

瞭である。色調は茶色・桃色・白色が卓越するが、調査地の西方では明るい緑色を呈し、植生の違いを反映している。谷筋に分布する青色は湖沼を反映している。また、玄武岩溶岩台地に橙色を呈する溶岩円頂丘が多く認められる。

比画像における色調は、桃色・赤紫色・黄色・緑色・暗色およびそれらが混在した色調に分かれる。フォルスカラー画像との対比で考えると、裸岩地帯が桃色、植生の密な所が黄色に対応している。明るい赤紫色を呈する熱水変質帯が多く判読されている。それらのうち、ZA028 と ZA029 は各々独立した変質帯として判読されたが、当該箇所のみ瞭な桃色はその両方を含む規模の大きなものであり、グランドトルースでも変質帯が連続して見られたことから、大きな変質帯のゾーンとして捕らえるのが適当と考えられる。

## 9) 室内試験結果

鏡下鑑定において、試料 A00NK018 が強珪化を受けた無斑晶状流紋岩、試料 A00RM025 は緑泥石化・粘土化・ソーシュライト化を受けた斑状安山岩、試料 A00TM023 はかんらん石玄武岩と鑑定された (Appendix-3)。

粉末 X 線回折において、ZA027 周辺で採取した試料 A00MZ024・A00RM022-023 は似たような傾向を示し、石英、次いでカリ長石が多く、A00RM022-023 からは僅かな絹雲母が同定された。ZA026 から採取された A00RM024 は石英、曹長石が多く、少量のカリ長石、僅かなカオリンが同定された (Appendix-5)。

化学分析において、ZA026・ZA027 で採取した試料 A00NK016-017・A00MZ023-025・A00RM023 は、A00MZ024 が砒素 1,030ppm を示す以外に着目される値は得られなかった。ZA028・ZA029 で採取した試料 A00HH019・A00TM022・A00TM026-027 は、A00HH019 が砒素 203ppm・アンチモン 3.4ppm の弱い異常を示す以外に着目される値は得られなかった (Appendix-6)。

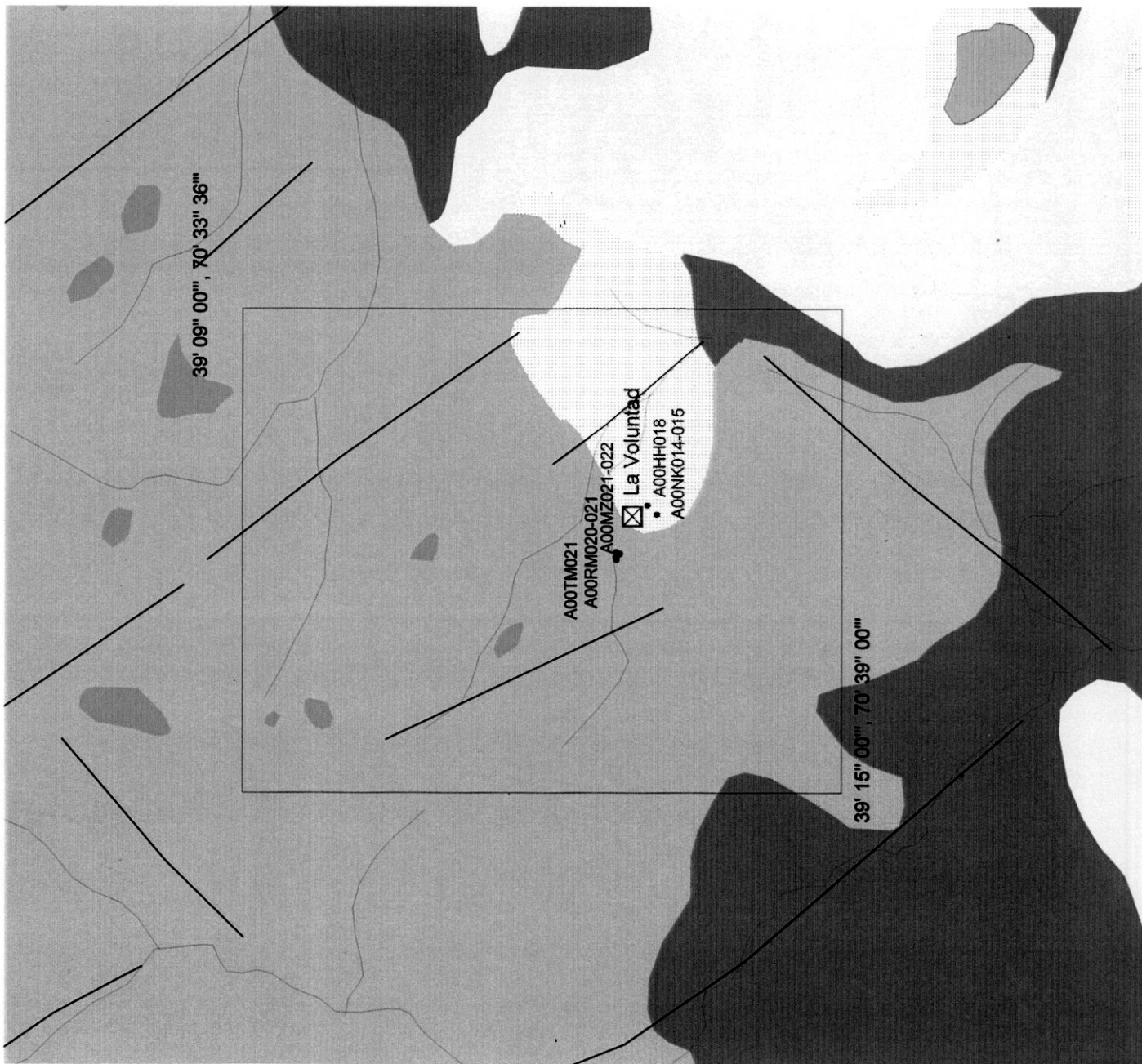
## 10) 評価

ZA026 では酸性熱水による小規模な珪化・粘土化が確認された。ZA027 では中性熱水による小規模な珪化・粘土化が確認された。ZA028・ZA029 では比較的規模の大きい熱水変質帯を確認した。しかし、これらにおいて着目される鉱徴は全く認められなかった。ただし、本地区にはまだ現地状況を調査していない熱水変質帯が 6ヶ所存在しており (Fig. II-2-9)、第 2 年次調査においてそれらの現地状況を把握することが望まれる。

## 3-2-10 La Voluntad 地区

### 1) 位置

本地区は Neuquen 州の西部に位置し (Fig. II-3-1)、Zapala 市の南西約 60km に位置する。緯経度は南緯 39° 09' 00" ~ 39° 15' 00"、西経 70° 33' 36" ~ 70° 39' 00" であり (Fig. II-3-2-10a)、面積は約 100km<sup>2</sup> である。衛星画像解析により熱水変質帯 ZA001・ZA035~ZA037



- ☒ Known deposit
  - Sampling point
  - Lineament
  - ~ Circular structure
  - River
  - Lake
- Legend

- Quaternary sediments
- Pliocene to Pleistocene basalt
- Tertiary sedimentary rocks
- Tertiary volcanic rocks
- Tertiary granitoids
- Jurassic to Cretaceous sedimentary rocks
- Jurassic to Cretaceous volcanic rocks
- Jurassic to Cretaceous granitoids
- Permian to Triassic igneous rocks
- Carboniferous sedimentary rocks
- Proterozoic metamorphic rocks
- Alteration zone



Fig. II-3-2-10a Geological map with sampling points of the La Voluntad district.

が判読されている (Fig. II-2-9)。なお、代表的緯経度は La Voluntad 鉱徴地の南緯 39° 12′ 50.2″、西経 70° 36′ 22.1″ である。

## 2) 地形・植生

標高 2,090m の Cerro Chihuido Bayo の南斜面に位置する。標高は 1,400~1,800m であり、起伏は急崖の多い山岳地形をなしている。気候はパタゴニアアンデスの冷帯湿潤気候に属し、植生は低木ステップと南洋杉の森林が広がる。

## 3) アクセス

Zapala 市から車両にて約 1.5 時間州道 46 号を南走し、分岐する探査用取り付け道路を約 1 時間走向する。取り付け道路は山頂の La Voluntad 鉱徴地まで達しているが、路面状態が劣化しており途中で車両の通行は不可能である。最後は約 30~40 分の徒歩にて現地に至る。

## 4) 既往探査状況

1968 年に陸軍工廠 (DGFM) が縮尺 1/12,500 の図幅調査を行った。1975 年には継続調査で地化学探査・IP 法物理探査・ボーリング調査 (3 孔 : 計 400m) を行った。ボーリング調査では表層付近の 2 区間で黄銅鉱による 3,500ppm の異常値を捕捉した。また 2 孔で輝銅鉱の鉱徴を捕捉したが、二次富化帯は捕捉されなかった。

Sillitoe (1976) は La Voluntad 複合岩体のトータル斑岩の K-Ar 年代として  $281 \pm 4\text{Ma}$  (ペルム紀) を報告している。

JICA/MMAJ (1984) は、La Voluntad 複合岩体のトータル岩の K-Ar 年代として  $225 \pm 11\text{Ma}$  (三畳紀) を報告している。また土壌地化学探査で 8 地点から銅、2 地点から亜鉛、1 地点からモリブデンの異常値を把握した。

