

# メキシコ合衆国ハリスコ地域 資源開発協力基礎調査報告書

第2年次

昭和61年4月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

メキシコ合衆国ハリスコ地域資源開発協力基礎調査報告書

第2年次

昭和61年4月

国際協力  
金属鉱業事業団

615  
66.1  
MPN

615  
66.1  
MPN

国際協  
15976  
図書資料室蔵書



# メキシコ合衆国ハリスコ地域 資源開発協力基礎調査報告書

## 第2年次

昭和61年4月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

メキシコ合衆国ハリスコ地域資源開発協力基礎調査報告書

第2年次

昭和61年4月

国際協  
金属鉱

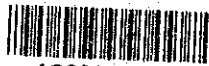
鉱計資

CR-(3)

86-80

615  
66.1  
MPN

JICA LIBRARY



1029951[9]



**メキシコ合衆国ハリスコ地域  
資源開発協力基礎調査報告書**

**第 2 年 次**

**昭和61年 4 月**

**国 際 協 力 事 業 団  
金 属 鉱 業 事 業 団**

国際協力事業団		
受入 月日	'87. 2. 5	615
登録 No.	15976	66. 1
		MPN

## ま え が き

日本政府はメキシコ合衆国政府の要請にこたえ、同国の中央部に位置するハリス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、本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60年度が第2年次にあたり、金属鉱業事業団は9名の調査団を編成して、昭和60年7月8日から昭和61年2月27日まで、現地に派遣した。

現地調査はメキシコ合衆国関係政府機関、特に鉱物資源審議局の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は第2年次の調査結果をまとめたもので、最終報告の一部となるものである。

本調査の実施にあたって協力いただいたメキシコ合衆国関係政府機関並びに通商産業省、外務省、現地大使館及びその関係各位に対し衷心から感謝の意を表する次第である。

昭和61年4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





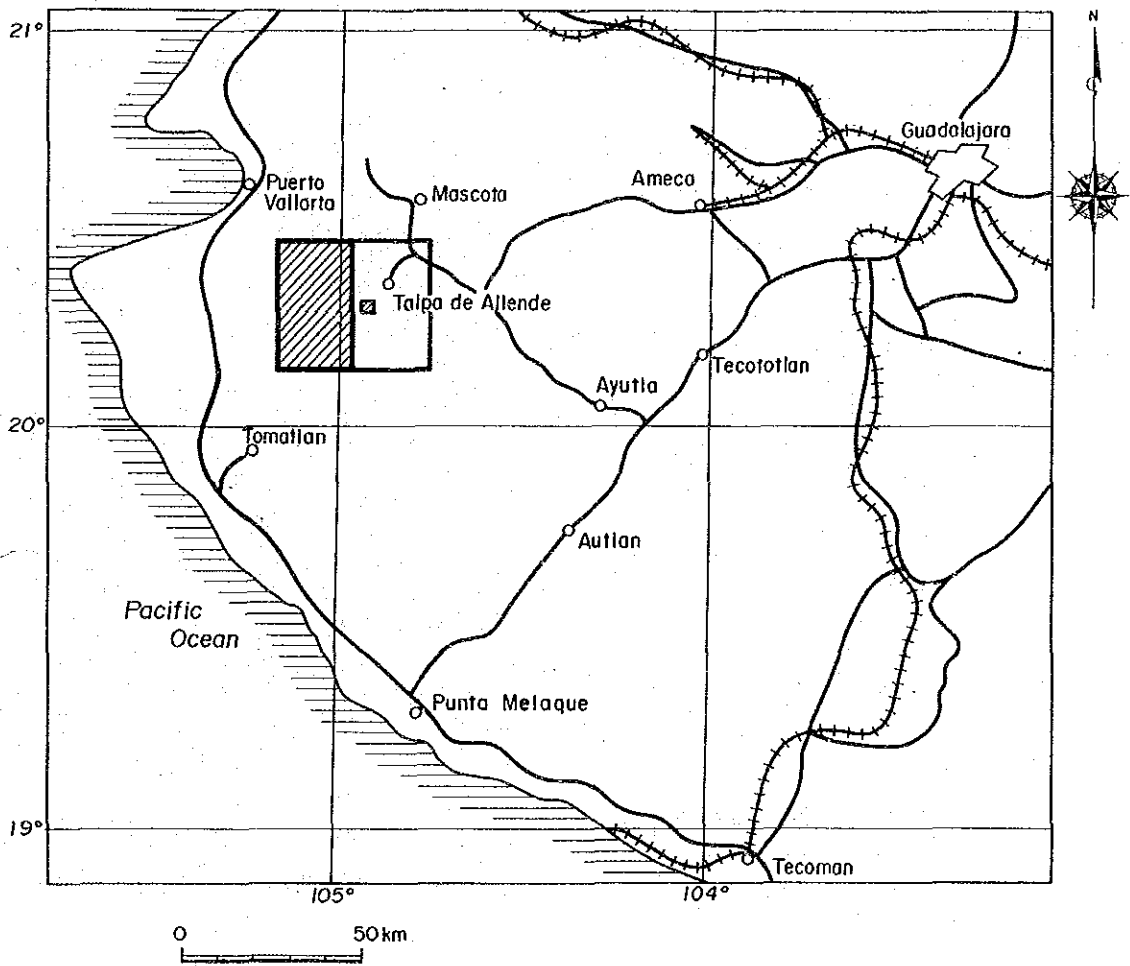
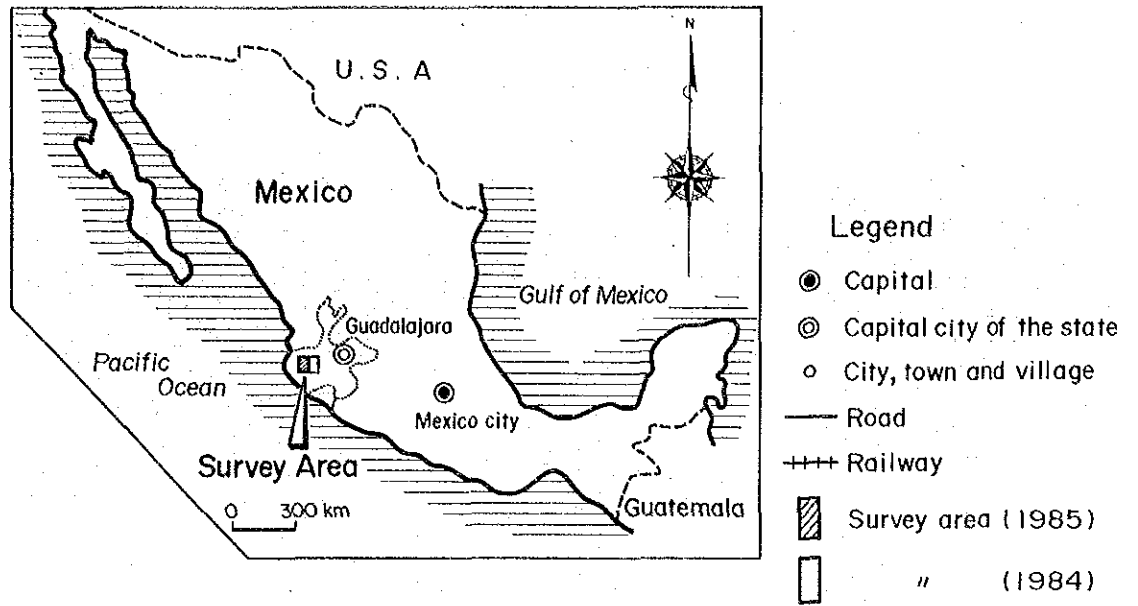


図 G - 1 調査位置図 (A)



## 要 約

第2年次の西部地域では地質調査、地化学探査（河床堆積物）及び物理探査（CSAMT法）を行った。また、東部地域ではボーリング調査を行った。

本調査地域はメキシコ合衆国における2大火山帯である西シエラ・マドレ帯と新期火山帯の交錯部に位置している。

### ○西部地域（地質調査、地化学探査）

調査地域にはジュラ系、白亜系、第三系及び第四系が分布している。

ジュラ系は調査地域の西部に広く分布し泥質片岩から主に構成され、砂質片岩、火山岩起源と考えられる緑泥石片岩、絹雲母片岩なども挟在される。

本系は白亜系の石英安山岩類及び第三系の安山岩類によって不整合に被覆される。特記できる鉍化作用は本系中には認められない。

白亜系は調査地域の約10%の分布面積を占め、黒鉍型鉍床の母岩となっているため重要である。本系の主要な構成岩は黒色頁岩（Ksh 1）及び石英安山岩類（Kdc 1-a, -b, Kdc-sh など）であり、後者の分布と黒鉍型鉍床の分布はよく一致しており、両者の間の成因的関連の深さを示唆している。石英安山岩類の卓越する地区は北部から、San Juan（サン・ファン）地区、Cuale（クワレ）地区、Amaltea（アマルテア）地区、La Concha～El Bramador（ラ・コンチャ～エル・ブラマドール）地区であり、これらの地区では黒鉍型鉍化作用が認められる。

黒鉍型鉍床探査上、特に有望と考えられるLa Concha～El Bramador地区には径約10 Kmの半盆状構造が認められ、これはSan Jeronimo（サン・ヘロニモ）沢周辺では北西-南東の軸をもつ、より高次の複向斜構造の組合せから成っている。

黒鉍型鉍床の胚胎層準の下位と上位の黒色頁岩（Ksh 1, Kdc-sh）中には下部白亜系に普遍的な種の放射虫とナノプランクトンが認められた。したがって、本地域の黒鉍型鉍床の生成期は古白亜紀であった可能性が強い。

一方、第三系は、主として安山岩類（Tad 1～Tad 4 ほか）から構成され、調査地域の西部にゆるやかな傾斜をもって分布している。これらの火山岩類の大部分は海底火山活動の産物とみられるが、調査地域北東部に認められるN期安山岩類（Tad 4）の火砕岩中には溶結部をもつものがあり、本地区の火山活動の場が海底から陸上に移行したことがうかがえる。

第三系中には、特記できる有望な鉍微帯は認められなかった。

調査地域の南部のLa Concha～El Bramador地区では、黒鉍型鉍床が白亜系の酸性火山岩類と密接な時代的・位置的関係をもって賦存している。この地区では強変質帯が地表に広く分布し、かつ河床堆積物による地化学探査の結果、複元素によって示徴される異常帯が見出された。

### ○西部地域（物理探査、CSAMT法）

地質調査の結果、鉍床層準の潜在が見込まれる100Km<sup>2</sup>について物理探査（CSAMT法）を実

施した。この結果、La Concha ~ El Bramador地区で黒鉍型鉍床の探鉍上、有望と評価できる低比抵抗帯が抽出され、これらは黒鉍型鉍床と成因的関連が強い酸性火山岩類の分布域とも対応している。かつ、河床堆積物による地化学探査異常帯中、あるいは、その近傍に位置している。変質帯調査結果からも、有望と考えられる低比抵抗帯の多くは強変質帯中に含まれる。

○ 東部地域（ボーリング調査）

東部地域では、第1年次の地質調査、地化学探査及び物理探査（CSAMT法）結果を総合的に検討した結果、黒鉍型鉍床の賦存の可能性が最も高いと考えられるLa America ~ Descubridora（ラ・アメリカ～デスクブリドラ）地区で5孔（総掘進長：1,369.70m）のボーリング調査を行った。

その結果、黒鉍型鉍床の捕捉には至らなかったが、鉍染を伴う鉍床層準の存在の確認、黒鉍型鉍床の賦存が有望視される古凹地形の発見及び地表調査では把握できない多くの地質情報を得ることができ、黒鉍型鉍床の生成期の前後における火山活動史の理解を深めることができた。



# 目 次

まえがき	
位置図	
要 約	
第1章 序 論	1
1-1 調査の目的	1
1-2 調査の概要	1
1-3 調査団の編成	2
第2章 一 般 概 要	4
2-1 位置・交通	4
2-2 地形・気候	4
2-3 産 業	4
2-4 鉍 業	5
第3章 地 質 調 査	6
3-1 地質概要	6
3-2 層 序	7
3-2-1 シュラ系	7
3-2-2 白 亜 系	7
3-2-3 第 三 系	11
3-2-4 第 四 系	15
3-2-5 貫入岩類	15
3-3 地質構造	17
3-4 鉍 徴 帯	19
3-4-1 鉍徴帯各論	19
3-4-2 日本の黒鉍鉍床との比較	32
3-5 X線回折による変質帯調査	33
3-5-1 測定条件	34
3-5-2 解析方法	34
3-5-3 変質鉍物	35
3-5-4 変質分帯	35
3-5-5 斜長石類の残存量	38
第4章 地 化 学 探 査	39

4-1	河床堆積物による地化学探査	39
4-1-1	調査方法	39
4-1-2	統計処理	39
4-1-3	後背域の地質と指示元素含有量	39
4-1-4	シキイ値の決定	39
4-1-5	相関係数	40
4-1-6	主成分分析	41
4-1-7	河床堆積物による地化学探査異常の評価	41
4-2	全岩分析による地化学探査	44
4-2-1	相関係数	45
4-2-2	アルカリ変質強度	45
4-2-3	主成分分析	46
4-2-4	クラスター分析	47
第5章	物理探査	51
5-1	調査方法	51
5-1-1	測定方法	51
5-1-2	使用測定機器	54
5-2	データ処理・解析方法	55
5-2-1	データ処理	55
5-2-2	解析方法	55
5-3	調査結果及び解析結果	58
5-3-1	調査結果	58
5-3-2	解析結果	62
5-4	考察	68
第6章	ボーリング調査	70
6-1	ボーリング調査の概要	70
6-2	ボーリング工法及び使用機材	71
6-3	ボーリング作業	71
6-3-1	設営作業	71
6-3-2	移設作業	71
6-3-3	撤収作業	71
6-3-4	コアリング状況と泥水管理	71
6-3-5	ボーリング用水	72
6-3-6	掘進状況	72

6-3-7	湧水及び逸水対策 .....	72
6-4	ボーリング地質 .....	73
6-4-1	ボーリング位置の選定 .....	73
6-4-2	各孔の地質概要 .....	74
6-4-3	鉱化及び変質作用 .....	76
6-4-4	ボーリング調査結果と物理探査結果の比較 .....	82
第7章	結論及び第3年次調査への提言 .....	85
7-1	結 論 .....	85
7-2	第3年次調査への提言 .....	88

参 考 文 献

付 録

## 添 付 表 リ ス ト

表 1 - 1	調 査 の 種 類
表 1 - 2	室 内 試 験
表 2 - 1	鉍 産 量
表 3 - 1	鉍 微 帯 一 覧 表
表 3 - 2	黒鉍型鉍床産鉍石中の鉍物特性の比較
表 4 - 1	指示元素の統計パラメータ
表 4 - 2	相関係数マトリックス( 4 成分 )
表 4 - 3	主成分分析結果表
表 4 - 4	異常帯の評価表( 単元素型 )
表 4 - 5	異常帯の評価表( 複元素型 )
表 4 - 6	相関係数マトリックス( 1 3 成分 )
表 4 - 7	主成分分析結果表
表 4 - 8	主要クラスターの平均組成
表 5 - 1	表 皮 深 度 表
表 5 - 2	電流電極系データ一覧表
表 5 - 3	測定装置, 器材一覧表
表 5 - 4	低見掛比抵抗帯と地質の対比表
表 5 - 5	岩石・鉍石試料の比抵抗測定結果
表 6 - 1	ボーリング概要
表 6 - 2	使用機材一覧表
表 6 - 3	消耗機材一覧表
表 6 - 4	孔別ダイヤモンドビット使用量
表 6 - 5	ダイヤモンドビット使用状況
表 6 - 6	泥材使用状況
表 6 - 7	掘進実績表( M J M - 1 )
表 6 - 8	掘進実績表( M J M - 2 )
表 6 - 9	掘進実績表( M J M - 3 )

