

**ボリビア共和国ヤニ・ペレチュコ地域
資源開発協力基礎調査報告書
第3年次**

平成 17 年 3 月
(2005年)

は し が き

日本国政府はボリビア共和国政府の要請に応え、同国のヤニ・ペレチュコ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、既存データ解析、衛星画像解析および地化学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（現、独立行政法人国際協力機構）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（現、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）に委託することとした。

本調査は平成 14 年度を第 1 年次とする第 3 年次にあたり、金属鉱業事業団は、平成 16 年 8 月 21 日から平成 16 年 11 月 19 日までの地質調査、地化学探査のために、5 名の調査団を編成し派遣した。現地調査は、ボリビア共和国政府機関、鉱山冶金副省地質鉱山局（Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas : SERGEOTECMIN, 旧 SERGEOMIN）の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は第 3 年次の調査結果をとりまとめたものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたボリビア共和国政府関係機関ならびに外務省、経済産業省、在ボリビア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 17 年 2 月

独立行政法人国際協力機構

担当理事 井 沢 正

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

理事長 大 澤 秀 次 郎

資源開発協力基礎調査報告書
第3年次

目 次

は し が き
要 約
調査地域位置図

第 I 部 総 論

第1章 序 論

| | | |
|-------|--------------|---|
| 1-1 | 調査の経緯 | 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2年次調査の提言 | 3 |
| 1-3 | 第3年次調査の概要 | 3 |
| 1-3-1 | 調査地区 | 3 |
| 1-3-2 | 調査目的 | 5 |
| 1-3-3 | 調査方法 | 5 |
| 1-3-4 | 調査団の編成 | 5 |
| 1-3-5 | 調査期間及び調査量 | 5 |

第2章 調査地域の地理

| | | |
|-----|--------|---|
| 2-1 | 地形及び水系 | 7 |
| 2-2 | 気候及び植生 | 7 |

第3章 一般地質

| | | |
|-----|-----------|---|
| 3-1 | 地質概要 | 8 |
| 3-2 | 既知鉱床・鉱徴概要 | 8 |

第 II 部 各 論

第1章 地質調査(準精査)・地化学探査結果

| | | |
|-----|---------|----|
| 1-1 | ペレチュコ地区 | 13 |
| 1-2 | イロ・イロ地区 | 25 |
| 1-3 | アウカパタ地区 | 37 |
| 1-4 | タカコマ地区 | 49 |

第2章 総合検討

| | | |
|-----|------|----|
| 2-1 | 地 質 | 58 |
| 2-2 | 火成活動 | 58 |

| | | |
|-----|------------------|----|
| 2-3 | 変成作用 (石墨化度、X線回折) | 58 |
| 2-4 | 鉍化作用 | 60 |
| 2-5 | 結 論 | 66 |

第 III 部 結 論 及 び 提 言

| | | |
|-----|--------|----|
| 第1章 | 結 論 | 73 |
| 第2章 | 将来への提言 | 75 |

| | |
|------|----|
| 参考文献 | 77 |
|------|----|

【挿入図目次】

| | | |
|--------|--|-----|
| 第1図 | 調査地域位置図 | (3) |
| 第2図 | 調査地区位置図 | 4 |
| 第3図 | 広域地質概略図 | 9 |
| 第4図 | 模式層序図 | 10 |
| 第5図 | 調査地域地質図 | 11 |
| 第6図 | 既知鉱徴分布図 | 12 |
| 第7図 | ペレチュコ地区地質図 | 14 |
| 第8図 | 地質断面図 | 15 |
| 第9-1図 | ペレチュコ地区鉱石分析結果(Au品位分布図) | 16 |
| 第9-2図 | ペレチュコ地区鉱石分析結果(Cu品位分布図) | 17 |
| 第10図 | ペレチュコ地区流体包有物測定結果図 | 19 |
| 第11-1図 | ペレチュコ地区岩石地化学探査多変量解析因子得点分布図(Auグループ) | 21 |
| 第11-2図 | ペレチュコ地区岩石地化学探査多変量解析因子得点分布図(Cuグループ) | 22 |
| 第12図 | ペレチュコ地区X線解析結果図 | 23 |
| 第13図 | ペレチュコ地区石墨化度分布図 | 24 |
| 第14図 | イロ・イロ地区地質図 | 26 |
| 第15-1図 | イロ・イロ地区鉱石分析結果(Au品位分布図) | 28 |
| 第15-2図 | イロ・イロ地区鉱石分析結果(Cu品位分布図) | 29 |
| 第16図 | イロ・イロ地区流体包有物測定結果図 | 31 |
| 第17-1図 | イロ・イロ地区岩石地化学探査多変量解析因子得点分布図(Auグループ) | 33 |
| 第17-2図 | イロ・イロ地区岩石地化学探査多変量解析因子得点分布図(Cuグループ) | 34 |
| 第18図 | イロ・イロ地区X線解析結果図 | 35 |
| 第19図 | イロ・イロ地区石墨化度分布図 | 36 |
| 第20図 | アウカパタ地区地質図 | 38 |
| 第21-1図 | アウカパタ地区鉱石分析結果(Au品位分布図) | 40 |
| 第21-2図 | アウカパタ地区鉱石分析結果(Cu品位分布図) | 41 |
| 第22図 | アウカパタ地区流体包有物測定結果図 | 43 |
| 第23-1図 | アウカパタ地区土壤地化学探査多変量解析因子得点分布図(Auグループ) | 45 |
| 第23-2図 | アウカパタ地区土壤地化学探査多変量解析因子得点分布図(Cuグループ) | 46 |
| 第24図 | アウカパタ地区ワンコ区域地質図 | 47 |
| 第25図 | アウカパタ地区ワンコ区域地質断面図 | 48 |
| 第26-1図 | アウカパタ地区ワンコ区域鉱石分析結果(Au品位分布図) | 50 |
| 第26-2図 | アウカパタ地区ワンコ区域鉱石分析結果(Cu品位分布図) | 51 |
| 第27図 | タカコマ地区地質図 | 52 |
| 第28-1図 | タカコマ地区鉱石分析結果(Au品位分布図) | 54 |
| 第28-2図 | タカコマ地区鉱石分析結果(Cu品位分布図) | 55 |
| 第29図 | タカコマ地区流体包有物測定結果図 | 57 |
| 第30図 | マグマ活動期と鉱化・変質作用時期 | 59 |
| 第31図 | アウカパタータカコマ地区流体包有物均質化温度分布図 | 63 |
| 第32-1図 | 流体包有物の均質化温度と塩濃度の関係図(Pelechuco～Hilo Hilo) | 64 |
| 第32-2図 | 流体包有物の均質化温度と塩濃度の関係図(Aucapata～Tacacoma) | 64 |
| 第33-1図 | ペレチュコ地区総合解析図 | 68 |

| | | |
|----------|--------------|----|
| 第 33-2 図 | イロ・イロ地区総合解析図 | 69 |
| 第 33-3 図 | アウカパタ地区総合解析図 | 70 |
| 第 33-4 図 | タカコマ地区総合解析図 | 72 |

【挿入表目次】

| | | |
|------|---------------------------------------|----|
| 第1表 | 現地調査団----- | 5 |
| 第2表 | 調査期間----- | 6 |
| 第3表 | 調査数量----- | 6 |
| 第4表 | 月別平均降雨量----- | 7 |
| 第5表 | ペレチュコ地区流体包有物測定結果----- | 18 |
| 第6表 | 主成分分析結果（岩石）----- | 20 |
| 第7表 | ペレチュコ地区タイプ別流体包有物測定結果----- | 25 |
| 第8表 | イロ・イロ地区流体包有物測定結果----- | 30 |
| 第9表 | イロ・イロ地区タイプ別流体包有物測定結果----- | 37 |
| 第10表 | 化石鑑定結果（アウカパタ地区）----- | 37 |
| 第11表 | アウカパタ地区流体包有物測定結果----- | 42 |
| 第12表 | 主成分分析結果（土壌）----- | 44 |
| 第13表 | タカコマ地区流体包有物測定結果----- | 56 |
| 第14表 | 化石鑑定結果（カマタ部落）----- | 58 |
| 第15表 | マント型金鉱床の流体包有物測定値比較（ペレチュコイロ・イロ地区）----- | 61 |
| 第16表 | マント型金鉱床の流体包有物測定値比較（タカコマアウカパタ地区）----- | 62 |
| 第17表 | 鉱脈型石英の流体包有物測定値比較（タカコマアウカパタ地区）----- | 65 |

【巻末資料】

| | |
|--------|----------------------|
| 巻末資料1 | 室内試験試料データ一覧表 |
| 巻末資料2 | 試料採取位置図 |
| 巻末資料3 | 岩石薄片検鏡結果 |
| 巻末資料4 | 鉱石研磨片検鏡結果 |
| 巻末資料5 | X線回折結果 |
| 巻末資料6 | 流体包有物測定結果（均質化温度、塩濃度） |
| 巻末資料7 | 放射年代測定結果（K-Ar法） |
| 巻末資料8 | 鉱石品位分析結果 |
| 巻末資料9 | 土壌地化学探査分析結果 |
| 巻末資料10 | 岩石地化学探査分析結果 |
| 巻末資料11 | 石墨化度測定結果 |
| 巻末資料12 | 採取化石写真 |
| 巻末資料13 | 作業状況写真 |

【別添図】

| | |
|------|---------------------|
| 別添図1 | ペレチュコ地区地質図（縮尺1万分の1） |
| 別添図2 | イロ・イロ地区地質図（縮尺1万分の1） |
| 別添図3 | アウカパタ地区地質図（縮尺1万分の1） |
| 別添図4 | タカコマ地区地質図（縮尺1万分の1） |
| 別添図5 | タカコマ地区地質図（縮尺2千分の1） |
| 別添図6 | 地質断面図（縮尺1万分の1） |
| 別添図7 | 地質スケッチ |

要 約

本報告書はボリビア共和国ヤニ・ペレチュコ地域を対象に実施した資源開発協力基礎調査資源開発調査の第3年次の調査結果をとりまとめた報告書である。本調査は、対象地域において抽出された4地区に対し、地質状況および鉱床賦存状況を解明することにより新鉱床を発見することを目的とした。

本年次調査は、地化学探査を併用したさらに詳細な地質調査（準精査）が185km²の範囲で実施され、その結果をもとに引き続き地質精査が1.44km²の範囲で実施された。

本調査の実施により、新鉱床の発見には至らなかったが、以下のことが判明した。

(1) 鉱化作用

鉱化作用は、マント型金鉱床、マント型と同質の鉱脈型鉱床及び金-銅石英脈の鉱脈型鉱床が確認された。

マント型金鉱床の成因として南部・北部地域ともに、造山運動に伴われた広域変成・変形作用により同じ時期に形成された1種のオロジェニック金（**orogenic gold**）鉱床の可能性が指摘され、南部地域ではさらに、引き続き火成岩の貫入に伴う熱変成作用が影響を及ぼしたと推論される。

マント型鉱床は、地質構造が明瞭に確認された箇所では、背斜軸部に胚胎しており、背斜軸の存在が重要であることが再確認された。

（金）-銅石英脈として分布する脈状鉱床は、南部2地区に存在し、安山岩岩脈の年代測定から白亜紀後期のガリック世～セノニアン世の生成と推察され、地域内の多金属鉱化作用との関連がうかがえる。

そのほか、アウカパタ地区で貝化石が発見され、シルル紀-デボン紀と同定されたことから、シルル系-デボン系分布域が北東に広がった。同時に、従来デボン系に胚胎されるとされていたマント型金鉱床はシルル系-デボン系堆積岩中にも胚胎することが判明した。

