

世界各國
之
經濟合作與發展
（總論）

（總論）

世界各國

金
屬
業
務
國
際
協
定
事
業
制

704
661
1971
INTERNATIONAL
IRON AND
STEEL

世界各國
之
經濟合作與發展

チリ共和国
コンセプトン東部地域
資源開発協力基礎調査報告書

(総括報告書)

JICA LIBRARY



1026066L9J

昭和56年6月

金属鉱業事業団
国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 船日 84.8.22	7040
登録No. 113475	667
	MFN

は し が き

日本政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国コンセプション東部地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質等の調査を実施することとし、この調査を国際協力事業団に委託した。事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門的な分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に依頼することとした。

本調査は、昭和52年から昭和55年まで4ヶ年間にわたって実施され、チリ共和国政府関係機関の協力を得て予定通り完了した。本報告書は4ヶ年間の調査の結果をとりまとめたものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力をいただいたチリ共和国政府関係機関並びに通商産業省、外務省、及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和56年6月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

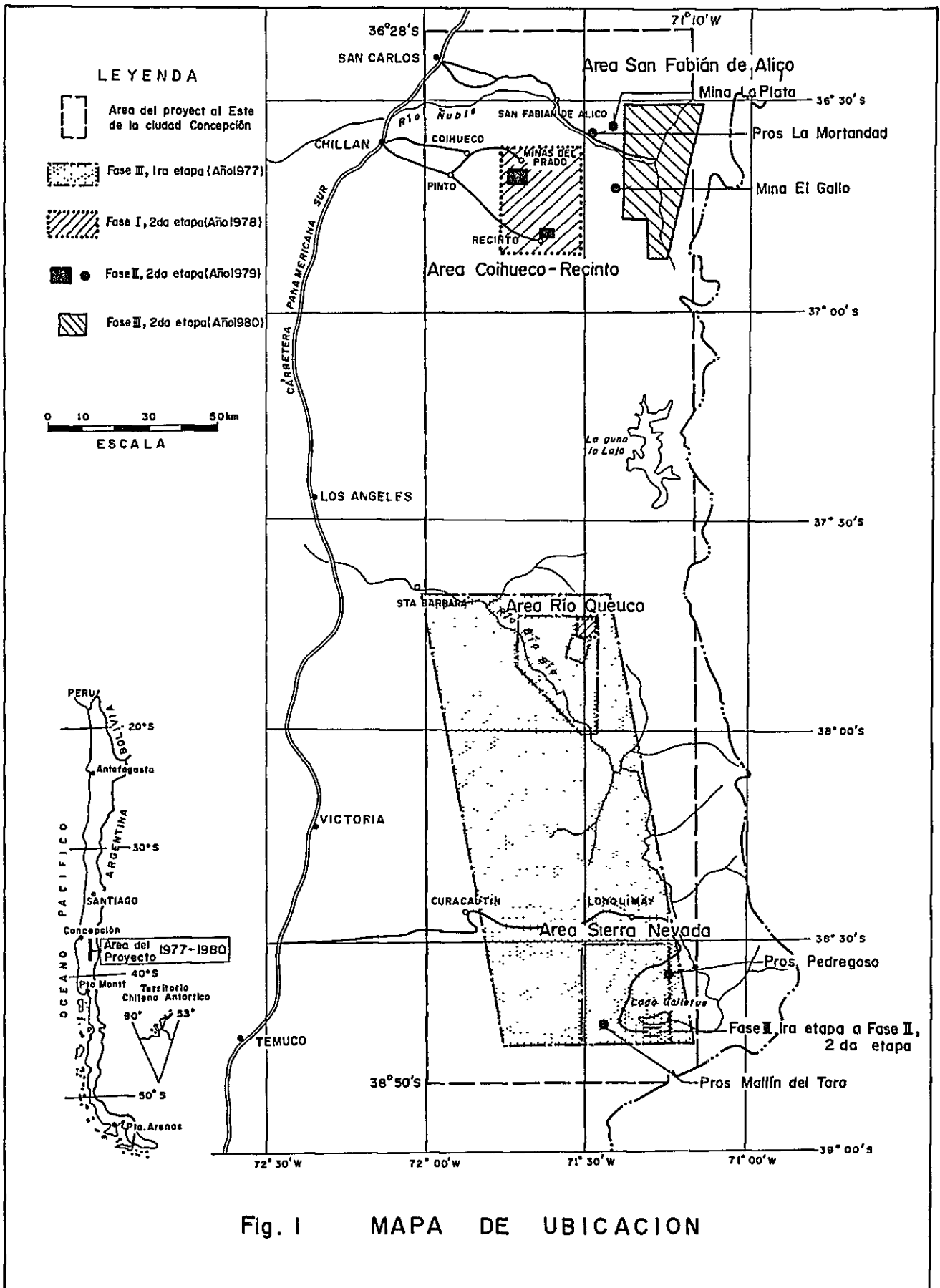


Fig. I MAPA DE UBICACION

目 次

はしがき

位置図

要 約	1
第 1 章 緒 言	4
第 2 章 調査地域の地理	6
2-1 位 置	6
2-2 地 形	6
2-3 気候及び植生	6
2-4 交 通	7
2-5 人口及び産業	7
第 3 章 調 査 内 容	8
3-1 調 査 区 域	8
3-2 調査方法及び調査量	10
3-3 調 査 期 間	12
3-4 調査団編成	14
第 4 章 調査結果要約	16
4-1 San Fabián de Alico 地域	16
4-2 Coihueco - Recinto 地域	19
4-2-1 広域調査結果	19
4-2-2 Las Minas de Prado 地区	22
4-2-3 San José 地区	26
4-3 Río Queuco 地域	30
4-3-1 広域調査結果	30
4-3-2 Mina Curacarel 地区	32
4-3-3 Otué 地区	38
4-4 Sierra Nevada 地域	40
4-4-1 広域調査結果	40

4-4-2	Galletué 地区	42
4-4-3	Pedregoso 鉍化帯	56
4-4-4	Mallín del Toro 鉍化帯	56
4-5	その他の鉍床・鉍化帯	59
4-5-1	緒言	59
4-5-2	La Plata 鉍床	59
4-5-3	La Mortandad 鉍化帯	61
4-5-4	Mina El Gallo 鉍床	61
第 5 章	地質及び鉍化作用総括	65
5-1	地質	65
5-2	地質構造	71
5-3	鉍化・変質作用	71
第 6 章	結論	78
文献		78
付 表	(本文綴込み)	

第 1 表	地域別調査方法及び調査量一覧表
第 2 表	年度別研究試料内訳
第 3 表	調査期間
第 4 表	年度別, 作業別人員構成
第 5 表	調査員一覧表
第 6 表	主要貫入岩類の固結年代
第 7 表	コンセプション東部地域鉍床, 鉍化帯一覧表

LISTA DE FIGURAS (En Texto)

- Fig. 1 Mapa de ubicación
- Fig. 2 Mapa geológico del área San Fabián de Alico
- Fig. 3 Plano tectónico y ubicación de zonas mineralizadas del área San Fabián de Alico
- Fig. 4 Mapa geológico preliminar del área Coihueco - Recinto
- Fig. 5 Mapa de interpretación cuantitativa prospecto Las Minas del Prado
- Fig. 6 Ubicación de los bloques de mineralización tipo stockwork en Las Minas del Prado
- Fig. 7 Mapa geológico y ubicación de sondajes del área del Prospecto San José
- Fig. 8 Perfil geológico A-A' del prospecto San José
- Fig. 9 Mapa geológico del área Río Queuco
- Fig. 10 Mapa geológico del área de La Mina Curacarel
- Fig. 11 Mapa geológico y muestreo de La Mina No. 1, Curacarel
- Fig. 12 Mapa geológico y muestreo de La Mina No. 2, Curacarel
- Fig. 13 Sección geológico de Las Minas No. 1 y 2, Curacarel (Sección N-S)
- Fig. 14 Mapa geológico del área del prospecto Otué
- Fig. 15 Mapa geológico del cuadrangulo Sierra Nevada

- Fig. 16 Mapa de interpretación cuantitativa prospecto Galletué
- Fig. 17 Mapa geológico y de alteración del prospecto Galletué
- Fig. 18 Croquis geológico de la zona de Pedregoso
- Fig. 19 Croquis geológico de la zona de Mallín del Toro
- Fig. 20 Croquis geológico de la Mina La Plata
- Fig. 21 Mapa de ubicación del prospecto La Mortandad
- Fig. 22 Croquis geológico de Mina El Gallo
- Fig. 23 Columna geológica generalizada de la Región Andina Situada al Este de La Ciudad de Concepción

要 約

1977年より1980年まで4ケ年にわたって行われたコンセプション東部地域の鉱物資源開発協力基礎調査の結果を下記に要約する。

(1) 実施された調査方法及び調査量は

ランドサット画像解析	1 地域	5,800 km ²
航空写真解析	4 地域	2,381 km ²
地質調査 (広域 1/50,000)	4 地域	2,381 km ²
" (精査 1/5,000~1/10,000)	5 地区	95 km ²
地化学探査		1,954 個
物理探査 (IP法)	2 地区	6.66 km
試錐探鉱	2 地区	1,942.10 m (11孔)

であった。

(2) 調査日数は国内外延べ日数で836日、年平均調査日数は209日/年であった。

(3) 調査に従事した延べ人員は日本側41名、チリ側24名合計65名であった。

(4) 調査対象地域として、コンセプション東部地域面積約18,000 km²の中で鉱床密集地域の次の4地域が選ばれた。

San Fabián de Alico 地域

Coihueco - Recinto 地域

Río Queuco 地域

Sierra Nevada 地域

以上の4地域の広域調査によって次の5精査地区が抽出された。

Las Minas del Prado 地区 (Coihueco - Recinto 地域)

San José 地区 (")

Otué 地区 (Río Queuco 地域)

Mina Curacarel 地区 (")

Galletué 地区 (Sierra Nevada 地域)

(5) 以上の5精査地区の調査結果は次のとおりである。

i) Las Minas del Prado 地区

本地区は Las Minas del Prado 鉱床を中心とした地区で、同鉱床は浅熱水性金鉱床と、これを起源とした金の漂砂鉱床の2つのタイプから成っている。

初生鉱床は含金石英の脈状及び網状脈からなり、母岩はいずれも Pierna Blanca 火山性堆積岩類を主体としており、一部の鉱脈は Cola de Zorro 層中にも胚胎している。

脈状型は脈巾2～5cmの十数条の細脈からなり、その平均金含有量は0.93 g/tである。また、網状型は3ブロックから成り、このうち最も優勢なものは300×100mの平面的規模を有し、その金品位は0.73 g/tである。

漂砂鉱床は La Segunda 堆積岩類の主として礫岩層に二次的に金が沈澱しているもので平均金含有量は0.026 g/tである。

以上、いずれのタイプも経済品位に満たず稼行の対象とはなり難い。ただし、網状型の一部には部分的に経済的品位を有した個所もあり、それを対象とした選択採掘を考えた場合、ごく小規模な鉱床として稼行の対象となり得る可能性がある。

ii) San José 地区

本地区は San José 鉱化帯を中心とした地区で、同鉱化帯は花崗閃緑岩バツリスの縁辺部に発達した一種の Cu, Mo のポーフイリー・カッパー型鉱床で、露頭及び、試錐孔の資料では鉱化・変質作用共微弱であり、鉱化の中心部が深部に潜頭している可能性があるが、小規模なものと想定され、将来における探査価値は低いものと判断される。

iii) Mina Curacarel 地区

本地区は、銅の層状～塊状鉱床である Mina Curacarel 鉱床を中心とした地区で、同鉱床は斑銅鉱を主とし、Abanico 層の火砕岩類を選択的に交代し、鉱床層準も数層準みられ Cu 品位も2～3%と比較的高いが、富銅部のほう縮が著しく、小規模で大きな期待はかけられない。

IV) Otué 地区

本地区には、Otué 鉱化帯が発達しており、同鉱化帯は主として岩株状花崗閃緑岩、一部 Abanico 層を母岩とした銅、モリブデンの網状、鉱染状一部細脈状の鉱化帯であるが、低品位 (Cu 0.18～0.20%, Mo 0.004～0.008%) で、かつ規模が小さく、有望視することは難しい。

V) Galletué 地区

本地区は Galletué 鉱化帯を中心とした地区であり、今次調査において最も主力を

注いだ鉍化帯である。本鉍化帯はトーナル岩より成る Galletué バソリスの斑状組織を有した岩相を中心に発達した銅，モリブデンのポーフイリー・カッパー型鉍床で，部分的にフィリック変質も強く，また，変質に果帯構造もみられ，物理探査，試錐探鉍に期待がもたれたが，鉍化の中心部で平均品位 Cu 0.15%，Mo 0.012%と低品位であり，稼行の対象となり難いことが判明した。

- (6) 以上の5精査地区以外にも35個所に及ぶ鉍化帯，鉍徴地が今次調査で確認されたが，いずれも微弱で精査対象地域に取上げられるほどのものは見い出せなかった。
- (7) 以上の調査結果から調査地域における鉍化作用の特徴を概観すると，
- I) 本地域は銅の鉍化作用が中心で，これに部分的に金，及びモリブデンがみられ，その他の鉍種は顕微鏡的な量に過ぎない。
 - II) 鉍化作用は，白亜紀初期，白亜紀後期，第三紀中新世，鮮新世～更新世(?)の4期に大別でき，このうちの白亜紀後期に大部分は集中している。
 - III) 関係火成岩は白亜紀後期活動のバソリス状あるいは岩株状の花崗閃緑岩，トーナル岩が圧倒的に多い。
 - IV) 鉍床の型は，熱水鉍染型（一部ポーフイリー・カッパー型），鉍脈型，熱水交代型，接触交代型，二次堆積型，等がある。
 - V) 一般に酸化・溶脱作用が弱く，かつ二次富化帯の発達は極めて貧弱である。
- (8) チリ中央－南部におけるポーフイリー・カッパー・ベルトは複数で存在することが考えられ，El Teniente 鉍床付近をチリにおける南限とした第三紀の花崗岩類に関係したベルトは南緯35°付近でアルゼンチン側に抜ける可能性があり，本協力調査地域に発達する Galletué や San José 等のポーフイリー・カッパー型鉍床は白亜紀後期の花崗岩類に関連して形成されたもので，上記のベルトの西側を通る別のベルトに属していると解釈される。



本論

第 1 章 緒 言

チリ共和国における鉱物資源開発協力基礎調査（以下、協力調査と称する）は、1975年（昭和50年）に開始され、同年及び1976年の2ケ年は同国のケブラダ・ブランカーエル・アブラ（Quebrada Blanca - El Abra）地域の調査が実施されたが、有望個所の把握に至らなかったため、1977年より、同国の要望に応え、調査地域を同国中央-南部のコンセプション（Concepción）東部地域に移し、1980年まで4年間にわたって同協力調査が継続実施された。

コンセプション東部地域の調査は、1980年度が最終年度に当たるため、ここに同地域における従来の調査結果を総括し、それに基づいた同地域における鉱物資源賦存ポテンシャルティールに対する検討を行い総括報告書とする。

コンセプション東部地域は、アンデス造山運動によって形成されたアンデス山脈のほぼ中央に位置しており、白亜紀中期に始まった優勢な安山岩質火山活動と白亜期末期～古第三紀初期の活動と解せられる酸性貫入岩類で特徴づけられ、それらに関連した鉱床の賦存が従来から期待されていた地域である。なかでも、ボーフィリー・カンパー型の銅、モリブデン鉱床の賦存に期待がもたれ、従来よりチリ地質調査所（以下 IIG と呼称する）が、広域的な調査を行って、数個所に有望鉱化帯を把握していた。

本地域は、それらの鉱化帯を包含した面積約18,000 km²に及ぶ広大な範囲であるが、次のような方法で探鉱範囲を逐次せばめてゆき、最終的には2地区において試錐探鉱にまで至った。

- 第1段階探鉱…………… チリ側で所有している過去の資料（Alfaro, G., y Gajardo A., 1978）及び一部ランドサット画像解析、写真解析により、4地域と3鉱化帯を抽出。
- 第2段階探鉱…………… 抽出地域に対して5万分の1の精度の地質及び地化学探査の実施。
- 第3段階探鉱…………… 第2段階で把握された有望地区に対して1万～5千分の1精度の地質及び地化学探査精査の実施。
- 第4段階探鉱…………… 第3段階探鉱の結果、更に詳細な探鉱を必要とした個所に対して物理探鉱の実施。
- 第5段階探鉱…………… 第3及び第4段階探鉱で得られた有望示徴帯に対して試錐探鉱を実施。

以上のような方法で何等かの調査・探鉱がなされた範囲は、全域の46%に当る8,300 km²である。また、この調査・探鉱に携わった技術者の延べ人員は65名、また、延べ日数は836日に及ぶ。

本協力調査実施に際しての相手国関係機関は、チリ銅公団 (Corporación del Cobre, CO-DELCO) 及びチリ地質調査所 (Instituto de Investigaciones Geológicas, IIG) であり、IIG から、チリ側技術者が毎年ほぼ日本側と同数参加し行われた。

ランドサット画像及び航空写真の解析は、日本で、また、野外作業、解析作業、報告書作成作業は、チリで実施され、報告書印刷は日本で行われた。また、現地作業は、気候の関係でチリの夏期に実施された。

なお、各種の分析・同定等は、主として、IIGの分析所が利用されたが、同分析所で分析不可能なものについては、目的に応じ東北大学、秋田大学、サン・パウロ大学、チリ大学等の研究関係に依頼された。

第 2 章 調査地域の地理

2-1 位置

本地域は、首都サンチャゴ市 (Santiago 市) の南約 400 km にその北限が位置しており、また、その東限は、アルゼンチン国境に近く、南北に延びた細長い区域である。行政的には、第 8 州から第 9 州にまたがった 3 県 (Ñuble 県, Bío-Bío 県, Malleco 県) に及んでいる。

また、チリ南部の主要都市の 1 つであるコンセプシオンの東約 150 km に本地域の中心がある。

2-2 地形

本地域は、アンデス山脈の南限に近く、同山脈の北部に比較すると山系の標高は一般に低く、海拔 500 ~ 3,000 m 程度、平均 1,000 m 前後の山岳地帯にある。

山系は、地質構造にほぼ平行した南北を示し、また、地域のほぼ中央に第四紀の火山が南北に点々と連なり、本地域の高峯を形成しており、その一部は現世でも活火山として活動している。本地域における高峯の著名なものは、北より、Maravilla 山 (2,665 m), Chillán 火山 (3,089 m), Antuco 火山 (2,985 m), Callaqui 火山 (3,164 m), Tolguaca 火山 (3,180 m), Lonquimay 火山 (2,822 m) 等である。

なお、地形は壮年期の急峻な地形の部類に入る。主要河川は、南東から北西、東から西に流下するものが多く、いずれも太平洋にそそいでいる。著名なものとして、Ñuble 川、Polcura 川、BíoBío 川等がある。

また、本地域には、いたるところに氷河地形がみられ、谷は U 字形を呈し、川幅が広く河川は蛇行している。また、源流付近には水河による堰止湖が所々に発達し、過去において本地域の大部分が氷河で被われていたことを物語っている。

2-3 気候及び植生

調査地域は山岳性気候を示し、年間気温の変化は著しい。平均気温は真夏の 1 月で、20℃ 前後、真冬の 7 月で 6℃ 前後を示している。雨量は冬期 (6 ~ 9 月) に多く、夏期 (12 ~ 3 月) は少ない。年間降雨量は、本地域のほぼ中央の La Laja 湖付近で 2,700 mm (冬期 2,500 mm, 夏期 200 mm) を示しており (Almeyda y Saez, 1958), 殆んど冬期に集中的に降雨がみられる。また、標高 1,000 m を越す山系は、冬期には数 m に及ぶ積雪がある。

本地域は、チリ北部と全く異なり、植生の繁茂が著しく、一般に深いブナ、カシ等の森林によって被われており、また、湿潤地帯では笹、灌木類が密生し、踏査を困難にしている。また、海拔 1,300～1,500 m を樹林限界とし、それより高地では岩山状をなしている。人工林は非常に少なく、調査地域の西端の一部に小規模のマツの人工林がみられる程度である。

本地域に生息する動物は、アメリカ・ライオン、野ウサギ、きつね等である。

2-4 交通

本地域におけるアクセスはあまり良好でなく、横断車道は比較的密に発達しているが、縦断車道は全くなく、その縦断は馬に頼るしかない。横断車道はいずれも、チリ国の主要幹線道路であるパン・アメリカン国道に通じており、同国道から調査地域にはいずれも車輻で 2～4 時間で到達する。また、横断道路の一部はアルゼンチンに通じた国際道路となっているが、交通の往来はさほど頻繁ではない。調査地域内に敷設されている舗装道路は非常に少なく、大部分は砂利道あるいは林道である。

また、本地域に至る鉄道が、同地域の南端近くに 1 路線 (Victoria 市 - Lonquimay 町) 設けられているが 1 日 2 往復であり、利用価値は少ない。

以上のように、本地域のアクセスはあまり良好でないため、調査は主として馬に頼らざるを得ない。なお、人道及び、馬道の発達はかなり密であり、大部分の地域が馬による調査が可能である。

2-5 人口及び産業

本地域西部は中央盆地に近く、交通の便も比較的良く、集落も密に発達しているが、人口 500～1,000 人の小集落が多い。なかでも、本地域南部にある Lonquimay 町は、人口約 5,000 で本地域内に発達する集落としては最も大きく隣国との往来も比較的多く、宿場町としてかなりの賑わいをみせている。本地域東部になると平地も少なく数軒から数十軒単位の小集落が河川沿いに点在するようになる。

本地域における産業は牧畜業が殆んどで、1 箇所だけ本地域の中央部に La Laja 湖からの水を利用した水力発電所 (Planta Hidroeléctrica Complejo El Abanico) が建設されており、チリにおける主要発電所の 1 つとして電力生産を行っている。

第 3 章 調査内容

3-1 調査区域

本協力調査の対象範囲は Fig. 1 に示されているように、

北限 南緯 $36^{\circ}26'$
南限 南緯 $38^{\circ}50'$
東限 西経 $71^{\circ}10'$
西限 西経 $72^{\circ}00'$

に囲まれた範囲で南北 25.7 km 、東西 70 km の南北に細長い面積約 $18,000\text{ km}^2$ の範囲である。

この範囲から、第 1 章に既述した第 1 段階探鉱で次の 4 地域と 3 鉱化帯が調査対象地域として選定された。

なお、ランドサット画像解析の範囲は、

北限 南緯 $37^{\circ}40'00''$
南限 南緯 $38^{\circ}45'00''$
東限 西経 $71^{\circ}10'00''$
西限 西経 $72^{\circ}00'00''$

である。

- I) San Fabián de Alico 地域
- II) Coihueco - Recinto 地域
- III) Río Queuco 地域
- IV) Sierra Nevada 地域
- V) La Plata 鉱床
- VI) La Mortandad 鉱化帯
- VII) Mina El Gallo 鉱床

それらの調査範囲は次のとおりである。

- I) San Fabián de Alico 地域
北限 南緯 $36^{\circ}30'$
南限 南緯 $36^{\circ}51'28''$
東限 西経 $71^{\circ}06'24''$

西限 西経 $71^{\circ}22'28''$

II) Coihueco - Recinto 地域

北限 南緯 $36^{\circ}36'23''$

南限 南緯 $36^{\circ}51'00''$

東限 西経 $71^{\circ}30'00''$

西限 西経 $71^{\circ}45'00''$

III) Río Queuco 地域

北限 南緯 $37^{\circ}43'00''$

南限 南緯 $38^{\circ}00'00''$

東限 西経 $71^{\circ}27'00''$

西限 西経 $71^{\circ}43'00''$

IV) Sierra Nevada 地域

北限 南緯 $38^{\circ}30'00''$

南限 南緯 $38^{\circ}45'00''$

東限 西経 $71^{\circ}15'00''$

西限 西経 $71^{\circ}30'00''$

V) La Plata 鉱床

本鉱床の位置は、南緯 $33^{\circ}32'54''$ 、西経 $71^{\circ}24'04''$ である。

VI) La Mortandad 鉱化帯

本鉱化帯の中心は、南緯 $36^{\circ}34'23''$ 、西経 $71^{\circ}29'20''$ にある。

VII) Mina El Gallo 鉱床

本鉱床の位置は、南緯 $36^{\circ}42'50''$ 、西経 $71^{\circ}24'56''$ にある。

以上の4地域及び3鉱化帯の地質調査及び地化学探査（第2段階探鉱）によって次の精査対象地域が選定された。

I) San Fabián de Alico 地域

精査対象地区なし。

II) Coihueco - Recinto 地域

本地域においては次の2地区が精査対象地区に選ばれた。

II) - I Las Minas del Prado 地区

本地区は、Coihueco - Recinto 地域の北西部に位置した Las Minas del Prado

鉍床を中心とした地区で、同鉍床の中心は、南緯 $36^{\circ}42'42''$ 、西経 $71^{\circ}41'10''$ にある。

II) - 2 San José 地区

本地区は、Coihueco - Recinto 地域の南部に位置した San José 鉍化帯を中心とした地区で、同鉍化帯の中心は、南緯 $36^{\circ}48'44''$ 、西経 $71^{\circ}36'08''$ にある。

III) Río Queuco 地域

本地域において選び出された精査対象地区は次の2地区である。

III) - 1 Otué 地区

本地区は、Río Queuco 地域の北東隅に位置しており、Otué 鉍化帯を中心とした地区でその中心は、南緯 $37^{\circ}45'22''$ 、西経 $71^{\circ}28'36''$ にある。

III) - 2 Mina Curacarel 地区

本地区は、Río Queuco 地域の北東部にある Mina Curacarel 鉍床を中心とした地区で、その中心は、南緯 $37^{\circ}47'00''$ 、西経 $71^{\circ}30'00''$ にある。

IV) Sierra Nevada 地域

本地域からは、Galletué 地区、Pedregoso 地区、及び Mallín del Toro 地区の3地区が精査対象地区に選ばれたが、後2者はその後のチェック調査で精査対象地区からはずされた。

IV) - 1 Galletué 地区

本地区は、Sierra Nevada 地域の南東隅に位置した Galletué 鉍化帯を中心とした地区で、同鉍化帯の中心は、南緯 $38^{\circ}42'39''$ 、西経 $71^{\circ}19'36''$ にある。

3 - 2 調査方法及び調査量

調査方法及び調査量は各地域、各地区で異っており、それらを一覧表にまとめたのが第1表である。

なお、調査方法別の調査量は、

ランドサット画像解析	5,800 km ²
航空写真解析	2,381 km ²
予察調査	6 箇所
地質調査 (広域)	2,381 km ²
地質調査 (精査)	95 km ²
地化学探査 (広域)	1,410 個

第 1 表 地域別調査方法及び調査量一覽表

地 域	ランドサット 画像解析	航空写真解析 (1:50,000)	予察調査	地 質 調 査		地 化 学 探 査		物理探査	試錐探査
				広域 (1/50,000)	精査 (1/5,000 ~ 1/10,000)	広 域	精 査		
Río Queuco-Sierra Nevada 地域	5,800 km ²	-	-	-	-	-	-	-	-
1) San Fabián de Alico 地域	-	630 km ²	○	630 km ²	-	410個 (河床堆積物)	-	-	-
2) Coihueco - Recinto 地域 Las Minas del Prado 地区 San José 地区	-	600 km ²	○ ○	600 km ²	9 km ²	327個 (河床堆積物)	173個 (土 壁)	IP法 34 km IP法 4.4 km	- 607 ⁸⁰ m (3孔)
3) Río Queuco 地域 Otúe 地区 Mina Curacarel 地区	○	551 km ²	- - -	551 km ²	- 25 km ² 35 km ²	328個 (河床堆積物)	- 88個 (河床堆積物) 229個 (土 壁)	- - -	- - -
4) Sierra Nevada 地域 Galletué 地区 Pedregoso 鈳化帯 Mallín del Toro 鈳化帯	○	600 km ²	- - -	600 km ²	26 km ²	345個 (河床堆積物)	54個 (河床堆積物)	IP法 28.2 km - -	1,334 ³⁰ m (8孔) - -
5) その他の鈳化帯 La Plata 鈳床 Mortandad 鈳化帯 Mina El Gallo 鈳床	- - -	- - -	○ ○ ○	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
合 計	5,800 km ²	2,381 km ²	6 個所	2,381 km ²	95 km ²	1,410 個	544 個	66.6 km	1,942.1 m

地化学探査（精査）	544個
物理探査（IP法）	66.6km
試錐探査	1,942.10m

である。

また、試料の分析・同定等は次の研究機関で行われた。

地化学探査用試料分析	} IIG分析
鉍石分析	
全岩分析	
薄片作成	
研磨片作成	
X線解析	

絶対年代測定（K-Ar法）…………… サンパウロ大学

化石鑑定 …………… チリ大学及びコンセプション大学

流体包有物研究 …………… 東北大学

EPMA同定 …………… 秋田大学

なお、年度別の研究試料数は第2表に示されているとおりであり、4ヶ年の研究に供された延べ試料数は、5,253個に及び、また、年平均では1,313個であった。

第2表 年度別研究試料内訳

	昭和52年度 (1977)	昭和53年度 (1978)	昭和54年度 (1979)	昭和55年度 (1980)	計
地化学探査試料数	956	415	173	410	1,954
鉍石分析試料数	316	571	640	133	1,660
全岩分析試料数	16	—	—	16	32
薄片枚数	450	275	133	210	1,068
研磨片枚数	53	49	30	41	173
X線解析件数	74	59	96	45	274
絶対年代測定試料数	10	9	6	10	35
化石鑑定件数	7	11	—	12	30
流体包有物試料数	—	—	18	—	18
EPMA同定試料数	—	—	9	—	9
計	1,882	1,389	1,105	877	5,253




3-3 調査期間

調査地域は、冬期には、積雪をみるため、現地作業は夏期に主として行われ、毎年9～10月調査が開始され、それより約半年チリ国に滞在し、報告書作成までの作業が行われた。年次別、地域別の調査期間は第3表に示すとおりである。

なお、4年間の延べ調査日数は国内外を合せ、836日となり、年平均調査は209日であった。なお、これらの日数には、印刷期間は含まれていない。

第3表 調査期間

	昭和52年度(1977)				昭和53年度(1978)				昭和54年度(1979)				昭和55年度(1980)			
	52/9	10	11	12	53/9	10	11	12	54/9	10	11	12	55/9	10	11	12
協力調査全域	15 31															
Los Sauces 地域													10 11 27			
Coitmecco - Recinto 地域 Las Minas del Prado 地区 San José 地区	14 16 14 16				1 26 4 28 3				9 2 15 4 7 6 31 9 26							
Río Queuco 地域 Otúé 地区 Mina Curacarel 地区	30 14 31 30 14 31				9 2 3											
Sierra Nevada 地域 Galletué 地区 Pedregoso 鉍化帯 Mallín del Toro 鉍化帯	30 14 31 30 14 31				17 19 3				9 27 15 3 11 3 11							
La Plata 鉍床																
Mortandad 鉍化帯																
Mina El Gallo 鉍床																
計	198日				179日				218日				141日			
													836日			

 国内作業
 野外作業
 現地解析作業

3-4 調査団編成

第4表に示されているとおり、本協力調査に従事した人員は、4ヶ年の延べ人員が日本側41名、チリ側24名、合計65名であった。なお、年平均人員は日本側10.5名、チリ側6名、合計16.5名である。

第4表 年度別，作業別人員構成

		昭和52年度 (1977)	昭和53年度 (1978)	昭和54年度 (1979)	昭和55年度 (1980)	計
総括・調整(日本)		2	1	2	1	6
写真地質解析	日本	4	3	—	2	9
	チリ	0	0		0	0
地質調査 及び 地化学探査	日本	5	3	2	5	15
	チリ	4	3	3	3	13
物理探査	日本	—	2	2	—	4
	チリ		3	4		7
試錐探査	日本	—	2	5	—	7
	チリ		2	2		4
計	日本	11	11	11	8	41
	チリ	4	8	9	3	24
合計		15	19	20	11	65

第5表 調査員一覧表

日 本 側	昭和52年度 (1977)	昭和53年度 (1978)	昭和54年度 (1979)	昭和55年度 (1980)
団 長	古川 雄也	古川 雄也	古川 雄也	古川 雄也
調 整	石橋 健 金野 雄	金野 雄	田所久造 狩野一憲	狩野一憲
写真地質解所	小原 賢 武田 進 鎌田 治朗	谷 藤吉郎 小泉 久直	—	武田 進
地質調査及び 地化学探査	谷 藤吉郎 中村 仁一 中野 啓二 野沢 博光	小原 賢 桜井 若葉	小原 賢	小原 賢 亀沢 稔 斉藤 稔 大坪 良平
物 理 探 査	—	田島 俊雅 福田 浩	田島 俊雅 渡辺 憲生	—
試 錐 探 査	—	川村 行雄 石 鉄雄	最上 光彦 石 鉄雄 尾崎 清二 坂下 清 石川 光男	—
チリ側	昭和52年度 (1977)	昭和53年度 (1978)	昭和54年度 (1979)	昭和55年度 (1980)
団 長	Guillermo Alfaro H.	Guillermo Alfaro H.	Rafael Felipe Díaz F.	Guillermo Alfaro H.
地質調査及び 地化学探査	Ricardo Guzmán S. Hernán Vergara L. Vitor Maksaev J.	Rafael Felipe Díaz F. Carlos Felipe Ramírez R.	Guillermo Alfaro H. Carlos Felipe Ramírez R.	Ricardo Guzmán S. Ricardo Borić P.
物 理 探 査	—	Humberto Leonardo Glaser C. Manuel Antonio Arancibia C. Pedro Hiplán J.	Juan Carlos Parra E. Humberto Leonardo Glaser C. Pedro Hiplán J. Heriberto Ley Wong	—
試 錐 探 査	—	Arnoldo González A. Héctor Quiroz C.	Arnoldo González A. Héctor Quiroz C.	—

