

10-6

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

(1974)

UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

JIKKA LIBRARY



J1163611(5)

UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

704  
66.1  
MPN

UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

チリ共和国 第1州地域

資源開発協力基礎調査報告書

(第2年次)

平成13年2月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



1163611[5]

## は し が き

日本国政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国第I州地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査、物理探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、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11年度を第1年次とする第2年次にあたり、金属鉱業事業団は調査員7名を平成12年10月10日から平成12年12月28日まで現地に派遣した。

現地調査は、チリ共和国政府機関、チリ銅公社の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、本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、本調査の実施にあたってご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、経済産業省、在チリ共和国日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成13年 2 月

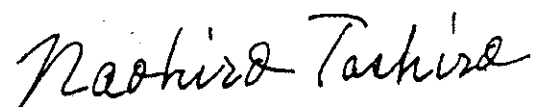
国際協力事業団

総 裁 齊 藤 邦 彦



金属鉱業事業団

理事長 田 代 直 弘



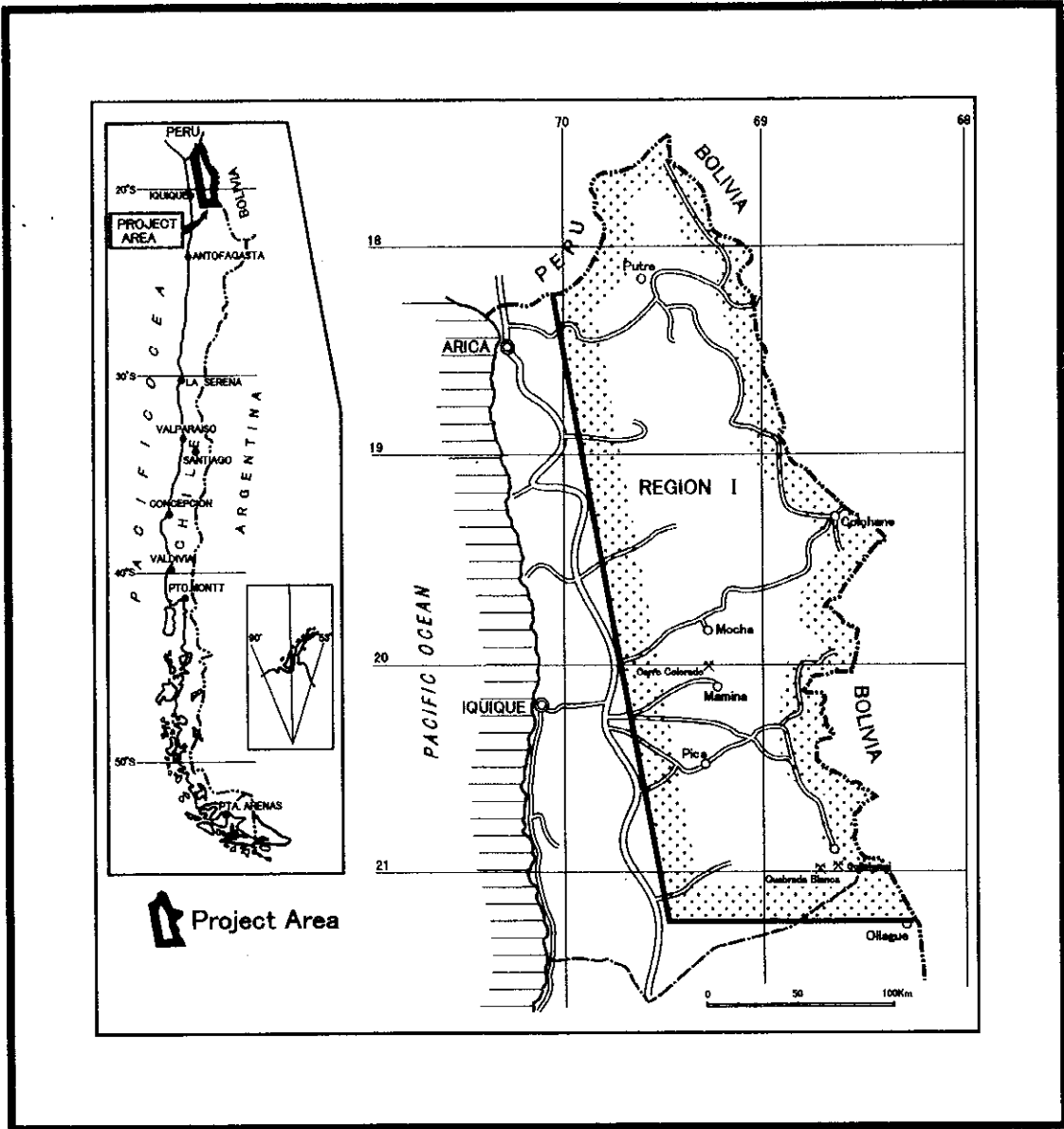


Fig. 1-1 Index Map of the Project Area

## 要 約

第 I 州地域(Fig. 1-1)における第 2 年次調査として、地質調査・地化学探査、物理探査(重力探査・空中磁気探査)が実施された。その結果は以下のとおり要約される。

### 地質調査・地化学探査：

第 1 年次に既存データ解析、衛星画像解析結果等から抽出された鉱床賦存有望地域の検証または概査を目的として、第 1 年次及び第 2 年次に計 8 カ所が調査された。斑岩銅鉱床型鉱化作用に特徴的な産状を有する地域として、モチャーソレダー、ラプラナダ、クイーンエリザベス、ティグナマール、カマローネス及びダイアナの 6 地域が確認された。これらの地域のうち、Cu-Mo 鉱化の強さから、優良鉱床の賦存ポテンシャルが最も高いのは、クイーンエリザベス地域及びラプラナダ地域と考えられる。

モチャーソレダー地域は、既にモチャ地区で確認されている鉱床の他に、モチャ東部及びモチャ東部～ソレダー地区間に斑岩銅鉱床賦存の可能性がある。

ティグナマール地域は、北部の北側では探鉱余地は残されているが、斑岩銅型鉱化帯の発展性には否定的要因も存在する。また、北部の南側には今回調査を実施できなかった変質帯が広範囲に分布しており、探鉱余地が残されている。

カマローネス地域では、カマローネス沢～調査地域南端部間に斑岩銅型—浅熱水型の一連の熱水活動によると考えられる広域熱水変質帯が把握され、熱水活動の中心と考えられる斑岩銅型鉱化帯の潜在位置が推定された。既に確認されている石英斑岩を母岩とする銅鉱化はその周縁相である可能性が考えられる。

ダイアナ地域は斑岩銅鉱床の上位に形成される Au に富む鉱化・変質帯に類似しているため、地下に同種の鉱床が潜在している可能性がある。

上述した地域以外の地域は、斑岩銅型の徴候に乏しいか、または、鉱化が弱いことから、斑岩銅鉱床の賦存ポテンシャルは低い。

### 重力探査：

カマローネス地域の重力異常が把握された。高重力異常は、基盤岩類が地表に露出するか地下浅部に広く伏在している場所、すなわち、イグニンプライトが欠如するかその厚さが薄い場所を示し、一方、低重力異常は基盤面が相対的に深く、イグニンプライトが厚い場所を表していると考えられる。3次元2層構造解析の結果から、イグニンプライトの厚さが推定された。

重力異常及び磁気異常の分布から、カマローネス地域には北西端部、南部、中央部のカマローネス沢流域などに、地下で大きな広がりを持つ貫入岩体の存在が推定される。貫入岩体の一部は地表に露出しており、また、岩体を覆う火山岩類の厚さは重力異常の解析でいずれも 200～300m 以下と推定され、今後の探鉱候補地にあげられる。

### 空中磁気探査：

磁気解析に基づき調査地域全域の潜頭性広域地質構造が把握され、広域的な地質構造、局所的又は広域的な磁気特性、及び既知鉱化帯の分布等における関係から、斑岩銅型鉱化帯が賦存する可能性がある地域が抽出された。

第3年次調査として、斑岩銅鉱床の賦存状況を明らかにするため下記調査が提言された。

- (1) 空中磁気探査の解析結果と、既の実施した各種調査の結果を合わせ検討することにより抽出される有望地域でグラントルース調査を実施し、空中磁気探査結果の検証と精査地域の抽出を図る。
- (2) 上記(1)において、特に潜頭型の鉱化帯が推定される地域に対しては重力探査等を実施し、空中磁気探査結果の検証と精査地域の抽出を図る。
- (3) カマローネス地域で推定された斑岩銅型鉱化帯潜在部に対し、試錐探鉱の実施を検討する。
- (4) 第1年次及び2年次の地質調査・地化学探査として行ったグラントルース調査により斑岩銅鉱床の賦存ポテンシャルがあると考えられた5地域(モチャーソレダー、ラブラナダ、クイーンエリザベス、ティグナマール及びダイアナ)のうち、チリ銅公社(CODELCO)鉱区となったものに対し、地質精査・地化学探査及び重力探査の実施を検討する。

# 目 次



## 目 次

はしがき	
調査地域位置図	
要 約	
目 次	
付図付表一覧	

## 第 I 部 総 論

第 1 章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 第 1 年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第 1 年次調査の結論	1
1-2-2 第 2 年次調査への提言	3
1-3 第 2 年次調査の範囲、目的及び作業の概要	3
1-4 調査団の編成	7
1-5 調査期間	7
第 2 章 調査地域の地理	8
2-1 位置及び交通	8
2-2 地形及び水系	8
2-3 気候及び植生	8
第 3 章 調査地域の地質・鉱床概要	9
第 4 章 調査結果の総合検討	24
4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制について	24
4-2 鉱床賦存のポテンシャルについて	28
第 5 章 結論及び提言	33
5-1 結 論	33
5-2 第 3 年次への提言	35

## 第Ⅱ部 各 論

第1章 地質調査・地化学探査	37
1-1 グランドトルース調査	37
1-1-1 モチャーソレダー地域	37
1-1-2 クイーンエリザベス地域	65
1-1-3 ダイアナ地域	91
1-1-4 ラ プラナダ地域	91
1-1-5 チャカリージャ地域	143
1-1-6 クイーンエリザベス西部地域	169
1-1-7 ティグナマール地域	195
1-2 地質概査 (カマローネス地域)	223
1-2-1 地質鉱床概要	223
1-2-2 地質層序	236
1-2-3 貫入岩類	241
1-2-4 地質構造	243
1-2-5 鉱化作用	244
1-2-6 変質作用	250
1-2-7 地化学異常	250
第2章 重力探査	283
2-1 探査方法	283
2-1-1 現地調査	284
2-1-2 データ処理方法	293
2-1-3 解析方法	299
2-2 探査結果	302
2-2-1 フリーエア勾配とブーゲー密度の検討	302
2-2-2 重力異常図	308
2-2-3 重力異常と空中磁気異常との関係	321
2-2-4 2次元解析結果	321
2-2-5 3次元解析結果	330
2-2-6 考 察	341
第3章 空中磁気探査	347
3-1 探査方法	347

3-1-1	現地調査	347
3-1-2	データ処理	351
3-1-3	解析方法	352
3-2	探査結果	353
3-2-1	広域的地質構造	354
3-2-2	精査地域の地質構造解析	355
3-2-3	二次元モデル断面解析	355
3-2-4	磁気基盤深度図	355

### 第Ⅲ部 結論及び提言

第1章	結 論	357
第2章	第3年次への提言	359
	参考文献	360

写 真

巻末資料

## FIGURES

- Fig. 1-1 Index Map of the Project Area
- Fig. 1-2 Location Map of the Survey Area
- Fig. 1-3-1 Geological Map of the Project Area
- Fig. 1-3-2 Relationship among Granitoids from TM Images, Ore deposits and Prospects in the Study Area
- Fig. 1-4-1 Integrated Interpretation Map of the Camarones Area
- Fig. 1-4-2 Integrated Interpretation Map of the Region I Area
- Fig. 2-1-1 Sample Location Map of the Mocha – Soledad Area
- Fig. 2-1-2 Geological Map of the Mocha – Soledad Area
- Fig. 2-1-3 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Mocha – Soledad Area
- Fig. 2-1-4 Mineralization Map of the Mocha – Soledad Area
- Fig. 2-1-5 Distribution Map of Alteration Minerals at the Mocha – Soledad Area
- Fig. 2-1-6 (1) Geochemical Anomaly Map in the Mocha – Soledad Area (Au)
- Fig. 2-1-6 (2) Geochemical Anomaly Map in the Mocha – Soledad Area (Ag)
- Fig. 2-1-6 (3) Geochemical Anomaly Map in the Mocha – Soledad Area (Cu)
- Fig. 2-1-6 (4) Geochemical Anomaly Map in the Mocha – Soledad Area (Pb)
- Fig. 2-1-6 (5) Geochemical Anomaly Map in the Mocha – Soledad Area (Zn)
- Fig. 2-1-6 (6) Geochemical Anomaly Map in the Mocha – Soledad Area (Mo)
- Fig. 2-1-6 (7) Geochemical Anomaly Map in the Mocha – Soledad Area (As)
- Fig. 2-1-6 (8) Geochemical Anomaly Map in the Mocha – Soledad Area (Hg)
- Fig. 2-1-7 Sample Location Map of the Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-1-8 Geological Map of the Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-1-9 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-1-10 Mineralization Map of the Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-1-11 Distribution Map of Alteration Minerals at the Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-1-12 (1) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Au)
- Fig. 2-1-12 (2) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Ag)
- Fig. 2-1-12 (3) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Cu)
- Fig. 2-1-12 (4) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Pb)
- Fig. 2-1-12 (5) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Zn)
- Fig. 2-1-12 (6) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Mo)
- Fig. 2-1-12 (7) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (As)
- Fig. 2-1-12 (8) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Hg)

- Fig. 2-1-13 Sample Location Map of the Diana Area
- Fig. 2-1-14 Geological Map of the Diana Area
- Fig. 2-1-15 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Diana Area
- Fig. 2-1-16 Mineralization Map of the Diana Area
- Fig. 2-1-17 Distribution Map of Alteration Minerals at the Diana Area
- Fig. 2-1-18 (1) Geochemical Anomaly Map in the Diana Area (Au)
- Fig. 2-1-18 (2) Geochemical Anomaly Map in the Diana Area (Ag)
- Fig. 2-1-18 (3) Geochemical Anomaly Map in the Diana Area (Cu)
- Fig. 2-1-18 (4) Geochemical Anomaly Map in the Diana Area (Pb)
- Fig. 2-1-18 (5) Geochemical Anomaly Map in the Diana Area (Zn)
- Fig. 2-1-18 (6) Geochemical Anomaly Map in the Diana Area (Mo)
- Fig. 2-1-18 (7) Geochemical Anomaly Map in the Diana Area (As)
- Fig. 2-1-18 (8) Geochemical Anomaly Map in the Diana Area (Hg)
- Fig. 2-1-19 Sample Location Map of the La Planada Area
- Fig. 2-1-20 Geological Map of the La Planada Area
- Fig. 2-1-21 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the La Planada Area
- Fig. 2-1-22 Mineralization Map of the La Planada Area
- Fig. 2-1-23 Distribution Map of Alteration Minerals at the La Planada Area
- Fig. 2-1-24 (1) Geochemical Anomaly Map in the La Planada Area (Au)
- Fig. 2-1-24 (2) Geochemical Anomaly Map in the La Planada Area (Ag)
- Fig. 2-1-24 (3) Geochemical Anomaly Map in the La Planada Area (Cu)
- Fig. 2-1-24 (4) Geochemical Anomaly Map in the La Planada Area (Pb)
- Fig. 2-1-24 (5) Geochemical Anomaly Map in the La Planada Area (Zn)
- Fig. 2-1-24 (6) Geochemical Anomaly Map in the La Planada Area (Mo)
- Fig. 2-1-24 (7) Geochemical Anomaly Map in the La Planada Area (As)
- Fig. 2-1-24 (8) Geochemical Anomaly Map in the La Planada Area (Hg)
- Fig. 2-1-25 Sample Location Map of the Chacarilla Area
- Fig. 2-1-26 Geological Map of the Chacarilla Area
- Fig. 2-1-27 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Chacarilla Area
- Fig. 2-1-28 Mineralization Map of the Chacarilla Area
- Fig. 2-1-29 Distribution Map of Alteration Minerals at the Chacarilla Area
- Fig. 2-1-30 (1) Geochemical Anomaly Map in the Chacarilla Area (Au)
- Fig. 2-1-30 (2) Geochemical Anomaly Map in the Chacarilla Area (Ag)
- Fig. 2-1-30 (3) Geochemical Anomaly Map in the Chacarilla Area (Cu)
- Fig. 2-1-30 (4) Geochemical Anomaly Map in the Chacarilla Area (Pb)

- Fig. 2-1-30 (5) Geochemical Anomaly Map in the Chacarilla Area (Zn)
- Fig. 2-1-30 (6) Geochemical Anomaly Map in the Chacarilla Area (Mo)
- Fig. 2-1-30 (7) Geochemical Anomaly Map in the Chacarilla Area (As)
- Fig. 2-1-30 (8) Geochemical Anomaly Map in the Chacarilla Area (Hg)
- Fig. 2-1-31 Sample Location Map of the West Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-1-32 Geological Map of the West Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-1-33 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the West Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-1-34 Mineralization Map of the West Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-1-35 Distribution Map of Alteration Minerals at the West Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-1-36 (1) Geochemical Anomaly Map in the West Queen Elizabeth Area (Au)
- Fig. 2-1-36 (2) Geochemical Anomaly Map in the West Queen Elizabeth Area (Ag)
- Fig. 2-1-36 (3) Geochemical Anomaly Map in the West Queen Elizabeth Area (Cu)
- Fig. 2-1-36 (4) Geochemical Anomaly Map in the West Queen Elizabeth Area (Pb)
- Fig. 2-1-36 (5) Geochemical Anomaly Map in the West Queen Elizabeth Area (Zn)
- Fig. 2-1-36 (6) Geochemical Anomaly Map in the West Queen Elizabeth Area (Mo)
- Fig. 2-1-36 (7) Geochemical Anomaly Map in the West Queen Elizabeth Area (As)
- Fig. 2-1-36 (8) Geochemical Anomaly Map in the West Queen Elizabeth Area (Hg)
- Fig. 2-1-37 Sample Location Map of the Tignamar Area
- Fig. 2-1-38 Geological Map of the Tignamar Area
- Fig. 2-1-39 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Tignamar Area
- Fig. 2-1-40 Mineralization Map of the Tignamar Area
- Fig. 2-1-41 Distribution Map of Alteration Minerals at the Tignamar Area
- Fig. 2-1-42 (1) Geochemical Anomaly Map in the Tignamar Area (Au)
- Fig. 2-1-42 (2) Geochemical Anomaly Map in the Tignamar Area (Ag)
- Fig. 2-1-42 (3) Geochemical Anomaly Map in the Tignamar Area (Cu)
- Fig. 2-1-42 (4) Geochemical Anomaly Map in the Tignamar Area (Pb)
- Fig. 2-1-42 (5) Geochemical Anomaly Map in the Tignamar Area (Zn)
- Fig. 2-1-42 (6) Geochemical Anomaly Map in the Tignamar Area (Mo)
- Fig. 2-1-42 (7) Geochemical Anomaly Map in the Tignamar Area (As)
- Fig. 2-1-42 (8) Geochemical Anomaly Map in the Tignamar Area (Hg)
- Fig. 2-1-43 Sample Location Map of the Camarones Area
- Fig. 2-1-44 Geological Map of the Camarones Area
- Fig. 2-1-45 Geological Profiles of the Camarones Area
- Fig. 2-1-46 Schematic Stratigraphic Columns of the Camarones Area
- Fig. 2-1-47 Flatness Ratio of Essential Fragments in Ignimbrite and Density of Rocks

