

メキシコ合衆国ゲレロ州
硫化鉄鉱開発調査に関する
調査報告書

1981年10月

国際協力事業団



メキシコ合衆国ゲレロ州
硫化鉄鉱開発調査に関する
調査報告書

JICA LIBRARY



1027451[2]

1981年10月

国際協力事業団

| | |
|---------------------|------|
| 国際協力事業団 | |
| 受入 月日 '84. 9. 21 | 615 |
| 登録No. 10708 | 66.2 |
| | MPN |

マイクロ
フィッシュ作成

ま え が き

日本政府はメキシコ合衆国政府の要請にもとづき、同国Guerrero州硫化鉄鉱の開発調査を行なうこととなり、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は昭和55年10月10日より同年11月14日まで、小灘龍男氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団はメキシコ合衆国政府機関の協力を得て、現地調査を実施し、帰国後現地で収集した資料および現地調査の結果を検討し、ここに報告書を取りまとめたものである。

本報告書がメキシコ合衆国の硫化鉄鉱開発計画に寄与し、同国と日本との友好親善をさらに深めることが出来れば、まことに喜ばしいことである。

最後に、調査団に協力を惜しまれなかつたメキシコ合衆国政府関係機関に対して衷心より感謝の意を表するものである。

1981年10月

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 有 田 圭 輔

調査担当スタッフ名簿

調査団長 小 籾 龍 男 ※

同和鉱業株式会社

副 団 長 白 石 隆 昭 ※

同和エンジニアリング株式会社

団 員

同和鉱業株式会社 井 上 瑞 城 ※

須 藤 茂 韶

同和工営株式会社 加 茂 野 孝 ※

同和エンジニアリング株式会社 黒 田 達 郎

勝 又 陸 夫 ※

工 藤 良 広

芦 谷 誠 三

国際協力事業団 森 脇 久 光 ※

※印は現地調査団団員

メキシコ合衆国担当スタッフ名簿

鉱物資源局々長

Guillermo P. Salas

Guerrero 州経済顧問

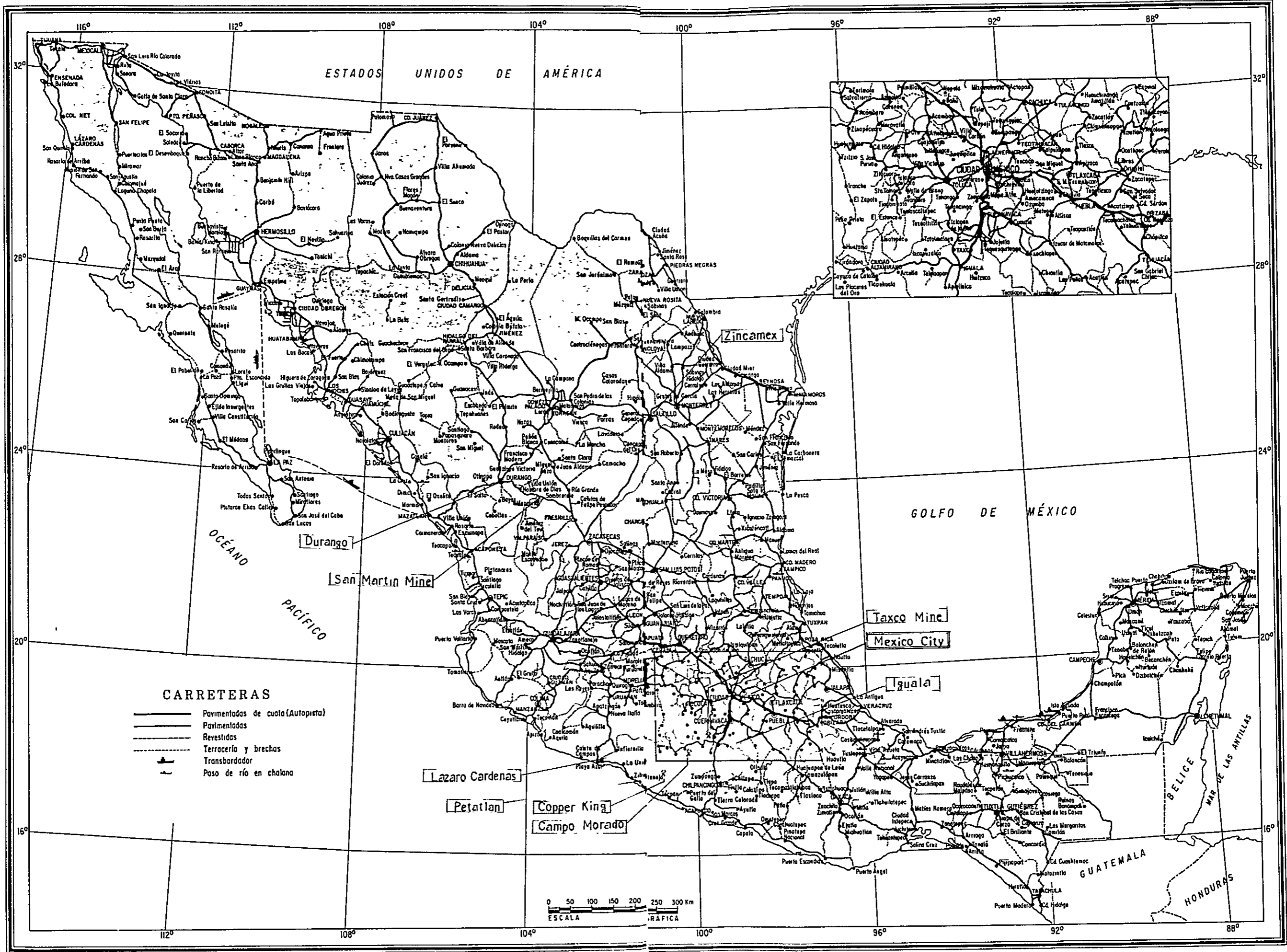
Gustavo Martinez Cabanas

Guerrero 州鉱山局長

Luis Reyes Rodriguez

Guerrero 州鉱山局地質技師

Betanzos



目 次

| | |
|-----------------------------|----|
| 第1章 緒 言 | 1 |
| 第2章 結 論 | 3 |
| 第3章 要 約 | 13 |
| 3-1 本計画の背景 | 13 |
| 3-2 基本構想 | 13 |
| 3-3 本調査の前提条件 | 14 |
| 3-4 本計画の概要 | 16 |
| 3-4-1 Campo Morado 鉱床 | 16 |
| 3-4-2 Copper King 鉱床 | 18 |
| 3-4-3 冶金プラント | 19 |
| 3-5 人員計画 | 20 |
| 3-6 本計画の経済性 | 20 |
| 3-7 む す び | 22 |
| 3-8 計画推進上の問題点と提言 | 22 |
| 第4章 埋蔵鉱量および品位の推定 | 25 |
| 4-1 Copper King 鉱床 | 25 |
| 4-1-1 位置, 交通 | 25 |
| 4-1-2 地形, 植生, 気候 | 25 |
| 4-1-3 鉱 区 | 25 |
| 4-1-4 沿 革 | 26 |
| 4-1-5 今回の地質鉱床調査 | 27 |
| 4-1-6 地 質 | 27 |
| 4-1-7 鉱 床 | 29 |
| 4-1-8 鉱量および品位 | 30 |
| 4-2 Campo Morado 鉱床 | 34 |
| 4-2-1 位置, 交通 | 34 |
| 4-2-2 地形, 植生, 気候 | 34 |
| 4-2-3 鉱 区 | 34 |
| 4-2-4 沿 革 | 35 |
| 4-2-5 今回の地質鉱床調査 | 36 |
| 4-2-6 地 質 | 36 |

| | | |
|---------|-------------------------|----|
| 4-2-7 | 鉍床 | 38 |
| 4-2-8 | 鉍量および品位 | 40 |
| 4-3 | 鉍量および品位の査定 | 47 |
| 4-3-1 | Copper King 鉍床 | 47 |
| 4-3-2 | Campo Morado 鉍床 | 48 |
| 第5章 | 選鉍試験 | 51 |
| 5-1 | 試験結果 | 51 |
| 5-1-1 | 鉍石の組成および性状 | 51 |
| 5-1-2 | 鉍石の粉碎試験 | 51 |
| 5-1-3 | Campo Morado 鉍の浮選試験 | 51 |
| 5-1-4 | Copper King 鉍の浮選試験 | 52 |
| 5-1-5 | 浮選産物のX線回析および顕微鏡観察 | 52 |
| 5-2 | 結言 | 52 |
| 第6章 | 冶金テスト | 61 |
| 6-1 | 緒言 | 61 |
| 6-2 | テスト結果の要約 | 61 |
| 6-2-1 | 焙焼テスト | 61 |
| 6-2-2 | 塩化揮発テスト | 61 |
| 6-2-2-1 | Campo Morado (Geocon) 鉍 | 61 |
| 6-2-2-2 | Copper King 鉍 | 62 |
| 6-2-2-3 | 混合鉍 | 62 |
| 6-2-2-4 | Campo Morado (坑内) 鉍 | 62 |
| 6-3 | 焙焼テスト | 63 |
| 6-3-1 | テスト結果 | 63 |
| 6-4 | 塩化揮発テスト | 64 |
| 6-4-1 | 化学分析値 | 64 |
| 6-4-2 | 粒度分析値 | 65 |
| 6-4-3 | 嵩比重測定値 | 65 |
| 6-4-4 | 試験方法 | 66 |
| 6-4-5 | 試験結果 | 67 |
| 6-4-6 | 結言 | 68 |
| 第7章 | 鉍山開発計画 | 73 |
| 7-1 | Copper King 鉍床 | 73 |

| | |
|---------------------------|-----|
| 7-1-1・採 鋳 計 画 | 73 |
| 7-1-1-1 開発基本構想と生産量 | 73 |
| 7-1-1-2 採 鋳 法 | 74 |
| 7-1-1-3 使用機器 | 75 |
| 7-1-1-4 坑口設備 | 77 |
| 7-1-1-5 人員配置 | 80 |
| 7-2 Campo Morado 鋳床 | 81 |
| 7-2-1 採 鋳 計 画 | 81 |
| 7-2-1-1 開発基本構想と生産量 | 81 |
| 7-2-1-2 採 鋳 法 | 82 |
| 7-2-1-3 使用機器 | 83 |
| 7-2-1-4 坑口設備 | 85 |
| 7-2-2 選鋳工場計画 | 87 |
| 7-2-2-1 選鋳工場設計の基本方針 | 87 |
| 7-2-2-2 選鋳成績の予想 | 88 |
| 7-2-2-3 選鋳工場のフローシート | 88 |
| 7-2-2-4 計 装 | 90 |
| 7-2-2-5 工場の位置 | 90 |
| 7-2-2-6 設備仕様 | 90 |
| 7-2-2-7 廃滓ダム | 94 |
| 7-2-3 関連施設 | 95 |
| 7-2-4 人員配置 | 98 |
| 第8章 冶金プラント計画 | 99 |
| 8-1 緒 言 | 99 |
| 8-2 生産規模および製品の品質 | 100 |
| 8-3 製造プロセス | 100 |
| 8-3-1 焙焼プロセス | 100 |
| 8-3-2 硫酸製造プロセス | 101 |
| 8-3-3 焼鋳処理プロセス | 101 |
| 8-4 設備能力設定のための基本計算 | 102 |
| 8-5 設備仕様 | 105 |
| 8-5-1 機械設備 | 105 |

| | | |
|---------|------------------|-----|
| 8-5-1-1 | 給 鉍 設 備 | 105 |
| 8-5-1-2 | 焙 焼 工 場 | 110 |
| 8-5-1-3 | 硫 酸 工 場 | 117 |
| 8-5-1-4 | 造粒, 焼成設備 | 122 |
| 8-5-1-5 | ガス処理設備 | 126 |
| 8-5-1-6 | 副産物回収設備 | 129 |
| 8-5-2 | 電 気 設 備 | 134 |
| 8-6 | 組織と配員 | 137 |
| 8-7 | その他資料 | 138 |
| 8-7-1 | 気 象 | 138 |
| 8-7-2 | 振動および地盤 | 138 |
| 第9章 | インフラストラクチャーの基本計画 | 139 |
| 9-1 | 緒 言 | 139 |
| 9-2 | Copper King 鉍山 | 139 |
| 9-3 | Campo Morado 鉍山 | 140 |
| 9-4 | 冶金プラント | 142 |
| 第10章 | 総合開発建設計画 | 143 |
| 10-1 | プロジェクトの基本的進め方 | 143 |
| 10-2 | プロジェクトの遂行スケジュール | 143 |
| 10-3 | 総合開発建設費 | 143 |
| 第11章 | プロジェクトの経済性 | 149 |
| 11-1 | 経済性評価 | 149 |
| 11-1-1 | スタディの前提 | 149 |
| 11-1-2 | 投 資 額 | 150 |
| 11-1-3 | 生産費用および売上高 | 151 |
| 11-1-4 | 経済性試算 | 155 |
| 11-2 | 考 察 | 158 |
| 引 用 文 献 | | 159 |

添 付 図 面

MP-1000 Flow Sheet of Campo Morado Concentrator

MP-1001 Flow Sheet of Roasting and Sulfuric Acid Plant

MP-1002 Flow Sheet of Pelletizing and Metal Recovery Plant

MP-1003 Plot Plan of Concentrator

MP-1004 Plot Plan of Metallurgical Plant

Appendix - 1

| | |
|-----------------------------------|--------|
| メキシコ合衆国における稼働鉱山および製錬所等の概要 | A-I-1 |
| 1. 稼働鉱山調査 | A-I-2 |
| 1-1 Taxco 鉱山の概要 | A-I-2 |
| 1-2 San Martin 鉱山の概要 | A-I-3 |
| 2. プラント調査 | A-I-7 |
| 2-1 Las Truchas 製鉄所の概要 | A-I-7 |
| 2-2 Lazaro Cardenas 肥料工場の概要 | A-I-10 |
| 2-3 Zincamex 亜鉛製錬所の概要 | A-I-11 |

Appendix - II

| | |
|-------------------------------|--------|
| メキシコ合衆国における製鉄および肥料業界の実態 | A-II-1 |
| 1. 製鉄業界と拡張計画の現状 | A-II-2 |
| 2. 肥料業界と拡張計画の現状 | A-II-5 |
| 3. 公害対策の現状 | A-II-8 |

第1章 緒言

第 1 章 緒 言

メキシコ合衆国は、基本的には農業国であるが古くから鉱物資源の豊富な国として知られ、ラテン・アメリカでは、チリー、ペルーと並ぶ鉱業国である。メキシコに於ける鉱産物に、国内工業部門の主要な原材料であり、かつ、外貨獲得のための主要産業でもあり、メキシコ合衆国経済発展の主要な要素となっている。最近の経済成長率の向上は目覚しく、また、1973年頃より、石油埋蔵量も飛躍的に増加し、石油を中心とした基幹産業の振興は言うまでもなく国内の近代化を進めるための製鉄所の増強や、肥料の増産にも、重点的な施策が進められつつある。一方、鉱業も雇用の促進と外貨獲得のため、一層の開発が検討され、国内鉱物資源の活用が積極的に進められる様になった。

非鉄鉱物資源と異なり、メキシコ合衆国においては、Guerrero、および、その他の州に多量の硫化鉄鉱が埋蔵されているにも拘らず、今迄、それらは、工業用原料として活用されていなかった。その主要理由は、従来の技術では硫化鉄鉱中の50%を占める硫黄分のみが、硫酸の原料として使用されるだけで、残りの成分である鉄分は、利用されることなく捨て去られていたからである。

しかし、日本において硫化鉄鉱中の鉄をも、製鉄原料ペレットとして回収するばかりでなく、それに含まれている非鉄有価金属をも分離回収することが出来る塩化揮発法が開発されるに及んで、硫化鉄鉱の経済的価値は、大巾に上がった。従って、前記の塩化揮発技術を含む硫化鉄有効利用技術を導入することにより、Guerrero州に賦存する硫化鉄鉱床を開発する本計画は、鉄鋼原料の国内需要に対応しうるばかりでなく、この州の開発に資するものと考えられる。

本調査は、メキシコ合衆国の要請により、日本政府が、日本からの技術援助の一環として、国際協力事業団に、その実施を委託したものであり、1980年1月30日、メキシコ合衆国鉱物資源局、Guerrero州政府、および国際協力事業団間で締結された“Scope of Work for the Feasibility Study of Project for Integral Utilization of Pyrites in the State of Guerrero, United Mexican States”に基づき、Campo Morado 鉱床と、Copper King 鉱床 が一次調査団により、二次調査の対象として選定された。引き続き、1980年10月、前記2 鉱床が調査され、本報告書が作成された。

第2章 結 論

;

第 2 章 結 論

雨期明けの 1980 年 10 月 10 日より、11 月 14 日までの 35 日間に亘り、選定された 2 鉱床の地質、鉱山調査、ならびに、冶金工場予定地である Lazaro Cardenas 地区の調査が、二次調査団によって実施され、引き続き、採取試料による浮選、焙焼、および、塩化揮発試験が実施された。この結果、調査 2 鉱山より産出される硫化鉄に、硫化鉄有効利用技術が、冶金的に適合されることが確認されたので、この調査結果を基に、この技術を適用して前記鉱床を開採稼行する計画について、予備的な経済性の試算が行なわれた。この計画の骨子を以下に示す。

Ⅰ) Campo Morado 鉱床は、金、銀、銅、鉛、亜鉛等の有価非鉄金属を含む硫化鉄鉱床であるが、今迄、鉱物組成が微細であるため、浮選による精鉱採取が極めて困難であると云われていた。ところが、最新の複雑硫化鉄浮選技術を適用することにより、Campo Morado 鉱石より各精鉱が採取されることが、本試験の結果判明した。従って、非鉄有価金属の含有が少ない Copper King 鉱床に比べ、精鉱販売収入が見込める Campo Morado 鉱床を、本計画の中核とした。

即ち、Campo Morado 鉱床を、鉱床規模に見合う最大採掘量である 420,000 t/y で稼行する。採掘鉱から、現地浮選により、先ず、銅精鉱、銀-鉛精鉱、および亜鉛精鉱が採取され、夫々、非鉄製錬所へ、売却される。次いで、上記精鉱として回収されなかった有価非鉄金属の大部分は、今迄、ダムに廃棄されていた硫化鉄成分と共に、硫化鉄精鉱として回収され、本計画の主要原料となる。本鉱床の寿命は下部への発展を考慮に入れれば、約 20 年程度期待できる。また、直接雇人員は、375 名と見込まれている。

Ⅱ) 本計画による冶金工場の生産規模を、量産効果を期待して、塩化揮発工場の最大級設備 1 系列 (ベレット年産約 35 万 t) を、設置する様計画すると、Campo Morado 硫化鉄精鉱は、その原料の 58% を占めるに過ぎないので、残りは、有価非鉄金属含有は少ないが、安価な採掘費、ならびに、輸送費を考慮して、Copper King 鉱床より硫化鉄鉱を、約 200,000 t/y 採掘し、直接、冶金工場へ送る様計画した。この際の、Copper King 鉱床の寿命は、約 45 年と推定される。

Ⅲ) 冶金工場は原料硫化鉄の輸送、用水・電力の供給、ならびに、主要製品である硫酸と製鉄原料ベレットの消費等を総合的に考慮し、最も経済的效果が高いと考えられる Michoacan 州 Lazaro Cardenas 地区に、Sidermex の Las Truchas 製鉄所に隣接して建設されるものとして計画された。

この冶金工場に運び込まれた硫化鉄は、先ず焙焼され、約 700,000 t/y の工業用濃硫酸が生産される。この硫酸は、隣接する Fertimex 肥料工場の肥料製造用原料等として使用可能と考えられるが、重金属による影響については、考慮されるべきである。一方、焼鉱から

は、約340,000 t/yの高品質国産ペレットが生産され、これはLas Truchas製鉄所の製鉄原料として使用されるものと考えられる。従って、本計画に於ては、主要生産物であるペレットと硫酸は、夫々、Lazaro Cardenas 地区の製鉄所、および、肥料工場等へ売却されると云う想定のもとに計画された。また、回収された非鉄金属類は、非鉄製錬所へ販売される。(本計画の概要については第2-1図参照)

本計画の予備的経済性試算結果を次に示す。(結果については、Table 2.1,およびTable 2.2を、なお、詳細については第1.1章参照)

| | |
|------------------------------|--------|
| 初期投資額(1981年1月基準) | 約55億ペソ |
| ROI(Return On Investment)率 ※ | 17.9% |

注：※

$$\sum_{i=1}^n \frac{I_i}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

- 但し、
 I_i : i年度所要資金
 C_i : i年度キャッシュ・フロー(利益+償却)
 r : ROI率
 i : 第i年目
 n : 20年

経済性試算の前提条件

- i) 投資額は、全額借入れ。金利年8%
- ii) 価格上昇は、考慮されていない。
- iii) 税金は見込まれていない。
- iv) 機器装置類は、10年更新とした。但し採掘機械は5年更新。

本調査の目的は、1980年1月30日調印されたScope of Workに示される様に、"Metallurgical feasibility of pyrite utilization and preliminary economic feasibility study"の実施であり、特に、本計画の経済性に影響を与える2鉱床の埋蔵鉱量、ならびに、品位の推定は約1ヶ月間の2次調査の際、限定されながらも収集された資料および試料を基に行なわれたものである。従って、本計画を、立案、推進するに際しては、Scope of Work 4-10頁Fig.3に示されている如く、鉱床調査を中心とする精査、なら

びに、パイロット規模の冶金試験を実施する必要がある。

経済性試算に際し、付加価値の高い Campo Morado 鉱山のみを稼行する案は、冶金プラントの規模が縮小されるため、また、Copper King 鉱のみで、最大級冶金プラントを一系列運転する案も、原料である Copper King 鉱の付加価値が低い為、夫々、本計画に較べ、経済性が劣るものと見込まれる。(Table 2.3 参照)

損益計算 / キャッシュ・フロー

ROI

Table 2.1 (単位：千円)

| 年度 | (1) 売上収入 | (2) 製造費用 | (3) 償 却 | (4) 利 益 (1)-(2)-(3) | (A) Cash In Flow [3]+[4] | (B) Cash Out Flow 投 資 | Cash Flow (A)-(B) |
|----|-------------|-------------|------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| -2 | | | | | | 1,870,000 | |
| -1 | | | | | | 2,254,0270 | |
| 0 | | | | | | 1,977,3001 | |
| 1 | 872,8164 | 512,6486 | 135,0903 | -74,9225 | 360,1678 | 1,266,029 | 2,335,649 |
| 2 | 1,745,6328 | 658,1319 | " | 652,4106 | 1,087,5009 | - | 1,087,5009 |
| 3 | " | " | " | " | " | - | " |
| 4 | " | " | " | " | " | - | " |
| 5 | " | " | " | " | " | 1,722,650 | 9,152,359 |
| 6 | " | " | 439,8536 | 647,6473 | 1,087,5009 | - | 1,087,5009 |
| 7 | " | " | " | " | " | - | " |
| 8 | " | " | " | " | " | - | " |
| 9 | " | " | " | " | " | - | " |
| 10 | " | " | " | " | " | 2,857,3928 | -17,698,919 |
| 11 | " | " | 352,8650 | 734,6359 | " | - | 1,087,5009 |
| 12 | " | " | " | " | " | - | " |
| 13 | " | " | " | " | " | - | " |
| 14 | " | " | " | " | " | - | " |
| 15 | " | " | " | " | " | 770,000 | 10,105,009 |
| 16 | " | " | " | " | " | - | 1,087,5009 |
| 17 | " | " | " | " | " | - | " |
| 18 | " | " | " | " | " | - | " |
| 19 | " | " | " | " | " | - | " |
| 20 | 1,745,6328 | 658,1319 | 352,8650 | 734,6359 | 1,087,5009 | - | 1,087,5009 |

ROI: 17.9%

(註) 初期投資総額 4,544,9300 千円

耐用年数 5 年の採掘機械 770,000 千円 5 年毎再投資により更新

ダム構築費は 2 期に分け、2 期目は生産 5 年目に投資

10 年目に設備機器費 2,857,3928 千円を再投資、設備更新

損益計算／キャッシュ・フロー

Table 2.2 (単位：千円)

| 年度 | (1) 売上収入 | (2) 製造費用 | (3) 支払利息 | (4) 償却 | (5) (1)-(2)-(3)-(4) 利益 | 〔A〕 Cash In Flow (4)+(5) | 〔B〕 Cash Out Flow | | 〔A〕-〔B〕 Cash Flow |
|----|-------------|-------------|-------------|-----------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------|----------------------|
| | | | | | | | 返済 | 投資 | |
| -2 | | | | | | | | 1870,000 | |
| -1 | | | | | | | | 22540270 | |
| 0 | | | | | | | | 19773001 | |
| 1 | 8,728,164 | 5,126,486 | 3,931,056 | 4,350,903 | -4,680,281 | -329,378 | 5,039,816 | 1,266,029 | -6,635,223 |
| 2 | 17,456,328 | 6,581,319 | 3,527,871 | " | 2,996,235 | 7,347,138 | " | - | 2,307,322 |
| 3 | " | " | 3,124,686 | " | 3,399,420 | 7,750,323 | " | - | 2,710,507 |
| 4 | " | " | 2,721,501 | " | 3,802,605 | 8,153,508 | " | - | 3,113,692 |
| 5 | " | " | 2,452,682 | " | 4,071,424 | 8,422,327 | " | 1,722,650 | 1,659,861 |
| 6 | " | " | 2,035,716 | 4,398,536 | 4,140,757 | 8,839,293 | 5,212,081 | - | 3,627,212 |
| 7 | " | " | 1,618,750 | " | 4,857,723 | 9,256,259 | " | - | 4,044,178 |
| 8 | " | " | 1,201,782 | " | 5,274,691 | 9,673,227 | " | - | 4,461,146 |
| 9 | " | " | 784,816 | " | 5,691,657 | 10,090,193 | " | - | 4,878,112 |
| 10 | " | " | 2,596,615 | " | 3,879,858 | 8,278,394 | " | 2,857,3928 | -2,550,7615 |
| 11 | " | " | 2,051,855 | 3,528,650 | 5,294,504 | 8,823,154 | 3,029,658 | - | 5,793,496 |
| 12 | " | " | 1,809,482 | " | 5,536,877 | 9,065,527 | " | - | 6,035,869 |
| 13 | " | " | 1,567,109 | " | 5,779,250 | 9,307,900 | " | - | 6,278,242 |
| 14 | " | " | 1,324,736 | " | 6,021,623 | 9,550,273 | " | - | 6,520,615 |
| 15 | " | " | 1,145,869 | " | 6,200,490 | 9,729,140 | " | 770,000 | 5,929,482 |
| 16 | " | " | 911,118 | " | 6,435,241 | 9,963,891 | 2,934,393 | - | 7,029,498 |
| 17 | " | " | 676,366 | " | 6,669,993 | 10,198,643 | " | - | 7,264,250 |
| 18 | " | " | 441,615 | " | 6,904,744 | 10,433,394 | " | - | 7,499,001 |
| 19 | " | " | 206,863 | " | 7,139,496 | 10,668,146 | " | - | 7,733,753 |
| 20 | 17,456,328 | 6,581,319 | 292,600 | 3,528,650 | 7,317,099 | 10,845,749 | 2,934,393 | - | 7,911,356 |

(註) 初期投資総額 45,449,300千円

耐用年数5年の採掘機械770,000千円 5年毎再投資により更新
ダム構築費は2期に分け、2期目は生産5年目に投資 10年目に
設備機器費28,573,928千円を再投資、設備更新

This plan vs alternatives

Table 2-3

(1) Mining rate and product

| | This plan | | C.M. only | C.K. only |
|------------------------|------------|-------------|------------|------------|
| | C.M.* | M.P.* C.K.* | | |
| Mining (t/y) | | | | |
| · Mining rate | 420,000 | 200,400 | 420,000 | 512,900 |
| · Pyrite | 281,820 | 200,400 | 281,820 | 512,900 |
| · Concentrate for sale | | | | |
| Cu-concentrate | 5,460 | — | 5,460 | — |
| Ag-Pb " | 9,240 | — | 9,240 | — |
| Zn " | 17,640 | — | 17,640 | — |
| M.P. (t/y) | | | | |
| · Pyrite fed | 482,220 | | 281,820 | 512,900 |
| · Product for sale | | | | |
| Pellet | 338,400 | | 206,400 | 338,400 |
| Sulfuric acid | 685,200 | | 375,600 | 793,440 |
| Cement copper | 1,860 | | 1,008 | 2,235 |
| Lead sulfide | 780 | | 480 | — |
| Lead sulfate | 1,560 | | 1,740 | — |
| Zinc hydroxide | 4,812 | | 3,288 | 3,960 |
| Gypsum | 18,012 | | 12,099 | 20,052 |
| Employee | | | | |
| Mine | 375 | 203 | 375 | 303 |
| <u>M.P.</u> | <u>380</u> | | <u>350</u> | <u>380</u> |
| Total | 958 | | 725 | 683 |

Note*; C.M.; Campo Morado
 C.K.; Copper King
 M.P.; Metallurgical plant

(2) Original investment cost

| (x10 ³ Pesos) | This plan C.M. M.P C.K. | | C.M. only | C.K. only |
|---|----------------------------|---------------|----------------|----------------|
| Mine | | | | |
| Mine development (20y)* | 38,394 | 36,432 | 38,394 | 70,314 |
| Earth work & access road (-) | 146,477 | 38,936 | 146,477 | 75,146 |
| Mining equipment (5y) | 111,780 | 74,520 | 111,780 | 190,697 |
| Other equipment (10y) | 599,807 | 30,064 | 599,807 | 76,934 |
| <u>Building (20y)</u> | <u>611,056</u> | <u>53,130</u> | <u>611,056</u> | <u>147,963</u> |
| Sub-total | 1,507,514 | 233,082 | 1,507,514 | 561,054 |
| | <u>1,740,596</u> | | | |
| M.P. | | | | |
| Equipment (10y) | 2,313,354 | | 1,521,294 | 2,625,130 |
| <u>Building (20y)</u> | <u>458,354</u> | | <u>316,620</u> | <u>515,342</u> |
| Sub-total | 2,771,708 | | 1,837,914 | 3,140,472 |
| Others | | | | |
| Reserve (10y) | 197,143 | | 146,195 | 161,757 |
| Initial expense (10y) | 213,571 | | 158,239 | 175,082 |
| Operation fund (-) | 54,762 | | 40,480 | 44,788 |
| <u>Interest during construction (10y)</u> | <u>542,017</u> | | <u>401,786</u> | <u>444,553</u> |
| Sub-total | 1,007,493 | | 746,700 | 826,180 |
| Total | 5,519,797 | | 4,092,128 | 4,527,706 |

Note * ; years for depreciation

(3) Estimated rate of return

| (x10 ³ Pesos/y) | This plan | C.M. only | C.K. only |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Revenue for sale | | | |
| · Concentrate | (329,035) | (329,035) | |
| Cu-concentrate | 87,603 | 87,603 | — |
| Ag-Pb " | 132,942 | 132,942 | — |
| Zn " | 108,490 | 108,490 | — |
| · Pellet | 406,080 | 247,680 | 406,080 |
| · Sulfuric acid | 787,980 | 431,940 | 912,456 |
| · By-product | (388,789) | (328,787) | (80,611) |
| Cement copper | 147,320 | 82,756 | 60,428 |
| Lead sulfide | 5,506 | 3,388 | — |
| Lead sulfate | 212,828 | 226,880 | — |
| Zinc hydroxide | 19,190 | 13,113 | 15,792 |
| Gypsum | 3,945 | 2,650 | 4,391 |
| Total (A) | 1,911,884 | 1,337,442 | 1,399,147 |
| Operating cost (B) | 720,811 | 529,388 | 475,671 |
| Depreciation (C) | 486,724 | 353,392 | 423,166 |
| Interest (8%) (D) | 220,792 | 163,685 | 181,108 |
| Profit (A)–(B)–(C)–(D) | 483,557 | 290,977 | 319,202 |
| Estimated rate of return | | | |
| · before cost of interest* | 12.76% | 11.11% | 11.05% |
| · before cost of interest** and depreciation | 21.58% | 19.75% | 20.40% |

Note; *) {(A)–(B)–(C)} x100/original investment cost

***) {(A)–(B)} x100/original investment cost

ゲレロ州パイライト開発

CAMPO MORADO

| | | | | | | |
|------------------|-----|-----|------|------|------|-------|
| 埋蔵鉱量 8,300,000 T | | | | | | |
| 平均品位% | Au | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| | 1.2 | 112 | 0.68 | 1.07 | 3.12 | 40.98 |

| | |
|------|------------|
| 鉱山南器 | |
| 採掘法 | 残柱式充填上向採掘法 |
| 運搬法 | トラック法 |

| | |
|---------------|--------------------|
| 道路新設 | 13.1 km + (改良 3.3) |
| 社宅 (A,B,C,D級) | 321 戸 |
| 独身寮 (C,D級) | 70 室 |
| 集会所 | 1 棟 |
| ゲストハウス | 1 棟 |
| 診療所 | 1 棟 |

月間出鉱量
35,000 T

| | | | | | | |
|---------|------|----|------|------|-----|-------|
| Py平均品位% | Au | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| | 0.92 | 86 | 0.35 | 0.44 | 0.8 | 45.43 |

浮選プラント

尾 鉱 Cu精鉱 Zn精鉱 Ag-Pb精鉱 Py精鉱
 455 T 1470 T 770 T 23,485 T

γ. Δ
8,820 T
口寸 771xV 深さ 60m
容量 2,000,000 m³

| | |
|--------------|------|
| 社宅 (特A,A,B級) | 30 戸 |
| 独身寮 (B級) | 8 室 |
| ゲストハウス | 1 棟 |

350 km
トラックで輸送

LAZARO CARO

冶金 (焙焼, 硫酸塩)

硫化鉛 水酸化亜鉛 硫酸鉛 沈殿銅 石
65 T 401 T 130 T 155 T SO₃

Pb 30% Zn 60% Pb 55% Cu 80%

非鉄製錬所

回収金属

Au 20.0 Kg, Ag 1.75 T
Cu 121.7 T, Pb 88.3 T
Zn 215.3 T

ペロ州パイライト開発プロジェクト基本構想

※印単位 g/t

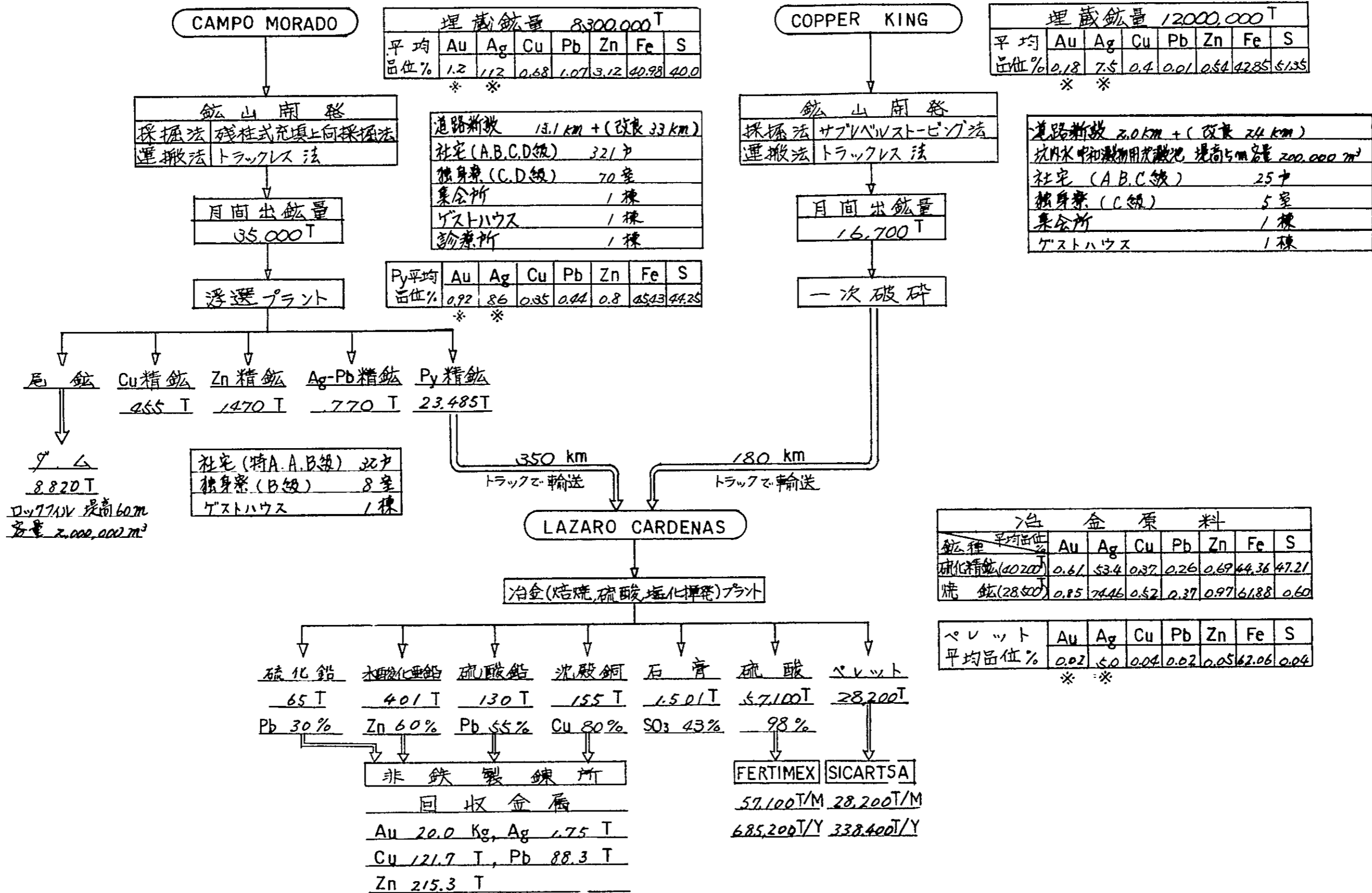


Fig. 2.1

最新の複雑硫化鉍浮選技術の適用により、Campo Morado 複雑鉍が各精鉍に分離されうると云う試験結果は、Campo Morado 鉍床の価値を飛躍的に高めることが出来た。また、この技術は、メキシコ合衆国の Campo Morado 型複雑硫化鉍の一部に適用されることも可能であろう。