第4章 調査結果要約

4-1 San Fabián de Alico 地域

調査地域の地質 (Fig. 2) は先中新世の優勢な安山岩質火山活動と中新世の中～酸性の貫入活動で特徴づけられる。同火山活動は、陸域において行われ、溶岩流と火山砕屑物を交互に噴出している。

この火山岩類は、岩相、形成時期からして周辺に分布する Curama llín 層 (南部) 及び Río Blanco 層 (北部) に対比される可能性が強く、恐らく古第三紀始新世項(?) の活動と想定される。

この先中新統を被って、鮮新世～更新世の安山岩質火山岩類よりなる Cola de Zorro 層、及び現世の火山噴出物である Coladas de Valle 火山岩類が発達しているが、それらの分布は小さい。

貫入岩類として花崗閃緑岩、トータル岩、トータル斑岩、閃緑岩、石英安山岩、及び安山岩等が発達しており、その活動時期は、第三紀中新世である。これらの産状は、バンリス、岩株、岩脈、シル等である。

先中新統は、ほぼ南北の褶曲軸をもった緩やかな波状褶曲を受けている。Cola de Zorro 層、及び Coladas de Valle 火山岩類は、褶曲運動を受けていない。

調査地域には、顕著な断層はみられないが、連続性のない、小規模なもの、あるいは、ずれを伴っていない裂かは所々にみられ、その多くは NNE-SSW 系を示している。

調査地域において 3 3 個所の鉍化帯あるいは、鉍徴を確認した (Fig. 3 参照)。それらの大部分は、黄鉄鉍の鉍染 (一部網状) 鉍床であるが、輝銅鉍、閃亜鉛鉍等から成る脈状鉍床も数条発達している。

鉍染型のうち、鉍化・変質作用の比較的優勢なものは、Las Tragedias 鉍化帯と Las Minas 鉍化帯であるが、いずれも黄鉄鉍を主体としており、そのほかの金属鉍物として微量の酸化銅鉍、顕微鏡下でのみ、その存在が確認できる程度の黄銅鉍、磁鉄鉍、磁硫鉄鉍等がみられる。

したがって、いずれの鉍染帯も有用金属含有量は、痕跡に近いものである。

鉍染帯における母岩は、一般に弱～中程度珪化作用を受けており、そのほかの変質作用はごく微弱なものである。

鉍染型の多くは、岩株状石英安山岩、及びトータル斑岩(A)と密接して形成されており、

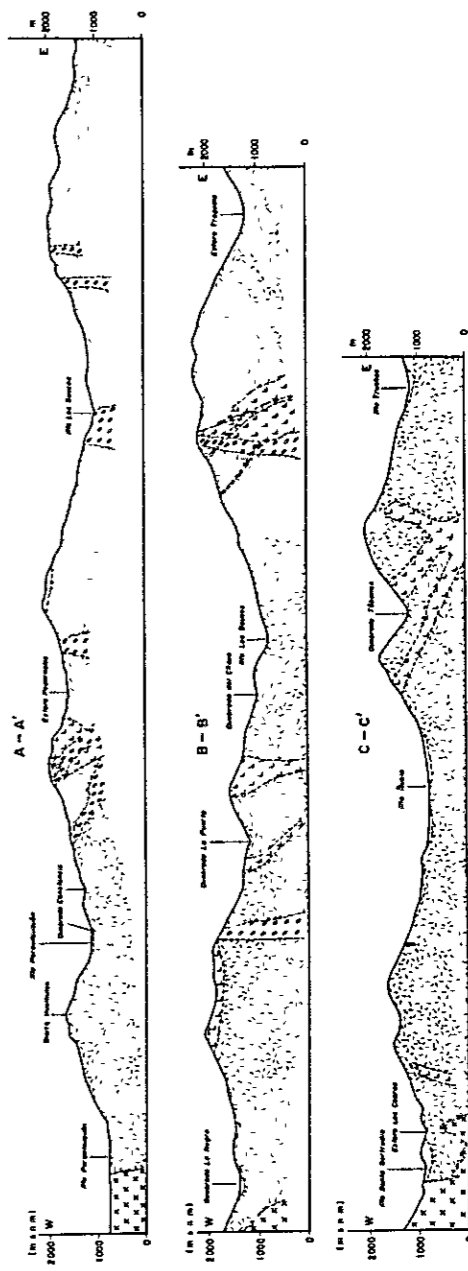
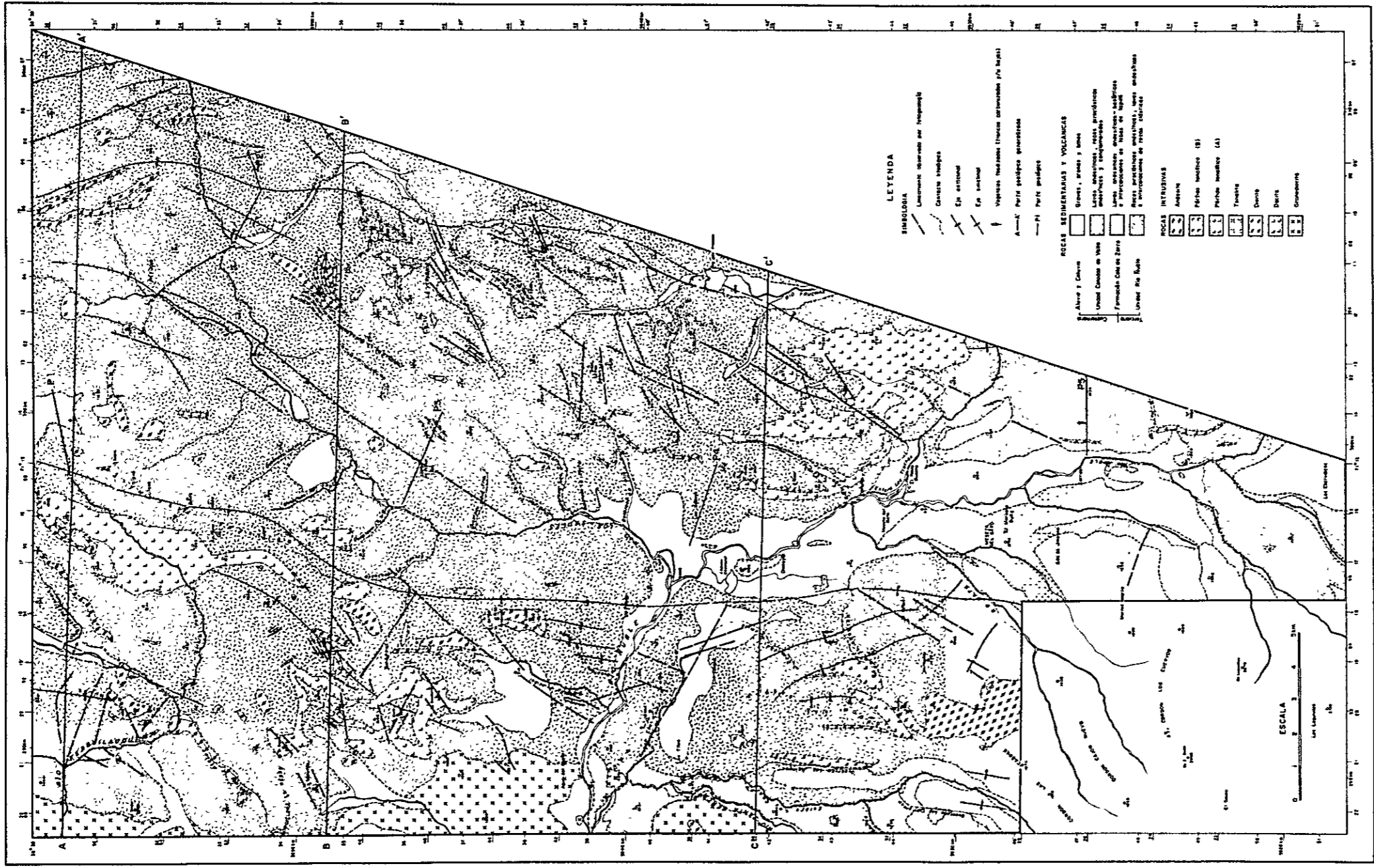


Fig.2 MAPA GEOLOGICO DEL AREA SAN FABIAN DE ALICO

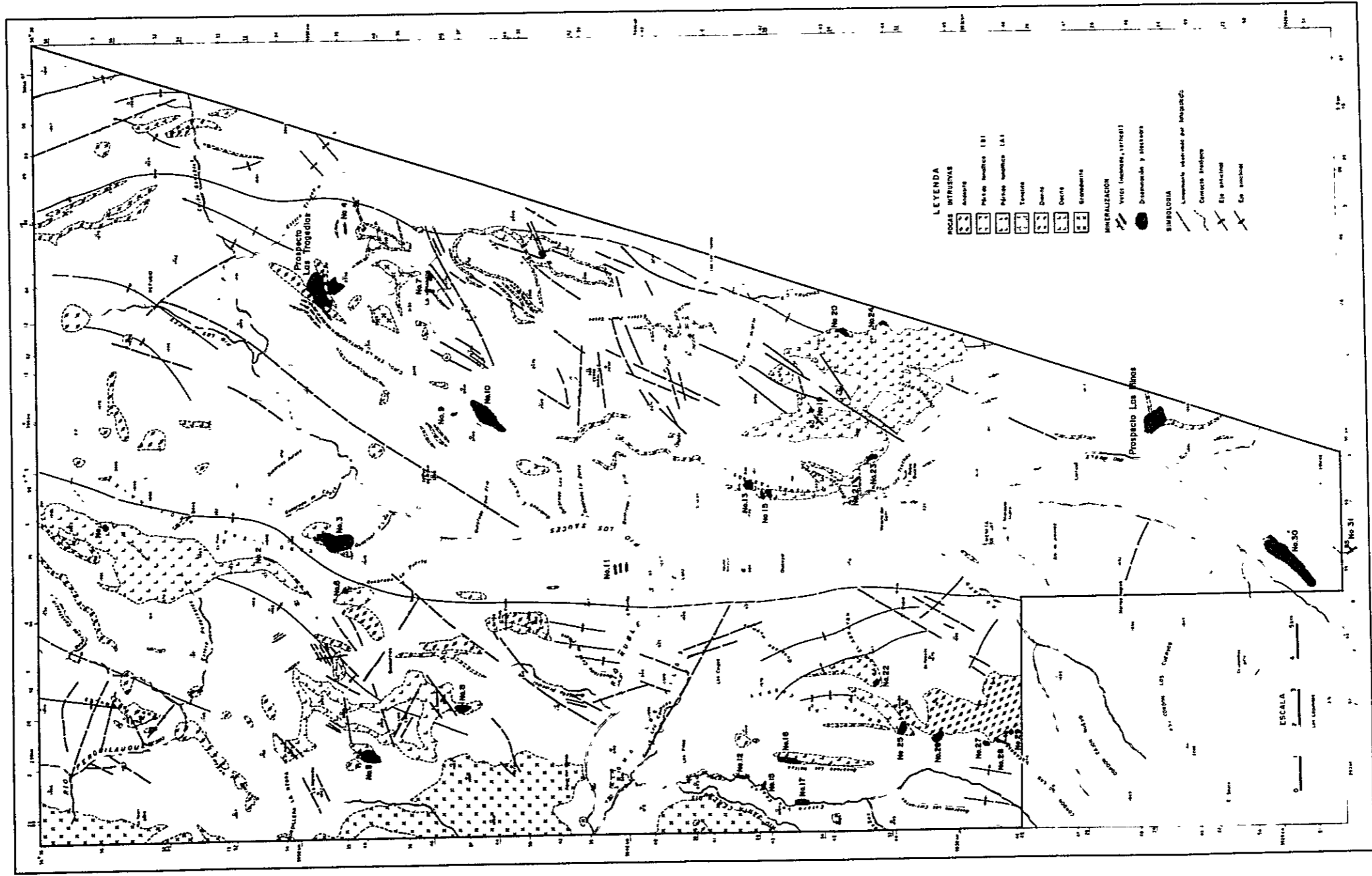


Fig. 3 PLANO TECTONICO Y UBICACION DE ZONAS MINERALIZADAS DEL AREA SAN FABIAN DE ALICO

その形成時期は主として中新世と解される。

脈状型は、脈幅 30 cm 以下の細脈で一部に、Cu 6.80% の高品位銅鉍脈が発達しているが脈幅 10 cm の細脈で、また連続性にも欠けている。

地化学探査において、1 個所の異常域と 4 個所の準異常域が把握された。

その異常域は、Au, Cu, Mo 及び, As の 4 元素に現われており、Las Minas 鉍化帯に対応する。

準異常域は、各々、 μ 5 鉍化帯 (Mo, Zn), μ 11 鉍徴 (Mo, Cu, Zn), μ 13 及び μ 15 鉍徴 (Mo, As) 及び、 μ 30 鉍化帯 (Cu, Mo, As) に対応する。

しかし、異常、準異常共、分析値は低く、有望異常とは考え難い。

以上のように、本調査地域には、かなりの数にのぼる鉍化帯、鉍徴が発達しているが、いずれの鉍化作用も極めて微弱なものに終わっており、稼行対象になり得るものはみられない。

また、いずれも今後の探鉍において有望鉍床に発展、あるいは、本地域において新しい有望鉍床が発見される可能性は極めて少ない。

よって、本調査地域に対し、今後更に詳細な調査、探鉍を行う価値は極めて低いものと判断される。

4 - 2 Coihueco - Recinto 地域

4 - 2 - 1 広域調査結果

本地域において、広域的な地質調査及び地化学探査が行われた。その結果の要約は次のとおりである。

本地域の地質 (Fig.4) は、下位より時代未詳 (先白亜紀後期) の Los Azules 変成岩、先白亜紀後期の El Sauce 火山岩類、第三紀前期の Pierna Blanca 火山性堆積岩類、新第三紀鮮新世～第四紀更新世の Cola de Zorro 層、La Segunda 堆積岩類、現世堆積物、及び貫入岩類として白亜紀後期のバソリス状花崗岩類、同岩類を貫く岩株状花崗斑岩類と鮮新世の安山岩々脈より成る。

上記の変成岩を除くと本地域は火成岩類あるいは同源の碎屑岩類から成り、海成の堆積物を全く欠いており、すなわち、白亜紀初期 (?) から現世に至るまで、断続的ではあるが、本地域が激しい火成活動の場におかれていたことを物語っている。

地質構造は、N - S 方向の褶曲及び断層が卓越する。このうち地域の中央を N - S に走る主要断層は構造線の性格を持っており、これに沿った鉍化作用もみられ、直接的あるいは、間接的に今後の探鉍に重要な意味を持ってくるものと考えられる。

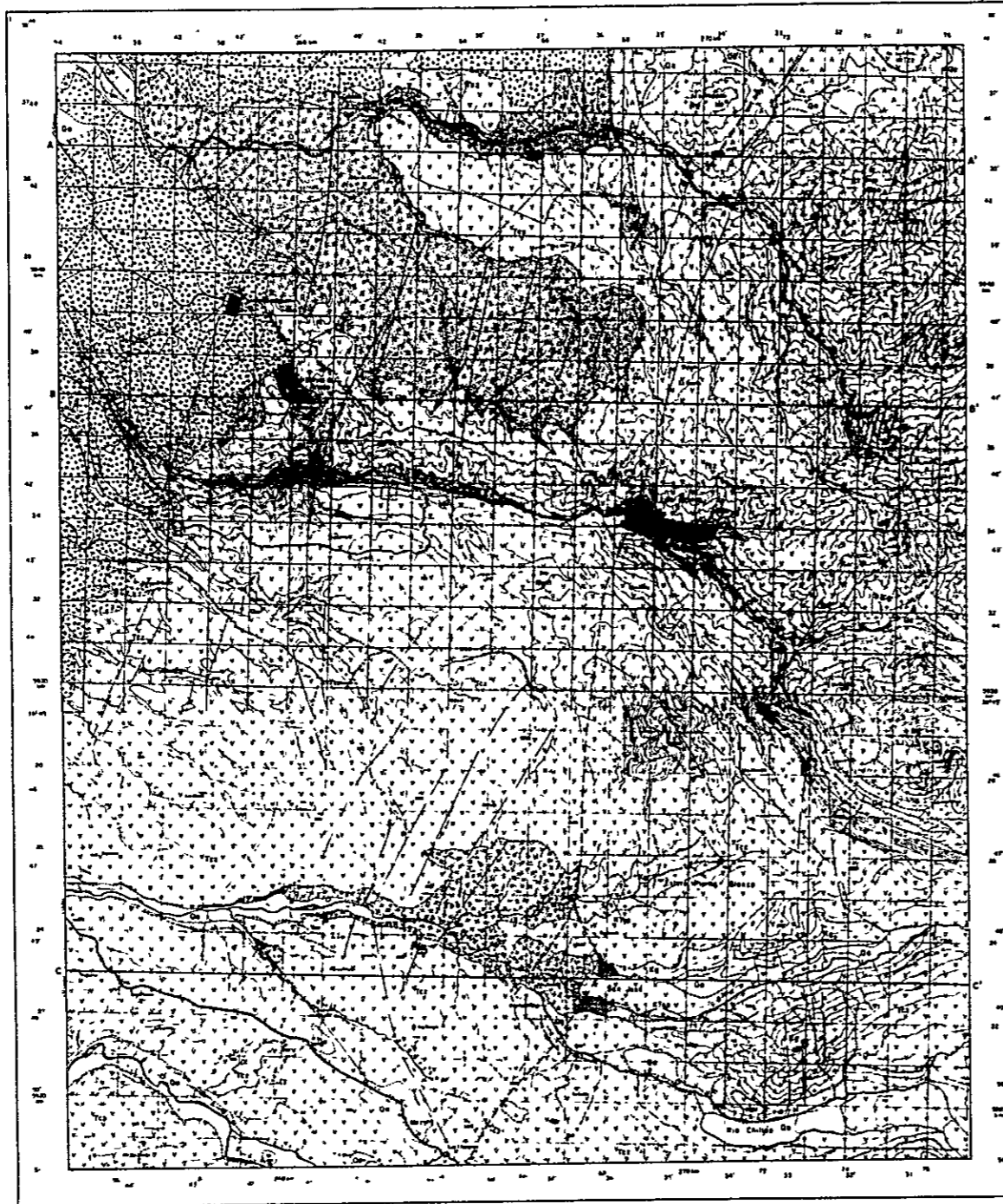


Fig. 4

RECONOCIMIENTO GEOLOGICO
DE LA REGION ANDINA SITUADA AL ESTE DE CONCEPCION

**MAPA GEOLOGICO PRELIMINAR DEL
AREA COIHUECO-RECINTO**

1:50,000

MAPA DE UBICACION

PROGRAMA DE EXPLORACION DE MINERALES
GOBIERNO DE JAPON GOBIERNO DE CHILE

METAL MINING AGENCY OF JAPAN INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

LEYENDA

ROCAS SEDIMENTARIAS Y VOLCANICAS

Depositos aluviales de arena y fangos fluviales	Ge	Gravas gruesas y mas	
Unidad Saborito y Mapocho	Ge	Conglomerados volcanicos con fragmentaciones de basaltos, andesitos y lavas	
Formacion Codo de Zorro	Ge	Lavas andesiticas andesitas basalticas y gneissiticas	
Unidad Intermedia con conglomerado Peñon Blanco	Ge	Rocas gneissiticas, felsepsidosas de las lavas, andesitas y lavas gruesas	
Unidad Volcanica El Suroeste	Ge	Lavas andesiticas y gneissiticas	

ROCAS METAMORFICAS

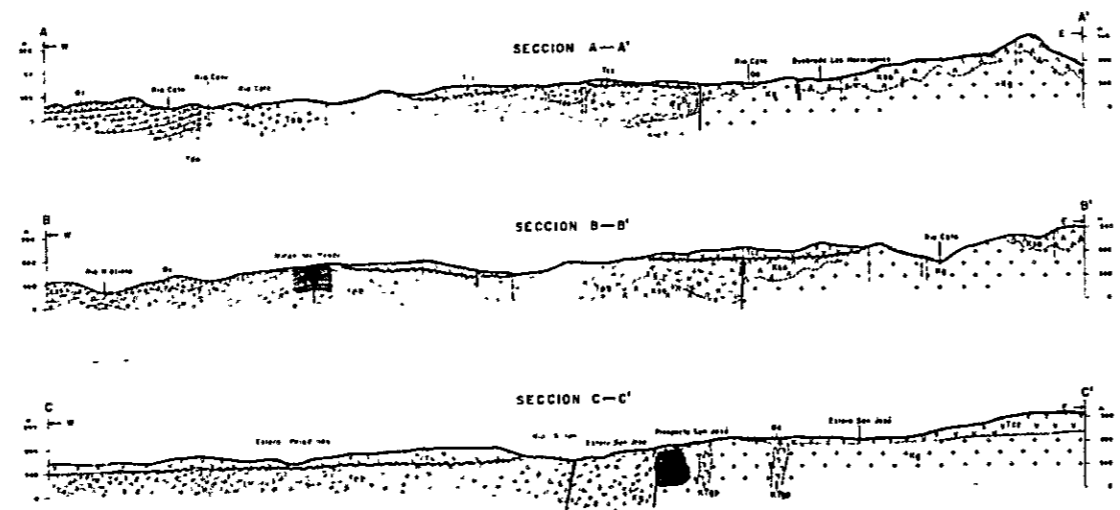
Metamorfitos de Los Acaes	Ge	Gneiss de basalto	
---------------------------	----	-------------------	--

ROCAS INTRUSIVAS

	Ge	Diques andesiticos	
	Ge	Pedregos graniticos	
	Ge	Granitoides	

SIMBOLOGIA

Redondeo y montes de cerros	Contorno		
Estructura de flujo	Zona microzonada		
Quemado	Zona microzonada		
Escala 1:50,000	Vena		
Forma normal	Fofoles vegetales		
Fofoles normales laterales	Wallas sin tierra		
Fofoles normales	Wallas alteradas		
Eso normal sur	Wallas profundas		
Eso normal			



本地域には次の3つのタイプの鉱床が発達している。

1つは、上記の白亜紀後期の貫入岩類と関連して形成されたと解される網状、鉱染状、一部細脈状鉱床で、このタイプに属する鉱化帯あるいは鉱徴としては、6箇所存するが、このうちSan José 鉱化帯が鉱化・変質作用共優勢で、かつ規模も大きい。

San José 鉱化帯は、バソリス状花崗閃緑岩を母岩とし、黄銅鉱、輝水鉛鉱を主とする細脈ないし網状鉱染鉱床であり、同鉱化帯の中心部は後鉱化作用のCola de Zorro層（安山岩浴岩）に被われている可能性がある。鉱況は局部的であるが、Cu 1%前後、Mo 0.28%を示す箇所もあり、今後、被覆岩下部を中心とした物理探査、試錐探鉱等の実施がリコメンドされる。

このタイプに属するその他の鉱化帯あるいは鉱徴は規模鉱況共劣勢で注目に値するものではない。

第2のタイプは、裂か充填型鉱床で、3箇所同タイプの鉱床あるいは鉱徴を把握している。このうち、Las Minas del Prado 鉱床が唯一今後の探査に期待がもたれる。Las Minas del Prado 鉱床は、Pierna Blanca 火山性堆積岩類中の小断層あるいは小裂か及びその周辺の珪化帯にみられる含金石英細脈網状（一部鉱染状）鉱床で金が対象鉱種である。このうち、含金石英脈は幅1～5cmの細脈で稼行の対象には成り得ないと判断される。また、含金石英網状脈はかなりの広がりをもった中～強珪化帯中に主として発達しており、同帯の規模、金含有量いかんによっては、マス・プロダクションとして考えると稼行の対象にも成り得るものと判断される。したがって、今後更に詳細な調査、探鉱を行う必要がある。

第3のタイプは、上記のLas Minas del Prado 鉱床に由来した金の漂砂鉱床である。本鉱床は現河床堆積物及びLa Segunda 堆積岩の主として礫岩の構成礫の一部に金が含まれているものである。前者における金の含有量については、詳細不明であるが同堆積物の量自体が少ないので、今後に期待はもたれない。また、後者についても、全般に低品位で、かつバラツキがあるものと想定される。

以上の理由からして、本漂砂鉱床に対して、今後更に詳細な調査・探鉱を行う価値は極めて少ないものと判断される。

本地域における地化学探査の結果では、San José 鉍化帯を反映したCuの異常が把握されたのみで、その他の個所で有望異常は認められなかった。

以上のように、Coihueco - Recinto 地域の広域調査によって、次の2地区の精査対象地域が選ばれた。

- i) Las Minas del Prado 地区 (主として初生鉍床)
- ii) San José 地区

4-2-2 Las Minas del Prado 地区

本地区は、Chillán市の東44kmに位置しており、また同鉍床は、18世紀以来断続的に小規模ながら採掘が行われてきた。

本地区付近の地質 (Fig.5) は、下位より第三紀前期のPierna Blanca 火山性堆積岩類、新第三紀鮮新世～第四紀更新世のCola de Zorro 層、第四紀更新世のLa Segunda 堆積岩類及び、現河川堆積物等から成っており、Pierna Blanca 火山性堆積岩類は、本地区付近では主として安山岩質凝灰角礫岩、及び同質火山礫凝灰岩より構成されており、後述の初生鉍床の母岩となっている。また、本地区に分布しているCola de Zorro 層は、輝石安山岩浴岩から成っている。また、La Segunda 堆積岩類は、礫岩、砂岩及び泥岩の互層から構成されており、下部で礫岩が、上部で砂岩、泥岩が卓越している。同堆積岩類の一部に金の漂砂鉍床が形成されている。

Las Minas del Prado 鉍床は浅熱水性金鉍床 (初生鉍床) と同鉍床を起源とした金の漂砂鉍床の2つのタイプから成っている。

初生鉍床は、含金石英-黄鉄鉍の鉍物組合せより成り、その他の有用鉍物は殆んど含まれていない。同鉍床は、その産状から鉍脈型、網状型及び鉍染型に分けられ、このうち前二者に金鉍物は産する。鉍染型は、黄鉄鉍が粘土化帯に鉍染しているもので有用鉍物は含有されていない。母岩はいずれの型もPierna Blanca 火山性堆積岩類を主体としており、一部の鉍脈型はCola de Zorro 層中にも発達している。

鉍脈型は、石英-モンモリロナイト- (黄鉄鉍) の組合せが一般的で、金鉍物は主として石英中に散点している。同型は脈幅1～5cmの細脈であり、N50～80°E系とN0～20°W系の二系統に大別されるが、前者が圧倒的に多い。同型における平均金含有量は、 $0.932 \frac{g}{t}$ で、最高品位は、 $Au 16.5 \frac{g}{t}$ である。また、同型は安山岩々

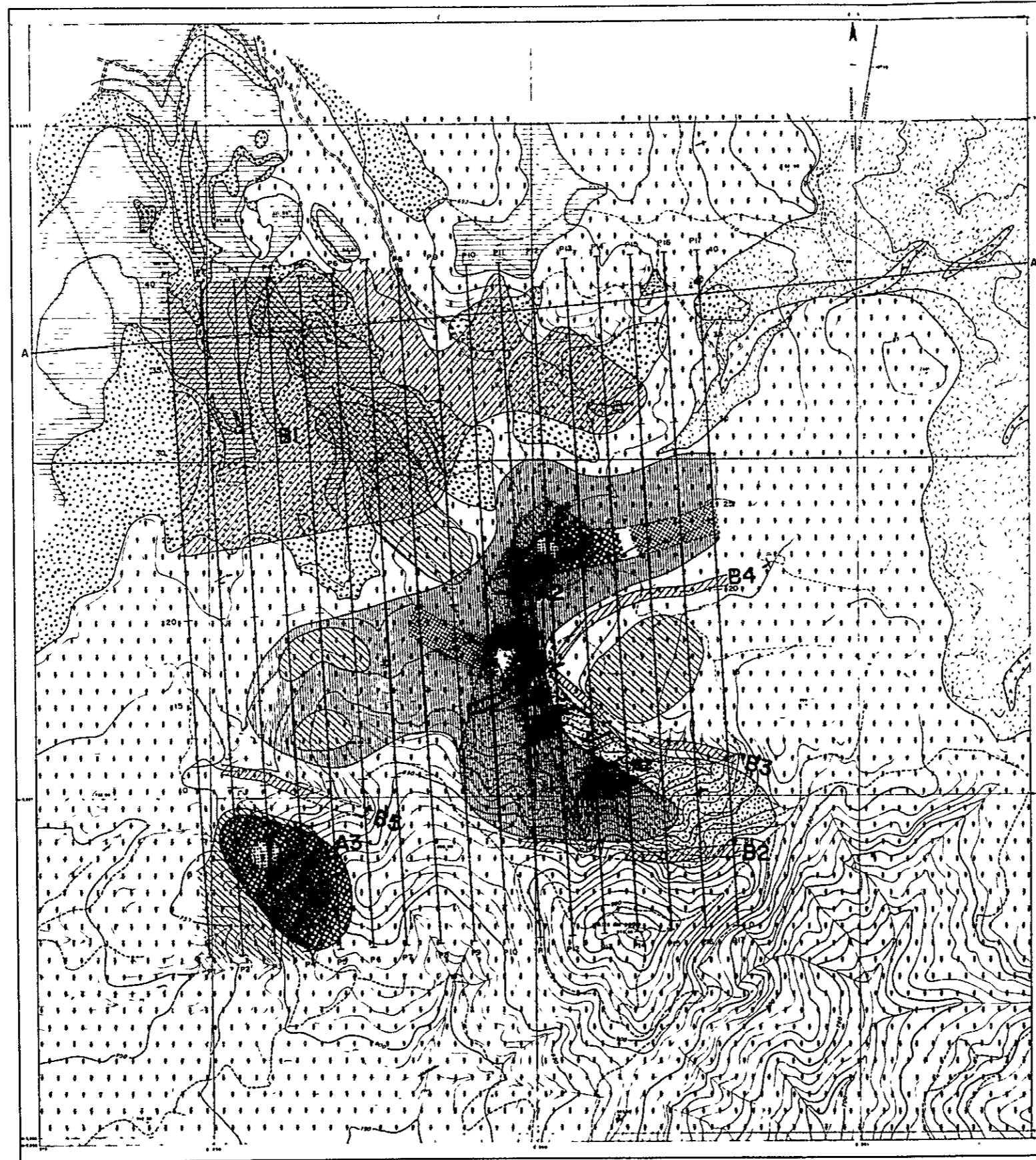


Fig. 5

RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO
DE LA REGIÓN ANDINA SITUADA AL ESTE DE CONCEPCIÓN

**MAPA DE INTERPRETACION CUANTITATIVA
PROSPECTO LAS MINAS DEL PRADO**

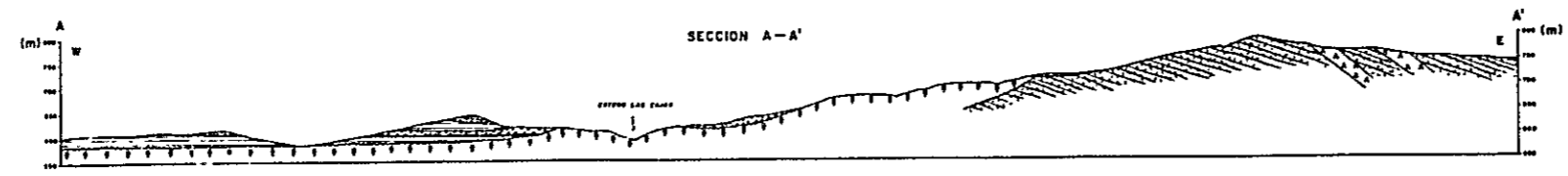
MAPA DE UBICACION

PROGRAMA DE EXPLORACION DE MINERALES

GOBIERNO DE JAPON GOBIERNO DE CHILE

METAL MINING AGENCY OF JAPAN INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

