特徴づけられ、凝灰角礫岩・砂質凝灰岩・流紋岩溶岩・火山礫凝灰岩・溶結凝灰岩などの岩相を呈する。

概して塊状岩からなるため、構造は明らかでないが、個々の岩相の分布はほぼ水平に近い。層厚は600m～800mが推定される。

本層は下部層頂部の凝灰質細粒赤色砂岩と互層していることから、両者の関係は整合であると考えられる。主として陸成火山活動による地層で、溶岩の層序的位置や火砕岩の粒度・構成から見て、少くとも3回以上の噴火活動によって形成されたと考えられる。

岩相及び層序から、Chiquimula地区のJocotán断層以南の地帯における第三系下部層の上部ないし中部層と同一層準と考えられる。また、Burkart(1965)のPadre Miguel層群に属し、恐らく新第三紀中新世の地層と推定される。

c 第三系上部層

本層もまた中部層と同様に、酸性の火山活動により特徴づけられる地層であるが、中部層に比べて、全体に固結度が低く、広域変質や地塊化の影響が少ない点で区別される。

本層はB-1地区ではPino Dulce層及びCarrizal層に区分され、さらに下位から上位へ、層厚約200mの安山岩溶岩及び同質火砕岩を基底として、ガラス質流紋岩溶岩・凝灰角礫岩を主とし、溶結凝灰岩を伴うSanuxina流紋岩部層(層厚450m以上)、軽石凝灰岩～火山礫凝灰岩を主とするSanjaje軽石凝灰岩部層(層厚200m以上)(以上Pino Dulce層)、黒雲母流紋岩溶岩を主とし、同質凝灰角礫岩を伴うPeña Oscura流紋岩部層(層厚約380m)、軽石凝灰岩を主とし、砂質凝灰岩・火山礫凝灰岩・シルト岩・砂岩などを伴うRio El Molino

軽石凝灰岩部層（層厚約 250 m）、安山岩溶岩を主とし、下底部に同質火山角礫岩を伴う Sanjomo 安山岩部層（層厚最大 120 m）（以上 Carrizal 層）に細分されている。

これらの各部層の構造は、塊状岩が多いため、明らかでないが、水平あるいは北西～北東へ緩斜する単斜構造を示すものと考えられる。

また、本層は中部層から引き続く一連の火山活動によるものであり、恐らく中新世後期～鮮新世の地層と推定される。

d 第四系

第四系は地区の南部・西部・中央北部に広く分布し、未固結灰色火山灰と角閃石安山岩溶岩からなる Volcán de Alzatate 火山噴出物、かんらん石玄武岩からなる Cerro Suruy 火山噴出物、固結度の低い白色軽石凝灰岩を主とし、安山岩溶岩を挟む Laguna de Ayarza 火山噴出物、中央北部に分布するローム層、主要河川ぞいの現世河川堆積層などにより構成されている。

e 貫入岩類

本地区の第三系を貫ぬく岩脈として、粗粒玄武岩・安山岩・石英安山岩・花崗斑岩・流紋岩などが認められる。これらのうち、鉍化作用との関連が推定されるものとして、石英安山岩の岩脈がある。この岩脈は Mataquescuintla の南東で Río Dorado 層や Río Tapalapa 層を貫ぬくもので、NNW-SSE 性の断層に沿いに幅 80 m、延長約 1 km の分布がある。全体に黄鉄鉍鉍染を受け、また周辺には、緑泥石・緑れん石・オットレ石などを含む変質帯を伴っている。この貫入岩の南方延長上には Mataquescuintala 鉍山が位置し、変質帯は同鉍山周辺の弱変質帯に接続している。

V 鈦 床

Chiquimula 及び Mataquescuintla 両地区において、既知の鈦床及び本プロジェクトで新たに発見された鈦床としては、下記のものがある。

	<u>Chiquimula 地区</u>	<u>Mataquescuintla 地区</u>
金・銀	El Pato-El Poxte 地区	Mataquescuintla 鈦山 Río Tapalapa 上流, 他
銅・鉛・亜鉛	Tercerón 鈦山 Xororaqua 鈦微地	Mataquescuintla 鈦山
アンチモン		Loma Paché 鈦山
クローム	Cabañas 南方	
マンガン	El Rosario 東方	
褐 鉄	Tercerón 鈦山 El Jute	
大理石	San Vicente 北西	
石 膏	El Carrizal Los Cimientos 他	
ベントナイト	Los Cimientos 他	

これらの鈦床の位置は地質図 (PL. N-1, PL. N-3) に記されている。

V-1 金・銀鈦床

a El Pato-El Poxte 地区

第1年次 (A: Chiquimula 地区) 及び第2年次 (A-3 地区) の調査結果から、Chiquimula 市西方の Río Tacó 及び Quebrada de Guior の上流域に、金・銀の地化学異常帯が検出され、第3年次にはその中心に位置する El Pato-El Poxte 地区において地質調査及び地化学探査 (精査) が実施された。その結果、本地区内に数多くの合金露頭及び転鈦帯が新たに発見された。

地質 (PL. V-1)

本地区の地質は、古期変成岩類 (Motagua-Jocotán 両断層間の地帯の南帯)、Chiquimula 複合貫入岩類及び新期玄武岩よりなる。

古期変成岩類は主として地区の北西部に分布する以外に、Chiquimula 複合貫入岩上のメソプロテロゾイック及びその中のゼノリスとして出現するもので、砂質片岩を主とし、一部に泥質・珪質・凝灰質の片岩を含む。

Chiquimula 複合貫入岩類は本地区の主要部分を構成するもので、古期変成岩類中に進入し、

Plan del Guineo 閃緑岩・Quior 石英閃緑岩・Tashán 花崗閃緑岩・Río Tacó 花崗岩・Tobar グラノファイヤに細分されており、本地区には、これらのうち、Plan del Guineo 閃緑岩と Río Tacó 花崗岩が分布する。前者は主として地区の北西部に認められ、古期変成岩類に進入し、Río Tacó 花崗岩に貫ぬかれている。Río Tacó 花崗岩は、岩相と分布から、閃雲花崗閃緑岩・黒雲母花崗岩・優白質花崗岩に3分される。閃雲花崗閃緑岩は Plan del Guineo 閃緑岩及び一部で古期変成岩類に進入し、本地区における Río Tacó 花崗岩の主要岩相となっている。黒雲母花崗岩と優白質花崗岩は、閃雲花崗閃緑岩の南東側に分布するもので、閃雲花崗閃緑岩に進入している。この場合、黒雲母花崗岩は優白質花崗岩の急冷周縁相である可能性がある。

新期玄武岩は地区の北東部で、閃雲花崗閃緑岩をほぼ水平に覆う溶岩流として分布するほか、NW-SE 性の小岩脈として Chiquimula 複合貫入岩類を所々で貫ぬいている。

鉱化作用 (PL, V-2)

第3年次の地質調査(精査)の結果、中央鉱化帯・F-500 鉱化帯・西部鉱化帯及び南西部鉱化帯と名付けた合金石英脈・珪化帯の露頭及びその他の合金転石帯が新たに発見された。これらの鉱化帯の多くは E-W~NE-SW の走向を示し、N~NW へ緩傾斜するもので、主として閃雲花崗閃緑岩、一部は閃緑岩や黒雲母花崗岩中に分布する。風化露頭はしばしばスコロダイトを含み、特徴的な緑色を呈する。最も優勢な中央鉱化帯は閃雲花崗閃緑岩中にあり、露頭延長は 1 km、最大幅は 6 m に達する。全露頭延長の約 50% は 5~50 g/T あるいはそれ以上の金品位を示すと考えられる。ただし、銀品位は概して低く、金のその半分以下である場合が多い。

本地区の合金鉱化帯は、Chiquimula 複合貫入岩類の進入後、その後火成活動に関連して形成されたものと推定されるが、その生成時期はまだ明らかでない。

なお、地化学異常帯は、後述の通り、鉱化帯及びその延長部を良く示徴している。

b Mataquesuintla 鉱山

本鉱山には銀鉱を産する。V-2 の c 参照。

c Río Tapalapa 上流

Laguna de Ayarza 北方の Río Tapalapa 上流域には、金、その他の鉱脈があるとの情報があり、旧坑もあるとの事であるが、今回は確認できなかった。なお、Río Tapalapa 上流の Quebrada Cuchilla de Los Fierros 源流部には、珪化安山岩中に褐鉄鉱の平行相脈の密集部があり、分析の結果、低品位ながら、金及び銀が検出された (Au: 2.6 g/T, Ag: 8.3 g/T)。

V-2 銅・鉛・亜鉛

a Terce^on 鉱山

本鉱山は Chiquimula 市の南西方直距 8 km, Tierra Colorada の 1 km 南で, Río San José の西側の丘陵性山地に位置する。

鉱山東方 500m までは Chiquimula 市から San José La Arada に通じる地方道があり, 同市より車行 30 分で到達する。この地点より鉱山中央ピットまでは鉱山専用道路があり, 小型トラックの車行が可能である。

沿革の詳細は不明であるが国連報告書(1971)によれば, 1946年まで, 長期間にわたって, 露頭付近で 100T/月程度のブッサンをセメント工業の副原料として採掘していたといわれる。現在は休山中であるが, 採掘跡の規模からみて, 過去の総採掘量は数万トン以下と考えられる。

当地域は 1966~1967年にわたって, 国連が実施した広域地質調査・地化学探査の Area-1 内に含まれており, 後に有望地域として取り上げられ, 1968~1972年間に地質調査, 地化学探査, 物理探査, 試錐探査が実施された。

また, 本プロジェクトによっても, 第2年次と第3年次に試錐探査(7本)が実施され, 平行して DOMH により 1980年に IP 及び地化学探査が行われている。

地質及び鉱化作用 VI-3 参照(本文)。

b Xororagua 鉱徴地

本鉱徴地は Chiquimula 市南西約 5 km の Xororagua 部落北の東西にのびる小尾根の東端部に位置する。

本鉱徴地は, 1966年から1967年にかけて実施された国連の地化学探査の結果, 亜鉛・銅・モリブデンの弱い異常を伴う 57 銅異常帯が見い出され, 緑色銅示徴を伴う地表酸化帯が発見された。続いて, 1969年に土壌による地化学探査(精査), 1970年に掘り割りによる表土下の探鉱が実施され, NNW-SSE 方向に長い 320m×200m の範囲の銅異常帯が決定されたが, 表土下の探鉱では 1.46% の銅品位を示す部分が 1箇所あったのみで, 思わしい結果が得られないまま現在に至っている。

本鉱徴は, Chiquimula 複合貫入岩体の東縁部に位置し, 周辺には閃雲石英閃緑岩及び閃雲花崗閃緑岩(Tashan 花崗閃緑岩)が分布している。

鉱徴の南縁には, 褐色を呈する珪化再結晶石灰岩が N70°W 方向のルーフペンダント状小岩体として認められ, この石灰岩の北側約 40m の範囲に N70°W 方向に伸長した幅 1m 以内の石英脈や緑泥石化及び弱い珪化作用を受けた細粒花崗閃緑岩が分布しており, その北側及び石灰岩の南側には弱い緑泥石化変質を受けた中粒花崗閃緑岩が分布する。

