



Figure II-1-19 Landsat TM false color composite of the Valle del Cura area, from a regional mosaic image in JICA/MMAJ/JMEC (1998). BGR:145.

0

0

0

れる (AKY382b) 。このことは西側丘陵地では比較的中性熱水の影響が強く、高硫化系の影響が弱い生成環境が存在したことを意味する。この西側丘陵地は最も探鉱が行われている地区に相当し、探鉱道路と多数のボーリング敷きが造成されている。

一方、変質帯の北西端の斜面では、石英を主とし褐鉄鉱を伴う vuggy silica (ASM399) が認められる。vuggy silica は幅 20 m 程度のレッジをなしており、少なくとも 100 m 以上、NE-SW ないし NNE-SSW 方位に連続する。この方向は、vuggy silica の 50 m 東に現れる熱水角礫岩レッジ (ASM398) の走行に等しい。地域全体ではレッジの伸長方向は様々で、NW-SE 系も認められる。

supergene 変質も顕著で、ジャロサイトを主体とする褐鉄鉱のほか、カオリナイト、石膏が地域には遍在する。

Selected assay value of the Carmen Norte prospect, Valle del Cura area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
AKY375 sil. breccia w/qz. network	695	7.8	6	80	92	64	1
AKY380b qz. vein	1445	tr	4	2	2	12	1
AKY381 arg. sil. breccia	1060	0.2	4	6	2	6	1
AKY383 vuggy sil. rock w/qz. vein	2280	9.6	4	32	tr	26	1
ASM398 hydrothermal br.	75	0.8	162	406	66	1750	1
ASM399 vuggy qz	50	2.0	9	70	6	346	tr
ATH461 silicified rock	1155	0.6	4	30	tr	34	1
ATH463 ditto	30	tr	3	22	tr	34	8
ATH466 qz. vein	15	tr	4	6	tr	34	24
ATH468 hydrothermal br.	tr	0.2	1	22	tr	30	5

変質は広範な高硫化系酸性変質と、限られた範囲で分布するやや中性変質帯に近い部分からなる。本調査結果あるいは実際の探鉱状況は、中性変質に近い部分が有望であることを示している。

(2) Veradero Norte

Argentina Gold社(60%、オペレーター)、Barrick社(40%)のJV探鉱プロジェクトが継続中。本鉱地は珪化のみで地表部のほとんど粘土化を欠くため、衛星画像では変質帯として抽出されていない(Fig. 11-1-20)。本調査では、Argentina Gold社Ismael氏の案内を得、現地の露頭を観察した。

なお、Veradero Norte地区の最近の探鉱成果は、雑誌、インターネット(www.argentinagold.com、米国yahoo financeなど)で紹介されており、詳細はこちらを参照されたい。

アクセス: Valle del Cura, Rio de las Taguas と Arroyo de los Despoblados の会合部, サンファン州Pimantaより, 四輪駆動車にて約6時間でJVキャンプサイト(29° 24' 40", 69° 53' 44")に至る, 標高4000-4500m, なおキャンプに至るArroyo de los Despoblados沿いの道路はしばしば沢越えが発生するため, クリアランスの大きい四輪駆動車の準備が必要.

調査日: 1998年11月27日

地質・鉱床: 本地区の地質は上部漸新世~下部中新世のDona Ana層の安山岩質~デイサイト質の火砕岩からなる, 本地区には多数の角礫岩帯が分布しており, この一部に鉱化帯が生じる(Fig. 11-1-21), 図に露頭観察地点を示す.

stop 1, 2: Agostina

Agostina brecciaは, Argentina Gold社広報によれば, 角礫パイプの径200m, 鉱床規模(金属量)は, Au:100,000oz, Ag:2,000,000ozとされる.

現地では観察を行った両地点にはジャロサイトに富むvuggy silicaが分布する, stop 2で採取したvuggy silicaには, 金・銀をはじめ, 次のような元素の地化学異常が認められる. (ATH472: Au:3310ppb, Ag:46.4ppm, As:124ppm, Bi:10ppm, Hg:31ppm, Pb:138ppm, Sb:10ppm; ASM402: Au:2730ppb, Ag:45.4ppm, As:952ppm, Bi:52ppm, Hg:6ppm, Pb:1695ppm, Sb:42ppm). stop 2の鉱化露頭はVeladero Norte地区の最初の試錐地点である. 試錐調査を通じ, 深部で黄鉄鉱・硫砒銅鉱の鉱染が認められた模様, vuggy silicaの角礫化はさほど顕著ではなく, ジグソーテクスチャーが認められる, vuggy silicaの空隙にはhypogeneの明礬石が認められる, Argentina Gold社による明礬石のK/Ar年代測定は中~上部中新世を示した(13-7Ma, Ismael氏聞き取り).

stop 3, 4: Amable

Amable brecciaは, Veladero Norteプロジェクトの中でも, 現在最も精力的に探鉱が行われている地区にあたる, Amable brecciaの規模は500mx200m.

Amableの地表で観察される珪化岩の多くは, lapilli tuffなどの火砕岩が珪化したものである, 一部には熱水角礫岩も分布する, 熱水角礫岩はvuggy silica礫を含んでおり, この基質部にはシリカの沈殿が見られる, またわずかであるが, スメクタイトが生じている(ATH473), このような産状は, vuggy silicaを生じるような高硫化系の熱水系が生じた後, pHが十分高い中性に近い環境で熱水活動が生じたことで説明される, Argentina Gold社のIsmael氏によれば, Filo Marioでは石英+氷長石脈が存在すること, また, Peladoでは, silica sinterが存在するとのことであり, いずれも低硫化系鉱床の典型的な示徴とみなせ, この解釈を支持する.

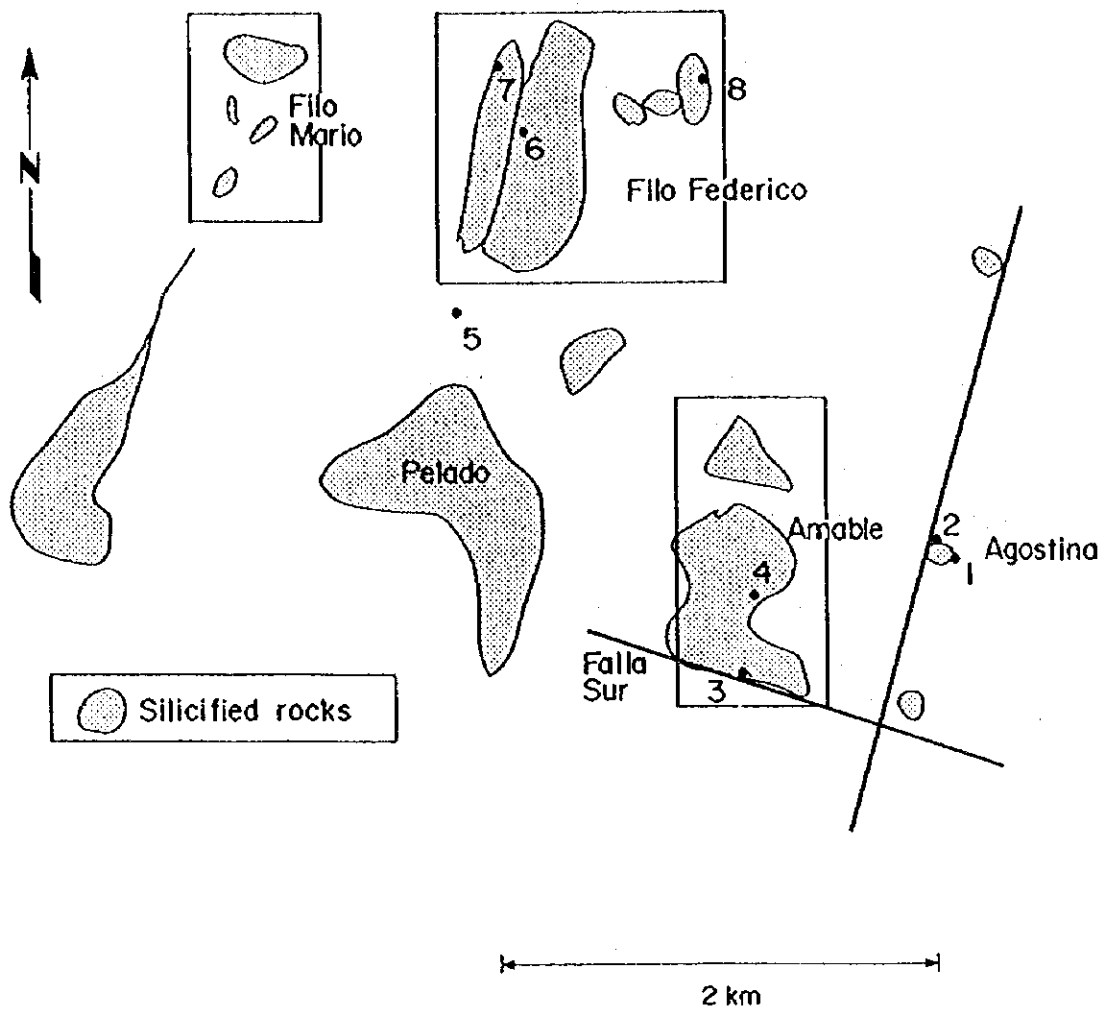


Figure II-1-21 Distribution of breccia pipes and seven excursion stop-point in the Veradero Norte prospect. (from Argentina Gold PR map)

stop 5-8: Filo Federico

Veradero Norte地区で最も重要な鉱化帯。AG社広報によれば、鉱化帯の広がり
350mx1100m, Au:2百万oz, Ag:70百万ozの鉱床規模が推定されている。鉱床は主としてフ
ィールド名"transitional breccia"と呼ばれる源岩不明の強い珪化を被る岩石を母岩とす
る。この珪化角礫岩は"luffaceous breccia"および"breccia freatica"の漸移相として産
し、その他の角礫岩に比較して、やや珪化が強いこと、緻密であること、基質の部分が多
いことから区別できるとされる(Ismael氏談)。しかしながら、露頭で観察できる各種角礫
岩の差違は小さく、一般にその判別は極めて難しいものと思われる。本調査を通じて、以
上の3種のbrecciaを採取し、分析を行ったが、各breccia間の分析品位の差は認められな
かった。地表で観察する限り、これらの角礫岩に肉眼的には硫化鉱物は認められず、褐鉄
鉱のステインもごく希にしか発達していない。Ismael氏によれば、transitional breccia
の部分では、しばしば地表部で4-500ppbの金の地化学異常地が得られ、深部ではAu:1g/l
を上回る値も普通に得られるという。また金のほか、Ag, As, Bi, Hgの地化学異常が鉱化
帯の地表示徴をなすらしい。このtransitional brecciaに限らず、Veladero Norteの角礫
岩は総じて、深部に連れて硫化鉱物の量は増大し、これに応じて金・銀品位も上昇する傾
向があるらしい。またこのような鉱化帯はN30Eに伸長する傾向がある。

Selected assay value of the Fillo Federico area, Veladero Norte prospect,
Valle del Cura

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Bi (ppm)	Hg (ppm)	As (ppm)
ASM403 tuffaceous breccia	10	0.2	2	tr	tr	2
ASM404 transitional breccia	10	tr	4	tr	tr	2
ASM405 breccia freatica	15	tr	3	tr	tr	10

(3) Guanaco Zonzo

珪化変質を主体とし粘土に乏しいため、衛星画像では変質帯として認識できない。近年
Argentina Gold社により試錐探鉱がなされたが、5孔の試錐を実施後、探鉱を休止した。
現地調査に当たっては、AG社のIsmaelの案内を得た。

アクセス : Veladero Norte-JVキャンプサイトより四輪駆動車にて約30分で現地に至る。
標高約4000m。

地質・変質 : 鉱徴地付近の地質はDona Ana層の火砕岩から構成される。本変質帯は小規模
の山体に相当しており、頂部の珪化帯から順次下位の変質帯を観察した。調査結果を次表
に要約する。

Summary of the observation results in the Guanaco Zonzo prospect,
Valle del Cura area

	Lithology	Alteration	Assay results
Peak	Ignimbrite	White-colored silicification vuggy silica, native sulfur ATH474: Qtz>Alu ASM406: Qtz, Alu	ATH474: Au:60ppb ASM406: Pb:180ppm, Sb:28pp
80m below the Peak	Ignimbrite	Yellowish to brownish colored silicification, vuggy silica (quartz, alunite, barite) ATH476: Qtz, Alu AKY385: Qtz>>>barite	ATH475: Au:40ppb, Ag:60ppm, Ba:2230ppm, Bi:108ppm, Hg:3ppm, Pb:202ppm, Sb:32ppm AKY385: Au:45ppb, Ag:245ppm, Ba:1910ppm, Bi:530ppm, Hg:26ppm, Sb:212ppm ASM407: Au:90ppb, Ag:91.6ppm, Ba:2820ppm, Bi:1020ppm, Hg:7ppm, Pb:160ppm, Sb:304ppm
100m below the Peak	Ignimbrite	Yellowish-brown to greenish argillization, (quartz, sericite-smectite interstratified clay, kaolinite) ATH477: Qtz, Kf>>>Kao, Ser/Smc AKY386: Qtz, Kf>>Kao, Ser/Smc	AKY386: As:316ppm, Sb:10ppm

変質鉱物組み合わせや分析結果は本変質帯が浅熱水環境で生じたことを示す。山体頂部にみられるvuggy silica, 自然硫黄, 明礬石, 60ppbの金品位の組み合わせは, 特に高硫化系の示徴とみなせる。頂部より100m下ったセリサイト・スメクタイト混合層を産する部分はこの周辺変質帯とみなされる。一方, 肉眼で判別できない程度に細粒の明礬石や黄鉄鉱に乏しい産状など, 低硫化系の蒸気加熱型変質帯である可能性も, 現地調査の範囲では, 否定できない。

K-Ar年代測定を実施したATH478は未変質の黒雲母を有する熔結凝灰岩であり, Veladero Norte周辺の変質母岩と同じメンバーの岩石である。

(4) Veladero Sur

変質帯AA6025を含む鉱徴地, Argentina Gold (60%, パレター), Barrick Gold (40%)。同川調査は96~98年初頭の間, 地化探, 物探, 数本の試錐調査を実施したが, 現在は

探査を休止中、SEGEMAR San Juanは1987-88年に調査実施し、角礫岩にて最大3g/lの金分析品位を確認した。Norwest (1993)は本地区で4試料の地化学分析を実施しており、最大Au:0.52g/tの品位を得た。

アクセス：Veladero Norte-JVキャンプサイトより四輪駆動車にて約30分(5km)で現地に至る。標高4000-4100m。

調査日：1998年11月28日

地質・変質：調査は、AA6025変質帯の北端および、南端で実施した。

変質帯北端には第三紀Tortolas層に相当する微～無斑晶質安山岩および熔結凝灰岩が分布する。ここで認められる変質は珪化・明礬石化であり、小高い小丘の頂部を中心に変質が著しく、安山岩は白色化する。一方沢部では、比較的変質が弱く、変質はややまだら状となり、白色変質に混じって暗緑色を呈するプロピライト変質を呈する部分も多く認められる。小丘西部の稜線付近には、白色変質する安山岩の上位に、径2mの角礫化の著しい源岩不明の珪化・褐鉄鉱化岩が座している(ASM409, Plate)。

露頭観察によれば白色変質の著しい部分は、塊状に発達するのではなく、幅の狭い脈状に発達することがわかる。珪化の程度もさほど強くなく、珪化・粘土化と言うべきものである(ATH479, 480)。X線回折結果によれば、脈状部では石英、Na-明礬石、およびカオリンが抽出され、脈の周辺の粘土化帯では、よりカオリン(ディッカイト)が多くなる。このような珪化・明礬石化変質帯には、部分的には、重晶石、ダイアスポアが検出される(AKY387a)。また全体に黄鉄鉱も顕著であり、白色変質部のほか、プロピライト部にも鉄染がおよんでいる(ASM408)。黄鉄鉱の粒径は、肉眼で自形結晶を容易に認定できる程度に粗粒である。

supergeneの石膏も地表部には極めて多く生成する。石膏は、崖錐堆積物とみられる粘土質土壌に粗粒結晶として含まれるほか、安山岩の節理(N50E卓越)に沿ってフィルム状に産する。

変質帯南部は"Mula Twella"と呼ばれる石英脈(低品位)の分布が知られる鉱微地にあたる。ここでは最大幅70cmの石英脈がデイサイト母岩中に胚胎する。脈は、幅5mm程度の細脈を含めれば合計8条を認識でき、N12-30Wの走行、傾斜55Wを呈する。石英脈は硫化物に極めて乏しい。石英は無色、中～粗粒の結晶で、やや高温生成の印象を受ける。脈際変質はセリサイト系変質(X線回折ではセリサイト・スメクタイト混合層)である。

Assay value of the Veladero Sur area, Valle del Cura area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)
Northern area (silica-alunite alteration)						
AKY387a arg. sil. rock	25	1.0	6	46	2	12
ASM108 propylitic and. w/py-diss	10	0.2	43	tr	148	50
ASM109 limo. sil. breccia	10	0.2	6	18	2	106
ATH479 qz vein	15	1.0	4	28	2	16
ATH480 sil. brecciated r.	25	0.8	8	28	2	26
Southern area (Mula Twelta, qz. vein)						
AKY390 sil. arg. r w/qz. v	25	tr	7	34	4	2
ASM110B qz vein	10	tr	18	140	12	12
ATH484 qz vein	15	tr	13	58	6	18
ATH485 qz vein	tr	tr	4	74	6	22

(5) Zancarron

チリ・アルゼンティン国境にまたがる酸性硫酸塩型金・銅鉱床。小規模採掘は現地資本により1984-85年頃実施され、チリ側で鉱石処理された。86-88年にはSEGEMAR San Juanによる調査が行われた。この調査を通じて最大Au:15g/l程度の鉱化帯が把握されたが、このような高品位部はごく小規模で、地域に散点する傾向があった。その後、90年代にArgentina Gold社・Western Mining Argentina社のJVによる、湿式回収に資するための選鉱試験が実施されている。

アクセス: Veladero Norte JVキャンプサイトより四輪駆動車にて、Rio de las Taguasを経て、1時間30分で現地に至る。標高4200m。

調査日: 1998年11月28日

地質・鉱床: デイサイト質～安山岩質の溶結凝灰岩が広く分布する。

変質帯は国境を越えてチリ側まで広がっており、チリ側にも同規模の変質帯が存在する(Plate)。

変質は広範な珪化・明礬石化により特徴づけられ、これにカオリンが伴われる。後線の一部にはvuggy silica+硫砒銅鉱からなる鉱化帯が認められる。ここではvuggy silicaのvug中に硫砒銅鉱が生成しており(ATH491, AKY393, ATH493)、硫砒銅鉱の酸化分解により生じたと思われる、緑色のスコロダイトおよび酸化銅(chalcanthite)が認められる。酸化銅については、かならずしも硫砒銅鉱の酸化分解生成物でなく、砒四面銅鉱、あるいは黄銅鉱の可能性もある。vuggy silicaの分布域以外でも、コペリン、マラカイトなどの酸化銅鉱染が認められる。