(2) 岩石地化学探査

北部の2地区で、岩石の化学分析が実施されたが地化学異常は確認されなかった。

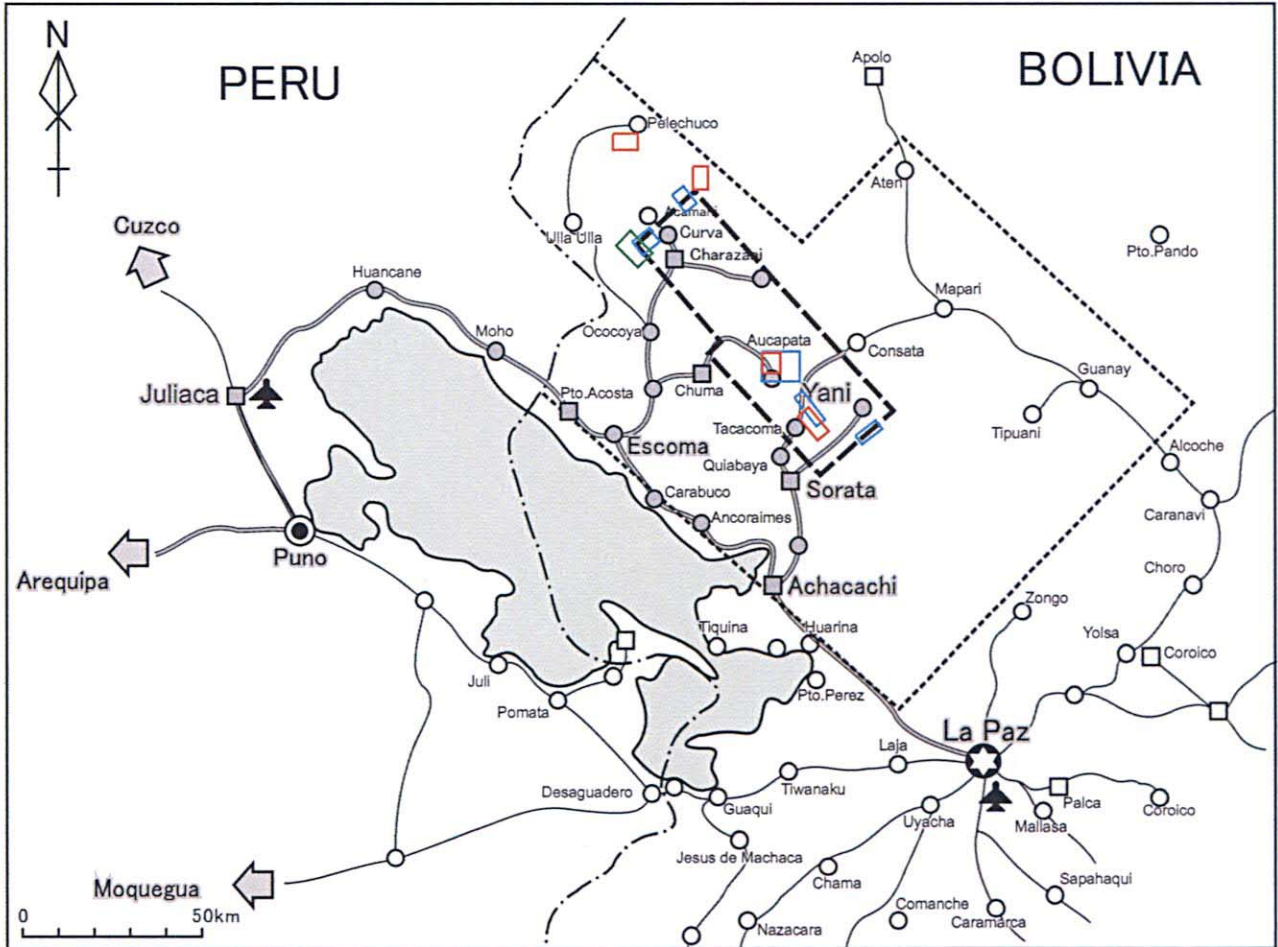
(3) 変成作用（石墨化度、X線解析）

岩石地化学探査と同じ試料を使用して、北部地域の熱履歴を解明するために石墨化度の測定と、変成度を確認するためにX線回折解析が実施された。

その結果変成相は低変成の緑色片岩相の緑泥石帯が確認されたが、その中の熱分布は一様でなく、北西-南東方向のトレンドは認められるものの、バラツキがあることが判明した。

マント型金鉱床は、成因の如何に関わらず、石墨化度で15～30（約400℃以下）の範囲に胚胎することが確認された。

両地域とも、マント型金鉱床が造山運動に伴われて形成された1種のオロジェニック金鉱床と考えることが可能で、本プロジェクト対象地域のさらに東部側でも同様な鉱化作用が期待される。その場合でも、背斜構造および石墨化度が探鉱の重要なファクターとなるだろう。



- ★ Capital
- City
- Town
- Village
- Study Area
- Field Survey Area (Phase I)
- Field Survey Area (Phase II Stage I)
- Field Survey Area (Phase II Stage II)
- Field Survey Area (Phase III)

第1図 調査地域位置図

Fig. 1 Ubicacion de la zona materia de estudio

第 I 部 総論

第1章 序論

1-1 調査の経緯

ボリビア共和国にとって鉱業は最も重要な基幹産業の一つではあるが、1985年の錫価格の暴落後その経済的位置付けは凋落の一途を辿り、GDPに占める鉱産物の割合は1980年の17.5%から2002年には4.3%にまで低下している。鉱産物の輸出額も3億US\$程度であり、輸出総額の23.3%を占めるに過ぎない。

ボリビア共和国は1,098,581 km²の広さを有し、西をペルーおよびチリ共和国、南をアルゼンチンおよびパラグアイ共和国、東および北をブラジル連邦共和国に囲まれた海岸線を持たない内陸国である。地形、地質区分及び金属鉱床生成区はいわゆるアンデストレンドに調和的な概ね北西-南東に平行な帯状の分布を示す。地形区分はチリ共和国との国境をなす西部アンデス山脈を西縁とし、アルティプラノ、東部アンデス山脈および東縁のブラジル盾状地に連なるチャコベニアナ平原の5単元に大別される。金属鉱床生成区は、西部アンデス山脈およびアルティプラノの多金属鉱床生成区、東部アンデス山脈西側の錫鉱床生成区、東部アンデス山脈東側の多金属鉱床生成区およびブラジル盾状地の含金マンガン鉱床生成区に大きく区分される。

調査対象地域は、ペルーと国境を接するボリビア北西部の南緯14°37'~16°24'、西経67°35'~69°22'間に位置し(第1図)、地勢上は、東部アンデス山脈に属する。上述の鉱床生成区と対応させれば、東部アンデス錫鉱床生成区および多金属鉱床生成区に属し、錫、金、タングステン、鉛・亜鉛等の鉱脈鉱床の賦存が知られているが、未だ組織的、系統的な調査・解析は実施されていない地域である。

ボリビア政府は、同地域における鉱業投資の促進に資するため、鉱床ポテンシャルの把握を目的とした協力調査の実施を日本政府に要請した。これを受け日本政府は、2002年10月に調査計画協議のための調査団を派遣し、同年10月16日にScope of Workに調印した。

Scope of Workに基づき、本調査は対象地域の衛星画像解析、既存データ解析および地化学探査を実施し、得られた結果を総合的に解析することにより、短期かつ効率的に鉱床賦存有望地区を抽出することを目的とする。同時に、相手国機関であるボリビア共和国地質鉱山局(SERGEOMIN、現 SERGEOTECMIN: Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas)に対して調査・解析手法の技術移転を図ることを目的とする。

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

調査地域では、小規模な多金属鉱床や錫-タングステン鉱床を除き、期待される金鉱床のタイプは、噴気性堆積(SEDEX)鉱床、層準規制を受けて胚胎母岩の層理にほぼ整合的に挟在される鉱層型鉱床(マント型鉱床)、鉱脈型鉱床および砂鉱床(氷河成、河成)などである。

噴気性堆積(SEDEX)鉱床は、層状の含金硫化物(硫砒鉄鉱-磁硫鉄鉱-黄鉄鉱)で特徴付けられ、ボリビア国境近くのペルー国リンコナダ(Rinconada)地区に認められるが規模的には小さい。

マント型金鉱床は、岩相的には低熱変成の堆積岩中に胚胎し、地質構造的には背斜軸部に多く胚胎しており、その発達には背斜軸の存在が重要である。

脈状金鉱床は、主にNW系石英脈とNE系石英脈が存在し、NE系断裂はNW系の構造を

乱していることから後期の生成と考えられる。化学分析結果ではNW系の石英脈の方に金鉱化作用が認められる傾向にある。

氷河成砂金鉱床は、スッチェス(Suches)湖畔にラ・ロカ(La Roca)鉱山として存在する。

以上の中で、対象地区で最も有望と見られる金鉱床はマント型金鉱床と言える。

マント型金鉱床は、低変成域内に存在するとされ、石墨化度ではほぼ15から30を示す範囲(中温域)に分布することが判明した。この中温域と沢砂地化探異常部が重複する箇所がマント型金鉱床胚胎の可能性の高い地区と考えられる。

各地区の鉱床賦存の可能性からみた結論は以下の通り。

ケジュワコタ(Quellhuacota)地区：

沢砂地化探結果や化学分析結果から、噴気性堆積(SEDEX)鉱床やヤナ・オルコ(Yana Orkho)鉱床以外のマント型鉱床賦存の可能性は低い。ペレチュコ(Pelechuco)からの鉱化圏の南西端に相当すると考えられ、地区北部～東部一帯に可能性がある。地区西部は多金属鉱床が存在する可能性がある。

チャラサニ西(Charazani W)地区：

地区の西部には二畳系堆積岩類が珪化変質を被っていたが、金等の濃集が認められない。また、貫入岩との接触部は肉眼的に変質が微弱でスカルン等の鉱床も形成されていない。沢砂地化探で金異常が広く認められ砂礫層からの供給が考えられたが、土壌中や表層部の砂礫中には顕著な濃集が確認されていない。金含有量の高い部分は削剥流出した可能性があるが、少し深い部分に存在していることも考えられ、依然として氷河成砂金鉱床が存在する可能性がある。

アウカパタ(Aucapata)地区：

西部のルクマヨ(Lucumayo)川に沿ってNW系の石英脈や、銅を伴う石英脈などの鉱徴も多く認められる。沢砂や岩石の化学分析結果、マント型金鉱床や脈状金鉱床が期待される。

東部は背斜軸や酸化帯が存在し、石墨化度も金鉱床胚胎に好都合な範囲内にあるが、沢砂地化学探査結果からは、金鉱床胚胎の可能性は低い。

タカコマ(Tacacoma)地区：

チフチンパヤ(Chijchimpaya)川に沿う沢砂中の金異常は、上流(南部)のサン・ビセンテ(SanVicente)鉱床等からのものと推察される。さらに南部は鉱床胚胎に好都合な石墨化度の範囲内にあり、マント型の金鉱床が期待される。また、中央部から南部にかけては金鉱化作用を伴うNW系の石英脈の存在の有無が鍵を握っている。

チュチュ・ハウイラ(Chuchu Jahuirra)地区：

黄鉄鉱の鉱染が認められるが、分析結果からは噴気性堆積鉱床(SEDEX)存在の可能性は低い。

沢砂地化探の結果から、ソンゴーヤニ(Zongo-Yani)花崗岩体と頁岩との接触部に金鉱化作用が考えられるが、花崗岩に接する箇所では高温変成域(石墨化度が高い)となっており、大規模金鉱床は期待出来ない。

以上の結果、アウカパタ地区の西部およびタカコマ地区の南部が有望区域と判断される。

広域調査からは、ペレチュコ地区、イロ・イロ(Hilo Hilo)地区およびケジュワクタ東地区がヤニ地区と類似の地化学異常を示すとともに、GD値が全体に高く20—30を占める範囲が広い。マント型鉱化作用が期待され、空間的にみてペレチュコ地区～ケジュワクタ地区は同一鉱化圏と解釈できる。

今年度の調査から、石墨化度が本地域内の花崗岩質マグマに関連して形成された鉱床の探査において有効であると考えられる。

1-2-2 第2年次調査の提言

第2年度調査により、アウカパタ西地区、タカコマ南地区の2地区およびペレチュコ地区～イロ・イロ地区～ケジュワクタ東地区の1地域が有望と考えられ、以下の調査が必要である。

アウカパタ西地区

本地区の西部は、鉱徴や地化学異常が点在する区域であり、マント型鉱床や脈状鉱床が期待される。したがって、岩石地化学探査を併用した詳細な地質調査の実施が必要である。また、断裂系と金鉱化作用の関係を確認することが重要である。

アウカパタ東部は、石墨化度がマント型鉱床に好都合な値を示しているが、沢砂の異常は沢の上流部に認められるに過ぎない。植生や地形が調査を非常に困難としているが、標高4,000m以上の植生の少ない地点からアプローチし、具体的な鉱徴を確認する必要がある。

タカコマ南地区

本地区の地化学高異常は上流(南部)のサン・ビセンテ鉱床等からの剝削によるものと思われる。南部で詳細な岩石地化学探査を併用した地質調査の実施が必要である。

中央部では、石英脈が多数存在することから、地質精査と化学分析により断裂系と金鉱化作用の関係を確認することが重要である。

ケジュワクタ東地区～イロ・イロ地区～ペレチュコ地区

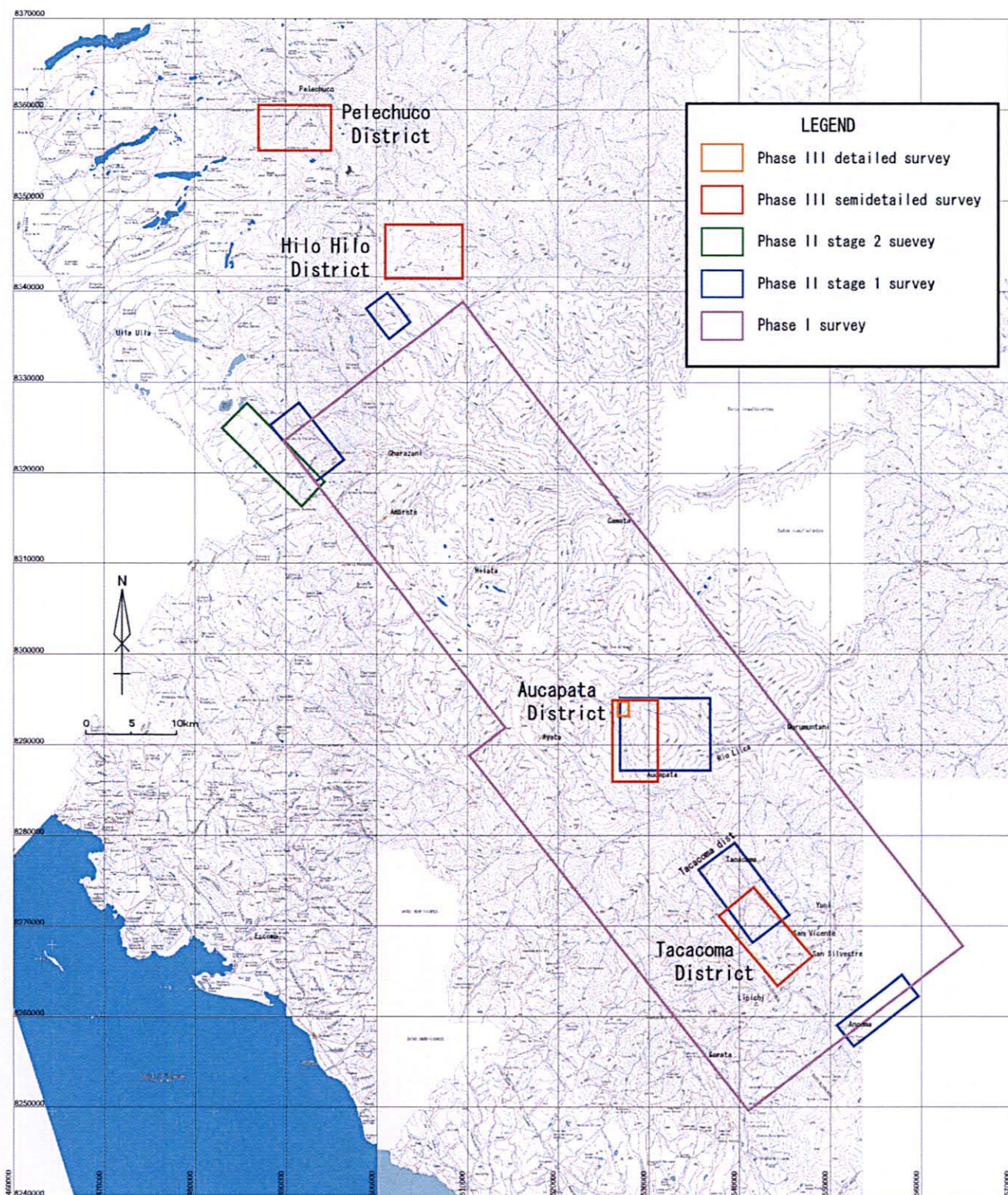
ケジュワクタ地区のヤナ・オルコ鉱床は北西部のペレチュコの金鉱床と同一の鉱化圏と考えられ、探鉱余地が拡大している。広域的な地質調査と岩石地化学探査を併用して、マント型鉱床賦存の可能性を検討することが望ましい。

