

## 第4章 調査結果の総合検討

### 4-1 地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制について

3年次調査の各概査地域の地質、変質及び鉍化作用の特性をTable 1-4-1にまとめた。

チュスマサ及びカミーニャの2地域では、斑岩銅鉍床型鉍化作用に特徴的な産状のうち、面的な拡がりを持ったフィリック変質の存在、鉍化を伴う斑岩若しくは花崗岩類の存在、及び北部チリ～ペルーの斑岩銅鉍床と同様の生成年代(65-48 Ma)を有する貫入火成岩または変質帯の存在については確認されたが、網状石英脈やCu, Moの岩石地化学異常は認められない。カミーニャ地域の西部変質帯における石英斑岩中の黄鉄鉍染帯は、Lowell & Guilbert(1970)の San Manuel - Kalamazooモデルにおける Pyrite shell に似る。

プトレ西地域では、斑岩銅鉍床型の鉍化が再確認されたが、フィリック変質は鉍脈の近傍に限られ、付近の沢では下部におけるフィリック変質の発達を確認されないことから、地表には既に鉍化帯の深部相が現れている可能性がある。

アリカ東地域では、花崗閃緑岩中に銅鉍脈が確認されたが、変質は脈際に限られ、流体含有物の均質化温度は低く、浅熱水性鉍化作用を示す。変質帯の生成年代は斑岩銅鉍床の生成年代範囲に含まれることから、鉍脈は斑岩銅鉍床生成に引き続く熱水活動の産物と考えられる。

プトレ南地域における石英斑岩を中心とする広範囲なフィリック変質・黄鉄鉍化は、斑岩銅鉍床型の鉍化・変質と類似するが、斑岩類の貫入－変質年代は新第三紀中新世であり、北部チリでこれまで知られていた斑岩銅鉍床の生成年代と異なる。今回、ティグナマール地域の鉍化帯付近で採取した石英斑岩のセリサイト化変質年代も中新世である。ティグナマール鉍化帯の生成年代については、始新世中期の年代も報告されており(Clark et. al., 1998)、複数の鉍化時期が存在した可能性もある。プトレ南地域～ティグナマール地域のゾーンは、従来、始新世後期－漸新世前期(43-31Ma)の斑岩銅鉍床ベルトとされてきたが、少なくともティグナマール地域より北については、その時期の貫入火成岩や斑岩銅鉍床型鉍化帯は認められない。

チュスマサ北東、カミーニャ北東、ティグナマール北西及びティグナマール南東の各地域は、調査地域東側のプレアンデス帯に属し、新第三系～第四系の火山岩類が発達する。これらの地域には大規模な酸性変質帯が分布し、褐鉄鉍化または黄鉄鉍化(火山性硫黄鉍床)を伴う。

貫入火成岩についての貫入年代と変質年代、及び鉍化年代を本調査結果及び既存データ(K-Ar年代)を用いてコンパイルし、Fig. 1-3-3 に示した。同図を基に既存の鉍床生成区を修正した(Fig. 1-3-4)。その結果、暁新世－始新世前期(65-48Ma)の斑岩銅鉍床ベル

Table 1-4-1 Characteristics of Geology, Alteration and Mineralization at the Survey Areas