- Fig. 2-1-48 Flatness Ratio Contour of Essential Fragments in Ignimbrite
- Fig. 2-1-49 Mineralization Map of the Camarones Area
- Fig. 2-1-50 Distribution Map of Alteration Minerals at the Camarones Area
- Fig. 2-1-51 (1) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Au)
- Fig. 2-1-51 (2) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Ag)
- Fig. 2-1-51 (3) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Cu)
- Fig. 2-1-51 (4) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Pb)
- Fig. 2-1-51 (5) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Zn)
- Fig. 2-1-51 (6) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Mo)
- Fig. 2-1-51 (7) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (As)
- Fig. 2-1-51 (8) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Hg)
- Fig. 2-1-52 (1) Scores of Principal Component Analysis in the Camarones Area (1<sup>st</sup> Comp.)
- Fig. 2-1-52 (2) Scores of Principal Component Analysis in the Camarones Area (2<sup>nd</sup> Comp.)
- Fig. 2-1-52 (3) Scores of Principal Component Analysis in the Camarones Area (3<sup>rd</sup> Comp.)
- Fig. 2-1-52 (4) Scores of Principal Component Analysis in the Camarones Area (4<sup>th</sup> Comp.)
- Fig. 2-1-52 (5) Scores of Principal Component Analysis in the Camarones Area (5<sup>th</sup> Comp.)
- Fig. 2-1-52 (6) Scores of Principal Component Analysis in the Camarones Area (6<sup>th</sup> Comp.)
- 
- Fig. 2-2-1 Flowchart of Gravity Survey
- Fig. 2-2-2 Location of Gravity station
- Fig. 2-2-3 Location of Rock Sample
- Fig. 2-2-4 Location of Nettleton Profile
- Fig. 2-2-5 Nettleton Profile of Section A-B
- Fig. 2-2-6 Nettleton Profile of Section C-D
- Fig. 2-2-7 Nettleton Profile of Section E-F
- Fig. 2-2-8 Bouguer Anomaly Map (F.A.G=0.3000 mgal/m)  $\rho = 2.25 \text{ g/cm}^3$
- Fig. 2-2-9 Bouguer Anomaly Maps (F.A.G=0.3000 mgal/m)
- Fig. 2-2-10 Regional Gravity Trend
- Fig. 2-2-11 Trend maps and Residual maps (F.A.G=0.3000 mgal/m,  $\rho = 2.25 \text{ g/cm}^3$ )
- Fig. 2-2-12 Residual Gravity Map (F.A.G=0.3000 mgal/m)  $\rho = 2.25 \text{ g/cm}^3$
- Fig. 2-2-13 Residual Gravity Maps (F.A.G=0.3000 mgal/m)
- Fig. 2-2-14 Aeromagnetic Maps (Reduction to the Pole)
- Fig. 2-2-15 Panel Diagram of Aeromagnetic Map and Gravity Map
- Fig. 2-2-16 Gravity Analysis Profile (A-A')
- Fig. 2-2-17 Gravity Analysis Profile (B-B')

- Fig. 2-2-18 Gravity Analysis Profile (C-C')
- Fig. 2-2-19 Topography of Basement
- Fig. 2-2-20 Estimated Thickness of Upper Layer
- Fig. 2-2-21 Gravity Interpretation Map
- Fig. 2-3-1 Survey Area of Airborne Magnetic Survey
- Fig. 2-3-2 Location of the Detailed 1:100 000"solid geology" interpretation area

## TABLES

- Table 1-1 Amount of Work
- Table 1-2 Monthly Mean Temperature and Precipitation Observed at Arica
- Table 1-3-1 Stratigraphy of the Study Area
- Table 1-3-2 List of Ore Deposits and Prospects in the Study Area
- Table 1-4-1 Characteristics of Geology, Alteration and Mineralization at the Survey Areas
- Table 2-1-1 Basic Static Value of Rock Samples in the Ground Truth Area
- Table 2-1-2 Basic Static Value of Rock Samples in the Camarones Area
- Table 2-1-3 Geochemical Correlation Coefficients of Rock Samples in the Camarones Area
- Table 2-1-4 Results of Principal Components Analysis
  
- Table 2-2-1 Results of Rock Density Measurements
- Table 2-2-2 Average densities of Rock Sample

## APPENDICES

- AP-1 Results of Radiometric Age Determination
- AP-2 Results of Microscopic Observation of Thin Sections
- AP-3 Results of Microscopic Observation of Polished Sections
- AP-4 Results of X-ray Diffractive Analysis
- AP-5 Results of Fluid Inclusion Analysis
- AP-6 Results of Ore Assaying
- AP-7 Results of Geochemical Analysis of Rock Samples
- AP-8 Flatness Ratio of Essential Fragments in Ignimbrite
- AP-9 Pb/Cu Contours in the Southern Camarones Area



- AP-10 Observed Features on Survey Routes
  
- AP-11 List of Gravity Station Data
- AP-12 List of Bouguer Anomalies
- AP-13 Total Magnetic Intensity (Reduced to the Pole)
- AP-14 First Vertical Derivative of Total Magnetic Intensity
- AP-15 Depth to the Magnetic Source
- AP-16 Regional Structural Framework
- AP-17 Principle tectonic Elements & Exploration Target Zones
- AP-18 Solid Geology Interpretation from Airborne Magnetic Data
- AP-19 Target Pories for Detailed Solid Geology
- AP-20 Image of Radiometric Intensity

## PLATE

- PL 1 Geological Map of the Camarones Area (1:50,000)
- PL 2 Geological Profiles of the Camarones Area (1:50,000)
  
- PL 3 Location of Gravity Station
- PL 4 Bouguer Anomaly Map (F.A.G=0.3000 mgal/m)  $\rho = 2.25 \text{ g/cm}^3$
- PL 5 Residual Gravity Map (F.A.G=0.3000 mgal/m)  $\rho = 2.25 \text{ g/cm}^3$
- PL 6 Gravity Analysis Profile (A-A')
- PL 7 Gravity Analysis Profile (B-B')
- PL 8 Gravity Analysis Profile (C-C')
- PL 9 Gravity Interpretation Map



# 第 I 部 総論



# 第 I 部 総 論

## 第1章 序 論

### 1-1 調査の経緯及び目的

日本国政府は、チリ共和国政府からの資源開発協力基礎調査に関する要請に応え、1999年12月、事前調査団を派遣し、チリ銅公社(Corporacion Nacional del Cobre de Chile; CODELCO)と第 I 州地域(Fig. 1-1)の資源開発調査に関する協定書(Scope of Work)を締結した。調査の概要は、同地域の鉱物資源に対する賦存可能性の評価及び探査を目的とし、1999年度から3年間にわたり既存データ解析、衛星画像解析、地質調査、地化学探査、物理探査及び試錐探査を実施するものである。

本年度調査は第2年次に当たる。

### 1-2 第1年次調査の結論と提言

#### 1-2-1 第1年次調査の結論

第 I 州地域における第 1 年次調査として GEOSCAN 画像解析を含む既存データ解析、衛星画像解析及び地質調査・地化学探査が実施され、以下の結論が得られた。

1. 衛星画像(TM)解析の結果、古第三紀以前の地層の分布域とその周辺及び新第三紀中新世～第四紀火山岩類分布域に多数の変質帯が抽出された。変質帯は北部地域では NW-SE～NNW-SSE 方向に、また、中央～南部地域では N-S～NNW-SSE に配列する。変質帯の配列方向は、変質帯の周辺に発達するリニアメントの卓越方向に調和的である。
2. GEOSCAN データから作成した可視近赤外域～短波長赤外域、短波長赤外域及び熱赤外域の各種画像を解析した結果、詳細な地質構造が把握され、また、Tignamar, Palca, Queen Elizabeth, Cerro Colorado, Copaquiri, Collahuasi の各地域におけるセリサイト、カオリン、明礬石及び珪酸からなる変質帯と Mocha 地域におけるセリサイト化変質帯が抽出された。
3. 地質・鉱床に関する既存データ解析により、調査地域の既知鉱床・鉱徴地の鉱化作用がタイプ分けされ、斑岩銅型鉱化帯とそれに密接する可能性を有する鉱徴地(鉱脈型 Mo, 不規則形型 Cu, 鉱脈型 Cu, 形態不明型 Cu, 鉱脈型 Au, 形態不明型 Au)が選定された。
4. 斑岩銅型鉱化帯とそれに密接する可能性を有する鉱徴地は、北部地域では暁新世～始

新世前期の斑岩銅型鉱床ベルトに多く分布し、中央～南部地域では暁新世～始新世前期及び始新世後期～漸新世前期の両斑岩銅型鉱床ベルト中に分布する。北部～中央地域には中新世～第四紀の火成活動に関連して生成した浅熱水性の鉱化帯が存在し、その一部は斑岩銅型鉱化帯に重複していると考えられる。

5. 斑岩銅型鉱化帯とそれに密接する可能性を有する鉱徴地は、白亜紀～第三紀の貫入火成岩体(深成岩類・半深成岩類)及びその周辺に分布する。

6. 斑岩銅型鉱化帯は、北部及び中央地域では白亜紀～第三紀の貫入火成岩体又は白亜紀火山岩類中に、また、南部地域では古生代堆積岩類・火山岩類又は白亜紀火山岩類又は古生代花崗岩類又は白亜紀～第三紀の貫入火成岩体中に胚胎する。

7. 地質図上の断層及びTM画像判読から抽出したリニアメントで表される断裂構造と鉱床・鉱徴地の分布は全般に密接な関係にあり、近傍に鉱床・鉱徴地を伴うリニアメントの方向は多岐にわたる。斑岩銅型鉱化帯は、リニアメント発達域の周縁部に位置するもの(Cerro Colorado, Collahuasi等)とリニアメントの相対的高密度域の中心部付近に位置するもの(Quebrada Blanca, Copaquire等)に分かれる。

8. 中央地域及び南部地域では、斑岩銅型鉱化帯を含む多くの鉱徴地が変質帯及びその周辺に分布するが、北部地域では、斑岩銅型鉱化帯及びそれに密接する可能性を有する鉱徴地の多くは、変質帯が抽出されない地域に分布している。

9. 変質帯及び鉱床・鉱徴地と、これらから4km離れた周辺地域からなる範囲を鉱化作用に関連した熱水活動範囲と仮定した場合、熱水活動域は、全体的にNNW-SSE方向に分布するが、北部、中央部及び南部の各地域には、NNW-SSE方向を切るようなE-W系の熱水活動域が推定される。既知の斑岩銅型鉱化帯は、このE-W系熱水活動域中に分布している。熱水活動域は、中央地域及び南部地域ではリニアメント発達域にほぼ一致するが、北部地域では中央地域や南部地域に比べてリニアメント発達域との対応が悪く、むしろ中新世～第四紀の火山分布と良い対応を示す。

10. 斑岩銅型鉱床賦存の有望地域として次のいずれかに該当する箇所が選定された。

(1) 斑岩銅型鉱床型の鉱徴地及びその周辺4kmの範囲

(2) 漸新世前期以前の地層中に存在し斑岩銅型鉱化帯に密接する可能性を有する鉱徴地(鉱脈型Mo, 不規則形型Cu, 鉱脈型Cu, 形態不明型Cu, 鉱脈型Au, 形態不明型Au)

と変質帯 (GEOSCAN画像解析により抽出された酸性変質帯・セリサイト化変質帯及びTM画像解析により抽出された変質帯)それぞれの周辺4kmの範囲が重複する部分

### 1-2-2 第2年次調査への提言

1. 斑岩銅鉛床賦存の有望地域として第1年次に選定された箇所のうち、第1年次に現地検証調査が実施されなかった箇所について現地検証調査を実施する。
2. 中央アンデスにおける横断性磁気異常と斑岩銅鉛化帯の分布は密接な関係を有する可能性がある。しかし、既存の空中磁気探査結果図は鉛床賦存有望箇所を抽出するには精度が粗すぎる。従って、高精度空中磁気探査を実施し、上記横断性磁気異常の詳細を把握することにより、斑岩銅鉛床賦存の有望地域として第1年次に選定された箇所に対し、さらなる絞り込みを行うとともに、新时期層に覆われているため変質帯が抽出されなかった地域における潜頭型鉛化帯の賦存有望地域を選定する。
3. 画像解析と高精度空中磁気探査の結果から抽出された斑岩銅鉛床の賦存有望地域のうち、潜頭型の鉛化帯が推定される地域に対しては、重力探査を実施し、鉛化帯を覆う被りの厚さを推定する。
4. 画像解析と高精度空中磁気探査の結果から抽出された斑岩銅鉛床の賦存有望地域に対し、地質概査を実施する。

### 1-3 第2年次調査の範囲、目的及び作業の概要

調査地域は、チリ北部に位置する(Fig.1-1)。各手法別の調査範囲は、Fig.1-2 に示した。

第2年次調査の目的は、第I州地域において鉛床賦存有望地区を抽出すること、及び相手国機関に対して技術移転を図ることである。

第2年次調査は、空中磁気探査、重力探査及び地質調査・地化学探査からなり、その作業量は、Table 1-1 に示した。

空中磁気探査では、広域的な磁気構造と鉛化作用や地質構造との関連を解析し、斑岩銅鉛床賦存有望地区の選定に資した。

重力探査では、鉛床賦存有望地区の一部について、重力構造を解析し、鉛化作用に関連する地質構造、特に基盤岩の起伏及び被覆する火山岩類の厚さを把握した。

地質調査・地化学探査では、既存データ解析、衛星画像解析結果等から抽出された鉛床賦存有望地区の一部について、地質構造、鉛化作用及び変質帯を検証するための概査を行い、衛星画像解析・既存データ解析・空中磁気探査・重力探査の結果を用いて総合

Table 1-1 Amount of Work

Survey Method	Amount	
	phase 1	phase 2
Analysis of Geoscan Images	Areal extent 2,550 km <sup>2</sup>	
Analysis of Satellite Images Landsat TM and Existing Data	Areal extent 34,000 km <sup>2</sup>	
Airborne magnetic survey		Survey area: Areal extent 15,000 km <sup>2</sup> Length of survey line 31,100 km
Geological Survey and Geochemical Prospecting	Areal extent 600 km <sup>2</sup>	Areal extent Ground truth survey 600 km <sup>2</sup> Semi-detailed survey 454 km <sup>2</sup>
	Length of traverse 100 km	Length of traverse Ground truth survey 150 km Semi-detailed survey 225 km
	Laboratory work Thin sections 30 sections Polished sections 21 sections X-ray diffraction analysis 50 samples Ore assay 21 samples (Au,Ag,Cu,Mo,Pb,Zn,S) Geochemistry of rock 137 samples (Au,Ag,As,Sb,Hg,Cu,Mo,Pb,Zn) Fluid inclusion analysis Homogenization temperature 6 samples Salinity 5 samples K-Ar age determination Whole rock / Mineral 5 samples	Laboratory work Thin sections 50 sections Polished sections 40 sections X-ray diffraction analysis 102 samples Ore assay 44 samples (Au,Ag,Cu,Mo,Pb,Zn,S) Geochemistry of rock 354 samples (Au,Ag,As,Sb,Hg,Cu,Mo,Pb,Zn) Fluid inclusion analysis Homogenization temperature 11 samples Salinity 10 samples K-Ar age determination Whole rock / Mineral 3 samples
Gravity survey		Areal extent 538 km <sup>2</sup> Number of Station 349



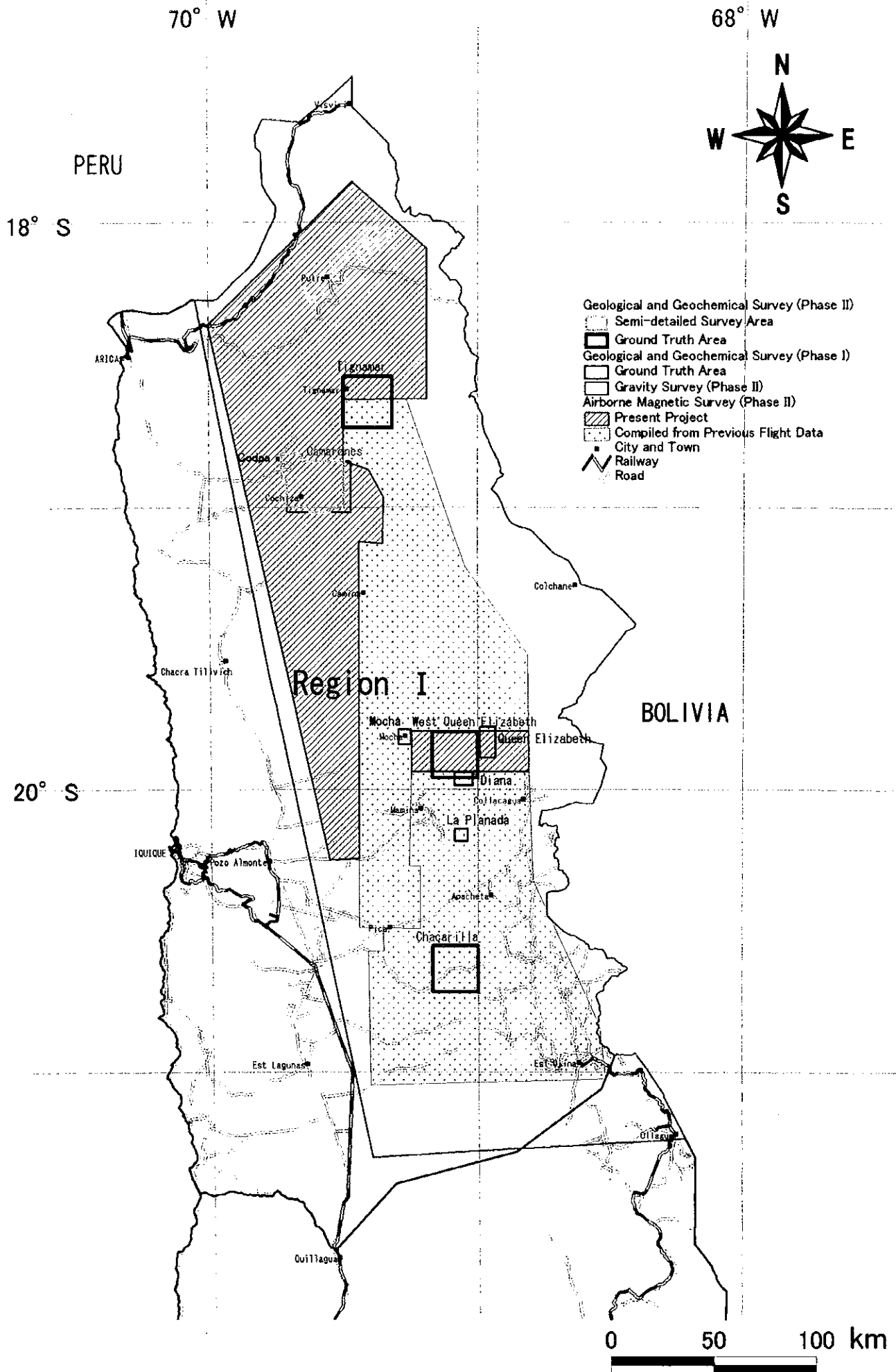


Fig. 1-2 Location Map of the Survey Area



的に解析することにより有望地区の選定を行った。

#### 1-4 調査団の編成

##### (1) 現地作業監理

伊藤 正	(金属鉱業事業団調査事業部海外協力課長)
原田 武	(金属鉱業事業団調査事業部海外協力課)
上木 隆司	(金属鉱業事業団サンチャゴ事務所所長)

