

第4章 考察

4-1 地質構造および鉍化作用の特性と鉍化規制

本調査では2年次にわたり、既存データ解析、衛星画像解析、グラントルースを実施した。既存データ解析では、第1年次に相手国機関、各州政府、民間企業が所有する資料について文献調査を実施した。第2年次には相手国機関が Neuquen 州を対象に取得した空中物理探査データについて解析を行い、さらに、相手国機関が Neuquen 州にて過去に採取した沢砂試料 9242 個について、48 成分の再分析を実施し、その結果について考察を行った。衛星画像解析では、第1年次に 13 シーンのフォールスカラー画像を作成して地質判読を行い、比画像を作成して計 244 箇所の変質帯の抽出を行った。第2年次には有望地区を含む 6 シーンについて変質帯精密解析を実施し、中性変質帯と酸性変質帯の区分を行った。グラントルースでは既存データ解析と衛星画像解析の結果に基づいて現地踏査の対象を選定した。第1年次には既知鉍徴地または変質帯が分布する 31 地区を対象とした。第2年次には第1年次調査結果のフォローアップとしての 9 地区と、新規 7 地区の計 16 地区を対象とした。以下、これらの調査結果に対する考察を行う。

4-1-1 既存データ解析結果の考察

既存データ解析の文献調査において、本地域における既知鉍床は鉍脈鉍床、斑岩銅鉍床、高硫化系金鉍床、砂金鉍床、堆積性鉍床、その他に分類される。鉍脈鉍床は金および含金多金属鉍脈鉍床と金を伴わない多金属鉍脈鉍床に細分される。これらのうち、探査の対象として重要なのは経済的に価値の高い、金および含金多金属鉍脈鉍床、高硫化系金鉍床、斑岩銅鉍床である。含金石英脈鉍床の代表は Joya del Sol 鉍床であり、含金多金属鉍脈鉍床の代表は Andacollo 鉍床である。高硫化系金鉍床の代表は Cerro Colorado 鉍床であり、斑岩銅鉍床の代表は Campana Mahuida 鉍床である。

これらの鉍床は熱水の活動に関連して生成したものであり、その熱源としてマグマの活動が関与している。よって、鉍化作用の有望地を考察するためには、鉍化作用に関係したマグマ弧の分布を把握することが重要である。Table II-4-1 には鉍化作用に関連している可能性のある花崗岩類と火山岩類の K-Ar 法年代測定値の一覧を示す。また、これらのデータを整理したマグマ活動と鉍化作用の時間的關係図を Fig. II-4-1 図に示す。Fig. II-4-1 図に示すように北部の Neuquen 州と南部の Chubut 州を分けて考えると、Neuquen 州では二疊紀ないし三疊紀に La Voluntad 斑岩銅鉍床が生成しているが、その他の Campana Mahuida 斑岩銅鉍床、Andacollo、Varvarco、Cerro del Diablo の鉍脈鉍床は白亜紀後期～暁新世に生成時期が限定される可能性が高い。この時期は、アンデス造山運動によって旺盛な火山噴出が始新世に始まる以前の時期であり、火山噴出を伴わない貫入岩が鉍化作用をもたらしたことを示唆している。一方、Chubut 州では、Cerro Gonzalo 斑岩銅鉍床が白亜紀後期の生成であり、Cerro Colorado 高硫化系金鉍床も花崗岩類の年代から白亜紀後期に生成した可能性が高い。Joya del Sol 金鉍脈鉍床は母岩の安山岩が白亜紀中期であり、

Table II-4-1 List of age data to interpret the mineralization periods.

Period	Epoch	Data (Ma)	Locality	Province	Measured material	Method	Reference	Inferred mineralization
Tertiary	Paleocene (56.5 - 65Ma)	53.8	Cerro del Diablo	Neuquen	Plagioclase of tonalite	K-Ar	This project (Phase 1)	Cerro del Diablo (Cu vein)
		64.7	Varvarco	Neuquen	Plagioclase of tonalite	K-Ar	This project (Phase 1)	Varvarco (Au-Cu-Pb vein)
Cretaceous	Senonian (65 - 88.5Ma)	67	Los Maitenes	Neuquen	Tonalite-dacite	K-Ar	Mendez et al. (1995)	Andacollo (Au-Pb vein)
		72	Lago General Vintter	Chubut	Granitoid	K-Ar	Lizuain (1981)	Cerro Colorado (High sulfidation Au)
		74.2	Campana Mahuida	Neuquen	Biotite of andesite porphyry	K-Ar	Sillitoe (1976)	Campana Mahuida (Porphyry Cu)
		77	Cerro Gonzalo	Chubut	Granodiorite of hypogene porphyry Cu	K-Ar	This project (Phase 2)	Cerro Gonzalo (Porphyry Cu)
		81	Cordillera Viento	Neuquen	Andesite porphyry	K-Ar	Mendez et al. (1995)	Andacollo (Au-Pb vein)
		85	Lago General Vintter	Chubut	Granitoid	K-Ar	Lizuain (1981)	Cerro Colorado (High sulfidation Au)
		85.4	20km NNW of Tecka	Chubut	Hornblend of granodiorite	K-Ar	JICA/MMAJ (1983)	Cerro Gonzalo (Porphyry Cu)
		108	Condorcanqui	Chubut	Post mineralization andesite dyke	K-Ar	This project (Phase 2)	Condorcanqui (Metasomatic Cu)
		119	Joya del Sol	Chubut	Andesite lava of host rock for Au veins	K-Ar	This project (Phase 1)	Joya del Sol (Au vein)
			Neokomian (132 - 146Ma)					
Jurassic (146 - 208Ma)		147	20km NE of Condorcanqui	Chubut	Biotite of granodiorite	K-Ar	JICA/MMAJ (1983)	Condorcanqui (Metasomatic Cu)
Triassic (208 - 245Ma)		225	La Voluntad	Neuquen	Tonalite	K-Ar	JICA/MMAJ (1984)	La Voluntad (Porphyry Cu)
Permian (245 - 290Ma)		281	La Voluntad	Neuquen	Biotite of tonalite porphyry	K-Ar	Sillitoe (1976)	La Voluntad (Porphyry Cu)