変質帯にみられる明礬石には次のような産状がある：(1)明礬石±石英の脈(ATH486)，(2)軽石と長石斑晶を交代する白色細粒な明礬石(ATH486, 488)，(3)花弁状・粗粒の明礬石(ATH490, 492)，(4)崖錐の礫の隙間から染み出す産状をとる塊状白色細粒な明礬石。このうち(1)，(2)，(3)はhypogene，(4)はsupergeneの明礬石である。hypogene明礬石脈の一般走行方向はN18Eで、珪化変質を被る尾根の伸長方向、また、周辺の割れ目の一般走行と一致する(Plate)。supergene明礬石は、その産状のほか、X線回折パターンもhypogene明礬石とピーク形状が異なっていることから判断される。試料ATH492について明礬石を分離、年代測定に供した。

硫砒銅鉱を含む試料は、高い銅、砒素品位を示すほか、高い金、銀品位を呈する(AKY393, ATH493)。また、水銀、アンチモンなど、浅熱水環境の比較的浅い部分に濃集する元素にも高い値が認められる。

Selected assay value of the Zancarron prospect, Valle del Cura area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)
AKY391 sil. arg. weld. lf	tr	tr	91	6	14	78	tr
AKY392 weld. lf.	40	1.8	626	174	788	114	tr
w/py, cov diss							
AKY393 enargitetqz vein	6380	149	41200	150	20	N/A	N/A
ASM411 limonitized rock	20	1.8	171	32	48	418	16
ATH486 qz+alu vein	30	9.6	22	308	10	218	4
ATH487 silicified rock	15	7.2	3	16	4	16	8
ATH493 vuggy silica	8680	40.8	16400	22	2	18+	874
w/enargite in vug							

(6) Rio Frio

JERS-1衛星画像上、南北の長径7kmにおよぶ大規模変質帯。変質は国境を越えてチリまでおよぶ。90-91年にかけてEmpressa Rio Frio(チリ資本)により探鉱。その後、Argentina Gold社が鉱区取得し、Western Mining Argentina社とのJVプロジェクトとして93年まで探鉱を実施した。

アクセス：Rio de Valle del Curaの Cerro de El Jardin南東に位置する国境管理事務所をベースキャンプとした。サンファン州Pismantaより同キャンプまで四輪駆動車にて約5時間、キャンプから現地まで四輪駆動車にて1時間30分まで至る。標高4600-4800m。

調査日：1998年11月29日

地質：著しい熱水変質を被る第三紀火砕岩類(Tortolas層)とこれに貫入する黒雲母角閃石デイサイト斑岩が分布する。

変質・鉱徴：変質の主体は珪化・明礬石化である。珪化に優る部分はレッジの産状を呈しており、調査を行った範囲ではN78~45Wの走行で伸長する。また黄鉄鉱鉱染も地域には広範に認められるが、珪化に優る部分でより含有量が多い傾向がある。このため、褐鉄鉱化のため赤褐色を呈する珪化レッジと周辺の白色粘土変質帯が、同じ石英+明礬石からなるにも関わらず、外観上大きな対比を生じる場合がある。また白色粘土には石英・明礬石以外にもパイロフィライトも含まれる場合がある。試料ATH497の場合、パイロフィライトはダイアスポアと共生しており、高温酸性環境で生成したことを示す。変質帯にはカオリン（ディッカイト、カオリナイト）も多い。

黒雲母角閃石デイサイト斑岩の周囲にはこのような酸性変質に加えて、セリサイト、或いはセリサイト・スメクタイト混合層からなる中性変質鉱物が認められる（AKY397, 399, ASM417）。このような岩石の場合、斜長石や岩片の酸化溶脱はほとんどみられない。ASM417の検鏡によれば、セリサイト様鉱物は黒雲母あるいは角閃石とみられるマフィック鉱物を交代する産状、基質部に石英を伴って脈状に現れる産状が観察される。一方、明礬石は選択的に岩石の空隙部周辺に現れており、石英と共存する束状の産状を呈する。両者の生成順序は1試料の観察からは不明である。

調査を行った範囲では、部分的にはプロピライト変質も認められ、白色～黄褐色変質帯中に、黒色を呈する安山岩が小規模に分布する（ATH504）。プロピライト周辺の模式断面（Fig. 11-1-22）に示すように、安山岩と火砕岩の互層のうち火砕岩が選択的に変質・鉱化を被っている。これは両者の透水性の差に起因する。

調査地域には量的には乏しいものの、石英細脈の分布もみられる。AKY395はネットワーク状の玉髄質石英細脈である。

supergeneの変質鉱物としては褐鉄鉱のほか、多量の石膏が分布する。またカオリン、明礬石の一部もsupergene生成とみられる（AKY396）。

採取資料の分析結果は、Auおよび、As, Bi, Pb, Sbについて地化学異常レベルの含有量を示している。ASM414は酸化に伴う二次富化が認められる試料である。

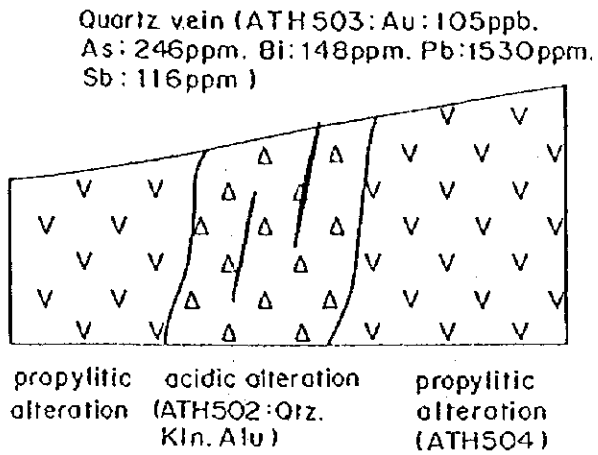


Figure II-1-22 Schematic relationship of alteration and veining to the nature of the host rocks, in the Rio Frio prospect, Valle del Cura area.

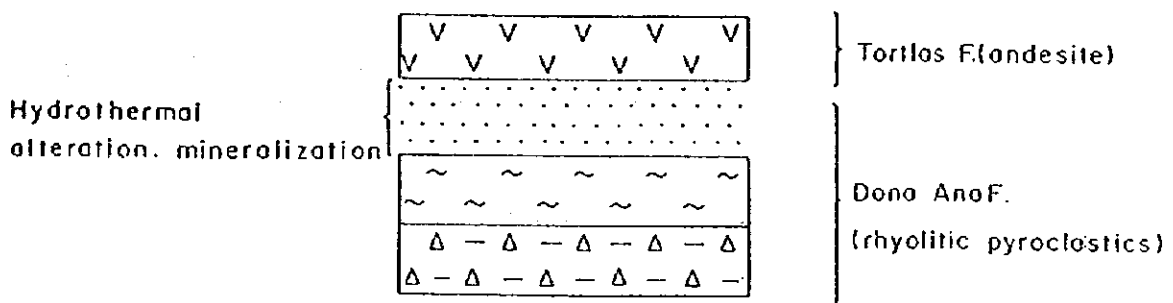


Figure II-1-23 Schematic geologic column with respect to hydrothermal alteration and mineralization in the Rio Frio prospect, Valle del Cura.

Assay value of the Rio Frio prospect, Valle del Cura area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Bi (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)
AKY396 siliceous rock (qz-Kfs-kln-s/s)	480	0.2	61	78	tr	400	4
AKY398 densely sil. rock w/native sulfur in druse	15	4.0	8	264	64	14	76
AKY399 sil. arg. rock (kln-ser-qz)	5	0.2	5	20	tr	18	2
ASM414 limonitized rock	9930	5.6	14	310	16	6150	50
ASM415 sil. tb. (ledge)	370	5.2	88	7140	2	2120	648
ASM416 leached sil. tb (ledge)	10	0.6	4	172	10	16	28
ATH494 silicified rock	80	4.6	28	740	tr	1340	78
ATH496 siliceous vein	105	1.6	37	152	6	74	10
ATH498 ditto w/jar. stain	40	0.6	15	4370	tr	768	106
ATH499 densely sil. r.	20	0.2	8	96	tr	14	6
ATH500 ditto	10	0.6	6	66	2	18	6
ATH503 qz vein	105	3.6	72	1530	148	246	116

評価：広範に分布する珪化・明礬石化は高硫化系・浅熱水系の産物である。ただし、調査を行った範囲では、0. n%におよぶ鉛の地化学異常、またセリサイトおよび同混合層の産出を確認でき、このようなシステムの中でもやや深い、ややphの低い環境まで露出していると考えられる。

変質母岩は、おもに溶結凝灰岩であり、ZancarronやCarmen Norte, Veladero Norteなどと同じである。この地質的な関係はFig. II-1-23に模式化される。Dona Ana層の生成後に生じた熱水系の広がりには母岩の性状にコントロールされ、Tortillas層の緻密な安山岩をキャップロックとして、透水性の大きいDona Ana層に主として変質・鉱化を与えたと考えられる。

Rio Frio変質帯の規模は大きく、探査余地はきわめて大きいと考えられる。金分析品位についても、0. n g/l程度の品位を有する珪化レッジが、限られた地表調査の中でも発見されるなど、有望探鉱対象の1つと評価できる。

(7) Despoblados

第1年次衛星画像解析により抽出された変質帯AA6026 (3x3km)に一致する。当初Valle del Cura沿いのCodo de Rio付近の変質帯のグランドトレースを計画したが、車両によるアクセスが困難であることが判明し、本地区調査に切り替えた。Despobladosは、かつてPenores社により探鉱されたが、その後同社は撤退。現在サンファン州鉱業公社 (IPEEM) 管理鉱区となっている模様。

アクセス：国境管理事務所のベースキャンプより四輪駆動車にて約4時間で現地に至る。
標高4200-4300m.

調査日：1998年11月30日

地質・変質：地形低所にはデイサイト質～安山岩質火砕岩，地形高所には流紋岩
(ATH508) がそれぞれ分布する(Dona Ana層)。

低所では，supergeneのカオリン粘土化変質が広範囲に広がる中にプロピライト変質が部分的に認められる。この中に石英ストックワークの発達する部分があり，セリサイト，あるいはセリサイト・スメクタイト，セリサイト・緑泥石の混合層粘土鉱物が認められる(AKY400, 401, 402a, ASM419)。このような部分は，さほど幅の狭くない帯状分布しており，遠望すれば，白色のカオリナイト変質中に，淡緑色を呈する部分(緑泥石)として認識される。石英脈はこのような部分に集中的に胚胎される。石英脈は，観察した範囲では，最大幅8cmの細脈で，走向E-W，傾斜垂直～80Sを呈する。このほか，数mm程度のネットワーク状に含まれる産状がある。石英は無色で，粒度はかなり細粒なものから粗粒なものまでであるが，やや高温生成とみられる。このような石英脈を産する部分では，黄鉄鉱の疎な鉱染が認められる。一部の石英脈にはジャロサイトが含まれており(AKY404)，この試料は比較的高い金品位を有する。

山頂付近の流紋岩にも珪化・セリサイト化が認められるが，石英脈は認められない。

Selected assay value of the Despoblados, Valle del Cura

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)
AKY401 sil. arg. r w/ qz v. let	20	1.0	4	8	2	6
AKY404 arg lb. w/ qz+jar ntwk	140	1.0	25	12	tr	202
ASM420A qz vein w/o sulfides	10	0.2	8	34	2	74
ASM421 qz vein w/ limonite stn.	30	1.8	11	14	2	116
ATH506 kaolinized tuff	20	0.2	11	180	tr	108
ATH508 sil. rhyolite	tr	0.2	4	108	2	16

本変質帯は低硫化系，浅熱水系深部の変質であり，酸性変質を主体とする他のValle del Curaの変質帯と異なっている。現地における情報収集を通じて，本変質帯は多金属鉱脈型との情報を得ていたが，変質の性状はこのタイプの鉱床として矛盾がない。

1-3 調査結果の要約

第1年次および第2年次で実施したグラントルース地区、既存鉱徴地、熱水変質帯、JERS-OPSデータに基づく変質鉱物の判読結果を1:250,000スケールのランドサット判読図上に取りまとめた(Fig. II-1-24, 巻末)。このうち変質帯については、第1年次のランドサット画像判読に加え、第2年次にJERS-1 OPS 3-5-8フォールスカラー画像から新たに抽出された変質帯JE101~JE108を書き加えた。

第1年次、第2年次のグラントルース地点の調査結果をTable II-1-3に取りまとめた。表には鉱化作用・熱水変質のタイプのほか、分析試料の銅・金品位の最高値、変質帯の規模、第三紀貫入岩体の有無、総合的な評価を記載した。このうち評価は、各論記載の評価欄をより簡潔な結論とするよう意識して、ある程度有望なグラントルース地点に対して、AあるいはBの評価を与えることとした。なお、現地調査が十分行えず、評価が困難な地点については、評価が与えられておらず、参照するに当たっては十分注意されたい。B~A+までの4つのランクの鉱徴はおよそ以下の様な意味を持つ。

- B : 変質帯の規模、あるいは探査余地が大きく、将来発展する可能性があるもの。
- B+ : B評価の変質・鉱徴のうち、銅あるいは金についてかなり高めの地化学異常値が認められるもの。
- A- : 部分的には十分高い銅ないし金品位が認められ、かつ探査余地が大きく将来の発展が望まれるもの。あるいは、ある程度の鉱量が現在既に期待されるが、量的には小さいとみられるもの。
- A : 近い将来の起業化調査が期待される、あるいは既に起業化調査の段階に進んだ鉱床・鉱徴地。

Table II-1-3 Summary of groundtruth, Eastern Andean area.

	Area of Groundtruth	Style of Mineralization	Cu contents	Au contents	Dimension	Tertiary Intrusive	Evaluation	Comment
1	Helvecia	Mississippi valley type	0.33%	1.34ppm				
2	Las Sapitos	epithermal	(46ppm)		(3x1.7km)	?		
3	Salamanca-San Barrera (Corral)	skarn, possibly porphyry and carlin	(74ppm)	0.78ppm		X	B	sedimentary-hosted gold ?
4	Rio Gualcamayo (La Abundancia)	skarn, possibly porphyry and carlin	(0.38%)	1.34ppm		X	B	sedimentary-hosted gold ?
5	Guachi/Huachi (Q.de Agua Amarga)	epithermal style, possibly porphyry	3.58%	22.8ppm	(5.0x1.7km)	X	A-	high potential for both auriferous polymetallic vein and porphyry.
6	El Fierro Bajo	pluton-related vein?	no data	<0.005ppm		?		
7	El Fierro Alteration	porphyry	(130ppm)	0.005ppm	(3x1km)	?		
8	El Carrizal	pluton-related vein?	0.10%	0.06ppm				
9	Quebrada de Chita (Porphyry Cu)	porphyry	(1.61%)	0.42ppm	2x2.5km	?	A-	active exploration site
10	San Francisco de los Andes	porphyry	(>10%)	0.2ppm	(2.5x1km)	?	B+	porphyry mineralization expected around tourmaline breccia
11	El Retamal	porphyry	(230ppm)	0.18ppm	(2.5km)	X	B+	detailed survey, especially of potassic alteration, expected
12	Castano Nuevo	epithermal, possibly porphyry	0.40%	0.12ppm	(1.7km)	X	B+	slightly low grade
13	La Alumbra de Arriba	epithermal?	(50ppm)	no data	(0.75x0.5km)			
14	Leoncito (marginal alteration zone)	Cu and Mo mineralization in big porphyry style alteration zone	(26ppm)	<0.005ppm	1.0x1.5km(2km)	?		
15	Alcaparrosa	porphyry	(72ppm)	<0.005ppm	(5x1.5km)			
16	San Jorge	porphyry	(0.92%)	6.3ppm	0.5x1.1km(500m) 1.0km(under pediments)x1.1km		A	active exploration site
17	Yalguaraz	porphyry	(0.44%)	2.12ppm	0.6x0.8km (2.5x1.7km)		B+	active exploration site
18	Paramillos Sur	porphyry	(120ppm)	0.045ppm	1.5x1.5km (0.75x0.3km)	X	A	active exploration site
19	Paramillos Norte	porphyry	(950ppm)	18.14ppm	1.3x1.5km (0.75x0.5km)	X	A-	active exploration site
20	Paramillos Centro	porphyry	(791ppm)	0.01ppm	(0.75km outline is not clear)	X		
21	Uspallata-Paramillos	pluton-related vein ? marginal faces of porphyry ?	no data	no data		X		
22	Grupo Oro del Sur	pluton-related vein ? marginal faces of porphyry ?	Vein: (0.70%) Porphyry: (0.10%)	Vein: 10.59ppm Porphyry: 4.08ppm	(2x0.5km)	X	A-	high-grade ore, but small
23	La Negrita	pluton related vein ? marginal faces of porphyry ?	(0.32%)	3ppm		X	A-	high-grade ore, but small
24	Cortaderas-San Benicio	porphyry ? epithermal?	(578ppm)	0.31ppm	(2x1km)	X	A-	The area has been experienced very limited exploration.
25	Pampa Fria	porphyry	(0.55%)	0.01ppm	(0.3kmx2areas)			
26	Cerro Negro?	pluton related vein?	(132ppm)	0.015ppm	(1x0.5km)			
27	Granite?	no mineralization	no data	not analyzed				
28	Cerro Blanco	epithermal	(40ppm)	0.115ppm	(1.7x1.2km)	X		
29	Creston Amarillo	epithermal?	(60ppm)	0.02ppm	(1.7x0.5km)	X		
30	Rio las Tamberias: La Ollita	porphyry (upper part)	370ppm	2.98ppm	20X5.5km, a part	?	B+	slightly upper portion of porphyry system
31	Rio las Tamberias: Tamberias	porphyry (upper part) ?	66ppm	(2.92ppm)		?		
32	La Vicunita	porphyry (upper part)	(3.29%)	6.68ppm	20X5.5km, a part	?	A-	Huge hydrothermal system, extending to La Ollita
33	El Potro	porphyry	0.31%	0.33ppm	9X2.5km	Late Cretaceous	A-	well-known Porphyry Au-Cu-Mo mineralized site.
34	Rio Blanco	porphyry (upper part)	50ppm	0.175ppm	2X1.5km	X	B	upper portion of porphyry system
35	Bordo Atravezado	epithermal	960ppm	(0.405ppm)	1.5X0.5km	?	B+	probably a marginal portion of Filo Amarillo alteration
36	Filo Amarillo (Cerro Amarillo)	epithermal, high-sulfidation	30ppm	0.065ppm	1.5X0.5km	?	B	neutral pH alteration of western flank would be a target
37	Los Mogotes	porphyry	0.077ppm	0.024ppm	4X1.5km	X	B	porphyry Mo
38	Venezuera	epithermal	(20ppm)	0.065ppm	2.5X1.5km	?	B	eroded high-sulfidation system ? Target would be at deep.
39	Condor	pluton-related vein (Ag-Pb-Zn)	0.13%	0.52ppm	small vein	?		