表 6 - 1 0 掘進実績表 ( M J M - 4 )

表 6 - 1 1 掘進実績表 ( M J M - 5 )



## 添 付 図 リ ス ト

- 図G-1 調査位置図 ( A )
- 図G-2 調査位置図 ( B )
  
- 図3-1 模式柱状図
- 図3-2 地区別地質柱状図
- 図3-3 Cuale 地区の変質分帯図
- 図3-4 El Bramador 地区の変質分帯図
- 図3-5 El Bramador 地区の斜長石の残存量の分布図
  
- 図4-1 頻度曲線と累積頻度曲線
- 図4-2 白亜系中の散布図 ( Cu-Zn ), ( Pb-Zn )
- 図4-3 Factor 3 と Factor 4 の因子得点関係図
- 図4-4 クラスタ-樹形図
- 図4-5 主要クラスタ-の化学組成の比較
  
- 図5-1 C S A M T 法の概略図
- 図5-2 測点位置図
- 図5-3  $\rho_a-f$  曲線図
- 図5-4 岩石比抵抗測定系
- 図5-5 解析曲線図
- 図5-6 模式的な  $\rho_a-f$  曲線図
- 図5-7 2層構造モデルの  $\rho_a-f$  曲線図
- 図5-8 見掛比抵抗平面図 ( 2048Hz )
- 図5-9 見掛比抵抗平面図 ( 1024Hz )
- 図5-10 見掛比抵抗平面図 ( 512Hz )
- 図5-11 見掛比抵抗平面図 ( 256Hz )
- 図5-12 物理探査地域地質図
- 図5-13 A-A' 断面図
- 図5-14 B-B' 断面図
- 図5-15 C-C' 断面図
- 図5-16 D-D' 断面図
- 図5-17 E-E' 断面図

- 図5-18 F-F' 断面図  
 図5-19 比抵抗構造平面図(地表下100m)  
 図5-20 比抵抗構造平面図(地表下200m)  
 図5-21 比抵抗構造平面図(地表下400m)  
 図5-22 比抵抗構造平面図(地表下600m)  
 図5-23 比抵抗構造平面図(海拔400m)  
 図5-24 比抵抗構造平面図(海拔200m)  
 図5-25 全磁力図
- 図6-1 ボーリング位置図  
 図6-2 ボーリング工程図  
 図6-3 MJM-1 孔の掘進記録図  
 図6-4 MJM-2 孔の掘進記録図  
 図6-5 MJM-3 孔の掘進記録図  
 図6-6 MJM-4 孔の掘進記録図  
 図6-7 MJM-5 孔の掘進記録図  
 図6-8 孔内の逸水・湧水状況図  
 図6-9 ボーリング周辺地質図  
 図6-10 ボーリング地質断面図(MJM-1)  
 図6-11 ボーリング地質断面図(MJM-2)  
 図6-12 ボーリング地質断面図(MJM-3)  
 図6-13 ボーリング地質断面図(MJM-4)  
 図6-14 ボーリング地質断面図(MJM-5)  
 図6-15 ボーリング地質対比図  
 図6-16 ボーリング・コアの変質図(MJM-1)  
 図6-17 ボーリング・コアの変質図(MJM-2)  
 図6-18 ボーリング・コアの変質図(MJM-3)  
 図6-19 ボーリング・コアの変質図(MJM-4)  
 図6-20 ボーリング・コアの変質図(MJM-5)  
 図6-21 各孔の地質と比抵抗分布の対比図
- 図7-1 総合解析図

別 添 付 図 リ ス ト

第 1 - 1 図	調査地域の地質図(1)	1 : 25,000
第 1 - 2 図	調査地域の地質図(2)	1 : 25,000
第 2 - 1 図	調査地域の地質断面図	1 : 25,000
第 3 - 1 図	河床堆積物採取位置図(1)	1 : 25,000
第 3 - 2 図	河床堆積物採取位置図(2)	1 : 25,000
第 4 - 1 図	試料採取位置図(1)	1 : 25,000
第 4 - 2 図	試料採取位置図(2)	1 : 25,000
第 5 - 1 図	河床堆積物による地化学探査異常図(1)	1 : 25,000
第 5 - 2 図	河床堆積物による地化学探査異常図(2)	1 : 25,000
第 6 - 1 図	鉍微帯分布図(1)	1 : 25,000
第 6 - 2 図	鉍微帯分布図(2)	1 : 25,000
第 7 図	測点位置図	1 : 25,000
第 8 図	見掛比抵抗平面図 (2048Hz)	1 : 25,000
第 9 図	見掛比抵抗平面図 (1024Hz)	1 : 25,000
第 10 図	見掛比抵抗平面図 (512Hz)	1 : 25,000
第 11 図	見掛比抵抗平面図 (256Hz)	1 : 25,000
第 12 図	見掛比抵抗平面図 (128Hz)	1 : 25,000
第 13 図	見掛比抵抗平面図 (64Hz)	1 : 25,000
第 14 図	見掛比抵抗平面図 (32Hz)	1 : 25,000
第 15 図	見掛比抵抗平面図 (16Hz)	1 : 25,000
第 16 図	見掛比抵抗平面図 (8Hz)	1 : 25,000
第 17 図	見掛比抵抗平面図 (4Hz)	1 : 25,000
第 18 図	比抵抗構造平面図 (地表下 100m)	1 : 25,000
第 19 図	比抵抗構造平面図 (地表下 200m)	1 : 25,000
第 20 図	比抵抗構造平面図 (地表下 400m)	1 : 25,000
第 21 図	比抵抗構造平面図 (地表下 600m)	1 : 25,000
第 22 図	比抵抗構造平面図 (海拔 400m)	1 : 25,000
第 23 図	比抵抗構造平面図 (海拔 200m)	1 : 25,000
第 24 図	A - A' 断面図	1 : 25,000
	見掛比抵抗断面図	
	比抵抗構造断面図	
	地質断面図	

第 25 图	B - B' 断面图 見掛比抵抗断面图 比抵抗構造断面图 地質断面图	1:25,000
第 26 图	C - C' 断面图 見掛比抵抗断面图 比抵抗構造断面图 地質断面图	1:25,000
第 27 图	D - D' 断面图 見掛比抵抗断面图 比抵抗構造断面图 地質断面图	1:25,000
第 28 图	E - E' 断面图 見掛比抵抗断面图 比抵抗構造断面图 地質断面图	1:25,000
第 29 图	F - F' 断面图 見掛比抵抗断面图 比抵抗構造断面图 地質断面图	1:25,000
第 30 图	綜合解析图	1:25,000

## 付 録 リ ス ト

- 付 録 1 河床堆積物の分析結果 ( 1 0 1 2 個 )
- 付 録 2 岩石薄片の顕微鏡観察結果一覧表 ( 5 0 枚 )
- 付 録 3 岩石薄片の顕微鏡写真
- 付 録 4 火山岩の化学組成 ( 3 4 個 )
- 付 録 5 鉍石研磨片の顕微鏡観察結果一覧表 ( 2 9 個 )
- 付 録 6 鉍石研磨片の顕微鏡写真
- 付 録 7 鉍石試料の分析値一覧表 ( 3 5 個 )
- 付 録 8 X線回折試験結果一覧表 ( 3 3 2 個 )
- 付 録 9 化石鑑定結果一覧表 ( 3 3 個 )
- 付 録 1 0 測定値一覧表 ( 別冊 )
- 付 録 1 1 解析曲線図 ( 別冊 )
- 付 録 1 2 ボーリング柱状図
- 付 録 1 3 ボーリング・コアの鉍石研磨片の顕微鏡観察結果一覧表 ( 1 4 個 )
- 付 録 1 4 ボーリング・コアの鉍石研磨片の顕微鏡写真
- 付 録 1 5 ボーリング・コアの鉍石試料の分析値一覧表 ( 5 4 個 )
- 付 録 1 6 ボーリング・コアのX線回折試験結果一覧表 ( 5 3 個 )



# 第 1 章 序 論



# 第 1 章 序 論

## 1-1 調査の目的

本プロジェクトの目的は、メキシコ合衆国の鉱物資源審議局 (Consejo de Recursos Minerales 略称 C.R.M.) と協調して、メキシコ合衆国 Jalisco (ハリスコ) 地域において、詳細な地質状況を解明することにより、鉱床賦存状況を把握することである。

## 1-2 調査の概要

本プロジェクトは昭和 59 年度を第 1 年次とし、昭和 61 年度まで 3 年間の調査として計画された。2,000 Km<sup>2</sup> の調査地区に対し、第 1 年次は東側 1,000 Km<sup>2</sup> の地区を調査した。本年度は第 2 年次にあたり、西側 1,000 Km<sup>2</sup> の地区に対して、地質調査及び河床堆積物の採取を含む各種地化学探査を行い、そのうち、100 Km<sup>2</sup> については物理探査 (CSAMT 法) を実施した。また、第 1 年次の調査結果に基づき、5 孔 (1,369.70 m) のボーリング調査を行った。

本年度の調査仕様は下記のとおりである。

表 1-1 調査の種類

調査法	面積	調査量
地質調査	1,000 Km <sup>2</sup>	524 Km 調査踏査長 (1:25,000)
地化学探査 (河床堆積物)	1,000 Km <sup>2</sup>	1,012 個
物理探査 (CSAMT 法)	100 Km <sup>2</sup>	318 測点
ボーリング調査		1,369.70 m (5 孔)

表 1-2 室内試験

	試験の種類	数量	摘要
地質調査・ 地化学探査	岩石薄片の顕微鏡観察	50	
	鉱石研磨片の顕微鏡観察	29	
	X線回折試験	332	
	鉱石分析	35	Au, Ag, Cu, Pb, Zn
	岩石分析	34	SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , FeO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MnO, MgO, CaO, K <sub>2</sub> O, BaO, Na <sub>2</sub> O, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , LOI
	化石鑑定	33	ナノプランクトン, 放散虫, 有孔虫類
	地化学探査試料の分析 (河床堆積物)	1,012	Ag, Cu, Pb, Zn
ボーリング調査	鉱石研磨片の顕微鏡観察	14	
	X線回折試験	53	
	鉱石分析	54	Au, Ag, Cu, Pb, Zn

1-3 調査団の編成

現地調査はC.R.M.の協力を得て、日本側及びメキシコ合衆国側調査員により実施された。調査に参画した調査員は下記のとおりである。

日本側調査計画及び折衝

逆瀬川 敏夫	金属鉱業事業団
荒川 紘平	"
萩津 毅	"
星野 明雄	"
江沢 忠昭	"
上木 隆司	"

メキシコ側調査計画及び折衝

Ramon Farias Garcia	C.R.M. 局長	総括
Jorge Leipen Garay	" 前局長	"
Luis Brizuela Venegas	" 副局長	"
Gustavo Camacho Ortega	" 特別研究部長	プロジェクト担当
Cesar J. Villegas Garcia	" 物理探査部長	"
Raul Cruz Rios	" 特別研究副部長	" 補佐

現地調査団

日本側現地調査団

和田 富美雄	同和工営株式会社(団長, 総括, 地質調査・地化学探査)
増淵 和芳	" (地質調査・地化学探査)
竹田 誠	" ( " " )
遠藤 康雄	" (物理探査)
岩城 倉榮	" ( " )
藤田 勝	" ( " )
大島 正行	" (ボーリング調査)
青山 達弘	" ( " )
甲斐 久人	" ( " )

メキシコ側調査団

Panfilo Sanchez Alvarado	C.R.M. 特別研究部(地質調査・地化学探査)
Ladislao Segura Garcia	" ( " " )
Antonio Gonzalez Ramos	" ( " " )
Hugo A. Omaña Rulide	" ( " " )

Roberto Ortega Guerrero C.R.M. 物理探査部 (物理探査)  
David Gutierrez López " ( " )





## 第 2 章 一 般 概 要



## 第2章 一般概要

### 2-1 位置・交通

調査地域は図G-1に示すように、メキシコ合衆国の中部Jalisco州に位置する。本年度の調査対象地域は次の4点で囲まれた面積1,000Km<sup>2</sup>の地域である。

北西限	北緯	20° 28' 51"	西経	105° 11' 42"
北東限	"	"	"	104° 57' 12"
南西限	"	20° 7' 14"	"	105° 11' 42"
南東限	"	"	"	104° 57' 12"

首都のMexico(メキシコ)市からGuadalajara(グアダラハラ)市までは空路及び陸路の交通がある。空路ではジェット機で50分を要し、陸路では約540Km 8時間を要する。

Guadalajara市から調査の基地となったTalpa de Allende(タルパ・デ・アジェンデ)までは約220Kmあり、自動車では4時間を要する。本年度の調査地区の東端までは、自動車では、Talpa de Allendeからさらに約1時間を要し、調査地北部に東西に通る山道があるだけで、ほかに雨期に自動車の通行可能な道路はなく、道路状態は極端に悪い。

### 2-2 地形・気候

調査地域の地形は、概して急峻であり、しばしば、数10mから100mに及ぶ断崖が認められる。一般に東部～北部が山岳部になり、調査地域内最高峰のTorreon(トレオン)山は標高2,740mを有する。一方、南部～西部は花崗岩類及び変成岩類からなる丘陵地帯で、南西端では140mまで標高を減じる。

気候も調査地内の標高により異なり、山岳地帯は年間を通して冷涼な気候であり、植生は松柏類が多い。年間平均気温は16～18℃で、年間降雨量は1,200mm以上である。一方、低地帯は年間のうち気温の低い2月でも約24℃で、最も暑い6～8月は平均気温30℃前後であり、柑橘類や椰子類などの亜熱帯性植物が繁茂している。乾季と雨季の区別があり、6月～10月が雨期で年間降雨量の1,200mmがほぼこの時期に集中する。

### 2-3 産業

調査地域内の主な産業は、Cuale(クワレ)鉱山による鉱業と牧畜とトウモロコシ・小豆・コーヒーなどの栽培を行う農業である。牧畜は家畜数(牛)が数10頭程度の小牧場が主である。農業も自給程度の零細規模のものが多い。

## 2-4 鈹業

メキシコ合衆国の鈹業の現状は、世界的経済不況の影響を強く受けて、国内の経済同様やや停滞気味であり、1984年には、多くの鈹山会社の探査活動は減少した。

反面鈹産量は表2-1に示すとおり、1984年においては、主金属-非金属14鈹物中10鈹物が前年度(1983)よりも生産量が増加しており、やや上向き傾向がうかがえる。

鈹業はGNPの1.3%(1984)を占め、メキシコの鈹業界は他の工業に比べて活発である。1983年から銀及び鉛の値の低落はあったが、ホタル石やマンガンの世界市場が堅調に推移したことや鈹業の生産コストが、他の国々に比べて低いことなどから1984年には利益を上げた。

調査地域内にはメキシコで数少ない黒鈹型鈹床の稼行鈹山であるCuale鈹山があり、したがって、調査地域は黒鈹型鈹床の賦存ポテンシャルの高い地域と考えられる。しかしこの地域に分布する鈹床が黒鈹型鈹床であるとの認知が遅れたこともあり、これまでの探鈹及び鈹業活動は活発とはいえない。Talpa de AllendeにあるC.F.M.(Comision de Fomento Minero鈹業振興公社)の選鈹場(50t/日)は、近郊の小鈹山産鈹石の浮選処理を行っている。

