

第4章 考察

4-1 地質構造および鉱化作用の特性と鉱化規制

本地域には多岐にわたる金属鉱床が期待されるが、主要な鉱床タイプは、斑岩銅-金鉱床・浅熱水性金-銀鉱床・含金多金属鉱脈鉱床である。これらのタイプの鉱床は経済性の観点からも、今後の調査のターゲットとして重要と考えられる。

メタロジェニーとテクトニックセッティングとは、不可分の関係にあることから、超広域的範囲から、特定のタイプの鉱床をターゲットとする場合は、それを規制するテクトニックセッティングを重視した鉱床生成区をまず第一に抽出することになる。例えば、斑岩銅鉱床や浅熱水性金鉱床については陸上の中性～酸性火成活動ゾーンが選定され、火山性塊状硫化物鉱床は、海底火山活動ゾーンが選定されることになる (Sillitoe, 1980)。さらに、斑岩銅鉱床および高硫化系浅熱水性金鉱床は、チリ型あるいは衝突型の圧縮応力場で生じた陸上での中性～酸性火成活動ゾーンに、一方低硫化系浅熱水性金鉱床は応力場による束縛条件は比較的少ないが、島弧・背弧・ホットスポット等の陸上の中性～酸性火山活動ゾーンが選定される (Hedenquist, 1999)。更にディメンジョンを絞った広域的スケールおよびプロスペクトスケールの場合には、その地域の地質構造発達史を把握するとともに、対象とする鉱床タイプの概念的生成モデルとの比較において、鉱床の生成を規制したファクターを満たす地質現象の把握が必要とされる。

4-1-1 超広域スケール

南米アンデスの斑岩銅鉱床および浅熱水性金鉱床は、通称アンデスカッパーベルトとされる中部アンデス地域の新生代マグマ弧に集中する (Sillitoe, 1992)。これと同じ条件のテクトニックセッティングが認識されれば、鉱床賦存の確率は高いと考えられる。

南米アンデスの地質構造発達史は以下のように考えられている。原生代後期のロディニア超大陸分裂以降、大陸の再編成により南アメリカ大陸は Gondwana 大陸の西縁に位置した。特に太平洋側では古生代前期から中生代前期にかけて次々と異地性地塊が衝突、それに伴う火成活動が生じる活動的大陸縁辺部であった。これらの衝突のイベントは、カンブリア紀後期～石炭紀の Famatina events、石炭紀後期～ジュラ紀前期の Gondwana events と称されている。Famatina events では Gondwana 大陸の西縁辺部に、Cuyania (Precordillera) terrane、Chilenia terrane が衝突・付加し、Chilenia terrane と海域を挟んでその東側に存在した Cuyania terrane 西側において付加体とマグマ弧が形成された。Gondwana events では Gondwana 大陸の南縁部に Patagonia terrane が衝突・付加した。三畳紀以降になるとこうした衝突 events はなくなるが、ジュラ紀の Mesozoic events では大西洋の開口によって Gondwana 大陸が分裂した。

活動的大陸縁辺部としての太平洋側からのプレートサブダクションは古生代に始まったと推定されているが、白亜紀に顕在化し、新生代には Andean events として活発化した。この結果、付加プリズムおよびマグマ弧が形成されコルディレラ型造山帯が形成された。速度・方向・角度な

どのサブダクション様式は一定ではなく、その多様性がアンデス地帯のテクトニクスおよび火成活動に多様性をもたらした。また、アンデス地帯の非鉄金属鉱物資源のほとんどは、このマグマ弧の火成活動と密接に関係して生成した。

本調査の対象である南部アンデス地域の Pre-Accretion terrane は Patagonia terrane であり、Neuquen 州北西部がわずかに Chilenia terrane に属する。これら terrane もコルディレラ型造山運動の影響下にあり、これに関係するマグマ弧の分布域が鉱床胚胎の有望地域となる。

本地域において識別されるマグマ弧の中性～酸性火成活動およびこれに関連する鉱化作用は、大きく以下の 5 期に分けられ、テクトニックセッティングの違いにより、鉱化作用の特徴にも差異が存在する。①石炭紀の深成火成活動およびこれに引き続く二疊紀から三疊紀前期の Choiyoi 層群、②ジュラ紀の Lago la Plata 層の火山岩類および同時期の深成岩類、③白亜紀の Divisadero 層の火山岩類および同時期の深成岩類、④古第三紀の火山岩類、⑤新第三紀の火山岩類および古・新第三紀の深成岩類に分けられる。これらの火成活動の場は、サブダクションゾーンが現在のチリトレンチの付近にあったことから、重複しているところも多いと考えられる。

①に相当する火成活動は、Patagonia terrane が Gondwana 大陸に衝突・付加した時期の火山弧 (Kay et al. 1989) である。南アメリカ南部では、Chilenia terrane の西側すなわち太平洋側においてサブダクションが生じた。テクトニクスセッティングは伸長テクトニクスでマリアナ型とされている (Ramos et al., 1986)。この時代に形成された斑岩銅鉱床としては San Juan 州の Alcaparrosa (267 ± 4 Ma)・Mendoza 州の San Jorge (270 ± 4 Ma)・Neuquen 州の La Voluntad (281 ± 4 Ma) が知られている (Sillitoe, 1976)。本地域において、この時期の火成岩は Andacollo 北部の Vient 山脈および南緯 39° ~ 41° 間で Zapala 市の西方から南東にかけて広く分布するが、La Voluntad 鉱床を含めて顕著な鉱化作用は存在していない。

②および③の初期に相当する火成活動は、Mesozoic events の時期であるが、マリアナ型とされる太平洋側からの海洋プレートの高角サブダクションによって特徴付けられる。この時期にチリ北部の海岸線に形成された火山弧にはマント型鉱床が生成している (Sato, 1984)。その背弧側にあたるアルゼンティンではジュラ紀後期～白亜紀前期の間に背弧海盆として Neuquen basin や Tarapaca basin が形成された (Davidson and Mpodozia, 1996)。本地域の南緯 42° 付近にはジュラ系の Lago la Plata 層の安山岩質火山岩類が広く分布する。Lago la Plata 層中に胚胎する鉱床として Chubut 州に高硫化系金鉱床の Cerro Colorado が知られている (Perez and Sreda, 1989)。

③の後期にはマリアナ型からチリ型へとテクトニックインバージョンが生じ背弧側では堆積盆が消滅するとともに、褶曲・スラスト帯が形成された (Ramos et al. 1996)。この時期に Neuquen 州の Campana Mauhida 斑岩銅鉱床が生成した。

④に相当する火成活動は、チリ型サブダクションに起因するもので、特に暁新世から中新世にかけて、プレートの沈み込みが活発化した。チリではこの時期に大規模な斑岩銅-金鉱床および浅熱水性金鉱床が多く生成した (Sillitoe, 1991; Sillitoe, 1992)。特に、始新世後期から漸新世にかけて、ナスカプレートのオプリークサブダクションによって Chuquicamata・Escondida・El Salvador・El Abra のような大規模な斑岩銅鉱床が Domeyko fracture zone のような大規模な横

ずれ断層に規制されて生成している。本地域において、この時代のマグマ弧は古生代後期の付加プリズム・背弧海盆・前弧地域にオーバーラップして生じ、貫入岩に伴って Neuquen 州の Cerro Caicayen 斑岩銅鉛床を生成した。

⑤に相当する火成活動も④に引き続くもので、アルゼンティン北西部では、Catamarca 州の Bajo de la Alumbrera・San Juan 州の El Pachon・Mendoza 州の Parasmillos Sur の斑岩銅-金鉛床を生成している。本地域においても、チリ型サブダクションに転換した白亜紀後期以降のマグマ弧がより鉛化作用のポテンシャルが高いと判断される。

4-1-2 広域スケール

本地域の斑岩金鉛床として①Los Maitenes-El Salvaje が知られ、斑岩銅鉛床として②Cerro Caicayen、③Pino Andino、④Campana Mauhida、⑤La Voluntad、⑥Cerro Gonzalo ⑦Arroyo Luque が知られている。また高硫化系浅熱水性金鉛床として⑧Cerro Rinon、⑨Cerro Colorado が知られている。②、③、④はジュラ紀～白亜紀前期の Neuquen 背弧海盆の堆積岩中に貫入した白亜紀後期～古第三紀の小規模な貫入岩に関連したもので、南緯 37° 23′ 付近～南緯 38° 12′ 付近の間に南北方向に配列する。このゾーンは白亜紀中期のテクトニックインバージョン期の褶曲・スラスト帯となり、構造的弱線をなしたものと考えられる。⑥、⑦については Esquel 南部の白亜紀後期のバソリス分布域に存在する。なお、本地域の新第三系火山岩分布域には、顕著な鉛化作用は知られていない。このように、広域的視点からも、本地域の斑岩銅鉛床および高硫化系金鉛床賦存のポテンシャルは、白亜紀後期から古第三紀のマグマ弧分布域において高いものと判断される。

本地域において現在で知られている低硫化系浅熱水性金鉛床は、ジュラ系 Lago La Plata 層を母岩とする Chubut 州の Joya del Sol のみである。その他、低硫化系浅熱水活動を示唆する中性粘土化変質帯は Chubut 州の Cushamen に知られているが、明瞭なテクトニックセッティングや年代束縛性は見られない。