- LEYENDA**
- ROCAS SEDIMENTARIAS Y VOLCANICAS
- Unidad Sedimentaria L1 Arenas y limos que presentan una matriz de arenas con conglomerados
- Formación Con de Zoro Arenas y arenas breccadas
- Unidad Volcánica Vol Tefros de lapilli, tefros breccados, breccas volcánicas y lavas (con intercalación de lavas básicas)
- ROCAS INTRUSIVAS
- Diabas áreas local
- Diabas intrusivas
- SIMBOLOGIA
- Rumbo y rumbo de estratos
- Distancia
- Falla normal
- Fractura
- Contacto litológico
- Vena
- Zona silicificada
- Stream
- Perfil geológico
- Puntos
- Pozo
- Túnel
- Densidad 200 g/cm³
- Densidad 2500 g/cm³
- Densidad 3000 g/cm³
- Densidad 3500 g/cm³
- Densidad 4000 g/cm³
- Densidad 4500 g/cm³
- Densidad 5000 g/cm³
- Densidad 5500 g/cm³
- Densidad 6000 g/cm³
- Densidad 6500 g/cm³
- Densidad 7000 g/cm³
- Densidad 7500 g/cm³
- Densidad 8000 g/cm³
- Densidad 8500 g/cm³
- Densidad 9000 g/cm³
- Densidad 9500 g/cm³
- Densidad 10000 g/cm³
- Densidad 10500 g/cm³
- Densidad 11000 g/cm³
- Densidad 11500 g/cm³
- Densidad 12000 g/cm³
- Densidad 12500 g/cm³
- Densidad 13000 g/cm³
- Densidad 13500 g/cm³
- Densidad 14000 g/cm³
- Densidad 14500 g/cm³
- Densidad 15000 g/cm³
- Densidad 15500 g/cm³
- Densidad 16000 g/cm³
- Densidad 16500 g/cm³
- Densidad 17000 g/cm³
- Densidad 17500 g/cm³
- Densidad 18000 g/cm³
- Densidad 18500 g/cm³
- Densidad 19000 g/cm³
- Densidad 19500 g/cm³
- Densidad 20000 g/cm³
- Densidad 20500 g/cm³
- Densidad 21000 g/cm³
- Densidad 21500 g/cm³
- Densidad 22000 g/cm³
- Densidad 22500 g/cm³
- Densidad 23000 g/cm³
- Densidad 23500 g/cm³
- Densidad 24000 g/cm³
- Densidad 24500 g/cm³
- Densidad 25000 g/cm³
- Densidad 25500 g/cm³
- Densidad 26000 g/cm³
- Densidad 26500 g/cm³
- Densidad 27000 g/cm³
- Densidad 27500 g/cm³
- Densidad 28000 g/cm³
- Densidad 28500 g/cm³
- Densidad 29000 g/cm³
- Densidad 29500 g/cm³
- Densidad 30000 g/cm³
- Densidad 30500 g/cm³
- Densidad 31000 g/cm³
- Densidad 31500 g/cm³
- Densidad 32000 g/cm³
- Densidad 32500 g/cm³
- Densidad 33000 g/cm³
- Densidad 33500 g/cm³
- Densidad 34000 g/cm³
- Densidad 34500 g/cm³
- Densidad 35000 g/cm³
- Densidad 35500 g/cm³
- Densidad 36000 g/cm³
- Densidad 36500 g/cm³
- Densidad 37000 g/cm³
- Densidad 37500 g/cm³
- Densidad 38000 g/cm³
- Densidad 38500 g/cm³
- Densidad 39000 g/cm³
- Densidad 39500 g/cm³
- Densidad 40000 g/cm³
- Densidad 40500 g/cm³
- Densidad 41000 g/cm³
- Densidad 41500 g/cm³
- Densidad 42000 g/cm³
- Densidad 42500 g/cm³
- Densidad 43000 g/cm³
- Densidad 43500 g/cm³
- Densidad 44000 g/cm³
- Densidad 44500 g/cm³
- Densidad 45000 g/cm³
- Densidad 45500 g/cm³
- Densidad 46000 g/cm³
- Densidad 46500 g/cm³
- Densidad 47000 g/cm³
- Densidad 47500 g/cm³
- Densidad 48000 g/cm³
- Densidad 48500 g/cm³
- Densidad 49000 g/cm³
- Densidad 49500 g/cm³
- Densidad 50000 g/cm³
- Densidad 50500 g/cm³
- Densidad 51000 g/cm³
- Densidad 51500 g/cm³
- Densidad 52000 g/cm³
- Densidad 52500 g/cm³
- Densidad 53000 g/cm³
- Densidad 53500 g/cm³
- Densidad 54000 g/cm³
- Densidad 54500 g/cm³
- Densidad 55000 g/cm³
- Densidad 55500 g/cm³
- Densidad 56000 g/cm³
- Densidad 56500 g/cm³
- Densidad 57000 g/cm³
- Densidad 57500 g/cm³
- Densidad 58000 g/cm³
- Densidad 58500 g/cm³
- Densidad 59000 g/cm³
- Densidad 59500 g/cm³
- Densidad 60000 g/cm³
- Densidad 60500 g/cm³
- Densidad 61000 g/cm³
- Densidad 61500 g/cm³
- Densidad 62000 g/cm³
- Densidad 62500 g/cm³
- Densidad 63000 g/cm³
- Densidad 63500 g/cm³
- Densidad 64000 g/cm³
- Densidad 64500 g/cm³
- Densidad 65000 g/cm³
- Densidad 65500 g/cm³
- Densidad 66000 g/cm³
- Densidad 66500 g/cm³
- Densidad 67000 g/cm³
- Densidad 67500 g/cm³
- Densidad 68000 g/cm³
- Densidad 68500 g/cm³
- Densidad 69000 g/cm³
- Densidad 69500 g/cm³
- Densidad 70000 g/cm³
- Densidad 70500 g/cm³
- Densidad 71000 g/cm³
- Densidad 71500 g/cm³
- Densidad 72000 g/cm³
- Densidad 72500 g/cm³
- Densidad 73000 g/cm³
- Densidad 73500 g/cm³
- Densidad 74000 g/cm³
- Densidad 74500 g/cm³
- Densidad 75000 g/cm³
- Densidad 75500 g/cm³
- Densidad 76000 g/cm³
- Densidad 76500 g/cm³
- Densidad 77000 g/cm³
- Densidad 77500 g/cm³
- Densidad 78000 g/cm³
- Densidad 78500 g/cm³
- Densidad 79000 g/cm³
- Densidad 79500 g/cm³
- Densidad 80000 g/cm³
- Densidad 80500 g/cm³
- Densidad 81000 g/cm³
- Densidad 81500 g/cm³
- Densidad 82000 g/cm³
- Densidad 82500 g/cm³
- Densidad 83000 g/cm³
- Densidad 83500 g/cm³
- Densidad 84000 g/cm³
- Densidad 84500 g/cm³
- Densidad 85000 g/cm³
- Densidad 85500 g/cm³
- Densidad 86000 g/cm³
- Densidad 86500 g/cm³
- Densidad 87000 g/cm³
- Densidad 87500 g/cm³
- Densidad 88000 g/cm³
- Densidad 88500 g/cm³
- Densidad 89000 g/cm³
- Densidad 89500 g/cm³
- Densidad 90000 g/cm³
- Densidad 90500 g/cm³
- Densidad 91000 g/cm³
- Densidad 91500 g/cm³
- Densidad 92000 g/cm³
- Densidad 92500 g/cm³
- Densidad 93000 g/cm³
- Densidad 93500 g/cm³
- Densidad 94000 g/cm³
- Densidad 94500 g/cm³
- Densidad 95000 g/cm³
- Densidad 95500 g/cm³
- Densidad 96000 g/cm³
- Densidad 96500 g/cm³
- Densidad 97000 g/cm³
- Densidad 97500 g/cm³
- Densidad 98000 g/cm³
- Densidad 98500 g/cm³
- Densidad 99000 g/cm³
- Densidad 99500 g/cm³
- Densidad 100000 g/cm³



脈と被貫入岩の境を主な鉍床胚胎の場としている。金はエレクトラムとして産し、銀との比率は8:2で金比率が極めて高い。

鉍脈型鉍床の粗鉍トン当り、鉍石代を坑内採掘、金価格500ドル/ozの条件で試算すると、445円/t (1.78ドル/t)となり、この値では採掘費すらまかなうことができない。

網状型は、含金石英の微細脈が角礫化石英安山岩や安山岩質火砕岩の礫間を充填しているもので3ブロック (Fig.6)に分れて分布している。そのうち北部に分布するブロック“A”が規模鉍況共優勢であり、その形状は塊状で300×100mの平面的規模を有する。また、同ブロックの金品位は、0.73g/tである。なお、同型の採算限界品位の試算では、Au 0.93g/t (露天掘採掘を考えた場合)、(MMAJ-IIG,1980参照)となり、その採算性は低い。

上記の初生鉍床は、熱水変質作用を伴っているが、珪化作用が主体で、同作用も概して弱く、最も強い珪化作用を伴っている個所が網状型ブロック“A”であるが、その場合でもその強度は中程度である。

初生鉍床の形成時期は、母岩の一部の絶対年代測定 (K-Ar法)の結果から、新第三紀中新世 (17m.y.)以降と解される。

漂砂鉍床は、初生鉍床の下流域約1.6kmにその中心があり、La Segunda堆積岩類の主として礫岩相の珪化礫、あるいは礫岩の基質の石英脈片に含有され、あるいは金粒単独として金が産しているもので、その粗鉍量は概算600万t、平均金品位は、0.026g/t (最大値1.7g/t)である。この品位は、採算限界品位に遠く及ばない。

初生鉍床には、黄鉄鉍を伴っていることから、物理探査 (IP法)を行ったが、有望示徴は得られなかった。ただ、網状型ブロック“A”の西に同ブロックに連続するような形で珪化帯の賦存を暗示する高比抵抗体が把握されているが、その比抵抗値からするとブロック“A”程度の珪化帯しか期待できず、また同高比抵抗体付近はFE値が低いので、黄鉄鉍の濃集、あるいは、粘土化帯の存在は期待薄である。また、同高比抵抗体の北東200m付近にも帯状の高比抵抗体が把握されており、珪化帯を反映している可能性もあるが、やはり、ブロック“A”程度を越えるものではない。

初生鉍床は形成後かなり侵食作用を受けており、しかも浅成鉍床である点から、深部への発展は期待できない。

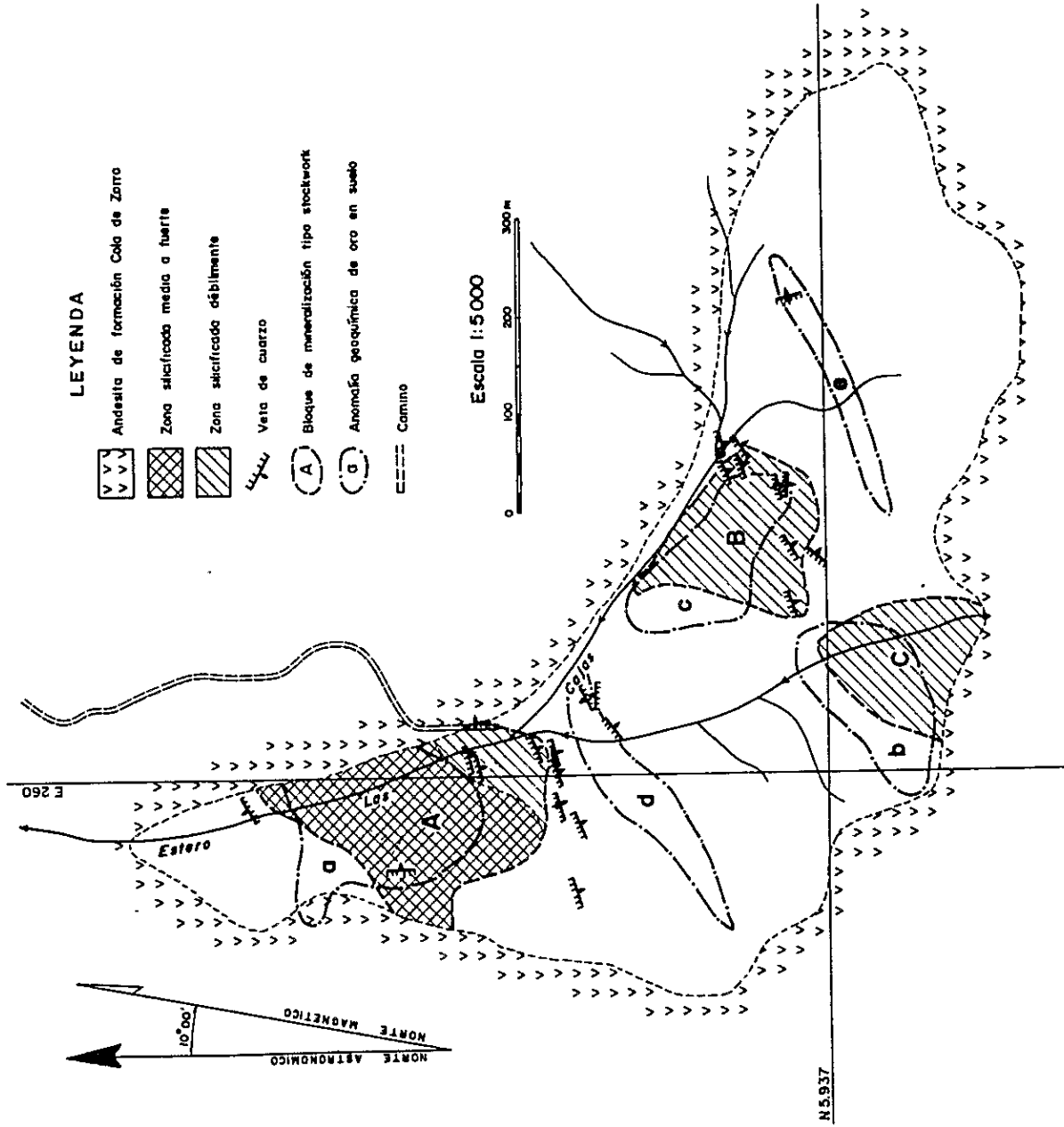


Fig. 6 UBICACION DE LOS BLOQUES DE MINERALIZACION TIPO STOCKWORK EN LAS MINAS DEL PRADO

以上を要約すると初生鉍床は、浅成の低品位単純金鉍床であり、中～大規模開発を考えた場合、稼行の対象にはなり難い。ただし、同鉍床の網状石英脈の一部には部分的ではあるが採算品位を含有した個所もあり、それを対象とした選択採掘を考えた場合、ごく小規模な鉍床として稼行の対象となり得る可能性を秘めている。

4-2-3 San José 地区

本地区は、San José 鉍化帯を中心とした地区で、Chillán 市の南東約 50 Km に同鉍化帯が位置している。

本鉍化帯は、1968年、民間会社 (International Telephone and Telegraph Geophysical Incorporated) の手で最初の探査がなされたといわれており、その後1969年に IIG が、同鉍化帯を中心とした 3 Km² の範囲の地質調査、地化学探査及び試錐探鉍を行っているが所期の目的を達成せず中止されている。その後、7年間のブランクの後、本協力調査地域の一端に取上げられ、広域的な地質背景を究明すると共に深部探査として1979年3月にはIP法電気探査が、また1980年3～7月には試錐探鉍が実施された。

本鉍化帯は、白亜紀末の花崗閃緑岩質バソリスの南西縁辺部に発達した Cu (一部 Mo) の鉍染及び細脈状鉍化帯 (Fig. 7) で、同鉍化帯は、NNE～SSW方向に伸長した楕円状をなしている。その規模は同鉍化帯の一部が Post-mineralization の Cola de Zorro 層に被われているため全容は明らかでないが、伸長方向に 1,300 m + α 、最大幅 700 m、厚さ 300 m + α を有している。また、同鉍化帯の品位は、その中心部の資料に欠けているため全平均品位は不明であるが、同鉍化帯北部及び南部の露頭及び試錐岩芯より得られた品位は次のとおりである。

なお、最高品位は、Cu の場合、S-2孔の深度 122～123 m (幅 1.00 m) における 0.63 %、Mo の場合、San José 沢における 110 ppm である。

	採取幅 m	Cu %	Mo ppm	S %
鉍化帯北部 (露頭平均)	50	0.12	<10	—
鉍化帯南部 (")	111	0.14	7	—
" (試錐岩芯)	294	0.05	0.3	0.442
計		0.08	2	0.442

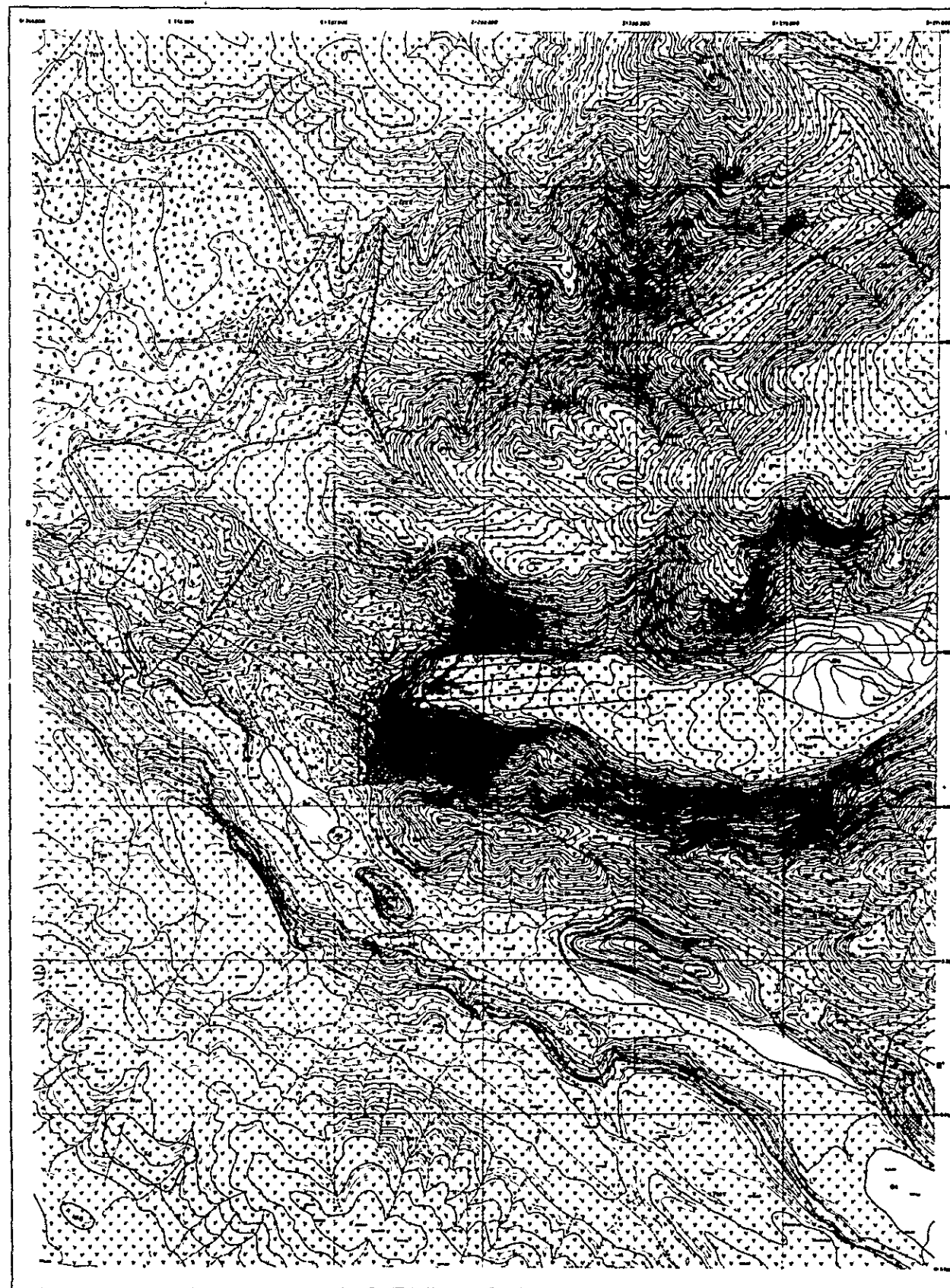


Fig.7

RECONOCIMIENTO GEOLOGICO
DE LA MESA ANDEA SITUADA AL ESTE DE CONCEPCION

**MAPA GEOLOGICO Y UBICACION DE SONDAJES
DEL AREA DEL PROSPECTO SAN JOSE**

0 100 200 300 400 500

MAPA DE UBICACION

PROGRAMA DE EXPLORACION DE MINERALES
GOBIERNO DE JAPON GOBIERNO DE CHILE

NETA, MINING AGENCY OF JAPAN INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

LEYENDA

ROCAS SEDIMENTARIAS Y VOLCANICAS

Depositos aluviales, de mar y continentales fluviales. [Symbol] Arenas, arcillas y limos

Formación Cala de Barro [Symbol] Lajas andesíticas, andesitas basálticas y porfíricas

Unidad andina - conglomerados Puna Santa. [Symbol] Rocas porfíricas intrusivas de alto, alto-medio y bajo nivel.

ROCAS INTRUSIVAS

[Symbol] Diques andesíticos

[Symbol] Porfidos genéticos

[Symbol] Granitos

SIMBOLOGIA

[Symbol] Sendero y camino de herradura

[Symbol] Ductos

[Symbol] Faja aguada

[Symbol] Est. control no.

[Symbol] Est. control

[Symbol] Camino

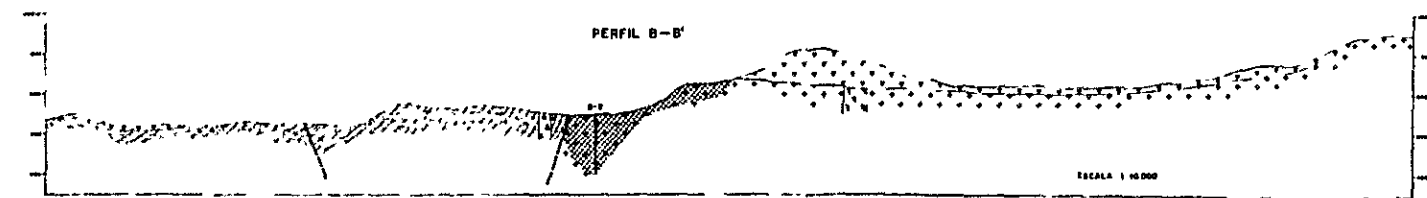
[Symbol] Faja aguada

[Symbol] Porfidos genéticos (P)

[Symbol] Senderos hidrográficos

[Symbol] Zonas superpuestas

[Symbol] Perfil geológico



本鉍化帯は、酸化帯と初生帯とから成り、大部分は初生帯から成っているが、試錐孔 S-2 孔の 110.50 m 以浅には酸化帯が発達している。主な初生金属鉍物は黄鉄鉍と黄銅鉍で、このほかごく少量の輝水鉛鉍、磁鉄鉍、閃亜鉛鉍等が認められる。脈石鉍物としては、石英、緑泥石、方解石が認められる。初生帯 (S-2 孔) の平均品位は Cu 0.05%, Mo 0.5 ppm, S 0.684% である。

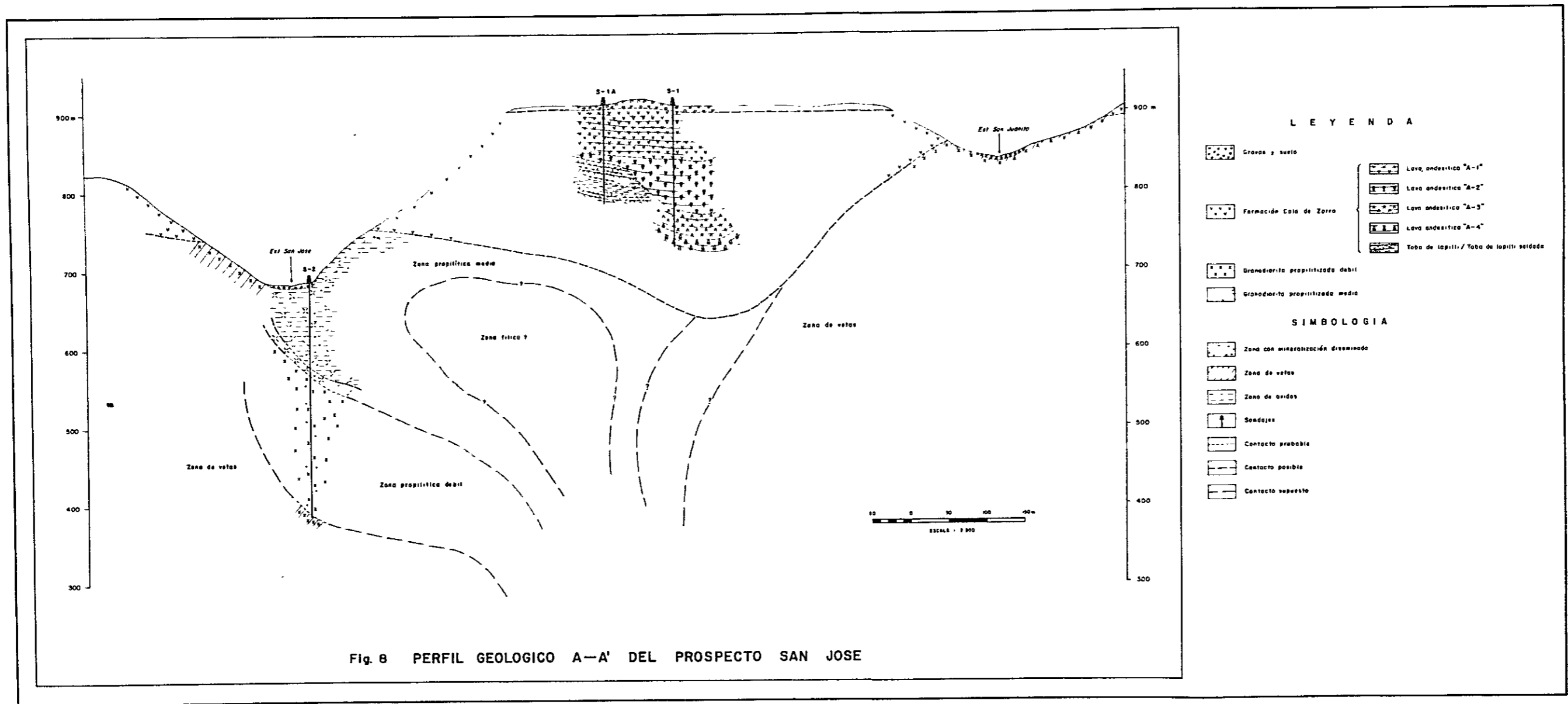
酸化帯は、主として S-2 孔の 110.50 m 以浅に発達しており、酸化鉍物として、褐鉄鉍、赤鉄鉍、孔雀石、斑銅鉍、赤銅鉍及びマータイト等がいずれも少量認められるほか、自然銅、自然銀も産している。また顕微鏡的量の輝銅鉍も認められることからしてごく一部に弱い二次富化作用が行われたものと解されるが、二次富化帯と呼べるべき規模のものは認められていない。なお、S-2 孔における酸化帯の平均品位は、Cu 0.06%, Mo < 1 ppm, S 0.06% である。

鉍化作用に関係した熱水変質作用として普遍的にみられるものは、緑泥石化作用であり、これについて炭酸塩化作用が特に S-2 孔付近において顕著にみられる。これらのほかに緑れん石化作用、絹雲母化作用、白雲母化作用、黒雲母化作用、等が認められるが、いずれもごく微弱なものである。

以上の観察結果からして、本鉍化帯の地表部及び S-2 孔付近 (深度 300 m まで) はプロピライト化変質帯に相当するものと解され、その変質度は S-2 孔付近の地表から深度 121 m まで中程度、そのほかの地域は弱変質といえるものである。

以上を要約すると、San Jose' 鉍化帯は、最外郭部に弱プロピライト化変質を伴った脈状鉍化帯が存し、それは、San Jose' 沢南岸及び San Juanito 沢付近を各々南北端としている。この脈状鉍化帯の内側に弱プロピライト化変質を伴った主として鉍染状をなす弱鉍化帯があり、更にその内側に中程度プロピライト化変質を伴った鉍染状鉍化帯が存し、同帯の上部はかなり侵食されたものと想定される。この中程度プロピライト変質帯の内側に、もし存在するとすればフィリック帯が予想されるが、その存否は不明である。仮に同帯が賦存するとすれば、S-1 孔と S-2 孔の間においてその可能性が大きい (Fig. 8 参照)。また、その規模を想定する事は難しいが、付近のデータからすると、仮に賦存していたとしても最大見積って鉍化帯の延びの方向 (NNE-SSW) に 250 m (幅はこれより小さいものと推察される) 程度であろう。

以上のように、本鉍化帯において鉍化・変質作用の累帯分布が考えられないこともなく、鉍化の中心部が潜頭している可能性も考えられるが、その規模はごく小さいものと想定



される。また、プロピライト化変質帯において黄鉄鉱の量がきわめて微量であること、脈石の勢いが弱いこと、鉱化前の割目が少ないこと等からして、本鉱化帯が有望鉱床に発展する可能性は少ないものと判断される。

なお、電気探査の結果、有望示徴は得られなかった。

以上の点からして、本鉱化帯に対し今後更に詳細な調査、探鉱を行う価値は小さいものと判断される。

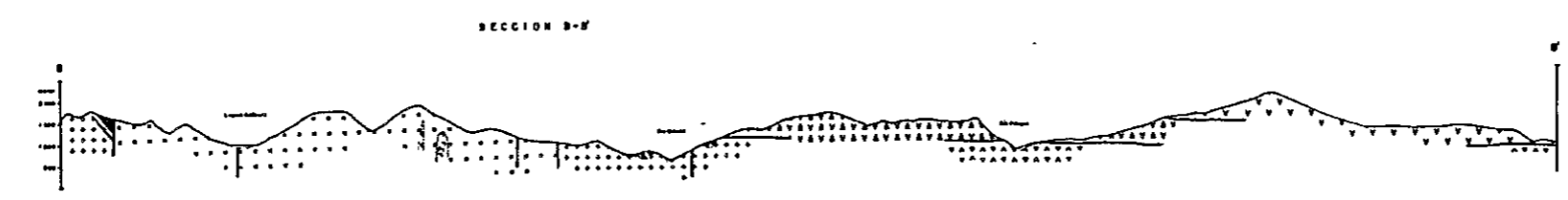
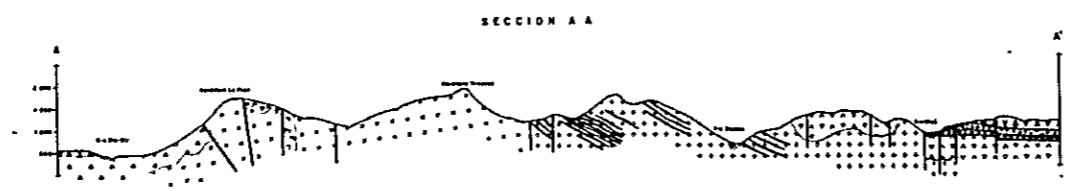
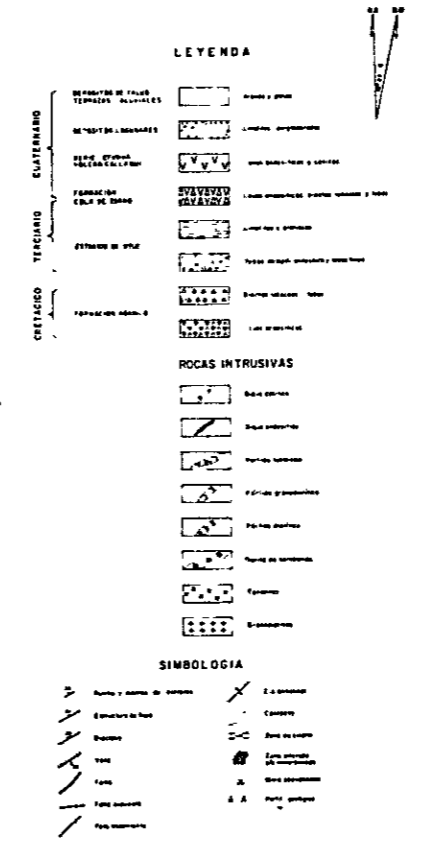
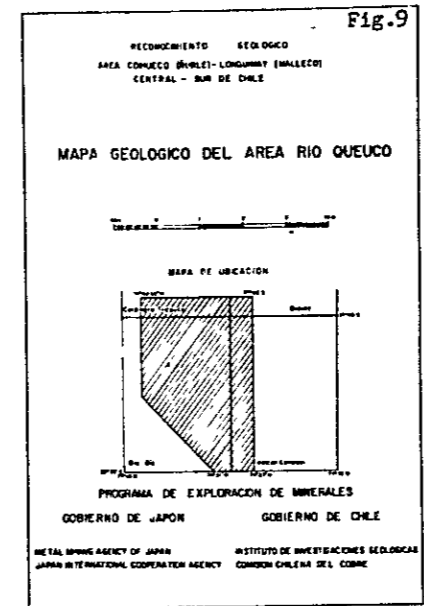
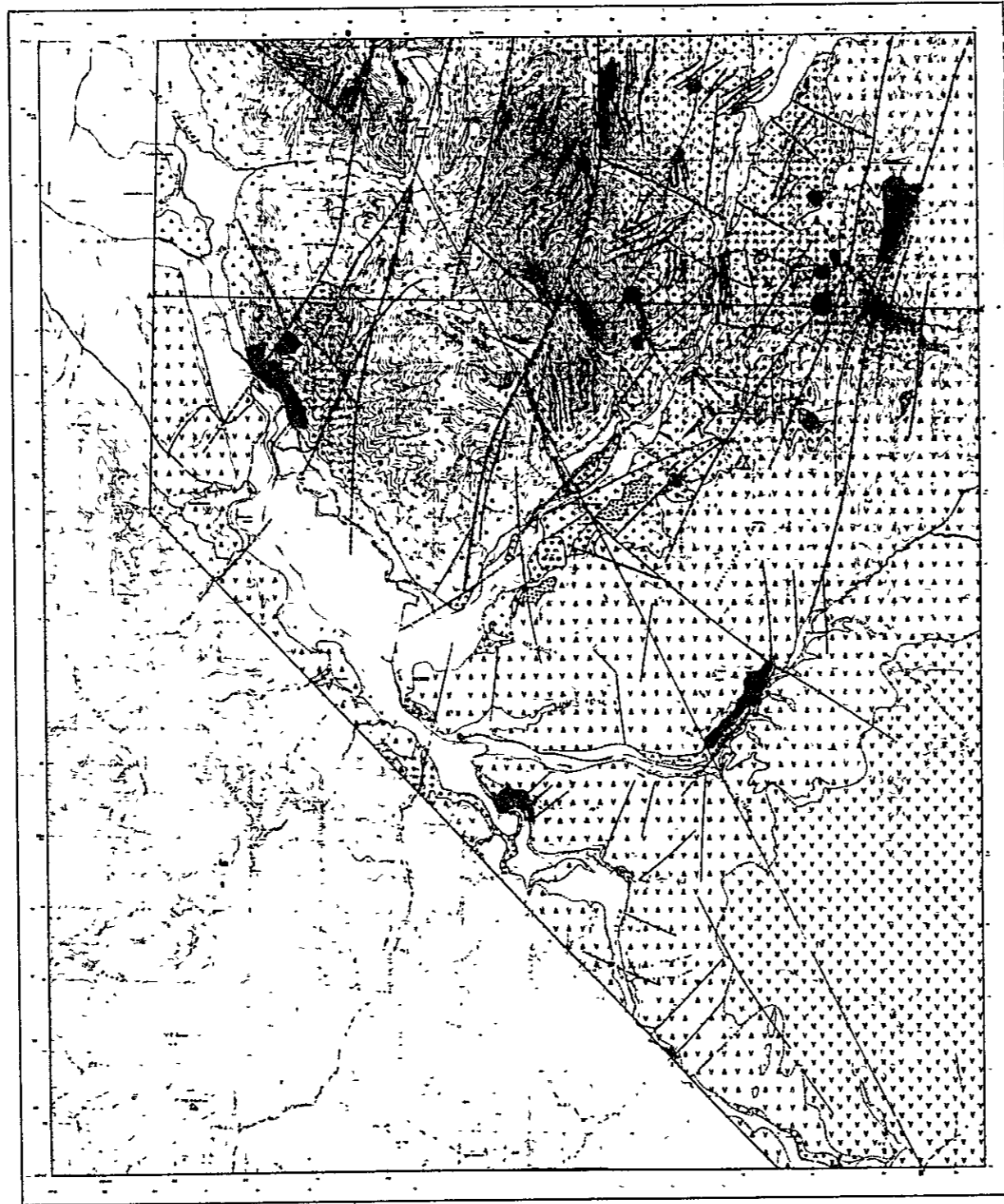
4-3 Río Queuco 地域