##### (2) 現地調査

###### 1) 日本側調査団 (日鉱探開株式会社)

菅原 正明	(団長, 総括)
吉沢 正夫	(空中磁気探査)
武田 進	(地質調査・地化学探査)
鈴木 理裕	(地質調査・地化学探査)
森林 成生	(重力探査)
立川 三郎	(重力探査)
岩崎 任伯	(重力探査)

###### 2) チリ共和国側調査団 (チリ銅公社)

Gerardo Behn R.	(空中磁気探査, 重力探査)
David Pacci L.	(地質調査・地化学探査)
Enrique A. Tidy	(地質調査・地化学探査)
Karsten Berg H.	(地質調査・地化学探査)

#### 1-5 調査期間

##### (1) 現地作業監理

上木	:	平成12年11月15日～平成12年11月16日
伊藤・原田・上木	:	平成12年12月 3日～平成12年12月11日

##### (2) 平成12年度資源開発協力基礎調査

地質調査・地化学探査 現地調査	:	平成12年10月10日～平成12年12月 9日
空中磁気探査 現地調査	:	平成12年10月11日～平成12年12月28日
重力探査 現地調査	:	平成12年10月23日～平成12年12月 9日

(3) 室内解析・報告書作成 : 平成12年12月12日～平成13年2月28日

## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置及び交通

調査地域は、チリ北部の第I州地域のうち、海岸地域を除く東側の地域で、南北約400km、東西約100kmを有する。調査地域は、ほぼ次の4点によって囲まれた面積34,000km<sup>2</sup>の範囲(Fig. 1)である。

	南緯	西経		南緯	西経
①	18° 16′	70° 02′	②	17° 30′	69° 28′
③	21° 15′	69° 28′	④	21° 15′	68° 12′

調査地域の北はペルーとの、また、東はボリビアとの国境となっている。

調査地域周辺の都市としては、北西にアリカ(Arica)、西にイキーケ(Iquique)があり、前者は約17万人、後者は約15万人の人口を有する。

国際空港のあるサンチャゴから空路で、イキーケまでは約3時間、アリカまでは約4時間をそれぞれ要する。

調査地域の西側境界に沿ってパンアメリカンハイウエーがあり、ここから東方へ向かう道路が数本あるが、多くは未舗装である。調査地域内、特に東部地区は道路網が発達せず全般にアクセスは極めて悪い。イキーケやアリカから東部地区までは車で数時間以上を要す。

### 2-2 地形及び水系

チリ中部以北は、東のアンデス山脈、西の海岸山脈、そして中間低地帯と三つの平行した地帯からなる。調査地域の西側は、標高が比較的低い(1,000～3,000m)緩傾斜帯であり、中間低地帯～プレアンデス帯に属す。調査地域の東側は、標高が高く(3,000～5,000m)、起伏に富みプレアンデス帯～アンデス山脈帯に属す。

調査地域の水系は、東から西へ流れ、まれに洪水を伴う。また、西側の中間低地帯では流水は伏流し、沢は消滅している。

### 2-3 気候及び植生

調査地域は、砂漠気候帯及び高山気候帯に属し、年中強風にさらされている。6～9月

は比較的寒冷な季節で、1～3月は比較的温暖な季節である。また、12月～3月にはしばしば雷雨を伴う嵐がある。アリのカの年平均気温は18.7℃であり、また、12月～3月における最高温度は28℃、最低温度は16.8℃である。アリカで観測された1961～1990年の30年間の月平均降水量及び月平均気温は、Table 1-2 のとおりである。

調査地域は降水がほとんどないため、一般に植生は極めて希薄であるが、東側の山岳地域には背丈の低い草本類及びサボテンがまばらに存在している。

Table 1-2 Monthly Mean Temperature and Precipitation Observed at Arica  
(1961～1990)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
Temperature (℃)	22.1	22.1	21.4	19.4	17.7	16.5	15.7	15.6	16.3	17.5	18.9	20.7	18.7
Precipitation (mm)	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	1.1

### 第3章 調査地域の地質・鉱床概要

調査地域の地質図は、Fig. 1-3-1 に、また、層序を Table 1-3-1 に示した。

本地域の地質は、古生界、石炭系－三畳系、ジュラ系、白亜系、上部白亜系－古第三系、古第三系、新第三系及び第四系からなる。

先第三系は、調査地域の北部(南緯約18°48′以北)、中部(南緯約19°27′～約20°16′間)及び南部(南緯約20°29′以南)に断続的に分布する。

南部の先第三系分布域は、古生界堆積岩類・火山岩類・変成岩類、石炭系－三畳系火山岩類、ジュラ系火山岩類・堆積岩類、白亜系火山岩類、白亜系－古第三系火山岩類、及び古生代深成岩類からなり、これらは白亜紀～古第三紀の貫入岩類(深成岩類・半深成岩類)に貫かれる。

中部の先第三系分布域は、古生界堆積岩類、ジュラ系堆積岩類、白亜系火山岩類、白亜系－古第三系火山岩類・堆積岩類からなり、白亜紀～古第三紀の貫入岩類(深成岩類・半深成岩類)に貫かれる。

北部の先第三系分布域は、古生界変成岩類、ジュラ系堆積岩類、白亜系火山岩類、白亜系－古第三系火山岩類からなり、白亜紀～古第三紀の貫入岩類(深成岩類・半深成岩類)に貫かれる。

第三系としては、漸新統－中新統堆積岩類が調査地域南部に、中新統火山噴出物が南

東端部に、中新統一鮮新統火山噴出物が北部及び中～南部に分布する。中新統一鮮新統火山噴出物はイグニブライトを含み、比較的起伏に乏しい緩傾斜地として中・古生界周辺に分布する。

調査地域の東側では、中部以北一帯及び中～南部のボリビア国境沿いなどに鮮新統一更新統火山噴出物が分布する。

調査地域の西側は、第四系砂礫層に広く覆われている。

調査地域中部以南には、N-S方向に延びる断層発達域がある。この断層群は連続性のよいN-S系断層群と、これらの派生断層(NE-SW系)からなる。N-S系断層群の中には、斑岩銅型鉱床の分布を規制していると考えられている「西断層」が含まれる。一方、北部ではNNW-SSE～NW-SE系の大断層が卓越する。北部中・古生界分布域にはNNW-SSE～N-S系断層が発達するが、これは中部以南のN-S系断層群の北方延長部に相当する可能性がある。

中・古生界分布域及びその周辺にはCu, Pb, Zn等を含むベースメタルやAu, Agの鉱微地が多数分布し、その中に斑岩銅型の大規模鉱床及び鉱微地が存在する(Fig. 1-3-2, Table 1-3-2)。著名な斑岩銅型鉱化作用として次のものがある。

南部地区：Collahuasi-Ujina鉱床，Quebrada Blanca鉱床，Olga鉱微地，

Copaquire鉱微地

中部地区：Cerro Colorado鉱床，Mocha鉱微地，Queen Elizabeth鉱微地，

La Planada鉱微地

北部地区：Tignamar鉱微地

上記斑岩銅型鉱床・鉱微地のうち、Cerro Colorado鉱床及びMocha鉱微地は暁新世～始新世前期(60-48Ma)の鉱化作用とされ、ペルーの斑岩銅型鉱床ゾーンに対比される。これら以外の鉱床・鉱微地は、始新世後期～漸新世前期(43-31Ma)の鉱化作用とされる。





Fig. 1-3-1 Geological Map of the Study Area



Table 1-3-1 Stratigraphy of the Study Area

Period	Epoch	Formation (example)	Strata					Intrusive Rocks					Mineralization			
			Symbols					Lithology	Symbols							
			1:1,000,000 Geologic Map	1:250,000 Geologic Map* <sup>1</sup>	1:50,000 Geologic Map* <sup>2</sup>	Photogeologic Interpretation Map 1:250,000 TM	Photogeologic Interpretation Map 1:50,000 GEOSCAN		1:1,000,000 Geologic Map	1:250,000 Geologic Map * <sup>1</sup>	1:50,000 Geologic Map * <sup>2</sup>	Photogeologic Interpretation Map 1:250,000 TM		Photogeologic Interpretation Map 1:50,000 GEOSCAN	Lithology	
QUATERNARY			Q, Qv	Qal, Qpd, Qcs, Qip(l), Qip(s)	Qp	Qd, Qa, Qd <sub>1</sub> , Qa1, Ts2, Ts3	Qal, Qtl, Qd, Qs	Fluvial, Lacustrine, Glacial, Aeolian, Alluvial, Colluvial, Mudflow, Talus								
QUATERNARY - TERTIARY	Pleistocene - Pliocene	Huaylas	TQ <sub>1</sub>	Tsu, Tsh, TPv, Tpv, TPiv	TQ <sub>1</sub> (Qp)	TQ <sub>1</sub> , Tvs <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> , T <sub>1w</sub>	Dacitic ignimbrite, Tuff, Intercalation of continental sediments								
		Cola de Zorro	TQ <sub>2</sub>	TMv, TMvi			Tv <sub>1</sub> , Tv <sub>2</sub> , Tv <sub>3</sub>	Tv, Tvc, Tvb <sub>2</sub> , Tvb <sub>1</sub> , Tva	Andesitic - basaltic flow, pyroclastic rock							
TERTIARY	Pliocene - Miocene	Altos de Picas	Tmp <sub>2</sub>	Tt	TQt	Tvs, Ts <sub>1</sub>	Tt, T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub>	Rhyolitic - basaltic flow, pyroclastic rock, Ignimbrite, Intercalation of continental sediments	Tg	KTi	Ti	(d) dyke	Tg	Plutonic/Hypabyssal rocks	Epithermal	
	Miocene	Trapa - Trapa	Tm <sub>2</sub>	Tpd		Tv <sub>1</sub>		Rhyolitic - dacitic tuff, Andesitic - dacitic flow, pyroclastic rock								
	Miocene - Oligocene	San Pedro	Tom <sub>2</sub>	Tmc (OLLAGÜE)		Ts <sub>1</sub> , Ts		Conglomerate, Breccia, Sandstone, Shale, Siltstone (continental facies)								
	Paleocene															
EARLY TERTIARY - LATE CRETACEOUS		Las Chilcas	KT	Kiv		K, Kv	K <sub>2</sub>	Andesitic - rhyolitic flow, pyroclastic rock, Dacitic - rhyolitic ignimbrite, Intercalation of shale/limestone/sandstone/ conglomerate (continental)	Ksg	KTpgr, Ksg, Kgd	Kg	Kg				
EARLY CRETACEOUS		Bandurria, Lo Prado	Ki <sub>2</sub>	Kce, Ka	Kce, KTp	Kv	K <sub>1</sub>	Andesitic - rhyolitic / trachytic flow, pyroclastic rock, Ignimbrite, Intercalation of sediments	Kig							
LATE JURASSIC		Rio Damas	Js	Jsc, Jqc		Js <sub>2</sub>	Js <sub>2</sub> /Jkv	Conglomerate, Sandstone, Shale, Limestone, Andesitic flow, breccia (continental:Js <sub>2</sub> ) / Basalt lava, doleritic dikes, trachyte with tuffs and chert (Late Jurassic to Early Cretaceous; Jkv)								
LATE - MIDDLE JURASSIC	Malm - Dogger	El Profeta	Jdm	Jqm		Jv, Js <sub>1</sub> , Js <sub>2</sub>	Js <sub>1</sub> /Js <sub>1s</sub>	Sandstone, Calcareous sandstone, Limestone, Marl, Shale, Conglomerate, Chert								
JURASSIC		La Negra	J <sub>2</sub>	Jm		Jv	Jv	Andesitic flow/tuff, Rhyolitic/dacitic/trachytic flow, Dacitic tuff with intercalation of sediments								
JURASSIC - TRIASSIC									TR-jg						Triassic - Jurassic, Granitoid	
TRIASSIC - CARBONIFEROUS		Porfido cuarcifera	CTR					Tuff, Breccia flow and mainly rhyolitic to dacitic ignimbrites intercalated with pyroclastics and hypabyssal rocks	Pzg	Pg, Pzgrd, Pzgr, Pzsg					Plutonic/Hypabyssal rocks: Paleozoic	
PALEOZOIC		Aguada de la Perdiz	Pz	Pzc(s), Pzc(m), Pzc(l), Pzim		P	Pz, Pzv	Southern part: Micaceous schist, Metacherts, Serpentine (metamorphosed) (Permian) Central part: Quartzitic/feldspathic sandstone, Shale, Conglomerate, Chert, Limestone (Silurian-Ordovician) Northern part: Micaceous schist, Amphibole gneiss, Sedimentary and volcanic rocks, (mylonitization in part)				Pg	Pzg	Diorite, Granite, Granodiorite,		

\*1: COLLACAGUE, OLLAGÜE, QUILLAGUE (GEOSCAN AREA)  
 \*2: QUIPISCA, MAMIÑA (GEOSCAN AREA)

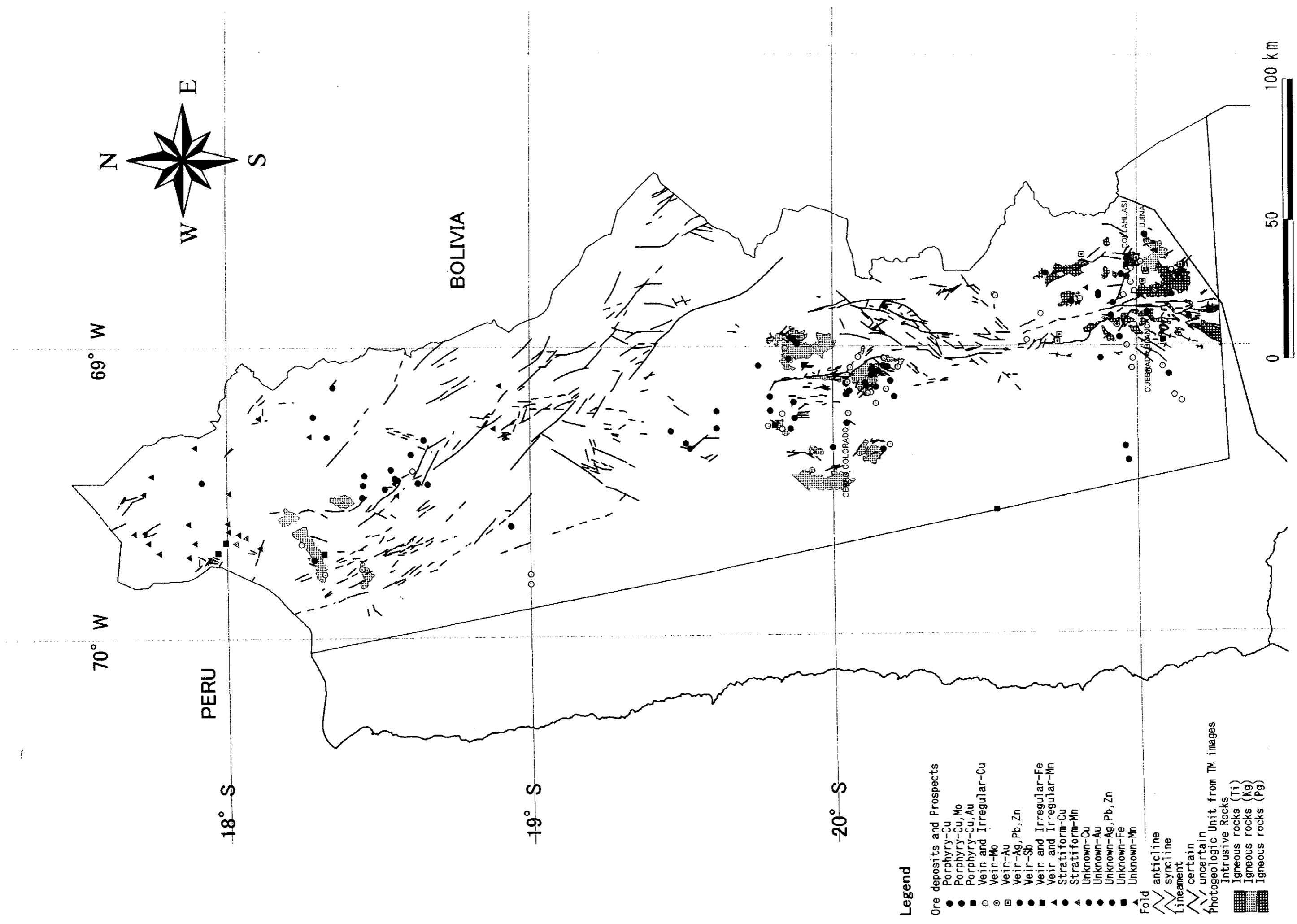


Fig. 1-3-2 Relationship among Granitoids from TM images, Ore Deposits and Prospects in the Study Area