表2-1 鈹産量

(After Mining Annual Review - 1985) (metallic tonnages)

Mineral	1980	1981	1982	1983	1984*
Gold	-	-	6,104	6,930	6,950
Silver	1,473	1,655	1,549	1,911	2,150
Lead	145,549	157,384	145,844	167,405	182,000
Zinc	238,231	211,629	231,910	257,444	290,000
Copper	175,399	230,466	239,091	206,062	192,000
Molybdenum	-	-	5,190	5,866	4,200
Bismuth	770	654	606	545	410
Cadmium	1,791	1,433	1,444	1,341	1,150
Coke	2,409,000	2,425,000	2,450,000	2,424,826	2,450,000
Iron (cont. Fe)	5,087,000	5,293,100	5,382,000	5,306,343	5,570,000
Manganese (cont.)	160,966	208,193	183,120	133,004	163,000
Sulphur	2,102,000	2,077,000	1,815,000	1,602,029	1,750,000
Fluorite	916,000	925,000	631,000	556,977	640,000
Barite	269,322	317,738	323,753	357,043	390,000

\* Preliminary Estimate

### 第 3 章 地 質 調 査



## 第3章 地質調査

### 3-1 地質概要

調査地域は、アメリカ合衆国との国境から太平洋沿岸に1,000Km以上にわたり、北西-南東方向に連続する一大火山岩帯である西シエラ・マドレ帯と、北緯19°から21°の範囲で太平洋沿岸のNayarit (ナヤリ) 州からメキシコ湾岸のVeracruz (ベラクルス) 州まで、約1,000Kmの延長をもつ新期火山岩帯の交錯部に位置する。この2帯はメキシコにおける代表的火山岩帯である。西シエラ・マドレ帯の火山活動は漸新世(33百万年前)に始まり(Nieto et al., 1981)、一方、新期火山岩帯は中新世にその最初の火山活動が開始された(Hernandez., 1977)とされている。両火山岩帯とも構成する火山岩はカルク・アルカリ岩系を主体とするようである(Nieto et al., 前出)。調査地域に分布する第三紀火山岩類が2帯のいずれに属するかについては、火山層序学的調査、絶対年代の測定、岩石学的検討を行ってから判定する必要があり、今後の課題である。

調査地域の地質は、ジュラ系と考えられる変成岩類(Berrocal & Mendoza, 1985)を基盤とし、その上位に第1年次の調査地域から連続する白亜系、第三系及び第四系が累重する。

ジュラ系(?)の変成岩類は、調査地域西部にはほぼ南北方向に広く分布している。構成岩は主として泥質片岩からなるが、一部に砂質片岩あるいは火山岩起源と考えられる緑泥石片岩、絹雲母片岩なども挟在される。

白亜系は、調査地域北西部のCuale鉱山周辺、中央東部のLa Amaltea (ラ・アマルテア) 鉱山周辺及び中央南部のEl Bramador (エル・ブラマドール) からLa Concha (ラ・コンチャ) にかけて分布する。構成岩は主として石英安山岩溶岩(Kdc1-a, -b) 同質火砕岩(Koh-a, -b, Kdc-sh) 及び黒色頁岩(Ksh1) からなる。石英安山岩溶岩(Kdc1-a, -b) は淡褐色-淡緑色を呈し、変質した岩石で、鉱床下盤を形成している。石英安山岩質火砕岩は鉱床胚胎層準(Koh-a, -b) 及び鉱床上盤を形成している。鉱床胚胎層準の本岩中にはCuale鉱床、La Amaltea 鉱床及びEl Bramador 鉱床などの調査地域の黒鉱型鉱床がすべて胚胎される。また、鉱床上盤の石英安山岩質火砕岩(Kdc-sh) も、Cuale鉱床及びEl Bramador 鉱床付近に分布し、酸性火成活動と黒鉱型鉱床の関連の深さを示唆している。黒色頁岩(Ksh1) は局部的にはスレート劈開の発達が認められることもあるが、全般的には数cm厚の単層から構成されている。また、黒鉱型鉱床の上盤にある本頁岩の一部には、玄武岩溶岩及び同質火砕岩(Kbs1) の薄層を挟在する(例えば調査地域東端部、La Crucecita (ラ・クラセシタ))。白亜系中には、顕著な堆積間隙を示す産状が認められない。本白亜系は基盤の変成岩類を不整合に覆う。

第三系は、調査地域東部に広く分布している。構成岩は主として安山岩類(Tad1~4) となり、一部に堆積岩類(Tss1) や石英安山岩類(Tdc1~2) が認められる。これらの火山岩類の活動時期については、これまで火山層序学的調査や絶対年代の測定例がないので、不明であ



る。しかし、それぞれの火山岩類の間で火山活動の小休止期が存在するほかは、大きな活動間隙がなく推移している。本第三系は下位の白亜系を不整合に覆う。

### 3-2 層序

調査地域内に分布する地層はジュラ系(?)の変成岩類を基盤とし、この上位に白亜系の頁岩・砂岩及び火山岩類、第三系の火山岩類、砂岩・礫岩及び第四系の砂礫層が累重する。貫入岩類はジュラ系～第三系の堆積岩類及び火山岩類を貫いている。また、調査地域の北部、中央部及び南西部には、時代未詳の花崗閃緑岩が発達する。

第1年次及び本年次のハリスコ地域総合模式柱状図を図3-1に示す。

#### 3-2-1 ジュラ系

調査地域の変成岩類については、本調査では層序の決定がなされていないが、Berrocal & Mendoza (前出)がジュラ系としているものと同一岩層なので、それに従うことにする。

##### (1) 変成岩類 (Js ch)

本岩類は調査地域内で最古のものである。

##### 〔分布〕

調査地域西北部の San Juan (サン・ファン) 部落から南西部の Los Caballos de Cabrel (ロス・カバリョス・デ・カブレル) 部落にかけてほぼ南北に分布する。

##### 〔層厚〕

基盤岩であり、基底部が未確認のため、層厚は不明である。

##### 〔岩相〕

本岩類は、主として泥質片岩からなり、一部に砂質片岩、緑泥石片岩、絹雲母片岩などを挟在する。泥質片岩、砂質片岩は、一般に黒色を呈し、セグリゲーション石英や石英細脈がみられるほか、普遍的に微褶曲構造がみられる。鏡下では、石英、絹雲母、長石、緑泥石などが観察される。再結晶の程度が弱く、片理の発達程度が悪い準片岩様岩石も部分的にみられる。

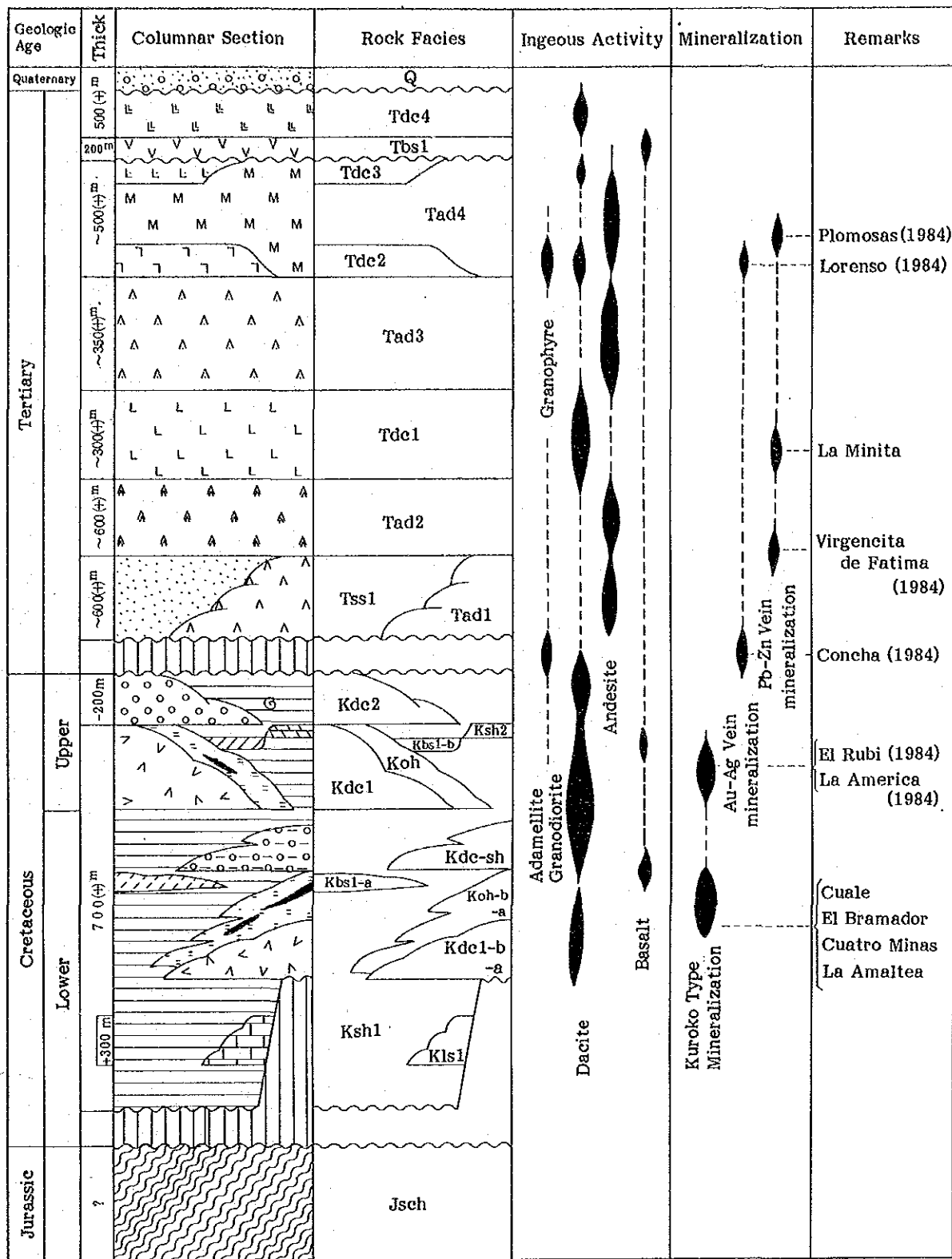
##### 〔層位関係〕

本岩類は上位の白亜系の地層とは不整合関係にある(例えば、Cuale 鉱山西部)。また、花崗閃緑岩 (Gd) の大規模貫入岩体の分布のため、下位層との関係は不明である。

#### 3-2-2 白亜系

ナンノプランクトンによる調査結果より、昨年度の調査地域の白亜系は Campanian 階～Mastrichtian 階 (新白亜紀 78-65 百万年前) のものと結論されたが、本調査地域の白亜系は後述のとおり、古白亜紀に対比される可能性がある。

調査地域の白亜系には、石灰岩層 (Kls 1)、頁岩 (砂岩) 層 (Ksh 1)、下盤石英安山岩浴



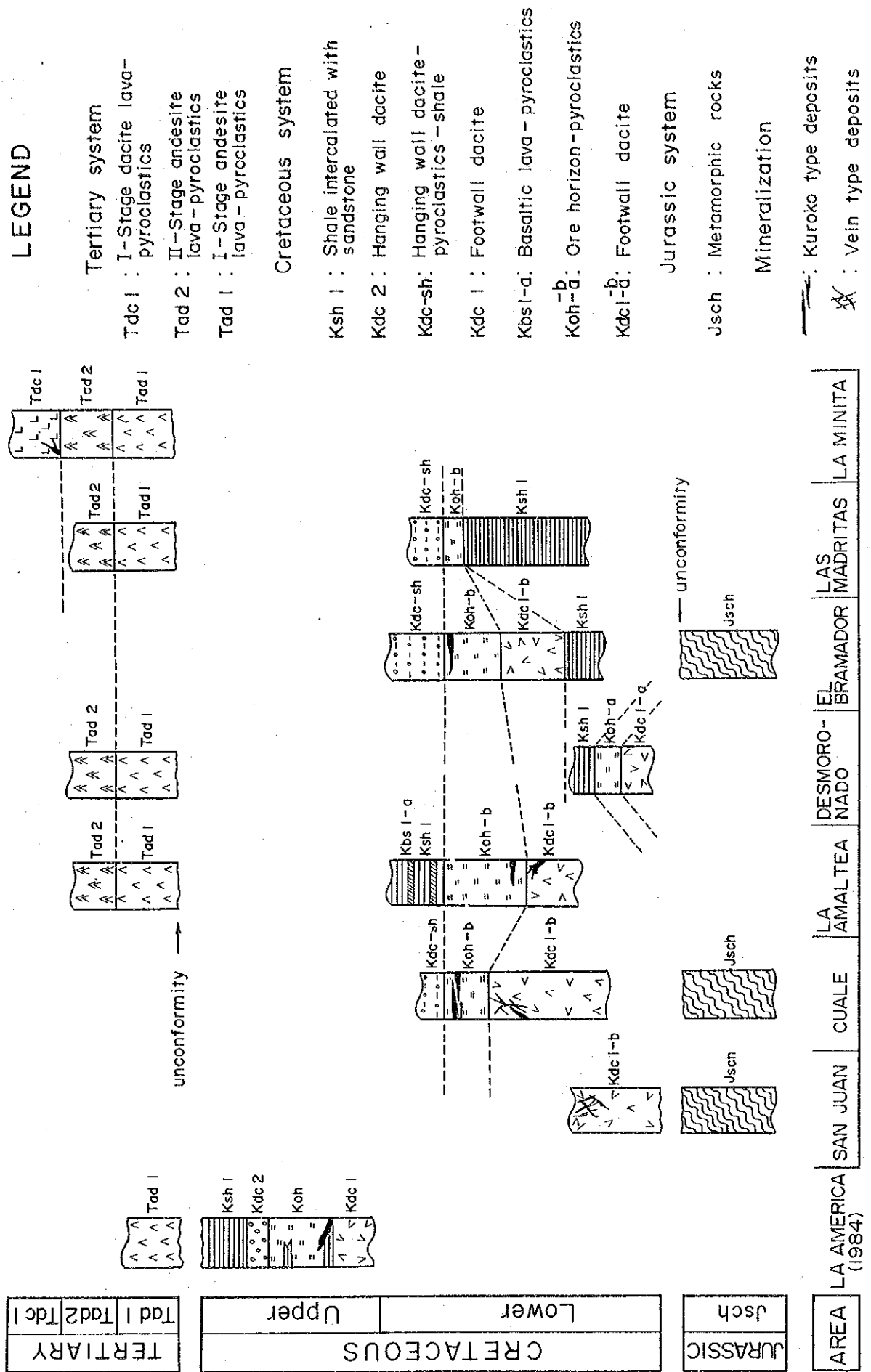
Abbreviation

(Jurassic)	Jsch: Metamorphic rocks	(Cretaceous)	Kdc2: Dacite lava (hanging wall) (1984)	(Tertiary)	Tdc4: IV-Stage dacite lave (1984)	(Quaternary)	Q: Alluvium-Diluvium
			Ksh2: Calcareous shale (1984)		Tbs1: Basalt lava-pyroclastics (1984)		
			Kbs1-b: Basalt lava-pyroclastics (1984)		Tdc3: III-Stage dacite lava (1984)		
			Koh: Ore horizon pyroclastics (1984)		Tad4: IV-Stage andesite lava-pyroclastics		
			Kdc1: Dacite lava dome (1984)		Tdc2: II-Stage dacite lava-pyroclastics (1984)		
			Kdc-sh: Hanging wall dacite-pyroclastics-shale		Tad3: III-Stage andesite lava-pyroclastics		
			Kbs1-a: Basalte lava-pyroclastics		Tdc1: I-Stage dacite lava-pyroclastics		
			Koh <sup>a</sup> : Ore horizon pyroclastics		Tad2: II-Stage andesite lava-pyroclastics		⊙: Nannoplankton
			Kdc1 <sup>b</sup> : Footwall dacite		Tss1: Sandstone-conglomerate		
			Ksh1: Shale intercalated with sandstone		Tad1: I-Stage andesite lava-pyroclastics		
			Kls1: Limestone-marble (1984)				

