

チリ共和国 アントファガス南部地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第二年次

昭和62年2月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

チリ共和国アントファガス南部地域  
資源開発協力基礎調査報告書

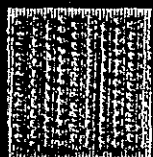
第二年次

昭和六十二年三月

国際協力  
金属鉱業

704  
66.1  
MPN  
LIBRA

金属鉱業  
C-R(3)  
87-37



國際協力事業団  
16206  
圖書資料室蔵書

704  
61  
1971



JICA LIBRARY



1030135[6]



チリ共和国 アントファガスタ南部地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第二年次

昭和62年2月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

国際協力事業団

受入 月日	'87. 4. 22	704
登録No.	16206	66.1 MPN



## は し が き

日本国政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国アントファガスタ南部地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和61年度が第二年次にあたり、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して、昭和61年8月31日から昭和61年12月11日まで現地に派遣した。

現地調査はチリ共和国鉱山省鉱業地質局の協力を得て予定どおり完了した。本報告書は第二年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。おわりに、本調査実施にあたって御協力いただいたチリ共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在チリ日本国大使館、及び関係各位の方々に対して衷心より感謝の意を表すものである。

昭和62年 2月

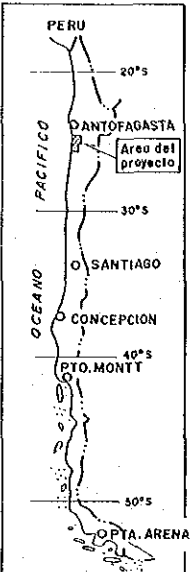
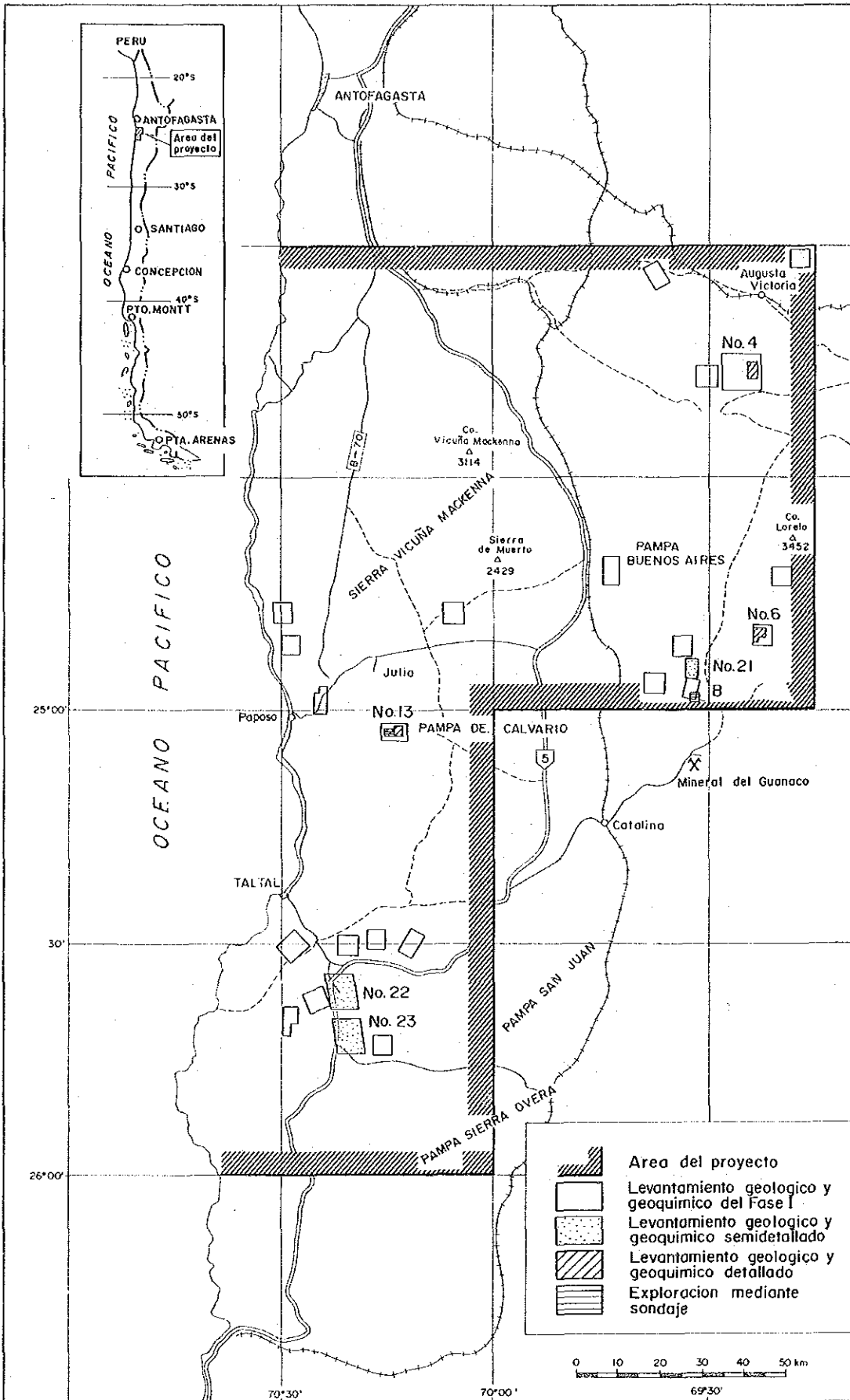
国際協力事業団






総 裁 有 田 圭 輔

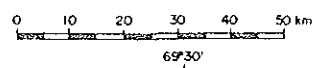
金属鉱業事業団

理事長 佐 藤 淳 一 郎





-  Area del proyecto
-  Levantamiento geológico y geoquímico del Fase I
-  Levantamiento geológico y geoquímico semidetallado
-  Levantamiento geológico y geoquímico detallado
-  Exploración mediante sondaje





# 目 次

はしがき

調査位置図

要 約

序 論

第1章	緒 言 .....	17
第2章	調査の内容 .....	17
2-1	調査方法 .....	17
2-2	調査区域 .....	18
2-3	調査量 .....	20
2-4	調査期間 .....	20
2-5	調査団の編成 .....	21

各 論

第 I 部	地質調査・地化学探査 .....	25
第1章	準精査地域 .....	25
1-1	No. 21地区 .....	25
1-2	No. 22地区 .....	31
1-3	No. 23地区 .....	42
1-4	Guanaco鉍山地区 .....	48
第2章	精査地域 .....	57
2-1	No. 4地区 .....	57
2-2	No. 6地区 .....	67
2-3	No. 13地区 .....	73
第 II 部	ボーリング調査 .....	81
第1章	目的・工法・掘進状況 .....	81
1-1	調査目的 .....	81
1-2	ボーリング工法及び使用機材 .....	83
1-3	掘進状況 .....	85
第2章	B地区地質・鉍床 .....	88
2-1	孔別地質・鉍床状況 .....	88
2-2	地質総括 .....	120
2-3	地質構造 .....	133

2-4	鉾床.....	133
2-5	考察.....	136
2-6	結論.....	139
第3章	No. 13地区地質・鉾床 .....	140
3-1	孔別地質・鉾床状況.....	140
3-2	結論 .....	144
第 III 部	結論および提言 .....	151
第 1 章	結論 .....	151
1-1	準精査地域.....	151
1-2	精査地域.....	152
1-3	ボーリング調査地域.....	152
第 2 章	第 3 年次への提言.....	153

REFERENCIAS

APENDICES

付 表

第 1-1 表	調査位置座標
第 1-2 表	作業工程表
第 1-3 表	調査期間
第 I-1-1表	No. 21地区高品位脈鉱況
第 I-1-2表	No. 21地区、B地区、No. 8地区の鉱化作用及び変質作用
第 I-2-1表	日本における新第三紀金・銀脈中の流体包有物の均質化温度
第 II-1- 1 表	各ボーリング孔の位置、方位及び傾斜
第 II-1- 2 表	ボーリング工事の実施量

付 図

第 I-1 図	調査位置図
第 I-1-1 図	No. 21地区地質模式層序図
第 I-1-2 図	No. 21地区地質図
第 I-1-3 図	No. 22地区地質模式層序図
第 I-1-4 図	No. 22地区地質図
第 I-1-5 図	Union鉱床探鉱採掘実績図
第 I-1-6 図	No. 23地区地質模式層序図
第 I-1-7 図	No. 23地区地質図
第 I-1-8 図	Guanaco鉱山地区地質模式層序図
第 I-1-9 図	Guanaco鉱山地区地質図
第 I-1-10 図	Guanaco鉱床モデル
第 I-2-1 図	No. 4地区地質模式層序図
第 I-2-2 図	No. 4地区地質図
第 I-2-3 図	No. 4地区変質帯概念図
第 I-2-4 図	0.5モルの硫黄を含む水溶液中における金の溶解度
第 I-2-5 図	No. 6地区地質模式層序図
第 I-2-6 図	No. 6地区地質図
第 I-2-7 図	No. 13地区地質模式層序図
第 I-2-8 図	No. 13地区地質図
第 II-1-1 図	掘削計画図
第 II-2-1 図	ボーリング柱状図 B-1号(1)
第 II-2-2 図	ボーリング柱状図 B-1号(2)
第 II-2-3 図	B-1号Au及びAg品位図
第 II-2-4 図	B-1号Pb及びCu品位図
第 II-2-5 図	B-1号Zn及びAs品位図
第 II-2-6 図	ボーリング柱状図 B-2号(1)
第 II-2-7 図	ボーリング柱状図 B-2号(2)
第 II-2-8 図	ボーリング柱状図 B-2号(3)
第 II-2-9 図	ボーリング柱状図 B-3号(1)
第 II-2-10 図	ボーリング柱状図 B-3号(2)
第 II-2-11 図	ボーリング柱状図 B-3号(3)
第 II-2-12 図	ボーリング柱状図 B-4号(1)



第 II-2-13 図	ボーリング柱状図 B-4号(2)
第 II-2-14 図	ボーリング柱状図 B-4号(3)
第 II-2-15 図	ボーリング柱状図 B-5号(1)
第 II-2-16 図	ボーリング柱状図 B-5号(2)
第 II-2-17 図	ボーリング柱状図 B-5号(3)
第 II-2-18 図	ボーリング柱状図 B-6号(1)
第 II-2-19 図	ボーリング柱状図 B-6号(2)
第 II-2-20 図	ボーリング柱状図 B-6号(3)
第 II-2-21 図	ボーリング柱状図 B-7号(1)
第 II-2-22 図	ボーリング柱状図 B-7号(2)
第 II-2-23 図	ボーリング柱状図 B-7号(3)
第 II-2-24 図	ボーリング柱状図 B-8号(1)
第 II-2-25 図	ボーリング柱状図 B-8号(2)
第 II-2-26 図	ボーリング柱状図 B-8号(3)
第 II-2-27 図	B地区地質模式層序図
第 II-2-28 図	B地区地質図
第 II-2-29 図	B地区地質断面図
第 II-2-30 図	B-1号孔における微量成分変化図
第 II-3-1 図	ボーリング柱状図 13-1号(1)
第 II-3-2 図	ボーリング柱状図 13-1号(2)
第 II-3-3 図	ボーリング柱状図 13-2号(1)
第 II-3-4 図	ボーリング柱状図 13-2号(2)
第 II-3-5 図	ボーリング柱状図 13-2号(3)
第 II-3-6 図	No.13地区地質断面図 1:2,000

## 添付図

- 添付図 1 Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As分析値ヒストグラム及び累積度数分布図(No. 21地区)
- 添付図 2 Au, Ag, Cu, As分析値ヒストグラム及び累積度数分布図(No. 4地区)
- 添付図 3 Au, Ag, Cu, As分析値ヒストグラム及び累積度数分布図(No. 13地区)
- 添付図 4 流体包有物均質化温度ヒストグラム
- 添付図 5 掘進工程図 B-1号
- 添付図 6 掘進工程図 B-2号
- 添付図 7 掘進工程図 B-3号
- 添付図 8 掘進工程図 B-4号
- 添付図 9 掘進工程図 B-5号
- 添付図 10 掘進工程図 B-6号
- 添付図 11 掘進工程図 B-7号
- 添付図 12 掘進工程図 B-8号
- 添付図 13 掘進工程図 13-1号
- 添付図 14 掘進工程図 13-2号

## 添付表

添付表 1	全岩分析結果一覧表
添付表 2	岩石薄片検鏡結果一覧表
添付表 3	鉍石研磨片検鏡結果一覧表
添付表 4	X線回折結果一覧表
添付表 5	鉍石分析結果一覧表
添付表 6	地化学探査分析結果一覧表
添付表 7	No. 21地区地化学探査統計処理値
添付表 8	No. 4地区地化学探査統計処理値
添付表 9	No. 13地区地化学探査統計処理値
添付表 10	流体包有物の均質化温度及び塩濃度測定結果一覧表
添付表 11	使用機材一覧表
添付表 12	ダイヤモンドビット使用状況表
添付表 13	消耗品使用明細表
添付表 14	作業時間総括表
添付表 15	掘進作業実績表 B-1号
添付表 16	掘進作業実績表 B-2号
添付表 17	掘進作業実績表 B-3号
添付表 18	掘進作業実績表 B-4号
添付表 19	掘進作業実績表 B-5号
添付表 20	掘進作業実績表 B-6号
添付表 21	掘進作業実績表 B-7号
添付表 22	掘進作業実績表 B-8号
添付表 23	掘進作業実績表 13-1号
添付表 24	掘進作業実績表 13-2号
添付表 25	掘進成績総括表 B-1号
添付表 26	掘進成績総括表 B-2号
添付表 27	掘進成績総括表 B-3号
添付表 28	掘進成績総括表 B-4号
添付表 29	掘進成績総括表 B-5号
添付表 30	掘進成績総括表 B-6号
添付表 31	掘進成績総括表 B-7号
添付表 32	掘進成績総括表 B-8号
添付表 33	掘進成績総括表 13-1号

添付表 34

掘進成績總括表 13-2号

付帯図一覧表

PL. 1	No. 21地区地質図及び地質断面図	1:20,000
PL. 2	No. 22地区地質図及び地質断面図	1:20,000
PL. 3	No. 23地区地質図及び地質断面図	1:20,000
PL. 4	Guanaco鉾山地区地質図及び地質断面図	1:20,000
PL. 5	Guanaco鉾山地区踏査図(1)	1:2,000
PL. 6	Guanaco鉾山地区踏査図(2)	1:2,000
PL. 7	No. 4地区地質図	1:5,000
PL. 8	No. 4地区地質断面図	1:5,000
PL. 9	No. 4地区トレンチ・スケッチ図(1)	1:1,000
PL. 10	No. 4地区トレンチ・スケッチ図(2)	1:1,000
PL. 11	No. 4地区トレンチ・スケッチ図	1:100
PL. 12	No. 6地区地質図及び地形図	1:5,000
PL. 13	No. 6地区地質断面図	1:5,000
PL. 14	No. 13地区地質図及びボーリング位置図	1:5,000
PL. 15	No. 13地区地質断面図	1:5,000
PL. 16	No. 21地区試料採取位置図	1:20,000
PL. 17	No. 22地区試料採取位置図	1:20,000
PL. 18	No. 23地区試料採取位置図	1:20,000
PL. 19	Guanaco 鉾山周辺地区試料採取位置図	1:20,000
PL. 20	No. 4地区試料採取位置図	1:5,000
PL. 21	No. 6地区試料採取位置図	1:5,000
PL. 22	No. 13地区試料採取位置図	1:5,000
PL. 23	No. 21地区鉾徴地分布図	1:20,000
PL. 24	No. 22地区鉾徴地分布図	1:20,000
PL. 25	No. 23地区鉾徴地分布図	1:20,000
PL. 26	Guanaco 鉾山周辺地区鉾徴地分布図	1:20,000
PL. 27	No. 4地区鉾徴地分布図	1:5,000
PL. 28	No. 6地区鉾徴地分布図	1:5,000
PL. 29	No. 13地区鉾徴地分布図	1:5,000
PL. 30	No. 21地区地化学探査異常値分布図	1:20,000
PL. 31	No. 4地区地化学探査異常値分布図	1:5,000
PL. 32	No. 13地区地化学探査異常値分布図	1:5,000
PL. 33	B地区地質図、ボーリング位置図及び地形図	1:5,000

