

チリ共和国 第1州地域
資源開発協力基礎調査報告書

(第3年次)

平成14年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

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州地域の鉍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、物理探査などの鉍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鉍物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉍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3年次にあたり、金属鉍業事業団は調査員5名を平成13年9月22日から平成13年12月12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14年3月

国際協力事業団

総 裁 川 上 隆 朗

金属鉍業事業団

理事長 松 田 憲 和

2002

要 約

第 I 州地域における第 3 年次調査として、地質調査、ボーリング調査及び空中磁気探査再解析が実施された。その結果は以下のとおり要約される。

地質調査：

調査地域全域で帯磁率が測定され、帯磁率と、岩種または変質との関係が明らかになった。

残留磁気測定の結果、調査地域には多くの逆磁極を有する空中磁気低異常域が存在すると考えられた。空中磁気低異常の一部は、空中磁気高異常の一部とともに潜在する貫入火成岩や固結マグマを示している可能性がある。

空中磁気探査の解析結果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、14 地域を調査した。その結果、斑岩銅鉱床型鉱化作用に特徴的な産状を比較的多く有し、鉱床賦存ポテンシャルのある地域として、チュスマサ及びカミーニャの 2 地域が抽出された。

地質概査を実施した 14 地域のうち、9 地域でフィリックまたは酸性変質帯または鉱化帯を確認した。これらの変質帯または鉱化帯は、中波長異常域の周縁部～付近、磁気中間強度帯の内部～付近、及び短波長異常域の周縁部～付近のいずれにも合致している。しかし、磁気異常があっても変質帯・鉱化帯または貫入火成岩が浅部にあるとは限らない。

チュスマサ地域以南では、暁新世～始新世前期(65-48Ma)の斑岩銅鉱床ベルトと始新世後期～漸新世前期(43-31Ma)の斑岩銅鉱床ベルトが、ほぼ N-S 方向の境界線を有して並列分布するが、チュスマサ地域より北では、主として、暁新世～始新世前期の斑岩銅鉱床ベルトが発達し、始新世後期～漸新世前期の斑岩銅鉱床ベルトは、NW-SE 方向に分布する新第三系・第四系火山岩類に切られるような形となる。チュスマサ北東地域～ティグナムール地域間では、始新世後期～漸新世前期の斑岩銅鉱床ベルトが、新第三系・第四系火山岩類の下に隠されているか、若しくはティグナムール地域の北方域のように存在しない可能性が考えられる。

ボーリング調査：

空中磁気異常の付近で実施した 12 孔のボーリングのうち、カマローネス地域の 3 孔(MJC-1, 11, 12)において斑岩銅鉱床の胚胎層準である漸新世前期以前の地層に到達した。このうち、MJC-1 及び MJC-11 は、斑岩銅鉱床型の鉱化・変質帯を捕捉したと考えられるが、いずれも鉱化帯の銅品位は低く、銅富鉱部は両孔の周辺部に存在する可能性がある。

カマローネス地域以外で実施した 9 孔は、古第三系漸新統・新第三系中新統の礫岩若しくはこれより若い地層中を掘進した。カミーニャ北東地域の 1 孔(MJC-10)は、第三系・第四系火山岩中に、黄鉄鉱化と酸性変質からなる浅熱水型の鉱化・変質帯を捕捉した。

カッティングスの帯磁率変化の一般傾向は、坑井地質や変質とよく対応している。

空中磁気探査再解析：

空中磁気データの周波数解析により、既知の斑岩銅型鉱化帯が中波長異常周縁部、短波長異常及び磁気中間強度帯から構成される特有の磁気異常パターンを有することを見いだした。

斑岩銅型鉱化帯に特有の磁気異常パターンは斑岩銅型鉱化作用の前駆的活動産物のバソリス状深成複合岩体の中波長異常として、鉱床を含む半深成岩類が短波長異常として、また、貫入火成活動に伴う熱水変質帯が磁気中間強度帯として表現されているものと考えられる。

斑岩銅型鉱化帯に特有のこの磁気異常パターンを用いたパターン分析により鉱床有望地域を絞り込む方法を検討した。絞り込みにあたっては、火山地域にも同様の磁気異常パターンが形成されること、大規模な変質帯では貫入火成岩が磁性を失い短波長異常として抽出されない場合があること、誘導磁化と残留磁化が打ち消しあって中波長異常が形成されない場合があること、地形や礫岩層によっても中波長異常が形成される可能性があることなどに留意する必要がある。

将来への提言：

3年間にわたる第I州地域資源開発調査により、空中磁気データや地質鉱化データ等の鉱物資源調査に有用な情報を得ることができた。未だ発見されていない優秀な斑岩銅鉱床が存在する可能性が高いと思われる本地域において、今後これらのデータを活用しつつ調査を実施することを提言する。

調査の実施にあたっては、以下の点に留意することが望ましい。

1. 調査手法について

本地域はその表層を厚く新期火山岩類が覆っており、その下に存在すると期待される斑岩銅鉱床の探知を困難にしている。このような地域における探査手法として、空中物理探査及び重力探査を実施した。それぞれについて可能性と課題を以下に述べる。

(1) 空中磁気探査

マクロな視点で見ると、チリ北部の主要な斑岩銅鉱床の分布と横断性磁気異常(Transverse magnetic anomalies)との間に高い相関があることがCODELCOによって指摘されてきた。第I州の中～南部に位置する主要な斑岩銅鉱床はこれに当てはまるが、北部地域については横断性磁気異常が不明瞭になっているため、本調査では、横断性磁気異常に限定せずすべての磁気異常を解析・検討の対象とした。斑岩銅鉱床と磁気異常との関係を個々の磁気異常レベルで検討するため、周波数解析手法を適用した結果、既知斑岩銅鉱床分布域に中波長、短波長及び磁気中間強度帯のセットからなる共通の磁気異常パターンが存在するを見いだした。この磁気異常のセットについてパターン分析を行い、その結果を調査地域に適用して同じ磁気異常パターンをもつ地域の抽出を行い、探鉱上有望と考えられる磁気異常域を抽出した。

今後、抽出された磁気異常域を含む有望地域においては、変質帯、鉱化帯、関係火成岩体等を確認することが課題となるが、火成岩体の存在、規模等を把握する上で空中磁気データを用いた2次元あるいは3次元の精密モデリングが有効と思われる。なお、深度情報についてはモデリングで必ずしも高精度のデータが得られるとは限らないので、他の手法(ボーリング調査、重力探査、電磁探査等)によるデータを参考にする必要がある。

(2) 重力探査

第2年次にカマローネス地域で実施した重力探査は、イグニンプライトの厚さ等の地質構造を推定するうえで有効であると思われる。実施に係るコストが比較的高いため、実施範囲を限定する必要がある。また、重力探査とジョイント解析を実施することで磁気データの利用価値も高まると思われる。さらに、将来、空中重力探査法等が低コストで実施可能となれば、本地域における有効な調査手法になるものと思われる。

2. 斑岩銅鉱床ベルトについて

第I州における斑岩銅鉱床ベルトにつき、クイーンエリザベス鉱徴地以北での連続性は放射性年代測定データの不足により不明瞭であった。今回の放射性年代測定により、鉱床生成区がより明確になったことは、鉱床探査における有望地域の絞り込みに役立つものと期待される。

3. 有望地域について

今回の調査によって抽出された有望地域の地質・鉱床を明らかにするため下記調査を実施することを提言する。

(1) 空中磁気探査により抽出された磁気異常域

パターン分析により抽出された磁気異常域に対して衛星画像解析による地表鉱徴の抽出、及び現地踏査を実施する。

(2) 地質調査により抽出された鉱化変質域

地質調査により抽出された7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、ダイアナ、チュスマサ及びカミーニャ)に対し、さらに精密な地質調査等を実施する。

(3) ボーリング調査により抽出された有望地

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、さらなるボーリング調査を実施する。

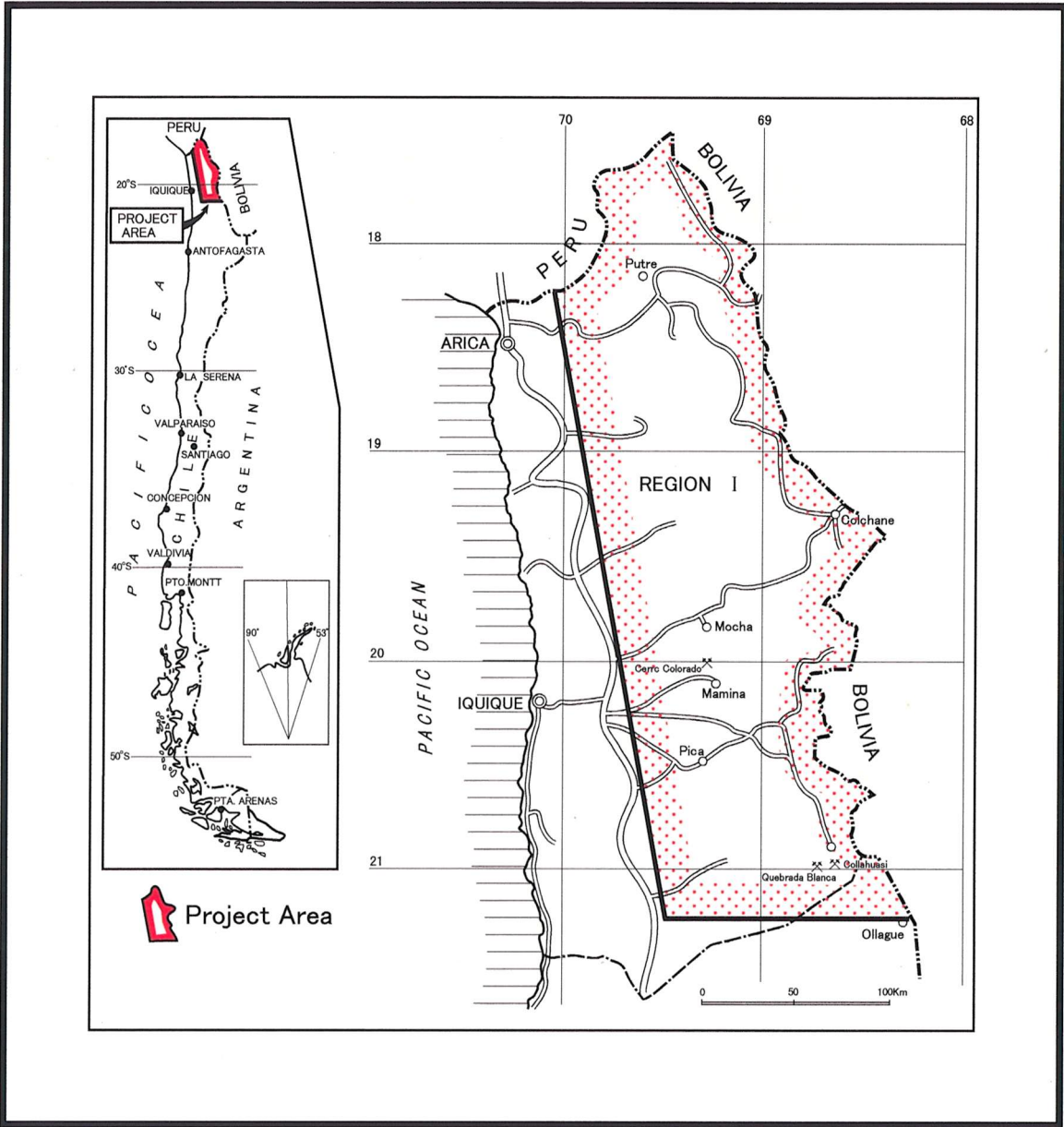


Fig. 1-1 Index Map of the Project Area

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 2 年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第 2 年次調査の結論	1
1-2-2 第 3 年次調査への提言	3
1-3 第 3 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	9
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	29
4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制について	29
4-2 空中磁気異常と斑岩銅型鉱化作用との関係について	33
4-3 鉱床賦存のポテンシャルについて	43
第 5 章 結論及び提言	44
5-1 結 論	44
5-2 将来への提言	46