图 3-1 模式柱状图



图 3-2 地区别地质柱状图





岩(Kdc1-a, -b), 鈹床胚胎層準の火砕岩(Koh-a, -b), 上盤石英安山岩溶岩・同質火砕岩(Kdc-sh), 石灰質頁岩(Ksh2)及び玄武岩溶岩・同質火砕岩(Kbs1)が認められるが, 石灰岩層(Kls1)及び石灰質頁岩(Ksh2)は, 第1年次の調査地域にだけ分布するので記述は省略する。

#### (1) 頁岩(砂岩)層(Ksh1)

本層は白亜系の主体をなす岩層の一つである。その中に黒鈹型鈹床と密接な関係を有する石英安山岩溶岩・同質火砕岩などを挟在するため, 黒鈹型鈹床探査上重要である。岩相は全般に変化が少ない。

##### [分布]

調査地中央南部のLa Concha部落から東部のLas Maderitas(ラス・マデリタス)にかけて主に分布するほか, 南部のRio San Jose(リオ・サン・ホセ)川沿い及び中央東部のLa Crucecitaなどに分布する。

##### [層厚]

本層は褶曲作用を受け, 一般に $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の傾斜を示すが, 局部的に高次の小褶曲部あるいは擾乱帯も認められる。地層の正・逆の累重関係を判断するための砂岩の級化層理も乏しく, 野外の傾斜のみを用いた層厚の算出には問題がある。本層の層厚は, 他地域の中生層と同様, 見掛けの層厚に比較して著しく薄く, 約700m程度と考えられる。

##### [岩相]

本層は, 一般に黒色を呈する緻密堅硬な頁岩からなる。地域全般にわたり, ほぼ均質な岩相を示すものの, 若干の岩相変化は認められる。Las Maderitas付近では塊状を呈するが, La Crucecita付近では細粒凝灰岩や砂岩などの薄層を挟在し葉理構造が発達してくる。鏡下では, 斜長石, 粘土鈹物, 石英, 岩質物, 炭酸塩鈹物などが認められる。

##### [化石]

本層中には化石が乏しいが, KM-38(EL Bramador)に放散虫類が観察された。放散虫類は, *Sethocapsa* sp. *Nassellaria* fam. gem. et. sp. indet. である。これらの化石は下部白亜系で普遍的な種なので, 本層は下部白亜系(?)と考えられる。

##### [層位関係]

本層は, 下位のジュラ系の変成岩類を不整合に覆い, 第三系と考えられるI期安山岩類(Tad1)及び砂岩-礫岩(Tss1)に不整合で覆われる。

#### (2) 下盤石英安山岩溶岩(Kdc1-a), (Kdc1-b)

本岩は, 前述の頁岩(砂岩)層(Ksh1)中に挟在され, 頁岩の堆積時に起こった海底火山活動による産物と考えられる。その活動時期は, 2回に大別できる。El Coyulito(エリ・コユリート)部落からTrementia(トレメンティーナ)沢にかけて分布する本岩(Kdc1-

a)と、La Concha 部落、La Amaltea 鉱床付近、Cuale 鉱山付近及び北西部の Blanco (ブランコ) 沢などに分布する酸性火山岩類 (Kdc1-b) であり、前者の活動時期が古く後者がやや新しいと考えられる。しかし、岩質、岩相には両者で差異が認められない。

なお、本岩は、頁岩 (砂岩) 層 (Ksh1) に挟在されるが、本岩の上位には鉱床層準の火砕岩 (Koh-a, -b) が一連の火山活動の産物として重なる。本岩の下位は頁岩 (砂岩) であるが Cuale 地区及び La Concha 地区においては、ジュラ系の変成岩類 (Jsch) を不整合に覆う。

#### 〔分 布〕

本岩は、調査地域北西部の Blanco 沢付近、及び Cuale 鉱床周辺、中央南部の La Concha 部落から Los Caballos de Cabrel 部落にかけて、また中央東部の La Amaltea 鉱床周辺 (以上 Kdc1-b)、及び El Coyulito 部落など (Kdc1-a) に分布する。本岩、特に (Kdc1-b) は、調査地域に賦存する黒鉱型鉱床と密接な位置的關係をもって分布する。

#### 〔層 厚〕

本岩の厚さは、花崗閃緑岩の貫入を受けているため正確な層厚の測定はできないが、断面図上から推定すれば最大 500 m 程度と考えられる。

#### 〔岩 相〕

本岩は、一般に淡灰白色～淡緑色を呈し、肉眼的には無斑晶で緻密堅硬である。弱い角礫化構造が認められる部分と、やや塊状な部分とがある。鏡下では、石英、斜長石の斑晶がみられることがあり、石基はガラス質であったと考えられるが強い珪化変質作用などを受けており、原岩の組織が不明瞭である。

### (3) 鉱床層準の火砕岩 (Koh-a), (Koh-b)

本岩は、既述の頁岩 (砂岩) 層 (Ksh1) 中に挟在され、本地域の黒鉱型鉱床を胚胎している。前述の下盤石英安山岩溶岩とは密接な關係を有し、その上位に分布している。(Kdc1-a) に伴うものを (Koh-a)、(Kdc1-b) に伴うものを (Koh-b) としたが、岩相、岩質は類似している。本岩の生成機構としては、頁岩の挟みも観察されることから、海底での火砕流堆積物と考えられる。海底での火砕流は、盆状地と埋める性格が強く、また、黒鉱型鉱床の形成の場もやはり、盆状地が想定されることから、本岩は黒鉱型鉱床探鉱上重要である。

#### 〔分 布〕

本岩は、Cuale 鉱山周辺、La Concha 部落から El Bramador 部落にかけて、また、La Amaltea 鉱山から La Crucecita 部落、更には、調査地中央東部の El Mamey (エル・マメイ) 部落にかけて分布する。本岩も前述の下盤石英安山岩溶岩 (Kdc1-a, -b) と同様、大別して 2 回の火山活動時期の産物として分布する。

〔層厚〕

本岩の層厚は、El Bramador 鉱床及び La Amaltea 鉱山付近の地質状況から判断すれば、最大 300m 程度である。

〔岩相〕

本岩は、淡緑色～灰白色を呈し、主に細粒凝灰岩、火山礫凝灰岩からなる。本岩は、しばしば、頁岩と数m単位の互層を呈する。一般に強い変質作用を被っており、原岩の組織は不明な場合が多い。また、火山礫凝灰岩の礫質部には、安山岩のほか石英安山岩、片岩、泥岩、軽石などが含まれることがある。鏡下では、変質作用の結果生じた石英、炭酸塩鉱物（方解石）、緑泥石、緑簾石、絹雲母などが見られる。

(4) 玄武岩溶岩・同質火砕岩 (Kbs1-a)

本岩類は、既述の頁岩(砂岩)層(Ksh1)中に数枚挟在されているが、その分布は偏在している。なお、本岩類は、鉱床層準の火砕岩(Koh-b)よりも上位の頁岩(砂岩)層(Ksh1)中に挟在され、また、I期安山岩類(Tad1)により、不整合に覆われるため、上盤石英安山岩類(Kdc-sh)との関係は明らかでない。

〔分布〕

本岩類は、調査地中央東部の La Crucecita 付近にだけ分布し、層準的にこの下位の石英安山岩質火砕岩(Koh-b)中に La Amaltea 鉱床が胚胎すると考えられる。

〔層厚〕

本岩類は、頁岩(砂岩)層(Ksh1)中にレンズ状に挟在されるが、最大約50m程度の層厚を持つと推定される。

〔岩相〕

本岩類は、主として暗緑色～緑色を呈する溶岩及び火砕岩から構成され、一般に緻密細粒である。溶岩類は、一般に角礫化しているが、しばしば塊状相へ漸移し、ときに粗粒玄武岩質となる。また、肉眼的に緑簾石によって充填されているアミグダロイダル組織が認められることもある。火砕岩部は、しばしば頁岩と数m単位の互層状を呈し、一部は石灰質である。鏡下では、溶岩類はサブオフィチック組織～填間組織を示し、斜長石、かんらん石、普通輝石、緑色角閃石などからなる。全般に変質作用を強く受け、緑泥色、緑簾石、絹雲母を生じている。

(5) 上盤石英安山岩・同質火砕岩-頁岩互層 (Kdc-sh)

本岩類(以下、上盤石英安山岩類と呼称する)も、既述の頁岩(砂岩)層(Ksh1)中に挟在され、黒鉱型鉱床と密接な関係を有して分布している。調査地域の黒鉱型鉱床の大部分は、本岩の下位の鉱床層準の火砕岩(Koh-b)中に賦存しており、したがって、探鉱上重要である。なお、本岩類の多くは、下位に鉱床層準の火砕岩(Koh-b)を伴い、頁岩・凝灰岩の



互層から、本岩類に移行する。

#### 〔分 布〕

本岩類は、黒鉍型鉍床の賦存が知られているCuale地区及びEl Bramador 地区に限られて分布している。また、昨年度の調査地域では、La America~Descubridora (デスクブリーダ)地区とEl Rubi (エル・ルビ)地区に限られて分布し、いずれの地区でも、下位に黒鉍型鉍床が賦存している。

#### 〔層 厚〕

本岩類は、頁岩(砂岩)層(Ksh 1)中に挟在されているが、最大層厚500m程度である。

#### 〔岩 相〕

本岩類は、溶岩、同質火砕岩(細粒凝灰岩、凝灰角礫岩)などからなる。溶岩類は、主に本岩類の下底部に分布し、全体的に、均質な岩相を示し、灰白色~灰色を呈する。石英の斑晶が普遍的に認められることを特徴とし、緻密堅硬であり、塊状部と角礫部に分けられる。各角礫の境界部には褐鉄鉍・赤鉄鉍の細脈が発達することもある。鏡下では、斑晶として、石英、斜長石がみられ、石基はガラス質で、隠微珩長質組織を示すが、強い珩化作用を受け、多量の微細な石英、緑泥石、その他の粘土鉍物を生じている。細粒凝灰岩及び凝灰角礫岩は、本岩類の上部にみられ、上位ほど細粒になり、頁岩と数m~数10m単位の互層を呈する。一部は淡灰白色~淡褐色を呈し、風化作用の程度によっては頁岩と区別が困難な場合がある。

#### 〔化 石〕

本層は、しばしば、石英安山岩質凝灰岩と頁岩とが互層し、その頁岩部は全般に化石が乏しいが、El Bramador地区の試料KM-40にナンノプランクトンが、また、La Concha 地区の試料K-4に放散虫類が観察された。

ナンノプランクトン(KM-40)はWatznaueria barresae, Cretarhabdus sp. であり、放散虫類(K-4)はTricolocapsa(?) sp. である。これらの化石種は下部白亜系に普遍的に観察されるものであることから判断して、本層は下部白亜系と考えられる。

### 3-2-3 第三系

調査地域の第三系は、火山層序学的調査及び絶対年代測定結果から決定したものではない。第1年次の調査結果から、黒鉍型鉍床上位の頁岩(砂岩)層(Ksh 1)の一部は新白亜紀と考えられるナンノプランクトンを含有し、I期安山岩類(Tad 1)、あるいは砂岩層(Tss 1)が上盤石英安山岩類(Kdc-sh)を不整合に被覆することから、この不整合から上位の岩層を第三系と想定した。このような想定で、西シエラ・マドレ帯や新期火山岩帯の大局的な火山活動史と矛盾が認められない。調査地域の第三系は、主として安山岩と石英安山岩の火山活動の産物から構成され、相互の累重関係、岩相に基づき、下位からI期安山岩類(Tad 1)、砂岩層(Tss 1)、II期安山岩類(Tad 2)、I期石英安山岩類(Tdc 1)、III期安山岩類(Tad 3)及びIV期安山岩類(T

ad 4)に区分される。

(1) I期安山岩類(Tad 1)

〔分 布〕

本岩類は、調査地中央東部の Crucecita 沢付近及び Desmoronado(デスモロナード) 部落南東部から La Minita(ラ・ミニータ)部落～Los Llanos(ロス・リャノス) 部落にかけて分布する。

〔層 厚〕

本岩類は、La Minita 部落から Trementina 沢上流付近で最も優勢に発達し、約600 mの層厚をもつ。

〔岩 相〕

本岩類は、主に溶岩と火砕岩(火山礫凝灰岩)からなる。溶岩は、本岩類の大部分を占め、暗緑色～緑色で、角礫化する場合と緻密・塊状の場合がある。野外では溶岩流単位が認められることが稀で、多分相当厚い溶岩流単位から構成されているものと考えられる。鏡下では、斑状組織が顕著で、大型の自形斜長石(長さ7 mm以下)、自形～半自形の普通輝石(長さ5 mm以下)が認められ、また、半自形の鉄鈹物(磁鉄鈹?)と微量の紫蘇輝石(緑泥石に変質)も認められる。石基は毛せん状組織を示し、主として褐色ガラスと微細な斜長石からなり、少量～微量の輝石と鉄鈹物(磁鉄鈹?)を伴う。変質を受け、緑泥石、絹雲母、石英などを生じている。火山礫凝灰岩は、緑色を呈し、溶岩中に挟在されている。肉眼的には、暗緑色～褐色の安山岩礫を含み、変質程度は溶岩より著しい。また、斜長石片も含まれるが、溶岩よりは小型になる傾向がある。

〔層位関係〕

本岩類は、La Crucecita 北方で、白亜系の頁岩(砂岩)層(Ksh 1)を傾斜不整合で被覆している。

(2) 砂岩・礫岩層(Tss 1)

本層は、調査地域の第三系中、唯一の堆積岩を主体とする地層である。本層の存在から、前記のI期安山岩類(Tad 1)の活動と本層以降の火山活動の間に、明瞭な火山活動の休止期の存在が読みとれる。

〔分 布〕

本調査地域では、南東部の El Coyol de Celi(エル・コヨル・デ・セリ)部落付近にだけ分布する。

〔層 厚〕

第1年次の調査地域では、最大700mと推定されたが、本調査地域では、200m程度の層厚である。

〔岩 相〕

本層は、主に砂岩・礫岩からなるが、一部に黒色頁岩、安山岩溶岩を挟在する。砂岩は、灰色の塊状～層理の発達したワッケ質の砂岩で、淘汰は比較的良好である。礫岩は、灰色～褐色を呈し、角礫～亜角礫の安山岩、石英安山岩、泥岩、玄武岩、及び原岩不明の珪化岩などからなる。また、El Coyol de Celi部落の北東では、石灰岩礫だけからなる礫岩がみられ、その礫（試料番号L-44）中には放散虫（*Amphipyndax* (?) sp. *Cryptocephalic* or *cryptolhoracie radiolarians*）が鑑定された。この放散虫類は白亜紀に対比されそうである。この礫岩の原岩は岩相的にも位置的關係からも産出地の東部（第1年次調査地域）に分布する石灰岩層（Kls 1）である可能性が強い。