Era/Period	Period/Epoch	Neuquen Province			Chubut Provinces		
		Volcanism	Intrusion	Mineralization	Volcanism	Intrusion	Mineralization
Quaternary	Holocene						
	Pleistocene	Basalt lavas etc					
Tertiary	Neogene	Fm. Cajon Negro	Gr				
		Serie Andesita			Fm. Ventana		Au vein ?
				Au-basemetals vein			
Mesozoic	Cretaceous		Gr	Porphyry Cu			High sulfidation Au Porphyry Cu
					Fm. Divisadero	Gr, Gb	Metasomatic Cu
	Jurassic				Fm. Lago la Plata		Metasomatic Cu ?
Paleozoic	Triassic						
	Permian	Grupo Choiyoi	Gr	Porphyry Cu	Grupo Choiyoi	Gr	
	Carboniferous						
Proterozoic	Devonian						
	Silurian						
	Ordovician					Gr	
	Cambrian		Ur			Gr	

Abbreviation : Gr = Granitoids, Gb = Gabbro, Ur = Ultramafic.

Fig. II-4-1 Relation between magmatic activities and mineralization.

鉍化年代としては白亜紀中期～後期と予想される。しかし、Joya del Sol 鉍床の南東約 30km に位置する Laguna Sunica では古第三系 Ventana 層の玄武岩類が熱水変質を受けており、かつ新第三紀の火成活動が存在していないことから、Joya del Sol 鉍床については古第三紀に生成した可能性も存在する。Condorcanqui 交代性銅鉍床については、鉍体を切って貫入する安山岩岩脈が白亜紀中期の年代であり、近傍の花崗岩類がジュラ紀最末期の年代であることから、白亜紀前期～中期が鉍化年代である可能性が高い、しかし、母岩がジュラ系と考えられることからジュラ紀に生成した可能性も存在する。これら Chubut 州の鉍床の生成年代を概括すると、金鉍脈鉍床、高硫化系金鉍床、斑岩銅鉍床の生成年代が重複する時期として白亜紀後期が重要であると考えられる。この白亜紀後期は火山岩噴出の休息期であり、Neuquen 州と同様に火山噴出を伴わない貫入岩が鉍化作用をもたらしたことを示唆している。このことは Sillitoe (1980)が指摘しているように、火山噴出が旺盛な場合はマグマが保有していた揮発成分が逸散するために、有望鉍床が形成され難いことを意味していると考えられる。また、貫入活動がありながら火山噴出が無かったことは非常に強い圧縮応力場にあったことを示唆している。

Fig. II-4-2 には Zappettini ed. (1998)、Zanettini et al. (1999) のデータに基づいて作成したマグマ弧と鉍床の分布図を示す。マグマ弧は白亜紀、古第三紀、新第三紀の区分で図示しており、前述のとおり前 2 者が鉍化作用に関係する可能性が高い。新第三紀マグマ弧については、本地域外北方のチリ側に El Teniente 斑岩銅鉍床が新第三紀に生成していることから参考として図示した。鉍床は前述のとおり経済的に価値の高い、金および含金多金属鉍脈鉍床、高硫化系金鉍床、斑岩銅鉍床を図示した。また、砂金鉍床については、そのソースとなった金鉍床の存在を示唆することから併せて図示した。

Fig. II-4-2 に基づくと、鉍化作用に関係する可能性の高い白亜紀と古第三紀のマグマ弧の分布と、選定された鉍床の分布が調和する箇所として No.1～No.11 の有望地区が選定される。これらの地区では図示した金および含金多金属鉍脈鉍床、高硫化系金鉍床、斑岩銅鉍床と同じタイプの新鉍床の賦存が期待される。また、砂金鉍床の分布域ではそのソースとなった金鉍床の賦存が期待される。

さらに、既存データ解析の沢砂地化探データの解析結果として、Fig. II-4-2 に示す Aloto del Rio Barrancas 地区では、102～133ppb Au の地化学異常が散点的ながら広範囲に認められ、既知鉍床が存在していないことから新鉍床の賦存が期待される。

なお、本地域における新第三紀マグマ弧は圧倒的に火山岩が卓越し、花崗岩類は Neuquen 州の北西と南西のチリとの国境沿いの小規模岩体に限定される。前述のとおり、旺盛な火山噴出はマグマの揮発成分を逸散させるので、本地域における新第三紀マグマ弧は鉍化能力に乏しいものと推測される。

4-1-2 衛星画像解析結果の考察

第 1 年次の衛星画像解析ではフォールスカラー画像により地質判読とリニアメント判読が行われ、比画像により熱水変質帯が抽出された。第 2 年次には変質帯精密解析が行われ、画像データ

の擬似反射率と変質帯モデルの擬似反射率とのパターンマッチングにより、画像を構成するピクセル単位での変質帯抽出が行われた。変質帯抽出は第2年次の方が解析方法の性格上精度が良かったものの、第1年次に抽出された変質帯との大きな違いは生じなかった。Fig. II-4-3には第1年次の衛星画像解析によるリニアメントと変質帯を図示し、あわせて、金および含金多金属鉱脈鉱床、高硫化系金鉱床、斑岩銅鉱床、砂金鉱床の位置を図示する。

リニアメントについては、多種多様なリニアメントが判読されているが、本地域が白亜紀末から現世にわたってアンデス造山運動の影響下にあることを考えると、太平洋側からのプレートの沈み込みによって東西の圧縮応力場にあるものと考えられ、このような応力のもとでは南北方向の衝上断層、北東-南西と北西-南東方向の剪断帯、東西方向の伸長断層などが生成する。Fig. II-4-3に示すように全体的には南北方向、北東-南西方向、北西-南東方向のリニアメントが卓越し、件数は少ないものの地域南西部にて東西方向のリニアメントが存在するのは東西の圧縮応力場にあることを反映していると考えられる。