PL. 34	B 地区地質断面図	1:5,000
PL. 35	B 地区地質断面図	1:2,000

## 要 約

第二年次は第一年次調査結果に基づき、準精査4地域、精査3地域、ボーリング調査2地域を行った。それらの結果の概要は次の通りである。

### 1) 準精査結果

#### No. 21地区(地質調査、地化学探査)

本地区の地質は白亜紀の安山岩質火山岩類と第三紀初期の石英安山岩質火山岩類から主として構成されており、貫入岩類の分布は非常に少ない。

本地区には白亜系を母岩とした含銀・鉛・亜鉛の石英—赤鉄鉱脈が多数発達しており、その分布は地域の北東部に偏在している。この鉱床の北にはEl Soldado(エル・ソルダード)鉱床(第一年次No. 8地区)、又、南にはCachinal de la Sierra (カチナル・デ・ラ・シエラ、B地区)鉱床があり、それらは類似の鉱種及びタイプの鉱床で、南北線上に配列しており一連の鉱化作用によるものと考えられる。

本地区の鉱脈発達地域は第四系に広く覆われているため、今まで十分な調査、探鉱がなされていないが、Ag6100g/t、Pb9.84%、Zn9.35%などの高品位脈も存在しており、かつ、地化学探査においてPb、Znの示徴も得られており鉱床賦存可能性の極めて高い地域である。

#### No. 22及び23地区(地質調査)

この両地区には巾5.5kmに及ぶN-S系の大規模な断層帯(Atacama-アタカマ-断層)が発達しており、同断層帯の東側には珪岩からなる古生界が、西側には安山岩質火山岩類からなるジュラ系が、又、断層帯内側には安山岩質火山岩類と海成堆積岩類からなる白亜系が各々分布している。この断層に規制されて銀、銅の鉱脈型、一部鉱染型鉱床が発達しており、その一つであるUnion(ユニオン)鉱床は現在鋭意稼行中である。この鉱床は同断層の一部に胚胎しており、地表下80m付近を境にその上部が銀帯、下部が銅帯に分帯され、銀帯ではしばしば1,000g/tを越える高品位銀鉱を産出している。

この鉱床を胚胎している断層の同一線上の南12kmには同タイプのAtahualpa(アタワルパ)鉱床が賦存しており、両鉱床間の大部分は第四系で覆われているため未調査地域となっている。

この両鉱床間には大規模な鉱床の入れ物(断層)が充分予想され、かつ、同一線上に上記のような優勢な銀鉱床が発達している、などのことからしてこの両鉱床間は有望鉱床賦存地域として大きな期待がもたれる。

#### Guanaco(グアナコ)鉱山地区(地質調査)

本地区には第三紀初期の安山岩質ないし石英安山岩質火山噴出岩類を母岩としてGuanaco-

co含金鉱床群、Inesperada(イネスペラーダ)硫化鉱床、石英-鏡鉄鉱網状~脈状鉱床及び珪化-粘土化帯などが発達しているが、従来より稼行対象となっている鉱床は前二者だけであり、現在稼行中の鉱床はGuanaco鉱床群だけである。

Guanaco鉱床群はほぼ東西に伸長した多数の含金塊状珪化岩体からなる。金の濃集は主として同岩体上部の強珪化-明ばん石帯にみられ、石英-重晶石-明ばん石脈に随伴しており、鉱床下部では銅帯に移化しAu品位は低下している。Au品位は鉱床上部で5~10g/t(局部的に100~400g/t)、同下部で0.5~2g/tである。

この鉱床には鉱床の中心から外側に向かって、石英-明ばん石帯、カオリン鉱物帯、絹雲母-緑泥石帯の変質分帯がみられる。

鉱床上部における石英の流体包有物の均質化温度は198~223℃であった。又、塩濃度は3.1~4.4wt%NaCl相当濃度であった。

その他の鉱床及び変質帯は注目に値するものではなかった。

## 2) 精査結果

### No. 4地区

本地区には白亜紀の安山岩質火山岩類を母岩とした熱水変質帯がほぼ全域にわたって発達しており、同変質帯の中心部付近には脈状、網状あるいは一部鉱染状の石英、赤鉄鉱からなる鉱化帯が多数発達している。

この鉱化変質帯の変質の特徴がGuanacoあるいは南薩型などの金鉱床のそれに類似していることから金の鉱床の賦存を期待して精査を行った。

その結果、i)本変質帯は明ばん石、パイロフィライト、カオリン鉱物などの酸性変質鉱物で特徴づけられる、ii)石英の流体包有物の均質化温度は182~238℃であった、iii)明ばん石の存在及び脈中のAs品位がかなり高い、などの点から硫黄濃度は適当に高かった、など金の沈澱条件に適した環境下にあったにもかかわらず大部分の脈品位は20ppb以下であった。以上のことからこの鉱化溶液は金の含有の低いものであった、と推察される。

### No. 6地区

本地区には古生代の花崗岩類を主な母岩として大小約140条の石英-方解石脈が発達しており、それらの一部には微量の鉛、亜鉛及び銅を随伴している。脈系統はN20°~70°W系とN50°~80°E系に大別される。確認走向延長は100~600m、確認傾斜延長は最大110mで、脈巾は0.1~10mで平均1mで膨縮が激しい。

鉱況は一部の脈が局部的にAg86g/t、Pb9.20%を含有しているが、殆どの脈の有用金属含有量は極めて低い。又、垂直約500m間に鉱況の変化は認められず、従って下部における鉱況の好転は期待薄である。



### No13地区

本地区には含金・銅の石英-粘土脈が発達しており、このうち2条の主要脈(Panchita-パンチータ-脈及びCarmen Alto-カルメン・アルト-脈)が過去に稼行されている。この他18箇所の鉱脈露頭を確認した。既知鉱脈はいずれも走向N50°~70°W、傾斜60°NあるいはS~90°を示し、主要脈は走向延長約200m、傾斜延長100m、脈巾0.2~1.0mの規模を有する。既知鉱脈の平均品位はAu5~10g/t、Ag5~10g/t、Cu1.0%以下で、主要脈には局部的にAu30g/t以上、Cu7%の高品位部がある。

土壌による地化学探査の結果、Auの異常値がCarmen Alto脈西部地域で2箇所、Panchita脈北西部で1箇所検出された。又、Cuの異常値がPanchita脈北西部で1箇所検出された。

これらのことから本地区の特にCu異常域付近には既知鉱脈程度の規模、鉱況の新脈の賦存は期待できる。しかし、現在の金属建値ではこの程度の鉱脈では稼行対象とするのは難しい。従って本地区の探鉱ランクは低いと判断される。

### 3)ボーリング調査結果

今年次、B地区で8孔×100m/孔、No.13地区で2孔×100m/孔、合計10孔、1,000mを実施した。

#### B地区

B-1号ボーリングの深度39.3~40.7mで脈巾1.4m、Au140ppb、Ag14g/t、Cu87ppm、Pb0.21%、Zn725ppmの石英-赤鉄鉱脈を捕捉した。この脈はJ脈(Carmen脈)の北ひ先に相当すると考えられる。この他2.7m以深孔底まで含銀石英-赤鉄鉱の網状脈が発達しており、このうち比較的Agが濃集した深度83.0~90.0mの7m間ではAu217ppb、Ag140g/t(最大値Ag253g/t、巾1.0m)であった。

その他のボーリング孔では顕著な鉱化変質帯は認められなかったが、これらの調査によって次のような地質構造上の新しい解釈が可能となり、これによって新たな有望地域が浮かび上がった。

即ち、i)鉱床はN-S性の断層運動と密接して形成された、ii)鉱脈群は後鉱化作用のE-W性のトランスフォーム性断層によって東西に転移している、などの新解釈がなされ、その結果、

- 1) B-1号ボーリング北部地域
- 2) J脈西部のN-S推定断層沿い
- 3) A脈の南北延長帯

などの地域が有望視されるに至った。

以上の他に次のような事実も判明した。

i) B-1号孔における石英の流体包有物の均質化温度は195~219℃の範囲にあり、深度の増加とともに上昇している。又、塩濃度は1.0wt%NaCl相当濃度であった。

ii) 鉍脈中の母岩は周りの母岩に比べ $TiO_2$ 、 $Fe_2O_3$ 、 $BaO$ 、 $LiO(CO_2+S+C)$ などの成分が増加し、 $SiO_2$ 、 $K_2O$ が減少している。この結果は今後の探鉍に活用できる。

#### No. 13地区

Panchita脈の北東部に発達している露頭の下部探鉍を行い、地表下50~70mにおいて各孔とも着脈したがいずれも低品位であった。しかも付近の母岩は極めて新鮮であり、かつ裂かの発達も乏しかった。又、これらの露頭の付近における地化学探査ではAuの異常を1箇所検出したにすぎず、よってこれらの露頭の発展性にはあまり期待がもてない。

# 序 論



## 第 1 章 緒 言

Antofagasta (アントファガスタ) 南部地域は第1-1図に示した通り、同国北部の第二州に位置しており、同州南部の海岸山脈からアンデス前縁山脈にかかる範囲を占めている。本地域の面積は約 20,000km<sup>2</sup> に及ぶ。

本地域は同国における鉱床密集地帯の1つであり、主な鉱種は金・銀、銅であるが、このほかにモリブデン、鉛、亜鉛等を随伴する。鉱床のタイプとしては、鉱脈型が最も多く、その他、交代型(その一部は通称マント型)、ポーファイリー・銅・銅・銅型等が発達している。

第一年次に当たる昨年度は、本地域に対して既存資料のコンパイル、ランドサット・データの解析を行い、33箇所の有望地区を抽出した。さらにこの中から精査地区 2箇所、準精査地区 20箇所を選定し、第一年次現地調査(地質調査及び地化学探査)を昭和61年 1月 12日より同年 3月 23日まで実施した。

第二年次に当たる今年度は、昨年度の調査結果をもとに精査地区 3箇所、準精査地区 4箇所、ボーリング調査地区 2箇所を選び、次の調査指針に従い、昭和61年 8月 31日より同年 12月 11日に現地調査を行った。

- ① 有望地区に対して地質調査、地化学探査及びボーリング調査を実施する。
- ② 上記結果を総合的に解析し、当該地域の鉱床特性を把握し、次年度以降の探鉱方針を確立する。

## 第 2 章 調査の内容

### 2-1 調査方法

本年次の調査は次の 2 方法によって行われた。

#### 1) 地質調査、地化学探査

踏査に当たっては、既存の縮尺 50,000分の 1 の地形図を準精査地区については 20,000分の 1、精査地区については 5,000分の 1 に各々拡大した地形図を使用してルートマップを作成し、調査結果はルートマップと同縮尺の地質図にまとめた。ただし、No. 6地区については縮尺 10,000分の 1 の地形図を作成し、これを縮尺 5,000分の 1 に拡大した地形図を使用してルートマップを作成し、調査結果はルートマップと

同縮尺の地質図にまとめた。

地化学探査は、地質調査と並行して実施し、No. 21地区では河川堆積物を、No. 4地区では岩石を、No. 13地区では土壌を採取した。地区別に後背地の地質状況が異なるので、統計処理、異常値の決定および解析は地区別に行った。

また、異常値は次の如く決定した。

◆ Au :

分析結果に基づきヒストグラムを作成し、最大分布を示す所をバックグラウンドの中心とし、その倍の値をもってバックグラウンドの上限とした。

No. 13地区を例にとると、最大分布を示すのは20ppb以下の範囲であり、その倍の値、即ち、40ppb以上を異常値とした。

◆ Ag, Cu, Pb, Zn, As :

分析値を対数変換した上でヒストグラム及び累積度数分布図を作成し、分析値が二つの母集団よりなると解される場合のみ、その高値母集団を異常値母集団とした。スレッシュホールドは累積度数分布図より読みとった。ただし、高値母集団が全体の40%以上を占める場合には、これら高値母集団をすべて異常値母集団とすると異常値が広範囲に分布することとなり、本来の目的である異常値分布域の抽出が不能となる恐れが懸念されるため、この高値母集団の対数平均値(M)及び標準偏差(SD)を求めた上で(M+SD)以上を異常値とした。

## 2) ボーリング調査

調査にあたっては、B地区について縮尺10,000分の1の地形図を作成し、これを縮尺5,000分の1に拡大の上、ボーリング調査位置を測量した。No. 13地区については前述の縮尺5,000分の1の地形図を使用し、ボーリング調査位置を測量した。コアは詳細に鑑定の上、縮尺200分の1の柱状図を作成した。

## 2-2 調査区域

地区別調査範囲は第1-1表の通りである。

第1-1表 調査位置座標

〈地質調査・地化学探査〉

Area	Coordenadas			
21	69° 33' 16"	69° 31' 29"	69° 31' 29"	69° 33' 16"
	24° 52' 55"	24° 52' 55"	24° 55' 37"	24° 55' 37"
22	70° 24' 13"	70° 19' 48"	70° 18' 54"	70° 23' 13"
	25° 33' 44"	25° 33' 46"	25° 38' 39"	25° 38' 37"
23	70° 22' 54"	70° 19' 08"	70° 18' 15"	70° 21' 55"
	25° 40' 15"	25° 40' 17"	25° 45' 00"	25° 45' 00"
Guanaco 鉾山地区	69° 37' 29"	69° 30' 21"	69° 30' 22"	69° 37' 31"
	25° 05' 21"	25° 05' 22"	25° 10' 15"	25° 10' 13"
4	69° 23' 38"	69° 22' 27"	69° 22' 27"	69° 23' 38"
	24° 15' 00"	24° 15' 00"	24° 17' 43"	24° 17' 43"
6	69° 23' 09"	69° 21' 22"	69° 21' 22"	69° 22' 34"
	24° 49' 09"	24° 49' 09"	24° 50' 30"	24° 51' 19"
			69° 22' 34"	69° 23' 09"
			24° 50' 30"	24° 51' 19"
13	70° 15' 14"	70° 11' 56"	70° 11' 56"	70° 13' 07"
	25° 02' 08"	25° 02' 08"	25° 03' 13"	25° 03' 13"
			70° 13' 07"	70° 15' 14"
			25° 03' 29"	25° 03' 29"

〈ボーリング調査〉

Area	Coordenadas			
B	69° 32' 41"	69° 30' 54"	69° 30' 55"	69° 32' 42"
	24° 56' 42"	24° 56' 43"	24° 59' 25"	24° 59' 25"
13	70° 15' 14"	70° 11' 56"	70° 11' 56"	70° 13' 07"
	25° 02' 08"	25° 02' 08"	25° 03' 13"	25° 03' 13"
			70° 13' 07"	70° 15' 14"
			25° 03' 29"	25° 03' 29"

2-3 調査量

本年次に行った調査量及び採取試料は第1-2表の通りである。

第1-2表 作業工程表

Nombre del area	Area (km <sup>2</sup> )	Cantidad de muestra						
		Analisis geoquimicos	Cortes transparentes	Cortes pulidos	Difr. Rayo X	Inclusiones fluidas	Analisis quimicos Roca Mena	
Levantamiento semi-detallado								
No. 21	15	131	6	8	3	2		23
No. 22	60		14	6	3	2		16
No. 23	50		4	1	2			14
Mineral del Guanaco	100		9	8	77	5		18
Sub-Total	225	131	39	23	85	9		71
Levantamiento detallado								
No. 4	10	227	6	5	216	6		
No. 6	9		3	2		18		104
No. 13	12	202	2	2	6	4		21
Sub-Total	31	429	11	9	222	28		125
Sondeo								
B	15	23	5	4	19	6	5	47
No. 13	12			1				5
Sub-Total	15	23	5	5	19	6	5	52
Total	271	583	49	37	326	43	5	248

2-4 調査期間

作業別調査期間は第1-3表に示した通りである。

第1-3表 調査期間

	1986/Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	1987/Enero	Febrero
Levantamiento geologico y geoquimico	31			23			
Sondeo		15			11		
Interpretacion y informe				24			27



## 2-5 調査団の編成

本年度の調査に従事した技術者は次の通りである。

### 日本側

企画・調整	上田 英之(金属鉱業事業団)
技術責任者	古川 雄也(日鉱探開株式会社)
地質調査・地化学探査	俣野 米治 (       "       )
ボーリング調査	加賀藤次郎 (       "       )
"	畠沢繁四郎 (       "       )
"	芳賀 政蔵 (       "       )