また、産出浮選尾鉍の再浮選によっても、有価非鉄金属含有の多い硫化鉄精鉍を得る可能性があるので、この種の硫化鉄精鉍も、本硫化鉄有効利用技術適用の対象として考えることが出来る。

Campo Morado 型複雑多種金属含有硫化鉍石と異なり Copper King 型鉍石は、非鉄金属の含有が少ないため、塩化揮発による非鉄金属回収率は少ないが、不純物が少ないと云う特性を利用して、鉄粉およびフェライト磁石の原料として検討の余地がある。

本計画による冶金プラントの建設は、Lazaro Cardenas 地区の雇用を促進する作りでなく、Las Truchas 製鉄所より排出される煙灰類、ミル・スケール、酸洗残渣等も処理することが可能である。

第3章 要約

第 3 章 要 約

3-1 本計画の背景

メキシコ合衆国は、その基本姿勢の一つとして地域的に集中している近代化や人口過密を地方に分散し均衡のとれた近代化と雇用の促進をはかるべく各地の港湾開発や産業振興を進めている。メキシコ産業界の一翼をになう鉱業も、奨励策や新鉱業法の制定など、鉱業資源開発にも積極的姿勢を示している。とりわけ大西洋側の石油関連産業の振興と対応して太平洋側の工業の発展も目覚しく、Guerrero州々境Michoacan州側にはLas Truchas製鉄所が稼働しており4次に亘る拡張計画が進められメキシコの一大鉄鋼基地になろうとしている。又これに隣接して国内に豊富にある燐鉱石と天然硫黄を原料とする肥料工場も建設中である。この地区はBalsas河流域開発計画として大工業団地が建設されつつあり関連産業の進出がさかんである。この様な工業振興が目覚しい一方、Guerrero州等は農牧と観光が主要産業であり、豊富な硫化鉄鉱々床をもちながら、現在Taxco鉱山を除いては、大規模な開発利用がなされていない状況である。硫化鉄鉱は従来肥料その他化学工業の基幹原料である硫酸製造に供されて来たものであるがその中に含まれる約50%の硫黄分が硫酸原料として活用されるだけでその価値は余り高くなかった。日本に於て塩化揮発法が実用化されるに至って硫化鉄鉱中の硫黄の外、鉄は不純物の少ない優良な製鉄原料とし、又除去された非鉄重金属は回収されて非鉄製錬原料として活用されることになったので硫化鉄鉱の付加価値は高く評価される様になった。従ってGuerrero州に賦存する硫化鉄鉱々床を開発し、その硫化鉄鉱を選鉱して硫化鉄精鉱とし、焙焼、硫酸、塩化揮発法により肥料用硫酸、製鉄原料ペレット及び金、銀、銅、鉛、亜鉛等の非鉄金属を回収することは経済性も高く、且つGuerrero州の地域開発にもつながるものと考えられる。メキシコ合衆国の現状を背景とした本計画の意義は大きく、資源的にみても拡大を続ける製鉄業の不足気味な鉄鉱石事情に対する国内資源活用にもつながる計画であるといえる。本調査はGuerrero州に数多い硫化鉄鉱々床を2つ選定し、選鉱工程を含めた鉱山開発を計画し臨海工業都市Lazaro Cardenas地区に運搬して冶金処理を行い、産物を製鉄所、肥料工場、その他に供給する計画の冶金的適合性と、予備的な経済性について、調査を行なったものである。

3-2 基本構想

本計画でとりあげたGuerrero州の硫化鉄鉱は従来の方式では硫酸製造原料に供されるだけで価値がひくく、その開発は収益性の面から顧みられなかった。これに対して日本の塩化揮発法を適用してその価値を高めた高度利用を検討するものであるが、この塩化揮発法にもプロセス上の技術的制約がある。即ち硫酸焼鉱中の揮発除去されるべき非鉄金属の合計含有量と脈石成分含有量に夫々上限値がある。非鉄金属の合計量が上限を越えるとこれらの揮発率が急速

に低下するので焼成ペレットは製鉄原料としての要求を満足出来なくなる。一方SiO₂やAl₂O₃等の脈石成分が増加すると焼成ペレットの鉄品位を低下させるばかりでなく製鉄高炉内に於ける高温軟化温度も低下させるため製鉄原料として不適當なものとなる。従って上記成分が原料硫化鉄鉱中に夫々上限以上含まれている場合、冶金的手段又は選鉱などの方法で前処理して基準値以下に減少させる必要がある。実際的な方法は浮遊選鉱であり、この処理費が浮遊によって副生される非鉄金属精鉱の販売収入で負担出来るかどうかは、主として非鉄金属の含有量によって決まる。副生精鉱収入が少ない場合、浮選費用の差額は硫化鉄精鉱が負担しなければならない。又浮選成績も総合収支に影響するところが大きく、等閑視することは出来ない。

この基本構想に於ては、Campo Morado 鉱石は比較的多くの有価非鉄金属を含むので、本計画の経済性を上げるため、本鉱床に見合う最大出鉱することを計画した。一方、塩化揮発の能力は、原料中の非鉄重金属含有量によって左右されるものであるが、この1系当りの最大能力は、350,000 t/y 程度である。しかし、Campo Morado より産出される硫化精鉱はこの1系の最大能力にも満たないので、その差量をCopper King 鉱を採掘することにより補うものとした。当然、Copper King 鉱床自体にとっては、この出鉱量は、経済的に少なすぎるのではあるが、総合的に判断すると、この計画が最も経済性に優れているものと考えられる。

Campo Morado 鉱床のみを稼行する案も検討されたが、この鉱床よりの最大出鉱量が、420,000 t/y に制約されているため、冶金プラントの規模が小さくなり、本案に較べ経済性が劣るものと判断されたので、代案としての検討に止めた。Copper King 鉱のみによる塩化揮発炉最大級1系列運転案も検討されたが、非鉄金属回収率が少ないため、本案に較べて、経済性が劣った。これら諸案の比較については、Table 2.3に示す。

Copper King 鉱は、非鉄金属、および脈石成分の含有量が少ないので、採掘鉱は、選鉱工程を経ずに、冶金プラントに送られる。Campo Morado 硫化鉄精鉱とCopper King 硫化鉄鉱は、冶金プラントで処理され、硫酸、ペレット、および、非鉄金属副産物が生産される。本計画の基本構想をFig 2.1に示す。

3-3 本調査の前提条件

本報告書は以下に述べる前提に基づいて作成された。

(1) 本調査の位置づけ

メキシコ合衆国側と一次調査団によって取決められた本調査の目的は、鉱床の試錐による精査、坑道探鉱実施による精度の高い調査、パイロットプラントによるテスト、及び関連施設に関する精査等を実施した後、行われるべき最終的フェージビリティスタディーに先立って、予備的に冶金的適合性と経済性に関して検討するものである。なお、本調査の位置づけについてはScope of WorksのA-10頁に図示されている。

(2) 埋蔵鉱量及品位の推定

本調査団が調査期間中に入手した地質鉱床探査関係データ、現地採取試料ならびに現地調査結果により埋蔵鉱量の算出及品位の推定を行う。

(3) 選鉱及冶金テスト

二次調査団により現地で採取されたサンプルによりベンチスケールのテストを実施し各プロセスの適合性の確認を行う。

(4) 主要製品の市場

主要製品及び副産物の市場は、メキシコ合衆国内の需要充足のため、すべて内需とする。

- ・焼成ペレット Lazaro Cardenas 地区製鉄所へ全量販売
- ・硫酸 Lazaro Cardenas 地区肥料工場、その他へ全量販売
- ・選鉱場副生産物（銅精鉱、亜鉛精鉱、銀、鉛精鉱） 非鉄製錬所へ全量売鉱
- ・塩化揮発プロセス副生産物（水酸化亜鉛、硫酸鉛、沈殿銅） //
- ・冶金プラント産出石膏 セメント製造工場へ売却、その他

(5) 鉱業権

本計画の評価に当り鉱業法により定められた鉱業権（探鉱権及採掘権）等による制約をうけないこととする。

(6) 用地買収

Copper King, Campo Morado 両鉱山に於ける関連設備及厚生施設や Lazaro Cardenas 地区に於ける冶金プラント及関連設備の用地買収に伴う諸権利並に費用については対象外とする。

(7) 税金等

税金等（法人所得税、鉱物生産税、輸入税、取引高税）については、特別減免措置がうけられるという想定のもとに考慮していない。

(8) ユーティリティ

a) 電力

鉱山及び選鉱場用電力供給源として、自家発電設備を設けるが冶金プラントについてはメキシコ電力会社が230KV、60Hz 架空で工場フェンス迄配電するものとする。

b) 用水

本プロジェクトの冶金プラント用水は工業団地主配管より分岐供給をうけるものとする。

c) 燃料

本プロジェクト冶金プラントは重油及びガス燃料を使用する。ガス燃料は工業団地の天然ガス主管又は製鉄所コークスガスの分岐供給をうけられるものとする。

(9) エネルギー補助制度

メキシコ合衆国に於ける臨海工業振興策として実施されているエネルギー補助（市価に対する30%引き）が受けられるものとする。

(10) 国際協力

本プロジェクトの実施に際し、特にメキシコ国内に於ける設備の調達、資機材の運搬輸送が円滑に行われるものとする。

(11) 経済性試算のための基礎データ

a) 一般条件

外貨交換レート 210円/米ドル 23ペソ/米ドル 円/ペソ = 0.1095

b) 償却

- ・残存価格 0
- ・耐用年数

| | | |
|----------|-----|-------|
| 建築構築物 | 20年 | 5%/年 |
| 機器及び電気設備 | 10年 | 10%/年 |

但し、採鉱設備については、5年償却とする。

c) 財源

- ・バンク・ローン : 100%
- ・金利 : 年8%
- ・返済期間 : 操業開始後10年

d) 主要製品価格と設備費

- ・主要製品価格
 - ベレット 1,200ペソ/t
 - 硫酸 1,150ペソ/t
- ・非鉄金属価格 1981年2月の国際相場による建値基準
- ・設備費 1981年1月の設備見積額でありエスカレーションを考慮していない。

3-4 本計画の概要

3-4-1 Campo Morado 鉱床

1) 地質

Campo Morado 鉱床はGuerrero 州北部に位置し、Iguala 市の西南約70kmのCampo Morado 村にある。Iguala 市とAltamirano 市を結ぶ国道沿いのAguatepec から山道35kmの地点で、Lazaro Cardenas 市迄はAcapulco 経由で710kmの距離である。現在Cidad Altamirano-Zihuatanejo 間の道路が建設中で完成後は350kmとなる。

Campo Morado の埋蔵量、及び品位については、同鉱山休山後、既存鉱床の埋蔵量確認

及び新鉱床探査のため Union Oil の子会社である Geocon 社によって大規模な調査が行われ、この調査結果は、埋蔵鉱量 950 万 t、平均品位 Au 1.2 g/t、Ag 111.8 g/t、Cu 0.68%、Pb 1.07%、Zn 3.12% と公表されている。

二次調査団は Reforma 鉱床を重点的に調査したが、L5～L6 以外の坑道は崩壊、水没等により入坑出来ず、又、L5～L6 も部分的に換気が悪く、酸欠、高温等によりすべての坑道に入ることを阻まれ、十分な坑内サンプリングを行うことが出来なかった。限られたサンプルの分析結果及び現地で入手した地質関係資料に基いて推定すれば、埋蔵鉱量 830 万 t、推定品位 Au 0.84 g/t、Ag 95.4 g/t、Cu 0.83%、Pb 0.6%、Zn 1.36% となる。今回の短期間の調査では、現地事情も悪く今回入手した資料、および、試料のみでは鉱床全体を推定するには、不十分であり、更に、精度をあげた本格的調査を必要とするものと考えられる。今回の試算の基礎となる鉱床の平均品位として、同鉱床の今迄の採鉱経緯、及びその評価を考慮して、Geocon 社の調査結果を適用することにした。Geocon 社の調査は大がかりなものではあるが算出方法等に不明確な点もあり、問題はあるが、現時点で入手したデータの中では、比較的精度が高いものと見做される。

2) Campo Morado 鉱床の開発

埋蔵鉱量 830 万 t、可採鉱量 630 万 t（採掘率 76%）、月間出鉱量 35,000 t として計画した。この鉱床は母岩が軟弱な shale および breccia より成るため採掘方式として、残柱式上向充填採掘法を計画した。選鉱廃滓は微粒のため充填材に使用出来ず坑外からの切取り研を充填用に用いることにした。切羽では上向に穿孔し 2 yd³ の LHD で主要坑井まで鉱石を運搬する。鉱石の搬出方法として、最下低レベルの運搬坑道（通洞坑）から坑外的一次破碎機造 9 トントラックにより搬出するトラックレスマイニング方式を計画した。国道 51 号線沿いの Villa de Ayala から鉱山までの山岳道について、10 トン精鉱トラックの通行に支障がある曲線半径、勾配を州又は中央政府が改良するものとする。鉱山近くの急勾配部分の道路付替およびマインサイト内の道路の建設は本計画で行なわれるものとして計画した。

鉱山から約 12 km はなれた Ixcatepec に従業員 375 名全員に対する福利、厚生施設として社宅、独身寮、集会所、ゲストハウス、診療所をコンクリートブロック造りで建設する。

3) 選 鉱

複雑硫化鉱用に開発された新浮選方法が、採取鉱石試料に適用された。浮選は、界面化学的現象に基づいて、鉱物の分離を行なうので、経時変化による鉱物の酸化現象は、浮選成績に大きく影響する。今回、採取した鉱石試料は、坑道表面等より採取されたものであり、採掘鉱と較べると、酸化が進んでいるものと考えられる。従って、これら試料による試験結果と、顕微鏡による観察結果、ならびに、今迄の複雑硫化鉱浮選分離の経験から、Campo

Morado 採掘鉱の平均品位が、本計画の鉱床平均品位として採用された Geocon 社発表のものと同じであると想定した場合の選鉱成績を推定した。精鉱採取量は、銅精鉱 1.3%、銀-鉛精鉱 2.2%、亜鉛精鉱 4.2%、および、硫化鉄精鉱 6.7% となり、硫化鉄精鉱の品位は、 $Au-0.92\text{g/t}$ 、 $Ag-86\text{g/t}$ 、 $Cu-0.35\%$ 、 $Pb-0.44\%$ 、 $Zn-0.8\%$ 、 $Fe-45.43\%$ となった。鉄鉱物として、炭酸鉄も存在し、これが、硫化鉄精鉱の実収率を下げる原因の一つになった。選鉱場は鉱山から 3.6 Km の位置で標高 1380 m の高地に計画され廃滓輸送として、下流のダム迄自然流下方式を採用した。選鉱方式として、複雑鉱処理用の最新のプロセスを採用し収率向上を図ることとした。1,400 t/d の粗鉱を -100% 80% サイズで受入れ、中砕後 2 段磨鉱により、-400 メッシュ 100% として単体分離を、また、磁選及び再磨鉱により、成績向上をはかった。

精鉱は 13% 水分迄脱水の上、出荷される。廃滓の堆積物は選鉱場の下流約 1 Km の位置に、容量 240 万 m^3 のダムを、また、採鉱、選鉱、管理として総計 371 人の従業員を計画した。

3-4-2 Copper King 鉱床

1) 地質

Copper King 鉱床は Guerrero 州西部に位置し、Petatlan 市の北方約 25 Km の Camalotito 村にある。太平洋岸の国道から 25 Km、村から 0.7 Km 冶金プラントの予定地である Lazaro Cardenas 市からは、180 Km の距離である。鉱区面積は 207 ha で Rio Tinto、及び、El Cinco の 2 鉱床よりなり、1905~1906 年に発見されて以来、数社によって坑道開削などによる調査がなされて来た。現在の鉱業権者は Cia Minera del Rio Murga 社であり、資本構成は、メキシコ人株主 51%、Texasgulf Inc. 49% である。

Copper King 鉱床の埋蔵鉱量、及び品位については、Cia Minera del Rio Murga 社、及び、Spring 氏によって 1972 年に調査が行われ Rio Tinto、El Cinco 両鉱床の全坑道に於けるサンプリング、坑外地質調査、地化学探査、IP 調査、坑外試錐等が実施されている。二次調査団は Rio Tinto №2 坑の入坑可能な立入及び錘押坑道の坑内サンプリングを実施し、総合的な判断として、この鉱床は塊状の典型的な低含銅硫化鉄鉱床で、埋蔵鉱量は 1,200 万 t と推定された。鉱石中の有価金属の平均品位として、錘押坑道サンプリングによる分析値 $Cu 0.4\%$ 、 $Pb 0.01\%$ 、 $Zn 0.54\%$ 、 $Au 0.18\text{g/t}$ 、 $Ag 7.5\text{g/t}$ を適用することにした。日本に於ける塩化揮発処理は、エネルギー・コストの高騰により、或程度以上の有価金属を含有する硫化鉄を原料にしないと、その採算性が不良となる傾向にあるが、メキシコ合衆国内のエネルギー事情や、諸条件を考慮すると、その有効利用が期待される。

2) Copper King 鉱床の開発

埋蔵鉱量1,200万t, 可採鉱量804万t(採掘率67%)月間出鉱費17,000tとして計画した。この鉱床は岩盤が堅固な石英安山岩質タフであり鉱体が大きくまとまっているので採掘方式として, 能率的な, サプレベルストーピング法を計画した。即ち鉱体に25m間隔でサプレベルを設け切羽巾20mピラー巾10mで鉱体を区切っていく方法をとることとした。採掘された鉱石は, 切羽下部の抜出口から坑内集約ビン迄, 5 yd³ のLHDにより運搬される。鉱石の搬出方法は, 最下低レベルの運搬抗道(通洞坑)から坑外一次破碎機迄12トントラックにより搬出するトラックレスマイニング方式とした。採鉱従業員総計203人を配置し, 鉱石は一次破碎後-100%サイズで出荷される。

Petatlanから鉱山までの道路は30トン精鉱トラックの通行に対して比較的良好であり, 鉱山側の2Km区間を本計画で, 新設, または, 改良を行い, 残り23Km区間の必要な改良を州又は, 中央政府がそれぞれ行なうものとする。

鉱山から約26KmはなれたPetatlan市の郊外に従業員203人のうちWorker等自宅通勤予定者を除いて30人用の社宅, 独身寮のほか集会所, ゲストハウスをコンクリートブロックにて建設する。

3-4-3 冶金プラント

1) 冶金プラント予定地

本計画の基本構想による冶金プラント予定地である太平洋岸のLazaro Cardenas地区はSidermex直系の製鉄所が稼働中で, 更に, その能力の拡大工事が進められている。又, Fertimex直系の大肥料コンビナートの建設も進められている。この地区は, Michoacan州とGuerrero州に接するBalsas河の河口に位置し, Balsas河流域開発計画により大工業団地の計画が進められている。この地区はエネルギー, 水資源, 輸送に恵まれ, 更に労働人口もLazaro Cardenas市をひかえ近来特に膨張している。本計画の主要製品である硫酸製鉄原料等の消費地と考えられる当地区は, 諸条件に恵まれた冶金プラント予定地として適地である。

2) 冶金プラントの基本計画

冶金プラントはLazaro Cardenas地区の既設製鉄所周辺を予定地として計画された。プラントは貯鉱場, 破碎工場, 焙焼, 硫酸工場, ベレット工場, 回収工場からなる。原料鉱石用として, 約1ヶ月分の貯鉱場を計画した。Copper King鉱は, -100%サイズで受入れるので-200メッシュ80%迄粉碎磨鉱する設備を冶金プラントに設ける。焙焼方法は, 流動焙焼炉による酸化焙焼とし硫酸製造はダブルコンタクト方式を採用した。Campo Morado 鉱山の硫化鉄精鉱と磨鉱後のCopper King 鉱山の硫化鉄鉱は湿式給鉱工程で配合

される。焙焼後のガスの顕熱は余熱ボイラーで蒸気として回収され、この蒸気は、自家発電設備に送られる。焙焼後の焼鉍は塩化剤の配合後にブレンディングシステムにより調湿の上、混練、造粒、乾燥工程を経て塩化揮発焼成炉であるロータリーキルンにより処理されて、高炉用ペレットとなる。焼鉍中の非鉄金属は、塩化物として揮発し、ガス処理工程に於て液中に捕集される。この液から回収工程で有価非鉄金属が回収される。これが日本に於て開発された塩化揮発法である。ペレット生産量は年間 340,000 t でキルン一系列で計画した。製品ペレットは製鉄所まで鉄道輸送を、また、硫酸はタンク車、タンク船によることとして計画した。回収された非鉄金属類は鉄道輸送されるものとして計画した。プラント用地は約 13 万 m² で公害対策はメキシコ合衆国の新設工場へ適用基準に合致する様設備を計画した。

冶金プラントの建設を予定するこの地区は、充分な都市機能を有しているので、遠隔地から募集する技術者用の住宅とゲストハウスのみを建設する。

3-5 人員計画

鉍山、選鉍、冶金プラントの運営組織は次の通りとする。

| | Copper King 鉍山 | Campo Morado 鉍山 | 冶金プラント |
|-----|----------------|-----------------|--------|
| 所 長 | 1 | 1 | 1 |
| 探 査 | 12 | 15 | 0 |
| 採 鉍 | 52 | 151 | 0 |
| 選 鉍 | 0 | 40 | 0 |
| 冶 金 | 0 | 0 | 194 |
| 分 析 | 5 | 11 | 36 |
| 保 全 | * 55 | * 62 | 101 |
| 管 理 | 78 | 95 | 48 |
| 計 | 203 | 375 | 380 |

(注) * 発電所を含む。

3-6 本計画の経済性

鉍山開発及び冶金プラントからなる基本構想に基いて開発計画をとりまとめ総合的な経済性についての検討を加えた。

1) 総投資額

LOCATION OF METALLURGICAL PLANT

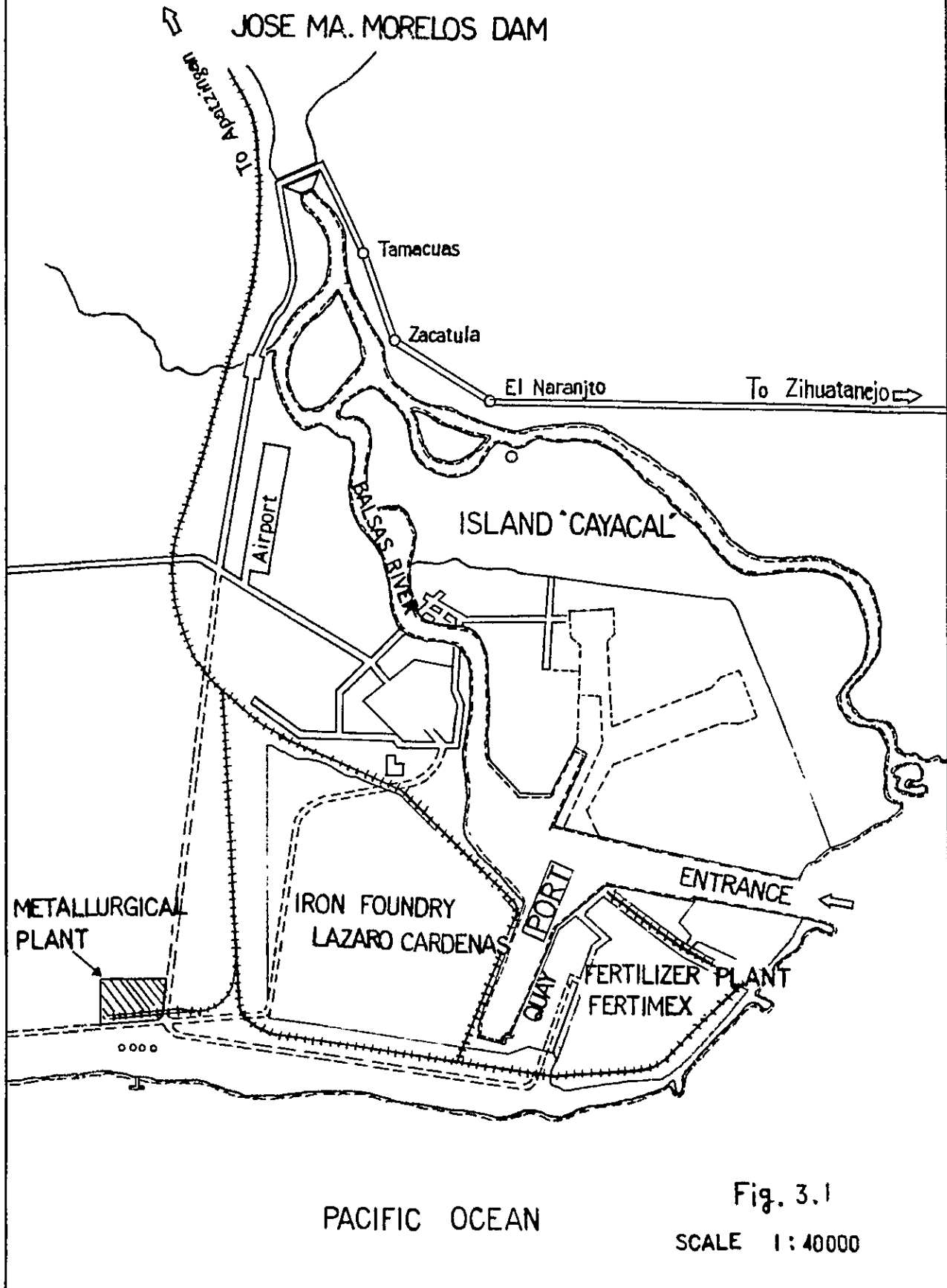


Fig. 3.1

SCALE 1 : 40000

| | |
|---------------|-------------|
| a. 整地及び取付道路 | 1,692,900千円 |
| b. 開坑費 | 683,190 |
| c. 土木建築費 | 10,249,282 |
| d. 設備機器費 | 28,573,928 |
| e. 予備費 | 1,800,000 |
| f. 創業費（操業前費用） | 1,950,000 |
| g. 運転資金 | 500,000 |
| h. 建中金利 | 4,948,855 |
| 合計 | 50,398,155 |

2) 資金調達及開発スケジュール

本計画の開発資金は、バンク・ローン（金利8%、返済期間 操業開始後10年）として試算された。計画着手後30ヶ月で試験操業を開始し、操業初年度は50%生産、2年度以降、100%生産とした。

3) 採算性の検討

採算性の指標としてIRR（Internal Rate of Return）を、操業期間の20年について試算した。

投下資金利益率ROI（Return On Investment）=17.9%

考察：ROIで見るとレートが17.9%であり本計画の体質は一般商業ベースで考えるとあまり高い値とはいえないが、低金利資金が得られれば、有利となるであろう。

年間8%の金利として試算したROEのキャッシュフローから見ると、10年目の設備更新の前年に於ける累積キャッシュフローは、20,166,807千円である。操業期間中の資金的なポジションから見て余裕はあるがメキシコ国内に於ける優利な資金調達の適用をうけるなど低金利の資金が調達出来れば更に強い体質になることはいうまでもない。〔Table 2.1（Table 1.1.7の転載）、Table 2.2（Table 1.1.8の転載）〕

参考のため投下資金を、20%及び30%増額した場合のROIレートを試算すると夫々、14%及び12.5%となった。

本試算に於ては採鉱機器以外の機器は、操業開始後、10年目に凡て更新するものとした。しかし、従来の実績によると、10年以上も更新されることなく使用されている機器が多い事を考慮に入れると、このレートは、或程度、改善されるであろう。

評価：本計画の採算性から見た評価は上述の通りであるが、開発目的が未利用国内資源の活用と地域開発であり国民経済及び地域経済的観点からの評価も加えるべきである。即ち次の諸点である。

- ・地域開発の促進（地域社会、関連産業への影響）
- ・雇用の促進（従業員及び家族の生活安定化）
- ・未利用資源の有効活用（肥料用硫酸製造、製鉄原料の生産）
- ・国際収支への影響（鉄鉱石需要に対応）

3-7 むすび

以上総合的に考察すると、本調査の対象とする「メキシコ合衆国ゲレロ州硫化鉄鉱開発」は、冶金的に適用可能であり、また、予備的に、経済性がある計画と云うことが出来、この計画は国家開発、及び地域開発の促進に貢献する処大きく、高く評価される計画であると云える。

3-8 計画推進上の問題点と提言

- ・メキシコ合衆国の近代工業化は目覚ましいものがあり最近のプロジェクトは、石油化学、製鉄、肥料等大規模なコンビナート形成で進められる傾向になっている。本計画はGuerrero州の Campo Morado 鉱山、Copper King 鉱山と、Michoacan 州 Lazaro Cardenas 地区にまたがるので、この計画の推進形態を、どの様な形にするかは、大きな問題である。製品の面から見ても、非鉄製錬原料、硫酸、及び製鉄原料ペレットが生産されるなど、多岐にわたる。メキシコ合衆国の公社、政府出資会社、または、民間大手企業が、本計画による生産品の大口需要家となるであろうと考えられるので、その関係筋は広く、本計画の円滑な推進を図らねばならない。
- ・選鉱、及び塩化揮発試験の結果、日本の塩化揮発技術が、対象鉱山の硫化鉄鉱に適応されうることの冶金的な確認が行なわれたが、原料鉱物の埋蔵量及び、品位の正確な確認が、本計画の成否を最終的に決定するものであることは当然である。埋蔵量、及び品位については、二次調査団が、調査期間中に入手出来た資料、及び試料により推定し、とりまとめたものであるが、今後の精査、即ち、ボーリングや坑道探査により十分確認する必要がある。
- ・本計画で生産される硫酸は、重金属を含むおそれがあるので、これより生産される肥料の品質への影響が懸念される。従って、次回の本格調査に際しては、この点に関し、調査が必要であろう。
- ・次の本格調査段階では、対象鉱山の大量試料を用いた選鉱、及び、冶金パイロット試験を実施し、品質の確認、及び、プラント設計用の基礎データを得る必要がある。本計画により産出される硫酸と石膏の販路についても、発生したSO₂ガスを隣接する Fertimex の肥料工場へ販売することも含めて検討する必要がある。

又、インフラ・ストラクチャー関係の現地精査を行ない、更に精度を高めたスタディを総合的に行なわねばならない。

- 厚生施設については、その水準、規模について、地域開発と併せて検討されなければならない。
- 本計画では、硫化鉍中の鉄分は、製鉄ペレットの原料として計画された。しかし日本に於ては、Copper King型硫化鉍の一部は不純物の含有が少ない特性を利用して、鉄粉、あるいは、フェライト磁石の原料として用いられている。従って、硫化鉍利用の拡大を、はかるため、ペレット以外の硫化鉍の利用も考慮されるべきである。

第4章 埋蔵鉱量および品位の推定

第 4 章 埋蔵鉍量および品位の推定

4-1 Copper King 鉍床

4-1-1 位置・交通

Copper King 鉍床は Guerrero 州の西部に位置し, Petatlan (ペタトラン) 市の北方約 25 Km の Petatlan 郡 Camalotito (カマロチト) 村にある。その緯度および経度はそれぞれ北緯 $17^{\circ}40'$, 西経 $101^{\circ}17'$ である。Mexico 市からの陸路の所要時間は次の通りである (Fig. 4.1, Fig. 4.2)。

Mexico 市 $\frac{\text{国道 } 410 \text{ Km}}{6 \text{ 時間}}$ Acapulco 市 $\frac{\text{国道 } 205 \text{ Km}}{\quad}$ Petatlan 市

$\frac{\text{山道 } 25 \text{ Km}}{1 \text{ 時間 } 20 \text{ 分}}$ Camalotito 村 $\frac{\text{徒歩 } 0.7 \text{ Km}}{20 \text{ 分}}$ Copper King 鉍床
Rio Tinto 坑

尙 Camalotito から Lazaro Cardenas 市までは 180 Km で, ジープを使えば約 3 時間 30 分で達する。この間, Petatlan 市の 40 Km 西方には Mexico では有名な観光地 Zihuatanejo-Ixtapa があり, ここと Mexico 市の間にはジェット旅客機定期航空路が拓かれている。

4-1-2 地形・植生・気候

Copper King 鉍床は Sierra Madre del Sur (南部シエラ・マドレ) 山脈中の山塊の南斜面にある。鉍区は標高 200 m ~ 800 m の山地にあるが, 高距は約 150 m で, 地形は急峻ではない。

Rio Tinto (リオ・チント) 坑の北方約 600 m にある Murga (ムルガ) 川は年間を通じて水量に恵まれ, 10 月下旬の流量は約 $900 \text{ m}^3/\text{min}$ であった。本地区は熱帯樹林で覆われる。耕作物を含めた植生の種類は次の通りである。

喬木類 : 松, 榿, 柏, マングローブ

果樹類 : バナナ, ミカン, レモン。

耕作物 : トウモロコシ, トウガラシ, 玉ネギ, 米, トマト

乾季, 雨季はそれぞれ 11 月 ~ 5 月, 6 月 ~ 10 月で明瞭に分かれている。気候図によると年間の降雨量は $1,200 \text{ mm}$ ~ $1,500 \text{ mm}$ で, この大部分は雨季に集中している。年間の気温は 22°C ~ 35°C で, 年間平均気温は 24°C である。

4-1-3 鉍区

Copper King 鉍床の鉍区配置は Fig. 4.3 に示す通りである。鉍区は 10 鉍区よりなり,

鉍区総面積は207ヘクタールである。鉍山局には、1979年度にこれら鉍区の有効性を証明する記録が残されている。

鉍業権者はCia. Minera del Rio Murga (ミネラ・デル・リオ・ムルガ)社で、その資本構成はTexasgulf Inc. (49%)およびメキシコ人株主(51%)である。

4-1-4 沿革

Copper King 鉍床の探鉍、開発についての歴史を要約すると下記の通りである。(Velasquez Spring 1972ほか)。

1905-1906: この地区における塊状硫化鉄鉍の最初の鉍徴が発見された。

1906-1914: Pacific Copper Company によって坑道開削を含む調査が実施された。この調査により次の鉍量が獲得された。

| 鉍床名 | 鉍量(t) | Cu% | Fe% | S% |
|-----------|-----------|------|------|------|
| Rio Tinto | 2,585,000 | 0.30 | 41.9 | 47.8 |
| El Cinco | 8,000 | 1.22 | 36.4 | 39.4 |

(Copper King 鉍床はRio TintoおよびEl Cinco (エル・シンコ)の2鉍床よりなる。これら2鉍床の地質的關係はFig. 4.4に示す。)