しかし、アンデス造山運動以前にも多様な構造運動があり、古生代末のパタゴニア帯とゴンドワナ大陸の衝突、ジュラ紀に大西洋が開いた際の伸長応力場などによっても、多様なリニアメントが発生していると考えられる。また、地塊の上昇と下降運動によっても多様なリニアメントが発生する。その一例としては新第三紀の火山地帯に認められる環状構造があげられる。さらに、画像判読が縮尺1/25万にて行われたためか、鉱脈を胚胎する裂罅そのもののリニアメントは判読されていない。よって、リニアメントの方向を系統的に解析して有望地を抽出することには困難があると考えられる。

一方、熱水変質帯は計244箇所も抽出されているが、すべてが鉱化作用に関連している訳ではない。しかしながら、鉱化作用には熱水活動とその熱水の通路となった断裂の存在が不可欠であることから、断裂に沿った熱水変質帯という観点で、リニアメント上もしくはリニアメント近傍に存在する変質帯が重要であると考えられる。よって、Fig. II-4-3には各リニアメントから2km以内に位置する変質帯を選別して図示した。2kmとした理由は大規模な斑岩銅鉱床の鉱化帯の規模が約2kmであり、断層に沿って鉱床が存在する場合は断層から2km以内である可能性が高いと考えたからである。この結果、Fig. II-4-3に示すように、リニアメントから2km以内の変質帯と金および含金多金属鉱脈鉱床、斑岩銅鉱床、砂金鉱床が調和的に分布する箇所としてA~Fの有望地区が選定される。これらの地区では図示した金および含金多金属鉱脈鉱床、斑岩銅鉱床と同じタイプの新鉱床の賦存が期待される。また、砂金鉱床の分布域ではそのソースとなった金鉱床の賦存が期待される。

4-1-3 グランドトルース結果の考察

グランドトルースでは、第1年次に31地区を対象とした。その結果、Andacollo, Huemules, Joya del Sol, Cerro Colorado, Cerro Blancoの5地区について既にポテンシャルの高さが証明されていると判断し、第2年次の調査対象としないことにした。これら5地区の位置をFig. II-4-4に示す。

Andacollo地区では既にMinera Andacollo Gold社による含金ベースメタル鉱脈鉱床の採掘が

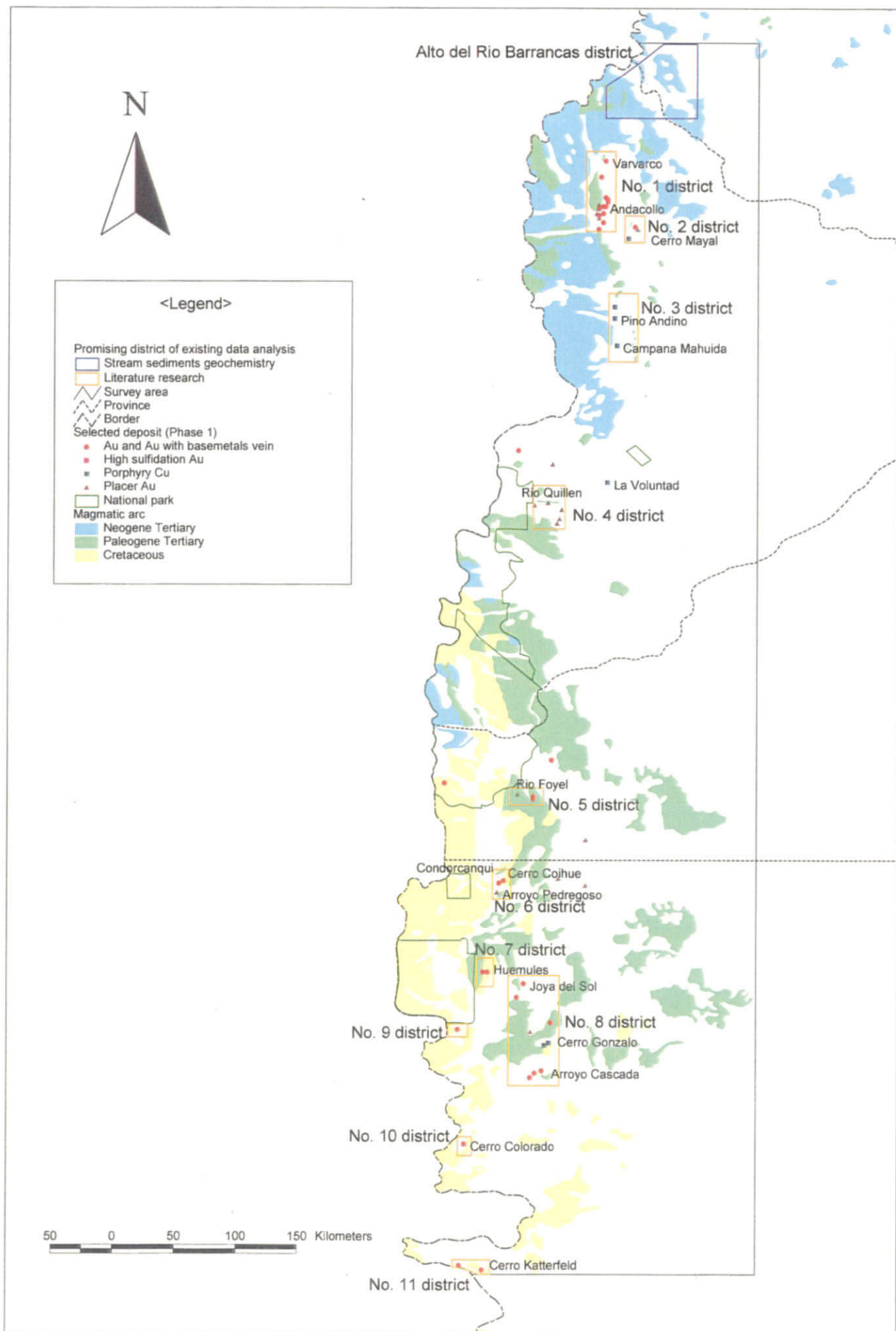


Fig. II-4-2 Interpretation result of the existing data analysis.