### チリ側

総括・現地調査責任者	Carlos PORTIGLIATI NAVARRO
地質調査・地化学探査	Sergio DIAZ BONILLA
"	Alvaro PUIG GODOY
"	Lucia CUITINO GALLEGOS



## 各 論



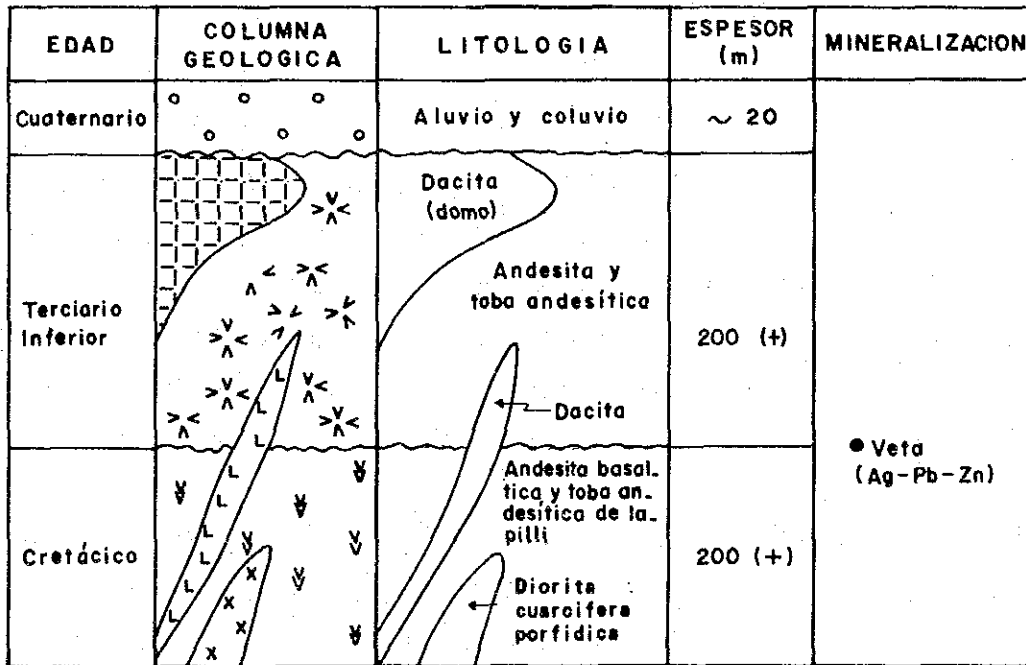
第 I 部 地質調査・地化学探査

第 1 章 準精査地域

1-1 No.21地区

1-1-1 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位より玄武岩質安山岩及び同質火砕岩類、安山岩質火山岩及び同質火砕岩類、石英安山岩熔岩などの火山岩類と斑岩質石英閃緑岩、石英安山岩の貫入岩類より構成される。いずれもSERNAGEOMIN(no publicado)によると第三紀初期の活動とされているが、最下位玄武岩質安山岩類は上位層に不整合に覆われており、かつ、第3章2-1で述べるB地区の層序よりして、白亜紀の活動と考えられる。これら白亜系及び第三系を覆って第四紀の砂礫層が分布する（第I-1-1図及び第I-1-2図参照）。



第 I-1-1図 No.21地区地質模式層序図

玄武岩質安山岩類は全般に暗緑灰色を呈し、顕晶質の玄武岩質安山岩熔岩を主体とし、非顕晶質の同質熔岩及び同質凝灰岩、火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩を挟在する。本岩類は地区内東部から北部にかけ分布するが東部では第四紀砂礫層に広く覆われ島状に露出する。本岩類は風化すると細かく碎けるのを特徴とし、また、全体に弱くプロピライト化している。安山岩質火山岩類は石英安山岩質ないし安山岩質の熔岩を主とし、同質火山礫凝灰岩

及び凝灰岩を挟み、地区内西部に分布する。本岩類は灰色ないし暗灰色を呈し、概ね新鮮かつ堅硬である。また、板状節理を示すことが多い。

石英安山岩熔岩は、暗灰色を呈する新鮮な含輝石-黒雲母石英安山岩よりなり、地区内南西端に分布する。本岩は熔岩円頂丘をなしているが、一部は下位の安山岩質火山岩類を切る貫入相を示す。

灰白色の斑岩質石英閃緑岩は最下位層の玄武岩質安山岩類を貫いて、流理構造を有する灰色の石英安山岩岩脈は安山岩質火山岩類を貫いていずれも小規模に分布する。石英安山岩岩脈は石英安山岩熔岩とほぼ同一の岩質を有することから同熔岩と同時期の活動と考えられる。

第四紀層は地区北部及び東部に分布し、それぞれ北及び東方に向け厚さを増す。

地質構造としては、本地区西部には最下位層の玄武岩質安山岩類が上位の安山岩熔岩中に地窓状に露出しており、ここにはほぼ南北に延びる緩い背斜構造が認められること、また、同方向に一部の貫入岩（流紋岩）が伸長していることからして西部では同系統の構造が卓越しているものと推察されるが、東部については露出が悪く明瞭ではない。

## 1-1-2 鉍床

### (1) 鉍化作用

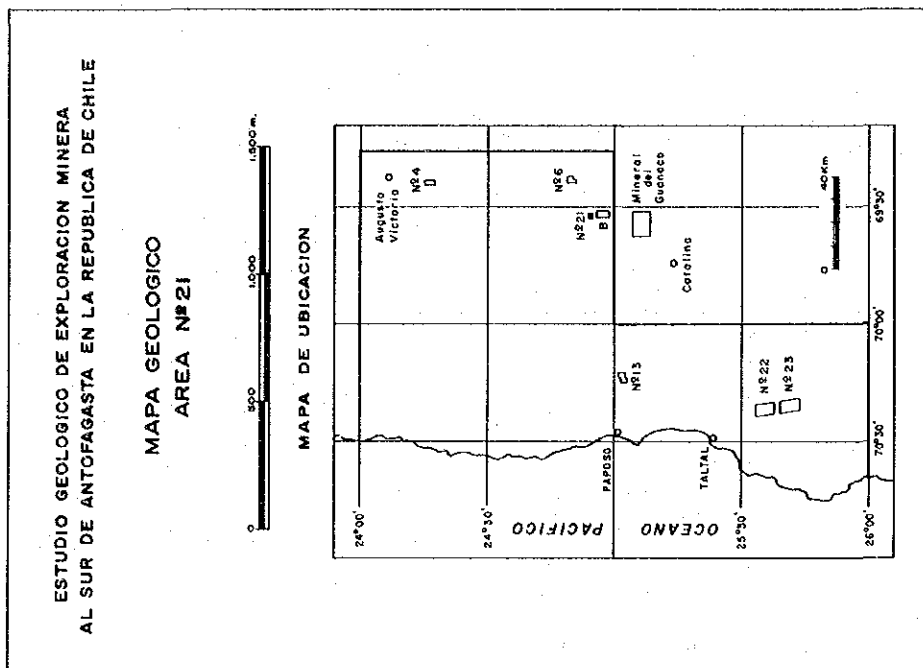
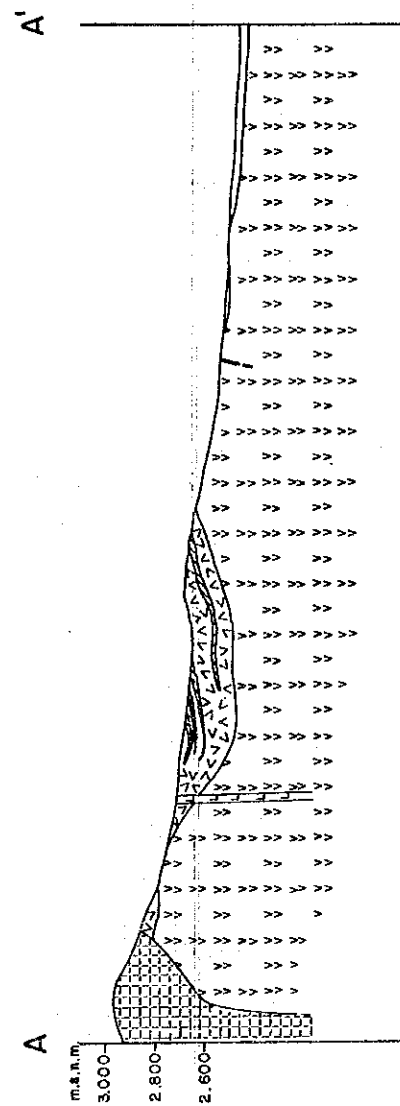
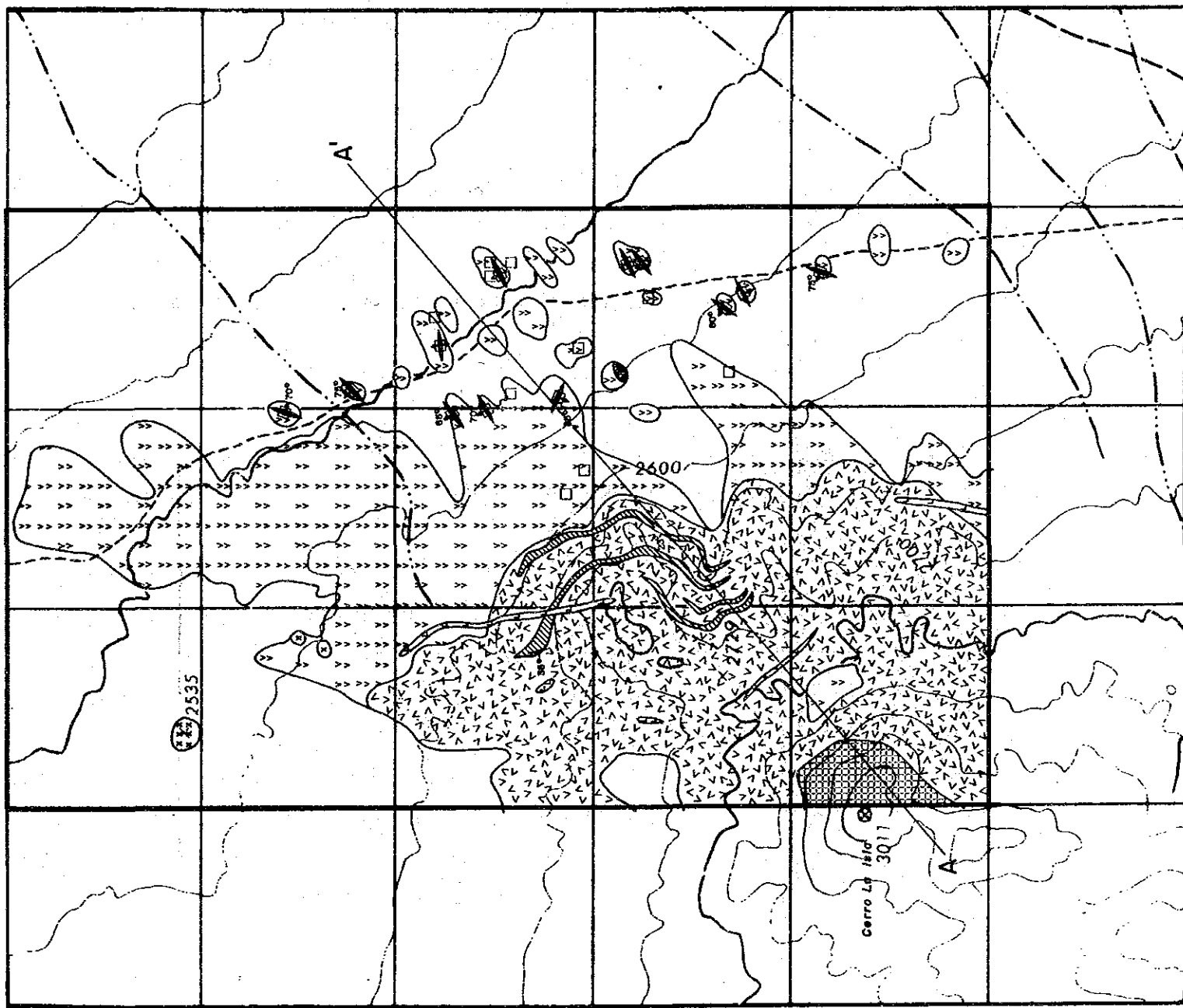
本地区に認められる主要鉍床は、前述玄武岩質安山岩類中に胚胎する、含銀・鉛・亜鉛鉍床であり、それらは網状脈を形成するかまたは上下盤を断層により画され間の角礫化した母岩の隙間を後述鉍物が充填し、全体として脈状を呈する鉍床である。

本地区内で12条確認され、いずれも小規模ピットまたは立坑中に認められるのみでその走向、傾斜が明らかなものは少ないが、立坑下の坑道の方向よりすると概ねN45° E~E-W(~N75° W)の走向を持つものと考えられる。また、傾斜が測定できたものは概ね65° ないし90° NW~Nを示している。

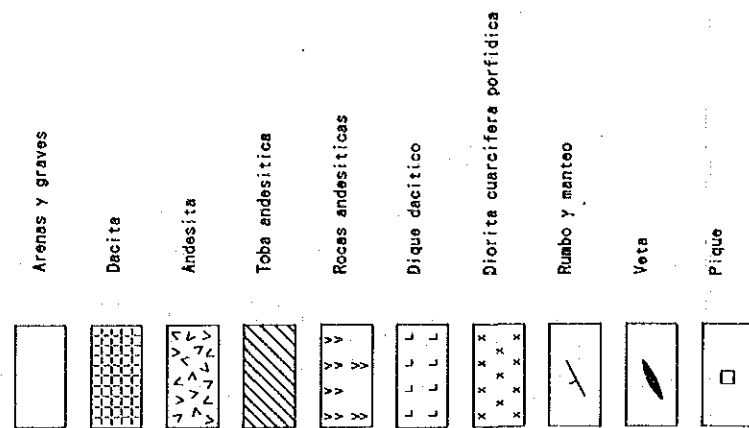
鉍床規模は、露出が悪いこと及び上述の理由よりして、それらの走向延長、傾斜延長とも明らかではない(立坑で最も深いものは約50mに達する)。脈幅も確認できたものは少なく、それらは25~100cm程度で、最大250cmである。鉍石鉍物は赤鉄鉍及び鏡鉄鉍が多く、少量の褐鉄鉍、方鉛鉍、硫酸鉛鉍、黄銅鉍、黄鉄鉍及び酸化銅鉍、微量の金及び銀鉍物を含む。脈石鉍物は石英及び方解石である。鉍物の晶出順序は石英→石英-方鉛鉍-閃亜鉛鉍-黄銅鉍-黄鉄鉍→方解石の順で、方解石は他の鉍物組み合わせを切るかまたは単独で脈(M304)を形成する。

この他、斑岩質石英閃緑岩中に珪化帯(石英細脈が発達(B-240))を、また、石英安山岩中に局部的に赤鉄鉍-鏡鉄鉍のごく弱い小規模鉍染(M-273)を認めた。

今次調査の代表的試料の分析結果は添付表 5の通りである。なお、いずれの探鉍ピットにおいても直接鉍脈試料を採取できなかつたので、ピット横のずり山から採取した鉍石試



LEYENDA



第 I-1-2 图 No. 21 地区地质图





料を分析に供した。参考までに高品位試料の分析値及び脈巾を次表に示す。

第 I-1-1 表 No. 21 地区高品位脈鉍況

No. de muestra	Potencia	Au	Ag	Cu	Pb	Zn
B258		0.3g/t	59g/t	0.27%	9.76%	2.9%
B264	70cm	0.1g/t	30g/t	0.01%	1.71%	9.35%
B268		6.9g/t	6,100g/t	0.21%	7.32%	0.74%
B276		0.2g/t	36g/t	0.17%	9.84%	1.95%
M318	100cm	0.4g/t	213g/t	tr	0.20%	0.56%

含銀・鉛・亜鉛石英脈より 2 試料を選び、流体包有物の均質化温度及び塩濃度の測定を実施した。結果は、添付表 10 及び添付図 4 に示した。均質化温度は 173~212℃、塩濃度は 1.1wt%NaCl 相当であった。