本地域の主な含金多金属脈鉛床は Neuquen 州の Andacollo (Erica・Sofia)、Rio Negro 州の Mina Maria、Chubut 州の Huemles と Ferrocarrilera である。Andacollo 鉛床は石炭系 Andacollo 層群を母岩とし、第三紀の酸性貫入岩に関係したのと考えられ、Mina Maria については古第三系火山岩類を母岩としている。Ferrocarrilera はジュラ系火山岩類を母岩としている。これらの鉛床周辺には類似のタイプの鉛徴が存在する。なかでも Andacollo 鉛床および Huemles 鉛床は、含金量が高く、金鉛床として注目すべき鉛床タイプである。

火山活動期以降の削剥については、鉛床の保存レベルを知るうえで重要なファクターとなる。斑岩銅鉛床の場合、Sillitoe (1995) の概念モデルによれば火山体の頂部にリソキャップが、その下位に高硫化系浅熱水性金鉛床が、更にその下位の火山頂部から 2km 下部に斑岩銅鉛床が形成されるとされている。削剥レベルはマグマ弧の上昇と氷河や乾燥風化、風水による削剥のバランス等で決まる。チリアンデスでは、南緯 32°～34° にメジャーな斑岩銅-モリブデン鉛床、南緯 26° 30′～31° に、斑岩銅-金鉛床および高硫化系浅熱水性金鉛床が発達する。この違いは、より南

方での削剥量の大きさによるものとされている (Sillitoe, 1991)。本地域の白亜紀～古第三紀のマグマ弧分布域では、Cerro Colorado・Varvaroco・Butalon Norte 地区の酸性熱水変質帯が確認されている。また Mina Goto および Estrella Gaucha 地区のカオリン粘土鉱床がリソキャップを示す可能性がある。白亜紀後期～古第三紀のマグマ弧分布域における Campana Mauhida・Cerro Caicayen・Cerro Gonzalo 地区では、いずれもポタシク変質帯が浅所または地表に表れているが、高硫化系浅熱水性金鉱床あるいはリソキャップを示す酸性変質帯を伴わないことから、これら鉱床では中心レベルまで削剥が進んでだものと解釈される。新第三紀のマグマ弧分布域では、火山地形が保存されており、熱水活動の浅部が保存されている可能性が高い。この観点から高・低硫化系浅熱水金鉱床の賦存が期待される。

4-1-3 プロスペクトスケール

一般に斑岩銅鉱床および浅熱水性金鉱床は、火山活動の中心部に存在することが多く、安山岩質成層火山のコア部や石英安山岩質ドームコンプレックスに産する (Sillitoe, 1991)。鉱化作用をもたらす貫入岩の活動の場として、環状構造やリニアメント密集ゾーンの構造的弱線部があげられる。環状構造・リニアメントと既知鉱床分布の関係図を Fig. II-4-1 に示す。

本地域の斑岩銅鉱床である Cerro Caycayen・Pino Andino・Campana Mauhida・Cerro Golzalo のうち、Cerro Caycayen は NNE-SSW 系と NW-SE 系のリニアメントの交錯部付近に位置する。Campana Mauhida は NNE-SSW 系リニアメント発達箇所位置する。Pino Andino は NNW-SSE 系リニアメントの発達箇所位置する。Cerro Gonzalo については明瞭なリニアメントが存在していない。必ずしも必要条件とはなり得ないが、リニアメント密集地区は鉱化作用に関連する貫入活動の場として重要と考えられる。

一方、環状構造については、衛星画像の Malargue・Chos Malal・Zapala のシーンにおいて、新第三紀マグマ弧分布域に多く判読されている。また、Senguerr のシーンでは白亜紀マグマ弧分布域に環状構造が判読されている。しかし、前述の斑岩銅鉱床の分布域には顕著な環状構造が判読されてない。環状構造は新第三系の削剥のあまり進んでない火山山体において、陥没性カルデラや火山の斜面崩壊を示していると考えられる。

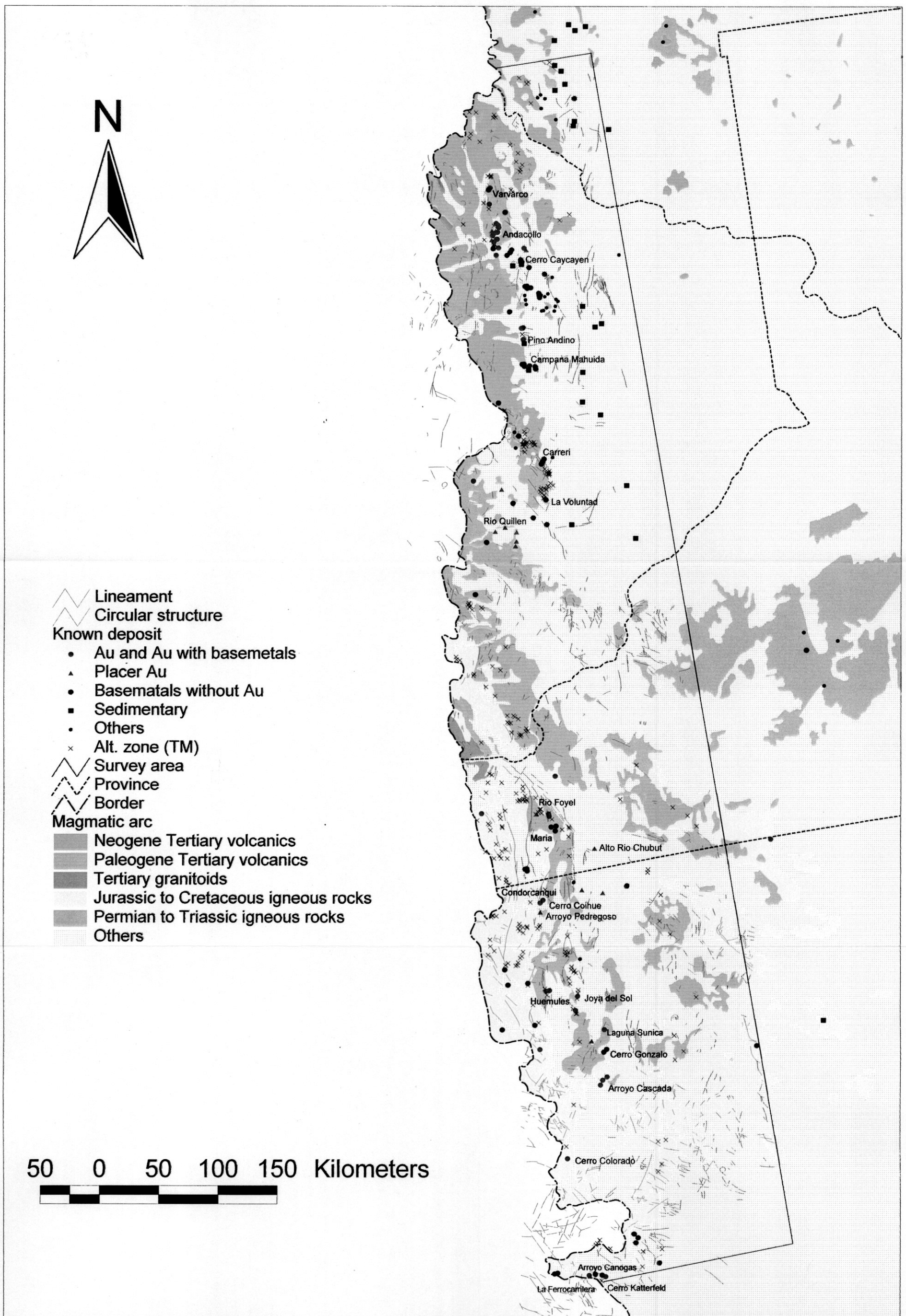
衛星画像解析から判読された変質帯とリニアメントの関係を見ると、環状構造の内部または周辺に位置する変質帯として、Zapala シーンの ZA002 と ZA004、Senguerr シーンの SE002-006 があげられる。また、リニアメント密集地の変質帯として、例えば Zapala シーンの ZA006～ZA019 や ZA020～ZA033 があげられる。環状構造の周辺や内部に判読される変質帯は比較的保存された火山体上部に位置することから、火山活動の中心部に生成する斑岩銅-金鉱床および浅熱水性金鉱床の賦存が期待される。しかし、火山体の削剥量が少ないことから鉱床賦存レベルの深いことが懸念される。

なお、衛星画像解析による変質帯に対するグラントルース調査結果を Table II-4-1 に示す。Neuquen 州の Andacollo 鉱床や Chubut 州の Huemules・Joya del Sol 鉱床の分布域では、鉱床存在に対応して衛星画像解析による変質帯が判読されている。

Table II-4-1 Ground truth survey results for the alteration zones inferred from TM ratio image.