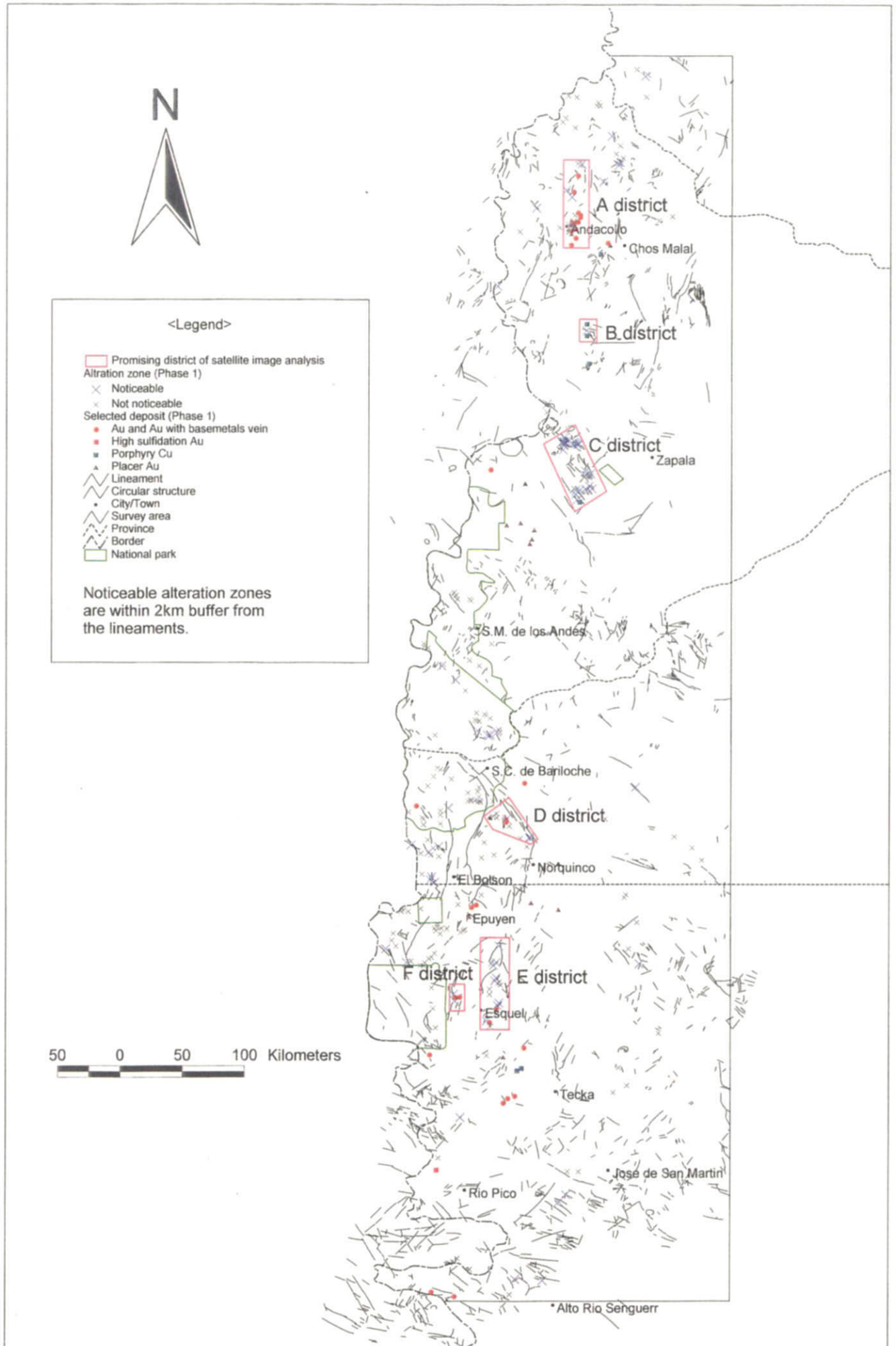


Fig. II-4-3 Interpretation result of the satellite image analysis.

行われている。Huemules 地区の含金ベースメタル鉱脈鉱床と Joya del Sol 地区の含金石英脈鉱床については Minera el Desquete 社が F/S を実施中であり、インターネットの情報によると 2,451,700 oz の金量が計上されている。Cerro Colorado 地区の高硫化系金鉱床と Cerro Blanco 地区の含金ベースメタル鉱脈鉱床については Billiton Argentina 社が探査を中断しているが、Cerro Colorado 地区の地表の熱水角礫について 7.95g/t Au が報告されており、Cerro Blanco 地区の石英脈について 1.575g/t Au が本調査で把握されている。

第 2 年次にはフォローアップが必要と判断された Varvarco, Campana Mahuida, Palau Mahuida, Nireco, La Voluntad, Condorcanqui, Epuyen, Cerro Gonzalo, Arroyo Cascada の 9 地区と、Villa Aguas Calientes, Carro Collocho, Cerro Mayal, Cerro de los Bueyes, Rio Foyel, Laguna Sunica, Cerro Cucho の新規 7 地区を対象とした。第 2 年次の調査結果として、Varvarco, Cerro Mayal, Epuyen, Cerro Gonzalo の 4 地区が有望であると考えられる (Table II-4-2)。これら 4 地区の位置を Fig. II-4-4 に示す。