4-3-1 広域調査結果

本地域の地質 (Fig. 9) は、白亜系、古第三系始新統、新第三系及び第四系と貫入岩類よりなる。白亜系は安山岩類を、古第三系始新統は泥岩及び凝灰岩類を、新第三系は安山岩～玄武岩を、第四系は段丘及び沖積堆積物を、また貫入岩類はバソリス及び安山岩々脈等をそれぞれ主体としている。バソリスは上部白亜系～古第三系の花崗閃緑岩類と中新統のトーナル岩類によって構成されている。

本地域の地質構造は主として、N-S～NNE-SSW系の構造に支配され、これにNW-SE～WNW-ESE系を伴っている。

本地域には、十数箇所において銅を主体とした鉱化作用が認められ、そのタイプは脈状、網状-鉱染状、層状等さまざまであるが、規模の大きいものはない。また、それらはいずれも花崗閃緑岩類あるいはその周辺の中部白亜系の安山岩類中に発達している。また、地化学探査における銅の累積度数曲線に明瞭な二母集団の存在が表現されており、1つは平均含有量17.5 ppm、ほかは6330 ppmで、前者は中新統のトーナル岩の分布に、また後者は白亜紀末の花崗閃緑岩類のそれに対応される。以上のことからして、本地域における鉱化作用は上部白亜系-古第三系の花崗閃緑岩類の活動と関係しているものと解される。このうち、注目に値するものは層状銅鉱床であるCuracarel 鉱床、及び銅の網状-鉱染状鉱化帯であるOtue' 鉱化帯であり、両者に対しては今後精査の必要があろう。



4-3-2 Mina Curacarel 地区

本地区は銅の Curacarel 鉱床を中心とした地区で、同鉱床は Otue' 川下流域南斜面に主として発達している。このほか、同鉱床の周辺には小規模な銅の鉱徴が十個所近く認められ、その分布範囲は南北 5 Km, 東西 1 Km に及ぶ (Fig. 10 参照)。

Curacarel 鉱床は往時小規模な坑道探鉱がなされており、今時調査において確認された坑道総延長だけでも 180 m に及び。このほか、現在は坑口崩落で入坑不可能な個所も数個所ある。このうち、鉱床の規模、鉱況共優勢でかつ開坑のもっとも進んでいるものは、 $\#1$ 坑及び $\#2$ 坑である (Fig. 11, 12, 及び 13)。

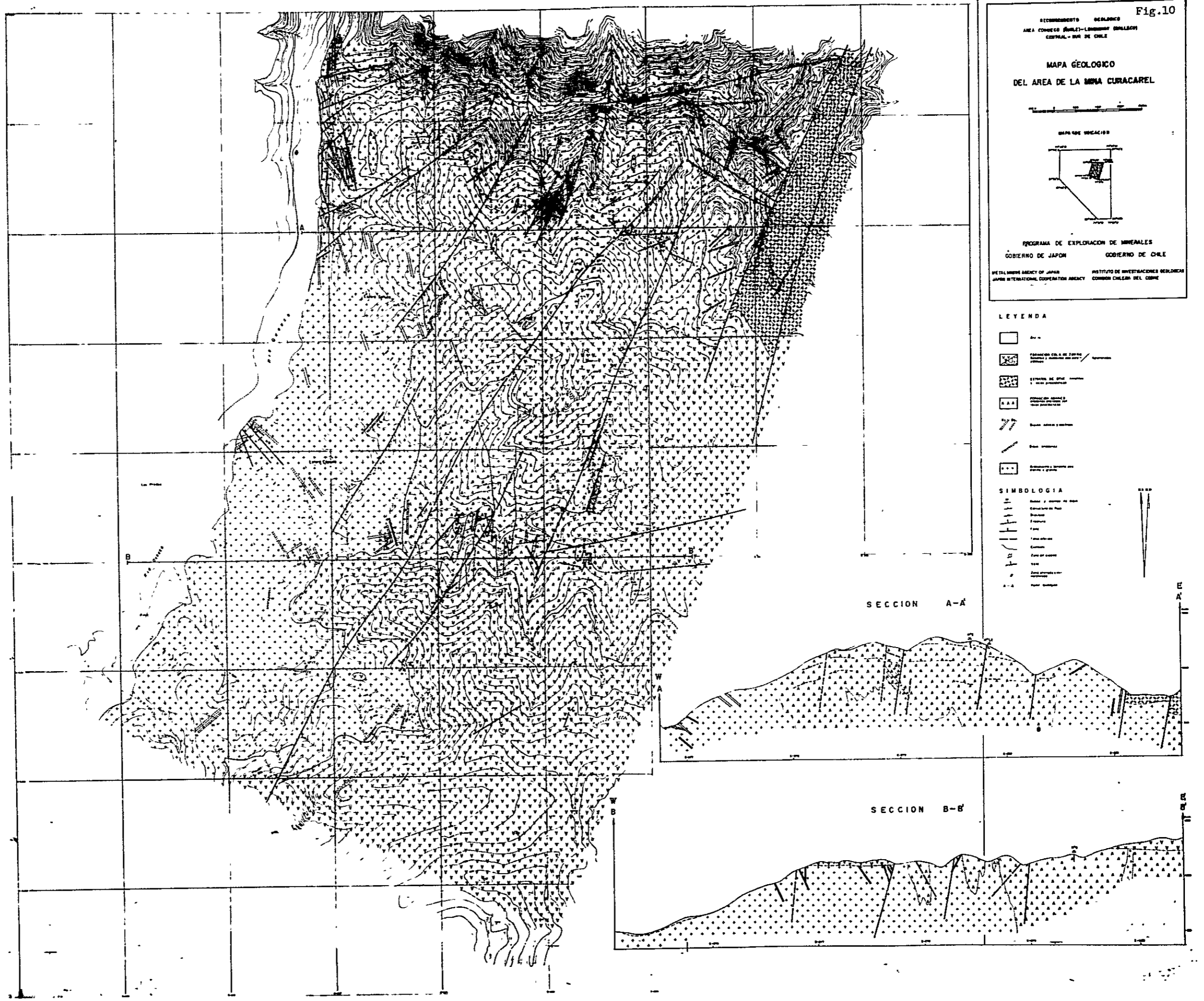
本鉱床及びその周辺の鉱徴は主として白亜紀の Abanico 層の安山岩類の中に発達しており、その形態は特定の層準に規制された層状～不規則塊状をなすもの、裂かに規制された脈状を呈するものなどがある。このうち、主要鉱体である $\#1$ 坑鉱体及び $\#2$ 坑鉱体は安山岩質凝灰岩の構造に規制された層状～レンズ状をなしており、その走向は N 70° W, 傾斜 20～45° N を示している。両鉱体は Fig. 11, 12, 及び 13 に示されているように別層準にあり、 $\#1$ 坑鉱体が下位層準に位置しており、両者の間隔は約 10 m を有している。このことからすると、層状～不規則塊状鉱体は数層準にわたって発達しているものと解される。鉱体の水平的連続性はさほど大きくなく、20 m 以上の単位でほう縮が繰返されているようであり、また、Post-mineralization の方解石を伴った NNE - SSW 系の断層でずたずたに分断されており、そのため坑道の形が複雑化している。

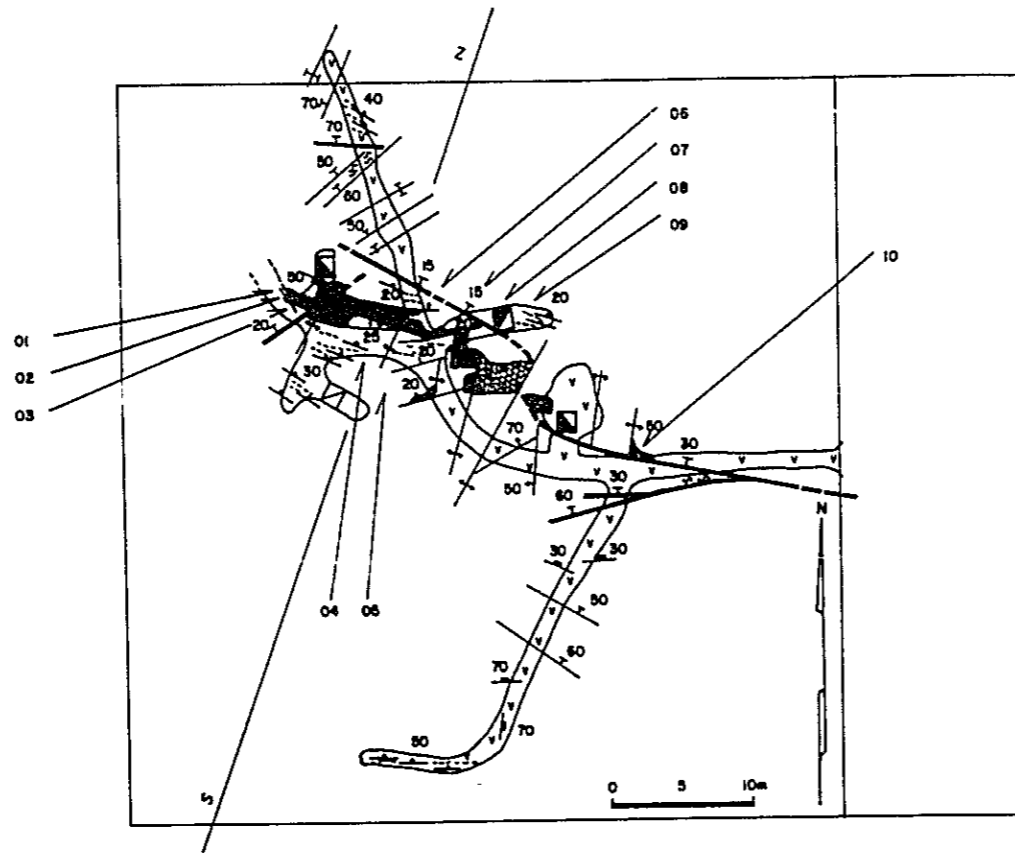
また、上記の層状鉱体は場所によって地層を切った急傾斜 (60～80°) の鉱脈に移化している。

上記鉱体は平均幅 1 m の珪化部の微細な割目を鉱石鉱物が充填しているもので、初生の鉱石鉱物は殆んど斑銅鉱のみからなり、ごくまれに斑銅鉱結晶中に離溶構造を示す格子状の黄銅鉱及び斑点状の黒銅鉱が認められるのみで、黄鉄鉱は全く認められない。また、脈石鉱物も斑銅鉱の晶出後ないしは鉱化後の生成と解される方解石及びゼオライト (ローモントイト) が認められるのみである。

上記の斑銅鉱は酸化作用を受けており孔雀石に変っているほか、輝銅鉱や銅らんの 2 次鉱物を生じている。なお、初生鉱物と 2 次鉱物の量比は約 7 : 3 である。

本鉱体の基地をなす珪化部は主としてモザイク状石英の集合よりなり、通常、多量の絹雲母を伴っている。





Descripciones

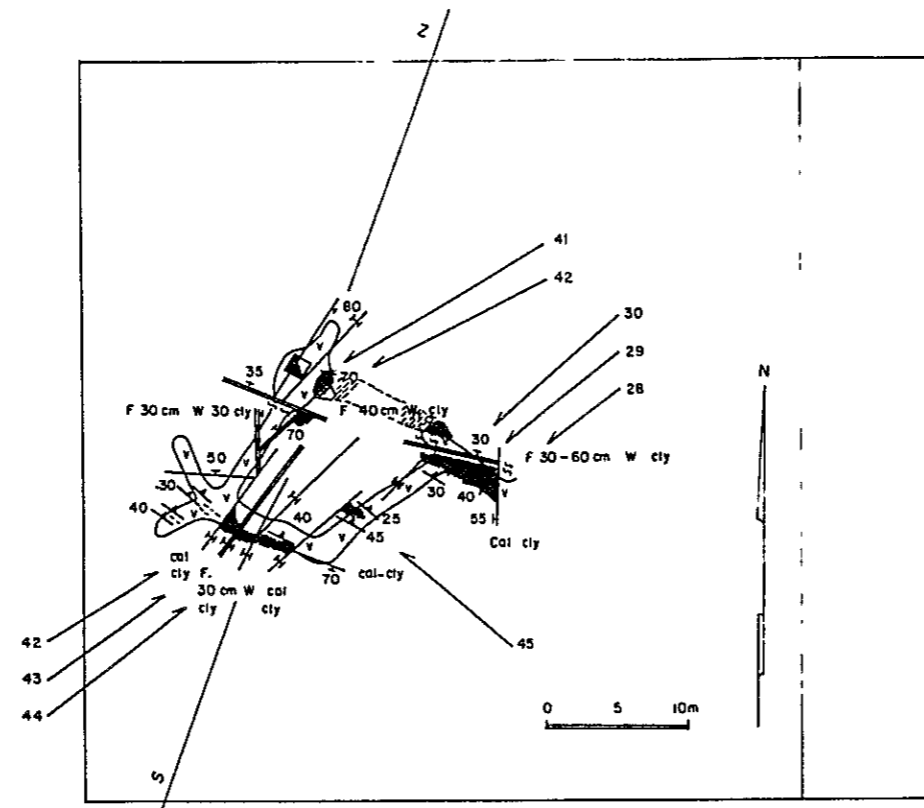
La mineralización ocurre en partes silicificadas intensamente de las rocas volcánicas alteradas. Las partes silicificadas y mineralizadas muestran forma lenticular irregular controladas por la estratificación y los sistemas de fracturas. La extensión medida varía entre 1 y 2 metros de espesor y 20 m de corrida elongada en la dirección N70° W y 20° de manto al norte.

MUESTRA Nº	LONG DE LA MUESTRA (m)	ANÁLISIS											OBSERVACIONES (razón de Cu Sol)
		Cu TOT (%)	Cu SOL. (%)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	
OA-01	1,0	0,71	(0,29) ¹	40	5,1	0,01	0,01	0,07	5	6,28	0,18	15	(41,2)
OA-02	1,0	1,14	0,90	60	10	0,01	0,01	0,08	5	6,45	0,03	5	(78,9)
OA-03	1,0	8,29	0,93	40	44	0,02	0,01	0,08	7	4,40	0,70	5	(28,3)
OA-04	1,0	4,90	1,22	40	48	0,02	0,01	0,09	5	5,38	1,24	5	(24,9)
OA-05	1,0	3,62	2,17	80	29	0,01	0,01	0,10	5	5,78	0,34	30	(59,9)
OA-06	1,0	10,84	0,56	360	202	0,01	0,01	0,05	15	3,74	2,90	38	(5,2)
OA-07	1,0	0,63	(0,26) ¹	40	8,2	0,01	0,01	0,06	49	5,17	0,04	25	(41,2)
OA-08	1,0	3,60	1,59	40	38	0,01	0,01	0,08	16	4,44	0,49	63	(44,2)
OA-09	1,0	2,99	1,40	160	40	0,01	0,01	0,08	15	4,97	0,47	25	(46,8)
Promedio	1,0 x 9	3,52	1,04	96	47	0,01	0,01	0,08	13,6	5,13	0,71	23	(29,5 %)
	1,0 x 1,0 x 1,0	3,41											
Chip. Muest													Factor de div. 30 %
OA-10		3,04		160	40	0,01	0,01	0,14	14	7,90	0,22	125	

- Falso
- Fractura o veta
- Diabasa
- Diabasa menor y estratificación.
- Zona de cizalle
- Zona alterada y mineralizada (confirmada)
- Zona alterada y mineralizada (infirma).
- X Area con alto contenido de cobre.
- Acumulación de mineral de cobre.
- Lavas andesíticas
- Partes tobáceas en volcánicas.

- STL Silicificación.
- qt Cuarzo.
- chl Clorita
- ep Epidota
- cal Calcita o ceolita.
- cly Arcilla.
- bn Bornita
- grn-Cu Oxidas de cobre.
- lm-gos Gossan limonítico
- diss Diseminaciones.
- F Falso
- V Veta.
- vit Venita.
- J Diabasa
- Shd Zona de cizalle
- int. Intervalo.
- W Ancho
- X Valor estimado

Fig.11 MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DE LA MINA N°1 CURACAREL



Descripciones

Las zonas silicificadas y mineralizadas están cortadas por sistemas de fallas NE y NNF y fracturas con arcilla y calcita que separan pequeños porciones monores que 5 m de longitud.
 Las porciones semejan lentes irregulares de 1 metro de espesor con óxidos de cobre diseminados y escasos parches de bornita.

MUESTRA Nº	LONG DE LA MUESTRA (m)	ANÁLISIS											OBSERVACIONES
		Cu TOT (%)	Cu SOL (%)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	
													(razón de Cu Sol)
OA-28	1,0	3,63	2,60	440	180	0,01	0,01	0,08	21	6,10	0,80	38	(71,1 %)
OA-29	1,0	0,72	(0,46)	100	10	0,01	0,01	0,10	17	5,90	0,03	30	(59,1 %)
OA-30	1,0	1,73	1,09	160	29	0,01	0,02	0,10	20	6,38	0,14	8	(63,0 %)
OA-40	1,0	4,28	2,13	240	28	0,09	0,01	0,10	7	5,47	0,88	30	(44,6 %)
OA-41	1,0	2,83	1,62	580	40	0,02	0,01	0,10	18	5,10	0,78	5	(57,2 %)
Promedio	1,0 x 5	2,74	1,58	304	67	0,03	0,01	0,10	16,6	5,79	0,45	22	(57,1 %)
Chip Muest.	1,0 x 1,0 x 9	2,23											
													Factor de dilución 30%
OA-42	1,0	0,89		320	16	0,01	0,01	0,07	15	5,53	0,16	25	
OA-43	1,0	2,34	1,64	520	20	0,01	0,01	0,07	13	5,60	0,44	5	
OA-44	1,0	0,19		240	29	0,01	0,01	0,08	18	6,43	0,02	20	
Promedio	1,0 x 3	1,14		360	13	0,01	0,01	0,07	15,3	5,85	0,21	17	
Chip Muest.	1,0 x 1,0 x 5	1,01											Factor de dilución 30%
OA-45	1,0	0,84		280	19	0,01	0,01	0,07	12	5,65	0,09	18	

- Falla
- Fractura o veta.
- Diaclasa
- Diaclasa menor y estratificación.
- Zona de cizalle
- Zona alterada y mineralizada (confirmada)
- Zona alterada y mineralizada (inferida)
- Area con alto contenido de cobre
- Acumulación de mineral de cobre.
- Lavas andesíticas
- Partes tobáceas en volcanitas
- STL Silicificación
- qt Cuarzo
- chl Clarita
- ep Epidota
- cal Calcita o ceolita
- cly Arcilla
- bn Bornita
- grn-Cu Oxidos de cobre.
- lim-gos Gossan limonítico.
- diss Diseminaciones
- F Falla
- V Veta
- vlt Venilla
- J Diaclasa
- Shd Zona de cizalle
- int Intervalo
- W Ancho
- X Valor estimado

Fig12 MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DE LA MINA Nº.2 CURACAREL

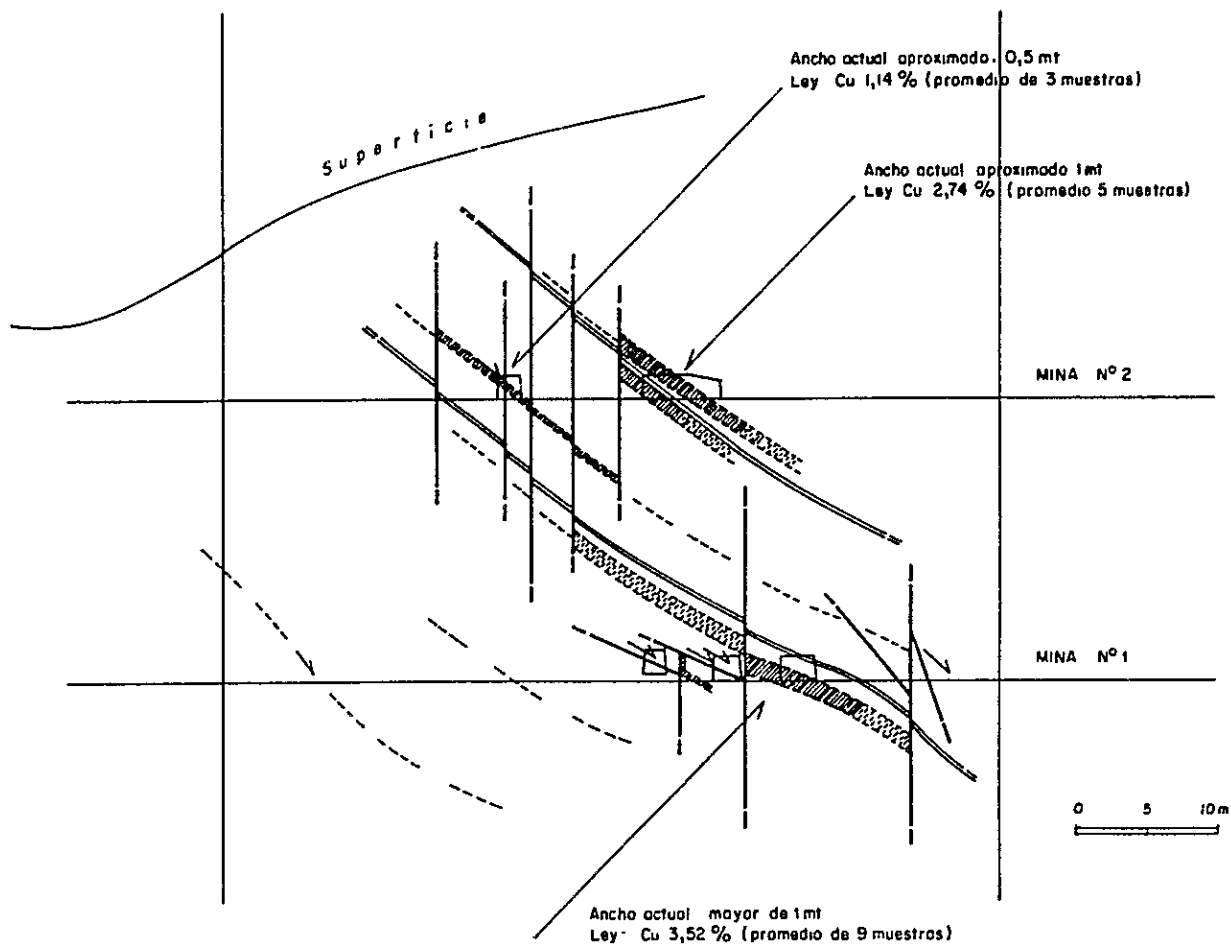


Fig13 SECCION GEOLOGICO DE LAS MINAS No.1 Y 2, CURACAREL
(Sección S-N)

主要鉱体の平均品位は下記のとおりである。

	幅 m	Cu tot %	Cu sol %	Au ppb	Ag ppm	Pb %	Zn %	Mn %	Mo ppm	Fe %	S %	As ppm
鉱1坑 鉱体	10	35.2	10.4	96	47	0.01	0.01	0.08	13.6	51.3	0.71	23
鉱2坑 鉱体 上盤 鍾	10	27.4	15.8	304	67	0.03	0.01	0.10	166	57.9	0.45	22
鉱2坑 鉱体 下盤 鍾	1.0	11.4	—	360	13	0.01	0.01	0.07	153	58.5	0.21	17

以上のように、Cu 以外有用成分は殆んど含まれておらず (Au がやゝ高い)、また、Cu においては、鉱1と鉱2坑鉱体の平均はCu 全量で2.87%、このうち溶解性Cuが1.23%を示しており、Cu 全量に対する比率は42%である。

以上の結果から想定される主要鉱床 (層状～不規則塊状) の成因は、Abanico 層の構造に規制され、ある特定の層準 (主として凝灰岩部) と銅成分を伴った SiO₂ に富んだ熱水溶液が選択的に交代し、形成されたものと解される。また、同熱水溶液は、鉄や硫黄濃度の低い、銅成分が比較的濃集した特異なものであったことが推察される。また、同熱水溶液の通路となったものは急傾斜の安山岩類に発達した鉱化前の断層、節理等の割目が考えられ、上記の層状鉱床につながる脈状鉱床がそれを示しているものと推察される。

以上の成因によって形成されたと解される層状～不規則塊状鉱体はCu 2.5～3.0%の品位を有しているが、ほう縮が激しく、連続性に欠けており、富銅部のユニットが走向方向に20m+であり、また、鍾幅も1m前後であり、鉱床規模が小さい。また、Post-mineralization の断層でひんばんに鉱体が分断されており、鍾先追跡が難しく、したがって採掘上も問題となる。

また、平行脈群の把握、既知鉱床の鍾先追跡を目的としてグリット法による地化学探査精査(土壌)をもったが、注目に値する結果は得られなかった。

以上の鉱床以外に、本地区には上記と同タイプの鉱徴あるいは花崗閃緑岩中の晶洞構造中に石英を伴った黄銅鉱、黄鉄鉱の小塊が所々に発達しているが、いずれも、小規模、低品位で発展性はない。

以上のように、本地区における鉱化作用は広範囲にわたっているが、いずれも小規模で、その勢いは弱く、局在的である。

このような鉱化溶液をもたらした運鉱岩としては、花崗閃緑岩が考えられるが、確か

な証拠はない。恐らく、花崗閃緑岩の貫入に関連して、銅に富んだ鉱液が局部的に絞り出され、受動的な環境下で銅鉱を晶出したのではないかと推論される。したがって、本鉱床群について発展性は期待し難く、いずれも小規模なものに終ると推察され、よって本地区に対し、今後更に詳細な調査探・探鉱を行う価値は極めて少ないものと判断される。

4-3-3 Otué 地区

本地区は Otué 鉱化帯を中心とした地区で、その中心は Los Angeles 市の南東約 80 km 前述 Curacarel 鉱床の北東 35 km に位置している。

今般調査を行った Otué 地区の地質 (Fig. 14) は主として白亜紀中期の Abanico 層の角閃石安山岩ないし玄武岩質安山岩溶岩及び同質火砕岩類とこれを貫いた花崗閃緑岩の岩株及びパンリスの一部、等によって構成されている。

この Otué 地区には、Otué 鉱化帯とマント型(層状)鉱化帯が発達している。Otué 鉱化帯は花崗閃緑岩から成る岩株の東縁部付近に帯状をなし分布 (Fig. 14) しており、一部は Abanico 層をも母岩としている。主な鉱石鉱物は黄鉄鉱、黄銅鉱及び輝水鉛鉱から成り、そのほか、ごく微量の磁硫鉄鉱、閃亜鉛鉱、チタン鉄鉱、磁鉄鉱を伴っている。また、脈石鉱物としては石英が、酸化鉱物としては、孔雀石、珪孔雀石、褐鉄鉱及び赤鉄鉱等が各々認められる。それらの産状は網状、鉱染状、一部細脈状を成す。この鉱化帯の平面規模は延長 25 km、幅 150 m が見込まれ、このうち、比較的鉱化、変質作用の強い箇所は 2 つのプロットに分かれ、1 つは同鉱化帯の北端部に位置し、その規模は 500 × 200 m で有用成分の品位は、Cu 0.20%、Mo 0.004% であり、ほかの 1 つは同鉱化帯の南部にあり、規模は 200 × 100 m、Cu 0.18%、Mo 0.008% を有している。この鉱化作用に伴った主な熱水変質作用は珪化作用と絹雲母化作用であるが、いずれもその程度は中～弱である。

関係火成岩は岩株状の花崗閃緑岩と考えられ、また鉱床胚胎の場は主として同岩株周縁部に発達した小割目であると解される。また、本鉱化帯の形成時期は関係火成岩の形成時期からして、古第三紀初期と推察される。

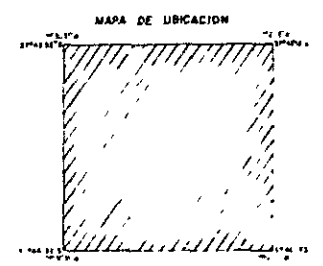
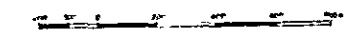
以上のように Otué の鉱化帯は鉱化作用、変質作用とも劣勢であり、また、マス・プロダクションの対象となるような規模をもっておらず、かつ二次富化帯の存在も期待できない等の理由から、同鉱化帯は経済的価値外に置かれるものと判断される。

したがって、同鉱化帯に対し、今後更に詳細な調査探鉱を行う価値は極めて小さいものと判断される。マント型の鉱化帯は Abanico 層の安山岩を母岩としたもので、地層に