## (2) 変質作用

本地区の主要鉍床である含銀・鉛・亜鉛鉍床に伴う変質は、一般に弱く、鉍床内及び鉍床近傍で母岩の安山岩質火山岩類(特に火山礫凝灰岩)が珪化、または弱く粘土化(緑泥石化)しているのを除き、広域プロピライト化変質と区別はできない。また、斑岩質石英閃緑岩中の珪化帯では同岩自身は珪化を受けているが、周囲の玄武岩質安山岩類には顕著な変質は認められない。

## 1-1-3 地化学探査

本地区において 131 個の河床堆積物試料を採取した。

分析値は添付表 6 に、統計処理値は添付表 7 に、ヒストグラム及び累積度数分布曲線は添付図 1、地化学探査異常値分布図は PL. 25 に示した。

各元素の異常値分布域と鉍徴地との関係は以下の通りである。

Au: すべての試料は 20ppb 以下であり、異常値は検出されなかった。

Ag: 北部に 2 地点、玄武岩質安山岩類分布域にて異常値が得られているが、両地点は離れており、かつ、いずれの試料採取地点付近または上流域にも鉍徴地、変質帯は認められない。

Cu: 分析値はほぼ対数正規分布をなしており、異常値は検出されなかった。

Pb: 11 地点、主に玄武岩質安山岩類分布域にて異常値が得られている。これらのうち、5 地点は上述の東北部高品位脈分布域付近に同一河床に連続して分布する。なお、付近の鉍床は同河床と同一方向に配列し、かつ、同方向の走向を有する。

Zn: 8地点、主に玄武岩質安山岩類分布域にて異常値が得られている。大部分の異常地点ではPb異常値も得られており、前述高品位脈分布域付近の河床に異常地点が連続する。

As: 分析値はほぼ対数正規分布をなしており異常値は検出されなかった。

各元素の相関を見るとPb-Zn (相関係数0.65) を除きいずれの元素も無相関に近い。

#### 1-1-4 考察

本地区は昨年度調査のB地区およびNo.8地区に挟まれ、これら3地区はほぼ南北に配列する。以下に3地区における鉱化作用及び変質作用を比較してみる。

第I-1-2表 No.21地区、B地区、No.8地区の鉱化作用及び変質作用

	No.21地区	B地区	No.8地区
母岩	安山岩質火山岩類	石英安山岩質溶結凝灰岩、閃緑岩、石英安山岩	安山岩質火山岩類
鉱床形状、規模	鉱脈、走向 N45° E~E-W 傾斜 65° ~90° NW~N、12脈、 網状脈~角礫化した母岩を脈鉱物が充填、 規模不詳 脈巾 0.2~1.0m	鉱脈、走向 N20° W系、N50° W系 傾斜 60° ~85° E、14主要脈、 角礫化した母岩を脈鉱物が充填、 3km(N-S)×2km(E-W)の範囲に分布、 最大走向延長1,950m、深度150m+ 脈巾 0.5~2.0m	鉱脈、走向 N20° E 傾斜 80° W、3脈、 圧砕帯に脈鉱物が鉱染、塊状、 走向延長500m、傾斜延長130m 脈巾 1.5m
鉱石鉱物 脈石鉱物	方鉛鉱、閃亜鉛鉱、硫酸鉛鉱、 酸化銅鉱、赤鉄鉱、黄銅鉱、石英、 方解石	含銀方鉛鉱、閃亜鉛鉱、酸化銅鉱、 銅らん、黄銅鉱、銀鉱物、赤鉄鉱、 石英	方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、 銀鉱物、自然金、赤鉄鉱、 石英、方解石
出鉱品位		Ag200~400g/t	Au2.0g/t、Ag400~500g/t
採取試料 平均品位	23サンプル Au 0.5g/t、Ag 289g/t Pb 1.58%、Zn 1.17%	32サンプル(昨年度) Au 0.9g/t、Ag 360g/t Pb 1.43%、Zn 0.14%	1サンプル(昨年度) Au 0.4g/t、Ag 97g/t Pb 20.50%、Zn 0.95%
変質	珪化作用、緑泥石化作用 (脈内及び脈際)	石英-パイロフィライト(脈内) カオリン(脈際50m)	珪化作用、緑泥石化作用 (脈内及び脈際1~2m)

以上の通り、特にB地区とは母岩の種類、鉱脈の走向、変質等が異なるが、鉱脈の性状、鉱物組み合わせ、脈品位等類似点は多い。かつ、3地区の鉱床はいずれも白亜系-第三系の露出部東縁に位置し、ほぼ南北線上にのる。

よって3地区の鉱床は同質の鉱化作用によるものと考えられるが、本地区及びNo.8地区とも鉱脈はB地区の母岩(石英安山岩質溶結凝灰岩)より下位の玄武岩質安山岩類中に胚

胎していること並びに鉍化作用に伴った変質鉍物組み合わせが石英-緑泥石であることから、両地区とも鉍床はB地区のそれより下部レベルが現れているとも考えられる。しかしながら、流体包有物の均質化温度はB地区の均質化温度より高い温度は得られていない。

この問題の解決には本地区における詳細な地質調査及び変質、流体包有物の研究が必要と考える。

#### 1-1-5 結論

本地区には白亜紀玄武岩質安山岩類を母岩とした含銀・鉛・亜鉛鉍床が10数条発達している。これらの鉍脈群はB地区の鉍床と一連の鉍化作用によって形成されたものである。

鉍脈の分布密度はNo.8地区→本地区→B地区の順に増加する傾向にある。また、本地区調査時採取試料の平均品位はB地区（昨年次採取）に比べ遜色はない。さらに本地区鉍脈賦存地域は母岩の露出が悪く、鉍脈走向延長部は第四紀砂礫層に覆われている。

従って、これらのひ先並びに鉍脈間は今後注目すべき地域と考える。特に東北部高品位脈分布域付近は地化学探査結果でもPb、Znの異常値が得られており、興味もたれる。その他の鉍徴地については規模小さく低品位であるため注目に値するものではないと判断される。

#### 1-2 No.22地区

##### 1-2-1 地質及び地質構造

本地区中央部には巾約5.5kmのAtacama(アタカマ)断層がNNW-SSEに発達しており、同断層の東部外郭には古生界とされている珪岩が、断層帯内部には白亜系とされている安山岩及び海成堆積岩類が、また、同断層の西部外郭にはジュラ系とされている安山岩類が、各々同断層に平行して分布している。

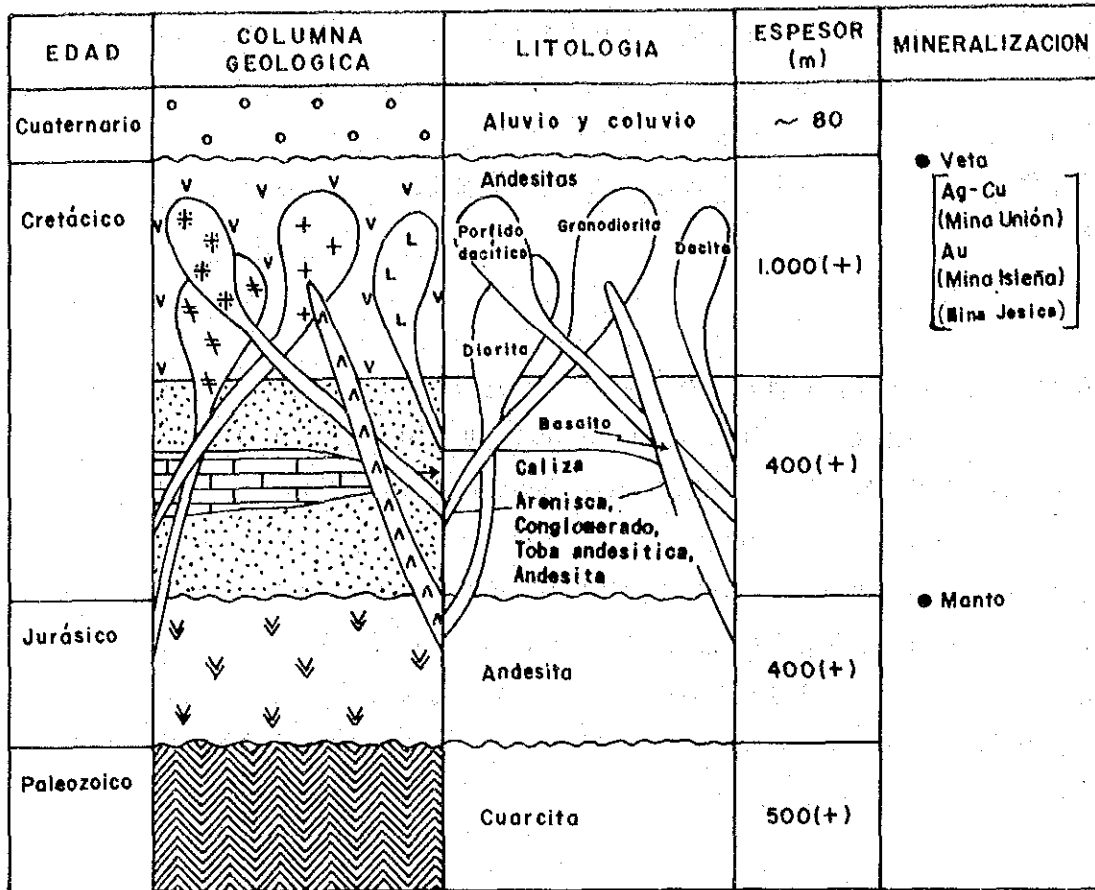
貫入岩類は主として同断層の東限付近に同断層に平行して優勢に発達しており、早期貫入の閃緑岩から後期の花崗閃緑岩まで種々の岩相がみられる。

本地区の地質模式層序図は第1-1-3図に示した。

##### (古生層)

古生層は珪岩だけから構成されている。同岩は中粒ないし粗粒の石英粒のモザイク状集合からなり、石英粒は二次的に成長し縫合結合を示し、固結度が高くなっている。また、石英粒子間には酸化鉄が浸み込んでおり、岩色は赤褐色を呈している。

珪岩層の層理は大局的にはE-W、30~40°Sをなしているが、局部的に緩やかな褶曲構造



第1-1-3図 No. 22地区地質模式層序図

を呈しており、また、Atacama断層の近傍では走向、傾斜とも乱れており、かつ60~70°の急傾斜を示している。

又、同岩のAtacama断層に接している一部では、2~5cm大に細かく破碎されている。  
(ジュラ系)

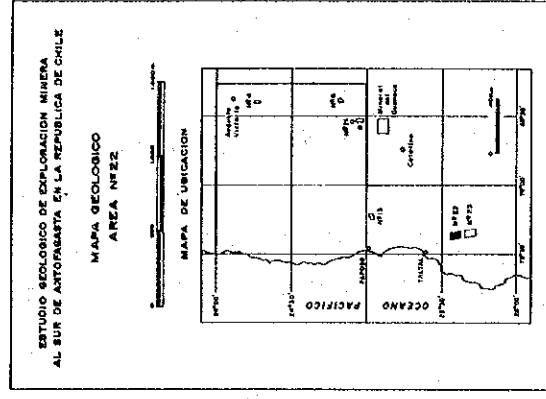
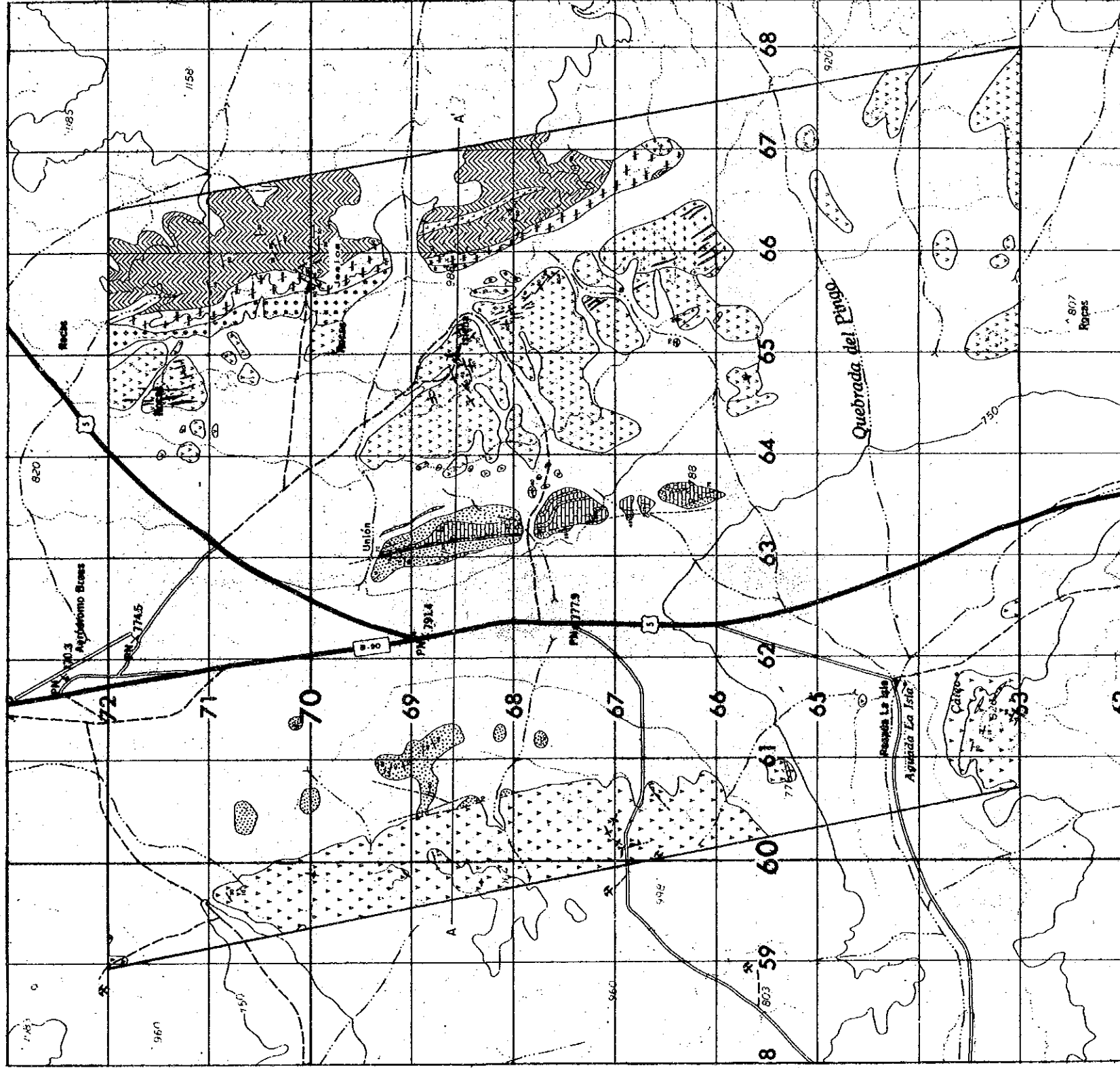
ジュラ系の安山岩類は殆ど熔岩流よりなるが、本地区北西端では同質凝灰岩層の薄層を挟在している。

安山岩熔岩は暗灰色ないし暗褐色を呈し、長柱状の斜長石斑晶を多含している場合とファニチックな岩相を呈している場合がある。

殆どが熔岩の疊重からなるため層理の確認は困難であるが、遠望すると成層構造が明瞭に認められる。走向はN50~70°Eを、傾斜は0~30°Sを示し、北部(下位層)程緩く、南部程立っている。

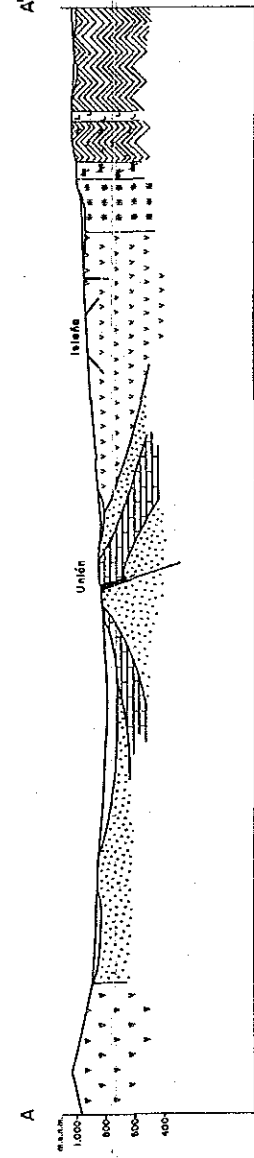
この安山岩の疊重は厚く、本地区内だけでも2000mに及んでいる。尚、同岩層はAtacama断層によって直線的に切られている。