本地域はアクセスが制限され且つ地形が急峻であるために調査が制限されるため、詳細な沢砂地化探も場所によっては必要と考える。

1-3 第3年次調査の概要

1-3-1 調査地区

第2年次までの調査で抽出された、アウカパタ、タカコマ、ペレチュコおよびイロ・イロの4地区で地質調査・地化学探査(土壌、岩石)が実施された(第2図)。



第2図 調査地区位置図

Fig. 2 Mapa de ubicacion del area del estudio

1-3-2 調査目的

調査地域内の地質状況および鉱床賦存状況を解明することにより新鉱床を発見することを目的とする。

1-3-3 調査方法

抽出された有望地区4地区でさらに詳細な地質調査（準精査）と地化学探査を実施するとともに、ペレチュコおよびイロ・イロの2地区で熱変遷履歴を推察するために石墨化度測定用岩石試料が追加採取された。

さらに、調査結果を受けてアウカパタ地区で地質精査が追加実施された。

代表的な地質单元および鉱石試料に付いては、試料採取を行い6×4×2cmに整形し、保管した。これらの中から薄片作製試料、鉱石研磨片試料、X線回折分析試料、流体包有物温度測定試料等の室内試験用試料を調整した。

岩石試料採取は、GPSでUTM座標および標高を測定記録し、各種データを記録しつつ、分析試料として2kgを目安として試料を採取した。

土壌試料採取は、河川、宅地および耕作地を除いた地点で実施し、地表から30～40cm深のB層を対象とした。各採取地点ではGPSでUTM座標および標高を測定記録し、地質、採取深度、土壌の色等各種データを記録した。

採取した試料はカナダのChemex分析所へ送付され分析された。

1-3-4 調査団の編成

調査団は日本人5名、ボリビア側カウンター・パート5名の総勢10名であった。

また、ペレチュコ地区の一部では、馬・ロバによるキャラバン調査を行った。

現地調査団の編成は、第1表のとおりである。

第1表 現地調査団

| 日本側 | | | ボリビア共和国側 | | |
|-------|-------|---------|-----------------------|-------|--------------|
| (氏名) | (役割) | (所属) | (氏名) | (役割) | (所属) |
| 橋本 守男 | 調査責任者 | MINDECO | Hector Vargas Santi | 調査責任者 | SERGEOTECMIN |
| 高見 明 | 地質調査 | MINDECO | Roberto Trigo | 地質調査 | SERGEOTECMIN |
| 武部 晃充 | 地質調査 | MINDECO | Jose Luis Argandoña | 地質調査 | SERGEOTECMIN |
| 浅利 金三 | 地質調査 | MINDECO | Oscar Almedas Alarcon | 地質調査 | SERGEOTECMIN |
| 勝野 豊 | 地質調査 | MINDECO | Bernardino Coronado | 地質調査 | SERGEOTECMIN |

(略称) MINDECO : 三井金属資源開発株式会社

SERGEOTECMIN : Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas

1-3-5 調査期間及び調査量

調査期間は第2表のとおりである。

第2表 調査期間

| | 2004年 | | | | | 2005年 | |
|-------------|---------------|-----------|-----|------------|-----|-------|---------|
| | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 |
| 計画・準備 | 10 — 20 | | | | | | |
| 動員・撤収 | 21-22 — | | | 17-19 — | | | |
| 現地調査 | 23 — | | | 16 — | | | |
| 解析 報告書作成 | | 25-1 — | | 9 — | | | 18 — |

調査数量は第3表のとおりである。

第3表 調査数量

| 調査内容 | 調査量 | |
|---|------|----------------------|
| 地質調査（準精査） | 調査面積 | 185km ² |
| <ul style="list-style-type: none"> ペレチュコ地区 イロ・イロ地区 アウカパタ地区 タカコマ地区 | | (40km ²) |
| | | (50km ²) |
| | | (45km ²) |
| | | (50km ²) |
| 踏査ルート長 | | 230km |
| 地質調査（精査） | | |
| アウカパタ地区 | | 1.44km ² |
| 踏査ルート長 | | 30km |
| 土壌分析試料 | 330 | 試料 |
| 岩石分析試料 | 130 | 試料 |
| 石墨化度測定試料 | 110 | 試料 |
| 鉍石分析試料 | 375 | 試料 |
| 岩石薄片試料 | 20 | 試料 |
| 鉍石研磨片試料 | 20 | 試料 |
| 粉末X線回折試料 | 110 | 試料 |
| 流体包有物均質化温度測定試料 | 40 | 試料 |
| 放射年代測定試料 | 6 | 試料 |

第2章 調査地域の地理

2-1 地形及び水系

ボリビア共和国の地形区分はチリ共和国との国境をなす西部アンデス山脈を西縁とし、東に向かいアルティプラノ、東部アンデス山脈および東縁のブラジル盾状地に連なるチャコ-ベニアナ平原の5単元に大別される。東部アンデス山脈は更に東部アンデス山系とその東のサブアンデス帯とに区分される。調査対象地域は中央部を東部アンデス山系が占め、西縁および東縁をそれぞれアルティプラノおよびサブアンデス帯の一部が位置する。本年度の地化学探査範囲は、東部アンデス山系脊梁部に位置する。

調査対象地域における西縁のアルティプラノは、湖面海拔 3,810m のチチカカ湖に連なる狭小な丘陵地を形成し、東部の東部アンデス山稜へと連続する。東部アンデス山系は海拔 6429m に達する万年雪に覆われたイリヤンプ山(Nevado Illampu:6,360m)を最高峰とし、北西-南東の伸張方向を有する雪山連山よりなる急峻な地形を示す。東縁のサブアンデス帯は、標高 2,500m ~1000m を示し、表面的にはなだらかな丘陵地をなすが、谷筋は深く幼年期地形をなす。

調査対象地域の主要河川は東部アンデス山系の脊梁部の西側はほぼ北東から南西方向へ、東側は南西から北東方向へ流下するが、東部では、北西-南東方向のいわゆるアンデス方向への屈曲が顕著に認められる。小河川は樹枝状に北西-南東~南北の方向性を持ち発達する。

2-2 気候及び植生

本地域の気候は、東部アンデス山岳地帯とその山麓地帯とは全く異なる。山岳地帯は高地寒冷型の気候に区分され、年間を通して平均気温の変化は乏しいが、11月から3月までの雨期、4月から10月までが乾季とに明瞭に区分される。雨期は殆ど常に雨雲に覆われ雪や雹・霰を伴う降雨があり、年間降雨量 1,900mm にも達する。一方山麓部は山稜部の雨雲に覆われ曇天となることはあっても、比較的降雨量は少なく、日照時間も相対的に長く、年間降雨量は 900mm 程度である。気温は山岳部では乾季には日較差が大きく、最高気温は 20℃以上に、最低気温は -10℃以下になることがある。山麓部、特にサブアンデス帯においては気温の変化に乏しく、平均気温は 10℃程度である。地化学探査地域内での主要観測地点の 1992~2001 年の平均降雨データを次表に示す。

第4表 月別平均降雨量

| 月別 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 計 |
|-------|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|------|
| ソラタ | 205 | 160 | 165 | 72 | 15 | 12 | 6 | 15 | 51 | 60 | 68 | 130 | 959 |
| キアパヤ | 220 | 176 | 146 | 64 | 33 | 28 | 20 | 34 | 53 | 62 | 75 | 135 | 1045 |
| チャラサニ | 57 | 54 | 46 | 31 | 13 | 13 | 12 | 13 | 32 | 35 | 35 | 34 | 375 |

単位 ; mm

調査地域の植生は大部分は二次植生であるが、一部には人跡未踏の山岳ジャングルが覆い茂る。二次植生は、山稜部ではパハと称する針状葉草本類が主体を成し、河川沿いに低灌木が生育する。山麓部では耕作地を除くと、裸子植物の低灌木が主体となる。

第3章 一般地質

3-1 地質概要

本調査対象地域は古生代から第四紀までの堆積岩類および火山岩類が、北西 - 南東方向に伸張して分布する。これらを買いてパリスカン変動期に貫入したソンゴヤニ(Zongo-Yani)底盤、パリスカン変動期後のイリャンプ(Illampu)底盤およびウワト(Huato)岩株、新第三紀初頭のチャラサニ(Charazani)複合岩体が分布する(第3図、第4図、第5図)。

調査地域の地質は概ねアンデストレンド(北西 - 南東)に平行で、大局的には北東部に古生界の基盤岩類が、南西に向け順次若い地質単元が分布する。褶曲構造はアンデストレンドに調和的な配列をなし、比較的穏やかな複合背斜構造をなす。背斜部では引き摺り褶曲に伴う高角度の逆断層も認められる。断層構造も圧縮応力場に対応する走向断層、特に黒色頁岩中の層内滑りが顕著に認められる。また展張応力場に対応する横断断層がNE-SWあるいはN-S方向を持ち走向断層に斜交する。ジュラ紀前期には展張応力場におけるグラーパーベン構造運動が生じたと思われるが、現地での確認は出来なかった。

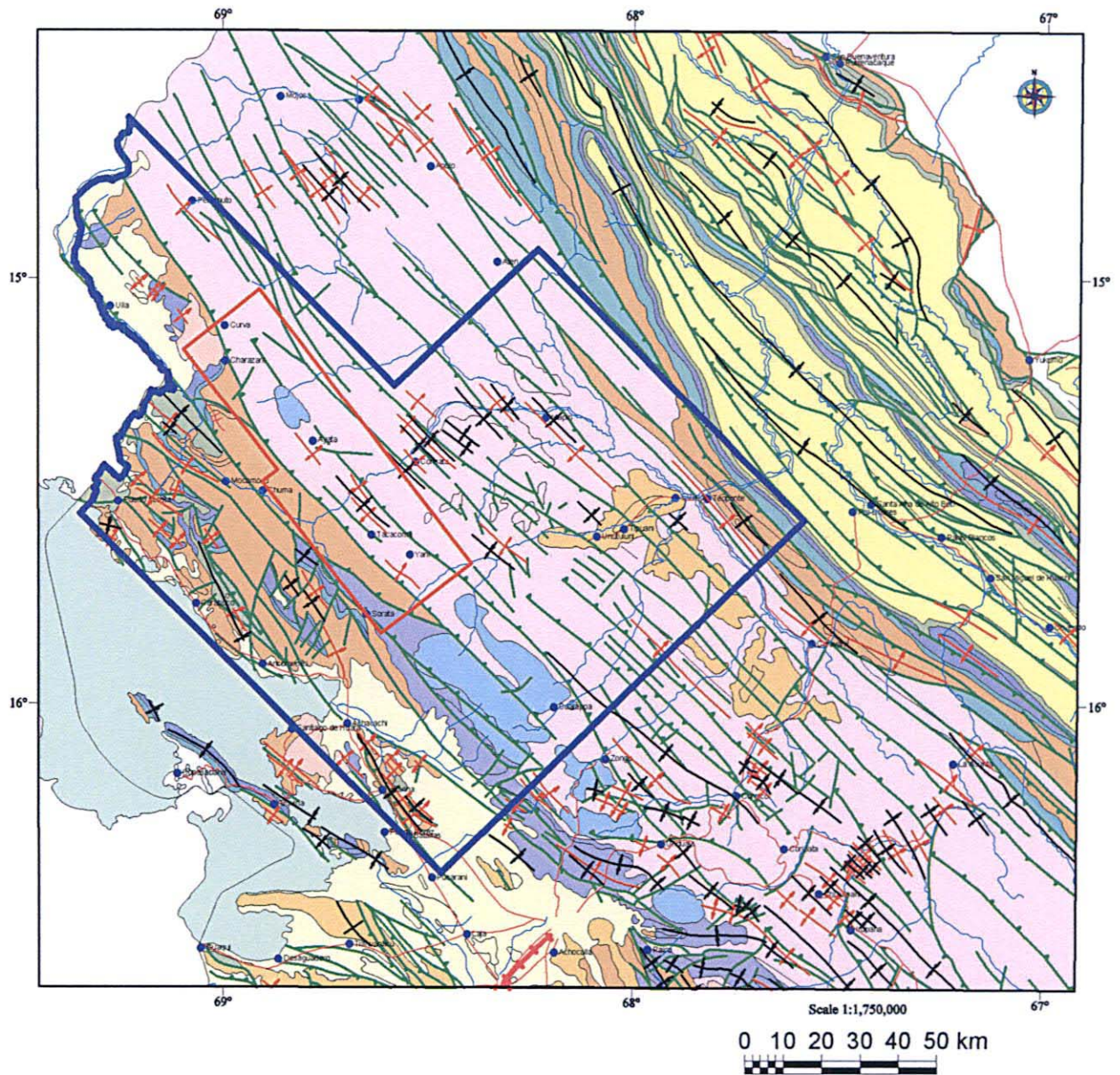
調査対象地域の中央部には、北東部のグアポーレ(Guapole)剛塊と南西部のアレキーパーワリーナ(Arequipa-Huarina)地塊とを境する、NW-SEの伸張を有するCordillera Real断層帯が分布する。