40	San Nicholas	pluton-related vein (Ag-Pb-Zn)	0.59%	6.10ppm	small vein	?		
41	Animas	pluton-related vein (Ag-Pb-Zn)	80ppm	0.040ppm	small vein	?	B	altered porphyry stock hosting Animas vein would be a target.
42	Cuatro Amigos	pluton-related vein (Ag-Pb-Zn)	0.17%	0.22ppm	vein	?		
43	Portezuero de Amarillo	epithermal	29ppm	tr	3.5X1.5km	?	B	eroded high-sulfidation system ? Target would be at deep.
44	Potrerillos	epithermal	19ppm	tr	aggregate of small alteration clots	?	B	eroded high-sulfidation system ? Target would be at deep.
45	Sarnoso	pluton-related vein	3ppm	tr	old adit	?		
46	Vizcachas	porphyry-related ?	3ppm	0.010ppm	small vein	?		
47	Avestruces	epithermal	61ppm	0.005ppm	5X2km	?		
48	Manrique	epithermal gold	44ppm	0.2ppm	5.5X1km	?	B+	Epithermal gold mineralization. Vast area has been experienced very limited exploration.
49	Tocota	pluton-related	0.29%	6.2ppm	not detected by satellite sensor		B+	Area of interest has large dimension. Exploration in active ?
50	Chita (Au-vein)	pluton-related, peripheral of porphyry	0.10%	2.6ppm	small vein	?		
51	Quebrada de Conconta	no mineralization	N/A	N/A	0.5km			
52	Quebrada Potrerillos de Pancha	no mineralization	N/A	N/A	2x1km			
53	El Salado	pluton-related	0.10%	0.045ppm	vein	?		
54	Vicunita (El Salado)	porphyry gold	0.78%	1.5ppm	1.5km	?	A-	Secondary enrichment might be in limited scale.
55	Las Openas	pluton-related	(565ppm)	(38.7ppm)	vein		A-	Good for small-scale mining ventures.
56	Las Aguaditas	pluton-related	(230ppm)	(3.6ppm)	not detected by satellite sensor	X		
57	Leonardo	pluton-related	tr	0.020ppm	not detected by satellite sensor			
58	Pastran	pluton-related			not detected by satellite sensor			
59	Criollita	skarn	1%+ (skarn), 15ppm (sil. brecc.)	0.19ppm (skarn), 0.022ppm (sil. brecc.)	not detected by satellite sensor	?		
60	Ranchillos	pluton-related ?	141ppm	0.095ppm	1.5X1km	?	B	eroded high-sulfidation system ? Target would be at deep.
61	Pastos Largos	pluton-related ?	0.41%	0.02ppm	smallish	?		
62	Margarita	pluton-related	0.30%	0.07ppm				
63	Southwest of Margarita	epithermal	118ppm	0.01ppm		?		
64	Laguna de las Huaycas	epithermal	45ppm	0.02ppm		?		
65	La Flecha	epithermal, high-sulfidation	0.21%	0.37ppm	2X1km	?	B	Target would be at deeper portion or frank of acid alteration.
66	South of Bordo Atravesado	epithermal	0.32%	0.16ppm		?		
67	Cordon de la Inca	epithermal, high-sulfidation	22ppm	0.10ppm	8.5x1.5km	?	B+	Target would be at deeper portion or frank of acid alteration.
68	Carmen Norte	epithermal, high-sulfidation	162ppm	2.2ppm	4X3.5km	X	A-	active exploration site
69	Veladero Norte	epithermal	4ppm	0.015ppm	4km (silicified hill)	X	A	active exploration site
70	Guanaco Zonzo	epithermal	調査	0.09ppm	not detected by satellite sensor	X		
71	Veladero Sur	epithermal	43ppm	0.025ppm	8X2.5km	X	B	alteration huge, but geochem results not so good
72	Zancarron	epithermal, high-sulfidation	4.10%	8.6ppm		X	A-	mineralized area (vuggy qz + enargite) might be smallish
73	Rio Frio	epithermal, high-sulfidation	88ppm	(9.9ppm)	7.5X5km	X	A-	huge alteration, little exploration, nice mineral showing. one of the best targets in the Eastern Andean area
74	Despoblados	polymetallic, pluton-related	25ppm	0.140ppm	3x3km	X	B+	Target would be at deep. neutral pH alteration

第2章 河床堆積物の分析

Plan Cordirellano Norteにより採取された地化学探査の次砂試料および岩石試料の残試料について再分析を行った。当時の分析は銅・鉛・亜鉛の3元素のみについて実施されているのみで、今回希土類元素を含む48元素を分析した。残試料は-80meshに処理済みで、各々20~30g (少ないもので3~5g) 程度が保存されている。採取試料の総数はSEGEMAR La Riojaより提供のあった2271個である。分析は、カナダのXRAL Laboratoriesで実施し、INAA (28成分) にICP-AES (20成分) を併用して実施した (Table II-2-1, 2)。

Table II-2-1 Elements & Detection Limits (INAA Method)

Element	D. L.	Element	D. L.	Element	D. L.
As	0.5ppm	Au	2ppb	Ba	50ppm
Br	0.5ppm	Ce	3ppm	Cs	1ppm
Co	1ppm	Cr	5ppm	Eu	0.2ppm
Fe	0.01%	Hg	1ppm	Hf	1ppm
Ir	5ppm	La	0.05ppm	Lu	0.05ppm
Rb	5ppm	Na	0.01%	Nd	5ppm
Sb	0.1ppm	Sc	0.1ppm	Sm	0.1ppm
Se	3ppm	Ta	0.5ppm	Th	0.2ppm
W	1ppm	Tb	0.5ppm	U	0.5ppm
Yb	0.2ppm				

Table II-2-2 Elements & Detection Limits (ICP-AES Method)

Element	D. L.	Element	D. L.	Element	D. L.
Ag	0.2ppm	Al	0.01%	Be	0.5ppm
Bi	5ppm	Ca	0.01%	Cd	0.5ppm
Cu	0.5ppm	K	0.01%	Mg	0.01%
Mn	1ppm	Mo	1ppm	Ni	1ppm
P	0.001%	Pb	2ppm	Sr	0.5ppm
Sn	10ppm	Ti	0.01%	V	2ppm
Y	0.5ppm	Zn	0.5ppm		

分析結果はAppendixのCD-ROMにArc Infoファイルとして、採取地点情報と共に格納した。この金・銅の出力例をFig. II-2-1に示す。図を概観すれば、Vinchina 南西約25kmの地点に散点的に分布する銅および金の岩石地化学異常値が興味深い。この周辺には、シルル紀~デボン紀の堆積岩類と先カンブリア紀花崗岩が分布しており、また、詳細情報を欠くものの、1:250,000地形図には北西よりMina La Jarilla (Pb, Barite), Mina Santa Maria II (Pb, Barite), Mina San Nicholas (Barite)らが記載されている。地化学異常はこれに関連する鉱化作用と想像されるが、主に現地へのアクセス事情の悪さから、グランドトールスを実施するには至らなかった。

MOSAICO project geochemical analysis

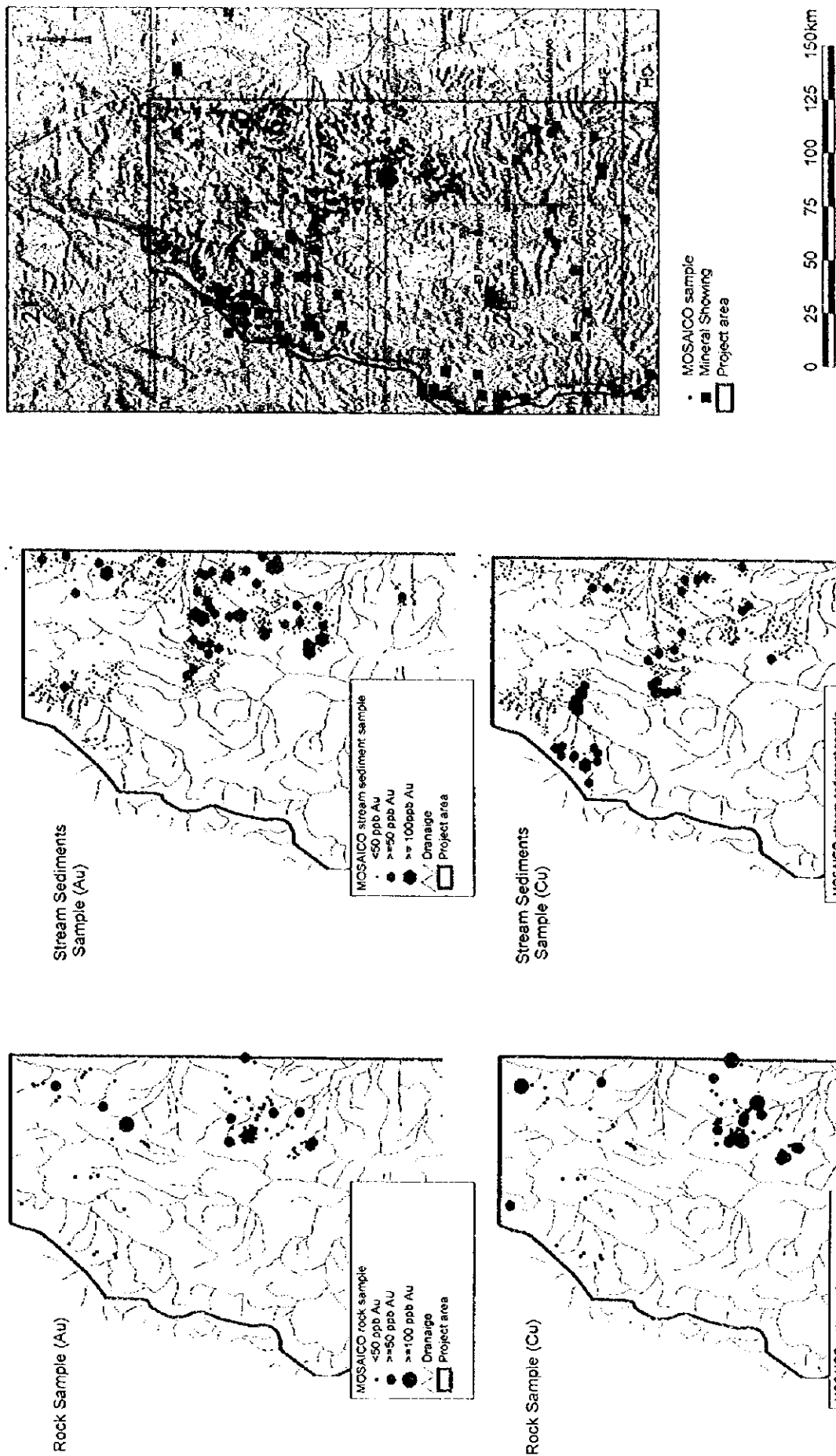


Figure II-2-1
A sample-output image of trace-level geochemistry applied on rocks and stream-sediments taken in Plan La Rioja.

0

0

0

第3章 総合解析

3-1 JERS-1 OPSデータによる変質鉱物の抽出結果とグラントルース結果の対比

初年度に実施したランドサット衛星画像解析に加えて、本年度は更に変質帯の詳細情報を把握する目的でJERS-1データを用いた変質鉱物の記載を行った。

一般に変質帯を衛星データから抽出する場合、粘土鉱物全般にみられる2.0~2.4 μ mの近赤外領域の吸収パターンを利用する。それぞれの粘土鉱物や明礬石の個別の反射率パターンを考えた場合、近赤外領域でそれぞれの鉱物に特有なパターンが存在することが知られており（例えば Hunt and Salisbury, 1970），従って、この近赤外領域を細分した multi spectral scannerを用いることにより、変質帯の有無から一步踏み込んだ各変質鉱物の同定が可能になる。1992年に打ち上げられた日本製のJERS-1 OPSセンサーは、2.0~2.4 μ mの近赤外領域に3バンドが配置されており、変質鉱物の分帯を行う上で、現在、最も高い可能性をもつ人工衛星プラットフォームであると考えられる(MMAJ, 1995; MMAJ, 1996a; MMAJ, 1996b) (Fig. II-3-1)。

第2年次調査では東部アンデス地域のPrincipal Cordillera, Cordillera Frontal の範囲で利用可能なJERS-1 OPSデータを入手し、解析を行った。解析に当たっては、明礬石、カオリナイト、セリサイト、褐鉄鉱 (goethite) の4種の鉱物種をエンドメンバーとして画像上で表現した。画像生成に至る処理方法の詳細や出力結果の概要は別冊報告書に譲り、ここでは鉱物分帯結果とグラントルース結果との対比について延べる。

(1) 明礬石卓越帯

まとまった明礬石変質帯は高硫化型の浅熱水性変質に伴われる。解析範囲のうち、このような変質帯はMacho Muerto 地域に多く認められており、La Flecha, Filo Amarilloなどの酸性変質帯らはこの代表例とみなされる。このような変質帯では、およそ中心部に位置を占める明礬石帯と、この縁辺部に分布するカオリナイト帯との累帯が記載される例が多い。またしばしばセリサイトからなる最外縁帯を伴っている場合がある。

調査時間の制約や使用した図面が150,000と大縮尺であるため個々のピクセルについて検証できてはいないが、グラントルースの感触では、明礬石帯の記載と地表地質は概略良い対応があるとしてよい。例えば、Filo AmarilloのJERS-1による分帯結果は、山体頂部を中心とする明礬石帯とその西方にセリサイト帯が分布する特徴を良く表現しており、現実の地質を表現していると評価できる。しかしながら細部では誤認もみられる。酸性変質帯で明礬石-カオリナイトの累帯が記載される場合、総じてややカオリナイトが明礬石帯に比べて、広く認識される傾向があるようである。おそらく明礬石の量比が十分多い場合、認識可能であったものが、この量比の減少につれ、他の鉱物カテゴリとの誤認が生

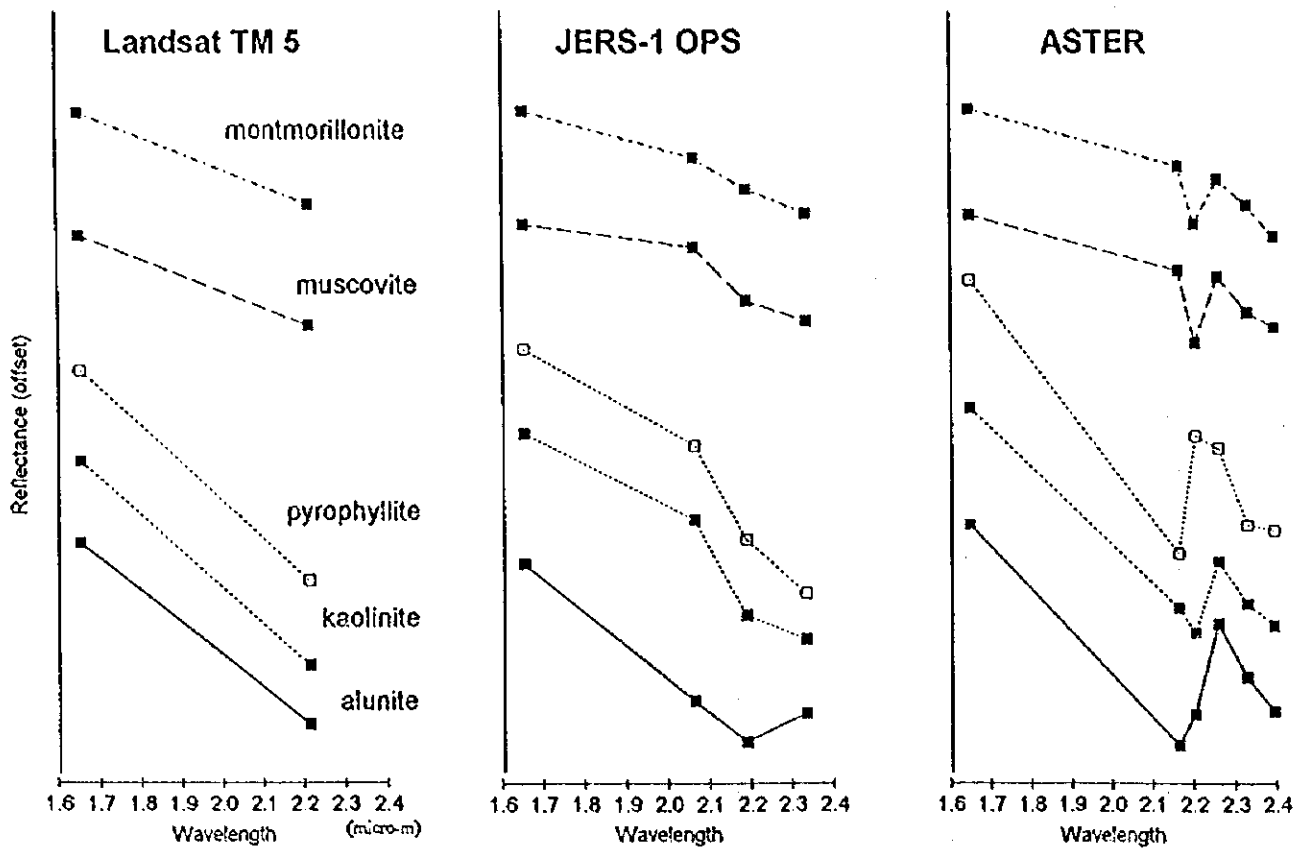


Fig. Convoluted reflectance spectra of USGS spectral library data: alunite GDS84 Na03 (solid line), kaolinite KGa-1 (dotted line), pyrophyllite PYS1A <850 micro-meter (dotted line with hollow box), muscovite GDS108 (broken line), and montmorillonite SWy-1. The band configuration of each satellite sensor was referred from EOSAT brochure and Yamaguchi et. al., (1996).

Figure II-3-1 Convoluted reflectance spectra of USGS spectral library data.(after unpublished data of Miyatake, S.)