District	Alt. Zone (TM)	Ground Truth	POSAM
Varvarco	CM004	Silicification/Argillization	Pyrophyllite, Kaolinite
	CM005	Silicification/Argillization	Pyrophyllite
	CM006	Not altered	
Butalon Norte	CM010	Silicification	Kaolinite, Sericite
Andacollo	CM011	Silicification	Sericite
	CM012	Silicification/Argillization	Sericite
	CM013	Silicification	Sericite, Kaolinite
Campana Mahuida	N.I.	Silicification	
Palau Mahuida	ZA004 - 019	Not accessible	
Nireco	ZA026	Silicification/Argillization	Kaolinite
	ZA027	Silicification/Argillization	Sericite
	ZA028	Silicification/Argillization	Kaolinite
	ZA029	Weak silicification	Montmorillonite
El Bolson	SB022 - 024	Not accessible. Floats of silicified breccia wth limonite	
Epuyen	SB081 - 083	Not accessible. Floats of silicified rock wth pyrite dissemination	
Lago Cholila	SB050 - 057	Not accessible. Floats of silicified breccia wth limonite	
Joya del Sol	LM022	Not accessible. Floats of silicified rocks with quartz veinlets	Sericite
	LM024	Silicification/Argillization	Sericite
Poncho Moro	LM032	Not accessible. Floats of silicified rocks with quartz veinlets	
Cerro Colorado	N.I.	Not accessible, Floats of silicified rocks	Pyrophyllite
Estrella Gaucha	N.I.	Silicification/Argillization	Kaolinite
Ea. Arroyo Victoria	N.I.	Not accessible. Floats of silicified rocks and quartz vein	Alunite
Cerro Blanco	N.I.	Argillization	Sericite

N.I. : Not interpreted although color anomaly of hydrothermal alteration is generated on TM ratio image.



- Lineament
- Circular structure
- Known deposit
 - Au and Au with basemetals
 - ▲ Placer Au
 - Basemetals without Au
 - Sedimentary
 - Others
 - × Alt. zone (TM)
- Survey area
- Province
- Border
- Magmatic arc
 - Neogene Tertiary volcanics
 - Paleogene Tertiary volcanics
 - Tertiary granitoids
 - Jurassic to Cretaceous igneous rocks
 - Permian to Triassic igneous rocks
 - Others

50 0 50 100 150 Kilometers

Fig. II-4-1 Synthetical interpretation map for the control factors of mineralization.

4-2 有望地区の選定

本地域の総合解析結果を Table II-4-2 および Fig. II-4-2 に示す。既存データ解析・衛星画像解析・グラントルース調査結果を総合的に検討した結果、第2年次調査対象地区として7地区を選定した (Fig. II-4-3)。これら地区では斑岩銅-金鉱床、高・低硫化系浅熱水性金鉱床、含金多金属鉱脈鉱床の賦存が期待される。これらの鉱床は二疊紀以降のマグマ弧と密接な関係があることから、対象地区選定理由は以下のようにマグマ弧別に記載した。なお、地区内に複数のマグマ弧が重複する場合は個別に記載した。

4-2-1 二疊紀～三疊紀マグマ弧

二疊紀～三疊紀の Choiyoi 層群の形成時のテクトニックセッティングは、マリアナ型であるとされているものの、調査地域の北方に San Juan 州の Alcaparossa (267±4 Ma) や Mendoza 州の San Jorge (270±4 Ma) といった斑岩銅鉱床が知られている。また、Choiyoi 層群中の第三紀貫入岩に伴って、チリの El Indio や Maricunga belt の金鉱床、San Juan 州の El Pachon や Mendoza 州の Paramillos Sur といった斑岩銅鉱床が存在する。本地域においても Choiyoi 層群分布域に同様のタイプの鉱床が期待される。

1) Varvarco 地区

本地区には、衛星画像解により CM004～007 の変質帯が判読されており、現地において酸性変質帯および珪化岩 Ledge の分布を確認した。酸性変質帯を形成した熱水活動の年代は不明であるが、この酸性変質帯が斑岩銅鉱床システムの周辺部に相当する可能性があり、高硫化系浅熱水性金鉱床および斑岩銅-金鉱床の賦存が期待される。また、含金多金属鉱脈鉱床が存在するので鉱化状況の詳細な把握が望まれる。

2) Nireco 地区

本地区の二疊紀～三疊紀火成岩分布域には、衛星画像解析により ZA020～ZA037 の 18 箇所の変質帯が判読されている。また NNW-SSE 系と NNE-SSW 系のリニアメントの密集域である。変質帯 ZA027～ZA029 に対するグラントルース調査では粘土化変質帯の分布を確認した。これらに顕著な鉱化作用は確認されていないものの、多数の変質帯と密集するリニアメントの存在から、熱水性鉱床賦存の可能性が考えられる。また La Volunted 斑岩銅鉱床 (281±4Ma) が分布しており、これと類似の鉱床の賦存も期待される。

3) Rio Quillen 地区

本地区に対するグラントルース調査は実施していないが、本地区一帯に砂金鉱床の存在が知られている。これらのソースとして金鉱床の賦存が期待される。

4-2-2 白亜紀後期～古第三紀マグマ弧

白亜紀後期からマグマ弧はチリ型に転換した。特にチリの古第三紀のマグマ弧はでは大規模斑岩銅鉛床が生成しており、アルゼンティンにおいても最も注目すべきマグマ弧と言える。

1) Campana Mauhida 地区

背弧海盆西縁部の褶曲帯に貫入岩した白亜紀後期の酸性～中性火成岩に関係して、Campana Mauhida 斑岩銅鉛床や Pino Andino 斑岩銅鉛床が分布している。これらの周辺において類似鉛床の賦存が期待される。

2) Rio Foyel 地区

本地区に対するグランドトールズ調査は実施していないが、Rio Foyel 砂金鉛床が知られており、衛星画像解析による変質帯も判読されている。よって、砂金鉛床のソースとして金鉛床の賦存が期待される。

3) Epuyen 地区

衛星画像解析により、El Bolson 市西方から Cholila 湖北方にかけて多くの変質帯が判読されている。Epuyen 町西部には砂金鉛床が存在し、Cholila 湖での転石調査では角礫化した珪化岩に銅 0.24%の分析値を得た。これらに関して斑岩銅鉛床および浅熱水性金鉛床の賦存が期待される。また、Condorcanqui 鉛床の黄銅鉛の硫黄同位体組成から高硫化系浅熱水性金鉛床が賦存している可能性がある。

4) Cerro Gonzalo 地区

白亜紀後期の花崗岩バソリス中に Arroyo Luque～Cerro Gonzalo 斑岩銅鉛床が分布しており、熱水角礫岩・ポーリングで確認された小規模な二次富鉛化帯・黄銅鉛の鉛染するポタシク変質帯の存在が確認されている。これら鉛化作用に関するより詳細なポテンシャル評価が望まれる。

4-2-3 新第三紀マグマ弧

1) Varvarco 地区

今年度に調査した Varvarco 地区の北方～西方には新第三系の火山岩類が分布しており、衛星画像解析により環状構造が判読されている。また Cerro Blanco de Vaca Lauquen、Laguna Pajaritos、Arroyo Pajaritos 等の鉛化作用を伴う変質帯が知られており (CORMINE, 1996)、熱水性鉛床の賦存が期待される。

2) Nireco 地区

Palau Mauhida 周辺の火山岩類は新第三紀の火山活動の産物である。いくつかの火山体が残存しており削剥は進んでいない。火山体の頂部や周辺部には衛星画像解析によるリニアメントが密集し、その交錯部付近に 16 箇所の変質帯が判読されている。これらに関して浅熱水性金鉱床の賦存が期待される。

Table II-4-2 Conclusions on the ground truth survey (1).