Quantec Geofisica Limitada (1993) は、IP 法物理探査と磁気探査を行った。IP 法では 50~200m のダイポール間隔で 9.5km の深度まで探査し、2 地点で異常を把握したが、酸化帯は薄いと判断された。

Domingues y Garrido (1990) によれば、地表の鉱徴は初生鉱化作用によるもので、トータル岩中に黄銅鉱・黄鉄鉱・輝銅鉱が細脈状~鉱染状に存在し、少量の銅藍・斑銅鉱・硫砒鉄鉱・輝水鉛鉱が伴われるとされる。

Minera Placer Dome Argentina S.A. (1993) は、この地域で 538 個のサンプルを採取し、銅・モリブデン・金・鉛・亜鉛の地化学分析を行った。その結果、断層に沿ってこれらの元素の異常が分布することが示された。地表の変質帯は約 2km×2km の広がりをもつとされる。1994 年に Placer Dome が 4 本・計 1,170m のボーリング調査を実施したが、有望鉱床の発見には至っていない。

## 5) 鉱区設定状況

鉱区は Neuquen 州鉱山公社の CORMINE S.E.P. が保有している。鉱区名は Chachil である。

## 6) 地質・地質構造

La Voluntad 地区は Carreri Malal 地区の南方 25km に位置し、Carreri Malal 地区と一連の地質状況にある。ただし二畳紀～三畳紀深成岩類は La Voluntad 複合岩体と呼称されている。鉍床母岩の La Voluntad 複合岩体は花崗閃緑岩・トータル岩などからなり、貫入順序は古い方より斑状花崗閃緑岩・等粒状花崗閃緑岩・斑状トータル岩・微粒閃緑岩～流紋岩岩脈とされている。

## 7) 鉍徴・変質

熱水変質は主に La Voluntad 複合岩体の花崗閃緑岩・トータル岩に及んでおり、周囲の壁岩にも弱く影響している。変質帯中心部は石英細脈群が発達するポタシック変質となっており、二次的黒雲母の生成で特徴づけられる。石英脈は白色半透明～塊状でネットワーク状に発達し、鉍染状の黄鉄鉍・赤鉄鉍・黄銅鉍・孔雀石を伴う。黄鉄鉍・赤鉄鉍が量的に多い。脈の幅は数 cm～数 10cm で走向は NNE・ENE・NNW・E-W、傾斜は垂直～60° S である。母岩の脈際は強い珪化を受け、黒雲母や絹雲母の細脈なども観察される。ポタシック変質帯には地形的な高まりをつくりカタクラスティックな組織を示す角礫岩パイプが存在する。山頂部のポタシック帯周辺の低地には絹雲母化の著しい花崗岩類が観察される。

## 8) 衛星画像での特徴

本地区の判読地質は Voluntad 複合岩体が  $\alpha$ P (古生代・深成～半深成岩類) で、周りの Chiyoi 層群が TRi (三畳紀前期・火山岩類) となっている。フォールスカラーにおける色調は褐色～白褐色である。地形の起伏による組織は粗く、水系は樹枝状～直交状で密度は中～濃い。稜線は準明瞭～明瞭で抵抗度は中～高い。層理面については Coiyoi 層群に極弱く認められる。貫入岩類は塊状である。リニアメントは NW-SE が卓越する。NE-SW もそれに準じて判読される。比画像では鮮やかな赤紫色であり、ZA001・ZA035～ZA037 の小規模な熱水変質帯が判読されている。

## 9) 室内試験結果

鏡下鑑定において、ポタシック変質帯の試料 A00MZ022 は黒雲母花崗岩、縁辺部の絹雲母化した試料 A00NK014 は含白雲母-黒雲母花崗岩と鑑定される (Appendix-3)。

石英-孔雀石細脈を伴う花崗岩の化学分析において、試料 A00TM021 は金 1.95g/t、銀 15.2g/t、水銀 6,820ppb、銅 2.44%、鉄 11.85% を示し (Appendix-6)、試料 A00MZ021 は金 0.45g/t、銀 15g/t、銅 0.9%、鉄 4.2% を示す (Appendix-9)。これらは鉍化状況の良好な試料であり、鉍徴地全体に石英-孔雀石細脈が分布する訳ではない。

## 10) 評価

Placer International Exploration Inc. (1993) によれど、La Voluntad 地区の鉍床は上部に浅熱水システムを伴う斑岩銅鉍床システムで、変質帯のタイプと分布から、変質帯の上部は既に削剥されていると考えられている。今回の調査ではいくつかの石英脈サンプルが銅の鉍化作用を伴

うことを確認した。しかし、既往探査状況に基づくと、本地区の斑岩銅鉱床は低品位の初生鉱床で二次富化帯は形成されていないものと判断され、ポテンシャルは高くないものと考えられる。

しかし、本地区北西部には現地調査を実施していない熱水変質帯が4ヶ所存在しており (Fig. II-2-9)、第2年次調査においてそれらの現地状況を把握することが望まれる。

### 3-2-11 Mina Maria 地区

#### 1) 位置

本地区は Rio Negro 州の南西部 (Fig. II-3-1)、El Bolson 市の北東約 40km に位置する。緯経度は南緯  $41^{\circ} 35' 24'' \sim 41^{\circ} 43' 48''$ 、西経  $71^{\circ} 00' 36'' \sim 71^{\circ} 09' 36''$  であり (Fig. II-3-2-11a)、面積は約 230km<sup>2</sup> である。なお、代表的緯経度は Maria 鉱床の水平坑道入り口の南緯  $41^{\circ} 40' 05.0''$ 、西経  $71^{\circ} 06' 21.7''$  である。

#### 2) 地形・植生

チリとの国境まで約 50km であり、アンデス山脈の山中に位置する。Chubut 川の上流部が山間を南流する。標高は約 1,000m~2,000mの間である。各山頂には丘陵を意味する Cerro という語が冠せられているが、比高差に富む山地地形である。植生は薄く背丈の短い草木が生えている程度である。

#### 3) アクセス

Rio Negro 州の El Bolson 市より車両にて国道 258 号線を南東に約 28km 走向し Chubut 州の Epuyen 町の手前に至る。この間は舗装道路であり、以降は未舗装道路である。これより州道 70 号線を北東に約 25km 走向して El Maiten 町に至る。これより国道 70 号線を約 20km 北東に走向し、分岐する地方道により Chubut 川沿いに約 25km 北上して Maria 鉱床に至る。国道 70 号線~Maria 鉱床間の道路は整備されておらず、渡河地点に橋はかかっていない。El Bolson 市より片道約 4 時間を要するが、うち約 2 時間半は国道 70 号線~Maria 鉱床間の走行に要する。

#### 4) 既往探査状況

Maria 鉱床について 1948 年に最初の記載がなされた。1972 年には Rio Negro 州の鉱山局によって縮尺 1/500 のマッピングと鉱石品位分析が実施された (Greco and Bernabo de Greco, 1973)。鉱脈はレンズ状で延長 52m で平均幅が 1.57m、走向は  $N10^{\circ} \sim 30^{\circ} E$  で傾斜は西へ急傾斜ないし垂直、平均品位は鉛 11.75%、亜鉛 12.7%、銅 1.80%および銀 45.41g/t と報告されている。

鉱脈の延長方向の連続性および下部の鉱況は把握されておらず、鉱量計算は行われていない。現在、探査は実施されておらず急崖の中腹に坑口と索道跡が残されている。麓には管理人が居住しており、家の前には採掘された鉱石が野積みにされている。

## 5) 鉱区設定状況

個人鉱区が設定されている。

## 6) 地質・地質構造

本地区には古第三紀の火山岩類である Ventana 層が分布し、これに白亜紀の花崗岩類が貫入している (Fig. II-3-2-11a)。

Ventana 層は安山岩および同質凝灰岩からなり Maria 鉱床の母岩となっている。Greco and Bernabo de Greco (1973) によると始新世のものとされる。安山岩はプロピライト化により淡緑色を呈する緻密な岩質であり、ほぼ水平な構造を有する安山岩質凝灰岩を挟在する。

花崗岩は中粒新鮮であるが、カリ長石脈および電気石を伴っている。また、玄武岩脈の貫入を受けている。

## 7) 鉱徴・変質

Maria 鉱床の坑内での観察は出来なかった。坑口付近の安山岩には石英脈および石英細脈の網状脈が観察された。石英脈は幅 1~3cm で N35° E で垂直の構造を有する。管理人宅前に野積みされた鉱石は方鉛鉱および閃亜鉛鉱を主体とした安山岩中の網状脈であり、少量の黄銅鉱および黄鉄鉱を伴い、脈石として石英を伴うことが観察された。

## 8) 衛星画像での特徴

フォルスカラーにおける色調は低地では緑色であり、高地では淡桃灰色および淡青色である。低地では植生があり、高地では植生が無く一部に少量の積雪のあることを意味する。地形の起伏による組織は細かく、水系はやや放射状で密度は中程度である。稜線は明瞭~不明瞭で抵抗度に差がある。層理面は認められない。NE 系のリニアメントが判読される。比画像においては明るい赤紫色を呈する熱水変質帯が 1ヶ所判読される。