1952: Texasgulf Inc. がCopper King地区の鉍業権を取得した。

1952-1954: Texasgulf Inc. の子会社Cia. Minera del Rio Murga 社によって、地質調査、地化学探査、試錐探査がRio TintoおよびEl Cincoの2地区で行なわれた。この間に実施された試錐はRio Tinto地区で19孔、El Cinco地区で4孔である。この結果、2地区の中、Rio Tinto地区の鉍化帯が有望であると結論されたが、次の鉍量・品位が計上されている。

| 鉍床名 | 鉍量(t) | Au g/t | Ag g/t | Cu% | Fe% | S% |
|-----------|-----------|--------|--------|------|------|------|
| Rio Tinto | 4,586,000 | Tr | 8 | 0.86 | 41.2 | 45.3 |

当時この鉍床は塊状の含銅硫化鉄鉍床であり、採掘に当っては硫黄が主要産物となり、銅や金、銀の含有は僅少であるため、鉍床開発の可能性はないと結論された。

1968: 地質精査、磁力探査、電磁探査の結果に基づいて、3孔の試錐が行なわれた。

1968-1972: 地質精査、地化学探査、I.P. 調査のほか、試錐コアの分析品位との相関を調査する目的で、Rio Tinto 坑内で地質調査およびチャンネル・サンプリングが実施された。

1973-1975: Rio TintoおよびEl Cincoの2地区で、Cia Minera del Rio

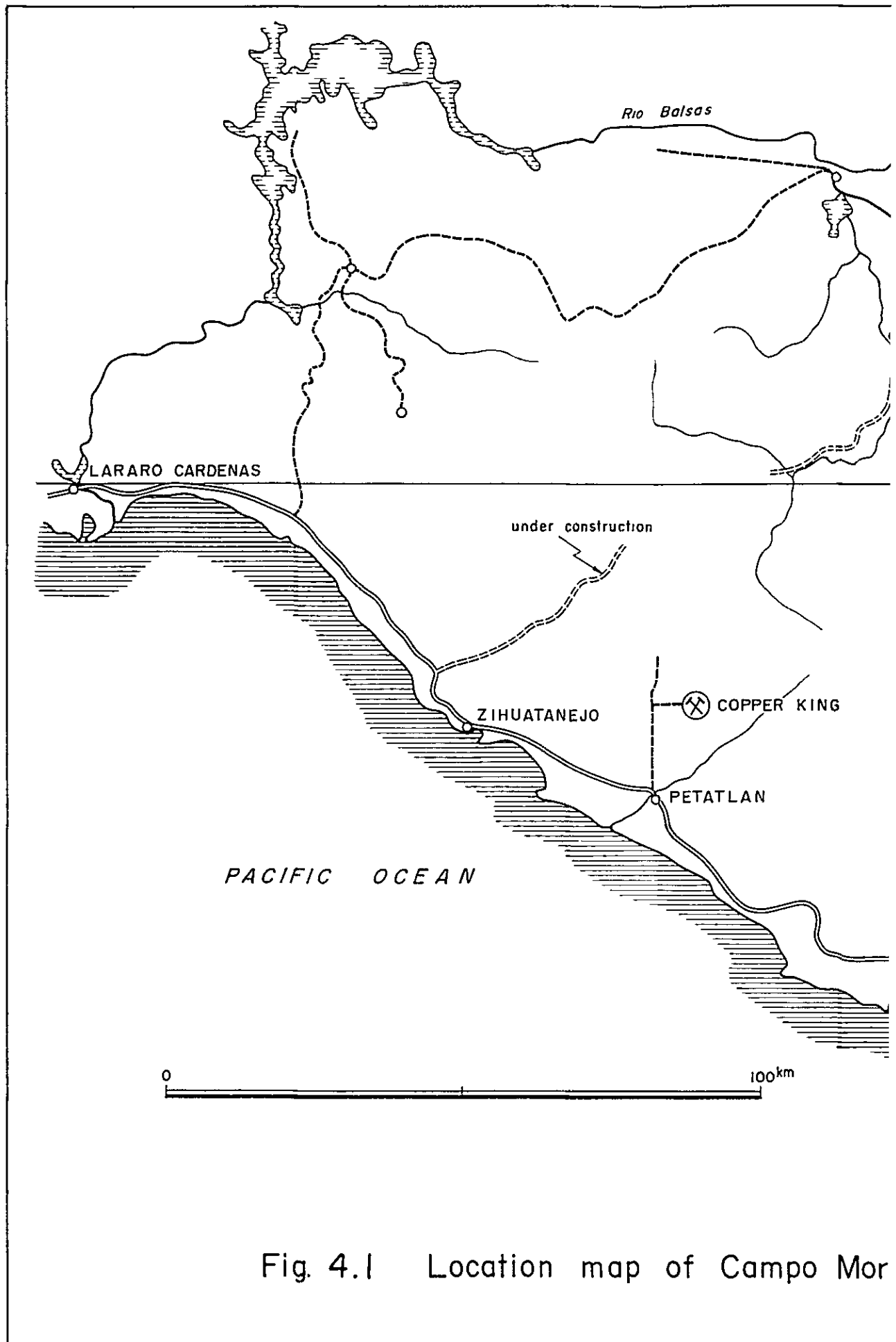


Fig. 4.1 Location map of Campo Mor

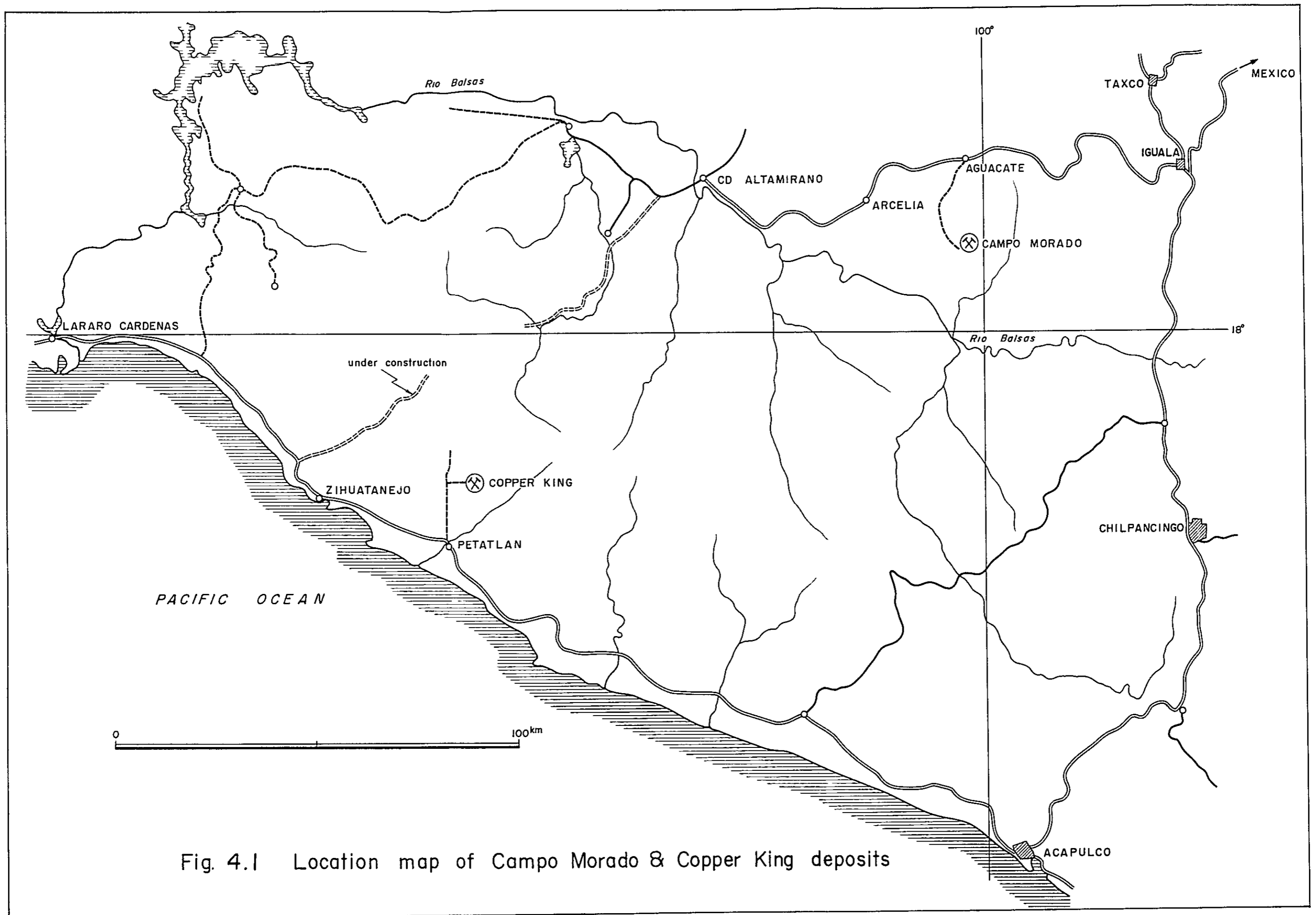


Fig. 4.1 Location map of Campo Morado & Copper King deposits

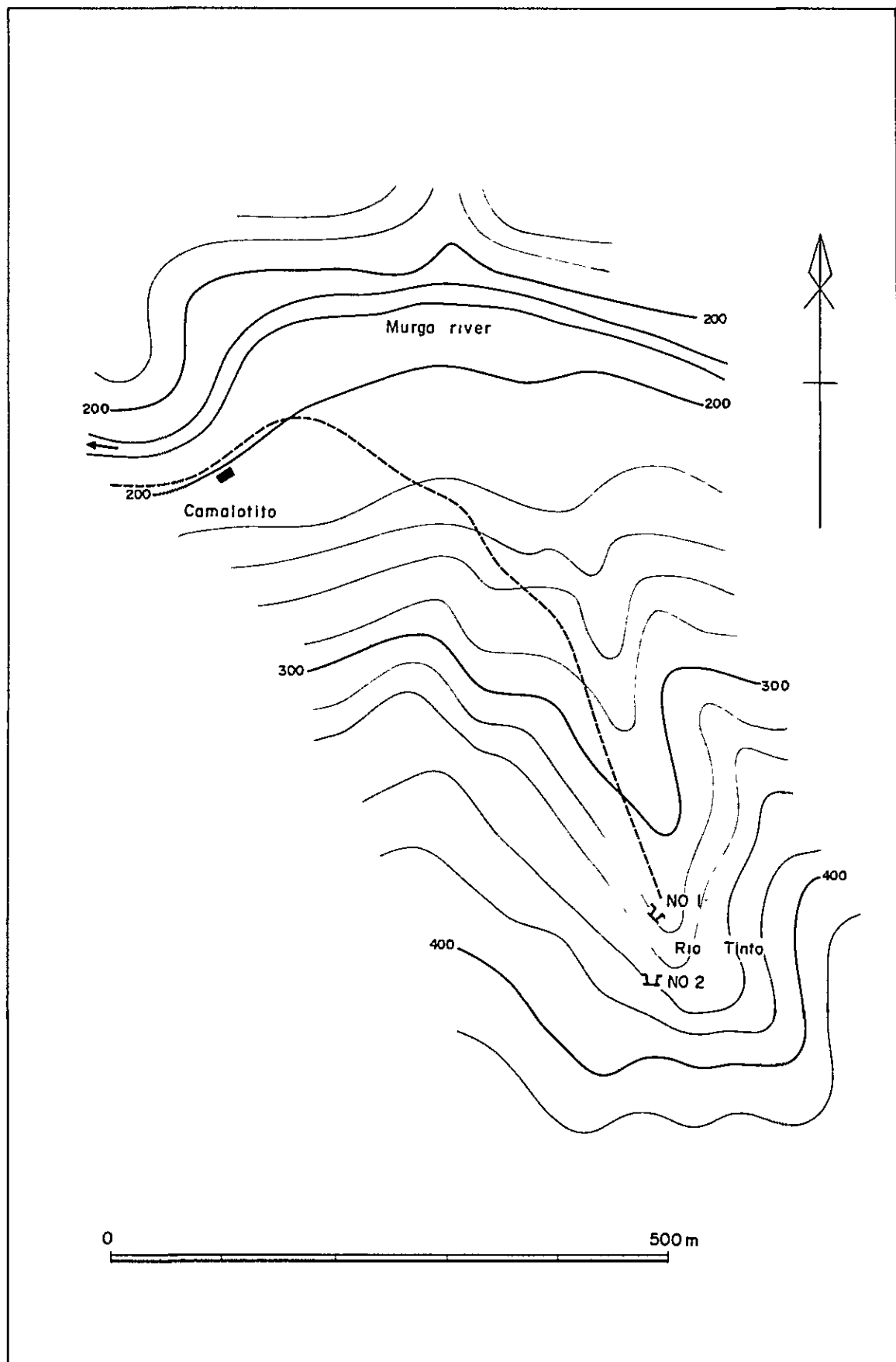
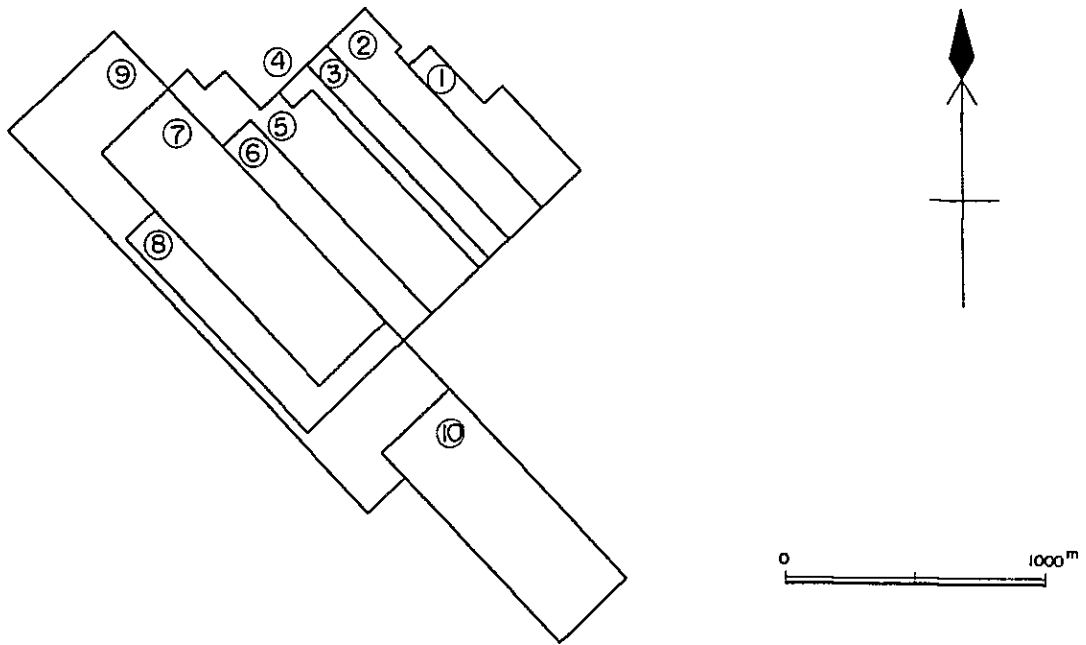


Fig. 4.2 Location map of Adit Rio Tinto, Copper King



| | NAME OF CLAIM | | NO | OF TITLE | SURFACE | |
|---|------------------|-----|--------|-----------|--------------|--|
| ① | La Vanilla | - T | 139027 | - 9 | Has | |
| ② | Don Pepe | - T | 138134 | - 26.1450 | | |
| ③ | Lloron | - T | 132145 | - 9 | | |
| ④ | Surtano | - T | 141308 | - 5.80 | | |
| ⑤ | Rio Murga | - T | 133111 | - 26.50 | | |
| ⑥ | Rey del Cobre | - T | 115930 | - 15 | | |
| ⑦ | Rio Tinto | - T | 102298 | - 36 | | |
| ⑧ | 2a Amp Rio Tinto | - T | 110178 | - 18 | | |
| ⑨ | Amp. Rio Tinto | - T | 110019 | - 42 | | |
| ⑩ | La Trinidad | - T | 107790 | - 30 | | |
| | | | | | 207.1450 Has | |

Fig. 4.3 Configuration of Copper King mining claims

Murga社によって、試錐17孔(延長約2,400m)を含む本格的探鉱が行なわれた。鉱山局の記録によると、これらの探鉱のため3年間に投入された探鉱費は約204万ペソ(163,000ドル)である。

4-1-5 今回の地質鉱床調査

前述の通りCopper King地区にはRio TintoおよびEl Cincoの2鉱床が知られている。これらのうち、規模はRio Tinto鉱床が大で、過去に、広範囲に探鉱されて来た。El Cinco鉱床は入坑不能のため鉱床の状態は審かになし得なかった。

従って、調査団はRio Tinto 鉱床を中心として地質調査を実施した。Rio Tinto 地区にはRio Tinto 161および162の2坑道がある。161坑は162坑の約40m下部で開坑されている。地質調査に先だって、これらの坑道の取明けを行なったが、甚だしい崩壊、水没のため結局161坑には入坑出来なかった。上部の162坑は、同様に崩壊、水没および通気不良(酸素欠損)のため、全坑道の約半分が入坑調査が可能であったに過ぎない。

調査団はRio Tinto 162坑の立入坑道に沿って5m毎に、鑿押坑道に沿って10m毎に、それぞれ水平2mのチャンネル・サンプリングを行なうと共に地質調査を実施した。鑿押坑道では、天盤を横切って坑道に直角方向にサンプリングしたが、天盤の高い所では側壁で試料を採取した。鉱石サンプルは24個で100Kg、岩石サンプルは5個採取した。

帰国後、鉱石サンプルを化学分析し、更にこれらのうち10個については岩石サンプルと共に顕微鏡で観察した。Copper King 鉱床に関する追加資料は、鉱業権者からの使用許可が得られず入手することが出来なかった。

4-1-6 地 質

Copper King 鉱床の周辺の地質はYanez(1977)によれば、上部三疊紀～下部ジュラ紀の火山岩-堆積岩累層より構成され、安山岩質～石英安山岩質火砕岩および頁岩、砂岩は変成作用により、緑色片岩、千枚岩などになっている。これらの累層はSoyamichil 層と呼ばれ、その層序と層厚はTable 4.1に示す通りである。(Fig. 4.4)。

Table 4.1 Geological Sequence of Soyamichil Formation

| Rocks | Thickness | Remarks |
|--|-----------|---|
| Marble and Phyllite with intercalation of Metasandstone. | 370 M | |
| Andestic Metapyroclastics | 200 M | |
| Dacitic Metapyroclastics. | 270 M | Massive sulphide deposits are encountered in this subformation. |
| Metadiorite. | 140 M | |
| Phyllite. | 110 M | |
| Andestic Metapyroclastics. | 170 M | |
| Phyllite. | 130 M | |

今回調査したRio Tinto 坑付近の岩石は安山岩質～石英安山岩質火砕岩を原岩とする緑色片岩層よりなり、Rio Tinto 鉱床はこの岩石中に包有されている。本火砕岩は鉱床に接する部分では著しい珪化作用を受けている (Fig. 4.5)

本地区の累層の一般走向は北西－南東、傾斜は南西および北東に急斜するが、一部では20°～30°の傾斜を示す部分もある。Spring (1972) によると、Rio Tinto 鉱床の地質構造はN50°W方向の非沈入向斜構造で、南西方向に過褶曲しており、鉱床はこの褶曲の凹部に集中し、翼部に沿って上方に尖滅していると考えられている。El Cinco鉱床においても鉱床は北西－南東方向の軸をもつ向斜構造と関係して胚胎したものと考えられている。しかし、ここでは向斜軸が南東方に沈下しているように見えるので、特に南部の翼部での鉱床は地表に現われず、地下深部に現われるものと力説されている。しかし、以上のことは入坑調査が制限されたほか試錐データが得られなかった為、確認することが出来ない。

Rio Tinto №2坑で採取した5個の岩石サンプルの顕微鏡による観察の結果は次の通りで

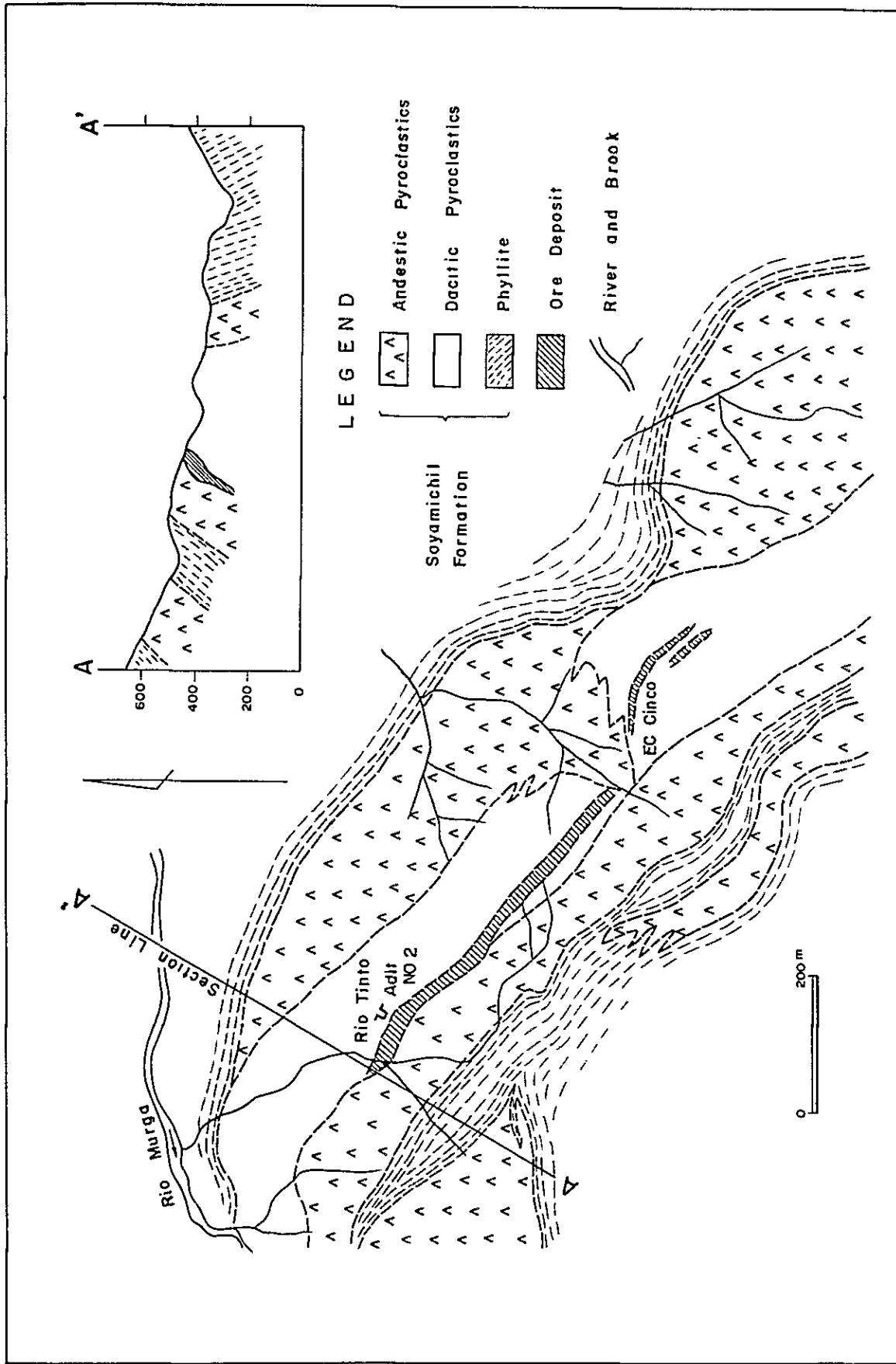


Fig.4.4 Geological map of Copper King mining area :
 modified after Yanes (1977)

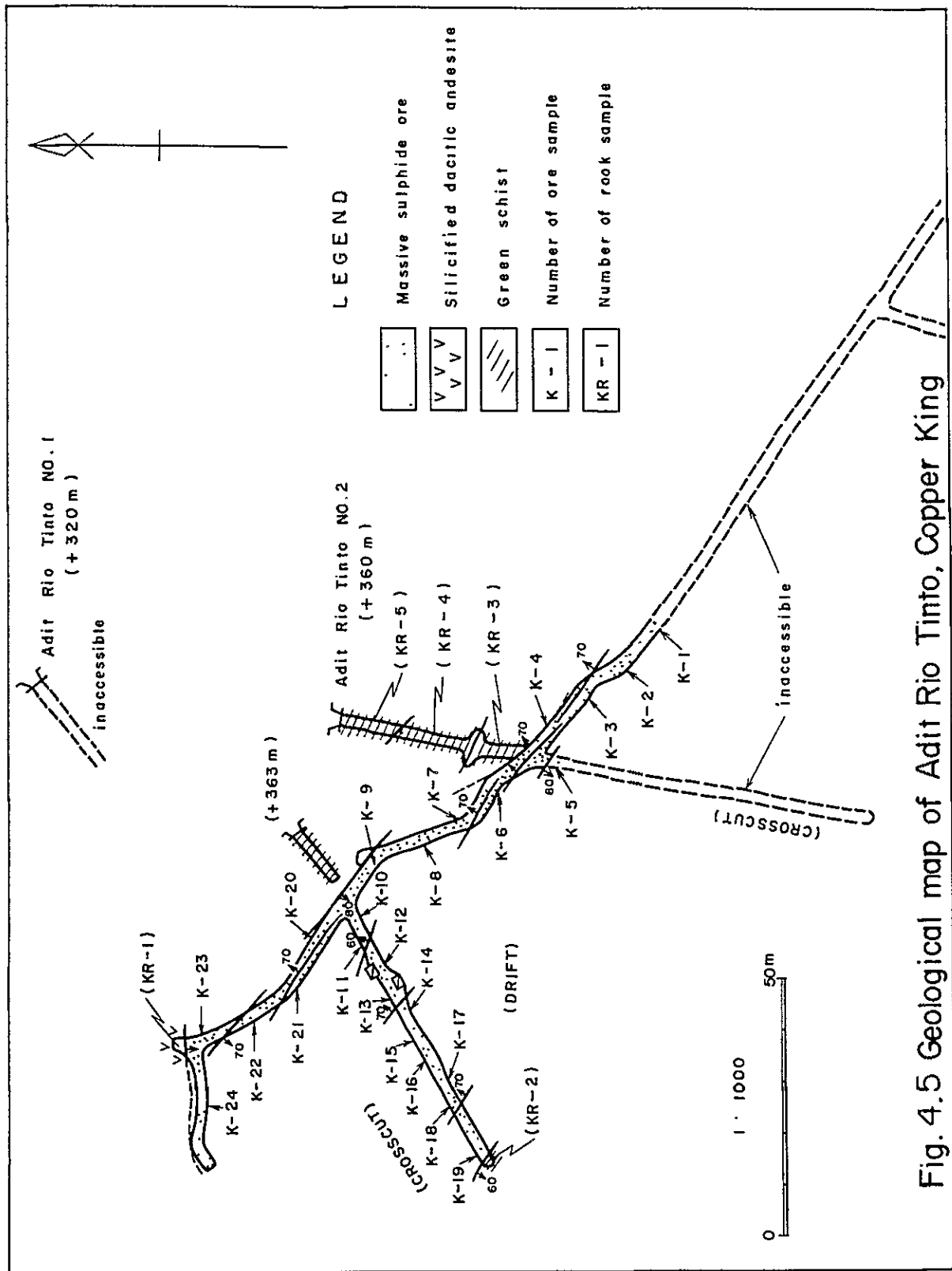


Fig. 4.5 Geological map of Adit Rio Tinto, Copper King

ある（顕微鏡写真は別添）。

K R - 1 : 珪化石英安山岩質安山岩

0.2 ~ 0.4 mmの小短柵状の斜長石よりなり、無斑晶質で、幅0.3 ~ 0.5 mmの石英細脈に富む。径1 mm以下の黄鉄鉱の鉱染が少量みられる。

K R - 2 : 緑色片岩（アクチノライト - 石英片岩）

火砕岩中の角礫の構成鉱物としての長石斑晶（0.5 ~ 1 mm）がみられる。長さ0.1 ~ 0.2 mmの針状のアクチノライトが微量のルチルと共に葉理に沿って配列している。

K R - 3 : 緑色片岩（アクチノライト - 石英片岩）

K R - 2 と同様である。

K R - 4 : 緑色片岩（アクチノライト - 石英片岩）

径1 mm程度の斜長石の斑晶が細粒石基中に多くみられる。また石基中には多量のアクチノライトの針状結晶（長さ0.05 mm）が微量のルチルと共に葉理に沿ってみられる。黄鉄鉱および磁硫鉄鉱が斑晶の一部を交代している。

K R - 5 : 緑色片岩（ゾイサイト - アクチノライト - 石英片岩）

長さ2 mmまでの長石の結晶が針状のアクチノライトの葉理に沿ってしばしばみられる。主要構成鉱物である破碎状の石英粒と共に0.2 mm程度のゾイサイトが認められる。微晶のルチルが黄鉄鉱と共にアクチノライトに富む部分に多く見られる。

4 - 1 - 7 鉱床

Rio Tinto 鉱床はCopper King 鉱床群の中で最大で、母岩の片理に調和的な典型的な塊状の含銅硫化鉄鉱床である。

本鉱床はSpring（1972）によれば、走向に400 m、厚さ70 mの規模をもち、南西方向に過褶曲したN50°W方向の非沈下向斜構造の凹部に集中し、褶曲の翼部に沿って上方で尖滅していると考えられている。硫化鉄鉱は全容量の約75%を占める主要鉱物で、細粒で緻密な塊状を示す。黄銅鉱は粗粒で一般に褶曲の外縁部において磁硫鉄鉱に富む縞に伴っているとされている。

今回の調査では、前述の通り入坑が制限されたほかに試錐データが得られなかったため、鉱床の全体像を十分に把握することが出来なかった。しかし、Rio Tinto 162坑の入坑可能範囲の錘押坑道および入坑道で、それぞれ走向方向に140 m、厚さ60 m鉱床を確認した。鉱床内での鉱物組成上の特徴的な組織は肉眼的に認められなかったが、坑道壁に沿って酸化、腐食している所では、主として硫化鉄鉱の粒度の変化に起因する縞状構造が見られた（Fig.45）。

肉眼的には、鉱石中に銅の硫化鉱物は見られないが、一部にタンパンが少量認められた。顕微鏡下では、鉱石は主として径0.2 ~ 1.5 mmの黄鉄鉱の結晶のモザイク状集合よりなる。この

黄鉄鉱モザイクのマトリックスは、1部は石英、絹雲母で埋められているが、他の部分は空隙となる場合も認められている。黄銅鉱、閃亜鉛鉱は黄鉄鉱の結晶中に包有物として存在するが、1部では黄鉄鉱結晶のモザイク状集合体の空隙を埋める場合もある。閃亜鉛鉱の1部は銅藍に交代されていることがある。黄鉄鉱の結晶の大きさと量の変化に起因する僅かな縞状構造が認められる所もある。黄銅鉱は鉱体の前述の通り周辺部に集中する傾向が認められる。

鉱石の顕微鏡による観察結果は次の通りである（顕微鏡写真は別添）。

K-1：径0.1～0.5 mmの黄鉄鉱結晶のモザイク状集合からなる。このモザイクのマトリックスは1部石英、絹雲母で埋められている。黄銅鉱、閃亜鉛鉱は径0.05 mm以下の小包有物として黄鉄鉱結晶の中に認められる。

K-5：K-1と殆ど同様の試料である。径0.2～0.6 mmのモザイク状の黄鉄鉱の結晶のマトリックスの1部は主として石英で埋められ、他は空隙のままとなっている。黄銅鉱、閃亜鉛鉱は黄鉄鉱中に径0.05 mm以下の包有物として存在する。

K-9：黄鉄鉱の粒子の大きさの変化に起因する縞状構造がかすかに認められることを除いては、K-1、K-5と同様である。黄銅鉱、閃亜鉛鉱は径0.05 mm以下で、その量は非常に少ない。

K-10：径0.2～1.5 mmの黄鉄鉱結晶のモザイク状集合よりなり、径0.1～0.5 mmの黄銅鉱、閃亜鉛鉱がモザイクの空隙を埋めている。閃亜鉛鉱の1部は銅藍によって交代されている。

K-12：径0.2～1.5 mmの自形の六面体の黄鉄鉱が、その間を埋める石英、絹雲母と共に、モザイク状の集合体を作っている。黄銅鉱、閃亜鉛鉱、磁硫鉄鉱が径0.02 mm以下の包有物として黄鉄鉱結晶の中に認められる。

K-14：K-12と殆んど同様であるが、空隙を埋める石英、絹雲母はK-12より少ない。

K-16：K-12、K-14と非常に似ている。黄銅鉱、閃亜鉛鉱は微量である。

K-18：径0.2～1.5 mmの黄鉄鉱結晶のモザイク状集合とこの空隙を埋める少量の石英、絹雲母からなる。微量の黄銅鉱、閃亜鉛鉱が径0.01 mmまでの包有物として黄鉄鉱中に認められる。

K-20：径0.2～1.0 mmの黄鉄鉱結晶のモザイク状の集合とこの空隙を埋める石英、絹雲母からなる。微量のルチルの小結晶が石英と黄鉄鉱の境界に見られる。

K-24：少量の黄銅鉱、閃亜鉛鉱が黄鉄鉱粒子のマトリックス中に、ほぼ等量の石英と共に認められる。黄鉄鉱の結晶の大きさと量の変化に起因するわずかな縞状構造が見られる。

4-1-8 鉱量および品位

Copper King 鉱床の鉱量および品位については、Spring および Minera del Rio Murga

社によって、Rio Tinto 坑、El Cinco 坑の全坑道におけるサンプリング、坑外地質調査、地化学探査、I.P. 調査および坑外試錐の結果に基づいて、次の鉱量が計上されている。

Table 4.2 Ore reserves of Copper King deposits(Spring et.al)

| | Deposit | Reserves t | Grade |
|---------------|-----------|------------|---------|
| Spring(1972) | Rio Tinto | 4,753,000 | Cu < 1% |
| | El Cinco | 2,300,000 | Cu 1% |
| | Total | 7,053,000 | |
| Cia.Rio Murga | Rio Tinto | 2,150,000 | |
| | El Cinco | | |

Rio Tinto 鉱床の平均品位に関し、次の品位が Spring (1972) によって報告されている。Rio Tinto №1 坑および №2 坑の平均品位は、Minera del Rio Murga 社がすべての立入、錘押坑道で、4 m 毎に 2 m のチャンネル・サンプリングした試料に基づいたものである。

Table 4.3 Average grades of Rio Tinto deposit(Spring 1972)

| Location | Au g/t | Ag g/t | Cu % |
|-------------------|--------|--------|------|
| Rio Tinto Adit №1 | 0.26 | 8.15 | 0.68 |
| №2 | 0.28 | 6.85 | 0.52 |
| Total | 0.27 | 7.31 | 0.62 |
| Diamond drilling | Tr. | 8.00 | 0.86 |

調査団は Rio Tinto №2 坑の入坑可能な立入、錘押坑道で前述のようにサンプルを採取しながら地質調査を行なった結果、走向に 140 m、厚さ 60 m の範囲で Rio Tinto 鉱床の規模を確認したが、鉱床は更に走向に連続しているものと判断された。Spring の報告書(1972) および先行調査資料(1979)に基づいて、Rio Tinto 鉱床の規模を長さ 400 m、厚さ 60 m、幅 120 m と推定し、比重を 4.0 とすると下記の鉱量が算出される (Table 4.4)。

Table 4.4 Ore reserves of Rio Tinto deposit(The mission,1981)

| Possible reserves | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % | Fe % | S % |
|-------------------|--------|--------|------|------|------|-------|-------|
| 12,000,000 t | 0.18 | 7.50 | 0.40 | 0.01 | 0.54 | 42.85 | 51.35 |

上記の Rio Tinto 鉱床の平均品位は、調査団が №2 坑で採取したサンプルのうち、錘押坑道のサンプルの平均品位 (Table 4.5 drift average, Fig. 4.5) を適用した。

