

1081


中國共產黨中央委員會 宣傳部 編

中國共產黨中央委員會 宣傳部 編

論共產黨

平城 9 年 8 月

JICA LIBRARY



J 1137520 (1)

國際總工會聯盟  
世界總工會聯盟

1137520  
C10  
97-107



チリ共和国グアナカ・チヨルキ地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第1年次

平成9年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



1137520(1)

0

0

0

## は し が き

日本国政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国中央部に位置する Cholqui 地域及び北部に位置するグアナカ地域の鉱床賦存の可能性を確認するため、地質調査・物理探査などの鉱床調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。本調査は平成8年度から平成10年度までの3年間実施されることとなり、この間、金属鉱業事業団は数次にわたり調査団を編成し現地に派遣した。これらの現地調査は、チリ共和国政府機関、チリ鉱山公社の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、本年度の調査結果をとりまとめた中間報告書である。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたチリ共和国政府機関並びに外務省、通商産業省、在チリ日本国大使館及び関係各位に衷心より感謝の意を表する。

平成9年3月

国際協力事業団  
総裁 藤田 公郎

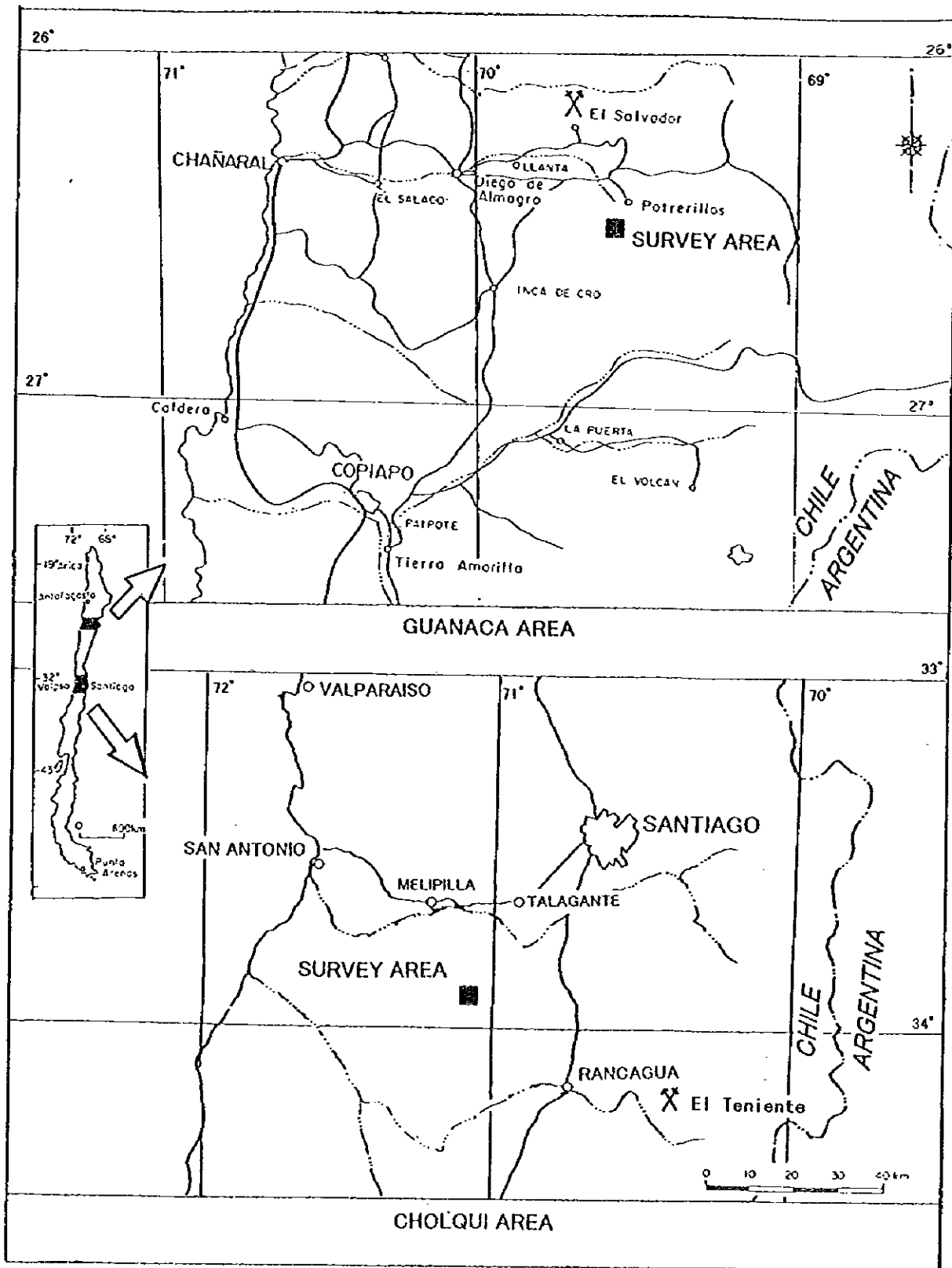
金属鉱業事業団  
理事長 清瀧 昌三郎



# GUANACA AREA







Locality map of survey area



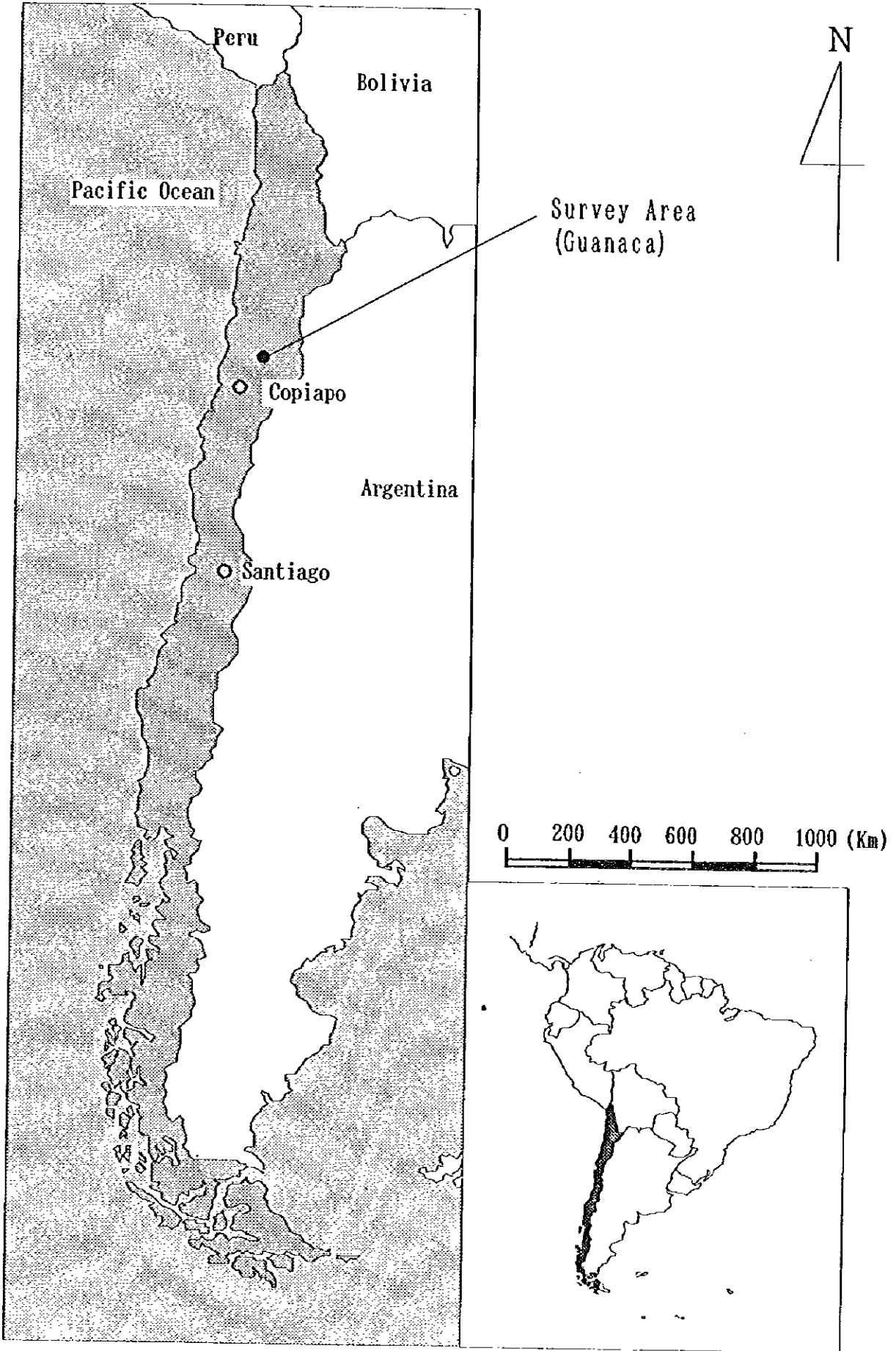


Fig. 1 Location map of the Guanaca area.