〔層位関係〕

本層は、I期安山岩類（Tad 1）を緩傾斜で覆い、II期安山岩類（Tad 2）に覆われる。いずれも、整合関係で接する。

(3) II期安山岩類（Tad 2）

〔分 布〕

本岩類は、調査地域北部のLos Lobos（ロス・ロボス）部落、Pitillo（ピティリヨ）沢付近、中央部のCerro Desmoronado（セロ・デスモロナード）山周辺及び南東部のCerro Palosanto（セロ・パロサント）山周辺などに分布する。

〔層 厚〕

La Minita部落からCerro Trinidad（セロ・トリニダード）山にかけて分布する本岩類の厚さは500～600mと推定される。

〔岩 相〕

本岩類は、主に溶岩より構成されるが火砕岩（火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩）も認められる。溶岩は、暗緑色～暗灰色を呈し、緻密堅硬で、中粒の安山岩である。火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩は、暗緑色～赤紫色を呈し、礫質は安山岩礫を主とし、石英安山岩などの異質礫を少量伴い、礫は亜角礫である。鏡下では、溶岩は斜長石、カリ長石、普通輝石、鉄鋳物と少量のガラスからなり、間粒状組織を示す。変質作用を受け、緑泥石、緑簾石、黄鉄鋳などを生じている。火山礫凝灰岩は、安山岩礫を主とし、石英安山岩礫も伴われる。基質は凝灰質であり、ガラスのほか、微細な斜長石、鉄鋳物などからなる。また、変質作用を受け、石英、緑泥石、絹雲母、黄鉄鋳などを生じている。

〔層位関係〕

本岩類は、El Coyol de Celi東方では、砂岩層（Tss 1）を整合に被覆する。また、La Minita西方では、I期安山岩（Tad 1）を準整合に覆うが、La Amaltea北方では、白亜系の頁岩（砂岩）層（Ksl 1）や上盤石英安山岩・同質火砕岩（Kdc-sh）などを不整合

に被覆する。

#### (4) I期石英安山岩類 (Tdc 1)

本岩類は、調査地域内の第三系中、最初の酸性火山活動の産物である。

##### 〔分 布〕

本岩類は、本調査地域では、La Minita 部落北西の Cerro Trinidad 周辺、Desmoronado 北西の Cerro Desmoronado (セロ・デスモロナード) などの背稜部に分布する。

##### 〔層 厚〕

本岩類の層厚は、最大約300mと推定される。

##### 〔岩 相〕

本岩類は、溶岩及び火砕岩(細粒凝灰岩、火山礫凝灰岩)からなる。溶岩類は、灰白色～淡褐色を呈し、無斑晶の石英安山岩と石英斑晶をもつものがある。一般に塊状で、自破碎構造は強い変質作用のためか、不鮮明である。細粒凝灰岩及び火山礫凝灰岩は、淡褐色～灰白色を呈し、礫質は石英安山岩、流紋岩、石英斑岩など類質礫から構成される。基質はガラス質で少量のカリ長石を含む。変質作用を強く受け、緑泥石、絹雲母、方解石、石英及び黄鉄鉱などを生じている。

##### 〔層位関係〕

本岩類は、下位のⅡ期安山岩類(Tad 2)を整合関係で被覆する。

#### (5) Ⅲ期安山岩類 (Tad 3)

本岩類は、第1年次の調査結果からは後述のⅣ期安山岩類(Tad 4)と、ほぼ一連の火山活動の産物と考えられるが、本年度の調査地域では両者の直接の関係は観察されない。Ⅲ期安山岩類(Tad 3)は南部にのみ分布し、Ⅳ期安山岩類(Tad 4)は北部にのみ分布する。

##### 〔分 布〕

本岩類の分布は、調査地域の南部のLa Jabalina(ラ・ハバリナ)、Cerro El Elmitano(セロ・エル・エルミターノ)などであり、I期安山岩類(Tad 1)や花崗閃緑岩(Gd)の上位に位置する。

##### 〔層 厚〕

調査地域では、350m程度であるが、第1年次の調査地域では最大約850mに達すると推定された。

##### 〔岩 相〕

本岩類は、溶岩及び火砕岩(細粒凝灰岩、火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩)からなる。溶岩は、褐色～灰色を呈し、緻密堅硬で角礫化構造が明瞭である。短冊状の斜長石の斑晶が普遍的に含まれることを特徴としている。火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩は、淡褐色～赤褐色を呈し、礫は安山岩礫の集合からなる。細粒凝灰岩は、赤褐色～灰白色を呈し、概して緻密であり、一

部頁岩様を呈する場合もある。

〔層位関係〕

本岩類は、I期安山岩類(Tad 1)及び花崗閃緑岩(Gd)を直接被覆するが、前者については不整合現象は野外調査では認められなかった。後者とは不整合で接すると考えられるが、その直接の関係は野外では観察できなかった。

(6) IV期安山岩類(Tad 4)

〔分布〕

本岩類は、調査地域北東部のLa Virgen(ラ・ビルヘン)沢付近一帯及びNaranjo(ナランホ)沢上流付近に分布する。

〔層厚〕

本岩類の層厚は、調査地域では最大500m程度と推定される。

〔岩相〕

本岩類は、溶岩及び火砕岩(溶結凝灰岩、非溶結火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩)からなる。溶岩は、褐色～赤紫色を呈し、緻密堅硬で、長さ約1mmの斜長石を普遍的に含む。溶結凝灰岩は、赤紫色を呈し、緻密堅硬で流理構造がみられる。野外では、しばしば急崖を形成している。鏡下では、斜長石、カリ長石(?)及び有色鉱物(輝石、角閃石)などからなり、変質作用を受けて、微細な石英、緑簾石、絹雲母などが生じているのが見られる。火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩は、非溶結で褐色～赤紫色を呈し、礫質は安山岩礫が普遍的であり、発泡度の悪い軽石も少量認められる。変質作用を受け、微細な石英、絹雲母を生じている。

〔層位関係〕

本岩類は、主にI～II期安山岩類(Tad 1, Tad 2)やI期石英安山岩類(Tdc 1)を被覆するが、それらの間で、大きな活動の時間間隙を示す産状は認められない。

3-2-4 第四系

第四系(Q)は、Cuale川流域やSan Jose(サン・ホセ)川流域などの平坦部に分布する。固結度の悪い砂・礫・粘土が主体で、成層することが多い。本調査の目的を勘案して、第四系の詳細は省略する。

3-2-5 貫入岩類

本年度の調査地域の貫入岩類には、花崗閃緑岩(Gd)、文象斑岩(Gph)、安山岩(Ad)及び石英安山岩(Dc)の4種がある。

(1) 花崗閃緑岩(Gd)

〔分布〕

本岩は、調査地域北部のEl Sestiadero Verde(エル・セスティアデロ・ベルデ)周辺やCuale川流域、中央部のCuale部落周辺やDesmoronado部落からLa Concha部落に

にかけて、西部から南部の El Aguacate (エル・アグアカテ) 部落～Cabrel (カブレル) 部落～San Miguel (サン・ミゲール) 部落にかけて広く分布する。本岩は、調査地域外にまで分布が及ぶバソリス岩体である。

〔岩 相〕

本岩は、灰色の緻密堅硬な粗～細粒の花崗閃緑岩である。大部分は等粒状組織を示し、主成分鉱物として、石英、斜長石、カリ長石、黒雲母、角閃石及び鉄鋁物(磁鉄鋁)を、また、副成分鉱物として、スフェン、燐灰石及びジルコンを含む。変質作用を受け、緑泥石、緑簾石及び石英などを生じている。

〔貫入時期〕

本岩は、絶対年代の測定が行われていないため、正確な貫入時期は不明である。本岩に接する白亜系の頁岩(砂岩)層(Ksh 1)などはホルンフェルス化しており、また、第三系は非変成であることなどから、本岩の貫入時期はララマイド期(>45百万年前)の可能性が考えられる。すなわち、Nieto et al.(前出)による火成活動の地域区分によれば、調査地域は、ララマイド期の火成活動域に含まれており、その時期の貫入と想定される。

(2) 文象斑岩(Gph)

〔分 布〕

本岩は、La Amaltea 鋁床周辺やEl Encino(エル・エンシーノ)沢流域などに岩株状の露出が観察される。

〔岩 相〕

本岩は、一般に淡褐色～灰色を呈し、緻密堅硬で、5～6mmの短柱状斜長石が認められる。鏡下では、斑晶として、斜長石、黒雲母、普通角閃石及び鉄鋁物(磁鉄鋁)を含み、石基には、石英、カリ長石、斜長石、黒雲母、角閃石及び鉄鋁物(磁鉄鋁)などが観察される。微文象組織や斑状組織を示し、岩相変化が認められる。変質作用を受け、斜長石は絹雲母化し、黒雲母は緑泥石化している。

〔貫入時期〕

本岩は、Cerro Derramado(セロ・デラマード)山やCamacho(カマチョ)沢では、Ⅱ期安山岩類(Tad 2)を貫き、熱変成を与えているが、Ⅰ期石英安山岩類(Tdc 1)以降の岩石類との関係は不明である。本岩は、岩相変化が認められることなどから浅所貫入が示唆され、日本のいわゆる“第三紀花崗岩”に対比され、その熱変成の範囲は小規模であるものと判断される。

(3) 安山岩(Ad)

〔分 布〕

本岩は、中央部の La Concha 部落北方の El Mirador(エル・ミラドール)部落周辺や El Bramador 部落南方の Cerro El Banco(セロ・エル・バンコ)山周辺に分布する。

#### 〔岩 相〕

本岩は、暗緑色～暗褐色を呈し、堅硬である。岩相的には、特徴的な巨晶の斜長石を含有し、Ⅰ期安山岩類(Tad 1)の溶岩相と類似する。鏡下では、斑晶として、斜長石、普通輝石、鉄鈹物がみられる。また、石基としては、斜長石、単斜輝石、鉄鈹物及びガラスなどが観察され、斑状組織及び填間組織を示す。変質作用を受け、緑泥岩、緑簾石、絹雲母及び方解石などを生じている。

#### 〔貫入時期〕

本岩は、Ⅱ期安山岩類(Tad 2)を貫くので、これ以降のものであるが、詳細は不明である。

#### (4) 石英安山岩(Dc)

#### 〔分 布〕

本岩は、調査地域北部のEl Potrero Nuevo(エル・ポトレロ・ヌエボ)沢流域、中央部のCerro La Ocotera(セロ・ラ・オコテラ)山付近、北西部のCuale鈹山の西方及び南方などに分布する。

#### 〔岩 相〕

本岩は、一般に灰色を呈し、緻密・塊状で2～3mmの石英を含み、斑状組織を示す。変質作用を受け、絹雲母、緑泥石、方解石などを生じている。

#### 〔貫入時期〕

本岩の一部は、Ⅳ期安山岩類(Tad 4)を貫き、本地域での最末期の火成産物であると考えられる。

### 3-3 地質構造

本調査地域で観察される地質構造に関する諸要素は、ジュラ系、白亜系及び第三系では、それぞれ趣きを異にしている。前二者においては、激しい褶曲を伴うことが普遍的であるのに対し、後者中には、波長の大きい緩やかな褶曲が認められるにとどまる。

#### 〔ジュラ系〕

調査地域のジュラ系は、白亜系の石英安山岩(Kdc1-b)、黒色頁岩(Ksh1)及び第三系のⅡ期安山岩類(Tad2)に不整合に被覆されている。大局的には調査地域北部のSan Juan, Cuale, El Bramadorを圍繞あるいはそれ等の西部に位置し、本地域の隆起の程度が西部がより大きいことを示唆している。この隆起を支配する主要な構造は本地域で卓越する北西～南東系の断層である。

本ジュラ系内の地質構造は、露出条件の最も良いCuale鈹山～El Aguacate(エル・アグアカテ)間の道路上では高次の褶曲は半波長数 $m$ のものも認められるが、120m～200mの半波長

を示すより低次の褶曲が普遍的のようである。これが組合さって半波長5 Km以上の緩やかな、ほぼ南北方向の軸をもつ、開いた褶曲構造となっている。この褶曲翼の傾斜はほぼ本地区の地形に対応しているようであり、Cuale 鉞山付近が背斜軸部に相当していると考えられる。褶曲軸のブランチの方向は、本地区では明らかにし得なかったが、調査地域を概観したとき、本地区の北に露出する San Juan 付近の石英安山岩の削剝レベルが、その南部に位置する Cuale 地区のものよりも深度まで及んでいるらしいことなどから、多分南方にブランチしているものと推測する。本ジュラ系は箇所に著しい褶曲を示すが、褶曲構造の解明には、褶曲軸付近に発達する節理の方向、ドラッグ褶曲の形状、セグレーション石英脈の変位の方向などを参考にした。勿論、地層の正逆の判定には、泥質片岩に挟在される砂岩の級化構造を用いた。

激しい褶曲構造は泥質片岩中で出現頻度が高く、かつ、片理面の発達も密である。

片理面は層理面とほぼ平行であるが、わずかに斜交する。

#### 〔白亜系〕

調査地域の白亜系は、第三系のⅠ期安山岩類(Tad1)及びⅡ期安山岩類(Tad2)により不整合に被覆されている。

白亜系の構成岩のうちでも黒色頁岩は最も褶曲作用を強く受け、場所により激しい褶曲を示す(例えば、Los Alpes, Delicias 鉞床周辺)、一方、石英安山岩(Kdc1-b)はコンピート層として作用し、緩やかな褶曲構造を示している。

本地域の白亜系は大局的には、卓越する北西-南東系の構造線に大きく規制された分布を示している。すなわち、黒鉞型鉞床の層準付近に注目するならば、北西から南東にかけて、San Juan 地区、Cuale 地区、Amaltea 地区と連なる石英安山岩活動が認められ、これらは、この順序で隆起量を減じているとみられる。Cuale 地区と Amaltea 地区は中間に花崗閃緑岩(Gd)の貫入を受け、また、第三系のⅡ期安山岩類(Tad2)によって被覆され、両地区の地質の直接の関係は不明であるが、互いに地質が類似していることから、本来的には、一連のものであった可能性が強い。San Juan 地区と Cuale 地区についても同様のことが指摘できる。

一方、El Bramador 地区では、Las Maderitas 東部から La Concha, Los Caballos de Cabrel, Los Tecomates (ロス・テコマテス) 北で画される半盆状構造が明瞭である。Los Tecomates 以東については第三系の安山岩類によって被覆されているため不明である。半盆状構造は南北に約10 Km 弱の規模をもつ。また、La Concha ~ El Bramador 地区に限定した場合は、北西~南東方向の軸をもつ複向斜構造が存在するとも見られ、San Jeronimo (サン・ヘロニモ) 沢周辺には半波長約600~700 m の向・背斜軸が存在し、南東方向にゆるくブランチしている。San Jeronimo 沢はこの背斜軸の位置にほぼ相当している。

El Bramador 地区の鉞床層準と Cuale ~ Amaltea 地区の鉞床層準は地質構造的には Desmoronado 南西に認められる背斜構造(石英安山岩(Kdc1-a))の両翼に位置しており、ほぼ



同一層準に対比できると考える。

Ohmoto (1978) や Scott (1978) により主張されている黒鉛型鉛床とカルデラ構造、あるいは特定の地質構造線との関係は本調査では認め得なかった。

#### 〔第三系〕

第三系の分布は前述の隆起量の大小に支配されている。すなわち、隆起量が相対的に大きいとみられる調査地域北部では東部地域にだけ分布は限定され、一方、南部では西部から東部に広く分布する。