第Ⅱ部 各 論

第1章 地質調査-----	49
1-1 岩石磁気データ収集-----	49
1-1-1 帯磁率測定-----	49
1-1-2 残留磁気測定-----	49
1-2 地質概査-----	50
1-2-1 パチカ地域-----	52
1-2-2 チュスミサ地域-----	52
1-2-3 チュスミサ北東地域-----	97
1-2-4 パイルカ地域-----	113
1-2-5 カミーニャ地域-----	113
1-2-6 カミーニャ北東地域-----	135
1-2-7 ミニミニ地域-----	135
1-2-8 コドパ北地域-----	153
1-2-9 ティグナマール北西地域-----	153
1-2-10 ティグナマール南東地域-----	173
1-2-11 プトレ南地域-----	173
1-2-12 プトレ南西地域-----	199
1-2-13 アリカ東地域-----	119
1-2-14 プトレ西地域-----	229
第2章 ボーリング調査-----	251
2-1 調査目的, 孔位置及び地質境界位置-----	251
2-2 調査方法-----	251
2-3 ボーリング掘進状況-----	261
2-4 ボーリング孔の地質及び鉱化・変質作用-----	261
2-5 磁気異常と地質・鉱化の関係-----	273
第3章 空中磁気探査再解析-----	278
3-1 空中磁気データ-----	278
3-2 磁気異常の分離-----	289
3-3 岩石磁性測定-----	315
3-3-1 岩石帯磁率測定結果-----	315
3-3-2 岩石帯磁率と磁気異常との関係-----	316

3-3-3	ボーリング孔の帯磁率測定結果	316
3-3-4	残留磁気測定結果	331
3-3-5	残留磁気と磁気異常との関係	332
3-4	磁気異常と地質との関係	339
3-4-1	磁気異常と第四紀火山岩類との関係	339
3-4-2	磁気異常と第四紀・第三紀イグニブレイトとの関係	339
3-4-3	磁気異常と貫入岩類との関係	340
3-4-4	磁気異常と基盤岩類との関係	340
3-5	2次元モデリング	351
3-6	既知斑岩銅型鉱化帯と磁気異常との関係	383
3-7	磁気異常の評価	383

第Ⅲ部 結論及び将来への提言

第1章	結 論	401
-----	-----	-----

第2章	将来への提言	403
-----	--------	-----

参考文献		405
------	--	-----

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, Ore deposits and Prospects in the Study Area
- Fig. 1-3-3 Compiled Distribution Map of Radiometric Age in the Study Area
- Fig. 1-3-4 Magmatic and Metallogenic Province in the Region I Area
- Fig. 1-4-1 Relationship Between Intermediate Magnetic Intensity Zones and Lineaments
- Fig. 1-4-2 Relationship Between Airborne Magnetic Anomalies and Alteration Zone
- Fig. 1-4-3 Integrated Interpretation Map of the Region I Area
- Fig. 1-4-4 Integrated Interpretation Map of the Camarones Area
- Fig. 2-1-1 Sample Location Map of the Pachica Area
- Fig. 2-1-2 Geological Map of the Pachica Area
- Fig. 2-1-3 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Pachica Area
- Fig. 2-1-4 Mineralization Map of the Pachica Area
- Fig. 2-1-5 Distribution Map of Alteration Minerals at the Pachica Area
- Fig. 2-1-6 (1) Geochemical Anomaly Map in the Pachica Area (Au)
- Fig. 2-1-6 (2) Geochemical Anomaly Map in the Pachica Area (Cu)
- Fig. 2-1-6 (3) Geochemical Anomaly Map in the Pachica Area (Zn)
- Fig. 2-1-6 (4) Geochemical Anomaly Map in the Pachica Area (As)
- Fig. 2-1-6 (5) Geochemical Anomaly Map in the Pachica Area (Hg)
- Fig. 2-1-7 Sample Location Map of the Chusmisa Area
- Fig. 2-1-8 Geological Map of the Chusmisa Area
- Fig. 2-1-9 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Chusmisa Area
- Fig. 2-1-10 Mineralization Map of the Chusmisa Area
- Fig. 2-1-11 Distribution Map of Alteration Minerals at the Chusmisa Area
- Fig. 2-1-12 (1) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (Au)
- Fig. 2-1-12 (2) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (Ag)
- Fig. 2-1-12 (3) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (Cu)
- Fig. 2-1-12 (4) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (Pb)
- Fig. 2-1-12 (5) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (Zn)
- Fig. 2-1-12 (6) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (As)
- Fig. 2-1-12 (7) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (Hg)
- Fig. 2-1-13 Sample Location Map of the Area to the Northeast of Chusmisa

- Fig. 2-1-14 Geological Map of the Area to the Northeast of Chusmisa
- Fig. 2-1-15 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the Northeast of Chusmisa
- Fig. 2-1-16 Mineralization Map of the Area to the Northeast of Chusmisa
- Fig. 2-1-17 Distribution Map of Alteration Minerals at the Area to the Northeast of Chusmisa
- Fig. 2-1-18 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northeast of Chusmisa (As)
- Fig. 2-1-18 (2) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northeast of Chusmisa (Hg)
- Fig. 2-1-19 Geological Map of the Pailca Area
- Fig. 2-1-20 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Pailca Area
- Fig. 2-1-21 Sample Location Map of the Camiña Area
- Fig. 2-1-22 Geological Map of the Camiña Area
- Fig. 2-1-23 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Camiña Area
- Fig. 2-1-24 Mineralization Map of the Camiña Area
- Fig. 2-1-25 Distribution Map of Alteration Minerals at the Camiña Area
- Fig. 2-1-26 (1) Geochemical Anomaly Map in the Camiña Area (Cu)
- Fig. 2-1-26 (2) Geochemical Anomaly Map in the Camiña Area (Zn)
- Fig. 2-1-26 (3) Geochemical Anomaly Map in the Camiña Area (As)
- Fig. 2-1-27 Sample Location Map of the Area to the Northeast of Camiña
- Fig. 2-1-28 Geological Map of the Area to the Northeast of Camiña
- Fig. 2-1-29 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the Northeast of Camiña
- Fig. 2-1-30 Distribution Map of Alteration Minerals at the Area to the Northeast of Camiña
- Fig. 2-1-31 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northeast of Camiña (As)
- Fig. 2-1-31 (2) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northeast of Camiña (Hg)
- Fig. 2-1-32 Geological Map of the Minimiñe Area
- Fig. 2-1-33 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Minimiñe Area
- Fig. 2-1-34 Geological Map of the Area to the North of Codpa
- Fig. 2-1-35 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the North of Codpa
- Fig. 2-1-36 Sample Location Map of the Area to the Northwest of Tignamar
- Fig. 2-1-37 Geological Map of the Area to the Northwest of Tignamar
- Fig. 2-1-38 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the Northwest of Tignamar
- Fig. 2-1-39 Distribution Map of Alteration Minerals at the Area to the Northwest of Tignamar
- Fig. 2-1-40 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northwest of Tignamar (Pb)
- Fig. 2-1-40 (2) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northwest of Tignamar (Zn)
- Fig. 2-1-40 (3) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northwest of Tignamar (As)

- Fig. 2-1-41 Sample Location Map of the Area to the Southeast of Tignamar
- Fig. 2-1-42 Geological Map of the Area to the Southeast of Tignamar
- Fig. 2-1-43 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the Southeast of Tignamar
- Fig. 2-1-44 Distribution Map of Alteration Minerals at the Area to the Southeast of Tignamar
- Fig. 2-1-45 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Southeast of Tignamar (As)
- Fig. 2-1-46 Sample Location Map of the Area to the South of Putre
- Fig. 2-1-47 Geological Map of the Area to the South of Putre
- Fig. 2-1-48 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the South of Putre
- Fig. 2-1-49 Mineralization Map of the Area to the South of Putre
- Fig. 2-1-50 Distribution Map of Alteration Minerals at the Area to the South of Putre
- Fig. 2-1-51 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the South of Putre (Zn)
- Fig. 2-1-51 (2) Geochemical Anomaly Map in the Area to the South of Putre (As)
- Fig. 2-1-52 Geological Map of the Area to the Southwest of Putre
- Fig. 2-1-53 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the Southwest of Putre
- Fig. 2-1-54 Sample Location Map of the Area to the East of Arica
- Fig. 2-1-55 Geological Map of the Area to the East of Arica
- Fig. 2-1-56 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the East of Arica
- Fig. 2-1-57 Mineralization Map of the Area to the East of Arica
- Fig. 2-1-58 Distribution Map of Alteration Minerals at the Area to the East of Arica
- Fig. 2-1-59 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (Au)
- Fig. 2-1-59 (2) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (Ag)
- Fig. 2-1-59 (3) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (Cu)
- Fig. 2-1-59 (4) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (Pb)
- Fig. 2-1-59 (5) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (Zn)
- Fig. 2-1-59 (6) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (Mo)
- Fig. 2-1-59 (7) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (As)
- Fig. 2-1-60 Sample Location Map of the Area to the West of Putre
- Fig. 2-1-61 Geological Map of the Area to the West of Putre
- Fig. 2-1-62 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the West of Putre
- Fig. 2-1-63 Mineralization Map of the Area to the West of Putre
- Fig. 2-1-64 Distribution Map of Alteration Minerals at the Area to the West of Putre
- Fig. 2-1-65 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the West of Putre (Au)
- Fig. 2-1-65 (2) Geochemical Anomaly Map in the Area to the West of Putre (Ag)
- Fig. 2-1-65 (3) Geochemical Anomaly Map in the Area to the West of Putre (Cu)

- Fig. 2-1-65 (4) Geochemical Anomaly Map in the Area to the West of Putre (Pb)
- Fig. 2-1-65 (5) Geochemical Anomaly Map in the Area to the West of Putre (Zn)
- Fig. 2-2-1 Location Map of Drill Holes with Geological Section Lines
- Fig. 2-2-2 Geological Map with Section Lines of the Camarones Area
- Fig. 2-2-3 Geological Profiles of the Camarones Area
- Fig. 2-2-4 Histogram of Assay Results of Drill Holes
- Fig. 2-3 Transverse Magnetic Anomalies and Known Porphyry-Cu Deposits & Prospects
- Fig. 2-3-1 Flowchart of Airborne Magnetic Interpretation
- Fig. 2-3-2 Airborne Magnetic Data Source
- Fig. 2-3-3 Total Magnetic Intensity Map
- Fig. 2-3-4 Reduced to the Pole Map
- Fig. 2-3-5 Magnetic Structure Map
- Fig. 2-3-6 Short Wavelength Reduced to the Pole
- Fig. 2-3-7 Medium Wavelength Reduced to the Pole
- Fig. 2-3-8 Long Wavelength Reduced to the Pole
- Fig. 2-3-9 Distribution of SW Magnetic Anomaly
- Fig. 2-3-10 Distribution of MW Magnetic Anomaly
- Fig. 2-3-11 Distribution of LW Magnetic Anomaly
- Fig. 2-3-12 SW Magnetic Anomalies and Reduced to the Pole
- Fig. 2-3-13 MW Magnetic Anomalies and Reduced to the Pole
- Fig. 2-3-14 LW Magnetic Anomalies and Reduced to the Pole
- Fig. 2-3-15 SW Magnetic Anomalies and Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects
- Fig. 2-3-16 MW Magnetic Anomalies and Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects
- Fig. 2-3-17 LW Magnetic Anomalies and Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects
- Fig. 2-3-18 Histogram of Susceptibility by Geologic Formation
- Fig. 2-3-19 Histogram of Susceptibility by Alteration Type
- Fig. 2-3-20 Distribution of Classified Susceptibility (Northern Part)
- Fig. 2-3-21 Distribution of Classified Susceptibility (Southern Part)
- Fig. 2-3-22 Susceptibility Profiles of Drill Hole
- Fig. 2-3-23 Remanence Sample Location
- Fig. 2-3-24 Remanence and SW & MW Magnetic Anomalies
- Fig. 2-3-25 Magnetic Anomalies and Geology
- Fig. 2-3-26 SW & MW Magnetic Anomalies and Quaternary Volcanics
- Fig. 2-3-27 SW & MW Magnetic Anomalies and Tertiary-Quaternary Ignimbrites
- Fig. 2-3-28 MW & LW Magnetic Anomalies and Intrusive Rocks