これらのサンプルの品位は、幅数 m の鉱床の周辺部に沿う錘押坑道であるため比較的高いが、

Table 4.5 Assays of ore samples (Rio Tinto)

| Sample No. | Location | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % | Fe % | S % |
|------------------|----------|--------|--------|------|------|------|-------|-------|
| K - 1 | Drift | 0.2 | 9 | 0.13 | 0.02 | 0.09 | 42.22 | 52.10 |
| 2 | " | 0.1 | 11 | 0.97 | 0.01 | 0.79 | 43.43 | 50.47 |
| 3 | " | 0.1 | 6 | 0.06 | 0.01 | 0.07 | 43.94 | 53.71 |
| 4 | " | 0.1 | 9 | 0.18 | 0.01 | 0.19 | 44.54 | 52.31 |
| 5 | " | 0.1 | 3 | 0.05 | 0.01 | 0.05 | 43.03 | 50.97 |
| 6 | " | 0.1 | 5 | 0.15 | 0.01 | 0.09 | 44.14 | 53.88 |
| 7 | " | 0.1 | 4 | 0.08 | 0.01 | 0.09 | 43.83 | 52.33 |
| 8 | " | 0.1 | 3 | 0.08 | 0.01 | 0.14 | 43.43 | 52.03 |
| 9 | " | 0.1 | 13 | 0.09 | 0.01 | 0.11 | 42.62 | 52.12 |
| 20 | " | 0.1 | 8 | 0.27 | 0.02 | 0.82 | 42.94 | 51.24 |
| 21 | " | 0.1 | 2 | 0.30 | 0.01 | 0.58 | 42.64 | 50.46 |
| 22 | " | 0.1 | 6 | 0.77 | 0.02 | 1.31 | 39.73 | 47.25 |
| 23 | " | 0.2 | 17 | 1.77 | 0.01 | 0.79 | 41.23 | 48.45 |
| 24 | " | 1.1 | 9 | 0.69 | 0.03 | 2.40 | 42.14 | 51.56 |
| Drift average | | 0.18 | 7.50 | 0.40 | 0.01 | 0.54 | 42.85 | 51.35 |
| 10 | Crosscut | 0.1 | 4 | 0.24 | 0.01 | 0.05 | 42.02 | 49.58 |
| 11 | " | 0.1 | 4 | 0.03 | 0.01 | 0.04 | 44.24 | 51.64 |
| 12 | " | 0.1 | 2 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 43.53 | 50.93 |
| 13 | " | 0.1 | 2 | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 44.03 | 52.33 |
| 14 | " | 0.1 | 2 | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 44.44 | 52.22 |
| 15 | " | 0.1 | 2 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 44.24 | 52.56 |
| 16 | " | 0.1 | 2 | 0.06 | 0.01 | 0.07 | 45.65 | 52.93 |
| 17 | " | 0.1 | 2 | 0.02 | 0.01 | 0.07 | 43.74 | 49.92 |
| 18 | " | 0.1 | 2 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 39.83 | 46.42 |
| 19 | " | 0.1 | 2 | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 41.34 | 48.34 |
| Crosscut average | | 0.10 | 2.40 | 0.04 | 0.01 | 0.05 | 43.31 | 50.69 |

一般に鉱床の内部では低いという傾向が見られることから、鉱床を横断する立入坑道のサンプルの平均品位 (Table 4.5 Crosscut average, Au 0.1 g/t, Ag 2.40 g/t, Cu 0.04%, Fig. 4.5) が入坑可能範囲の鉱床の平均品位であると考えられた。しかし、今回の調査ではMurga 社がサンプリングしたすべての立入、錘押坑道に入坑していないこと、および1973年-1975年の坑外試錐の結果から、Rio Tinto 鉱床の銅品位は約1%であると言われていることを考慮すると、この入坑可能範囲の一部の鉱床の平均品位を鉱床全体の代表的品位と見なすことに問題があると思われる。

調査団が採取した錘押坑道のサンプルの平均品位をMurga 社がすべての坑道のサンプル品位に基づいて計上しているRio Tinto 161坑および162坑の平均品位 (Spring 1972, Table 4.3, Au 0.27 g/t, Ag 7.31 g/t, Cu 0.62%) と比較すると、両者は近似的に一致している。

従って、更に詳細な鉱量および品位を見積るためには、今回入手することが出来なかった試錐資料を含め、次のことが必要であると思われるが、現段階では上記の錘押坑道の平均品位をRio Tinto 鉱床全体の代表的品位と見なした。

- 1) Minera del Rio Murga 社がサンプル品位に基づいて作成した品位図の入手と検討。
- 2) 入坑出来なかった坑道の再取明けによる地質調査およびサンプリング。
- 3) 試錐資料およびコアの確認。
- 4) 鉱床の下部への連続性を確認するため、上記の調査結果に基づいた試錐の追加。

4-2 Campo Morado 鉱床

4-2-1 位置・交通

Campo Morado 鉱床は Guerrero 州の北部、Iguala (イグアラ) 市の西南西方約 70 Km の Arcelia (アルセリア) 郡 Campo Morado 村にある (Fig. 4.1, Fig. 4.8)。Iguala - Arcelia - Ciudad Altamirano (アルタミラノ市) を結び国道に沿う Villa de Ayala (ヴィジャ・デ・アラヤ) から Campo Morado まで未舗装の道路が通じている。主要な Reforma (レフォルマ) 鉱床は北緯 18° 10' 13", 西経 100° 07' 40" に位置している。

Mexico 市からの陸路の所要時間は次の通りである。

Mexico 市 $\frac{\text{国道 180 Km}}{2 \text{ 時間}}$ Iguala 市 $\frac{\text{国道 90 Km}}{1 \text{ 時間 } 30 \text{ 分}}$ Villa de Ayala

$\frac{\text{山道 35 Km}}{2 \text{ 時間}}$ Campo Morado

尚、Campo Morado から Lázaro Cárdenas 市までは、Acapulco (アカプルコ) 市経由で陸路 710 Km あり、1 時間 30 分を要するが、現在建設中の Ciudad Altamirano - Zihuatanejo 間の直通道路が完成すれば、距離は約半分に短縮されるものと思われる。

4-2-2 地形・植生・気候

Campo Morado 鉱区は Sierra Madre del Sur 山脈中の山塊の北部斜面にある。地形は急峻で標高 1,000 m ~ 1,500 m の山地よりなり、鉱床付近での高距は約 500 m である。東西系の沢が南北系の La Canita (ラ・カニタ) 川に流れている。La Canita 川は Campo Morado の約 15 Km 南方をほぼ西方に流れるメキシコの著名な大河 Balsas (バルサス) 河の支流であるが、乾季には涸水し雨季のみ流水が見られる。

雨季は 6 月 ~ 10 月、乾季は 11 月 ~ 5 月で、年間平均気温は 24 °C ~ 26 °C、年間降雨量は 1,200 mm である。植生は粗く、喬木類は部落の近くや沢に沿った所にほぼ限定されている。松、柏、マンゴなどが主な植生である。

4-2-3 鉱区

Campo Morado 鉱床周辺の鉱区は Fig. 4.6 に示すように 13 鉱区より構成され、鉱区面積は合計 384.7 ヘクタールである。これらの鉱区は鉱業法によってすべてタイトルが付与され、更にグループ化されて義務探鉱に対する投資が鉱業権者にとって有効に行えるようになっている。

鉱業権は Cia. El Fenix de Campo Morado (エル・フェニクス・デ・カンボ・モラド) 社で、その資本構成は Canute Corporation (62%) およびメキシコ人株主 (38%) である。

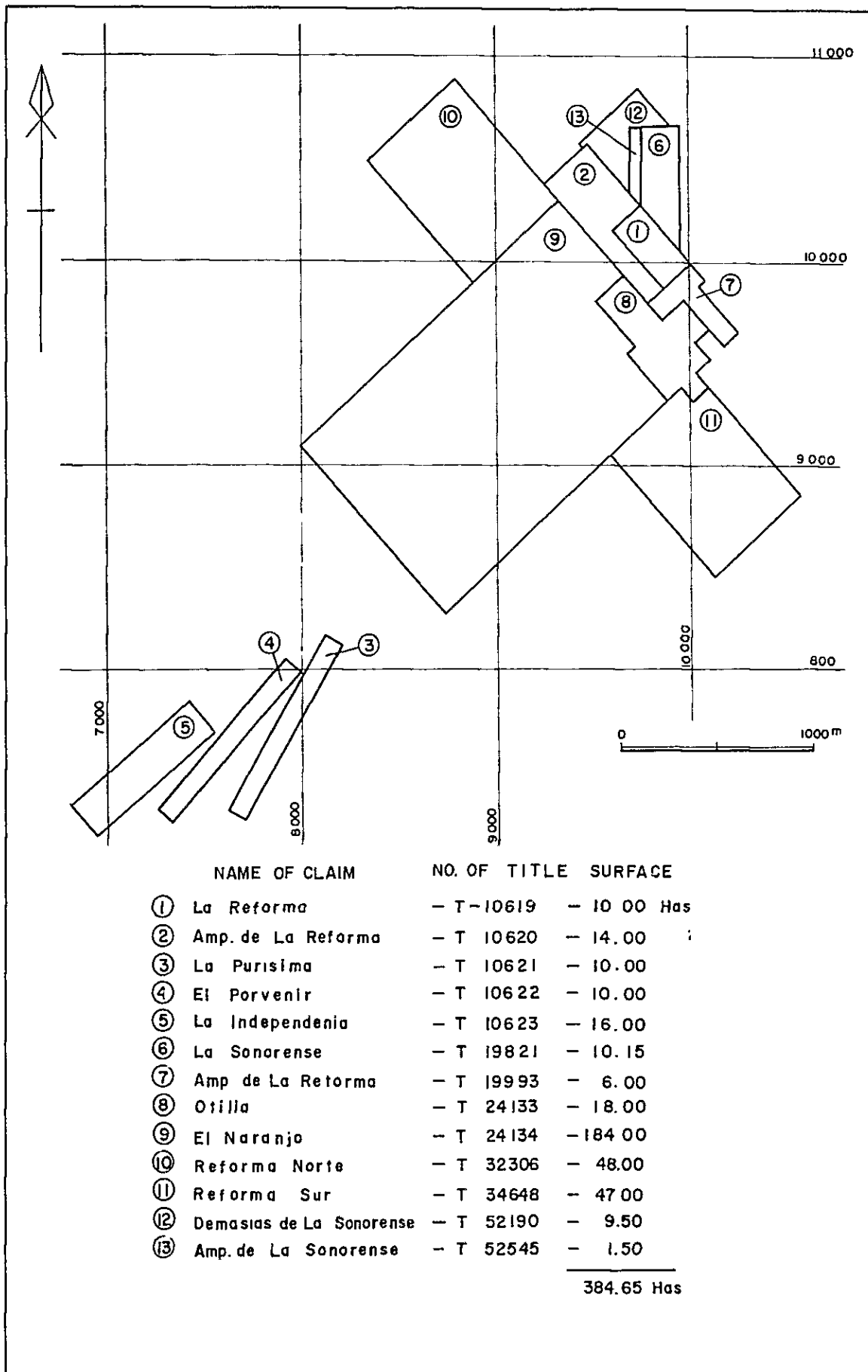


Fig.4.6 Configuration of Campo Morado Mining claims

ある。前者は Chaise Manhattan Bank の子会社で、後者は Ortiz Mera (オルティス・メナ) 家である。

鉱山局の資料によると、義務探鉱は Cia. Minera Rio Morado (リオ・モラド鉱業会社) が鉱業権者との契約ベースで行なっている。

4-2-4 沿革

Campo Morado 鉱山の歴史を要約すると次の通りである (Cia. Minera Rio Morado, Lorirczi ほか)。

1890 : 塊状硫化鉄鉱の鉱化帯が発見された。

1903 - 1910 : メキシコ革命前、主として金、銀を対象として Campo Morado 鉱床の酸化帯が採掘された。Campo Morado 鉱床群の中、最大の Reforma 鉱床で広く探鉱、開発が行なわれ、1903年に製錬所が建設された。当時山元には3,000人以上が稼働していたと言われている。

1920 - 1927 : メキシコ革命後、高品位硫化鉄鉱と他の高品位酸化鉄鉱が採掘された。

1937 - 1939 : 小規模の採掘が鉱区保持のために行なわれた。それ以降は浮選による鉱石の分離が思わしくなかったため、採掘は中止されたまま1971年に至る。

1971 : Chaise Manhattan Bank (El Ferix de Campo Morado 社から鉱業権取得) はメキシコ鉱業法対策として義務探鉱を行なう必要が生じたため、Mineral Industries Engineers Inc. に50万ペソ (当時のドル対価4万ドル) 分の探鉱計画の立案を依頼した。Mineral Industries Engineers Inc. カナダ国トロントの Mcpher Geophysics を指名し、鉱区内で I.P. 調査と比抵抗法を実施した。

1973 : Union Oil Company (米国ロス・アンジェルズ) がこの探鉱に興味を示し、その子会社 Mineral Exploration Co. を通じて、この探鉱を推進するためメキシコ投資家を物色した。その結果、メキシコ最大手の建設会社 Ingenieros Civiles Asociados (ICA) 社がメキシコ・パートナーになることを受諾した。

1974 - 1976 : 50万ペソの最少固定資本で Cia. Minera Rio Morado 社 (ICA 51%, Mineral Exploration 社 49%) が設立され、同時に買山オプション契約が鉱業権者の El Fenix de Campo Morado 社と締結され、探鉱は Union Oil 社の子会社である Geocon 社が行なうことになった。既知鉱床の埋蔵鉱量の確認および鉱区内での新鉱床の発見のための探鉱が行なわれ、また製錬法の確立のための調査も実施された。

Geocon 社が行なった探鉱作業の概要は次の通りである。

1) 地表地質調査

2) Reforma 坑 L6 および L5 における 3,700 m に及ぶ立入、錘押坑道の取明けおよび開削とサンプリング。

3) L 6における坑内試錐20孔(840m)。

4) 選鉱テスト用のサンプリング。

これらの探鉱、調査への投資は、Minera Rio Morado社の資料によると、125万ドルである。

1980: Minera Rio Morado社は鉱業権者との買山オプション契約を解消した。これは主として選鉱テスト結果が思わしくなかったことによると思われる。

4-2-5 今回の地質鉱床調査

Campo Moradoの周辺30km²以内にReforma, Naranjo(ナランホ), La Lucha(ラ・ルチャ), Suriana(スリアナ)の4つの中規模鉱床と小規模な数鉱床が知られている。就中、Reforma 鉱床は最大で最も広範囲に探鉱、開発が行なわれて来た。他の鉱床は坑道崩壊のため入坑調査が出来なかった(Fig. 4.7)。

以上のことから、調査団はReformaの鉱床を重点的に調査した。Reforma坑は上部から下部に向って、L1からL6まで6坑道が尾根の両側の山腹から開削されて貫通している。調査に先立って取明けを行なったが、L5およびL6以外は崩壊、水没のため入坑出来なかった。L5およびL6でも、甚だしい崩壊、水没および鉱石の酸化と自然通気の不良のため、一部坑道の入坑調査は出来なかった(Fig. 4.8, Fig. 4.9)。

従って、入坑可能な立入、鑄押坑道で10m毎に水平2mのチャンネル・サンプリングを行なうと共に地質調査を実施した。鉱石サンプルは18個(50Kg)、岩石サンプルは7個を採取した。このほかにL6坑口の近くにある鉱石堆積から70Kgの鉱石を参考試料として採取した。帰国後、これらの鉱石サンプルの化学分析を行ない、更に10個の鉱石サンプル、5個の岩石サンプルの顕微鏡観察を行なった(Fig. 4.10~Fig. 4.12)。

調査団はReforma 鉱床に関する下記の資料を入手した。これらは地質鉱床調査に当り参考として使用した。

- | | |
|---------------------|---------|
| 1) 地形図 | 1/5,000 |
| 2) Reforma坑L2~L6坑道図 | " |
| 3) L6の地質図 | 1/200 |
| 4) L5~L6間の鉱床断面図 | " |
| 5) 坑内試錐の品位表 | |

4-2-6 地質

Campo Morado 鉱床群のReforma 鉱床は下部白亜紀の火山岩-堆積岩累層中に胚胎している。この累層の時代は化石に基づいて決められている(Lorincziほか, 1978)。

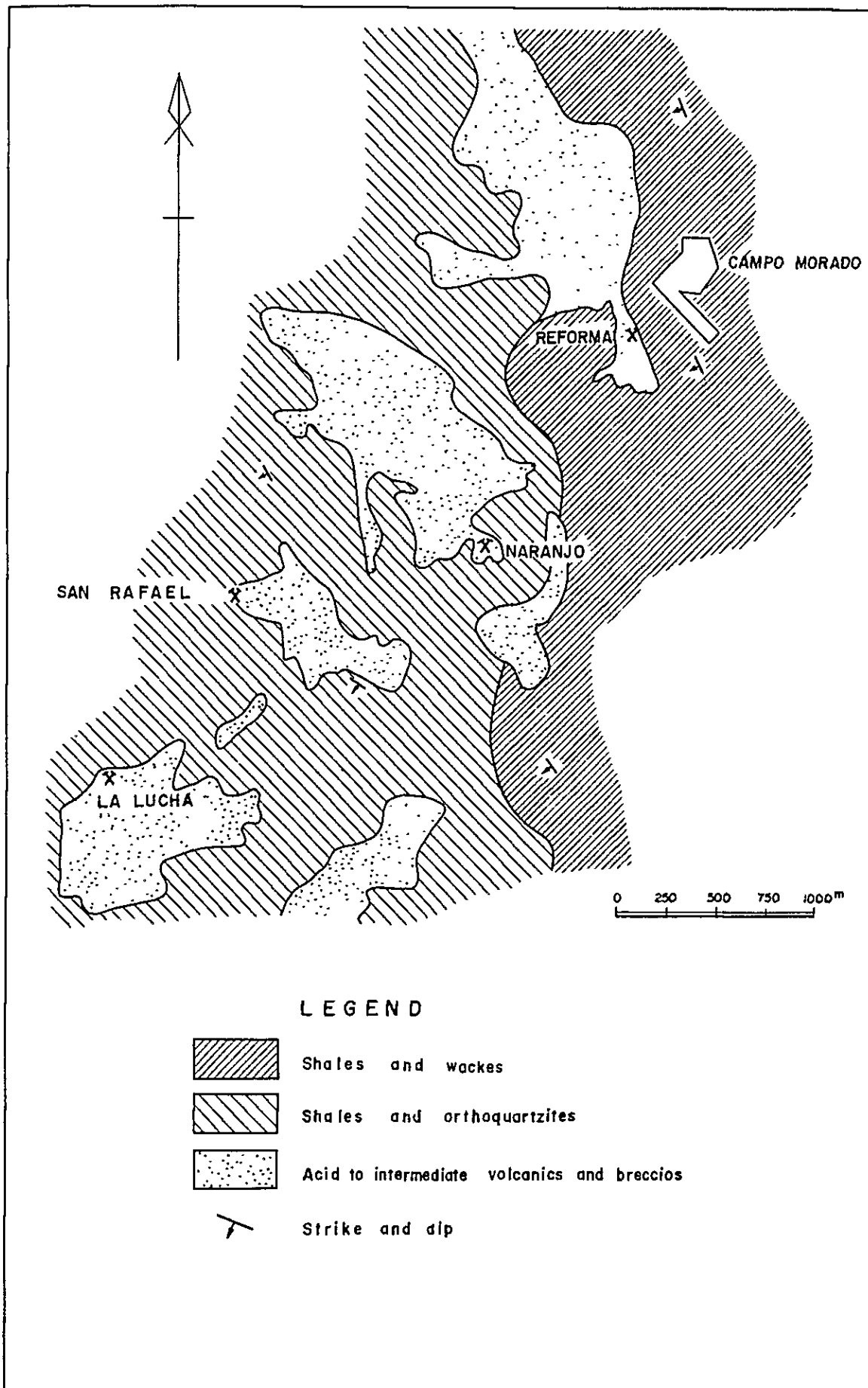


Fig.4.7 Simplified geology of the Campo Morado area (Lorinczi 1978)

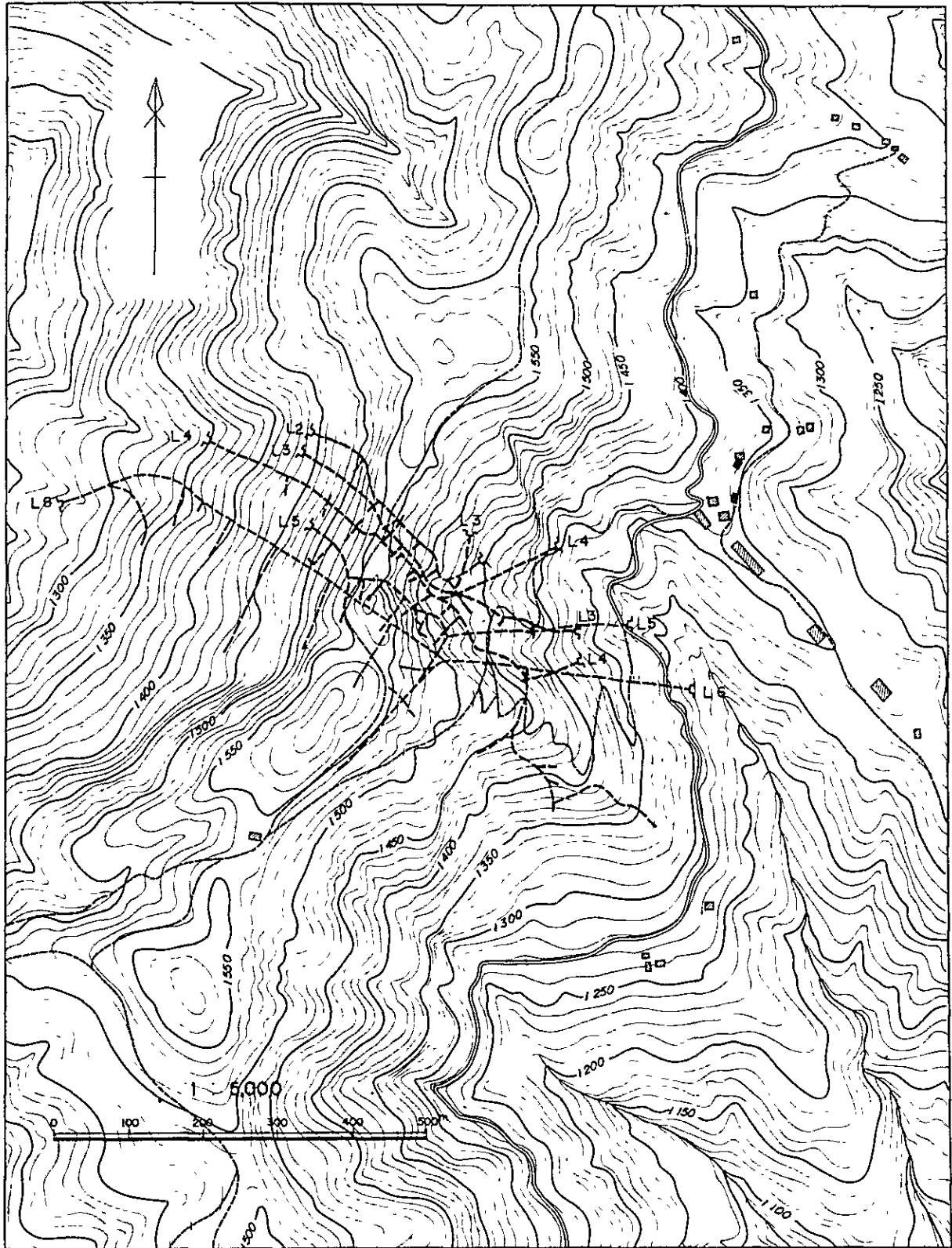


Fig 4.8 Topographic map of Campo Morado (Reforma)

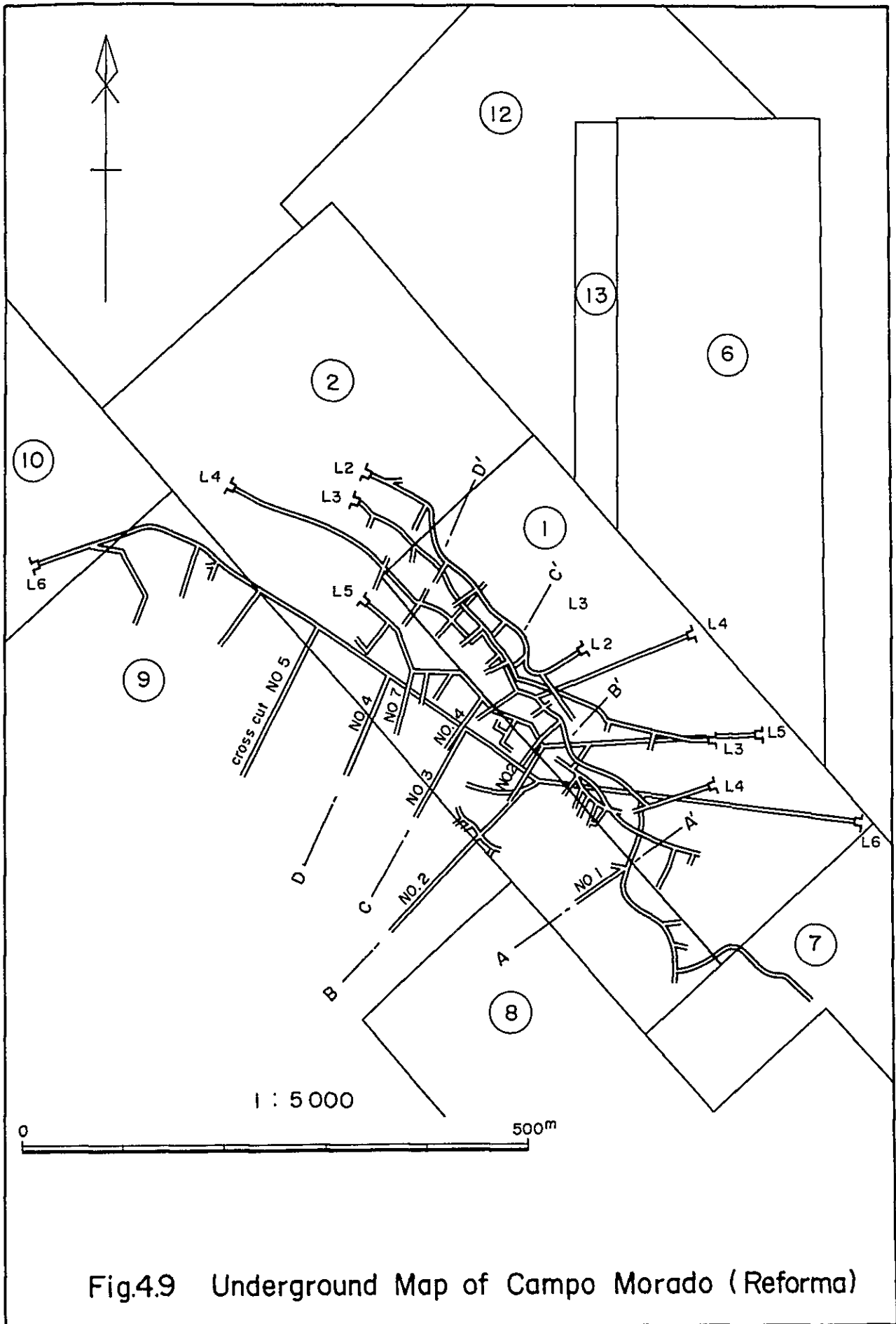


Fig.4.9 Underground Map of Campo Morado (Reforma)

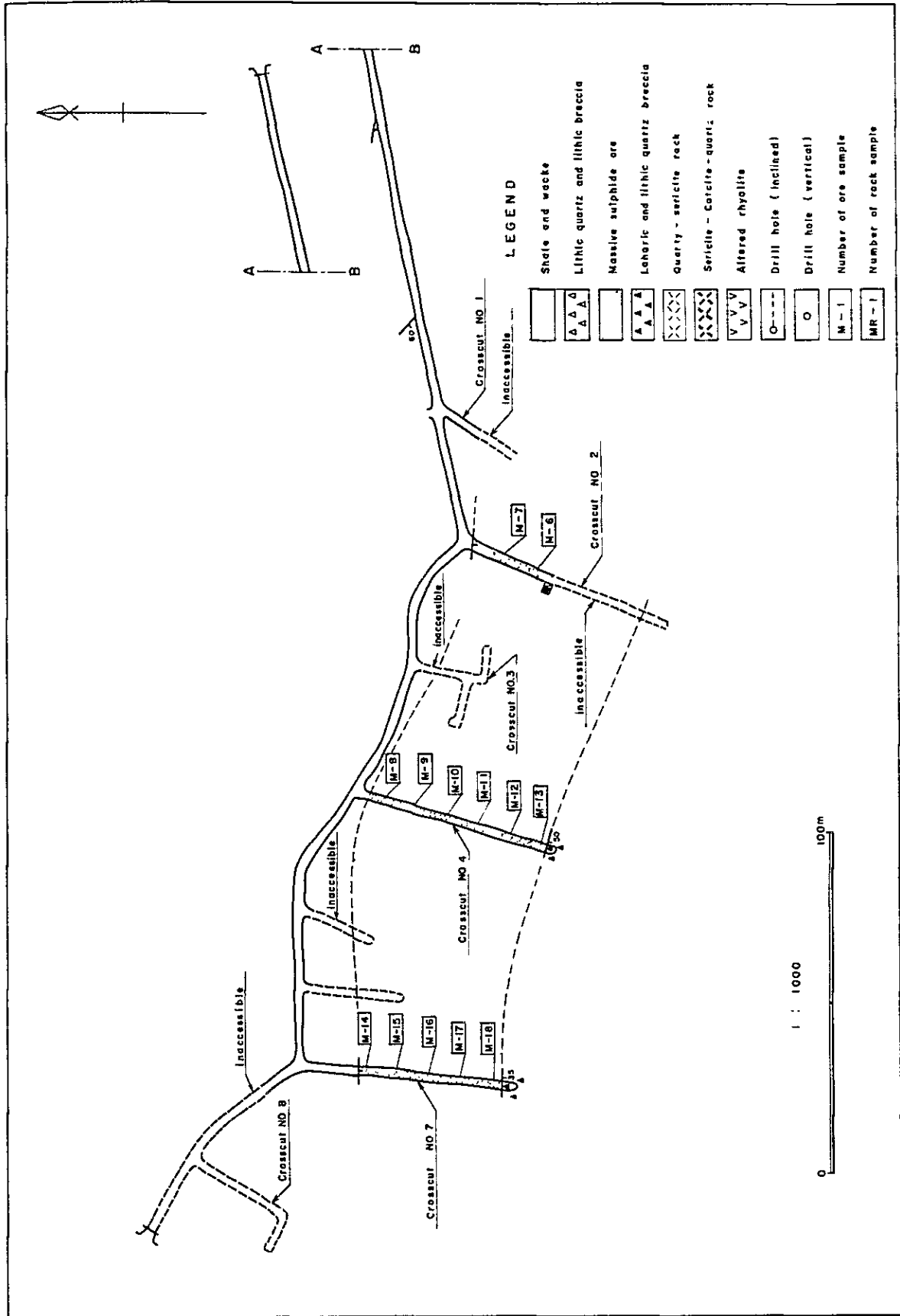


Fig. 4.10 Geological map of Adit Level 5 (Campo Morado, Reforma)

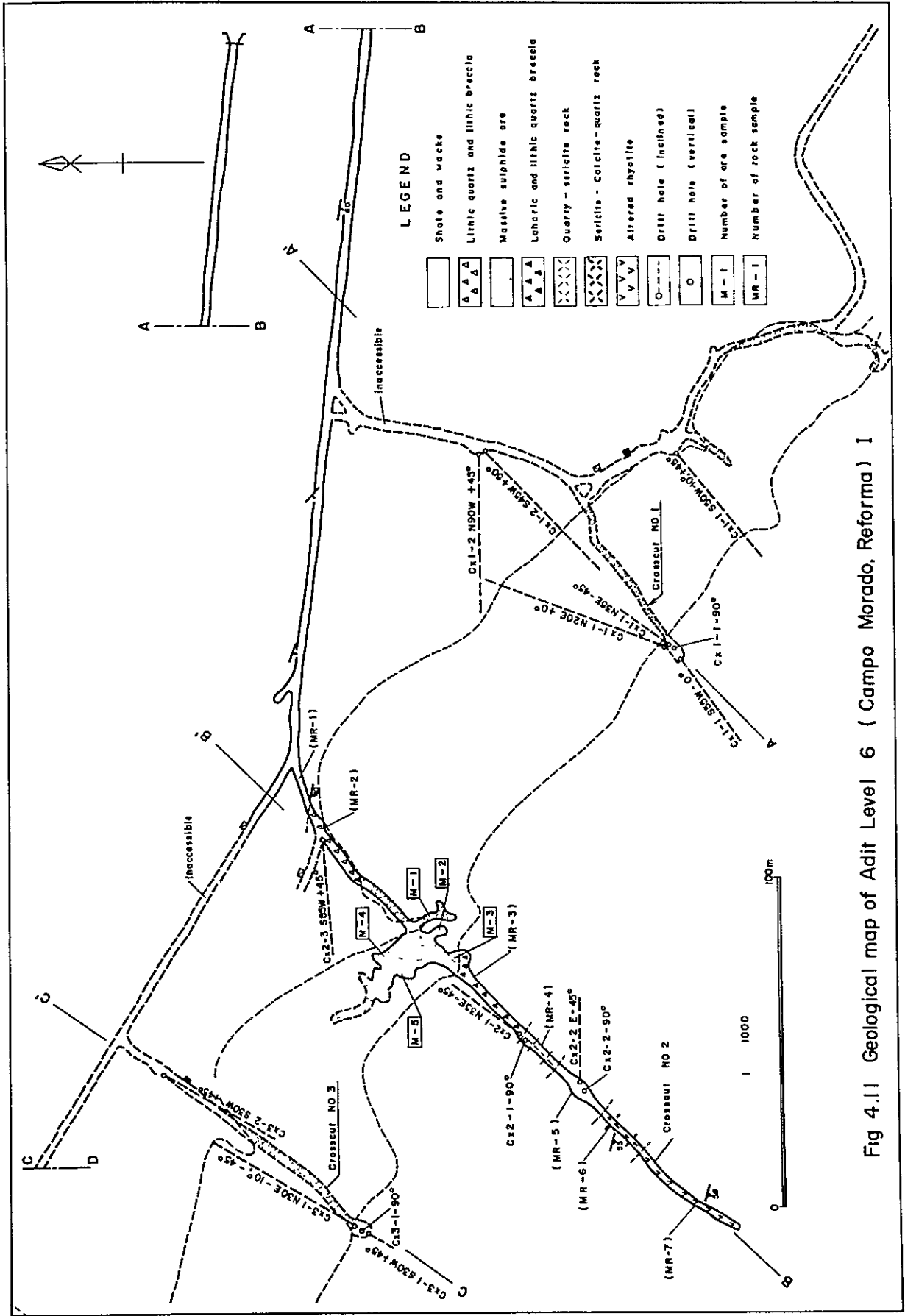


Fig 4.11 Geological map of Adit Level 6 (Campo Morado, Reforma) I

本地区の岩石は頁岩、ワッケ、砂岩、角礫岩、酸性の熔岩および同火砕岩、安山岩よりなり、堆積岩累層は細粒の火砕岩を挟在し、しばしば層内褶曲やスランピング構造が認められる。ワッケにはグレイ・ワッケとタフ・ワッケの2種類があり、前者は一般に石質岩片、長石および石英片を含み、後者は凝灰岩や他の火砕岩の細粒岩片を含み、基質は粘土鉱物である。火山岩類は珪長質のものが卓越し、特に普遍的なものは酸性火砕岩で、これは堆積岩層と整合的である。角礫岩には火山泥流性角礫岩、石質石英角礫岩、石質角礫岩がある (Fig. 4.7, Fig. 4.13, Fig. 4.14)。

本地区の累層は一般に西北西-東南東の走向を示し、南南西へ10~75傾斜しているが、かなり激しい褶曲作用を受けている。また、累層は低度の広域埋没変成作用を受けている。

Reforma 鉱床は典型的な塊状硫化鉄鉱床で母岩と調和的であるが、次に掲げる理由から、主成時の形態を保たず逆転しているものと考えられている (Lorinezi ほか, 1978)。

- 1) 頁岩中のドラッグ褶曲が逆転を示唆するパターンを示す。
- 2) 逆級化構造の存在
- 3) 鉱床の構成鉱物による累帯配列が他の同種の硫化鉄鉱床と比較して逆になっている (例えば方鉛鉱、閃亜鉛鉱に富む鉱層が最上位にくるべきところが最下位にあること)。
- 4) 変質帯の層位的位置 (変質は下盤ほど強いが逆になっている)