No.	Disrict	Locality	Reason	Access	Topography	Vegetation	Unit	Formation	Rock	Intrusive	Fault	Lineament (TM)	Alt. zone (TM)	Alteration	Known deposit	Result	Conclusion	Phase-2 survey
1	Varvarco	Alt. zones, Granite area	Alteration zone from TM image. Known mineral occurrence	Car. Walk	Hills	Thin	PTR	Choiyoi Fm.	Rhyolite etc	Granodiorite, Tonalite		NE, NW, N-S	CM004-007	Silicification, Pyrophyllite	Varvarco (Au-Ag-Basemetals vein)	64.7±3.2Ma for Tonalite, Pyrophyllite alteration.	Possibility of advanced argillic alteration and/or high sulfidation type mineralization. And Known Au mineralization should be surveyed.	○
2	Butalon Norte	Alt. zones	Alteration zone from TM image. Known mineral occurrence	Car	Hills	Thin	PTR	Choiyoi Fm.	Andesite	Granodiorite, Tonalite		NE	CM009-010	Silicification	Butalon Norte (Low grade Au)	Sericite-kaolinite alteration in CM010.	No anomalous Au contents of chemical analysis results.	×
3	Andacollo	Mina Sofia, Sur los Maitenes, Arroyo Huaraco, Cero Colo, Alt. zones	Alteration zone from TM image. Known mineral occurrence	Car	Mountains	Thin	C	Andacollo Group	Mudstone etc	Granite, Dacite porphyry etc	E-W to NE	NE	CM011-013	Sericite, Silicification	Sofia (Au-Ag-Basematals vein) etc	1.71 to 152.85 g/t Au for vein ore of the Sofia mine.	Mining activity is on-going. Potentiality had been already proved.	×
4	Cerro Caicayen	Quebrada del Bronce, Mina Hierro	Known mineral occurrence	Car	Hill	Thin	J	Cuyo Group	Mudstone etc	Granite		NE, NW, N-S		Montmorillonite, Kaolinite	Cerro Caicayen (Porphyry Cu, Replacement)	Hydrothermal alteration in el Bronce stream. Massive Fe in limestone.	No anomalous Cu contents of chemical analysis results.	×
5	Cerro del Diablo	Cerro del Diablo (Cu), Cerro del Diablo (Barite)	Known mineral occurrence	Car. Walk	Mountains	Thin	J	Cuyo Group	Shale, Sandstone, Tuff	Granodiorite		NE, NW		Silicification, Argillization	Cerro del Diblio (Cu dissemination, Barite vein)	Maximum width of sericite-kaolinite alteration is about 20m at Cu mineralized occurrence.	Scale of hydrothermal alteration was no so large. Drilling and geophysics are necessary for further exploration, but these are not available in phase-2.	×
6	Campana Mahuida	Campana Mahuida, Barite veins	Alteration zone from TM image. Known mineral occurrence	Car	Hills	Thin	J	Cuyo Group	Sandstone etc	Granodiorite, Andesite porphyry		NE	N.I.	Phyllic	Campana Mahuida (Porphyry Cu) etc	Chalcocite enrichment is observed for drilling core.	Porphyry Cu productive area. Existence of undiscovered deposits are expected.	○
7	Palau Mahuida	Palau Mahuida	Alteration zone from TM image	Horse is necessary	Mountains	Thin	T α 2	Cajon Negro Fm.	Andesite etc			Circular, NE, NW	ZA004-019	Not checked	Arroyo Manzano (Cu, Zn, Fe stockwork)	Only accessibility was checked. Horse is necessary for field survey.	Hydrothermal alteration zones inferred from TM ratio image should be surveyed in phase-2.	○
8	Carreri Malal	Carreri Malal	Known mineral occurrence	Car. Walk 1h	Mountain	Thin	CPg	Permian Granitoids	Granite	Granite		NE, NW	ZA020	Chlorite-Sericite	Carreri Malal (Ag-Basemetals vein)	Hydrothermal alteration is not developed, Low grade in Au mineralization.	Observed mineralization lacks promising feature.	×
9	Nireco	Alt. zones	Alteration zone from TM image	Car. Walk 2h	Hills	Thin	TQB	Campos basalticos de Zapala	Basalt etc			NE, NW, N-S	ZA021-030	Sericite, Kaolinite	None	Distributions of hydrothermal alteration were confirmed, but it is barren for mineralization.	All of alteration zones were not surveyed. Remain should be surveyed in phase-2.	○
10	La Voluntad	La Voluntad	Known mineral occurrence	Car. Walk 0.5h	Mountains	Thin	CPg	Permian Granitoids	Granite	Granite		NE, NW	ZA001,035-037	Potasic, Phyllic	La Voluntad (Porphyry Cu)	Previous exploration works proved low grade hypogene mineralization and lack of secondary enrichment.	Unchecked 4 alteration zones in NW part should be surveyed in phase-2.	○
11	Mina Maria	Mina Maria	Known mineral occurrence	Car	Mountains	Thin	Ta1	Ventana Fm.	Andesite		NE		SB073	Propylite	Mina Maria (Ag-Basemetas vein)	Hydrothermal alteration is not developed, Low grade in Au mineralization.	Observed mineralization lacks promising feature.	×
12	El Bolson	Rio Azul, Rio Lindo	Alteration zone from TM image	Car. Walk	Mountains	Forest	Kg	Cretacous granitoids	Granite, Granodiorite	Granite, Granodiorite		NNW, NE, N-S	SB022-024	Floats of silicified rocks	None	Float of granite with pyrite revealed 355ppm Cu.	Unchecked 3 alteration zones in Western part are preferable for phase-2 survey.	○
13	Cerro Coihue	Qda. Baya, Qda. Ferreyro	Known mineral occurrence	Car. Walk	Mountains	Rare	Kg	Cretacous granitoids	Tonalite, Granodiorite, Andesite	Tonalite, Granodiorite, Andesite		NW		Tourmaline, Chlorite, Sericite	Cerro Coihue (Porphyry Cu?)	Weak hydrothermal alteration and maximum 235ppm Cu content were proved.	Observed mineralization lacks promising feature.	×
14	Condorcanqui	Condorcanqui	Known mineral occurrence	Car. Walk 0.3h	Mountains	Forrest	Ta1	Ventana Fm.	Andesite		N-S, E-W	NE, NW		Propylite	Condorcanqui (Chalcopyrite veinlets)	Besides the chalcopyrite mineralization, high-sulfidation system might be expected based on the isotopic data.	Silicified zones repoted in previous works should be surveyed in phase-2.	○
15	Cushamen	Cushamen	Known mineral occurrence	Car. Walk	Moderate hills	Thin	Pc2	Chshamen Fm.	Metamorphic rocks, Granitoids	Tertiary rhyolite				Silicification, Argillization	Cushamen (Molybdenite vein)	Sericite-Kaolinite alteration and maximum 709ppm Mo; 364ppm Cu contents were proved.	Observed mineralization lacks promising feature.	×
16	Epuyen	A. Pedregoso de Epuyen	Alteration zone from TM image	Car	Mountains	Forrest	Ta1	Ventana Fm.	Andesite			NE, NW, N-S	SB081-083	Floats of silicified rocks	Arroyo Pedrgoso (Placer Au)	Float of silicified andesite revealed slight arsenic anomaly.	Unchecked 3 alteration zones in Cordon de Cholila should be surveyed in phase-2 to find the source of placer Au deposit.	○
17	Lago Cholila	A. Pedregoso de Lago Cholila	Alteration zone from TM image	Car	Mountains	Forrest	Kg	Cretacous granitoids	Granite, Granodiorite	Granite, Granodiorite		NE	SB050-057	Floats of brecciated and silicified rock	None	Float of brecciated and silicified rock revealed 2.490ppm Cu.	Unchecked alteration zones in northern mauntains should be surveyed in phase-2 to find the outcrops of Cu mineralization.	○

N.I. : Not interpreted although color anomaly of hydrothermal alteration is generated on TM ratio image.

Table II-4-2 Conclusions on the ground truth survey (2).

No.	District	Locality	Reason	Access	Topography	Vegetation	Unit	Formation	Rock	Intrusive	Fault	Lineament (TM)	Alt. zone (TM)	Alteration	Known deposit	Result	Conclusion	Phase-2 survey
18	Huemules	Huemules Sur	Known mineral occurrence	Car	Mountains	None	JBa	Cañadón Huemules Fm.	Andesite	Basalt, Andesite	NW	NNW~NNE	LM014-015	Silicification	Huemules (Au-Ag-Basemetals vein)	0.12 to 4.11 g/t Au for vein ore of the Huemules deposits.	Ore reserves had been calculated. Potentiality had been already proved.	×
19	Joya del Sol	Joya del Sol	Alteration zone from TM image. Known mineral occurrence	Car	Mountains	Thin, Rare	JBa	Lago la Plata Fm.	Andesite			NE, NW, N-S	LM022-024	Silicification	Joya del Sol (Auriferous quartz vein)	0.12 to 42.72 g/t Au for vein ore of the Joya del Sol deposits.	Drilling survey by private company is ongoing. Potentiality had been already proved.	×
20	Cerro Gonzalo	Cerro Gonzalo-Arroyo Luque	Known mineral occurrence	Car	Hills	Thin	Kg	Cretaceous granitoids	Granodiorite porphyry	Granodiorite porphyry		NE		Phyllic, Silicification	Cerro Gonzalo (Breccia pipe), Arroyo Luque (Porphyry Cu)	Maximum 2.57% Cu for oxide ore but 1,655ppm Cu for hypogene mineralization.	More wide area including known mineralized sites should be surveyed in phase-2 to evaluate the potentiality.	○
21	Arroyo Cascada	Arroyo Cascada	Known mineral occurrence	Car	Moderate mountains	Forrest	JBa	Lago la Plata Fm.	Andesite			NW		Silicification	Arroyo Cascada (Epithermal Au?)	4.07 and 18.87 g/t Au for quartz vein and silicified rock of the Arroyo Cascada deposit.	Further survey in phase-2 is necessary to unveil the Au mineralization potentiality of this district.	○
22	Gabros de Tecka	Gabros de Tecka	Known mineral occurrence	Car	Hills	Thin	Mz	Tecka Fm.	Gabbro	Gabbro		NE, NW, E-W, N-S		None	None	Expected PGM mineralization in gabbro was not confirmed.	Further survey in phase-2 is not necessary to concentrate to other Cu-Au mineralized districts.	×
23	Pozones de Navarro	Pozones de Navarro, Estancia el Triunfo	Known mineral occurrence	Car	Mountains	Forrest	JBa	Lago la Plata Fm.	Andesite	Qz porphyry		NW, N-S		Silicification	Los Pozones (Cu veinlet)	Hydrothermal alteration is not developed, Low grade in Au mineralization.	Observed mineralization lacks promising feature.	×
24	Las Mentas	Las Mentas	Known mineral occurrence	Car, Walk	Moderate mountains	Forrest	JBa	Lago la Plata Fm.	Andesite			NE		Silicification	Las Mentas (Pb vein)	Hydrothermal alteration is not developed, Low grade in Au mineralization.	Observed mineralization lacks promising feature.	×
25	Poncho Moro	Arroyo Pedregoso, Arroyo Poncho Moro	Alteration zone from TM image	Car	Mountains	Forrest	JBa	Lago la Plata Fm.	Andesite			NE, NW	LM032	Floats of silicified rocks and quartz veins	None	Floater of quartz vein revealed slight arsenic anomaly.	Unchecked alteration zones in mountains is preferable for phase-2 survey, but it has low priority.	×
26	Cerro Colorado	Co. Colorado, Co. Rinon	Alteration zone from TM image. Known mineral occurrence	Car, Walk	Mountains	Forest	JBa	Lago la Plata Fm.	Andesite	Porphyrite			N.I.	Silicification	Cerro Colorado (High-sulfidation Au)	Floater of pyrophyllite alteration rocks	Au mineralization was reported and mining concession was claimed by major company. Potentiality had been already proved.	×
27	Estrella Gaucha	Estrella Gaucha	Alteration zone from TM image. Known mineral occurrence	Car, Walk	Hills	Thin	Km, Ka	Apeleg Fm., Devisadero Fm.	Sandstone, Conglomerate, etc.	Basalt		NE, NW	N.I.	Silicification, Argillization	Estrella Gaucha (Kaolinite)	Kaolinite and sericite alterations were confirmed in different places, but anomalous Au-Cu values were not obtained.	Observed mineralization lacks promising feature.	×
28	Mina Gato	Mina Gato	Alteration zone from TM image. Known mineral occurrence	Car	Hills	Thin	Ka	Divisadero Fm.	Rhyolite etc			NW		Silicification	Mina Gato (Kaolinite)	Kaolinite and sericite alterations were confirmed in different places, but anomalous Au-Cu values were not obtained.	Observed mineralization lacks promising feature.	×
29	Ea. Arroyo Victoria	A. Huemul	Alteration zone from TM image	Car	Mountains	Thin	Km	Apeleg Fm.	Mudstone etc	Granodiorite		NE, NW	N.I.	Silicification	None	Floater of silicified rocks	Observed mineralization lacks promising feature.	×
30	Ferrocarrilera	Ferrocarrilera	Known mineral occurrence	Car	Mountains	Forrest	JBa	Lago la Plata Fm.	Andesite		NW	E-W~WNW		Propylite	Ferrocarrilera (Basemetals vein)	Hydrothermal alteration is not developed, Low grade in Au mineralization.	Observed mineralization lacks promising feature.	×
31	Cerro Blanco	Cerro Blanco	Alteration zone from TM image. Known mineral occurrence	Car, Walk	Mountains	Thin, Rare	JBa, Ka	Lago la Plata Fm., Divisadero Fm.	Sandstone, Mudstone, Volcanics	Qz porphyry, Andesite		NW, Circular	N.I.	Silicification, Argillization	Cerro Blanco (Au-Basemetals vein)	Hydrothermal alteration is developed and 1.575 g/t Au was obtained for qz vein.	Au mineralization was confirmed and mining concession was claimed by major company. Potentiality had been already proved.	×