本岩層は概して変質作用が弱く、長石類は殆ど新鮮であるが、マフィック鉱物は広域的に緑泥石化作用を受けている。尚、後述の鉱床の近辺(数cm~数m)では弱い粘土化作用を



LEYENDA

	Arenas y gravas
	Amibolita
	Cifliza
	Areniscas, Conglomerados y Tobs andesiticos
	Andesitas
	Cuarzos 100
	Granodiorita
	Diorita
	Porfido oscuro
	Dofita
	Basalto
	Baso y sacro
	Veta
	Cuerpo mineralizado forma irregular
	Silicificacion
	Falla
	Rollada



第 I-1-4 图 No. 22地区地质图



受けており、かつ酸化鉄に汚染され褐色を呈している。

#### (白亜系)

白亜系は安山岩、砂岩、礫岩、石灰岩などから構成されており、地域東部ほど安山岩類の分布が広く、中央部から西部にかけて堆積岩類が卓越している。これらの火山岩類と堆積岩類は地域中央部で指交している。

安山岩類には帯緑色を呈するものと赤褐色を呈するものがあり、堆積岩類と指交している安山岩は赤褐色を示し、堆積岩類分布域から離れるにつれて徐々に緑色味を帯びて来る。岩相は、斜長石斑晶の顕著な斑状安山岩からアフアニチックなものまでである。

石灰岩分布域近くでは貝化石を多含した安山岩質火山礫凝灰岩、砂質凝灰岩などが発達しているが、東に移行するに従って溶岩が優勢となる。これらの安山岩類は、海成層と一部指交していることから陸海域境界付近で噴出したものと解される。

安山岩類の層理面は殆ど確認できないため、その構造は不明である。尚、同岩類の分布は、Atacama断層に沿って南北に長く延びている。

地域東部に広く分布している帯緑色安山岩は貫入岩の影響を受けて緑れん石化作用を被っており、かつ、粘土化作用を受け帯黄褐灰色をまだら状に呈している。

堆積岩類は主として粗粒砂岩ないし細粒礫岩からなり、地域の中央部で石灰岩層を挟在している。

砂岩及び礫岩は基質に酸化鉄を有し、赤褐色を呈している。構成礫は安山岩類が多く、亜円礫質であり、分級度は普通ないしやや悪い。走向は大局的にはE-Wで30~40Sの傾斜を示しているが、地域中央部をほぼ南北に通る断層付近では走向、傾斜とも乱れている。

石灰岩は、上述の南北断層に平行した細長い帯状の分布をなし、黄灰白色、暗灰色などを呈し、石灰分の溶失による孔があばた状に発達している。同岩は再結晶作用によって糖晶質を呈する。

この石灰岩の単層の厚さは0.5~1.0m程度で、砂岩、礫岩、凝灰岩、安山岩などの薄層と互層しており、縞状構造を呈している。

石灰岩層の分布は南北3.5km、東西0.5kmにわたって確認され、それ以外は第四紀の砂礫層によって被われている。

この石灰岩層には局部的に沿岸棲息のカキ類貝化石を多含しており、このことからこれらの堆積岩類及び一部の安山岩類は、沿岸域に堆積したものと推察される。

この石灰岩分布域は地形的に小丘状を呈しており、石灰岩及び互層する他の堆積岩類や安山岩は、その小丘の形状に沿ったような褶曲構造を呈している。恐らく断層運動によって断層帯中央部が盛り上がり、現在見られるような褶曲構造を呈するに至ったものと解される。

#### (第四系)

本地域中央部(パンアメリカン国道に沿って)には第四紀の河川堆積物が広く分布してお

り下位層の露出を悪くしている。その厚さは、同国道沿いの谷部で最も厚く、その両側で徐々に薄くなっている。

この第四系は砂、礫層よりなり、乾燥地帯特有の蒸発岩の発達は本地域では少ない。又、風によって運搬されてきた塩類の浸み込みも少ない。

#### (貫入岩類)

貫入岩類の大部分は、Atacama断層帯東限付近に密集しており、同断層に沿ってNNW-SSE方向に伸長している。岩種は古いものから閃緑岩、石英安山岩質斑岩、花崗閃緑岩、石英安山岩及び玄武岩などがある。

このほか、少量の赤鉄鉱を伴った塊状石英からなる珪化岩が直径10~20mの岩けい状、あるいは巾10m、延長200mの岩脈状をなして白亜系の安山岩を貫いて発達している。

これらの貫入岩類は、白亜紀後期以降に形成されたとされているAtacama断層に規制されていることから、同後期以降の進入と考えられる。

#### (地質構造)

本地域の地質構造、貫入活動あるいは鉱床形成の場に大きな影響を及ぼしているAtacama断層は、チリ北部の海岸山脈地帯を延々800kmにわたって縦断している大断層で、構造線の性格を帯びているものである。

この断層運動は白亜紀後期に始まり現世に至っているとされている。

本地区におけるAtacama断層はNNW-SSEに伸長しており、その巾約5.5kmを有し、既述の通り同断層帯の内側と外側で地質を異にし、内側が新しく外側が古い。

このことから同断層帯の内側が正断層によって沈降し、外側が隆起したものと解される。又、同断層帯の中央部には、巾9mに及ぶ圧碎帯を伴った逆断層がN15°W, 78°E方向に発達しており、この断層に平行して多数の割れ目が発達しこの割れ目を胚胎の場として後述の本地区最大の鉱床(Union鉱床)が形成されている。

この逆断層はAtacama断層帯の沈降に伴ってその中央部が圧縮作用により押し上げられて形成されたものと解され、この圧縮運動によって石灰岩層も盛り上がり、舟底を伏せたような褶曲構造を呈するに至ったものと判断される。

このAtacama断層帯の東限付近の珪岩は巾200mにわたって著しく破碎されている。尚、同断層帯は第四紀層に広く被われているため詳細については不明な点が多い。各地層は、大局的には走向E-W、南傾斜の単斜構造をなすが石灰岩地帯だけはN-S性を示している。

#### 1-2-2 鉱床

本地区には、PL. 24に示したようにAtacama断層帯及び同断層帯外縁部に多数の脈状鉱床



及び僅かな鉍染鉍床が発達しているが、Union鉍床を除きその殆どが脈巾20cm前後の細脈である。主要鉍種は金、銀及び銅である。

現在稼行中の鉍床は、Union鉍床、Jessica(ジェスシカ)鉍床、Isleña(イスレーニャ)鉍床の3鉍床であるが、Union鉍床を除き従業員2~3名の小規模なものである。

#### Union鉍床

本鉍床は、パンアメリカン国道の東約900mに位置しており、現在、SOTRAMIN(Sociedad de Trabajadores Mineros)と呼称した18名のチリー人出資家の共同出資形態による会社が所有している。同会社はTaltal市に自社選鉍所をもち、アマルガム法による銀の生産を行っている。

山元の生産は60名程度の従業員で月産粗鉍量460t(1986年7月実績)、粗鉍品位Au0.25g/t、Ag202.7g/t、Cu0.40%である。

本鉍床は、地域中央を走向N15°W、傾斜70~80°Eに走る断層(逆断層)に平行してその東約20mに発達した裂か帯に沿って形成された裂か充填鉍床であるが、一部鉍染を伴う。この鉍化裂か帯は石灰岩、砂岩、礫岩、安山岩及び同質凝灰岩などによる互層帯に形成されている。

坑道による確認走向延長は440m、同傾斜延長は130mであり、脈巾は平均1~2mであるが、局部的には15m程度に肥大している。

鉍石鉍物は、酸化銅鉍、黄銅鉍、輝銅鉍、銀の硫化物、自然銀、微量の金鉍物などであり、脈石鉍物としては、方解石、赤鉄鉍及び石英が認められ、前二者が多く後者は少ない。

鉍石鉍物は、巾数cm~数十cmの脈石鉍物に伴って鉍染状、レンズ状、あるいはフィルム状をなしている。

本鉍床は垂直的に次のような累帯配列を示していると言われている。即ち、地表下50~80mまでは酸化銅鉍、酸化鉄鉍などからなる酸化帯、その下数十mには輝銅鉍や自然銀からなる二次富化帯、更にその下部に黄銅鉍からなる初生帯などが形成されている。

初生帯に入ると銀品位は急激に低下すると言われている。銀のポナンザについては詳細不明であるが、山元資料の採掘跡形状(第I-1-5図)から判断すると同ポナンザの落としは北から南に緩く(10°前後)傾斜しているようである。

参考試料の分析結果は次の通りである。

試料No.	Au(ppb)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)
B494	<20	10	0.54	530	186	9
B495	6.3ppm	45	17.65	11	59	20
B496	<20	900	6.45	330	423	39
B500	40	28	3.03	21	514	74

本鉍床の南延長上には酸化銅鉍の浸み込みを伴った圧碎帯、裂か帯の露頭が坑道南限よ

り1.5kmにわたって点々と連続しており、更にその南は第四系に被われて追跡不可能である。

変質作用は不明瞭である。

今般本鉱床の代表的試料(試料No. B494、堆積鉱)による均質化温度(石英)を測定した結果、平均温度208.6℃であった。又、塩濃度は平均9.1wt%NaCl相当濃度であった。この温度及び塩濃度は日本の浅成銀鉛亜鉛鉱脈鉱床のそれらに類似している。

#### Isleña鉱床

本鉱床は、本地区東部の白亜系安山岩溶岩中に発達した含金石英-赤鉄鉱脈で、本調査で確認した脈数だけでも十数条に及んでいる。

現在、山元では2名の従業員が一部の旧坑の残鉱採掘をごく小規模に行っている程度である。本鉱山一帯には30箇所以上に及ぶひ押し掘下跡が確認され最盛時にはかなりの生産が行われたものと判断される。

鉱床の脈系統は、N45~70°E系とN30~40°W系とに大別され、前者は主として鉱山北部に発達し、後者は同南部に発達している。

傾斜は、N45~70°E系の場合40~70°Nの比較的緩傾斜を示しているのに対し、N30~40°W系は80°前後と急傾斜をなし、方向もNEあるいはSWと一定していない。

走向延長は稀に200m程度の脈もあるが、多くは数十m程度である。傾斜延長については正確な数字は不明であるが掘下のずり量から推してせいぜい20~30m程度である。

脈巾は両系統の脈とも0.2m前後である。

構成鉱物は、赤鉄鉱(鱗片状のこはく色を呈した鏡鉄鉱が顕著)、石英及び方解石を主体とし、少量の酸化銅鉱及び黄銅鉱を随伴している。

山元の話によると、粗鉱品位はAu5~8g/とのことである。

本調査で堆積鉱から採取した代表的な試料の分析結果では次のような品位が得られた。

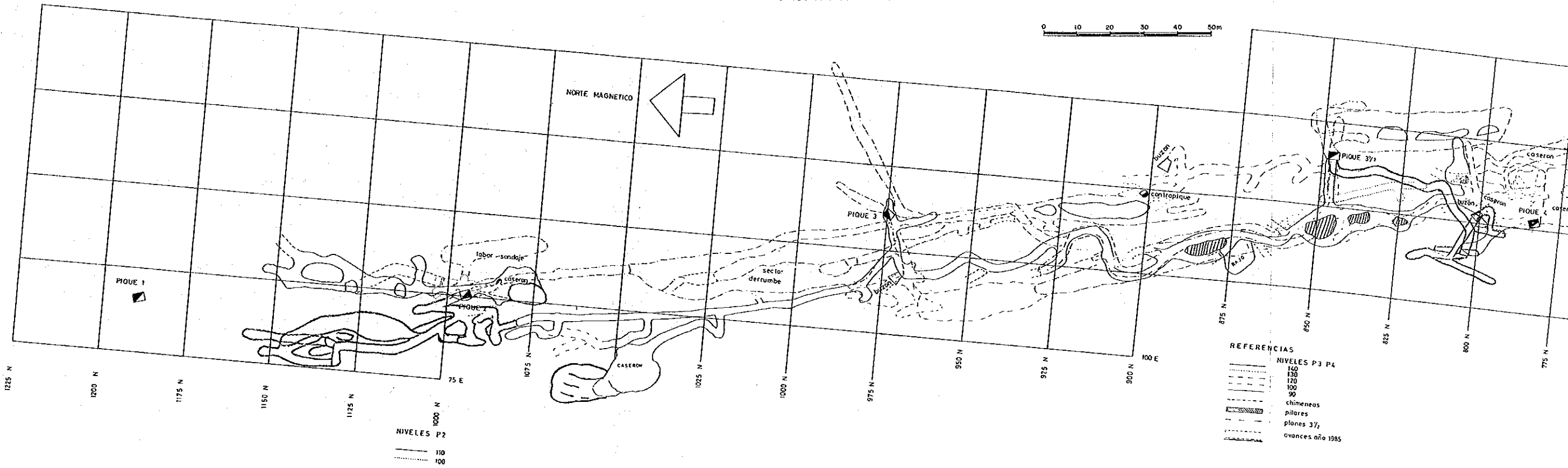
試料No.	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)
B503	28	3.5	1.65	<2	8	15
B505	2.1	2.5	0.37	<2	8	13
B506	15	2.4	3.36	<2	9	6
B507	<20(ppb)	0.4	32(ppm)	5	6	5
B512	1.5	0.9	0.37	<2	16	14