## 9) 室内試験結果

Maria 鉱床の鉱石品位分析結果を Appendix-9 に示す。4 試料 (A00NK019・A00HH024・A00MZ030・A00RM029) の平均値は金 0.16g/t、銀 85.5g/t、銅 0.86%、鉛 7.98%、亜鉛 17.09% である。鉛および亜鉛の鉱化作用は優性であるものの金は低品位である。

母岩の安山岩類の分析値を Appendix-6 に示す。試料 A00TM028 および A00RM028 の分析値において砒素は 1 および 7ppm、アンチモンは 0.2ppm 以下、水銀は 10ppb 未満と熱水変質の指示元素の値が低いことから、鉱床母岩は顕著な熱水変質を受けていないと考えられる。

方鉛鉱の硫黄同位体組成は -0.3% であった (Appendix-11)。硫黄同位体の標準物質は隕石の硫黄 (Canyon Diablo Troilite: CDT) である。火成岩中の硫黄同位体組成は標準物質の 0% に比較的近く、かつ狭い変動幅を示すことが知られている。よって、方鉛鉱の -0.3% という値は硫黄が火成岩起源であることを示唆する。

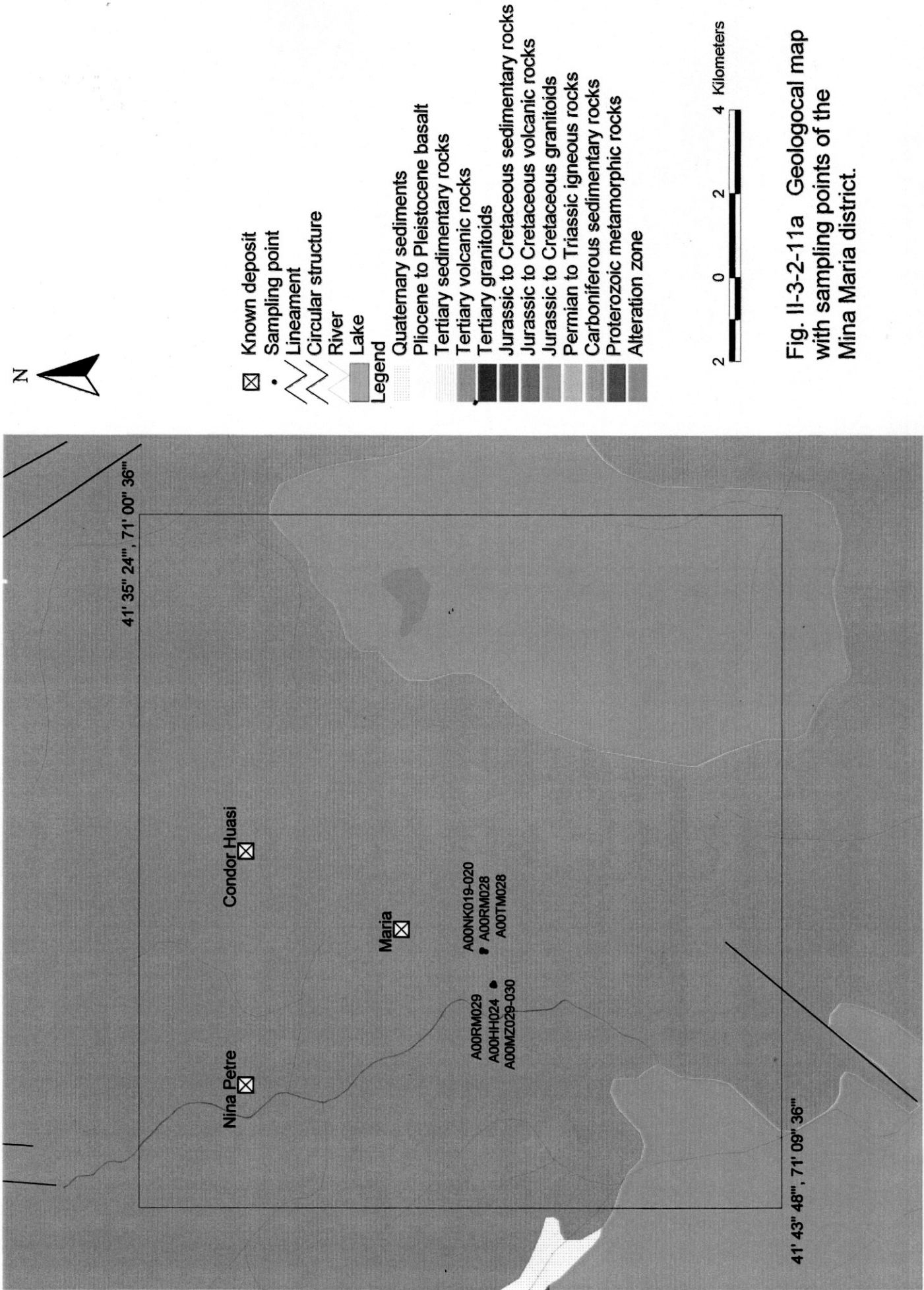


Fig. II-3-2-11a Geological map with sampling points of the Mina Maria district.

## 10) 評価

本地区には Maria 鉱床が存在する。硫黄同位体組成からマグマの活動によって鉛・亜鉛の鉱脈型鉱床が生成していると考えられる。しかし、脈質は網状脈であって鉱脈の規模は大きくないものと思われる。また金については低品位である。母岩の安山岩は緑色を呈するプロピライト質であり、砒素・アンチモン・水銀の指示元素の含有量が低いことから、顕著な熱水変質を受けていないと考えられる。よって、本地区で優良な鉱床が発見される可能性は低いものと考えられる。

### 3-2-12 El Bolson 地区

#### 1) 位置

本地区は Rio Negro 州の南西部 (Fig. II-3-1)、El Bolson 市の西部に位置する。緯経度は南緯  $41^{\circ} 53' 24'' \sim 42^{\circ} 00' 00''$ 、西経  $71^{\circ} 32' 24'' \sim 71^{\circ} 42' 00''$  であり (Fig. II-3-2-12a)、面積は約  $200\text{km}^2$  である。衛星画像解析により熱水変質帯 SB022~SB024 が判読されている (Fig. II-2-15)。なお、代表的緯経度は Lindo 河原における試料 A00HH037 採取地点の南緯  $41^{\circ} 58' 05.9''$ 、西経  $71^{\circ} 34' 30.0''$  である。

#### 2) 地形・植生

地形は標高  $1,800 \sim 2,200\text{m}$  程度のアンデス山脈主軸部をなす険しい山岳地形で、El Bolson から見上げる斜面は急崖をなしている。気候は冷帯湿潤気候で、冬は積雪が多い。河川の水量は 1 年中豊富であり湖も多い。植生は濃く北方の Nahuel Huapi 国立公園から続く森林地帯を形成している。

#### 3) アクセス

衛星画像解析で判読された熱水変質帯は険しい山岳地形の中にあり、アクセスするには馬で片道 1 日以上必要である。今回の調査では時間的制約のため、El Bolson から車で 30 分ほどの Azul 川および支流の Lindo 川河原で転石調査を行った。

#### 4) 既往探査状況

Lizuain (1981) は本地区のやや南方の Lago Puelo 花崗岩類の K-Ar 法年代測定を行った。14 個のサンプルは閃緑岩・花崗岩・花崗閃緑岩・トータル岩のいずれかであり、 $37 \pm 2\text{Ma}$  (古第三紀) から  $380 \pm 15\text{Ma}$  (デボン紀) と幅広い時代範囲を示した。

Marquez et.al. (1989) は Lindo 川源流にある Cerro Lindo の花崗岩類中の安山岩岩脈が黄鉄鉱・黄銅鉱の鉱化作用を伴うと報告している。

本地区および周辺地域の鉱床地質を総合的に扱ったものとして、Dirección de Minería de Río Negro y SEGEMAR (1999) の Geología y Recursos Minerales del Sector Rionegrino de las "HOJA4172-IV, San Carlos de Bariloche y 4172-II, San Martin de los Andes"があるが、El Bolson 西方の山岳地帯についての鉱床地質的な記載はわずかである。



過去に El Bolson 近郊の Rio Azul 川で砂金採取の試みがあったとされる。

#### 5) 鉱区設定状況

本地区において鉱区は設定されていない。

#### 6) 地質・地質構造

本地区の地質は下位より、ジュラ系堆積岩類の Osta Arena 層、白亜紀花崗岩類および火山岩類の Divisadero 層、古第三系火山岩類の Ventana 層、第四系氷河堆積物および沖積層からなる。これらのうち、白亜紀花崗岩類が最も広く分布している。転石調査では花崗岩および花崗閃緑岩が頻繁に認められる。

#### 7) 鉱徴・変質

今回の調査は、時間的制約とアクセスが容易でないことから熱水変質帯へ到達せず、El Bolson 市近郊の Rio Azul 川と支流の Rio Lindo 川の河原で転石調査を実施した。転石は花崗岩・花崗閃緑岩・閃長岩・安山岩・玄武岩・砂岩・泥岩などからなり珪化岩も認められる。珪化変質を受けている円礫は花崗岩類に多く安山岩類も含まれる。原岩は不明であるが表面が褐鉄鉱化しており、割ると中は珪化していて黄鉄鉱が鉱染している。安山岩礫には緑泥石化も認められる。