N.I. : Not interpreted although color anomaly of hydrothermal alteration is generated on TM ratio image.

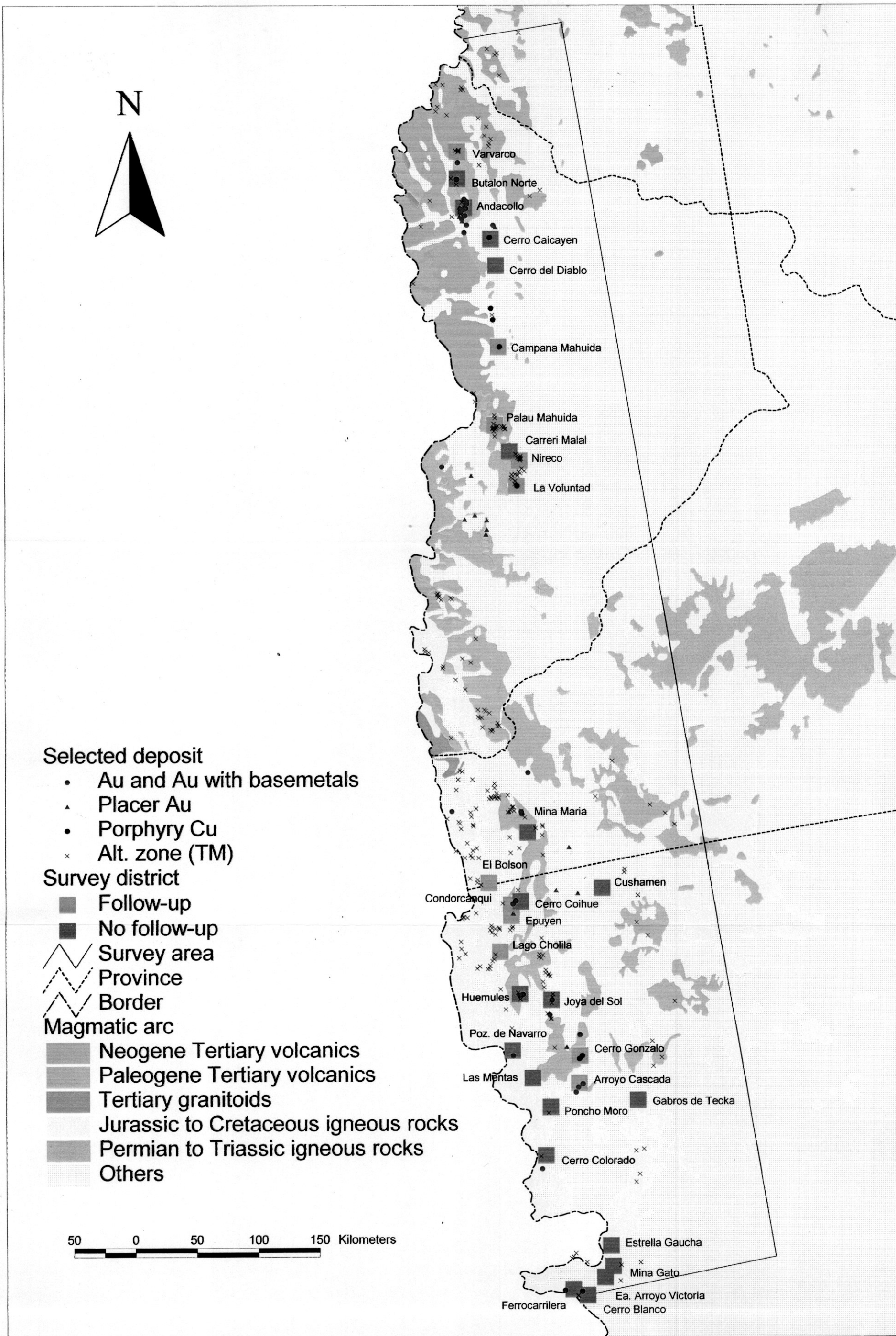


Fig. II-4-2 Noticeable districts based on the ground truth survey results.