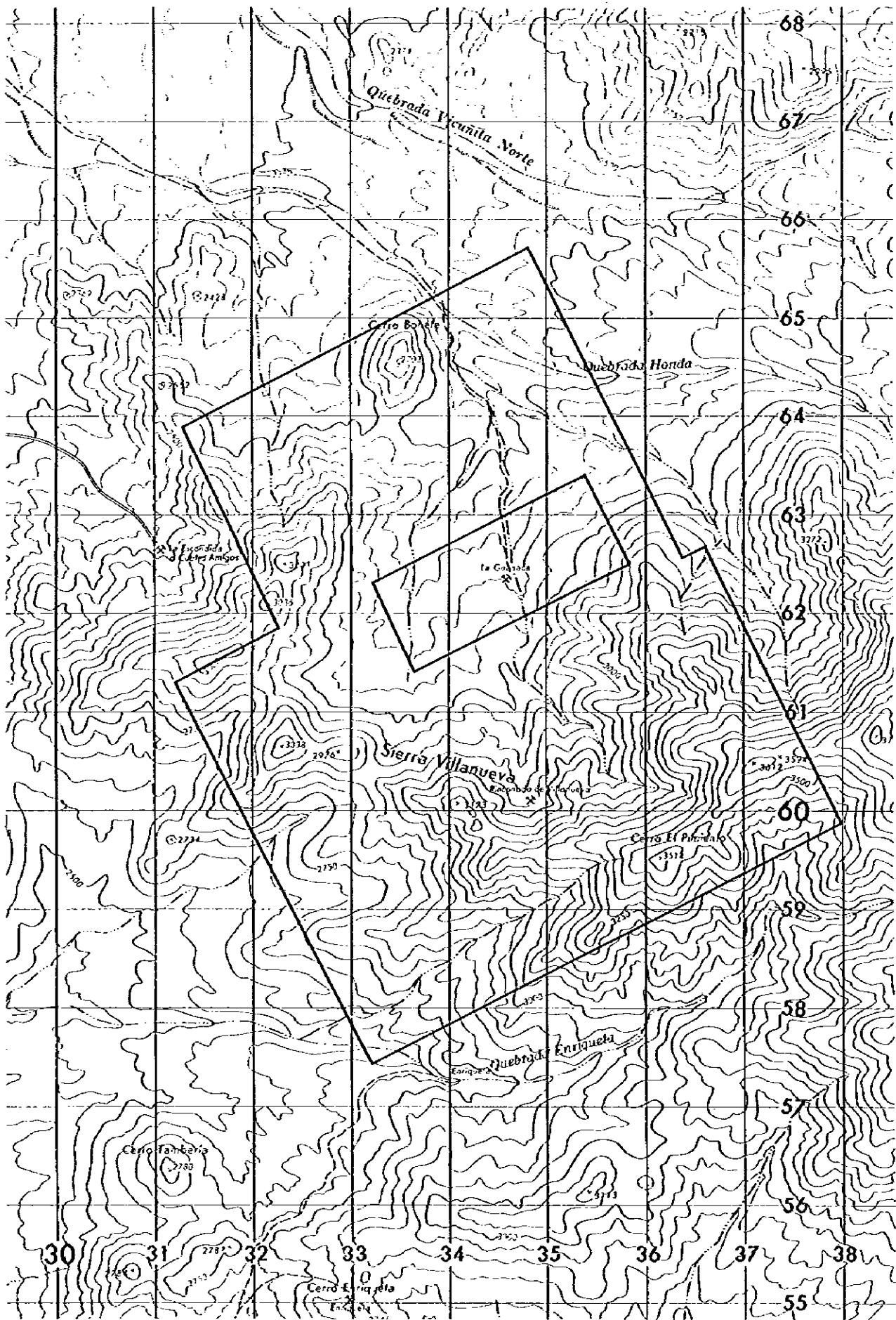


Fig. 2 Location map of the survey area.





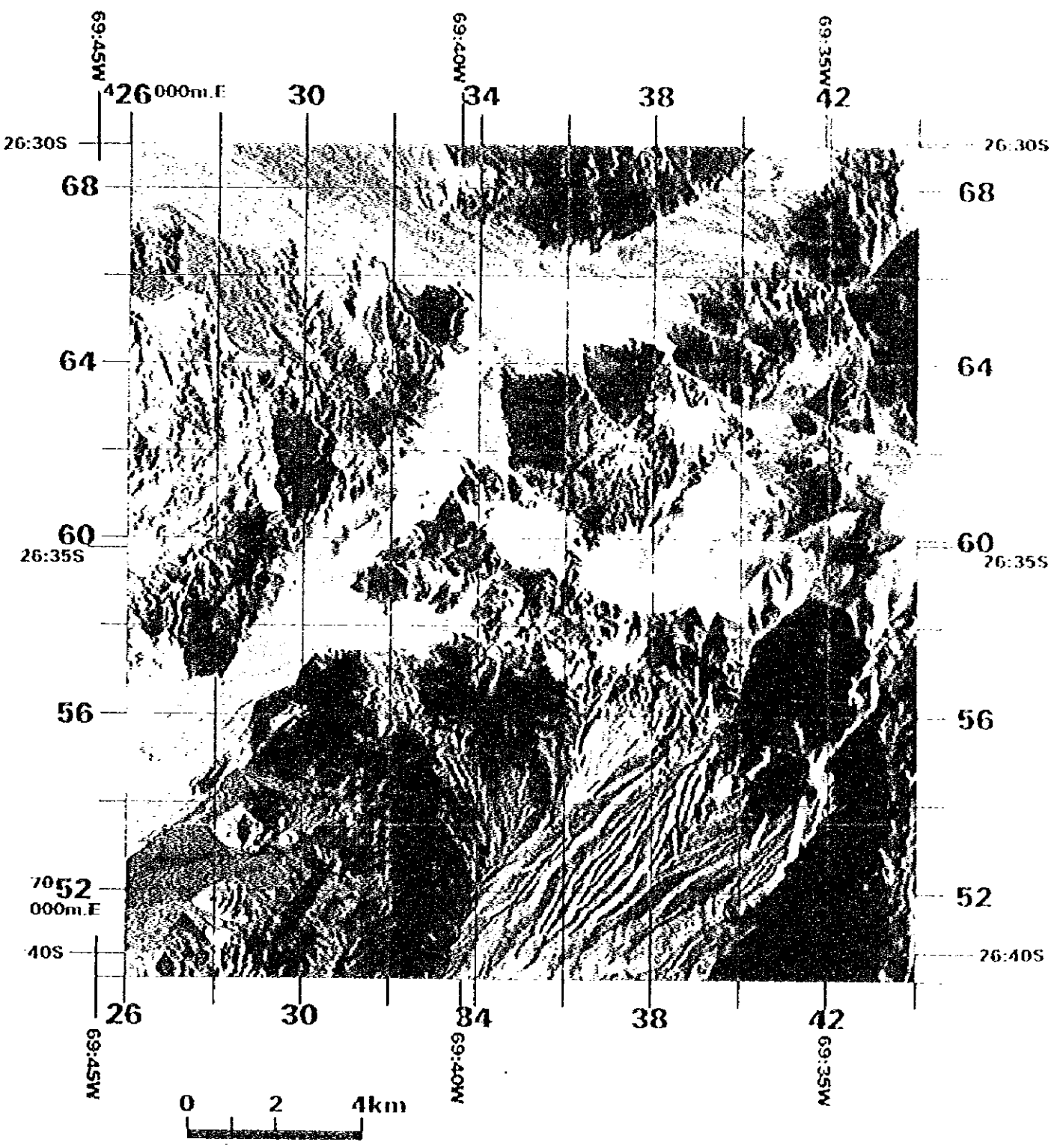


Fig 3 JERS-1 image of the Guanaca area.