#### 8) 衛星画像での特徴

本地区の判読地質は Kiv (白亜紀後期・火山岩類)、 $\alpha$ K (白亜紀～第三紀・深成～半深成岩類)、Tiv (始新世～漸新世・安山岩質火山岩) となっている。フォールスカラーにおける色調は褐色～白褐色である。地形の起伏による組織は中～粗く、水系は樹枝状～平行状～直交状で密度は中～濃い。稜線は準明瞭～明瞭で抵抗度は中～高い。層理面は Kiv に良く発達する。 $\alpha$ K と Tiv は塊状である。リニアメントは NNW-SSE が多く、NE-SW も数条判読される。比画像では山頂に小規模に鮮やかな赤紫色の色調異常が認められ、SB022～SB024 の熱水変質帯が判読されている (Fig. II-2-15)。

#### 9) 室内試験結果

転石試料の A00HH037 および A00HH039 について化学分析を実施した。黄鉄鉱が鉱染する花崗岩試料の A00HH037 には銅 355ppm の値が得られた (Appendix-6)。

#### 10) 評価

熱水変質帯下流域の転石調査を行い、珪化岩礫の存在を確認するとともに黄鉄鉱が鉱染する花崗岩礫について微弱ながらも銅の鉱徴を把握した。熱水変質帯そのものは急峻な山岳地帯にあるため、十分な探査が過去に実施されていない。熱水変質帯へ到達するには時間を要するものの、日程が許せば第 2 年次調査の対象として考慮したい。

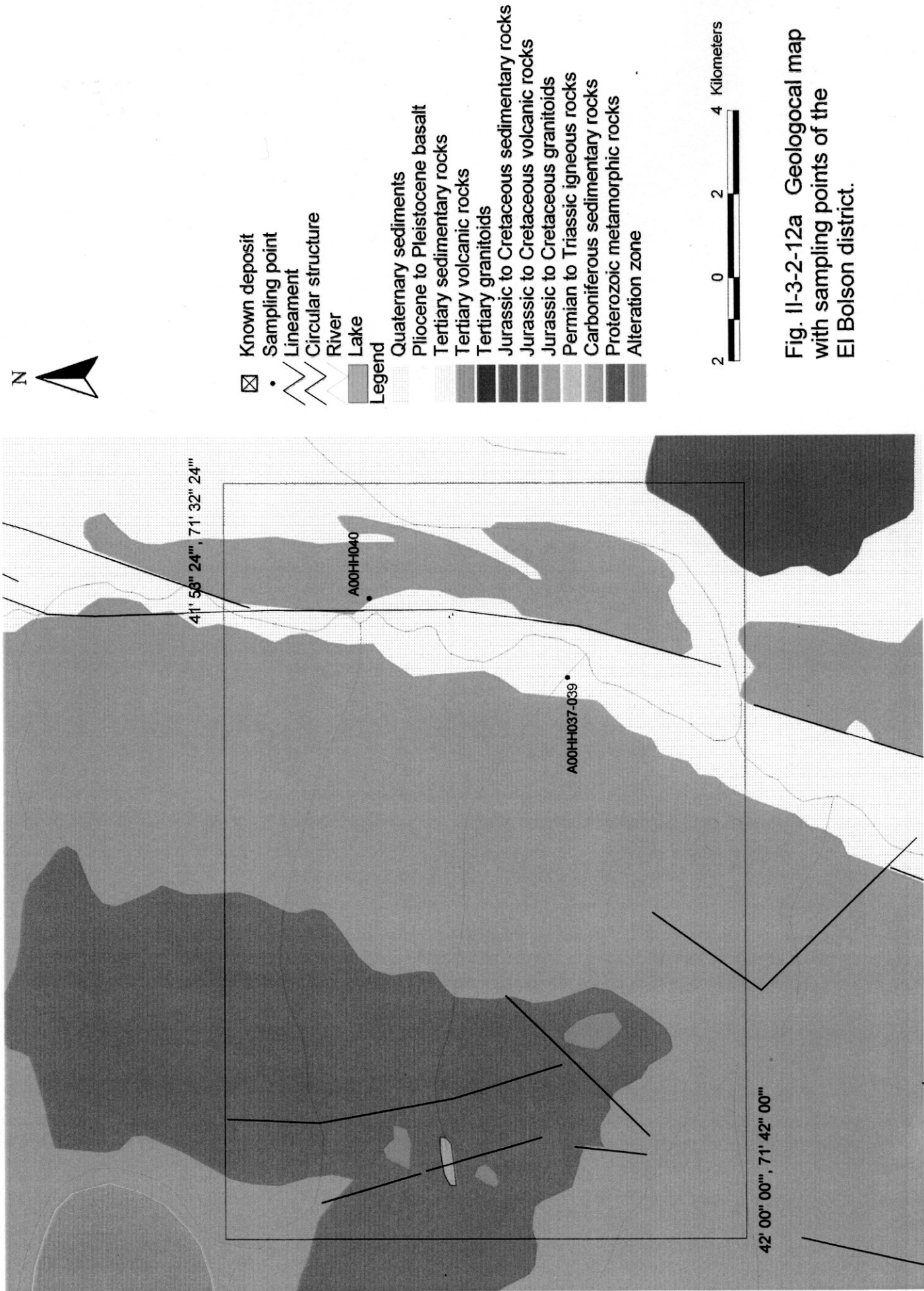


Fig. II-3-2-12a Geological map with sampling points of the El Bolson district.

### 3-2-13 Cerro Coihue 地区

#### 1) 位置

本地区は Chubut 州北西部の Rio Negro 州との州境付近に位置する (Fig. II-3-1)。緯経度は南緯  $42^{\circ} 07' 12'' \sim 42^{\circ} 10' 12''$ 、西経  $71^{\circ} 16' 48'' \sim 71^{\circ} 21' 36''$  であり (Fig. II-3-2-13a)、面積は約  $55\text{km}^2$  である。なお、代表的緯経度は Quebrada Baya 鉱徴地の南緯  $42^{\circ} 08' 42.5''$ 、西経  $71^{\circ} 18' 30.4''$  である。

#### 2) 地形・植生

本地区は、チリ国境から連続する標高  $1,000 \sim 2,000 \text{ m}$  の山岳地帯からなる。Quebrada Baya 鉱徴地は Cerro Coihue から続く尾根の中腹が幅約  $200 \text{ m}$  にわたり崩落することによって形成された露頭である。Quebrada Ferreyro は Cerro Coihue の尾根から南流する沢であり、Quebrada Baya の約  $1.2\text{km}$  西方に位置する。

本地区内の尾根や水系はほぼ、N-S 系の伸張をもって分布し、本地区東方の El Maiten から東側には、広大な平原で Norquinco-Cushamen Basin が広がる。

植生については、麓から尾根にかけて疎林が分布し、比較的植生の分布密度は高い。しかし、より高地では植生が皆無の裸岩地帯となっている。

#### 3) アクセス

最寄の町となる El Bolson 市から国道 243 号線、そして国道 258 号線を南下し、Epuyen 町手前から El Maiten 町に向かう未舗装路を東方に向かい、途中を北方に入り Cerro Coihue 南麓に至る。その後、徒歩約 1 時間 30 分で Quebrada Baya 鉱徴地に至る。El Bolson 市からの走行距離は、片道約  $45\text{km}$  で約 1 時間を要する。

#### 4) 既往探査状況

本地区では SEGEMAR により調査が実施されている。特に Quebrada Baya 鉱徴地に対しては、詳細な地質調査が行われている (Genini and Grizinic, 1999)。これによると、ジュラ紀～白亜紀の花崗岩類は珪化・粘土化・電気石化・褐鉄鉱・プロピライト変質を受けている。鉱化作用は鉱染型であり黄鉄鉱・硫砒鉄鉱・黄銅鉱・輝水鉛鉱・硫砒銅鉱・酸化銅が記載されている。

また、1983 年には JICA/MMAJ により地質調査が実施されており、黄鉄鉱と微量の黄銅鉱を伴う変質帯中から 6 試料を採取し、銅  $265 \text{ ppm}$ ・亜鉛  $990 \text{ ppm}$  の分析値を得ている (JICA/MMAJ, 1983)。

#### 5) 鉱区設定状況

本地区には Sunshine Argentina Inc. などにより複数の探査鉱区が設定されている。

## 6) 地質・地質構造

本地区の地質は下位より、ジュラ系堆積岩の Osta Arena 層、白亜紀花崗岩類、古第三系火山岩類の Ventana 層、第四系の氷河堆積物・崩積土・沖積層からなり、デイサイト～玄武岩岩脈を伴う。

白亜紀花崗岩類は花崗岩・花崗閃緑岩・トータル岩などからなり、捕獲岩として玄武岩を包有する。これに貫入する安山岩～玄武岩岩脈は比較的水平的な構造を有している。Ventana 層は安山岩質火山岩類からなる。

## 7) 鉱徴・変質

Quebrada Baya 鉱徴地の露頭は珪化・白色粘土化変質を受けており、カリ長石・電気石・黄鉄鉱が認められる。電気石は最大幅約 20 cm の脈状もしくは鉱染状の産状を呈する。黄鉄鉱は最大幅 1.5 m の脈状もしくは鉱染状に産し、褐鉄鉱化が著しい。また、鉱徴地には脈状の珪化・粘土化帯や石英脈の転石が認められる。鉱徴地の近辺ではトータル岩および花崗閃緑岩中に電気石の細脈が見られる。さらに周辺部の花崗岩類は緑泥石・緑レン石のプロピライト変質となっている。