- Fig. 2-3-29 MW & LW Magnetic Anomalies and Basement Rocks
- Fig. 2-3-30 Location of 2D Modelling Line and Total Magnetic Intensity
- Fig. 2-3-31 Geology of 2D Modelling Area
- Fig. 2-3-32 Reduce to the Pole and Magnetic Structures of 2D Modelling Area
- Fig. 2-3-33 Line 1 – 2D Model Profile
- Fig. 2-3-34 Line 2 – 2D Model Profile
- Fig. 2-3-35 Line 3 – 2D Model Profile
- Fig. 2-3-36 Line 4 – 2D Model Profile
- Fig. 2-3-37 Line 5 – 2D Model Profile
- Fig. 2-3-38 Line 6 – 2D Model Profile
- Fig. 2-3-39 Line 7 – 2D Model Profile
- Fig. 2-3-40 Line 8 – 2D Model Profile
- Fig. 2-3-41 Line 9 – 2D Model Profile
- Fig. 2-3-42 Line 10 – 2D Model Profile
- Fig. 2-3-43 Line 11 – 2D Model Profile
- Fig. 2-3-44 Line 12 – 2D Model Profile
- Fig. 2-3-45 Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects , 24,475–24,525 nT RTP Zone and SW, MW & LW Magnetic Anomalies
- Fig. 2-3-46 Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects , Lineaments and 24,475–24,525 nT RTP Zone
- Fig. 2-3-47 Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects , Lineaments and SW Magnetic Anomalies
- Fig. 2-3-48 Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects , Lineaments and MW Magnetic Anomalies
- Fig. 2-3-49 Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects , Lineaments and LW Magnetic Anomalies
- Fig. 2-3-50 Schematic relations between SW and MW Magnetic Anomalies
- Fig. 2-3-51 Evaluation of Magnetic Anomalies for Porphyry-Cu Prospecting

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 Geological Survey Area
- Table 2-2-1 Location of Holes and Geologic Boundaries
- Table 2-2-2 Assay Results of Alteration Zones and Mineralization Zone of Drill Holes
- Table 2-3-1 Average Magnetic Susceptibility of Formation by Alteration Type
- Table 2-3-2 Average Magnetic Susceptibility of Non Alteration Rocks
- Table 2-3-3 Variation of Magnetic Susceptibility in Tertiary Intrusive rocks (Tgd) and Cretaceous Intrusive Rocks (Kgd)
- Table 2-3-4 Results of Remanence Magnetization Measurement
- Table 2-3-5 Characteristic Relations between Porphyry-Cu Deposits and Magnetic Anomalies

PHOTOGRAPHS

- Photo 1 Photomicrographs of Thin Sections (Phase 3)
- Photo 2 Photomicrographs of Polished Sections (Phase 3)
- Photo 3 Photomicrographs Showing Fluid-inclusion Textures (Phase 3)

APPENDICES

- AP-1 Results of Radiometric Age Determination
- AP-2 Results of Microscopic Observation of Thin Sections (Phase 3 Surface survey)
- AP-3 Results of Microscopic Observation of Polished Sections (Phase 3 Surface survey)
- AP-4 Results of X-ray Diffractive Analysis (Phase 3 Surface survey)
- AP-5 Results of Fluid Inclusion Analysis (Phase 3 Surface survey)
- AP-6 Results of Ore Assaying (Phase 3 Surface survey)
- AP-7 Results of Geochemical Analysis of Rock Samples (Phase 3 Surface survey)
- AP-8 Observed Features on Survey Routes (Phase 3)
- AP-9 Drilling Machine and Equipment Used
- AP-10 Drilling Meterage of RC Percussion Bit Used
- AP-11 Consumables Used
- AP-12 Working Time Analysis of the Drilling Operation
- AP-13 Summary of the Drilling Operation of MJC-1
- AP-13A Summary of the Drilling Operation of MJC-1A
- AP-14 Record of the Drilling Operation of MJC-1

- AP-48 Drilling Progress of MJC-12
- AP-49 Results of Microscopic Observation of Thin Sections (Drilling)
- AP-50 Results of X-ray Diffractive Analysis (Drilling)
- AP-51 Results of Ore Assaying (Drilling)
- AP-52 Results of Geochemical Analysis of Rock Samples (Drilling)
- AP-53 Geologic Logs of MJC-1~12
- AP-54 Inventory of Short Wavelength Magnetic Anomaly
- AP-55 Inventory of Medium Wavelength Magnetic Anomaly
- AP-56 Results of in situ Magnetic Susceptibility Measurement
- AP-57 Results of Drill Cuttings Magnetic Susceptibility Measurement
- AP-58 Results of Remanent Magnetization Measurement
- AP-59 Evaluation of Medium Wavelength Magnetic Anomalies

PLATE

- PL 1 Geological Map of the Chusmisa Area (1:50,000)
- PL 2 Geological Profiles of the Chusmisa Area (1:50,000)
- PL 3 Geological Map of the Camiña Area (1:50,000)
- PL 4 Geological Profiles of the Camiña Area (1:50,000)
- PL 5 Distribution of SW Magnetic Anomaly
- PL 6 Distribution of MW Magnetic Anomaly
- PL 7 Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects, 24,475-24,525nT RTP Zone and SW, MW, & LW Magnetic Anomalies
- PL 8 Evaluation of Magnetic Anomalies for Porphyry-Cu Prospecting

AP-14A Record of the Drilling Operation of MJC-1A
AP-15 Summary of the Drilling Operation of MJC-2
AP-16 Record of the Drilling Operation of MJC-2
AP-17 Summary of the Drilling Operation of MJC-3
AP-18 Record of the Drilling Operation of MJC-3
AP-19 Summary of the Drilling Operation of MJC-4
AP-20 Record of the Drilling Operation of MJC-4
AP-21 Summary of the Drilling Operation of MJC-5
AP-22 Record of the Drilling Operation of MJC-5
AP-23 Summary of the Drilling Operation of MJC-6
AP-24 Record of the Drilling Operation of MJC-6
AP-25 Summary of the Drilling Operation of MJC-7
AP-26 Record of the Drilling Operation of MJC-7
AP-27 Summary of the Drilling Operation of MJC-8
AP-28 Record of the Drilling Operation of MJC-8
AP-29 Summary of the Drilling Operation of MJC-9
AP-30 Record of the Drilling Operation of MJC-9
AP-31 Summary of the Drilling Operation of MJC-10
AP-32 Record of the Drilling Operation of MJC-10
AP-33 Summary of the Drilling Operation of MJC-11
AP-34 Record of the Drilling Operation of MJC-11
AP-35 Summary of the Drilling Operation of MJC-12
AP-36 Record of the Drilling Operation of MJC-12
AP-37 Drilling Progress of MJC-1
AP-37A Drilling Progress of MJC-1A
AP-38 Drilling Progress of MJC-2
AP-39 Drilling Progress of MJC-3
AP-40 Drilling Progress of MJC-4
AP-41 Drilling Progress of MJC-5
AP-42 Drilling Progress of MJC-6
AP-43 Drilling Progress of MJC-7
AP-44 Drilling Progress of MJC-8
AP-45 Drilling Progress of MJC-9
AP-46 Drilling Progress of MJC-10
AP-47 Drilling Progress of MJC-11

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(Corporación 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、物理探査及びボーリング調査を実施するものである。

本年度調査は第3年次に当たる。

1-2 第2年次調査の結論と提言

1-2-1 第2年次調査の結論

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、斑岩銅鉱床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。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ビート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。ビートル沢中流～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、イグニブ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、イグニブ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、イグニブライトの厚さはスクーナ沢中流からビートル沢中流～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ビートル沢流域、調査地域の南部、中央部のエスキーニャ付近とパチカ東方などに、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以下と推定されており、今後の探鉱の候補地に揚げられる。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、鉍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鉍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、及び既知鉍化帯の分布等の関係から、斑岩銅型鉍化帯またはAu/Agに關係する浅熱水型鉍化帯/火山ドームが賦存する可能性がある地域が抽出された。

1-2-2 第3年次調査への提言

1. 空中磁気探査の解析結果と、既に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ドトランス調査を実施し、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、特に潜頭型の鉍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鉍化帯潜在部に対し、試錐探鉍の実施を検討する。
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ランス調査により斑岩銅鉍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鉍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。

1-3 第3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3年次調査の目的は、第I州地域において鉍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3年次調査は、地質調査、ボーリング調査及び空中磁気探査再解析からなり、その作業量は、Table 1-1 に示した。

Table 1-1 Amount of Work

Survey Method	Amount	
	phase 3	
Geological Survey	Areal extent	
	Magnetic susceptibility measurement	873 points
	Reconnaissance survey	2,500 km ²
	Remanent Magnetization measurement	14 sites
	Length of traverse	
	Magnetic susceptibility measurement	1,750 km
	Reconnaissance survey	500 km
	Laboratory work	
	Thin sections	60 sections
	Polished sections	20 sections
	X-ray diffraction analysis	61 samples
	Ore assay (Au,Ag,Cu,Mo,Pb,Zn,S)	23 samples
	Geochemistry of rock (Au,Ag,As,Sb,Hg,Cu,Mo,Pb,Zn)	163 samples
Fluid inclusion analysis		
Homogenization temperature	12 samples	
Salinity	12 samples	
K-Ar age determination		
Whole rock / Mineral	35 samples	
Drilling	Number of drill holes	12 holes
	Total length drilled	5,326 m
	Laboratory work	
	Thin sections	26 sections
	X-ray diffraction analysis	26 samples
	Ore assay (Au,Ag,Cu,Mo,Pb,Zn,S)	144 samples
	Geochemistry of rock (Au,Ag,As,Sb,Hg,Cu,Mo,Pb,Zn)	282 samples
	Magnetic susceptibility measurement	265 points
Re-analysis of airborne magnetic survey	Areal extent 15,000 km ²	