褶曲の程度は緩やかで第1年次の調査地域で認められた褶曲軸も、本年度の地域では消滅する傾向にある。

本地域に分布する断層は、ジュラ系から第三系に変位を与えている。主な断層系は、生成時期の古いものから、①南-北系~北北東-南南西系、②東-西系、③北西-南東系がある。

南-北系のものは、主に調査地中央部にみられ、ジュラ系と白亜系に変位を与えている。東-西系の断層群は、調査地中央東部の Teosinte (テオシンテ) 付近や南東部の Las Most- azas (ラス・モスタサス) 付近にみられ、花崗閃緑岩と第三系の安山岩類に変位を与えているが、変位量は大きくない。

北西-南東系のものは、調査地域で最も卓越するもので、変位量も大小変化に富むと考えられる。

### 3-4 鉛微帯

#### 3-4-1 鉛微帯各論

調査地域内には、白亜系の頁岩(砂岩)層(Ksh1)中の石英安山岩類(Kdc1-b, Koh-b, など)と密接な関連をもって賦存する黒鉛型鉛床のほか、第三系のI期石英安山岩(Tdc1)中の銅・鉛・亜鉛鉛脈など、種々の鉛化帯が発見されている。調査地域において、重要と考えられるものは黒鉛型鉛床であり、したがって、本調査は、この型の鉛床の賦存の可能性を探ることに重点を置いた。

本調査地域内の黒鉛型鉛床は、大別すると、次の3地区に分布している。

- (a) Cuale 地区
- (b) El Bramador 地区
- (c) La Amaltea 地区

Cuale地区には現在稼行中のCuale鉛山があり、El Bramador地区には数10箇所の旧坑跡がある。また、La Amaltea地区には、La Amaltea鉛床とCuatro Minas(クワトロ・ミナス)鉛床がある。

(1) Cuale 鉱山 (Zimapan 社)

Cuale 鉱山は太平洋岸の保養地 Puerto Vallarta (プエルト・バジャルタ) の南東 30 Km に位置し、調査地域内での唯一の稼行鉱山で、かつ、Jalisco 州においても主要鉱山の一つである。

本地区の鉱業活動は、1804 年の La Prieta (ラ・プリエタ) 鉱床の発見を端緒としている。現在の鉱業権者 (Zimapan 社) による本地区での鉱業活動は下記のとおりである。

1965 : 鉱区の設定。

1972 : 電磁法 (TURAM) により Coloradita (コロラディータ), Chivos de Arriba (チーボス・デ・アリバ), Chivos de Abajo (チーボス・デ・アバホ) の異常帯を捕捉。

1977~78: 215 孔 (総掘進長 11,038m) の試錐探鉱を実施。この結果、下記の成果を得た。

鉱量 : 1,471,000 t

品位 : Au (g/t)    Ag (g/t)    Cu (%)    Pb (%)    Zn (%)  
                   1.15            169            0.34        1.27        4.89

1981 : 操業開始 (1 月)

現在、約 500 名の従業員を擁し、月産 21,500~24,000 t (出鉱品位 : Au : 1 g/t, Ag : 150~170 g/t, Cu : 0.18%, Pb : 1~2%, Zn : 3~4%) の生産を続けている。鉱床ごとの出鉱量と品位の内訳は下記のとおりである。

鉱床名	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	出鉱量 (t) / 月
Naricero	0.24	170	0.06	0.99	3.26	13,000
Refugio	採掘準備中					
Socorredora	0.40	250	0.21	3.15	8.10	採掘準備中
Prieta	0.95	360	0.30	3.05	8.30	2,500 ~3,000
Grandeza	3.5	30	0.40	0.70	6.00	6,000 ~8,000

(a) Mina Naricero (ミナ・ナリセロ) 鉱床 (標高 : 1,860m)

〔位置〕

本鉱床は、現在の Cuale 鉱山の稼行の中心をなすものであり、鉱山事務所の約 1 Km 南西に位置している。

〔産 状〕

本鉛床は、黒色頁岩の下位に位置する石英安山岩質細粒凝灰岩～凝灰角礫岩中 (Koh-b) に胚胎している。鉛床胚胎層の層厚は Naricero 鉛床付近で約 40 m という (Berronal & Mendoza, 前出)。鉛床は、この胚胎層中の上部と下部に賦存する 2 鉛層 (黒鉛質鉛石と黄鉛質鉛石など) からなる。鉛石は、塊状硫化物鉛床が破碎化を受け、その結果、大部分は、角礫化したとみられる小鉛塊 (径数 cm 内外) 及び鉛染状を呈しているが、一部は細脈状を呈する。構成鉛物は、閃亜鉛鉛、黄鉛鉛が主要なものであり、その他、方鉛鉛、黄銅鉛、四面銅鉛も確認されている。主な変質鉛物は絹雲母、緑泥石、石英である。

鉛石鉛物の性質及び地質産状から、本鉛床は、初生的に一度生成された黒鉛型鉛床が、その後、何らかの作用で、二次的に移動・再堆積したいわゆる "distal" 型の鉛床と判断される。この場合、この鉛床の鉛石鉛物の供給源となった "Proximal" 型鉛床が探鉛上重要となる。

本鉛床からの出鉛量は、Cuale 鉛山の総出鉛量の約 60% を占め、その出鉛品位は概略下記のとおりである。

Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
0.24	170	0.06	0.99	3.26

本鉛床付近の鉛床胚胎層の一般走向・傾斜は N20°~40°W・20°~30°NE であり、胚胎層の層厚は Naricero 付近が最大という。

本調査で採取した鉛石の分析結果は次のとおりである。

Sample No.	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Remarks
NAR-1	0.6	405	0.14	1.87	7.08	Sph-gn ore
NAR-2	2.0	3,504	0.24	7.14	23.65	Kuroko
NAR-3	0.9	790	0.20	0.25	0.45	Py ore

(b) Mina Socorredora (ミナ・ソコレドーラ) 鉛床 (標高: 2,000 m)

〔位 置〕

本鉛床は、鉛山事務所の約 1 km 西に位置する。

〔産 状〕

本鉛床も石英安山岩質凝灰岩類と頁岩の互層 (Koh-b) 中に胚胎している。鉛床は個々の独立した小鉛体の集合からなり、全体としては楕円に近い形態を示し、上・下 2 層からなる。Coloradita 鉛床のように明瞭ではないが、本鉛床でも鉛石鉛物による弱い帯状分布が認められる。すなわち、上位層には閃亜鉛鉛・方鉛鉛が優勢であり、下位層では黄鉛鉛・黄銅鉛が構成鉛物の主要なものである。

脈石鉛物は石英・重晶石・石膏が認められ、変質作用の主なものはい化作用、絹雲母化

作用及び炭酸塩化作用である。

本鉱床の規模と品位は下記のとおりである。

	長径 (m)	短径 (m)	厚さ (m)
規模 :	200	100	7.5

	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
品位 :	0.40	250	0.21	3.15	8.10

本鉱床は、現在、採掘準備中である。

本調査で採取した鉱石の分析結果は次のとおりである。

Sample №	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Remarks
SOC-1	Tr	49	0.15	8.92	23.73	Kuroko
SOC-2	0.5	117	0.05	0.41	1.76	Py ore

(c) Mina Grandeza (ミナ・グランデッサ) 鉱床 (標高: 2,060m)

〔位置〕

Cuale 鉱床群の南東、鉱山事務所の約 3 Km 南東に位置する。

〔産状〕

本鉱床は流理構造をもつ下盤石英安山岩溶岩 (Kdc1-b) 中に "Stockwork" 状に賦存している。細脈の発達方向には一定した卓越方向はないようである。

現在までに確認している本鉱床の規模は幅 20~50m、長さ 125m (最大)、上下延長 70m である。

構成硫化鉱物は黄鉄鉱・閃亜鉛鉱が主要なものであり、ほかに黄銅鉱、方鉛鉱、斑銅鉱及びコペリンも少量ながら含まれる。

変質鉱物は主に絹雲母、石英である。

本鉱床からの出鉱量は、Cuale 鉱山の現在の総出鉱量の約 30% を占める。

現在、"Stockwork" 鉱脈群の上位は、剝削作用のため、かつての地質産状を見ることはできないが、本鉱床の胚胎母岩が Cuale 鉱床群 (黒鉄型鉱床) の下盤石英安山岩と同一層準に対比可能なことから、本鉱床の位置が黒鉄型鉱床形成のための鉱液の通路、すなわち、噴出中心であった可能性が強い。この場合、この地域の黒鉄型鉱床の層状硫化物鉱床の下位に発達する "Stockwork" 中には、本鉱床のように高合金 (平均品位 Au: 3.5 (g/t), Ag: 30 (g/t), Cu: 0.40 (%), Pb: 0.70 (%), Zn: 6.00 (%)) のものが存在することは、探鉱にあたって、注目すべきことである。鏡下では、多量の閃亜鉛鉱のほか、黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱、方鉛鉱及びエレクトラムなどがみられる。

本調査で採取した鉱石の分析結果は次のとおりである。

Sample No	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
ORO-1	0.8	15	0.15	0.27	4.61	Sph-Py ore
ORO-2	3.6	45	0.81	1.47	38.45	Sph ore

(d) Mina Coloradita (ミナ・コロラディータ) 鉱床 (標高: 2,130m)

〔位置〕

本鉱床は、鉱山事務所の約1 Km北に位置している。

〔産状〕

本鉱床も他の黒鉱型鉱床と同様に石英安山岩質火砕岩と頁岩の互層(Koh-b)中に胚胎している。鉱床の直接の母岩は酸性の砂質凝灰岩である。鉱床は、黄鉄鉱、黄銅鉱が主要構成鉱物である黄鉄質鉱床と、これの直上に拡がる閃亜鉛鉱を主体とする黒鉄質鉱床の2鉱層がある。

これらの2鉱層より上位の酸性の凝灰質砂岩中には閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱の鉱染帯があり、これ等の大部分は地表では「焼け」を形成している。この中には数g/tの金を含有する箇所もあるという。

鉱層は略々N40°W走向、20°~40°SW傾斜である。黒鉄質(上位)及び黄鉄質鉱層(下位)が共存しているところから、多分本鉱床は、鉱液の噴出源近くで生成された、いわゆる“Proximal”型の黒鉄型鉱床と考えられる。本鉱床の規模と平均品位は下記のとおりである。

	長径(m)	短径(m)	厚さ(m)		
規模:	120	80	1.1		
	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
品位:	1.17	75	1.33	1.81	9.79

なお、本鉱床は、露天掘を1984年に終掘し、現在、硫化物鉱層の上位にある「焼け」中に含まれる金の採取法を検討中という。本調査で採取した鉱石の分析結果は次のとおりである。

Sample No	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
O-1	13.3	80	0.16	0.78	0.20	gossan

以上の鉱床のほか、Prieta 鉱床及び現在採掘準備中のRefugio 鉱床がある。いずれも、この地区の黒鉄型鉱床の胚胎層準(Koh-b)中に賦存し、鉱床型も他のものと同様黒鉄型鉱床と考えられる。

(2) El Bramador 鉱床群

本鉱床群は、El Bramador 部落の北西方約2~5 KmのSan Jeronimo 沢及びその支

流沿いに分布し、多数の旧坑跡が散在する。これらの旧坑群はNW-SE方向に配列し、最北西端のLa Trozada(ラ・トロサーダ)-E(標高:875m)から最南東端のSan Pedro(サン・ペドロ)鉱床(標高:500m)まで3Km以上にわたって点在する。鉱床は主として黒鉱型鉱床からなるが、水銀鉱床、金鉱床も存在する。本鉱床群は、その一部に頁岩の薄層を挟在する石英安山岩質火砕岩(Koh-b)中に胚胎している。現在、入坑可能な坑道はない。本鉱床群には、次の各鉱床がある。

① La Trozada-E	水銀鉱床
② La Castellana(ラ・カステヤーナ)	黒鉱型鉱床
③ Los Alpes(ロス・アルペス)	〃
④ San Jose	〃
⑤ Delicias(デリシヤス)-El Rosario(エル・ロサリオ)	黒鉱型鉱床-金鉱床(?)
⑥ La Colorada(ラ・コロラーダ)	黒鉱型鉱床
⑦ San Pedro-Rey Negro(レイ・ネグロ)	〃

(a) La Trozada-E 鉱床(標高:875m)

[位置]

La Concha部落の南西方、約1.5Km、Cerro La Trozadaの約1.5Km東部に位置する。

[産状]

旧坑口の認められる場所の地質は石英安山岩質火砕岩(火山礫凝灰岩, Koh-b)である。この付近一帯が本岩で構成されていることから、本岩中に鉱床が胚胎するものと考えられる。

旧坑口付近は「焼け」が著しく、この「焼け」が坑道開削の端緒となったものであろう。認められる酸化鉱物は褐鉄鉱が主体であり、赤鉄鉱も少量存在している。硫化鉱物は完全に酸化鉱物に変化しているらしく残留していない。

変質作用は珪化作用及び粘土化作用にカオリン化作用が重複している。

本鉱床の胚胎層準は黒鉱型鉱床のそれと同じであり、しかも、この付近に分布する一連の黒鉱型鉱床の最北西端に位置し、成因的関連の深さを想定させるが、詳細は不明である。

本鉱床の稼行歴については、水銀採取用の蒸留炉も付設されていたといわれるが、かつての品位・生産量についての記録は残っていない。坑口が標高875m準に一坑だけであること、また、その後の流出を勘案しても研量が少ないことなどから、小規模の稼行にとどまったと推定できる。

「焼け」の部分から採取した試料の分析結果は次のとおりである。品位的には興味をひくものではない。

Sample No	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
KMO-1	Tr	4	0.01	0.02	0.01	Waste

(b) La Castellana 鉱床 (標高: 740m)

〔位置〕

La Concha 部落南方, 約 1.5 Km の El Encino 沢の支流の左岸に位置している。

〔産状〕

旧坑口付近の地質はこの地区の黒鉛型鉛床の胚胎層準である石英安山岩質火砕岩 (細粒凝灰岩, 火山礫凝灰岩, Koh-b) である。しばしば褐色~暗褐色の頁岩の薄層を挟在している。火砕岩中には少量の細粒黄鉄鉛の鉛染が普遍的に認められるがそれ以外の硫化鉛物の存在は肉眼的には確認できない。

旧坑口付近には研の堆積もなく, 採掘の対象になった鉛種は不明である。しかし, この付近の火砕岩 (Koh-b) の X 線回折結果では石英と少量の斜長石, 絹雲母, 緑泥石の組み合わせからなり, 変質の強さは中程度と評価される。したがって, 本鉛体が鉛化の中心的位置を占めるとは考えられず, 多分, 鉛床層準の火砕岩中で, しばしば認められる硫化鉛物 (細粒黄鉄鉛を主体とする) が採掘の対象となったものと推定される。

(c) Los Alpes 鉛床 (標高: 740m)

〔位置〕

La Concha 部落の南方, 約 1.7 Km に位置する。

〔産状〕

坑口付近は崩落し, 鉛床と母岩の直接の関係は観察できない。しかし, 坑口付近の地質及び散在する研・鉛石から, 鉛床は白色化した頁岩, あるいは石英安山岩質火砕岩 (細粒凝灰岩, Koh-b) 中に賦存しているように考えられる。坑道延長約 60 m, 下り勾配 (-10 度程度) で鉛床に到達しているという。鉛床の形状は不明であるが, 坑口付近に貯鉛されているものを見る限り, 典型的な黒鉛型鉛床産鉛石の外観を呈している。鉛種は細粒黄鉄鉛を主体とするものから閃亜鉛鉛・方鉛鉛を主要構成鉛物とする狭義の黒鉛鉛石まである。概して鉛石は塊状のものが多いが, 主として細粒黄鉄鉛より成る鉛石のうちのあるものは, 方鉛鉛, 閃亜鉛鉛による Compositional Banding を示すものもある。黄鉛質鉛石と黒鉛質鉛石が認められることより, 本鉛床内での鉛石の帯状分布が想定され, 多分本鉛床が "Proximal" 型鉛床であることの証左であろう。