じたと考えられる。またこのほかの誤認の例として、supergene石膏との混同が掲げられる。Los Mogotesでは変質鉱物が露頭部から沢沿い扇状に流出する産状が認められ、広範な部分が明礬石卓越帯として記載されている。しかし、この部分は明礬石ではなく、supergene stageの石膏が主体をなしている。別冊報告書に示す室内試験の結果は、明礬石と石膏の反射率パターンはJERS-1のバンド配置で相互に類似しており、両者を識別することはかなり困難であることが示される。これ以外の誤認としては、高輝度ピクセルから低輝度ピクセルに変化する際のセンサー応答遅れから生じるノイズ部分が明礬石として誤認される例が解析範囲中に広範に認められる。これは、3-5-8フォールスカラー画像とのクロスチェックにより回避可能である。

(2) カオリナイト卓越帯

JERS-1データにより抽出されるカオリナイト帯は、同明礬石帯に直接して産する場合が多い。これはおそらく、カオリナイト変質帯のほか、比較的明礬石含有量の小さい明礬石帯露頭、あるいは、カオリナイト・明礬石・石膏などを少量含む崖錐の一部もこの帯に分呈されている可能性がある。このような誤認の例としてはRio Frio変質帯が掲げられる。Rio Frio変質帯はJERS-1分帯図では、ほぼカオリナイト卓越の一色で表現されるが、現実にはカオリナイトだけでなく、明礬石からなる酸性変質が主体的に広範囲に分布している。また部分的にはセリサイト、あるいはセリサイト・スメクタイト混合層を産する中性変質も存在する。JERS-1解析図はこのような細部を表現しておらず、使用に当たっては注意が必要と思われる。類似の結果はCarmen Norteでも認められるが、ここでは小規模の明礬石帯が記載されており、現実の地表地質により近い分帯結果を示している。

(3) セリサイト卓越帯

セリサイト卓越として記載される変質帯は、サンファン州Castano地域に集中的に分布するほか、Cordon de la Brea地域の各変質帯に分布する。セリサイト卓越変質帯の多くは、かなり現実の分布に対応している場合が多い。このような変質帯のうち、Avestruces, Manrique, Portezuero de Amarillo, Ranchillos, Las Sapitosらは現地調査を行った範囲では、ほとんどセリサイト・スメクタイト混合層からなっており、若干のカオリナイトが部分的に認められる変質帯である。またCastano地域のVenezuera変質帯の場合、変質山体頂部付近の明礬石分布域がカオリナイト帯として誤認されるが、混合層からなる中腹部はセリサイト卓越帯としてかなり正確に記載されている。このように、熱水変質域のセリサイト記載はかなり満足できるものであると言える。しかしながら、熱水変質帯以外の部分では、特に沢添いの堆積物を中心にセリサイトとしての誤認が著しい。このような沢添いの部分では、カオリナイトあるいは明礬石の誤認も認められるが、面積的にはセリサイトが最も広い。従って、解析図の判読に当たっては、必ず3-5-8フォールスカラー画像で対象とする熱水変質帯の産状を確認することが、判読に当たっては極めて重要である。

なお、グランドトルースではこのような手順を踏んで、Quebrada de Conconta, Quebrada de Potreros de Panchaをセリサイト系熱水変質とみて現地を訪れたが、セリサイト（白雲母）を伴う風化花崗岩との誤認であり、もちろん手法の限界はある。

（4）褐鉄鉱卓越帯

褐鉄鉱は通常、可視領域の0.4-0.5 μm （青）間の顕著な吸収を利用して抽出される。しかしながら、本解析手法では十分妥当な結果が得られておらず、今後の検討課題である。例えばCordon de la Brea地域のRanchillos変質帯では山体に広範に褐鉄鉱の鉱染がおよんでいるにもかかわらず、全くこの産状が記載されておらず不満が残る。今後のあるべき解析手法としては以上のような粘土鉱物の分帯図のほかに、褐鉄鉱の量比のみを表現する1つの図を作成し、粘土鉱物記載図、3-5-8フォールスカラー、褐鉄鉱記載図の3図を用いて解析にあたることも、有力な解析手法と考えられる。

本調査におけるJERS-1による変質鉱物の記載結果とグランドトルース結果を考慮すれば、以下のような傾向があると結論づけられる。

- ・ JERS-1解析図は明礬石とカオリナイトをしぼしば混同する。しかし酸性変質鉱物として一括した場合、かなり精度の良い対応がみられる。
- ・ 第1年次にLandsat TM画像解析により把握された熱水変質帯部分にセリサイト系変質が記載される場合、これは現実の表層地質を表現すると考えられる。
- ・ 熱水変質帯以外の部分、特に水系を中心とした範囲には、著しく広い範囲にわたる誤認が生じており、必ず比演算画像あるいはフォールスカラー画像で当該変質の妥当性を確認する必要がある。

JERS-1の抱える多くの問題点のため、同データは本格的な調査に利用された例はほとんど無く、現在でも各国探査シーンではLandsatを中心とした運用がなされている。しかしながら鉱物認識能力の点に限ればJERS-1データはLandsatを凌ぐ情報量を有していると言え、本調査で示したような解析も可能である。現実的な運用としてはLandsatデータを主とし、これをJERS-1 OPSデータが補完することにより、より対象とする地質の絞り込みが容易になると考えられる。

3-2 東部アンデス地域の鉍化帯の特徴

本地域の変質帯・鉍化帯の分布、主要地質構造、第1、2年次のグランドトルース地点をFig. II-3-2に示す。変質帯・鉍化帯の分布については、第1年次報告書に要約されたとおり、(1)東部アンデス地域の多くの変質帯・鉍化帯は第三紀生成であること、(2)第三紀の火山岩および深成岩体の多くは特にチリとの国境地帯に広範に分布しており、変質帯・鉍化帯の多くはこの地域(Principal Cordillera, Cordillera Frontal)に胚胎すること、(3)変質帯・鉍化帯を伴う第三紀貫入岩体は内陸部のPre-Cordillera, Sierras Pampeanas, およびFamatinaにも点在しており、しばしば大規模鉍化帯を形成すること、(4)第三紀生成以外の鉍化帯もあり、二疊期火成弧に伴う鉍床・鉍微も分布すること(Alcaparossa, Yalguaraz, San Jorge), を広域的な分布傾向として指摘した。また第1年次報告書は、結論として、二疊～三疊紀酸性岩が基盤として分布する地域に第三紀岩体が貫入する場合、これを有望地質セッティングとみなせること、このほかに、オールドビス系の分布域に第三紀貫入岩体が貫入する地質状況、また二疊～三疊系の火成岩の分布域の東縁らも要調査対象とみなせることを掲げた。ここでは議論を整理するため、以上の有望地質の範疇に従って次の(1)～(3)の項目について、それぞれの変質帯・鉍化帯の特徴を整理し、総括したい。

- (1)チリ国境地帯を含む第三紀火山岩層が広範に分布する地帯 (Macho Muerto地域, Valle del Cura地域)
- (2)この東側の二疊～三疊紀火山岩・深成岩の分布域(Cordon de la Brea 地域, Tocola-Colaguil地域, Castano地域)
- (3)オールドビス系に伴う鉍化帯

3-2-1 チリ国境付近の鉍化帯 (Macho Muerto地域, Valle del Cura地域)

グランドトルースを行った結果をTable II-3-1aにまとめる。Macho Muerto地域の変質帯・鉍化帯は2種に区別可能と考えられる。1つはポーフイリー系あるいはこれのやや上部に比較される産状、もう1つは高硫化系・浅熱水系の変質帯である。

前者は、Rio de la Pena NegraからRio Blanco周辺に至るMacho Muerto地域北部に分布しており、La Ollita-Tamberias-Vicunitaの熱水系、El Potro, Rio Blanco, Los Mogotesらの各鉍微地が含まれる。これらの鉍微地ではpotassic変質が地表に露出、あるいは試錐で確認される程度の地下浅所に潜頭している。このようなpotassic変質の周辺部或いはまたpotassic変質に重複して、広範なphyllitic変質が発達することが一般である(Table II-3-1a)。この外側にはさらにpropylite変質帯が確認されることがある(La Ollita-Tamberias-Vicunita系)。El Potroではこのような典型的なporphyryの累帯が観察可能である。一方、ポーフイリー系という類似性はあるものの、各鉍微地にみられる鉍化作用には相違がある。El Potroの場合、金・銅・モリブデンの鉍化作用(Max. Au:63ppb,

0

1

2

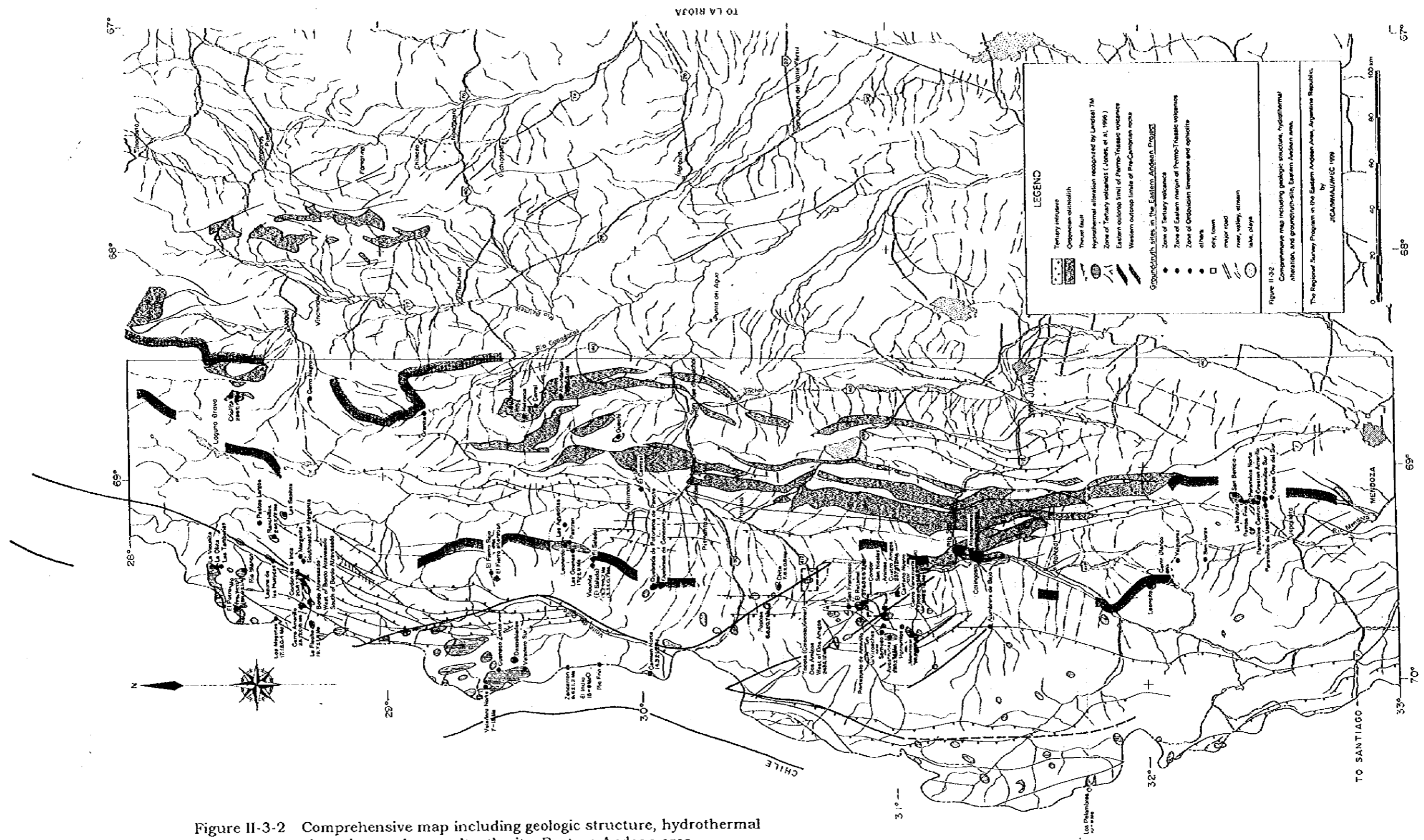


Figure II-3-2 Comprehensive map including geologic structure, hydrothermal alteration, and groundtruth-site, Eastern Andean area.

Table II-3-1 Summary of survey results of selected hydrothermal alterations, Macho Muerto area and Valle del Cura area

a. Macho Muerto Area

	potassic alteration	advanced argillic alteration	neutral pH alteration	quartz vein	major hypogene secondary mineral (except quartz)
La Ollita	yes *1 (qz-diorite)	no	yes (phyllic)	sparse	sericite
Tamberias	no	no	yes (phyllic)	rare	sericite
La Vicunita	no	no	yes (phyllic)	rare	sericite
El Potro	yes (fine-grained granite)	no	yes (phyllic)	stock-work, ubiquitous	magnetite, biotite, K-feldspar, sericite
Los Mogotes	uncertain	no	yes (phyllic)	ubiquitous partly stockwork	sericite, pyrite, qz vein with molybdenite impregnation
Rio Blanco	yes *2 (dc porphyry)	a part	yes (probably phyllic)	sparse	sericite, partly including phyrophyllite + diaspore
Filo Amarillo	no	yes	yes (HS-peripheral)	no	native sulfur, alunite abundant, (vuggy quartz), sericite outward
Bordo Atravezado	no	a part	yes (probably phyllic)	sparse	sericite, subtle alunite
La Flecha	no	yes	a part (HS-peripheral)	very rare	native sulfur, alunite abundant, s/s int. clay
Cordon de la Inca	no	yes	a part (HS-peripheral)	sparse	alunite abundant, (vuggy quartz), sericite, s/s int. outward

*1: Potassic alteration was recognized in a drill core by El Dorado.

*2: El Dolado recognized potassic alteration, but our survey didn't.

*3: Usage of HS and LS means epithermal alteration of high sulfidation and low sulfidation, respectively.

b. Valle del Cura Area

	potassic alteration	advanced argillic alteration	neutral pH alteration	quartz vein	major hypogene secondary mineral, etc.
Carmen Norte	no	yes	a part (HS-peripheral)	sparse	alunite abundant, chalcedonic to opalin silica, vuggy qz, s/s int. clay
Veladero Norte	no	a part	probably yes (HS-peripheral and LS ?)	no (breccia pipe)	alunite, vuggy qz, dense silicification, (qz+adularia vein, silica sinter)*
Guanaco Zonzo	no	probably yes	yes (HS-peripheral)	no	alunite, native sulfur, dense silicification
Veladero Sur (Northwest)	no	yes	yes (HS-peripheral)	no	alunite, kaolinite
Veladero Sur (Mula Twelta)	no	no	yes (HS-peripheral ?)	common	s/s int. clay
Zancarron	no	yes	not observed	no	enargite, alunite, vuggy qz
Rio Frio	no	yes	yes (HS-peripheral)	rare	alunite, pyrophyllite, diaspore, sericite, s/s int. clay
Despoblados	no	no	yes (phyllic ?)	common	sericite, s/s int. clay

*: based on the survey of Argentina Gold

Mo:499ppm, oxidized copper staining visible), Los Mogotesはモリブデンのみの鉍化作用(Au: 24ppb, Cu:100ppm, molybdenite visible)が認められる。一方, La Ollita-Tamberias-Vicunitaの熱水系は金に富み, 最大品位Au:6.6g/l (Ag:117g/l, Cu:3.2%, Mo:1r)を示す石英脈試料が採取された。この3者の地質状況を比較した場合, La Ollita-Tamberias-Vicunitaの熱水系は唯一potassic変質が地表に露出していない鉍微地に相当しており, 金品位, モリブデン品位の逆相関は垂直方向の累帯が影響するとの可能性も考えられる。またRio Blanco鉍微地にも, potassic変質の存在が報告されることから, このようなポーフリー系変質帯に比較される可能性がある。一方, グランドトルースではパイロフィライト+ダイアスポアの組み合わせが確認されており, advanced argillic 変質の下部も残存するとみられる。

高硫化系・浅熱水系の変質帯・鉍化帯はRio Macho Muerto, およびこの支流であるRio del Inca周辺といったMacho Muerto地域の南部に分布しており, Fito Amarillo-Bord Atravesadoの熱水系, La Flecha, Cordon de la Incaの各変質帯がこれに相当する。このような変質帯は, 多量のhypogene明礬石とvuggy silicaを含む珪化岩の存在により特徴づけられ, しばしば自然硫黄も伴われる(Table II-3-1a)。地表部にはsupergeneの石膏が多量に生じることが普通である。このような酸性変質帯は外側でセリサイトないしセリサイト・スメクタイト混合層からなる白色変質帯により取り巻かれる。白色変質帯の発達程度は母岩の透水性により規制されており, 火砕岩で顕著である。また白色変質の比較的外縁に近い部分では, しばしばプロピライト変質を被る火山岩と互層する産状が認められる。このような, 酸性変質>スメクタイトを産する粘土化>プロピライト, の変質累帯は, 高硫化系あるいはacid-sulfate typeと呼ばれる浅熱水性鉍床群に一般に認められる特徴である(Heald, et al., 1987; Harvey and Vitariano, 1964)。Macho Muerto地域にみられる高硫化系・浅熱水系変質帯の鉍化状況は, 中央の酸性変質帯では地化学異常程度の金属分析品位を有するのに対し, 白色変質帯で高い。白色変質帯には若干の石英細脈が伴われることが普通で, この部分でAu:0.0n g/l程度あるいはあるいはそれ以上の金鉍化作用が認められる(Cordon de la Incaほか)。

Valle del Cura地域の変質帯・鉍化帯は, 調査を行った範囲では, 全て浅熱水性の変質帯・鉍化帯とみなされる(Table II-3-1b, ただしDespobladosは不明瞭)。特に高硫化系の変質が卓越しており, Zancarronのようなvuggy silica + enargiteで特徴づけられる典型的な高硫化系・浅熱水系の鉍床も分布する。Depobladosを除く全ての変質帯でhypogene明礬石は認められ, またvuggy quartzも, Zancarronの他, Carmen Norte, Veladero Norteで認められる。石英脈は, このような酸性変質帯近傍では, ごく希にしか発達しないが, 周辺の中性変質部分では普通に認められる。ただし, Macho Muerto地域の変質帯と異なり, 変質累帯における鉍化帯の占める位置は様々で, Zancarronのように酸性変質帯のvuggy quartzに金・銅鉍化が伴う場合, Carmen NorteやRio Frioのように酸性変質帯の

周辺に発達する中性変質部分で金品位が高い場合、あるいはVeladero Norteのように、低硫化系金鉱化作用との関連が推定される高品位の鉱化帯が認められる場合など様々である。

Fig. 11-3-2にはJones et al. (1996)による第三紀の鉱床区を示す。これによれば、(1)Valle del Cura地域はEl Indio帯のアルゼンティン側に相当すること、(2)この鉱床区は南部で2つに枝分かれし、東側延長部はLa Poposaを含むサブ・ゾーンを形成する可能性があること、また(3)地域北方のMaricunga Beltの南端はMacho Muerto地区に一致する可能性があるらしいことが指摘されている。本調査では鉱床区の検討など、より詳細な解析に必要な年代データの集積に努めた。この一部の結果をFig. 11-3-2に示す。確認したMacho Muerto地区の鉱化帯のK-Ar年代値は、Los Mogotes: 17.1 ± 0.4 Ma, Filo Amarillo: 23.1 ± 0.6 Maであり、Maricunga Beltの既存鉱床群の値と良い一致を示しており(Fig. 1-3-4)、Jones et al. (1996)の解釈を支持する。

年代測定を通じて新知見も得られた。El Potroのセリサイトおよびプロピライトが示すK-Ar年代、 73.7 ± 0.2 Ma, 88.9 ± 0.4 Maは後期白亜紀に相当し、チリのEl Bronco鉱床(79-88Ma)に比較される変質年代を示した(Fig. 11-3-1, 1-3-5)。従って、Macho Muerto地域のポーフィリー型鉱微地グループの生成時期について、後期白亜紀と新第三紀の少なくとも2ステージあることが判明した。なお、東部アンデス地域の中では、白亜紀火成岩はPrincipal-Cordillera地域のEl Pachon層(安山岩、流紋岩)として産することが知られているが、Macho Muerto地区に分布は知られていない。