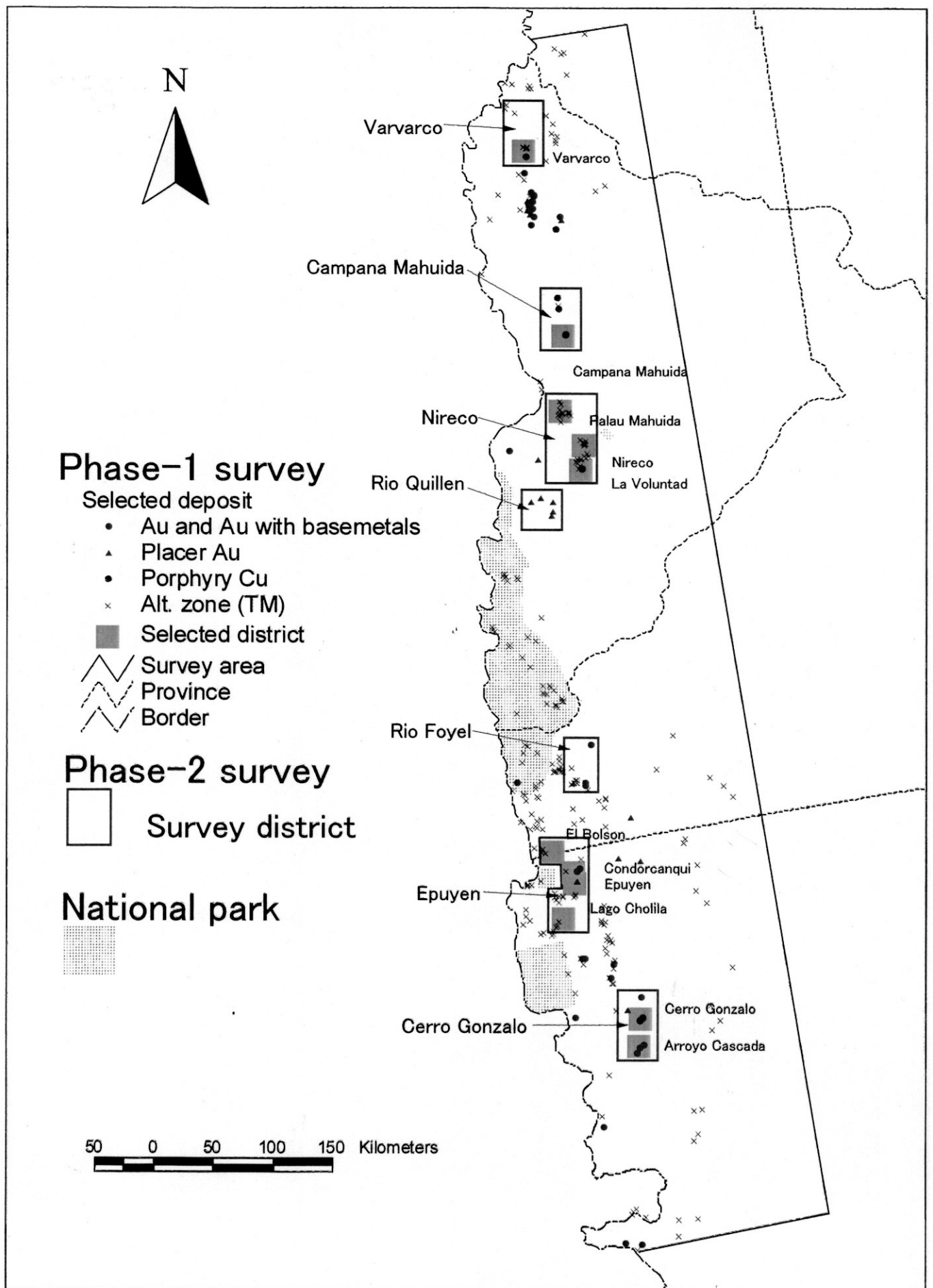


Fig. II-4-3 Location map of the survey districts of Phase-2 survey.

第 III 部 結論および提言

第1章 結論

既存データ解析により、本地域において地質鉱床学的視点から賦存可能性が高くかつ経済性のある鉱床タイプとして、斑岩銅-金鉱床、高・低硫化系浅熱水性金鉱床、含金多金属鉱脈鉱床があげられた。

本地域を含む南部アンデス一帯は、石炭紀以降南アメリカ大陸縁辺部で生じた衝突型およびコルディレラ型造山運動により形成されたマグマ弧での火成活動に伴って生成したものである。このマグマ活動に伴って上記の鉱床が形成されたと考えられる。構造発達史からは、マリアナ型サブダクションによって形成された二疊紀～白亜紀前期のマグマ弧よりもチリ型サブダクションによって形成された白亜紀後期～古第三紀のマグマ弧に斑岩銅-金鉱床が期待される。一方、新第三紀マグマ弧は削剥レベルが浅く斑岩銅-金鉱床よりも高・低硫化系浅熱水性鉱床や含金多金属鉱脈鉱床が期待される。

LANDSAT TM による衛星画像解析では、フォールスカラー画像および比演算処理画像を用いて写真地質学的判読・リニアメント判読・変質帯の判読を行った。判読された変質帯に対するグラントルース調査では実際に変質帯の存在が確認され、露岩地帯での比演算処理画像の有効性が確認された。

グラントルース対象地区は、既存データ解析および衛星画像解析の結果と SEGEMAR 側の要望を考慮し選定した。選定されたのは 31 地区であり、これらには既知鉱徴地および衛星画像解析により判読された変質帯が存在する。第1年次である本年度は、調査対象地域全域の地質鉱床の特徴を把握出来るよう代表的な既知鉱床を調査対象に含めた。また、短期間で出来るだけ多くの地区を調査するように努めた。

第1年次調査結果から、第2年次にグラントルース調査を実施すべき有望地区として、Varvarco・Campana Mauhida・Nireco・Rio Quillen・Rio Foyel・Epuyen・Cerro Gonzalo の7地区を選定した。Varvarco 地区には二疊紀～三疊紀マグマ弧および新第三紀マグマ弧が分布し、前者には高硫化系浅熱水性金鉱床あるいは斑岩銅-金鉱床が、後者には高・低硫化系浅熱水性金鉱床が期待される。Campana Mauhida 地区には白亜紀後期から古第三紀マグマ弧が分布し、斑岩銅-金鉱床が期待される。Nireco 地区には二疊紀～三疊紀マグマ弧および新第三紀マグマ弧が分布し、前者には斑岩銅-金鉱床が、後者には浅熱水性金鉱床が期待される。Rio Quillen 地区には二疊紀～三疊紀マグマ弧が分布し、砂金鉱床のソースとしての金鉱床が期待される。Rio Foyel 地区には古第三紀マグマ弧が分布し、砂金鉱床のソースとしての金鉱床が期待される。Epuyen 地区には白亜紀後期～古第三紀マグマ弧が分布し、斑岩銅-金鉱床および高硫化系浅熱水性金鉱床が期待される。Cerro Gonzalo 地区には白亜紀後期から古第三紀マグマ弧が分布し、斑岩銅-金鉱床が期待される。

本調査は政府間ベースの技術協力調査であり、広域範囲の非鉄金属鉱物資源のポテンシャル評価を行い、有望地区の抽出とさらに次段階の探査への指針を与えることを目的としている。よって、第2年次調査対象地区は、鉱業権未設定地区および公的機関保有鉱区を重点的に選定するとともに、鉱業投資促進の観点から民間企業による鉱業権設定地区もポテンシャル評価の対象とし

ている。

第2章 第2年次調査への提言

第2年次調査においては、第1年次調査により抽出された有望地区のさらさらに詳細なフォローアップ調査を実施するとともに、第1年次に時間的制約からアプローチが出来なかった衛星画像解析による変質帯のグランドトランスを実施する。

また、Neuquen州については過去にアルゼンティン政府が採取した沢砂試料を再分析し、その結果を有望地区抽出の解析に活用することが望まれる。さらに、南緯 37° 45′ ~ 39° 30′、西経 70° 25′ ~ 71° の Neuquen 州中西部において SEGEMAR は空中物理探査を実施しており、磁気と放射能のデータについて地質学的解釈を実施することが望まれる。この範囲には Nireco 地区および Campana Mauhida 地区が含まれている。なお、本地域をカバーする JERS-1 の OPS データは high gain のため、変質帯判読のための解析に使用できないが、それに代わって LANDSAT TM データにより、比演算処理画像から抽出された変質帯の更に細かな区分が可能であることから、第2年次調査対象地区をカバーする範囲において適用することが望まれる。

第2年次調査対象地区は Fig. II-4-3 に示すとおりであり、これらにて解明すべき課題と調査方法等について以下に提言する。

1) Varvarco 地区

本地区は第1年次調査の Varvarco 地区を含む。衛星画像解析から判読された変質帯 CM004 には酸性変質帯および珪化岩 Ledge が分布し、変質帯 CM005 には酸性変質帯が分布している。これらが斑岩銅鉱床のリソキャップに相当する可能性がある。また、本地区には含金多金属鉱脈鉱床が存在している。このため本地区において、熱水変質帯の広がりおよびその性質を明確に把握することにより高硫化系浅熱水性金鉱床・斑岩銅-金鉱床・含金多金属鉱脈鉱床の賦存の可能性を検討する。またチリとの国境付近に分布する新第三系火山岩分布域に分布する Cerro Blanco de Vaca Lauquen・Laguna Pajaritos・Arroyo Pajaritos 等の鉱化作用を伴う熱水変質帯についてグランドトランス調査を実施することが望まれる。

2) Campana Mauhida 地区

本地区は第1年次調査の Campana Mauhida 地区を含む。本地区には斑岩銅鉱床である Campana Mauhida 鉱床や Pino Andino 鉱床が存在する。これら鉱床については過去に十分なボーリング調査などが実施されているが、これらの周辺において未発見の類似鉱床が存在している可能性がある。過去にアルゼンティン政府が採取した沢砂試料の分析結果と衛星画像の詳細解析によって地化学異常および変質帯を抽出し、グランドトランスにより現地状況を把握することが望まれる。

3) Nireco 地区

本地区は第1年次調査の Palau Mauhida・Nireco・La Voluntad 地区を含む。Palau Mauhida には新第三系の火山体が保存されている。多数のリニアメントとともに山頂部付近に多数の変質帯が抽出されている。この変質帯は地形的に熱水活動の浅部兆候を示しているものと推定され、その特徴を把握し、浅熱水性金鉱床賦存の可能性を検討する必要がある。Nireco においても衛星画像解析によりリニアメントの密集域と小規模ではあるが 18 箇所の変質帯が判読されている。変質帯は、二疊紀花崗岩類および二疊紀～三疊紀火山岩類中に分布する。また、La Voluntad 鉱床周辺にも変質帯が判読されている。グランドトールズ調査によりこれら変質帯の特徴の把握と鉱化作用の状況を把握することが望まれる。これまで、Palau Mauhida および Nireco の変質帯での鉱徴の記載はない。

4) Rio Quillen 地区

第1年次に調査対象としなかったが、二疊紀～三疊紀の花崗岩類および古第三紀の火山岩類の分布域に Rio Quillen 等の砂金鉱床が知られている。変質帯は衛星画像解析で判読されず、金鉱床が既に削剥されている可能性もあるが、グランドトールズ調査により砂金鉱床ソースとしての金鉱床の賦存可能性を把握することが望まれる。