|           |  |
|-----------|--|
| 目次        |  |
| はしがき      |  |
| 調査地域位置図   |  |
| 調査地域の衛星画像 |  |
| 要約        |  |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第1部 総論                    | 1  |
| 第1章 序論                    | 1  |
| 1-1 調査の経緯および目的            | 1  |
| 1-2 調査範囲および作業の概要          | 1  |
| 1-3 調査用の編成                | 3  |
| 1-4 調査期間                  | 3  |
| 第2章 調査地域の地理               | 4  |
| 2-1 位置および交通               | 4  |
| 2-2 地形および水系               | 4  |
| 2-3 気候および植生               | 4  |
| 第3章 調査地域の既存地質情報           | 7  |
| 3-1 既存調査の概要               | 7  |
| 3-2 調査地域周辺の地質概要           | 7  |
| 3-3 調査地域周辺の鉱化作用           | 7  |
| 3-4 既存データに基づく探査モデルおよび探査指針 | 10 |
| 第4章 調査結果                  | 10 |
| 4-1 地質調査結果                | 10 |
| 4-2 物理探査結果                | 16 |
| 第5章 結論および提言               | 18 |
| 5-1 結論                    | 18 |
| 5-2 提言                    | 18 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 第II部 各論                    | 19 |
| 第1章 地質調査                   | 19 |
| 1-1 調査目的                   | 19 |
| 1-2 調査方法                   | 19 |
| 1-3 調査結果                   | 19 |
| 1-3-1 地質概要                 | 19 |
| 1-3-2 岩石記載                 | 26 |
| 1) 安山岩質溶岩および同質火砕岩(Ba)      | 26 |
| 2) デイサイト質火山礫凝灰岩～溶結凝灰岩(Dpf) | 30 |
| 3) 安山岩質溶岩および同質火砕岩(Ga)      | 30 |
| 4) オコイータ安山岩質溶岩(Oa)         | 31 |
| 5) 流紋岩質火山角礫岩～溶岩(Rd)        | 31 |
| 6) モンゾニ岩(M)                | 35 |
| 7) モンゾ閃緑岩(Md)              | 35 |
| 8) アダメロ岩(Ad)               | 35 |
| 9) アブライト質花崗岩(Ag)           | 36 |
| 10) 黒雲母一角閃石花崗閃緑岩(Gd1)      | 36 |
| 11) 黒雲母一角閃石花崗閃緑岩～閃緑岩(Gd2)  | 37 |
| 12) 黒雲母一角閃石花崗閃緑岩(Gd3)      | 37 |
| 13) 角閃石-黒雲母花崗閃緑岩(Gd4)      | 37 |
| 14) 岩脈類                    | 39 |
| 1-3-3 相互関係                 | 40 |
| 1-3-4 鉍化作用                 | 42 |
| 1) La Guanaca 鉍徴地          | 42 |
| 2) Rinconada 鉍徴地           | 48 |
| 3) 中央鉍徴地                   | 48 |
| 4) La Escondida 鉍徴地        | 52 |
| 5) Quebrada Enriqueta 変質帯  | 52 |
| 第2章 地化学探査                  | 53 |
| 2-1 調査目的                   | 53 |
| 2-2 調査方法                   | 53 |
| 2-3 調査結果                   | 53 |
| 2-3-1 しきい値の決定              | 53 |
| 2-3-2 異常域の分布               | 53 |

|          |                   |     |
|----------|-------------------|-----|
| 2-4      | 考察                | 56  |
| 第3章 室内試験 |                   |     |
| 3-1      | X線回折試験            | 75  |
| 3-1-1    | 目的                | 75  |
| 3-1-2    | 方法                | 75  |
| 3-1-3    | 結果                | 75  |
| 3-2      | 流体包有物温度測定         | 76  |
| 3-2-1    | 目的                | 76  |
| 3-2-2    | 方法                | 76  |
| 3-2-3    | 結果                | 76  |
| 3-3      | 鉍石分析              | 80  |
| 3-3-1    | 目的                | 80  |
| 3-3-2    | 方法                | 80  |
| 3-3-3    | 結果                | 80  |
| 3-4      | K-Ar年代測定          | 86  |
| 3-4-1    | 目的                | 86  |
| 3-4-2    | 方法                | 86  |
| 3-4-3    | 結果                | 86  |
| 第4章 物理探査 |                   |     |
| 4-1      | 調査目的              | 90  |
| 4-2      | 測定方法              | 91  |
| 4-2-1    | 測線設定および測量         | 91  |
| 4-2-2    | IP測定              | 92  |
| 4-3      | 解析                | 96  |
| 4-3-1    | 解析方法              | 96  |
| 4-3-2    | 解析結果              | 99  |
| 4-4      | 解析結果のまとめ          | 101 |
| 4-5      | 物理探査結果の総括         | 128 |
| 第5章 考察   |                   |     |
| 5-1      | 各鉍徴地の特徴           | 129 |
| 5-2      | 探査モデル             | 130 |
| 5-3      | 本地域の緑泥石、緑簾石変質について | 130 |

|              |     |
|--------------|-----|
| 第Ⅲ部 結論および提言  | 133 |
| 第1章 結論       | 133 |
| 第2章 第2年次への提言 | 134 |
| 参考文献         | 135 |
| 図表 覧         | 137 |

巻末資料  
付図

## 要 約

本調査は、日本国政府とチリ共和国政府との間で、平成8年8月14日付けで締結された Scope of Work に基づいて、チリ共和国グアナカ地域において実施した資源開発協力基礎調査である。

本地域は、首都サンチャゴの北方約800kmに位置する。調査対象面積は、約30km<sup>2</sup>である。調査地域内には、La Guanaca 鉱山や Rinconada de Villanueva などの銅鉱徴地が知られている。La Guanaca 鉱山地区については、ENAMI による調査が行われているが、調査地域全体については、系統的な探査は行われていない。

第1年次である本年度の調査は、地質調査、地化学探査および物理探査からなり、本地域に分布する鉱化作用の特徴を明らかにすることを目的とした。地質調査は、調査地域全域の踏査を行い、本地域の岩石の分布、産状、相互関係を明らかにした。このうち、既存鉱徴地である La Guanaca 鉱山周辺地区および Rinconada 周辺地区においては、地質精査を実施した。地化学探査は、調査地域全域から409件の岩石試料を採取し、地化学異常域の分布を明らかにした。物理探査は、IP 法調査を実施し、調査地域全域をほぼカバーするように合計60km長の測線を設定した。

本地域の地質は、白亜紀下部から古第三紀下部の火山岩類とそれに貫入する始新世の花崗岩質深成岩類からなる。

鉱徴は、La Guanaca および Rinconada の既知鉱徴地以外にも、本地域中央部(中央鉱徴地)や南部に銅鉱化作用を伴う石英脈の分布が確認された。これらの鉱化作用は、始新世中期であり、各鉱徴地の特徴は、以下のとおりである。

La Guanaca 鉱徴地では、黄銅鉱・黄鉄鉱の鉱染型鉱化作用が、小規模なポーフイリーストックに観察される。ストックには、カリ長石、黒雲母などの変質鉱物が生じ、ポタシック変質が認められる。周囲には、セリサイト変質がある。本鉱徴地の岩石および鉱石は、地化学的には、銅、モリブデンに富む傾向にある。

中央鉱徴地は、石英脈にともなう鉱化作用がある。本鉱徴地に分布する岩石および鉱石の地化学的特徴は、銅以外に、金、銀、モリブデン、鉛、および亜鉛に富む傾向がある。また、流体包有物の均質化温度および塩濃度は、Rinconada 鉱徴地よりも、やや高い傾向を持つ。