Varvarco 地区の Varvarco 鉱床は Santos 鉱床と Santos West 鉱床からなり、花崗閃緑岩を母岩とする。Santos 鉱床の旧坑には最大幅約 50cm の黄鉄鉱鉱染を伴う網状石英脈が観察され、黄銅鉱と孔雀石を伴う石英脈は 14.04g/t Au, 524g/t Ag, 2.75% Cu, 2.69% Pb の分析値を示した。また、Santos West 鉱床の黄鉄鉱鉱染を伴う石英脈は 15.27g/t Au, 37g/t Ag の分析値を示した。Cerro Mayal 地区には下部白亜系の堆積岩類に貫入する白色変質した安山岩斑岩が分布し、断裂帯に褐鉄鉱化した方解石細脈が発達している。これのチャンネルサンプル試料は 59.14g/t Au, 3.4g/t Ag の分析値を示した。Epuyen 地区では白亜紀の花崗岩バソリスに貫入する石英斑岩中に幅約 20cm の石英脈が胚胎され、9.14g/t Au, 12.4g/t Ag の分析値を示した。これは本調査によって初めて記載されるものであり、Rio Blanco 鉱床と命名することにする。周辺には褐鉄鉱化した他の複数の露頭が遠望される。Cerro Gonzalo 地区は Sector 1~6 からなり、Sector 1 は Arroyo Luque と呼称される。Arroyo Luque では沢のレベルに深成型の斑岩銅鉱床が露出し、1295~1655ppm Cu の品位を示す。丘の上では局部的に孔雀石を伴う酸化溶脱帯となっており、この丘の下部に二次富化帯の存在が期待される。また、Cerro Gonzalo 地区の Sector 6 は最も地形的高所に位置し、変質帯が浅成の酸化溶脱帯の様相を呈することから、やはり二次富化体が下部に存在する可能性がある。

なお、第 1 年次調査結果によりフォローアップ対象とされながら、アクセス等の問題により第 2 年次に調査を行っていない地区に El Bolson 地区と Lago Cholila 地区がある (Fig. II-3-1-1)。El Bolson 地区では変質帯から流下する川の転石に 355ppm Cu の値が得られているに過ぎず、積極的に探査を行う必要はないものと考えられる。一方、Lago Chilila 地区では変質帯から流下する川の転石に 2490ppm Cu の値が得られており、この水系の上流部が Epuyen 地区の西隣であることから、Epuyen 地区の有望箇所が西方に拡大する可能性を示している。

また、Condorcanqui の銅鉱床について有望鉱床とは判断されないものの、本調査によって重要な地質学的知見が得られた。安山岩溶岩と同質火砕岩を母岩とする黄銅鉱、孔雀石などの鉱染鉱床について、従来は古第三系 Ventana 層を母岩とするマント型鉱床とされていた。しかし、本調査によって黄銅鉱鉱染を伴うデイサイト岩脈の存在が把握され、鉱化帯を切って貫入する安山

岩岩脈について 108Ma と白亜紀中期の年代が得られた。また、JICA/MMAJ (1983)によって付近の花崗岩類に 147Ma とジュラ紀最末期の年代が得られている。よって、鉍床母岩はジュラ系 Piltriquitron 層であり、ジュラ紀最末期～白亜紀前期の花崗岩類から派生したデイサイト岩脈が関係する交代鉍床であると考えられる。

4-2 有望地区の選定

既存データ解析、衛星画像解析、グラントルースによる有望地区を重ね合わせたものを Fig. II-4-5 に示す。Fig. II-4-5 には参考のため衛星画像解析による変質帯を併せて図示している。グラントルースにより選定された 9 地区は、Epuyen 地区を除いて既存データ解析と衛星画像解析の有望地区の双方もしくは一方と良く整合している。Epuyen 地区は既存データ解析の有望地と一部しか重複していない。これは既存データ解析の有望地が、今回初めて記載される Epuyen 地区の Rio Blanco 金鉍脈鉍床の存在を考慮していないからである。

グラントルースの第 1 年次でポテンシャルの高さが証明された Andacollo, Huemules, Joya del Sol, Cerro Colorado, Cerro Blanco の 5 地区のうち、Andacollo, Huemules, Joya del Sol の 3 地区については既に鉍量計算が行われていることから、探査は十分であると考えられる。Cerro Colorado, Cerro Blanco の 2 地区は有望鉍徴が把握されながら、まだ鉍量計算がなされていないことから、さらに試錐調査などの探査を行うべきと考えられる。

グラントルースの第 2 年次で選定された Varvarco, Cerro Mayal, Epuyen, Cerro Gonzalo の 4 地区については、今後、さらなる探査の実施が望まれる。

また、既存データ解析の沢砂地化探データの解析結果として、散点的ながら 102~133ppb Au の地化学異常を示す Alto del Rio Barrancas 地区については、新たな金鉍床の賦存が期待される。

なお、Varvarco 地区と Andacollo 地区を含み南北に伸長する範囲が衛星画像解析の有望地となっているが、両地区の中間に位置する Butalon Norte 地区 (Fig. II-3-1-1) がグラントルースで有望地区に選定されなかった関係から、Varvarco 地区と Andacollo 地区の有望地はそれぞれの範囲に限定される。また、Joya del Sol 地区とその北方を含む範囲が衛星画像解析の有望地となっているが、Joya del Sol 地区で探査を行っている Minera el Desquite 社は Leleque など北方の鉍区を既に取得していることから、探査は十分に行われていると考えられる。

よって、グラントルースの調査結果として有望地区と選定されるのは Varvarco, Cerro Mayal, Epuyen, Cerro Gonzalo, Cerro Colorado, Cerro Blanco の 6 地区であり、既存データ解析の沢砂地化探データの解析結果として有望地区と選定されるのは Alto del Rio Barrancas 地区である。

Table II-4-2 Phase 2 ground truth survey conclusions.