鉱徴は, 走向 N70°W, 傾斜 80°N の石英脈中及び細粒花崗閃緑岩中の緑色銅汚染として

認められ、多量のジャスパー・赤鉄鉱・褐鉄鉱等の酸化鉄鉱物を伴っている。緑色絹は主に孔雀石からなり、地表角礫化部や石英脈中の方解石に富む部分等に主に濃集しており、濃集部では $\text{Cu}: 8.73\%$ 、 $\text{Ag}: 151.5 \text{ g/T}$ を示す所もあるが、その規模は小さい。細粒花崗閃緑岩を汚染する緑色絹は、主に細脈状を示し、風化によって生じた空隙を充填するものもある。なお、これらの鉱微部では硫化鉄物は全く認められなかった。変質帯の範囲が小さいこと、鉱脈の走向延長が短いこと、大きな断裂構造の発達が悪いことなどから、本鉱微部が有望な鉱床に発展する可能性は低いと判断される。

c Mataquescuttla 鉱山

いわゆる Mataquescuttla 鉱山の正式名称は Mina de Santiago y Mercedes de Mataquescuttla である。当鉱山は Mataquescuttla 市街地の南西約 3.5 km にある。Mataquescuttla から州道 3 号線で San Rafael Las Flores に向って約 3 km の地点から、東方へ向う山道に入り、約 2 km で最下底の El Paraíso 坑口に達する。ここまでは小型四輪駆動車の運行が可能である。El Paraíso 坑口から上部の諸坑口へは、徒歩によるほかはない。最上部の Sacramento 坑口までは約 600 m で、小径が通じている。

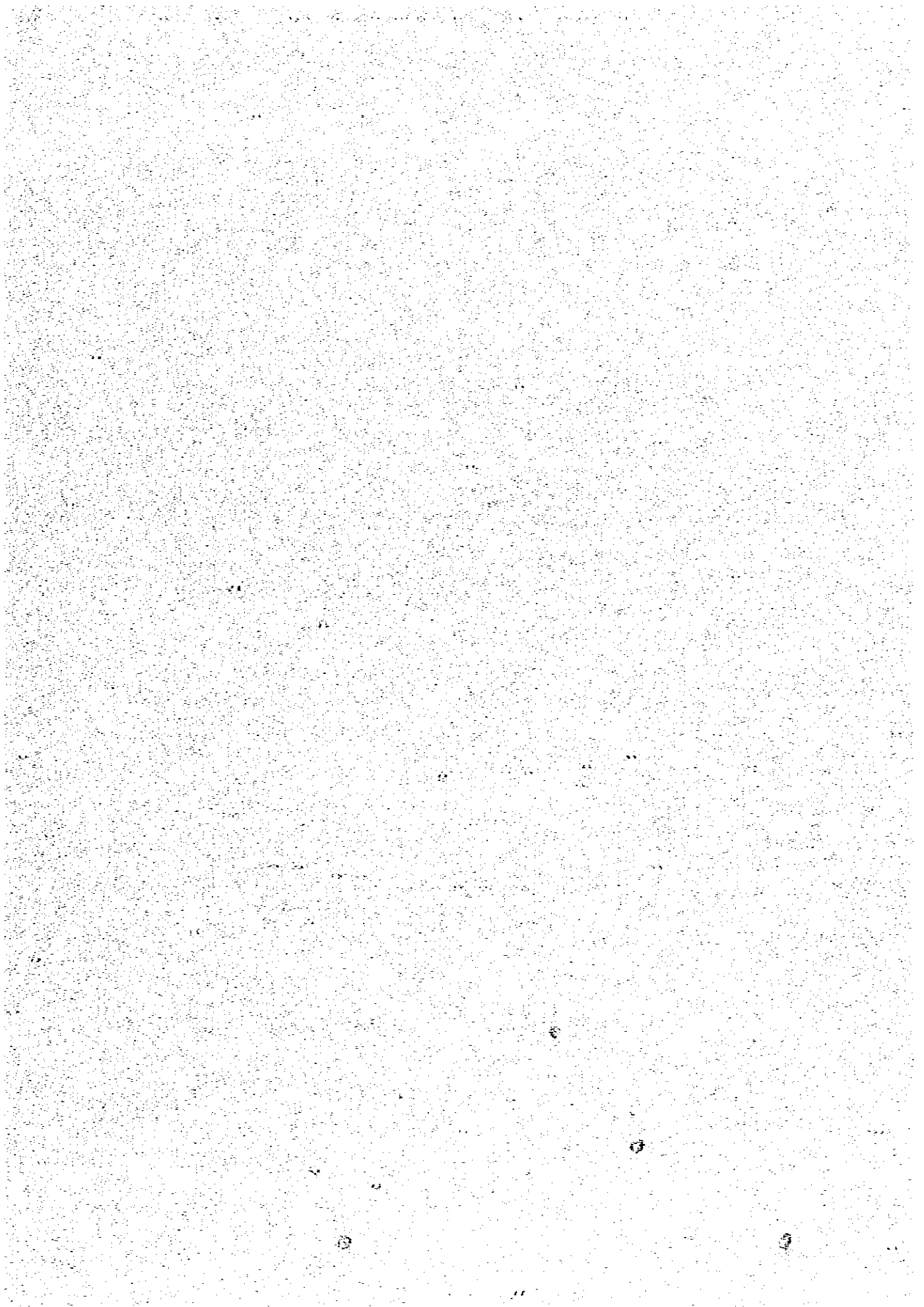
当鉱山は 1948 年に、Minerales Nacionales S.A. により探鉱・開発が開始されたと言われている。その後、1969~1971 年に、米国人により再開され、下部坑道（多分 El Paraíso 坑）が開さくされた。当時は銀の採取を主目的として稼行されたものと考えられ、1971 年には $\text{Ag}: 約 2 \text{ t/T}$ の鉱石を 8,000~10,000 トン採掘したと称されている。盛時の従業員は 100 人程度で、30 T/日の選鉱場を保有していた。現在も約 12,000 トンの尾鉱スライムの堆積が、Riachuelo La Mina 沿いに残存している。なお、この尾鉱中には、平均して $\text{Ag}: 約 70 \text{ g/T}$ が含まれているとの事である。今回の分析によれば、2 試料について 82.8 g/T 及び 103.4 g/T の Ag 品位が得られた。

一方、1968~1971 年には、当鉱山を含む広い範囲に対して、国連による広域探査が行われ、最終的には当鉱山で教本の試験が実施された。しかし、その後は休山状態のまま放置され、現在に至っている。

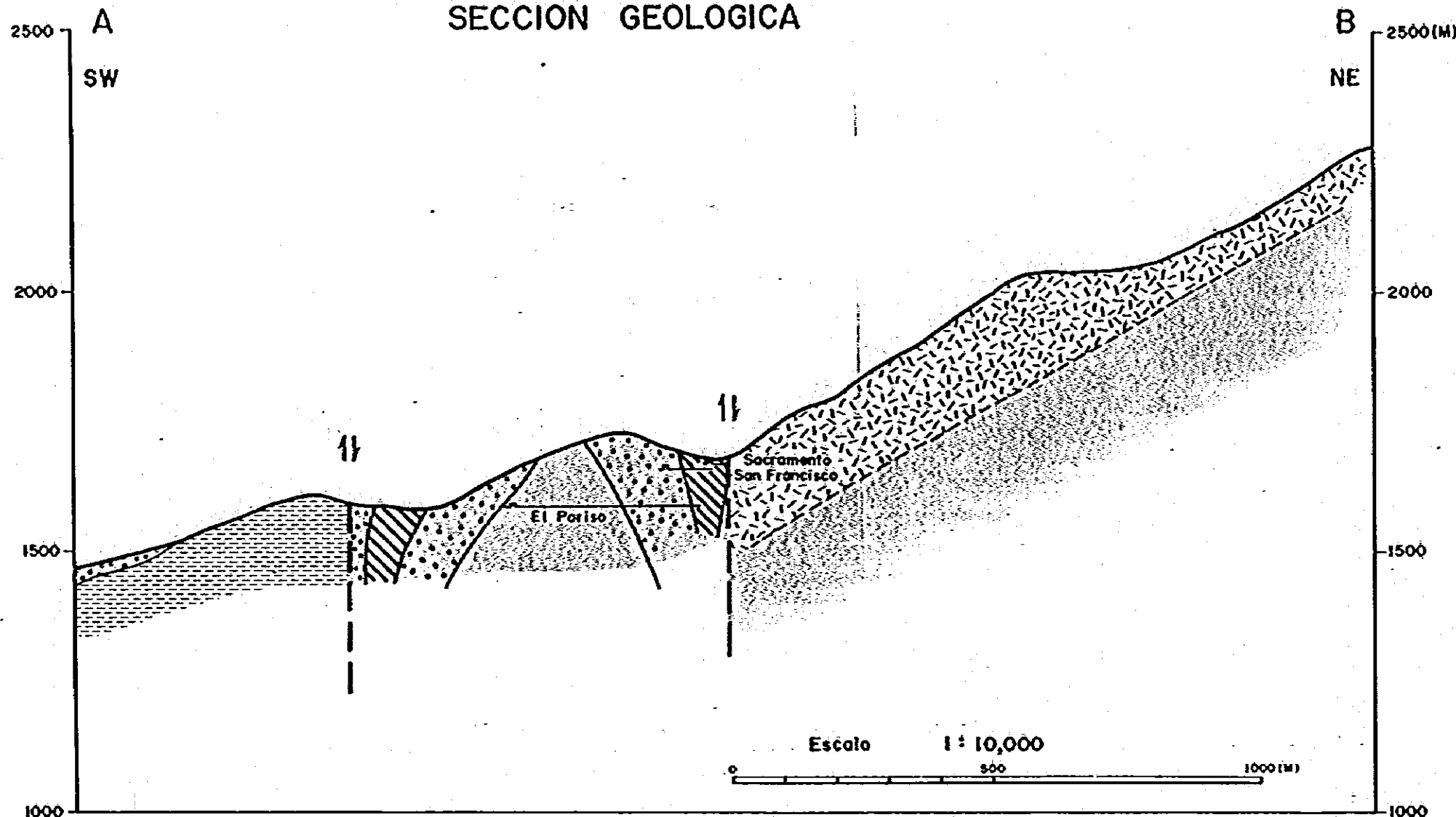
地質・鉱床 (Fig V-1)

鉱山周辺は主として、第三系中部層 (Rio Tapalapa 層) の流紋岩質緑斑火山礫凝灰岩~角礫凝灰岩により構成されている。これらの火砕岩類は NW-SB 系の走向を示し、SW に $30^\circ \sim 40^\circ$ 傾斜している。緑斑火砕岩層中には、一部で石炭のレンズ状薄層 (厚さ: 平均 15 cm 程度、最大 40 cm) を挟み、また鉱山南方では、火砕岩が赤色砂岩~赤色頁岩と互層する場合がある。これらの事実から、鉱山付近の岩層は、主として非海成層であると推定される。