5) Rio Foyel 地区

第1年次に調査対象としなかったが、古第三系火山岩分布域に Rio Foyel 砂金鉱床が存在する。また衛星画像解析から変質帯が判読されている。グランドトールズ調査により砂金鉱床ソースとしての浅熱水性金鉱床の可能性を把握することが望まれる。

6) Epyen 地区

本地区は第1年次調査の El Bolson・Condorcanqui・Epyen・Lago Cholila 地区を含む。Lago Cholila には衛星画像解析にて変質帯が判読されており、その下流域の転石調査で珪化した角礫岩に銅 0.24%の分析値を得た。これについて斑岩銅鉱床の賦存が期待される。グランドトールズ調査により変質帯での鉱化状況を把握することが望まれる。Condorcanqui 鉱床では黄銅鉱の硫黄同位体組成から、黄銅鉱の鉱徴のほかに高硫化系金鉱床賦存の可能性が考えられる。よってグランドトールズ調査により熱水システムの全容の把握が望まれる。Epyen および El Bolson については衛星画像解析で変質帯が判読されており、Epyen には砂金鉱床が存在している。これらについてグランドトールズ調査を実施して現地状況を把握することが望まれる。

7) Cerro Gonzalo 地区

本地区は第1年次調査の Cerro Gonzalo および Arroyo Cascada を含む。Cerro Gonzalo における SEGEMAR の調査によって、白亜紀後期～古第三紀の酸性貫入岩に伴われる斑岩銅鉱床が記載されている。現地においては酸化銅を伴う熱水角礫岩、ボーリング調査で確認された小規模な二次富鉱化帯、黄銅鉱が鉱染するポタシク変質帯の存在を確認した。第2年次調査ではグ

ランドトランス調査により地表兆候の特徴をさらに詳細に把握し、斑岩銅鉛床システムとしての全容について考察を行う必要がある。また、SEGEMAR が過去に採取した約 1,000 個の沢砂・岩石・土壌の地化学試料の化学分析と解析を実施し、地化学異常域を把握することが望まれる。Arroyo Cascada では石英脈・珪化岩に金鉛化作用の存在を確認した。これについてもランドトランス調査により鉛化作用の規模と性質をより詳細に把握することが必要である。

<References>

- Ametrano, S., Coipa, B., Donnari, E. and Pezzutti, N. (1979) Mineralización de cobre asociada al plutonismo Terciario en la zona de la Condorcanqui, Provincia de Chubut. Secretaría de Estado de Minería, Ministerio de Economía.
- Aparicio, E.P.(1960) Estudio Minero-Geológico del Yacimiento de Plomo "Carreri", Neuquén, Argentina.
- Beltramone, C.A. (1978) Informe preliminar proyecto 04 HA "Lago Epuyen". Plan Patagonia Comahue, Subsede Los Alamos 7-12-78.
- Boynton, W.V. (1984) Cosmochemistry of the rare earth elements: meteoric studies. In Rare Earth Element Geochemistry (P. Henderson ed.). Elsevier. Amsterdam, 63-114.
- Caminos, R., Cordani, V. y Linares, E. (1979) Geología y geocronología de las rocas metamórficas y eruptivas de la Precordillera y Cordillera Frontal de Mendoza, República Argentina. Actas del 2º Congreso Geológico Chileno, 1(f): 43-61, Santiago.
- Caminos, R., Cingolani, C., Herve, F. y Linares, E. (1982) Geochronology of the pre-andean metamorphism and magmatism in the Andean Cordillera between latitudes 30° and 36°S. Earth Science Review, 18: 333-352, Amsterdam.
- Campbell, J.(1996) Area de Reserva Cochico-Carreri-Cachil, Neuquén, Argentina. Contrato de Exclusividad Cormine S.E.P. – R.T.Z.Mining Exploration Ltd., Report.
- Casé, A.M., Danieli, J.C. and Schalamuk, I. (1999) Geoquímica de los intrusivos hallados entre los arroyos Butalón y Quebrada Félix. Departamento Minas, Neuquén. XIV Congreso Geológico Argentino, Actas II, Salta 1999.
- Cayetano, P. and Francisco, B. (1993) Mapeo de Semidetalle y Muestreo de las Zonas de Alteración del Cerro Bayo (Cordillera de Sakmata) Apeleg; Chubut.
- CORMINE (1996) Prospectos y Area de Alteración Hidrotermal Provincia del Neuquén. CORMINE S.E.P., Gobierno de la Provincia del Neuquén.
- CORMINE (1998a) Sector Norte Distrito Minera Andacollo. CORMINE S.E.P., Gobierno de la Provincia del Neuquén.
- CORMINE (1998b) Prospecto Pino Andino. CORMINE S.E.P., Gobierno de la Provincia del Neuquén.
- CORMINE (1998c) Prospect Butalón Norte, Prospectos Metalíferos, Provincia del Neuquén. CORMINE S.E.P., Gobierno de la Provincia del Neuquén.
- CORMINE (1998d) Prospect Cerro Caicayén, Prospectos Metalíferos, Provincia del Neuquén. CORMINE S.E.P., Gobierno de la Provincia del Neuquén.
- CORMINE (1998e) Prospect La Volunad, Prospectos Metalíferos, Provincia del Neuquén. CORMINE S.E.P., Gobierno de la Provincia del Neuquén.

- Craig, H. (1963) The isotopic geochemistry of water and carbon in geothermal areas, in Tongiorgi, E., ed., Nuclear geology on geothermal areas: Pisa, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Laboratorie di geologia Nucleare, 17-53.
- Danieli, J.C., Ronconi, N., Case, A.N. and Gingsins, M. (1979) Estudio Comparativo de los Distritos Mineros "Andacollo" y "Cerro Atravesada", Pcia. Del Neuquen, Argentina. Segundo Congreso Geológico Chileno 6-11 Agosto 1979, Artca-Chile.
- Dirección de Minería de Río Negro and SEGEMAR (1999) Geología y Recursos Minerales del Sector Rionegrino de las "HOJA4172-IV, San Carlos de Bariloche y 4172-II, San Martín de los Andes", Información Geológica Minera de la Provincia de Río Negro.
- DGFM (1968) "Área de reserva No.45, La Voluntad", Plan Cordillerano. Dirección General de Fabricaciones Militares.
- DGFM (1975) "Área de reserva No.45, La Voluntad", Plan Cordillerano. Dirección General de Fabricaciones Militares.
- Domingues and Garrido(1990) Densidad de venillas y su relación con la mineralización en el depósito de tipo diseminado La Voluntad, Provincia del Neuquén.
- Emparan, C., Suarez, M. y Muñoz, J. (1992) Carta geológica de Chile, Hoja Curacautín. Servicio Nacional de Geología y Minería, inédito. Santiago.
- Franchini M.B. (1990) "Metalogénesis y Petrografía de algunas manifestaciones de Grupo Molle en la Pcia. Neuquén"
- GAMSA (1995) Área de reserva Caicajén. Report. Gatro Argentina Minera S.A..
- Genini, A. (1976) Reconocimiento geológico area Epuyen, Provincia del Chubut. Servicio Nacional Minero, Plan Patagonia Comahue.
- Genini, A. and Grizinic, M., (1999) Informe Preliminar Proyecto 04 HA Epuyen Provincia del Chubut, Area No 8. Cerro Coihue, Delegacion Regional Patagonia, SEGEMAR.
- Gordon, A. y Ort, M. (1993) Edad y correlación del plutonismo subcordillerano en las Provincias de Río Negro y Chubut. Actas del 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 4: 120-127, Mendoza.
- Greco, E. A. and Bernabo de Greco, E. (1973) Estudio geológico de la mina de plomo, zinc, plata y cobre "María", Dept. Ñorquinco, Pcia. de Río Negro. Dirección General de Minería-Centro Minero "Los Alamos", Provincia de Río Negro.
- Hayase, K. (1970) Informe sobre las minas de caolín, alunita, y minerales metalíferos en la Provincia del Chubut. Departament de Geologia, Universidad Nacional del Sur.
- Hedenquist, J. (1999) Epithermal gold deposits in the circum Pacific region. -styles, characteristics, exploration- Thayer Lindsley Visiting Lecture Series. Society of Economic Geologist.
- Herrero, J.C. (1981) Informe preliminar sobre la prospección regional del Cordon de Esquel. Mosaicos 4372 II, C4, D4. Plan Patagonia Comahue.