Quebrada Baya 鉱徴地のトータル岩および花崗閃緑岩を被覆する Ventana 層の安山岩には、方解石・濁沸石のポッドもしくは細脈が認められた。

Quebrada Ferreyro の花崗岩～花崗閃緑岩には電気石・緑簾石脈が伴われ、局部的に少量の酸化銅を伴う。また、安山岩～玄武岩岩脈を切る後期の石英-方解石細脈が存在し、少量の黄鉄鉱を伴っている。

## 8) 衛星画像での特徴

本地区北東部には、約 10 km にわたって連続する NW-SE 系のリニアメントが判読されている。また、本地区の北西方には、約 20 km にわたって連続する NE-SW 系のリニアメントとこれに斜交する NNW-SSE 系のリニアメントが判読されている。比演算画像では熱水変質帯の存在を示唆する色調異常が認められない。

## 9) 室内試験結果

Quebrada Baya 鉱徴地で採取した変質花崗岩類・安山岩脈・石英脈・粘土脈試料 (A00HH028・A00TM029, 031-035・A00RM030, 033) の化学分析において、黄鉄鉱が鉱染する花崗閃緑岩 (A00TM035) が銅 235 ppm を示した以外に、着目すべき値は得られなかった (Appendix-6)。また、弱珪化の白色粘土脈 (A00TM033) の粉末 X 線回折では絹雲母・緑泥石が同定されたものの、その他の変質花崗岩類の試料については変質鉱物として緑泥石が検出されたのみである (Appendix-5)。

Quebrada Ferreyro において採取した珪孔雀石を少量伴う花崗閃緑岩 (A00MZ033) の化学分析結果は銅 2,620 ppm・鉛 162 ppm 亜鉛 142 ppm を示したが、その他 3 試料 (A00NK021・A00NK023・A00MZ031) に着目すべき分析結果は得られなかった (Appendix-6)。

Quebrada Ferreyro の花崗閃緑岩 (A00MZ032) および Quebrada Baya 鉱徴地のトータル岩

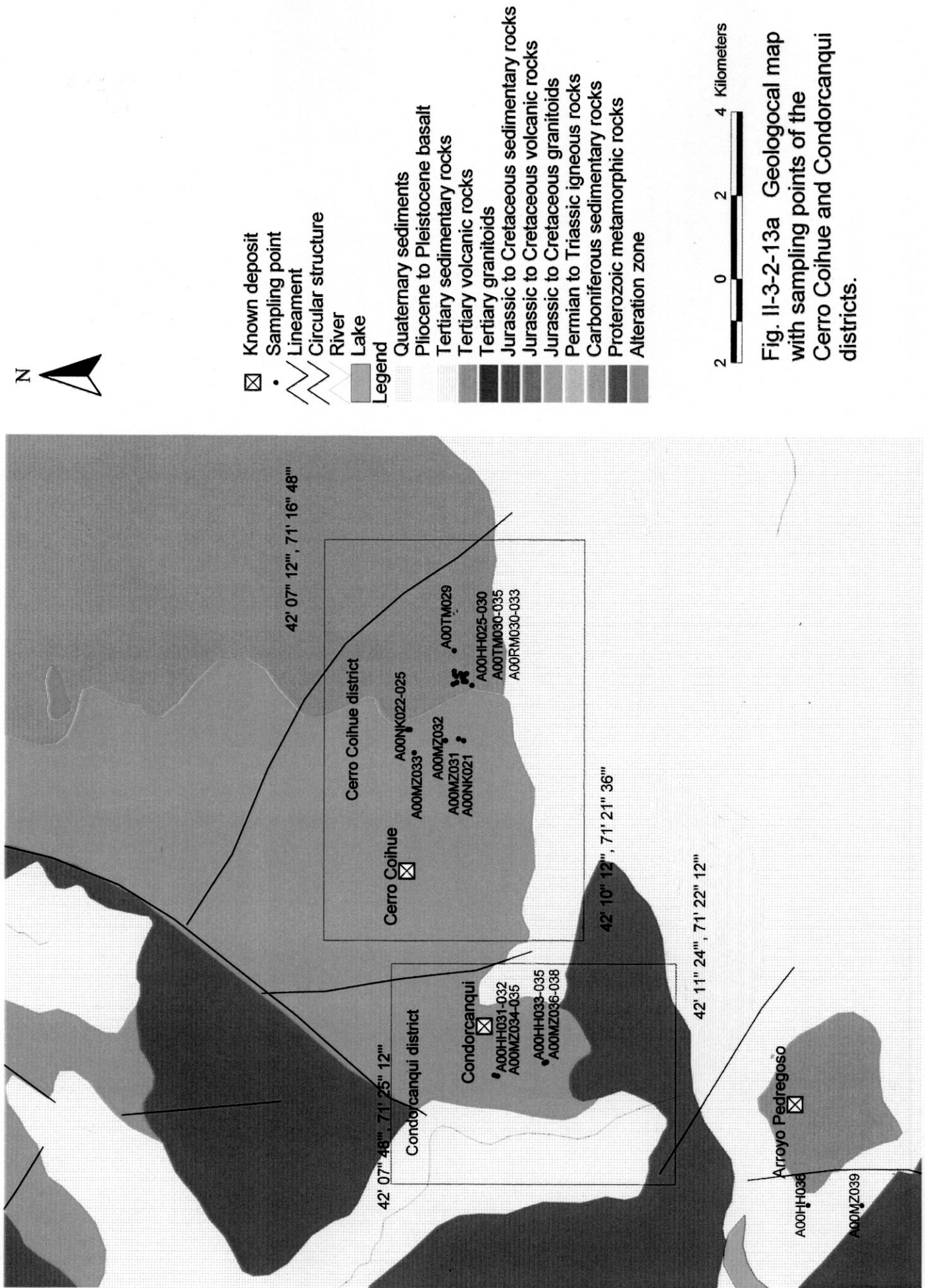


Fig. II-3-2-13a Geological map with sampling points of the Cerro Coihue and Condorcanqui districts.

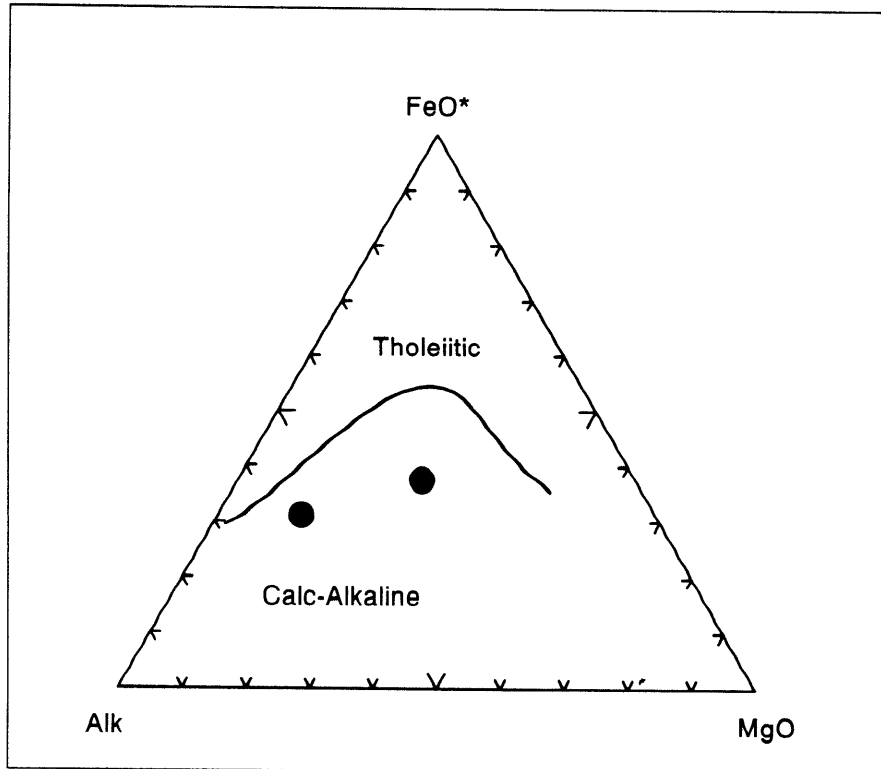


Fig. II-3-2-13b Ternary variation diagram of AFM plot for granitic rocks of the Cerro Coihue district. Alk = Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, FeO\* = Total Fe in FeO.