鉱床は流紋岩質凝灰岩~火山礫凝灰岩中に発達している強珪化帯に賦存する銀・銅・鉛・亜鉛・鉄・錳の網状集合で、地表部では著しく酸化して、鉱石は主として緑色絹鉱物・褐鉄鉱・

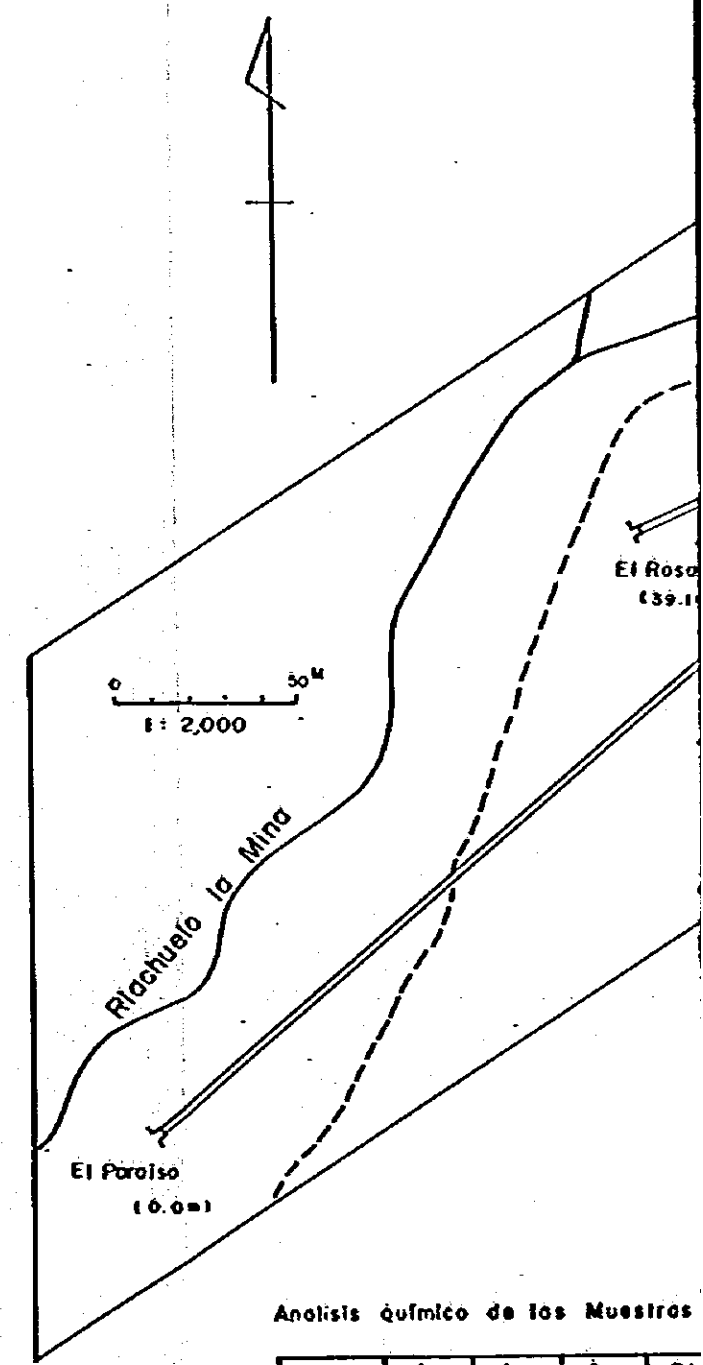


SECCION GEOLOGICA



LEYENDA

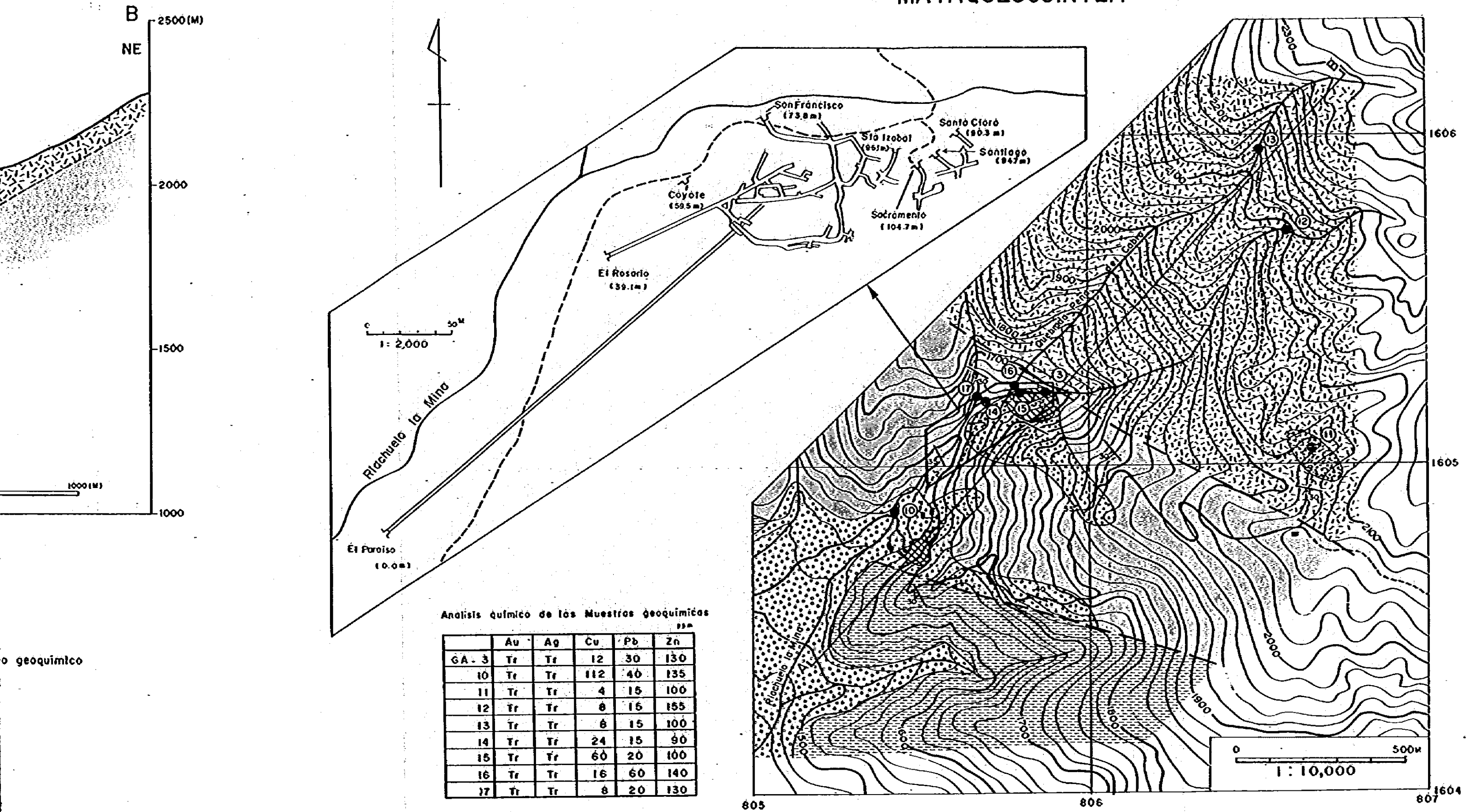
-  Areno y gravo
-  Fallo Inferido
-  Toba lapilli ondesilica, verde
-  Rumbo y buzamiento
-  Toba dacitica, grano fino
-  Ubicaci3n de muestreo geoquimico
-  Arenisca rojo
-  Zona de silicificaci3n, mineralizado en parte
-  Zona de argillizaci3n



Analisis quimico de los Muestras

	Au	Ag	Cu	Pb
GA - 3	Tr	Tr	12	30
10	Tr	Tr	112	40
11	Tr	Tr	4	15
12	Tr	Tr	6	15
13	Tr	Tr	6	15
14	Tr	Tr	24	15
15	Tr	Tr	60	20
16	Tr	Tr	16	6
17	Tr	Tr	6	2

Fig. V-1 MAPA GEOLOGICO DE LA ZONA DE MINA MATAQUESCUINTLA



赤鉄鉱の集合となっている。しかし、現在入坑可能の Sacramento 坑内では、上記の硫化鉱物以外に、輝銅鉱・斑銅鉱などの硫化鉱物も少量ながら認められた。(Au: 0.2 g/T, Ag: 217.2 g/T, Cu: 1.27%, S: 29.18%)。

鉱床は、下部から El Paraíso 坑, El Rosario 坑, Coyote 坑, San Francisco 坑, Santa Izabal 坑, Santa Clara 坑, Santiago 坑, Sacramento 坑の 8 坑準の坑道により稼行されたが、現在は一部を除いてほとんど入坑不可能である。最下位の El Paraíso 坑と最上位の Sacramento 坑の標高差は約 105 m である。

鉱床を賦産する珪化帯は、地表面では東西約 170 m, 南北約 100 m の広がりを持つもので、NW-SE 方向に伸長する白色(粘土化)変質帯に含まれ、その北端に位置する。同様の変質帯が既知鉱化帯の南西約 500 m にも分布しているが、珪化帯の規模が小さく、金属鉱床は認められていない。

なお、既知鉱床周辺で採取した地化学探査試料(河川堆積物)の分析結果や変質帯の分布状態から見て、既知鉱化帯の周辺に未知鉱化帯が新たに発見される可能性は低いと考えられる。

V-3 アンチモン鉱床

a Loma Pache 鉱山

Mataquescuinla 地区の中央西部に位置する。

San Rafael Las Flores の市街地の東方約 2,300 m にある。付近までは農道があり、好天時には四輪駆動車で接近することができるが、最後の数 100 m は徒歩によるほかはない。

当鉱山はアンチモン鉱を対象として、1974~1975年に Mina de Ixtahuacán (Huehuetenango 県)の所有者により探鉱されたものであるが、その後は放棄され、現在に至っている。

鉱床は安山岩質岩中に賦産されるアンチモン含有石英脈で、現在 1 坑口が残存するが、坑口から約 20 m で崩壊し、詳細は明らかでない。坑口前の廃石中には、黄色のアンチモン華を含む珪質鉱が認められた。

なお、当鉱山の鉱化作用の影響は、地化学探査によっては検出されなかった。

V-4 クローム鉱床

Chiquimula 地区の Motagua-Jocotán 西断層間の地帯の中帯の変成岩中に貫入している蛇紋岩には、クローム鉄鉱の小鉱体が含まれることが古くから知られており、Roberts ら(1957)により記載されている。それによれば、本地区のクローム鉱床は、Cabañas 南方約 20 km に、延長約 13 km, 幅約 1 km の地帯に散在し、蛇紋岩中でレンズ状または錠のう状を呈する。各鉱体の幅は 10 cm 程度から 2.5 m 前後に達する。鉱石は一般に塊状鉱よりなるが、一部には鉱染