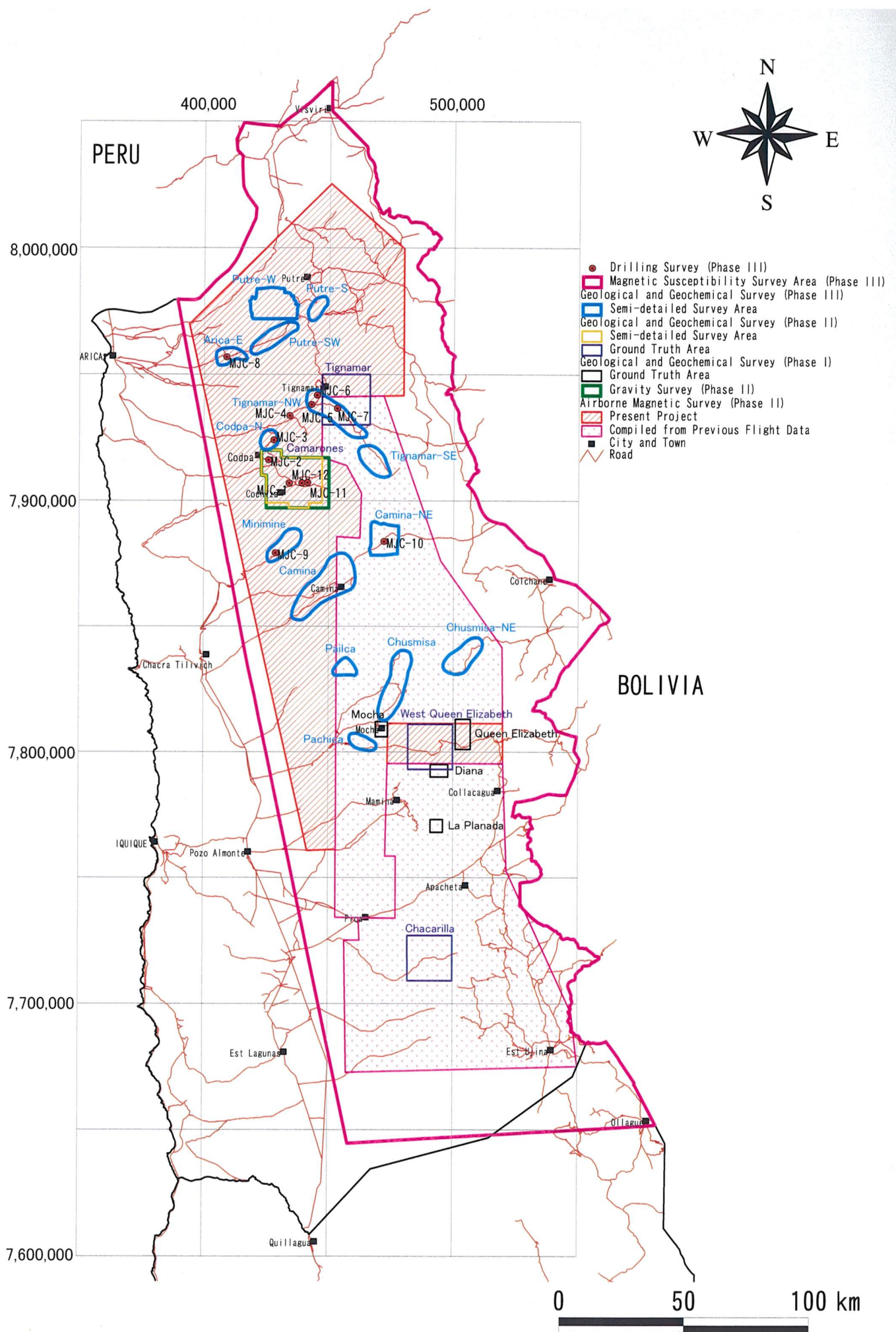


Fig. 1-2 Location Map of the Survey Area

地質調査では、空中磁気探査結果の再解析に資するため、調査地域全域の岩石磁気データを収集した。また、空中磁気探査により抽出された異常域を調査し、空中磁気異常と地質構造・鉱化作用との関係を考察し、有望地区の選定を行った。

ボーリング調査では、空中磁気探査により抽出された磁気異常域においてボーリングを実施し、地質及び鉱化変質状況を把握した。

空中磁気探査再解析では、地質調査及びボーリング調査の結果を用いて空中磁気探査結果を再解析し、空中磁気異常と地質及び鉱化作用との関係を考察し、斑岩銅鉱床に関連する潜頭性貫入岩体を抽出した。

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)
霜鳥 洋	(金属鉱業事業団)
栗原 政臣	(金属鉱業事業団)
石井 雅人	(金属鉱業事業団)
原田 武	(金属鉱業事業団)

(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)
武田 進	(地質調査・ボーリング調査)
濱野 幸治	(地質調査・ボーリング調査)
小原 賢	(地質調査・ボーリング調査)
古川 雄也	(ボーリング調査)

2) チリ共和国側調査団 (チリ銅公社)

Carlos Huete L.	(Project Manager, Chief geologist)
Raúl Venegas C.	(Geologist)

(3) 空中磁気探査再解析

森林 成生	(日鉱探開株式会社, 物理探査)
-------	------------------

1-5 調査期間

(1) 平成13年度資源開発協力基礎調査

地質調査（現地調査）：平成13年 9月27日～平成13年12月 4日
 ボーリング調査（現地調査）：平成13年 9月27日～平成13年12月 1日

(2) 室内解析・報告書作成：平成13年12月13日～平成14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34,000km²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ェイがあり、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	0.1

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—鮮新統火山噴出物が北部及び中～南部に分布する。中新統—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—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の鉱徴地が多数分布し、その中に斑岩銅型の大規模鉱床及び鉱徴地が存在する(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鉱徴地,
Copaquire鉱徴地

中部地区：Cerro Colorado鉱床, Mocha鉱徴地, Queen Elizabeth鉱徴地,
La Planada鉱徴地

北部地区：Tignamar鉱徴地

上記斑岩銅型鉱床・鉱徴地のうち、Cerro Colorado鉱床及びMocha鉱徴地は暁新世—始新世前期(65-48Ma)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・鉱徴地は、始新世後期—漸新世前期(43-31Ma)の鉱化作用とされる。

11.12

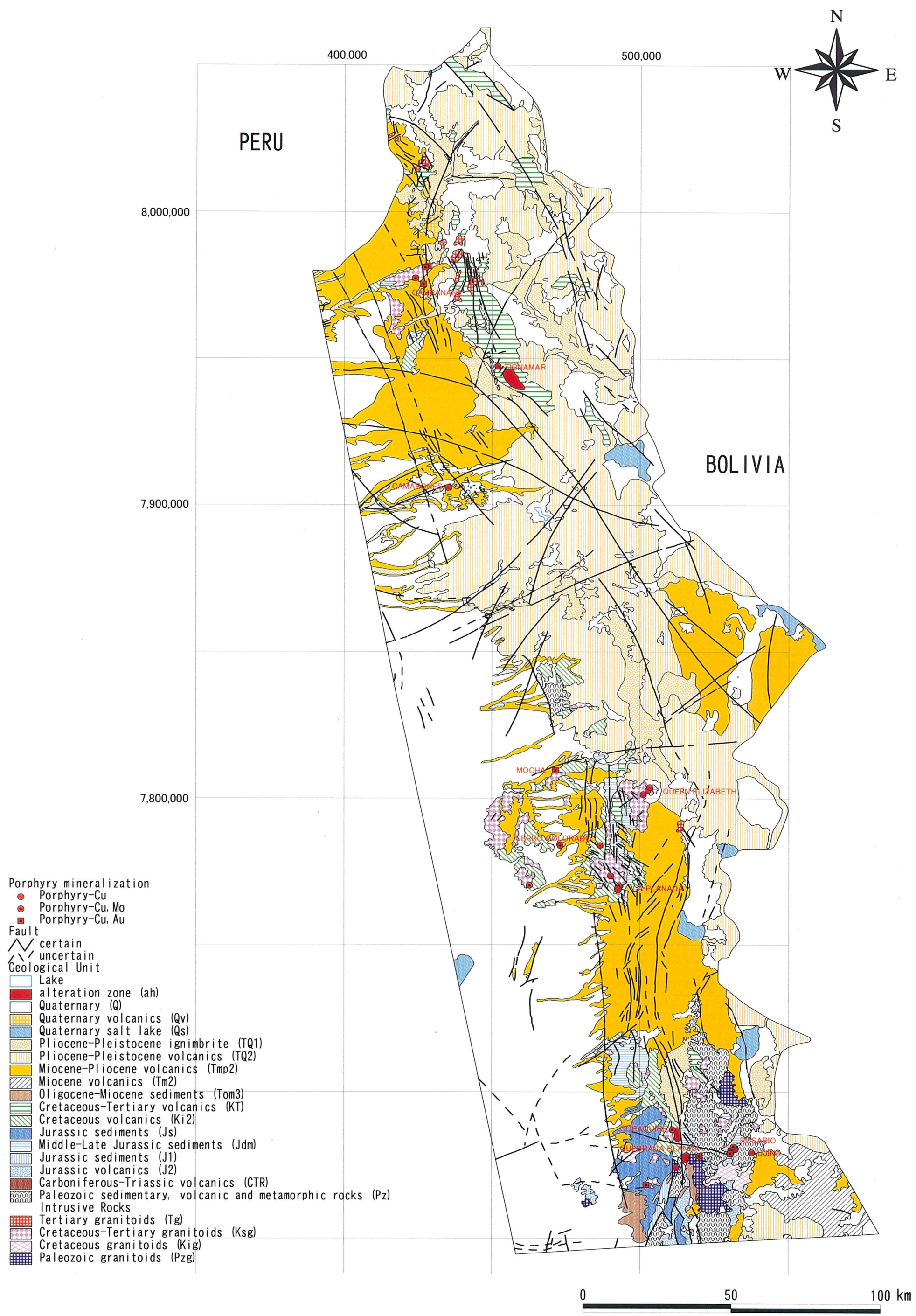


Fig. 1-3-1 Geological Map of the Project Area

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	1:50,000 Geologic Map* ¹	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	1:50,000 Geologic Map* ¹	Photogeologic Interpretation Map 1:250,000 TM		Photogeologic Interpretation Map 1:50,000 GEOSCAN	Lithology		
QUATERNARY			Q, Qv	Qal, Qpd, Qcs, Qcp, Qip(i), Qip(s), Qvc	Qp	Qd, Qa, Qd ₁ , Qa ₁ , Ts ₂ , Ts ₃	Qal, Qtl, Qd, Qs	Fluvial, Lacustrine, Glacial, Aeolian, Alluvial, Colluvial, Mudflow, Talus									
QUATERNARY - TERTIARY	Pleistocene - Pliocene	Huaylas	TQ ₁	Qv, Qvr, TQc, Tsu, Tsh, TPv, Tpv _i , TPiv	TQi(Qp)	TQ ₁ , Tvs ₂	Ti ₄ , Ti _{4w}	Andesitic-basaltic flow, pyroclastic rock, Dacitic-rhyolitic ignimbrite, Tuff, Intercalation of continental sediments									
		Cola de Zorro	TQ ₂	TMv, TMvi		Tv ₁ , Tv ₂ , Tv ₃	Tv, Tvc, Tvb ₂ , Tvb ₁ , Tva	Andesitic - basaltic flow, pyroclastic rock									
TERTIARY	Pliocene - Miocene	Altos de Picas	Tmp ₂	Tt, Tig	TQt	Tvs, Ts ₁	Tt, Ti ₁ , Ti ₂ , Ti ₃	Rhyolitic - basaltic flow, pyroclastic rock, Ignimbrite, Intercalation of continental sediments	Tg	Kti, Tgd	Ti	(d) dyke					
	Miocene	Trapa - Trapa	Tm ₂	Tpd		Tv ₁		Rhyolitic - dacitic tuff, Andesitic - dacitic flow, pyroclastic rock								Tg	Plutonic/Hypabyssal rocks
	Miocene - Oligocene	San Pedro	Tom ₂	Tmc (OLLAGÜE), Tc		Ts ₁ , Ts		Conglomerate, Breccia, Sandstone, Shale, Siltstone (continental facies)									
	Paleocene															Tgrd, Tdc, Tmc	Tgd
EARLY TERTIARY - LATE CRETACEOUS		Las Chilcas	KT	Kiv, Kv(s)		K, Kv	K ₂	Andesitic - rhyolitic flow, pyroclastic rock, Dacitic - rhyolitic ignimbrite, Intercalation of shale/limestone/sandstone/ conglomerate (continental)	Ksg	KTpgr, Ksg, Kgd	Kg	Kg	Kg	Kg/Kp	Plutonic/Hypabyssal rocks (Granodiorite, Diorite, Quartz diorite, porphyries)		
EARLY CRETACEOUS		Bandurria, Lo Prado	Ki ₂	Kv(m), Kce, Ka, Kc(i), Kv(i)	Kce, Ktpb	Kv	K ₁	Andesitic - rhyolitic / trachytic flow, pyroclastic rock, Ignimbrite, Intercalation of sediments	Kig								
LATE JURASSIC		Rio Damas	Js	Jsc, Jqc		Js ₂	Js ₂ / Jkv	Conglomerate, Sandstone, Shale, Limestone, Andesitic flow, breccia (continental:Js ₂) / 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 ₁ , Js ₂	Js ₁ / Js _{1s}	Sandstone, Calcareous sandstone, Limestone, Marl, Shale, Conglomerate, Chert, Andesite									
JURASSIC			J ₁	Jm, Jv(m)		Js ₁											
		La Negra	J ₂	JKv, Jv(i)		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	Pz(s), Pzc(s), Pzc(m), Pzc(i), Pzim, pC		P	Pz, Pzv	Southern part : Micaceous schist, Metacherts, Serpentinite (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)		Pzg	Pg		Pzg	Diorite, Granite, Granodiorite,			