Rinconada 鉱徴地については、中央鉱徴地とほぼ同様な特徴を持つ。違いは、Rinconada のほうが、中央鉱徴地に比べ、金、銀、鉛に富み、流体包有物の均質化温度および塩濃度が、低い。

このことから、La Guanaca 鉱徴地は、ポーフイリー型銅鉱化作用の中心に近く、中央鉱徴地および Rinconada 鉱徴地は、ポーフイリー型銅鉱化作用の周辺に分布する鉱化作用であると考えられる。ただし、垂直的なゾーニングを仮定することができれば、Rinconada 鉱徴地周辺の深部にポーフイリー型銅鉱化作用の中心を推定することも可能と考えられる。



# 第 I 部 總 論





# 第I部 総論

## 第1章 序論

### 1-1 調査の経緯および目的

チリ共和国は、世界最大の銅の生産国であり、かつ埋蔵国である。日本は、チリから年間46万トン(1994年)もの銅を輸入しており、日本にとってチリは最大の銅供給国である。同時に、チリにとって日本は最大の銅輸出国でもある。このような鉱物資源上、チリと日本は、極めて重要な関係にあり、同国における資源開発協力基礎調査は、1975年以来、ほぼ途切れることなく7件もの調査が行われてきた。チリ政府は、このような背景のもと、引き続き日本政府に対し、日本との協力調査を要請した。これを受け、日本政府は、平成7年9月26日～11月1日、平成8年3月3日～3月16日、および平成8年6月2日～6月16日にプロジェクト選定調査団を派遣し、チリ側と協議を重ね、本件を含めた複数のプロジェクトを平成8年度案件として採択することを決定した。

平成8年8月9日～8月19日に事前調査団が派遣され、日本国政府とチリ共和国政府との間で平成8年8月14日付けで、本件に関する Scope of Work が締結された。

本調査は、同 Scope of Work に基づいて、チリ共和国グアナカ地域において実施した資源開発協力基礎調査であり、その第1年次調査である。

本調査は、グアナカ地域において地質状況および鉱床賦存状況を解明することにより、新鉱床を発見することを目的とする。

### 1-2 調査範囲および作業の概要

本調査の対象地域であるグアナカ地域は、首都サンチャゴの北方約800kmに位置する(Fig.1)。調査対象面積は、約5.5km×6.5kmの約30km<sup>2</sup>である。調査地域内には、La Guanaca 鉱山を含む約2.5km<sup>2</sup>の民間鉱区があり、これを除く ENAMI 鉱区が本調査の調査対象範囲である(Fig.2)。

本年度の調査は、地質調査、地化学探査および物理探査からなる。このうち、既存鉱徴地である La Guanaca 鉱山周辺地区および Rinconada 周辺地区においては、簡易測量を行い、地質精査を実施した。物理探査は、IP法調査を実施し、調査地域全域をほぼカバーするように測線を設定した(Fig.2-4-1)。

地質調査、地化学探査および物理探査の調査量を Table 1-1-1 に、また、室内試験の数量を Table 1-1-2 に示す。

Table 1-1-1 Survey specifications

| Survey Method   | Work Amount           |      |                 |
|---|-----------------------|------|-----------------|
| (1) Geological Survey &<br>Geochemical exploration<br>IGuanaca Area | Survey Area           | 32   | Km <sup>2</sup> |
|   | Survey Route          | 200  | Km              |
| (2) Geophysical Survey<br>Guanaca Area (IP method)                  | Total Line Length     | 60   | km              |
|   | Number of Lines       | 12   | Lines           |
|   | Number of Measurement | 1260 | Times           |

Table 1-1-2 Laboratory work specifications

| Laboratory studies  |            |
|---|------------|
| 1) Thin section   | 68samples  |
| 2) Polished section   | 8samples   |
| 3) X-ray diffraction analysis   | 92samples  |
| 4) Fluid inclusion filling<br>temperature and ice melting tempreture  | 13samples  |
| 5) Chemical analysis  |            |
| a) Rock (8 elements : Au, Ag, As, Cu, Mo, Pb, Sb, Zn)   | 409samples |
| b) Ore Assay (32 elements :<br>Au, Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb,<br>Sb, Sc, Sr, Ti, Tl, U, V, W, Zn, S) | 34samples  |
| (8 elements : Au, Ag, As, Cu, Mo, Pb, Sb, Zn)   | 20samples  |
| c) Bulk composition   |            |
| major elements  | 32samples  |
| trace elements  | 10samples  |
| REE   | 3samples   |
| 6) Dating (k-Ar method)   |            |
| a) bulk   | 9samples   |
| b) sericite separation  | 3samples   |
| 7) Mode composition counting  | 16samples  |

### 1-3 調査団の編成

本調査の調査計画策定、協定折衝および現地調査に参加した調査団員は、以下のとおりである。

#### (1) 調査計画策定および協定折衝

##### (日本側)

|       |                   |
|-------|-------------------|
| 野口 雅昭 | 金属業事業団理事          |
| 高橋 健一 | 国際協力事業団資源開発調査課    |
| 林 歳彦  | 金属鉱業事業団海外部計画課     |
| 辻本 崇史 | 金属鉱業事業団サンチャゴ海外調査員 |

##### (チリ側)

|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Benjamin Teplinsky Linjavetzky | 鉱業大臣                |
| Enrique Soler Garrido          | 国際協力庁長官             |
| Claudio Agostini G.            | チリ鉱山公社(ENAMI)副総裁    |
| Iván Henríquez S.              | チリ鉱山公社(ENAMI)鉱山本部顧問 |
| Mario Serano C.                | チリ鉱山公社(ENAMI)鉱山本部顧問 |

#### (2) 現地調査

##### (日本側)

|       |            |
|-------|------------|
| 林 歳彦  | 金属鉱業事業団海外部 |
| 山口 聡  | 金属鉱業事業団海外部 |
| 柴崎 洋志 | 金属鉱業事業団調査部 |
| 藤田 勝  | 同和工営株式会社   |
| 吉田 武志 | 同和工営株式会社   |
| 前川 勝利 | 同和工営株式会社   |

##### (チリ側)

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| Pedro Pérez Fernandes | チリ鉱山公社(ENAMI)、コピアポ事務所地質技師 |
| José Cardenas Pérez   | チリ鉱山公社(ENAMI)、コピアポ事務所地質技師 |

### 1-4 調査期間

本調査に伴うチリ国での調査の期間は、以下のとおりである。

調査計画策定および協定折衝

平成8年8月9日～平成8年8月19日

現地調査

地質調査・地化学探査

平成8年10月5日～11月14日

物理探査

平成8年10月5日～12月21日

## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置および交通

本地域は、第 III 州にあり、州都コピアポ (Copiapó) の北北東約 110km に位置する。エルサルバドル(El Salvador)鉱山の 40km 南、ポトレリーヨス(Potreriillos)製錬所の南東 30km に位置する(Fig.1-2-1)。本地域に最も近い街は、ディエゴデアルマグロ(Diego de Almagro)である。サンチャゴからコピアポまでは、飛行機で約 1 時間のフライトで到着する。コピアポからディエゴデアルマグロへは、150km あり、舗装道路が通じており車で約 2 時間で達する。ディエゴデアルマグロから現地へは、約 70km の未舗装道路を使用し、車で約 1 時間 20 分を要する。

### 2-2 地形および水系

第 II 州から本地域が位置する第 III 州北部にかけは、地形的には南北系の延びを示す次の 4 帯に区分することができる(Fig.1-2-2)。それぞれは、西から以下のとおりである。

|                     |   |    |              |
|---------------------|---|----|--------------|
| COASTAL CORDILLERA  | : | 標高 | 0~2,000m     |
| LONGITUDINAL VALLEY | : |    | 1,000~2,000m |
| PRECORDILLERA       | : |    | 2,000~4,500m |
| ANDEAN CORDILLERA   | : |    | 3,000~5,000m |