伏のものも認められる。

鉍床としては、La Joya, La Corona, Buenos Airesなどが知られているが、何れも鉍量1,000トン程度、またはそれ以下の小規模なものであるが、品位は高く、 Cr_2O_3 : 48~53%, $\text{Cr}/\text{Fe} = 2.7\sim 3.5$ 。今回の調査時には、何れも休山中であったので、詳細な調査は実施できなかった。

V-5 マンガン鉍床

Robertsら(1957)により、La Cumbre 鉍床として記載されたマンガン鉍床が、Chiquimula 地区の Río El Tambor 下流の El Rosario 東方にある。この鉍床は4条の鉍脈よりなり、何れもNW-SE系の走向を有し、急傾斜している。これらのうちの3条は、幅数 m を示し、走向方向に数10 m 追跡できると記載されている。

今回の調査では、El Rosario 東方の Quebrada El Arenal 上流で、蛇紋岩体の北西の中帯において、700~800 m にわたってマンガン鉍石の転鉍帯が認められた。転鉍の径は大小様様であるが、1 m 以上に達するものもある。これらの転鉍の表面は黒色に酸化しているが、内部には紅色の珪酸マンガン鉍物が残存し、X線回折試験の結果では、バラ輝石が同定された。採取した1試料の品位は、Mn : 16.07%, SiO_2 : 52.1%であった。平均して20%以上のMn品位を期待することは困難であろう。

V-6 褐鉄鉍床

a Tercerón 鉍山

前述の Tercerón 鉍山の露頭部におけるゴッサン帯は、かつてセメント混入用の褐鉄鉍として露天採掘されたことがある。

b El Jute 周辺

Chiquimula 地区の El Jute 南東約700 m の Quebrada Chiscú 東岸の小尾根上に位置している。

この周辺には、南帯の泥質岩礫石墨含有石英絹雲母片岩・白亜紀石灰岩・グラノファイヤーが分布しており、これらはNNW-SSE系およびENE-WSW系断層で境された小地塊として分布している。

褐鉄鉍鉍床は、白亜紀石灰岩側の尾根部に、幅約50 m ・延長約200 m の範囲にわたってENE-WSW方向に延びている。鉍石は、褐色~黒褐色を呈する粒状~土状の外観を呈する褐鉄鉍からなり、周辺岩石片も含まれている。

これらの鉍石は、最大深度5 m 程度の小規模な露天堀りで採掘され、現在10箇所余りの採掘跡が確認されるが、すべて放棄されている。Tercerón 鉍山の褐鉄鉍床と同様に、セメント

副原料として採行されたもので、100トンを越す鉱石が出鉱されたと思われる。

この鉱床は、断層帯・グラノファイヤー・片岩中に含まれた黄鉄鉱の酸化によって生じた鉄含有硫酸酸性水が、断層帯に接する石灰岩によって中和されて生じた鉱床であると考えられる。本鉱床上で採取した地化学探査試料での金・銀・銅・鉛・亜鉛の値は、バックグラウンドの範囲内にあることから、これらの有用金属元素の濃集を伴っていないと考えられる。

V-7 大理石鉱床

Chiquimula地区の中央西部に位置するSan Vicente北西のCerro Piedra de Calに、北帯の大理石を対象とする採石場がある。現在は休山中。

V-8 石膏鉱床

Chiquimula南方のSabana Grande南西にあるEl Carrizal西方約500mには、Jocotán断層以南における第三系下部層の下底付近に、石膏を含む蒸発岩層が賦存され、石膏が採取されている。この鉱石は石膏とシルト岩～泥岩の薄互層で、手選により石膏が選別され、El Salvadorに出荷されている。

同種の鉱床としてはJoya部落北西・Los Cimientos部落北西等で、第三系下部層(El Rincon層)中の泥岩～シルト岩に挟まれている石膏含有層があり、露天採掘されている。この石膏含有層は著しく褶曲し、見掛け上約30mの層厚が推定される。Jocotán断層南側に数箇所の分布が観察されるが、個々の分布の水平連続性は概して乏しく、鉱床規模が小さい。また、挟みが多く純度は著しく低い。

V-9 ベントナイト鉱床

Chiquimula地区のJocotán断層以南の地帯にあるLos Cimientos及びその周辺では、第三系中部層の流紋岩(Los Cimientos流紋岩)の一部がベントナイト化し、ベントナイト原鉱として露天採掘されている。このベントナイト鉱床は昭和56年度の地域開発計画調査の主対象として研究されている(JICA-MNAJ, 1982-b)。詳細はその報告書を参照されたい。

VI 地 化 学 探 査

VI-1 調査概要

本プロジェクトでは、地質調査に並行して広域概査から小区域の精査へと、全年次を通じて段階的に実施された。すなわち、第1年次ではChiquimula及びMataquescuintla両地区の全域にわたる河川堆積物調査が、第2年次ではその結果抽出された有望3地区(A-2, A-3, 及びB-1地区)における土壌(一部河川堆積物)調査が、第3年次では以上の結果を総合して最も有望視されたA-3地区内のEl Pato-El Poxté地区のグリッド土壌・岩石調査が、順を追って実施された。

指示元素としても、第1年次では期待される主要鉱石成分である金・銀・銅・鉛・亜鉛の5元素が全域にわたって適用され、第2年次では、その結果判明した各地区の地化学特性を考慮して取捨選択され、第3年次では標的が金・銀鉱化作用にしばられたため、指示元素も金・銀に限定された。

各年次における作業量の概要は表I-1に示した通りである。結論的に言って、本プロジェクトでは、有望地区抽出に当って地化学探査の手法が極めて有効であり、とくに、第3年次のEl Pato-El Poxté地区での金・銀鉱化帯の発見につながった金を指示元素とする地化学探査は、日本・グアテマラ両国を通じてほとんど初めての試みであり、結果的にも大きな成果をあげることができたと言いうことができるであろう。

VI-2 化学分析

採取された試料は乾燥され、ふるい分け又は粉砕によって80メッシュ以下に調整され、下記のような化学分析に供された。

Au 試料を王水により溶解し、溶液からMIBK(methyl isobutyl ketone)を用いて金を抽出し、原子吸光法で定量分析する。定量限界は第1年次で0.03 ppm, 第2年次で0.01 ppm, 第3次で0.005 ppmと向上された。

Ag 第1年次には通常原子吸光法(定量限界: 1 ppm), 第2年次には金属テラ抽出原子吸光法(定量限界: 0.05 ppm), 第3年次にはバックグラウンドコレクターを使用する原子吸光法(定量限界: 0.05 ppm)により分析した。

Cu・Pb・Zn 塩酸に溶解し、通常原子吸光法で分析した。定量限界はCu: 4 ppm, Pb: 1 ppm, Zn: 5 ppmである。

VI-3 数値処理

本プロジェクトでは、地区別に各指示元素の含有量について、主として頻度分布分析に基づく統計処理を行った。

まず、各元素について、地区別に含有量の累積頻度分布図を対数確率紙上で作成した。累積頻度の計算には、COMMODEORE BUSINESS MACHINES, INC製のマイクロコンピュータMODEL 3032を使用した。多くの場合、含有量の分布は対数正規型を示さず、高及び低含有量側の過剰をかなり含んでいる。

このような正規分布からの偏倚の特に著しいものを除却し、残りの母集団について改めて累積頻度分布図を作ってみると、一般に、始めの母集団におけるよりも直線性が良くなり、正規分布に近づくことが判明する。

まだ正規分布からの偏倚が認められる場合には、残存する高又は低含有量側の著しい過剰をさらに除却し、残りの母集団について、さらにもう一度、累積頻度分布図を作る。このような手続きを、残った母集団が実質的に正規分布を示すに至るまで繰り返す。

このようにして、始めの母集団は、最終的に残った正規分布母集団及びそれより高含有量側と低含有量側の母集団の3母集団に分割することができる。

このように分割された3母集団のうち、普通は、中間の正規分布母集団が最も高い頻度を有し、いわゆるバックグラウンドを構成している。これに対し、高含有量母集団は何らかの鉱化を示徴している可能性があり、また、低含有量母集団は、とくに低含有量の岩石の一次分散に由来すると考えられる。ただし、地化学探査が鉱化帯内及びその周辺で実施されたEl Palo-El Poxtle 地区では、低含有量母集団が最大の頻度を有し、この地区のバックグラウンドになっており、中間及び高含有量母集団がともに鉱化を示徴していると解釈された。

各地区・各元素に対する3母集団の境界値(しきい値)及び頻度を表VI-1に示す。

VI-4 地化学異常帯及びその意義

VI-4-1 第1年次

(1) 抽出規準

高含有量母集団を高異常とし、これに中含有量母集団のうちの20%以上をA級バックグラウンドとして加えて、地化学異常帯を抽出した。

(2) Chiquimula 地区

A₁異常帯 Chiquimula 地区のほぼ中央部に存在するもので、Au と Cu の高異常及びA級バックグラウンドで特徴づけられる。蛇紋岩に沿って、NE-SW方向に伸長して分布する。蛇紋岩に含まれる何らかのAu-Cu 鉱化を示徴する可能性がある。

A₂異常帯 南西隅において、Jocotán 断層の南側に分布するもので、Pb と Zn の高異常及

表 VI-1 基本母集団のシキイ値及び頻度

年次	地区	指示元素	低含有量母集団		中含有量母集団		高含有量母集団	
			頻度, %	シキイ値 ppm	頻度, %	シキイ値 ppm	頻度, %	シキイ値 ppm
1	Chiquimula	Au	-	-	93.4	0.03	6.6	
		Ag	-	-	99.2	1	0.8	
		Cu	7.1	4	89.2	48	3.7	
		Pb	-	-	98.1	40	1.9	
		Zn	20.0	50	79.3	300	0.7	
	Maraquesuintla	Au	-	-	95.1	0.03	4.9	
		Ag	-	-	93.5	1	6.5	
		Cu	-	-	98.4	48	1.6	
		Pb	-	-	92.8	30	7.2	
		Zn	7.8	45	90.3	475	1.9	
2	A-2	Au	-	-	99.2	0.69	0.8	
		Ag	-	-	96.8	0.5	3.2	
		Pb	5.6	2	93.6	75	0.8	
		Zn	-	-	99.2	336	0.8	
		Au	-	-	96.3	0.05	3.7	
	A-3	Ag	-	-	96.0	0.45	4.0	
		Pb	3.7	2	95.2	130	1.1	
		Zn	-	-	97.8	230	2.2	
		Au	-	-	100.0	-	-	
		Ag	-	-	91.0	0.4	9.0	
3	B-1	Cu	-	-	98.2	80	1.8	
		Pb	2.5	5	96.4	160	1.1	
		Zn	-	-	97.1	250	2.9	
		Au	-	-	19.0	0.15	4.8	
		Ag	76.2	0.02	19.3	-	-	
	El Pato-El Poxta	土壌	80.7	0.10	33.7	0.10	5.9	
		岩石	60.4	0.008	4.1	0.45	2.4	
		Au	93.5	0.15	-	-	-	
		Ag	-	-	-	-	-	
		As	-	-	-	-	-	