Area	Wall Rock (Age)	Ore Bringer	Alteration Minerals	K-Ar Age (Ma) of Primary Rock / Alteration	Ore Minerals	Gangue Minerals	Development of Quartz Vein	Fluid Inclusion		Cu content (average ppm)	Mo content (average ppm)	Total number of samples	Anomalous Samples								Pb/Cu	Elements of Strong Geochemical Anomaly		
								Disappearance Temperature (average °C)					Salinity (NaCl average wt%)		Cu>84ppm		Cu>260ppm		Cu>581ppm				Mo>36ppm	
								Number	%				Number	%	Number	%	Number	%	Number	%				
Pachica	Andesitic lava/volcaniclastics (K), Granodiorite (K), Diorite (K)	?	Chl, Epi, (Ser), (Ka), (Qz)	-	Py, (Hem), (Lim)	Bar, Cal, Qz	rare	-	-	50	7	14	2	14	1	7	0	0	0	0	0.805	Au-Zn-As-Hg		
Chusmisa	Shale-Sandstone-Conglomerate-Basaltic-andesitic lava/volcaniclastics (K), Granodiorite-Diorite-Granite-Dacite (T)	Granite-Diorite (T)?	Ser, Tou, Qz, Bi, Chl, Epi	48±1.4 (Whole rock-primary)	Cu-oxi, Py, Hem	Qz, Tou, Epi	rare	-	-	35	4	30	3	10	0	0	0	0	0	0.582	Ag-Pb-Zn-As			
Chusmisa Northeast	Ignimbrite (T, Q), Andesitic-basaltic lava-Dacite (T-Q)	?	Ka, Qz, Ser	-	py, Hem, Native S	Qz	small	-	-	20	8	21	0	0	0	0	0	0	1	5	1.585	As-Hg		
Pailca	Ignimbrite (T), Conglomerate (T-Q)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Camiña (Western part)	Andesitic-basaltic lava/volcaniclastics-Sandstone-Shale (K), Granodiorite-Diorite-Qz-porphry (T)	Qz-porphry (T)	Ser, Qz, Chl, Epi	63±2, 56.9±2 (Whole rock-alteration)	Py	Ser	rare	-	-	30	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0.474	-			
Camiña (Eastern part)	Andesitic-basaltic lava/volcaniclastics (K), Diorite-Diorite porphyry (T)	Diorite porphyry (T)	Qz, Chl, Epi	58.8±2 (Whole rock-primary)	Cu-oxi	Qz	rare	-	-	4598	2	22	8	36	2	9	2	9	0	0	0.239	Cu-Zn-As		
Camiña Northeast	Ignimbrite (T), Basaltic-andesitic lava (T-Q)	Andesite?	Serr, Ka, Qz	10.4±0.4 (Whole rock-primary)	Lim	-	none	-	-	20	5	2	0	0	0	0	0	0	0	1.243	As-Hg			
Minimiña	Conglomerate-Ignimbrite (T-Q)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Codpa North	Ignimbrite (T)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tigamar Northwest	Ignimbrite (T), Pumice tuff-Basaltic-andesitic lava (T-Q)	?	Ka, Qz	-	Lim	-	-	-	-	47	3	6	1	17	0	0	0	0	0	1.227	Pb-Zn-As			
Tigamar Southeast	Ignimbrite (T), Pumice tuff-Basaltic-dacitic lava (T-Q)	?	Ka, Al, Qz	-	Lim	-	-	-	-	26	1	3	0	-	0	0	0	0	0	7.754	As			
Putre South	Basaltic-rhyolitic lava (K), Granodiorite-Diorite-Diorite porphyry-Qz-porphry (T), Ignimbrite-Basaltic-andesitic lava (T-Q)	Qz-porphry-Diorite porphyry (T)	Ser, Qz, Chl, Epi	13.7±0.5, 14.1±0.6, 13.7±0.7 (Whole rock-primary), 17.1±0.5 (Bi-primary)	Py, Lim	Qz	none	-	-	44	3	16	2	13	0	0	0	0	0	0.961	Zn-As			
Putre Southwest	Granodiorite-Diorite (K-T)	-	Chl	65±2 (Whole rock-primary)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Arica East	Shale-Marble (J), Sandstone (K), Granodiorite (K-T)	Granodiorite (K-T)	Ser, Ka, Qz	66±2, 68±2 (Bi-primary), 57.4±2.1, 66±2 (Whole rock-Alteration)	Cu-oxi, Cc, Py	Qz	small	143	-	2903	17	2	2	100	2	100	2	100	0	0	0.104	Au-Ag-Cu-Mo-Pb-Zn-As		
Putre West	Sandstone (K), Granodiorite (T)	Granodiorite (T)	Qz, Ser, Kf, Tou	56±1.5, 52.8±1.4, 50.4±2, 44.4±2 (Ser-Alteration), 50±1.2 (Bi-Alteration), 55.1±1.9 (Whole rock-primary), 53.8±1.4 (Bi-primary)	Cu-oxi, Cp, Py	Qz, Tou	abundant	398-319	47.3-39.7	12417	10	15	11	73	8	53	8	53	0	0	0.082	Au-Ag-Cu-Pb-Zn		

Abbr. Py=pyrite, Hm=hematite, Lim=limonite, Mt=magnetite, Cp=chalcocopyrite, Gal=galena, At=atacamite, Mal=Malacite, Goe=goethite, Cov=covellite, Cry=chrysocolla, Cu-oxi=Cu oxide, Po=pyrrhotite, CuZn=hydrous CuZn mineral, Cc=chalcocite, Sp=sphalerite, Kf=K-feldspar, Ser=sericite or muscovite, Bi=biotite, Ba=barite, Sid=siderite, Chl=chlorite or clay minerals, Epi=epidote, Qz=Quartz, Si=SiO<sub>2</sub> minerals, Cal=calcite, Jar=jarosite, Pyroph=pyrophyllite, Alu=alunite, Ka=kaolin, Gyp=gypsum, Smec=smectite, Tou=tourmaline, Amp=Amphibole, Trem=tremolite, Cpx=clinopyroxene, Opx=orthopyroxene, Pl=plagioclase, Ana=anatase, Apa=apatite, Tit=titanite, Zir=zircon, Mon=monazite, J=Jurassic, K=Cretaceous, T=Tertiary, KT=Cretaceous-Tertiary, I=Intrusive \* Age of Diorite porphyry at eastern Quebrada Camarones