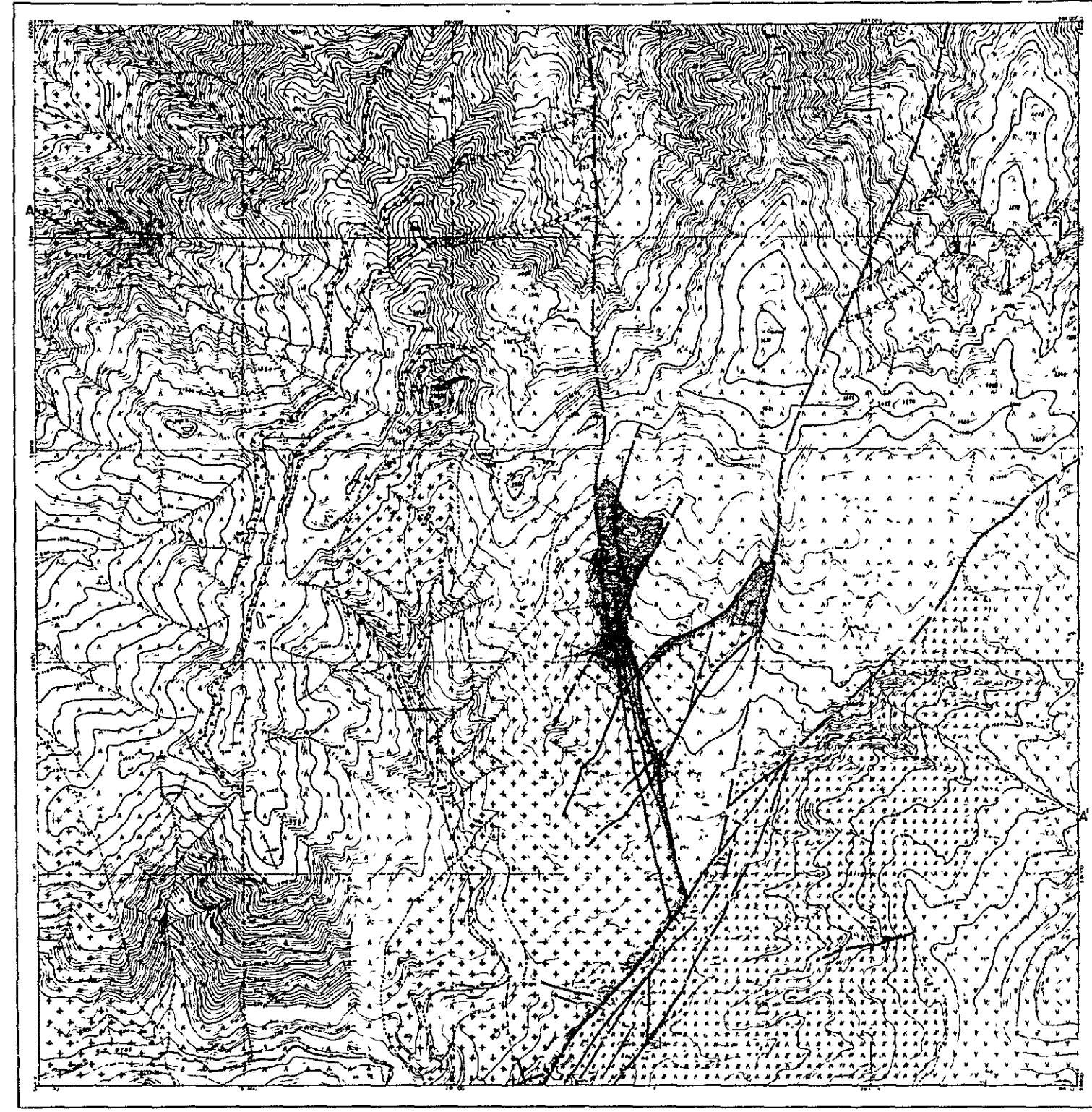
Fig.14

RECONOCIMIENTO GEOLOGICO
DE LA REGION ANDINA SITUADA AL ESTE DE CONCEPCION

MAPA GEOLOGICO DEL AREA DEL PROSPECTO OTUE



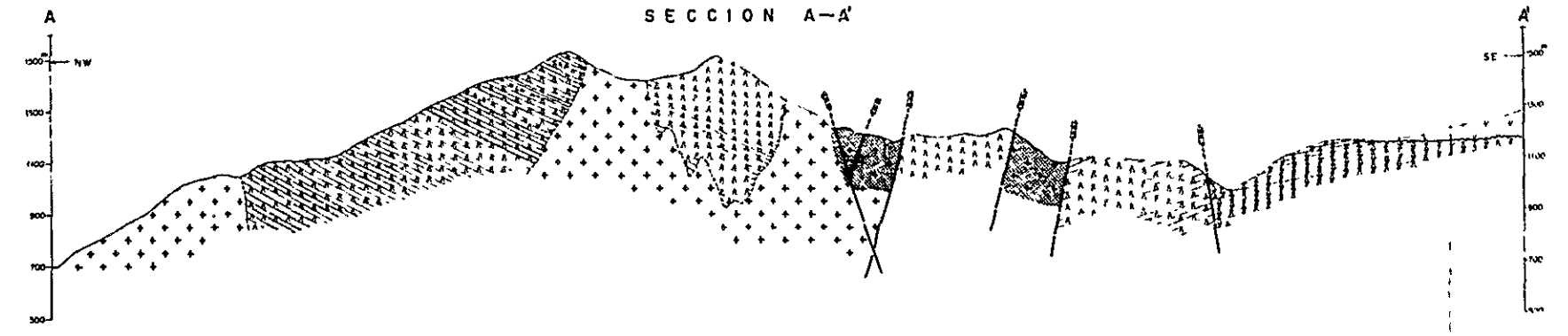
PROGRAMA DE EXPLORACION DE MINERALES
GOBIERNO DE JAPON GOBIERNO DE CHILE
METAL MINING AGENCY OF JAPAN INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
MAYO 1



L E Y E N D A

- TERCIARIO - Rocas volcánicas del Oligoceno
- CRETACIO - Formación Abasco
- ROCAS INTRUSIVAS
- SIMBOLOGIA

SECCION A-A'



平行した幅 0.40 m の珪化脈中に斑銅鉱、黄銅鉱、酸化銅鉱等がごく微量散点あるいは葉片状に産したものである。以上の特徴からこの鉱化帯は Curacarel 鉱床と一連の鉱化作用によるものと判断される。なお主な金属元素の含有量は Cu 243%, Ag 19.0 ppm である。

このマント型鉱化帯は 1 個所の露頭を確認しただけでその規模の詳細は不明であるが、周辺の状況からしてごく小規模なものと推察される。以上のように、同鉱化帯は銅品位はやや高いが規模を考慮すると発展性に対する大きな期待はかけられないものと判断される。したがって、今後更に詳細な調査、探鉱の必要性は殆んどないものと判断される。

地化学探査の結果では、Otue 鉱化帯を反映した Cu, Mo の示徴以外に注目すべき異常は得られなかった。また、Cu, Mo の異常域も Quilmahue 沢一本に限られており、同鉱化帯が広く発展する可能性を暗示したような結果は得られなかった。

この Otue 地区において、地質調査、地化学探査のいずれによっても、上記の鉱化帯以外に有望な鉱徴を把握することはできなかった。

以上のことから、同地区に有望鉱床が賦存している可能性は極めて少ないものと判断され、したがって今後同地区は探鉱の対象から除外してもさしつかえないものと考えられる。

4-4 Sierra Nevada 地域

4-4-1 広域調査結果

本地域の地質 (Fig. 15) は、時代未詳の変成岩類、フリッシュ型堆積物よりなる中部ジュラ系、安山岩質火山岩類よりなる白亜系、火砕岩類と堆積岩類からなる始新統、安山岩質火山岩類からなる中新統、鮮新統～更新統及び第四系等から構成されている。

貫入岩類には、深成岩から火山岩まであり、その産状もバソリス、岩株及び岩脈等をなす。なお、火成活動は白亜紀中期から古第三紀初期にかけて最も活発であった。

本地域の地質構造は NE-SW 系、N-S 系及び NW-SE 系に大別でき、このうち NE-SW 系が支配的である。

本地域にみられる鉱化作用には、網状-鉱染型と鉱脈型があり、このうち、注目すべき鉱化帯は、前者の型として Galletué 鉱化帯及び Mallín del Toro 鉱化帯、また、後者の型として Pedregoso (Río Pacunto) 鉱化帯等であり、このうち、Galletué 鉱化帯は、1973 年 IIG の手により発見された銅、モリブデンよりなるポーフィリー・カッパー型で、本協力調査に取上げられるまで一部調査探鉱が進められていたものであり、有望

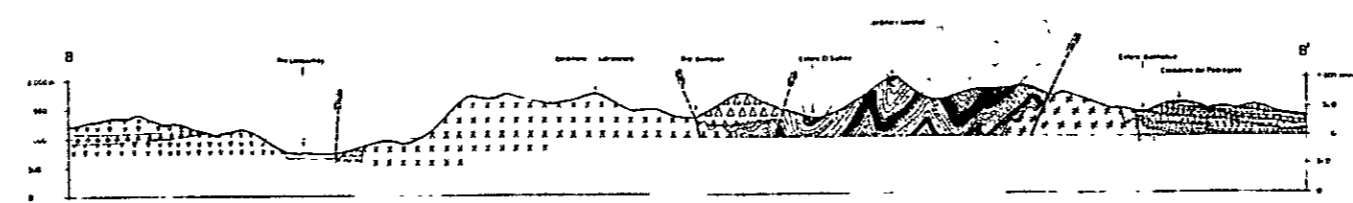
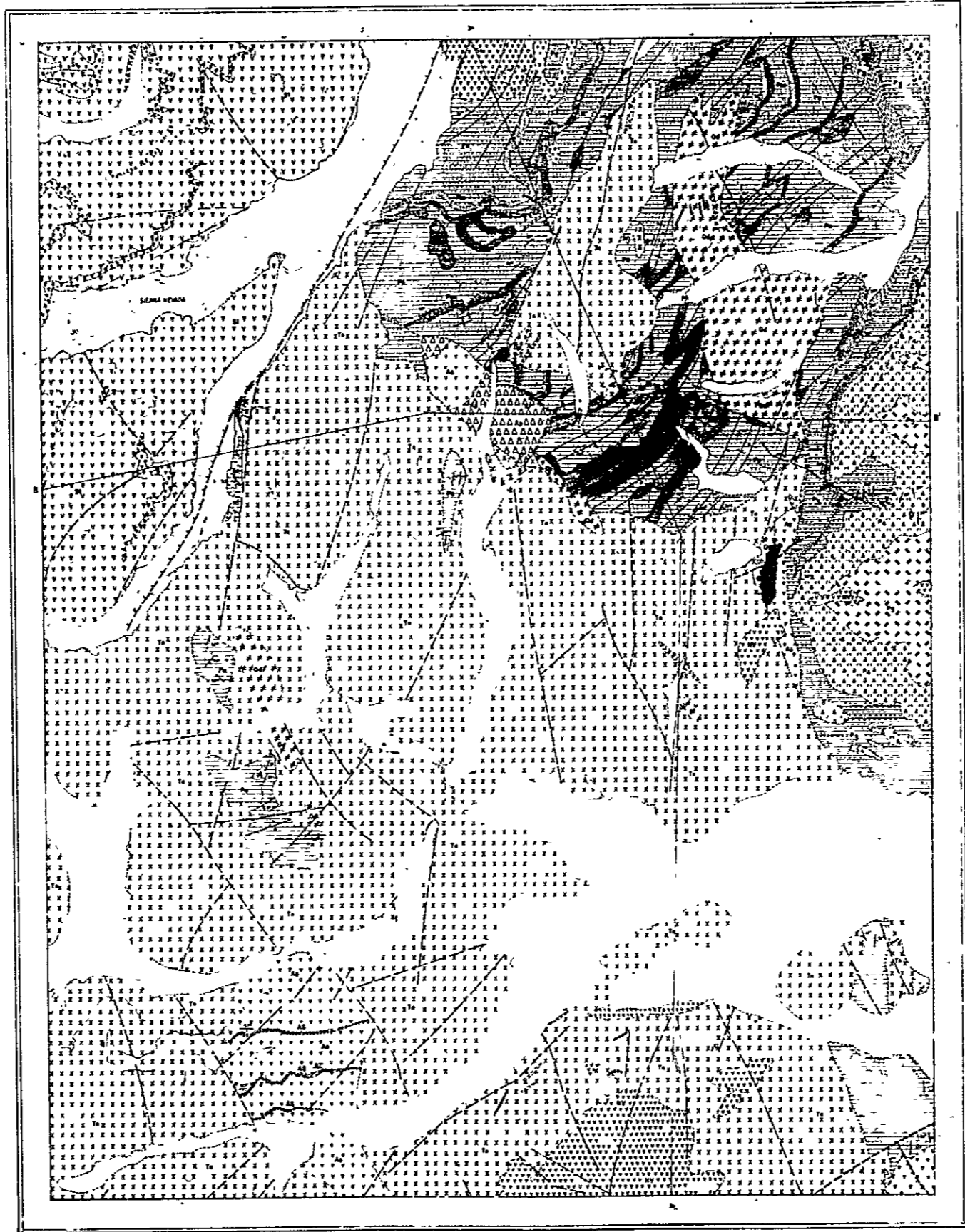
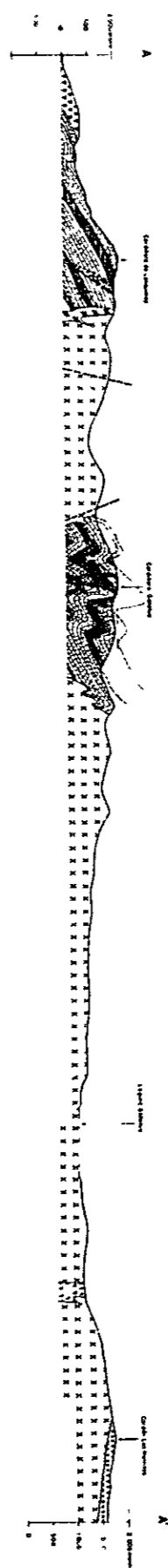


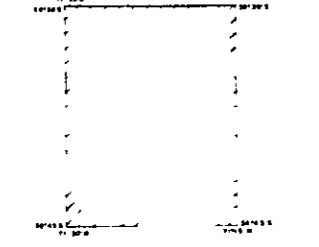
Fig.15

RECONOCIMIENTO GEOLOGICO
 AREA COIHUECO (RURILE)-LONGUIMAY (MALLECO)
 CENTRAL-SUR DE CHILE

MAPA GEOLOGICO DEL CUADRANGULO
 SIERRA NEVADA



MAPA DE UBICACION



PROGRAMA DE EXPLORACION DE MINERALES
 GOBIERNO DE JAPON GOBIERNO DE CHILE
 METAL MINING AGENCY OF JAPAN INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY COMISION CHILENA DEL COBRE

L E Y E N D A

CUATERNARIO		CRETACICO	
Aluviales	Formacion Aluvial	Formacion Aluvial	Formacion Aluvial
MIOCENO		JURASICO	
Formacion Sierra Nevada Occidental	Formacion Sierra Nevada Oriental	Formacion Relicto	Formacion Relicto
EOCENO		PALEOZOICO	
Formacion Pirene	Formacion Pirene	Formacion Pirene	Formacion Pirene
Formacion Pirene	Formacion Pirene	Formacion Pirene	Formacion Pirene

ROCAS INTRUSIVAS

Granito	Granito
Granito	Granito
Granito	Granito

SIMBLOGIA

Formacion Pirene	Formacion Pirene
Formacion Pirene	Formacion Pirene
Formacion Pirene	Formacion Pirene
Formacion Pirene	Formacion Pirene
Formacion Pirene	Formacion Pirene
Formacion Pirene	Formacion Pirene
Formacion Pirene	Formacion Pirene
Formacion Pirene	Formacion Pirene
Formacion Pirene	Formacion Pirene
Formacion Pirene	Formacion Pirene



鉍床に発展する可能性を秘めた鉍化帯で、本協力調査においても今後の精査最優先地区となっているものである。また、Mallín del Toro 鉍化帯は黄鉄鉍、磁硫鉄鉍及び微量の黄銅鉍等の鉍染を伴った著しい珪化作用がみられるもので、地化学探査の結果でも同鉍化帯に対応した Mo 異常が把握されており、今後より詳細なデータに基づいた同鉍化帯の解明が必要である。Pedregoso 鉍化帯は主として石英細脈群からなるもので、その一部の脈には Au 38 ppm (38 g/t) の高品位金が検出されており、今後の精査に期待がもたれるもので、また、地化学探査の結果でも同鉍化帯に対応した Zn 及び Mo の異常が検出されている。

以上の 3 鉍化帯が、広域調査の結果、今後の精査対象地として選出された。

4-4-2 Galletué 地区

本地区は、Galletué 鉍化帯を中心とした地区で、Victoria 市の南東 156 km (道路沿い) に位置している。

本鉍化帯は、本協力調査に取上げられたうちで、規模、鉍況共最も優勢で、したがってその調査探鉍に、最も力が入られた鉍化帯である。

本鉍化帯探鉍の結果を総括するに当り、過去の探鉍経緯の概要を次に述べる。

1973 年：IIG が第 8 州及び第 9 州広域地質調査及び地化学探査を実施し、本鉍化帯を発見。

1973～1976 年：IIG が同鉍化帯に対し、地質調査、地化学探査精査 (土壌)、地上磁気探査及び IP 法電気探査を実施し、同鉍化帯付近に、地化学探査による有望な Cu 及び Mo の異常帯を把握した。また同電気探査においても、同鉍化帯の南部に FE 異常帯を得、有望視するに至った。

1977 年 10 月：本プロジェクトの主要探鉍個所に取り上げられ、同鉍化帯を含めた広域地質調査及び地化学探査が実施された、と同時に同鉍化帯付近約 26 km² の範囲に対し地質調査及び地化学探査精査 (精度 1 : 10,000) が行われた。その結果、本鉍化帯は白亜紀末～古第三紀初期に活動した斑状トータル岩 (今年次探鉍でその一部はトータル斑岩であることが判明) と密接して形成された Cu、Mo の網状、鉍染状の鉍床であるとされ、その鉍化帯はほぼ東西に伸長した楕円状をなし、その北半分は Trufquenilahué 沢を広く埋めている第四系に被覆され、その下位を賦存している可能性があると思定されるに至った。

1978 年 11 月：前年次の結果に基づいて、Trufquenilahué 沢を中心とした地域に対

し、IP法電気探査(測線延長28.2 km, 面積4.8 km²)が実施され、同時に本鉍化帯の中心部と考えられた個所及び地化学探査によって得られたCu示徴帯(東部示徴帯)の一部に対し、試錐探鉍(2孔, 総延長30110 m)が行われた。

その結果、第四系の下位に予想された同鉍化帯の北半分の賦存可能性は極めて少なくなり、むしろ同鉍化帯の伸長方向、特に東部で肥大する傾向を示したIP示徴(Fig.16)が得られた。また、本鉍化帯は、中心部のMo—Cu—石英—絹雲母帯とその外側のCu—Mo—絹雲母—緑泥石帯が主要で、その広がり、およそ前者が東西1,300 m、南北500 m、また後者が東西2,800 m、南北900 m(後者の広がりには前者を包含している)と想定された。

1979年10月:前年次の結果に基づいて、6孔(総延長1,03320 m)の試錐探鉍が実施された。

以上の結果を以下に総括する。

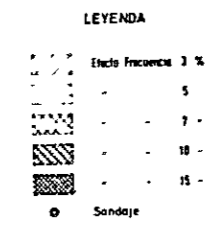
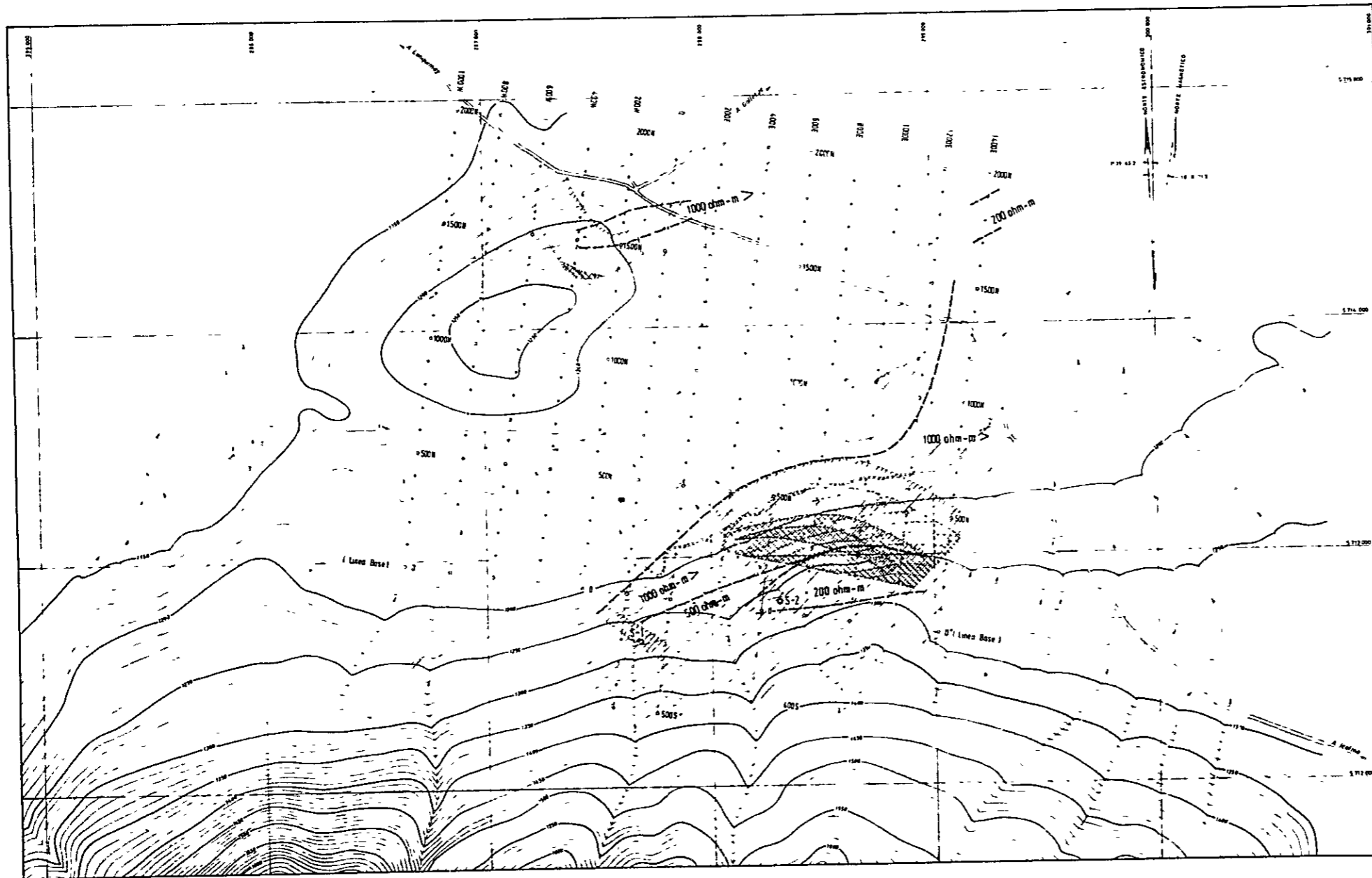
広域的地質的位置

Galletué鉍化帯はアンデス造山帯の東部に位置しており、かつ中～酸性の火成活動が活発に行われた地帯に属している。この地域一帯の火成活動は、海成のジュラ系を基盤に、主として陸域で行われた安山岩質の火山活動に始まっており、その時期は白亜紀初期に当る。その後白亜紀末期におびただしい量の中～酸性深成岩類(主として花崗閃緑岩)の進入があり、同火成活動の最盛期を迎えている。始新世になり、局部的に海域となり、かつ同活動は断続的な酸性火山活動に移り変わり、次第に衰微し、新第三紀中新世以降に再び活発化した火山活動を迎えるまで、同火成活動は中断されている。

本鉍化帯はこのような火成活動の最盛期の深成岩類の進入に関連して形成されている。この深成岩類はアンデス山脈に平行したほぼ南北性の配列を示し、かつ広範囲分布のバソリス状の岩体が多いことがこの地域一帯の特徴であるが、北になるほど(Talca市付近以北)露出面積が小さくなり、かつ活動時期は若くなっている。

本鉍化帯はGalletuéバソリス(MMAJ-IIG, 1978)の東端に近いところに位置している。

本地域一体の地質構造上の特徴はLonquimay断層(MMAJ-IIG, 1978)で代表されるNE—SW性構造が卓越しているということである。ジュラ系の褶曲構造も同系統であり、チリ全土を通じて最も卓越した南北性の構造はこの地域では弱められているが、上記の火成活動はやはり南北性構造に支配されており、恐らく、このNE—SW性構造



は局地的なものである。

なお Galletué 鉍化作用の一部、岩脈の一部はこの地域的特性をもった NE—SW 性構造に規制されている感がある。

局所的地質的位置

この“Galletué パソリス”はトータル岩から花崗岩までの岩相変化を示した優白色粗粒から中粒の岩石で、大まかに東西 2 つの岩相に分類できる。すなわち、西側はトータル岩質で、東側は花崗閃緑岩質である。

同パソリスは SiO_2 が 56～66% まで変化し、分化指数は 51 から 69 まで変化しており、西側の岩体より東側の方が同指数は高い値を示している。

また、同パソリスは分化指数 60 までは同指数の増加とともに全アルカリ量が増加し、その後更に分化が進んでもその量は一定している。一方、 FeO や MgO は分化とともに単調減少している。すなわち、相対的にみると東側の岩体は西側の岩体よりも分化の進んだ岩相を呈し、かつ SiO_2 や全アルカリ量も多く、逆に全 FeO や MgO は減っている。

本鉍化帯は上記のような特徴をもった“Galletué パソリス”の東・西岩体の境に近い西側の岩体中に発達している。

この岩体を特に鉍化帯付近に限ってみると次のような特徴がある。すなわち岩相はトータル岩（局部的に花崗閃緑岩あるいは花崗岩岩相を示すところもある）を示した優白色堅硬の岩石で、鉍化帯の中心付近（網状—鉍染帯）と鉍化帯の外側とでは岩質的に次のような相違が認められる。すなわち、鉍化帯中心部付近では弱い斑状組織を有した斑状トータル岩、あるいは明瞭な同組織をもったトータル斑岩の岩相を示し、鉍化帯の中心部から離れるに従って半自形粒状組織のトータル岩に漸移し結晶粒度も粗粒になる。これらの各岩相の分布は（Fig. 17）に示されているとおりであるが、このうちトータル斑岩は試錐孔により把握されたもので、地表での露出は殆んどみられない。同岩はその大部分が第四系におおわれており、その分布形態ははっきりと把握されていないが試錐孔による資料から想定すると、 $N70^\circ E$ 方向に伸長したほぼ楕円状をなし、ほかの岩相との境界は不規則なものと想定される。また、同岩相は本鉍化帯の中心部に位置している網状—鉍染帯の北縁部に沿ったように分布している。

斑状トータル岩も多くは第四系におおわれ、その全容は不明瞭であるが、トータル斑岩より更に細長く、ほぼ同斑岩の伸長方向と同一方向に延びたレンズ状の形態が想定され、かつ同斑岩より本鉍化帯の中心付近を横切るがごとく分布している。この斑状ト-

ナル岩もほかの岩相とは不規則な境界をもって接している。この斑岩、斑状岩及び等粒状岩の関係は漸移的であり、したがってそれらは一種の岩相変化によるものと解される。

また、このトータル岩の全岩分析による化学組成は次のようなものであるが、次に示した2個の試料のうち試料No D-80は本鉱化帯の最外郭帯に当る脈状鉱化帯内に位置したトータル岩のうち殆んど鉱化、変質を受けていない新鮮な部分を分析したものであり、また、試料No D-108は同鉱化帯の外郭から約3km離れた全く鉱化・変質の及んでいない個所から採取されたものである。

D-80	SiO ₂	64.65%	Al ₂ O ₃	16.72%	Fe ₂ O ₃	1.10%	FeO	3.38%
	MgO	1.54%	CaO	5.25%	Na ₂ O	3.65%	K ₂ O	1.65%
	H ₂ O ⁺	0.96%	H ₂ O ⁻	0.14%	TiO ₂	0.43%	P ₂ O ₅	0.19%
	MnO	0.10%	CO ₂	0.14%	C	0.00%	S	0.03%
					計			99.93%

D-108	SiO ₂	59.66%	Al ₂ O ₃	17.59%	Fe ₂ O ₃	1.97%	FeO	4.42%
	MgO	1.56%	CaO	6.62%	Na ₂ O	3.26%	K ₂ O	1.71%
	H ₂ O ⁺	1.34%	H ₂ O ⁻	0.22%	TiO ₂	0.69%	P ₂ O ₅	0.24%
	MnO	0.13%	CO ₂	0.08%	C	0.00%	S	0.00%
					計			99.49%

また、同トータル岩の活動時期については、次のようなK-Ar法による絶対年代測定値(黒雲母中のKを測定)がある。なお、試料No D-80及びD-108は上記全岩分析に供したものと同一試料である。

D-80(中粒質トータル岩) … 80.70 ± 1.26 m. y.

D-108(粗粒質トータル岩) … 77.24 ± 1.11 m. y.

SD-7-99(トータル斑岩) … 85.05 ± 3.01 m. y.

これらの値はいずれも白亜紀後期に当る。

以上のほか、本鉱化帯の近傍には板状の安山岩岩脈がN70°E方向に延びて、上記のトータル岩類及び鉱化・変質帯を切って発達しており、Post-mineralizationの安山岩質火山活動の存在を示している。

本地区には、大断層、大褶曲などの大構造はみられないが、小裂かの発達は顕著である。同裂かは、ずれ、あるいは圧砕帯を伴っていないか、あってもごく僅かであり、次の三系統に大別できる。すなわちN30°W系、N60°E系、及びN75°W系である。

このうちN30°W系が最も顕著でかつ広範囲に規則的に発達しているが、本鉍化帯の中心部以外では同系統裂かにおける鉍化・変質作用はほとんど認められず、かつ同鉍化帯外郭部ではN60°E系を切っている。傾斜は70~90°と急斜面をなしているが、傾斜方向に規則性は認められない。

N60°E系は本地区の南西部のトータル岩中で特に顕著に発達しており、同系統の割れ目を充填して散点状の黄銅鉍、黄鉄鉍、輝水鉛鉍を伴った石英—絹雲母細脈（脈幅5cm前後）が発達している。傾斜は30~70°とやや緩傾斜で南落しが多い。

N75°W系は本鉍化帯の中央に近いところのみ発達した局部的なもので、前述2系統割れ目ほど規則的かつ顕著な発達はみられない。傾斜は40~60°の緩傾斜をなし、南落しが多い。同系統の割れ目にもN60°E系と同様の鉍化作用が認められる。

以上の裂か系は本鉍化帯の外郭部ほど明瞭でかつ規則的に発達しているが、鉍化帯の中心部では種々の方向の割れ目が錯そうして系統別の区別が困難になる。換言すると、鉍化帯の中央部では多方向の割れ目が錯そうした網状をなすが、鉍化帯の外郭部に移行するとほぼ上記の3系統の割れ目に分れた脈状をなしているが、本鉍化帯付近の割れ目の特徴である。また本鉍化帯で最も石英—絹雲母化作用の強い個所では母岩（斑状トータル岩）が礫径10~20cm大に角礫化した角礫帯を形成している。同帯の平面的規模は50×50m程度である。

鉍化・変質作用

鉍化作用

Galletué 鉍化帯は網状—鉍染状、細脈状銅—モリブデンの鉍化帯で構成鉍物の産状から次の三帯に区分される（Fig. 17参照）。すなわち

1. 網状—鉍染状鉍化帯（Ⅰ帯）
2. 1.及び3の混在した両者の中間帯（Ⅱ帯）
3. 脈状鉍化帯（Ⅲ帯）

このうちⅠ帯が鉍化帯の中心部にあり、Ⅱ帯、Ⅲ帯と順次外側に向う。

Ⅰ帯

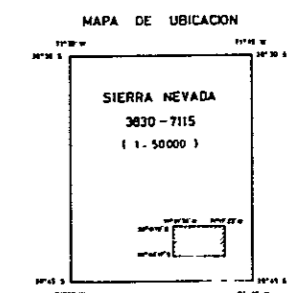
本帯は構成鉍物が網状及び鉍染状をなしているものである。その平面的な広がりにはNE—SWに伸長した楕円状をなし長径約1,000m、短径約500m、水平断面積約0.35km²を有している。