びA級バックグラウンドで特徴づけられる。Jocotán断層沿いには、今回の調査で鉍化変質帯が発見されており、塊状Pb・Zn鉍の転鉍を産するとの情報も得られているので、この異常帯には何らかのPb・Zn鉍化帯が含まれる可能性がある。

A₃異常帯 Chiquimula 複合貫入岩体の西縁に位置し、Auが単独で高異常を示すもので、他の元素はほとんど異常を示さない。Chiquimula市街地北方のRiachuelo Shusho 下流部に認められるAuの高異常は、この異常帯の影響を示すものであるかも知れない。

A₄異常帯 Río San Joséの支流のQuebrada de La Chorrera (San José La Arada 西方)に沿うもので、PbとZnがA級バックグラウンドを示す。これとは別に、2・3の試料でAuの高異常が認められた。鉍化帯の存在はまだ知られていないが、この異常帯は国連の調査でも認められている。

(3) Mataquescuintla 地区

B₁異常帯 主としてMataquescuintla市街地の周辺に認められたAu・Ag・Pb・Znの高異常帯で、Mataquescuintlaの北東方に広がる変質帯の南西端に位置する。

B₂異常帯 San Rafael Las Floresの東方にやや広く分布するもので、Pbの高異常を主体とし、一部にAu・Ag・Cu・Znの高異常やA級バックグラウンドを含む。この異常帯はMataquescuintla鉍山の鉍化帯や、Río Dorado 上流部の変質帯を含む。

B₃異常帯 San Juan Tapalapaの北方のRío Tapalapa下流部において、Ag・Cu・Pb・Znの著しい異常が認められた。ただし、一部で実施した再サンプリングの結果は、何ら異常を示さず、再現性がなかった。鉍化や変質は認められていない。

B₄異常帯 Miramundo 北方に認められるAu・Agの高異常帯であるが、第四系の分布域にあり、鉍化は認められていない。

VI-4-2 第2年次

(1) 抽出規準

高含有量母集団をその中間値で2分し、中間値以上をA級異常、中間値未満をB級異常として、それらの平面分布から地化学異常帯を抽出した。

(2) A-2 地区

Pinalito 西方異常帯 Pinalito 西方、2~3 kmの国道18号線以南に分布するAgの異常帯で、第四紀の安山岩質岩分布域に含まれる。とくに鉍化の徴候は認められず、母岩の岩相に直接由来するものと推定される。

Quebrada El Chucte 異常帯 Quebrada El Chucte 中流域の隣接する2試料が示すAg・Pb・Zn異常帯で、Jocotán断層及びそれに伴う変質帯・黄鉄鉍鉍染帯に近い。第1年次に得られたQuebrada El Chucte沿いのPb・Zn異常(河川堆積物による)の一部は、この異常帯

によるものであるかも知れない。ただし、規模は小さく、径数100mを越えるものではない。

(3) A-3地区

El Pato-El Poxté異常帯 El Pato及びEl Poxtéを結ぶNE-SWの地帯及びその周辺のAu・Ag異常帯で、Agは概して周辺部に濃集している。地質的にはChiquimula複合貫入岩体に属するRío Tacó花崗岩体の北西縁、すなわち、本岩体とPlan del Guineo閃緑岩体及びGuior石英閃緑岩体との境界に沿って、Río Tacó花崗岩体側に分布し、その中でも細～中粒花崗閃緑岩相及び中～粗粒優白色花崗岩相の分布域に含まれていて、Río Tacó岩体の北西縁を西す何らかの地質構造(貫入接触・断層など)に支配されている可能性がある。異常分布域としての広がり、全体として6km(NE-SW)×2km(NW-SE)に達し、中心部にあるA級異常分布域のみでも4km×1.5kmの規模を有する。

Plan del Guineo東方異常帯 Plan del Guineo東方約1.5kmのQuebrada de Guior上流部及びその支流で採取した2試料が示す小規模なAu・Zn異常帯である。母岩は異なるが、前記のEl Pato-El Poxté異常帯に類似のものと推定される。

その他 第1年次及び国連の河川堆積物調査で、本地区南部のQuebrada de La ChorreraでPb・Zn異常が認められたが、今回の土壌調査では顕著な異常帯を見出すことはできなかった。ただし、Río San José北岸では、Pb及びZnがともに異常を示す試料として、Quebrada de La Chorrera中流、Quebrada Granadillas中流及びそれらの中間の3試料があり、異常帯としてのまとまりは示さなかった。将来この付近を採査する場合には、何らかの指針となるであろう。

(4) B-1地区

Mataquescuintla南西異常帯 Mataquescuintlaの市街地の南西方の国道18号線南側にあり、Ag異常を主とし、Pb・Zn異常を伴う。付近には広く第三系が分布する。鉍化は認められておらず、第1年次の河川堆積物調査によっても、地化学異常は認められていない。恐らく付近に分布する第三紀の流紋岩の岩相を直接反映していると推定される。

Mataquescuintla鉍山南方異常帯 Mataquescuintla鉍山の南方のFinca Lo de Moralesへの山道に沿って認められたCu・Zn異常帯。Mataquescuintla鉍山の鉍化作用またはそれに近縁の鉍化作用の影響を示すものと推定される。ただし、Mataquescuintla鉍山のあるRiachuelo La Mina沿いには、異常は認められていない。

Las Nueces北東異常帯 Las Nuecesの北ないし東方1～1.5kmに、広範囲ではあるが、やや散漫に分布するAg異常を主とし、一部にZn異常を伴う異常帯がある。この異常帯の北西端は、Río Dorado上流で発見された変質帯に接しているが、変質帯そのものは異常を示さなかった。何らかの岩石の岩相に直接由来している可能性が高い。

Río Morito上流異常帯 Mataquescuintla市街地の東方約2.5kmのRío Morito上流部

で採取した隣接する2試料が示す小規模なCu・Pb・Zn異常帯。異常値は高いが、その分布は限られていて、径数100mを越えるものではない。付近には鉍化作用は認められていないが、熱水変質帯は広く発達しているため、それによるものである可能性がある。

VI-4-3 第3年次

(1) 抽出規準

高含有量母集団をA級異常、中含量母集団をB級異常として、土壌及び岩石試料中の金及び銀含有量という4種類の要素のうち、1要素以上にA級異常、あるいは2要素以上にB級異常が検出された地点に着目し、それらの平面分布から異常帯を抽出した。

(2) 地化学異常帯

中央異常帯 調査地区の中央部に広く認められているもので、主として閃雲花崗閃緑岩上にあり、地区内では最も顕著な異常帯である。いうまでもなく、中央鉍化帯(IV-1, a)を示徴するものであるが、それ以外にも、中央鉍化帯の南東側のやや顕著な地化学異常を含んでいる。この南東部の異常は中央鉍化帯に平行する別の鉍化帯の存在を示徴している可能性がある。

中央北部異常帯 中央異常帯の北西側に併走する形でE-W方向に伸長して分布する。主としてPlan del Guineo 閃緑岩上にある。明確な鉍化帯は認められていないが、高品位含金石英脈転石帯に近く、それとの関連において興味深い異常帯である。

F-500 異常帯 F-500北西で発見された含金珪化帯及びその付近の合金珪化岩転石帯(F-500鉍化帯)に対応するもので、閃雲花崗閃緑岩上にある。中央異常帯の北西延長に当たっているが、O-400~700付近の非異常帯によって、それとは分離されている。しかし、これらの両異常帯は、地質的には共通の弱変質帯に含まれており、一連の鉍化に由来するものと考えて差しつかえないであろう。

西部異常帯 A~D線の北西部分を覆って分布するもので、主として閃雲花崗閃緑岩、一部はゼノリス状の閃緑岩上にある。C-200北東やB-200東方に発見された合金石英脈がこの異常帯に含まれており、これらのほかにも同種の合金石英脈が存在している可能性がある。

南西部異常帯 A・B線の中~南西部に分布するもので、さらに南西方へ向って広がりを示し、その主要部は地区外にある可能性も考えられる。主として黒雲母花崗岩、一部は閃雲花崗閃緑岩や優白質花崗岩上にある。A-900~1000付近の合金石英脈及びその転石帯(南西部鉍化帯)を示徴していて、その南西延長(地区外)に興味を持たれる。

以上の異常帯以外に、孤立して帯を形成しない地化学異常が8地点で検出されているが、これらの地質的意義は明らかでない。

Ⅶ 試 錐 探 査

Ⅶ-1 概 要

本プロジェクトの試錐探査はHuehuetenango 県のLlano del Coyote 地区とChiquimula 県のTercerón 地区に分かれて実施された。

Llano del Coyote 地区では、1978年にMJ-9により捕捉された高品位亜鉛鉛化帯(JICA-MMAJ, 1979)の延長及び周辺の地質構造を究明し、鉛化の場に関する地質的な理解の程度を深める目的をもって、第1年次に2孔、第2年次に2孔が掘さくされた。

一方、Tercerón 地区では、かつて国連によって探査されたTercerón 鉛山の下部における鉛況及び地質構造を究明する目的をもって、第2年次に3孔、第3年次に4孔が掘さくされた。

これらの両地区における試錐孔の位置を、それぞれFig. Ⅶ-1及びFig. Ⅶ-2に、また、作業実績の概要を表I-1に示す。

この試錐にはLlano del Coyote 地区では、Boylès Bros 社製BBS-1試錐機を使用して、日本側2名とグアテマラ側1名からなる合計3名の試錐技術者と、DGMH所属の試錐助手2~3名及び現地雇用人夫4~5名によって、2班編成の昼夜2交代制が実施され、また、Tercerón 地区では、利根ボーリング社製TGM-5A試錐機及び傾斜用試錐機DCP-9-7を使用して、日本側3名とグアテマラ側1~2名からなる試錐技術者とDGMH所属の試錐助手2~4名及び現地雇用人夫6名によって3班編成の昼夜3交代制が実施された。

Ⅶ-2 Llano del Coyote 地区の探査結果

1978年にMJ-9により発見された高品位亜鉛鉛化帯については、さらに1979年にMJ-11及びMJ-12、1980年の前半にはDGMHのLC-1~4により追跡され、後半にはMJ-9の東側地区に対して、MJ-13及びMJ-14の2孔が掘さくされた。ここではPL. Ⅶ-1に示したMJ-11、MJ-9、LC-1、LC-2及びMJ-13を通るNW-SE地質断面と、これに直交したLC-2、LC-3及びMJ-14を通るNE-SW断面に基づき、地層区分・地質構造・鉛化作用について考察を試みることにする。なお、DGMHによるLC-1~4の地質は根本徹氏(前JICA 派遣専門家)の資料によった。