トと始新世後期－漸新世前期(43-31Ma)の斑岩銅鉱床ベルトの境界線は、チュスマサ地域以南ではほぼN-S方向を有している。チュスマサ地域より北では、ペルー国境に近いプトレ西地域まで、始新世後期－漸新世前期の年代は、ティグナマール地域の1データのみで、その他は白亜紀末期－始新世前期か、新第三紀中新世以降の年代を示す。ティグナマール地域の北方域には古生層及び白亜系が分布する隆起帯がNNW-SSE方向に存在し、そこに存在する貫入火成岩のうち、今回、測定したものは全て新第三紀中新世の年代を示した。従って、この地域に始新世後期－漸新世前期の貫入火成岩が存在する可能性は小さいと考えられる。また、チュスマサ地域より北では、東側に新第三紀中新世以降の火山岩類がNW-SE方向で分布している。従って、チュスマサ地域以南に分布するN-S方向の始新世後期－漸新世前期の斑岩銅鉱床ベルトは、チュスマサ地域の北で新第三系-第四系火山岩類に切られるような分布となる。チュスマサ北東地域～ティグナマール地域間では、始新世後期－漸新世前期の斑岩銅鉱床ベルトが、新第三系-第四系火山岩類の下に隠されているか、若しくはティグナマール地域の北方域のように存在しない可能性が考えられる。

#### 4-2 空中磁気異常と斑岩銅型鉱化作用との関係について

空中磁気探査再解析により、既知斑岩銅型鉱化帯の多くが

- ①中波長異常域の周縁部に位置する。
- ②磁気中間強度帯上またはその近傍に位置する。
- ③短波長異常を伴う。

という共通の磁気異常パターンを有することが示された。

また、地質概査により新たに確認された変質帯または鉱化帯のうち、プトレ西地域を除く全てのフィリックまたは酸性変質帯、または、鉱化帯(チュスマサ、チュスマサ北東、カミーニャ、カミーニャ北東、ティグナマール北西、ティグナマール南東、プトレ南、アリカ東)は、①、②、③のいずれにもほぼ合致していることが判明した。なお、プトレ西地域の鉱化帯については、②、③には合致しているものの中波長異常域は存在しない。

既知斑岩銅型鉱化帯に関係する中波長異常の大部分については異常域内または近傍に貫入岩類が分布している。帯磁率の測定結果によると、調査地域の貫入岩類は火山岩よりも帯磁率が高く、高異常を示す可能性が高い。既知斑岩銅型鉱化帯に関係する中波長異常は高異常と低異常がほぼ半々であるが、低異常については逆磁極の残留磁気を有する貫入火成岩が関与していると考えられる。残留磁気が測定された貫入岩類の極性は10箇所中4箇所が逆磁極となっており、逆磁極の4箇所は実際に低磁気異常の分布によく合致している。なお、逆磁極残留磁化の強度が帯磁率による誘導磁化の強度に等しい場合には、両者が打ち消しあって磁気異常が形成されない場合もあり得る。プトレ西地域の

鉍化帯では貫入岩体が広範囲に分布するにもかかわらず中波長異常が欠如しているが、その原因としてこのようなケースが成立している可能性がある。

中波長異常の規模は地表に露出するバソリス状の深成複合岩体の規模に近似し、これらはまた、火山直下のマグマ溜まりの規模にも近似すると考えられる(Takahashi, 1986)。既知の斑岩銅型鉍化帯が中波長異常の周縁部に位置するのは、バソリス状岩体が地下に存在し、その周縁部に鉍化帯が形成されていることを示唆するものと考えられる。

磁気中間強度帯は一般に不規則な形状を示すが、そのパターンには地域差が認められる。すなわち、第I州を東西に三分したとき、磁気中間強度帯は、西側のマント型鉍床地域では比較的規模の大きいループ状を呈し、中央部ではENE-WSW~WNW-ESE及びNNE-SSW~NNW-SSE方向への連続性に富む比較的幅の広いゾーンからなり、北東部の新期火山地域では幅の狭い小ループの集合体からなる。

中・南部では、NNE-SSW~NNW-SSE方向への連続性に富む磁気中間強度帯の発達域はリニアメント発達域に一致する。この地域内で、N-S系リニアメントとE-W系磁気中間強度帯が交わる部分の付近に斑岩銅型鉍化帯が分布する。また、北東部の新期火山地域では、小ループ状磁気中間強度帯の発達域はリニアメント発達域に一致する。しかし、北端部では、中間強度帯の発達域にリニアメントは発達しない。

TM及びGESCAN画像から抽出された酸性~中性変質帯は磁気中間強度帯上に乗るものが多い。これらの変質帯は短波長異常の周縁部付近に分布することが多い。また、変質帯が広範囲に発達した所では短波長異常が存在しない場合がある。帯磁率測定結果によると、フィリック変質と酸性変質については変質が強くなると帯磁率が低下するという明瞭な相関があり、このことはボーリング探査でも確認されている。既知斑岩銅型鉍化帯にはセロ・コロラドやコジャワシ周辺のように短波長異常を伴わない可能性をもつ鉍化帯があるが、短波長異常が欠如しているとすれば上記のような変質帯の発達に起因していると考えられる。

コルディレラ型斑岩銅鉍床は、火山-深成岩の境界付近で形成されたと考えられている。また、鉍化作用の前後には、数百万年にわたる複数回のマグマ貫入活動が認められている。このような斑岩銅鉍床の生成環境と上述した磁気異常に関係する諸事実を合わせ考えれば、基本的には、斑岩銅型鉍化作用の前駆的活動産物のバソリス状深成複合岩体は中波長異常として、鉍床を含む深成~半深成岩類は短波長異常として、また、貫入火成活動に伴う熱水変質帯は磁気中間強度帯として表現されるものと考えられる。