Table 1-3-2 List of Ore Deposits and Prospects in the Study Area

No.	Name	Location		Type of Ore	Ore Mineral	Gangue Mineral	Form of Ore Deposit	Direction of Strike/Structure	Dip	Dimension Length x Width (m)	Wall Rock	Alteration	Ore Reserve (Million t / category)	Ore Grade	Type of Mineralization	Source of Data
		N	E													
1	Laguna Blanca	8043420	432447	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
2	Sioun, Cuillere	8038549	432778	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
3	Cerro/Bofedales de Chulluma	8038318	428985	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
4	Ancas	8034543	425288	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
5	Carumbaba	8029923	446979	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
6	Cerro/Bofedales de Chulluma	8037179	453353	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
7	Kilometro 154	8021811	428919	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
8	Abundancia	8023859	438009	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
9	Ancocant	8015023	451066	Ag,Pb,Zn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
10	Lours	8021595	463877	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
11	Ancogabo	8013078	425455	Fe			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
12	San sebastian	8010218	429172	Fe	Hem Pyrolusite, Psilomelane	Vitro material	irregular, pocket			diameter: 300 Thickness: 2-5, dia. 400	Oxys F. (tuff lava)	?			Vein and Irregular-Mn	8,12
13	San sebastian	8008455	433168	Mn			irregular, pocket				Huaylas F.				Vein and Irregular-Mn	8,12
14	Navidad	8009886	438181	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
15	Exte de Mina Navidad, Navidad Este	8009278	447173	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
16	Prasual	8008674	428887	Mn		silica	irregular, pocket			5000 x 500, thickness 0.5	Huaylas F. (tuff)				Stratiform-Mn	8,12
17	Huachipato	8005680	432152	Mn			irregular, pocket								Stratiform-Mn	12
18	San Alberto	8002919	430891	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
19	Rosario	7987816	427208	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
20	Kilometro 130	7998155	474395	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
21	Monica	7982773	428531	Cu,Au	Chrysoc. Atac. Co. Cup. Co. Chalcantite Native Cu Au	Tou, Oz	vein	0, 90		wd:1/ 50 x 5	Gd	Ser, Kao, Lim, Oz, Tou			Vein and Irregular-Cu	8,12
22	Rosario/Jamicalla	7977983	422735	Cu,Mo	Py, Co, Mo, Sn, Bi	Oz, Adul, Bio	stockwork	340, 40, 85	90		Gd, Di-pp	Chl, Ser, Clay, (S)			Porphyry-Cu,Mo	8,12
23	Dos Hermanas	7974320	417877	Cu			irregular, pocket								Vein and Irregular-Cu	12
24	Evail	7974350	425075	Cu,Au,W			stockwork	15	85E	100 x (0.1-0.5)	Tou/Breccia	Kao, Ser, Tou			Porphyry-Cu,Au	8,12
25	Campanari	7979891	467760	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
26	Choquelepimpe	7978352	474850	Ag,Pb,Zn,Au	Chrysoc. Atac. Mil. Cup. Co. Sphalerit. Hem. Mt. Lim.	Jasper, Oz, Kao, Ser	stockwork								Unknown-Mn,Ag,Pb,Zn	12
27	Choquelepimpe	7973252	487560	Au,Ag,Pb,Zn,(Cu)	Arg, Py, Co, Sp, Gm, Realgar	Oz, Ba, Gal	vein, hydrothermal breccia, high sulfidation			length: 140-710	Lupica F. (lava, breccia, conglot. Di-pp)	Py			Vein-Ag,Pb,Zn	8,9,12
28	Choquelepimpe	7971081	485931	Cu	Native Cu, Cop, Chrysoc.		irregular, pocket			15 x 3	Andesitic lava	Hydrothermally altered			Vein-Ag,Pb,Zn	8,12
29	Chunguaya	7960608	419837	Cu			vein								Vein and Irregular-Cu	12
30	Luzita, Halcónes	7960478	445516	Cu			stratiform								Stratiform-Cu	12
31	El Milagro	7960158	450052	Ag,Pb,Zn,Cu			vein								Vein-Ag,Pb,Zn	12
32	Palino	7952077	448701	Ag,Pb,Zn			vein								Vein-Ag,Pb,Zn	12
33	Campanari	7948984	450715	Mn			no record								Unknown-Mn	12
34	Cacilana	7947977	446391	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
35	Churichala	7955339	453539	Pb,Zn,Ag,Cu	Py, Co, Sp, Tet, Gm	Oz, Ba	vein	0		150 x 0.5	Lupica F. (Ad. conglot.), Di-pp	Kao, Py, Lim			Vein-Ag,Pb,Zn	8,12
36	San Lorenzo	7948504	452475	Ag,Pb,Zn	Py, Co, Gm, Sp, Cenur, Argil	Oz, Clay	vein	280	90	140 x 1	Lupica F. (volcanica), Di-pp	Hydrothermally altered			Vein-Ag,Pb,Zn	8,12
37	Santa Rosa	7947289	451872	Cu			stockwork, blanket				Gd, Gd-pp, Oz-pp	Oz, Tou, Bi, Ser, Chl, Etn, Kao			Porphyry Cu	
38	Tiguaray	7946822	455673	Ag,Sh			vein								Vein-Sb	12
39	Apachetata	7847448	486457	Ag,Pb,Zn			vein								Vein and Irregular-Cu	12
40	Churichala Norte, Churichala Sur	7847448	486457	Ag,Pb,Zn			vein								Vein-Ag,Pb,Zn	12
41	Chulla, Trinidad	7840133	450843	Pb,Zn,Ag,Cu,Sn, Bi	Py, Arg, Gm, Sp	Clay, Oz	vein, lens	350-10	60-80W	wd: 15	Lupica F. (volcanica), Di-pp	Hydrothermally altered			Vein-Ag,Pb,Zn	8,12
42	Capitana	7836591	450431	Ag,Sh	Py, Stib, Ag, Pb	Oz, Clay	vein	40	90	wd: 0.5	Lupica F. (volcanica)	?			Vein-Sb	8,12
43	Ociel	7837844	466585	Sh			vein								Vein-Sb	12
44	Ociel	7812512	470813	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
45	Taruque	7810208	468203	Mn			irregular, pocket								Vein and Irregular-Mn	12
46	Surire	7903880	435120	Cu	Py, Co, Cu, Cu-oxi, meta-sulphogen	Oz, Ser, Chl, Tou, Ni, Bi	diss, stockwork			180+	Oz-pp, And	Oz, Ser, Chl, Tou			Porphyry-Cu	
47	Camaronas	7898987	414005	Cu			vein								Vein and Irregular-Cu	12
48	Taltepa	7898983	417984	Cu			vein								Vein and Irregular-Cu	12
49	Sta. Ana	7847448	486457	Ag,Pb,Zn			vein								Vein-Ag,Pb,Zn	12
50	El Septe	7841905	485080	Ag,Pb,Zn			vein								Vein-Ag,Pb,Zn	12
51	Santa	7840463	485089	Ag,Pb,Zn			vein								Vein-Ag,Pb,Zn	12
52	San Pedro	7830637	476616	Ag,Pb,Zn			vein								Vein-Ag,Pb,Zn	12
53	Cuabrida Guaracosa	7815481	493190	Ag,Pb,Cu			vein								Vein-Ag,Pb,Zn	12
54	Guacansa	7811368	481879	Ag			vein								Vein-Ag,Pb,Zn	12
55	Paganita	7811272	478851	Ag,Pb,Zn			vein								Vein and Irregular-Cu	12
56	Limacina	7812653	471303	Cu,Au			vein								Vein and Irregular-Cu	12
57	Sta. Rita, San Antonio	7809543	471489	Cu,Au			vein, stockwork								Porphyry-Cu,Au	12
58	Beatriz, Chile, Independencia	7808845	470195	Cu,Au			vein								Vein and Irregular-Cu	12
59	Independencia-San Antonio	7808844	475705	Cu (Au,Ag)			vein								Vein and Irregular-Cu	12
60	Mina Inca, Pascuala (Mocha)	7803737	470285	Ag,Pb,Zn			vein								Vein and Irregular-Cu	12
61	Victoria, Tres Marias, Tres Marias, Puntas	7802905	474141	Cu			no record								Unknown-Cu	12
62	Suercagua	7804426	485498	Au			no record								Unknown-Au	12
63	Sta. Fe	7803882	483406	Au,Cu			vein								Vein and Irregular-Cu	12
64	Sta. Fe, Colpa	7788882	483406	Fe			vein								Vein and Irregular-Fe	12
65	Morquito de Oro	7802777	502786	Cu			vein, stockwork								Porphyry-Cu	12
66	Chenta, Sta. Rosa	7788453	463386	Ag,Pb			vein								Vein-Ag,Pb,Zn	12
67	Ollerapu															
68	Queen Elizabeth, Rosa, Cuzco															
69	Violeta															
70	Cerro Colorado	7783600	472288	Cu,Mo	Cc, Brochantite, Chrysoc., Atac. Mil., Cup. Teno, Diopside, Antil., Chalcant., Turq. Cov., Py. Mo., Hem. Mt., Mn., Chrysoc. spinel	Oz, Tou, Gyp, Ab, Oz, Ser, Kao, Pyroph. Au, Mont. Jar, Aluminogen	stockwork	ENE-WSW		-	Andesitic tuff, Oz-pp, Diac/Trachy-pe, Breccia, Ad	Sil, Ser, Py, (Au), Tou, Prop	204		Porphyry-Cu,Mo	1,5,6,12
71	Amilica	7783104	475862	Cu,Au	Py, Hem, Cu-oxi, Au		vein	330	60E		Ad. Congl (Cerro Empesa F.)	?			Vein and Irregular-Cu	11,12
72	San Marcos	7783855	482857	Cu,Ag,Pb	Gm, Sp, Cu (Cup. Co, Ma)	Ba, Oz	vein / manto	320-30	25NE-20NW	wd: 1	Sa. Brecc (Cerro Empesa F.)	Propilitic			Vein-Ag,Pb,Zn	11,12

Table 1-3-2 List of Ore Deposits and Prospects in the Study Area

No.	Name	Location		Type of Ore	Ore Mineral (Gangue Mineral)	Form of Ore Deposit	Direction of Strike / Structure	Dip	Dimension Length x Width (m)	Wall Rock	Alteration	Ore Reserve (Million t / category)	Ore Grade	Type of Mineralization	Source of Data
		UTM	N												
73	Flor del Desierto	7782848	4885396	Cu,Ag,Pb,Zn	Py, Cp, Hem, Cu-oxi	stockwork (porphyry Cu)	-	-	-	Rhyolitic And(Crct)	Ser, Kao, Prop	5	-	Porphyry-Cu	11,12
74	Lalínca	7783389	487081	Cu	Cc, Cup, Chysec, Mal	vein	340	60E	(80-100) x (1-1.5)	Ad (Carro Empesa F.)	Chi, Ep	-	-	Vein and Irregular-Cu	11,12
75	San Andrés	7782818	484000	Ag,Pb,Zn	Py, Ag, Cu, Sp, Sn	vein	0	75W	100 x 1	Gd	Chi, Kao	5	-	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
76	Guachagua	7782416	482364	Cu	Cup, Chysec, Cu-oxi	vein	60	90	-	Chacarrilla F. (Jur)	?	5	-	Vein and Irregular-Cu	11,12
77	Columbuca	7779416	486236	Cu	Cc, Py, Chysec	irregular vein	NW	-	-	Gd	Kao	-	-	Vein and Irregular-Cu	11,12
78	Sagasta, Molibdeno Carro Colorado	7776192	482653	Cu,Mo	Chysec	stockwork, dissemination, exotic	-	-	Thickness 10-30	Condensates (Ator de Pica F.)	-	>10	Cu 2.5%	Porphyry-Cu,Mo	6,12
79	Sagasta	7767871	484475	Cu	Chysec	irregular, pocket	340	45NE	300 x (1-2)	Metasid (Mesoz)	Chi, Es, Kao	Probable 0.01	Au 2.9g/t, Ag 550g/t, Pb 3.3%	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
80	Mina Pila	7772025	491127	Zn,Pb,Sb,As,Cu	Sp, Cu, Py, Sb, Ag, Pb, Cu	vein	300	80NE	wt. 0.5	Gd-po, Di	Kao	5	galery 380m Ag 310g/t, Pb 3%	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
81	Mollica, Rio Timo S	7772886	479410	Cu,Ag	Sp, Cu, Py, Cu, Sb, Ag	vein	300	80NE	wt. 0.5	Gd-po, Di	Kao	5	U/G Cu 12.8%, Ag 50g/t, Au 0.4g/t	Vein and Irregular-Cu	12
82	Yabicoaya	7774217	482227	Zn,Pb,Cu,Sb,Ag	Sp, Cu, Py, Cu, Sb, Ag	vein	300	80NE	wt. 0.5	Gd-po, Di	Kao	5	U/G Cu 12.8%, Ag 50g/t, Au 0.4g/t	Vein and Irregular-Cu	12
83	Rio Timo	7774781	482380	Cu	Cc, Teno, Chysec, Hem	vein	65	70SE	250 x (0.6-1)	Gd	Kao	5	-	Vein and Irregular-Cu	12
84	Rio Timo Norte	7776014	482188	Cu	Cc, Teno, Chysec, Hem	vein	70	35N	(50-60) x 0.5	Gd	Chi, Kao	5	-	Vein and Irregular-Cu	12
85	Luzas	7778910	486755	Pb,Cu,Zn	Gn, Tc, Sp, Py, Ag, Chysec	vein	330-335	20-25NE	100 x (0.5-1)	Gd-Adam	Tou, Sil, Kao	0.004	U/G Probable Au 3.4g/t, Ag 870g/t, Pb 8.3%	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
86	Luzas de Canulpa	7778423	485783	Ag,Au,Pb,Zn	Gn, Py	vein	330	30NE	20 x 0.7	Ad, Gd	?	5	galery 20m & incline 30m Au 1.9g/t, Ag 92-850g/t, Pb 1.6-3.5%	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
87	Luzas Rosa	7774855	489852	Cu,Ag,Pb,Zn,Au	Gn, Py	vein	330	30NE	20 x 0.7	Ad, Gd	?	5	galery 20m & incline 30m Au 1.9g/t, Ag 92-850g/t, Pb 1.6-3.5%	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
88	Aguada, San Felix, Rosario, Fortuna	7774545	491638	Cu,Ag,Pb,Zn	Cc, Cup, Native Cu, Chysec, Teno, Cp	vein	-	-	-	Meta-ad, Gd	Tou	5	-	Porphyry-Cu	11,12
89	Tiro-San Carlos	7773463	480112	Cu	Py, Cp	breccia pipe	-	-	-	-	-	5	-	Porphyry-Cu	11,12
90	Labranza	7770113	485987	Cu	Py, Cp	vein	90	40S	wt. 0.5	Gd, Rhyolito	Kao	>0.01	dump Au 5-10g/t, Ag 86g/t, Cu 3.5%	Vein and Irregular-Cu	11,12
91	Santiago	7769899	485716	Cu	Py, Cp	vein	90	40S	wt. 0.5	Gd, Rhyolito	Kao	>0.01	dump Au 5-10g/t, Ag 86g/t, Cu 3.5%	Vein and Irregular-Cu	11,12
92	La Planada	7770086	482391	Cu,Au,Mo	Mo, Py, Cp, Cc, Cov, Cup, Chysec, Hem	breccia pipe, porphyry copper	-	-	-	Rhyolito-po	Ser(marginal), kaocentral)	m	Cu 20%	Porphyry-Cu,Mo	11,12
93	Infernillo	7789188	484605	Cu	Cc, Hem, Chysec	irregular vein	NW	90	-	Ad, congl.	Ep	-	-	Vein and Irregular-Cu	11,12
94	Huandica	7769089	482444	Cu	Chysec, Mal, Cc, Cup	dissemination, irregular, breccia	NW	-	140 x ?	Rhyolito-po	fresh	-	-	Porphyry-Cu	11,12
95	Arasco	7768622	482700	Cu	Cup, Cc, Chysec, Mal	breccia pipe	-	-	-	Rhyolito-po	Tou, Chi	-	galery 10m Cu 14.8%, Au 1.5g/t, Ag 13g/t	Porphyry-Cu	11,12
96	Sofia	7767535	487512	Ag (Au,Pb,Zn)	Chysec	? (oxide Cu)	-	-	-	Congl, Ad	?	5	pit & adit 70m Cu 5-8%	Unknown-Ag,Pb,Zn	11,12
97	Juaja	7772794	485348	Ag,Au,Pb,Zn,As,Cu	Py, Ag, Sp, Cu, Sn, Tc, Gd	vein	280-315	60-75SW	250 x (0.5-1.5)	Di	Kao	0.01	U/G Au 5.4g/L, Ag 476g/L, Pb 7% Zn 15%	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
98	Rio Timo S, Juaja	7768238	481821	Cu,Ag,Au,Pb,Zn	Py, Cp, hem, Chysec	vein	0	30W	150 x 0.2	Sedim. & volcanics (Crst)	?	5	Adits: Cu 5%, Au 20g/t	Vein and Irregular-Cu	11,12
99	Stolica	7764884	482559	Cu,Au	Py, Cp, hem, Chysec	vein	0	30W	150 x 0.2	Sedim. & volcanics (Crst)	?	5	Adits: Cu 5%, Au 20g/t	Vein and Irregular-Cu	11,12
100	Carmela	7723293	440784	Fe	Py, Cp, hem, Chysec	vein	0	30W	150 x 0.2	Sedim. & volcanics (Crst)	?	5	Adits: Cu 5%, Au 20g/t	Vein and Irregular-Cu	11,12
101	Vicuna de Punta Mella, Punta Mella II	7729839	518862	Ag,Cu	Gn, Cu-oxi, Hem, Lim	vein	10	60N	200 x 0.5	Ss, Rhy dyke	Ad	5	Cu 5.7%, Ag 105g/L	Vein and Irregular-Cu	12,13
102	Punta Mella	7728487	518346	Ag,Cu	Mal, Acur, Hem	vein	300	78N	10 x 0.8	Ad	Ad	5	-	Vein and Irregular-Cu	13
103	Empesa (Alona)	7718107	502292	Cu	Cu-oxi, Hem	vein	0	30E	100 x 0.4	Ad	Ad	5	Cu 4%	Vein and Irregular-Cu	12,13
104	Caballuno	7712802	511665	Cu	Cu-oxi, Py, Hem	vein	0	70E	120 x 1	Ad(Paleoz), Gd(Tert)	Prop, Clay	5	Oxi Ore: Cu 5%	Vein and Irregular-Cu	12,13
105	Longacho	7710883	526347	Cu	Chysec, Mal, Lim, Hem	-	90	70S	wt. 0.5-1	Gd	-	-	-	Unknown-Cu	13
106	San Antonio	7708830	502281	Ag	Mal, Lim, Hem	-	320	30N	wt. 1	Ad	Ad	-	Ag 176g/t	Unknown-Ag,Pb,Zn	13
107	Rosario(Cerro Campana)	7705823	504060	Au	Au, Lim, Hem	vein	70	48N	-	Gd, Dac-po, Tert	Clay, Sil	5	-	Vein-Au	12,13
108	Cermen	7705586	501770	Au	Au, Lim	vein	310	60N	90 x 0.3	Ad	-	5	Au 2.5g/L	Vein-Au	13
109	San Miguel	7701486	516132	Au,Ag,Cu,Pb,Zn	Gn, Cu, Sn, Cu-oxi	vein	90	80S	70 x 1	Gd	-	5	Pb 2.25%, Au 2g/L	Vein-Ag,Pb,Zn	12,13
110	Passaca	7698398	517086	Au,Ag,Cu	Ag, Au, Cu-oxi	vein	80	86S	100 x ?	Gd	-	5	Ag 87g/L	Vein and Irregular-Cu	12,13
111	Pastillas	7697712	522886	Au	Au	vein	0	80E	800 x 3	Gr	-	-	-	Vein-Au	12,13
112	Vicuna	7686292	520810	Mn	Mal, Lim	-	320	60N	wt. 1	Dac	-	-	-	Unknown-Mn	13
113	Migüela	7680992	495631	Cu	Cu	no record	-	-	-	-	-	-	-	Unknown-Cu	12
114	Copacure, (Establecimiento Copacure, Quebrada Huiquintipa), Suñacos	7687116	511023	Mo,Cu	Chalcantite, Azc, Au, (Op, Py)	stockwork	0	-	Altered zone 2500 x 600	Gd, Gd/Nonz-po, Altered stockwork: E-Tert	Center Oz-Ser, Bio, Periphery: Py, Sil, Ep	m	Copacure 27milit Cu-Mo 0.07%, Suñacos Cu 0.5-1.6%, Mo 8g/L	Porphyry-Cu,Mo	12,13
115	Condor	7686337	515598	Cu	Cu-oxi	-	15	90	-	Ad	Ad	-	Cu 2-3%	Unknown-Cu	13
116	Fior de Tarapaca (Alta)	7691758	518100	Ag,Pb,Cu	Gn, Cu-oxi, Ag, Hem	vein	65	85S	150 x 0.5	Ad	-	5	Pb 4.8%, Ag 483g/L	Vein-Ag,Pb,Zn	12,13
117	Fior de Tarapaca Baja	7691757	519036	Pb,Cu,Ag	Gn, Cu, Ag, Cu-oxi, Py	vein	75	80N	1 x 1	Ad	-	5	-	Vein-Ag,Pb,Zn	13
118	Melita	7685015	507694	Mo	Mo, Cu, Cu-oxi, Py	vein	315	56S	300 x 1.5	Gd	-	5	Mo 0.3%	Vein-Mo	12,13
119	Colcol	7684131	503119	Ag,Pb,Zn,Cu	Gn, Sp, Ag, Cu-oxi, Lim	vein	90	55S	100 x 0.5	Red ss	-	5	Pb 30%, Ag 300g/L	Vein-Ag,Pb,Zn	12,13
120	Huquintipa	7681458	525053	Ag,Pb	Gn	vein	75	43NW	50 x 0.3	Ad	-	5	Ag 75g/L	Vein-Ag,Pb,Zn	13
121	Huquintipa	7682882	518298	Cu	Cu	irregular, pocket, exotic	-	-	-	Gravel	-	5	-	Vein and Irregular-Cu	12
122	Huquintipa	7683558	525890	Cu	Cu	no record	-	-	-	-	-	5	-	Unknown-Cu	12
123	Lobos	7681091	485522	Ag,Au,Pb	Ag, Au, Pb	vein	5	-	-	-	-	5	Cu 1.4%	Unknown-Cu	4,12
124	Chacacollo	7682210	463614	Ag	Ag	vein	5	-	-	-	-	5	-	Vein-Ag,Pb,Zn	12
125	San Guillermo de Cegina	7679813	491996	Cu	Cu	vein	5	-	-	-	-	5	-	Vein and Irregular-Cu	12
126	Las Porfidadas	7679482	495426	Cu	Cu	vein	5	-	-	-	-	5	-	Vein and Irregular-Cu	12
127	Yaninchu	7681586	500208	Cu,Mn	Cu-oxi	vein	30	65S	-	Red ss, Ad dyke	-	5	-	Vein and Irregular-Cu	12,13
128	Abundancia, Aurora, Osamen, Quebrada Blanca	7678696	519852	Cu	Cu	vein	5	-	-	-	-	5	-	Vein and Irregular-Cu	12
129	Aurora	7680021	522858	Cu	Chysec, Au?, Specu, Lim	vein	5	-	-	-	-	5	-	Vein and Irregular-Cu	12
130	Tarapaca	7686008	537768	Cu, Au?	Chysec, Au?, Specu, Lim	vein/stockwork	340	90	60 x 4.5	Ad, Dac-po	-	-	-	Porphyry-Cu,Au	12,13