3-2 既知鉱床・鉱徴概要

調査対象地域は、ボリビアの鉱床生成区分に従えば、錫鉱床帯および東部アンデス縁辺多金属鉱床帯に位置する。

調査対象地域内に記載される既知鉱床および鉱徴(以下鉱徴と総称する)はCordillera Proyectoの鉱徴地分布図(第6図)を参照すれば、201箇所が記載されている。その鉱種の内訳は、錫-タングステン鉱徴63箇所、金鉱徴53箇所、銅・鉛・亜鉛鉱徴45箇所、アンチモン鉱徴26箇所、モリブデン鉱徴5箇所、ウラン鉱徴2箇所、バリウム-水銀鉱徴2箇所および鉱種不明5箇所である。これらの鉱徴の分布は、調査対象地域中央以北に金および銅・鉛・亜鉛鉱徴が、南部に錫-タングステン鉱徴が位置する。アンチモン鉱徴の分布は銅・鉛・亜鉛鉱徴の分布に重なるものが主体をなす。

地化学探査範囲内に分布する鉱徴は、71箇所が記載されている。これらの鉱徴の鉱種は金銀を含む鉛・亜鉛鉱徴19箇所、金鉱徴18箇所、アンチモン鉱徴12箇所、錫鉱徴7箇所、タングステン鉱徴4箇所、錫-タングステン鉱徴4箇所、ビスマス(-錫-タングステン)鉱徴1箇所、錫-鉛鉱徴1箇所、ウラン鉱徴1箇所および鉱種不明4箇所である。これらの鉱徴の所在地を概観すれば金、錫、タングステン鉱徴は地化学探査範囲の南側に主として分布し、鉛・亜鉛、アンチモン鉱徴は地化学探査範囲の中央部およびその北側に主として分布する。



Legend

- | | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Depósitos aluviales, fluvio lacustre, fluvio glaciales, coluvial, lacustre, morrena Complejo volcánico Conglomerado, arenisca, limolita, caliza, marga, diapiro intercalan toba y lava Colada de lava, toba, estrato volcán y sucesión volcánica sedimentaria Conglomerado, caliza, arenisca, limolita, marga y basalto intercalado Arenisca Pluton de granitoide Caliza, marga, lutita, arenisca y manto de antracita Diamictita, conglomerado, arenisca y lutita Arenisca, lutita y limolita Lutita, limolita, arenisca, cuarcita y diamictita Arenisca, limolita, cuarcita, pizarra, lutita y lava almohadillada | <ul style="list-style-type: none"> Contacto geológico Eje anticlinal Eje anticlinal inferido Eje sindinal Eje sindinal inferido Falla Falla inversa Falla inferida | <ul style="list-style-type: none"> Río Lago Población Límite internación Ferrocarril Camiño |
|--|---|--|
-
- | | |
|--|-------------------|
| | Project Area |
| | Field Survey Area |

第3図 広域地質概略図

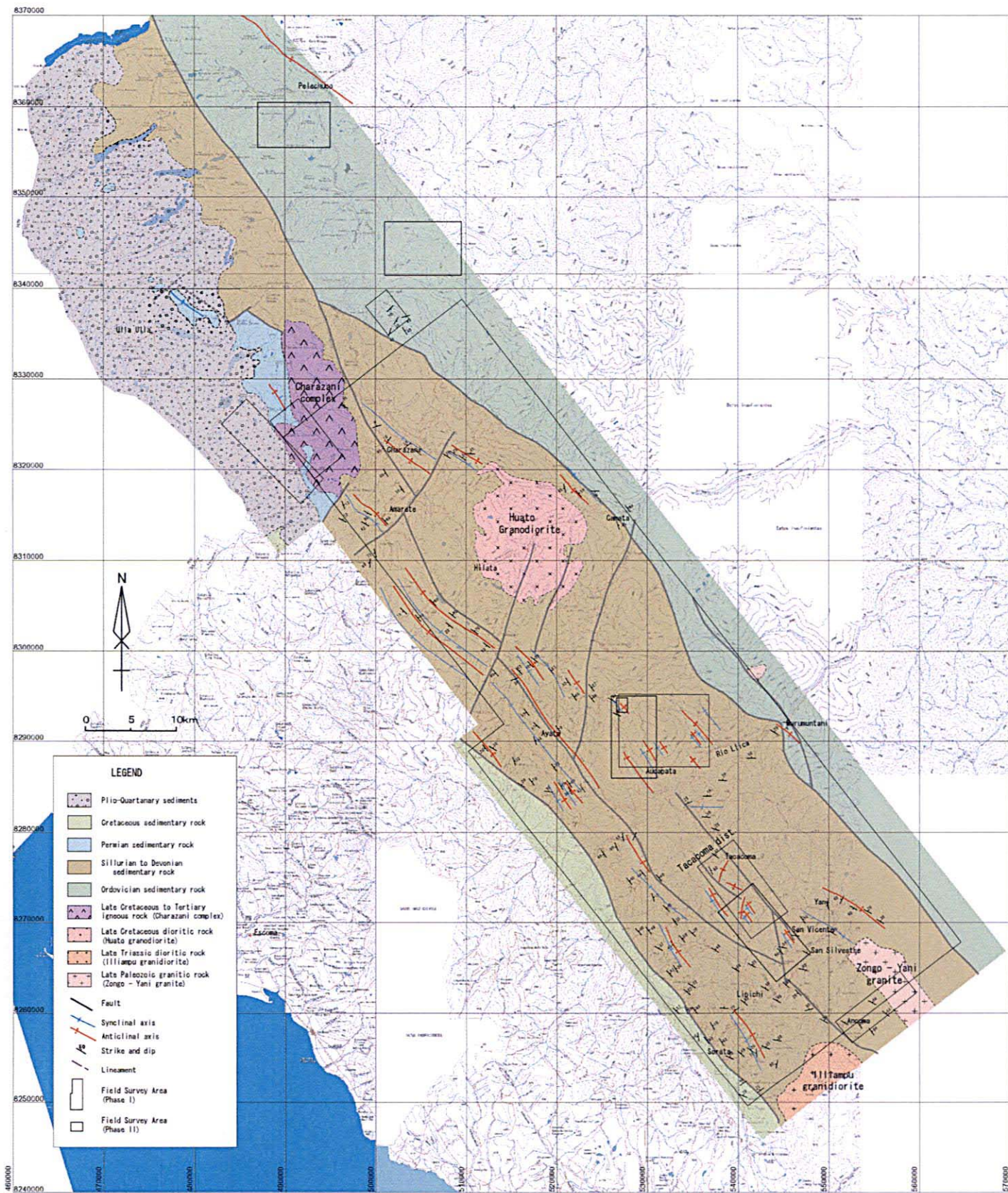
Fig. 3 Mapa geológico regional sinóptico

| System | Series | Stratigraphic Unit | | Igneous Activity | | |
|---------------|------------------|-------------------------------------|------------------------|--|---|---|
| | | Formations | Lithology | | | |
| CENOZOIC | Quaternary | Holocene | | glacial sediments, lacustrine deposit, colluvium, alluvium | Hydrothermal activity in Zongo-Yani area 35.3 ± 1.0 K/Ar (biotite) Charazani hypabyssal complex 47.1 ± 1.0 K/Ar (whole rock) 56.8 ± 1.5 K/Ar (whole rock) | |
| | | Pleistocene | | | | |
| | Tertiary | Neogene | Pliocene | | | |
| | | | Miocene | Cangallí F. | | conglomerate with sandstone and shale |
| | | Paleogene | Oligocene | | | |
| | | | Eocene | | | |
| Paleocene | | | | | | |
| MESOZOIC | Cretaceous | Upper | Ococoya F. | siliceous shale with quartzite | Amarete granodiorite 93.4 ± 2.6 K/Ar (biotite) Charazani hypabyssal complex 94.9 ± 2.6 K/Ar (biotite) 97.7 ± 2.5 K/Ar (whole rock) | |
| | | | Huarachani F. | shale with limestone and calcareous sandstone | | |
| | | | Ancoraimas F. | sandstone with gypsum | | |
| | | Matilde F. | limestone and dolomite | | | |
| | | Lower | Carabuco F. | psamitic rocks | | |
| | | | Pacobamba F. | conglomerate, sandstone, mudstone | | |
| | Puerto Acosta F. | | shale and sandstone | | | |
| | Jurassic | Upper | | | | |
| | | Middle | | | | |
| | | Lower | | | | |
| | Triassic | Upper | | | | |
| | | Middle | | | | |
| | | Lower | | | | |
| | PALEOZOIC | Permian | Upper | Chutani F. | alternation of feldspathic sandstone, calcareous shale and dolomite | Illampu granodiorite 210.7 ± 5.8^{my} K/Ar (biotite) |
| Lower | | | Copacabana F. | limestone with siliceous nodule and dolomite | Zongo-Yani granite $[35.3 \pm 1.0$ K/Ar (biotite)] Aucapata silica - clay vein 289.3 ± 15.8 K/Ar (whole rock) | |
| Carboniferous | | Upper | | Yaurichambi F. | sandstone with chert, dolomite, conglomerate, shale | |
| | | | | Siripaca F. | sandstone with limestone and abundant plant fragments | |
| | | Lower | Ambo G. | Kasa F. | sandstone and shale with small scaled diamict | |
| Cumaná F. | | diamict, sandstone and conglomerate | | | | |
| Devonian | | Upper | | Collpacucho F. | sandstone and shale and siltstone with sandstone | |
| | | Middle | | Sicasica F. | shallow marine to delta sediments | |
| | | Lower | | Belón F. | deep to shallow marine sediments | |
| | | | | Vila Vila F. | sandstone with cross bedding | |
| Silurian | | Pridolian | | Catavi F. | sandstone | |
| | | Ludlovian | | Uncía F. | shallow marine pelitic sediments | |
| | | Wenlockian | | Llallagua F. | pale gray to brown quartzite, sandstone, siltstone and greenish gray shale | |
| | | Llandoveryan | | Cancañiri F. | diamict | |
| Ordovician | Ashgillian | | Amarete F. | alternation of sandstone and quartzite | | |
| | Caradocian | | | | | |
| | Llandeilan | | Coroico F. | black mudstone and shale fine grained sandstone | | |
| | Llanvirnian | | | | | |
| | Arenigian | | | | | |
| Tremadocian | | | | | | |