今回、Reforma 坑L6の№2立入で確認した累層は、北東から南西へ (見かけ上、下盤から上盤へ) 次の通りである (Fig. 4.11)。

- 1) 頁岩、ワッケ
- 2) 石質角礫岩、石質石英角礫岩
- 3) 塊状硫化鉄鉱
- 4) 火山泥流性角礫岩、石質石英角礫岩
- 5) 石英-絹雲母岩
- 6) 頁岩、ワッケ
- 7) 絹雲母-方解石-石英岩
- 8) 変質流紋岩

№2立入で採取した岩石サンプル顕微鏡による観察結果は次の通りである (顕微鏡写真は別添)。

MR-2 : 石質角礫岩

礫質は主として頁岩、砂岩よりなる。角礫の大きさは数cmから数10cmに亘り、その形は垂角礫~円礫である。砂岩の石英粒の周りに絹雲母が網状細脈状にみられる、黄鉄鉱、磁硫鉄鉱が褐鉄鉱を伴う裂口に沿って鉱染している。

MR-4 : 石英-絹雲母岩

源岩はグレイワックと思われる。絹雲母片が葉理に沿って配列している。この葉理は源岩の層理に平行している。黄鉄鉱(0.05~0.1mm)がこの葉理に沿って鉱染している。

MR-5:頁岩(黒色頁岩)

細粒のイライト片や非晶質の粘土鉱物が基質を埋めている。0.05mm以下の石英粒が石灰質鉱物の集合の中に含まれる。

MR-6:絹雲母-方解石-石英岩

細粒の石英の集合よりなる。多量の方解石、絹雲母の小結晶が葉理に沿って認められる。

0.05mm以下の黄鉄鉱の結晶が方解石、絹雲母と共にしばしばみられる。

MR-7:変質流紋岩

径1mm以上の自形の高温型石英の結晶が炭酸塩化した細粒の基質の中に認められる。多量の方解石と中量の絹雲母が葉理に沿って石基を交代している。白チタン石の微晶が石基中にみられる。

4-2-7 鉱床

Reforma 鉱床は母岩の火山岩-堆積岩累層に調和的な典型的な塊状硫化鉄鉱床である。そのL6坑における規模は、Lorinezkiほか(1978)によると、走向に約500m、厚さ20m~50mで、標高1,260m~1,330m間において、L6およびL5の立入坑道と坑内試錐によってその連続性が確認されている(Fig. 4.13, Fig. 4.14)。この鉱床は更に上方および下方へ連続すると言われている。

今回の調査で、Reforma 坑のL6では入坑不能の箇所が多く、162立入で厚さ60mのみしか確認出来なかったが、上部のL5では162~167立入坑道の間で、走向に150m、厚さ45m~55mの規模を確認することが出来た(Fig. 4.10~Fig. 4.12)。

鉱石はCopper King 鉱床の鉱石より更に細粒な黄鉄鉱を主とし、鉱床の見かけ上の下盤側は内亜鉛鉱、方鉛鉱に富み、この度のサンプリングの結果でも、またすでに実施された坑内試錐のコア分析値を見ても、下盤側に亜鉛、鉛、金および銀が集中している。黄銅鉱は、むしろ鉱床の見かけ上の上盤側に集中する傾向が認められる。

鉱石の縞状構造は鉱体と母岩との境界に調和して見られると言われているが、坑内試錐の新鮮なコアでは肉眼的にも明瞭に認められた。また、L6の163立入坑道から搬出されている坑外貯鉱の鉱石にも、結晶粒度および構成鉱物の相違に起因する縞状構造が肉眼でも明瞭に認められる。

顕微鏡下では、鉱石はCopper King 鉱床の鉱石より更に細粒(径0.01~0.2mm)の黄鉄鉱の結晶のモザイク状集合よりなり、種々の大きさの小空隙を伴っている。又空隙の1部を石英や黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱などで埋められていることがある。黄鉄鉱の結晶はこの空隙

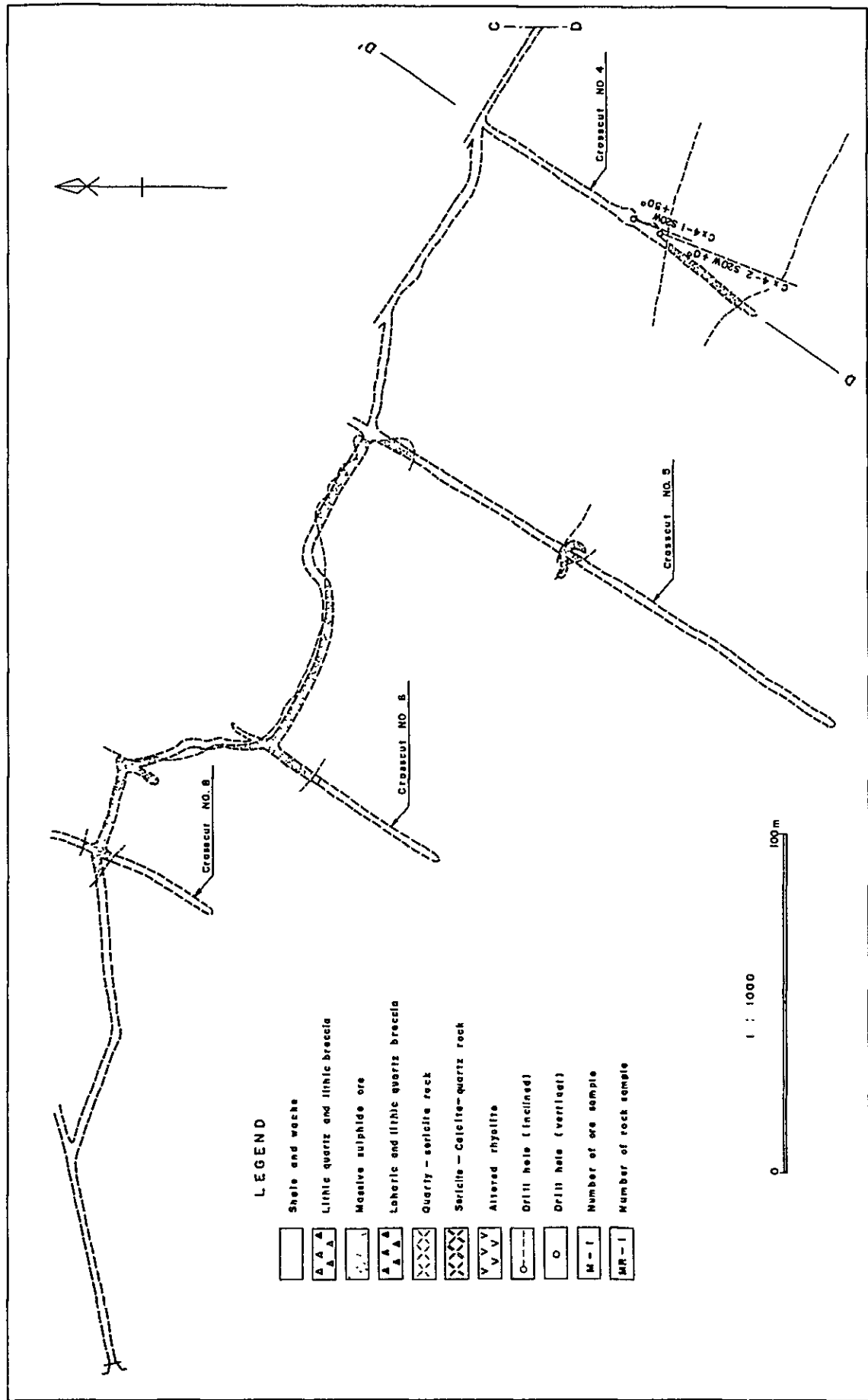


Fig. 4.12 Geological map at Adit Level 6 (Campo Morado, Reforma) II.

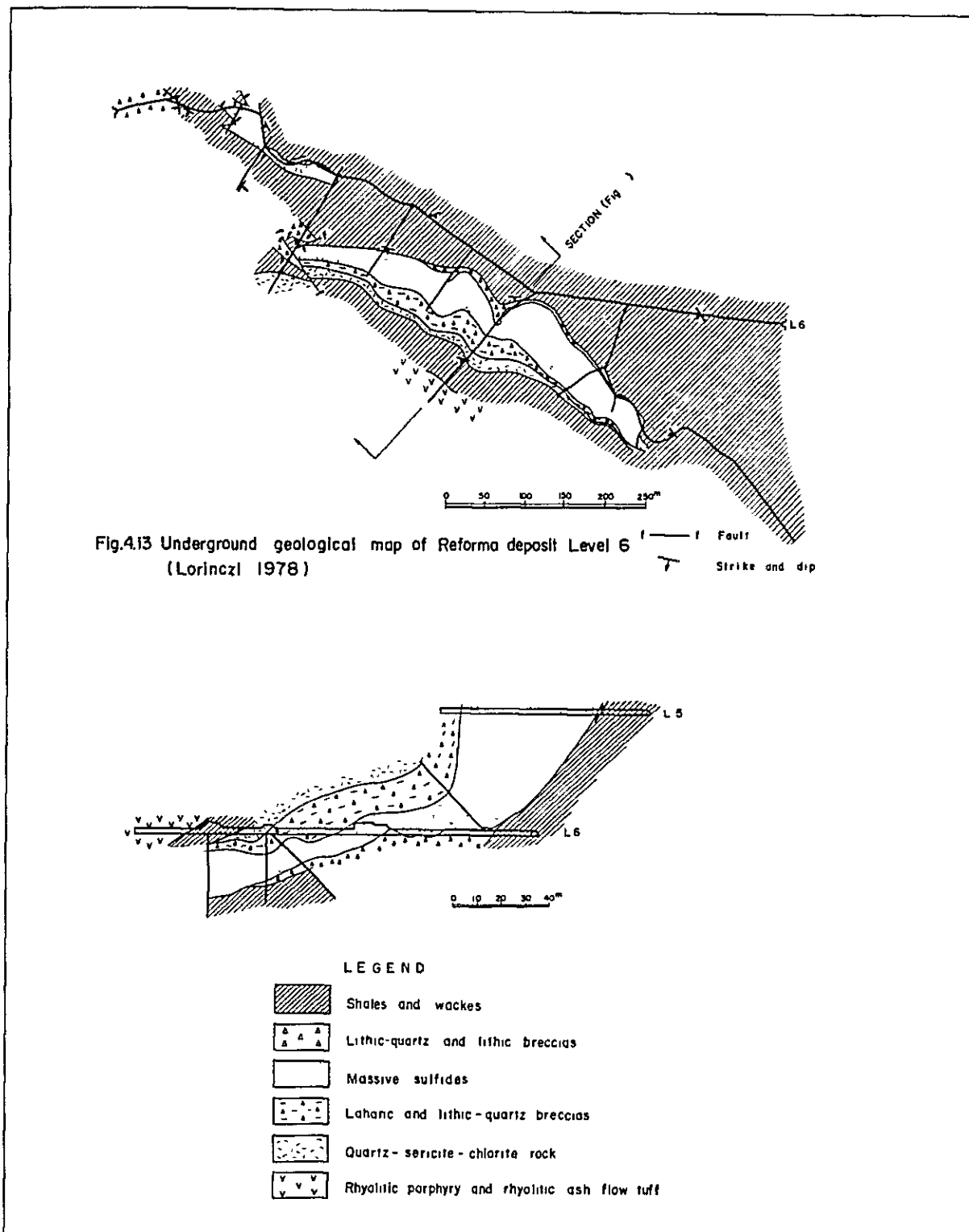


Fig.4.13 Underground geological map of Reforma deposit Level 6 (Lorinczi 1978)

Fig.4.14 Cross section through Reforma deposit, looking northwest (Lorinczi 1978)

の壁で成長する傾向が見られ、この場合では累帯構造を示している。また、黄鉄鉱の粒子の大きさと量の変化に起因する縞状構造が見られ、黄銅鉱、閃亜鉛鉱が特定の縞に集中して見られる所もある。黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、磁硫鉄鉱は黄鉄鉱の結晶中に径 0.01 mm 以下の包有物として含まれるほか、小空隙を埋め或いは石英、菱鉄鉱と共に、黄鉄鉱のモザイク状の集合体のマトリックスを構成している。銀鉱物として輝銀鉱が認められる。

鉱石の顕微鏡観察の結果は次の通りである（顕微鏡写真は別添）。

M-1：径 $0.01\sim 0.05\text{ mm}$ の非常に細粒の黄鉄鉱の結晶の集合からなり、黄鉄鉱は空隙に対し六面体の自形を示し、その結晶は空隙の壁で大きくなる傾向が見られ、累帯構造を示している。この空隙の大部分は中空であるが、1部は石英や黄銅鉱で埋められている。方鉛鉱、閃亜鉛鉱は黄銅鉱と同様なモードで認められるが、それらの量は微量である。

M-3：径 0.05 mm 前後の黄鉄鉱の結晶の集合からなり、種々の大きさの空隙を伴っている。黄鉄鉱は空隙に対し自形の結晶を示している。黄銅鉱は黄鉄鉱の結晶中に径 0.02 mm 以下の包有物として見られる。閃亜鉛鉱は黄銅鉱と同様なモードで存在するが、その量は黄銅鉱より少ない。

M-6：径 $0.05\sim 0.2\text{ mm}$ の黄鉄鉱粒子が多孔質な石英集合体中に鉱染している。径 0.02 mm 以下の黄銅鉱、閃亜鉛鉱、磁硫鉄鉱の粒子が黄鉄鉱の結晶中の包有物として認められる。

M-8：径 $0.01\sim 0.1\text{ mm}$ の黄鉄鉱粒子からなり、累帯構造とモザイク状構造が見られる。閃亜鉛鉱が主として裂口に沿って、黄鉄鉱集合体の中の孔を埋めている。黄銅鉱も同様に見られるが、その量は閃亜鉛鉱より少ない。微量の方鉛鉱が閃亜鉛鉱或いは黄銅鉱と共に認められる。

M-10：径 $0.01\sim 0.5\text{ mm}$ の黄鉄鉱のモザイク状集合よりなり、そのマトリックスは石英と少量の菱鉄鉱で埋められている。閃亜鉛鉱、黄銅鉱、方鉛鉱が菱鉄鉱、石英と共に認められる。銀鉱物として輝銀鉱が認められる。

M-12：径 $0.05\sim 0.2\text{ mm}$ の自形の黄鉄鉱の結晶のモザイク状集合よりなり、その空隙を埋めて石英、菱鉄鉱が見られる。径 0.01 mm 以下の非常に細粒な黄鉄鉱の結晶が流状構造に沿って認められる。

M-14：菱鉄鉱、石英の網状細脈が角礫化された黄鉄鉱のモザイク状集合体のマトリックスを埋めている。この角礫の大きさは $1.0\sim 0.001\text{ mm}$ である。微量の黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱がしばしば黄鉄鉱粒中に径 0.01 mm 以下の包有物として認められる。

M-16：径数 mm から 0.05 mm 以下の黄鉄鉱の結晶のモザイク状集合体の角礫と主として褐鉄鉱からなるマトリックスよりなる。この褐鉄鉱は菱鉄鉱の風化によって生成したと考えられる。閃亜鉛鉱、黄銅鉱は主として径 0.05 mm の黄鉄鉱の結晶のモザイクのマトリックス中に認められる。

M-18：黄鉄鉱の粒の大きさと量の変化に起因する縞状構造が認められる。黄鉄鉱の粒は径0.05～0.2mmの黄鉄鉱の結晶のモザイク状集合体の破片である。このモザイク状集合体のマトリックスは主として石英および1部菱鉄鉱で埋められている。黄銅鉱、閃亜鉛鉱は特定の縞に集中する傾向が見られる。

M-19：L6坑外の貯鉱から採取した鉱石で、明瞭な縞状構造が認められる。これは石英、菱鉄鉱からなるマトリックス中の黄鉄鉱粒の大きさと量の変化に起因している。平均0.01mmの針状の硫砒鉄鉱の集合が、硫化鉱物の流状構造に沿って、黄鉄鉱粒の周りに認められる。

4-2-8 鉱量および品位

調査団はReforma 鉱床の鉱量および品位を次の通り算定した（Table 4.6）。

Table 4.6 Ore reserves of Reforma deposit (1981)

| Block | Reserves | tons | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % |
|---------------|----------|-----------|--------|--------|------|------|------|
| Drilling area | Provable | 2,085,000 | 108 | 123.9 | 0.83 | 0.44 | 1.42 |
| L6～L5 | " | 1,977,000 | 0.89 | 70.6 | 0.89 | 0.71 | 1.65 |
| Sub total | | 4,062,000 | 0.99 | 98.0 | 0.86 | 0.57 | 1.53 |
| L5～L3 | Possible | 4,282,000 | 0.70 | 92.9 | 0.80 | 0.63 | 1.19 |
| Total | | 8,344,000 | 0.84 | 95.4 | 0.83 | 0.60 | 1.36 |

この鉱量計算の基礎はFig. 4.15～Fig. 4.18およびTable 4.7～Table 4.13に示す。

鉱量計算の過程で、Reforma 鉱床に関する情報の質によって、鉱体は試錐地区、L6～L5およびL5～L3の3ブロックに分割された。試錐地区については、Geocon社が作成した1m～2m毎の試錐コアの分析値を使用し鉱量および品位を算定した。試錐地区に隣接したL6～L5のブロックでは、L5の立入坑道で10m毎に採取した鉱石サンプルの品位およびL5の立入坑道に最も近い試錐のコア品位を使って、平均品位を査定した。しかし、L5以上のブロックについては、鉱体の拡がりおよび品位に関する資料がなく、その平均品位はL5の立入坑道の平均品位と同様であると評価し、L5地並に立入坑道がない所では、L5に最も近い試錐の平均品位を適用した。その鉱体の拡がりにはL4およびL3の坑道図（Fig. 4.9）から推定した。

L5以下の鉱体は、比較的垂直鉛、鉛に富む鉱石が鉱体の見かけ上の下盤側に集中する傾向が見られたので、更に垂直鉛、鉛の高品位部と低品位部に分割した。

Geocon社はL6およびL5における立入、錘押探鉱とL6における坑内試錐20孔の結果に基づいて次の鉱量および品位を計上している（Table 4.14）。この品位は、Geocon

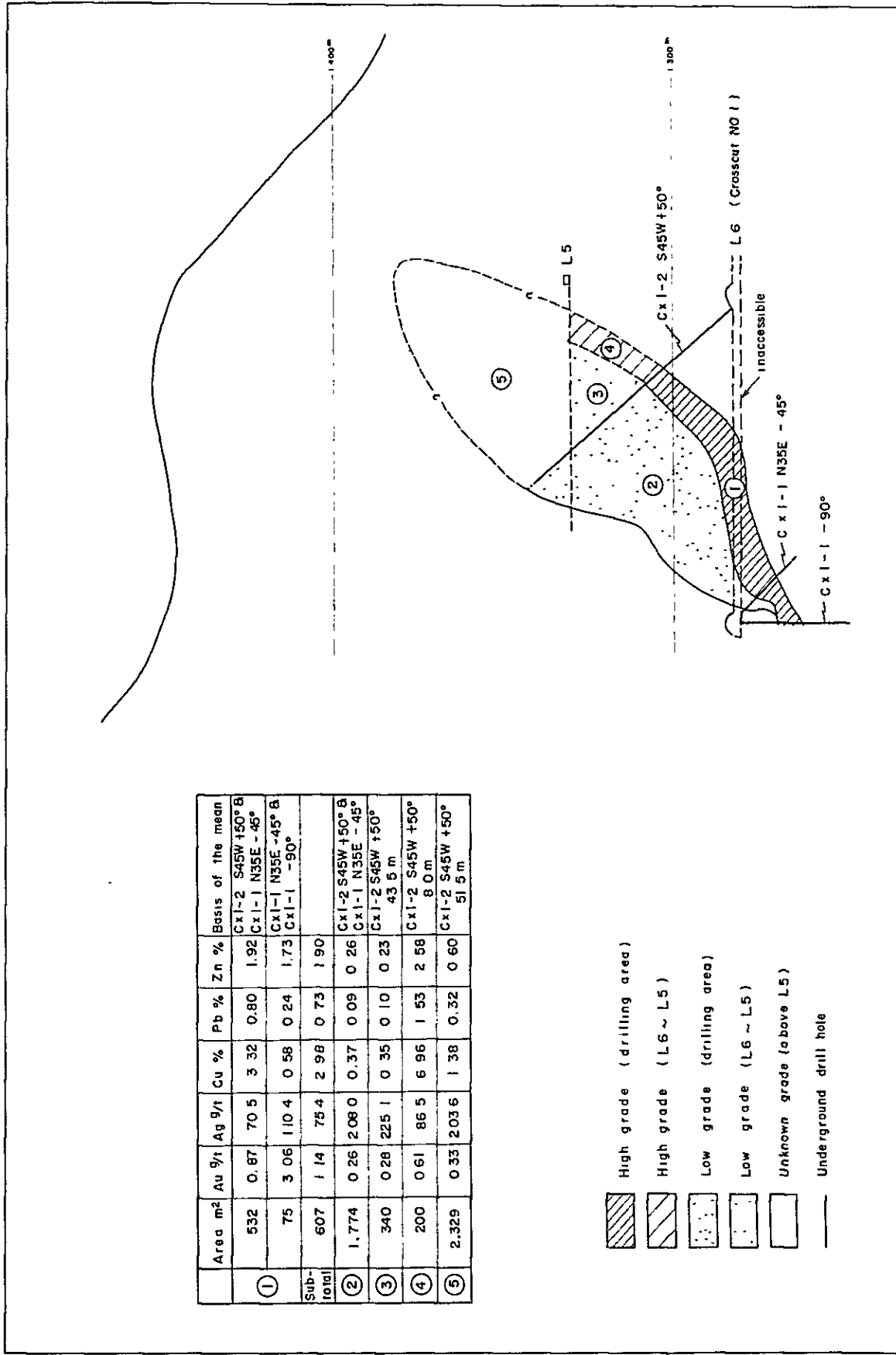






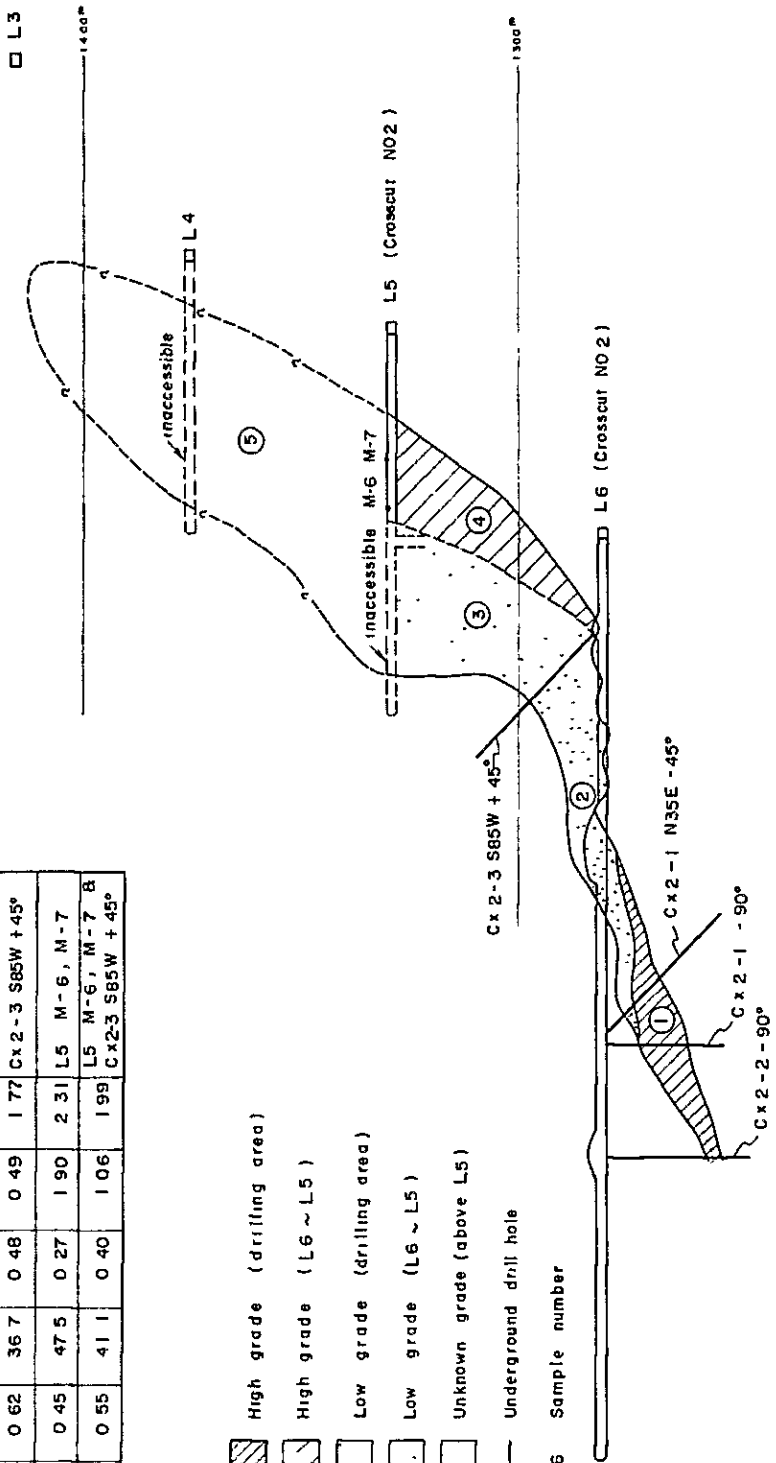


Fig.4.15 Profile of Reforma deposit A - A' See Fig 4.11







| | Area m ² | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % | Basis of the mean |
|----------|---------------------|--------|--------|------|------|------|-------------------------------------|
| ① | 78 | 15.28 | 436.7 | 1.26 | 2.49 | 6.23 | Cx2-1 N35E -45° |
| | 102 | 6.79 | 265.4 | 0.73 | 2.56 | 5.17 | Cx2-1 N35E-45° B |
| | 188 | 2.52 | 188.1 | 0.42 | 2.35 | 4.35 | Cx2-1 -90° B Cx2-2 -90° B |
| Subtotal | 368 | 6.41 | 262.2 | 0.68 | 2.44 | 4.98 | |
| ② | 720 | 0.49 | 30.7 | 0.45 | 0.45 | 1.74 | Cx2-3 S85W+45° B Cx2-1 N35E -46° |
| ③ | 1,050 | 0.62 | 36.7 | 0.48 | 0.49 | 1.77 | Cx2-3 S85W +45° |
| ④ | 740 | 0.45 | 47.5 | 0.27 | 1.90 | 2.31 | L5 M-6, M-7 |
| ⑤ | 3,463 | 0.55 | 41.1 | 0.40 | 1.06 | 1.99 | L5 M-6, M-7 B Cx2-3 S85W +45° |

-  High grade (drilling area)
-  High grade (L6 ~ L5)
-  Low grade (drilling area)
-  Low grade (L6 ~ L5)
-  Unknown grade (above L5)
-  Underground drill hole
- M-6 Sample number



-90°
60m
Fig 416 Profile of Reforma deposit B - B' See Fig. 411

| | Area m ² | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % | Basis of the mean |
|-----------|---------------------|--------|--------|------|------|------|--------------------------------------|
| ① | 276 | 2.77 | 84.5 | 0.38 | 0.77 | 3.63 | Cx3-3 S85W+45° B Cx3-1 N30E -10° |
| Sub-total | 42 | 6.15 | 100.9 | 0.45 | 0.91 | 8.17 | Cx3-1 -90° |
| | 318 | 3.22 | 86.7 | 0.39 | 0.79 | 4.23 | |
| ② | 917 | 0.41 | 32.9 | 0.82 | 0.10 | 0.87 | Cx3-3 S85W+45° B Cx3-1 N30E -10° |
| | 25 | 0.24 | 35.9 | 1.11 | 0.10 | 0.62 | Cx3-1 N30E -10° B Cx3-1 N30E -45° |
| Sub-total | 30 | 0.05 | 43.0 | 1.25 | 0.11 | 0.70 | Cx3-1 -90° |
| | 972 | 0.40 | 33.2 | 0.84 | 0.10 | 0.86 | |
| ③ | 1,193 | 0.37 | 37.5 | 1.31 | 0.09 | 0.73 | Cx3-3 S85W+45° B L5 M-10 ~ M-13 |
| ④ | 864 | 2.46 | 103.6 | 0.49 | 0.79 | 2.62 | Cx3-3 S85W+45° B L5 M-8, M-9 |
| ⑤ | 2,763 | 0.97 | 60.5 | 1.24 | 0.31 | 1.14 | L5 M-8 ~ M-13 |

-  High grade (drilling area)
-  High grade (L6 ~ L5)
-  Low grade (drilling area)
-  Low grade (L6 ~ L5)
-  Unknown grade (above L5)
-  Underground drill hole
- M-B Sample number

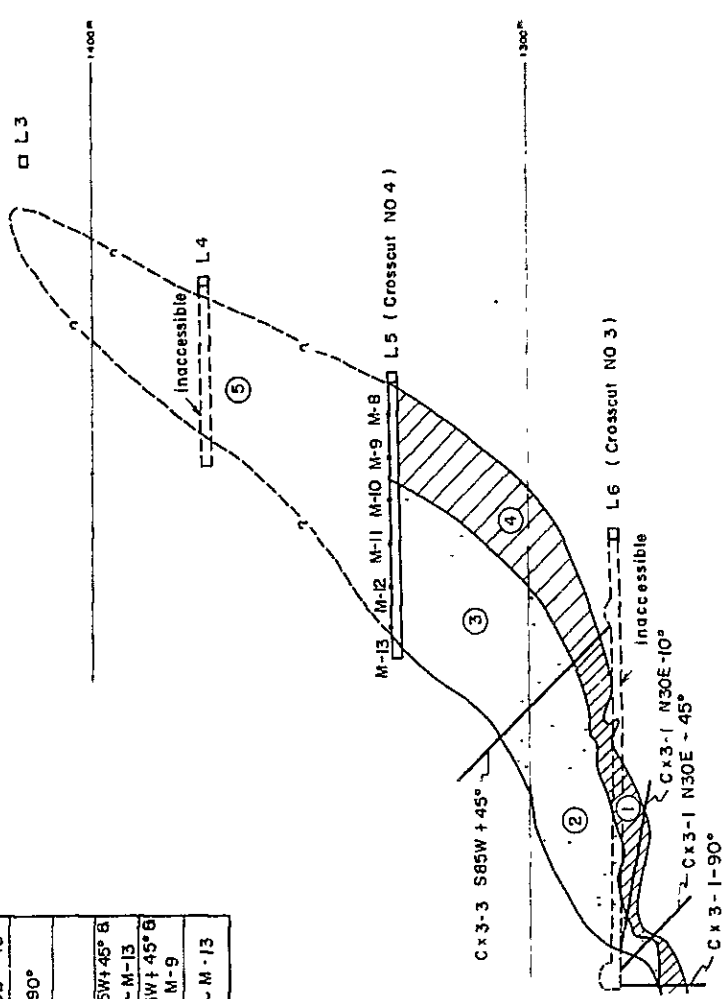








Fig.4.17 Profile of Reforma deposit C - C' See Fig 4.11

| Area m ² | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % | Basis of the meat |
|---------------------|--------|--------|-------|------|------|---------------------------------------|
| ① | 240 | 1.64 | 60.2 | 0.51 | 2.52 | Cx4-1 S20W + 50° B Cx4-2 S20W + 0° |
| ② | 240 | 0.68 | 37.5 | 0.13 | 0.81 | " |
| ③ | 355 | 0.45 | 29.7 | 0.11 | 0.59 | Cx4-1 S20W + 50° B L5 M-17, M-18 |
| ④ | 489 | 1.38 | 78.5 | 0.33 | 1.17 | Cx4-1 S20W + 50° B L5 M-15, M-16 |
| ⑤ | 110 | 2.80 | 173.0 | 0.11 | 0.34 | L5 M-14 |
| ⑥ | 2,743 | 1.08 | 80.8 | 0.31 | 0.66 | L5 M-14 ~ M-18 |

-  High grade (drilling area)
-  High grade (L6 ~ L5)
-  Low grade (drilling area)
-  Low grade (L6 ~ L5)
-  Unknown grade (above L5)
-  Underground drill hole
- M-14 Sample number

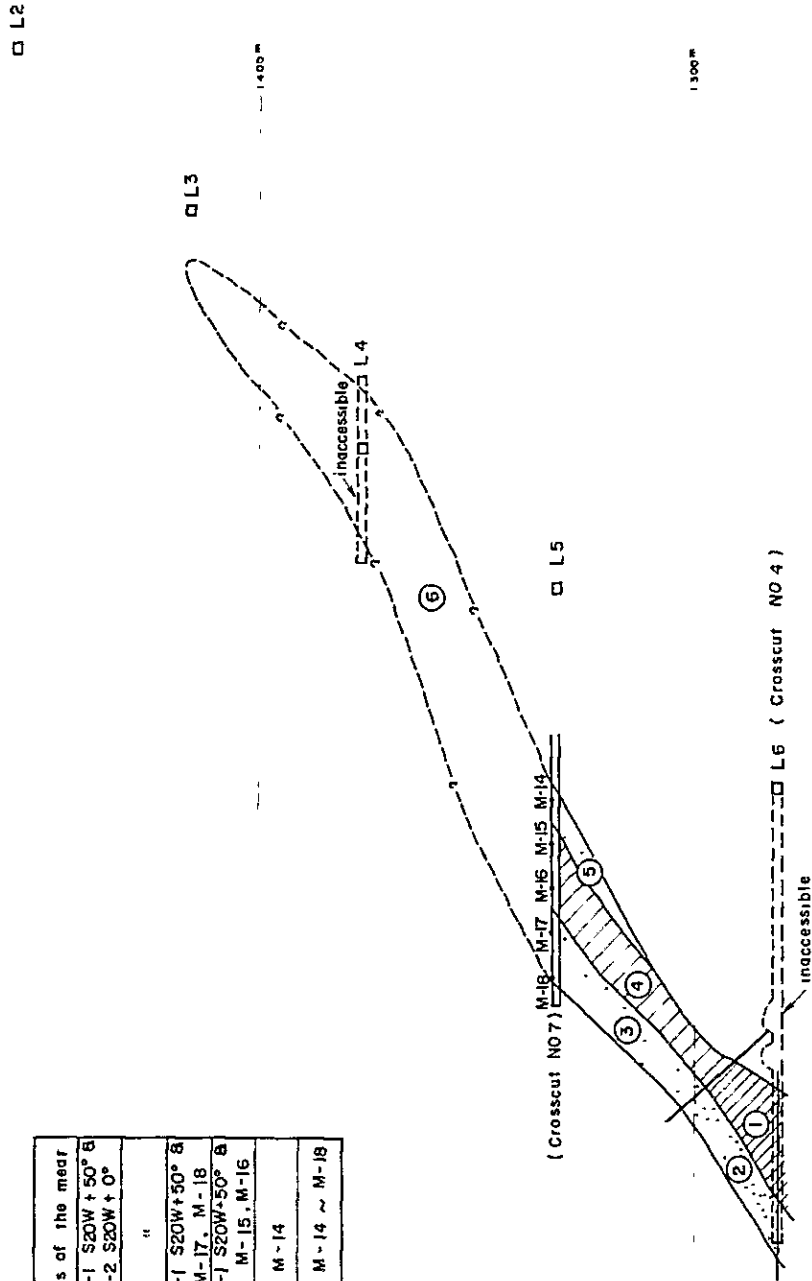


Fig.4.18 Profile of Reforma deposit D - D' See Fig 4.12

Table 4.7 Assays of Crosscut Ore Samples (Reforma)

| Sample No. | Level | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % | Fe % | S % |
|---------------|---------|--------|--------|------|------|------|-------|-------|
| M- 1 | Level 6 | 0.6 | 61 | 0.11 | 0.20 | 0.13 | 43.94 | 50.99 |
| 2 | " | 0.8 | 86 | 0.28 | 0.37 | 1.12 | 41.34 | 47.33 |
| 3 | " | 1.1 | 65 | 0.16 | 0.41 | 0.55 | 40.13 | 48.16 |
| 4 | " | 0.6 | 61 | 0.09 | 0.31 | 0.07 | 41.03 | 49.06 |
| 5 | " | 0.5 | 55 | 0.08 | 0.59 | 0.07 | 38.43 | 44.62 |
| 6 | Level 5 | 0.1 | 36 | 0.28 | 0.91 | 1.36 | 24.48 | 28.59 |
| 7 | " | 0.8 | 59 | 0.26 | 2.88 | 3.26 | 37.42 | 43.33 |
| 8 | " | 2.4 | 117 | 0.33 | 0.48 | 1.98 | 42.54 | 51.37 |
| 9 | " | 2.0 | 85 | 0.57 | 1.05 | 2.31 | 43.14 | 46.70 |
| 10 | " | 0.3 | 11 | 0.46 | 0.05 | 0.24 | 36.92 | 41.29 |
| 11 | " | 0.1 | 15 | 0.57 | 0.21 | 1.66 | 34.51 | 29.98 |
| 12 | " | 0.1 | 18 | 0.60 | 0.02 | 0.45 | 27.69 | 22.76 |
| 13 | " | 0.9 | 117 | 4.88 | 0.02 | 0.21 | 36.92 | 42.73 |
| 14 | " | 2.8 | 173 | 0.11 | 0.34 | 0.08 | 38.12 | 40.95 |
| 15 | " | 2.3 | 129 | 0.14 | 2.52 | 0.91 | 42.54 | 51.56 |
| 16 | " | 0.1 | 44 | 0.31 | 0.16 | 1.28 | 42.94 | 47.74 |
| 17 | " | 0.1 | 40 | 0.31 | 0.26 | 0.98 | 42.34 | 44.94 |
| 18 | " | 0.1 | 18 | 0.69 | 0.03 | 0.22 | 38.22 | 35.09 |
| Average grade | | 0.87 | 66.1 | 0.57 | 0.60 | 0.94 | 38.48 | 42.62 |