なお、コルディレラ型斑岩銅鉍床が火山-深成岩の境界付近で形成されるという前提に立てば当然のことであるが、斑岩銅型鉍化帯地域と同様の磁気異常パターンは、プレアンデス帯東側の新期火山地域においても認められる。多くの火山中心部の周りには、

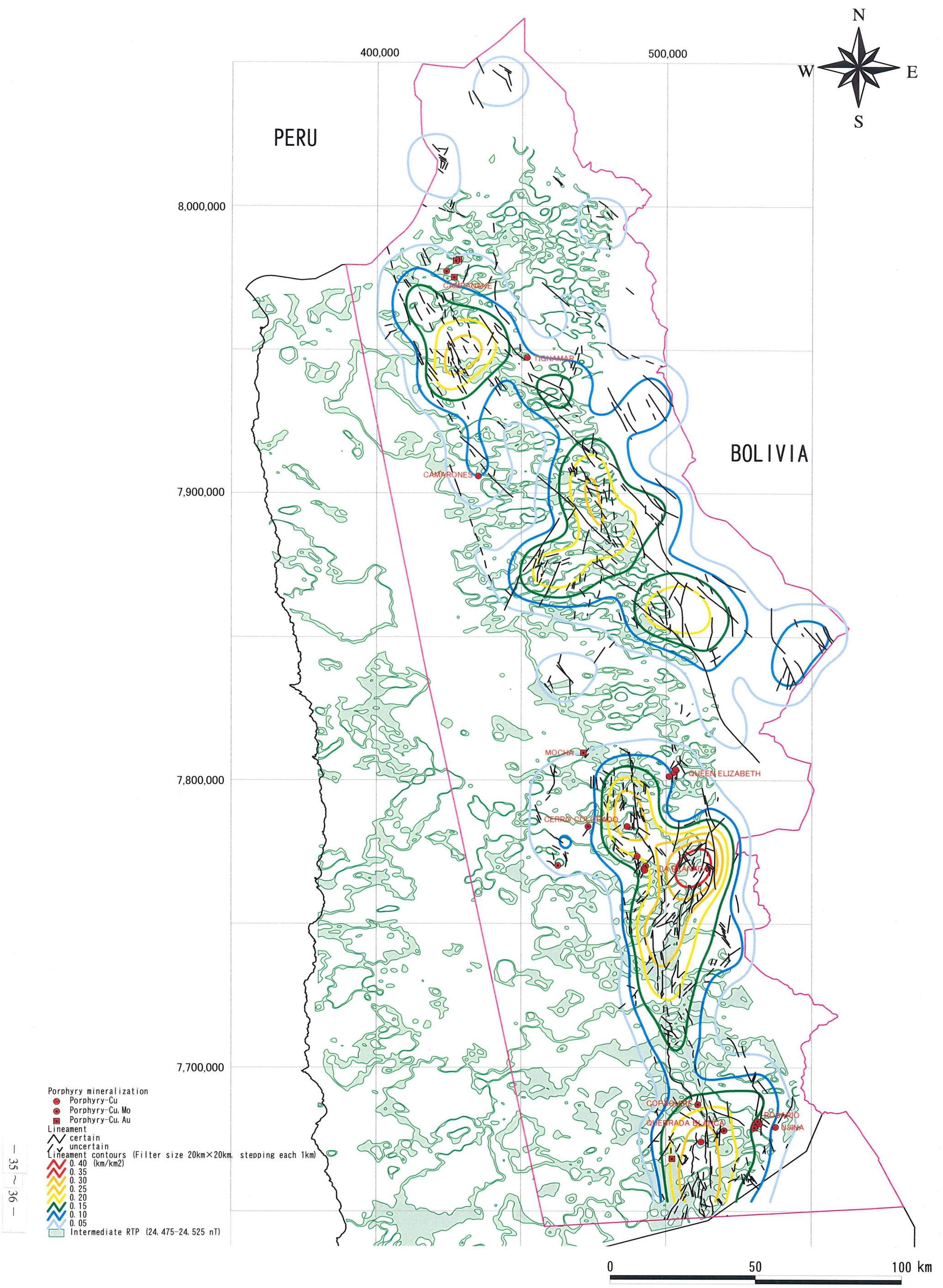


Fig. 1-4-1 Relationship Between Intermediate Magnetic Intensity Zones and Lineaments