母岩は斑状トータル岩、トータル岩、一部トータル斑岩等から成る。変質分帯と本帯

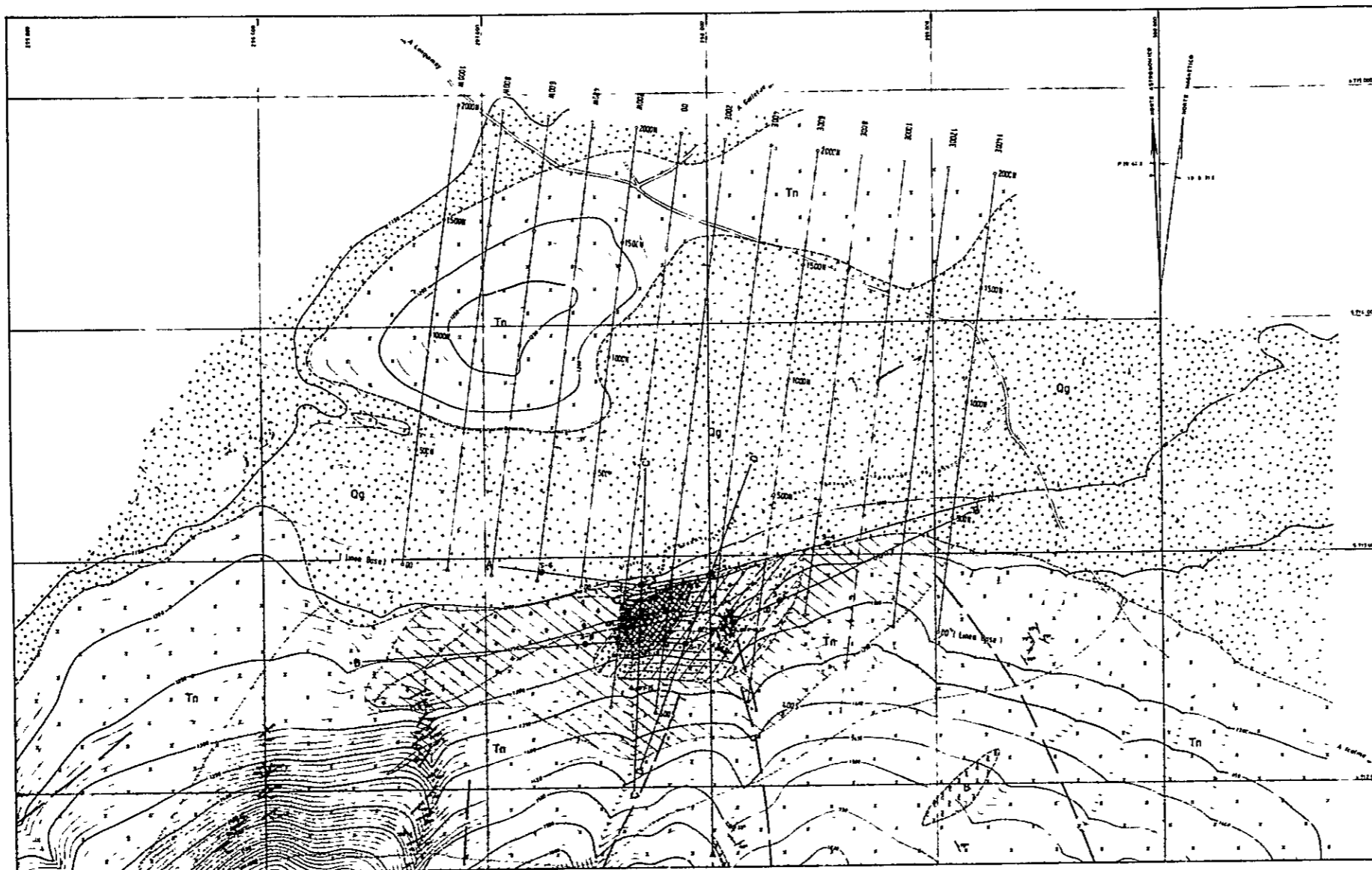
Fig.17

RECONOCIMIENTO GEOLOGICO
DE LA REGION ANDINA SITUADA AL ESTE DE CONCEPCION

MAPA GEOLOGICO Y DE ALTERACION
DEL PROSPECTO GALLETUE

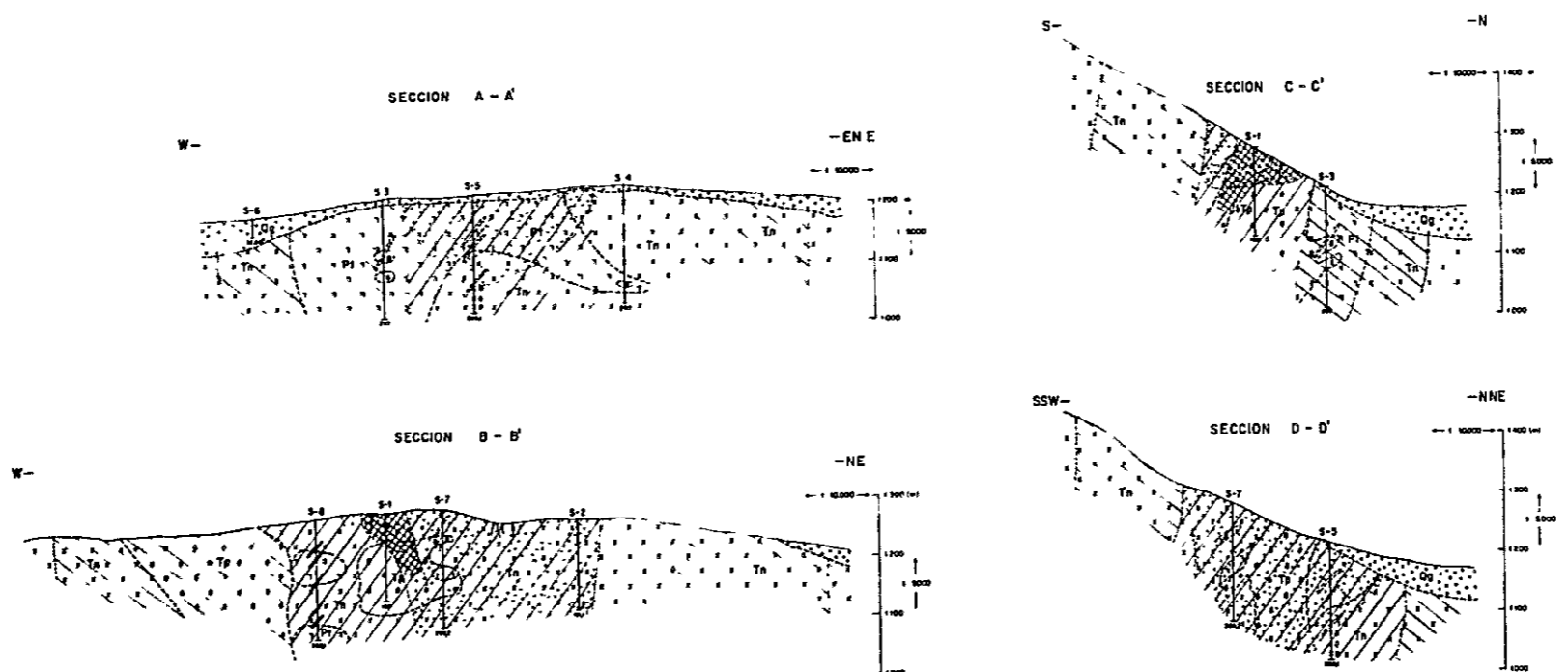


PROGRAMA DE EXPLORACION DE MINERALES
GOBIERNO DE JAPON GOBIERNO DE CHILE
METAL MINING AGENCY OF JAPAN INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



LEYENDA

- Sedimentos cuaternarios indiferenciados
- ROCAS INTRUSIVAS**
- Roca basáltica
- Roca andesítica
- Peridotita
- Brecha de talcita peridotica
- Tonalita peridotica
- Tonalita
- ALTERACION Y MINERALIZACION**
- Alteración cuarzo-sericitica
- Alteración sericitica-clorita
- Alteración clorita-epidota
- Zona de vetas con alteración débil (numeración zona II)
- Zona de stockwork y diseminación de CO_2 - py - ms (numeración zona II)
- SIMBOLOGIA**
- Rumbo y batimiento de fallas
- Rumbo y batimiento vertical de fallas
- Rumbo y mates de vetas
- Rumbo y mates vertical de vetas
- Veta de cuarzo (en el perfil geológico)
- Lineamiento observado por foto-geología
- Contactos anfíboles y de alteración
- Perfiles geofísicos de polarización inducida (1979)
- Sondeja
- Perfil geológico
- Unconformidad de muestras de field collection



との関係では、石英—絹雲母化帯の全域と絹雲母—緑泥石化帯の一部に本帯が発達している。

初生鉍石鉍物は多いものから黄鉄鉍，黄銅鉍，輝水鉛鉍，磁鉄鉍，磁硫鉄鉍，及びごく微量の閃亜鉛鉍及び方鉛鉍等から成り，脈石鉍物としては，石英及び絹雲母が認められる。

黄鉄鉍は鉍染状（主として母岩の有色鉍物を交代），網状石英脈中に散点状に随伴，あるいは同鉍単独あるいは黄銅鉍と共生したフィルム状細脈として産するが，その分布に特徴は認められずほぼ本帯全域に均質的に産している。

黄銅鉍は主として鉍染状をなすが，細脈状をなす場合もある。また同鉍は中～強緑泥石化帯に比較的濃集しており，後述の輝水鉛鉍と異なり，石英—絹雲母化帯には少ない。また弱緑泥石化帯でも含有量は低くなっている。この黄銅鉍量と変質作用の関係をCu含有量（銅鉍物は殆んど黄銅鉍よりなるのでCu値と黄銅鉍量は相関していると考えてよい）で表すと次のとおりとなる。すなわち，

中～強緑泥石化帯： Cu 0.48 %

石英—絹雲母化帯： Cu 0.25 %

弱緑泥石化帯： Cu 0.06 %

なお，この値は全試錐岩芯の分析値をもとに算出した。本帯における黄鉄鉍と黄銅鉍の量比は場所によってやや異なるがおおよそ4：1である。

輝水鉛鉍は黄鉄鉍—輝水鉛鉍—石英の組合せ（稀に黄銅鉍を伴う）で網状細脈をなす場合が一般的で，鉍染状をなす場合は少ない。また同鉍は石英細脈中で箔状あるいは散点状をなし，石英に付着している。上記組合せの網状細脈は多くの場合石英—絹雲母化帯内部あるいはその周縁部に発達しており，輝水鉛鉍と石英—絹雲母化変質作用との間に密接な関係があることを暗示している。このことは次のようなMo含有量と変質作用の関係に明瞭に表されている。すなわち，

石英—絹雲母化帯： Mo 0.035 %

中～強緑泥石化帯： Mo 0.008 %

弱緑泥石化帯： Mo 0.003 %

磁鉄鉍は鉍染状，細脈状をなし，細脈状の場合は黄銅鉍—磁鉄鉍，黄銅鉍—磁鉄鉍—石英，及び磁鉄鉍単独等の組合せで産する。

磁硫鉄鉍は一般的には鏡下で黄鉄鉍，黄銅鉍との共生がみられるが，その量は顕微鏡

的なものであり、またごく微量母岩の小晶洞中に石英、黄鉄鉱とともに自形をなして産している。

閃亜鉛鉱及び方鉛鉱は S-4 孔 (1 条のみ) のみにみられ、その産状は脈状 (脈幅 1 cm) をなし閃亜鉛鉱-方鉛鉱-黄銅鉱-黄鉄鉱-石英の組合せで産するが、その量は極めて微量である。

本帯の平均品位は Cu 0.15%, Mo 0.012% と低品位であるが、同帯内でも場所によって、次に示されているように、銅、モリブデンとも弱いながら偏在がみられる。

	深 度 _m	Cu%	Mo%	平均値算出幅 _m
S-1	0 ~ 58	0.15	0.025	58
S-2	0 ~ 151	0.32	0.022	151
S-5	0 ~ 152	0.10	0.005	108.15
S-7	0 ~ 200.2	0.05	0.003	180.55
平均	140	0.15	0.012	

すなわち、銅の濃集は S-2 孔付近で比較的高く、またモリブデンは S-1 孔及び S-2 孔付近で比較的高い。

いずれにしても、本帯は本鉱化帯のうちでも最も中心部に当り、かつ最も初生鉱石物の濃集している帯であるが、上記に示したとおり、Cu 含有量は極めて低く、また、Mo 含有量においてはやや高いところが部分的に散点する程度であり、また黄鉄鉱量も低く、ほかの金属鉱物もごく微量である。

以上のことから、この Galletué 鉱化帯はごく低品位の銅、モリブデン鉱化帯といえよう。

II 帯

本帯は上記の I 帯を取り囲むように発達しており、その特徴は鉱染状をなすものが殆んどみられず、代って脈状をなすものが I 帯より増えた網状-細脈状鉱化帯ともいえるものである。

本帯の平面的広がり、I 帯の伸長方向 (NE-SW 性) とほぼ同方向に伸長した楕円状をなし、ほぼ長径 2,700 m、短径 1,100 m の平面的規模 (I 帯を含む) を有している。

母岩はトーナル岩が最も多くなり、次いで斑状トーナル岩、トーナル斑岩の順に減っている。

また、本帯と変質分帯との関係は本帯の大部分が緑泥石—緑れん石化帯に該当するが、一部は絹雲母—緑泥石化帯にもかかっている。

本帯は資料が少なく詳細不明であるが、本帯中のⅠ帯に近い個所で行った試錐孔 S—3 孔、S—4 孔及び S—8 孔の状況でもって本帯を代表させて以下に説明する。

本帯における初生金属鉱物としては黄鉄鉱、黄銅鉱、輝水鉛鉱及び磁鉄鉱等が認められるが、黄鉄鉱がほかの鉱物と比較して圧倒的に多くなる。これらの鉱物は多くは石英脈中に散点している。

本帯の平均品位（上記 3 孔の平均値）は Cu 0.05 %、Mo 0.002 %で極めて低品位である。

また本帯における母岩の変質としては上述したような変質作用が認められるがいずれの作用の程度も弱く、所々に非変質部が残されている。

Ⅱ帯

本帯はⅡ帯の更に外側に分布し、本帯化帯の最外郭に当る。伸長方向もⅠ、Ⅱ帯と同様ほぼ NE—SW性をなし、Ⅱ帯よりも更に大きな楕円状の平面的広がりをする。本帯はその北部が第四系におおわれ、規模の全貌は不明であるが、上記のⅠ、Ⅱ帯をも包括した広がりはおおよそ長径 5,000 m、短径 1,400 mである。

本帯になると鉱化作用は明瞭な脈状を呈し網状型あるいは鉱染型はみられなくなる。

また母岩は全てトータル岩となる。

本帯に発達する鉱脈は、脈幅 3 cm前後の細脈で稀に 15 cm大の脈もある。脈密度は 2 mに 1 条程度である。また、本帯の西側では N 60° E系の脈が多く、東側では N 30° W系の脈が多くなる。傾斜は N 60° E系の場合 30～70°の南落しが多く、N 30° W系は 70～80°の急傾斜をなし、西あるいは東に落している。

本帯脈にみられる鉱石鉱物は黄鉄鉱、黄銅鉱、輝水鉛鉱等であり、脈石鉱物として石英、絹雲母、方解石が認められる。上記の鉱石鉱物は脈石中に散点しており、鉱石鉱物自体で脈状をなすものは認められない。したがって、一般に品位も低く単位脈の平均品位も Cu 0.14 %（最大 0.82 %）、Mo 54 ppm（最大 730 ppm）と低い。

本帯脈にはごく弱い脈際変質がみられ、その幅は片側 5 cm程度で、その間の母岩の斜長石の一部が絹雲母に、また、有色鉱物の一部が緑泥石に変わっている程度のごく弱い変質を受けている。

また、脈と脈の間は鉱化作用も殆んど受けていない。

二次富化作用

本鉱化帯には地下20 m位までごく微弱な酸化作用が認められる程度でナリ北部で見られるような溶脱帯は発達していない。したがって、二次富化作用も認められず地表から初生鉱物が現れている。

酸化鉱物としては孔雀石、珪孔雀石、褐鉄鉱及び赤鉄鉱等が微量産する。

変質作用

本鉱化作用に関係した熱水変質作用は、変質作用の組合せにより次のように分帯される。すなわち、内側より外側に向かって、

1. 石英－絹雲母化帯
2. 絹雲母－緑泥石化帯
3. 緑泥石－緑れん石化帯
4. 脈状変質帯

石英－絹雲母化帯

本帯はS-1孔付近に発達し、NE－SW方向に伸長した楕円状をなし、その平面的規模は400×200 mである。

本帯の母岩は斑状トータル岩及びトータル岩で、母岩の石英以外の初生鉱物は残されておらず、二次石英と絹雲母の集合に変わっており、最も強い部分（角礫質斑状トータル岩）では原岩の組織が破壊され、原岩の識別が困難である等の特徴をもつ。また、比較的弱い部分では有色鉱物を交代した緑泥石が同帯中に混在している。なお、同帯には絹雲母－緑泥石化帯に該当するようなより変質度の弱い変質部が島状に残されている。

本帯には鉱化作用のⅠ帯が発達している。

絹雲母－緑泥石化帯

本帯は石英－絹雲母化帯を取り囲んでその外側に分布している。分布の規模は長径約1,200 m、短径500 mで、NE－SWに伸長した楕円状分布をなす。

母岩はトータル斑岩、斑状トータル岩及びトータル岩等である。本帯においては原岩の斜長石が20～100%絹雲母、一部白雲母に変わっており、黒雲母及び角閃石が70～100%緑泥石一部緑れん石に交代されており、また、スポット状あるいは微細脈状に石英の添加が認められる。

本帯には鉱化作用のⅠ帯及びⅡ帯が発達している。

緑泥石—緑れん石化帯

本帯は上記絹雲母—緑泥石化帯を取り巻いて分布する。その平面的広がりには上記の2帯も含め長径 2,700 m, 短径 1,100 m の楕円状をなす。

母岩はトータル岩を主とし、一部斑状トータル岩である。

本帯の場合は斜長石の変質（絹雲母、一部方解石に変る）がおおよそ 20 % 以下で大部分は非変質のまま残されており、主として角閃石、一部黒雲母が 20～80 % 緑泥石、一部緑れん石になっている。また原岩の組織も完全に残されており、弱変質部に当る。

本帯には鉍化作用のⅡ帯が発達しており、鉍化作用上からも弱鉍化帯に当る。

脈状変質帯

本帯は緑泥石—緑れん石化帯の更に外側に位置し、Galletué 鉍化帯の最外郭に当る。その平面的な広がりには上記の内側の帯も含めると、長径 5,000 m, 短径 1,400 m に及ぶ。母岩はトータル岩より成る。

本帯における変質作用の特徴は前述の脈状型鉍化作用に伴って、その脈沿いに発達した脈際変質であり、したがってその形態は脈状をなし、脈と脈との間の母岩は殆んど変質作用を受けていない。この脈際変質の変質鉍物組合せは脈別に石英—絹雲母であったり、絹雲母—緑泥石であったり、あるいは緑泥石—緑れん石—方解石であったりするが、変質鉍物組合せ別による分布上の特徴はみられない。なお単位脈の変質幅は片側 5 cm 前後である。

以上のことからすると、Galletué 鉍化作用に伴った熱水変質作用はごく微弱な部分を含めると 5.0 × 1.4 Km の範囲に及んでいるといえる。

なお、本鉍化帯にはカリウム質変質作用及び粘土化変質作用はほとんど認められない。

また、一部の変質鉍物と一部の初生金属鉍物の間に相関性がみられる点については前項でも述べたがそれを要約して示すと次のとおりとなる。すなわち、

輝水鉛鉍—石英—絹雲母化変質

黄銅鉍—中～強緑泥石化変質

である。いかえると、石英—絹雲母化変質帯では輝水鉛鉍がほかの変質帯よりも期待され、また緑泥石化変質の中程度以上の個所では黄銅鉍の比較的濃集が期待される。

以上主として野外観察に基づいて、本鉍化帯の鉍化・変質作用の特徴を述べたが、これに次の流体包有物の究明結果も加味して本鉍化帯における鉍化流体について 2, 3 の考察を以下に述べる。

流体包有物の究明に供した試料はいずれも本鉍化帯の中心付近より採取されたものであり、網状、細脈状の石英を対象としているが、この石英脈には常に絹雲母を伴っており、かつ、その一部には肉眼でも黄鉄鉍、黄銅鉍、輝水鉛鉍等の随伴が観察される。したがって、本研究によって得られた結果の大部分は上記の金属鉍物の鉍化期（主鉍化期）における鉍化流体の性状を表現していると考えてさしつかえないものと解される。なお、本試料の一部には主鉍化期後の熱水溶液によるものと解されるものも含まれている。

本流体包有物の特徴は、液体包有物が最も多量に存在しているが、多相包有物もかなり含まれており、流体包有物総数中に占める多相包有物数の比率は平均20%（6～50%）とかなり含まれているということ、多相包有物の塩濃度が約30～55 wt%の高塩濃度を暗示していること、液体包有物の充填度は0.7～0.9が最も多く、かつ、同包有物の平均充填温度は246～315°Cを示していること、等であり、これらの値はほかのポーフリー・カッパー型鉍床において得られた値（Takenouchi, 1978）に類似しており、したがって本鉍化帯も、野外観察結果と合わせると、一種のポーフリー・カッパー型鉍床と解される。

また、液体包有物の中には充填度が0.9以上の液相に極めて富む包有物も含まれており、それらは二次成であることから、鉍石鉍物の鉍化後も引続き熱水溶液の上昇があったことを暗示している。

変質分帯と液体包有物の関係においては明瞭な相関性は認められていない。すなわち、石英—絹雲母化帯、絹雲母—緑泥石化帯及び緑泥石—緑れん石化帯における液体包有物の平均充填温度は各々271°C、305°C及び306°Cで、また、流体包有物総数中に占める多相包有物数の比率は各々19%、20%及び38%等の値が得られており、この値からするとむしろ変質分帯の外帯の方が高温を示しているが、これは、試料がいずれも接近した場所から採取されており、かつ試料数においても充分なものとはいえないこと等によるものであろう。石英—絹雲母化帯と最外帯の脈状変質帯を比較したらあるいは有意差が表われたかもしれない。

Galletué 鉍化帯及びその周辺を含めた探査は本協力調査として1977年に取り上げられ1979年まで3年間実施された。その間、地質調査、地化学探査、物理探査及び試鉍探査が行われ、前章までに述べた結果が得られた。

ここにその結論と、それに基づいた将来への展望を述べる。

Galletué 鉍化帯は白亜紀末期から古第三紀初期にかけて活動した火成活動に関連し



て形成された銅、モリブデンの網状、鉍染状（一部脈状）鉍化帯であるが、その最も強く鉍化を受けた鉍化帯の中心部（網状－鉍染帯）にあたる面積約 0.35 km^2 の範囲で Cu 及び Mo の品位が 0.15 % 及び 0.012 % であり、極めて低品位の鉍床といえる。ただ、その中でも局部的には比較的高品位を示す個所もあるが（例えば Cu の場合 0.6 % 以上をとると S-2 孔付近に限られ、しかもその分布は平均 13 m 毎に 1 個所（幅 1 m）程度の間隔で現れている。また Mo の場合 0.06 % 以上をとると S-1 孔の 57 m 以浅及び S-2 孔付近に限られ、その分布は S-1 孔の場合 18 m に 1 個所（幅 1.7 m）、S-2 孔の場合 10 m に 1 個所（幅 1 m）の間隔で現れる。それらは分散しておりまとまりを示していない。

すなわち、本鉍化帯を形成した鉍化作用は極めて微弱なものであった、といえよう。

また、本鉍化作用に関連した熱水変質作用のうち、ポーフリー・銅型鉍床に一般的にみられる石英－絹雲母化変質作用の広がりも $400 \times 200 \text{ m}$ のごく狭い範囲に限られており、またそのほかの変質作用もごく微弱なものであり、熱水変質作用が全般に弱い。

本鉍化帯には磁鉄鉍がかなりみられること、及びバソリス自体に鉍化帯が発達していること、また、流体包有物の研究の結果からもかなり高温のもとで鉍化作用が行われたこと等の点を考慮すると、本鉍化帯は、かなり侵食作用が進んで深部が露見されているものと解される。

本鉍化帯には溶脱作用、二次富化作用はみられない。

以上の結果からして、本鉍化帯の経済的価値は低いものと判断される。また、以上の探鉍によって鉍化帯の中心部はほぼ把握されたものと考えられる。したがって、本鉍化帯が今後の探鉍によって大きく発展する可能性は極めて少ないものと判断される。

よって、本鉍化帯に対し、今後更に詳細な調査、探鉍を行う必要性は極めて少ないものと思料される。

4-4-3 Pedregoso 鉍化帯 (Fig.18)

本鉍化帯は Lonquimay 町の南東、直距約 10 km、Bío-Bío 川支流 Paule 川右岸から Paule 山頂にかけける地域にある。Sierra Nevada 図幅上ではその北東端に位置している。

本鉍化帯には Nidol 鉍床と称する銅の接触交代鉍床と金及び銅からなる脈状鉍床が発達しており、前者は南緯 38°31'44"、西経 71°17'58"、標高 1,400 m にあり、また後者は南緯 38°32'、西経 71°19'、標高 1,800 m に位置している。

本鉍化帯付近の地質はジュラ系 Pacunto 層 (MMAJ- IIG, 1978) の砂岩、泥岩及び石灰岩とこれを貫く白亜紀初期の岩株状花崗閃緑岩と岩脈状石英閃緑岩より構成されている。

Nidol 鉍床は Pacunto 層を母岩としており、鉍脈群は花崗閃緑岩を母岩とした銅の細脈で、前者は過去に若干のトレンチ及び立坑が開さくされている。この鉍床は石灰岩を交代、また泥岩中に発達した網状-鉍染状鉍床で、鉍石鉍物として磁硫鉄鉍、黄鉄鉍、黄銅鉍及び褐鉄鉍がみられる。鉍床周辺は強い珪化作用と若干の黄鉄鉍鉍染がみられ、特に石英閃緑岩岩脈の周辺において鉍化・変質作用共著しい。鉍床の規模は延長 10 m 未満である。

鉍脈は、石英-磁硫鉄鉍-黄鉄鉍-黄銅鉍-金鉍物細脈とフィルム状孔雀石-褐鉄鉍より成る。脈の走向、傾斜は一般に N-S、垂直である。脈幅は 1~5 cm、脈の分布密度は 4 本/50 m で、これらの脈はいずれも連続性 (5~10 m) に欠けている。第三年次調査 (1978) で上記鉍脈群の一部から Au 38 ppm、Ag 9.1 ppm、Cu 0.07 %、または Au < 40 ppb、Ag 0.4 ppm、Cu 0.09 %、Mo 4 ppm の分析値を示す含金石英脈を認めており、今回の調査でこれらの含金石英脈をも含めた鉍脈群の追跡調査を行ったが、上記のようにいずれも劣勢で連続性に欠けており、大きく発展する可能性が極めて低い。なお、鉍脈群の母岩を成す石英閃緑岩の変質は割れ目及び石英脈沿いのみみられる弱い珪化、緑泥石-緑れん石化である。

本鉍化帯にみられる上記の銅接触交代鉍床、鉍脈鉍床いずれも、ごく小規模で連続性に乏しく、今後大きく発展する可能性は極めて少ない。したがって、今後更に詳細な調査、探鉍を行う必要性は極めて少ないものと判断される。

4-4-4 Mallín del Toro 鉍化帯 (Fig.19)

本鉍化帯は Lonquimay 町の南南西、直距約 24 km、Galletué 湖に注ぐ Zanueco 川の北



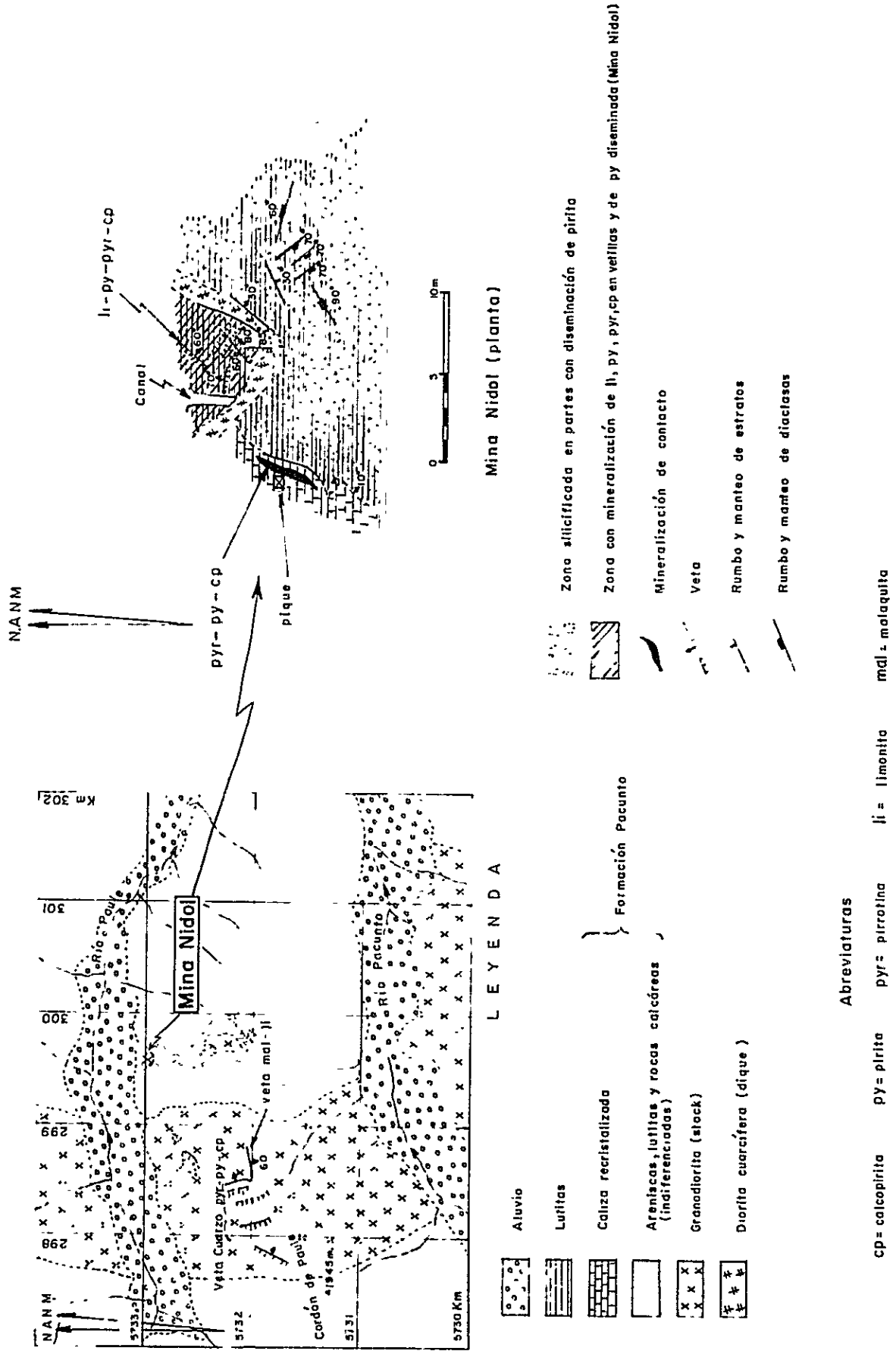


Fig. 18 CROQUIS GEOLOGICO DE LA ZONA DE PEDREGOSO

西の Mallín del Toro 山稜に位置している。Sierra Nevada 図幅上の中央部西寄りにあり、鉍化帯の中心の座標は南緯 $38^{\circ}40'00''$ 、西経 $71^{\circ}26'30''$ で、標高は $1,850\text{ m}$ である。

本地域の地質は Pacunto 層の泥岩及び砂岩互層とこれに侵入する Galletué パソリスの一部をなす トーナル岩 (MMAJ-11G, 1978) 及びこの両者を貫く石英閃緑岩より構成されている。

鉍化作用として ルーフ・ペンダント 状の Pacunto 層に微量の黄鉄鉍、磁硫鉄鉍鉍染、及び稀に黄銅鉍鉍染が認められる。なお、トーナル岩中では同鉍化作用は殆んどみられない。変質作用としては比較的強い珪化、緑泥石化、緑えん石化作用が Pacunto 層全般にわたってみられ、特にトーナル岩岩体に接する付近においてこれらの鉍化・変質作用はより顕著である。

上記のように本鉍化作用及び変質作用はトーナル岩体の周辺部にみられ、かつ同岩体から離れるに従って鉍化・変質作用は弱まっていることからして、本鉍化帯は同トーナル

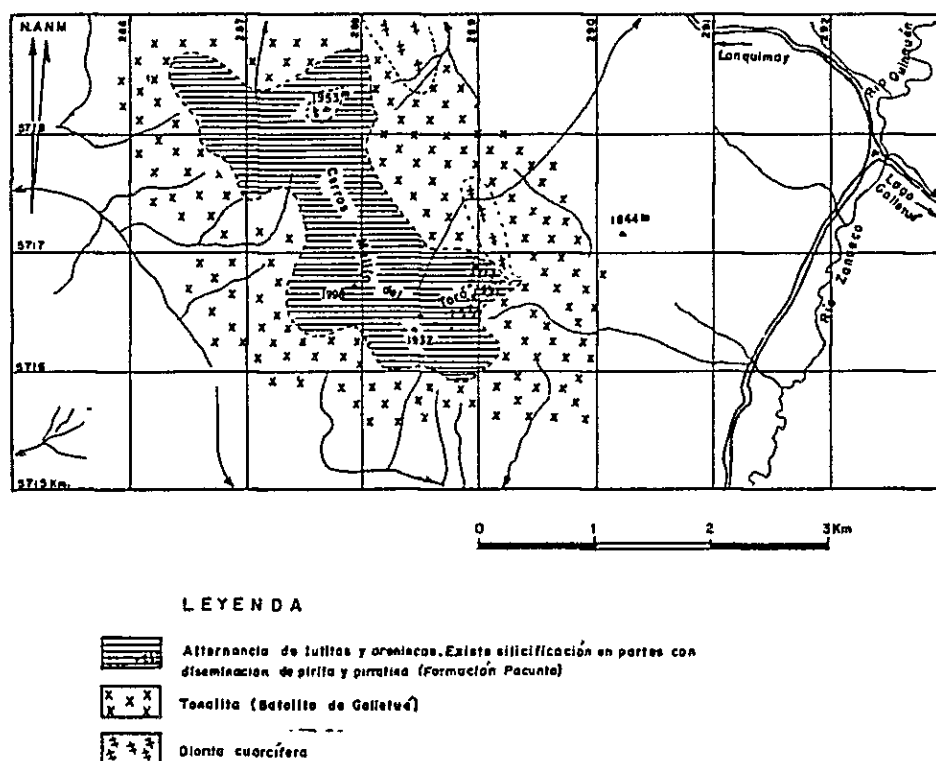


Fig.19 CROQUIS GEOLOGICO DE LA ZONA DE MALLIN DEL TORO

ル岩の進入に伴う一種の接触鉱床と解される。

なお、第三年次の地化学探査によってモリブデンの弱異常 (MMAJ-IIG, 1978) が把握されているが、本調査でモリブデン鉱物は発見されなかった。

以上のように、本鉱化帯は一種の接触鉱床と解され、かつその鉱化・変質作用はごく微弱なものであり、稼行の対象とはなり得ない。よって、今後同鉱化帯に対し更に詳細な調査を行う必要性は極めて少ないものと判断される。

4-5 その他の鉱床・鉱化帯

4-5-1 緒言

以上、4地域に対する広域調査結果及び、その中から抽出された精査地区の調査・探鉱結果を要約して4-4まで述べてきた。

上記4地域以外にも、本協力調査範囲には従来から知られているいくつかの鉱床・鉱化帯がある。そのうちの主要なものについて、本協力調査の一環として予察調査がなされた。以下にそれらの調査結果を要約する。