Table 4.8 Assays of Underground Drilling (Reforma)

| Drill No. | Grade | Drill run (m) | | Interval (m) | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % |
|--------------------|-------|---------------|-------|--------------|--------|--------|------|------|------|
| | | From | To | | | | | | |
| L6 CX1-2 S45W +50° | High | 25.8 | 33.8 | 8.00 | 0.61 | 86.5 | 6.96 | 1.53 | 2.58 |
| | Low | 33.8 | 77.3 | 43.50 | 0.28 | 225.1 | 0.35 | 0.10 | 0.23 |
| L6 CX1-1 N35E -45° | Low | 1.65 | 5.5 | 3.85 | Tr. | Tr. | 0.62 | 0.03 | 0.62 |
| | High | 5.5 | 15.95 | 10.45 | 1.07 | 58.2 | 0.53 | 0.24 | 1.42 |
| L6 CX1-1 -90° | High | 9.9 | 18.0 | 8.10 | 5.62 | 177.6 | 0.64 | 0.23 | 2.12 |
| L6 CX2-3 S85W +45° | Low | 0 | 20.0 | 20.00 | 0.62 | 36.7 | 0.48 | 0.49 | 1.77 |
| L6 CX2-1 N35E -45° | Low | 5.65 | 11.0 | 5.35 | Tr. | 8.0 | 0.32 | 0.30 | 1.61 |
| | High | 11.0 | 17.0 | 6.00 | 15.28 | 436.7 | 1.26 | 2.49 | 6.23 |
| L6 CX2-1 -90° | High | 7.4 | 18.85 | 11.45 | 2.34 | 175.7 | 0.45 | 2.59 | 4.62 |
| L6 CX2-2 -90° | High | 22.25 | 26.2 | 3.95 | 3.03 | 223.8 | 0.35 | 1.64 | 3.56 |
| | High | 3.8 | 12.0 | 8.20 | 3.13 | 110.4 | 0.60 | 0.84 | 3.82 |
| L6 CX3-3 S85W +45° | Low | 12.0 | 35.9 | 23.90 | 0.40 | 33.2 | 0.84 | 0.10 | 0.86 |
| | Low | 0 | 11.55 | 11.55 | 0.35 | 32.2 | 1.04 | 0.09 | 0.58 |
| L6 CX3-1 N30E -10° | High | 11.55 | 36.05 | 24.50 | 2.65 | 75.8 | 0.31 | 0.75 | 3.57 |
| | Low | 5.15 | 11.25 | 6.10 | 0.05 | 43.0 | 1.25 | 0.11 | 0.70 |
| L6 CX3-1 -90° | High | 7.9 | 14.9 | 7.00 | 6.15 | 100.9 | 0.45 | 0.91 | 8.17 |
| | High | 11.5 | 20.2 | 8.70 | 1.76 | 62.0 | 0.53 | 0.83 | 2.70 |
| L6 CX4-1 S20W +50° | Low | 20.2 | 26.95 | 6.75 | 1.27 | 31.3 | 0.67 | 0.03 | 0.57 |
| | High | 2.95 | 30.15 | 27.20 | 1.60 | 59.6 | 0.51 | 0.47 | 2.48 |
| L6 CX4-2 S20W +0° | Low | 30.15 | 43.0 | 12.85 | 0.37 | 40.8 | 0.46 | 0.18 | 0.93 |

Table 4.9. Basis of Ore Reserves Calculation (Profile A – A')

| Block | | Area m ² | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % |
|---------------|---|---------------------|--------|--------|------|------|------|
| Drilling area | 1 | 607 | 1.14 | 75.4 | 2.98 | 0.73 | 1.90 |
| | 2 | 1,774 | 0.26 | 208.0 | 0.37 | 0.09 | 0.26 |
| | | 2,381 | 0.48 | 174.2 | 1.04 | 0.25 | 0.68 |
| L6 – L5 | 3 | 340 | 0.28 | 225.1 | 0.35 | 0.10 | 0.23 |
| | 4 | 200 | 0.61 | 86.5 | 6.96 | 1.53 | 2.58 |
| | | 540 | 0.40 | 173.8 | 2.80 | 0.63 | 1.85 |
| Sub-total | | 2,921 | 0.47 | 174.1 | 1.36 | 0.32 | 0.76 |
| L5 – L3 | 5 | 2,329 | 0.33 | 203.6 | 1.38 | 0.32 | 0.60 |
| Total | | 5,250 | 0.41 | 187.2 | 1.37 | 0.32 | 0.69 |

Table 4.10. Basis of Ore Reserves Calculation (Profile B – B')

| Block | | Area m ² | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % |
|---------------|---|---------------------|--------|--------|------|------|------|
| Drilling area | 1 | 368 | 6.41 | 262.2 | 0.68 | 2.44 | 4.98 |
| | 2 | 720 | 0.49 | 30.7 | 0.45 | 0.45 | 1.74 |
| | | 1,088 | 2.49 | 109.0 | 0.53 | 1.12 | 2.83 |
| L6 – L5 | 3 | 1,050 | 0.62 | 36.7 | 0.48 | 0.49 | 1.77 |
| | 4 | 740 | 0.45 | 47.5 | 0.27 | 1.90 | 2.31 |
| | | 1,790 | 0.55 | 41.2 | 0.39 | 1.07 | 1.99 |
| Sub-total | | 2,878 | 1.28 | 66.8 | 0.44 | 1.09 | 2.31 |
| L5 – L3 | 5 | 3,463 | 0.55 | 41.1 | 0.40 | 1.06 | 1.99 |
| Total | | 6,341 | 0.88 | 52.8 | 0.42 | 1.07 | 2.14 |

Table 4.11. Basis of Ore Reserves Calculation (Profile C – C')

| Block | | Area m ² | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % |
|---------------|---|---------------------|--------|--------|------|------|------|
| Drilling area | 1 | 318 | 3.22 | 86.7 | 0.39 | 0.79 | 4.23 |
| | 2 | 972 | 0.40 | 33.2 | 0.84 | 0.10 | 0.86 |
| | | 1,290 | 1.09 | 46.4 | 0.73 | 0.27 | 1.69 |
| L6 – L5 | 3 | 1,193 | 0.37 | 37.5 | 1.31 | 0.09 | 0.73 |
| | 4 | 864 | 2.46 | 103.6 | 0.49 | 0.79 | 2.62 |
| | | 2,057 | 1.25 | 65.3 | 0.97 | 0.38 | 1.52 |
| Sub-total | | 3,347 | 1.19 | 58.0 | 0.87 | 0.34 | 1.59 |
| L5 – L3 | 5 | 2,763 | 0.97 | 60.5 | 1.24 | 0.31 | 1.14 |
| Total | | 6,110 | 1.09 | 59.1 | 1.04 | 0.33 | 1.39 |

Table 4.12. Basis of Ore Reserves Calculation (Profile D -- D')

| Block | | Area m ² | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % |
|---------------|---|---------------------|--------|--------|------|------|------|
| Drilling area | 1 | 240 | 1.64 | 60.2 | 0.51 | 0.56 | 2.52 |
| | 2 | 240 | 0.68 | 37.5 | 0.53 | 0.13 | 0.81 |
| | | 480 | 1.16 | 48.9 | 0.52 | 0.35 | 1.67 |
| L6 - L5 | 3 | 355 | 0.45 | 29.7 | 0.55 | 0.11 | 0.59 |
| | 4 | 489 | 1.38 | 78.5 | 0.33 | 1.17 | 1.62 |
| | 5 | 110 | 2.80 | 173.0 | 0.11 | 0.34 | 0.08 |
| | | 954 | 1.20 | 71.2 | 0.39 | 0.68 | 1.06 |
| Sub-total | | 1,434 | 1.19 | 63.7 | 0.43 | 0.57 | 1.26 |
| L5 - L3 | 6 | 2,743 | 1.08 | 80.8 | 0.31 | 0.66 | 0.70 |
| Total | | 4,177 | 1.12 | 74.9 | 0.35 | 0.63 | 0.89 |

Table 4.13. Basis of Ore Reserves Calculation of Reforma Deposit

| Block | Profile No. | Area m ² | Length m | S.G. | Reserves | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % |
|---------------|-------------|---------------------|----------|------|-----------|--------|--------|------|------|------|
| Drilling area | A - A' | 2,381 | 110 | 4 | 1,047,640 | 0.48 | 174.2 | 1.04 | 0.25 | 0.68 |
| | B - B' | 1,088 | 100 | 4 | 435,200 | 2.49 | 109.0 | 0.53 | 1.12 | 2.83 |
| | C - C' | 1,290 | 85 | 4 | 438,600 | 1.09 | 46.4 | 0.73 | 0.27 | 1.69 |
| | D - D' | 480 | 85 | 4 | 163,200 | 1.16 | 48.9 | 0.52 | 0.35 | 1.67 |
| L6 - L5 | | | | | 2,084,640 | 1.08 | 123.9 | 0.83 | 0.44 | 1.42 |
| | A - A' | 540 | 110 | 4 | 237,600 | 0.40 | 173.8 | 2.80 | 0.63 | 1.85 |
| | B - B' | 1,790 | 100 | 4 | 716,000 | 0.55 | 41.2 | 0.39 | 1.07 | 1.99 |
| | C - C' | 2,057 | 85 | 4 | 699,380 | 1.25 | 65.3 | 0.97 | 0.38 | 1.52 |
| Sub-total | D - D' | 954 | 85 | 4 | 324,360 | 1.20 | 71.2 | 0.39 | 0.68 | 1.06 |
| | | | | | 1,977,340 | 0.89 | 70.6 | 0.89 | 0.71 | 1.65 |
| | | | | | 4,061,980 | 0.99 | 98.0 | 0.86 | 0.57 | 1.53 |
| L5 - L3 | A - A' | 2,329 | 110 | 4 | 1,024,760 | 0.33 | 203.6 | 1.38 | 0.32 | 0.60 |
| | B - B' | 3,463 | 100 | 4 | 1,385,200 | 0.55 | 41.1 | 0.40 | 1.06 | 1.99 |
| | C - C' | 2,763 | 85 | 4 | 939,420 | 0.97 | 60.5 | 1.24 | 0.31 | 1.14 |
| | D - D' | 2,743 | 85 | 4 | 932,620 | 1.08 | 80.8 | 0.31 | 0.66 | 0.70 |
| Total | | | | | 4,282,000 | 0.70 | 92.9 | 0.80 | 0.63 | 1.19 |
| | | | | | 8,343,980 | 0.84 | 95.4 | 0.83 | 0.60 | 1.36 |

社で探鉱作業を担当した Lorinczi および Miranda が Economic Geology (1,978) に発表している。

Table 4.14 Ore reserves of Reforma deposit (Geocon)

| Block | Reserves tons | | Au g/t | Ag g/t | Cu g/t | Pb g/t | Zn % |
|---------------|---------------|-----------|--------|---------|--------|--------|--------|
| Drilling area | Proved | 2,248,000 | 1.2 | 111.8 | 0.68 | 1.07 | 3.12 |
| L 6 ~ L 4 | Provable | 7,200,000 | | | | | |
| Total | | 9,448,000 | (1.2) | (111.8) | (0.68) | (1.07) | (3.12) |

上記の確定鉱量は試錐地区の埋蔵鉱量にあたると思われる。その平均品位は Geocon 社が主要坑道で採取した鉱石サンプルと 1 m ~ 2 m 毎に縦割りした試錐コアの品位に基づいて計算されたと考えられる。推定鉱量の品位は確定鉱量の品位と殆んど同じであると言われている。

調査団と Geocon 社が査定した平均品位を比較すると、鉛と亜鉛の品位に関して相違が見られる。この相違は、Geocon 社がサンプリングした L 5 および L 6 の主要坑道への入坑が前述のように不可能であったことが主要な原因であろうと思われる。従って、この疑問を解明しながら更に詳細な鉱量品位を算出するためには、次のことが必要である。

- 1) Geocon 社 および前鉱業権者が作成した主要坑道の品位図の入手と検討。
- 2) L 6, L 5 および特に鉱床に関する資料が全くない L 4 の主要立入坑道の再取明けによる地質調査とサンプリング。
- 3) Reforma 鉱床の上方および下方への連続性を確認するため、上記の調査の結果に基づく試錐探査の追加。

今回調査団が査定した鉱量および品位の中、推定鉱量および品位に関しては、坑内試錐のデータを利用することが出来、また L 5 の主要立入坑道では一部を除きサンプリングすることが出来たので、大幅な変化はないと思われる。又、鉱床の更に下方への連続性は未探鉱であるので、将来試錐による鉱量増加が期待される。

L 5 以上の予想鉱量および品位については、その基礎となるデータは前述の通り皆無であるので、特に L 5 と L 3 の中間レベルである L 4 の主要立入坑道の再取明けによる調査、サンプリングに基づいた再評価が是非必要である。

今回の調査の結果、Reforma 鉱床の平均品位として、Geocon 社で探鉱作業を担当した Lorinczi および Miranda が Economic Geology (1,978) に発表した Reforma 鉱床の平均品位を採用した。この理由は次の通りである。

- 1) Geocon 社は、Drilling area の平均品位を L 6 および L 5 のすべての主要立入坑道のサンプル品位と坑内試錐のコア品位に基づいて査定している。これに対し、調査団は坑内試錐のデータは利用することが出来たが、主要立入坑道への入坑は制限された。

2) L6～L4の平均品位は、Drilling areaのそれと殆んど同じであると言われている。この品位の査定方法は不明であるが、今回入手することが出来なかったL5以上の坑道品位図も利用されているように思われる。調査団は、L5以上の品位については、前述のようにL5坑道品位或いはL5地並に近い坑内試錐の品位を適用せざるを得なかった。

3) 以上のことから、鉱量および品位を再評価する必要があるが、Geocon社で査定したReforma 鉱床の平均品位の方が精度が高いと判断した。

4-3 鉱量および品位の査定

4-3-1 Copper King 鉱床

調査団はRio Tinto 鉱床の162坑の入坑可能な立入、錘押坑道の調査結果および入手資料に基づいて、下記の鉱量および品位を査定した。

Table 4.4 Ore reserves of Rio Tinto deposit (The mission, 1981)

| Possible reserves | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % | Fe % | S % |
|-------------------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| 12,000,000 tons | 0.18 | 750 | 0.40 | 0.01 | 0.54 | 4285 | 5135 |

鉱量は、Rio Tinto 鉱床の規模を、長さ400m、厚さ60m、幅120m、比重4.0と推定して査定した。更に精度の高い鉱量品位を算定するためには、今回入坑することが出来なかった坑道の再取明けによる地質調査および坑外試錐の資料の確認が必要である。更に鉱床の下部への連続性を確認するためには、上記の調査結果に基づいた試錐の追加が必要である。

品位は、162坑で採取した錘押坑道のサンプルの平均品位 (Table 4.5 drift average, Fig. 4.5) を適用した。この理由は次の通りである。

1) 採取した鉱石サンプルの品位は、鉱床の周辺部に沿う錘押坑道で比較的高いが鉱床の内部では低い、即ち周辺部で比較的高品位であるという傾向が見られることから、鉱床を横断する立入坑道のサンプルの平均品位 (Table 4.5 crosscut average Au 0.10g/t, Ag 240g/t, Cu 0.04%, Pb 0.01%, Zn 0.05%) が入坑可能な1部の鉱床の平均的品位であると考えた。

2) しかし、すべての立入、錘押坑道への入坑が制限されたこと、および1973年～1975年の坑外試錐の結果から、Rio Tinto 鉱床の銅品位は約1%であると言われていることを考慮すると、上記の入坑可能な1部の鉱床の平均品位を鉱床全体の代表的品位であると見なすことには問題があると思われる。

3) 調査団が採取した錘押坑道のサンプルの平均品位をMurga社がすべての坑道のサンプル品位に基づいて計上している平均品位 (Spring 1972, Table 4.3) と比較すると、

両者は近似的に一致している。

4) 従って、更に詳細な品位を算出するためには次のことが必要であるが、上記の鍾押坑道の平均品位をRio Tinto 鉱床全体の代表的品位として適用した。

- a. 今回入坑することが出来なかった坑道の再取明けによる地質調査およびサンプリング。
- b. 坑道品位図および坑外試錐データの入手と検討。

4-3-2 Campo Morado 鉱床

調査団はReforma 鉱床のL6およびL5の入坑可能な立入坑道の調査および入手資料に基づいて、下記のReforma 鉱床の鉱量および品位を算定した。

Table 4.15 Ore reserves of Reforma deposit (The mission 1981)

| Ore reserves | Au g/t | Ag g/t | Cu % | Pb % | Zn % | Fe % | S % |
|----------------|--------|--------|------|------|------|-------|-------|
| 8,344,000 tons | 1.2 | 111.8 | 0.68 | 1.07 | 3.12 | 40.98 | 40.00 |

鉱量は、Reforma 鉱床に関する情報の質によって、試錐地区、L6-L5およびL5-L3の3ブロックに分けて計算した (Fig.4.9 ~ Fig. 4.12, Fig. 4.15 ~ Fig. 4.18, Table 4.6 ~ Table 4.13)。

上記の3ブロックの中、前2者については入手した坑内試錐データおよびL6地質図のほかに、今回調査したL6およびL5の地質図に基づいて鉱量を算定することが出来た。しかし、L5-L3の鉱床については、前述のようにL4およびL3の坑道図 (Fig. 4.9) からその拡がりを推定した。従ってL5-L3の予想鉱量については、鉱床分布図を入手して検討すると共に、特にL4の主要立入坑道を再度取明けし、地質調査を行なって鉱量を確認する必要がある。鉱床の下方への連続性については殆んど未探鉱であるので、試錐による鉱量増加が期待される。また、周辺には類似の鉱床の鉱徴が知られているので、周辺部の探鉱による鉱量増加も期待される。

品位は、Geocon社で査定し、Economic Geology (Vol.73, 1978) に発表されているReforma 鉱床の平均品位 (Table 4.13) を適用した。この理由は次の通りである。

1) Geocon社は試錐地区の平均品位を坑内試錐のコア品位とL6のすべての主要立入坑道のサンプル品位に基づいて査定している。これに対し、調査団は坑内試錐のデータは利用することが出来たが、主要立入坑道への入坑は制限された。

2) L6-L4の平均品位は試錐地区の平均品位と殆んど同じであると言われている。この品位の査定方法は不明であるが、入手することが出来なかったL5以上の坑道品位図も利用されているように思われる。調査団はL5以上の品位については、前述のように、L5立入坑道で採取したサンプルの平均品位およびL5地並に近い坑内試錐の品位を適用せざるを得

なかった。

3) 以上のことから、更に詳細な品位を見積るために次のことが必要であるが、Geocon社で査定したReforma 鉱床の平均品位の方が精度が高いと判断した。

a. 坑道品位図の入手と検討

b. L6, L5および特に鉱床に関する資料が全くないL4の主要坑道の再取明けによる地質調査およびサンプリング。

尚、鉄および硫黄の品位については、Geocon社のデータがないので、日本へ持ち帰ったサンプルを、Geocon社の元鉱品位に近づけるように混合して選鉱試験用の試料を作成した際の試料の鉄および硫黄の品位をReforma 鉱床の平均品位として適用した。

第5章 選鉦試験

第 5 章 選 鋳 試 験

5 - 1 試験結果

5 - 1 - 1 鋳石の組成および性状

選鋳試験用試料として、Campo Morado "A" (No. 1 ~ 18), Campo Morado "B" (No. 19 ~ 6 ~ 19 - 20) および Copper King (No. 1 ~ 25) 3 種を準備し、それらの試料の完全分析値を Table 5 - 1 に表示する。

1) Campo Morado 鋳 蛍光 X 線分析で Fe · Zn · Cu · Pb · As · Ab · S · Ag · Cd の各元素が、X 線回析で黄鉄鋳，閃亜鉛鋳，黄銅鋳，菱鉄鋳および石英が検出された。顕微鏡下で黄鉄鋳の他に磁硫鉄鋳，黄銅鋳，閃亜鉛鋳，方鉛鋳，四面安銅鋳，硫砒鉄鋳，硫酸鉛およびエレクトラムが観察され、これらの鋳物は微細な形で黄鉄鋳と複雑にかみ合っており、微粉碎しても単体分離度は低いことが予想される。Ag は四面安銅鋳に含有される他に一部輝銀鋳およびエレクトラムとして存在することが E P M A により確認された。

2) Copper King 鋳 蛍光 X 線分析で Fe · Zn · Cu · S · Ca · K · Ti · Mn の各元素が、X 線回析で黄鉄鋳および石英が検出された。他の硫化鋳物をほとんど随伴しない比較的大きな黄鉄鋳結晶であるが、部分的には黄銅鋳，閃亜鉛鋳および銅藍が黄鉄鋳結晶中の空隙を充填する形で観察される。脈石との単体分離は比較的粗い粒度で可能である。

5 - 1 - 2 鋳石の粉碎試験

鋳石の Work Index を求めると、Campo Morado "A" が 13.4，Campo Morado "B" が 15.6，Copper King が 8.5 となり、Campo Morado 鋳は比較的硬いが -400 メッシュに粉碎する場合は Copper King 鋳の方が硬い結果が得られた。(Table 5 - 3 参照)

5 - 1 - 3 Campo Morado 鋳の浮選試験

鋳物試験の結果明らかなように、微粉碎しないと単体分離度が向上しないので -400 メッシュ 97 % まで微粉碎した試料を準備した。種々の浮選試験の結果、硫化鉄鋳が多過ぎるので通常の浮選法では良い結果が得られないことがわかったので、日本国内で開発された複雑硫化鋳物の新浮選法 (特許出願中) を試みたところ、従来の方法に比べて好結果が得られた。

新浮選法によるサイクルテストに際し、Campo Morado "B" と Ag · Pb · Zn の高い Campo Morado "H" を混合し、Pb 品位が 0.5 % となるように調合した試料 ("M") を準備し、これについて試験を実施した。(SO₂+空気混和+チオ尿素+硫酸亜鉛) 条件下で銅鉛バルク浮選を、その尾鋳について (石灰+SO₂+空気混和) 条件下で亜鉛浮選を、更に、その尾鋳に硫酸を添加して pH 4.0 として硫化鉄浮選を実施し、銅鉛バルク粗選浮鋳および亜鉛粗選

浮鉱は3次精選まで、硫化鉄粗選浮鉱は2次精選まで行ない、各精選尾鉱は次のサイクル浮選系へ繰返す。新浮選法の基本フローをFig. 5.1に、浮選成績をTable 5.4に、第2次と第3次のサイクルテストの平均成績をTable 5.5に示す。第3次のサイクルテストまででは定常状態に達していないので前のサイクルからの繰返し量よりも次のサイクルへ繰返す量の方が大きくなり、各サイクルの産物量の合計が100%に達していない。従って、実際のプラントでの実収率はTable 5.5に示す値よりも幾分高いものとなるであろう。

ここで得られた銅鉛バルク精鉱にSO₂活性炭等の条件付で分離浮選を行なうと30.80%の銅精鉱が得られ、その実収率は51.80%となった。

5-1-4 Copper King 鉱の浮選試験

Copper King 鉱は、粗鉱のまま、冶金プラントへ送る構想であるが、本鉱石を浮選することによって、粉末冶金用、フェライト原料としての活用を考慮し試験を実施した。

鉱石を89%-200メッシュ、52%-400メッシュに粉砕し、硫化鉄浮選を粗選pH4、精選pH3で3次精選まで行なった。精鉱のSiO₂品位は0.10%と非常に品質の高い精鉱が99%の実収率で得られた。

5-1-5 浮選産物のX線回析および顕微鏡観察

- 1) 銅精鉱 大半は黄銅鉱で占められ、その他銅鉱物として四面安銅鉱および銅藍が観察された。精鉱中に観察された黄鉄鉱、閃亜鉛鉱および方鉛鉱のほとんどは銅鉱物と片刃を形成している。四面安銅鉱中にAgが含有される他、一部輝銀鉱も確認された。
- 2) 亜鉛精鉱 大半は閃亜鉛鉱で占められるが、黄鉄鉱、黄銅鉱、四面安銅鉱および方鉛鉱が閃亜鉛鉱との片刃粒子として混入している。EPM A定量分析により、閃亜鉛鉱はその結晶中に6.38%のFeを含有していることを確認した。
- 3) 硫化鉄精鉱 硫化鉄精鉱中の黄銅鉱および閃亜鉛鉱の大半は黄鉄鉱との片刃粒子として存在し、単体分離度を上げないかぎり浮選成績は向上しないことがわかる。精鉱中のAgは黄鉄鉱と片刃を形成している含銀四面安銅鉱として存在する他、黄鉄鉱粒子の中に細かく点在する輝銀鉱として存在する。
- 4) 浮選尾鉱 大半は菱鉄鉱および石英で占められる。
- 5) Copper King 鉱の浮選産物 硫化鉄精鉱から黄鉄鉱が、尾鉱から石英が同定された。

5-2 結 言

- 1) 蛍光X線分析、X線回析、顕微鏡観察、EPM A分析等からCampo Morado 鉱は黄鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、硫砒鉄鉱、磁硫鉄鉱、四面安銅鉱、銅藍、輝銀鉱、硫酸鉛、

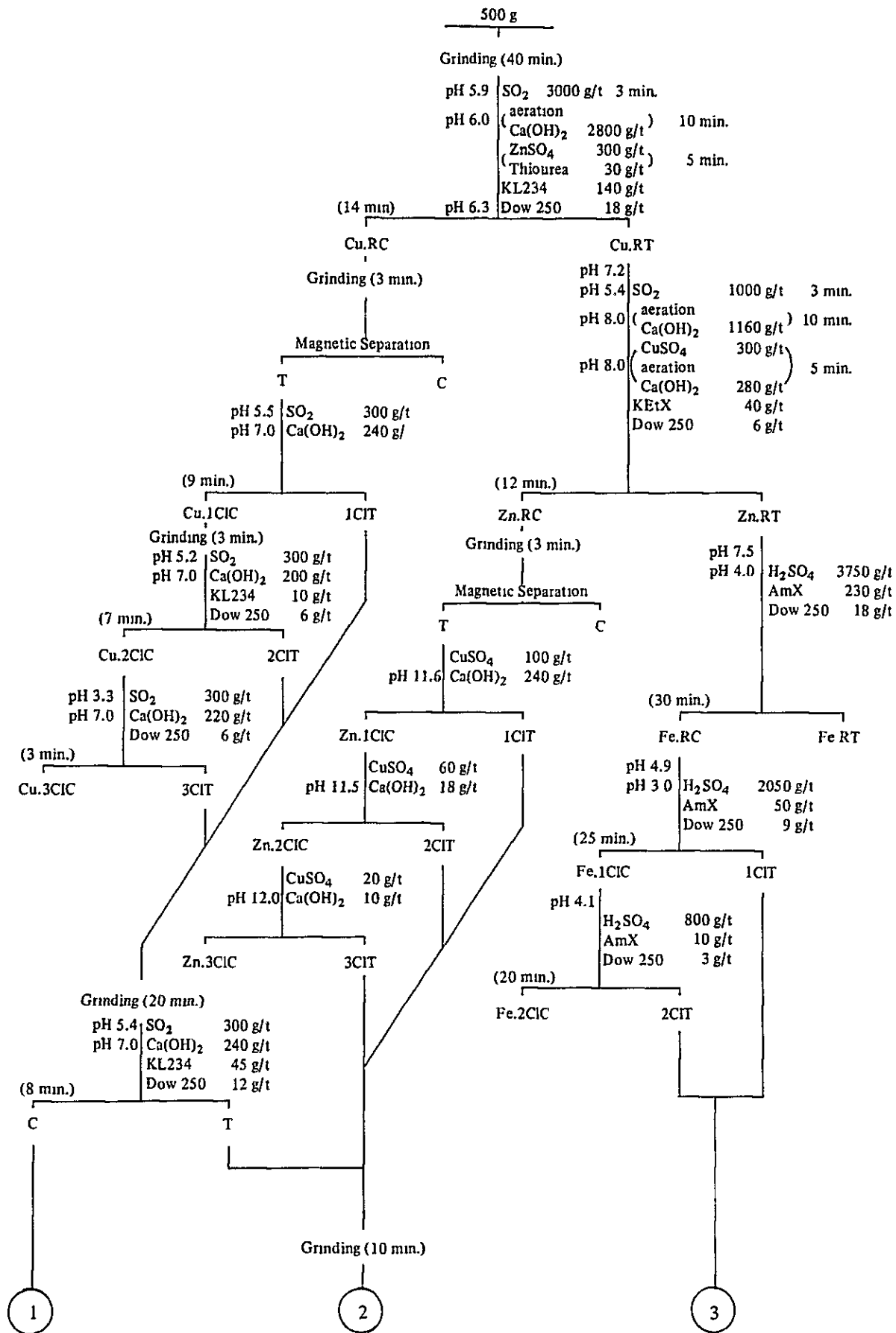


Fig. 5-1 (1) Flowsheet of locked cycle flotation test on Campo Morado ore.

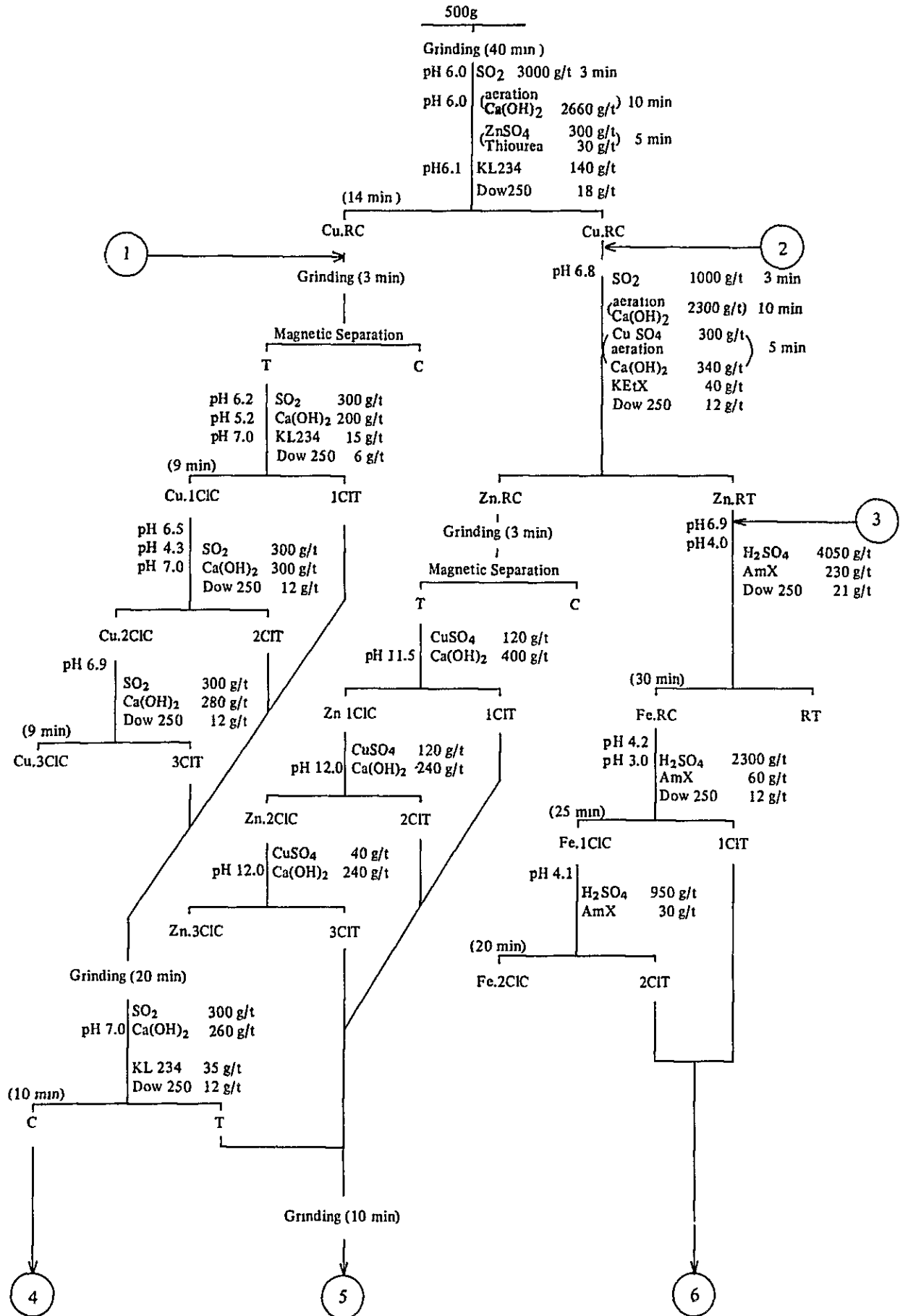


Fig. 5-1 (2)

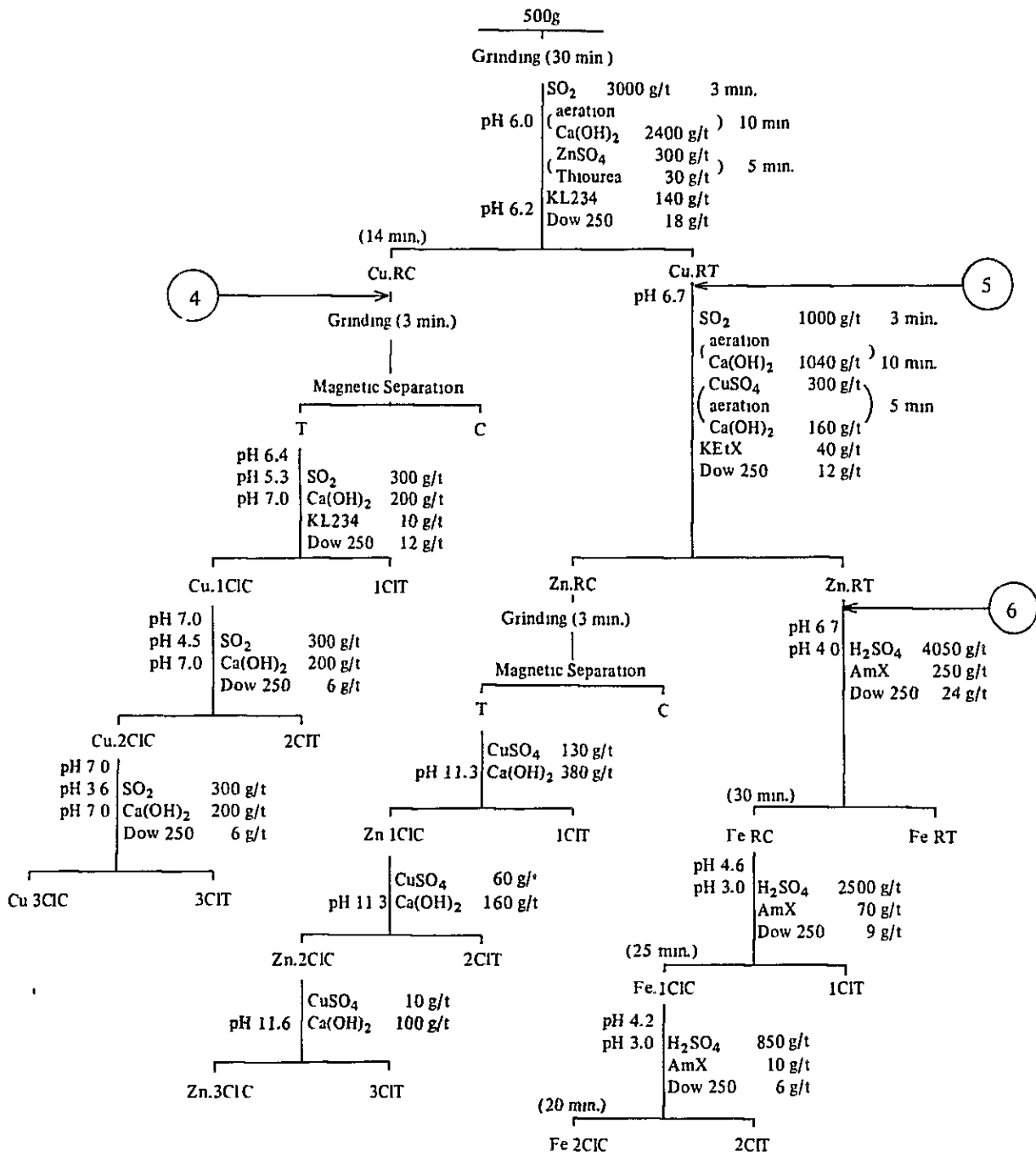


Fig. 5-1 (3)