*1: QUIPISCA, MAMIÑA (GEOSCAN AREA)

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

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	UTM E													
1	Laguna Blanca	8043420	432447	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
2	Sicuni, Quiullere	8039549	432778	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
3	Culco(Bofadales de Chislluma)	8038318	428965	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
4	Ancara	8034543	425268	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
5	Carbunabe	8039923	446879	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
6	Culco(Bofadales de Chislluma)	8037173	453353	Mn			vein						s		Vein and Irregular-Mn	12
7	Kilometro 154	8023916	423931	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
8	Abundancia	8021611	428919	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
9	Ancolacani	8023959	436009	Mn			vein						s		Vein and Irregular-Mn	12
10	Locura	8019023	451066	Ag,Pb,Zn			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
11	Ancopujo	8021595	463877	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
12	San sebastian	8013079	425455	Fe			vein						s		Vein and Irregular-Fe	12
13	San sebastian	8010216	429172	Fe	Hem	Vitric materials	irregular, pocket	-	-	diameter: 300	Oxaya F. (tuff, lava)	?	s	Fe 52%	Vein and Irregular-Fe	8,12
14	Navidad	8009455	433198	Mn	Pyrolusite, Psilomelane	-	stringer, irregular, pocket	-	0	Thickness: 2-5, dia. 400	Huaylas F.	-	s	Mn 46%	Vein and Irregular-Mn	8,12
15	Este de Mina Navidad, Navidad Este	8009686	436161	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
16	Pascual	8009276	447173	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
17	Huechupato	8006674	428867	Mn	Pyrolusite, Psilomelane	silica	manto, irregular, pocket	-	-	5000 x 500, thickness 0.5	Huaylas F. (tuff)	-	s	Mn 17%, SiO2 45%	Stratiform-Mn	8,12
18	San Alberto	8005690	432152	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
19	Rosario	8002919	430891	Mn			stratiform						s		Stratiform-Mn	12
20	Kilometro 130	7997816	427206	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
21	Monica	7998156	474395	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
22	Rosario	7981434	428160	Cu,Au	Chrysoc, Atac, Cc, Cup, Mal, Chalcantinite, Native Cu-Au	Tou, Qz	vein	0, 90		wd: <1/ 50 x 5	Gd	Ser, Kao, Lim, Qz, Tou	s	Cu 5-30%	Porphyry-Cu,Au	8,12
23	Dos Hermanas	7977300	423900	Cu,Mo	Py, Cp, Mo, Bn	Qz, Adul, Bio	stockwork	340, 40, 85	90	-	Gd, Di-po	Chl, Ser, Clay, (Sil)	s	-	Porphyry-Cu,Mo	8,12
24	Evall	7974320	417677	Cu			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Cu	12
25	Campanane	7975231	426572	Cu,Au,W	Chrysoc, Atac, Mal, Cup, Cc, Scheelite, Hem, Mt, Lim	Jasper, Qz, Kao, Ser	stockwork	N20W-N40E	85E-90	100 x (0.1-0.5)	Tou,Breccia	Kao, Ser, Tou	s	-	Porphyry-Cu,Au	8,12
26	Choquelimpie	7979891	467760	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
27	Choquelimpie	7978352	474950	Ag,Pb,Zn(Au)			stockwork						s		Unknown-Ag,Pb,Zn	12
28	Choquelimpie	7975711	473041	Au,Ag,Pb,Zn,(Cu)	Arg, Py, Cp, Sp, Gr, Realgar	Qz, Ba, Cal	vein, hydrothermal breccias: high sulfidation	-	-	length: 140-710	Lupica F. (lava, breccia, congl.), Di-po	Py	s	Au 29.4g/t, Ag 730g/t	Vein-Ag,Pb,Zn	8,9,12
29	Churiguaya	7971061	485631	Cu	Native Cu, Cup, Chrysoc	-	irregular, pocket	-	-	15 x 3	Andesitic lava	Hydrothermally altered	s	-	Vein-Ag,Pb,Zn	8,12
30	Lucita, Halcones	7958275	417102	Cu	Chrysoc, Antl, Mal, Cc, Cerus, Angl, Py	Qz	vein	NS	50E			Ser	s		Vein and Irregular-Cu	12
31	El Milagro	7960478	445616	Cu			stratiform						s		Stratiform-Cu	12
32	Patino	7960158	450052	Ag,Pb,Zn,Cu			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
33	Campanani	7952077	448701	Ag,Pb,Zn			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
34	Capitana	7948984	450715	Mn			no record						s		Unknown-Mn	12
35	Churicala	7947977	446391	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
36	San Lorenzo	7959614	453539	Pb,Zn,Ag,Cu	Py, Cp, Sp, Tet, Gn	Qz, Ba	vein	0	-	150 x 0.5	Lupica F. (Ad, congl.), Di, Qz-po	Kao, Py, Lim	s	Pb 33%, Zn 17%, Ag 500g/t	Vein-Ag,Pb,Zn	8,12
37	Santa Rosa	7948504	452475	Ag,Pb,Zn	Py, Cp, Gn, Sp, Cerus, Angl	Qz, Clay	vein	280	90	140 x 1	Lupica F. (volcanics), Di-po	Hydrothermally altered	s	2 samples from gallery: Pb 8-13%, Ag 320g/t, Au 1g/t	Vein-Ag,Pb,Zn	8,12
38	Tignamar	7947289	451872	Cu	Py, Cp, Cc, Cu-oxi	Qz, Tou, Ser	stockwork, blanket				Gd, Gd-po, Qz-po	Qz, Tou, Bi, Ser, Chl, Epi, Ka			Porphyry Cu	
39	Apalacheta	7949882	455673	Ag,Sb			vein						s		Vein-Sb	12
40	Churicala Norte, Churicala Sur	7942025	455269	Cu,Ag			vein						s		Vein and Irregular-Cu	12
41	Chulpa, Trinidad	7942591	461282	Ag,Pb,Zn			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
42	Capitana	7940133	450843	Pb,Zn,Ag,Cu,Sn, Bi	Py, Apy, Gn, Sp	Clay, Qz	vein, lens	350-10	60-80W	wd: 15	Lupica F. (volcanics), Di	Hydrothermally altered	s	-	Vein-Ag,Pb,Zn	8,12
43	Ociel	7936591	450431	Ag,Sb	Py, Stib, Apy	Qz, Clay	vein	40	90	wd: 0.5	Lupica F. (volcanics)	?	s	-	Vein-Sb	8,12
44	Ociel	7937844	466565	Sb			vein						s		Vein-Sb	12
45	Taruguire	7912512	470613	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
46	Surire	7910206	488203	Mn			irregular, pocket						s		Vein and Irregular-Mn	12
47	Camarones	7905880	435120	Cu	Py, Cp, Cc, Cu-oxi, meta-alunogen	Qz, Ser, Chl, Tou, Kf, Bi	diss, stockwork			180+	Qz-po, And	Qz, Ser, Chl, Tou			Porphyry-Cu	
48	Taltepe	7898947	414005	Cu			vein						s		Vein and Irregular-Cu	12
49	Sta. Ana	7898983	417584	Cu			vein						s		Vein and Irregular-Cu	12
50	El Sapte	7847446	469457	Ag,Pb,Zn			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
51	Sapte	7841905	465060	Ag,Pb,Zn			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
52	San Pedro	7840463	463069	Ag,Pb,Zn			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
53	Quebrada Guacesina	7830628	470430	Ag,Pb,Zn			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
54	Guacesina	7830637	476616	Ag,Pb,Zn			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
55	Paguanta	7815491	493190	Ag,Pb,Cu			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
56	Limacsina	7811388	481879	Ag			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
57	Sta. Rita, San Antonio	7811272	476851	Ag,Pb,Zn			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
58	Beatriz, Chile, Independencia, Chiparmani(ex-San Antonio), Pascuala	7812053	471303	Cu,Au			vein						s		Vein and Irregular-Cu	12
59	Maria Ines, Pascuala (Mocha)	7809543	471489	Cu,Au			vein, stockwork						s		Vein and Irregular-Cu	12
60	San Juan de Mocha	7806845	470195	Cu,Au			vein						s	Cu 0.4%	Porphyry-Cu, Au	12
61	San Enrique, Lulla, Nueva Victoria, Tres Marias, Tres Puntas	7806844	475705	Cu (Au,Ag)			vein						s		Vein and Irregular-Cu	12
62	Subercagua	7803737	470265	Ag,Pb,Zn			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
63	Sta. Fe	7802305	474141	Cu			no record						s		Unknown-Cu	12
64	Sta. Fe, Colpa	7802644	479899	Cu			no record						s		Unknown-Cu	12
65	Mosquito de Oro	7804337	496482	Au			no record						s		Unknown-Au	12
66	Chana, Sta. Rosa	7805865	499476	Au,Cu			vein						s		Vein and Irregular-Cu	12
67	Ollarapu	7798892	493406	Fe			vein						s		Vein and Irregular-Fe	12
68	Queen Elizabeth, Rosa, Cucho	7802777	502766	Cu			vein, stockwork						s		Porphyry-Cu	12
69	Violeta	7788453	463386	Ag,Pb			vein						s		Vein-Ag,Pb,Zn	12
70	Cerro Colorado	7783799	473117	Cu,Mo	Cc, Brochantite, Chrysoc, Atac, Mal, Cup, Teno, Diopside, Antl, Chalcoc, Turq, Cov, Py, Mo, Hem, Lim, Mt, Chromian spinel	Qz, Tou, Gyp, Alb, Or, Ser, Kao, Pyroph, Alu, Mont, Jar, Alunogen	stockwork	ENE-WSW	-	>(1000 x 800)	Andesitic tuff, Qz-po, Dac/Trachy-po, Breccia, Ad	Sil, Ser, Py, (Alu), Tou, Prop	204	Cu 1.02%	Porphyry-Cu,Mo	1,5,6,12
71	Amilca	7783104	475862	Cu,Au	Py, Hem, Cu-oxi, Au	-	vein	330	60E	-	Ad, Congl (Cerro Empexa F.)	?	s	-	Vein and Irregular-Cu	11,12
72	San Marcos	7783855	482657	Cu,Ag,Pb	Gn, Sp, Cp, (Cup, Cc, Mal)	Ba, Qz	vein / manto	320-30	25NE-20NW	wd: 1	Ss, Brecc (Cerro Empexa F.)	Propilitic	s	Cu 2.9%, Pb 2%, Ag 190g/t	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
73	Flor del Desierto	7783848	486599	Cu,Ag,Pb,Zn	Py, Cp, Hem, Cu-oxi	-	stockwork (porphyry Cu)	-	-	-	Rhyo-stock, Ad(Cret)	Ser, Kao, Prop	s	-	Porphyry-Cu	11,12