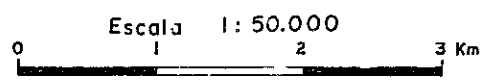
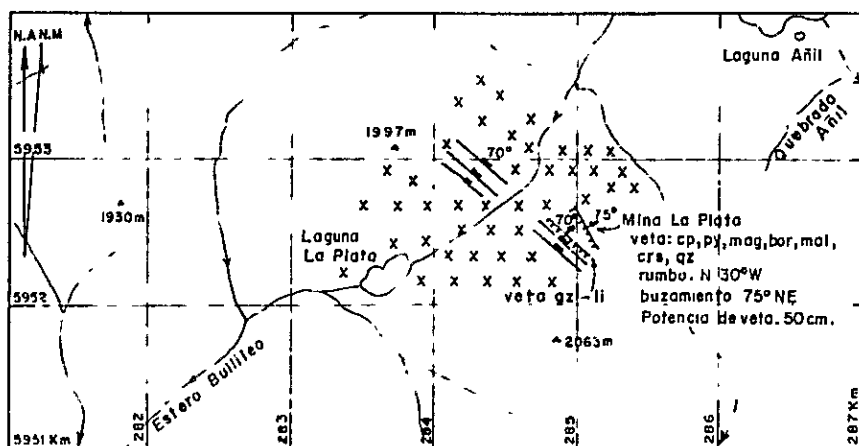
1-5-2 La Plata 鉱床 (Fig. 20)

本鉱床は、パン・アメリカン国道の最寄都市 San Carlos 市の東、直距 51 km、Ñubí 川支流 Bullileo 沢の源流に近い Bullileo 山稜の山腹に位置している。5 万分の 1 L-ara 図幅上では北中央部にあり、本鉱床の座標は南緯 33°32'54"、西経 71°24'04" で、西経 71°24'04" で、標高は約 1,600 m である。

本鉱床は銅の鉱脈鉱床として 1910～1920 年頃に水平坑道、1 立坑が開さくされたと言われているが、産出量は不明である。同鉱山の元従事者の話と周辺の地質状況から判断すると極めて小規模であったことが推測される。

本鉱床付近一帯はパンリス状の花崗閃緑岩体が発達し、同鉱床の母岩となっている。本岩体にはいくつかの小裂かがみられるが、このうち NW 系が比較的優勢で、鉱化作用はこの NW 系に胚胎している。鉱石鉱物としては孔雀石、珪孔雀石、黄銅鉱、斑銅鉱、黄鉄鉱、磁鉄鉱及び褐鉄鉱等がみられ、脈石には石英、電気石及び若干の絹雲母を伴う。主要脈の規模は脈幅 50 cm、走向 N 30°W、傾斜 75°NE (González, 1978) である。その他同じ NW 系の割れ目に沿った石英-褐鉄鉱脈 (走向 N 60°W、傾斜 70°NE、脈幅 5～10 cm) が 2、3 みられるのみである。

本鉱床の胚胎の場となっている裂かが劣勢であること、有用鉱物の濃集が局部的であること、母岩の変質が微弱であること等から判断すると、本鉱床の発展性は極めて低い



Leyenda

- Granodiorita (bafelito)
- Veta
- Rumbo y manto de diclasas

Abreviaturas

- | | | | |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| cp - calcopirita | py = pirita | mag = magnetita | bor = bornita |
| mal = malaquita | crs = crisocola | qz = cuarzo | li = limonita |

Fig.20 CROQUIS GEOLOGICO DE LA MINA LA PLATA

ものと想定される。

よって今後本地区に対し、より詳細な調査、探鉱を行う必要性は極めて少ないものと判断される。

4-5-3 La Mortandad 鉍化帯 (Fig. 21)

本鉍化帯は San Carlos 市の東方約 43 km に位置しており、行政上は第 8 州 Ñuble 県 San Fabián de Alico 地方にある。なお、同鉍化帯の中心部の座標は、南緯 36°34'23"、西経 71°29'20" である。

本鉍化帯は El Imposible 沢の東方、標高 1,200 m の尾根部を中心に、南北約 150 m、東西約 180 m の範囲に発達している黄鉄鉍の鉍染帯である。

母岩は Abanico 層 (白亜紀初期) の安山岩及び同質角礫岩で弱いプロピライト化作用を受けている。

黄鉄鉍はかなり褐鉄鉍化作用を受けており、鉍化帯は全般に赤褐色を呈している。また、黄鉄鉍は微晶の白鉄鉍質である。

本鉍化帯には銅を初めとした有用鉱物は肉眼では全く認められない。また、熱水変質作用もごく微弱な粘土化作用が認められる程度である。

以上のことからして、本鉍化帯はごく弱い温泉作用に伴った黄鉄鉍鉍化作用によって形成されたものと解される。よって、本鉍化帯に対し更に詳細な調査及び探鉱の必要性はないものと判断される。

4-5-4 Mina El Gallo 鉍床 (Fig. 22)

本鉍床は San Fabián de Alico 町の南東、直距 21 km、Ñuble 川支流の Santa Gertrudis 川と Las Damas 沢の中間の Las Damas 山稜部に位置している。Lara 図幅上では南中央部にあり、本鉍床の座標は南緯 36°42'50"、西経 71°24'56" で、標高は 1,850 m である。

本鉍床は銅鉍脈鉍床として 1979 年 6～7 月までに立坑 (深度約 7.70 m) 及び横坑 (延長不明) によって採掘、出鉍されていたが、調査時には休止されていた。今までの産出量は不明である。研量が少ないこと、鉍山設備が全く設けられていないことからみて極めて少量の産出量であったことが推測される。採掘の対象は斑銅鉍、黄銅鉍とみられ、この鉍石のみ坑外で選別、カマス詰めにして馬により運搬された様子が伺える。

本鉍床付近の地質は白亜系 Abanico 層の安山岩及び同火山碎屑岩類とこれに進入する

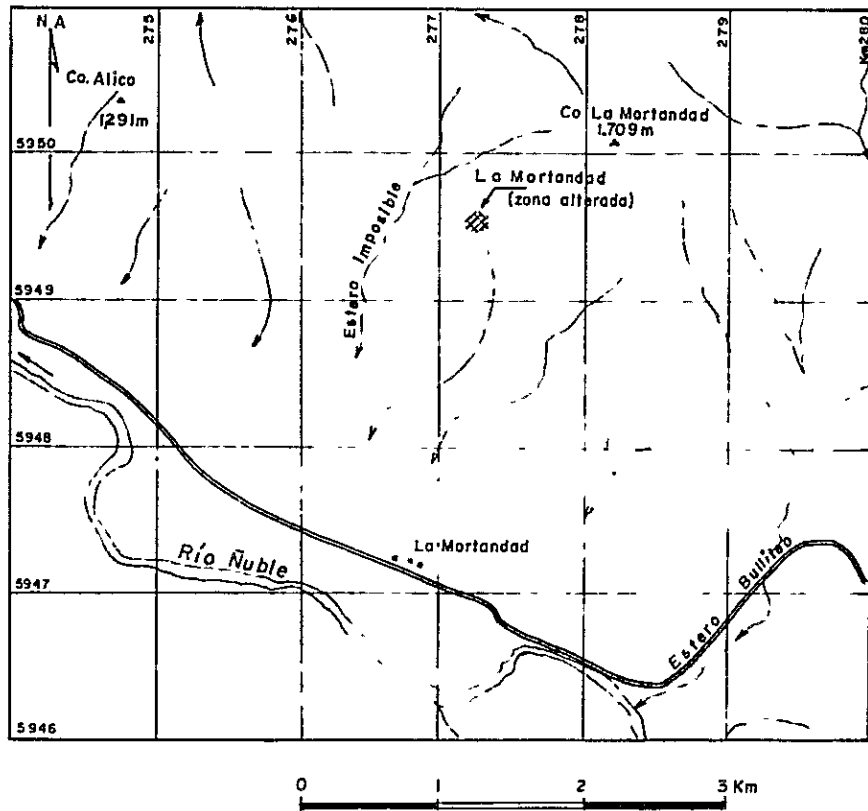


Fig. 21 MAPA DE UBICACION DEL PROSPECTO LA MORTANDAD

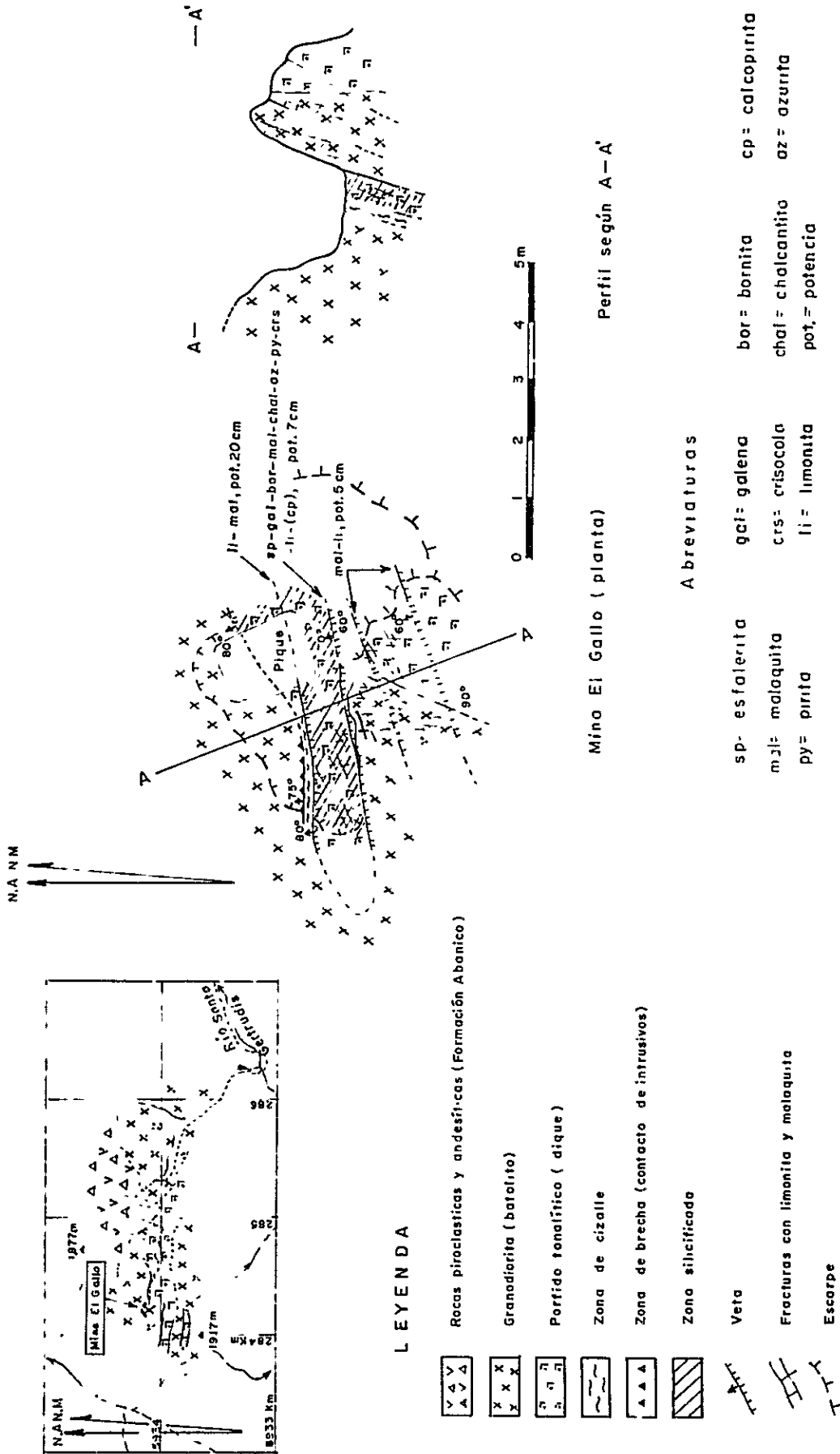


Fig.22 CROQUIS GEOLOGICO DE MINA EL GALLO

第三紀初期パソリス状 Santa Gertrudis 花崗閃緑岩体 (González, 1978) と、同岩体を貫くトーナル岩脈から構成されている。

鉍床は花崗閃緑岩及びトーナル斑岩を母岩としている。鉍石鉍物としては黄銅鉍、斑銅鉍、藍銅鉍、閃亜鉛鉍、方鉛鉍、孔雀石、珪孔雀石、たんぱん及び褐鉄鉍より成る。鉍化作用は幅 3 m の露頭個所においてトーナル斑岩及び花崗閃緑岩中に 5 ~ 20 cm の E-W 系の脈が 4 ~ 5 条観察され、このうち北より 2 条目の脈に比較的銅鉍物の濃集がみられる。この脈は脈幅 7 cm、走向 N 80° E、傾斜 70° N を示し、構成鉍物として孔雀石、珪孔雀石、たんぱん、褐鉄鉍、少量の斑銅鉍及び石英がみられる。なお、掘下より産出された貯鉍からみると下部ではより斑銅鉍に富むものと解される。

トーナル斑岩の一部が舌状 (幅約 60 cm) に花崗閃緑岩中に進入している個所は著しい珪化作用を受け、かつ黄銅鉍、閃亜鉛鉍等の鉍染が認められる。またそのほかの脈には孔雀石、珪孔雀石、たんぱん、褐鉄鉍等がみられるが、極めて微弱である。脈石は微粒、かつ半透明の石英より成る。

なお、本鉍山周辺においては鉍化作用は認められず、局部的に弱い珪化作用、緑泥石化作用及び緑れん石化作用がみられるに過ぎない。

本鉍床の延長上への発展、平行脈の存在が期待されたが、有望なる示徴は得られなかった。本鉍床には部分的に斑銅鉍を主とする銅鉍物の濃集がみられるが、その規模は小さく、細脈であることから今後大きく発展する可能性は極めて低い。したがって、本鉍床に対し、更に詳細な調査、探鉍を行う必要性は極めて少ないものと判断される。

第5章 地質及び鉍化作用総括

5-1 地 質

前述したように、コンセプション東部地域の中で特に鉍床が密集している4地域に対し広域調査を実施したが、その結果を以下に総括する。

この4地域の地質層序をまとめると、Fig. 23のとおりとなる。すなわち、下位層から上位層に向って、時代未詳の片麻岩類及び片岩類、中部ジュラ系、白亜系、始新統、中新統(？)、鮮新統～更新統、更新統及び完新統等の地層が累重している。

時代未詳の地層は、Coihueco - Recinto 地域及び Sierra Nevada 地域に各々発達しており、前者は、黒雲母片麻岩から、また後者はマイロナイト質片麻岩及び黒雲母片岩から成っている。いずれも白亜紀後期～古第三紀初期活動の貫入岩に貫かれており、したがってそれより古いことは明らかであるが、詳細な形成時期は不明である。

また、いずれも分布が小さく本地域の基盤岩であるかどうかについても不明である。

中部ジュラ系は、Sierra Nevada 地域の北東部に優勢に発達しており、珪質頁岩の有律互層、粘板岩質頁岩と灰白色砂岩の有律互層及びレンズ状石灰岩等から成るフリッシュ型堆積物と解される。また、本系は、それを貫く貫入岩の形成時期及び化石からしてジュラ紀中期の形成と解される。

本系は著しい褶曲運動を受けており、その褶曲軸はNNEからNEを示しており、中には過褶曲を示す場合もある。

本系はコンセプション東部地域全域の中でもかなり広い分布を示しており、その分布は地域の東側、すなわちアルゼンチンとの国境近くで優勢である。

白亜系は San Fabián de Alico 地域を除いた3地域に発達しており広域的にプロピライト化を受けた安山岩質の火山噴出物で同質の溶岩流と火砕岩が互層をなしているものである。その厚さは800～2,600 mと場所によって異なるが、いずれの地域でも優勢で、広域的な火山活動の産物と解される。また、その産状及び構成からして、同火山活動は陸域で行われたものと思われる。

アンデス造山運動の先駆的活動の産物としてアンデス山脈沿いにチリ全土にわたって厚い安山岩質の火山噴出物が発達しているが(Abanico層)、本系はその一部をなしているものと解される。この活動に引続いて主として白亜紀後期中～酸性の活発な火成活動が行われており、4地域にみられる鉍化作用の大部分は同活動と関連しているものと解され

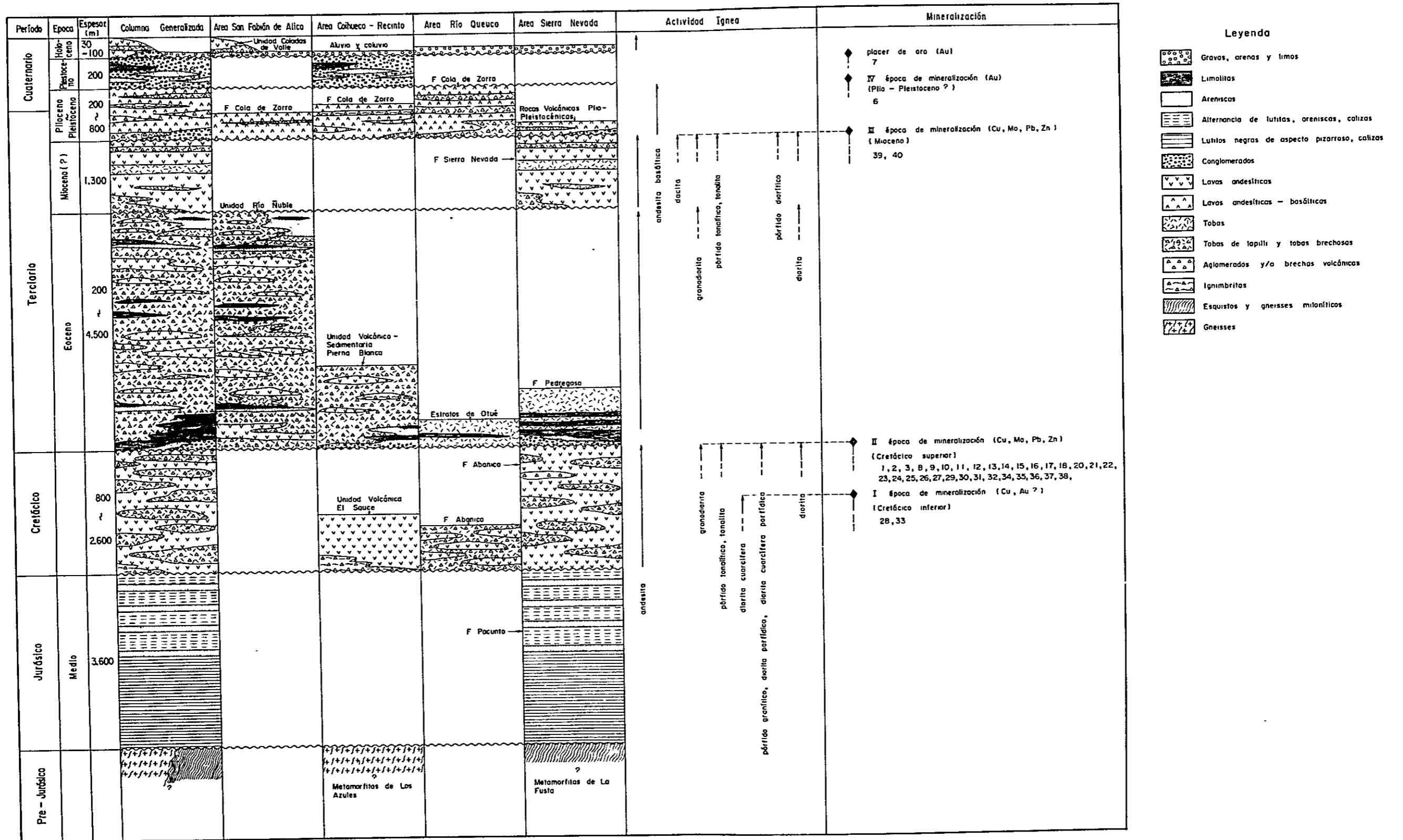


Fig.23 COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA DE LA REGION ANDINA SITUADA AL ESTE DE LA CIUDAD DE CONCEPCION

る。

なお、本系は下位の中部ジュラ系とは不整合をなしている。

また、本系も広域にわたって褶曲運動を受けているが、比較的緩やかな対称褶曲が多く、前述のジュラ系ほど激しい褶曲運動はこうむっていない。

始新統は、4 地域全域に発達しており、特に San Fabián de Alico 地域で厚く、かつ広い分布を示している。本統も安山岩質の火山噴出物はその主体をなすものであるが、同統の下部では礫岩、砂岩、泥岩等の碎屑岩類が卓越しており、したがって、本統形成初期には一部水域に被われ、火山活動も小規模かつ断続的に行われたものと推察される。しかし、その後期になると同活動も再び活発化し、しかも、植物化石、珪化木、溶結凝灰岩などの存在から、その環境が再び陸域に変わっていった。

本統もその厚さは 200~4,500 m と変化に富んでおり、また、ごく緩やかな波状褶曲構造を有している。

本統は地域によって別名称で呼ばれており、San Fabián de Alico 地域では Río Ñuble 火山岩類、Coihueco - Recinto 地域では Pierna Blanca 火山性堆積岩類、Río Queuco 地域では始新統堆積岩類、Sierra Nevada 地域では Pedregoso 層と各々呼称している。

中新統は Sierra Nevada 地域にのみ分布しており、Sierra Nevada 層と呼称している。本統も安山岩質の火山噴出物からなるが、岩質は弱い緑色化を受けた溶岩を主体としており、火砕岩の分布は少ない。

本統の構造はほぼフラットに近く褶曲運動は受けていない。なお、本統は下位の始新統とは不整合関係にある。

本統は上述のように、偏在しており、中新世における火山活動は局地的なものであったと解される。

鮮新統~更新統は Cola de Zorro 層と呼ばれ広域的な分布を示し、岩質はやや塩基性の玄武岩質安山岩類であり、かつ、溶岩流が多く局部的に溶結凝灰岩を挟在している等の点から、鮮新世~更新世には陸域においてかつ、広範囲にかなり活発な火山活動が行われたものと想定される。

本統はいずれの下位層準をも不整合に被っており、かつ、殆んどフラットに近い構造を示している。また、広域変成、鉍化・変質作用いずれも殆んど受けておらず、極めて新鮮な岩層である。

更新統は Coihueco - Recinto 地域の北西隅に小分布をなしており、Cola de Zorro 層

の礫を主体とした礫岩、砂岩、泥岩の互層からなる固結度の低い地層（La Segunda 堆積岩類）である。

本統は調査地域における分布が狭いため堆積環境等不明な点が多いが、既存資料も参考にして考察すると、チリにおける海岸山脈とアンデス山脈に挟まれた低地部（チリでは中央盆地と称している）に堆積した陸性盆地性堆積物と解される。

完新統は現河川沿いの分布を示した砂、礫層から成る段丘堆積物、崖錐堆積物、河床堆積物等を主体としているが、局部的には湖成堆積物、氷河堆積物等もみられ、また San Fabián de Alico 地域南部では現河川沿いに流出したごく最近の安山岩質の溶岩流（Caldas de Valle 火山岩類）も認められる。この溶岩流は、現在でも間欠的に噴煙を上げている Chillán 火山の噴出物と解される。この Chillán 火山を初めとした活火山あるいは休火山はコンセプション東部地域のほぼ中央に南北に、ほぼ 50 Km の間隔で配列（Callaqui 火山、Lonquimay 火山、Llaima 火山等）しており、一つの火山帯を形成している。またそれらのいずれの噴出物も安山岩質～玄武岩質で、かつ成層火山を形成している。

貫入岩類は、その岩相、産状共多種多様で、深成岩、半深成岩としては閃緑岩から花崗岩までの岩相がみられ、また火山岩では玄武岩から流紋岩までの岩相が発達している。これらのうち、最も頻度高くかつ広範囲に分布しているのが花崗閃緑岩で、次いでトータル岩が多い。また、産状も幅数 m の岩脈から露出面積 380 Km² に及ぶバノリスまでみられるが、San Fabián de Alico 地域を除いた地域はバノリスが大勢を占めており、また、San Fabián de Alico 地域では小岩株、シル、岩脈等が多い。

貫入岩の産状については、既存の資料（Mapa Geológico de Chile, 1968: 1/100万）によりコンセプション東部地域全域を大観すると、露出面積の大きいバノリスが多く、岩株などの小規模岩体が少ない。このことは本地域の侵食作用がかなり進んでいることを示しているものであり、このことが後述の大鉱床の存否とも関係しているものと解される。

貫入岩類の岩相上の明瞭な地域的特性は認められないが、北部の Coihueco - Recinto 地域では花崗閃緑岩が卓越しており、中央部の Río Queuco 地域では花崗閃緑岩とトータル岩がほぼ半々で、南部の Sierra Nevada 地域ではトータル岩が優勢になっている。

貫入岩類の活動時期については、K-Ar 法による絶対年代測定を行い検討してきた。その結果をまとめたのが第 6 表である。同表でわかるとおり、最も古い貫入岩は Sierra Nevada 地域北東部に分布している石英閃緑岩岩株（Pacunto 岩体）で、白亜紀前期に当る 123.26 ± 2.32 m.y. を示している。また、各地域に発達しているバノリスは、Río Queuco

第6表 主要貫入岩類の固結年代

地 域	岩 石 名	絶対年代(m.y.)	地 質 年 代	説 明
Coihueco - Recinto	花崗閃緑岩	144 ± 1.6	新第三紀中新世?	電気石化作用を受けており実際より若い値を示している(?) 同一岩体
	"	829 ± 3.8	白 垂 紀 後 期	
	"	85.4 ± 5.2	"	
Río Queuco	ト ー ナ ル 岩	12.3 ± 0.36	新第三紀中新世	ト ー ナ ル 岩 パ ソ リ ス 黒雲母及び角内石が緑泥石化 花崗閃緑岩パソリス(同一岩体) 小岩株, 弱変質している
	花崗閃緑岩	76.50 ± 1.83	白 垂 紀 後 期	
	閃 緑 岩	55.34 ± 1.88	古第三紀晩新世 ~ 始新世	
	斑状閃緑岩	64.19 ± 3.07	白 垂 紀 後 期 ~ 古第 三紀晩新世	
Sierra Nevada	石 英 閃 緑 岩	123.26 ± 2.32	白 垂 紀 前 期	Pacunto 岩体 Galletué パソリス 黒雲母が緑泥石化
	ト ー ナ ル 岩	82.66 ± 1.63	白 垂 紀 後 期	
	花崗閃緑岩	93.62 ± 5.03	"	
	"	80.70 ± 1.26	"	
	ト ー ナ ル 岩	77.24 ± 1.11	"	
	花崗閃緑斑岩	85.05 ± 3.01	"	
	ト ー ナ ル 岩	53.09 ± 1.39	古代三紀始新世	
San Fabián de Alico	花崗閃緑岩	150 ± 1.6	新第三紀中新世	Sante Gertrudis パソリス " " 岩 脈 岩 株
	"	17.8 ± 2.2	"	
	"	17.9 ± 0.9	"	
	閃 緑 岩	10.3 ± 1.5	"	
	ト ー ナ ル 岩	13.4 ± 0.9	"	

•

地域のトータル岩バソリスを除き、83m.y.前後の白亜紀後期を示している場合が多い。なお、Río Queuco 地域のトータル岩バソリス、San Fabián de Alico 地域の花崗閃緑岩バソリス (Santa Gertrudis バソリス) は新第三紀中新世に当る若い活動 (固結) を示している。また、小岩株、岩脈は一般に上記バソリスよりやや若い白亜紀後期～新第三紀中新世を示している。

すなわち、調査地域における深成活動は白亜紀前期に始まり、白亜紀後期に最盛期を迎え、その後弱まりながらも新第三紀中新世まで断続的に続いたものと解される。

また、チリ中央～南部における花崗岩類は西から東に向って大局的に若くなっている傾向がみられる。すなわち、最も西より (海岸山脈沿い) に古世代の花崗岩類が分布し、その東に白亜系が、そして最も東部のアルゼンチンとの国境沿いに第三紀の花崗岩類が各々ほぼ南北に配列している。

このように花崗岩類の年代別分帯を考慮した場合、本協力調査地域は白亜紀のゾーンに相当し、第三紀のゾーンは主としてその東のアルゼンチン側を通っている可能性が充分考えられる。

5-2 地質構造

コンセプション東部地域の地質構造も大局的にはチリの主要構造であるN-S性構造に支配されており、フラクチャー、断層、褶曲共N-S～NNE-SSW系が多くかつ優勢である。ただ本地域南部のSierra Nevada地域では、NE-SW性構造がやや優勢であるが、かなり構造的に乱れており断層、層理共多方向を示している。

褶曲構造は始新統までに発達しておりそれ以降の地層では同構造はみられない。断層運動は鮮新統～更新統のごく若い地層まで認められるが、優勢なものは中新世以前の岩層に多い。これらのことからして本地域における構造運動は中新世以前に活発に行われ、その後は局部的に弱い動きがあったに過ぎないものと解される。

5-3 鉍化・変質作用

調査が実施された4地域において確認された鉍床、鉍化帯あるいは鉍微地を第7表のとおり一覧表にまとめたが、同表が示しているとおり、本地域には種々のタイプの鉍化作用が発達している。すなわち、網状、鉍染状、脈状、層状～塊状、あるいは礫状 (漂砂) 等であるが、このうち最も発達頻度の高いタイプは網状、鉍染状あるいは両者の組合せである。成因的には、熱水性鉍染型 (その一部はポーフィリー・カンバー型)、接触交代型、裂か充填型、二次堆積型、熱水交代型等に分けられる。これらのうち、主なものは、ポーフィ

リー・カッパー型の Galletué 鉍化帯, San José 鉍化帯, 熱水交代型の Mina Curacarel 鉍床, 裂か充填型の Mina El Gallo 鉍床, La Plata 鉍床, 及び鉍染型と裂か充填型が併存している Las Minas del Prado 鉍床である。

鉍種は銅が最も多く, 次いで少量の金及びモリブデンであり, 銀, 鉛, 亜鉛も認められるが, 銅に伴ってごく微量存するに過ぎない。上記の主要鉍床も金鉍床である Las Minas del Prado を除いた全てが銅鉍床である。

銅鉍床の場合, 初生鉍石鉍物は黄銅鉍が圧倒的に多いが, 特異なものとして殆んど斑銅鉍のみからなる Mina Curacarel 鉍床の例がある。また, この Mina Curacarel 鉍床を除いた他の鉍床は殆んど常に黄鉄鉍を伴っている。

また, 銅鉍床における酸化作用, 二次富化作用はいずれも弱く, かつ浅く, 地表で直接初生鉍物が観察される。なお, 二次鉍物として主なものは, 孔雀石, 珪孔雀石, 輝銅鉍, 斑銅鉍等であるが, 特異なものとして, ポーフイリー・カッパー型の San José 鉍化帯の酸化帯では自然銅, 自然銀を産している。

モリブデンは主として上記ポーフイリー・カッパー型鉍床の随伴鉍物として少量輝水鉛鉍の形で産しているに過ぎず, 同鉍単独鉍床は認められない。

金を伴う主な鉍化作用としては前述の Las Minas del Prado 鉍床がある。この他に含金石英の脈状鉍床も 2, 3 みられるが, 小規模で注目に値するものでない。この Las Minas del Prado の金鉍床は第 4 章 4 - 2 - 2 に述べられている如く, 含金石英網状(一部細脈)鉍床で現在でも小規模生産が行われており, 80% 近く Au からなるエレクトラムに, 脈石の石英以外に, 少量の黄鉄鉍を伴った本地域としては特異な鉍床である。

上記の種々のタイプの鉍床の母岩は, 白亜紀後期の貫入岩が最も多く, 次いで, 白亜紀の Abanico 層が多い。なお, Abanico 層を母岩としている場合でも, 上記貫入岩周辺部における Abanico 層が母岩となっている。このほか, 時代未詳の変成岩類, 中部ジュラ系, 始新統, 中新統等を母岩とした鉍化作用も認められるが, 数少なく, かつ同作用も一般に微弱である。なお, 特異な例として鮮新統～更新統 (Cole de Zorro 層) 安山岩を母岩とした Las Minas del Prado 鉍床の一部の含金石英脈の例がある。ただし, この場合の母岩の形成時期が鮮新世～更新世であることについては問題があり, その解明は今後に残されている。また, 最も新しい母岩としては, 更新統の La Segunda 堆積岩類の主として礫岩中に金の二次堆積鉍床があり, これは Las Minas del Prado 鉍床を起源としたものである。

鉍化作用に関係した変質作用の主なものは、珪化作用、絹雲母化作用、緑泥石化作用、炭酸塩化作用等であるが、このうち珪化作用が最も数多く、かつ広範囲にみられる。また、Galletué 及び San José の両鉍化帯では第4章、4-2-3 及び 4-4-2 で述べられているような弱いながら変質の累帯分布が認められる。

関係火成岩としては、その最も古いものとして白亜紀初期の石英閃緑岩が上げられるが、その例は Sierra Nevada 地域に発達する Pedregoso 鉍化帯及び Cordillera Galletué 鉍化帯の2箇所だけである。主要なものは白亜紀後期の大小の貫入岩類が関係火成岩と考えられるが、中でもパンリス岩株に伴った鉍化作用が多い。