Table 5-1 Chemical composition of Campo Morado ore and Copper King ore

| Ore | Assay (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-----------|--------|------|------|------|-------|-------|------------------|-------|--------------------------------|-------|-------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------------------|--------|
| | Au g/t | Ag g/t | Cu | Pb | Zn | Fe | S | SiO ₂ | CaO | Al ₂ O ₃ | MgO | BaSO ₄ | As | Cd | Co | Ni | Bi | Sb | Na ₂ O | Hg ppm |
| Campo Morado A | 1.0 | 70 | 0.62 | 0.30 | 0.53 | 38.89 | 43.74 | 8.60 | 0.049 | 0.040 | 0.060 | Tr | 0.253 | 0.008 | 0.011 | 0.004 | 0.047 | 0.047 | 0.035 | 18.5 |
| Campo Morado B | 0.2 | 42 | 1.31 | Tr | 0.53 | 40.34 | 31.34 | 7.90 | 0.034 | 0.040 | 1.934 | Tr | 0.010 | 0.004 | 0.036 | 0.003 | 0.028 | 0.028 | 0.451 | 3.8 |
| Campo Morado H | 3.2 | 681 | 0.45 | 3.03 | 3.81 | 39.49 | 45.47 | 4.08 | 0.029 | 0.080 | 0.039 | Tr | 0.460 | 0.015 | 0.0003 | 0.005 | 0.008 | 0.019 | 0.148 | 64.0 |
| Copper King | 0.1 | 5 | 0.39 | Tr | 0.26 | 43.83 | 50.80 | 3.06 | 0.040 | 0.040 | 0.019 | Tr | 0.008 | 0.002 | 0.062 | 0.012 | 0.013 | 0.023 | 0.026 | 1.7 |

Table 5-2 Work index

| | Campo Morado A | Campo Morado B | Copper King |
|----|----------------|----------------|-------------|
| Wi | 13.4 | 15.6 | 8.5 |

Table 5-3 Grindability test

| | Campo Morado A | Campo Morado B | Copper King |
|--|----------------|----------------|-------------|
| Grinding time to produce 80% -- 400 mesh by test batch mill (min.) | 15 | 18 | 37 |

Table 5-4 (1) The result of locked cycle flotation test on Campo Morado ore

| Product | W % | Assay % | | | | | | Distribution % | | | | | |
|-----------------------|-------|---------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|--|--|
| | | Ag g/t | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe | | |
| Feed | 100.0 | 354 | 1.05 | 0.50 | 1.14 | 40.98 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | | |
| Cycle 1 | | | | | | | | | | | | | |
| CuPbRo.Conc.Mag Conc. | 2.1 | 281 | 1.21 | 0.40 | 0.53 | 51.77 | 1.7 | 2.4 | 1.6 | 1.0 | 2.7 | | |
| CuPb3.Clr Conc. | 2.5 | 2676 | 21.46 | 6.06 | 2.36 | 30.60 | 18.9 | 51.3 | 30.7 | 5.2 | 1.9 | | |
| ZnRo.Conc.Mag Conc. | 0.7 | 228 | 0.88 | 0.10 | 2.36 | 53.78 | 0.5 | 0.6 | 0.2 | 1.5 | 0.9 | | |
| Zn3.Clr Conc. | 0.7 | 254 | 0.65 | 0.40 | 54.91 | 8.83 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 33.7 | 0.1 | | |
| Fe Ro.Tail | 16.6 | 75 | 0.12 | 0.10 | 0.13 | 32.61 | 3.5 | 1.9 | 3.4 | 1.9 | 13.2 | | |
| Fe2.Clr Conc. | 54.9 | 195 | 0.30 | Tr | 0.26 | 45.95 | 30.2 | 15.8 | 0 | 12.6 | 61.6 | | |
| Fe Conc.Total | 57.7 | 199 | 0.34 | 0.02 | 0.30 | 46.27 | 32.4 | 18.8 | 1.8 | 15.1 | 65.2 | | |
| Cycle 2 | | | | | | | | | | | | | |
| CuPbRo.Conc.Mag Conc. | 2.8 | 377 | 1.62 | 0.61 | 0.66 | 50.17 | 3.0 | 4.3 | 3.4 | 1.6 | 3.4 | | |
| CuPb3.Clr Conc. | 2.8 | 2825 | 21.56 | 6.47 | 2.50 | 29.10 | 22.3 | 57.8 | 36.6 | 6.2 | 2.0 | | |
| ZnRo.Conc Mag Conc. | 0.7 | 228 | 0.88 | 0.10 | 2.36 | 53.78 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | | |
| Zn3.Clr Conc. | 1.4 | 717 | 1.65 | 0.40 | 53.57 | 8.83 | 2.2 | 1.7 | 0.8 | 51.8 | 0.2 | | |
| Fe Ro.Tail | 24.9 | 140 | 0.31 | 0.40 | 0.08 | 34.42 | 9.8 | 7.4 | 20.2 | 1.8 | 20.9 | | |
| Fe2.Clr Conc. | 61.2 | 231 | 0.44 | 0.05 | 0.37 | 44.13 | 40.1 | 25.8 | 5.7 | 20.0 | 66.2 | | |
| Fe Conc.Total | 64.2 | 235 | 0.48 | 0.07 | 0.14 | 44.60 | 42.6 | 29.8 | 8.8 | 7.9 | 69.8 | | |
| Cycle 3 | | | | | | | | | | | | | |
| CuPbRo.Conc. | 27.9 | 1123 | 3.29 | 1.94 | 1.80 | 39.86 | 88.4 | 87.7 | 109.5 | 44.2 | 27.2 | | |
| CuPbRo.Conc.Mag Conc. | 3.4 | 456 | 1.70 | 0.81 | 0.80 | 47.76 | 4.4 | 5.5 | 5.7 | 2.4 | 4.0 | | |
| CuPbRo.Conc.Mag Tail | 24.5 | 1216 | 3.51 | 2.10 | 1.94 | 38.78 | 84.0 | 82.2 | 103.8 | 41.8 | 23.2 | | |
| CuPbRo.Conc.Mag Tail | 24.5 | 1216 | 3.51 | 2.10 | 1.94 | 38.78 | 84.0 | 82.2 | 103.8 | 41.8 | 23.2 | | |
| CuPb1.Clr Conc. | 10.0 | 2224 | 7.54 | 4.26 | 3.16 | 36.10 | 62.8 | 72.1 | 86.0 | 27.8 | 8.8 | | |
| CuPb1.Clr Tail | 14.5 | 520 | 0.73 | 0.61 | 1.10 | 40.64 | 21.2 | 10.1 | 17.8 | 14.0 | 14.4 | | |

Table 5-4 (2)

| Product | W % | Assay % | | | | | Distribution % | | | | |
|---------------------|-------|---------|-------|------|-------|-------|----------------|------|------|-------|------|
| | | Ag g/t | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| CuPb1.Clr Conc. | 10.0 | 2234 | 7.54 | 4.26 | 3.16 | 36.10 | 62.8 | 72.1 | 86.0 | 27.8 | 8.8 |
| CuPo2.Clr Conc. | 5.2 | 2997 | 13.02 | 6.33 | 3.35 | 32.88 | 44.0 | 64.7 | 66.4 | 15.3 | 4.2 |
| CuPo2.Clr Tail | 4.8 | 1387 | 1.61 | 2.02 | 2.96 | 39.63 | 18.8 | 7.4 | 19.6 | 12.5 | 4.6 |
| CuPo2.Clr Conc. | 5.2 | 2997 | 13.02 | 6.33 | 3.35 | 32.88 | 44.0 | 64.7 | 66.4 | 15.3 | 4.2 |
| CuPb3.Clr Conc. | 3.3 | 3222 | 18.77 | 7.17 | 3.15 | 30.50 | 30.0 | 59.2 | 47.8 | 9.1 | 2.5 |
| CuPb3.Clr Tail | 1.9 | 2607 | 3.07 | 4.85 | 3.68 | 36.72 | 14.0 | 5.5 | 18.6 | 6.2 | 1.7 |
| CuPbRo.Tail | 101.3 | 275 | 0.44 | 0.43 | 1.04 | 40.23 | 78.8 | 42.6 | 87.2 | 118.1 | 99.4 |
| ZnRo.Conc. | 5.9 | 1135 | 2.76 | 2.39 | 14.07 | 28.64 | 19.0 | 15.5 | 28.5 | 73.0 | 4.1 |
| ZnRo.Tail | 95.4 | 222 | 0.30 | 0.31 | 0.54 | 40.94 | 59.8 | 27.1 | 58.7 | 45.1 | 95.3 |
| ZnRo Conc. | 5.9 | 1135 | 2.76 | 2.39 | 14.07 | 28.64 | 19.0 | 15.5 | 28.5 | 73.0 | 4.1 |
| ZnRo.Conc.Mag Conc. | 0.2 | 140 | 1.50 | 0.50 | 3.50 | 50.02 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.2 |
| ZnRo.Conc.Mag Tail | 5.7 | 1170 | 2.80 | 2.46 | 14.44 | 27.89 | 18.9 | 15.2 | 28.3 | 72.4 | 3.9 |
| ZnRo.Conc.Mag Tail | 5.7 | 1170 | 2.80 | 2.46 | 14.44 | 27.89 | 18.9 | 16.2 | 28.3 | 72.4 | 3.9 |
| Zn1.Clr Conc. | 2.4 | 1140 | 3.21 | 2.71 | 29.67 | 17.08 | 7.8 | 7.4 | 13.1 | 62.6 | 1.0 |
| Zn1.Clr Tail | 3.3 | 1192 | 2.52 | 2.27 | 2.09 | 35.82 | 11.1 | 7.8 | 15.2 | 9.8 | 2.9 |
| Zn1.Clr Conc. | 2.4 | 1140 | 3.21 | 2.71 | 29.67 | 17.08 | 7.8 | 7.4 | 13.1 | 62.6 | 1.0 |
| Zn2.Clr Conc. | 1.4 | 698 | 2.07 | 1.57 | 43.29 | 12.14 | 2.8 | 2.8 | 4.4 | 53.3 | 0.4 |
| Zn2.Clr Tail | 1.0 | 1758 | 4.80 | 4.30 | 10.60 | 24.50 | 5.0 | 4.6 | 8.7 | 9.3 | 0.6 |
| Zn2.Clr Conc. | 1.4 | 698 | 2.07 | 1.57 | 43.29 | 12.14 | 2.8 | 2.8 | 4.4 | 53.3 | 0.4 |
| Zn3.Clr Conc. | 1.0 | 391 | 1.22 | 0.84 | 52.02 | 9.31 | 1.1 | 1.2 | 1.6 | 45.7 | 0.2 |
| Zn3.Clr Tail | 0.4 | 1465 | 4.25 | 3.50 | 16.75 | 20.50 | 1.7 | 1.6 | 2.8 | 7.6 | 0.2 |

Table 5-4 (3)

| Product | W % | Assay % | | | | | Distribution % | | | | | |
|-----------------|------|---------|-------|-------|-------|-------|----------------|------|------|------|----|--|
| | | Ag g/t | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe | |
| ZnRo.Tail | 95.4 | 222 | 0.30 | 0.31 | 0.54 | 40.94 | 27.1 | 58.7 | 45.1 | 95.3 | | |
| FeRo.Conc. | 59.1 | 290 | 0.38 | 0.31 | 0.60 | 42.20 | 21.6 | 36.9 | 31.0 | 60.9 | | |
| FeRo.Tail | 36.3 | 112 | 0.16 | 0.30 | 0.44 | 38.90 | 5.5 | 21.8 | 14.1 | 34.4 | | |
| FeRo.Tail | 36.3 | 112 | 0.16 | 0.30 | 0.44 | 38.90 | 5.5 | 21.8 | 14.1 | 34.4 | | |
| Mag Conc. | 10.8 | 146 | 0.22 | 0.06 | 0.65 | 50.37 | 2.2 | 1.2 | 6.2 | 13.3 | | |
| Mag Tail | 25.5 | 100 | 0.14 | 0.40 | 0.27 | 34.04 | 3.4 | 20.6 | 7.9 | 21.1 | | |
| FeRo.Conc. | 59.1 | 290 | 0.38 | 0.31 | 0.60 | 42.20 | 21.6 | 36.9 | 31.0 | 60.9 | | |
| Fe1.Clr Conc. | 54.0 | 308 | 0.40 | 0.28 | 0.63 | 43.02 | 20.7 | 30.8 | 29.4 | 56.7 | | |
| Fe1.Clr Tail | 5.1 | 98 | 0.16 | 0.61 | 0.35 | 33.57 | 0.9 | 6.1 | 1.6 | 4.2 | | |
| Fe1.Clr Conc. | 54.0 | 308 | 0.40 | 0.28 | 0.63 | 43.02 | 20.7 | 30.8 | 29.4 | 56.7 | | |
| Fe2.Clr Conc. | 51.2 | 311 | 0.41 | 0.25 | 0.66 | 43.44 | 20.0 | 25.7 | 29.0 | 54.2 | | |
| Fe2.Clr Tail | 2.8 | 199 | 0.25 | 0.89 | 0.14 | 36.39 | 0.7 | 5.1 | 0.4 | 2.5 | | |
| Fe Conc.Total | 62.2 | 283 | 0.38 | 0.22 | 0.66 | 44.61 | 22.5 | 27.1 | 35.8 | 67.7 | | |
| CuPb3.Clr.Conc. | 3.30 | 3222 | 18.77 | 7.17 | 3.15 | 30.50 | 59.2 | 47.9 | 9.1 | 2.5 | | |
| CuRo Conc. | 1.92 | 2398 | 28.85 | 2.76 | 2.97 | 28.65 | 52.8 | 10.7 | 5.0 | 1.4 | | |
| CuRo.Conc. | 1.38 | 4369 | 4.71 | 13.33 | 3.41 | 33.33 | 6.4 | 37.2 | 4.1 | 1.1 | | |
| CuRo.Tail 1 | 1.92 | 2398 | 28.85 | 2.76 | 2.97 | 28.65 | 52.8 | 10.7 | 5.0 | 1.4 | | |
| Cu Clr Conc. | 1.76 | 1728 | 30.80 | 1.76 | 2.22 | 28.98 | 8.6 | 6.3 | 3.4 | 1.3 | | |
| Cu Clr Tail 2 | 0.16 | 9769 | 7.50 | 13.75 | 11.25 | 25.00 | 4.4 | 4.4 | 1.6 | 0.1 | | |
| 1 + 2 | 1.54 | 4930 | 5.00 | 13.38 | 4.22 | 32.47 | 7.4 | 41.6 | 5.7 | 1.2 | | |

Table 5-5 Flotation result of Campo Morado ore

| Product | W % | Assay % | | | | | Distribution % | | | | |
|-------------|--------|---------|-------|------|-------|-------|----------------|------|------|------|------|
| | | Ag g/t | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| Cu-Pb Conc. | 3.1 | 3040 | 20.05 | 6.85 | 2.85 | 29.84 | 26.2 | 58.5 | 42.2 | 7.6 | 2.2 |
| Zn. Conc. | 1.2 | 581 | 1.46 | 0.58 | 52.92 | 9.04 | 1.7 | 1.5 | 1.2 | 51.0 | 0.2 |
| Fe. Conc | 63.2 | 259 | 0.43 | 0.14 | 0.40 | 44.60 | 46.5 | 26.4 | 18.2 | 28.9 | 68.8 |
| Tail | 25.2 | 120 | 0.23 | 0.40 | 0.22 | 34.25 | 8.5 | 5.4 | 20.4 | 4.9 | 21.0 |
| Total | 92.7 | | | | | | 82.9 | 91.8 | 82.0 | 92.4 | 92.2 |

Table 5--6 Flotation result of Copper King ore

| Product | W % | Assay (%) | | | | | | | | | | Distribution (%) | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|--------|------|-------|------|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------|--|--|
| | | Au g/t | Ag g/t | Cu | Pb | Zn | Fe | S | SiO ₂ | MgO | Au | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe | S | SiO ₂ | MgO | | |
| Feed | 100.0 | 0.09 | 7 | 0.23 | 0.008 | 0.20 | 44.16 | 50.67 | 2.89 | 0.022 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | | |
| Fe Conc | 94.9 | 0.10 | 7 | 0.24 | 0.005 | 0.21 | 45.95 | 53.11 | 0.10 | 0.004 | 100.0 | 93.5 | 97.9 | 61.2 | 98.0 | 98.8 | 99.5 | 3.3 | 17.0 | | |
| Tail | 5.1 | Tr | 9 | 0.09 | 0.059 | 0.07 | 10.83 | 5.24 | 54.78 | 0.362 | 0 | 6.5 | 2.1 | 38.8 | 2.0 | 1.2 | 0.5 | 96.7 | 83.0 | | |

Table 5-7 Chemical composition of sphalerite from Campo Morado mine

| | Zn | Fe | S | Total |
|------------|-------|------|-------|--------|
| Position 1 | 61.55 | 5.75 | 32.83 | 100.13 |
| 2 | 62.64 | 6.73 | 29.82 | 99.19 |
| 3 | 60.32 | 6.66 | 32.82 | 99.80 |
| Average | 61.50 | 6.38 | 31.82 | 99.64 |

エレクトラム、菱鉄鉱、石英等で構成されており、鉱物が多種多様にわたっているほか、単体分離が難かしいので浮選操作による分離は可なり困難をともなう鉱石である。

2) 選鉱テスト実施に当り従来の浮選法では前項の理由から各精鉱品が上がらないので複雑鉱と処理するために開発された浮選技術を駆使して選鉱テスト報告にまとめた様な成績が得られた。又サンプルが酸化していてフレッシュなものが得られなかったので充分とはいえないが、フレッシュなサンプルでは更によい成績が得られると考えている。

3) 本プロジェクトの基本になる Geocon 社の調査結果の品位に基いた選鉱成績はサイクルテストから得られた成績をベースとして、複雑硫化鉱である黒鉱浮選の実績を参考に算出された。しかし単体分離の困難なものがどの程度の割合になるのかテストサンプルとの相違が明確に推定出来ない面がある。次回の本格調査に際しては大量のサンプリングを実施し代表的と見做されるフレッシュなサンプルについて選鉱テストを行う必要がある。

第6章 冶金テスト

第 6 章 冶 金 テ ス ト

6-1 緒 言

冶金テストは焙焼テストと塩化揮発テストよりなるが、前者は硫化鉱の特性を確認することおよび塩化揮発テストのためのサンプルを用意するために行われた。

塩化揮発テストは、その結果が焼鉱の特性によって左右されるものであるが、製鉄所に供給出来るような焼成ペレットを製造出来るのかどうか、確認するために行われたものである。

これらのテストは下記のような鉱石、精鉱について行われた。

焙焼テスト

- 1) Campo Morado 坑内鉱
- 2) Geocon ベースに混合した Campo Morado 鉱
- 3) Copper King 鉱

塩化揮発テスト

- 1) 上記、三種類のテストから得られたそれぞれの焼鉱
- 2) 上記 2) と 3) を下記の比率で混合した焼鉱

Geocon ベースの Campo Morado 鉱 : 3 5

Copper King 鉱 : 1 5

6-2 テスト結果の要約

6-2-1 焙焼テスト

- 1) テスト結果によれば、脱硫に関して特に支障をきたす要因はなく、実装置で 900℃ の焙焼温度で残留硫黄を 0.5 ~ 0.6 % にすることは可能である。
- 2) プロセス設計においては、焙焼温度 900℃、焙焼空気率は 1.1 として概念設計の基礎とすることとした。

6-2-2 塩化揮発テスト

6-2-2-1 Campo Morado(Geocon) 鉱

- 1) 元鉱の Cu, Zn 品位が高い (Cu = 1.00 %, Zn = 0.94 %) 為、CaCl₂ 添加量は 8 % (実操業を想定した場合の CaCl₂ 添加量の限界値) が必要である。この場合の焼成ペレット中残留 Cu, Zn 値は、それぞれ 0.041 %, 0.025 % であり、脱銅成績がやや不十分であった。
- 2) 脱鉛、脱硫成績は、元鉱中品位が低い事もあり、問題ないものであった。(ペレット中残留 Pb 値 0.01 % 以下, S 値 0.02 % 以下)

3) Au 及び Ag の揮発成績は、元鉱品位が比較的高い値であったが (Au = 1.67 g/t, Ag = 6.658 g/t), 良好であった。(ベレット中残留 Au 値 0.02 g/t, Ag 値 3.34 g/t)

4) ベレット圧潰強度は、焼成温度 1250℃において、750 Kg 以上であり、ほぼ良好な成績であった。

5) ベレット鉄品位は約 61.5% であった。

6-2-2-2 Copper King 鉱

1) 元鉱の Cu, Zn 品位が比較的低い為 (Cu = 0.42%, Zn = 0.35%) CaCl₂ 添加量は 4% 程度でよいが、この時の焼成ベレット中残留 Cu, Zn 値は 0.041%, 0.027% と元鉱品位が低い割にはその揮発成績は不十分であった。

この原因は、ベレット塩基度 (CaO/SiO₂) が 5.1 と高い事によるものと推定される。但し、実施に際しては、硫化鉄鉱を使用するので、ベレット塩基度は適値範囲に入るものと考えられる。

2) 脱鉛、脱硫については、元鉱中品位が低い事から、問題ない成績であった。(ベレット中残留 Pb 値 0.01% 以下, S 値 0.02% 以下) しかしながら、脱硫に関しては、ベレット塩基度が高いため、脱硫率が低く、元鉱中 S 品位上昇時には、特に塩基度調整等の処置をしないならば、問題を生ずる惧れがある。

3) ベレット圧潰強度は、焼成温度 1250℃において、約 250 Kg とほぼ良好な成績であった。

4) ベレット鉄品位は約 68% であった。

6-2-2-3 混合鉱 (C.M.(Geocon)35 + C.K.15)

1) 元鉱の Cu, Zn 品位がそれぞれ 0.83%, 0.76% とやや高い事から、CaCl₂ 添加量は 6~7% が必要である。この場合の焼成ベレット中残留 Cu, Zn 値は 0.047~0.051%, 0.037~0.028% と、脱銅成績が若干不十分であった。

2) 脱鉛、脱硫については、元鉱品位が低く、問題ない成績であった。(ベレット中残留 Pb 値 0.01% 以下, S 値 0.01% 以下)

3) Au 及び Ag の揮発成績は (元鉱品位 Au = 1.27 g/t, Ag = 49.63 g/t) 良好であった。(ベレット中残留 Au 値 0.01 g/t, Ag 値 1.75 g/t)

6-2-2-4 Campo Morado (坑内) 鉱

1) 元鉱の Cu, Zn 品位はそれぞれ 0.64%, 0.36% であり、CaCl₂ 添加量は 4% が必要

であった。この場合の焼成ペレット中残留 Cu, Zn 値は 0.077%, 0.017% と良好な成績である。

2) 脱鉛については、焼成ペレット中残留 Pb 値 0.01% 以下であり、満足されるものである。又脱硫についても、ペレット中残留 S 値 0.02% 以下と満足できる値となった。

3) Au 及び Ag の揮発成績も、元鉱品位が比較的 low 値であったが (Au = 1.50 g/t, Ag = 97.25 g/t) 良好であった。(ペレット中残留 Au 値 0.01 g/t, Ag 値 106 g/t)

4) ペレット圧潰強度は、焼成温度 1250℃ において 250 Kg とほぼ良好な成績であった。

5) ペレット鉄品位は約 67% であった。

6-3 焙焼テスト

個々のサンプルは下記のような仕様のマッフル炉を使用して焼成された。

| | |
|-------|---------|
| 石英管内径 | 80 mm |
| 加熱帯 | 600 mm |
| 傾斜 | 2° |
| 回転数 | 1.2 rpm |

尚、現在我々が使用している国内硫化鉱についても同様の試験を試み、試験装置と実装置での残留硫黄値を比較し、本鉱石の実装置での焙焼成績を予想した。この結果、残留硫黄値として、0.6% を本計画に用いることとした。

6-3-1 テスト結果

テスト結果を下記に示す。

Table 6.1

| Sample | Roasting Temp. (°C) | Chemical composition (%) | | | | Remarks |
|-----------------------|---------------------|--------------------------|-------|--------|------|------------------------------------|
| | | Pyrite | | Cinder | | |
| | | Fe | S | Fe | S | |
| Campo Morado (Geocon) | 900 | 43.95 | 39.81 | 61.56 | 0.16 | Muffle furnace |
| Copper King | 900 | 45.79 | 53.31 | 68.68 | 0.04 | do. |
| Compo Morado (Pit) | 900 | 45.23 | 50.83 | 66.83 | 0.39 | do. |
| Pyrite conc. | 900 | 44.18 | 47.15 | 62.18 | 0.42 | do. |
| (in Japan) | 900 | 44.18 | 47.15 | 62.10 | 0.51 | Fluidized roaster (Air ratio: 1:1) |

6-4 塩化揮発テスト

6-4-1 化学分析値(サンプルシリンダー)

Table 6.2

(単位 Wt % D.B.)

| | 受領 サンプル | | | 混合錠 |
|--------------------------------|--------------------------|-------------|----------------------|--|
| | Campo Morado (Geocon) | Copper King | Campo Morado (坑内) | $\frac{C.M. (Geocon)}{C.K.} = \frac{35}{15}$ |
| T.Fe | 61.56 | 68.68 | 66.83 | 63.70 |
| FeO | 0.29 | 0.14 | 2.37 | 0.25 |
| Cu | 1.00 | 0.42 | 0.64 | 0.83 |
| Zn | 0.94 | 0.35 | 0.36 | 0.76 |
| Fb | 0.057 | 0.015 | 0.12 | 0.044 |
| T.S | 0.14 | 0.029 | 0.39 | 0.11 |
| W.S.S. (*) | - | - | 0.16 | - |
| SiO ₂ | 7.34 | 0.40 | 1.54 | 5.26 |
| CaO | 0.22 | 0.039 | 0.12 | 0.17 |
| MgO | 1.28 | 0.021 | 0.042 | 0.90 |
| Al ₂ O ₃ | 0.010 | 0.11 | 0.00 | 0.04 |
| As | 0.011 | 0.010 | 0.016 | 0.011 |
| F | 0.010 | 0.011 | 0.011 | 0.010 |
| Na ₂ O | 0.017 | 0.025 | 0.006 | 0.019 |
| K ₂ O | 0.007 | 0.019 | 0.003 | 0.011 |
| B ₁ | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.003 |
| Mn | 0.031 | 0.003 | 0.012 | 0.023 |
| Co | 0.076 | 0.099 | 0.015 | 0.083 |
| Cd | 0.006 | 0.001 | 0.002 | 0.005 |
| Au (g/T) | 1.67 | 0.33 | 1.50 | 1.27 |
| Ag (g/T) | 66.58 | 10.09 | 97.25 | 49.63 |
| H ₂ O (**) | 0.2 | 0.0 | 0.1 | - |

(*) W.S.S = Water Soluble Sulfur

(**) Wt % wet base

6-4-2 粒度分析値

Table 6.3

| mesh μ | Campo Morado (Geocon) | Copper King | Campo Morado (坑内) |
|------------|--------------------------|-------------|----------------------|
| + 60 +250 | 0.0 % | 0.0 % | 0.0 % |
| +100 +149 | 0.0 | 1.6 | 0.8 |
| +150 +105 | 3.2 | 11.1 | 4.3 |
| +200 + 74 | 6.3 | 16.5 | 4.0 |
| +250 + 62 | 5.8 | 11.0 | 4.8 |
| +325 + 44 | 8.1 | 13.9 | 8.2 |
| -325 - 44 | 76.6 | 45.9 | 77.9 |
| + 30 | 14.8 | 12.8 | 9.2 |
| + 20 | 7.9 | 10.3 | 24.8 |
| + 10 | 47.1 | 17.9 | 31.4 |
| - 10 | 6.8 | 4.9 | 12.5 |

+44 μ : JIS標準篩

-44 μ : 沈降天秤

6-4-3 嵩比重測定値

| | 嵩 比 重 |
|----------------------|-------------------|
| Campo Morado(Geocon) | 1.48 (水分0.2%時) |
| Copper King | 1.37 (" 0.0% ") |
| Campo Morado (坑内) | 1.04 (" 7.1% ") |

6-4-4 試験方法

受領サンプル及び混合鉍は、造粒にとって、その粒度が粗いので、 $-44\mu : 85\%$ 粉碎して、供試々料とした。

Table 6.4 受領サンプル及び混合鉍粉碎後の粒度分析値

(単位: Wt% D.B.)

| mesh | +60 | +100 | +150 | +200 | +250 | +325 | -325 | 沈降天秤 | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| μ | +250 | +149 | +105 | +74 | +62 | +44 | -44 | +30 | +20 | +10 | -10 |
| C.M.(Geocon) | 00 | 00 | 04 | 31 | 45 | 81 | 83.9 | 238 | 7.7 | 434 | 90 |
| C.K. | " | " | 03 | 28 | 4.2 | 80 | 84.7 | 228 | 11.0 | 386 | 123 |
| 混合鉍 | " | " | 02 | 23 | 4.1 | 85 | 84.9 | 191 | 11.9 | 474 | 65 |
| C.M.(坑内) | 0.0 | 01 | 1.3 | 1.3 | 4.4 | 5.3 | 87.6 | 15.6 | 16.2 | 32.8 | 23.0 |

上記各粉碎鉍に CaCl_2 及び $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (ただし $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は、C.M.(坑内) サンプルのみ添加) を所定量添加後、十分に混合し、手造粒により生ボールをつくった。この生ボールを乾燥後、塩化揮発焼成に供した。(机上試験装置フローを添付資料1に示す。)

試験条件は次の通りである。

- 1) CaCl_2 添加量 : C.M.(Geocon) 7, 8% (対焼鉍)
 : C.K. 3, 4, 5, 6% (")
 : 混合鉍 5, 6, 7, 8% (")
 : C.M.(坑内) 3, 4, 5, 6% (")
- 2) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 添加量 : C.M.(Geocon) 0%
 : C.K. 0%
 : 混合鉍 0%
 : C.M.(坑内) 0.37% (対焼鉍)

* C.M.(坑内) へのみ消石灰を添加した理由は、サンプル中のW.S.Sによって CaCl_2 が無効分解するのを防止するためであり、W.S.S分析値に対し1化学当量を添加したものである。尚他サンプルは含有されるSが少なくW.S.Sによる CaCl_2 の無効分解は無視出来る事から、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の添加は行なわなかった。

- 3) 焼成最高温度 : 1,250℃

6-4-5 試験結果

Table 6.5

| 供 試 サンプル | 試験条件 | | 焼成ペレット性状 | | | | | | | | |
|--|------------------------|-------------|----------|---------|---------|---------|---------|-----------|-------------------------|----------|-------------------|
| | CaCl ₂ % | Ca(OH) % | Cu % | Zn % | Pb % | S % | Cl % | T.Fe % | CaO SiO ₂ | 圧強 Kg | Au/Ag g/t |
| Campo | (元鉍品位) | | (1.00) | (0.94) | (0.057) | (0.14) | - | (6156) | - | - | (1.67) (6658) |
| Morado | 7 | 0 | 0.057 | 0.051 | 0.008 | 0.009 | 0.00 | 6180 | 0.51 | 295 | } 0.02 334 |
| (Geocon) | 8 | " | 0.041 | 0.025 | 0.007 | 0.011 | " | 6145 | 0.58 | 278 | |
| Copper King | (元鉍品位) | | (0.42) | (0.35) | (0.015) | (0.029) | - | (6868) | - | - | (0.33) (1009) |
| | 3 | 0 | 0.066 | 0.079 | 0.006 | 0.013 | 0.01 | 6891 | 3.9 | 186 | } 0.01 175 |
| | 4 | " | 0.041 | 0.026 | 0.005 | 0.018 | 0.00 | 6836 | 5.1 | 302 | |
| | 5 | " | 0.055 | 0.020 | " | 0.015 | 0.09 | 6769 | 6.4 | 257 | |
| 6 | " | 0.077 | 0.017 | " | 0.014 | 0.31 | 6660 | 7.7 | 249 | | |
| 混合鉍 (C. M. Geocon) / 35 (C. K. / 15) | (元鉍品位) | | (0.83) | (0.76) | (0.044) | (0.11) | - | (6370) | - | - | (1.27) (4963) |
| | 5 | 0 | 0.063 | 0.069 | 0.007 | 0.006 | 0.00 | 6439 | 0.51 | 355 | } 0.01 175 |
| | 6 | " | 0.047 | 0.037 | 0.005 | 0.008 | " | 6412 | 0.61 | 341 | |
| | 7 | " | 0.051 | 0.027 | " | 0.006 | " | 6381 | 0.70 | 272 | |
| 8 | " | 0.060 | 0.022 | 0.005 | " | " | 6314 | 0.80 | 456 | | |
| Campo Morado (坑内) | (元鉍品位) | | (0.04) | (0.36) | (0.12) | (0.39) | - | (6683) | - | - | (1.50) (97.25) |
| | 3 | 0.37 | 0.031 | 0.046 | 0.007 | 0.019 | 0.00 | 68.11 | 1.2 | 290 | } 0.01 1.06 |
| | 4 | " | 0.022 | 0.016 | 0.004 | 0.010 | 0.02 | 67.26 | 1.6 | 283 | |
| | 5 | " | 0.024 | 0.016 | 0.005 | 0.013 | 0.02 | 66.74 | 1.9 | 256 | |
| 6 | " | 0.028 | 0.014 | 0.003 | 0.017 | 0.03 | 66.21 | 2.2 | 267 | | |

※上記データは、各条件共4回焼成の平均値である。各データは Table 6.6 にて示す。尚ペレットの Au, Ag は各サンプル共、CaCl₂2水準の焼成サンプル8個を混合して分析したものである。

6-4-6 結 言

受領サンプルに関する机上試験結果から、メキシコ合衆国 Campo Morado 及び Copper King 硫酸焼鉍の塩化揮発法による処理に際しては、下記事項についての対策を予じめ施す事が望ましい。

1) Copper King 硫化鉄精鉍のように SiO₂ 含有量が極めて低い原料については、メタル (Cu, Zn) 含有量が比較的少なくても、脱メタルは十分ではない。しかし、原料中の SiO₂ 含有量については、実操業では、硫化鉄鉍を使用するので適値になるものと考えられる。

2) 今回受領したサンプルの F 含有量は各サンプル共にやや高い値である。(Campo Morado (Geocon) 0.010%, Copper King 0.011%, Campo Morado (坑内) 0.011%) 焼鉍中に含有される F は塩化揮発焼成工程で、その一部が揮発除去され、ガス処理工程液に捕集されて、ガス処理工程内機器の腐食を促進する傾向がある。