本地域は、アンデス山脈の前縁をなすドメイコ山脈の西端の小山脈である Sierra Villanueva の標高 2,200~3,600m に位置する。

地域内の地形は、中央やや北よりの NE-SW 方向の広く開折された沢によって、南東側の山塊と北西側の山塊に分かれる (Fig.2)。北西側の山塊は、開折された沢と同方向に尾根 (標高 3,000m 前後) が連なる。南東側の山塊は、比較的急峻であり、NE から EW 方向の尾根 (標高 3,600m~3,000m) が連なる。既存鉱徴地である La Guanaca と Rinconada de Villanueva (以下、Rinconada と略す) は、NS 方向の線上構造に載る (Fig.2)。開折された沢部分の平坦地には、アタカマ礫層が分布する。

### 2-3 気候および植生

気候は、典型的な乾燥気候で、降雨は一年中ほとんどない。冬季に、わずかな積雪があ









Fig. 1-2-2 Porphyry copper deposits and prospects for which supergene alunite ages have been obtained in relation to the morphotectonic provinces of northern Chile (Sillitoe, 1996)



る。植生は、乾燥した岩場に強い種類の草本類が僅かに認められる。

### 第3章 調査地域の既存地質情報

#### 3-1 既存調査の概要

本地域に関係した既存取集資料を Appendix 1 に示す。

本地域を含む広域的地質図が、Mercado (1978) によって 1:250,000 のスケールでまとめられている。また、最近、本地域を含み、El Salvador 鉱山から La Coipa 鉱山を含む広大な地域の地質調査が、SERNAGEOMIN (国立地学・鉱物学事務所) および CODELCO (チリ銅公社) によって行われた (Cornejo et al, 1993)。

#### 3-2 調査地域周辺の地質概要

本地域周辺の概略地質図を Fig. 1-3-1 示す。

本地域を含む Fig. 1-3-1 に示す地域の地質は、基本的には西から東に向かってより新しい時代の地質体が帯状に分布している。また、地質的帯状配列は、地形上の南北配列とも対応している (Fig. 1-2-2)。

COASTAL CORDILLERA (海岸山脈) は、主にジュラ紀の火成岩から成り、その東の LONGITUDINAL VALLEY は、海岸山脈とは、アタカマ断層で境する。この南北に長い盆地状地形は、漸新世とより若い堆積岩類、火山岩類で埋められている。

PRECORDILLERA は、ほぼドメイコ (Domeyko) 山脈に相当し、ここには、ジュラ紀～古第三紀の火山岩類、堆積岩類および深成岩類が分布する。

最も東の ANDEAN CORDILLERA は、主に第三紀および第四紀の火山岩類が分布し、マリクンガ (Maricunga) ベルトとして、最近、ポーフィリー型鉱床および浅熱水性鉱床の開発、探査が活発に行われている。本地域は、この地質ゾーンのうち、後期漸新世～中新世に活動した Maricunga 火山帯の西側に位置し、Maricunga 帯よりもやや古い始新世の火成活動が分布する。

#### 3-3 調査地域周辺の鉱化作用

本地域の北には、ポーフィリー型銅鉱床が分布する。本地域の約 40km 北に現在稼行中のエルサルバドル (El Salvador) 鉱山が存在する。また、本地域の北東約 30km には、ポトレリョス (Potrerillos) 鉱山が存在する。これらのポーフィリー型銅鉱床は、鉱化年代はそれぞれ、43-31Ma と 35Ma であり、始新世後期～漸新世前期のチリの主要なポーフィリー型銅鉱床帯の南端に位置する (Fig. 1-3-2)。

本地域は、同鉱床帯の南延長上に存在する。しかし、始新世後期～漸新世前期のポーフィリー型銅鉱床帯は、コピアポの北で途絶えた形になっており、本地域は、同鉱床帯がとき

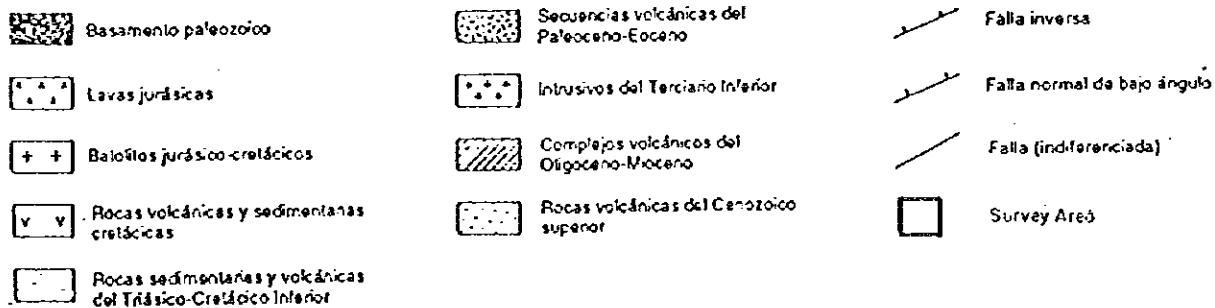
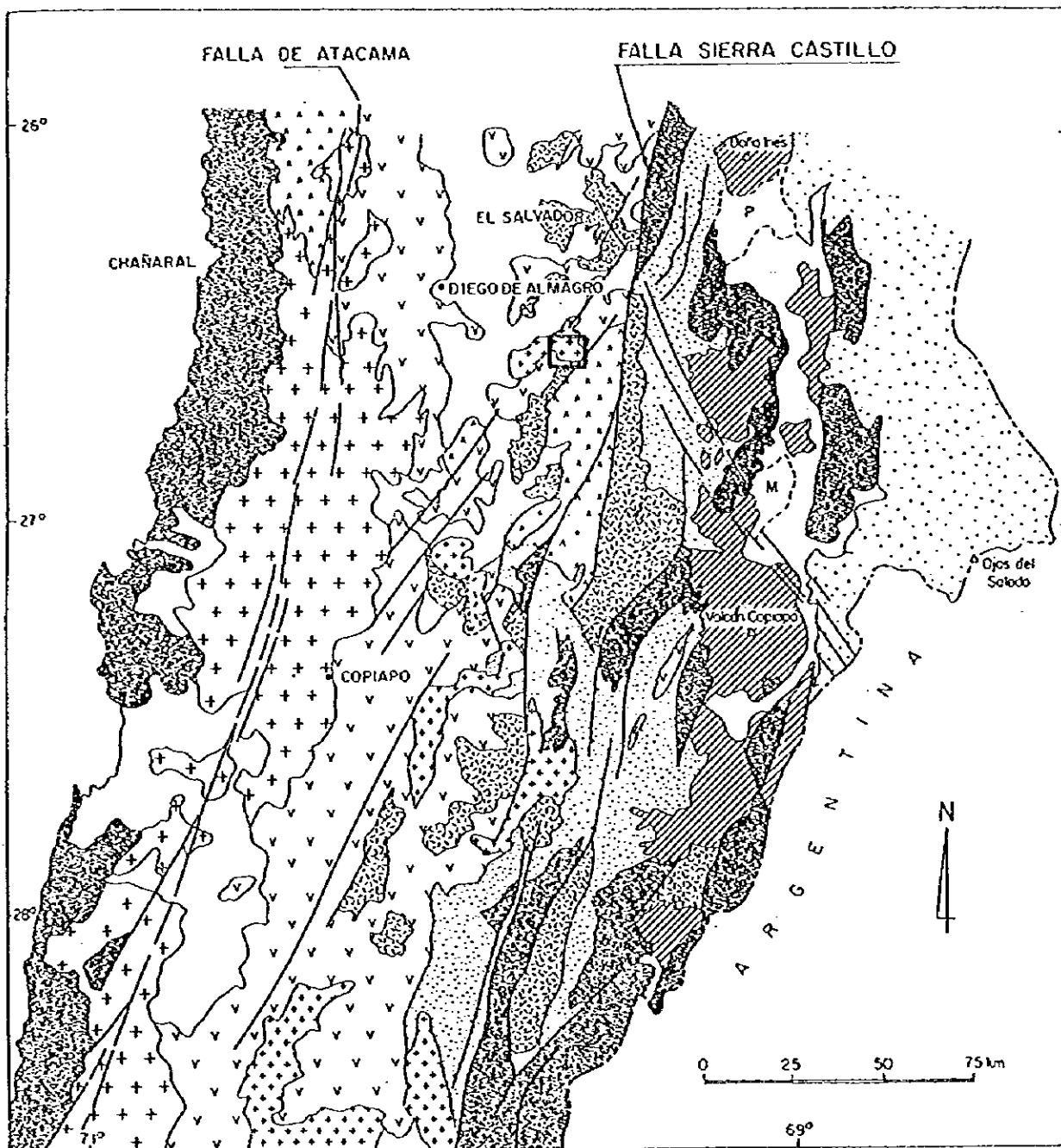