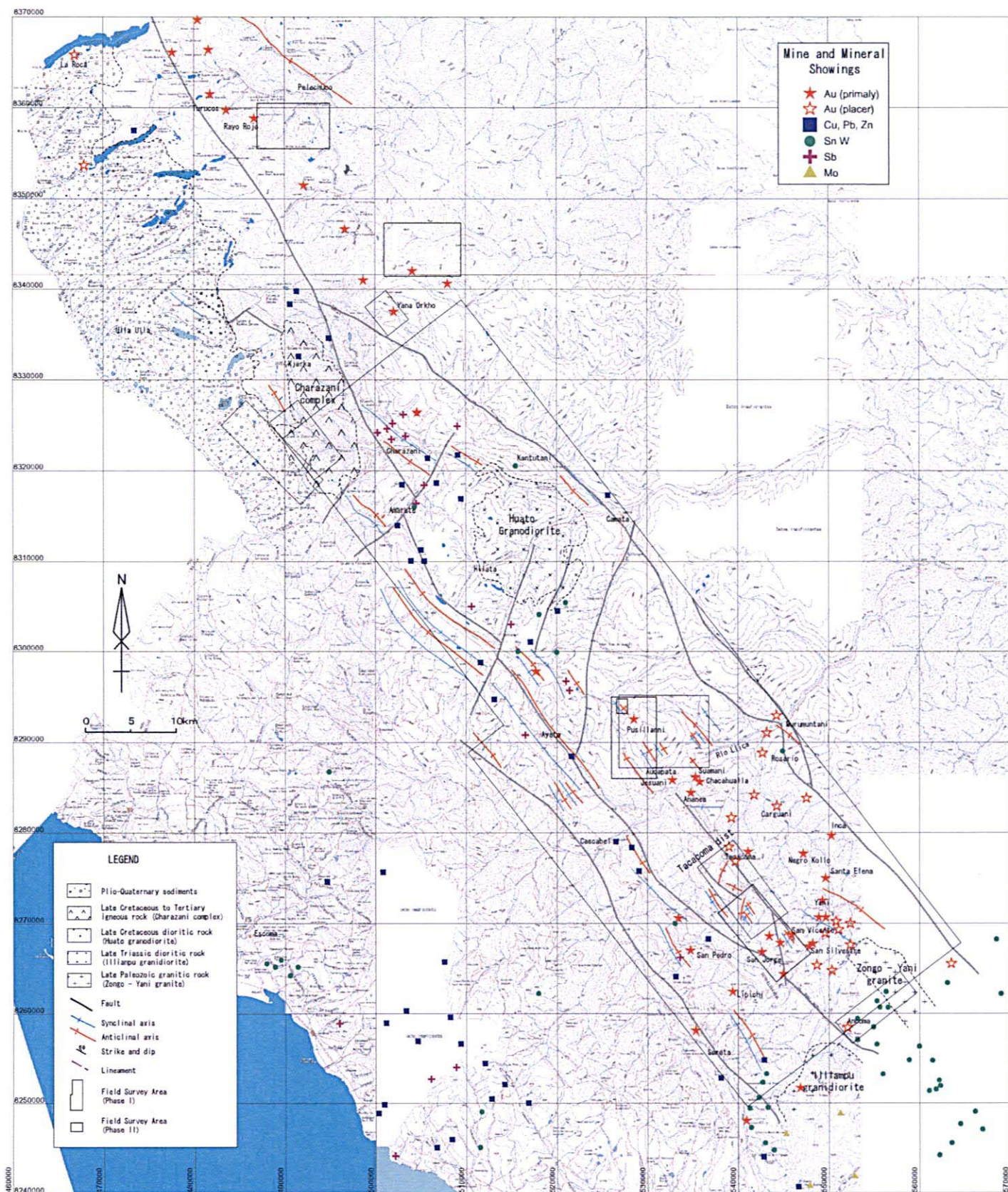
第4图 地質模式層序圖

Fig. 4 Perfil de columna estratigráfica

第Ⅱ部 各 論



第5図 調査地域地質図
Fig. 5 Mapa geologico local



第6图 已知鉱微分布図

Fig. 6 Mapa de ubicacion de las ocurrencias mineralizadas

第1章 地質調査・地化学探査結果

1-1 ペレチュコ地区

1-1-1 地質・地質構造

全域に亘って黒色頁岩が分布し、各所に砂岩を挟んでいる（第7図）。

地層の一般走向は北西—南東を示し、調査地区南西部は著しく褶曲しているが、北東部は比較的単調でゆるやかな向斜構造を形成している（第8図）。

少なくとも3箇所では北東—南西系の構造線が推定され、地層を転移している。

1-1-2 鉱化・変質作用

本地区内では、地層に調和的に胚胎する層状鉱床（以下文献で一般に記載されているマント型鉱床）と鉱脈型鉱床が認められる。

マント型金鉱床は、ラヨ・ロホ(Rayo Rojo)鉱山が稼行中である他、この鉱山の北西延長部に、同じ共同組合(cooperativa minera)所有のキサナニ(Quisanani)鉱山（休山中：巻末1/200 坑道スケッチ参照）が、さらに北西延長部の調査地区外にはトゥルコス(Tulcos)鉱山（第2年次訪問の際は休山中であったが、現在再開発中）が存在している。

いずれのマント型金鉱床も、地質構造的に背斜軸部に胚胎している。ラヨ・ロホ鉱山では、軸の両翼の傾斜が比較的急傾斜の閉じた褶曲軸を中心に約300mの範囲内に鉱床が分布する。

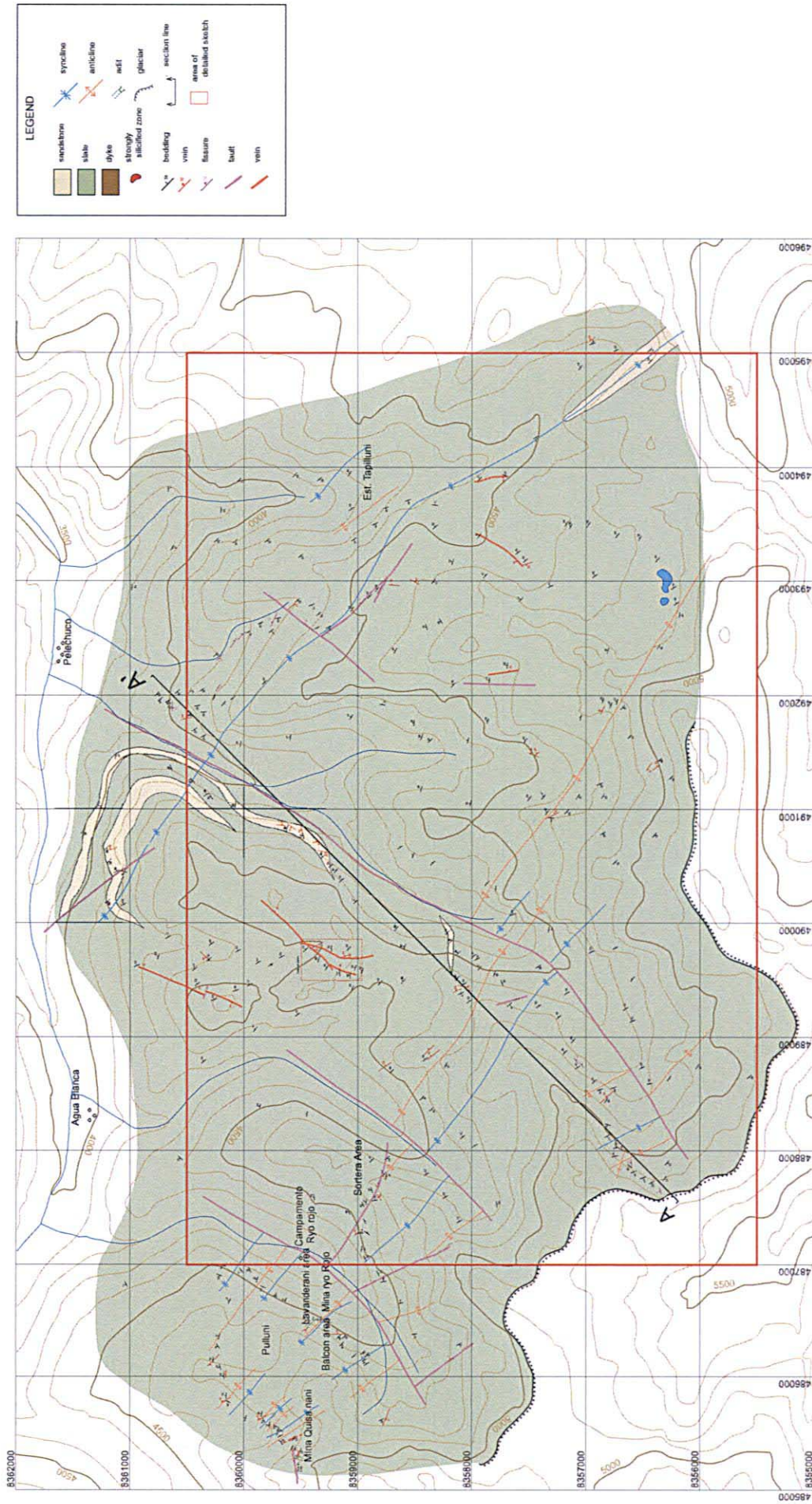
ラヨ・ロホ鉱山は、スペイン植民地時代からラバンデラニ(Lavanderani)鉱山と呼ばれ採掘されていた。現在は、協同組合(cooperativa)として40人の出資者と200人の鉱山労働者が約30の坑道を開発している。谷を挟んで2箇所では稼行されており、左岸がバルコン(Balcon)区域とラバンデラニ区域、右岸がディエシセイス・デ・フリオ(16 de Julio)区域とソラテラ(Soratera)区域に分かれている。コンプレッサーを利用して採掘された鉱石は、水力を利用して2台のミルを動かし粉砕・磨鉱している。1台あたり4バレル/1日の能力を有している。磨鉱された鉱石は水銀で回収されている。シアンによる金の回収設備を建設しているが、地元住民からの反対があって稼働していない。

ソラテラ区域には走向N60W、傾斜60~65SWの割れ目を充填した鉱脈や、マント型石英がN45W、70NE方向の断層に収斂している。鉱夫の話では、収斂部分に金が強く濃集していたとのことである。断層に引きずられているためか、マント型鉱床は走向N5W傾斜70SWを示す。

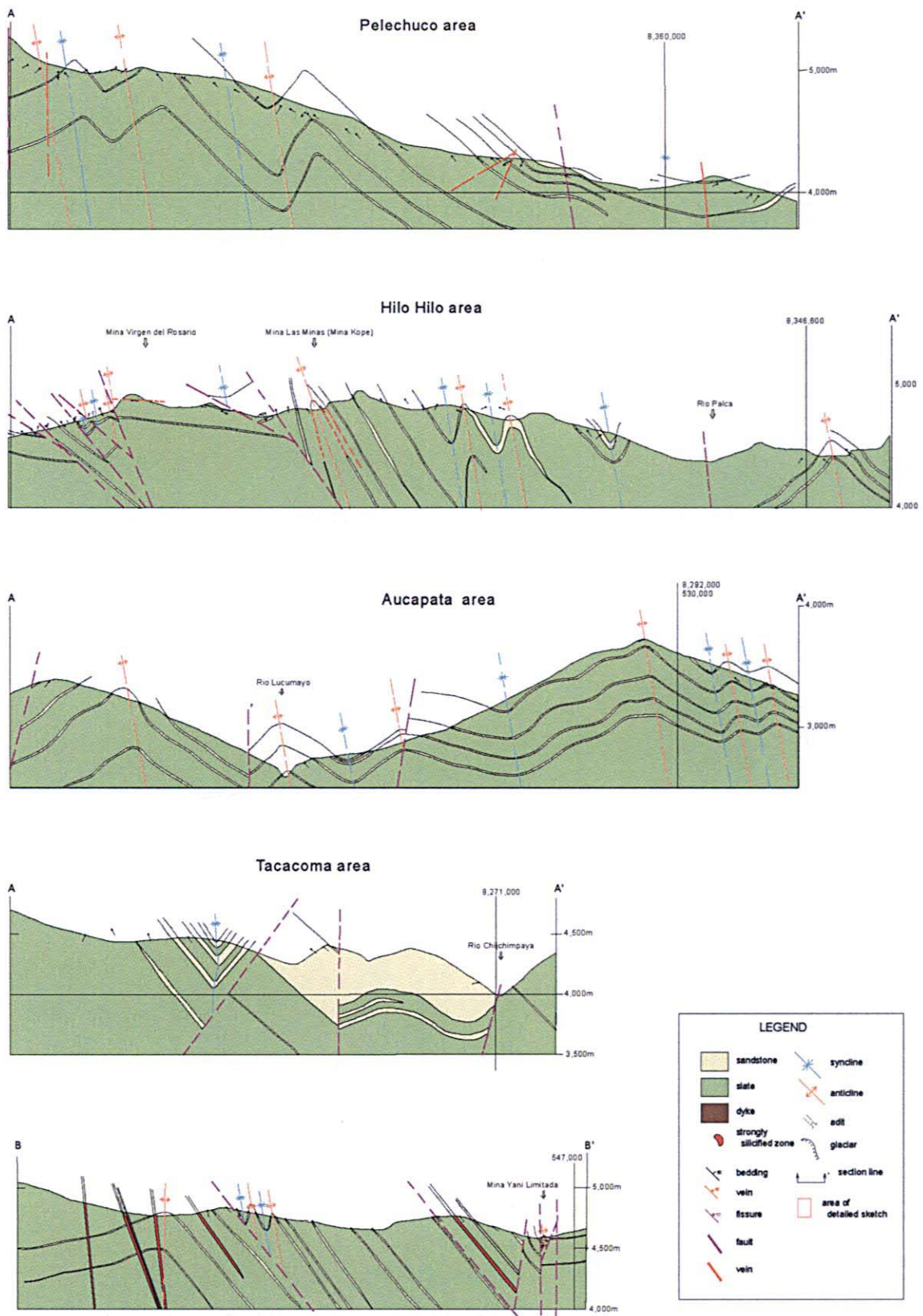
石英脈は10数カ所で確認され、北東—南西方向を示すものが多い。化学分析の結果、大部分の石英脈は不毛である（第9-1図、第9-2図）。

特に、アグア・ブランカ(Agua Blanca)部落南東約2.5kmには、2脈の石英脈が斜交しており、最大幅10m、走向延長は約500mに達する（巻末1/2,000スケッチ参照）が、顕著な鉱化作用を伴っていない(11504LA, 11117MH~11119MH)。