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

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	E													
74	Lallinca	7783369	487091	Cu	Cc, Cup, Chrysoc, Mal	Qz, Tou	vein	340	60E	(80-100) x (1-1.5)	Ad (Cerro Empexa F.)	Chl, Epi	-	-	Vein and Irregular-Cu	11,12
75	San Andres	7782619	484000	Ag,Pb,Zn	Py, Apy, Cp, Sp, Gn	Qz	vein	0	75W	100 x 1	Gd	Chl, Kao	s	-	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
76	Gualchagua	7782416	492364	Cu	Cup, Chrysoc, Cu-oxi	-	vein	60	90	-	Chacarilla F. (Jur)	?	s	-	Vein and Irregular-Cu	11,12
77	Columtuca	7779416	496236	Cu	Cc, Py, Chrysoc	Tou	irregular vein	NW	-	-	Gd	Kao	-	-	Vein and Irregular-Cu	11,12
78	Sagasca, Molibdeno Cerro Colorado	7770192	462693	Cu,Mo	Chrysoc	-	stockwork, dissemination : exotic	-	-	Thickness: 10-30	Conglomerate (Altos de Pica F.)	-	>10	Cu 2.5%	Porphyry-Cu,Mo	6,12
79	Sagasca	7767871	464475	Cu	-	-	irregular, pocket	-	-	-	-	-	s	-	Vein and Irregular-Cu	12
80	Mina Pila	7772025	491127	Zn,Pb,Sb,As,Cu	Sp, Gn, Py, Stib, Apy, Cp	Qz, Ba, Cal	vein	340	45NE	300 x (1-2)	Meta-ad. (Mesoz)	Chl, Epi, Kao	Probable: 0.01	Au 2.9g/t, Ag 550g/t, Pb 3.3%	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
81	Mollaca, Río Tinto S	7772986	479410	Cu,Ag	-	-	vein	-	-	-	-	-	s	-	Vein and Irregular-Cu	12
82	Yabricoya	7774217	492227	Zn,Pb,Cu,Sb,Ag	Sp, Gn, Py, Cp, Stib, Arg?	Qz, Ba	vein	300	80NE	wd: 0.5	Gd-po, Di	Kao	s	gallery 380m: Ag 310g/t, Pb 3%	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
83	Río Tinto	7774761	483380	Cu	Cc, Teno, Chrysoc, Hem	Qz, Tou	vein	65	70SE	250 x (0.6-1)	Gd	Kao	s	U/G: Cu 12.8%, Ag 50g/t, Au 0.4g/t	Vein and Irregular-Cu	12
84	Río Tinto Norte	7776014	483168	Cu	Cp, Bn, Py, Chrysoc, Teno	Tou	vein	70	35N	(50-60) x 0.5	Gd	Chl, Kao	s	-	Vein and Irregular-Cu	12
85	Luisa	7776910	486755	Pb,Cu,Zn	Gn, Tet, Sp, Py, Angl, Chrysoc	Tou, Qz, Ba	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	Luisa de Canulpa	7776423	485783	Ag,Au,Pb,Zn	-	-	vein	-	-	-	-	-	s	-	Vein-Ag,Pb,Zn	12
87	Zoila Rosa	7774655	489652	Cu,Ag,Pb,Zn,Au	Gn, Py	Cal	vein	330	30NE	20 x 0.7	Ad, Gd	?	s	gallery 20m & incline 30m: Au 8-1.6g/t, Ag 92-630g/t, Pb 1.6-3.5%	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
88	Aguada, San Felix, Rosario, Fortuna	7774545	491638	Cu,Ag,Pb,Zn	-	-	vein	-	-	-	-	-	s	-	Vein-Ag,Pb,Zn	12
89	Tigre-San Carlos	7773463	490112	Cu	Cc, Cup, Native Cu, Chrysoc, Teno, Cp	Tou	breccia pipe	-	-	-	Meta-ad, Gd	Tou	s	-	Porphyry-Cu	11,12
90	Labranza	7770113	495967	Cu	Py, Cp	-	vein	90	40S	wd: 0.5	Gd, Rhyo-po	Kao	>0.01	dump: Au 5-10g/t, Ag 60g/t, Cu 3.5%	Vein and Irregular-Cu	11,12
91	Santiago	7769899	495716	Cu	-	-	vein	-	-	-	-	-	s	-	Vein and Irregular-Cu	12
92	La Planada	7770086	492991	Cu,Au,Mo	Mo, Py, Cp, Cc, Cov, Cup, Chrysoc, Hem	Tou, Qz	breccia pipe, porphyry copper	-	-	-	Rhyodac-po	Ser(marginal), kao(central)	m	Cu 20%	Porphyry-Cu,Mo	11,12
93	Infiernillo	7769188	484605	Cu	Cc, Hem, Chrysoc	Qz	irregular vein	NW	90	-	Ad, congl.	Epi	-	-	Vein and Irregular-Cu	11,12
94	Hundida	7769089	492444	Cu	Chrysoc, Mal, Cc, Cup	Tou, Qz	dissemination, irregular, breccia	NNW	-	140 x ?	Rhyodac-po	fresh	-	-	Porphyry-Cu	11,12
95	Arauco	7768622	492700	Cu	Cup, Cc, Chrysoc, Mal	Tou, Qz	breccia pipe	-	-	-	Rhyodac-po	Tou, Chl	-	gallery 10m: Cu 14.8%, Au 1.5g/t, Ag 13g/t	Porphyry-Cu	11,12
96	Sofia	7767535	487512	Ag (Au,Pb,Zn)	Chrysoc	Qz	? (oxide Cu)	-	-	-	Congl, Ad	?	s	pit & adit 70m: Cu 5-6%	Unknown-Ag,Pb,Zn	11,12
97	Jauja	7772794	485348	Ag,Au,Pb,Zn,As,Cu	Py, Apy, Sp, Cp, Bn, Tet, Gn	Qz, Cal	vein	290-315	60-75SW	250 x (0.5-1.5)	Di	Kao	0.01	U/G: Au 5.4g/t, Ag 476g/t, Pb 7%, Zn 15%	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
98	Río Tinto S, Jauja	7766238	481821	Cu,Ag,Au,Pb,Zn	-	-	vein	-	-	-	-	-	s	-	Vein-Ag,Pb,Zn	11,12
99	Sitilca	7764884	492559	Cu,Au	Py, Cp, hem, Chrysoc	Qz	vein	0	50W	150 x 0.2	Sedim. & volcanics (Cret)	?	s	Adits: Cu 5%, Au 20g/t	Vein and Irregular-Cu	11,12
100	Carmela	7729293	440784	Fe	-	-	vein	-	-	-	-	-	s	-	Vein and Irregular-Fe	12
101	Vicuna de Punta Malla, Punta Malla II	7729939	518662	Ag,Cu	Gn, Cu-oxi, Hem, Lim	Qz	vein	10	60N	200 x 0.5	Ss, Rhy dyke	-	s	Cu 5.7%, Ag 105g/t	Vein and Irregular-Cu	12,13
102	Punta Malla	7729497	518349	Ag,Cu	Mal, Azur, Hem	-	vein	300	76N	10 x 0.8	Ad	-	s	-	Vein and Irregular-Cu	13
103	Empexa (Alona)	7718107	502292	Cu	Cu-oxi, Hem	Qz	vein	0	30E	100 x 0.4	Ad	-	s	Cu 4%	Vein and Irregular-Cu	12,13
104	Caballuno	7712902	511665	Cu	Cp, Cc, Cu-oxi, Py, Hem	Qz	vein	0	70E	120 x 1	Ad(Paleoz), Gd(Tert)	Prop, Clay	s	Oxi. Ore: Cu 5%	Vein and Irregular-Cu	12,13
105	Longacho	7710893	526347	Cu	Chrysoc, Mal, Lim, Hem	-	-	90	70S	wd: 0.5-1	Gd	-	-	-	Unknown-Cu	13
106	San Antonio	7706930	502291	Ag	Mn-oxi, Lim	Qz	-	320	30N	wd: 1	Ad	-	-	Ag 1762g/t	Unknown-Ag,Pb,Zn	13
107	Rosario, (Cerro Campana)	7705823	504060	Au	Au, Lim, Hem	Qz	vein	70	48N	-	Gd, Dac-po: Tert	Clay, Sil	s	-	Vein-Au	12,13
108	Carmen	7706598	501770	Au	Au, Lim	Qz	vein	310	60N	50 x 0.3	Ad	-	s	Au 2.5g/t	Vein-Au	13
109	San Miguel	7701499	516132	Au,Ag,Cu,Pb,Zn	Gn, Cp, Bn, Cu-oxi	-	vein	90	80S	70 x 1	Gd	-	s	Pb 2.25%, Au 2g/t	Vein-Ag,Pb,Zn	12,13
110	Pasaca	7698399	517066	Au,Ag,Cu	Ag, Au, Cu-oxi	-	vein	80	80S	100 x ?	Gd	-	s	Ag 87g/t	Vein and Irregular-Cu	12,13
111	Pastillas	7697712	532986	Au	Au	Qz	vein	0	80E	800 x 3	Gr	-	s	-	Vein-Au	12,13
112	Vicuna	7696292	520810	Mn	Mn-oxi, Lim	Ba	-	320	60N	wd: 1	Dac	-	-	-	Unknown-Mn	13
113	Majala	7690992	495631	Cu	-	-	no record	-	-	-	-	-	-	-	Unknown-Cu	12
114	Copacquire, (Establecimiento Copacquire, Quebrada Huiquintipa), Sulfatos	7687116	511023	Mo,Cu	Chalcantite, Atac, Au, (Cp, Py)	-	stockwork	0	-	Altered zone: 2500 x 600	Gd, Gd/Monz-po, Altered qz(dac)-po : E.Tert	Center: Qz-Ser, Bio, Periphery: Py, Sil, Epi	m	Copacquire: 27million t - Mo 0.077%, Sulfatos: Cu 0.5-1.6%, Mo 95g/t	Porphyry-Cu,Mo	12,13
115	Condor	7686337	515598	Cu	Cu-oxi	Qz	-	15	90	-	Ad	-	-	Cu 2-3%	Unknown-Cu	13
116	Flor de Tarapaca (Alta)	7691758	518100	Ag,Pb,Cu	Gn, Cu-oxi, Ag, Hem	Ba	vein	65	85S	150 x 0.5	Ad	-	s	Pb 4.9%, Ag 493g/t	Vein-Ag,Pb,Zn	12,13
117	Flor de Tarapaca Baja	7691757	519036	Pb,Cu,Ag	Gn, Cp, Arg, Cerus, Cu-oxi, Py	Qz	vein	75	80N	1 x 1	Ad	-	s	-	Vein-Ag,Pb,Zn	13
118	Malta	7685015	507694	Mo	Mo, Cp, Cu-oxi, Py	Gyp	vein	315	55S	300 x 1.5	Gd	-	s	Mo 0.3%	Vein-Mo	12,13
119	Colcol	7684131	503119	Ag,Pb,Zn,Cu	Gn, Sp, Arg, Cu-oxi, Lim	Qz	vein	90	55S	100 x 0.5	Red ss	-	s	Pb 30%, Ag 300g/t	Vein-Ag,Pb,Zn	12,13
120	Hunquintipa	7681456	525053	Ag,Pb	Gn	Ba	vein	75	43NW	50 x 0.3	Ad	-	-	Ag 75g/t	Vein-Ag,Pb,Zn	13
121	Hunquintipa	7682682	518298	Cu	-	-	irregular, pocket: exotic	-	-	-	Gravel	-	s	-	Vein and Irregular-Cu	12
122	Hunquintipa	7683558	525680	Cu	-	-	no record	-	-	-	-	-	8	Cu 1.43%	Unknown-Cu	4,12
123	Lolon	7681091	458522	Ag,Au,Pb	-	-	vein	-	-	-	-	-	s	-	Vein-Ag,Pb,Zn	12
124	Challacollo	7682210	463614	Ag	-	-	vein	-	-	-	-	-	s	-	Vein-Ag,Pb,Zn	12
125	San Guillermo de Catigna, Catigna	7679813	491996	Cu	-	-	vein	-	-	-	-	-	s	-	Vein-Ag,Pb,Zn	12
126	Las Porfidadas	7679482	495426	Cu	-	-	vein	-	-	-	-	-	s	-	Vein and Irregular-Cu	12
127	Yamincha	7681586	500208	Cu, Mn	Cu-oxi	-	vein	30	65S	-	Red ss, Ad dyke	-	s	-	Vein and Irregular-Cu	12,13
128	Abundancia, Aurora, Carmen, Quebrada Blanca	7674166	512158	Cu	-	-	vein	-	-	-	-	-	s	-	Vein and Irregular-Cu	12
129	Aurora	7680021	522868	Cu	-	-	vein	-	-	-	-	-	s	-	Vein and Irregular-Cu	12
130	Tarapaca	7680008	530768	Cu, Au?	Chrysoc, Au?, Specu, Lim	Qz	vein/stockwork	340	90	60 x 4.5	Ad, Dac-po	-	-	-	Porphyry-Cu,Au	12,13
131	Don Manuel	7679677	529936	Au, Mn	Au, Mn-oxi, Lim	Qz	vein/stockwork	0-342	90	470 x 1.5	Ad	-	-	-	Vein-Au	12,13
132	Esperanza	7679012	530455	Cu, Au	Chrysoc, Atac, Turq, Chenev, Au	-	vein/stockwork	336	90	Wd: 1-3	Dac-po	-	-	-	Porphyry-Cu,Au	12,13