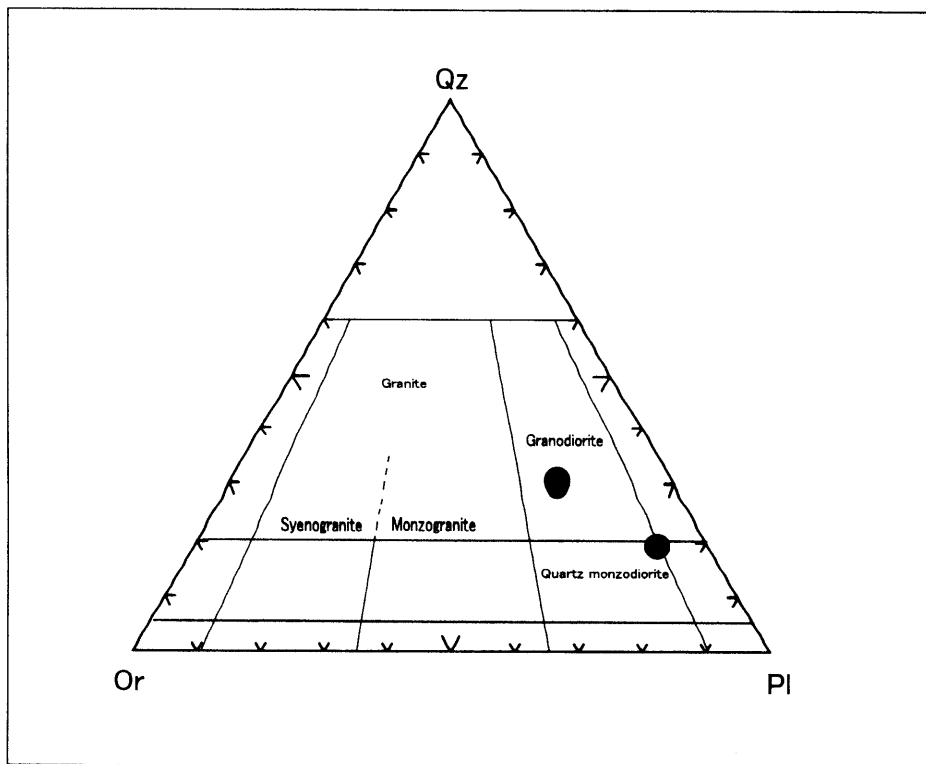


Fig. II-3-2-13c Ternary variation diagram of Qz-Or-Pl CIPW normative compositions for granitic rocks of the Cerro Coihue district.

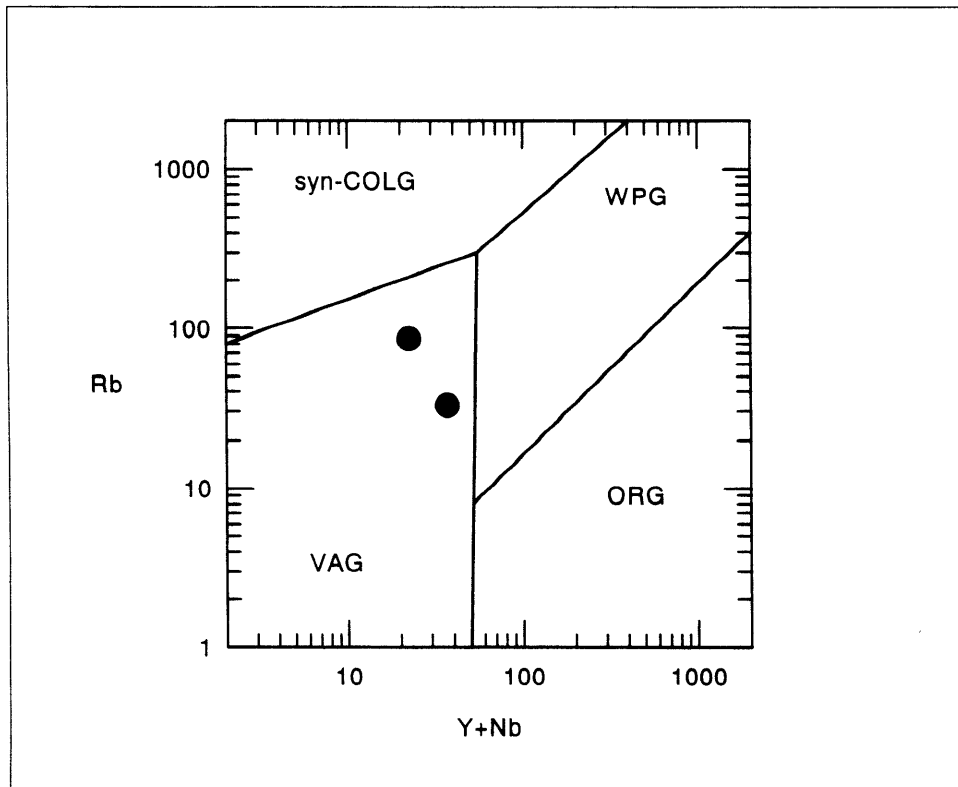


Fig. II-3-2-13d Rb - (Y+Nb) diagram for granitic rocks of the Cerro Coihue district. VAG : volcanic arc granites, syn-COLG : syn-collision granites, WPG : within-plate granites, ORG : ocean ridge granites, (Pearce et al. 1984).

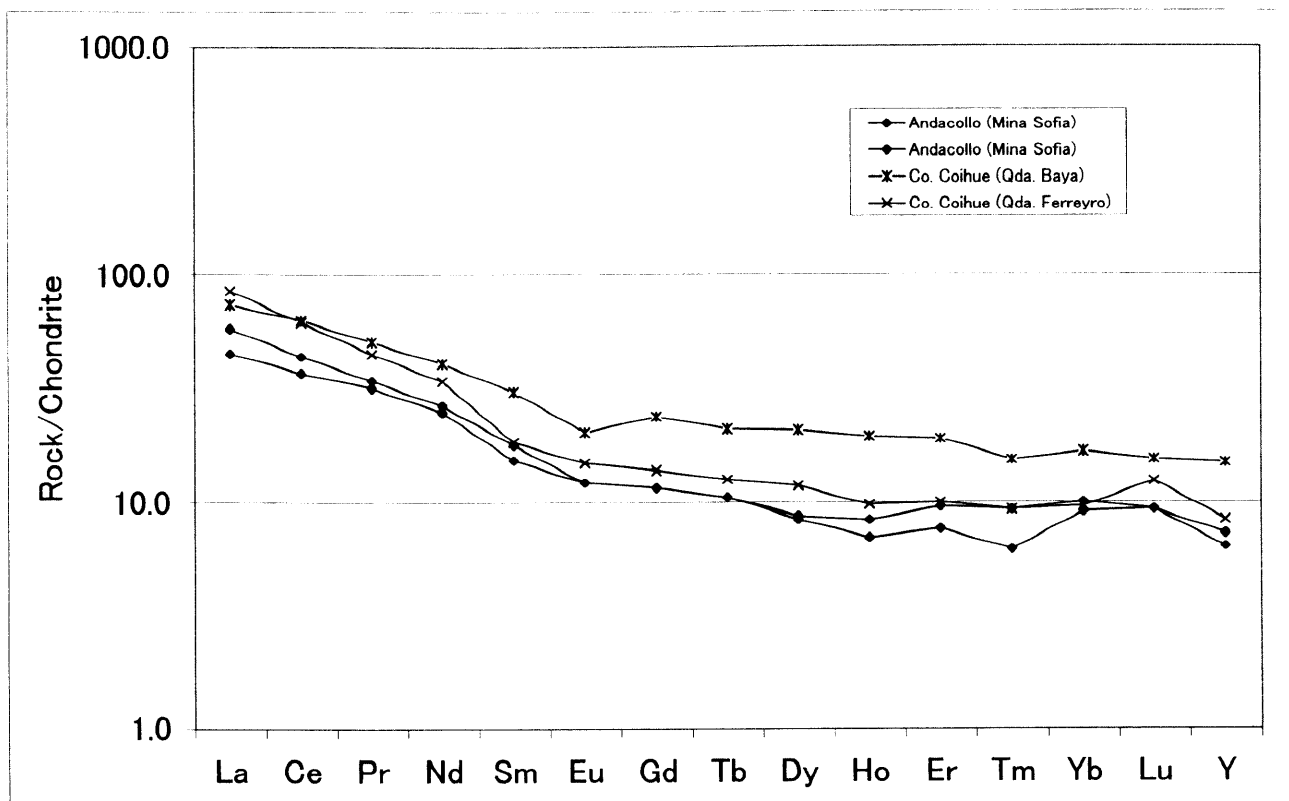


Fig. II-3-2-13e Chondrite normalized REE patterns for granitic rocks of the Cerro Coihue district compared with Andacollo district.