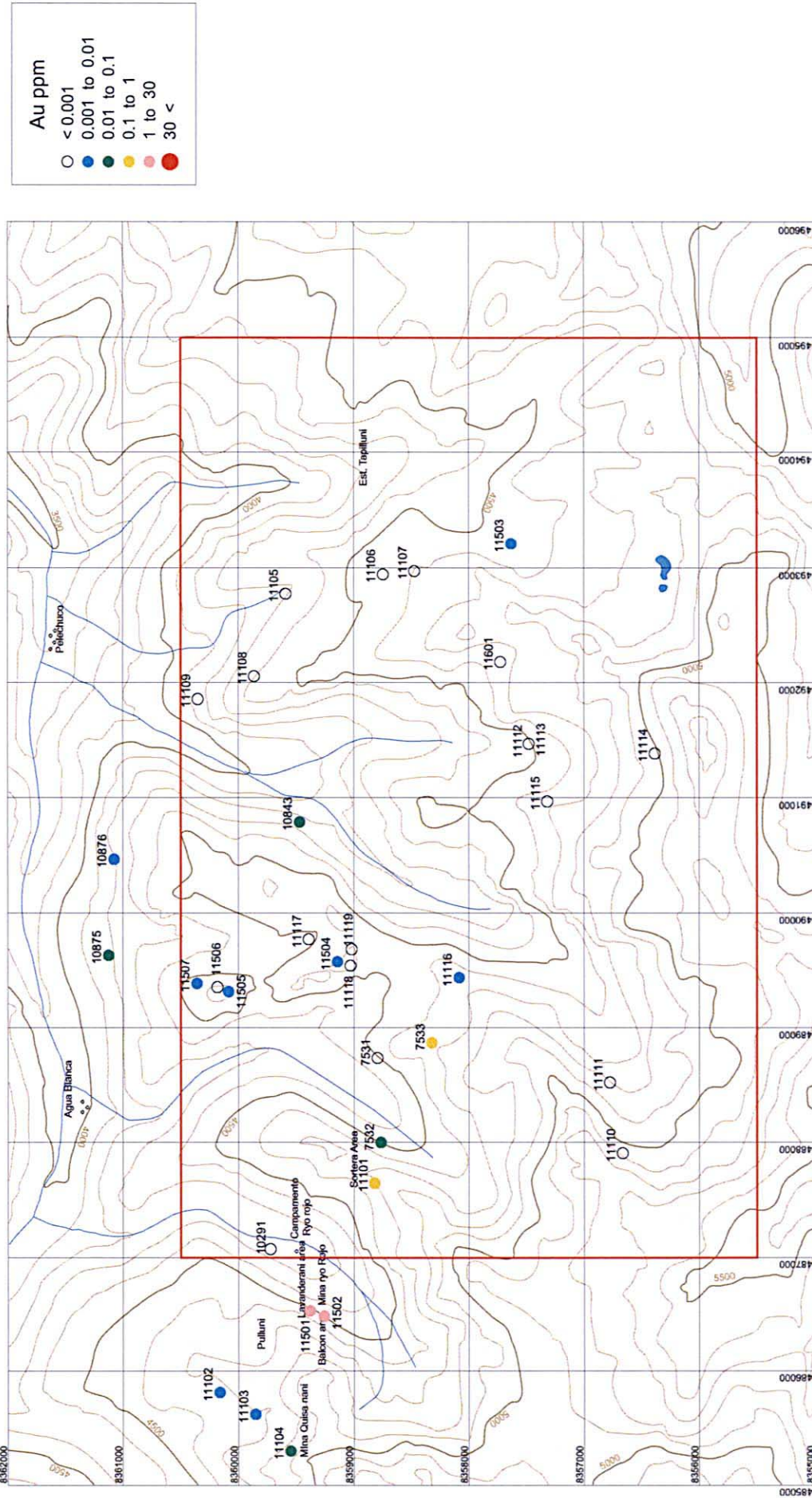
研磨片観察では、ラヨ・ロホ鉱山ソラテラ区域のマント型石英(11101MH)には、少量の黄鉄鉱と白鉄鉱、微量の黄銅鉱、コペリン、方鉛鉱、磁硫鉄鉱および硫砒鉄鉱が認められる。また、硫化物を伴う石英脈(11081MH)は、主体をなす黄鉄鉱と白鉄鉱が微量の黄銅鉱を随伴している。いずれも黒鉛を含有しており、母岩の頁岩から取り込まれたものと思われる。



第7図 ペレチュコ地区地質図
 Fig. 7 Mapa geológico del sector Pelechuco

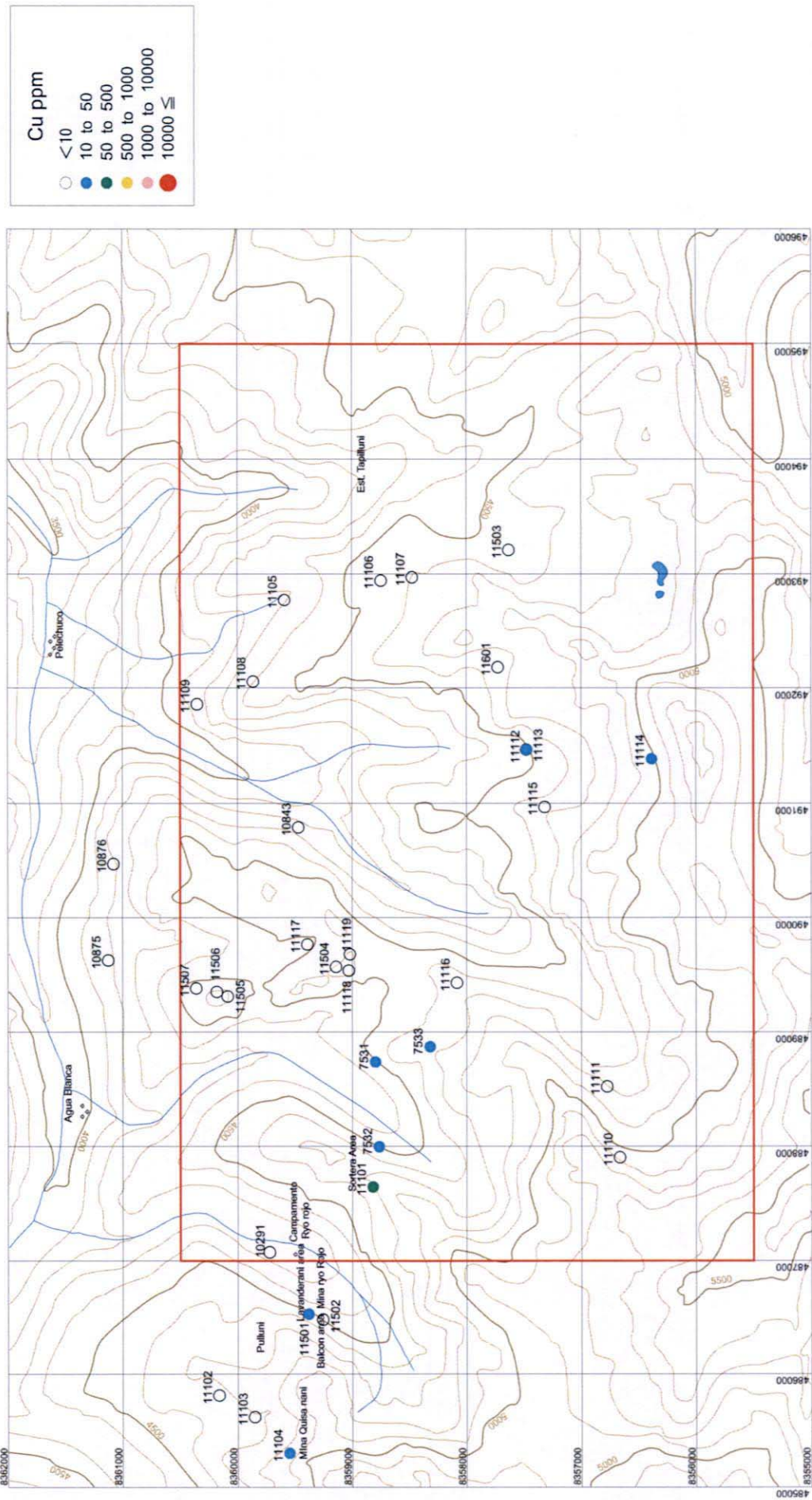


第8図 地質断面図
 Fig. 8 Perfil geológico de los sectores estudiados



第9-1図 ペレチュコ地区鉱石分析結果(Au品位分布図)

Fig.9-1 Resultado de analisis quimico de menas (distribucion Au ; Pelechuco)



第9-2図 ペレチュコ地区鉱石分析結果(Cu品位分布図)

Fig.9-2 Resultado de analisis quimico de menas (distribucion Cu ; Pelechuco)

なお、地表踏査では、堆積噴気型(SEDEX)鉱床は確認されていない。

石英中の流体包有物の均質化温度と塩濃度(NaCl相当)の測定結果は以下の通り(第5表、第10図)。

第5表 ペレチュコ地区流体包有物測定結果

| Sample No. | Type | Fluid Inclusion | | Structure | | Assay | | Remarks |
|------------|--------|---------------------|------------|-----------|------|----------|----------|----------------|
| | | Homo. Temp. Ave(°C) | Sal. (wt%) | Strike | Dip | Au (g/t) | Ag (g/t) | |
| 11104MH | manto | 198 | 21.3 | N60W | 25SW | 0.096 | 0.09 | Quisanani |
| 11501LA | vein | 242 | 13.7 | N30W | 65SW | 7.75 | 0.19 | ★Lavanderani |
| 11502LA | manto | 258 | 13.1 | N40W | 40SW | 6.63 | 0.13 | ★Lavanderani |
| 11101MH | manto? | 225 | 10.8 | N5W | 70SW | 0.62 | 0.12 | ★Soratera |
| 11505LA | vein | 156 | 19.7 | N30E | 80NW | 0.003 | 0.01 | Agua BlancaSE |
| 11117MH | vein | - | - | N45E | 80SE | <0.001 | 0.01 | Sketch area |
| 07533HV | vein? | 205 | 16.8 | N45W | 50NE | 0.12 | 0.05 | ★Agua BlancaSE |
| 11115MH | vein | 257 | 9.7 | N30W | 85NE | <0.001 | 0.02 | Pelechuco SW |
| 11105MH | vein | 326 | 5.9 | N45W | 90 | <0.001 | 0.04 | Pelechuco SE |
| 11107MH | vein | 222 | 18.6 | N-S | 60E | <0.001 | 0.04 | Pelechuco SE |
| 11503LA | vein | 172 | 14.9 | N40E | 80NW | 0.005 | 0.01 | Pelechuco SE |

★ : containing CO₂

試料 11117MH は流体包有物が極めて小さく測定不能。

ラバンデラニ坑内の石英脈(11501LA)はマント型石英(11502LA)を切るが、分析結果から金鉱化作用が確認されており、マント型とほぼ同じ時期の生成と考えられる。

1-1-3 岩石地化学探査結果

主に堆積噴気型(SEDEX)鉱床の存在確認のために、ルート長約1km間隔毎に岩石試料(主に頁岩およびスレート)を採取し、化学分析による鉱化層準の特定、X線解析による変成相の検討および石墨化度の測定による熱履歴の検討を行った。

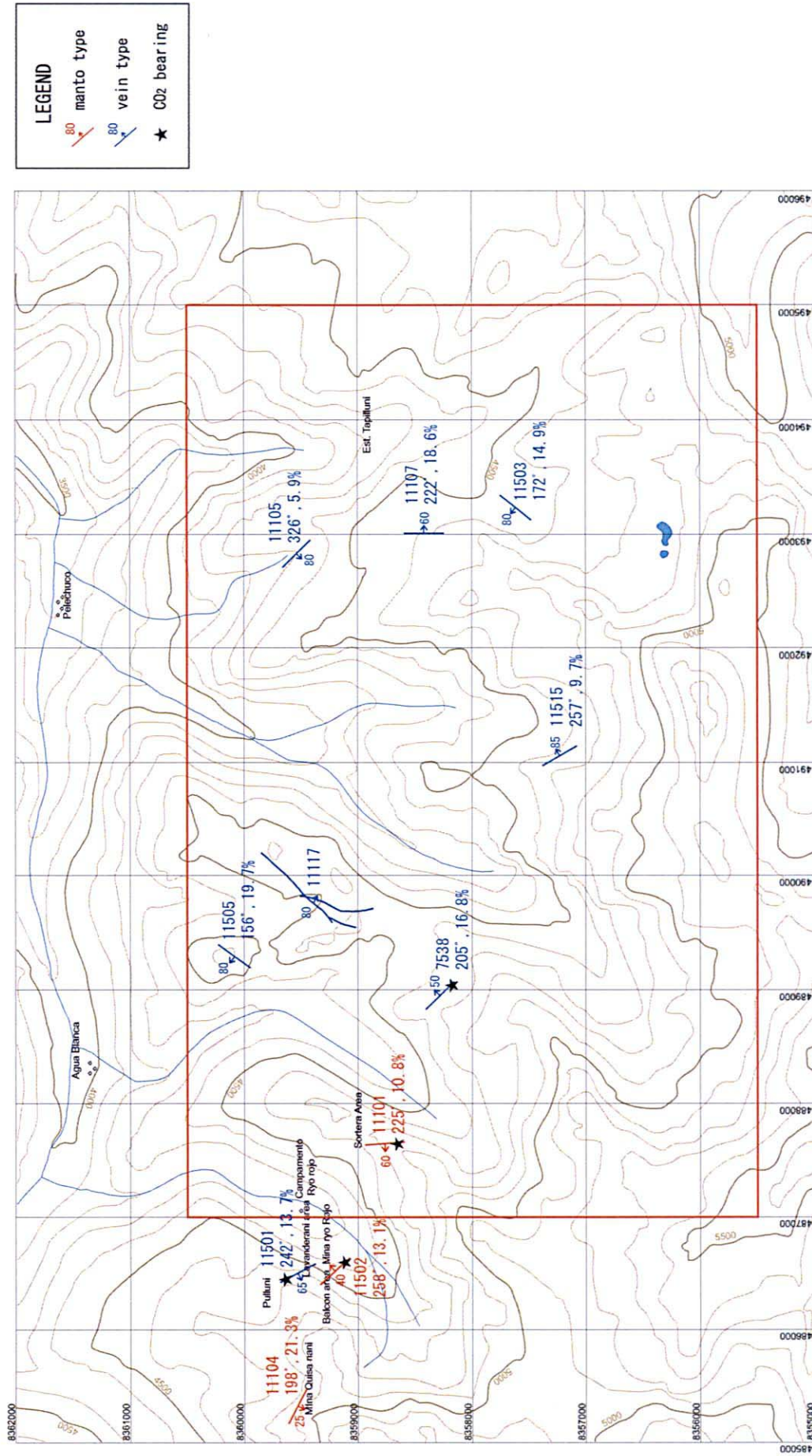
化学分析データの主成分分析結果では有意な異常や分布を示していない(第6表、第11-1図、第11-2図)。