貯鉛場から採取した黒鉛質鉛石の分析結果は下記のとおりである。

Sample No	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
KMO-2	1.0	89	0.27	19.03	28.75	Kuroko

鉛, 亜鉛が高品位である割には, 金・銀品位が低いのが注目される。坑口付近に堆積さ

れている黒鉛様鉛鉱の鏡下での観察では、多量の閃亜鉛鉛、中量の方鉛鉛と黄鉄鉛及び微量の四面銅鉛が認められた。四面銅鉛は方鉛鉛と共生する傾向が強く、黄鉄鉛の一部はコロフォーム組織を示す。鉛鉱は、鏡下では硫化鉛物が微細に入り組んだ組織を示し、黒鉛型鉛床産鉛鉱に普遍的に見られるものによく似ている。

(d) San Jose 鉛床 (標高: 700m)

〔位置〕

San Jose 坑口は La Concha 部落南方, 約 1.9 Km, 前述の Los Alpes 鉛床の西 150 m に位置している。西鉛床の高距差は 40 m あり, 本鉛床が下位に位置している。

〔産状〕

坑口は石英安山岩質火砕岩 (凝灰角礫岩, Koh-b) 中にある。付近一帯は変質が著しく一見溶岩様の岩相を呈するが, 局部的に認められる弱変質部で異質礫を伴う部分があり, 凝灰角礫岩と考える。認められる鉛徴は, 肉眼的には細粒の黄鉄鉛鉛, あるいは石英の細脈に伴われるやゝ粗粒の黄鉄鉛鉛であり, 閃亜鉛鉛・方鉛鉛は認められない。

坑口付近には鉛鉱の堆積もなく, 稼行対象となった鉛鉱については直接的な情報は得られなかった。しかし, 本鉛床は, 位置的には黒鉛鉛鉛の稼行を行った Los Alpes 鉛床の下部に向けて坑道開削が行われていることから, 黒鉛型鉛床の下盤中に発達する鉛化帯を稼行対象としているように考えられる。案内者の説明では高 (金), 銀網状~脈状鉛を採掘したという。もし, この説明のとおりとすると, この地域の黒鉛型鉛床は, 腐状鉛床の下位に貴金属の鉛化作用を伴うことを一特徴としているのかもしれない (例えば Cuale 鉛床群の Grandeza 鉛床)。

(e) Delicias - El Rosario 鉛床 (標高: 690m)

〔位置〕

La Concha 部落の南方, 約 1.8 Km, San Jeronimo 沢の上流の右岸に「焼け」(Delicias) とその南東下流に El Rosario 坑の形跡が上記沢中に認められる。

前述の Los Alpes 坑はこれらの鉛化帯の約 400 m 西に位置している。

〔産状〕

Delicias 坑付近の地質は鉛床層準の石英安山岩質火砕岩類 (Koh-b) から構成されている。鉛床の直接の産状は見られないが, San Jeronimo 沢右岸に約 60 m × 300 m 以上の規模で緻密・塊状の「焼け」が認められる。これらの「焼け」中には, 極く稀れに方鉛鉛が残留していることもあり, かつ「焼け」の性状が普通のものよりもより緻密であることなどから, Blanchard (1968) が指摘している塊状硫化鉛物起源の「焼け」の特徴を備えている。「焼け」は X 線回折によれば, 石英と針鉄鉛からなり, 外観的に緻密質の部分はほとんど針鉄鉛だけからなる。本「焼け」の下位には細粒黄鉄鉛と少量の方鉛鉛・閃亜鉛鉛



を伴う鉍化帯が分布しているが、その規模は不明である。Delicias鉍床は選鉍場を設けて稼行されたといわれるが、調査時には鉍石の堆積もなく、どの種の鉍石を対象に稼行されたかは不明である。しかし、坑道が黒鉍型鉍床産鉍石起源と考えられる「焼け」の近傍に位置していることから、この「焼け」の延長部の硫化鉍物が採掘されたと推定される。

本坑は Los Alpes 鉍床方面から延びる局所的な背斜の北東翼部に位置している。

El Rosario 鉍床も地質的には Delicias 鉍床とほとんど同じであるが、坑道が開削された方向は鉍床胚胎層準の賦存の方向をとらず、逆に下盤側に向いていることより、塊状層状の黒鉍型鉍床を稼行したものではなく、下盤岩中の鉍化作用を稼行対象としたものらしい。案内人によれば、金を採掘対象としたという。このことより、前述の San José 鉍床の項で触れた調査地域の黒鉍型鉍床の下部に発達するらしい貴金属鉍化作用が、この地区でも存在しているように考えられる。

(f) La Colorada 鉍床 (標高: 620m)

〔位置〕

La Concha 部落南方, 約 2.1 Km, El Rosario 坑の南東 250m (下流) San Jeronimo 沢沿にかつての坑口の形跡らしいものを認めることができる。

〔産状〕

坑口の正確な位置は確認できないが、その形跡らしい付近の地質は石英安山岩質火砕岩 (火山礫凝灰岩, Koh-b) により構成されている。この付近から採取した試料の X 線回折結果では、この地区は石英、絹雲母帯に属し、強い熱水変質を被っている。肉眼的にも原岩の判定ができかねる程の箇所がしばしばあり、変質面からも付近に黒鉍型鉍床の賦存の可能性を信じさせる。調査時、この地区には、鉍石の堆積もなく、稼行の詳細は不明であるが、以前には高品位の黒鉍質鉍石を産したといわれている。

(g) San Pedro - Rey Negro 鉍床 (標高: 500m)

〔位置〕

El Bramador 部落北西方, 約 2 Km の San Jeronimo 沢に位置する。

〔産状〕

この地区の旧坑数は 10 数箇所あったといわれているが、現在は大部分の位置が崩落のため不明となっている。これらの旧坑群は石英安山岩質火砕岩 (細粒凝灰岩, Koh-b) 中に位置し、高品位の黒鉍質鉍石を産したといわれている。旧坑付近には、黄鉄鉍質鉍石、炭酸塩岩などが併中に混在しており、その分析結果は次のとおりである。

Sample No	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
KM-61	1.2	140	0.06	0.09	0.12	Py ore
KM-62	0.2	10	0.07	0.43	0.20	gossan
KM-63	0.6	130	0.04	2.12	3.73	Py ore
KM-64	Tr	12	0.01	0.03	0.23	Carbonate rock

しかし、以前は高品位黒鉛質鉛石も研中に散見できたといわれる。

旧坑の分布は、鉛床胚胎層準の石英安山岩質火砕岩（細粒凝灰岩、Koh-b）の走向方向に延びているが、これまでの採掘では傾斜方向への追跡は、あまり行われていないようであり、今後、更に傾斜方向への追跡探鉛を行う余地を残している。

(3) Arriba de San Juan(アリーバ・デ・サン・ファン)鉛化帯(標高:1,600m)

〔位置〕

この鉛化帯はSan Juan部落の約3kmのBlanco沢上流域に位置している。また、Cuale鉛山の北1.2kmにあたる。

〔産状〕

本鉛化帯は、Cuale鉛床帯の下盤を形成する石英安山岩と岩相的に類似の石英安山岩(Kdcl-b)中に胚胎している。この石英安山岩は、削剝作用を受けて、Cuale鉛山からの完全な連続は認められないが、地質層序的にもCuale鉛床下盤石英安山岩の北部延長部に相当する位置を占めている。

地表においては、ほぼ完全に酸化作用を受けて褐鉄鉛、赤鉄鉛に変化し、沢部で細粒の黄鉄鉛鉛染がわずかに認められる程度である。赤鉄鉛のあるものは緻密・塊状を呈し、これの起源であった硫化鉛物が塊状に近い産状を示していたことを暗示している。鉛化帯は、Blanco沢を中心に数100m四方に拡がり、これに伴う変質帯も、更に、これより広い拡がりをもつ“pervasive”型の変質帯を形成している。

以上のことから、本鉛化帯は黒鉛型鉛床の下部に発達する“stringer”鉛化帯に相当しているものと考えられ、削剝以前は、この鉛化帯の上位に黒鉛型鉛床が賦存していたことが十分に考えられる。

強い酸化帯と変質帯が分布しているにもかかわらず、付近には旧坑もなく、かつ、有望な鉛徴を捕捉したとの情報もない。このことは、現在の削剝レベルが、かなり深部まで及んでいることを示唆しているものといえよう。

なお、本調査で採取した変質帯中の試料分析結果は次のとおりであり、鉛化作用は貧弱である。

Sample No	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
DA-64	0.1	2	0.02	0.01	0.03	gossan

(4) La Olla (ラ・オーヤ) 鉱化帯 (標高: 1,700m)

〔位置〕

Cuale 鉱山事務所から北へ 3 Km の La Olla 沢支流に位置している。

〔産状〕

鉱脈の胚胎母岩は、Cuale 鉱床群の鉱床層準の下位に発達する淡緑色～白色 (変質部) の下盤石英安山岩 (Kdc1-b) である。鉱脈は、この石英安山岩中に発達した裂カ (N30°E, 脈幅: 約 50 cm) を充填している。La Olla 沢では一系統の鉱脈が認められるだけであり、脈沿いの珪化帯 (絹雲母も伴う) の範囲も小さい。鉱石鉱物は肉眼的には細粒～中粒の黄鉄鉱だけであり、脈石は石英からなる。鏡下では、自形の黄鉄鉱と、微量の方鉛鉱からなり、Kieslager 型鉱床の鉱石に類似する。

本鉱化帯の母岩は黒鉄型鉱床の生成と関連していると考えられる下盤石英安山岩であることから、成因的に同一鉱化作用の可能性もあるが、鉱脈が一系統だけであること及び変質範囲が狭小であるなど、むしろ、鉱脈型鉱化作用の特徴が目立つ。

本調査で採取した鉱石の分析結果は次のとおりである。

Sample No	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
HO-1	1.6	1,518	0.03	0.58	0.24	Py ore

銀品位が高いのが特徴的であり、更に検討する必要がある。

(5) El Limoncillo (エル・リモンシーヨ) 鉱化帯 (標高: 940m)

〔位置〕

La Concha 部落の北方約 3.5 Km に位置する。

〔産状〕

鉱脈は淡緑色～緑色を呈する安山岩 (Ad) 中に胚胎している。鉱脈の走向、傾斜はそれぞれ N40°W, 20°E である。脈幅は 1.00～1.50m であり、延長については不明である。しかし、この脈以外には、付近にはこの種の鉱脈は見当たらない。

鉱石鉱物は黄鉄鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱が主なもので、鉱物粒子は概して粗い。硫化鉱物は、酸化作用により、赤鉄鉱及び褐鉄鉱に変化している箇所もある。

脈石鉱物は石英が主体で、方解石も局部的に認められる。

本調査で採取した鉱石の分析結果は次のとおりである。

Sample No	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
L-22	0.1	112	0.35	7.02	12.58	Sph-gn ore

過去に極く小規模な採掘が行われたにとどまっている。

(6) La Amaltea 鉱床 (標高: 2,000 m)

〔位置〕

Desmoronado部落の北西約3 kmに位置している。鉱床まではZimapan社の手による道路があるが、車の通行には補修を要する

〔産状〕

鉱床は黄鉄鉱の鉱染を伴う石英安山岩を下盤とし、黒色頁岩(厚さ: 1~2 m)を上盤として賦存している。鉱床は、いわゆる黒鉄と、その下位の珪鉄からなる。前者は層状を呈し、上下盤と整合的に胚胎する。その厚さは1~7 mと変化する。鉱物粒子は細粒緻密で、鉱物組成の違いに起因する縞状構造も認められる箇所もある。主な鉄石鉱物は閃亜鉛鉄、方鉛鉄、黄鉄鉄であり、脈石鉱物は重晶石が主要なものである。一方、珪鉄は下盤石英安山岩中に鉱染状、あるいは細脈の発達で特徴づけられる。鉄石鉱物は肉眼的には細粒の黄鉄鉄だけであり、伴われる変質鉱物は石英・絹雲母及び緑泥石である。

本鉱床は1967~1973年にZimapan社により稼行され、下記の品位のものが266,500 t採掘されたという。

	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
品位:	1	154	0.97	2.6	13.6

採掘された鉄石はRubi選鉄場で処理された。

本調査で採取された鉄石の分析結果は次のとおりである。

Sample No	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
KM-3	3.5	145	0.46	3.81	11.20	Kuroko
KM-4	2.6	50	3.69	0.12	2.70	Py-cp-sph ore
KMO-3	1.0	64	2.60	0.87	29.39	Kuroko
WDS-18	2.5	163	0.37	5.13	22.56	Kuroko

(7) Cuatro Minas 鉱床 (標高: 1,460 m)

〔位置〕

La Amaltea 鉱床の西1 kmに位置する。最寄部落のDesmoronadoの北西3.5 kmのSan Juan 沢の右岸にある。

〔産状〕

本鉱床の胚胎母岩は灰白色の石英安山岩で、La Amaltea 鉱床の下盤石英安山岩(Kd-cl-b)と同一のものであろう。鉱床の産状は、坑道が崩壊しているため観察できないが、周辺の地質、堆積されている鉄石及び案内人の情報を総合的に検討すると、本鉱床はLa Amaltea 鉱床の下盤石英安山岩と一連のものの中に胚胎する"stockwork"型の鉄化作用により形成されたものであろう。Pervasive 型の変質(石英・絹雲母・緑泥石?)が認められる

こと及び黄鉄鉱のほか一部閃亜鉛鉱，方鉛鉱の細脈も存在することから，多分，この“stockwork”を通った鉱液により La Amaltea 鉱床のような黒鉄型鉱床の形成が行われたと考えられる。すなわち，ここが熱水の噴気中心であった可能性が強い。本鉱床も La Amaltea 鉱床の稼行時に Zimapan 社が採掘を行ったが，低品位のため採掘量は多くなかったといわれる。

本調査で採取した鉱石の分析結果は次のとおりである。

Simple No	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
W - 1	0.8	6	0.04	0.03	0.02	Py imp. ore
W - 2	1.1	708	0.03	2.68	7.08	Sph-gn ore

鉛，亜鉛に比べて，銀が高品位のものもある。

(8) La Minita 鉱床 (標高：750m)

〔位置〕

本鉱化帯は La Minita 部落の 1.5 km 西の同名の沢に鉱脈の露頭が認められる。Talpa de Allende の南西約 2.5 km である。

〔産状〕

鉱脈は緻密・堅硬な淡緑色～灰色の石英安山岩 (Tdc1) の中に胚胎している。露頭が貧弱なため十分な情報は得られないが，鉱脈は脈幅 40～60 cm，走向 N60°W ほぼ垂直傾斜である。鉱石鉱物は黄鉄鉱，磁硫鉄鉱，黄銅鉱で，少量の方鉛鉱，閃亜鉛鉱を伴う。変質作用は珪化及び絹雲母化作用である。

本調査で採取した鉱石の分析結果は次のとおりである。

Sample No	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
MIN - 1	Tr	2	0.01	0.06	0.12	Py-qz ore
MIN - 2	3.4	14	0.01	0.24	0.04	Asp-qz ore