(A00TM030) について化学分析を実施した。AFM 図 (Fig. II-3-2-13b) に示すようにカルクアルカリ花崗岩であり、ノルム計算による Qz-Or-Pl 図 (Fig. II-3-2-13c) において花崗閃緑岩・石英モンゾ閃緑岩の領域にプロットされる。Pearce et al., (1984) の Rb-(Y+Nb) 図 (Fig. II-3-2-13d) においては島弧型花崗岩 (VAG) の領域にプロットされる。希土類元素のコンドライトによる規格化図 (Fig. II-3-2-135e) では、Quebrada Ferreyro の花崗閃緑岩は Andacollo 地区の花崗岩類とほぼ類似のパターンを示すのに対し、Quebrada Baya のトータル岩はパターン右下がりの傾向が弱く、ややフラットなパターンを示す。コンドライトの値によって規格化している関係からプリミティブな岩石ほどフラットなパターンを示す性質があり、Quebrada Baya のトータル岩は未分化であり、鉍化能力に乏しいことが示唆される。

#### 10) 評価

Quebrada Baya 鉍徴地ではカリ長石化・電気石化・脈状もしくは鉍染状の黄鉄鉍化変質が認められるものの、銅の鉍化作用の存在は確認されなかった。また、熱水変質も緑泥石化～絹雲母-緑泥石化の程度であり、顕著な絹雲母化やポタシク変質は認められず、従来コメントされているような斑岩銅鉍床としての特徴は把握されなかった。また、Quebrada Ferreyro で確認された電気石・緑簾石化に伴われる銅の鉍徴は微弱なものである。よって、本地区において優勢な鉍化作用は生じていないものと考えられ、第2年次調査の対象とする必要はないものと判断される。

### 3-2-14 Condorcanqui 地区

#### 1) 位置

本地区は Chubut 州の北西 (Fig. II-3-1)、Epuyen 町の北約 5km に位置する。緯経度は南緯  $42^{\circ} 07' 48'' \sim 42^{\circ} 11' 24''$ 、西経  $71^{\circ} 22' 12'' \sim 71^{\circ} 25' 12''$  であり (Fig. II-3-2-13a)、面積は約  $40\text{km}^2$  である。なお、代表的緯経度は Condorcanqui 鉍床露頭の南緯  $42^{\circ} 09' 46.1''$ 、西経  $71^{\circ} 24' 03.8''$  である。

#### 2) 地形・植生

チリとの国境まで約 30km であり、アンデス山脈の山中に位置する。東方には氷河湖である Epuyen 湖などが分布する。標高は約 300m～2,000mの間である。各山頂には丘陵を意味する Cerro という語が冠せられているが、比高差に富む山地地形である。植生は濃く森林地帯である。局部的に植生の薄い箇所は灌木が生える程度である。

#### 3) アクセス

Chubut 州の Epuyen 町より車両にて国道 258 号線を約 5km 北走し、道路脇の斜面を約 20 分歩行して Condorcanqui の鉍床露頭に至る。

#### 4) 既往探査状況



Condorcanqui の銅鉱床は 1945 年に発見された。1951 年～1953 年に陸軍工廠 (DGFM) によって地質調査が実施された (Tabachi, 1953)。陸軍工廠は 22 孔、計 626m の試錐調査および 12 溝、計 485m のトレンチ調査を実施した。これらの結果、鉱量は 431,350t、平均品位は銅 1.02% と算定された。Genini (1976) は鉱化作用が層厚 30m の安山岩とこれに貫入する少量の花崗岩類に関連するものと述べている。Ametrano et al., (1979) は縮尺 1/1,000 のマッピングと銅・鉛・亜鉛の地化学探査を実施した。しかし、探査の継続を必要とする良好な鉱徴は把握されなかったと結論している。

#### 5) 鉱区設定状況

民間企業が探査鉱区および採掘鉱区を設定している。

#### 6) 地質・地質構造

本地区の地質は下位よりジュラ紀の堆積岩類、白亜紀の花崗岩類、古第三紀の火山岩類、第四紀の水河堆積物・崩積土・沖積層からなる (Fig. II-3-2-13a)。

ジュラ系の Osta Arena 層は泥岩・砂岩・石灰岩からなる。白亜紀の花崗岩類は花崗閃緑岩・トータル岩・花崗岩よりなる。古第三系の Ventana 層は安山岩類よりなり、Condorcanqui 鉱床の母岩となっている。Fig. II-3-2-13a において Condorcanqui 鉱床および試料採取位置は白亜紀花崗岩の分布域となっているが、実際には Ventana 層の安山岩および同質凝灰岩が分布している。安山岩は塊状緻密であり灰色～緑色の色調を呈する。凝灰岩は無層理であり N-S・60° E および E-W・60° S の小断層が認められる。Ametrano et al., (1979) によると安山岩斑岩の岩脈が NW 方向にて Ventana 層に貫入しているとされている。

#### 7) 鉱徴・変質

Ametrano et al. (1979) によると南北約 1.4km、東西約 0.3km の範囲に 15ヶ所の銅の鉱徴地が散在しているとされる。今回はそのうち 1ヶ所の鉱床露頭 (試料 A00MZ036 etc 採取地点) を観察した。灰色～緑色の安山岩を母岩として鉱染状黄銅鉱・石英・黄銅鉱細脈および二次的な孔雀石・輝銅鉱が認められる。また、局部的に安山岩は角礫化しており、孔雀石が基質部を充填しているのも認められる。黄銅鉱が鉱染する石英脈は N65° W、70° N の構造で幅 5cm であり、同様の脈質の網状細脈を伴う。

試料 A00MZ034 などの採取地では安山岩質凝灰岩に N-S・60° E および E-W・60° S の小断層とこれに伴われる沸石および鉱染状黄鉄鉱が認められる。

#### 8) 衛星画像での特徴

フォルスカラーにおける色調は緑色であり植生が濃いことを意味する。地形の起伏による組織は粗く、水系はやや樹枝状で密度は低い。稜線は不明瞭で抵抗度は低い、北東の Cerro Coihue が明瞭な稜線を示すのと対照的である。層理面は認められない。NE 系および NW 系のリニアメントが判読される。比画像において熱水変質帯は判読されない。

## 9) 室内試験結果

Condorcancui 鉱床の黄銅鉱細脈および鉱染状黄銅鉱を伴う安山岩 (試料 A00MZ036)、孔雀石を伴う角礫化安山岩 (試料 A00MZ037) の品位分析結果を Appendix-9 に示す。銅 3.69%~4.72% であり、金 0.03g/t 未満、銀 13~22g/t、鉛 210~590ppm、亜鉛 120~640ppm である。銅以外の元素は低品位である。

Condorcancui の鉱床母岩である安山岩 (試料 A00MZ38) の顕微鏡観察によると変質鉱物の組み合わせは緑泥石・緑閃石・方解石でプロピライト変質である (Appendix-4)。試料 A00HH034 の化学分析において、砒素の含有量は 10ppm であるが、アンチモンおよび水銀は検出限界以下であり、顕著な熱水変質を受けていないものと考えられる。しかし、銅の含有量は 1,175ppm と比較的高い値を示す (Appendix-6)。よって、銅は熱水変質によって添加されたものではなく、安山岩を形成したマグマが本来的に銅分を有していたことが推測される。

Condorcancui 鉱床の黄銅鉱の硫黄同位体組成は -26.7% である (Appendix-9)。硫黄同位体の標準物質は隕石の硫黄 (Canyon Diablo Troilite: CDT) であり、火成岩中の硫黄同位体組成は標準物質の 0% に比較的近く、かつ狭い変動幅を示すことが知られている。一方、堆積岩中の硫黄同位体組成はバクテリアによる同位体効果によって大きな変動幅を示すことが知られている。よって、黄銅鉱の -26.7% という値は硫黄が堆積岩起源であることを推測させるが、安山岩を母岩としていることから硫黄が堆積岩起源とは考えがたい。この硫黄同位体組成を解釈するには  $H_2S$  と  $SO_4^{2-}$  の異なる硫黄種が存在して、両者の間に同位体分別があったことを考える必要がある。仮に全硫黄同位体組成がマグマ性を意味する 0% であったとし、鉱化作用の温度が 250℃ であったとする。250℃ では  $H_2S$  と  $SO_4^{2-}$  の間に 25% の同位体分別が生じる (Rye and Ohmoto, 1974)。仮に  $H_2S$  と  $SO_4^{2-}$  の量比が 1 対 9 であったとする。 $H_2S$  の硫黄同位体組成を X、 $SO_4^{2-}$  の硫黄同位体組成を Y として、 $Y - X = 25\%$  および  $0.1X + 0.9Y = 0\%$  の関係が成立し、 $H_2S$  については -22.5% と実測値に比較的近い値が算出される。このように硫黄はマグマ起源でありながら、異なる硫黄種間の同位体分別によって黄銅鉱の硫黄同位体組成が軽い値になっている可能性がある。もし、そうであるならば硫化物を生成した  $H_2S$  を含む熱水の活動以外に  $SO_4^{2-}$  を含む酸性熱水の活動もあったものと推測される。そして、その酸性熱水の活動に関連して高硫化系の金鉱化作用が伴われている可能性を期待することが出来る。

## 10) 評価

今回の調査では 1ヶ所の鉱床露頭のみを調査したが、Ametrano et al. (1979) によると南北約 1.4km、東西約 0.3km の範囲に 15ヶ所の銅の鉱徴地が散在しているとされている。黄銅鉱の硫黄同位体測定は 1試料のみながら、観察された黄銅鉱の鉱徴以外に、酸性熱水に関連する高硫化系の金鉱化作用の存在が示唆される。Ametrano et al. (1979) はプロピライト変質のほかに強珪化変質の存在を報告している。また、過去の地化学探査では銅・鉛・亜鉛しか対象としていない。よって、本地区における高硫化系の金鉱化作用の可能性を検証するために、第 2 年次調査ではより広範囲に踏査を実施することが望まれる。

### 3-2-15 Cushamen 地区

#### 1) 位置

本地区は Chubut 州北西部の Rio Negro 州との州境付近に位置する (Fig. II-3-1)。Cushamen 鉱徴地は Cura Limay 鉱徴地とも呼称される。緯経度は南緯  $42^{\circ} 06' 00'' \sim 42^{\circ} 13' 48''$ 、西経  $70^{\circ} 26' 24'' \sim 70^{\circ} 34' 12''$  であり (Fig. II-3-2-15a)、面積は約  $200\text{km}^2$  である。なお、代表的緯経度は南緯  $42^{\circ} 09' 40.7''$ 、西経  $70^{\circ} 30' 33.2''$  である。