Fig. 1-3-1 Schematic geological map of the Copiapó-El Salvador region (Comejo et al., 1993)

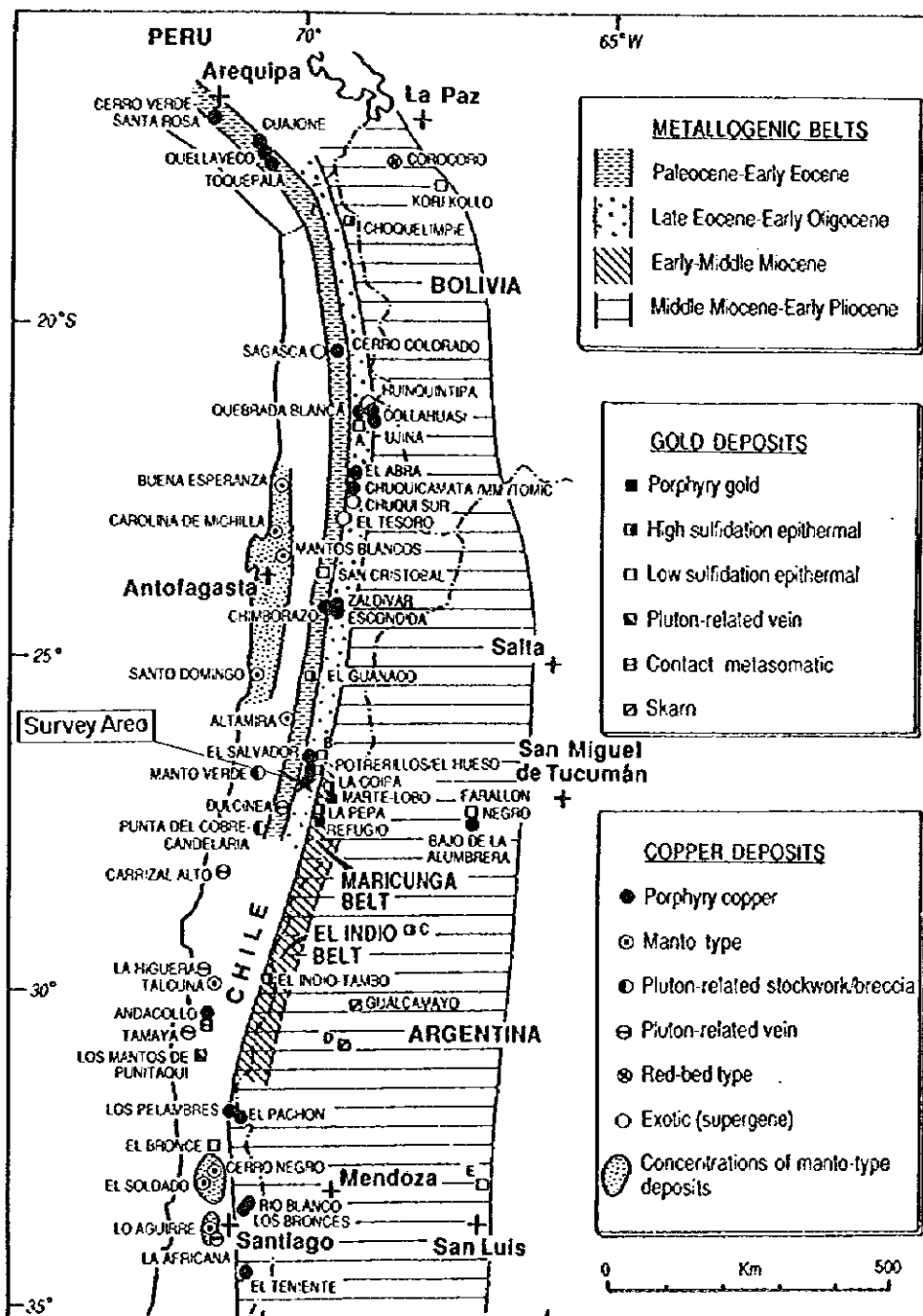


Fig 1-3-2 Location of the Survey area and metallogenic belts in the central Andes (Sillitoe, 1992)

れた位置にある。

ポーフィリー型銅鉱床の他に、本地域周辺には、鉱脈型の酸化銅を採掘していた小さな鉱山が多数存在する ( Fig.1-2-1)。

このうちのひとつとして、本地域のほぼ中央には La Guanaca 鉱山が存在する。本鉱山は、1995 年あたりまで、酸化銅の採掘が行われ、ENAMI 所有のエルサラド (El Salado) にある沈殿銅回収プラントに売鉱していた。ENAMI は、当鉱山に対して資金融資および技術指導を行い、1994 年に坑内調査、ボーリング調査 (ノンコア 5 孔、573m)、物理探査 (CSAMT 法、10 測線、測線長 400~500m) を実施した (国際鉱物資源開発協力協会、1996)。これらの結果より酸化銅帯の鉱量は 6,850,000 トン ; T.Cu: 0.64% と見積もられた (Godoy and Gonzalez, 1994)。

西方には、La Escondida 鉱山、La Pimienta 鉱山、南方には、Enriqueta 鉱山、Los Cuatro Amigos 鉱山などが分布する。それぞれの鉱山についての詳細は不明である。

本地域の南方には、変質帯が存在し、1995 年には、CODELCO によりボーリング調査が行われた。

### 3-4 既存データに基づく探査モデルおよび探査方針

上記既存データに基づき、本地域の探査モデルを Fig.1-3-3 のように考えた。

既存データ ( Godoy and Gonzalez, 1994) によれば、La Guanaca 鉱山は、地表から 60m までの浅所に、網状酸化銅が発達し、60m 以深では、黄銅鉱—黄鉄鉱帯に移行するとされている。網状酸化銅は、貫入角礫岩中に分布する。黄銅鉱—黄鉄鉱帯は、地下 60m にあるポーフィリー中に発達している。これらの周辺には、珪化—セリサイト化変質が発達する。一方、Rinconada にも、同様の酸化銅脈が分布し、セリサイト変質帯が発達するとされている。

このようなデータから、Rinconada にも酸化銅脈の下部には、La Guanaca と同様に、ポーフィリーストックが貫入し、ここにポーフィリー型の銅鉱床が発達しているという可能性を考え、Fig.1-3-3 に示すような探査モデルを作成した。

この探査モデルにもとづき、第 1 年次の調査方針を次のように考えた。

- ・ 地質を明らかにし、鉱化に関係した火成岩を明らかにする。
- ・ 変質帯の分布と性質を明らかにし、鉱化ポテンシャルの高い地域を推定する。
- ・ 地化学異常分布を把握し、鉱化ポテンシャルの高い地域を推定する。
- ・ IP 特性の分布から、潜頂性の鉱化帯の位置を推定する。