(9) Los Caballos de Cabrel 鉱化帯 (標高：400m)

〔位置〕

Los Caballos de Cabrel の北西約 1.5 km に位置している。

〔産状〕

鉱脈はジュラ紀の泥質片岩中に胚胎している。

本片岩は，調査地域の基盤をなすもので，ここから北部にかけて広く分布する。

鉱脈は黄鉄鉱，褐鉄鉱からなり，脈幅は若干の変動もあるが，平均 40 cm である。鉱脈の走向・傾斜は片岩の面構造のそれらに対応しており，N50°W・80°～90°SW である。鉱脈の近傍に認められる変質作用は珪化及び緑泥石化作用(?) である。

露頭部には脈に沿って奥行 1.5 m の採掘跡があるが，採掘時期及び採掘品位などの詳細は

表 3 - 1 鈷微帶一覽表

(1)

No.	Mineralized Zones	Type of Ore Deposit	Occurrence	Remarks
1	Naricero	Kuroko type	Kuroko and pyrite ore in dacitic tuff - tuff breccia: (Koh-b)	Distal type
2	Socorredora	Kuroko type	Kuroko and pyrite stratiform ore in dacitic tuffs and shale alteration: (Koh-b)	Proximal type
3	Nueva Socorredora	Kuroko type	Kuroko and pyrite stratiform ore in dacitic tuffs and shale alteration: (Koh-b)	Proximal type
4	Grandeza	Au-Ag-Cu-Zn Vein	Stockwork ore in dacitic rocks: (Kdc1-b)	
5	Coloradita	Kuroko type	Kuroko and pyrite stratiform ore in dacitic tuffs and shale alteration: (Koh-b)	Proximal type
6	Prieta	Kuroko type	Kuroko and pyrite stratiform ore in dacitic tuffs and shale alteration: (Koh-b)	Proximal type
7	Refugio	Kuroko type	Kuroko ore in dacitic tuffs and shale alteration: (Koh-b)	
8	Chivos de Arriba, Abajo, (Rubi)	Kuroko type	Kuroko and pyrite stratiform ore in dacitic tuffs and shale alteration: (Koh-b)	Proximal type
9	La Trozada-E	Hg deposit	Hg dissemination in dacitic tuffs: (Koh-b)	Kaolinite alteration
10	La Castellana	Kuroko type	Pyrite stratiform ore in dacitic tuffs and shale alteration: (Koh-b)	
11	Los Alpes	Kuroko type	Kuroko and pyrite stratiform ore in dacitic tuffs: (Koh-b)	Proximal type
12	San José	Kuroko type	Pyrite dissemination in dacitic tuff breccia: (Koh-b)	
13	Delicias-Rosario	Kuroko type	Pyrite mineralization in dacitic tuffs: (Koh-b)	Gossan
14	La Colorada	Kuroko type	High-grade kuroko stratiform ore in dacitic tuffs: (Koh-b)	Proximal type
15	San Pedro	Kuroko type	Kuroko and oko stratiform ore in dacitic tuffs: (Koh-b)	Proximal type
16	Arriba de San Juan	Pyrite dissemination	Goethite and hematite after sulfide in dacitic rocks: (Kdc1-b)	Gossan
17	La Olla	Au-Ag-Qz Vein	Au-Ag-Pyrite mineralization in dacite rocks: (Kdc1-b)	Similar to Kieslager type ore
18	El Limoncillo	Cu-Zn Vein	Cu-Zn mineralization in andesite: (Ad)	Coarse grained



No.	Mineralized Zones	Type of Ore Deposit	Occurrence	Remarks
19	La Amaltea	Kuroko type	Kuroko and pyrite stratiform ore in dacitic tuffs: (Koh-b)	Proximal type
20	Cuatro Minas	Kuroko type	Kuroko and pyrite stratiform ore in dacitic tuffs: (Koh-b)	Proximal type
21	La Minita	Au-Ag-Cu-Zn Vein	Arsenopyrite-pyrite-sphalerite mineralization in dacitic rocks: (Tdc1)	
22	Los Caballos de Cabrel	Pyrite dissemination	Pyrite mineralization in pelitic schist: (Jsch)	
23	Jesus Maria	Kuroko type?	Stockwork ore (?) in dacitic rocks: (Kdc1-b)	
24	Patrocinio	Kuroko type?	Stockwork ore (?) in dacitic rocks: (Kdc1-b)	
25	San Juan	Au-Ag-Cu-Zn Vein	Sphalerite-pyrite mineralization in dacitic rocks: (Kdc1-b)	Similar to Taro ore
26	Peregrina	Au-Ag-Cu-Zn Vein	Au-Ag-Cu-Zn mineralization in dacitic tuffs and shale alternation: (Koh-b)	
27	San Rafael	Au-Ag-Cu-Zn Vein	Au-Ag-Cu-Zn mineralization in dacitic tuffs and shale alternation: (Koh-b)	
28	La Concha-N	Pyrite dissemination	Pyrite mineralization in dacitic rocks: (Kdc1-b)	





不明である。

### 3-4-2 日本の黒鉛型鉛床との比較

調査地域に賦存する黒鉛型鉛床について、鉛石面などからの検討は、これまでになされていない。本調査で採取した鉛石について顕微鏡観察を行ったので、地質産状などとも併せて、これらの鉛床の成因と関連させながら、日本の新生代の黒鉛型鉛床、あるいは中生代の黒鉛型鉛床との比較を行った。

なお、黒鉛型鉛床産鉛石中の鉛物特性の比較を第3-2表に示す。

関連火成岩：本地域の Cuale 鉛山の Naricero 鉛床や Mina Socorredora 鉛床、El Bramador 鉛床群の Los Alpes 鉛床や San Jose 鉛床、及び Amaltea 鉛床などの黒鉛型鉛床の主要構成鉛物は、方鉛鉛・閃亜鉛鉛である。一般に、この種の黒鉛型鉛床の関連火成岩としては、酸性のカルク・アルカリ岩系の火山岩が想定される（例えば、Huchinson, 1973）が、調査地域内の鉛床も明らかに石英安山岩の活動に関連している。しかも、第1年次の調査結果からも、本年度の調査結果からも、調査地域の火山岩はカルク・アルカリ岩系である可能性が大きい。また、鉛床賦存地の近傍には、Volcanoplutonic 活動の産物とみられる文象斑岩が存在し、これは日本の代表的な黒鉛密集地帯である北鹿地域において、黒鉛生成期（15~13m.y., Ohmoto, 1983）に遅れて活動している大滝花崗閃緑岩（9.0 m.y., 高橋・谷村, 1980）、あるいは、中生代の黒鉛型鉛床といわれる日本の田老鉛床地域の田老型花崗閃緑岩と鉛床との関係（山岡, 1983）に類似する。また、黒鉛型鉛床の賦存地域の火山活動上の特徴の一つである Bimodal Volcanism は、上・下盤石英安山岩類（Kdc 1, Kdc-sh）と玄武岩類（Kbs1）の存在で示されるように本地域の黒鉛型鉛床生成の前後においても認められるようである。ただし、火山活動の程度は、日本の北鹿地域に比較して劣勢である。

鉛床の生成環境：本調査地域の黒鉛型鉛床の生成環境については、鉛床生成当時の古水深、海底の古地形などについて考察する有孔虫群集などの資料は乏しい。しかし、黒鉛型鉛床の賦存地区（Cuale 地区、El Bramador 地区及び La Amaltea 地区）に限って、鉛床の堆積の場の形状を示唆すると考えられる酸性の細粒凝灰岩が卓越する傾向が強い。鉛床の変形が生成以降、最も少ない日本の新生代黒鉛型鉛床では、鉛床の堆積の場として凹地形の存在を示唆する上記のような地質現象がよく認められる（汲田ほか, 1982）。したがって、調査地域でも黒鉛型鉛床の生成は、白亜紀の海底の盆状地で行われたと推測され、このことは探鉛上も考慮されるべきである。

鉛石鉛物の種類：顕微鏡観察の結果、この調査地域で認められる鉛石鉛物は、閃亜鉛鉛、黄銅鉛、方鉛鉛、斑銅鉛、四面銅鉛、碲砒銅鉛、黄鉄鉛及び白鉄鉛などの10種程度である。この数は、日本の新生代の黒鉛型鉛床産鉛石鉛物のほぼ同程度であり（山岡, 1983）、その種類が少ない点では、田老鉛床産鉛石に類似している。本地域の脈石鉛物は、重晶石、方解石、石英、絹雲母及び緑泥石などで、日本の黒鉛型鉛床産鉛石と類似する。



表 3 - 2 黒鉱型鉛床産鉛石中の鉛物特性の比較

Deposits		I	II	III
Numbers of Ore Minerals		Approx. 10 species	Approx. 10 - 15 species	Approx. 40 - 50 species
FeS in Sphalerite		3 - 4 mole % (?)	3-21 mole% <sup>1)</sup>	Approx. 0.1 mole% <sup>2)</sup>
Banded Sphalerite		Not Observed	Not Observed	Common
Chalcopyrite disease in Sphalerite		Not Observed	Not Observed	Common
Colloform and framboidal texture		Common	Common	Common
Telescoped ore		Not Observed	Not Observed	Observed
Gangue minerals	Barite	Common	Not Observed	Abundant
	Calcite	Minor	Common	Minor
	Sericite	Common	Common	common

- I: Cuale, El Bramador and La Amaltea Deposits  
 II: Taro Deposit (Japanese Mesozoic Kuroko Type Deposit)  
 III: "Kuroko" Deposits in Hokuroku District, Akita, Japan  
 (Japanese Cenozoic Kuroko Deposits)

1): Yamaoka (1984)

2): Urabe (1973)



なお、調査地域の黒鉛型鉛床も日本の黒鉛鉛床と同様に、黒鉛鉛層、黄鉄鉛鉛層及び珪鉛の3種から構成されていることが普遍的のようである。

閃亜鉛鉛中のFeS：新生代の黒鉛鉛床産閃亜鉛鉛中のFeSの含有量は0.1 mole %と著しく低い(Urabe, 1974)。本地域の閃亜鉛鉛は褐色を呈し、一般に重晶石を伴い、微硫鉄鉛を伴わないことから、閃亜鉛鉛中のFeSは、3~4 mole %以下と考えられる。

閃亜鉛鉛の累帯構造：新生代の黒鉛鉛床産閃亜鉛鉛には微細な累帯構造が普遍的に認められるが、調査地域の黒鉛型鉛床産閃亜鉛鉛には累帯構造は見出されず、この特徴は田老鉛床産のものと共通している。初生的に累帯構造が存在しなかったかどうかについては不明である。

閃亜鉛鉛中の“Chalcopyrite disease”：日本の黒鉛鉛床では極めて普遍的な“Chalcopyrite disease”(Barton, 1978)が、この地域の閃亜鉛鉛中には全く認められず、結晶の成長後の黄銅鉛化というべき交代作用が存在しなかったことを意味している。この点でも田老鉛床産のもの(山岡, 1984)に類似している。

“Telescoped ore”の存在：新生代黒鉛鉛床では、輝水鉛鉛などの高温型鉛物を産する反面、輝鉛鉛のような低温型鉛物も共生し、Subvolcanic typeのTelescoped oreの特徴をもっている。しかし、この地域の黒鉛型鉛床では、前述のとおり高温型鉛物は含まれず、この点でも田老鉛床産のものに似ている。

以上の他、コロフォーム構造や脈石鉛物は日本の黒鉛鉛床と共通している。表3-2に示すとおり、調査地域の黒鉛型鉛床産鉛物の鉛物特性は、同じ中生代の日本の田老鉛床産鉛物に、より多くの類似点が認められる。しかし、鉛物中の鉛品位は、日本の黒鉛鉛床産のものより概して高い。特に、鉛・亜鉛含有量が低く、黄鉄鉛を主要構成硫化物とするような鉛物で、その差は顕著である。

なお、前年度の調査地域内の黒鉛型鉛床の生成時期が新白亜紀らしいのに対し、より西部に位置する本年度の調査地域内の黒鉛型鉛床の生成期は、ナンノプランクトン及び放射虫の鑑定結果古白亜紀の可能性が高い。これについては、黒鉛型鉛床はグローバル・テクトニクスに深く関連した火山活動によって生成されたいという最近の学説(Cathles et al., 1983)と、この時期の火山前線が、ほぼ西から東に移動する傾向が認め得るという指摘(Damon et al., 1981)によって説明できるのかもしれない。

### 3-5 X線回折による変質帯調査

黒鉛型鉛床の生成に伴って、鉛床周辺の母岩中に変質鉛物の累帯分布が形成されることが知られている。この母岩の変質は、黒鉛鉛床を生成した熱水溶液(鉛液)が岩石中を移動する際に母岩との反応によって生じたものである。この変質鉛物の累帯分布は、鉛床の上盤にまで及ぶことがしばしばあり(例えば歌田ほか, 1981, 1983)、したがって、潜在する黒鉛型鉛床の賦存

の可能性を、この累帯分布の存在を知ることから推定できる場合もある。このような変質現象は、新生代の日本の黒鈹鈹床に限られたものでなく、中部ジュラ紀から始生代のカナダの黒鈹型鈹床でも認められ (Urabe et al., 1982-B), この型の鈹床に普遍的な変質態様のようなのである。よって、古白亜紀の黒鈹型鈹床と考えられる調査地域の鈹床について、主として石英安山岩浴岩及び同質火砕岩 (Kdc1-a, Kdc1-b, Koh-a, Koh-b, Kdc-sh) を対象に変質態様を調査した。

### 3-5-1 測定条件

使用機器 : 理学電機(株)ガイガーフレックス2078型  
 対陰極 : Cu  
 フィルター : Ni  
 電圧 : 30KV  
 電流 : 15mA  
 フルスケール : 2,000CPS  
 時定数 : 1sec  
 スリット系 : 1deg/0.3mm  
 走査速度 : 2°/mm  
 チャート速度 : 20mm/mm

### 3-5-2 解析方法

解析にあたっては、試料中のX線回折チャートで検出された鈹物の存在量を林(1979)の方法により、石英指数を用いて相対的量比で表わした。すなわち、石英指数は試料中のある鈹物の最強X線強度  $I_m$  (cps) を、同じ実験条件下で測定した純粋石英の最強X線強度  $I_q$  (cps) の百分率で表わしたものである。

$$\text{石英指数 (Q · I ·)} = \frac{I_m}{I_q} \times 100$$

石英については、第1ピーク (3.33 Å) がスケールアウトする場合、第2ピーク (4.27 Å) から第1ピークを推定した。各鈹物の使用ピークは次のとおりである。

石英 : 3.33 Å (101)	葉ろう石 : 3.05 Å (006)
: 4.27 Å (100)	緑簾石 : 2.90 Å (113)
斜長石 : 3.21 Å (002)	針鉄鈹 : 4.11 Å (110)
曹長石 : 3.20 Å (002)	角閃石 : 2.55 Å (002)
カリ長石 : 3.24 Å (040)	褐鉄鈹 : 4.11 Å (110)
絹雲母 : 9.93 Å (002)	方解石 : 3.04 Å (220)
緑泥岩 : 7.19 Å (002)	苦灰石 : 2.91 Å (104)
カオリナイト : 7.18 Å (001)	黄鉄鈹 : 2.71 Å (200)
絹雲母/モンモリロナイト混合層鈹物 : 9.8 ~ 14.0 Å (002)	
緑泥石/モンモリロナイト混合層鈹物 : 7.3 ~ 8.5 Å (002)	