従って、処理原料中の F 含有量は、出来るだけ低い値である事が望ましい。

しかしながら、これらの問題については、その対策が考えられるものであり、その場合は、良好なベレット成績を得る事が出来ると判断される。

尚、今後本プロジェクトを推進していく場合、実シンダーによるパイロット・プラント・テストを実施する必要がある。その場合の主要チェック項目は

- ① 計画シンダーの塩化揮発成績の確認
- ② Commercial Plant 設計の為にデータ収集等である。

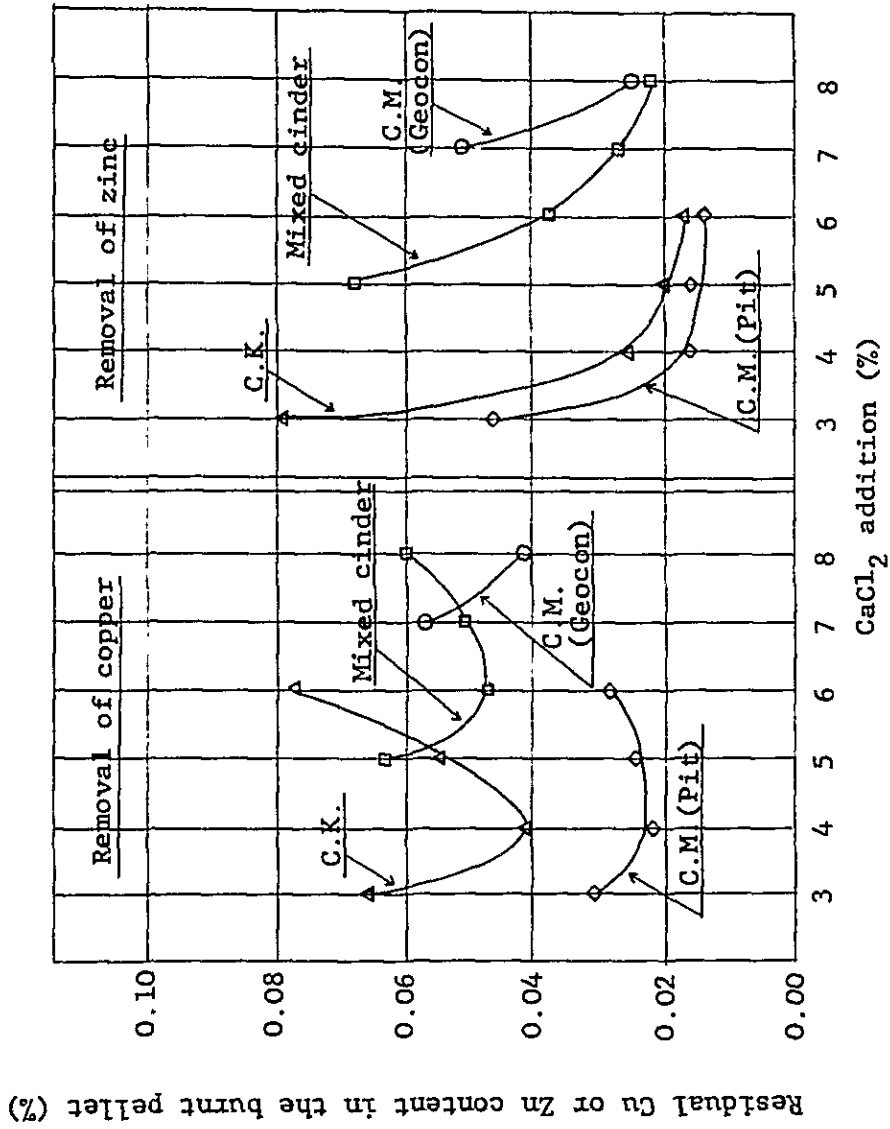
尚、パイロット・プラントテスト用サンプルについては、前記 1)、2) の各項並びに、下記事項について、注意を払う必要がある。

通常、塩化揮発法を適用する場合の原料条件としては、経験的に、次の値を一応の目安としている。

| | | | |
|--------------------------------------|---|---------|--------|
| 硫化物 S | : | MaX | 0.4 % |
| 硫酸塩 S | : | " | 0.4 % |
| Fe O | : | " | 5 % |
| Ca O | : | " | 1 % |
| Mg O | : | " | 1 % |
| Si O ₂ | : | " | 8 % |
| (ベレット CaO/SiO ₂) | : | (" 1) | |
| Na ₂ O + K ₂ O | : | " | 0.15 % |
| F | : | " | 0.01 % |

現在、本プロジェクトの F/S 用 焼鉍品位は以下の如く計画されている。

Fig. 6.1 Results of chloridizing volatilization on each sample



1) 本 案

Campo Morado (Geocon) + Copper King 混合処理 (処理量 17,410 + 11,090 t/m)

Cu = 0.517%, Zn = 0.965%, Pb = 0.365%, S = 0.60%

SiO₂ = 4.52%, CaO = 0.15%, Au = 0.85 g/t, Ag = 74.46 g/t

TFe = 61.88%

2) 代 案

Campo Morado (Geocon) 単味処理 (処理量 17,410 t/m)

Cu = 0.467%, Zn = 1.068%, Pb = 0.587%, S = 0.60%

SiO₂ = 4.74%, CaO = 0.22%, Au = 1.22 g/t, Ag = 114.68 g/t

TFe = 60.65%

上記品位は、今回実施した机上試験用サンプル品位とは異なるものであるが、Cu品位が下がっている事、SiO₂含有量も極端に低下していない事から十分、処理は可能であると判断される。(尚、焼鉱中のF含有量については、今後、更に調査して、確認する必要があり、かつ仮りにその品位が若干高い場合であっても、一応の対策はとる事が可能である。)

前記、計画焼鉱品位より、ベレット品質は以下の如く推定される。

1) 本 案

Campo Morado (Geocon) + Copper King 混合処理時ベレット品位

Cu = 0.04%, Zn = 0.05%, Pb = 0.02%, S = 0.04%

Au = 0.02 g/t, Ag = 5.0 g/t (CaO/SiO₂ = 0.95)

2) 代 案

Campo Morado (Geocon) 単味処理時ベレット品位

Cu = 0.04%, Zn = 0.05%, Pb = 0.03%, S = 0.04%

Au = 0.03 g/t, Ag = 8.0 g/t (CaO/SiO₂ = 0.92)

尚、CaCl₂添加量は両者共7%であり、この時のベレット塩基度は0.92、0.95とその値がやゝ高値にある。ベレット塩基度は、これまでの我々の経験から判断して0.6程度にまで下げる事がbetterと思われるが、この点を含めて、上記ベレット品位達成の確認をパイロット・プラント・テストにて行い事が必要である。

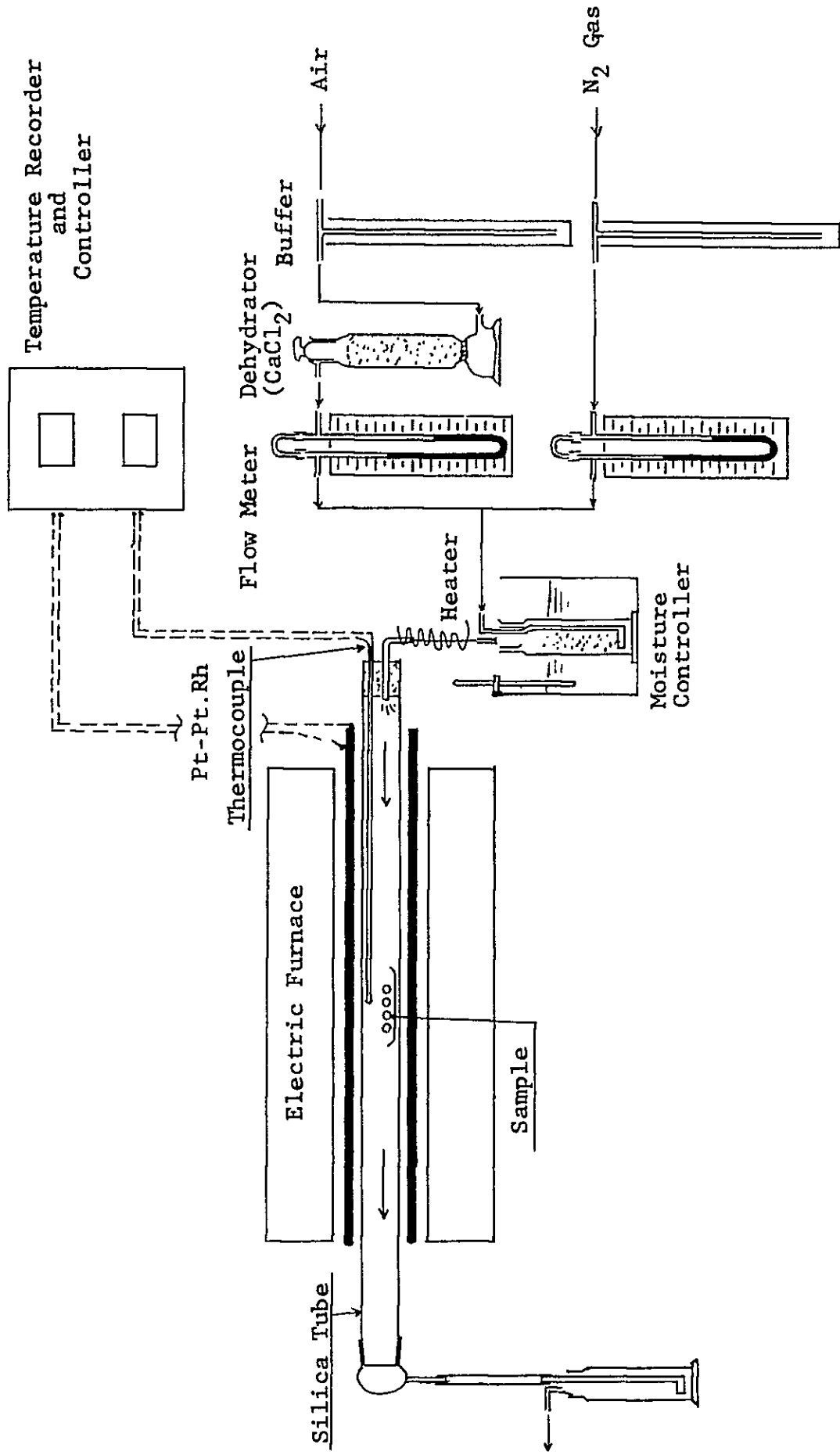
Table 6.6 塩化揮発机上試験結果一覧表

| 供 試 サンプル | 試験条件 | | | 焼成ペレット性状 | | | | | | | |
|-------------|------------------------|--------------------------|---|----------|---------|---------|--------|---------|------------|------------------------------|----------|
| | CaCl ₂ % | Ca(OH) ₂ % | キャリア・ガス 中湿分量 % H ₂ O/KgDD | Cu % | Zn % | Pb % | S % | Cl % | T. Fe % | CaO / SiO ₂ | 圧強 Kg |
| | | | (元鉱品位) | (100) | (094) | (0057) | (014) | - | (6156) | - | - |
| | " | 0 | 30 | 0045 | 0039 | 0006 | 0014 | 000 | 6174 | 051 | 357 |
| | " | " | " | 0037 | 0031 | " | 0008 | " | 6193 | " | 271 |
| | " | " | 60 | 0083 | 0076 | 0013 | " | " | 6172 | " | 334 |
| Campo | " | " | " | 0063 | 0059 | 0008 | 0006 | " | 6180 | " | 218 |
| Morado | | | | | | | | | | | |
| (Geocon) | 8 | 0 | 30 | 1031 | 0025 | 0007 | 0012 | 000 | 6176 | 058 | 305 |
| | " | " | " | 0035 | 0023 | " | " | " | 6134 | " | 257 |
| | " | " | 60 | 0052 | 0031 | 0006 | 0014 | " | 6135 | " | 267 |
| | " | " | " | 0046 | 0021 | " | 0007 | " | 6134 | " | 281 |
| | | | (元鉱品位) | (042) | (035) | (0015) | (0029) | - | (6868) | - | - |
| | 3 | 0 | 30 | 0062 | 0072 | 0008 | 0014 | 000 | 6866 | 39 | 175 |
| | " | " | " | 0059 | 0062 | 0005 | 0010 | " | 6932 | " | 161 |
| | " | " | 60 | 0072 | 0084 | " | 0013 | " | 6863 | " | 192 |
| | " | " | " | 0069 | 0098 | 0006 | 0014 | 003 | 6901 | " | 214 |
| | 4 | 0 | 30 | 0039 | 0030 | 0005 | 0015 | 000 | 6858 | 51 | 370 |
| | " | " | " | 0037 | 0028 | " | 0017 | " | 6813 | " | 274 |
| | " | " | 60 | 0042 | 0025 | " | 0019 | 001 | 6870 | " | 290 |
| Copper | " | " | " | 0044 | 0022 | 0006 | 0020 | 000 | 6803 | " | 272 |
| King | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 0 | 30 | 0052 | 0020 | 0005 | 0016 | 012 | 6780 | 64 | 254 |
| | " | " | " | 0050 | 0019 | " | 0014 | 011 | 6755 | " | 268 |
| | " | " | 60 | 0062 | 0021 | " | " | 007 | 6736 | " | 273 |
| | " | " | " | 0054 | 0020 | " | 0015 | 005 | 6803 | " | 234 |
| | 6 | 0 | 30 | 0070 | 0018 | 0006 | 0013 | 026 | 6702 | 77 | 268 |
| | " | " | " | 0076 | 0017 | 0005 | 0017 | 039 | 6646 | " | 210 |
| | " | " | 60 | 0080 | 0016 | " | 0014 | 028 | 6635 | " | 253 |
| | " | " | " | " | " | " | 0013 | 029 | 6657 | " | 266 |

| 供 試 サンプル | 試 験 条 件 | | | 焼 成 ベ レ ッ ト 性 状 | | | | | | | |
|---|------------------------|--------------------------|---|-----------------|---------|---------|--------|---------|------------|---------------------------|-------------|
| | CaCl ₂ % | Ca(OH) ₂ % | キャリア・ ガス 中 混分量 gH ₂ O/ kgDG | Cu % | Zn % | Pb % | S % | Cl % | T. Fe % | CaO / SiO ₂ | 圧 強 度 Kg |
| 混合 鈹 (C.M. (Geocon) / 35 = / C.K. / 15) | | | (元鈹品位) | (0.83) | (0.76) | (0.044) | (0.11) | - | (6370) | - | - |
| | 5 | 0 | 30 | 0.041 | 0.042 | 0.008 | 0.006 | 0.00 | 6472 | 0.51 | 332 |
| | " | " | " | 0.050 | 0.051 | 0.005 | 0.004 | " | 6396 | " | 339 |
| | " | " | 60 | 0.085 | 0.100 | 0.008 | 0.005 | " | 6407 | " | 440 |
| | " | " | " | 0.076 | 0.083 | 0.006 | 0.009 | " | 6482 | " | 309 |
| | 6 | 0 | 30 | 0.033 | 0.026 | 0.004 | 0.006 | 0.00 | 6443 | 0.61 | 368 |
| | " | " | " | 0.040 | 0.031 | 0.005 | 0.007 | " | 6402 | " | 322 |
| | " | " | 60 | 0.056 | 0.047 | 0.006 | 0.010 | " | 6423 | " | 350 |
| | " | " | " | 0.057 | 0.042 | 0.005 | 0.008 | " | 6381 | " | 324 |
| | 7 | 0 | 30 | 0.038 | 0.022 | 0.006 | 0.007 | 0.00 | 6402 | 0.70 | 314 |
| | " | " | " | 0.044 | " | 0.005 | 0.002 | " | 6381 | " | 242 |
| | " | " | 60 | 0.065 | 0.033 | " | 0.006 | " | 6361 | " | 307 |
| | " | " | " | 0.057 | 0.032 | " | 0.010 | " | 6381 | " | 223 |
| | 8 | 0 | 30 | 0.049 | 0.018 | 0.005 | 0.005 | 0.00 | 6350 | 0.80 | 440 |
| | " | " | " | 0.044 | 0.017 | 0.004 | " | " | 6340 | " | 384 |
| | " | " | 60 | 0.078 | 0.027 | 0.002 | 0.006 | " | 6278 | " | 431 |
| " | " | " | 0.070 | " | 0.007 | 0.007 | " | 6289 | " | 567 | |
| Campo Morado (坑内) | | | (元鈹品位) | (0.64) | (0.36) | (0.12) | (0.39) | - | (6683) | - | - |
| | 3 | 0.37 | 30 | 0.023 | 0.029 | 0.004 | 0.019 | 0.00 | 6825 | 1.2 | 322 |
| | " | " | " | 0.028 | 0.030 | 0.007 | " | " | 6814 | " | 226 |
| | " | " | 60 | 0.038 | 0.067 | 0.009 | " | " | 6819 | " | 285 |
| | " | " | " | 0.033 | 0.059 | " | " | " | 6785 | " | 327 |
| | 4 | 0.37 | 30 | 0.021 | 0.015 | 0.003 | 0.010 | 0.02 | 6712 | 1.6 | 218 |
| | " | " | " | 0.020 | " | 0.005 | " | " | 6723 | " | 217 |
| | " | " | 60 | 0.023 | 0.017 | 0.004 | " | " | 6756 | " | 358 |
| " | " | " | " | 0.018 | " | " | 0.03 | 6713 | " | 340 | |

| 供 試 | 試 験 条 件 | | | 焼 成 ベ レ ッ ト 性 状 | | | | | | | |
|-------------------------|------------------------|--------------------------|--|-----------------|---------|---------|--------|---------|-----------|---------------------------|------------|
| | CaCO ₃ % | Ca(OH) ₂ % | キャリア・ ガス 中湿分量 gH ₂ O/ kgG | Cu % | Zn % | Pb % | S % | CL % | T.Fe % | CaO / SiO ₂ | 圧縮強度 Kg |
| Campo Morado (坑内) | 5 | 0.37 | 30 | 0.024 | 0.015 | 0.006 | 0.010 | 0.00 | 67.02 | 19 | 215 |
| | " | " | " | " | " | 0.005 | 0.022 | 0.02 | 66.54 | " | 217 |
| | " | " | 60 | " | " | " | 0.010 | 0.03 | 66.69 | " | 330 |
| | " | " | " | 0.025 | 0.017 | 0.004 | 0.011 | 0.02 | " | " | 260 |
| | 6 | 0.37 | 30 | 0.026 | 0.014 | 0.003 | 0.016 | 0.03 | 66.01 | 2.2 | 228 |
| | " | " | " | " | 0.013 | 0.004 | " | " | 66.36 | " | 211 |
| | " | " | 60 | 0.030 | 0.016 | 0.003 | 0.018 | " | 66.01 | " | 259 |
| | " | " | " | 0.028 | 0.014 | " | 0.019 | " | 66.46 | " | 368 |

Fig. 6.2 Bench Scale Test Apparatus



第7章 鉦山開発計画

第 7 章 鉍 山 開 発 計 画

7-1 Copper King 鉍床

7-1-1 採鉍計画

7-1-1-1 開発基本構想と生産量

Copper King 鉍床は、母岩が堅硬なグリーン・シストで、その中に大型の含銅硫化鉄鉍床がある。塊状の鉍床は直径 50～60 m の円筒形で、これがほぼ南東落して約 15 度の傾斜で賦存しており、その延長は 350 m と推定されるが、更に下部への発展も期待される。

鉍床周辺の地形は急峻な山地で、鉍床は山腹に胚胎しているため、運搬、排水ともに最下低の通洞坑を用いることが出来、立坑巻上機や排水ポンプは不要である。

採掘法としては、岩盤強度が高いこと、鉍床が堅硬な大型塊状鉍床であることから、能率的な Sublevel Stopping を採用した。鉍石の積込と運搬は、LHD と坑内用トラックを用いた Truckless 方式を採用した。採掘巾は 20 m で各切羽間には、厚さ 10 m の鉍柱を残すため、可採率は 67% となる。

$$\text{可採鉍量} = \text{埋蔵鉍量} \times 0.67 = 12,000 \text{ 千 t} \times 0.67 = 9,120 \text{ 千 t}$$

生産規模は、冶金プラントの設備能力から Campo Morado 鉍山からの供給量を差引いた不足分のみ、月間 17,000 t である。

鉍山の操業は 2 方操業、年間稼働日数を 300 日とみた。従って 1 日当りの生産量は 680 t となる。鉍山の寿命は 45 年以上と予想される。

鉍石中には、Cu、Pb、Zn 等の含有金属量が少ないため、採掘したまゝで硫化鉄鉍として冶金プラントに供給可能であるから、選鉍設備は不要である。又、鉍床は大型のまとまりの良いものであるため、採掘中の研混入率を僅少にできる。ここでは念のため、混入研塊を Hand Picking で除去する工程を、1 次クラッシャーの後段に付加した。以上の理由から出鉍品位は埋蔵品位の数値をそのまま採用した。

| 出 鉍 量 | Cu | Pb | Zn | Fe | S |
|------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 17,000 t/m | 0.40% | 0.01% | 0.54% | 42.85% | 51.35% |

採鉍に必要な付属設備を、坑口周辺の平坦地を利用して配置するよう計画した。即ち鉍山事務所、圧気室、修理工場、倉庫、1 次クラッシャー、貯鉍ビン、発電機等で第 7-2、7-7 図に示す如く配置する。

坑内湧水は強酸性と予想されるので、鉍水処理設備を作り中和したものを泥物ダムに放流し、上澄液を川に放流する。

鉍山で使用する用水は、目前を流れる Rio Murga 川より採取し、ポンプにより構内と坑内

に供給する。

1次クラッシャーで100%に砕かれた鉍石はHand Pickingにより混入砕除去の後、貯鉍ビンに貯えられ、30トントラックによって冶金プラントまで運搬される。

鉍山で働く労働者は、約28km離れた国道沿いの街、Petatlan附近からバスで通勤するものとし、技術者等の高級職員のためには、同じくPetatlanに社宅を用意する。

7-1-1-2 採 鉍 法

(1) 開 坑

鉍床は山腹にあるため、まず坑口設備を設けるRio Murga川に近接した平坦地から、SL-230mレベルで鉍床下部に向けて通洞坑を開削しこれを主要運搬坑道とする。このレベルから傾斜10度の斜坑を開削して、上部Draw Point Level及びSublevelを必要な位置に展開していく。(Fig. 7.2, 7.3)

主要運搬坑道と最上部のDraw Point Levelまでの100m間には坑内集約ビンを鉍石用と併用に2本開削する。夫々の容量は最大1,400tと1,000tである。

主要運搬坑道では、15トントラックに漏斗口から鉍石を積込んで800m離れた坑口1次クラッシャーまで運搬・投入する。トラックの所要台数は1方1台で2方操業とする。

$$17,000\text{ t/m} \div 25\text{ d/m} = 680\text{ t/d}$$

$$680\text{ t/d} \div 405\text{ t/台} = 1.68\text{ 台/d} \quad (1\text{ 台} \times 2\text{ 方/d})$$

開坑から産出した研も坑内集約ビンに貯めておき、トラックで坑外に搬出する。操業期間中の開坑作業量は42m/mであるから、鉍石用のトラック1台で間に合う。坑外に搬出した研は砕いて道路補修用の砂利とする。

(2) 採 掘

本鉍床は、岩盤、鉍体ともに堅硬で大型であることから、無充填Sublevel Stoppingを採用した。1切羽の採掘巾は20mとし各切羽間には巾10mの鉍柱を残すことにする。

(Fig. 7.3, 7.4)

鉍体はほぼ東西に延びているので、これを南北方向に20mの切羽と10mの鉍柱を交互に区切る。各切羽の最下部には拔出漏斗を開削しておき、鉍柱の中心部に鉍石運搬用の坑道を開削し、これから両側のDraw Pointに向け搬出坑道を開削する。従って2ヶの切羽が1組となる。搬出用のDraw Pointは、14m毎に設けるから、搬出坑道の平面図はFig. 7.4のように肋骨状となる。

拔出漏斗の上部には20m間隔でSublevelを開削し、ここから水平及び下向きに扇状穿孔を行なう。さく岩機は扇状長孔用ジャンボとし、1台1方作業で680t/dの作業量を達成できる。

Draw Point では 5 yd^3 の LHD によって破砕鉞石を積込み、水平、斜坑等を経て、坑内集約ビンに投入する。 5 yd^3 の LHD では積込能力は 410 t/台 であるから、各方1台の LHD で間に合う (Fig. 7.5, 7.6)

$$680 \text{ t/d} \div 410 \text{ t/台} = 1.65 \text{ 台/d} \quad (1 \text{ 台} \times 1.7 \text{ 方操業})$$

坑内では、LHD や坑内用トラックのエンジンから排出されるガスを排除し、作業員に必要な新鮮な空気を確保するため、鉞体上部に通気坑道を設け、主要扇風機によって坑外に排気する。

切羽内で必要な所では局部扇風機と風管によって通気を確保する。

7-1-1-3 使用機器

坑内で使用するさく岩、積込、運搬用の3主要機器を下記に示す。

- 1) 穿孔機械 a) 掘進用 2600 m ジャンボ 1台 (spare 1台)
 b) Sublevel 採掘用 Fandrill 2台 (spare 0台)

坑道掘進量は月間 42 m であるから、 2600 m ジャンボ1台で充分間に合う。Sublevel 穿孔と拔出 Cone 穿孔用の Fandrill は、作業量としては1台1方作業で間に合うが、上下レベルの移動時間を省くため、Sublevel 1台、Draw Level 1台を配置しておく。

穿孔能率計算 (さく岩機所要台数計算)

Draw Cone における穿孔能率は次のようになる (Fig. 7.5)

| | | |
|---------------------------------------|--|---------------------|
| 1 slice 当り鉞量 (厚さ 1.5 m) | $(20^m + 4^m) \frac{1}{2} \times 14^m \times 1.5^m \times 4 \text{ t/m}^3$ | = $1,008 \text{ t}$ |
| 穿孔長合計 | $(\ell_1 + \ell_2 + \dots + \ell_7)$ | = 103.4 m |
| 平均穿孔速度 | (bit 径 $75 \frac{\text{mm}}{\phi}$) 20 cm/min | = 12 m/h |
| 1台1方当り穿孔長 | $6.5 \text{ h/方} \times \frac{50}{60} \times 12 \text{ m/h}$ | = 65 m/方 |
| m 当り起才量 | $1,008 \text{ t} \div 103.4 \text{ m}$ | = 9.7 t/m |

Sublevel における穿孔能率は次のようになる

| | | |
|--------------|--|----------------------|
| 1 slice 当り鉞量 | $20^m \times 20^m \times 1.5^m \times 4 \text{ t/m}^3$ | = $2,400 \text{ t}$ |
| 穿孔長合計 | $(\ell_1 + \ell_2 + \dots + \ell_{17})$ | = 219.5 m |
| m 当り起才量 | $2,400 \text{ t} \div 219.5$ | = 10.9 t/m |

鉞量比 $3 \times \text{Sublevel} : \text{Draw Cone} = 1 : 7$

| | | |
|------------|---|----------------------|
| 平均 m 当り起才量 | $(9.7 \text{ t/m} + 7 \times 10.9 \text{ t/m}) \frac{1}{8}$ | = 10.6 t/m |
| 1日当り所要穿孔長 | $680 \text{ t/d} \div 10.6 \text{ t/m}$ | = 64 m/d |
| 所要さく岩機台数 | $64 \text{ m/d} \div 65 \text{ m/台} = 0.98 \text{ 台}$ | = 1.0 台/d |

| | | | |
|---------|----------------|-----------------------|-------|
| 2) 積込機械 | a) 掘進用 | 5 yd ³ LHD | 1 台 |
| | b) Draw Point用 | 同上 | 1 台 |
| | c) Spare | " | 1 台 |
| | | | 計 3 台 |

掘進切羽は、Draw Point から距離が離れているので、専用に1台を配置する。Draw Point と坑内集約ピンの間は、LHDで積込・運搬を行なう。ここでは1日当り2台必要となるので、1、2の方とも1台を配番する。

積込能率計算（LHD所要台数計算）

| | |
|------------|---------------------|
| 走行速度（平均） | 8 Km/h = 133 m/min |
| 平均運搬距離（片道） | 215 m |
| 1 サイクル時間 | Load & Dump 1.4 min |
| | Haul (8 Km/h) 1.6 |
| | Empty (") 1.6 |
| | 4.6 min |
| | 余 裕 (20%) 0.9 |
| | 合 計 5.5 min |

| | |
|--------------|---|
| 鉱石見掛比重 | 4.0 t/m ³ ÷ 1.6 = 2.5 t/m ³ |
| LHD 1 回当り作業量 | 2.5 t/m ³ × 3.4 m ³ × 0.8 = 6.8 t/回 |
| 1 方当り往復回数 | 6.5 h/方 × $\frac{50}{60}$ ÷ 5.5 min/回 = 59回/方 |
| 1 方当り積込能率 | 59回/方 × 6.8 t/d = 401 t/方 ÷ 400 t/台・方 |
| 1 日当り所要台数 | 680 t/d ÷ 400 t/台 = 1.7台/d |

| | | |
|------------|------------|-------|
| 3) 運搬用トラック | a) 掘進研搬出用 | } 1 台 |
| | b) 主要運搬坑道用 | |
| | c) Spare | 1 台 |
| | | 計 2 台 |

坑内集約ピンから坑外1次クラッシャー間800 mの運搬及び坑内産出研の運搬には、15トン積の坑内用トラックを用いる。両方で1日2台・方のトラックがあれば間に合うから、1、2の方に夫々1台ずつ配番する。

運搬能率計算

| | |
|---------------------|------------------------|
| 走行速度 | 実車 12 Km/h = 200 m/min |
| | 空車 15 " = 250 " |
| 1 サイクル時間（走行距離800 m） | |
| 固定時間 | 積込 1.5 min |

| | | |
|----------|--|---------------------|
| | 操車 | 0.6 ^{min} |
| | 投入 | 1.0 |
| | 計 | 3.1 |
| 変動時間 | 実車運搬 | 4.0 ^{min} |
| | 空車 | 3.2 |
| | 余裕 | 0.7 |
| | 計 | 8.9 |
| | 合計 | 12.0 ^{min} |
| 1方当り往復回数 | $6.5 \text{ h} \times \frac{50}{60} \div 12.0 = 27 \text{ 回/方}$ | |
| 1方当り運搬量 | $27 \text{ 回/方} \times 15 \text{ t} = 405 \text{ t/方}\cdot\text{台}$ | |
| 1日当り所要台数 | $680 \text{ t/d} \div 405 \text{ t} = 1.68 \text{ 台/d} \approx 1 \text{ 台} \times 2 \text{ 方/d}$ | |
| | (研運搬含む) | |

7-1-1-4 坑口設備

Copper King 鉱山には選鉱設備が不要のため、社宅を除く全設備を坑口の平坦地に集中配置した。(Fig. 7.7)

1) 破砕, 貯鉱, 積出設備

坑口の地形は $\frac{1}{10}$ 程度の傾斜をしているため、これを利用して1次クラッシャーと貯鉱ビンとを段階状に配置し、鉱石運搬用トラックには、貯鉱ビン下底の漏斗口から積込めるよう計画した。又クラッシャーと貯鉱ビンを連絡するコンベアには、手選用踊場を設け、混入研塊をHand Picking 出来るようにした。

| | | | |
|---------|---------|----------------------------|----------|
| 主要設備(1) | 50 t | サージホッパー, グリズリー, グリズリーフィーダー | 各1基 |
| (2) | (20×34) | ブレーキクラッシャー | 55 kW 1基 |
| (3) | 貯鉱ビン | 300 t容量 | 1基 |

2) 機修工場設備

この機修工場では、近くに整備工場が無いので、ある程度の修理は可能な器具を備えることにする。修理対象は坑内用重機および発電機等の坑外大型機械である。建屋の大きさは288^m²(12m×24m)程度とする。

| | |
|---------|----------------------------|
| 主要設備(1) | 2.5トン天井走行クレーン, 2トンチェーンブロック |
| (2) | 溶接機, 切削機, 車輛修理用ビット等 |

3) 圧気設備

坑内で用いる空気機械はさく岩機のみであるから、空気圧縮機は小型で済む。圧気室建屋は発電機建屋と共通とする。

| | | |
|----------|-------------------|--------------------------------------|
| 空気消費量(1) | 2 boom Jumbo | $4 m^3/min \times 2 台 = 8.0 m^3/min$ |
| (2) | Sublevel用Fandriil | 1 台 = $6.3 m^3/min$ |
| | 計 | $14.3 m^3/min$ |

作業の組み合わせによっては、最大消費量として $14.3 m^3/min$ が見込まれ、通常は Fandriil 1 台が常時稼働している。ここでは最大値に対応した圧縮機を用意しておく。掘進と Sublevel 穿孔を 1、2 の方に分ければ、最大 $8.0 m^3/min$ で済むため、設備台数としては、 $11 m^3/min$ 容量のもの 2 台とする。

| | | |
|----------|-----|---------------------------------------|
| 主要設備 (1) | 圧縮機 | $11 m^3/min \times 5.5 KW \times 2 台$ |
| (2) | 空気槽 | $2 m^3 \times 2 基$ |

4) 発電設備

鉦山用電力は、大容量送電線が附近にないため、ディーゼル発電機による自家発電で計画した。

| | | |
|----------|------------|-------------------------------|
| 所要電力量(1) | 空気圧縮機 | $5.5 KW \times 2 台 = 11.0 KW$ |
| (2) | 主要扇風機 | $5.5 \times 1 = 5.5$ |
| (3) | 坑内動力(局扇等) | 10.0 |
| (4) | 坑内照明 | 5.0 |
| (5) | 1次クラッシャー | 5.5 |
| (6) | 鉦水処理設備 | 5.5 |
| (7) | 機修工場・用水ポンプ | 11.0 |
| (8) | 事務所関係、分析室 | 1.0 |
| | 計 | 54.5 KW |

設備容量 60.0 KW 発電機 2 台(1 台予備)

発電機室としては、分電室を含めて $750 m^2$ ($15 m \times 50 m$) とした。

5) 資材倉庫

鉦山用資材一式を貯蔵するための資材倉庫としては、建屋の大きさとして $288 m^2$ ($12 m \times 24 m$) とし、機械部品、電気部品、保安用具、工具等を貯蔵する。この建屋の中に坑内用キャップランプ、充電機等を設置しておく。又鉦員用更衣室、食堂も併設する。

6) 鉦水処理設備

Copper King 鉦山は硫化鉦鉦床であるため、坑内水は強酸性を示すものと予想される。そこで鉦水処理設備を設置し、坑内水を中和処理する。出て来る鉦水の質と量は次のように想定して、これをバクテリアで酸化し、炭酸カルシウム粉末で中和する。

| 鉍水量 | pH | Fe ⁺⁺ | Fe ⁺⁺⁺ | Cu |
|------------------------|-----|------------------|-------------------|----------|
| 0.5 m ³ /mm | 2.0 | 2.8 g/l | 0.4 g/l | 0.01 g/l |

中和澱物は、鉍山近くの平地に貯泥池を掘削してここに放流する。

7) 鉍山用水設備

坑内さく岩用水及び坑口設備の中で空気圧縮機・ディーゼル発電機等の冷却用水等には、目前を流れるRio Murga 河から採水する。坑内用は、標高差300mの山頂タンクまで揚水するため高圧小容量タービンポンプを用いる。

用水設備 (1) 坑内用 : 0.5m³/mm × 300m × 3.7KW
10m³山頂タンク

(2) 坑口設備用 : 0.5m³/mm × 20m × 3.7KW
10m³貯水タンク

8) 火薬庫

採掘に用いる火薬の月間使用量は5トンである。(300g/t × 17,000t) 5トンのダイナマイト及び雷管・導火線等を貯蔵する火薬庫を坑口から100m離れた山腹に、建設する。

9) 通気用主要扇風機

坑内で用いるLHDや鉍石運搬トラックなどのエンジン排気を坑外に排出し、作業者に新鮮な空気を供給するため、坑内上部坑道から、地上へ通気斜坑を開削し、地上に吸出用の主要扇風機を設置する。所要風量は、実働総エンジンKW当り3m³/mmあれば良い。

| | | |
|----------|------|----------------------|
| 稼働エンジン馬力 | LHD | 180 HP × 2台 = 360 HP |
| | トラック | 135 × 2 = 270 |
| | ジープ | 100 × 1 = 100 |
| | 火薬車 | 100 × 1 = 100 |
| | 修理車 | 100 × 1 = 100 |
| | 計 | 930 HP |

実働エンジンKW : 930HP × 0.75KW/HP × 0.7 = 488KW

所要風量 : 488KW × 3m³/mm = 1,464 ÷ 1,500m³/mm

扇風機仕様 : 1,500m³/mm × 100mmAq × 5.5KW 1台

10) 鉍山事務所

鉍山を管理するための総合事務所は、床面積240m²(12m × 20m)とし、鉍山長が常時在所するものとした。内部には、管理部門、採鉍部門の事務室、番割室及び職員用更衣室等を設ける。