## 第 4 章 調査結果

### 4-1 地質調査結果

本地域の地質図を Fig.1-4-1 に示す。

S

N

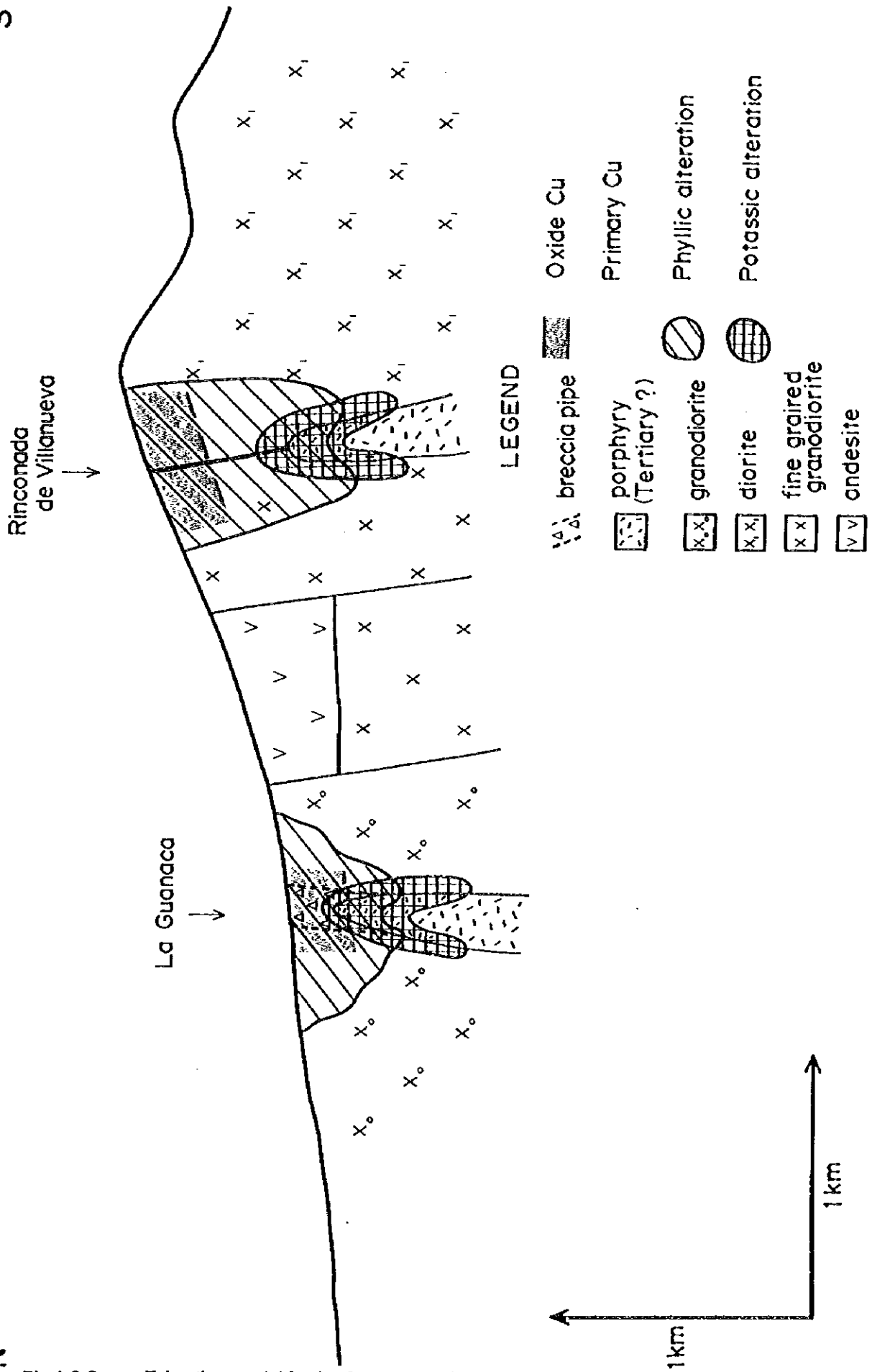


Fig 1-3-3 Exploration model for the Survey area based on existing data prior to this survey

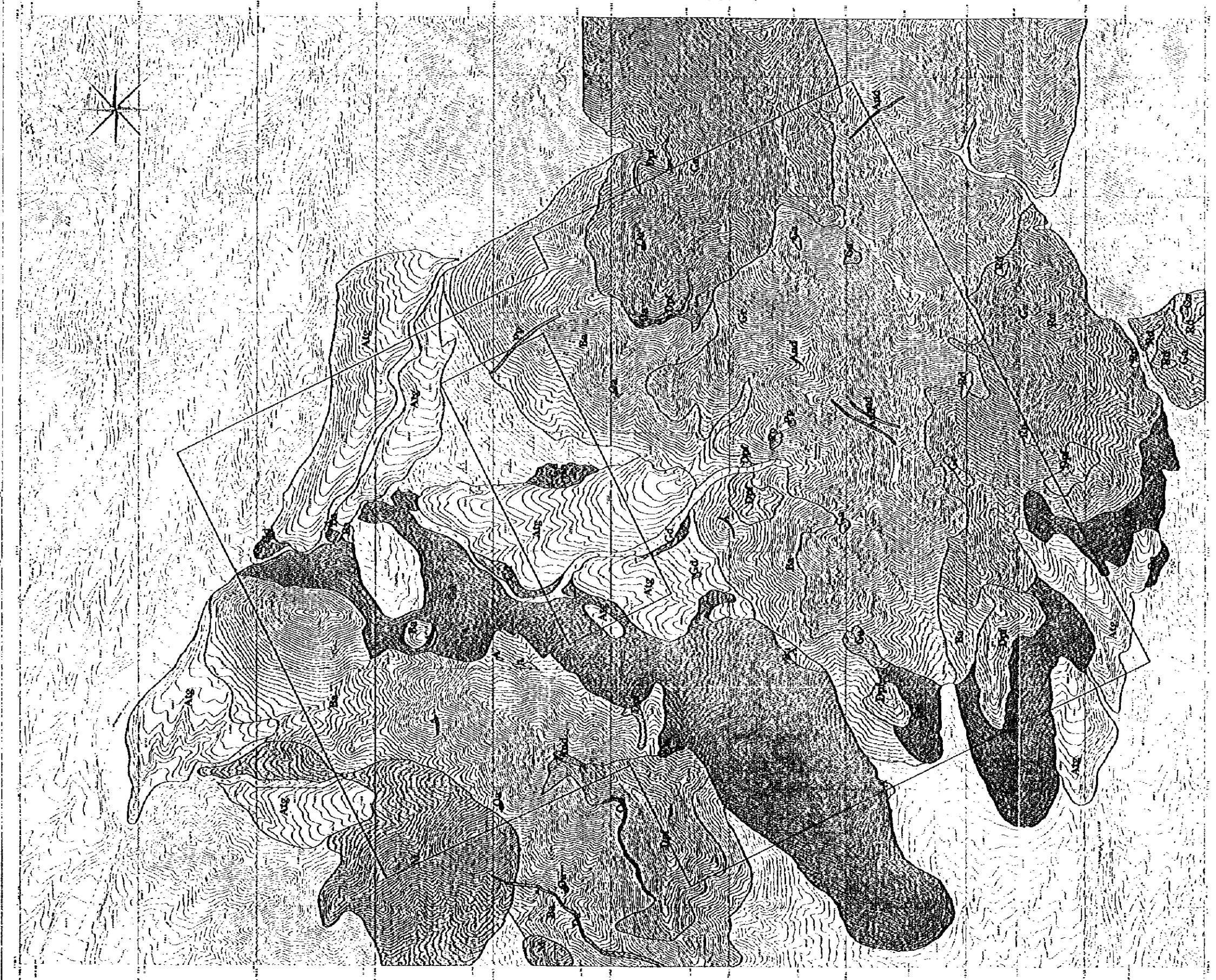
0

0

0



Geological Map of GUANACA



0 0.25 0.5 1 1.5 2 2.5 3km  
Scale 1:32000

Fig.1-4-1 Geological map of the Guanaca area





本地域の地質は、白亜紀下部から古第三紀下部の火山岩類とそれに貫入する始新世の花崗岩質深成岩類からなる。

これらの花崗岩類は、その分布、岩相から大きく次の3つの岩体に分けることができる。

本地域の北西部に分布するモンゾニ岩体 (記号M)。

中央部を経て南西部に分布する花崗閃緑岩体 (記号Gd)。

南部および南東部の花崗岩～モンゾニ岩体 (記号Gr)。

鉍徴は、La Guanaca および Rinconada の既知鉍徴地以外にも、本地域中央部(中央鉍徴地)や南部に鉍鉍化作用を伴う石英脈の分布が確認された。

これらの鉍徴地は次のような特徴を持つ (Table 1-4-1)。

#### a. La Guanaca 鉍徴地

・鉍染タイプおよび脈タイプの二種類の鉍化作用が存在する。

一つは、ポーフィリー中の黄銅鉍・黄鉄鉍鉍染鉍床であり、他の一つは、花崗閃緑岩中に認められる酸化銅脈である。酸化銅脈には、二つの種類があり、一つは石英脈を伴うものと、石英を伴わず花崗閃緑岩の節理面に沿って酸化銅のみが脈状に産するものである。脈タイプでは、後者の方が多く、これは、supergene で生じたものと考えられる。