3-2-2 二畳～三畳系分布域東縁の鉱化帯(Castano地域, Tocota-Colanguil地域, Cordon de la Brea 地域)

二畳～三畳系分布域の東縁には、Paramillos, San Jorge, Alcaparossa, Chitaらの中～小規模のポーフィリー型鉱床・鉱微地が賦存するほか、Castano Nuevo, La Poposaなど精力的な探鉱が行われた浅熱水性金鉱微地が分布する。東部アンデス地域のグランドトルースは、このような既存鉱微地のほか、比較的地質情報の乏しい変質帯・既存鉱微地に対しても実施した。特にCastano地域の変質帯集中域は地質データに乏しく、また衛星画像解析で有望視された地点が多いことから、本年度の重要調査地域とみなされた。

Castano地域に分布する変質帯調査の結果をTable 11-3-2に要約する。特に衛星画像解析の視点から注目されたCastano地域のVenezuera, Portezuero de Amarillo, Avestruces, およびManriqueの各変質帯は、いずれもセリサイト・スメクタイト混合層粘土を主体とし、部分的にセリサイト変質を伴う中性変質がその主体を占めていることが判明した。hypogene明礬石などを産する酸性変質は唯一Venezuera変質帯の頂部に認められるのみで、他の変質帯には観察されない。また、これら全ての変質帯には、石英と微粒の電気石からなるさほど珪化の強くない小レッジが特徴的に分布することが判明した。このような混合

Table II-3-2 Summary of survey results of selected hydrothermal alterations, Castano area, Tocota - Colanguil area, and Cordon de la Brea area.

	host rock	alteration	qz. vein	tourmaline occurrence	mineralization expected	maximum Au (ppb)	maximum Cu (ppm)	maximum Mo (ppm)
Castano								
Venezuera	Choiyoi andesitic lava+pyroclastics	zoning: vuggy silica, alunite+kaolinite > sericite, s/s int. clay, propylite (in alteration fringe)	rare	yes	HS epithermal	65	20	10
dacite stock in Animas	dacite porphyry (Tertiary?)	zoning: qz+sericite+py > qz+s/s int. clay	common	yes	puliton-related (mesothermal)	40	80	7
Portezuelo de Amarillo	Choiyoi andesitic lava+pyroclastics	qz+s/s int. clay	common	yes	(survey insufficient)	tr	29	10
Potrerillos	Choiyoi dacite	qz+s/s int. clay			(survey insufficient)	tr	19	6
Vizcachas	Choiyoi rhyolite	potassic (magnetite+K-fel) with phyllic overprint (qz+sericite)	common	yes	porphyry?	10	3	4
Avestruces	Choiyoi andesitic lava+ pyroclastics, dacite	qz+sericite, qz+s/s int. clay	common	yes	epithermal	5	61	25
Manrique	Choiyoi andesitic lava+ pyroclastics, dacite, limestone	qz+sericite, qz+ts/s int. clay	ubiquitous	yes	epithermal	200	44	214
Tocota-Colanguil								
Tocota	Tocota granodiorite, Carboniferous sedimentary rock	qz+tourmaline+arsenopyrite vein, with K-fel selvage	common	abundant	puliton-related (mesothermal)	6210 (ore)	2910 (ore)	10 (ore)
Vicunita (El Salado)	dacite porphyry (Tertiary?)	zoning: potassic (magnetite+biotite+K-fel) > phyllic (qz+sericite)	stockwork	no	porphyry	1530	7820	201
Las Aguaditas	Granodiorite (Tertiary?)	qz+tourmaline	common	abundant	puliton-related (mesothermal)	3670	230	30
Cordon de la Brea								
Ranchillos	Carboniferous sedimentary rock	qz+sericite	rare	yes	epithermal? puliton-related? (mesothermal)	95	141	3
Pastos Largos	Granite	qz+tourmaline+epidote+K-fel	ubiquitous, calcite common	yes	puliton-related (mesothermal)	20	4130	25

層を主体とする白色変質は母岩の透水性コントロールを被ることが普通で、Venezuera, Portezuero Amarilloの変質縁辺部では、火砕岩・火山岩の互層部がそれぞれ白色変質・緑色プロピライト変質する。採取試料の地化学分析品位は、いずれの変質帯も、地化学異常レベルの金・銅含有量を呈するに留まったが、この中では、特にManrique (Au 200ppb), Venezuera (65ppb)の金分析品位が注目される。Castano地域のこのような変質帯は相互に類似のものと考えられ、Venezueraの産状から、削剥が進んだ高硫化系・浅熱水性の変質帯群あるいはポーフィリー系や上部にあたと推定される。

ところで、James et al. (1996)は、Castano地域の一部をValle del Cura鉱床帯の南東延長部である可能性を指摘し、第三紀生成の鉱微地帯と推定した(Fig. II-3-2)。これによれば、第1、2年次にグラントルースを実施した鉱微地のなかでは、El Retamal, Animasの斑岩、Castano Viejoの多金属鉱脈鉱床群、Castano Nuevoらが第三紀生成の可能性のある地帯にプロットされる。しかしながら、第1年次のEl Retamal調査で採取した変質関係岩脈のK-Ar年代は 374.5 ± 6.2 Ma (後期デボン紀)を示しており、これら鉱微地の全てが第三紀生成であるわけではない。

現地調査はできなかったが、Manrique西方に分布するLas Burras変質帯らは興味深い調査対象と考えられる。これらの変質帯らは第三紀火山岩分布域に位置しており、明礬石を産する記載がある(Gonzalez and Sato, 1998)。また、JERS-1 OPSデータによる解析結果もカオリナイトないし明礬石からなる酸性変質を示しており、Valle del Curaの南部延長に相当する第三紀貫入岩体に伴う変質帯である可能性がある。この地帯は、James et al. (1996)によっても認識されており、Valle del Curaと不連続する地質帯として認識されている(Fig. II-3-2)。

Tocota-Colanguil地域、およびCordon de la Brea地域に分布する鉱微は多様であるが、このなかでは特にポーフィリー型鉱微が注目される。Colanguilバソリス中には、La Poposaのような後期中新世の高硫化系・浅熱水性の金鉱化作用や、Chita およびVicunila (El Salado)のようなポーフィリー型鉱微地(年代測定実施中)が分布する。この地帯には第三紀貫入岩に伴うポーフィリー型鉱床賦存も期待される。

このほか、酸性深成岩体の電気石+石英化する部分、あるいは、石炭紀砂岩・泥岩中に発達する電気石+石英角礫パイプに伴う鉱微も分布する。グラントルースで確認できたこのような鉱化作用には、銅鉱化作用(San Francisco, El Retamalの一部, Tocota - Dos Amigos, Margarita)、および金鉱化作用(Las Aguatidas, Tocota - Colo-Colo, Krimer)の2種がある。このような鉱床の一部では、鉱化作用は電気石+石英化の生成ステージではなく、これを切るより後期の石英脈によりもたらされていることが明瞭に観察できる(Margarita)。従って、電気石+石英化と鉱化の成因的關係はなく、電気石+石英化部分は単に透水性の高い熱水通路として機能した可能性も否定できない。このような鉱床群の生成時代については、多くの場合鉱床関係火成岩とみられる花崗岩類が二疊～三疊紀生成

であることから、この時期と考えられる。ただし、Las Aguatidas鉱微地の母岩となる閃緑岩体は第三紀生成とされており、かなり新規の鉱化作用である可能性もある。いずれにせよ、本調査の中で生成時代の特定には至っていない。

Tocota-Colanguil地域およびCordon de la Brea地域にみられるこのほかの鉱微としては、セリサイトからなる白色変質が揚げられる(Ranchillos, Pastos Largos, El Fierro Alteration)。このような変質帯は電気石を伴う酸性岩体中が母岩となっており、これに微量の石英脈を産することを特徴とする。本地域にはこのほかにも、深成岩関連の鉱脈型金鉱床とみられるLas Openas、多金属鉱脈型鉱床であるEl Salado, El Fierroが分布する。

3-2-3 オルドビス系中の鉱化帯(Pre-Cordillera in La Rioja and San Juan)

第1年次に指摘された有望視される地質状況の1つがオルドビス紀層序である。第三紀酸性貫入岩体はしばしば、Pre-CordilleraあるいはSierra de Pampeanasのようなかなり内陸部まで分布しており、しばしばこのような貫入岩体が、オルドビス紀層序中に現れる場合がある。オルドビス紀層序に挟在される大小の石灰岩あるいはオフィオライトブロックは、熱水に対して反応し易い性状を有しており、しばしば高品位の鉱微をなすことが第1年次報告書で指摘されている。本調査ではこのようなオルドビス紀層序に位置する鉱微に注目して、サンファン州の3か所の鉱微地(Corral, Abundancia-Salamanca, Guachi)およびラ・リオハ州のLa Criollita鉱微地のグランドトルースを実施した。これら鉱微の模式断面図をFig. II-3-3に示す。

現地調査で観察された地質構造、鉱化帯、および変質帯の産状からオルドビス紀層序に伴われる鉱微は2つのタイプに大別可能であると考えられる。1つは断層など既存の構造に著しく規制を被る、CorralおよびGuachiに代表される鉱微地である(Fig. II-3-3a)。両鉱微地に分布する第三紀とみられる(SM Cardo氏)貫入岩はいずれもデイサイト斑岩であり、少なくとも地表部では断層に沿って貫入するストックあるいは岩脈の産状をなしている。これに伴う鉱化帯・変質帯は、断層に規制される形状をとるほか、Guachiのように衛星画像で確認できる程度の広範な変質帯に発展する場合がある。また、このタイプは硫化鉱物に富む脈が多く発達する傾向があり、短時間の調査でも図示するような高品位鉱脈もしばしば発見することが可能である。もう1つのタイプはAbundancia-SalamancaおよびLa Criollitaにみられるスカルン型の鉱微である(Fig. II-3-3b)。このタイプの貫入岩は普通角閃石および黒雲母をマフィックとして産する花崗岩体(Abundancia-Salamancaでは一部同じ鉱物組み合わせの斑岩が産出)に伴われている。花崗岩体は、バソリスというべき大規模岩体として現れており、断層などによる貫入形態の規制は比較的小さい。スカルン鉱化帯では金・銅鉱化が顕著な磁鉄鉱+ザクロ石+緑簾石+/-赤鉄鉱スカルンが分布する。この鉱化帯は花崗岩体と接する石灰岩境界部のごく近傍に限られており、周辺の珪化帯(Criollita)あるいは珪化・細粒黄鉄鉱鉱染帯(Abundancia)では数10ppb程度の金分析品位

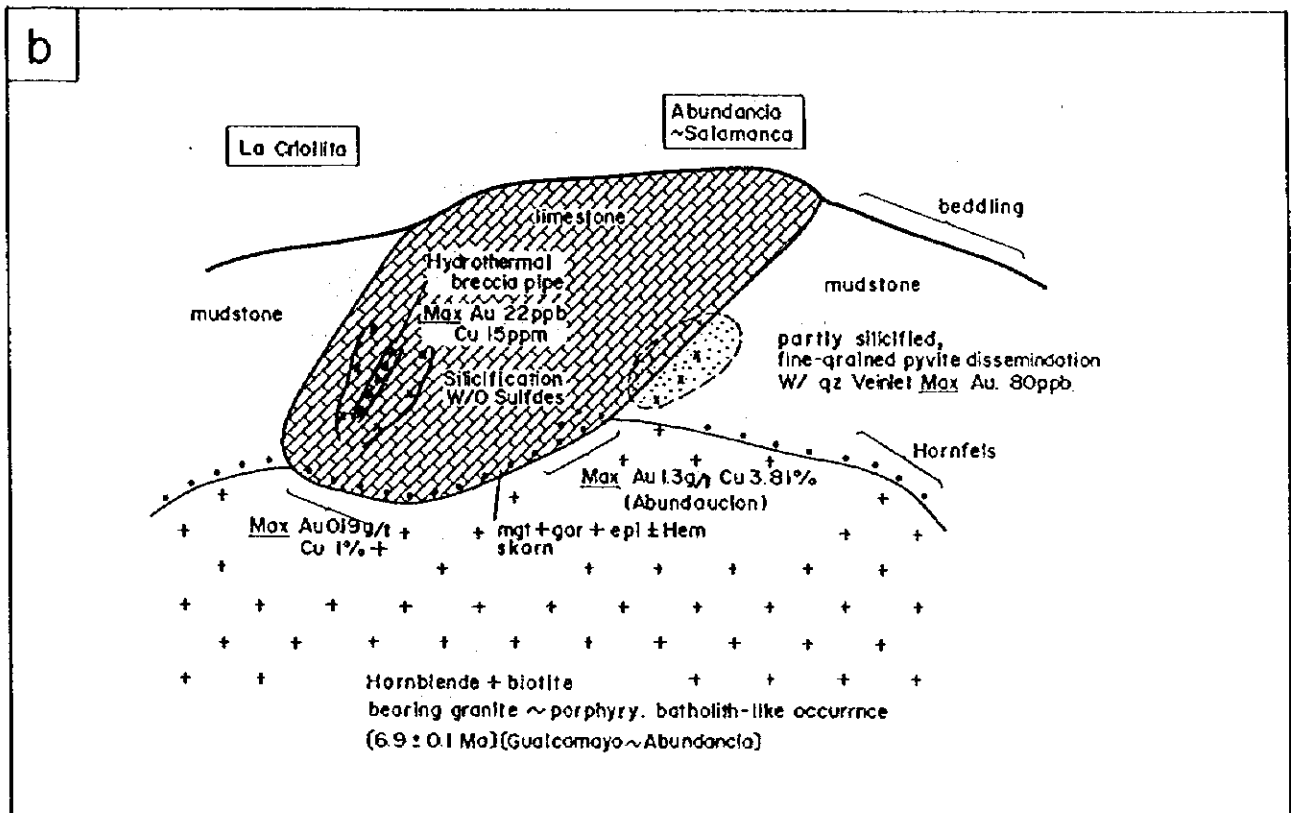
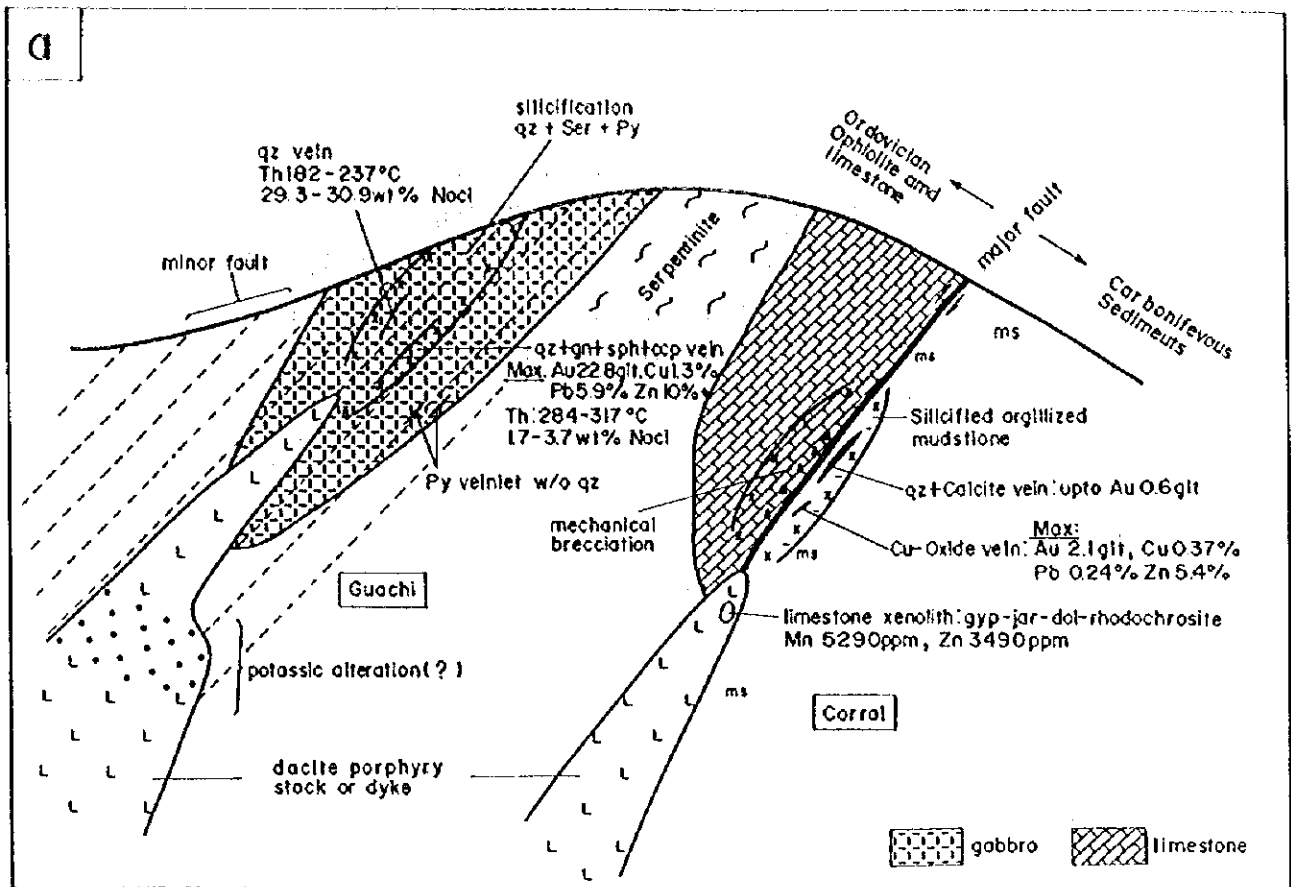


Figure II-3-3 Schematic vertical section superimposed on an acid-sulfate ore deposit model of Bonham (1988)

が認められるに過ぎない。このような周辺変質帯の形状・規模は定かではないが、層理など、断層に比較してやや軽微な構造要素に規制される可能性がある。

このような両者の鉱化様式の違いの原因として、1つには熱水系に作用した封圧の違いを指摘できる。前者の場合、熱水が自由に移動できる通路が既に用意されているため、マグマの冷却に伴い放出された熱水は、ただちに静水圧に近い環境で天水と混合し、熱水活動初期から十分天水を取り込んだ系が成立したと考えられる。系の内部には、沸騰・希釈など環境が急変する場所がいたる所に生じ、比較的長期間、効率的に金属元素の濃集が進んだことが推定される。一方スカルン型鉱微地の場合、マグマの定置から冷却に至るまで、さほど開放的な熱水系を形成するに至らず、封圧の高い、かなり静水圧に近い環境を長期間経験したと想像される。ただし、Criollitaには硫化物を伴わない小規模の熱水角礫岩体も観察されており、かなり末期には解放系に至ったと解釈される。