関係火成岩の岩質は花崗閃緑岩、トータル岩、トータル斑岩、石英閃緑岩、石英閃緑斑岩、閃緑岩、及び石英安山岩等である。

鉍化作用の時期については、4期に大別される。第1期鉍化期は白亜紀初期の鉍化作用で、これに該当すると思われる鉍化帯として、金、銅の鉍脈型及び銅の接触交代型よりなる Pedregoso 鉍化帯と磁硫鉄鉍の鉍染型よりなる Cordillera Galletué 鉍化帯の2つが上げられる。第2期鉍化期は白亜紀後期の鉍化作用で、調査地域の鉍床、鉍化帯、鉍徴の80%近く(31箇所)が同鉍化期に形成されたものと解される。同鉍化期における鉍種は銅、モリブデンを主体とし、これに微量の鉛、亜鉛を伴っている。同鉍化期の主なものとして Galletué 鉍化帯、San José 鉍化帯、Mina Curacarel 鉍床などが上げられる。第3期鉍化期は新第三紀中新世の鉍床で、これに該当する主なものは Las Tragedias 鉍化帯と Las Minas 鉍化帯である。この期の鉍化作用はごく微量の銅、モリブデンを伴った黄鉄鉍の鉍染が主体である。第4期鉍化期は鮮新世～更新世である。これに該当するものは金の Las Minas del Prado 鉍床1箇所のみである。なお、この第4鉍化期の時代については問題があり、もっと古く、中新世ぐらいまでさかのぼる可能性がある。

以上、本協力調査によって40箇所にあぶ鉍床、鉍化帯あるいは鉍徴地が確認されたが、一般に低品位、小規模で採行の対象になり得るものは把握されなかった。ただ、経済的品位を有するものとして Río Queuco 地域の Cu 2.87% の Mina Curacarel 鉍床が上げられるが、規模が小さく、また、断層による寸断、移動が著しく出鉍品位のコントロールに難点があり、ごく小規模の生産を対象とする場合以外有望視できない。また、Las Minas del Prado 鉍床の網状型の一部は 0.73g/t の Au 品位が見積られるが、この品位は試算の Pay limit (Au 0.93g/t) よりやや低く、かつかなり侵食作用が進んでおり下部に対する発展性が期待できず、大量生産による低コスト化が難しい。ただ本鉍床も局部的には1

8/t以上を有する個所があり、それらを対象としたごく小規模生産を考えた場合、稼行の対象となりうる可能性を秘めている。

また、ポーフイリー・銅型(Galletué) 鉍化帯は鉍化帯の中心部でCu 0.15%、Mo 0.012%のごく低品位の鉍床で、しかも二次富化帯の賦存が殆んど期待できず、また、熱水変質作用も他の同型鉍床の場合に比較して極めて微弱であり、優勢な鉍化・変質作用が行われたとは考え難い。これらの理由から本鉍化帯もその発展性は期待薄である。

Galletué 鉍化帯と同型と解される San José 鉍化帯は探鉍不十分な点もあるが、第4章4-2-3に述べた如く、今までに得られたデータからして、仮に鉍化の中心部が潜頭しているとしてもその規模はごく小規模なものしか期待できない。

以上の調査・探鉍の結果に基づいて、調査を実施した4地域も含めたコンセプション東部地域に対する鉍床賦存の可能性を鉍床タイプ別に検討してみる。

ポーフイリー・銅型鉍床の場合、まず、従来「ポーフイリー・銅鉍床ベルトのチリにおける南限はEl Teniente 鉍床付近であり、その南延長はアルゼンチンに抜ける」(Ruis C., 1965)とされていたが、今次調査におけるGalletué 鉍化帯あるいはSan José 鉍化帯等の確認によって、同ベルトに対する考え方に修正を加える必要があると考える。

本協力調査の結果及び従来の資料(主としてMapa Geológico de Chile, 1968)に基づいて、El Teniente 鉍床以南におけるポーフイリー・銅・ベルトについて次のように考える。

従来考えられている同ベルト中に発達しているポーフイリー・銅鉍床は第三紀の花崗岩類(5 m.y.~60 m.y.)に伴って形成されたものである。この第三紀の花崗岩類は南緯35°付近以南から発達の中心がアルゼンチン側に移っている可能性が考えられ、それ以南から本協力調査地域にかけてのチリ側では白亜紀後期の花崗岩類が主体となっており、同岩類に伴った鉍化作用も白亜紀後期に行われたものが主体となっている。このことからするとポーフイリー・銅・ベルトは関係火成岩の時代及び分布別に複数で存在する可能性がある。すなわち、従来考えられていたベルトは第三紀の花崗岩類に伴ったポーフイリー・銅鉍床密集ベルトであり、同ベルトは従来の考えどおりEl Teniente 鉍床近傍からアルゼンチン側に抜ける可能性が充分考えられる。これと同時にその西側に白亜紀後期の花崗岩類に関係したポーフイリー・銅・ベルトの存在が考えられ、本協力調査地域に発達するポーフイリー・銅鉍床群がこの白亜紀のベルトに該当するも

のと考えられる。

また、協力調査地域に発達したポーフィリー・銅型鉱床はバノリス状の大規模な花崗岩類に伴っている場合が多い。このことは、鉱床の侵食レベルがかなり進んでいることを示すものである。

また、本地域の同型鉱床における酸化・溶脱作用は一般に弱く、かつ小規模であり、したがって二次富化帯の存在があまり期待できない。

脈状鉱床の場合、本地域に発達しているものは一般に、脈幅（せいぜい数十cm）が狭く、かつ連続性に欠ける。

本地域に発達している裂か系は前述の如く、N-S～NNE-SSW性が優勢であり、かなりの連続性がみられるが、Post-mineralizationが多く、この主要裂か系を胚胎の場とした鉱化作用は少なく、むしろ主裂か系の派生割目あるいは斜交割目（NW-SE性）に鉱化作用が多い。

層状鉱床（熱水交代鉱床）の場合、Curacarel 鉱床の例にみられるようにかなり高品位の銅鉱床が期待できる。ただCuracarel 鉱床の場合規模の点に問題があったが、今後本地域において注目すべき鉱床の型の1つと考えられる。今後の探査に際し花崗岩類近傍のAbanico 層には注意を払う必要がある。

接触交代鉱床

一般にバノリス周辺の被貫入岩類は硫化鉱物を伴った接触変成作用を受けているが、概して微弱である。これは恐らく被貫入岩類の性質に起因していると思われる。石灰質岩の発達の悪い本地域で有望な接触交代鉱床を期待することはかなり困難なものと判断される。

その他の鉱床

その他の鉱床として本地域において注目に値したのは含金網状石英脈であろう。今次確認された同タイプのLas Minas del Prado 鉱床は稼行の対象からはずされたが、今後、注目して行く必要のある鉱床型の1つであろう。網状石英脈発達域は十分な調査が望まれる。

第6章 結 論

1977年より1980年まで4ケ年にわたって行われたコンセプション東部地域の鉱物資源開発協力基礎調査の結果を下記に要約する。

(1) 実施された調査方法及び調査量は

ランドサット画像解折	1 地域	5,800Km ²
航空写真解折	4 地域	2,381Km ²
地質調査(広域, 1/50,000)	4 地域	2,381Km ²
地質調査(精査, 1/5,000 ~ 1/10,000)	5 地区	95Km ²
地化学探査		1,954 個
物理探査 (IP法)	2 地区	66.6Km
試錐探鉱	2 地区	1,942.10m (11孔)

であった。

(2) 調査日数は国内外延べ日数で836日, 年平均調査日数は209^日/年であった。

(3) 調査に従事した延べ人数は日本側41名, チリ側24名合計65名であった。

(4) 調査対象地域は, コンセプション東部地域面積約18,000 Km²の中で鉱床密集地域の次の4地域が選ばれた。

San Fabián de Alico 地域

Coihueco-Recinto 地域

Río Queuco 地域

Sierra Nevada 地域

以上の4地域の広域調査によって次の5精査地区が抽出された。

Las Minas del Prado 地区 (Coihueco-Recinto 地域)

San José 地区 (")

Otué 地区 (Río Queuco 地域)

Mina Curacarel 地区 (")

Galletué 地区 (Sierra Nevada 地域)

(5) 以上の5精査地区の調査結果は次のとおりである。

1) Las Minas del Prado 地区

本地区はLas Minas del Prado 鉱床を中心とした地区で, 同鉱床は浅熱水性金鉱

床とこれを起源とした金の漂砂鉱床の2つのタイプから成っている。

初生鉱床は含金石英の脈状及び網状脈から成り、母岩はいずれも Pierna Blanca 火山性堆積岩類を主体としており、一部の鉱脈は Cola de Zorro 層中にも胚胎している。

脈状型は脈巾 1～5cm の十数条の細脈からなり、その平均金含量は 0.93‰ である。また、網状型は 3 ブロックから成り、このうち最も優勢なものは 300×100m の平面的規模を有し、その金品位は 0.73‰ である。

漂砂鉱床は La Segunda 堆積岩の主として礫岩層に二次的に金が沈澱しているもので平均金含有量は 0.026‰ である。

以上、いずれのタイプも経済品位に満たず稼行の対象となり難い。ただし、網状型の一部には部分的に経済的品位を有した個所もあり、それを対象とした選択採掘を考えた場合、ごく小規模な鉱床として稼行の対象となり得る可能性がある。

II) San José 地区

本地区は San José 鉱化帯を中心とした地区で、同鉱化帯は花崗閃緑岩パソリスの縁辺部に発達した一種の Cu, Mo のポーフイリー・カッパー型鉱床で、露頭及び試錐孔の資料では鉱化・変質作用が微弱であり、鉱化の中心部が深部に潜頭している可能性もあるが、小規模なものと想定され、将来における探査価値は低いものと判断される。

III) Mina Curacarel 地区

本地区は、銅の屑状～塊状鉱床である Mina Curacarel 鉱床を中心とした地区で、同鉱床は斑銅鉱を主とし、Abanico 層の火砕岩類を選択的に交代し、鉱床層準も数層準みられ、Cu 品位も 2～3% と比較的高いが、富銅部のほう縮が著しく、小規模で大きな期待はかけられない。

IV) Otué 地区

本地区には、Otué 鉱化帯が発達しており、同鉱化帯は主として岩株状花崗閃緑岩、一部 Abanico 層を母岩とした Cu, Mo の網状、鉱染状一部細脈状の鉱化帯であるが、低品位 (Cu 0.18～0.20%, Mo 0.004～0.008%) で、かつ規模が小さく、有望視することは難しい。

V) Galletué 地区

本地区には Galletué 鉱化帯を中心とした地区であり、今次調査において最も主力を注いだ鉱化帯である。本鉱化帯はトータル岩より成る Galletué パソリスの斑状組織を有した岩相を中心に発達した Cu, Mo のポーフイリー・カッパー型鉱床で、部分的にフ

イリック変質も強く、また、変質に累帯配列もみられ、物理探査、試錐探鉱に期待がもたれたが、鉱化の中心部で平均品位 Cu 0.15%、Mo 0.012%と低品位であり、稼行の対象とはなり難いことが判明した。

(6) 以上の5精査地区以外にも、35個所に及ぶ鉱化帯、鉱微地が今次調査で確認されたが、いずれも微弱で精査対象地域に取上げられるほどのものは見い出せなかった。

(7) 以上の調査結果から調査地域における鉱化作用の特徴を要約すると、

I) 本地域は銅の鉱化作用が中心で、これに部分的に金、及びモリブデンがみられ、その他の鉱種は顕微鏡的な量に過ぎない。

II) 鉱化作用は、白亜紀初期・白亜紀後期、第三紀中新世(?), 鮮新世～更新世(?)の4期に大別でき、このうちの白亜紀後期に大部分は集中している。

III) 関係火成岩は白亜紀後期活動のバソリス状あるいは岩株状の花崗閃緑岩、トーナル岩が圧倒的に多い。

IV) 鉱床の型は、熱水鉱染型(一部ポーフイリー・カッパー型)、鉱脈型、熱水交代型、接触交代型、及び二次堆積型等がある。

V) 一般に酸化・溶脱作用が弱く、かつ二次富化帯の発達は極めて貧弱である。

(8) チリ中央一南部におけるポーフイリー・カッパー・ベルトは複数で存在することが考えられ、El Teniente 鉱床付近をチリにおける南限とした第三紀の花崗岩類に関係したベルトは南緯35°付近でアルゼンチン側に抜ける可能性があり、本協力調査地域に発達する Gall-etué や San José 等のポーフイリー・カッパー型鉱床は白亜紀後期の花崗岩類に関連して形成されたもので、上記のベルトの西側を通る別のベルトに属していると解釈される。

文 献

文 献

- ALFARO, G. y GAJARDO, A. (1978): Carta Metalógena de La VIII Región Administrativa de Chile y Provincia de Malleco. X Región Congreso Geológico Argentino Neuquén, Argentina.
- ALMEYDA y SAEZ, F. (1958): Recopilación de Datos Climáticos de Chile y Mapas Sinópticos Respective. Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago.
- FUENZALIDA, H. (1965): Clima en Geografía Económica de Chile. CORFO.
- GONZALEZ, F. (1978): Exploración Geológica en La Región Cordillerana de La Provincia de Ñuble. VIII Región, Inst. Invest. Geol., Chile, informe inédito.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS (1968): Mapa Geológico de Chile a escala 1:1,000,000 Santiago.
- 金属鋳業事業団及び国際協力事業団(1978): チリ共和国鋳物資源開発基礎調査報告書, 第三年次
- 金属鋳業事業団及び国際協力事業団(1980): チリ共和国コンセプション東部地区資源開発協力基礎調査報告書, 第二年次
- RUIZ, C. (1965): Geología y Yacimiento: Metalíferos de Chile. Inst. Invest. Geol., Chile.
- 武内 寿久 編(1978): 斑岩銅鋳床の流体包有物と鋳化流体, 鋳山地質, 28, 117~130.

Tabla 7 コンセプション東部地域鉱床、鉱化帯一覧表

鉱床名	位置			鉱化作用			母岩	変質作用	関係火成岩	鉱化時期	規模	品位	探査実績	将来への展望
	所在地	座標(鉱床中心)	鉱床型	鉱石鉱物	脈石鉱物									
1 San José 鉱化帯	第8州 Ñuble 県 Pinto 町 San José 地区(鉱化帯)	36° 48' 44" S 71° 36' 08" W	網状、鉱床、 網状(ナブール -カウ-型)	py, ep, mo, sp, pyr, NCu, NAg, bo, cup, cc, mal mt	qz, chl, cal	花崗閃緑岩	chlor, carb, seric, epid	花崗閃緑岩 (ハノリス)	白亜紀末	長さ 1300 m, 巾 700 m, 厚さ 300 m	Cu 0.08%, Mo 2 ppm, S 0.442%	地質及び地化探査、物探(IP 法) 4 km, 試掘 607.8 m (3孔)	鉱化の中心部が深部に潜している可能性もあるが、 小規模なものと想定される。	
2 Chillán 川鉱床	第8州 Ñuble 県 Pinto 町 Chillán 川流域	36° 50' 10" S 71° 33' 54" W	鉱床、網状	py, cp	qz, chl, cal	同上	chlor, sil	同上	同上	ごく小規模	-	地質及び地化探査	微小、微弱で発展性は期待できない。	
3 Pierna Blanca 沢鉱床	第8州 Ñuble 県 Pinto 町 Pierna Blanca 沢	36° 17' 05" S 71° 34' 27" W	同上	py, cp	qz	同上	chlor	同上	同上	同上	-	同上	同上	
4 Los Azules 南鉱床	第8州 Ñuble 県 Coihueco 町 Los Azules 地区南	36° 43' 03" S 71° 34' 14" W	網状(1条のみ)	cp, py	qz	同上	chlor	同上	不明	微細網	-	同上	同上	
5 Los Azules 鉱化帯	第8州 Ñuble 県 Coihueco 町 Los Azules 地区	36° 42' 36" S 71° 35' 02" W	鉱床	py, pyr, sp	qz, mus	珪化岩	sil, mus	花崗閃緑岩(?)	不明	東西 2 km × 南北 0.5 km	Au < 40 ppb, Ag < 0.2 ppm, Cu 7~48 ppm, Zn 2~33 ppm, S 0.03~5.84%	地質及び地化探査、坑道探査 8 m + α	同上	
6 Los Minas del Prado 鉱床(初生)	第8州 Ñuble 県 Coihueco 町 Las Minas del Prado 地区	36° 40' 42" S 71° 41' 10" W	網状、網状	Au, py	qz, mont, halo	安山岩質凝灰岩、 石英安山岩、安山岩	sil, chlor, seric carb, montmoll	不明	新第三紀鮮新世~ 第四紀更新世	脈状 脈巾 2~5 cm 網状 300 × 100 m	脈状 Au 0.932 g/t 網状 Au 0.73 g/t	地質及び地化探査、物探(IP 法) 3.4 km, 坑道探査: 探坑 53 m × α, 7坑 数ヶ所、トレンチ 1 露入堀	網状鉱床を対象とした小規模露天掘を考えた場合、 採行の対象となり得る可能性も持っている。	
7 Los Minas del Prado 鉱床(砂)	同上	36° 40' 23" S 71° 41' 13" W	漂砂金	Au	-	礫石、砂岩、泥岩、 河川堆積物	-	-	第四紀更新世	南北 1.8 km, 東西 0.6 km 約 600 万 t	Au 0.026 g/t (礫石中の品位)	無数のカッティングが散在 地質及び地化探査	低品位で採行の対象とは成り難い。	
8 El Sauce 南鉱床	第8州 Ñuble 県 Coihueco 町 Los Hormigones 沢	36° 38' 18" S 71° 32' 08" W	鉱床	py	-	安山岩(El Sauce 火山岩類)	sil, seric	不明	後白亜紀前期	ごく小規模	S 3% (見込み)	地質及び地化探査	微小、微弱で発展性は期待できない。	
9 El Purgatorio 沢鉱床	第8州 Ñuble 県 Coihueco 町 Purgatorio 沢	36° 38' 42" S 71° 35' 10" W	脈状(N70 E, 60° S)	Au, py	qz	同上	sil, chlor	同上	同上	脈巾 2~5 cm	Au 105 g/t, Ag 32 g/t, Cu 8 ppm, Zn 23 ppm	地質及び地化探査、トレンチ 14 m	同上	
10 Curacareí 鉱床	第8州 Bío-Bío 県 Santa Bárbara 町 Otue 川南端	37° 47' 00" S 71° 30' 00" W	脈状~不規則塊状 脈状	bo, mal, cc, cv, cp, tenor	cal, zeo	安山岩質凝灰岩 (Abanico 層)	sil, chlor, epid carb	花崗閃緑岩(?)	白亜紀後期	脈巾 1 m, 走向延長 20 m + (脈状)	Cu 2.87% (Tot), Sol. Cu 1.23%	坑道探査 180 m + α, 小ピット 地質及び地化探査	脈幅が著しく小規模で発展性は期待できない。	
11 Otue 鉱化帯	第8州 Bío-Bío 県 Santa Bárbara 町 Bío-Bío 部落 Quitimahue 沢上流	37° 45' 19" S 71° 28' 30" W	鉱床(一部網状 及び脈状)	py, cp, mo, pyr sp, ilm, mt, mal chry	qz, ser	花崗閃緑岩、安山岩 (Abanico 層)	sil, seric, chlor, carb, epid, arg	花崗閃緑岩	古第三紀初期	南北 2.5 km, 巾 150 m	Cu 0.18~0.20%, Mo 0.004 ~0.008%	地質及び地化探査	低品位、小規模で発展性は期待できない。	
12 Blanco Grande 沢鉱床	第8州 Bío-Bío 県 Santa Bárbara 町	37° 44' S 71° 30' 30" W	gossan	lim	-	花崗閃緑岩、安山岩 岩脈	sil	同上	同上	南北 1 km, 東西約 300 m	-	地質及び地化探査	有用鉱物の濃集は期待できない。	
13 Cañicu 地区(鉱1)	同上	37° 44' 30" S 71° 30' W	脈状	ox-Cu	-	花崗閃緑岩	-	同上	同上	脈巾 1~2 m, 延長 1 m	-	同上	微小、微弱で発展性は期待できない。	
14 Cañicu 地区(鉱2)	同上	37° 45' 30" S 71° 30' W	脈状	ox-Cu (2条)	-	安山岩(Abanico 層)	-	同上	同上	脈巾 1~2 cm	-	5 m の 鍾洞坑道あり 地質及び地化探査	同上	
15 Azul Grande 沢鉱床	同上	37° 43' 30" S 71° 34' W	gossan	lim	-	同上	sil	同上	同上	300 × 1,000 m	-	地質及び地化探査	同上	
16 Bío-Bío 川鉱床	同上	37° 47' 30" S 71° 40' 30" W	鉱床	py, cp	-	安山岩及び火砕岩 (Abanico 層)	sil	不明	後白亜紀後期	-	-	同上	同上	
17 Veta Santa Rita 鉱化帯	同上 Copiaco 沢	37° 48' 02" S 71° 30' 01" W	脈状(N80 W, 65° S)	bo, cp, py, ox-Cu	chl	花崗閃緑岩	chlor	花崗閃緑岩(?)	古第三紀初期(?)	脈巾 0.5 m, 延長 30 m +	Cu 2% (見込み)	同上	同上	
18 Veta Gatica 鉱化帯	第8州 Bío-Bío 県 Santa Bárbara 町 Minquimillio 沢	38° 49' 20" S 71° 33' 10" W	脈状(断層帯) N70 E, 90°	py, cp, mo, ox-Cu, lim	qz	同上	seric, chlor	同上	同上	25 m ²	Cu 1.45%, pb 0.15%, Zn 0.01%, Ag 110 ppm, Au 200 ppb	同上	同上	
19 Veta Puente Angosto 鉱床	第8州 Bío-Bío 県 Santa Bárbara 町 Pangue 川	37° 53' 50" S 71° 32' 00" W	鉱床(断層帯) N40° W, 90°	py	-	安山岩(Abanico 層)	sil, arg	不明	不明	脈巾 3 m	Cu 0.01%, pb 0.01%, Zn 0.01%, Fe 18.87%, S 1.52%, Au 150 ppb	同上	低品位で発展性は期待できない。	
20 Veta La Union	第8州 Bío-Bío 県 Santa Bárbara 町 Butaco 沢	37° 58' 30" S 71° 33' 00" W	脈状(断層帯) (N-S, 70° E)	py, gal, sp	qz	安山岩及び安山岩質 凝灰岩	sil	同上	後白亜紀中期	延長 3 m, 巾 50~70 cm	Ag 59 g/t	地質及び地化探査	微小、微弱で発展性は期待できない。	
21 Las Quemadas 地区鉱床	第8州 Bío-Bío 県 Santa Bárbara 町 Butaco 沢	37° 59' 50" S 71° 29' 40" W	脈状(N30 W, 20° S)	gal, sp, cp	qz	安山岩(Abanico 層)	-	同上	同上	延長 4 m, 巾 10 cm	Ag 81 g/t	同上	同上	
22 Leu 沢鉱床	第8州 Bío-Bío 県 Santa Bárbara 町 Leu 沢	37° 59' 20" S 71° 31' 30" W	脈状(断層帯)	gal, sp	qz	同上	-	同上	同上	延長 30 cm, 巾 20 cm	-	同上	同上	

鉱床名	位置		鉱床型			母岩	実質作用	関係火成岩	鉱化時期	規模	品位	探鉱実績	将来への展望
	所在地	座標(鉱床中心)	鉱床型	鉱石鉱物	脈石鉱物								
23. Pangué川鉱床	第8州 Bio-Bio県 Santa Bárbara町 Pangué川	37° 53' S 71° 31' W	鉱床状、細脈	py		安山岩(Abanico層)		不明	白亜紀中期	NE-SWに3km	S10% (最高見込み)	地質及び地化探査	有用鉱物の濃集は期待できない。
24. Alto de Pangué地区鉱床	第8州 Bio-Bio県 Santa Bárbara町 Alto de Pangué山	37° 54' 30" S 71° 35' 40" W	鉱床状	py		安山岩(Abanico層)及び花崗閃緑岩	sil, arg, prop	同上	古第三紀初期(?)	0.25km ²	-	同上	同上
25. Galletué鉱化帯	第9州 Malleco県 Lonquimay町 Galletué湖	38° 42' 36" S 71° 19' 19" W	網状、鉱床状一部脈状 (ターノイリ-カパー型)	py, cp, mo, mt, pyr, sp, gal, mal	qz, ser	トータル珪岩及びトータル岩	中上部より qz-ser 帯→ser-chl 帯→chl-epid 帯→脈状実質帯の交代帯あり	トータル珪岩	白亜紀後期	1.0km×0.5km (中心部)	Cu 0.15%, Mo 0.012% (中心部)	地質及び地化探査 物探(IP法) 28.2km, 試掘探鉱 1334.30m (8孔)	ターノイリ-カパー型鉱床に属すると解されるが低品位で採行の対象とは成り難い。
26. Río Quinquén 鉱化帯	第9州 Malleco県 Lonquimay町 Quinquén川上流域	38° 34' 05" S 71° 22' 10" W	網状、鉱床状	mt, cp, pyr, hm	qz	花崗閃緑岩及び頁岩、砂岩(Pacunto層)	sil, arg	石英閃緑岩	白亜紀後期	250×300m	Cu 0.07%, Mo 8 ppm, Fe 5.38%, S 2.64%, Ag 0.9 ppm, Au 40 ppb	地質及び地化探査	買入岩によるごく微弱な接触交代鉱床と解され、したがってその発展性は期待薄である。
27. Estero El Saltillo 鉱化帯	第9州 Malleco県 Lonquimay町 El Saltillo沢	38° 35' 26" S 71° 21' 23" W	鉱床	pyr	-	頁岩、砂岩 (Pacunto層)	sil, arg	閃緑岩	同上	500×300m	-	同上	同上
28. Cordillera Galletué 鉱化帯	第9州 Malleco県 Lonquimay町 Cajón Chico沢北方	38° 35' 00" S 71° 17' 56" W	鉱床	pyr	-	同上	sil	石英閃緑岩	白亜紀初期	500×200m	-	同上	同上
29. Estero Cajón Chico 鉱化帯	第9州 Malleco県 Lonquimay町 Cajón Chico沢上流域	38° 35' 29" S 71° 18' 56" W	鉱床状、細脈	py, pyr, cp	-	砂岩、珪質頁岩	sil	トータル岩あるいは石英閃緑岩(?)	白亜紀末〜古第三紀初期(?)	400×300m	Cu 0.02%, Fe 20.06%, S 12.87%, As 875 ppm	地質及び地化探査	層状買入岩による接触交代鉱床と解されるが、小規模、低品位で採行の対象とは成り難い。
30. Liturancura 鉱化帯	第9州 Malleco県 Lonquimay町	38° 37' 00" S 71° 17' 46" W	鉱床状	mt, py, cp	スカルノ鉱物	安山岩質凝灰岩(Abanico層)	接触交代作用(輝石帯→角閃石帯)	閃緑岩	同上	1500×600m	Cu<0.01%, Pb<0.01%, Zn 0.01%, Fe 5.02%	同上	接触交代鉱床で鉱化・実質帯の規模はかなり大きい。低品位で採行の対象とは成り難い。
31. Mallín del Toro 鉱化帯	第9州 Malleco県 Lonquimay町 Mallín del Toro山麓	38° 40' 16" S 71° 25' 29" W	鉱床状	py, pyr, cp	qz K-feld	砂岩、頁岩 (Pacunto層)	sil, chlor, epid	トータル岩	同上	800×1000m	-	同上	同上
32. La Fusta 鉱化帯	第9州 Malleco県 Lonquimay町 Lonquimay川	38° 35' 32" S 71° 26' 41" W	鉱床状	py	-	片麻岩	sil, seric	同上	同上	100×300m	Cu<0.01%, Pb<0.01%, Zn<0.01%, Fe 5.90%, S 2.96%	同上	ごく微弱な接触交代鉱床と解され、発展性は期待薄である。
33. Pedregoso 鉱化帯 (別名 Río Pacunto)	第9州 Malleco県 Lonquimay町 Paule川右岸	38° 31' 44" S 71° 17' 58" W (接触交代鉱床) 38° 32' S, 71° 19' W (脈状)	接触交代鉱床及び脈状(N-S, 90°)	接触交代 pyr, py, cp 脈状 pyr, py, cp mal, Au(?)	脈状 qz	接触交代 砂岩、頁岩、石灰岩 脈状 石英閃緑岩	接触交代 sil 脈状 sil, chlor, epid	石英閃緑岩	白亜紀初期	接触交代 10×10m 脈状 脈巾1~5cm 延長5~10m	脈状 Au 38 g/t, Ag 9.18 g/t, Cu 0.07%, Mo 12 ppm, Fe 8.53%, S 0.39%	接触交代 若干のトレンチ及び立坑地質及び地化探査	ごく小規模なもので採行の対象とは成り難い。
34. Cordillera Lonquimay 鉱化帯	第9州 Malleco県 Lonquimay町 Lonquimay山麓	38° 32' 04" S 71° 21' 41" W	脈状(N50°W, 75°N)	py, mt	qz	砂岩、頁岩 (Pacunto層)	-	トータル岩	白亜紀末〜古第三紀初期	細脈	Cu<0.01%, Pb<0.01%, Zn<0.01%, Fe 1.42%, S 0.02%, Au<40 ppb, Ag 0.3 ppm	地質及び地化探査	微小、微弱で発展性は期待できない。
35. Estero Huemules 鉱化帯	第9州 Malleco県 Lonquimay町 Huemules沢	38° 32' 32" S 71° 21' 14" W	脈状(N20°E, 80°W)	py	qz	トータル岩	sil, seric	同上	同上	細脈(4条)	Cu<0.02%, Pb<0.01%, Zn<0.01%, Fe 3.75%, S 0.65%, Au<40 ppb, Ag<0.2 ppm	同上	同上
36. La Plata 鉱床	第8州 Ñuble県 San Fabián de Alico町 Bullifco山麓	36° 32' 54" S 71° 24' 04" W	脈状(N30°W, 75°NE)	mal, chyr, cp, bo, py, mt	qz, tour, ser	花崗閃緑岩	-	花崗閃緑岩	同上	5~50cm (3条)	-	水干坑道(延長不明)、立坑、予探査	ごく小規模なもので採行の対象とは成り難い。
37. La Mortandad 鉱化帯	第8州 Ñuble県 San Fabián de Alico町 La Mortandad 節溝	36° 34' 23" S 71° 29' 20" W	鉱床状	py		安山岩(Abanico層)	arg	不明	白亜紀中期	南北150m, 東西180m	-	予探査	有用鉱物の濃集は期待できない。
38. La Mina El Gallo 鉱床	第8州 Ñuble県 San Fabián de Alico町 Las Damas山麓	36° 42' 50" S 71° 24' 56" W	脈状一部鉱床 (E-W, 70°N)	cp, bo, cv, sp, gal, mal, chyr	qz	石英閃緑岩 トータル岩	sil, chlor, epid	トータル岩	白亜紀末〜古第三紀初期	脈巾5~20cm 4~5条	-	1979年6~7月まで小規模生産 採坑(延長不明)、立坑770m 予探査	ごく小規模で採行の対象とは成り難い。
39. Las Tragedias 鉱化帯	第8州 Ñuble県 San Fabián de Alico町 La Mortandad山	36° 34' 21" S 71° 11' 21" W	鉱床状(ターノイリ-カパー型)	py, cp, pyr, mt, sil, msr, ilm, hm	qz, ser	トータル珪岩, Río Ñuble 火山岩類	sil, seric, arg, chlor	同上	中新世	1km×1km	Au<20ppb, Ag0.4ppm, Cu223ppm, Mo170ppm, Pb7ppm, Zn24ppm, Fe396%, S0.62%	地質及び地化探査	鉱化・実質作用がごく微弱である。
40. Las Minas 鉱化帯	第8州 Ñuble県 San Fabián de Alico町 Las Minas沢	36° 48' 45" S 71° 15' 02" W	同上	py, cp, sp, pyr	qz, ser	トータル珪岩	sil	同上	同上	800×800m	Au<20ppb, Ag0.5ppm, Cu192ppm, Mo233ppm, Pb9ppm, Zn37ppm, Fe273%, S0.72%	同上	同上

略号: py: 黄鉄鉱, cp: 黄銅鉱, mo: 輝水鉛鉱, sp: 閃亜鉛鉱, pyr: 磁黄鉄鉱, cup: 赤銅鉱, ce: 輝銅鉱, Ncu: 自然銅, Nag: 自然銀, bo: 斑銅鉱, mal: 孔雀石, mt: 磁鉄鉱, Au: 金, cv: 銅らん, tenor: 錳銅鉱, ilm: チタン鉄鉱, chyr: 珪孔雀石, ilm: 褐鉄鉱, ox-Cu: 酸化銅鉱, gal: 方鉛鉱, hm: 赤鉄鉱, qz: 石英, chl: 緑泥石, cal: 方解石, mus: 白雲母, mont: モノモロロナイト, halo: ハロワイト, zeo: 沸石, ser: 絹雲母, K-feld: カリ長石, tour: 電気石, chlor: 緑泥石化作用, carb: 炭酸塩化作用, seric: 絹雲母化作用, epid: 緑泥石化作用, sil: 珪化作用, mus: 白雲母化作用, mont: モノモロロナイト化作用, arg: 粘土化作用, prop: プロピタイト化作用