(1) 地層区分及び地質構造

PL. Ⅶ-1に示した両地質断面に現われる地質は、岩相的に、下位より火山岩~火砕岩源の変成岩を主とする岩層、砂~泥質砕屑岩源の変成岩を主とする岩層、火山岩類・火砕岩類・赤色堆積岩類よりなる非変成岩層、未固結砕屑物及び火山放出物の4岩層に大別することができる。これらは従来の広域的な地質調査結果(JICA-MMAJ, 1979b)に基づいて、それぞれChicol 層、Tactic 層(以上、古生代のSanta Rosa 層群)、Todos Santos 層(中

Fig. VII-1 UBICACION DE LOS POZOS PERFORADOS, AREA DE LLANO DEL COYOTE

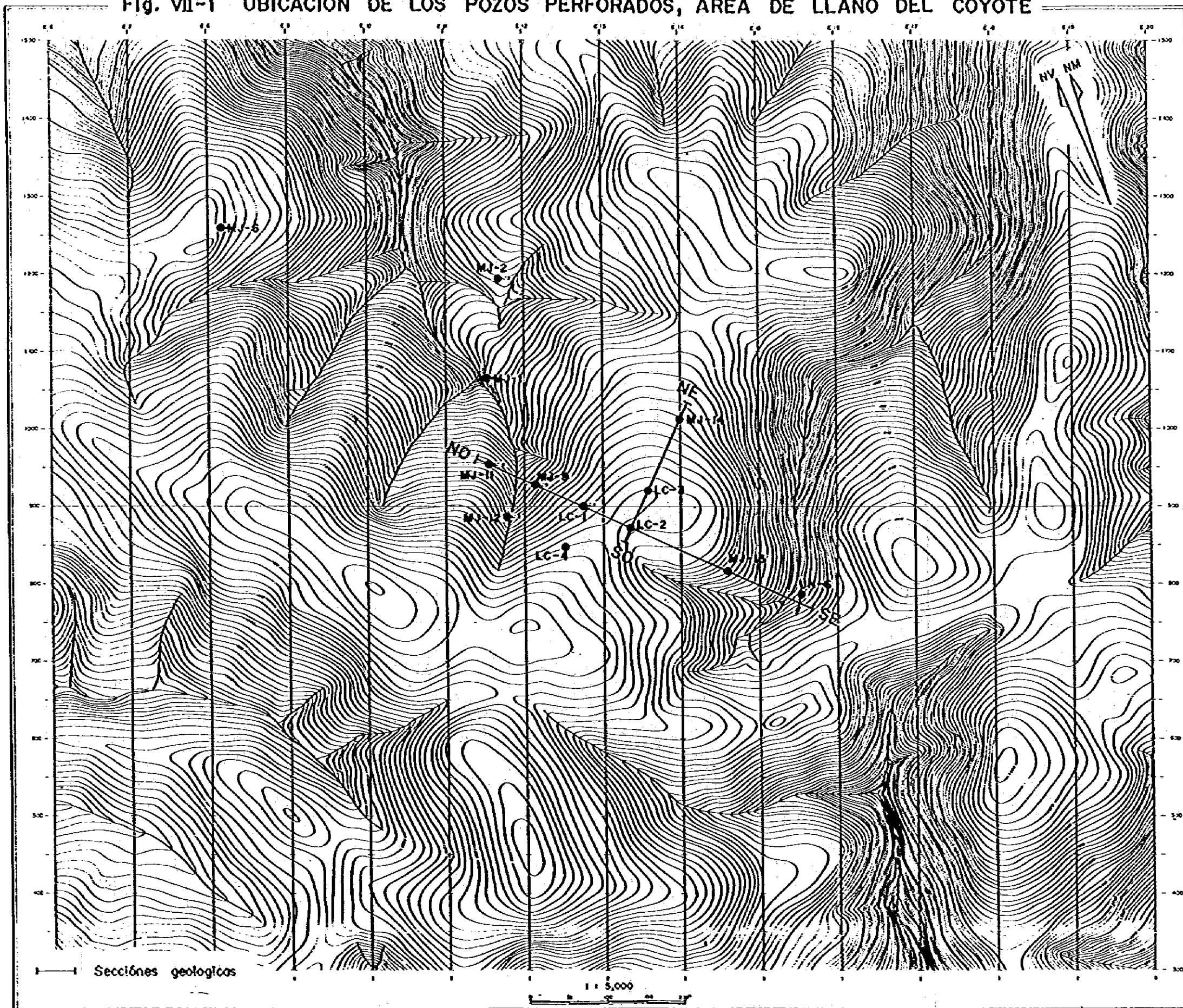
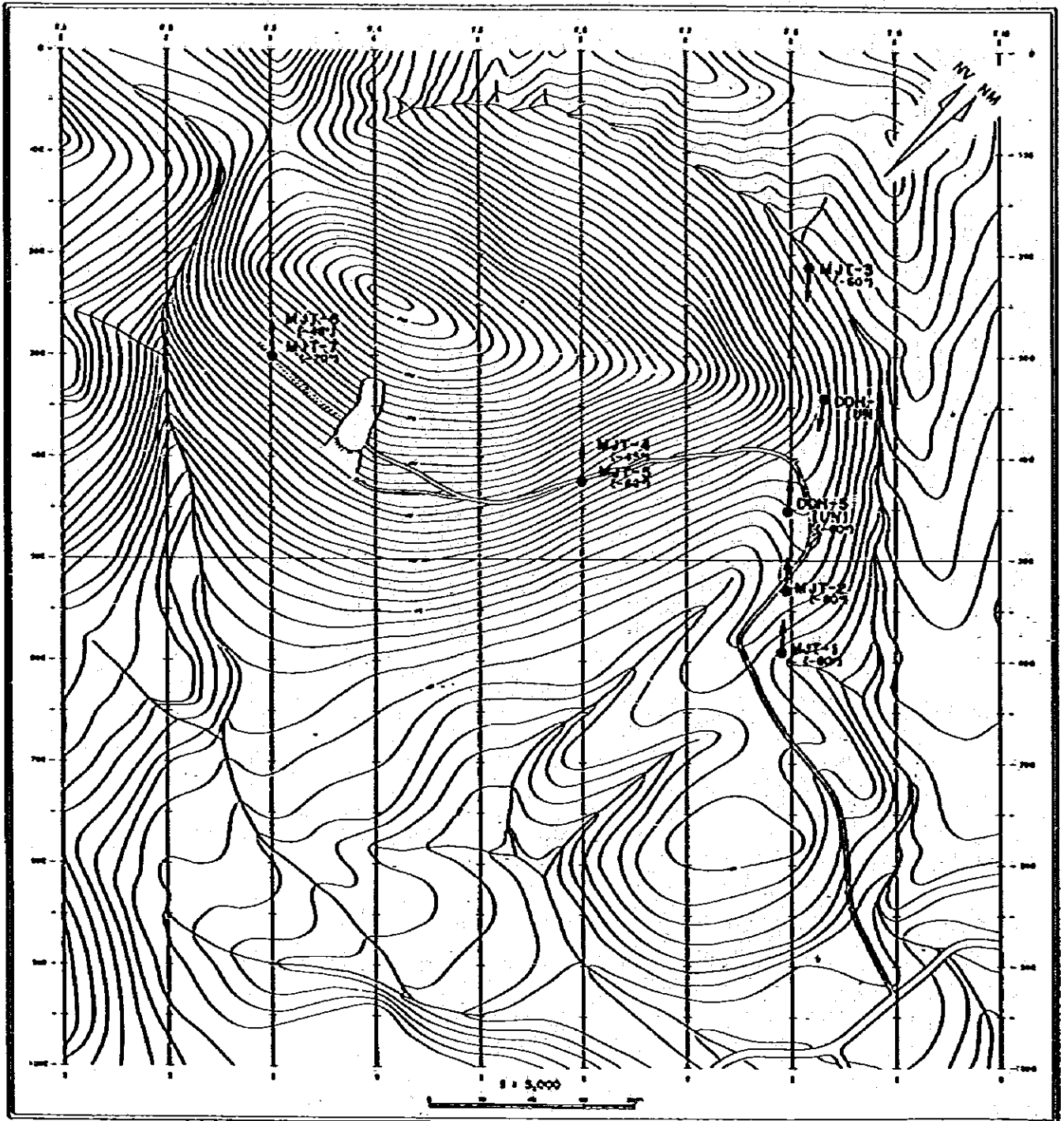


Fig. VI-2 UBICACION DE LOS POZOS PERFORADOS,
AREA DE TERCERON



生界)及び第四系と称することにする。

Chicol 層

Chicol 層は Santa Rosa 層群の最下位を構成するもので、一般的には礫岩を主とするが、一部には火山岩類を作す。本地区はこの種の火山岩が卓越する地域に含まれると考えられており、したがって、各試錐孔の比較的下部に現われる火山岩～火砕岩源の変成岩類を Chicol 層に対比した。

これらの火山岩～火砕岩を主とする地層は、PL-W-1 に示したように、コアで認められる片理面の傾斜角にもかかわらず、NW-SE 及び NE-SW の両断面とも、平坦な分布を示し、その上面は海拔 1,740m～1,760m に位置する。

Tactic 層

Tactic 層は Chicol 層を覆い、砂質及び泥質砕屑岩起源の片岩類を主とするもので、一部に火山岩を挟む。

これらの砂質～泥質砕屑岩起源の変成岩類もまた、地質断面において平坦な分布を示し、その上面は海拔 1,790m～1,820m 間にある。

Todos Santos 層

本層は古生代の Santa Rosa 層群を不整合に被覆する中生界の最下部層として定義され、陸成の礫岩・砂岩・泥岩を主とするもので、しばしば赤色層を伴っている。しかし、本地区では火山活動が活発であった模様で、流紋岩・同質火砕岩・砂質凝灰岩等が卓越している。

EW-SE 断面から推測されるように、流紋岩は白色酸柱凝灰岩と同時異相の関係にある溶岩と考えるのが妥当であろう。

第四系

Todos Santos 層を不整合に被覆する未固結の第四系については、ほとんどがノンコアで掘さくされたので、岩相に関する情報は一般に極めて乏しい。一方、MJ-14 において、ノンコアで掘さくされた未固結堆積物の下部(11.00m 以深)に、やや固結した火山灰・溶結凝灰岩などの新期火山放出物や各種の変成岩礫・火成岩礫・赤色層礫を含む砂礫層が厚く堆積し、Tactic 層のスカムを直接被覆している。これらの火山放出物や砂礫層は、第四系の中でもやや旧期に属するものと考えられる。

(2) 鉍化作用

鉍化帯の分布

Zn : 5% 以上の高品位亜鉛鉍体は、今のところ、MJ-9 (88.60m～98.10m, Zn : 12.76%), MJ-12 (107.70m～111.60m, Zn : 13.11%), LC-1 (121.55m～131.10m, Zn : 5.13%) の 3 孔で認められ、平面的には直径約 100 m の範囲に止まっている。この鉍体は、Chicol 層の最上位に賦存し、層状を呈する。亜鉛鉍石は Chicol 層最上位の