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

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	E													
133	Forasteras	7678791	530246	Au,Cu	Au, Mal, Chrysoc, Chenev, Lim	Qz	vein	312	70S	Wd: 1-4	Dac-po		-	-	Vein and Irregular-Cu	12,13
134	Anita	7678349	530038	Au, Ag	Au, Specu, Lim	Qz	vein	20	63N	800 x 2	Dac-po		Possible: 1	Au 7.6g/t, Ag 100g/t	Vein-Au	12,13
135	Rosario (Collahuasi)	7681321	531544	Cu,Mo	Cp, Cc, Mo, Chrysoc, Mal, Py, Lim Alongside but higher than porph. Cu: En	Qz	vein/stockwork	NW-SE	-	Altered zone: 2500 x 1000	Dac-po(Olig)	Ser, Prop, (U/G: Mt, Bio, Kf, Chl) Alongside but higher than Por. Cu: (Qz-Alu)	Rosario, supergene enriched ore:50 Rosario, primary ore: 710	Cu 1.5% Cu 0.93%	Porphyry-Cu,Mo	3,4,9,12,13
136	Ujina (Collahuasi)	7679299	537701	Cu			stockwork						supergene enriched ore:100 Ujina, primary ore: 1266	Cu 2% Cu 0.78%	Porphyry-Cu	3,4
137	Venus	7680891	532121	Cu	Cp, Cc, Bn, Chrysoc, Mal, Py, Lim	Qz	vein/stockwork?	-	-	-	Dac-po, Ad				Porphyry-Cu	12,13
138	Ponderosa	7680448	532225	Cu	Cp, Bn, Tet, Cc, Chrysoc, Mal, Py, Lim	Qz	stockwork?	320	70S	wd: 13	Dac-po		Possible: 0.5	Cu 8%, Ag 60g/t, Au 1g/t	Porphyry-Cu	12,13
139	San Carlos	7680226	532432	Cu	Cp, Bn, Cc, Chrysoc, Turq, Py, Lim	Qz		300	73S	wd: 9	Altered po			Cu 18.7%	Unknown-Cu	12,13
140	Jilguero	7679008	532534	Cu	Chrysoc, Mal, Lim	Qz	vein?	330	90	wd: 1.5	Gd-po				Vein and Irregular-Cu	12,13
141	Tinque	7678788	531806	Cu	Chrysoc, Mal, Lim	-	vein?	-	-	-	Dac-po				Vein and Irregular-Cu	12,13
142	Las Granadas	7673614	490544	Cu			vein						s		Vein and Irregular-Cu	12
143	Quebrada Blanca	7678106	520079	Cu,Mo	Lim, Py, Cp, Mo, Bn, Cu-oxi		stockwork			Altered zone: 7km ² , Mineralized zone (E-W): 2000 x 1000m Leached zone: 80-100m, Sec. Enriched zone: 30-100m	Qz-Monz(Olig), Dac/Rhyo-po	Prop. Clay, Qz-Ser, Sil, Bio, (Kf), Tou	supergene enriched ore: 90 primary ore: 400	Cu 1.3%, Cu 0.5%, Au 0.1g/t, Ag 1-2g/t, Mo 0.015%	Porphyry-Cu,Mo	2,3,7,12
144	Yareta, Yaretita	7675704	523174	Ag,Au,Mn			vein						s		Vein-Au	12
145	Jovita	7681561	528484	Cu	Cc, Bn, Cov, Chrysoc, Mal	-	vein	NW	90	-	Altered po		s		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	vein	280	90S	100 x 0.5	Gd		s	Mn 15.3%, Ag 806g/t, Au 2.37g/t	Vein-Au	12,13
148	Moctezuma, (Borracha)	7674922	527538	Ag, Au,Cu,Mn	Psilomelane, Pyrolusite		vein	350	80S	300 x 2	Dac-po, Ad		>2	Mn 10%, Ag 250g/t, Au 2g/t	Vein-Au	12,13
149	San Nicolas	7679902	527962	Cu, Mn, Au	Chrysoc, Atac, Mn-oxi, Lim	Qz	vein	300	90	600 x 5	Dac		-		Vein and Irregular-Cu	12,13
150	Anita	7664311	482242	Cu,Au			vein						s		Vein and Irregular-Cu	12
151	Sud-America	7678349	529830	Cu	Chrysoc, Mal, Turq, Chenev, Au, Lim, Mn-oxi	Qz	vein	10	80W	400 x 1	Dac-po		-		Vein and Irregular-Cu	12,13
152	Pergolesi	7678238	530038	Cu	Cp, Cc, Chrysoc, Mal, Au, Py, Lim	Qz	vein	30	70N	wd: 5	Ad, Tuff		-		Vein and Irregular-Cu	12,13
153	Delirio	7678127	530349	Cu, Au	Cp, Cc, Chrysoc, Mal, Au, Py, Lim	Qz	vein	0	90	wd: 4	Ad, Dac-po		-		Vein and Irregular-Cu	12,13
154	Los Caciques	7677904	531492	Au	Au, Lim, Mn-oxi	Qz	vein	339	90	wd: 1	Dac		-		Vein-Au	12,13
155	Japonesa	7677575	529725	Cu	Cp, Cov, Enar, Chrysoc, Chenev, Py, Lim	Qz	vein	NW	90	wd: 0.3	Dac, Ad		-		Vein and Irregular-Cu	12,13
156	La Borracha	7677353	530036	Cu	Chrysoc, Atac, Lim	Qz	vein	350	40E	wd: 1	Ad		-		Vein and Irregular-Cu	12,13
157	Dulcinea	7676467	530242	Cu	Chrysoc, Mal, Lim	Qz	vein	320	75N	wd: 1	Rhy-po		-		Vein and Irregular-Cu	12,13
158	Quilahuena	7661652	480064	Cu,AU	Chrysoc, Au, Lim	Qz	vein	32	69E	40 x 2	Cret (contact of Gd)		Probable: 0.002, Possible: 0.006	?	Vein and Irregular-Cu	10,12
159	Pirula	7666309	489718	Ag,Pb			no record								Unknown-Ag,Pb,Zn	12
160	Capona, (Quebrada de Mani)	7668524	492625	Au,Ag,Cu	Gn, Py, Lim, Chalcantite	Gyp	vein	100	80N	200 x (0.1-0.7)	Jur, Tert		Probable: 0.002	Ag 15-1000g/t, Pb 1-36%	Vein and Irregular-Cu	10,12
161	Oiga, Lorena, Caniqueta	7668305	502181	Cu,Au			stockwork						s		Porphyry-Cu,Au	12
162	Julia	7665195	518486	Cu			no record								Unknown-Cu	12
163	Tres Marias, (La Peruana)	7665185	526379	Cu	Cu-oxi	-	vein	45	90	wd: 1-2	Gd		s		Vein and Irregular-Cu	12
164	Gales	7665183	527210	Cu	Cu-oxi	-	vein	305	90	wd: 1	Rhy-po		s		Vein and Irregular-Cu	12
165	La Esperanza	7663970	524923	Cu	Cu-oxi	-	vein	-	-	4 x 1	Gd		s		Vein and Irregular-Cu	12
166	Conacona	7661971	528970	Au			vein						s		Vein-Au	12
167	Macata	7658894	510381	Cu			no record								Unknown-Cu	12
168	Chocal	7651477	512452	Au			no record								Unknown-Au	12
169	Jovita	7671392	519844	Cu			vein						s		Vein and Irregular-Cu	12
170	Santa Rosa (Queen Elizabeth)	7801352	501079	Cu			vein, stockwork						s		Porphyry-Cu	12
171	Cucho (Queen Elizabeth)	7803746	503302	Cu			vein, stockwork						s		Porphyry-Cu	12
172	Jamiralla	7981042	427199	Cu,Au	Chrysoc, Atac, Cc, Cup, Mal, Chalcantite, Native Cu-Au	Tou, Qz	vein	0, 90		wd: <1/ 50 x 5	Gd	Ser, Kao, Lim, Qz, Tou	s		Porphyry-Cu,Au	8,12
173	Camina	7867125	459305	Cu	Mal, Chrysoc	Qz	vein				Di-po				Vein and Irregular-Cu	
174	Poroma	7803463	482145	Cu		Cal	vein			Wd: 0.05	Vol. Bre.				Vein and Irregular-Cu	
175	Chusmisa	7831208	478252	Cu	Chrysoc, Antl, Cerus	Qz, Tou	vein	N40W	75-80NE	Wd: 2.5	Gd	Ser			Vein and Irregular-Cu	

Abbreviation (Table 1-3-2) (4)

<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	Propyritization
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 Ulriksen C. (1990)
- 13 Vergana H, and Thomas A. (1984)