以上の考察を踏まえれば、オールドビス系の反応し易い母岩の中に、さらに"structural preparation"が用意されている場合、より高品位の鉱化帯の形成が期待される。

3-3 鉱床賦存のポテンシャル

ここでは第1、2年次のグランドトールズ結果を総括し、この中から探査有望地点を具体的に論じたい。探査有望地点の抽出にあたっては主として探査余地が大きく、比較的大規模の鉱床の賦存が期待される鉱微地あるいは変質帯を前章の有望地質カテゴリーに沿って抽出した。なお現在探査が進行中であるプロジェクト地区は基本的に除外した。

Macho Muerto地区およびValle del Cura地域に分布する酸性硫酸塩型金鉱床の場合、酸性変質周辺の中性変質の中で比較的高い金品位を有する傾向があり、主要な探査対象となると考えられる。チリーアルゼンティンの国境地帯に分布する変質帯は、内陸部に分布する変質帯に比較して十分規模が大きく、探査余地の点から有利である。また、Veladero NorteやEl Indioなど、この地帯の既知鉱床にみるように、富鉱部は変質帯深部に剝削を免れて残存している。このような産状を考慮すれば、本地域鉱微の発展余地も大きいと考えられる。以上の点を踏まえれば、Valle del Cura地域のRio Frio変質帯は特に有望な探査対象と考えられる。ここでは、ごく限られた調査のなかでも、地表でAu:0.37g/l、Ag:5g/lを含む珪化レッジが確認されるなど、金・銀の鉱微に富んでおり、また衛星画像から観察される変質帯も径7.5kmX5kmと十分大きく、探査余地も大きいと判断される。このほかの変質帯としては、やや小規模になるものの、Macho Muerto地区のCordon de la Inca, Filo Amarillo-Bordo Atravesadoの熱水系も注目される変質帯である。

またMacho Muerto地域のポーフィリー系鉱微地の中では、El Potro, La Ollita-Vicunila変質帯が注目される。これらの鉱微地は規模が大きい割には、現在までさほど探査が行われているとは言えず、十分探査余地が大きいと考えられる。

二畳～三畳系分布域の東縁にみられる多様な鉱徴・変質帯群の中では、特に第三紀貫入岩体に伴うと考えられるポーフィリー型鉱徴が注目される。メンドーサ州のParamillos地域には、このようなポーフィリー系がまとまって分布している。探査余地の点から考えると、Paramillos Norte - Creston Amarillo, およびCortaderous - San Benicioの両変質帯が注目される。特に前者の場合、強調処理したLandsatカラー比演算画像上で、長径約5kmにおよぶ環状変質帯が抽出されるが(Fig. II-3-4)、現在まで精査が行われた範囲はごく一部に留まっており、特に変質帯東部の探査余地は大きい。Paramillos Norteと呼ばれる変質帯西端の一部では部分的に詳細調査が行われたが、ここでは二次富化を伴うポーフィリー系が確認されており、その他部分の鉱化作用も期待される。またSan Benicio - Cortaderousの場合、Paramillos Norte環状変質帯に比較して、分析品位、変質帯の規模ともにやや劣るものの、明らかなポーフィリー系が認められる。この地区も全体に探鉱が手薄で、探査余地は大きいと考えられる。

またこれら以外では、Colanguilバソリス分布域も探鉱上注目される。このような部分ではVicunilaの産状にみられるように散点的に新しい時代の貫入岩が分布しており、ポーフィリー型鉱徴を形成している可能性がある。なお東部アンデス地域調査では、この点に注目し、El Fierro Alteration, Quebrada de Conconta, Quebrada de Potrereros de Panchaの3地区に対し、新規鉱徴地発見を目的にグランドトルースを実施したがいずれも鉱徴の把握には至っていない。

以上のポーフィリー系以外では、Castano地域のManrique変質帯は浅熱水性金鉱床の賦存が期待される地域として注目される。この変質帯では、地表でAu:0.2g/lの鉱徴(Cardo and Perez, 1995)によれば最大1g/l)が把握されるほか、変質帯の規模も延長5.5kmにおよぶなど探査余地が大きいと考えられる。石英脈の発達程度もCastano地域の類似の変質帯に比較して良く、脈石英の流体包有物試験もほとんどがTh:200°Cを越えない低温生成、また、低硫化系に比較される極めて低い塩濃度(<0.3wt-%NaCl)を有しており、深部の鉱化状況が期待される。

Castano地域西方のLas Burras変質帯周辺も期待される。ここではValle del Curalに比較される、第三紀生成の高硫化系・浅熱水性の金鉱床賦存が期待される。

オルドビス系分布域については、少なくとも25万分の1スケールの衛星画像から判読可能な変質帯は第1年次にグランドトルースを実施したGuachi周辺にしか認められないことから、この地区を除いて探査余地は小さいと考えられる。

結論としては、探査余地が大きく発展が望め、現在探鉱休止している鉱徴地・変質帯としては以下の9地区が掲げられる(Table. II-3-3)。

ラリオハ州: El Potro, La Ollita-Vicunila

サンファン州: Rio Frio, Cordon de la Inca, Filo Amarillo-Bordo Atravesado,
Manrique, Guachi

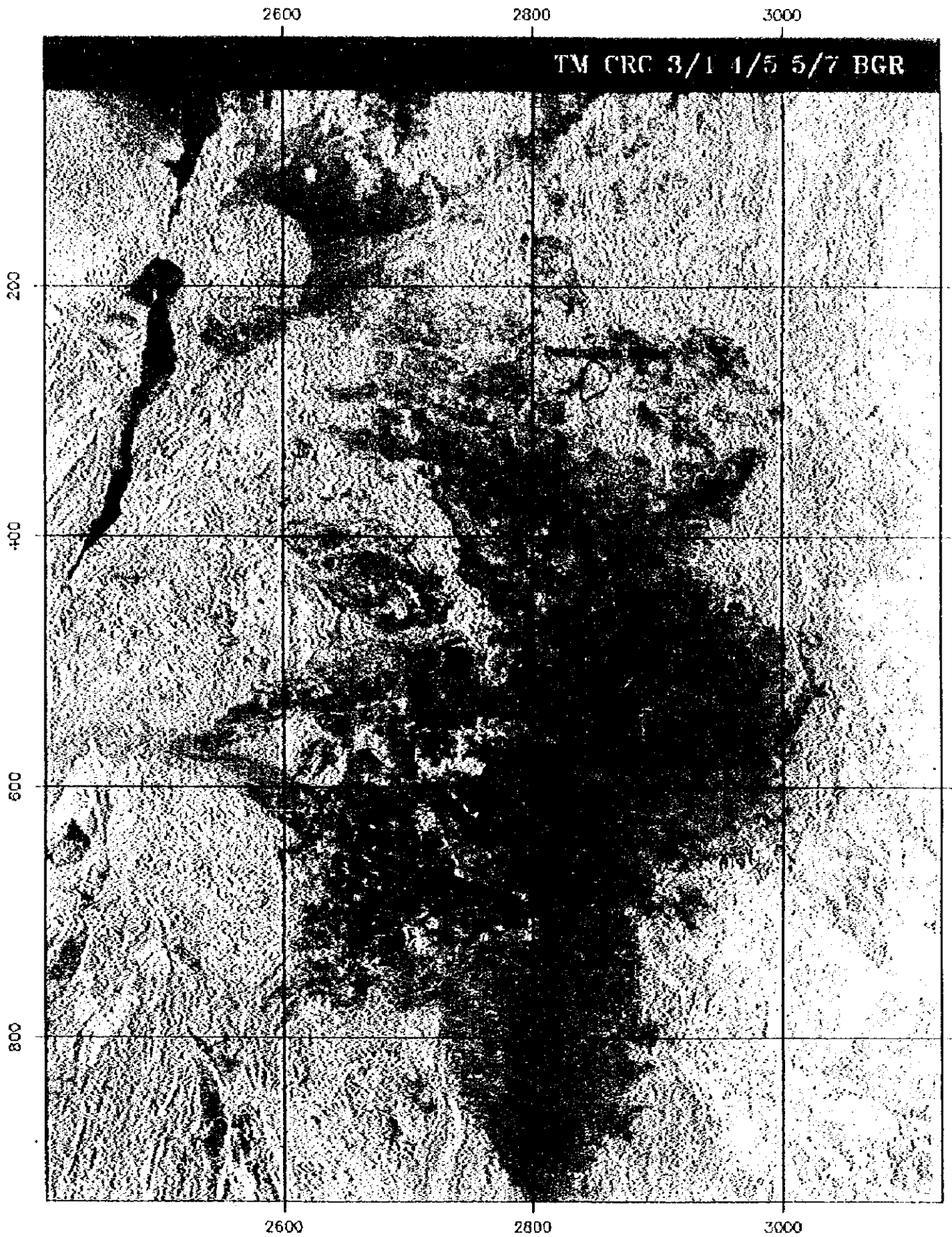


Figure II-3-4 Idealized ore-deposit model of Pre-Cordillera in La Rioja and San Juan

()

()

()

メンドーサ州：Paramillos Norte - Creston Amarillo 環状変質帯, San Benicio -
Corladerous

また新規鉱産地の重点発掘地域として、引き続きColanguilバソリスを掲げる。ここでは第三紀貫入火成岩体の分布に注目したい。またCastano地区西方のLas Burras変質帯周辺はValle del Curaの南部延長に相当すると考えられ、要調査地域として掲げる。

0

0

0

Table II-3-3 Promising groundtruth sites in the Eastern Andean project

Zone*	Area of Groundtruth	Style of Mineralization	Cu contents	Au contents	Dimension	Tertiary Intrusive	Altitude	Access	Reason why selected	Mining Lease	Evaluation
La Rioja											
Zone 1	El Potro	porphyry	0.31%	0.33ppm	9X2.5km	Late Cretaceous	4500-5000m	4x4 vehicle available in summer	Here is well-known Porphyry Au-Cu-Mo mineralized site recognized in Plan-La Rioja, 30years ago. However, it seems that this area has never experienced intensive exploration in spite of its geological potential. The survey team recognized a typical porphyry style alteration and some mineralization.	YAMIRI**	A-
Zone 1	Rio las Tamberias: La Ollita	porphyry (upper part)	370ppm	2.98ppm	20X5.5km (a part)	?	4000-4100m	4x4 vehicle available in summer	These three areas are closely located in the eastern margin of huge alteration of AA6068, and probably cogenetic each other. The most favorable character of these areas is high-gold content. The auriferous porphyry-style mineralization might be encountered at a little more deeper level.	YAMIRI	B+~A-
	Rio las Tamberias: Tamberias		66ppm	(2.92ppm)							
	La Vicunita		(3.29%)	(6.68ppm)							
San Juan											
Zone 1	Rio Frio	epithermal, high-sulfidation	88ppm	(9.9ppm)	7.5X5km	X	4500m	4x4 vehicle available in summer	Both the huge dimension of alteration and high gold value are attractive factors for applying further intensive exploration. Easy access to the Pacific coast. Good target in the Eastern Andean area.	Private	A-
Zone 1	Cordon de la Inca	epithermal, high-sulfidation	22ppm	0.10ppm	8.5x1.5km	?	4200-4500m	4x4 vehicle available	Target of exploration is a neutral pH alteration surrounding acid sulfate alteration core. Limited exploration has been applied.	Private	B+
Zone 1	Filo Amarillo (Cerro Amarillo)	epithermal, high-sulfidation	30ppm	0.065ppm	1.5X0.5km	?	4300-4500m	4x4 vehicle available	Target of exploration is a neutral pH alteration surrounding acid sulfate alteration core. Bordo Atravesado, with fairly large alteration, possibly corresponds to a wide neutral pH fringe of Filo Amarillo. Limited exploration has been applied in both areas.	Private	B~B+
	Bordo Atravesado	high-sulfidation peripheral	960ppm	(0.405ppm)	1.5X0.5km						
Zone 2	Manrique	epithermal gold	44ppm	0.2ppm	5.5X1km	?	3200-3500m	by horse, 20km accessible except winter	Low-sulfidation epithermal gold mineralization can be expected. The vein system and geochemical anomaly are best developed among the white alteration in the Castano area. Fluid inclusion data explains that deeper portion is more promising.	Private	B+
Zone 3	Guachi/Huachi	epithermal style, and possibly porphyry	3.58%	22.8ppm	(5.0x1.7km)	X	3400m	by horse, 7km; accessible except winter	Gold mineralization can be expected. Because of existence of potassic alteration, porphyry system is also possible mineralization to meet. Good exploration target.	Private (mosaic of small mining lease)	A-
Mendoza											
Zone 2	Paramillos Norte	porphyry	(950ppm)	18.14ppm	1.3x1.5km (0.75x0.5km)	X	3100m	4x4 vehicle available, accessible all year around	It is expected that the other porphyry Au-Cu mineralization is found in a circular hydrothermal alteration. There might be an active exploration site in part.	Private	A-
Zone 2	Cortaderas-San Benicio	porphyry? epithermal?	(578ppm)	0.31ppm	(2x1km)	X	3000m+	4x4 vehicle available, accessible all year around	This area clearly shows a porphyry alteration zoning with copper showing. However, limited exploration has been applied.	Private	A-

*Zone 1: Tertiary volcanic region, along the Chile-Argentina nation boundary Zone 2: Eastern margin of Permo-Triassic igneous rocks

Zone 3: Ordovician horizon in Pre-Cordillera

**Mining sector of provincial government of La Rioja. Private company interested in such sites needs to make a joint venture with YAMIRI.

第 III 部

第Ⅲ部

第1章 結論

東部アンデス地域の第2年次調査として、JERS-1 OPS データを用いた変質鉱物の推定分類、およびグランドトールスを実施した。

リモートセンシング変質帯精密解析の結果とグランドトールス調査結果の対比によれば、JERS-1 OPSデータによる変質鉱物の記載には以下の特徴が認められた。(1) JERS-1解析図は明礬石とカオリナイトをしばしば混同する。しかし酸性変質鉱物として一括した場合、かなり精度の良い対応がみられる。(2) 第1年次Landsat TM画像解析で抽出された熱水変質帯にセリサイト系変質が記載される場合、これは現実の表層地質と良く一致する。(3) 熱水変質帯以外の部分、特に水系を中心とした範囲には、著しく広い範囲で誤認が生じるため、必ず比演算画像あるいはフォールスカラー画像で当該変質の妥当性を確認する必要がある。以上の分帯結果の特徴を踏まえた解析を行うことにより、より詳細な変質帯マッピングが可能になる。

第2年次グランドトールスとして、以下に示す6地域に対して40地区の現地調査を実施した：(1)Castano地域、(2)Tocota-Colanguil地域、(3)La Criollita鉱徴地 (Pre-Cordillera in La Rioja)、(4)Cordon de la Brea地域、(5)Macho Muerto地域、および(6)Valle del Cura地域。グランドトールスの結果、第三紀火成岩がまとまって分布するチリとの国境地帯 (Macho Muerto, Valle del Cura) に分布する大多数の鉱床は高硫化系・浅熱水性の変質帯であり、金鉱徴が伴われることが判明した。このような変質帯では、酸性変質の縁辺に発達する中性変質帯中の石英脈が比較的高い金分析品位を呈する傾向があり、探査上注目される。この地域のK-Ar年代測定の結果は、Los Mogotes, Filo AmarilloのようにMaricunga Bellと同じ下部～中部中新世を示すもの、またEl Potroのように後期白亜紀の生成年代を示すものの両者が分布することが判明した。

二疊～三疊紀火成岩分布域東縁には、ポーフイリー型鉱床、多金属鉱脈型鉱床、鉱脈型金鉱床、電気石+石英化する母岩に伴われる金あるいは銅鉱床らの多様な鉱床・鉱徴地が分布する(Castano, Tocota-Colanguil, Cordon de la Brea)。このような鉱床タイプの中では、若い貫入岩体に伴われるポーフイリー型鉱床が探査上最も注目される。特にColanguilバソリス内部に分布するこのような貫入岩体を調査することは意義があり、新規鉱徴地の発見も期待できると考えられる。この主旨から、JERS-1 OPSデータの解析から有望視された2か所のセリサイト変質帯を調査したが鉱徴把握には至っていない。また第1年次の衛星画像解析で有望視されたCastano地区の変質帯群のなかでは、Manrique変質帯が浅熱水性金鉱床の賦存が期待される地域として注目される。

Pre-Cordilleraのオルドビス系(La Criollita)に対してもグランドトルースを行ったが、本年度は有望鉱徴を把握するには至らなかった。衛星画像解析からGuachi以外の地区に認識可能な変質帯は認められないことから、他地域に比較して有望性は低いと判断される。

第1、2年次の調査結果を総括し、この中から探査余地が大きく、銅ないし金の有望鉱徴が認められ、現在探査が行われていない次の9地域を有望地区として抽出した：ラリオハ州：El Polro, La Ollita-Vicunita変質帯、サンファン州：Rio Frio, Cordón de la Inca, Filo Amarillo-Bordo Atravesado変質帯, Manrique, Guachi, メンドーサ州：Paramillos Norte - Creston Amarillo 環状変質帯, San Benicio-Cortaderous.

このほかColanguiバソリス分布域, Castano地域西方のLas Burras変質帯周辺地域は要調査地域である。

第2章 今後の調査への提言

先ず有望地区とした以下の9地区の今後の探査の進め方についてコメントしたい。

ラリオハ州：El Potro, La Ollita-Vicunila

サンファン州：Rio Frio, Cordon de la Inca, Filo Amarillo-Bordo Atravesado, Manrique, Guachi

メンドーサ州：Paramillos Norte - Creston Amarillo 環状変質帯, San Benicio-Cortaderous.