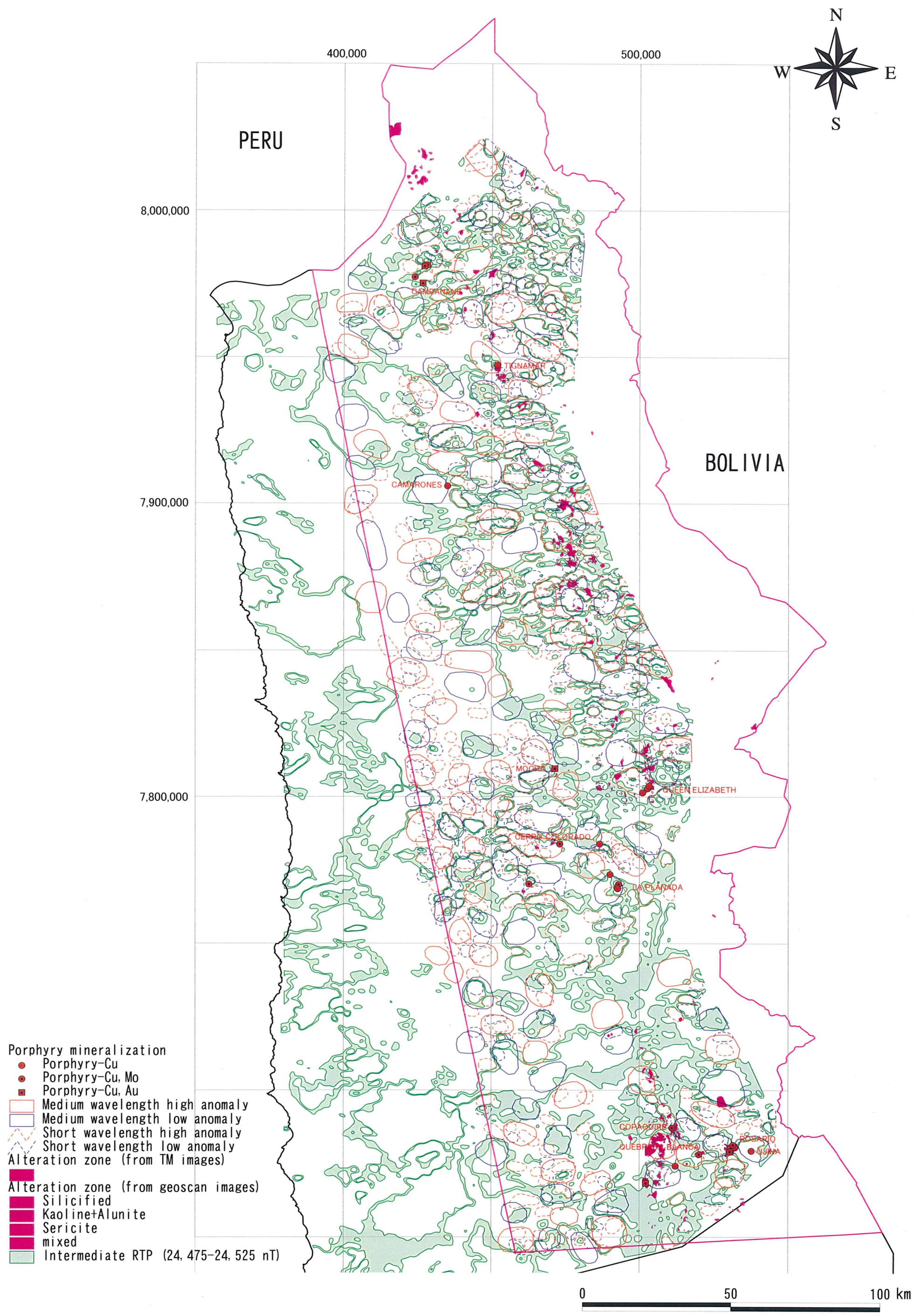


Fig. 1-4-2 Relationship Between Airborne Magnetic Anomalies and Alteration Zone

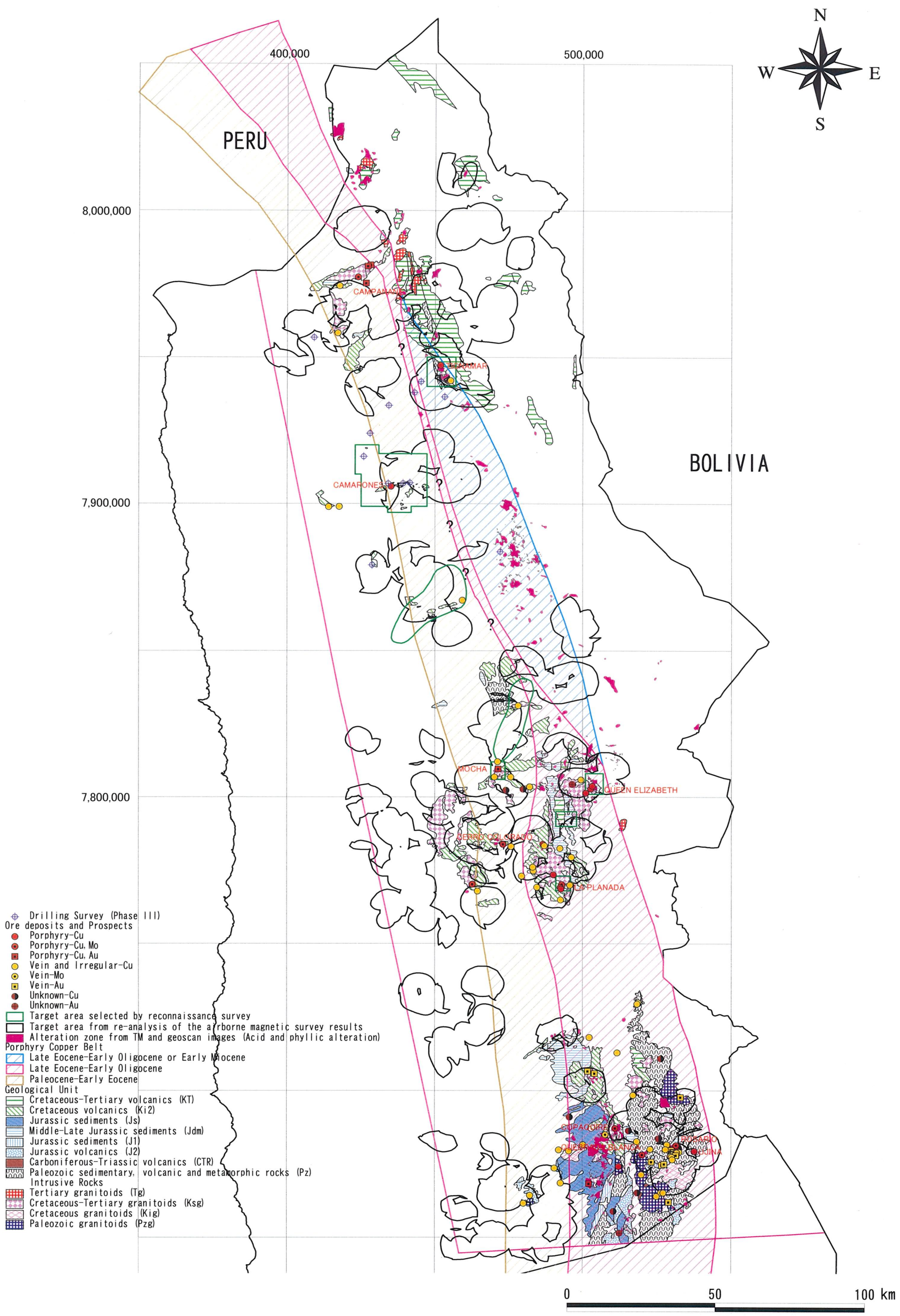


Fig. 1-4-3 Integrated Interpretation Map of the Region I Area

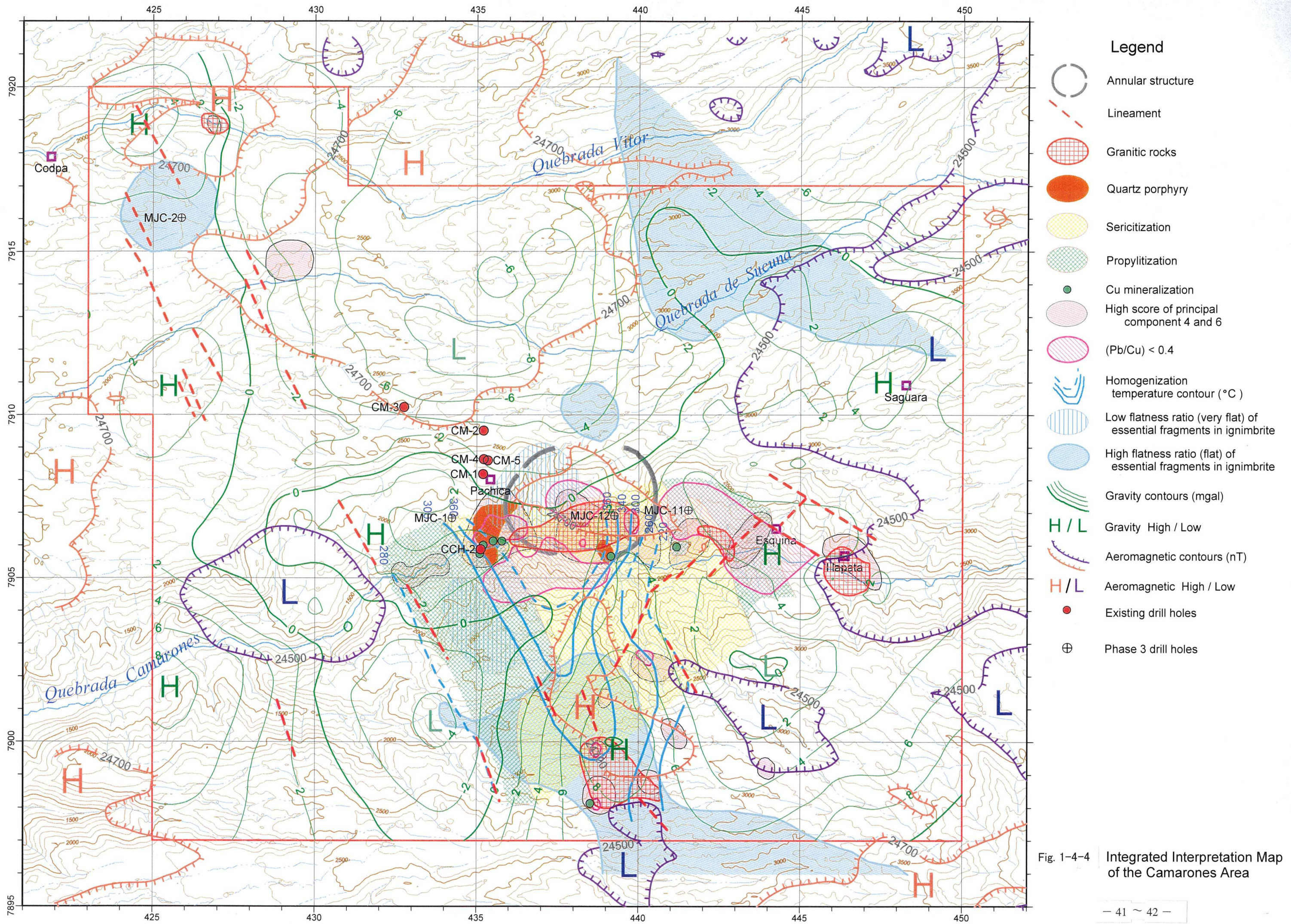


Fig. 1-4-4 Integrated Interpretation Map of the Camarones Area



中波長異常，短波長異常及び磁気中間強度帯からなる1セットの磁気異常組み合わせが存在し，火山中心部は短波長異常に一致している。

#### 4-3 鉱床賦存のポテンシャルについて

本年次の地質概査地域のうち，斑岩銅鉱床型の徴候を有し，将来の探鉱ターゲットとなる可能性があるのは，チュスマサ及びカミーニャの2地域である。両地域とも地化学探査の結果はCuについて低品位であったが，斑岩銅鉱床型の徴候は，いずれも沢部に一部のみが露出しているもので，大半はイグニブライトや新期火山岩類に覆われている。潜頭鉱床探査の初期段階としては，品位よりも地質環境の位置づけに注意が払われるべきであろう。