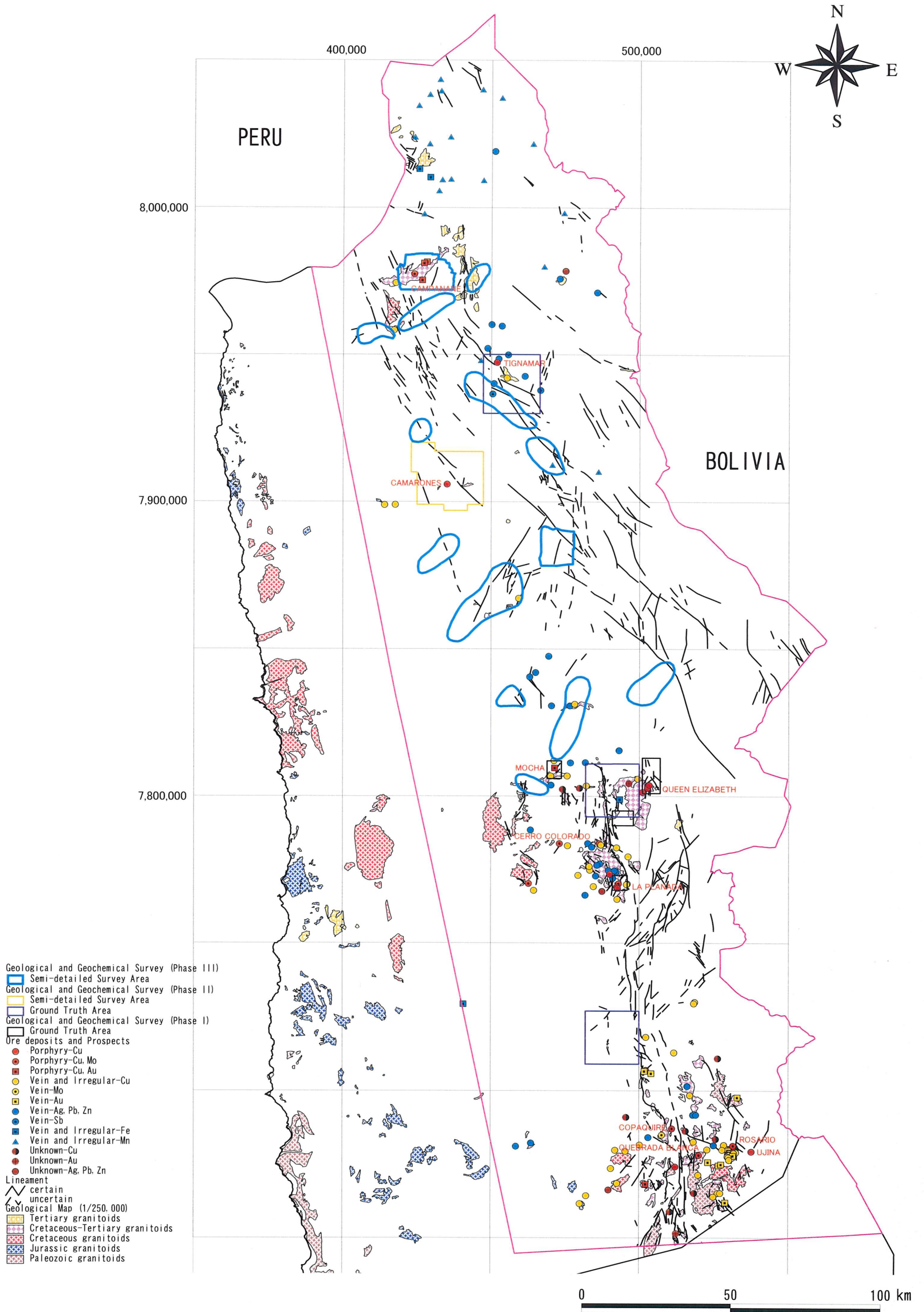


Fig. 1-3-2 Relationship among Granitoids, Ore deposits and Prospects in the Study Area

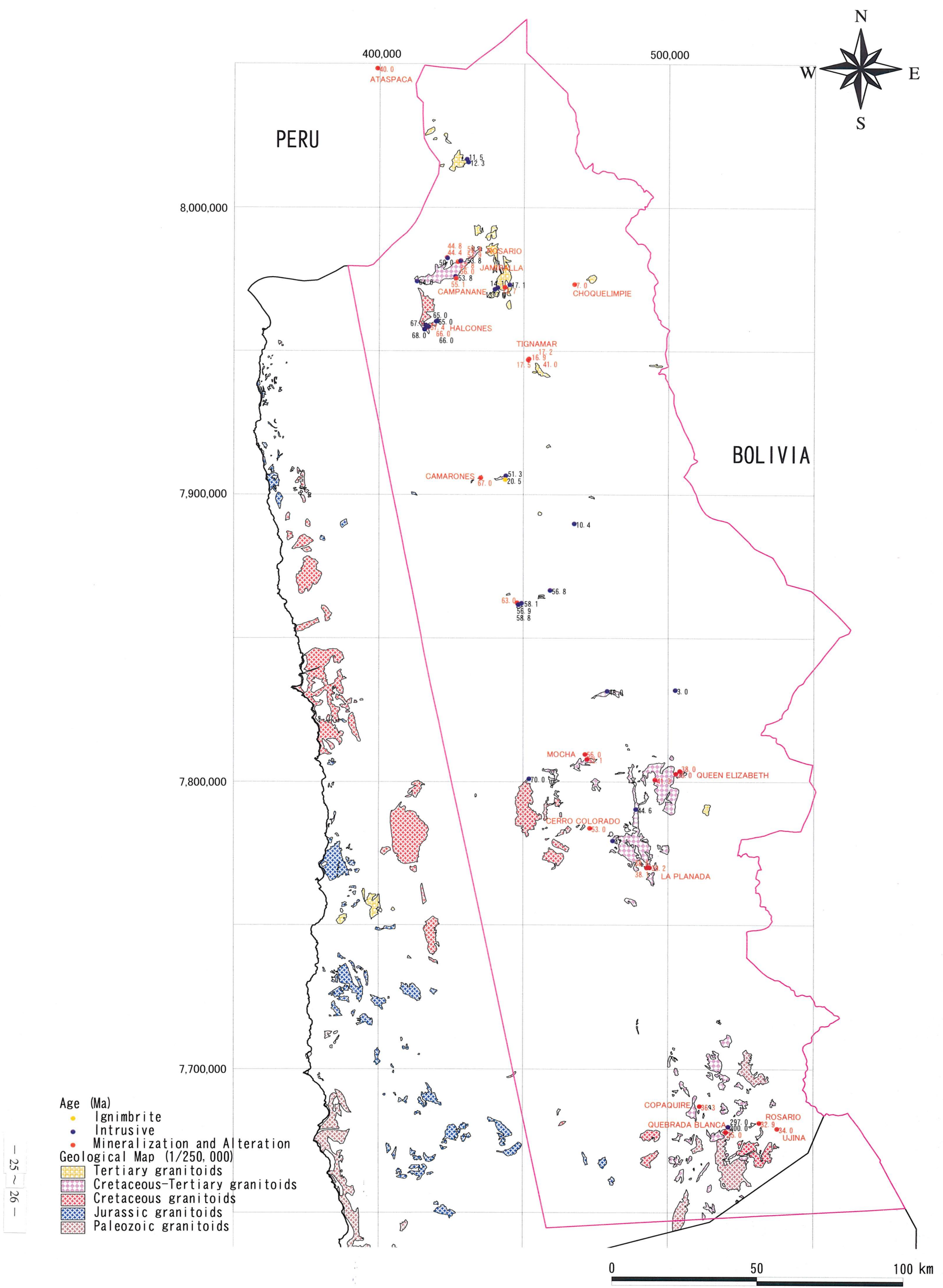
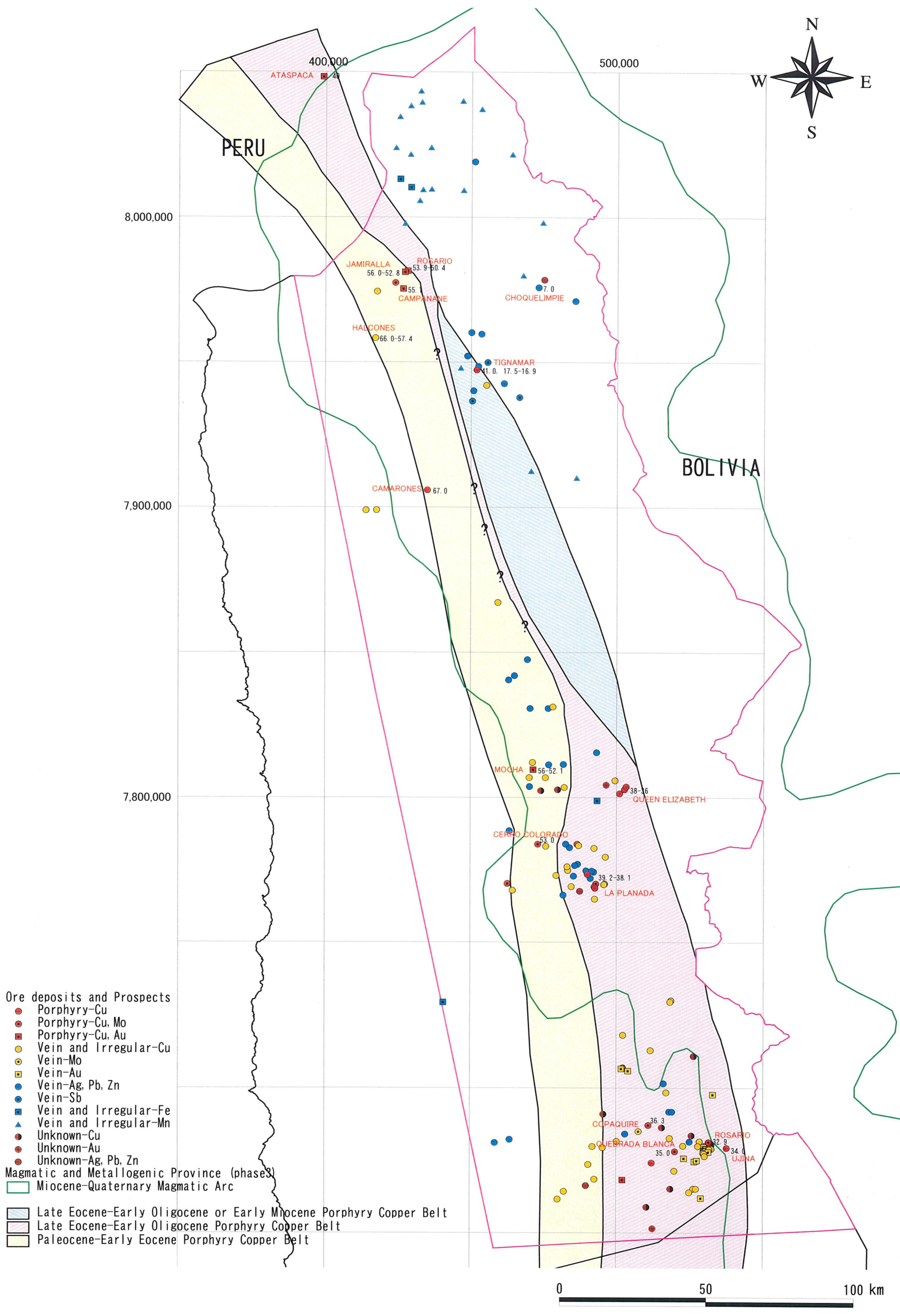


Fig. 1-3-3 Compiled Distribution Map of Radiometric Age in the Study Area



- 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
 - Unknown-Cu
 - Unknown-Au
 - Unknown-Ag, Pb, Zn
- Magmatic and Metallogenic Province (phases)
- Miocene-Quaternary Magmatic Arc
 - Late Eocene-Early Oligocene or Early Miocene Porphyry Copper Belt
 - Late Eocene-Early Oligocene Porphyry Copper Belt
 - Paleocene-Early Eocene Porphyry Copper Belt

Fig. 1-3-4 Magmatic and Metallogenic Province in the Region I Area