いずれの地区においても今後は地表精査が重要である。1:5,000程度のスケールの図を基に、ロックチップを密に採取、鉱徴を余さず記載することが肝要である。この上、必要に応じて、グリッドサンプリング、トレンチ、またパイロットボーリングを実施することが考えられる。またこのような基本的調査の他に、Rio Frio, Cordon de la Inca, Filo Amarillo-Bordo Atravesadoらの比較的大規模な変質帯では、衛星データを用いて、調査を効率化する方法も考えられる。これらの変質帯は、酸性変質周辺の中性変質が金鉱徴をしばしば伴っており、この中性変質の部分の位置の把握が探査上重要になる。JERS-1 OPSデータによる鉱物記載は、特定鉱物の判別にはやや問題があるものの、酸性変質・中性変質の別はかなりの確からしきで判別可能と考えられる。従って、地表調査に先立って、1:10,000程度のスケールの個々のピクセルが認識可能な判読図を用意し、ある程度優先的に調査を行う範囲を事前に決定することも可能であると考えられる。

以上の有望地区のほか、新規鉱徴地の発見に向けて、特にTocota-Colanguil地区のColanguilバソリスのグランドトルースを継続して行いたい。Colanguilバソリスは南北延長200km以上にわたって分布する広範な花崗岩分布域であるため、ここでも衛星画像を用いた解析が効率が良い。ただしこの地域の場合、バソリスには広範にセリサイト（白雲母）が伴われており、極めて注意を払わない限り、バソリス全体が示すLandsat TM バンド7の異常とこれに貫入する若い時代の貫入岩がもたらす熱水変質の異常を混同し、見落とす恐れがある。このような部分では強調処理した比演算画像を用い、既存鉱徴であるVicunila (El Salado)地区を教師として類似のスペクトル・産状を探す工夫が必要である。事実、このColanguilバソリス中の唯一のポーフィリー型既知鉱徴は1990年代になって発見された新鉱徴地であり、類似の地質環境を新たに発見できる可能性があると考えられる。

Las Burras変質帯を含むCastano地域西方の変質帯は、アクセスは大変であるものの、Valle del Cura地域の南部延長である可能性が高い。ここでは、まず予察調査により変質の概要および鉱徴の有無を把握したい。

References

























- Astini, R. A., Benedetto, J. L., and Vaccari, N. E., 1995, The early Paleozoic evolution of the Argentine Precordillera as a Laurentian rifted, drifted, and collided terrane: A geodynamic model., GSA Bull., 107, pp. 253-273.
- Bastias, H., 1991, Complejo volcanico olivares: un gran evento magmatico Mio-Pliocene en los Andes a 30 de latitud sur., VI Congreso Geologico Chileno, Acta 1. pp. 520-524.
- Bonham, H.F. Jr., 1988, Models for volcanic-hosted precious metal deposits: A review., in Schafer, R.W., Copper, J.J., and Vikre, P.G., eds., Bulk minable precious metal deposits of the western United States, Geological Society of Nevada, p. 259-271.
- Burnham, C. W. and Ohmoto, H., 1980, Late-stage processes of felsic magmatism., Mining Geology special issue, 8, p. 1-11.
- Caminos, R., Nullo, F. E., Panza, J. L., and Ramos, V. A., 1993, 1:500,000 Mapa geologico de la provincia de Mendoza, Republica Argentina., Secretaria de Minería, Servicio Geologico, Argentina.
- Cardo, D. R., 1998, Distrito polimetálico Castano Viejo., presentado para el libro de recursos minerales de la Republica Argentina (in press).
- Cardo, D. R. and Perez L., 1995, Area de alteracion Manrique. SEGEMAR San Juan, Secretaria de Minería, Republica Argentina.
- Cravero, O., 1995, Carta minero-metalogenetica Pastillos, Provincia de La Rioja, Informe preliminar., SEGEMAR La Rioja internal report.
- Davidson, J. and Mpodozis, C., 1991, Regional geologic setting of epithermal gold deposits, Chile., Econ. Geol., 86, pp. 1174-1186.
- Direccion General de Fabricaciones Militares y Provincia de San Juan, 1969, Plan Cordillerano Centro, San Juan, Informes finales, Republica Argentina.
- Fernandez, L. R. R., Heredia, N., Gallastegui, G., Quesada, C., Robador, A., Marin, G., and Cardo, D. R., 1998, Texto explicativo de la carta geologica a escala de 1:1,000,000. N° 3169-14 (Paraje de Castano Viejo).
- Gemuts, I., Little, M. L., and Giudici, J., 1996, Precious and base metal deposits in Argentina, SEG News letter, No. 25.
- Gonzalez, P. D. and Sato, A. M., 1998, Petrologia, geoquimica, y geocronologia del magmatismo de la Hoja 3169-20, "Castano Nuevo", Provincia de San Juan, Argentina.

- Guerrero, M. A., Lavandaio, E., and Marcos, O., 1993, 1:500,000 Mapa geologico de la provincia de La Rioja, Republica Argentina., Secretaria de Minería, Servicio Geologico, Argentina.
- Hunt, G. R. and Salisbury, J. W., 1970, Visible and near-infrared spectra of minerals and rocks: I. Silicate minerals., *Modern Geology*, vol. 1, pp. 283-300.
- Jannas, R. R., Beane, R. E., Ahler, B. A., and Brosnahan, D. R., 1990, Gold and copper mineralization at the El Indio deposit, Chile., *Jour. Geochem. Exp.*, 36, pp. 233-266.
- Japan Mining Engineering Center for International Cooperation (JMEC), 1997, Project finding report, Argentina Republics., MMAJ-JMEC Internal report, p. 211, (in Japanese)
- JICA, MMAJ, and JMEC, 1998, Informe de la exploracion de mineral en la region Cordillera Oriental Andina, la Republica Argentina (Fase I)., p. 233.
- , 1998, Informe sobre el analisis de datos de satelite para recursos minerales en la Republica de Argentina., p. 287.
- Jones, B. K., 1992, Application of metal zoning to gold exploration in porphyry copper systems., *Jour. Geochem. Exp.*, 43, 127-155.
- Jones, J. P., Martinez, R. D., and Rossello, E. A., 1996, La faja volcanica Terciaria del Valle del Cura: Sus posibles continuidades y potencial para localizar world class deposits., XIII Congreso Geologico Argentino y III Congreso de Exploracion de Hidrocarburos, Actas III, pp. 55-71.
- Kay, S. M., Ramos, V. A., Mpodozis, C., and Sruoga, P., 1989, Late Paleozoic to Jurassic silicic magmatism at the Gondwana margin: Analogy to the Middle Proterozoic in North America?, *Geology*, 17, pp. 324-328.
- Lencinas, A. and Tonel, M., 1993, La Breccia Sur del yacimiento de cobre porfirico de Pachon, San Juan, Republica Argentina., XII Congreso geologico Argentino y II Congreso de Exploracion de Hidrocarburos Actas., pp. 241-247.
- Lowell, J. D. and Guilbert, J. M., 1970, Lateral and vertical alteration mineralization zoning in porphyry ore deposits., *Econ. Geol.*, 65, pp. 373-408.
- Lowell, J. D., 1991, The discovery of the La Escondida ore body., *Econ. Geol. Monograph* 8, pp. 300-313.
- Metal Mining Agency of Japan (MMAJ), 1995, Mineral exploration with satellite data, in Technology development report for mineral exploration., Ministry of International Trade and Industry (MITI) of Japan, Tokyo. (in Japanese with English abstract)

- , 1996a, Mineral exploration with satellite data, in Technology development report for mineral exploration., Ministry of International Trade and Industry (MITI) of Japan, Tokyo. (in Japanese with English abstract)
- , 1996b, JERS-1 guide book for mineral exploration users, in Technology development report for mineral exploration., Ministry of International Trade and Industry (MITI) of Japan, Tokyo. (in Japanese with English abstract)
- Minera Cordillerana S. A., 1981, Proyecto de exploracion mina la Negrita.
- Moguilner, M. R., Carril, F., Simon, W., Gardinali, A., and Weidmann, R., 1985, Diagnostico menero de la Provincia de San Juan., II ETAPA-1985, Mapa metalogenetico de la provincia de San Juan., Convenio C. F. I., Departamento de Minería.
- National Mining Secretaria, 1994, Mining Investment in Argentina: Directory of opportunities - Edition 1994.
- Norwest Mine Services, Inc., 1993, Feasibility study to encourage mining investment in Argentina., Salt Lake City, Utah.
- Ragona, D., Anselmi, G., Gonzalez, P., and Vujovich, G., 1995, 1:500,000 Mapa geologico de la provincia de San Juan, Republica Argentina., 1995, Secretaria de Minería, Servicio Geologico, Argentina.
- Ramos, V. A., Jordan, T. E., Allmendinger, R. W., Mpodozis, C., Kay, S. M., Cotes, J.M., and Palma, M. A., 1986, Paleozoic terranes of the central Argentine Chilean Andes., *Tectonics*, 5, pp. 855-880.
- Ramos, V. A., 1994, Field guide: Geology of the Cordillera Principal., 4th International Congress on Jurassic Stratigraphy and Geology, Neuquen-Mendoza, October 15-27.
- Rodriguez Fernandez, L.R., Heredia, N., Gloria Gallastegui, Quesada, C., Mario, G., and Cardo, D.R., 1998, Text explicativo de la carta geologia a escala de 1:100,000 N3169-14 (Paraje de Castano Viejo)
- Sato, A. M., Llanbias, E. J., Shaw, S. and Castro, C. E., 1990, El balolito de Colanguil: modelo de magmatismo Neopaleozoico de la provincia de San Juan., *Relatorio 11° Congreso Geologico Argentino*, pp.100-122.
- Sillitoe, R. H., 1973, The tops and bottoms of porphyry copper deposits., *Econ. Geol.*, 68, pp. 799-815.
- Sillitoe, R. H., 1977, Permo-Carboniferous, Upper Cretaceous, and Miocene porphyry copper-type mineralization in the Argentinian Andes., *Econ. Geol.*, 72, pp. 99-109.

- Sillitoe, R. H., 1991. A special issue devoted to gold deposits in the Chilean Andes -Preface., *Econ. Geol.* vol. 86, pp.1153-1154.
- SONOMA Resource Corporation, 1997, Castano Nuevo prospect, San Juan province, Argentina., 5 p. with 2 figures.
- Sureda, R. J. and Martine, J. L., 1990, El Aguilar mine: An Ordovician sediment-hosted stratiform lead-zinc deposit in the Central Andes., Fontbote, L., et al. ed. : *Stratabound Ore Deposit in the Andes*, Springer-Verlag, Berlin.
- Titley, S. R., 1993, Characteristics of porphyry copper occurrence in the American Southwest., Kirkham et al. ed. *Mineral deposit modeling*, Geological Association of Canada, Special pap., pp. 433-464.
- United Nations (UN), 1968, Mineral survey in the Andean Cordillera, Argentina., United Nations Development Program, final report, New York.
- United Nations (UN), 1970, Investigation of porphyry copper type mineralization in the province of Mendoza, Neuquen, and San Juan, Argentina., New York.
- Villa, T. and Sillitoe, R. H., 1991, Gold-rich porphyry systems in the Maricunga Belt, Northern Chile., *Econ. Geol.*, 86, pp. 1238-1260.
- Williams, W. C., 1996, San Jorge porphyry copper project, Mendoza, Argentina., *Argentina mining '96 field excursion guidebook*, Grupo Minero Aconcagua S. A.
- Zappettini, E. O., 1996, Argentina's mining potential., *Mining Magazine* April, pp. 214-222.

Table II-1-1 Legend of a comprehensive interpretation map.

Legend	
<u>Geology and Geologic Structure</u>	<u>Geography</u>
 geologic boundary	 major river
 hydrothermal alteration	 lake
 lineament, joint (broken line: not sure)	 national major road
 lineament of thrust fault	 provincial major road
 circular structure (broken line: not sure)	 minor road
 bedding (low/ moderate/ high inclination)	 rail way
 anticline	 city, town, village
 syncline	 nation boundary
 overturned anticline	 crowd coverage
 overturned syncline	
 cauldron, volcanic pit	
 <u>Hydrothermal Alteration</u>	
 area of JERS-1 OPS data analysis	
AA1001 number of hydrothermal alteration	
 alunite dominant alteration detected by JERS-1 OPS data	
 Kaolinite dominant alteration detected by JERS-1 OPS data	
 Sericite dominant alteration detected by JERS-1 OPS data	

Lithology

Unit	Photo-characteristics		Drainage		Rock Resistance	Bedding	Inferred Lithology (Correlation to published geologic maps)
	Tone	Texture	Pattern	Density			
Qa	gray, grayish white	fine	meandering	very low	very low	-	Unconsolidated sediments composed of gravel, sand, and silt (Quaternary: recent alluvial deposits)
Qd	yellow	medium	-	-	very low	-	Unconsolidated sediments mainly composed of sand (Quaternary: eolian deposits)
Qe	white, bluish white	fine	-	-	very low	-	Unconsolidated evaporated sediments (Quaternary: Marshy sediments)
Qf	light purple, gray	fine	distributary	medium to high	very low	-	Unconsolidated sediments composed of gravel, sand, etc. (Quaternary: composite fan deposits)
Qg	blue	fine	-	-	very low	-	Glacial deposits (Quaternary: glacial deposits)
Qv	dark gray, brown	medium	radial	low	medium to high	almost massive	Recent volcanic products (Quaternary: stratovolcanos composed of andesite and basalt)
Pt	reddish brown	fine	parallel	very low	very low	-	Unconsolidated sediments composed of laterized gravel, sand, silt (Pleistocene: talus deposits)
Psf	purplish gray	coarse	parallel	high	medium	-	Unconsolidated composite fan deposits composed of gravel, sand, etc. (Pleistocene)
Plv	dark purple, brown	medium	radial	low	medium to high	almost massive	Relatively young lavas (Pliocene: stratovolcanos composed of andesite and basalt)
Pls	light purple, gray	fine	pinnate, parallel	high	low to medium	partly bedded	Fine to medium-grained brittle sedimentary rocks (Upper Pliocene: conglomerate, sandstone, mudstone, etc.)
Plsf	purplish gray	coarse	parallel	high	medium	-	Composite fan deposits composed of gravel, sand, etc. (Pliocene)
Pli	light gray, light purple	coarse	pinnate	high	low	densely bedded	Fine to medium-grained brittle sedimentary rocks (Lower Pliocene: sandstone, mudstone, etc.)
MiPl	bluish green gray	medium	dendritic	high	medium	partly bedded	Andesitic, rhyolitic, and basaltic volcanic rocks (Miocene to Pliocene: volcanic rocks)
Mis	light purplish gray, grayish white	fine	pinnate, parallel	high	medium	well bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Upper Miocene: conglomerate, tuffaceous sandstone, mudstone, etc.)
Mim	dark greenish blue	fine	pinnate	high	medium	partly bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Middle Miocene: sandstone, conglomerate, mudstone)
Miv	dark gray, gray	fine	pinnate	medium	medium	-	Volcanic rocks (felsic?) (Middle Miocene: dike rocks, effusive rocks, etc.)
Mii	greenish gray, yellowish gray	fine	pinnate	medium	medium	-	Intermediate volcanic rocks (Lower Miocene: effusive rocks, etc.)
Mimv	greenish brown	coarse	pinnate, dendritic	low to medium	high	-	Volcanic rocks (Middle Miocene: acidic volcanic rocks)
Mi	gray	fine	pinnate	medium	medium	almost massive	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Miocene: gravel, sand, silt, ignimbrite, etc.)
OI	dark green	fine	pinnate, trellis	high	medium	partly bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Oligocene: sandstone, conglomerate, mudstone, andesitic volcanic breccia, etc.)
OIMiv	dark green	fine	pinnate, trellis	high	medium	partly bedded	Volcanic and pyroclastic rocks (Paleocene to Miocene: acidic volcanic rocks, etc.)
Ev	brownish blue, dark grayish blue	coarse	dendritic	high	low to medium	partly bedded	Volcanic and pyroclastic rocks (Paleocene to Eocene: continental lava, ignimbrite, sandstone, agglomerate, etc.)
PaEo	bluish purple	fine	dendritic	high	medium	-	Acidic volcanic rocks (Paleocene to Eocene: rhyolitic, basaltic lavas)
KTv	brownish blue, dark grayish blue	coarse	dendritic	high	low to high	partly bedded	Volcanic and pyroclastic rocks (Upper Cretaceous to Lower Tertiary: andesitic/rhyolitic lava, volcanic breccia, ignimbrite, etc.)
Ks	greenish gray	medium	pinnate, dendritic	high	medium	partly bedded	Medium to coarse grained sedimentary rocks (Upper Cretaceous: andesite, dacite, etc.)
K	dark greenish gray, yellowish brown	medium	sub-dendritic	high	low to medium	bedded	Medium to coarse-grained sedimentary rocks (Cretaceous: sandstone, conglomerate, mudstone, etc.)
Km	bluish green	coarse	dendritic	medium	high	-	Medium to coarse-grained sedimentary rocks (Middle Cretaceous: sandstone, conglomerate, etc.)
Ki	light brown	fine	pinnate	medium	low to medium	bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Lower Cretaceous: sandstone, mudstone, siltstone, conglomerate, limestone, etc.)
Kia	bluish brown	fine	dendritic	very high	low	-	Volcanic rocks (Lower Cretaceous: andesitic, dacitic, volcanic breccia, etc.)
Kib	whitish yellow	coarse	parallel	medium	medium	-	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Lower Cretaceous: sandstone, calcareous sandstone, etc.)
Js	dark brown, brown	coarse	dendritic, sub-parallel	medium	medium to high	partly bedded	Medium to coarse-grained sedimentary rocks (Upper Jurassic: conglomerate, sandstone, andesitic volcanic breccia, etc.)
J	brown	medium	dendritic, pinnate	medium to high	medium to high	sparse	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Jurassic: conglomerate, sandstone, tuff, etc.)
Ja	brown	coarse	dendritic	medium	medium	-	Medium to coarse-grained sedimentary rocks (Jurassic: sandstone, calcareous sandstone, etc.)
Jb	greenish brown, yellowish gray, brownish gray	fine to medium	pinnate	medium	medium to high	partly bedded	Volcanic sedimentary rocks, fine to medium-grained sedimentary rocks (Jurassic: andesitic tuff, conglomerate, sandstone, siltstone, etc.)
Jv	brownish blue, dark grayish blue	coarse	pinnate, dendritic	high	medium	partly bedded	Volcanic and pyroclastic rocks (Jurassic: andesitic tuff, lava, etc.)
Ji	light brownish gray	fine	pinnate	high	medium	bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Jurassic: sandstone, calcareous sandstone, limestone, mudstone, etc.)