両地域とも斑岩銅鉱床ベルト中に位置する。このうち，チュスマサ地域は，露頭の鉱化が弱く，アクセスの悪さから，探鉱の難易度は上と考えられる。一方，カミーニャ地域では，露頭のフィリック変質帯に発達するのは黄鉄鉱化のみであるが，その周辺に数カ所のCu鉱徴地が報告されていることが注目される。

カマローネス地域で実施したボーリングMJC-1及びMJC-11は，それぞれ，カマローネス鉱徴地の斑岩銅型鉱化作用の母岩である石英斑岩と同質の角礫貫入岩及び貫入火成岩を捕捉し，旺盛な黄鉄鉱化を確認した。これらの黄鉄鉱染帯は，Lowell & Guilbert (1970)のSan Manuel - Kalamazooモデルにおける Pyrite shell に似る。本地域の総合解析図(Fig. 1-4-2)に示したように，フィリック変質帯はMJC-1の東方及びMJC-11の南方に発達している。従って，MJC-1～MJC-12間及びMJC-11～カマローネス沢間にCu富鉱部(Ore shell)が存在する可能性がある。

変質帯及び鉱化帯では，中波長異常，短波長異常及び磁気中間強度帯のセットからなる特有の磁気異常パターンを有することが空中磁気データの周波数解析により示された。斑岩銅型鉱化帯に特有のこの磁気異常パターンを用いたパターン分析により鉱床胚胎有望地域を絞り込む方法を検討した。パターン分析で絞り込まれた地域をさらに鉱床生成区の図(Fig. 1-3-4)に重ね合わせたとき，斑岩銅鉱床ベルトに乗るものは，高い賦存ポテンシャルを有すると考えられる。