No.	Survey district	Survey site	Category	NE corner	SW corner	Reason to be selected	Access	Topography	Vegetation	Unit	Formation	Rock	Intrusive	Fault	Lineament
1	Villa Aguas Calientes	Alteration zones near ML013, Arroyo Ailenco-Arroyo Atreuco	New district	S36°30'36", W70°34'12"	S36°43'12", W70°40'12"	Geothermal alteration zones, Au anomalies of stream sediments, alteration zones from satellite image	Car, Walk 3h	Mountains, valleys	Thin	Ta2	Cajón Negro Fm.	Andesite	Andesite porphyry, granite		
2	Varvarco	Alteration zones along Arroyo Auquen, Varvarco (Mina Santos, Mina Santos West)	Follow-up district	S36°44'24", W70°33'36"	S36°53'24", W70°41'24"	Known Au mineralization, alteration zones	Car, Horse 2h	Valleys	Thin	PTR	Choiyoi Fm.	Tuff, tuff breccia	Granite, Granodiorite		NE, NW, N-S
3	Cerro Collocho	Cerro Collocho	New district	S36°52'48", W70°23'24"	S36°56'24", W70°27'00"	Alteration zones from satellite image	Car, Walk 2h	Mountains	Thin	JK	Mendoza Gr.	Sandstone, shale	Dacitic andesite		NE
4	Cerro Mayal	Cerro Mayal	New district	S37°17'24", W70°21'00"	S37°22'12", W70°25'48"	Known Au mineralization	Car, Walk 2h	Mountains	Thin	JK	Mendoza Gr.	Sandstone, shale	Andesite porphyry		
5	Cerro de los Bueyes	Cerro de los Bueyes, El Espinal, Cerro los Potreritos	New district	S37°40'48", W70°18'36"	S37°52'48", W70°30'00"	Alteration zones from satellite image	Car, Horse 3h	Mountains	Thin	JK	Mendoza Gr.	Sandstone, shale	Granodiorite, andesite porphyry		NE
6	Campana Mahuida	Campana Mahuida, Pino Andino, alteration zones near Loncopue	Follow-up district	S37°57'36", W70°28'48"	S38°17'24", W70°39'00"	Porphyry Cu productive area, alteration zones from satellite image	Car	Hills	Thin	JK	Mendoza Gr.	Sandstone, shale	Granodiorite		NE, NW, NWW
7	Palau Mahuida	Cerro Cochico, ZA004, ZA007, ZA008	Follow-up district	S38°39'36", W70°35'24"	S38°54'00", W70°51'00"	Alteration zones from satellite image	Car, Horse 8h	Steep mountains	Non - thin	Ta2	Farallones Fm. eq.	Rhyolite, andesite			NE, NW, Circular
8	Nireco	ZA021, ZA022, ZA023	Follow-up district	S39°00'00", W70°29'24"	S39°06'36", W70°34'48"	Alteration zones from satellite image	Car, Horse 2h	Hills	Thin	PTR	Choiyoi Fm.	Rhyolite, andesite			NE, NW
9	La Voluntad	ZA001, ZA032, ZA034	Follow-up district	S39°07'12", W70°32'24"	S39°14'24", W70°39'36"	Alteration zones from satellite image	Car, Horse 6h	Steep mountains	Non	PTR, CPg	Choiyoi Fm., La Voluntad complex	Rhyolite, andesite, granitoids			NE, NW
10	Rio Foyel	Quilin Mahuida, Cerro Carrera (SB068), Cerro Carrera east, Rio Foyel west	New district	S41°28'48", W71°06'00"	S41°38'24", W71°22'48"	Placer Au area, alteration zones from satellite image	Car, Horse 7h	Steep mountains	Non - Thic	Ta1, Kg	Ventana Fm., granitoids	Andesite			N-S, NE
11	Condorcanqui	Condorcanqui	Follow-up district	S42°07'48", W71°22'12"	S42°12'36", W71°25'12"	Known Cu mineralization, noticeable S isotope data	Car, Walk 0.5h	Hills	Forrest	Jm	Piltriqitron Fm.	Andesite	Andesite, dacite		NE, NW
12	Epuyen	Cordon de Chohila	Follow-up district	S42°12'54", W71°22'48"	S42°22'12", W71°30'00"	Placer Au area, alteration zones from satellite image	Car, Walk 2h	Steep mountains	Forrest - Non	Jm, Kg	Piltriqitron Fm., granitoids	Silt - sandstone, dacite - andesite, granite	Quartz porphyry	E-W, N-S, NE-SW	NE, N-S
13	Laguna Sunica	Laguna Sunica	New district	S43°08'24", W70°58'12"	S43°12'36", W71°03'00"	Alteration zones from satellite image	Car, Walk 0.5h	Hills, steep valley	Thin	Ta1	Ventana Fm.	Basalt			NE
14	Cerro Gonzalo	Sector 1 (Arroyo Luque), Sector 2-6	Follow-up district	S43°15'36", W70°57'36"	S43°23'24", W71°08'24"	Porphyry Cu productive area	Car, Walk 2.5h	Hills	Thick grass and few trees	Kg	Granitoids	Granite, granodiorite	Quartz porphyry		
15	Arroyo Cascada	Arroyo Cascada, Princess	Follow-up district	S43°27'00", W71°01'48"	S43°31'48", W71°07'48"	Known Au mineralization	Car	Gentle high land	Grass and trees	JBa	Lago la Plata Fm.	Andesite	Micro granodiorite		N-S
16	Cerro Cuche	Cerro Cuche	New district	S43°30'00", W71°07'48"	S43°34'12", W71°11'24"	Alteration zones from satellite image	Car, Walk 1h	Steep slope and lower gentle hills	Grass, trees	JBa	Lago la Plata Fm.	Sandstone, conglomerate	Quartz porphyry		NW

Table II-4-2 Phase 2 ground truth survey conclusions.