Trs	gray, whitish gray	fine	dendritic	medium	low	partly bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Upper Triassic: continental sandstone, mudstone, intermediate tuff, etc.)
Trv	purplish brown	fine	dendritic	high	medium	partly bedded	Volcanic rocks (Upper Triassic: effusive rocks)
Trms	dark blue, purplish brown	fine to coarse	pinnate, dendritic	high	medium to high	partly bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks and volcanic rocks (Middle to Upper Triassic: sandstone, conglomerate, mudstone, and volcanic rocks)
Tr	brown, brownish gray	medium	pinnate	high	medium	partly bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Triassic: sandstone, conglomerate, siltstone, volcanic rocks, etc.)
Tre	grayish green	fine	sub-dendritic	low	medium	partly bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Triassic: continental sandstone, mudstone, etc.)
Trd	light yellowish brown	coarse	pinnate, sub-trellis	high	high	well bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Triassic: continental sandstone, mudstone, etc.)
Trc	purplish gray, green	fine	trellis	medium	low	partly bedded	Medium to coarse-grained sedimentary rocks (Triassic: continental sandstone, mudstone, etc.)
Trb	light purplish gray	medium	dendritic	medium	medium	-	Medium to coarse-grained sedimentary rocks (Triassic: continental sandstone, mudstone, etc.)
Tra	purplish gray, dark green	medium	dendritic	low	medium	partly bedded	Medium to coarse-grained sedimentary rocks (Triassic: continental tuffaceous sandstone, black mudstone, conglomerate, etc.)
Trm	blue, dark blue, yellowish white	coarse	parallel, dendritic	high	low to medium	partly bedded	Medium to coarse-grained sedimentary rocks (Middle Triassic: continental sandstone, conglomerate, intermediate tuff, etc.)
Tri	yellowish gray, white, greenish gray	medium	dendritic	high	medium	bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Lower Triassic: continental sandstone, conglomerate, acidic tuff, etc.)
PTrv	light brownish gray	medium	dendritic	medium	medium	massive	Volcanic rocks (Upper Permian to Triassic: volcanic rocks)
Ps	brownish gray, purplish brown	coarse	pinnate, dendritic	high	medium to high	partly bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Upper Permian: continental quartzose sandstone, conglomerate, etc.)
Psv	green, yellowish green	coarse	pinnate, trellis	high	medium	-	Volcanic rocks (Upper Permian: acidic to intermediate volcanic rocks)
Psvb	green, greenish gray	coarse	dendritic	very low	high	-	Volcanic rocks (Upper Permian: acidic porphyry)
Psva	greenish brown	medium	pinnate	medium	medium to high	partly bedded	Volcanic rocks (Upper Permian: dacite, rhyolite)
Pmv	reddish brown, dark green	coarse	dendritic	high	medium	partly bedded	Intermediate volcanic rocks (Middle Permian, andesite, dacite)
P	yellowish brown, light yellowish gray	coarse	pinnate, sub-trellis	medium	medium to high	partly bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Permian: continental quartzose sandstone, conglomerate, etc.)
Piv	dark blue	medium	dendritic	medium	medium	massive	Volcanic rocks (Lower Permian: volcanic rocks)
CTr	purplish brown	medium	parallel	medium	medium	-	Volcanic rocks (Carboniferous to Triassic: tuff, volcanic breccia, etc.)
CTrv	brownish purple	medium	dendritic	high	medium	massive	Volcanic rocks (Carboniferous to Triassic: tuff, volcanic breccia, lava, ignimbrite, etc.)
CP	brown	coarse	pinnate	high	medium	almost massive	Fine-grained sedimentary rocks (Carboniferous to Permian: mudstone, slate, sandstone, conglomerate, limestone, etc.)
CPb	reddish brown	coarse	dendritic	medium	high	partly bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Carboniferous to Permian: continental sandstone, etc.)
CPa	bluish brown	medium	dendritic	medium to high	medium	partly bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Carboniferous to Permian: continental sandstone, etc.)
Csv	dark brown	medium	sub-trellis	medium	medium to high	partly bedded	Volcanic rocks (Upper Carboniferous: porphyry, agglomerate, volcanic breccia, andesite lava, etc.)
Cs	light pinkish gray	coarse	trellis	medium	medium to high	bedded	Medium-grained sedimentary rocks (Upper Carboniferous: sandstone, mudstone, volcanic breccia, etc.)
Ci	light brown	coarse	trellis	medium	medium	bedded	Medium to coarse-grained sedimentary rocks (Lower Carboniferous: conglomerate, sandstone, etc.)
Dc	purplish brown	fine	dendritic	low	medium to high	partly bedded	Coarse-grained sedimentary rocks (Devonian to Carboniferous: sandstone, mudstone, conglomerate, etc.)
Ds	purplish brown, dark bluish brown	medium	trellis, parallel	medium	medium to high	partly bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Upper Devonian: sandstone, mudstone, etc.)
D	purplish brown	coarse	dendritic	medium	medium	-	Medium to coarse-grained sedimentary rocks (Devonian: marine sediments)
Di	dark purple	fine	trellis	medium	high	partly bedded	Medium-grained sedimentary rocks (Lower Devonian: mudstone, sandstone, etc.)
SD	purplish brown	medium	trellis	high	medium to high	partly bedded	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Silurian to Devonian: sandstone, conglomerate, etc.)
S	light purplish brown	coarse	pinnate	high	low	partly bedded	Fine-grained sedimentary rocks (Silurian: mudstone, etc.)
Os	purplish brown	coarse	trellis	high	high	almost massive	Fine-grained sedimentary rocks (Upper Ordovician: sandstone, mudstone, etc.)
Osc	light brownish gray	medium	pinnate	medium	medium	partly bedded	Fine-grained sedimentary rocks (Upper Ordovician: limestone?)
O	gray to white	medium	-	high	medium	-	Fine-grained sedimentary rocks (Ordovician, marine sediments)
Oim	purplish brown, light pinkish gray	coarse	dendritic	high	medium to high	almost massive	Fine-grained massive sedimentary to metamorphic rocks (Lower to Middle Ordovician: meta-sedimentary rocks, volcanic rocks)
Oi	light pinkish gray	fine	trellis	medium	very high	almost massive	Medium-grained sedimentary rocks (Lower Ordovician: phyllite, schist, limestone, etc.)
Oiv	purplish brown	coarse	dendritic	medium	medium to high	almost massive	Fine to medium-grained sedimentary rocks (Lower Ordovician: meta-sedimentary rocks, volcanic rocks)
Es	grayish white, light brownish gray	medium	pinnate, trellis	high	high	-	Medium to coarse-grained sedimentary rocks (Upper Cambrian: limestone, dolomite, chert, etc.)

Pzm	dark blue	medium	dendritic	high	very high	massive	Medium-grained meta-sedimentary rocks (Paleozoic: schist, meta-sandstone, gneiss, etc.)
PRs	bluish gray, grayish white	coarse	dendritic	high	high	-	Sheared metamorphic rocks (Proterozoic: quartzite, calcareous, etc.)
PRm	purplish brown	coarse	dendritic, rectangular	high	very high	massive	Medium-grained sedimentary rocks (Proterozoic: gneiss, schist, etc.)
PR	brown, greenish brown, purple	coarse	dendritic	high	high	-	Sheared metamorphic rocks (Proterozoic: gneiss, schist, etc.)
γt	light grayish white	coarse	dendritic	high	high	-	Felsic igneous rocks (Tertiary: undivided granitic rocks)
αm	yellow, brown	medium	dendritic	medium	medium	-	Intermediate volcanic rocks (Late Triassic: intrusive rocks at the bottom of volcano)
βm	dark purple	coarse	parallel	medium	medium	massive	Mafic igneous rocks (Triassic: basalt)
γm	light brownish gray	medium	dendritic	medium	high	-	Felsic igneous rocks (Permian/Triassic: undivided granitic rocks)
δp	yellow, brown	medium	pinnate	medium	medium	-	Volcanic rocks (Middle Permian: rhyolite)
γpd	gray	medium	-	-	very high	-	Dyke rocks in γp
ρp	brown	fine	dendritic	medium	very high	-	Felsic igneous rocks (Permian: porphyritic rocks)
γp	light grayish white	coarse	dendritic, rectangular	high	very high	-	Felsic igneous rocks (Silurian/Devonian: undivided granitic rocks)
σPb	light green, purplish brown	coarse	pinnate	high	medium	-	Mafic igneous rock (Paleozoic: gabbro, diorite)
σPa	bluish gray	fine	pinnate	medium	high	-	Mafic igneous rocks forming annular structure (Paleozoic: peridotite, serpentinite)
γpr	purplish brown, light greenish brown	coarse	dendritic, trellis	high	very high	-	Felsic igneous rocks (Proterozoic: undivided granitic rocks)

Alteration

Number of Alteration	Lithology observed	Dimension (km)	Elongation	Intensity of alteration*	Structure Texture	Alteration Mineralogy mapped by UERS-I OPS data	Prospect included
AA6025	Miv	8X2.5		2	lineament (NNE-SSW, NNW-SSE)		Veradero Sur
AA6026	Miv	3X3		2			Los Desdoblados
AA6027	Miv	2X1		2	Intrusive		
AA6028	Miv	1.5X1		2			
AA6030	Ps/Triv	7.5X4		2	lineament (NNW-SSE)		Cerro Colorada, Veladero Centro
AA6031	Ps/Triv	6X3		2			
AA6032	γp, Ps/Triv	18X5		2	lineament (N-S)	In northern central, Kao zone is located with small Alu zone in the NW, Alu zones are distributed in four zones at the northern area and four Ser zones are scattered in north east end and west edge of northern central area	La Ortiga
AA6033	γp	6X3		2			Nevada (Chile), Lama
AA6035	γp	2.5X0.5	N-S	2			Los Amarillos
AA6036	γp	12X3	NNW-SSE	2	lineament (N-S)		Manifestation NN
AA6037	γp	2.5X1.5		2		Kao predominates in the west and Alu predominates in the east	
AA6038	Mim, γt	4.5X1.5		2	lineament (NNW-SSE)	Small Kao zone is located at the north end with very small Alu zone while Alu zone with small Ser and Kao zone is located in the south	
AA6043	Mim	2X1		1		Long narrow Alu zone is located in N-S direction, surrounded by three Kao zones and Ser zone in the peripheral	
AA6045	Mim	0.5X0.5		1	argillitic intrusive or playa		
AA6047	Ps/Triv	1.5X1.5		2	lineament (N-S)	Kao area predominates in central and surrounded by Ser zone. Small Alu zone is located in the south end	
AA6048	Mim	1.5X0.5		1	playa (?)		
AA6051	γp, OIMiv	6X5		1		Alu zones are distributed in 6 zones, one in northern edge is along with small Kao and Ser zone, small Kao area is located besides second one from north	
AA6052	OIMiv	1.5X0.5		1		Alu predominates	
AA6053	OI/OIMiv	2X1		2	lineament (NW-SE)	Alu predominates in northern part while Ser predominates in southern area	Rio de la Flecha
AA6054	γt	1.5X0.5		2	lineament (NNE-SSW)	Kao predominates and Ser zone is located in eastern edge	
AA6055	OI/OIMiv	8.5X1.5	NE-SW	2		Three zones are distributed, Kao area is surrounded by Ser in the east and surrounded by Alu in the west, while the other is pure Kao zone	Cordon de la Inca
AA6056	γt	1.5X0.5	NE-SW	2	Intrusive	Alu zone is surrounded by Kao, Ser zone is located in the western edge	Cerro Amarillo
AA6057	OI/OIMiv	0.5X0.5		2	circular structure, lineament (NE-SW)	Ser is distributed in the NE edge in NW-SE direction	
AA6058	γp	4X1.5		2		Alu predominates in northern area and Kao predominates in southern area	Los Mogotes
AA6059	γp	1.5X1		2	lineament (ENE-WSW)	Ser predominates in center	Ranchillos
AA6060	Cs	3X1.5		2		Ser zones are distributed besides Goe zones	Las Sapitos
AB6001	DC	0.5	N-S	1	N-S		Umango
AA6063	γp, OIMiv	9X2.5		2		Zonal distributions of Alu in northern central and Kao in southern central, small zone of Kao in northern edge and those of Kao and Alu in western area	El Potoro
AA6064	γp, OIMiv	3X1.5		2	lineament (NE-SW)	Zonal distribution of Kao in northern area	
AA6065	OI/OIMiv	3.5X1		1	lineament (NE-SW)		
AA6066	Ov	2X1.5		2		Kao predominates in southern area and small Alu areas are distributed in northern edge	Rio Blanco
AA6067	Ov	1X0.5		2	Intrusive	Kao predominates while small Ser zone in center and Alu zone in western edge	
AA6068	γp, Tv	20X5.5	NE-SW	2	lineament (N-S)	Kao predominates in several scattered areas in center, Alu and Ser zone is distributed in north-eastern and western area	Cerro Colorada, La Ollita
AA6073	Cs	5X1	NNE-SSW	2	lineament (NE-SW)	Clear Alu zone in northern edge, Ser and Alu areas are distributed in southern area	Camerito
AA6074	Cs	1X0.5		2			
AB7001	Os	1.5X0.5	NE-SW	2	lineament (NNW-SSE)		
JE101	pt	7.5X5	N-S	2	lineament (N-S)	Kao predominates in most of the area	Rio Frio
AA7043	γp, OIMiv	4X3.5	E-W	2		Kao predominates in most of the area and Ser zones are located in north- and west-end	Del Carmen (Carmen Norte)
JE102	γp	4X1	N-S	2		Kao predominates the area with Ser fringe, Alu appears at NE corner	

JE103	γp	6X2.5	N-S	2		Kao predominates the area with Ser fringe	
JE104	γp	1.5X0.5	NW-SE	1		Kao predominates	
JE105	γp	1.5X1	N-S	1		Kao predominates	
AA7046	γp,Of	2X1.5	E-W	0.5			
AA7047	γp	3.5X2	N-S	0.5			
AA7049	γp	9X3	NNW-SSE	1			Las Openas
AA7050	CPb	2X1.5	E-W	1		Kao predominates in central with very small Alu zones at the north	(weathered granite w/ muscovite)
AA7051	γp	2X1	NNW-SSE	1		Ser predominates	
JE106	Cpa	0.5		1		central Kao with Ser fringe	(weathered granite w/ muscovite)
AA7052	CPb	2X1	NW-SE	2		Kao predominates	
AA7053	CPb	3X1.5	NNW-SSE	2			
AA7054	CPb	3.5X1.5	N-S	0.5			Quebrada de Pismanta
AA7055	CPb	2.5X1.5	WNW-ESE	1	circular structure	Kao zones are located in north and south	La Poposa
AA7056	γm	5.5X5	N-S	2	lineament (NW-SE, N-S)	Ser zones are distributed in three parts in which small Kao zones are located	
AA7057	Cpa,CPb	1.5X0.5	N-S	1		Kao predominates in central small area with small Ser zones	
AA7058	γp,CPb	3X1.5	NNW-SSE	1		Goe zones are distributed with small Kao zone	
AA7059	αm	5.5X2	N-S	1		Kao predominates in central area surrounded by Ser zones	Guanaqueros
AA7060	γp	1.5X1	NNW-SSE	1	circular structure		San Francisco de los Andes
AA7061	Psva	1.5X1	N-S	1		Kao predominates surrounded by Ser areas	
AA7062	Psva	5X1.5	ENE-WSW	1		Kao predominates in northern area and Ser predominates in southern area	
AB8001 (AA7064)	Ps,αm	6X1.5	N-S	2	circular structure	Ser and Kao distributes, Ser predominates in western half	El Retamal
AA7065	γp	2X1	N-S	2		Alu predominates with small two Kao zones surrounded by Ser zones in the north	
AA7066	αm	5X2	N-S	2	circular structure, lineament (NW-SE)	Kao predominates in western area while Ser zones are located in the east	Avestruces
AA7067	αm	3.5X1.5	N-S	2	margin of circular structure	Ser zones are located in two areas	Portezuero de Amarillo
AA7068	Trv	2.5X1.5	WNW-ESE	2	circular structure	Kao predominates in south and Ser predominates in north	Venezuera
JE107	Trv			2		Aggregate of smallish Ser alteration crotis	Potreriillos
AA7069	γp	5.5X1	ENE-WSW	2	lineament (N-S, NW-SE), circular structure	Ser zone is located from west to NE with small three Kao zones in the west	Manrique
AA7070	Psva	5X1	N-S	1	lineament (N-S, E-W)	Kao predominates northern area and Ser predominates in the south	Portezuero Las Burras
AA7071	αm	1X0.5	NNE-SSW	2		Ser predominates	
AA8054	Ps	2.5X0.5	NW-SE	1	lineament (N-S, NW-SE)	Kao predominates with small Goe zone in center and small Ser zone in NE edge	
AA8070	Ps, γp, Trv	4X3	E-W	2			
AA8057	OIMiv	1X0.5	NNE			Ser predominates in the south and Kao predominates in the north with very small Alu zone	
AA8010	γp	2X1.5	N-S	2	intrusive	Kao predominates with small two Ser zones in the SE	
AA8011	γt	2X1.5	NE-SW	2	intrusive	Kao predominates with small two Ser zones in the north and south, and Goe zones are located in the edges of east and west	
AA8012	γt	2X1.5	NE-SW	2		Kao predominates with Ser zones in northern to western edge	Rincones de Araya
AA8013	γt	1X0.5	NW-SE	2		Kao predominates with small Ser zone in the southern edge	
AA8014	γt	2.5X1.5	NNW-SSE	2		Kao zone is located from NW to SE along with Ser zone	
AA8015	γt	3X2	NE-SW	1	circular structure		
AA8016	Ps	1.5X0.5	N-S	2	lineament (NNW-SSE)	Two areas divided to Ser zone and Kao zone	
AA8020	γt	3.5X2	WNW-ESE	2	lineament (NNW-SSE), intrusive	Kao predominates with Ser zone in east and south edge	El Alter, Rincon del Cenicero
AA8022	Jb	2X1.5	WNW-ESE	2		Kao predominates with Ser zone in the western edge	
AA8023	γt	2.5X1.5	NE-SW	2		Ser zone runs from NEE to WSW in which small Kao zone is located	
AA8025	Ks	6X2	ENE-WSW	2	circular structure, lineament (NNW-SSE)	Kao predominates with Ser zone in SE	El Pachon
AA8028	Mii	3X1.5	NE-SW	2		Ser zones are located in the peripherals	Yunque
AA8030	Mii	2X1.5	WNW-ESE	2	circular structure	Small Kao zone in the west	
AA8049	Ks, Mipl	4X2.5	N-S	2	circular structure		El Indio
AA8058	γt	2X1	NNW-SSE	2	intrusive	Ser predominates with Kao zone in the north to west peripherals	

AA8059	yt	2X1	E-W	1	circular structure (a little vague)		
AA8060	Ps	1.5X1	NNE-SSW	1		Kao predominates with Ser zone in the peripherals	
AA8061	yt	4X1	NE-SW	2		Kao predominates with Ser and alu zones in the peripherals	
JE108	yt	1.2X0.5	E-W	1		Ser predominates	
AA8062	Omniv	3X1	N-S	1	lineament (N-S)	Kao and Ser zones runs from S to N	
AA8066	yp.Ps	5.5X2	ENE-WSW	2			
AA8067	Trs	5X2	N-S	1			
AB7003	Cs	1.5X0.5	N-S	2	lineament (NE-SW, N-S)		Guachi, Las Tolas
AA8056	Trv	2X1.5	NNE-SSW	2	circular structure	Ser predominates	
AA8063	Ps	1.5X1	ENE-WSW	0.5			
AA8064	Ps	1X0.5	E-W	0.5			
AA8065	Ps	4X1.5	NNW-SSE	0.5			
AA8070	Ps, yp, Trv	4X3	E-W	2	circular structure	Ser zones are scattered in three areas	
AB8003	yp	4.5X1	NNW-SSE	2			Alcaparossa
AB8004	Ps	2.5X2	E-W	1			
AB8005	Ps	2X0.5	NE-SW	0.5		Small Kao zone with Ser zone to the south	
AB8006	Ps	2X1	E-W	2			Leoncito
AB8007	SD	1X1		1			Cerro Blanco Alteration
AB8008	PR	2.5X1	NE-SW	2			La Negrita, Cortaderas, San Benicio
AB8009	S	1X0.5	NE-SW	2	circular structure		Paramillos Norte
AB8010	S	1X0.5	E-W	2	circular structure		Creston Amarillo
AB9004	C	<0.5		2	center of circular structure		Paramillos Sur

*: Point 2, hydrothermal alteration with high confidense level; pts.1, possibly hydrothermal alteration; pts.0.5, possibly mis-understanding for weathering or other clayey feature.