ただし，有望地域における鉱床胚胎深度を磁気異常データから推定することは困難である。鉱床胚胎深度の如何で有望地域の探鉱ポテンシャルは異なる。従って，高い鉱床賦存ポテンシャルを有すると考えられた磁気異常域のうち，先漸新統，特にフィリック変質を伴う先漸新統の近傍に位置し，新しい地層に覆われているものは高い探鉱ポテンシャルを有すると考えられる。

## 第5章 結論及び提言

### 5-1 結論

第I州地域における第3年次調査として、地質調査、ボーリング調査及び空中磁気探査再解析が実施され、以下の結論が得られた。

#### 【地質調査】

調査地域全域で帯磁率測定が実施され、得られた結果は空中磁気探査再解析に供された。帯磁率と、岩種及び変質との関係が明らかになった。帯磁率は、貫入火成岩で最も高い。また、帯磁率は、フィリック変質や酸性変質により低下するが、プロピライト化変質ではほとんど低下しない。

空中磁気中波長低異常域付近の露頭を主対象として採取された試料の残留磁気及び帯磁率測定が実施された。残留磁気の極性は、14ヶ所中6ヶ所が逆磁極と推定される。また、地表で高い帯磁率が得られた低異常域が存在することから、調査地域には多くの逆磁極を有する空中磁気低異常域が存在すると考えられる。逆磁極・高帯磁率を有する空中磁気低異常の一部は、空中磁気高異常の一部とともに、潜在する貫入火成岩や固結マグマを示している可能性がある。