X線解析による変成相の検討結果、大部分が曹長石-緑泥石の組み合わせを示し、菱鉄鉱が生じている箇所やその他一部で曹長石の欠如が認められる(第12図)。

また、炭酸塩鉱物として、菱鉄鉱の他にマグネサイトが地区の北東部に少しまとまった範囲に分布している。方解石も1箇所確認されている。

石墨化度の測定結果、GD値は最低12から最高238を示した。その分布を第13図に示す。

地区全体的に高く、GD値20以上を示すものが大部分を占める。GD値20未満を示すものが南東部分に分布する。30以上を示す高温部は北西-南東を示すトレンドが認められる。

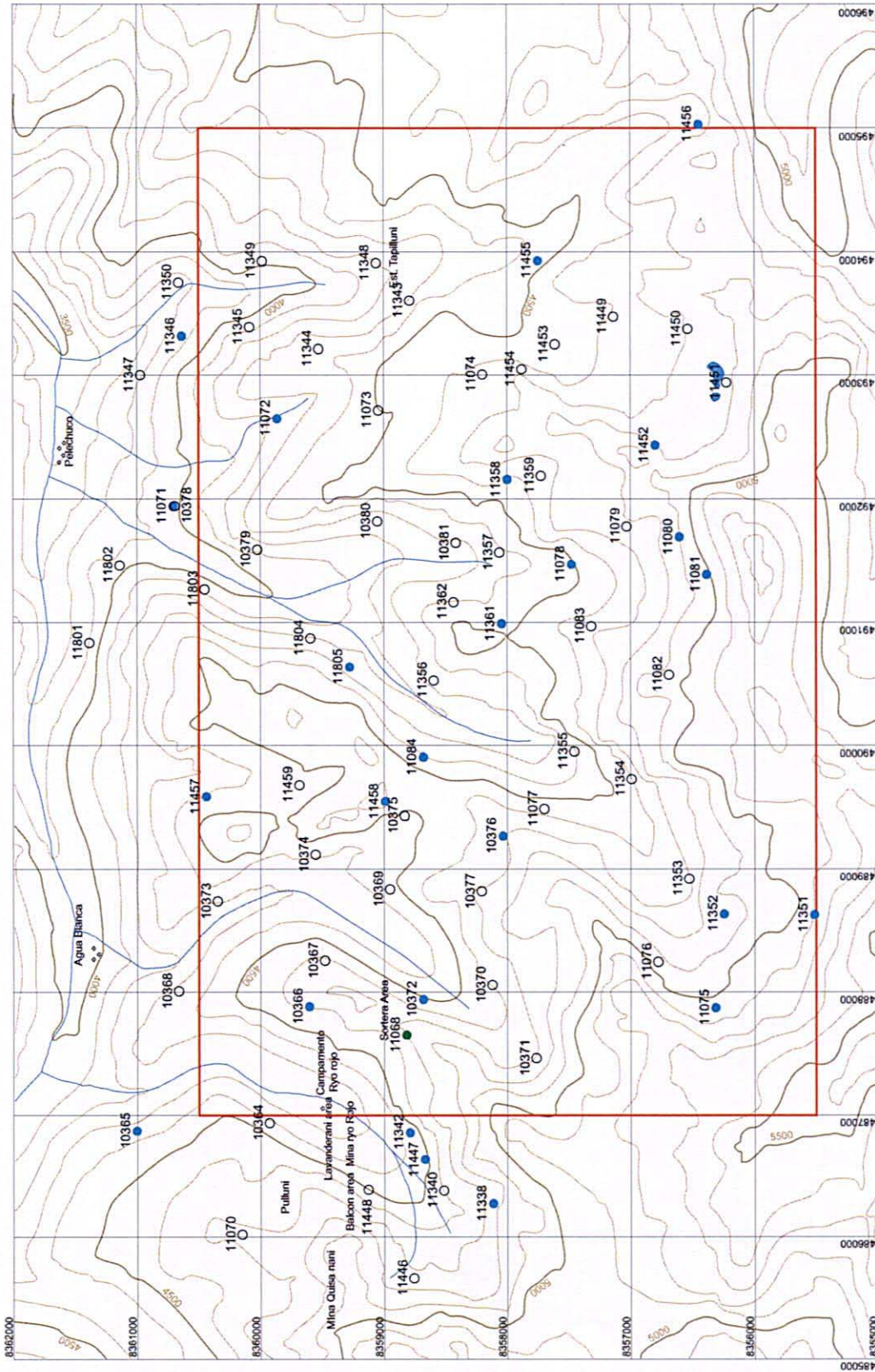
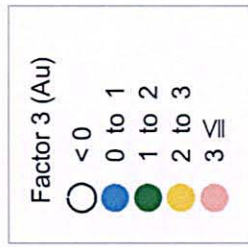


第10図 ペレチュコ地区流体包有物測定結果図
 Fig.10 Distribucion de temperatura homogeneizacion de inclusiones fluidas (Pelechuco)

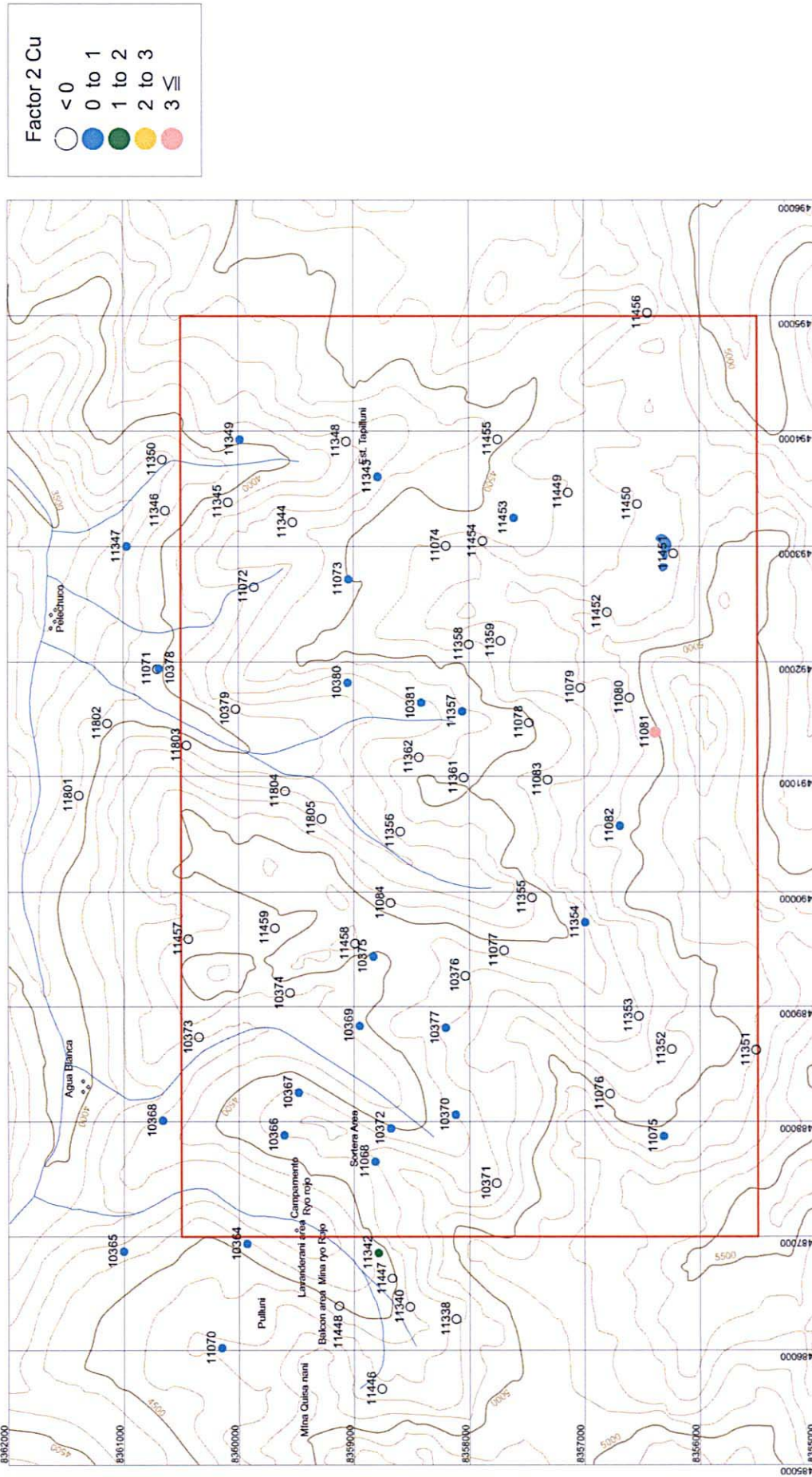
第6表 主成分分析結果(岩石)
Cuadro 6 Análisis de principales compuestos (rocas)