母岩は脈際巾1~2mにわたって弱い緑泥石化作用及び緑れん石化作用を受けている。

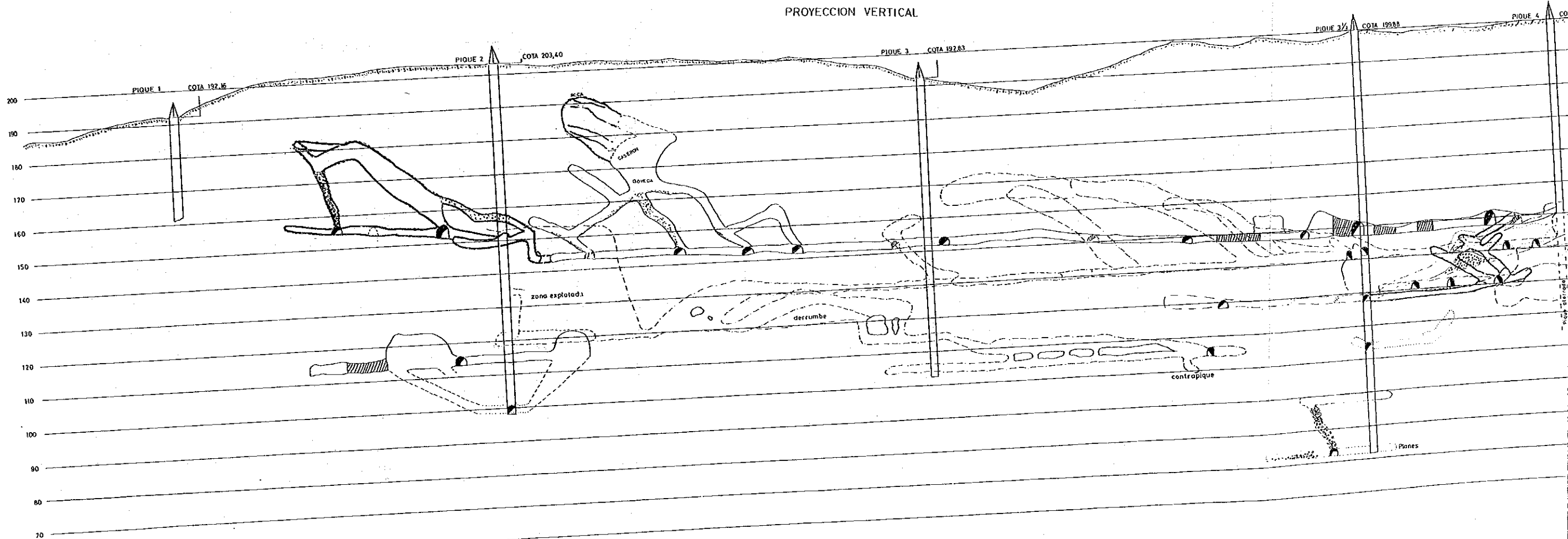
#### Jessica鉱床

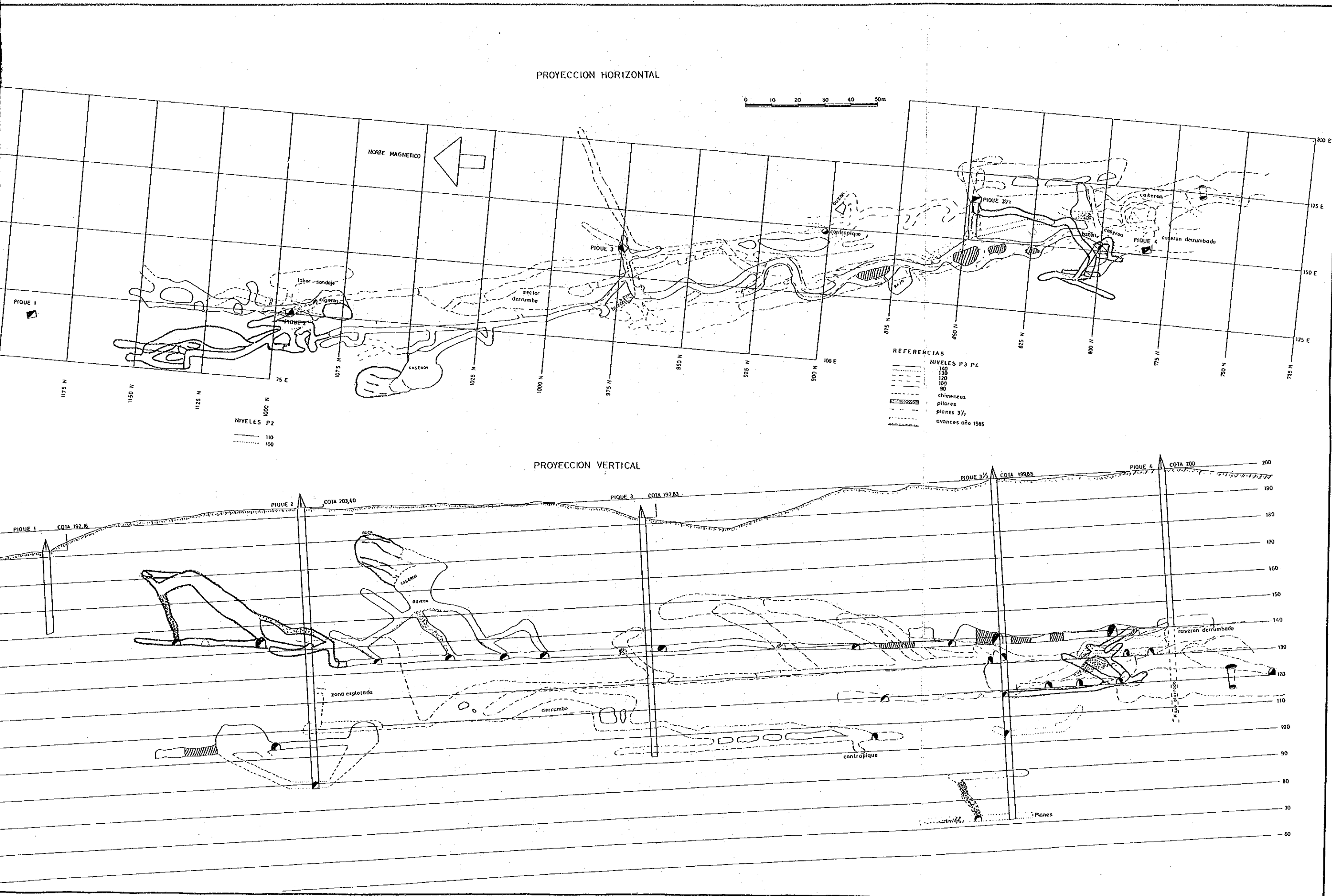
本鉱床は、本地区北東部に位置し古生代の珪岩を母岩とした脈状鉱床で、現在、4~5名の従業員によってごく小規模に金鉱を採掘しENAMIの選鉱所に売鉱している。

PROYECCION HORIZONTAL



PROYECCION VERTICAL





Union 鈳床探鉱採掘実績図  
第 I-1-5 図



本鉱床にもN20~30°W、60~75°NE系とE-W、30°N系の2系統の脈が発達している。NW系脈は走向延長約200m、E-W系は100m程度であり、傾斜延長は不明であるが、ずり量からしてごく浅いものと判断される。

脈巾は、NW系が0.5~0.9m、E-W系は1.0m程度である。

脈数は、確認されたものでNW系が4条、E-W系が2条であり、Isleña鉱床よりも極端に少ない。

構成鉱物は、Isleña鉱床と同様の石英、赤鉄鉱(鏡鉄鉱)を主とし、少量の酸化銅鉱、黄銅鉱及び金を伴っており、地表下30m程度で黄銅鉱帯に変わっているとのことである。

Au品位は、平均5~6g/t、稀に10g/tを越える場合がある、との話である。又、Cu品位は売鉱対象にならない程度に低い、とのことである。

本鉱床には、顕著な母岩の変質は認められない。

以上の鉱床の外に、PL. 24に示した通り本地区には、Isleña鉱床に類似した石英、方解石、赤鉄鉱及び少量の酸化銅鉱並びに褐鉄鉱を伴った無名の鉱脈露頭が、地域の北東部、南東部あるいは西端部に散在しているが、いずれも脈巾0.1~0.3mの細脈である。

参考品位は次の通りである。

試料No.	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)
B501	<20	0.4	90	<2	48	240
M446	<20	0.1	24	4	284	13
M449	<20	0.7	177	<2	8	20

また、貫入岩類の項で述べた通り岩脈状あるいは岩けい状をなした塊状石英脈が縞状あるいは鉱染状の赤鉄鉱を伴ってAtacama断層東限近くの石英モンゾニ斑岩の西側に、同斑岩に平行して発達している。

この石英脈は巾数m~十数mに及びまた岩けい状をなす場合は直径10~20mに達している。恐らく石英モンゾニ斑岩マグマの残しょうが極端に珪酸分に富んだものとなり、貫入したものと解される。

参考までに比較的赤鉄鉱に富んだ箇所の分析結果は次の通りである。

試料No.	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)
B462	<20	0.1	6	9	10	7
B464	<20	0.4	2	2	2	5
B465	<20	0.1	7	2	5	5
B491	100	0.9	1.94%	3	29	13

### 1-2-3 考察

#### 鉱床胚胎の場合

既述の通り本地区にはUnion鉱床で代表される銀-銅鉱床とIsleña鉱床で代表される金

鉱床があり、前者はAtacama断層の一部を鉱床胚胎の場としていることは明らかであるが、後者は同断層と斜交しており、かつ脈構造に断層を示す証拠もなく、また連続性にも欠ける、などの点から同断層とは直接的な関係はないものと考えられる。

恐らく、Isleña鉱床の場合は母岩の節理を、又Jessica鉱床の場合はAtacama断層とは別個の小裂かを、各々胚胎の場としているように考えられる。

#### 鉱化作用

上述の通り本地区には銀-銅鉱床と金鉱床が発達しているが、両鉱床では構成鉱物にかなりの違いがある。即ち、前者では銀、銅の含有量が高く、金、石英及び赤鉄鉱の含有が少ない。一方、後者は赤鉄鉱の含有量が極めて高く、かつ、金及び石英の含有も比較的高いが銀、銅の含有量は低い。

尚、この両鉱床の間に漸移帯は認められない。

これらのことからこの両タイプの鉱床は各々独立して形成され、かつ地域性があるものと推察される。

#### 1-2-4 結論

以上の通り、本地区には巾5.5kmに及ぶAtacama断層が発達しており、その一部をなす中央部の断層破碎帯を胚胎の場とした銀、銅のUnion鉱床が賦存している。

この断層破碎帯の南延長はNo. 23地区まで連続しており、更に南に連続していることが既存資料などで知られている。また、北延長についても数100kmの連続が知られている。

従ってこの断層帯は大規模な鉱床形成の場を提供しており、今後の同断層の延長上探鉱によっては大鉱床の発見も大いに期待できる。

また、Union鉱床の西からAtacama断層西限までの間は殆ど第四系に被われているため未知帯となっているが、同鉱床に平行した断層脈の発達も充分期待される。

一方、Atacama断層帯の東半分は比較的露出がよいのにもかかわらずIsleñaやJessica鉱床程度の小規模鉱床しか発見されておらず、しかもそれらの鉱床はAtacama断層とは直接関係していない小規模な張力裂かに形成されており、従って鉱床規模の拡大は期待できない。

以上のことから本地区の今後の探査のターゲットは、Union鉱床胚胎ゾーンの南北延長上及び同ゾーンの西からAtacama断層帯西限までの間に絞られると判断される。

#### 1-3. No. 23地区

##### 1-3-1 地質及び地質構造

本地区の地質は、ジュラ紀 (SERNAMEOMIN(1984)) の安山岩質火山岩類、白亜紀の海成堆積岩類及び安山岩類さらに白亜紀の貫入岩類よりなり、これらを覆って第四紀の砂礫層が本地区中央部に広範囲に分布する (第 I-1-6図及び第 I-1-7図参照)。

EDAD	COLUMNA GEOLOGICA	LITOLOGIA	ESPESOR (m)	MINERALIZACION
Cuaternario		Aluvio y coluvio	~ 80	● Veta (Ag-Cu)
Cretácico		Andesitas	1.000(+)	
		Diorita Grano diorita Porfido grano-diorítico Basalto Basalta Caliza		
Jurásico		Andesitas	400	

第 I-1-6図 No. 23地区地質模式層序図

ジュラ系は玄武岩質安山岩熔岩を主体とし、これに介在する同質の凝灰岩、凝灰質角礫岩などから構成される。玄武岩質安山岩熔岩は暗緑色ないし暗黒色を呈し、粗粒の斜長石斑晶を多量に含むものから非顕晶質のものまで岩相変化が数m~10数mの単位で繰り返し観察される。

白亜紀の海成堆積岩類は石灰岩、砂岩を主とし、これに安山岩熔岩、同質火山礫凝灰岩を介在する。石灰岩は泥質石灰岩ないし石灰質泥岩で風化すると黄褐色を呈する。砂岩はマトリックスがやや凝灰質な粗粒砂岩で風化すると赤褐色を呈する。一部で石灰質になることもある。また、火山礫を含み砂質な火山礫凝灰岩に移化することもある。これらに介在される安山岩は石英安山岩質から安山岩質の熔岩で一般に多斑晶質である。安山岩質火山礫凝灰岩は暗緑灰色を呈する泥質なものと同チョコレート色を呈する安山岩質なものがある。白亜紀の安山岩類は暗灰色、暗緑色ないしチョコレート色の安山岩熔岩で、顕晶質なものから非顕晶質なものまで変化するが顕晶質安山岩を主体とする。

貫入岩類は白亜紀の花崗閃緑岩、閃緑岩、花崗閃緑斑岩、石英安山岩、玄武岩よりなる。



花崗閃緑岩は地区内東部に白亜紀安山岩類を貫いて分布する。閃緑岩はジュラ系及び白亜系を貫き各所に小規模に露出する。花崗閃緑斑岩は北東部に白亜紀安山岩類を貫き分布する。石英安山岩及び玄武岩は地区内西部にジュラ紀安山岩類を貫き小規模に露出する。

白亜紀の海成堆積岩類と安山岩類は断層で接しており、白亜系の上下関係が明瞭ではないが、No. 22地区の層序を参考にして考えると、下位より砂岩層(安山岩及び同質火山礫凝灰岩を挟在)、石灰岩層、砂岩層、安山岩質火山岩類層の順に成層し、西より東にかけ順次露出していると解される。

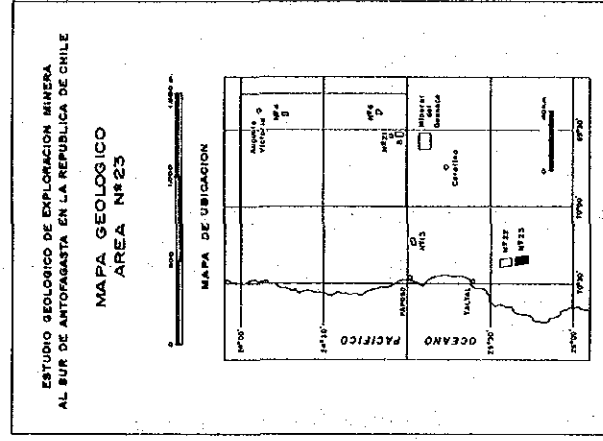
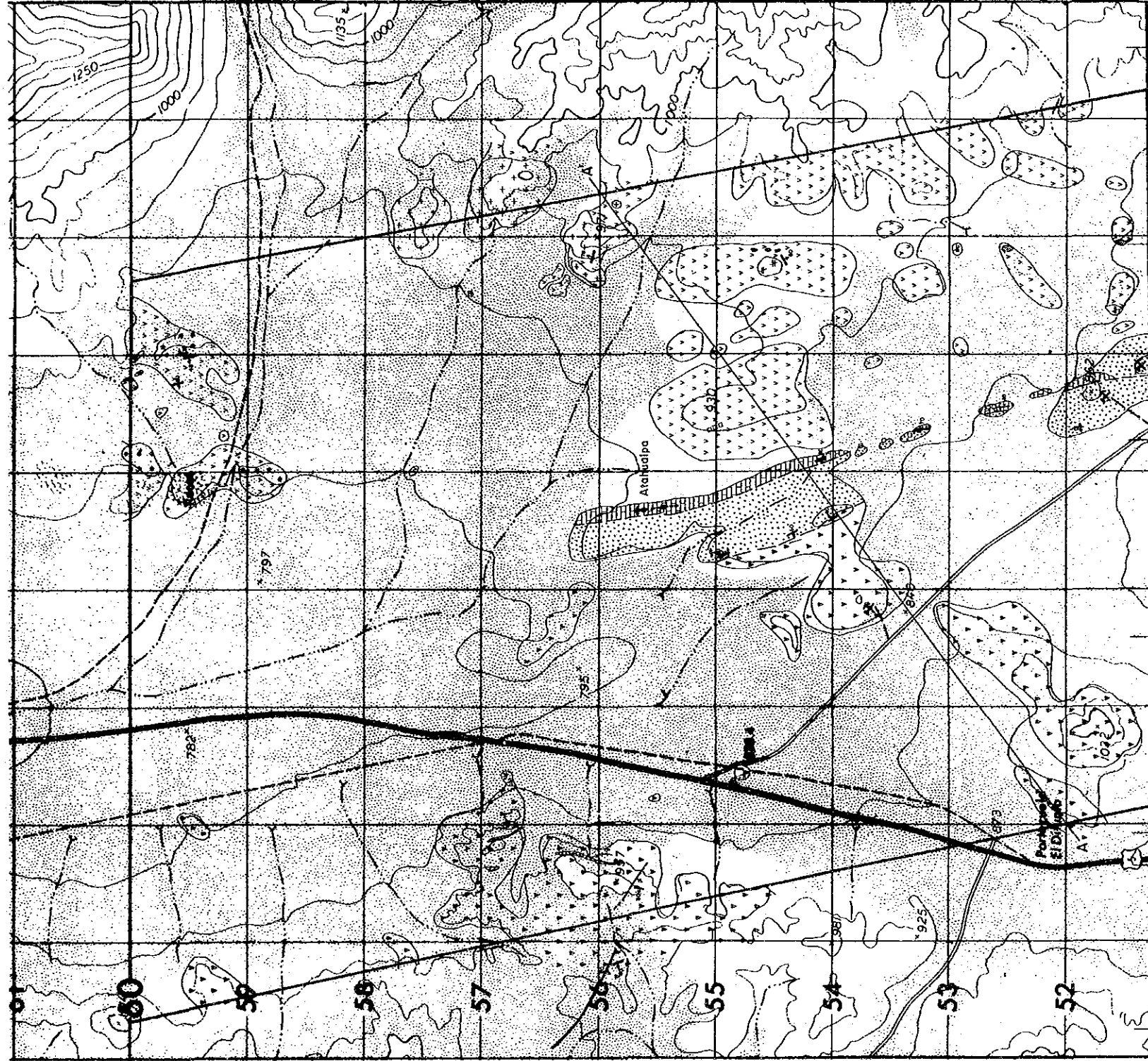
本地区の構造はN-SないしNNW-SSEに延びる数条の断層(Atacama断層群)により特徴付けられる。ジュラ系、白亜系ともこれら断層により画され細長く伸びた分布を示す。ジュラ系そのものは走向N-SないしNW-SE、傾斜 $10\sim 30^\circ$ WないしSWの単斜構造を示す。白亜紀堆積岩類は前述断層に挟まれ種々の走向、傾斜を示し、その構造は明瞭ではないがほぼ東に向け傾斜しているものと考えられる。白亜紀の貫入岩類、特に花崗岩および花崗斑岩は地区内東部にほぼNNW-SSEに延びた分布を示すように見える。