Table 1-3-2 List of Ore Deposits and Prospects in the Study Area

No.	Name	Location		Type of Ore	Ore Mineral	Form of Ore Deposit	Direction of Strike / Structure	Dip	Dimension Length x Width (m)	Wall Rock	Alteration	Ore Reserve (Million t / category)	Ore Grade	Type of Mineralization	Source of Data
		N	E												
131	Don Manuel	7679877	529836	Au, Mn	Au, Mn, Calc. Lim.	vein/stockwork	0-342	90	470 x 1.5	Ad				Vein-Au	12,13
132	Espereanza	7679012	530455	Cu, Au	Chrysoc. Atac. Turc. Chenev. Au	vein/stockwork	336	90	Wd 1-3	Dac-po				Porphyry-Cu-Au	12,13
133	Forastara	7678791	530248	Au, Cu	Au, Mal. Chrysoc. Chenev. Lim	vein	312	70S	Wd 1-4	Dac-po				Vein and Irregular-Cu	12,13
134	Anita	7678940	530038	Au, Ag	Au, Spess. Lim	vein	20	63N	800 x 2	Dac-po		Possible: 1	Au 7.5g/t Ag 100g/t	Vein-Au	12,13
135	Rosario (Collahuasi)	7681445	531395	Cu, Mo	Cp. Co. Mo. Chrysoc. Mal. Py. Lim	vein/stockwork	NW-SE	-	Altered zone: 2500 x 1000	Dac-po(Olig)	Ser. Prop. supergene enriched zone: 2500 x 1000	Rosario, supergene enriched zone: 2500 x 1000	Cu 1.5%	Porphyry-Cu, Mo	3, 4, 9, 12, 13
136	Ujina (Collahuasi)	7675008	540008	Cu	Alongside but higher than porph. Qtz En	stockwork									
137	Venus	7680881	532121	Cu	Cp. Co. Bn. Chrysoc. Mal. Py. Lim	vein/stockwork?				Dac-po, Ad				Porphyry-Cu	12,13
138	Ponderosa	7680448	532225	Cu	Cp. Bn. Tet. Co. Chrysoc. Mal. Py. Lim	stockwork?	320	70S	wd 1.3	Dac-po		Possible: 0.5	Cu 8%, Ag 80g/t Au 1g/t	Porphyry-Cu	12,13
139	San Carlos	7680226	532432	Cu	Cp. Bn. Co. Chrysoc. Turc. Py. Lim	Qz	300	73S	wd 9	Altered po				Unknown-Cu	12,13
140	Jiguero	7678008	532534	Cu	Chrysoc. Mal. Lim	Qz	330	90	wd 1.5	Qd-po				Vein and Irregular-Cu	12,13
141	Tinque	7678788	531805	Cu	Chrysoc. Mal. Lim	- vein?				Dac-po				Vein and Irregular-Cu	12,13
142	Las Granadas	7678814	480544	Cu	Chrysoc. Mal. Lim	vein								Vein and Irregular-Cu	12
143	Quebrada Blanca	7674186	512158	Cu, Mo	Lim. Py. Cp. Mo. Bn. Cor. Qtz	stockwork								Porphyry-Cu, Mo	2, 3, 7, 12
144	Yareta, Yareta	7675704	523174	Ag, Au, Mn		vein								Vein-Au	12
145	Jovita	7681561	528484	Cu	Cp. Bn. Cov. Chrysoc. Mal	vein	NW	80		Altered po				Vein and Irregular-Cu	12,13
146	Ingenio	7681450	529108	Fe	Py. Lim	Qz	NW	90		Altered po				Unknown-Fe	12,13
147	Trinidad	7674592	526706	Ag, Mn	Mn-oxi. Lim	Qz	280	90S	100 x 0.5	Gd				Vein-Au	12,13
148	Mictetzama, (Borracha)	7674922	527538	Ag, Au, Cu, Mn	Palaomelano. Pyroluaita	vein	350	80S	300 x 2	Dac-po, Ad				Vein-Au	12,13
149	San Nicolas	7679902	527982	Cu, Mn, Au	Chrysoc. Atac. Mer. Mal. Lim	vein	300	90	600 x 5	Dac				Vein and Irregular-Cu	12,13
150	Anita	7684311	482242	Cu, Au		vein								Vein and Irregular-Cu	12
151	Sud-America	7678346	529830	Cu	Chrysoc. Mal. Turc. Chenev. Au. Lim. Mn-oxi	vein	10	80N	400 x 1	Dac-po				Vein and Irregular-Cu	12,13
152	Pergolesi	7678238	530038	Cu	Cp. Co. Chrysoc. Mal. Au. Py. Lim	vein	30	70N	wd 5	Ad, Turf				Vein and Irregular-Cu	12,13
153	Dellino	7678127	530346	Cu, Au	Cp. Co. Chrysoc. Mal. Au. Py. Lim	vein	0	90	wd 4	Ad, Dac-po				Vein and Irregular-Cu	12,13
154	Los Caciques	7679004	531492	Au	Cp. Co. Chrysoc. Mal. Au. Py. Lim	vein	339	90	wd 1	Dac				Vein-Au	12,13
155	Japonesa	7677575	529725	Cu	Cp. Co. Enac. Chrysoc. Chenev. Py. Lim	vein	NW	90	wd 0.3	Dac, Ad				Vein and Irregular-Cu	12,13
156	La Borracha	7677353	530038	Cu	Chrysoc. Atac. Lim	vein	350	40E	wd 1	Ad				Vein and Irregular-Cu	12,13
157	Dulcinea	7676467	530242	Cu	Chrysoc. Mal. Lim	vein	320	75N	wd 1	Rhy-po				Vein and Irregular-Cu	12,13
158	Quilahuena	7661652	480064	Cu, Au	Chrysoc. Au. Lim	vein	32	68E	40 x 2	Cret. (contact of Gd)		Probable: 0.002. Possible: 0.006	?	Vein and Irregular-Cu	10, 12
159	Pirula	7668505	489718	Ag, Pb		no record								Unknown-Ag, Pb, Zn	12
160	Capona, (Quebrada de Man)	7688524	492823	Au, Ag, Cu	Gn. Py. Lim. Chalcanthite	vein	100	80N	200 x (0.1-0.7)	Jur. Tert		Probable: 0.002	Ag 15-1000g/L Pb 1-38%	Vein and Irregular-Cu	10, 12
161	Dña. Lorena, Catriqueta	7688305	502181	Cu, Au		stockwork								Porphyry-Cu, Au	12
162	Julia	7685195	518486	Cu		no record								Unknown-Cu	12
163	Tres Marias, (La Peruana)	7685195	528379	Cu	Cu-oxi	vein	45	90	wd 1-2	Gd				Vein and Irregular-Cu	12
164	Gaea	7685183	527210	Cu	Cu-oxi	vein	305	80	wd 1	Rhy-po				Vein and Irregular-Cu	12
165	La Esperanza	7663970	524823	Cu	Cu-oxi	vein			4 x 1	Gd				Vein and Irregular-Cu	12
166	Conasone	7661971	528870	Au		vein								Unknown-Cu	12
167	Macata	7668894	510381	Cu		no record								Unknown-Au	12
168	Chocal	7651477	512452	Au		no record								Vein and Irregular-Cu	12
169	Jovita	7671382	519844	Cu		vein								Porphyry-Cu	12
170	Santa Rosa, (Queen Elizabeth)	7601352	501079	Cu		vein, stockwork								Porphyry-Cu	12
171	Cucho, (Queen Elizabeth)	7600746	503302	Cu		vein, stockwork								Porphyry-Cu	12



Abbreviation (Table 1-3-2)

<Ore Mineral>		<Gangue Mineral>	
Angl	Anglesite	Adul	Adularia
Antl	Antlerite	Alb	Albite
Apy	Arsenopyrite	Alu	Alunite
Arg	Argentite	Ba	Barite
Atac	Atacamite	Bio	Biotite
Azur	Azurite	Cal	Calcite
Bn	Bornite	Gyp	Gypsum
Cc	Chalcocite	Jar	Jarosite
Cerus	Cerussite	Kao	Kaolinite
Chalcan	Chalcanthite	Mont	Montmorillonite
Chenev	Chenevixite	Or	Orthoclase
Chrysoc	Chrysocolla	Pyroph	Pyrophyllite
Cov	Covellite	Qz	Quartz
Cp	Chalcopyrite	Ser	Sericite
Cup	Cuprite	Tou	Tourmaline
Enar	Enargite		
Gn	Galena	<Wall Rock>	
Hem	Hematite	Ad	Andesite
Lim	Limonite	Adam	Adamellite
Mal	Malachite	Congl	Conglomerate
Mo	Molybdenite	Dac	Dacite
Mt	Magnetite	Di	Diorite
Oxi	Oxide	Gd	Granodiorite
Py	Pyrite	Monz	Monzonite
Sp	Sphalerite	Po	porphyry
Specu	Specularite	Rhyo	Rhyolite
Stib	Stibnite	Rhyodac	Rhyodacite
Teno	Tenorite	Sedim	Sedimentary
Tet	Tetrahedrite	Ss	Sandstone
Turq	Turquoise	Trachy	Trachytic
		Tert	Tertiary
		Olig	Oligocene
		Mesoz	Mesozoic
		Cret	Cretaceous
		Jur	Jurassic
		Paleoz	Paleozoic

<Alteration>	
Chl	Chlorite
Epi	Epidote
Kao	Kaoline
Kf	K-feldspar
Lim	Limonite
Mt	Magnetite
Prop	Propylitization
Py	Pyrite
Qz	Quartz
Ser	Sericite
Sil	Silicification
Tou	Tourmaline
u/g	Underground

<Type of Mineralization>	
Ir	Irregular, pocket
Por	Porphyry
St	Stratiform
Unk	Unknown
Ve	Vein

<Category of Ore Reserve>

Metal (ore grade)	s	m	
Cu *1	<10,000	10,000-	10,000
Au *1	<2	2-	200
Ag *1	<60	60-	6,000
Mn(48%) *2	<100,000	100,000-	10,000,000
Fe(60%) *2	<500,000	500,000-	50,000,000
Pb *1	<25,000	25,000-	2,500,000
Zn *1	<20,000	20,000-	2,000,000

\*1 fine metal (t)

\*2 ore reserve (t)

<Source of Data>

- 1 Canadian Mining Journal (2000)
- 2 Mineral Yearbook (1997)
- 3 Mining Magazine (1992)
- 4 Mining Magazine (1999)
- 5 MMAJ (1978)
- 6 Olivier C. (1968)
- 7 Ramirez C. and Huete C. (1981)
- 8 Salas R., Kast R., Montecinos F. and Salas I. (1966)
- 9 Sillitoe R. (1991)
- 10 Skarmeta J. and Marinoic N. (1981)
- 11 Thomas A. (1967)
- 12 Utriksen C. (1990)
- 13 Vergana H. and Thomas A. (1984)

## 第4章 調査結果の総合検討

### 4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制について

各調査地域の地質、変質及び鉱化作用の特性をTable 1-4-1にまとめた。

斑岩銅鉱床型鉱化作用に特徴的な産状は、① 網状・鉱染型の銅鉱化を伴う斑岩若しくは花崗岩類の存在、② カリ変質若しくはフィリック変質の存在、③ Au, Ag, Cu, Mo, As の岩石地化学異常の存在、④ 比較的高温で高塩濃度の鉱液の存在、⑤ Pb/Cu比が小さいこと等である。

このような産状を示すのは、モチャ地区及びラプラナダ地域であり、モチャ地区では既に斑岩銅鉱床が発見されている。従って、モチャ地区は他地域の評価をする上で教師的存在となる。

上記①～⑤の産状に対し、一部不明な項目があるものの比較的良好に適合するのは、クイーンエリザベス南部地区及びカマローネス沢西部鉱化帯である。

クイーンエリザベス南部地区及びラプラナダ地域の鉱化年代は始新世中期～後期 (39～38 Ma) であり、チリ北部の主要斑岩銅鉱床の鉱化年代 (43～31 Ma) に一致する。

カマローネス沢西部鉱化帯では試錐により幅約10mの二次富化帯が把握されている。その鉱化年代と推定される石英斑岩の変質年代 $67 \pm 2$  Maは、ペルーの斑岩銅鉱床ゾーンの鉱化年代範囲 (65-50 Ma: Clark et al., 1990) の最古の値に相当する、その理由は、この鉱化帯が上記鉱床ゾーンの中で最も西側に位置しているためと考えられる。

カマローネス沢流域～調査地域南端部の鉱化帯の変質と地化学異常の元素構成は、花崗岩質貫入岩類が大規模に発達する所では斑岩銅鉱床型を示し、その周辺鉱化帯では浅熱水型を示す。しかし、石英脈の流体含有物の塩濃度はいずれも著しく低く、均質化温度はカマローネス沢中部鉱化帯から周辺部に向かって低下する。これらの鉱化変質は、カマローネス沢西部鉱化帯の斑岩銅型鉱化をもたらした石英斑岩のマグマ活動に引き続いて生じたカマローネス沢西部～中部鉱化帯を中心とするマグマ貫入活動に関連した熱水によって生成したと考えられる。カマローネス沢西部鉱化帯の石英斑岩のマグマ活動は静岩圧下で行われたが、それに引き続くマグマ活動は次第に静水圧下の環境が増大する中で行われたため、優良な斑岩銅鉱床は形成されず浅熱水型の鉱化作用が卓越したものと考えられる。

カマローネス沢西部鉱化帯のPb/Cu比は典型的な斑岩銅鉱化帯のそれに比べ少し高い値となっている。Pb/Cu比は斑岩銅鉱化帯の中心部に向かって低くなることが知られている (Atkinson Einaudi 1975, JICA-MMAJ 1999)。同鉱化帯は斑岩銅鉱化帯の周縁部に相当する可能性がある。

カマローネス地域北西部の鉱化帯は斑岩銅型の変質と石英脈を有するが、銅鉱物は認





Table 1-4-1 Characteristics of Geology, Alteration and Mineralization at the Survey Areas