#### 2) 地形・植生

地形は、標高  $1,000 \sim 1,500 \text{ m}$  前後のなだらかな丘陵からなる。水系の発達は認められない。植生として、丘陵には背丈の低い草が疎らに茂り、丘陵と丘陵の間には灌木が疎らに茂る。

#### 3) アクセス

El Bolson 市から国道 243 号線、そして国道 258 号線を南下し、Epuyen 町付近から未舗装路を東へ El Maiten 町に向かう。さらに El Maiten 町から州道 4 号線を東方に向かい、Chushamen 町を経て調査地近傍に至る。El Bolson 市から調査地近傍までの走行距離は片道約  $154 \text{ km}$  で、約 3 時間 40 分を要する。

#### 4) 既往探査状況

広域的な地質調査等の基礎調査が行われており、基盤の変成岩類とそれに貫入する流紋岩の境界付近に粘土化変質・珪化変質の分布が報告されている。珪化変質帯中の石英脈にはモリブデン・鉛・亜鉛の鉱化作用を伴うとの報告がある。調査地点付近には、カオリンを採掘した直径約  $20 \text{ m}$  程度のピットがある。

#### 5) 鉱区設定状況

調査地点付近に採掘鉱区が設定されていたが、現在は放棄されており、鉱区の設定はなされていない。

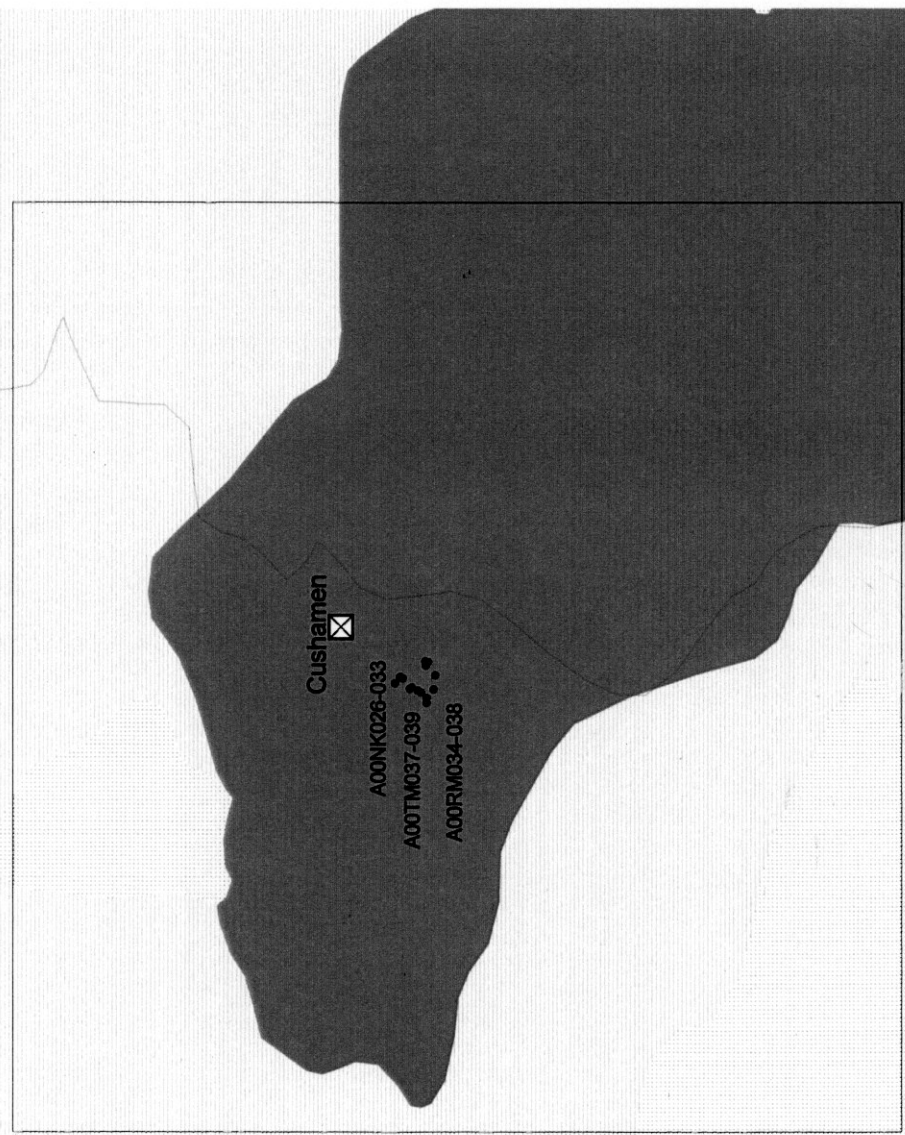
#### 6) 地質・地質構造

本地区の地質は、先カンブリア界の花崗岩類・堆積岩類を原岩とする片麻岩・片岩が地窓状に分布する。この片麻岩類には、ペグマタイトの小岩脈が認められる。これらには下部第三系とされる Huitrera 層の流紋岩が貫入している。さらにこれらを覆って新第三紀中新統の堆積岩類が分布している。

調査地点付近では、基盤の変成岩類は砂質～泥質の片岩で片理面は急傾斜である。ペグマタイトの小岩脈は片理面に平行もしくはやや斜交している。流紋岩脈は幅約  $10 \text{ m}$  以上で、走向 E-W・傾斜  $75^{\circ} \text{ S}$  の構造を有する。



42° 06' 00" , 70° 26' 24"



42° 13' 48" , 70° 34' 12"

- ☒ Known deposit
- Sampling point
- ∩ Lineament
- ∩∩∩ Circular structure
- River
- ▭ Lake
- Legend
- Quaternary sediments
- Pliocene to Pleistocene basalt
- Tertiary sedimentary rocks
- Tertiary volcanic rocks
- Tertiary granitoids
- Jurassic to Cretaceous sedimentary rocks
- Jurassic to Cretaceous volcanic rocks
- Jurassic to Cretaceous granitoids
- Permian to Triassic igneous rocks
- Carboniferous sedimentary rocks
- Proterozoic metamorphic rocks
- Alteration zone



Fig. II-3-2-15a Geological map with sampling points of the Cushamen district.

## 7) 鉱徴・変質

流紋岩の貫入岩を中心として、カリ長石-電気石帯・酸性粘土化帯・珪化-石英脈帯が累帯配列する。カリ長石-電気石帯は流紋岩貫入の中心にのみに分布し、石英細脈や熱水角礫岩を伴う。酸性粘土化帯は流紋岩岩脈の周縁に認められ、珪化変質や石英脈を伴わない。POSAM 測定と粉末X線回折では、変質鉱物として絹雲母・カオリンが同定された。珪化・石英脈帯は、流紋岩岩脈と基盤の片岩との境界付近から片岩にかけて 50 m 以上にわたって分布する。脈幅 1~2 m の石英脈が多数認められ、N-W・垂直の構造のことが多い。石英脈の卓越するゾーンは、走向方向に 100 m 以上にわたって連続する。珪化変質と石英脈には著しい褐鉄鉱化がおよんでいる。

## 8) 衛星画像での特徴

本地区内にリニアメントおよび変質帯は判読されていない。また、本地区周辺にもリニアメントは判読されていない。フォルスカラー画像ではフラットで滑らかな肌合を示し、抵抗度が低いことが読みとれる。比演算画像では変質帯の存在を示唆する色調異常は認められない。

## 9) 室内試験結果

珪化流紋岩および石英脈の試料 (A00NK027-029, 032-033・A00TM038-039・A00RM036-037) について化学分析を行った。珪化流紋岩 (A00NK029) は銅 364 ppm を示し、石英脈 (A00NK027) はモリブデン 709 ppm を示すにとどまり、金などについて着目される値は得られなかった (Appendix-6)。

珪化片岩 (A00NK030)・粘土化流紋岩 (A00NK031・A00TM037・A00RM034-035) の粉末X線回折では、絹雲母・カオリンが同定された (Appendix-5)。

脈幅 1 m で中粒の褐鉄鉱を伴う白色石英脈 (A00TM039) の流体包有物の均質化温度は 215~283℃で平均値は 259℃。塩濃度は 28.3~30.9 wt%で平均値は 29.6 wt%である (Appendix-12)。そして同試料の酸素同位体組成は+9.7 %である。均質化温度平均値における水と石英間の酸素同位体分別係数 (Matsuhisa et al., 1979) により、石英脈を生成した熱水の酸素同位体組成を計算すると+1.2 %と求められる (Appendix-12)。マグマ水の酸素同位体組成は+6 %~+9 %と重い値を示し (Taylor, 1974)、天水の酸素同位体組成は地域差があるものの一般的に-4 %~-14 %と軽い値である (Craig, 1963)。従って、石英脈を形成した熱水の酸素同位体組成はマグマ水と天水が混合したことを示唆し、本地区の変質帯を形成した熱水には比較的マグマ水の関与があったものと推定される。

## 10) 評価

流紋岩の貫入岩を中心にカリ長石-電気石帯・粘土化変質帯・珪化変質-石英脈帯が累帯配列し、本地区の変質帯形成に流紋岩の貫入が関与したものと推測される。流体包有物均質化温度から浅熱水性であることが示される。酸素同位体組成からマグマ水の関与があったと推測されるものの、金・銅・モリブデンの顕著な鉱化作用は確認されず、第2年次調査の対象とすることの優先度は