### 1-3-2 鉍床

#### (1) 鉍化作用

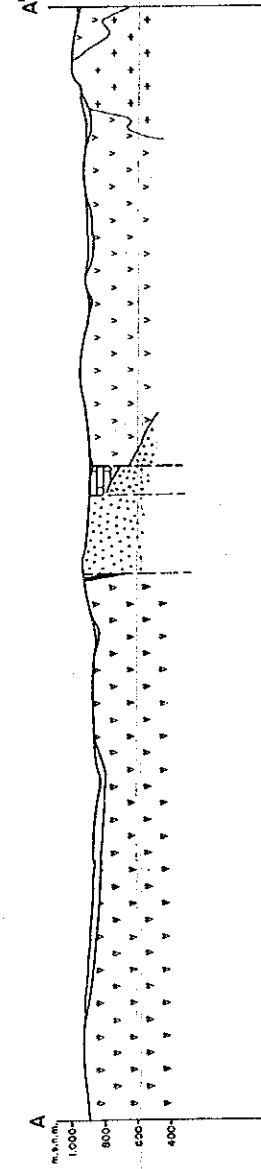
本地区内に認められる鉍床は、その分布範囲及び鉍物組み合わせより、大きく3タイプに分類できる。それらは含銀黄鉄鉍-黄銅鉍網状~鉍染脈(風化すると褐鉄鉍-酸化銅鉍網状となる)、方解石-赤鉄鉍(-酸化銅鉍)脈、石英-方解石脈である。

含銀黄鉄鉍-黄銅鉍網状~鉍染脈は前述断層に密接して発達している(Atahualpa(アタワルパ)鉍山、休山中)。石灰岩及び安山岩質火山岩類を母岩とし、上記硫化鉍物が破碎帯中でピリ脈及び細脈網状をなすかまたは破碎帯中及びその上下盤の母岩中に鉍染して鉍床を形成し、局部的には不規則塊状となるが、全体としてはほぼ断層方向に伸びる鉍脈をなす。鉍石鉍物としては前記2種の硫化鉍物を含む外、微量の銀鉍物を含むに過ぎない。脈石鉍物としては網状にわずかの方解石を認めるのみである。なお、地表より深さ80m程度までは酸化銅鉍-褐鉄鉍網状もしくは鉍染帯を形成している(鉍業権者による)。鉍床規模は、走向延長70m、傾斜延長135m、脈巾1.0~4.0mである。山元資料によれば、品位はAu0.5g/t、Ag10g/t、Cu0.4%程度である。本鉍山の南北延長部約3kmにわたって過去にピット探鉍がなされており、各ピットには断層破碎帯(巾0.2~1.0m)が発達する。一部のピット内の断層破碎帯には弱い褐鉄鉍-酸化銅鉍網状脈を認める。また、やや様相を異にするが、本鉍山西部には方解石-酸化銅鉍-赤鉄鉍網状鉍床(M469)、褐鉄鉍-酸化銅鉍網状鉍床(M471)、方解石脈(巾0.1m、M470)等が主に白亜紀安山岩中に胚胎し、いずれもほぼ断層方向に伸長し配列している。参考までに採取した試料では前2者のみわずかなAg(19~56g/t)及びCu(1.1~3.3%)を含有する。方解石-赤鉄鉍(-酸化銅鉍)脈は地区内北東部ないし東部に数条分布する。白亜紀安山岩熔岩及び花崗岩中に胚胎し、脈巾0.05~0.35mの細



LEYENDA

- Armas y gravas
- Andesitas
- Calizas
- Areniscas, Conglomerados, Tobs andesiticas y Andesitas
- Andesitas y Tobs andesiticas
- Granodiorita
- Diorita
- Porfido granodiorico
- Basalto
- Rambo y santic
- Veta
- Silicificacion
- Falla
- Pique



第 1-1-7 图 No. 23地区地质图



脈をなす(低品位脈)。

石英-方解石脈は地区外西部ジュラ紀安山岩中に延長1km以上連続して認められ、巾1.6~3.0mの石英-方解石(-酸化銅鉱)脈(B508)である(Au、Agとも含有せず)。

今次調査による代表的試料の分析結果は添付表 5の通りである。

## (2) 変質作用

地区内東部の花崗閃緑岩および花崗閃緑斑岩の周辺部等で安山岩が緑泥石化している外、広域の変質作用は認められない。

前述のAtahualpa鉱床の母岩(安山岩質火山礫凝灰岩)には弱い緑泥石化作用が認められる。この他の鉱床は顕著な変質を伴わない。

既知鉱床と直接の関係を有しないが、地区東部白亜紀安山岩類中にはごく小規模な珪化帯が7箇所認められた。特に南東部ではまとまって分布し、5箇所の珪化帯がほぼ南北に配列する(チェックのため珪化岩を分析したが有用金属は含有しない(M463))。これら5箇所のうち最南部の珪化帯は東側に白色粘土化帯(石英-明ばん石)を伴う。

### 1-3-3 考察

本地区は今年次調査のNo.22地区の南南東にほぼ隣接する地区で、かつ、No.22地区のUnion鉱床のほぼ南南東延長部が本地区Atahualpa鉱床に当たる。Atahualpa鉱床そのものは小規模ながら前述断層群に伴う弱線部に形成された含銀黄鉄鉱-黄銅鉱鉱床であり、約延長3kmにわたって断層中または弱線部に酸化銅鉱及び褐鉄鉱の弱い鉱染が認められることは同種の鉱化作用が長距離にわたって賦存することを示しており、また、その受け皿となる弱線部は本地区南北間Atacama断層沿いに続くものと考えられる。鉱化時期はAtacama断層活動開始後と解されるが、その時期、関係火成岩等は明らかではない。

鉱業権者によればAtahualpa鉱床の品位はAu0.5g/t、Ag10g/t、Cu0.4%程度であり、また、今回採取した試料はこれよりごくわずかAg、Cuに富むがまず同程度の品位と考えて差し支えない。これらはNo.22地区Union鉱床に比べると低い値である。。

地区内北東部ないし東部に分布する方解石-赤鉄鉱(-酸化銅鉱)脈はその鉱物組み合わせよりして前述含銀黄鉄鉱-黄銅鉱鉱床とは異なる鉱化作用によるもので、花崗閃緑岩または花崗閃緑斑岩の活動に密接して形成されたものと解される。

### 1-3-4 結論

本地区には、白亜紀の海成堆積岩類中にAtacama断層群に規制された含銀黄鉄鉱-黄銅鉱網状~鉱染脈が賦存するほか、白亜紀安山岩類中の方解石-赤鉄鉱(-酸化銅鉱)脈がある。

含銀黄鉄鉱-黄銅鉱ネットワーク~鉱染脈鉱床はその賦存を規制する要因よりして、断

層沿い延長9km以上の地域にわたって胚胎することが期待され、既知鉱床南北延長部が調査余地として残されていると言える。Atahualpa鉱床そのものの品位及びその南延長部での採取試料品位は低い、断層沿いの地域は露出が悪く、特にUnion鉱山方向、即ち、Atahualpa鉱床の北ひ先部は広く第四系に覆われ、ここに十分な鉱化作用があれば受け皿に問題はなく砂礫層直下にUnion程度の鉱床は期待しうると考える。

この他の鉱床についてはいずれも低品位であることより興味は持てない。

#### 1-4 Guanaco (グアナコ) 鉱山地区

##### 1-4-1 地質及び地質構造

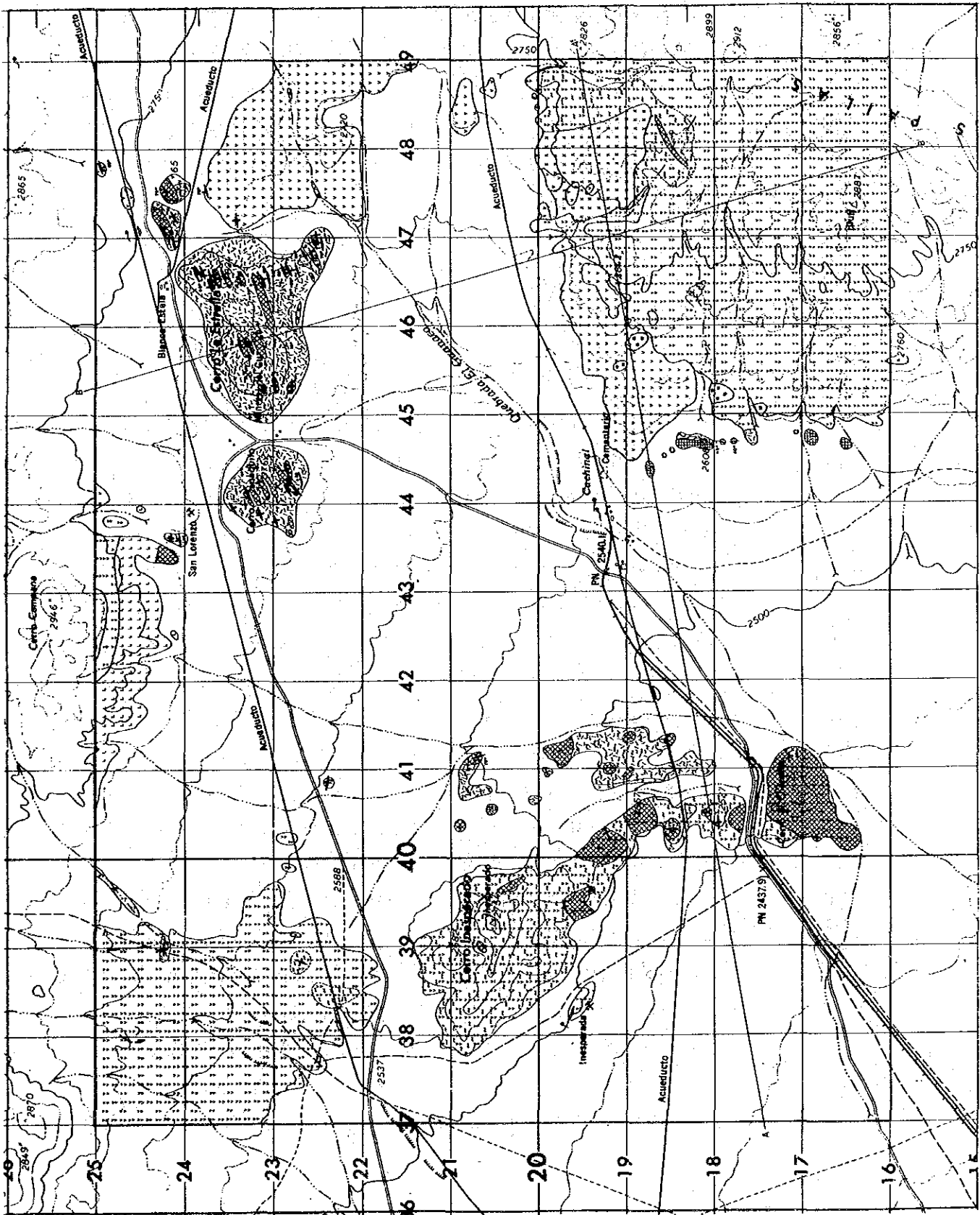
本地区の地質は、下位より安山岩質火山岩類、石英安山岩質火砕岩類、さらに石英斑岩、石英安山岩及び流紋岩の貫入岩類よりなる。いずれもSERNAGEOMIN(1984)によれば第三紀初期の活動とされている。これらを不整合に覆い砂礫層(第三紀及び第四紀)が発達する(第I-1-8図及び第I-1-9図参照)。

EDAD	COLUMNA GEOLOGICA	LITOLOGIA	ESPESOR (m)	MINERALIZACION
Cuaternario ~ Terciario		Aluvio y coluvio	~ 100	● Mineral del Guanaco (Au)
Terciario inferior		Riallita Dacita Porfido cuarífero Toba dacítica y Dacita	700 (+)	
		Andesito afanítica	40~300	
		Andesito porfírica	1.000 (+)	

第I-1-8図 Guanaco地区地質模式層序図

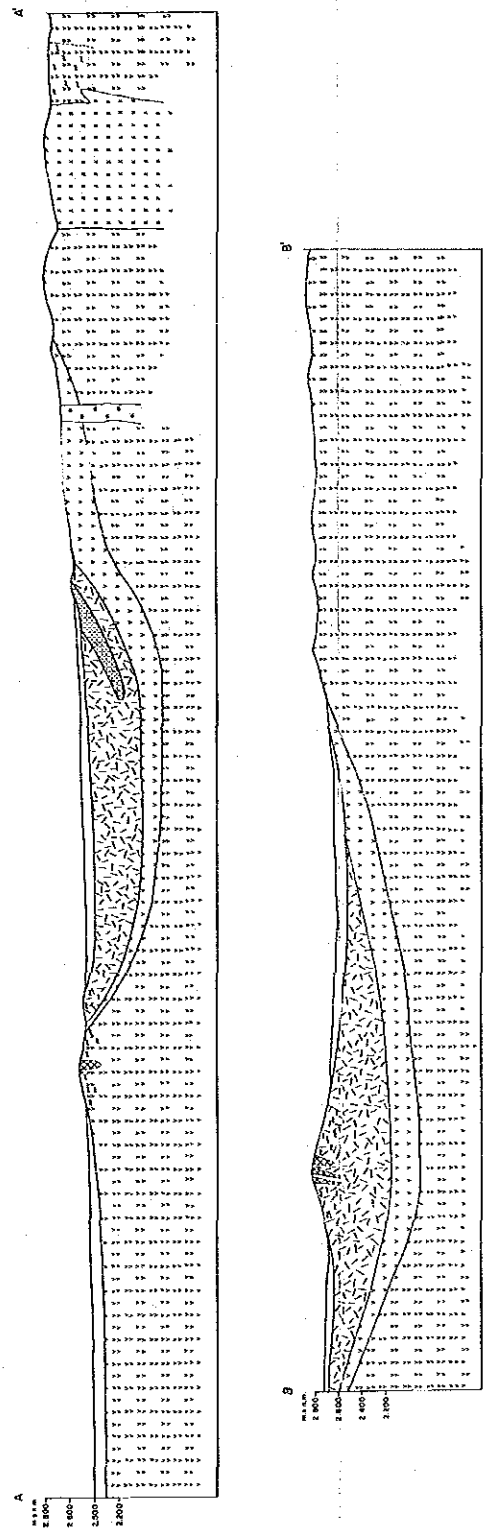
下位層の安山岩質火山岩類は顕晶質なものと同晶質なものからなり、前者がより下部層を構成する。全般に暗緑黒色を呈し、弱くプロピライト化している。なお、非顕晶質安山岩は地域東北部で顕晶質安山岩を厚く覆って分布するが、他地域では薄化もしくは一

INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
 AL SERVICIO DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DE SUELO  
 MAPA GEOLOGICO  
 AREA MINERAL DEL GUANACO



LEYENDA

[Symbol]	Áreas y otros
[Symbol]	Ruinas
[Symbol]	Trazo de caminos
[Symbol]	Diques
[Symbol]	Asesores oficiales
[Symbol]	Asesores particulares
[Symbol]	Perfiles geológicos
[Symbol]	Dique de fábrica
[Symbol]	Ruinas y muros
[Symbol]	Vías
[Symbol]	Sitios de interés
[Symbol]	Arqueología



第 I-1-9 图 Guanaco 盆山地区地质图



部欠くところもある。

石英安山岩質火砕岩類は石英安山岩質（一部安山岩質）の凝灰岩、火山礫凝灰岩を主体とし、軽石凝灰岩、凝灰角礫岩を随伴する。局部的に石英安山岩熔岩（本地区南東部）または安山岩熔岩（Guanaco鉱山周辺）を介在する。