空中磁気探査の解析結果から抽出された鉱床賦存有望地域の検証または概査を目的として、14地域を調査した。その結果、斑岩銅鉱床型鉱化作用に特徴的な産状を比較的多く有し、鉱床賦存ポテンシャルのある地域として、チュスマサ及びカミーニャの2地域が抽出された。両地域では、斑岩銅鉱床型鉱化作用に特徴的な産状のうち、面的な拡がりを持ったフィリック変質の存在、鉱化を伴う斑岩若しくは花崗岩類の存在、及び北部チリ〜ペルーの斑岩銅鉱床と同様の生成年代(65-48 Ma)を有する貫入火成岩または変質帯の存在については確認されたが、網状石英脈やCu, Moの岩石地化学異常は認められない。カミーニャ地域の西部変質帯における石英斑岩中の黄鉄鉱染帯は、Lowell & Guilbert (1970)の San Manuel - Kalamazooモデルにおける Pyrite shell に似る。

チュスマサ地域以南では、暁新世—始新世前期(65-48Ma)の斑岩銅鉱床ベルトと始新世後期—漸新世前期(43-31Ma)の斑岩銅鉱床ベルトが、ほぼN-S方向の境界線を有して並列分布するが、チュスマサ地域より北では、主として、暁新世—始新世前期の斑岩銅鉱床ベルトが発達し、始新世後期—漸新世前期の斑岩銅鉱床ベルトは、NW-SE方向に分布する新第三系-第四系火山岩類に切られるような形となる。また、ティグナマール地域の北方域には新第三紀中新世の貫入火成岩が分布し、始新世後期—漸新世前期の貫入火成岩が存在する可能性は小さいと考えられる。従って、チュスマサ北東地域〜ティグナマール地域間では、始新世後期—漸新世前期の斑岩銅鉱床ベルトが、新第三系-第四系火山岩

類の下に隠されているか、若しくはティグナマール地域の北方域のように存在しない可能性が考えられる。

地質概査を実施した14地域のうち、9地域でフィリックまたは酸性変質帯または鉍化帯を確認した。これらの変質帯または鉍化帯は、中波長異常域の周縁部～付近、磁気中間強度帯の内部～付近、及び短波長異常域の周縁部～付近のいずれにも合致している。その場合、中波長異常は高異常と低異常がほぼ半々であるが、短波長異常は高異常が7割を占める。変質帯・鉍化帯または貫入火成岩があれば、その付近に磁気異常があるともいえるが、磁気異常(中波長異常域の周縁部と磁気中間強度帯の重なり)があっても変質帯・鉍化帯または貫入火成岩が浅部にあるとは限らない。

#### 【ボーリング調査】

空中磁気の中間強度帯と中波長異常域周縁部の重なる部分またはその近傍で実施した12孔のボーリングのうち、カマローネス地域の3孔(MJC-1, 11, 12)において斑岩銅鉍床の胚胎層準である漸新世前期以前の地層(先下部漸新統)に到達した。このうち、MJC-1及びMJC-11は、それぞれ、カマローネス鉍徴地の斑岩銅型鉍化作用の母岩である石英斑岩と同質の角礫貫入岩及び貫入火成岩を捕捉し、旺盛な黄鉄鉍鉍化を確認した。これらの2孔は斑岩銅鉍床型の鉍化・変質帯を捕捉した可能性が高いと考えられる。また、MJC-12も始新世前期の活動と考えられる石英閃緑岩を捕捉し、弱い黄鉄鉍鉍化を確認した。一方、カマローネス地域以外で実施した9孔は、古第三系漸新統・新第三系中新統の礫岩若しくはこれより若い地層中を掘進した。カミーニャ北東地域の1孔(MJC-10)は、第三系・第四系火山岩中に、黄鉄鉍鉍化と酸性変質からなる浅熱水型の鉍化・変質帯を捕捉した。

各孔の坑井地質及びカッティングスの帯磁率変化から、空中磁気の中波長異常または短波長異常と基盤深度との関係を見いだすことはできない。カマローネス地域では、地上の先下部漸新統分布域からボーリングまでの距離が1km以内と短かったことが、先下部漸新統に到達した大きな理由と考えられる。

カッティングスの帯磁率変化の一般傾向は、坑井地質や変質と対応している。すなわち、苦鉄質火成岩の帯磁率は高く、また、第三系及び上部第三系・第四系の礫岩の帯磁率は、火砕岩や浅部礫層のそれに比べ高い。また、帯磁率は、フィリック変質帯、酸性変質帯及び酸化帯で相対的に低く、プロピライト化変質帯で高い。

#### 【空中磁気探査再解析】

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

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

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

## 5-2 将来への提言

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

調査の実施にあたっては、以下の点に留意することが望ましい。

### 1. 調査手法について

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

#### (1) 空中磁気探査

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

鉱上有望と考えられる磁気異常域を抽出した。

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

## (2) 重力探査

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

## 2. 斑岩銅鉱床ベルトについて

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

## 3. 有望地域について

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

### (1) 空中磁気探査により抽出された磁気異常域

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

### (2) 地質調査により抽出された鉱化変質域

地質調査により抽出された7地域（モチャーソレダー、ラプラナダ、クイーンエリザベス、ティグナマール、ダイアナ、チュスマサ及びカミーニャ）に対し、さらに精密な地質調査等を実施する。

### (3) ボーリング調査により抽出された有望地

カマローネス地域で推定された斑岩銅型鉱化帯潜在部に対し、さらなるボーリング調査を実施する。