- Ingeoma.S.A.(1993) Area la Atravesada, Neuquen, Argentina.
- JICA/MMAJ (1983) Report on mineral exploration in the Patagonia area, Argentine Republic (in Japanese and Spanish).
- JICA/MMAJ (1984) Report on mineral exploration in the Patagonia area, Argentine Republic.(in Japanese and Spanish)
- Kay, S. M., Ramos, V. A., Mpodozia, C. and Sruoga, P. (1989) Late Paleozoic to Jurassic silicitic magmatism at the Gondwana margin: Analogy to the middle Proterozoic in north America?. *Geology*, 17, 324-328.
- Lang, J.R. and Titley, S.R. (1998) Isotopic and geochemical characteristics of Laramide magmatic systems in Arizona and implications for the genesis of porphyry copper deposits. *Economic Geology*, Vol.93, 138-170.
- Leanza, H.A. (1985) Descripción geológico de la Hoja 36b, Cerro Cachil, Prov. del Neuquén. Serv. Geo. Nac. (Informe inédito).
- Lizuain, A. (1981) Características y edad del plutonismo en los alrededores del Lago Puelo, Provincia del Chubut. VIII Congreso Geológico Argentino, San Luis. Actas III:607-616.
- Llambías, E.J. y Rapela, C.W. (1989) Las volcanitas de Colipilli, Neuquén (37°S) y su relación con otras unidades paleógenas de la Cordillera. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, Vol. 44, No. 1-4, 224-236.
- Maiza, P.J. (1981) Estudio de los yacimiento de caolin del oeste de la Provincia del Chubut, Minas Susana, Gato y Estrella Gaucha. VIII Congreso Geológico Argentina, San Luis, Actas IV: 471-484.
- Marquez, M.J. (1980) Informe geológico preliminar, proyect: 04 HB Esquel y 04 HC Trevelin. Plan Patagonia Comahue, Servicio Minero Nacional.
- Marquez, M.J. and Giacosa, R.E. (1989) Mineralización asociada a diques Teciarios de dacita – andesita – basalto en la Cordillera Patagonica Septentrional y Central, Provincias de Rio Negro y Chubut. *Correlacion Geologica*, 1989, No.3;83-90.
- Marquez, M.J. and Parisi, C. (1995) Informe de Avance Programa Cordillera Patagonica Area Arroyo Canogas. Secretaria de Minería de la Nación Direccion Nacional del Servicio Geologico Delegacion Regional Patagonia.
- Matsuhisa, Y., Goldsmith, J.R. and Clayton, R.N. (1979) Oxygen isotopic fractionation in the system quartz-albite-anorthite-water. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v.43, 1131-1140.
- Méndez, V., Zanettini, J.C. and Zappettini, E.O. (1995) Geología y Metalogénesis del Orogeno Andino Cenral, República Argentina. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Secretaría de Minería de la Nación, Buenos Aires.
- Minamérica S.A.(1995) Informe de avance, Gira al área Butalón.
- Minera Placer Dome Argentina S.A.(1993) Informe de evaluación preliminar, contrato de exploración – explotación CORMINE – Placer Dome.

- Mining Secretary (1993) Directory of Mining Investment Opportunities in the Argentine Republic (Preliminary Edition-1993). Mining Secretary, Ministry of Economy and Public Services, 147- 244.
- Munizaga, F., Hervé, F., Brook, M., Pankhurst, R. and Snelling, N. (1985) Geochronology of granitoids of the lake region, Chile (39°-42° Lat. S). Universidad de Chile, Departamento de Geología, Comunicaciones, No. 35, 167-170. Santiago.
- Ogasawara, M. (1989) Geochemistry of rare-earth elements. *Mining Geology*, 39(2), 166-176 (in Japanese with English abstr.).
- Page, R. (1980) La edad del Cautivalitense en su área tipo, Provincia del Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 35 (1): 151-155. Buenos Aires.
- Page, S. (1984) Los gabros bandeados de la sierra de Tepuel, cuerpos del sector suroeste, Provincial del Chubut. In *Congreso Geológico Argentino*, No. 9, Actas, Vol. 2, 584-595. San Carlos de Bariloche.
- Pages, C. (1951) Inventario minero de la Patagonia para la Defensa Nacional Fabricaciones Militares. Inédito.
- Parica, C.A.(1986) Resultados geocronológicos preliminares de las Formaciones Colohuincul y Huechulafquen, Provincia del Neuquen. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 41 (1-2): 201-205, Buenos Aires.
- Pearce, J.A., and Cann, J.R.,(1973) Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis. *E.P.S.L.*, 19:290:300.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W. and Tindle, A.G. (1984) Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, Vol.25, Part4, 956-983.
- Pedro, J.M. (1981) Estudio de los Yacimiento de Caolin del Oeste de la Provincia del Chubut, Minas Susana, Gato y Estrella Gaucha, VIII Congreso Geológico Argentino, San Luis, Actas IV : 471-484.
- Perez, H.D and Sureda, R.J. (1999) El Prospecto aurífero Cerro Colorado, Chubut. XIV Congreso Geológico Argentino, Actas II, Salta. 323-326.
- Pesce, A.H. (1981) Estratigrafía de las nacientes del río Neuquén y Nahuever, Provincia del Neuquén. In *Congreso Geológico Argentino*, No. 8, Actas, Vol. 3, 439-455. San Luis.
- Petersen, C.S. and Bonorino, G. (1947) Observacion geologica en el Chubut occidental. *Rev. Soc. Arg. II*, 177-222.
- Placer Dome Exploration Inc.(1994) Zona de reserva "Quebrada del Bronce". Report.
- Placer Exploration Inc.(1995) Reserva Las Ovejas. Report.
- Placer International Exploration Inc. (1993a) La Voluntad Porphyry copper – gold deposit geological report.
- Placer International Exploration Inc. (1993b) Prospecto La Voluntad ; Informe de la campaña

- de sondajes. Report.
- Quantec Geofisica Limitada(1993) Interpretation report on induced polarization and resistivity surveys at La Voluntad Prospect on behalf of Placer International Exploration Inc. Report.
- Ramos, V. (1983) Evolución tectónica y metalogénesis de la Cordillera Patagónica. Actas del 2º Congreso Nacional de Geología Económica, 1: 108-124, San Juan.
- Ramos, V. (1996) Evolución tectónica de la Plataforma Continental. En V. A. Ramos y M. A. Turic (Eds.). Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio 21: 385-404, Buenos Aires.
- Ramos, V. A., Jordan, T. E., Allmendiger, R. W., Mpodozis, C., Kay, S. M., Cotes, J. M. and Palma, M. A. (1986) Paleozoic terrane of the central Argentine Chilean Andes. *Tectonics*, 5, 855-880.
- Rye, R.O. and Ohomoto, H. (1974) Sulfur and carbon isotopes and ore genesis: A review, *Econ. Geol.*, 69, 826-842.
- Sasaki, A. and Ishihara, S. (1979) Sulfur isotopic composition of the magnetite-series and ilmenite-series granitoids in Japan. *Contrib. Mineral. Petrol.* 68, 107-115.
- Sato, T. (1984) Manto type copper deposits in Chile, *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, 35, 565-582.
- Schalamuk, I., Barrio, R. E., Hartmann, L. and Vasconcellos, M. (1999) Mineralogía del yacimiento polimetálico Huemules, Cordillera Patagonia Septentrional, Chubut. XIV Congreso Geológico Argentino, Actas II, Salta 1999.
- Sillitoe, R.H. (1976) Permo-Carboniferous, upper Cretaceous, and Miocene porphyry copper-type mineralization in the Argentinian Andes. *Econ. Geol.*, Vol. 72, 99-103.
- Sillitoe, R. H. (1980) Are porphyry copper and Kuroko-type massive sulfide deposits incompatible. *Geology*, 8, 7-10.
- Sillitoe, R. H. (1991) Gold metallogeny of Chile-an introduction. *Economic Geology*, 86, 1187-1205.
- Sillitoe, R. H. (1992) Gold and copper metallogeny of the central Andes-past, present, and future exploration objectives. *Economic Geology*, 87, 2205-2216.
- Sillitoe, R. H. (1995) Exploration of porphyry copper lithocaps. *Proceedings of the 1995 PACRIM congress: Australian Institute on Mining and Metallurgy.*, 527-532.
- Stern, C.R., Mukasa, S.B. and Fuenzalida, R. (1992) Age and petrogenesis of the Sarmiento ophiolite complex of southern Chile. *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 6, No. 1-2, 97-104.
- Taylor, H.P., Jr. (1974) : The application of oxygen and hydrogen isotope studies to problems of hydrothermal alteration and ore deposition. *Econ. Geol.*, 69, 843-883.

- Tabacchi, H. H. (1953) Estudio Geologico-Minerro del yacimiento cuprifero "Condorcanqui", Departamento Chshamen, Chubut. DGF.M.
- UNDP (1983) Exploracion minera en la Provincia de Chubut, Argentina. Informe Final : Parte I y II. Fondo Rotatorio de las Naciones Unidas.
- Viera, R.L.M. (1980) Geología y mineralizaciones del este de Mallín Blanco, Cordón Oriental del Futalaufquen, FRNU, New York.
- Viera, R.L.M. and Hughes, G. (1999) El Prospect Huemules, Cordon Oriental del Futalaufquen, Chubut, Argentina, Recursos Minerales de Argentina.
- Zanettini, J.C. (1998) Hoja Geológica 3772-II LAS OVEJAS. Secretaría de Comercio, Industria y Minería. SEGEMAR. Preprint, p55.
- Zanettini, J.C.M., Marquez, M.J., Gonzalez, R.A., Vivallo, W.P., Gardeweg, M.C. and Tassara, A.H. et al. (1999) Mapa de Recursos Minerales del Area Fronteriza Argentino-Chilena entre los 34° y 56°S. Publicacion Geologica Multinacional, Escala 1:1,000,000.
- Zappettini, E.O. (1998) Mapa Metalogenético de la República Argentina (Versión Preliminar). Proyecto de Asistencia Técnica para el Desarrollo del Sector Minero Argentino P.A.S.M.A.
- Zubia, M. (1985) Planillas de evaluación previa. FONEM. Project Lago Fontana. Dirección de Nacional de Minería y Geología. Inedito.