No.	Survey district	Alteration (Phase 1, TM image)	Alteration (Phase 2, TM image)	Alteration (X-ray diffraction)	Known mineralization	Results	Conclusion	Recommendation
1	Villa Aguas Calientes	ML013	Neutral, acid	Sericite, montmorillonite		No noticeable chemical analysis results for quartz veinlets	Geothermal alteration without mineralization	Unpromising
2	Varvarco	CM004-007	Neutral, acid	Sericite, pyrophyllite, jarosite	Vervarco (Au-Cu vein), 16.97g/t Au, 302.25g/t Ag, 2.04% Cu	14.04g/t Au, 524g/t Ag, 2.75% Cu at Mina Santos, 15.27g/t Au, 37g/t Ag at Mina Santos West	Au-Cu mineralization was confirmed for quartz veins	Further exploration is recommended
3	Cerro Collocho	CM008	Neutral, acid	Sericite, kaolin		No noticeable chemical analysis result for quartz pyrite veinlets, 13.2Ma for dacitic andesite	Weak and small alteration zone without mineralization	Unpromising
4	Cerro Mayal		Acid	Chlorite, calcite, sericite	Cerro Mayal (Au vein), 75.84g/t Au	59.14g/t Au, 3.4g/t Ag, >25% Fe for limonitic calcite veinlets	High grade Au mineralization was confirmed for gossan	Further exploration is recommended
5	Cerro de los Bueyes		Neutral, acid	Sericite	Cerro de los Bueyes (Cu-Barite vein)	281ppm Cu for marcasite-chlorite vein	Poor Cu mineralization, weak and small alteration	Unpromising
6	Campana Mahuida	CM015	Neutral, acid	Sericite	Campana Mahuida, Pino Andino (Porphyry Cu)	65Ma for post mineralization quartz diorite at Campana Mahuida. >0.5g/t Au area of Pino Andino had been drilled	Campana Mahuida and Pino Andino are drilled areas, and no other alteration zone from satellite image. No room for further exploration	Unpromising
7	Palau Mahuida	ZA004, 007-008	Neutral, acid	Sericite, kaolin, montmorillonite		No noticeable chemical analysis results for altered rocks	Young age alteration at shallow level without mineralization	Unpromising
8	Nireco	ZA021-023	Neutral, acid	Sericite, kaolin		No noticeable chemical analysis results for altered rocks	Low sulfidation system without mineralization	Unpromising
9	La Voluntad	ZA001, 032, 034	Neutral, acid	Sericite, kaolin	La Voluntad (Porphyry Cu)	No noticeable chemical analysis results for altered rocks	Hydrothermal alteration without mineralization	Unpromising
10	Rio Foyel	SB068	Neutral, acid	Sericite	Cullin Mahuida (Au vein), Rio Foyel (Placer Au)	0.42g/t Au, 1585g/t Ag, 25.4% Cu for oxide Cu vein of Cullin Mahuida	Mineralization is limited to small vein of Cullin Mahuida	Unpromising
11	Condorcanqui			Chlorite, epidote, calcite	Condorcanqui (Manto type Cu)	108Ma for post mineralization andesite dyke. 0.87 to 4.72% Cu for disseminated ore in Jurassic andesite. Dacite dyke with chalcopyrite dissemination was observed	Small scale mineralization at several sites	Unpromising
12	Epuyen	SB081-083	Neutral	Sericite, kaolin	Arroyo Pedregoso (Placer Au)	9.14g/t Au, 12.4g/t Ag for quartz vein in quartz porphyry	Existence of auriferous quartz vein was confirmed	Further exploration is recommended
13	Laguna Sunica		Neutral	Chlorite, sericite	Laguna Sunica (Cu-Au Vein)	No noticeable chemical analysis results for altered rocks	Hydrothermal alteration with zeolite veinlets	Unpromising
14	Cerro Gonzalo			Sericite	Cerro Gonzalo (Porphyry Cu)	Max 0.17% Cu for hypogene porphyry Cu along the streams, and areas on hills are limonitized at Arroyo Luque	Secondary enrichment of Cu is expected below the limonitized hills at Arroyo Luque	Further exploration is recommended
15	Arroyo Cascada			Sericite, chlorite, montmorillonite	Arroyo Cascada (Au vein)	4.07g/t Au for quartz vein, 13.87g/t Au for silicified rock	Au mineralization is limited to a specific site	Unpromising
16	Cerro Cuche		Neutral	Chlorite, sericite	Cerro Cuche (Porphyry Cu)	0.87g/t Au, 4g/t Ag, 0.184% Pb for quartz vein	No noticeable mineralization of Cu-Au for quartz porphyry	Unpromising