Area	Wall Rock (Age)	Ore Bringer	Alteration Minerals	K-Ar Age (Ma) of Primary Rock / Alteration	Ore Minerals	Gangue Minerals	Development of Quartz Vein	Fluid Inclusion		Cu content (average ppm)	Mo content (average ppm)	Total number of samples	Anomalous Samples								Pb/Cu	Elements of Strong Geochemical Anomaly	Dominant Principal Component with High Score
								Disappearance Temperature (average °C)	Salinity (NaCl average wt%)				Cu>84ppm		Cu>260ppm		Cu>581ppm		Mo>36ppm				
													Number	%	Number	%	Number	%	Number	%			
Mocha	Dacite (K), Qz-porphyr (T), Meta-volcanics (K), Andesite (K), Rhyodacite (K), Quartz diorite (K)	Qz-porphyr (T)	Qz, Tou, Ser, Smec, Chl, (Epi), Cal, Kao, Gyp, Jar	56	Cp, ((Py)), Cov, At, Cry, Goe	Si, Tou, Kf, Ser, Chl, Ana, (Zir), (Mon), (Aps)	abundant	332-339	40.5-42.3	3327	21	8	7	88	7	88	7	88	3	38	0.051	Au-Cu	-
Soledad	Andesite (K), Meta-andesite (K), Granodiorite porphyry (T), Qz-porphyr (T), Rhyodacite (K), Quartz diorite (K)	Granodiorite porphyry (T), Qz-porphyr (T)	Qz, Tou, Ser, Smec, (Chl), (Epi), (Amp), Ka, (Jar)	52.1±2.0 (Bi-alteration)	Py, Cp, (Gal), (Po), (CuZn), (Goe)	Si, Tou, Chl, (Tit), Ana, (Zir), (Mon), (Aps), (Opx), (Cpx), (Cal), (Epi)	small	-	-	166	7	20	9	45	2	10	1	5	0	0	0.165	Cu-Zn-As	-
Northern Queen Elizabeth	Andesite (K), Dacite (K)	-	Qz, Ser, Smec, Al, Ka	-	Py, Lim, Hem	Qz	small	-	-	15	10	31	0	0	0	0	0	0	1	3	8.086	As-Hg	-
Central Queen Elizabeth	Meta-siltstone (K)	-	Qz, Ser, Smec, Tou	-	-	Qz, Tou	none	-	-	75	7	15	2	13	1	7	0	0	1	7	9.703	Au-Ag-Pb-Zn-As-Hg	-
Southern Queen Elizabeth	Andesite (K), Dacite (K), Granodiorite (K), Granodiorite porphyry (T), Qz-porphyr (T), Rhyodacite porphyry (T)	Granodiorite porphyry (T)	Qz, Tou, Bi, Ser, Smec, Chl, (Epi), (Cal), Ka, (Alu), (Gyp), (Jar)	38.0±1.4 (Bi-alteration)	Py, Cp, Cry, Mal, Gal, Hem, Goe	Si, Kf, Ser, Ana, (Zir), (Mon), (Aps), (Cal), (Jar)	abundant	424	-	10703	70	17	14	82	14	82	11	65	6	35	0.195	Cu-Mo	-
Diana	Siltstone (J), Quartzite (J), Meta-chert (J), Meta-basalt (J), Andesite (K), Granodiorite porphyry (K/T), Dacite porphyry (K/T), Granite (K/T), Qz-porphyr (K/T)	Granodiorite porphyry (K/T), Qz-porphyr (K/T)	Qz, Ser, Chl, (Epi), Ka, (Jar)	-	Py, (Cp), (Hm), Goe	Qz, Ser, Ba	small	-	-	105	14	44	16	36	3	7	1	2	4	9	0.379	Au-Cu-As	-
La Planada	Meta-dacite (K), Meta-porphyr (K), Meta-volcanics (K), Granodiorite (K), Diorite (T), Granodiorite porphyry (T), Qz-porphyr (T)	Diorite (T), Granodiorite porphyry (T), Qz-porphyr (T)	Qz, Tou, Kf, Bi, Chl?, Ser, Kao, Trem, Ep	38.1±0.9, 38.6±1.3, 39.2±1.7 (Bi-alteration)	Py, Cp, Mo, (Bo), (Cov), (Pyr), Cry, (Ang), Cer, (Hem)	Si, Tou, Chl, (Kf), (Bio), (Ser), (Tit), (Ana), (Zir), (Mon), (Aps), (Cpx), (Cal)	abundant	328-334	40.4-40.5	9607	182	23	23	100	17	74	15	65	20	87	0.061	Cu-Mo-As	-
Eastern Chacarilla	Sandstone (J), Shale (J), Diorite (K/T), Porphyry (K/T)	Diorite (K/T), Porphyry (K/T)	Qz, Ser, Chl, Cal, (Ka)	-	Py, Mal, Lim	Qz, Ser, Chl, Aps	small	-	-	27	6	17	1	6	0	0	0	0	0	0	0.578	Zn-As	-
Western Chacarilla	Shale (J), Quartzite (J), Granodiorite porphyry (K/T)	Granodiorite porphyry (K/T)	Qz, Ser, Chl	-	Py, Cp, Cu-Zn	Qz, Chl, (Sida), (Ba), (Gyp)	none	-	-	23	6	13	1	8	0	0	0	0	0	0	0.175	none	-
Northern Part of West Queen Elizabeth	Shale (K), Andesite (K), Diorite (K/T), Granite porphyry (K/T)	?	Qz, Ser, Chl, Epi, Smec, Ka, Pyroph	-	Py, ((Sp))	Qz, Kf, (Chl), (Bi)	rare	-	-	21	7	29	1	3	0	0	0	0	0	0	0.517	none	-
Southeastern Part of West Queen Elizabeth	Shale (J), Volcaniclastics (K), Granodiorite (K/T), Porphyry (K/T)	Granodiorite (T)	Qz, Ser, Chl, (Epi), (Ka)	41.3±1.0 (Bi-primary rock)	Py, Cp, Mal, Cu-oxi, Mt, Lim	Qz, Kf, (Ser), (Chl)	small	-	-	2687	8	15	3	20	2	13	2	13	0	0	1.319	Au-Cu-Zn-As	-
Central Part of West Queen Elizabeth	Andesitic volcaniclastics (K), Porphyry? (K/T)	?	Qz, (Bi), Ser, Epi, Ka, (Jar)	-	Py, ((Gal))	Pl, Cpx	none	-	-	20	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.253	none	-
Western Part of West Queen Elizabeth	Andesite? (K), Granite porphyry (K/T)	?	Qz, Ser, (Chl), (Ka)	-	-	-	none	-	-	13	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.527	none	-
Northern Tigramar	Andesitic volcaniclastics (K), Granodiorite (K/T), Granodiorite porphyry (K/T), Quartz porphyry (K/T)	Granodiorite (K/T), Granodiorite porphyry (K/T), Quartz porphyry (K/T)	Qz, Tou, Bi, Ser, Chl, Epi, (Ka)	-	Py, Cp, Co, Cu-oxi	Qz, Tou, (Ser)	abundant	291	0.40	72	3	14	4	29	0	0	0	0	0	0	0.367	Zn-As-Hg	-
Southern Tigramar	Andesite (T-Q), Dacite (T-Q), Volcaniclastics (T-Q), Porphyry (T-Q)	?	Qz, Ser, Alu, Ka, Jar, Smec	-	Py, Lim, Hem	Qz, (Cal)	small	-	-	20	3	26	0	0	0	0	0	0	0	0	3.467	Pb-Zn-As-Hg	-
Western Q. Camarones	Andesitic lava/volcaniclastics (K), Quartz porphyry (K)	Quartz porphyry (K)	Qz, Ser, Chl, Tou	67±2 (Whole rock-alteration)	Cc, Cp, Meta-alunogen, Cu-oxi, Py, Lim	Qz, Ser, Chl, Tou, Kf, Bi	abundant	-	-	Int. 1165, K 317, Int. 45	5, 9, 6	43, 34, 17	27, 19, 3	63, 56, 18	16, 7, 0	37, 21, 0	8, 4, 0	19, 12, 0	0, 3, 0	0, 1.28, 0.775	Cu-Mo-As	1, 4, 5, 6	
Central Q. Camarones	Andesitic lava/volcaniclastics (K), Rhyolitic volcaniclastics (K-T), Quartz diorite breccia pipe (K), Quartz porphyry breccia pipe (K), Diorite (T), Diorite porphyry (T)	Quartz porphyry breccia pipe (K)? or Diorite porphyry (T)? or ?	Ser, Qz, Kf, Bi	-	Cu-oxi, Py, Lim	Qz, Gyp	small	362	0.6	K, KT 694	22	11	3	27	1	9	1	9	1	9	1.66	Cu-Mo-As	1, 4, 6
Eastern Q. Camarones	Andesitic lava/volcaniclastics (K), Rhyolitic volcaniclastics (K-T), Diorite (T)	Diorite (T)?	Ser, Qz, Amp	-	Cu-oxi, Py, Lim	Qz, Kf, Chl, Ba	small	282	0.6	95	7	10	2	20	2	20	0	0	0	0	1.104	Au-Hg	5, 6
Southern Q. Camarones	Rhyolitic volcaniclastics (K-T)	?	Ser, Qz	-	Py, Lim, Hem	Qz	small	275~237	0.5	28	7	50	3	6	0	0	0	0	0	0	4.294	Pb-Mo-As-Hg	2, 4, 5
Southernmost Camarones	Rhyolitic volcaniclastics (K-T), Quartz diorite (K), Quartz diorite breccia pipe (K), Diorite porphyry (T)	Diorite porphyry (T)?	Chl, Ser, Tou, Kf, Bi	51.3±1.7 * (Whole rock-primary)	Cu-oxi, Py, Hem, Lim	Qz, Kf, Bi	small	299~225	0.5~0.7	81	8	27	8	30	1	4	0	0	1	4	1.907	Cu-Mo-As-Hg	1, 2, 4, 5
Northwesternmost Camarones	Andesitic lava/volcaniclastics (K), Rhyolitic volcaniclastics (K-T), Quartz diorite (K)	Quartz diorite (K)?	Qz, Epi, Ser, Amp, Bi, Kf	-	Lim, Hem	Qz, Epi, Bi, Tou, Kf	abundant	323	0.6	61	5	21	6	29	0	0	0	0	0	0	0.418	none	5, 6

Abbr. Py=pyrite, Hm=hematite, Lim=limonite, Mt=magnetite, Cp=chalcopyrite, Gal=galena, At=atacamite, Mal=malachite, Goe=goethite, Cov=covellite, Cry=chrysocolla, Cu-oxi=Cu oxide, Po=pyrrhotite, CuZn=hydrous CuZn mineral, Cc=chalcocite, Sp=sphalerite, Kf=K-feldspar, Ser=sericite or muscovite, Bi=biotite, Ba=barite, Sida=siderite, Chl=chlorite or clay minerals, Epi=epidote, Qz=Quartz, Si=SiO<sub>2</sub> minerals, Cal=calcite, Jar=jarosite, Pyroph=pyrophyllite, Alu=alunite, Ka=kaolin, Gyp=gypsum, Smec=smectite, Tou=tourmaline, Amp=Amphibole, Trem=tremolite, Cpx=clinopyroxene, Opx=orthopyroxene, Pl=plagioclase, Ana=anatase, Aps=apatite, Tit=titanite, Zir=zircon, Mon=monazite, J=Jurassic, K=Cretaceous, T=Tertiary, KT=Cretaceous-Tertiary, I=Intrusive \*, Age of Diorite porphyry at eastern Quebrada Camarones



められず、石英脈の流体包有物の塩濃度は著しく低い。また、同鉱化帯周辺には、新第三系イグニブレイト及び第四系中に石英脈が発達する。これらの浅熱水型鉱化作用が、後斑岩銅型鉱化作用としてどのように位置づけられるかは不明である。

北部ティグナマール地区は、斑岩銅鉱床型の鉱化・変質を示し、立坑調査により二次富化帯も確認されたといわれる。しかし、今次調査で把握された流体包有物の低塩濃度と地化学異常の元素構成、及び比較的近距离に分布するAg-Pb-Zn鉱脈鉱床の存在から、本地区では斑岩銅鉱床型鉱化作用に浅熱水型鉱化作用が重複していると考えられる。このような重複は鉱床の富化をもたらすこともあるが、斑岩銅型鉱化作用から浅熱水型鉱化作用への移行が早ければ優良な斑岩銅鉱床は形成されないと考えられる。地表のCu, Mo品位の低さは、後者の可能性を示しているのかもしれない。

ソレダー地区は、環状構造中心部にモチャ地区の斑岩生成年代に近い生成年代をもつ斑岩類が分布し、斑岩銅鉱床型の鉱化・変質を有することから、貫入プラグ尖頭部の鉱化帯が潜在する可能性があるが、フィリック変質帯の規模は小さく、その周辺はプロピライト変質帯である。

クイーンエリザベスの北部地区及び中部地区は、それぞれ、酸性変質卓越型及び酸性-フィリック変質型で、鉱化は弱く、Pb/Cu比及び地化学異常の元素構成は浅熱水型鉱化作用を示す。

ダイアナ地域は、酸性-フィリック-プロピライト変質型で、比較的高いAu, Cu, Mo品位、比較的小さいPb/Cu比及び地化学異常の元素構成から、斑岩銅鉱床型の可能性が考えられる。当地域では上部ジュラ系～新第三系下部鮮新統が欠如しているとされ、他地域が上部白亜系～新第三系中部中新統または古第三系下部～漸新統を欠如しているのに比べ、地層の欠如区間が長い。

チャカリージャ地域は、斑岩銅鉱床型の可能性を有する鉱化・変質を示すが、石英網状脈の発達が弱く、Cu, Mo品位が低いことから、鉱化の規模は小さいと考えられる。

クイーンエリザベス西部地域の北部、中部及び西部には、酸性-中性-プロピライト変質型の変質帯が存在するが、鉱化の程度は著しく弱い。前二者はPb/Cu比から、浅熱水型鉱化作用と考えられる。

クイーンエリザベス西部地域の南東部は、花崗閃緑岩岩体境界部の割れ目に規制された磁鉄鉱脈を含む含銅鉱化帯の存在から、深熱水型の鉱化と考えられる。花崗閃緑岩の生成年代は始新世中期(41 Ma)であり、チリ北部の主要斑岩銅鉱床の鉱化年代に重なる。しかし、石英網状脈は発達せず、Pb/Cu比は典型的な斑岩銅鉱床の値よりは大きい。本鉱化帯の生成深度は、斑岩銅鉱床の生成深度より深い可能性がある。

南部ティグナマール地区は、酸性変質卓越型で、Pb/Cu比及び地化学異常の元素構成は浅熱水型鉱化作用を示すが、鉱化の程度は弱い。

空中磁気解析から抽出された断層、潜頭性の貫入火成岩及びカルデラ構造の多くは既知鉱化帯や広域的地質構造と調和的に分布する(AP-17, AP-18)。

#### 4-2 鉱床賦存のポテンシャルについて

モチャ地区は既に試錐探鉱により斑岩銅鉱床が発見され約60百万トン・Cu0.4%の埋蔵鉱量が把握されている。同地区の東部は斑岩銅型の鉱化・変質がありCu含有量が高く鉱床賦存の可能性が高い。また、この東部変質帯の南側、ソレダー地区にも貫入プラグ尖頭部の鉱化帯が潜在する可能性があるが、地表変質帯の規模は小さい。従って、鉱床賦存のポテンシャルとしては、モチャ地区北東部変質帯及び同変質帯～ソレダー地区間の地下に潜在する斑岩銅鉱床が期待される。同地区間の地形は急峻であるが既存道路からは比較的近い。

クイーンエリザベス南部地区及びラプラナダ地域は地質環境及び鉱化・変質の面から優良な斑岩銅鉱床賦存の可能性が極めて高い。前者の地形は比較的緩やかであり、既存道路から近く探鉱しやすい。後者の地形は比較的急峻であるが道路が通じているためアクセスは比較的容易である。

ダイアナ地域は斑岩銅鉱床の上位に形成されるAuに富む鉱化・変質帯に類似しているため、地下に同鉱床が潜在している可能性がある。アクセス道路はないものの、本地域の地形は比較的緩やかであり、探鉱し易い。

北部ティグナマール地区は、北部で斑岩銅型の鉱化帯が確認されている。その拡がりには把握されていないが、プロピライト化変質や浅熱水型鉱化が卓越する可能性があるなど、斑岩銅型鉱化帯の発展性には否定的要因も存在する。同地区の南部は、一部で試錐探鉱が実施されたが、変質帯は更に南方へ広がっている。従って、南方の変質帯にはまだ探鉱余地が残されているが、地形は急峻でアクセスは容易でない。

グラウンドトルースを行った地域のうち、上述した地域以外は、斑岩銅型の徴候に乏しいか、または、鉱化が弱いことから、斑岩銅鉱床賦存のポテンシャルは低い。

カマローネス地域の調査結果はFig.1-4-1にまとめられた。同図には、今回新たに1/50,000 TM画像を用いて判読した結果を示した。また、本地域南部の地化学探査・鉱石分析結果を用いて作成したPb/Cu比コンター図(巻末;コンター図ソフトウェアSurfer7.0を用い適当な異常品位処理を施して作成したが、試料位置が偏っているため精度的に問題があることを考慮する必要がある)から低Pb/Cu部も示した。

カマローネス沢～調査地域南端部では、カマローネス沢の西部鉱化帯(Pachica南部)～中部鉱化帯を中心として、セリサイト・黄鉄鉱帯、環状構造、高磁気異常、大規模貫入岩類、流体含有物データから推定される熱水の高温部、地化学探査の主成分分析において斑岩銅型鉱化を示唆する第4・第6主成分の高得点域及び岩石の低Pb/Cu部が分布してい

1. The first part of the document is a list of names and titles, including "The Hon. Mr. Justice G. D. C. O'Connell, Chief Justice of the Supreme Court of the State of New South Wales, Australia" and "The Hon. Mr. Justice G. D. C. O'Connell, Chief Justice of the Supreme Court of the State of New South Wales, Australia".