| Elements | Factor Loading | | | | | | | | | | | Communalities |
|----------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 | PC6 | PC7 | PC8 | PC9 | PC12 | PC13 | |
| Au | 0.131 | 0.070 | 0.951 | 0.099 | 0.076 | 0.020 | 0.080 | 0.025 | 0.071 | 0.001 | -0.042 | 0.956 |
| Ag | 0.000 | 0.898 | 0.104 | 0.040 | 0.237 | -0.054 | 0.007 | -0.038 | 0.157 | -0.068 | 0.073 | 0.911 |
| Cu | -0.023 | 0.948 | 0.037 | 0.124 | -0.032 | -0.063 | -0.009 | -0.052 | -0.075 | 0.011 | -0.011 | 0.930 |
| Pb | 0.039 | 0.734 | 0.030 | 0.022 | 0.646 | -0.059 | 0.023 | -0.040 | 0.025 | 0.007 | 0.027 | 0.966 |
| Zn | -0.073 | 0.419 | -0.141 | 0.618 | 0.187 | -0.163 | 0.244 | -0.230 | -0.272 | 0.048 | -0.087 | 0.841 |
| As | 0.162 | 0.020 | 0.951 | 0.135 | 0.036 | 0.033 | 0.093 | 0.089 | 0.082 | 0.001 | -0.055 | 0.872 |
| Sb | 0.113 | 0.592 | 0.566 | 0.024 | 0.031 | -0.090 | 0.040 | -0.083 | 0.149 | -0.052 | -0.130 | 0.740 |
| Hg | -0.004 | 0.059 | -0.039 | -0.045 | 0.034 | 0.353 | -0.021 | 0.022 | 0.423 | -0.328 | 0.347 | 0.541 |
| Ga | -0.002 | 0.055 | 0.086 | 0.825 | -0.086 | 0.025 | 0.019 | 0.017 | 0.012 | 0.503 | 0.066 | 0.953 |
| In | 0.249 | 0.227 | 0.327 | 0.816 | 0.045 | 0.027 | 0.040 | 0.058 | 0.119 | -0.082 | 0.015 | 0.916 |
| Sn | 0.184 | -0.083 | 0.268 | 0.038 | 0.065 | 0.087 | 0.370 | 0.143 | 0.752 | 0.275 | 0.041 | 0.927 |
| W | 0.797 | 0.009 | 0.325 | -0.011 | 0.036 | 0.003 | 0.092 | 0.435 | 0.129 | -0.033 | -0.059 | 0.980 |
| Al | -0.078 | 0.132 | -0.045 | 0.819 | -0.088 | -0.069 | 0.097 | -0.088 | -0.108 | 0.467 | 0.001 | 0.953 |
| B | 0.957 | 0.012 | -0.140 | -0.045 | -0.006 | 0.008 | 0.020 | -0.023 | -0.098 | -0.044 | 0.007 | 0.951 |
| Ba | 0.316 | -0.093 | 0.609 | -0.018 | 0.048 | -0.015 | 0.603 | 0.088 | -0.070 | -0.033 | -0.035 | 0.858 |
| Be | 0.438 | 0.090 | 0.410 | 0.312 | 0.024 | 0.036 | 0.487 | 0.048 | 0.040 | 0.203 | -0.087 | 0.757 |
| Bi | 0.137 | 0.893 | 0.236 | 0.277 | 0.030 | -0.050 | -0.051 | 0.050 | -0.025 | -0.087 | -0.043 | 0.949 |
| Ca | 0.893 | 0.065 | 0.243 | 0.117 | 0.047 | 0.034 | 0.138 | 0.172 | 0.129 | 0.005 | 0.036 | 0.944 |
| Cd | 0.089 | 0.111 | 0.077 | -0.002 | 0.861 | -0.013 | 0.089 | -0.014 | 0.031 | -0.016 | 0.035 | 0.980 |
| Ce | 0.035 | -0.188 | -0.034 | -0.026 | -0.127 | 0.864 | -0.023 | -0.053 | 0.014 | 0.201 | 0.096 | 0.848 |
| Co | 0.189 | 0.911 | -0.063 | 0.179 | 0.192 | -0.036 | -0.051 | 0.007 | -0.063 | 0.085 | -0.031 | 0.954 |
| Cr | -0.026 | -0.027 | 0.036 | 0.174 | 0.066 | 0.090 | -0.201 | -0.023 | 0.640 | -0.119 | -0.114 | 0.820 |
| Cs | 0.139 | 0.000 | 0.654 | 0.131 | -0.039 | 0.059 | 0.340 | 0.094 | 0.046 | 0.016 | 0.119 | 0.912 |
| Fe | 0.504 | 0.405 | 0.276 | 0.618 | 0.060 | -0.053 | 0.088 | 0.090 | 0.034 | 0.209 | -0.054 | 0.942 |
| Ge | 0.197 | 0.120 | 0.488 | 0.763 | 0.011 | 0.214 | -0.052 | 0.097 | 0.080 | -0.088 | -0.080 | 0.946 |
| Hf | 0.420 | 0.054 | 0.306 | 0.030 | 0.083 | 0.735 | -0.071 | 0.161 | 0.149 | -0.115 | -0.128 | 0.908 |
| K | 0.125 | -0.119 | -0.012 | -0.161 | 0.044 | -0.099 | 0.864 | 0.010 | -0.114 | -0.113 | -0.177 | 0.906 |
| La | -0.014 | -0.155 | -0.057 | -0.079 | -0.130 | 0.991 | 0.046 | -0.099 | -0.009 | 0.186 | 0.101 | 0.849 |
| Li | -0.169 | 0.049 | -0.099 | 0.239 | -0.026 | -0.017 | 0.267 | -0.329 | -0.390 | 0.321 | 0.377 | 0.676 |
| Mg | -0.092 | 0.183 | -0.069 | 0.389 | -0.062 | -0.044 | -0.143 | -0.114 | -0.069 | 0.799 | 0.011 | 0.878 |
| Mn | 0.734 | 0.489 | -0.033 | 0.366 | -0.011 | -0.074 | -0.074 | -0.027 | -0.042 | -0.054 | -0.138 | 0.947 |
| Mo | -0.030 | 0.149 | 0.012 | -0.031 | 0.913 | -0.062 | 0.032 | 0.008 | 0.044 | -0.063 | 0.062 | 0.873 |
| Na | -0.005 | -0.112 | -0.043 | -0.092 | 0.138 | -0.014 | -0.152 | -0.028 | -0.029 | 0.010 | 0.862 | 0.809 |
| Nb | 0.393 | -0.025 | 0.081 | 0.050 | -0.009 | -0.021 | 0.080 | 0.839 | -0.010 | -0.018 | 0.027 | 0.861 |
| Ni | -0.011 | 0.852 | -0.106 | 0.157 | 0.023 | -0.035 | -0.093 | -0.021 | -0.064 | 0.298 | -0.081 | 0.873 |
| P | 0.692 | 0.158 | 0.373 | 0.385 | 0.063 | 0.049 | 0.106 | 0.215 | 0.159 | -0.028 | 0.032 | 0.886 |
| Rb | 0.059 | -0.097 | 0.301 | -0.016 | 0.009 | -0.044 | 0.916 | 0.110 | 0.063 | -0.048 | -0.017 | 0.983 |
| Re | 0.002 | 0.033 | 0.042 | 0.021 | 0.981 | -0.014 | 0.051 | -0.017 | 0.053 | -0.027 | 0.023 | 0.972 |
| S | 0.027 | 0.658 | 0.103 | 0.031 | 0.714 | -0.038 | -0.023 | -0.018 | -0.006 | 0.033 | 0.026 | 0.959 |
| Sc | 0.279 | 0.407 | 0.224 | 0.724 | -0.016 | 0.033 | -0.138 | 0.125 | 0.175 | 0.250 | 0.057 | 0.950 |
| Se | 0.306 | 0.307 | 0.394 | 0.103 | 0.165 | 0.144 | 0.187 | 0.168 | 0.442 | -0.221 | 0.205 | 0.751 |
| Sr | 0.952 | 0.007 | 0.200 | 0.038 | 0.011 | 0.037 | 0.155 | 0.107 | 0.037 | 0.003 | 0.049 | 0.989 |
| Ta | 0.313 | -0.046 | 0.207 | 0.062 | 0.005 | 0.011 | -0.052 | 0.407 | -0.098 | -0.078 | 0.013 | 0.818 |
| Te | 0.383 | 0.177 | 0.765 | 0.343 | 0.189 | 0.035 | 0.053 | 0.057 | 0.070 | -0.070 | -0.048 | 0.971 |
| Th | -0.164 | -0.058 | -0.167 | 0.221 | -0.030 | 0.870 | -0.059 | 0.023 | -0.004 | -0.220 | -0.082 | 0.921 |
| Ti | 0.033 | -0.035 | -0.089 | 0.034 | -0.040 | -0.028 | 0.138 | 0.873 | 0.181 | -0.010 | -0.089 | 0.829 |
| Tl | 0.138 | 0.165 | 0.341 | 0.117 | 0.419 | -0.038 | 0.618 | 0.053 | 0.057 | 0.082 | 0.115 | 0.760 |
| U | 0.632 | -0.042 | 0.307 | 0.238 | 0.019 | 0.504 | 0.017 | 0.174 | -0.075 | -0.158 | -0.079 | 0.874 |
| V | 0.180 | 0.036 | 0.070 | 0.697 | 0.024 | 0.031 | -0.172 | 0.089 | 0.132 | -0.172 | -0.109 | 0.841 |
| Y | 0.780 | 0.035 | 0.410 | 0.170 | 0.002 | 0.126 | 0.125 | 0.350 | 0.096 | 0.009 | -0.016 | 0.971 |
| Zr | 0.139 | 0.050 | 0.236 | -0.075 | 0.103 | 0.792 | -0.100 | -0.009 | 0.225 | -0.210 | -0.079 | 0.831 |

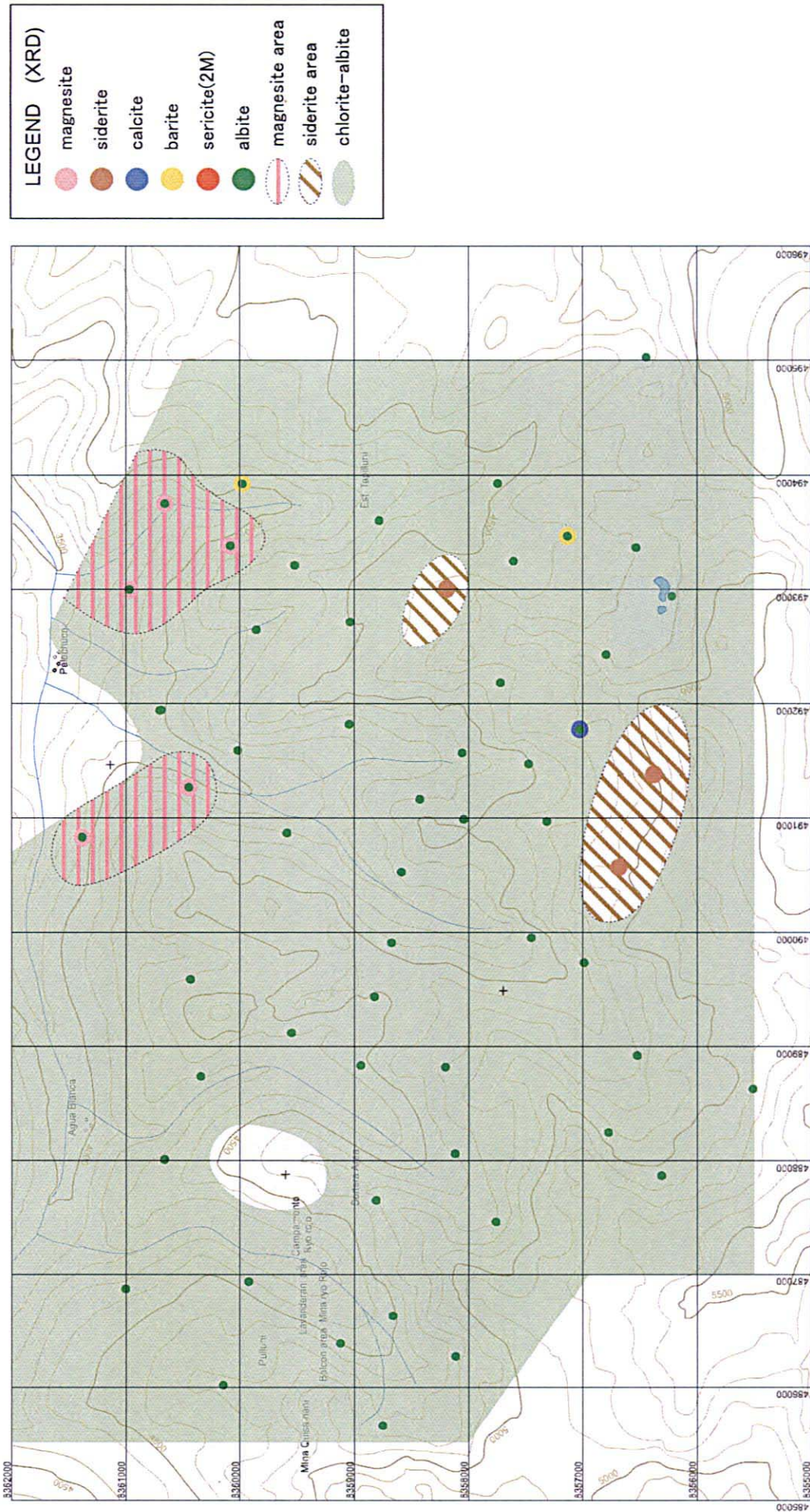
■: $-0.7 \geq$ factor loading or factor loading ≥ 0.7



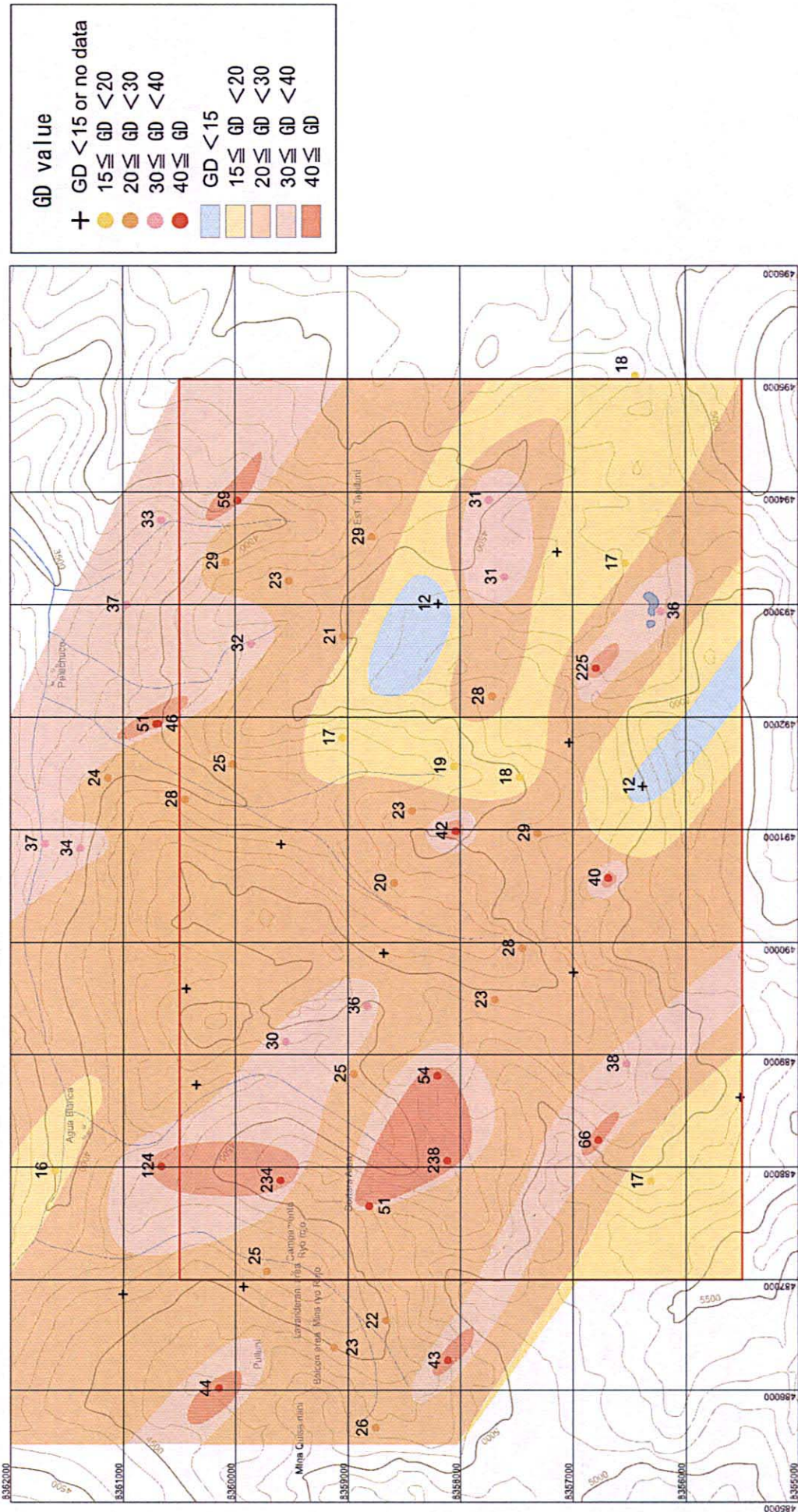
第11-1図 ペレチュコ地区岩石地化学探査因子得点分布図 (Auグループ)
 Fig.11-1 Distribucion caracterizacion geoquimica de rocas (Au ; Pelechuco)



第11-2図 ペレチュコ地区岩石地化学探査因子得点分布図 (Cuグループ)
 Fig.11-2 Distribucion caracterizacion geoquimica de rocas (Cu ; Pelechuco)



第12図 ペレチュコ地区X線解析結果図
 Fig.12 Distribucion de Resultado difraccion de rayos X (Pelechuco)



第13図 ペレチュコ地区石墨化度分布図
 Fig.13 Mapa de distribucion del grado de grafitizacion (Pelechuco)