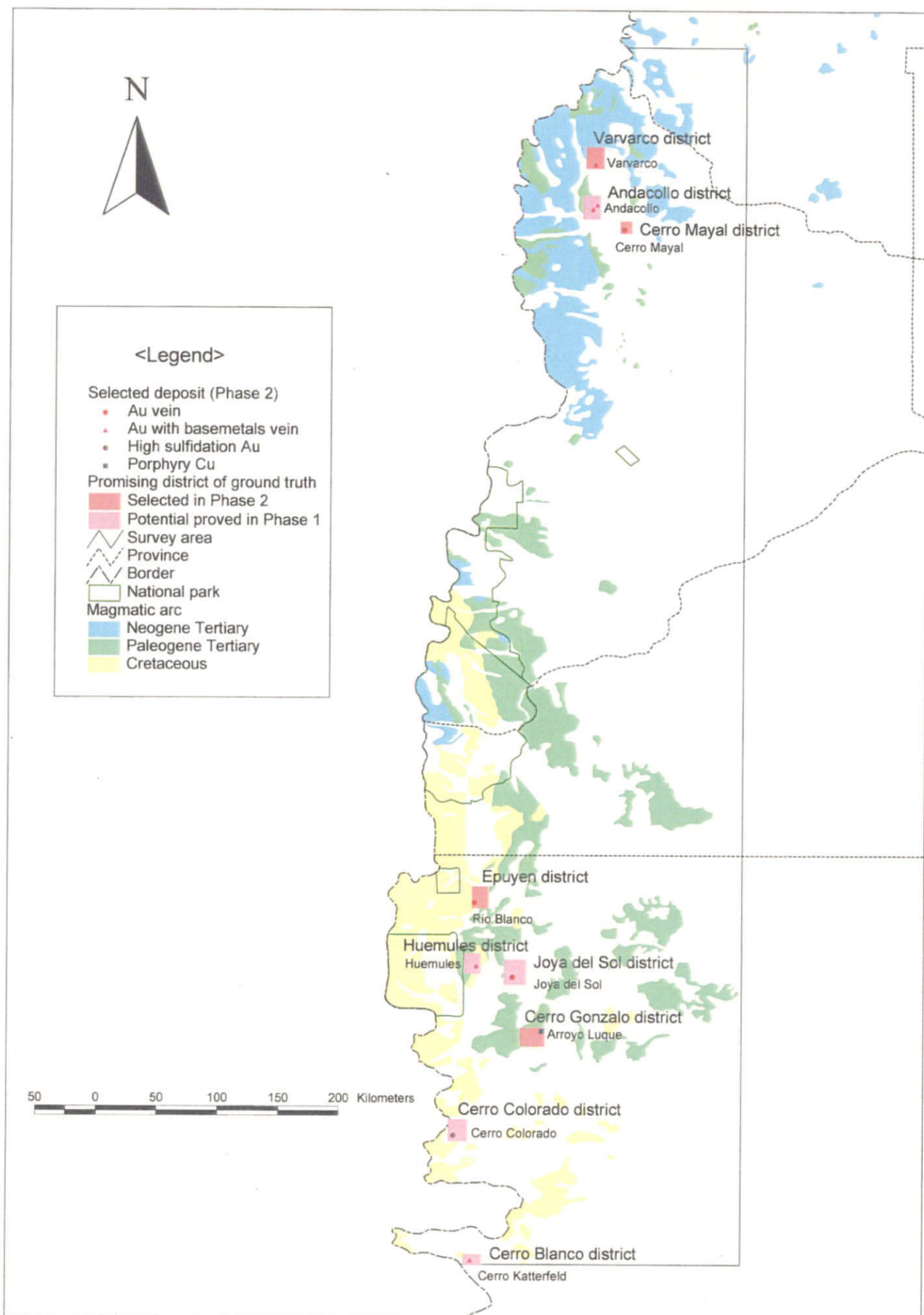


Fig. II-4-4 Interpretation result of the ground truth survey.

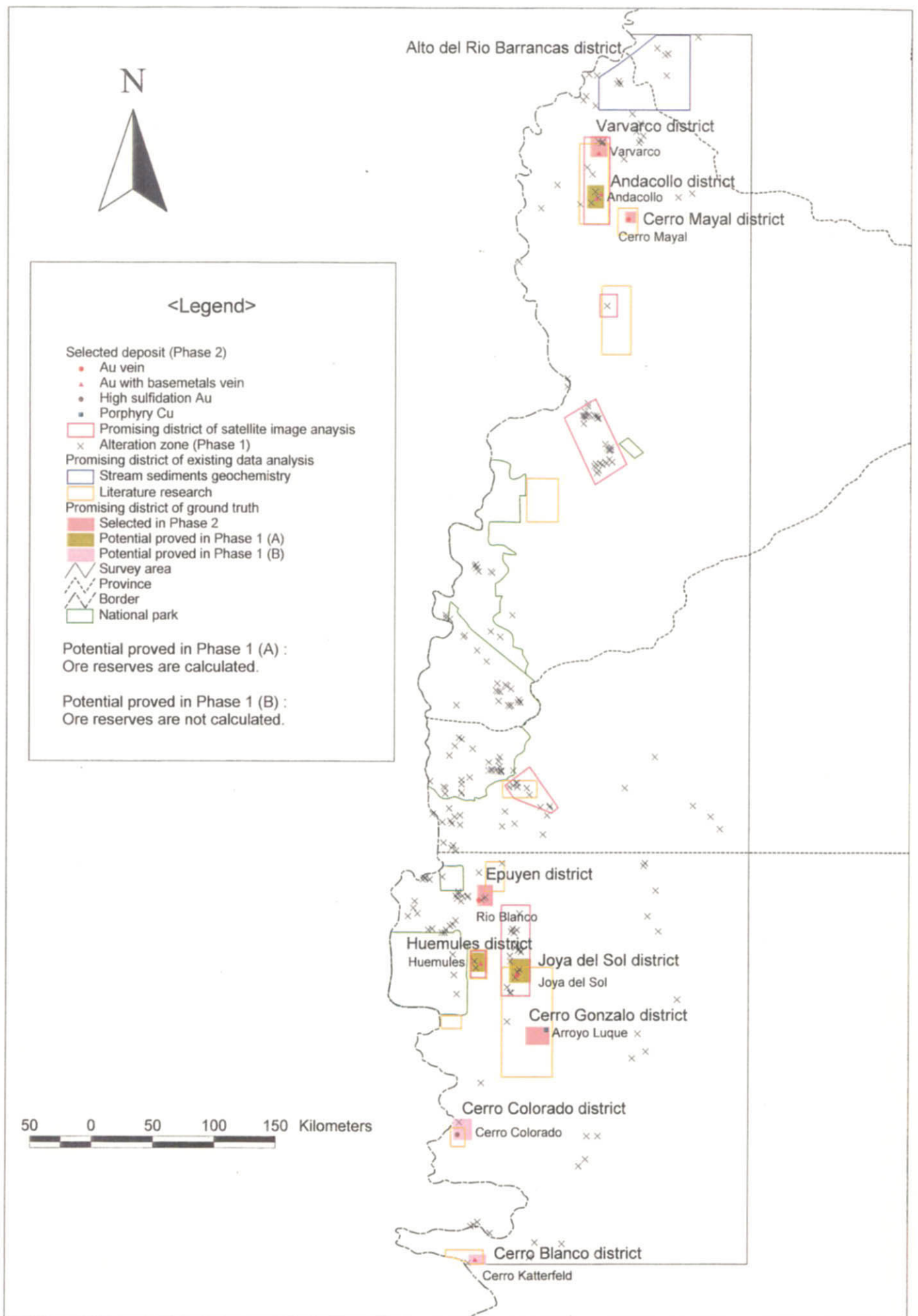


Fig. II-4-5 Synthetical interpretation result for the survey area.