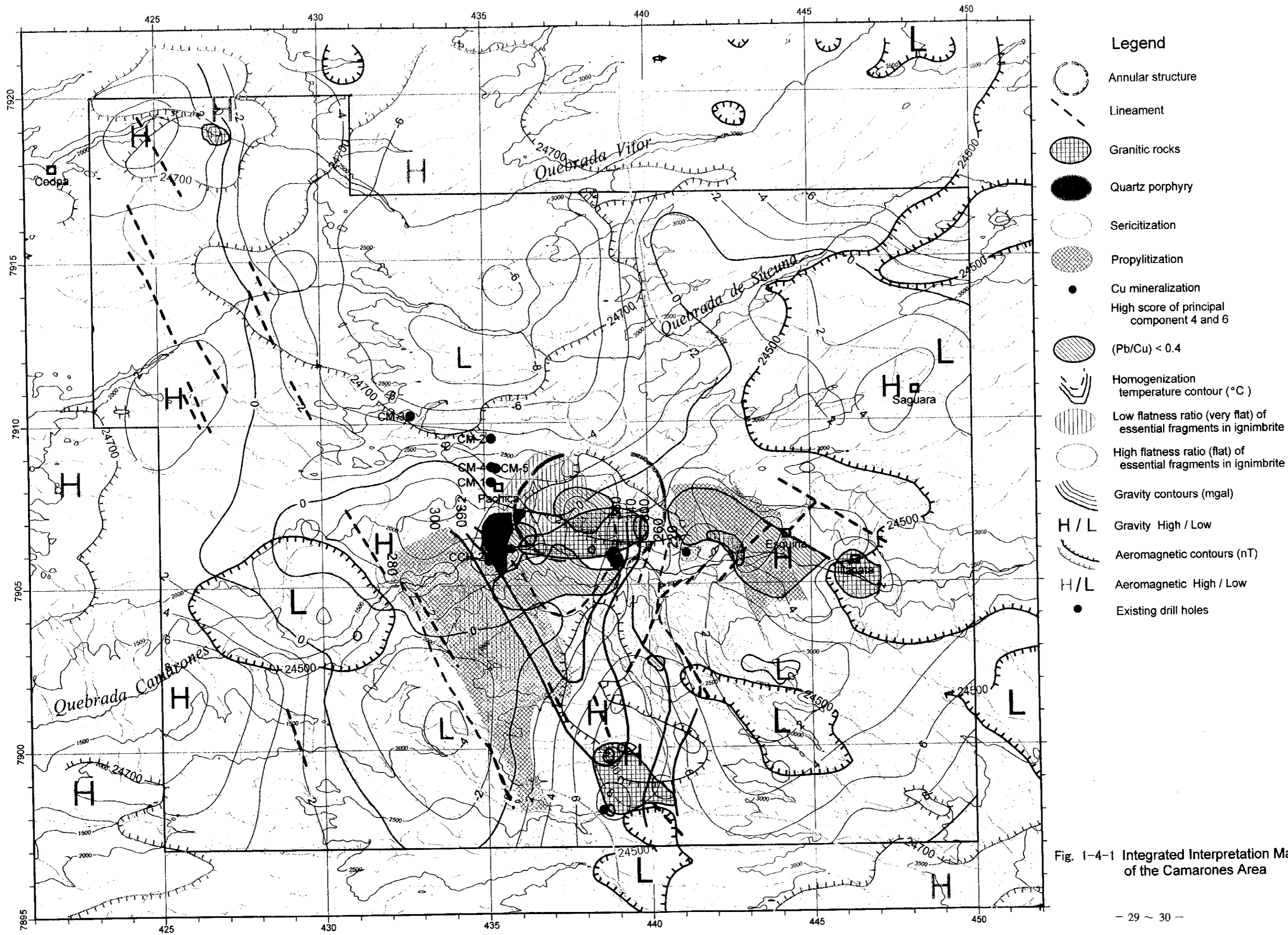


Fig. 1-4-1 Integrated Interpretation Map of the Camarones Area

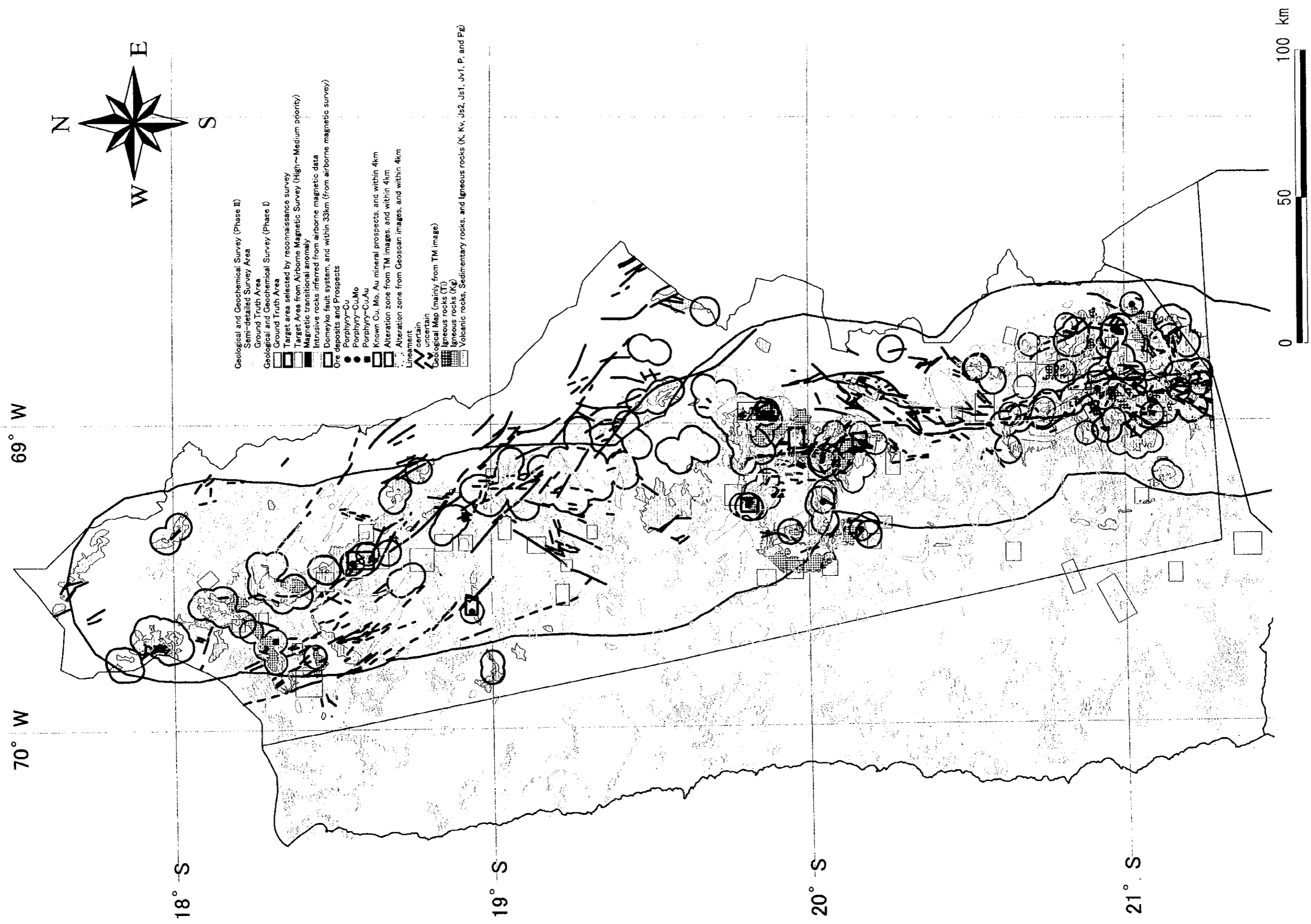


Fig. 1-4-2 Integrated Interpretation Map of the Region I Area





る。環状構造は地下に潜在するプラグ状貫入岩の突き上げを示唆する。高磁気異常は地表及び地下に分布する貫入岩類を示唆する。熱水の高温部は貫入火成岩に関連する熱水活動の中心部を示唆する。低Pb/Cu部は斑岩銅型鉱化作用の中心部を示唆する。また、上記の各現象が集中する地区は高重力域の鞍部に相当し、石英斑岩の分布または鉱化変質による岩石の低密度化を示唆する。従って、西部鉱化帯～中部鉱化帯間には斑岩銅型鉱床の中心部が潜在し、西部鉱化帯の石英斑岩を母岩とする銅鉱化はその周縁部である可能性が考えられる。西部鉱化帯の北～北西側の地区でかつて実施された試錐探鉱の結果は不明であるが、同地区は本調査から推定された有望地区とは合致しない。西部鉱化帯～中部鉱化帯間は、イグニブライト中の本質岩片の扁平度及び重力の断面解析・3次元解析から、他地区に比べてイグニブライトの下底までの深度が浅いと推定され、探鉱上好都合である。現地はカマローネス沢北岸の急斜面に位置しており、探鉱にはある程度の困難が伴う。

カマローネス地域北西部の鉱徴及び流体包有物データは、この鉱化帯が斑岩銅型鉱化帯の周辺相である可能性を示している。同鉱化帯は高磁気異常と一致しており、さらに北側に別の高磁気異常が分布する。これらの高磁気異常が貫入火成岩の潜在を示唆している可能性は高いと考えられ、斑岩銅型鉱化帯が伴われている可能性も考えられるが、具体的な探鉱ターゲットを絞ることは難しい。

調査地域(第I州)全域を対象として実施された空中磁気探査の結果、磁気解析に基づく広域的な地質構造、局所的又は広域的な磁気特性、及び既知鉱化帯の分布等の関係から、斑岩銅型鉱化帯またはAu/Agに関係する浅熱水型鉱化帯/火山ドームが賦存する可能性がある地域が抽出された(Fig. 1-4-2)。

## 第5章 結論及び提言

### 5-1 結論

第I州地域における第2年次調査として、地質調査・地化学探査、重力探査及び空中磁気探査が実施され、以下の結論が得られた。

#### 【地質調査・地化学探査】

第1年次に既存データ解析、衛星画像解析結果等から抽出された鉱床賦存有望地域の検証または概査を目的として、第1年次及び第2年次に、それぞれ4カ所、計8カ所を調査した。その結果、斑岩銅型鉱化作用に特徴的な産状を有し、鉱床賦存ポテンシャルのある地域として、モチャーソレダー、ラプラナダ、クイーンエリザベス、ティ

グナマール、カマローネス及びダイアナの6地域が確認された (Fig. 1-4-2)。モチャーソレダー、ティグナマール及びカマローネスの各地域の一部では既に試錐探鉱により斑岩銅鉱床型の二次富化帯が把握されている。これらの地域のうち、Cu-Mo鉱化の強さから、優良鉱床の賦存ポテンシャルが最も高いのは、クイーンエリザベス地域及びラプラナダ地域と考えられる。

モチャーソレダー地域は、既にモチャ地区で確認されている鉱床の他に、モチャ東部及びモチャ東部～ソレダー地区間に斑岩銅鉱床賦存の可能性がある。

ティグナマール地域は、北部及び南部の2カ所に変質帯が存在する。北部の北側では既に斑岩銅型の鉱化帯が確認されており、既試錐探鉱実施地区以外にも探鉱余地は残されているが、プロピライト化変質や浅熱水型鉱化が卓越する可能性があるなど、斑岩銅型鉱化帯の発展性には否定的要因も存在する。また、北部の南側には今回調査を実施できなかった変質帯が広範囲に分布しており、探鉱余地が残されているが、地形は急峻でアクセスは容易でない。

カマローネス地域では、カマローネス沢～調査地域南端部間に斑岩銅型～浅熱水型の一連の熱水活動によると考えられる広域熱水変質帯が把握され、環状構造、貫入岩分布、流体包有物データ、地化学異常、高磁気異常、重力異常等から、熱水活動の中心と考えられる斑岩銅型鉱化帯の潜在位置が推定された。既に確認されている石英斑岩を母岩とする銅鉱化はその周縁相である可能性が考えられる。

ダイアナ地域は斑岩銅鉱床の上位に形成されるAuに富む鉱化・変質帯に類似しているため、地下に同鉱床が潜在している可能性がある。

上述した地域以外は、斑岩銅型の徴候に乏しいか、または、鉱化が弱いことから、斑岩銅鉱床の賦存ポテンシャルは低い。

#### 【重力探査】

カマローネス地域の東部から南東部、南部にかけての広い範囲、北西端部～南西端部の調査地域西縁部及び中央部のカマローネス沢中流域～パチカ西方に高重力異常が分布する。一方、低重力異常は北部のピトール沢中流域からスクーナ沢中流域にかけての広い範囲、南西部のカマローネス沢南岸及びスクーナ沢上流の北東端部に分布する。

カマローネス沢流域は南西部の一部を除き高重力異常域となっている。ピトール沢中流～スクーナ沢中流に位置する低重力異常は、その東縁、南縁、西縁の3方で比較的重力傾度が高く、明瞭な輪郭を示すことに特徴がある。

カマローネス地域に分布する基盤岩類は高重力異常と密接な関係にある。この関係は、基盤岩類の岩石試料の密度が $2.50\sim 2.80\text{g/cm}^3$ の高い値を示すことによっても裏付けられる。高重力異常は、基盤岩類が地表に露出するか地下浅部に広く伏在している場所、す

なわち、イグニンプライトが欠如するかその厚さが薄い場所を示し、一方、低重力異常は基盤面が相対的に深く、イグニンプライトの厚さが厚い場所を表していると考えられる。3次元2層構造解析の結果から、イグニンプライトの厚さはスクーナ沢中流からピトール沢中流～上流にかけての広い範囲と、カマローネス沢上流～中流域の南岸に位置する帯状の範囲で500m以上、地表の標高が高い北部から北東端部にかけての地域や南東部では1,000m以上に達するものと推定される。

重力異常及び磁気異常の分布から、カマローネス地域には北西端部のピトール沢流域、調査地域の南部、中央部のエスキニャ付近とパチカ東方などに、地下で大きな広がりをもつ貫入岩体の存在が推定される。貫入岩体の一部は地表に露出しており、また、岩体を覆う火山岩類の厚さは重力異常の解析でいずれも200～300m以下と推定されており、今後の探鉱の候補地に上げられる。東部のサグワラ周辺、西部のスクーナ沢下流域、南西部のカマローネス沢下流域については、地下浅部に基盤岩類が伏在するとの解析結果が得られているが、これらの地域には顕著な磁気異常は検出されなかった。

#### 【空中磁気探査】

磁気解析に基づき調査地域全域の潜頭性広域地質構造が把握され、Domeyko断層系をはじめとして、鉱化作用と関係する断層系の北方への連続性が明らかになった。

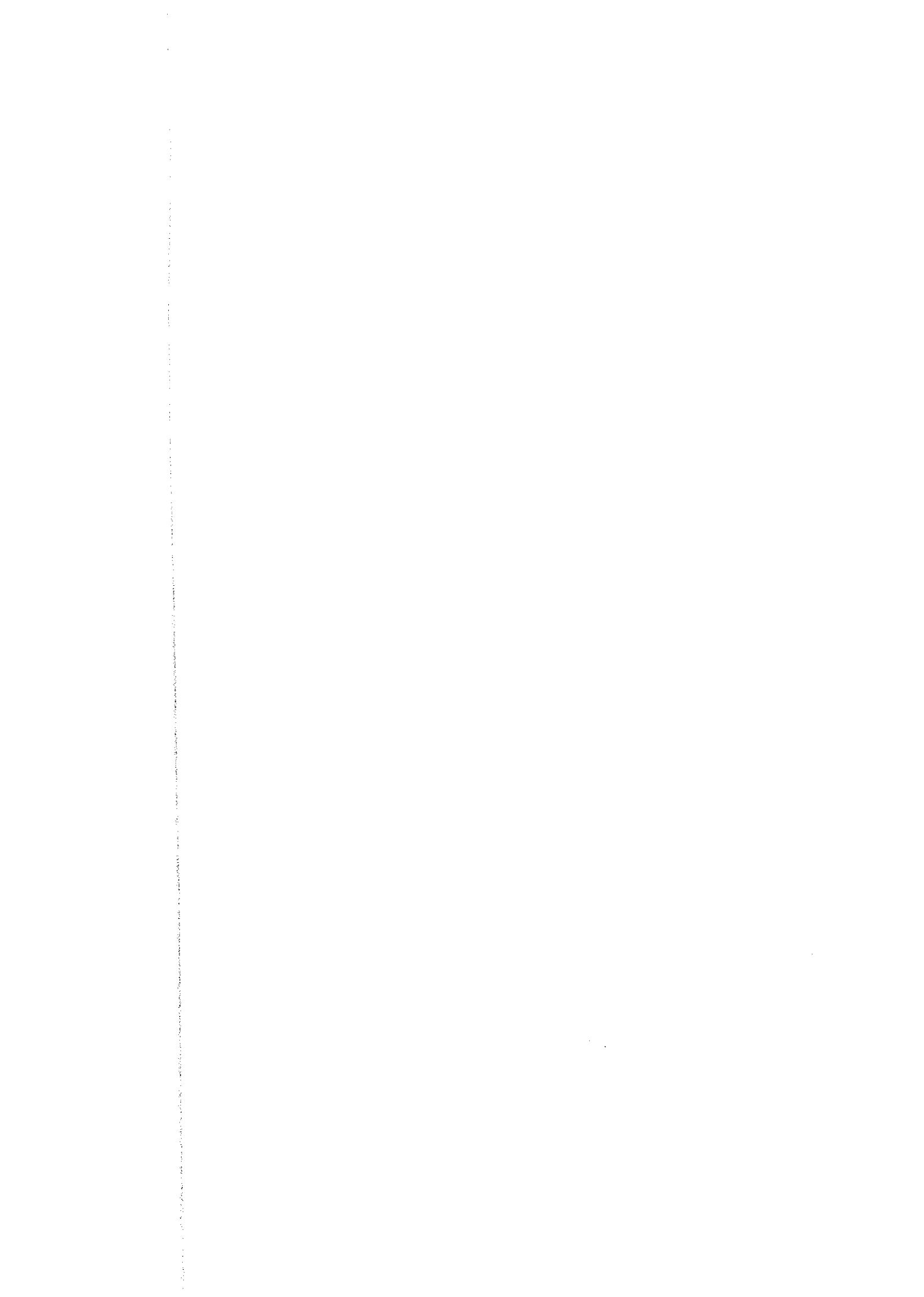
潜頭性の貫入火成岩とカルデラ構造が磁気データから推定され、これらの多くは既知鉱化帯や広域的な地質構造と調和的である。

磁気解析に基づく広域的な地質構造の集合、局所的又は広域的な磁気特性、及び既知鉱化帯の分布等の関係から、斑岩銅型鉱化帯またはAu/Agに関係する浅熱水型鉱化帯/火山ドームが賦存する可能性がある地域が抽出された (Fig. 1-4-2)。

#### 5-2 第3年次への提言

1. 空中磁気探査の解析結果と、既の実施した各種調査の結果を合わせ検討することにより抽出される有望地域でグラントルース調査を実施し、空中磁気探査結果の検証と精査地域の抽出を図る。
2. 上記1.において、特に潜頭型の鉱化帯が推定される地域に対しては重力探査等を実施し、空中磁気探査結果の検証と精査地域の抽出を図る。
3. カマローネス地域で推定された斑岩銅型鉱化帯潜在部に対し、試錐探鉱の実施を検討する。

4. 第1年次及び2年次の地質調査・地化学探査として行ったグランドトールズ調査により斑岩銅鉱床の賦存ポテンシャルがあると考えられた5地域(モチャーソレダー, ラプラナダ, クイーンエリザベス, ティグナマール及びダイアナ)のうち, CODELCO鉱区となったものに対し, 地質精査・地化学探査及び重力探査の実施を検討する。



## 第Ⅱ部 各論

## 第Ⅱ部 各 論

### 第1章 地質調査・地化学探査

#### 1-1 グランドトルース調査

斑岩銅鉛床賦存の有望地域として第1年次に選定された箇所のうち、現地検証調査が実施された個所は次のとおりである。

第1年次：モチャーソレダー地域、クイーンエリザベス地域、ダイアナ地域、ラ プラナダ地域

第2年次：チャカリージャ地域、クイーンエリザベス西部地域、ティグナマール地域

以下に各地域の調査結果を記す。K-Ar法年代測定結果表、岩石薄片観察結果表、鉛石研磨片観察結果表、X線回折分析結果表、流体包有物測定結果表、鉛石化学分析結果表、岩石地化学分析結果表及び野外調査結果表は巻末に示した。

地化学異常のしきい値の決定では、グランドトルース調査を実施した7カ所の岩石地化学分析試料と鉛石化学分析試料を合わせた合計288試料の分析値を対象とし、その累積頻度分布の変曲点をしきい値として5～7段階に区分した。各地域の基本統計量をTable 2-1-1に示した。また、検出限界値未満の分析値については、統計処理上、限界値の半値として扱った。

##### 1-1-1 モチャーソレダー地域

本地域の試料採取位置図をFig. 2-1-1に、地質図をFig. 2-1-2に、模式地質柱状図をFig. 2-1-3に、鉛微位置図をFig. 2-1-4に、変質鉛物分布図をFig. 2-1-5に、岩石地化学異常分布図をFig. 2-1-6にそれぞれ示した。

本地域の地質は、下部白亜系、上部第三系及び第四系からなる。

下部白亜系は流紋岩質～安山岩質の溶岩及び火砕岩からなり、貫入岩類に貫かれる。この貫入岩類は石英閃緑岩、花崗閃緑斑岩及び石英斑岩からなり、前者は後二者に貫かれる。前者の貫入年代は従来の地質図に従い白亜紀としたが、後二者の貫入年代は後述する斑岩型鉛化変質年代から古第三紀始新世前期と推定した。下部白亜系及び上記貫入岩類は上部第三系層により不整合に覆われる。