安山岩～玄武岩質火山岩を交代して生成したざくろ石・緑れん石・緑泥石スカルン帯に伴っている。MJ-14の108.00m～113.60mにおけるブッサン帯もまたChicol層最上位に位置し、初生的には硫化鉱物に富む鉱体であったと推定されるが、第四紀における削割が特に顕著に起り、風化が例外的に深部にまで達したため、硫化鉱物は完全に酸化・溶脱している。MJ-13の104.30m～106.15mで認められるスカルン帯もまた、層序的にはChicol層の最上位に位置するものであるが、高品位鉱は認められない。

スカルン帯の分布

スカルン帯としては、Chicol層最上部層準ばかりでなく、Chicol層内部やTactic層内でも、各所で認められるが、今までのところ、まとまった高品位鉱は知られていない。

スカルン鉱物、とくに緑れん石の生成は石英斑岩岩脈の貫入に重大な関係があるように考えられる。この最も良い実例はMJ-14で、石英斑岩岩脈付近で緑れん石化が著しく、それから離れると弱くなる傾向が明瞭である。したがって、スカルン化は石英斑岩岩脈の貫入に関係している可能性がある。

鉱化作用と火成活動

岩相の類似から、上記の石英斑岩岩脈はTodos Santos層内の流紋岩（溶岩流らしい）の火道である可能性がある。もしそうであれば、Santa Rosa層群のスカルン化は、Todos Santos層の流紋岩の活動に関係していることになる。また、亜鉛鉱化帯がスカルン帯に伴うものであることから、亜鉛の鉱化もまたこの流紋岩の活動に関係している可能性がある。

Ⅱ-3 Tercerón 地区の探査結果

本地区では、Tercerón 鉱山東端部鉱体を通るNW-SE断面に3孔（MJT-1, 2, 3）、東端部鉱体から南西に約200m離れたNW-SE断面に2孔（MJT-4, 5）同じく約600m離れたNW-SE断面に2孔（MJT-6, 7）が配置された。これらの断面における地質状況をPL.Ⅱ-2及びPL.Ⅱ-3に示す。

(1) 地質

鉱山付近では、下位から黒色片岩層・石灰岩層・赤色層や安山岩溶岩を挟む安山岩質火砕岩層が順次累重し、これらをNE-SW性の平行断層群が切り、これらの断層に沿って斑状安山岩の岩脈群が貫入している。断層群のうちでは、石灰岩体の北と南を貫す北撻断層及び南撻断層が顕著である。

黒色片岩層は南帯の古期変成岩類に属するもので、泥質堆積岩源の石英・絹雲母・石墨片岩を主とし、凝灰質緑色片岩や珪質片岩を挟む。石灰岩層は灰色塊状石灰岩を主とし、黒色泥質石灰岩・淡灰色凝灰質石灰岩を含む。安山岩質火砕岩を主とする岩層はチョコレート色又は緑色の安山岩質凝灰岩～火山礫凝灰岩を主とし、安山岩溶岩や赤色頁岩～砂岩を挟む。本プロジェクト

ェクトの試錐コアには、石灰岩層の下部及び上部に、それぞれ下位の黒色片岩や上位の安山岩質火砕岩に酷似している薄層の挟みがしばしば認められ、したがって、これらの岩層は相互に整合漸移している可能性がある。

試錐コアには、石灰岩中に厚歯二枚貝類 (Pachyodonta) に属する Rudistid (ジュラ紀末～白亜紀) らしい化石が認められ、したがって、この石灰岩層は中生代中～後期のものであると考えられる。もし、これと整合漸移の関係にあるならば、本地区の黒色片岩層は、従来考えられているような古生界源 (Schwartz, 1976) ではなく、中生界源と推定される。一方、上位の安山岩質火砕岩を主とする岩層は、岩相の類似から Molague 谷の Subinal 層 (白亜紀後期～第三紀前期) に対比され、石灰岩層と整合関係を推定しても大きな矛盾はない。

(2) 鉍化作用

南錐断層帯沿いの鉍化：石灰岩と火砕岩とを両す南錐断層及びその随伴平行断層群 (南錐断層帯) に沿う鉍化としては、東端部ピットや中央ピットなどで見られるゴッサンが顕著で、走向延長約 1200m 間に断続して認められるが、第 2 年次及び第 3 年次の試錐によって、その下部にまとまった初生鉍体を把握することはできなかった。

北錐断層帯沿いの鉍化：石灰岩の北側を両す北錐断層及びその随伴平行断層群 (北錐断層帯) に沿う鉍化を暗示するものとして、地表部の緑色二次銅鉍の転鉍や DGMH による IP 及び地化学探査結果があり、第 2 年次の試錐 (MJT-3) で、黄銅鉍の塊状高品位鉍 (深度：148.30m～148.70m, Cu: 10.50%) が確認された。しかし、第 3 年次の試錐では顕著な鉍化は認められず、したがって、MJT-3 の高品位鉍は小規模なものと考えざるを得ない。

鉍化作用と斑状安山岩岩脈との関係：北錐及び南錐の何れの場合も、鉍化が認められるのは斑状安山岩岩脈またはその周辺に限られている。逆に言って、この種の岩脈のないような場合には、鉍化は認められていない。地表のゴッサン帯もまた、その例外ではない。したがって、鉍化作用は斑状安山岩の貫入と成因的に密接な関係にあるものと考えられる。

Ⅵ 総括及び結論

Ⅵ-1 調査経過

日本側(JICA-MMAJ)とグアテマラ側(SMIBEN)の間で合意された「グアテマラ共和国鉛物資源調査計画」に基づいて、国家保有鉱区に指定されているChiquimula, Mataquescuintla及びLlano del Coyoteの3地区で、1979年から3年間にわたって、基礎的な鉛物資源探査が展開された。

Chiquimula地区では、全域の概査から鉛化帯の精査に至る地質調査・地化学探査と、Tercerón 鉱山の下部探鉛のための試錐が実施された。

まず、地質調査、地化学探査としては、第1年次に全域(1,450km²)にわたる写真地質調査及び河川堆積物の地化学探査(概査)が実施され、変質帯・転鉛帯及び鉛・亜鉛地化学異常を含むA-2地区(30km²)と、金及び鉛・亜鉛地化学異常とベントナイト鉛床を含むA-3地区(100km²)が有望地区として抽出された。第2年次には、この2地区に対して、地質調査・地化学探査の準精査が実施され、A-3地区の中北部で金・銀地化学異常帯、南部でベントナイト化帯が明瞭に検出された。一方、その他の鉛鉱地では注目に値する鉛化は認められなかった。第3年次には、A-3地区の金・銀地化学異常帯の中央部に位置するEl Pato-El Poxté地区で地質調査・地化学探査の精査が実施され、その結果、多数の合金露頭・転鉛帯・地化学異常帯が新たに発見された。南部のベントナイト化帯は、1981年度の地域開発計画調査の主要対象として取り上げられ、別途、開発のための研究が実施されている。

試錐探査としては、Tercerón 鉱山の鉛化帯の深部における鉛況及び地下地質構造を解明するために、先づ第2年次に3孔の掘さくが実施され、そのうちの1孔が高品位塊状銅鉛に着鉛した。その延長を追跡するために、第3年次に2か所で各2孔、合計4孔の掘さくが実施されたが、結果的にはその延長は発見されなかった。

Mataquescuintla地区では、第1年次と第2年次に、地質調査と地化学探査が実施された。

まず、第1年次には、Chiquimula地区と同様に、全域にわたる写真地質調査と河川堆積物の地化学探査が実施され、その結果、Mataquescuintla 鉱山の鉛化帯、その他の変質帯、金・銀・銅・鉛・亜鉛の地化学異常帯を含むB-1地区(80km²)が有望地区として抽出された。

第2年次には、このB-1地区に対して、地質調査・地化学探査の準精査が実施され、その結果、Mataquescuintla 鉱山及びその周辺の変質帯や数か所の地化学異常帯が抽出された。しかし、これらはどれも小規模であり、注目に値するほどの鉛鉱が認められず、一応この時点で調査は打ち切られた。

Llano del Coyote地区においては、1978年度のMJ-9試錐により捕捉された亜鉛

の高品位部の追跡を目的として、第1年次にその周辺でMJ-11及びMJ-12の2孔(何れも150 m級で垂直)が掘さくされ、この結果、両孔とも亜鉛鉱体に着鉱した。

第2年次には、この高品位亜鉛鉱帯の東方延長部での鉱況及び地下地質構造を解明するために、MJ-13及びMJ-14の2孔(何れも150 m級で垂直)が掘さくされた。結果的には、2孔とも高品位鉱には達着せず、この高品位鉱帯の分布は、平面的には直径約100 mの範囲に止まっていることが判明したので、一応調査は打ち切られた。

Ⅶ-2 Chiquimula 地区

Ⅶ-2-1 地質及び鉱床

本地区の地質は、東西性のMotagua 断層及びJocotán 断層により、Motagua 断層以北の地帯、Motagua・Jocotán 両断層に挟まれた地帯、及びJocotán 断層以南の地帯に3分される。

Motagua 断層以北の地帯は、本地区内では、北西隅の極く限られた範囲に現われるのみで、その詳細は明らかでないが、主として、中生代あるいはそれ以前の変成岩類及びそれを貫ぬく蛇紋岩よりなる。

Motagua・Jocotán 両断層間の地帯は、当地区の主要部をなすもので、中～古生代、あるいはそれ以前の変成岩類が帯状に配列し、東部ではこれらを白亜紀後期～第三紀前期の酸性～中柱完晶質岩類(Chiquimula 複合貫入岩類)が貫ぬいている。また、一部には中生代中～後期の石灰岩や第三紀以後の火山岩類・堆積岩類が分布する。

Jocotán 断層以南の地帯は、火山岩類を主とする第三系が広く分布する地帯である。

Chiquimula 地区には、Chiquimula 市南方で、Tercerón 鉱山及びXororagua 鉱徴地の銅鉱床が知られている。また、地区の中央部で変成岩類をNE-SW方向に貫ぬく蛇紋岩中に小規模なクロム鉱床があり、また、その付近の変成岩中には、マンガン鉱床が胚胎される。また、非金属鉱床として、変成岩中の石灰石鉱床、Jocotán 断層以南の第三系中の石膏鉱床及びベントナイト鉱床がある。以上のほかに、本プロジェクトによって、Chiquimula 市西方のEl Pato-El Poxté 地区で、Chiquimula 複合貫入岩類中に新たに金鉱床が発見された。

Ⅶ-2-2 地化学探査

本地区では、まず第1年次に、全域に対して、河川堆積物を対象とする広域的な概査が実施された。指示元素としては、期待される鉱化のタイプから、通常のAg・Cu・Pb・Znが採用され、そのほか、風化による溶脱・浸失に対する抵抗の強いAuが、新しい試みとして指示元素に加えられた。