・変質は、セリサイト変質が顕著である。緑色黒雲母やカリ長石化も認められる。緑簾石変質はない。

・銅、モリブデンの地化学異常がある。

・典型的なポーフィリー型銅鉍床に見られる、石英脈ストックワークに伴う銅の鉍化作用は観察されないが、鉍化変質作用の特徴からポーフィリー型の鉍化作用と考えられる。

#### b. Rinconada 鉍徴地

・石英脈にともなう酸化銅脈タイプである。

銅の他に、金、鉛、亜鉛の鉍化作用が認められる。酸化銅中に初生鉍物である黄銅鉍が残存することから、酸化銅は、exotic なものではなく、初生の銅鉍物がある場で酸化して生じたと考えられる。

・石英脈は、アブライト質花崗岩中(Ag)に産する。

・変質は、脈際にセリサイト変質がある。石英脈中には、電気石および緑簾石が多く観察される。脈から離れた花崗岩では、緑簾石および緑泥石変質が顕著である。脈およびその周辺に認められるスメクタイトは、supergene スメクタイトと考えられる。

・石英脈の流体包有物の均質化温度は、約200～310°を示す。塩濃度は大部分は1wt%NaCl equiv. と低いが、一部に10～5wt%NaCl equiv. と比較的高い値を示すものがある。

・鉍化作用に対応して、銅の他に、銀、鉛、亜鉛の地化学異常帯が分布する。

- ・以上の特徴から、本鉍徴地は、ポーフイリー型鉍化作用の周辺に、しばしば認められる金、ベースメタル鉍脈型の鉍化作用と考えられる。

#### c. 中央鉍徴地

- ・石英脈に伴う酸化銅脈タイプである。  
酸化銅中には、黄銅鉍が残存しており、石英脈にともなうその場での銅鉍化作用である。
- ・流体包有物均質化温度は、約 300~340° C であり、比較的高塩濃度(9~12wt % NaCl equiv.)のもの、低塩濃度(3wt % NaCl equiv.)のものがある。
- ・脈際変質はセリサイトである。脈際だけではなく、周辺も弱いセリサイト変質を受けている。
- ・以上のことから、本地区には、比較的高温のマグマ成分をある程度保持した熱水活動があったと推定される。
- ・地化学異常は、Rinconada 鉍徴地と似た元素の異常が分布するが、Rinconada に比べ、モリブデンはやや高い傾向にあり、鉛の異常は Rinconada ほど顕著ではない。
- ・以上の特徴から、中央鉍徴地も Rinconada と同様に、ポーフイリー型銅鉍床の周辺に分布する、鉍脈型の鉍化作用を示していると考えられる。流体の温度、塩濃度から、Rinconada よりも、ポーフイリー型銅鉍床の鉍化中心に近い位置にあると予想される。

#### 4-2 物理探査結果

- ・IP 調査結果のうち、比抵抗分布は、地質を反映し、低比抵抗異常は、地域中央から北東部のアタカマ礫層が分布する領域に分布する (Fig. 2-4-7)。
- ・Rinconada 付近の低比抵抗異常は (J 測線)、地質的に高比抵抗分布域と推定される地域に出現していることから、鉍化作用に関連した異常である可能性がある (Fig 2-4-7)。
- ・IP 異常については、接地抵抗の問題から、十分な電流を流すことができなかつたため、信頼性にやや問題が残るため、この解釈は困難である。しかし、J 測線の IP 異常は、低比抵抗異常に対応しており、鉍化作用に関連した異常と推定される。
- ・この他には、La Guanaca 鉍徴地、中央鉍徴地付近にも IP 異常が分布するが、これらは、そのデータの質から、鉍化作用に起因した異常かどうかの判断は難しい。

Table 1-4-1 Summary of Prospect characteristics

| Prospect type                  | La Guanaca   |  |                                      | Central   | Rinconada   |
|--------------------------------|--|--|--------------------------------------|---|---|
|                                | disseminated                                       | quartz vein                                | oxide Cu vein                        |   |   |
| host rock                      | Hb-Pl Porphyry(Hp)                                 | Granodiorite3(Gd3)                         | Granodiorite3(Gd3)                   | Granodiorite3(Gd3)<br>Llanta andesite(Ba)                                       | Aplitic granite(Ag)   |
| ore minerals                   | primary  | chalcocopyrite<br>bornite<br>pyrite        |                                      | chalcocopyrite<br>pyrite<br>galena  | chalcocopyrite<br>pyrite<br>galena  |
|                                | secondary  | goethite<br>green Cu minerals*<br>hematite | green Cu minerals*<br>goethite       | covellite<br>green Cu minerals*<br>goethite                                     | chalcocite<br>covellite<br>green Cu minerals*<br>cerussite<br>mimetite          |
| structure                      | within porphyry stock                              | N60° W~EW,<br>62° ~70° N                   | along joints of<br>granodiorite      | N64~85° W, N80° E<br>60° ~80° S   | N10~40° E, N10~30° W<br>70~80° E, vertical                                      |
| alteration                     | Potassic(K-feldspar,<br>biotite), Phyllic(sercite) | Phyllic(sercite)                           | Supergene(smectite)                  | sericite, tourmaline<br>propylitic(chlorite,epidote)                            | sericite, tourmaline<br>propylitic(chlorite,epidote)                            |
| geochemical feature            | high Cu, Mo  |  |                                      | Cu,Mo,Au,Pb,Zn  | Cu,Au,Ag,Pb,Zn  |
| fluid inclusion                | no data  | no data                                    | no data                              | 300~340° C<br>Av.300° C<br>boiling<br>9~12wt%NaCl equiv.                        | 200~310° C<br>Av.270° C<br>0~10wt%NaCl equiv.                                   |
| others                         | hydrothermal brecciation                           |  |                                      |   |   |
| age of sericite                | 43.9 ± 1.1Ma                                       |  |                                      | no precise age  | 45.6 ± 1.2Ma<br>46.0 ± 1.2Ma  |
| mineralization characteristics | upper portion of<br>a porphyry Cu system?          |  | supergene mineralization<br>(exotic) | peripheral vein<br>related to a porphyry<br>Cu system or<br>pluton related vein | peripheral vein<br>related to a porphyry<br>Cu system or<br>pluton related vein |

\* : chrysocolla, chalcantinite, brochantite, malachite

## 第5章 結論および提言

### 5-1 結論

本年度の調査結果は、以下のように結論づけられる。

本地域に分布する主な鉱徴地は、その特徴から次のような鉱化作用を示していると考えられる。

La Guanaca 鉱徴地：ポーフイリー型銅鉱化作用を示す。典型的ではないが、ストックワークの鉱化作用を伴う、典型的なポーフイリー型銅鉱化作用が、その周辺下部に存在する可能性が高い。

Rinconada 鉱徴地：ポーフイリー型銅床の周辺部に分布する金、ベースメタル鉱化作用であると推定される。

中央鉱徴地：Rinconada 鉱徴地と同様に、ポーフイリー型銅床の周辺部に分布する金、ベースメタル鉱化作用であると推定される。Rinconada 鉱徴地よりも、よりポーフイリー型鉱化帯に近い位置の鉱化作用である可能性が高い。

ただし、ポーフイリー型鉱化作用と周辺の銅脈型鉱化作用のゾーニングを鉛直方向で考えるならば、Rinconada 鉱徴地の下部にも、ポーフイリー型銅床を発見できるチャンスがある。

### 5-2 提言

本年度の調査結果から、第2年次の調査として、以下のようなボーリング調査を提言する。

中央鉱徴地でのボーリング調査

Rinconada 鉱徴地でのボーリング調査

La Guanaca 鉱徴地でのボーリング調査