上部第三系は、新第三系中新統・鮮新統の流紋岩質～玄武岩質の溶岩・火砕岩・イグニンプライト、デイサイト質のイグニンプライト・凝灰岩、及び陸上堆積物の挟みからなる。

第四系は沖積層及び崖錐堆積物からなる。

モチャ地区の地表には褐鉄鉛、赤鉄鉛、鉄明ばん石等からなる酸化-溶脱帯が広範囲に分布し、その上部はイグニンプライトに直接覆われている。酸化-溶脱帯の下部には石英斑岩を母岩としてセリサイト変質帯中に網状石英脈が発達し、珪孔雀石、アタカマ鉛等の酸化鉛物及び黄銅鉛が鉛染している。本地区では既に試錐探鉛により二次富化帯が確認され、約



Table 2-1-1 Basic Static Value of Rock Samples in the Ground Truth Area

<i>Mocha-Soledad</i>	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Hg (ppm)	Au (ppb)	Ag (ppm)
Average	1069	22	69	11	56	10	0.008	34	1.1
Median	142	10	67	6	58	10	0.005	12	0.8
Standard deviation	3081	27	56	16	25	0	0.010	69	1.3
Minimum	13	3	8	1	10	10	0.005	3	0.3
Maximum	16260	139	219	70	93	10	0.053	305	6.8
Number of sample	28	28	28	28	25	25	25	28	28

<i>Queen Elizabeth</i>	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Hg (ppm)	Au (ppb)	Ag (ppm)
Average	2913	800	51	25	97	20	0.107	11	6.9
Median	23	30	22	7	73	10	0.014	3	0.2
Standard deviation	10592	5855	87	67	80	72	0.395	38	40.5
Minimum	1	5	3	1	30	10	0.005	3	0.1
Maximum	62830	46517	630	446	430	536	2.081	290	313.5
Number of sample	63	63	63	63	54	54	54	63	63

<i>Diana</i>	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Hg (ppm)	Au (ppb)	Ag (ppm)
Average	105	22	29	14	95	17	0.038	38	0.2
Median	65	9	21	7	85	10	0.016	3	0.2
Standard deviation	152	37	28	16	65	37	0.094	84	0.2
Minimum	12	1	3	1	31	10	0.005	3	0.0
Maximum	870	154	136	70	455	253	0.556	417	1.2
Number of sample	44	44	44	44	43	43	43	44	44

<i>La Planada</i>	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Hg (ppm)	Au (ppb)	Ag (ppm)
Average	9603	29	59	182	119	13	0.005	16	0.9
Median	1074	31	47	89	89	10	0.005	12	0.5
Standard deviation	18730	24	60	394	91	11	0.010	16	0.8
Minimum	123	1	3	10	55	10	0.000	3	0.1
Maximum	62210	86	214	1951	433	52	0.040	71	3.1
Number of sample	23	23	23	23	15	15	15	23	23

<i>Chacarilla</i>	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Hg (ppm)	Au (ppb)	Ag (ppm)
Average	25	7	48	6	34	10	0.064	8	0.2
Median	13	1	10	5	12	10	0.008	3	0.1
Standard deviation	39	15	145	4	55	0	0.219	18	0.2
Minimum	3	1	1	1	2	10	0.005	3	0.1
Maximum	187	67	783	18	203	10	1.210	102	1.0
Number of sample	30	30	30	30	30	30	30	30	30

<i>West Queen Elizabeth</i>	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Hg (ppm)	Au (ppb)	Ag (ppm)
Average	686	12	48	6	23	10	0.018	10	0.3
Median	18	6	22	5	13	10	0.005	3	0.1
Standard deviation	4661	22	100	6	40	0	0.043	23	1.0
Minimum	5	1	1	1	1	10	0.005	3	0.1
Maximum	35992	151	665	36	250	10	0.219	161	5.9
Number of sample	60	60	60	60	59	59	59	60	60

<i>Northern Tignamar</i>	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Hg (ppm)	Au (ppb)	Ag (ppm)
Average	72	24	42	3	56	26	0.332	5	0.6
Median	70	11	13	4	17	10	0.009	4	0.2
Standard deviation	54	52	105	2	140	43	0.873	3	0.9
Minimum	10	1	1	1	5	10	0.005	3	0.1
Maximum	182	204	403	9	540	164	3.077	11	3.6
Number of sample	14	14	14	14	14	14	14	14	14

<i>Southern Tignamar</i>	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Hg (ppm)	Au (ppb)	Ag (ppm)
Average	20	38	23	3	56	10	0.453	4	0.1
Median	14	9	6	3	25	10	0.208	3	0.1
Standard deviation	17	94	35	2	75	0	0.943	2	0.1
Minimum	3	1	1	1	3	10	0.005	3	0.1
Maximum	67	434	152	9	272	10	4.899	9	0.4
Number of sample	26	26	26	26	26	26	26	26	26

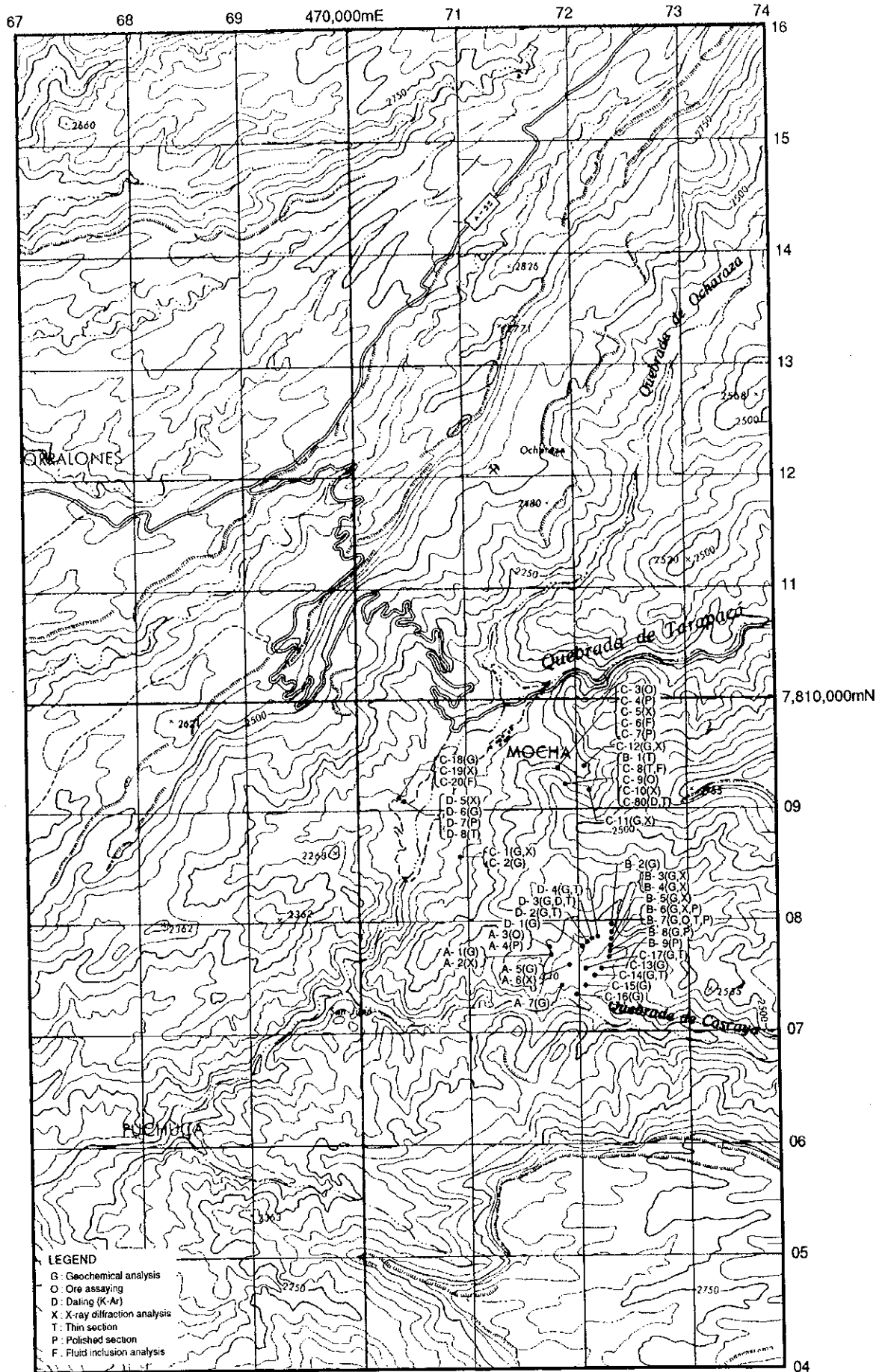
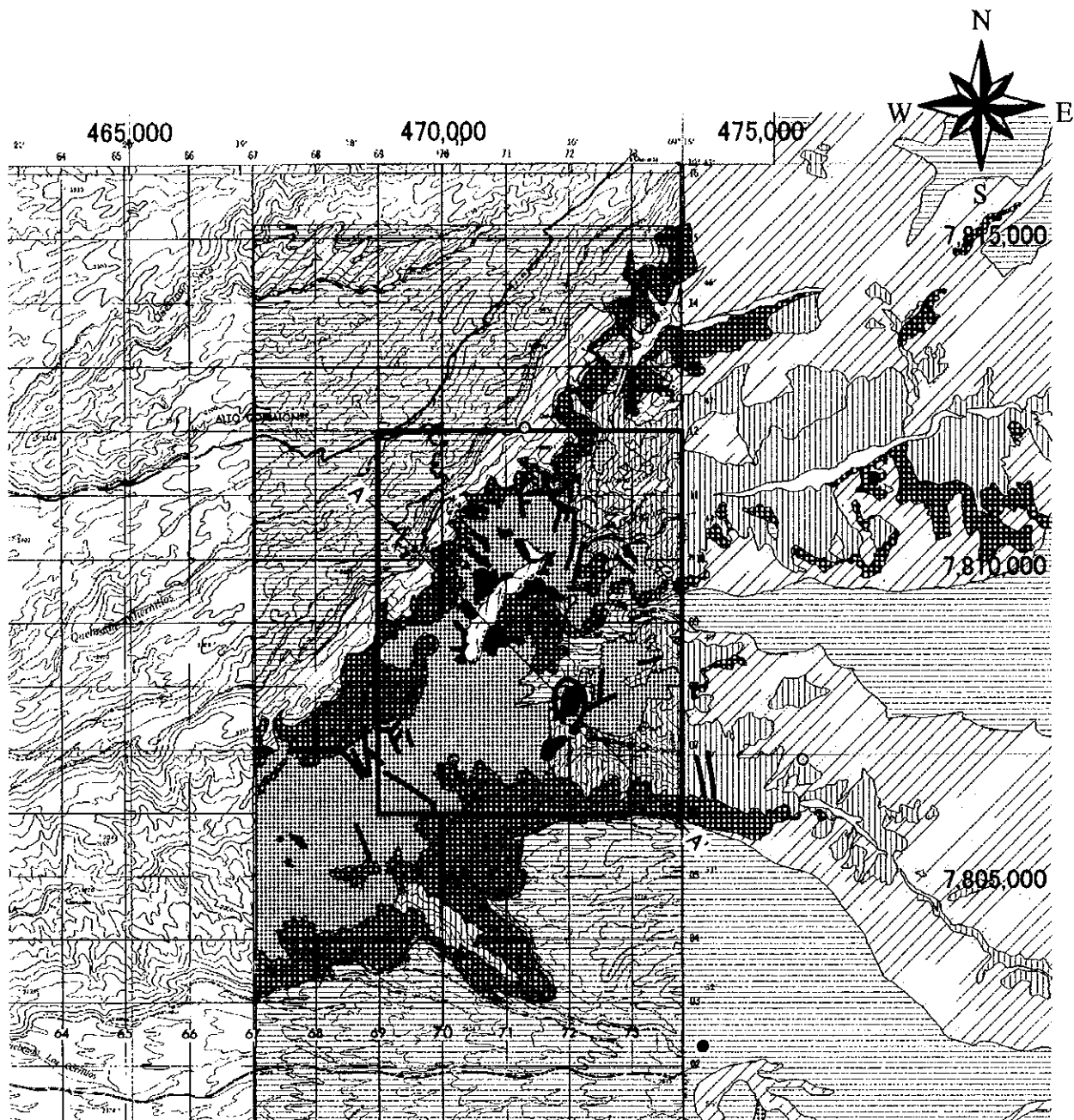


Fig.2-1-1 Sample Location Map of the Mocha-Soledad Area





- Lineament (Mocha-Queen Elizabeth)
- certain
  - uncertain
- Geological map (Mocha-Queen Elizabeth)
- Alteration zone
  - Qal
  - Qtl
  - T14w
  - T14
  - T13
  - T12
  - T11
  - Tv
  - K2
  - K1
  - Js1
  - Js1s
  - Kp
  - Kg
  - d

- Ore deposits and Prospects
- Porphyry-Cu
  - Porphyry-Cu,Mo
  - Porphyry-Cu,Au
  - Vein and irregular-Cu
  - Vein-Mo
  - Vein-Au
  - Vein-Ag,Pb,Zn
  - Vein-Sb
  - Vein and irregular-Fe
  - Vein and irregular-Mn
  - Stratiform-Cu
  - Stratiform-Mn
  - Unknown-Cu
  - Unknown-Au
  - Unknown-Ag,Pb,Zn
  - Unknown-Fe
  - Unknown-Mn

1: 100,000

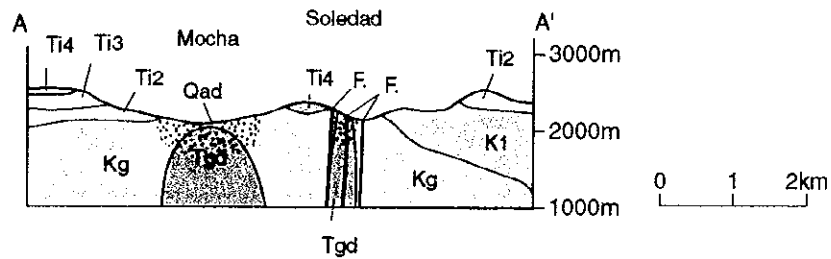


Symbols for geological units refer to Table 1-3-1

Fig. 2-1-2 Geological Map of the Mocha - Soledad Area



### Mocha - Soledad



Geologic Time		Columnar Section	Lithology	Intrusives	Mineralization
CENOZOIC	QUATERNARY		Alluvial Talus	Quartz diorite (Kg) Granodiorite porphyry, Quartz porphyry (Tgd)	Porphyry copper type
	LATE TERTIARY		Dacitic ignimbrite		
			Tuff, sediments		
			Rhyolitic~basaltic flow		
MESOZOIC	Pyroclastic rock	Pyroclastic rock			
	EARLY TERTIARY		Ignimbrite, intercalation of continental sediments		
	LATE CRETACEOUS				
EARLY CRETACEOUS		Rhyolitic~andesitic lava/volcaniclastics			

Fig.2-1-3 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Mocha - Soledad Area



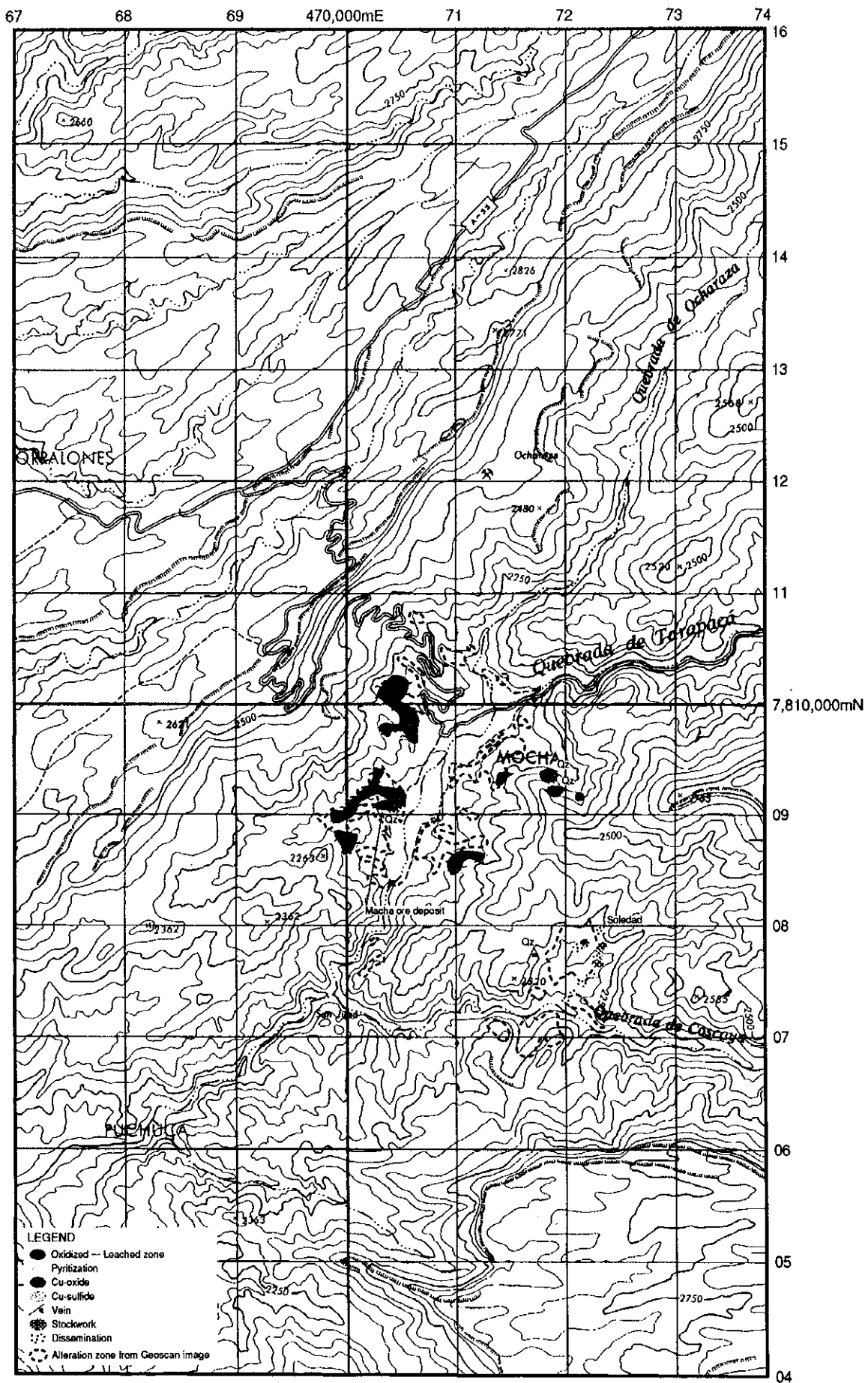


Fig.2-1-4 Mineralization Map of the Mohca-Soledad Area