化学異常帯としては、下記の4か所が抽出された。

A₁: San Diego 北方のAu・Cu異常帯

A₂: El Zapote 西方の Pb・Zn 異常帯

A₃: Chiquimula 西方の Au 異常帯

A₄: San José La Arada 西方の Pb・Zn・Au 異常帯

第2年次には、これらの異常帯のうち、A₂がA-2地区に、また、A₃及びA₄がA-3地区に包含され、これらに対して主として土壌を対象とする地化学探査が実施された。指示元素としては、第1年次の調査結果に基づき、A-2及びA-3地区ではAu・Ag・Pb・Znが採用された。

なお、A₁のAu・Cu異常帯は、母岩をなす蛇紋岩からの一次分散を示す可能性があるとして調査は打ち切られた。第2年次に検出された地化学異常帯は次の4か所である。

A-2地区

(a) Pinalito 西方の Ag 異常帯

(b) Quebrada El Chucte 中流の Ag・Pb・Zn 異常帯

A-3地区

(c) El Pato-El Poxte 周辺の Au・Ag 異常帯

(d) Plan del Guineo 東方の Au・Zn 異常帯

第3年次には、A-3地区の(c)が精査の対象として取り上げられ、土壌及び岩石を対象として地化学探査が実施された。指示元素としてはAu・Agが採用された。その結果、5か所で金・銀異常帯が検出され、そのうち、4異常帯は、地質調査によって確認された含金鉍化帯及びその延長部を示徴した。

Ⅳ-2-3 試錐探査

Tercecerón地区では、まず第2年次にTercecerón鉍山の南麓の東端部鉍体を通るNW-SE断面内に3孔が配置された。この付近では、下位より上位に向って、黑色泥質片岩を主とする変成岩類(古生代?)、石灰岩(白亜紀)、安山岩質火砕岩類および赤色層(白亜紀末期~第三紀前期)が累重し、これらはNE-SW系平行断層によりブロック化している。また、これらの断層に沿って、斑状安山岩や石英斑岩の岩脈群が貫入し、最後に、これらのすべてを第四系が不整合に被覆している。断層としては、東端部鉍体が賦存する南麓断層帯及びその北西側に平行する北麓断層帯が顕著である。

南麓断層帯沿いの鉍化はMJ T-1及びMJ T-2の2孔により探査されたが、結果的には顕著なものは認められなかった。もともと有用硫化鉍物に乏しい鉍化である可能性がある。一方、MJ T-3で探査された北麓断層帯内では高品位黄銅鉍塊状鉍が発見された。

第3年次には、この高品位鉍の南西延長部に対する下部探査を目的として、東端部鉍体の南西約200m及び600mの2地点において、それぞれNW-SE断面内に2孔、合計4孔が掘さくされた。しかし、結果的には南麓断層帯内の数か所で、二次炭酸銅や初生硫化鉍物の極

く微弱な鉱染が認められたに過ぎず、北麓断層帯内には、ほとんど鉱化を認めることはできなかった。したがって、第2年次に発見された高品位銅鉱は、極く小規模なものと考えざるを得なくなった。

Ⅷ-3 Mataquescuintla 地区

Ⅷ-3-1 地質及び鉱床

Mataquescuintla地区は、変成岩類やそれを貫ぬく深成岩類を基盤として、第三系及び第四系が広く分布する。第三系の下部層は基底礫岩及び赤色砂岩よりなり、白亜紀末期～第三紀前期のSubinal層に対比される。中部層及び上部層は中新世ないし鮮新世の酸性火砕岩類を主とし、安山岩・石英安山岩・流紋岩などの溶岩を伴う。

この地区にはMataquescuintla鉱山の含銀-銅鉱床が存在する。この鉱床は第三系中部層の流紋岩質凝灰角礫岩の珪化帯内にある。ただし、この珪化帯は東西約170 m、南北約100 mの広がりをもつに過ぎない。このほか、アンチモン・金・鉛・亜鉛などの鉱微地や情報地がある。

Ⅷ-3-2 地化学探査

本地区でも、まず第1年次には、全域に対して河川堆積物を対象とする広域的な調査が実施された。指示元素としては、期待される鉱化のタイプから、通常のAg・Cu・Pb・Znが採用され、そのほか、風化による溶脱・流失に対する抵抗の強いAuが、新しい試みとして指示元素に加えられた。

地化学異常帯としては、下記の4か所が抽出された。

B₁: Mataquescuintla 周辺のAu・Ag・Pb・Zn異常帯

B₂: San Rafael Las Flores 東方のAu・Ag・Cu・Pb・Zn異常帯

B₃: San Juan Tapalapa 北方のAg・Pb・Zn異常帯

B₄: Miramundo 北方のAu・Ag異常帯

第2年次には、これらの異常帯のうち、B₁及びB₂を含むB-1地区に対して土壌を対象とする地化学探査が実施された。指示元素としては、第1年次の調査結果に基づき、Au・Ag・Cu・Pb・Znが採用された。

なお、B₃の地化学異常帯は再現性に乏しく、また、B₄の異常は第四系の分布域にあり、この時点で調査は打ち切られた。第2年次にB-1地区で抽出された地化学異常帯は次の4か所である。

Mataquescuintla 南西のAg・(Cu・Pb・Zn)異常帯

Mataquescuintla 鉱山南方のCu・Zn異常帯

Las Nueces 北東方のAg・(Zn)異常帯

Río Morito 上流の Cu・Pb・Zn 異常帯

しかし、これらは何れも微弱であり、Mataquescuintla 鉱山を除いて注目に値する鉱微もなく、Mataquescuintla 鉱山自身、それを胚胎する珪化帯の規模が余りに小さいので、B-1地区の調査はこの時点で打ち切られた。

Ⅶ-4 Llano del Coyote 地区

Ⅶ-4-1 地質構造

本プロジェクトの4孔に過去に掘さくされた数孔の地質データを併せて、付近の地下地質構造の全貌がほぼ明らかになった。すなわち、本地区では下位から上位に向って、主として火山岩源の変成岩よりなるChicol層及び主として砂・泥質砕屑岩源の変成岩よりなるTactic層（何れも古生代のSanta Rosa層群）が平坦に分布し、それを中生代のTodos Santos層が不整合に被覆し、さらにそれらを第四系が被覆している。

Ⅶ-4-2 鉱化作用

鉱化作用はChicol層及びTactic層に含まれる層状スカルン帯に伴ない、とくに顕著な鉱化はChicol層最上部の火山岩源変成岩層準で認められ、MJ-9などで確認されている高品位亜鉛鉱化帯もまた、この層準に胚胎されるものであることが判明した。なお、Zn:5%以上の高品位亜鉛鉱体は、今のところ、MJ-9(88.60m~98.10m, Zn:12.76%), MJ-12(107.70m~111.60m, Zn:13.11%), LC-1(121.55m~131.10m, Zn:5.13%)の3孔で認められ、平面的には直径約100mの範囲に止まっている。

Ⅶ-5 今後の問題点

Chiquimula, Mataquescuintla 及び Llano del Coyote 地区において、3か年にわたって展開された基礎的探査の結果、将来の開発につながる可能性のある探査標的は、Chiquimula地区のLos Cimientosペントナイト化帯とEl Pato-El Poxté合金鉱化帯にしばられた。前者はすでに昭和56年度地域開発計画調査の主要対象として取り上げられ、開発研究が進められている(JICA-MMAJ, 1982-b)。後者については、まだ露頭探鉱の域を出ないので、今後これを開発するに当たっては、その前提として、まず鉱化作用の特性及び鉱床規模をさらに正確に把握する必要があり、そのためには、下記の各種調査の実施が要請される。

- a 中央鉱化帯・F-500 鉱化帯の地質調査・地化学探査・電気探査(比抵抗法)・試験探査による総合精密探査
- b 南西隣接地区の地質調査・地化学探査
- c 北西隣接地区の地質調査・地化学探査
- d 高品位合金露頭・転鉱帯のトレンチ探査

Referencias

- Banco de Guatemala, 1979, Estudio Económico y Memoria de Labores Año 1979.
- Burkart, B., 1965, Geology of the Esquipulas, Chanmaqua, and Cerro Montecristo quadrangles, southeastern Guatemala, Ph. D., dissertation, Rice Univ.
- Clemons, R.E., 1966, Geology of the Chiquimula quadrangle, Guatemala, Central America, Ph. D. dissertation, Univ. of Texas.
- Clemons, R.E., and L.E. Long, 1971, Petrologic and Rb-Sr isotopic study of the Chiquimula pluton, southeastern Guatemala, Geol. Soc. Amer., Bull. 82, 2729-2740.
- Colins, E.M., and S.E. Kesler, 1969, High temperature telescoped tungsten-antimony mineralization, Guatemala, Mineralium Deposita, vol. 4, 65-71.
- Instituto Geográfico Nacional, 1969, Mapa Geológico General de Guatemala, 1:250,000.
- Instituto Geográfico Nacional, 1970, Mapa Geológico de la República de Guatemala, primera edición, 1:500,000.
- Instituto Geográfico Nacional, 1972, Atlas Nacional de Guatemala.
- JICA-MMAJ, 1977, Report on geological survey of Cuchumatanes area, western Guatemala, Phase I.
- JICA-MMAJ, 1978, ditto, Phase II.
- JICA-MMAJ, 1979-a, ditto, Phase III.
- JICA-MMAJ, 1979-b, ditto, Summary.
- JICA-MMAJ, 1980, Informe del estudio sobre la exploración minera en las áreas de Chiquimula, Mataquescuintla y Llano del Coyote de la República de Guatemala, primera fase.
- JICA-MMAJ, 1981, ditto, segunda fase.
- JICA-MMAJ, 1982-a, ditto, tercera fase.
- JICA-MMAJ, 1982-b, Report on regional development planning project in Chiquimula, Republic of Guatemala.
- Kesler, S.E., and R.A. Ascarrunz-K, 1973, Lead-zinc mineralization in carbonate rocks, Central America, Econ. Geol., vol. 68, 1263-1274.
- Misión Minera para América Central, 1970, Informe sobre actividades mineras en América Central, (en Japonés), MMAJ.
- Roberts, R.J., and E.M. Irving, 1957, Mineral Deposits of Central America, U.S.G.S., Bull. 1034.
- Schwartz, D.P., 1976, Geology of the Zacapa quadrangle and vicinity, Guatemala, Central America, Ph. D. dissertation, State Univ. of N.Y.
- United Nations, 1968, Proyecto Minero, Guatemala, Reconocimiento Geoquímico.

United Nations, 1970?, Unpublished report.

United Nations, 1971, Guatemala, Mineral survey in two selected areas.

Williams, H., A.R. McBirney, and G. Dengo, 1964, Geologic reconnaissance of southeastern Guatemala, Univ. of California Publications in Geological Science, vol. 50.