石英斑岩は石英安山岩質火砕岩類までを貫いて、石英安山岩は安山岩質火山岩類を貫いて分布する。流紋岩は本地区周辺でしばしば熔岩円頂丘を形成するものではあるが、本地区では下位の安山岩質火山岩類を切る貫入相を呈する。

本地区内では安山岩質火山岩類及び石英安山岩質火砕岩類とも中央部に向け緩く傾き（最大傾斜 $35^{\circ}$ ）、大きくは南北系の向斜構造が発達しているが、Guanaco付近には小規模な盆状構造が認められる。

#### 1-4-2 鉱床

##### (1) 鉱化作用

本地区には、Guanaco含金鉱床群、Inesperada（イネスペラーダ）硫化鉱鉱床、石英-鏡鉄鉱網状脈～鉱脈鉱床及び珪化-粘土化帯が賦存する。

Guanaco含金鉱床群は、東西4km、南北2kmの範囲に賦存し、石英安山岩質火砕岩類を母岩とする。本鉱床群は以下の2つのタイプの鉱床よりなる。一つはほぼ東西方向に伸びる塊状珪化岩体中で、特に細かく圧砕された部分に金が濃集し、また、低品位ながらも珪化岩体にも金を含有する含金珪化岩鉱床である（山元での話しでは前者で $Au10g/t$ 程度、後者で $Au2\sim3g/t$ とのことである）。珪化岩は溶脱型珪化を受けたもので淡灰色多孔質（径 $1\sim2cm$ ）である。また、圧砕部の礫は角礫ないし亜円礫の多孔質珪化岩であり、一部に黄褐色粘土を含むこともある。もう一タイプは石英-粘土-赤鉄鉱（-酸化銅鉱）が鉱脈を形成するか珪化帯または珪化-粘土化帯中の脈状破碎帯の角礫化部を充填もしくは両帯中で網状脈をなす含金脈状鉱床である。この場合も上下盤の珪化岩中に金を含有することがある。

鉱床はいずれも概ね走向 $N60^{\circ}\sim80^{\circ}E$ 、傾斜 $65^{\circ}N\sim90^{\circ}$ を示し、走向延長 $50\sim500m$ 、巾 $0.5\sim3m$ の規模を有する単位脈（珪化岩脈状圧砕帯または石英-粘土-酸化鉄鉱脈）とこれに随伴する最大巾 $50m$ の低品位塊状珪化岩鉱床が数条平行に配列し、鉱床群を形成する。

鉱石鉱物は自然金、濃紅銀鉱、黄銅鉱、硫砒銅鉱、輝銅鉱、銅藍、褐鉄鉱、赤鉄鉱、スコロダイトであり、脈石鉱物は石英、明ばん石、重晶石である。入坑不可能旧坑が多く帯状分布の考察に足る資料の入手が困難であるが、ENAMI(1979)によれば本鉱床群は上部酸化鉱帯（地表 $\sim50\sim70m$ ）で金-酸化銅鉱-酸化鉄鉱-石英（-重晶石）、二次硫化鉱帯（ $50\sim70m\sim120m$ ）で金-輝銅鉱-銅藍-石英、初生硫化鉱帯（ $120m$ 以深）で金-硫砒銅鉱-石英の鉱物組み合わせを示し、金品位は上部酸化鉱帯で $5\sim10g/t$ 、二次硫化鉱帯及び初生硫化鉱帯で $0.5\sim2g/t$ である。また、二次硫化鉱帯及び初生硫化鉱帯での鉱床形態は不連続な細脈、ピリ脈及び鉱染により塊状（厚さ最大 $20m$ ）を形作るとされている。

今回調査時にずり山より採取された明ばん石（脈状）を試料とし、年代測定を行った。そ



の結果  $43.8 \pm 1.2$  Ma(第三紀始新世)が得られた (SERNAGEOMIN, Puig, A. (私信))。

Guanaco 鉍床群の細脈より石英及び重晶石合わせて 5 試料を採取し、含まれる流体包有物の均質化温度及び塩濃度を測定した (石英 3 試料、重晶石 2 試料であるが、重晶石の 1 試料はずり山から採取した)。結果は添付表 10 及び添付図 4 に示した。均質化温度は石英試料で  $198.4 \sim 222.5^\circ\text{C}$ 、重晶石試料で  $211.8 \sim 218.7^\circ\text{C}$  であり、塩濃度は石英試料で 3.1wt%、重晶石試料で 4.4wt% であった。なお、このうち 3 試料についてはチェック分析を行っており、 $\text{Au} 1.3 \sim 4.0\text{g/t}$  と低品位ではあるが Au を含有することを確認している。

この他稼行された鉍山として本地区西部に Inesperada 硫化鉍鉍床がある。本鉍床は下位の安山岩を母岩とし、同岩中に黄銅鉍、銅藍、黄鉄鉍、自然金が細脈状ないし鉍染状賦存するものであるが、入坑不能なためその形態はあきらかではない。SERNAGEOMIN(1984)によればチムニー状をなし、鉍床品位は  $\text{Au} 5 \sim 10\text{g/t}$ 、 $\text{Ag} 30 \sim 50\text{g/t}$  とされている。

石英-鏡鉄鉍網状脈～鉍脈鉍床は後述する西南部熱水変質帯 (とくに珪化帯) 中に発達する。鉍脈鉍床は脈巾  $0.1 \sim 1.5\text{m}$  で鏡鉄鉍 (または赤鉄鉍) 及び石英のみよりなる。網状脈鉍床は約  $50 \times 50\text{m}$  の規模を有し、同上鉍物の粗い網状脈または細脈よりなる (M149)。

珪化-粘土化帯は、Guanaco 鉍山周辺の外、本地区内東南部及び西部に発達する。Guanaco 鉍山周辺及び西部に認められる鉍化作用については既述の通りであり、東南部については巾  $4\text{m}$  の脈状珪化帯 (不毛珪化帯 (M143)) および貫入岩周辺の粘土化帯が賦存するのみで鉍化作用は認められない。

各鉍床から採取した代表的試料の分析結果を添付表 5 に示す。

## (2) 変質作用

本地区には上述の通り Guanaco 鉍床群周辺、南東部及び西部の 3 ケ所に変質帯が認められる。

### イ) Guanaco 鉍床変質帯

Guanaco 鉍床群の周辺は広汎に珪化または粘土化している。変質鉍物は、石英、明ばん石、カオリン鉍物 (カオリナイトまたはディッカイト)、絹雲母、緑泥石、モンモリロン石、パイロフィライト、石こう、方解石である。

これらは以下の組み合わせをなし出現する。

- A. 石英-明ばん石 (-パイロフィライト-カオリン鉍物)
- B. カオリン鉍物 (-明ばん石-絹雲母-モンモリロン石)
- C. 絹雲母-緑泥石 (-方解石)

これら変質組み合わせは概ね鉍床 (特に珪化岩) より外側へ A B C の順に帯状に配列し、鉍床の延びの方向、即ちほぼ E-W 方向に伸びる。A、B 帯とも原岩の長石類及

び有色鉱物はすべて変質しているが、C帯では原岩の長石類の一部は残存している。

珪化岩鉱床はA帯中に賦存する。また、脈状鉱床はA帯中に胚胎することが多いが、一部B帯にも賦存している。

#### ロ) 南東部変質帯

貫入岩である石英斑岩を取り囲み、巾最大500mの範囲で被貫入岩である安山岩類が珪化または粘土化している。変質鉱物は石英、カオリン鉱物、絹雲母、石こうよりなる。

本変質帯の一部には脈状珪化岩体が認められ、この周囲は強く粘土化しており長石類及び有色鉱物はカオリナイト及び絹雲母に変化している。脈状珪化岩体の周囲以外では原岩の長石類が残存し、比較的変質は弱いと言える。また、明ばん石を欠くことがGuanaco鉱床変質帯と異なる点である。

#### ハ) 西部変質帯

数箇所の珪化帯(大きさ60×100m~800×1400m)及びこれらの周辺に粘土化帯が発達し、全体として大きさ5×4kmの変質帯を形成している。変質鉱物は石英、明ばん石、カオリン鉱物、絹雲母、石こうよりなる。

準精査のため細かな変質帯区分は不能であったが変質鉱物組み合わせはGuanaco鉱床変質帯と同じである。いずれの試料でも長石類はすべて破壊されており、変質の程度も強いと言える。

本変質帯に隣接するInesperada鉱床の母岩(原岩:安山岩)は変質し石英-明ばん石(カオリン-絹雲母)となっている。これもGuanaco鉱床変質帯と変質鉱物組み合わせを同じくする。

### 1-4-3 考察及び結論

Guanaco鉱床群はその形態、鉱物組み合わせ、変質等の類似性より日本の金鉱床の1タイプである南薩型塊状金銀珪化鉱床を思い浮かばせる。また、その鉱物組み合わせ(金-硫砒銅鉱-石英)及び母岩の変質はチリEl Indio(エル・インディオ)鉱床および台湾金瓜石鉱床に似る。

以下に比較的開発研究の進んでいる南薩型塊状金銀珪化鉱床(円城寺ほか, 1976、浦島ほか, 1981; 武内, 1983)との比較対比を行い、Guanaco鉱床のモデル化を試みる。

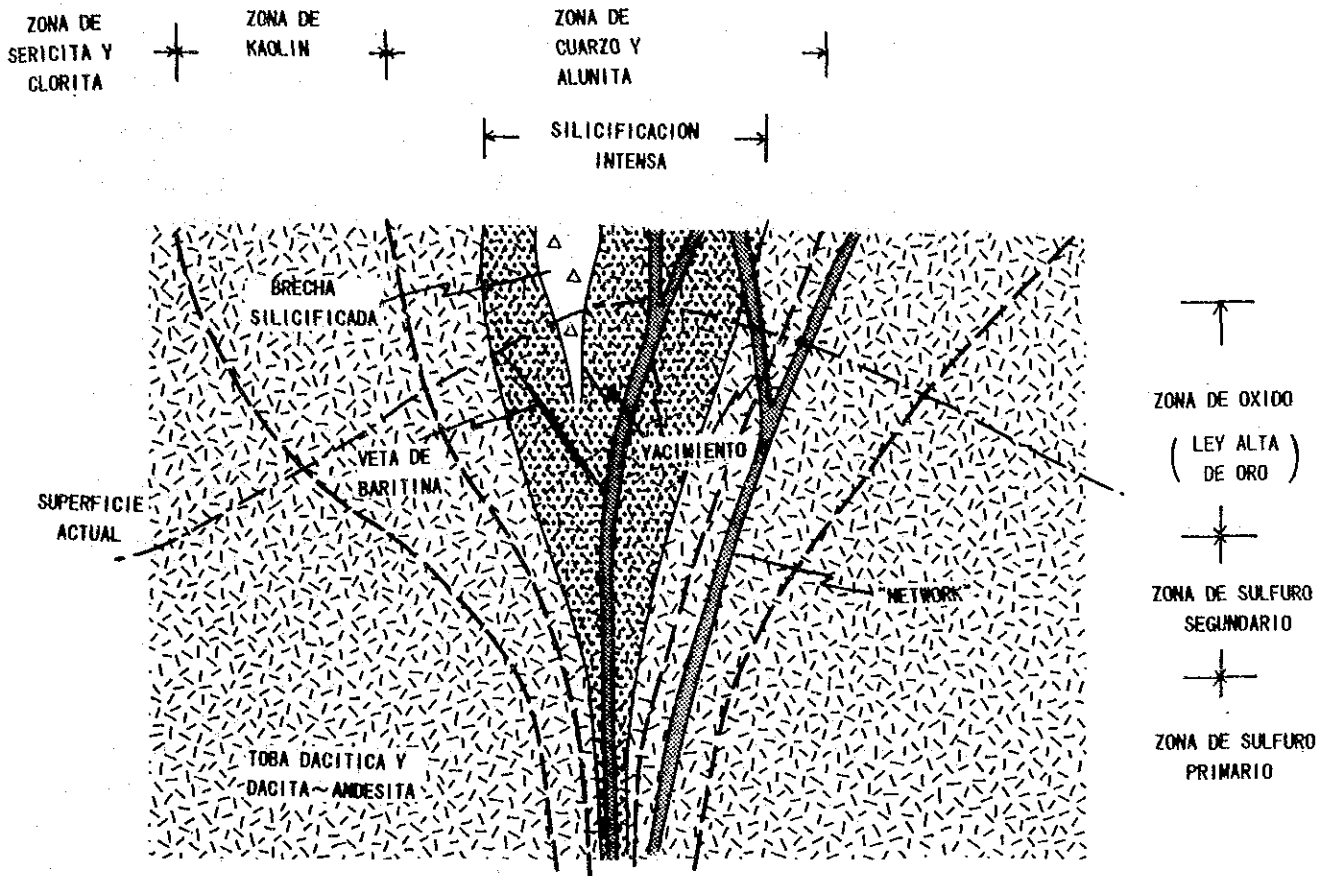
	Guanaco鉱床群	南薩型塊状金銀珪化鉱床
母岩	第三紀石英安山岩質凝灰岩類 及び石英安山岩～安山岩	第三紀中新世安山岩質凝灰岩類 及び安山岩
鉱床規模形態	縦型レンズ状（珪化岩） 脈状圧砕帯（鉱体）または 石英-粘土-酸化鉄鉱脈 最大500×50×70m（珪化岩）	きのこ型珪化岩（鉱体） （頭部の広がりや凝灰岩類中に発達 下部の根は安山岩中に胚胎の傾向） 最大500×150×80m
出鉱品位	Au5～10g/t（富鉱部）	Au2～6g/t、Ag4～10g/t
鉱石鉱物	自然金、濃紅銀鉱、黄銅鉱、 硫砒銅鉱、輝銅鉱、銅藍、 褐鉄鉱、赤鉄鉱、スコロダイト	自然金、輝銀鉱、濃紅銀鉱、黄鉄鉱 硫砒銅鉱、ルソン銅鉱、赤鉄鉱、褐 鉄鉱
脈石鉱物	石英、重晶石、明ばん石、 珪化岩	珪化岩、自然硫黄、粘土
変質	（中心部） 石英-明ばん石帯 カオリン鉱物帯 絹雲母-緑泥石帯 （外側）	（中心部） 珪化（-明ばん石）帯 カオリン-明ばん石帯 カオリン-モンモリロナイト帯 プロピライト化帯 （外側）
均質化温度 及び塩濃度	198～223℃ 3.1～4.4wt%	150～220℃

上記の通りGuanaco鉱床は南薩型塊状金銀珪化岩鉱床に酷似する。

南薩型塊状金銀珪化岩鉱床を参考にGuanaco鉱床形成モデルを構築すると以下の様になる。

- イ) 造構運動（E-W系裂かの形成）
- ロ) 地表近くまたは地表下浅部でのE-W方向に延びる硫酸酸性変質帯の形成
- ハ) 角礫破碎帯または弱線部の形成
- ニ) 熱水中の溶存成分の沈澱（珪化作用、珪化作用）
- ホ) （ハ）及び（ニ）の繰り返し
- ヘ) 風化（酸化溶脱作用→酸化鉄帯における金の二次富化（？））
- ト) 現鉱床

上記モデルを図示すると以下の通りとなる。



第 I-1-10 図 Guanaco 鉱床モデル

ここで今後Guanacoタイプの金鉱床を採鉱する上での採鉱指針を明らかにし、資料不足ではあるがGuanaco鉱山周辺で有望箇所抽出を行ってみる。

【採鉱指針】

1. 大規模硫酸酸性変質帯の存在
2. 珪化岩体、特に溶脱型珪化岩体の存在
3. Au、Cu、As等の元素の地球化学的的特性の把握

【有望箇所】

前項(2) 変質作用の項の述べた通り本地区にはGuanaco鉱床変質帯のほか、西部変質帯、東南部変質帯がある。後2者に上記採鉱指針を当てはめるとまず採鉱指針の1より東南部変質帯が消去される。西部変質帯には大きな珪化岩体が発達しているが、今次の調査では溶脱型珪化岩体を認めることはできなかった。また、露出している鉱脈(石英-鏡鉄鉱脈及び石英-褐鉄鉱脈)はチェックサンプリングをした限りではいずれも金、銀を含有しない。ただ、本変質帯は大きさ5×4kmの広がり

有することより、さらに細かな地質調査と地化学探査を実施することで有望箇所に  
縫着する可能性も秘めた変質帯であると言える。